

2025년 제1호

디지털 교육 효과에 대한 메타연구 고찰

문희원 서울대학교 학습과학연구소 선임연구원

정동욱 서울대학교 교육학과 교수

서울대학교 학습과학연구소 겸무연구원



학습과학연구소
Learning Sciences Research Institute

디지털 교육 효과에 대한 메타연구 고찰

문희원 서울대학교 학습과학연구소 선임연구원

정동욱 서울대학교 교육학과 교수/ 서울대학교 학습과학연구소 겸무연구원

요약

- **현안**
 - 4차 산업혁명 시대를 맞아 디지털 기술을 활용한 교육으로의 전환이 가속화되면서, 교육혁신에 대한 기대와 함께, 오히려 디지털 기술이 학생 발달을 저해하고 학습 격차를 심화시킬 것이라는 우려가 공존하고 있음.
- **문제 진단**
 - 디지털 기술 기반 교육혁신에 대한 논의가 확산되면서, 교육의 질 향상과 학습자의 미래 역량 강화를 위한 새로운 가능성이 열리고 있음.
 - 교육 내용, 방법, 환경이 전면적으로 변화하고 있으며, 맞춤형 학습에 따른 학습 효과 증대에 대한 기대가 높아지는 한편, 학습 격차 심화, 사회정서역량 저하 등의 부작용에 대한 우려도 제기됨.
 - 디지털 교육이 실제로 교육혁신을 이끌고 있는지에 대한 이론적 · 실증적 검증이 필요하며, 기대와 우려를 균형 있게 평가해야 함.
 - 이에 따라 기존 선행연구를 종합적으로 분석하고, 메타분석 등의 방법을 활용하여 디지털 교육의 효과를 객관적으로 검토한 연구들을 통해 최적의 교육 방향을 모색할 필요가 있음.
- **정책제언**
 - 디지털 교육 전환은 단순한 기술 도입이 아닌, 교육의 패러다임을 바꾸는 장기적인 변화 과정으로 이해되어야 함.
 - 교육혁신 전략으로서 디지털 기기의 단순 보급보다 적절한 지도·감독을 병행한 AI 기반 맞춤형 학습 프로그램 활용이 더 효과적이므로, 학생 학습을 지원하는 다양한 프로그램과 에듀테크를 활용한 교수학습법의 지속적 개발·적용이 필요함.
 - 디지털 교육 환경에서의 교사 역할 변화에 맞춰 디지털·데이터 리터러시 등 새로운 역량을 강화하는 체계적인 연수와 교육이 필요함.
 - 디지털 교육의 효과를 높이고 학습 격차 심화를 예방하기 위해서는 학생들의 디지털 역량 강화가 함께 이루어져야 함.
 - 디지털 교육 전환에 따라 효율적인 데이터 축적이 가능하며, 이를 활용한 증거기반 교육 정책 결정, 에듀테크 효과 극대화를 위해서는 분절된 데이터를 통합 관리할 수 있는 거버넌스 방안 논의가 필요함.
 - 성공적인 디지털 교육 전환을 위해 교육 구성원 간 지속적인 논의와 피드백이 이루어질 수 있는 체계를 마련해야 함.
 - 다양한 맥락을 고려하여 에듀테크 활용의 영향을 분석한 연구가 축적될 필요가 있음.

1. 들어가며

| 디지털 교육으로의 전환

- 4차 산업혁명 이후 인공지능(AI), 빅데이터, 사물인터넷(IoT) 등의 기술이 다양한 분야에 적용되어 생활 방식과 노동 환경 등 사회 전반을 변화시키는 디지털 전환을 맞이하게 됨.
- 교육에서도 에듀테크를 통해 전통적인 수업의 한계를 극복하고 학습 경험을 확장하여 획일적 교육에서 벗어난 지속 가능한 교육혁신을 실현할 수 있을 것이라는 기대가 커짐. 특히, 디지털 교육은 누구나, 언제, 어디서나 경험할 수 있는 맞춤형 학습을 구현할 수 있다는 점에서 학습 격차 해소 방안으로 논의되어 옴.
- 그러나 디지털 전환 과정에서 기존 사고방식 및 문화와의 충돌이 발생할 수 있으므로, 디지털 교육이 가져올 변화와 그 방식에 대한 사회적 합의가 선행될 필요가 있음.

| 디지털 교육에 대한 기대와 우려

- 디지털 교육이 학생들의 학습과 수업을 혁신할 것이라는 기대는 다음과 같음.
 - 첫째, 디지털 교육은 교사에게 다양한 교수학습 자료와 학생에 관한 객관적인 정보를 제공함으로써 교수학습 및 수업의 혁신을 지원함.
 - 둘째, 디지털 교육을 통해 학생 개개인의 학습 진도와 성취도 등 필요와 특성에 맞는 지원이 효율적으로 이루어질 수 있으며, 이는 학생들의 교과 이해도, 학습 동기를 높이고, 학습 결과에도 긍정적인 영향을 미침.
 - 셋째, 모든 학생에게 디지털 기기 활용 기회를 확대하여 디지털 접근성 및 활용 격차를 줄일 수 있으며, 저성취 학생의 학습을 지원함으로써 학습 격차를 완화할 수 있음.
- 반면, 디지털 교육이 학생의 발달을 저해하고 학습 격차를 심화시킬 수 있다는 우려도 제기됨.
 - 첫째, 디지털 기기 활용은 종이 기반(paper-based) 자료 활용과 비교하여 학생들의 문해력 발달에 부정적인 영향을 미칠 수 있음.
 - 둘째, 디지털 기기를 활용한 초개인화 학습은 대면 상호작용을 감소시켜 학생의 사회정서역량 발달을 저해할 수 있으며, 자기 주도적 학습 습관이 부족한 학생은 낮은 동기 및 참여 수준으로 인해 학습 격차가 심화될 수 있음.
 - 셋째, 디지털 교육이 확대됨에 따라 디지털 기기 및 인프라에 대한 접근성 차이, 디지털 활용 역량의 차이 등으로 인해 학습 격차를 심화시킬 수 있음.
- 본 이슈페이퍼는 기존 선행연구에서 수행된 메타분석 결과 등을 종합적으로 검토하여, 디지털 교육에 대한 기대와 우려를 이론적·실증적으로 고찰하고자 함.

2. 디지털 교육은 어떤 변화를 만들어 낼 수 있는가?

: 디지털 교육의 이론적 가능성

| 디지털 교육의 정의

- 디지털 전환은 전산화¹⁾와 디지털화²⁾의 경제적·사회적 효과를 포괄하는 개념(OECD, 2019)으로, 단순한 기술 변화가 아니라 사회 전반에 걸친 근본적인 변화를 의미함. 교육 영역에서도 인쇄된 자료를 전산화·디지털화하는 수준을 넘어, ‘디지털 기술을 다각도로 활용하여 학교의 구조나 체계를 혁신하여 학습자의 학습을 극대화하는 시도(정혜주 외, 2022: 11)’인 디지털 전환이 이루어지고 있음.
- 디지털 교육³⁾은 수업의 혁신, 학습자의 역량 강화 등을 목표로 디지털 기술을 활용하여 교육 내용, 방법, 환경 등을 혁신하려는 디지털 기반 교육 과정을 의미함. 디지털 교육은 ‘교육 시스템 및 기관을 관리하기 위한 디지털 도구’와 ‘교실에서의 교수학습 및 평가를 지원하는 디지털 도구’, 그리고 ‘이러한 도구를 의미 있게 만드는 인간’이라는 세 부분으로 구성됨(OECD, 2023a: 15).

| 2023년 OECD⁴⁾가 제시하는 디지털 교육의 이론적 기대 효과

- [개인화된 학습] 학생 개개인의 학습 수준과 필요에 맞는 맞춤형 교육이 가능함. 교사와 학생에게 즉각적인 피드백을 제공하여 효과적으로 학습을 지원하며, 학생 개개인의 관심과 수요에 맞는 맞춤형 콘텐츠 제공이 가능해짐.
- [포용성과 형평성 증진] 정부 차원의 디지털 교육 자원 보급은 모든 학생의 접근성을 높임. 장애 학생 및 특수 교육이 필요한 학생을 위한 맞춤형 교육 지원, 개인화된 학습 등은 기초학력 제고 및 학습격차 완화로 이어질 수 있음.
- [교수의 질 향상] 학생에 관한 객관적인 정보를 수집하기 위한 시간을 효율적으로 단축함으로써 교사들은 교수학습 기법 개발에 집중 가능함. 또한, 다양한 교육자료에 대한 접근성을 높임으로써 효과적·효율적인 수업 재구성이 가능해짐.
- [효율성 향상] 데이터 기반 의사결정과 자동화된 행정 절차는 교육 시스템 운영의 효율성을 증대함. 특히, 자동 채점, 행정업무 지원 등을 통해 교사들의 업무 효율성이 높아질 수 있음.
- [연구 및 혁신 강화] 교육 연구 및 정책 수립을 위한 대규모 데이터의 수집·분석이 가능해짐.

1) 전산화(digitization)는 아날로그 데이터를 기계가 읽을 수 있는 형식으로 변환하는 것을 의미함(OECD, 2019).

2) 디지털화(digitalization)는 디지털 기술을 적용하여 기존의 비즈니스 모델을 변화시키는 것을 의미함(OECD, 2019).

3) 디지털 교육은 디지털 리터러시나 디지털 역량을 키우기 위한 교육과 디지털 기술을 활용한 교육을 모두 포괄하는 개념으로 쓰일 수 있으나, 본 이슈페이퍼에서는 디지털 기반 교육에 초점을 맞추어 논의를 진행하고자 함.

4) OECD(2023a)는 디지털 교육으로의 전환이 교육의 질을 전반적으로 향상시킬 수 있는 기회로 이어진다고 평가함.

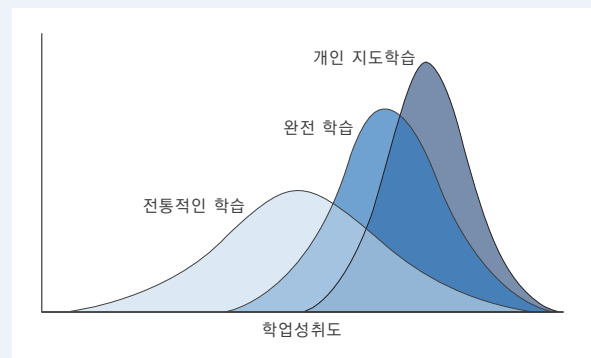
- 디지털 교육을 통해 학생들의 학습 진도에 맞춘 개별적이고 즉각적인 피드백이 효율적으로 이루어질 수 있다는 점에서 Bloom(1984)이 제시한 아래의 “2시그마 문제(2 sigma problem)”를 해결할 수 있는 열쇠가 될 수 있음.

| Bloom(1984)의 2 시그마 문제

- Bloom(1984)에 따르면, 대부분 학생이 개인지도학습을 제공받으면 높은 학습 성과를 달성할 수 있음.

학습 조건	내용
전통적 학습	일반적인 30명 규모의 교실에서 교사가 주기적으로 시험을 통해 평가
완전 학습	30명 규모의 학생들에게 피드백 제공을 통해 과제를 이해할 수 있도록 유도
개인지도학습	학생별로 전담 튜터를 제공하여 학습 진행

- 개인지도학습을 받은 집단의 평균 성취 수준은 전통적 학습을 받은 집단의 상위 98%에 해당함.
- 전통적 학습 환경에서는 학생들의 학생 간 성취도 편차가 컸던 반면, 개인지도학습 환경에서는 성취도 편차가 가장 작았음.
- 그러나 모든 학생에게 개인지도학습을 제공하는 것은 비용 측면에서 어려우므로, 개인지도 학습만큼 효과적인 대규모 학습 방법을 개발하는 것이 교육의 핵심 과제가 되었고, 이를 ‘2 시그마 문제’라고 불렀음.



[그림 1] Bloom의 2 시그마 문제

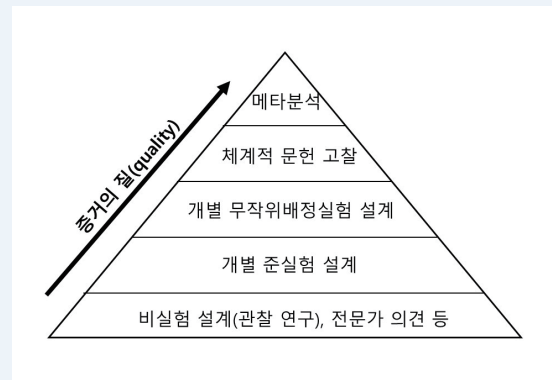
출처: Bloom(1984: 5)의 그래프를 저자 재구성

| 디지털 교육 전환이 낳은 새로운 우려와 도전과제

- [문해력 저하] 디지털 기기를 활용한 읽기 활동은 긴 텍스트를 집중해서 읽고 생각하기보다 분절적이고 비선형적인 읽기를 유도하여 문해력에 악영향을 미칠 것이라는 우려가 있음(Carr, 2020).
- [사회정서적 역량 저하] 디지털 기기를 활용한 초개인화 학습은 대면 상호작용을 감소시켜 학생들의 사회 정서적 역량에 악영향을 미칠 것이라는 우려가 있음(Della Longa, Valori, & Farroni, 2022).
- [디지털 격차 및 학습 격차] 경제적, 지리적 여건에 따라 디지털 접근성 및 활용 격차가 존재하는 상황에서 디지털 교육 확대는 학습 격차로 이어질 수 있으며, 따라서 정부는 양질의 인터넷과 디지털 기기에 대한 접근성을 보편화하는 과제를 안게 됨(OECD, 2023b).

3. 디지털 교육의 성과와 과제에 대한 그동안의 실증연구 메타분석

- 디지털 교육에 관한 기대와 우려를 중심으로 최근 5년 이내 수행된 메타분석(meta-analysis) 연구 결과를 고찰하여 증거(evidence)로 제시하고자 함.
- 메타분석은 다수의 연구에서 수집된 데이터를 종합하여 특정 정책이나 처치의 효과를 통합적으로 분석하는 연구 기법으로, 개별 연구의 결과를 하나로 결합함으로써 효과 크기(effect size)⁵⁾를 보다 객관적으로 평가할 수 있음.
- 과학적 지식의 타당성은 연구의 설계에 따라 달라지며, 본 이슈페이퍼에서는 증거의 질이 높다고 평가받는 메타분석 연구의 결과를 중심으로 검토·제시하였음.
- 아래에 제시한 메타분석 연구들은 최근 25년 이내 수행된 양질(High quality)의 연구로 대표되는 실험연구(experimental research)⁶⁾와 준실험연구(quasi-experimental research)⁷⁾를 분석대상으로 한정하였음.



[그림 2] 증거의 위계 피라미드

출처: 한승훈, 안혜선(2021: 298)

디지털 교육의 학습 성과(Academic Outcomes) 검증

- 디지털 교육은 1) 디지털 기기 제공, 2) 학생 맞춤형 학습 프로그램 활용 두 가지 측면에서 학습성과에 긍정적인 효과를 낼 수 있음.
- [디지털 기기 제공] 디지털 기기 및 인터넷 연결을 통해 학습의 장이 교실 및 특정 공간에서 광범위하게 확장되며, 교육자료를 탐색·활용하기 위한 시간과 비용을 줄임으로써 효율적으로 역량을 형성할 수 있는 환경을 제공함.
- [학생 맞춤형 학습 프로그램 활용] 적응형 학습이나 개별 맞춤형 피드백이 제공되는 프로그램은 학생의 자기주도적 학습을 도움으로써 개인의 학습을 직접적으로 지원하고, 학교 수업 외의 시간에도 학습을 이어갈 수 있도록 지원한다는 측면에서 의미가 있음.

5) 효과 크기란 특정 개입이나 처치가 결과 변수에 미치는 영향을 정량적으로 나타내는 값이며, 메타분석에서 도출한 효과 크기가 클수록 해당 개입의 효과가 일관되게 강하게 나타남을 의미함.

6) 실험설계란 연구자가 실험군과 대조군을 설정한 후, 실험군에서 특정 변수를 조작하고 그 결과를 대조군과 비교·분석하는 연구방법임. 이를 통해 보다 엄밀한 인과추정(causal inference)이 가능함. 인과추정이란 특정한 사건이나 처치의 영향을 과학적으로 분석하는 방법으로, 단순한 상관관계를 넘어 원인과 결과 사이의 인과적 관계를 확인하는 것을 목표로 함.

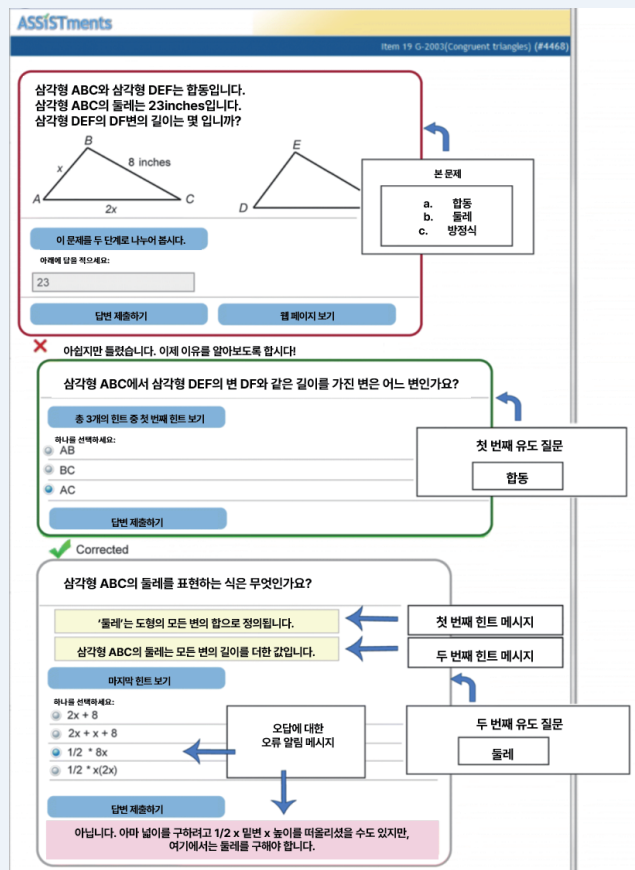
7) 준실험설계란 연구자가 독립변수를 조작하지만, 실험군과 대조군을 무작위로 배정하지 않고 자연적으로 형성된 상황을 이용하여 효과를 분석하는 연구 방법임. 실험설계에 비해 인과추론의 강도는 낮지만, 현실적 제약 속에서 특정 사건이나 처치의 영향을 평가하는 데 적절히 사용될 수 있음.

- Escueta 등(2020)은 디지털 교육의 효과에 관한 문헌 분석을 두 가지 측면에서 수행함.
 - [디지털 기기 제공] 13편의 실증연구를 종합한 결과, 디지털 기기 제공이 초중등교육에서는 효과가 없거나 오히려 부정적이라는 연구도 있었으나, 고등교육에서는 긍정적인 학습성과를 보임.
 - 초중등 학생을 대상으로 디지털 기기 제공의 효과성을 분석한 결과, 7편의 연구 중 6편에서 유의한 영향을 발견하지 못했으며, 1편에서는 학습성과에 대한 부정적 영향⁸⁾을 확인함. 이는 단순한 기기 보급으로는 학생의 역량 형성 과정이 크게 변화하지 않으며, 기기가 본래 의도 외 용도로 사용되는 등 부작용이 발생할 수 있음을 시사함.
 - 반면 대학생을 대상으로 디지털 기기 제공의 효과성을 분석한 결과, 6편의 연구 중 5편에서 일부 긍정적인 영향을 확인함. 대학생은 초중등 학생에 비해 디지털 기기 활용의 필요성이 높은 복잡한 과업을 수행한다는 점에서 디지털 기기 제공이 효과적으로 작용했을 수 있음.

미국의 맞춤형 프로그램 예시

[그림 3]은 학생 맞춤형 학습 프로그램인 ASSISTment⁹⁾의 예시로, Escueta 등(2020)은 해당 프로그램이 학생의 수학 성취에 특히 유의한 긍정적인 영향을 보였다고 보고함.

ASSISTment는 학생이 문제를 정확하게 해결하지 못했을 경우, 개념을 더 쉽게 이해할 수 있도록 원래 문제를 작은 단계로 분해하여 유도 질문을 제공함. 학생의 반응에 따라 추가적인 힌트를 제공하며, 학생이 유도 질문을 모두 해결할 경우 다시 원래 문제로 돌아가 최종적으로 문제를 해결할 수 있도록 안내함(Roschelle et al., 2016).



[그림 3] ASSISTments의 피드백 과정

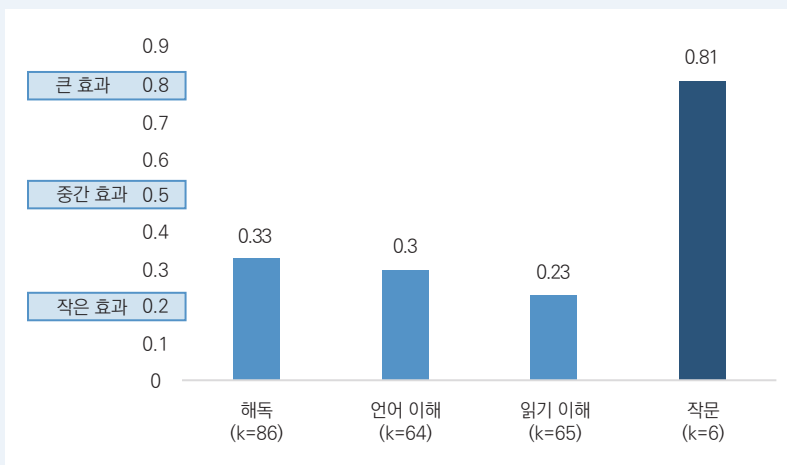
출처: Asselman, Khaldi & Souhaib(2020: 3233) 재구성

- 8) 한편, 학업성취에 대한 디지털 기기 제공의 부정적 영향을 보고한 Malamud & Pop-Eleches(2011)는 학업성취에 대한 가정 내 컴퓨터의 부정적 영향이 부모의 적절한 지도감독 하에 완화될 수 있음을 보여줌.
- 9) ASSISTment는 미국 우스터 공과 대학(Worcester Polytechnic Institute)에서 개발한 수학 학습을 지원하는 플랫폼으로, 형성평가 과정을 통해 학생들의 개념 이해를 돕고, 교사가 피드백을 제공하는 데 따르는 제약을 완화함(Escueta et al., 2020). ASSISTment의 긍정적 효과를 보고한 다수의 실험연구 중 미국 Maine 주에서 수행된 Roschelle 등(2016)에 따르면, 43개 학교 학생들 중 일주일에 3-4회 평균 하루 10분 내외의 짧은 시간 동안 ASSISTment를 활용한 집단에서 수학 성적이 유의미하게 더 상승하는 효과가 있었음.

- [학생 맞춤형 학습 프로그램 활용] 31편의 연구 중 21편(67.7%)에서 유의한 긍정적인 효과를 보고하였으며, 21편 중 16편(76.2%)은 특히 수학 과목에서의 유의한 성취도 향상을 보고함.
- 이때, 에듀테크를 활용한 학생 맞춤형 교육의 효과는 교사의 프로그램 활용 방식과 적응 여부에 따라 다르게 나타남. 학생들이 에듀테크를 활용한 맞춤형 학습으로 원활히 전환할 수 있도록 교사가 적극적으로 개입할수록 에듀테크 효과가 높았음.
- 반면, 교사가 전통적인 교수학습 방식과 다른 에듀테크 활용 방식에 적응하지 못하고 추가적인 연수 및 역량 개발에 어려움을 느낄수록 학생 학습 성과에 미미하거나 오히려 부정적인 영향을 미쳤음.

Ⅱ 디지털 교육의 문해력(Literacy) 저하 검증

- 스마트폰과 전자책, 태블릿 등의 디지털 기기 활용 읽기 활동은 종이 기반 읽기 활동에 비해 눈의 피로나 전두엽의 과도한 활동, 높은 인터페이스 상호작용성 등으로 인해 문해력에 악영향을 미칠 수 있다는 지적들이 제기되어 왔음(Honma et al., 2022; Jeong, 2012).
- 그러나 에듀테크 활용이 초등학생의 문해력에 미치는 영향을 분석한 2010년부터 2023년까지의 119개 실험연구 결과를 종합한 메타분석 결과, 에듀테크 활용은 오히려 문해력을 높이는 것으로 나타남(Silverman et al., 2024).
- 해당 연구에서는 문해력을 해독, 언어 이해, 읽기 이해, 작문이라는 네 가지 영역으로 구분하여 에듀테크 활용의 효과성을 분석한 문헌을 검토하였음. 또한, 점수, 배지 등의 보상 제공과 같은 게임 요소를 포함하는 게이미피케이션(gamification), 학습자의 평가나 수행에 따라 난이도를 조절하는 적응형 학습(adaptivity), 그리고 응답에 대한 피드백 제공 등 다양한 에듀테크 기능별로 문해력에 미치는 영향이 다르게 나타나는지 분석함.



- 해독: 단어를 읽고 발음하며 인식하는 과정
- 언어 이해: 어휘, 듣기 이해, 구어표현
- 읽기 이해: 전체적 읽기 능력 평가
- 작문: 문장구성, 글쓰기 유창성 등

[그림 4] 에듀테크 개입이 초등학생 문해력에 미치는 영향

각주: 1) 그래프 값은 Hedge's g를 의미하며, 0.4 이하는 중간 효과, 0.8 이상은 큰 효과를 의미함

2) 괄호 안의 k는 분석에 포함된 연구의 개수를 의미함.

출처: Silverman 등(2023)의 주요 연구 결과 저자 재구성

- 분석 결과, 에듀테크 활용은 문해력에 관한 네 가지 영역에 긍정적인 영향을 미쳤으나, 영역별로 효과 크기에 차이가 있는 것으로 나타남. 작문 역량에 대한 에듀테크 활용의 효과 크기가 큰 편으로 나타났고 (0.81), 해독(0.33)과 언어 이해(0.3), 읽기 이해(0.23)에 대해서는 다소 작은 효과를 보임.
- 이는 에듀테크가 다양한 교수법과 결합하여 학생의 학습을 지원할 수 있으며, 맞춤형 학습을 제공, 피드백 및 자기조절 학습지원, 몰입형 학습환경 제공 등을 통해 문해력에 긍정적으로 작용할 수 있음을 시사함.
- 한편, 게임화, 적응형 학습, 피드백과 같은 추가적인 기능은 해독과 읽기 이해에 대한 에듀테크의 긍정적 효과를 감소시키지 않았으나, 언어 이해에 대해서는 에듀테크 효과성을 일부 감소시키는 것으로 나타남.¹⁰⁾ 문해력 영역에 따라 효과적인 에듀테크 기능이 다를 수 있음을 시사하므로, 보다 분명한 과학적 관계를 밝히기 위해서는 추가적인 연구의 축적이 필요함.

Ⅱ 디지털 교육의 사회정서역량(Socio-emotional competency)과의 관계 검증

- 디지털 기기와의 상호작용 증가는 대면 상호작용을 감소시켜 학생들의 사회정서역량에 부정적으로 작용할 것이라는 우려가 있음.
- 그러나 이러한 우려를 직접적으로 검증한 인과추론 연구는 찾아보기 어려움. 오히려 일부 연구¹¹⁾는 디지털 환경이 개인 간 상호작용에 필요한 제약을 줄임으로써 적극적 참여를 유도하고 사회정서역량에 긍정적일 수 있음을 시사함.
- 학교에서 ① 디지털 기기 활용, ② 정보 조사 및 공유 활동 수행, ③ 디지털 시민의식 교육 병행 프로그램을 오래 경험한 집단일수록 자기통제(self-control) 수준이 더 높았음(McNaughton et al., 2024).
- 중학생 대상 연구 결과, 디지털 학습자료를 활용한 집단의 사회적 기술(social skill)이 서책형 교과서 활용 집단에 비해 유의하게 높았음(Surayani et al., 2021).

10) Silverman 외(2024)는 작문 역량에 대한 에듀테크의 효과성을 분석한 연구물의 수가 많지 않아 에듀테크 기능별로 그 효과가 달라지는지 검토하지 못하였다고 밝힘.

11) McNaughton 등(2024)과 Surayani 등(2021)은 각각 실험 혹은 준실험적 상황에서의 분석 결과를 제시한것며, 인과관계의 관점에서 그 결과를 해석할 수 있음.

디지탈 교육의 형평성 - 디지탈 격차와 학습 격차 우려 검증

- 디지탈 교육 확대로 인해 이미 존재하는 학생 간 디지탈 인프라 및 디지탈 활용 역량 차이가 학습 격차로 이어지리라는 우려가 있음.
 - Jeong 등(2023)¹²⁾에 따르면, 학생의 디지탈 활용 역량이 뒷받침될 때, 교사의 수업 내 디지탈 도구 활용과 학생 학업성취도 간 긍정적 상관이 있었음. 교사의 디지탈 기술 활용과 학생의 디지탈 활용 역량이 상보적 관계를 가지며 학생의 디지탈 활용 역량 격차로 인해 디지탈 교육이 학습 격차로 이어질 수 있음을 시사함.
- 한편, 디지탈 교육을 통해 취약 계층 및 저성취 학생의 학습을 지원함으로써 교육 불평등을 완화할 수 있다는 기대가 있음. 취약 계층 대상의 디지탈 교육 효과성을 분석한 2000년 이후의 연구 72편을 메타분석한 결과, 에듀테크 활용은 취약 계층 학생의 성취를 높였으나, 그 효과 크기(Cohen's d)¹³⁾는 0.029로 매우 미미하였음(Di Pietro & Munoz, 2025).
- 또한, 일부 실험 연구에서 에듀테크 활용이 소외계층 학생에게 더 긍정적이라는 결과를 제시함.
 - Feng 등(2023)에 따르면, 개별 학생의 학습 속도와 필요에 맞는 교육을 지원하는 에듀테크¹⁴⁾ 활용이 초기 성취도가 낮았던 소수인종 학생들에게 특히 큰 효과를 보였음. 또한, 에듀테크 활용의 효과는 단기에 그치지 않고 1년이 지난 후에도 학생들의 수학 학습 성과를 지속적으로 향상시키는데 기여함.
 - 이는 디지탈 교육이 학생들의 학습 격차를 줄이고 교육 형평성을 높이는 데 중요한 역할을 할 수 있음을 시사함. 다만 관련한 연구가 여전히 부족한 수준이므로 형평성 관점의 후속 연구가 축적될 필요가 있음.

12) 이 연구는 PISA 2018 조사 결과를 바탕으로 분석을 수행한 연구임.

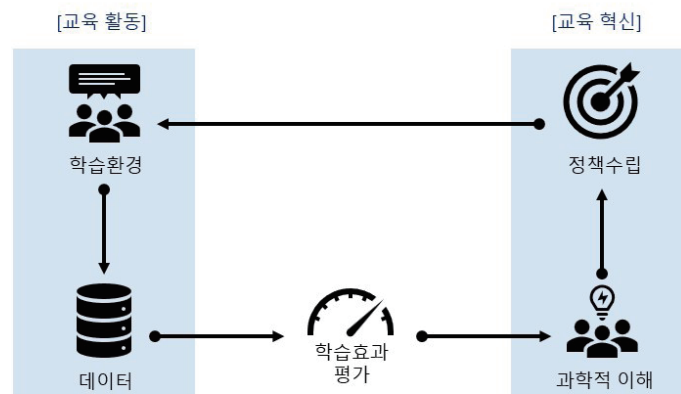
13) Cohen's d 효과크기의 판단 기준에 따르면, 0.2 미만의 값은 작은 효과를 의미함(Cohen, 1988).

14) 이때 활용한 에듀테크는 [그림 2]에 제시된 ASSISTment임.

4. 디지털 교육 효과의 확장: 데이터의 역할

Ⅰ 디지털 교육과 데이터의 활용

- 디지털 교육 전환에 따라 실시간 데이터 수집이 가능해졌으며, 전통적인 교육데이터 수집 방식인 설문에 비해 저비용 고효율 구조를 구축할 수 있게 됨. 이에 따라 교육정책 결정자, 교수자, 연구자 등의 교육 주체는 의사결정, 교수학습 개발, 교육 연구 등의 목적을 효율적·효과적으로 달성할 수 있게 됨.
- 첫째, 상술한 바와 같이, 디지털 교육의 효과는 학습자의 수준, 교수법, 학습 환경 등에 따라 달라짐. 디지털 교육 맥락에 대한 데이터를 체계적으로 수집·분석함으로써 디지털 교육의 효과를 명확히 이해할 수 있으며, 관련 정책에 대한 근거 기반 의사결정이 가능해짐.
- 둘째, 학생의 학습 과정에서 자동으로 축적되는 데이터를 적절히 가공함으로써 학생에 대한 객관적 이해가 가능하며, 효과적인 교수법 개발이 가능해짐. 궁극적으로 학생의 특성에 맞는 수업으로의 혁신이 가능해짐.
- 셋째, 학습데이터를 정밀하게 분석함으로써 교육 및 학습 과정에 대한 과학적 이해를 확장할 수 있음. 이를 통해 교육이 추구해야 할 모델을 발전시키고, 효과적 학습 설계에 대한 과학적 논의가 가능해짐.



[그림 5] 교육혁신을 위한 데이터의 역할

Ⅰ 디지털 교육과 증거기반 정책 의사결정

- 디지털 교육 전환에 따라 데이터를 활용한 증거기반 정책 의사결정 체계 구축이 더욱 중요해짐.
- 빅데이터 활용 시 [문제 설정 > 정책 논의 > 정책 형성 > 정책 채택 > 자원 배분 > 정책 시행 > 평가 및 피드백]의 각 정책 단계에서 즉각적인 피드백 제공이 가능해지며, 정책의 실효성이 극대화될 수 있음 (Höchtel, Parycek, & Schöllhammer, 2016).

- 정책 형성 및 채택 과정에서 예측 분석(predictive analytics)을 활용하여 다양한 정책 대안이 가져올 영향을 시뮬레이션할 수 있으며, 빅데이터 분석을 통해 예산 편성과 자원 배분을 최적화하는 등의 전략적 접근도 가능함.
- 영국 정부는 교육 재정 배분, 학교 성과 평가 등에 관해 데이터 기반 의사결정을 적극적으로 수행하고자 National Pupil Database (NPD)를 구축하였음.
- 공립 학교, 시험 기관, 지방 정부 등에서 정기적으로 데이터를 수집하며, 학생별 식별자인 PMR¹⁵⁾을 활용하여 개인 단위 자료를 체계적으로 관리함. 이를 통해 학생의 장기적 성과를 모니터링 할 수 있으며, 외부 데이터셋과의 연계를 통해 정책 의사결정에 필요한 다양한 데이터 분석을 수행할 수 있음(Jay, McCrath-Lone, & Gilbert, 2019).

구분	내용	활용 예시
성취 및 평가	각종 시험 성적 및 평가 데이터	학교 수준 및 개별 학생 성취도 분석
출석 및 행동	학생들의 출석률 및 결석, 정학, 퇴학 등 행동 관련 징계 조치 데이터	특정 집단(예: 취약 계층)의 출석 패턴 분석
취업 및 교육 후 진로	대학 진학률, 직업교육 프로그램 참여 여부 등	고등학교 졸업 후 노동시장(취업률) 성과 분석
학생 인구 통계 및 취약 계층	학생들의 연령, 성별, 인종, 사회경제적 배경 데이터, 특정 지원이 필요한 학생 집단 (예: 장애 학생, 저소득층, 보호대상 아동 등)의 통계	경제적 배경이 교육 성취도에 미치는 영향 분석
학교 및 지역별 데이터	학생이 다니는 학교 및 교육 기관 데이터, 지역별 학교 분포 데이터 등	특정 지역의 교육 자원 및 성과 분석

출처: GOV.UK(n.d.)를 바탕으로 저자 재구성

- 우리나라도 데이터 기반 정책 의사결정을 위해 지능형 교육정보통계시스템(EDS) 개편(20.10.30.), 교육빅데이터위원회 출범(21.06.14.), 교육데이터 개방·활용 확대방안 추진 (24.05.28.) 등 정책적 노력을 기울이고 있음.
- 지금까지 기관 간 데이터 연계를 위한 표준화 및 거버넌스 체제 미비로 인해 데이터가 분절적으로 수집·관리되어 데이터 기반 의사결정과 통계 행정의 비효율성이 초래되고 있음.
- 다양한 데이터를 연계·활용하고, 학생 성장의 종단적 분석 등 연구 수행을 위해서는 비식별화된 학생 정보 활용이 필수적이거나, 데이터 공개에 대한 부담감, 데이터 활용성에 대한 낮은 인식 등으로 정보제공이 소극적으로 이루어지고 있음.
- 이에 교육부는 2026년까지 교육데이터 원칙적 전면 개방 및 활용 확대를 목표로 ‘데이터 표준화 및 연계·활용 확대’, ‘데이터 개방·활용 기반 강화’ 등을 골자로 한 ‘교육데이터 개방·활용 확대방안’을 발표하였으며(교육부, 2024), 이를 통해 향후 데이터 기반 의사결정을 위한 토대가 마련될 것으로 기대됨.

15) Pupil Matching Reference의 약자로, 학생이 공립학교 입학 시 지방 정부에 의해 부여받는 익명화된 고유 식별자를 지칭함.

5. 요약 및 정책적 시사점

| 요약

- 선행 문헌을 통해 디지털 교육에 관한 기대와 우려를 검증한 결과를 요약하면 다음과 같음.
 - 첫째, 디지털 기기 제공만으로는 초중등 학생의 학습성장에 유의한 영향을 미친다고 보기 어려우나, 교사의 적극적 개입과 맞춤형 학습 프로그램은 특히 수학 성취도를 높이는 데 효과적일 수 있음.
 - 둘째, 메타분석 결과에 따르면, 에듀테크를 적절히 활용한다면 오히려 문해력에 긍정적일 수 있음. 다만 게임화, 적응형 학습, 피드백과 같은 상호작용을 지나치게 사용한다면 문해력에 일부 부정적으로 작용할 수 있음.
 - 넷째, 디지털 교육은 개인 간 대면 상호작용에 필요한 제약을 줄임으로써 오히려 사회정서 역량 발달에 긍정적으로 작용할 수 있음.
 - 다섯째, 디지털 격차가 해소되지 않을 경우, 디지털 교육은 학습격차를 확대할 수 있음. 그러나 동시에, 맞춤형 학습 지원과 같은 에듀테크는 교육 불평등을 완화하는 방안이 될 수 있음.
- 한편, 학생 학습 결과에 대한 디지털 교육의 효과성을 분석한 연구에 비해, 문해력, 사회정서역량 등 구체적인 역량에 미치는 영향을 분석한 연구나 교육 형평성 관점에서 디지털 교육 효과를 조망한 연구는 여전히 부족함. 디지털 교육을 통한 혁신 가능성을 명확히 이해하기 위해서는 다각도로 수행된 연구가 축적될 필요가 있음.

| 정책적 시사점

- 디지털 교육 전환은 단순한 기술 도입이 아닌, 교육의 패러다임을 바꾸는 장기적인 과정임. 디지털 교육을 통해 효율성과 형평성을 높이는 교육 시스템을 구현하기 위한 정책적 노력이 필요함.
 - 첫째, 디지털 교육혁신전략으로 디지털 기기의 단순한 확산보다 AI 등을 활용한 학생 맞춤형 학습 프로그램 적용이 더 효과적이므로, 학생 학습을 직접 지원하는 프로그램과 이를 효과적으로 활용할 수 있는 교수법에 대한 개발이 지속적으로 이루어질 필요가 있음.
 - 둘째, 디지털 교육에 대한 교사의 우려를 해소하기 위한 인식 개선과 지원이 필요하며, 변화하는 교육 환경에 맞춰 디지털 리터러시, 데이터 리터러시 등 교사에게 요구되는 새로운 역량을 강화하는 체계적인 교육 및 연수 프로그램이 요구됨.
 - 셋째, 디지털 교육 효과를 높이고 디지털 격차로 인한 학습격차 심화를 막기 위해서는 학생들의 디지털 역량이 중요하므로, 학생의 역량을 강화하는 방안이 함께 마련되어야 함.

- 넷째, 에듀테크의 효과를 극대화하고, 교수학습 설계 및 학습분석을 효과적으로 수행하기 위해 데이터 기반 정책 설계가 필수적임. 최적의 교육 방안 마련을 위해 기존 행정 데이터 외에도 학습 데이터를 통합·분석할 수 있는 체계적인 데이터 관리 시스템 구축이 중요하며, 관련 논의가 지속되어야 함.
- 다섯째, 성공적인 디지털 교육 전환을 위해 교육 구성원 간 디지털 교육의 방향성과 목표를 명확히 하고 지속적인 논의 및 피드백이 이루어질 수 있는 체계를 구축해야 함.

참고문헌

- 교육부(2024). 교육데이터 개방 및 활용 확대 방안. 교육부 보도자료.
- 정혜주, 박근영, 서예원, 손찬희, 양희준, 이림, 황지원, 한은정, 허은정(2022). 디지털 전환에 따른 학교교육 유연화 방안. 한국교육개발원
- 한승훈, 안혜선(2021). 증거기반 정책의 쟁점과 한국적 맥락에서의 적용 가능성. 한국정책학회보, 31(1), 289-314.
- Asselman, A., Khaldi, M., & Aammou, S. (2020). Evaluating the impact of prior required scaffolding items on the improvement of student performance prediction. *Education and Information Technologies*, 25, 3227-3249.
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational researcher*, 13(6), 4-16.
- Carr, N. (2020). *The shallows: What the Internet is doing to our brains*. WW Norton & Company.
- Cohen, J. (1988). *The effect size. Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Abingdon: Routledge, 77-83.
- Della Longa, L., Valori, I., & Farroni, T. (2022). Interpersonal affective touch in a virtual world: feeling the social presence of others to overcome loneliness. *Frontiers in Psychology*, 12, 795283.
- Di Pietro, G., & Muñoz, J. C. (2025). A meta-analysis on the effect of technology on the achievement of less advantaged students. *Computers & Education*, 226, 105197.
- Escueta, M., Nickow, A. J., Oreopoulos, P., & Quan, V. (2020). Upgrading education with technology: Insights from experimental research. *Journal of Economic Literature*, 58(4), 897-996.
- Feng, M., Huang, C., & Collins, K. (2023, June). Promising long term effects of ASSISTments online math homework support. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 212-217). Cham: Springer Nature Switzerland.
- GOV.UK (n.d.) National Pupil Database (NPD). <https://www.find-npd-data.education.gov.uk/>에서 2025.02.10. 인출
- Honma, M., Masaoka, Y., Iizuka, N., Wada, S., Kamimura, S., Yoshikawa, A., Moriya, R., & Izumizaki, M. (2022). Reading on a smartphone affects sigh generation, brain activity, and comprehension. *Scientific reports*, 12(1), 1589.
- Höchtel, J., Parycek, P., & Schöllhammer, R. (2016). Big data in the policy cycle: Policy decision making in the digital era. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 26(1-2), 147-169.
- Jay, M. A., McGrath-Lone, L., & Gilbert, R. (2019). Data resource: the National pupil database (NPD). *International Journal of Population Data Science*, 4(1), 1101.
- Jeong, D. W., Moon, H., Jeong, S. M., & Moon, C. J. (2024). Digital capital accumulation in schools, teachers, and students and academic achievement: Cross-country evidence from the PISA 2018. *International Journal of Educational Development*, 107, 103024.
- Jeong, H. (2012). A comparison of the influence of electronic books and paper books on reading comprehension, eye fatigue, and perception. *The Electronic Library*, 30(3), 390-408.
- Malamud, O., & Pop-Eleches, C. (2011). Home computer use and the development of human capital. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 987-1027.
- McNaughton, S., Rosedale, N. A., Zhu, T., Teng, L. S., Jesson, R., Oldehaver, J., Hoda, R., & Williamson, R. (2023). A school-wide digital programme has context specific impacts on self-regulation but not social skills. *E-Learning and Digital Media*, 21(6), 517-534.
- OECD (2019), *Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives*. OECD Publishing, Paris.
- OECD (2023a), *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. OECD Publishing, Paris.
- OECD. (2023b). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption*. PISA, OECD Publishing.
- Roschelle, J., Feng, M., Murphy, R. F., & Mason, C. A. (2016). Online mathematics homework increases student achievement. *AERA open*, 2(4), 2332858416673968.
- Silverman, R. D., Keane, K., Darling-Hammond, E., & Khanna, S. (2024). The effects of educational technology interventions on literacy in elementary school: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 00346543241261073.
- Suryani, N., Sutimin, L. A., Abidin, N. F., & Akmal, A. (2021). The Effect of Digital Learning Material on Students' Social Skills in Social Studies Learning. *International Journal of Instruction*, 14(3), 417-432.