

수학교육에서 인공지능(AI) 활용에 관한 예비수학교사의 인식 분석

신동조 (고려대학교 연구교수)

AI 시대의 함께 교육에서도 AI 활용의 필요성이 제기된다. 본 연구의 목적은 예비수학교사가 인식하는 미래 수학교육에서 AI의 필요성과 AI 활용에서 교사의 역할을 조명하는 것이다. 연구 결과, 교수 측면에서 예비교사들은 학교 수학에 AI 활용이 시대적 요구이며, 다양한 유형의 수업 구현과 정확한 지식 및 정보를 전달할 수 있지만, 인지적·감정적 상호작용에 한계가 있다고 하였다. 학습 측면에서 AI는 개별화 학습을 제공하고, 학교 수업 외 보충학습에 활용할 수 있고, 학습 흥미를 자극할 수 있지만, 학생들의 주제적 사고 능력을 저해할 수 있다고 하였다. 평가의 측면에서 AI는 객관적이고 공정하며 교사의 업무를 감소할 수 있지만 서·논술형 문항과 과정 중심 평가에서 한계가 있다고 하였다. AI 활용에서 예비교사들이 생각하는 교사의 역할은 수업, 감정적 상호작용, 비정형화된 평가, 상담이었고, AI의 역할은 개별화 학습, 기계적 학습, 정형화된 평가와 행정 업무로 나타났다.

I. 서론

인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI)으로 대표되는 4차 산업혁명의 도래와 함께 미국, 독일, 중국, 일본, 인도 등에서 새로운 산업혁명을 주도하기 위한 국가적 전략을 발표하였다(Dutton, Barron, & Boskovic, 2018). 이에 우리나라 정부도 사회·경제 전반의 혁신을 위한 9가지 핵심전략을 포함하는 AI 국가전략을 발표하고 AI 국가를 선포했다(과학기술정보통신부, 2019). 이 보고서에는 AI 핵심전략 중 하나로 교육에서 AI와 관련된 내용을 포함하고 있다. 구체적인 추진과제로 초·중등학교에서 교사의 소프트웨어(이하 SW)와 AI 역량 강화를 발표하였는데 교원 양성 과정에 AI 관련 전공 및 교직과목을 신설하고 교원 자격 취득을 위해 이를 이수도록 하겠다는 것이다(과학기술정보통신부, 2019). 이는 교육과 관련된 AI 국가전략이 최근 초·중등학교에서 강조되고 있는 SW교육이나 예비 정보·컴퓨터 교사를 위한 교육에 국한되지 않는다는 것을 의미한다. 다시 말해, 정부는 예비수학교사를 포함한 모든 교과교육 예비교사들이 AI와 관련된 기본 소양을 배우고 미래 학교 현장에서 AI를 활용하기를 기대하고 있다.

그러나 교육대학과 사범대학과 같은 교원 양성 기관에서 교사를 대상으로 AI와 관련된 교육을 실시하기 전 이들이 미래교육과 AI에 대해 어떠한 생각을 가지고 있는지를 파악하는 것이 선행되어야 한다(남민우, 2018; 송신철, 심규철, 2017). 선행연구에서는 AI 시대에 학교 교육의 변화에 관한 초·중등학교 현직교사의 인식(남민우, 2018), 미래 영어교육에 관한 초등 예비교사와 현직교사의 인식(박수진, 임희정, 2019), 예비과학교사들이 생각하는 미래 과학교육의 변화와 교사의 역할(송신철, 심규철, 2017)에 관한 보고와 초·중등학교 학생들과 대학생들이 생각하는 AI 기술과 AI 교사에 관한 인식(권선아, 이재경, 권숙진, 2018; 박종향, 신나민, 2017)을 조사하였다. 교과 교육 관련 (예비)교사들을 대상으로 진행된 선행 연구의 결과 교사라는 공통적인 속성에도 불구하고 해당 교과가 지니는 특수성에 의해 AI 활용에 관한 인식이 상이하게 나타났다(박수진, 임희정, 2019; 송신철, 심규철,

* 접수일(2020년 7월 27일), 심사(수정)일(2020년 8월 18일), 게재확정일(2020년 8월 26일)

* ZDM분류 : U15

* MSC2000분류 : 97C80

* 주제어 : 수학교육, 인공지능, 예비수학교사, 교사의 역할

2017). 수학은 계열화되고 구조화된 교과 특성상 AI와 관련된 연구가 가장 활발히 진행되고 있는 교과 중 하나이다(Holmes, Bialik, & Fadel, 2019). 예를 들어, 수학 교과에서는 AI 기술을 활용한 학습 데이터 분석(Gabriel, Signolet, & Westwell, 2018; Masci, Johnes, & Agasisti, 2018)과 AI 기반 교수·학습 시스템 개발(Cabestrero et al., 2018; Reinhold, Hoch, Werner, Richter-Gebert, & Reiss, 2020)이 많은 연구자의 주목을 받고 있다. 반면 수학 예비 및 현직교사가 AI 활용에 대해 가지고 있는 인식에 관한 연구는 거의 진행되지 않았다. 또한, 컴퓨터 과학자와 교육학자들이 인식하는 미래 교육에서 교사의 역할에 관한 다양한 분석과 논의는 지속적으로 보고되고 있지만(김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경, 2018; 석주연, 이상욱, 2018; 임중현, 유경훈, 김병찬, 2017; 최민영, 이태욱, 2019; Manyika et al., 2017; Hu & Shi, 2018; Zhao & Liu, 2018; Zhou & Dai, 2019), 선행연구의 대부분은 교과와 무관한 ‘교사’ 자체의 역할을 논의한 반면 미래 수학교사의 역할과 수학교육에서 AI의 역할에 관한 분석은 진행되지 않았다. 첨단 도구의 활용은 시대적·사회적 변화의 조류에 편승해서 강제로 이행되는 것이 아닌 실제 사용자의 요구와 이해를 토대로 이루어질 때 보다 효과적이고 바람직한 방향으로 통합될 수 있다. 교육에서 AI의 활용은 90년대 컴퓨터를 교육에 활용하여 교육 내용과 방법이 변화를 도모한 차원을 넘어 교사의 역할과 교육시스템 전체의 변화를 불러일으킬 수 있는 만큼 신중하게 진행되어야 한다(임중현 외, 2017). 이에 본 연구의 목적은 미래 수학교육에서 AI의 필요성과 AI 활용에서 교사의 역할에 관한 예비수학교사의 인식을 분석하는 것에 있다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- 연구 문제 1. 수학 교수 측면에서 AI 활용의 필요성에 관한 예비수학교사들의 인식은 어떠한가?
 연구 문제 2. 수학 학습 측면에서 AI 활용의 필요성에 관한 예비수학교사들의 인식은 어떠한가?
 연구 문제 3. 수학 평가 측면에서 AI 활용의 필요성에 관한 예비수학교사들의 인식은 어떠한가?
 연구 문제 4. AI 활용에서 수학교사와 AI의 역할에 대한 예비수학교사들의 인식은 어떠한가?

II. 이론적 배경

1. 수학교육과 인공지능

AI라는 용어는 1956년 Dartmouth 대학에서 주관한 워크숍에서 John McCarthy에 의해 처음 사용된 것으로 알려져 있다. Dartmouth 워크숍을 위해 제출된 제안서에 따르면, AI는 “인간이 하는 것과 같이 지능적이라고 불릴 수 있는 방식으로 행동하는 기계를 만드는 것”으로 정의되었다(McCarthy, Minsky, Rochester, & Shannon, 1955, p. 11). 그러나 AI 기술이 발전을 거듭하면서 학자마다 AI를 정의하는 방식이 다양하게 나타났고, 현재 AI에 대해 명확한 정의를 내리기는 쉽지 않다(Russell & Norvig, 2016). 그럼에도 불구하고 최근 우리 생활 전반에 걸쳐 AI라는 용어가 일상어처럼 사용되고 있다는 점을 감안하면 공상과학 소설이나 영화에서 등장하는 자의식을 가진 로봇이 아닌 특정 상황(예를 들어, 언어 번역, 상품 추천, 사진 구별)에서 지능적으로 행동하게 설계된 프로그램을 AI(또는 weak AI)라고 부르는 것에도 큰 이견이 없어 보인다(Russell & Norvig, 2016). 따라서 보다 광의적인 의미에서 본 연구에서는 지능적으로 행동하도록 설계된 시스템을 AI로 정의하여 사용한다.

최근 교육 분야에서도 AI라는 용어가 종종 입에 오르내리고 있다. 특히, 수학은 타 교과에 비해 비교적 잘 구조화되어 있고 명확한 답을 가진다는 점에서 AI 기술이 가장 활발히 적용되고 있는 교과 중 하나이다(Holmes et al., 2019). 수학교육에서 AI 활용은 크게 두 가지 측면으로 분류할 수 있다. 첫째, 선행연구에서는 학생의 수학교육 과정을 분석하기 위해 기계학습(machine learning)과 데이터 마이닝(data mining)과 같은 AI 알고리즘을 사용하였다. AI는 학습 분석학(learning analytics) 측면에서 주로 교육용 빅데이터를 분석하여 학생의 인지적·정

의적 영역에 미치는 변인 식별과 예측 그리고 학생의 학습 행동과 패턴을 모델링하기 위해 사용되는 경향이 있다(Shin & Shim, 2020). 예를 들어, Aksoy, Narli, & Idil(2016)은 데이터 마이닝 기술을 사용하여 중학교 학생의 성별, 학년, 유치원 경험유무, 부모의 교육수준, 수학학습 선호도에 관한 변인으로부터 수학적 태도에 영향을 미치는 변인을 식별하고 이를 예측하기 위한 다양한 규칙(예를 들어, 성별=여자, 학년=8학년, 모 교육수준=초졸, 부 교육수준=고졸 → 학생의 수학적 태도=부정적)을 찾아냈다. Gabriel et al.(2018)은 기계학습을 사용하여 PISA¹⁾ 자료(오스트리아)로 부터 수학적 소양²⁾에 미치는 인구통계학적 변인과 심리학적 변인을 분석한 결과 수학 자아효능감이 학생의 수학적 소양에 가장 유의미한 변인이라는 것을 보고하였다. Masci et al.(2018) 역시 PISA 자료를 기계학습을 통해 분석하여 9개국³⁾ 학생의 수학 성취도에 영향을 미치는 국가별 유의미한 학생 변인과 학교 변인을 탐색하였다. Martin et al.(2015)은 반복적 등분할(equipartitioning) 조작으로 특정 분수를 만드는 온라인 게임을 설계한 뒤 온라인 게임 과정에서 발생한 초등학생들의 로그 데이터(log data)를 분석하여 분수 분할 활동 패턴을 군집화하고 군집별 학생의 분수학습 방식을 조사하였다. 나아가 Araya et al.(2014)은 수학적 모델링 학습을 위해 설계된 게임 기반 온라인 학습에서 초등학교와 중학교 학생의 학습패턴을 검토하였고, Kim, Yoon, Jo, & Branch(2018)는 온라인 통계 수업에서 대학생들의 자기주도적 학습패턴을 3개의 군집으로 분류하고 군집별 효과적인 교수학적 전략을 제시하였다.

둘째, 선행연구에서는 맞춤형 수학 교수·학습을 제공하기 위해 지능형 교수 시스템(intelligent tutoring system, 이하 ITS)과 같은 AI 기반 시스템을 개발하여 사용하였다. 앞서 기술된 학습 분석학적 측면은 주로 연구자의 관점에서 AI 기술이 사용되었던 반면 맞춤형 교수·학습 시스템은 실제 학생과 교사가 현장에서 활용할 수 있다는 점에서 보다 실제적이다. 먼저, 학습자 측면에서 ITS는 학생 개인의 특성, 상태, 인지적 수준에 따라 개별화된 학습 과제와 수업이 제공되고, 학생의 반응에 따라 즉각적인 맞춤형 피드백을 제공함으로써 가상의 일대일 학습을 구현하는 것을 목적으로 한다. 현재 사용 중인 ITS는 대체로 기본적인 수학 개념(예를 들어, 분수의 덧셈과 뺄셈, 일차방정식)에 관한 맞춤형 학습을 제공하기 위해 설계되고 있다. 예를 들어, Reinhold et al.(2020)은 분수 학습을 위해 설계된 교육과정을 바탕으로 학생의 수준과 오개념에 따라 맞춤형 피드백을 제공하는 ITS를 개발하여 학생의 분수 학습에 미치는 효과를 검토하였고, 유사하게 Wu, Kuo, & Wang(2017)은 동치분수 문제에서 학생의 오답에 따라 일반적인 피드백으로부터 점차 구체적인 피드백을 제공하는 ITS의 교육적 효과를 조사하였다. 나아가 Cabestrero et al.(2018)과 Rajendran, Iyer, & Murthy(2018)는 학생의 감정적·정서적 상태에 따라 맞춤형 피드백을 제공하는 ITS가 학생의 인지적·정의적 영역에서 미치는 효과를 검토하였다. Huang, Craig, Xie, Graesser, & Hu(2016)는 실험연구를 통해 ITS의 활용이 전통적인 교실 수업에 비해 공정한 수학학습 기회를 제공한다는 연구 결과를 보고함으로써 수학교육에서 지속적으로 보고되는 공정성 문제(equity)의 중요한 시사점을 제공하였다. 교수학적 측면에서 AI 시스템은 교사의 개별화된 수학 수업을 구현하기 위해 학생 개인의 학습 정보를 분석하여 교사에게 제공하거나(Phillips, Pane, Reumann-Moore, & Shenbanjo, 2020), 원활한 모둠 수업을 보조하기 위해 모둠별 학습 활동 상태를 실시간으로 교사에게 제공하는 방식으로 활용되고 있다(Schwarz et al., 2018; VanLehn et al., 2019). 또한, 학습자 중심 수업에서는 교사가 학생의 수학적 사고에 주목하고 이에 대한 적절한 교수학적 반응을 제공하는 것의 중요성에도 불구하고 예비교사 또는 현장 경험이 적은 교사들은 이러한 즉각적인 반응을 제공하는 데 어려움을 겪는다. 이에 Bywater, Chiu, Hong, & Sankaranarayanan(2019)은 학생의 서술형 답안을 실시간으로 분석하고 이에 적절한 교수학적 반응을 추천하는 AI 기반 시스템을 설계하여 교사가 학습자 중심의 수업을 진행하는데 활용할 수 있도록 하였다.

1) Programme for International Student Assessment를 의미함

2) 수학적지식과 기술을 실생활 상황에 적용하는 능력(Gabriel et al., 2018, p. 312)

3) 호주, 캐나다, 프랑스, 독일, 이탈리아, 일본, 스페인, 영국, 미국(Masci et al., 2018, p. 1075)

2. AI 시대 교사의 역할

AI가 인간을 대체하는 기술(human replacing technology)이 되어야 하는지 인간을 돕는 기술(human assisting technology)이 되어야 하는지는 여전히 논쟁의 중심에 있고, 이러한 논쟁에 교육 분야도 예외는 아니다(Cukurova, Kent, & Luckin, 2019). 그럼에도 불구하고 교사는 AI로 대체될 수 없는 직종으로 분류되는 경향이 있다. 예컨대, Frey & Osborne(2017)은 702개의 직종에 대해 컴퓨터와 AI로 자동화될 수 있는 정도를 분석한 결과, 초·중등학교 교사가 AI로 자동화될 확률이 1% 미만으로 나타났다. Cope, Kalantzis, & Searsmith(2020) 역시 AI가 할 수 있는 일과 작동방식은 인간과 매우 다르므로 AI가 교사의 역할을 대체할 수 없다고 주장하였다. 그러나 AI가 교사를 대체할 수 없다는 주장이 모든 교사에게 적용되지 않는다는 것에 유념해야 한다(Zhao & Liu, 2018). 만약 교사의 역할을 반복적인 지식 전달자로 한정한다면, AI는 교사의 역할을 쉽게 대체할지 모른다(Hu & Shi, 2018). 이에 교사는 지식과 정보의 전달자가 아닌 개별 학생의 요구에 따라 도움을 제공하는 학습의 조력자와 안내자의 역할을 수행해야 한다는 목소리가 높아지고 있다(Ally, 2019; Guilherme, 2019; Roll & Wylie, 2016). 학자들이 생각하는 AI 시대 교사의 역할을 종합하면 <표 II-1>과 같다. 먼저 가장 눈에 띄는 교사의 역할은 정서적·감정적 상호작용과 상담이다. Manyika et al.(2017)은 인간이 가지는 감정적 지능, 창의성, 의사소통 능력으로 인해 유능한 교사는 여전히 미래 시대에 필요한 자원이 될 것으로 보았다. 구체적으로, Manyika et al.은 AI가 수업 계획과 같은 반복적인 일을 수행할 수 있지만 정서적·사회적 상호작용과 학생의 학습 동기 부여는 교사의 고유한 영역임을 시사하였다. 수업의 측면에서 교사는 AI가 수행하는 절차적 학습에 관한 설계 및 운영뿐 아니라(김홍겸 외, 2018) AI를 활용한 맞춤형 수업 설계(최민영, 이태욱, 2019; Zhou & Dai, 2019)와 창의적 사고를 기르는 교육(최민영, 이태욱, 2019; Hu & Shi, 2018)을 위한 역할로 분류된다. 김홍겸 외(2018)는 교사와 AI의 상호보완적 관계의 필요성을 주장하면서 교사와 대비되는 AI의 역할을 기계적 학습, 개별화 학습, 정형화된 학습, 학습의 다양화, 정형화된 평가로 규정하였다.

<표 II-1> 선행연구에서 나타난 AI 시대의 교사의 역할

연구자	교사의 역할
김홍겸 외(2018)	교육과정 설계 및 운영, 가치판단, 감정적인 상호작용, 관계를 바탕으로 한 상담
석주연, 이상욱(2018)	실천적 지식을 바탕으로 한 수업, 소통 및 협업
임종현 외(2017)	AI 활용 학습 설계, 학생 멘토, 상담, 학교 내·외의 네트워크 관리
최민영, 이태욱(2019)	AI 활용 수업 설계, 가치판단, 창의적 사고와 역량을 위한 교육
Manyika et al.(2017)	감정적·사회적 상호작용
Hu & Shi(2018)	평생 학습자, 학생의 창의력과 상상력 자극, 정서적 상담
Zhao & Liu(2018)	학습자, 감정적 상호작용, 도덕적 교육
Zhou & Dai(2019)	맞춤형 학습을 위한 수업 설계, 학생과의 친구, 인지적·정서적 상담

앞서 상술한 바와 같이 수학교육에서 AI는 기계학습과 데이터 마이닝을 기반으로 한 학습 분석과 교수·학습 시스템 개발에서 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 AI 기반 교육시스템을 실질적으로 활용하게 될 현직 및 예비교사가 AI 활용과 교사의 역할에 대해 어떠한 생각을 가지고 있는지를 살펴볼 필요가 있다. 남민우(2018)의 연구에 따르면, 초·중등학교 현직교사의 70%는 AI 로봇이 등장하는 시대에 교사의 역할이 변할 것이라고 응답한 반면 6%의 교사는 교사의 역할이 현재와 유사할 것으로 예측하였다. AI와 교사의 역할 분담에 관한 면담 결과, 현직교사들은 자신들의 역할을 주로 수업 기획과 학생과의 상호작용으로 인식하였고, AI의 역할을 단순 반

복직 업무로 제한하였다(남민우, 2018). 교과교육에 관련해서 박수진, 임희정(2019)은 초등 예비교사와 현직교사를 대상으로 미래 영어교육에 관한 인식을 조사하였다. 조사 결과 70% 이상의 예비 및 현직교사들이 개별 맞춤형 영어교육이 가능하게 될 것으로 응답하였고, 60% 이상이 AI와 관련된 기술이 학교에 도입될 것으로 전망하였다. 또한, 예비교사와 현직교사들은 새로운 기술을 도입하는 것에 대한 거부감이 크지 않는 것으로 나타났다(박수진, 임희정, 2019). 송신철, 심규철(2017)은 예비과학교사를 대상으로 연구를 수행하였는데, 예비교사들은 AI 기술발달로 교사의 역할과 교원의 수가 감소하고, 교육환경에 변화가 올 것이며, 교수·학습 방법이 변할 것으로 생각하였다. 구체적으로 예비과학교사들은 미래사회에서 교사의 역할을 인성지도와 진로지도 및 상담과 같은 학생과의 정서적 상호작용(76.6%)에 두었으며, 현재 교사가 주로 담당하고 있는 교과 지도는 AI가 주도하고 교사는 AI를 보조하는 방식으로 협력수업(co-teaching)을 하게 될 것으로 인식하였다. 송신철, 심규철의 연구 결과에서 학생과의 정서적 상호작용의 중요성은 앞서 언급된 학자들의 생각과 유사하다. 반면 교과 수업을 주도적으로 수행하는 대상은 교사가 아닌 AI로 생각하고 있다는 점에서 예비과학교사들이 인식하는 AI의 역할이 다른 교과교사와 학자들에 비해 큰 것으로 나타났다. 그러나 AI에 관한 예비 및 현직 수학교사의 인식과 미래 수학교사의 역할에 대해 심도 있게 분석한 연구는 드물다. 정부가 모든 예비교사를 대상으로 AI 교육의 필요성을 발표한 시점에서(과학기술정보통신부, 2019) AI 시대를 이끌어갈 예비교사들은 교사의 역할과 이를 위해 필요한 교사의 역량을 인식해야 하며 교사가 되었을 때 AI와 구분되는 교사의 역할에서 그 역량을 발휘해야 한다. 본 연구는 수학교육에서 향후 AI 연구를 위한 토대를 마련하기 위해 예비교사가 생각하는 수학교육에서 AI의 필요성과 교사와 AI의 역할에 대해 알아보고자 한다.

III. 연구 방법

1. 연구대상 및 자료수집

본 연구는 수도권 소재 사범대학교에서 수학교육을 전공하는 예비수학교사들을 대상으로 진행되었다. 예비교사들은 대부분 1학년(48%) 또는 2학년(46%)이었고 연구 참여 전 동의서를 작성하였다. 연구 참여 동의서를 작성하지 않았거나 연구에 동의하지 않겠다고 답한 예비교사들을 제외하고 총 46명의 예비교사(남학생: 25명, 여학생: 21명)가 연구에 참여하였다. 예비교사들은 AI와 관련된 정규 수업을 받은 경험이 없었고, 예비교사가 가지고 있는 AI에 관한 인식에 편향된 결과를 배제하기 위해 연구 참여 전 AI에 관한 설명을 제공하지 않았다.

AI 활용에 관한 예비수학교사의 인식을 알아보기 위해 교육용 AI에 관한 지식, 수학교육에서 AI 활용의 필요성, 학교 현장에 AI가 도입되었을 때 수학교사와 AI의 역할에 관해 설문조사를 실시하였다. AI에 관한 지식은 교육 관련 AI 활용에 대해 예비교사가 가지고 있는 사전지식을 위한 참고 자료로 사용하기 위해 그 범위를 수학교육으로 한정하지 않았다. 수학교육에서 AI 활용의 필요성에 관한 문항은 Chassignol, Khoroshavin, Klimova & Bilyatdinova(2018)의 개념적 틀에 기반하여 AI 기반 교수, 학습, 평가로 세분화하였다. 이는 교육에서 AI가 주로 교수, 학습, 평가에서 활용되고 있다는 점에서(Chassignol et al., 2018) 예비교사가 생각하는 AI 활용의 필요성을 해당 범주에 따라 살펴보는 것이 적절하다고 판단하였기 때문이다. 각 문항은 연구 문제 1, 2, 3에 관해 직접적으로 묻는 문항으로 구성하였다. 예를 들어, 연구 문제 3에 관한 자료를 수집하기 위해 사용된 설문 문항은 다음과 같다: “초·중·고등학교 수학교육에서 인공지능(AI)을 활용하여 학생의 수학적 성취를 평가(예: 과제채점, 시험채점)하는 것이 필요하다고 생각하십니까? 수학교육에서 AI를 활용한 평가에 대한 본인의 생각을 적으시오.” 연구자는 예비교사들에게 모든 문항에 대해 자신의 가지고 있는 생각을 구체적으로 서술하도록 하였고, AI 활용의 필요성에 대해서는 4점 척도(전혀 필요하지 않음, 필요하지 않음, 필요함, 매우 필요함)를 사용하여

표시하도록 하였다. 연구 문제 4에 관한 자료를 수집하기 위해 미래 수학교육에서 교사와 AI의 역할(직무)을 구분하여 진술하도록 하였고, 역할 및 직무의 수에 제한 없이 자유롭게 기술하도록 하였다. 구체적인 설문 문항은 다음과 같다: “미래 수학교육에서 인간 수학교사가 담당해야 할 일(역할)과 인공지능(AI)이 담당해야 할 일(역할)에 대해 자유롭게 기술하십시오.”

2. 분석 방법

수학교육에 AI 활용에 관한 예비수학교사들의 인식을 조사하기 위해 질적 분석 방법이 사용되었다. 구체적으로 수집된 자료는 반복적 비교분석법(constant comparative method)의 개방 코딩(open coding), 범주화, 범주 확인의 절차로 분석되었다. 먼저, 예비교사가 제출한 자료를 반복적으로 읽으면서 본 연구의 연구 문제와 관련된 부분을 의미 단위로 분류하고 예비교사가 사용한 표현을 토대로 개방 코딩 과정을 진행하였다. 개방 코딩 과정에서 분류된 자료 중 예비교사들에 의해 반복적으로 언급되었던 내용을 범주화하였고, 구성된 범주가 연구 문제와 원자료(raw data)를 잘 반영하였는지를 확인하는 과정을 진행하였다(유기웅, 정종원, 김영석, 김한별, 2018). 교육에서 AI 활용의 필요성에 관한 선행연구의 부재로 연구 문제 1, 2, 3에 관련된 범주는 예비교사가 사용한 표현을 토대로 연구자의 메모를 귀납적으로 반복 검토하여 상위개념의 범주를 도출하였다. 반면, 연구 문제 4에 해당하는 교사의 역할과 AI의 역할에 관한 범주는 김홍겸 외(2018)와 <표II-1>에서 나타난 개념을 수정·보완하였다. 예를 들어, 김홍겸 외는 ‘정형화된 평가’를 AI의 역할로 분류하였다. 이에 반해 평가와 관련된 교사의 역할은 <표II-1>에서 찾아볼 수 없었다. 그러나 본 연구에 참여한 예비수학교사들은 서·논술형 문항 평가와 학생의 학습 과정을 평가하는 과정 중심 평가를 AI가 할 수 없는 교사의 고유한 역할로 인식하는 경향이 있었다. 따라서, AI의 정형화된 평가와 대비되는 ‘비정형화된 평가’를 교사의 역할에 새로운 범주로 추가하였다. 또한, 김홍겸 외가 분류한 ‘가치판단’에 관한 교사의 역할은 예비교사가 제출한 자료에서는 나타나지 않아 삭제하였고, ‘교육과정 설계 및 운영’에 관한 교사의 역할에서 ‘교육과정’의 의미를 예비교사들과 선행연구(석주연, 이상욱, 2018; 최민영, 이태욱, 2019; Zhou & Dai, 2019)에서 주로 ‘수업’으로 표현하고 있다는 점에서 해당 범주를 ‘수업 설계 및 운영’으로 수정하여 사용하였다. AI 활용의 필요성에 대해 수집된 4점 척도 자료는 예비교사의 응답을 빈도로 표기하여 AI 필요성에 관한 전반적인 경향을 살펴보기 위해 사용하였다.

IV. 연구 결과 및 논의

1. 수학 교수에서 AI 활용에 관한 예비수학교사의 인식

예비수학교사들은 수학 교수를 위해 AI를 활용하는 것에 대해 대체로 긍정적으로 인식하였다(필요하다: 67%, 매우 필요하다: 7%). 질적 분석 결과 4개의 범주가 확인되었는데, 구체적으로 예비교사들은 AI 활용이 시대적·사회적 요구이며, 다양한 교수법을 제공하고, 정확한 지식과 정보 전달한다는 점에서 필요하다고 인식하였고, 반대로 학생과의 인지적·감정적 상호작용의 부재로 인한 부정적인 인식도 확인되었다.

첫째, 예비수학교사들은 AI 활용이 시대적·사회적 요구이고 이러한 흐름에 발맞추어 나가기 위해 수학 교수에서 AI를 활용이 필요하다고 언급하였다. Holmes et al.(2019)은 AI 기반 교수·학습 시스템이 교과와 특성상 수학 교과에 잘 융합될 수 있다고 주장했는데 이러한 주장은 예비교사가 인식한 시대적·사회적 요구를 뒷받침한다고 볼 수 있다. 대표적으로, 예비교사 #29는 사회 전반에 걸쳐 AI의 활용 빈도가 높아지고 있고 장치 AI를 보편적으로 활용할 학생들이 이에 익숙해지기 위해 수업에서 AI 활용이 필요하다고 주장하였다. 예비교사 #24는 학

령인구의 감소와 맞춤형 교육의 요구로 인해 AI를 통한 수학 교수의 필요성을 인식하였다. 반면, 예비교사 #3은 시대적 요구로 인해 교육에서 AI 활용을 부정할 수 없지만 이러한 흐름 속에 교사 존재의 중요성을 역설하였다.

- 예비교사 #29: 미래에 AI 활용이 보편화된다고 가정할 때, AI의 활용도를 높이기 위해선 많이 접해보는 것이 큰 도움이 될 것이다. 학교를 다니며 한창 발전할 시기에 가장 많이 접할 수업 중 하나인 수학수업에서 AI를 접한다면 AI에 더 익숙해지고 더 이해하기 쉬워지게 될 것이다. 그렇기 때문에 AI의 도입은 도움이 될 것으로 생각한다.
- 예비교사 #24: 학생들이 줄어들고 교육의 선진화를 위해 개별화 교육이 필요하다고 생각하는데, 개별화 교육을 위해선 AI를 활용한 교육이 필수라고 생각하기 때문에 초·중·고등학교 수학교육에 AI 도입이 필요하다고 생각합니다.
- 예비교사 #3: 앞으로의 정보화 시대에 AI 도입이 전혀 필요하지 않다고는 말할 수 없다고 생각합니다. 하지만 인간인 교사도 꼭 필요한 존재라고 생각합니다.

둘째, 예비교사들은 교사가 AI를 활용하여 다양한 유형의 수업을 구현할 수 있다는 점을 언급하였다. 예비교사 #46은 전통적인 교실 형태의 수학 수업이 아닌 AI를 활용한 다양한 방식의 수업을 제공하는 것의 중요성을 강조하였다. 이를 구체화하여 예비교사 #15는 거꾸로 교실(flipped classroom)에서 AI를 활용하여 온라인 수업을 진행하고 교사가 교실 수업을 활동 중심으로 설계하는 것을 제안하였는데, 이러한 주장은 AI 교육시스템이 블렌디드 학습(blended learning)에 활용되었을 때 효과적이라는 Holmes et al.(2019)의 주장과 맥을 같이 한다. 예비교사 #43은 최근 강조되고 있는 창의·융합 교육에서 AI를 활용할 수 있다는 점(최민영, 이태욱, 2019; Hu & Shi, 2018)에서 AI의 필요성을 언급하였다. 나아가 #4는 AI를 통해 학생 개인의 특성과 수준에 맞는 맞춤형 교수법이 구현될 수 있고 이를 통해 당면한 교육의 문제를 해결할 수 있다는 점에서 AI의 필요성을 시사하였다.

- 예비교사 #46: 학생들이 칠판만 바라보는 단순화된 수업방식에서 벗어나 인공지능을 경험해 학생들이 다원화된 방향으로 교육을 받는 것이 중요하다고 생각합니다.
- 예비교사 #15: 저는 강의식 수업보다는 활동을 통해 학생들에게 다양한 경험을 겪게 하는 수업을 진행하고 싶습니다. 하지만 수업마다 활동을 진행하기에는 교사 혼자 힘으로는 부족함이 있는데, 이를 AI 도입을 활용하여 플립러닝의 형태로 온라인을 통해 학생들이 개념을 획득하고 학교에서는 재미있는 놀이의 형태로 수업을 진행한다면 학습자 측면에서도 수학에 대한 흥미도가 올라갈 것이고, 교수자 측면에서도 더욱 의미 있는 수업을 진행할 수 있을 것입니다.
- 예비교사 #43: 인공지능을 이용한 다양한 학습 도구를 활용하여 학생들의 흥미를 유발할 수 있다. 최근 강조되고 있는 창의성 교육, 융합 교육 등에 활용하면 효율적인 교육이 가능할 것이라고 생각한다.
- 예비교사 #4: 지금까지는 교사가 학생들에게 특정 학습 내용을 가르칠 때, 많은 제약으로 인하여 학습 방법이 다양하지 않았다. 하지만 AI가 초, 중, 고등 교육에 도입된다면 더 다양한 학습 방법으로 교사가 학생들을 가르칠 수 있고 수준별로 맞는 수업도 가능하므로 학생들의 중도 학업 포기 등의 학업 문제가 어느 정도 해결될 수 있다고 생각한다.

셋째, 예비교사들은 수학 수업에서 정확한 지식과 정보 전달을 위해 AI가 활용될 수 있음을 언급하였다. 예컨대, 예비교사 #1과 #2는 교사의 잘못된 정보 전달로 발생할 수 있는 학생의 오개념을 설명하면서 AI의 장점인 정보 저장의 무한성과 표상의 정확성을 활용할 수 있음을 언급하였다. 또한, 예비교사 #2는 학창 시절 수학 교사의 실수로 혼란스러웠던 경험을 상기하면서("집에서 필기한 내용을 복습하다 보면 단지 선생님의 계산 실수이지

만 그 사실을 모른 채 왜 그 결과가 도출되었는지 의문이 들 때가 있었다”), 정확한 지식 전달로써 AI의 필요성을 다시금 강조했다.

- 예비교사 #1: 저는 교육이라는 분야에 있어서 아무래도 인간이라면 기억에 의존하다 보니 잘못된 정보를 학생에게 전달할 수도 있음을 알고 있으며 개선해야 할 문제 중에 하나라고 생각합니다. 정확한 데이터를 기반으로 한 AI를 이용해 학생들에게 교육을 한다면 이러한 지금까지 교육에서의 허점을 채워주는 방법이 될 수 있을 것으로 생각합니다.
- 예비교사 #2: 그래프를 이용하여 수업을 진행할 때, 교과서에 있는 그래프를 칠판에 그대로 그리는 것에 한계가 있다. 오차가 있는 그래프로 수업을 하게 되면 개념 숙지에 혼란이 오기도 하고 풀이 중간에 오류가 발생하기도 한다. 이러한 경우에 AI가 그린 그래프로 수업을 진행하면 훨씬 수월할 것으로 생각한다.

넷째, 예비교사의 26%는 수학 교수에서 AI 활용에 대해 부정적인 입장을 가졌다. 현재 학교 수학교육에서 AI의 도입 자체를 반대하는 의견도 존재했지만(예를 들어, 예비교사 #18: “약간 고지식한 생각일 수도 있지만 현재 학생들이 받는 수업에 크게 문제가 없다고 생각하기 때문에 딱히 AI가 도입될 필요는 없다고 본다”), 예비교사들은 대체로 선행연구(김홍겸 외, 2018; Manyika et al. 2018)와 같이 인지적·감정적 상호작용에서 AI의 한계를 지적하였다. 예비교사 #11은 현재 AI가 학생과의 깊은 상호작용이 불가능함을 언급하였고, 예비교사 #26은 수학의 가치, 흥미 유발, 동기 부여와 관련된 정의적인 영역에서 AI의 한계를 설명하였다. 이들은 대체로 AI가 교사를 대체하는 상황을 가정하는 듯한 모습을 보였다. 예를 들어, 교육에서 AI 활용에 관해서 알고 있는 것을 물었을 때 예비교사 #11은 “교육에 인공지능을 도입함으로써 교사가 필요 없어질 것이라는 여러 추측이 있다는 사실을 알고 있다”라고 답변하면서 AI가 교사의 모든 직무를 대체하는 것에 대해 우려하는 모습을 나타냈다. 이러한 모습은 아래 예비교사 #26의 발췌에서도 확인된다.

- 예비교사 #11: 수업은 단순히 지식이 오고 가는 공간이 아니라 학생들과의 상호작용이 일어나는 곳이다. 인공지능의 한계를 제대로 규정할 수는 없지만, 현재까지 나온 기술력에 기반하여 생각했을 때 아직 사람과의 깊은 상호작용은 불가능하다.
- 예비교사 #26: 학교는 학생에게 단순히 교과 내용을 전달하는 것만이 목표가 아니기에 학원이 아닌 학교에 인공지능을 도입하는 것은 부적절하다고 생각합니다. 수학의 내용적인 측면을 전달하는 데에 있어서 인공지능은 기존 교사보다 효율적일 수도 있지만, 수학을 왜 배워야 하는가? 수학이 우리 삶과 어떻게 연관되어 있는가? 등의 학생의 흥미 유발 및 동기 부여와 밀접한 관련이 있는 부분은 기계가 아닌 인간 교사가 다룰 수 있다고 생각합니다.

2. 수학교육에서 AI 활용에 관한 예비수학교사의 인식

수학교육에서 AI 활용을 살펴보면 예비교사의 80% 이상이 AI의 필요성을 긍정적으로 인식하고 있었다(필요하다: 70%, 매우 필요하다: 11%). 예비교사들이 서술한 자료를 분석한 결과, 학습자 분석을 통한 맞춤형 학습 제공, 수업 외 보충학습에 활용, 수학교육에서의 흥미 향상을 위해 AI 활용이 필요하다는 주장과 학생들의 주체적 문제해결 능력 감소에 관한 우려로 AI를 활용하지 말아야 한다는 주장으로 범주화할 수 있었다.

첫째, 예비교사들이 AI를 활용한 수학교육에서 가장 주목한 것은 학습자의 학습 분석학에 기반한 개인별 맞춤형 학습의 가능성이다. 이러한 시각은 영어교육에 관한 예비 및 현직교사의 인식과 유사하다(박수진, 임희정, 2019). 예를 들어, 예비교사 #14는 개별학습을 받지 못하는 학생들이 AI를 통해 자신이 부족한 영역을 알 수 있

고 해당 영역에 관해 AI가 추천하는 문제를 해결함으로써 학생들의 수학학습에 도움을 줄 수 있다고 인식하였다. 이와 유사하게 예비교사 #18과 #39는 학교 수학에서 나타나는 학생들 간의 지식과 능력의 차이 그리고 한 명의 교사가 능력이 다른 학생 모두를 만족시킬 수 없는 현실적 문제를 언급하면서 이를 해결하기 위한 방안으로 AI를 활용한 수학학습의 필요성을 강조하였다.

- 예비교사 #14: 학원에 다니지 않고 혼자 공부하는 친구들은 자신이 무엇이 부족한지 아는 것이 어려울 텐데 AI와 빅데이터 기술을 이용하여, 자신의 취약영역을 분석해주고, 그 부분에 대한 추가적 문제도 풀게 할 수 있다고 생각합니다.
- 예비교사 #18: AI를 이용하면 수업을 진행할 때 학생과 교사의 비율을 1:1처럼 만들 수 있기 때문에 같은 진도를 나가더라도 학생 개인의 수준에 맞는 개별학습이 가능해지리라고 본다. 따라서 현 수업의 문제점인 '학습자의 개인차'를 어느 정도 극복할 수 있을 것이라 본다.
- 예비교사 #39: 수학에 대해서 같은 주제를 배워도 각각의 학생마다 습득하는 속도가 다르고 이해하는 수준이 다르기 때문에 1:1 맞춤형 교육이 더 필요한 것 같다. 보조 교사가 학생마다 일일이 질문을 받아주고 그에 맞는 설명을 해주는 것도 한계가 있다고 생각한다. 그러므로 1:1 맞춤형 개별 학습을 제공하는 AI를 도입해 학생들에게 맞춤형 문제와 솔루션을 제공해줄 필요가 있다.

둘째, 예비교사들은 학교 수업 외 보충학습을 위해 AI를 활용할 수 있다는 점에서 AI를 통한 학습의 필요성을 언급하였다. 예를 들어, 예비교사 #3과 #26은 교사의 설명에서 어려운 부분이나 학교 수업 후 추가학습이 필요하다고 생각될 때 AI를 활용하는 것이 효과적이라고 생각했다. 반면 예비교사 #31은 개인의 수준에 따라 수업 전 학습을 위해 AI를 효과적으로 활용할 수 있다는 점에 주목하였다. 이는 예비교사들이 AI를 교사의 수업과 상호보완적으로 활용하여 교수·학습의 효과를 극대화하는 방향으로 인식하고 있음을 의미한다(김홍겸 외, 2018).

- 예비교사 #3: 수학학습을 인공지능을 통해서 하는 것은 필요 없다고 할 수 없습니다. 학교에서 교사에게 배운 후 자신에게 더 필요하다고 느끼는 학습은 인공지능을 통해 공부할 수 있습니다.
- 예비교사 #26: 교사의 설명이나 학원 선생님의 설명으로 수업을 따라가기 벅찬 경우, 학생이 추가적으로 AI를 활용하여 수업 내용을 효율적으로 이해하고 학습할 수 있기에 학생들이 AI를 사용해 수학학습을 하는 것은 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것 같습니다.
- 예비교사 #31: 학생들의 기초 배경지식은 개인마다 다르다. 따라서 수업에 임하기 전 AI를 이용하여 기본적인 지식을 습득하고 학급의 기초지식을 맞추고 수업을 시작한다면 교수자 입장에서도 수업효율이 높을 것이며 학습자 입장에서도 수학학습에 있어서 좋을 것이다. 따라서 AI를 사용한 수학학습은 필요하다고 생각한다.

셋째, 예비교사들은 AI를 활용한 학습이 학생의 흥미를 자극할 수 있다는 점에서 AI를 활용한 수학학습에 대해 긍정적으로 인식하였다. 예를 들어, 예비교사 #4는 AI를 활용하여 학생의 흥미를 유발할 수 있는 다양한 학습 방법과 내용을 제공할 수 있다고 하였고, 구체적으로 예비교사 #25는 가상현실(virtual reality)과 같은 도구를 활용하면 학생들이 수학학습에 흥미를 느낄 수 있고 창의적인 사고의 기회를 제공할 수 있다는 점에서 AI 기반 학습의 필요성을 설명하였다.

- 예비교사 #4: [AI가] 필요하다고 생각하는 이유는 학생들의 학업 흥미 관점에서 다양한 학습 방법과 콘텐츠를 통해서 학생들이 해당 과목에 대한 흥미를 느낄 수 있기 때문이다.

- 예비교사 #25: 학생들이 전자기기를 통해 학습할 내용을 설명하기 위해 구현된 가상물체를 직접 조작할 수 있다는 장점도 있습니다. 가령 조합 문제를 배울 때 글로 이해하는 것보다 그림 또는 영상으로 이해하면 학생들의 흥미도 높이고 하나의 조합 문제를 가지고 학생들이 직접 새로운 조건을 걸거나 새로운 유형의 문제를 만드는 등 창의적으로 사고하는 과정을 가질 수 있습니다. 그런 점에서 수학교육에 AI 기반 서비스를 제공하면 학생들이 수학 분야에 대한 거부감 없이 학습하는 데 도움을 줄 것입니다.

넷째, 예비교사는 AI를 활용한 수학학습이 학생의 주체적 문제해결 능력의 감소로 이어질 수 있다는 점에서 AI가 수학학습에 불필요함을 언급하였다. 대표적인 진술로 예비교사 #37과 #44는 수학이라는 학문의 특수성에 주목하였다. 해당 예비교사들은 수학 문제는 다양한 접근 방법을 학생 스스로 생각하면서 해결할 수 있다고 보았는데, AI를 통한 학습은 AI가 제공하는 문제 풀이 방식에 의존하게 되고 결국 스스로 사고하는 능력을 저해할 수 있다고 보았다.

- 예비교사 #37: 개인적으로 수학이라는 학문은 학습자 스스로가 생각하고 해결할 수 있는 능력을 기르는 것이 중요하다고 생각합니다. 대수학이나, 수학자들에게 특정 계산 능력이나 기하적인 표현을 시각적으로 보는 것이 매우 큰 도움이 될 것이나, 초중고 학생들에게 있어서 인공지능의 도입은 해당 소프트웨어에 대해 과한 의지를 할 수 있는 가능성이 존재한다 생각됩니다.
- 예비교사 #44: 수학이라는 과목은 학습자가 스스로 방법을 갈구하는 과목이라고 생각합니다. AI 기기를 이용한다면 학습자가 그 당시에는 학습에 더욱 효과가 있을지는 모르지만 후에 AI 기기를 이용하지 않는다면 주체적으로 문제를 해결하는 능력이 떨어질 것입니다. 그렇기에 수학이라는 과목의 학습을 위해 AI를 이용하기 보다는 주체적으로 문제를 해결하는 능력을 길러주는 교육을 하는 것이 옳다고 생각합니다.

3. 수학 평가에서 AI 활용에 관한 예비수학교사의 인식

예비교사들은 학생들의 과제와 시험을 평가하기 위해 AI를 활용하는 것에 대해 전반적으로 동의하는 모습을 보였지만(필요하다: 59%, 매우 필요하다: 11%), 이는 앞서 살펴보았던 수학학습에 비해서는 다소 낮은 수치였다. AI의 필요성을 언급한 예비교사들에게서는 객관성과 공정성, 교사 업무 감소와 수업의 질 향상, 선다형·단답형 문항의 제한적 허용에 관한 범주가 확인되었고, AI를 활용한 평가가 불필요하다고 주장한 예비교사들은 서술형·과정 중심형 평가에서 AI의 한계를 지적하였다.

첫째, 예비교사들은 학교 현장에서 AI를 활용한 채점이 객관적이고 공정하다는 점을 주장하였다. 예컨대, 예비교사 #21은 객관적 평가의 중요성을 언급하면서 학생들에게 평가 기준을 미리 공지하고 이에 맞게 설계된 AI 평가 시스템을 활용하면 평가의 신뢰성과 정확성에서 AI가 효과적으로 활용될 수 있다고 생각하였다. 예비교사 #29는 같은 답안을 두 명의 교사가 다르게 평가할 수 있는 상황을 제시하면서 공정한 평가를 위해 AI의 활용이 필요함을 강조하였다. 반면, 예비교사 #15는 교사와 AI가 가지는 한계를 지적하면서 이를 상호보완하는 방식으로 통합하여 보다 정확한 평가를 위해 AI를 활용할 수 있음을 주장하였다.

- 예비교사 #21: 과제채점과 시험채점은 누구보다 객관적이어야 하므로 필요하다고 생각한다. AI가 평가할 때의 기준을 미리 학생들에게 공지해주고 그 후에 채점을 한다면 학생들에게 불만을 살 일도 없을 것이고, 누구보다 정확하게 채점을 할 수 있을 것으로 생각한다.
- 예비교사 #29: 나는 개인적으로 인공지능의 평가는 공정성이란 측면에서 큰 도움을 줄 수 있을 거로 생각한다. 현재 시험이나 수행평가에 대한 채점은 교사가 한다. 사람은 각자가 다른 의견과 생각을 가지고 있기 때

문에 중요하다고 생각하는 부분이 다 다르거나, 채점에 대한 기준이 다를 수도 있다. 예를 들어 같은 문제를 낸 A 교사와 B 교사가 있다고 했을 때, 학생들의 그 문제에 대한 풀이와 답이 똑같은 때에도 A 교사의 채점을 받느냐, B 교사의 채점을 받느냐에 따라서 학생들의 점수와 등급에 차이가 있을 수 있는 것이다. 그런 점은 학생들에게 불공평하게 다가올 수 있다.

- 예비교사 #15: 개인적인 생각으로는 학습자에 대한 인공지능의 평가 방식이 점점 유명해지고 있는 만큼 그 능력을 부정하긴 어려우나, 교사와 인공지능이 평가한 내용을 같이 사용하여 두 가지 평가를 토대로 새로운 개의 평가를 만드는 방법도 좋다고 생각합니다. 분명 교사가 채점하는 것 중에서 인공지능이 채점할 수 없는 측면이 있을 것이며, 역으로 인공지능이 채점할 수 있는 내용을 교사가 채점할 수 없을 수도 있기 때문에 서로 보완하는 형태의 평가를 진행한다면 좋을 것 같습니다.

둘째, 예비교사들은 AI를 활용한 채점이 교사의 업무 감소와 이를 통한 수업의 질 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 생각하였다. 대표적으로 예비교사 #13은 AI 채점의 정확성을 신뢰하였고 학교 현장에서 나타나는 교사의 과도한 행정 업무 문제를 인용하면서 AI 활용이 이러한 문제에 해결책이 될 수 있음을 시사하였다. 나아가 예비교사 #19는 AI가 평가와 같은 교사의 업무 중 일부를 수행함으로써 교사가 수업 준비와 개선에 집중할 수 있음을 주장하였고, 예비교사 #14는 학생과 보충 교사로서의 자신의 경험을 상기하면서 평가에서 AI 활용이 교사의 효율적인 수업 운영으로 이어질 것으로 인식하였다.

- 예비교사 #13: 손수 채점을 하면 이를 위해 많은 시간이 드는데, 교사의 업무량을 줄이려는 방안으로 인공지능을 도입하는 것은 정말 좋다. 인공지능은 스스로 생각을 할 수 있으니 채점의 논리성을 따지는 데도 무리가 없을 것 같고 올바른 채점을 적절한 시간 안에 마무리할 수 있다고 생각한다. 교사의 행정 업무에 관해 말이 많은데 인공지능을 도입하면 이런 논란도 수그러들 것이다.
- 예비교사 #19: 채점과 같은 행정 업무를 인공지능이 대신 한다면 그 업무에 할애하는 시간이 줄고 수업 준비와 개선에 더 신경 쓸 수 있어 수업의 질이 향상될 것이다.
- 예비교사 #14: 간단한 객관식 문제나 단답형 문제의 경우 AI가 채점하는 것이 수업 운영의 측면에서 더 효율적인 것으로 생각합니다. 과거 12년 동안 초·중·고등학교를 다니고, 현재 수학교육에서 보충 선생님으로 아르바이트를 하면서 느낀 점은 채점하는데 잡아먹는 시간이 너무 많다는 점이었습니다. 학교 수업에서는, 수업 시간 도중에 채점 시 채점이 끝나지 않은 아이들을 기다리면서 생기는 공백 때문에 집중력이 흐트러져 아이들이 잡담하는 모습을 많이 봐왔던 것 같습니다. (중략) AI가 학생들의 문제집의 답 정도의 간단한 답만 채점해준다면, 수업을 더 효율적으로 운영할 수 있을 것 같다고 생각합니다.

셋째, 예비교사들은 선다형·단답형 문항에 관한 평가에서 AI 활용의 필요성을 인식함과 동시에 서술형·과정 중심 평가에서 AI 기술의 한계를 지적하면서 AI의 활용이 제한적으로 이루어져야 한다고 주장하였다. 아래 예비교사 #35와 같이 예비교사들은 대체로 서술형·논술형 문항에서 학생들의 다양한 답안에 대한 평가와 독창적인 풀이 방식을 AI가 정확하게 평가할 수 없다고 인식하였다. 나아가 예비교사 #11과 #43은 최근 강조되고 있는 과정 중심 평가와 창의·융합 교육에서 나타난 학생들의 역량 평가에서 AI가 가지는 한계를 지적하면서 AI를 활용한 평가에 대해 부정적인 입장을 표현하였다.

- 예비교사 #35: 객관식 문항과 같이 단순한 답안만을 채점하는 시험과 과제의 경우 인공지능을 사용하여 평가하는 방식이 효율적인 것 같다. 하지만 서술형, 논술형과 같은 시험이나 과제를 평가하는 것은 무리가 있을 것이다. 서술형 문제도 모범답안이 존재하기는 하나 모범답안이 아니더라도 채점자[교사]가 평가했을 때 적

절하다고 판단되는 답안은 맞다고 처리하며 이와 같은 방식이 학생들의 사고력을 높일 수 있기 때문이다. 그러나 인공지능은 이러한 평가 방식을 적용하여 학습자의 수학적 성취를 평가하기는 어렵다고 생각한다.

- 예비교사 #11: 최근 과정 중심 평가가 많은 관심을 받고 있다고 알고 있다. 이러한 과정을 평가할 때는 학생의 답안뿐만 아니라 모든 과정을 관찰하고, 판단해야 한다. 하지만 인공지능이 이러한 점까지는 판단이 힘들 것이라고 생각하고, 따라서 인공지능의 도입이 평가에 있어서는 도움이 필요하지 않다고 생각한다.
- 예비교사 #43: 앞으로 많이 이루어지게 될 창의성 교육이나 융합 교육 등의 평가에서 인공지능을 이용하여 학생의 역량을 수치화한다면 구체적인 기준이 무엇인지, 이 평가를 입시에 사용할 것인지에 대한 많은 논란이 붙어질 것으로 생각한다.

4. AI를 활용한 미래 수학교육에서 교사와 AI의 역할

AI가 수학교육에 도입이 되었을 때 예비수학교사들이 생각하는 수학교사의 역할은 <표IV-1>과 같이 나타났다. 교사의 역할을 논의할 때 예비교사들에게서 가장 많이 언급되었던 역할은 수업 설계 및 운영으로 확인되었다. 먼저, 예비교사들은 학교 현장에서 수학적 지식과 개념을 전달하는 것이 수학교사의 가장 중요한 역할이라고 인식하였다. 그러나 예비교사들은 전통적인 지식 전달 위주의 수학교육이 아닌 학습자 중심의 다양한 교수법의 필요성을 언급하였다. 구체적으로 AI가 분석한 학습 자료를 교사가 활용하여 효과적인 수업을 진행하는 것(예를 들어, 예비교사 #14: “객관적 분석을 통해 얻은 학생 개개인의 솔루션을 종합적으로 분석하여 수업에 녹여내는 역할”, 예비교사 #31: “인공지능이 주는 데이터를 기반으로 학생들에게 맞는 효율적인 학습 방안을 고안”), 수학적 개념을 실생활에 적용하는 수업(예비교사 #15: “실생활 적용 문제나 배운 개념들을 함께 도출해보는 과정 등”), 창의·융합 교육을 위한 수업(예를 들어, 예비교사 #3: “딱딱한 수업이 아닌 창의적인 활동을 통한 수학 학습하는 역할, 수학적 개념만을 알려주는 교사가 아니라 수학이 다른 분야와 융합될 수 있음을 알려주고...”), 협업 및 토론 수업(예를 들어, 예비교사 #29: “인간 수학교사의 역할은 지금까지의 이론식 수업에서 벗어나 학생들의 창의력을 개발할 수 있는 토론, 협동과 같은 수업에 초점을 맞추는 것”)이 미래 수학교사의 역할이라고 주장하였다. 결과적으로 예비수학교사들은 수업이 교사의 고유한 영역이고 AI는 교사의 수업 설계와 업무를 보조하는 역할로 보았는데, 교사를 AI의 수업을 보조하는 역할로 인식했던 예비과학교사와는 상반된 결과였다(송신철, 심규철, 2017).

예비수학교사가 생각하는 미래 수학교사의 두 번째 역할은 감정적인 상호작용과 관련되었다(김홍겸 외, 2018; Manyika et al., 2018; Zhao & Liu, 2018). 아래 예비교사 #1의 발췌는 학생과의 감정적·정서적 상호작용의 중요성을 보여주는 대표적인 사례이다. 특히 예비교사들은 아래 예비교사 #7과 같이 학생의 수학학습에 동기와 흥미를 유발하고 정서적 유대감을 통해 수학학습의 효과를 높이는 것이 중요함을 반복적으로 언급하였다.

- 예비교사 #1: 인간 수학교사는 인공지능 교사보다 정서적인 분야에 대해서 더 뛰어나다고 생각합니다. 인공지능의 정서적인 영역에 대한 기술개발이 많이 되더라도 인간인 학생은 도구인 AI보다 인간인 교사에게 더 정서적인 친밀감을 느낄 것이기 때문입니다. 즉 학생과의 정서적인 교감을 할 수 있는 존재로서의 역할이 앞으로 더 커질 것이라고 생각합니다. 따라서 정서적인 상호작용에 대한 능력을 앞으로 더 키워나가야 한다고 저는 생각합니다.
- 예비교사 #7: 인간 수학교사가 인공지능 교사와 다른 좋은 점은 감정이 있다는 것입니다. 수학교육에 있어서 인간 수학교사는 학생들에게 수학에 대한 흥미를 복돋아주고 동기부여를 해줄 수 있으며 학생의 부족한 부분의 수학 개념을 자세히 설명해 줄 수 있으며 직접 인간의 육성으로 수학 개념을 설명해주기 때문에 훨씬 친근하고 집중이 잘 되고 인공지능 교사보다 학생의 성격이나 특징을 파악할 수 있기 때문에 이때까지의 수

업 경험이나 노하우를 통해 인공지능 교사와는 또 다른 개개인의 학생에 맞는 맞춤형 설명이나 피드백을 줄 수 있습니다.

예비수학교사가 생각하는 미래 수학교사의 세 번째 역할은 비정형화된 문항에 관한 평가였다. 이는 앞서 언급한 것과 같이 서술형·과정 중심형 평가에서 예비교사들이 인식하는 AI의 한계와 맥을 같이 한다고 볼 수 있다. 예를 들어, 예비교사 #39는 “인공지능을 사용한 평가제도는 교사의 평가만큼 구체적이지 못할 것이고, 정해진 틀대로만 학생의 과제나 시험을 채점해봄으로써 평가를 할 것이기 때문”이라고 하면서 AI는 정형화된 평가만을 담당할 것으로 주장하였다. 비슷한 맥락으로 예비교사 #6은 “객관적이고 합리적인 인공지능은 학생의 지식 수준만을 평가할 수 있기 때문에 학생의 성장, 가치, 태도적인 측면의 평가는 교사의 역할이 필요합니다. 특히 과정 중심 평가가 중요해지는 오늘날에는 이런 부분에서의 교사의 전문성이 필요하다”라고 답하면서 정형적이지 않은 문항과 학생의 학습 과정에 관한 평가는 AI가 할 수 없는 교사의 전문적인 역량임을 명시하였다.

마지막으로 관계를 바탕으로 한 상담 역시 예비수학교사가 생각하는 미래 수학교사의 역할이었다(김홍겸 외, 2018; Hu & Shi, 2018; Zhou & Dai, 2019). 여기서 예비교사가 생각하는 상담의 범주는 수학학습과 관련된 상담(예를 들어, 예비교사 #14: “학생들의 수학 고민을 들어주며 상담해주는 역할[감성을 갖는 것은 인간만 할 수 있기에]”)뿐만 아니라 진로 상담(예를 들어, 예비교사 #18: “교과 지식의 전달보다는 진로 교육에 대한 전문가. 즉, 학생의 자기주도학습을 설계하는 데에 도움을 주는 교육 컨설턴트의 역할”)과 학생 개인 상담(예를 들어, 예비교사 #10: “학생 개인의 집안 문제, 대인 관계 등 개인이 놓인 상황에 맞게 도움”)까지 다양했다.

<표 IV-1> 예비교사가 생각하는 미래 수학교육에서 교사의 역할

교사의 역할	설명
수업 설계와 운영	수학적 지식과 개념 전달을 포함한 AI 활용 수업, 실생활 문제 위주의 수업, 창의·융합 교육을 위한 수업, 협업 및 토론 수업 설계 및 운영
감정적인 상호작용	학생의 수학학습에 동기와 흥미를 유발하고 정서적 유대감 형성
비정형화된 평가	서·논술형과 활동형 문항에 관한 평가와 과정중심평가
관계를 바탕으로 한 상담	수학학습과 관련된 상담과 진로 및 학생 개인 상담

미래 수학교육에서 예비수학교사들이 인식한 AI의 역할은 <표IV-2>와 같다. 먼저, 예비교사들이 가장 반복적으로 언급한 것은 학습 분석과 이를 통한 개별 맞춤형 학습 제공이었다(김홍겸 외, 2018). 예비교사들은 AI가 빅데이터 분석을 통해 학생의 학습 상태와 취약한 개념에 관한 분석을 할 수 있고, 축적된 자료를 토대로 개별 맞춤형 학습을 제공할 수 있다고 인식하였다. 예를 들어, 예비교사 #45는 AI가 “개별 학생이 가지고 있는 취약점을 분석하고 전체 학생에 대하여서도 평균 및 오답률을 분석하여 취약한 단원이 무엇인지 판단하는 데 인공지능 교사가 역할을 수행”할 것으로 생각했다. 이렇게 축적된 학습 자료를 바탕으로 AI는 학생 개인에 맞는 학습 과제와 내용을 부여하고(예를 들어, 예비교사 #4: “학생 각각에 대한 데이터베이스를 쌓아 적절한 학습 방법, 학습 수준, 학습 내용을 학생에게 제공할 것”) 학생의 수준과 요구에 적합한 개별화 학습을 제공하는 역할을 수행하게 된다는 것이다(예를 들어, 예비교사 #7: “인공지능 교사를 통하여 학습자가 문제를 왜 틀렸는지 실시간으로 분석해 개인별 수준에 맞는 학습법을 심층적으로 제공”).

예비수학교사가 인식하는 AI의 두 번째 역할은 정형화되고 기계적인 학습 제공이다(김홍겸 외, 2018). 정형화된 학습은 맞춤형 학습과 달리 일반적인 수학 개념과 문제 풀이를 제공하는 데 AI가 활용되는 것을 의미한다. 대표적으로 예비교사 #40은 AI의 역할에 대해, “정형화된 문제와 이에 대한 해결방안을 제시해서 기본적인 문제 해결 방안을 제시해주고 이를 받아들이도록 도와주는 역할을 담당”할 것으로 생각하였다. 앞서 언급한 것과 같

이 예비교사들은 수학 수업을 교사의 가장 중요한 역할로 생각했고 단순한 지식 전달 위주의 수업을 넘어 학습자 위주의 다양한 수업을 제공하는 것이 미래 교사가 해야 할 일로 인식하였다. 반면 예비교사들은 예컨대 다면체의 정의와 같은 정형화된 수학 지식 전달과 풀이 과정 제시를 교사가 아닌 AI의 역할로 인식하였다(예를 들어, 예비교사 #21: “인공지능 교사의 역할은 단순한 지식 전달 그리고 문제 풀이의 예시를 보여주는 역할”).

앞서 예비교사들은 비정형화된 평가를 교사의 역할로 인식한 반면 선다형·단답형과 같이 답이 정형화되어 있는 문항에 관한 평가는 AI의 역할로 생각하는 경향이 있었다. 이는 앞서 언급하였듯이 공정성과 객관성의 문제뿐만 아니라 정형화된 채점에 할애되었던 교사의 시간을 수업과 학생과의 상호작용에 집중시키기 위해 AI를 활용하는 것을 의미한다. 비슷한 맥락으로 예비교사들은 현재 수학교사가 담당하는 반복적인 행정 업무를 AI가 맡게 될 역할로 규정하였다. 대표적으로 아래 사례는 정형화된 평가와 행정 업무에서 예비교사 #9가 생각하는 AI의 역할을 보여준다.

- 예비교사 #9: 인공지능 교사의 경우, 입력된 프로그램을 따라 교육을 진행할 수 있고, 컴퓨터의 특성상 계산이 빠르고, 정확성의 면에서 인간보다 높은 수행능력을 보여주기 때문에, 보조교사의 역할로서, 반복 작업이나 답안지 채점, 설문조사 등의 간단한 실무 작업 등을 대신해 줌으로써 교사가 학생들에게 더욱 집중할 수 있도록 해주는 역할을 할 수 있습니다.

<표 IV-2> 예비교사가 생각하는 미래 수학교육에서 AI의 역할

AI의 역할	설명
학습 분석을 통한 개별화 학습	학생의 학습 상태 분석을 토대로 맞춤형 과제 및 학습 제공
정형화된 기계적 학습	수학 개념 전달과 정형적인 문제 풀이와 필요시 시각적 자료 제공
정형화된 평가와 행정 업무	정형적인 답을 요구하는 문항에 관한 평가와 학교 행정 업무

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 예비수학교사가 인식하는 수학교육에서 AI의 필요성과 AI 활용에서 수학교사의 역할을 조명하는 데 있다. 이를 위해 예비수학교사가 생각하는 AI의 필요성을 교수, 학습, 평가 차원으로 분석하였고, 수학교사의 역할을 AI의 역할과 대비하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, 예비수학교사들은 수학 교수에서 AI를 활용하는 것에 대해 대체로 긍정적인 반응을 보였는데, 구체적으로 AI의 활용이 4차 산업혁명 시대의 사회적 요구이며, AI를 활용하여 다양한 유형의 수업을 구현할 수 있고, 정확한 수학적 지식과 정보를 전달하는 데 활용할 수 있음을 주장하였다. 반면, 예비교사들은 현재 AI 기술이 학생들과 인지적·감정적 상호작용에 한계가 있다고 인식하였고 AI가 교사를 대체하는 수업의 형태에 대해서는 부정적인 견해를 보였다. 이러한 견해는 선행연구와 일치한다(김홍겸 외, 2018; Manyika et al., 2017; Zhao & Liu, 2018).

둘째, 예비수학교사들은 수학학습에서 AI를 활용하는 것에 대하여 AI는 맞춤형 개별화 학습을 제공하고, 학교 수업 외 보충학습이 필요한 학생들을 위해 활용될 수 있으며, 학생의 흥미를 자극할 수 있다는 점에서 긍정적인 반응을 보였다. 교육에서 AI 활용의 핵심은 맞춤형 개별화 학습의 구현이라 할 수 있는데(Holmes et al., 2019) 예비교사들은 개별화 학습을 위해 AI 활용의 필요성을 인식하고 있었다. 반면 예비교사들은 AI의 활용한 학습이 기계적인 풀이 과정을 직접적으로 제시해준다는 점에서 과도한 AI 기반 학습이 오히려 학생들의 주체적

사고 능력을 저해할 수 있다는 점에서 불필요함을 언급하였다.

셋째, 예비수학교사들은 AI를 활용하여 학생들의 수학적 성취를 평가하는 것이 의도적이든 비의도적이든 교사의 잘못된 판단으로 발생할 수 있는 비객관성과 불공정의 문제를 해소할 수 있고, 교사의 체점 업무 감소는 수업 준비 및 학생과의 상호작용으로 이어질 수 있다는 점에서 그 필요성을 인식하였다. 그러나 AI가 서·논술형 문항에 관한 평가와 학생들의 역량 및 과정 중심 평가에는 한계가 있다는 점에서 답이 명확한 선다형·단답형 문항에 제한적으로 활용되어야 한다고 인식하였다.

넷째, 수학교육에서 AI의 필요성에 대한 인식을 토대로 예비수학교사들은 미래 수학교육에서 교사의 역할을 학습자 중심의 다양한 수업 설계 및 운영, 수학학습에 동기와 흥미 유발 등을 통한 감정적 상호작용, 비정형화된 평가, 관계를 바탕으로 한 수학학습 상담 및 진로 상담으로 인식하였다. 수업에서의 교사의 역할과 학생과의 상호작용에 기반한 상담가로서의 교사의 역할은 학자들이 본 미래 교육에서의 교사의 역할과 전반적으로 유사했다(김홍겸 외, 2018; 석주연, 이상욱, 2018; 임종현 외, 2017; 최민영, 이태욱, 2019; Manyika et al., 2017; Hu & Shi, 2018; Zhao & Liu, 2018; Zhou & Dai, 2019). 그러나 예비수학교사들은 비정형화된 평가 역시 교사의 고유한 역할이라고 인식했다는 점에서 학자들이 생각하는 교사의 역할과 대비됐다. AI의 역할에 대해 예비수학교사들은 AI가 학생 개인의 학습 상태 분석을 통한 맞춤형 보충학습 제공, 기본적인 수학 개념과 문제 풀이와 같은 기계적이고 정형화된 학습 제공, 정형화된 평가와 행정적인 업무를 통해 교사를 보조하는 방식으로 그 역할을 수행해야 한다고 생각했다.

앞서 언급된 결론을 토대로 미래 수학교육의 방향에 대해 다음을 제언하고자 한다.

첫째, 미래 수학교사는 지식 전달 수업에서 벗어나 AI를 활용한 학습자 중심의 수업 설계와 운영을 해야 하며 이를 위한 교사 교육자의 노력이 요구된다. 본 연구에 참여한 예비수학교사들은 수업 설계와 운영이 수학교사의 가장 중요한 역할로 인식했다. 그러나 이러한 수업이 기계적인 지식 전달을 의미하는 것은 아니다. 예비교사들은 수학교육에서 AI 활용이 필요한 이유 중 하나로 다양한 유형의 수업 구현을 언급했다. 같은 맥락에서 선행연구에서는 AI를 활용한 다양한 수업의 교육적 효과를 보고하였다. 예를 들어, Phillips et al.(2020)은 수학학습을 위해 설계된 ITS를 블렌디드 학습(blended learning)에 활용하였고, Schwarz et al.(2018)과 VanLehn et al.(2019)은 교사가 수학 모듈학습을 효과적으로 운영하기 위해 AI 기반 시스템을 활용하였다. 나아가 Li, Chiu, & Tseng(2019)와 Ibanez, Di-Serio, Villaran-Molina, & Delgado-Kloos(2015)는 각각 AI 기반 유틸리티(ubiquitous learning)와 증강현실(augmented reality)을 과학 수업에 적용하였는데, 이러한 연구를 토대로 미래 수학교육에서도 AI 기반 수학 교수·학습의 다양성이 증가할 것으로 생각된다. 이를 위해 교사를 위한 정부의 AI 교육이 컴퓨터 프로그래밍 위주의 교육이 아닌 AI를 교과교육에 활용할 수 있는 방향으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 미래 수학교사는 학생과의 인지적·감정적 상호작용에 그 역량을 발휘해야 한다. AI를 연구하는 학자들 사이에서도 학생과의 상호작용에서 AI의 한계를 인식하고 이를 극복하기 위한 ITS 개발을 시도하고 있다. 예를 들어, Cabestrero et al.(2018)과 Rajendran et al.(2018)은 수학학습에서 학생의 실시간 감정 상태를 분석하여 맞춤형 피드백을 제공하는 ITS를 구현하였고, Pai, Kuo, Liao, & Liu(2020)는 곱셈과 나눗셈 학습에서 대화가 가능한 ITS를 개발했다. 그러나 이러한 ITS는 대체로 학생 답안의 정오(correctness)에 기반하여 기계적인 반응을 제공하는 수준에 머물러 있다. 따라서 학생의 수학학습 과정에 관한 심도 있는 상호작용은 여전히 교사의 역할이고 앞으로 더욱 부각될 것으로 보여진다. 이러한 맥락에서 최근 강조되고 있는 학생의 수학적 사고에 주목하는 능력(Jacobs, Lamb, & Philipp, 2010)과 교사의 담론적 역량(김동중 외, 2019)과 같이 상호작용에 기반하여 교사의 전문성을 신장하기 위한 노력이 요구되는 바이다.

셋째, 학생들이 교사의 도움을 받을 수 없는 상황에서 AI가 제공하는 맞춤형 학습의 활용이 기대된다. 교사가 20명이 넘는 학생의 요구에 맞는 수업을 제공하는 것에는 분명 한계가 존재한다. 따라서 학생들은 사교육을 통해 학교 수업을 보충(또는 선행)하고 있고, 이는 역설적으로 공교육을 위협하는 상황을 초래하고 있다. 또한, 사

교육을 받지 못하는 학생들의 교육 격차는 상대적으로 증가하고 있다. 이를 위해 정부가 주도하는 AI 기반 맞춤형 학습 시스템을 개발하여 현장에 적용한다면 학습 분석을 통해 학생의 부족한 부분에 관한 보충학습이 맞춤형으로 이루어질 수 있고 학교 수업을 상호보완하는 형태로 활용될 수 있을 것으로 보인다. 또한, 본 연구에서 예비교사들은 AI가 제공하는 학습이 기계적이고 학생이 주체적으로 사고하는 능력을 저해할 수 있다고 보았다. 이와 관련하여 Ryoo & Linn(2016)은 과학교육에서 학생들에게 직접적인 해결 과정을 제시하지 않고 반성적 사고를 유도하는 ITS를 설계하여 과학 개념 학습에 활용하였는데, 이는 미래 수학교육 맞춤형 ITS 개발에 중요한 시사점을 제공할 것으로 보인다.

넷째, 반복적인 채점 업무와 교과 외 행정 업무를 대신할 수 있는 AI 시스템을 개발하고 이를 학교 현장에서 활용하여 교사가 수업 준비와 학생과의 상호작용에 집중할 수 있도록 해야 한다. 수학교육과 과학교육에서 데이터 마이닝 사용에 관한 선행연구를 분석한 Shin & Shim(2020)의 연구에 따르면, AI 기술을 통한 자동화된 채점이 활발히 진행되고 있고 대부분의 연구에서 서술형 문항에 관한 AI 채점의 정확도가 전문가와 유사한 정도를 보였다고 보고하였다. 그러나 완벽하지 않은 시스템을 활용하여 학생들의 성취를 평가하는 것은 자칫 다른 교육적 문제를 야기할 수 있다. 그리고 반복적인 채점은 교사에게 업무 과중으로 이어질 수 있지만 다른 한편으로는 채점을 통해 학생의 학습 상태를 이해하고 진단할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 반복적인 채점의 역할을 AI가 대신할 수 있는 시스템을 개발하는 동시에 학습 분석학을 통해 분석된 결과를 교사에게 제공하고 교사는 이를 수업 설계와 학습 상담에 활용하는 형태로의 통합이 이루어져야 할 것으로 보인다.

본 연구는 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 예비수학교사가 AI 활용에 대해 어떠한 생각을 가지고 있는지를 검토했다는 점에서 수학교육 연구에 시사하는 바가 있을 것으로 생각된다. 그러나 연구 자료가 AI에 관한 기초 지식과 수학교육에 관한 전문지식이 부족한 1, 2학년년을 위주로 수집되었다는 점에서 연구의 한계를 지닌다. 따라서 수학교육에 대한 전문지식과 AI에 관한 기초 소양을 가진 예비수학교사를 대상으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 과학기술정보통신부(2019). 인공지능(AI) 국가전략. Retrieved from https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?catelId=_policycom2&artId=2405727
- Ministry of Science & ICT (2019). *National strategy for artificial intelligence*. Retrieved from https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?catelId=_policycom2&artId=2405727
- 권선아 · 이재경 · 권숙진 (2018). 대학의 인공지능 도입과 인공지능교수에 대한 학습자 인식. 교육중환연구, **16(3)**, 77-101.
- Kyun, S., Yi, J., & Kwon, S. (2018). Students' perception of universities' introduction of artificial intelligence and of the artificial intelligence professors. *The Journal of Educational Research*, **16(3)**, 77-101.
- 김동중 · 신재홍 · 이지은 · 임웅 · 이윤희 · 최상호 (2019). 교사의 담론적 역량의 개념화를 위한 사례 연구, 학교수학, **21(2)**, 291-318.
- Kim, D.-J., Shin, J., Lee, J., Lim, W., Lee, Y., & Choi, S. (2019). Conceptualizing discursive teaching capacity: A case study of a middle school mathematics teacher, *School Mathematics*, **21(2)**, 291-318.
- 김홍겸 · 박창수 · 정시훈 · 고호경 (2018). 미래교육에서의 인간 교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계에 대한 소고. 교육문화연구, **24(6)**, 189-207.
- Kim, H-K, Park, C., Jeong, S., & Ko, H. K. (2018). A view on complementary relation of human teacher and AI teacher in future education, *Journal of Education & Culture*, **24(6)**, 189-207.

- 남민우 (2018). 지능정보사회 학교교육에 대한 현장 교사의 인식에 나타나는 특징 연구. 교육발전, **38(2)**, 129-153.
- Nam M. (2018). The characteristics of teacher perceptions on the school education changes in intelligent information society. *The Journal of Educational Development*, **38(2)**, 129-153.
- 박수진 · 임희정 (2019). 미래 영어교육에 대한 초등영어교사의 인식 연구. 교육논총, **39(4)**, 123-144.
- Park, S., & Ihm, H-J. (2019). Elementary English teachers' perception toward future of English education. *The Journal of Education*, **39(4)**, 123-144.
- 박종향 · 신나민 (2017). 인공지능기술과 인공지능교사에 대한 인식 분석: 초· 중· 고등학생의 관점에서. 한국교원 교육연구, **34(2)**, 169-192.
- Park, J. H., & Shin, N. M. (2017). Students' perceptions of artificial intelligence technology and artificial intelligence teachers. *The Journal of Korean Teacher Education*, **34(2)**, 169-192.
- 석주연 · 이상욱 (2018). 인공지능 시대 교사의 역할- 국어교사의 직무 사례를 중심으로. 인문학연구, **55**, 361-390.
- Suk, J-Y., & Yi, S-W. (2018). The role of teachers in the age of artificial intelligence- A case of the tasks for Korean teachers. *Humanities Research* **55**, 361-390.
- 송신철 · 심규철 (2017). 미래 지능정보사회의 교육에 대한 예비 과학 교사들의 인식 조사. 생물교육, **45(3)**, 404-417.
- Song, S. C., & Shim, K. C. (2017). A study on the awareness of pre-service science teachers about secondary education in future intelligence information society. *Biology Education*, **45(3)**, 404-417.
- 유기웅 · 정종원 · 김영석 · 김한별(2018). 질적 연구방법의 이해. 서울:박영사.
- Ryu, K., Jung, J. W., Kim, Y. S., & Kim, H. B. (2018). *Understanding qualitative research methods*. Seoul: Park Young Sa.
- 임종현 · 유경훈 · 김병찬 (2017). 4 차 산업혁명사회에서 교육의 방향과 교원의 역량에 관한 탐색적 연구. 한국교육, **44(2)**, 5-32.
- Lim, J. H., Ryu, K. H., & Kim, B. C. (2017). An exploratory study on the direction of education and teacher competencies in the 4th industrial revolution. *The Journal of Korean Education*, **44(2)**, 5-32.
- 최민영 · 이태욱 (2019). 인공지능 교육의 현황과 학교 및 교사의 역할 변화 예측. 한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, **23(2)**, 85-88.
- Choi, M-Y. & Lee, T-W. (2019). The status of Artificial Intelligence in education and Prediction of change in roles of teacher and school. *Conference Paper of the Korean Association of Computer Education*, **23(2)**, 85-88.
- Aksoy, E., Narli, S., & Idil, F. H. (2016). Using data mining techniques examination of the middle school students' attitude towards mathematics in the context of some variables. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, **4(3)**, 210-228.
- Ally, M. (2019). Competency profile of the digital and online teacher in future education. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, **20(2)**, 302-318.
- Araya, R., Jiménez, A., Bahamondez, M., Calfucura, P., Dartnell, P., & Soto-Andrade, J. (2014). Teaching modeling skills using a massively multiplayer online mathematics game. *World Wide Web*, **17(2)**, 213-227.
- Bywater, J. P., Chiu, J. L., Hong, J., & Sankaranarayanan, V. (2019). The teacher responding tool: Scaffolding the teacher practice of responding to student ideas in mathematics classrooms. *Computers & Education*, **139**, 16-30.

- Cabestrero, R., Quirós, P., Santos, O. C., Salmeron-Majadas, S., Uria-Rivas, R., Boticario, J. G., ... & Ferri, F. J. (2018). Some insights into the impact of affective information when delivering feedback to students. *Behaviour & Information Technology*, **37**(12), 1252-1263.
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, **136**, 16-24.
- Cope, B., Kalantzis, M., & Searsmith, D. (2020). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*. Advance online publication.
- Cukurova, M., Kent, C., & Luckin, R. (2019). Artificial intelligence and multimodal data in the service of human decision making: A case study in debate tutoring. *British Journal of Educational Technology*, **50**(6), 3032-3046.
- Dutton, T., Barron, B., & Boskovic, G. (2018). *Building an ai world: Report on national and regional ai strategies*. Retrieved from https://www.cifar.ca/docs/default-source/ai-society/buildinganaiworld_eng.pdf
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, **114**, 254-280.
- Gabriel, F., Signolet, J., & Westwell, M. (2018). A machine learning approach to investigating the effects of mathematics dispositions on mathematical literacy. *International Journal of Research & Method in Education*, **41**(3), 306-327.
- Guilherme, A. (2019). AI and education: the importance of teacher and student relations. *AI & Society*, **34**(1), 47-54.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *인공지능 시대의 미래교육* (정재영, 이선복 역). 서울: 박영스토리.
- Huang, X., Craig, S. D., Xie, J., GraManyikeesser, A., & Hu, X. (2016). Intelligent tutoring systems work as a math gap reducer in 6th grade after-school program. *Learning and Individual Differences*, **47**, 258-265.
- Ibanez, M. B., Di-Serio, A., Villaran-Molina, D., & Delgado-Kloos, C. (2015). Support for augmented reality simulation systems: The effects of scaffolding on learning outcomes and behavior patterns. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, **9**(1), 46-56.
- Jacobs, V. R., Lamb, L. L., & Philipp, R. A. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, **41**(2), 169-202.
- Kim, D., Yoon, M., Jo, I. H., & Branch, R. M. (2018). Learning analytics to support self-regulated learning in asynchronous online courses: A case study at a women's university in South Korea. *Computers & Education*, **127**, 233-251.
- Li, W., Chiu, C. K., & Tseng, J. C. (2019). Effects of a personalized navigation support approach on students' context-aware ubiquitous learning performances. *Journal of Educational Technology & Society*, **22**(2), 56-70.
- Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017). *A future that works: Automation, employment, and productivity*. New York: McKinsey Global Institute.
- Martin, T., Smith, C. P., Forsgren, N., Aghababayan, A., Janisiewicz, P., & Baker, S. (2015). Learning fractions by splitting: Using learning analytics to illuminate the development of mathematical understanding. *Journal of the Learning Sciences*, **24**(4), 593-637.

- Masci, C., Johnes, G., & Agasisti, T. (2018). Student and school performance across countries: A machine learning approach. *European Journal of Operational Research*, **269**(3), 1072-1085.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, **27**(4), 12-14.
- Pai, K. C., Kuo, B. C., Liao, C. H., & Liu, Y. M. (2020). An application of Chinese dialogue-based intelligent tutoring system in remedial instruction for mathematics learning. *Educational Psychology*. Advance online publication.
- Phillips, A., Pane, J. F., Reumann-Moore, R., & Shenbanjo, O. (2020). Implementing an adaptive intelligent tutoring system as an instructional supplement. *Educational Technology Research and Development*. Advance online publication.
- Rajendran, R., Iyer, S., & Murthy, S. (2018). Personalized affective feedback to address students' frustration in ITS. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, **12**(1), 87-97.
- Reinhold, F., Hoch, S., Werner, B., Richter-Gebert, J., & Reiss, K. (2020). Learning fractions with and without educational technology: What matters for high-achieving and low-achieving students?. *Learning and Instruction*. Advance online publication.
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, **26**(2), 582-599.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach*. New Jersey: Prentice Hall.
- Ryoo, K., & Linn, M. C. (2016). Designing automated guidance for concept diagrams in inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, **53**(7), 1003-1035.
- Schwarz, B. B., Prusak, N., Swidan, O., Livny, A., Gal, K., & Segal, A. (2018). Orchestrating the emergence of conceptual learning: A case study in a geometry class. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, **13**(2), 189-211.
- Shin, D., & Shim, J. (2020). A systematic review on data mining for mathematics and science education. *International Journal of Science And Mathematics Education*. Advance online publication.
- VanLehn, K., Burkhardt, H., Cheema, S., Kang, S., Pead, D., Schoenfeld, A., & Wetzels, J. (2019). Can an orchestration system increase collaborative, productive struggle in teaching-by-eliciting classrooms?. *Interactive Learning Environments*. Advance online publication.
- Hu, W., & Shi, Y. B. (2018). Research on the role predicament of teachers in the era of artificial intelligence. *US-China Education Review*, **8**(6), 273-278.
- Wu, H. M., Kuo, B. C., & Wang, S. C. (2017). Computerized dynamic adaptive tests with immediately individualized feedback for primary school mathematics learning. *Journal of Educational Technology & Society*, **20**(1), 61-72.
- Zhao, Y., & Liu, G. (2019, January). How do teachers face educational changes in artificial intelligence era. *2018 International Workshop on Education Reform and Social Sciences* (pp. 47-50). Chengdu, China.
- Zhou, J-S., & Dai, J-C. (2019, June). The transformation of teachers' role in the new era of intelligence education. *2019 International Conference on Advanced Education and Management* (pp. 297-301). Chengdu, China.

An Analysis Prospective Mathematics Teachers' Perception on the Use of Artificial Intelligence(AI) in Mathematics Education

Shin, Dongjo

College of Education, Korea University,

Seongbuk-gu, Seoul 02841, Korea

E-mail : sdlov20@gmail.com

With the advent of the AI, the need to use AI in the field of education is widely recognized. The purpose of this study is to shed light on how prospective mathematics teachers perceive the need for AI and the role of teachers in future mathematics education. As a result, with regard to teaching, prospective teachers recognized that the use of AI in school mathematics is a demand of a new era, that various types of lesson can be implemented, and that accurate knowledge and information can be delivered. On the other hand, they recognized that AI has limitations in having cognitive and emotional interactions with students. As for mathematics learning, the prospective teachers recognized that AI can provide individualized learning, be used for supplementary learning outside of school, and stimulate students' interest in learning. However, they also said that learning through AI could undermine students' ability to think on their own. With regard to assessment, the prospective teachers recognized that AI is objective, fair and can reduce teachers' workload, but they also said that AI has limitations in evaluating students' abilities in constructed-response items and in process-focused assessment. The roles of teachers that the prospective teachers think were to conduct a lesson, emotional interaction, unstructured assessment, and counseling, and those of AI were individualized learning, rote learning, structured assessment, and administrative works.

* ZDM Classification : U15

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C80

* Key words : mathematics education, artificial intelligence, prospective mathematics teachers, teacher role