

## 예비교사를 위한 머신러닝 활용 물질의 상태 분류에 대한 융합교육 프로그램의 효과 분석

이소율<sup>1</sup>, 이영준<sup>2</sup>, 백성혜<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>한국교원대학교 컴퓨터교육과 Post-Doc., <sup>2</sup>한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수, <sup>3</sup>한국교원대학교 화학교육과 교수

### Analysis of Effects of Convergence Education Program about State Classification of the Matters using Machine Learning for Pre-service Teachers

Soyul Yi<sup>1</sup>, YoungJun Lee<sup>2</sup>, Sung-Hey Paik<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Post-Doct., Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

<sup>2</sup>Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

<sup>3</sup>Professor, Dept. of Chemistry Education, Korea National University of Education

**요약** 본 연구는 예비교사의 미래 교육을 위한 인공지능 융합교육 역량을 함양하고, 동시에 학생의 학습 과정에 대한 이해를 증진할 수 있는 교육 프로그램을 개발하고 효과를 분석하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해 물질의 상태 분류를 주제로 머신러닝포키즈와 스크래치3를 활용한 인공지능 융합교육 프로그램을 15주차 분량으로 개발하였다. 개발된 내용은 자발적으로 참여한 K대학교 예비교사들에게 처치되었다. 그 결과, 예비교사들은 머신러닝의 학습을 이해하는 과정을 통해 학생의 학습 과정을 비유적으로 이해할 수 있었다. 또한, 인공지능 교수효능감의 사전-사후 t검정 결과는  $t=-7.137(p<.000)$ 으로 통계적으로 유의한 향상을 보였다. 따라서 본 연구에서 개발한 인공지능 융합교육 프로그램은 교생실습 외에 비간접적인 방식으로 예비교사의 학생에 대한 이해를 높일 수 있는데 도움이 되고, 인공지능 교육 역량 함양에 기여할 수 있음이 시사된다.

**주제어** : 예비교사, 물질의 상태 분류, 화학교육, 머신러닝 교육 플랫폼, 인공지능 교수효능감

**Abstract** The purpose of this study is to develop and analyze the effects of an educational program that can cultivate artificial intelligence(AI) convergence education competency for future education and enhance students' understanding of pre-service teachers. For this end, an AI convergence education program using Machine Learning for Kids and Scratch 3 was developed for 15 weeks under the theme of classifying the state of matter. The developed program were treated by K University pre-service teachers who participated voluntarily. As a result, pre-service teachers were able to metaphorically understand the learning process of students through understanding of machine learning training process. In addition, the pre-post t-test result of AI teaching efficacy showed a statistically significant improvement with  $t=-7.137(p<.000)$ . Therefore, it is suggested that the AI convergence education program developed in this study can help to increase the understanding of the pre-service teacher's students in an indirect way other than practice teaching, and can contribute to foster AI education competency.

**Key Words** : Pre-service Teachers, State Classification of the Matters, Chemistry Education, Machine Learning Educational Platform, Artificial Intelligence Teaching Efficacy

\*This research was supported by the Ministry of Education and the National Research Foundation of Korea(NRF) (NRF-2019S1A5C2A04081191)

\*This article is extended and excerpted from the conference paper presented at KCEC 2021 winter.

\*Corresponding Author : Sung-Hey Paik(shpaik@knue.ac.kr)

Received March 28, 2022

Revised April 20, 2022

Accepted May 20, 2022

Published May 28, 2022

## 1. 서론

스마트폰의 음성인식 가상비서, 자율주행차, 온라인 쇼핑몰의 추천 시스템 등과 같은 사례처럼 우리 삶은 인공지능(artificial intelligence, AI)과 밀접하게 연관되어 있다. AI란 말 그대로 인공적인 지능, 즉, 인간의 지능을 흉내 낸 프로그램이나 시스템을 의미한다[1]. AI는 제4차 산업혁명의 중요 기술 중 하나이며, 일반적으로 다른 기술, 학문, 산업, 서비스 등과 융합되어 활용된다[2].

최근 등장한 'AI+X'라는 용어는 AI에 '다른 모든 것(X)'을 융합한다는 의미이다. 과학기술정보통신부는 인공지능을 산업·사회 전반에 접목하여 각 분야 혁신과 신시장 창출을 목적으로 하는 AI+X 프로젝트를 적극적으로 추진하고 있다[3].

교육부는 2021년 11월에 2022 개정 교육과정 총론(시안)을 발표하면서, '초·중·고 학생 디지털·AI 소양 함양 교육 강화'에 대해 강조하고 있다. 모든 교과교육을 통해 디지털 기초소양 함양 기반을 마련하고, 정보 교육과정과 연계하여 AI 등 신기술분야의 기초 및 심화 학습을 내실화하도록 제시되어있다[4]. 이처럼 국가, 사회적으로 AI 융합과 AI 융합 교육이 강조되며, AI 융합 인재를 양성하고자 노력하고 있다.

그러나 AI 융합 교육과 관련한 연구는 2020년에서야 등장하기 시작하였고, 2021년 10월 기준 학술연구정보서비스(Research Information Sharing Service, RISS)에서 '인공지능 융합' 혹은 '인공지능 융합교육'으로 검색했을 때 14편의 논문만이 검색될 정도로 선행연구가 미비한 실정이다[5].

초·중·고 학생을 위한 AI 융합 교육 연구가 중요한 시점임에 비해 연구 결과가 미비한 것과 같이, 예비교사의 AI 융합 교육 역량을 함양할 수 있는 방안에 관한 연구도 미비한 실정이다. RISS에 '예비교사 인공지능 융합 교육'과 관련한 검색어를 입력했을 때 원문 있는 논문 중 KCI 등재 기준 10편의 논문이 검색된다(2022년 3월 22일 기준). 교육의 질은 교사의 질을 넘을 수 없다는 오랜 관용구가 있다. 미래 교육 현장에서 성공적인 AI 융합교육을 하기 위해서는 예비교사를 대상으로 한 교육 방법 연구가 필요로 되는 시점이다.

또한, AI의 다양한 기술 중 하나인, 머신러닝은 사람이 자료를 통해 학습하듯이 컴퓨터에 데이터들을 입력하여 학습하게 하는 분야이다. 머신러닝의 학습 방법

중 지도학습(supervised learning)은 입력하는 훈련 데이터에 레이블(label)을 지정하여 새로운 데이터에 대한 분류(classification) 또는 회귀(regression)를 수행한다[6]. 이 과정에서 훈련 데이터셋에 불균형이 존재하거나, 잘못된 레이블을 지정한다면 편향되거나 잘못된 모델이 생성된다. 이처럼 잘못된 데이터의 입력이 잘못된 학습을 초래한다는 것을 역으로 활용한다면, 인간의 학습 과정에서 일어나는 학습 오류에 대해 유추해 볼 수 있다. 예를 들어, 교과서와 같은 교육 자료에 오류가 있다면, 이를 바탕으로 한 데이터를 입력한 머신러닝 모델은 편향되거나 올바르지 않은 결과를 제시할 것이고, 인간의 학습에서는 오개념이 형성될 것이다. 또한, 머신러닝의 지도학습에서 레이블링이 잘못된 경우에 옳지 않은 결과가 도출되는 것과 같이 교사가 잘못된 정의를 가르치거나 예시를 제시하는 경우에는 학생들의 학습 결과가 좋지 않을 것이다. 반대의 경우에서도 머신러닝의 학습과 인간의 학습은 상호 비유가 가능하다.

따라서 본 연구에서는 예비교사가 미래 교육을 위한 AI 융합교육 역량을 함양하고, 동시에 학습자의 학습 과정에 대한 이해를 증진하는 데 도움이 될 수 있도록 인공지능을 활용한 융합교육 프로그램을 개발하여 그 효과성을 살펴보고자 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 물질의 상태 분류

과학 교육에서는 학습자들이 올바른 과학 개념을 갖도록 정확히 전달하고 이해하는 것을 중요하게 여긴다. 그러나 여러 가지 요인으로 인하여 학습자에게 과학적 개념이 아닌 오개념(misconception)이 형성될 수 있다[7].

물질의 세 가지 상태인 고체, 액체, 기체에 관한 개념은 초등학교부터 중, 고등학교뿐 아니라 대학교 일반 화학에서까지 오랜 기간 널리 가르쳐지고 있는 중요한 개념이다. 따라서 물질의 상태에 대한 초·중·고등학교 학생들의 개념과 관련하여 여러 연구가 진행되어 있다.

강희준과 송정섭(2008)은 중학교 1학년 교과서 8종과 고등학교 화학2 교과서 8종을 대상으로 물질의 상태에 대한 설명을 위해서 제시된 개념 유형을 조사하였고, 이러한 개념들이 어떻게 관련되는지 분석하였다. 그 결과, 과학 교과서에서 물질의 상태에 대한 설명을 위하여 개념의 수가 적고, 제시된 개념 간에도 서로 관련

지어 설명되지 않았음을 밝혔다[8].

Nakhleh(2007)는 학생들이 화학 개념을 습득하는데 어려움을 겪는 이유가 기본적인 화학 개념에 대한 적절한 이해를 구성하지 않았기 때문으로 분석하였다[9].

백성혜, 김선경, 김영미(2008)는 중·고등학생들과 과학 교사들을 대상으로 다양한 물질의 상태 분류 기준에 대한 유형을 분석하였다. 이 연구에서 이들은 학교급 및 대상에 따라 같은 물질도 다른 상태 분류를 하는 것을 확인하였으며, 이에 대한 까닭으로 적절한 개념의 형성이 부족하여 혼란이 가중되었다고 해석하였다[10].

이을수, 박종오(2008)은 고체, 액체, 기체 세 가지 상태에 대한 구분은 오감을 이용하여 상태를 감지하는 수준인 지각적 수준에서는 이루어지고 있으나, 젤리와 같은 비결정성 상태의 물질에 대해 대부분의 초등학생과 교사들은 혼란을 겪고 있음을 나타내었다[11].

선행 연구의 분석 결과, 물질의 상태 구분에 대한 학생 및 교사의 혼란과 오개념이 여러 학교급에 걸쳐 발생하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 융합교육의 주제로 ‘물질의 상태 분류’를 선정하여, 예비교사가 학생의 학습 과정에서 야기될 수 있는 혼란, 오개념에 대해 이해하고, 그 원인을 파악하며, 학습을 위한 개념을 정교화할 수 있도록 하였다.

## 2.2 예비교사의 AI 교수효능감(AI Teaching Efficacy)

교수효능감(teaching efficacy)이란 교사가 교육을 할 때 가지고 있는 자기 자신에 대한 기대나 신념을 뜻한다[12]. 교수효능감의 기반 이론은 Bandura(1977)의 자아효능감(self-efficacy)이며, 자아효능감이란 어떤 일이나 행위를 성공적으로 수행할 수 있을 것이라는 자기 자신에 대한 기대나 신념을 의미한다[13].

과학 교수효능감이나[14], 수학 교수효능감[15]처럼 각 교과나 교육 영역에서는 그것을 가르치는 것에 대한 교사의 기대나 신념이 정의되어 있으며, 정보 교수효능감[16]과 SW 교육 교수효능감[17], 정보(SW·AI) 교수효능감[18], 그리고 AI 교수효능감[19]이 있다.

AI 교수효능감 검사도구를 개발한 이소울과 이영준(2021)은 AI 교수효능감이란 교사가 AI 교육을 수행하기 위해 가지고 있는 자기 자신에 대한 신념 정도로 정의하였다[19].

교수효능감이 높은 교사는 교육에 긍정적인 효과를

미친다[20]. 따라서 예비교사에게 AI 교수효능감을 확인하는 것은 AI를 교육할 수 있는 역량 정도를 파악하는 것으로 해석할 수 있으며, AI 교수효능감의 향상이 일어난 교육 프로그램은 교사 및 예비교사의 AI 교육 역량 증진에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다[19].

## 2.3 예비교사 대상 AI 융합교육

융합교육은 과학기술분야 인재 양성을 위해 미국과 영국에서 고안된 STEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics) 교육에서 시작되어 우리나라에서는 STEAM(Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) 교육 혹은 융합인재교육, 창의·융합교육 등의 여러 용어가 사용되고 있다[21]. 연구자나 사용 국면에 따라 융합교육과 관련한 용어가 다양하게 활용되고 있지만 일반적으로 두 가지 이상의 교과목이나 학문, 주제 등을 융합하여 교육하는 것을 융합교육이라고 한다[22].

최근 제4차 산업시대에 접어들며 AI의 융합이 국가적, 사회적으로 중요하게 여겨지고 있다. 2022 개정 교육과정 총론(시안)에서는 모든 교과에서 디지털 소양과 AI 역량을 함양할 수 있도록 제시하고 있다[4]. 즉, 모든 교과와 AI가 융합되어야 한다는 것이다. 따라서 AI를 기반으로 교과교육을 하거나, 교과교육을 통해 AI 교육을 실시할 수 있다. 두 가지 이상의 교과목이나 학문, 주제가 융합되었기 때문에 이와 같은 교수·학습 활동을 AI 융합교육이라고 정의할 수 있다.

이제는 정보과 교사 뿐만 아니라 모든 교사를 대상으로 한 AI 융합교육 역량이 필요로 되고 있으며, 특히 미래 교육을 위해서는 앞으로 배출될 예비교사의 AI 융합교육 역량 함양이 중요한 시점이다.

현재 RISS에 ‘예비교사’, ‘인공지능’, ‘AI’, ‘융합교육’ 등을 종합하여 검색했을 때 나오는 KCI 등재 이상 논문 중, SW 교육이나 피지컬 컴퓨팅, 디자인, 인식 및 요구 조사 등 AI에 대한 내용 요소가 없는 논문들을 제외하면 3편의 논문이 예비교사 대상의 AI 융합교육과 관련하여 선행 연구된 것으로 파악된다(2022년 3월 22일 기준).

김성애, 박정호, 전수진, 최정원(2022)은 예비교사의 전문성을 신장시키기 위하여 국내외 인공지능 교육 관련 문헌 분석을 기반으로, 16명의 전문가 집단과 2회의 델파이 조사를 실시하여 2개의 대영역, 6개의 중영역,

36개의 내용 요소로 구성되는 내용 체계를 개발하였다 [23]. 이 연구는 AI 융합교육이 아닌 AI 교육에 대한 논의가 이루어졌지만, 예비교사의 교육 전문성 함양에 초점을 두어 내용 체계를 구조적으로 조직했다는 점에서 의의가 있었다.

전형기, 김영식(2021)은 예비교사의 창의융합역량을 함양할 수 있도록 피아제 스키마 이론을 기반으로 교육 모형을 설정하였고, 드론을 활용한 AI 융합 교육 프로그램을 개발하여 창의융합역량의 향상을 확인하였다 [24]. 이 연구에서는 교육 내용을 AI가 포함된 융합 문제를 분해하여 SW 기초부터 학습할 수 있도록 구성했다는 점에서 의의가 있다.

김정렬(2021)은 예비교사의 AI융합 영어 교수능력 향상을 위하여 문헌 연구, 초점집단 인터뷰(focused group interview, FGI) 등의 분석을 통해 영어 교육에 필요로 되는 AI 기술과 활용 방법을 추출하였고, 그 결과, 챗봇, AI 스피커, 영어 학습 로봇, AI 번역기 활용 등의 내용이 포함된 15주차 분량의 강의를 계획하였다 [25]. 이 연구에서는 다양한 AI 기술을 교과교육 방법에 적용하였다는 점에서 의의가 있다.

#### 2.4 교육용 프로그래밍 언어와 AI 교육 플랫폼

본 연구에서 활용할 도구를 선정하기 위하여 다양한 교육용 프로그래밍 언어와 AI 교육 플랫폼을 비교, 분석하였다.

C나 Java, Python과는 달리, 컴퓨터 프로그래밍의 원리와 개념을 쉽게 학습할 수 있도록 교육용으로 개발된 언어를 교육용 프로그래밍 언어라고 한다[16]. 교육용 프로그래밍 언어에는 다양한 것들이 있지만, 그 중 스크래치 3는 전세계적으로 활용되는 비주얼 기반 프로그래밍 언어이며 다양한 플랫폼과 호환성이 높다 [26]. 따라서 본 연구에서는 활용 언어로 스크래치3를 선정하였다.

또한, AI 교육의 중요성이 강조됨에 따라 다양한 AI 교육 플랫폼이 개발되어 있다. 구글(google)에서는 Experiments with Goolge을 통해 티처블 머신, 퀵드로우 등 머신러닝, 딥러닝과 관련한 개념을 체험, 학습, 사용할 수 있도록 지원해 주고 있다[27]. 하지만 여기에서는 바로 프로그래밍을 할 수 있는 기능은 지원해 주지 않기 때문에 선정에서 제외되었다.

우리나라 교육용 프로그래밍 언어 학습 플랫폼인 엔

트리(entry)에서 데이터 시각화와 AI 기능을 제공하고 있다[28]. 그러나 상대적으로 오류가 발생하는 빈도가 다소 있는 편이라 선정에서 제외했다.

본 연구에서 채택한 AI 교육 플랫폼은 머신러닝포키즈(Machine Learning for Kids, ML4K)이다. ML4K는 IBM의 AI API를 활용하여 머신러닝의 개념과 원리를 학습할 수 있도록 지원해주는 플랫폼이다. 여기에서 사용할 수 있는 데이터 형태는 텍스트, 숫자, 이미지, 소리와고, 스크래치3을 비롯하여 파이썬, 앱인벤터를 프로그래밍 언어로 지원해 준다[29]. ML4K에서는 지도학습(supervised learning)으로 머신러닝 모델을 생성해 준다. 생성한 머신러닝 모델을 플랫폼 내의 교육용 프로그래밍 언어로 프로그래밍할 수 있다. ML4K에서 머신러닝 모델을 생성하기 위해서는 프로젝트 생성 - 사용할 데이터 타입 결정 - 레이블 생성 - 훈련 데이터 입력의 순서를 거치게 되는데, 이 과정이 매우 시각적이고, 직관적이기 때문에 사용자들은 데이터의 편향성이나 오류에 대해 명시적으로 파악할 수 있다는 강점이 있다.

따라서 ML4K는 여러 융합교육 관련 연구에서 활용되었다. 민설아, 전인성, 송기상(2021)은 초등학교를 대상으로 ML4K와 스크래치3을 활용하여 STEAM 기반 인공지능 융합 수업 10차시를 개발하였다. 이 연구에서는 '국가기관의 역할을 입력하면 국회, 정부, 법원 등 해당 기관을 찾아주는 머신러닝 기반 프로그램 제작하기'와 이미지 인식 기능을 활용하여 '투표와 관련한 이미지 탐색 및 선정하기'를 프로그래밍할 수 있도록 개발하였다. 두 가지 주제 모두 각각의 레이블에 따라 텍스트, 이미지를 분류할 수 있도록 설계되었다[30].

이소율과 이영준(2021)은 고등학교를 대상으로 화학2의 교과 내용 중 '분자 구조의 이해'를 돕기 위하여 ML4K와 스크래치3을 활용하는 융합교육을 개발하였다. 학생들은 분자의 여러 특성 중 분자 구조와 관련한 요소를 추출한 뒤, 분자 구조에 따라 레이블을 생성하여 몇 가지 분자 정보를 입력하여 머신러닝 모델을 생성한다. 생성된 머신러닝 모델을 활용하여 새로운 분자의 정보를 넣으면 이에 따른 분자 구조를 분류하여 제시할 수 있도록 설계되었다[31].

이처럼 ML4K와 스크래치3를 활용한 융합교육은 주로 '분류'를 위한 주제를 많이 다루고 있다. 따라서 물질의 상태 분류에 대한 주제도 ML4K와 스크래치3을 활용한 융합교육에 적합하다고 볼 수 있다.

### 3. 연구 방법

#### 3.1 실험 설계

본 연구는 다음 Fig. 1과 같이, 단일 집단을 대상으로, 처치의 사전, 사후에 각각 AI 교수효능감 검사 도구가 투입되도록 실험을 설계하였다.

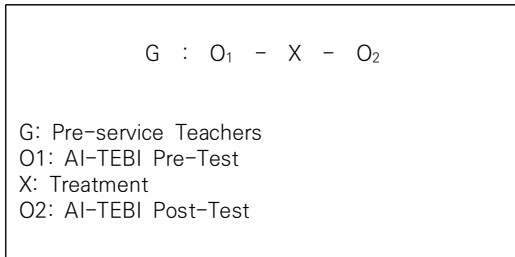


Fig. 1. Design of Experiment

#### 3.2 실험 대상

본 연구의 실험 대상은 2020년 2학기 K대학교의 교양 강좌를 수강하는 학생 중, 자발적으로 실험에 참여한 20명이다. 실험 대상은 Table 1과 같은 기본 배경을 가지고 있다.

Table 1. General Background of Participants (N=20)

Category		Number(%)
Gender	Male	9(45.0)
	Female	11(55.0)
Grade	1st	7(35.0)
	2nd	4(20.0)
	3rd	9(45.0)
	4th	0(0.0)
Experience about SW Education	Yes	10(50.0)
	No	10(50.0)
Major	Geography Education	4(20.0)
	Earth Science Education	3(15.0)
	Physical Education	2(10.0)
	Others	11(55.0)

#### 3.3 측정 도구

본 연구에서 활용한 검사 도구는 이소율, 이영준 (2021)이 개발한 예비교사를 위한 AI 교수효능감 검사 도구(AI teaching efficacy belief instrument, AI-TEBI)이다. AI-TEBI는 5개 영역, 30문항으로 이루어져 있으며, Cronbach  $\alpha = .893$  으로 높은 신뢰도가 확보된 검사도구이다[19]. Table 2에 AI-TEBI의 구성 내용을 제시하였다.

Table 2. Consist of AI-TEBI[19]

Area	Factors	Items
Personal AI Teaching Efficacy (PATE)	Personal Efficacy	8
	Pedagogical Content Knowledge	
	Technological, Pedagogical Content Knowledge	
AI Concept Cognition (AICC)	AI Utilization Concept	7
	Relevance of AI to Computer Science	
	Relevance of AI to Society	
AI Teaching Outcome Expectancy (ATOE)	General Outcome Expectancy	7
	Outcome Expectancy toward Students	
	Outcome Expectancy toward Society	
Attitude toward AI Social Effect (ATSE)	Attitude toward Social Effect of AI	4
	Attitude toward Empathy with AI	
Interaction with AI (IWAI)	Attitude toward Interaction with AI	4
	Attitude toward Communication with AI	
Total Number of Items		30

#### 3.4 처치 내용

##### 3.4.1 개발 절차

본 연구에서 머신러닝 활용 물질의 상태 분류에 대한 융합교육 과정을 개발하기 위한 절차는 다음과 같다.

첫째, 본 연구와 관련된 선행 연구들을 분석하여, 물질의 상태 분류라는 주제와, 머신러닝 교육 플랫폼으로 ML4K, 프로그래밍 언어로 스크래치 3를 선정하였다.

둘째, 예비교사의 프로그래밍 관련 교육 경험 여부를 참고하여 학습 내용을 조직하였다. 초반의 교육 내용으로는 교육용 프로그래밍 언어를 학습하고, 인공지능과 융합교육에 대한 이해를 토대로 문제를 해결할 수 있도록 구성하였다.

셋째, 개발된 내용은 화학교육과 교수 1인, 컴퓨터교육과 교수 1인, 컴퓨터교육 전공의 박사 1인, 융합교육 전공의 박사 1인, 현직 교사 2인의 전문가 검토를 통해 내용 타당도를 확보하였다.

##### 3.4.2 개발 내용

개발된 구체적인 내용은 Table 3과 같다. 이 교육과정은 총 15주 동안 6단계의 교육 프로그램

이 적용될 수 있도록 계획되었다. 이 중, 1, 2단계는 스크래치와 ML4KIDS에 대한 이해를 위해 구성되었고, 3, 4단계에서는 물질의 상태 분류를 위한 머신러닝 활용 프로그램의 기본 개발 과정을 학습하게 된다. 5단계에서는 학습자들이 팀 프로젝트로 더 잘 분류할 수 있는 프로그램으로 개선하고, 6단계에서 개선된 프로그램을 시연, 확인, 자기반성 및 피드백의 과정을 진행했다.

**Table 3. Curriculum of AI Convergence Education using ML4K for Classifying of the Matters**

Steps	Weeks	Contents
1	1-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understanding Scratch 3.0 Programming</li> <li>1. Signing into and exploring Scratch 3.0</li> <li>2. Learning how to write programs using Scratch 3.0</li> <li>3. Making simple programs using Scratch 3.0</li> </ul>
2	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understanding ML4KIDS</li> <li>1. Signing in, setting API(Application Programming Interface), and exploring ML4KIDS</li> <li>2. Practice how to code and utilize 4 types of data</li> </ul>
3	6-8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Development Program for Classifying the State of Matter Using ML4KIDS</li> <li>1. Review the textbooks, curriculum, and content about the three states of matter at the elementary school level</li> <li>2. Development of solid, liquid, and gas classification program using ML4KIDS</li> </ul>
4	9-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>Checking the Results</li> <li>1. Inputting materials into individually developed programs and checking the classification results and operation status</li> <li>2. Debugging in case of a problem</li> <li>3. Entering the matters individually and checking the classification results and operation status</li> </ul>
5	11-12	<ul style="list-style-type: none"> <li>Team Project</li> <li>Developing programs that can resolve classification errors by teams</li> </ul>
6	13-15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenting Team Projects and Checking the Results</li> <li>1. Presenting programs created by each team</li> <li>2. Checking the results of matter classification presented by each team</li> <li>3. Self-reflection and feedback</li> </ul>

3, 4단계의 첫 번째는 물질의 상태 분류에 대한 데이터를 확보하기 위해 초등학교 3학년 과학 교과서에서 나타난 고체, 액체, 기체에 대한 내용을 분석하는 것이었다. 고체와 액체는 눈에 보이지만 기체는 투명하다고 제시된 내용을 Table 4와 같이 정리하였다.

**Table 4. Classification Criteria for Solids, Liquids, and Gases Presented in Korean Elementary School Science Textbooks**

Criteria	Solid	Liquid	Gas
Is it visible?	Visible	Visible	Transparent
Can it be grabbed?	grabbed	Not grabbed	Not grabbed
Does it have hard properties?	With hard properties	No hard properties	No hard properties
Does it have a fixed shape regardless of the container?	Fixed shape	Changes shape according to the container	Changes shape according to the container
Does it have a fixed volume regardless of the container?	Fixed volume	Fixed volume	Changes volume according to the container
Does it flow?	Not flow	Flow	Flow
Does it fill the space with a small amount?	Does not fill the space	Does not fill the space	Fills the space
Examples	a wood block, plastic, a book, an eraser, scissors, a pencil	water, orange juice, milk	air

위의 내용을 Table 5와 같이 1과 0으로 표현하였다.

**Table 5. Labels, Features, and Training Data for Model of Classifying the State of Matter**

	Solid	Liquid	Gas
Visible	1	1	0
Grab	1	0	0
Hard	1	0	0
Shape	1	0	0
Volume	1	1	0
Flow	0	1	1
Full	0	0	1

이렇게 정리된 데이터들은 ML4K에서 숫자 타입의 머신러닝 모델을 생성하기 위해 입력되고, 훈련되었다. 훈련이 완료된 머신러닝 모델을 활용하여 Fig. 2의 코드 스크립트를 작성하였고, Fig. 3은 프로그램의 실행 예시이다.

Fig. 2. Code Script



Fig. 3. Example of Program Execution

### 4. 연구 결과

#### 4.1 팀 프로젝트 결과

본 연구에 참여한 예비교사들은 5명씩 총 4팀으로 구성되어 물질의 상태 분류 프로그램의 개선을 위한 프로젝트를 실시하였다.

4팀 중 3팀은 Table 6과 같이 훈련 데이터의 구성을 수정하였다. 예를 들어, 일부 기체는 눈에 보이지도 한다는 점에서 Visible이라고 하는 특성이 분류 기준으로 적합하지 않다고 판단하여 삭제하고, 가루 물질인지의 여부(Powder)를 고체의 특성 중 하나로 추출하여 추가하는 등이다.

Table 6. Team Project Case of Revised Labels, Features, and Training Data Sets

	Solid		Liquid	Gas
Grab	1	0	0	0
Shape	0	0	1	1

	Solid			Liquid	Gas
Volume	1	1	1	1	0
Full	0	0	0	0	1
Powder	0	0	1	0	0

이에 대한 물질의 상태 분류를 위한 입력과 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Example of Input Values and Classification Results for Various Objects

	Pudding	Lotion	Fog 1	Fog 2	Dust
Grab	1	0	0	0	0
Shape	0	1	1	1	0
Volume	1	1	0	1	1
Full	0	0	1	0	0
Powder	0	0	0	0	1
Expectation	Solid	Liquid	Liquid	Liquid	Solid
Result	Solid	Liquid	Gas	Liquid	Solid

예비교사들은 안개에 대한 값을 입력할 때, 처음에는 안개가 일정한 부피 없이 적은 양으로도 모든 공간을 채울 수 있다고 판단한 값을 넣었고(Fog 1), 그 결과 기체로 분류하였다. 하지만 일부 예비교사들이 안개가 일정 지역에서만 피어오르는 특징 때문에 일정한 부피가 있다고 판단해야 하며, 따라서 공간을 가득 채우지 못한다고 논의함에 따라 Table 7의 Fog 2와 같이 입력하였다. 입력 결과, 예상한 것과 같이 액체로 분류되었다.

먼지의 경우, 이것을 '먼지 덩어리'에 대해 입력할 것인지, 작은 '먼지 알갱이 하나'에 대해 입력할 것인지에 대해 예비교사들 간 논의 끝에, 후자의 경우로 보고 해당 특성을 입력하였고, 고체로 분류되었다.

나머지 1팀은 Fig. 4와 같이 결정 트리(Decision Tree)를 기반으로 프로그램을 작성하였다.

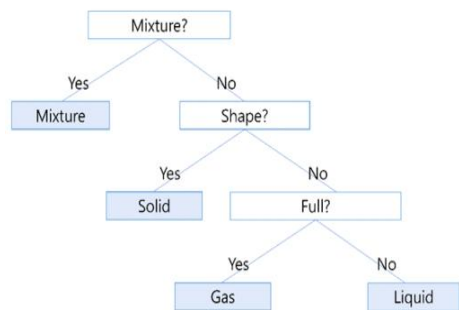


Fig. 5. Decision Tree for Classification Program

이 팀은 혼합물의 여부 확인 후, 순물질의 경우에 모양이 일정하지, 적은 양으로도 공간을 가득 채울 수 있는지에 대한 두 가지 판단을 기준으로 물질의 세 가지 상태를 구분할 수 있다고 보았다.

이 팀은 분류를 위해서 규칙 기반 AI 프로그램을 작성했고, 입력을 위한 자연어 텍스트를 머신러닝 모델을 활용하여 '예'와 '아니오'로 구분할 수 있도록 개선하였다. 예를 들어, 분류를 위한 기준 질문이 주어졌을 때, 사용자가 '네, 그렇습니다', '맞아요'와 같은 긍정적인 언어를 입력한 경우 yes로, '그렇지 않아요', '아닙니다'와 같은 부정의 언어를 입력한 경우 no로 분류하도록 머신러닝 모델을 개발하고 프로그램에 적용한 것이다. 이 팀의 여러 가지 물질의 상태 분류 결과 Table 8과 같이 나타났다.

**Table 8. Another Example of Input Values and Classification Results for Various Objects**

	Mercury	Fog	Sugar	Dust
Mixture	no	no	no	no
Shape	no	no	no	no
Full	no	no	no	yes
Expectation	Liquid	Liquid	Solid	Solid
Result	Liquid	Liquid	Liquid	Gas

수은과 안개의 경우 예상과 결과가 일치했지만, 설탕과 먼지의 경우 그러지 못했다. 설탕을 입력할 때, 혼합물인가에 대한 응답으로 아니라고 하였고, 모양이 일정한가의 질문에는 앞선 먼지에 대한 논의와 비슷한 맥락으로 여러 의견이 있었다. 하지만 이 팀은 설탕 한 스푼과 같은 여러 입자의 모임을 하나의 물질로 보고 모양이 일정하지 않다고 입력했으며, 적은 양으로도 공간을 가득 채우는지에 대한 특성은 없다고 입력했다. 그 결과, 액체로 분류된 것이다. 이 팀의 먼지에 대한 분류에서도 '먼지 덩어리'에 대한 특성을 입력하였기 때문에 기체로 분류되는 결과가 나타났다.

이와같은 과정을 통해 예비교사들은 발표, 토론을 하면서, 관점에 따라 입력할 특성이 다른 경우에는 분류 결과가 다르게 나올 수 있음을 인식하였다. 또한, 아예 머신러닝 모델 자체가 잘못된 훈련 데이터로 학습되었거나, 충분한 훈련 데이터가 입력되지 않았을 경우, 올바른 결론이 나오지 않는 결과가 나타난다는 것도 이해하게 되었다. 이러한 것은 비단 머신러닝의 학습뿐 아니라 학생의 학습 과정에서도 일어날 수 있음을 상호토론을 통해 스스로 도출하였다.

**4.2 AI 교수효능감의 사전-사후 변화**

본 연구의 1주차 처음과 15주차 마지막에 투입된 AI-TEBI의 통계 분석을 위해 사용한 프로그램은 Microsoft Excel과 IBM SPSS 21이다.

실험집단의 표본의 크기가 20명으로  $10 \leq n < 30$ 에 해당하기 때문에 실험집단의 사전-사후 검사 결과가 정규성을 만족하는지 확인이 필요했다. 따라서 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검사를 실시하였고, Table 9에 제시한 것과 같이 사전 및 사후 검사 결과 모두 정규성을 만족한 것으로 나타났다.

**Table 9. Result of Normality Test (N=20)**

	Mean	SD	Max	Min	Stat	p
Pre-test	3.245	.248	3.361	3.129	.943	.272
Post-test	3.988	.405	4.178	3.799	.959	.515

\*p < .05

예비교사들의 AI-TEBI 사전-사후 검사에 대한 t-검정 결과는 Table 10와 같다.

**Table 10. Paired t-test result of Pre-Post AI-TEBI (N=20)**

	Mean	SD	t	p
Pre-test	3.245	.248	-7.137	.000***
Post-test	3.988	.405		

\*\*\*p < .001

사전에 비해 사후 결과가 상승하였으며, 이러한 결과는 유의확률 .001에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 하위 요소에 대한 t검정 결과는 Table 11과 같다.

**Table 11. Paired t-test result of Pre-Post AI-TEBI according to Area (N=20)**

Area	Classify	Mean	SD	t	p
Personal AI Teaching Efficacy (PATE)	Pre	2.863	.642	-4.972	.000
	Post	3.975	.584		
AI Concept Cognition (AICC)	Pre	3.957	.321	-5.071	.000
	Post	4.550	.348		
AI Teaching Outcome Expectancy (ATOE)	Pre	3.300	.307	-6.248	.000
	Post	4.043	.564		
Attitude toward AI Social Effect (ATSE)	Pre	3.225	.479	-2.534	.020
	Post	3.688	.653		
Interaction with AI (IWAI)	Pre	2.688	.493	-2.910	.009
	Post	3.238	.759		

\*\*\*p < .001, \*\*p < .01, \*p < .05



예비교사들은 AI 교육에 대한 개인 교수효능인 PATE 영역을 비롯하여, AI에 대한 개념 인식인 AICC, AI 교육에 대한 결과 기대인 ATOE, AI가 사회에 미치는 영향에 대한 태도인 ATSE, AI와의 상호작용에 대한 인식인 IWAI까지 모두 유의확률 .05 이하에서 통계적으로 유의한 향상을 나타내었다.

따라서 본 연구에서 개발한 머신러닝 활용 융합교육은 예비교사의 AI 교수효능감의 향상에도 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

### 5. 결론 및 제언

본 연구에서는 예비교사에게 학습자의 학습 과정에 대한 이해를 증진하고, AI 융합교육 역량을 함양할 수 있도록 머신러닝을 활용한 물질의 상태 분류 융합교육 프로그램을 개발하여 효과성을 살펴보았다.

이 연구에 참여한 예비교사들은 머신러닝의 학습을 통해 학생의 학습 과정에 대한 이해를 높일 수 있었다. 예비교사의 발표 및 토론 과정에서, 학생이 학습을 할 때도 머신러닝 모델의 학습이나 프로그램의 데이터 입력에서 발생한 경우들과 마찬가지로 상황이 있을 수 있음이 제기되었다. 예비교사들은 학생들에게 주어진 학습 자료가 편향되거나, 학습 자료가 잘못되거나, 판단 기준이 일정하지 않거나, 판단 기준이 잘못 세워졌거나, 일정한 관점이 세워지지 않거나, 충분한 양의 학습이 주어지지 않거나, 다양한 사례가 없다면 제대로 된 학습의 결과를 나타내지 않을 수 있음을 인식하게 되었다.

또한, 이들을 대상으로 사전-사후에 처치한 AI 교수 효능감은 전체 값을 비롯하여 모든 하위 영역의 값이 통계적으로 유의한 상승을 나타내었다.

따라서 본 연구에서 개발 및 처치한 내용은 예비교사의 AI 교육 역량과 학습 과정의 이해에 긍정적인 영향을 주었음을 확인할 수 있었다.

이러한 본 연구 결과를 통해 AI 융합교육은 예비교사가 학생들을 직접 교육하거나 마주하지 않더라도 학습의 과정에 대한 이해를 도울 수 있으며, 동시에 AI 교육 역량 함양에도 기여할 수 있다는 점이 시사된다.

그리고 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 예비교사뿐만 아니라 비 정보과 현직 교사를 대상으로 수정하여 연수에 활용될 수 있다.

하지만 본 연구의 대상은 단일 집단으로 구성되어 있어 통계분석 결과에 신뢰가 다소 취약할 수 있다. 추

후 엄밀한 실험 설계를 통해 통계 집단과의 비교가 요구된다.

또한, 물질의 상태 분류 외의 다른 주제를 개발하거나 통합하여 예비교사를 위한 더욱 다양한 AI 활용 융합교육 프로그램의 개발과 그 효과성 연구가 필요로 된다.

### REFERENCES

- [1] S. Russell & P. Norvig. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. NJ: Pearson.
- [2] K. Schwab. (2017). *The fourth industrial revolution*, Geneva: World Economic Forum, pp. 1-73.
- [3] H. J. Jeon. (2021.02.02.). *Including the artificial intelligence convergence project (AI+X), the public offering for 18 new projects KRW 40.7 billion started in '21*. (Online). <http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=20161>
- [4] Ministry of Education. (2021.11.24.). *Announcement the main importance of the 2022 revised curriculum overview* (Online). <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=89671&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>
- [5] Y. H. Kim. (2021). Research Subject Trend Analysis on AI Education with Network Text Analysis on Korean Journals. *Journal of Educational Innovation Research*, 31(4), 197-217. DOI : 10.21024/pnuedi.31.4.202112.197
- [6] R. Mitchell, J. Michalski & T. Carbonell. (2013). *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*. Berlin: Springer.
- [7] J. P. Smith III, A. A. DiSessa & J. Roschelle. (2009). Misconceptions Reconceived: A Constructivist Analysis of Knowledge in Transition. *Journal of the Learning Sciences*, 3(2), 115-163. DOI : 10.1207/s15327809jls0302\_1
- [8] H. J. Kang & J. S. Song. (2008). The Analysis of Concept Patterns and The Relevance of the States of Matter presented in Science Textbook. *SECONDARY EDUCATION RESEARCH*, 56(3), 271-292. DOI : 10.25152/ser.2008.56.3.271
- [9] M. B. Nakhleh. (1992). *Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions*. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196. DOI : 10.1021/ed069p191.
- [10] S. H. Paik, S. K. Kim & Y. M. Kim. (2008). Type Analysis of Secondary School Students' and

- Science Teachers' Criteria for Classifying States of Various Matter. *Journal of the Korean Chemical Society*, 52(5), 569-579.  
UCI : G704-000364.2008.52.5.004
- [11] E. S. Lee & J. H. Park. (2008). The Investigation of the Concept of Matter State of the Elementary Students and Teachers. *Journal of Research in Curriculum Instruction*, 12(1), 183-200.  
DOI : 10.24231/rici.2008.12.1.183
- [12] P. Ashton. (1984). Teacher efficacy: A motivational paradigm for effective teacher education. *Journal of teacher education*, 35(5), 28-32.  
DOI : 10.1177/002248718403500507
- [13] A. Bandura. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological review*, 84(2), 191-215.  
DOI : 10.1037/0033-295X.84.2.191
- [14] H. N. Kim. (2010). An Analysis of Elementary Science Teaching Efficacy. *Journal of educational studies*, 41(1), 97-118.  
UCI : G704-001618.2010.41.1.002
- [15] M. B. Kang & J. H. Kim. (2014). The Development of Mathematics Teaching Efficacy Instrument. *Journal of Elementary Mathematics Education in Korea*, 18(3), 519-537.  
UCI : G704-SER000010591.2014.18.3.009
- [16] S. Y. Yi & Y. J. Lee. (2017). The Development of Teachers' Training Course about Educational Programming Language to Enhance Informatics Teaching Efficacy for Elementary School Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 20(5), 35-47.  
DOI : 10.32431/kace.2017.20.5.003
- [17] S. Y. Yi & Y. J. Lee. (2018). Development of Software Education Teaching Efficacy Belief Instrument for Elementary School Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 21(6), 93-103.  
DOI : 10.32431/kace.2018.21.6.008
- [18] H. J. Park, H. S. Kim., J. I. Choi & Y. J. Jeon. (2021). Development of Teaching Efficacy Instrument in Informatics(Software and AI) Subject. *The Journal of Korean association of computer education*, 24(4), 39-52.  
DOI : 10.32431/kace.2021.24.4.004
- [19] S. Y. Yi, S. W. Kim & Y. J. Lee. (2021). Development of Teaching Efficacy Belief Instrument about Artificial Intelligence for Pre-service Teachers. *The Journal of Korean association of computer education*, 24(1), 47-61.  
DOI : 10.32431/kace.2021.24.1.006
- [20] S. Gibson & M. H. Dembo. (1984). Teacher efficacy: A construct validation. *Journal of educational psychology*, 76(4), 569-582.  
DOI : 10.1037/0022-0663.76.4.569
- [21] B. Y. Park & H. N. Lee. (2014). Development and Application of Systems Thinking-based STEAM Education Program to Improve Secondary Science Gifted and Talented Students' Systems Thinking Skill. *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(3), 421-444.
- [22] S. Y. Yi & Y. J. Lee. (2021). Development of Artificial intelligence Education based Convergence Education Program for Classifying of Reptiles and Amphibians. *Journal of Convergence for Information Technology*, 11(12), 168-175.  
DOI : 10.22156/CS4SMB.2021.11.12.168
- [23] S. A. Kim, J. H. Kim. S. J. Jeon & J. W. Choi. (2022). Development of a contents system to enhance the professionalism of Artificial Intelligence education for pre-service teachers. *Journal of the Korean Institute of industrial educators*, 47(1), 22-44.  
DOI : 10.35140/kiiedu.2022.47.1.22
- [24] H. K. Jeon & Y. S. Kim. (2021). Effect of Anchored AI:SW Convergence Program Using Drones for Pre-service Teachers on Creativity and Convergence Capabilities. *The Journal of Korean association of computer education*, 25(1), 83-92.  
DOI : 10.32431/kace.2022.25.1.008
- [25] J. R. Kim. (2021). A Pre-Service Teachers' Syllabus Development for AI-based Elementary English Teaching Proficiency Enhancement. *Journal of Education Science*, 23(3), 79-104.
- [26] Scratch. (2022). *Scratch - Image, Program, Share*. Scratch (Online). <https://scratch.mit.edu>
- [27] Google. (2022). *Experiments with Google*. Experiments with Google. (Online). <https://experiments.withgoogle.com/>
- [28] Naver Connect Foundation. (2022). *Entry - We can be everything*. Entry (Online). <http://playentry.org>
- [29] Dale Lane. (2022). *Introduction of Machine Learning for Kids*. Machine Learning for Kids (Online). <https://machinelearningforkids.co.uk/>
- [30] S. A. Min, I. S. Jeon & K. S. Song. (2021). The Effects of Artificial Intelligence Convergence Education using Machine Learning Platform on STEAM Literacy and Learning Flow. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 26(10), 199-208.  
DOI: 10.9708/jksoci.2021.26.10.199
- [31] S. Y. Yi & Y. J. Lee. (2021). Development of

Convergence Education Program for 'Understanding of Molecular Structure' using Machine Learning Educational Platform. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(6), 961-972.  
DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.6.961

이 소 율(Soyul Yi)

[정회원]



- 2007년 2월 : 춘천교육대학교 초등교육(학사)
- 2017년 2월 : 한국교원대학교 초등컴퓨터교육(석사)
- 2020년 2월 : 한국교원대학교 초등컴퓨터교육(박사)

- 2010년 3월 ~ 2020년 3월 : 초등교사
- 2020년 3월 ~ 현재 : 한국교원대학교 컴퓨터교육 Post-Doc.
- 관심분야 : 정보·SW·AI 교육, 융합교육, 교사교육
- E-Mail : soyulyi@knue.ac.kr

이 영 준(Youngjun Lee)

[정회원]

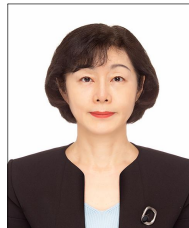


- 1988년 2월 : 고려대학교 전산과학과(이학사)
- 1990년 6월 : 미국 미시간주립대학교 전산학(M.S.)
- 1994년 5월 : 미국 미네소타대학교 전산학(Ph.D.)

- 2003년 3월 ~ 현재 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
- 관심분야 : 정보통신교육, 지능형시스템, 학습과학, AI 교육, 융합교육
- E-Mail : yjlee@knue.ac.kr

백 성 혜(Sung-Hey Paik)

[정회원]



- 1987년 2월 : 서울대학교 화학교육과(학사)
- 1989년 2월 : 서울대학교 대학원 과학교육과(석사)
- 1992년 2월 : 서울대학교 대학원 과학교육과(박사)

- 1995년 9월~ 현재 : 한국교원대학교 화학교육과 교수
- 관심분야 : 과학교육, 융합교육, 교사교육, TPACK
- E-Mail : shpaik@knue.ac.kr