

## 수학교육에서 AI 코스웨어의 디지털 유형학적 분석

손태권(봉명초등학교, 교사)<sup>†</sup> · 강다혜(봉명초등학교, 교사)

본 연구는 Choppin 외(2014)의 디지털 유형학을 토대로 수학 학습을 위한 AI 코스웨어의 특징을 살펴보고 향후 수학 교수·학습을 위한 AI 코스웨어 개발 방향을 제안하는 데 목적이 있다. 이를 위해 국내에서 활발하게 사용되고 있는 12종의 AI 코스웨어를 분석 대상으로 선정하고, 이러한 AI 코스웨어들이 프로그램과 학생과의 상호작용, 교사의 수업 구성, 평가 시스템 측면에서 어떤 특징을 가지고 있는지 분석하였다. 그 결과, 각 AI 코스웨어들은 학생, 교사, 평가를 위한 고유한 기능적 특징을 제공하고 있었으나 교수·학습을 수정하고 구성할 수 있는 기능은 제한적이었다. 이러한 결과를 바탕으로 수학교육에서 AI 코스웨어의 개발 방향에 대한 시사점을 제시하였다.

### I. 서론

세계적으로 교사들은 수학을 효과적으로 가르치기 위해 디지털 자료를 활용하고 있으며, 이러한 자료들은 학생에게 의미있는 학습 경험을 제공하고 교사가 수업을 계획하는 핵심 도구로서 수학 교실에서 사용되어 왔다(Pepin et al., 2017; Pepin & Gueudet, 2020). 최근 정보통신기술과 인공지능(Artificial Intelligence; AI)의 발전으로 인해 디지털 자료의 기능 개선과 확대는 더욱 가속화되었으며, 수십 년간 사용되어 온 전통적인 교과서를 대체하거나 보완할 수 있는 잠재력을 가진 AI 코스웨어들이 개발되기 시작하였다(Choppin et al., 2014). 이러한 AI 코스웨어들은 멀티미디어를 통합하여 학습자에게 흥미롭고 효과적인 학습 경험을 제공하고 학습자의 개별적인 교육적 요구에 대응할 수 있는 개별화 학습을 가능하게 하며, 학습 과정에 대한 지속적인 평가 결과를 제공한다(박만구, 2020; 신동조, 2020).

이러한 흐름에 따라, 국내에서는 AI 코스웨어를 수학교육에 적용하기 위해 공교육과 민간 기업 차원에서 여러 프로그램이 개발되어 학생들에게 적용되고 있다. 공교육 차원에서 개발된 대표적인 AI 코스웨어는 똑똑! 수학탐험대이다. 교육부는 2020년에 공교육 최초의 초등 수학 수업 지원시스템인 똑똑! 수학탐험대를 개발하여 1-2학년 학생들을 대상으로 전국적으로 배포하였고(교육부, 2020), 2022년에는 3-4학년군, 2024년에는 5-6학년군으로 서비스 대상을 점차 확대하고 있다. 또한 2023년 6월에는 AI 디지털 교과서 도입과 확대를 발표하고 모두를 위한 맞춤형 교육 시대를 선언하였다(교육부, 2023). 민간 기업 차원에서는 교과서 및 에듀테크 기업들이 다양한 AI 코스웨어를 개발하여 적용하고 있으며, 2024년 기준으로 한국디지털교육협회에서 등록된 AI 수학 코스웨어만 57개에 달한다(한국디지털교육협회, 2024). 이처럼 AI 코스웨어는 수학교육의 '디지털 대전환'을 가속화시키고 있으며, 이제 전통적인 학습에서 AI 코스웨어를 사용한 학습으로의 전환은 선택이 아닌 필수가 되고 있는 실정이다.

AI를 포함한 디지털 자료는 수학 수업을 변화시킬 수 있는 잠재력이 있으며, 디지털 자료가 수학 수업에서 어떻게 활용될 수 있는지 분석한 연구들 또한 꾸준히 수행되고 있다(예: 성지현, 2023; Choppin et al., 2014; Choppin & Borys, 2017; Peppin et al., 2017). 이 중 Choppin 외(2014)는 디지털 자원을 분석할 때 고려해야 할 세 가지 범주를 포함한 디지털 유형학(Digital Typology)을 제안하였다. 이러한 분류는 디지털 자료가 학생, 교사, 교육과정에 미치는 영향을 고려하여 개발되었으며, 프로그램과 학생과의 상호작용, 교육과정 사용 및 적용성, 평가 시스템으로 구분된다. Choppin과 동료들은 이 세 가지 범주가 학생들의 학습 경험을 변화시키고 교사에게 수업 설계의 유연성을 제공하며, 자동적인 평가를 제공할 수 있는 주요 요인이라 설명하였다. 한편, 국내에서 수학교육에서 AI 코스

\* 접수일(2024년 6월 18일), 심사(수정)일(2024년 7월 9일), 게재확정일(2024년 7월 12일)

\* MSC2020분류 : 97U50

\* 주제어 : AI 코스웨어, 수학교육, 디지털 유형학

† 교신저자 : sontaekwon7@gmail.com

웨어에 대한 연구는 주로 개발된 AI 코스웨어의 기술과 특징을 살펴보고 수학교육에서의 활용 가능성을 탐구하는 데 초점을 두고 있다(예: 김세영, 조미경, 2022; 박만구, 2020; 박혜연 외, 2022). 이러한 연구들은 국내·외에서 사용되는 AI 코스웨어의 주요 특징을 분석하고 수학을 효과적으로 가르치고 배우기 위한 활용 방안과 향후 AI 코스웨어가 나아가야 할 개발 방향에 대한 시사점을 제안하였다. 그러나 대부분의 연구들이 AI 코스웨어의 특징을 살펴보는 데 그쳤을 뿐, 디지털 유형학의 관점에서 AI 코스웨어가 학생의 학습 경험, 교사의 수업 설계, 평가에 미치는 영향에 대한 이해의 틀을 제공하지는 못하였다.

이에 본 연구에서는 Choppin 외(2014)가 제안한 디지털 유형학을 바탕으로 AI 코스웨어 12종을 분석하였다. 이를 통해 AI 코스웨어의 특징을 분석하고, 수학교육에서 AI 코스웨어의 개발 방향에 대한 시사점을 도출하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 수학교육에서의 AI 코스웨어

지난 수십 년 동안 여러 가지 기술들을 교육에 적용하고자 하는 시도가 있었고, 4차 산업혁명이 도래함에 따라 이제는 AI가 교육을 근본적으로 변화시킬 수 있다는 기대를 불러일으키고 있다(Bonk & Wiley, 2020). 교육적 맥락에서 AI는 학생들의 학습 경험 강화, 성취 수준 예측, 행정 업무 자동화와 같이 다양한 목적으로 활용되며, 일반적으로는 학생 데이터를 분석하여 개별 학습자의 현재 수준과 교육적 요구를 진단하고 그에 맞는 개별화 학습을 제공하기 위해 사용된다(Rizvi et al., 2023). 특히, 수학교과는 학습해야 할 내용의 위계와 계통이 뚜렷하므로 선수 학습에서 결손이 발생하면 이후 학습에서 수학에 대한 흥미와 자신감을 잃고 포기하는 경향을 보인다(한국과학창의재단, 2020). 수학교과의 내용 측면에서의 위계적 특징으로 인해, 수학교과는 AI를 통한 개별화 학습을 적용하기에 적절하다고 평가되어 왔다(Holmes et al., 2020). 이에 다수의 연구자들은 수학을 학습하는데 AI를 적용하면 교수학적으로 큰 효과가 있을 것이라 기대하고 수

학교육에서 AI 활용 방안을 다양한 측면에서 모색해왔다(예: 박만구, 2020; 손태권, 2024; 신동조, 2020; 이화영, 2023; Lee & Yeo, 2022; Son et al., 2024). 그러나 AI를 포함한 기술은 그 자체만으로는 긍정적인 교육 결과를 반드시 보장하지 않으므로, AI를 수학교육에 의미있게 활용하기 위한 구체적인 방향에 대한 논의가 선행되어야 할 필요가 있다(최서연, 임철일, 2023).

AI를 수학교육에 활용하려는 시대적 상황에 따라, 국내·외에서는 수학을 효과적으로 학습하기 위한 AI 코스웨어가 활발하게 개발되어 왔다. 코스웨어(courseware)는 교육과정(course)과 소프트웨어(software)의 합성어이며, 교육 내용과 절차, 방법 등을 포괄하는 교육 목적의 소프트웨어를 뜻한다. 따라서 AI 코스웨어란 AI 기술을 사용하여 학습자의 현재 상태를 진단하고 맞춤형 학습 콘텐츠를 제공하며, 학습 과정을 평가하는 AI 기반의 교육 프로그램을 의미한다(여승현 외, 2023). 과거에도 컴퓨터 기반 학습, 컴퓨터 보조 학습과 같이 컴퓨터를 활용하여 학습자 중심의 맞춤형 수업을 구현하려는 노력이 이루어져 왔다. 그러나 최근 AI 기술의 발달은 개발자가 미리 설계하지 않고도 머신러닝을 통해 학습자 분석을 가능하게 만들었고, 이를 통해 학습자의 성취도, 선호, 속도를 모두 반영한 개별화 학습을 구현할 것이라 기대되고 있다(Zawacki-Richter et al., 2019).

학교 현장에서는 교사 한 명이 여러 학생들의 개별적인 교육적 요구에 대응하기가 어렵다. AI 코스웨어는 학교 현장에서 구현하기 힘든 개별화 학습의 구현 가능성을 보여준다는 점에서 공교육뿐만 아니라 민간 기업에서도 주목하고 있다. 이로 인해 국내·외에서는 수학교육을 위한 다양한 AI 코스웨어들이 개발되고 적용되고 있다. 박만구(2020)와 이현숙 외(2019)의 선행 연구를 바탕으로 AI를 활용하여 수학 학습을 지원하는 국내·외 AI 코스웨어의 일부 사례를 정리하면 [표 1]과 같이 요약할 수 있다.

이러한 사례들을 종합하면, 수학교육에 AI를 활용하려는 시도는 주로 민간 기업의 주도하에 이루어지고 있음을 알 수 있다. 국내에서는 공교육 최초의 수학 수업 지원시스템인 ‘뚝뚝! 수학탐험대’나 공영기업인 EBS의 ‘단추’와 같이 공교육 차원에서 개발된 AI 코스웨어가 현재 서비스를 제공하고 있다. 그러나 공교육 차원에서 개발된 AI 코스웨어가 한정적인데 비해, 민

[표 1] 국내·외 AI 코스웨어 사례 (박만구, 2020, 이현숙 외, 2019)

AI 코스웨어 명	주요 특징
웅진씽크빅 AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문항 난이도, 평균 오답률 분석, 체감 난이도, 예측 정답률 등 분석</li> <li>• 걱정 풀이 시간, 학습 습관 등 분석 및 학습 코스 설계</li> <li>• 학습자 맞춤형 문항의 난이도에 따라 AI 교사의 실시간 지도 및 맞춤형 피드백 제공</li> <li>• 학습 습관 정보 제공과 예측 점수 분석 정보 제공으로 필요한 문제만 제공하는 수준별 맞춤형 커리큘럼을 제공</li> </ul>
Dr. Math	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수학 유사문제 검색이나 효율적인 맞춤형 문제 추천</li> <li>• 학습 성취도 및 진도에 따라 문제 난이도 조절 및 학습 콘텐츠 제공</li> <li>• 학습자 개인별 취약점 분석 및 수준별 최적화된 학습 솔루션 제공</li> <li>• 오답 관리 기능의 확대, 학생 개인별 AI 1:1 맞춤 학습 제공으로 자기 주도 학습 습관 형성 지원</li> <li>• 학습자별 과거, 현재, 미래의 취약개념별/영역별 보충학습 경로 분석과 학습 코칭 가이드 제공</li> </ul>
마타수학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고등학교 학습자들을 위한 맞춤형 수학학습 제공</li> <li>• 학습자의 학습 정보를 기반으로 문제를 생성하여 생성된 문제를 해결하도록 하고 정답과 풀이의 제공</li> <li>• 학생 지식 상태 분석 모델과 문제 적합성 검증 모델링을 활용한 맞춤형 문항 제공</li> <li>• 학습자들의 풀이를 컴퓨터가 자동 채점하게 되며, 평가 결과를 기반으로 학습자나 지도 교사에게 피드백 제공</li> <li>• 학습자들의 문제해결 정보를 분석하여 학습자 학습 진도율, 성취 수준 분석 보고를 그래프 등의 시각화 자료 제공</li> </ul>
Botami	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수학 문제 문제풀이를 기반으로 한 튜터링 서비스와 피드백 제공</li> <li>• 학습 분석을 통한 개별 학생의 맞춤형 보완 학습 및 단계별 풀이를 통한 반복 학습 지원</li> <li>• 텍스트 및 이미지, 손글씨의 인식 기능, 수학 문장제를 수식으로 변환해 주는 기능, 텍스트와 이미지를 통합한 검색 기능 등을 제공</li> <li>• 학생별 데이터 분석을 통해 취약점 진단, 맞춤형 커리큘럼, 보완 학습 콘텐츠, 학습 통계자료 제공</li> <li>• 각 학습자의 학습 이력을 기반으로 과정 중심 평가로 개별 학습자에 대한 적절한 피드백과 교사 및 학부모를 위한 시각화 리포트 제공</li> </ul>
깨봉	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수학 개념들 사이의 연결성에서 10개의 테마를 추출하고 세 단계로 구성하여 제시</li> <li>• 수학 개념 간 네트워크와 학습 데이터를 비교, 분석하여 오답 문항에 대한 풀이 제시</li> <li>• 학부모를 위한 출석, 진도, 정답률 등 학습 상황의 즉각적인 제공</li> </ul>
대교 씨밋수학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능 알고리즘으로 취약 부분을 분석하고 개별 학생 데이터에 기반을 두어 학업 성취를 높일 수 있는 문제를 제공</li> <li>• 오답 문항에 대한 단계별 하위 문제 및 해설 동영상 제공</li> <li>• 자동필기 인식 기능 및 실시간 자동 채점 기능</li> <li>• 학습 결과서를 통해 학습 성취도 및 취약지식 분석 리포트 제공</li> </ul>

AI 코스웨어 명	주요 특징
칸아카데미	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학년 구분이 없고 PBL(Problem Based Learning) 방식 중심의 동영상 강의 방식으로 운영</li> <li>• 인공지능을 활용해서 학습자 간의 질문과 답변을 하도록 하면서 각 학습자가 질문한 내용을 가장 위에 배치하도록 하여 학습자 간의 상호작용을 기반으로 자기 주도적 학습 및 문제해결 경험 제공</li> <li>• 탐구적 과정을 반복하여 완전 학습에 이르는 커리큘럼을 설계하여 제공하며 진단평가, 형성 및 과정 평가, 총괄평가를 제공</li> </ul>
Squirrel AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습자의 학습 데이터나 유사 학습자들의 학습 빅데이터를 활용하여 가장 적절한 경로를 새롭게 설정해가면서 개인별로 적절한 콘텐츠를 제공</li> <li>• 학습자들의 학습 성취 수준, 학습경로, 오류 분석, 그래프 등 시각화 자료, 향후 학습 예측 및 제안 등을 제공</li> <li>• 정의적인 측면의 요소인 대화나 얼굴 표정 인식 기술을 활용하여 학습자의 심리 상태를 파악하여 종합적으로 학습에 적용</li> </ul>
MATHi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생 개인별로 학습 이해도 파악, 학습 진도 및 오류 분석, 맞춤형 수학교육 코스 제공</li> <li>• 각 학습자의 위치 및 진도를 분석하여 개별적으로 학습이 가능한 진단 및 학습 콘텐츠 실시간 피드백과 평가를 제공</li> <li>• 학습자의 학습 결과에 대한 종합 성취 리포트, 교사들을 위한 리포트 등 제공</li> <li>• 학생들의 학습 현황, 학생들의 집중도, 주어진 수학 학습 활동의 완료 예정 등에 대한 정보를 교사들에게 즉각적으로 제공</li> </ul>
Qubena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능을 활용한 가정학습 앱(app)으로, 초등학교 1학년부터 중학교 3학년 수학 학습을 지원</li> <li>• AI는 학생이 잘못 해결한 부분에 따라 문제를 변형하여 개별 맞춤형 문제를 제시</li> <li>• 높은 조작성과 문자인식 기술을 보유</li> </ul>
Third space learning	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인지과학 및 인공지능을 활용하여 개별화된 단계별 예제와 해설, 질문에 대한 답변과 어려운 문제에 대한 설명 등을 제공</li> <li>• 지식 격차를 해소할 수 있는 기회(상황, 학습자의 현재 위치와 예측 방향, 완료율, 소요시간, 문제당 오류 등)를 실시간으로 제공</li> <li>• 중·고등학교 수학에 대한 공통 핵심 교육과정에 관한 내용을 제공</li> </ul>

간 기업 차원에서 개발되어 적용 중인 AI 코스웨어는 매우 다양하다. 민간 기업은 이윤을 추구해야 하므로 사교육의 소비자인 학생과 학부모의 욕구를 충족시키기 위한 방향으로 AI 코스웨어가 개발되어 사용되고 있다.

한편, 해외에서는 구글이나 마이크로소프트와 같은 전문적인 기술을 보유한 기업들이 교육 서비스 영역을 점차 확대하고 있다(박혜연 외, 2022). 공교육에 민간 기업의 진출이 제한적인 우리나라와는 달리 해외에서

는 민간 기업이 개발한 AI 코스웨어가 실제 학교에 사용될 것이라는 기대를 갖고 개발되는 경우가 많다.

이처럼 국내·외에서 AI 코스웨어가 지속적으로 개발되는 상황에서, 학교 현장에서는 다양한 AI 코스웨어를 사용하여 학생들을 지도하려는 시도가 이어지고 있다(예: 홍주연, 2024; 한중수, 2024). AI 코스웨어가 학교 현장에 적절하게 사용되려면 AI 코스웨어의 특징과 학습에 미치는 영향에 대한 논의가 충분히 선행될 필요가 있다. 본 연구에서는 Choppin 외(2014)가 제안

한 디지털 유형학을 중심으로 AI 코스웨어가 교수·학습에 미치는 잠재적 영향을 탐색해보았다.

## 2. 디지털 유형학

수십 년 동안 수학교육에서 디지털 자원(digital resources)의 사용을 조사하는 다양한 연구가 수행되어 왔다(예: Clark-Wilson et al. 2014, 2015; Drijvers et al. 2016; Ruthven et al. 2009). 이러한 연구들은 다양한 관점에서 디지털 자원이 수업에 미치는 영향을 분석하였다. 예를 들어, Choppin과 Borys(2017)는 디지털 자원의 설계, 개발, 보급을 설명하기 위해 민간, 디자이너, 정책, 사용자라는 네 가지 관점으로 디지털 자원을 분석하였다. Pepin 외(2016)는 디지털 교과서의 개발 모델과 기능에 따라 세 가지 유형의 전자 교과서, 통합 전자 텍스트, 진화하거나 '살아있는' 전자 교과서, 대화형 전자 교과서를 구분하였다. 디지털 자원을 바라보는 다양한 관점이 존재하지만 그 중 Choppin 외(2014)는 [표 2]와 같이 디지털 교육과정 자원(digital curriculum resources)을 수업에 적용할 때 고려해야 할 사항으로서 프로그램과 학생과의 상호작용, 교육과정 사용과 적용성, 평가 시스템의 세 가지의 범주를 제시하였다.

이 범주들은 디지털 교육과정 자원이 학생들의 학습 경험을 변화시키는지, 교사에게 수업 설계와 내용 순서 지정에 유연성을 제공하는지, 신속하고 자동적인

평가와 보고를 제공할 수 있는지를 평가한다(Choppin et al., 2014). 예컨대, Choppin 외(2014)는 [표 2]의 분석틀을 바탕으로 ALEKS, Alegbra in Action, ConnectED, Dreambox, Khan Academy, LearnZillion의 6가지 AI 코스웨어를 분석하였다. 그 결과, 대부분의 코스웨어는 멀티미디어의 학습 잠재력을 충분히 활용하지 못하였으며 학생들이 의사소통할 수 있는 기회는 제한적으로 제공하였다. 또한 모든 코스웨어가 개별화 학습을 구현했지만, 교사가 학생들에게 제공하는 학습 콘텐츠를 선택하거나 수정할 수 있는 기회는 거의 없었다고 보고하였다. 이 결과를 바탕으로 Choppin 외(2014)는 디지털 교육과정 개발을 위해 학습 콘텐츠들의 상호작용성을 강화하고 단순한 활동 모음이 아니라 대화형 멀티미디어를 의미있는 방식으로 통합해야 한다고 강조하였다. 이처럼 Choppin 외(2014)는 해외에서 사용되고 있는 AI 코스웨어 사례를 분석하고 수학교수·학습에서 AI 코스웨어가 어떤 방식으로 구현되어야 하는지 설명하였다. 본 연구에서는 Choppin 외(2014)의 분석틀을 기반으로 국내에서 활용되고 있는 12개의 AI 코스웨어를 분석하였다. 이를 통해 디지털 유형학의 관점에서 AI 코스웨어의 최신 특징들을 정리하고 수학교육에서 AI 코스웨어가 나아가야 할 방향에 대한 시사점을 제안하였다.

## III. 연구방법

[표 2] 디지털 교육과정 자원 분석을 위한 분석틀 (Choppin et al., 2014)

범주	요인	설명
프로그램과 학생과의 상호작용	학습 경험	학생들이 프로그램에서 일반적으로 접하게 되는 자료와 활동
	차별화/개인화	학생의 능력에 따라 콘텐츠를 선택할 수 있는 기능
	사회적/집단적 특징	학생이 교사와 학부모와 같은 교육 관계자와 의사소통할 수 있는 기능
교육과정 사용 및 적용성	학습 순서 조정	교사가 특정 순서로 학습 콘텐츠를 배치하는 수업 맵핑 기능
	수업 내용 디자인	수업에 사용하는 학습 콘텐츠를 선택할 수 있는 기능
	멀티미디어 활용	Powerpoint, 비디오, 애니메이션, 조작 자료와 같은 콘텐츠를 사용할 수 있는 멀티미디어 제공 기능
	메모	교수 과정에서 기록한 내용에 접근할 수 있는 메모 저장 및 검색 기능
평가 시스템	평가 생성	온라인 평가를 생성할 수 있는 기능
	평가 결과 저장	온라인 평가 결과를 자동으로 분석하고 저장하는 기능
	대시보드	학습 결과를 대시보드로 제공하는 기능
	보고서 생성	부모, 관리자에게 학습 결과를 생성하고 전송하는 기능

## 1. 분석 대상

현재 국내에서 사용 중인 다양한 AI 코스웨어가 존재한다. 본 연구에서는 이 중 포괄적인 콘텐츠를 제공하고 구조화된 교육과정을 가지고 있으며, 접근성이 용이하고 평가 및 관리 시스템을 포함하는 코스웨어에 중점을 두었다. 따라서 수학 교과를 지원하지 않거나, 일부 내용 영역에만 초점을 두거나, 문제 은행 형식으로만 구성된 코스웨어는 분석 대상에서 제외하였다. 이를 통해 최종 분석 대상은 국내에서 활용되고 있는 12종의 AI 코스웨어(클래스팅, 칸아카데미, 마타수학, 일프로연산, 비상 옥수수, 아이스크림 홈런, EBS 단추, 밀크T, 메쓰플랫, 노리수학, 웅진씽크빅 AI, 똑똑! 수학탐험대)를 선정하였다. [표 3]은 선정된 AI 코스웨어 명, 코드명, 교육 수준, 지원 형식을 요약한 것이다.

[표 3] 선정된 AI 코스웨어의 기본 정보

AI 코스웨어	코드명	교육 수준	지원 형식
클래스팅	C1	초 1-고3	웹, 모바일
칸아카데미	C2	초 1-고3	웹, 모바일
마타수학	C3	초 3-고3	웹, 모바일
일프로연산	C4	초 1-6	웹, 모바일
옥수수	C5	초 1-고3	웹, 모바일
홈런	C6	4세-중3	자체 기기
단추	C7	초 1-고3	웹, 모바일
밀크T	C8	5세-고3	자체 기기
메쓰플랫	C9	초 1-고3	웹, 모바일
노리수학	C10	초1-고2	웹, 모바일
웅진씽크빅 AI	C11	유치원-초6	자체 기기
똑똑! 수학탐험대	C12	초1-6	웹, 모바일

## 2. 분석 방법

### 가. 분석틀

분석틀은 Choppin 외(2014)의 분석틀을 바탕으로 분석 사례의 특징에 알맞게 수정·개발하였다. 첫째, 범주와 요인의 의미를 보다 명확하게 드러내기 위해 명칭을 수정하였다. 예컨대, ‘차별화, 개인화 학습’은 ‘개별화 학습’으로 통칭하고 ‘사회적, 집단적 특징’은 그 의미를 명확하게 드러내기 위해 ‘의사소통’으로 수정하였다. ‘교육과정 사용 및 적용’ 범주는 교사의 수업 구성에 초점을 두므로 ‘교사의 수업 구성’이라고 명칭을 수정하였다. 둘째, 각 요인별로 AI 코스웨어가 제공하는 기능 항목을 세분화하였다. 예를 들어, ‘학습 경험’은 영상, 텍스트와 그림, 문제, 동적활동으로 분류하고, ‘의사소통’ 요인에는 ‘챗봇’을 추가하였다. 또한 교사를 위한 기록 기능을 제공하는 AI 코스웨어가 없으므로 ‘메모’ 항목은 삭제하였다. ‘보고서 생성’은 ‘평가 결과 활용’ 요인에 통합하여 설명하고 ‘학부모와의 연계’를 추가하였다. 이러한 과정을 통해 최종적으로 [표 4]와 같이 분석틀을 확정하였다.

### 나. 분석 절차

AI 코스웨어는 접근성에 따라 두 가지 방식으로 분석하였다. 첫째, 사용자가 무료로 접근이 가능한 AI 코스웨어의 경우 연구자가 직접 로그인하여 AI 코스웨어의 각 기능을 탐색하고 분석하였다. 둘째, 자체 기기를 활용하는 AI 코스웨어의 경우, 연구자가 에듀테크 업체에 문의하여 자체 기기를 받아 분석하였다. 분석은 AI 코스웨어를 교실에서 다루어 본 경험이 풍부한 두 명의 연구자가 각자 수행하였으며, 분석 결과가 일치하지 않는 경우 해당 AI 코스웨어에서 제공하는 사용자 매뉴얼과 선행 연구 자료를 참고하여 해결하였다.

## IV. 연구결과

연구 결과는 분석틀의 세 가지 범주(프로그램과 학생과의 상호작용, 교사의 수업 구성, 평가 시스템)에 따라 기술하였다.

[표 4] AI 코스웨어 분석틀

범주	요인	항목
프로그램과 학생과의 상호작용	학습경험	영상
		텍스트+그림
		문제
		동적활동
	개별화 학습	프로그램 후속 학습을 강제
		프로그램이 후속 학습을 제안
		교사가 후속 학습을 제안
	의사소통	메시지 또는 메일
		코멘트 작성
		게시판
챗봇		
교사의 수업 구성	학습 순서 및 구조화	학습 시간 조정
		학습 순서 조정
		교사의 조정 권한 없음
	수업 디자인	자료와 문제 내용 수정 가능
		수업 구성·조직 가능
		수업 구성 및 조직 기능 없음
	멀티미디어	외부 멀티미디어 검색
		프로그램 내에서 제공하는 자료
		조작활동 가능한 자료 제공
		없음
평가 시스템	평가 디자인	평가 문제 수정 가능
		평가 시기, 구성 조정 가능
		평가 수정 불가
	평가결과 활용	평가 결과 분석 및 후속 활동 제안
		평가 결과만 분석
		평가 결과 분석 및 후속 활동 제안 기능 없음
	대시보드	학습 현황(학습량, 학습 시간, 출석 현황)
		성취도 현황(단원별, 차시별)
		평가 현황(결과, 시간, 정답율)
		학급 관리(학습 참여율, 성취도, 지도 필요학생)
학부모와의 연계	학습에 대한 접근 및 소통 가능	

1. 프로그램과 학생과의 상호작용

12종의 AI 코스웨어가 학습 경험, 개별화 학습, 의사소통 측면에서 제공하는 기능을 정리한 내용은 [표 5]와 같다.

가. 학습경험

12종의 AI 코스웨어들은 영상, 텍스트, 그림, 문제, 동적활동을 다양한 방식으로 제공하고 있었다. C3을 제외한 11종의 코스웨어가 자체적으로 제작한 동영상 강의를 제공하지만 코스웨어마다 영상을 제공하는 방

식은 차이가 있었다. 예컨대, C2의 영상 강의는 영어로 진행되고 한국 학생들을 위한 번역 자막이 제공된다. 강의 영상은 유튜브로 연결되며 강의 링크를 복사하여 타인과 공유가 가능하다. C4, C6, C7, C8, C9, C11, C12은 스토리텔링을 통해 해당 차시의 도입을 진행하여 해당 차시의 학습이 필요한 상황을 제공한다.

C2, C5, C6, C9, C11, C12는 학습 차시의 핵심 내용을 그림과 텍스트의 형태로 정리하여 한두 페이지의 시각자료로 제시하였다. C6은 학습한 내용이 정리된 자료에서 학생이 틀린 부분을 직접 찾는 활동을 제공하여 학습한 내용을 이해하였는지 학생 스스로 점검할

[표 5] 프로그램과 학생과의 상호작용을 위한 AI 코스웨어의 특징

요인	항목	AI 코스웨어											
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
학습 경험	영상	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
	텍스트+그림		√			√	√			√		√	√
	문제	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	동적활동				√		√		√		√	√	√
개별화 학습	프로그램이 후속 학습을 강제			√		√			√		√	√	√
	프로그램이 후속 학습을 제안	√	√		√		√	√		√			
	교사가 후속 학습을 제안					√	√	√	√	√		√	
의사소통	메시지 또는 메일	√			√		√	√	√	√		√	
	코멘트 작성					√				√	√		
	게시판	√	√	√				√	√				
	챗봇	√		√			√		√	√			

수 있도록 하였으며, C9는 ‘개념 추가’ 기능을 사용하여 학습지에 개념 자료와 문제 자료를 더하여 교체처럼 활용할 수 있는 기능을 제공하였다.

문제는 학습 경험을 제공하기 위해 12종의 AI 코스웨어가 모두 활용하고 있었으며, 학습을 위한 문제를 제시하고 문제 풀이와 해설 기능을 제공하고 있었다. 그러나 문제 제공 방식은 코스웨어마다 미묘한 차이를 보였다. 예컨대, C1은 답안 작성 시 ‘모르겠어요’를 선택할 수 있고, C2는 문제 풀이 중 건너뛰기 기능이 있어서 학생이 어려워하는 문제의 단계별 힌트를 확인할 수 있는 기능을 제공한다. 또한, C3과 C9는 교사가 원하는 학습 범위의 문제들을 모아 난이도와 문항 수를 조절하고, 문제집처럼 제작 가능하여 수업에 필요한 교체처럼 사용할 수 있다. C9는 기존 문제에서 숫자와 문자만 바뀐 쌍둥이 문제, 동일한 유형의 비슷한 문제인 유사 문제를 추가할 수 있는 기능을 제공한다.

C4, C6, C8, C10, C11, C12의 6종은 수학 학습에서 조작 활동을 제공하였다. 예컨대, C6, C8, C11은 물체를 끌어다 놓기와 같은 동적활동을 제공하며, C4는 우주선을 조종하여 장애물을 피하며 정답 획득하기와 같은 게임 요소를 활용한 다양한 동적활동을 서비스하고

있다([그림 1]). C10은 빈칸을 선택하여 칸 채우기, 드래그 하기, 시계바늘로 시각 나타내기, 클릭하여 칸 수 만큼 색칠하기의 조작활동이 가능하다. C12는 수막대, 레컨택, 자릿값 판, 시계, 수모형 등과 같이 수학을 위한 26종의 수학교구를 제공한다.



[그림 1] C4의 게임을 활용한 동적활동

나. 개별화 학습

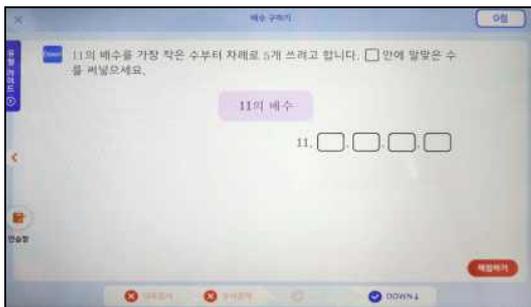
모든 코스웨어가 개별화 학습을 기능을 제공하지만 이를 구현하는 방식에서는 차이를 보였다. C3, C5, C8, C10, C11, C12는 AI 코스웨어가 학생의 학습 수준 또

는 학습 결과를 바탕으로 시스템이 사전에 설계된 방식에 따라 후속 학습을 학습자에게 제시한다. 예컨대, C10은 학생이 미흡한 학습 내용에 대한 문제를 제시하고 오답과 유사한 유형의 문제를 복습할 수 있는 기회를 제공한다([그림 2]).



[그림 2] C10의 개별화 학습 제시 장면

C11은 AI가 학생의 문제 풀이 결과를 분석하여 다음 학습 문제를 제시하지만, 학습 결과에 따라 난이도가 높은 문제(Up 문제)와 낮은 문제(Down 문제)를 실시간으로 제공한다는 점에서 차이가 있다([그림 3]). 또한, C8은 AI가 학습의 코스를 지정하는 기능을 제공한다.



[그림 3] C11의 문제풀이 모습

C1, C2, C4, C6, C7, C9는 AI 코스웨어가 학생의 학습 수준 또는 학습 결과를 바탕으로 후속 학습을 제안한다. C1, C2, C4, C9는 학생의 개별 성취도를 토대로 후속 학습을 진행하기에 어려움이 있는지 없는지에 대한 정보를 제공한다. 예를 들어, C1은 [그림 4]와 같이

진단평가 후 부족한 개념 학습 현황을 제공하여 학생 개별적으로 후속 학습이 가능한지 여부를 알려주고 부족한 개념을 학습할 수 있도록 안내한다.



[그림 4] C1의 사전 학습 진단 모습

C4는 프로그램 내에 학습 단계가 사전에 설정되어 있고, 학생이 설정한 정확도에 미치지 못한 학습 주제를 모아 재학습시킬 수 있다. C7은 학습 결과를 분석하여 학생에게 난이도 선택권을 준다. 예컨대, 학생이 하나의 문제를 풀 후 '좀 더 쉬운 문제', '비슷한 수준의 문제', '좀 더 어려운 문제' 중 하나를 선택하는 기능이 있어 학생이 다음 문제의 난이도를 선택할 수 있도록 하였다.

C5, C6, C7, C8, C9, C11은 교사가 학생의 개별적인 학습 수준을 파악하여 후속 학습 내용을 제안한다. C5와 C7은 교사가 학생의 학습과정과 평가 결과를 보고 학생에게 필요한 수업을 지정해줄 수 있다. 학생의 부족한 부분을 파악하고, 오답 위주의 학습지를 제작하여 제공할 수 있다. C6, C8, C11은 교사의 전문 교사의 1대1 맞춤 밀착관리 서비스 기능을 제공하여 학생의 학습 현황 및 오답을 확인하고, 개별 맞춤 콘텐츠를 제안한다.

#### 다. 의사소통

12종의 AI 코스웨어 중 C1, C4, C6, C7, C8, C9, C11은 학생과 교사와의 의사소통을 위한 수단으로 메시지나 메일을 보내는 기능을 제공했다. 다만, 메시지나 메일을 보내는 기능은 AI 코스웨어마다 차이를 보



가. 학습 순서 및 구조화

C2, C5는 교사가 코스웨어 내에서 학습 시간과 순서를 조정할 수 있는 기능을 제공한다. 예를 들어 C2의 경우, 교사는 학생에게 프로그램 내에서 학습 목표와 기한을 정해줄 수 있고, 동영상 시청과 문제 풀이를 과제로 제시할 수 있다(그림 6). 또한 C5는 교사가 학생들에게 학습해야 할 수업 기한을 정해줄 수 있고 특정 단원 내용을 학습하도록 학습 순서를 조정할 수 있다. C3, C6, C7, C8, C9는 교사가 콘텐츠의 순서를 재배열하여 학습 순서를 설정할 수 있는 기능을 제공한다. 예를 들어, C7은 학생들에게 특정 강의, 자료, 시험지를 학습하게 할 수 있는 기능을 교사에게 제공한다. C1, C4, C10, C11, C12는 교사가 학습 시간과 콘텐츠의 학습 순서를 조정할 수 있는 기능을 허용하지 않는다. 이러한 유형의 코스웨어들은 교사의 통제를 받지 않고 학생의 평가 결과를 분석하여 AI가 학습해야 할 주제와 문제를 제시한다.



[그림 6] C2의 학습 순서 및 구조화 기능

나. 수업 디자인

C3, C5, C7, C9은 학습 콘텐츠를 선정하고 조직할 수 있는 기능을 교사에게 제공하였다. 예를 들어, C7은 교사가 학생들이 학습해야 할 강좌와 과제를 제시할 수 있고 C3은 [그림 7]과 같이 학습해야 할 문항 수와 난이도를 조정하고 불필요한 학습 문항을 삭제, 추가, 교체할 수 있다. 반면, 나머지 8개의 AI 코스웨어는 교사가 학습 콘텐츠를 선정하고 조직할 수 있는 기능을 제공하지 않았다. 이 코스웨어들에서 교사는 프로그램이 제공하는 강의 자료, 문제들을 수정할 수 없고 학생들은 코스웨어에서 사전에 설계된 방식대로 학습해야 한다. 또한 12종의 AI 코스웨어 중 어떤 코스웨어

도 수업에 사용되는 자료와 문제의 내용을 생성하거나 편집할 수 있는 기능을 제공하지 않았다.



[그림 7] C3의 수업 디자인 기능

다. 멀티미디어

12개의 AI 코스웨어 중 외부 멀티미디어 자료를 검색하는 기능을 제공하는 코스웨어는 없었다. C3을 제외한 나머지 AI 코스웨어는 프로그램에 내장된 멀티미디어 콘텐츠를 제공한다. 멀티미디어 자료는 동영상 강의 자료에 집중되어 있으며, 단원 내 혹은 특정 차시의 핵심 내용을 학습할 수 있는 동영상 자료를 제공하고 있다. C4, C6, C8, C10, C11, C12는 동영상 자료와 더불어 조작 활동이 가능한 멀티미디어 콘텐츠를 제공하고 있다. 예를 들어, C11은 [그림 8]과 같이 조작 가능한 3차원 입체도형을 제시하고 학생들이 입체도형의 구성 요소와 겨냥도, 전개도를 확인할 수 있는 기능을 제공한다.



[그림 8] C11의 3차원 입체도형 조작 장면

### 3. 평가 시스템

AI 코스웨어의 평가 시스템 특징은 [표 7]과 같이 요약할 수 있다. 여기에는 평가를 디자인하는 기능, 평가 결과를 분석하고 이를 바탕으로 후속 학습을 제안하는 기능, 학생 데이터를 요약하는 대시보드 기능, 학부모와 연계하는 기능이 포함된다.

#### 가. 평가 디자인

12종의 AI 코스웨어는 모두 온라인 평가를 생성할 수 있지만, 평가 문제를 수정할 수 있는 기능을 제공하지 않았다. 그러나 일부 코스웨어는 평가를 선택하고 조정할 수 있는 선택지를 제공한다. C1, C2, C5, C7, C9는 평가 시기와 구성을 조정할 수 있다. 예를 들어, C5는 평가 기간, 원하는 단위, 차시를 정할 수 있다. 또한 난이도별 문제 수(예: 하 수준 10문제, 중 수준 15문제, 상 수준 5문제), 문제형태(선다형, 단답형), 문제 순서(학생 모두 동일, 학생마다 다름)를 선택할 수 있다([그림 8]). C2는 원하는 단원의 평가를 학생들에게 제시할 수 있고 시작 시간과 마감 시간 등의 평가 시기를 설정할 수 있다.



[그림 8] C5의 평가 구성 기능

C3, C4, C6, C8, C10, C11, C12는 프로그램에서 설계된 평가를 수행할 수 있지만, 그 시기와 구성을 조정하는 기능은 제공하지 않았다. 이러한 AI 코스웨어들은 수행평가, 진단평가, 단원평가와 같은 다양한 평가 서비스를 제공한다. 예를 들어, C8은 진단평가, 단원평가, 단원별 수행평가, 단원기출평가, 쪽지시험, 문제집별 평가문제와 같은 다양한 평가 문제 서비스를 제공하고 각 문제에 대한 해설을 제공하며, 학생이 풀 서술형 문제도 첨삭할 수 있는 AI 서비스를 제공한다.

[표 7] AI 코스웨어의 평가 시스템의 특징

요인	항목	AI 코스웨어											
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
평가 디자인	평가 문제 수정 가능												
	평가 시기, 구성 조정 가능	✓	✓			✓		✓		✓			
	평가 수정 불가			✓	✓		✓		✓		✓	✓	✓
평가 결과 활용	평가 결과 분석 및 후속 활동 제안			✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
	평가 결과만 분석	✓	✓		✓					✓			
	평가 결과 분석 및 후속 활동 제안 기능 없음												
대시보드	학습 현황	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	성취도 현황	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	평가 현황	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	학급 관리	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓
학부모와의 연계	학습에 대한 접근 및 소통 가능		✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓	

나. 평가 결과 활용

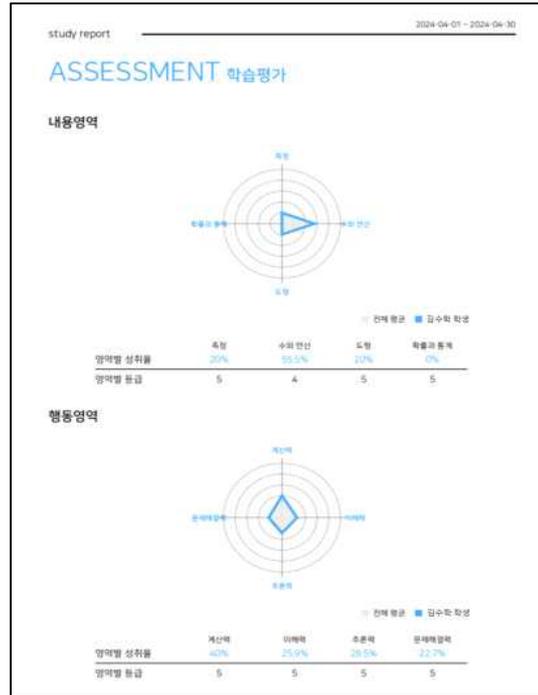
12개의 AI 코스웨어는 모두 학생의 평가 결과를 저장하고 분석하는 기능을 제공하고 있었다. C3, C5, C6, C7, C8, C10, C11, C12는 학생의 평가 결과를 분석하고 후속 학습을 제안하는 기능을 제공한다. 예를 들어, C7은 [그림 9]와 같이 진단평가 결과로 점수, 풀이 시간, 내용영역과 행동영역의 성취 그래프를 제공하고 각 문제의 정·오답 여부와 추천 문제를 제시한다. 진단평가 결과지에서는 취약 부분 Top3 정보를 제공하여 학생들이 자신이 취약한 영역을 인식하고 이를 바탕으로 후속 학습을 할 수 있는 정보를 제공한다.



[그림 9] C7의 진단평가 분석 결과

C8은 점수와 문항별, 영역별 성취도를 그래프로 제시하고 종합 분석 결과를 안내한다(예: 수학님의 성취도가 높게 측정된 영역은 계산력입니다. 개념에 대한 이해가 부족합니다. 수준별 수학의 단원별 보충학습을 통하여 개념을 이해할 수 있도록 전체적으로 개념을 학습해 보세요). 또한 진단 결과를 바탕으로 학습 수준을 기본, 실력, 심화 중 하나로 결정해주고 이에 따라 차별화된 학습 과정을 제공한다.

C1, C2, C4, C9는 후속 학습에 대한 안내는 없지만 평가 결과에 대한 정보를 제공한다. 예를 들어, C9는 [그림 10]과 같이 학생의 학습 결과에 대하여 내용 영역과 행동 영역에 대한 평가 결과를 보고서 형태로 제공한다.



[그림 10] C9의 학습 결과 보고서

다. 대시보드

12개의 AI 코스웨어는 모두 학생의 학습 진행 상황과 결과에 대한 대시보드의 요약 보기 기능을 제공하였다. AI 코스웨어들은 학생의 학습 현황, 성취도 현황, 평가 현황에 대한 정보를 제공한다. 예를 들어, C6은 학생의 학습 데이터를 포괄적으로 분석하고 있다([그림 11]). 주간/월간 학습 보고서 서비스를 제공하고 학생의 출석률, 학습 수행률, 수행습관(일찍 했어요, 계획대로 했어요, 나중에 했어요), 스스로 학습(가장 많이 학습한 TOP과목), 평가 점수, 오답노트 확인, 문제풀이 습관(건너뛴 문제, 급하게 풀어 틀린 문제, 읽지 않고 풀 문제, 실수한 문제)에 대한 정보를 제공한다. 또한 학생의 학습 습관을 이미지 처방 카드(만족스러운, 열정이 필요한, 기쁜 등)로 제시하고 매월 AI 학습 분석을 통해 학생의 자기주도학습 패턴을 동물 유형으로 진단한다. 가장 우수한 자기주도 학습 유형에 도달할 수 있도록 AI 맞춤 학습 전략 및 행동에 대한 힌트를 제공하고 자기주도 학습 성향을 보여주는 9가지 유형의 동물을 제시하고 관련된 AI 학습 가이드를 제공한다.



[그림 11] C6 대시보드

C1, C2, C3, C4, C5, C7, C9, C10, C12는 대시보드에서 학급 관리에 대한 정보를 제공한다. 예를 들어, C1은 학급 전체의 학습 활동에 대한 구체적인 정보를 제공한다([그림 12]). 학습 활동에는 동영상 시청, 단원별 문제 풀이, 총괄평가 결과를 포함하며, 학생들이 날짜



[그림 12] C1 대시보드

별로 몇 개의 문제를 풀었고, 몇 분의 동영상 시청했는지, 정답율과 풀이시간, 난이도에 대한 정보를 제공한다. 또한 모든 학생의 문제 풀이 수와 정답률을 산점도로 제시하며, 사전학습이 필요한 학생을 알려준다.

라. 학부모와의 연계

일부 코스웨어는 교사에게만 접근 권한을 제공하는 반면, 다른 코스웨어는 학부모에게도 접근 권한을 제공한다. C2, C4, C6, C7, C8, C9, C11은 학부모에게 학습에 대한 접근과 소통 권한을 제공한다. 예를 들어, C4는 학부모용 앱을 통해 학생의 학습에 접근이 가능하고 메시지를 전송할 수 있으며, 학생의 학습 결과 보고서를 제공받을 수 있다. C6, C8, C11은 학생의 코스웨어 학습을 위한 담당 멘토가 있고 학부모에게 학생의 학습 상황을 공유하고 상담 서비스를 제공한다. C7은 학부모가 학생을 위한 맞춤 시험지를 만들 수 있다. 학습할 단원을 선택하고 학생의 학습 수준에 맞는 문제를 검색하여 원하는 문제로 시험지를 구성하는 서비스를 제공하며, 학생의 평가 결과를 사이트 상에서 확인할 수 있다.

## V. 논의 및 결론

본 연구는 Choppin 외(2014)의 디지털 유형학을 기반으로 수학교육을 위한 AI 코스웨어의 활용 가능성을 살펴보기 위해 AI 수학 코스웨어 12종을 분석하였다. 본 연구에서 분석한 세 가지 범주(프로그램과 학생과의 상호작용, 교사의 수업 구성, 평가 시스템)에 따라 결과를 요약하고 그에 대한 논의와 결론을 제시하면 다음과 같다.

### 1. 프로그램과 학생과의 상호작용

12종의 AI 코스웨어 중 3종만이 학생들에게 강의 영상, 학습 내용을 정리한 텍스트와 그림, 연습할 수 있는 문제, 조작할 수 있는 게임이나 모델을 포함하는 동적 활동과 같은 다양한 학습 경험을 모두 제공하였다. 다른 코스웨어에서는 디지털 자료의 사용이 제한적이었고, 일반적으로 강의 영상과 연습할 수 있는 문제를 제공하였다. 이러한 결과는 적은 수의 코스웨어

만이 디지털 자료의 학습 잠재력을 모두 발휘하고 있다고 보고한 Choppin 외(2014)의 연구 결과와 유사하다. 이러한 유형의 코스웨어에서는 영상과 문제뿐만 아니라 학습 과정을 제시하여 AI와 디지털 자료가 가진 잠재력을 제한적으로만 사용하였으며, 전통적인 교과서를 통해 학습하는 방식과 유사한 형태의 학습 기회를 제공하고 있었다. 이와 같은 교육 환경에서 AI 코스웨어는 초기 전자 교과서가 가진 기능만을 학습자에게 제공하므로 디지털 자료와 AI 기술이 가진 잠재력을 충분히 발휘하지 못할 수 있다(Pepin et al., 2016). 특히, 게임과 동적 활동과 같은 디지털 자료는 학습자에게 수학을 다양한 방식으로 탐구하고 표현할 수 있는 기회를 제공한다(Hoyles, 2018). 따라서 향후 AI 코스웨어에서는 문제, 영상, 동적 활동을 다양하게 포함하여 학습자가 수학을 학습할 수 있는 도구를 제공할 필요가 있다.

코스웨어들은 공통적으로 학습을 위해 제공하는 콘텐츠의 개별화가 가능했지만, 교사와 학생의 학습 주도성 측면에서 차이를 보였다. 일부 코스웨어는 학생들이 후속 학습을 선택할 수 있는 수단을 제공하지 않았으며, 다른 코스웨어들은 학습자가 학습할 내용을 선택할 수 있는 자율성을 주거나 교사가 후속 학습을 제안할 수 있는 기능을 제공하였다. 그러나 AI 코스웨어가 학습을 주도하고 학생이 학습을 따라가는 형태의 학습에서, 학습자는 수동적인 학습자의 역할만을 수행할 수 있다(Ouyang et al., 2022). 따라서 학습자가 AI를 도구로 사용하고 학습을 주도하려면 학습자가 학습을 계획하고 내용을 선택할 수 있는 권한이 주어질 필요가 있다.

AI 코스웨어들은 학생이 프로그램, 교사, 학부모와 의사소통할 수 있도록 메시지나 메일, 활동에 대한 교사의 코멘트, 게시판, 챗봇과 같이 다양한 기능을 제공하였다. 그러나 대부분의 코스웨어에서 의사소통의 기회는 제한적이었다. 교사가 학생의 활동에 코멘트를 달 수 있는 코스웨어는 3개에 불과했으며, 이러한 의사소통의 부족은 디지털 자료가 제공할 수 있는 협력적인 학습의 기회를 제한할 수 있다(Choppin et al., 2014; Hutchins, 1995). 따라서 향후 AI 코스웨어 개발 과정에서는 학생 간, 교사와 학생 간의 교육학적 의사소통을 위한 창구 마련이 이루어질 필요가 있다.

## 2. 교사의 수업 구성

일부 코스웨어에서는 학습 순서와 학습 내용을 구조화할 수 있는 기능을 제공했으며, 이러한 과정에는 특정 강의 영상이나 문제를 학생에게 할당하는 작업이 포함된다. 그러나 수업 디자인 측면에서, 학습 자료들은 프로그램 내에 내장되어 있고 교사가 수업에 사용되는 자료와 문제를 수정할 수 있는 여지를 제공하지 않았다. 이와 같은 맥락에서, 수업에 사용할 수 있는 멀티미디어 자료들은 프로그램에 내장되어 있었으며 조작 가능한 멀티미디어 자료를 제공하는 코스웨어도 6개에 불과했다. 이는 교사가 코스웨어를 통한 학습에 개입할 여지를 제한하며, 교사의 역할을 학생의 학습 속도와 시간을 조절하는 페이스 메이커에 머물게 한다. 이에 반해, 해외의 일부 코스웨어는 교사가 학습에 개입할 수 있는 기능을 제공한다(Choppin et al., 2014). 예를 들어, ConnectED는 교사가 다양한 학습 자원을 선택하여 수업을 위한 프레젠테이션을 디자인할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 프로그램에서 제공하는 활동과 영상과 관련된 자료를 검색할 수도 있다. 이를 통해 교사는 학생의 특성에 맞게 수업을 디자인할 수 있다. 경험있는 교사는 경직된 프로그램의 학습 방식과는 달리 학생의 반응에 따라 유연하게 수업 전략을 조절할 수 있다(Holmes et al., 2020). 따라서 학교 현장에서 AI 코스웨어의 잠재력을 충분히 발휘하려면 교사가 수업을 디자인하고 학습에 개입할 수 있도록 코스웨어의 기능적 보완이 이루어져야 할 것이다.

## 3. 평가 시스템

분석한 AI 코스웨어들은 모두 학생의 학습 과정과 결과를 평가하고 이를 분석하여 종합하는 대시보드 기능을 제공하였다. 대부분의 코스웨어는 시각적인 형태로 학생의 학습 데이터를 평가하고 보고하는 시스템을 갖추고 있었으며, 학습 시간, 기간, 수준을 다양한 형태로 제시하고 있었다. 그러나 평가 문제를 수정할 수 있는 기능을 제공하는 코스웨어는 없었으며, 대부분의 코스웨어가 학업성취도 수준이 높은지 낮은지에 대한 정보를 제공하지만 어떤 학습 개념(예: 분수의 덧셈)이나 성취기준에서 부족한지에 대한 구체적인 정보를 제공하지는 않았다. AI 코스웨어들은 학생의 수준에 따

라 후속 학습을 제시하는 방식에서 차이를 보였지만, 대부분의 AI 코스웨어는 객관식 평가 문항을 통해 측정된 학생의 성적에 따라 개별화 학습을 수행한다. 그러나 단기적이고 횡단적 측면에서 측정된 평가 결과는 학생의 이해와 능력에 대한 강력한 지표가 아닐 수 있다(Choppin et al., 2014). 따라서 학습자를 보다 정교한 맞춤형 피드백이 제공되려면, 객관식 문항에 의존하기보다는 학습자의 학습 시간과 기간, 콘텐츠의 선호도, 학습 습관과 같이 코스웨어 사용 중에 수집할 수 있는 학습 데이터를 바탕으로 종합적인 평가가 수행되어야 할 것이다.

이상의 논의를 종합하면, 12종의 AI 코스웨어들은 학습자의 개별화 학습을 지원하기 위해 고유한 상호작용, 교사의 수업 구성, 평가 시스템을 갖추고 있었다. 본 연구의 논의를 바탕으로 수학교육에서 AI 코스웨어가 나아가야 할 방향을 제언하면 다음과 같다.

첫째, AI 코스웨어는 교사와 학생이 수학 교수·학습에 개입할 수 있도록 유연하게 설계될 필요가 있다. 본 연구에서 조사한 AI 코스웨어들은 수학 학습을 위한 고유한 기능을 제공하고 있었다. 그러나 대부분의 AI 코스웨어는 사전에 설계된 방식에 따라 학습이 이루어졌으며, 학생과 교사가 학습과 평가에 개입할 수 있는 여지는 제한적이었다. 이러한 학습 환경에서 교사는 AI 코스웨어 학습을 감독하는 역할만을 수행하며, 학습자는 설계된 프로그램의 학습 경로에 따라 학습하는 수동적인 입장을 취한다(Ouyang et al., 2022). 수학교육에서 디지털 기술을 사용하면 학습자가 문제를 해결하고 목표를 달성할 수 있는 다양한 경로를 허용할 수 있고(Hoyles & Lagrange, 2010), 스스로 학습 진행 상황을 통제할 수 있다(Buteau & Muller, 2006; Olive et al., 2010). 그러나 AI는 그 자체로 교사의 역할을 대체할 수 없으며(Holmes et al., 2020), AI를 수학교육에 적절하게 사용하려면 교사가 AI를 활용한 수학 수업에서 학습의 촉진자이자 수학 교수자로 변화될 필요가 있다. 이러한 방식에서 AI는 학습의 도구로서 사용되고 교사는 학습자의 자율성을 지원할 수 있는 유연성을 지니므로, 학습자의 수학적 자신감을 강화하고 학습의 즐거움을 높일 수 있다(Noss et al., 2009; Ouyang et al., 2022).

둘째, AI 코스웨어에서 제공하는 과제는 학생들이 수학을 의미있는 방식으로 학습할 수 있는 형태로 구

성될 필요가 있다. 일부 AI 코스웨어의 경우, 영상이나 문제만으로 수학을 가르치고 이해보다는 절차와 연습(drill)에 초점을 두고 있었다. 그러나 이러한 기능들은 교사의 강의나 웹상에서 손쉽게 찾을 수 있는 인쇄 자료가 제공할 수 있는 학습 기회를 대체(substitution)하는 수준에 불과할 수 있다. 기술이 사용된 수학교육의 모범 사례에는 학생들이 기술을 사용하여 더 많은 탐구와 협력을 할 수 있는 기회가 포함되며, 이러한 과정에서 학습자는 수학적 지식을 탐구하고 스스로 대안적인 해결 방법을 찾도록 권장된다(Bray & Tangney, 2017). 따라서 AI 코스웨어가 가진 잠재력을 충분히 발휘하려면 AI 코스웨어 도입을 통해 달성할 수 있는 수학 학습의 이점을 신중하게 고려하고(Sinclair et al., 2009), 프로그램이 가진 잠재력을 최대한 발휘할 수 있는 과제를 설계할 필요가 있다.

본 연구는 현재 서비스를 제공 중인 12종의 AI 코스웨어의 특징을 디지털 유형학적 관점에서 분석하였다. 한국의 에듀테크 산업이 지속적으로 발전하고 그에 따라 수학을 가르치고 배우는데 활용할 수 있는 AI 코스웨어 사례가 더욱 많아질 것이라 기대되는 만큼, 현재 활용 중인 AI 코스웨어 사례들을 분석하는 과정은 향후 공교육에서 AI 코스웨어의 활용 가능성을 깊이 있게 짚어볼 수 있다는 데 그 의의가 있다. AI 코스웨어의 공교육 적용에 대한 논의가 지속적으로 이루어지고 있지만(예: 교육부, 2023; 박만구, 2020; 박혜연 외, 2022; 손태권, 2024), AI 코스웨어를 수학 수업에 적용하는 과정은 여전히 도입 단계에 불과하다. AI 코스웨어의 특징이 수학 수업에 어떠한 영향을 미치는지 이해하려면 현 상황을 파악하여 향후 적용 방향에 대한 논의가 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

학생과 교사는 AI를 포함한 디지털 기술의 최종 사용자이며, 디지털 기술을 교육 환경에 성공적으로 구현하는데 핵심적인 역할을 수행한다(Mueller et al., 2008). AI 코스웨어는 인위적인 시나리오를 기반으로 설계된 프로그램을 사용하여 기계적으로 공식과 절차를 가르치기보다는 생산적인 목적을 위해 수학을 실제로 배우기 위한 목적으로 개발되어야 한다(Olive et al., 2010). 따라서 AI 코스웨어가 가진 잠재력이 학교 현장에 충분히 구현되려면 교사와 학생이 수업을 디자인하고 유연하게 적용할 수 있는 형태의 프로그램 구성이 이루어져야 할 것이다. 이를 위해 본 연구에서 분

석한 AI 코스웨어의 특징들이 학습자의 인지적, 정적 측면의 개선에 미치는 효과를 살펴보는 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것이다. 또한 AI가 제공할 수 있는 잠재력과 한계가 무엇인지, 수학 수업에서 AI가 제공하는 기능들이 교수·학습에 어떤 방식으로 적용되는지, 교사는 수업 과정에 어떤 방식으로 개입하고 학생들을 평가해야 되는지에 대한 연구가 꾸준히 이루어진다면 AI가 수학교육에 성공적으로 안착하는데 이바지할 수 있을 것이라 기대한다.

### 참 고 문 헌

- 교육부(2020. 09. 14). 인공지능, 학교 속으로!-인공지능(AI), 초등 수학 공부 도우미로, 고교 진로 선택 과목으로 도입[보도자료]. Retrieved from <https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=294&boardSeq=81918&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=5&s=moe&m=020402&opType=N>
- 교육부(2023). 모두를 위한 맞춤 교육의 실현 디지털 기반 교육혁신 방안. 교육부
- 김세영, 조미경(2022). 개별화 맞춤형 수학 학습을 지원하는 AI 기반 플랫폼 분석. 수학교육논문집, 36(3), 417-438.
- 박만구(2020). 수학교육에서 인공지능 활용 가능성. 수학교육논문집, 34(4), 545-561.
- 박혜연, 손복은, 고희경(2022). 수학 교수·학습을 위한 인공지능 플랫폼 분석 연구. 수학교육논문집, 36(1), 1-21.
- 성지현(2023). 개인 맞춤형 수학 학습을 위한 인공지능 교육시스템의 기능과 적용 사례 분석. 수학교육, 62(3), 303-326.
- 손태권(2024). 수학교육에서의 인공지능: 지능형 교수 시스템에 대한 체계적 문헌 검토. 수학교육학연구, 34(2), 187-208.
- 신동조(2020). 초·중등교육에서 인공지능: 체계적 문헌 고찰. 수학교육학연구, 30(3), 531-552.
- 여승현, 임미인, 남지현, 박주경(2023). 인공지능 활용 초등수학수업 지원시스템의 교수·학습 모형 개발 (연구자료 RM 2023-25). 한국교육학술정보원.
- 이현숙, 김중훈, 이화영, 김혜미, 정평강, 신재현, 이대식, 장혜원, 남지현(2019). 인공지능 활용 초등수학 수업지원시스템 개발 방안 연구. 한국과학창의재단.
- 이화영(2023). 개별 맞춤형 학습을 위한 인공지능(AI) 기반 수학 디지털교과서의 학습자 데이터 구축 모델. 초등수학교육, 26(4), 333-348.
- 최서연, 임철일(2023). 인공지능 튜터링 시스템 기반 초등학교 수학 수업 설계원리 및 지침 개발. 교육공학연구, 39(4), 969-1009.
- 한국과학창의재단(2020). 2020년 수학교육 실태 조사 분석(BD21020002). 한국과학창의재단.
- 한국디지털교육협회(2024). 학교의 AI 코스웨어 활용 지원을 위한 AI 코스웨어 서비스 목록 안내. Retrieved from [https://kefa.or.kr/bbs/board.php?tbl=bbs41&mode=VIEW&num=223&category=&findType=&findWord=AI&sort1=&sort2=&it\\_id=&shop\\_flag=&mobile\\_flag=&page=2](https://kefa.or.kr/bbs/board.php?tbl=bbs41&mode=VIEW&num=223&category=&findType=&findWord=AI&sort1=&sort2=&it_id=&shop_flag=&mobile_flag=&page=2)
- 홍주연(2024. 2. 16). 1000곳으로 늘어나는 디지털 선도학교...AI 디지털교과서 본격 대비. IT 조선. <https://it.chosun.com/news/articleView.html?idxno=2023092110280>.
- 한중수(2024. 1. 26). 디지털 기반 교육혁신 디지털 선도학교가 이끈다. 전북투데이. <http://www.jtnews.kr/news/articleView.html?idxno=64227>
- Bonk, C. J., & Wiley, D. A. (2020). Preface: Reflections on the waves of emerging learning technologies. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1595 - 1612. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09809-x>
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research - A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273.
- Buteau, C., & Muller, E. (2006). Evolving technologies integrated into undergraduate mathematics education. In L. H. Son, N. Sinclair, J.-B. Lagrange, & C. Hoyles (Eds.), *Proceedings of the 17<sup>th</sup> ICMI study conference: Digital technologies in mathematics education - Rethinking the terrain* (pp. 74-81). Hanoi, Vietnam: Hanoi Institute of Technology.

- Choppin, J., & Borys, Z. (2017). Trends in the design, development, and use of digital curriculum materials. *ZDM, 49*, 663-674.
- Choppin, J., Carsons, C., Bory, Z., Cerosaletti, C., & Gillis, R. (2014). A typology for analyzing digital curricula in mathematics education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 2*(1), 11-25.
- Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Sinclair, N. (Eds.). (2014). *The mathematics teacher in the digital era: An international perspective on technology focused professional development*. Springer.
- Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2016). *Uses of technology in lower secondary mathematics education: A concise topical survey*. Springer Nature.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2020). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign.
- Hoyles, C. (2018). Transforming the mathematical practices of learners and teachers through digital technology. *Research in Mathematics Education, 20*(3), 209-228.
- Hoyles, C., & Lagrange, J. B. (2010). *Mathematics education and technology: Rethinking the terrain*. Springer
- Hutchins, E. (1995). Navigation as a context for learning. In Hutchins (Ed.), *Cognition in the wild* (pp. 263-285). The MIT Press.
- Lee, D., & Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers & Education, 191*, 104646.
- Mueller, J., Wood, E., Willoughby, T., Ross, C., & Specht, J. (2008). Identifying discriminating variables between teachers who fully integrate computers and teachers with limited integration. *Computers & Education, 51*(4), 1523-1537
- Noss, R., Hoyles, C., Mavrikis, M., Geraniou, E., Gutierrez-Santos, S., & Pearce, D. (2009). Broadening the sense of 'dynamic': a microworld to support students' mathematical generalisation. *ZDM, 41*(4), 493-503.
- Olive, J., Makar, K., Hoyos, V., Kor, L. K., Kosheleva, O., & Sträßer, R. (2010). Mathematical knowledge and practices resulting from access to digital technologies. In C. Hoyles & J.B. Lagrange (Eds.), *Mathematics education and technology-Rethinking the terrain: The 17th ICMI Study* (Vol. 13, pp. 133-177). Springer.
- Ouyang, F., Zheng, L., & Jiao, P. (2022). Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020. *Education and Information Technologies, 27*(6), 7893-7925.
- Pepin, B., Choppin, J., Ruthven, K., & Sinclair, N. (2017). Digital curriculum resources in mathematics education: Foundations for change. *ZDM, 49*, 645-661.
- Pepin, B., & Gueudet, G. (2020). Curriculum resources and textbooks in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 172-176). Springer.
- Pepin, B., Xu, B., Trouche, L., & Wang, C. (2016). Developing a deeper understanding of mathematics teaching expertise: An examination of three Chinese mathematics teachers' resource systems as windows into their work and expertise. *Educational Studies in Mathematics, 94*(3), 257 - 274.
- Rizvi, S., Waite, J., & Sentance, S. (2023). Artificial Intelligence teaching and learning in K-12 from 2019 to 2022: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 4*, 100145.
- Ruthven, K., Deaney, R., & Hennessy, S. (2009). Using graphing software to teach about algebraic forms: A study of technology-supported practice in secondary-school mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 71*(3), 279-297.
- Sinclair, N., Arzarello, F., Gaisman, M. T., & Lozano, M. D. (2009). Implementing digital

- technologies at a national scale. In C. Hoyles & J.-B. Lagrange (Eds.), *Digital technologies and mathematics teaching and learning: Rethinking the terrain* (Vol. 13, pp. 61 - 78). Springer.
- Son, T., Yeo, S., & Lee, D. (2024). Exploring elementary preservice teachers' responsive teaching in mathematics through an artificial intelligence-based Chatbot. *Teaching and Teacher Education, 146*, 104640.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*(1), 1-27.

## Digital typological analysis of AI courseware in mathematics education

**Son, Taekwon<sup>†</sup>**

Bongmyong Elementary School  
E-mail : sontaekwon7@gmail.com

**Kang, Dahye**

Bongmyong Elementary School  
E-mail : ekqp2216@gmail.com

The purpose of this study is to examine the characteristics of AI courseware for mathematics learning based on Choppin et al.'s (2014) digital typology and to derive implications for directions for AI courseware development. For this purpose, 12 types of AI courseware actively used in domestic were selected for analysis, and the characteristics of these AI courseware in terms of program-student interaction, teacher' s lesson design, and evaluation system were analyzed. As a result, each AI courseware provided unique functional features for students, teachers, and evaluation, but the ability to modify and configure teaching and learning was limited. Based on these results, implications for the direction of development of AI courseware in mathematics education were presented.

---

\* 2020 Mathematics Subject Classification : 97U50

\* Key Words : AI courseware, mathematics education, digital typology

<sup>†</sup> Corresponding Author