

초등과학교육에서 인공지능의 적용방안 연구

신원섭 · 신동훈[†]

A Study on the Application of Artificial Intelligence in Elementary Science Education

Shin, Won-Sub · Shin, Dong-Hoon[†]

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate elementary school teachers' awareness of Artificial Intelligence (AI) and find out how to apply it in elementary science education. The survey was conducted online and involved 95 teachers working in the metropolitan area. The results of this study are as follows. First, teachers need to learn about the general characteristics of AI and how to apply it to education. Second, science classes had the highest preference for AI among elementary school subjects. Third, the preference for AI application by elementary science field was 68.4% for earth and space, 54.7% for exercise and energy, 32.6% for matter, 27.4% for life. Fourth, AI-based Science Education (AISE) teaching- learning strategies were developed based on AI characteristics and the changing perspective of elementary science education, AISE's teaching-learning strategies are five: 'automation', 'individualization', 'diversification', 'cooperation' and 'creativity' and teachers can use them in teaching design, class practice and evaluation stages. Finally, the creative problem-solving Doing Thinking Making Sharing (DTMS) model was devised to implement the creativity strategy in AISE. This model consists of four-steps teaching courses: Doing, Thinking, Making and Sharing based on the empirical learning theory. In the future, follow-up research is needed to verify the effectiveness of this model by applying it to elementary science education.

Key words: artificial intelligence, elementary science education, AI-based science education (AISE), teaching-learning strategy, empirical learning theory, doing thinking making sharing (DTMS) model

I. 서 론

사회의 변화를 인식하고 대처하는 것은 모든 사람들에게 중요하고(Follows, 2019), 미래 세대의 교육을 책임지고 있는 교사들에게 더없이 중요한 역량이다. 정부가 2019년 12월 18일에 발표한 '인공지능(Artificial Intelligence; 이하 AI) 국가전략'에 따르면 전 국민이 AI 기초 역량을 습득할 수 있는 교육 체계를 구축하고, AI 인재의 양성을 위해서 AI 관련학과 신·증설 및 교수의 기업 겸직 허용과 더불어 AI 대학원 프로그램을 확대·다양화한다고 하였다. AI가 4차 산업시대의 핵심으로 떠오르면서

국내 대학들에서는 관련 학과들을 신설하고 있다(KIBS Editorial Department, 2019).

AI라는 용어는 존 맥카시(John McCarthy)에 처음 사용되었고(Kim & Park, 2017), 컴퓨터에 학습 능력을 부여하는 기계학습으로 발전하였다. AI는 인간이 수행하는 사고, 학습과정과 같은 인지능력을 모방한 인공 신경망을 컴퓨터 프로그램으로 구현한 시스템이고(Minsky, 1968; Russell, 2015), 이성적인 지능(Cha, 2018)과 문제해결 능력을 갖춘(Sohn, 2016) 기술을 말한다. AI는 학습자들에 대한 빅 데이터를 기반으로 개별 학습자의 지식을 생성할 수 있는 개별 맞춤형 학습(Baek *et al.*, 2018)과 자동화된 교수

학습프로그램을 제공하여 학습자들의 창의적 문제 해결력을 향상시키는 데에 활용할 수 있을 것이다.

AI는 기계와 인간뿐만 아니라, 우리가 살아가는 환경을 좀 더 지능적으로 만드는 방법론으로, 문명 시대에 글자를 익혔듯이 4차 산업혁명시대에서는 AI의 사용법을 알고 구현·개발할 수 있는 ‘AI 문해력(literacy)’을 기르는 것이 중요하다(Aoun, 2017; KOFAC, 2019). AI가 급격하게 발달함에 따라 AI를 각 교과교육과 연계하는 AI 융합교육이라는 새로운 교육 패러다임으로 등장하였다. 교육 관련 기관에서는 AI 융합교육과 관련하여 기존의 교육과정에서 교육목표, 교육내용과 방법, 평가 등을 혁신하는 과정이 필요하다(Kim, 2016). 특히 교육내용과 방법은 미래 사회에 필요한 것으로 지속적으로 개선되어야 하고, 학습자가 이러한 지식을 수용하는 것이 아니라 학습자가 지식을 생성하는 학습으로 전환되어야 한다(Shin, 2016; Kim, 2016).

현재 교육현장에는 AI 교사, 챗봇(Chatbot), VR·AR·MR·360도 영상 기술을 활용한 디지털 교과서 등으로 상징되는 에듀테크(EduTech) 빅뱅이 시작되었고, 세계 여러 나라들은 이미 에듀테크 시장을 장악하기 위해 다양한 노력을 하고 있다(An, 2018). 미국에서는 해외 유적지, 박물관, 우주 등을 체험할 수 있는 가상현실 장비인 구글의 익스페디션 시스템을 학교에서 제공하고 있다(Choi & Lee, 2019). 영국에서는 스타트업 임머스의 VR 학습이 가능한 교육 플랫폼의 개발이 이루어지고 있고, 이를 통해 항공기 수리, 과학 수업 등과 같이 산업과 교육 분야 모두에서 맞춤형 학습 환경을 구현하고자 한다(Choi & Lee, 2019). 중국은 ‘인공지능 개인 교사 프로젝트’를 2020년부터 적용할 계획을 세워 학생 수준에 맞는 문제를 AI가 만들고, 학생의 응답을 채점하며 침착까지 가능한 교육시스템을 구축하고 있다(Follows, 2019). 또한 중국에서는 ‘인공지능의 기초’라는 인공지능 교과서를 개발하여 적용하고 있다(Choi & Lee, 2019). 따라서 우리나라에서도 세계 교육동향을 반영하여 교육과정의 개선과 각 교과교육에서의 AI 활용방안에 대한 연구가 필요하다.

영어교육에서는 학생들의 영어 쓰기활동에 챗봇을 적용하여 AI의 활용 방안을 탐색하였고(Shin, 2019), AI 시대에 적합한 외국어 교과의 성격과 목표에 대한 연구(Shin, 2018)가 이루어졌다. Yoon (2018)은 사회교육에서 AI와의 관계성 연구를 통해 사회과

교육목표의 개선이 필요하다고 하였다. Lee and Huh (2018)는 수학교육에 AI 기술을 활용한 교육적 의의나 효과에 대한 연구가 전무한 상태에서 수학 학습용 AI 프로그램들이 개발되고 있어 이에 대한 문제점을 지적하였다. 각 교과교육에서는 현재 AI를 교육에 어떻게 활용하고 있고, 그에 따른 학습 효과와 AI 활용 교육에 관한 교육적 의의를 탐색하는 연구들이 선행되어야 한다. 또한 AI를 활용하여 개발된 교수·학습 프로그램을 현장에 도입함에 있어서도 그 목적을 명확히 할 필요가 있고, 교수·학습의 어느 단계에서 어떤 AI 기술을 어떻게 사용할 것인가에 대한 심도 있는 논의가 필요하다(Lee & Huh, 2018). 국내 교과교육에 AI 적용은 영어, 수학, 사회 교과를 중심으로 이루어져 왔고, 앞으로 과학 교육에서도 AI 적용방안에 대한 연구가 필요하다.

AI 교육에 대한 인식 조사는 학생의 관점에서 AI 기술과 AI 교사에 대한 인식 분석에 대한 연구(Park & Shin, 2017), AI에 대한 초등학생들의 이미지 탐색(Shin et al., 2018), 교사의 관점에서 초등 교사들의 AI에 관한 교육적 인식(Ryu & Han, 2018) 등의 연구가 이루어졌다. 기존의 연구들은 학생과 교사를 대상으로 AI에 대한 일반적 인식 연구가 대부분이고 각 교과교육에서 AI의 적용 시기, 적용 가능한 교육내용, 교수학습과 평가 방법 등에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 학교에서 교육과정을 실행하는 것은 현장 교사이기 때문에 이러한 교사들을 대상으로 AI 교육에 대한 일반인식과 각 교과교육에서 AI 적용가능성에 대한 연구가 필요하고, 이를 통해 각 교과교육에서의 AI의 적용방안을 탐색할 필요가 있다.

AI 교육의 현황과 학교 및 교사의 역할 변화를 예측한 연구(Choi & Lee, 2019)에서 알 수 있듯이 현재 AI 기술, 사회·윤리적 제한점, 사람과 사람간의 감정적인 교류, 학습 외에 학교에서 이루어지는 교육, 더 나아가서 AI가 예측하기 어려운 여러 교육 상황들을 고려할 때 교사의 전반적인 역할을 AI가 대체하는 것은 어렵다(Aoun, 2017). 따라서 인간 교사와 AI 교사의 상호보완적 관점(Kim et al., 2018)에서 인간 교사에 대한 AI의 보조와 지원으로서의 역할에 주목할 필요가 있다. 즉 현재의 AI로 교사를 대체한다기보다 인간지능과 AI를 결합한 협업지능으로(Wilson & Daugherty, 2018) 인간 교사

의 한계를 극복하여 보다 더 나은 교육의 실행을 목표로 설정해야 한다. 특히 공교육의 첫 시작단계인 초등교육에 AI를 어떻게 적용하고, 그에 따른 각 교과교육의 전반적인 변화에 대한 연구가 필요하다.

이 연구에서는 초등 교사들의 AI, AI 교육, 초등 과학교육에서의 AI 적용과 관련된 인식을 조사하고, AI의 적용방안을 알아보고자 하였다. 먼저 현직 초등 교사를 대상으로 한 설문조사를 통해 초등 교사의 AI에 대한 일반적 인식과 초등과학교육에의 적용 가능성을 조사하였다. 그리고 현재 교육현장에 적용되고 있는 소프트웨어 교육, 교육 플랫폼, AR·VR, 사교육에서의 AI 기반 교육 등을 탐색하여 초등과학교육에 적용할 수 있는 방안을 논의하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

AI에 대한 인식과 초등과학교육에서 AI 적용에 대한 설문조사에 Table 1과 같이 95명의 초등 교사들이 참여하였다. 연구 참여자들 중 남교사는 42명, 여교사는 53명이었다.

2. 연구 절차 및 제한점

이 연구의 절차는 다음과 같다. 첫째, 초등 교사를 대상으로 AI에 대한 일반적 인식과 초등과학교육에서 AI의 적용방안에 대한 설문조사를 실시하였다. 이 연구의 참여자들은 수도권과 일부 대도시의 교사들이었고, 이로 인해 연구결과를 전체 초등 교사로 일반화하는데 제한적이다. 둘째, AI와 관련된 선행 연구와 국내외 AI의 특징을 토대로 초등과학교육의 변화를 탐색하여 초등과학교육에서 AI

적용방안을 논의하였다. 이 연구에서 밝힌 초등과학교육에서 AI 적용방안은 교육프로그램을 개발하거나 적용하여 효과를 검증한 것이 아니기 때문에 일반화하는데 제한적이다.

3. 자료수집 및 분석

초등 교사를 대상으로 한 설문조사는 온라인으로 2주간(2019. 12. 14.~28.) 실시하였다. 설문 문항은 선행연구(Aoun, 2017; Park & Shin, 2017; Ryu & Han, 2018)를 토대로 개발하였고, 과학교육전문가 1인과 AI전문가 1인의 자문을 받아 AI 일반인식 3문항, 교사연수 2문항, AI교육 관련 7문항, 초등과학교육에서의 AI 적용 관련 12문항으로 Table 2와 같이 구성하였다. 설문 문항의 유형은 리커트, 단순선택, 복수선택, 서술형이 혼합된 유형으로 검사 도구에 대한 신뢰도 검사는 실시하지 않았다.

이 연구에서 설문조사는 초등 교사 중 일부 교사만을 대상으로 하였기에 연구 결과는 기술통계로만 분석하였고, 경력과 성별에 따른 비교분석은 하지 않았다. 리커트 척도는 4점 리커트 척도(매우 그렇다, 그렇다, 그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다)로 구성하였다. 이 연구의 선택지에는 ‘매우’, ‘전혀’와 같은 극단적인 의미를 지닌 형용사를 사용하였기 때문에 응답의 중심화 현상(Park et al., 2014)을 막기 위해서 ‘보통이다’의 선택지를 제외한 4점 리커트 척도를 구성하였다(Shin, 2016). 연구 참여자의 응답 중 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’를 긍정적인 응답으로 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. AI에 대한 설문조사 결과

1) AI에 대한 일반적 인식

연구 참여자들의 AI에 대한 인식 조사 결과는 Table 3과 같다. ‘AI에 대해 잘 알고 있다’의 문항에 긍정적인 응답은 58.9%, ‘AI 발전은 우리 삶의 모습을 변화시킨다.’의 문항에 긍정적인 응답은 100%, ‘AI 연구개발능력은 모두에게 필요하다’의 문항에 긍정적인 응답은 73.7%였다. 이 연구에서 AI에 대해 잘 알고 있다는 문항에 부정적인 답변은 41.1%로 초등 교사를 대상으로 한 AI와 관련한 연수가 필요하다는 것을 알 수 있다. AI를 연구하고 개발

Table 1. Participants

교육경력	연구 참여자	
	인원(명)	비율(%)
~ 5년 미만	16	16.8
5년 이상 ~ 10년 미만	22	23.2
10년 이상 ~ 15년 미만	17	17.9
15년 이상 ~ 20년 미만	8	8.4
20년 이상	32	33.7
계	95	100

Table 2. Questionnaire

구분	번호	내용	유형	
AI 인식	1	AI에 대해 잘 알고 있다.	4점 리커트	
	2	AI 발전은 우리 삶의 모습을 변화시킨다.	4점 리커트	
	3	AI 연구개발 능력은 모두에게 필요하다.	4점 리커트	
연수	4	AI와 관련한 교사 연수의 필요성	4점 리커트	
	5	AI와 관련한 교사 연수에 자발적 참여	4점 리커트	
AI 교육	6	AI 교육에 관심이 있다.	4점 리커트	
	7	AI는 학교 교육에 적용되어야 한다.	4점 리커트	
	8	AI가 기존의 교육에 긍정적 변화를 가져온다.	4점 리커트	
	9	AI 교사의 역할은?	단수선택형	
	10	초등학교에서 AI 교육의 방향은?	단수선택형	
	11	AI 교육에 가장 핵심은?	단수선택형	
	12	AI 교육이 처음 적용하는 학령 시기?	단수선택형	
	초등 과학 교육 AI 적용	13	초등과학교육에서 AI 교육이 적합한 영역은?	복수선택형
		14	초등과학교육에서 AI 교육이 적합한 분야는?	복수선택형
		15	운동과 에너지 분야에서 AI 교육이 적합한 단원은?	복수선택형
		16	물질 분야에서 AI교육이 적합한 단원은?	복수선택형
		17	생명 분야에서 AI 교육이 적합한 단원은?	복수선택형
18		지구과학 분야에서 AI 교육이 적합한 단원은?	복수선택형	
19		AI 교육이 적합한 과학과 교수학습 모형은?	복수선택형	
20		AI 교육이 적합한 과학교수학습 방법은?	복수선택형	
21		AI 교육이 적합한 과학학습평가 영역은?	복수선택형	
22		AI 교육이 적합한 과학평가방법은?	복수선택형	
23		초등과학교육에 AI를 적용했을 때 장점은?	서술형	
24		초등과학교육에 AI를 적용했을 때 단점은?	서술형	

하는 능력은 모든 사람들에게 필요하다는 인식이 높았다. 이는 AI 문해력이 일부 세대에게만 필요한

것이 아니라, 모든 사람이 갖추어야 할 역량이기 때문(Aoun, 2017) 공교육과 평생교육차원에서 AI와 관련한 학습 환경을 구축할 필요가 있다.

Table 3. Elementary school teachers' perception of AI (N=95)

문항 번호	응답 결과(%)			
	강한 긍정	긍정	부정	강한 부정
1	16.8	42.1	40	1.1
2	67.4	32.6	0	0
3	25.3	48.4	25.3	1.1
4	59.1	39.8	0	1.1
5	40.9	47.7	9.1	2.3

‘AI와 관련한 교사 연수의 필요성’에 긍정적인 응답은 98.9%이고 ‘AI 관련한 교사 연수에 자발적으로 참여하겠다.’의 문항에 긍정적인 응답은 88.6%였다. 연구 참여자들의 AI에 대한 관심과 교사 연수의 필요성에 대한 인식은 선행연구(Ryu & Han, 2018)와 동일하게 높았고, AI와 관련한 교사 연수에도 자발적인 참여의지가 높은 것으로 나타났다. 이는 최근 교육현장에서 4차 산업시대의 미래교육, 소프트웨어교육 등을 강조하고 있고, 이에 따라 현장 교사들 또한 교육의 시대적 변화에 대비하여 자

기계발과 수업변화를 모색하고자 하는 의지가 높다는 것을 의미한다.

2) AI 교육에 대한 인식

(1) AI 교육에 대한 일반적 인식

연구 참여자들의 AI 교육에 대한 인식 조사 결과는 Table 4와 같다. ‘AI 교육에 관심이 있다’의 문항에 긍정적인 응답은 68.5%, ‘AI는 학교교육에 적용되어야 한다’의 문항에 긍정적인 응답은 86.3%, ‘AI가 기존의 교육에 긍정적 변화를 가져올 것이라고 생각한다.’의 문항에 긍정적인 응답은 90.6%였다.

선행연구(Ryu & Han, 2018)에서는 AI가 교사의 역할을 대체한다거나 교육을 바꿀 것이라는 의견에 부정적이었지만, 이 연구에서는 학교교육에서 AI 적용의 필요성과 기존 교육의 긍정적인 변화에 높은 긍정적인 응답을 보였다. 이는 딥러닝 출현 이후 단순히 인간과 AI의 대결구도를 벗어나 인간과 AI의 협업지능(Wilson & Daugherty, 2018)의 관점에서 인간 교사가 하는 일에 AI를 효율적으로 활용하여 교육목표 달성을 극대화하는 관점에서의 전환이라고 볼 수 있다. 하지만 이 연구에서 AI 교육의 관심에 대한 부정적인 의견은 31.5%로 여전히 AI 교육의 의미와 필요성에 대한 현장 교사들의 이해가 부족하다는 것을 알 수 있다.

(2) AI 교사의 역할

AI 교사의 역할에 대한 응답은 학교업무(73.7%) > 교과지도(32.6%) > 창의적 체험활동(17.9%) > 생활지도(3.2%) 순이었다(Fig. 1). 이 결과를 통해 여전히 초등 교사들의 학교 업무관란도가 높다는 것을 알 수 있다. 자율활동, 동아리활동, 봉사활동, 진로 등의 창의적 체험활동에는 AI 교사를 적용하기 어렵고, 특히 생활지도의 적합성은 3.2%로 매우 낮게 나타

Table 4. Elementary school teachers' awareness of AI education (N=95)

문항 번호	응답 결과(%)			
	강한 긍정	긍정	부정	강한 부정
6	25.3	43.2	30.5	1.1
7	31.6	53.7	13.7	1.1
8	29.5	61.1	8.4	1.1

났다. 이는 감성과 관련 일은 여전히 AI보다 인간 교사가 적합하다는 의견이 반영된 것으로 보인다.

(3) 초등학교 교육에서 AI 교육의 방향

초등학교 교육에서 AI 교육의 방향에 대한 응답은 ‘인공지능 관련 서비스와 제품을 사용하여 자신의 문제를 해결할 수 있는 기본 소양’(62.1%) > ‘인공지능을 이해하고 응용하여 간단한 프로그램 혹은 앱과 같은 것을 설계·구현할 수 있는 역량’(24.2%) > ‘인공지능 핵심기술과 새로운 알고리즘 개발’(13.7%) 순이었다(Fig. 2). 초등학교뿐만 아니라 일반 중고등학교 수준에서의 AI 교육은 ‘기존에 개발된 AI 관련 플랫폼을 활용하여 각 교과목에 적용하거나 문제해결을 하는 활동’이라는 것이 AI 교육 전문가들의 의견이지만(KOSAF, 2019), 초등 교사들은 ‘새로운 알고리즘 개발’이나 ‘AI 프로그램의 설계·구현’에 대한 응답이 37.9%나 있었다. 이는 AI 교육이 무엇이고 어떻게 실현해야 하는지에 대한 초등 교사들의 이해가 부족하다는 것을 알 수 있다. 따라서 초등 교사를 대상으로 한 AI 연수를 통해 각 학교급에 따른 AI 교육의 방향을 명확히 할 필요가 있다.

(4) AI 교육의 핵심

AI 교육을 실행하는데 핵심적인 요소에 대한 응답은 ‘무선네트워크와 하드웨어 등의 교육환경’(35.8%) > ‘교사 역량’(34.7%) > ‘소프트웨어와 관련한 교육용 자료 개발과 보급’(26.3%) 순이었다(Fig. 3). 초등

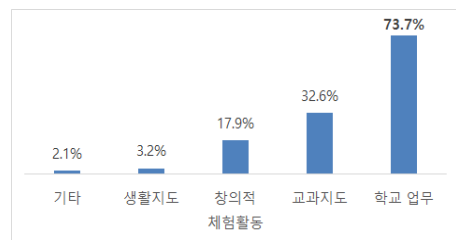


Fig. 1. Role of AI teacher.

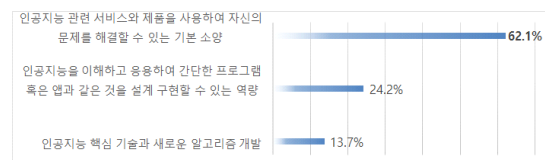


Fig. 2. AI education direction.

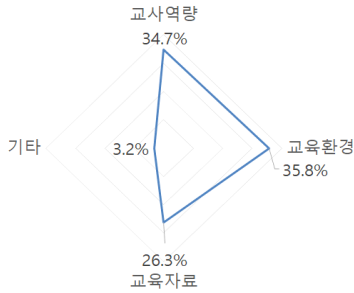


Fig. 3. Key elements of AI education.

교사들의 세 영역에 비슷한 비율의 응답은 초등 교사들이 근무하는 각 학교 교육여건과 교사 역량 수준이 서로 다르기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 보인다. 즉 최근 소프트웨어 교육과 코딩교육의 강조와 이에 따른 선도학교, 시범학교 등의 운영, 연수 등의 AI와 관련된 현장 교사들의 개별 경험이 다르기 때문에 AI 교육의 핵심적인 요소에 대해 일정한 경향을 보이지 않을 수 있다. 또 다른 측면에서 현재 학교 현장에서는 AI와 관련한 교사역량, 교육환경, 교육자료 등 모든 여건이 불충분하지만 현장 교사들은 이러한 물리적 환경의 제한적인 상황에도 불구하고, 자신의 경험적인 노하우로 AI 교육을 실행하고 있을 수도 있다. 후속 연구가 필요하겠지만 학생들의 미래세대의 인재 역량을 길러주기 위해서는 빠른 시일 내에 학교에 AI 교육 환경을 구축하는 것이 선행되어야 한다.

(5) AI 교육의 적용 시기

AI 교육이 처음 적용되어야 하는 학령기에 대한 응답은 초등학교 5~6학년군(53.7%) > 초등학교 3~4학년군(24.2%) > 초등학교 1~2학년군 = 중학교군(8.4%) > 고등학교(4.2%) 순이었다(Fig. 4). 기타 의견으로 초등학교 6학년이라는 응답이 있었고, 그 이유는 코딩교육이 초등 6학년에 처음 적용되기 때문에 적합하다고 하였다. 연구 참여자들은 AI 교육시기를 초등학교에서부터 시작해야 한다는 의견은 86.3%로 가장 높았고, 적용 시기는 5~6학년군으로 보고 있다. 하지만 초등 교사들이 AI 교육을 현재 진행되고 있는 소프트웨어 교육과 동일시하거나, AI 교육의 잘못된 이해로 인해 이러한 응답을 했을 수도 있다(Ryu & Han, 2018). 현재 학생들은 태어나기 전부터 다양한 수준의 AI 환경에 노출되어 있고, 그들의 AI 활용 역량은 성인과 별반 차이가 없을

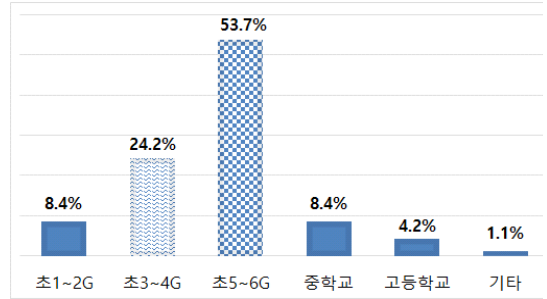


Fig. 4. AI education application period.

수도 있다. 학교교육 이전에 학생들의 다양한 AI 경험은 AI 교육의 적용 시기를 앞당기는데 기여할 것이고 이에 대한 후속 연구 또한 필요하다.

(6) AI 교육 교과목 선호도

AI를 적용할 수 있는 교과목에 대한 응답은 과학(88.4%) > 실과(63.2%) > 수학(56.8%) > 사회(54.7%) > 영어(40%) 등의 순이었다(Fig. 5). 도덕 교과는 16.8%로 가장 낮았고, 국어의 경우 영어와 같이 언어 교과임에도 불구하고 13.6%로 낮게 나타났다. 학생들을 대상으로 한 선행연구(Park & Shin, 2017)에서 AI 교사가 대체할 수 있는 교과목으로 과학 > 수학 > 영어 > 국어 순으로 나타났는데, 초등 교사들도 동일하게 과학 교과에서 가장 높은 선호도를 보였다. 차이점은 초등 교사들은 실과와 사회 과목에 높은 AI 교육 선호도를 보인 것이고, 이는 최근 교육 현장의 소프트웨어교육 & 코딩교육, 온라인 조사활동, 빅데이터 활용 등에 대한 의견이 반영된 것으로 보인다.

(7) AI 교수 경험

교육활동에서 자신이 직접 AI와 관련된 활동을 적용한 경험에 대한 응답은 스마트기기(49.5%) > 소프트웨어교육(42.1%) > 로봇 = 빅데이터(20%) >

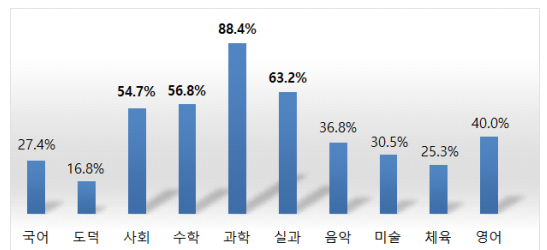


Fig. 5. AI education course preference.

사물인터넷(6.3%) 순이었다(Fig. 6). 전혀 경험이 없는 경우는 27.4%였다. 이는 최근 학교에 스마트교실 지원사업과 태블릿 PC와 같은 정보화 기기 보급, 무선네트워크 환경 구축, 실과 교과목에서의 소프트웨어교육과 정보화 선도학교 등의 지원으로 연구 참여자 중에서도 교육활동에서 AI를 활용한 경험이 높게 나타난 것으로 보인다. 이 연구의 설문으로 AI를 적용한 구체적인 수업활동에 대해서는 알 수 없었지만, 현재 초등 교사들은 AI 교육을 실행할 수 있는 일정 수준의 역량을 가지고 있는 것으로 판단할 수 있다. 또한 전혀 교수 경험이 없는 경우에도 교사의 역량 부족인지, 교육환경의 부재로 실행을 못한 것인지에 대한 원인을 밝힐 필요가 있다.

2. 초등과학교육에서 AI 적용

1) 초등과학교육 영역에서 AI적용 선호도

초등과학교육 지식, 탐구, 태도 영역별 AI 적용의 선호도는 지식(38%) > 탐구(35%) > 태도(6%)의 순이었다(Fig. 7). 세 영역 모두에 AI를 적용하기에 적합하다는 의견은 21%였다. 초등 교사들은 지식과 탐구영역의 학습은 50% 이상이 AI를 적용할 수 있다는 의견이지만, 태도 영역은 27%로 과학 정의적 영역의 AI적용 선호도가 낮다는 것을 알 수 있다. 이는 AI 교사의 역할에서도 알 수 있듯이 초등 교사들은 선언적 지식과 절차적 지식의 학습에는 AI가 유용할 수 있지만 흥미, 관심, 열정 등과 같은 정의적 학습에는 AI의 적합성을 낮게 판단하기 때문이다.

2) 초등과학 분야별 각 단원에서 AI적용 선호도

2015 개정 초등과학 분야별 각 단원에서 AI적용 선호도는 지구와 우주(68.4%) > 운동과 에너지(54.7%) > 물질(32.6%) > 생명(27.4%) 순이었다. 분야별 특

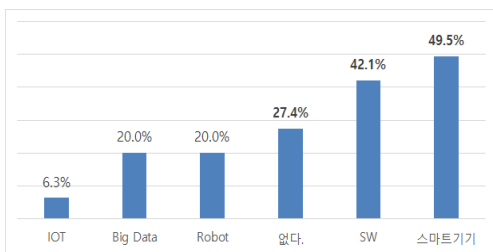


Fig. 6. AI teaching experience.

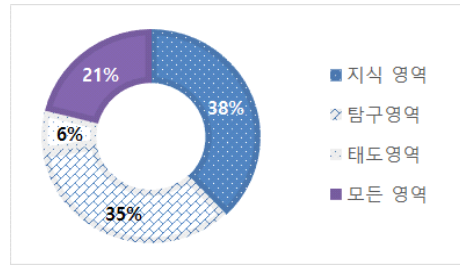


Fig. 7. AI suitability by science area.

징을 볼 때 초등학생의 수준에서 실제 관찰하기 어려운 탐구활동이 많은 ‘운동과 에너지’와 ‘지구와 우주’ 분야에서 AI적용 선호도가 높게 나타났다. 반면에 생명과학 분야는 27.4%로 가장 낮았다. 이 연구에서는 통합 분야는 설문에 포함하지 않았기 때문에 AI적용 선호도를 분석하지 못하였다.

초등과학 분야별 각 단원에서 AI적용 선호도는 Table 5와 같다. ‘운동과 에너지’ 분야에서 AI 적용 단위 선호도는 ‘빛과 렌즈’(55.8%) > ‘물체의 운동’(50.5%) > ‘렌즈의 이용’(40.0%) 등의 순이었다. ‘물질’ 분야에서 AI 적용 단위 선호도는 ‘물질의 상태 변화’(41.1%) > ‘물질의 상태’(38.9%) > ‘물질의 성질’ = ‘연소와 소화’(36.8%) 등의 순이었다. ‘생명’ 분야에서 AI 적용 단위 선호도는 ‘우리 몸의 구조와 기능’(65.3%) > ‘식물의 구조와 기능’(50.5%) > ‘다양한 생물과 우리 생활’(40.0%) 등의 순이었다. ‘지구와 우주’ 분야에서 AI 적용 단위 선호도는 ‘태양계와 별’(71.6%) > ‘지구와 달의 운동’(62.1%) > ‘화산과 지진’(54.7%) 등의 순이었다.

지구와 우주 분야의 전 단원에서 40% 이상의 AI 적용 선호도를 보였고, 이는 이 연구에서 과학 분야별 AI적용 선호도의 결과와 일치한다. AI적용 선호도가 높은 단원은 초등과학 각 분야에서 교수 곤란도가 높고 직접 관찰 탐구에 제한이 있는 단원이라는 공통점이 있다. 특히 지구와 우주 분야는 학생들이 직접 관찰 탐구하는데 제한적인 단원이 많기 때문에 모든 단원에서 AI적용 적합성이 높게 나타난 것으로 보이고, 특히 ‘화산과 지진’, ‘태양계와 별’, ‘지구와 달의 운동’ 단원의 AI적용 선호도는 50% 이상이었다.

3) 과학과 교수학습모형에서 AI적용 선호도

과학과 교수학습모형에 대한 AI적용 선호도는 STS학습(56.8%) > 탐구학습(51.6%) > 발견학습(31.6%)

Table 5. Preference of AI application by each units of elementary science

분야	단원	AI 적용(%)	분야	단원	AI 적용(%)
운동과 에너지	자석의 이용	31.6	생명	식물의 한살이	30.5
	소리의 성질	36.8		동물의 생활	29.5
	물체의 무게	31.6		동물의 한살이	34.7
	그림자와 거울	30.5		식물의 생활	26.3
	온도와 열	35.8		다양한 생물과 우리 생활	40.0
	물체의 운동	50.5		생물과 환경	33.7
	빛과 렌즈	55.8		식물의 구조와 기능	50.5
	렌즈의 이용	40.0		우리 몸의 구조와 기능	65.3
물질	물질의 성질	36.8	지구와 우주	지표의 변화	44.2
	물질의 상태	38.9		지층과 화석	43.2
	혼합물의 분리	32.6		화산과 지진	54.7
	물질의 상태 변화	41.1		지구의 모습	45.3
	용해와 용액	25.3		태양계와 별	71.6
	산과 염기	33.7		날씨와 우리 생활	41.1
	여러 가지 기체	33.7		지구와 달의 운동	62.1
	연소와 소화	36.8		계절의 변화	42.1

> 경험학습(22.1%) > 개념변화학습(13.7%) > 순환 학습(10.5%) 순이었다(Fig. 8). 과학 지식, 탐구, 태도 영역별 AI적용에서는 지식 > 탐구 > 태도 순으로 선호도가 높았으나, 과학과 교수학습 모형에서는 탐구와 관련된 탐구학습, 발견학습, 경험학습모형의 선호도가 지식과 관련된 개념변화학습모형과 순환학습모형에 비해 높게 나타났다. 또한 실생활 문제와 밀접하게 관련된 STS 학습모형에 대한 AI 적용 선호도가 가장 높았다. 교사가 과학수업을 계획할 때 학습 내용이나 활동의 특성에 따라 교수학습모형을 선택하게 되는데(Ministry of Education, 2019), 과학과 교수학습모형은 학습 목표를 학생들이 스스로 달성할 수 있는 ‘학습자 중심형(경험, 발견, 탐구, STS)’과 ‘학습자 지원형(개념변화, 순환)’

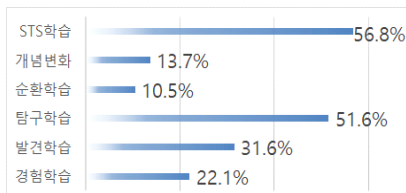


Fig. 8. Teaching-learning model.

으로 구분할 수 있다(Kim, 1996). 이 연구에서는 초등 교사들은 학습 내용이나 과학 개념과 관련된 ‘학습자 중심형’ 교수학습모형에 대한 AI적용 선호도가 ‘학습자 지원형’ 교수학습모형보다 높게 나타났다. 따라서 초등 교사들은 학생들이 주도하는 과학 탐구활동에서 AI가 적용되기를 선호한다는 것을 의미한다.

4) 과학과 교수학습방법에서 AI적용 선호도

과학과 교수학습방법에 대한 AI적용 선호도는 STEAM(52.6%) > PBL(47.4%) > CPS(41.1%) > 조사 학습(36.8%) > 실험(33.7%) > 협동학습(17.9%) > 토론과 토의학습(11.6%) > 과학글쓰기(7.4%) 순이었다(Fig. 9). 이는 과학과 교수학습 모형에서의 AI적용 선호도와 유사한 결과로 실생활 관련된 STEAM, PBL, CPS 교수학습방법에 대한 AI적용 선호도가 높았다. 학생들의 상호작용이 중요시되는 협동학습과 토의·토론학습에서는 10~20% 수준의 AI적용 선호도를 보였다. 반면에 학생의 개인적 활동특성이 높은 과학글쓰기에서의 AI적용 선호도는 7.4%로 낮았다.

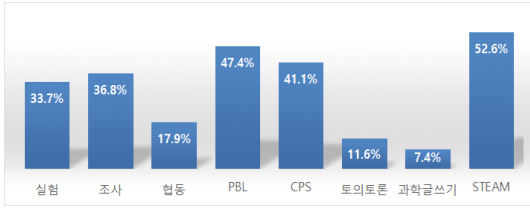


Fig. 9. Teaching-learning method.

5) 과학학습평가에서 AI적용 선호도

과학학습평가 영역에서 AI적용 선호도는 기초탐구기능(54.7%) > 통합탐구기능(51.6%) > 지식(38.9%) > 태도(12.6%) 순이었다(Fig. 10). 이는 과학영역에 대한 AI적용 선호도와 달리 과학학습평가 영역에서는 과학탐구기능 평가에 대한 AI적용 선호도가 과학지식에 비해 높게 나타났다. 초등 교사들은 과학과 교수학습모형에서와 같이 학생들의 과학탐구활동과 관련된 평가에서 AI가 적용되기를 선호한다는 것을 알 수 있다. 또한 과학탐구기능은 절차적 지식으로(Kwon et al., 2011) 초등 교사들은 이러한 구조화된 학습에 AI적용 선호도가 높다는 것을 알 수 있다.

과학학습평가 방법에서 AI적용 선호도는 포트폴리오(37.9%) > 관찰(36.8%) > 선다형(36.8%) > 보고서(30.5%) > 서술 및 논술형(28.4%) > 실기검사(26.3%) > 면담(5.3%) 순이었다(Fig. 11). 교수학습방법에서 과학글쓰기에 대한 AI적용 선호도는 낮았지만 평가방법에서 보고서와 서술 및 논술형 평가방법에 높은 선호도를 보였다. 면담방법은 5.3%로 가장 낮은 AI적용 선호도를 보였고, 이는 AI교사의 역할에서 생활지도에 낮은 적용을 보인 것과 동일한 결과이다.

6) 초등과학교육에서 AI 적용의 장단점

초등과학교육에서 AI 적용의 장점으로 학생수준

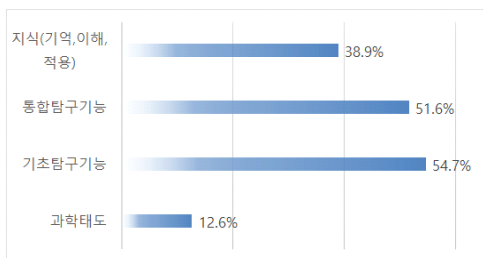


Fig. 10. AI preference by evaluation area.

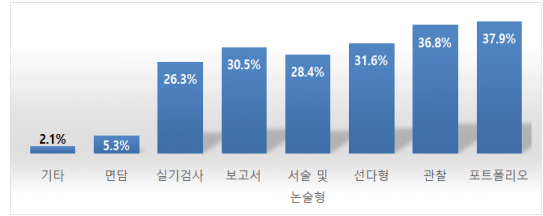


Fig. 11. AI preference by evaluation method.

에 맞는 교수학습, 평가, 콘텐츠 제공 등으로 개별화 교육이 가능하다는 의견과, 어려운 실험 가능, 과학지식 검색 등의 과학 탐구활동이 용이하다는 의견이 각각 12.6%로 가장 많았다. 학생들의 미래 역량, 지식, 태도 향상에 긍정적이라는 의견이 각각 9.5%였다. 학생들의 직간접적 경험확대 6.3%, 정확한 데이터 활용 3.2%, 문제해결력 향상 3.2%, 탐구력 향상 2.1%의 의견이 있었다. 교사의 입장에서는 시간단축(6.3%)과 업무경감(4.2%)의 의견이 있었고, AI 적용은 현 시대의 기술발달에 적합하다는 의견이 4.2%였다. 기타 의견으로는 창의성 향상, 생동감 있는 학습자료, 사고 전환, 즉각적인 정보제공, 이공계진로, 교수학습 심화, 수학적 사고력에 대한 의견이 있었다. 반면에 AI 적용의 장점에 대한 무응답은 24.2%였고, 이는 과학교육에 AI 적용에 대한 명확한 이해의 부족이 원인으로 보인다.

AI 적용의 단점은 인간 경시, 자존감 저하, 윤리의식 등의 학생들의 인성에 부정적 영향을 미친다는 의견(12.6%) > AI를 적용하기 위한 물리적 환경비용, 교사의 노력이 가중된다는 의견(9.5%) > 단순 흥미위주의 수업에 대한 우려(6.3%) > 실험과 같은 실제 탐구활동 감소(4.2%) > 학생들의 수동적 학습 참여 = 기기의존 = 교사역량 감소 = 학생들의 학생부담(3.2%) 순이었다. 또한 AI 적용 초기에 혼란, 학생들의 편차 증가, 과정보다 결과 중심, 과학적 태도 감소 등에 각각 2.1%의 의견이 있었다. 무응답은 22.1%였고, AI적용의 장점과 유사한 수준이었다.

3. 초등과학교육에의 AI 적용방안

1) AI의 특징

AI의 특징을 도식하면 Fig. 12와 같다.

첫째, AI는 절차적이다. AI는 구조화된(structured) 문제를 해결하는 데에 그 효과성을 발휘한다. 현재 AI는 모든 구조화된 작업에서 시행착오를 허용하

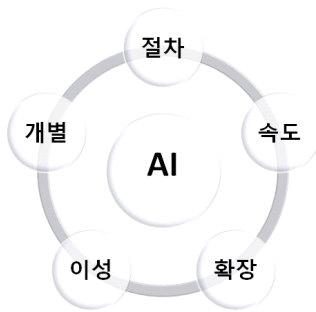


Fig. 12. AI features.

고 줄임으로써 인간의 능력을 증가하였다(Kakao Foreign Policy Team, 2018). AI는 단순반복의 단조로운 일에서 인간의 능력을 뛰어넘을 넘었을 뿐만 아니라, 오류의 횡수도 매우 낮다.

둘째, AI는 빠른 정보처리속도를 갖고 있다. AI는 인간의 모든 감각기관의 정보처리속도를 증가한다. 이러한 정보처리속도는 실생활에서 즉각적인 의사결정에 결정적인 도움을 준다. 예를 들어 카드 신용 직불 거래 감시, CCTV 위험인물 검색, 학생들의 학습 참여도 분석, 면접심사 등에 AI가 적용되고 있다. 교육현장 AI가 적용되면 교사의 행정업무와 성적처리 등에서 시간을 줄여줄 수 있을 것이다(Davenport & Ronanki, 2018; Kakao Foreign Policy Team, 2018).

셋째, AI는 확장성을 갖고 있다. AI는 물리적 환경만 갖추어진다면 무한한 용량의 데이터를 저장할 수 있고, 24시간 쉬지 않고 일할 수 있다. 또한 거리에 구애받지 않고 초연결성을 실현할 수 있으며, AI와 인간, AI와 다양한 AI와의 연결을 통해 협력체를 확장할 수 있다(Wilson & Daugherty, 2018). AI는 다인수 학생들을 지도하는 교사가 교육상황을 모니터링할 수 있는 범위를 확장할 수 있고, 학생들의 협의체를 교실에서 세계로 확장할 수 있다.

넷째, AI는 이성적 의사결정을 한다. 인간은 어떤 일을 하는데 있어 때때로 감성이 이성보다 더 크게 작용하지만, AI는 절차와 논리에 의해 이성적으로 일을 처리하기 때문에 감정과 편견을 배제할 수 있는 장점이 있다. 또한 AI는 의사결정에서 전문지식을 활용하기 때문에 합리적 판단을 할 수 있을 뿐만 아니라(Kakao Foreign Policy Team, 2018), 인간의 의사결정에 전문지식을 제공하여 도움을 줄 수도 있다(Davenport & Ronanki, 2018). 예를 들면, 현재 AI는 주식시장에서 금융 관리, 병원에서의

질병예측과 진단(Litejens *et al.*, 2017), 기업에서 장비를 관리하는데 맞춤형 조언이나 정보를 제공하여 인간이 합리적인 의사결정을 하는데 도움을 주고 있다.

다섯째, AI는 개별화를 가능하게 한다(Davenport & Ronanki, 2018; Maderer, 2016). 예를 들어 AI는 개별 소비자의 성향을 분석하여 그들에게 적합한 물품을 생산하거나 서비스를 제공할 수 있다. 이는 교육에서도 동일하게 적용될 수 있고, 교사들은 학생들의 수준에 따라 적합한 개별맞춤형교육을 제공할 수 있다(Maderer, 2016).

2) AI 기반 초등과학교육

(1) 초등과학교육의 변화 관점

세계 선진국에서는 학교 교육에 AI를 적용하여 개별맞춤형학습, 게이미피케이션, 학습 몰입도 측정, 학사행정의 자동화 등을 진행하고 있다(Lee & Kim, 2018). 초등과학교육에서도 AI를 기반으로 한 과학교육(이하, AISE: AI-based Science Education)의 변화를 구체적으로 논의할 필요가 있다. 현재 우리나라에서는 미래세대 과학표준(Song *et al.*, 2019)이 개발되어 차기 과학과 교육과정을 개선하는데 기준이 될 것이다. 이에 미래세대 과학표준에서도 AI 교육과 관련한 교육내용과 방법, 평가 등이 잘 반영되어 있는지에 대한 검토가 필요하다. 초등과학교육에 AI의 적용으로 고려해야 할 점은 다음과 같다.

첫째, 교육 가치(Why) 측면에서 변화가 필요하다. 즉 과학교육의 목표, 인재상, 과학적 소양 등에서 미래세대 학생들의 AI 역량을 반영할 필요가 있다. 이는 과학과 교육과정에서 단순히 AI를 활용하는 것에서부터 AI를 구현·개발하는 단계에 이르기까지 점진적인 관점에서 AI와 관련한 과학교육의 목표나 과학적 소양 등을 수정할 필요가 있다.

둘째, 교육 주체(Who) 측면에서 변화가 필요하다. 현재 학교에서 이루어지는 대부분의 과학교육은 한 학급의 교사와 학생들이 교육의 주체이지만, AI가 교육에 적용되면 초연결적 교육환경이 형성되어 학부모, 지역강사, 사회기업, 세계 각국의 교육주체, AI 등 다양한 교육 주체들이 상호 협력하는 교육환경이 마련될 것이다. 따라서 초등과학교육에 AI가 적용될 경우, 학습 참여 주체의 확장이 일어나고, 이에 따라 교육과정의 성취기준, 교수학

습방법, 평가 방법 등에서 개선이 필요하다.

셋째, 교육 내용(What) 측면에서의 변화가 필요하다. 현재 영역(지식, 탐구, 태도) 또는 분야(물리, 화학, 생명, 지구과학) 중심의 과학교육 내용체계에서 AI 적용으로 미래세대 학생들이 갖추어야 할 역량을 중심으로 한 과학교육 내용체계로의 변화가 필요하다. 미래세대 과학표준에서는 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 인재상으로 제시하고 있다(Song *et al.*, 2019). AI가 적용된다면 과학적 소양과 관련된 대부분의 교육내용은 개별맞춤형교육이 가능할 것이고, ‘창의성’ 교육과 관련한 교육내용이 강조될 것이다. 따라서 과학교육내용의 변화는 현재까지 이루어진 이전 교육과정 내 교육내용의 축소, 이동, 삭제, 조절 수준에서의 개선이 아니라, 미래시대를 대비한 학생들의 핵심역량을 중심으로 한 교육내용의 혁신이 필요하다.

넷째, 교육 방법(Way) 측면에서 변화가 필요하다. 초등과학교육에 VR·AR·MR·360°영상, 3D 프린팅, 교육 애플리케이션 활용과 같은 다양한 교육 방법이 적용되어야 한다. 현재 국내에서도 VR·AR·MR·360°영상이 가능한 디지털 콘텐츠들이 제공되고 있지만, 이들의 수준은 아직 기초수준에 불과하다. 또 다른 문제는 이러한 다양한 교육자료와 교육방법을 적용하는데 학교 교육환경의 미흡으로 인해 제한적이라는 것이다. 현재 시범학교, 선도학교 형태로 ‘정보화 교육’, ‘스마트교실’, ‘과학실 현대화’, ‘무선네트워크 환경 구축’ 등의 교육환경 개선사업이 일부 학교에서만 이루어지고 있다. 이로 인해 학생들은 동등한 교육을 받을 권리를 침해받고 있으며, 다양한 디지털 콘텐츠를 활용하는 데에도 불균형이 발생하고 있다. 정부정책기관에서는 공교육인 초등학교에서부터 이러한 물리적 교육환경을 우선 개선하여 학생들이 미래세대의 주역으로 성장하는데 기반을 마련해야 한다. 또한 현재 모둠형태의 실험도 개선이 필요하다. 모둠 형태의 수업은 모든 학생들이 과학적 탐구에 직접 참여하는데 제한적이기 때문에 학습 방관자가 발생하는 근본적인 문제가 있다. 과학 실험에서도 목적에 따라 개별 실험과 소집단 실험이 가능하도록 교육 방법을 개선해야 한다.

다섯째, 교육 시기(When) 측면에서 변화가 필요하다. 소위 ‘거꾸로 수업’과 같이 학생들이 학습에

대한 준비가 되어 있을 때 교육의 효과가 높다는 것은 누구나 알고 있는 사실이다. 우리나라에서 교육 정책의 변화는 학교 밖 사교육 시장의 확장을 동반하고, 이는 가정과 사회의 경제에 많은 영향을 미친다. AI가 공교육에 적용된다면 학생들의 학습은 수업 전·중·후 뿐만 아니라 가정과 방학기간 등 시기와 시간에 관계없이 가능해질 것이다. 국가경제차원에서 AI 교육이 가져오는 다양한 장단점이 있겠지만, 이보다는 공교육 정상화와 AI적용에 따른 교육의 혁신에 집중할 필요가 있으며, 모든 학생들이 가정 형편에 간섭받지 않고 언제든 양질의 학습을 할 수 있는 교육환경을 제공할 필요가 있다.

마지막으로 교육의 장(Where) 측면에서 변화가 필요하다. 학교 현장의 과학교육은 일반교실, 과학실, 컴퓨터실, 야외 학습장 등에서 이루어진다. VR과 관련하여 다양한 과학교육 콘텐츠가 개발된다면 과학교육의 개별화와 세계화가 동시에 가능해질 것이다. 또한 일반교실에 AI교육 환경이 구축된다면 과학실과 같은 특별실이 아니라, 일반교실에서 다양한 과학탐구가 가능해진다. 이로 인해 학생들은 학교나 가정, 어디에서나 과학수업활동에 참여할 수 있고, 온·오프라인의 협력활동도 가능해진다. 현재 초등학교의 과학교실 보급률은 지역마다 차이가 있지만, 도시의 경우 학년군당 1개의 과학실을 이용하는 경우가 대부분이다. 따라서 교육정책기관에서는 AI 적용으로 인한 교육의 장의 변화를 고려할 필요가 있고, 이를 바탕으로 한 과학교육 교실환경 구축안을 마련해야 한다.

(2) AISE의 교수학습 전략

AISE에서 교사는 AI를 활용하여 수업을 설계하고 교수학습을 실행하며 자신의 수업을 평가한다. AI의 특징을 반영한 AISE의 교수학습 전략은 Fig. 13과 같다.

첫째, AISE의 ‘자동화’ 전략이다. 교사가 교수학습을 효과적으로 설계하고 실행하기 위해서는 학생들의 사전 과학지식, 과학탐구능력, 과학태도 등과 관련된 정보와 수업 실시간에 학생들의 학습 참여와 학업성취 등에 대한 정보가 필요하다. 지금까지 이러한 모든 활동은 전적으로 인간 교사에 의존했지만, AI가 적용된다면 AI가 학습과 관련된 개별 학생들의 정보를 지속적으로 분석하고 실시간으로



Fig. 13. AISE's strategy.

관리할 수 있으며, 교사가 각 교과목의 단위 수업을 설계할 때 학생들의 정보를 AI가 자동으로 제공하여 교수설계의 가이드라인을 제공할 수 있다. 또한 이러한 학생들의 개별 정보를 학생, 학부모, 교사 모두에게 자동으로 제공함으로써 학생, 학부모, 교사 모두가 개별 학생의 학습을 관리하고 그들의 학업성취를 향상하는데 전문가학습협력체로서의 기능을 할 수 있게 된다. 현재 사교육과 사회교육기업에서는 이러한 AI 시스템을 적용하여 학생과 학부모, 강사가 학생들의 학습을 모니터링하고, 이를 토대로 학습자의 수준에 적합한 개별맞춤형학습을 제공하고 있다. AISE에서도 이러한 자동화 전략은 수업설계, 실행, 평가 전 단계에 걸쳐서 활용될 것이다.

교사가 교수설계 단계에서 학생집단을 구성할 때 현재는 교사의 재량에 따라 구성되지만, 앞으로는 AI가 교육내용과 방법의 특성, 학생들의 개별 특성 등을 반영하여 ‘맞춤형 모둠’(adaptive group)을 구성할 수도 있다. 이러한 AISE의 자동화 전략은 교사의 수업준비, 평가 등과 관련한 업무시간을 단축하여(Kakao Foreign Policy Team, 2018) 교사에게 과학수업을 체계적으로 설계할 여건을 마련해 줄 뿐만 아니라, 그들의 수업을 개선할 수 있는 시간을 확보하는 데에도 기여할 것이다.

둘째, AISE의 ‘개별화’ 전략이다. 초등과학교육에 AI의 적용은 학생들의 수준을 고려한 개별학습 지도를 가능하게 한다. 이는 기존 교사와 학생간의 학습에서 자기주도적 개별학습, 학생과 AI 간 개별 학습 등 다양한 개별화 전략이 가능하다. 예를 들어 카네기러닝의 지능형 학습 지원시스템인 미카는 학습자의 오개념을 진단하고, 적절한 조건과 피드백과 설명을 제공하고, 학습자의 자기조절을 학습행동을 촉진하고 있다(Kakao Foreign Policy Team,

2018). 이러한 지능형 튜터링 시스템은 인간 교사의 한계를 극복할 수 있고, 학생 개개인의 과학적 지식, 사고력, 탐구력, 태도, 문제해결력, 창의적 문제해결력 등의 전반적인 수준에 따라 개별맞춤형학습이 가능하게 할 것이다.

AISE에서는 동일한 수업 시간 내에서 학생들이 직접 다양한 수준의 개별 맞춤형 정의적, 행동적, 인지적 향상 교수학습프로그램을 선택하여 자신의 과학적 소양을 향상시킬 수 있다. 이는 학습 결손, 정신적 병변 등의 다양한 원인으로 인한 학습부진 학생들에게도 적절한 교수학습을 제공할 수 있음을 의미한다. 또한 현재 모듈 형태의 과학실험과 탐구에서 개별 학습자 중심의 실험과 탐구가 가능해진다. 따라서 수업에서 학생 개개인의 실제학습 시간(actual learning time)이 증가할 뿐만 아니라, 이러한 개별 맞춤형 학습 프로그램 중 일부는 24시간 온라인상에서 제공되기 때문에 학습자들의 학습 환경을 확장시킬 수 있다.

셋째, AISE의 ‘다양화’ 전략이다. AISE에서는 학습자 개인의 특성에 맞는 개별맞춤형 교육과정과 교과서를 제공할 수 있다. 또한 교육 자료는 서책형, VR·AR·MR·360°영상 등 다양한 형태의 디지털 콘텐츠가 함께 제시될 것이고, 학습자들은 이러한 콘텐츠를 자신이 원하는 플랫폼을 선택하여 학습할 수 있다. AISE의 다양화 전략을 실행하기 위해서는 무선네트워크, VR시스템, 3D프린팅 등과 같은 물리적 교육환경의 구축이 무엇보다 중요하고, 이는 국가 차원에서의 지원정책이 마련되어야 한다.

AISE의 교육내용과 방법의 다양화는 신체적 장애를 가지고 있는 학생들에게도 다양한 교육활동에 참여할 수 있는 기회를 부여할 것이다. 특히 VR 시스템은 일상생활뿐만 아니라 교육 분야에 광범위하게 활용될 것이고(Choi & Kim, 2019), 과학교육에서의 VR시스템의 활용은 학생 개인적 요인과 환경의 한계를 극복할 수 있게 해주고, 안전한 과학탐구와 다양한 시행착오를 허용하는 유연한 과학교육 환경을 제공할 것이다.

넷째, AISE의 ‘협력화’ 전략이다. AISE는 기존 과학수업에서의 학생 간, 교사와 학생의 협력뿐만 아니라, 학생, AI, 지역강사, 사회기업, 학부모 등의 다양한 교육 주체와의 다면적 협력(Multi-Collaboration)을 증진시킬 수 있다. 다면적 협력은 관련교과

전문가, 사회인사, 기업 등 학교 밖의 전문가학습공동체들이 학교교육에 참여하는 기회를 높일 것이고, 학생들에게 질 높은 교육을 제공하는데 기여한다. 또한 교실 수업에서 다양한 교육 주체와의 협력적 활동은 과학적 문제해결력, 창의적 문제해결력, STS, STEAM 등과 관련하여 실생활과 관련된 문제를 해결하는데 학생들의 역량을 향상시킬 수 있다. 그리고 AISE의 협력화 전략은 학생 간, 학생과 교사, 학생과 학부모, 학생과 사회와의 관계에서 학생들의 협력적 인성을 함양하는 데에도 긍정적인 영향을 줄 것이다.

다섯째, AISE의 ‘창의성’ 전략이다. AISE의 개별화 전략은 과학교육의 기본 과학지식과 탐구와 관련된 학습 시간을 단축할 수 있기 때문에, 과학수업에서 창의성을 향상할 수 있는 학습의 기회는 증가할 것이다. 학생들이 AI를 효과적으로 활용하기 위해서는 교육 활동에 최신 기술을 접목하는 것과 더불어 학생들의 컴퓨팅 사고력을 필요로 한다(Choi & Lee, 2019). ‘컴퓨팅 사고력이란 컴퓨터과학의 기본 개념과 원리 및 컴퓨팅 시스템을 활용하여 실생활과 다양한 학문 분야의 문제를 이해하고 창의적으로 해법을 구현하여 적용하는 능력을 말한다(Ministry of Education, 2015).’ 따라서 AISE에서 창의성 전략의 실행을 위해서는 학습자들에게 AI의 기초적인 이해, 활용능력 및 구현·개발 등과 같은 AI 문해력을 함께 향상시켜야 한다(Kim & Park, 2017). 이는 비단 과학교과뿐만 아니라, 다른 교과에서도 동일한 사항이기에 국가교육과정 전체에서 이를 어떻게 반영할 것인가에 대한 심도 있는 논의를 통해 개선할 필요하다.

AISE의 창의성 전략을 실행하기 위해서 경험학습(Aoun, 2017; Dewey, 1986; Fry & Kolb, 1978)에 근거한 창의적 문제해결 DTMS(DTMS; Doing Thinking Making Sharing) 모델을 적용할 수 있다. DTMS 모델은 Fig. 14와 같다.

첫 번째, ‘해보기’(Doing) 단계에서는 문제 상황과 관련된 활동을 학생들이 직접 체험한다. 이 단계에서 학생들의 체험은 실제 학습과 관련된 기초 지식을 익히거나, 사전 지식을 활용하여 일상의 문제를 해결하는 과정 등을 포함한다. 학생들은 이 과정을 통해 문제 상황을 명확히 인식하고 문제와 관련된 실생활에서의 경험이나 과학지식과의 연결 고리를 만들 수 있다(Aoun, 2017). 이 단계에서는

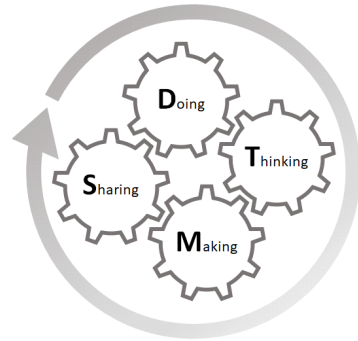


Fig. 14. CPS DTMS model.

Shin and Shin (2014)의 기초탐구능력 향상을 위한 탐구의 실행(implement), Kim (2015)의 컴퓨터 프로그램교육의 모방하기(copy) 활동과 같이 학생들이 주어진 활동을 그대로 수행하거나 모방하는 수준의 활동도 포함한다.

두 번째, ‘생각하기’(Thinking) 단계에서는 문제 상황에 대한 의문을 생성하거나 문제점을 찾고 새로운 방법을 고안하는 등의 학습자 중심의 사고활동을 한다. 이 단계에서는 학생이 하고자 하는 일이 기존의 것에 비해 새로워야 하고, 자신의 이익보다는 인류에게 도움이 되는 공익적인 것을 생각하게 하는 것이 중요하다. 그 이유는 창의성은 ‘독창성’과 ‘실용성’을 동시에 지향(Lim, 2014)할 뿐만 아니라, 학생들이 사회적 존재로서의 역량을 길러주는 것 또한 창의성 교육의 중요한 역할이기 때문이다. 이러한 ‘생각하기’ 단계의 활동은 과학적 태도뿐만 아니라, 학생들의 바른 인성함양에도 긍정적인 영향을 줄 것이다. 또한 이 단계에서 학생들은 동료 학생, 교사, AI, 전문가 등의 다면적 협력체와의 의사소통을 통해 개인의 제한적인 능력을 극복할 수도 있다.

세 번째, 만들기(Making) 단계에서는 Aoun (2017)이 말하는 기업가 정신으로 두 번째 단계에서 학습자가 고안한 것을 실제로 구현·개발한다. AI 시대의 교육은 지식 수용의 학습이 아니라, 지식을 활용하여 새로운 것을 만드는 교육으로 바뀌어야 한다(Kim, 2016). 이러한 관점에서 자신의 생각을 구체적으로 구현하는 공학적 체험은 창의성교육에서 핵심 활동이다. 이는 Kim (2015)의 창작하기(creating) 단계로 학생들이 생각하기 단계에서 고안한 창의적 사고를 실제 만들어 보는 활동을 직접 체험한다. 이 과정에서 학생들은 자신의 고안한 창의적 사고

의 장점과 단점을 평가하여 개선하거나 정교할 수 있고, 다시 생각하기 단계로 돌아가 새로운 아이디어를 고안할 수도 있다.

마지막으로 네 번째, 공유(Sharing) 단계에서는 학생이 직접 행하고, 생각하고, 만든 것에 대한 평가와 더불어 다른 사람들에게 이를 알리고 새로운 상황에 적용하는 경험을 가진다. 이를 통해 학생들은 자신의 창의적 활동에 대한 평가와 성찰의 기회를 동시에 가질 수 있을 뿐만 아니라, 새로운 맥락에서의 적용과 새로운 의문을 생성할 수 있다. 공유 단계는 단순히 자신의 창의적 활동을 다른 사람들에게 전달하는데 목적이 있는 것이 아니라, Kim (2015)의 도전하기(challenging)와 Lim (2012)의 확장하기(furthering) 단계와 같이 새로운 상황에 도전하여 적용하고, 새로운 의문을 생성하거나 창의적 사고와 산출물을 수정·보완하는 단계이다.

AISE의 창의성 교육에서 가장 핵심은 효과적인 의문의 생성이고, 이는 학생들이 직접 행함으로써 발전되기 때문에 DTMS 모델은 학생들의 창의성을 향상하는데 지속적으로 중심 역할을 하게 된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 교사들의 AI 인식, AI 교육과 초등과학교육에서의 AI 적용과 관련한 인식을 조사하고, AI의 적용방안에 대해 논의하였다. 이 연구의 결과를 토대로 결론과 제언을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 초등 교사를 대상으로 한 AI의 특징과 교육에서의 AI 적용방안에 대한 연수가 필요하다. AI에 대한 이해가 낮은 교사는 40.1%이었고, AI 교육의 방향, 핵심적 요소, AI의 적용 등 문항에서도 교사들은 서로 다른 의견을 보였다. 이는 현재 교사들에게 AI와 교육에서 AI 적용은 무엇인지에 대한 명확한 이해를 향상할 수 있는 연수가 필요하다는 것을 의미한다. 이 연구에 참여한 교사들은 AI와 학교교육 AI 적용에 긍정적 관심을 보였고, 교사연수의 필요성과 자발적 참여의지가 높게 나타났다. 향후 교육정책기관에서 이러한 교사연수가 개설된다면 현장 교사들이 적극적으로 참여할 것으로 판단된다.

둘째, 초등학교 교과목 중에서 과학교과의 AI적용 선호도가 가장 높았다. 그 이유는 과학교과의

과학지식과 탐구, 실생활과 관련된 활동 등이 다른 교과에 비해 논리적이고 구조화되어 있기 때문이다. 영역별로 지식 > 탐구 > 태도 순으로 적용 선호도를 보였고, 세 영역이 모두 가능하다는 응답은 21%였다. 이는 교사들은 선언적 지식과 절차적 지식의 학습에는 AI가 유용하지만, 흥미, 관심, 열정과 같은 정의적 학습에는 AI의 적용이 어렵다고 인식하기 때문이다. 학생들을 대상으로 한 선행연구에서도 과학 교과의 AI의 적용 선호도가 가장 높았다. 따라서 과학교과에서부터 AI를 어떻게 활용할지에 대한 지속적인 관심과 후속 연구가 필요하다.

셋째, 초등학교 과학과 분야별 AI적용 선호도는 지구와 우주 > 운동과 에너지 > 물질 > 생명 순으로 나타났다. 교사들은 초등학생의 수준에서 직접 탐구하기 어려운 활동이 많은 ‘지구와 우주’와 ‘운동과 에너지’ 분야에서 높은 선호도를 보였다. 분야별 각 단원에서 AI적용 선호도는 학생들의 직접 관찰 탐구가 어려운 ‘태양계와 별’, ‘지구와 달의 운동’, ‘우리 몸의 구조와 기능’ 등의 단원에서 높게 나타났다. 초등학생들은 구체적 조작기와 형식적 조작기의 인지적 발달 수준에 있고, 이들의 직간접적인 과학학습 경험을 증진하기 위한 AI 적용방안과 디지털 콘텐츠의 개발이 필요하다.

넷째, AI의 특징과 초등과학교육의 변화 관점을 토대로 AISE 교수학습 전략을 제안하였다. AISE 교수학습 전략은 ‘자동화’, ‘개별화’, ‘다양화’, ‘협력화’, ‘창의성’의 다섯 가지이고, 교사들은 교수설계, 수업실행, 평가 단계에서 이러한 전략을 활용할 수 있다. 후속연구로 이 연구의 AISE 교수학습 전략의 적합성과 효율성에 대한 검증이 필요하다.

마지막으로 AISE에서 창의성 전략을 실행하기 위하여 창의적 문제해결 DTMS 모델을 고안하였다. 이 모델은 경험학습이론에 근거하여 해보기, 생각하기, 만들기, 공유하기의 4단계의 교수학습과정으로 구성되어 있다. 이 모델은 기존의 창의적 문제해결학습에서 창의적 아이디어 생성과 설계에 그치지 않고, 아이디어를 실제 구현·개발하는 ‘만들기’ 단계를 강조하였고, 이는 AISE의 창의성 전략에서 핵심적인 과정이다. DTMS 모델은 학교교육뿐만 아니라 다른 교과목에서도 창의적 문제해결의 모형으로 적용될 수 있고, DTMS를 적용한 후속 연구를 통해 이 모델의 효과성에 대한 검증이 필요하다.

‘21세기의 아이들을 20세기 교사들이 19세기 교실에서 가르친다.’는 말이 있듯이 사회적 변화 속도와 교육현장의 변화 속도의 차이는 크다. 먼저, 교육정책기관에서는 사회변화에 따라 교사의 역량을 기를 수 있는 교사 연수 프로그램과 학교 환경을 최신으로 구축할 수 있는 정책들을 마련하기를 제안한다. 미래사회를 대비하기 위해서는 교육이 그 중심이 되어야 하고, 이는 공교육인 학교교육에서부터 학생들의 미래역량을 증진하기 위한 노력이 필요하다. 따라서 교육정책기관과 관련된 다른 여러 기관에서도 미래사회를 대비한 학교교육역량을 향상하기 위한 정책을 개발하고, 지속적으로 지원해주기를 바란다. 둘째, 교사와 학생들의 AI적용 선호도가 높은 과학 교과에서부터 AI가 적용되기를 기대한다. 이는 현장 교육에서 AI 적용에 대한 긍정적 동기부여와 더불어 교육현장의 혼란을 최소화할 수 있기 때문이다. 마지막으로 이 연구에서 제안한 AISE의 교수학습 전략과 DTMS의 모델을 적용한 후속연구를 통해 과학교육에서 AI를 어떻게 적용하는 것이 효과적인지에 대한 구체적인 방안들이 지속적으로 연구되기를 기대한다.

참고문헌

- An, B. J. (2018). [Myeongkyung Honorary Reporter] *Edutech Big Bang AI teacher comes out within five years*. Maeil Economy 7, Retrieved October 4, 2018, from <https://www.mk.co.kr/news/business/view/2018/10/616768/>
- Aoun, J. E. (2017). *ROBOT-PROOF: Higher education in the age of artificial intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Baek, C. H., Choi, J. H. & Lim, S. W. (2018). Review and suggestion of characteristics and quality measurement items of artificial intelligence service. *Journal of the Korean Society for Quality Management*, 46(3), 677-694.
- Cha, Y. R. (2018). Artificial Intelligence (AI) strategy in the advertising and media industry: In-Depth interview. *The Journal of the Korea Contents Association*, 18(9), 102-115.
- Choi, M, Y. & Lee, T. W. (2019). Predicting the state of AI education and changing roles of schools and teachers. *Paper Presented at the Korean Society for Computer Education Conference*, 23(2), 85-88.
- Choi, S. & Kim, H. B. (2019). Investigate the application of biology class reflecting the characteristics of virtual reality. *Biology Education*, 47(3), 263-277.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108-116.
- Dewey, J. (1986). Experience and education. In *The educational forum* (Vol. 50, No. 3, pp. 241-252). Taylor & Francis Group.
- Follows, J. (2019). The test of China's future [How AI is made in China]. Translator: Lee Woo-hyun, Seoul: Serene.
- Fry, R. & Kolb, D. (1979). Experiential learning theory and learning experiences in liberal arts education. *New Directions for Experiential Learning*, 6, 79.
- Kakao Foreign Policy Team (2018). *KAKAO AI REPORT*. Seoul: Book by Book.
- KIBS Editorial Department (2019). “Fostering AI convergence talent with the easiest AI education in the world”: [Interview] Prof. Chang Mook Kang, Dean of the department of AI convergence, Global Cyber University. *Brain*, 78, 34-37.
- Kim, C. (1996). A study of the development of procedures for selecting science-teaching-learning models that are appropriate for class content or activities. *Cheongju National University of Science Research Institute*, 17, 143-170.
- Kim, J. H. (2016). Fourth industrial revolution, education in the age of artificial intelligence. *STSS Conference on Sustainable Science*, 21-29.
- Kim, K. (2015). A self-regulated learning model development in computer programming education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(1), 21-30.
- Kim, K. & Park, Y. (2017). A development and application of the teaching and learning model of artificial intelligence education for elementary students. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 21(1), 139-149.
- KOSAF (2019). 2019 AI convergence education conference. *2019 AI Convergence Education Conference Policy Kit*.
- Kwon, Y. J., Jung, J. S., Shin, D. H., Lee J. K., Lee I. S. & Byun J. H. (2011). Generation and evaluation of scientific knowledge. Seoul: Governor.
- Lee, J. H. & Huh, N. (2018). Exploring the relationship between changes in mathematics education and artificial intelligence. *E-Mathematics Education Proceedings*, 32

- (1), 23-36.
- Lee, S. H. & Kim, Y. S. (2018). Artificial intelligence appeared in school. *Korean Information Science Society*, 36(11), 44-50.
- Lim, C. S. (2012). Development of an instructional model for brain-based evolutionary approach to creative problem solving in science. *Biology Education*, 40(4), 429-452.
- Lim, C. S. (2014). Develop and apply scientific creativity assessment formulas. *Elementary Science Education*, 33(2), 242-257.
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciampi, F., Ghafoorian, M., Laak, J. A. V. D., Ginneken, B. V. & Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60-88.
- Maderer, J. (2016). *Artificial intelligence course creates AI teaching assistant*. Georgia Tech News Center, 9. Retrieved May 9, 2016, from <http://www.news.gatech.edu/2016/05/09/artificial-intelligence-course-creates-ai-teaching-assistant>.
- Ministry of Education (2015). Practical arts (Technology & Home)/information curriculum. Ministry of Education.
- Ministry of Education (2019). Science 6-2 teacher's guide. Visang Education.
- Minsky, M.(1968). Semantic information processing. Cambridge, MA: MIT Press,
- Park, H., Bae, S., & Park, J. (2014). The likert scale attention points applied to research on attitude and interests on science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(4), 385-391.
- Park, J. H. & Shin, N. M. (2017). Analysis of awareness of artificial intelligence technology and artificial intelligence teachers: From the elementary, middle, and high School students' perspective. *Korean Teacher Education Research*, 34(2), 169-192.
- Russell, S. & Bohannon, J. (2015). Artificial intelligence. Fears of an AI pioneer. *Science*, 349(6245), 252.
- Ryu, M. Y. & Han, S. G. (2018). Educational perceptions of artificial intelligence in elementary school teachers. *Journal of Information and Education*, 22(3), 317-324.
- Shin, D. G. (2019). Explore how to use AI chatbots to improve your English writing skills. *Teacher Education*, 35(1), 41-55.
- Shin, H. W. (2018). 'Characteristics' and 'Goals' of foreign languages in the age of artificial intelligence. *Foreign Language Education*, 25(4), 133-157.
- Shin, S. I., Ha, M. S. & Lee, J. K. (2018). Exploring elementary school students' image on artificial intelligence. *Elementary Science Education*, 37(2), 126-146.
- Shin, W. (2016). The effect of the elementary science inquiry classes on pre-service elementary teachers' attitude toward science, perception of science teaching-learning and personal science teaching efficacy. *Biology Education*, 44(3), 555-568.
- Shin, W. & Shin, D. (2014). The development of intervention program for enhancing elementary science-poor students' basic science process skills. - Focus on eye movement analysis -. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(8), 795-806.
- Sohn, Y. H. (2016). Legal issues in the age of artificial intelligence. *Law and Policy Studies*, 16(4), 305-329.
- Song, J. W., Kang, S. J., Kwak, Y. S., Kim, D. G., Kim, S. H., Na, J. Y., Do, J. H., Min, B. G., Park, S. C., Bae, S. M., Son, Y., Son, J. W., Oh, P. S., Lee, J. K., Lee, H. J., Lim, H., Jung, D. H., Jung, Y. J., Jung, J. H. & Kim, J. H. (2019). Future generation science education standard. Korea Creative Foundation.
- Wilson, H. J. & Daugherty, P. R. (2018). Collaborative intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, 96(4), 114-123.
- Yoon, S. G. (2018). Social studies education in the age of artificial intelligence: Relationship with artificial intelligence. *Social Studies Education Research*, 25(2), 1-20.

신원섭, 서울교육대학교 강사(Shin, Won-Sub; Instructor, Seoul National University of Education).

† 신동훈, 서울교육대학교 교수(Shin, Dong-Hoon; Professor, Seoul National University of Education).