creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사 학위논문

인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 개발

- 초등학교 수학 수업을 중심으로 -

2023년 2월

서울대학교 대학원

교육학과 교육공학전공

이 홍 규

인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 개발

- 초등학교 수학 수업을 중심으로 -

지도교수 임 철 일

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2022년 12월

서울대학교 대학원
교육학과 교육공학전공
이 홍 규

이홍규의 석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 조 영 환 (인)

부위원장 김 선 영 (인)

위 원 임 철 일 (인)

국문초록

인공지능 기술의 성능과 활용도가 높아지면서 교수학습장면에서도 인공지능을 적용해보고자 하는 시도가 이루어지고 있다. 인공지능을 통해 학생 개인별 특성과 수준을 진단하고, 이에 맞춤화된 학습자료와 피드백을 제공할 수 있기 때문이다. 이처럼 맞춤형 수업은 각각의 학생이 의미있는 학습을 성취할 수 있도록 개별화된 교육활동을 제공하는 것이다. 특히, 맞춤형 수업은 초등학교 수학 교과에서 많은 요구가 있다. 수학 교과는 내용의 위계성과 계통성이 강해 선수학습이 제대로 되어 있지 않으면 후속학습을 진행하기 어려워지기 때문에, 학생의 특성과 수준에 따른 맞춤형 교육이 필요하다.

하지만 교사 1명이 다수의 학생을 가르치는 1 대 다(多) 형태의 초등학교 교육현장에서 맞춤형 수업에 대한 요구를 충족시키기에는 현실적으로 한계가 있다. 많은 선행연구에서 맞춤형 수업에 대한 가능성을 테크놀로지에서 찾고자 한다. 맞춤형 수업의 현실적인 한계를 보완해줄 수 있는 것이 인공지능 교육시스템이며, 데이터 기반 수업 설계이다. 인공지능 교육시스템이 교사를 보조해서 학습진단을 실시하고, 문항을 추천해주거나, 수업을 설계할 때 참고할 수 있는 데이터를 제공해주기 때문이다. 그러나 선행연구를 통해 인공지능 교육시스템, 데이터 자체만으로는 맞춤형 수업을 실천하기 어렵다는 것이 확인되었다. 따라서 교사 혹은 수업의 설계자가 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터에 기반해서 맞춤형 수업을 어떻게 실천할 수 있는지에 대한 구체적인 지침이 필요하다.

본 연구는 이와 같은 맥락에서 초등학교 교사가 수학 교과에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계

하고 실행할 때 참고할 수 있는 수업 설계원리를 개발하였다. 인공지능 교육시스템이 수집할 수 있는 데이터는 ‘AI진단평가 결과, 학생별 정답률, 문항별 정답률, 출석률, 과제 수행률, 학습시간’가 있다. 본 연구에서는 연구의 목적을 달성하기 위해 1) 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 및 상세지침을 개발하고, 2) 개발된 수업 설계원리에 대한 교수자 • 학습자 반응을 검토하는 것으로 연구문제를 설정하였다.

본 연구는 설계•개발연구방법에 따라 선행문헌 검토, 경험적 탐색, 초기 설계원리 및 상세지침 도출, 내적 타당화(전문가 검토), 외적 타당화(교육현장 적용), 최종 설계원리 및 상세지침 도출의 과정으로 진행되었다. 먼저 선행문헌을 검토하고 요구분석을 위해 전문가 2인을 대상으로 면담을 통한 경험적 탐색을 진행함으로써 초기 설계원리 및 상세지침을 도출하였다. 다음으로, 초기 설계원리 및 상세지침에 대해 내적 타당화를 위하여 전문가 9인에게 검토를 총 2회 실시하고 회당 수정 및 보완 작업을 거쳐서 3차 설계원리 및 상세지침을 도출하였다. 다음으로, 외적 타당화를 위하여 1달 동안 5학년 1개 학급(24명)의 교실에서 5학년 2학기 수학교과 2단원 분수의 곱셈(11차시) 부분을 설계원리를 적용하여 수업을 진행하였다. 이를 위해 학생들에게 사전에 인공지능 교육시스템(아이스크림홈런)을 미리 지급하고 수업 전,후로 수학교과 정의적 영역을 측정하기 위한 사전•사후 검사를 실시하였다.

수업이 진행되는 동안 연구자는 4회의 수업 관찰을 하였으며, 수업이 끝난 이후에는 학습자 24인을 대상으로 수업 만족도 조사, 교수자 1인과 학습자 8인을 대상으로 면담을 실시하였다. 마지막으로, 내적 타당화와 외적 타당화 결과를 바탕으로 최종 설계원리 및 상세지침을 도출하였다. 본 연구에서 개발한 설계원리 및 상세지침은 수업 전, 수업 중, 수업 후, 학습환경 측면으로 분류할 수

있으며 10개의 설계원리와 27개의 상세지침으로 구성된다.

교수자와 학습자를 대상으로 한 면담 결과, 교수자는 본 연구에서 개발한 설계원리를 바탕으로 인공지능 교육시스템을 통해 데이터를 수집하고, 데이터에 기반해서 수업설계와 학습관리가 가능하다는 점에 만족하였다. 하지만 이를 위해서 참고할 수 있는 데이터가 학생별 정답률, 문항별 정답률, 일일 평균 학습시간, 수행률 등 정도로 제한적이며 수업 설계에 많은 노력이 투입된다고 응답하였다. 학습자는 본 연구에서 개발한 설계원리를 바탕으로 인공지능 교육시스템의 AI학습진단, AI문항추천, AI생활기록부(대시보드) 기능을 활용하여 자신의 부족한 부분을 확인하고 보완할 수 있다는 점에 만족하였다. 하지만 수업 중에 이루어지는 맞춤형 피드백이 기존 수업의 피드백과 크게 다르지 않다거나, 수업 후에 맞춤형 학습과제를 개별적으로 수행할 여유가 없다는 점을 아쉬워하였다. 교수자와 학습자 모두 인공지능 교육시스템을 통해 수업 중 데이터를 수집하고, 이를 수업 설계와 학습관리에 활용하는 것에 가장 만족하였다.

학습자를 대상으로 한 수업 만족도 조사에서는 5점 만점에 평균 4.28점으로 전반적으로 만족한다고 응답하였다. 수학 교과 정의적 영역을 측정하는 사전, 사후 설문조사를 통해 Wilcoxon 부호 순위 검정을 실시한 결과 ‘수학흥미, 수학학습태도, 가치, 학습동기, 학습의지, 효능감’ 6가지 요인 중에서 ‘수학흥미, 학습의지’ 2가지 요인이 통계적으로 유의하게 상승한 것을 확인할 수 있었다. 정의적 영역의 효과성을 확인하기에는 기간이 짧고, 인간 대상의 연구로서 외부변인을 통제하지 못하는 등 엄격한 실험연구를 진행하지는 못하였다. 하지만 학습자 면담 결과 ‘학생의 노력이 데이터에 그대로 반영되어서 공부할 의지가 생겼다’거나 ‘데이터를 기반으로 칭찬받으니 기분이 좋고 흥미가 생겼다’는 응답이 있었고, 수학흥미와 학습의지 면에서 유의한 효과가 있었을 확인할 수 있

었다.

이상의 연구 결과에 기초하여 본 연구에서 개발한 수업 설계원리를 선행연구에 비추어 논의하고, 시사점을 도출하였다. 또한, 본 연구의 한계를 바탕으로 후속 연구를 제언하였다. 본 연구는 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하기 위한 구체적인 방안을 제공했다는 점에서 의의를 지닌다. 또한, 본 연구는 인공지능 교육시스템을 교육 현장에 도입하여 교사의 역할과 인공지능의 역할을 구분하는 설계•개발 연구의 사례로서 가치를 지닌다고 할 수 있다.

주요어 : 인공지능 교육시스템, Intelligent Tutoring System, 데이터 기반 수업 설계, 맞춤형 수업, 인공지능 활용 수학 수업, 설계개발연구
학 번 : 2021-20818

목 차

Ⅰ. 서론 ····· 1

1. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1

2. 연구문제 ····· 9

3. 용어의 정리 ····· 10

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 13

1. 인공지능 교육시스템(ITS) ····· 13

가. ITS(Intelligent Tutoring System)의 개념 및 특성 ····· 13

나. 대화형 ITS의 개념 및 특성 ····· 17

2. 수학 수업에서 인공지능 교육시스템의 활용 ····· 21

가. 초중등 수학교육에서 인공지능 활용 동향 ····· 21

나. 초등수학교육에서 활용되는 인공지능 교육시스템 ····· 23

3. 데이터 기반 맞춤형 교수설계 ····· 30

가. 맞춤형 수업의 개념 및 특성 ····· 30

나. 데이터 기반 맞춤형 교수설계와 학습분석 ····· 32

다. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 교수설계의 가능성 ····· 37

Ⅲ. 연구방법 ····· 40

1. 연구 절차 ····· 40

2. 초기 설계원리 개발 ····· 42

3. 내적 타당화 ····· 44

4. 외적 타당화 ····· 47

Ⅳ. 연구결과 ····· 53

1. **1차 설계원리** ····· 53
가. 선행문헌 검토를 통해 도출한 1차 설계원리 개발 ····· 53
나. 경험적 탐색 ····· 59
2. **내적 타당화 결과** ····· 62
가. 1차 전문가 타당화 ····· 62
나. 2차 설계원리 및 상세지침 ····· 71
다. 2차 전문가 타당화 ····· 88
라. 3차 설계원리 및 상세지침 ····· 94
3. **외적 타당화 결과** ····· 109
가. 수업의 설계 및 실행 ····· 109
나. 설계원리에 대한 교수자 반응 ····· 128
다. 설계원리에 대한 학습자 반응 ····· 135
4. **최종 설계원리** ····· 153
가. 모형의 가정 및 특징 ····· 153
나. 최종 설계원리 및 상세지침 ····· 156
V. 논의 및 결론 ····· 177
1. **논의** ····· 177
가. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 177
나. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리에 대한 반응 ····· 181
2. **결론** ····· 178
3. **한계 및 제언** ····· 186
참고문헌 ····· 190
부 록 ····· 203

Abstract ·····241

표 목 차

<표 II-1> 학습분석에 대한 개념 정의(안미리 외, 2016) ····· 33

<표 III-1> 연구 절차별 연구 활동(Richey & Klein, 2014) ····· 41

<표 III-2> 경험적 탐색을 위한 전문가 프로필 ····· 43

<표 III-3> 전문가 타당화에 참여한 전문가 프로필 ····· 44

<표 III-4> 개발한 교수설계원리에 대한 전문가 검토 문항 예시 ····· 46

<표 IV-1> 선행문헌 검토와 경험적 탐색을 통해 도출한 1차 교수설계원리 ····· 53

<표 IV-2> 초등교육 전문가에 대한 요구분석 결과 ····· 59

<표 IV-3> 인공지능 교육시스템 전문가에 대한 요구분석 결과 ····· 61

<표 IV-4> 1차 설계원리 전반에 대한 타당화 결과 ····· 62

<표 IV-5> 1차 설계원리 및 상세지침에 대한 타당화 결과 ····· 63

<표 IV-6> 1차 전문가 타당화 의견 및 수정사항 ····· 64

<표 IV-7> 2차 설계원리 및 상세지침 ····· 71

<표 IV-8> 2차 설계원리 전반에 대한 타당화 결과 ····· 88

<표 IV-9> 2차 설계원리 및 상세지침에 대한 타당화 결과 ····· 89

<표 IV-10> 2차 전문가 타당화 의견 및 수정사항 ····· 90

<표 IV-11> 3차 설계원리 및 상세지침 ····· 95

<표 IV-12> 적용 대상 단원의 성취 기준(교육부, 2019) ····· 109

<표 IV-13> 적용 대상 단원의 수업설계 개요 ····· 110

<표 IV-14> 교수자 면담 결과 요약 ····· 129

<표 IV-15> 학습자 관찰 결과 요약 ····· 135

<표 IV-16> 학습자 면담 결과 요약 ····· 138

〈표 Ⅳ-17〉 수업 만족도 조사 결과 ·····148
〈표 Ⅳ-18〉 수학교과 정의적 영역 사전-사후 설문 결과 ·····149
〈표 Ⅳ-19〉 정의적 영역 사전/사후 검사 Shapiro-Wilk 정규성 검정 결과 ····150
〈표 Ⅳ-20〉 정의적 영역 사전/사후 검사 Wilcoxon 부호순위 검정(단측) 결과 ··151
〈표 Ⅳ-21〉 최종 수업 설계원리 및 상세지침 개요 ·····156
〈표 Ⅳ-22〉 최종 수업 설계원리 및 상세지침 ·····158

그 림 목 차

[그림 Ⅱ-1] ITS의 3가지 구성요소(Luckin et al., 2016) ····· 14
[그림 Ⅱ-2] Mathia의 사용화면 예시(Carnegie Learning, 2022) ····· 15
[그림 Ⅱ-3] alta의 사용화면 예시(Knewton, 2022) ····· 16
[그림 Ⅱ-4] Auto Tutor 사용화면 예시 (D'mello & Graesser, 2013) ····· 18
[그림 Ⅱ-5] Watson Tutor 사용화면 예시 (CAITLIN MACRAE, 2022) ····· 20
[그림 Ⅱ-6] 똑똑! 수학탐험대 사용화면 예시(장혜원, 남지현, 2021) ····· 24
[그림 Ⅱ-7] 아이스크림홈런의 AI 스캐닝 수학 진단평가(아이스크림홈런, 2022) ····· 26
[그림 Ⅱ-8] 아이스크림홈런의 AI튜터(아이스크림홈런, 2022) ····· 27
[그림 Ⅱ-9] 아이스크림홈런의 AI추천학습(아이스크림홈런, 2022) ····· 28
[그림 Ⅱ-10] 아이스크림홈런의 AI생활기록부(아이스크림홈런, 2022) ····· 28
[그림 Ⅱ-11] 학습자 데이터 기반 맞춤형 수업설계 모형(이현경, 조영환, 금선영, 2022) ····· 36
[그림 Ⅱ-12] 학습분석의 LAPA 모형 (Jo, 2012) ····· 38
[그림 Ⅲ-1] 아이스크림홈런 학습기 및 사용화면(아이스크림홈런, 2022) ····· 50
[그림 Ⅳ-1] 3차 교수설계원리 수업활동 절차 ····· 94
[그림 Ⅳ-2] 인공지능 교육시스템 디바이스 배부 장면 ····· 113
[그림 Ⅳ-3] 학습자용 가이드라인 예시 ····· 114
[그림 Ⅳ-4] 교수자용 가이드라인 예시 ····· 114
[그림 Ⅳ-5] 인공지능 교육시스템과 전자칠판 미러링 연결 장면 ····· 115
[그림 Ⅳ-6] 인공지능 교육시스템의 AI학습진단 검사화면 ····· 116
[그림 Ⅳ-7] 데이터 기반 맞춤형 수업의 흐름 개요 ····· 117
[그림 Ⅳ-8] 수업 전반부의 동기유발 및 개념제시 상황 ····· 118

[그림 Ⅳ-9] 수업 전반부의 동기유발 및 개념제시 상황 (2) ·····119
[그림 Ⅳ-10] 인공지능 교육시스템을 활용한 형성평가 실시 장면 ·····119
[그림 Ⅳ-11] 오답노트 기능(좌)와 틀린 문제 힌트 확인(우) ·····120
[그림 Ⅳ-12] 교사가 교실을 순회하며 학생들을 도와주는 장면 ·····120
[그림 Ⅳ-13] 아이스크림홈런 관리자 대시보드(좌)와 연구자가 직접 수집한 형성평가 데이터(우) ·····121
[그림 Ⅳ-14] 인공지능 교육시스템의 AI문항추천(수학의 세포들) 장면 ·····123
[그림 Ⅳ-15] 교사와 학생이 발표, 질문, 피드백, 설명하며 상호작용 장면 ·····124
[그림 Ⅳ-16] 대시보드를 통해 확인한 데이터를 근거로 우수학생 칭찬 장면 ·····125
[그림 Ⅳ-17] 다음 차시 안내 시 수준별 학습과제 제시 장면 ·····125
[그림 Ⅳ-18] 학생들이 어려워하는 문항과 개념을 중심으로 설명하는 장면 ·····126
[그림 Ⅳ-19] 학생들이 자신의 학습과정을 성찰할 수 있도록 도와주는 AI 생활기록부 ·····127
[그림 Ⅳ-20] 인공지능 교육시스템의 AI학습진단 결과 ·····129
[그림 Ⅳ-21] 인공지능 교육시스템의 AI문제추천 예시 ·····130
[그림 Ⅳ-22] 인공지능 교육시스템의 관리자 대시보드 예시 ·····132
[그림 Ⅳ-23] 최종 설계원리 수업활동 절차 ·····153
[그림 Ⅳ-24] 전통적 수업과 데이터 기반 맞춤형 수업의 차이 ·····154

I. 서론

가. 연구의 필요성 및 목적

한국고용정보원(2016)의 인공지능, 로봇 전문가 설문조사 결과에 따르면 현대사회의 다양한 직업들이 10년 내 인공지능, 로봇으로 대체 가능성이 높은 직업으로 분석되었다. 단순 반복 업무가 많으며, 고차적 사고를 통한 의사결정을 내리지 않기 때문이다. 우리나라 전체 직업종사자의 업무수행능력 중 12.5%는 2016년 기준 인공지능과 로봇으로 대체 가능하며, 이 비율은 2025년에 70.6%로 올라갈 것으로 전망되었다(대한민국 정책브리핑, 2017).

시장조사기관 가트너(Gartner)의 조사결과 인공지능의 성능이 높아지고, 적용할 수 있는 분야가 넓어짐에 따라 고차적 사고를 필요로 하는 의사, 변호사 등과 같은 전문직 업무도 3분의 1 이상이 인공지능으로 대체될 것이라 예측되고 있다(한국경제신문, 2018). 학생들이 지식, 기능, 태도 등을 학습할 수 있도록 도와주는 학교의 교사도 예외가 아니다. 임철일 외(2021)에 따르면 인공지능이 교실로 들어옴으로써, 교사, 학부모, 학생 모두 기대하는 면도 있지만 인공지능에 의해 교사가 대체될 수 있다는 불안도 가지고 있다. AI가 교사를 대신하게 될 것인지, AI시대에 교사에게 무엇이 요구되는지, AI는 학습자의 자기주도성을 키울 수 있는지, AI는 기존의 교육 방법과 내용, 평가를 어떻게 바꿀 것인지 고민이 필요한 시점이다.

교사뿐만 아니라 정부의 여러 부처들도 교육분야에서 인공지능을 적극적으로 활용하여 미래사회에 필요한 인재를 기르기 위해 정책을 수립하고 변화를 유도하고 있다. 과학기술정보통신부(2019)는 ‘인공지능 국가전략’을 발표하여 산업, 사회, 문화, 교육 등 모든 영역에 걸친 패러다

임의 변화를 대비하기 위한 계획을 세웠다. 교육부 또한 ‘인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제(교육부, 2020a)’와 ‘2022 개정 교육과정 총론 주요사항(교육부, 2021a)’를 연이어 발표하며 AI 시대에 국가차원에서 조직적으로 변화에 대응하기 위해 노력하고 있다. 그런데 위에서 언급한 국가계획들을 살펴보면 인공지능을 왜 교육현장에서 사용해야 하는지(Why), 인공지능기반교육, 인공지능이해교육, 인공지능활용교육, 인공지능융합교육 등이 무엇인지(What) 안내되어 있지만, 교육현장의 교사들이 인공지능 관련 교육을 구체적으로 어떻게(How) 해야 하는지에 대한 안내는 상대적으로 미비했다.

한형종, 김근재, 권혜성(2020)의 인공지능 활용 교육에 대한 초등교사 인식 분석 연구에 따르면, 초등교사들이 인공지능 기술이 수업 시간 내 활동을 보조하는데 적합하다고 생각하며, 인공지능 활용교육의 필요성에 대해 인식하고 있었다. 하지만 인공지능을 교육적으로 활용하기 위한 구체적인 방안이 부족하다고 인식하였다. 따라서 임철일(2019)이 교육공학의 새로운 연구와 실천 영역으로 ‘맞춤형 학습을 위한 인공지능 활용 교육’을 제시한 것처럼 향후 새로운 교육환경에서도 최적화(Optimization)된 인공지능 활용 교육 운영을 위해 교수설계원리, 교수 전략, 교수설계모형, 수업모형 개발 등의 연구가 이루어질 필요가 있다.

학교에서 인공지능을 효과적으로 활용하기 위해 다양한 교과에서 연구가 이루어지고 있지만, 그 중 활발하게 연구되는 교과가 수학이다. 수학 교과는 인공지능을 활용하여 맞춤형 수업(Personalized Instruction)을 실시하기에 적합한 교과로서 가치가 있다. 수학 교과는 내용의 위계성, 계통성이 강해 선수학습이 제대로 되어 있지 않으면, 후속학습을 진행하기 어렵다(김선희, 2020). 그래서 선수학습이 되어 있는 학생은 학교 교육과정 순서에 따라 단계별로 학습이 이루어지지만, 선수학습이 되어 있지 않은 학생은 수업의 진도를 따라가지 못해, 학생들 간 수준 차이에 의해 학습격차가 벌어지기 쉽다(박주경, 오영열, 2013). 이로 인해 학습부진아의 기초학력 저하, 수학학습에 대한 흥미 저하 등 많은 문제가 야기될

수 있다. 초등학교 시기는 중학교와 고등학교에서 학습하기 위해 반드시 필요한 선수학습이 이루어지기 때문에 학생들의 기초학력을 보장할 필요가 있다. 이를 위해 학생 개인별로 선수학습수준과 학습속도, 학업성취도, 학습흥미, 학습참여도 등에 따라 맞춤형으로 학습내용과 연습문제 및 학습과제를 제시하는 것이 중요하다(오석환, 김현진, 2021). 특히, 지난 2년간(2020년~2021년) 코로나19로 인한 원격수업이 전면 도입되면서 교육격차, 학습부진아의 기초학력 저하 문제가 대두된 상황에서(금선영, 조영환, 허선영, 김명신, 2021), 학습내용을 쉽게 이해하지 못하는 학습부진아 학생들은 더욱더 선수학습수준과 학습속도 등을 파악하고 개별 학습자의 특성과 요구에 집중할 수 있는 맞춤형 수업이 필요하다고 볼 수 있다.

맞춤형 수업(Personalized Instruction)이란 개별 학습자, 학습자 집단의 특성과 요구에 맞추어서 학습활동과 자원을 조정하며 학습자가 최적화된 학습을 경험하도록 맞춤화된 지원을 제공하는 수업이다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). 맞춤형 수업은 학습자의 성취도와 학습동기를 향상시켜주며(김민정 외, 2011), 낮은 성취수준으로 인해 기존의 수업에서 소외되었던 학생들의 학습도 효과적으로 지원할 수 있을 것으로 기대된다(Patrick et al., 2013). 특히, 맞춤형 수업은 학습자 개인의 요구와 특성을 반영한 최적화된 교수적 접근을 통해 교사 중심이 아닌 학습자 중심 수업을 실현할 수 있을 것으로 기대된다(Reigeluth, 2017).

그러나 초등학교 교육현장에서 이러한 맞춤형 수업에 대한 요구를 모두 충족시키기에는 현실적으로 한계가 있다. 현재 전국 초등학교 학급당 학생 수의 평균은 21.5명으로(통계청, 2022), 초등학교 교사 1명이 약 22명의 학생들에게 맞춤형 수업을 실천하기에는 시간적, 물리적 제한이 있다. 물론 초등학교 교육현장에서 '배움 중심 교육과정', '성장 및 과정 중심 평가' 등을 통해 학습자 중심 교육을 실시하고 학생 개인의 학습특성을 파악하여 교육적 처방을 제공하는 노력은 지속되고 있으나, 실제로 학습자 개인의 특성과 필요에 부합하는 맞춤형 수업을 실천하기에

는 많은 어려움이 따른다.

만약 수업혁신과 맞춤형 수업을 위해 학급당 학생 수를 줄인다면, 1명의 교사가 1명의 학생에게 지원해줄 수 있는 맞춤형 수업의 질은 훨씬 높아질 것이다(교육부, 2021b). 하지만 학급 당 학생 수를 당장 줄이기에는 예산, 교원 정원 등 해결해야 할 문제가 많다. 더군다나 지역별로 학급당 학생 수의 편차가 커서, 인구가 증가하고 있는 수도권의 경우 과밀학급이 많이 있으며, 과밀학급의 수업 속에서 소외되는 학생들이 많이 발생하고 있다(교육부, 2021c).

이처럼 시간적, 물리적, 비용적 한계가 있는 상황에서 학생들에게 맞춤형 수업을 할 수 있도록 도와줄 수 있는 것이 테크놀로지이다. 테크놀로지를 활용한 맞춤형 수업에 대한 중요성과 가능성은 선행연구에서 많이 언급되었다. Lee, Huh, Lin & Reigeluth(2018)은 학습자 중심(learner-centered) 교수학습 패러다임의 확산이 가속화됨에 따라 테크놀로지를 활용하여 학습자가 자신의 요구와 결정에 따라서 주체적으로 학습을 수행하는 개인화 학습(Personalized Learning)에 대한 중요성을 강조했다. Holmes와 동료들(2018)은 교육 현장에서 학습경험의 개인화에 대한 요구는 끊임없이 제기되어 왔으며, 테크놀로지에는 효과적인 개인화 학습을 지원하기 위한 잠재적인 가능성이 분명히 있다고 주장하였다. 물론, 맞춤형 수업(Personalized Instruction)과 개인화 학습(Personalized Learning)은 정확하게 같은 의미로 쓰일 수는 없다. 하지만 맞춤형 수업과 개인화 학습 모두 학습자의 요구와 결정을 존중한다는 점에서 동질적인 의미를 내포하고 있다고 말할 수 있다. 또한, 본 연구에서는 교사 1인이 다수의 학생을 담당하고 있는 학교 교육현장의 상황을 연구환경으로 고려하고 있으므로 맞춤형 수업이 현실적인 지향점이라 판단하였다.

교사의 맞춤형 수업을 도와줄 수 있는 테크놀로지에는 인공지능 교육시스템(Intelligent Tutoring System)과 학습분석(Learning Analytics)이 있다. 먼저, 인공지능 교육시스템은 일반적으로 수학 교과와 같이 지식이 일정한 구조를 갖추고 있는 영역에서 인공지능 기술을 활용하여 각 학생

이 맞춤형 단계별 학습을 할 수 있도록 도와주는 시스템이다(Alkhatlan & Kalita, 2018). 인공지능 교육시스템은 개별 학생의 특성과 필요에 따라 오개념을 잡아주거나, 최적의 단계별 학습 경로를 제공해주거나, 학습이 진행되는 동안 난이도를 조절하거나 힌트를 주는 등 맞춤형 피드백을 제공해준다(신동조, 2020).

다음으로, 학습분석을 통해 교사의 맞춤형 수업을 도와줄 수 있다. 학습분석이란 테크놀로지가 매개하는 학습환경에서 다양하게 일어나는 학습 행동과 교수학습 맥락에서 발생하는 데이터를 측정, 수집, 분석, 예측하여, 데이터에 기반하여 교수학습 의사결정을 내릴 수 있도록 지원하는 학문이다(조일현, 2015; Siemens & Long, 2011). 최근에는 웹 데이터, 음성, 설문자료, 시선추적 데이터, 생리심리반응 등 다양한 자원으로부터 수집된 학습데이터를 분석해서 학습과정을 이해하고 수업을 개선하려는 다중양식 학습분석(Multimodal Learning Analytics)에 대한 연구도 활발하다(함윤희, 조영환, 이한솔, 김혜은, 2021; Blikstein & Worsley, 2016). 교사가 맞춤형 수업을 할 수 있는 기술적인 교육환경의 기반은 충분히 마련되고 있음을 알 수 있다.

신서경, 신선애(2021)에 따르면, 전통적인 교실에서는 종이 활동지로 형성평가를 실시했으며, 교사가 직접 채점을 해서, 컴퓨터에 데이터를 입력하고 관리해야 했다. 그러나 최근에는 인공지능 교육시스템과 같은 테크놀로지를 활용하여 자동으로 신속하게 데이터를 수집하고 관리할 수 있기 때문에, 정확한 데이터에 기반해서 교수설계를 할 수 있다. 인공지능 교육시스템과 학습분석을 함께 하려는 시도는 효율성과 호혜성이 입증되었기에 여러 선행연구에서도 함께 활용되었다(Baneres et al., 2016; Luis et al., 2017). 본 연구에서 사용하고자 하는 연구도구인 인공지능 교육시스템 '아이스크림홈런'은 AI학습진단, AI문항추천, AI추천학습, 학습분석 대시보드와 같은 기능을 통해 학습자 개인의 특성과 요구에 반응하는 맞춤형 수업을 실현할 수 있는 가능성을 내포하고 있다(아이스크림홈런, 2022). 그리고 학습분석과 관련하여 여러 가지 특허를 받았을 뿐

아니라 IMS Caliper라는 학습분석을 위한 데이터 수집 프레임워크 인증을 받았다(한국교육과정평가원, 2018). 물론 본 연구에서 음성 데이터, 학습자 행동 데이터나 생리심리데이터 등 다양한 형태의 데이터를 모두 분석하지는 못하며, 인지적 영역의 학습자 진단 데이터, 학업성취도와 학습과제 참여도, 로그데이터 등을 분석하고자 한다. 일반적인 초등학교 교육현장의 현실적인 여건 속에서 인공지능 교육시스템과 학습분석 기술이 통합된 '아이스크림홈런'을 통해 맞춤형 수업의 가능성을 확인하고자 한다.

하지만 인공지능 교육시스템과 학습분석 기술이 단순히 존재한다고 해서 맞춤형 수업을 구현하는 것은 어렵다. 선행연구들을 살펴보면, Holmes et al.(2019)는 인공지능 교육시스템이 강의식 수업에 비해서는 교육적 효과가 있지만, 아직까지 학생과 교사의 상호작용이 일어나는 1대1 학습지도에 비해선 역부족이라고 하였다. 또한 Holstein과 동료들(2018)은 인공지능 교육시스템 자체가 학생들이 학습하는 데 어느 정도 효과적일 수는 있지만, 인공지능 교육시스템이 교사와 협력해서 함께 작동되도록 디자인된다면 훨씬 효율적일 것이라 주장하였다. 그리고 Kuniyoshi & Kurahashi(2020)도 인공지능 교육시스템을 사용하면서 교사의 교수학습 지원이 이루어진다면 학습의 효율성은 훨씬 향상될 것이라 하였다. 최서연(2022)은 초등학교 2학년의 3개 학급에서 유사실험연구를 통해 인공지능 교육시스템만 활용하고 교사의 교수설계모형을 적용하지 않은 집단 A와 인공지능 교육시스템과 교사의 교수설계모형을 아무것도 적용하지 않은 집단 B 간에 효과성 면에서 차이가 없었다는 결론을 도출하였다. 선행연구 결과들을 확인해 볼 때 인공지능 교육시스템과 교사의 교수설계 및 교수학습지원이 함께 이루어질 때 맞춤형 수업의 잠재적인 실현 가능성을 확인할 수 있었다.

또한, 학습분석 기술 자체만으로는 맞춤형 수업을 구현하는 것이 어렵다는 선행연구들도 있었다. 인공지능 교육시스템을 통해 수집된 데이터가 교사에게 아무리 주어지더라도 교사가 데이터를 교수설계에 의미 있

게 반영하지 않는다면, 데이터는 무의미해지며, 맞춤형 수업을 실현할 수 없게 된다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). 교사가 교수설계원리를 통해 학습자 데이터에 기반해서 수업을 설계하고, 의미있는 교육적 처방까지 도출해야 맞춤형 수업을 실현할 수 있는 것이다(van Leeuwen, 2019). 홍선주 외(2018) 또한, 미래 교사에게 요구되는 역량을 규명한 바 있는데, 도출된 14개의 미래 교사 역량 가운데 '데이터 기반 학습자 진단 역량'과 '맞춤형 학습 설계역량'은 미래의 학교 교육에서 '맞춤'을 가능하게 하는 주요 역량으로 선정하였다. 따라서, 맞춤형 수업을 위해서는 교사가 데이터에 기반해서 학습자를 진단하고, 이를 바탕으로 수업을 설계해야 함을 알 수 있다.

교사가 데이터에 기반해서 맞춤형 수업을 체계적으로 설계하기 위해서는 수업내용을 구성하기 전에 참고할 수 있는 교수설계원리, 상세지침, 교수설계모형, 수업모형 등이 필요하다(Reigeluth, 2013). 만약 교사가 참고할 수 있는 가이드라인이 없다면, 인공지능 교육시스템과 학습분석이 아무리 효과가 좋더라도 교사들에게는 또 하나의 업무부담이 된다. 인공지능 교육시스템과 관련한 선행연구로는 인공지능 교육시스템을 직접 개발하거나(King et al., 2021;이현숙 외, 2019) 'ALEKS', '똑똑! 수학탐험대', '콴다(QANDA)'와 같은 인공지능 교육시스템을 교육현장에서 활용하여 효과성만 알아보는 경우가 많았다(Craig et al., 2013;임영빈 외, 2021;오석환, 김현진, 2021). '똑똑! 수학탐험대'를 활용한 교수설계모형을 개발하거나(최서연, 2022), 교수학습모형 및 시나리오를 개발하기도 하였지만(임미인 외, 2021), '똑똑! 수학탐험대'는 초등학교 1~2학년만을 대상으로 하였으며, 학습 내용도 게이미피케이션 기반 활동이 많아 초등학교 5~6학년에게 활용하기에는 맥락이 맞지 않았다. 미국의 경우 Phillips et al.(2020)이 블렌디드 러닝 상황에서 ALEKS를 활용한 수학 수업을 실시하고, 적응적 학습(Adaptive Learning)과 맞춤형 수업(Personalized Instruction)을 실시하기 위한 모델을 디자인했지만, 미국 교육과정의 특수한 상황에 적합할 뿐 한국의 교육과정과 교육환경에는 맞

지 않았다.

따라서 본 연구에서는 한국의 초등학교 5~6학년의 교사가 수학수업에서 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때, 데이터에 기반하여 맞춤형 수업을 설계하는 원리를 개발하고자 한다. 이를 통해 수학교육에서 인공지능을 활용하고자 할 때 교사와 인공지능이 어떻게 협력해서 역할을 분담해서 수행할지 구체적인 방안을 제시하고자 한다. 맞춤형 수업에서 교사와 인공지능의 역할에 대해 탐구해보며 두 주체의 상호보완적 관계의 기반을 마련하고자 한다. 그리고 인공지능 교육시스템과 학습분석과 같은 테크놀로지를 교육현장에 적용하고자 할 때 필요한 교수설계 분야의 발전에 기여하고자 한다.

나. 연구문제

본 연구는 교수자가 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터에 기반한 교수설계를 하는 과정을 지원하도록 교수설계 원리와 산출물(교육프로그램, 직무보조물)을 개발하고, 이에 대한 교수자와 학습자의 반응을 확인하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 본 연구에서 설정한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리는 어떻게 구성되는가?

둘째, 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리에 대한 교수자와 학습자의 반응은 어떠한가?

다. 용어의 정리

▪ 인공지능 교육시스템(Intelligent Tutoring System)

Intelligent Tutoring System(ITS)는 오랫동안 교육 분야에서 활용될 수 있는 인공지능으로서 주목받아 왔고, 현재도 활발하게 연구되고 있는 분야이다(Holmes et al., 2019). 일반적으로 ITS는 수학 교과와 같이 지식이 일정한 구조를 갖추고 있는 영역에서 각 학생이 맞춤형 단계별 학습을 할 수 있도록 활용되고 있다(Alkhatlan & Kalita, 2018). ITS는 '인공지능 교육시스템', '지능형 튜터링 시스템', '지능형 교수 시스템', '인공지능 기반 교육시스템' 등으로 다양하게 번역되어 불리고 있다(김신애, 방준성, 2020). 본 연구에서는 ITS를 '인공지능 교육시스템'으로 용어의 정의를 내리고자 한다. 그리고 본 연구에서 선정한 연구도구인 '아이스크림홈런'의 다양한 인공지능 기술과 학습내용, 학습관리시스템을 살펴본 결과 ITS의 조건에 부합하다고 판단하였고, '인공지능 교육시스템'으로 분류하고 연구를 진행하고자 한다.

▪ 맞춤형 수업(Personalized Instruction)

홍선주, 김태은(2010)은 맞춤형 수업(Personalized Instruction)을 학습자의 인지적, 정의적 영역의 다양한 차이를 고려하여 각각의 학습자가 의미 있는 학습을 성취할 수 있도록 개별화된 교육활동을 제공하는 것으로 정의하였다. 만약 학습자의 학습활동에 초점을 맞추는 경우에는 맞춤형 학습(personalized learning)이라는 용어로도 불리기도 한다. 다만, 맞춤형 학습이라는 용어를 사용한다면, 학습자 스스로 자신의 필요에 따라 학습 목표를 설정하고, 학습내용, 학습활동, 학습자원 등을 자율적으로 선택하는 것을 허용한다. 본 연구의 연구도구인 '아이스크림홈런' 인공지능 교육시스템을 사용해서, 가정에서 스스로 학습을 해나가는 경우라면 맞

춤형 학습이 적합하겠으나, 본 연구의 연구환경은 초등학교 수업에서 교사와 학생이 인공지능 교육시스템을 사용하는 것이므로, 맞춤형 학습보다는 맞춤형 수업에 초점을 맞추고자 한다.

Spector(2015)에 따르면, 수준별 수업은 동일한 학습 목표가 제시된 상황에서 개별 학습자나 학습자 집단의 선호나 수준에 따라 지도방법, 교수학습적 접근을 달리하는 방식이다. 개별화 수업은 동일한 학습 목표가 제시된 상황에서 학습자 집단의 선호보다는 개별 학습자의 요구에 맞추어 지도방법과 교수학습 접근을 달리하는 방식이다(Bray & McClaskey, 2014). 이에 반해 개인화 학습은 개별 학습자의 요구 및 선호에 따라서 학습목표, 내용, 방법, 속도를 달리하는 방식으로 이루어지는 학습이다. 본 연구에서는 연구도구인 인공지능 교육시스템 '아이스크림홈런'을 초등학교 교육현장에서 교사와 학생이 함께 활용하는 것이 목적이므로, 수준별 수업과 개별화 수업의 의미로 맞춤형 수업을 정의하고자 한다.

- **데이터 기반 맞춤형 수업설계**

'데이터 기반 맞춤형 수업 설계'란 교사에게 제공된 학습자 데이터를 바탕으로 교육적 의사결정을 내리고, 개별 학습자에게 필요와 요구에 맞는 교육적 처방을 내리는 맞춤형 수업을 실현하기 위해 수업을 설계하는 원리로 정의한다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). '데이터 기반 맞춤형 교수설계'는 '학습분석(Learning Analytics)'의 등장에 따라 함께 교육적 가능성에 대해 언급되었다. '학습분석'은 학생의 학습과정과 결과를 예측하기 위해 모델과 데이터를 활용하고 분석 결과에 따라 교육적 의사결정을 내리는 접근이다(EDUCAUSE, 2010). 학습분석이 기술적인 관점에서 다양한 교육환경에서 수집된 학습 데이터를 분석하고 활용하고 교육적 처방까지 설계하는 종합적인 접근이라면, '데이터 기반 맞춤형 교수설계'는 학교에서 수업하는 환경에서 수집된 데이터를 바탕으로 맞춤형 수업을 실현하기 위해 수업을 설계하는 데에 초점을 맞춘 접근이다

(최영인, 홍선주, 박재현, 2019). 특히 본 연구에서는 초등학교 수학수업에서 인공지능 교육시스템인 ‘아이스크림홈런’을 활용하여 수집한 학습진단 결과, 형성평가결과, 학습참여도, 로그데이터 등의 데이터를 바탕으로 개별 학습자의 필요와 요구에 맞춰 수업과정을 조정하는 설계원리로 정의하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 인공지능 교육시스템(ITS)

가. 인공지능 교육시스템(Intelligent Tutoring System, ITS)의 개념 및 특성

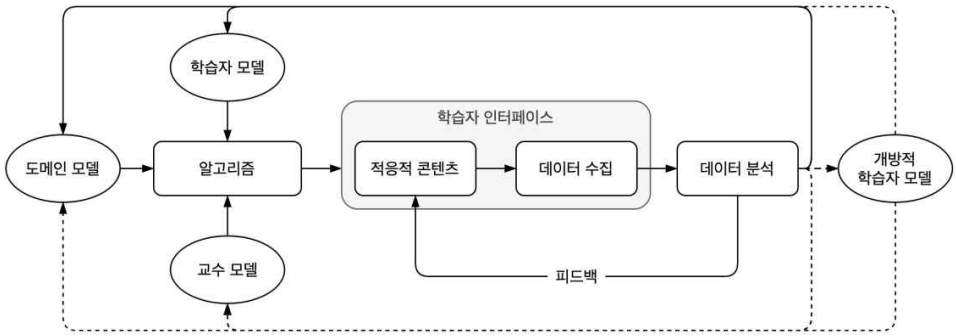
교육에서 인공지능을 활용하여 교수학습을 개선하려는 연구는 1989년 ‘Journal of Artificial Intelligence in Education’이라는 학술지의 발간과 1997년 ‘International Artificial Intelligence in Education Society(IAIED)’가 설립되면서 30년동안 진행되어 왔다(신동조, 2020). Baker & Smith(2019)에 따르면, 교육에서 활용되는 인공지능은 학습자 차원, 교사 차원, 시스템 차원의 3가지로 분류될 수 있다. 학습차 차원 인공지능은 맞춤형 학습(Personalized Learning)과 같이 학생이 지식을 학습하기 위해 사용하는 도구를 의미한다. 교사 차원의 인공지능은 교육행정, 교과평가, 피드백 제공, 표절 탐지와 같은 교무업무를 자동화하여 교사의 업무를 경감시키고 교사를 보조하는 도구를 의미한다. 시스템 차원의 인공지능은 학교를 운영하는데 필요한 데이터를 분석하고 의사결정하는데 쓰이는 도구를 의미한다.

그 중에서도 Intelligent Tutoring System(ITS)는 오랫동안 교육 분야에서 활용될 수 있는 인공지능으로서 주목받아 왔고, 현재도 활발하게 연구되고 있는 분야이다(Holmes et al., 2019). 일반적으로 ITS는 수학 교과와 같이 지식이 일정한 구조를 갖추고 있는 영역에서 각 학생이 맞춤형 단계별 학습을 할 수 있도록 활용되고 있다(Alkhatlan & Kalita, 2018). 즉, ITS는 개별 학생의 오개념을 잡아주거나, 최적의 단계별 학습 경로를 제공해주거나, 학습이 진행되는 동안 난이도를 조절하거나 힌트를 제공하여 학생들이 학습 성취를 달성할 수 있도록 도와준다. 맞춤형 피드백은 주로

학생의 성취수준이 낮거나 오답을 제출하였을 때 이루어졌는데, 특정 ITS는 감정상태, 문항의 난이도, 답변 제출 시간, 학습참여, 학습유형 등을 고려하여 피드백을 제공하도록 설계되기도 하였다(신동조, 2020).

ITS는 '인공지능 교육시스템', '지능형 튜터링 시스템', '지능형 교수 시스템', '인공지능 기반 교육시스템' 등으로 다양하게 번역되어 불리고 있다(김신애, 방준성, 2020). 본 연구에서는 ITS를 '인공지능 교육시스템'으로 용어의 정의를 내렸지만, 본 연구의 이론적 배경에서는 본래의 단어의 의미를 살려서 ITS라고 부르고자 한다.

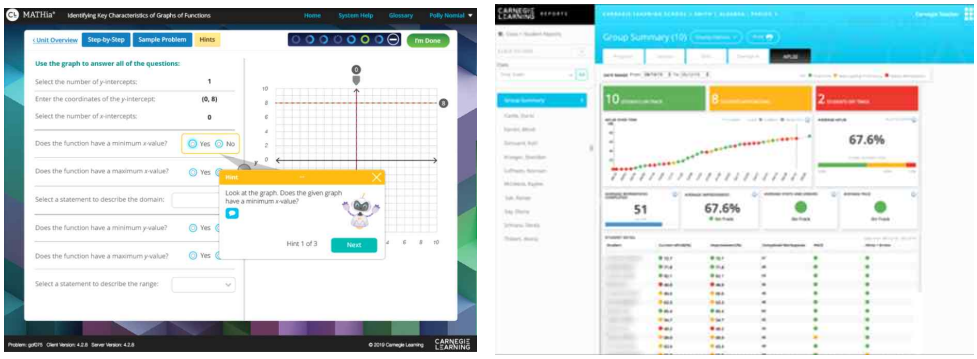
ITS는 [그림 II-1]와 같이 세 가지 종류의 지식에 기반해서 개발된다. 학생들이 학습해야 하는 내용적 지식인 '도메인 모델(domain model', 효과적으로 가르칠 수 있는 접근법에 대한 지식인 '교수 모델(pedagogical model)', 학생에 대한 지식인 '학습자 모델(learner model)'에 기반해서 개발된다. 예를 들어, 초등학생에게 분수의 개념을 가르친다고 가정했을 때, 분수의 개념은 도메인 모델, 가르치는 과정에서 확인할 수 있는 근접발달영역이나 인지적 부하, 선행조직자와 같은 가르치는 방식에 대한 내용은 교수 모델, 학습자가 학습한 지식 및 행동의 상태는 학습자 모델로 구분할 수 있다. ITS는 개별 학생에게 맞춤형 교육(adaptive learning)을 실시하기 위해 도메인 모델, 교수 모델, 학습자 모델을 활용한다(Luckin et al., 2016).



[그림 II-1] ITS의 3가지 구성요소(Luckin et al., 2016)

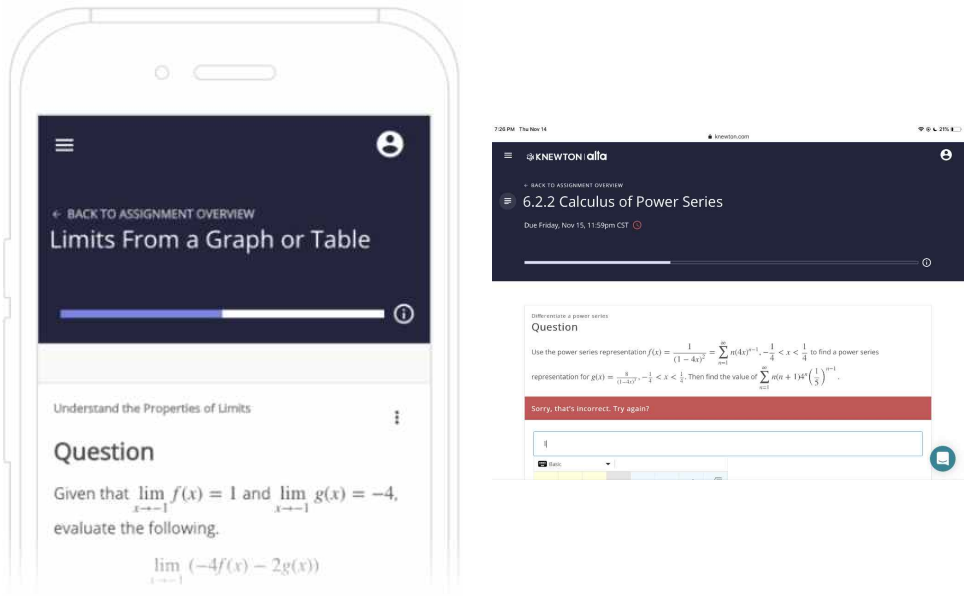
ITS가 기존의 컴퓨터 기반 학습시스템과 구분되는 가장 큰 특징이 '학습자 모델' 이다(Holmes et al., 2019). 학습자 모델은 학습자가 ITS와 지속적으로 상호작용하는 과정에 대한 정보를 수집하여 분석하고, 활용할 수 있기 때문이다(Grawemeyer et al., 2017).

ITS의 사례로서 카네기 러닝(Carnegie Learning)에서 개발한 매시아(Mathia), 뉴톤(Newton)에서 개발한 알타(alta)가 있다. Mathia는 카네기 멜론 대학교의 연구를 기반으로 만들어졌는데, 이전에는 인지적 개인교사(Cognitive Tutor)로 불리기도 했다. Mathia는 K-12 학생들을 위해 인공지능 기반의 맞춤형 수학학습을 제공한다. 학생들의 진도, 성취도, 오개념을 살펴보고 개인 코치처럼 자동화된 피드백을 제공하는 것이다. 학생들이 왜 틀렸는지 설명해주며, 옳은 답을 하는 방법에 대해서도 안내해주는 것을 목표로 한다(Holmes et al., 2019).



[그림 II-2] Mathia의 사용화면 예시(Carnegie Learning, 2022)

Alta는 대학생을 대상으로 수학, 경제학, 화학, 통계학과 같은 다양한 주제를 다루기 위해 개발되었다. alta의 교수 모델은 문항반응이론(Item Response Theory, IRT)를 기반으로 구성된다. IRT는 각각의 문항별로 작동하는데, 각 문항의 정답을 바탕으로 확률적, 통계적 접근으로 문항의 난이도 및 개인별 능력을 추론하는 방법을 말한다(Embreston & Reise, 2013). 또한 alta의 교수 모델은 완전학습을 근거로 구성되었는데, 학생들이 이전의 학습 목표를 완전히 습득한 경우에만 새로운 학습 목표로 넘어간다.



[그림 II-3] alta의 사용화면 예시(Knewton, 2022)

그리고 ITS는 그동안 학교에서 수많은 효과성 평가가 이루어져왔다. 대부분의 평가는 학업 성취도에 집중되었으며, 전체수업에서 ITS를 활용하였을 경우, 교사에 의해 1대1로 지도 받은 경우, 컴퓨터 보조 수업(Computer Assisted Instruction, CAI) 시스템을 활용한 경우 등과 비교하여 이루어졌다(Holmes et al., 2019). Kulik & Fletcher(2015)에 따르면 ITS는 인간이 직접 지도하는 교수 수준에 이르기까지 도달하는 것이 목표이며, ITS의 효과를 많이 높이긴 하였지만 아직까지는 1대1 교수법에 근접한 결과를 내지 못한다고 하였다. 하지만 강의식 수업에 비해서는 0.47 정도의 가중 평균 효과 크기[1]를 나타내며, 교육적으로 긍정적 효과가 있다고 하였다. 카네기 멜론 대학교의 Mathia 연구진은 ITS가 독자적으로 사용되는 것보다는 블렌디드 러닝(Blended Learning) 방식으로 사용될 때 가장 효과적이라고 주장하였다. ITS가 개인별 맞춤형 학습을 지향하지만

1) 가중 평균 효과 크기는 실험집단이 통제집단의 평균으로부터, 통제집단의 표준편차의 몇 배만큼 떨어져 있는지 측정한다.

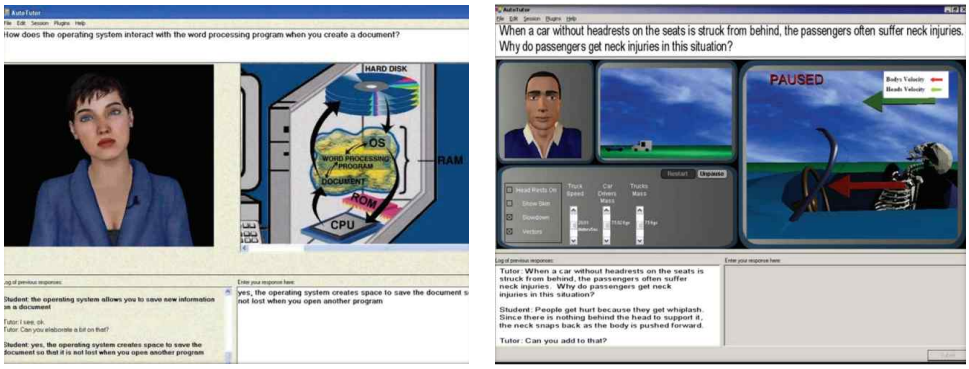
교사 없이 독자적으로 사용되기에는 아직 충분하지 않으며, 학생들이 블렌디드 러닝 상황에서 개인으로, 혹은 교사와 함께 그룹별로 학습할 때 많은 효과를 얻을 수 있다는 것이다(Holmes et al., 2019).

나. 대화형 ITS의 개념 및 특징

전통적인 ITS 외에도 대화형 ITS(dialogue-based ITS)이 있다. 대화형 ITS는 DBTS(Dialogue-Based Tutoring System)이라고도 불리는데, ITS처럼 단계적 피드백과 힌트를 제공하는 것은 같지만, 자연어 처리(Natural Language Processing), 음성인식(Speech Recognition), 의미분석(Semantic Analysis) 기술을 활용하여 학습자를 대화에 참여시키면서 개념을 익힐 수 있도록 한다(신동조, 2020). 학습에 몰입하고 참여를 증진시키기 위해 '인간처럼 말하고 행동하는 시스템'을 구현하고자 한 것이다(Russell & Norvig, 2016).

대화형 ITS의 예로는 Memphis 대학에서 개발한 Auto Tutor, IBM과 Pearson에서 개발한 Watson Tutor가 있다. Auto Tutor가 학생들에게 새로운 지식을 전달하기 위해 만들어졌다면, Watson Tutor는 학생들이 기존 지식을 깊이 이해할 수 있도록 만들어졌다(Ventura et al., 2018).

Auto Tutor가 진행하는 수업은 총 5단계로, 다음과 같다. 먼저, 1단계로 온라인 상에서 인물 혹은 아바타가 나타나서 질문과 문제를 제시한다. 2단계로 학생은 시스템에 답을 입력하거나 소리내어 말하면서 응답한다. 3단계로 Auto Tutor는 학생이 개념을 정확하게 이해했는지 결정한다. 이는 학생들의 답과 교과서 말뭉치(Corpus)에 있는 개념과 얼마나 일치하는지 평가하여 진행한다. 4단계로 만약 학생이 개념을 제대로 이해하지 못했다면, 학생의 오개념을 잡아주거나 피드백을 제공한다. 5단계로 이전의 2~4단계를 반복하면서 학생들이 학습 목표를 달성할 수 있도록 돕는다(Graesser, 2011).



[그림 II-4] Auto Tutor 사용화면 예시 (D'mello & Graesser, 2013)

다음은 Auto Tutor와 학생이 대화하는 사례이다(Nye et al., 2014; Holmes et al., 2019).

Auto Tutor : (주질문) 한 소년이 자유 낙하하는 엘리베이터 안에 있고, 가만히 들고 있던 열쇠들을 손에서 놓았다고 해요. 열쇠들은 어떻게 될까요? 그리고 생각의 이유도 설명해 주세요.

학생 : 열쇠들은 움직이지 않고 시작점에 머물러 있어요.

Auto Tutor : (추가 정보 요구) 내 생각에는 당신이 좀 더 설명할 수 있을 것 같은데요.

학생 : 열쇠들의 속력이 중력과 같을 것 같아요

Auto Tutor : (힌트) 그 물체들과 관련된 가속도는 어떨까요?

학생 : 가속도가 뭐죠?

Auto Tutor : (답) 제가 설명해볼게요. 가속도는 점점 빨라지거나 느려지는 것처럼 시간에 따른 속도의 변화율이에요. 가속도는 벡터량이기 때문에 방향을 가지고 있죠.

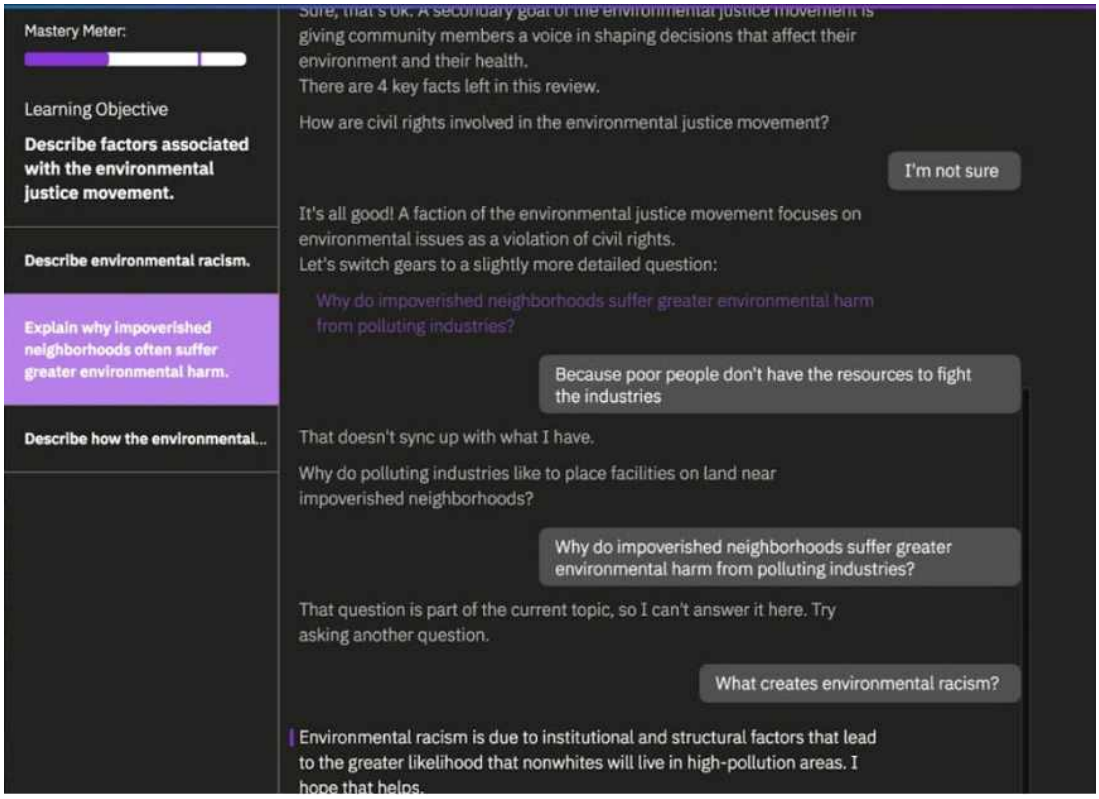
Auto Tutor : (힌트) 자 다시 한 번 해보죠. 그 물체들과 관련된 가속도는 어떨까요?

학생 : 엘리베이터 안의 물체의 가속도는 엘리베이터의 가속도와 같아요. 다들 지구의 중력 가속도이죠.

Auto Tutor : (간단한 피드백) 잘 했어요.

위 대화 사례에서 알 수 있듯이 Auto Tutor는 학생들에게 질문이나 문제를 제시하고, 만약 학생의 답이 정확하지 않다면, 추가 정보를 요구하거나 힌트를 제공하기도 한다. 그리고 학생에게 일정 부분 정답을 알려주고, 다시 힌트를 제공한다. 만약 학생이 정답을 맞추었다면 피드백을 제공한다.

Holmes et al.(2019)에 따르면, Watson Tutor는 Pearson의 고등학교 교육용 프로그램인 REVEL에 통합되어서 사용된다. Watson Tutor는 대화 관리자가 소크라테스의 문답법을 사용하여 학생들이 올바른 답을 이끌어낼 수 있도록 도와준다. 학생의 대답은 Watson 시스템에서 머신러닝으로 학습한 분류모델에 의해 분류되고, 대답 중 틀린 부분을 찾아낸다. 특히 Watson Tutor의 학습자 모델은 '개방적 학습자 모델(open learner model)'의 역할도 수행하는데, 학생과 교수자는 학생의 학습과정과 결과를 지속적으로 점검할 수 있다.



[그림 II-5] Watson Tutor 사용화면 예시 (CAITLIN MACRAE, 2022)

2. 수학 수업에서 인공지능 교육시스템의 활용

가. 초중등 수학교육에서 인공지능 활용 동향

임웅, 박미미(2021)에 따르면, 해외에서 수학교육에서 인공지능이 활용된 연구들은 크게 ‘인공지능 기반 교육 콘텐츠’, ‘인공지능 기반 교육 플랫폼’, ‘인공지능 교육시스템(Intelligent Tutoring System)’, ‘자동화된 평가’와 같이 4가지로 구분할 수 있다.

첫 번째로, 인공지능 기반 교육 콘텐츠 관련 연구들은 주로 교육 콘텐츠의 내용과 운영을 직접 안내하기보다는 ‘빅데이터’와 ‘로봇공학’의 교육적 활용을 통해 학습의 과정, 결과가 어떻게 변하였는지 소개하는 연구들이 많았다(임웅, 박미미, 2021). ‘빅데이터’ 관련 수학연구들은 교수자가 디지털 테크놀로지를 활용하여 학습자와 학습활동으로부터 실증적인 데이터를 수집하고, 분석함으로써 가르치고 배우는 방식의 패턴을 파악하여 교육적으로 활용하고자 하였다(Ainley et al., 2015; Prodromou, 2015). 또한 빅데이터가 중요한 시대에서 교사의 새로운 역량이 무엇인지 밝히거나, 교사가 데이터를 어떻게 활용하여 수업을 설계하고 실행하는지 연구하였다. ‘로봇공학’ 관련 수학연구들은 수학교실에서 이루어지는 로봇 공학 관련 수행활동을 소개하거나, 학습자가 수학의 원리를 활용한 알고리즘을 통해 디지털 과학기술을 이해하고, 공학적인 문제해결을 하여 로봇과의 상생할 수 있는 역량을 연구하기도 하였다(Green, Billinghurst, Chen, & Chase, 2008; Zhong & Xia, 2020).

두 번째로, 인공지능 기반 수학교육 연구는 교육과정 플랫폼에 대한에 대한 관심도 많았다. 교육과정 플랫폼은 학습관리체제(Learning Management System; 이하 LMS) 라는 이름으로 교육공학 분야에서도 주로 연구하고 있다. ‘AI 기반 교육 플랫폼(Turnbull, Chugh & Luck, 2020)’은 AI 기술에 근거하여 수학교육과정을 구현하는 디지털 교육환경인데, 기존의 e-러닝 LMS에서 AI 기반 대화형 학습환경(interactive learning environment)를 구현하여 피드백과 멘토링의 질을 향상시킨 것이다(Recker & Lee, 2016).

세 번째로, 수학교육에서 ITS의 활용에 대한 연구도 많았는데, 주로 고등교육의 맥락에서 대학생을 대상으로 교육적 효과를 분석한 연구들이 주로 진행되어 왔으며, 초등교육과 중등교육에서는 상대적으로 미흡하게 진행되었다(Xie, Chu, Hwang, & Wang, 2019). 그리고 Steenbergen-Hu & Cooper(2013)는 1997년부터 2010년까지 초등과 중등 수학교육에서 ITS를 활용한 26개의 연구를 메타 분석하였으며, ITS의 교육적 효과를 이미 확인한 바 있다. 하지만 2012년 ImageNet이라는 Computer Vision 대회에서 딥러닝 기술이 주목을 받은 이후 인공지능 기술의 성능이 급격히 높아지면서(NVIDIA KOREA, 2016), 초, 중등교육에서 ITS를 활용하는 것에 대한 연구를 새롭게 접근할 필요가 생겼다.

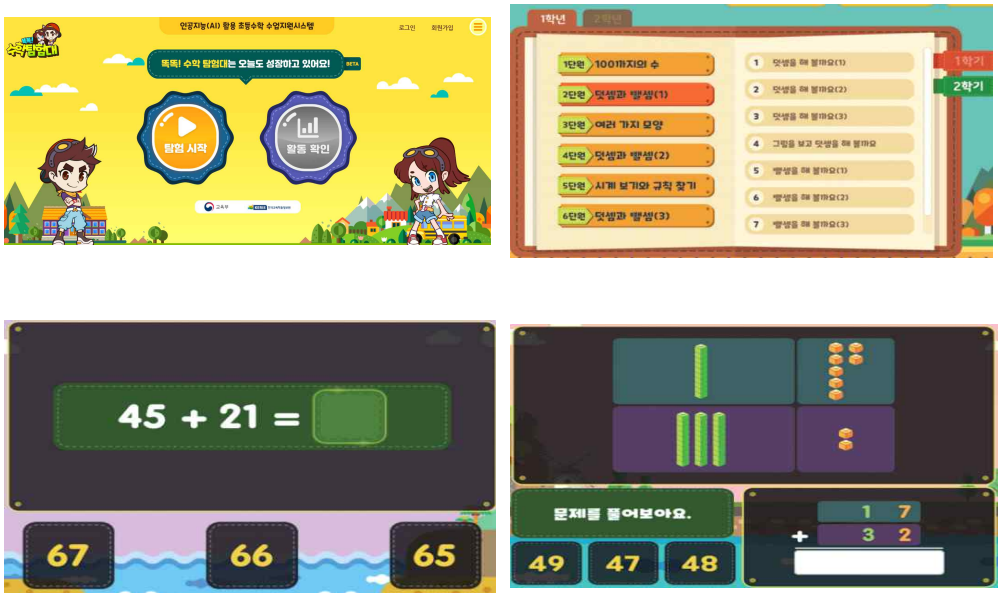
네 번째로 인공지능 기반 수학학습 평가에 대한 연구도 이루어지고 있다. 인공지능 기술을 평가영역에 적용한 사례로는 자동화된 서술형 평가(Automatic Writing Evaluation; 이하 AWE)이 있다. AWE는 학생들이 작성한 글을 시스템에 올리면, 시스템이 자연어 처리와 의미처리 기술을 활용하여 학생들에게 자동화된 피드백을 제공해주는 시스템이다(Holmes, Bialik, & Fadel, 2019). 그러나 AWE에 의한 피드백은 교사가 제공하는 피드백에 비해 효과가 미비할 수 있으므로, 아직까지는 AWE의 완벽한 구현은 어려운 상황이다(Trenholm & Peschke, 2020). 또한, 수학 교과는 문제를 해결하는 전략이 매우 다양하기 때문에, AWE를 적용하는 것이 쉽지 않다(임웅, 박미미, 2021). 따라서 반-자동화된 평가(semi-automated assessment)를 활용할 수 있는데, 표준 해법이 있어 잘 분류할 수 있는 문제는 시스템이 평가하고, 자동으로 분류하기 힘든 문제는 교사가 직접 평가하도록 하는 것이다(Bescherer, Kortenkamp, Muller, & Spannagel, 2010).

국내 수학교육 연구에서도 인공지능 관련 연구들이 있었다. 수학교육에서 인공지능의 활용가능성을 탐색한다거나(이지혜, 허난, 2018; 김화경 외, 2018; 박만구, 2020), 인공지능 수학교사를 개발하는 방안을 연구하거나(김미령, 정경영, 노지화, 2019), 해외의 AI기반 수학교육 연구의 현황을 파악하여, AI 기반 수학교육의 가능성과 한계점을 확인해보고, 이후 AI기반 수학교육의 방향성을 제시하기도 하였다(임웅, 박미미, 2021).

나. 초등수학교육에서 활용되는 인공지능 교육시스템

초등수학교육에서 활용되는 인공지능 교육시스템은 공교육과 사교육 맥락으로 나누어서 확인할 수 있다. 먼저, 공교육을 대상으로 한 인공지능 교육시스템으로는 한국과학창의재단에서 개발한 '똑똑! 수학탐험대'가 있다. '똑똑! 수학탐험대'는 이현숙 등(2019)이 전국의 5개 연구학교에서 근무하는 교사 90명과 학부모 306명을 대상으로 요구분석과 설문조사를 실시했고, 이를 바탕으로 초등학교 1~2학년을 대상으로 개발되었다.

최서연(2022)에 따르면, '똑똑! 수학탐험대'는 크게 '교과활동, 인공지능 추천활동, 탐험활동, 자유활동, 교구, 평가'의 여섯 가지 활동으로 구분할 수 있다. 첫 번째로, '교과활동'에서는 교과서의 학습 진도에 따른 학습 콘텐츠가 제공된다. 두 번째로, '인공지능 추천활동'에서는 개별 학습자의 학습진단 결과에 따라 개인별 학습 콘텐츠를 추천해준다. 세 번째로, '탐험활동'은 게이미피케이션(gamification)의 원리를 적용하여, 다양한 탐험 미션을 통해 수학 학습을 할 수 있다. 네 번째로, '자유활동'에서는 단원별로 다양한 놀이활동이 제시되며, 학습자는 놀이의 종류와 난이도를 선택할 수 있다. 다섯 번째로, '교구'에서는 학습자들이 수막대, 시계 등의 다양한 수학 교구를 활용할 수 있다. 여섯 번째로, '평가'에서는 차시평가, 수시평가, 진단평가 및 단원평가가 제공된다.



[그림 Ⅱ-6] 똑똑! 수학탐험대 사용화면 예시(장혜원, 남지현, 2021)

‘똑똑! 수학탐험대’을 활용한 연구가 많이 진행되었는데, 임미인 외(2021)은 ‘똑똑! 수학탐험대’를 활용한 수업을 진행하기 위한 4가지 수업 모형(시스템 기능 안내형, 수 개념 이해형, 계산원리 탐구형, 개념원리 연습형)을 개발하였다. 그리고 임영빈 외(2021)은 ‘똑똑! 수학탐험대’를 학교 현장에서 활용해보고 인지적 영역과 정의적 영역의 효과성을 확인했고, 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석했다. 또한, 장혜원, 남지현(2021)은 ‘똑똑! 수학탐험대’를 학습측면과 관리측면에서 분석하였고, 수학교육에서 인공지능 활용이 지향해야 할 방향에 대해서 논의하였다. ‘똑똑! 수학탐험대’는 학교에서 이루어지는 수학 수업을 지원할 수 있는 보조도구로서 효과적으로 활용될 수 있었으며, 이를 위한 교수설계모형에 대한 개발 연구도 이루어졌다(최서연, 2022).

하지만 ‘똑똑! 수학탐험대’는 초등학교 2022년 6월 기준으로 1~2학년 내용만 개발되었으며, 좀 더 높은 수준의 5~6학년 학생들이 사용하기에는 한계가 있다. 1~2학년을 대상으로 개발되었기 때문에, 게이미피케

이션을 활용한 구체적 조작활동을 기반으로 수학학습에 대한 흥미를 높이고자 하였기 때문이다(임영빈 외, 2021). 학생들이 5~6학년이 되면 학습해야 하는 수학 개념과 문제해결원리는 복잡해지고 학습해야 할 내용은 방대해지기 때문에, 5~6학년의 발달단계에 맞는 인공지능 교육시스템이 필요한 상황이다.

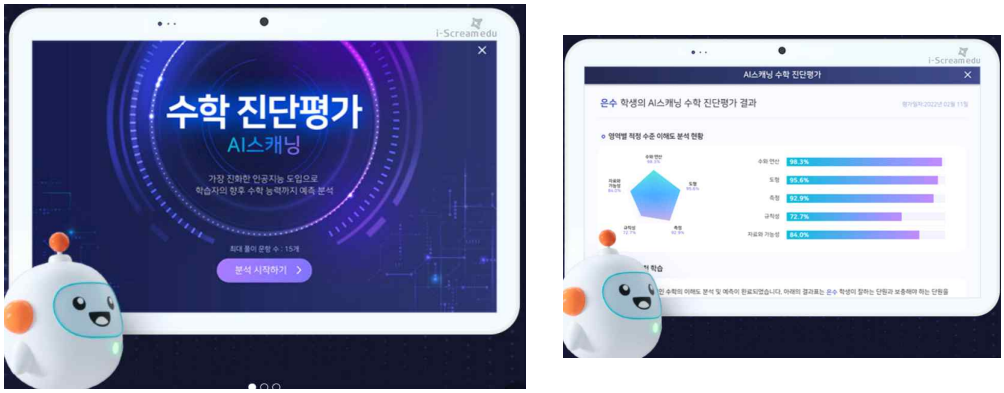
다음으로, 사교육을 대상으로 한 인공지능 교육시스템으로는 아이스크림에듀에서 개발한 '아이스크림홈런(www.home-learn.co.kr)'이 있다. 박수정, 윤혜련, 곽덕훈(2014)에 따르면, 아이스크림홈런은 1학년부터 6학년까지 초등학생이 가정에서 스스로 자기주도학습을 할 수 있도록 도와주는 교육서비스이다. 안드로이드 OS 기반의 태블릿 PC인 아이스크림홈런 전용 학습기가 있으며, 자기조절능력이 낮은 초등학생의 특성을 고려하여 인터넷 유해환경을 사전에 차단하는 것이 특징이다. 학생들이 쉽고 재미있게 학습할 수 있도록 다양한 형태의 멀티미디어 콘텐츠와 교과 자료를 제공한다. 아이스크림홈런은 학생별로 홈런선생님을 배정하여 온라인, 전화 상에서 학교의 진도 확인, 학습성향 파악, 학습내용 질의응답 등을 실시한다.

최근 아이스크림홈런은 인공지능 기술을 접목하여 효과적으로 학습관리를 하면서 초개인화(Hyper-Personalization)에 초점을 맞추고 있다. 초개인화란 인공지능 및 실시간 데이터를 활용해서 사용자에게 필요한 콘텐츠, 제품, 서비스를 제공하는 것을 의미한다(주수빈, 장성봉, 전수연, 2021). 초개인화는 주로 비즈니스의 마케팅에서 개별 고객을 대상으로 콘텐츠, 제품, 서비스를 추천 및 제공하여 기업의 수익을 향상시키기 위해 활용된다. Youtube, Netflix, Spotify, Coupang 등과 같은 기업 모두 고객의 데이터를 수집하고 분석하여 고객의 취향과 요구를 반영한 서비스를 제공하였다.

그런데, 마케팅 분야뿐만 아니라 교육 분야에서도 초개인화에 대한 관심이 증가하고 있다. 초개인화를 통해 학습자의 지식수준, 흥미, 학습방식, 참여도 등의 데이터를 활용해 개인 맞춤형 교육에 대한 가능성이 충분하기 때문이다. 이를 통해 기존의 교수자 중심 교육에서 학습자 중심

교육으로 나아가기 위한 발판을 마련할 수 있을 것이다. 특히 Riiid와 Upstage, 아이스크림에듀와 같은 기업들은 Deep Knowledge Tracing(이하 DKT) 기술을 활용하여 교육 분야에서 초개인화를 이루고자 한다. DKT란 딥러닝의 RNN(Recurrent Neural Network) 기술과 학생의 과거 학습 활동 데이터를 이용하여 시간이 지남에 따른 학생의 지식 상태를 모델링하는 것을 말한다(Piech et al., 2015; Riiid, 2021). 아이스크림에듀에서 개발한 '아이스크림홈런'은 DKT를 활용하여 학습수준을 진단하고 문항을 추천하는 서비스를 제공하고 있음(아이스크림홈런, 2021). 이를 통해 학생 맞춤형 초개인화 학습이 가능하고, 학습 격차를 해소할 수 있으며, 인공지능 교육시스템의 성능이 대폭 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

아이스크림홈런과 국내 AI 스타트업인 Upstage와 공동연구한 DKT 기술논문인 'Constrastive learning for knowledge tracing'(Lee et al., 2022)은 정보기술 분야의 저명한 학회인 'The Web Conference'에 채택되기도 하였다. 아이스크림홈런에서 연구하고 있는 DKT 기술은 'AI 스캐닝 수학 진단평가'라는 기능을 통해 베타버전으로 구현되고 있다. 초등 수학 학습의 주요 5개 개념인 '수와연산', '도형', '측정', '규칙성', '자료와 가능성'별로 학생의 이해도를 진단하고, 진단한 결과를 바탕으로 정밀한 학습 방향성을 제시한다.



[그림 II-7] 아이스크림홈런의 AI 스캐닝 수학 진단평가(아이스크림홈런, 2022)

아이스크림홈런은 DKT 기술 이외에도 여러 가지 인공지능 기술을 탑재하고 있다. 크게 ‘AI튜터’, ‘AI추천학습’, ‘AI생활기록부’ 3가지로 나눌 수 있다. 첫 번째로 ‘AI튜터’는 Naver Clova 기반으로 만들어진 대화형 시스템이다. 대화형 ITS는 아니지만, ‘아이뚜루’라는 이름으로 학생들에게 인공지능 공부친구의 역할을 수행하고 있다. ‘아이뚜루’는 학습모드와 콘텐츠모드로 나눌 수 있다. 학습모드는 음성대화를 통해 학습동기를 부여, 학습습관 개선, 학습점검, 학습 칭찬 및 격려와 같은 피드백을 제공해준다. 콘텐츠모드는 백과사전, 인물검색, 음성검색, 영상검색, 두뇌 트레이닝, 친구와 같은 대화 기능을 제공하고 있다.

[그림 II-8] 아이스크림홈런의 AI튜터(아이스크림홈런, 2022)

두 번째로 ‘AI추천학습’은 학생의 학습 수행 데이터에 기반해서, AI 알고리즘이 개인별 맞춤 학습을 추천하는 기능이다(아이스크림홈런, 2021). 추천 서비스는 ‘Daily 영어/수학 코디 학습’과 ‘Weekly 추천학습’으로 구성되어 있다. ‘Daily 영어/수학 코디 학습’에서는 진단검사를 통해 학생 레벨에 맞는 영역별 영어 학습과 완료된 학습계획을 기반으로 수학 학습을 일 단위로 추천받을 수 있다. ‘Weekly 추천학습’은 학생 개인별 학습 행동 패턴 분석을 통해 자신과 같은 패턴 그룹이 선호하는 서비스와 수행률 상위 10% 학생이 많이 학습한 서비스를 추천하는 서비스이다.

[그림 II-9] 아이스크림홈런의 AI추천학습(아이스크림홈런, 2022)

세 번째로 ‘AI생활기록부’는 대시보드형으로 만들어진 학습관리시스템이다. 수집된 학습 데이터를 바탕으로 학습 리포트를 제공해주거나, 문항별 영역별 강점과 약점을 분석하고, 취약점을 시각적으로 분석해준다. 그리고 로그인 패턴과 학습 참여도를 확인하는 기능을 제공하여 학습습관을 형성할 수 있도록 도와준다.

[그림 II-10] 아이스크림홈런의 AI생활기록부 예시(아이스크림홈런, 2022)

아이스크림홈런은 데이터의 양과 질적인 면을 모두 고려하면서 학습분석을 실시하고 있다. 데이터의 정확도를 높이기 위해서는 많은 양의 데이터가 확보되어야 하는데, 아이스크림홈런은 일일 1,500만 건 이상의

데이터를 분석하고 있다. 또한 아이스크림홈런의 학습 데이터는 IMS Callper를 인증하여, 질적인 면에서 학습분석 유효성이 검증된 데이터를 활용하고 있다. IMS Caliper란 학습분석을 위한 데이터 수집 프레임워크이다(한국교육과정평가원, 2018). 아이스크림홈런은 본래 가정용 학습을 위해 만들어진 상업용 학습서비스이지만, 본 연구를 통해 산업계 민간기업, 학교 교육현장, 연구기관이 협력한다면 공교육 현장에서 사용될 수 있는 인공지능 활용교육의 기반을 다질 수 있을 것이다. 한국교육과정평가원(2020)은 학교교육에서 인공지능 활용방안을 탐색하기 위해서는 대학, 학교, 민간이 함께 참여하는 연구의 필요성을 주장했다. 교육기관 혹은 연구기관 단독으로 인공지능 및 에듀테크를 연구하기에는 인공지능의 기술이 고도화되어 있으며, 수많은 전문가의 협력이 필요하기 때문이다. 따라서 만약 아이스크림홈런과 같은 인공지능 교육시스템, 학습분석 기술을 학교의 교육현장과 연계를 할 수 있다면, 교사들이 학생들의 학습 데이터에 기반해서 수업을 설계할 수 있도록 도와줄 수 있을 것이다.

3. 데이터 기반 맞춤형 교수 설계

가. 맞춤형 수업의 개념 및 특징

홍선주, 김태은(2010)은 맞춤형 수업(Personalized Instruction)을 학습자의 인지적, 정의적 영역의 다양한 차이를 고려하여 각각의 학습자가 의미 있는 학습을 성취할 수 있도록 개별화된 교육활동을 제공하는 것으로 정의하였다. 이현경, 조영환, 금선영(2022)은 맞춤형 수업을 개별 학습자, 학습자 집단의 특성과 요구에 맞추어서 학습활동과 자원을 조정하며 학습자가 최적화된 학습을 경험하도록 맞춤화된 지원을 제공하는 수업이라 정의하였다. 만약 학습자의 학습활동에 초점을 맞추는 경우에는 맞춤형 학습(personalized learning)이라는 용어로도 불리기도 한다. 다만, 맞춤형 학습이라는 용어를 사용한다면, 학습자 스스로 자신의 필요에 따라 학습 목표를 설정하고, 학습내용, 학습활동, 학습자원 등을 자율적으로 선택하는 것을 허용한다. 본 연구의 연구도구인 ‘아이스크림홈런’ 인공지능 교육시스템을 사용해서, 가정에서 스스로 학습을 해나가는 경우라면 맞춤형 학습이 적합하겠으나, 본 연구의 연구환경은 초등학교 수업에서 교사와 학생이 인공지능 교육시스템을 사용하는 것이므로, 맞춤형 학습보다는 맞춤형 수업에 초점을 맞추고자 한다.

Spector(2015)에 따르면, 광의의 맞춤형 수업과 협의의 맞춤형 수업이 있다. 협의의 맞춤형 수업으로 사용되는 경우에는 개인화 학습(personalized learning)과 동일한 의미로 쓰이는데, 수준별 수업(differentiated instruction)과 개별화 수업(individualized instruction)과 구분되는 의미로 사용된다. 수준별 수업은 동일한 학습 목표가 제시된 상황에서 개별 학습자나 학습자 집단의 선호나 수준에 따라 지도방법, 교수학습적 접근을 달리하는 방식이다. 개별화 수업은 동일한 학습 목표가 제시된 상황에서 학습자 집단의 선호보다는 개별 학습자의 요구에 맞추

어 지도 방법과 교수학습적 접근을 달리하는 방식이다(Bray & McClaskey, 2014). 이에 반해 개인화 학습은 개별 학습자의 요구 및 선호에 따라서 학습목표, 내용, 방법, 속도를 달리하는 방식으로 이루어지는 학습이다.

협의의 맞춤형 수업(personalized instruction)이 개인화 학습(personalized learning)과 동일한 의미로 쓰였다면, 광의의 맞춤형 수업은 수준별 수업과 개별화 수업을 모두 포괄하는 용어로 사용된다(Spector, 2015). 본 연구에서는 연구도구인 인공지능 교육시스템 '아이스크림홈런'을 초등학교 교육현장에서 교사와 학생이 함께 활용하는 것이 목적이므로, 광의의 의미로 맞춤형 수업을 사용하고자 한다.

맞춤형 수업은 학습자의 성취도와 학습동기를 향상시켜주며(김민정 외, 2011), 낮은 성취수준으로 인해 기존의 수업에서 소외되었던 학생들의 학습도 효과적으로 지원할 수 있을 것으로 기대된다(Patrick et al., 2013). 특히, 맞춤형 수업은 학습자 개인의 요구와 특성을 반영한 최적화된 교수적 접근을 통해 교사 중심이 아닌 학습자 중심 수업을 실현할 수 있을 것으로 기대된다(Reigeluth, 2017). 학교에서 오래 전부터 교육의 이상향으로 설정되어 왔으며, 국가교육과정에서도 개별 학습자의 특성을 고려하여 교육 내용과 방법을 다양하게 실시하라고 권장한 바 있다. 또한, 현재도 교육부에서는 학교 현장에서 맞춤형 수업을 운영할 수 있도록 정책적으로 지원하고 있다(교육부, 2021b).

하지만 공교육에서는 교사 1인이 다수의 학생들과 수업을 해야 하는 상황이기 때문에, 이상적인 맞춤형 수업을 실현하는데에 어려움이 많다. 여러 학생들의 요구와 특성을 고려하기에는 교사 1인이 감당해야 할 시간적, 물리적 비용의 어려움이 컸기 때문이다. 그래서 기존에는 교사들이 평균적인 학습자를 기준으로 삼고, 국가교육과정 혹은 교사 개인의 경험에 의존해서 수업을 설계해 왔다(Rose, 2016). 개별 학습자가 자신의 강점, 약점, 필요, 관심에 맞는 방식으로 학습할 수 있도록 수업을 조정해주는, 학습자 중심의 맞춤형 수업을 하기에는 부족했던 것이다(Patrick et al., 2013).

나. 데이터 기반 맞춤형 수업 설계와 학습분석

전통적인 교실에서는 맞춤형 수업을 이상적으로 구현하는 것이 힘들었지만, 최근에는 첨단 테크놀로지의 발달로 인해 학습자에 대한 다양한 데이터를 빠르고 쉽게 수집하고 분석하는 것이 가능해지면서 데이터에 기반해서 맞춤형 수업을 설계하는 것의 가능성이 많은 관심을 받고 있다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). 따라서 테크놀로지를 활용하여 수집한 데이터를 기반으로 맞춤형 수업을 설계하려는 '데이터 기반 맞춤형 교수설계'를 연구할 필요가 있다.

'데이터 기반 맞춤형 수업설계'란 교사에게 제공된 학습자 데이터를 바탕으로 교육적 의사결정을 내리고, 개별 학습자에게 필요와 요구에 맞는 교육적 처방을 내리는 맞춤형 수업을 실현하기 위해 수업을 설계하는 원리이다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). 데이터 기반 맞춤형 수업 설계를 지원하기 위해 다양한 선행연구들이 진행되었다. 학습자의 학습 과정과 결과에 대한 정보를 시각화하여 요약하여 제시하는 대시보드(dashboard)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Schwendimann et al., 2017). 그리고 교사가 이러한 대시보드를 이용한다면 도움이 필요한 학생에게 더 많은 개입과 피드백을 제공할 수 있다는 연구 결과도 있다(van Leeuwen, 2019).

무엇보다도 '데이터 기반 맞춤형 수업 설계'와 관련하여 교육 영역에서 학습분석(learning analytics) 기술이 보급되면서 축적된 학습 데이터를 어떻게 분석하고 활용할 것인지에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 학습분석은 2010년대부터 연구되어 왔으며, 연구자마다 다양하게 정의한 학습분석에 대한 개념은 다음 <표 II-1>와 같다.

<표 Ⅱ-1> 학습분석에 대한 개념 정의(안미리 외, 2016)

이름(기관)	개념 정의
Siemens (2010)	정보와 사회적 연결성을 탐색하고, 학습에 대하여 예측하고 조언하기 위해 지능적 데이터, 학습자 생산 데이터, 분석 모델을 활용하는 접근
EDUCAUSE (2010)	학생의 학습과정과 결과를 예측하기 위해 모델과 데이터를 활용하고 분석 결과에 따라 교육적 의사결정을 내리는 접근
Elias (2011)	데이터 마이닝 결과를 활용하여 교수 학습적 처방을 내림으로써 학습 성과를 통제하는 단계를 포함하는 학문적 접근
Johnson et al. (2011)	학문적 과정을 평가하고, 미래의 성과를 예측하고, 잠재적 이슈를 발견하기 위해 학생들이 생산하는 광범위한 데이터를 수집하고 해석하는 접근

학습분석이란 다양한 학습환경에서 일어나는 학습활동을 통해 수집된 데이터를 분석하여 학습결과를 예측하거나, 개별 학생에게 피드백을 제공하는 등 학습에 관찬 처방을 제시하는 것을 의미한다(성은모, 진성희, 유미나, 2016). 조일현과 김정현(2013)은 교육 데이터 마이닝(Educational Data Mining)으로 방대한 규모의 데이터 집합으로부터 의미있는 패턴을 자동으로 추출하는 것이라고도 하였다. 학습분석 기술이 많은 관심을 받으면서 학습분석을 교수학습현장에 적용하기 위해 필요한 학습데이터에는 어떤 것이 있는지 탐색하는 연구도 이루어졌다(김태기, 2019). 특히, 최근에는 웹 데이터, 음성, 설문자료, 시서, 생리심리반응 등 다양한 자원으로부터 수집된 학습데이터를 분석해서 학습과정을 이해하고 수업을 개선하려는 다중양식 학습분석(Multimodal Learning Analytics)에 대한 연구가 활발하다(함윤희, 조영환, 이한솔, 김혜은, 2021). 교사가 데이터에 기반한 맞춤형 수업을 할 수 있도록 도와주는 기술적인 교육환경의 기반이 마련되고 있는 것이다. 물론 본 연구에서는 다중양식 학습분석과 같

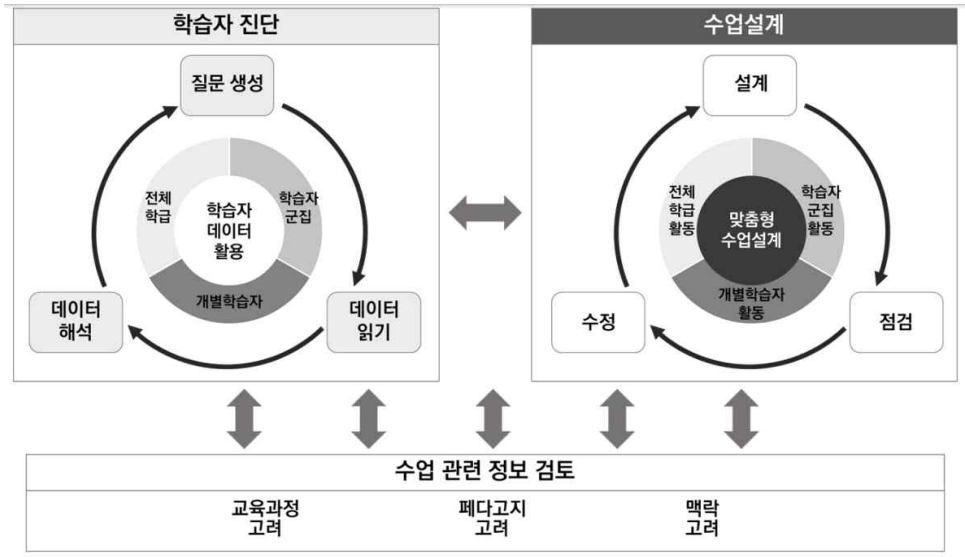
이 학습자의 행동데이터, 생리심리데이터까지 측정하고자 하는 것은 아니다.

본 연구의 목적은 학습결과를 예측하고 군집을 분류하는 등 머신러닝 모델의 성능을 높이고자 하는 것이 아니라 초등학교 교육현장에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터에 기반한 맞춤형 수업 설계 처방을 하는 데에 있다. 따라서 본 연구에서는 인지적 영역에서 학습자의 성취수준, 학습참여도, 로그데이터 등에 초점을 맞추어서 연구를 진행하고자 한다.

‘데이터기반 맞춤형 수업 설계’의 단계는 ‘학습자 진단’ 단계와 분석 결과를 반영한 ‘교수설계’ 단계로 나눌 수 있다(Wise & Jung, 2019). 먼저 ‘학습자 진단’ 단계에서는 세부적으로 개별 학습자 특성, 학습자 군집 특성, 학급 전체 특성에 따라 나눌 수 있다(최영인 외, 2019). 첫째로, 개별 학습자 특성 분석 단계는 개별 학습자가 과거에서 현재까지 어떤 학습 이력이나 특성을 가졌는지, 다른 학습자와 어떤 점에서 비교되는지, 전체 학급이나 학습자 군집에 비해서 어떤 점이 특징이 있는지에 대해 분석한다. 둘째로, 학습자 군집 분석 단계는 학습자 데이터에서 선정한 주요 학습자 변인들을 바탕으로 학습 수준, 학습흥미, 학습참여도 등이 유사한 집단으로 군집화(clustering)하고, 그 특징에 대해 분석한다. 셋째로, 학급 전체 특성 분석 단계는 교수학습에 영향을 미치는 학급 전체의 평균적인 특성을 분석한다.

다음으로, 학습자 진단을 통해 개별 학습자, 학습자 군집, 학급 전체에 대한 분석이 완료되었다면, 진단 결과를 토대로 수업을 계획하는 ‘교수설계’ 단계가 있다. 크게 ‘수업의 거시 설계’와 ‘수업의 미시 설계’로 나눌 수 있다(최영인 외, 2019). 첫째로, ‘수업의 거시 설계’는 분석한 ‘학급 전체’의 특성을 기반으로 교육내용, 교육과정, 교육결과를 다양화하는 단계이다. 수업 전체 진행 구성, 시간 관리와 같은 수업의 조화(orhestration)를 고려하는 것도 수업의 거시설계에 해당한다고 볼 수 있다(Wise & Jung, 2019). 둘째로, ‘수업의 미시 설계’는 학습자 군

집 특성을 기반으로 차별화된 교수적 처방을 내리기 위해 교육내용, 교육과정, 교육결과를 다양화하는 단계이다. Wise & Jung(2019)는 이 단계를 타겟 군집에 대해 스캐폴딩(Scaffolding)을 제공하는 과정이라 하였다. 셋째로, ‘수업의 미시 설계’는 개별 학습자 특성을 기반으로 맞춤형 수업을 위해 학습 활동 혹은 교수 전략을 설계할 수 있다. 만약 적응적인 디지털 테크놀로지를 활용한다면 효과적인 교수설계가 가능할 것으로 기대된다(Patrick et al., 2013). 위의 내용을 바탕으로 이현경, 조영환, 금선영(2022)이 제시한 학습자 데이터 기반 맞춤형 수업설계의 모형은 다음 그림과 같다.



[그림 Ⅱ-11] 학습자 데이터 기반 맞춤형 수업설계 모형 (이현경, 조영환, 금선영, 2022)

학습자 데이터를 활용해서 학습자를 진단하며, 이를 바탕으로 수업을 설계한다. 이 과정들은 단절된 절차가 아니라 상호작용하며 유기적으로 연결된다. 또한 교사는 ‘교육과정 고려’, ‘페다고지 고려’, ‘맥락 고려’와 같은 수업과 관련된 다양한 정보와 상호작용하며 진단하고 설계해 나간다.

다. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 교수설계의 가능성

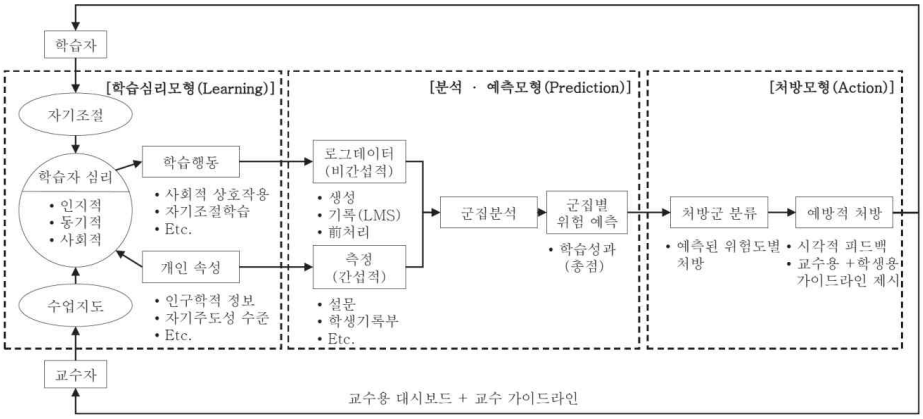
학교의 교수학습 변화에 대비하여 홍선주 외(2018)의 연구에서는 미래 교사에게 요구되는 역량을 규명한 바 있다. 도출된 14개의 미래 교사 역량 가운데 '데이터 기반 학습자 진단 역량'과 '맞춤형 학습 설계역량'은 미래의 학교 교육에서 '맞춤'을 가능하게 하는 주요 역량으로 선정하였다. 따라서, 초등학교 교사가 데이터에 기반해서 맞춤형 교수설계를 어떻게 할 수 있는지 연구할 필요가 있다.

이현경, 조영환, 금선영(2022)의 연구에 따르면, 교사들이 데이터에 기반해서 맞춤형 교수설계를 하기 위해서는 학습자의 특성, 학습과정, 수업효과 등에 대한 데이터를 직관적이고 편집이 가능한 형태로 제공하여 데이터에 대한 교사의 사용성과 접근성을 높여야 한다. 데이터에 대한 교사의 사용성과과 접근성을 높일 수 있는 방안 중 하나가 인공지능 교육시스템이다. 인공지능 교육시스템을 활용하면, 학생들의 학습에 대한 방대한 양의 데이터를 신속하게 수집하여 효율적인 개별 맞춤형 수업을 제공할 수 있기 때문이다(임미인, 김혜미, 남지현, 홍옥수, 2021). 특히 본 연구에서 사용하려는 '아이스크림홈런'의 경우, AI학습진단, 교과학습, 교과평가 등을 통해 수집한 데이터를 'AI생활기록부'라는 기능으로 학생 개인별 맞춤형 리포트를 제공해주고 있다.

그러나 인공지능 교육시스템을 통해 수집된 데이터가 교사에게 주어지더라도 교사가 데이터를 교수설계에 의미있게 반영하지 않는다면, 데이터는 무의미해지며, 맞춤형 수업을 실현할 수 없게 된다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). 교수설계원리를 통해 학습자 데이터에 기반해서 수업을 설계하고, 의미있는 교육적 처방까지 도출해야 맞춤형 수업을 실현할 수 있는 것이다(van Leeuwen, 2019). 교사가 데이터에 기반해서 맞춤형 수업을 체계적으로 설계하기 위해서는 수업내용을 구성하기 전에 참고할 수 있는 교수설계원리, 상세지침, 교수설계모형, 수업모형 등이 필요하다

(Reigeluth, 2013). 만약 교사가 참고할 수 있는 가이드라인이 없다면, 인공지능 교육시스템과 학습분석이 아무리 효과가 좋더라도 교사들에게는 또 하나의 업무부담이 된다.

조일현(2012)은 다음 [그림 II-12]과 같이 학습분석의 LAPA(Learning Analytics for Prediction & Action)모형을 제시하였다. 스마트 러닝 환경에서 교육적 처방은 학습자 개인에 대한 성찰적 피드백, 교수자에 대한 의사결정 지원 피드백, 콘텐츠 추천 혹은 시퀀싱 패턴의 지능형 제시 등으로 나타난다. LAPA 모형은 단순히 데이터 마이닝이 분석 및 추정하는 것을 넘어서, 학습자 행동의 교육심리학적 해석을 시도하고자 하며, 다양한 형태의 교수학습적 처방을 제시하고자 한다. LAPA 모형은 크게 학습•심리 모형, 분석•예측 모형, 교수•학습 처방 모형의 3가지 하위 영역으로 구성된다. LAPA 모형을 바탕으로 교사들이 데이터에 기반해서 어떻게 수업을 설계하고 의미 있는 교육적 처방까지 도출할 수 있는지 참고할 수 있다.



[그림 II-12] 학습분석의 LAPA 모형 (Jo, 2012)

본 연구에서는 초등학교 5~6학년 1개 학급이라는 교육현장에서 인공지능교육시스템인 '아이스크림홈런' 을 활용하여 수집된 데이터를 기반으로 맞춤형 수업을 설계하고자 한다. 따라서 현실적인 교육환경을 생각했

을 때, ‘학습심리모형(Learning)’의 모든 구성요소들을 고려할 수는 없고, ‘학습자 심리’ 중에서 ‘인지적’영역이나, ‘개인 속성’ 중에서 인구학적 정보, 학습참여도, 로그데이터 등을 중심적으로 활용하고자 한다. 또한 아이스크림홈런은 시스템 안에 ‘분석•예측 모형(Prediction)’을 포함하고 있어서, 교사가 데이터 별로 일일이 분석하거나 예측할 필요는 없다. 본 연구에서는 ‘처방모형(Action)’을 중심으로 교사가 수업을 설계할 때 지침이 되는 교수설계원리를 개발하고자 한다.

Ⅲ. 연구 방법

본 연구는 교수자가 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템(ITS)를 활용하여 데이터에 기반한 교수설계를 하는 과정을 지원하도록 교수설계원리와 산출물(교육프로그램, 직무보조물)을 개발하고 이에 대한 교수자와 학습자의 반응을 확인하는 것을 목적으로 한다. 내적 타당화와 외적타당화(교수자, 학습자 반응 확인)을 통해 개발한 교수설계원리의 가능성을 탐색하였다. 이를 위해 Richey와 Klein(2014)이 제시한 개발연구 방법 중 Type Ⅱ 방법을 활용하였다.

1. 연구 절차

초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터기반 맞춤형 수업설계원리를 개발하고 실제적인 맥락에 적용하여 결과를 확인하기 위해 다음 <표 Ⅲ-1>의 절차에 따라 연구를 실시하였다. 우선 선행문헌 검토를 통해 연구의 필요성을 도출하고 구체적인 연구 문제를 확정하였다. 다음으로 연구 문제를 해결하기 위해 인공지능 교육시스템과 데이터 기반 맞춤형 교수설계와 관련된 문헌을 탐색하여 1차 교수설계원리를 도출하였다. 그리고 전문가 검토를 통해서 이론적으로 도출한 설계원리에 대한 내적 타당성을 확인하고 부족한 부분을 수정하였다. 내적 타당화 과정을 거친 설계원리를 실제 수업에 적용한 이후 개발한 설계원리가 적용된 데이터 기반 맞춤형 수업에 대한 교수자와 학습자의 반응을 설문과 심층 면담을 통해 조사하였다. 수집된 자료를 분석해 이를 토대로 최종적인 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 교수설계원리를 도출하였다.

<표 Ⅲ-1> 연구 절차별 연구 활동 (Richey & Klein, 2014)

연구 절차	연구 활동
연구 문제 정의	▪ 선행 문헌 검토를 통한 연구의 필요성 분석 ▪ 연구 문제 도출 ▪ 연구참여자 및 연구도구 선정
↓	
초기설계원리 개발	▪ 인공지능 교육시스템, 데이터 기반 교수설계에 관한 선행 문헌 탐색 ▪ 1차 교수설계원리 및 상세지침 도출 ▪ 전문가를 대상으로 요구분석 면담을 통한 경험적 탐색 ▪ 교수자, 학습자 반응 평가를 위한 연구 도구 개발
↓	
내적 타당화 (전문가 검토)	▪ 설계원리, 상세지침, 연구 도구에 대한 전문가 검토 ▪ 전문가 검토 결과 분석 및 수정
↓	
외적 타당화 (교육현장 적용)	▪ 사전검사를 통한 정의적 영역 효과성 확인 ▪ 설계원리 및 상세지침을 적용한 수업 실시 ▪ 사후검사를 통한 정의적 영역 효과성 확인
↓	
교수자 및 학습자 반응 평가	▪ 자료 수집: 설문 및 심층 면담 ▪ 자료 분석
↓	
연구 결과	▪ 반응 평가 결과 분석을 통한 최종 설계원리 도출

데이터 기반 맞춤형 수업을 위한 수업모형을 개발할 수도 있으나 본 연구에서는 교수설계원리를 개발하였다. 수업 과정 속에서 인공지능 교육시스템을 어떻게 활용할 것인지 연구하기 위해서는 수업모형을 개발할 필요성이 있다. 그러나 본 연구의 목적은 수업 속에서 인공지능 교육시스템을 활용할 뿐만 아니라, 수업의 설계과정에서도 인공지능 교육시스템의 데이터를 활용하며, 수업 이후에도 인공지능 교육시스템의 콘텐츠를 활용하고자 할 때 참고할 수 있는 교수설계원리를 개발하는 것이다. 따라서 수업과정 뿐만 아니라 수업의 분석, 설계, 개발, 실행, 평가가 이루어지는 교수설계에 초점을 맞추었다.

2. 초기 설계원리 개발

1) 선행문헌 검토

본 연구에서는 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터기반 맞춤형 수업 설계원리를 도출하고 그를 바탕으로 상세 지침을 개발한 후 그 타당성을 검증하는 것을 목적으로 한다. 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터기반 맞춤형 수업 설계원리를 파악하고 상세 지침을 개발하기 위해 크게 '인공지능 교육시스템, 수학교육에서의 인공지능 활용, 데이터 기반 수업 설계' 세 부분으로 나누어 선행 문헌을 탐색하였다. 그리고 인공지능 교육시스템, 데이터 기반 교수설계의 개념과 특징, 절차에 대한 문헌을 고찰하고 지금까지 교수설계를 하기 위해 학습데이터를 어떻게 사용해 왔는지를 탐색한다. 문헌 검토 및 수집은 한국교육학술정보원이 제공하는 학술연구정보서비스(http://www.riss.kr)와 구글 학술검색(http://scholar.google.com)를 이용하였고, IAIED, Computers & Education, ETR&D, BJET와 같은 국제 학술저널을 중심으로 조사하였다.

선행문헌 검토를 위해 '인공지능 기반교육', '인공지능 활용교육', '인공지능 교육시스템', '지능형 튜터링 시스템', 'AI튜터', '인공지능 수학교육', '데이터 기반 교수', '데이터 교수설계', '학습분석학', 'Intelligent Tutoring System', 'ITS', 'Intelligent Tutor', 'AIED', 'Artificial Intelligence', 'Mathematics Education', 'Learning Analytics', 'Data based Instructional Design', 'Data based Instruction', 'Data driven Instruction', 'Data driven decision making' 등의 키워드를 사용하였다.

2) 경험적 탐색

선행문헌 검토를 통해서 ‘인공지능 교육시스템’과 ‘데이터 기반 맞춤형 교수설계’가 동시에 연구된 사례를 찾을 수 없어서, ‘인공지능 교육시스템’과 ‘데이터 기반 맞춤형 교수설계’를 따로 검색해서 살펴보았다. 그리고 본 연구의 목적에 맞는 교수설계원리를 개발하기 위해서 초등수학교육 전문가 1인, ‘아이스크림홈런’의 AI시스템 기획 및 운영을 담당하고 있는 인공지능 전문가 1인과 화상회의 프로그램 Zoom을 통해 요구분석을 진행하였다. 인공지능 교육시스템을 초등학교 교육현장에서 활용하기 위해 구성원들의 요구에는 어떤 것이 있었는지 확인해 보았다. 요구분석 주요 질문은 ‘인공지능 교육시스템이 필요한지’, ‘어떤 교육적 문제를 해결하고 싶은지’, ‘문제해결을 위해 교수설계원리가 필요한지’, ‘개발된 교수설계원리와 함께 어떤 형태의 직무보조물이 필요한지’, ‘인공지능 교육시스템의 어떤 기능들이 교육 현장에 적용 가능한지’, ‘인공지능 교육시스템에서 어떤 데이터들을 활용할 수 있는지’ 등이었다. 요구분석에서 나온 의견과 피드백을 본 연구에 반영하고자 하였다. 요구분석을 위해 면담한 대상은 다음의 <표 Ⅲ-2>과 같다.

<표 Ⅲ-2> 경험적 탐색을 위한 전문가 프로필

구분	직업	경력	최종학력	전공 분야	본 연구와의 관련성
1	교사	13	박사	초등교육 수학교육	외적 타당화 담당 교사
2	연구원	14	박사	영어교육	‘I’ 기업 AI연구소 근무

3. 내적 타당화 (전문가 검토)

선행문헌 검토와 경험적 탐색을 통해 도출한 교수설계원리의 내적 타당화를 위해 2차례의 전문가 타당화를 받았다. 본 연구의 내적 타당화(전문가 검토)에는 교육공학 분야의 전문가 6명과 초등교육 전문가 2명, 인공지능 교육시스템 전문가 1명을 섭외하였다. 교육공학 전문가의 경우, 교수설계 영역에 대해 석•박사 학위를 소지하고 관련 논문을 게재한 실적이 있으며, 대학의 교수로 근무하거나 교육청의 연구사로 근무하고 있는 자로 선정하였다. 초등교육 전문가의 경우, 초등교사로 10년 이상 근무한 경력이 있으면서 수학교육 박사 학위를 소지한 자 혹은 박사과정인 자로 선정하였다. 인공지능 교육시스템 개발 전문가의 경우, 본 연구에서 연구도구로 사용하고자 하는 인공지능 교육시스템인 '아이스크림 홈런' 개발과 운영을 실제적으로 진행하고 있으며, 인공지능 기술에 대한 지식과 기능을 가지고 있는 자를 선정하였다.

전문가 타당화 과정에서 본 연구에서 개발한 1차, 2차 교수설계원리의 전반적 구성과 설계원리를 양적으로 평가할 것을 요청하였고, 설계원리 및 상세지침별로 질적인 피드백을 요청하여 교수설계원리를 수정할 때 전문가의 의견을 반영하고자 하였다. 1차 타당화에서는 교수설계전문가 및 교육전문가 5인, 2차 타당화에서는 교수설계전문가, 교육전문가, 인공지능 교육시스템 전문가 5인이 참여하였다. 전문가 타당화에 참여한 전문가들의 프로필은 <표 Ⅲ-3>와 같다.

<표 Ⅲ-3> 전문가 타당화에 참여한 전문가 프로필

전문가	직업	경력	최종학력	전공 분야
A	교수	15	박사	교육공학
B	연구원	12	박사	교육공학

C	초등교사	10	박사과정	초등교육 컴퓨터교육
D	연구원	5	박사	교육공학
E	연구원	5	박사	교육공학
F	초등교사	7	석사	초등교육 교육공학
G	초등교사	13	박사	초등교육 수학교육
H	연구원	14	박사	영어교육
I	교육연구사	15	박사	초등교육 교육공학

내적 타당화를 위한 전문가 검토에는 질문지를 사용하였다. 질문지는 연구에 대한 소개 부분과 설계원리에 대한 질문 부분으로 구성하였고, 질문지의 문항은 이선희(2019)가 사용했던 문항을 다음 <표 Ⅲ-4>처럼 본 연구의 맥락에 맞게 수정하여 사용하였다.

<표 Ⅲ-4> 개발한 교수설계원리에 대한 전문가 검토 문항 예시

영역	문항
타당성	본 설계원리는 초등학교 수학 수업의 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 교수설계원리로 타당하다
설명력	본 설계원리는 초등학교 수학 수업의 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 교수설계원리를 잘 설명하고 있다
유용성	본 설계원리는 초등학교 수학 수업의 인공지능 교육시스템을 활용해서 데이터 기반 교수설계를 할 때 유용하게 활용될 수 있다
보편성	본 설계원리는 초등학교 수학 수업의 인공지능 교육시스템을 활용해서 데이터 기반 교수설계를 할 때 보편적으로 이용될 수 있다
이해도	본 설계원리는 초등학교 수학 수업의 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 교수설계를 이해하기 쉽게 표현하고 있다
개방형	본 설계원리를 수정 및 보완할 수 있는 의견이 있습니까?

전문가 검토는 1회당 1주일의 기간 동안 진행하여 총 2회 실시하였다. 전화, 이메일 등을 통해 먼저 검토참여 여부를 의뢰하고, 의뢰를 허락한 전문가에게 전문가 검토를 요청하였다. Email을 통해 교수설계원리를 서면으로 전달하여 타당화를 받고, 궁금한 사항에 대해 질의응답을 하였다. 전문가 검토 과정에서는 <표 Ⅲ-3>에서 제시된 전문가 타당화 문항에 대한 설문을 진행하였고, 설계원리 및 상세지침별로 전문가의 구체적인 의견을 요청하였다. 전문가의 피드백 내용을 종합하여 설계원리를 수정하였다. 전문가가 응답한 타당화 설문의 결과는 평균, 표준편차, 내용타당도 지수(Content Validity Index, CVI)와 평가자간 일치도(Inter-Rater Agreement, IRA)를 산출하여, 문항별로 그 결과를 분석하였다.

4. 외적 타당화 (교육현장 적용)

1) 연구 참여자 선정

본 연구의 외적 타당화(교육현장 적용)에는 S대학교 사범대학 부설초등학교 5학년 1개 학급 학생(24명)을 선정하였다. 학생참여자의 선정 기준은 첫 번째로, 초등학교 5~6학년군에 속하는 학습자이며, 두 번째로, 연구참여에 대해 본인과 법정대리인 모두 동의 의사를 표현한 학습자, 세 번째로, 평소 교육활동 시에 스마트기기를 많이 다루어서 조작하고 학습하는 데에 지장이 없는 학습자를 기준으로 하였다. S대학교 사범대학 부설초등학교는 정부의 공교육 정책이 잘 정착될 수 있도록 정부 정책을 사전에 적용하는 현장 연구학교, 정책 적용학교, 정책 시범학교로서, 소속 학생들이 에듀테크와 AI를 활용한 수업에 익숙한 것으로 판단하였다.

2) 외적 타당화 절차

외적타당화는 개발한 설계원리와 상세지침이 실제 교수학습 현장의 교수자와 학습자에게 어떤 영향을 주고, 어떤 반응을 하는지 탐색하기 위한 과정으로(Richey & Klein, 2014), 주로 교육현장의 실제 적용을 통해 확인하게 된다. 본 연구는 초등학교 수학수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 교수설계원리를 개발하고 설계원리가 반영된 수업을 들은 학생들의 수학 학습 태도 측면에서 효과성을 살펴보는 것을 목적으로 한다. 교수자와 학습자의 반응을 확인하기 위해 수업 참여관찰 기록지, 학생용 면담지, 교사용 면담지를 개발하였고, 정의적 영역의 수학검사도구는 이환철 외(2017)이 개발한 검사도구를 활용하였다.

수업을 설계하기에 앞서 교수자와 연구자가 정기적으로 Zoom 회의(실시간 비대면 회의) 및 메신저 채팅을 하여서 연구 환경 및 진행절차에

대해 서로 공유하였다. 본 수업을 설계할 때에는 교수자와 회의한 내용을 바탕으로 연구자가 1달간 진행될 수학수업의 범위를 설정하였다. 그리고 본 연구에서 개발한 '인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리'를 바탕으로, 교수자와 연구자가 함께 교육프로그램을 설계하였다. 그리고 연구자는 수업에 필요한 자료와 도구(교수자용 가이드라인, 학습자용 가이드라인, 설계원리 및 상세지침)을 제작하고 이를 교수자에게 전달하였다. 이후 학습자에게 설계원리에 따라 개발된 수업이 이루어지고, 수업 중 참여 관찰 4회를 통해 교수자와 학습자의 반응을 관찰하였다. 1달간의 현장 적용이 완료된 후에는 수업 참여관찰 기록지, 교수자와 학습자를 대상으로한 심층 면담지를 통해 의견을 파악하였다. 그리고 학습자를 대상으로 만족도 조사를 실시했으며, 정의적 영역의 검사도구를 통해 사전, 사후 검사를 실시하였다. 그리고 그 결과를 토대로 최종 설계원리 및 상세지침을 도출하였다.

수업 참여관찰 기록지의 경우 정규수업과정 중에 인공지능 교육시스템을 활용할 때 교사와 학생에게는 어떤 강점과 어려움, 지원방안이 있는지, 교사가 인공지능 교육시스템을 통해 데이터를 확인하고 수업을 설계하고자 할 때 교사에게 어떤 강점과 어려움, 지원방안이 있는지 직접 관찰해보고 경험한 내용을 기록하였다.

학생과 교사 면담지의 경우 설문지에서 드러나지 않은 학습자의 심층적인 반응을 알아보기 위하여 활동 전반에 대한 만족도, 개별 전략 및 도구에 대한 사용성과 효과성, 개선 방안에 대해 반구조화된 형태의 질문으로 구성하였다. 학생 만족도 조사지의 경우 활동 전반에 대한 만족도에 대해 5점 리커트 척도로 구성하였다.

교수설계원리를 적용한 수업에 참여한 학생들의 반응을 확인하기 위해 정의적 영역에 대하여 사전, 사후 검사를 실시하였다. 외적 타당화 과정이 1달 정도로 기간이 비교적 짧고, 실험군과 대조군의 구분 없이 24명의 학생을 대상으로 한다는 점, 학원에서의 선행학습 등으로 인해 외부변인의 개입 요소가 높다는 점에서 인지적 영역보다는 정의적 영역의 효

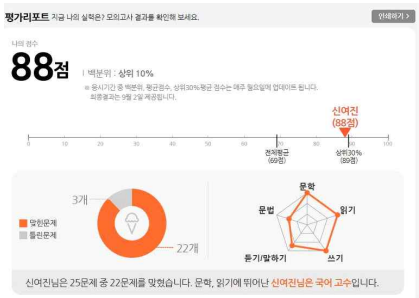
과성을 확인하는 것이 적합하다고 판단하였다. 인지적 영역의 학습효과에 대한 확인은 별도로 실시하지 않고, 1달 간의 적용 기간 동안 인공지능 교육시스템에 축적된 형성평가 데이터를 대시보드로 모니터링하는 것으로 대체하였다. 본 연구의 목적이 설계원리의 효과성 측정이 아니라 맞춤형 수업을 위한 설계원리 개발이므로, 엄격한 실험 설계과정을 통해 정의적 영역에 대한 효과성 측정을 실시하지 않았으며, 1대1 심층면담에서 나온 학습자의 반응을 보조할 수 있는 근거자료로서 활용하고자 하였다.

그리고 검사도구는 이환철 외(2017)가 개발한 수학교과 정의적 영역 검사도구를 사용하였다. 검사문항은 ‘흥미, 학습태도, 가치, 외적동기, 내적동기, 학습의지, 효능감요인’ 영역별로 24문항으로 구성되어 있으며, 본 연구의 목적과 맥락에 맞게 수정해서 사용하였다. 이후 Jamovi 프로그램(The jamovi project, 2022)의 R 통계 패키지(R Core Team, 2021)을 활용하여 정의적 영역 사전, 사후 검사에 대해 Shapiro Wilk Test(Shapiro & Wilk, 1965)와 Wilcoxon 부호 순위 검정(Wilcoxon, 1945)을 실시하여 통계적으로 유의미한지 검증하였다

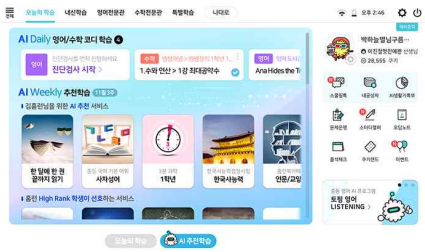
3) 외적 타당화를 위한 연구도구 선정

본 연구에서 인공지능 교육시스템(ITS)로 사용한 연구도구는 ㈜ 아이스크림에듀에서 개발한 '아이스크림홈런(Home-Learn)'이다. 아이스크림홈런이란 초등학교 1학년 ~ 중학교 3학년 학생들이 스마트 학습기(안드로이드 OS기반 태블릿)을 통해 자기주도적으로 학습을 할 수 있도록 학습콘텐츠와 평가문제를 제공하며, 인공지능을 활용하여 개인별로 진단, 추천, 관리를 해주는 교육서비스이다. 특히, AI학습진단, AI튜터, AI추천학습, AI생활기록부와 같이 인공지능을 활용한 기능들이 탑재되어 있다. 그리고 학교교육과정과 맞추어서 국어, 수학, 사회, 과학, 영어, 통합(1~2학년) 교과를 디지털 교과서 형태로 학습할 수 있다는 것이 특징이며, 가정에서 학생이 학교공부를 예습 및 복습을 하기 위한 용도로 활용되고 있다.

아이스크림홈런 학습기



AI생활기록부 기능 예시



AI추천학습 기능 예시

AI튜터 기능 예시

[그림 Ⅲ-1] 아이스크림홈런 학습기 및 사용화면(아이스크림홈런, 2022)

본 연구에서 연구도구로 아이스크림홈런을 사용한 이유는 다음과 같

다. 첫째로, 아이스크림홈런은 인공지능 교육시스템으로서 필요한 기본적 조건을 갖추었기 때문이다. 인공지능 교육시스템은 인공지능을 활용하여 학습자에게 즉각적이고 맞춤화된 교육과 피드백을 제공하는 시스템으로서, 도메인 모델, 교수 모델, 학습자 모델로 구성되어 있다. 아이스크림홈런 또한 도메인 모델, 교수 모델, 학습자 모델을 바탕으로 학습자에게 종합적인 학습 콘텐츠 서비스를 제공하고 있다.

둘째로, 아이스크림미디어[2)]에서 출판한 검정 교과서와 연계를 할 수 있어서 초등학교 수업 맥락에서 사용하기 유리하기 때문이다. 아이스크림미디어에서 출판한 검정교과서는 전체 13개 교과서 출판사 중 가장 높은 채택률을 기록하였는다(조선에듀, 2021). 초등학교 교육현장에서 아이스크림 검정교과서를 많이 활용하는 만큼, 아이스크림 검정교과서를 학습내용으로 담고 있는 아이스크림홈런과 연계해서 교수학습을 진행할 수 있을 것으로 판단했다.

셋째로, 아이스크림홈런은 스마트학습기를 통해 수많은 학습데이터를 보유하고 있으며, 이를 분석하여 학습자에게 다양한 기능을 제공하고 있기에 교수자가 데이터에 기반한 교수설계를 할 수 있도록 도와줄 수 있기 때문이다. 아이스크림홈런은 '교사단말기를 이용한 학습 관리 시스템 및 방법', '맞춤형 자동 문항 생성을 통한 인공지능 기반 학습 방법 및 시스템', '학습 분석을 기초로 정보를 제공하는 방법 및 시스템' 등의 항목으로 특허를 받았으며(아이스크림홈런, 2022), 이 기술들을 바탕으로 학습자에게 실제로 서비스를 제공해주고 있다. 초등교사가 아이스크림홈런의 학습분석 및 AI기술을 활용한다면 데이터에 기반해서 의사결정을 하고 교육적 처방을 효과적으로 내릴 수 있을 것으로 판단하였다.

넷째로, 아이스크림에듀와 전국의 초등학교가 현재 제휴를 맺고 다문화가정 및 교육 취약계층 학생들에게 학습기와 학습권을 제공해주고 있

2) ㈜아이스크림미디어는 전시문화 전문기업인 ㈜시공테크의 자회사로서 ㈜아이스크림에듀의 계열사이다. 2021년부터 초등 3~6학년 수학, 사회, 과학 교과서를 개발하기 시작하여, 2022년과 2023년에 걸쳐 검정 교과서를 출판한다(조선에듀, 2021.11.11.)

는데, 이를 정규교육과정 맥락에서 디지털교과서처럼 활용할 수 있도록 발전시킬 수 있다고 판단하였다.

다만, 아이스크림홈런을 연구도구로 설정함에 있어, 다음과 같은 제한점이 있을 수 있다. 먼저, 아이스크림홈런은 ㈜아이스크림에듀라는 민간기업에서 개발한 서비스로서, 초등학교 교육과 같은 공교육맥락에서 특정 민간기업의 제품을 활용하는 것에 대한 우려가 있을 수 있다. 하지만 한국교육과정평가원(2020)에 따르면, 학교교육에서 인공지능을 효과적으로 활용하기 위해서는 민간을 포함한 다양한 주체가 포함된 정책 설계가 필요하며, 다양한 주체 간 협업이 이루어져야 한다. 따라서 학교예산을 사용하는 경우처럼 절차에 따라 지켜야 할 주의해야할 사항만 잘 지킨다면,산업계, 학교, 연구기관이 원만하게 협업하여 인공지능 활용 교육의 기반을 마련할 수 있을 것이라 판단하였다.

한편, 아이스크림홈런은 가정용 학습을 위해 만들어진 서비스로서 학교교육 맥락에 적합하지 않다는 우려가 있을 수 있다. 아이스크림홈런 사용자는 가정에서 혼자서 자기주도학습을 하면서 1대1로 홈런선생님의 관리를 받는다. 그래서 초등교사가 교육과정 맥락에서 학급의 학생들을 대상으로 사용하기에 부적절할 수도 있다. 하지만 아이스크림에듀에 문의한 결과, 홈런선생님의 학습관리 기능과 학습데이터 확인 기능을 초등교사가 이용할 수 있는 것으로 확인하였다. 따라서, 본 연구에서 개발하고자 하는 교수설계원리를 바탕으로 수업을 설계한다면, 가정 학습용으로 개발된 아이스크림홈런을 학교 수업용으로 충분히 사용할 수 있을 것으로 판단하였다. 위와 같은 이유로 아이스크림홈런을 본 연구의 연구도구로 사용하였다.

Ⅳ. 연구 결과

1. 1차 설계원리

가. 선행문헌 검토를 통해 도출한 1차 설계원리 개발

인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리를 개발하기 위해 인공지능 교육시스템과 데이터 기반 수업 설계, 맞춤형 수업에 대해 선행문헌을 각각 분석하고 정리하였다. 선행연구에 따르면 인공지능 교육시스템을 수업에서 활용하기 위해서는 학습환경에 대해 필수적으로 고려해야 한다(신동조, 2020; 장혜원, 남지현, 2021; Holstein et al., 2018; Holmes et al., 2019). 그리고 학생들은 수업 전, 중, 후 과정에서 가정과 학교에서 인공지능 교육시스템을 활용할 수 있고, 인공지능 교육시스템의 데이터가 수업 전, 중, 후로 수집되고 관리되기 때문에 수업설계의 과정을 '학습환경, 수업 전, 수업 중, 수업 후'로 구분하였다. 학습 환경은 가정과 학교에서 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 지원하는 환경을 의미한다. '학습환경, 수업 전, 수업 중, 수업 후'로 구분하여 도출한 설계원리는 다음의 <표 Ⅳ-1>와 같다.

<표 Ⅳ-1> 선행문헌 검토와 경험적 탐색을 통해 도출한 1차 교수설계원리

구분	설계원리 및 상세지침	참고문헌
학습 환경 요소	**1. 학습자 주도성의 원리** 학습자가 주도적으로 학습을 진행할 수 있도록 학습환경을 만들어준다.	신동조(2020) 조규락, 조영환(2019) Bray & McClaskey (2013)
	1.1 학습자가 주도적으로 인공지능 교육시스템을 학습보조수단으로 활용하고 학습목표와 계획을 세우되, 학습자가 인공지능	

	교육시스템에 지나치게 의존하지 않도록 지원하라	Meeter(2021) Holmes et al.(2019)
	1.2 교수자는 학습자가 지식을 구성할 수 있도록 도와주는 조력자, 퍼실리테이터의 역할을 수행하도록 하라	
	2. 디지털 학습환경의 원리 교수자의 TPACK(Technical Pedagogical And Content Knowledge)을 바탕으로 학습자가 인공지능 교육시스템을 원활하게 사용할 수 있도록 한다	Koehler & Mishra (2009) List(2019)
	2.1 학습자가 교실에서 실시간으로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 무선 네트워크(Wifi) 학습환경을 구축하라	
	2.2 수업 전후로 인공지능 교육시스템 디바이스 여러 대를 동시에 충전할 수 있는 충전함을 구비하라	
	2.3 교수자가 인공지능 교육시스템의 활용방법을 시범을 보여주며 기능을 상세히 안내하고, 학습자가 교사를 따라하며 모델링할 수 있도록 지원하라	
	2.4 인공지능 교육시스템의 기능 조작에 익숙해지기 위해 사전에 학습자가 디지털 리터러시를 갖추고 기기 조작을 연습할 수 있도록 지원하라	
	3. 합목적성의 원리 인공지능 교육시스템을 수업 상황에 적용하는 것이 교육목적에 부합하는지 판단한다.	최서연(2022) 이지혜, 허난(2018) 황혜정 외(2019) Wiest(2001)
	3.1 인공지능 교육시스템을 활용하고자 하는 목적을 명확히 하라	
	3.2 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때의 장점과 단점을 확인하라	
	3.3 인공지능 교육시스템을 활용하기 적합한 단원과 차시를 선택하라	
수업 전 요소	**4. 학습진단의 원리** AI 학습진단을 통해 수업 전에 학생들의 학습상태 및 수준을 빠르게 파악한다.	최영인, 홍선주, 박재현. (2019) 안미리 외(2016) Piech et al.(2015)
	4.1 AI 학습진단을 통해 시각화된 대시보드를 바탕으로 수학 학습 영역별로 학습자의 지식상태를 빠르게 확인하라	
	4.2 AI 학습진단을 통해 학습부진이 예상되는 학생을 확인하라	
	4.3 AI 학습진단을 통해 공통된 특성이 보이는 학생들끼리 학습자 군집을 조성하라	
	5. 재설계의 원리 인공지능 교육시스템의 활용, 인공지능 교육시스템을 통한 학습이력, 교육과정 재구성, 학습진단 결과, 학생의 특성을 바탕으로	조영환 외(2019) 이동근(2019) 장혜원, 남지현

	수업을 반복적으로 재설계한다	(2021) 임철일(2012)
	5.1 인공지능 교육시스템을 통해 교육과정 성취기준에 따른 학습목표를 성취할 수 있도록 교과내용을 재구성하라	
	5.2 인공지능 교육시스템을 어느 단원의 수업에서, 어느 단계에서 사용할 것인지 고려해서 수업을 설계하라	
	5.3 학습진단을 통해 확인한 학습자 군집의 수준에 적합하게 맞춤형으로 수업을 설계하라	
	5.4 교사, 학생, 교수설계자, 인공지능 교육시스템 전문가 등의 구성원 등이 교수설계 과정에 함께 참여하며 협력적이고, 반복적인 설계과정이 될 수 있도록 하라	
	5.5 AI 학습진단을 통해 측정한 학업성취 데이터를 중요시하되, 학습자의 사회정서적 특성도 종합적으로 고려해서 수업을 설계하도록 하라	
	6. 자기조절학습의 원리 학습자가 수업을 듣기 전에 스스로 학습과정에 대한 계획을 세우고 성찰할 수 있도록 지원한다	신서경, 신선애(2021) Jansen et al.(2020) Lepi(2012)
	6.1 인공지능 교육시스템을 활용해서 본 수업에서 학습할 내용을 수업 전에 미리 확인할 수 있도록 지원하라	
	6.2 학습자가 스스로 목표를 세우고, 계획에 따라 학습을 진행할 수 있도록 지원하라	
	6.3 학습자가 ‘AI생활기록부’ 대시보드에 기록되어 있는 내용을 확인해보고, 자신의 지난 학습과정에 대해 성찰하여 새롭게 목표를 새울 수 있도록 지원하라	
수업 중 요소	**7. 맞춤형 상호작용의 원리** 학습자가 수업 전에 인공지능 교육시스템을 통해 미리 학습함으로써, 본 수업에서는 교수자와 학습자가 상호작용을 많이 할 수 있도록 한다.	홍선주, 김태은(2010) 안미경(2009) Tucker(2012)
	7.1 학습자 대시보드(AI생활기록부)를 통해 도움이 필요한 학생을 확인하고, 본 수업에서 해당 학생에게 더 많이 개입하고, 피드백을 제공하는 등 맞춤화된 지원을 제공하라	
	7.2 학습진단을 통해 설정한 학습자 군집을 바탕으로, 교실 내 멘토와 멘티를 선정하고, 멘티가 어려워하는 부분을 멘토가 가르치고 배우는 동료교수학습을 지원하라	
	8. 정교화의 원리 학습자가 수업 전에 미리 학습한 내용을 심화하거나 정교화할 수 있도록 학습자원을 준비하고 수업을 설계하라	정성건, 박만구(2010) Lee, Huh, Lin, &

	8.1 본 차시 수업에서 학습한 내용을 바탕으로 다양한 해결방안을 탐구할 수 있는 문제해결학습을 지원하라	Reigeluth(2018)
	8.2 학습자가 배운 개념을 바탕으로 다양한 상황에서 적용 가능한 '문제 만들기 활동' 등을 지원하라	
	9. 사용 용이성의 원리 학습자가 인공지능 교육시스템을 사용하기 쉽도록 지원한다.	최서연(2022) 장혜원, 남지현(2021)
	9.1 인공지능 교육시스템 활용법 안내자료를 제공하라	
	9.2 교사가 직접 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 시범을 보일 수 있도록 하라	
	10. 동료학습의 원리 멘토-멘티 팀을 이루어서 동료 학습자끼리 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 공유하도록 하라	성지현 외(2017) Reigeluth(2013)
	10.1 학생들이 인공지능 교육시스템을 디지털교과서의 형태로 활용하면서 유의미한 학습도구가 될 수 있도록 하라	
	10.2 학습자는 수업에서 배운 내용을 인공지능 교육시스템을 통해 평가해보고, 평가에 대한 피드백을 즉각적으로 받으면서, 부족한 부분을 반복학습할 수 있도록 지원하라	
	11. 지속적 형성평가의 원리 수업이 완료되면, 개개인의 학습자가 인공지능 교육시스템을 통해 학습목표를 달성했는지 지속적으로 평가하고, 학습성취 데이터를 축적할 수 있도록 하라	신서경, 신선애(2021) Sota(2016) Grant(2014)
	11.1 인공지능 교육시스템을 이용하여 수업에서 학습한 내용을 지속적으로 평가하고, 데이터를 축적할 수 있도록 하라	
	11.2 '오답노트' 기능을 활용하여 학습자가 주도적으로 틀린 문제를 다시 확인하고, 부족한 부분을 보완할 수 있도록 지원하라	
	11.3 평가가 목적이 되기보다는, 평가를 통하여 학습목표를 달성할 수 있도록 안내하라. 교수자, 동료학습자가 학습목표를 달성하기 힘들어하는 학습자에게 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있도록 하라.	
수업 후 요소	**12. 완전학습의 원리** 학습자가 학습목표에 도달하지 못했을 경우, 인공지능 교육시스템을 활용해 추가적인 연습과 학습이 가능하도록 지원한다	신서경, 신선애(2021) Rubin & Sanford(2021)
	12.1 학습목표에 도달하지 못한 학습자의 비율이 높은 경우, 교수자는 학습전략을 수정하고, 수업수준을 조정할 수 있도록 반복적으로 설계하라	

	12.2 인공지능 교육시스템의 ‘학교수업 예복습’ 기능을 활용하여 학교수업 진도에 맞추어 가정에서 자기주도적 학습이 이루어지도록 하라	
	13. 데이터 분석의 원리 학습자의 학습이력이 포함된 대시보드를 통해 얻은 데이터를 분석하여 다음 수업을 설계한다	최영인, 홍선주, 박재현(2019) Law & Liang(2020)
	13.1 ‘AI생활기록부’ 대시보드에 기록되어 있는 학습 데이터(학습 참여도 및 성취도)를 바탕으로 학습태도를 점검하고 피드백을 제공하라	
	13.2 분석된 데이터를 보고 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 핵심적인 ‘학습분석 질문’을 설정하라	
	13.3 ‘학습분석 질문’을 답하는데 필요한 ‘학습분석 솔루션’을 인공지능 교육시스템에서 확인하라	
	13.4 교사의 관찰에만 의존하지 않고, 인공지능 교육시스템으로 수집한 데이터를 기반으로 개별학습자, 학습자 군집, 학습자 전체 집단의 특성을 분석하라	
	13.5 수업 전에 실시했던 학습진단 결과와 비교하여, 학습자 군집의 조정이 필요하다면 새롭게 재편성하라	
	14. 학습추천의 원리 인공지능 교육시스템의 학습추천 기능을 활용해 학습자가 학습계획을 설정할 수 있도록 지원한다.	박만구(2020) 박만구 외(2020)
	14.1 ‘AI추천학습’의 안내에 따라 학습자에게 추천되는 내용을 학습할 수 있도록 지원하라.	
	14.2 학습자 개인이 추천된 학습내용을 확인하는 것으로만 그치지 않고, 교수자가 함께 확인하며 학습자를 격려해주고, 학습과정을 점검하고 ,피드백을 제공하라.	
	14.3 인공지능 교육시스템이 자동으로 추천해주는 내용 외에, 교사가 추가로 추천해줄 수 있는 콘텐츠 및 학습자료를 추천해줄 수 있도록 하라	
	15. 게임기반학습의 원리 학습자의 학습흥미를 유발할 수 있는 인공지능 교육시스템의 게임기반 콘텐츠를 활용할 수 있도록 지원한다	안미리 외(2020) 임미인, 장혜원(2019)
	15.1 동료학습자와 함께 참여하여 외재적 동기를 유발할 수 있는 ‘학습 챌린지’에 도전해보고, 동료학습자와 결과를 공유할 수 있도록 안내하라	

	15.2 구체적 조작활동을 다양하게 해볼 수 있는 게임기반 콘텐츠를 이용하여 학생의 ‘수 감각’을 익힐 수 있도록 지원하라	
	15.3 다양한 캐릭터와 이펙트를 통해 학습자가 자신의 학습 결과를 시각적으로 즉각적인 반응을 확인할 수 있도록 지원하라	

나. 경험적 탐색

선행문헌 검토를 통해 1차 설계원리를 개발한 뒤, 설계원리의 필요성 및 적합성을 보완하기 위해 본 연구의 교수자 및 인공지능 교육시스템 관계자를 대상으로 요구분석을 통한 경험적 탐색을 하였다. 경험적 탐색을 통해 교수자 및 인공지능 교육시스템 관계자 의견과 피드백을 요청하였다. 초등교육 및 수학교육 전문가 G에게 실시한 요구분석 면담의 결과는 아래 <표 Ⅳ-2>와 같다.

<표 Ⅳ-2> 초등교육 전문가에 대한 요구분석 결과

구분	의견
동기유발	• 학생들의 기초학력을 증진시키는 의도로 인공지능 교육시스템을 사용하겠지만, 기초학력 부진 학생이 집에서 스스로 공부를 해오는 것이 어려울 수 있음. 학생들의 동기유발이 필요함.
맞춤형 피드백	• 거창한 수준별 수업이 아니라 수업 중 피드백을 생각하고 있음. 수업 중간에 문제 풀게 하고 선생님이 돌아다니며 지도할 때, 아이스크림에 있는 대시보드를 활용해서 선생님이 학생들의 정보나 수준을 파악해두면 피드백에 도움이 될 것 같음 • 선생님이 수업 중 모든 학생들을 관리하는 것이 쉽지 않으므로, 홈런 디바이스를 활용해 도움을 받고자 함.
디지털 디바이스 선호도	• 디지털 기기 주는 것을 가정에서 좋아하지 않을 수 있음. 코로나 이후로 디지털 기기를 선호하지 않는 사람들이 많아짐.
테크놀로지 경험	• 학생들이 학습지원 도구에 접속했다 튕기는 상황 자주 발생했었음. 수업에서는 수도 없이 나오는데, 실제 수업 시간이 줄어들 수도 있으며, 수업보다 기술적 측면에 주의집중이 분산되는 문제가 있을 수 있음. • 노트북도 적절히 활용하면 도움이 되는데, 학생들마다 활용 수준 차이가 큼. 학생들의 수준 차이를 고려해야 함. • 똑똑 수학탐험대를 경험한 적 있음. 게임 요소가 많이 포함되어 있었음. 연구에서는 좋다고 하나 현장 교사들은 게임 요소 때문에 게임 중독을 염려하기

	도 함.
파손 및 수리	• 인공지능 교육시스템의 수리 및 파손 문제를 대비할 필요가 있음.
인공지능 교육시스템 사용 시 유의사항	• 오개념이나 오류를 대단히 유의해야 함. 선생님 없이 인공지능 교육시스템으로 사전학습을 해오게 되면 오개념이 생길 수 있으며, 오개념을 정개념으로 바꾸는데 더 큰 노력이 필요함.
인공지능 교육시스템에 대한 관심	• 인간이 개입하기보다 인공지능 기술을 활용해서 적재적소에 피드백 제공하는 것이 필요함. • 수준 진단 및 문제 추천. 전반적인 시스템. 최근 들어 인공지능 연구가 활발해지며 각종 기업에서 서비스가 나오고 있음. 학교 현장에서도 활용할 수 있는 모델이 개발될 필요가 있음. • 개인적으로 개별화/수준별 교육에 AI가 어떻게 쓰일지 관심이 있음.

인공지능 교육시스템 전문가 H에게 ‘인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리’를 개발하기 위한 요구분석을 실시하였다. 인공지능 교육시스템 개발 기업의 관점에서 의견을 들을 수 있었으며, 요구분석 면담의 결과는 아래 <표 IV-3>와 같다.

<표 IV-3> 인공지능 교육시스템 전문가에 대한 요구분석 결과

구분	의견
협력 네트워크	• 인공지능 교육시스템 개발기업과 대학, 학교 등이 서로 협업할 수 있는 체계를 가져야 함.
공교육 적용	• 가정학습용으로 활용되는 인공지능 교육시스템을 공교육 맥락에도 적용하여 서비스의 범위를 확대할 수 있음.
학력격차 해소	• 인공지능 교육시스템을 수업 중에 활용하여 교사의 수업 전문성을 확대하고 학생의 학습만족도를 증가시키며, 교육현장의 문제인 학생 간 학력 격차를 해소할 수 있도록 지원할 필요가 있음.
요구분석	• 공교육 현장에서 인공지능, 에듀테크 서비스에 대해 어떤 요구(Needs)를 가지고 있는지 확인할 필요가 있으며, 이를 해결할 수 있는 구체적인 방안을 수립해야 함.
데이터 접근	• 회사의 기밀과 관련된 데이터는 모두 제공할 수는 없지만, 교사가 학급의 학생들 대시보드를 확인할 수 있도록 권한을 지원하는 것은 가능함. • 교사가 수업 중에 인공지능 교육시스템을 사용하기 위해서는 대시보드를 통해 학생들의 데이터를 열람할 수 있는 권한이 있어야 함.
효과성	• 인공지능 교육시스템을 수업 중에 사용하였을 때, 실제로 교육적 효과가 있는지 효과성 연구를 진행해볼 필요가 있음.
인공지능 교육시스템 정의	• 최근 개발되고 있는 AI교육 서비스들이 인공지능 교육시스템 혹은 ITS(Intelligent Tutoring System)으로 정의될 수 있는지 근거를 확인할 필요가 있음.
인공지능 교육시스템 사용방법 숙달	• 교사가 수업 상황에서 인공지능 교육시스템을 사용하거나 연구자가 설계원리를 개발하기 위해서는 인공지능 교육시스템의 사용방법을 미리 숙달할 필요가 있음. • 외적타당화(교육현장적용) 전에 교사와 연구자에게 인공지능 교육시스템을 미리 제공하여 사용방법에 대해 숙달할 시간을 주어야 함.

2. 내적 타당화 결과

가. 1차 전문가 타당화

1차 설계원리에 대한 1차 전문가 타당화는 교수설계 전문가 및 교육전문가 5인에 의해 이루어졌다. 1차 설계원리 전반에 대한 타당도 검토 결과는 <표 IV-5>와 같다. 1차 전문가 타당화 결과, 타당성(평균 3.2점), 유용성(평균 3.4점), 이해도(평균 3.2점), 보편성(평균 3.0점)은 비교적 타당한 것으로 나타났고, 설명력(평균 2.8점)은 다소 미흡한 것으로 나타났다. 그리고 평가자 간 신뢰도인 IRA는 0.6으로 다소 낮게 나타났다.

<표 IV-4> 1차 설계원리 전반에 대한 타당화 결과

영역	전문가					평균	CVI	IRA
	A	B	C	D	E			
타당성	3	3	4	3	3	3.2	1	0.6
설명력	3	3	3	3	2	2.8	0.8	
유용성	3	3	4	4	3	3.4	1	
보편성	3	3	4	3	3	3.2	1	
이해도	2	3	4	4	3	3.2	0.8	

1차 설계원리 및 상세지침에 대한 타당도 검토 결과는 <표 IV-5>와 같다. 설계원리 4(학습진단의 원리, 평균 3.4점), 설계원리 5(재설계의 원리, 평균 3.4점), 설계원리 9(사용 용이성의 원리, 평균 3.6점), 설계원리 11(지속적 형성평가의 원리, 평균 3.4점), 설계원리 13(데이터 분석의 원리, 평균 3.4점)은 비교적 타당한 것으로 나타났다. 반면에 설계원리 3(합목적성의 원리, 평균 2.6점), 설계원리 10(동료학습의 원리, 평균 2.8점), 설계원리 15(게임기반학습의 원리, 평균 2.8점)은 다소 미흡한 것으로 나타났다. 평가자 간 신뢰도인 IRA는 0.4점으로 낮게 나타났다. 이는 <표

Ⅳ-4>에서 나타난 것처럼 1차 설계원리의 설명력 측면이 미흡했기 때문에, 전문가들에게 1차 설계원리의 의도를 명확히 전달하지 못한 것으로 판단되었다.

<표 Ⅳ-5> 1차 설계원리 및 상세지침에 대한 타당화 결과

설계원리	전문가					평균	CVI	IRA
	A	B	C	D	E			
1.학습자주도성	2	4	4	4	2	3.2	0.6	0.4
2.디지털 학습환경	2	4	4	4	2	3.2	0.6	
3.합목적성	3	2	3	3	2	2.6	0.6	
4.학습진단	3	3	4	4	3	3.4	1	
5.재설계	3	3	4	4	3	3.4	1	
6.자기조절학습	2	4	3	4	2	3	0.6	
7.맞춤형 상호작용	2	3	4	4	3	3.2	0.8	
8.정교화	2	4	4	3	3	3.2	0.8	
9.사용 용이성	4	3	4	4	3	3.6	1	
10.동료학습	2	3	2	4	3	2.8	0.6	
11.지속적 형성평가	3	4	4	3	3	3.4	1	
12.완전학습	3	3	3	4	3	3.2	1	
13.데이터 분석	3	3	4	4	3	3.4	1	
14.학습추천	2	3	4	4	3	3.2	0.8	
15.게임기반학습	2	2	3	4	3	2.8	0.6	

1차 전문가 타당화 결과를 바탕으로 1차 교수설계원리에 대한 전문가 의견과 수정사항을 학습환경 요소, 수업 전 요소, 수업 중 요소, 수업 후 요소로 구분하여 정리하였다. 정리한 결과는 아래의 <표 Ⅳ-6>과 같다.

<표 Ⅳ-6> 1차 전문가 타당화 의견 및 수정사항

설계원리	전문가 의견	수정사항
전반적 사항	• 연구 제목의 부제로 쓰인 '초등학교'와 '수학수업'에 대한 내용이 설계원리에 제대로 반영될 필요가 있음 • 학습환경, 수업 전, 중, 후 요소로 나누어 설계원리와 상세지침이 나열되어 있어서, 교수설계자가 설계원리를 적용하는 데 도움이 될 것으로 생각됨 • 추상적인 표현을 조금 더 구체적으로 개선하면 설명력이 향상될 것으로 보임 • 교사가 설계원리를 봤을 때 이해할 수 있도록 작성하는 것이 중요하므로, 각 원리에 대한 예시를 이해하기 쉽고 구체적으로 제시해야 함	• 2차 설계원리에 '초등학교'와 '수학수업'의 구체적인 맥락이 반영되도록 수정함
1.학습자 주도성	• 교수자가 주도적으로 지원해야할 사항이 많기 때문에 학습자만 주도적이라고 보기 힘듦. 따라서 교수자가 자기주도적, 자기조절적 학습을 지원하는 원리로 수정 필요 • 학습환경 요소의 지침으로서 '수행하도록 하라'라는 문구보다는 '수행할 수 있는 환경을 지원하라' 등의 표현이 적절해 보임 • 1.1에서 교육시스템에 지나치게 의존하	• 학습자주도성의 원리를 자기주도학습 지원의 원리로 수정함 • 상세지침의 문구를 '수행할 수 있는 환경을 지원하라'로 수정함 • 상세지침에 대한 해설 및 예시를 추가함

	지 않는다는 부분이 구체적으로 설명될 필요가 있음 • 1.1에서 주도성을 지원하기 위해 학습자가 스스로 학습목표를 세운다는 내용을 추가해도 적절해 보임 • 1.2의 조력자나 퍼실리테이터 역할의 예시가 있다면 이해하기 쉬울 것으로 생각됨. • 1에서 단순한 '학습환경'을 서술하기보다 하위 상세지침을 포함할 수 있는 내용으로 수정이 필요함.	
2.디지털 학습환경	• 디지털 학습환경의 원리 보다는 디지털 학습환경 조성으로 표기하는 것이 설계원리로 적절할 것 같음 • '1인 1기기의 학습환경을 지원하라'는 지침도 추가할 필요가 있음 • 2.3과 2.4 두 지침을 통합하거나, 두 지침의 차이를 명확하게 기술할 필요가 있음 • TPACK을 삭제하고 교수자가 인공지능 교육시스템 활용을 기술적으로 지원하고 안내한다는 내용으로 수정할 필요가 있음 • 2.4에서 디지털 리터러시는 디지털 기기 조작에 국한된 개념이므로 삭제할 필요가 있음	• 디지털 학습환경의 원리를 디지털 학습환경 조성으로 수정함 • '1인 1기기의 학습환경을 지원하라'는 지침의 내용도 추가함
3.합목적성	• 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때의	• 장점과 단점, 적합한

	장점과 단점, 적합한 단원과 차시를 선택하는 것은 합목적성 보다는 적합성으로 판단해야 함 • 합목적성의 원리는 학습환경이 아니라 수업 전 요소에 포함해야 함 • 3.2와 3.3의 순서를 바꾸어서 설계 맥락에 맞게 조정할 필요가 있음 • 3.2에서 장점과 단점을 확인하고 그 후에 어떻게 해야하는지에 대한 설명이 필요함	단원과 차시를 선택하는 지침은 적합성의 원리를 추가해서 수정함 • 합목적성의 원리를 수업 전 요소로 이동함
4.학습진단	• 학습자 군집(clustering)에 대한 추가 설명이 필요함. 공통된 특성의 예를 추가할 필요가 있음. • 공통된 특성을 보이는 학생들끼리 학습자 군집을 조성하는 목적(예시 : 팀 구성)을 명확하게 기술할 필요가 있음.	• 학습자 군집에 대한 설명을 추가함
5.재설계	• 하위지침의 '설계'를 '재설계'로 바꿀 필요가 있어 보임. • 5.1 지침이 5.2 지침의 내용과 비슷하여 구분이 필요해 보임. 5.1 지침의 교육과정 재구성에 대한 내용을 보완할 필요가 있음. 교육과정이 수시 개정체제로 변화됨에 따라 교사의 교육과정 재구성 권한이 강화되었고, 교육과정 재구성 실천자로서의 교사 역할을 강조할 필요가 있음	• 해당 설계원리를 '교육과정 재구성의 원리'와 '반복적 수업설계의 원리'로 구분하고자 함. • 5.1 지침의 내용을 수정함
6.자기 조절학습	• 설계원리1의 학습자주도성의 원리와 통합될 필요가 있음 • 전체적으로 '지원하라'는 표현이 많	• 자기주도학습 지원의 원리로 통합함

	음. 어떻게 지원하는 지에 대한 내용을 추가할 필요가 있음	
7.맞춤형 상호작용	• 맞춤형 상호작용보다는 맞춤화된 지원의 원리로 표현할 필요가 있음 • 7.1의 하위지침 내용을 수정할 필요가 있음 • 7에서 수업 전에 학습하는 대상을 추가할 필요가 있음	• 맞춤형 지원의 원리로 변경하고 상세지침을 수정함 • 7.1 하위지침의 내용을 ’개별 학습자에게 의미있는 학습이 이루어질 수 있도록 차별화된 교육활동을 제공하라’으로 수정함
8.정교화	• 상위 설계원리는 정교화의 원리이나, 하위 설계지침은 문제해결학습지원 내용이라 상위 설계원리와 하위 설계지침의 연결이 잘 되지 않음. • 초등 수학수업에서 인공지능 교육시스템을 활용하는 맥락을 고려할 때 8.2 역시 조건이 붙는 방식(학습자 군집 유형에 따른 등)으로 수정할 필요가 있어 보임 • 설계원리를 ‘학습목표의 정교화’등으로 구체적으로 수정할 필요가 있음 • 8.1에서 문제해결학습과 문제 만들기 활동에 대한 구체적 예시가 필요함. 인공지능 시스템에서 문제를 제시하는지, 혹은 별도로 교사의 지도가 필요한 활동인지에 대한 내용을 추가해야함	• 정교화의 원리를 ‘문제해결학습 지원의 원리’로 수정함 • 8.2의 내용을 ‘학습자군집 유형에 따른 문제 만들기 활동을 지원’하는 것으로 추가함

9.사용 용이성	• 본 설계지침 외에도 사용 용이성을 위해 오류 발생 시 어떤 대처를 하는지 UI/UX 관점에서 더 많은 하위 지침이 필요해 보임. • 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용한다는 맥락을 추가할 필요가 있음	• 오류 발생에 대처하기 위한 하위 지침을 추가함 • 설계지침에 수업 중에 활용한다는 맥락을 추가함
10.동료 학습	• 7.2 동료교수학습과 중첩되고, 상하위 수준이 맞지 않음 • 설계원리7과 통합될 필요가 있음 • 10.1에서 유의미학습이란 개념의 범위가 지나치게 넓음 • 하위지침들이 동료학습의 원리라기 보다 인공지능 교육시스템을 활용한 목표설정과 관련된 것으로 보임	• 7.2 동료교수학습 부분을 동료학습의 원리로 통합하고, 상하위 수준이 맞도록 내용을 수정함
11.지속적 형성평가	• 형성평가 자체가 지속성을 포함하고 있기 때문에 '지속적 평가' 혹은 '형성평가'의 원리로 수정이 필요함 • 11.3의 동료학습자와 관련된 내용을 삭제할 필요가 있음 • 형성평가에 따라 학습자를 새롭게 군집화하여 지속적으로 평가가 이루어지도록 하라는 내용을 추가할 필요가 있음 • 11과 11.1의 내용이 동일하기 때문에, 상세지침에는 구체적인 내용을 담을 필요가 있음 • 설계원리 11에서 지속적으로 평가한다는 의미를 명확히 할 필요가 있음. 몇 회에 걸쳐서 평가를 하는 것인지, 평가마다 다른 측면을 평가하는 것인지 확인해야함.	• '형성평가'의 원리로 수정함 • 형성평가를 실시하면서 성취결과 데이터에 따라 학습자를 새롭게 군집화하는 지침을 추가함

	• 11.3에서 내용이 포괄적임. 그리고 하나의 상세지침에 여러 가지 내용이 포함되어 있음.	
12.완전학습	• 해당 하위 설계지침만으로는 완전학습을 달성하기에 부족해 보임	• 완전학습을 달성할 수 있도록 하위 설계지침을 보완함
13.데이터 분석	• 데이터 분석과 분석에 따른 교수처방이 둘 다 포함되어 있어서 나눌 필요가 있어 보임 • 수업 중에도 인공지능 교육시스템으로 평가를 수행할 때, 실시간으로 데이터가 축적되고 분석된다는 내용을 추가할 필요가 있어 보임 • 13.4 설계지침을 부정적인 내용보다는 긍정적인 내용으로 표현하는 것이 적절해 보임. • 13.2에서 학습분석 질문이 무엇인지 구체적인 설명이 필요함. 시스템이 교수자에게 제시하는 것인지, 교수자 스스로 성찰을 통해 도출해내는 것인지 명확히 할 필요가 있음	• ‘데이터 분석의 원리’와 ‘데이터 기반 교수처방의 원리’로 구분함 • ‘형성평가’의 원리에서 데이터가 실시간으로 수집되고, 추후 ‘데이터분석의 원리’에서 활용 가능하다는 점을 추가함. • 교사의 관찰과 더불어 인공지능 교육시스템을 활용하여 추가적인 이점을 얻을 수 있다는 내용으로 수정함
14.학습추천	• 하위 지침이 데이터 분석과 분석에 따른 교수처방에 대한 내용과 중첩이 되어서 구분이 필요함.	• 하위 지침을 데이터 분석과 데이터 기반 교수처방의 원리로

	• 학습추천의 정의를 다시 내려서, 학습계획 설정지원의 원리 등으로 수정할 필요가 있음. • 상세지침 14.1과 14.2의 차이를 명확하게 구분하거나 통합할 필요가 있음.	구분하고 통합함.
15.게임기반학습	• 게임 기반 학습(Game-Based Learning), Serious Game 보다는 단순한 게이미피케이션(Gamification)으로 보임. • 게이미피케이션은 다소 저학년에 초점이 맞춰진 것으로 보임. • 게임스토리가 어설프면 오히려 학습에 악영향을 미칠 수도 있음. • 게임기반 학습은 게임콘텐츠 기획부터 개발까지 수많은 비용이 소모됨. 불필요한 설계원리를 제거하고, 설계원리의 범위를 줄일 필요가 있음. • 15.1에서 동료학습자와 참여하는 것이 주 목적으로 나타나기 보다 학습챌린지에 참여하는 것이 주 목적으로 나타나도록 수정하는 것이 적절해 보임. • 현재 시스템의 기능상 게임 기반 학습 콘텐츠로 15.2의 구체적 조작활동이 실제로 가능한지 확인할 필요가 있음	• 게임기반학습을 원리로 설정하는 것보다 ‘아이스크림홈런’이라는 인공지능 교육시스템을 활용할 때 참고할 수 있는 요소로 설정함 • 구체적 조작활동 기능은 초등학교 저학년의 내용에 국한되므로, 해당 지침을 삭제함

나. 2차 교수설계 원리 및 상세지침

1차 전문가 타당화 결과를 바탕으로 1차 교수설계 원리를 수정하고, 2차 교수설계 원리 및 상세지침을 도출하였다. 2차 교수설계 원리 및 상세지침은 다음 <표 IV-7>와 같다.

<표 IV-7> 2차 설계원리 및 상세지침

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">설계원리 및 상세지침</th></tr>
<tr><td rowspan="4">학습
환경
요소</td><td colspan="2">1. 디지털 학습환경(Digital Learning Environment) 조성의 원리
교수자는 학생들이 수업 중에 인공지능 교육시스템을 원만하게 활용할 수 있도록 교실 내 디지털 학습환경을 조성할 수 있도록 한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.1 여러 명의 학습자가 교실에서 실시간으로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 무선 네트워크(Wi-Fi) 학습환경을 구축하라</td></tr>
<tr><td>해설 및 예시</td><td>•상세지침에 대한 해설
대부분의 인공지능 교육시스템은 웹 혹은 앱 기반으로 되어 있어서 무선 인터넷 연결을 필수로 요구한다. 개별 디바이스 혹은 소프트웨어를 사용하기 위해 통신사의 5G 데이터를 이용하기에는 무리가 따르므로, 교실 내에서 다양한 디바이스(태블릿, 모바일, 노트북, 인공지능 교육시스템 등)가 무선 네트워크망에 접속할 수 있도록 공유기를 설치하고 Wi-Fi를 구축해야 한다.

•상세지침에 대한 예시
무선 공유기의 성능에 따라 동시 접속 가능한 학생 수 및 인터넷 속도가 달라지므로, 학생들이 원활하게 무선 네트워크를 사용할 수 있도록 적정한 수준의 공유기를 구비해 놓아야 한다. 그리고 학생들이 수업 중에 디바이스를 무선네트워크에 접속할 경우 많은 시간이 지체될 수 있으므로, 무선 네트워크의 ID와 PW를 사전에 학생들에게 안내할 수 있도록 한다. 그리고 디바이스를 무선 네트워크에 자동 연결할 수 있도록 설정해놓고 평소에 학생들이 무선 네트워크에 접속하는 연습을 할 수 있도록 안내한다.</td></tr>
<tr><td colspan="2">1.2 인공지능 교육시스템 디바이스를 동시에 여러 대 충전할 수 있고, 분실하지 않도록 비밀번호가 설정되어 있는 충전보관함을 구비하라</td></tr>
</table>

해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 태블릿, 노트북, 인공지능 교육시스템을 수업에서 원활하게 활용하기 위해서는 모든 디바이스가 충전이 되어 있어야 한다. 충전이 되어 있지 않을 경우, 학생들이 디바이스를 충전하다가 수업이 끝나는 경우가 발생할 수도 있다. 일반적인 교실 환경에서는 전기를 공급받을 수 있는 콘센트가 많지 않으며, 멀티탭을 사용한다고 하더라도 학생들의 디바이스(약 20대)를 충전하는데에는 무리가 있다. 따라서 비밀번호가 설정되어 있어서 디바이스를 안전하게 보관할 수 있으면서 충전까지 할 수 있는 충전보관함을 구비할 필요가 있다. 만약 충전보관함이 없을 경우에는 개별로 디바이스를 관리하되, 보안, 파손, 분실에 각별히 유의하도록 안내할 필요가 있다.
1.3 디지털 기기의 특성상 보안, 파손, 분실에 유의해야함을 학습자에게 안내하고, 문제상황 발생 시 교수자가 대응할 수 있는 매뉴얼을 확인하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 인공지능 교육시스템이 소프트웨어로 배포되는 것이 아니라 하드웨어로 배포되는 경우, 디바이스의 가격이 상당할 수 있다. 따라서 파손 및 분실되지 않도록 교사가 각별히 유의해야할 필요성이 있으며, 학생들에게도 주의를 주어야 한다. 학교차원에서 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용할 경우 파손 및 분실 상황을 대비하여 대응체계를 갖추어야 하며, 향후 유지보수가 잘 될 수 있도록 업무담당자 관리체계를 조직화할 필요가 있다. •상세지침에 대한 예시 아이스크림홈런의 경우, 고객센터 대표전화를 통해 파손 및 분실에 대한 문의를 할 수 있으며, AS 매뉴얼을 요청할 수 있다. 교사는 대응 매뉴얼을 확인하고, 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때는 수업에만 집중할 수 있는 환경을 만들어야 한다.
2. 사용편의성(Ease of use)의 원리 학습자가 인공지능 교육시스템을 원활하게 사용하고, 어려움을 겪지 않도록 사전에 연습 및 준비를 한다.	
2.1 학습자의 입장에서 인공지능 교육시스템 활용법을 학습할 수 있는 안내자료(가이드라인, OER)을 제공하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 학습자가 처음에 인공지능 교육시스템을 사용하게 되면, 낯선 UI(User Interface)와 기능, 작동방식으로 인해 인지부하가 와서 학습에 집중하지 못할 수 있다. 따라서 교수자는 학습자의 눈높이에서 쉽게 이해할 수 있는 안내자료를 제시해주어야 한다. 안내자료에는 단계별로 사용법과 유의사항을

	담은 가이드라인이나 Youtube, 웹 등의 OER(Open Educational Resources, 공개교육자료)를 활용할 수 있다.
2.2 교수자가 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 직접 시범을 보이고, 그에 따라 학습자가 인공지능 교육시스템을 직접 다루고 연습할 수 있는 기회를 제공하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 화면 미러링(Mirroring) 등의 방법을 통해 학습자들에게 단계별로 사용하는 방법을 안내해주어야 한다. 안내자료를 제공하는 것 뿐만 아니라 학습자에게 직접 시범을 보인다면, 학습자는 교수자의 행동을 모델링(Modeling)하여 쉽고 빠르게 기능을 습득할 수 있다. 모델링한 이후에는 학습자가 스스로 인공지능 교육시스템을 다루고 연습할 기회를 가져, 인공지능 교육시스템과 친숙해질 수 있는 충분한 시간을 가져야 한다.
3. 연결성(Connectivity)의 원리 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습과 학교에서의 학습이 자연스럽게 연결될 수 있도록 한다	
3.1 본 수업 전에 가정에서도 인공지능 교육시스템을 통해 학습할 수 있다는 것을 안내하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습은 학교에서도 이루어지지만 가정에서도 이루어진다. 기존의 전통적인 교실환경에서는 학교의 학습과 가정의 학습이 분리되어 있었으며, '과제(숙제)'를 통해 학교의 학습과 가정의 학습을 연결하려는 시도가 제기되고 있지만. 교수자가 가정에서의 학습을 효과적으로 관리하기 힘들었다. 인공지능 교육시스템을 이용한다면 기존의 방식을 벗어나, 인공지능 교육시스템의 콘텐츠와 축적된 데이터를 표현해주는 대시보드를 통해 교수자가 가정에서의 학습을 관리하며 학습자에게 피드백을 제공해줄 수 있는 기반이 마련될 수 이다.
3.2 가정에서의 학습과 학교에서의 학습 결과를 연계하여 학습자가 학습경로를 설정할 수 있도록 지원하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습결과와 학교에서의 학습결과를 동시에 수집할 수 있으며, 이를 종합하여 데이터를 분석하고 교수처방을 내릴 근거를 확보할 수 있다. 교수자는 가정과 학교의 학습결과를 바탕으로 학습경로를 설정(학습자가 학습목표와 계획을 세우고, 학습내용을 선정하는 등)하고자 할 때 도움을 줄 수 있다.

	•상세지침에 대한 예시 OO가 이번주 수학 목표를 정하고자 할 때, 아이스크림홈런의 AI 생활기록부를 확인해볼래? OO가 (여러가지 분수의 곱셈) 부분을 많이 틀렸으니까 이번주는 (여러가지 분수의 곱셈)에서 문제 유형 부분을 확인해보자.

구분	설계원리 및 상세지침	
수업 전 요소	**4. 학습진단(Learning Diagnosis)의 원리** 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하여 수업에서 본 단원을 들어가기 전에 학생들의 선수학습수준, 학습부진 가능성을 빠르게 파악하다	
	4.1 수업에서 본 단원을 들어가기 전에 학생들이 인공지능 교육시스템의 학습진단 평가를 실시하도록 하라	
	해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 수학 교과의 5가지 영역(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)별로 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 학생이 학습진단의 문제를 풀어나갈수록 아직 풀지 않은 문제에 대한 정답 확률을 예측해나가면서, 영역별 지식상태를 추적해나간다. 기존에 종이로 된 진단평가를 실시하여 학생의 수준을 파악하는 것도 가능하지만, 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 짧은 시간동안 다양한 영역에서 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 기존에 축적된 무수히 많은 문제풀이 데이터를 활용하여 특정 학생의 상태를 예측해나갈 수 있기 때문이다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 경우 수학 진단평가(AI스캐닝) 기능이 있다. 이 기능은 ‘오늘의 학습’ 항목에서 ‘AI추천학습’을 클릭하면 시작할 수 있다. 10여분 시간동안 최대 15개의 문제를 풀 수 있다. 문제를 풀 때에는 ‘연습장’ 기능을 활용하여 태블릿 전용 펜으로 풀이과정을 필기를 할 수 있다.
	4.2 학생의 학습진단 기능으로 도출된 선수학습 수준 결과를 시각화된 대시보드를 통해 확인하라	
	해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학생이 학습진단 평가를 실시하고 나면, 교사는 학생의 선수학습수준이 부족한 부분, 적정한 부분을 5개 영역별(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)로, 단원별로 확인할 수 있다. 수학은 교과 특성상 학습내용의 위계성과 계열성이 강하기 때문에 선수학습 수준이 부족하면 후속학습이 제대로 이루어지기 힘들다. 선수학습수준을 시각화된 대시보드를 통해 부족한 부분, 적정한 부분을 빠르게 확인한다면, 학생은 자신이 학습계획을 세울 때 어느 부분을 중심으로 세울지 참고할 수 있고, 교사는 학생에게 학습순서 및 보완할 부분을 안내할 수 있다. 시각화된 대시보드의 예시로는 수학교과 영역별

	이해도 수준 분석현황을 레이더 차트로 나타낼 수 있으며, 학년별/영역별 로 보완이 필요한 단원, 적절한 단원을 표로 나타낼 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 이OO 학생은 현재 5학년이다. 진단평가 실시 후 시각화된 대시보드를 통해 자신의 결과를 확인하는데, 4학년의 수와 연산 영역인 '분수', '큰수', '분수의 덧셈과 뺄셈' 단원에서 부족한 부분을 보였다. 4학년의 도형 영역인 '원', '평면도형의 이동' 단원은 적정한 수준으로 진단되었다.
4.3 학습진단 결과를 시각화된 대시보드를 통해 확인한 후, 영역별로 학습부진이 예상되는 학생을 확인하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습진단 결과 영역별로 학생의 이해도가 어느 정도 되는지 확인할 수 있다. 5개 영역 중에서 가장 낮은 영역은 어느 영역인지 확인하고, 동료 학생에 비해 부진한 영역을 확인할 수 있다. 또한, 전체 영역별 이해도를 합산하여 학생의 전반적인 이해도 수준을 나타낼 수 있다. 교사는 추후 이 데이터를 교수학습처방의 근거로 삼을 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 학습진단 결과 이OO 학생은 자료와 가능성(95.6%), 도형(70.1%), 측정(100%) 영역은 적정 수준으로 분석되었으나, 규칙성(35.5%), 수와 연산(42.1%) 영역은 부진한 것으로 나타났다. 본 수업에서 진행하는 단원이 수와 연산 영역에 해당하는 단원(예:분수의 곱셈)일 경우, 교사는 이OO 학생이 수업시간에 내용을 이해하기에 부진할 수 있을 것으로 판단할 수 있다. 이에 대한 교수처방으로 추후 본 수업에서 교사는 이OO 학생이 이해를 잘 하고 있는지 학생의 상태를 적극적으로 확인하거나, 질문을 제시할 수 있다.
5. 교육과정 재구성(Curriculum Reconsruction)의 원리 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한지 판단하고, 인공지능 교육시스템을 효과적으로 활용할 수 있도록 수업의 성취기준, 학습목표, 학습진단 결과를 바탕으로 교육과정을 재구성할 수 있도록 한다.	
5.1 본 수업 단원의 차시별 성취기준과 내용이 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합한지 판단하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학의 여러 단원들 중 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때 효과적인 단원이 있을 수 있고, 오히려 역효과가 나는 단원이 있을 수 있다. 모든 단원에서 인공지능 교육시스템을 적용할 필요는 없다. 교사가 본 수업 단원의 교육과정, 성취기준, 목표, 내용, 유의점 등을 확인하고, 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때의 장점과 단점, 인공지능 교육시스템을 사용하는 목적 등을

	바탕으로 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한지 판단할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 본 수업에서 진행하고자 하는 단원은 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈이다. 분수의 곱셈은 수와 연산 영역에 해당하며, 기본적인 개념과 연산방법을 익힌후 다양한 문제상황을 통해 반복적인 연습을 하고 피드백을 받는 것이 중요한 단원이다. 아이스크림홈런에서는 차시별로 수학 익힘책의 문제 뿐만 아니라 추가 문제를 제공해주며, 틀린 문항은 오답노트 기능을 통해 추후 확인할 수 있으므로, 본 수업 단원은 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합하다고 판단할 수 있다.
5.2 본 수업 단원이 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합하다고 판단될 경우, 본 수업 차시의 학습목표를 효과적으로 달성하기 위해, 인공지능 교육시스템을 어느 차시에서, 어느 단계에서 사용할 것인지 고려해서 수업을 설계하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 2015 개정 수학교육과정을 바탕으로 집필된 수학 교과서의 경우, ‘단원 도입’, ‘학습내용’, ‘도전 수학’, ‘얼마나 알고 있나요’, ‘탐구 수학’의 순서로 이루어져 있다. 단원의 전개 계획에서 어느 차시의 학습목표, 내용, 유의점, 준비물 등을 확인하고 인공지능 교육시스템을 활용할 수 있을지 고려해야 한다. 활용할 차시를 정했다면, 인공지능 교육시스템을 한 차시 중 도입 단계에서 사용할지, 전개 단계에서 사용할지, 정리 단계에서 사용할지, 만약 전개 단계에서 사용한다면 활동 1, 2, 3 중에서 어느 단계에서 사용할지 등을 고려해서 수업을 설계할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 수업 전에 학습진단을 하고자 하는 경우에는, 단원의 전개 계획 중에서 ‘단원 도입’차시에서 아이스크림홈런의 ‘AI 학습진단’을 활용할 수 있다. ‘학습내용’차시에서는 아이스크림홈런을 전개 단계의 활동3에서 사용한다고 가정하고, 본 수업에서 배운 내용을 바탕으로 문제를 풀며 개념 연습을 하는 용도로 활용할 수 있다. ‘도전 수학’이나 ‘얼마나 알고 있나요’등은 여러 가지 문제 상황에서 배운 내용을 바탕으로 어떻게 문제를 해결하는지 알아보는 차시이다. 해당 차시는 아이스크림홈런의 ‘스피드 퀴즈’나 ‘최상위 수학’, ‘서술형 평가’ 등 다양한 기능을 활용할 수 있다.
5.3 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과를 바탕으로 학생들의 영역별 이해도 수준에 따라 학습자 집단 맞춤형으로 본 수업 단원의 수업 시수를 증가하거나 감축하도록 하라.	
해	**•상세지침에 대한 해설**

설 및 예시	교육과정이 수시 개정체제로 변화됨에 따라 교사의 교육과정 재구성 권한이 강화되었고, 교육과정 재구성 실천자로서의 교사의 역할이 강조되고 있다. 교과별로 학년별 '연간 총 수업 시간 수' 미만이 되지 않는 범위 내에서 20% 증감 운영이 가능하다. 또한 교과 내에서 단원별로 정해진 차시를 증감 운영하는 것도 가능하다. 수학 교과의 5가지 영역 중에서 해당 학습자 집단이 전반적으로 부족한 영역은 본 수업 단원의 차시를 증가해서 학습에 대한 보충을 진행하면서 운영할 수 있고, 학습자 집단이 전반적으로 우수한 영역은 본 수업 단원의 차시를 감축해서 효율적으로 운영할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2반의 학생들 중 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과 '수와 연산' 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수가 15명으로 나타났다. 반면에 '도형' 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수는 0명으로 나타났다. 따라서 교사는 5학년 2반의 학생들이 '수와 연산' 영역은 학습이 부족한 상태이고, '도형' 영역은 학습이 적정한 상태라고 판단하였다. 따라서 '수와 연산' 영역에 해당하는 '분수의 곱셈' 단원은 기존 11차시에서 13차시로 증가하도록 교육과정을 재구성하고, '도형' 에 해당하는 '합동과 대칭' 단원은 기존 10차시에서 9차시로 감축하도록 단원 내 수업들을 설계할 수 있다.
6. 자기주도학습(Self-Directed Learning) 지원의 원리 학생이 본 수업을 듣기 전에 가정에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 학습에 대한 주도성을 가지고 학습계획을 세우고 지난 학습에 대해 성찰하며 학습을 할 수 있도록 지원한다	
6.1 학생이 사전에 본 수업의 내용을 살펴보았을 때, 학습내용이 익숙하지 않고, 선수학습이 제대로 되어 있지 않다면 인공지능 교육시스템을 활용하여 가정에서 본 수업의 내용을 자기주도적으로 미리 학습할 수 있도록 지원하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학 교과의 경우 학생의 선수학습수준에 따라 학습수준 격차가 발생하는 경우가 많다. 따라서 수업을 진행할 때 학생들의 수준에 따라 맞춤형으로 지원해주는 것이 중요한데, 현실적으로 제한된 시간과 공간에서 교사 1명이 다수의 학생들을 맞춤형으로 온전하게 지원해주기에는 제한이 있다. 인공지능 교육시스템을 활용한다면 학생들은 본 수업을 듣기 전에 자기주도적으로 수업 내용을 확인하고, 부족한 부분은 보충학습을 진행할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 수업을 받는 학생 중 이전 학년에서 선수학습이 제대로 되어 있지 않아, 본

		수업의 진도를 따라 가는 것이 힘들 수 있다. 이런 학생의 경우 학습에 대해 수동적인 태도를 보이기 쉽다. 아이스크림홈런의 '학교수업예습' 기능을 활용하여 본 수업 전에 해당 학습내용을 미리 쉽게 학습할 수 있도록 도와준다면 학생의 학습흥미가 높아질 수 있다. 이를 통해 추후 학생이 자기주도적으로 학습 계획을 설정하고 학습을 진행할 수 있도록 도와줄 수 있다.
6.2 학습자가 본 수업 전에 인공지능 교육시스템을 활용하여 자기주도학습을 수행할 때, 인공지능 교육시스템의 대시보드를 확인하여 스스로 학습과정을 점검하고, 목표를 세우고, 계획에 따라 학습을 진행할 수 있도록 안내하라		
	해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템에서는 로그인 시간, 참여도, 학습진행 정도, 학습성취 결과 등을 시각화된 대시보드를 통해 확인할 수 있다. 학생이 혼자서 자기주도학습을 진행하는 데에는 무리가 있을 수 있다. 교사는 학생이 본 수업 전에 미리 학습을 진행하고자 할 때, 학생이 인공지능 교육시스템의 대시보드를 확인하면서 스스로 학습 과정을 점검하고, 목표를 세우고, 계획에 따라 학습을 진행하며 자기주도학습을 지원할 수 있도록 안내할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 AI생활기록부 기능에는 주간/월간 리포트를 통해 출석률, 수행률, 스스로 학습한 콘텐츠 개수, 평가점수, 오답노트, 문제풀이 습관 등을 확인할 수 있다. 관리자인 교사 뿐만 아니라 학생 스스로도 열람할 수 있어, 학생이 자기주도학습을 진행하고자 할 때 많은 도움을 받을 수 있다. 따라서 교사는 학생들이 AI생활기록부를 사용하며 학교공부를 예습할 수 있도록 안내할 수 있다.

구분	설계원리 및 상세지침	
수업 중 요소	7. 개별성(Personalization)의 원리 학습자의 특성과 수준을 고려한 맞춤형 수업이 이루어질 수 있도록 개별화된 학습 지원을 제공한다	
	7.1 인공지능 교육시스템의 관리자 대시보드를 통해 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생에게 주의를 집중하라	
	해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 인공지능 교육시스템의 학습진단을 통해 학습자의 전반적인 영역별 이해도 수준을 알 수 있으며, 관리자 대시보드를 통해 학습자가 학습문제를 해결해 나가는 현황을 파악할 수 있다. 학습자들이 인공지능 교육시스템으로 형성평가를 실시하는 동안, 교수자는 관리자 대시보드를 주시하며 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생에게 개별화된 학습지원을 제공할 준비를 할 수 있다 •상세지침에 대한 예시 이OO학생은 학습진단을 통해 영역별 이해도 수준이 동료 학생에 비해 현저히 떨어진다. 뿐만 아니라 이OO학생은 관리자 대시보드를 통해 수업 중에 형성평가를 실시하는 도중 학습 참여도가 떨어지는 것이 관찰되었다. 따라서 교사는 이OO학생이 학습목표를 잘 도달할 수 있도록 주의를 집중해서 교수처방을 제공할 준비를 한다.
	7.2 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학습자에게 지지적 피드백과 교정적 피드백과 같은 개별화된 학습지원을 제공하라	
	해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 지지적 피드백이란 반복되기를 원하는 행동을 독려하기 위해 학습자를 지지하는 피드백이며, 교정적 피드백이란 행동의 변화시키거나 문제점을 교정하고자 할 때 제공하는 피드백이다. 교수자는 학습자가 형성평가를 실시하는 동안 교시를 순회하면서 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생을 주시하다가, 학생에게 피드백이 필요한 경우 적시에 피드백을 제공할 수 있도록 할 수 있다 •상세지침에 대한 예시 - 지지적 피드백 : 예전에는 금방 포기했는데, 요즘은 책임감을 가지고 끝까지 집중하는 구나. 칭찬해줘야 겠는걸? - 교정적 피드백 : 분수의 곱셈 문제를 풀 때는 먼저, 분수의 개념에 대해

	생각해보고 분수의 덧셈과 다른 점에 유의하면서 풀어보지 않을래?
7.3 학습목표를 충분히 도달할 수 있는 학습자가 있다면, 심화 질문을 제기하거나, 추가적인 학습자료를 제공하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학 교과는 학습자들 간의 수준 차이가 커서, 제한된 시간 동안 형성평가를 실시하는 경우, 성취수준이 우수한 학습자는 해결해야할 과제를 금방 끝내버린다. 이러한 학습자들이 시간을 낭비하지 않도록, 교사는 교실을 순회하면서 심화 질문을 통해 학습자가 고차적인 사고를 하도록 자극을 주거나, 추가적인 학습자료를 제공하여, 학습한 개념을 새로운 상황에 적용할 수 있도록 한다 **•상세지침에 대한 예시** - 심화 질문 : 분수의 곱셈에 대해 배워보았는데, 자연수의 곱셈과 분수의 곱셈은 어떤 점에서 차이를 지닐까? 그리고 우리는 어떤 점에 유의해야 하지?
8. 형성평가(formative evaluation)의 원리 학습자가 수업의 전반부에서 배운 수학적 개념 및 원리를 수업의 후반부에서 문제상황을 통해 반복적으로 평가함으로써, 배운 개념 및 원리를 연습하고 학습목표를 달성할 수 있도록 한다.	
8.1 인공지능 교육시스템을 이용하여 수업에서 학습한 내용을 차시마다 반복적으로 형성평가를 실시하고, 데이터를 축적할 수 있도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 기존의 전통적인 교실에서는 수업에서 학습한 내용을 수학익힘책, 활동지 등에 수록되어 있는 학습문제들을 풀었다면, 인공지능 교육시스템을 활용한 수업에서는 학생들이 인공지능 교육시스템이나 스마트 기기를 통해 문제를 풀 수 있도록 할 수 있다. 인공지능 교육시스템의 문제는 교과서의 문제를 기반으로 제공될 수도 있고, 추가적인 문제를 제공할 수도 있다. 인공지능 교육시스템을 통해 차시마다 반복적으로 문제를 풀면서, 학생들의 학습성취 데이터는 인공지능 교육시스템의 대시보드로 축적할 수 있고, 이러한 데이터는 추후 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하는데 많은 도움을 줄 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈 2차시 “(자연수) x (분수)를 알아보기”에서 수업 전반부에 (자연수) x (분수)의 개념 및 원리를 배웠다면, 수업 후반

	부에는 학습한 개념을 인공지능 교육시스템의 문제를 통해 연습할 수 있는 기회를 줄 수 있다. 아이스크림홈런의 문제같은 경우 수학익힘책 기반으로 되어 있으며, 추가적인 문제를 제공해준다. 학생이 문제를 반복적으로 풀어 나가면서 학습성취 데이터는 AI생활기록부에 기록된다.
8.2 학습자가 해결하지 못하는 문제를 선별하여, 학습자가 다시 확인하고, 부족한 부분을 보완할 수 있도록 지원하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학교과 학습에서는 기본 개념 및 원리에 대한 학습이 이루어진 후, 개념 및 원리를 숙달하기 위해 반복적인 연습이 필요하다. 반복적인 연습과정에서 학생이 자주 틀리는 문항이 발생하는데, 자주 틀리는 문항만 선별해서 집중적으로 확인할 수 있다면, 학생이 학습목표를 효율적으로 달성할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런에는 ‘오답노트’ 기능이 있어서, 수업 후반부에 학생이 반복적으로 형성평가를 진하는 과정에서 틀린 문항만 선별해서 확인할 수 있다. 오답을 반복적으로 확인함으로써 학생이 부족한 부분을 집중적으로 보완할 수 있다.
8.3 평가가 목적이 되기보다는, 평가를 통하여 학습목표를 달성할 수 있도록 안내하라.	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 반복적으로 형성평가를 실시하는 과정에서 학생들은 평가의 결과 및 점수에만 집중할 수 있다. 형성평가의 목적은 학생들끼리 결과를 비교하여 서열을 매기는 것이 아니라, 학생이 학습의 과정에 온전히 집중하여 학습목표를 달성하고 성장하는 것에 있다. 따라서 학생들이 평가의 결과에 연연하지 않도록 안내할 필요가 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 관리자 대시보드를 통해 학습자들의 학습성취 데이터를 확인할 수 있다. 교사는 학습성취 데이터를 학습자 간 비교를 하는 용도로 사용하지 않고, 학생 개인별로 학습성취의 향상 정도를 파악하는 용도로 사용할 수 있다. 이를 통해 교사는 학생이 자신의 점수와 동료 학생과의 점수를 비교하지 않도록 하고, 학생 자신이 얼마나 성장했는지에 집중할 수 있도록 안내할 수 있다.
8.4 교수자는 교실을 순회하면서 학습목표를 달성하기 힘들어하는 학습자에게 주	

	의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있도록 하라.
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 형성평가를 하는 과정에서 학습자가 인공지능 교육시스템을 다루기 힘들어하거나, 학습목표를 달성하기 힘들어할 수 있다. 교수자는 학습자가 인공지능 교육시스템으로 형성평가를 진행하는 동안, 교실을 순회하며 학습자의 상태를 점검하고, 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있다. 교사는 AI 학습진단을 통해 파악한 학습자 데이터를 기반으로, 학습 부진이 예상되는 학생을 확인하고, 수업 중에 순회하면서 집중적으로 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있다.
9. 협력(Collaboration)의 원리 멘토-멘티와 같은 학습자 군집을 이루어서 동료 학습자끼리 협력하면서 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법 및 형성평가를 해결해 나가도록 한다	
9.1 학습진단을 통해 확인한 학습자의 특성, 수준을 바탕으로 멘토 집단, 멘티 집단과 같은 학습자 군집을 조성하도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자는 본 수업의 단원을 학습하기 전에, 인공지능 교육시스템의 학습진단을 실시한다. 학습진단의 학습성취 데이터를 토대로 멘토 집단과 멘티 집단을 구분하여 멘티 집단의 학생들이 멘토 집단의 학생들에게 도움을 받을 수 있도록 구성할 수 있다. 멘토 집단 전체를 멘티 집단과 연결하여 멘티 집단이라면 멘토 집단의 누구든지 도움을 받도록 연결할 수도 있고, 멘티 학생 1명과 멘토 학생 1명을 개별적으로 연결할 수도 있다.
9.2 학습목표를 달성하기 어려워하는 학습자가 있다면, 학습수준이 높은 동료학습자를 멘토로 지정하여, 학습자의 필요에 따라 멘토로부터 적절한 도움을 받을 수 있도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자 뿐만 아니라 동료 학습자 또한 학습자의 학습을 도와주는 역할을 수행할 수 있다. 학습목표를 달성하기 힘들어하고 있는 학생은 도움이 필요할 경우 학습수준이 높은 동료 학습자인 멘토에게 도움을 요청할 수 있다. 멘티 학생은 교사가 즉각적으로 도움을 제공하지 못할 때, 적절한 시기에 멘토에게 도움을 받을 수 있다.
9.3 동료 학습자에게 문제해결 과정을 설명하고 싶은 학습자가 있다면, 발표 기회를 제공할 수 있도록 하라.	
해설	**•상세지침에 대한 해설** 일반적인 교실에서는 학습자가 형성평가를 모두 실시하고 나면, 교수자가

	및 예시	문제해결의 올바른 풀이과정을 알려준다. 그러나 교수자 뿐만 아니라 동료 학습자가 문제해결의 과정을 설명할 수 있도록 발표 기회를 제공할 수도 있다. 동료 학습자에게 문제해결 과정을 설명할 기회를 가짐으로써, 자신의 수학적 개념을 올바로 정립하거나 오개념을 발견할 수도 있으며, 발표 기회를 통해 동료 학습자와 의사소통하는 방법을 학습할 수도 있다. 발표를 들은 동료 학습자는 발표 내용에 대한 질문과 의견을 제시함으로써 교실 내 상호작용을 증진시킬 수 있다.

구분	설계원리 및 상세지침	
수업 후 요소	10. 데이터 분석(Data Analysis)의 원리 인공지능 교육시스템을 통해 수집한 데이터를 분석하여 학습자 개인별, 집단별 특성과 수준, 학습현황을 확인한 다음 수업을 설계할 때 반영하도록 한다	
	10.1 인공지능 교육시스템을 통해 수집한 학습 참여도, 학습 성취도, 로그 데이터 등을 관리자 대시보드를 통해 분석된 내용을 확인하라	
	해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 학습자가 가정에서(수업 전), 학교에서(수업 중) 인공지능 교육시스템을 사용하였다면, 학습과 관련된 모든 데이터는 인공지능 교육시스템에 축적되고, 교수자는 수업 후에 관리자 대시보드를 통해 확인할 수 있다. 인공지능 교육시스템이 직접 수집한 1차 데이터를 교수자가 직접 분석할 수도 있지만, 모든 수업 상황에서 교수자가 직접 분석하는 것은 시간과 비용 관점에서 한계가 있다. 인공지능 교육시스템은 수집한 자료를 시각화된 형태로 가공하여 2차 데이터를 제시해주고, 교수자는 인공지능 교육시스템에 의해 분석된 데이터를 통해 학습자 정보를 쉽게 확인할 수 있다.
	10.2 인공지능 교육시스템에 의해 분석된 데이터 중에서 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 유의미한 데이터를 선정하라	
	해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 가정 및 학교에서 인공지능 교육시스템에 의해 수많은 데이터가 수집될 수 있다. 여러 가지 데이터 중에서 교수자는 다음 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 유의미한 데이터를 선정한다. 예를 들어, 수집된 학습자 데이터 중에서 로그데이터(학습참여 시간, 참여 횟수), 평가 결과, 오답노트, 학습 수행률, 질문 등의 데이터를 통해 학생의 학습습관이나, 교과 내용 중에서 어려워 하는 내용, 질문한 내용 등을 파악하고 다음 수업을 설계할 때 참고할 수 있다
	10.3 매 차시의 수업이 끝날 때마다 업데이트되는 학습자별 데이터 분석 결과를 바탕으로 기존에 세웠던 수업 설계를 반복적으로 재설계할 수 있도록 하라	
	해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 수업설계의 과정은 정해진 단계에 따라서만 진행되는 선형적인 과정이 아니라 반복적이고 순환적인 과정이다. 한 단원 내에서 기존에 세웠던 차시별 계획이 있더라도, 학습자의 학습 수준, 질문 내용, 학습 현황 등에 따라서 기존 수업 계획을 얼마든지 변경할 수 있다. 학습자에게 맞춤형 수업을 제공하기 위해서는 가정에서 학습할 때 축적된 데이터, 학교에서 매 차시의 수업 때

	마다 축적되는 데이터를 바탕으로 반복적으로 수업을 재설계할 필요가 있다 **•상세지침에 대한 예시** 여러명의 학생들이 (분수) x (자연수)와 (자연수) x (분수)의 개념이 구분이 되지 않는다고 질문을 하였고, 실제로 그와 관련된 문제를 많이 틀렸다. 교사는 관리자 대시보드를 통해 확인한 내용을 바탕으로 다음 수업을 설계할 때, 학생들이 어려워하는 부분과 질문한 부분을 보완해서 설명해줄 수 있는 자료와 전략을 준비할 수 있다.
11. 추천(Recommendation)의 원리 학습자가 본 수업 후에 학습할 내용을 추천하여, 학습자 스스로 학습계획을 설정할 수 있도록 지원한다.	
11.1 인공지능 교육시스템이 추천해주는 학습내용을 학습자들이 확인하고 학습할 수 있도록 안내하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템은 학습진단 결과나, 학습자가 매일 수행하는 평가결과 데이터를 바탕으로 AI추천학습을 제공해줄 수 있다. 학습자가 학습이 부족한 학습내용이나 기존의 내용을 바탕으로 후속학습이 필요한 내용을 추천 가능하다. 학습자는 학교 수업 외에 가정에서 학습할 때, 학습계획을 세울 때 무엇을 학습할지 모르는 경우 AI추천학습 내용을 참고할 수 있다.
11.2 인공지능 교육시스템이 자동으로 추천해주는 학습내용 외에 학습목표의 도달 정도에 따라 맞춤형으로 학습할 내용을 추천하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 ‘AI 추천학습’이 추천해주는 학습내용도 충분히 참고할 수 있지만, 교수자가 학습자의 학습목표 도달 정도 및 종합적인 학습상황을 판단해서 학습자에게 적합한 학습내용을 추천해줄 수 있다. - 학습목표 미도달 학생은 본 수업의 진도를 따라가기 위해 자율적으로 가정에서 학습할 수 있도록 보충학습자료를 추천해준다 - 학습목표 도달 학생은 본 수업의 진도를 넘어서서 고차적인 사고를 할 수 있도록 심화학습자료를 추천해준다 **•상세지침에 대한 예시** - OO이는 수업 따라가기 힘들지? 수와연산 영역에서 이전학년의 ‘분수의 덧셈과 뺄셈’이 부족하니 이 부분을 수업 전에 집에서 공부해볼래? - OO이는 수업의 내용이 쉬우니까 아이스크림홈런의 ‘최상위 수학’이나 ‘수학경시’ 문제를 한번 풀어볼래?

	12. 소통(Communication)의 원리 교수자는 본 수업 외에 별도의 학습상담시간을 설정하여 학습자와 소통하고, 데이터를 기반으로 학습자에게 맞춤형 피드백을 제공할 수 있도록 한다
	12.1 도움 혹은 피드백이 필요할 것으로 판단되는 학습자를 선정하도록 하라
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 교수자는 본 수업에서 학습진도를 따라가기 힘들어하거나, 학습목표를 달성하지 못하거나, 학습상담이 별도로 필요해 보이는 학생을 선정할 필요가 있다. 본 수업에서 적절한 도움과 피드백이 적시에 제공되면 좋겠지만, 교사 1인이 학생 다수를 담당하고 있는 상황에서는 본 수업의 피드백만으로는 학생에게 맞춤형 지원을 해주는 것이 현실적으로 힘들다. 따라서, 본 수업 외에 학습상담이 필요한 학생을 선정하여 추후 상담할 수 있도록 한다.
	12.2 학습상담시간을 설정하여 학습자의 요구와 질문을 들을 수 있도록 하라
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 아침시간, 방과후 시간 등 교수자와 학습자가 짧은 시간동안 이야기를 나누며 소통할 수 있는 학습상담시간을 별도로 설정할 수 있다. 학습상담시간은 교수자의 업무부담을 과중하게 증가시키지 않는 범위 내에서, 올바른 학급경영과 학습관련 도움이 필요한 학생의 학습지도를 위해 사용할 수 있다. 학습상담시간에 학습자가 요구하는 것은 무엇인지, 어려운 점이나 궁금한 점은 무엇인지 확인할 수 있다. •상세지침에 대한 예시 OO 학생은 수업시간에 집중을 잘 하지 못하던데, 어떤 점이 어려웠니? 혹시 다른 무슨 일이 있는거니? 선생님이 어떻게 도와주면 좋을까?
	12.3 인공지능 교육시스템으로 분석된 데이터를 바탕으로 학습자에게 맞춤형 피드백을 제공하도록 하라
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 학습상담을 진행할 때, 교수자가 본 수업에서 관찰한 내용을 바탕으로 학습자에게 적합한 피드백을 제공해줄 수 있다. 뿐만 아니라 인공지능 교육시스템으로 수집되고, 분석되고, 시각화된 데이터를 바탕으로 학습자와 효과적으로 소통할 수 있다. 교사의 관찰과 직관에 더해서 인공지능 교육시스템의 객관화된 데이터를 적절하게 종합할 수 있다. •상세지침에 대한 예시 OO 학생은 평소에 수업 진도를 따라가기 힘들어서 가정에서 필요한 부분을 학습하기로 했었지? 아이스크림홈런의 로그인 현황을 보니 1주일동안 아무 접속을 하지 않았던데, 혹시 무슨 일이 있는거니?

다. 2차 전문가 타당화

2차 설계원리에 대한 2차 전문가 타당화는 교수설계 전문가, 교육전문가, 인공지능 교육시스템 전문가 5인에 의해 이루어졌다. 1차 설계원리 전반에 대한 타당도 검토 결과는 <표 IV-8>와 같다. 2차 전문가 타당화 결과, 타당성(평균 3.2점), 유용성(평균 3.4점), 이해도(평균 3.2점), 보편성(평균 3.0점)은 비교적 타당한 것으로 나타났고, 설명력(평균 2.8점)은 다소 미흡한 것으로 나타났다. 그리고 평가자 간 신뢰도인 IRA는 0.6으로 다소 낮게 나타났다.

<표 IV-8> 2차 설계원리 전반에 대한 타당화 결과

영역	전문가					평균	CVI	IRA
	A	F	G	H	I			
타당성	4	4	4	4	3	3.8	1	0.8
설명력	4	4	4	4	3	3.8	1	
유용성	4	4	4	3	2	3.4	0.8	
보편성	4	3	4	4	3	3.6	1	
이해도	4	4	4	4	3	3.8	1	

1차 설계원리 및 상세지침에 대한 타당도 검토 결과는 <표 IV-9>와 같다. 설계원리 4(학습진단의 원리, 평균 3.4점), 설계원리 5(재설계의 원리, 평균 3.4점), 설계원리 9(사용 용이성의 원리, 평균 3.6점), 설계원리 11(지속적 형성평가의 원리, 평균 3.4점), 설계원리 13(데이터 분석의 원리, 평균 3.4점)은 비교적 타당한 것으로 나타났다. 반면에 설계원리 3(합목적성의 원리, 평균 2.6점), 설계원리 10(동료학습의 원리, 평균 2.8점), 설계원리 15(게임기반학습의 원리, 평균 2.8점)은 다소 미흡한 것으로 나타

났다. 평가자 간 신뢰도인 IRA는 0.4점으로 낮게 나타났다. 이는 <표 IV-9>에서 나타난 것처럼 1차 설계원리의 설명력 측면이 미흡했기 때문에, 전문가들에게 1차 설계원리의 의도를 명확히 전달하지 못한 것으로 판단되었다.

<표 IV-9> 2차 설계원리 및 상세지침에 대한 타당화 결과

설계원리	전문가					평균	CVI	IRA
	A	F	G	H	I			
1.디지털 학습환경조성	4	4	4	4	3	3.8	1	1
2.사용편의성	3	4	4	4	4	3.8	1	
3.연결성	4	3	3	3	3	3.2	1	
4.학습진단	3	3	4	4	4	3.6	1	
5.교육과정 재구성	4	3	4	4	3	3.6	1	
6. 자기주도학습 지원	4	3	4	4	3	3.6	1	
7.개별성	3	4	4	4	3	3.6	1	
8.형성평가	4	4	3	4	3	3.6	1	
9.협력	3	3	3	4	3	3.2	1	
10.데이터 분석	4	3	4	4	3	3.6	1	
11.추천	4	4	4	4	3	3.8	1	
12.소통	4	3	4	4	3	3.6	1	

2차 전문가 타당화에서 전문가들의 의견을 수렴한 결과와 2차 교수설계원리에서 수정한 사항은 <표 IV-10>와 같다.

<표 IV-10> 2차 전문가 타당화 의견 및 수정사항

항목	전문가 의견 및 수정사항	
전반적 사항	• ‘아이스크림홈런 외에 인공지능 교육시스템에서 보편적으로 적용가능한지 검토하시면 좋을 것 같음. • 일반적인 교육시스템을 활용하는 것과 인공지능 교육시스템을 활용하는 원리는 어떻게 다른지에 대한 고민할 필요가 있음. • 초등학교 수업 전체에 적용 가능한 원리인지 혹은 초중고 모두 가능한지, 초등학교 수학수업에만 적용가능한 원리인지 초점을 조금 더 명확히 하면 좋을 것 같음. • 설계원리 및 상세지침에서 교사의 역할과 인공지능 교육시스템의 역할을 명확히 구분할 필요가 있음. • 인공지능 교육시스템의 활용에 대한 교수자의 비판적인 분석, 해석도 교수설계에 추가하면 좋을 것 같음. • 설계원리는 타당해보이나 조금 더 유용하게 활용하기 위해서는 설계원리 및 상세지침의 구체성이 보완될 필요가 있음. 거시적인 교수설계측면과 함께 학습활동별로 Task 단위의 예시와 활용안이 보완되면 좋을 것 같음. • 전체 설계원리의 개념 및 관계를 조	• ‘아이스크림홈런’ 외에 대부분의 인공지능 교육시스템에서도 AI학습진단, AI문항추천, 대시보드 등의 기능을 제공하므로 설계원리를 일반적으로 적용할 수 있는 가능성이 충분히 있음. 그래서 다양한 인공지능 교육시스템의 사례를 싣기보다 ‘아이스크림홈런’을 중심으로 설계원리를 개발함. • 교사의 역할과 인공지능 교육시스템의 역할을 명확히 구분할 수 있도록 전반적인 상세지침에서 주체를 명시하였음. • 전체 설계원리의 개념 및 관계를 조감할 수 있는 프레임워크를 추가함.

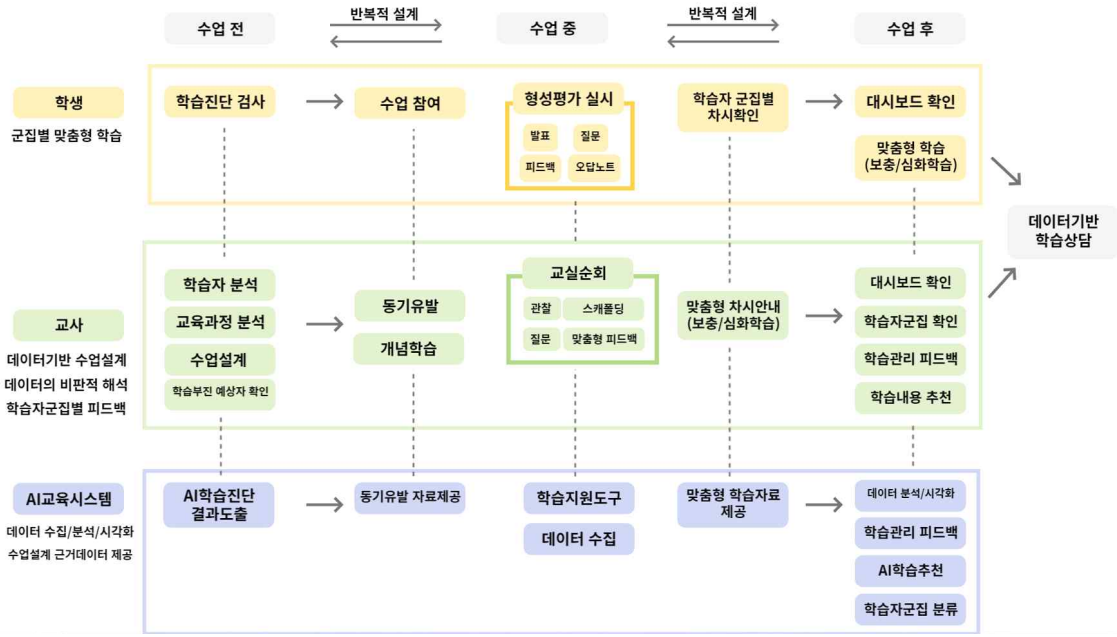
	감할 수 있는 프레임워크를 제시해야 함. 시각적으로 보여준 후 설계원리의 설명이 나와야 이해하기 쉬움. • 원리와 지침이 일반적이어서, 본 연구의 맥락적 특징(인공지능, 데이터 기반, 맞춤형 수업)이 반영되어 있지 않음. 원리와 지침에 맥락적 특징을 반영할 필요가 있음.	
학습환경 요소	• 교실마다 무선네트워크를 구축하는 것도 필요하지만, 상황에 따라 컴퓨터실을 이용할 수 있을 것 같음. • 초등학교 상황에서는 교사가 학생에게 '안내'만 하는 것보다는 본 수업과 연계된 '과제'를 낸다던가, 학습활동을 기획하는 등 보다 구체적인 지도가 필요함. • 학습자가 가정과 학교의 학습을 어떻게 연계하여 학습경로를 설정할 수 있는지 추가적인 설명이 필요함. • 2.2에서 교수자의 모델링 외에 학습자 간의 모델링 효과도 추가할 수 있음. 학습자 간 짝을 이뤄, 특정 미션을 해결하는 과정을 통해 시스템에 적응해 나가는 가이드를 개발할 필요가 있음.	• 1.1 에서 교실마다 무선네트워크를 구축하지 못한 경우 상황에 따라 컴퓨터실이나 스마트실을 이용할 수 있도록 해설을 추가함. • 3.2에서 안내만 하는 것이 아니라 구체적인 지시사항(과제제시)를 하도록 변경하였음 • 3.2에서 가정과 학교의 학습을 연계하는 것을 대시보드를 통해 가능하다는 부분을 추가함.
수업 전 요소	• 4.2와 4.3을 통합할 필요가 있음. • 3.2에서 가정에서 학습경로를 설정하기 위해서는 단순하게 진단 리포트를	• 4.2와 4.3을 통합하였음.

	제시하는 것에서 그칠 것이 아니라 진단에 따른 구체적인 처방, 행동 지시사항을 추가할 필요가 있음. • 4.학습진단의 원리에서 진단의 주체로 교수자가 가장 중요하지만, 학생과 학부모 또한 스스로 자신의 상태를 확인하는 진단의 도구로 삼을 수 있다는 점도 설계원리에 반영할 필요가 있음. • 학습자에게 인공지능 교육시스템의 대시보드를 단순하게 안내하는 것에서 그치는 것이 아니라 특정 Task(미션)을 부여하면 학생들의 자기주도학습 증진에 도움이 될 것 같음.	• 4.2에서 학습진단의 주체로 교사 뿐만 아니라 학생과 학부모도 참고할 수 있도록 상세지침에 대한 해설을 추가하였음. • 학습자에게 학습진단결과를 대시보드로 안내하는 것으로 그치는 것이 아니라 진단결과에 따른 AI추천학습을 학습할 수 있도록 안내하는 내용을 11.1에 추가함. 수업 전에는 진단을 하고 수업 후에 교수처방적인 내용을 넣었다는 사실을 강조하기 위해 수업 후 요소인 11.1에 추가하였음.
수업 중 요소	• 7.개별성의 원리를 6.자기주도학습 지원의 원리와 차별화할 필요가 있음. • 9.협력의 원리에서 인공지능 교육시스템으로 학습자 군집이 가능한지 구체적인 설명이 필요함. • 9.협력의 원리에서 인공지능 교육시스템으로 학습자 군집을 설정을 했을	• 6.자기주도학습 지원의 원리는 7.개별성의 원리와 많이 중복되므로 삭제함 • 9.1에서 학습자 군집이 어떻게 가능한지 설명을 추가함.

	때, 이에 대한 교수자의 비판적 판단이 추가될 필요가 있음. • 9.협력의 원리에서 어떤 학습목표와 활동이 협력의 원리에 따라 교수학습 효과가 좋은지, 협력활동이 예시, Task 단위의 가이드가 있으면 좋을 것 같음.	• 9.2에서 협력활동의 예시로서 수학익힘책을 푸는 시간 동안 멘티가 멘토에게 도움을 받을 수 있도록 안내할 수 있다는 내용을 추가함.
수업 후 요소	• 4.학습진단의 원리와 10.데이터분석의 원리가 무엇이 다른지 명확하게 구분할 필요가 있음. • 12.3에서 교수자가 학습자와 상담하기 위해 인공지능 교육시스템의 데이터를 근거로 활용할 수도 있지만, 교수자가 학습자와 상담하는 과정 자체를 인공지능 교육시스템에 데이터로 남기는 교수행동도 추가하여, 인공지능 교육시스템과 상담의 선순환구조를 만들면 좋을 것 같음. • 데이터 분석 및 설계 반영의 주기와 목표를 교수자를 기준으로 정하는 과정이 포함되면 좋을 것 같음.	• 4.학습진단의 원리는 학습진단검사를 기준으로 수행하는 것이며, 10.데이터분석의 원리는 학습진단검사를 포함하여 형성평가 결과를 종합적으로 판단하여 수행하는 것임. 따라서 10.데이터분석의 원리에 4.학습진단의 원리와 구분되는 점을 추가함.

라. 3차 교수설계 원리 및 상세지침

2차 전문가 타당화 결과를 바탕으로 2차 교수설계 원리를 수정하고, 3차 교수설계 원리 및 상세지침과 설계원리를 설명해주는 수업활동 절차를 도출하였다. 2차 전문가 타당화에서 ‘프레임워크’를 제시해야 설계원리의 이해가 쉽다는 전문가 의견을 반영하여 ‘수업활동 절차’를 새롭게 개발하였고, 그 결과는 아래의 [그림 Ⅳ-1]과 같다. 가로축에는 수업 전, 중, 후의 상황을 시간 순서로 제시하였으며, 세로축은 학생, 교사, AI교육시스템 3개의 수업 주체로 구성하였다. 3개의 주체별로 행동사항들을 시간 순서에 맞게 배치하였다.



[그림 Ⅳ-1] 3차 교수설계원리 수업활동 절차

3차 교수설계 원리 및 상세지침은 다음 <표 IV-11>와 같다.

<표 IV-11> 3차 설계원리 및 상세지침

◉ "학습 환경 요소" 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	
1. 디지털 학습환경(Digital Learning Environment) 조성의 원리 교수자는 학생들이 수업 중에 인공지능 교육시스템을 원만하게 활용할 수 있도록 교실 내 디지털 학습환경을 조성한다.	
1.1 여러 명의 학습자가 교실에서 실시간으로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 무선 네트워크(Wi-Fi) 학습환경을 구축하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 대부분의 인공지능 교육시스템은 웹 혹은 앱 기반으로 되어 있어서 무선 인터넷 연결을 필수로 요구한다. 개별 디바이스 혹은 소프트웨어를 사용하기 위해 통신사의 5G 데이터를 이용하기에는 무리가 따르므로, 교실 내에서 다양한 디바이스(태블릿, 모바일, 노트북, 인공지능 교육시스템 등)가 무선 네트워크망에 접속할 수 있도록 공유기를 설치하고 Wi-Fi를 구축해야 한다. 만약 무선 네트워크망을 구축할 수 없는 경우 무선네트워크망이 이미 갖추어져 있고, 태블릿 등을 활용할 수 있는 '컴퓨터실' 혹은 '스마트실' 을 이용할 수도 있다. **•상세지침에 대한 예시** 무선 공유기의 성능에 따라 동시 접속 가능한 학생 수 및 인터넷 속도가 달라지므로, 학생들이 원활하게 무선 네트워크를 사용할 수 있도록 적정한 수준의 공유기를 구비해 놓아야 한다. 그리고 학생들이 수업 중에 디바이스를 무선네트워크에 접속할 경우 많은 시간이 지체될 수 있으므로, 무선 네트워크의 ID와 PW를 사전에 학생들에게 안내할 수 있도록 한다. 그리고 디바이스를 무선 네트워크에 자동 연결할 수 있도록 설정해놓고 평소에 학생들이 무선 네트워크에 접속하는 연습을 할 수 있도록 안내한다.
1.2 인공지능 교육시스템 디바이스(혹은 태블릿, 노트북)을 동시에 여러 대 충전할 수 있고, 분실하지 않도록 비밀번호가 설정되어 있는 충전보관함을 구비하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 태블릿, 노트북, 인공지능 교육시스템을 수업에서 원활하게 활용하기 위해서는 모든 디바이스가 충전이 되어 있어야 한다. 충전이 되어 있지 않을 경우, 학생들이 디바이스를 충전하다가 수업이 끝나는 경우가 발생할 수도 있다. 일반적

	인 교실 환경에서는 전기를 공급받을 수 있는 콘센트가 많지 않으며, 멀티탭을 사용한다고 하더라도 학생들의 디바이스(약 20대)를 충전하는데에는 무리가 있다. 따라서 비밀번호가 설정되어 있어서 디바이스를 안전하게 보관할 수 있으면서 충전까지 할 수 있는 충전보관함을 구비할 필요가 있다. 만약 충전보관함이 없을 경우에는 개별로 디바이스를 관리하되, 보안, 파손, 분실에 각별히 유의하도록 안내할 필요가 있다.
1.3 디지털 기기의 특성상 보안, 파손, 분실에 유의해야함을 학습자에게 안내하고, 문제 상황 발생 시 교수자가 대응할 수 있는 매뉴얼을 구비하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템이 소프트웨어로 배포되는 것이 아니라 하드웨어로 배포되는 경우, 디바이스의 가격이 상당할 수 있다. 따라서 파손 및 분실되지 않도록 교사가 각별히 유의해야할 필요성이 있으며, 학생들에게도 주의를 주어야 한다. 학교차원에서 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용할 경우 파손 및 분실 상황을 대비하여 대응체계를 갖추어야 하며, 향후 유지보수가 잘 될 수 있도록 업무담당자 관리체계를 조직화할 필요가 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 경우, 고객센터 대표전화를 통해 파손 및 분실에 대한 문의를 할 수 있으며, AS 매뉴얼을 요청할 수 있다. 교사는 대응 매뉴얼을 확인하고, 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때는 수업에만 집중할 수 있는 환경을 만들어야 한다.
2. 사용편의성(Ease of use)의 원리 학습자가 인공지능 교육시스템을 원활하게 사용하고, 어려움을 겪지 않도록 사전에 연습 및 준비를 한다.	
2.1 학습자의 입장에서 인공지능 교육시스템 활용법을 학습할 수 있는 안내자료(가이드라인, OER)을 제공하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자가 처음에 인공지능 교육시스템을 사용하게 되면, 낯선 UI(User Interface)와 기능, 작동방식으로 인해 인지부하가 와서 학습에 집중하지 못할 수 있다. 따라서 교수자는 학습자의 눈높이에서 쉽게 이해할 수 있는 안내자료를 제시해주어야 한다. 안내자료에는 단계별로 사용법과 유의사항을 담은 가이드라인이나 Youtube, 웹 등의 OER(Open Educational Resources, 공개교육자료)를 활용할 수 있다.
2.2 교수자가 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 직접 시범을 보이고, 그에 따라 학습자가 인공지능 교육시스템을 직접 다루고 연습할 수 있는 기회를 제공하라	

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 화면 미러링(Mirroring) 등의 방법을 통해 학습자들에게 단계별로 사용하는 방법을 안내해주어야 한다. 안내 자료를 제공하는 것 뿐만 아니라 학습자에게 직접 시범을 보인다면, 학습자는 교수자의 행동을 모델링(Modeling)하여 쉽고 빠르게 기능을 습득할 수 있다. 모델링한 이후에는 학습자가 스스로 인공지능 교육시스템을 다루고 연습할 기회를 가져, 인공지능 교육시스템과 친숙해질 수 있는 충분한 시간을 가져야 한다.
3. 연결성(Connectivity)의 원리 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습과 학교에서의 학습이 자연스럽게 연결될 수 있도록 한다	
3.1 본 수업 전에 가정에서도 인공지능 교육시스템을 통해 학습할 수 있다는 것을 안내하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습은 학교에서도 이루어지지만 가정에서도 이루어진다. 기존의 전통적인 교실환경에서는 학교의 학습과 가정의 학습이 분리되어 있었으며, '과제(숙제)'를 통해 학교의 학습과 가정의 학습을 연결하려는 시도가 제기되고 있지만. 교수자가 가정에서의 학습을 효과적으로 관리하기 힘들었다. 인공지능 교육시스템을 이용한다면 기존의 방식을 벗어나, 인공지능 교육시스템의 콘텐츠와 축적된 데이터를 표현해주는 대시보드를 통해 교수자가 가정에서의 학습을 관리하며 학습자에게 피드백을 제공해줄 수 있는 기반이 마련될 수 있다.
3.2 학교에서 다루지 못한 학습 내용은 인공지능 교육시스템을 통해 가정에서의 학습으로 연계할 수 있도록 학습과제를 제시하라.	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습결과와 학교에서의 학습결과를 동시에 수집할 수 있으며, 이를 종합하여 데이터를 분석하고 교수처방을 내릴 근거를 확보할 수 있다. 가정에서의 학습과 학교에서의 학습을 연계할 수 있는데, 이는 인공지능 교육시스템이 대시보드를 제공해주기 때문에 가능한 것이다. 교수자는 가정과 학교의 학습결과를 바탕으로 학생에게 학습과제를 제시할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** OO가 이번주 수학 목표를 정하고자 할 때, 아이스크림홈런의 AI 생활기록부를 확인해볼래? OO가 (여러가지 분수의 곱셈) 부분을 많이 틀렸으니까 이번주는 (여러가지 분수의 곱셈)에서 문제 유형 부분을 확인해보자.

◉ “수업 전 요소” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	
4. 학습진단(Learning Diagnosis)의 원리 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하여 수업에서 본 단원을 들어가기 전에 학생들의 선수학습수준, 학습부진 가능성을 빠르게 파악한다	
4.1 수업에서 본 단원을 들어가기 전에 학생들이 인공지능 교육시스템의 학습진단 평가를 실시하도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 수학 교과의 5가지 영역(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)별로 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 학생이 학습진단의 문제를 풀어나갈수록 아직 풀지 않은 문제에 대한 정답 확률을 예측해나가면서, 영역별 지식상태를 추적해나간다. 기존에 종이로 된 진단평가를 실시하여 학생의 수준을 파악하는 것도 가능하지만, 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 짧은 시간동안 다양한 영역에서 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 기존에 축적된 무수히 많은 문제풀이 데이터를 활용하여 특정 학생의 상태를 예측해나갈 수 있기 때문이다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 경우 수학 진단평가(AI스캐닝) 기능이 있다. 이 기능은 ‘오늘의 학습’ 항목에서 ‘AI추천학습’을 클릭하면 시작할 수 있다. 10여분 시간동안 최대 15개의 문제를 풀 수 있다. 문제를 풀 때에는 ‘연습장’기능을 활용하여 태블릿 전용 펜으로 풀이과정을 필기를 할 수 있다.
4.2 학습진단 결과를 시각화된 대시보드를 통해 선수학습 수준 결과를 확인한 후, 영역별로 학습부진이 예상되는 학생을 확인하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습진단 결과 영역별로 학생의 이해도가 어느 정도 되는지 확인할 수 있다. 5개 영역 중에서 가장 낮은 영역은 어느 영역인지 확인하고, 동료 학생에 비해 부진한 영역을 확인할 수 있다. 또한, 전체 영역별 이해도를 합산하여 학생의 전반적인 이해도 수준을 나타낼 수 있다. 교사는 추후 이 데이터를 교수학습처방의 근거로 삼을 수 있다. 학습진단 결과는 교사 뿐만 아니라 학생과 학부모도 언제든지 참고할 수 있도록 한다. **•상세지침에 대한 예시** 학습진단 결과 이OO 학생은 자료와 가능성(95.6%), 도형(70.1%), 측정(100%) 영역은 적정 수준으로 분석되었으나, 규칙성(35.5%), 수와 연산(42.1%) 영역은 부

	진한 것으로 나타났다. 본 수업에서 진행하는 단원이 수와 연산 영역에 해당하는 단원(예:분수의 곱셈)일 경우, 교사는 이OO 학생이 수업시간에 내용을 이해하기에 부진할 수 있을 것으로 판단할 수 있다. 이에 대한 교수처방으로 추후 본 수업에서 교사는 이OO 학생이 이해를 잘 하고 있는지 학생의 상태를 적극적으로 확인하거나, 질문을 제시할 수 있다.
5. 교육과정 재구성(Curriculum Reconsruction)의 원리 인공지능 교육시스템을 효과적으로 활용할 수 있도록 수업의 성취기준, 학습목표, 학습진단 결과를 바탕으로 교육과정을 재구성한다.	
5.1 본 수업 단원의 차시별 성취기준과 내용이 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합한지 판단하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학의 여러 단원들 중 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때 효과적인 단원이 있을 수 있고, 오히려 역효과가 나는 단원이 있을 수 있다. 모든 단원에서 인공지능 교육시스템을 적용할 필요는 없다. 교사가 본 수업 단원의 교육과정, 성취기준, 목표, 내용, 유의점 등을 확인하고, 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때의 장점과 단점, 인공지능 교육시스템을 사용하는 목적 등을 바탕으로 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한지 판단할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 본 수업에서 진행하고자 하는 단원은 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈이다. 분수의 곱셈은 수와 연산 영역에 해당하며, 기본적인 개념과 연산방법을 익힌후 다양한 문제상황을 통해 반복적인 연습을 하고 피드백을 받는 것이 중요한 단원이다. 아이스크림홈런에서는 차시별로 수학 익힘책의 문제 뿐만 아니라 추가 문제를 제공해주며, 틀린 문항은 오답노트 기능을 통해 추후 확인할 수 있으므로, 본 수업 단원은 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합하다고 판단할 수 있다.
5.2 본 수업 차시의 학습목표를 효과적으로 달성하기 위해, 인공지능 교육시스템을 어느 차시에서, 어느 단계에서 사용할 것인지 고려해서 수업을 설계하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 2015 개정 수학교육과정을 바탕으로 집필된 수학 교과서의 경우, ‘단원 도입’, ‘학습내용’, ‘도전 수학’, ‘얼마나 알고 있나요’, ‘탐구 수학’의 순서로 이루어져 있다. 단원의 전개 계획에서 어느 차시의 학습목표, 내용, 유의점, 준비물 등을 확인하고 인공지능 교육시스템을 활용할 수 있을지 고려해야 한다. 활용할 차시를 정했다면, 인공지능 교육시스템을 한 차시 중 도입 단계에서 사용할지, 전개 단계에서 사용할지, 정리 단계에서 사용할지, 만약 전

	개 단계에서 사용한다면 활동 1, 2, 3 중에서 어느 단계에서 사용할지 등을 고려해서 수업을 설계할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 수업 전에 학습진단을 하고자 하는 경우에는, 단원의 전개 계획 중에서 ‘단원 도입’ 차시에서 아이스크림홈런의 ‘AI 학습진단’을 활용할 수 있다. ‘학습내용’ 차시에서는 아이스크림홈런을 전개 단계의 활동3에서 사용한다고 가정하고, 본 수업에서 배운 내용을 바탕으로 문제를 풀며 개념 연습을 하는 용도로 활용할 수 있다. ‘도전 수학’이나 ‘얼마나 알고 있나요’ 등은 여러 가지 문제 상황에서 배운 내용을 바탕으로 어떻게 문제를 해결하는지 알아보는 차시이다. 해당 차시는 아이스크림홈런의 ‘스피드 퀴즈’나 ‘최상위 수학’, ‘서술형 평가’ 등 다양한 기능을 활용할 수 있다.
5.3 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과를 바탕으로 학생들의 영역별 이해도 수준에 따라 학습자 집단 맞춤형으로 본 수업 단원의 수업 시수를 증가하거나 감축하도록 하라.	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교육과정이 수시 개정체제로 변화됨에 따라 교사의 교육과정 재구성 권한이 강화되었고, 교육과정 재구성 실천자로서의 교사의 역할이 강조되고 있다. 교과별로 학년별 ’연간 총 수업 시간 수’ 미만이 되지 않는 범위 내에서 20% 증감 운영이 가능하다. 또한 교과 내에서 단원별로 정해진 차시를 증감 운영하는 것도 가능하다. 수학 교과의 5가지 영역 중에서 해당 학습자 집단이 전반적으로 부족한 영역은 본 수업 단원의 차시를 증가해서 학습에 대한 보충을 진행하면서 운영할 수 있고, 학습자 집단이 전반적으로 우수한 영역은 본 수업 단원의 차시를 감축해서 효율적으로 운영할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2반의 학생들 중 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과 ‘수와 연산’ 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수가 15명으로 나타났다. 반면에 ‘도형’ 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수는 0명으로 나타났다. 따라서 교사는 5학년 2반의 학생들이 ‘수와 연산’ 영역은 학습이 부족한 상태이고, ‘도형’ 영역은 학습이 적정한 상태라고 판단하였다. 따라서 ‘수와 연산’ 영역에 해당하는 ‘분수의 곱셈’ 단원은 기존 11차시에서 13차시로 증가하도록 교육과정을 재구성하고, ‘도형’에 해당하는 ‘합동과 대칭’ 단원은 기존 10차시에서 9차시로 감축하도록 단원 내 수업들을 설계할 수 있다.

◉ “수업 중 요소” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	
6. 개별성(Personalization)의 원리 학습자의 특성과 수준을 고려한 맞춤형 수업이 이루어질 수 있도록 개별화된 학습 지원을 제공한다	
6.1 인공지능 교육시스템의 관리자 대시보드를 통해 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생을 지속적으로 모니터링하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 인공지능 교육시스템의 학습진단을 통해 학습자의 전반적인 영역별 이해도 수준을 알 수 있으며, 관리자 대시보드를 통해 학습자가 학습문제를 해결해나가는 현황을 파악할 수 있다. 학습자들이 인공지능 교육시스템으로 형성평가를 실시하는 동안, 교수자는 관리자 대시보드를 주시하며 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생에게 개별화된 학습지원을 제공할 준비를 할 수 있다 •상세지침에 대한 예시 이OO학생은 학습진단을 통해 영역별 이해도 수준이 동료 학생에 비해 현저히 떨어진다. 뿐만 아니라 이OO학생은 관리자 대시보드를 통해 수업 중에 형성평가를 실시하는 도중 학습 참여도가 떨어지는 것이 관찰되었다. 따라서 교사는 이OO학생이 학습목표를 잘 도달할 수 있도록 주의를 집중해서 교수처방을 제공할 준비를 한다.
6.2 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학습자에게 지지적 피드백과 교정적 피드백과 같은 개별화된 학습지원을 제공하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 지지적 피드백이란 반복되기를 원하는 행동을 독려하기 위해 학습자를 지지하는 피드백이며, 교정적 피드백이란 행동의 변화시키거나 문제점을 교정하고자 할 때 제공하는 피드백이다. 교수자는 학습자가 형성평가를 실시하는 동안 교시를 순회하면서 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생을 주시하다가, 학생에게 피드백이 필요한 경우 적시에 피드백을 제공할 수 있도록 할 수 있다 •상세지침에 대한 예시 - 지지적 피드백 : 예전에는 금방 포기했는데, 요즘은 책임감을 가지고 끝까지 집중하는 구나. 칭찬해줘야 겠는걸?

	- 교정적 피드백 : 분수의 곱셈 문제를 풀 때는 먼저, 분수의 개념에 대해 생각해보고 분수의 덧셈과 다른 점에 유의하면서 풀어보지 않을래?
6.3 학습목표를 충분히 도달할 수 있는 학습자가 있다면, 교사는 심화 질문을 제기하거나, 인공지능 교육시스템을 통해 추가적인 학습자료를 제공하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학 교과는 학습자들 간의 수준 차이가 커서, 제한된 시간 동안 형성평가를 실시하는 경우, 성취수준이 우수한 학습자는 해결해야할 과제를 금방 끝내버린다. 이러한 학습자들이 시간을 낭비하지 않도록, 교사는 교실을 순회하면서 심화 질문을 통해 학습자가 고차적인 사고를 하도록 자극을 주거나, 추가적인 학습자료를 제공하여, 학습한 개념을 새로운 상황에 적용할 수 있도록 한다 **•상세지침에 대한 예시** - 심화 질문 : 분수의 곱셈에 대해 배워보았는데, 자연수의 곱셈과 분수의 곱셈은 어떤 점에서 차이를 지닐까? 그리고 우리는 어떤 점에 유의해야 하지?
7. 형성평가(formative evaluation)의 원리 학습자가 수업의 전반부에서 배운 수학적 개념 및 원리를 수업의 후반부에서 문제상황을 통해 반복적으로 평가함으로써, 배운 개념 및 원리를 연습하고 학습목표를 달성할 수 있도록 한다.	
7.1 인공지능 교육시스템을 이용하여 수업에서 학습한 내용을 차시마다 반복적으로 형성평가를 실시하고, 데이터를 축적할 수 있도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 기존의 전통적인 교실에서는 수업에서 학습한 내용을 수학익힘책, 활동지 등에 수록되어 있는 학습문제들을 풀었다면, 인공지능 교육시스템을 활용한 수업에서는 학생들이 인공지능 교육시스템이나 스마트 기기를 통해 문제를 풀 수 있도록 할 수 있다. 인공지능 교육시스템의 문제는 교과서의 문제를 기반으로 제공될 수도 있고, 추가적인 문제를 제공할 수도 있다. 인공지능 교육시스템을 통해 차시마다 반복적으로 문제를 풀면서, 학생들의 학습성취 데이터는 인공지능 교육시스템의 대시보드로 축적할 수 있고, 이러한 데이터는 추후 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하는데 많은 도움을 줄 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈 2차시 “(자연수) x (분수)를 알아보기” 에서 수업 전반부에 (자연수) x (분수)의 개념 및 원리를 배웠다면, 수업 후반부에는 학습한 개념을 인공지능 교육시스템의 문제를 통해 연습할 수 있는 기회를 줄

	수 있다. 아이스크림홈런의 문제같은 경우 수학익힘책 기반으로 되어 있으며, 추가적인 문제를 제공해준다. 학생이 문제를 반복적으로 풀어나가면서 학습성취 데이터는 AI생활기록부에 기록된다.

7.2 학습자는 인공지능 교육시스템을 통해, 학습자가 해결하지 못한 문제를 선별하여, 학습자가 다시 확인하고, 부족한 부분을 보완할 수 있도록 지원하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학교과 학습에서는 기본 개념 및 원리에 대한 학습이 이루어진 후, 개념 및 원리를 숙달하기 위해 반복적인 연습이 필요하다. 반복적인 연습과정에서 학생이 자주 틀리는 문항이 발생하는데, 자주 틀리는 문항만 선별해서 집중적으로 확인할 수 있다면, 학생이 학습목표를 효율적으로 달성할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런에는 '오답노트' 기능이 있어서, 수업 후반부에 학생이 반복적으로 형성평가를 진하는 과정에서 틀린 문항만 선별해서 확인할 수 있다. 오답을 반복적으로 확인함으로써 학생이 부족한 부분을 집중적으로 보완할 수 있다.

7.3 평가가 목적이 되기보다는, 평가를 통하여 학습목표를 달성할 수 있도록 안내하라.

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 반복적으로 형성평가를 실시하는 과정에서 학생들은 평가의 결과 및 점수에만 집중할 수 있다. 형성평가의 목적은 학생들끼리 결과를 비교하여 서열을 매기는 것이 아니라, 학생이 학습의 과정에 온전히 집중하여 학습목표를 달성하고 성장하는 것에 있다. 따라서 학생들이 평가의 결과에 연연하지 않도록 안내할 필요가 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 관리자 대시보드를 통해 학습자들의 학습성취 데이터를 확인할 수 있다. 교사는 학습성취 데이터를 학습자 간 비교를 하는 용도로 사용하지 않고, 학생 개인별로 학습성취의 향상 정도를 파악하는 용도로 사용할 수 있다. 이를 통해 교사는 학생이 자신의 점수와 동료 학생과의 점수를 비교하지 않도록 하고, 학생 자신이 얼마나 성장했는지에 집중할 수 있도록 안내할 수 있다.

7.4 교수자는 교실을 순회하면서 학습목표를 달성하기 힘들어하는 학습자에게 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있도록 하라.

해설	**•상세지침에 대한 해설**

및 예시	형성평가를 하는 과정에서 학습자가 인공지능 교육시스템을 다루기 힘들어하거나, 학습목표를 달성하기 힘들어할 수 있다. 교수자는 학습자가 인공지능 교육시스템으로 형성평가를 진행하는 동안, 교실을 순회하며 학습자의 상태를 점검하고, 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있다. 교사는 AI 학습진단을 통해 파악한 학습자 데이터를 기반으로, 학습 부진이 예상되는 학생을 확인하고, 수업 중에 순회하면서 집중적으로 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있다.

8. 협력(Collaboration)의 원리

멘토-멘티와 같은 학습자 군집을 이루어서 동료 학습자끼리 협력하면서 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법 및 형성평가를 해결해 나가도록 한다

8.1 학습진단을 통해 확인한 학습자의 특성, 수준을 바탕으로 멘토 집단, 멘티 집단과 같은 학습자 군집을 조성하도록 하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자는 본 수업의 단원을 학습하기 전에, 인공지능 교육시스템의 학습진단을 실시한다. 학습진단의 학습성취 데이터를 토대로 멘토 집단과 멘티 집단을 구분하여 멘티 집단의 학생들이 멘토 집단의 학생들에게 도움을 받을 수 있도록 구성할 수 있다. 멘토 집단 전체를 멘티 집단과 연결하여 멘티 집단이라면 멘토 집단의 누구든지 도움을 받도록 연결할 수도 있고, 멘티 학생 1명과 멘토 학생 1명을 개별적으로 연결할 수도 있다. 인공지능 교육시스템 내에 자동으로 학습자를 군집화하는 기능이 있다면 이를 이용할 수 있지만, 만약 그러한 기능이 없다면 교사가 대시보드의 데이터를 통해 직접 군집을 설정할 수도 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런은 학습자 군집을 ‘칭찬, 유지, 독려’3가지로 구분한다. 학습자군집을 분류하는 기준은 대시보드 상의 과제 수행률과 정답률이며, 1주일에 1번씩 업데이트 된다. 교사는 이러한 학습자군집을 참고하여 멘토, 멘티 집단을 설정할 수 있다.

8.2 학습목표를 달성하기 어려워하는 학습자가 있다면, 학습수준이 높은 동료학습자를 멘토로 지정하여, 수학익힘책을 푸는 시간에 멘토로부터 적절한 도움을 받을 수 있도록 하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자 뿐만 아니라 동료 학습자 또한 학습자의 학습을 도와주는 역할을 수행할 수 있다. 학습목표를 달성하기 힘들어하고 있는 학생은 도움이 필요할 경우 학습수준이 높은 동료 학습자인 멘토에게 도움을 요청할 수 있다. 멘티 학생은

	교사가 즉각적으로 도움을 제공하지 못할 때, 적절한 시기에 멘토에게 도움을 받을 수 있다. 특히 수학익힘책을 푸는 시간에 멘티가 멘토의 도움을 받을 수 있도록 안내해줄 수 있다.

8.3 동료 학습자에게 문제해결 과정을 설명하고 싶은 학습자가 있다면, 발표 기회를 제공할 수 있도록 하라.

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 일반적인 교실에서는 학습자가 형성평가를 모두 실시하고 나면, 교수자가 문제해결의 올바른 풀이과정을 알려준다. 그러나 교수자 뿐만 아니라 동료 학습자가 문제해결의 과정을 설명할 수 있도록 발표 기회를 제공할 수도 있다. 동료 학습자에게 문제해결 과정을 설명할 기회를 가짐으로써, 자신의 수학적 개념을 올바로 정립하거나 오개념을 발견할 수도 있으며, 발표 기회를 통해 동료 학습자와 의사소통하는 방법을 학습할 수도 있다. 발표를 들은 동료 학습자는 발표 내용에 대한 질문과 의견을 제시함으로써 교실 내 상호작용을 증진시킬 수 있다.

◉ “수업 후 요소” 설계원리 및 상세지침

ㅇ설계원리 및 상세지침	
9. 데이터 분석(Data Analysis)의 원리 인공지능 교육시스템을 통해 수집한 데이터를 분석하여 학습자 개인별, 집단별 특성과 수준, 학습현황을 확인한 다음 수업을 설계할 때 반영하도록 한다	
9.1 인공지능 교육시스템을 통해 수집한 학습 참여도, 학습 성취도, 로그 데이터 등을 관리자 대시보드를 통해 분석된 내용을 확인하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 학습자가 가정에서(수업 전), 학교에서(수업 중) 인공지능 교육시스템을 사용하였다면, 학습과 관련된 모든 데이터는 인공지능 교육시스템에 축적되고, 교수자는 수업 후에 관리자 대시보드를 통해 확인할 수 있다. 인공지능 교육시스템이 직접 수집한 1차 데이터를 교수자가 직접 분석할 수도 있지만, 모든 수업 상황에서 교수자가 직접 분석하는 것은 시간과 비용 관점에서 한계가 있다. 인공지능 교육시스템은 수집한 자료를 시각화된 형태로 가공하여 2차 데이터를 제시해주고, 교수자는 인공지능 교육시스템에 의해 분석된 데이터를 통해 학습자 정보를 쉽게 확인할 수 있다.
9.2 인공지능 교육시스템에 의해 분석된 데이터 중에서 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 유의미한 데이터를 선정하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 가정 및 학교에서 인공지능 교육시스템에 의해 수많은 데이터가 수집될 수 있다. 여러 가지 데이터 중에서 교수자는 다음 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 유의미한 데이터를 선정한다. 예를 들어, 수집된 학습자 데이터 중에서 로그데이터(학습참여 시간, 참여 횟수), 평가 결과, 오답노트, 학습 수행률, 질문 등의 데이터를 통해 학생의 학습습관이나, 교과 내용 중에서 어려워하는 내용, 질문한 내용 등을 파악하고 다음 수업을 설계할 때 참고할 수 있다
9.3 매 차시의 수업이 끝날 때마다 업데이트되는 학습자별 데이터 분석 결과를 바탕으로 기존에 세웠던 수업 설계를 반복적으로 재설계할 수 있도록 하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 수업설계의 과정은 정해진 단계에 따라서만 진행되는 선형적인 과정이 아니라 반복적이고 순환적인 과정이다. 한 단원 내에서 기존에 세웠던 차시별 계획이 있더라도, 학습자의 학습 수준, 질문 내용, 학습 현황 등에 따라서 기존 수업 계획을 얼마든지 변경할 수 있다. 학습자에게 맞춤형 수업을 제공하기 위해서는 가정에서 학습할 때 축적된 데이터, 학교에서 매 차시의 수업 때 마다 축

	적되는 데이터를 바탕으로 반복적으로 수업을 재설계할 필요가 있다 **•상세지침에 대한 예시** 여러명의 학생들이 (분수) x (자연수)와 (자연수) x (분수)의 개념이 구분이 되지 않는다고 질문을 하였고, 실제로 그와 관련된 문제를 많이 틀렸다. 교사는 관리자 대시보드를 통해 확인한 내용을 바탕으로 다음 수업을 설계할 때, 학생들이 어려워하는 부분과 질문한 부분을 보완해서 설명해줄 수 있는 자료와 전략을 준비할 수 있다.
10. 추천(Recommendation)의 원리 학습자가 본 수업 후에 학습할 내용을 추천하여, 학습자 스스로 학습계획을 설정할 수 있도록 지원한다.	
10.1 인공지능 교육시스템이 추천해주는 학습내용을 학습자들이 확인하고 학습할 수 있도록 안내하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템은 수업 전에 실시했던 학습진단 결과나, 학습자가 매일 수행하는 평가결과 데이터를 바탕으로 AI추천학습을 제공해줄 수 있다. 학습자가 학습이 부족한 학습내용이나 기존의 내용을 바탕으로 후속학습이 필요한 내용을 추천할 수 있다. 학습자는 학교 수업 외에 가정에서 학습할 때, 학습계획을 세울 때 무엇을 학습할지 모르는 경우 AI추천학습 내용을 참고할 수 있다.
10.2 인공지능 교육시스템이 자동으로 추천해주는 학습내용 외에 학습목표의 도달 정도에 따라 맞춤형으로 학습할 내용을 추천하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 ‘AI 추천학습’이 추천해주는 학습내용도 충분히 참고할 수 있지만, 교수자가 학습자의 학습목표 도달 정도 및 종합적인 학습상황을 판단해서 학습자에게 적합한 학습내용을 추천해줄 수 있다. - 학습목표 미도달 학생은 본 수업의 진도를 따라가기 위해 자율적으로 가정에서 학습할 수 있도록 보충학습자료를 추천해준다 - 학습목표 도달 학생은 본 수업의 진도를 넘어서서 고차적인 사고를 할 수 있도록 심화학습자료를 추천해준다 **•상세지침에 대한 예시** - OO이는 수업 따라가기 힘들지? 수와연산 영역에서 이전학년의 ‘분수의 덧셈과 뺄셈’이 부족하니 이 부분을 수업 전에 집에서 공부해볼래? - OO이는 수업의 내용이 쉬우니까 아이스크림홈런의 ‘최상위 수학’이나 ‘수학경시’ 문제를 한번 풀어볼래?

11. 소통(Communication)의 원리 교수자는 본 수업 외에 별도의 학습상담시간을 설정하여 학습자와 소통하고, 데이터를 기반으로 학습자에게 맞춤형 피드백을 제공할 수 있도록 한다	
11.1 도움 혹은 피드백이 필요할 것으로 판단되는 학습자를 선정하도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 본 수업에서 학습진도를 따라가기 힘들어하거나, 학습목표를 달성하지 못하거나, 학습상담이 별도로 필요해 보이는 학생을 선정할 필요가 있다. 본 수업에서 적절한 도움과 피드백이 적시에 제공되면 좋겠지만, 교사 1인이 학생 다수를 담당하고 있는 상황에서는 본 수업의 피드백만으로는 학생에게 맞춤형 지원을 해주는 것이 현실적으로 힘들다. 따라서, 본 수업 외에 학습상담이 필요한 학생을 선정하여 추후 상담할 수 있도록 한다.
11.2 학습상담시간을 설정하여 학습자의 요구와 질문을 들을 수 있도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 아침시간, 방과후 시간 등 교수자와 학습자가 짧은 시간동안 이야기를 나누며 소통할 수 있는 학습상담시간을 별도로 설정할 수 있다. 학습상담시간은 교수자의 업무부담을 과중하게 증가시키지 않는 범위 내에서, 올바른 학급경영과 학습관련 도움이 필요한 학생의 학습지도를 위해 사용할 수 있다. 학습상담시간에 학습자가 요구하는 것은 무엇인지, 어려운 점이나 궁금한 점은 무엇인지 확인할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** OO 학생은 수업시간에 집중을 잘 하지 못하던데, 어떤 점이 어려웠니? 혹시 다른 무슨 일이 있는거니? 선생님이 어떻게 도와주면 좋을까?
11.3 인공지능 교육시스템으로 분석된 데이터를 바탕으로 학습자에게 맞춤형 피드백을 제공하도록 하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습상담을 진행할 때, 교수자가 본 수업에서 관찰한 내용을 바탕으로 학습자에게 적합한 피드백을 제공해줄 수 있다. 뿐만 아니라 인공지능 교육시스템으로 수집되고, 분석되고, 시각화된 데이터를 바탕으로 학습자와 효과적으로 소통할 수 있다. 교사의 관찰과 직관에 더해서 인공지능 교육시스템의 객관화된 데이터를 적절하게 종합할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** OO 학생은 평소에 수업 진도를 따라가기 힘들어서 가정에서 필요한 부분을 학습하기로 했었지? 인공지능 교육시스템의 로그인 현황을 보니 1주일 동안 아무 접속을 하지 않았던데, 혹시 무슨 일이 있는거니?

3. 외적 타당화 결과

가. 수업의 설계 및 실행

본 연구에서 개발한 설계원리를 현장에 적용하기 위해 외적 타당화를 진행하는 학급의 담임 교사와 사전 회의를 통해 설계원리에 대해 안내하고, 학생과 교사가 참고할 수 있는 '교수자용 / 학습자용 가이드라인'을 개발하여 배포하였다. 이후 외적 타당화를 종료할 때까지 메신저를 통해 지속적으로 소통하며 수업을 준비하였다. 담임 교사는 '인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계 원리'의 설계원리 및 상세지침, 교사용 지도서를 참고하여 총 11차시의 수업을 설계하였다. 그리고 수업을 진행하는 과정에서 담임교사가 학습자의 데이터를 확인하며, 다음 수업을 설계할 때 반영하였다. 교사용 지도서와 11차시의 수업 설계 개요는 아래 <표 Ⅳ-12>, <표 Ⅳ-13>와 같다.

<표 Ⅳ-12> 적용 대상 단원의 성취 기준(교육부, 2019)

구분	세부 내용
단원	• 초등학교 수학 5학년 2학기 2단원 <분수의 곱셈>
성취기준	• [6수01-09] 분수의 곱셈의 계산 원리를 이해하고 그 계산을 할 수 있다.
학습목표	1. (분수) x (자연수)의 계산원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다. 2. (자연수) x (분수)의 계산원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다. 3. 진분수의 곱셈 계산원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다. 4. 여러 가지 분수의 계산원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다.
교수학습 방법 및 유의사항	• 분수의 곱셈은 분자끼리 곱하고, 분모끼리 곱한다는 계산 알고리즘에 치우쳐 지도하면 학생들은 그렇게 계산하는 이유와 어떤 상황에서 사용하는지를 이해하지 못한다. 분수의 곱셈 계산 방법을 지도하기 전에 곱

	셈의 의미를 이해하게 하고, 분수의 곱셈 계산을 사용하는 이유를 알게 한다. • 자연수의 곱셈에서는 항상 그 결과가 커졌지만 분수의 곱셈은 그 결과가 작아질 수도 있다. 자연수의 곱셈과 분수의 곱셈 사이의 차이점을 명확히 인식할 수 있도록 한다. • 분수의 사칙계산에서 기약분수로 나타낼 것을 요구하지 않을 경우, 계산 결과를 기약분수가 아닌 분수로 나타내는 것도 허용한다.

<표 IV-13> 적용 대상 단원의 수업설계 개요

구분	세부 내용
사전준비	• 학습자용 / 교수자용 가이드라인 안내하기 • 무선 인터넷(Wi-Fi) 접속하기 • ID와 PW 부여받고 로그인하기 • ‘아이스크림홈런’ 인터페이스 알아보기 • ‘아이스크림홈런’ 기능 익히고 연습하기
1차시	• 단원도입 : 이야기를 통해 분수에 대한 흥미와 관심 가지기 • 그림에서 분수를 보고, 분수 곱셈의 의미를 생각하기 • 수학교과 정의적 영역 사전검사 실시하기 • **(인공지능)** AI학습진단 검사 실시하기
2차시	• 학급 학생들이 젤리를 먹는 상황을 그림으로 제시하기 • 그림을 통해 (단위분수) x (자연수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • 그림을 통해 (진분수) x (자연수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
3차시	• 그림을 통해 (대분수) x (자연수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
4차시	• 학급 학생들이 초콜렛을 선물하는 상황을 그림으로 제시하기 • 그림을 통해 (자연수) x (진분수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책)

	• **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
5차시	• **(데이터)** 전시학습에서 학생들이 주로 틀렸던 문항과 오개념 설명하기 • 그림을 통해 (자연수) x (대분수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
6차시	• 학급 학생들이 초콜렛을 나누어 먹은 상황을 그림으로 제시하기 • 그림을 통해 (단위분수) x (단위분수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • 그림을 통해 (진분수) x (단위분수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 AI문항추천 받기 • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
7차시	• **(데이터)** 전시학습에서 학생들이 주로 틀렸던 문항과 오개념 설명하기 • 그림을 통해 (진분수) x (진분수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • 그림을 통해 세 분수의 곱셈의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
8차시	• 학급 학생들이 초콜렛을 나누어 먹은 상황을 그림으로 제시하기 • 대분수끼리의 곱셈을 넓이 상황을 이용하여 이해하기 • 그림을 통해 (대분수) x (대분수)의 계산원리를 이해하고, 계산하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 AI문항추천 받기 • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기
9차시	• **(데이터)** 전시학습에서 학생들이 주로 틀렸던 문항과 오개념 설명하기 • 학생들끼리 서로 (대분수) x (대분수)의 곱셈하는 방법을 설명하기 • 여러 가지 분수의 곱셈하는 방법 알아보기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 형성평가 활동하기(수학익힘책) • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 AI문항추천 받기 • **(인공지능)** 다음 수업 전에 인공지능 교육시스템에서 학습할 내용 안내하기 • **(데이터)** 대시보드를 통해 확인한 데이터를 근거로 우수학생 칭찬하기

10차시	• **(데이터)** 전시학습에서 학생들이 주로 틀렸던 문항과 오개념 설명하기 • 분수의 곱셈 방법 정리하기 • **(인공지능)** 인공지능 교육시스템으로 단원평가 활동하기
11차시	• **(데이터)** 단원평가에서 학생들이 많이 틀린 문항과 오개념 설명하기 • 수학 정의적 영역 사후검사 실시하기

※ 사전준비 : 디지털 학습환경 조성하기

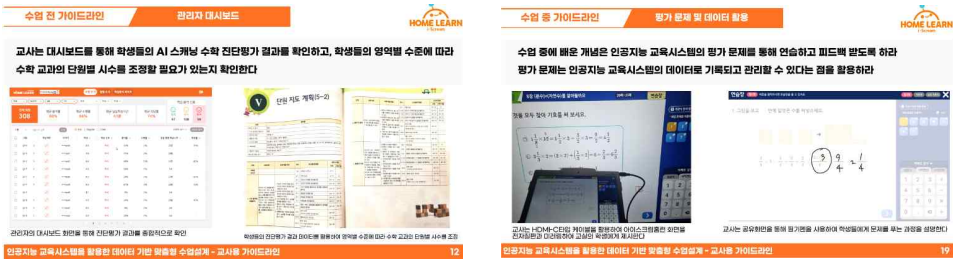
인공지능 교육시스템을 본격적으로 교육현장에 적용하기에 앞서서 사전준비사항으로 디지털 학습환경을 조성하였다(설계원리1 디지털 학습환경 조성의 원리). [그림 Ⅳ-2]과 같이 본 연구에서 채택한 연구도구인 '아이스크림홈런'은 별도의 디바이스를 필요로 하기에, 회사에서 가정으로 택배를 보내 학생들에게 디바이스를 배부하였다. 학생들은 가정과 학교에서 인공지능 교육시스템으로 학습해야 하기에(상세지침 10.2), 교실 내 충전보관함에 보관하지 않고, 등/하교 시에 인공지능 교육시스템을 가방에 넣고 가지고 다니게 하였다(상세지침 9.2).

[그림 Ⅳ-2] 인공지능 교육시스템 디바이스 배부 장면

학생들은 인공지능 교육시스템 디바이스에 익숙하지 않기 때문에 [그림 Ⅳ-3]과 같이 연구자가 직접 개발한 학습자용 가이드라인을 제공하였다(상세지침 9.3). 학습자용 가이드라인에는 학습자가 수업에 참여하기 위해 기본적으로 알아야 할 디바이스 구성, 무선인터넷(Wi-Fi) 접속방법(상세지침 1.1), 로그인 방법, 다양한 AI기능 사용법이 포함되어 있었다. 학생들에게 직접 디바이스를 조작해보는 시간을 제공하여 학생들이 기기 사용에 익숙해지고자 하였다.

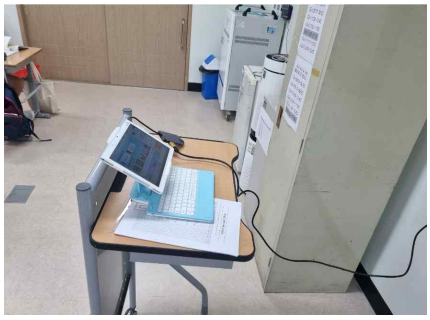
[그림 Ⅳ-3] 학습자용 가이드라인 예시

교사에게는 [그림 Ⅳ-4]와 같이 연구자가 직접 개발한 교수자용 가이드라인을 제공하였다(상세지침 9.3). 교사 또한 인공지능 교육시스템, 특히 '아이스크림홈런'을 사용해본 경험이 없기 때문에, 가이드라인에 인공지능 교육시스템의 기본 기능 사용법과 더불어 교사가 수업에서 인공지능 교육시스템을 잘 활용할 수 있는 방법을 담고자 하였다.



[그림 Ⅳ-4] 교수자용 가이드라인 예시

그리고 수업 중에 인공지능 교육시스템을 사용해야 하기에, [그림 Ⅳ-5]와 같이 기존 교실에 설치되어 있는 전자칠판과 인공지능 교육시스템을 HDMI 케이블을 통해 미러링을 시도하였다. 이를 통해, 교수자가 인공지능 교육시스템을 조작하는 화면을 학생들도 함께 볼 수 있도록 준비하였다. 인공지능 교육시스템 콘텐츠를 PC에서 실행할 수 없었기 때문에 이처럼 별도의 케이블을 통해 미러링을 진행하였다. 교사는 PC로 수업을 진행하다가, 인공지능 교육시스템을 사용할 시기가 되면 외부입력을 HDMI로 전환하였다.



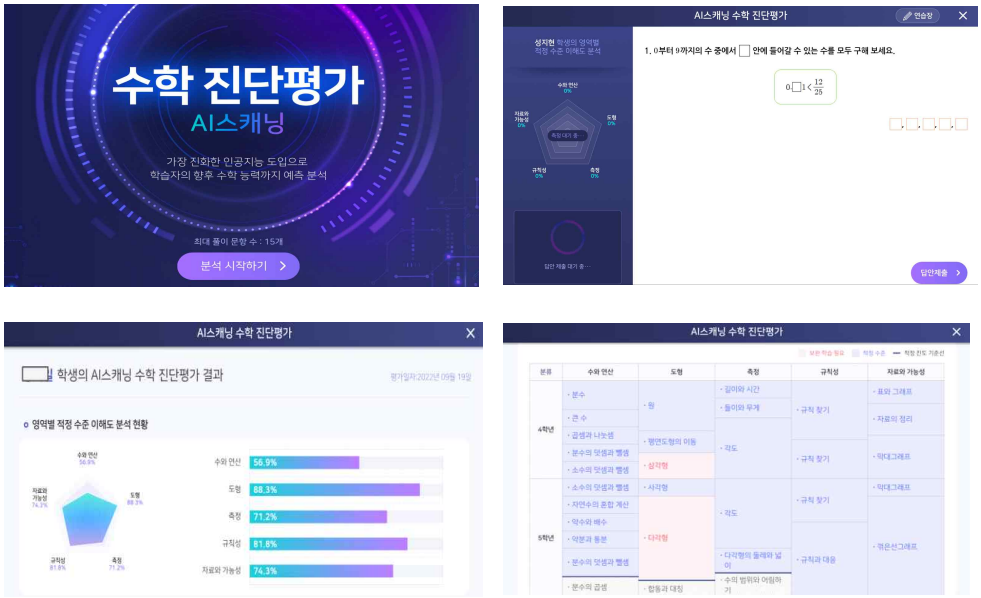
[그림 Ⅳ-5] 인공지능 교육시스템과 전자칠판 미러링 연결 장면

① 1차시 : 단원 도입하기

첫 차시 수업은 단원의 도입 활동으로서, 단원에서 배울 내용을 전반적으로 확인하였다. 또한 학생들이 인공지능 교육시스템의 다양한 기능을 익히는 것을 목적으로 하였다. 먼저, 교과서에 실린 단원도입 이야기와 그림을 통해 분수에 대해 흥미와 관심을 가지고, 분수 곱셈의 의미를 생각해보았다. 다음으로, 학생들의 수학교과 정의적 영역 사전 검사를 실시하여 정의적 영역 특성을 파악하였다. 마지막으로, 인공지능 교육 시스템을 활용하여 AI학습진단 검사를 실시하였고(상세지침 4.1), 학생들의 수학교과 5개 영역(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)의 영역별 이해도 수준을 파악하였다(설계원리 4 학습진단의 원리).

AI학습진단 검사는 [그림 Ⅳ-6]과 같이 약 15개 문항이 학생별로 다르게 제공되었으며, 약 15분 정도 소요되었다. AI학습진단 검사결과는 [그림 Ⅳ-6]과 같이 교사와 학생이 영역별 이해도 수준과 선수학습수준을 파악하는 데이터로 활용되었다. 영역별 이해도 수준은 해당하는 영역의 문제가 나왔을 때 맞출 확률(%)로 제공되었으며, 선수학습 수준은 학생이 영역별로 학습의 보완이 필요한 단원과 학습이 적절하게 이루어진 단원으로 구분되었다. AI학습진단을 통해 전체 학습자를 ‘칭찬, 유지, 격려’ 3가지의 학습자 군집으로 나눌 수 있었다(상세지침 8.1). 이를 통해 영역별로 학습부진이 예상되는 학생을 확인할 수 있었고(상세지침 4.2),

교사가 다음 수업을 설계하는 데 참고할 수 있는 데이터가 되었다. 또한 AI학습진단 검사결과는 인공지능 교육시스템이 학생들에게 AI문항추천(수학의 세포들, 홈런의 서비스) 및 AI추천학습(영역별 수학, 홈런의 서비스)을 제공하는 근거 데이터가 되기도 하였다.



[그림 IV-6] 인공지능 교육시스템의 AI학습진단 검사화면

교사는 단원의 성취기준과 학습진단 결과를 바탕으로 교육과정을 재구성할 때에 도움을 받을 수 있었다(설계원리5 교육과정 재구성의 원리). 전체 학습자의 영역별 이해도 평균 수준에 따라 본 단원 영역의 시수를 증가할지 감축할지 결정할 수 있었는데(상세지침 5.3), 본 연구의 외적 타당화에서는 학습자들의 영역별 이해도 수준의 평균이 적정한 수준(68.2%)이었으므로 교육과정에서 제시된 그대로 11차시로 진행하기로 결정하였다.

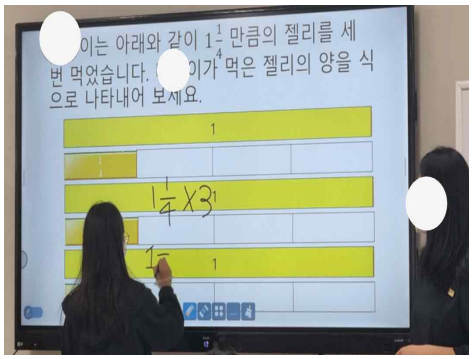
그리고 교사는 본 수업 단원에서 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한 것으로 판단하였고(상세지침 5.1), 본 단원의 수업 차시들의 학습 목표를 효과적으로 달성하기 위해, 인공지능 교육시스템을 어느 차시에서, 어느 단계에서 사용할 것인지 고려하였다(상세지침 5.2)

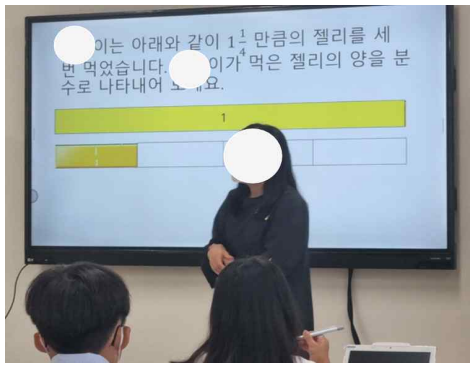
② 2~3차시 : (분수) x (자연수) 알아보기

두 번째, 세 번째 차시 수업은 (분수)와 (자연수)의 곱셈의 계산 원리를 알고, 계산을 직접 해보는 것을 목적으로 하였다. 각각의 차시에서는 [그림 Ⅳ-7]과 같이 수업이 진행되었다. 먼저, 전반부에는 교사가 교육과정을 재구성하여 학생들의 동기를 유발하며, 학생들에게 개념 및 원리를 제시하였다(상세지침 5.2). 중반부에는 (설계원리7 형성평가의 원리)에 따라 학생들이 인공지능 교육시스템의 형성평가를 통해 학습한 개념을 연습할 수 있도록 기회를 주었으며(상세지침 7.1), 인공지능 교육시스템으로 데이터를 수집할 수 있도록 하였다. 후반부에는 (설계원리8 협력의 원리)에 따라 학생들이 손을 들어서 발표자를 정한 다음 자신의 풀이를 발표하고, 다른 학생들은 해당 발표에 대해 질문하거나 의견을 남기는 식으로 진행되었다(상세지침 8.3). 교사는 학생들의 발표 및 의견에 대해 오개념을 수정해주고, 올바른 풀이를 안내해주었다.

[그림 Ⅳ-7] 데이터 기반 맞춤형 수업의 흐름 개요

교사는 [그림 Ⅳ-8]과 같이 학급 학생들이 젤리를 먹는 상황을 그림으로 제시하여, 학생들이 그림을 통해 (분수) x (자연수)의 계산원리를 이해하고, 직접 계산을 해볼 수 있도록 하였다. 교사는 교과서 속 문제 상황을 그대로 활용하기보다, 학급의 학생들을 친근한 문제 상황 속에 적용함으로써, 학생의 관심과 흥미를 유발하였으며, 학생들은 문제 상황을 일상생활 속 자신의 경험과 연결지었다.





[그림 Ⅳ-8] 수업 전반부의 동기유발 및 개념제시 상황

이후 학생들은 인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 실시하여 수학익힘책 문제를 풀었으며, 도움이 필요한 학생은 주변 학생 및 교사가 지원할 수 있도록 모니터링하였다(상세지침 8.2). 형성평가가 끝난 후에는 학생들끼리 서로 발표하고 질문을 주고 받았다. 형성평가를 실시할 때에는 평가가 목적이 되기 보다는 평가를 통하여 학습목표를 달성할 수 있도록 안내하였다(상세지침 7.3).

③ 4~5차시 : (자연수) x (분수) 알아보기

네 번째, 다섯 번째 차시 수업은 (자연수)와 (분수)의 곱셈 계산 원리를 익히고, 직접 계산해 보는 것을 목적으로 하였다. 교사는 학급 학생들이 초콜릿을 선물하는 상황을 그림으로 제시하였으며, 그림을 통해 (분수) x (자연수)의 계산원리를 이해하고, 직접 계산을 해볼 수 있도록 하였다. 학생들은 [그림 Ⅳ-9]과 같이 교실 앞으로 나가 전자칠판 화면에 띄워진 초콜렛을 직접 나누어보는 구체적 조작활동을 실시하였다.

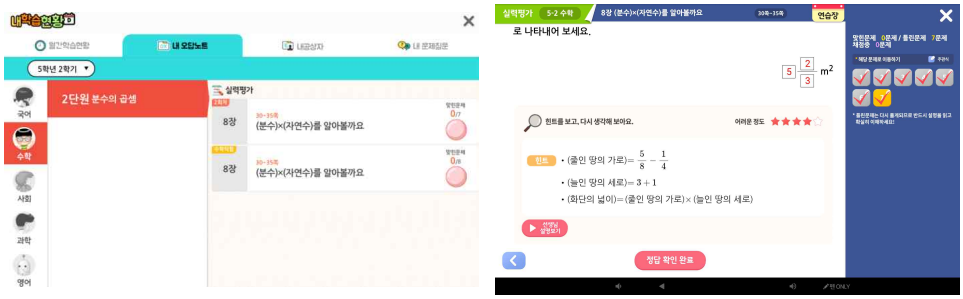
[그림 Ⅳ-9] 수업 전반부의 동기유발 및 개념제시 상황 (2)

학생들은 계산원리를 이해한 후에는 [그림 Ⅳ-10]과 같이 인공지능 교육시스템을 가져와서, 수학익힘책 문제를 풀면서 학습한 원리를 연습할 기회를 가졌다.

[그림 Ⅳ-10] 인공지능 교육시스템을 활용한 형성평가 실시 장면

학생들은 단순히 교과서 속 수학익힘책 문제를 푸는 것에 그치지 않고, 인공지능 교육시스템을 통해 학생들의 학습 데이터를 수집할 수 있었다. 또한 학생들은 [그림 Ⅳ-11]과 같이 인공지능 교육시스템의 '오답노트' 기능을 활용하여

틀린문항을 효과적으로 관리할 수 있었으며, ‘틀린문제 확인’을 통해 문제의 힌트 및 정답을 즉각적으로 확인할 수 있었다(상세지침 7.2).



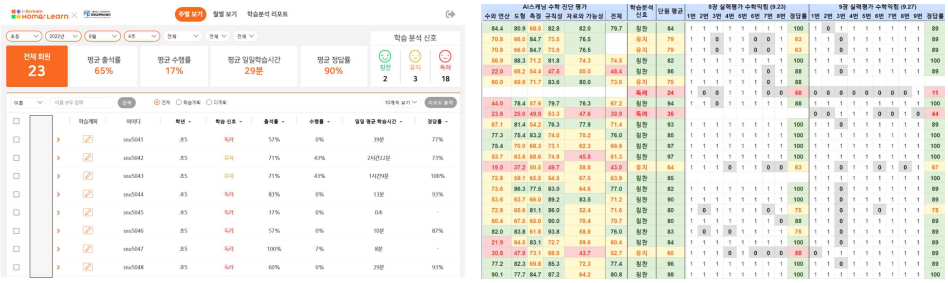
[그림 Ⅳ-11] 오답노트 기능(좌)와 틀린 문제 힌트 확인(우)

교사는 [그림 Ⅳ-12]과 같이 학생들이 형성평가를 실시하는 동안 교실을 순회하며 도움이 필요한 학생을 도와주었다(상세지침 7.4). 교사는 AI 학습진단 결과를 통해 파악한 학습부진아를 중점적으로 관찰하면서 스캐폴딩, 질의응답, 피드백을 제공하였다(상세지침 6.2).

[그림 Ⅳ-12] 교사가 교실을 순회하며 학생들을 도와주는 장면

[그림 Ⅳ-13]과 같이 교사는 수업 전에 인공지능 교육시스템을 통해 수집된 데이터를 확인한 후 수업을 설계하고 준비할 수 있었다. 교사는 수업 전에 학생들의 데이터(AI학습진단결과, 학생별 정답률, 문항별 정답률, 평균 학습시간, 출석률, 과제 수행률)을 확인하였다(상세지침 9.1). 그리고 수집된 데이터 중에서 수업을 설계하는 데 유의미한 데이터를 선정한 뒤(상세지침 9.2), 학생들에게 정확한 데이터에 근거하여 구체적인 피드백을 제공해줄 수 있었다(설계원리9 데이터 분석의 원리). 해당 데이터는 매 차시의 수업이

끝날 때마다 갱신되어 교사가 반복적으로 다음 수업 설계를 하고자 할 때 도움이 되었다(상세지침 9.3)

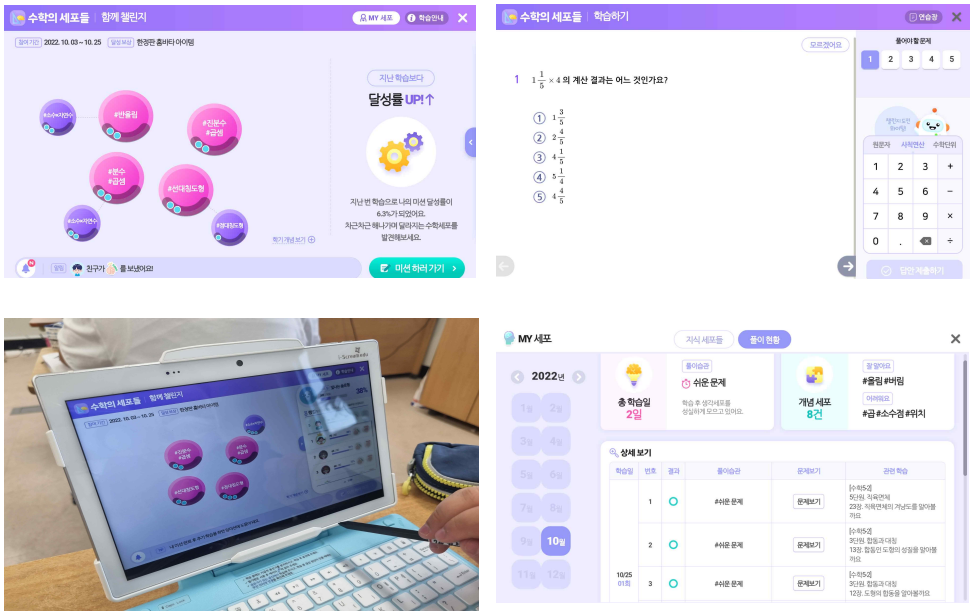


[그림 Ⅳ-13] 아이스크림홈런 관리자 대시보드(좌)와 연구자가 직접 수집한 형성평가 데이터(우)

④ 6~7차시 : 진분수의 곱셈 알아보기

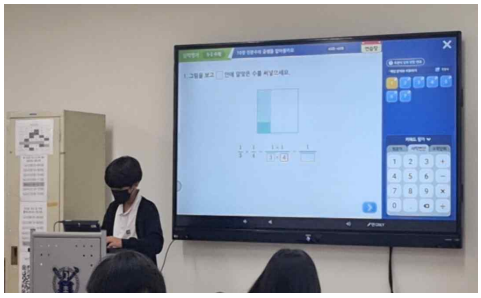
여섯, 일곱 번째 차시 수업은 진분수의 곱셈 계산 원리를 익히고, 직접 계산해 보는 것을 목적으로 하였다. 전반적인 수업의 흐름은 이전 수업과 마찬가지로, 전반부에는 학생들의 동기를 유발하며 개념 및 원리를 제시하고, 중반부에는 인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 실시하며, 후반부에는 교사와 학생이 발표, 질문, 피드백, 설명하며 상호작용하였다.

수업의 중반부에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 모두 실시한 학생은 남는 시간에 쉬거나 불필요한 행동을 하지 않고, AI문항추천 기능을 이용할 수 있도록 하였다(상세지침 10.1). AI문항추천은 학생의 현재 지식 수준을 추적하여, 학생에게 부족한 부분을 보완할 수 있도록 문항을 추천해주는 기능이다. 수업 중에는 모든 학생들이 같은 속도로 문제를 풀 수 없으며, 학생 개인별로 남는 시간이 생길 수 밖에 없는데, 이러한 시간에 AI문항추천을 통해 자신에게 필요한 문항을 맞춤형으로 추천받을 수 있었다. 하지만 교사가 학생 개인별로 다르게 제공된 맞춤형 문항까지 설명할 수는 없었으며, 수학익힘책으로 이루어진 형성평가를 설명하는 데 시간을 할애하였다. 맞춤형 문항은 개인별로 풀어보고, 힌트와 정답을 알아보는 수준으로 활용하였다.



[그림 Ⅳ-14] 인공지능 교육시스템의 AI문항추천(수학의 세포들) 장면

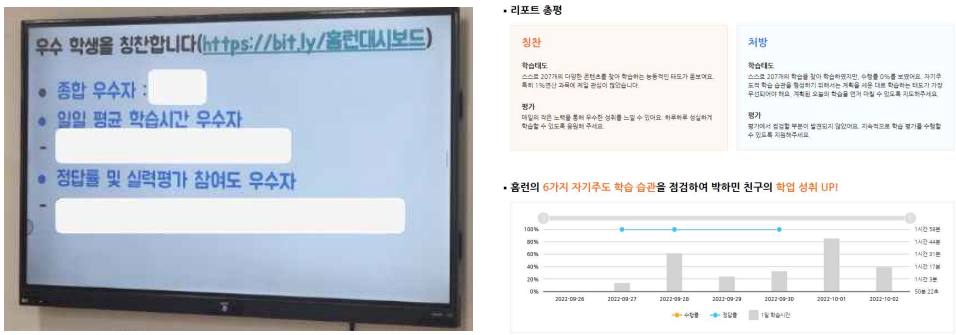
수업의 후반부에서 교사와 학생이 상호작용하는 장면은 [그림 Ⅳ-14]와 같다. 학생은 본인이 생각한 풀이과정을 다른 학생들 앞에서 발표할 기회를 가졌다. 발표할 때는 전자칠판과 미러링 연결된 인공지능 교육시스템을 활용하였다. 다른 학생들은 발표한 친구의 풀이 과정에 대해 궁금한 점이 있으면 질문하거나, 다른 의견이 있다면 피드백을 남겼다. 학생들은 그림 속 도형을 다양한 방법으로 등분하면서 진분수의 곱셈 계산 원리를 학습하였다. 교사는 학생이 ‘곱셈을 하면 결과가 무조건 커진다’와 같은 수학 오개념을 가지고 있는 부분을 언급하며 학생들의 오개념을 예방하였다. 또한 ‘분자는 분자끼리, 분모는 분모끼리 곱한다’는 단순한 알고리즘으로 계산하지 않도록 주의를 주었다.



[그림 Ⅳ-15] 교사와 학생이 발표, 질문, 피드백, 설명하며 상호작용 장면

⑤ 8~9차시 : 여러 가지 분수의 곱셈 알아보기

여덟, 아홉 번째 차시 수업은 여러 가지 분수의 곱셈을 알아보는 시간이었다. 수업의 전반부, 중반부, 후반부는 다른 차시 수업과 마찬가지로 개념 제시, 형성평가, 상호작용이 이루어졌다. 본 차시 수업이 다른 차시 수업과 달랐던 점은 [그림 Ⅳ-16]과 같이 대시보드에 기록되어 있는 데이터(일일 평균 학습시간, 출석률, 수행률, 정답률)를 바탕으로 우수 학생을 칭찬하였다는 점이다. 단원의 후반부에 접어들면서 학생들이 인공지능 교육시스템으로 학습하면서 쌓인 데이터를 토대로 교사는 항목별로 학생들을 구체적으로 칭찬하였다. 교사는 정답률이 높은 학생, 형성평가에 적극적으로 참여한 학생, 인공지능 교육시스템 사용을 기준으로 일일 평균 학습시간이 높은 학생, 종합적인 영역에서 우수한 학생을 선정하였고, 해당 학생을 교실에서 직접 칭찬하였다(상세지침 6.2). 칭찬하면서 학생들에게는 칭찬의 근거로 활용된 데이터도 함께 보여주었다. 학생들은 데이터를 보며 다른 학생들이 받는 칭찬을 납득하였고, 일부 학생들은 다음에 칭찬을 받기 위해 학습 의지를 보여주었다



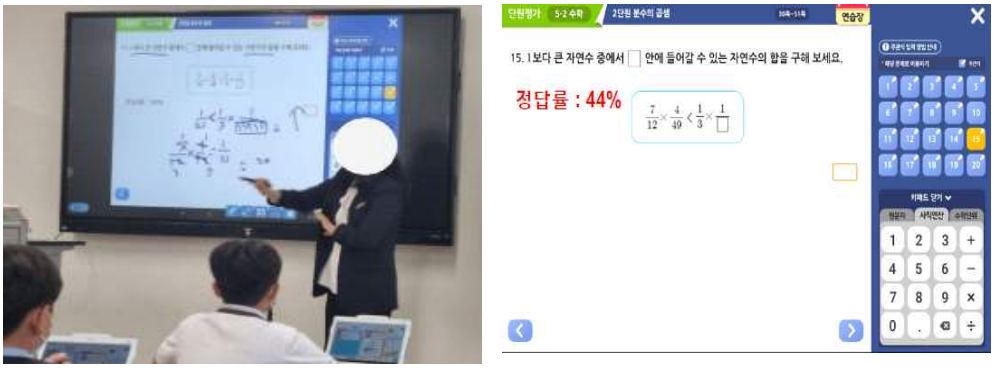
[그림 Ⅳ-16] 대시보드를 통해 확인한 데이터를 근거로 우수학생 칭찬 장면

수업이 끝날 즈음에는 [그림 Ⅳ-17]과 같이 교사가 학생들에게 다음 차시 안내를 해주며 학습자 군집(칭찬, 유지, 독려)별로 수준별 학습과제를 제시하였다(상세지침 10.1, 10.2). 학습목표를 충분히 도달한 학습자의 경우에는 교사가 심화 질문을 제기하거나 인공지능 교육시스템의 심화 학습자료를 학습하도록 안내하였다(상세지침 6.3). 교사는 수업 전에 대시보드를 통해 학습자 군집을 확인하고, 학습 과제 안내 화면을 학습자들에게 보여주었으며, 학습자들은 자율적으로 필요에 따라 가정에서 학습할 과제를 확인하였다.

[그림 Ⅳ-17] 다음 차시 안내 시 수준별 학습과제 제시 장면

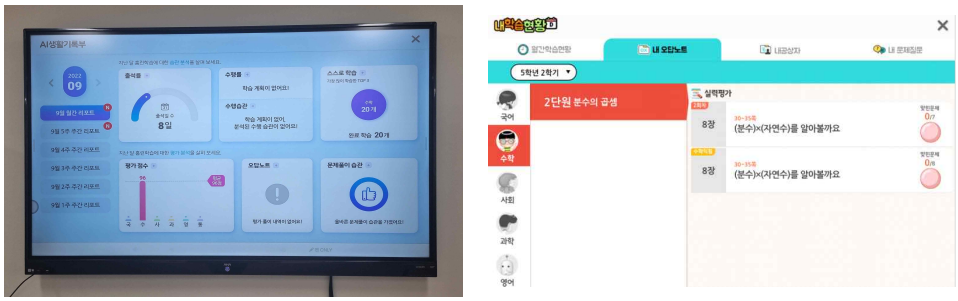
⑥ 10~11차시 : 단원 마무리하기

열 번째, 열 한 번째 차시 수업은 단원의 내용을 평가하며 마무리하는 수업이었다. 학생들은 정해진 시간 동안 인공지능 교육시스템을 활용하여 객관식 20문항으로 이루어진 단원평가를 실시하였다. 학생들이 단원평가를 실시하는 동안 교사는 교실을 순회하며 관찰을 통해 학생들이 어려움을 겪고 있는 문항과 내용을 확인하였다. 단원평가를 모두 실시한 이후에는 교사는 대시보드의 데이터를 통해 문항별 정답률, 학생별 정답률을 확인하였고, 학생들이 어려워하는 문항과 내용을 한번 더 확인하였다. 그 이후 [그림 Ⅳ-18]과 같이 교사는 문항별 정답률을 근거로 학생들이 어려워했던 문항과 내용, 오개념을 학생들과 함께 확인하고 풀어보았다. [그림 Ⅳ-18]의 오른쪽 화면을 보면 정답률이 제시되어 있는데, 이는 본 연구에서 사용한 인공지능 교육시스템에서 기본적으로 제공하는 기능이 아니라 연구자가 직접 대시보드를 확인하고 입력한 것이다. 본 연구에서 사용한 '아이스크림홈런' 인공지능 교육시스템이 가정학습용으로 만들어졌으므로, 수업 맥락과 호환되지 않는 인터페이스가 있을 경우, 연구자가 직접 데이터를 수집하고 제시하였다.



[그림 Ⅳ-18] 학생들이 어려워하는 문항과 개념을 중심으로 설명하는 장면

수업이 끝날 즈음에는 학생들은 [그림 Ⅳ-19]와 같이 인공지능 교육시스템의 'AI생활기록부'를 확인하며 자신의 학습과정을 성찰하였다. 자신의 출석률, 수행률, 평가점수, 오답노트, 문제풀이 습관을 확인하며 본인의 학습과정을 언제든지 구체적인 데이터로 확인할 수 있었다.



[그림 Ⅳ-19] 학생들이 자신의 학습과정을 성찰할 수 있도록 도와주는 AI 생활기록부

나. 교수자 반응

수업을 설계하고 실행한 초등교사 1인을 대상으로 교수자 반응을 파악하였다. 이 단계의 목적은 수업의 설계원리 및 상세지침을 교육현장에 실제로 적용해보고, 원리 및 지침의 개선사항을 파악하여 최종 수업 설계원리 및 상세지침을 도출하는 데 있다. 이를 위해서 연구자는 교수자가 수업을 설계하고 실행하는 과정에서 채팅을 통해 의견을 주고 받았다. 그리고 교수자가 실제로 진행하는 수업에 4회 참관하여 교수자의 수업진행 및 행동을 관찰하였다. 또한, 교수자와 반구조화된 질문지를 통해 1대1 심층 면담을 진행하며 수업 설계원리와 상세지침의 사용성을 논의하였다. 이를 통해 각 설계원리 및 상세지침이 어떻게 적용되었는지 살펴보며 함께 수정하였다.

수업 설계원리 및 상세지침에 대한 심층적인 의견을 듣기 위해, 수업 참관이 끝난 이후 교수자 1인을 대상으로 반구조화된 질문을 통해 1대1 심층 면담을 실시하였다. 면담 질문으로는 인공지능 교육시스템 활용의 장점과 단점, 대시보드를 활용한 데이터 관리의 장점과 단점, 데이터 기반 맞춤형 수업의 장점과 단점, 최적화된 수업을 위해 보완해야할 사항 등이 있었다. 이후 수업 설계원리와 상세지침을 함께 보며 수업에 대해 성찰해보고, 수업에 적절하게 반영되지 않은 설계원리를 살펴보았다. 이를 표로 요약하여 정리하면 아래 <표 Ⅳ-14>와 같다.

<표 Ⅳ-14> 교수자 면담 결과 요약

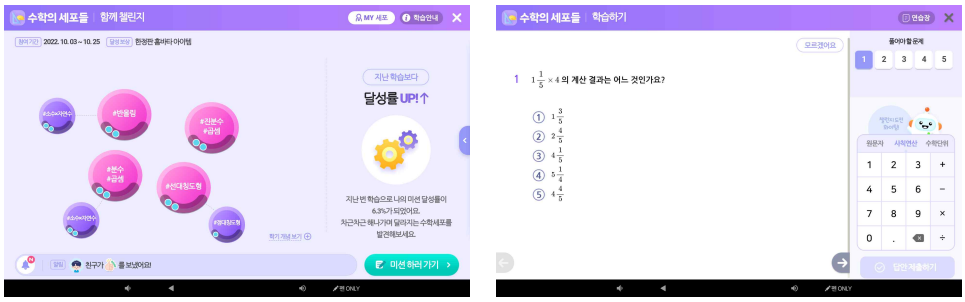
구분	장점	단점
인공지능 교육시스템 활용	• 선수학습상태를 구체적으로 확인 • 학생수준에 맞는 문제를 추천	• 기능 및 활용방안 숙달의 어려움 • 디지털 학습환경 조성의 어려움
데이터 기반 학습 관리	• 데이터를 기반으로 다음 수업 설계 • 학생의 학습과정을 데이터로 확인	• 교사가 참고할 자료가 너무 많음 • 수업 설계를 위한 데이터가 제한적임
학생 맞춤형 수업	• 데이터를 근거로 학생별 피드백 가능 • 학생 수준별로 학습안내 가능	• 기존 수업의 피드백 방식과 다르지 않음 • 수업 중에 모든 학생들에게 맞춤형 피드백을 제시하기 어려움

먼저, 교수자 면담을 통해 도출된 인공지능 교육시스템 활용의 장점은 2가지로 정리해보았다. 첫째, AI학습진단을 통해 학생들이 선수학습 상태를 구체적으로 확인할 수 있었다. [그림 Ⅳ-20]을 살펴보면, AI학습진단을 활용하여 수학 교과의 5가지 영역(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)별로 이해도 수준을 파악할 수 있으며, 학생의 선수학습이 적정한 단원과 부족한 단원을 파악할 수 있다. 이는 추후 교사가 학생의 학습과정에 대한 피드백을 제공할 때나, 학습관련 상담을 진행할 때 참고할 수 있는 근거자료가 되었다.

[그림 Ⅳ-20] 인공지능 교육시스템의 AI학습진단 결과

둘째, AI문제추천을 통해 학생들의 수준에 맞는 문제를 맞춤형으로 추천해줄 수 있었다. 초등학교 수학 수업은 일반적으로 수업의 전반부에서

배운 개념 및 원리를, 수업의 후반부에서 수학익힘 문제를 통해 개념에 대한 연습이 이루어진다. 이때, 학생의 수준별로 문제를 해결하는 속도가 달라, 주어진 시간 안에 문제를 다 풀고 쉬는 학생이 있는가 하면, 문제를 다 풀지 못하는 학생이 있다. 주어진 시간 안에 다 풀고 쉬는 학생에게 AI문제추천을 활용하게 하거나, 방과 후에 AI문제추천을 활용하게끔 과제를 내줄 수 있다. [그림 IV-21]와 같이, AI학습진단 결과에 따라 성취수준이 높은 학생은 어려운 문제를, 성취수준이 낮은 학생에게는 쉬운 문제를 추천받을 수 있으며, 본인이 부족한 부분의 문제를 추천받을 수 있다.



[그림 IV-21] 인공지능 교육시스템의 AI문제추천 예시

반면에, 교수자 면담을 통해 도출한 인공지능 교육시스템 활용의 단점은 2가지로 정리할 수 있었다. 첫째, 교사와 학습자가 인공지능 교육시스템의 기능 및 활용방안을 숙달하는 데에 많은 시간이 들었다. 인공지능 교육시스템에는 AI 학습진단, AI 문항추천, AI 학습추천, AI생활기록부 등 사용할 수 있는 기능들이 많이 있으며, 기존의 학교 수업방식에 익숙한 교사와 학습자에게는 낯설었다. 물론 기존의 학교 수업에서 노트북과 태블릿을 종종 사용해 왔었지만, 인공지능 교육시스템의 기능들과는 성격이 조금 달랐다. 학습자는 기능들을 사용하기만 하면 되니, 인공지능 교육시스템에 금방 적응해 나갔지만, 교수자는 이 기능들을 사용하는 것을 넘어서서, 기능을 활용한 수업을 설계하는 것이 부담으로 작용할 수 있었다.

둘째, 인공지능 교육시스템을 사용하기 위한 디지털 학습환경을 조성하는 것이 어려웠다. 연구도구로 사용한 ‘아이스크림홈런’의 경우, 태블릿 기반 디바이스여서 와이파이(Wi-Fi) 설정과 디바이스 충전, 디바이스 보관함, 디바이스 파손/분실 대책 등을 미리 준비해야 했다. 예를 들어 현장 적용 과정에서는 아이스크림홈런으로 학교에서 제공하는 ‘숨겨진 네트워크’의 와이파이를 사용하기 어려웠다. 이에 대한 대안으로 스마트폰으로 와이파이를 접속한 후 와이파이 접속용 QR코드를 그림파일로 공유할 수 있었다. 또한 별도의 태블릿 충전 보관함이 없어, 학생들이 가정에서 디바이스를 충전해서 학교로 가져왔으며, 개인 가방에 디바이스를 보관하였다. 교수자는 이러한 디지털 학습환경을 조성하기 위해, 연구자의 지원을 받았으나, 만약 교사 혼자서 수업을 준비했다면 디지털 학습환경을 조성하는 것이 굉장히 어려웠을 것이다.

다음으로, 교수자 면담을 통해 도출한 데이터 기반 학습관리의 장점은 2가지로 정리할 수 있었다. 첫째, 관리자 대시보드를 활용하여 학생의 학습과정을 구체적인 데이터로 지속적으로 확인할 수 있었다. 인공지능 교육시스템을 활용하면, 학생들의 학습진단 결과, 접속시간, 과제수행 유무, 문제별 정답률, 학생별 정답률, 평가별 학급의 평균, 학습자 군집(학습분석 신호) 등의 데이터를 [그림 Ⅳ-22]와 같이 구체적으로 확인할 수 있다. 전통적인 수업에서 교사가 직접 채점을 하거나, 별도의 부가적인 노력을 통해 알 수 있었던 데이터들을 쉽고 빠르게 시각화된 대시보드 형태로 파악할 수 있는 것이다. 전통적인 수업에서 시험의 형태로 학습의 결과를 중심으로 파악한 것에 비해, 데이터를 기반으로 가정과 학교에서 학생별 학습의 과정을 확인해나갈 수 있었다.

[그림 Ⅳ-22] 인공지능 교육시스템의 관리자 대시보드 예시

둘째, 데이터를 기반으로 다음 차시 수업을 설계할 수 있었다. 관리자 대시보드를 통해 확인할 수 있는 데이터로는 일일 평균 학습시간, 출석률, 수행률, 학생별 정답률, 문제별 정답률, 평가별 학급평균 점수 등이 있었다. 문제별 정답률을 확인하여 다음 차시 수업에서 학급의 학생들이 많이 틀렸던 문제를 중심으로 오개념을 교정해줄 수 있도록 설계할 수 있었다. 또한 학생별 정답률 추이를 확인하여 학습목표를 달성하기 어려워하는 학생을 확인하고 주의 깊게 관찰하고 피드백해줄 수 있었다. 이때, 연구도구로 사용한 아이스크림홈런의 관리자 대시보드로 현 시스템상 확인이 불가한 데이터는, 연구자가 관리자 ID로 접속해서 학생별, 문제별 정오답 데이터를 엑셀 파일 형태로 직접 수집하고 정리하였다.

교수자 면담을 통해 도출한 데이터 기반 학습관리의 단점은 2가지로 정리할 수 있었다. 첫째, 교사가 수업을 설계 및 실행할 때 확인해야 할 사항이 너무 많았다. 일반적으로 교사는 수업을 설계하기 위해 교사용 지도서를 살펴보는데, 본 연구에서는 관리자 대시보드, 학습현황 엑셀 파일을 추가로 확인해야 했다. 즉, 수업을 설계하기 위해 교과의 내용적인 측면과 학습자 관리 측면을 동시에 고려해야 한다는 부담이 있었다. 또한 수업을 실행할 때에도 교사는 학습자와 상호작용에 집중하느라 학습자 데이터를 일일이 확인하기 어려웠다. 그리고 본 연구에서 연구도구

로 사용한 ‘아이스크림홈런’이 본래 가정학습용으로 개발된 교육시스템이어서, 수업 중에 이루어지는 형성평가 결과 데이터는 실시간으로 관리자 대시보드에 반영되지 않아 확인하기 어려웠던 제한점도 있었다.

둘째, 수업 설계를 위해 유용하게 활용 가능한 데이터가 제한적이었다. 실제로 수업을 설계하기 위해 반영하였던 데이터로는 ‘학생별 정답률’, ‘문항별 정답률’, ‘일일 평균 학습시간’, ‘출석률’, ‘수행률’, ‘학습분석 신호(학습자 군집)’이었다. 위 데이터로 학생들의 특성을 전반적으로 파악할 수는 있었으나, 학생들 간 협동과정이나 대화내용, 학습의지, 수학 흥미와 같이 데이터로 측정할 수 없는 요소가 많이 있었다.

교수자 면담을 통해 도출한 학생 맞춤형 수업의 장점은 2가지로 정리할 수 있었다. 첫째, 구체적인 데이터를 근거로 학생들에게 피드백을 해줄 수 있었다. 기존의 수업에서는 교사의 관찰과 경험, 직관에 의해 학생들에게 피드백을 해주었다면, 데이터 기반 맞춤형 수업에서는 대시보드에 나와 있는 학생들의 학습시간, 과제 수행률, 정답률 등을 확인하고 피드백을 해줄 수 있었다. 예를 들어, 이번 주에 학습시간이 높았을 경우 학생에게 칭찬을 해주거나, 학생이 부족한 부분을 학습하였을 때 칭찬해주고 추가 학습 안내를 해줄 수 있었다. 이를 통해 교사가 학생에게 막연하게 피드백하는 것을 방지할 수 있었으며, 학생 또한 자신의 데이터가 교사에게 관리되며, 필요한 부분을 피드백 받는다고 느끼고 있었다.

둘째, 수업의 후반부에 학생의 수준에 따라 학습자 군집별로 학습안내를 해줄 수 있었다. 학생들이 진단평가와 형성평가, 학습과제를 수행해갈수록, 관리자 대시보드와 학습현황 엑셀 파일을 통해 학생의 수준에 따라 학습자 군집(칭찬, 유지, 독려)이 자동으로 분류되었다. 교사는 다음 차시 수업을 안내하는 수업 종료 시점에서 학습자 군집별로 인공지능 교육시스템으로 학습해야할 자료들을 안내해줄 수 있었다. 모든 학생들이 학습안내에 따라 가정에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 학습한 것은 아니지만, 몇몇 학생들은 자신의 필요에 따라 본인이 학습해야 할 자료

를 안내받을 수 있었다.

교수자 면담을 통해 도출한 학생 맞춤형 수업의 단점은 2가지로 정리할 수 있었다. 첫째, 기존 수업에서 교사가 학생에게 피드백하는 방식과 크게 다르지 않았다. 기존 수업에서도 학생들이 문제를 해결하는 동안 교사는 교실을 순회하면서 학생을 관찰하고, 학생에게 질문을 하거나, 학생의 질문에 대답해주고, 학생이 어려워할 경우 스캐폴딩 및 피드백을 제공해주었다. 맞춤형 수업에서도 교사가 이전과 같이 학생이 인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 실시하는 동안, 교실을 순회하면서 관찰, 질문, 스캐폴딩, 피드백 등을 제공해주었다. 교사가 사전에 확인한 학습자 데이터를 근거로 학생별로 맞춤형 피드백을 제공했다는 점에서 피드백의 구체성과 적절성을 얻을 수 있었지만, 교사가 피드백을 제공하는 교수처방 행동에는 큰 변화가 없었다.

둘째, 제한된 수업 시간 동안 모든 학생에게 맞춤형 피드백을 제시하기 어려웠다. 아무리 인공지능 교육시스템을 활용해서 데이터를 축적하여서 구체적인 피드백을 제공한다고 하더라도, 40분이라는 제한된 시간 동안 모든 학생들에게 피드백을 제공하기는 어려웠다. 현실적으로 교사가 순회하는 동안 어려움을 겪고 있는 학생을 중심으로 피드백을 제공해줄 수 밖에 없었다. 다만 수업 전과 후로 쉬는 시간에 학생과 개별 학습 상담을 진행하게 될 경우, 기존에 축적되어 있던 데이터를 활용하여 학생에게 맞춤형 피드백을 충분히 제공해줄 수 있었다.

다. 학습자 반응

1) 관찰

연구자는 연구 기간 동안 4회의 수업 관찰을 대면으로 실시하였다. 연구자 1인이 초등학교 정규 수학 수업 시간에 교실 뒤편에 앉아 학습자의 말과 행동을 관찰하였다. 1회차부터 4회차 수업 관찰 때 까지 관찰한 내용을 정리하면 다음 <표 Ⅳ-15>과 같다.

<표 Ⅳ-15> 학습자 관찰 결과 요약

순	구분	내용
1	1회차	• 인공지능 교육시스템 사용의 필요성을 인식하지 못함 • 와이파이 연결 및 로그인 시간이 오래 걸림 • 기기를 켤 때 로딩시간이 매우 길었음 • 기기 사용에는 금방 익숙해짐 • 게임 기반 콘텐츠, 아바타 꾸미는 것에 관심이 많음
2	2회차	• 기기를 책상 위에 올려 놓으면 선생님에 대한 주의 집중이 떨어짐 • 다 푼 문제가 100점으로 표시되는 것에 대해 뿌듯해 함 • 와이파이 QR코드를 통해 자율적으로 와이파이에 접속하고 로그인함 • 교실 앞으로 나와서 친구들에게 풀이과정을 적극적으로 설명함 • 친구가 푼 풀이과정에 대해 질문 혹은 다른 문제풀이를 제시함
3	3회차	• 오답노트를 적극적으로 활용하며 틀린 문제를 효율적으로 관리함 • 수업시간에는 열심히 참여하나 전체적으로 가정에서 학습을 열심히 하지는 않음 • 수학 외에 다른 과목(사회, 과학) 예복습을 하는 학생이 있었음 • 학생들이 많이 틀렸던 문제에 대해 다 같이 틀린 이유에 대해 토의함 • 연습장에 풀이과정을 쓰는데, 문항을 빠져나가면 풀이 과정을 알 수 없음 • 연습장에 풀이과정을 쓰고, 답을 다시 입력하는 것을 불편해 함 • 실력평가를 풀어서, 콘을 모아 친구와 함께 아바타를 꾸밈 • 단원평가를 풀다가 팅겨서 풀이과정이 날라간 학생이 있었음
4	4회차	• 문제를 풀다가 모르는 문제가 있는 경우 손을 들어서 선생님을 호출함 • 서술형 평가를 풀 때에는 펜으로 작성하는 학생과 타이핑 하는 학생으로 나뉨

먼저, 수업 관찰 때에는 일반적인 학생들은 선생님의 수업 지시에 그대로 따르지만 몇몇 학생들은 인공지능 교육시스템의 필요성에 대해 아직 납득하지 못한 듯 하였다. 그래서 아래와 같은 반응을 보였다.

학습자 A : 선생님, 왜 우리반만 이런 수업 해요?

학생들에게 사전에 연구 동의서를 배부하면서, 연구의 배경과 목적을 안내했지만, 종이에 인쇄된 글만으로 학생들에게 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업의 필요성을 납득 시키기에는 부족해 보였다. 학생들이 인공지능 교육시스템을 사용하는 이유에 대해 직접 느낄 수 있도록 수업을 설계할 필요가 있음을 알 수 있었다.

학생들은 인공지능 교육시스템을 처음 사용할 때에는 와이파이 연결이나 로그인이 힘들어 보였으나, 얼마 지나지 않아 기기를 사용하는 데 익숙해졌다. 로그인하는 데 시간이 오래 걸렸는데, 미리 로그인하여 수업 시간의 낭비를 줄일 필요가 있었다. 기기를 사용하는 초반이라 학생들이 많은 흥미를 가지고 참여하였다.

인공지능 교육시스템에 나와 있는 수학 익힘책 콘텐츠를 모두 수행한 학생들은 스피드 퀴즈나 게임 기반 콘텐츠를 사용하기도 했다. 학생들은 아바타에도 관심이 많았는데, 아바타의 옷을 여러 가지로 입혀 보았다. 동료 학생들과 함께 아바타를 꾸미고자 하는 학생들은 아래와 같은 반응을 보였다.

학습자 B : 야, 우리 콘 모아서 아바타 똑같이 맞춰 보자

학습자는 인공지능 교육시스템에서 수학 학습에도 관심이 있었지만 학습 외적인 요소에도 관심을 가졌으며, 동료 학습자와 함께 행동하는 것을 통해 유대감을 형성하는 듯 보였다.

서술형 평가를 풀 때에는 직접 키보드로 타이핑하는 학생과 펜으로 적

는 학생으로 나뉘었다. 연구자가 타이핑을 하는 이유를 물어보았을 때 학생은 아래와 같은 반응을 보였다.

> 학습자 C : 펜으로 쓰려고 하면, 글씨가 예쁘게 안 써져서 직접 키보드로 타이핑해서 풀어요

학생들이 기존 서책형 교과서 대신 인공지능 교육시스템을 교과서처럼 활용하고자 할 때 조금 불편함을 겪는 것을 확인할 수 있었다.

2) 면담

학습자 면담은 총 8명의 학생을 대상으로 1대1 방식으로 이루어졌다. 연구자가 정해진 질문을 하면 피면담자가 대답하는 형식으로 진행되었으며, 자유롭게 의견을 제시하는 시간도 제공하였다. 면담 대상은 가정과 학교에서 인공지능 교육시스템을 적극적으로 활용하여 담임교사에게 칭찬을 받은 학생, 수업 중 치른 형성평가 결과 높은 점수를 받은 학생, AI 진단검사 및 사전 설문조사 결과를 토대로 학습부진을 겪고 있고 수학에 흥미를 가지지 못하는 학생 등을 선정하였다. 면담 질문으로는 '본 수업과 기존 수업의 차이점', '본 수업을 듣고 난 이후 느낀 점, 장점, 단점, 개선점','수업에서 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때 느낀 점', '데이터 기반 맞춤형 수업을 들을 때 느낀 점' 등을 사전에 준비하였으나, 초등학생들에게 '인공지능 교육시스템', '데이터 기반 맞춤형 수업'의 개념이 광범위하고 이해하기 어려웠다. 그래서 학생들이 인공지능 교육시스템 내에 시각적으로 확인할 수 있었던 기능들을 중심으로 질문을 하였다. 그리고 '본 수업을 듣고 난 이후 느낀 점','본 수업을 통한 수학 학습에 대한 흥미 향상 여부'등을 추가로 질문하였다. 면담을 통해 도출한 결과를 정리해서 요약하면 아래 <표 Ⅳ-16>과 같다.

<표 Ⅳ-16> 학습자 면담 결과 요약

순	구분	내용
1	AI 학습진단	• 5가지 영역별 이해도 수준이 일치하거나, 일치하지 않는 경우가 있음 • 진단결과의 정확성을 떠나 진단결과 자체가 자신에게 도움이 될 것 같음 • 학습자에게 진단결과의 신뢰성을 납득시킬 필요가 있음
2	문항추천	• 자신에게 유용하다고 판단함 • 자신에게 적합하지 않은 문제가 추천되었다고 생각하기도 함 • 학교에서 배우는 진도와 인공지능 교육시스템에서 설정된 진도가 달라

		적합한 문항 추천이 어려운 경우가 있었음 • 중복된 문항추천을 방지할 필요가 있음 • 더 쉬운 문항 혹은 더 어려운 문항의 선택권을 학생에게 줄 필요가 있음
3	형성평가	• 자동채점 및 오답노트 기능이 편리함 • 기존의 교과서와 함께 인공지능 교육시스템 활용하면 좋을 것 같음 • 틀린 문제와 비슷한 유형의 문제 추천이 좋았음 • 틀린 문제는 바로 정답을 제시하지 않고, 힌트를 주어서 좋았음
4	맞춤형 피드백	• 기존 수업처럼 교사가 교실을 순회하며 피드백을 제공함 • 평소에도 도와주지만, 데이터 기반으로 좀 더 정확하게 도와준 것 같음 • 인공지능 교육시스템에 집중한 나머지 피드백을 받기 어려웠음 • 인공지능 교육시스템만으로는 알기 어려운 부분을 피드백 받아 좋았음 • 개인별 피드백보다 학급전체 피드백을 통해 도움을 받음
5	맞춤형 학습과제	• 개인별 학습과제를 할 시간이 따로 없음 • 수준별로 학습과제를 자율적으로 선택할 수 있어 좋았음 • 학교공부예복습을 통해 학교 수업을 전반적으로 파악할 수 있었음
6	데이터 기반 학습관리	• 선생님이 데이터를 통해 지도해주는 것이 직접적으로 느껴지지는 않았음 • 학생별로, 문제별로 정오답 특성을 알 수 있어서 좋았음 • 학생의 노력이 데이터로 그대로 반영되니 학습의 동기유발이 되었음 • 친구들과 함께 데이터를 확인해보고, 칭찬받으니 기분이 좋음
7	기타	• 공부한 내용이 데이터로 남으니까 시험대비용으로 좋을 것 같음 • 문제를 풀어서 보상을 받고, 보상으로 아바타를 꾸밀 수 있어서 좋음 • 학습콘텐츠 외에 재미있는 콘텐츠를 많이 이용하였음

먼저, 인공지능 교육시스템의 AI학습진단에 대해 학생들은 5가지 영역별로 이해도 수준이 일치하거나 일치하지 않는 경우 모두 있었다고 언급하였다.

> 학습진단 결과가 저랑 비슷한 것도 있고, 아닌 것도 있었어요. 제가 잘 못하는 건 비슷했는데요, 도형을 잘 못하는데, 점수가 잘 나와서 이상했어요(학습자C)

> 제가 계산하는 것을 어려워하는데요, 결과가 비슷했던 것 같아요(학습자G)

학습진단의 정확성을 떠나, 진단결과가 자신에게 도움이 될 것 같다는 응답도 있었다.

> 진단결과는 비슷한 것 같은데, 막 좋다기보다는 제가 어디를 잘하고, 못하는지 쉽게 알 수 있어서 좋았어요(학습자F)

> 수업 들어가기 전에 빠르게 제 실력이 어느 정도인지 확인하는 것이 도움이 된 것 같아요(학습자C)

AI학습진단에서 쓰인 Deep Knowledge Tracing(DKT) 기술은 딥러닝을 활용하여 학생의 학습 데이터 이력을 기반으로 학생이 풀지 않은 문제를 풀었을 때 정답 확률을 예측하는 것인데(Riiid, 2021), 자신이 풀지 않은 단원의 이해도 수준이 측정되는 것을 신뢰하지 않은 경우도 있었다. 학생들이 결과에 대해 납득하지 못할 경우, 결과가 나오게 된 과정에 대해 설득할 필요가 있다고 판단하였다.

> 진단평가를 할 때, 어떤 단원에서 안 나온 문제가 있었는데요, 그 문제를 풀 기회도 없었는데, 그 부분이 부족하다고 나왔어요(학습자 A)

다음으로, 인공지능 교육시스템의 문항 추천 기능이 자신에게 유용하다고 언급하기도 하였다.

> 문제추천해주는 게 괜찮았어요. 문제가 그렇게 많지도 않고, 하나 풀면 자신에게 맞는 문제를 추천해주어서 좋았어요(학습자E)

> 인공지능이 추천해주는 문제들이 나쁘지는 않았어요. 내가 부족한 부분을 보충해주는 것 같았어요. 앞으로도 유용할 것 같아요(학습자F)

> 수학익힘책 풀고 남는시간에 추천해주는 문제를 풀면 좋을 것 같아

요(학습자H)

반면에 인공지능 교육시스템의 문항 추천 기능이 자신에게 적합하지 않다고 생각하는 학생도 있었다.

제가 안 배운 내용(소수의 곱셈)이 나와서 어려웠어요(학습자G)

문제 추천이 괜찮았는데요, 1~2번 정도 모르는 문제가 나왔어요. 집에서 도전을 했는데, 모르겠어서 포기했어요(학습자C)

학교에서 배우는 진도와 인공지능 교육시스템에서 인지하는 학습진도가 달라서 학생이 헷갈리는 경우도 있었다.

학교에서 2단원을 배우고 있는데요, 아이뚜루(AI튜터)가 4단원을 추천해주는 경우가 있었어요(학습자B)

그리고 인공지능 교육시스템이 추천해주는 문항이, 자신이 이전에 인공지능 교육시스템에서 풀었던 문제가 나오는 경우도 있다고 언급하였다.

어려운 문제도 가끔씩 나오는데요, 예전에 실력평가에서 풀었던 문제가 재사용되는 경우가 있었어요. 같은 문제가 다음날 지나서 추천되기도 했어요. 지금은 성능이 좋아진 것 같아요(학습자B)

인공지능 교육시스템이 추천해주는 문항이 쉬워서 좀 더 어려운 문항을 추천해주길 희망하는 학생도 있었다

수학의 세포들에서 추천해주는 문제는 어렵지는 않고, 쉬웠어요. 쉬운것보다는 어려운 문제를 추천 받으면 좋을 것 같아요. 적당한 비율로 쉬운 문제랑 어려운 문제가 추천되면 좋을 것 같아요(학습자D)

다음으로, 인공지능 교육시스템의 형성평가를 통한 데이터 수집에 대한 학생들의 반응은 다음과 같다. 먼저, 학생들은 평소에 풀던 수학익힘책의 문제를 인공지능 교육시스템으로 풀 때, 자동채점 및 오답노트의 편리성에 대해 긍정적으로 응답했다

> 수학익힘책 문제를 푼 이후에 일일이 채점 안해도 돼서 좋구요, 부족한 부분이나 틀린 부분은 다시 풀어볼 수 있어서 좋은 것 같아요. 실제로 오답노트는 사용을 많이 했어요(학습자C)

> 홈런에서는 문제를 풀고나서, 틀린 문제에 대해 강의를 혼자서 따로 볼 수 있으니까 좋은 것 같아요. 풀이과정도 바로바로 확인 가능하고(학습자G)

> 틀린 문제만 다시 확인해보니 이해가 잘 되었어요(학습자E)

> 오답노트는 많이 썼는데, 이미 풀었던 문제도 이전 풀이를 보지 않고, 풀이를 새로 쓸 수 있어서 좋았어요(학습자F)

그러나 인공지능 교육시스템만을 사용하는 것보다 기존의 서책형 교과서와 함께 사용하는 것을 선호하는 학생도 있었다

> 책이랑 홈런이랑 병행하는 게 좋을 것 같아요. 책만의 장점이 있고, 홈런만의 장점이 있잖아요? 책은 직접 보면서 느낄 수 있으니까 좋은 것 같구요, 홈런은 한번에 채점이 되고, 문제도 추천해주고, 데이터도 남아서 좋은 것 같아요(학습자F)

단순히 1회성의 평가로 끝나는 것이 아니라, 틀린 문제랑 비슷한 문제를 추천해주거나 학생에게 정답을 바로 알려주지 않고 힌트를 주는 등의 교수처방에 대해 긍정적으로 반응하는 학생도 있었다

‘다시 한번 생각해보아요’에서 답이 아니라 힌트를 한번 줘서 좋았어요. 틀린 문제랑 비슷한 문제를 푸는 게 좋았어요(학습자E)

틀린 문제는 비슷한 유형의 문제가 제시되어서, 다시 안 틀리게 도와주었어요(학습자A)

다음으로, 학생들이 인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 실시할 때, 교사가 교실을 순회하며 학생들에게 맞춤형 피드백을 제시해준 것에 대한 학생들의 반응을 살펴보았다. 학생들은 교사가 순회하며 학생 개인별로 도와주고 안내해준 것에 대해 긍정적으로 반응했으나, 기존 수업에서도 선생님께서 잘 도와주셨다고 응답했다.

홈런을 사용하다가 모르는 문제가 나오면 선생님께서 알려주셔서 좋았어요. 부족한 부분을 정확하게 짚어주셨어요. 그런데 선생님은 평소에도 돌아다니시면서 많이 도와주세요(학습자C)

인공지능 교육시스템의 데이터를 활용해 학생들을 관리해주시니, 학생별로 정확하게 피드백을 해주었다는 학생의 반응도 있었다.

선생님께서 저희 데이터를 관리하고 계시니까, 제가 부족한 부분을 도와주실 수 있을 것 같아요. 평소에도 도와주시는데요, 좀 더 정확하게 도와주신 것 같아요(학습자G)

반면에, 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 학생 개인별로 피드백 해주는 것에 큰 도움이 되지 않는다고 응답한 학생도 있었다.

홈런을 사용한 수업이 평소랑 크게 다르지는 않았어요. 홈런을 활용할 때는 홈런에 집중되어 있으니까 선생님이 학생 개개인에게 관심을 가져주는게 어려워 보였어요(학습자F)

인공지능 교육시스템과 교사 모두의 도움을 받을 수 있어서 좋았다고 응답한 경우도 있었다.

> 기존 수업 때보다 홈런을 사용할 때 저를 더욱 잘 도와주시는 것 같았어요. 홈런도 공부를 도와주는데, 선생님도 공부를 도와주니 좋았어요(학습자B)

> 홈런에서 모르는 내용을 선생님이 가르쳐줄 수 있어서 좋았어요(학습자F)

학생들이 개인별로 맞춤형 피드백을 통해 도움을 받기보다, 학급 전체를 대상으로 한 수업 설계를 통해 도움을 받았다고 응답한 학생도 있었다

> 선생님께서 수업 들어가기 전에 지난 시간에 저희들이 어려워 하는 문제를 선택해서 알려주신 게 좋았어요(학습자H)

다음으로, 학습자 군집 수준에 따라 교사가 맞춤형 학습과제를 제시한 것에 대한 반응을 살펴보았다. 맞춤형 학습과제를 수행하는 것에 대해 긍정적인 반응과 부정적인 반응 모두 나타났다.

> 학원을 다니고 있어서 집에서 따로 할 시간이 없어요. 학원에서 6학년 내용까지 다 배워서, 홈런으로 학교 수업을 예습한다기보다 복습하는 느낌이었어요(학습자C)

> 집에는 와이파이가 없어서 딱히 하지는 않아요(학습자D)

> 최상우 수학은 못 풀어봤지만, 학교공부예복습은 할만했어요. 제가 부족한 부분을 해보았는데, 다음 수업 때 무엇을 할지 전반적으로 감이 잡혔어요. 그리고 학교에서 배운 내용을 복습할 수 있어서 좋았어요(학습자F)

자신이 어느 학습자 군집 수준에 해당하는지 명확하게 모르는 학생도 있었다. 교사가 관리하는 대시보드와 학습자가 보는 대시보드의 내용을 학습자에게 쉽고 직관적으로 제시해야 할 필요성을 확인할 수 있었다.

> 도움이 되는 것 같긴 한데, 못하는 학생과 잘하는 학생의 구별이 잘 안되는 것 같아요(학습자H)

다음으로, 교사가 시각화된 대시보드를 활용하여 데이터에 기반한 학습관리를 하는 것에 대해 학습자들의 응답을 살펴보았다. 구체적인 정량적 데이터를 통해 학생별로, 문제별로 객관적으로 비교할 수 있다는 응답이 있었다.

> 다른 학생들은 어떤 문제를 많이 틀리는지 알 수 있고, 학생끼리, 문제끼리 비교할 수 있어서 좋은 것 같아요(학습자F)

> 그냥 선생님에게 데이터로 관리받는 느낌이 좋은 것 같아요(학습자C)

그리고 교사가 데이터에 기반해서 학생들에게 칭찬과 격려 같은 지지적 피드백을 제공한 것에 대해 긍정적으로 반응하였다.

> 선생님께서 데이터를 보시고 열심히 하거나, 잘하는 친구들을 직접 칭찬해줘서 기분이 좋았어요. 예전에 비해서 공부를 더 하고 싶은 마음이 생겼어요(학습자D)

> 선생님이 데이터를 관리하고 있으니까, 공부를 더 하고 싶었어요(학습자E)

> 내가 공부를 더 해야겠다는 동기부여가 된 것 같아요. 친구들이랑 다 같이 확인하니까 좋았어요(학습자F)

공부할 맛이 나는 것 같아요. 제가 열심히 하면 그대로 반영되잖아요 (학습자H)

칭찬을 받는 것 뿐만 아니라 데이터를 통해서 자신의 학습성취도를 꾸준히 높이고 싶어하는 학생도 있었다.

사실 칭찬만 받고 싶은 건 아니에요. 문제를 더 풀어보고 싶고, 정답률도 높이고 싶더라구요(학습자B)

반면에, 교사가 데이터에 기반해서 교수설계를 하는 행위 자체는 학생들 눈으로 확인할 수 없는 행동이기 때문에, 학생들이 그 효과를 직접적으로 느낄 수 없었다는 응답도 있었다.

선생님이 데이터를 확인하시는 것이 저희들 눈으로 볼 수는 없으니, 직접적으로 도움을 받은 느낌은 들지 않았어요(학습자A)

선생님께서 데이터로 애들을 관리하셔도, 공부를 안해오는 친구들은 어쩔 수 없는 것 같아요(학습자G)

마지막으로, 인공지능 교육시스템에 대한 학생들의 기타 의견을 모아보았다. 평소에 학교와 가정에서 모두 사용하는 것은 부담이 많이 되나, 인공지능 교육시스템의 학습진단과 문항추천을 활용해서 시험대비 공부를 할 때 굉장히 효율적이어서 많이 이용할 것 같다는 응답도 있었다

제가 공부를 하면 데이터가 계속 남잖아요? 시험대비 때 엄청 좋을 것 같아요. 시험 때는 제가 틀린 것들만 확인해야 하는데, 책은 펼쳐야 하잖아요. 귀찮은 사람들은 펼쳐보기도 싫어할 것 같아요. 시험대비를 효율적으로 잘 할 수 있을 것 같아요(학습자B)

인공지능 교육시스템의 보상 제도에 대해 관심이 많은 학생들도 있었

다. 수학 학습과 직접적인 연관은 없지만, 긍정적인 행동을 유발하는 강화물은 학습에 간접적으로 좋은 효과를 내기도 하였다.

> 수학익힘을 풀고 나면 ‘콘’을 주는데요, 콘을 모으는 재미가 있었어요. 공부하는게 재미있긴 한데, 수학이 좋아지지는 않거든요. 하지만 ‘콘’은 계속 모으고 있어요. ‘수학의 세포들’ 들어가보면 아바타로 서로 알 수 있는데, 친한 친구들과 함께 아바타를 맞추었어요. 옛날에 이런 거 해보고 싶었는데, 이번에 해봐서 재미있었어요(학습자A)

> 실력평가하면 ‘콘’도 주는데요, ‘콘’모으기 위해서 했어요. 아바타도 꾸미고 재미있었어요 .친구랑 같이 아바타 꾸며봤어요(학습자C)

학습콘텐츠 외에 다른 재미있는 콘텐츠를 많이 이용해봤다는 학생도 있었다.

> 사실, 집에서 공부는 따로 많이 안하고, 타자게임, 속담게임, 역사퀴즈 맞추기, 홈런픽, 유형히어로즈 위주로 사용했어요(학습자A)

> 공부가 지겨울 때는 북카페와 타자연습을 했어요(학습자G)

> 집에서는 홈런으로 글로벌 리더십, 종이접기, 동영상을 많이 봤어요. 학습이 재미있긴 하지만, 동영상을 보는게 더 좋아요. 공부와 관련된 동영상도 재미있는 것이 많았어요(학습자E)

3) 만족도 설문

수업이 끝난 이후에 수업에 참여한 학생들을 대상으로 수업 만족도 검사를 실시하였다. 수업에 얼마나 적극적으로 참여하였는지, 수업에 대해 전반적으로 만족하는지, 수업이 흥미롭고 재미있었는지, 다음에도 수업을 듣고 싶은지 5점 척도를 통해 물어보았다. 만족도 조사 결과는 다음 <표 Ⅳ-17>와 같다.

<표 Ⅳ-17> 수업 만족도 조사 결과

(N=24)

순	내용	평균	표준편차	최소	최대
1	나는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 적극적으로 참여하였다	4.29	0.91	2	5
2	나는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 전반적으로 만족한다	4.42	0.72	3	5
3	인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업은 흥미롭고 재미있다.	4.33	0.82	3	5
4	나는 앞으로도 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업을 듣고 싶다.	4.08	1.10	2	5
전체		4.28	0.89	2	5

‘인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 전반적으로 만족한다’는 문항에 대한 응답은 평균 4.42점으로 4개 문항 중에서 가장 높았다. 반면에 ‘앞으로도 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업을 듣고 싶다’는 문항에 대한 응답은 5점 만점에 평균 4.08점으로 4개 문항 중에서 제일 낮았다. 학생들이 수업에 대한 만족은 하지만, 인공지능 교육시스템을 계속 사용해야 한다면, 기존 학습 자료와 더불어 추가적인 학습부담을 느낄 수 있기 때문에 상대적으로 점수가 낮았을 것이라 판단하였다. 수업에 대한 전반적인 만족도는 4.28점으로 높은 만족도를 보였다.

4) 정의적 영역 향상 여부

본 연구에서 개발한 ‘인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리’의 사용성을 파악하기 위해 수업 전, 후 설문조사를 실시하였다. 검사도구는 이환철 외(2017)이 개발한 수학교과 정의적 영역 검사도구(<부록 2> 참고)를 활용하였다. 검사도구는 총 24문항으로, 6개의 요인(수학흥미, 수학학습태도, 가치, 학습동기, 효능감, 학습의지) 각각 4개의 문항으로 구성되었다. 하나의 요인에 대해서 24명의 학생이 4개의 문항에 응답하여 요인별로 96개의 샘플을 확보하였다.

먼저, 외적 타당화 과정에서 2단원 분수의 곱셈 단원을 들어가기 전에 24명의 학생을 대상으로 사전 검사를 실시하였고, 분수의 곱셈 단원을 마친 후 동일한 24명의 학생을 대상으로 사후 검사를 실시하였다. ‘수학흥미, 수학학습태도, 가치, 학습동기, 학습의지, 효능감’ 6가지 요인별로 평균과 표준편차를 구하였다. 응답 결과는 다음 <표 Ⅳ-18>와 같다.

<표 Ⅳ-18> 수학교과 정의적 영역 사전-사후 설문 결과 (N=24)

요인명	사전검사		사후검사	
	평균(5점만점)	표준편차	평균(5점만점)	표준편차
수학흥미	3.39	1.11	3,72	1.10
수학학습태도	3.78	1.15	3.91	1.04
가치	4.14	0.99	4.14	1.03
학습동기	3.86	1.10	3.89	1.21
학습의지	3.75	0.95	3.97	1.02
효능감	3.89	1.02	4.02	0.94
전체	3.80	1.08	3.94	1.07

먼저, <표 Ⅳ-18>을 확인해보면, 사전, 사후 검사 결과 ‘인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업’을 실시하기 전과 후의 정의적 영역 평균을 비교했을 때, 전체적으로 5점 만점에 3.80점에서 3.94

점으로 0.14점 상승한 것으로 나타났다. ‘수학 흥미’는 3.39점에서 3.72점으로 6개 요인 중에서 가장 큰 폭으로 0.33점 상승하였고, ‘수학 학습태도’는 3.78점에서 3.91점으로 0.13점 상승하였으며, ‘가치’는 4.14점에서 4.14점으로 그대로 유지되었으며, ‘학습동기’는 3.86점에서 3.89점으로 아주 작은 폭으로 0.03점 상승하였으며, ‘학습의지’는 3.75점에서 3.97점으로 0.2점 상승하였고, ‘효능감’은 3.89점에서 4.02점으로 0.13점 상승하였다.

본 연구에서 실시한 사전, 사후 검사에서 24명의 학생이 응답한 96개의 응답에 대해 Shapiro Wilk test(Shapiro & Wilk, 1965)를 통해 정규성을 검정하였으나 (<표 Ⅳ-19>) 정의적 영역의 6개 요인 모두 유의확률(p)이 유의수준(0.05)보다 낮게 나왔으므로 6개 요인 모두 귀무가설(표본의 모집단은 정규분포를 이루고 있다)을 기각하고 대립가설(표본의 모집단이 정규분포를 이루고 있지 않다)을 수용하였다. 그래서 대응표본 T검정 대신 비모수 통계검정 방법인 Wilcoxon의 부호 순위 검정(Wilcoxon Signed-Rank Test)(Wilcoxon, 1945)을 활용하였다.

<표 Ⅳ-19> 정의적영역 사전/사후 검사 Shapiro-Wilk 정규성 검정 결과

(N=96)

사전검사		사후검사	W	p
수학흥미	-	수학흥미	0.925	<.001
수학학습태도	-	수학학습태도	0.955	<.05
가치	-	가치	0.928	<.001
학습동기	-	학습동기	0.954	<.05
학습의지	-	학습의지	0.942	<.001
효능감	-	효능감	0.934	<.001

24명의 학생들이 6개의 요인별로 응답한 96개의 샘플에 대해 Wilcoxon 부호순위 검정(단측) 결과는 <표 IV-20>과 같다.

<표 IV-20> 정의적 영역 사전/사후 검사 Wilcoxon 부호순위 검정(단측) 결과

(N=96)

사전검사		사후검사	W	df	p
수학흥미	-	수학흥미	818	95	0.030*
수학학습태도	-	수학학습태도	1119	95	0.296
가치	-	가치	762	95	0.474
학습동기	-	학습동기	1116	95	0.443
학습의지	-	학습의지	782	95	0.037*
효능감	-	효능감	1016	95	0.212

* $p < .05$

다음으로, <표 IV-20>에서 세부요인별로 살펴보면 **'수학흥미'** 요인은 사후검사와 사전검사의 평균차이는 0.33점, W 통계량은 818, p-value는 0.030*으로 분석되었고, **'수학학습태도'** 요인은 사후검사와 사전검사의 평균차이는 0.13점, W 통계량은 1119, p-value는 0.296으로 분석되었고, **'가치'** 요인은 사후검사와 사전검사의 평균차이는 0점, W 통계량은 762, p-value는 0.474로 분석되었고, **'학습동기'** 요인은 사후검사와 사전검사의 평균차이는 0.02점, W 통계량은 1116, p-value는 0.443으로 분석되었고, **'학습의지'** 요인은 평균차이는 0.2점, W 통계량은 782, p-value는 0.037*로 분석되었고, **'효능감'** 요인은 사후검사와 사전검사의 평균차이는 0.14점, W 통계량은 1016, p-value는 0.212로 분석되었다.

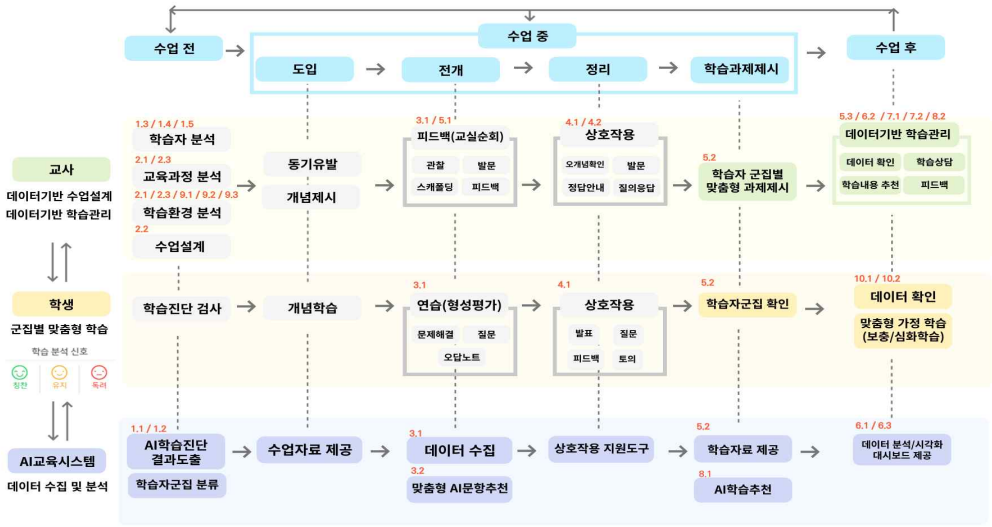
정의적 영역 6개 요인 중에서 '수학흥미'와 '학습의지'만 p-value가 각각 0.030, 0.037로서 유의수준인 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의미하다고 해석할 수 있고, 그 외 4개 요인인 '수학학습태도', '가치', '학습동기', '효능감'은 p-value가 유의수준인 0.05보다 크므

로 통계적으로 유의미하지 않다고 해석할 수 있다. 따라서 본 연구에서 개발한 설계원리를 적용한 수업의 사전, 사후 검사 결과 ‘수학흥미’와 ‘학습의지’ 요인은 유의하게 상승하였다고 해석할 수 있다.

4. 최종 설계원리

가. 모형의 가정 및 특징

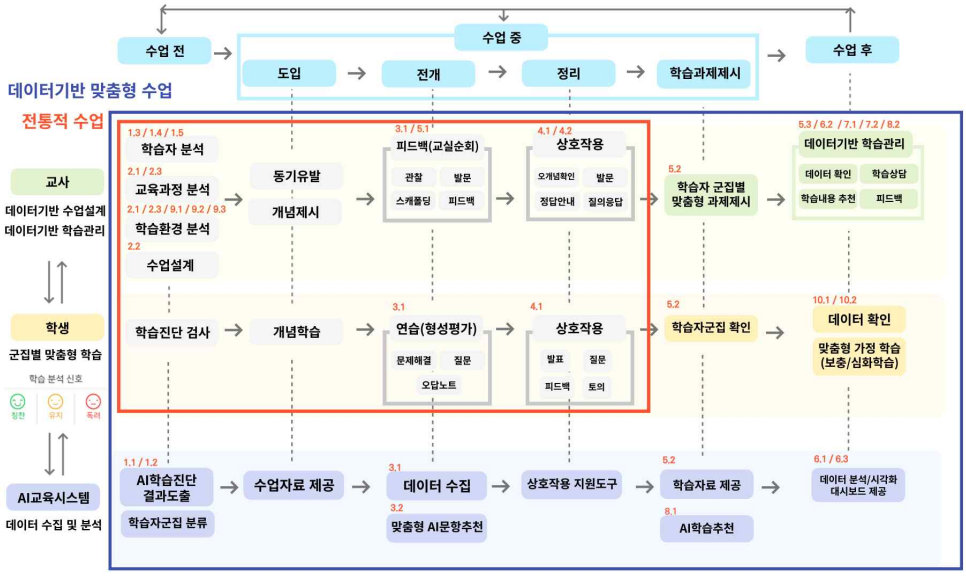
최종 수업 설계원리는 요약하면 [그림 IV-23]과 같다. [그림 IV-23]은 최종 수업 설계원리 수업활동 절차이다. 수업 전-중-후 단계를 중심으로 하여 가로축에 시간순으로 수업 전, 중, 후 과정을 배치하였고, 수업 중은 도입, 전개, 정리, 학습과제제시 순으로 구성하였다. 세로축은 교사, 학생, 인공지능 교육시스템 3개의 수업 주체를 배치하였고, 3개 주체의 행동 사항은 가운데에 배치하였다. 수업이 각 차시별로 종료되는 전통적인 분절적인 방식이 아니라 데이터를 기반으로 수업 후에서 수업 전이나 중으로 다시 이어지는 순환적인 방식이 되도록 하였다.



[그림 IV-23] 최종 설계원리 수업활동 절차

[그림 IV-23]을 살펴보면, 본 연구에서 개발한 최종 설계원리를 적용한

데이터기반 맞춤형 수업은 전통적 수업과 차이점을 가진다. 전통적인 수업에서는 수업 전에 교사는 학습자 분석, 교육과정 분석, 학습환경 분석, 수업설계를 실시하고 학생은 학년 초에 학습진단 검사를 1회 실시한다. 수업 중에는 교사가 동기유발을 하고 개념을 제시하면 학생은 이에 따라 개념학습을 하고, 형성평가를 통해 개념을 연습한다. 이때, 교사는 교실을 순회하며 학생들을 관찰하고, 학생에게 발문(질문)을 하거나, 스캐폴딩 및 피드백을 제공한다. 그리고 형성평가가 종료된 이후에는 교사와 학생, 학생과 학생 간에 상호작용이 일어날 수 있도록 자신의 풀이과정을 발표하거나, 동료 학생의 풀이과정에 대해 질문 혹은 피드백을 제공하거나, 다 함께 토의가 이루어진다.



[그림 Ⅳ-24] 전통적 수업과 데이터 기반 맞춤형 수업의 차이

전통적인 수업은 여기서 끝이 나지만 [그림 Ⅳ-24]와 같이 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업은 수업의 범위를 확장할 수 있다. 먼저, ‘수업 전’ 상황에서는 기존에 종이로 실시하던 학습진단

검사를 AI학습진단으로 대체하여, 시스템에 축적된 수많은 학습 데이터를 바탕으로 짧은 시간 동안 해당 학생의 영역별 이해도 수준 및 선수학습수준을 파악할 수 있다.

‘수업 중’ 상황에서는 교사가 동기유발과 개념제시를 할 때 디지털 교과서처럼 활용할 수 있는 수업자료를 제공할 수도 있다. 그리고 형성평가를 실시하며 문제를 풀 수 있는데, 형성평가를 수행할 때마다 학생들의 데이터를 수집할 수 있다. 이렇게 축적되는 데이터를 바탕으로 추후 학생별로 AI문항추천이 가능해진다. 또한 수업의 정리 단계에서 인공지능 교육시스템이 자동으로 갱신해주는 학습자 군집 정보를 바탕으로 학습안내를 해줄 수 있다. 예를 들어, 학습자 군집은 ‘칭찬’, ‘유지’, ‘독려’ 3가지로 구분할 수 있는데, ‘칭찬’군집에게는 심화학습을 위한 과제를 안내해줄 수 있고, ‘유지’ 및 ‘독려’군집에게는 보충학습을 위한 과제를 안내해줄 수 있으며, AI학습진단 결과에 따른 AI추천학습을 안내해줄 수 있다. 학생들은 인공지능 교육시스템에서 제공해주는 학습자료를 바탕으로 수업 후에 가정에서 맞춤형 학습을 진행할 수 있다. 학습내용 추천은 교사가 할 수도 있고, 인공지능 교육시스템의 AI학습추천 기능을 이용할 수 있다.

‘수업 후’ 상황에서는 교사는 인공지능 교육시스템이 수집해주는 데이터를 기반으로 학습상담을 하거나, 학습내용을 추천하거나, 개인별로 피드백 해주는 등 데이터 기반 학습관리가 가능하다. 그리고 다시 수업 전으로 돌아가서 데이터에 기반해서 다음 수업을 설계할 수 있다. 인공지능 교육시스템에 데이터가 지속적으로 축적되고, 대시보드를 통해 데이터를 확인하는 것을 통해 이러한 데이터 기반 학습관리 및 수업설계가 가능해지는 것이다.

나. 최종 수업 설계원리 및 상세지침

본 연구에서는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업을 위해 고려해야 하는 10개의 설계원리와 22개의 상세지침을 개발하였다. 설계원리와 상세지침을 요약한 내용은 아래 <표 Ⅳ-21>과 같으며, 최종 수업 설계원리 및 상세지침은 아래 <표 Ⅳ-22>와 같다. 최종 수업 설계원리 및 상세지침은 '수업 전', '수업 중', '수업 후', '학습 환경'으로 구분할 수 있다.

<표 Ⅳ-21> 최종 수업 설계원리 및 상세지침 개요

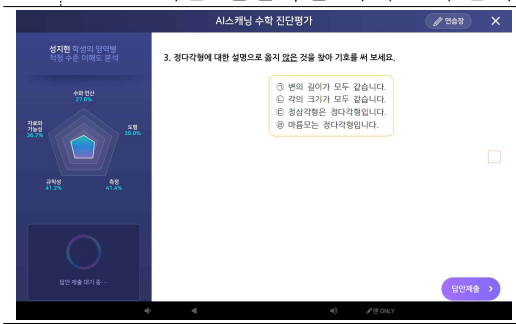
시기	원리	번호	구분	상세지침
수업 전	1. 진단	1.1	영역별 이해도 수준	AI학습진단 기능을 통해 학생별로 수학교과 5개 영역의 이해도 수준을 파악하라
		1.2	선수학습 수준	AI학습진단 기능을 통해 학생별로 이전 학년에서 학습이 부족한 단원과 적정한 단원을 파악하라
		1.3	학습부진 예측	학습진단 결과를 바탕으로 본 수업 단원에서 학습부진이 예측되는 학생을 파악하라
		1.4	학습부진 처방계획	AI학습진단을 통해 학생별로 이전 학년에서 학습이 부족한 단원과 적정한 단원을 파악하라
		1.5	선수학습 과제제시	이전 학년에서 학습이 부족한 단원이 있을 경우, 본 수업을 듣기 전에 미리 학습해올 수 있도록 안내하라
	2. 재구성	2.1	적합성 판단	단원학습계획을 고려했을 때 인공지능 교육시스템을 사용하는 것이 적합한지 판단하라
		2.2	역할 구분	수업 내에서 교사가 활동을 직접 설계하고 진행하는 부분과 인공지능 교육시스템을 사용하는 부분을 구분하라
		2.3	학습시수 조정	학급 전체의 영역별 이해도 수준을 고려하여 본 단원의 수업시수를 증가하거나 감축하라
수업 중	3. 평가	3.1	데이터수집	인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 실시하여, 평가와 동시에 데이터를 수집할 수 있도록 하라.
		3.2	문항추천	AI 문항 추천 기능으로 자신이 부족한 부분을 보완할 문항을 풀도록 하라
	4.상호작용	4.1	상호작용	학생이 문제해결과정을 친구들 앞에서 발표하고, 다른

			기회제공	학생이 질문과 피드백을 줄 수 있는 기회를 제공하라
		4.2	오개념 교정	학생들이 상호작용하는 장면을 관찰하며, 오개념이 있는 부분을 올바로 교정할 수 있도록 하라
	5. 개별성	5.1	데이터 기반 스캐폴딩	교사는 대시보드를 확인한 후 교실을 순회하며 구체적인 데이터를 근거로 개별 학생들에게 스캐폴딩을 제공하라
		5.2	맞춤형 학습과제	수업을 마치기 전에 학습자 군집별로 수준에 따라 자율적으로 수행할 학습과제를 안내하라
		5.3	칭찬을 통한 동기부여	학습자가 노력한 부분에 대하여 데이터에 기반해서 정기적으로 칭찬을 하여 동기부여를 제공하라
수업후	6. 해석	6.1	데이터 확인	대시보드를 통해 학생별 정답률, 문항별 정답률, 평균 학습시간, 출석률, 과제 수행률을 확인하라
		6.2	비판적 해석	대시보드에 나와 있는 데이터를 그대로 수용하지 말고, 비판적으로 해석하라
		6.3	수업설계 근거자료	대시보드의 데이터(문항별 정답률, 학생별 정답률 등)을 다음 수업을 설계할 때 근거자료로 활용하라
	7. 소통	7.1	학생 상담	성취수준이 낮은 학습자 군집의 학생은 수업 외 쉬는 시간 혹은 방과후 시간에 수시로 학습상담을 실시하라
		7.2	학부모 상담	정기적으로 학부모상담을 실시할 때, 인공지능 교육시스템의 대시보드를 공유하고 학생의 학습상태에 대해 논의하라
	8. 추천	8.1	AI 추천학습	인공지능 교육시스템의 AI추천학습을 활용하여 학습자에게 학습할 내용을 추천하라
		8.2	교사 추천학습	교사는 교육과정, AI추천학습, 대시보드를 참고하여 학습자에게 학습할 내용을 추천하라
학습환경	9. 디지털 학습환경	9.1	무선 네트워크	여러 명의 학습자가 교실에서 실시간으로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 무선 네트워크(Wi-Fi) 학습환경을 구축하라
		9.2	충전 보관함	인공지능 교육시스템 디바이스(혹은 태블릿, 노트북)을 동시에 여러 대 충전할 수 있고, 분실하지 않도록 비밀번호가 설정되어 있는 충전보관함을 구비하라
		9.3	운영 매뉴얼	디지털 기기의 특성상 보안, 파손, 분실에 유의해야함을 학습자에게 안내하고, 문제상황 발생 시 교수자가 대응할 수 있는 매뉴얼을 구비하라
	10. 연결성	10.1	가정학습	본 수업 전에 가정에서도 인공지능 교육시스템을 통해 학습할 수 있다는 것을 안내하라
		10.2	학교수업과 가정학습 연계	인공지능 교육시스템의 대시보드를 활용하여 학교 수업과 가정학습을 연계하라

<표 IV-22> 최종 수업 설계원리 및 상세지침

◉ “수업 전” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침
1. 진단(Diagnosis)의 원리 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하여 본 수업을 들어가기 전에 학생들의 이해도 수준과 선수학습수준, 학습부진 가능성을 빠르게 파악한다.
1.1 **(영역별 이해도 수준 확인)** AI학습진단 기능을 통해 학생별로 수학교과 5개 영역의 이해도 수준을 파악하라
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 수학 교과의 5가지 영역(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)별로 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 학생이 학습진단의 문제를 풀어나갈수록 아직 풀지 않은 문제에 대한 정답 확률을 예측해나가면서, 영역별 지식상태를 추적해나간다. 기존에 종이로 된 진단평가를 실시하여 학생의 수준을 파악하는 것도 가능하지만, 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 짧은 시간동안 다양한 영역에서 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - @@이는 수와연산(84.4%)은 높지만, 측정(68.5%)은 상대적으로 부족하네 - @@이는 전반적인 이해도 수준이 90% 이상으로 매우 높구나



AI학습진단검사 화면

영역별 이해도 수준 화면

1.2 **(선수학습수준 확인)** AI학습진단 기능을 통해 학생별로 이전 학년에서 학습이 부족한 단원과 적정한 단원을 파악하라	
해	**•상세지침에 대한 해설**

설명 및 예시	인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 수학 교과의 5가지 영역별로 이전 학년과 본 학년에서 학습이 부족한 단원과 학습이 적정한 단원을 시각화하여 제시해준다. 교사는 시각화된 대시보드의 결과를 통해 학생별 결과를 확인할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - 학습이 부족한 단원 : 4학년 2학기 수와연산 분수의 덧셈과 뺄셈 - 학습이 적정한 단원 : 5학년 1학기 수와연산 소수의 덧셈과 뺄셈

AI학습진단검사 결과 화면

1.3 **(학습부진 예측)** 학습진단 결과를 바탕으로 본 수업 단원에서 학습부진이 예측되는 학생을 파악하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습진단 결과 영역별로 학생의 이해도가 어느 정도 되는지 확인할 수 있다. 5개 영역 중에서 가장 낮은 영역은 어느 영역인지 확인하고, 동료 학생에 비해 부진한 영역을 확인할 수 있다. 또한, 전체 영역별 이해도를 합산하여 학생의 전반적인 이해도 수준을 나타낼 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 학습진단 결과 이OO 학생은 자료와 가능성(95.6%), 도형(70.1%), 측정(100%) 영역은 적정 수준으로 분석되었으나, 규칙성(35.5%), 수와 연산(42.1%) 영역은 부진한 것으로 나타났다. 본 수업에서 진행하는 단원이 수와 연산 영역에 해당하는 단원(예:분수의 곱셈)일 경우, 교사는 이OO 학생이 수업시간에 내용을 이해하기에 부진할 수 있을 것으로 판단할 수 있다.

번호	학생명	AI스캐닝 수학 진단 평가						학습분석 신호
		수와 연산	도형	측정	규칙성	자료와 가능성	전체	
1		84.4	80.9	68.5	82.8	82.0	79.7	칭찬
2		70.8	66.0	84.7	73.5	76.5	74.3	유지
2		70.8	66.0	84.7	73.5	76.5	74.3	유지
4		56.9	88.3	71.2	81.8	74.3	74.5	칭찬
5		22.0	68.2	54.4	47.5	50.0	48.4	칭찬
6		60.0	69.9	71.7	83.6	80.0	73.0	유지
7								독려

학습부진 예측을 확인하기 위한 대시보드 화면

1.4 **(학습부진 처방 계획)** 학습부진이 예측되는 학생은 수업 중에 집중적으로 관찰하고, 스캐폴딩(Scaffolding)과 피드백(Feedback)을 제공할 계획을 세워라

해설 및 예시

•상세지침에 대한 해설

학습부진이 예측되는 학생을 지원하기 위해 누구를 관찰할 것인지, 어떤 스캐폴딩과 피드백을 제공할 것인지, 학습부진 학생을 도울 수 있는 동료학생이 있는지, 어떤 동선으로 교실을 순회하며 학생을 도울 것인지를 사전에 계획할 수 있다.

•상세지침에 대한 예시

- 이OO 학생이 수학익힘책을 풀 때 옆에 앉아있는 박OO 학생이 도와줄 수 있도록 안내해야겠다
- 이OO 학생은 수와연산을 어려워하니까 교실순회할 때 이OO 학생을 좀 더 지켜볼 수 있도록 하자

1.5 **(선수학습 과제 제시)** 본 수업을 듣기 전에 이전 학년에서 학습이 부족한 단원을 미리 학습해올 수 있도록 안내하라

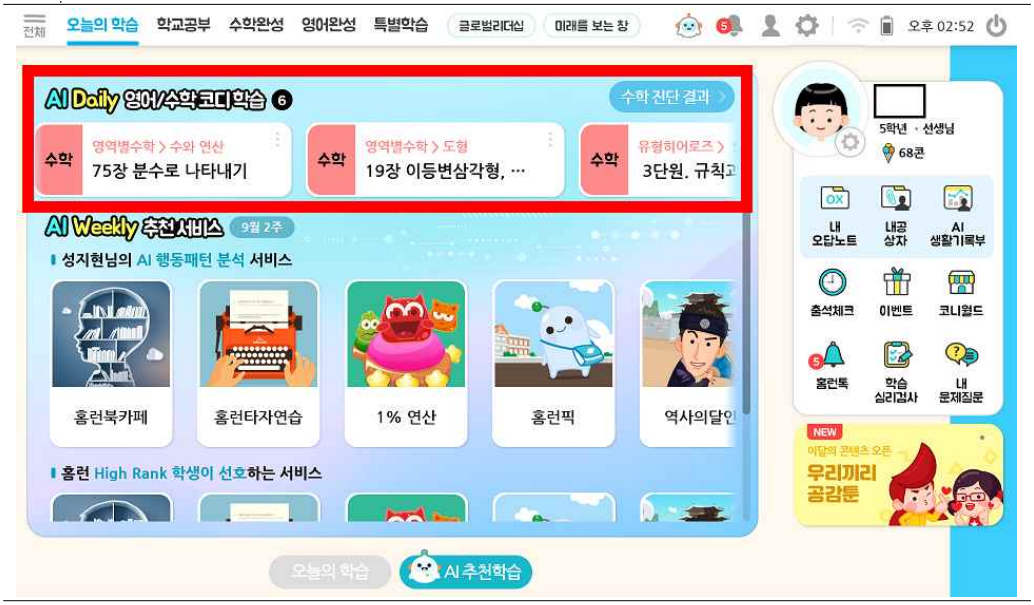
해설 및 예시

•상세지침에 대한 해설

인공지능 교육시스템의 교육콘텐츠를 활용하여 학생별로 본 수업 단원과 연관되는 선수학습내용을 미리 학습해올 수 있도록 안내할 수 있다. 현실적으로 수업 중에는 제한된 시간과 공간에서 교사 1명이 다수의 학생들을 맞춤형으로 지원해주기에는 제한이 있으므로 수업 전에 가정에서 미리 학습해올 수 있도록 할 수 있다. 교사가 일일이 학습자료를 제공하지 않아도 학생들은 인공지능 교육시스템의 교육콘텐츠를 활용할 수 있다.

•상세지침에 대한 예시

	- @@이는 이전 학년에서 '각도' 부분이 부족하니까 다음 수업 전에 '학교공부 예복습'으로 공부해올래?



인공지능 교육시스템의 학습콘텐츠 화면

2. 재구성(Reconstruction)의 원리	
인공지능 교육시스템을 효과적으로 활용할 수 있도록 학습자 특성, 수업의 성취기준, 학습목표, 학습진단 결과를 바탕으로 교육과정을 재구성한다.	
2.1 **(적합성 판단)** 단원학습계획을 고려했을 때 인공지능 교육시스템을 사용하는 것이 적합한지 판단하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학의 여러 단원들 중 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때 효과적인 단원이 있을 수 있고, 오히려 역효과가 나는 단원이 있을 수 있다. 모든 단원에서 인공지능 교육시스템을 적용할 필요는 없다. 교사가 본 수업 단원의 교육과정, 성취기준, 목표, 내용, 유의점 등을 확인하고, 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때의 장점과 단점, 인공지능 교육시스템을 사용하는 목적 등을 바탕으로 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한지 판단할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 본 수업에서 진행하고자 하는 단원은 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈이다. 분수의 곱셈은 수와 연산 영역에 해당하며, 기본적인 개념과 연산방법을 익힌후 다양한 문제상황을 통해 반복적인 연습을 하고 피드백을 받는 것이 중

	요한 단원이다. 아이스크림홈런에서는 차시별로 수학 익힘책의 문제 뿐만 아니라 추가 문제를 제공해주며, 틀린 문항은 오답노트 기능을 통해 추후 확인할 수 있으므로, 본 수업 단원은 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합하다고 판단할 수 있다.

2.2 **(역할 구분)** 수업 내에서 교사가 활동을 직접 설계하고 진행하는 부분과 인공지능 교육시스템을 사용하는 부분을 구분하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 아침시간, 방과후 시간 등 교수자와 학습자가 짧은 시간동안 이야기를 나누며 소통할 수 있는 학습상담시간을 별도로 설정할 수 있다. 학습상담시간은 교수자의 업무부담을 과중하게 증가시키지 않는 범위 내에서, 올바른 학급경영과 학습관련 도움이 필요한 학생의 학습지도를 위해 사용할 수 있다. 학습상담시간에 학습자가 요구하는 것은 무엇인지, 어려운 점이나 궁금한 점은 무엇인지 확인할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - 수학익힘책 부분은 인공지능 교육시스템을 활용하도록 수업을 계획해야겠다. - 이번 차시는 인공지능 교육시스템을 활용하기보다는, 학생들과 토의를 할 수 있도록 활동을 계획해볼까?

교사와 인공지능의 역할 구분 예시

2.3 **(학습시수 조정)** 학급 전체의 영역별 이해도 수준을 고려하여 본 단원의 수업 시수를 증가하거나 감축하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교육과정이 수시 개정체제로 변화됨에 따라 교사의 교육과정 재구성 권한이 강화되었고, 교육과정 재구성 실천자로서의 교사의 역할이 강조되고 있다. 교과별로 학년별 '연간 총 수업 시간 수' 미만이 되지 않는 범위 내에서 20% 증감 운영이 가능하다. 또한 교과 내에서 단원별로 정해진 차시를 증감 운영

하는 것도 가능하다. 수학 교과의 5가지 영역 중에서 해당 학습자 집단이 전반적으로 부족한 영역은 본 수업 단원의 차시를 증가해서 학습에 대한 보충을 진행하면서 운영할 수 있고, 학습자 집단이 전반적으로 우수한 영역은 본 수업 단원의 차시를 감축해서 효율적으로 운영할 수 있다.

•상세지침에 대한 예시

5학년 2반의 학생들 중 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과 '수와 연산' 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수가 15명으로 나타났다. 반면에 '도형' 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수는 0명으로 나타났다. 따라서 교사는 5학년 2반의 학생들이 '수와 연산' 영역은 학습이 부족한 상태이고, '도형' 영역은 학습이 적정한 상태라고 판단하였다. 따라서 '수와 연산' 영역에 해당하는 '분수의 곱셈' 단원은 기존 11차시에서 13차시로 증가하도록 교육과정을 재구성하고, '도형' 에 해당하는 '합동과 대칭' 단원은 기존 10차시에서 9차시로 감축하도록 단원 내 수업들을 설계할 수 있다.

단원	성취기준	단원 학습 목표	차시	차시명(주제명)	교과서 쪽수	
					수학	수학 익힘
2. 분수의 곱셈	[6수01-09] 분수의 곱셈의 계산 원리를 이해하고 그 계산을 할 수 있다.	1. (분수)×(자연수)의 계산 원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다. 2. (자연수)×(분수)의 계산 원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다. 3. 진분수의 곱셈 계산 원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다. 4. 여러 가지 분수의 곱셈 계산 원리를 이해하고 이를 계산할 수 있다.	1/11	단원 도입	30~31	21
			2~3/11	(분수)×(자연수)를 알아볼까요	32~35	22~25
			4~5/11	(자연수)×(분수)를 알아볼까요	36~39	26~29
			6~7/11	진분수의 곱셈을 알아볼까요	40~43	30~33
			8/11	여러 가지 분수의 곱셈을 알아볼까요	44~45	34~35
			9/11	도전 수학 (분수의 곱셈에서 규칙을 찾아 문제를 해결해 볼까요)	46~47	
			10/11	얼마나 알고 있나요	48~49	
			11/11	탐구 수학 (분수의 곱셈을 이용하여 그림을 그려 볼까요)	50~51	

교사용 지도서에 제시된 단원별 기본 학습 시수 예시

◉ “수업 중” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	
3. 평가(Evaluation)의 원리 학습자가 수업의 전반부에서 배운 수학적 개념 및 원리를 수업의 후반부에서 문제상황을 통해 반복적으로 평가함으로써, 배운 개념 및 원리를 연습하고 학습목표를 달성할 수 있도록 한다.	
3.1 **(데이터 수집)** 인공지능 교육시스템을 활용하여 형성평가를 실시하여, 평가와 동시에 데이터를 수집할 수 있도록 하라.	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 기존의 전통적인 교실에서는 수업에서 학습한 내용을 수학익힘책, 활동지 등에 수록되어 있는 학습문제들을 풀었다면, 인공지능 교육시스템을 활용한 수업에서는 학생들이 인공지능 교육시스템이나 스마트 기기를 통해 문제를 풀 수 있도록 할 수 있다. 인공지능 교육시스템의 문제는 교과서의 문제를 기반으로 제공될 수도 있고, 추가적인 문제를 제공할 수도 있다. 인공지능 교육시스템을 통해 차시마다 반복적으로 문제를 풀면서, 학생들의 학습성취 데이터는 인공지능 교육시스템의 대시보드로 축적할 수 있고, 이러한 데이터는 추후 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하는데 많은 도움을 줄 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈 2차시 “(자연수) x (분수)를 알아보기” 에서 수업 전반부에 (자연수) x (분수)의 개념 및 원리를 배웠다면, 수업 후반부에는 학습한 개념을 인공지능 교육시스템의 문제를 통해 연습할 수 있는 기회를 줄 수 있다. 아이스크림홈런의 문제같은 경우 수학익힘책 기반으로 되어 있으며, 추가적인 문제를 제공해준다. 학생이 문제를 반복적으로 풀어나가면서 학습성취 데이터는 AI생활기록부에 기록된다.

인공지능 시스템으로 형성평가를 실시하여 데이터를 수집하는 장면

3.2 **(문항추천)** 학생이 주어진 수업 활동을 먼저 끝냈을 경우 혹은 단원/학기를 마무리할 경우, AI 문항 추천 기능으로 자신이 부족한 부분을 보완할 문항을 풀도록 하라

해설 및 예시

•상세지침에 대한 해설

학생 수준에 따라 주어진 수업활동을 빨리 끝내고 시간이 남는 학생들이 있다. 이러한 경우 남는 시간을 허비하는 것이 아니라 인공지능 교육시스템이 추천해주는 문항을 풀면서 자신이 부족한 부분을 보완해 나갈 수 있다. 그리고 단원/학기를 마무리하는 경우 자신이 부족한 부분을 중심으로 효율적으로 문제를 제공받을 수도 있다. 제한점으로는 24명의 학생에게 24개의 맞춤형 문제가 추천될 경우, 교사가 24개의 맞춤형 문제를 모두 설명해줄 수는 없으므로, 맞춤형 문제는 인공지능 교육시스템이 제공해주는 해설을 참고하며 개별적으로 정답과 풀이를 확인하도록 한다.

•상세지침에 대한 예시

- 수학익힘 문제를 다 푼 학생은 홈런의 ‘수학의 세포들’에 들어가서 자신에게 필요한 문항을 풀어봅시다
- AI추천문항을 모두 푼 학생들은 개별로 정답과 풀이를 확인해봅시다

인공지능이 추천해주는 문항을 학생들이 푸는 장면

4. 상호작용(Interaction)의 원리
교수자가 개념을 제시하고, 학습자가 개념을 연습한 이후에는 교수자와 학습자, 학습자와 학습자 간에 상호작용이 활발히 일어나도록 하여 학습한 개념에 대해 상호 피드백이 이루어지도록 한다.

4.1 **(상호작용 기회 제공)** 학생이 문제해결과정을 친구들 앞에서 발표하고, 다른 학생이 질문과 피드백을 줄 수 있는 기회를 제공하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템을 통해 개념을 연습하는 것으로 그치는 것이 아니라, 학생 간 상호작용 기회를 제공하여 서로 피드백을 제공하도록 할 수 있다. 자신의 문제해결 과정을 친구들 앞에서 발표하거나, 다른 학생의 문제해결 과정에 대해 질문을 제기하거나, 다른 의견을 제기하는 등 피드백을 줄 수 있는 기회를 통해 학생들의 의사소통 역량을 증진시킬 수 있다. 이를 통해 인공지능 교육시스템만을 활용하며 문제 풀이 중심 수업이 되는 것을 방지할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - 자신이 풀이한 결과를 친구들 앞에서 발표해볼 사람 있나요? - 친구의 풀이에 대해 질문이나 의견 있는 사람 있나요?

학생들이 자신의 풀이결과를 발표하고 피드백하는 장면

4.2 **(오개념 교정)** 학생들이 상호작용하는 장면을 관찰하며, 오개념이 있는 부분을 올바로 교정할 수 있도록 하라

해설 및	**•상세지침에 대한 해설** 학생들이 상호작용하는 과정에서 오개념이 있을 경우 교사가 올바로 교정해 줄 수 있도록 한다. 교사는 여러 학생들이 풀이과정을 종합하여 학생들에게

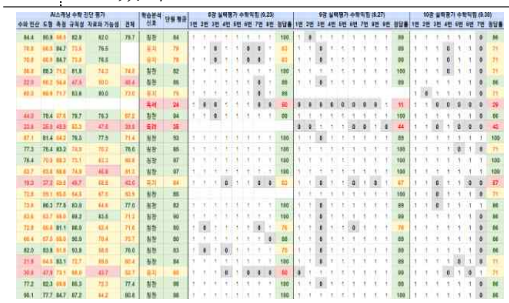
예시	올바른 풀이과정을 안내해줄 수도 있다. 학생 간 상호작용을 증진시키는 것도 중요하지만, 그 과정에서 오류가 있다면 교사가 개입하여 중재해줄 수 있도록 한다. **•상세지침에 대한 예시** - @@이는 지금 분수의 곱셈과 자연수의 곱셈을 헷갈려 하고 있구나 - @@이는 분수의 곱셈을 할 때, 분수의 개념 먼저 생각해보겠어요?

5. 개별성(Personalization)의 원리

학습자의 특성과 수준을 고려한 맞춤형 수업이 이루어질 수 있도록 개별화된 학습 지원을 제공한다

5.1 **(데이터 기반 스캐폴딩)** 교사는 대시보드를 확인한 후 교실을 순회하며 구체적인 데이터를 근거로 개별 학생들에게 스캐폴딩을 제공하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교사는 교실을 순회하며 개별 학생들이 어려워하는 부분을 도와주는 스캐폴딩을 제공할 수 있다. 수업 전에 대시보드를 통해 학습 데이터를 파악하여, 학생이 어떤 부분을 어려워하며, 어떤 문항을 잘 틀리는지 확인할 수 있다. 이를 바탕으로 교사는 학생에게 구체적인 데이터를 근거로 스캐폴딩을 제공할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - @@은 수와연산 영역이 부족하니까 선생님이 도와줄게. 분수의 곱셈 전에 분수 개념 배웠던 것 기억나지? - @@이는 이전 차시에서 많이 틀렸던데, 대분수를 가분수로 바꾸는 것 먼저 연습해볼까? - @@이는 학습자 군집이 ‘독려’로 나왔고 평균 학습시간이 부족하구나. 선생님이 맞춤형 과제를 내줄테니 인공지능 교육시스템으로 집에서 공부해보겠니?

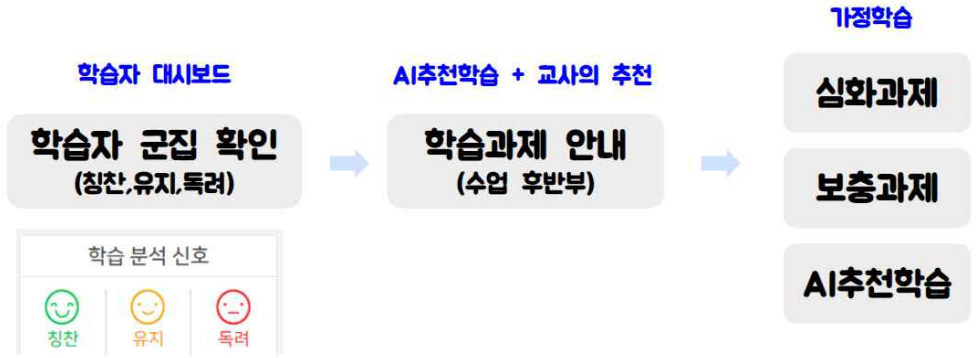


교사가 스캐폴딩을 제공하기 위해 참고하는 데이터

교실을 순회하며 스캐폴딩 제시하는 장면

5.2 **(맞춤형 학습과제)** 수업을 마치기 전에 학습자 군집별로 수준에 따라 자율적으로 수행할 학습과제를 안내하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자 군집은 인공지능 교육시스템에 의해 '상, 중, 하' 혹은 '칭찬, 유지, 독려'로 분류될 수 있으며, 학습자가 학습을 진행할수록 학습자 군집은 갱신될 수 있다. 교사는 학습자 군집에 따라 학습과제를 안내할 수 있으며, 학습자는 자신의 학습자 군집을 확인하고 학습과제를 수행할 수 있다. 학습과제의 내용은 인공지능 교육시스템에서 제공하는 학습자료를 활용할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - 심화 : 학습 분석 신호가 '칭찬'인 사람, 혹은 어려운 문제를 풀고 싶은 사람은 '최상위 수학'을 풀어보세요 - 보충 : 진도를 따라가기 어려운 학생은 다음 수업 전에 이전 단원의 '학교공부 예복습'을 학습하고 오세요 - 추천 : 자기에게 필요한 내용을 학습하고 싶은 사람은 'AI추천학습'에서 추천되는 내용을 학습해보세요



맞춤형 학습과제 안내 화면

5.3 **(칭찬을 통한 동기부여)** 학습자가 노력한 부분에 대하여 데이터에 기반해서 정기적으로 칭찬을 하여 동기부여를 제공하라

해설 및 예	**•상세지침에 대한 해설** 1주일에 1회 혹은 1달에 1회 정도 학급성찰 시간을 만들어서 학생들과 대시보드의 데이터를 성찰할 수 있는 기회를 가지도록 할 수 있다. 그리고 학생이 인공지능 교육시스템을 통해 학습하며 노력한 부분에 대해 데이터에 기

시	반해서 구체적으로 칭찬을 제공할 수 있다. 이러한 구체적인 칭찬을 통해 학생들은 자신의 학습에 대한 노력이 교사에 의해 학습 데이터로 관리된다는 것을 인지할 수 있으며, 학습에 대한 동기를 부여받을 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** - 일일 평균 학습시간이 많았던 @@에게 박수쳐주세요. 보상으로 '콘'을 통해 아바타를 꾸밀 수 있습니다 - 대시보드를 함께 살펴본 결과 @@이가 정답률이 가장 높게 나왔어요. 보상으로 학급화폐 지급합니다

데이터에 기반해서 학생을 칭찬하는 장면

◉ “수업 후” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침
6. 해석(Interpretation)의 원리 인공지능 교육시스템이 데이터를 수집하고 분석을 해준 결과를 수업 설계를 위해 교육적으로 해석할 수 있도록 한다.
6.1 **(데이터 확인)** 대시보드를 통해 학생별 정답률, 문항별 정답률, 평균 학습시간, 출석률, 과제 수행률을 확인하라

해설 및 예시

•상세지침에 대한 해설

인공지능 교육시스템은 수집된 데이터를 분석하여 대시보드를 통해 시각화된 결과를 제공해준다. 학생별 정답률, 문항별 정답률, 평균 학습시간, 출석률, 과제 수행률 등의 데이터를 확인할 수 있는데, 교사는 다음 수업 설계를 위해 필요한 데이터를 중심으로 개인별, 군집별, 학급별로 확인할 수 있다. 데이터에 대한 구체적인 설명은 아래와 같다.

AI진단평가결과	학생이 단원 도입 때 실시한 AI진단평가에서 예측된 영역별 이해도 수준 및 선수학습 수준
학생별 정답률	수업시간에 실시한 형성평가에서 전체 문항 개수 대비 각 학생이 맞춘 문항의 비율
문항별 정답률	수업시간에 실시한 형성평가에서 전체 학생 대비 각 문항을 맞춘 학생의 비율
평균 학습시간	학생이 학교 및 가정에서 인공지능 교육시스템을 이용한 시간
출석률	교사가 과제를 설정한 기간 대비 인공지능 교육시스템을 이용한 기간의 비율
과제 수행률	교사가 과제를 설정한 전체 개수 대비 학생이 과제를 수행한 비율
학습자 군집	AI진단평가 결과와 학생의 정답률에 따라 ‘칭찬, 유지, 독려’ 3가지 군집으로 갱신됨

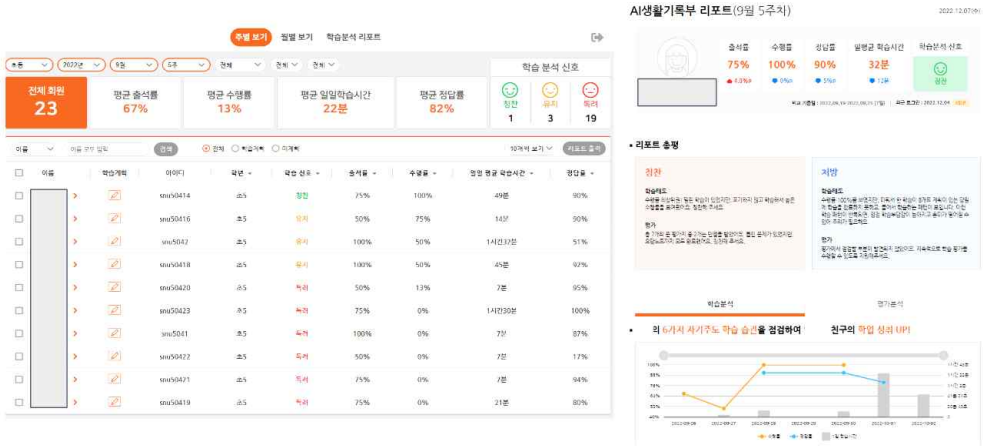
•상세지침에 대한 예시

- 대시보드 확인 결과 @@이는 학습자 군집이 ‘칭찬’에서 ‘유지’로 바뀌었다

	- @@이는 차시가 지나갈수록 정답률이 떨어지고 있다 - @@이는 일일 평균 학습 시간이 꾸준하게 높게 나온다

6.2 **(비판적 해석)** 대시보드에 나와 있는 데이터를 그대로 수용하지 말고, 비판적으로 해석하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 대시보드를 있는 그대로 수용해서는 안된다. 학생이 인공지능 교육시스템을 잘못 사용하였거나, 인공지능 교육시스템을 사용하던 맥락을 고려하지 못할 수도 있기 때문이다. 따라서 대시보드의 데이터를 해석할 때는 수업 설계를 위해 필요한 데이터를 중심으로 비판적 시각으로 해석하도록 해야한다. **•상세지침에 대한 예시** - @@이는 왜 '독려'로 분류되었을까? - 학생들이 3번 문제를 많이 틀린 이유는 무엇일까? - @@이가 학습시간은 많이 나오는데, 정답률이 낮은 이유는 무엇일까?



인공지능 교육시스템의 관리자 대시보드 화면

6.3 **(수업설계 근거자료)** 대시보드의 데이터(문항별 정답률, 학생별 정답률 등)을 다음 수업을 설계할 때 근거자료로 활용하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템을 활용하면 문항별 정답률, 학생별 정답률을 확인할 수 있기 때문에, 학생 개인별로 어떤 부분을 어려워하는지 알 수 있다. 정답률이 낮은 문항을 확인하고, 다음 수업을 설계할 때 수업의 도입 부분에서 학생들의 오개념을 수정할 수 있도록 구성할 수 있다.

	•상세지침에 대한 예시 학생들은 20번 문항을 많이 틀렸구나. 대분수를 곱할 때, 가분수로 바꾸지 않고 그대로 곱하는 오개념을 가지고 있는 것 같네. 다음 수업 들어가기 전에 이 부분에 대해 문제와 같이 설명해야 겠다
7 소통(Communication)의 원리 교수자는 본 수업 외에 별도의 학습상담시간을 설정하여 학습자 및 보호자와 데이터를 기반으로 소통할 수 있는 기회를 가지도록 한다.	
7.1 **(학생 상담)** 성취수준이 낮은 학습자 군집의 학생은 수업 외 쉬는 시간 혹은 방과후 시간에 수시로 학습상담을 실시하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 교사는 대시보드를 통해 성취수준이 낮은 학습자 군집의 학생들을 관리해줄 필요가 있다. 본 수업 시간 중에는 현실적으로 모든 학생들을 관리해주기 힘드므로, 본 수업 외 쉬는 시간 혹은 방과후 시간에 학습상담을 실시하여 학생과 소통할 수 있다. 인공지능 교육시스템을 통해 형성평가, AI학습진단, AI문항추천, 대시보드 등의 기능을 통해 데이터를 수집하였는데, 이러한 데이터는 학습상담의 근거자료로 활용할 수 있다. •상세지침에 대한 예시 - @@이가 요즘 홈런을 활용해서 학습한 시간이 적던데 무슨 일 있니? - @@이가 ‘독려’로 분류되었는데, 학습하는데 어려운 부분이 있니? - @@이가 학습과제를 안 했던데, 남아서 선생님과 상담할 수 있니?
7.2 **(학부모 상담)** 정기적으로 학부모상담을 실시할 때, 인공지능 교육시스템의 대시보드를 공유하고 학생의 학습상태에 대해 논의하라	
해설 및 예시	•상세지침에 대한 해설 초등학교에서는 정기적으로 학기별로 학부모 상담을 실시한다. 학급운영, 생활지도 면에서 상담을 진행하며 소통이 이루어지는데, 인공지능 교육시스템의 대시보드를 활용한다면 학생의 학습과정에 대해 구체적이고 심도있게 논의할 수 있다. 교사의 관찰, 경험과 더불어 구체적인 데이터를 근거로 학부모와 상담을 진행할 수 있다. •상세지침에 대한 예시 - 어머님, 요즘 @@이가 일일 평균 학습시간이 부쩍 늘었네요, 칭찬해주셔야 겠어요 - @@이는 수와 연산 영역이 부족하므로 이 부분에 대한 학습량을 늘려야 합

	니다
8. 추천(Recommendation)의 원리 맞춤형 학습지원이 이루어질 수 있도록 학습자의 특성과 수준을 고려한 학습자료와 문제를 추천한다	
8.1 **(AI 추천학습)** 인공지능 교육시스템의 AI추천학습을 활용하여 학습자에게 학습할 내용을 추천하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템은 AI학습진단 결과, 학습과제 수행결과에 따라 학습자가 학습할 내용을 추천해준다. 학습자가 학습을 수행할수록 수집된 데이터를 활용하여 자동으로 학습할 내용을 추천해줄 수 있다. 교사는 학습자가 이러한 AI추천학습을 수행할 수 있도록 안내해줄 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 인공지능 교육시스템은 @@에게 ‘이등변 삼각형’ 부분을 추천해주었네. 이 부분 공부해볼까?
8.2 **(교사 추천학습)** 교사는 교육과정, AI추천학습, 대시보드를 참고하여 학습자에게 학습할 내용을 추천하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템이 추천해주는 AI추천학습 뿐만 아니라 교사는 교육과정과 대시보드를 참고하여 학습자에게 학습할 내용을 적절하게 추천해줄 수 있다. 교사는 수업 장면에서 관찰하고 경험한 학생의 질문, 행동, 습관, 특성 등과 같이 인공지능 교육시스템이 미처 고려하지 못하는 부분과 국가교육과정의 성취기준을 적절히 고려하여 학습자에게 학습 내용을 추천해주어야 한다. **•상세지침에 대한 예시** AI추천학습에 나온 ‘이등변 삼각형’ 부분도 학습하면 좋겠지만, 그 전에 ‘정삼각형’ 부분 먼저 학습해볼래?

◉ “학습 환경” 설계원리 및 상세지침

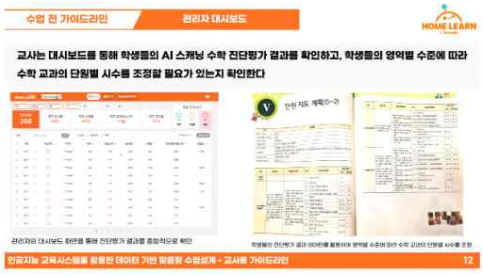
설계원리 및 상세지침	
9. 디지털 학습환경(Digital Learning Environment) 조성의 원리 교수자는 학생들이 수업 중에 인공지능 교육시스템을 원만하게 활용할 수 있도록 교실 내 디지털 학습환경을 조성한다.	
9.1 **(무선 네트워크)** 여러 명의 학습자가 교실에서 실시간으로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 무선 네트워크(Wi-Fi) 학습환경을 구축하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 대부분의 인공지능 교육시스템은 웹 혹은 앱 기반으로 되어 있어서 무선 인터넷 연결을 필수로 요구한다. 개별 디바이스 혹은 소프트웨어를 사용하기 위해 통신사의 5G 데이터를 이용하기에는 무리가 따르므로, 교실 내에서 다양한 디바이스(태블릿, 모바일, 노트북, 인공지능 교육시스템 등)가 무선 네트워크망에 접속할 수 있도록 공유기를 설치하고 Wi-Fi를 구축해야 한다. 만약 무선 네트워크망을 구축할 수 없는 경우 무선네트워크망이 이미 갖추어져 있고, 태블릿 등을 활용할 수 있는 ‘컴퓨터실’ 혹은 ‘스마트실’을 이용할 수도 있다. **•상세지침에 대한 예시** 무선 공유기의 성능에 따라 동시 접속 가능한 학생 수 및 인터넷 속도가 달라지므로, 학생들이 원활하게 무선 네트워크를 사용할 수 있도록 적정한 수준의 공유기를 구비해 놓아야 한다. 그리고 학생들이 수업 중에 디바이스를 무선네트워크에 접속할 경우 많은 시간이 지체될 수 있으므로, 무선 네트워크의 ID와 PW를 사전에 학생들에게 안내할 수 있도록 한다. 그리고 디바이스를 무선 네트워크에 자동 연결할 수 있도록 설정해놓고 평소에 학생들이 무선 네트워크에 접속하는 연습을 할 수 있도록 안내한다.
9.2 **(충전보관함)** 인공지능 교육시스템 디바이스(혹은 태블릿, 노트북)을 동시에 여러 대 충전할 수 있고, 분실하지 않도록 비밀번호가 설정되어 있는 충전보관함을 구비하라	
해설 및 예	**•상세지침에 대한 해설** 태블릿, 노트북, 인공지능 교육시스템을 수업에서 원활하게 활용하기 위해서는 모든 디바이스가 충전이 되어 있어야 한다. 충전이 되어 있지 않을 경우, 학생들이 디바이스를 충전하다가 수업이 끝나는 경우가 발생할 수도 있다.

시	일반적인 교실 환경에서는 전기를 공급받을 수 있는 콘센트가 많지 않으며, 멀티탭을 사용한다고 하더라도 학생들의 디바이스(약 20대)를 충전하는데에는 무리가 있다. 따라서 비밀번호가 설정되어 있어서 디바이스를 안전하게 보관할 수 있으면서 충전까지 할 수 있는 충전보관함을 구비할 필요가 있다. 만약 충전보관함이 없을 경우에는 개별로 디바이스를 관리하되, 보안, 파손, 분실에 각별히 유의하도록 안내할 필요가 있다.

9.3 **(운영 매뉴얼)** 디지털 기기의 특성상 보안, 파손, 분실에 유의해야함을 학습자에게 안내하고, 문제상황 발생 시 교수자가 대응할 수 있는 매뉴얼을 구비하라

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템이 소프트웨어로 배포되는 것이 아니라 하드웨어로 배포되는 경우, 디바이스의 가격이 상당할 수 있다. 따라서 파손 및 분실되지 않도록 교사가 각별히 유의해야할 필요성이 있으며, 학생들에게도 주의를 주어야 한다. 학교차원에서 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용할 경우 파손 및 분실 상황을 대비하여 대응체계를 갖추어야 하며, 향후 유지보수가 잘 될 수 있도록 업무담당자 관리체계를 조직화할 필요가 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 경우, 고객센터 대표전화를 통해 파손 및 분실에 대한 문의를 할 수 있으며, AS 매뉴얼을 요청할 수 있다. 교사는 대응 매뉴얼을 확인하고, 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때는 수업에만 집중할 수 있는 환경을 만들어야 한다.

학생용 가이드라인



교사용 가이드라인

10. 연결성(Connectivity)의 원리

인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습과 학교에서의 학습이 자연스럽게 연결될 수 있도록 한다.

10.1 **(가정학습)** 본 수업 전에 가정에서도 인공지능 교육시스템을 통해 학습할

수 있다는 것을 안내하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습은 학교에서도 이루어지지만 가정에서도 이루어진다. 기존의 전통적인 교실환경에서는 학교의 학습과 가정의 학습이 분리되어 있었으며, '과제(숙제)'를 통해 학교의 학습과 가정의 학습을 연결하려는 시도가 제기되고 있지만. 교수자가 가정에서의 학습을 효과적으로 관리하기 힘들었다. 인공지능 교육시스템을 이용한다면 기존의 방식을 벗어나, 인공지능 교육시스템의 콘텐츠와 축적된 데이터를 표현해주는 대시보드를 통해 교수자가 가정에서의 학습을 관리하며 학습자에게 피드백을 제공해줄 수 있는 기반이 마련될 수 있다.
10.2 **(학교수업과 가정학습의 연계)** 인공지능 교육시스템의 대시보드를 활용하여 학교 수업과 가정학습을 연계하라	
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습결과와 학교에서의 학습결과를 동시에 수집할 수 있으며, 이를 종합하여 데이터를 분석하고 교수처방을 내릴 근거를 확보할 수 있다. 교수자는 가정과 학교의 학습결과를 바탕으로 데이터에 기반해서 수업을 설계하고 학습을 관리할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** @@이가 이번주 수학 목표를 정하고자 할 때, 아이스크림홈런의 AI 생활기록부를 확인해볼래? @@이가 (여러가지 분수의 곱셈) 부분을 많이 틀렸으니까 이번주는 (여러가지 분수의 곱셈)에서 문제 유형 부분을 확인해보자.

V. 논의 및 결론

1. 논의

본 연구에서는 초등학교 수학교육 맥락에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하기 위해 고려해야 하는 설계원리 및 상세지침을 개발하였다. 전문가 검토(내적 타당화)와 교육현장에서의 사용성 평가(외적 타당화)을 통해 본 연구에서 개발한 설계원리의 타당성을 검증하였다. 본 연구에서 설정한 연구 문제를 바탕으로 연구 결과에 대한 논의사항과 시사점을 확인해보고자 한다.

가. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리

본 연구의 주요 결과물은 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 및 상세지침이다. 설계원리 및 상세지침을 교육현장에 적용해보는 과정에서 다음과 같은 논의사항을 확인할 수 있었다. 먼저, 본 연구에서 개발한 설계원리 및 상세지침을 적용하기 위해서는 교사의 추가적인 노력이 많이 들며, 교사들에게 업무부담을 가중시킬 수 있었다. 장혜원, 남지현(2021)은 인공지능 교육시스템을 수업에서 활용하기 위해 ‘복잡한 회원가입절차, 불안정한 시스템’ 등 수업 외적인 요소를 개선해야 효과적인 수업 보조도구로서 기능할 수 있다고 하였다. 하지만 교사 개인이 이러한 문제를 개선하기에는 어려움이 있다. 본 연구에서도 교사가 인공지능 교육시스템의 기능, 활용방법에 대해 숙지해야 하고, 학생들이 인공지능 교육시스템을 자연스럽게 사용할 수 있도록 사전에 학습환경을 점검하고 조성해야 함을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 수집한 데이터를 인공지능 교육시스템의 대시보드를 통해 확인하고 맞춤형

수업을 설계하기 위한 준비를 해야하므로 교사가 참고해야할 자료와 준비해야할 사항이 많았다. 수업설계모형이 개발되어도 교육현장에 적용되지 않는 문제가 있는데, 교사들이 실제 수업현장에 적용할 수 있도록 유용한 수업 설계모형 및 원리를 개발해야 한다(박기용, 2013). 교사에게 설계원리 및 상세지침을 적용한 수업을 요구하기에 앞서 본 설계원리 및 상세지침을 추후 사용성 평가를 통해 수업 설계 과정을 간단하고, 효율적으로 만들어, 교사의 수업 설계 과정을 지원할 수 있는 방안을 미리 마련할 필요가 있다.

다음으로, 수집한 데이터를 바탕으로 수업 중 제한된 시간 동안 실시간으로 교실 내 모든 학생들의 학습을 지원하는 것은 교사 1인이 매 수업마다 실시하기에는 무리가 있었다. 하지만 수업 중 수집한 데이터를 중심으로 수업 전, 후로 쉬는 시간, 방과후시간, 상담시간 등을 통해 학생별로 맞춤형 지원을 할 수 있었다. 학습분석 기반 대시보드가 교수자 및 학습자에게 교육과정의 효과적 관리를 가능하게 한다(박연정, 조일현, 2014)는 것을 본 연구에서도 확인할 수 있었다. 맞춤형 교육에 대한 교사의 역할과 역량이 강조되고(홍선주, 2018), 테크놀로지를 활용해서 학습자의 특성에 따른 개인화 학습의 중요성이 강조되고 있는 상황에서(Lee, Huh, Lin, & Reigeluth, 2018) 본 설계원리를 발전시키고, 데이터를 다루는 교사의 업무를 수월하게 해줄 도구를 개발하여. 수업 중에도 실시간으로 맞춤형 수업을 할 수 있는 교수학습환경 지원방안을 마련할 필요가 있었다.

설계원리 및 상세지침을 교육 현장에 적용해보고 확인한 시사점은 다음과 같다. 첫째, 인공지능 교육시스템은 교사의 수업설계를 보조할 수 있는 수업지원도구로서 활용될 수 있었다. 최민영, 이태욱(2019)은 학교교육의 변화 방향으로서 인공지능을 기반으로 하는 수업 설계를 강조하면서, 수업 도구로서 인공지능을 활용해야 한다고 주장하였다. 본 연구에서 사용한 인공지능 교육시스템은 다양한 인공지능 기능을 포함하고 있는데, AI학습진단으로는 학생의 선수학습 수준을 빠르게 진단하고, 영

역별로 학생의 성취를 예측할 수 있었으며 수업 설계 시 학습자를 분석할 때 유용하게 활용할 수 있었다. 그리고 AI문항추천과 AI추천학습으로는 학습진단 결과에 따라 학생별로 부족한 부분을 보완해주는 문항과 학습자료를 추천해줄 수 있었으며 수업 중, 후에 학생들에게 학습과제를 제시할 때 유용하게 활용할 수 있었다. 이처럼 인공지능 교육시스템은 교사가 수업을 설계하고자 할 때, 인공지능 기술의 도움을 받아 학습진단, 문항추천, 추천학습 등을 활용하여 학생 데이터에 기반해서 맞춤형 수업이 이루어질 수 있도록 하였다. 특히 본 연구에서는 수업 설계원리를 제시함으로써 인공지능 교육시스템을 활용할 때 교사 개입의 필요성(Holstein et al., 2018)을 확인할 수 있었다. 수학교육 종합계획(교육부, 2020b)에 따르면 인공지능 기술을 활용하여 개별화 맞춤형 수업을 지원하고 학습자의 자기주도적 학습방법을 개선하기 위해 시스템을 구축하려는 노력이 이루어지고 있다. 이러한 요구에 맞추어 본 연구의 설계원리가 인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업의 기반을 구축하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 인공지능 교육시스템을 통해 데이터를 자동으로 수집 및 분석을 하였기 때문에 교사의 데이터 기반 수업 설계를 가능하게 했다. 기존의 전통적 수업에서는 교사의 직관과 관찰, 경험에 의존하여서 수업 설계를 하였다(김도헌, 1996; Moallem, 1998). 그러나 데이터 기반 맞춤형 수업에서는 교사의 직관과 관찰, 경험에 더해서 구체적인 데이터에 기반해서 수업을 설계하며 교육적 의사결정을 할 수 있도록 도움을 받을 수 있었다. 최근 교사들에게 학습자 데이터를 제공하고, 교사의 교육적 의사결정 과정을 지원하려는 연구(Roberts-Mahoney et al., 2016; Schwendimann et al., 2017)들이 이루어지고 있는데, 교수설계 분야에서 전통적으로 강조했던 학습자 특성, 학습환경, 학습과제, 평가 등과 더불어서 인공지능 교육시스템으로 수집한 데이터가 교수설계의 중요한 요소로 작용할 것으로 기대된다. 이를 위해 교사들은 다양한 경로를 통해 수집된 데이터를 검토하여 의사결정을 내릴 수 있는 기준을 수립함으로써

데이터를 객관적이고 비판적으로 해석할 수 있어야 할 것이다(Mandinach & Gummer, 2016).

셋째, 본 연구의 설계원리를 통해 교사와 인공지능의 협력 가능성을 제시할 수 있었다. 전통적 교사의 역할과 인공지능 교사의 역할을 구분하여 인간 교사와 인공지능 교사가 상호보완적인 관계를 맺어야 한다는 주장이 제기되고 있다(김홍겸 외, 2018). 본 연구의 설계원리 중에는 수업 내에서 교사가 설계하고 수업을 진행하는 부분과 인공지능 교육시스템을 활용하는 부분의 역할을 구분한다. 교사는 교육과정 재구성을 통해 학생들의 동기를 유발하며 개념을 제시하고, 인공지능 교육시스템은 학생들의 평가 데이터를 수집하고 분석하여 대시보드를 제공하는 것이다. 교사는 대시보드를 통해 다시 데이터에 기반해서 수업을 설계하고 학습을 관리할 수 있다. 기존의 전통적인 수업과 비교하였을 때 교사가 혁신적인 수업 전략을 사용하거나 새로운 수업 형태를 제시한 것은 아니었다. 하지만 인공지능 교육시스템의 데이터 수집을 중심으로 AI학습진단, AI문항추천, 대시보드를 통한 데이터 관리를 통해 교사가 전달하고자 하는 지식을 효율적으로 전달하고 기존 수업의 학습목표를 효과적으로 달성할 수 있는 환경을 만들어주었다. 이처럼 본 설계원리를 바탕으로 수업을 설계한다면 교사와 인공지능이 각자 수업 설계 내에서 수행할 수 있는 역량을 바탕으로 상호보완적 관계를 맺으며 인공지능이 학습동반자(Learning Companion)으로서의 역할(Luckin et al., 2016)을 할 수 있을 것으로 기대된다.

나. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리에 대한 반응

1) 설계원리 및 상세지침에 대한 교수자의 반응

본 연구에서 개발한 설계원리를 실제 초등학교 5학년 수업에 적용해본 결과 교수자 및 학습자의 반응을 확인할 수 있었다. 교수자의 면담 결과 도출한 논의사항은 다음과 같다.

첫째, 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하기 위해서는 교수자에게 필요한 데이터를 직관적으로 제시할 필요가 있다. 본 연구에서 교수자가 데이터에 기반해서 맞춤형 수업을 설계를 하고자 할 때 참고해야할 자료가 너무 많은 반면에 정작 수업 설계에 필수적인 데이터는 제한적이었다는 응답이 있었다. 수업과 관련된 모든 데이터가 교육적으로 의미있는 것은 아니며, 수업설계의 주체인 교수자의 요구를 반영해서 필요한 데이터를 제공해주어야 한다(Lai & Schildkamp, 2013). 특히, 데이터가 교사들에게 제공될 때에는 반드시 대시보드가 직관적이고 유연한 형태로 제공되어야 한다(이현경, 2022). 교수자들이 수업을 설계할 때 대시보드가 직관적으로 이해되지 않는다면, 이는 교수자들에게 또 다른 인지 부하를 유발하여 데이터 기반 맞춤형 수업설계가 잘 이루어지지 못하게 만들기 때문이다(Paas et al., 2003). 본 연구에서는 아이스크림홈런에서 제공해주는 관리자 대시보드를 사용하였는데, 가정학습용으로 개발된 인공지능 교육시스템이라 관리자 대시보드가 수업상황의 정보를 제공해주지 못하는 데이터가 있었다. 이 경우 연구자가 직접 관리자 ID를 통해 시스템에 접속하여 데이터를 수집하고 가공하여 제공하였다. 추후 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하기 위해서는 아이스크림홈런의 관리자 대시보드 시스템 및 UI가 개선될 필요가 있을 것이다.

둘째, 교수자는 대시보드의 데이터를 지속적이고 반복적으로 확인하면

서 데이터에 기반해서 수업을 설계하고, 수업 전, 중, 후로 학습을 관리할 필요가 있다. 교사의 면담 결과 대시보드를 통해 학생별 데이터가 수집되고 분석된 것을 확인하고, 학생별 특성과 수준을 고려한 맞춤형 학습지원의 가능성이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 물론 교사 한 명이 여러 명의 학습자를 지도하는 수업환경에서는 맞춤형 수업을 실시하는 것은 어렵지만(FitzGerald et al., 2018), 대시보드의 데이터에 기반해서 수업 전, 중, 후로 학습자의 학습진단 결과, 학습현황을 지속적이고 반복적으로 점검하고 수업을 설계한다면(이현경, 2022), 학생별로 맞춤형 학습지원을 할 수 있을 것이다.

셋째, 교사가 데이터 기반 맞춤형 수업을 실천하기 위해 인공지능 교육시스템을 편리하게 사용할 수 있는 디지털 학습환경이 구축될 필요가 있다. 인공지능 교육시스템을 수업에 활용하기 위해서는 인공지능 교육시스템의 사용법을 숙달해야 했으며, 교사 혼자서 교실에서 인공지능 교육시스템을 사용하기 위해 필요한 디지털 학습환경(인공지능 교육시스템 디바이스 제공, 무선 네트워크 구축, 인공지능 교육시스템 사용 숙달, 직관적인 대시보드, 수업설계지원도구 등)을 조성하는 데 어려움이 있었다는 응답이 있었다. 인공지능 교육시스템 뿐만 아니라 데이터를 비판적으로 해석하고, 의사결정할 수 있는 역량 또한 교사에게 필요하였다(Schwendimann et al., 2017). 이를 위해 교육부(2022)에서는 예비교원, 현직교원들의 인공지능, 디지털, 데이터 리터러시 역량을 강화하기 위해 노력하고 있으며, 인공지능 기반 맞춤형 교육서비스 지원 방안에 대한 연구도 이루어지고 있다(서울교육정책연구소, 2022). 인공지능 교육시스템을 효과적으로 활용하는데 필요한 물리적, 인적 인프라를 통칭하는 디지털 학습환경을 구축해야 교사가 데이터 기반 맞춤형 수업을 실천할 수 있을 것이다.

2) 설계원리 및 상세지침에 대한 학습자의 반응

본 연구에서 개발한 수업 설계원리를 적용한 수업을 실행한 후, 설계원리에 대한 학습자의 반응을 확인해보았다. 학습자 대상의 면담과 사전, 사후 검사를 통해 확인할 수 있었던 논의사항은 다음과 같다.

첫째, 인공지능 교육시스템의 유용한 기능을 바탕으로 학생들에게 수업 상황에서 인공지능 교육시스템의 필요성을 납득시킬 필요가 있다. 학생들은 연구를 진행하는 초기에 인공지능 교육시스템을 왜 사용하는지에 대한 의문을 가지고 있었다. 기존 교과서로도 수업이 원활하게 진행되었기 때문이다. 하지만 인공지능 교육시스템이 학생들의 인지적 영역과 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미친다는 연구가 이루어졌으며(임영빈 외, 2021), 11차시의 수업이 진행되는 동안 학생들은 수업상황에서 여러 가지 인공지능 기능들을 사용하면서 인공지능 교육시스템의 필요성을 느낄 수 있었다. 학습자 면담 결과 AI학습진단을 통해 자신의 부족한 부분을 구체적으로 알 수 있어서 좋았고, AI문항추천을 통해 자신이 부족한 부분에 대한 문항을 추천해주어서 유용했고, 자신의 데이터가 지속적으로 수집되어서 교수자에게 관리받는 느낌이 든다는 응답을 하였다. 신동조(2020) 또한 인공지능을 활용하여 학업성취를 평가할 때 교사의 채점 업무가 감소함으로써 교사가 수업 준비 및 학생과의 상호작용을 증진시킬 수 있다고 하였다. 따라서 인공지능 교육시스템을 수업에서 활용하기 전에 학생들에게 인공지능 교육시스템의 필요성을 충분히 납득시킬 필요가 있음을 확인할 수 있었다.

둘째, 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터에 기반해서 수업을 설계하고 학습을 관리하는 것이 학생들의 수학 흥미와 학습의지를 높일 수 있었다. Keller(1987)의 ARCS 이론에 따르면, 학습자들은 수업내용이 자신과 관련이 있을 때(Relevance) 학습 동기가 유발될 수 있으며, 이를 위해 학업성취 여부를 데이터로 기록하는 전략이 있다. 이와 관련하여 본 연구에서 사전, 사후 검사를 통해 수학교과 정의적 영역의 6가지 요인

(수학흥미, 수학학습태도, 가치, 학습동기, 학습의지, 효능감) 중에서 수학흥미와 학습의지 요인이 통계적으로 유의하다는 결과를 얻을 수 있었다. 실제로 학습자 면담에서도 학생의 노력이 데이터에 그대로 반영되어서 공부할 의지가 생겼다고 하거나, 친구들과 함께 데이터를 확인해보고 칭찬받으니 기분이 매우 좋았다는 응답을 확인할 수 있었다.

셋째, 교수학습 목표를 달성하기 위해서 인공지능 교육시스템이 반드시 필요한 것은 아니며, 학습 상황에 따라 인공지능 교육시스템 사용의 목적을 명확히 할 필요가 있다. 인공지능 교육시스템 혹은 테크놀로지는 사용하는 것만으로도 학습의 효과를 혁신적으로 증진시킬 것처럼 보이지만, 목적에 맞지 않게 사용될 경우 오히려 부작용을 야기할 수 있으며 완전한 효과를 보장하기 어렵다(Dror, 2008). 본 연구의 학습자 면담에서도 인공지능 교육시스템의 기능을 신기하고 흥미롭게 생각했지만, 인공지능 교육시스템 없이 스스로 교과서를 보고 공부하는 것이 효율적이라는 응답이 있었다. 또한 인공지능 교육시스템이 AI학습진단, AI문항추천, 오답노트 등을 통해 학습을 편리하게 해주지만 결국 교과서로 문제를 푸는 것과 크게 다르지 않다는 응답이 있었다. 최서연(2022) 또한 인공지능 교육시스템의 장점에 매몰되지 말고 교수학습의 본질을 고려해야 한다고 하였다. 따라서 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하고자 할 때 데이터를 효율적으로 수집하는 용도로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있지만, 모든 차시에서 인공지능 교육시스템이 반드시 필요한지 비판적으로 검토해볼 필요가 있다.

넷째, 맞춤형 수업을 실천하기 위해 가정에서 맞춤형 학습과제를 잘 수행하는지에 대한 자율적이고 체계적인 모니터링 및 피드백이 필요하다. 본 연구에서 교수자는 매 차시 수업이 종료되기 전에 인공지능 교육시스템이 갱신해주는 학습자 군집 데이터를 바탕으로 학습자 군집별 맞춤형 학습과제를 제시하였다. 학습자 중 일부는 수준별로 자율적으로 학습과제를 선택할 수 있어서 좋았으며, 학습과제를 통해 학교 수업을 전반적으로 파악할 수 있었다고 응답하였으나, 일부는 개인별 학습과제를

할 시간이 따로 없었다고 응답하였다. 교수자는 학습과제를 제시한 후 대시보드를 통해 학습자의 일일 평균 학습시간, 과제 수행률, 정답률을 확인할 수 있었는데, 시스템의 기능 구조, 학생의 사교육 현황 등으로 인해 교수자가 모든 학생들의 가정에서의 학습을 체계적으로 모니터링하고 피드백을 제공하는 것이 어려웠다. 신동조(2020)는 인공지능이 학교 수업 외 보충학습이 필요한 학생들을 위해 활용될 수 있으며 맞춤형 학습을 제공할 수 있다고 하였다. 이처럼 학습 모니터링을 희망하는 학생에 한해서 학교수업 외에 자율적이고 체계적인 모니터링 및 피드백을 제공할 필요가 있다.

2. 결론

본 연구에서는 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하고자 할 때 활용할 수 있는 설계원리를 개발하고, 이에 대한 교수자 및 학습자의 반응을 확인하였다. 교수자와 학습자의 반응 중에서 설계원리의 강점, 약점, 개선점, 느낀 점 등 다양한 내용들이 많이 있었지만, 가장 주목해야할 점은 '데이터 수집'이 가능하다는 점이었다. 교수자와 학습자는 모두 데이터를 직접 확인할 수 있었다는 것을 강점으로 선정하였다. 인공지능 교육시스템을 활용하여 AI학습진단, AI문항추천, 학습분석 대시보드 등 다양한 기능을 활용할 수 있었지만, 단순한 기능의 사용보다 의미가 있었던 건 형성평가를 통한 학습자의 정오답 데이터를 수집하였던 것이다. 수업 중에 인공지능 교육시스템을 사용하여 학습자의 데이터를 수집함으로써 인공지능 교육시스템이 학습자에게 적합한 문항을 추천할 수 있었다. 교수자는 학습자의 데이터에 기반해서 다음 수업을 설계할 수 있었고, 학습자는 대시보드를 통해 자신의 학습과정을 확인할 수 있었다. 그리고 축적된 데이터는 추후 맞춤형 수업을 실천하기 위한 근거자료로서 활용될 수 있었다.

본 연구는 교육현장에서 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때, 데이터 기반 맞춤형 수업 설계를 직접 실천할 수 있도록 도와주는 설계원리를 개발하였고, 경험적으로 검증하였다는 데 의의가 있다. 인공지능 기술의 발달로 교육 분야에서 인공지능의 활용 가능성이 높아짐에 따라, 교사들에게 인공지능을 활용하여 학생 개인별 수준과 특성에 맞춤화된 수업을 설계하도록 요구하고 있다. 하지만 수업설계의 주체인 교사들에게 단순히 인공지능 교육시스템을 제공한다고 해서, 데이터 기반 맞춤형 수업이 자동으로 이루어지는 것은 아니다. 그리고 교사에게 학생들의 데이터를 제공한다고 해서 맞춤형 수업이 자동으로 이루어지는 것은 아니다. 이에 본 연구에서는 교사가 인공지능 교육시스템을 활용하여 데이터

기반 맞춤형 수업을 설계하려고 할 때 참고할 수 있는 가이드라인으로서 설계원리 및 상세지침을 개발하였다. 이를 바탕으로 설계원리 및 상세지침을 실제 교육현장에 적용해보고 인공지능의 교육적 활용 가능성을 높이며 데이터에 기반해서 학생 개인별 맞춤형 수업이 이루어지도록 지원하기 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

3. 한계 및 제언

본 연구의 한계 및 후속연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 중고등학교 맥락으로 연구를 확장하거나 다양한 교과에서 연구를 시도해봄으로써 본 연구에서 개발한 설계원리를 정교화하고 일반화할 필요가 있다. 본 연구의 설계원리는 초등학교 5~6학년 군의 수학 수업 맥락을 고려하여 개발되었다. 설계원리의 외적타당화를 위해 초등학교 5학년 1개 학급의 학생 24인이 참여한 수업을 실시하였는데, 연구참여자 24인이 초등학교 학습자 전체를 대표한다고 보기 어렵다. 만약 초등학교 1~2학년군과 3~4학년군, 중고등학교 맥락에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 대한 후속연구가 이루어진다면 본 설계원리를 다양한 맥락에서 일반화하여 활용성을 높일 수 있을 것이다.

둘째, 하나의 인공지능 교육시스템이 아닌 다양한 인공지능 교육시스템을 활용하여 설계원리를 적용해볼 필요가 있다. 본 연구에서는 연구도구로서 아이스크림홈런이라는 인공지능 교육시스템을 활용하였다. 아이스크림홈런은 원래 가정학습을 목적으로 개발되었기 때문에 학교 수업 상황에서 적용할 때 기능적으로 제한점이 많았다. 본 연구에서는 주로 형성평가(수학익힘책 문항), AI학습진단, AI문항추천, AI추천학습, AI생활기록부(대시보드) 등의 기능을 사용하였는데, 실제 수업 상황에서 사용하기 위해서는 교사와 학생의 상호작용을 지원해주는 기능들이 필요한 경우가 많았다. 따라서 수업 상황에서 효과적으로 활용될 수 있는 다양한 인공지능 교육시스템(똑똑! 수학탐험대, 클래스팅AI, 칸 아카데미 등)을 통해 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하는 연구를 진행할 수 있다. 혹은 가정학습용인 아이스크림홈런을 수업용으로도 쓰기 위해 시스템의 구조와 UI를 바꾸는 도구 개선 연구가 후속으로 이루어질 수 있다.

셋째, 교원의 인공지능, 디지털, 데이터 리터러시 역량을 강화할 수 있는 방안에 대한 연구가 이루어질 필요가 있다. 본 연구에서 개발한 설계원리를 실제 교육현장에 적용하기 위해서는 교원의 인공지능, 디지털,

데이터 리터러시가 반드시 요구된다. 인공지능 교육시스템의 기본적인 사용법은 물론이며 AI학습진단, AI문항추천, AI추천학습의 기능과 대시보드의 데이터를 활용할 수 있어야 데이터에 기반해서 맞춤형 수업을 실시할 수 있기 때문이다. 하지만 인공지능, 디지털, 데이터 리터러시가 부족한 교원에게 데이터 기반 맞춤형 수업을 요구하기만 하면 기술 전문가가 아닌 교원이 부담감을 느낄 수 밖에 없다. 이를 보완하기 위해 교육부(2022)는 예비교원 단계에서부터 현직교원까지 AI,디지털 역량을 함양하기 위한 교원 양성 추진체계(AI Education Alliance & Policy Lab, AIEDAP)를 구축하였다. 이를 바탕으로 국가 차원에서 예비교원, 현직교원의 인공지능, 디지털, 데이터 리터러시 역량을 체계적이고 지속적으로 강화할 수 있도록 많은 정책적 지원이 필요하다.

참고문헌

과학기술정보통신부 (2019). **인공지능 국가전략**. 과학기술정보통신부.

교육부 (2019). **교사용 지도서 수학 5-2**. 교육부

교육부 (2020a). **인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제**. 교육부.

교육부 (2020b). **수학교육 종합계획**. 교육부.

교육부 (2021a). **2022 개정 교육과정 총론 주요사항(시안)**. 교육부.

교육부 (2021b). [교육부 12-21(화) 조간보도자료] 온라인 콘텐츠 활용 교과서로 학생 맞춤형 수업 운영. Retrieved from www.moe.go.kr

교육부 (2021c). **교육회복 종합방안 기본계획**. 교육부.

교육부 (2022). 디지털 시대의 주인공이 될 100만 인재를 양성합니다. 교육부 보도자료.

금선영, 조영환, 허선영, 김명신 (2021). 코로나 19 팬데믹 시대 원격수업에 나타난교사 행위자성의 유형과 영향 요인. **교육공학연구**, 37(2), 161-190.

김도헌 (1996). 교사 수업계획과정의 실행절차 및 사고과정에 관한 연구: 수업체제 설계이론에 주는 시사점을 중심으로. 한양대학교 석사학위논문.

김미령, 정경영, 노지화. (2019). 수업활동 기반 협력적 인공지능 수학교사 개발에 대한 고찰. *East Asian Mathematical Journal*, 35 (4), 507-528.

김민정, 김재원, 손정우, 한인기 (2011). 초등 수학 영재교육에서 개별화 수업의 가능성 탐색. **초등수학교육**, 14(2), 207-218.

김선희 (2020). 융복합 수업 설계 및 시연에서 수학의 특성과 역할에 대한 예비교사들의 인식 변화. **열린교육연구**, 28(2), 21-45.

김신애, 방준성. (2020). ‘교육인공지능 (Education AI)’ 개념의 도입: 인간-AI 협업의 지속가능한 교육을 위한 도전. **교육원리연구**, 25(1),

1-21.
김태기 (2019). 학습분석학의 교수학습현장적용을 위한 학습데이터 탐색. **아시아교육연구**, 20.
김화경, 계보경, 이지윤, 임완철, 최인용, 이지수. (2018). 지능정보기술을 활용한 수학교육 변화방안 연구. 한국과학창의재단.
대한민국 정책 브리핑 (2017). 10년 내 인공지능, 로봇으로 대체 가능 직업은? Retrieved from https://www.korea.kr/jobinfo/workPlaceView.do?newsId=148827116
뤼이드 (2020). 교육AI의 기본이자 시작 : Deep Knowledge Tracing(DKT). Retrieved from https://medium.com/@riiidtechblog
박기용. (2013). 교사의 수업설계 전문성 개발을 위한 교육프로그램 개발 연구. **교육공학연구**, 29(4), 783-814.
박선형, 이상규. (2012). 교원 행정업무 부담에 대한 질적 사례 연구. **한국교원교육연구**, 29, 371-396.
박연정, 조일현. (2014). 학습 분석학 기반 대시보드의 설계와 적용. **교육정보미디어연구**, 20(2), 191-216.
박주경, 오영열 (2013). 초등학교 수학 학습 부진 발생 경향 분석. **한국초등수학교육학회지**, 17(2), 265-283.
박만구. (2020). 수학교육에서 인공지능의 활용 동향. **한국초등교육**, 31, 91-102.
박수정, 윤혜련, 곽덕훈. (2014). SIGONGmedia 시공미디어. **한국콘텐츠학회지**, 12(2), 85-89.
성은모, 진성희, 유미나. (2016). 학습분석학 관점에서 학습자의 자기주도 학습 지원을 위한 학습 데이터 탐색 연구. **교육공학연구**, 32(3), 487-533.
신동조 (2020). 초・ 중등교육에서 인공지능: 체계적 문헌고찰. **수학교육학연구**, 30(3), 531-552.
신서경, 신선애. (2021). 개인화학습 기반 플립러닝 수업설계 개념모형 개

발. **교육공학연구**, 37(1), 59-94.

아이스크림홈런 (2021). 아이스크림에듀, AI추천학습 프로그램 론칭. Retrieved from https://mid.home-learn.co.kr/news/magazine/1486?keyword=%20Weekly&page=0

아이스크림홈런 (2022). 아이스크림 홈런 - 디지털교과서 시대의 초등학습. Retrieved from https://www.home-learn.co.kr/

오석환, 김현진. (2021). 인공지능 애플리케이션을 활용한 고등학교 수학 수업설계의 효과: 학업성취도와 정의적 영역을 중심으로. **교육정보미디어연구**, 27(2), 401-422.

이데일리 (2022) 아이스크림에듀, 학습지원 장학생 시상... '공친 프로젝트' 성료 Retrieved from https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=01485846632197720&mediaCodeNo=257

이선희 (2019). 개인화 학습 지원을 위한 공개교육자원(OER) 활용 교수설계원리 개발연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

이지혜, 허난 (2018). 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색. **수학교육 논문집**, 32 (1), 23-36.

이환철, 김형원, 이지혜, 이현숙, 고호경. (2017). 수학학습 정의적 영역 검사 도구 개발 연구. **학교수학**, 19(2), 267-287.

이현경 (2022). 학습자 데이터 기반 맞춤형 수업설계에 대한 초등학교 교사의 인식과 설계과정 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

이현경, 조영환, 금선영 (2022). 학습자 데이터 기반 맞춤형 수업설계에 대한 초등학교 교사의 인식. **교육공학연구**, 38(1), 37-67.

이현숙, 김중훈, 이화영, 김혜미, 정평강, 신재현, 이대식, 장혜원, 남지현, 이영호 (2019). 인공지능(AI) 활용 초등수학 교육시스템 개발 방안 연구. 한국과학창의재단

임미인, 김혜미, 남지현, 홍옥수. (2021). 인공지능 (AI) 활용 초등수학수

업 지원시스템의 교수· 학습 적용 방안 모색. **학교수학**, 23 (2), 251-270.

임영빈, 안서헌, 김경미, 김중훈, 홍옥수. (2021). 인공지능을 활용한 수업 지원시스템의 효과성 분석:<똑똑 수학탐험대> 사례를 중심으로. **한국초등교육**, 32 (4), 61-73.

임웅, 박미미. (2021). AI 기반 수학교육 관련 국외 연구의 논지 탐색. **학습자중심교과교육연구**, 21(14), 621-635.

임철일 (2019). 미래 사회와 교육을 위한 교육공학 연구 및 실천 영역의 재조명. **교육공학연구**, 35(2), 253-287.

임철일, 강윤지, 계보경, 권가진, 김근재, 김동호, 김수환, 김주현, 김현철, 김호준, 배창섭, 손제득, 송석리, 송은정, 이웅기, 임완철, 정훈, 조기성, 조현구, 최삼락 (2021). **AI시대, 교사는 살아남을 것인가**. 고양: 학이시습

장혜원, 남지현. (2021). 초등수학교육에서 인공지능 활용의 실제-초등수학 수업지원시스템 '똑똑! 수학탐험대'를 중심으로. **한국초등교육**, 31, 105-123.

조선에듀 (2021) 아이스크림 교과서, 13곳 출판사 중 높은 채택률 기록 Retreived from http://edu.chosun.com/site/data/html_dir/2021/11/11/2021111101708.html

조일현 (2015). 학습분석학과 학습설계, 그 융합 지평의 전개. **한국교육공학회 학술대회발표자료집**, 2015(2), 422-434

조일현, 김정현. (2013). 학습분석학을 활용한 e-러닝 학업성과 추정 모형의 통계적 유의성 확보 시점 규명. **교육공학연구**, 29(2), 285-306.

주수빈, 장성봉, 전수영 (2021). 개인별 생활 루틴을 반영한 초개인화 추천 시스템. Journal of The Korean Data Analysis Society (JKDAS), 23, 2587-2598.

최민영, 이태욱. (2019). 인공지능 교육의 현황과 학교 및 교사의 역할 변화 예측. 한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 23(2), 85-88.

최영인, 홍선주, 박재현. (2019). 국어과 예비교사를 위한 데이터 기반 맞

춤형 수업 설계 프로그램 개발 연구. **교사교육연구**, 58(2), 221-236.

최서연 (2022). 인공지능 교육시스템 기반 초등학교 수학 수업 설계모형 개발. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

통계청 (2022). 학급당 학생수(시도/시/군/구). Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1YL15001

한국경제신문 (2018). AI가 전문직도 대체?… 5년간 일자리 510만개 사라진다. Retrieved from https://www.hankyung.com/it/article/2018030914021

한국고용정보원 (2016). **2030 미래 직업세계 연구 Ⅱ**. 한국고용정보원

한국교육과정평가원 (2018). **표준화 이슈리포트 : 학습 분석 데이터 수집 체계표준 동향 - IMS Caliper와 xAPI 현황 및 비교**. 한국교육과정평가원.

한형종, 김근재, 권혜성. (2020). 인공지능 활용 교육에 대한 초등교사 인식 분석. **디지털융복합연구**, 18(7), 47-56.

함윤희, 조영환, 이한솔, 김혜은 (2021). 다중양식 학습분석의 연구동향과 발전방안 탐색을 위한 체계적 문헌 고찰. **교육정보미디어연구**, 27(2), 501-529.

홍선주, 김태은. (2010). 맞춤형 학습의 효과적 방안에 대한 인식 조사. **초등교육연구**, 23(2), 309-334.

홍선주, 정연준, 안유민, 이영태, 이동욱, 안태연, 최영인, Micheal Lee (2018). 지**능정보사회 교사 역량 제고를 위한 연수 프로그램 개발 Ⅰ: 교수학습 역량 모델링.** 한국교육과정평가원(연구보고RRI 2018-3)

홍선주, 조보경, 최인선, 박경진, 김현진, 박연정, 박정호, 이영신 (2020). **학교교육에서 인공지능 활용방안 탐색.** 한국교육과정평가원

Ainley, J., Gould, R., & Pratt, D. (2015). Learning to reason from samples: Commentary from the perspectives of task design and

the emergence of "big data". *Educational Studies in Mathematics*, 8(8), 405-412.

Alkhatlan, A., & Kalita, J. (2018). Intelligent tutoring systems: A comprehensive historical survey with recent developments. arXiv preprint arXiv:1812.09628.

Baneres, D., Caballé, S., & Clarisó, R. (2016). Towards a learning analytics support for intelligent tutoring systems on MOOC platforms. In 2016 10th international conference on complex, intelligent, and software intensive systems (cisis) (pp. 103-110). IEEE.

Baker, T., & Smith, L. (2019). Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Retrieved from https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf (2020.06.28.)

Be sche re r, C., Korte nkamp, U., Mülle r, W., & Spannage l, C. (2010). Re se arch in the fie ld of inte llige nt computer-aided assessment. In A. McDougall, J. Murnane, A. Jones, & N. Reynolds (Eds.). *Researching IT in education: Theory, practice and future directions* (pp.200-205). London: Routledge

Blikstein, P., & Worsley, M. (2016). Multimodal learning analytics and education data mining: Using computational technologies to measure complex learning tasks. *Journal of Learning Analytics*, 3(2), 220-238.

Bray, B., & McClaskey, K. (2014). *Make learning personal: The what, who, wow, where, and why.* Corwin Press.

CAITLIN MACRAE (2022). IBM Watson Tutor. Retrieved from http://www.caitlinmacrae.com/ibm-watson-tutor-1

Carnegie Learning (2022). MATHia-Carnegie Learning. Retrieved from https://www.carnegielearning.com/solutions/math/mathia/

Craig, S. D., Hu, X., Graesser, A. C., Bargagliotti, A. E., Sterbinsky, A., Cheney, K. R., & Okwumabua, T. (2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student's knowledge and behaviors. *Computers & Education*, 68, 495-504.

Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research.* SAGE publications.

D'mello, S., & Graesser, A. (2013). AutoTutor and affective AutoTutor: Learning by talking with cognitively and emotionally intelligent computers that talk back. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems* (TiiS), 2(4), 1-39.

Dror, I. E. (2008). Technology enhanced learning: The good, the bad, and the ugly. *Pragmatics & Cognition*, 16(2), 215-223.

EDUCAUSE (2010). *Things you should know about analytics,* EDUCAUSE 7 things you should know series. Retrieved June 30, 2015 from http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7059.pdf

Elias, T. (2011). *Learning analytics: Definitions, processes and potential.* Retrieved April 10, 2014 from http://learninganalytics.net/LearningAnalyticsDefinitionsProcessesPotential.pdf

Embretson, S. E., & Reise, S. P. (2013). *Item response theory*. Psychology Press.

FitzGerald, E., Jones, A., Kucirkova, N., & Scanlon, E. (2018). A literature synthesis of personalised technology-enhanced learning: what works and why. *Research in Learning Technology*, 26. https://doi.org/10.25304/rlt.v26.209

Graesser, A. C. (2011). Learning, thinking, and emoting with discourse technologies. *American psychologist*, 66(8), 746.

Grawemeyer, B., Mavrikis, M., Holmes, W., Gutiérrez-Santos, S., Wiedmann, M., & Rummel, N. (2017). Affective learning: improving engagement and enhancing learning with affect-aware feedback. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(1), 119-158.

Green, S. A., Billinghurst, M., Chen, X., & Chase, J. G. (2008). Human-robot collaboration: A literature review and augmented reality approach in design. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 5(1), 1-18.

Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H., & Mavrikis, M. (2018). *Technology-enhanced personalised learning: Untangling the evidence.*

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). 인공지능 시대의 미래교육: 가르침과 배움의 함의(정제영, 이선복 역). 서울: 박영사.

Holstein, K., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2018). Student learning benefits of a mixed-reality teacher awareness tool in AI-enhanced classrooms. In International conference on artificial intelligence in education (pp. 154-168). Springer, Cham.

Holstein, K., Yu, Z., Sewall, J., Popescu, O., McLaren, B. M., & Aleven, V. (2018, June). Opening up an intelligent tutoring system development environment for extensible student modeling. *In International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 169-183). Springer, Cham.

Jo, I. (2012). On the LAPA (Learning Analytics for Prediction & Action) model suggested. Proceedings of Future Research Seminar. *Korea Society of Knowledge Management*, Seoul.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). *The 2011 Horizon Report.* Austin,Texas: The New Media Consortium.

King, C. L., Warnars, H. L., Nordin, N., & Utomo, W. H. (2021). Intelligent Tutoring System: Learning Math for 6th-Grade Primary School Students. *Education Research International*, 2021.

Knewton (2022). Knewton - Achievement Within Reach. Retrieved from https://www.knewton.com/

Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2015). Effectiveness of intelligent tutoring systems a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 0034654315581420. Retrieved from https://doi.org/10.3102/0034654315581420

Lee, D., Huh, Y., Lin, C. Y., & Reigeluth, C. M. (2018). Technology functions for personalized learning in learner-centered schools. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1269-1302.

Lee, W., Chun, J., Lee, Y., Park, K., & Park, S. (2022, April). Contrastive Learning for Knowledge Tracing. *In Proceedings of the ACM Web Conference 2022* (pp. 2330-2338).

Luis, R. M. M. F., Llamas-Nistal, M., & Iglesias, M. J. F. (2017, June). Enhancing learners' experience in e-learning based scenarios using Intelligent Tutoring Systems and Learning Analytics: First results from a perception survey. *In 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies* (CISTI) (pp. 1-4). IEEE.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education.

Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). What does it mean for

teachers to be data literate: Laying out the skills, knowledge, and dispositions. Teaching and Teacher Education, 60, 360-376. https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.07.01

Moallem, M. (1998). An expert teacher's thinking and teaching and instructional design models and principles: An ethnographic study. *Educational technology research and development*, 46(2), 37-64.

NVIDIA KOREA (2016). 2012년 이미지넷에서 알파고까지... 딥러닝의 모든 것. Retrieved from https://blogs.nvidia.co.kr/2016/03/21/all_of_deeplearning/

Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational psychologist*, 38(1), 1-4.

Patrick, S., Kennedy, K., & Powell, A. (2013). Mean what you say: Defining and integrating personalized, blended, and competency education. *International Association for K-12 Online Learning*.

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,* 68 (3), 1409-1437.

Prodromou, T. (2015). Adults' perceptions of risk in the big data era. *The Mathematics Enthusiast*, 12(1, 2 & 3), 364-377.

R Core Team (2021). R: *A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from https://cran.r-project.org. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).

Recker, M., & Lee, J. E. (2016). Analyzing learner and instructor interactions within learning management systems: Approaches and examples. In M. J. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress

(Eds.). *Learning, design, and technology: An international compendium of theory, research, practice, and policy* (pp. 1-23). Cham: Springer International Publishing

Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, Volume II.* Routledge.

Reigeluth, C. M. (2017). Designing technology for the learner-centered paradigm of education. In C. M. Reigeluth, B. J. Beatty, & R. D. Myers (Eds.), *Instructional-design theories and models: The learner-centered paradigm of education* (vol. 4, pp. 287-316).

Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design and development research: Methods, strategies, and issues*. Routledge.

Riiid (2021). Riiid Teamblog. Retrieved from https://medium.com/riiid-teamblog-kr

Roberts-Mahoney, H., Means, A. J., & Garrison, M. J. (2016). Netflixing human capital development: personalized learning technology and the corporatization of K-12 education. Journal of Educational Policy, 31(4), 405-420. https://doi.org/10.1080/02680939.2015.113277

Rose, T. (2016). *The end of average: How we succeed in a world that values sameness*. HarperOne.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Malaysia.

Schwendimann, B. A., Rodriguez-Triana, M. J., Vozniuk, A., Prieto, L. P., Boroujeni, M. S., Holzer, A., & Dillenbourg, P. (2017). Perceiving learning at a glance: A systematic literature review of learning dashboard research. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(1), 30-41.

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for

normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591-611.

Siemens, G. (2010). *What are learning analytics?* Retrieved February 10, 2015 from http://www.elearnspace.org/blog/2010/08/25/what-are-learning-analytics/

Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30.

Spector, J. M. (2015). Personalized learning and instruction. In J. M. Spector (Ed.), *The SAGE encyclopedia of educational technology* (pp. 575-580). SAGE Publications, Inc.

Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A metaanalysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 970-987.

The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from https://www.jamovi.org.

Trenholm, S., & Peschke, J. (2020). Teaching undergraduate mathematics fully online: a review from the perspective of communities of practice. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17, 37.

Turnbull, D., Chugh, R., & Luck, J. (2021). Learning management systems: A review of the research methodology literature in Australia and China. *International Journal of Research & Method in Education*, 44(2), 164-178.

van Leeuwen, A. (2019). Teachers' perceptions of the usability of learning analytics reports in a flipped university course: When and how does information become actionable knowledge?. *Educational Technology Research and Development,* 67(5), 1043-1064

Ventura, M., Chang, M., Foltz, P., Mukhi, N., Yarbro, J., Salverda, A. P., ... & Afzal, S. (2018, June). Preliminary evaluations of a dialogue-based digital tutor. *In International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 480-483). Springer, Cham.

Wilcoxon F (1945) Individual comparisons by ranking methods. *Biometrics* 1:80–83

Wise, A. F., & Jung, Y. (2019). Teaching with analytics: Towards a situated model of instructional decision-making. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 53–69.

Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019). Trends and development in technologyenhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599.

Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 79-101.

부 록

[부록 1] 내적 타당화를 위한 전문가 타당화 질문지

[부록 2] 수학교과 정의적 영역 측정도구 : 사전 • 사후검사용 설문지

[부록 3] 교수자 대상 수업 반응 면담 질문지

[부록 4] 학습자 대상 수업 반응 면담 질문지

[부록 5] 학습자용 가이드라인 예시

[부록 6] 교수자용 가이드라인 예시

[부록 7] 최종 설계원리 수업활동 절차

[부록 1] 내적 타당화를 위한 전문가 타당화 질문지

‘인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업 설계원리 개발 : 초등학교 수학수업을 중심으로’ 을 위한 2차 전문가 타당화 검토

안녕하십니까? 저는 서울대학교 교육학과 교육공학 전공 석사과정에 재학 중인 이홍규입니다. 본 설문지는 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업설계 원리에 대한 타당화를 검토하기 위한 목적으로 개발되었습니다.

전문가 타당화 검토는 1. 연구의 소개 2. 타당도 검토로 구성되어 있으며, 1. 연구의 소개에는 1) 연구의 목적 및 필요성, 2) 연구 문제, 3) 설계원리 개발 과정, 4) 주요 내용으로 구성되어 있습니다. 타당도 검토는 1) 설계원리 전반에 대한 타당도 검토, 2) 스캐폴딩 세부 전략에 대한 타당도 검토로 구성되어 있습니다.

타당도 검토는 객관식 문항과 구체적인 의견을 묻는 개방형 질문을 포함하였습니다. 응답 시간은 약 1시간 정도 소요 될 것으로 예상 됩니다. 전문가 인적사항에 작성해주시는 개인정보는 자료 식별용으로만 사용되며 익명성을 보장할 것을 약속드립니다. 연구에서는 전문가임을 입증하기 위하여 전공분야, 최종학력, 경력만 제시될 것입니다.

질문에 응답하실 때 이해가 되지 않거나 설명이 필요한 부분은 연구자에게 질문하실 수 있습니다. 바쁘신 중에도 연구에 협조해주셔서 대단히 감사합니다.

서울대학교 대학원 교육학과 교육공학전공 석사과정 이홍규 드림

서울대학교 교육학과 이홍규
phong0104@snu.ac.kr,
010-6680-5795

□ 전문가 인적사항

○ 이름 :
○ 소속 / 지위 :
○ 전공 분야 :
○ 최종학력 :
○ 실무 및 연구경력 기간 :

1. 연구 소개

1) 연구의 필요성과 목적

❍ 인공지능 국가전략(과학기술정보통신부, 2019), 인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제(교육부, 2020), 2022 개정 교육과정 총론 주요사항(교육부, 2021)와 같은 국가계획들을 살펴보면 인공지능을 왜 교육현장에서 사용해야 하는지(Why), 인공지능기반교육, 인공지능이해교육, 인공지능활용교육, 인공지능융합교육 등이 무엇인지(What) 안내되어 있지만, **교육현장의 교사들이 인공지능 관련 교육을 구체적으로 어떻게(How) 해야 하는지에 대한 안내는 상대적으로 미비했**다.

❍ 임철일(2019)이 교육공학의 새로운 연구와 실천 영역으로 '맞춤형 학습을 위한 인공지능 활용 교육'을 제시한 것처럼 향후 새로운 교육환경에서도 최적화(Optimization)된 인공지능 활용 교육 운영을 위해 교수설계원리, 교수 전략, 교수설계모형, 수업모형 개발 등의 연구가 이루어질 필요가 있다.

❍ 따라서, **학교에서 인공지능을 효과적으로 활용하기 위해 활발하게 연구되는 교과가 수학**이다. 수학 교과는 내용의 위계성, 계통성이 강해 선수학습이 제대로 되어 있지 않으면, 후속학습을 진행하기 어렵다(김선희, 2020). 학습내용을 쉽게 이해하지 못하는 학습부진아 학생들은 더욱더 선수학습수준과 학습속도 등을 파악하고 개별 학습자의 특성과 요구에 집중할 수 있는 맞춤형 수업이 필요하다고 볼 수 있다.

❍ 그러나 **초등학교 교육현장에서 이러한 맞춤형 수업에 대한 요구를 모두 충족시키기에는 현실적으로 한계**가 있는 상황에서 학생들에게 맞춤형 수업을 할 수 있도록 도와줄 수 있는 것이 테크놀로지이다. 교사의 맞춤형 수업을 도와줄 수 있는 테크놀로지는 인공지능 교육시스템(Intelligent Tutoring System)과 학습분석(Learning Analytics)이 있다.

❍ 먼저, **인공지능 교육시스템은 일반적으로 수학 교과와 같이 지식이**

일정한 구조를 갖추고 있는 영역에서 인공지능 기술을 활용하여 각 학생이 맞춤형 단계별 학습을 할 수 있도록 도와줄 수 있다(Alkhatlan & Kalita, 2018). 인공지능 교육시스템은 개별 학생의 특성과 필요에 따라 오개념을 잡아주거나, 최적의 단계별 학습 경로를 제공해주거나, 학습이 진행되는 동안 난이도를 조절하거나 힌트를 주는 등 맞춤형 피드백을 제공해준다(신동조, 2020).

❍ **학습분석을 통해 교사의 맞춤형 수업을 도와줄 수 있다.** 학습분석이란 테크놀로지가 매개하는 학습환경에서 다양하게 일어나는 학습 행동과 교수학습 맥락에서 발생하는 데이터를 측정, 수집, 분석, 예측하여, 데이터에 기반하여 교수학습적 의사결정을 내릴 수 있도록 지원하는 학문이다(조일현, 2015; Siemens & Long, 2011). 최근에는 웹 데이터, 음성, 설문자료, 시서, 생리심리반응 등 다양한 자원으로부터 수집된 학습데이터를 분석해서 학습과정을 이해하고 수업을 개선하려는 다중양식 학습분석(Multimodal Learning Analytics)에 대한 연구도 활발하다(함윤희, 조영환, 이한솔, 김혜은, 2021; Blikstein & Worsley, 2016). 교사가 맞춤형 수업을 할 수 있는 기술적인 교육환경의 기반은 충분히 마련되고 있음을 알 수 있다.

❍ 하지만 **인공지능 교육시스템과 학습분석 기술이 단순히 존재한다고 해서 맞춤형 수업을 구현하는 것은 어렵다**. 선행연구들을 살펴보면, Holmes et al.(2019)는 인공지능 교육시스템이 강의식 수업에 비해서는 교육적 효과가 있지만, 아직까지 학생과 교사의 상호작용이 일어나는 1대1 학습지도에 비해선 역부족이라고 하였다. 또한 Holstein et al.(2018)은 인공지능 교육시스템 자체가 학생들이 학습하는 데 어느정도 효과적일 수는 있지만, 인공지능 교육시스템이 교사와 협력해서 함께 작동되도록 디자인 된다면 훨씬 효율적일 것이라 주장하였다.

❍ 또한, **학습분석 기술 자체만으로는 맞춤형 수업을 구현하는 것이 어렵다는 선행연구들도 있었다.** 인공지능 교육시스템을 통해 수집된 데이터가 교사에게 아무리 주어지더라도 교사가 데이터를 교수설계에 의미

있게 반영하지 않는다면, 데이터는 무의미해지며, 맞춤형 수업을 실현할 수 없게 된다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). 교사가 교수설계원리를 통해 학습자 데이터에 기반해서 수업을 설계하고, 의미있는 교육적 처방까지 도출해야 맞춤형 수업을 실현할 수 있는 것이다(van Leeuwen, 2019). 홍선주 외(2018) 또한, 미래 교사에게 요구되는 역량을 규명한 바 있는데, 도출된 14개의 미래 교사 역량 가운데 '데이터 기반 학습자 진단 역량'과 '맞춤형 학습 설계역량'은 미래의 학교 교육에서 '맞춤'을 가능하게 하는 주요 역량으로 선정하였다. 따라서, 맞춤형 수업을 위해서는 교사가 데이터에 기반해서 학습자를 진단하고, 이를 바탕으로 수업을 설계해야 함을 알 수 있다.

○ **인공지능 교육시스템과 관련한 선행연구**로는 인공지능 교육시스템을 직접 개발하거나(King et al., 2021;이현숙 외, 2019) 'ALEKS', '똑똑! 수학탐험대', '콴다(QANDA)'와 같은 인공지능 교육시스템을 교육현장에서 활용하여 효과성만 알아보는 경우가 많았다(Craig et al., 2013; 임영빈 외, 2021;오석환, 김현진, 2021). '똑똑! 수학탐험대'를 활용한 교수설계모형을 개발하거나(최서연, 2022), 교수학습모형 및 시나리오를 개발하기도 하였지만(임미인 외, 2021), '똑똑! 수학탐험대'는 초등학교 1~2학년만을 대상으로 하였으며, 학습 내용도 게이미피케이션 기반 활동이 많아 초등학교 5~6학년에게 활용하기에는 맥락이 맞지 않았다. 미국의 경우 Phillips et al.(2020)이 블렌디드 러닝 상황에서 ALEKS를 활용한 수학 수업을 실시하고, 적응적 학습(Adaptive Learning)과 맞춤형 수업(Personalized Instruction)을 실시하기 위한 모델을 디자인했지만, 미국 교육과정의 특수한 상황에 적합할 뿐 한국의 교육과정과 교육환경에는 맞지 않았다.

○ 따라서 **본 연구에서는 한국의 초등학교 5~6학년의 담임교사가 수학수업에서 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때, 데이터에 기반하여 맞춤형 수업을 설계하는 원리를 개발하고자 한다.**

2) 연구 문제

첫째, 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 교수설계원리는 어떻게 구성되는가?

둘째, 초등학교 수학 수업에서 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 교수설계원리에 대한 교수자와 학습자의 반응은 어떠한가?

3) 설계원리 개발 과정

- **선행문헌 검토**

‘인공지능 교육시스템, 수학교육에서의 인공지능 활용, 데이터 기반 교수설계’ 세 부분으로 나누어 선행 문헌을 탐색하였다. 문헌 검토 및 수집은 한국교육학술정보원이 제공하는 학술연구정보서비스(http://www.riss.kr)와 구글 학술검색(http://scholar.google.com)를 이용하였고, IAIED, Computers & Education, ETR&D, BJET와 같은 국제 학술저널을 중심으로 조사하였다. 선행문헌 검토를 위해 ‘인공지능 기반교육’, ‘인공지능 활용교육’, ‘인공지능 교육시스템’, ‘지능형 튜터링 시스템’, ‘AI튜터’, ‘인공지능 수학교육’, ‘데이터 기반 교수’, ‘데이터 교수설계’, ‘학습분석학’, ‘Intelligent Tutoring System’, ‘ITS’, ‘Intelligent Tutor’, ‘AIED’, ‘Artificial Intelligence’, ‘Mathematics Education’, ‘Learning Analytics’, ‘Data based Instructional Design’, ‘Data based Instruction’, ‘Data driven Instruction’, ‘Data driven decision making’ 등의 키워드를 사용하였다.

- **경험적 탐색**

선행문헌 검토를 통해서 ‘인공지능 교육시스템’과 ‘데이터 기반 맞춤형 교수설계’가 동시에 연구된 사례를 찾을 수 없어서, ‘인공지능 교육시스템’과 ‘데이터 기반 맞춤형 교수설계’를 따로 검색해서 살펴보았다. 그리고 본 연구의 목적에 맞는 교수설계원리를 개발하기 위해서 초등수학교육 전문가 1인, ‘아이스크림홈런’ 시스템 개발 및 운영을 담당하고 있는 인공지능 전문가 1인과 화상회의 프로그램 Zoom을 통해 요구분석을 진행하였다. 인공지능 교육시스템을 초등학교 교육현장에서 활용하기 위해 구성원들의 요구에는 어떤 것이 있었는지 확인해 보았다. 요구분석 주요 질문은 ‘인공지능 교육시스템이 필요한지’, ‘어떤 교육적 문제를 해결하고 싶은지’, ‘문제해결을 위해 교수설계원리가 필요한지’, ‘개발된 교수설계원리와 함께 어떤 형태의 직무보조물이 필요한지’, ‘인공지능 교육시스템의 어떤 기능들이 교육 현장에 적용 가능한지’, ‘인공지능 교육시스템에서 어떤 데이터들을 활용할 수 있는지’ 등이었다. 요구분석에서 나온 의견과 피드백을 본 연구에 반영하고자 하였다.

4) 주요 내용

▪ 인공지능 교육시스템(Intelligent Tutoring System)

Intelligent Tutoring System(ITS)는 오랫동안 교육 분야에서 활용될 수 있는 인공지능으로서 주목받아 왔고, 현재도 활발하게 연구되고 있는 분야이다(Holmes et al., 2019). 일반적으로 ITS는 수학 교과와 같이 지식이 일정한 구조를 갖추고 있는 영역에서 각 학생이 맞춤형 단계별 학습을 할 수 있도록 활용되고 있다(Alkhatlan & Kalita, 2018). ITS는 '인공지능 교육시스템', '지능형 튜터링 시스템', '지능형 교수 시스템', '인공지능 기반 교육시스템' 등으로 다양하게 번역되어 불리고 있다(김신애, 방준성, 2020). 본 연구에서는 ITS를 '인공지능 교육시스템'으로 용어의 정의를 내리고자 한다. 그리고 본 연구에서 선정한 연구도구인 '아이스크림홈런'의 다양한 인공지능 기술과 학습내용, 학습관리시스템을 살펴본 결과 ITS의 조건에 부합하다고 판단하였고, '인공지능 교육시스템'으로 분류하고 연구를 진행하고자 한다.

▪ 맞춤형 수업(Personalized Instruction)

홍선주, 김태은(2010)은 맞춤형 수업(Personalized Instruction)을 학습자의 인지적, 정의적 영역의 다양한 차이를 고려하여 각각의 학습자가 의미 있는 학습을 성취할 수 있도록 개별화된 교육활동을 제공하는 것으로 정의하였다. 만약 학습자의 학습활동에 초점을 맞추는 경우에는 맞춤형 학습(personalized learning)이라는 용어로도 불리기도 한다. 다만, 맞춤형 학습이라는 용어를 사용한다면, 학습자 스스로 자신의 필요에 따라 학습 목표를 설정하고, 학습내용, 학습활동, 학습자원 등을 자율적으로 선택하는 것을 허용한다. 본 연구의 연구도구인 '아이스크림홈런' 인공지능 교육시스템을 사용해서, 가정에서 스스로 학습을 해나가는 경우라면 맞

춤형 학습이 적합하겠으나, 본 연구의 연구환경은 초등학교 수업에서 교사와 학생이 인공지능 교육시스템을 사용하는 것이므로, 맞춤형 학습보다는 맞춤형 수업에 초점을 맞추고자 한다.

Spector(2015)에 따르면, 수준별 수업은 동일한 학습 목표가 제시된 상황에서 개별 학습자나 학습자 집단의 선호나 수준에 따라 지도방법, 교수학습적 접근을 달리하는 방식이다. 개별화 수업은 동일한 학습 목표가 제시된 상황에서 학습자 집단의 선호보다는 개별 학습자의 요구에 맞추어 지도 방법과 교수학습적 접근을 달리하는 방식이다(Bray & McClaskey, 2014). 이에 반해 개인화 학습은 개별 학습자의 요구 및 선호에 따라서 학습목표, 내용, 방법, 속도를 달리하는 방식으로 이루어지는 학습이다. 본 연구에서는 연구도구인 인공지능 교육시스템 '아이스크림 홈런'을 초등학교 교육현장에서 교사와 학생이 함께 활용하는 것이 목적이므로, 수준별 수업과 개별화 수업의 의미로 맞춤형 수업을 정의하고자 한다.

- **데이터 기반 맞춤형 교수설계**

'데이터 기반 맞춤형 교수설계'란 교사에게 제공된 학습자 데이터를 바탕으로 교육적 의사결정을 내리고, 개별 학습자에게 필요와 요구에 맞는 교육적 처방을 내리는 맞춤형 수업을 실현하기 위해 수업을 설계하는 원리로 정의한다(이현경, 조영환, 금선영, 2022). '데이터 기반 맞춤형 교수설계'는 '학습분석(Learning Analytics)'의 등장에 따라 함께 교육적 가능성에 대해 언급되었다. '학습분석'은 학생의 학습과정과 결과를 예측하기 위해 모델과 데이터를 활용하고 분석 결과에 따라 교육적 의사결정을 내리는 접근이다(EDUCAUSE, 2010). 학습분석이 기술적인 관점에서 다양한 교육환경에서 수집된 학습 데이터를 분석하고 활용하고 교육적 처방까지 설계하는 종합적인 접근이라면, '데이터 기반 맞춤형 교수설계'는 학교에서 수업하는 환경에서 수집된 데이터를 바탕으로 맞춤형

수업을 실현하기 위해 수업을 설계하는 데에 초점을 맞춘 접근이다(최영인, 홍선주, 박재현, 2019). 특히 본 연구에서는 초등학교 수학수업에서 인공지능 교육시스템인 ‘아이스크림홈런’을 활용하여 수집한 학습진단 결과, 평가결과, 학습참여도, 로그데이터 등 인지적 영역의 데이터를 바탕으로 개별 학습자의 필요와 요구에 맞춰 수업과정을 조정하는 설계원리로 정의하고자 한다.

2. 타당도 질문지

1) 설계원리 전반에 대한 타당도 검토

※ 다음은 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업설계원리 전반에 대한 타당성을 묻는 문항입니다. 각 영역에 속하는 문항을 살펴보시고 아래의 평정 척도에 따라 해당하는 란에 '√(체크)' 표시를 해주시고 3점 이하로 응답하신 문항에 대해서는 그 이유와 개선하거나 보완해야 하는 사항을 의견란에 적어주시기 바랍니다.

(1: 전혀 타당하지 않다, 2: 다소 타당하지 않다, 3: 약간 타당하다, 4: 아주 타당하다)

영역	문항	타당도			
		1	2	3	4
타당성	본 설계원리는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에서 실제 교수자가 참고할 수 있는 설계원리로 타당하다.				
	의견:				
설명력	본 설계원리는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에서 고려해야 할 교수자의 설계원리를 잘 설명하고 있다.				
	의견:				
유용성	본 설계원리는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에서 교수자가 유용하게 활용할 수 있다.				
	의견:				
보편성	본 설계원리는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에서 보편적으로 적용될 수 있다.				
	의견:				

영역	문항	타당도			
		1	2	3	4
이해도	본 설계원리는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에서 교수자가 고려해야 할 설계원리를 이해하기 쉽게 표현하고 있다.				
	의견:				
기타의견					

2) 상세지침에 대한 의견 수렴

※ 상제지침을 검토하신 후 타당도에 체크(√) 해주시고 빈칸에 의견을 적어 주시면 감사하겠습니다

(1: 전혀 타당하지 않다, 2: 다소 타당하지 않다, 3: 약간 타당하다, 4: 아주 타당하다)

◉ "학습 환경 요소" 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	타당도			
	1	2	3	4
1. 디지털 학습환경(Digital Learning Environment) 조성의 원리 교수자는 학생들이 수업 중에 인공지능 교육시스템을 원만하게 활용할 수 있도록 교실 내 디지털 학습환경을 조성할 수 있도록 한다.				
1.1 여러 명의 학습자가 교실에서 실시간으로 인공지능 교육시스템을 사용할 수 있도록 무선 네트워크(Wi-Fi) 학습환경을 구축하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 대부분의 인공지능 교육시스템은 웹 혹은 앱 기반으로 되어 있어서 무선 인터넷 연결을 필수로 요구한다. 개별 디바이스 혹은 소프트웨어를 사용하기 위해 통신사의 5G 데이터를 이용하기에는 무리가 따르므로, 교실 내에서 다양한 디바이스(태블릿, 모바일, 노트북, 인공지능 교육시스템 등)가 무선 네트워크망에 접속할 수 있도록 공유기를 설치하고 Wi-Fi를 구축해야 한다. **•상세지침에 대한 예시** 무선 공유기의 성능에 따라 동시 접속 가능한 학생 수 및 인터넷 속도가 달라지므로, 학생들이 원활하게 무선 네트워크를 사용할 수 있도록 적정한 수준의 공유기를 구비해 놓아야 한다. 그리고 학생들이 수업 중에 디바이스를 무선네트워크에 접속할 경우 많은 시간이 지체될 수 있으므로, 무선 네트워크의 ID와 PW를 사전에 학생들에게 안내할 수 있도록 한다. 그리고 디바이스를 무선 네트워크에 자동 연결할 수 있도록 설정해놓고 평소에 학생들이 무선 네트워크에 접속하는 연습을 할 수 있도록 안내한다.			
1.2 인공지능 교육시스템 디바이스를 동시에 여러 대 충전할 수 있고, 분실하지 않도록 비밀번호가 설정되어 있는 충전보관함을 구비하라				
해설 및	**•상세지침에 대한 해설** 태블릿, 노트북, 인공지능 교육시스템을 수업에서 원활하게 활용하기 위해서는 모든 디바이스가 충전이 되어 있어야 한다. 충전이 되어 있지 않을 경우, 학생들이 디바이스를			

예시	충전하다가 수업이 끝나는 경우가 발생할 수도 있다. 일반적인 교실 환경에서는 전기를 공급받을 수 있는 콘센트가 많지 않으며, 멀티탭을 사용한다고 하더라도 학생들의 디바이스(약 20대)를 충전하는데에는 무리가 있다. 따라서 비밀번호가 설정되어 있어서 디바이스를 안전하게 보관할 수 있으면서 충전까지 할 수 있는 충전보관함을 구비할 필요가 있다. 만약 충전보관함이 없을 경우에는 개별로 디바이스를 관리하되, 보안, 파손, 분실에 각별히 유의하도록 안내할 필요가 있다.				
1.3 디지털 기기의 특성상 보안, 파손, 분실에 유의해야함을 학습자에게 안내하고, 문제상황 발생 시 교수자가 대응할 수 있는 매뉴얼을 확인하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템이 소프트웨어로 배포되는 것이 아니라 하드웨어로 배포되는 경우, 디바이스의 가격이 상당할 수 있다. 따라서 파손 및 분실되지 않도록 교사가 각별히 유의해야할 필요성이 있으며, 학생들에게도 주의를 주어야 한다. 학교차원에서 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용할 경우 파손 및 분실 상황을 대비하여 대응체계를 갖추어야 하며, 향후 유지보수가 잘 될 수 있도록 업무담당자 관리체계를 조직화할 필요가 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 경우, 고객센터 대표전화를 통해 파손 및 분실에 대한 문의를 할 수 있으며, AS 매뉴얼을 요청할 수 있다. 교사는 대응 매뉴얼을 확인하고, 수업 중에 인공지능 교육시스템을 활용하고자 할 때는 수업에만 집중할 수 있는 환경을 만들어야 한다.				
의견	내용				
2. 사용편의성(Ease of use)의 원리 학습자가 인공지능 교육시스템을 원활하게 사용하고, 어려움을 겪지 않도록 사전에 연습 및 준비를 한다.					
2.1 학습자의 입장에서 인공지능 교육시스템 활용법을 학습할 수 있는 안내자료(가이드라인, OER)을 제공하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자가 처음에 인공지능 교육시스템을 사용하게 되면, 낯선 UI(User Interface)와 기능, 작동방식으로 인해 인지부하가 와서 학습에 집중하지 못할 수 있다. 따라서 교수자는 학습자의 눈높이에서 쉽게 이해할 수 있는 안내자료를 제시해주어야 한다. 안내자료에는 단계별로 사용법과 유의사항을 담은 가이드라인이나 Youtube, 웹 등의 OER(Open Educational Resources, 공개교육자료)를 활용할 수 있다.				
2.2 교수자가 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 직접 시범을 보이고, 그에 따라 학습자가 인공지능 교육시스템을 직접 다루고 연습할 수 있는 기회를 제공하라					
해설	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법을 화면 미러링(Mirroring) 등의 방법을 통해				

및 예시	학습자들에게 단계별로 사용하는 방법을 안내해주어야 한다. 안내자료를 제공하는 것 뿐만 아니라 학습자에게 직접 시범을 보인다면, 학습자는 교수자의 행동을 모델링(Modeling)하여 쉽고 빠르게 기능을 습득할 수 있다. 모델링한 이후에는 학습자가 스스로 인공지능 교육시스템을 다루고 연습할 기회를 가져, 인공지능 교육시스템과 친숙해질 수 있는 충분한 시간을 가져야 한다.
의견	내용

3. 연결성(Connectivity)의 원리 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습과 학교에서의 학습이 자연스럽게 연결될 수 있도록 한다				
3.1 본 수업 전에 가정에서도 인공지능 교육시스템을 통해 학습할 수 있다는 것을 안내하라				

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습은 학교에서도 이루어지지만 가정에서도 이루어진다. 기존의 전통적인 교실환경에서는 학교의 학습과 가정의 학습이 분리되어 있었으며, ‘과제(숙제)’를 통해 학교의 학습과 가정의 학습을 연결하려는 시도가 제기되고 있지만. 교수자가 가정에서의 학습을 효과적으로 관리하기 힘들었다. 인공지능 교육시스템을 이용한다면 기존의 방식을 벗어나, 인공지능 교육시스템의 콘텐츠와 축적된 데이터를 표현해주는 대시보드를 통해 교수자가 가정에서의 학습을 관리하며 학습자에게 피드백을 제공해줄 수 있는 기반이 마련될 수 이다.

3.2 가정에서의 학습과 학교에서의 학습 결과를 연계하여 학습자가 학습경로를 설정할 수 있도록 지원하라				

해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자는 인공지능 교육시스템이라는 매개체를 통해 가정에서의 학습결과와 학교에서의 학습결과를 동시에 수집할 수 있으며, 이를 종합하여 데이터를 분석하고 교수처방을 내릴 근거를 확보할 수 있다. 교수자는 가정과 학교의 학습결과를 바탕으로 학습경로를 설정(학습자가 학습목표와 계획을 세우고, 학습내용을 선정하는 등)하고자 할 때 도움을 줄 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** OO가 이번주 수학 목표를 정하고자 할 때, 아이스크림홈런의 AI 생활기록부를 확인해볼래? OO가 (여러가지 분수의 곱셈) 부분을 많이 틀렸으니까 이번주는 (여러가지 분수의 곱셈)에서 문제 유형 부분을 확인해보자.
의견	내용

◉ “수업 전 요소” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	타당도			
	1	2	3	4
4. 학습진단(Learning Diagnosis)의 원리 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하여 수업에서 본 단원을 들어가기 전에 학생들의 선수학습수준, 학습부진 가능성을 빠르게 파악하다				
4.1 수업에서 본 단원을 들어가기 전에 학생들이 인공지능 교육시스템의 학습진단 평가를 실시하도록 하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 수학 교과의 5가지 영역(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)별로 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 학생이 학습진단의 문제를 풀어나갈수록 아직 풀지 않은 문제에 대한 정답 확률을 예측해나가면서, 영역별 지식상태를 추적해나간다. 기존에 종이로 된 진단평가를 실시하여 학생의 수준을 파악하는 것도 가능하지만, 인공지능 교육시스템의 학습진단 기능을 활용하면 짧은 시간동안 다양한 영역에서 학생의 지식상태를 추적할 수 있다. 기존에 축적된 무수히 많은 문제풀이 데이터를 활용하여 특정 학생의 상태를 예측해나갈 수 있기 때문이다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 경우 수학 진단평가(AI스캐닝) 기능이 있다. 이 기능은 ‘오늘의 학습’ 항목에서 ‘AI추천학습’을 클릭하면 시작할 수 있다. 10여분 시간동안 최대 15개의 문제를 풀 수 있다. 문제를 풀 때에는 ‘연습장’기능을 활용하여 태블릿 전용 펜으로 풀이과정을 필기를 할 수 있다.			
4.2 학생의 학습진단 기능으로 도출된 선수학습 수준 결과를 시각화된 대시보드를 통해 확인하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학생이 학습진단 평가를 실시하고 나면, 교사는 학생의 선수학습수준이 부족한 부분, 적정한 부분을 5개 영역별(수와 연산, 도형, 측정, 규칙성, 자료와 가능성)로, 단원별로 확인할 수 있다. 수학은 교과 특성상 학습내용의 위계성과 계열성이 강하기 때문에 선수학습 수준이 부족하면 후속학습이 제대로 이루어지기 힘들다. 선수학습수준을 시각화된 대시보드를 통해 부족한 부분, 적정한 부분을 빠르게 확인한다면, 학생은 자신이 학습계획을 세울 때 어느 부분을 중심으로 세울지 참고할 수 있고, 교사는 학생에게 학습순서 및 보완할 부분을 안내할 수 있다. 시각화된 대시보드의 예시로는 수학교과 영역별 이해도 수준 분석현황을 레이더 차트로 나타낼 수 있으며, 학년별/영역별 로 보완이 필요한 단원, 적절한 단원을 표로 나타낼 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 이OO 학생은 현재 5학년이다. 진단평가 실시 후 시각화된 대시보드를 통해 자신의 결과를 확인하는데, 4학년의 수와 연산 영역인 ‘분수’, ‘큰수’, ‘분수의 덧셈과 뺄셈’단원에서 부족한 부분을 보였다. 4학년의 도형 영역인 ‘원’, ‘평면도형의 이동’ 단원은 적정한 수준으			

	로 진단되었다.				
4.3 학습진단 결과를 시각화된 대시보드를 통해 확인한 후, 영역별로 학습부진이 예상되는 학생을 확인하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습진단 결과 영역별로 학생의 이해도가 어느 정도 되는지 확인할 수 있다. 5개 영역 중에서 가장 낮은 영역은 어느 영역인지 확인하고, 동료 학생에 비해 부진한 영역을 확인할 수 있다. 또한, 전체 영역별 이해도를 합산하여 학생의 전반적인 이해도 수준을 나타낼 수 있다. 교사는 추후 이 데이터를 교수학습처방의 근거로 삼을 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 학습진단 결과 이OO 학생은 자료와 가능성(95.6%), 도형(70.1%), 측정(100%) 영역은 적정 수준으로 분석되었으나, 규칙성(35.5%), 수와 연산(42.1%) 영역은 부진한 것으로 나타났다. 본 수업에서 진행하는 단원이 수와 연산 영역에 해당하는 단원(예:분수의 곱셈)일 경우, 교사는 이OO 학생이 수업시간에 내용을 이해하기에 부진할 수 있을 것으로 판단할 수 있다. 이에 대한 교수처방으로 추후 본 수업에서 교사는 이OO 학생이 이해를 잘 하고 있는지 학생의 상태를 적극적으로 확인하거나, 질문을 제시할 수 있다.				
의견	내용				
5. 교육과정 재구성(Curriculum Reconsruction)의 원리 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한지 판단하고, 인공지능 교육시스템을 효과적으로 활용할 수 있도록 수업의 성취기준, 학습목표, 학습진단 결과를 바탕으로 교육과정을 재구성할 수 있도록 한다.					
5.1 본 수업 단원의 차시별 성취기준과 내용이 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합한지 판단하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학의 여러 단원들 중 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때 효과적인 단원이 있을 수 있고, 오히려 역효과가 나는 단원이 있을 수 있다. 모든 단원에서 인공지능 교육시스템을 적용할 필요는 없다. 교사가 본 수업 단원의 교육과정, 성취기준, 목표, 내용, 유의점 등을 확인하고, 인공지능 교육시스템을 활용하였을 때의 장점과 단점, 인공지능 교육시스템을 사용하는 목적 등을 바탕으로 인공지능 교육시스템을 활용하는 것이 적합한지 판단할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 본 수업에서 진행하고자 하는 단원은 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈이다. 분수의 곱셈은 수와 연산 영역에 해당하며, 기본적인 개념과 연산방법을 익힌후 다양한 문제상황을 통해 반복적인 연습을 하고 피드백을 받는 것이 중요한 단원이다. 아이스크림홈런에서는 차시별로 수학익힘책의 문제 뿐만 아니라 추가 문제를 제공해주며, 틀린 문항은 오답노트 기능을 통해 추후 확인할 수 있으므로, 본 수업 단원은 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합하다고 판단할 수 있다.				
5.2 본 수업 단원이 인공지능 교육시스템을 활용하기에 적합하다고 판단될 경우, 본 수업 차시의 학습목표를 효과적으로 달성하기 위해, 인공지능 교육시스템을 어느 차시에					

서, 어느 단계에서 사용할 것인지 고려해서 수업을 설계하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 2015 개정 수학교육과정을 바탕으로 집필된 수학 교과서의 경우, ‘단원 도입’, ‘학습내용’, ‘도전 수학’, ‘얼마나 알고 있나요’, ‘탐구 수학’의 순서로 이루어져 있다. 단원의 전개 계획에서 어느 차시의 학습목표, 내용, 유의점, 준비물 등을 확인하고 인공지능 교육시스템을 활용할 수 있을지 고려해야 한다. 활용할 차시를 정했다면, 인공지능 교육시스템을 한 차시 중 도입 단계에서 사용할지, 전개 단계에서 사용할지, 정리 단계에서 사용할지, 만약 전개 단계에서 사용한다면 활동 1, 2, 3 중에서 어느 단계에서 사용할지 등을 고려해서 수업을 설계할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 수업 전에 학습진단을 하고자 하는 경우에는, 단원의 전개 계획 중에서 ‘단원 도입’차시에서 아이스크림홈런의 ‘AI 학습진단’을 활용할 수 있다. ‘학습내용’차시에서는 아이스크림홈런을 전개 단계의 활동3에서 사용한다고 가정하고, 본 수업에서 배운 내용을 바탕으로 문제를 풀며 개념 연습을 하는 용도로 활용할 수 있다. ‘도전 수학’이나 ‘얼마나 알고 있나요’등은 여러 가지 문제 상황에서 배운 내용을 바탕으로 어떻게 문제를 해결하는지 알아보는 차시이다. 해당 차시는 아이스크림홈런의 ‘스피드 퀴즈’나 ‘최상위 수학’, ‘서술형 평가’ 등 다양한 기능을 활용할 수 있다.				
5.3 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과를 바탕으로 학생들의 영역별 이해도 수준에 따라 학습자 집단 맞춤형으로 본 수업 단원의 수업 시수를 증가하거나 감축하도록 하라.					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교육과정이 수시 개정체제로 변화됨에 따라 교사의 교육과정 재구성 권한이 강화되었고, 교육과정 재구성 실천자로서의 교사의 역할이 강조되고 있다. 교과별로 학년별 ’연간 총 수업 시간 수’ 미만이 되지 않는 범위 내에서 20% 증감 운영이 가능하다. 또한 교과 내에서 단원별로 정해진 차시를 증감 운영하는 것도 가능하다. 수학 교과의 5가지 영역 중에서 해당 학습자 집단이 전반적으로 부족한 영역은 본 수업 단원의 차시를 증가해서 학습에 대한 보충을 진행하면서 운영할 수 있고, 학습자 집단이 전반적으로 우수한 영역은 본 수업 단원의 차시를 감축해서 효율적으로 운영할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2반의 학생들 중 인공지능 교육시스템을 활용한 학습진단 결과 ‘수와 연산’ 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수가 15명으로 나타났다. 반면에 ‘도형’ 영역의 이해도 수준이 50% 미만인 학생 수는 0명으로 나타났다. 따라서 교사는 5학년 2반의 학생들이 ‘수와 연산’영역은 학습이 부족한 상태이고, ‘도형’영역은 학습이 적정한 상태라고 판단하였다. 따라서 ‘수와 연산’영역에 해당하는 ‘분수의 곱셈’단원은 기존 11차시에서 13차시로 증가하도록 교육과정을 재구성하고, ‘도형’에 해당하는 ‘합동과 대칭’단원은 기존 10차시에서 9차시로 감축하도록 단원 내 수업들을 설계할 수 있다.				
의	내용				

견					
6. 자기주도학습(Self-Directed Learning) 지원의 원리 학생이 본 수업을 듣기 전에 가정에서 인공지능 교육시스템을 활용하여 학습에 대한 주도성을 가지고 학습계획을 세우고 지난 학습에 대해 성찰하며 학습을 할 수 있도록 지원한다					
6.1 학생이 사전에 본 수업의 내용을 살펴보았을 때, 학습내용이 익숙하지 않고, 선수학습이 제대로 되어 있지 않다면 인공지능 교육시스템을 활용하여 가정에서 본 수업의 내용을 자기주도적으로 미리 학습할 수 있도록 지원하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학 교과의 경우 학생의 선수학습수준에 따라 학습수준 격차가 발생하는 경우가 많다. 따라서 수업을 진행할 때 학생들의 수준에 따라 맞춤형으로 지원해주는 것이 중요한데, 현실적으로 제한된 시간과 공간에서 교사 1명이 다수의 학생들을 맞춤형으로 온전하게 지원해주기에는 제한이 있다. 인공지능 교육시스템을 활용한다면 학생들은 본 수업을 듣기 전에 자기주도적으로 수업 내용을 확인하고, 부족한 부분은 보충학습을 진행할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 수업을 받는 학생 중 이전 학년에서 선수학습이 제대로 되어 있지 않아, 본 수업의 진도를 따라 가는 것이 힘들 수 있다. 이런 학생의 경우 학습에 대해 수동적인 태도를 보이기 쉽다. 아이스크림홈런의 '학교수업예습' 기능을 활용하여 본 수업 전에 해당 학습내용을 미리 쉽게 학습할 수 있도록 도와준다면 학생의 학습흥미가 높아질 수 있다. 이를 통해 추후 학생이 자기주도적으로 학습 계획을 설정하고 학습을 진행할 수 있도록 도와줄 수 있다.				
6.2 학습자가 본 수업 전에 인공지능 교육시스템을 활용하여 자기주도학습을 수행할 때, 인공지능 교육시스템의 대시보드를 확인하여 스스로 학습과정을 점검하고, 목표를 세우고, 계획에 따라 학습을 진행할 수 있도록 안내하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템에서는 로그인 시간, 참여도, 학습진행 정도, 학습성취 결과 등을 시각화된 대시보드를 통해 확인할 수 있다. 학생이 혼자서 자기주도학습을 진행하는 데에는 무리가 있을 수 있다. 교사는 학생이 본 수업 전에 미리 학습을 진행하고자 할 때, 학생이 인공지능 교육시스템의 대시보드를 확인하면서 스스로 학습 과정을 점검하고, 목표를 세우고, 계획에 따라 학습을 진행하며 자기주도학습을 지원할 수 있도록 안내할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 AI생활기록부 기능에는 주간/월간 리포트를 통해 출석률, 수행률, 스스로 학습한 콘텐츠 개수, 평가점수, 오답노트, 문제풀이 습관 등을 확인할 수 있다. 관리자인 교사 뿐만 아니라 학생 스스로도 열람할 수 있어, 학생이 자기주도학습을 진행하고자 할 때 많은 도움을 받을 수 있다. 따라서 교사는 학생들이 AI생활기록부를 사용하며 학교공부를 예습할 수 있도록 안내할 수 있다.				
의견	내용				

◉ “수업 중 요소” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	타당도			
	1	2	3	4
7. 개별성(Personalization)의 원리 학습자의 특성과 수준을 고려한 맞춤형 수업이 이루어질 수 있도록 개별화된 학습 지원을 제공한다				
7.1 인공지능 교육시스템의 관리자 대시보드를 통해 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생에게 주의를 집중하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 학습진단을 통해 학습자의 전반적인 영역별 이해도 수준을 알 수 있으며, 관리자 대시보드를 통해 학습자가 학습문제를 해결해나가는 현황을 파악할 수 있다. 학습자들이 인공지능 교육시스템으로 형성평가를 실시하는 동안, 교수자는 관리자 대시보드를 주시하며 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생에게 개별화된 학습지원을 제공할 준비를 할 수 있다 **•상세지침에 대한 예시** 이OO학생은 학습진단을 통해 영역별 이해도 수준이 동료 학생에 비해 현저히 떨어진다. 뿐만 아니라 이OO학생은 관리자 대시보드를 통해 수업 중에 형성평가를 실시하는 도중 학습 참여도가 떨어지는 것이 관찰되었다. 따라서 교사는 이OO학생이 학습목표를 잘 도달할 수 있도록 주의를 집중해서 교수처방을 제공할 준비를 한다.			
7.2 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학습자에게 지지적 피드백과 교정적 피드백과 같은 개별화된 학습지원을 제공하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 지지적 피드백이란 반복되기를 원하는 행동을 독려하기 위해 학습자를 지지하는 피드백이며, 교정적 피드백이란 행동의 변화시키거나 문제점을 교정하고자 할 때 제공하는 피드백이다. 교수자는 학습자가 형성평가를 실시하는 동안 교시를 순회하면서 학습부진 및 학습목표 미도달이 예상되는 학생을 주시하다가, 학생에게 피드백이 필요한 경우 적시에 피드백을 제공할 수 있도록 할 수 있다 **•상세지침에 대한 예시** - 지지적 피드백 : 예전에는 금방 포기했는데, 요즘은 책임감을 가지고 끝까지 집중하는 구나. 칭찬해줘야 겠는걸? - 교정적 피드백 : 분수의 곱셈 문제를 풀 때는 먼저, 분수의 개념에 대해 생각해보고 분수의 덧셈과 다른 점에 유의하면서 풀어보지 않을래?			
7.3 학습목표를 충분히 도달할 수 있는 학습자가 있다면, 심화 질문을 제기하거나,				

추가적인 학습자료를 제공하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학 교과는 학습자들 간의 수준 차이가 커서, 제한된 시간 동안 형성평가를 실시하는 경우, 성취수준이 우수한 학습자는 해결해야할 과제를 금방 끝내버린다. 이러한 학습자들이 시간을 낭비하지 않도록, 교사는 교실을 순회하면서 심화 질문을 통해 학습자가 고차적인 사고를 하도록 자극을 주거나, 추가적인 학습자료를 제공하여, 학습한 개념을 새로운 상황에 적용할 수 있도록 한다 **•상세지침에 대한 예시** - 심화 질문 : 분수의 곱셈에 대해 배워보았는데, 자연수의 곱셈과 분수의 곱셈은 어떤 점에서 차이를 지닐까? 그리고 우리는 어떤 점에 유의해야 하지?			
의견	내용			
8. 형성평가(formative evaluation)의 원리 학습자가 수업의 전반부에서 배운 수학적 개념 및 원리를 수업의 후반부에서 문제상황을 통해 반복적으로 평가함으로써, 배운 개념 및 원리를 연습하고 학습목표를 달성할 수 있도록 한다.				
8.1 인공지능 교육시스템을 이용하여 수업에서 학습한 내용을 차시마다 반복적으로 형성평가를 실시하고, 데이터를 축적할 수 있도록 하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 기존의 전통적인 교실에서는 수업에서 학습한 내용을 수학익힘책, 활동지 등에 수록되어 있는 학습문제들을 풀었다면, 인공지능 교육시스템을 활용한 수업에서는 학생들이 인공지능 교육시스템이나 스마트 기기를 통해 문제를 풀 수 있도록 할 수 있다. 인공지능 교육시스템의 문제는 교과서의 문제를 기반으로 제공될 수도 있고, 추가적인 문제를 제공할 수도 있다. 인공지능 교육시스템을 통해 차시마다 반복적으로 문제를 풀면서, 학생들의 학습성취 데이터는 인공지능 교육시스템의 대시보드로 축적할 수 있고, 이러한 데이터는 추후 데이터 기반 맞춤형 수업을 설계하는데 많은 도움을 줄 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 5학년 2학기 2단원 분수의 곱셈 2차시 “(자연수) x (분수)를 알아보기” 에서 수업 전반부에 (자연수) x (분수)의 개념 및 원리를 배웠다면, 수업 후반부에는 학습한 개념을 인공지능 교육시스템의 문제를 통해 연습할 수 있는 기회를 줄 수 있다. 아이스크림홈런의 문제같은 경우 수학익힘책 기반으로 되어 있으며, 추가적인 문제를 제공해준다. 학생이 문제를 반복적으로 풀어나가면서 학습성취 데이터는 AI생활기록부에 기록된다.			
8.2 학습자가 해결하지 못하는 문제를 선별하여, 학습자가 다시 확인하고, 부족한				

부분을 보완할 수 있도록 지원하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수학교과 학습에서는 기본 개념 및 원리에 대한 학습이 이루어진 후, 개념 및 원리를 숙달하기 위해 반복적인 연습이 필요하다. 반복적인 연습과정에서 학생이 자주 틀리는 문항이 발생하는데, 자주 틀리는 문항만 선별해서 집중적으로 확인할 수 있다면, 학생이 학습목표를 효율적으로 달성할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런에는 '오답노트' 기능이 있어서, 수업 후반부에 학생이 반복적으로 형성평가를 진하는 과정에서 틀린 문항만 선별해서 확인할 수 있다. 오답을 반복적으로 확인함으로써 학생이 부족한 부분을 집중적으로 보완할 수 있다.			
8.3 평가가 목적이 되기보다는, 평가를 통하여 학습목표를 달성할 수 있도록 안내하라.				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 반복적으로 형성평가를 실시하는 과정에서 학생들은 평가의 결과 및 점수에만 집중할 수 있다. 형성평가의 목적은 학생들끼리 결과를 비교하여 서열을 매기는 것이 아니라, 학생이 학습의 과정에 온전히 집중하여 학습목표를 달성하고 성장하는 것에 있다. 따라서 학생들이 평가의 결과에 연연하지 않도록 안내할 필요가 있다. **•상세지침에 대한 예시** 아이스크림홈런의 관리자 대시보드를 통해 학습자들의 학습성취 데이터를 확인할 수 있다. 교사는 학습성취 데이터를 학습자 간 비교를 하는 용도로 사용하지 않고, 학생 개인별로 학습성취의 향상 정도를 파악하는 용도로 사용할 수 있다. 이를 통해 교사는 학생이 자신의 점수와 동료 학생과의 점수를 비교하지 않도록 하고, 학생 자신이 얼마나 성장했는지에 집중할 수 있도록 안내할 수 있다.			
8.4 교수자는 교실을 순회하면서 학습목표를 달성하기 힘들어하는 학습자에게 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있도록 하라.				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 형성평가를 하는 과정에서 학습자가 인공지능 교육시스템을 다루기 힘들어하거나, 학습목표를 달성하기 힘들어할 수 있다. 교수자는 학습자가 인공지능 교육시스템으로 형성평가를 진행하는 동안, 교실을 순회하며 학습자의 상태를 점검하고, 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있다. 교사는 AI 학습진단을 통해 파악한 학습자 데이터를 기반으로, 학습 부진이 예상되는 학생을 확인하고, 수업 중에 순회하면서 집중적으로 주의를 기울이고 피드백을 제공할 수 있다.			
의견	내용			

9. 협력(Collaboration)의 원리 멘토-멘티와 같은 학습자 군집을 이루어서 동료 학습자끼리 협력하면서 인공지능 교육시스템을 사용하는 방법 및 형성평가를 해결해 나가도록 한다				
9.1 학습진단을 통해 확인한 학습자의 특성, 수준을 바탕으로 멘토 집단, 멘티 집단과 같은 학습자 군집을 조성하도록 하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자는 본 수업의 단원을 학습하기 전에, 인공지능 교육시스템의 학습진단을 실시한다. 학습진단의 학습성취 데이터를 토대로 멘토 집단과 멘티 집단을 구분하여 멘티 집단의 학생들이 멘토 집단의 학생들에게 도움을 받을 수 있도록 구성할 수 있다. 멘토 집단 전체를 멘티 집단과 연결하여 멘티 집단이라면 멘토 집단의 누구든지 도움을 받도록 연결할 수도 있고, 멘티 학생 1명과 멘토 학생 1명을 개별적으로 연결할 수도 있다.			
9.2 학습목표를 달성하기 어려워하는 학습자가 있다면, 학습수준이 높은 동료학습자를 멘토로 지정하여, 학습자의 필요에 따라 멘토로부터 적절한 도움을 받을 수 있도록 하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 교수자 뿐만 아니라 동료 학습자 또한 학습자의 학습을 도와주는 역할을 수행할 수 있다. 학습목표를 달성하기 힘들어하고 있는 학생은 도움이 필요할 경우 학습수준이 높은 동료 학습자인 멘토에게 도움을 요청할 수 있다. 멘티 학생은 교사가 즉각적으로 도움을 제공하지 못할 때, 적절한 시기에 멘토에게 도움을 받을 수 있다.			
9.3 동료 학습자에게 문제해결 과정을 설명하고 싶은 학습자가 있다면, 발표 기회를 제공할 수 있도록 하라.				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 일반적인 교실에서는 학습자가 형성평가를 모두 실시하고 나면, 교수자가 문제해결의 올바른 풀이과정을 알려준다. 그러나 교수자 뿐만 아니라 동료 학습자가 문제해결의 과정을 설명할 수 있도록 발표 기회를 제공할 수도 있다. 동료 학습자에게 문제해결 과정을 설명할 기회를 가짐으로써, 자신의 수학적 개념을 올바로 정립하거나 오개념을 발견할 수도 있으며, 발표 기회를 통해 동료 학습자와 의사소통하는 방법을 학습할 수도 있다. 발표를 들은 동료 학습자는 발표 내용에 대한 질문과 의견을 제시함으로써 교실 내 상호작용을 증진시킬 수 있다.			
의견	내용			

◉ “수업 후 요소” 설계원리 및 상세지침

설계원리 및 상세지침	타당도			
	1	2	3	4
10. 데이터 분석(Data Analysis)의 원리 인공지능 교육시스템을 통해 수집한 데이터를 분석하여 학습자 개인별, 집단별 특성과 수준, 학습현황을 확인한 다음 수업을 설계할 때 반영하도록 한다				
10.1 인공지능 교육시스템을 통해 수집한 학습 참여도, 학습 성취도, 로그 데이터 등을 관리자 대시보드를 통해 분석된 내용을 확인하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 학습자가 가정에서(수업 전), 학교에서(수업 중) 인공지능 교육시스템을 사용하였다면, 학습과 관련된 모든 데이터는 인공지능 교육시스템에 축적되고, 교수자는 수업 후에 관리자 대시보드를 통해 확인할 수 있다. 인공지능 교육시스템이 직접 수집한 1차 데이터를 교수자가 직접 분석할 수도 있지만, 모든 수업 상황에서 교수자가 직접 분석하는 것은 시간과 비용 관점에서 한계가 있다. 인공지능 교육시스템은 수집한 자료를 시각화된 형태로 가공하여 2차 데이터를 제시해주고, 교수자는 인공지능 교육시스템에 의해 분석된 데이터를 통해 학습자 정보를 쉽게 확인할 수 있다.			
10.2 인공지능 교육시스템에 의해 분석된 데이터 중에서 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 유의미한 데이터를 선정하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 가정 및 학교에서 인공지능 교육시스템에 의해 수많은 데이터가 수집될 수 있다. 여러 가지 데이터 중에서 교수자는 다음 수업을 설계하는 것과 관련지을 수 있는 유의미한 데이터를 선정한다. 예를 들어, 수집된 학습자 데이터 중에서 로그데이터(학습참여 시간, 참여 횟수), 평가결과, 오답노트, 학습 수행률, 질문 등의 데이터를 통해 학생의 학습습관이나, 교과 내용 중에서 어려워 하는 내용, 질문한 내용 등을 파악하고 다음 수업을 설계할 때 참고할 수 있다			
10.3 매 차시의 수업이 끝날 때마다 업데이트되는 학습자별 데이터 분석 결과를 바탕으로 기존에 세웠던 수업 설계를 반복적으로 재설계할 수 있도록 하라				
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 수업설계의 과정은 정해진 단계에 따라서만 진행되는 선형적인 과정이 아니라 반복적이고 순환적인 과정이다. 한 단원 내에서 기존에 세웠던 차시별 계획이 있더라도, 학습자의 학습 수준, 질문 내용, 학습 현황 등에 따라서 기존 수업 계획을 얼마든지 변경할 수 있다. 학습자에게 맞춤형 수업을 제공하기 위해서는 가정에서 학습할 때 축적된 데이터, 학교에서 매 차시의 수업 때 마다 축적되는 데이터를 바탕으로 반복적으로 수업을 재설계할 필요가 있다 **•상세지침에 대한 예시** 여러명의 학생들이 (분수) x (자연수)와 (자연수) x (분수)의 개념이 구분이 되지 않는다고 질문을 하였고, 실제로 그와 관련된 문제를 많이 틀렸다. 교사는 관리자 대시보드를 통해 확인한			

	내용을 바탕으로 다음 수업을 설계할 때, 학생들이 어려워하는 부분과 질문한 부분을 보완해서 설명해줄 수 있는 자료와 전략을 준비할 수 있다.				
의견	내용				
11. 추천(Recommendation)의 원리 학습자가 본 수업 후에 학습할 내용을 추천하여, 학습자 스스로 학습계획을 설정할 수 있도록 지원한다.					
11.1 인공지능 교육시스템이 추천해주는 학습내용을 학습자들이 확인하고 학습할 수 있도록 안내하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템은 학습진단 결과나, 학습자가 매일 수행하는 평가결과 데이터를 바탕으로 AI추천학습을 제공해줄 수 있다. 학습자가 학습이 부족한 학습내용이나 기존의 내용을 바탕으로 후속학습이 필요한 내용을 추천 가능하다. 학습자는 학교 수업 외에 가정에서 학습할 때, 학습계획을 세울 때 무엇을 학습할지 모르는 경우 AI추천학습 내용을 참고할 수 있다.				
11.2 인공지능 교육시스템이 자동으로 추천해주는 학습내용 외에 학습목표의 도달 정도에 따라 맞춤형으로 학습할 내용을 추천하라					
해설 및 예시	**•상세지침에 대한 해설** 인공지능 교육시스템의 ‘AI 추천학습’이 추천해주는 학습내용도 충분히 참고할 수 있지만, 교수자가 학습자의 학습목표 도달 정도 및 종합적인 학습상황을 판단해서 학습자에게 적합한 학습내용을 추천해줄 수 있다. - 학습목표 미도달 학생은 본 수업의 진도를 따라가기 위해 자율적으로 가정에서 학습할 수 있도록 보충학습자료를 추천해준다 - 학습목표 도달 학생은 본 수업의 진도를 넘어서서 고차적인 사고를 할 수 있도록 심화학습자료를 추천해준다 **•상세지침에 대한 예시** - OO이는 수업 따라가기 힘들지? 수와연산 영역에서 이전학년의 ‘분수의 덧셈과 뺄셈’이 부족하니 이 부분을 수업 전에 집에서 공부해볼래? - OO이는 수업의 내용이 쉬우니까 아이스크림홈런의 ‘최상위 수학’이나 ‘수학경시’ 문제를 한번 풀어볼래?				
의견	내용				
12. 소통(Communication)의 원리 교수자는 본 수업 외에 별도의 학습상담시간을 설정하여 학습자와 소통하고, 데이터를 기반으로 학습자에게 맞춤형 피드백을 제공할 수 있도록 한다					
12.1 도움 혹은 피드백이 필요할 것으로 판단되는 학습자를 선정하도록 하라					
해	**•상세지침에 대한 해설**				

설 및 예 시	교수자는 본 수업에서 학습진도를 따라가기 힘들어하거나, 학습목표를 달성하지 못하거나, 학습상담이 별도로 필요해 보이는 학생을 선정할 필요가 있다. 본 수업에서 적절한 도움과 피드백이 적시에 제공되면 좋겠지만, 교사 1인이 학생 다수를 담당하고 있는 상황에서는 본 수업의 피드백만으로는 학생에게 맞춤형 지원을 해주는 것이 현실적으로 힘들다. 따라서, 본 수업 외에 학습상담이 필요한 학생을 선정하여 추후 상담할 수 있도록 한다.				
12.2 학습상담시간을 설정하여 학습자의 요구와 질문을 들을 수 있도록 하라					
해 설 및 예 시	**•상세지침에 대한 해설** 아침시간, 방과후 시간 등 교수자와 학습자가 짧은 시간동안 이야기를 나누며 소통할 수 있는 학습상담시간을 별도로 설정할 수 있다. 학습상담시간은 교수자의 업무부담을 과중하게 증가시키지 않는 범위 내에서, 올바른 학급경영과 학습관련 도움이 필요한 학생의 학습지도를 위해 사용할 수 있다. 학습상담시간에 학습자가 요구하는 것은 무엇인지, 어려운 점이나 궁금한 점은 무엇인지 확인할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** OO 학생은 수업시간에 집중을 잘 하지 못하던데, 어떤 점이 어려웠니? 혹시 다른 무슨 일이 있는거니? 선생님이 어떻게 도와주면 좋을까?				
12.3 인공지능 교육시스템으로 분석된 데이터를 바탕으로 학습자에게 맞춤형 피드백을 제공하도록 하라					
해 설 및 예 시	**•상세지침에 대한 해설** 학습상담을 진행할 때, 교수자가 본 수업에서 관찰한 내용을 바탕으로 학습자에게 적합한 피드백을 제공해줄 수 있다. 뿐만 아니라 인공지능 교육시스템으로 수집되고, 분석되고, 시각화된 데이터를 바탕으로 학습자와 효과적으로 소통할 수 있다. 교사의 관찰과 직관에 더해서 인공지능 교육시스템의 객관화된 데이터를 적절하게 종합할 수 있다. **•상세지침에 대한 예시** OO 학생은 평소에 수업 진도를 따라가기 힘들어서 가정에서 필요한 부분을 학습하기로 했었지? 아이스크림홈런의 로그인 현황을 보니 1주일동안 아무 접속을 하지 않았던데, 혹시 무슨 일이 있는거니?				
의 견	내용				

전문가 타당화 검토에 응답해주셔서 대단히 감사합니다.

[부록 2] 수학교과 정의적 영역 측정도구 : 사전 ● 사후검사용 설문지

수학교과 정의적 영역 사전,사후검사

1. 다음은 수학교과의 정의적 영역을 측정하는 문항입니다. 다음 문항에 응답하여 주십시오.

요인명	문항	전혀 아니다	아니다	보통	그렇다	매우 그렇다
수학 흥미	1 나는 수학이 좋다.	①	②	③	④	⑤
	2 나는 새로운 수학 개념을 배우는 것이 재미있다.	①	②	③	④	⑤
	3 나는 수학 문제 푸는 것을 좋아한다	①	②	③	④	⑤
	4 수학은 재미있는 과목이다.	①	②	③	④	⑤
수학 학습 태도	5 나는 수학 공부할 양이나 시간의 계획을 세워서 한다.	①	②	③	④	⑤
	6 나는 수학 공부를 할 때 내가 제대로 이해하지 못한 것들이 무엇인지 파악하려 한다.	①	②	③	④	⑤
	7 나는 수학 시간에 수업을 열심히 듣는다.	①	②	③	④	⑤
	8 나는 수학을 공부할 때 방해가 되는 것(휴대폰, 컴퓨터 등)을 치운다.	①	②	③	④	⑤
가치	9 수학은 그 자체로 중요하다.	①	②	③	④	⑤
	10 수학 공부는 시간 낭비라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
	11 다른 과목을 배우는 데 수학이 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤
	12 수학을 공부하는 것은 장래 내가 하고 싶은 일에 도움이 된다.	①	②	③	④	⑤
학습 동기	13 나는 수학 과목에서 좋은 성적을 받고 싶다.	①	②	③	④	⑤
	14 나는 수학을 잘하는 학생으로 인정받고 싶다.	①	②	③	④	⑤
	15 나는 수업 내용 이상의 폭넓고 깊은 수학적 지식을 쌓고 싶다.	①	②	③	④	⑤
	16 나는 새로운 수학 내용을 배우고 싶어서 공부한다.	①	②	③	④	⑤

학습 의지	17	나는 누구의 강요 없이도 스스로 수학 공부할 의지가 있다.	①	②	③	④	⑤
	18	나는 수학 수업 시간에 모르는 것이 있으면 알려고 노력한다.	①	②	③	④	⑤
	19	나는 수학 공부가 어려워도 포기하지 않는다	①	②	③	④	⑤
	20	나는 문제가 풀릴 때까지 계속해서 시도한다.	①	②	③	④	⑤
효능감	21	나는 내 힘으로 수학 문제를 풀 수 없다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
	22	나는 수학을 이해하는 속도가 빠른 편이다	①	②	③	④	⑤
	23	나는 앞으로 수학을 더 잘할 수 있을 것이라 생각한다.	①	②	③	④	⑤
	24	나는 수학을 잘하는 학생이라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

2. **“인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업”은 여러분들이 아이스크림홈런을 활용하여 가정 및 학교에서 공부를 하고, 선생님이 여러분의 학습 데이터를 확인을 해서 학생 개인별 맞춤형으로 수업을 진행하는 것을 의미합니다.** 다음은 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 대한 만족도를 묻는 질문입니다. 다음 항목에 응답하여 주십시오.

항 목	전혀 아니다	아니다	보통	그렇다	매우 그렇다
(1) 나는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 적극적으로 참여하였다	①	②	③	④	⑤
(2) 나는 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 전반적으로 만족한다	①	②	③	④	⑤
(3) 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업은 흥미롭고 재미있다.	①	②	③	④	⑤
(4) 나는 앞으로도 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업을 듣고 싶다.	①	②	③	④	⑤

3. 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 대해서 하고 싶은 말이 있으면 자유롭게 작성하여 주시길 바랍니다.

[부록 3] 교수자 대상 수업 반응 면담 질문지

교수자 면담지

Ⅰ. 면담 개요

- 일시 : 2022년 @@월
- 장소 : @@초등학교
- 대상자 : 교사 A
- 진행방법 : 연구자 1인과 교수자 1인에게 반구조화된 질문으로 진행

Ⅱ. 면담 질문지

1. 본 연구에서 제시한 설계원리에 대해 동의하십니까?

2. 이 연구에서 제시한 설계원리의 강점과 약점은 무엇입니까?

강점	약점

3. 이 연구에서 제시한 설계원리 중 중점적으로 개선되어야 할 부분은 무엇입니까?

4. 설계원리가 적용된 수업을 진행하면서 자유롭게 느꼈던 점을 말씀해 주십시오

[부록 4] 학습자 대상 수업 반응 면담 질문지

학습자 면담지

Ⅰ. 면담 개요

- 일시 : 2022년 @@월 @@일
- 장소 : @@초등학교
- 대상자 : 수업에 참여한 학습자 중 면담 참여 의사를 밝힌 학생
- 진행방법 : 연구자 1인과 학습자 1인이 약 15분-20분 동안 반구조화된 질문으로 진행

Ⅱ. 면담 질문지

1. 인공지능 교육시스템에 대한 질문

순번	내용
1	인공지능 교육시스템(아이스크림 홈런 등)에 대해 어느 정도 알고 있는가?
2	수업에서 인공지능 교육시스템(아이스크림 홈런 등)을 활용한 경험이 있는가?
3	가정이나 학원에서 인공지능 교육시스템(아이스크림 홈런 등)을 활용한 경험이 있는가?
4	경험이 있다면 인공지능 교육시스템(아이스크림 홈런 등)을 어떠한 목적으로 사용했는가?

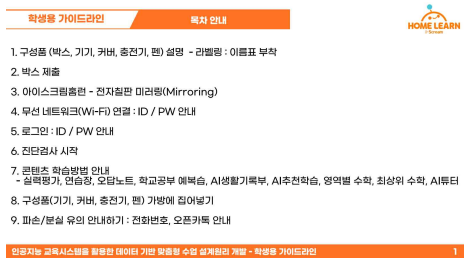
2. 인공지능 교육시스템(아이스크림 홈런)을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업에 대한 질문

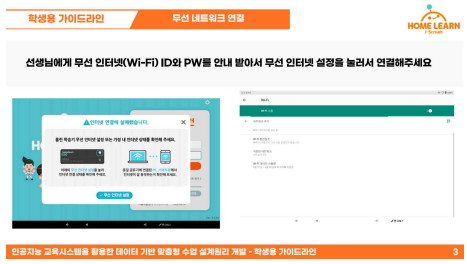
순번	내용
1	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업은 기존 수업과 어떤 차이가 있는가?
2	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업 중 좋았던 점은 무엇인가?
3	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업 중 어려웠던 점은 무엇인가?
4	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업이 수학 성취도 향상에 도움이 되었는가?
5	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업이 수학 학습태도 개선에 도움이 되었는가?
6	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업에서 어떤 점을 개선할 필요가 있는가?
7	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업을 들은 이후 느낀 점은?

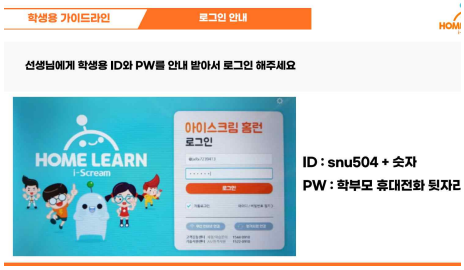
3. 교사의 역할에 대한 질문

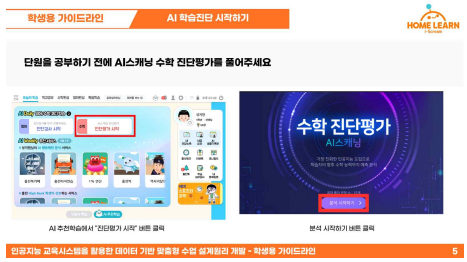
순번	내용
1	인공지능 교육시스템을 활용한 맞춤형 수업에서 교사의 도움이 필요하였는가?
2	1번과 같은 상황에서 교사는 어떠한 도움을 주었는가?
3	교사가 어떠한 역할을 하면 수업이 더 효과적일 것이라고 생각하는가?

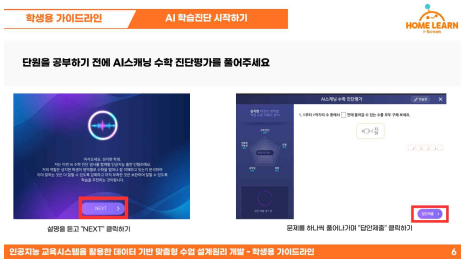
[부록 5] 학습자용 가이드라인 예시

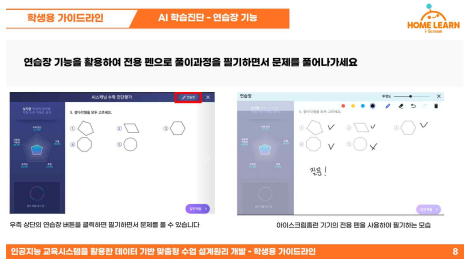




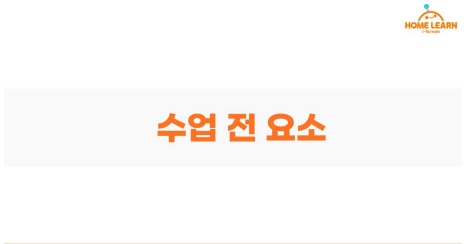


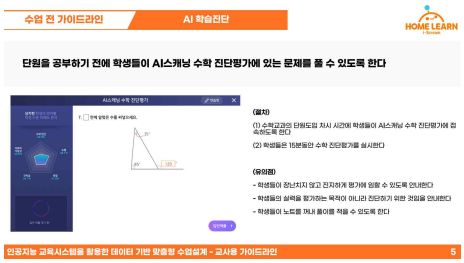


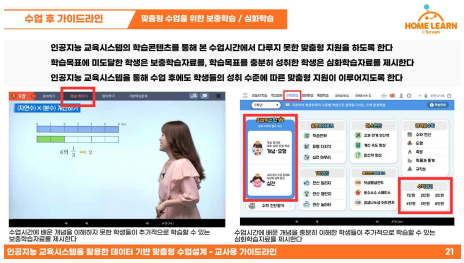


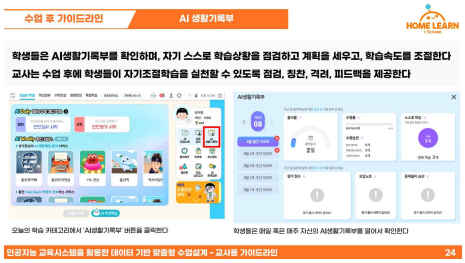


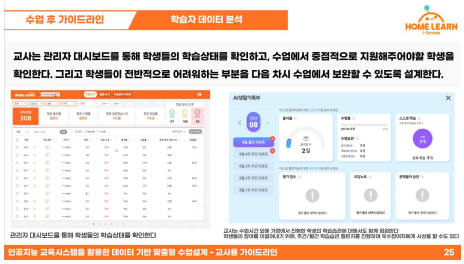
[부록 6] 교수자용 가이드라인 예시

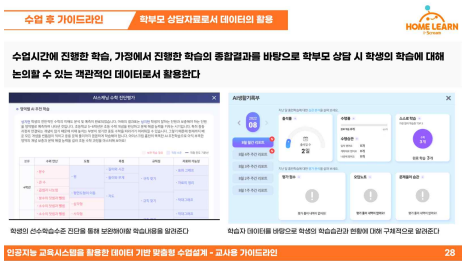




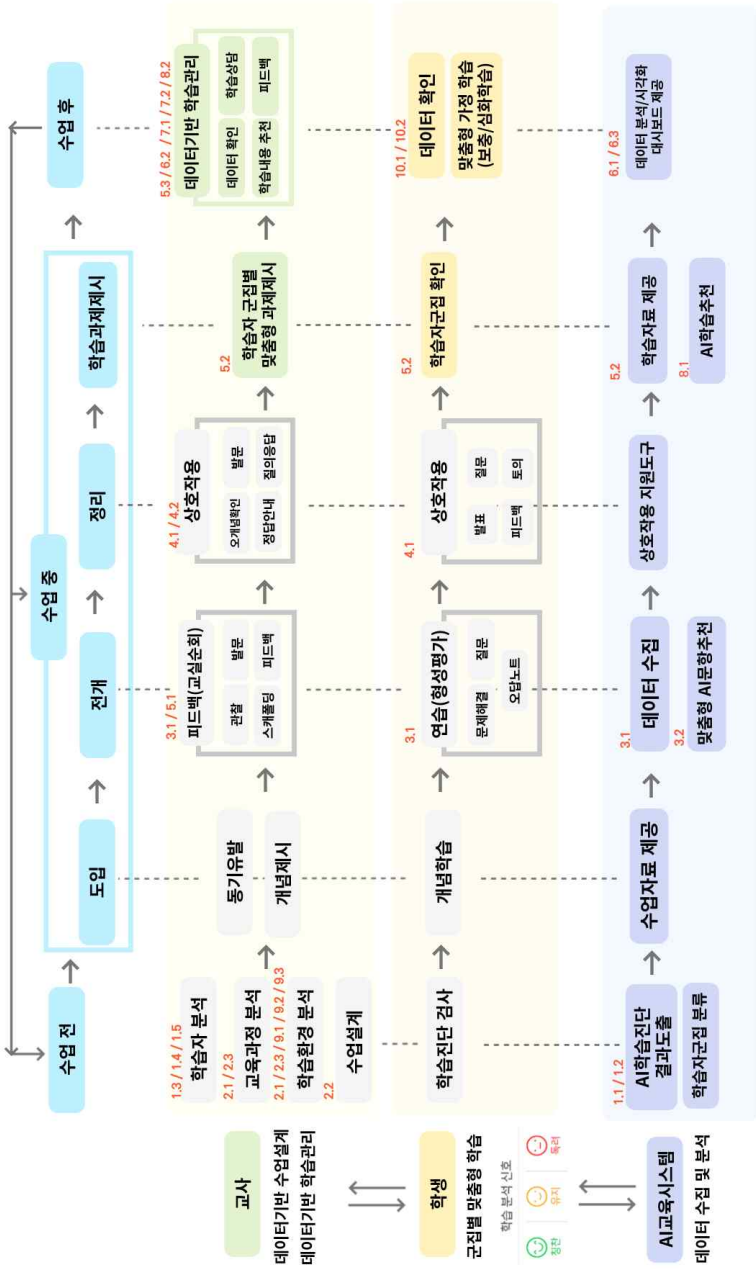


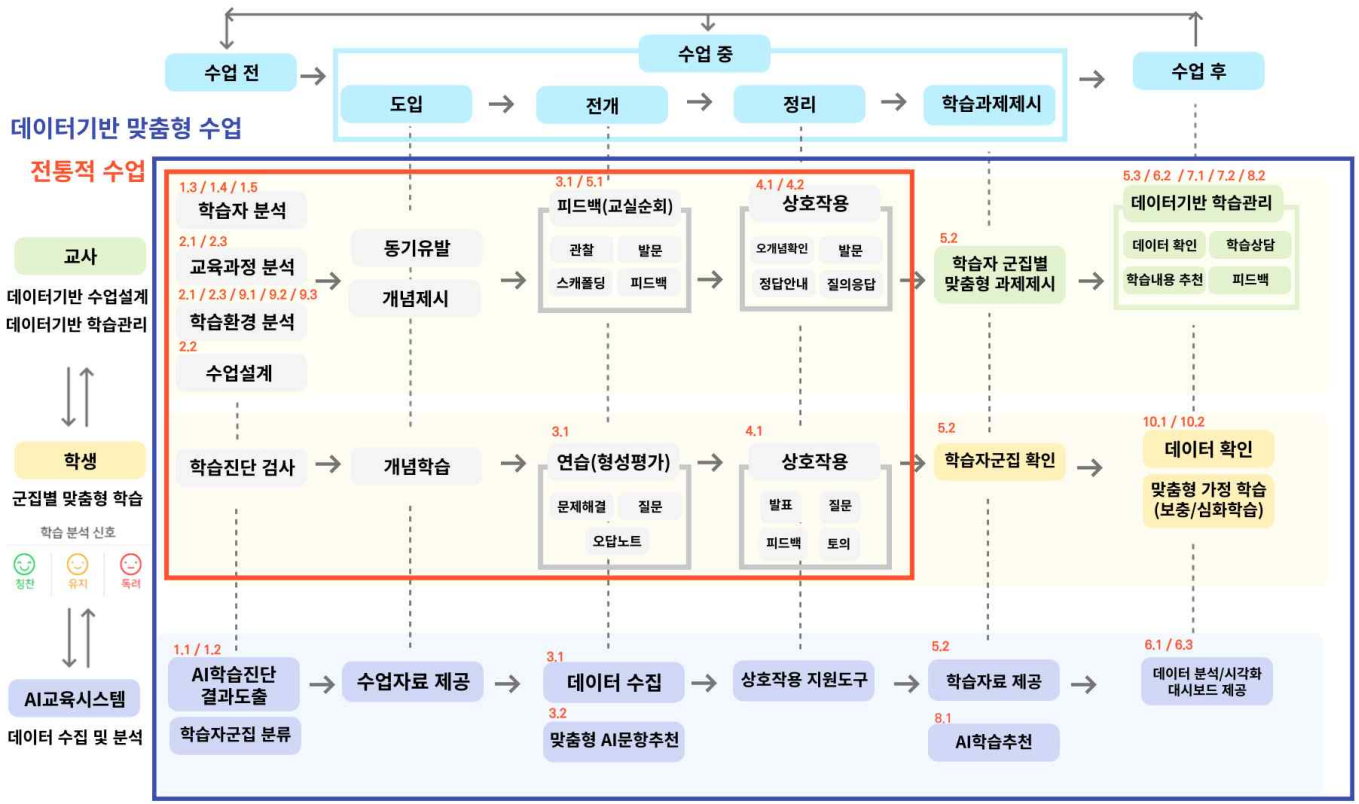






[부록 7] 최종 수업설계원리 수업활동 절차




수업 전
수업 중
수업 후
도입
전개
정리
학습과제제시
데이터기반 맞춤형 수업
전통적 수업
교사
데이터기반 수업설계
데이터기반 학습관리
학생
군집별 맞춤형 학습
학습 분석 신호
칭찬
유지
독려
AI교육시스템
데이터 수집 및 분석
1.3 / 1.4 / 1.5
학습자 분석
2.1 / 2.3
교육과정 분석
2.1 / 2.3 / 9.1 / 9.2 / 9.3
학습환경 분석
2.2
수업설계
동기유발
개념제시
3.1 / 5.1
피드백(교실순회)
관찰
발문
스캐폴딩
피드백
4.1 / 4.2
상호작용
오개념확인
발문
정답안내
질의응답
5.2
학습자 군집별 맞춤형 과제제시
5.3 / 6.2 / 7.1 / 7.2 / 8.2
데이터기반 학습관리
데이터 확인
학습상담
학습내용 추천
피드백
학습진단 검사
개념학습
3.1
연습(형성평가)
문제해결
질문
오답노트
4.1
상호작용
발표
질문
피드백
토의
5.2
학습자군집 확인
10.1 / 10.2
데이터 확인
맞춤형 가정 학습
(보충/심화학습)
1.1 / 1.2
AI학습진단 결과도출
학습자군집 분류
수업자료 제공
3.1
데이터 수집
3.2
맞춤형 AI문항추천
상호작용 지원도구
5.2
학습자료 제공
8.1
AI학습추천
6.1 / 6.3
데이터 분석/시각화 대시보드 제공

Abstract

Development of Data-Based Personalized Instruction Design Principles Using Artificial Intelligence Education System: Focusing on Elementary School Mathematics

Honggyu Lee
Educational Technology, Department of Education
The Graduate School
Seoul National University

As the performance and utilization of artificial intelligence technology increases, attempts to apply artificial intelligence to teaching and learning situations are being made. This is because artificial intelligence can diagnose individual characteristics and levels of students, and provide personalized learning materials and feedback. Personalized instruction can provide individualized educational

activities so that each student can achieve meaningful learning. In particular, personalized instruction is in high demand in elementary school mathematics. Mathematics is hierarchical and systemic in content, so it is difficult to proceed with follow-up learning if pre-learning is not done properly. Therefore, personalized instruction according to the characteristics and level of students is necessary.

However, there is a realistic limit to meeting the demand for personalized instruction in numerous classes of elementary schools where one teacher teaches multiple students. A lot of prior research seeks to find the possibility of personalized instruction in technology. What can supplement the realistic limitations of personalized instruction is an artificial intelligence education system and data-based instructional design. This is because the artificial intelligence education system assists teachers in diagnosing learning, recommending questions, and providing data that can be referred to when designing instructions. However, through previous research, it was confirmed that it is difficult to practice personalized instruction with only the AI education system and the data-based instructional design itself. Therefore, specific guidelines are needed on how teachers or instructional designers can practice personalized instruction based on data using artificial intelligence education systems.

In this context, this study developed instructional design principles that elementary school teachers can refer to when designing and executing data-based personalized instruction using artificial intelligence education systems in mathematics. In this study, to achieve the purpose of the study, 1) developing

data-based personalized instruction design principles and detailed guidelines using an artificial intelligence education system, and 2) examining instructors' and learners' responses to the developed instructional design principles.

By the design and development research method, this study reviewed prior literature, empirically analyzed needs, derived initial design principles and detailed guidelines, internal validation (expert review), external validation (applied to the educational field), and derived final design principles and detailed guidelines. First, the initial design principle and detailed guidelines were derived by reviewing the preceding literature and conducting an empirical search through interviews with two experts for needs analysis. Next, a total of 9 experts reviewed the initial design principles and detailed guidelines for internal validation, and the 3rd design principles and detailed guidelines were derived through revision and supplementation per session. Next, for external validation, the instruction was conducted by applying the design principle to 'multiplication of fractions' (11H) part of the 2nd semester of the 5th grade in the classroom of one class (24 students) for one month. To this end, the artificial intelligence education system (i-scream Home-Learn) was given to students in advance, and pre-and post-tests were conducted to measure the affective domain of mathematics subject before and after class.

While the instruction was in progress, the researcher observed the class five times, and after the class was over, a satisfaction survey was conducted on 24 learners, and interviews were conducted with one instructor and eight learners. Finally, the final design principle

and detailed guidelines were derived based on the results of internal and external validation. The design principles and detailed guidelines developed in this study can be classified into before class, during class, after class, and learning environment aspects, and consist of 10 design principles and 27 detailed guidelines.

As a result of interviews with instructors and learners, the instructors were satisfied with the fact that based on the design principles developed in this study, data were collected through the artificial intelligence education system, and instructional design and learning management were possible based on the data. However, the data that can be referenced for this purpose are limited to the percentage of correct answers per student, percentage of correct answers per question, average daily learning time, and assignment performance rate, and they responded that a lot of effort was put into the instructional design. Based on the design principles developed in this study, learners are satisfied with the fact that they can identify and supplement their shortcomings by using the AI learning diagnosis, AI question recommendation, and AI dashboard functions of the artificial intelligence education system. However, they regretted that the personalized feedback during the instruction was not very different from the feedback of the existing instruction, or that there was no time to individually perform personalized learning tasks after class. Both instructors and learners were most satisfied with collecting data during class through the AI education system and using it for instructional design and learning management.

In the class satisfaction survey targeting learners, they answered

that they were generally satisfied with an average score of 4.28 out of 5 points. As a result of a Wilcoxon Signed Rank Test through pre- and post-surveys that measure the affective domain of mathematics, ‘interest and willingness’ among the six factors of ‘interest, attitude, value, motivation, willingness, efficacy’. We were able to confirm that two factors were statistically significant. The period for confirming the effectiveness of the affective domain was short, and as a study of human subjects, it was not possible to conduct a rigorous experimental study, such as not being able to control external variables. However, through the results of the learner interviews, it was confirmed that the student’s efforts were directly reflected in the data, resulting in a willingness to study, or that they felt good and interested because they were praised based on the data.

Based on the above research results, the instructional design principles developed in this study were discussed in light of previous studies, and implications were drawn. In addition, follow-up studies were suggested based on the limitations of this study. This study is significant in that it provides a concrete plan for designing a data-based personalized instruction using an artificial intelligence education system in elementary school mathematics classes. In addition, this study can be said to have value as an example of design and development research that differentiates the role of the teacher and the role of artificial intelligence by introducing an artificial intelligence education system into the educational field.

Keyword : AI education system, Intelligent Tutoring System, Data-based Instructional Design, Personalized Instruction, Mathematics class using artificial intelligence, Design and Developement Research
Students ID : 2021-20818