

# 디지털 기술 교육 환경 기반 수학교육에 대한 국내 선행 연구의 경향성 분석 연구

## Analysis of Research Trends in Mathematics Education regarding the Educational Environment based on Digital Technology

고 호 경 · 맹 은 경 · 손 복 은<sup>1)</sup>

**ABSTRACT.** The core of the change in the era of the 4th industrial revolution is the change in the base of 'digital technology'. These changes are incomparably large and are expected to have a more important impact on our lives than ever before. One of the major inflection points in the transition to the digital era is the education field, and IT technology has become an essential element in the educational field. Accordingly, this study examines domestic research trends related to the educational environment based on digital technology. Then, we would like to provide implications for the establishment of a digital-based educational environment that will change in the future. To this end, Semantic network analysis has been conducted to quantitatively structure text data obtained from studies related to digital technology in the field of mathematics education over the past 10 years, and the discussion will continue based on the results.

---

Received August 04; 2023; Revised August 16; 2023; Accepted August 22, 2023.

Mathematics Subject Classification: 97B10

Key Words: digital technology, education environment, text analysis, research trend

본 연구는 2021학년도 아주대학교 일반연구비 지원에 의하여 연구되었음

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea(NRF-2023S1A5A2A01081630)

1) Corresponding Author

## I. 서론

4차 산업혁명에 따라 디지털 전환 시대가 시작되면서 다양한 산업 분야뿐만 아니라 교육 분야에도 많은 변화를 가져오고 있다. 기술의 진보에 따라 급부상한 인공지능 기술은 디지털 전환의 핵심으로 교육 현장의 어려움을 해결하는 데 활용되고, 특히 최근 등장한 인공지능 챗봇(Chatbot)인 챗GPT의 교육 전반에 미치는 영향은 실로 상당할 것으로 예상된다.

앞서 교육부는 ‘과학·수학·정보·융합 교육 종합계획 2020-2024’를 통해 인공지능(AI)으로 대변되는 미래 지능정보사회의 발전을 선도하는 세계적 인재 양성을 목표로, 초·중학교와 고등학교 및 과학기술특성화 대학 사이의 교육과정 연계를 강화하고, 정보·인공지능(AI)과 관련된 다양한 교과목 개발 및 교육 시간 확대 등 환경 조성에 힘쓰고 있다(교육부, 2020). 수학 교과는 다른 교과에 비해 더 활발하게 연구가 이루어지고 있는 바, 특히 인공지능의 역량을 함양하고 이를 교과 내용과 융합하려는 시도도 활발하게 이루어지고 있다(최인선, 2022) 예를 들면, 인공지능 역량을 함양하는 방법으로 고등학교 수학 내용 구성(고호경, 2020), 인공지능 역량 함양을 위해 고등학교 수학 학습자료 개발 및 적용에 관한 연구(서명희, 조민식, 2023)나 수학 교실에서 인공지능을 활용한 중학교 통계 단원 교수·학습 방안 탐색(최인선, 2022) 등이 그 예라 할 수 있다.

또한 인공지능 기술이 미래 사회의 변화를 주도함에 따라 국가적으로 관련 정책을 마련하고 선도학교 운영을 통한 시범 과정을 통하여 점진적으로 디지털 교육 환경에 대한 전환을 준비해 나가고 있다. 인공지능에 기반한 에듀테크 활용 교육이 학생의 데이터를 수집하고 빅데이터를 진단하여 피드백을 제공하는 등 학습자 특성에 맞는 맞춤형 개별학습을 지원할 수 있고, 실시간으로 학습자 수준에 맞는 적시적인 비계(scaffolding)를 제공하는 등 이전보다 세밀한 지원이 가능하기도 하다(서울특별시교육청교육연구정보원, 2021)는 점에서 주목받고 있다. 또한 디지털 교육혁신의 핵심인 디지털 교과서 도입은 수학, 영어, 정보 교과에 단계적으로 실질적인 적용 추진을 앞두고 있다.

최근에는 인공지능 기반 교육 중에서 챗봇을 활용한 교육 역시 주목을 받고 있는데, 챗봇과 학습자 간 대화 기록을 보여주고 학습자 스스로 학습 과정을 분석하면서 성찰할 수 있도록 돕는다는 것이다. 또한 정해진 문답을 수행하는 것만이 아닌 인간처럼 대화도 가능하여 자유로운 대화를 주고받는 과정을 통해 특별한 학습 자료 없이 언어를 학습할 수 있다는 장점이 있다(김민지, 염지원, 정혜원, 임철일, 2021). 이처럼 교육 전반적으로 이미 디지털 기술 기반의 다양한 교육 환경이 조성되고 있으며, 이를 활용한 다양한 교수·학습 모델들도 개발되고 현장에 적극 활용될 수 있도록 노력 중에 있다.

이러한 연구의 흐름을 구체적으로 살펴보면 예를 들어, 디지털 기반 수업 환경에서 학습자 효과성 연구(김향보, 이동원, 이민혜, 2023; 심규동, 이형철, 2023), 학교 현장에서의 에듀테크 활용 연구(서향희, 박주희, 2021; 정효철, 전해인, 2023; 김은규, 김정효, 2022), 디지털 교과서 개발 및 활용 방안 관련 연구(박상훈, 2020; 변정호, 권용주, 윤종현, 박현주, 박경희, 김태희, 2022), 교사 AI 교육(김방희, 2022; 신은혜, 2022; 홍유나, 임유진, 2020) 등 다양하게 이루어지고 있다. 이와 같이 교과에서 AI 기술 도입과 활용을 위한 연구가 수행되고 있으며, 이러한 시점에서, 디지털 기술 교육 환경과 관련하여 수학 교과에서 실시한 연구들의 주제를 파악하고 경향성을 짚어 볼 필요가 있다. 이는 에듀테크 교육, 디지털 교과서 등과 관련하여 다양한 디지털 기술에 기반한 교육 환경 정책을 마련해 가는 데 주요한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

한편, 선행 연구를 고찰하는 연구들은 방대한 양의 데이터를 연구자가 설정한 분석틀에 따라 수작업으로 분류하고, 교차 검토를 통해 신뢰도를 확보하는 방법을 사용하였다(방정숙 외, 2019). 이는 맥락에 대한 이해에 따라 데이터를 구체적으로 분석할 수 있다는 장점은 있지만, 시간과 노력이 다소 소요되는 어려움이 따른다(황지남, 방정숙, 2020). 최근 교육 분야에서는 선행 연구물의 텍스트 데이터를 활용하여 동향을 파악하기 위한 방법으로 텍스트마이닝 기법을 활용하고 있으며, 근래 수학교육 분야에서도 텍스트 분석을 통한 연구가 다수 수행되고 있다(예, 손태권, 황성환, 2021; 신동조, 2020; 문소영, 조진석, 2019; 진미르, 고희경, 2019; 노지화, 고희경, 김병수 허난, 2023).

따라서 본 연구에서는 텍스트마이닝 분석 방법 중 토픽모델링을 활용하여 최근 10년간 국내 수학 교과 분야에서 디지털 기술 교육환경과 관련한 연구를 대상으로 경향성을 분석하고, 이를 통해 수학 교과에서 디지털 교육 환경을 조성해 가는데 기여할 수 있는 시사점을 도출해 보고자 한다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 분석 대상

본 연구는 수학 교과에서 디지털 기술을 활용한 교육 환경 관련 연구의 경향성을 파악해 보기 위하여 한국교육학술정보원(Korea Education & Research Information Service, KERIS)에서 제공하는 학술연구정보서비스(riss) 플랫폼을 통하여 2011년부터 2021년까지 출판된 연구물을 연구 대상으로 선정하였다. 검색어 지정을 통하여 연구 대상을 추출하는데, 수학 교과에 한정된 연구물만 확인하기 위하여 기본 검색어로는 'Math'를 지정하고 'Edutech', 'Online', 'AI', 'Platform'

을 활용하여 4차에 걸쳐 연구 대상을 수집하였다(<표 1> 참조). 이는 기존의 연구 동향을 분석하는 방법 중에서 논문 검색 사이트에서 키워드 검색으로 연구 대상을 선정하는 방법을 활용한 것이다(김혜미, 2016; 손복은, 전대일, 2020, 재인용).

구분	내용				
수집 기간	2022년 3월				
수집 기관	한국학술정보원				
발행 시기	2011년~2021년(최근 10년)				
수집 결과	차시	검색 키워드	학술지	학위논문	단행본
	1차	Math + Edutech	6	8	8
	2차	Math + Online	178	267	188
	3차	Math + AI	116	125	214
	4차	Math + Platform	53	138	85
선정준거 설정	* 양적연구 혹은 질적연구 * 제외논문: 논문의 제목과 실제 내용 불일치, 학술대회 요약본, 비공개논문, 중복출판(학위논문, 학술지논문), 영문 초록 부재 등				

<표 1> 연구 대상 논문 선정 준거

분석을 위한 연구물의 양적연구나 질적연구의 구분은 하지 않았으나 논문의 제목과 실제 내용 불일치, 학술대회 요약본 혹은 비공개 설정으로 내용을 확인할 수 없는 연구물, 학위논문을 학술지 논문으로 다시 출판한 경우, 학위논문을 제외하는 등 연구자가 설정한 선정 준거를 통하여 연구물을 선별하였다. 또한 본 연구에서는 연구요약문인 영문 초록을 분석 자료로 활용하기 위하여 영문 초록이 없는 연구물도 연구 대상에서 제외하였다. 단행본의 경우에는 대체로 서적이거나 연구보고서 형태로, 전반적인 연구 대상 선정 준거에 비춰볼 때, 본문 제공 서비스에 한계가 있고, 영문 초록 부재, 다소 포괄적인 연구 내용으로 본 연구 대상에서는 제외하였다.

따라서, 2011년부터 2021년까지 최근 10년으로 기간을 설정하고 지정된 키워드를 통하여 학술지, 학위논문 및 단행본으로 추출되었으며, 본 연구에서 설정한 준거에 따라 분석 대상으로 선정된 연구물은 학술지 57편, 학위논문 48편으로 총 105편이며, 연구 발간 현황을 연도별로 살펴보면 <표 2>와 같다.

연도	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	합계
학술지	2	1	-	3	3	7	1	3	5	11	21	57
학위논문	4	2	-	5	3	3	5	1	3	3	19	48
합계	6	3	0	8	6	10	6	4	8	14	40	105

<표 2> 논문 발간 현황

## 2. 분석 방법

본 연구는 수학 교과에서 디지털 기술을 활용한 교육 환경 관련 연구물의 경향성을 탐색하기 위하여 수집한 연구물들의 영문 초록을 Excel에 정리하였다. 연구 분석 도구는 NetMiner 4.0 프로그램(이하 넷마이너)을 사용하였으며, 영문 초록을 기반으로 워드 간 관계 분석 및 토픽 모델링 분석을 실시하고자 하였다.

텍스트 분석에 사용되는 프로그램은 넷마이너 외에도 NodeXL, UNICET, NetDraw 등 다양하지만, 네트워크 분석, 통계분석, 네트워크 시각화 등이 가능하며 데이터의 분석과 시각화를 상호작용적으로 수행할 수 있다는 측면(함명인, 이재원, 2013, 손복은, 전대일, 2020 재인용)에서 넷마이너를 활용하였다. 넷마이너에 불러들인 데이터는 품사를 지정하여 일차적으로 추출하여 2-mode 네트워크를 구성하고 데이터 정제를 하는데, 수집된 자료가 분석 목적 및 방법에 맞는 형태로 잘 처리될 수 있도록 사전에 자료 전처리 과정을 실시하였다. 이는 넷마이너의 형태소 분석 기능을 통해 분석 대상으로 사용되는 노드(단어)를 다양한 품사로 지정할 수 있으며, 본 연구에서는 단어의 품사를 명사(Noun)로 설정하였다. 이어 일차적으로 추출된 결과를 확인하며 전처리를 진행하였다. 예를 들어, ‘corona-19, corona19, COVID-19, pandemic’을 ‘COVID19’와 같이 비슷한 단어를 동일하게 추출될 수 있도록 대표어를 지정하는 방식으로 확인하였다. 넷마이너에는 이러한 전처리를 유의어, 지정어, 제외어, 포함어 등으로 지정하여 설정하는 기능이 포함되어 있어 이를 활용하여 연구 분석의 정확성을 꾀하였다.

본 연구에서는 유의어, 지정어, 제외어 기능을 활용하였으며, 그 내용은 <표 3>과 같다.

사전 기능 구분	정제 전 단어	대표어 사전 등록 단어
유의어(Thesaurus)	corona-19, corona19, COVID-19, pandemic Chabots, chatbot study online education Artificial Intelligence, artificial intelligence class learning machine learning middle school primary school type, types app, Apps, apps effect, effects test	COVID19 Chatbot Study Online Education AI Class Leaning Machine Learning Middle school Primary school Type App Effect Test
지정어(Defined words)	AI, Machine learning, Deep learning, Blended Learning, microteaching	
제외어(Exception list)	mathematics, math, student, teacher	

### <표 3> 단어 정제 예시

또한, 본 연구에서 채택한 토픽모델링 분석 방법은 LDA(Latent Dirichlet Allocation) 기반하여 구조화되지 않은 방대한 텍스트 모음에서 숨겨진 주제를 발견하는 내용 분석 기법이다(Blei, Ng, & Jordan, 2003; 황지남, 방정숙, 2020 재인용). LDA 방법 외에도 분절된 단어들에 벡터값을 부여하고, 차원 축소를 통해 근접한 단어들을 주제로 묶어내는 LSA 방법도 있지만, 최근에는 LSA의 단점을 보완한 LDA 기법이 문서의 주제를 찾는 연구에서 많이 활용되고 있다(김민관, 이용, 한창희 2017). 넷마이너는 토픽모델링을 위한 텍스트마이닝의 기법으로 LDA 기법을 채택하고 있으며, 이를 통해 추출하고자 하는 토픽의 수를 지정할 수 있다.

## III. 연구 결과

### 1. 단어 출현 빈도 분석

2011년부터 2021년까지 디지털 기술 교육환경과 관련하여 수학 교과에서 발표된 연구 중에서 본 연구의 대상으로 선별된 국내 학술·학위 연구물 105편에 대하여 유의어의 대표어 지정 및 지정어, 제외어 지정을 통한 단어 정제 처리를 통해 도출된 키워드는 1,333개이다. 데이터를 종합하여 등장 빈도를 기준으로 상위 500개 단어에 대하여 워드클라우드를 실행한 결과는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 수학 교과 워드 클라우드 3

등장 빈도를 기준으로 실행된 워드클라우드 결과에서 단어의 색과 위치는 분석 결과에 영향을 미치지 않지만, 가장 많이 등장한 단어는 크기를 통하여 중요하게 도출된다. 상위 도출된 단어에 대하여 <표 4>를 통해 자세히 확인해 보면 ‘Learning’, ‘school’, ‘Achievement’, ‘Learners’, ‘Effect’ 등이 상위에 노출된 것을 확인해 볼 수 있으며 상위 도출 빈도 50 이상의 단어를 통하여 수학 교과에서 인공지능 관련 연구들이 다루고 있는 내용의 경향성을 짐작해 볼 수 있다.

no	word	frequency	no	word	frequency	no	word	frequency
1	Learning	387	11	Teaching	74	21	interest	59
2	school	128	12	environment	73	22	analysis	57
3	Achievement	107	13	attitude	72	23	anxiety	57
4	Learners	104	14	Program	69	24	factor	56
5	Effect	94	15	Online	68	25	grade	56
6	research	94	16	time	68	26	difference	53
7	AI	93	17	activity	67	27	game	53
8	method	85	18	problem	65	28	System	52
9	Level	75	19	model	63	29	performance	52
10	classroom	75	20	evaluation	59	30	curriculum	50

<표 4> 상위 도출 빈도 30 이상 단어

<표 5>는 단어망(word-network) 결과로, Weight는 단어가 하나의 쌍으로 동시에 등장하는 총 빈도, # of Paragraphs는 단어 쌍이 동시에 등장한 문단의 수, Gini Coefficient는 단어의 쌍이 특정 문단에 집중적으로 등장하는지 혹은 고르게 등장했는지를 나타내는 지표이며, 이 지표가 1에 가까울수록 소수의 문단에 집중적으로 등장하고 있는 것으로 해석해 볼 수 있다. <표 5>에서 단어의 동시 출현 빈도를 살펴보면, ‘Learning-Teaching’, ‘Learning-environment’,

‘efficiency-performance’, ‘Learning-method’, ‘center-tutoring’ 순으로 높게 나타나고 있다. 이는 수학 교과와 관련하여 교수·학습 방법, 학습 환경, 수행 효과, 학습 방법이나 튜터링과 관련된 주제들로 주로 수행되고 있음을 짐작해 볼 수 있다.

no	Source	Target	Weight	# of Paragraphs	Gini Coefficient
1	Learning	Teaching	29	17	0.9
2	Learning	environment	29	9	0.9
3	efficiency	performance	15	1	1
4	Learning	method	15	7	0.9
5	center	tutoring	14	1	1
6	Online	offline	14	4	1
7	problem	research	14	8	0.9
8	Learning	model	11	7	0.9
9	engineering	tool	11	5	1
10	Video	lecture	11	4	1

<표 5> 단어 네트워크(weight 상위 10)

## 2. 토픽 모델링 분석 결과

LDA 기반으로 반복적으로 토픽의 수를 달리하여 수행한 후 적재된 키워드를 통해 최적의 토픽 수를 정하며, 최종적으로 본 연구에서 가장 의미있다고 판단되는 토픽의 수를 5개로 지정하였다. 추출된 5개의 토픽에서 구성하고 있는 단어들을 분석하여 이론적 배경이나 인공지능과 관련한 수학 교과의 맥락을 종합적으로 고려하여 토픽을 구성하고 있는 단어들의 핵심 주제를 유추해보고, 이후 토픽별 워드 클라우드를 통하여 시각화하였다.

우선 각 토픽에 따른 연구물의 비율을 살펴보면, 토픽 1은 전체 105편의 연구물 중 16편의 연구물과 관련하여 전체 연구물 대비 15.2%를 차지하였다. 토픽 2는 24편의 연구물과 관련하여 전체 연구물 대비 21.9%를 차지하였다. 토픽 3은 28편의 연구물과 관련하여 전체 연구물 대비 26.7%로 가장 큰 비중을 차지하였다. 토픽 4는 12편의 연구물과 관련하여 전체 연구물 대비 11.4%를 차지하였고, 토픽 5는 25편의 연구물과 관련하여 전체 연구물 대비 23.8%를 차지하였다.

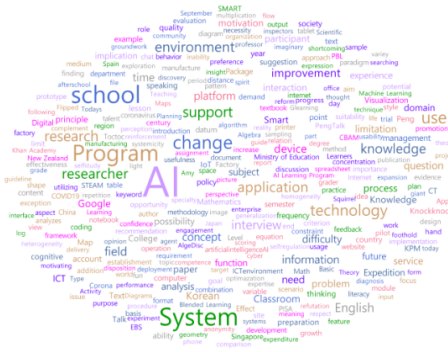
<표 6>은 분석에 따라 추출된 5개의 토픽을 구성하는 주요 단어들이다.



	#of documents	1st Keyword	2nd Keyword	3rd Keyword	4th Keyword	5th Keyword
Topic-1	16 (15.2%)	Achievement	Learners	Effect	Learning	anxiety
Topic-2	24 (21.9%)	AI	System	school	Program	change
Topic-3	28 (26.7%)	Learning	model	game	interest	purpose
Topic-4	12 (11.4%)	method	attitude	classroom	factor	satisfaction
Topic-5	25 (23.8%)	activity	Teaching	curriculum	Online	problem

< 표 6 > 토픽 모델링 분석 결과 추출된 5개의 토픽

토픽 1은, ‘Achievement’, ‘Learners’, ‘Effect’, ‘Learning’, ‘anxiety’로 추출되었다. 추출된 단어들의 의미와 맥락을 살펴보면 수학교육에서 인공지능을 통한 학습의 성취 및 효과와 관련한 단어들로 유추해 볼 수 있다. [그림 2]는 토픽 1에 대한 워드클라우드 결과이다. 토픽 2는, ‘AI’, ‘System’, ‘school’, ‘Program’, ‘change’로 추출되었다. 추출된 단어들의 의미와 맥락을 살펴보면, 수학 학습에서 인공지능 학습 프로그램과 관련한 단어들로 유추해 볼 수 있다. [그림 3]은 토픽 2에 대한 워드클라우드 결과이다.



[그림 2] 토픽 1에 대한 워드클라우드      [그림 3] 토픽 2에 대한 워드클라우드

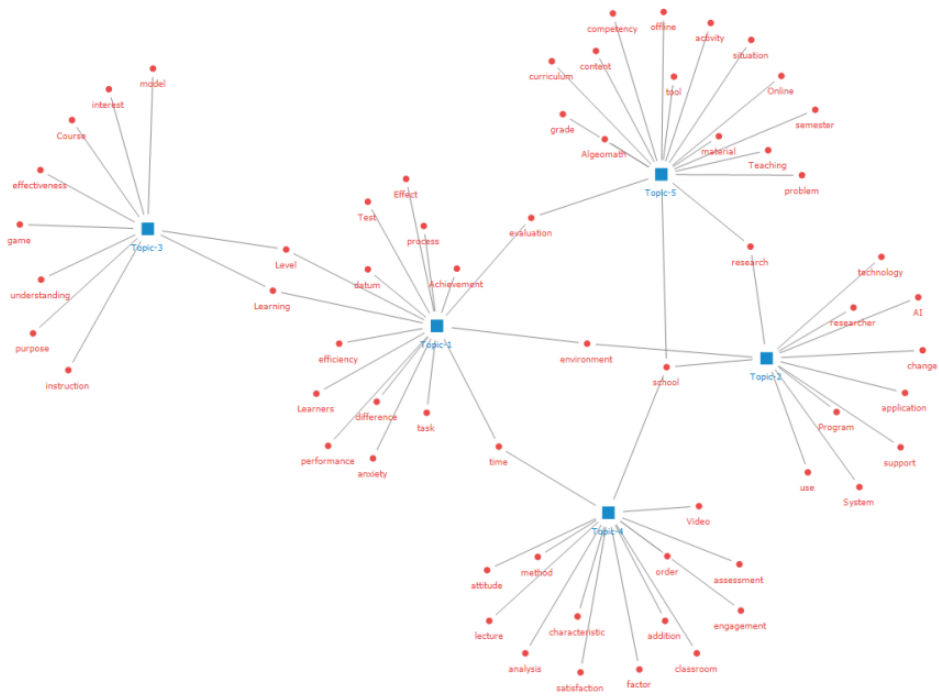
토픽 3은, ‘Learning’, ‘model’, ‘game’, ‘interest’, ‘purpose’로 추출되었다. 추출된 단어들의 의미와 맥락을 살펴보면, 수학 학습에서 인공지능 학습과 관련하여 최근 학습자의 흥미를 유도할 수 있는 게이미피케이션 요소에 기반한 학습 모델과 관련하여 도출된 것으로 유추해볼 수 있다. [그림 4]는 토픽 3에 대한 워드클라우드 결과이다. 토픽 4는, ‘method’, ‘attitude’, ‘classroom’, ‘factor’,



TOPIC	TOPIC THEME
Topic-1	인공지능 학습을 통한 학습의 성취 및 효과
Topic-2	인공지능에 따른 학교 학습 프로그램 전환
Topic-3	흥미 유도를 위한 학습 모델 요소
Topic-4	학습자 학습 만족을 위한 다양한 방법 및 요소
Topic-5	온라인 활용 교육과정 및 교수 활동

<표 7> 토픽별 상위 주제

5개의 토픽에 따른 주요 단어들을 시각화하면 [그림 7]과 같다. [그림 7]은 토픽별 구상 키워드들을 한눈에 살펴볼 수 있기도 하지만, 토픽 간 연결되는 매개 단어를 확인할 수 있다. 예를 들어, 토픽 1과 토픽 2를 연결하는 매개 단어는 ‘environment’이다. 이는 ‘인공지능 학습을 통한 학습의 성취 및 효과’로 유추된 토픽 1과 ‘인공지능 학습 프로그램’으로 유추된 토픽 2를 놓고 볼 때 ‘가상공간’이라는 학습 환경에 대한 상황에 따라 도출되었다고 해석해 볼 수 있다. 또한 토픽 1과 토픽 3을 연결하는 매개 단어는 ‘Learning’과 ‘Level’이다. 이는 ‘인공지능 학습을 통한 학습의 성취 및 효과’로 유추된 토픽 1과 ‘흥미를 유도하는 학습 모델’로 유추된 토픽 3을 놓고 볼 때, ‘학습자의 학습 수준’을 고려하는 인공지능 학습 상황에 따라 도출되었다고 해석해 볼 수 있다. 토픽 1과 토픽 5를 연결하는 매개 단어는 ‘evaluation’이다. ‘인공지능 학습을 통한 학습의 성취 및 효과’로 유추된 토픽 1과 ‘온라인 활용 교육과정 및 교수 활동’으로 유추된 토픽 5를 볼 때, 인공지능 학습을 통해 학습자의 성취 정도를 평가하는 과정에 대하여 도출된 것으로 해석해 볼 수 있다. 토픽 2, 4, 5를 연결하는 매개 단어는 ‘school’이다. ‘인공지능 학습 프로그램’, ‘학습자의 학습 만족을 위한 다양한 방법 및 요소’, ‘온라인 활용 교육과정 및 교수 활동’으로 유추된 토픽들로, 학교에서 보조 학습 도구로서 인공지능에 기반한 온라인 학습 프로그램이 활용 가능성으로 유추해 볼 수 있다.



[그림 7] 토픽별 주요 단어 시각화

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 선행 연구의 고찰 방법 중 연구물의 텍스트에 기반한 네트워크 분석을 통해 수학 교과에서 디지털 기술 교육 환경과 관련한 연구들의 경향성을 살펴보고자 하였다. 이를 위하여 2011년부터 2021년까지 최근 10년간 발행된 연구물 중 몇 가지 연구 대상 선정 준거에 따라 105편의 연구물을 선별하였다.

최근에 수학교육 분야에서 연구의 동향 및 경향성 분석을 위해 텍스트 네트워크 분석 방법을 활용하는 연구(손태권, 황성환, 2021; 신동조, 2020; 문소영, 조진석, 2019; 김성연, 이선영, 신종호, 최원, 2015)가 많이 수행되고 있으며, 본 연구 역시 텍스트 분석을 활용한 동향 분석 중에서도 토픽모델링 방법을 활용하여 분석하였다.

105편의 연구물의 연도별 출판 현황을 보면 2011년을 기준으로 후기로 갈수록 더 많이 수행되었으며, 특히 2021년에 가장 많은 출판 경향을 보였다. 이러한 현상은 2015 개정 교육과정에서 소프트웨어 교육을 필수화하는 방안의 고시, 2017년도에 개정 및 시행된 「과학·수학·정보교육 진흥법」이 영향을 미친 것으로 보이며, 더불어 인공지능과 관련한 연구도 함께 증가한 것으로 보인다(한지윤, 신영준,

2020).

본 연구는 디지털 기술 교육 환경에서 수학교육 분야에서는 어떤 주제들로 연구가 수행되었는지 파악하고 향후 관련 정책 마련에 인사이트를 제공하는데 의미가 있다. 연구의 분석 결과에 따른 결론 및 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구를 위해 수집한 105편의 문서(연구물)에서 사전 단어 정제 등 전처리를 통해 추출된 단어는 1,333개로, 이 중 가장 높은 빈도를 보인 단어를 살펴보면, 'Learning', 'school', 'Achievement', 'Learners', 'Effect', 'research', 'AI', 'method', 'Level', 'classroom' 순으로 나타나고 있다. 21세기 미래 수학교육을 대표하는 패러다임은 AI 기반 수학교육이며, AI 기반 수학교육은 '인공지능 기술을 활용을 통한 수학교수학습을 지원하는 내용, 구조, 활동'이라는 정의(임웅, 박미미, 2021)를 토대로 본다면, AI에 기반하여 학습자의 수준을 고려한 적응형 학습 프로그램 활용 과정에서 효과나 방법, 수준 등의 연구들이 자주 다루어지고 있다고 추측해 볼 수 있다.

둘째, 단어망(word-network) 분석을 통해 단어 간 동시 출현 빈도를 살펴보면, 'Learning-Teaching', 'Learning-environment', 'efficiency-performance', 'Learning-method', 'center-tutoring' 순으로 높게 나타나고 있다. 최인선(2022)은 최근의 수학교육에서 AI 활용과 관련된 연구들은 개개의 기술들을 수업에 어떻게 활용할지에 대한 교육 공학적 측면에 중점을 두고 있는데, 이는 최신의 새로운 에듀테크 기술들을 수학교육에 접목하면서 교수학습의 범위를 확장 시킨다는 의의를 지니기 때문인 것으로 보고 있다. 따라서 본 분석 결과와 같이 학습 환경이나 학습 방법, 튜터링과 같은 다양한 교수학습적 방법 연구가 다수 수행되고 있는 것으로 짐작해 볼 수 있다.

셋째, LDA를 활용한 토픽모델링 분석을 통해 5개의 토픽을 지정하였다. 토픽을 구성하는 단어들의 경향성을 통하여 2011년 이후 10년간 수학교과에서 디지털 기술 교육환경과 관련한 연구 주제들을 확인해 볼 수 있었다. 토픽 1은 'Achievement', 'Learners', 'Effect', 'Learning', 'anxiety'로 구성되어 있고, 토픽 2는 'AI', 'System', 'school', 'Program', 'change'로, 토픽 3은 'Learning', 'model', 'game', 'interest', 'purpose'로, 토픽 4는 'method', 'attitude', 'classroom', 'factor', 'satisfaction', 토픽 5는 'activity', 'Teaching', 'curriculum', 'Online', 'problem'으로 구성되어 있다. 각 토픽을 구성하고 있는 워드를 기반으로 토픽별 주제(Topic theme)를 추측해 보면, 토픽 1은 '인공지능 학습을 통한 학습의 성취 및 효과', 토픽 2는 '인공지능에 따른 학교 학습 프로그램 전환', 토픽 3은 '흥미 유도를 위한 학습 모델 요소', 토픽 4는 '학습자 학습 만족을 위한 다양한 방법 및 요소', '온라인 활용 교육과정 및 교수 활동'으로 볼 수 있다. 전반적으로 토픽모델링 분석 결과에 따르면 디지털 기술과 관련하여 학습자

학습에 도움을 주기 위해서 게이미피케이션과 같은 흥미 요소, 학습자 수준에 맞는 학습 요소들을 주요한 주제로 다루고 있다고 파악해 볼 수 있다.

현재 게이미피케이션 요소를 고려한 교육 모드는 학습자의 학습 몰두 수준과 학업성취도 등을 효과적으로 향상시킬 수 있어 교육용 앱 개발 시, 게이미피케이션 요소를 결합하여 개발하는 트렌드를 보이고 있다(왕저위, 이창욱, 2021). 또한, 최근 테크놀로지 및 AI 기술의 발달로 개별화 맞춤형 수학 학습을 지원하는 다양한 학습 플랫폼이 개발되고 활용되고 있는데, 학습자의 수준에 맞는 학습을 지원할 수 있을 뿐만 아니라 자기주도적 학습을 지원하는 등 다양하게 활용되고 있다. 특히, 학습자가 형성한 개념 구조가 고정되지 않고 지속적인 학습을 통하여 보다 심층적인 개념 구조를 형성하고 스스로 개념 구조를 확장 및 심화해 나간다는 점에서 개별화 맞춤 학습에 활용 가능하며(허난, 2023), 이를 통해 나아가 학습자 기초학력 강화 및 학습자 간 학습 격차 완화를 위한 학습 지원 방법으로 인공지능 등 다양한 디지털 기술에 기반한 교수학습 방법에서 그 해결책을 모색하고 있는 것으로 보인다.

2021년도에 발표된 ‘2022 개정 교육과정 총론의 주요 사항(시안)’에는 교육과정 개정의 중점 내용 중 하나가 ‘디지털·AI 교육 환경에 맞는 교수·학습 및 평가체제 구축’을 언급하고 있다(교육부, 2021). 즉, AI·SW 등 신(新)산업기술 혁신에 따른 미래 세대 핵심 역량으로 디지털 기초소양을 함양하고, 교실 수업 개선 및 평가 혁신과 연계, 모든 교과교육을 통하여 디지털 기초소양 함양 기반을 마련하고 정보 교육과정과 연계하여 AI 등 신기술분야 기초·심화·학습 내실화를 기하고 있다. 이에 따라 각 시도 교육청에서는 관련 인공지능(AI) 활용 학생 맞춤형 교육이나 스마트기기 보급, 관련하여 디지털 시민교육 추진 계획들을 수립하는 등 국가적 교육 동향에 발맞춰 실질적인 노력들을 기울이고 있다.

본 연구는 디지털 기술 환경에 따라 수학교육 분야의 관련 선행 연구들의 경향성을 확인하였고, 이러한 연구 결과에 따라 향후 디지털 기술 교육 환경과 관련하여 다음과 같이 제언하고자 한다.

우선, 도출된 다섯 가지 토픽 중 1, 2 토픽 내용인 인공지능 학습을 통한 학습의 성취 효과와 학교 학습 프로그램과 관련하여 학교 현장에서 온라인 학습 프로그램을 학습자의 수준 차이를 고려한 보조 학습 도구로서 활성화될 수 있다. 고희경, 허난, 노지화(2021)는 인간 교사의 보조 도구로서 AI 기술 적용을 넘어 온라인 수업을 포함하여 인간 교사의 한계를 극복한 AI 교사의 등장을 예견하면서, AI 교사 역할에 있어 주요한 일부를 담당하거나 대신하게 될 것이라 보고 있다. AI를 활용한 수학교육 시스템에서 공통적으로 나타나는 특징이 학습 진단과 맞춤형 학습을 제공하고 학습자의 특성과 성취 수준을 진단하여 개인 맞춤 학습을 지원하면서 효율적인 학습 성취를 이룰 수 있을 것으로 보인다.

두 번째로, 토픽 3, 4 내용에 따라 흥미 유도를 위한 학습 모델 요소와 학습자 학습 만족을 위한 다양한 방법 및 요소와 관련하여, 온라인 교수설계 시 학습자의 흥미와 학습 과정에서 몰입감을 향상할 수 있는 다양한 내용 구성과 과정계획의 전략이 필요하다. 내용조직, 수업 활동 과제 등 학습 과정의 질 향상을 통해 온라인 교육에서 충분한 지적 경험을 할 수 있도록 하며, 온라인 교육 특성의 유연성이나 일관성 요인은 사용상의 편리성과 연계되므로 학습자가 학습 의욕을 잃지 않도록 화면상 나타나는 자료나 배치 등에 대해서도 고려해야 할 것이다(김경인, 2022).

마지막으로, 토픽 5의 내용에 따라 온라인 활용 교육과정 및 교수 활동과 관련하여 디지털 교육 환경에 대응하는 사용자 교육이 선행되어야 한다. 디지털 교육 환경을 통한 기초학력 강화 및 학습 격차 해소, 학습자 중심의 교육 방법 혁신에 대한 활용 가능성 그리고 적응형 학습 구현 등 디지털 기술에 기반한 교육 정책들을 사용자가 충분히 이해해야 유연하게 시행될 수 있다. 즉, 사회 변화에 따른 새로운 교육 환경에서 가장 먼저 적응하고 이를 현장에서 활용해야 하는 교사에 대해 교육용 디지털 기술 활용 교육이나 새로운 교수법에 대한 효과성 및 활용 교육에 대해 적극적인 지원이 필요하다. 또한 AI 활용뿐만 아니라 미래시민 역량, 수학적 소양 등 수학 수업에 대한 논의가 다양해질수록 수학 교사가 직면한 어려움은 커질 것으로 예상되므로, 이러한 교사의 어려움을 해결하기 위해서는 교사를 지원해줄 수 있는 구체적이고 실질적인 방법의 모색 및 교사 맞춤형 지원이 필요할 것이다(최인선, 2022).

최근에는 ICT 기반의 디지털 사회를 살아가는 시민으로서 권리와 의무를 다하기 위해 갖추어야 할 기본역량과 자질로서 새로운 시대에 대응하는 윤리, 덕목, 역량의 총체라 할 수 있는 디지털 시민성(전정화, 권현영, 김미량, 2021)이 주요하게 대두되면서 관련한 교육도 고려해야 할 것이다. 이는 디지털 기술 기반 교육 환경에서 다양한 정보에 노출될 수 밖에 없는 사용자 입장에서 디지털 교육 환경에서 선별적으로 자료를 안전하게 이용할 수 있도록 바람직한 디지털 공동체와 시민성을 위한 윤리의식을 강화할 필요가 있고, 향후 디지털 기반 교육 프로그램 개발에도 이와 같은 요소를 고려할 필요가 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 교육부. 2022 개정 교육과정 총론 주요 사항(시안). 교육부, 2021. 11. 24. (2021).
- [2] 교육부. 「과학·수학·정보·융합교육 종합계획('20~'24)」동시 발표 -지능 정보사회의 소양을 갖추고 세계를 선도하는 인재 양성-. 교육부 보도자료, 2020. 05. 26. (2020).
- [3] 고희경. 인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고. *한국학교수학회논문집*, 23(2), 223-237. (2020).
- [4] 고희경, 허난, 노지화. RPP(Role-Play Presentation)를 통한 교사의 AI 교사와의 지각된 상호작용성 분석. *수학교육*, 60(3), 321-340. (2021).
- [5] 김경인. 비대면 온라인 교육이 학습 흥미와 학습 몰입 및 학습 만족도에 미치는 영향. *미술예술경영연구*, 16(2), 181-200. (2022).
- [6] 김민지, 염지윤, 정혜원, 임철일. 인공지능 챗봇의 교육적 활용 연구 동향 분석: 활동이론을 중심으로. *교육정보미디어연구*, 27(2), 699-721. (2021).
- [7] 김방희. 중등 예비교사의 AI 교육에 대한 인식, 요구 및 AI 교수효능감 분석. *학습자중심교과교육연구*, 22(2), 1001-1016. (2022).
- [8] 김성연, 이선영, 신종호, 최원. 네트워크 텍스트 분석을 활용한 대학부설 과학 영재교육원의 중등수학 강의교재 분석. *수학교육논문집*, 29(3), 465-489. (2015).
- [9] 김은규, 김정효. 초등 미술과 체험 영역에서 에듀테크 활용 수업 사례 연구. *문화예술교육연구*, 17(6), 107-132. (2022)
- [10] 김향보, 이동원, 이민혜. 에듀테크를 활용한 초등학교 미래교육 프로그램의 개발 및 효과. *초등교육연구*, 38(2), 53-80. (2023)
- [11] 김혜미. 수학 문제해결에 관한 국내 연구 동향 분석. *학습자중심교과교육연구*, 16(8), 831-850. (2016).
- [12] 노지화, 고희경, 김병수, 허난. 인공지능 활용 교육의 토픽모델링 분석을 통한 수학교육 연구 방향의 함의. *한국학교수학회논문집 제 26(1)*, 1-20. (2023)
- [13] 문소영, 조진석. 키워드 네트워크 분석을 통한 '한국초등수학교육학회지' 연구의 동향 분석. *한국초등수학교육학회지*, 23(4), 459-479. (2019)
- [14] 박상훈. 디지털 시민성 함양을 위한 디지털교과서 활용 방안. *디지털융복합연구*, 18(2), 111-119. (2020).
- [15] 방정숙, 선우진, 조선미, 이유진, 김은경, 김윤영, 박예진, 김경훈, 황지남, 이하늬. 국내 수학교육 연구의 동향 분석: 1963년부터 2019년까지 게재된 국내 수학교육 학술지 논문을 중심으로. *수학교육학연구*, 29(4), 709-739. (2019).



- [16] 변정호, 권용주, 윤종현, 박현주, 박경희, 김태희. 디지털 전환 시대를 위한 디지털 교과서 기반 미래형 과학 교수·학습 모델의 개발. *Brain, Digital, & Learning*, 12(2), 307-322. (2022).
- [17] 서명희, 조민식. 인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 학습 자료 개발 및 적용에 관한 연구. *학습자중심교과교육연구*, 23(2), 771-790. (2023).
- [18] 서울특별시교육청교육연구정보원. 에듀테크를 활용한 학습자중심 맞춤형 교육의 효과 분석: 인공지능(AI) 기반 학습분석 활용을 중심으로. 서교연 2021-81. 서울: 서울특별시교육청. (2021).
- [19] 서향희, 박주희. 학교현장에서 에듀테크(Edu Tech) 활용에 대한 예비교사의 인식 연구 : Focus Group Interview를 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 21(23), 253-273. (2021).
- [20] 손복은, 전대일. 텍스트 네트워크 분석을 활용한 교양교육 질 개선 연구 동향 분석. *교양교육연구*, 14(5), 97-108. (2020).
- [21] 손태권, 황성환. 토픽모델링을 활용한 초등수학교육 연구 동향 분석. *한국초등수학교육학회지*, 25(1), 61-80. (2021).
- [22] 신동조. 토픽모델링을 활용한 국내외 수학교육 연구 동향 비교 연구. *수학교육*, 59(1), 63-80. (2020).
- [23] 신은혜. 과학 교사의 과학·AI융합교육 실천 동기와 인식. *현장과학교육*, 16(3), 396-410. (2022).
- [24] 심규동, 이형철. 디지털 에듀테크를 활용한 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경역량 변화에 미치는 효과. *초등교육연구*, 38(2), 275-292. (2023).
- [25] 왕저위, 이창욱. 수학 교육용 앱의 게이미피케이션 요소 활용에 관한 연구. *커뮤니케이션디자인학연구*, 75, 98-113.
- [26] 임웅, 박미미. AI 기반 수학교육 관련 국외 연구의 논지 탐색. *학습자중심교과교육연구*, 21(14). (2021).
- [27] 전정화, 권현영, 김미량. 새로운 디지털 공동체 실현을 위한 교육 방안: 자유학년제 활용을 위한 디지털 시민성 교육 과정 탐구. *교육정보미디어연구*, 27(3), 817-841. (2021).
- [28] 정효철, 전해인. 특수교사들의 에듀테크 활용학습에 관한 인식연구. *한국콘텐츠학회논문지*, 23(1), 155-164. (2023).
- [29] 진미르, 고희경. 토픽 모델링 분석을 통한 수학교육 연구 주제 분석. *수학교육논문집*, 33(3). (2019).
- [30] 최인선. 수학교실에서 인공지능(AI)을 활용한 교수학습 방안 탐색: 중학교 통계 단원 시나리오 개발을 중심으로. *한국수학교육학회논문집*, 25(2), 149-174. (2022).

- [31] 한지윤, 신영준. 인공지능교육 관련 연구 동향 분석: 키워드 네트워크 분석, *인공지능연구논문지*, 1(2), 20-33. (2020).
- [32] 함명인, 이재원. 연구장비 구축 연구기관 네트워크 분석-지식경제부 R&D 사업 대상. *한국컨텐츠학회논문지*, 1393, 307-313. (2013).
- [33] 허난. 수학 학습 플랫폼을 활용한 중학생의 문자와 식에 대한 개념 구조 변화 분석 연구. *East Asian Mathematics Journal*, 39(2), 167-181. (2023).
- [34] 홍유나, 임유진. 예비 유아교사 대상 AI 교육의 효과성 검증 연구 : 기술준비도, 교사효능감, AI 활용의도 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 20(19), 1001-1020. (2020).
- [35] 황지남, 방정숙. 토픽모델링을 활용한 국내외 수학적 추론 연구의 동향 분석. *수학교육학연구*, 30(4), 625-648. (2020).
- [36] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. Latent dirichlet allocation. *Journal of machine Learning research*, 3(Jan), 993-1022. (2003).

Ko, Ho Kyoung  
Ajou University  
Suwon, Korea  
E-mail : kohoh@ajou.ac.kr

Maeng, Unkyoung  
Ajou University  
Suwon, Korea  
E-mail : my5329@ajou.ac.kr

Son, Bok Eun  
Kyonggi University  
Suwon, Korea  
E-mail : bokeun@kyonggi.ac.kr