

ChatGPT 활용한 초등 과학 수업에서 질문 단계의 변화 및 수업에 대한 인식 분석

신화영 · 백성혜[†]

Analysis of Changes in Question Levels and Class Perception in Elementary Science Classes Using ChatGPT

Shin, Hwayoung · Paik, Seoung-Hey[†]

국문 초록

본 연구에서는 초등학생들을 위한 ChatGPT 활용 과학 수업에 대한 교육적 효과를 탐색하고자 하였다. D광역시 소재의 초등학교 6학년 학생 25명을 대상으로 초등 과학 수업이 초등학생의 인지적 영역 발달에 미치는 영향, 초등학생은 과학 수업에서 ChatGPT를 활용하는 것에 대해 어떻게 인식하는지 알아보았다. 연구 결과 ChatGPT 활용 과학 수업이 초등학생들의 인지적 영역 발달에 도움을 줄 수 있는 가능성을 찾을 수 있었고, 초등학생은 ChatGPT를 활용한 수업의 효과에 긍정적인 응답을 하였다. 또한 ChatGPT를 활용한 과학 수업에 대해 긍정적으로 인식하는 학생들과 부정적으로 인식하는 학생들, 그리고 긍정적인 면과 부정적인 면을 모두 인식하는 학생들로 구분하였다. 부정적으로 인식하는 학생들은 주로 ChatGPT를 활용한 과학 수업에서 'Remember' 단계에 머무는 학생들이 많았으며, 긍정적인 면과 부정적인 면을 모두 인식하는 학생들일수록 보다 높은 단계의 질문을 ChatGPT에게 제시하는 것으로 나타났다.

주제어: ChatGPT, 과학 수업, 교육적 효과, 식물의 구조와 기능, 생성형 인공지능

ABSTRACT

This study explored the educational effects of using ChatGPT in science lessons for elementary school students. The participants included 25 sixth-grade students studying at an elementary school in Metropolitan City D. This study examined the impacts of elementary science lessons on the cognitive development of elementary school students and their perceptions of using ChatGPT in their science classes. We found that science lessons that used ChatGPT aided the cognitive development of the participating elementary students. These students responded positively to the classes using ChatGPT. The results were then divided into those who perceived ChatGPT positively, those who perceived it negatively, and those who recognized both positive and negative aspects. Students who perceived it negatively mainly remained at the memorization level, and those who recognized both positive and negative aspects posed higher-level questions to ChatGPT.

Key words: ChatGPT, science lessons, educational effects, structure and function of plants, generative artificial intelligence

I. 서론

현대 사회에서 인공지능은 다양한 분야에서 중요한 역할을 수행하고 있다. 인공지능은 사용자의 선호도, 행동 패턴, 관심사 등을 학습하여 개인에게 맞춤형 서비스를 제공할 수 있다. 이를 통해 음악 추천, 영화 추천, 온라인 쇼핑 추천 등 다양한 분야에서 개인화된 경험을 제공하고, 사용자의 만족도와 편의성을 높일 수 있다. 이처럼 개인화 경험 제공이 가능한 인공지능의 장점을 교육에 접목시켜 1980년대 초부터 최근까지 인공지능의 교육적 적용은 주로 지식 기반 접근 방식에 초점을 맞추었다. 가장 눈에 띄는 연구 분야는 지능형 튜터링 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)에 관한 분야로, 지능형 튜터링 시스템의 핵심 아이디어는 학생과 학생의 현재 학습 수준을 기반으로 학습 경험을 개인화하는 적응형 인터페이스와 학생이 상호 작용하는 방식이다(Tuomi, 2018). 우리나라 교육부는 수학과(교육부, 2020a)에서 학생의 취약점을 진단하고 맞춤형 학습을 제공하는 인공지능 수학학습 지원시스템을 구축해 제공하거나, 정보과(교육부, 2020b)에서 인공지능-빅데이터 기반의 영재교육 플랫폼을 구축해 초등학교부터 고등학교까지 영재교육의 진로·진학 연계를 강화하고 있다. 영어과에서는 ChatGPT가 한국 고등학생의 대학수학능력시험 영어 읽기 과업의 인지 처리 과정에 미치는 영향에 관한 연구에서 사실적 정보 파악을 위한 수능 영어 읽기 문항 처리 과정에서 ChatGPT의 활용 가능성을 볼 수 있었다(김낙훈, 2023). 초등교사들도 인공지능이 학교 교육에 적용되어야 한다고 생각하는 것으로 나타났다(신원섭과 신동훈, 2020). 이를 통해 사회와 교육계에서 교육 현장 속 인공지능의 도입 가능성과 확장성에 대해 긍정적으로 생각하고 있음을 알 수 있다.

과학과에서도 인공지능의 적용 방안에 대한 여러 연구가 이루어지고 있다. 초등교사들은 교과목 중 과학 교과에 인공지능을 적용하는 것을 가장 높게 선호하였는데, 그 이유로 과학과가 다른 교과에 비해 논리적이고 구조화되어 있기 때문이라고 했다(신원섭과 신동훈, 2020). 사회적 변화와 교육과정을 통한 학생의 디지털 소양 증진을 위한 인공지능 활용 과학 수업에 대해 초등교사는 대체적으로 긍정적으로 생각하고 있고(김태하와 윤혜경, 2023), 초등학교 교육

에서 나아가야 할 인공지능 교육의 방향에 대해 ‘인공지능 관련 서비스와 제품을 사용하여 자신의 문제를 해결할 수 있는 기본 소양’, ‘인공지능을 이해하고 응용하여 간단한 프로그램 혹은 앱과 같은 것을 설계·구현할 수 있는 역량’, ‘인공지능 핵심기술과 새로운 알고리즘 개발 순으로 나타났다(신원섭과 신동훈, 2020). 이는 초등교사들이 인공지능 활용으로 학생들의 과학 역량을 증진시켜 주는 것보다 인공지능 프로그램 사용 능력 자체에 중점을 둔 인식이 크다는 것을 의미한다.

2022 개정 과학과 교육과정(교육부, 2022)에서는 과학과 목표를 자기관리, 지식정보처리, 창의적 사고, 심미적 감성, 협력적 소통, 공동체 역량 등과 같은 역량을 기르기 위해 과학적 탐구와 문제해결 능력, 과학적 의사결정 능력을 기르는 데 초점을 두고 생태 소양, 민주 시민의식, 디지털 소양을 갖추고 첨단 과학기술을 기반으로 미래 사회에 대응할 수 있는 과학적 소양을 갖춘 사람을 양성하는 것이라 설명하고 있는데, 이를 인공지능 활용 과학 교육과 관련하여 풀어보면 디지털 소양의 한 축인 인공지능 활용을 통해 과학적 소양인을 키워내는 것이므로 인공지능 활용 교육이 인공지능 활용 능력을 키우는 것을 넘어서 과학 역량을 키우는 것임을 알 수 있다.

인공지능 활용의 교육적 필요성과 활용 방안에 대한 선행 연구들 중 인공지능을 직접 수업 시간에 사용해 본 초등학생에 대한 연구를 살펴보면 인공지능 분류모델을 활용한 과학 수업을 통해 과학 교과 흥미가 향상되었고(이서교와 신영준, 2022), 실시간 쌍방향 수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램이 초등학생의 과학 학업성취도와 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(김혜란과 최선영, 2021). 이러한 선행연구를 통해 인공지능을 활용한 과학 수업이 학생들의 과학적 소양 증진을 도울 수 있다는 것을 확인하였다.

또한 생성형 AI는 데이터를 기반으로 새로운 콘텐츠를 창출함으로써, 기존의 정보 전달 방식을 넘어서 학습자에게 창의적이고 상호작용적인 학습 경험을 제공한다. 이러한 AI의 능력은 학습자의 창의적 사고와 문제 해결 능력을 신장시킬 잠재력을 지니며, 따라서 교육 분야에서의 그 가치는 더욱 중요하다. 인간의 뇌는 경험에 따라 변화하며, 이는 교육을 통해 학생의 인지 능력이 발달할 수 있음을 의미한다(박수

원, 2016). 더 나아가, Sparrow et al.(2011)의 연구는 사람들이 컴퓨터를 사용하여 정보를 처리하고 저장하는 방식이 인간의 기억과 인지 능력에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 탐구했다. 이 연구는 디지털 도구의 사용이 인간의 인지 프로세스에 중대한 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

최근 연구들은 인공지능 기술이 교육 분야에 가져올 수 있는 변화의 폭과 깊이를 탐구하고 있다. 특히, 생성형 인공지능 시스템인 ChatGPT는 교육적 상호작용의 맥락에서 학습자의 인지 발달에 중요한 영향을 미치고 있다. Yong(2023)은 학생들이 자신의 말로 질문을 하고 그에 맞는 답변을 받을 수 있게 함으로써 ChatGPT가 어떻게 개인화 학습을 촉진하는지 논의했는데, 이 점은 다양한 학생 배경과 학습 스타일을 이해하는 것이 중요한 초등 과학 교육에서 잠재적인 이점으로 강조될 수 있다.

이러한 배경을 바탕으로, 생성형 AI, 특히 교육적 활용도가 높아지고 있는 ChatGPT를 활용한 수업이 왜 필요한지에 대한 논의가 필수적이다. 생성형 AI를 통한 수업은 단순히 새로운 기술의 도입을 넘어서, 학습자의 인지 발달에 긍정적인 변화를 촉진할 수 있는 새로운 경험을 제공한다. 학습자가 ChatGPT와 같은 도구를 사용함으로써, 학습 과정에서 질문을 구성하고, 지식을 탐색하며, 개념을 적용하는 방식이 어떻게 발전하는지를 이해하는 것은, 인지적 발달의 측면에서 매우 중요한 의미를 지닌다. 이를 통해, 학습자는 단순한 지식 습득을 넘어서, 비판적 사고, 창의성, 그리고 복잡한 문제 해결 능력과 같은 21세기 핵심 역량을 개발할 기회를 얻는다.

따라서, 본 연구는 생성형 AI를 활용한 과학 교육이 학생들의 인지적 영역에 미치는 영향과 학습 경험을 분석함으로써, 교육적 맥락에서 이러한 기술의 효과적인 활용 방안을 모색하고자 한다. 이를 위한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, ChatGPT 활용한 초등 과학 수업에서 학생들의 질문 유형은 어떻게 변하는가?

둘째, 초등학생은 과학 수업에서 ChatGPT를 활용하는 것에 대해 어떻게 인식하는가?

II. 연구 방법

1. 연구 내용 및 설계

본 연구의 연구 절차는 Figure 1과 같다. 본 연구에서는 생성형 인공지능 ChatGPT를 활용하여 초등학생들의 과학 수업을 진행하고, 이러한 수업이 학생들의 인지적 영역 발달에 미치는 영향을 관찰하였다. 연구 절차는 사전에 계획되어 실행되었고, 데이터 수집은 학생들의 질문 내용, 학습 후 반응 설문 결과를 포함하며, 이 데이터는 인지적 발달의 여러 차원에서 학생들의 반응을 평가하는 데 사용되었다.

첫 단계에서 인공지능을 활용한 선행연구들에 대한 분석을 수행하였다. 생성형 인공지능의 특징으로 대규모 데이터 세트에서 패턴을 학습하여 새로운 콘텐츠를 생성하는 데이터 기반 학습, 학습한 데이터를 바탕으로 기존에 없던 새로운 작품을 만드는 창의성, 음악, 미술, 시 등의 여러 분야에서 활용할 수 있는 응용 분야의 다양성. 사용자의 입력이나 특정 조건에 맞추어 콘텐츠를 생성할 수 있는 사용자 맞춤형 생성을 들 수 있다. ChatGPT는 2020년 11월 OpenAI에서 출시한 생성형 인공지능으로 GPT(Generative Pre-trained Transformer) 기반에 사용자 피드백의 강화 학습(Reinforcement Learning)을 적용했고(조현국, 2023), 강화학습은 불확실한 환경과 상호 작용하는 목표 지향 행위자의 전체 문제를 명시적으로 고려한다(Sutton & Barto, 2018). 이는 ChatGPT가 연구 대상자인 초등학생이 학습 내용과 관련하여 정해지지 않은 다양한 질문들처럼 명확한 결과가 없는 질문에 대해 최적의 답을 도출해낼 수 있을 것으로 기대할 수 있다. 이 연구에서는 학생들과 상호작용할 때 풍부한 자료와 반응성을 기대할 수 있기 때문에 수업에 가장 효율적으로 활용할 수 있는 AI로 ChatGPT를 선택하였다. 생성형 인공지능의 기술은 계속 발전하

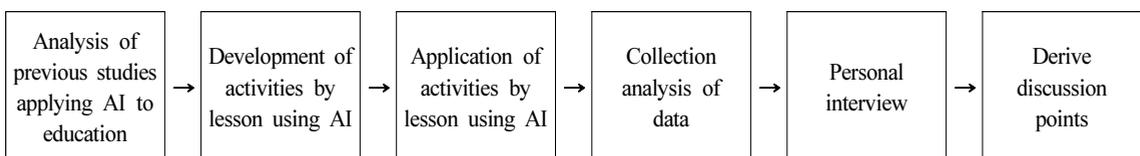


Figure 1. Research Procedure

고 있으나 윤리적, 법적 문제들도 함께 고려해야 한다. 예를 들어, 저작권, 창작물의 독창성, 인공지능의 결정에 대한 책임이 필요하고 이에 따라 일부 생성형 인공지능은 사용자의 연령을 제한하고 있다. 어린 사용자들이 생성형 인공지능을 이용하여 부적절한 내용에 접근하지 않도록 하기 위해 연구 당시 ChatGPT는 사용 연령을 18세 이상 또는 보호자 승인을 받은 13세 이상으로 정하였다. 이에 연구 대상인 초등학교 6학년 학생들이 ChatGPT를 사용할 수 있도록 보호자로부터 서면 동의를 받아 연구를 진행했다.

두 번째 단계인 AI를 활용한 수업 활동 개발 단계에서는 연구자가 투입할 수 있는 학년과 단원으로, 6학년 1학기 ‘4. 식물의 구조와 기능’ 단원을 선택하고 매 활동 후에 학습에서 새롭게 알게 된 점, 더 알

고 싶은 점 등을 생성형 인공지능 프로그램인 ChatGPT와 대화하며 학습하는 활동을 구성하였다. 이 연구에서 개발한 활동은 ‘식물의 구조와 기능’ 단원에서 ChatGPT를 활용하기 때문에 교육과정에서는 이 단원이 11차시 동안 수행되도록 구성되었으나, 인공지능의 의미와 필요성 알기, ChatGPT 이해 및 살펴보기, ChatGPT 활동 등이 추가되어서 총 17차시로 구성하였다. 활동에 대한 구체적인 내용은 Table 1과 Table 2에 제시하였다.

본 연구의 차시별 연구 내용은 다음과 같다. 1차시 오리엔테이션 시간에는 연구 수업의 목적과 차시별로 진행될 수업 내용에 대해 소개하였다. 2차시에는 인공지능의 의미와 수업에서 인공지능 활용의 필요성과 활용 방법에 대해 설명하였다. 3차시에는 수업

Table 1. Activities by lesson using AI

차시	활동
1	• 연구 과제 수업 오리엔테이션
2	• 인공지능의 의미와 필요성 알기
3	• ChatGPT 이해 및 살펴보기
4	• 광학현미경으로 세포 관찰하여 세포의 특징 알기
5	• 광학현미경 또는 세포에 관한 ChatGPT 활용 수업
6	• 뿌리의 생김새와 하는 일, 모양 알기
7	• 뿌리의 생김새와 하는 일에 관한 ChatGPT 활용 수업
8	• 줄기의 생김새와 하는 일, 모양 알기
9	• 줄기의 생김새와 하는 일, 모양에 관한 ChatGPT 활용 수업
10	• 잎에서 광합성으로 양분이 만들어지는 과정
11	• 광합성으로 양분이 만들어지는 과정에 관한 ChatGPT 활용 수업
12	• 잎의 기공을 통한 증산 작용
13	• 잎의 기공을 통한 증산 작용에 관한 ChatGPT 활용 수업
14	• 꽃의 생김새, 하는 일, 모양과 씨를 퍼트리는 방법 알기
15	• 꽃의 생김새, 하는 일, 모양과 씨를 퍼트리는 방법에 관한 ChatGPT 활용 수업
16	• 뿌리, 줄기, 잎 등 식물의 각 부분이 서로 관련 있음 알기
17	• 식물의 각 부분의 관련성에 관한 ChatGPT 활용 수업

Table 2. Lesson using ChatGPT

단계	ChatGPT 활용 교수학습 내용
도입	<ul style="list-style-type: none"> • 이전 ChatGPT 질문 공유하기 • 질문자에게 질문의 내용과 질문한 까닭 질의 응답하기 • 전시 학습 내용 상기
전개	<ul style="list-style-type: none"> • ChatGPT에게 물어볼 질문 생각하기 • ChatGPT에게 질문하기, 대담 이해하기, 다시 질문하기로 상호작용하기 (교사 순회 지도: ChatGPT 질문 내용 및 방법 지도, ChatGPT의 대담 이해 여부 확인 등)
정리	<ul style="list-style-type: none"> • ChatGPT와 상호작용한 내용 점검하기

에서 활용할 생성형 인공지능 ChatGPT를 안내하고 수업 시간 활용 방법에 대해 설명하였다. 그리고 부모님의 허락을 받고 구글 계정을 만든 학생들도 5명이 있었지만, 나머지 학생들은 구글 계정을 만들기 어려웠으므로 교사의 구글 계정 5개를 모듈별로 한 개씩 공유하여 ChatGPT 프로그램에 접속하도록 하였다. 학생들에게는 차시별 학습 후 ChatGPT 프로그램에 질문하는 방법을 안내하였다.

4차시에 광학 현미경으로 세포 관찰하여 세포의 특징에 관한 학습을 한 후, 5차시에 광학현미경 또는 세포에 관해 궁금한 점이나 더 알고 싶은 점 등에 대해 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. 6차시에 뿌리의 생김새와 하는 일, 모양에 대해 학습하고, 7차시에 뿌리의 생김새와 하는 일에 관해 궁금한 점이나 더 알고 싶은 점 등에 대해 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. 8차시에는 줄기의 생김새와 하는 일, 모양에 대해 알아보고, 9차시에는 줄기의 생김새와 하는 일, 모양에 관해 궁금한 점이나 더 알고 싶은 점 등에 대해 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. 10차시에는 잎에서 광합성 작용으로 양분이 만들어지는 과정을 학습하고, 11차시에는 잎에서 광합성 작용으로 양분이 만들어지는 과정에 관해 궁금한 점이나 더 알고 싶은 점 등에 대해 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. 12차시에는 연구 단원을 시작할 때 학교 중앙 공원에 설치해 둔 나무의 비닐봉지 내부에 물방울이 맺힌 것을 확인한 후 잎의 기공을 통한 증산 작용에 대해 학습하였고, 13차시에는 잎의 기공을 통한 증산 작용에 관하여 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. 14차시는 교육과정에서 한 차시에 꽃의 생김새와 하는 일, 식물이 씨를 퍼트리는 방법에 대해 학습하였다. 그리고 15차시에 꽃의 생김새와 하는 일, 씨 퍼트리는 방법에 대해 궁금하거나 더 깊게 알고 싶은 내용을 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. 16차시에는 4차시부터 15차시까지 학습한 내용을 종합하여 식물의 각 부분이 서로 관련이 있음을 알도록 하였으며, 17차시에는 물의 각 부분의 관련성에 관하여 ChatGPT 프로그램과 상호작용하였다. ChatGPT를 활용하는 첫 수업인 5차시를 제외한 7차시, 9차시, 11차시, 13차시, 15차시, 17차시에서는 작성된 질문을 다음 차시에 공유하고 질의응답하면서 연구 대상자들이 질문 유형을 익히고 작성하는 데 도움이 되도록 하며 17차시까지 연구를 진행하였다.

Table 3. Characteristics of the Study Subjects (N=25)

구분	인원	
성별	남	11
	여	14
사용 가능한 컴퓨터 프로그램 (중복 응답)	문서	19
	프리젠테이션	22
	스프레드시트	8
	엔트리	14

2. 연구 대상

본 연구에 참여한 초등학생들은 D 광역시 소재 초등학교에 재학 중인 6학년 25명으로 남학생 11명, 여학생 14명으로 구성되었다. 25명 모두 학년 초에 실시한 과학과 진단평가에서 기초학력 수준을 통과하여 기초학력미달인 학생이 없는 학급으로 과학과에 대한 기초학습이 잘 되어 있는 학급으로 볼 수 있다. 인공지능 프로그램 활용과 관련한 배경으로 19명은 컴퓨터를 이용해 문서를 작성할 수 있고, 22명은 프리젠테이션 자료를 만들 수 있었으며, 14명은 엔트리 프로그램을 사용해 본 적이 있다고 대답하여 컴퓨터의 프로그램을 다루는데 익숙하다고 볼 수 있다. 학급에 와이파이가 설치되어 있고 개인별 태블릿 PC가 제공되므로 연구 대상자가 원활하게 ChatGPT 프로그램에 접근할 수 있는 환경이 조성되어 있다(Table 3).

3. 자료 수집 및 분석

생성형 인공지능 ChatGPT를 활용한 학생들의 과학 수업이 학생들의 인지적 영역의 변화를 알아보기 위하여 시간별로 ChatGPT에 질문한 내용은 모아 학생별, 차시별로 정리하였다. 질문 중에서 초등학생 수준으로 다시 설명하길 원하는 ‘쉽게 다시 알려줄 수 있어?’, ‘초등학생 수준으로 다시 설명해 줘.’와 같이 학습 내용과 관련 없는 질문은 분석해야 할 자료에서 제외하였다. 한 학생이 질문한 것 중 ‘혹시 꽃에서 가장 중요한 것이 무엇인지 아니?’와 ‘꽃의 부분 중 가장 중요한 것이 무엇인지?’처럼 내용이 비슷한 질문은 하나의 질문으로 처리하였다.

질문과 과학 학습 수준에 관한 연구에서 질문은 생각을 지지하는 데 도움이 되고 과학에 대한 학생들의 이해를 향상시킬 수 있는 교육 방법으로, 학생의 질문은 학생의 교육적 잠재력을 나타내고, 학생들의 높은 인지 수준에서 제기된 질문은 중요한 개념과 관

련된 개념적 대화를 촉진하여 학습을 향상시킬 수 있다고 보았기 때문이다(Chin & Brown, 2002). ChatGPT를 활용한 수업이 학생들의 인지적 수준의 발달과 관계있는지 알아보기 위해 ChatGPT 활용 수업에 따라 ChatGPT에게 물어본 질문을 학습자 중심의 접근 방식을 강조한 Anderson et al.(2001)이 제시한 틀을 토대로 분류하였다(Table 4).

‘어떻게’가 들어가는 질문의 경우에는 앞의 광합성을 배운 후 수업시간에 배우지 않은 ‘있는 어떻게 만들어져?’와 같이 앞의 생성 내용을 묻는 학생의 질문은 단순한 지식으로 판단하여 ‘REMEMBER’ 단계로 분석하였다. ‘REMEMBER’ 단계는 사실, 용어, 기본 개념 등을 기억하고 회상하는 능력이다. 앞에서 일어나는 광합성 기능에 대해 묻는 ‘있는 어떻게 광합성을 해?’와 같은 질문은 학습 시간에 배운 내용을 이해하기 위한 시도로 판단하여 ‘UNDERSTAND’ 단계로 분석하였다. ‘UNDERSTAND’ 단계는 설명할 수 있고, 해석하고, 요약하고, 분류할 수 있는 능력을 말한다. ‘나무에 나뭇잎이 없으면 어떻게 돼?’와 같은 질문은 학습 내용을 다른 상황에 적용하는 질문으로 판단하여 ‘APPLY’ 단계로 분류하였다. ‘APPLY’ 단계는 배운 내용을 새로운 상황에 적용할 수 있는 능력이다. 수업 시간에 배운 광합성에 대해 “광합성을 한 식물이란 안 한 식물은 뭐가 달라져?”와 같은 질문은 광합성을 하는 식물과 광합성을 하지 않는 식물의 차이점을 묻는 질문으로 판단하여 분석적 사고를 요구하는 ‘ANALYZE’ 단계로 분류하였다. ‘ANALYZE’ 단계는 정보를 구성요소로 분해하고 이들 사이의 관계를 이해하고, 원인과 결과를 식별할 수 있는 능력이다. 꽃의 구조와 기능에 대한 수업 후 ‘꽃에서 가장 중요한 부위는 어디야? 절대 없어서는 안 되는 부위는 어디야?’와 같은 질문은 꽃의 구조 중 중요도에 따른 가치 판단을 하려는 시도로 보고 이러한

질문은 ‘EVALUATE’ 단계로 분류하였다. ‘EVALUATE’ 단계는 정보를 평가하고, 판단하고, 비판하는 능력이 ‘꽃의 생김새는 다 다르잖아, 생김새가 다르면 각자 진화하는 방법도 다르겠네?’와 같은 유형의 질문은 꽃의 생김새 차이를 진화와 관련지어 독창적인 사고를 시도한 것으로 분석하여 ‘CREATE’ 단계로 분류하였다. ‘CREATE’ 단계는 여러 정보를 통합해 새로운 작품이나 아이디어를 만들어내는 능력이다.

생성형 인공지능 ChatGPT를 활용한 과학 수업이 학생들의 인지적 영역 변화를 알아보기 위해 Anderson et al.(2001)의 The Taxonomy Table의 단계별 질문 백분율을 분석하였다. 분석 결과의 정확성을 확보하기 위해 연구자 사이의 교차 검사를 실시하였고, 연구 결과의 타당성을 높이기 위해 삼각측량법을 사용했다. 삼각측량법은 데이터 삼각측량, 조사자 삼각측량, 이론 삼각측량, 방법론적 삼각측량 등 네 가지 방법으로 나뉘는데(Mathison, 1988), 이 연구에서는 ChatGPT 프로그램 활용 자료, 설문 자료, 인터뷰 자료, 관찰 자료 등 여러 데이터 소스를 사용하는 데이터 삼각측량과 연구 과정에 한 명 이상의 조사자가 참여하는 조사자 삼각측량을 사용하였다. 한 연구자는 현장 연구를 통해 학생들이 ChatGPT와 상호작용하는 모습을 관찰하고 질문을 만들어가는 과정에 초점을 맞추어 질문을 분석하고 심층 면담을 실시하였고, 다른 연구자는 과학학습과 생성형 인공지능 관련 다양한 최근 연구 동향을 바탕으로 ChatGPT와 학생의 상호작용에서 생성된 질문에 대한 분류 및 심층 인터뷰 내용의 이면에 담긴 학습자의 과학수업에 대한 인식을 분석하기 위하여 자료를 분석할 때 독립적으로 한 후 일치도를 확인하고 불일치할 경우 토의를 통해 일치하는 방향으로 분석을 진행하였다.

생성형 인공지능 ChatGPT를 활용한 학생들의 과학 수업이 학생들의 인식을 알아보기 위해 리커트 척

Table 4. The Taxonomy Table’s by Anderson et al. (2001)

THE COGNITIVE PROCESS DIMENSION					
1. REMEMBER	2. UNDERSTAND	3. APPLY	4. ANALYZE	5. EVALUATE	6. CREATE
1.1 RECOGNIZING	2.1 INTERPRETING	3.1 EXECUTING	4.1 DIFFERENTIATING	5.1 CHECKING	6.1 GENERATING
1.2 RECALLING	2.2 EXEMPLIFYING	3.2 IMPLEMENTING	4.2 ORGANIZING	5.2 CRITIQUING	6.2 PLANNING
	2.3 CLASSIFYING		4.3 ATTRIBUTING		6.3 PRODUCING
	2.4 SUMMARIZING				
	2.5 INFERRING				
	2.6 COMPARING				
	2.7 EXPLAINING				

도를 활용한 설문 8개, 서술형 설문 3개를 연구자들이 개발하였다. 리커트 척도로 구성된 8개의 설문은 ChatGPT를 이용해 과학을 공부하는 것이 ‘식물의 구조와 기능의 이해’, ‘자연 현상을 과학적으로 분석’, ‘자연 현상에 대한 호기심이나 문제를 해결’, ‘과학의 이해’, ‘과학 역량 향상’, ‘새로운 과학에 대한 관심’, ‘2학기에든 지속하고 싶은 마음’, ‘다른 인공지능 프로그램을 수업에 활용하고 싶은 마음’에 도움이 되었는지 물어보는 것이었다. 8개 문항의 리커트 척도 응답 다음에는 응답의 이유를 적도록 하였다. 리커트 척도는 5단계로 구성하여, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점, ‘별로 그렇지 않다’는 2점, ‘보통이다’는 3점, ‘조금 그렇다’는 4점, ‘매우 그렇다’는 5점으로 수치화하였다. 리커트 척도로 구성된 설문 문항은 응답에 대한 이유도 추가로 알아보았다.

서술형 설문 3개는 생성형 인공지능을 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 파악하기 위해 생성형 인공지능 활용의 내용과 과정에 대해 알아보는 내용으로 구성하였다. 서술형 설문에서는 ‘ChatGPT를 이용해 과학 공부를 하면서 좋았던 점’, ‘ChatGPT를 이용해 과학을 공부하는 수업을 하면서 힘들었던 점’, ‘ChatGPT를 이용해 과학을 공부하는 수업을 하면서 아쉬웠던 점’ 등으로 구분하여 자유롭게 서술하도록 하여, 학생들의 생성형 인공지능을 활용한 수업에 대한 생각을 알아보았다. 이 연구에서 분석한 자료의 유형 및 수집 방법은 Table 5에 제시하였다.

개발한 설문지의 타당화를 위하여 과학교육전문가 1인, 인공지능 활용 수업 전문성을 갖춘 초등교사 1인, 인공지능 활용 수업에 대한 연구를 진행하는 박사과정 대학원생이 이 연구에서 개발한 설문지가 연구나 조사 주제를 제대로 반영하고 있는지 검토하여

설문 항목들의 적절성을 평가하였다. 그리고 평가 결과를 반영하여 최종적으로 설문 내용을 구성하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. ChatGPT를 활용한 과학 수업에서 학생들의 질문 단계 변화

이 연구에서 개발한 인공지능 활용 수업 과정에서, 학생들이 생성형 인공지능인 ChatGPT와 상호작용하며 학습 내용을 바탕으로 자유롭게 질문하며 탐구한 내용을 Anderson et al.(2001)이 개정한 신분류체계에 따라 분석하였다. Figure 2에서 차시별로 질문 유형의 비율 변화를 나타내었으며, 최저 백분율일 때와 최고 백분율일 때를 비교하였다. 비교한 결과, 생성형 인공지능을 활용한 수업이 진행되면서 백분율의 변화가 관찰되었다. 즉, 5차시에서는 ‘REMEMBER’ 단계가 전체 질문의 87.95%였으나, 13차시에서는 37.9%까지 낮아졌다. 따라서 인지적 영역 중에서 유일하게 감소하는 단계로 확인되었다. 5차시에서 ‘UNDERSTAND’ 단계는 3.6%였으나, 15차시에서는 21.9%로 증가하였고, 5차시에서 ‘APPLY’ 단계는 3.6%이었으나 13차시에서는 25.3%까지 증가하였다. 5차시에서 ‘ANALYZE’ 단계는 2.4%였으나 13차시에서는 13.8%까지 높아졌고, 5차시에서 ‘EVALUATE’ 단계와 ‘CREATE’ 단계는 0%였으나, 15차시에서는 ‘EVALUATE’ 단계는 4.7%로 증가하였고 ‘CREATE’ 단계는 3.1%로 각각 증가하였다.

그러나 Figure 2는 차시별 질문 유형 백분율이 일정한 경향을 보이지 않고 차시에 따라 백분율의 변화가 있어 전체적인 경향을 파악하는 데 어려움이 있다. 따라서 전체적인 경향을 파악하기 위해 Excel 프로그램의 추세선을 활용하여 다시 분석하였다. 추세선은 일반적으로 최소제곱법(least squares method)을 사용하여 데이터 포인트들과의 거리를 최소화하는 방식으로 그려지는데, 추세선을 통해 데이터의 전반적인 경향을 시각적으로 쉽게 파악하고, 데이터 분석 및 예측이 가능하다(Correll & Heer, 2017).

Figure 3을 보면 ChatGPT를 활용하는 수업 차시가 증가할수록 ‘REMEMBER’ 단계는 유일하게 기울기가 감소하였으며, ‘UNDERSTAND’ 단계, ‘APPLY’ 단계, ‘ANALYZE’ 단계, ‘EVALUATE’ 단계, ‘CREATE’ 단계의 기울기가 모두 증가하는 것을 확

Table 5. Types of Data and Methods of Data Collection

Domain	Types of Data	Methods of Data Collection and Analysis
Cognitive domain	ChatGPT 질문	• 수업 녹화본 및 전사 자료
	ChatGPT를 활용한 과학 수업의 효과	• 8개 문항, 5단계 리커트 척도 및 응답 이유 조사
Recognition domain	ChatGPT를 활용한 과학 수업에 대한 학생 인식	• 3개 서술형 설문조사
	ChatGPT를 활용한 과학 수업에 대한 자료	• 심층 인터뷰

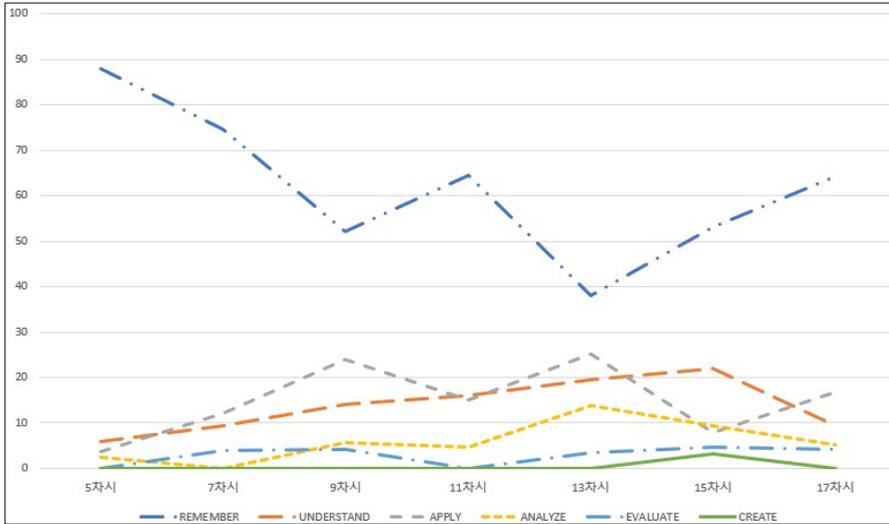


Figure 2. Percentage Graph of Question Types by Session

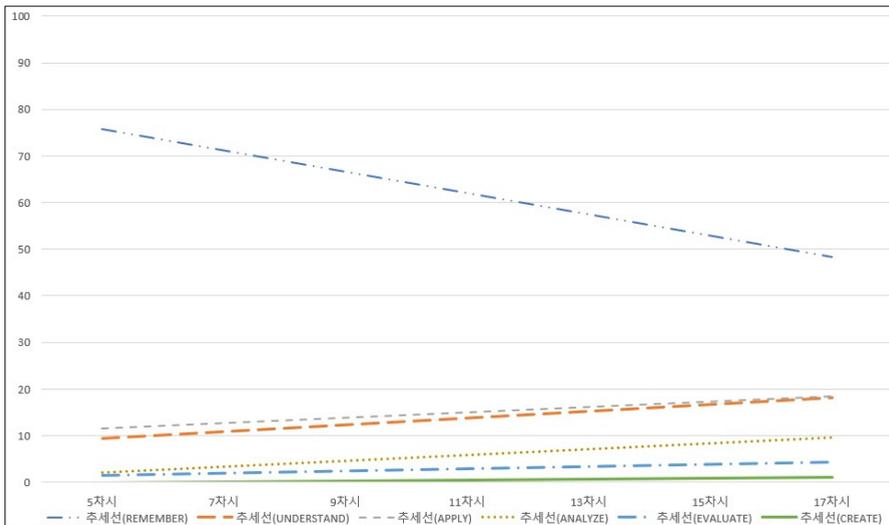


Figure 3. Trend Line of Percentage of Question Types by Session

인할 수 있다. 추세선의 기울기는 ‘REMEMBER’ 단계는 -3, ‘UNDERSTAND’ 단계는 1.4603, ‘APPLY’ 단계는 1.1661, ‘ANALYZE’ 단계는 1.2668, ‘EVALUATE’ 단계는 0.4725, ‘CREATE’ 단계는 0.2232로 점차 증가하였으나, 기울기의 크기는 점차 작아졌다. 따라서 ChatGPT를 활용하여 과학 수업을 하였을 때, 학생들의 인지적 영역 중 ‘REMEMBER’ 단계는 급격히 줄어들고, 그 대신 ‘UNDERSTAND’ 단계, ‘APPLY’ 단계, ‘ANALYZE’ 단계, ‘EVALUATE’ 단계, ‘CREATE’ 단계는 증가함을 확인하였으며, 특

히 고차원의 단계로 갈수록 증가하는 추세가 작음을 확인하였다. 이는 고차원의 단계일수록 발달이 어려움을 의미하며, ChatGPT를 활용하는 과학 수업을 통해 고차원의 단계도 발달할 수 있는 가능성을 확인하였다.

2. 초등학생은 과학 수업에서 생성형 인공지능 활용에 대한 인식

ChatGPT를 활용한 과학 학습 후 과학 수업에서 ChatGPT를 활용하는 것이 수업 내용에 대한 이해에

도움을 주는지에 대한 학생들의 인식을 알아보는 설문을 통해 Table 6, Table 7, Table 8과 같은 결과를 얻었다.

ChatGPT를 활용한 과학 수업의 효과에 대해 리커트 척도를 사용한 설문 결과는 Table 6과 같다. 모든 문항이 중간 척도인 3점보다 평균이 높게 나왔지만 그 중에서 리커트 척도를 활용한 설문 8개 중 ‘식물의 구조와 기능의 이해’, ‘자연 현상에 대한 호기심이나 문제를 해결’ 관련 응답이 가장 높고, ‘2학기에도 지속하고 싶은 마음’이 가장 낮은 것으로 나타났다. ‘식물의 구조와 기능의 이해’이 높은 응답인 까닭을 알아보기 위해 학생들의 인터뷰를 살펴보면 “교과서와 수업에서는 일반적인 식물의 구조와 기능만 나왔으나 ChatGPT에 내가 궁금한 것을 물어보면 잘못된 지식일진 몰라도 더 알 수 있었기에 도움이 된 것 같아요.”, “과학책에 나오지 않은 식물들과 식물들의 살아가는 방법, 구조와 기능의 역할, 필요성에 대해 자세히 알아봐 좋았어요.”, “수업시간에 식물의 구조와 기능에서 모르는 게 있었는데 ChatGPT가 이해하기 쉽게 알려주었어요.”라고 말했다. ‘자연 현상에 대한 호기심이나 문제를 해결’에서는 “어렸을 때부터 식물에 대해 궁금한 것이 있었는데 g****에 아무리 찾아도 찾지 못했던 기억이 있어요. 그런데 ChatGPT로 궁금증을 해결할 수 있었어요.”, “ChatGPT를 맨 처음에 접할 땐 어떻게 다루는지 잘 몰랐어서 단답형 질문들만 했었는데 이제는 많이 하다 보니 단답형 질문보다는 살짝 수준 있는 정도의 질문을 하고, 그러다보니 하고 싶은 질문들이 생겨나고 그걸 질문함으로써 아는 것도 많아진 것 같기 때문이에요.”, “ChatGPT는 단순한 과학 상식을 알려주는 것도 잘하지만,

내가 모르는 것을 알려주는 게 아닌 호기심도 잘 해결할 수 있는 것 같아요.”라고 대답했다. ‘2학기에도 지속하고 싶은 마음’은 가장 낮은 응답이 나왔는데 그 까닭으로 “AI보다는 식물 탐구 같은 것을 해보고 싶습니다.”, “왜냐하면 이 활동을 하며 얻는 좋은 점도 있지만 이것 말고 다른 활동을 더 해보고 싶어요.”, “제대로 된 대답을 안 할 때도 있고 대답이 어려울 때가 많기 때문에 하기 싫어요.”, “별로 하고 싶지는 않아요. ChatGPT가 과학 공부를 도와주기는 하지만 여러 인공지능을 접해봐야 한다는 선생님의 말씀처럼 다른 인공지능을 이용해 수업을 해보고 싶어요.”라고 말했다. Yong(2023)이 ChatGPT는 개념을 명확히 하고, 문제 해결을 지원하는 것으로 보았는데, 본 연구 결과를 통해 이러한 ChatGPT의 기능이 초등학교 학생들이 과학 개념을 이해하고 실제 문제를 해결하는데 도움이 될 수 있는 것으로 나타났다.

리커트 척도를 선택한 후에 선택의 이유를 적도록 한 문항을 통해 ‘식물의 구조와 기능의 이해’, ‘자연 현상에 대한 호기심이나 문제를 해결’ 문항의 응답이 높은 까닭이 Table 7의 ChatGPT가 가진 긍정적인 요소와 많은 관련이 있는 것을 알 수 있다. ‘2학기에도 지속하고 싶은 마음’이 가장 응답이 낮은 까닭은 Table 7에서 살펴본 ChatGPT가 가진 부정적인 요소도 있지만, 그보다는 2학기에 ChatGPT가 아닌 다른 인공지능 프로그램을 사용해보고 싶은 호기심이 더 컸기 때문으로 볼 수 있다. 표면적으로는 응답이 가장 낮지만, 이면적인 내용은 ChatGPT의 과학 수업 활용이 다른 인공지능 프로그램의 과학 수업 활용에 대한 촉매제 역할을 하는 긍정적인 응답인 것으로 볼 수 있다.

Table 6. Likert Scale Survey Results on the Effectiveness of Science Lessons Using ChatGPT

질문	M	SD
식물의 구조와 기능의 이해	4.2	0.7
과학의 이해	3.8	1.1
자연 현상을 과학적으로 분석	3.3	1.4
자연 현상에 대한 호기심이나 문제를 해결	4.2	0.9
과학 역량 향상	3.3	1.1
새로운 과학에 대한 관심	3.6	1.1
2학기에도 지속하고 싶은 마음	3.2	1.6
다른 인공지능 프로그램을 수업에 활용하고 싶은 마음	3.6	1.7

Table 7은 ChatGPT를 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식을 서술형으로 설문한 문항 3개에 대한 분석 결과이다.

학생들은 수업을 통해 ChatGPT를 꾸준히 활용하

Table 7. Students’ perceptions of science classes using ChatGPT (N=25)

응답유형	학생수	백분율
긍정	9	36
부정	3	12
긍정과 부정	13	52
합계	25	100

며 ChatGPT에게 질문했을 때, 질문을 잘 이해하지 못하고 엉뚱한 답을 하는 상황도 있었고, 이전 답과 다음 답이 서로 다르게 제시되어 어느 답이 옳은 것인지 혼동하게 되는 상황도 있었지만, ChatGPT의 장점과 단점을 경험하였음에도 불구하고, 연구 대상인 초등학생 중에서 ChatGPT의 장점과 단점을 모두 파악하고 있는 학생(긍정과 부정을 모두 응답한 경우)은 13명(52%)으로 절반 정도에 머물렀다. 그리고 ChatGPT에 대해 긍정적으로 인식하며 무조건적으로 신뢰하는 학생이 9명(36%)이나 되었다. 또한, ChatGPT에 대해 긍정적인 인식은 하지 않고, 부정적으로만 인식하는 학생은 3명(12%)이었다.

긍정으로 분류한 학생들의 응답을 살펴보면, ‘쉽게 설명해 달라고 하면 더욱 쉽게 설명해주기 때문에 식물의 구조와 기능을 더욱 정확하고 손쉽게 알 수 있었다.’, ‘과학 실험이나 과학 공부를 할 때 궁금한 것을 ChatGPT에게 말하면 잘 알려줘서’, ‘교과서에는 꼭 필요한 핵심적인 내용만 나와 있는데 ChatGPT에 질문을 하니 교과서에 나온 것은 더 상세하게, 생략된 것들 또한 알게 되어서 새로웠기 때문이다.’ 등으로 주로 궁금했을 때 물어볼 대상이 있다는 것에 대한 긍정적인 인식이 많았다.

긍정적인 인식을 하는 학생 E의 사례를 Figure 4에 제시하였다.

학생 E는 5차시에서 단순하게 현미경에 대해 ChatGPT에게 물어보는 ‘Remember’ 단계의 질문을 하였으나, 13차시에는 ChatGPT의 응답을 비교, 분석하여 차이점을 지적하여 되묻는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 차시가 거듭되면서 학생 E는 ChatGPT와의 상호작용의 수준이 ‘Analyze’ 단계로 향상되

었음을 확인하였다. 학생 E와의 인터뷰에서 “이해를 할 때까지 계속 물어봐도 계속 대답을 해주어서 궁금한 것을 물어보면 ChatGPT가 개인으로 답을 주어서 내가 궁금한 것을 풀어주기 때문에 좋았어요.”, “궁금한 것이 있다면 바로바로 물어보는 것과 질문을 하여 답을 얻으면 지식이 조금 더 많아지는 느낌이에요.”라며 ChatGPT가 지닌 장점을 잘 이해하며 활용하는 모습을 확인할 수 있었다. 따라서 긍정적인 인식으로 분류한 학생들이라도 ChatGPT의 단점을 인식하지 못하는 것이 아니라, 장점을 최대한 살려서 과학수업에 활용할 수 있는 역량을 가지고 있어서 긍정적인 답을 하였음을 확인할 수 있었다.

부정으로 분류한 학생들의 응답을 살펴보면, ‘수업과 관련되지 않은 내용이 나와서 당황한 적이 있다.’, ‘ChatGPT는 대답을 좀 어렵게 해준다.’, ‘질문이 이상하게 변할 때도 있고, 대답이 이상하게 나오기도 하고, 너무 어려운 말이 많았다.’ 등 ChatGPT와의 상호작용에 어려움이 있음을 인식하였다. 부정적인 인식을 하는 학생 N의 사례를 Figure 5에 제시하였다.

학생 N은 5차시에 ChatGPT에게 ‘REMEMBER’ 단계에 해당하는 “세포에 대해 알아?”라는 질문을 하고 ChatGPT와 상호작용을 하였으나, 13차시에서도 ChatGPT에게 잎의 증산작용에 대해 물어본 후 ChatGPT의 응답을 보며 조금 더 쉽게 알려달라고 하였다. 이러한 질문과 상호작용은 ‘REMEMBER’ 단계로 판단하였다. 따라서 학생들의 질문 수준을 Anderson et al.(2001)이 개정한 신분류체계에 따라 분석하였을 때 낮은 단계에 해당하는 질문에서 벗어나지 못하는 학생들의 경우에는 인공지능을 활용한 수업에 대해 부정적인 인식을 가지게 될 수 있음을 확인

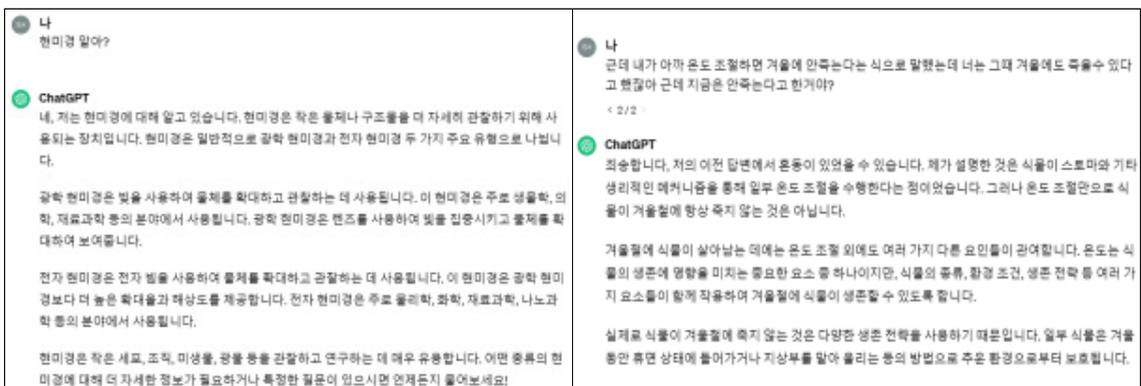


Figure 4. Comparison of Student E's ChatGPT interaction in lesson 5 (left) and lesson 13 (right)

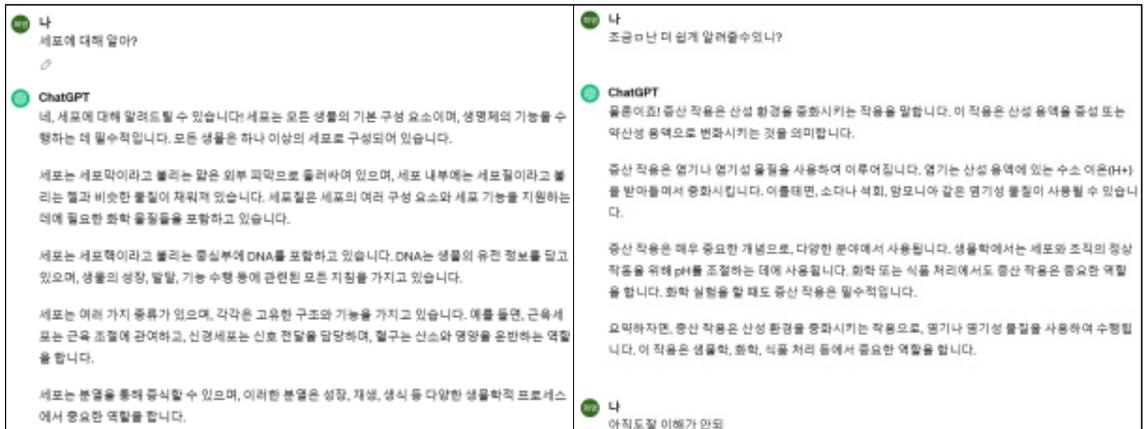


Figure 5. Comparison of Student N’s ChatGPT interaction in lesson 5 (left) and lesson 13 (right)

하였다. 긍정과 부정적인 인식을 모두 표현한 학생들은 ‘답변이 너무 어려운 경우가 있지만, 그래도 쉽게 설명해 달라고 하면 쉽게 설명해주고, 궁금한 것에 관한 것을 여러 가지 다른 방식으로 설명해 준다.’, ‘과학책에 나오지 않은 식물들과 식물들의 살아가는 방법, 구조와 기능의 역할, 필요성에 대해 자세히 알려주어서 좋았다. 그러나 쉽게 설명해 달라고 할 때 조금 어렵게 설명할 때가 있어서 이해하는데 힘들었다.’, ‘ChatGPT가 자세하게 알려줬지만, 내가 말한 것 중 ChatGPT가 거짓말을 하는 경우도 있었다.’, ‘가끔씩 틀린 답을 해줄 때도 있지만 거의 대부분 맞고 새로운 사실을 알려주기 때문이다.’ 등 ChatGPT의 상호작용에 대해 긍정적으로 인식한 학생들과 부정적으로 인식한 학생들의 응답을 고르게 포함하고 있었다.

긍정과 부정을 모두 인식을 하는 학생 V의 사례를 Figure 6에 제시하였다.

부정과 긍정적인 인식을 모두 가지고 있었던 학생 V는 5차시에 ChatGPT에게 ‘REMEMBER’ 단계에 해당하는 “현미경은 뭐야?”라는 질문을 하고 ChatGPT와 상호작용을 하였으나, 차시가 진행되면서 줄기의 기능을 배우고 줄기와 뿌리의 차이를 ChatGPT에게 물어보았으며, 그 후 교육과정에 따라 9차시에 체관과 물관의 차이를 구분하지 않고 제시하였는데, 이때 학생 V는 양분과 물이 만나면 어떻게 되는지 궁금해하였으며 ChatGPT는 이 질문에 양분과 물이 만나면 안 된다고 응답하였다. 그러나 학생 V는 양분과 물이 만나면 어떻게 되는지 다시 물어보았으며, 이때 ChatGPT는 양분과 물이 만나면 긍정적인 영향을 준다고 응답하였다. 이러한 응답을 통해 학생 V는



Figure 6. Comparison of Student V’s ChatGPT interaction in lesson 9 (left) and lesson 15 (right)

ChatGPT의 응답이 상충하는 것을 깨닫고, “아까 전에는 만나면 안 된다면서 지금은 긍정적인 영향을 끼치는 거야?”라는 질문을 하였다. 이러한 과정을 통해 학생 V는 ChatGPT와 ‘ANALYZE’ 단계에서 상호작용하였음을 확인하였다. 또한, 15차시에는 꽃의 구조와 기능을 학습하면서 다양한 꽃의 구조를 진화와 연결하여 새로운 주제로 탐색을 진행하였으며 이를 통해 학생 V의 질문 단계는 ‘CREATE’ 단계로 발달하였음을 확인하였다. 이렇게 인공지능과 상호작용하면서 질문의 단계가 빠르게 향상되는 경우에는 충분히 인공지능의 좋은 점과 불편한 점을 인식하게 되었음을 확인하였다. 학생 V는 인터뷰에서 “생성형 인공지능이 자세하게 알려줬지만 생성형 인공지능은 거짓말을 하기 때문에 도와주기 때문에 좋은 점이 있지만, 내가 질문한 것 중 생성형 인공지능이 거짓말을 할 수 있기 때문에 불편하기도 하다.”고 ChatGPT를 활용할 때 좋은 점과 불편했던 점도 함께 이야기하였다.

Table 8은 학습자가 ChatGPT를 어려움을 조사한 서술형 설문지의 응답 결과를 분석하여 크게 ChatGPT에게 묻는 질문과 교실 와이파이, 태플릿 PC 등 시스템과 환경 요인으로 분류하였다. 전체 학생 25명 중 ChatGPT를 다루는 데서 겪는 어려움을 묻는 설문에 응답한 12개의 응답을 분류하였다.

ChatGPT를 활용한 과학 수업에 대한 어려운 점으로, ChatGPT에게 무엇을 물어볼지 ‘질문’을 만드는 것이라고 응답한 학생은 5명(41.6%)이었다. ‘질문’에 대한 어려움에 관련된 응답 내용을 살펴보면 ‘어떤 질문을 할지 고민하는 게 힘들었다.’, ‘힘들었던 점을 굳이 뽑자면 어떤 질문을 해야 정확히 내 질문에 답을 해줄지 생각하느라 머리가 아팠던 적이 있다.’, ‘ChatGPT의 말을 이해하는 데 어려움을 겪었고 질문을 똑바로 하지 않아 ChatGPT가 대답을 이상하게 할 때 좋지 않았다.’, ‘질문을 했는데 모르는 단어들 많이 나와서 힘들었고 무슨 질문을 해야 되고 그 나온 답에 대한 질문을 못 한 것’, ‘새로운 용어를 찾아보고

물어보는 게(질문) 힘들었다.’ 등이 있었다. 이를 통해 학생들은 수업 중 ChatGPT에게 질문하는 것에 대해 익숙하지 않으며, ChatGPT를 활용하기 위해서는 질문을 해야 하는 교육적 상황이 제공되었기 때문에 힘들어하는 것을 알 수 있다. 생성형 인공지능과 사용자가 상호작용할 때 사용자가 생성형 인공지능에게 하는 질문에 대한 연구에서 생성형 인공지능에게 어떤 질문을 하느냐에 따라 활용 결과가 달라질 수 있으므로(Sejnowski, 2023), 질문의 중요성을 학생들이 인식하는 것이 필요함을 확인하였다. 그러나 꾸준히 ChatGPT를 활용한 수업을 진행한다면, 학생들의 질문에 대한 능력이 향상될 수 있을 것이며, 또한, 차시별 질문 유형을 통해 학생들의 인지발달을 알아본 연구 결과에서 제시된 것처럼 학생들의 질문의 범주도 보다 심화 발달할 수 있을 것이라고 판단된다.

ChatGPT의 시스템과 환경에 대한 불편함을 인식한 학생은 7명(58.4%)이었다. 시스템에 대한 어려움으로 ‘너무 많은 학생이 한 계정에 많이 들어가면 안 되는 것’, ‘계정을 만들 때 많은 과정을 거쳐야 했던 점’, ‘쉽게 대답해주라고 하면 되지만 그런 과정에서 컴퓨터 예러가 터져서 묻기 어려웠다.’, ‘한국 번역으로 돌리면 이상하게 나온다.’, ‘ChatGPT에 여럿이 접속하면 대답하는데 시간이 걸렸다.’, ‘거짓말을 해 뭐가 맞는지 헷갈린다.’ 등 ChatGPT 자체의 문제점으로 인한 것도 있었다. 본 연구에서 사용한 ChatGPT에 접속하기 위해 교사의 구글 계정 5개를 20명이 공유하여 사용하였고, 5명은 부모님의 개인 계정을 개설하여 사용하였기 때문에 발생한 문제라고 할 수 있다. 한 계정을 여러 명이 동시 접속할 경우 로그인부터 어려움이 있었고, 이에 한 모듈에서 먼저 하는 팀과 나중에 하는 팀으로 나누어 접속하여 문제를 조금 해결할 수 있었다. 그러나 ChatGPT는 18살 이상의 경우만 사용 가능하기 때문에 계정을 만드는데 어려움이 발생하였지만, 앞으로 초등학생들도 계정을 만들고 사용할 수 있는 루트와 같은 프로그램이 발달하게 된다면, 이러한 문제는 해결될 수 있을 것이다.

또한 ChatGPT는 영어를 기반으로 한 프로그램이기 때문에 한국어로 질문을 하거나 대답할 때 질문 내용과 맞지 않은 대답이 나오거나 어색한 경우가 있었다. 이런 문제를 해결하기 위해 번역기를 사용해 영어로 질문하는 학생도 있었다. ChatGPT가 전문 지식을 바탕으로 질문에 대답해 주지만 사용자의 질문

Table 8. Difficulties in science classes using ChatGPT (N=12)

요인	응답수	백분율
질문	5	41.6
시스템과 환경	7	58.4

방향에 따라 대답하기 때문에 사실과 다른 거짓말을 할 수 있다는 프로그램 자체의 문제점을 듣기도 했다. 이러한 문제도 앞으로 한글 기반 생성형 인공지능이 발달한다면 해결이 가능할 것이라고 본다.

환경에 대한 어려움으로 ‘렉이 걸리고 글자도 이상하게 변했다.’, ‘패드가 안 되는 점, 오류가 났던 점’, ‘반을 줄여도 와이파이가 안 돼 대답을 받는 게 느리다.’ 등 생성형 인공지능을 교실에서 사용하기에 뒤쳐진 교실 정보 환경의 문제점을 이야기하였다. 이러한 문제점은 ChatGPT의 교육적 활용에 대한 교사의 요구도 분석(홍수민과 한형중, 2023)에서 AI 활용 윤리, ChatGPT 교육적 활용 방법 다음으로 수업 환경 구축을 뽑은 결과와 유사하게 학습자도 ChatGPT 활용 환경의 중요성을 인식하는 것을 알 수 있었다. 생성형 인공지능을 교실에서 원활하게 사용하기 위해 Intel의 Core i7 또는 i9, AMD의 Ryzen 7 또는 Ryzen 9 같은 강력한 프로세싱 능력을 가진 컴퓨터나 최신 스마트폰, 최소 25 Mbps 이상의 다운로드 속도와 10 Mbps 이상의 업로드 속도를 지닌 4G/5G 모바일 네트워크가 필요하다. 연구가 진행된 학교의 정보 환경은 교실별 와이파이와 학생 1인 1 태블릿 PC가 갖추어져 있으나 성능면에서 여러 학생이 동시에 ChatGPT를 효과적으로 활용하는 데 부족하며, 이로 인한 문제점을 학생들이 ChatGPT를 사용하면 인지한 것으로 나타났다. 이러한 문제를 해결하고 앞으로 다양해질 생성형 인공지능을 학교 수업에 활발하게 적용하기 위해서는 학교 내 정보 환경에 대한 문제를 해결하는 것도 중요할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학 수업에서 효과적으로 인공지능을 활용할 수 있는 교수법을 찾기 위해 ChatGPT를 활용한 초등 과학 수업을 개발하고, 이 수업에서 ChatGPT과의 상호작용을 위한 초등학생들의 질문 수준을 Anderson et al.(2001)이 개정한 신분류체계에 따라 분석하였다. 연구 결과, 초등학생이 ChatGPT와 같은 AI를 활용하여 식물의 구조와 기능에 대해 질문하고 탐구하는 과정은 이러한 여러 인지적 영역의 발달을 촉진할 수 있다. 예를 들어, 학생들이 식물의 기본 구조에 대해 질문하면서 관련 지식을 확립할 수 있고, 학생들이 식물의 기능에 대해 질문하고, 그

과정이 어떻게 일어나는지 설명을 듣고 이해할 수 있다. 특정 환경 조건에서 식물이 어떻게 반응할지 예측해 보는 것처럼 학생들이 배운 지식을 새로운 상황에 적용해 보는 것을 요구하는 질문을 할 수 있다. 학생들이 식물의 다양한 부분이 어떻게 상호작용하는지, 혹은 특정 생태계 내에서 식물의 역할을 분석하는 질문을 할 수 있고, 식물 관련 가설을 평가하거나, 다양한 식물 보호 방안을 비판적으로 평가하는 질문을 할 수 있다. 또는 학생들이 새로운 식물 관련 프로젝트나 실험을 설계하는 질문을 통해 창조적 사고를 발휘할 수 있다. 따라서, 초등학생들이 ChatGPT와 같은 도구를 사용하여 식물에 대해 학습하는 과정은 그들의 인지적 영역 발달에 긍정적인 영향을 줄 수 있다. 이는 학생들이 단순히 지식을 수동적으로 받아들이는 것이 아니라, 질문하고, 탐구하고, 비판적으로 생각하는 능력을 키울 수 있도록 돕기 때문이다.

연구를 통해 ChatGPT와 같은 인공지능 도구가 학생들의 지식 영역에서의 발달을 돕는 것뿐만 아니라, 학생들이 더 깊이 있는 이해와 복잡한 문제 해결 능력을 개발하는 데에도 기여할 수 있음을 보여준다. 학생들은 ChatGPT와의 상호작용을 통해 ‘REMEMBER’, ‘UNDERSTAND’, ‘APPLY’, ‘ANALYZE’, ‘EVALUATE’, ‘CREATE’의 다양한 인지과정을 경험할 수 있었다. 이는 생성형 인공지능이 단순히 정보를 제공하는 도구를 넘어, 학습 과정에서 비판적 사고와 창의성을 촉진하는 역할을 할 수 있음을 보여준다.

리커트 척도로 알아본 설문 분석한 결과, 대부분의 학생들이 ChatGPT를 활용한 과학 수업에 긍정적이거나 호의적인 태도를 보였으며, 이는 기술이 학습 환경을 어떻게 변화시킬 수 있는지에 대한 흥미로운 통찰을 제공한다. 특히, 일부 학생들은 전통적인 교육 방식에서는 겪을 수 없었던 개인화된 학습 경험을 통해 더 적극적으로 수업에 참여하는 모습을 보였다. 이는 ChatGPT가 학생 개인의 요구에 맞춰 다양한 학습 자료와 질문에 대한 답변을 제공할 수 있음을 나타낸다. 그러나 동시에 일부 학생들은 고도화된 질문을 생성하거나 인공지능이 제공하는 답변을 완전히 이해하는 데 어려움을 겪는 경우도 있었다. 이러한 점은 ChatGPT와 같은 도구를 교육에 통합할 때 학생들의 다양한 배경과 능력을 고려해야 함을 시사한다.

이 연구는 또한 ChatGPT의 활용이 모든 학생들에게 동등한 학습 효과를 가져다주지는 않음을 보여주며, 학생들의 개별적인 특성과 필요에 따라 맞춤형 교육 경험을 제공하는 것의 중요성을 강조한다. ChatGPT를 활용한 과학 수업에 대한 학생 인식은 긍정, 부정, 긍정과 부정으로 구분되었으며, 부정적인 인식을 가진 학생들은 대부분 ChatGPT에게 ‘REMEMBER’ 단계의 낮은 수준의 질문에 머무르는 상호작용을 보였다. 그러나 긍정적인 인식을 가진 학생들은 초기에는 낮은 수준의 질문으로 ChatGPT와 상호작용하였지만, 차시가 거듭될수록 높은 단계의 질문으로 발전하는 모습을 보였다. 특히 과학수업에 인공지능을 활용하는 것에 대한 긍정적인 인식과 부정적인 인식을 고르게 가지고 있는 학생들은 긍정적인 인식만 가지고 있는 학생들보다 더 높은 단계의 질문으로 ChatGPT와 상호작용하는 것을 관찰할 수 있었다. 따라서 앞으로 초등학생들에게 인공지능을 활용한 과학 수업을 진행할 때, 학생들이 ChatGPT를 맹목적으로 신뢰하지 않고 긍정적인 면과 부정적인 면을 바르게 인식하고 ChatGPT와의 상호 결과물에 대해 비판적으로 판단하며 과학 학습에 바르게 활용할 수 있도록 교사의 안내가 필요하다.

대부분의 학생들은 인공지능을 활용한 과학수업에 대해 기존의 교육 방식에서 보이지 않던 적극적인 참여와 호기심을 보이며, ChatGPT를 통해 자신만의 질문을 탐색하고 답을 찾는 과정에서 큰 만족을 경험했다. 이는 인공지능 기술이 학습자 중심의 교육 환경을 조성하고, 학생들이 주도적으로 학습에 참여하도록 동기를 부여할 수 있음을 시사한다. 그러나 이러한 긍정적인 측면과 함께, ChatGPT를 포함한 인공지능 도구의 효과적인 활용을 위해서는 기술적, 교육적 측면에서의 추가적인 지원과 연구가 필요함을 연구는 분명히 한다. 이는 향후 교육 현장에서 생성형 인공지능의 활용을 최적화하고, 모든 학생들이 이러한 기술로부터 최대한의 학습 효과를 얻을 수 있도록 하는 데 중요한 기초 자료를 제공할 수 있다.

특히, ChatGPT가 과학 수업에서 유용하게 활용될 수 있는 가능성을 보여준 연구 결과를 토대로 과학 수업에서 ChatGPT를 지속적으로 활용하여 학생들의 고차원적 인지 영역 발달을 촉진할 것을 제안한다. 또한, 초등 과학 교육에서 학생들의 참여를 높이고, 교사의 부담을 줄이며, 교육의 질을 개선하는 데 기

여할 가능성을 열어준다. 또한, ChatGPT가 제공하는 다양한 학습 자료와 상호작용 기능은 학생들이 학습 과정에서 능동적으로 참여하게 만들고, 교육과정을 더욱 흥미롭고 동기 부여가 되도록 만들 수 있다. 결론적으로, 본 연구는 ChatGPT를 포함한 인공지능 기술이 초등 과학 교육을 혁신할 수 있는 유력한 가능성을 보여주었으며, 이는 교육 기술의 미래에 중요한 영향을 미칠 것이다. 연구자들은 이 기술이 교육 현장에 가져올 변화를 주의 깊게 관찰하고, 그 효과를 최대화하기 위한 새로운 방법을 모색해야 할 것이다.

그러나 이 연구는 초등학생 6학년을 대상으로 한정된 범위에서 수행되었기 때문에, 결과의 일반화에는 주의가 필요하다. 향후 연구에서는 다양한 연령대와 학문 분야에서의 ChatGPT의 적용 가능성을 폭넓게 탐색할 필요가 있다. 또한, ChatGPT를 활용한 교육이 학생들의 학업성취도에 미치는 장기적인 영향을 평가하기 위한 중단 연구가 필요하다. 추가적으로, 인공지능 교육 도구의 윤리적, 사회적 영향에 대한 심도 있는 연구가 요구된다. ChatGPT의 데이터 개인정보보호, 알고리즘 편향성 등의 문제는 심각한 윤리적 고려사항을 수반하며, 이에 대한 명확한 가이드라인과 정책이 마련되어야 한다.

또한, 초등학교의 경우 보편적으로 과학 수업의 한 단원이 11차시로 이루어지는데, 이 연구에서 제한한 인공지능의 활용 수업의 경우에는 17차시로 증가하였다. 따라서 모든 단원에 인공지능을 활용하기 위해서는 더 많은 차시가 요구된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 매 차시마다 인공지능을 활용하는 수업으로 진행하지 않고, 각 단원별 마무리 차시에 인공지능을 활용하거나, 여러 단원에 걸쳐 ChatGPT를 부분적으로 활용해 수업할 수 있을 것이다. 그러나 중요한 것은 차시가 늘어난다고 해도, 학생들의 질문의 단계가 높아지는 발달을 위해서는 인공지능을 적극적으로 과학 수업에 도입하는 것이 필요하다고 본다.

참고문헌

- 교육부(2020a). 수학교육 종합계획(안) [2020~2024년].
- 교육부(2020b). 정보교육 종합계획(안) [2020~2024년].
- 교육부(2022). 교육부 고시 제2022-33호 [별책 9] 과학과 교육과정.
- 김낙훈(2023). ChatGPT가 한국인 고등학생 영어 학습자의 대학수학능력시험 영어 읽기 과업의 인지 처리 과

- 정에 미치는 영향에 관한 시론적 탐색. *중등영어교육*, 16(2), 179-205.
- 김태하, 윤혜경(2023). 연구학교 참여 초등교사의 인공지능 활용 과학 수업에 관한 인식 변화. *초등과학교육*, 42(3), 467-479.
- 김혜란, 최선영(2021). 초등과학 실시간 쌍방향수업을 위한 인공지능 융합교육프로그램의 개발과 적용 - '식물의 생활' 단원을 중심으로-. *초등과학교육*, 40(4), 433-442.
- 박수원(2016). 뇌가소성에 대한 이해와 교육적 시사점. *교원교육*, 32(1), 25-60.
- 신원섭, 신동훈(2020). 초등과학교육에서 인공지능의 적용 방안 연구. *초등과학교육*, 39(1), 117-132.
- 이서교, 신영준(2022). AI 분류모델 과학 교육프로그램이 초등학생의 과학 흥미에 미치는 영향. *인공지능연구논문지*, 3(3), 35-45.
- 이진남(2021). 비판적 정보 문해력 교육의 필요성. *사고와 표현*, 14(2), 7-29.
- 조현국(2023). 텍스트 기반 생성형 인공지능의 이해와 과학교육에서의 활용에 대한 논의. *한국과학교육학회지*, 43(3), 307-319.
- 홍수민, 한형중(2023). ChatGPT의 교육적 활용에 대한 초등교사 인식 및 교육 요구도 분석. *한국컴퓨터교육학회 논문지*, 26(4), 51-63.
- Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., & Wittrock M. (2001). *Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing, A: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (1st Ed.)*. New York, NY: Pearson Longman Publishing.
- Benjamin, S. B. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain*. Ann Arbor, MI: Edwards Brothers, Inc..
- Chin, C., & Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: A meaning aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Correll, M., & Heer, J. (2017). Regression by eye: Estimating trends in bivariate visualizations. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1387-1396.
- Kim, J., & Lee, S. S. (2023). Are two heads better than one?: The effect of student-AI Collaboration on students' learning task performance. *TechTrends*, 67(2), 365-375.
- Mathison, S. (1988). Why triangulate?. *Educational Researcher*, 17(2), 13-17.
- Sejnowski, T. J. (2023). Large language models and the reverse turing test. *Neural Computation*, 35(3), 309-342.
- Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, 333(6043), 776-778.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Ilkka, T. (2018). *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education*. JRC Science for Policy Report, European Union.
- Zheng, Y. (2023). ChatGPT for teaching and learning: An experience from data science education. In *Proceedings of the 24th Annual Conference on Information Technology Education*, 66-72.

신화영, 동대전초등학교 교사(Hwayoung Shin; Teacher, DongDaejeon Elementary School)

† 백성혜, 한국교원대학교 교수(Seoung-Hey Paik; Professor, Korea National University of Education)