



과학과 미디어 기반 학습 관련 문헌 연구

변태진*

한국교육과정평가원

A Literature Review on Media-Based Learning in Science

Taejin Byun*

Korea Institute for Curriculum and Evaluation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 9 March 2017

Received in revised form

25 April 2017

26 May 2017

Accepted 29 May 2017

Keywords:

Media-based Learning, Science Education, Literature Review

ABSTRACT

Media is the medium that impart information beyond time and space. They refer to characters or images that serve as means to convey information. From old media such as newspapers and television to new media such as the internet and smart phones, media has developed cumulatively with the development of technology. The goal of media education is to develop the understanding of the properties of media, the ability of critical interpretation of media and selective acceptance. Furthermore it is to cultivate the ability to express meaning creatively and communicate through media. I carried out 'the research of Korean classroom instruction models based on media' with Korean language and social studies education researchers from July 2016 to December 2016. This study is a fundamental study of the project. Based on 58 research papers published between 2006 and 2016, research trends and factors were extracted through literature studies related to media-based science learning. The Result has shown that the studies related to media-based science learning is on the rise, and more than half of all researchers studied about elementary school students. The studies were divided into research on students, research on teachers and pre-service teachers, research on smart devices or media contents, and research on the development of digital textbooks. Among the four variables, there were many researches related to students' cognitive and affective development, and the development and application of media contents.

1. 서론

과학교사인 A는 아침에 일어나자 TV를 통해 일기예보를 확인한다. 통근길 버스에서 A는 스마트폰으로 뉴스 브리핑을 확인하고, 오늘 새벽 업로드 된 웹툰을 본다. 학교에 출근해서 컴퓨터를 켜니, 오늘 학교 일정과 시간표가 안내되고, 교무부장 선생님이 메신저로 학생 전달 사항을 알려준다. A는 수업 시간에 증강현실 어플을 이용해 각 세계 각 지역의 해수의 특징을 설명하고, 클릭커로 형성평가 문항에 대한 실시간 학생 응답을 확인한다. 그리고 수업 후 클래스팅을 통해 조별과제를 구글 도큐먼트 또는 프레지로 작업할 것을 안내한다. 퇴근길 버스에서는 스마트폰으로 어제 밤 방영한 다큐멘터리 일부를 저장하여 내일 수업에 사용할 아이디어로 활용할 계획을 세운다. 저녁시간에는 페이스북에 올라온 학생들의 질문에 답하면서 일과를 마무리한다.

우리는 과학교사 A의 하루를 통해 일상에서 많은 미디어와 함께 하고 있음을 알 수 있다. 이 중에는 TV 뉴스나 다큐멘터리와 같은 전통적 미디어도 있으며, 페이스북, 증강현실 등 21세기에 새롭게 등장한 미디어도 있다. 미디어의 발달은 새로운 미디어가 기존의 미디어를 바로 대체하는 것이 아니라 누적적으로 발달하며, 새로운 미디어가 기존의 미디어를 참조하면서 발달한다(Bolter & Grusin, 1999).

미디어의 사전적 정의는 정보 전달 수단이 되는 문자나 영상을

말하는 것으로 정보를 시공간적으로 이동시키는 매개물이다(Joo, Lee, & Park, 2015). 미디어 리터러시(media literacy)라고 함은 영상, 언어, 기호 등을 포함한 총체적인 미디어 구성요소들을 해독하는 것을 말한다. 유럽연합 집행위원회(European Commission)에서는 '미디어 리터러시'를 일반적으로 미디어에 접근하고, 미디어를 이해하고, 미디어 및 미디어 콘텐츠의 다양한 측면을 비판적으로 평가하고, 다양한 맥락에서 커뮤니케이션을 할 수 있는 능력으로 정의하고 있다(Koltay, 2011). 미디어 교육은 미디어 리터러시 교육과 동의어로 사용되거나 미디어 리터러시 교육의 내용을 온전히 포함하게 되는데, 미디어 리터러시 교육은 미학적 관점과 연결되는 대중 예술적 패러다임, 미디어 정보를 선별하는 능력을 키우는 학습 도구적 패러다임을 거쳐, 매스 미디어가 재현하는 현실을 비판적으로 해독하는 능력에 초점을 맞춘 표상 패러다임에 이르기 까지 다양한 변화를 겪어 왔다(Ahn, 2002). 현재의 미디어 교육은 미디어의 본질과 기술을 기르는 것, 미디어를 읽고 쓰며 말할 수 있는 능력을 기르는 것, 미디어를 통한 지식 습득과 비판적 수용 능력을 기르는 것, 미디어를 통한 민주 시민을 양성하는 것을 모두 포함하는 개념이다(Ahn & Jeon, 1999). 미디어 교육에 대한 정의의 변천은 미디어의 발달로 인해 필연적으로 발생하는 것이며, 그 시대환경에 따라 지속적으로 재개념화가 이루어지고 있다(Kim & Ahn, 2004; Ok, 2013).

지속적으로 재개념화 되고 있는 미디어 교육을 온전하게 정의하는

* 교신저자 : 변태진 (tjbyun@kice.re.kr)

** 이 연구는 2016년도 교육부의 정책 연구 과제 지원을 받아 수행되었습니다.
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2017.37.3.417

일은 쉽지 않다. 하지만 미디어 교육과 인접 영역인 ICT 활용 교육이나 테크놀로지 활용 교육과 차이점을 찾아본다면 이를 온전하게 이해하는 데 도움이 될 수 있다. 미디어 교육은 21세기 초 우리나라에서 활발히 연구된 ‘ICT 활용 교육’이나 그 후 나타난 ‘테크놀로지 활용 교육’과는 디지털 미디어의 도구적 활용 측면에서 공통요소를 가지고 있으나 다음의 차이로 인해 구별할 수 있다. 첫째, 미디어 교육은 신문, 광고, 영화, 다큐멘터리 등 전통적 미디어에 대해서 여전히 관심을 가지며 꾸준히 활용하고 있다. 둘째, 미디어 교육은 국어과에서 활용되는 매체 언어 교육이나 사회과에서 활용되는 매체의 비판적 읽기를 통한 시민성 교육 등 ICT 활용 교육이나 테크놀로지 활용 교육에서는 다루지 않는 영역을 담고 있다. 셋째, 미디어 교육에서는 학생의 인지적, 정의적 발달을 돕는 학습 도구로서의 활용 측면뿐만 아니라, 미디어 리터러시나 의사소통의 측면을 강조한다(Seo et al., 2016).

2015 개정 교육과정에서는 자기관리 역량, 창의적 사고 역량, 심미적 감성 역량, 지식정보처리 역량, 의사소통 역량, 공동체 역량을 핵심 역량으로 강조되고 있다(Ministry of Education, 2015). 이 중 지식정보처리 역량, 의사소통 역량은 미디어 교육과 매우 관련이 깊다. PISA2009에서는 디지털 읽기 평가(Digital Reading Assessment, DRA)가 도입되고, PISA2015에서는 협력적 문제해결력 평가(Collaborative Problem Solving, CSP)가 도입된 것을 볼 때 국제비교 평가에서도 최근 디지털 미디어 리터러시(digital literacy)가 강조되고 있음을 확인할 수 있다(OECD, 2011; OECD, 2013). 미디어 교육은 텍스트의 비판적 해석, 대중 매체와 시민성 교육에 대한 이슈 등과 같이 전통적으로 국어과나 사회과가 연구 패러다임을 중심에서 서서 연구 활동이 이루어져 왔으나, 과학과 역시 미디어를 활용하여 학습자의 이해를 촉진시키는 등 미디어를 활용한 학습은 오래전부터 이루어져 왔었다. 하지만 과학과 미디어 기반 학습에 대한 이론적 토대는 온전하지 않으며, 미디어에 대한 비판적 인식도 부족한 것이 사실이다. 이와 같이 미디어 교육이 강조되고 있는 현 교육 환경에서 미디어 기반 학습에 대한 연구는 필연적이라고 할 수 있다.

이러한 시대적 환경적 요구에 맞춰 연구자는 우리나라 교실 환경에서 미디어 기반 학습이 성공적으로 안착하기 위한 요인을 탐색하고자 하였다. 본 연구는 과학과 미디어 기반 학습과 관련된 기초 연구로 문헌 연구를 수행한 것이다. 연구자는 과학과 미디어 기반 학습 관련 선행 연구를 조사하여 미디어 기반 학습 관련 연구 경향을 분석하고 각 변인에 대한 효과성을 종합적으로 검증하였다. 이를 통해 과학과 미디어 기반 학습의 현 주소를 확인하고, 이를 기반으로 사후 미디어 기반 학습 관련 수업 분석과 수업 모델 개발에 활용하고자 한다. 또한 본 연구를 통해 현장의 과학 교사에게는 미디어 기반 교육을 수행하는데 시사점을 제공하고, 과학 교육연구자 및 미디어 교육 연구자에게 과학과 미디어 기반 학습에 대한 정보를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구는 교육부 정책 연구 과제인 ‘미디어 기반 학습(MBL: Media-Based Learning)에 기초한 한국형 교실수업 모델 개발 연구(Seo et al., 2016)’의 결과 중 과학과 관련 내용을 재구성하고 일부 내용을 추가하여 정리한 것이다. 연구팀은 국어, 과학, 사회 교과 교육 연구자들로 구성되었으며, 연구 기간은 2016년 7월~12월이다. 이

기간 연구자들은 7차례의 온라인, 오프라인 회의를 가지면서 연구의 방향을 수정하고, 연구 내용을 구체화 하였으며, 영역 간의 연구 결과물을 공유하며 의견을 주고받았다. 우리나라 교실 수업 환경에 적합한 미디어 수업 모델을 제안하는 것이 전체 연구의 최종 목표이기에 본 연구에서는 국내 과학과 미디어 기반 학습 관련 문헌에 대해 폭넓은 분석을 실시하였다. 우선 예비 연구 조사를 통해 연구 범위를 2006년~2016년으로 설정하였다. 분석 대상 연구의 시점을 2006년으로 설정한 이유는 미디어는 빠른 속도로 변화하는 테크놀로지의 발전과 연동하는 경향성을 가지고 있어 지난 10년을 기점으로 하여도 충분한 변화 양상을 볼 수 있다고 판단하였다. 1984년~2010년까지 미디어 교육 연구 실태를 조사한 Kim(2010)의 연구에서도 논문 수의 비가 1984년~2000년은 11.9%, 2001년~2010년 88.1%로 국내에서의 본격적인 미디어 교육 연구는 2001년 이후 활발하게 진행되었음을 알 수 있다. 2000년~2005년을 제외한 이유는 이 시기는 학교 교실 환경에서 컴퓨터가 본격적으로 보급되던 시점으로, ICT 활용과 관련하여 많은 연구들이 2000년대 초반에 이미 이루어졌었다(Kim et al., 2004; Lee et al., 2002). 따라서 연구자는 2006년부터 2016년까지 약 10년간 국내에서 발행된 저널, 학위논문, 학술대회 발표 자료에 대해 한국교육학술정보원의 학술연구정보서비스(RISS)를 이용하여 ‘미디어(또는 매체)’, ‘과학(물리, 화학, 생명과학, 지구과학)’, ‘스마트’, ‘ICT’, ‘교육’ 등의 키워드를 조합한 검색 결과로 관련 자료를 수집하였다. 또한 키워드 검색과는 별도로 ‘한국과학교육학회지’, ‘초등과학교육’ 등 과학교육 주요저널과 ‘교육정보미디어연구’, ‘한국콘텐츠학회논문지’ 등 미디어교육 관련 저널을 타겟 저널로 삼아 제목, 키워드, 초록 등을 통해 관련 문헌을 조사하였다. 수집된 자료를 연구자가 몇 가지 변인으로 1차 분류하고, 이 분류한 변인들을 검증하고 일반화

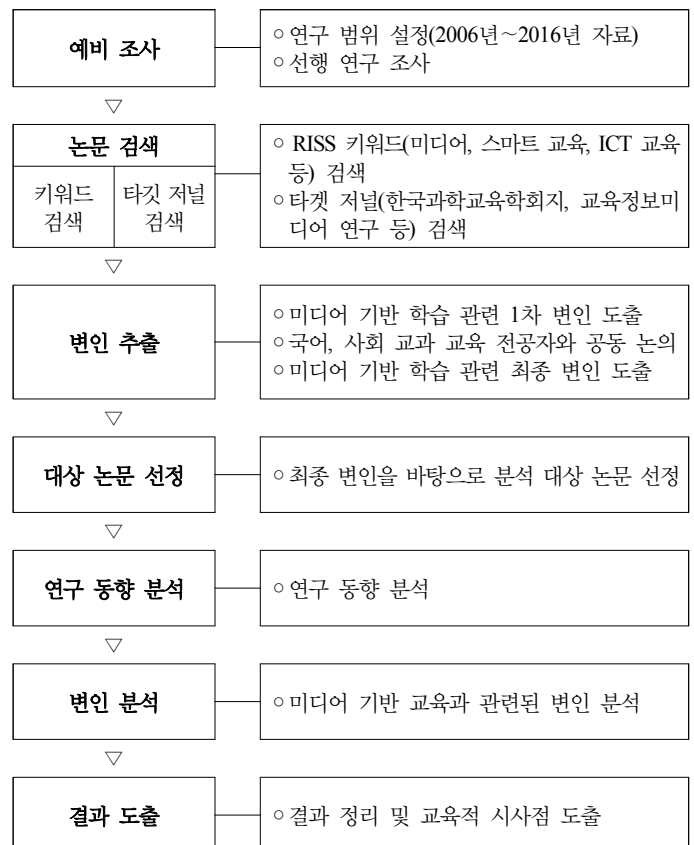


Figure 1. Research Process

하기 위해 미디어 기반 학습 연구를 공동으로 수행한 국어과, 사회과 연구자들과 논의하여 최종 변인을 추출하였다. 이 추출한 변인을 바탕으로 분석대상 논문 58편을 선정하였다. 선정된 논문을 바탕으로 미디어 기반 교육의 연구 동향을 분석하고, 미디어 교육 관련 변인을 분석하여 결과를 정리하고 교육적 시사점을 도출하였다.

III. 과학과 미디어 기반 학습 관련 연구 동향

연구자는 앞서 연구 방법에서 2006년부터 2016년까지의 58편의 논문에 대해 분석을 실시하였다고 밝혔다. 분석 대상 논문을 학교 급별로 분류하면 초등학교 관련 연구 31편, 중학교 관련 연구 11편, 고등학교 관련 연구 11편, 대학(및 예비교사) 관련 연구 2편, 미분류(현직 교사 대상 또는 학교급간 비교) 3편이었다(Figure 2 참고). 절대적 논문 수에서 보듯 초등학교가 중·고등학교에 비해 미디어 기반 학습에 대해 관심이 더 많다.

분석한 논문을 저널별로 분류하면 한국과학교육학회지 7편, 초등과학교육 7편, 과학교육연구지 6편, 교육정보미디어연구 5편, 교원교육 4편, 한국콘텐츠학회논문지 3편, 교과교육학연구 3편, 현장과학교육 2편, 대한지구과학교육학회지 2편, 한국지구과학학회지 2편, 교사교육연구 2편, 정보교육학논문지 2편, 교육방법연구 2편, 생물교육 1편, 대한화학학회지 1편, 과학교육논문집 1편, 과학영재교육 1편, 교육연구 1편, 디자인지식저널 1편, 디지털디자인학연구 1편, 애니메이션연구 1편, 커뮤니케이션 디자인학연구 1편, 컴퓨터교육학회논문지 1편, 한국교원교육연구 1편이었다. 58편의 논문을 저널 성격에 따라 다시 나누면 과학교육 저널에서 27편, 미디어 관련 저널에서 12편으로, 과학교육이나 미디어 관련 저널에서 발행된 논문의 수가 많기는 하나, 24종의 저널에서 관련 논문을 찾을 수 있는 것처럼 과학과 미디어 기반 학습과 관련한 연구는 과학교육 연구자뿐만 아니라 다양한 분야의 연구자들이 관심을 가지고 연구를 수행하고 있음을 알 수 있다.

연도별 논문 수(중복제외)를 보면 2006년 3편, 2008년 4편, 2009년, 1편, 2010년 2편, 2011년 6편, 2012년 2편, 2013년 6편, 2014년 9편, 2015년 16편, 2016년 9편으로, 2013년 이후 관련 연구가 큰 폭으로 증가했음을 알 수 있는데, 이는 디지털교과서 연구나, 스마트 기기를 활용한 교육에 대한 연구가 많아짐으로써 나타난 현상으로 볼 수 있다. 2016년 논문 수가 9편으로 2015년(16편)보다 적은 것은 2016년 4사분기 연구가 아직 학술연구정보서비스 상에 업로드 되지 않았기에 미디어 관련 연구가 줄었다고 판단하기엔 아직 이르다. 연구 내용별 분류를 보면 학생 대상 연구와 스마트 기기 또는 미디어 콘텐츠 연구가 다른 두 가지 주제보다 활발히 진행되고 있음을 알 수 있다.

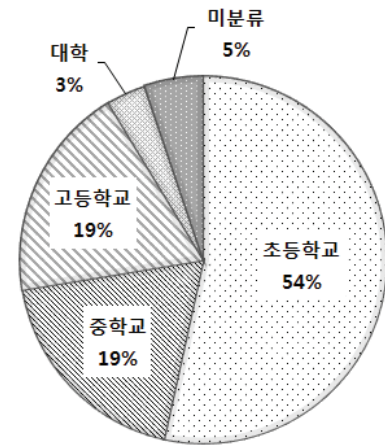


Figure 2. Rate of Articles analyzed by School Level

Table 1. Journals analyzed and the number of articles

저널명	편수
한국과학교육학회지, 초등과학교육	7
과학교육연구지, 교육정보미디어연구	6
교육정보미디어연구	5
교원교육	4
한국콘텐츠학회논문지, 교과교육학연구	3
현장과학교육, 대한지구과학교육학회지, 한국지구과학학회지, 교사교육연구, 정보교육학논문지, 교육방법연구	2
대한화학학회지, 과학교육논문집, 과학영재교육, 교육연구, 한국교원교육연구, 디자인지식저널, 디지털디자인학연구, 커뮤니케이션디자인학연구, 애니메이션연구, 컴퓨터교육학회논문지	1
저널 24종	58편

IV. 과학과 미디어 기반 학습 관련 문헌 연구

과학과 미디어 기반 학습은 과학 지식을 학습하고 과학적 탐구력을 기르는 과학과 본연의 목적으로 인해 타 교과에 비해 미디어 자체에 대한 교육보다 미디어를 도구로써 활용한 교육이 많이 이루어지고 있다. 따라서 과학과 미디어 기반 교육은 테크놀로지의 개발과 보급에 밀접한 연관성을 띠기 마련이다. 테크놀로지 요소 중 하나인 하드웨어를 기준으로 시대별로 미디어 기반 교육의 경향을 살펴보면, 2000년대 초에는 오프라인 상의 컴퓨터를 활용한 미디어 교육(ICT 교육)이, 2000년대 중반에는 인터넷(온라인)을 활용한 미디어 교육(web-based instruction)이, 2010년대 초반에는 스마트폰, 스마트패드 등을 활용한 미디어 교육(스마트 교육), 최근에는 증강현실(AR), 스마

Table 2. Trend of Research based on Media-based learning. 6 papers were counted as duplicates

내용 분류 \ 년도	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	소계	비율
학생 대상 연구	2		4		1	2		1	2	7	6	25	37.3
교사 및 예비 교사 대상 연구						1		1	2	2	2	8	12.0
스마트 기기 또는 미디어 콘텐츠 관련 연구	1		2	1	1	4		5	3	6	1	24	35.8
디지털 교과서 개발 관련 연구						1	2		3	3	1	10	14.9
소계 (중복제외 소계)	3 (3)	0	6 (4)	1	2 (2)	8 (6)	2	7 (6)	10 (9)	18 (16)	10 (9)	67 (58)	100.0

트 위치 등 웨어러블 장비(wearable device) 등을 활용한 미디어 교육이 진행되고 있다(Seo *et al.*, 2016). 미디어 기반 학습에 대한 초기 연구에서는 미디어 활용 수업에 대해 긍정적인 효과만 관심을 가졌지만(Lim & An, 1999; Park, Kang, & Kim, 2001), 최근에는 다양한 미디어를 활용하는 것이 좋은 과학수업 요건에서 우선순위가 아니라 교사의 인식을 제시한 연구(Lee, 2016)도 있기에 미디어 기반 교육의 효과를 보다 객관적으로 면밀히 살펴볼 필요가 있다. 연구자는 1차 변인을 구분한 후 국어, 사회 교과 교육 연구자 논의 후 각 변인들을 통합 또는 명료화하여 최종적으로 본 문헌 연구에서는 과학과 미디어 기반 학습의 양상을 1. 학생 대상 연구, 2. 교사 및 예비교사 대상 연구, 3. 스마트 기기 또는 미디어 콘텐츠 관련 연구, 4. 디지털 교과서 개발 관련 연구로 구분하여 분석하였다.

1. 학생 대상 연구

미디어 기반 학습과 관련하여 학생 대상 연구는 미디어 기기의 활용이나 새로운 콘텐츠 개발에 중점을 둔 연구보다 학생의 인지적·정의적 성취를 연구목표로 둔 연구를 의미한다. 학생 대상 연구는 학업 성취도, 과학적 탐구력 등 학습자의 인지적 성취와 관련된 연구와 과학적 태도, 흥미, 만족도 등 학습자의 정의적 성취와 관련된 연구로 구분할 수 있다.

가. 학습자의 인지적 성취에 관한 연구

학습자의 인지적 성취와 관련해서는 효과가 있다는 연구(Choi, Yang, & Hong, 2016; Kang & Park, 2010; Paik & Yoo, 2006; Park *et al.*, 2013; Park, Kim, & Lee, 2016)와 부분적으로 효과가 있거나 유의미한 효과가 없다는 연구(Chung & Lee, 2015; Kang *et al.*, 2011; Kim & Kim, 2015; Kim & Kyung, 2006; Seo, 2008; Yun, Ahn, & Noh, 2015)로 구분된다.

과학과의 미디어 기반 교육이 학습자의 인지적 성취에 긍정적인 효과가 있음을 입증한 연구는 다음과 같다. Choi, Yang, & Hong (2016)은 초등학교 3학년 학생을 대상으로 닭의 한 살이와 관련된 STEAM 수업 프로그램의 효용성에 대한 연구를 실시하였는데, 이 수업에서는 홀로그램 장치를 이용한 3D 이미지 만들기, 스마트 미디어를 활용한 정보탐색, 미디어(타임랩스 영상)를 제작하여 공유하는 활동(SNS 의사소통) 등을 하였다. 연구결과 학생들의 학업 성취도가 향상되었고, 관찰, 분류, 측정 등 기초 탐구기능이 향상되었다. Paik & Yoo(2006)는 중학교 3학년 학생들을 대상으로 물의 상태변화와 관련되어 입자 개념을 강조한 컴퓨터 프로그램(변인을 조절할 수 있는 시뮬레이션) 자료를 수업에 적용하였다. 성취면에서 비교집단에 비해 실험집단의 개념 성취 향상이 높았으며, 구체적 조작기 학생들과 중하위권 학생들에게 특히 효과가 있었다. Park *et al.*(2013)은 멀티미디어 게임을 제작하여 초등학교 환경수업에 적용하였더니, 실험집단이 비교집단에 비해 외래생물에 대한 인식과, 성취도 부분에서 더 뛰어난 성과를 거두었다. Park, Kim, & Lee(2016)는 자연사 박물관 전시 프로그램에 참여한 초등학교 저학년을 대상으로 스마트 위치를 활용한 박물관 프로그램의 과학 성취도를 조사한 결과 실험집단이 비교집단에 비해 유의미한 차이를 보임을 밝혔다. Kang & Park(2010)

은 미국 중학교 7학년 두 학급의 수업을 관찰하고 창의성 검사를 실시하였다. 이 수업에서는 클릭어(Clicker)가 출석과 수업 중 퀴즈 활동에서 학생들과 상호작용하는 도구로 활용되었고, 수업 중에는 한쪽 벽면에 설치된 터치스크린을 교사가 조작하였으며, 수업 도입부와 정리 활동에 과학 영상 비디오를 시청하였다. 연구결과 다양한 미디어(특히, 첨단 장비)를 활용하는 것이 창의성을 높이는 데 긍정적으로 나타났다. ICT 활용 프로젝트 수업을 초등 지진과 암석 단원에 접목시킨 Lee *et al.*(2008)의 연구에서도 실험집단이 통제집단보다 문제해결력 신장에 더 큰 효과가 나타났다. 초등학생을 대상으로 인포그래픽 수업의 효과를 연구한 Jung & Kim(2016)의 연구에서도 수업 처치 후 렌즈의 특징 및 이용, 빛의 성질에 관한 개념 수준이 향상된 것으로 나타났다.

과학과 미디어 교육에서 학습자의 인지적 성취와 관련하여 부분적인 효과가 있거나 유의미한 효과가 없다고 결론내린 연구는 다음과 같다. Kim & Kim(2015)은 초등학교 4학년 학생을 대상으로 디지털 교과서 적용 수업의 효과성을 검정하였더니, 과학 학업성취도면에서 과학적 지식에서는 유의미한 차이를 보였으나, 탐구능력이나 실생활에서의 적용 능력은 차이를 보이지 않았다. Seo(2008)는 초등학교 5학년 지구과학 수업에서 증강현실 기반 학습에 관한 연구를 수행하였는데, 현존감(spatial presence)은 학습의 몰입감에는 영향을 주나, 학업성취도에는 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Kang *et al.*(2011)은 WISE(Web-based Inquiry Science Environment) 프로그램을 선정하여 초등학교 6학년 수업에 적용하였더니, 전통집단에 비해 WISE 집단이 그래프 활용 능력과 과학 학업성취도에서는 유의미한 차이가 있었던 반면, 과학 탐구능력에는 차이가 나타나지 않았다. Yun, Ahn, & Noh(2015)는 스마트 기기를 활용한 개념 적응적 개별화 학습에 대해 중학교 1학년 학생을 대상으로 연구하였는데, 개념 파지에서는 실험 집단이 통제 집단보다 높은 성과를 얻었으나, 학업 성취도 검사에서는 유의미한 차이가 발생하지 않았다. Chung & Lee(2015)는 중학교 2학년을 대상으로 증강현실을 활용한 소화와 순환 내용에 대한 탐구수업의 효과성을 분석하였더니 과학탐구능력은 유의미한 차이가 없었다. Kim & Kyung(2006)은 인문계 고등학교 2학년을 대상으로 일기의 변화 단원(기상수업)에서 이러닝 학습 콘텐츠를 개발하고 이를 활용한 ICT 수업의 효과를 연구하였다. 연구 결과 학업성취도는 전체 그룹에서는 유의미한 차이를 발생시키지 않았고, 상위그룹에만 효과가 있었다. 클릭어를 고등학교 생명과학 수업의 진단평가와 형성평가에 적용한 Kang *et al.*(2014)의 연구에서도 학업 성취도에 대해 상위 그룹과 하위 그룹은 통제 집단에 비해 차이가 없었으며, 중위 그룹만 효과가 있었다. 스마트 기기를 이용한 소집단 협동학습에 대해 연구한 Yun, Kang, & Noh(2016)의 연구에서도 학업 성취도에 있어 통제 집단에 비해 실험 집단이 하위 그룹은 효과가 있었지만 상위 그룹은 효과가 없었다.

위와 같이 과학과 미디어 기반 학습과 관련하여 학습자의 인지적 성취 효과성에 대해 효과성이 있다고 밝힌 연구(Choi, Yang, & Hong, 2016; Kang & Park, 2010; Paik & Yoo, 2006; Park, Kim, & Lee, 2016)와 일부 효과 또는 유의미한 차이가 없다고 결론 내린 연구(Chung & Lee, 2015; Kang *et al.*, 2011; Kim & Kim, 2015; Kim & Kyung, 2006; Seo, 2008)가 공존한다. 보다 상세히 들여다보면 미디어 기반 학습을 통해 개념 성취나 개념 수준 향상은 잘 이루어졌

으나, 학업 성취도의 경우 의견이 분분하였다. 초등학생의 경우 효과가 있다고 밝힌 연구가 더 많으나, 고등학생의 경우 효과가 없는 경우가 더 많았다. 과학 탐구력의 경우는 1편의 연구를 제외하고는 모두 유의미한 차이를 발견하기 어려웠다. 이는 과학 탐구력이 일시적인 처지로 향상되기 어려운 요소이며, 실물이 아닌 미디어를 통한 간접 경험이 실험 활동 등과 같은 직접 경험보다 과학 탐구력을 배양하는데 한계가 있으리라 예상된다.

나. 학습자의 정의적 성취에 관한 연구

과학과에서는 미디어 기반 과학 수업이 앞에서 서술한 인지적 효과와 함께 학습자의 과학적 태도, 학습 동기, 흥미와 같은 정의적인 측면에 미치는 효과를 검증하는 연구가 진행되어 왔다. 과학 교양 및 다큐멘터리를 활용한 멀티미디어 수업의 효과를 검증한 Yoo & Park (2011)의 연구에서는 과학교과의 태도 부분에서 비교 집단에 비해 실험 집단에서 유의미한 향상이 나타났다. 웹 기반 과학탐구학습을 진행한 Kang *et al.*(2011)의 연구와 증강 현실을 활용한 탐구학습을 진행한 Chung & Lee(2015)의 연구에서는 학습자의 과학적 태도를 향상시키는 데에 긍정적인 영향이 확인되었다. 수증기 단원에서 영상 매체를 활용한 멀티미디어 교수학습 자료를 개발한 Bang, Kim, & Cho(2008)는 과학적 태도와 학습동기에서 긍정적인 효과가 나타났다고 말했다. 초등 과학수업의 ‘태양계와 별’ 단원에 클래스팅, Thinkwise, 스텔라리움 등 다양한 앱을 활용한 스마트 러닝 수업에서 학생들은 과학적 태도와 흥미도 모두에 대해 실험집단이 통제집단보

다 높은 점수를 얻었다(Yun & Choi, 2015). 초등학생을 대상으로 ‘스토리텔링과 일러스트레이션을 활용한 웨어러블 테크놀로지 융합 교육’을 적용한 Kang *et al.*(2016)의 연구에서는 과학적 흥미에서 효과를 나타내었다. 멀티미디어를 활용한 지구계 수업을 개발하여 초등 학생들에게 적용한 Kim & Lee(2014)의 연구에서도 실험집단이 통제 집단보다 수업 만족도가 높았고 환경 친화적 행동이 유의미하게 높아졌다. 스마트 패드를 이용하여 고등학교 광물자원 단원 수업에 활용한 Park, Jung, & Lee(2015)의 연구에서도 실험집단의 학생들은 통제 집단의 학생보다 학습 흥미가 높아졌다고 보고하였다. 클릭커를 고등학교 생명과학 수업에 적용한 연구에서도 학생들의 흥미와 집중력은 높여주는 것으로 나타났다(Kang *et al.*, 2014). 스마트기기를 활용한 수업을 연구한 Yun, Ahn, & Noh(2015)의 연구에서도 학습 동기 및 과학 시간의 즐거움에 대한 점수가 통제 집단에 비해 높게 나타났다. 중학생을 대상으로 디지털 교과서를 연구한 Joo & Lim(2015)의 연구에서도 디지털 교과서의 품질이 학습 만족도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 과학 TV 프로그램을 연구한 Son & Cho(2008)의 연구에서도 학생들은 학습을 위한 과학 TV 시청과 UCC 제작에 대해 긍정적인 인식을 가지고 있었다.

과학과 미디어 교육에서 정의적 성취에 관해서도 인지적 성취와 마찬가지로 효과성이 없거나 일부 효과만 나타난 경우도 있었다. 디지털 교과서 적용 수업에 관해 연구한 Kim & Kim(2015)은 과학적 태도 중 개방성과 협동성에 있어서만 유의미한 결과를 얻었다. Park, Kim, & Lee(2016)가 수행한 스마트워치를 활용한 박물관 프로그램 효과성 연구에서는 과학적 태도는 유의미한 차이가 없었지만, 흥미,

Table 3. Summary of cognitive and affective achievement research related Media-based learning

분류	상세 변인	효과가 있다고 주장한 연구(대상)	일부 효과 또는 효과가 없다고 주장한 연구(대상)
인지적성취	학업 성취도	<ul style="list-style-type: none"> · Choi, Yang, & Hong, 2016(초) · Kim & Kim, 2015(초) · Kang <i>et al.</i>, 2011(초) · Yun, Ahn, & Noh, 2015(초) 	<ul style="list-style-type: none"> · Seo, 2008(초) · Yun, Ahn, & Noh, 2015(초) · Kim & Kyung, 2006(고) · Kang <i>et al.</i>, 2014(고) · Yun, Kang, & Noh, 2016(고)
	개념 성취 (개념 수준 향상)	<ul style="list-style-type: none"> · Paik & Yoo, 2006(중) · Park <i>et al.</i>, 2013(초) · Park, Kim, & Lee, 2016(초) · Jung & Kim, 2016(초) 	
	과학 탐구력	<ul style="list-style-type: none"> · Choi, Yang, & Hong, 2016(초) 	<ul style="list-style-type: none"> · Kim & Kim, 2015(초) · Kang <i>et al.</i>, 2011(초) · Chung & Lee, 2015(중)
	기타	<ul style="list-style-type: none"> · Lee <i>et al.</i>, 2008(초) - 문제해결력 · Kang & Park, 2010(중) - 창의성 	
정의적성취	과학적 태도	<ul style="list-style-type: none"> · Kang <i>et al.</i>, 2011(초) · Yun & Choi, 2015(초) · Chung & Lee, 2015(중) · Yoo & Park, 2011(고) · Bang, Kim, & Cho, 2008(고) 	<ul style="list-style-type: none"> · Kim & Kim, 2015(초) · Park, Kim, & Lee, 2016(초) · Bae <i>et al.</i>, 2016(초) · Joo <i>et al.</i>, 2016(고)
	학습 동기	<ul style="list-style-type: none"> · Yun, Ahn, & Noh, 2015(초) · Bang, Kim, & Cho, 2008(고) 	
	흥미	<ul style="list-style-type: none"> · Choi, Yang, & Hong, 2016(초) · Yun & Choi, 2015(초) · Park, Kim, & Lee, 2016(초) · Park, Jung, & Lee, 2015(고) 	
	만족도	<ul style="list-style-type: none"> · Park, Kim, & Lee, 2016(초) · Kim & Lee, 2014(초) · Joo & Lim, 2015(중) 	

만족도에서는 유의미한 결과를 얻었다. Joo *et al.*(2016)는 고등학교 인문계 2학년 대상으로 NIE를 활용한 수업 전후에 TOSRA(Test of Science Relate Attitude) 검사를 통해 과학적 태도에 대한 연구를 수행하였다. 연구 결과 과학적 태도의 수용, 과학 수업의 즐거움, 과학에 대한 취미적 관심 등에는 긍정적 영향을 주었지만, 과학의 사회적 의미와 과학적 탐구에 대한 태도에는 부정적 영향을 준 것으로 나타났다. 초등학생을 대상으로 스마트 기기를 활용한 역진행 자유 탐구 수업을 진행한 Bae *et al.*(2015)는 수업이 디지털 리터러시 향상에서는 긍정적으로 작용했지만 과학적 태도에 대해서는 유의미한 결과를 얻지 못했다.

위와 같이 과학과 미디어 기반 교육 관련하여 미디어 기반 과학 수업이 정의적 성취에 미치는 영향에 관해서는 인지적 성취에 관한 연구에 비해 효과가 있다고 주장한 연구가 더 많다. 구체적으로 과학적 태도에 미치는 영향에 대해서는 양측의 의견이 팽팽한 편이나, 학습 동기, 흥미, 만족도에 미치는 영향에 대해서는 대체로 긍정적으로 나타나고 있는 것으로 확인된다(Kang *et al.*, 2014; Yun, Ahn, & Noh, 2015; Park, Jung, & Lee, 2015; Park, Kim, & Lee, 2016). 학습 동기, 흥미, 만족도의 경우 미디어를 활용한 수업이 학생들에게 긍정적인 인식을 심어주고, 학습 동기 및 흥미 유발과 수업 만족도를 높이는 데 크게 높이는 데 기여함을 알 수 있다.

2. 교사 및 예비 교사 대상 연구

1970년 후반부터 교수학적 내용지식이라고 일컬어지는 PCK(Pedagogical Content Knowledge) 관련 연구가 과학과 교사 교육 분야에서 많이 진행되어 왔다(Shulman, 1987). 2010년 이후 국내에는 PCK에 테크놀로지를 더한 테크놀로지 내용교수지식(Technology, Pedagogy, and Content Knowledge 또는 Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK 또는 TPCK)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(Kim & Choi, 2013; Na & Jang, 2016; Na & Song, 2014). 특히, Na & Song(2014)은 1978~2014년 사이 ‘한국과학교육학회지’와 ‘초등과학교육’에서 테크놀로지와 관련된 논문 68편을 분석하여 TPCK(Mishra & Koehler, 2006)와 TPASK(Jimoyiannis, 2010)를 소개하고, TPCK의 성장모형을 통해 과학교사의 전문성에서 테크놀로지 활용 능력이 하나의 축을 형성함을 강조하였다.

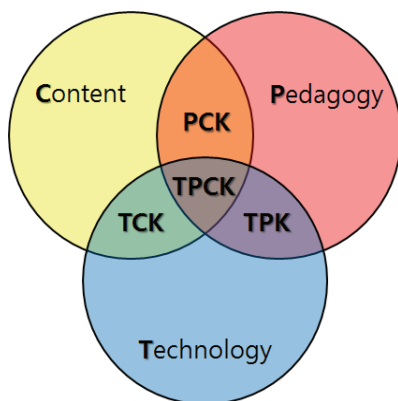


Figure 3. Pedagogical Technological Content Knowledge(Mishra & Koehler, 2006 revised)

Na & Jang(2016)은 테크놀로지 활용 과학수업과 관련하여 예비교사 9명을 면담하였는데 연구 참여자들은 지식 안내형 테크놀로지를 가장 많이 사용하고, 상호작용 지원형이나 맞춤형습형 테크놀로지를 적게 사용하는 것으로 나타났다. 예비교사들이 테크놀로지 활용 과학 수업을 하는 데 어려움을 겪는 이유로는 수업자료 준비, 테크놀로지 사용 필요성 인식 부재, 열악한 ICT 수업환경, 지도교사의 TPACK 이해 부족 등이 작용하는 것으로 나타났다. Kim & Choi(2013)는 중학교 과학 교사를 대상으로 과학수업에서 디지털 기술 활용에 대한 교사들의 반성적 활동 경험을 탐색하였다. 중학교 교사들은 개별 일지 작성과 집단 토의 활동을 통해 기술에 대한 관심과 흥미가 증가하였는데, 디지털 기술 활용에 대한 인식 변화를 조사한 결과 디지털 기술 활용 실행도는 인식도 보다 적은 폭으로 증가하였다. 교사들의 뉴미디어 기기에 대한 인식 역시 긍정적이지만은 않음이 밝혀졌다(Leem & Sung, 2015). 스마트 교육 선도교사를 대상으로한 Leem & Sung(2015)의 연구에서는 교사들이 스마트 기기에 대해 ‘개방적인’, ‘접근성이 높은’, ‘흥미진진한’ 같은 긍정적 인식뿐만 아니라, ‘믿을 수 없는’, ‘불안정한’과 같은 부정적 인식도 함께 가진 것으로 나타났다. 중학교 과학 수업에서 ICT 활용 실태에 대해 연구한 Gim, Seo, & Kim(2011)의 연구에서는 과학 수업에 활용될 ICT 기자재는 잘 구비되었으나, 과학교육용 ICT 자료의 공급은 부족하였다. 과학교사들은 PPT 등 자료 편집은 가능하였으나 새로운 자료를 개발하는 능력은 부족한 것으로 나타났다. Lee(2015)는 호주, 체코, 노르웨이, 폴란드와 우리나라 중학교 과학 교사의 ICT 활용 실태를 국제 비교하였다. 이 연구에서는 우리나라 과학 교사들이 다른 나라 교사들에 비해 컴퓨터를 많이 사용하고, 컴퓨터에 대한 자아효능감도 높은 편으로 나타났다. 하지만 교수학습과 관련된 컴퓨터 활용에서는 낮은 자신감을 나타냈고, 프레젠테이션이나 그래픽 소프트웨어에 대한 활용 비중이 높으며, 협업이나 상호작용에서의 사용 빈도는 낮은 것으로 나타났다. 또한 우리나라 교사는 수업 환경 측면에서 컴퓨터가 구형 모델이며, 디지털 학습 자료가 부족하다고 인식하고 있으며, ICT 활용에 대해 부정적인 관점을 가진 교사도 많았다. ICT 활용에 부정적인 관점은 초등교사를 대상으로 모바일 앱 콘텐츠 유형을 연구한 So, Yoon, & Choi(2015)의 연구에서도 나타난다. 이 연구에서 상당수 교사들은 모바일 이용이 과학적 직접 탐구의 반대개념으로 인식하고 있어, 모바일 기기의 사용이 학생들의 직접적인 조작활동 시간을 줄어줄 것이라는 우려이다. 이러한 우려는 초등교사를 대상으로 한 연구(Lim & Oh, 2014)나 예비교사를 대상으로 한 연구(Hayes, 2002) 모두에서 나타나고 있기에 관심을 가지고 문제 해결에 적극적으로 임해야 할 것이다.

정리하면 과학과 미디어 기반 학습 중 교사 또는 예비 교사 대상 연구는 디지털 미디어와 ICT를 포함한 테크놀로지 활용을 중심으로 이루어지고 있다. 연구 중심에서는 테크놀로지 내용교수지식이라고 불리는 TPCK(또는 TPACK)가 있으며 이와 관련된 연구가 증가 추세에 있다. 우리나라 과학 교사는 디지털 활용 기술에 관심이 많고 적극적으로 활용하고 있으나, 인식수준에 비해 실행수준은 떨어지는 것으로 보고되고 있다. 이는 노후화된 ICT 장비나 디지털 콘텐츠 부족과 같은 환경적인 요인과 디지털 미디어의 사용 용도가 한정됨으로써 발생하는 교사 내적인 문제가 결합되어 나타난 것으로 판단된다.

3. 스마트 기기 또는 미디어 콘텐츠 관련 연구

과학교과와 경우, 교과목의 성격상 풍부한 자료를 제공하여 학습자의 흥미를 유발할 수 있다는 점에서 스마트 교육의 요소와 잘 부합하는 편이다. 그리하여 스마트 패드, 스마트 폰, 웨어러블 장치 등 스마트 기기를 활용한 연구나 Interactive Physics, Starry Night 등 교육용 소프트웨어를 이용한 수업 연구가 타 교과에 비해 많은 편이다. 또한 웹 기반 미디어 교육 자료나 FLASH, Scratch, App Inventor 등 저작도구와 이를 활용한 소프트웨어(어플리케이션) 개발과 관련된 연구가 많이 활성화되어 있는 편이다(Bang, Wee, & Kwon, 2015; Cha *et al.*, 2010; Choi & Park, 2015; Heo & Lee, 2013; Kang *et al.*, 2011; Noh & Paik, 2015). Kim & Kim(2013)은 ‘식물의 한 살이’와 관련한 교육용 어플리케이션을 설계하였으며, Kim & Park(2013)은 초등학교를 위한 속력 측정 어플리케이션 학습 모듈을 개발하였다. Park *et al.*(2013)은 ‘토종수호전’, ‘토종경비구역’와 같은 외래생물에 대한 게임을 개발하여 초등학교 환경수업에 적용하였다. Kwon & Sohn(2015)은 스마트 폰과 스마트 패드를 초등영어수업에 활용하여 지구와 달의 운동 수업을 진행하였다. 스마트 기기를 이용하여 달의 모양과 위상 변화를 관찰하고, 클래스팅(SNS)를 이용하여 학습 정보를 공유한 것이 학생들의 좋은 반응을 이끌어 냈었다. Cha *et al.*(2010)는 웹 기반 멀티미디어 환경 교육자료를 분석하였고, Kang *et al.*(2011)은 웹 기반 과학탐구 프로그램을 선정하여 초등학교생들에게 적용하는 연구를 수행하였다. 증강현실(Augmented Reality; AR)은 미시성, 거시성, 불투과성으로 인해 볼 수 없는 부분을 가상의 화면으로 재현할 수 있다는 장점으로 인해 증강현실 콘텐츠 관련 연구도 진행되었다(Choi & Moon, 2015; Kim, 2009; Lee & Choi, 2011).

Park, Kim, & Lee(2016)는 웨어러블 장치 중 하나인 스마트 워치를 활용한 박물관 프로그램에 관하여 연구하였고, Hyun(2015)은 여고생을 대상으로 스마트 폰을 활용한 예술 및 과학기술 융복합 창의 교육프로그램을 개발하여 수업에 적용하였다. Park, Lee, & Jeon(2014)은 ‘Zooming Tools’라는 스마트폰에 부착하는 렌즈 형태의 도구를 개발하고, 과학수업에서 이를 현미경 모듈, 식물 화상기 모듈, 형광 판별 모듈로 활용하는 연구를 수행하였다. Kwak & Shin(2014)

은 초등학교를 대상으로 형성평가를 QR코드로 접속하게 하고, 그 결과를 스마트폰을 이용하여 피드백을 제공하였다. Cha(2013)는 예비 화학 교사를 대상으로 한 수업에서 피드백 도구로 클릭커를 활용하였더니, 수강생들의 인지적 측면과 정의적 측면에서 긍정적인 반응을 얻었다고 보고하였다.

Heo & Lee(2013)는 고등학교 지구과학 수업에서 플래시 파노라마 기반의 가상 야외 답사(virtual filed trips; VFT)를 수업 시간에 적용하였더니 학생들의 공간 시각화 능력과 화산 개념 획득 향상에 도움이 되었다고 보고하였다. Noh & Paik(2015)은 5E 순환학습 모델에 적용하고, 스크래치(Scratch) 저작도구를 사용하여 학생들이 선정한 과학주제에 대한 프로그램을 디자인하고 직접 만들어 보게 하였다. Bang, Wee & Kwon(2015)은 iBooks Author라는 전자책 저작도구를 사용하여 생물 관련 초등학교용 디지털 교과서를 개발하였다. Choi & Park(2015)은 앱 인벤터(App Inventor)라는 저작도구를 사용하여 안드로이드 기반의 ‘ECO’라는 어플리케이션을 개발하고 이를 초등학교 환경 수업에 적용하였다. Lee & Choi(2011)는 증강현실을 기반한 초등과학교육 콘텐츠를 제작하였는데, Pop-up Book을 활용하여 태양계 행성에 대한 교육 자료를 만들었다. Kim(2009)은 초등학교 6학년 과학수업(우리 몸의 생김새)에 증강현실 콘텐츠가 학습 참여, 행동적 능동성 등에 미치는 효과를 연구하였다.

위에서 언급한 디지털 미디어 외에도 전통적 미디어인 영화, 다큐멘터리, 사진, 신문을 활용한 연구도 지속적으로 수행되고 있다(Hong & Nam, 2006; Kwon, 2014; Son & Cho, 2008; Yoo & Park, 2011). Yoo & Park(2011)은 TV 교양 오락프로그램(스핀지, 호기심 천국), 과학 다큐멘터리(호모 오일리쿠스, 북극의 눈물), 과학 영화(가타카, 단테스피크) 등을 활용한 미디어 수업을 분석하였다. 이 연구에서는 남년별 최선호 매체가 달랐는데, 남학생은 과학 영화를 가장 선호하였고, 여학생은 과학 다큐멘터리를 가장 선호하였다. Hong & Nam(2006)도 ‘단테스피크’, ‘볼케이노’와 같은 영화를 활용하여 초등학교 과학수업에 활용하였다. Kwon(2014)은 과학 영상 매체를 활용하여 초등 융합형(STEAM) 교수학습 전략을 개발하였는데, 영상매체로 과학 사진, TV 광고와 뉴스, 영화, UCC를 활용하였다. Bang, Kim, & Cho(2008)는 대기 중의 수증기 단원에서 영상매체를 활용한 미디

Table 4. Summary of research related to Digital Media

하드웨어	용도, 콘텐츠	관련 연구	대상(영역)	특징
컴퓨터	저작도구	• Bang, Wee, & Kwon(2015) • Noh & Paik(2015)	초(생물) 고(과학)	iBooks Author(전자책 저작 도구) 사용 Scratch 이용
	어플리케이션	• Kang <i>et al.</i> (2011) • Heo & Lee(2013)	초(지구과학) 고(지구과학)	웹 기반 탐구학습 프로그램(WISE) 개발 가상 야외 답사(VFT) 적용
	피드백	• Cha(2013)	대(화학)	클릭커를 수업 피드백 도구로 활용
스마트폰 / 스마트 패드	저작도구	• Choi & Park(2015)	초(환경)	App Inventor 이용하여 ECO 어플리케이션 개발
	실험도구	• Park, Lee, & Jeon(2014)	-	스마트폰 부착 렌즈 개발. 현미경, 식물화상기로 활용
	어플리케이션	• Kim & Kim(2013) • Kim & Park(2013)	초(생물) 초(물리)	‘식물의 한 살이’ 교육 자료 개발 속력 측정 어플리케이션개발
	증강현실(AR)	• Choi & Moon(2015) • Kim(2009) • Lee & Choi(2011)	초(지구과학) 초(생물) 초(지구과학)	AR을 이용한 미술과 융합된 STEAM 수업 개발 우리 몸의 생김새 AR 콘텐츠 개발 태양계 행성 AR 콘텐츠 개발
	QR코드	• Kwak & Shin(2014)	초(과학)	형성평가를 QR코드로 접속
	소통도구(SNS)	• Kon & Sohn(2015)	초(지구과학)	클래스팅을 이용하여 학습 정보 공유
웨어러블 장치	스마트워치	• Park, Kim, & Lee(2016)	-	박물관 교육에 스마트워치를 이용한 프로그램 활용

어 교수학습자료를 개발하고, 정의적 성취와 관련된 효과를 검증하는 연구를 수행하였다. Son & Cho(2008)는 중학교 학생을 대상으로 과학 기술 및 학습에 대한 관심, 과학 TV 프로그램에 대한 특성 등을 연구하였다. 연구결과 학생들은 과학 기술에 관한 정보를 과학수업에서보다 TV와 인터넷을 통해서 얻고 있었고, 학습을 위해 과학 TV 프로그램을 보거나 UCC를 제작하는 것에 대해서 긍정적인 인식을 가지고 있었다. Park & Kim(2011)은 초등영재를 대상으로 학생들이 작성한 과학일기의 유형과 정보탐색 방법을 분석하였는데 학생들은 과학일기의 탐구주제를 일상생활, 대중매체에서 주로 발견하였고, 인터넷을 통한 자료조사를 가장 많이 활용하였다.

과학과 디지털 미디어 교육은 미디어를 구현하는 기기(하드웨어)와 미디어의 내용(콘텐츠)의 조합으로 이루어진다. 보편적으로 각각의 기기에는 저마다 적합한 콘텐츠가 있다. 일반 PC를 이용하게 될 때는 웹 기반 콘텐츠를 많이 활용하게 되고(Kang *et al.*, 2011), 휴대가 가능한 모바일 기기를 이용할 때는 어플리케이션, 증강현실, QR코드 등을 보다 더 많이 활용하게 된다(Choi & Moon, 2015; Kim & Kim, 2013; Kwak & Shin, 2014). 최근에는 모바일 기기의 성능과 활용성이 PC와 버금가게 되어 소프트웨어나 콘텐츠 부분에서 PC와 스마트폰의 경계가 허물어지고 있다. 예전에는 저장도구로 PC만을 활용하였으나, 최근에는 스마트폰(또는 스마트 패드)으로도 얼마든지 어플리케이션을 제작할 수 있다(Choi & Park, 2015). 과학과 미디어 교육은 디지털 미디어 중심으로 발전하고 있지만, 전통적 미디어에 의한 교육이 완전히 사라진 것은 아니다. 과학 수업에서 영화나 다큐멘터리는 학생들의 동기부여나 지식 전달 면에서 매력적인 매체로 꾸준히 활용되고 있다.

4. 디지털 교과서 개발 관련 연구

과학과 디지털 교과서 관련 연구는 2009개정 교육과정에서 초등학교와 중학교에서 디지털 교과서를 적용하면서 정부 주도의 시대적 요구에 의한 연구가 많다. 2009개정 교육과정 이전에도 디지털 교과서를 시범적으로 적용하여 관련 연구를 수행하였지만(Ryu & Byun, 2012), 대부분의 연구는 디지털 교과서를 본격적으로 적용한 2014년 전후에 연구된 것이 많으며, 디지털 교과서 시범학교(연구학교) 학생 또는 교사를 연구대상으로 삼은 경우가 많다(Han, Ryu, & Kim, 2014; Joo & Lim, 2015; Kim & Kim, 2015).

Joo & Lim(2015)은 디지털 교과서 시범학교인 중학교 2곳을 대상으로 디지털 교과서를 활용한 과학수업에 대해 연구하였다. 시스템

품질과 콘텐츠 품질로 구성된 디지털 교과서의 품질은 학습자의 자기 주도적 학습능력과 학습만족도에 유의미한 영향을 주었다. Kim & Kim(2015)은 디지털 교과서 시범학교 초등학생을 대상으로 서책형 교과서 이용 수업과 디지털 교과서 이용 수업을 비교하는 실험연구를 실시하였다. 디지털 교과서 반과 서책형 교과서 반은 과학적 지식을 제외한 과학 학업성취도 면에서는 유의미한 차이가 없었고, 과학적 태도에서는 개방성과 협동성만 유의미하게 긍정적인 결과를 얻었다. Min(2014)은 인포그래픽의 필요성을 강조하며 해외 디지털 교과서 사례를 바탕으로 국내 과학 디지털 교과서의 디자인을 분석하였다. 그는 국내 디지털 과학교과서가 서책형과 변함없는 이미지의 사용과 WBI(Web Based Instruction)자료에서 제공된 가상실험 자료에서 인터랙티브 인포그래픽의 부재, 그리고 모션 인포그래픽의 미사용 등 바람직한 멀티미디어 요소를 적극 활용하지 못한 것을 지적하였다.

Han, Ryu, & Kim(2014)은 디지털 교과서 활용 수학·과학 수업에서 교사의 담화분석을 중심으로 교실 내 상호작용을 분석하였다. 그는 서책형 교과서 수업보다 디지털 교과서를 매체로 활용할 때 걸어서는 교사와 학생간의 상호작용은 줄어든 것처럼 보이나 실제로 학습자는 더 많은 학습 공유와 참여기회를 가지게 된다고 말했다. 그는 디지털 교과서가 자기주도 학습에 긍정적인 학습 환경을 제공하여 학생의 학습활동을 지원한다며 디지털 교과서의 긍정적인 역할을 언급하였다.

Seo, Sung, & Koo(2011)는 보편적 학습 설계 관점에서 초등학교 4학년 과학 디지털 교과서를 분석하였다. 분석 결과 디지털 교과서는 정보 제시 전략, 다양한 행동 및 표현 방법, 다양한 참여 방법 측면에서 다양한 기능과 전략으로 학생들의 학습 활동에 도움이 되는 요소도 있으나, 하이퍼링크의 부재, 조각의 한계, 동기 지속을 위한 전략 부족, 수준별 수업 자료 미흡 등의 문제점도 함께 지적하였다. Lee(2012)는 디지털 교과서 연구학교(초등학교) 교사와 학생들을 대상으로 디지털 교과서 교수학습 적합성에 대해 연구하였다. 연구학교 구성원인 교사와 학생은 디지털 교과서에 대해 교수학습 측면의 적합성에서 낮은 만족도를 보였고, 현행 디지털 교과서가 수준별 수업 지원이 미흡하고, 고등 사고 능력 축진이 부족하며, 서책형 교과서와 차별성이 낮은 점을 문제점으로 지적하였다. Lim & Oh(2014)는 디지털 교과서를 활용한 초등학교 4학년 지구과학 수업에 대해 질적 분석을 시도하였는데, 디지털 교과서가 초등 과학 수업 구조나 교실 상호작용 양상을 변화시키는 데 기여하지 못하는 것으로 나타났다.

Ha & Shin(2016)은 초등 과학교과서의 전자저작물의 멀티미디어 자료를 분석하였는데, 초등 과학교과서 전자저작물은 탐구를 목적으

Table 5. Summary of research related to Digital Textbook

분류	관련 연구	대상	특징
디지털 교과서 자체에 대한 분석	· Seo, Sung, & Koo, 2011	초	보편적 학습 설계 관점에서 분석
	· Ha & Shin, 2016	초	멀티미디어 자료 분석
	· Min, 2014	중	인포그래픽 연구, 해외 사례와 비교
디지털 교과서를 활용 또는 효과 분석	· Kim & Kim, 2015	초	학업성취도, 과학적 태도 효과 비교 연구
	· Ryu & Byun, 2012	초	과목별 적용 효과와 성별 차이효과 연구
	· Lee, 2012	초	교수학습 적합성 연구
	· Lim & Oh, 2014	초	수업 질적 분석
	· Han, Ryu, & Kim, 2014	초	교실 내 상호 작용 분석
	· Joo & Lim, 2015	중	자기 효능감 등의 관계를 연구
대안적 디지털 교과서 개발	· Bang, Wee, & Kwon, 2015	초	5E 순환학습 모형에 기반을 둔 교과서 개발

로 하는 자료가 가장 많았고, 이전 자료에 비해 접근성이 개선되고, 비디오 및 애니메이션 자료수가 도입 초기에 비해 2배 이상 증가함을 밝혔다. Bang, Wee, & Kwon(2015)은 iBooks Author 라는 저작도구를 이용하여 초등과학의 작은 생물에 대한 내용을 BSCS(Biological Science Curriculum Study, 1993)가 제시한 5E 순환학습(참여·탐색·설명·정교화·평가)모형에 기반하여 디지털 교과서를 개발하였다. 이 자료는 교과 내용의 타당성과 플랫폼 적합성 평가에서 좋은 평가를 받았다. 저작도구로 사용된 iBooks Author는 컴퓨터에 대한 전문적인 지식이 없어도 인터페이스가 쉬워 활용성이 높고 플랫폼에 대한 지속적인 유지보수가 가능하다는 장점이 있지만 iOS와 iPad를 갖춘 상태에서 사용이 가능하다는 제한이 따른다.

정리하면 정부주도로 개발되어 초·중학교에 사용되고 있는 과학 디지털 교과서의 효과에 대해 긍정적인 시각으로 바라본 연구도 많으나(Han, Ryu, & Kim, 2014; Joo & Lim, 2015; Kim & Kim, 2015; Ryu & Byun, 2012), 문제점을 지적하거나 효능에 의문을 갖고 있는 연구도 다수 있다(Lee, 2012; Lim & Oh, 2014; Min, 2014; Seo, Sung, & Koo, 2011). 이는 현 수준에서 디지털 교과서가 보완재로서의 기능은 충분하지만, 대체재로서는 한계가 있다고 볼 수 있다. 그로 인해 정부주도 디지털 교과서 개발에 대해 다소 중립적인 시각으로 바라보면서 새로운 대안으로 디지털 교과서를 직접 개발하는 경우도 있다(Bang, Wee, & Kwon, 2015).

V. 요약 및 제언

앞에서 제시한 연구 결과를 정리하면 다음과 같다. 연구자는 과학과 미디어 기반 학습과 관련된 연구 동향을 분석하고 각 변인들의 영향을 조사하였다. 2006년부터 2016년까지 24종(58편)의 다양한 저널에서 관련 연구를 찾을 수 있었으며, 과학과 미디어 기반 학습 관련 연구는 과학교육 연구자뿐만 아니라 다양한 분야의 연구자들이 관심을 가짐을 알 수 있었다. 또한 근래에 미디어 기반 학습에 대해 관심이 높아져 논문 수가 증가 추세에 있으며, 학교 급별로는 초등학생을 대상으로 한 연구가 가장 많음을 확인할 수 있었다. 분석한 58편의 논문은 학생 대상 연구, 교사 및 예비 교사 대상 연구, 스마트 기기 또는 미디어 콘텐츠 관련 연구, 디지털 교과서 개발 관련 연구와 같이 4개의 변인으로 구분할 수 있었는데, 학생을 대상으로 인지적·정의적 성취 효과에 초점을 맞춘 연구와 스마트 기기 사용 및 미디어 콘텐츠의 개발·적용과 관련된 연구가 많았음을 확인할 수 있었다.

서론에서 밝힌 2015 개정 교육과정에서 제시한 핵심역량 중 ‘의사소통 역량’과 ‘지식정보처리 역량’은 미디어 기반 학습과 관련이 깊다. 따라서 과학과 수업에서도 과학 지식에 대한 이해 증진을 위한 미디어 도구적 활용 기법을 뛰어 넘어 이들 역량을 적극적으로 향상시킬 수 있는 방향으로 미디어의 활용성의 확장이 필요하다. 본 연구에서도 일부 사례에서 미디어를 의사소통의 도구로 활용한 경우가 있었지만, 대부분의 사례들이 미디어의 도구적 활용에 머문 경우가 많다. 이를 개선하기 위해서는 교사 자신부터 새로운 미디어의 활용법에 대한 학습이 필요하며 미디어 기반 교육이 수업 과정 내 완벽하게 구현되기 위해서는 많은 시행착오와 노력이 필요할 것이다. 또한, 미디어 기반 수업이 잘 수행될 수 있도록 정부차원에서 질 높은 미디어 콘텐츠 개발을 적극 지원하고, 교사들을 위한 교육 연수 등을 지속

적으로 수행해야 할 것이다.

연구자는 우리나라에서 미디어 기반 학습이 성공적으로 안착하기 위해서는 다음의 선행 과제가 해결되어야 한다고 말하고 싶다. 첫째, 선진적인 하드웨어, 그러나 불충분한 소프트웨어의 문제이다. 세종시 경우 관내 모든 학교에 스마트 패드와 전자칠판으로 구성된 스마트 교실 구축을 목표로 하고 있는 것처럼(Jung, 2013) 하드웨어 측면에서는 IT 강국의 면모를 보여주고 있으나, 수업에 활용할 만한 미디어 콘텐츠는 선진국의 것과 여전히 간극이 존재한다. 다행인 것은 드라마, 유아애니메이션, 1인 미디어 등 수출 경쟁력 있는 콘텐츠가 사회적 관심 속에 개발되고 있으며, 교육용 플랫폼으로 클래스팅, 어린이집 알림장, 민간 출판사의 초등학교 교사용 콘텐츠, 에듀넷 등이 활성화 되고 있다. 교육용 소프트웨어에 대한 개발자의 지원이 지속적으로 이루어진다면 조만간 선진국의 미디어 콘텐츠를 넘어설 날도 멀지 않았다고 판단된다. 둘째, 교실 수업에서 뉴 미디어의 적극적 활용을 위한 교사 교육의 필요성이다. 교사 또는 예비교사 교육에서 디지털 미디어를 활용하는 연수가 필요한 동시에 다양한 소프트웨어 활용 및 나아가 저작도구를 이용하여 자신의 수업에 맞는 콘텐츠를 개발하는 데에도 관심을 가질 수 있도록 체계적이고 폭넓은 안내가 필요해 보인다. 대부분의 교사 또는 예비교사가 자신이 경험한 미디어만 활용하는 경향성을 보이고, 이미 개발된 콘텐츠를 활용하는 데는 자신 있지만, 자신의 수업에 최적화된 새로운 콘텐츠를 개발하는 능력은 부족한 편이다(Gim, Seo, & Kim, 2011; Lee & Kim, 2015). 최근 춘천교대에서 TPCK 관련 수업을 개설하고 이를 필수화(Chuncheon National University of Education, 2016) 한 것은 전문적 미디어 활용을 위한 예비교사 교육 측면에서 매우 반길 일이다. 셋째, 교사와 학습자의 역할에 대한 재인식과 성공적인 상호작용 양상에 대한 탐색이 필요하다. 과학과에서는 구성주의 교육이론이 도입되면서 지식의 사회적 구성을 예전부터 강조해왔었다. 하지만 몇몇 선행연구를 살펴보면 뉴 미디어를 이용한 상호작용과 지식의 재구성에 대해 교사들은 여전히 효율적으로 활용하지 못하고 있다(Lee, 2015; Yang, Jo, & Noh, 2015). 미디어 기반 학습에서는 교사-학생, 학생-학생 간 일대일, 일대다, 다대다 형태의 다양한 상호작용이 나타나게 되며, 미디어는 이 상호작용 과정에서 의사소통의 통로 또는 협동학습의 도구로 활용된다. 미디어 기반 교육에서 교사는 전통적인 지식 전달자의 역할과는 거리가 있으며, 학습자 역시 다양한 상호작용을 통해 스스로 지식을 재구성할 수 있어야 한다.

국문요약

미디어는 정보 전달 수단으로 사용되는 문자 또는 이미지를 의미하며, 시공간을 넘어 정보 전달을 매개한다. 미디어는 신문과 텔레비전과 같은 올드 미디어부터 인터넷과 스마트폰으로 대표되는 뉴 미디어까지, 테크놀로지의 발달과 함께 점진적 누적적으로 발달해왔다. 미디어 교육의 목표는 미디어의 속성을 이해하고, 미디어에 대한 비판적 해석과 선별적 수용 태도를 기르며, 나아가 미디어를 통해 창의적으로 의미를 표현하고, 의사소통할 수 있는 능력을 기르는 것이다. 연구자는 국어, 사회 교과교육 연구자들과 함께 2016년 7월~12월까지 ‘미디어 기반 학습에 기초한 한국형 교실수업 모델 개발 연구’를 수행하였다. 본 연구는 해당 과제의 기초 연구로서 연구자는 2006년~

2016년 사이 발간된 58편의 논문에서 과학과 미디어 기반 학습과 관련된 문헌 연구를 통해 연구 동향과 변인을 추출하였다. 연구 결과 과학과 미디어 기반 학습 관련 연구가 최근 증가 추세에 있으며, 전체 연구 중 초등학교를 연구 대상으로 삼은 경우가 절반이 넘었다. 조사한 문헌들은 학생 대상 연구, 교사와 예비 교사 관련 연구, 스마트 기기 또는 미디어 콘텐츠 관련 연구, 디지털 교과서 개발 관련 연구로 구분할 수 있었으며, 4개의 변인 중 학생을 대상으로 인지적·정서적 발달 관련 연구와, 미디어 콘텐츠의 개발 및 적용과 관련된 연구가 다수를 이루었다.

주제어 : 미디어 기반 학습, 과학 교육, 문헌 연구

References

- Ahn, J., & Jeon, G. (1999). *Understanding of Media Education*. Seoul: Hannarae.
- Ahn, J. (2002). Digitalized Communication and Media Literacy. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 8(3), 5-23.
- Bae, J., Kim, J., Kim, E., & So, K. (2015). The Effect of Elementary Free Inquiry Lessons Utilizing Flipped Learning with Smart Devices on the Elementary Students' Digital Literacy, 21st Century Skills and Scientific Attitude. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 34(4), 476-485.
- Bang, H., Wee, S., & Kwon, Y. (2015). A Case Study for Developing Digital Textbook on Small Organisms Based on 5E Learning Model in Elementary Science. *Korean Journal of Teacher Education*, 31(S), 77-90.
- Bang, S., Kim, H., & Cho, H. (2008). The Development of Multimedia Teaching Material on Water Vapor in the Atmosphere Unit and Analysis of the Application Effects of the Material about Attitudes related Science and Learning Motivation to High-School Students. *Korean Journal of Teacher Education*, 24(4), 378-394.
- Bolter, J. D., & Grusin, R. (1999). *Remediation: Understanding new media*. Boston, MA: MIT Press.
- Cha, J. (2013). An Exploratory Study on the Use of Clickers in Preservice Chemistry Teacher Education. *Journal of the Korean Chemical Society*, 57(4), 499-506.
- Cha, M., So, K., Shim, K., & Yeau, S. (2010). Analysis on contents and types of Web-based Multimedia Learning Materials for Environmental Education. *Journal of Science Education*, 34(1), 84-92.
- Choi, N., Park, J. (2015). Biology Education : Development and Implementation of Android-based "ECO" Application Available to Environment Classes of Elementary School Science. *Biology Education*, 43(4), 321-332.
- Choi, Y., & Moon, Y. (2015). A Study on the Effective Elementary STEAM Education through Educational Application Development based on 'Augmented Reality' : Focused on the Science and Fine Arts Convergence. *The Korean Journal of animation*, 11(2), 85-108.
- Choi, Y., Yang, J., & Hong, S. (2016). The Effects of Smart Media Based STEAM Program of "Chicken Life Cycle" on Academic Achievement, Scientific Process Skills and Affective Domain of Elementary School Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(2), 166-180.
- Chuncheon National University of Education. (2016). 2016 Curriculum.
- Chung, Y., & Lee, J. (2015). The effectiveness of inquiry learning using augmented reality in the middle school science class. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 21(4), 521-542.
- Gim, W., Seo, J., & Kim, Y. (2011). A Study on the Use of ICT in Middle School Science Class. *Educational Research*, 51, 181-204.
- Ha, J., & Shin, Y. (2016). An Analysis of Multimedia Materials in E-works (E-book) of Elementary Science Textbook. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 35(1), 65-77.
- Han, S., Ryu, J., & Kim, M. (2014). Reserarch on classroom interaction of using digital textbook: Focused on math and science teaching. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 26(3), 533-560.
- Hayes, M. T. (2002). Elementary preservice teachers' struggles to define inquiry-based science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 13(2), 147-165.
- Heo, J., & Lee, K. (2013). The Effects of Flash Panorama-based Virtual Field Trips on Students' Spatial Visualization Ability and Their Understanding of Volcanic Concept in High School Earth Science Class. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 34(4), 345-355.
- Hong, K., & Nam, E. (2006). Practical Strategies of 5th Grade Subject Class Using Movie Materials in Elementary School. *Journal of The Korea Contents Association*, 6(8), 68-77.
- Hyun, E. (2015). The Effect of Art and Science Technology Integrated Creativity Education Using Smart Devices - Focusing on Implementation, Application, and Verification of the Academic Achievement Perception from the Female High School Students. *Journal of Korea Design Knowledge*, 34, 357-365.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259-1269.
- Joo, J., Lee, J., & Park, I. (2015). *Media and Ethics*. Seoul: Korea Communications Standards Commission.
- Joo, M., Youn, S., Koh, Y., Kim, J., & Oh, K. (2016). The Effect on Science-Related Attitudes of High School Students for Newspaper in Education(NIE). *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 9(1), 27-38.
- Joo, Y. J., & Lim, E. (2015). Factors influencing learners' satisfaction of using digital textbooks in a middle school science class. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 19(2), 239-257.
- Jung, J., & Kim, Y. (2016). Effect of Infographic Instruction to Promote Elementary Students' Use of Scientific Model. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(2), 279-293.
- Jung, M. (2013.12.08). Sejong City Office of Education, Rural area Smart School construction, Asis Today.
- Kang, J., Shim, K., Dong, H., Gim, W., Son, J. *et al.* (2014). Practical Use of the Classroom Response System, CRS for Diagnostic and Formative Assessments in a High School Life Science Class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(3), 273-283.
- Kang, M., Park, H., Yoo, E., & Cho, S. (2011). Analyzing the Effectiveness of WISE(Web-based Inquiry Science Education) for Elementary Science Classes. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 17(4), 531-552.
- Kang, N., & Park, Y. (2010). Identification of Instructional Components to Increase Students' Interest and Creativity in American Science Classrooms. *Journal of Science Education*, 34(2), 421-431.
- Kang, Y., Chung, Y., Rhee, G., & Ahn, J. (2016). The effect of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) on the Interest of Elementary School Science -In the Base of STEAM Wearable Technology Development By taking advantage of Storytelling and Illustration-. *Communication Design Research*, 54, 414-424.
- Kim, E., & Kyung, J. (2006). The Development of e-Learning Contents and the Effects of ICT- Powered Instruction: The Case of Atmospheric Phenomena Unit in High School Earth Science I. *Korean Journal of Teacher Education*, 22(1), 96-113.
- Kim, K., & Kim, H., (2013). Design and Implementation of Plant's Life Cycle Educational Application. *Journal of The Korean Association of information Education*, 17(3), 357-365.
- Kim, K., & Park, H. (2013). A Learning Module Development of Speed Measurement Application for Elementary Students. *Journal of The Korean Association of information Education*, 17(1), 23-31.
- Kim, K. (2009). The Effects of Learning Activities on the Application of Augmented Reality Contents in Elementary Science Instruction. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 12(5), 75-85.
- Kim, K. (2010). Trend Analysis of Media Education Research in Korea. *Studies in Humanities and Social Sciences*, 29, 170-204.
- Kim, S., & Lee, Y. (2014). The Effects of Earth System Education Using Multimedia on Elementary School Student's Environmental Sensitivity and Pro-environmental Behavior. *Journal of Korean Society of Earth Science Education*, 7(2), 266-275.
- Kim, S., & Kim, H. (2015). The Effect of Using Digital Science Textbook on the Academic Achievement and Scientific Attitude of the Elementary School Students. *CheongRam Science Education Research*, 21(1), 1-10.
- Kim, Y., Nam, J., Lee, J., Yoo, S., Son, J., Park, J., *et al.* (2004). *Curriculum Guide Book for effective use of How To ICT in Department of Science Education*. Seoul: The Korea Education and Research Information Service.
- Kim, Y., & Ahn, J. (2004). The concept of media education and direction of school media education. *The Korean Society for Journalism & Communication Studies Seminar*, 1-17.
- Kim, Y. I., & Choi, B. (2013). The Influence of Science Teachers' Self-reflection on the Awareness of Digital Technology Application

- in Middle School Science Class. *Teacher Education Research*, 52(3), 606-620.
- Koltay, T. (2011). The media and the literacies: Media literacy, information literacy, digital literacy. *Media, Culture & Society*, 33(2), 211-221.
- Kwak, H., & Shin, Y. (2014). The Effects of Formative Assessment Using Mobile Applications on Interest and Self-Directedness in Science Instruction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 34(3), 285-294.
- Kwon, N. (2014). The Development and Application of Elementary Convergence Teaching and Learning Strategy Using the Science Visual Media. *Journal of Science Education*, 38(1), 29-40.
- Kwon, Y., & Sohn, J. (2015). The development and application of SMART Teaching-Learning Program about 'Movement of Earth and Moon' for Scientifically Gifted Elementary Students. *School Science Journal*, 9(1), 1-10.
- Lee, B. (2016). Secondary Science Teachers' Concepts of Good Science Teaching. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(1), 103-112.
- Lee, J., & Kim, S. (2015). A Study on Pre-service Teachers' Perceptions of Educational Utilization of Social Media. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 15(4), 29-56.
- Lee, J., Kim, Y., Seo, Y., & Kim, S. (2002). A Study of Standardization of Teacher ICT Literacy and Specification of Curriculum. Seoul: The Korea Education and Research Information Service.
- Lee, J. (2015). International Comparative Study of the Use of ICT by Middle School Teachers. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(5), 885-893.
- Lee, J., & Choi, J. (2011). Making Contents of the Science Education for the Element Schoolchildren based on the AR(Augmented Reality). *The Journal of the Korea Contents Association*, 11(11), 514-520.
- Lee, M. (2012). Evaluation and Improvement Strategies of Digital Textbook for Instructional Suitability. *The Journal of Korean Teacher Education*, 29(1), 441-467.
- Lee, S., Lee, Y., Kim, S., Choi, S., & Kim, S. (2008). Development and Effects of the Project-Based Learning Instruction Module Using ICE in Elementary School Science Classroom. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 27(2), 189-200.
- Leem, J., & Sung, E. (2015). Smart Education Leading Teachers' Perception on Characteristics of Smart Devices and Educational Possibility of Smart Education. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 21(1), 137-163.
- Lim, H., & An, H. (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.
- Lim, H., & Oh, P. (2014). Research Article : A Critical Approach to an Elementary Science Lesson Using a Digital Science Textbook. *Journal of Science Education*, 38(2), 270-285.
- Min, E. (2014). Domestic and International Case Studies for Effective Infographic Design in Science Digital Textbooks. *Korea Digital Design Society*, 14(1), 407-416.
- Ministry of Education. (2015). 2015 revised National Curriculum: General Statement. Sejong: Ministry of Education.
- Ministry of Education. (2016). 2016 Research School Operation Plan - Media Literacy Section -. Sejong: Ministry of Education.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017.
- Na, J., Jang, B. (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, H., & Paik, S. (2015). Students' Perception of Scratch Program using High School Science Class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(1), 53-64.
- OECD. (2011). Navigation in the PISA 2009 Digital Reading Assessment. Paris: OECD.
- OECD. (2013). PISA 2015 draft collaborative problem solving framework. Paris: OECD.
- Ok, H. (2013). Literacy Reconceptualization and Direction for Teaching New Literacy. *Journal of CheongRam Korean Language Education*, 47(-), 61-86.
- Paik, S., & Yoo, J. (2006). Effects of computer-assisted instructional materials emphasizing particle concept on middle school students' concept about water state change. *Korean Journal of Teacher Education*, 22(1), 68-95.
- Park, C., & Kim, H. (2011). Patterns and investigation methods of Science Diary of Gifted Elementary School Students. *Science Gifted Education*, 3(3), 49-63.
- Park, K., Lee, A., & Jeon, S. (2014). Development of Zooming Tools for Smartphone in Science Class. *School Science Journal*, 8(2), 138-148.
- Park, N., Kim, D., & Lee, E. (2016). The effects of using smartwatch in museum education: Focusing on science interests, science attitude, satisfaction and achievement. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 22(2), 249-272.
- Park, S., Bae, J., Shim, K., Yeau, S., & So, K. (2013). The Effect of Environment Lesson using Multimedia Game on Recognition, Learning Motivation and Achievement of Elementary Students about Alien Species. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 32(3), 346-360.
- Park, S., Jung, A., & Lee, S. (2015). The Development and Effects Analysis of the SMART Instructional Modules about Mineral Resource. *The Journal of The Korean Earth Science Society*, 36(3), 246-257.
- Park, S., Kang, M., & Kim, S. (2001). The Development of Web Based Instruction Program on Oceanography Unit and Analysis of Its Effects in Earth Science Class. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(2), 264-278.
- Ryu, J., & Byun, H. (2012). Latent Mean Comparison of Digital Textbook and Gender Differences in Elementary School. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 24(3), 617-636.
- Seo, J., Sung, J., & Koo, Y. (2011). Analysis of G4 Science Digital Textbook according to Universal Design for Learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 30(4), 442-458.
- Seo, S., Byun, T., Seol, K., & Ok, H. (2016). A Study of Development of Korean Classroom Instruction based on 'Media Based Learning'. Sejong: Ministry of Education.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-23.
- So, H., Yoon, H., & Choi, H. (2016). Types and Themes of Mobile Application Contents in Primary Science Learning Derived From Teachers Perspectives. *Journal of The Korea Contents Association*, 16(3), 488-497.
- Son, J., & Cho, S. (2008). The Survey on Middle School Students' Perception about Science-related TV program for stimulating interest and UCC Materials. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 12(2), 537-553.
- Suh, H. J. (2008). Relationships among Presence, Learning Flow, Attitude toward Usability, and Learning Achievement in an Augmented Reality Interactive Learning Environment. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 14(3), 137-165.
- 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.
- Yoo, M., & Park, H. (2011). The Effects of Science Class Using Multimedia Materials on High School Students' Attitude toward Science. *Journal of Science Education*, 35(1), 1-12.
- Yun, H., & Choi, S. (2015). Development and application of the Smart Learning Teaching-Learning Program in Elementary Science Class - Focused on the unit of Solar System and Star. *Journal of Science Education*, 39(3), 321-332.
- Yun, J., Ahn, I., & Noh, T. (2015). The Effects of Individualized Learning Adapted to Students' Conceptions Using Smart Devices in Science Instruction. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 35(2), 325-331.
- Yun, J., Kang, S., & Noh, T. (2016). The Effects of Small Group Learning Using Smart Devices in Science Classes. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(4), 519-526.