

초등과학 실시간 쌍방향수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램의 개발과 적용 - ‘식물의 생활’ 단원을 중심으로 -

김혜란 · 최선영[†]

Development and Application of Artificial Intelligence STEAM Program for Real-time Interactive Online Class in Elementary Science - Focused on the Unit of ‘Life of Plant’ -

Hye-Ran Kim · Sun-Young Choi[†]

국문 초록

본 연구의 목적은 초등과학 실시간 쌍방향수업을 위하여 인공지능 융합교육프로그램을 개발하고 그 효과로 과학학업성취도와 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보는 것이다. 적용 단원은 초등학교 4학년 과학 ‘식물의 생활’이다. 이 단원은 주로 암기 중심의 학습이 이루어지고 가르치기에 어려운 단위이다. 개발된 프로그램의 주제는 ‘식물박사 인공지능 챗봇 만들기’이다. 본 연구의 결과는 다음과 같다. 본 연구에서 개발한 프로그램은 초등학생의 과학학업성취도와 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미쳤다. 따라서 초등과학 쌍방향 수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램은 학생들의 과학학업성취도와 창의적 문제해결력 향상에 효과적이다. 그리고 인공지능융합교육 이론, 방법 및 실습에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

주제어: 인공지능 융합교육프로그램, 실시간 쌍방향수업, 인공지능 챗봇, 과학학업성취도, 창의적 문제해결력

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop an artificial-intelligence STEAM program for real-time interactive online class for elementary science and to analyze its effect on science academic achievement and creative problem-solving ability. The applied unit was 'Life of plant', a 4th grade science subject with high difficulty in teaching and learning mainly by memorization. The theme of the program is 'Creating a doctor of plant artificial intelligence chatbot'. The results of this study were as follows: The program developed in this study had a positive effect on elementary school students' science academic achievement and creative problem-solving ability. Therefore, the artificial intelligence STEAM program for elementary science interactive online class is effective in improving students' scientific academic achievement and creative problem-solving ability, and further research on artificial intelligence STEAM education theory, method, and practice is required.

Key words: artificial intelligence STEAM program, real-time interactive online class, artificial intelligence chatbot, science academic achievement, creative problem-solving ability

I. 서 론

초등과학 4학년 ‘식물의 생활’ 단원은 주변에 있는 식물을 관찰하여 식물의 다양성을 이해하고, 사는 곳에 따라 식물의 생김새와 생활 방식이 환경에 적응한 모습을 알게 하는 것이다(Ministry of Education, 2020b). 그러나 이 단원은 식물의 생김새를 관찰하고 분류하는 활동이 반복돼 학생들이 흥미를 잃고 어려워하며(Ham & Lee, 2016), 시간간의 제약 때문에 교사들도 지도하기가 어려워하는 단원이다(Ko & Hong, 2019).

이러한 문제점을 극복하기 위해 그동안 다양한 연구가 이루어졌다(Bae, 2017; Ham & Lee, 2016; Kim & Choi, 2021; Moon & Hong, 2019). 특히 최신 과학기술을 활용한 융합교육은 학생들이 흥미를 갖고 학습과제에 몰입하기 때문에 과학학습성취도와 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 준다(Kim & Choi, 2019; Kim & Choi, 2020). 그러나 이 단원은 지식 전달과 암기 위주의 학습이 이루어지고 있어서(Kim & Choi, 2021), 최신 과학기술을 활용한 융합교육적인 측면에서 연구가 필요하다.

이와 관련하여 최신 과학기술로 인공지능 챗봇을 생각해 볼 수 있다. 인공지능 챗봇은 초등학생들이 일상생활에서 가장 많이 접하는 인공지능 기반의 도구이다(Kim *et al.*, 2021). 인공지능 챗봇은 인간처럼 자율적으로 대화가 가능하기 때문에 이를 교육에 활용하면 학습자 중심의 교육으로 변화할 수 있다(Kim *et al.*, 2021). 최근 인공지능 기술 발달로 국내외에서 인공지능 챗봇이 개발되고 있고, 과학교육에서도 인공지능 챗봇을 활용한 연구가 시도되었다(Kim *et al.*, 2020). 그러나 지금까지 인공지능과 관련한 연구들은 대부분 프로그래밍 방법을 지도하거나(Shin, 2020), 교수학습자료 개발에만 초점이 맞춰져 있어 인공지능의 과학교육적 활용에 대한 연구가 필요하다(Chang *et al.*, 2021). 이에 ‘식물의 생활’ 단원 수업을 대상으로 과학학습성취도와 창의적 문제해결력을 향상시키기 위해 인공지능 융합교육프로그램을 개발하고자 하였다. 그리고 인공지능 챗봇을 구현하는 플랫폼으로는 ML4Kids와 스크래치 플랫폼을 활용하였다(Han *et al.*, 2021).

한편 코로나-19 사태가 장기화되면서 온라인 수업은 중요한 수업 방법이 되었으며, 교육 전문가들

은 코로나-19가 종식된 이후에도 온라인 수업이 새로운 표준 교육 방법으로 정립될 것이라고 전망했다(Kim, 2020). 그래서 인공지능 융합교육프로그램 또한 대면수업뿐만 아니라, 비대면수업 상황에서도 적용할 수 있도록 개발될 필요가 있다(Shin & Shin, 2021).

따라서 본 연구에서는 초등과학 ‘식물의 생활’ 단원 실시간 쌍방향수업에 인공지능 융합교육프로그램을 개발하고 적용함으로써 초등학생의 과학학습성취도, 창의적 문제해결력에 어떠한 변화가 일어났는지 알아보려고 하였다.

II. 연구의 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 경기도에 소재하는 초등학교 4학년 2개 학급을 실험반(28명)과 비교반(30명)으로 선정하였다. 수업 전 담임교사가 연구에 대해 안내하고 동의를 얻은 이후 수업과 검사를 실시하였다.

2. 교수·학습 프로그램의 개발과 적용

1) 프로그램의 개발 방향

교육부는 유치종교에 인공지능을 전면 도입을 발표하면서 인공지능 교육기준안에서 놀이체험을 중심으로 인공지능 소양 습득을 기본 방향으로 삼고 있다(Ministry of Education, 2020a). 또한 초등 교사들은 인공지능을 활용하여 문제를 해결할 수 있는 교육을 가장 선호하였다(Shin, 2020). 이에 본 연구에서는 프로그램 개발 목적을 창의적 문제해결력 함양을 위한 인공지능 융합교육프로그램의 개발에 두었다.

과학 교과에서 이루어지는 인공지능융합교육은 과학 교과의 성취기준을 달성할 수 있어야 한다(Shin & Shin, 2021). 이에 프로그램의 주제와 내용은 초등과학 교과내용요소와 과학탐구기능에 준하였고, 프로그램의 단계는 Kim and Choi (2019)의 컴퓨팅사고력을 기반으로 한 융합적문제해결과정을 Han *et al.* (2021)의 인공지능사고력의 정의에 따라 CSTA (2011)가 제시한 문제해결을 위한 컴퓨팅사고력의 구성요소에 지능화의 특징을 결합한 인공지능사고력으로 재구성하여 적용하였다.

2) 프로그램 개발을 위한 단위 선정

Shin and Shin (2020)의 연구결과에 따르면 선언적 지식과 절차적 지식이 많고 직접 관찰하기 어려워 교수 곤란도가 높은 과학 단원에 인공지능융합교육 적용이 유용하다고 하였다. 이에 따라 적용단원으로는 ‘식물의 생활’ 단원을 선정하였다. 이 단위 수업은 교수 곤란도가 높고, 주로 지식 전달 위주로 진행되기 때문에 학생들의 생활에 대한 흥미도가 감소된다(Ko & Hong, 2019). 그리고 인공지능 챗봇을 구현하는 플랫폼은 교육적으로 인공지능을 체현하고 간단한 기계학습 모듈을 개발할 수 있도록 개발돼 초등과학 인공지능융합교육에 적합한 ML4Kids와 스크래치를 활용하였다(Han et al., 2021).

3) 프로그램의 적용

사전 검사 시행 이후 4주에 걸쳐 같은 기간 동안 실험반과 비교반에 수업이 진행됐다. 실험반은 실시간 쌍방향수업에 개발한 프로그램을 시행하였고, 비교반은 일반적으로 실시간 쌍방향수업에서 이루어지고 있는 교사용지도서에 따른 수업을 시행하였다.

3. 검사 도구

1) 과학학업성취도

과학학업성취도의 변화를 알아보기 위해 검사 도구를 연구자가 교육과정의 학습 목표를 분석하여 총 20문항을 개발하였다. 이후 문항 내용의 타당도를 높이기 위해 석사 이상의 초등학교 교사 3명과 초등과학과 박사 2명으로 구성된 전문가 협의회를 통해 점검하였다.

2) 창의적 문제해결력

창의적 문제해결력은 Jeong (2008)이 Korean Educational Development Institute (2001)의 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발’를 기초로 사용한 검사 도구를 활용하였다. 이 검사 도구는 이해, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소의 4가지 영역으로 총 20문항이다. 측정도구의 신뢰도 Cronbach α 는 .865이었다.

4. 사후 면담

계획한 총 11차시의 수업이 끝난 이후 실험반 학생들과 지도 교사를 대상으로 반구조화된 심층면담을 실시하였다. 면담 시간은 평균 1인당 약 10~20분 정도 소요됐다. 면담 문항 내용은 기존 온라인 수업과 어떤 차이점이 과학학업성취도, 창의적 문제해결력 변화에 영향을 주었는지 구체적으로 알아보고자 하였다.

5. 자료 처리 및 분석

검사 결과 분석은 SPSS 21.0 프로그램을 이용하였다. 실험반과 비교반의 동질성을 사전 검사 결과를 통해 확인하였고 독립 표본 t-검정을 실시하여 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 인공지능 융합교육프로그램 개발

1) 프로그램의 개요

프로그램의 개요는 Table 1과 같다. Table 1에서 ‘(S)(t)(e)(a)(m)’은 ‘과학, 기술, 공학, 예술, 수학’을 의미하고(Park et al., 2012), ‘자료수집, 추상화, 지능화, 문제분해, 알고리즘 및 절차, 자동화, 시뮬레이션’은 인공지능사고력의 구성요소이다(Han et al., 2021).

2) 차시별 지도 내용

프로그램의 개요에 따라 차시별 교수 학습 과정안(Appendix)과 학생 활동지를 개발하였다. 학생 활동지는 2~9차시는 식물박사 인공지능 챗봇을 학습시키기 위해 차시별 탐구한 내용을 분석하여 질문 목록을 만들고, 10~11차시는 식물박사 인공지능 챗봇 시나리오를 구상하여 코딩을 할 수 있도록 구성하였다.

1차시 상황제시 단계에서는 실생활에서 활용되는 인공지능 챗봇의 여러 가지 예를 알아보고, 식물박사 인공지능 챗봇을 만들고자 하는 문제의식을 갖는다. 문제해결계획은 식물박사 인공지능 챗봇을 개발하기 위한 과학 지식 탐구활동과 인공지능 챗봇 구현 프로그래밍 활동으로 분류할 수 있다. 초등학생 대부분은 ML4Kids와 스크래치 사용 방법

에 익숙하지 않다. 이를 고려하여 식물박사 인공지능 챗봇을 개발하기 위한 과학 지식 탐구활동 계획은 학생이 주도해서 계획하고, 인공지능 챗봇 프로그래밍 계획은 교사가 주도하여 학생에게 미리 준비한 학습지를 가지고 설명을 하였다.

2차시~9차시 창의적 설계 단계에서는 과학 교

Table 1. The contents of program to class for experimental group

주제	식물박사 인공지능 챗봇 만들기 (Zoom 활용한 실시간 쌍방향수업)	
성취기준	[4과05-01] 여러 가지 식물을 관찰하여 특징에 따라 식물을 분류할 수 있다. [4과05-02] 식물의 생김새와 생활 방식이 환경과 관련되어 있음을 설명할 수 있다. [4과05-03] 식물의 특징을 모방하여 생활에서 활용하고 있는 사례를 발표할 수 있다.	
단계	차시	인공지능융합교육 활동
상황제시	1	(S)(T)(C) 해결할 문제 찾기 - 식물의 생활 단원과 관련하여 어떤 인공지능 챗봇을 개발할 수 있을지 생각해보고 해결할 문제 정하기 - 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위한 문제해결계획 세우기 - ML4Kids 가입 및 사용 방법 알아보기
	2-3	<(S) 과학 교육과정 중심 탐구활동> 여러 가지 식물의 잎의 생김새를 관찰하고 분류하기 - 우리 주변에서 볼 수 있는 다양한 식물의 잎의 생김새를 관찰하고 다양한 방법으로 분류해보기 - 적합한 분류 기준에 대해 알아보고 결과 정리하기 <(S)(T)(C) 인공지능융합활동> 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위해 데이터 수집하기 - [자료수집] '잎의 생김새'를 주제로 다양한 질문 만들어보기 - [추상화] ML4Kids 프로젝트에 레이블을 만들고 데이터 입력하기 - [지능화] 기계 학습시키고 평가하기, 평가 결과에 따라 레이블 보완하기
	4-5	<(S) 과학 교육과정 중심 탐구활동> 들이나 산에 사는 식물을 조사하고 특징 알아보기 - 들이나 산에서 사는 식물의 종류와 특징 조사하여 발표하기 - 풀과 나무의 공통점과 차이점 알아보기 <(S)(T)(C) 인공지능융합활동> 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위해 데이터 수집하기 - [자료수집] '들이나 산에서 사는 식물'을 주제로 다양한 질문 만들어보기 - [추상화] ML4Kids 프로젝트에 레이블을 만들고 데이터 입력하기 - [지능화] 기계 학습시키고 평가하기, 평가 결과에 따라 레이블 보완하기
창의적 설계	6-7	<(S) 과학 교육과정 중심 탐구활동> 강이나 연못에 사는 식물을 조사하고 특징 알아보기 - 강이나 연못에서 사는 식물의 종류와 특징 조사하여 발표하기 - 강이나 연못에서 사는 식물의 생활 방식에 따라 분류하기 <(S)(T)(C) 인공지능융합활동> 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위해 데이터 수집하기 - [자료수집] '강이나 연못에 사는 식물'을 주제로 다양한 질문 만들어보기 - [추상화] ML4Kids 프로젝트에 레이블을 만들고 데이터 입력하기 - [지능화] 기계 학습시키고 평가하기, 평가 결과에 따라 레이블 보완하기
	8	<(S) 과학 교육과정 중심 탐구활동> 사막에 사는 식물을 조사하고 특징 알아보기 - 선인장의 특징을 알아보고 사막에서 살 수 있는 까닭 설명해보기 - 사막에서 사는 식물의 종류와 특징을 조사하고 정리하기 <(S)(T)(C) 컴퓨팅사고 기반 융합활동> 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위해 데이터 수집하기 - [자료수집] '사막에서 사는 식물'을 주제로 다양한 질문 만들어보기 - [추상화] ML4Kids 프로젝트에 레이블 만들고 데이터 입력하기 - [지능화] 기계 학습시키고 평가하기, 평가 결과에 따라 레이블 보완하기
	9	<(S) 과학 교육과정 중심 탐구활동> 우리 생활에서 식물의 특징을 어떻게 활용하는지 알아보기 - 도꼬마리 열매와 짝퉁이 테이프의 특징 알아보기 - 생활에서 식물의 특징을 활용한 여러 가지 사례 조사하고 정리하기 <(S)(T)(C) 인공지능융합활동> 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위해 데이터 수집하기 - [자료수집] '생활에서 활용되는 식물의 특징'을 주제로 다양한 질문 만들어보기 - [추상화] ML4Kids 프로젝트에 레이블 만들고 데이터 입력하기 - [지능화] 기계 학습시키고 평가하기, 평가 결과에 따라 레이블 보완하기
감성적 체험	10-11	<(S)(T)(C)(A) 인공지능융합활동> 식물박사 인공지능 챗봇 완성하기 - [문제분해] 질문에 대해 어떻게 대답하는 인공지능 챗봇을 만들지 계획하여 시나리오 구상하기 - [알고리즘 및 절차] 스크래치를 활용하여 인공지능 챗봇 코딩하기 - [자동화, 시뮬레이션] 완성된 인공지능 챗봇 시뮬레이션하고 보완할 점 찾아 개선하여 완성하기

합활동으로 식물박사 인공지능 챗봇을 완성하고 발표한다. 본 연구는 프로그래밍의 숙련보다 과학교과 성취기준을 달성하고 인공지능융합 문제해결 과정을 체험하는 데에 목적이 있다. 이에 따라 학생들이 스크레치 사용 방법을 잘 몰라도 쉽게 참여할 수 있도록 학습지에 ‘식물박사 인공지능 챗봇의 소개말, 레이블 이름, 답변’을 빈칸으로 하고 코딩 언어나 오브젝트는 미리 제시하여 코딩 활동을 지원하였다.

3) 수업의 단계별 활동 예시

단계별 수업 활동 예시는 Fig. 1과 같다. 첫 번째 수업 예시는 질문 목록 학습지이다. 2~9차시 차시마다 학생들은 질문 목록의 주제를 정하고 주제에 맞는 다양한 질문을 만들었다. 두 번째 수업 예시는 학생들이 ML4Kids 플랫폼에 접속하고 프로젝트의 레이블에 질문을 입력한 것이다. 그리고 세 번째 수업 예시는 레이블에 입력한 질문을 기계에 학습을 시키고 학습이 잘 됐는지 평가하는 것이다. 네 번째 수업 예시는 인공지능 챗봇을 만들기 위해 학습지에 인공지능 대화 시나리오와 코딩 방법을 설계한 것이다. 다섯 번째와 여섯 번째 수업 예시는 설계에 따라 스크레치로 코딩하여 완성한 인공지능 챗봇 프로그램이다.

2. 개발한 프로그램의 적용 효과

1) 과학학업성취도의 변화

과학학업성취도에 미치는 효과를 알아보기 위한 결과는 Table 2와 같다. 사전검사에서 비교반이 실험반 보다 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 사후검사에서 실험반이 비교반보다 평균이 더 높았고 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < .05$).

이러한 결과는 초등과학에 온라인 수업이 흥미도에 영향을 미치지 못하고 학업성취도를 떨어뜨

린다고 한 Kim and Lim (2021)의 연구와 상반된 결과이다. Kim and Choi (2019)는 수업 곤란도가 높고 흥미가 떨어지는 과학 수업에 최신 과학기술을 활용한 융합교육을 적용하면 학생들이 더욱 흥미를 갖고 적극적으로 참여하여 학업성취도 향상에 긍정적인 영향을 준다고 하였다. 그리고 초등과학교육에 인공지능융합교육을 적용하면 학습자가 지식을 생성하는 데 도움을 줄 수 있다(Shin, 2020).

학생들은 최신 과학기술인 인공지능 챗봇을 제작하는 수업에 호기심을 갖고 적극적으로 참여하였다. 특히 정교한 인공지능 챗봇을 제작하기 위해서는 과학 지식을 정확히 이해해야 하고 다양한 질문을 만들어야 한다. 이를 유념하여 매차시마다 탐구활동에 집중하여 참여하고 결과를 꼼꼼하게 정리하였다. 그리고 학습하여 알게 된 과학 지식을 분석하여 다양한 과학 질문을 생성하였다. 따라서 온라인 콘텐츠를 수동적으로 학습하는 것이 아니라, 학생들이 능동적으로 과학지식을 구성하고 융합하여 인공지능 챗봇을 제작하는 본 연구의 프로그램이 과학학업성취도 향상에 효과가 있음을 알 수 있다.

이러한 내용은 학생과 지도교사 면담을 통해서도 확인할 수 있다. 과학학업성취도 향상에 기존의 수업과 비교하여 도움이 되었던 것은 무엇인가에 대한 질문에 학생들은 ‘질문을 다양하게 만들려고 핵심정리를 여러 번 곱씹어 생각했어요.’, ‘질문을 잘 만들려면 정확히 오늘 배운 내용을 이해해야 하는데 그러기 위해 과학 수업 시간마다 더 긴장하고 집중해서 참여한 것 같아요.’, ‘인공지능이 내가 만든 질문에 잘 응답하는지 확인해보고, 부족하면 좀 더 질문을 추가하기 위해 다시 공부했어요.’라고 응답하였다. 그리고 지도교사는 ‘기존의 온라인 수업은 아이들이 무척 지루해했어요. 그런데 배운 과학 지식으로 인공지능을 학습시키고 훈련시키는 과정을 하면서 재미있어했어요. 무엇보다 마지막 시간에 인공지능 챗봇이 완성됐을 때 무척 신기해하고

Table 2. The results of *t*-test on science academic achievement

영역	실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	SD	M	SD		
사전	66.90	14.78	67.50	15.69	-.152	.880
사후	79.14	16.26	69.67	18.75	2.075	.043*

* $p < .05$

행복해했어요. 다른 과학 교과 주제로 또 만들어도 되냐고 물어 볼 만큼이요!’라고 응답하였다.

2) 창의적 문제해결력의 변화

창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위한 결과는 Table 3과 같다. 사전검사에서 실험반이 비교반보다 높았으나 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 사후검사에서 실험반이 비교반보다 평균이 더 높았으며 통계적으로도 유의한 차이가 있었다($p<.001$).

이러한 결과는 초등과학에 소프트웨어융합교육의 적용이 몰입감을 향상시키고 사고의 범위를 확장시켜 창의적 문제해결력을 향상시킨다는 Kim and Choi (2019), Han and Hong (2019)의 연구 결과와 맥을 같이한다.

창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 가져온 원인을 구체적으로 알아보기 위해 면담을 실시한 결과, 학생들은 ‘자신 있게 과학 질문을 떠올리고 발표할 수 있었다.’, ‘과학 질문과 인공지능 챗봇을 만드는 모든 시간이 행복해서 과학이 좋아졌다.’, ‘레이블에 적합한 질문인지 혼자서도 고민을 많이 했지만 친구들과 토의하며 꼼꼼하게 살펴보았다.’고 하였다. 그리고 지도 교사는 ‘온라인 콘텐츠 수업이었으면 학생들이 처음 접하는 인공지능 플랫폼이라 지도가 어렵고 학부모님의 도움이 필요했을 것이다. 실시간쌍방향으로 수업을 하니 실시간 도움을 줄 수 있고, 목소리가 작거나 소극적인 학생도 잘 참여했다.’

실시간 쌍방향수업은 기존의 온라인 수업의 문제점으로 지적되던 의사소통 부족의 문제점을 해소할 수 있는 장점이 있다(Kim and Choi, 2021). 이와 같이 실시간 쌍방향수업 환경에서 스스로 만든 다양한 질문을 자유롭게 개진하고 검토하였다. 이러한 식물박사 인공지능 챗봇을 구현하는 과정에서 창의적 문제해결력의 하위 영역인 이해와 확산적 사고 영역이 향상된 것으로 생각된다. 그리고 식물박사 인공지능 챗봇을 정교하게 만들기 위해 만든 질문을 꼼꼼하게 검토하고, 구현한 식물박사 인공지능 챗봇을 시뮬레이션하며 문제점을 찾아서 해결방안을 모색하는 과정에서 비판적·논리적 사고 영역이 향상된 것으로 생각된다. 또한 흥미로운 최신 과학기술인 인공지능 구현 도구 ML4Kids와 스크래치 플랫폼을 활용하여 나만의 창의적인 식물박사 인공지능 챗봇 만들기를 성공하면서 과학이 좋아지고 동기적 요소 영역이 향상된 것으로 볼 수 있다.

무엇보다 교육이 맞닥뜨린 가장 큰 문제는 교사가 시대에 뒤쳐진 디지털 이전의 언어를 갖고서 거의 완전한 디지털 언어를 사용하는 학생들을 가르치려 한다는 점이다(Couch and Towne, 2020). 디지털 학습 환경에서 소통과 제작에 익숙한 디지털 네이티브 세대로 성장하고 있는 초등학생은 디지털 세계 속에서 능동적으로 자신의 개성을 명확하게 표현할 수 있으며, 자기 성찰도 가능하다는 특징을 지니고 있다(Song, 2021). 이러한 디지털 네이티브의 특성에 맞게 온라인과 오프라인의 장점을 결합

Table 3. The results of *t*-test on creative problem-solving skills

영역		실험반		비교반		<i>t</i>	<i>p</i>
		M	SD	M	SD		
전체	사전	65.90	10.03	64.07	8.27	.766	.447
	사후	76.41	7.57	66.33	11.41	3.984	.000***
이해	사전	15.90	3.24	15.77	2.16	.180	.858
	사후	18.55	2.54	16.80	3.31	2.286	.026*
확산적 사고	사전	15.62	3.24	15.13	2.22	.671	.506
	사후	18.45	2.57	15.93	3.62	3.085	.003**
비판적·논리적 사고	사전	16.66	2.66	16.50	3.29	.199	.843
	사후	19.38	2.27	16.97	3.54	3.126	.003**
동기적 요소	사전	17.72	3.86	16.67	2.75	1.215	.229
	사후	20.03	2.51	16.63	3.41	4.350	.000***

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

한 본 연구의 수업이 학습 욕구를 자극하고 학생들의 몰입을 이끌어 결과적으로 창의적 문제해결력 향상을 가져온 것으로 볼 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 선언적 지식과 절차적 지식이 많고 직접 관찰이 어려워 지도가 어려운 초등과학 생명영역 ‘식물의 생활’ 단원의 문제점을 해결하고 과학 학습성취도와 창의적 문제해결력 향상을 위해 실시간 쌍방향수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램을 개발하였다. 개발한 프로그램을 적용한 결과는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서 개발한 인공지능 융합교육프로그램을 실험반에 투입한 결과 과학학업 성취도 향상에 효과적이다.

둘째, 인공지능 융합교육프로그램은 창의적 문제해결력 향상에 효과적이다. 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 사후검사에서 창의적 문제해결력이 유의미하게 향상되었다.

이상의 결과로 볼 때 본 연구의 실시간 쌍방향수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램은 과학학업 성취도, 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 개발한 실시간 쌍방향수업을 위한 인공지능융합프로그램은 디지털을 기반으로 소통하는 것에 익숙한 디지털 네이티브 세대인 초등학생에게 적합하며 미래 교육의 가능성을 시사한다. 따라서 포스트 코로나 시대에 대비하여 디지털 네이티브 세대의 특성을 반영한 학습성취도와 창의적 문제해결력을 향상시킬 수 있는 연구가 계속 필요하다.

참고문헌

Bae, J. (2017). A study on the relationship between problem based learning program using science writing and critical thinking ability of elementary school students: Focused on the life of plants' as the fourth grade unit. Master's thesis, Daegu National University of Education.

Chang, J., Park, J., & Park, J. (2021). An analysis on the

trends of education research related to 'Artificial intelligence chatbot' in Korea: Focusing on implications for use in science education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(13), 729-743.

Couch, J. D., & Towne, J. (2020). Rewiring education; How technology can make every student successful. In Kim, Y. (Eds.), *An era without classroom is coming [교실이 없는 시대가 온다]*. Seoul: Kyobo.

CSTA. (2011). CSTA computer science standards revised 2011. The CSTA standards task force.

Ham, Y., & Lee, K. (2016). The effects of learning through play about plant structures on observation and classification ability of elementary school students. *Biology Education*, 44(2), 312-323.

Han, J., & Hong, S. (2019). The development and application effects of STEAM program for tree model fractal structure using 3D printer. *Journal of Korea Elementary Education*, 30(1), 235-247.

Han, S., Ryu, M., & Kim, T. (2021). AI training for AI thinking [AI 사고를 위한 인공지능 교육]. Seongandang.

Jeong, E. (2008). Effects of squeak etoys based informatics education on the effects of squeak etoys based informatics education on elementary school student's creative problem solving ability. Master's thesis, Korea National University of Education.

Kim, H., & Choi, S. (2019). The development and application of the SW-STEAM program by utilizing ozobot coding for elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 38(2), 234-243.

Kim, H., & Choi, S. (2020). The development and application of the SW-STEAM program by utilizing software supporting the creation of VR for elementary science class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(2), 296-305.

Kim, H., & Choi, S. (2021). A study on the application of self-regulated learning method to real-time interactive online classes in elementary science: Focused on the unit of 'Life of Plant'. *Biology Education*, 49(2), 229-239.

Kim, H., Rhee, S., Jeong, S., & Tahk, H. (2020). The study of framework of structural scenarios for chatbot docent in science centers and museums. *Journal of the Korea Convergence Society*, 11(11), 115-121.

Kim, J. (2020). Mentoring future education [미래 교육을 멘토링하다]. Soulhouse.

Kim, L., & Lim, C. (2021). Effects of online science

- learning on elementary school students' interest and academic achievement. Korean Society of Elementary Science Education Conference, 80, 88-88.
- Kim, M., Yeom, J., Jung, H., & Lim, C. (2021). A review of research on artificial intelligence chatbot in education through the lens of activity theory. *The Journal of Educational Information and Media*, 27(2), 699-721.
- Kim, S. (2020). Analysis of press articles in Korean media on online education related to COVID-19. *Journal of Digital Contents Society*, 21(6), 1091-1100.
- Ko, M., & Hong, S. (2019). The effect of STEAM program application on elementary science plant life unit using plant introduction video production. Korean Society of Elementary Science Education Conference, 77, 96-99.
- Korean Educational Development Institute. (2001). A study on the development of a simple creative problem-solving ability test (I) [간편 창의 문제해결력 검사 개발].
- Moon, J., & Hong, S. (2019). Application effects of STEAM program to make creative output utilizing repeat structure. *Journal of Korea Elementary Education*, 30(3), 225-237.
- Ministry of Education. (2020a). Information education comprehensive plan [정보교육 종합계획].
- Ministry of Education. (2020b). Science 4-2 teacher's guide [4-2 과학 교사용 지도서], Seoul: Chunjae Education.
- Park, H., Kim, Y., Noh, S., Lee, J., Jeong, J., Choi, Y., Han, H., & Baek, Y. (2012). Components of 4C-STEAM education and a checklist for the instructional design. *Journal of Learner - centered Curriculum and Instruction*, 12(4), 533-557.
- Shin, W. (2020). A case study on application of artificial intelligence convergence education in elementary biological classification learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(2), 284-295.
- Shin, W., & Shin, D. (2020). A study on the application of artificial intelligence in elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39(1), 117-132.
- Shin, W., & Shin, D. (2021). A case study on the application of plant classification learning for 4th grade elementary school using machine learning in online learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40(1), 66-80.
- Song, J. (2021). Digital natives and future education. *Babytimes*. <http://www.babytimes.co.kr/news/articleView.html?idxno=45111>. (2021, October 3).

김혜란, 서재초등학교 교사(Teacher, Sujae Elementary School)

† 최선영, 경인교육대학교 교수(Professor, Gyeongin National University of Education)

[Appendix] Teaching guide example

단원(차시)	1. 식물의 생활 (10-11차시)	수업 방법	실시간 쌍방향수업	
학습주제	식물박사 인공지능 챗봇 완성하기	인공지능 사고	문제분해, 알고리즘 및 절차, 자동화, 시물레이션	
학습문제	식물의 특징을 활용하여 식물박사 인공지능 챗봇을 만들 수 있다.		STEAM 요소	ⓈⓉⓁⓔⓐ
준비물	컴퓨터, 학습지(2~9차시에서 활동한 질문 목록, 10~11차시 학습지)			
학습과정	교수·학습 활동			
도입	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학습할 준비하기(전시학습 상기 및 동기유발) <ul style="list-style-type: none"> · 식물의 생활 단원을 공부하며 알게 된 과학 지식 자유롭게 발표하기 · 식물박사 인공지능 챗봇을 만들기 위해 오늘 수업시간에 해야 할 것 발표하기 ○ 학습문제 확인 <ul style="list-style-type: none"> · 식물의 특징을 활용하여 식물박사 인공지능 챗봇을 만들어 봅시다. 			
전개	<ul style="list-style-type: none"> ○ 나만의 인공지능 챗봇 설계하기 <ul style="list-style-type: none"> · 나만의 식물박사 인공지능 챗봇의 이름 정하기 · 나만의 식물박사 인공지능 챗봇이 하는 일에 대해 설명하기 · 나만의 식물박사 인공지능 챗봇이 실제로 어디에 쓰일지 생각하여 설명하기 ○ 인공지능 챗봇 시나리오 제작하기 <ul style="list-style-type: none"> · 질문에 챗봇이 어떻게 대화할지 떠올리기 · 스크래치 코딩 순서를 고려하여 소개말과 문제, 답변을 기입하기 ○ 스크래치에 코딩하여 인공지능 챗봇 완성하기 <ul style="list-style-type: none"> · ML4Kids 플랫폼에 로그인하고, ‘만들기’ 메뉴를 선택하여 스크래치 3에 로그인하기 · 작성한 인공지능 챗봇 시나리오를 참고하여 코딩하여 식물박사 인공지능 챗봇 완성하기 · 오브젝트가 잘 작동하는지 시물레이션하고 수정 및 보완하기 			
정리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발표 및 평가하기 <ul style="list-style-type: none"> · 줌 화면의 공유기능을 활용하여 완성한 챗봇 발표하기(챗봇의 이름, 특징 등) · 칭찬할 점과 개선할 점 의견 나누기 			