

수학 AI 디지털교과서의 도입: 초등학교 교사가 바라본 인식, 요구사항, 그리고 도전

김소민(고려대학교, 연구교수) · 이기마(고려대학교, 대학원생) · 김희정(고려대학교, 교수)[†]

인공지능(AI)과 디지털 기술의 도입 등과 같은 디지털 기반 변화의 시대를 맞아, 2025년에는 수학, 영어, 정보 교과에 AI 디지털교과서를 단계적으로 도입하는 교육혁신이 추진되고 있다. 본 연구는 2023년 11월 전국 132명의 초등학교 교사를 대상으로 실시한 설문조사를 통해 교사들의 수학 AI 디지털교과서에 대한 이해도, 핵심 기술의 필요성, 수업 활용에 대한 인식, 그리고 AI 디지털교과서의 학교 현장에의 안착을 위한 요구사항을 조사하였다. 분석 결과, 대다수 교사들은 수학 AI 디지털교과서의 도입과 필요성에 대해 낮은 인식을 보였지만, 일부 교사들은 개인별 맞춤형 학습 및 효과적인 교수·학습 지원 가능성을 인식하고 있었다. 또한, 교사들은 AI 디지털교과서의 학습 진단과 교사 재구성 기능의 필요성을 높게 평가했으며, 수업에서의 유용성을 긍정적으로 평가했지만, AI 디지털교과서의 도입으로 인해 교실에서의 상호작용성은 저하시킬 것이라고 우려했다. 이는 AI 디지털교과서의 성공적 도입 및 활용을 위해 교사 연수 및 정보 제공을 통한 인식 변화의 필요성을 시사하며, 구체적이고 실용적인 활용 방안 제공, 디지털 과잉 사용 및 의존에 대한 대안 모색, 핵심 기술의 지속적 개발 등, 이와 관련한 연구의 지속적인 필요성을 제언한다.

I. 서론

생성형 인공지능(AI)을 비롯한 첨단기술의 급격한 발전으로 인해 교육에서의 인공지능 및 디지털 기술의 도입과 같은 변화에 대한 필요성 및 요구성이 증대되고 있다. 이에 학교 현장에서도 디지털 대전환에 따른 공교육의 내용과 방식의 변화 요구에 따라 디지털 기

반 교육혁신 방안의 하나로 2025년부터 수학, 영어, 정보 교과에 AI 디지털교과서의 단계적 도입을 추진하고 있다(교육부, 2023a). AI 디지털교과서는 서책형 교과서를 단순히 디지털화한 전자책(e-book)에 가까운 기존의 디지털교과서와는 달리, 인공지능 기술에 기반을 둔 AI 코스웨어와 AI 튜터, AI 보조교사, 교수·학습 플랫폼 등이 아우러진 형태를 지향하고 있다. 즉, 빅데이터 수집 및 분석 기술에 기반하여 학습자의 데이터를 실시간으로 수집 및 분석하고, 이를 토대로 개별 학습자 맞춤형 피드백 및 개별 학습 콘텐츠를 제공하여, 공교육에서 개별 맞춤형 교육을 실현할 수 있도록 복합적인 형태로 개발하여 실현하고자 그 개념이 도입되었다.

한편, 이러한 AI 디지털교과서의 구체화된 개념을 바탕으로, 2025년에 도입되는 수학, 영어, 정보 및 국어(특수) 교과의 AI 디지털교과서의 성공적인 개발 및 학교 현장에 적용을 위해, 교육부 및 한국교육학술정보원에서는 AI 디지털교과서 관련 지원 사업을 진행하고 있다. 2023년 8월에는 AI 디지털교과서 개발과 발행을 위하여 AI 디지털교과서 개발 가이드라인(한국교육학술정보원[KERIS], 2023)을 발표하였다. 또한, 교육부 및 여러 유관기관의 주최로 디지털 대전환과 교육포럼, 실제로 학교 수업에 구현할 교사들의 디지털 이해·활용·개발·윤리에 관한 연수, 디지털 기술 기반으로 수업을 혁신하는 T.O.U.C.H.(Teachers who Upgrade Class with High-tech) 교사단 연수, 디지털 기술과 더불어 교육의 본질에 중점을 둔 교실혁명 선도교사 연수, 그리고 디지털 선도학교 및 연구학교 운영 등과 같이 학교 현장의 성공적인 안착을 위한 다방면의 지원이 진행되고 있다.

그러나 이러한 다양한 정책과 지원에도 불구하고, 2024년 3월 현재, 아직 AI 디지털교과서는 프로토타입을 제외하고는 개발이 진행 중에 있어 학교 현장에서는 AI 디지털교과서의 도입과 실행에 대한 기대감과 더불어 우려감을 나타내고 있다. 특히, 학교 교육의 디지털 대전환

* 접수일(2024년 4월 4일), 심사(수정)일(2024년 5월 1일), 게재확정일(2024년 5월 27일)

* MSC2020분류 : 97B10

* 주제어 : 수학 AI 디지털교과서, AI 디지털교과서 기능, 초등학교 교사, 교사 인식

[†] 교신저자 : heejeongkim@korea.ac.kr

* 이 논문은 고려대학교에서 지원된 연구비로 수행되었음.

을 앞두고 AI 디지털교과서를 직접 활용하여 수업을 진행해야 하는 교육의 주체자인 교사의 AI 디지털교과서에 대한 인식과 역할은 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다.

이러한 맥락에서 본 연구의 연구문제를 다음과 같이 설정하고 연구를 진행하였다.

- 1. 국내 초등학교 교사들은 수학 AI 디지털교과서에 대한 이해도와 필요도에 대해 어떤 인식을 갖고 있는가?
- 2. 수학 교과 AI 디지털교과서의 핵심 기술과 수학 수업에서의 그 활용에 대해서 초등학교 교사들은 어떠한 인식을 갖고 있는가?
- 3. 수학 AI 디지털교과서에 대한 초등학교 교사들의 요구사항은 무엇인가?

II. 이론적 배경

1. AI 디지털교과서란

교과서라는 개념은 고대 문명 시대부터 존재하였으며, 고대 메소포타미아에서는 수학적 내용이 담긴 점토판이 교과서 역할을 했다고 보고되었다(Høyrup, 2002). 우리나라 교과서의 경우, 대통령령에 의해 제정된 ‘교과용 도서에 관한 규정’에 의해 교과용 도서의 범위·제작·검정·인정·발행·공급·선정 및 가격 사정에 필요한 사항이 결정된다. 이 규정에 따르면 교과서는 “학교에서 학생들의 교육을 위하여 사용되는 학생용의 서책, 지능정보화기술을 활용한 학습지원 소프트웨어(이하 “디지털교과서”라 한다) 및 그 밖에 음반·영상 등의 전자저작물 등을 말한다”(제1장 제2조). 초·중등교육법 제29조 제1항에 따라 학교에서는 국가가 저작권을 가지고 있거나 교육부장관이 검정하거나 인정한 교과용 도서를 사용하여야 한다. 따라서 국가가 관장하여 발행되는 우리나라 교과서는 국가의 교육 이념 및 교육 목적을 달성하기 위한 교육과정에 기반을 두고 알맞게 편집된 교수·학습 자료라고 볼 수 있다.

전통적으로 수학 교과서는 수학을 공부하는 데 사용되는 인쇄된 책을 의미했지만(Kilpatrick, 2014), 최근에는 기술의 발전으로 디지털교과서라는 개념이 등장하여 전통적인 인쇄 교과서의 의미가 확장되었다

(Basyal & Mainali, 2023). 디지털교과서는 주제 범주에서 특정 수준의 교육을 제공하도록 설계된 체계적으로 조직된 자료를 의미하며, 서책, 하드웨어, 소프트웨어, 음반 및 영상을 포함한 디지털 콘텐츠 등 광범위한 자료를 포함한다(Justia, 2022). 즉, 디지털교과서는 디지털 기술을 기반으로 하는 모든 종류의 교과서를 포괄하는 용어이다. 이 용어가 널리 사용되기 전에는 멀티미디어 자료, 전자 저작물, 전자 교과서, e-교과서, e-book 등 다양한 명칭이 사용되었으나, 2007년 교육인적자원부의 ‘디지털교과서 상용화 추진 방안’ 발표 이후 이러한 용어들이 점차 ‘디지털교과서’라는 용어로 통합되는 경향을 보였다. 이러한 디지털교과서는 온라인 교과서라는 개념으로 수렴되고 있는데(서수현 외, 2022), 이는 다양한 온라인 콘텐츠를 활용하여 제작된 교육 자료 중 교육과정에 적합한 교수·학습 자료를 의미하며(안성훈, 2021), 학습자의 개별적 요구 충족의 필요성, 디지털 네트워크를 통한 시의성 있는 콘텐츠 활용의 필요성, 교사들이 쉽게 교수·학습 자료를 개발하고 공유할 수 있는 환경 구축의 필요성 등의 다양한 요구를 반영할 수 있는 개념으로 인식되고 있다(서수현 외, 2022; 윤지훈, 2021). 이와 같이 초기 디지털교과서는 서책형 교과서에 대한 단순한 디지털 저장소(digitalized repository)였으나 멀티미디어, 하이퍼링크, 인터넷과 같은 다양한 테크놀로지를 적극적으로 수용함으로써 학습자 중심의 풍부하고 역동적인 교수·학습 자료를 지향하는 온라인 교과서로 발달해왔다.

한편, 최근 대두되고 있는 AI 디지털교과서는 이러한 온라인 교과서에 인공지능 기술을 접목하여 다채로운 교수·학습 자료의 제공뿐만 아니라 머신러닝 및 딥러닝을 통한 학습분석(learning analytics)을 기반으로 개별화·맞춤형 교육을 지향하는 교과서이다. 즉, AI 디지털교과서는 “학생 개인의 능력과 수준에 맞는 다양한 맞춤형 학습 기회를 지원하고자 인공지능을 포함한 지능정보기술을 활용하여 다양한 학습자료 및 학습 지원 기능 등을 탑재한” 교과서 또는 소프트웨어(교육부, 2023b; 한국교육학술정보원, 2023, p. 12)이며, 기존의 디지털교과서와 비교했을 때 다음과 같은 세 가지 두드러진 특성을 가진다.

- 첫째, AI에 의한 학습 진단과 분석(Learning Analytics)

- 둘째, 개인별 학습 수준과 속도를 반영한 맞춤형 학습(Adaptive Learning)
- 셋째, 학생의 관점에서 설계된 학습 코스웨어(Human-Centered Design)

AI 디지털교과서로 인해 구축된 교육환경에서는 AI에 의한 학습 진단과 분석을 통해, 학생은 개인별로 최적화된 맞춤형 학습 콘텐츠를 제공받아 자신의 학습 속도에 맞는 학습을 통해 학습 성공을 경험하고, 내재적 학습 동기와 자아 존중감이 향상될 수 있다. 교사는 데이터 기반으로 학생별 학습경로와 지식수준을 이해하고 학생별 학업 성취에 맞는 개별 학습을 제공하며, 다양한 참여형 수업(토론, 협력, 프로젝트 학습 등)을 설계 및 수행하고, AI 보조교사의 활동 분석을 참고하여 학생들을 평가하고 그들의 성장을 기록할 수 있다. 학부모는 데이터를 기반으로 자녀가 학습에서 겪는 어려움과 자녀의 강·약점을 파악하고, 진로 탐색·설계에 있어 다양한 활동 정보를 참고할 수 있고, 자녀에 대한 깊이 있는 이해를 바탕으로 내 아이에게 맞는 정서적 지지 및 격려를 할 수 있다(한국교육학술정보원, 2023).

2. AI 디지털교과서에 대한 교사 인식의 중요성

교육부(2023b)는 ‘AI 디지털교과서 추진방안’을 통해 AI 디지털교과서의 2025년 3월 도입을 공표하였다. 따라서 초등학교와 중학교 수학 수업에서 수학 AI 디지털교과서의 사용이 가능해지면서 교육 현장에서의 기술적 변화가 예상된다. AI 디지털교과서와 같은 새로운 교육 매체 도입을 통한 교육 분야에서의 변화의 핵심은 교육의 질을 높이고 긍정적인 변화를 추구하는 것이지만, 이를 위해서 단순히 첨단 기술을 교실에 도입하는 것만으로는 충분하지 않다(이경순, 2012). AI 디지털교과서가 아무리 혁신적인 기능을 갖추고 있더라도, 교육 현장에서의 실질적인 수용과 활용에 따라 교육의 변화 또는 혁신 여부가 결정된다. 전반적으로, 교사 교육, 혁신에 대한 전체적인 이해, 기술 사용 및 교수법 접근 방식과 같은 요인들이 교육과 학습에서의 교육혁신에 영향을 미치는 역할을 하는데(Abd Majid & Mafarjaa, 2024), 특히 학교교육에서의 진정한 변화는 교사, 학생, 그리고 교육 매체와 자료의 상호작용에

서 비롯되므로, 특히 교사의 생각 및 인식과 행동이 중요하다(Fullan, 2007, p. 129).

교사는 학교현장에서 이루어지는 교육과정 및 교육정책의 실천에 영향을 미치는 요인들 중에서도 중요한 행위자이자 중개인이라고 할 수 있다(이귀윤, 1997). 이러한 교사의 역할은 모든 디지털 혁신의 중심이 된다(OECD, 2023). 특히 AI 디지털교과서와 같은 새로운 테크놀로지의 수용은 교사가 이 테크놀로지가 학습에 필수적이라고 믿고, 그 활용 가치를 부여할 때 가능하다(임병노, 2012; Cuban, 1986; Webb & Cox, 2004). 예를 들어, 컴퓨터에 긍정적인 가치를 부여하는 교사일수록 교실에서 컴퓨터를 실제로 사용할 가능성이 높다는 것이다(김미량, 한광현, 2006). 또한 교사는 주어진 교육 내용을 자신의 방식으로 해석하고 적용할 수 있는 능력을 가지고 있으며, 때로는 교과서의 내용과 다른 방향으로 수업을 진행할 수도 있다(Schmidt, et al., 1987, p. 439). 이는 교과서가 단순히 국가 사회의 시책을 반영하는 도구가 아니라, 교사들의 주관적인 해석과 실천에 밀접한 관련이 있으며(김경현, 1991, p. 159), 그에 따라 다양하게 활용될 수 있음을 의미한다. 또한, 교과서에 대한 교사의 인식 정도와 수업 내용 사이에는 강한 상관관계가 있으며, 대체적으로 교사들은 교과서의 내용과 자신의 생각 사이에 갈등이 있을 때, 자신의 주관적인 생각에 따라 수업을 진행하는 경향이 있다고 보고되었다(이경하, 1993). 이는 교사가 단순히 교육과정을 전달하는 역할을 넘어서, 복잡한 교육 환경 속에서 적절한 교수 방법과 자료를 선택하고 결정하는 실질적이고 중요한 의사결정자임을 보여준다(박현주, 1996; Kim, 2015). 따라서 교육과정 및 교육정책을 반영한 교과서의 활용은 교사의 인식 및 관점과 실천 방식에 크게 의존하기 때문에(서수현, 정혜승, 노들, 2022; Kim, 2013), 교사의 교과서에 대한 인식과 해석은 교육정책 및 교육과정이 학교현장에서 어떻게 구현되는지에 큰 영향을 미친다(이주연, 2000). 이는 교육 현장에서의 AI 디지털교과서 도입과 활용에 있어서도 마찬가지로, 교사의 AI 디지털교과서에 대한 인식 및 가치 부여가 결과적으로 교육 현장에서의 기술적 변화와 교육의 질 향상에 결정적인 역할을 하게 될 것으로 보인다. 따라서 교사는 기술 채택의 관점에서뿐만 아니라 디지털 기기 사용을 규제하고 점점 더 데이터 중심적인 세상에 적응하는 데 필요한 행동과

가치를 심어주는 측면에서, 학생들이 디지털 세계를 탐색할 수 있도록 도와주는 주체이기도 하다(OECD, 2023, p. 4)

3. 디지털교과서에 대한 선행연구

2007년 교육인적자원부의 '디지털교과서 상용화 추진 방안' 발표 이후로 디지털교과서와 관련된 수많은 연구들이 수행되었다. 기존의 디지털교과서에 대한 선행연구들은 서로 상반된 평가를 보여주고 있다. 영상, 증강현실(AR), 가상현실(VR) 등 다양한 멀티미디어 요소를 활용해 학생들의 학습에 대한 관심(학습동기)과 학습 역량(문제해결 능력, 협업능력 등)이 향상되고, 교육격차가 해소 및 수업 분위기 개선 등에 긍정적인 영향을 줌으로써 학습자 역량과 교수 역량에 효과가 있는 것(안성훈, 안석훈, 2021)으로 나타난 반면, 서책형 교과서나 다른 학습 자료들과 비교했을 때 차별성이 부족하여 실제 활용도가 낮다는 지적도 있었다(안성훈 외, 2020).

여러 선행연구 중 디지털교과서에 대한 교사 인식 및 기능의 필요도에 관련된 연구들(서수현 외, 2022; 임희정, 2021; 허남구, 2016; Cho, 2017)을 집중적으로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 디지털교과서에 대한 현직 또는 예비교사의 인식은 전반적으로 긍정적인 것으로 나타났다(허남구, 2016; Cho, 2017). 현직 초·중학교 교사들의 경우, 디지털교과서 사용으로 인한 학생들의 산만함과 눈의 피로 같은 부작용에 대한 우려에도 불구하고, 많은 교사들이 디지털교과서 활용에 의한 학생들의 집중력, 흥미, 자기 주도 학습 태도의 향상에 대해서 긍정적인 피드백을 보였다(Cho, 2017). 예비수학교사들 또한 창의력 신장 및 다양한 내용과 경험 제공과 수학에 대한 학습동기 및 흥미 유발 측면에서 수학 디지털교과서의 효과를 긍정적으로 인식하였다(허남구, 2016). 특히 Cho(2017)의 연구에서는 디지털교과서의 기능과 내용에 대한 교사들의 인식은 플립 러닝, 협력 학습, 개인 맞춤형 학습, 다양한 활동 등을 촉진하는 등의 수업 방식 및 학습 접근 방식의 변화를 가능하게 하는 것으로 나타났다. 한편, 디지털교과서의 구체적인 기능에 대한 현직 또는 예비교사의 인식 및 필요도에 관한 연구들(서수현 외, 2022; 임희정, 2021)에서는 다음과 같은 공통점을 확인할 수 있었다. 디지

털교과서의 여러 기술 요소에 대한 필요도 조사 결과, 두 연구 모두 학습자의 수준과 흥미를 고려한 학습자 맞춤형 학습 기술 지원과 클라우드 기반 시스템 또는 플랫폼 제공 및 이를 활용할 수 있는 자료 지원이 가장 필요하다고 응답하였다.

수학 디지털교과서 관련 연구는 영어나 과학과 같은 다른 과목에 비해 많지 않았는데, 2007년부터 2014년 사이에는 수학 디지털교과서의 영향 및 효과에 대한 연구가 주를 이루었고(송혜덕, 2011; 이해숙, 권성룡, 2009; 한승연 외, 2014; 류지현, 2008), 대부분 초등학교 수학 중심으로 수행된 연구였다. 2015년부터 2017년 사이에는 수학 디지털교과서에 대한 예비교사들의 인식 연구(허남구, 2016)와 수학교육 관점에서 수학 디지털교과서 설계·개발 및 적용·활용 관련 연구(송민호, 2016; 이상구 외, 2017; 허남구, 2017; 허남구, 류희찬, 2015)가 이루어졌다. 2018년부터 2022년까지는 수학 디지털교과서에 관련된 연구를 찾아보기 어려웠는데, 최근 2023년에 와서 AI 기반 수학 학습 플랫폼 또는 AI 디지털교과서의 기능적 측면의 개발 및 분석에 대한 연구가 수행되었다(예. 이기마 외, 2023; 이화영, 2023).

기술수용모델(Technology Acceptance Model, TAM)의 관점에서 볼 때, 교사들이 기술이나 시스템의 유용성, 사용의 용이성, 그리고 효과성에 대해 어떻게 인식하는지는 해당 기술이나 시스템의 수용 가능성과 지속적인 사용에 결정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. Davis(1989)에 의해 제시된 TAM은 사용자의 인지된 사용 용이성(perceived ease of use)과 인지된 유용성(perceived usefulness)이 기술이나 시스템의 사용 결정에 중요한 역할을 한다고 강조한다.

교육 분야에서의 새로운 기술 도입과 관련된 연구들(김미량 외, 2009; 김태웅 외, 2010; 손태권, 2023; 이해연, 2006; 정화민, 배재권, 2009)은 교사들이 새로운 기술을 어떻게 받아들이고 지속적으로 사용하려는 의지에 어떤 요인들이 영향을 미치는지 탐구해왔다. 이러한 연구들은 인지된 용이성, 유용성, 효과성, 상호작용성, 지속 사용 의지, 혁신 의지, 흥미와 동기 등이 기술 수용 및 활용에 중요한 요인임을 입증했다. 특히, 김미량 외(2009)의 연구에서는 초등학교 교사들이 로봇 활용 교육 프로그램을 어떻게 받아들이는지에 대해 연구하였으며, 이 연구에서는 유용성, 용이성, 혁신성,

주관적 규범이 수용 의도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 유용성은 특히 중요한 요인으로, 몰입 유도, 상호작용성, 신기술 적용성 등이 유용성의 선행 요인으로 도출되었다. 또한, 여러 연구(이혜연, 2006; 김현수, 2010)에서는 교육용 시스템이나 콘텐츠의 학습 효과, 즉 효과성이 재이용 의도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 검증되었다. Venkatesh(1999)는 내재적 동기에 해당하는 흥미와 재미 요소가 사용자의 지속적 활용 의지에 의미 있는 영향을 미치며, 사용자가 시스템을 재미있게 느낄수록 그 시스템을 더 쉽게 인식한다고 주장하였다.

4. AI 디지털교과서 핵심기술 및 주요기능

AI 디지털교과서는 전통적인 서책 교과서를 단순히 디지털 형태로 변환한 것과는 본질적으로 차별화된다. 이러한 AI 디지털교과서의 정의와 기능을 명확히 이해하기 위해, 한국교육학술정보원(2023)에서 발표한 ‘AI 디지털교과서 개발 가이드라인’에 따라 AI 디지털교과서의 핵심기술 항목을 아래와 같이 6가지 항목으로 구분하여 소개하고자 한다([그림 1], [표 1] 참조).



[그림 1] AI 기반 맞춤형 학습 지원 흐름도 (한국교육학술정보원, 2023, p. 73)

먼저, 학습진단 기능의 목적은 학생의 성취 수준 및 학습 현황 등을 진단·분석하여, 개인화된 맞춤 콘텐츠(학습 콘텐츠, 문항 등)를 제공하는 것이다. 이를 위해서는 학생의 성취수준, 학습 현황에 대한 진단 및 현황 분석이 가능해야 한다.

둘째, 맞춤형 콘텐츠 기능은 학습자에게 적합한 콘

텐츠 및 학습자의 취약점을 개선하도록 하는 맞춤형 콘텐츠를 제공하는 것이다. 이를 위해서 학습자의 흥미, 수준, 학습 상황 등을 분석하여 학습자에게 적합한 콘텐츠, 문항, 학습경로를 제공할 수 있어야 한다.

셋째, 대시보드 기능은 대상별로 학습과 학습지원에 필요한 정보를 시각적으로 분석하여 제시하는 것으로 각 학생, 교사, 학부모에게 제공하는 것이다. 이를 위해서는 개인(학생)정보, 학습 참여도, 학습 성취도, 학습 이력, 학습분석 등에 관한 정보를 제시 가능해야 한다.

넷째, AI 튜터 기능은 AI를 이용해 학생의 학습 상태를 분석하여 부족한 부분의 원인을 찾아 이를 개선할 수 있는 전략을 조언해 주는 서비스이다. 학생과의 상호작용을 효과적으로 할 수 있는 챗봇형, 음성인식형 등의 다양한 형태를 가질 수 있으며, 질의응답, 추가 학습자료 제공, 학습전략 제안, 학습진도 모니터링, 피드백 및 성취평가, 오답노트 제공 등의 기능을 제공할 수 있다.

다섯째, AI 보조교사 기능은 교사를 대상으로 하여 교사가 AI 디지털교과서를 활용하여 학생별 맞춤형 학습을 효과적으로 운영할 수 있도록 지원하는 서비스이다. 교사의 수업을 효과적으로 지원할 수 있는 챗봇형, 음성인식형 등의 다양한 형태를 가질 수 있으며, 수업 설계, 피드백, 평가, 학생 모니터링 등의 기능을 지원할 수 있다.

마지막으로, 교사 재구성 기능은 교사의 맞춤형 수업 설계를 돕기 위해 AI의 진단 및 분석 결과를 바탕으로 맞춤형 콘텐츠나 학습 경로를 추가, 편집, 재구성하거나, 대시보드 항목이나 화면 구성을 조정하고, 수업 중 학생의 콘텐츠 활용을 관리하기 위한 교사용 학습관리 기능을 제공 부여, 추가적인 평가 문항이나 학습 콘텐츠를 제공할 수 있다.

앞서 살펴본 선행연구에 따르면, 학교현장에서의 AI 디지털교과서 도입과 AI 디지털교과서의 핵심기술 및 주요기능의 활용은 이에 대한 교사의 인식 및 가치 부여가 결정적인 역할을 하게 된다. 따라서 본 연구의 목적은 초등학교 교사를 대상으로 설문조사를 실시하여, 수학 AI 디지털교과서에 대한 초등학교 교사들의 인식 및 요구사항을 조사·분석하고, 이를 바탕으로 수학 AI 디지털교과서의 성공적인 학교현장 도입과 활용에 관련된 정책적 시사점을 도출하는 데 있다.

[표 1] AI 디지털교과서 핵심기술 항목 및 주요기능 (김희정 외, 2023, p.15~16)

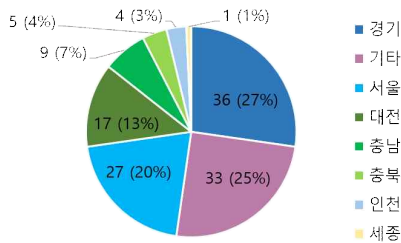
핵심기술	주요기능
학습 진단	<ol style="list-style-type: none"> ① 성취수준 진단: 학생의 성취수준 진단을 위한 진단평가, 형성평가 총괄평가 기능 ② 학습현황 분석: 학습 과정에서 발생하는 데이터를 기반으로 분석하여 학습 피드백에 활용하는 기능
맞춤형 콘텐츠	<ol style="list-style-type: none"> ① 학습 콘텐츠 추천: 학생의 개선 사항을 식별하여 이에 대한 추가 학습 콘텐츠를 제공하는 기능 ② 학습경로 추천: 학생의 개선 사항을 식별하여 이에 대한 일련의 지식 습득 단계나 방향인 학습경로를 추천 및 제공하는 기능 ③ 문항 추천: 학생이 어려워하는 개념이나, 학습 성과 향상을 위한 목적의 맞춤 문항을 제공하는 기능
대시보드	<ol style="list-style-type: none"> ① 학생 대시보드: 학생이 스스로의 학습을 성찰하고 목표를 설정해 달성할 수 있도록 지원하는 기능(개인정보, 학습 참여도, 학습성취도, 학습 이력, 학습분석) ② 교사 대시보드: 학생 개인 및 학급을 효과적·효율적으로 관리할 수 있도록 모니터링 및 관리하는 기능(학생 정보, 학습 참여도, 학습성취도, 학습 이력, 학습분석) ③ 학부모 대시보드: 자녀의 학습성취를 확인하여 가정 내에서 피드백 할 수 있도록 하는 기능(학생 정보, 학습 참여도, 학습성취도, 학습 이력, 학습분석)
AI 튜터	<ol style="list-style-type: none"> ① 질의응답: AI 튜터에게 궁금한 내용에 대해 질문을 하고, AI 튜터는 즉각적으로 답변을 제공하는 기능 ② 추가 학습자료 제공: 학습 과정에서 이해가 잘 안되거나 보충 설명이 필요한 내용에 대해 추가적으로 학습자료를 제공하는 기능 ③ 학습전략 제안: 학생의 과목별 맞춤형 학습 지원을 위해 학습 수준과 목표에 맞게 개별적인 학습전략을 제안하는 기능 ④ 학습 진도 모니터링: 학생의 학습계획 대비 학습 진도 상황을 모니터링하는 기능 ⑤ 피드백 및 성취 평가: 학습 진도 모니터링 과정마다 분석된 부족한 부분에 대해 시기적절한 피드백과 To do 리스트를 제공하고, 학습 성취 평가 정보를 제공함과 동시에 분석된 데이터를 기반으로 개선이 필요한 항목에 대해 추가적인 학습 방향을 안내하는 기능 ⑥ 오답노트 제공: 학생이 풀었던 문제를 함께 분석하고, 틀린 부분에 대한 설명을 제시할 수 있는 기능
AI 보조 교사	<ol style="list-style-type: none"> ① 수업 설계 지원: 교육과정 내용과 담당 학생들의 성취기준 달성 정도를 분석하여 해당 과목 차시의 수업 내용 설계를 지원하고, 수업에 활용할 수 있는 다양한 콘텐츠 및 문항을 교사에게 추천하는 기능 ② 피드백 설계 지원: 학생들의 학습활동을 분석한 결과를 피드백 문장으로 구성하여 교사에게 제공하고, AI 보조교사가 제시한 피드백을 교사가 재구성할 수 있는 기능 ③ 평가 채점 지원: 학생들의 평가 결과에 대한 채점을 지원하고 교사가 담당 학생들의 평가 결과를 한눈에 볼 수 있도록 정보를 제공하는 기능 ④ 학생 모니터링 지원: 학생들이 AI 디지털교과서를 활용하는 동안 학습을 원활히 잘 진행하고 있는지 모니터링하여 교사에게 알림 등의 정보를 제공하는 기능
교사 재구성	<ol style="list-style-type: none"> ① 교사가 학습 경로를 조정하거나 콘텐츠를 편집, 재구성하는 기능 ② 교사가 대시보드 항목이나 화면 구성을 조정할 수 있는 기능 ③ 수업 중에 학생의 학습에 개입해서 관리하기 위한 기능 ④ 교사가 활용할 수 있는 추가적인 평가 문항이나 학습 콘텐츠 제공

III. 연구방법 및 절차

1. 설문 응답자 개요

가. 학교 소재지 및 학교 설립 유형

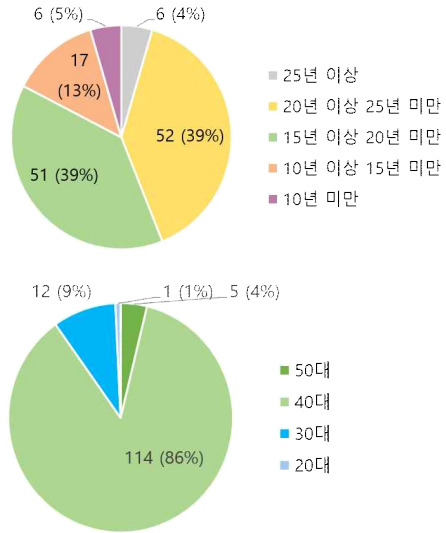
초등학교 교사의 수학 AI 디지털교과서에 대한 요구사항과 인식을 파악하기 위해 전국의 초등학교 교사를 대상으로 본 연구팀에서 개발한 설문 조사를 실시하였다. 전국의 132명의 초등학교 교사가 설문에 응답하였으며, 지역별로는 [그림 2]와 같이, 교사들의 절반 정도(50.8%)가 서울, 경기를 포함한 수도권(총 67명, 서울 27명, 경기 36명, 인천 4명)에서 근무하고 있었으며, 대전, 세종을 포함한 충청권에 24.2%(총 32명, 대전 17명, 세종 1명, 충남 9명, 충북 5명), 그 외 기타 지역에 25%(33명)의 교사들이 근무하고 있었다. 설문에 참여한 초등교사가 근무하는 학교의 설립유형은 1명의 응답자를 제외하고 모두 국·공립학교였다.



[그림 2] 초등학교 교사 응답자 지역 분포

나. 교직경력 및 교사연령

설문에 응답한 초등교사의 교직경력 분포는 [그림 3]의 위쪽 차트와 같이 20년 이상 25년 미만이 39.4%(52명)로 가장 많았고, 15년 이상 20년 미만이 38.6%(51명)로 근소한 차이로 두 번째로 많았으며, 10년 이상 15년 미만이 12.9%(17명)로 나타났으며, 그 뒤로는 25년 이상, 5년 이상 10년 미만, 5년 미만 순으로 높게 나타났다. 또한, 교사의 연령대 비율은 아래쪽 차트와 같이 40대가 114명으로 86.4%를 차지하였으며, 30대 9%(12명), 50대 3.8%(5명), 20대 0.8%(1명) 순으로 높게 나타났다.



[그림 3] 초등학교 교사 응답자 경력(위)과 연령대(아래)

2. 자료수집

가. 일정

본 연구에서는 초등학교 교사의 수학 AI 디지털교과서 개발의 구체적인 아이디어 및 요구사항과 교사의 인식 조사를 위한 설문 도구 개발을 위해 국내·외 문헌검토를 실시하였다. 이를 바탕으로 구체적인 설문지의 구조를 설계한 다음, 설문 문항 초안을 개발하고 연구진 교차검토를 진행하여 최종안을 개발하였다.

본 설문조사는 전국 초등 교사를 대상으로 2023년 11월 말부터 약 1주일간 전국 교사 온라인 커뮤니티에 링크로 게시하여 온라인으로 자료를 수집하고, 그 결과를 바탕으로 통계 분석 및 주제 분석(thematic analysis)을 하였다.

나. 설문도구

본 연구에서 사용한 설문도구는 수학 AI 디지털교과서에 대한 초등학교 교사들의 요구사항은 무엇인지, 수학 AI 디지털교과서의 핵심기술과 그 활용에 대해서 초등학교 교사들은 어떠한 인식을 가지고 있는지 조사하기 위해, 한국교육학술정보원에서 보고한 ‘AI 디지털교과서 개발 가이드라인’(2023)과 AI 디지털교과서 및 프로토타입 개발 관련 선행연구를 토대로 설문 도구를

개발하였다.

설문문항 영역의 구성은 다음과 같다. 첫 번째 영역은 응답자에 대한 기본정보 관련 문항으로 구성되어 있고, 두 번째 영역은 AI 디지털교과서에 대한 이해도 및 필요도에 대한 초등학교 교사의 인식과 관련된 문항, 세 번째는 수학 AI 디지털교과서 핵심기술의 필요

도 관련 문항, 네 번째는 수학 수업에서 수학 AI 디지털교과서 활용에 대한 초등학교 교사의 인식과 관련된 문항으로 구성되었다. 마지막 영역은 초등 수학 AI 디지털교과서의 학교현장 안착을 위한 요구조사 문항으로 구성되었다. 각 영역별 문항에 관련된 자세한 내용은 다음 [표 2]와 같다.

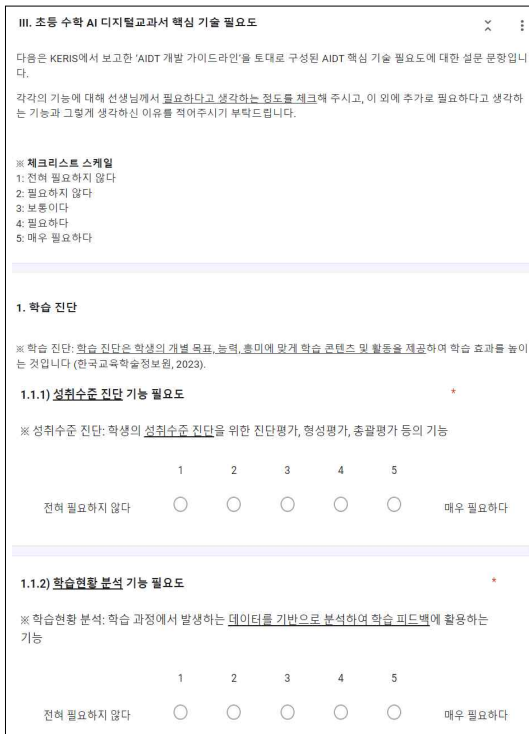
[표 2] 수학 AI 디지털교과서에 대한 교사 인식 및 요구사항 조사 설문지의 영역별 문항

영역	세부 문항	참고문헌
응답자 기본정보	<ul style="list-style-type: none"> • 학교 소개지 • 학교 설립 유형 • 교직경력 • 교사연령 	
AI 디지털교과서에 대한 이해도 및 필요도	<ul style="list-style-type: none"> • AI 디지털교과서 도입 인지 여부 • AI 디지털교과서의 핵심기술 인지 현황 • AI 디지털교과서 사용 경험 여부 • AI 디지털교과서의 필요도 	
AI 디지털교과서 핵심기술의 필요도	<ul style="list-style-type: none"> • AI 디지털교과서 핵심기술 항목 6가지 주요기능 대한 필요도 <ul style="list-style-type: none"> - 학습진단: 성취수준 진단, 학습현황 분석 - 맞춤형 콘텐츠: 학습 콘텐츠 추천, 학습 경로 추천, 문항 추천 - 대시보드(학생 대시보드, 교사 대시보드, 학부모 대시보드): 개인정보, 학습참여도, 학습성취도, 학습이력, 학습 분석 - AI 튜터: 질의응답, 추가 학습자료 제공, 학습전략 제안, 학습 진도 모니터링, 피드백 및 성취 평가, 오답노트 제공 - AI 보조교사: 수업 설계 지원, 피드백 설계 지원, 평가 채점 지원, 학생 모니터링 - 교사 재구성: 학습 경로 조정 및 콘텐츠 재구성, 대시보드 항목 및 화면 재구성, 수업 중 학습 개입 및 관리, 추가 평가문항 및 학습 콘텐츠 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • AI 디지털교과서 개발 가이드라인(한국교육학술정보원, 2023)
수학 수업에서 AI 디지털교과서 활용에 대한 교사 인식	<ul style="list-style-type: none"> • AI 디지털교과서 활용에 대한 교사의 인식 7가지 구성요소 <ul style="list-style-type: none"> - 효과성: 수학 교과 역량 및 학업성취도 향상 대한 인식 - 상호작용성: 학습자들 간의 협력과 협동에 대한 인식 - 유용성: 초등 수학 과목에의 활용, 집중 효과, 다양한 경험에 대한 인식 측정 - 용이성: AI 디지털교과서 활용 용이성 - 지속 사용 의지: AI 디지털교과서 활용 및 지속 사용 의지 - 혁신 의지: 새로운 학습 경험, 배움의 기회의 향상에 대한 인식 - 흥미와 동기: AI 디지털교과서 활용 수업에 대한 흥미와 동기 	<ul style="list-style-type: none"> • 교육부(2022) • 김미량 외(2009) • 최미애(2011) • Agarwal et al. (1998) • Ajzen & Fishbein (1980) • Citrin et al. (2000) • Davis (1989) • Davis et al. (1992) • Venkatesh & Davis (2000)
AI 디지털교과서의 학교현장 안착을 위한 요구조사	<ul style="list-style-type: none"> • AI 디지털교과서 도입 시 가장 기대하는 점 • AI 디지털교과서 도입 시 가장 우려하는 점 • AI 디지털교과서 활용을 위한 교 • 사 연수의 내용 및 활동 	

AI 디지털교과서 핵심기술의 필요도 영역과 수학 수업에서 AI 디지털교과서 활용에 대한 교사 인식 영역의 경우, 세부 문항 포함하여 각 34개와 29개 문항으로 구성되어 있으며, 이에 5점 리커트 척도(1: 전혀 필요하지 않다/전혀 그렇지 않다 ~ 5: 매우 필요하다/매우 그렇다)로 응답하는 객관식 문항과 인식이 비롯된 원인 및 구체적인 의견을 살펴보기 위한 주관식/서술형 문항이 포함되었다.



[그림 4] AI 디지털교과서 홍보 동영상



[그림 5] 학습 진단 기술에 대한 설문 문항

특히, AI 디지털교과서 핵심기술의 필요도 영역의 설문문항에 응답하기 전에 AI 디지털교과서의 개념과 핵심기술에 대한 교사들의 이해를 돕기 위해, [그림 4]에서 볼 수 있듯이 AI 디지털교과서에 대한 동영상을 시청할 수 있도록 제공하고, [그림 5]에서처럼 각 핵심기술의 설명을 제공한 다음 설문 문항을 배치하였다.

3. 자료분석

수집된 초등 교사 132명의 자료는 객관식 문항과 서술형 문항으로 구성된 설문의 특성을 고려하여 혼합 연구방법을 적용하였다. 양적 연구로는 교사들의 전반적인 인식을 분석하기 위하여 설문지의 객관식 문항을 대상으로 빈도분석과 t-test를 수행하였고, 질적 연구로는 그러한 인식이 비롯된 원인을 살펴보기 위해 설문지의 서술형 문항을 대상으로 주제 분석(Braun & Clarke, 2006) 방법을 수행하였다. 연구 문제별로 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째 연구 문제인 AI 디지털교과서에 대한 초등 교사의 이해도 및 필요도 관련 인식 조사에서는, 객관식 문항에 대한 빈도분석을 수행하여 교사들의 전반적인 인식을 살펴보고, 이어서 서술형 문항을 주제 분석 방법에 따라 질적 데이터를 주의 깊게 읽고 분석하여, 공통점을 중심으로 초기 범주화 또는 초기 코드를 만들어서 주제를 선별하고 상호 검토한 후, 각 주제에 대한 명확한 정의와 이름을 생성하고 그 결과를 정리함으로써 교사 인식이 비롯된 원인을 조사하였다.

두 번째 연구 문제인 AI 디지털교과서의 핵심 기술에 대한 초등 교사의 필요도 및 활용 관련 인식 조사는 다음과 같이 수행하였다. 핵심 기술 필요도 관련 인식 조사에서는 첫 번째 연구 문제에서 사용한 방법과 절차를 동일하게 적용하였다. 활용 관련 인식 조사에서는 객관식 문항의 영역별 평균 점수를 도출한 후 t-test를 수행하여 AI 디지털교과서가 필요하다는 교사 집단과 필요하지 않다는 교사 집단의 활용 관련 인식 차이를 비교 분석하였다.

세 번째 연구 문제인 AI 디지털교과서에 대한 초등 교사의 요구사항 분석에서는 6개의 보기 중 2가지를 선택하도록 요구하는 객관식 문항에 대한 빈도분석을 통해 우선적 요구사항이 무엇인지 조사하였다.

IV. 연구 결과

1. 초등 교사의 AI 디지털교과서에 대한 이해도 및 필요도

가. 초등 교사의 AI 디지털교과서에 대한 이해도

초등 수학 AI 디지털교과서에 대한 교사의 이해도 관련 설문 결과를 살펴보면, 전반적으로 AI 디지털교과서에 대한 이해도는 높지 않은 것으로 나타났다. 이해도 관련 설문문항 중, 2025년에 수학 AI 디지털교과서가 도입되는 것을 알고 있었는지 묻는 문항에서 전체 응답자(132명) 중 42.4%(56명)의 교사들이 ‘알고 있다’, 57.6%(76명)의 교사들이 ‘알고 있지 않다’고 응답함으로써, 응답자의 절반 이상이 AI 디지털교과서 도입에 관한 정보를 아직 접하지 못한 것으로 나타났다([표 3]). 더욱이 AI 디지털교과서의 핵심기술에 관해 알고 있는지 묻는 문항에서는 오직 6.8%(9명)만이 알고 있다고 응답하였으며([표 4]), 그 기술로는 맞춤형 콘텐츠(5명), 인공지능(3명), 클라우드 기술(1명) 등이 언급되었다. 마지막으로 AI 디지털교과서를 시범적으로 사용한 경험이 있는지에 대한 문항에서도 ‘그렇다’고 답한 교사들은 9명(6.8%)으로 소수였고([표 5]), 이렇게 시범적으로 AI 디지털교과서를 사용하게 된 계기로는 디지털교과서 활용 교사 연수 참여(5명), 디지털교과서 활용 선도학교 재직(2명), 동료교사 추천(1명), 디지털교과서의 유용성에 대한 개인적 인식(1명)이 언급되었다.

[표 3] AI 디지털교과서 도입에 대한 인식

문항	알고 있다	알고 있지 않다
2025년에 수학 AIDT가 도입되는 것을 알고 있다	56명 42.4%	76명 57.6%

[표 6] AI 디지털교과서에 대한 초등 교사의 필요성 인식

문항	전혀 필요하지 않다.	별로 필요하지 않다	필요하다	매우 필요하다
AI 디지털교과서가 필요하다고 생각하십니까?	10명 7.6%	64명 48.5%	55명 41.6%	3명 2.3%
	56.1%		43.9%	

[표 4] AI 디지털교과서 핵심 기술에 대한 인식

문항	알고 있다	알고 있지 않다
AIDT 핵심기술을 알고 있다	9명 6.8%	123명 93.2%

[표 5] AI 디지털교과서 사용 경험

문항	그렇다	아니다
AIDT를 이전에 시범적으로 경험해 보았다.	9명 6.8%	123명 93.2%

나. 초등 수학 AI 디지털교과서에 대한 필요도

초등 수학 AI 디지털교과서의 도입 필요도에 대한 교사 인식 결과를 살펴보면, 전체 응답자(132명)의 2.3%(3명)가 ‘매우 필요하다’, 41.6%(55명)가 ‘필요하다’고 답하여 전체 응답자 중 43.9%(58명)의 초등학교 교사가 수학 AI 디지털교과서 도입의 필요성을 인식하고 있었으나, ‘전혀(7.6%, 10명)’ 또는 ‘별로(48.5%, 64명) 필요하지 않다’고 응답한 교사가 56.1%(74명)에 달해 응답자의 절반 이상이 그 필요성을 인식하지 못하는 것으로 나타났다([표 6] 참조).

한편, 초등 수학 AI 디지털교과서가 필요하다고 응답한 교사 58명이 제시한 수학 AI 디지털교과서가 필요한 이유를 구체적으로 살펴보면, [표 7]과 같이 ‘맞춤형 학습’, ‘시대의 변화와 적응’, ‘교수·학습 지원’으로 범주화 할 수 있었다. 초등학교 교사들이 가장 많이 언급한 이유는 ‘맞춤형 학습(23번)’으로, 수학 수업에서 개별 맞춤형 학습을 제고하기 위해 AI 기술이 필요하다는 인식이 두드러졌다. 다음으로 많이 언급된 이유는 ‘시대 변화의 적응(20번)’으로 교사들은 학교 교육이 시대적·사회적 변화에 적응할 필요가 있다고 인식하고 있었다. 마지막은 ‘교수·학습 지원(16번)’으로, 수

[표 7] 수학 AI 디지털교과서가 필요한 이유

이유	대표 응답	빈도
맞춤형 학습	<ul style="list-style-type: none"> “학생 개별 성취도에 따른 맞춤교육이 가능할 것 같아서” “학생마다 다른 능력에 맞게 수준별로 문제 제공이 되는 것이 필요” “개별 맞춤형이 제일 필요한 과목” 	22
시대의 변화 적용	<ul style="list-style-type: none"> “시대의 흐름에 맞추어 교육의 변화가 필요” “디지털 대전환 시대에 부응” “새로운 과정 도입” 	20
교수·학습 지원	<ul style="list-style-type: none"> “특히 도형단원에서 필요함을 느꼈다” “수학 사고력 신장”, “풍부한 학습자료, 도구사용의 편리성” “학생들의 자기주도학습의 수단으로 필요함” 	16

학 교수·학습을 지원하기 위해서 AI 디지털교과서가 필요하다고 인식하고 있었다.

반면, 초등 수학 AI 디지털교과서가 필요하지 않다고 응답한 교사 74명이 제시한 수학 AI 디지털교과서가 필요하지 않은 이유는 [표 8]과 같이 4가지 ‘학습

효과’, ‘디지털 부작용’, ‘AI 디지털교과서 인식 부족’, ‘불필요성’으로 범주화하였다. 가장 많이 언급된 이유는 ‘학습 효과(38번)’이며, 이는 다시 ‘수학 과목 특수성’, ‘초등학교 학년 특수성’, ‘낮은 학습 효과’로 세분되었다. ‘수학 과목 특수성’은 수학이라는 과목의 특성상

[표 8] 수학 AI 디지털교과서가 필요하지 않은 이유

이유	대표 응답	빈도
학습 효과	수학 과목 특수성 <ul style="list-style-type: none"> “수학은 직접 손으로 쓰는 게 필요합니다” “수학적 사고력을 기르는데 AI 교과서가 크게 효과가 있을 것이라고 생각하지 않는다” “수학은 과정이 중요한데 다만 확인됨” “수학은 원리탐구가 중요하니까” 	38
	초등학교 학년 특수성 <ul style="list-style-type: none"> “초등 수학은 직관적이고 구체적 조작이 바탕이 되어야 하므로” “초등은 기초교육이 중요하여 조작물을 통한 개념지도 필요” “학생들 조작활동 미숙” 	
	낮은 학습 효과 <ul style="list-style-type: none"> “흥미를 끌만한 학습에 엄청 도움이 되지 않는 것을 많이 보아서” “디지털교과서로 학습하면 깊이 있는 사고 기르기가 어렵다” “아이들이 충분히 생각할 시간이 있을 지요” 	
디지털 부작용	<ul style="list-style-type: none"> “태블릿, 컴퓨터 등을 활용하여 했던 수업들을 돌아보면 오히려 집중 못할 듯함” “디지털에 익숙해지면서 아이들이 더 산만해지고 있다” “디지털 과잉” “디지털 피로” 	13
AIDT 인식 부족	<ul style="list-style-type: none"> “잘 모른다” “수학교과에서 AI를 어떻게 사용하려는 것인지 잘 모르겠습니다” “AIDT에 대한 인식부족으로 어떠한 장점이 있는지 알지 못하고 있기 때문에” 	12
불필요성	<ul style="list-style-type: none"> “현재 과정으로도 충분”, “시기상조” “디지털교과서가 필요한지 의문” “지금 교과서로 충분하다” 	10
기타	<ul style="list-style-type: none"> 교권 축소 	1

AI 교과서를 통한 수학 학습이 효과적이지 못할 것이라는 인식이고, ‘초등학교 학년 특수성’은 기초교육 및 연산 훈련이 필요한 초등학생에게는 AI 디지털교과서보다 직접 구체물을 다루고 손으로 쓸 수 있는 서책형 교과서가 더 적합할 것이라는 인식이다. ‘낮은 학습 효과’는 과목이나 학년에 관계 없이 전반적·일반적 측면에서 AI 디지털교과서의 학습 효과가 낮을 것이라는 인식이다. 두 번째로 많이 언급된 이유는 ‘디지털 부작용(13번)’으로, 교사들 사이에서 AI 디지털교과서가 주의 산만이나 피로도 증가와 같은 부작용을 야기할 수 있다는 우려가 있었다. 세 번째로 많이 언급된 이유는 ‘AI 디지털교과서 인식 부족(12번)’으로 AI 디지털교과서에 대한 정보나 경험, 이해 부족이 필요하지 않은 이유로 귀결되기도 했다. 마지막은 ‘불필요성(10번)’으로, 교사들은 현재의 서책형 교과서만으로도 충분하기 때문에 AI 디지털교과서가 불필요하다고 응답하였다. 그 밖에 기타 이유로 교권 축소(1명)를 언급한 교사도 있었다.

2. 초등 수학 AI 디지털교과서 핵심 기술에 대한 필요도에 대한 교사 인식

가. 초등 수학 AI 디지털교과서 핵심 기술 6가지에 대한 필요도

한국교육학술정보원(2023)에서 제시한 ‘AI 디지털교과서 개발 가이드라인’에 명시된 AI 디지털교과서 핵심 기술 6가지인 ‘학습진단’, ‘맞춤형 콘텐츠’, ‘대시보드’, ‘AI 튜터’, ‘AI 보조교사’, ‘교사 재구성’ 기능과 각각의 세부 기능에 대하여 초등학교 교사가 인식하는 필요도를 조사한 설문 결과는 다음 [표 9]와 같다.

먼저, 수학 AI 디지털교과서의 핵심 기술에 대해 초등학교 교사들이 인식하는 필요도를 살펴보면, 전반적으로 높게 나타났다(모든 핵심 기술의 평균이 4.41 이상). 가장 필요성이 높게 인식된 핵심 기술은 학습진단(평균 4.56) 기능이었으며, 그 다음으로는 교사 재구성(4.55) 기능을 꼽았다. 반면, 가장 낮은 필요도를 보인 핵심 기술은 대시보드(4.41) 기능, 맞춤형 콘텐츠(4.43) 기능 순으로 나타났다.

핵심 기술의 세부 기능별로 살펴보면, 가장 높은 필요도를 보인 기능은 교사 대시보드의 학습성취도(4.63) 기능과 AI 보조교사의 평가 채점 지원(4.63) 기능이다.

그 다음으로는 맞춤형 콘텐츠의 문항 추천(4.61) 기능, 학습진단의 성취수준 진단(4.60) 기능과 학생 대시보드의 학습성취도(4.60) 기능 순으로 높은 필요도를 보였다. 반면, 가장 낮은 필요도를 보인 세부 기능은 학생과 학부모 대시보드의 개인정보(각 3.91, 4.20) 기능과 학생 대시보드의 학습참여도(4.23) 기능이다. 대시보드 외에 필요도가 낮은 세부 기능은 AI 보조교사의 수업 설계 지원(4.28) 기능, 맞춤형 콘텐츠의 학습경로 추천(4.32) 기능과 학습콘텐츠 추천(4.38) 기능으로 나타났다.

한편, 핵심 기술이 필요하다고 응답한 교사 집단과 필요하지 않다고 응답한 교사 집단 간에 세부 기능에 대한 필요도 인식 차이가 있는지를 분석한 결과는 다음 [표 10]과 같다. 핵심 기능 항목별로 살펴보면, 두 집단 간의 인식 차이는 학습 진단, 맞춤형 콘텐츠, 교사용 대시보드, 학부모 대시보드, AI 튜터, AI 보조교사 항목에서 비교적 두드러졌던 반면, 학생용 대시보드, 교사 재구성 항목에서는 인식도의 차이가 크게 나타나지 않았다. 즉, 핵심 기술이 필요하다고 응답한 교사 집단은 그렇지 않은 교사 집단에 비해 학습 진단, 맞춤형 콘텐츠, 교사용 대시보드, 학부모 대시보드, AI 튜터, AI 보조교사 기능을 더 중요하게 여기는 것으로 나타났다.

나. 초등 수학 AI 디지털교과서의 6가지 핵심 기술과 관련된 추가 기능에 대한 의견

초등학교 교사들이 AI 디지털교과서의 각 6가지 핵심 기술과 관련하여 추가적으로 더 필요하다고 생각하는 기능에 대한 의견과 그 이유는 다음과 같다.

1) ‘학습진단’ 관련 추가 기능

핵심 기술인 ‘학습진단’의 세부 기능에는 ‘성취수준 진단’과 ‘학습현황 분석’ 기능이 있으며, 이 외에 초등학교 교사들이 추가로 필요하다고 응답한 기능들은 다음 [표 11]과 같이 ‘학습 콘텐츠 추천’, ‘사진 지식 수준 진단’, ‘학습동기/정서지원’, ‘정오답 분석’, ‘문항 추천’, ‘학습 포기자 예측’, ‘기타’로 범주화하였다.

추가로 필요한 기능으로 가장 많이 언급된 ‘학습 콘텐츠 추천’ 기능은 학생들의 개별 맞춤형 학습을 위한 기능이다. 주목할 점은 이 기능이 핵심 기술인 ‘맞춤형 콘텐츠’의 세부 기능 중 하나에 해당하지만 교사들이 ‘학습 진단’의 세부 기능으로 언급하고 있다는 점이다.

[표 9] 수학 AI 디지털교과서 핵심기술 필요도

핵심 기술	분항	세부 기능	M (n=132)	SD	
학습 진단	1.1	성취수준 진단	4.60	0.780	
	1.2	학습현황 분석	4.52	0.805	
	전체		4.56	0.75	
맞춤형 콘텐츠	2.1	학습 콘텐츠 추천	4.38	0.887	
	2.2	학습경로 추천	4.32	0.911	
	2.3	문항 추천	4.61	0.718	
	전체		4.43	0.75	
대시보드	학생	3.1.1	개인정보	3.91	1.101
		3.1.2	학습참여도	4.23	1.023
		3.1.3	학습성취도	4.60	0.740
		3.1.4	학습이력	4.45	0.832
		3.1.5	학습분석	4.56	0.754
		전체		4.35	0.72
	교사	3.2.1	개인정보	4.52	0.786
		3.2.2	학습참여도	4.41	0.973
		3.2.3	학습성취도	4.63	0.735
		3.2.4	학습이력	4.41	0.924
		3.2.5	학습분석	4.56	0.822
		전체		4.51	0.72
	학부모	3.3.1	개인정보	4.20	1.054
		3.3.2	학습참여도	4.30	1.032
		3.3.3	학습성취도	4.44	0.951
3.3.4		학습이력	4.39	0.970	
3.3.5		학습분석	4.51	0.895	
전체		4.37	0.87		
AI 튜터	4.1	질의응답	4.48	0.833	
	4.2	추가 학습자료 제공	4.52	0.805	
	4.3	학습 전략 제안	4.40	0.864	
	4.4	학습 진도 모니터링	4.50	0.746	
	4.5	피드백 및 성취평가	4.59	0.720	
	4.6	오답노트 제공	4.51	0.869	
	전체		4.50	0.71	
AI 보조 교사	5.1	수업 설계 지원	4.28	0.975	
	5.2	피드백 설계 지원	4.41	0.916	
	5.3	평가 채점 지원	4.63	0.756	
	5.4	학생 모니터링 지원	4.55	0.823	
	전체		4.47	0.76	
교사 재구성	6.1	교사가 학습 경로를 조정하거나 콘텐츠를 편집, 재구성하는 기능	4.55	0.823	
	6.2	교사가 대시보드 항목이나 화면 구성을 조정할 수 있는 기능	4.49	0.912	
	6.3	수업 중에 학생의 학습에 개입해서 관리하기 위한 기능	4.58	0.773	
	6.4	교사가 활용할 수 있는 추가적인 평가 문항이나 학습 콘텐츠 제공	4.58	0.753	
	전체		4.55	0.75	

[표 10] 수학 AI 디지털교과서 핵심기술 필요도

핵심기술항목	문항	내용	t	p	M		SD		
					'필요하다' 집단 (n=58)	'필요하지 않다' 집단 (n=74)	'필요하다' 집단 (n=58)	'필요하지 않다' 집단 (n=74)	
학습진단	1.1	성취수준 진단	2.836	0.005**	4.81	4.43	0.395	0.952	
	1.2	학습현황 분석	3.318	0.001**	4.78	4.32	0.421	0.967	
맞춤형 콘텐츠	2.1	학습 콘텐츠 추천	2.848	0.005**	4.62	4.19	0.616	1.016	
	2.2	학습경로 추천	3.256	0.001**	4.59	4.11	0.650	1.028	
	2.3	문항 추천	3.528	0.001**	4.84	4.42	0.365	0.860	
대시보드	학생	3.1.1	개인정보	1.667	0.098	4.09	3.77	1.031	1.141
		3.1.2	학습참여도	1.374	0.172	4.36	4.12	0.912	1.097
		3.1.3	학습성취도	1.986	0.049*	4.74	4.49	0.480	0.880
		3.1.4	학습이력	1.681	0.095	4.59	4.35	0.676	0.928
		3.1.5	학습분석	1.754	0.082	4.69	4.46	0.598	0.847
	교사	3.2.1	개인정보	1.727	0.087	4.66	4.42	0.608	0.891
		3.2.2	학습참여도	1.870	0.064	4.59	4.27	0.838	1.051
		3.2.3	학습성취도	2.823	0.006**	4.83	4.47	0.381	0.895
		3.2.4	학습이력	2.777	0.006**	4.66	4.22	0.664	1.050
		3.2.5	학습분석	2.961	0.004**	4.79	4.38	0.554	0.947
	학부모	3.3.1	개인정보	2.298	0.023*	4.43	4.03	0.861	1.158
		3.3.2	학습참여도	1.731	0.086	4.47	4.16	0.903	1.111
		3.3.3	학습성취도	2.152	0.033*	4.64	4.28	0.810	1.027
		3.3.4	학습이력	2.700	0.008**	4.64	4.19	0.765	1.069
		3.3.5	학습분석	1.891	0.061	4.67	4.38	0.735	0.989
AI 튜터	4.1	질의응답	3.243	0.002**	4.74	4.28	0.515	0.973	
	4.2	추가 학습자료 제공	2.939	0.004**	4.74	4.34	0.515	0.940	
	4.3	학습 전략 제안	2.639	0.009**	4.62	4.23	0.616	0.987	
	4.4	학습 진도 모니터링	2.391	0.018*	4.67	4.36	0.543	0.853	
	4.5	피드백 및 성취평가	2.673	0.008**	4.78	4.45	0.460	0.846	
	4.6	오답노트 제공	2.589	0.011*	4.72	4.34	0.586	1.011	
AI 보조교사	5.1	수업 설계 지원	1.612	0.109	4.43	4.16	0.881	1.034	
	5.2	피드백 설계 지원	1.837	0.069	4.57	4.28	0.797	0.986	
	5.3	평가 채점 지원	2.246	0.026**	4.79	4.50	0.554	0.864	
	5.4	학생 모니터링 지원	2.598	0.010*	4.76	4.39	0.572	0.948	

교사 재구성	6.1	교사가 학습 경로를 조정하거나 콘텐츠를 편집, 재구성하는 기능	1.837	0.068	4.69	4.43	0.730	0.877
	6.2	교사가 대시보드 항목이나 화면 구성을 조정할 수 있는 기능	2.031	0.044*	4.67	4.35	0.735	1.013
	6.3	수업 중에 학생의 학습에 개입 해서 관리하기 위한 기능	1.506	0.134	4.69	4.49	0.598	0.880
	6.4	교사가 활용할 수 있는 추가적인 평가 문항이나 학습 콘텐츠 제공	1.787	0.076	4.71	4.47	0.593	0.848

[표 11] '학습진단' 관련 추가적으로 필요한 기능

핵심 기술	세부 기능	대표 응답	빈도
학습 진단	학습 콘텐츠 추천	<ul style="list-style-type: none"> “적절한 학습 도구 추천” “취약한 영역의 수준별 자료 제시” “학습 진단에 따른 수준별 학습, 문제 해설” 	10
	사전 지식 수준 진단	<ul style="list-style-type: none"> “이전 학습의 어떤 개념이 부족한지” “학생이 가지고 있는 오개념 진단 기능” “선행학습이 되어있는지 판단하는 기능” “다른 학년 및 다른 교과목과의 연계” “결손이 있는 부분에 한 해 타교과에서의 연계성도 진단하여 다른 교과의 학습 자료도 제공” 	9
	학습동기/ 정서지원	<ul style="list-style-type: none"> “격려와 응원기능” “끝까지 참여할 수 방안” “학습의욕, 정의적 영역, 수학에 대한 열린 마음과 의지” “수학 관련 정서적 어려움이나 거부감에 대한 조사” “학습동기가 부족한 친구 식별 기능” 	7
	정오답 분석	<ul style="list-style-type: none"> “실수 체크 기능” “오답의 질적 차이 구분—문제를 제대로 읽지 않고 그냥 찍은 학생과 어렵게 풀었지만 약간 실수해서 틀린 학생”, “진짜 알고 푸는지 잘 찍는지를 구별할 수 있는 기능” 	7
	문항 추천	<ul style="list-style-type: none"> “한글 미해독, 다문화 학생을 위한 다양한 평가 방법 제시” “자주 틀리는 유형의 문제 제공” “동형 문제 제시 기능” 	5
	학습 포기자 예측	<ul style="list-style-type: none"> “중도 학습 포기 위험이 진단 가능하다면 꼭 필요” “학습 중도 포기자 및 학습 부진 누적 학생 판별 및 예측 기능” 	5
	기타	<ul style="list-style-type: none"> “필터링 기능” “모니터 제어 기능” “디지털 도구 숙련도 진단 기능” “학습 장애 진단 기능” 	

본 설문문항의 의도는 핵심 기술인 ‘학습진단’에 해당하는 기능 중 이미 제시된 ‘성취수준 진단’과 ‘학습현황 분석’ 기능 외에 더 필요한 기능에 대한 교사들의 의견을 얻고자 함이었지만, 교사들이 생각하기에 학습진단 후, 필수적으로 뒤따라야 하는 기능 측면에서 의견을 제시한 것으로 보인다. 다른 핵심 기술 관련 추가 기능에 대한 응답에서도 이와 같이, 다른 핵심 기술에 이미 포함된 기능들을 추가로 필요한 기능으로 제시한 경우가 많았다.

‘사전 지식 수준 진단’ 기능은 학생들의 사전 지식 및 이해 수준과 선행 학습 여부를 진단하기 위한 기능이다. 특히 타고과의 사전 지식 수준에 대한 진단 기능과 같은 흥미로운 의견이 나타났는데, 이는 한 명의 교사가 모든 과목을 지도하는 초등학교의 특수성이 반영된 것으로 보인다.

‘학습동기/정서지원’ 기능은 학생들의 정의적 성취와 관련된 기능으로, 크게 정서적 어려움 조사와 같이 정의적 영역을 분석·진단하는 기능과 동기부여 같이 정의적 영역을 격려·지원하는 기능으로 분류되었다.

‘정오답 분석’ 기능은 학생의 오답이 단순한 실수인지 아닌지, 정답이 알고 풀었는지 아닌지를 분석하는 기능이다. 교사들은 평가의 신뢰도를 높이고, 학습자의 오답 및 정답을 분석하여 지도 시 활용하기 위해 필요한 기능이라고 응답하였다.

‘문항 추천’ 기능은 학생들의 다양한 배경과 수준에 맞는 문항을 제시하거나, 학생들의 수준을 정확히 분석하기 위해 문항을 추천하는 기능이다. 이 기능 역시 핵심 기술인 ‘맞춤형 콘텐츠’의 세부 기능 기능에 해당하지만, 앞서 언급한 ‘학습 콘텐츠 추천’과 마찬가지로 학습진단 후 필수적으로 문항 추천이 뒤따라야 한다는 교사들의 인식이 반영된 것이라고 할 수 있다.

‘학습 포기자 예측’ 기능은 학습 중도 포기자를 예측하는 기능이다. 이를 통해 교사들은 학생들의 학습 중도 포기를 미리 예방하고 지도 방법을 고안하고자 필요한 기능이라고 응답하였다.

그 밖에 기타 기능으로 응답 필터링 기능, 모니터 제어 기능, 디지털 도구 숙련도 진단 기능, 학습 장애 진단 기능 등을 제시하였다.

2) ‘맞춤형 콘텐츠’ 관련 추가 기능

핵심 기술인 ‘맞춤형 콘텐츠’의 세부 기능에는 ‘학습 콘텐츠 제공’, ‘학습 경로 추천’, ‘문항 추천’ 기능이 있으며, 이 외에 초등학교 교사들이 추가로 필요하다고 응답한 기능들은 다음 [표 12]와 같이 ‘학습 페이스 조절’, ‘학습 플랜 설정’, ‘학습 성취도’, ‘기타’로 범주화하였다.

‘학습 페이스 조절’ 기능은 학생이 스스로 학습 속도와 분량을 조절하는 세부 기능이다. 교사들이 학생 개인

[표 12] ‘맞춤형 콘텐츠’ 관련 추가적으로 필요한 기능

핵심 기술	세부 기능	대표 응답	빈도
맞춤형 콘텐츠	학습 페이스 조절	<ul style="list-style-type: none"> “학습자 스스로 학습 속도 조절하는 기능, 이해가 잘 안 되는 부분이나 어려웠던 부분 북마크 기능” “목표 도달을 위한 학습량의 선택” “학습 일정 조절 기능” 	22
	학습 플랜 설정	<ul style="list-style-type: none"> “학습 플래너 기능”, “학습자 스스로 계획해서 수업하는 기능” “주간목표, 월간 목표 설정” “평가 리뷰 보고 난이도 재설정을 스스로 하는 것” 	11
	학습 성취도 기능	<ul style="list-style-type: none"> “수학과 영역별 성취도” “오답률 표시” 	2
	기타	<ul style="list-style-type: none"> “문항 선택” “연습장” “교사 도움 요청” 	

의 맞춤형 학습과 자기주도적 학습을 촉진하기 위해 이러한 기능이 추가로 필요하다고 가장 많이 언급하였다.

‘학습 플랜 설정’ 기능은 학생이 스스로 전체적·세부적 학습 목표 및 계획을 수립하는 세부 기능이다. 교사들은 ‘학습 페이스 조절’ 기능과 더불어 꾸준한 학습과 자기주도적 학습 능력을 신장하기 위해 필요한 기능이라고 언급하였다.

‘학습 성취도’ 기능은 학생들의 평가 결과를 바탕으로 성취도 정보를 제공하거나 문제 풀이 결과에 대한 정보를 제공하는 기능이다. 이는 핵심 기술인 ‘대시보드’의 세부 기능에 해당하지만, 맞춤형 콘텐츠 제공 이후 필수적으로 학생 반응에 대한 피드백이 수반되어야 한다는 교사들의 인식을 보여준다고 할 수 있다.

그 밖에 기타 기능으로 문항 선택 기능, 연습장 기능, 교사 도움 요청 기능 등을 제시하였다.

3) ‘대시보드’ 관련 추가 기능

핵심 기술인 ‘대시보드’의 세부 기능에는 ‘개인/학생 정보’, ‘학습 참여도’, ‘학습 성취도’, ‘학습 이력’, ‘학습 분석’ 기능이 있는데, 이 외에 초등학교 교사들이 추가로 필요하다고 응답한 기능들은 ‘성취수준 위치 정보’와 ‘기타’로 범주화하였다.

‘성취수준 위치 정보’ 기능은 전국 비교 평균, 지역 체크, 동 학년 중 현재 수준 상태 표시 기능 등과 같이 학생들의 현재 성취도 수준이 전국, 지역, 학교 내에서 어느 정도 위치에 있는지에 대한 정보를 제공하는 기능이다. 그 밖에 기타 기능으로 스스로 학습을 반성할 수 있도록 지원하는 학습 성찰 기능, 성취도에 따른 보상/포인트 제공 기능, 학부모가 자녀의 학습 과정 및 결과에 관심을 가지는지 교사가 확인할 수 있는 학부모 관심도 제시 기능, 학생 간 화면 공유 기능, 질의응답 기능 등을 추가로 필요한 기능으로 제시하였다.

4) ‘AI 튜터’ 관련 추가 기능

핵심 기술인 ‘AI 튜터’의 세부 기능에는 ‘질의응답’, ‘추가 학습자료 제공’, ‘학습전략 제안’, ‘학습진도 모니터링’, ‘피드백 및 성취 평가’, ‘오답노트 제공’ 기능이 있는데, 이 외에 초등학교 교사들이 추가로 필요하다고 응답한 기능들은 ‘보편적 학습 환경 지원’과 ‘기타’로 범주화하였다.

‘보편적 학습 환경 지원’ 기능은 다중 언어 지원 기

능, 음성 언어 지원 기능 등과 같이 학생들의 다양한 학습 유형과 문화적 배경을 고려하고, 장애를 가지고 있는 학생들의 학습을 지원하는 기능으로, 학생들의 다양성을 존중하고 중요하게 생각하는 교사의 인식이 반영된 기능이라고 할 수 있다. 그밖에 기타 기능으로 앞서 제시되었던 학습동기/정서지원 기능, 보상/포인트 제공 기능 등이 AI 튜터 핵심 기술 영역에서도 언급되었고, 원격 지원 기능, 손글씨 인식 기능, 힌트 제공 기능 등의 다양한 기능이 제시되었다.

5) ‘AI 보조교사’ 관련 추가 기능

핵심 기술인 ‘AI 보조교사’의 세부 기능에는 ‘수업설계 지원’, ‘피드백 설계 지원’, ‘평가 채점 지원’, ‘학생 모니터링 지원’ 기능이 있는데, 이 외에 초등학교 교사들이 추가로 필요하다고 응답한 기능들은 다음과 같이 ‘상담 지원’과 ‘디지털 지원’로 범주화하였다.

‘상담 지원’ 기능은 학생들의 인지적 및 정서적 측면을 지원하고 학생들의 여러 가지 궁금증을 해결을 위한 상담 기능이고, ‘디지털 지원’ 기능은 AI 디지털교과서가 오류나 오작동이 발생했을 때 도움을 받을 수 있는 기능이다.

6) ‘교사 재구성’ 관련 추가 기능

핵심 기술인 ‘교사 재구성’의 세부 기능에는 ‘학습경로 및 콘텐츠 재구성’, ‘대시보드 항목 및 화면 재구성’, ‘수업 중 학습 개입 및 관리’, ‘추가 평가 문항 및 학습 콘텐츠 제공’ 기능이 있는데, 이 외에 초등학교 교사들이 추가로 필요하다고 응답한 기능들은 다음과 같이 ‘피드백 설계 지원’과 ‘기타’로 범주화하였다.

‘피드백 설계 지원’ 기능은 핵심 기술인 ‘AI 보조교사’의 세부 기능 중 하나로, 학습 과정 및 문제풀이 과정에서 학생 모니터링에 교사가 직접 침묵 및 피드백을 줄 수 있는 기능이다. 그 밖에 기타 기능으로 동료 교사와 재구성한 내용을 서로 공유할 수 있는 동료 교사와 콘텐츠 공유 기능, 문제은행 형식으로 추가적인 퀴즈나 문제를 제공할 수 있는 문제은행 기능 등이 필요하다고 응답하였다.

3. 수학 수업에서 초등 수학 AI 디지털교과서 활용에 대한 교사의 인식

가. 초등 수학 AI 디지털교과서 활용에 대한 교사 인식 7가지 구성요소

초등 수학 수업에서 AI 디지털교과서 활용에 대한 교사 인식은 [표 13]과 같이 7가지 구성요소인 효과성, 상호작용성, 유용성, 용이성, 지속 사용 의지, 혁신 의

지, 흥미와 동기를 바탕으로 조사하였다. AI 디지털교과서 활용에 대한 초등학교 교사들의 인식은 전반적으로 3점대의 평균값을 가짐으로써 보통 수준의 인식을 가진 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

[표 13] 초등 수학 수업에서 AI 디지털교과서 활용에 대한 인식

요소	No	문항	M (n=132)	SD
효과성	1	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들의 문제해결 역량 향상에 도움을 줄 것이다.	3.74	1.031
	2	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들의 추론 역량 향상에 도움을 줄 것이다.	3.55	1.051
	3	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들의 정보처리 역량 향상에 도움을 줄 것이다.	3.82	1.069
	4	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들의 의사소통 역량 향상에 도움을 줄 것이다.	3.17	1.207
	5	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들이 수학의 개념, 원리, 법칙을 서로 연결하거나, 수학과 실생활 및 다른 교과 내용을 연결하여 사고하는 연결 역량 향상에 도움을 줄 것이다.	3.56	1.141
	6	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들의 학업 성취도 향상에 도움을 줄 것이다.	3.73	1.047
	전체			3.60
상호작용성	1	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생과 교사의 상호작용을 더욱 강화시킬 것이다.	3.20	1.226
	2	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생과 학생 간의 상호작용을 더욱 강화시킬 것이다.	2.95	1.235
	3	수학 AI 디지털교과서 활용은 강의식 수업보다는 토론과 협동학습을 강조하는 수업을 가능하게 할 것이다.	3.00	1.242
	전체			3.05
유용성	1	AI 디지털교과서 활용 수업은 서책형 교과서 활용 수업보다 다양한 교육 내용이나 학습 경험을 학생들에게 제공할 것이다.	3.70	1.183
	2	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생의 학습을 진단하는데 유용할 것이다.	4.09	1.037
	3	AI 디지털교과서는 수학 수업에서 학생 수준에 맞는 학습을 지원하는데 유용할 것이다.	4.17	0.961
	4	AI 디지털교과서는 수학 수업에서 교사가 수업을 하는데 필요한 다양한 기능을 제공할 것이다.	3.97	1.041
	5	AI 디지털교과서는 수학 수업에서 다양한 방식의 평가를 하는데 유용할 것이다.	3.94	1.075
	전체			3.98
용이성	1	활용 지침서나 교사연수가 제공되면 수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 별로 어렵지 않을 것이다.	3.70	1.210
	2	수학 AI 디지털교과서 활용 수업을 준비하는데 그리 많은 시간이 걸리지 않을 것이다.	3.27	1.336
	3	학생들은 AI 디지털교과서 활용하는데 별로 어렵지 않을 것이다.	3.50	1.233
	전체			3.49
지속 사용 의지	1	수학 AI 디지털교과서가 학교에 도입된다면 적극적으로 활용할 것이다.	3.51	1.156
	2	수학 AI 디지털교과서가 도입된다면 나는 다른 교사들에게도 적극 권장할 것이다.	3.33	1.221

	3	수학 AI 디지털교과서가 도입된다면 연수나 연구회 활동에 적극 참여할 것이다.	3.30	1.223
	4	수학 AI 디지털교과서 관련 정보에 지속적으로 관심을 가질 것이다.	3.61	1.150
	전체		3.44	1.09
혁신 의지	1	수학 AI 디지털교과서를 활용할 경우 수업의 절차나 과정에 변화가 필요하다고 생각한다.	3.78	1.114
	2	수학 AI 디지털교과서의 활용으로 교사의 역할에 변화가 필요하다고 생각한다.	3.71	1.189
	3	수학 AI 디지털교과서를 활용한 수업에서 학생의 역할에 변화가 필요하다고 생각한다.	3.72	1.121
	4	수학 AI 디지털교과서를 활용한 수업의 교수·학습 방법은 기존의 방법과 달라져야 한다고 생각한다.	3.71	1.122
	5	수학 AI 디지털교과서 활용 수업 진행시 교실 환경에도 변화가 필요하다고 생각한다.	3.95	1.145
	전체		3.78	1.01
흥미와 동기	1	수학 AI 디지털교과서를 활용하면 다양한 방법으로 수업할 수 있어서 지루하지 않고 재미있을 것이다.	3.52	1.149
	2	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학생들이 더욱 수업에 집중하도록 유도할 것이다.	3.23	1.277
	3	수학 AI 디지털교과서 활용 수업은 학습에 대한 학생들의 동기를 유발할 것이다.	3.39	1.183
	전체		3.38	1.11

7가지 인식 요소 중에 초등학교 교사들이 가장 긍정적인 인식을 보인 요소는 유용성(3.98)이었다. 유용성 요소의 결과를 통해, 초등 수학의 교수·학습 및 평가의 지원 측면에서의 수학 AI 디지털교과서의 유용성에 대한 교사의 인식을 알아볼 수 있다. 특히 유일하게 평균 4점 이상의 높은 인식도를 보인 두 개의 세부 문항이 이 유용성 요소에 포함되어 있었는데, 교사들은 AI 디지털교과서를 활용함으로써 학생 수준별 맞춤형 학습 지원(4.17)과 학습 진단(4.09)에 유용할 것이라고 응답하였다. 그 다음으로 인식도가 높았던 요소는 혁신의지(3.78)로, 초등학교 교사들이 수학 AI 디지털교과서 활용을 통해, 수학 교수·학습 방법, 교사와 학생의 역할 등 학교현장에서의 변화가 필요하며, 그 중에서도 교실 등과 같은 교육 환경의 변화가 가장 필요하다고 인식하고 있는 것을 알 수 있다.

반면, 초등학교 교사들이 가장 낮은 인식도를 보였던 요소는 상호작용성(3.05)으로, 수학 AI 디지털교과서가 교실 내 상호작용을 강화하고, 상호작용이 활발한 학습 유형을 지원할 것이라는 인식은 보통 수준이었다. 또한, 유일한 2점대 평균값을 가진 문항을 포함하여, 가장 낮은 인식도를 보인 두 개의 세부 문항이 이 상호작용성 요소에 포함되어 있었는데, 교사들은 AI 디지털교과서 활용이 학생과 학생 간의 상호작용을

강화(2.95)한다거나 토론 및 협동학습을 지원(3.00)할 것이라는 것에 동의도 비동의도 하지 않는 것으로 나타났다. 두 번째로 낮게 나타난 요소는 흥미와 동기(3.38)로, 초등학교 교사들은 AI 디지털교과서를 활용함으로써 학생들의 수학에 대한 흥미와 학습동기에 긍정적인 변화가 있을 것이라고 보지는 않았다. 특히 학생들의 수학 수업 집중도에 대한 교사들의 인식이 그리 높지 않은 것으로 나타났다.

그 밖에 수학 학습 및 수학 교과 역량 측면의 효과성(3.60)에 대한 인식에서는 수학 교과 역량 중에 정보처리 역량 향상(3.82)에 가장 도움을 줄 것이라고 인식하는 반면, 의사소통 역량의 향상(3.17)에 대해서는 상대적으로 낮은 인식을 보였다. 용이성(3.49)에 대한 교사 인식 결과의 경우, 초등학교 교사들은 수학 AI 디지털교과서 활용 지침서나 교사 연수가 제공된다면, AI 디지털교과서를 활용하기는 어렵지 않을 것(3.70)이라고 인식함에도 불구하고, 이를 활용한 수업을 준비하는데 걸리는 시간에 대한 부담(3.27)은 느끼는 것으로 볼 수 있다. 마지막으로 지속 사용 의지(3.44) 측면에서 초등학교 교사들은 수학 AI 디지털교과서에 대한 지속적인 관심(3.61)은 보였지만, AI 디지털교과서 관련 연수나 연구회 활동에 적극 참여(3.30)할 것이라는 문항에는 상대적으로 낮은 인식을 보였다.

[표 14] ‘필요하다’ 교사 그룹과 ‘필요하지 않다’ 교사 그룹의 활용성 차이

요소	t	p	M		SD	
			필요하다 (n=58)	필요하지 않다 (n=74)	필요하다 (n=58)	필요하지 않다 (n=74)
효과성	6.152	0.000***	4.0977	3.2027	0.71739	0.95375
상호작용성	5.835	0.000***	3.6379	2.5901	1.02271	1.02562
유용성	5.776	0.000***	4.4414	3.6108	0.57523	0.96905
용이성	2.622	0.010***	3.7586	3.2748	1.00232	1.11221
지속 사용 의지	5.088	0.000***	3.9353	3.0507	0.75155	1.15987
혁신 의지	3.871	0.000***	4.1414	3.4892	0.71868	1.11387
흥미와 동기	4.811	0.000***	3.8563	3.0045	0.91577	1.11785

$P < 0.1$, $P^{**} < 0.05$, $P^{***} < 0.01$

나. 초등 수학 AI 디지털교과서 필요도별 교사 그룹의 인식 차이

초등 수학 AI 디지털교과서에 대한 교사의 필요도 인식에 따라, 수학 수업에서 AI 디지털교과서 활용성의 7가지 요소에 대한 인식 또한 차이가 있는지 조사하였다. ‘필요하다’ 교사 그룹과 ‘필요하지 않다’ 교사 그룹의 AI 디지털교과서 활용성의 7가지 요소에 대한 인식도의 평균값에 대해 t-test를 수행한 결과는 다음 [표 14]와 같다.

초등 수학 수업에서의 AI 디지털교과서 활용에 대한 7가지 요소 모두에서 ‘필요하다’ 교사 그룹과 ‘필요하지 않다’ 교사 그룹의 인식 간에 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 즉, 초등 수학 AI 디지털교과서가 ‘필요하다’라고 응답한 교사들이 ‘필요하지 않다’고 응답한 교사들보다 수학 수업에서의 AI 디지털교과서 활용에 대해서 모든 측면에서 긍정적인 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 초등학교 교사 전체의 인식 결과와 비슷하게, 두 교사 그룹 모두 유용성에서 가장 높은 인식도를 보였으며, 상호작용성에서 가장 낮은 인식도를 보였다. 차이점이라고 한다면, ‘필요하다’ 교사 그룹의 경우, 유용성, 혁신 의지, 효과성 요소에서 인식도의 평균이 4점 이상으로 나타났다는 점과 ‘필요하지 않다’ 교사 그룹에서는 상호작용 요소의 인식도의 평균이 2점대로 나타났다는 점이다.

4. 초등 수학 AI 디지털교과서의 학교현장 안착을 위한 요구사항

초등학교 현장에서 수학 AI 디지털교과서의 적극적인 그리고 효과적인 활용을 위해 고려해야 할 점을 파악하고자, 수학 AI 디지털교과서 도입 시 초등학교 교사들이 가장 기대하는 점 및 우려하는 점과 더불어 교사 연수 내용 및 활동 등에 대한 교사들의 요구사항을 조사하였다.

가. 수학 AI 디지털교과서 도입 시 가장 기대하는 점
수학 AI 디지털교과서가 도입되었을 때, 초등학교 교사들이 가장 기대하는 점에 대한 설문조사는 6가지 항목인 ‘학습자 맞춤형 교육의 실현’, ‘학생 학습 결과 분석 데이터 제공’, ‘과제 제출 및 채점의 편리함’, ‘공학도구의 효과적인 활용’, ‘대시보드를 통한 학습현황 보기’, ‘교사업무 경감’ 중 2가지 항목을 선택하도록 하였다. 이에 따른 결과는 다음 [표 15]와 같다.

[표 15] 수학 AI 디지털교과서 도입 시 초등학교 교사들이 기대하는 점

기대	빈도
학습자 맞춤형 교육의 실현	89
학생 학습결과 분석 데이터 제공	89
과제 제출 및 채점의 편리함	45
공학도구의 효과적인 활용	16
대시보드를 통한 학습 현황 보기	16
교사업무 경감	11

초등학교 교사들이 수학 AI 디지털교과서 도입을 통해 가장 기대하는 점으로 ‘학습자 맞춤형 교육의 실현’과 ‘학생 학습 결과 분석 데이터 제공’을 가장 많이

선택함으로써, AI 디지털교과서 도입을 통한 데이터 기반의 학생 개별 맞춤형 교육에 대한 기대가 매우 큰 것으로 나타났고, 그 다음으로는 ‘과제 제출 및 채점의 편리함’을 선택하였다. 그밖에, AI 디지털교과서 도입 및 활용으로 인한 공학도구의 효과적 활용, 대시보드 활용, 교사 업무 경감을 기대하는 교사들도 있었다.

나. AI 디지털교과서 도입 시 가장 우려하는 점

수학 AI 디지털교과서가 도입되었을 때, 초등학교 교사들이 가장 우려하는 점에 대한 설문조사는 6가지 항목인 ‘산만한 수업 분위기’, ‘교사와 학생 및 학생 간 상호작용 저하’, ‘교사의 지식전달자 역할 축소’, ‘인공지능의 정확도를 신뢰할 수 없음’, ‘학습 성취도 저하’, ‘교권하락’ 중 2가지 항목을 선택하도록 하였다. 이에 따른 결과는 다음 [표 16]과 같다.

[표 16] 수학 AI 디지털교과서가 도입 시 초등학교 교사들의 우려하는 점

기대	빈도
산만한 수업 분위기	89
교사와 학생 및 학생 간 상호작용 저하	89
교사의 지식전달자 역할 축소	45
인공지능의 정확도 신뢰할 수 없음	16
학습 성취도 저하	16
교권 하락	11

수학 AI 디지털교과서 도입에 대한 초등학교 교사들이 가장 우려하는 점으로, AI 디지털교과서의 활용이 초등학교 교실의 수업 분위기를 산만하게 만들 수 있음과 교사와 학생, 학생과 학생간의 상호작용을 약화시킬 수 있음이 높게 나타났다. 이는 앞서 AI 디지털교과서의 필요성에 대한 인식에 대한 응답 결과, AI 디지털교과서가 필요하지 않은 이유로 AI 디지털교과서가 주의 산만이나 피로도 증가와 같은 ‘디지털 부작용’을 야기할 수 있다는 우려를 표현한 것과 맥을 같이 하는 것으로 보인다. 또한, AI 디지털교과서 활용에 대한 7가지 요소에 대한 조사 결과, ‘상호작용성’에 대한 인식이 가장 낮게 나타났는데, 이와 연계되어 AI 디지털교과서 도입에서의 우려하는 바로 나타난 것으로 보인다.

한편, 주목할 만한 점은, 인공지능의 정확도와 관련한 우려와 교사의 전통적인 역할이었던 지식 전달자

역할의 축소에 대한 우려가 적지 않게 나타났다는 것이다. 반면에 교권 하락에 대한 우려는 상대적으로 덜한 편이었는데, 이는 인공지능의 도입이 교사의 역할에는 변화를 줄 수 있지만, 교사의 권위에 직접적인 영향을 미치는 주요 요인은 되지 않을 수 있다는 점을 시사한다. 추가적으로, 디지털 기기의 과다 사용으로 인한 중독과 디지털 부작용, 미디어 활용의 의존도 증가, 기본적인 교육에 할애할 시간 부족, 그리고 학습자의 수동적 학습 태도 조장에 대한 우려도 함께 제기되었다. 이러한 점들은 AI 디지털교과서 도입과 활용 과정에서 반드시 고려해야할 중요한 요소들로, AI 디지털교과서의 기술적 통합에서의 장점 및 가능성을 최대화하고, 부정적인 영향이나 우려를 최소화하기 위한 전략적 접근이 필요할 것이다.

다. AI 디지털교과서 활용을 위한 교사 연수의 내용 및 활동

AI 디지털교과서를 수학 수업에 활용하기 위한 교사 연수가 진행된다면, 어떤 내용 및 활동이 포함되면 좋을지 묻는 주관식 문항에 대한 초등학교 교사들의 의견은 [표 17]과 같았다.

[표 17] 수학 AI 디지털교과서 연수 관련 초등학교 교사들의 의견

연수 의견	빈도
AI 디지털교과서 기능적 활용 메뉴얼 및 실제 수업 활용 사례	45
AI 디지털교과서 활용 수업에서의 교사 역할	6
AI 디지털교과서에 대한 교사의 지속적인 피드백 수집 및 반영	3
AI 디지털교과서 활용 관련 다양한 문제 상황 대처 방법 및 해결 전담 인력 배치	2

먼저, 대부분의 교사들은 AI 디지털교과서의 기능적 활용 메뉴얼 관련 연수와 실제 수학 수업에서의 AI 디지털교과서 활용 사례 제공을 가장 많이 원하고 있었다. 또한, AI 디지털교과서 활용 수업에서의 교사의 역할 변화에 관한 내용에도 관심을 보였다. 몇몇 교사들은 AI 디지털교과서에 대한 교사들의 지속적인 피드백

수집과 이를 반영하여 문제점을 보완할 것을 요구하였고, AI 디지털교과서 활용과 관련된 다양한 문제 상황에 대한 대처 방법이나 해결 전담 인력 배치 등과 같은 시스템적인 지원이 필요함을 언급하였다. 그밖에 학습 결과를 바탕으로 한 상담법 연수, 학생들의 인성 교육, 학생들의 디지털 기기 중독이나 부작용 예방 안 등과 같은 기타 의견이 있었다.

V. 결론

본 연구는 초등학교 교사들의 수학 AI 디지털교과서에 대한 이해도, 필요성 인식, 핵심 기술의 필요도, 수업 활용 인식, 그리고 교사들의 구체적인 요구사항을 조사하였다. 초등학교 교사의 수학 AI 디지털교과서에 대한 인식과 요구사항을 분석한 결과, 2025년 AI 디지털교과서의 학교현장의 도입이 얼마 남지 않은 시점에서 시행한 설문조사(2023년 2학기 말)임에도 불구하고 초등학교 교사들의 AI 디지털교과서 도입에 대한 인식 및 AI 디지털교과서에 대한 이해도는 매우 낮았다. 특히, 응답자의 절반 이상의 교사들이 AI 디지털교과서의 도입 자체를 모르고 있었으며, 이에 따라 많은 교사들이 AI 디지털교과서의 필요성 또한 인식하지 못하는 것으로 나타났다. 특히 이는 중·고등학교 수학 교사들이 2025년에 수학 AI 디지털교과서 도입에 대한 인식도 결과(전체 중·고등학교 수학 교사 응답자 130명 중의 63%가 알고 있음, 김희정 외, 2023, p.21)와는 많은 차이가 있는 것으로 나타났다. AI 디지털교과서 및 AI 기반 맞춤형 교육에 대한 연구와 관련한 교사 지원 정책이 활발하게 진행되고 있음에도 초등학교 현장에서의 인식도가 낮은 것은 재고의 필요가 있다.

한편, 응답에 참여한 초등학교 교사들 중 AI 디지털교과서의 필요성을 인식하고 있다고 응답한 교사들은 수학 AI 디지털교과서가 학생 개인 맞춤형 학습 제공과 효과적인 수학 교수·학습을 지원할 수 있고, 시대적 변화에 적응하기 위해서 필요하다고 인식하고 있었다. 반면, 불필요하다고 응답한 교사들은 수학 교과 특수성이나 초등이라는 학년 특수성 등을 고려할 때 학습 효과가 미미하거나 부적합하다고 인식하였으며, 디지털 과잉으로 인한 부작용에 대한 우려를 나타내었다.

AI 디지털교과서의 핵심 기술에 대한 필요도에 대

한 교사의 인식 결과를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 설문에 참여한 초등학교 교사들은 AI 디지털교과서의 6가지 핵심 기술인 학습 진단, 맞춤형 콘텐츠, 대시보드, AI 튜터, AI 보조교사, 교사 재구성 기능 중, 학습 진단과 교사 재구성 기능이 가장 필요하다고 꼽았다. 대시보드 기능은 핵심 기술 중 가장 낮은 필요도를 보였고, 또한 학생과 학부모의 대시보드 관련 세부 기능들도 전반적으로 낮은 필요도를 보였으나, 흥미롭게도 세부적인 기능별로 살펴보면, 교사 대시보드의 학습성취도 기능이 모든 세부 기능 중에서 가장 높은 필요도를 보였다. 또한 AI 보조교사의 평가 채점 지원 기능도 가장 높은 필요도를 보였다.

한편, 수학 수업에서 초등 수학 AI 디지털교과서 활용에 대한 교사 인식 7가지 구성요소인 효과성, 상호작용성, 유용성, 용이성, 지속 사용 의지, 혁신 의지, 흥미와 동기에 대한 조사 결과, 초등학교 교사들이 가장 긍정적인 인식을 보인 요소는 유용성으로 초등 수학의 교수·학습 및 평가의 지원 측면에서의 수학 AI 디지털교과서가 유용하다고 인식하였다. 반면, 초등학교 교사들이 가장 낮은 인식도를 보였던 요소는 상호작용성으로, 수학 AI 디지털교과서가 교실 내 상호작용을 강화시키고, 상호작용이 활발한 학습 유형을 지원할 것이라는 인식은 그리 높지 않았다. 수학 학습 및 수학 교과 역량 측면에서는 수학 교과 역량 중에 정보처리 역량 향상에 가장 도움을 줄 것이라고 인식하는 반면, 상호작용과 관련된 의사소통 역량의 향상에 대해서는 상대적으로 낮은 인식을 보였다.

마지막으로, 초등학교 교사 대부분은 AI 디지털교과서의 기능적 활용 매뉴얼 관련 연수와 실제 수학 수업에서의 AI 디지털교과서 활용 사례 제공을 가장 많이 원하였다. 이와 관련하여 AI 디지털교과서 활용 수업에서의 교사의 역할에 대한 연수 또한 교사들의 요구 사항이라고 할 수 있다.

VI. 논의 및 제언

본 연구에서는 설문 참여자 중, 40대 이상 또는 경력 15년 이상의 교사 비율이 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 단순 무작위 표집을 통해 전국 교사 커뮤니티 등을 통해 안내된 온라인 설문조사의 자발적 참

여 결과이다. 그러나 연령 및 경력에 따라 AI 기반 에듀테크를 수용하는 교사의 성향과 수준이 달라질 수 있음을 확인할 수 있었으며, 이는 교사의 AI 디지털교과서에 대한 인식에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 점은 연구의 제한점으로 볼 수 있지만, 오히려 연구 결과의 일부로 포함되며, 동시에 AI 디지털교과서의 학교 현장 도입 및 활용을 위한 중요한 시사점을 제공한다.

본 연구 결과를 바탕으로 2025년 도입 예정인 수학 AI 디지털교과서의 성공적인 학교현장 안착과 활용에 관련된 몇 가지 시사점을 제시하면 다음과 같다. 첫째, AI 디지털교과서의 학교현장 도입이 얼마 남지 않았음에도 불구하고, 초등학교 교사들의 AI 디지털교과서의 도입과 AI 디지털교과서가 무엇이며, 수업에 어떻게 활용하는지와 같은 수업에의 적용 가능성에 대해 충분히 인지하지 못하고 있어, 이에 대한 인식의 변화에 대한 우선적인 지원이 필요할 것이다. 현재, 교육부와 한국교육개발원 등에서 여러 차례 주최하였던 디지털교육포럼, 디지털교과서 홍보 등이 진행되고 있음에도 불구하고, 전국에서 무작위 표집으로 진행된 조사 결과에서 낮은 인지도가 나타난 결과로 미루어볼 때, 지원 방식의 다방면적인 변화가 필요하다. 즉, AI 디지털교과서와 관련된 홍보가 전국적으로 다양한 방식과 전략을 이용하여 이루어져야 할 것으로 보이며, 교사들에게 AI 디지털교과서에 대한 전반적인 정보와 구체적인 정보를 제공하고, 이를 어떻게 효과적으로 활용할 수 있는지에 대한 사례 나눔 등을 통해 긍정적인 인식을 갖도록 지원해야 할 것이다. 기존 디지털교과서에 대한 수학 외 교과와 초·중학교 교사(Cho, 2017) 또는 중등 수학 예비교사(허남구, 2016)의 인식이나 AI 디지털교과서에 대한 중등 수학 교사의 인식(김희정 외, 2023)은 전반적으로 긍정적이었던 것에 반해, 초등 교사의 수학 AI 디지털교과서에 대한 인식이 낮게 나타난 것으로 보아, 수학 교과의 특수성과 초등학교라는 학년 특수성이 반영된 결과라고 볼 수 있을 것 같다. 따라서 초등학교 교사 대상의 연수에서는 초등학생이라는 학교급의 특성과 수학 교과 특성을 고려한 맞춤형 접근 방법 및 구체적이고 실제 활용한 사례 등과 같은 구체적이고 다양한 정보 제공을 우선적으로 진행하여, 인식의 변화를 이끌어 내야 할 것이다.

둘째, 본 연구에서 나타난 결과 중, 초등학교 교사들이 가장 필요로 하는 AI 디지털교과서의 기능은 데이

터 기반 학습 진단 및 AI 디지털교과서의 교수·학습 콘텐츠와 평가 문항과 같은 교사 주도 재구성 기능이였다. 교육 현장에서 AI 디지털교과서를 직접 사용하는 주체자인 교사들의 효율적인 활용을 위해서는 이 두 가지 기능에 중점을 둔 AI 디지털교과서 개발자들의 주요 기능 개발 및 지속적인 기능의 업데이트 등과 동시에 교사 연수에서 이 기능의 활용에 대한 구체적인 지원이 필요할 것으로 보인다.

특히, 교사가 기대하는 필요 기능 중 데이터 기반 학습 진단의 경우, 한 명의 교사가 수십 명에서 많게는 백여 명의 담당 학생들의 학습 과정 및 결과를 개별적 진단을 하는 것이 교사 개인의 노력과 시간이 매우 많이 들어 쉽지 않았던 현실에서, AI 디지털교과서가 도입됨으로써 이러한 개별 학습자의 학습 진단과 결과를 해석하여 그 정보가 교사에게 매우 빠르고 쉽게 제공될 수 있을 것으로 기대한다는 선행연구와 맥을 같이 하는 것으로 보인다(이현경 외, 2022; 방담이, 윤희정, 2022). 그럼에도 불구하고, 국내 AI 디지털교과서의 기본이 되는 국내의 AI 수학 학습 플랫폼 분석 연구(예. 이기마 외, 2023)와 AI 활용 협력학교 교사 연구(주정훈, 2023)의 결과를 살펴 보면, 아직 이러한 학생의 학습 데이터와 활동을 분석하여 개별화·적응형 교수·학습을 효과적으로 구현할 수 있는 기능이 부족한 것으로 나타나고 있다. 특히, 수학 교과의 경우 학생의 수학적 지식뿐만 아니라 전략과 오류, 정서와 동기, 메타인지 등에 적응적으로 반응하며 지원 기능도 학생의 학습 향상과 지속에 매우 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타나고 있으나, 국내 AI 활용 학습 플랫폼에서는 이러한 기능을 찾아보기 어려운 실정이며(이기마 외, 2023), 이미 구현된 AI 적응형 교수·학습 지원 기능 또한 대부분 기초·기능 문제풀이 중심으로 개발되어 있고, 그 기능조차도 불완전한 상태로 보고되고 있다(주정훈, 2023). AI 디지털교과서가 이러한 불완전한 기능을 가지고 교실 수업에 들어온다면, 오히려 시대를 역행하는 과거의 수업을 답습하는 결과가 될 수도 있다. 따라서 기능의 불완전성을 보완하고 여러 가지 실효성 있는 적응적 기능을 구현·탐재하려는 노력과 함께 미래형 수학 수업에 대한 비전 제시가 필요하다. AI 디지털교과서를 활용한 개별 맞춤형 학습에 대한 기능은 학습자 데이터 구축 모델 연구(이화영, 2023)와 같은 연구에 기반하여 설계 및 개발이 되어야

할 것이며, 이러한 데이터 기반 학습 진단 결과를 미래형 수학교실 수업에의 활용에 대한 비전과 구체적인 활용 방안(예. 윤채림, 2024) 등과 같은 교육이 필요할 것이다.

또한, 연구 결과 AI 디지털교과서의 교사 재구성 기능의 필요성 역시 높은 인식도를 보이고 있다. 서책형 교과서의 경우에도, 효과적인 수업을 구현하기 위해 교과서 이외의 여러 가지 다양한 교수·학습 보충 자료를 만들어 활용하거나 개인 교사의 교육과정 재구성 역량이 뛰어난 국내 교사의 사례(예. 김현진, 2017)에서 보듯이, AI 디지털교과서 역시 교사가 직접 쉽게 콘텐츠 및 평가 문항 등을 재구성 할 수 있도록 교사 친화적으로 개발할 필요가 있다.

셋째, AI 디지털교과서의 도입으로 인한 문제점 및 유의사항에 대한 체계적인 논의가 필요하다. AI 디지털교과서 도입을 앞두고, 초등학교 교사들은 디지털 과잉과 의존성을 비롯하여 여러 가지 우려를 표시하고 있다. 이러한 점들은 AI 디지털교과서의 성공적인 도입과 효과적인 활용을 위해 반드시 고려해야 할 중요한 요소들로, AI 디지털교과서의 도입 시 예상되는 문제점이나 유의할 사항 등에 대한 체계적인 논의가 필요할 것이다. 또한 선도학교와 연구학교 등, 에듀테크를 선제적으로 도입한 학교에서도 디지털 윤리의식의 부족과 같은 우려스러운 면이 현실로 나타나고 있는 시점에서, 이러한 우려에 대한 논의 및 대응과 보완이 2025년 AI 디지털교과서의 전국적 도입을 앞두고 필수적으로 진행되어야 할 것이다. 예를 들면, AI 디지털교과서의 핵심 기술에 대한 지속적인 개발 연구뿐만 아니라, AI 디지털교과서 도입 및 활용 과정에서 발생하는 일에 대한 교사들의 지속적인 피드백을 수집하고 이를 반영하여 문제점을 신속하게 처리할 수 있는 시스템을 구축하거나, 3월 학기 초 디지털윤리교육의 집중 교육을 비롯하여 이에 대한 연간 계획 수립과 같은 정책적인 장치를 고려해 볼 수 있다.

마지막으로, 초등학교 교사들의 AI 디지털교과서에 대한 필요도 인식에 따라 핵심 기술이나 활용 인식에 대한 유의미한 차이가 있었다. 많은 선행연구(김미량, 한광현, 2006; 이해연, 2006; 임병노, 2012)에 따르면, 이러한 새로운 교육 매체나 교육 정책에 대한 교사의 인식은 곧 교사의 실제 학교 수업에서의 직접적인 활용 및 적용과 연계되기 때문에 AI 디지털교과서에 대

한 긍정적인 인식을 높일 필요가 있으며, 이는 다양한 정보 제공과 교사 연수를 통해 높일 수 있다. 특히, AI 디지털교과서 활용이 상호작용에 도움이 될 것이라는 인식이 가장 낮으므로, AI 디지털교과서를 통한 교사와 학생, 학생 간 상호작용이 활발하게 이루어 질 수 있는 플립 러닝, 토의·토론 학습, 협력 학습, 탐구 학습, 프로젝트 학습 등과 관련된 구체적인 수업 사례 및 자료 제공이 필요하다. 또한, 교사 연수를 진행할 때에도 AI 디지털교과서에 대한 학교급별 및 교과별 특성에 따른 요구조사를 진행하여, 이 결과에 기반한 맞춤형 교사연수와 실제 AI 디지털교과서의 기능을 효과적으로 활용한 수업을 교사들이 직접 구현할 수 있는 체험형 연수와 같은 다양한 형태의 교사 연수 및 워크숍을 제공할 필요가 있다. 또한 수학 교과에서 AI 디지털교과서의 효과적이고 창의적인 활용과 동시에, 디지털윤리교육 연수 등을 통해 AI 디지털교과서의 도입과 활용에 대한 우려를 최소화할 수 있도록 구체적인 방안에 대한 후속 연구를 수행할 것을 제안한다.

참 고 문 헌

- 교육부(2022). 초·중등학교 교육과정 총론 및 각론 (교육부 고시 제2022-33호). 교육부.
- 교육부(2023a. 02. 23). 디지털 기반 교육혁신 방안[보도자료]. Retrieved from <https://webst.edunet.net/AI디지털교과서/%EB%94%94%EC%A7%80%ED%84%B8%20EA%B8%B0%EB%B0%98%20EA%B5%90%EC%9C%A1%ED%98%81%EC%8B%A0%20EB%B0%A9%EC%95%88.pdf>
- 교육부(2023b. 06. 08). AI 디지털교과서 추진방안[보도자료]. Retrieved from <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=239513&pg=&pp=20&topic=0>
- 김경현(1991). 학교현장의 교육. 대한교과서주식회사.
- 김미량, 조혜경, 한정혜, 한광현(2009). 초등학교 교사의 로봇활용교육프로그램 수용의도에 관한 영향요인 분석. 한국교육원교육연구, 26(1), 427-449.
- 김미량, 한광현(2006). 교원의 정보통신기술(ICT) 활

- 용 촉진요인에 관한 연구, 한국교원교육연구, 23(3), 143-166.
- 김태웅, 오미경, 김미량(2010). 사이버 학습의 지속적 수강의도에 영향을 미치는 요인 분석: EBS 강좌와 사설 이러닝 강좌 수강학생 사례를 중심으로. 한국교육정보미디어학회, 16(3), 363-383.
- 김현수(2010). 교육용 게임 콘텐츠 재이용 의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 한국컴퓨터게임학회논문지, 2(20), 33-42.
- 김현진(2017). 초등학교 역량기반 교육과정 재구성 사례연구. 교원교육, 33(4), 95-111.
- 김희정, 김동중, 김소민, 김원, 문제웅, 이기마, 오영석, 박도경, 김정현, 최지웅, 김혜인, 소병락, 박윤호, 이진영, 이호희(2023). 중등 수학 AI 디지털교과서 서비스 모델 및 프로토타입 개발 연구. 한국교육학술정보원(KERIS)
- 류지현(2008). 초등학교 수학용 디지털교과서가 성별 및 적용환경에 따라 학업성취와 매체인식에 미치는 영향. 교육공학연구, 24(3), 53-83.
- 박현주(1996). 교육과정의 재구성과정: 개별적 교육과정. 교육학연구, 34(1), 231-249.
- 방담이, 윤희정(2022). 인공지능기반 에듀테크에 대한 초·중등학교 교사의 신뢰 탐색. 교육연구, 85, 227-247.
- 서수현, 정혜승, 노들(2022). 초등 교사의 디지털 교과서에 대한 인식 - 디지털 역량에 대한 인식과 디지털 교과서 활용 경험을 중심으로. 정보교육학회 논문지, 26(5), 427-437.
- 손태권(2023). 수학 수업에서 예비교사의 인공지능 프로그램 '똑똑! 수학 탐험대' 사용 의도 이해: 자기 효능감과 인공지능 불안, 기술수용모델을 중심으로. 수학교육, 62(3), 401-416.
- 송민호(2016). 디지털교과서 및 소프트웨어교육의 도입에 따른 수학교육 관점에서의 공학적 도구 설계 및 활용에 관한 고찰. 학습자중심교과교육연구, 16(11), 333-352
- 송해덕(2011). 사회경제적 수준에 따른 디지털 교과서 활용이 초등학교 수학교과 학업성취에 미치는 효과. 초등교육연구, 24(4), 421-437.
- 안성훈(2021). 온라인 콘텐츠 활용 교과서의 개념과 미래형 교과서의 방향 정립을 위한 이론적 고찰. 창의정보문화연구, 7(4), 257-264.
- 안성훈, 김혜숙, 황준성, 주길홍, 서지훈, 안석훈, 이상현, 이정태(2020). 디지털교과서 현황 분석 및 향후 추진 방안 연구(연구자료 KR 2020-2). 한국교육학술정보원(KERIS).
- 안성훈, 안석훈(2021). 디지털교과서 활용 정책에 대한 국제 비교 연구. 창의정보문화연구, 7(2), 111-118.
- 윤지훈(2021). 포스트코로나시대의 교과서 개발과 적용의 지향. 한문교육논집, 56, 5-28.
- 윤채림(2024). [인터뷰] AI 디지털교과서는 수학 수업을 어떻게 바꿀 것인가(김희정 수학교육과 교수). Retrieved from <https://kuen.korea.ac.kr/news/articleView.html?idxno=789>
- 이경순(2012). 디지털 교과서에 대한 교사의 관심 변화 과정 분석. 교육과학연구, 43(2), 23-52.
- 이경하(1993). 교과서 내용과 교사의 인식 차이에 관한 분석 연구. 석사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- 이기마, 이유정, 김희정(2023). 국내 AI 수학 학습 플랫폼의 적용형 학습에 대한 분석. 한국학교수학회 논문집, 26(3), 245-268.
- 이귀윤(1997). 교육과정 연구-과제와 전망. 교육과학사.
- 이상구, 이재화, 박경은(2017). 대화형 수학 디지털교과서 개발과 활용 사례 연구 - 선형대수학을 중심으로 -. 수학교육 논문집, 31(3), 241-255.
- 이주연(2000). 교과서에 대한 교사의 인식과 활용 실태 분석. 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 이현경, 조영환, 금선영(2022). 학습자 데이터 기반 맞춤형 수업설계에 대한 초등학교 교사의 인식. 교육공학연구, 38(1), 37-67.
- 이혜숙, 권성룡(2009). 디지털교과서 활용 효과에 관한 영향 - 6학년 수학 쌍긴나무 단원을 중심으로 -. 한국초등수학교육학회지, 13(1), 97-114.
- 이혜연(2006). e-Learning의 사용자 및 품질적 특성이 학습성과와 충성도에 미치는 영향. 박사학위논문, 경기대학교.
- 이화영(2023). 개별 맞춤형 학습을 위한 인공지능(AI) 기반 수학 디지털교과서의 학습자 데이터 구축 모델. 초등수학교육, 26(4), 333-348.
- 임병노(2012). 디지털교과서 활용에 대한 현장교사의

- 인식 및 개선방안 연구. 교육공학연구, 28(2), 317-346.
- 임희정(2021). 미래 초등영어 교과서에 대한 교사 인식 및 요구도 연구. 한국초등교육, 32(1), 107-121.
- 정화민, 배재권(2009). e-Learning 재이용의도의 영향 요인 분석: TAM과 Flow 이론을 통합한 실증연구. e-비즈니스 연구, 10(3), 203-234.
- 주정훈(2023). 인공지능 기반 맞춤형 교육의 실제와 쟁점. 교육비평, 52, 23-63.
- 최미애(2011). 디지털교과서 지속 활용을 위한 영향요인 분석. 박사학위논문. 성균관대학교.
- 한국교육개발원(2023. 02. 16). AI 기반 맞춤형 교육에 대한 교사의 인식과 경험[KEDI Brief 2024년 1호]. Retrieved from <https://www.kedi.re.kr/khome/main/research/selectKediBriefForm.do>
- 한국교육학술정보원(2023). AI 디지털교과서 개발 가이드라인(교육자료 GM 2023-11). 한국교육학술정보원(KERIS).
- 한승현, 류지현, 김민정(2014). 디지털교과서 활용수업 상호작용 분석연구: 수학과 과학 수업을 중심으로. 교육방법연구, 26(3), 533-560.
- 허남구(2016). 수학과 디지털교과서에 대한 예비수학 교사들의 인식 연구. 한국콘텐츠학회논문지, 16(10), 364 - 372.
- 허남구(2017). 예비수학교사들의 수학과 디지털교과서 개발 사례 연구: 기하와 함수를 중심으로. 학습자 중심교과교육연구, 17(15), 99-120.
- 허남구, 류희찬 (2015). 활동 중심 수학과 디지털교과서의 개발 및 적용. 수학교육학연구, 25(2), 241-261
- Abd Majid, M. Z., & Mafarjaa, N. (2024). *Understanding the educational Innovation practice in teaching and learning among economic teacher's in Klang valley*. In SHS Web of Conferences (Vol. 182, p. 01005). EDP Sciences.
- Agarwal, R., & Prasad, J. A. (1998). A conceptual and operational definition of personal innovativeness in the domain of information technology. *Information Systems Research*, 9(2), 204-215.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding the attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall Inc.
- Basyal, D. & Mainali, B. R. (2023). Mathematics textbook: Motivation, experiences, and didactical aspect from authors' perspectives. *Research in Mathematics Education*, 25(3), 323-341. <https://doi.org/10.1080/14794802.2022.2086608>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77 - 101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Cho, K. (2017). Analysis of teacher perceptions of digital textbook use in Korea pilot schools. *International Journal for Educational Media and Technology*, 11(1), 76-81.
- Citrin, A. V., Sprott, D. E., Silverman, S. N., & Stem Jr., D. E. (2000). Adoption of internet shopping: The role of consumer innovativeness. *Industrial Management & Data System*, 100(7), 1-15.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. Teachers College Press.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22, 1111-1132.
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change (4th Ed.)*. Teachers College Press, Columbia University.
- Høyrup, J. (2002). *Lengths, widths, surfaces: A portrait of old Babylonian Algebra and its Kin*. Springer. http://akira.ruc.dk/~jensh/Publications/2002_LWS.pdf
- Justia. (2022). *2011 Indiana code: Title 20 education*. Retrieved July 11, 2022 from <https://law.justia.com/codes/indiana/2011/title20/article18/chapter2/>
- Kilpatrick, J. (2014). From clay tablet to computer

- tablet: The evolution of school mathematics textbooks. In K. Jones, C. Bokhove, G. Howson, & L. Fan (Eds.), *Proceedings of International Conference on Mathematics Textbook Research and Development 2014 (ICMT-2014)* (pp. 3 - 12). Southampton, University of Southampton. <http://eprints.soton.ac.uk/374809>
- Kim, Y. W. (2013). A study of primary school teachers' awareness of digital textbooks and their acceptance of digital textbooks based on the technology acceptance model. *Journal of Digital Convergence, 11*(2), 9-18.
- Kim, H. S. (2015). An analysis of classroom ecosystem using digital textbook. *The Journal of Curriculum and Evaluation, 18*(3), 109-138.
- OECD (2023). *Country Digital education ecosystems and governance: A companion to digital education outlook 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/906134d4-en>
- Schmidt, W. M., Porter, A. C., Floden, R. E., Freeman, D. J., & Schmille, J. R. (1987). Four patterns of teacher content decision-making. *The Journal of Curriculum Studies, 19*(5), 439-455.
- Venkatesh, V. (1999). Creation of favorable user perceptions: Exploring the role of intrinsic motivation. *MIS Quarterly, 23*(2), 239-260.
- Venkatesh, V. & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science, 46*(2), 186-204.
- Webb, M. E., & Cox, M. J. (2004). A review of pedagogy related to ICT. *Technology, Pedagogy, and Education, 13*(4), 235-285.

Introduction of AI digital textbooks in mathematics: Elementary school teachers' perceptions, needs, and challenges

Kim, Somin

Korea University

E-mail : thals8410@gmail.com

Lee, GiMa

Korea University

E-mail : lovejesus153@korea.ac.kr

Kim, Hee-jeong[†]

Korea University

E-mail : heejeongkim@korea.ac.kr

In response to the era of transformation necessitating the introduction of Artificial Intelligence (AI) and digital technologies, educational innovation is undertaken with the implementation of AI digital textbooks in Mathematics, English, and Information subjects by 2025 in Korea. Within this context, this study analyzed the perceptions and needs of elementary school teachers regarding mathematics AI digital textbook. Based on a survey conducted in November 2023, involving 132 elementary school teachers across the country, the analysis revealed that the majority of elementary school teachers had a low perception of the introduction and need for mathematics AI digital textbooks. However, some recognized the potential for personalized learning and effective teaching support. Furthermore, among the core technologies of the AI digital textbook, teachers highly valued the necessity of learning diagnostics and teacher reconfiguration functions and had the most positive perception of their usefulness in math lessons, while their perception of interactivity was relatively low. These findings suggest the need for changing teachers' perceptions through professional development and information provision to ensure the successful adoption and use of mathematics AI digital textbooks. Specifically, providing concrete and practical ways to use the AI digital textbook, exploring alternatives to digital overload, and continuing development and research on core technologies.

* 2020 Mathematics Subject Classification : 97B10

* Key Words : mathematics AI digital textbook, AI digital textbook features, elementary school teacher, teacher perception

† Corresponding Author

* This work was supported by a Korea University Grant.