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

교육학 석사 학위논문

중학교 수학 학습을 위한 질의응답 챗봇의 현장 적용 연구

2023년 8월

서울대학교 대학원

AI융합교육학과

조 서 연

중학교 수학 학습을 위한 질의응답 챗봇의 현장 적용 연구

지도교수 유 연 주

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2023년 8월

서울대학교 대학원
AI융합교육학과
조 서 연

조서연의 석사 학위논문을 인준함
2023년 8월

위 원 장 _____ 이 상 일 _____ (인)

부위원장 _____ 김 민 성 _____ (인)

위 원 _____ 유 연 주 _____ (인)

국문초록

인공지능 기술을 통해 학생들의 수학 학습을 돕는 여러 노력이 이루어지고 있다. 특히, 각 학생들에게 맞춤형으로 학습에 대한 피드백을 제공해줄 수 있는 환경이 주어진다면 학생들의 수학 학습의 정의적 특성 향상을 기대해볼 수 있을 것이다. 본 연구는 질의응답의 챗봇을 수학 수업에서 활용하며 나타나는 학생들의 정의적 특성의 변화와 학생들의 반응 및 요구사항을 살펴보는 데에 그 목적이 있다. 연구를 위해 중학교 2학년 학생 71명을 대상으로 10차시에 걸친 정규 교과 수업에서 질의응답 챗봇을 활용하였다. 실험수업 전과 후에 정의적 특성 검사를 실시하여 사전, 사후 검사 결과를 비교하였으며, 실험수업 후 챗봇 활용 만족도 설문과 답변 만족도 설문, 심층 면담을 통해 학생들의 인식을 알아보았다. 본 연구 결과 질의응답 챗봇이 수학 학습의 정의적 특성 변화에 유의미한 효과를 주지는 못했으나 설문과 심층 면담을 통해 챗봇이 학생들의 수학 학습에 대한 흥미와 자신감에 효과를 줄 수 있는 가능성을 확인하였다. 설문과 면담을 통해 질의응답 챗봇의 개별화 맞춤형 학습으로의 발전 가능성을 확인하였으며, 학생들은 정서적으로 친밀하게 느낄 수 있는 답변 방식, 수학 학습에 실제적으로 도움이 될 수 있는 문제 풀이와 관련된 질의응답 세트 등을 요구하였다. 이를 통해, 학생들에게 정서적인 지지를 해줄 수 있으며 쌍방향 소통이 가능하고, 학습 과정에 대한 피드백을 줄 수 있도록 하는 다양한 질의응답 학습 데이터와 기술 개발이 필요함을 제언하였다.

주요어 : 인공지능, 챗봇, 수학 학습, 개별 맞춤형 학습, 정의적 특성
학 번 : 2021-24343

목 차

제 1 장 서론 ····· 1

제 2 장 이론적 배경 ····· 5
제 1 절 인공지능을 활용한 수학 개별화 학습 ····· 5
제 2 절 인공지능 챗봇 활용 교육 선행 연구 ····· 6
제 3 절 질의응답 시스템 및 인공지능 챗봇 ····· 8
제 4 절 수학 학습과 질의 응답 학습 ····· 9
제 5 절 수학 학습과 정의적 특성 ····· 10

제 3 장 연구 방법 ····· 12
제 1 절 연구 대상 ····· 12
제 2 절 연구 설계 및 절차 ····· 12
제 3 절 SNU샘물 챗봇 ····· 14
제 4 절 검사 도구 및 자료 분석 방법 ····· 21
1. 정의적 영역 검사 도구 ····· 21
2. 챗봇 서비스 사용 만족도 설문 ····· 22
3. 답변 만족도 조사 설문 도구 ····· 22
4. 면담 ····· 22

제 4 장 연구 결과 ····· 25
제 1 절 수학 학습 정의적 특성 검사 결과 ····· 25
제 2 절 챗봇 서비스 사용 만족도 조사 설문 결과 ····· 27
1. 질의응답 챗봇에 대한 효과 인식 ····· 27
2. 질의응답 챗봇 활용으로 수학에 대한 인식 변화 ····· 31

3. 질의응답 챗봇의 개선되어야 할 점 ····· 33
4. 질의응답 챗봇 활용 수업의 후기 서술 ····· 35
제 3 절 답변 만족도 조사 설문 결과 ····· 37
제 4 절 면담 결과 ····· 40

제 5 장 결론 및 제언 ····· 45

참고문헌 ····· 49
Abstract ····· 52

표 목 차

[표 2-1] ····· 9
[표 3-1] ····· 13
[표 3-2] ····· 14
[표 3-3] ····· 16
[표 3-4] ····· 21
[표 3-5] ····· 22
[표 3-6] ····· 24
[표 3-7] ····· 24
[표 4-1] ····· 25
[표 4-2] ····· 26
[표 4-3] ····· 28
[표 4-4] ····· 28
[표 4-5] ····· 30
[표 4-6] ····· 32
[표 4-7] ····· 34
[표 4-8] ····· 36
[표 4-9] ····· 36
[표 4-10] ····· 38

그 림 목 차

[그림 3-1] ····· 15
[그림 3-2] ····· 20
[그림 3-3] ····· 20
[그림 4-1] ····· 26
[그림 4-2] ····· 29
[그림 4-3] ····· 31
[그림 4-4] ····· 33
[그림 4-5] ····· 35
[그림 4-6] ····· 37

제 1 장 서론

교육부(2020)의 수학교육 종합계획(2020~2024)은 앞으로의 교육에서 개인별 맞춤형 수업 지원의 필요성과 이를 위해 인공지능을 활용한 수업과 평가 개선이 필요함을 강조한다. 구성주의 학습이론에 따르면 학생은 스스로 지식을 구성하는 학습 주체이며, 브루너의 인지 구조 학습 이론에 따르면 학생들은 능동적으로 정보를 처리할 수 있어야 한다. 이때, 교사의 역할은 학생들이 수동적으로 지식을 습득하는 것이 아니라 스스로 학습할 수 있는 환경을 마련하고 지식을 구성할 수 있도록 촉진시키는 역할이다(Yang, Z. et al., 2021). 특히, 학생 간의 수준 격차가 존재하는 수학 교과에서는 학생의 능동적인 지식 구성을 위해 어떤 방식으로 개별화 교육을 실행할 수 있을지에 대한 고민이 필요하다.

학생 개별화 학습을 위해 학생들 개개인의 성취 정도나 어려운 점 등을 교사가 파악하는 것이 그 출발점이 될 수 있다. 학생이 교사에게 자발적으로 질문하고 답을 찾아간다면 교사 또한 학생의 상태를 확인할 수 있고, 학생들 또한 필요로 하는 지식을 얻을 수 있을 것이다. 그러나 교실 수업 상황에서 교사에게 직접 질문하거나 검색 엔진을 이용해 답을 찾아가는 과정은 답변의 적시성과 정확성 등이 떨어진다는 문제점이 있다(Yang, Z. et al., 2021). 그러나 수학 학습에서 어려움을 느끼는 학생들은 즉각적인 피드백을 필요로 하고, 이러한 피드백이 학생의 정의적 측면에서 긍정적인 영향을 미친다(오석환, 김현진, 2021). 그러나 많은 학생들은 허용적이지 못한 교실 문화 등 여러 이유로 수업 시간에 질문하는 것을 어려워한다(성창근, 2016). 2021년 국가수준 학업성취도 평가 결과 코로나19 원격수업으로 인해 코로나 19 이전보다 기초학력 미달 학생의 수가 더 늘어났으며, 특히, 중학교 수학에서는 자신감, 가치, 흥미, 의욕, 등의 정의적 특성이 낮아졌다(한국교육과정평가원, 2022). 교육부(2020)가 제시한 수학교육 종합계획에서도 학생들의 수학 자신감 회복을 위해 국가수준 학업성취도 평가에서 정의적 영역 평가를 포함하는 등의 체계적 관리가 필요함을 언급한다. 이처럼 학습 과정에서 학생들의 인지

적 측면뿐만 아니라 정의적 측면도 중요하다. 이와 같은 교실 수업 상황의 제약과 수학 교과에서 학력 편차와 더불어 낮은 정의적 특성의 문제를 극복하기 위해 인공지능을 활용한 개별화 교육을 생각해볼 수 있다.

현재 수학교육에서 인공지능 기술을 공교육에 어떻게 이용해 학생들의 인지적인 측면과 정의적인 측면에 도움이 될지에 대한 연구가 필요하다(박만구, 2020a). 수학교육에서 인공지능 교육 플랫폼을 활용할 경우, 학습자 개인별 수준을 고려해 맞춤형 학습을 제공할 수 있다는 큰 장점이 있다. 학생에게 적절한 학습 자원을 제공하기 위해 어떤 데이터를 수집하고 활용하여 제공할 것인지를 고민해봐야 할 것이다. 인공지능을 기반으로 한 도구를 도입할 때, 개인 학습 환경, 개인 학습 네트워크, 개인 학습 포트폴리오와 같이 고려되어야 할 요소들이 있으며 교사의 역할 또한 중요하다(김세영, 조미경, 2022).

학생들이 질문을 하고, 인공지능 기술로 답변을 제공해 개별 학습을 유도하는 시스템 중 현재 많은 학생들이 활용하고 있는 프로그램 콴다(Qanda)가 있다. 콴다는 매스프레소가 2016년 개발하였고, 수학 문제를 찍어 질문하면 그에 맞는 풀이를 쌓여있는 데이터를 기반으로 찾아주는 프로그램이다(박만구, 2020a). 그러나 주어진 문제에 대해 충분히 고민해보는 시간 없이 바로 답을 찾아보는 등 수학 학습에 도움이 되지 않는 방식으로 활용되는 경우가 종종 있다. 즉각적으로 문제에 대한 답을 제공하는 것보다 학생들이 충분히 스스로 고민하게 하여 장기적으로 수학 학습에 도움이 될 수 있는 방식의 인공지능 시스템이 필요하다.

학생들의 개별 학습을 지원하는 형태로 질의응답 챗봇(Chatbot)을 활용할 경우, 질문에 대한 답변을 통해 지식을 구성할 수 있으며, 문제에 대한 답을 제공하는 것이 아닌 그와 관련된 지식을 제공하여 스스로 해결하도록 할 수 있다. 실제로 초중등 교사들의 인공지능의 교육적 활용 가능성에 대한 인식 중 개인 튜터링 시스템과 같은 보조 학습 도구가 가장 많은 부분을 차지한다(김태령 외, 2020). 개인 튜터링 시스템 중 챗봇을 활용한 학습은 학생들에게 사회적 실재감을 주어 챗봇과의 상호작용을 통해 정의적 측면에서 긍정적인 효과를 줄 수 있다(김민지 외, 2021).

학생들이 시·공간적 제약 없이 학습을 지속하고 질문을 통해 지식을 구성해나간다는 점에서 챗봇 활용을 수학교육에도 적용해볼 수 있다. 또한 인공지능을 기반으로 한 개별화 플랫폼 개발까지 활용 범위를 넓혀 개별화 수학 학습에 대한 시사점을 제시할 수 있다. 그러나 챗봇은 현재 국내에서는 영어 학습을 위해 사용되는 경우가 압도적으로 많으며 수학 학습과 관련된 연구는 미비한 실정이다(김민지 외, 2021). 또한 최지웅(2021)에 따르면, 수학교육에서 인공지능 연구 동향을 살펴보았을 때 학생들의 정의적 측면에 집중한 연구가 아직 부족한 상황이다.

따라서 본 연구는 SNU 샘물 챗봇[1)]을 학교 현장에 적용하며 인공지능 챗봇을 수학 학습에서 활용했을 때 개별화 학습 도구로서 발전 가능성을 확인한다. 해당 질의응답 챗봇은 기존 데이터셋을 기반으로 학습하여 학생들의 질문에 대해 학습된 질의응답 세트 중 가장 유사한 응답을 출력하는 방식이다. 이러한 알고리즘의 챗봇을 활용하였을 때, 학생들이 어떤 질의 응답에 대해 만족해하고, 만족도나 개선할 점은 무엇인지 알아보고 정의적 영역에서 변화가 있는지 확인하여 수학교육에서 챗봇 활용 및 개발에 방향을 제시하고자 한다. 이를 확인하기 위해 설정한 연구문제는 다음과 같다.

가. 중학교 학생들이 수학 학습을 위한 질의응답 챗봇을 활용하는 것은 학습자의 정의적 특성에 긍정적인 영향을 미치는가?

나. 중학교 학생들은 수학 학습을 위한 질의응답 챗봇이 학습에 도움이 된다고 생각하는가?

연구문제 '가'를 위해서는 수학 학습 정의적 특성 검사를 통해 챗봇 사용이 학생들의 수학 학습 정의적 특성에 효과가 있는지 확인해볼 것이다. 또한, 챗봇 사용 후 설문과 심층 면담을 통해 정의적 특성의 변화가

---

1) 서울대학교와 한국전자통신연구원(ETRI) 소리자바(sorizava)에서 개발중인 샘물 챗봇 https://snusammul.com:29001/

나타났는지를 심도 있게 확인해볼 것이다. 연구문제 ‘나’를 위해서는 챗봇 활용 후 설문과 답변에 대한 만족도 설문, 심층 면담을 통해 학생들이 인식한 질의응답 챗봇의 효과성, 요구사항 등 주관적인 인식을 확인할 것이다. 이를 통해, 질의응답 챗봇이 학습자의 정의적 특성에 줄 수 있는 변화 가능성을 확인하고, 수학 교과의 특성상 어떠한 방향으로 개발해 나갈 수 있는지를 제안한다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 인공지능을 활용한 수학 개별화 학습

임미인, 김혜미, 남지현, 홍옥수(2021)에 따르면, 우리나라 초등 수학교육에서 인공지능을 활용한 사례는 개별 학생의 수준에 맞는 학습을 제공하는 형태, 학생의 데이터를 분석하고 학습을 예측하는 형태, 수학 챗봇과 손글씨 인식으로 문제풀이 데이터를 분석하는 형태가 있다. 어떤 형태든 학생별 수준과 성취 정도를 확인하여 개별적으로 학습을 지원해주는 방식으로 공교육에서 활용되기 위해서는 교수학습 상황과 연결하는 방안을 고려해야 한다(임미인 외, 2021). 김세영, 조미경(2022)는 개별 맞춤형 수학 학습을 위해 학생들에게 어떤 학습 경험을 제공할 것인지를 먼저 명확하게 할 필요가 있음을 언급하였으며 후에는 학생들의 데이터를 종합적으로 활용하여 학생 개개인의 수준을 파악하는 데에 활용될 필요가 있음을 언급하였다.

이지혜, 허난(2020)은 실제로 맞춤형 수학 학습 프로그램을 개발하였으며 학생이 어려워하는 단원과 문제 유형을 파악하고 이를 분석하는 시스템을 구성하였다. 이러한 프로그램은 개별학습에 유의미한 효과를 줄 수 있을 것이며 평등한 교육의 기회를 제공할 수 있는 가능성을 제시하였다. 오석환 외(2021)는 고등학교 수학 수업에서 이미 개발되어 있는 AI 기술 기반 애플리케이션인 콴다(Quanda)를 활용하여 학업성취도, 정의적 영역에 미치는 효과 분석했다. 애플리케이션을 활용한 수업은 학생들의 학업성취도에 긍정적인 영향을 미쳤으나 정의적 영역에는 효과를 주지 못했다. 이와 관련하여 학생 개별 맞춤형 학습을 위한 인공지능은 어떠한 개발 방향이 필요한지 고민해볼 필요가 있다.

박만구(2020a)에 의하면, 현재 수학교육에서 인공지능이 활용되는 사례는 공교육보다는 사교육에 더 활발히, 주로 문제 풀이 학습 위주로 이루어지고 있음을 알 수 있다. 인공지능이 수학 학습에서 개별화 교육을

가능하게 할 수 있지만 동시에 학생들이 주체적인 사고를 하는 것을 저해하게 할 수 있다(신동조, 2020b). 이처럼 인공지능을 활용한 개별화 교육에서 단순히 문제 풀이의 반복에 그치는 등의 제한된 학습 경험이 주어지는 경우가 있으므로(김세영 외, 2022), 공교육에서 학생들을 격려하고, 수학 학습에 대한 긍정적인 태도를 가지며 수학적 탐구를 가능하게 하게 하기 위한 연구가 필요하다. 인공지능을 활용한 수학 학습 시스템은 학생이 문제를 정확하게 풀어내는 것이 아니라 자발적으로 수학 학습 경험을 해나갈 수 있도록 하는 데에 초점을 두어야 할 것이다(박만구, 2020b).

최지웅(2021)에 따르면 수학교육에서 인공지능 연구는 주로 공학적 도구나 교구의 활용으로 이루어져있으며 플랫폼이나 교과와 관련된 연구, 학생들의 인지적, 정의적 측면과 관련된 연구도 미비하다. 수학 학습을 위한 인공지능 시스템은 학습자의 인지적인 측면에 주로 초점을 두고 있으나 정의적인 측면의 기술이 고도화됨에 따라 수학교육에서도 학생들의 심리적, 정서적인 면까지 고려하여 반영할 필요가 있다(박만구, 2020b).

제 2 절 인공지능 챗봇 활용 교육 선행연구

자연어 처리 기술이 고도화됨에 따라 인공지능 챗봇이 교육에서 활용되는 기회와 사례가 많아지고 있다. 인공지능 챗봇을 교육에 활용할 경우, 학습 환경과 시간의 제약을 받지 않고 사용할 수 있으며, 챗봇과 상호작용을 하는 경험을 통해 학생은 사회적 실재감과 적절한 피드백을 제공받을 수 있다(김민지 외, 2021). 사회적 상호작용을 하는 경험은 학습자에게 정서적 친밀감과 동시에 학습동기를 느끼게 할 수 있어 학습에 대한 정의적 영역에서 긍정적인 효과를 줄 수 있다(임미가, 2022). 또한 주로 교수자가 비계를 제공하는 학습도구로써 챗봇을 사용하는 경우가 많았으며 이는 챗봇이 학습 튜터로서 충분히 활용될 수 있음을 보여준다(김민지 외, 2021). 이는 챗봇이 개별화 학습을 가능하게 한다는 것을 보여준다(임미가, 2022).

인공지능 챗봇을 활용한 기존 선행 연구를 살펴보면 다양한 학교급에서 여러 교과에서 활용되고 있음을 알 수 있다. 먼저, 추성엽(2019)은 영어 인공지능 챗봇을 활용하여 학생의 발화를 분석한 연구에서 일방적인 대화보다 학생이 개별적으로 학습하는 상호작용 상황에서 발화량이 늘어난 것을 확인하였다. 이를 통해 인공지능 챗봇은 다양한 수준의 학생들에게 학습 기회를 제공함으로써 개별화 교육이 가능함을 시사하였다. 최원경(2020)은 초등학교 영어과 말하기 평가에서 AI 챗봇을 활용하였다. 평가에서 활용할 경우, 학생들의 과정을 확인하고 개인의 성장에 있어서 중요한 정보를 확인할 수 있다는 점을 언급했다. 김소연, 김정렬(2021)은 초등학생을 대상 영어 수업에서 인공지능 챗봇을 활용하고 영어소통의지, 영어 학습 자신감과 같은 정의적 요인과 학습자들의 반응을 설문으로 받아 분석하였다. 학생들은 혼자서 학습하는 데에도 도움이 될 것이라 하였고, 소통의지와 자신감에 긍정적인 반응이 있음을 확인하였다. 직접 말하고 질문을 하는 경험이 영어 학습에 효과를 줄 수 있음을 보여주었다. 한다은(2021)은 대화형 AI 챗봇을 제작하고 이를 초등 영어 수업에 적용한 연구를 통해 학생들이 AI 챗봇에 상당한 흥미와 관심을 가지고 있음을 확인했다. 그러나 교과서에만 있는 질문을 활용한 제작으로 흥미를 못 느낀 학생들도 있었음을 언급했다.

이처럼, 영어 교과에서 학생들이 직접 발화를 하고 의사소통하는 경험에서 챗봇을 활용하는 사례가 다수 있었다. 이 외에도 최서원, 남재현(2019)은 중학생 대상으로 SW교육을 실시하였으며 기존 수업에 비해 챗봇을 활용한 수업에서 수업 집중도와 학업 성취도에 긍정적인 효과가 있음을 밝혔다. 황홍섭(2022)는 초등학생 대상 사회 수업에서 지도 학습 AI 챗봇을 활용한 수업을 통해 학생들의 학습만족도, 학업성취도에 유의미한 결과가 있었으며 학생들이 챗봇을 활용하며 자기 조절의 기회가 생겨 맞춤형, 개별화 수업이 가능할 것이라 하였다. 이처럼 사회, 정보 교과에서도 챗봇을 활용한 사례를 살펴볼 수 있었다.

AI 챗봇을 활용한 연구에서 전반적으로 학습자의 개인화된 학습의 가능성을 언급하고 있으며 정의적 측면에서 챗봇의 활용을 살펴볼 필요가

있다. 현재 질의응답 시스템이나 인공지능 플랫폼을 수학 학습에서 활용하려는 시도는 있으나 AI 챗봇을 수학 학습에 직접적으로 활용하려는 시도는 미비한 실정이다.

제 3 절 질의응답 시스템 및 인공지능 챗봇

인공지능 챗봇은 대화를 통해 의사소통을 하는 컴퓨터 프로그램으로 딥러닝, 기계학습, 빅데이터 등의 기술들로 만들어졌으며 문자(text)나 음성으로 대화를 할 수 있다(김혜영 외, 2019). 인공지능 챗봇은 많은 연구들과 기술 개발을 통해 인간의 감정까지 인식하고 이를 반영한 상호작용이 가능한 정도에 이르렀다. 단순한 질문에 대한 단발성 답변을 제공할 수 있고, 개인화 기능을 통해 정교한 형태의 대화형 챗봇도 구성할 수 있다.

챗봇은 특정 목적이 있느냐, 일반적인 대화를 중심으로 이루어지느냐에 따라 목적형, 비목적형 챗봇으로 분류된다. 또한, 질문에 대한 응답으로 이루어지는지, 대화가 이루어지는지에 따라 응답형, 대화형으로 나눌 수 있다(윤여범, 박미애, 2020). 현재 챗봇은 주로 목적형과 응답형이 주로 개발되어 활용되고 있으며 교육 연구에서 활용되는 챗봇도 목적형 챗봇이 대부분이다(윤여범 외, 2020; 김민지 외, 2021).

챗봇 개발에서 성능을 높이기 위해서는 규칙 기반이 아닌 기계학습 기반의 개발 방법을 활용할 필요가 있다. 기계학습을 이용한 개발 방법 중 Doc2Vec 모델은 단어 분류 기계학습 Word2Vec 알고리즘을 확장한 것으로 구글이 개발한 문서 분류 기계학습 알고리즘이다. 데이터셋이 크더라도 빠르게 유사도를 확인하여 질의와 가장 비슷한 질문을 데이터셋에서 찾게 할 수 있다(민경모, 유준희, 2022).

한국전자통신연구원(ETRI)과 KAIST 등이 개발한 엑소브레인(Exobrain)은 한국어 기반 질의응답 인공지능으로, 기계가 자연어를 이해하고 학습하여 사용자의 질문에 대해 답변을 제공할 수 있는 목표를 가지고 있다(김현기 외, 2017).

제 4 절 수학 학습과 질의 응답 학습

학생의 질문은 학습 과정에서 지식 형성에 큰 영향을 미치며 학생의 이해 정도에 대한 정보를 교사에게 제공한다. 그러나 교과서 중심의 수업에서는 학생들의 질문 수준이 비교적 낮은 상태이며, 학생들은 자신의 질문이 공개되는 것에 대해 두려움을 가지고 있다. 질문을 통한 지식 구성을 위해 다양한 형태의 질문을 시도하고 이를 통해 학습하는 수업의 구성이 필요하다(이진규, 2016).

성창근(2016)은 질문이 있는 수학 학습이 학생들의 수학적 태도에서 긍정적인 효과가 있음을 밝혔다. 교실 수업 내 활발한 질문 활동과 문화가 학생들의 수학적 태도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다. 아래 [표 2-1]는 성창근(2016)이 제시한 질문이 있는 수학 수업에서 수업의 단계별로 제공하는 질문틀이다.

[표 2-1] 성창근(2016)의 수학 수업 질문틀

단계		질문
도입		1. ~은 무슨 뜻인가? 2. ~과 ~의 차이점은 무엇인가? 3. ~과 ~의 비슷한 점은 무엇인가? 4. 이 주제를 공부해야 하는 이유
전개	방법	1. 이 문제를 풀기 위해 어떻게 해야 하는가? 2. 어떻게 풀었는지 다시 설명해 주시겠습니까? 3. 이 문제를 다른 방법으로 어떻게 풀 수 있는가? 4. ~방법을 다시 설명해 주시겠습니까?
	추론	1. 왜 그렇게 풀었는지(구했는지) 설명해 주시겠습니까? 2. 왜 그렇게 생각했는지 그림이나 식을 통해 설명해 주시겠습니까? 3. 왜 그렇게 했는지 예를 들어 설명해 주겠습니까?
적용		1. ~은 우리 생활에서 어떻게 활용할 수 있는가? 2. ~은 이전에 우리가 배운 ~과 어떤 관련이 있는가?

인공지능 기술을 활용한 교육은 학생 개별화 교육, 맞춤형 교육에 큰 영향을 줄 수 있으며 수학교육에서도 이를 고려해야 한다. 수학 학습의 어떤 단계에서 인공지능을 활용해야 할지 고민이 필요하다(이지혜, 허난, 2018). 수학 학습을 위한 지원 플랫폼은 현재 교사를 지원하기 위한 보조 도구로 활용되는 경우가 많다. 학습자 개인의 독자적인 학습을 제공하는 플랫폼에 대한 운영이 필요하며 학습자의 인지적 측면을 강조하는 인공지능 시스템이 많은 실정으로, 감정 등 정의적인 측면을 고려하는 시스템 개발 연구가 필요하다(박만구, 2020b).

질의응답을 교사와 학생 또는 학생간의 직접적인 소통이 아닌 인공지능을 활용하여 한다면 의사소통과 사회화 과정을 반영하는 수학 교실의 모습이 위축될 수 있으므로 소통과 협업, 메타인지적 사고 등 교실 활동을 위주로 하는 인공지능 기반의 수학교육이 이루어지도록 해야할 것이다(임웅, 박미미, 2021). 장진아, 박준형, 박지선(2021)은 인공지능 챗봇의 활용 분석을 통해 과학교육에서의 인공지능 챗봇을 명시적으로 안내되는 내용은 챗봇이, 그보다 확장된 질문에 대해서는 교사가 도움을 주어 인공지능과 교사가 협력하여 수업을 진행하는 활용 방안을 제안하였다.

제 5 절 수학 학습과 정의적 특성

한국교육과정평가원(2020)에서 발표한 2019 수학·과학 성취도 추이변화 국제 비교 연구(TIMSS)에 따르면 우리나라 중학교 2학년 학생의 수학 학습에 대한 흥미, 수학에 대한 자신감, 수학에 대한 가치인식에 대한 척도 점수가 모두 하위 5개국에 속했다. 특히, 수학에 대한 흥미는 긍정적으로 응답한 비율이 2015년도에 검사 결과와 비교했을 때 현저히 떨어짐을 알 수 있다. 수학에 대한 자신감은 한 문항을 제외하고 나머지 3개의 문항에 대해서는 모두 상승하는 양상을 띠고 있다. 그러나 수학을 배우는 것이 일상생활에서 도움이 되는가에 대한 질문에 대한 응답은 꾸준히 하락하는 양상을 보인다. 전반적으로 우리나라 중학생의 학업 성취도 결과가 높은 것에 비해 정의적 특성이 낮게 나타나는 것에 대해 그 원인

과 해결방안을 모색해볼 필요가 있다.

학생들이 인식하는 교사의 수업 전문성, 기대감, 피드백이 학생들의 학업 성취도에 영향을 미칠 수 있다(김주영, 박인우, 장재홍, 2017). 특히, 기대감의 경우 교사와 학생 사이의 관계에서 발생하는 것으로 교사와의 관계는 정의적 측면에서 영향을 줄 수 있다. 황지현, 탁병주, 이승은, 김혜미, 이화영(2022)은 학생의 수학 학습에서 정의적 성취에 영향을 주는 교사와 학생의 마인드셋에 관한 연구에서 교사가 학생에게 수학 학습에 대한 믿음과 앞으로의 성장할 수 있음에 대해 인지할 수 있도록 하는 것이 학생의 정의적 특성의 성취로 이어짐을 언급하였다. 또한, 교사의 정서적 피드백은 학습자의 정의적 특성뿐만 아니라 학업성취도에도 긍정적인 효과를 줄 수 있다(남궁향, 이영주, 2018). 정서적 피드백 외에도 학생의 현재 학습 성취를 바탕으로 정보를 제공하고 학습을 안내하는 형성적 피드백과 교사와 학생의 친밀한 관계는 학생들에게 긍정적인 영향을 줄 수 있다(이빛나, 손원숙, 2017). 수학 교실 문화에서 또한 다양한 측면에서 긍정적이고 적절한 피드백을 받는 것이 필요하다. 박상현, 신이나(2021)는 수학 학습에서 중학생이 피드백을 인식하는 것이 학생의 정의적 특성에 미치는 효과를 살펴보았으며 학업 성취도 향상을 위해서도 수학 학습에 대한 흥미, 동기를 포함하는 정의적 특성의 향상을 할 수 있는 프로그램의 개발이 필요하다 하였다.

제 3 장 연구 방법

제 1 절 연구 대상

본 연구는 중학교 수학 수업에서 질의응답 챗봇을 활용하는 수업을 통해 학생들이 선호하는 답변의 특성과 챗봇에 대한 학생들의 요구, 정의적 특성의 변화를 알아보고 챗봇 활용에 대한 시사점과 발전 방향을 알아보기 위한 실험 연구이다. 연구 대상은 서울특별시에 소재하고 있는 J중학교 2학년 학생이며, 6개 학급 중 연구자가 직접 수업을 진행하는 3개 학급을 선정(총 71명)하였다.

제 2 절 연구 설계 및 절차

수학 학습에서 질의응답 챗봇을 활용하는 것이 학생들의 정의적인 특성에 변화를 주는지 확인하기 위하여 수학 학습 정의적 영역에 대한 사전 검사를 실시하였다. 그 후, 10차시에 걸친 챗봇 활용 수학 교과 학습을 진행하였다. 일반적인 수학 수업을 진행하며 수업 중 학생들이 개인 스마트 기기를 통해 질의응답 챗봇 사이트에 접속하여 자유롭게 질문을 남길 수 있도록 하였다. 실험 수업이 종료된 후에는 수학 학습 정의적 영역에 대해 사전 검사와 동일한 문항으로 사후 검사를 진행하였다. 실험 수업동안 학생들이 질의응답 챗봇의 답변에 대한 반응을 샘물 챗봇 내에 있는 반응 버튼 기능을 통해 남기도록 하였다. 학생들이 답변에 대해 불만족하다고 느낀 답변들은 만족도가 낮은 이유에 대해 의견을 묻는 서술형 설문지를 제작하여 답변을 받았으며, 챗봇에 대한 만족도와 소감, 개선할 점 등에 대해 사후 설문을 받았다. 또한, 질의응답 챗봇을 활용한 학생들의 소감과 정의적인 특성의 변화를 보다 면밀하게 파악하기 위하여 정의적 특성 검사 결과를 바탕으로 긍정적으로 나타난 학생, 보통인 학생, 부정적으로 나타난 학생 각 4명씩, 총 12명의 학생을 대상으로 1:1

심층 면담을 실시하였다. 전체 연구 진행 절차는 [표 3-1]과 같다.

[표 3-1] 연구 진행 절차

일정	진행 절차
2023.04.02.-2023.05.01.	연구 참여자 모집 및 동의
2023.05.02.-2023.05.04.	사전검사 실시: 정의적 특성 설문지
2023.05.05.-2023.05.26.	질의응답 챗봇 활용 수업 10차시
2023.05.29.-2023.05.31.	사후검사 실시: 정의적 특성 설문지
2023.06.01.-2023.06.02.	질의응답 챗봇 서비스 사용 만족도 설문
	질의응답 챗봇에 대한 심층 면담
2023.06.03.-2023.06.16.	자료 정리 및 결과 분석

실험 수업을 시작하기 전, 챗봇 활용을 연습해보고, 성창근(2016)의 연구에서 개발한 수학 학습 질문틀을 제공하여 질문을 연습하는 시간을 갖는다. 질문틀을 제공하는 이유는 학습 내용에 질문을 남기는 것에 대해 어려움을 겪는 경우가 있어 도움을 주고, 다양한 유형의 질문을 경험해보며 각 질문의 유형별 적절한 답변에 대해 생각해보게 하기 위함이다. 수업 도중 학생들에게 제공된 디지털 기기를 이용하여 자유롭게 챗봇을 수업 도중 활용할 수 있게 한다. 챗봇 활용시 교사는 교실을 순회하며 개념 이해가 부족한 학생이나 챗봇의 답변을 이해하지 못한 경우 개별 피드백을 제공한다. 챗봇에서 출력되는 답변에 대해 학생들이 반응 버튼을 클릭하여 답변에 대한 만족 여부를 표현할 수 있게 한다. 연구를 진행하는 기간 중 학생들이 학습하는 단원 및 주요 학습 내용은 [표 3-2]와 같다.

[표 3-2] 실험 수업 소단원별 주제 및 주요 학습 내용 (10차시)

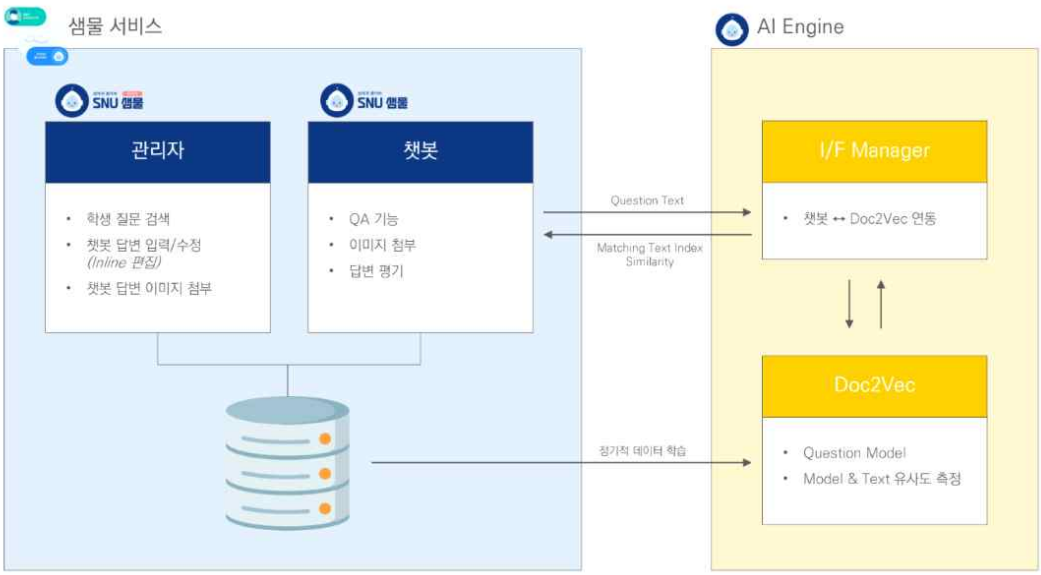
대단원	소단원	차시	주요 학습 내용
챗봇 활용 기초: 질문하기		1	다양한 유형의 질문 연습
일차부등식과 연립일차방정식	부등식과 그 해	1	부등식의 뜻, 부등식의 해의 뜻
	부등식의 성질	2	부등식의 성질, 주어진 식의 부등호 파악
	일차부등식의 풀이	2	일차부등식의 뜻, 일차부등식 풀이, 일차부등식 활용 문제 풀이
	연립일차방정식과 그 해	1	미지수가 2개인 일차방정식의 뜻, 그 해의 의미
	연립일차방정식의 풀이	2	연립일차방정식의 뜻, 풀이, 활용 문제 풀이
	대단원 마무리	1	교과서 문제 풀이

제 3 절 SNU샘물 챗봇

본 연구에서 활용하는 챗봇은 서울대학교와 한국전자통신연구원(ETRI), 소리자바(sorizava)에서 개발 중인 샘물 챗봇이다. [그림 3-1]과 같이 샘물 챗봇은 Doc2Vec 기반의 문서 분류 모델로, 기존에 입력된 데이터셋 중 학생의 질문 텍스트의 의도를 분석하고 가장 유사한 질의응답 데이터를 찾아 답변을 출력한다.

본 연구를 시작하기 전, 2022년 SNU샘물 챗봇에 중학교 2학년 수학 관련 질의응답 데이터를 총 2530개를 학습시켰다. 기존에 학습된 데이터 외에 본 연구를 시작하기 전, 실험 수업의 학습 단원인 '일차부등식과 연립일차방정식'과 관련된 질의응답 세트를 총 377개를 추가로 학습시켰다. 이 중 개념 질문은 122세트, 원리 질문 98세트, 문제 풀이 관련 79세트, 수학 개념의 역사적 배경 37세트, 실생활과 연관성 및 유용성 23세트, 개

념의 확장 18세트로 이루어져 있다. 이 외에도 수학 학습 방법 및 정서 관련 유형의 질의응답 세트는 기존 2530개의 질의응답 세트에 포함되어 있던 질의응답 유형이다. 각 질문의 유형별 다음 [표 3-3]과 같이 답변을 구성하였으며, 기존에 학습된 데이터 외에 추가로 질의가 생기면, 학습된 데이터를 기반으로 답변이 출력되며, 추후에 추가 데이터를 확인하여 답변을 수정하여 업로드하였다. 실험 수업 기간 중 학생들은 총 3834개의 질의를 하였으며, 이 중 2004개의 데이터를 실험 중 추가로 학습시켰다.



[그림 3-1] 샘물 챗봇 기술 관련 이미지

수학 교과에서 학생들이 긍정적으로 인식하는 피드백을 제공할 때 학생들의 수학 학습에서 정의적 특성(흥미, 효능감, 수업태도)이 향상된다(박상현, 신이나, 2021). 따라서 학생들이 하는 질문에 대해 긍정적이고, 친밀하게 느낄 수 있도록 하며 질문하는 개념이나 원리, 문제 풀이법에 대해 최대한 자세하게 답변을 구성하였다. 또한, 학생이 구체적인 문제의 풀이를 질문하는 경우, 그 문제의 답이 아닌, 해당 유형의 문제를 어떻게 풀어야하는지 그 방법을 제시하였다. 학생들의 현재 학습 상태에 맞게

정보를 제공하는 형성적 피드백은 학생의 정의적 영역에 긍적적인 효과가 있을 수 있다(이빛나 외, 2017). 따라서, 문제 풀이에 대한 질문에 대해서는 학생이 스스로 지식을 구성하는 것이 목적이므로 유사한 예시를 보고 문제를 해결해나갈 수 있도록 예시 문제나 풀이 방법을 단계적으로 제공하는 답변으로 구성하였다. 학생들이 수학 학습 내용 외에도 학습 방법이나 수학 학습의 이유 등 학습 정서와 관련된 질문도 하는데, 이와 관련하여 교사의 정서적 피드백은 학생들의 학습에서 자기효능감과 메타인지를 향상시킬 수 있으므로, 공감과 지지가 드러나도록 하는 질의응답 세트도 포함시켰다(남궁향 외, 2018).

그러나 학생들이 할 질문을 정확하게 데이터로 미리 학습을 시킬 수 없는 한계가 있어 학생의 질문에 맞는 정확한 답변이 나오지 않는 경우도 있었다. 또한, 수학 학습, 특히 중학교 2학년 학습 단원과 관련된 내용을 주로 학습을 시킨 상태라 다른 학습 내용이나 수학 외의 일상 질문에는 답변하기 어려웠다. 이러한 한계점은 있으나 학생들에게 충분히 이 내용을 인지시키고 학습하는 단원에 대한 질문을 자유롭게 하도록 하였다.

[표 3-3] 질문의 유형별 답변 방식

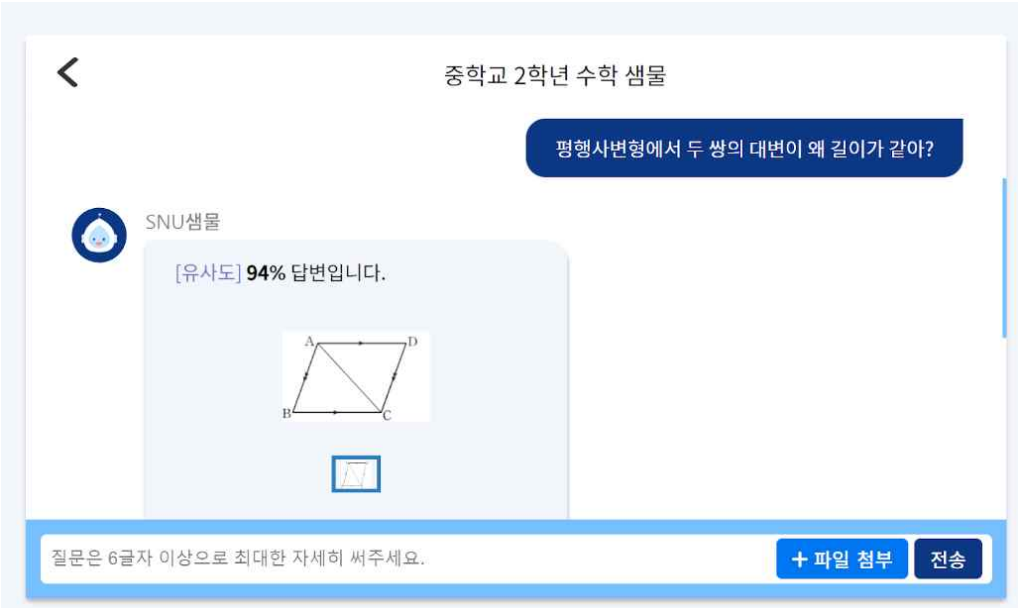
질문 유형	질문 예시	답변 예시
개념	일차부등식이 뭐야?	부등식의 모든 항을 좌변으로 이항하여 정리한 식이 (일차식) $<$ 0, (일차식) $>$ 0, (일차식) $\leq$ 0, (일차식) $\geq$ 0 중의 어느 한 가지 꼴로 나타낼 수 있는 부등식을 일차부등식이라고 해요.
원리	가감법으로 연립방정식 해 구하는 법 알	아래 방법으로 연립일차방정식을 풀어보세요. 그림의 식에서

	려줘.	1. y를 없애기 위해 ①의 양변에 3을 곱하고, ②의 양변에 2를 곱해 변끼리 더하면 (9x+6y)+(8x-6y)=30+4으로 나타낼 수 있어요. 2. 일차방정식을 풀면 17x=34 이므로 x=2임을 알 수 있어요. 3. ①번 식에 x의 값을 넣으면 6+2y=10 이므로 y=2 임을 알 수 있어요. 따라서, 이 연립일차방정식의 해는 x=2, y=2에요. $\begin{cases} 3x+2y=10 & \cdots\cdots ① \\ 4x-3y=2 & \cdots\cdots ② \end{cases}$
문제 풀이	-2x+2>=-6x+7 어떻게 풀어?	다음과 같이 일차부등식을 해결할 수 있어요. 1. 미지수를 포함한 항은 모두 좌변으로, 상수항은 모두 우변으로 이항해요. 2. 동류항끼리 정리해서 3x>9처럼 ax>b(a≠0)의 형태로 만들어줘요. 3. 양변을 a로 나누어 부등식의 해를 구해요.
	-3x-y=5 해 어떻게 구해요?	예를 들어, 2x+y=5의 해를 구하는 경우, x에 0, 1, 2, 3, …을 차례로 대입하여 나오는 y의 값을 구하면 일차방정식이 참이 되게 하는 x, y의 값들, 즉, 해를 구할 수 있어요. 즉, 2x+y=5의 해는 (0, 5), (1, 3), (2, 1), (3, -1) 등이 있어요

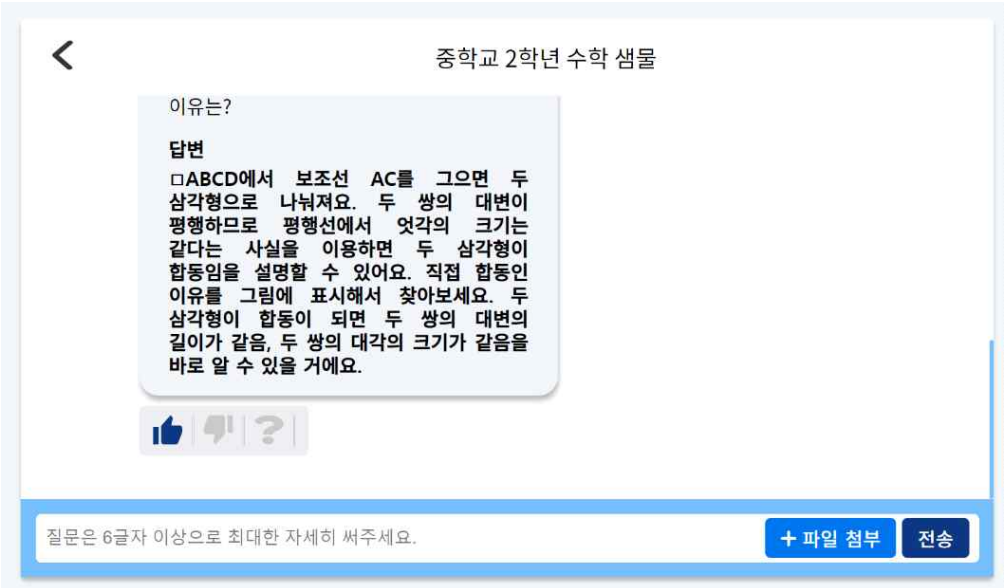
학습 방법 및 정서	수학은 왜 배워?	수학 공부를 하다보면 평소에는 하지 않았던 수학적으로 사고하는 경험을 하게 돼요. 이를 통해 수학의 실용성과 아름다움을 느낄 수 있고, 스스로가 한 걸음 성장하고 발전하는 기분을 느낄 수 있어요! 또, 수학을 배우면 일상 곳곳에 녹아있는 수학의 요소를 발견할 수 있어요! 수학 공부하는게 당장 어렵고 힘들 수 있지만 현재 여러분에게는 무한한 가능성이 있어요. 어떤 것을 앞으로 잘 하게 될지 모르는 상황에서 다양한 공부를 하며 스스로의 길을 찾아나가면 돼요! 배우는 이유를 찾기보다 일단 즐거운 마음으로 깊이 있게 공부해보세요! 그러다보면 그 이유를 여러분이 스스로 발견하게 될 거에요! :)
	수학 잘 하는 법	수학은 오답과 반복, 복습이 정말정말 중요하기 때문에 무조건 어렵고 많은 문제를 풀기보다 여러분의 수준에 맞는 문제를 풀어보면서 꼼꼼하게 오답정리를 하고 부족한 개념을 채워가보세요! 물론 사람마다 공부 방법은 달라서 이런 저런 방법들을 시도해보면서 자신에게 맞는 방법을 찾아가보면 좋을 것 같아요. 파이팅!

역사적 배경	부등호는 누가 처음 발견했어?	현재 사용하고 있는 부등호 <, >를 가장 먼저 사용한 사람은 영국의 해리엇(Harriot, T., 1560~1621)이에요. 등호와 부등호가 결합된 기호 ≦, ≧는 프랑스의 부게르(Bouguer, P., 1698~1758)에 의하여 1734년 처음으로 사용되었어요. 지금 사용하고 있는 기호 ≤, ≥는 부게르의 기호를 변형한 것이에요.
유용성	부등식은 왜 배워?	어떤 두 가지 상황을 비교하여 선택을 해야하는 상황 등 부등식은 주어진 상황을 합리적으로 판단하여 수학적 의사소통을 원활하게 할 수 있게 도와줘요. 그 외에도 최고 속도, 최저 속도처럼 우리 생활 주변에서 일어나는 다양한 상황을 부등식으로 표현할 수 있어요.
개념 확장	삼차방정식이나 사차방정식도 있어요?	미지수 x에 따라 참이 되기도 하고, 거짓이 되기도 하는 등식을 방정식이라고 해요. 여기서 우변에 있는 모든 항을 좌변으로 이항했을 때, (x에 대한 n차식)=0의 형태로 정리가 되면, 이 식을 x에 대한 n차방정식이라고 해요.

[그림 3-2], [그림 3-3]과 같이 답변에 대한 학생의 만족도를 버튼을 통해 만족, 불만족, 애매함을 표시할 수 있다. 학생들이 남긴 질문과 질의응답 데이터는 관리자 화면에서 확인할 수 있다.



[그림 3-2] 샘물 챗봇 질의응답 화면



[그림 3-3] 샘물 챗봇 질의응답 화면

제 4 절 검사 도구 및 자료 분석 방법

1. 정의적 영역 검사 도구

학생들의 수학 교과에 대한 정의적 특성의 정도를 알아보기 위해 '매우 아니다'를 1점, '매우 그렇다'를 5점으로 하는 5점 리커트 척도 응답 설문 도구를 사용하였다. 설문 문항은 이종희 외(2011)의 연구에서 개발한 수학 학습 정의적 성취에 대한 검사지를 활용하였다. 검사지는 총 30 문항이고 정의적 영역은 학습 지향성, 자기 통제, 불안, 흥미, 가치 인식, 자신감 총 6개의 요인으로 구성되어 있다. 이 검사지에서 다룬 정의적 영역의 요인별 신뢰도는 다음 [표 3-4]과 같다. 검사 도구의 신뢰도는 문항 내적 합치도 계수인 Cronbach α로 구하였다. 수집한 학생들의 수학 학습에 대한 정의적 특성 검사 결과에 대한 분석은 SPSS 26 프로그램을 활용하여 대응표본 t-검정을 통해 이루어졌다.

[표 3-4] 정의적 영역 검사 도구의 요인 및 신뢰도

요인	의미	문항 수	Cronbach α
학습 지향성	수학 학습 상황에서 낯선 과제에 적극적으로 도전하는 자세	5	0.835
자기 통제	자기조절효능감과 유사한 개념으로 학습자 스스로 제어하여 수학 학습을 수행할 수 있는 능력	6	0.700
불안	수학 학습 상황에서 느끼는 곤란함과 불편함	4	0.667
흥미	수학에 대한 관심 및 수학 학습에서 느끼는 재미	5	0.838
가치 인식	학생의 삶의 맥락에서 수학의 유용성, 중요성에 대한 판단이나 평가, 인식	6	0.805
자신감	자신의 수학적 능력에 대한 긍정적인 기대	4	0.709
전체		30	0.893

2. 챗봇 서비스 사용 만족도 설문

챗봇 활용 수업 기간이 끝난 후 챗봇 활용에 대한 만족도, 질문 유형에 따른 답변 유형에 대한 선호도, 챗봇과 대화 소감 및 개선점에 대해 자유로이 기술할 수 있도록 하였다. 사후 설문문항은 김소연, 김정렬(2021)의 설문지를 변형하여 [표 3-5]와 같이 구성하였다. 사후 설문 내용은 개방 코딩을 통해 유의미한 내용을 추출하여 질적으로 분석하였다.

[표 3-5] 챗봇 서비스 사용 만족도 설문지

구분	내용	형식
챗봇	챗봇 사용 만족도	선택형
챗봇 활용 수학 학습	수학 학습 도움 여부	선택형
	도움이 되는 이유	서술형
	도움이 되지 않는 이유	서술형
	수학에 대한 생각이나 태도가 달라진 점	서술형
챗봇에 대한 요구	챗봇 활용해서 불편했던 점, 개선될 점	서술형
챗봇 활용 수업 후기	수학 수업에서 챗봇 활용 희망 여부	선택형
	수업 후기	서술형

3. 답변 만족도 조사 설문 도구

실험 수업 후 학생들의 답변에 대한 반응 결과를 확인하고 질문의 유형별 질의응답 세트들을 바탕으로 답변에 대한 만족도 서술형 설문지를 제작하였다. [표 3-3]의 각 질문의 유형별 답변으로 수학 학습에 도움이 될지, 어떠한 방식으로 답변이 제공되면 좋을 것 같은지 작성하도록 하였으며, 답변 내용을 개방 코딩을 통해 유의미한 내용을 추출하여 질적으로 분석하여 학생들이 만족해하는 답변은 어떤 특성은 어떤 것인지 확인하였다.

4. 면담

질의응답 챗봇이 수학 학습에 대한 정의적 특성에 미치는 영향과 질

의응답 챗봇의 답변 특성 등에 대해 보다 면밀하게 알아보기 위하여 심층 면담을 실시하였다. 면담 대상자는 [표 3-6]와 같이 정의적 영역 검사 도구를 통해 나온 결과가 긍정적인 학생, 보통인 학생, 부정적인 학생을 4명씩, 총 12명을 선정하여 1:1 개별 면담을 실시하였다. 12명의 면담 대상자 수 산출은 다음과 같은 연구를 바탕으로 면담 대상자 수를 산출하였다. 나기윤, 손홍찬(2016)의 연구에서 독서를 이용한 수학 수업이 중학생의 정의적 태도에 미치는 영향을 정의적 특성 검사지와 심층 면담을 통해 확인하였고, 100명 학생을 대상으로 한 연구에서 5개월간 독서를 활용한 수업을 하고, 정의적 특성 사전 사후 검사 후, 상, 중, 하 수준별 2명씩 총 6명의 학생들을 대상으로 심층 면담을 진행하였다. 박아람, 박영희(2018)는 초등학교 수학과 문제 만들기 활동에서 정의적 특성에 관한 연구에서 25명을 대상으로 하는 연구에서 정의적 특성을 상, 중, 하로 나누어 각각 2명씩 총 6명을 대상으로 면담을 실시하였다. 오석환, 김현진(2021)은 인공지능 어플리케이션을 활용한 고등학교 수학 수업의 정의적 영역 변화에 대한 연구에서 98명을 대상으로 하는 연구에서 학업성취도와 정의적 영역 검사를 비교군을 설정하여 사전 사후 검사를 실시하였고, 추가적인 효과를 보기 위해 학업성취도에 따라 상, 중, 하 수준별 2명씩 총 6명을 대상으로 면담을 실시하였다. 유기종(2020)은 일대다 튜토링 수학 협동학습이 고등학생의 인지적, 정의적 영역에 미치는 영향에 대한 연구에서 19명을 대상으로 하는 연구에서 비교집단을 추가로 38명을 설정하고, 13명을 대상으로 면담을 진행하였다. 따라서, 이와 같은 선행 연구를 바탕으로 비교군이 없고, 연구 수행이 4주이며, 대상자가 71명인 것으로 고려할 때, 면담 대상자가 타 연구의 면담 대상자보다는 더 필요함을 파악하였고, 수학 학습 정의적 특성 검사 결과에 따른 면담 대상자를 선정해야 함을 확인하였다. 따라서, 정의적 특성 검사 결과의 상, 중, 하에 따라 각각 4명씩, 총 12명으로 면담 대상자 수를 산출하였다.

각 면담 대상자들에게는 면담에 대한 동의를 구하였으며, 학생 한 명당 10분 정도가 면담에 소요되었다. 면담 문항에 대한 개요는 최계현, 한혜숙(2013)과 나기윤, 손홍찬(2016)의 연구를 바탕으로 구성하였으며 그

내용은 [표 3-7]와 같다. 면담 내용은 모두 녹취되었고, 전사하여 개방 코딩을 통해 질적으로 분석하였다.

[표 3-6] 면담 대상자의 정의적 특성 검사 결과

구분	정의적 특성		구분	정의적 특성	
	사전	사후		사전	사후
학생1	127	117	학생7	91	80
학생2	117	128	학생8	96	100
학생3	115	144	학생9	87	88
학생4	128	131	학생10	70	57
학생5	105	95	학생11	67	57
학생6	99	107	학생12	73	80

[표 3-7] 면담 문항 영역 및 내용에 대한 개요

영역	면담 문항 내용 개요
질의응답 챗봇 활용 수업	- 수학 학습에서 챗봇 활용에 대한 장점과 단점 - 기존 수업과 비교해 어떤 점이 다르게 느껴졌는지
수학 학습에 대한 정의적 특성	- 챗봇을 활용하고 수학에 대해 생각이나 태도가 달라진 점 - 챗봇을 활용하는 수업이 수학에 대한 흥미를 향상시키는데 도움이 되었는지 - 챗봇을 활용하는 수업을 통해 수학에 대한 자신감이 향상되었는지 - 챗봇을 활용하는 수업을 통해 수학의 유용성을 인식하는 데 도움이 되었는지
질의응답 챗봇 답변 방식	- 챗봇을 사용하면서 도움이 되었던 답변, 도움이 되지 않은 답변 - 답변이 어떤 방식으로 이루어지면 학습에 도움이 될 것 같은지

제 4 장 연구 결과

제 1 절 수학 학습 정의적 특성 검사 결과

질의응답 챗봇이 학생의 정의적 특성(학습지향성, 자기통제, 불안, 흥미, 가치인식, 자신감)에 어떠한 영향을 미쳤는지를 알아보기 위해 사전, 사후 검사를 실시하고, 대응표본 t-검정을 실시하였다. 수학 학습 정의적 특성의 각 하위 요소에 대한 대응표본 t-검정 결과는 [표 4-1]와 같다. 불안 요인의 경우, 다른 요인이 나타내는 방향성과 반대이므로 역코딩을 통해 분석을 하였다. 총 71명의 학생 중 이상치를 제외하여 70명의 학생의 점수를 분석하였다.

[표 4-1] 수학 정의적 특성 각 하위 요소에 대한 대응표본 t-검정 결과

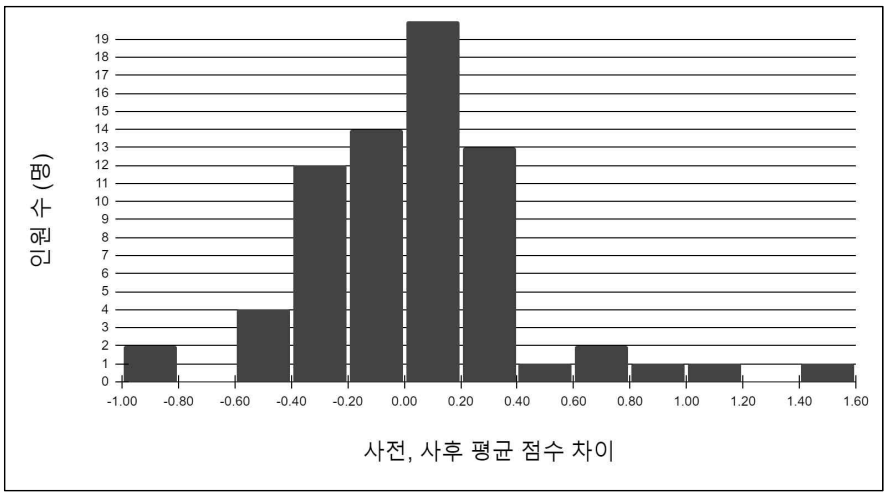
요인	N	사전		사후		t	p
		M	SD	M	SD		
학습 지향성	70	2.79	1.07	2.84	1.15	0.623	0.535
자기 통제	70	3.24	0.93	3.18	0.89	-1.026	0.308
불안*	70	3.07	1.12	3.13	1.00	0.62	0.537
흥미	70	3.10	0.81	3.04	0.87	-0.735	0.465
가치 인식	70	3.73	0.72	3.84	0.89	1.375	0.174
자신감	70	3.05	0.80	3.10	0.86	0.597	0.552
정의적 특성 전체	70	3.19	0.65	3.21	0.69	0.477	0.635

정의적 특성의 여섯 가지 항목 분석을 실시한 결과 학습 지향성과 불안, 가치인식, 자신감 요인의 평균 점수가 약간 상승하였고, 사전, 사후 차이를 알아보기 위해 통계처리를 한 결과, 유의수준 0.05에서에서 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다.

정의적 특성 사전, 사후 검사에서 통계적 유의미성을 찾지는 못했으나 [표 4-2]와 같이 5점 척도의 검사에서 각 요인별 평균 점수가 1점 이상 상승한 학생, 1점 이상 감소한 학생의 비율을 나타내었다. [그림 4-1]은 사후 점수 평균과 사전 점수 평균의 차이의 분포를 나타내었다.

[표 4-2] 각 요인별 점수 변화 비율

요인	1점 이상 상승		1점 이상 하락	
	인원수 (명)	비율 (%)	인원수 (명)	비율 (%)
학습지향성	5	7.04	3	4.23
자기통제	5	7.04	2	2.82
불안	8	11.27	6	8.45
흥미	3	4.23	4	5.63
가치 인식	7	9.86	4	5.63
자신감	8	11.27	7	9.86



[그림 4-1] 정의적 특성 사전, 사후 검사 점수 차이 분포

정의적 특성의 세 가지 이상의 요인에서 1점 이상 상승한 학생은 전체 중 4명이었으며, 세 가지 이상의 요인에서 1점 이상 하락한 학생은 전체 중 2명이었다. 2절에서 다룰 챗봇 사용 만족도 검사에서 이 학생들의 응답을 살펴보았을 때, 챗봇과 정의적 특성 검사 결과의 변화에 유의미한 변화를 줄 수 있는 응답을 찾지 못했다. 이는 질의응답 챗봇 자체의 특성상 환경적인 한계와 10차시에 걸친 짧은 기간동안 활용한 점이 뚜렷한 변화를 주지 못했던 것으로 추측된다. 정의적 특성 사전, 사후 검사에서 뚜렷한 변화가 나타나지 않았으나, 설문조사나 심층 면담에서 정의적 특성 변화와 관련하여 챗봇이 긍정적인 영향을 줄 수 있음에 대한 응답이 있었다.

제 2 절 챗봇 서비스 사용 만족도 조사 설문 결과

사후 설문에서는 질의응답 챗봇 활용 수업을 통해 챗봇이 수학 학습에 도움이 된 점, 도움이 되지 않은 점, 불편했던 점이나 개선되어야 할 점, 활용 후 느낀 점을 자유롭게 서술하도록 하여 분석하였다.

1. 질의응답 챗봇에 대한 효과 인식

질의응답 챗봇을 활용한 수업에 대한 만족도와 챗봇 활용 수업의 도움 정도를 살펴본 설문 결과는 [표 4-3]와 같다.

[표 4-3]의 질의응답 챗봇의 만족도를 살펴보면 ‘매우 그렇다.’와 ‘그렇다.’의 긍정적인 응답이 36%였으며, ‘매우 그렇지 않다.’와 ‘그렇지 않다.’의 부정적인 응답은 15%였다. 또한, 질의응답 챗봇이 도움이 되었는가에 대한 답변을 살펴보면 ‘매우 그렇다.’와 ‘그렇다.’의 긍정적인 응답이 36%, ‘매우 그렇지 않다.’와 ‘그렇지 않다.’의 부정적인 응답이 29%인 것으로, 수업 중 활용한 질의응답 챗봇에 대해 학생들이 두드러지게 긍정적으로 반응했다고 보기는 어렵다. 많은 비율의 학생들이 ‘보통이다.’에 반응한 것으로, 질의응답 챗봇의 어느 부분에서 도움이 되지 않는다고 반응하였는지 구체적인 반응을 살펴볼 필요가 있다.

[표 4-3] 질의응답 챗봇 활용 수업 효과에 대한 인식 (n=71)

응답 / 문항	매우 그렇지 않다		그렇지 않다		보통이다		그렇다		매우 그렇다	
	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)
챗봇 만족도	3	4	8	11	35	49	21	30	4	6
챗봇 활용 도움 여부	4	6	16	23	26	37	21	30	4	6

챗봇 활용이 도움이 된 경우, 구체적으로 어떤 부분이 도움이 되었는지 작성하도록 하는 설문에 대한 학생들의 응답은 [표 4-4]와 같다. 학생들은 궁금한 수학 개념에 대해 즉각적으로 알 수 있으며, 선생님이 없는 혼자 공부하는 상황에서도 학습이 가능하고, 수학 용어의 뜻이나 개념 설명이 도움이 되었다고 반응하였다. 또한, 문제 풀이에 대해 질문하였을 때 바로 답을 제공하는 것이 아니라 접근 방법을 제시하여 챗봇과 함께 문제를 풀어나갈 수 있어서 좋았다고 하였다. 그 외에도, 현재 배우는 내용뿐만 아니라 더 확장된 내용이나, 수학과 관련된 흥미로운 내용도 알 수 있어서 도움이 되었다고 반응하였다. [그림 4-2]는 이와 관련된 학생 응답의 예시이다.

[표 4-4] 질의응답 챗봇 활용이 수학 학습에 도움이 되는 점

구분	구체적인 반응
즉각적인 궁금증 해결 가능	- 집에서 혼자 공부할 때 챗봇을 이용해서 답을 얻을 수 있다. - 수업 시간에 공부할 때 궁금한 것을 바로 알 수 있어서 좋다.
수학 개념 학습에 용이	- 어려운 수학 개념을 쉽고 자세하게 알려주었다. - 배우고 있는 내용에 대한 다양한 내용이 있어 이

	해가 잘 된다. - 수학 용어에 대한 정확한 정의를 알려주어 도움이 된다. - 예전에 배워서 기억나지 않는 내용을 찾아볼 수 있어서 좋다.
문제 풀이 방법에 도움	- 접근하기 어려운 수학 문제를 바로 알려주는게 아니라 어떻게 풀어나가면 되는지 알려주어 도움이 된다. - 답을 바로 보여주는 것이 아니라 힌트를 주면서 답이 맞는지에 대한 과정을 함께 해주는 점이 좋았다. 챗봇과 풀이 과정을 천천히 해결해나갈 수 있어서 이해하기 편하다.
학습 내용 외의 지식 습득	- 배우고 있는 내용과 관련해서 이후에 연계될 내용이나 수학과 관련된 흥미로운 내용을 알 수 있어 좋다. - 수학을 어떻게 하면 효율적으로 공부할 수 있는지 알려주어 좋다.

3-1. (3번 문항에 도움이 되었다고 표시한 경우) 질의응답 챗봇이 수학 학습에 도움이 된 이유를 적어주세요.

수학을 공부하다가 중간에 단어의 뜻이 잘 기억이 안나거나 헷갈리는 용어가 있으면 그때그때 알아 볼 수 있어서 좋았고, 이후 연계 될 내용이나 π의 유래 등 여러 궁금할만한 이야기를 알 수 있어서 좋았다. 그래서 무언가 재미있고 그런 느낌이 들고 좋았던 것 같다.

내가 원래 알고 있어도 헷갈렸던 개념들을 다시 정리하면서 수학의 복합적인 생각이 조금 흩어졌었고 관다처럼 답을 바로 보여주는 것이 아니라 (풀이과정이 있다하더라도 답이 바로 보임) 힌트를 주면서 그 답이 맞는지에 대한 과정을 함께 해주는 점이 조금 든든해졌고 수학문제를 풀때 아무리 답지를 보고 문제를 해결하는것보단 챗봇이랑 풀이과정을 천천히 해결하는것이 더 이해하기 편하니 진짜 자주 찾을거같다.

[그림 4-2] 질의응답 챗봇이 도움이 된 이유에 대한 응답 예시

질의응답 챗봇 활용이 도움이 되지 않은 경우, 도움이 되지 않은 이유에 대해 작성하는 설문의 응답은 [표 4-5]와 같다.

학생들은 챗봇의 답변이 한정적이며, 일상 대화가 불가능하고, 선생님께 직접 질문하는 것이 더 도움이 되어 필요성을 못느낀다는 반응이 있었다. 또한, 수학 개념이나 용어는 물어보기 좋으나 문제 풀이가 주된 관심사라서 이에 대한 질의응답 데이터가 부족하여 잘 활용하지 않았다고 답하였다. [그림 4-3]은 이와 관련된 학생 응답의 예시이다.

[표 4-5] 질의응답 챗봇 활용이 수학 학습에 도움이 되지 않는 점

구분	구체적인 반응
답변의 한계	- 직접 문제를 풀 때 적용하기에는 답변이 부실하다. - 텍스트로만 문제 풀이 방법을 알려주는 데에는 한계가 있다. - 답변이 한정적이고 이해하기 어려운 답변이 있다. - 챗봇이 아니라 포털 사이트에 직접 검색하는 것이 더 도움이 된다. - 모르는 문제의 설명이 제대로 나오지 않는 경우가 많다. - 질문을 잘 이해하기 못할 때가 많다. - 챗봇이 제시한 문제 예시를 풀었으나 정답을 확인시켜주지 않았다.
일상 대화 불가능	- 일상적인 질문이 불가능한 것이 불편했다.
필요성을 못 느낌	- 챗봇보다 선생님께 직접 물어보는 것이 더 도움이 되고 이해가 잘 된다. - 이미 알고 있는 내용이라 챗봇을 사용해야 할 필요성을 못 느낀다.

문제 풀이 질의응답의 부족	- 챗봇에는 문제 풀이보다 용어의 뜻 위주로 물어보게 되어 잘 활용하지 않게 된다. - 문제 풀이가 아니면 관심이 없어서 도움이 되지 않는다.

3-2. **(3번 문항에 도움이 되지 않았다고 표시한 경우)** 질의응답 챗봇이 수학 학습에 도움이 되지 않은 이유를 적어주세요.

개인차가 있을것 같은데 저같은 경우는 선행은 조금 했어서 모르는것이 많이 없었는데
모르는것이 있다하면 활용문제나 그 응용문제의 답이 왜 그런지가 가장 궁금했다.
근데 챗봇에서는 문제보단 뜻이 위주로 물어보는것이라 수업을 할 때 자꾸 찾지는
않았던거 같다. (아직 사진, 문제가 인식을 가능하다고 가정했을시)

무언가를 실생활에서 (작업문제를 풀때) 적용하기에는 답변내용이 부실했다.
텍스트로만 알려주는 데는 한계가 있다고 생각한다.

수학 수업 중 질문이 있을때, 챗봇이 질문에 맞는 답변을 하지 않았고
문제를 내달라고 했을때 정답을 확인시켜주지 않아서 매우
불편했다. 또한, 어떤질문을 했을때 챗봇이 답변을 못해주는
경우가 많았다.

[그림 4-3] 질의응답 챗봇이 도움이 되지 않은 이유에 대한 응답 예시

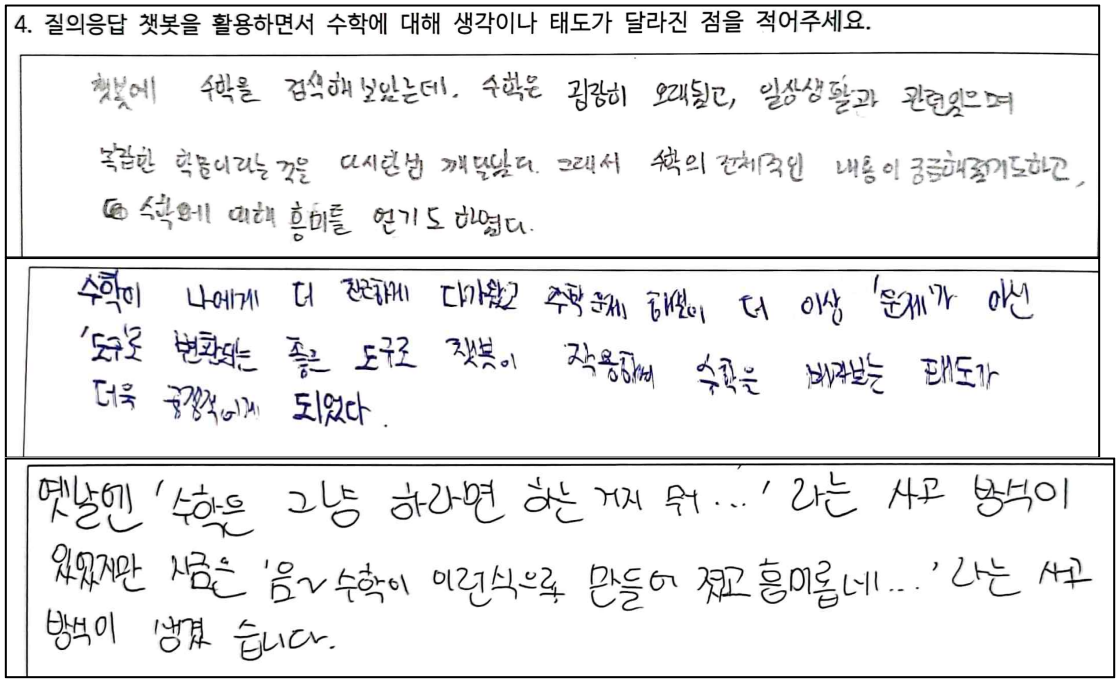
2. 질의응답 챗봇 활용으로 생긴 수학에 대한 인식 변화

[표 4-6]은 질의응답 챗봇 활용 후 수학에 대한 생각이나 태도가 달라진 점에 대해 설문한 결과이다.

질의응답 챗봇 활용으로 수학에 대한 자신감과 흥미가 생겼다는 답변이 있었으며, 수학 문제를 접하는 태도나 배워야 하는 이유에 대한 인식이 생겼다는 반응이 있었다. 그에 반해, 수학은 역시 어렵고 많이 공부해야 한다는 반응도 있었다. [그림 4-4]는 이와 관련된 학생의 응답 예시이다.

[표 4-6] 질의응답 챗봇 활용 후 수학에 대한 생각, 태도가 달라진 점

구분	구체적인 반응
수학에 대한 자신감	- 수학 내용을 조금 더 정확하게 말할 수 있게 되었다. - 수학을 좀 더 잘할 수 있을 것 같다. - 수학은 쉬울 수도 있다는 생각이 들었다. - 수학의 개념을 배우니 좀 더 수학이 만만해진 기분이다.
수학에 대한 흥미	- 수학에 대한 흥미가 조금은 생겼다. - 수학에 대한 탐구심이 높아졌다. - 예전에는 수학을 그냥 했다면 지금은 수학이 어떻게 만들어졌는지 알게 되어 흥미롭다.
수학에 대한 인식 변화	- 수학을 왜 배워야 하는가에 대한 생각이 달라졌다. - 수학의 새로운 개념을 접하는 태도와 수학 문제를 접하는 태도가 달라졌다. - 수학을 좀 더 잘하고 싶다는 생각이 들었다. - 수학을 무조건 선생님께 질문해야 한다고 생각했는데 챗봇으로도 공부할 수 있다. - 수학이 더 친근하게 다가왔다.
수학은 어렵다는 인식	- 챗봇의 설명만으로는 이해하기 어려워서 수학은 역시 어렵다고 느꼈다. - 수학은 정말 어렵고 수학 시험을 잘 볼 수 없을 것이라는 생각이 들었다. - 수학은 많이 풀어봐야 한다는 생각이 들었다.


4. 질의응답 챗봇을 활용하면서 수학에 대해 생각이나 태도가 달라진 점을 적어주세요.

챗봇에 수학을 검색해 보았는데, 수학은 굉장히 오래되고, 일상생활과 관련있으며 복잡한 학문이라는 것을 다시한번 깨달았다. 그래서 수학의 전체적인 내용이 궁금해졌기도하고, 수학에 대해 흥미를 얻기도 하였다.

수학이 나에게 더 친근해졌고 수학 문제 해결이 더 이상 '문제'가 아닌 '도구'로 변화되는 좋은 도구로 챗봇이 작용하여 수학을 바라보는 태도가 더욱 긍정적이게 되었다.

옛날엔 '수학은 그냥 하라면 하는 거지 뭐...' 라는 사고 방식이 있었지만 지금은 '음~ 수학이 이런식으로 만들어 졌고 흥미롭네...' 라는 사고 방식이 생겨 습니다.

[그림 4-4] 질의응답 챗봇 활용 후 수학에 대한 생각이나 태도의 변화에 대한 응답 예시

3. 질의응답 챗봇의 개선되어야 할 점

질의응답 챗봇을 사용하면서 불편했던 점이나 개선되어야 할 점에 대한 설문 응답 결과는 [표 4-7]과 같다.

먼저, 환경적인 측면에서 챗봇 서비스가 되지 않는 경우가 있어 이에 대해 불편하다는 반응이 있었으며, 그 외에 데이터가 다양하지 않아 학생들의 질문에 대해 답변이 나오지 않는 경우 불편했다는 반응이 있었다. 또, 한 가지 질문에 대해 한 가지 답변만 나오도록 되어있어 다양한 답변이 나올 수 있게 되면 좋겠다는 의견, 글이 길면 잘 읽게 되지 않으므로 간략하게 이해하기 쉬운 답변이 제공되면 좋겠다는 의견이 있었다. 수학 용어의 뜻이나 개념에 대한 답변은 만족스러우나 문제 풀이에 대해 질의응답 데이터가 많지 않아 그에 대한 아쉬움도 나타났으며, 일상 대화나 계산 기능, 문제 인식 기능 등 추가되면 좋을 기능에 대한 의견도 있었다. [그림 4-5]는 이와 관련된 학생의 응답 예시이다.

[표 4-7] 질의응답 챗봇의 불편했던 점, 개선되어야 할 점

구분	구체적인 반응
다양한 질의응답 데이터 필요	- 질문에 대한 다양한 답변이 있으면 좋겠다. - 질문을 이해하지 못한 경우가 많다. 더 많은 데이터가 있어야 할 것 같다. - 이미 아는 내용 외에도 학생들이 잘 모를만한 질의응답 데이터가 많이 있으면 좋겠다.
이해하기 쉬운 답변	- 링크로 다른 사이트로 안내하는 답변이 아니라 그 내용을 요약해서 알려주면 좋겠다. - 좀 더 간단하게 요약해서 답변해주면 좋겠다.
문제 풀이에 대한 답변 필요	- 수학 개념만 알려주는 것 같아서 다양한 유형의 문제 예시가 있으면 수학 공부에 도움이 될 것 같다. - 문제 풀이의 과정도 잘 알려주면 좋겠다.
추가되면 좋을 기능	- 일상 대화가 가능하면 좋겠다. - 친구가 설명해주듯 따뜻한 말투였으면 좋겠다. - 계산 기능도 있으면 좋겠다. - 문제 사진 인식 기능이 추가되면 좋겠고, 여러 오답들에 대한 정보가 있으면 좋겠다. - 문제를 풀어서 올리면 어떤 부분에서 오개념이 발생했는지 알려주면 좋을 것 같다.
그 외 불편했던 점	- 수업 중 디벗을 활용하는 것이 불편했다. - 질문하고 싶은 것을 글로 쓰는 데 어려움이 있었다.

5. 질의응답 챗봇을 활용하면서 느낀 불편했던 점이나 개선되어야 할 점을 적어주세요.

너무 뜻만 알려주는것보다, 예시 문제들도 하나씩 있으면 더 이해하기 쉬울것 같다.
같은 유형의

그냥 문제인식 기능이 추가되면 좋겠고 여러 오답들에 대한 정보들을 많이 가지고 있었으면 좋겠다. 왜냐하면 내가 힌트에 대한 문제를 풀었을 때 틀렸으면 어디서 틀렸는지가 문제를 해결하는데 많은 도움이 되기 때문이다. 어디가 틀렸는지 세세하게 알려주기가 어렵다면 풀이과정이 틀린거 같다, 문제 이해를 잘못했다 등 간단하게라도 오답에 대한 이유를 알려주는 기능이 있으면 좋겠다.

[그림 4-5] 질의응답 챗봇의 개선되어야 할 점에 대한 응답 예시

4. 질의응답 챗봇 활용 수업의 후기 서술

[표 4-8]은 질의응답 챗봇을 앞으로의 수학 수업에서 활용할지에 대한 응답 결과로, ‘매우 그렇다.’와 ‘그렇다.’의 긍정적인 응답이 25%, ‘매우 그렇지 않다.’와 ‘그렇지 않다.’의 부정적인 응답이 25%로 같았다. 질의응답 챗봇이 수학 수업에서 활용했을 때 큰 도움을 받지 못하였으며, 앞선 결과에서 개선해야 할 점을 많이 인식한 것으로 보인다.

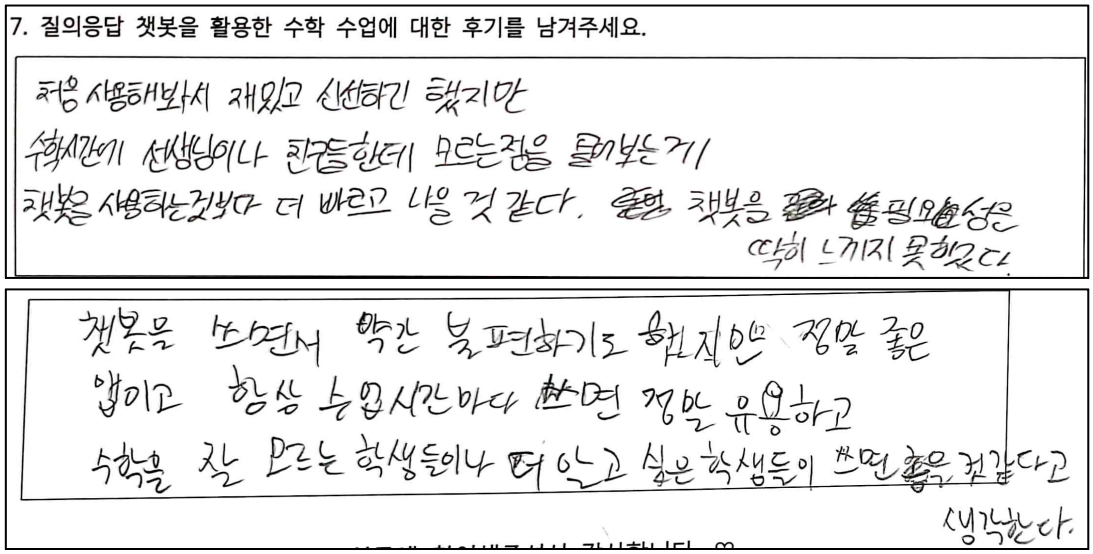
이에 대한 구체적인 수업 후기는 [표 4-9]와 같다. 선생님께 직접 질문하지 않아도 되고, 수학 용어나 개념에 대해 질문하면 도움을 받을 수 있어 수학을 어려워하는 학생들이 쓰기 용이할 것 같다는 반응이 있었다. 수학 내용 외에도 답변해주는 내용에 대해서도 긍정적인 반응이 있었다. 이와 반하여 부정적인 반응도 있었는데, 부족한 질의응답 데이터로 불편함을 겪었으며, 이미 알고 있는 내용을 굳이 질문하지 않아 챗봇을 사용할 필요성을 못 느끼겠다는 반응이 있었다. 또한, 선생님이나 주변 친구들에게 모르는 내용을 질문하는 것이 더 좋다는 의견도 있었다. 수식이나 그림이 있는 수학 내용의 특성상 문장으로 질문을 정리하는 것이 번거로워 앞으로 잘 활용하지 않을 것이라는 의견도 있었다. [그림 4-6]은 이와 관련된 학생의 응답 예시이다.

[표 4-8] 앞으로의 수학 수업에서 질의응답 챗봇의 활용 여부

응답 / 문항	매우 그렇지 않다		그렇지 않다		보통이다		그렇다		매우 그렇다	
	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)	인원수 (명)	백분율 (%)
앞으로의 챗봇 사용 여부	5	7	13	18	35	49	12	17	6	8

[표 4-9] 질의응답 챗봇 활용 수학 수업 후기

구분	구체적인 반응
긍정적인 반응	- 선생님께 직접 물어보지 않아도 돼서 수업이 끊기지 않았다. - 기존의 수학 수업과는 차별화된 점이 새롭고 재미있었다. - 수학 수업이 더 재미있고 흥미로워졌다. - 수학 개념, 원리 질문에 대한 답이 잘 나와서 조금만 개선을 하면 앞으로 수업 때 활용하고 싶다. - 수학 용어, 단위의 개념과 뜻을 물어보면 바로 알 수 있어서 좋았다. - 수학을 어려워하는 학생들이 쓰기 좋은 것 같다. - 수업에서 모르는 부분을 바로 알려줄 사람이 생겼다고 생각이 들어 수학 수업에 대한 호기심과 탐구심을 갖게 되었고 자신감이 생겼다. - 수학 공부에 대한 고민 등을 상담해주는 것이 의외로 좋았다.
부정적인 반응	- 질의응답 데이터를 더 많이 넣어야할 것 같다. - 굳이 쓸 필요성을 느끼지 못했다. - 수학 시간에 선생님이나 친구들에게 모르는 것을 물어보는게 챗봇을 사용하는 것보다 더 빠르고 정확할 것 같다. 챗봇의 필요성을 느끼지 못했다. - 문장으로 적어야 하는 것이 번거로웠다.


7. 질의응답 챗봇을 활용한 수학 수업에 대한 후기를 남겨주세요.

처음 사용해봐서 재밌고 신선하긴 했지만
수학시간에 선생님이나 친구들한테 모르는걸을 물어보는거
챗봇을 사용하는것보다 더 빠르고 나을 것 같다. 챗봇을 필요성은
딱히 느끼지 못했다.

챗봇을 쓰면서 약간 불편하기도 했지만 정말 좋은
앱이고 항상 수업시간마다 쓰면 정말 유용하고
수학을 잘 모르는 학생들이나 더 알고 싶은 학생들이 쓰면 좋을 것 같다고
생각한다.

[그림 4-6] 질의응답 챗봇 수업 후기 응답 예시

제 3 절 답변 만족도 조사 설문 결과

수학 수업 중 질의응답 챗봇을 활용하면서 답변에 대한 반응(만족, 불만족, 애매함)을 토대로 불만족으로 나온 답변에 대한 개선점을 설문으로 받으려고 했으나 답변에 대한 반응이 남겨진 답변이 거의 없어 [표 3-3]에서 작성한 대로 질의응답의 유형별 답변의 특성에 대한 의견을 설문으로 받았다.

설문에 대한 구체적인 응답 결과는 [표 4-10]과 같다. 수학 개념과 원리, 문제 풀이 질의응답에 대한 의견으로 공통적으로 나온 것은 구체적인 예시이다. 구체적인 예시를 통해 해당 내용을 설명했으면 하는 요구가 있었다. 또한, 글이 길고 내용이 많으면 학생들이 읽기 힘들어 끝까지 읽지 않는다는 의견이 있어, 최대한 내용을 함축적으로 전달하는 방법에 대한 고민이 필요하다. 문제 풀이에 대한 질의응답에서는 예시를 통해 구체적으로 방법을 알려주고, 중간에 실수하기 쉬운 부분이나 오개념은 추가로 알려주면 좋겠다는 의견이 있었다. 수학 학습 방법과 정서와 관련된 질의응답 세트에서는 좀 더 학생들의 입장에서 공감해줄 수 있는 답변이 필요하다는 의견이 있었다. 이 또한 글이 길면 학생들이 흥미를

잃을 수 있기 때문에 학생들의 입장에서 어떤 답변이 적절할지 고민이 필요하다. 학생들에게는 당장 고등학교, 대학교 진학과 진로에 대한 고민이 더 크므로, 수학을 있는 그대로 받아들이라는 말보다는 현실적인 내용의 답변이 더 도움이 된다는 의견이 있었다. 학습 내용을 왜 배우는지에 대한 유용성에 대한 질문의 경우에도 구체적인 일상생활 사례를 통해 받아들일 수 있게 해줬으면 하는 의견이 있었다. 전반적으로 학생들은 구체적이면서 이해하기 쉽고 학생들이 현재 처한 상황에서 직접적으로 도움이 되는 답변을 선호한다.

[표 4-10] 유형별 질의의 답변에 대한 의견 설문 결과

질의 유형	구체적인 반응
수학 용어의 뜻, 개념 질문	- 예를 들어 알려주면 좋겠다. - 교과서에 이미 있는 내용이라 굳이 물어볼 필요가 없다. 더 구체적인 질문들을 학습시킬 필요가 있다. - 일차식의 뜻도 함께 알려주면 좋겠다. - 일차부등식의 예시와 오답이 나올 수 있는 예시를 보여주면 좋겠다.
수학 내용에 대한 원리 질문	- 글이 많아 복잡해보여서 잘 읽지 않을 것 같다. - 사진을 먼저 보여주고 가독성을 높이면 좋겠다. - 그림으로 문제 풀이 과정을 보여주면 좋겠다. - 풀이 과정에서 구체적인 과정을 설명해주면 좋겠다. - 가감법의 뜻도 알려주고, 대입법으로 푸는 방법도 같이 알려주면 좋겠다.
수학 문제 풀이에 대한 질문 (예시가 없는 경우)	- 문제 풀이에서 실수하기 쉬운 부분에 대해 함께 알려주면 좋겠다. (계수가 음수인 경우, 부등호의 방향이 바뀌는 등) - 예시가 있으면 좋겠다. - 물어본 문제에 대한 답을 주면 좋겠다.

수학 문제 풀이에 대한 질문 (예시가 있는 경우)	- 풀이법이 하나로 정해지지 않은 경우에는 다양한 문제 푸는 팁을 주면 좋겠다. - 예시가 있는 것이 더 좋다. - 푸는 순서대로 번호를 붙여 설명해주면 보기 편할 것 같다. - 물어본 문제에 대한 답을 주면 좋겠다.
수학 학습 방법이나 정서 관련 질문 (수학은 왜 배워요?)	- 수학의 실용적인 면, 수학이 진로에 미치는 영향까지 알려주면 좋겠다. - 이 질문을 하는 경우는 수학을 싫어하는 경우가 많기 때문에 그 친구들이 읽을 수 있는 답을 줬으면 좋겠다. - 짧고 간결하게 설명해줬으면 좋겠다. - 상투적인 말이 아닌 학생의 감정에 공감하는 말로 답변해주면 좋겠다. - 직설적이고 현실적인 이야기를 해주면 좋겠다. - 짧고 흥미있는 내용으로 적어주면 좋겠다. - 고등학교, 대학교 진학과 관계되는 내용, 진로 직업과 연결지어 알려주면 좋겠다.
수학 학습방법이나 정서 관련 질문 (수학 잘 하는 법)	- 수학 학습 방법뿐만 아니라 수학 공부에 도움이 되는 사소한 팁도 알려주면 좋겠다. (계산 빨리 하는 법 등) - 와닿지 않는다. - 공감되는 내용으로 알려주면 좋겠다. - 현실적인 조언을 해주면 좋겠다.
수학 학습 요소의 역사적 배경 관련 질문	- 간략하게 누가 어쩌다가 발견하게 되었는지만 알려줘도 좋을 것 같다.
수학 학습의 이유, 유용성 관련 질문	- 부등식 활용 실생활 적용 문제를 예시로 들며 설명하면 더 와닿을 것 같다. - 일상생활에서 쓰이는 예를 알려주면 좋겠다.

개념에 대한 확장된 질문	- 일반적인 이야기가 아니라 물어본 내용에 대해 정확하게 답해주면 좋겠다. - 나중에 언제 배우게 되는지 알려주면 좋겠다.

제 4 절 면담 결과

질의응답 챗봇을 활용한 수업이 학생들의 정의적 특성에 어떤 영향이 있었으며, 학생들의 챗봇에 대한 반응을 심층적으로 알아보기 위해 개별 면담이 실시되었다.

먼저, 질의응답 챗봇을 사용하면서 좋았던 경험에 대한 학습자들의 일부 대답을 살펴보면 다음과 같다.

> 선생님이 다른 친구들 봐주실 때는 저를 못 봐주니까 그때 간단하게라도 챗봇 써서 어느 정도 모르는 것을 해결할 수 있어요. (학생1)

> 선생님께서 23명을 다 가르쳐야 하셔서 한 명이 뒤떨어지면 알아차리지 못할 수도 있는데 자기가 모르는 것도 시원시원하게 물어볼 수 있어서 과외 같다는 느낌이 들어서 좋았어요. (중략) 또 선생님께서 말로 설명해주시면 그걸 이해 못할 수도 있어서 또 물어보기 좀 그러는데 챗봇은 자기가 물어본 것을 다시 볼 수 있으니까 기억에 더 잘 남는다는 점이 좋아요. (학생4)

> 콴다 같은 경우에는 풀이 과정이 있긴 하지만 문제집에 있는 답지를 찍어서 올려주고 답이 딱 나와있잖아요. 챗봇은 힌트를 주면서 계속 그 문제를 풀고, 그 문제에 대한 답은 결국 제가 직접 풀어야지 나오잖아요. 그 풀이 과정을 제가 한 번씩 더 할 수 있으니까 그게 좋은 것 같아요. (학생 6)

실생활 문제 질문했는데 정답을 딱 알려주지 않고 어떻게 푸는지만 알려줘서 제가 수학 문제를 푸는 능력이 더 키워진 것 같아요. 답을 알려줬으면 그렇구나 하고 넘겼을 것 같은데 바로 안 알려줘서 제가 푸는 시간도 있어서 차이가 있었어요. (학생 8)

선생님이 없는 상황에서도 개인적으로 질문을 할 수 있다는 점에서 간단한 질문은 스스로 해결할 수 있고, 개인 과외 선생님처럼 활용할 수 있다는 응답이 있었다. 이런 부분에서 질의응답 챗봇을 개발하여 개별화 맞춤형 학습 도구로 활용할 수 있음이 보여진다. 또한, 문제 풀이 질문을 하면 즉각적으로 풀이와 답을 알려주는 다른 프로그램과 다르게 풀이 방법을 알려주며 스스로 해결해나갈 수 있다는 점이 챗봇이 가진 다른 점이며 수학 학습 성취도에 영향을 줄 수 있을 것으로 분석되었다.

질의응답 챗봇이 학생들의 정의적 특성에 어떠한 영향을 미쳤는가에 대한 학습자들의 일부 대답을 살펴보면 다음과 같다.

문제 풀고 남은 시간에 챗봇을 해보면 발표하기 전에 어떤 순서로 문제 푸는지 다시 한 번 확인해보면 더 정확하게 발표할 수 있을 것 같아요. 그럼 자신감이 생기지 않을까요? (학생6)

수학 문제를 풀다가 모르는 문제가 생겨서 질문을 계속 하다보면 저는 약간 자존감이 떨어지고 설명을 들었는데도 모르면 선생님께 죄송하기도 하고 의욕이 상실되는 점이 있는데 챗봇은 기록이 되다보니 마음 편하게 질문하고 도움받을 수 있을 것 같아서 흥미가 생길 수 있을 것 같아요. (학생2)

수학을 싫어하는 친구들이 있다면 그 수업 자체가 재미 없거나 흥미를 느끼지 못할 수도 있는데 챗봇이 수업 환경을 바꿔줄 수 있어서 그런 점에서 효과가 있을 것 같아요. (학생4)

챗봇으로 수학에 대한 호기심을 해결해줄 수 있고, 수학에 대한 철학 관련된 질문을 남길 때 더 생각하게 되어서 좋았어요. 가끔씩 보면 이거 나만 모르는 건가 싶어서 질문을 못하는 친구들이 많은 것 같아요. 그런걸 방지하고 자신감을 갖게 해줄 수 있을 것 같아요. (학생8)

수학 왜 배워요나 시험 망했어요 이런 걸 남겼을 때 격려의 말을 해줘서 그게 기분이 좋았어요. (학생12)

학습자는 질의응답 챗봇을 수학 학습에 활용할 경우 수학에 대한 흥미와 자신감이 올라갈 수 있을 것이라고 응답하였다. 발표 학습을 할 때에도 어떻게 설명해야할지 모를 때 풀이 순서를 참고하여 자신감을 얻을 수 있고, 선생님께 여러 번 질문하기 어려운 내용을 질문하고 기록이 남아 다시 확인할 수 있다는 점에서 수학 학습 정서에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 학습 내용 외에도 수학 학습의 이유, 격려의 내용도 있어 이런 부분이 긍정적인 영향이 있을 수 있다고 보여진다. 또한, 수학에 대한 불안이나 자존감이 낮은 학생들에게도 개인적으로 질문할 수 있다는 점이 개별화된 학습이 가능하여 효과적일 것으로 보인다.

한편, 기존 수업과 비교했을 때, 챗봇에 물어보는 것이 선생님께 직접 물어보는 것과 어떤 차이가 있는지에 대해서는 챗봇에 질문하는 것에 대해 긍정적인 답변도 있었지만 다음과 같이 선생님께 직접 물어보는 것이 좋은 점이 더 있음을 언급한 학생들도 있었다.

선생님께 직접 질문하면 설명해주시는 맥락에서 모르는 부분이 있을 때 한 번 더 질문할 수 있는데 챗봇은 글이라서 모르는게 있으면 또 검색해서 질문해야 하는 부분이 조금 떨어지는 것 같아요. (학생2)

챗봇은 모르는 게 있으면 계속 검색해야 하고, 모르는 것 안에서 다시 모르는 것을 물어보기가 어려워요.(학생3)

선생님께 여쭤볼 때는 디테일한 부분까지 알 수 있는데 챗봇에는 일반적인 개념 정도만 알 수 있는 차이가 있어요. (학생10)

수학을 왜 공부해야 되는지 이런 거는 글로만 하면 감정이 전달이 안되잖아요. 선생님이 직접 말해주시는게 더 와닿을 것 같아요. (학생11)

선생님께 질문하면 선생님이 예시 자료 같은 걸로 추가 설명을 해주실 수 있는데 챗봇은 딱 정해진대로만 자료가 나오니까 답변이 다양하지 않은 부분이 다른 것 같아요. (학생8)

챗봇에게 남긴 질문에 대한 답변 중 기억에 남거나, 답변이 수정되었으면 하는게 있었는지에 대한 질문에서는 다음과 같은 응답이 있었다.

챗봇은 하나 물어보면 그것에 대한 답만 하니까 더 궁금한데 더 자세하게 모를 수 있고 이해가 덜 될 수 있을 것 같아요. (학생1)

답변이 길게 나오면 길다고 생각하고 한 두 줄 정도 읽고 잘 안 읽었어요. (학생12)

방대하게 많은 내용을 한꺼번에 압축해서 텍스트 안에 담으니 어지러운 부분도 있고 확실히 글자가 많으면 좀 읽기 힘들어요. 학생들 같은 경우에는 짧게 얘기를 해줘야 좀 더 알아듣기 편하니까. 그리고 줄 간격이 넓혀져서 좀 더 보기 쉬웠으면 좋겠어요. (학생7)

답변이 너무 길면 간단하게 알려줘 하면 그 답을 따로 넣어놓든지 이해가 안 되니까 다시 설명을 해달라, 아니면 더 길게 풀어서 설명해달라 이렇게 하면 그것에 맞는 답을 주면 좋겠어요. (학생9)

될지 모르겠는데 학생이 어떤 문제를 풀고 사진 찍어 올렸을 때 오답이면 그 오답이 어떤 부분에서 틀렸는지 알려주면 좋겠어요. 뭐 계산 과정이 틀렸다든지가 문제를 잘못 이해했다든지 틀린 부분을 알면 푸는 과정이 쉬워져서요. (학생6)

답변이 길어 잘 읽게 되지 않는다는 것을 여러 학생들이 언급하였으며, 답변을 짧게 하거나, 자세하게 풀어 설명해달라고 요청하면 그렇게 답변이 나오는 방식으로 쌍방향 소통이 가능하면 좋겠다는 의견이 있었다. 이와 관련해서도 문제 풀이할 때 문제 예시를 챗봇이 제시하면 이를 풀어 답을 주고, 그 답이 틀린 경우 어떤 부분에서 오답이 발생했는지 설명해주면 좋겠다는 요구도 있었다.

분석 결과, 질의응답 챗봇을 통해 수학에 대한 흥미, 자신감, 가치 인식과 같은 정의적 특성 향상에 도움을 줄 수 있는 가능성이 있는 것으로 파악되었다. 또한, 학생들은 일회성 질의응답보다 챗봇과 짧게 여러 번 누적되는 대화를 선호하며 그러한 상태일 때 더욱 편하게 활용할 수 있을 것으로 보인다.

제 5 장 결론 및 제언

본 연구는 질의응답 챗봇이 수학 학습에서 학생들의 정의적 특성 향상에 긍정적인 효과가 있는지, 학생들이 질의응답 챗봇에 대해 어떻게 인식하는지를 알아보기 위해 수행되었다.

정의적 특성에 대한 사전, 사후 검사를 대응표본 t-검정을 통해 분석한 결과 학습지향성, 불안, 가치인식, 자신감 요인 점수의 평균이 소폭 상승하긴 하였으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 이는 본 연구에 참여한 학생 수가 정의적 특성의 변화를 관찰하기에 충분하지 않았음과 더불어 연구에 활용한 SNU 샘물 챗봇의 서비스 환경, 10차시에 걸친 활용 기간이라는 한계점으로 학생들의 정의적 특성 변화에 영향력이 적었을 수 있음이 추측된다. 그러나 정의적 특성 검사 이외에 실시한 챗봇 사용 만족도 설문에서는 학생들이 챗봇 사용을 통해 수학에 대한 자신감과 흥미가 생겼다는 답변이 다수 있었다. 또한 수학이라는 과목에 대한 긍정적인 인식 변화가 있었다는 답변도 있었다. 심층 면담에서도 챗봇 사용으로 수학에 대한 자신감과 흥미가 생길 수 있는 상황에 대해 구체적인 응답들이 있었다. 배우고 있는 수학 학습 내용 외에도 역사적 배경으로 호기심을 자극할 수 있다는 반응과 정서적으로 공감과 지지를 해주는 답변에 대해서도 긍정적인 반응이 있었던 것으로 보아, 수학 학습에서 질의응답 챗봇을 활용하는 것은 수학에 대한 정의적 특성에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 확인할 수 있었다. 서종진(2007)에 따르면, 학생들에게 피드백을 제공할 때, 다양한 방식의 피드백이 있으나 개별적으로 피드백을 제공하는 것은 학생들의 수학에 대한 태도를 긍정적으로 변화시킬 수 있다. 또한, 교사의 정서적 피드백과 교사와 학생의 친밀한 관계는 학생의 학습과 정의적 특성에 긍정적인 효과를 줄 수 있다(남궁향 외, 2018; 이빛나 외, 2017). 이처럼 피드백 방식은 학생의 정의적 특성에 영향을 줄 수 있으며 이를 고려하여 질의응답 챗봇의 데이터셋을 더욱 다양하게 구성한다면 흥미, 자신감을 포함한 여러 정의적 특성 요인에서 긍정적인 효과를 볼 수 있을 것이라 기대된다.

학생들은 질의응답 챗봇을 활용하면서 즉각적인 궁금증을 해결할 수 있고, 특히, 수학 개념을 정확하게 확인할 수 있다는 점에서 도움이 된다고 인식하였다. 문제 풀이와 관련해서는 정확한 답을 바로 알려주는 것이 아니라 풀이 방법을 알려줌으로써 스스로 문제를 해결해나가게 한다는 점이 도움이 되었다는 응답이 있었다. 배우고 있는 내용 외의 수학과 관련된 상식이나 공부법 등에 대한 답변도 도움이 되었다는 의견도 있었다. 심층 면담에서 또한 질의응답 챗봇을 활용하면 학생들 모두에게 개인 과외 선생님이 생길 수 있다는 점에서 긍정적인 반응이 있었으며 개인이 질문한 기록이 모두 남기 때문에 복습이 용이하다는 응답이 있었다. 이러한 학생들의 반응은 질의응답 챗봇이 학생 개별 맞춤형 학습으로 개발이 될 수 있다는 가능성을 보여준다.

반면, 답변이 한정적이고 데이터가 많지 않아 질문에 대한 만족스러운 답변이 나오지 않았다는 반응과 수학 용어나 개념에 대한 질문은 잘 인식하지만 문제 풀이에 대한 질문에는 적절한 응답이 나오지 않아 불편하다는 의견도 있었다. 이는 학생들의 다양한 언어 표현에 따른 다양한 데이터셋을 학습시키기 어려웠던 한계점으로 인해 발생한 점으로, 더 많은 데이터셋을 추후에 학습시켜 활용한다면 해결될 수 있을 것이라 보인다. 이 외에도 쌍방향으로 대화가 불가능한 점과 수학 학습 내용 외의 일상 대화가 어렵다는 점, 텍스트로 질문에 대한 응답을 하는 것의 한계가 있고, 인공지능이라는 느낌보다 친근하게 따뜻한 말투로 알려주면 좋겠다는 의견도 있었다. 계산 기능이나 문제 풀이 사진 인식 기능과 같이 새로운 기능을 제안한 답변도 있었으며, 현재는 답변이 하나로 정해져 있는데 한 가지 질문에 대해 여러 가지 답변의 종류를 만들어서 간단한 답, 자세한 답 등을 제시해주면 좋겠다는 의견도 있었다. 또한, 챗봇의 답변이 길어서 잘 안읽게 된다는 답변과 함께 자세한 예시로 설명해주면 좋겠다는 두 가지 상반되는 학생들의 의견이 동시에 있었다. 선생님께 직접 질문할 때는 다시 한 번 물어보고 더 세세한 부분까지 알 수 있지만 챗봇은 정해진 답만 제시하기 때문에 간단한 질문만 가능하다는 언급이 있었다.

앞서 언급한 이러한 응답들은 학생들이 챗봇과 좀 더 자연스러운 대화를 통해 자세한 지식을 습득하길 기대한다는 것을 알 수 있었다. 처음부터 방대한 내용을 답변으로 제시하는 것이 아니라 간단하게 제시하고, 학생이 원할 경우 구체적인 사례를 통해 답변을 제공할 수 있을 것이다. 또한, 학생들은 챗봇과 일상적인 대화를 주고 받고 싶어한다. 이러한 요구들은 학생들이 쌍방향으로 소통이 된다고 인식할 경우 더욱 긍정적인 반응을 이끌어낼 수 있을 것이라 보인다. 유다미, 안도희(2015)의 연구에 따르면 학생들은 교사와의 관계에서 긍정적인 감정을 느끼는 경우, 학습에 대한 몰입이나 정서조절에 도움이 될 수 있다. 따라서, 챗봇과 대화하는 것에서 학생들이 정서적인 지지를 인식할 수 있도록 답변 내용과 길이, 방식을 구성할 필요가 있다.

본 연구에서 활용한 질의응답 챗봇은 기존 데이터셋을 기반으로 학습하여 가장 비슷한 질의응답 세트를 출력하는 알고리즘을 바탕으로 하였다. 기존 데이터셋을 기반으로 답변을 생성하는 인공지능이 아닌 기존 데이터셋에서 유사한 질의를 인식하여 출력하는 특성을 가지고 있으므로 데이터셋을 구성할 때, 가능한 다양하고 정확한 응답이 학습될 수 있도록 할 필요가 있다. 이러한 특성의 인공지능으로, 학생들의 예측하기 어려운 질문을 사전에 학습시키지 못할 수 있는 것과 수학 교과 특성상 학생들의 질문이 언어로 표현하기 어려울 수 있다는 한계점이 있었다.

본 연구를 바탕으로 제안하는 질의응답 챗봇에 대한 향후 연구 방향은 다음과 같다. 먼저, 학생들이 질문하고 학습하는 내용이 데이터로 누적되고 그 데이터를 기반으로 쌍방향 대화가 가능할 수 있도록 구성할 필요가 있다. 학생들은 대화하는 상대와 정서적인 교류를 선호하며 그러한 상황에서 학습에 긍정적인 효과가 있을 것이다. 따라서 답변을 구성하는 데에 있어서 학생들이 정서적인 교감을 느낄 수 있도록 정교한 구성이 필요하다. 두 번째로, 수학 학습 측면에서는 수학의 용어나 개념 질문은 현재도 충분히 가능하나, 학생들은 수학 과목에서는 문제 풀이에서 도움을 받고 싶어하는 경향이 있다. 다양한 유형의 문제와 풀이 방법, 예시 풀이 데이터를 학습시키고, 이미지 인식 기능이 추가된다면 학생들이

수학 학습에서 더 적극적으로 활용할 수 있을 것이고 도움이 될 것이라 보인다. 더불어, 챗봇을 활용한 학습 과정에서 질문과 응답이 일회성으로 종료되는 것이 아니라 챗봇의 응답에 따른 학생의 반응에 따라 추가적으로 대화가 이어지며 더 깊이 있는 학습이 이루어질 수 있도록 개발이 이루어질 필요가 있다. 이를 통해 학생이 어떠한 학습 요소에 대해 어려움을 겪는지 파악할 수 있으며, 학생들 또한 스스로 질문했던 내용이 기록에 남으면 추후 학습에도 도움이 될 수 있을 것이다. 이와 같이 본 연구를 향후에 발전시킨다면 챗봇을 통해 학생 개개인의 학습 데이터를 종합적으로 활용할 수 있다는 점에서 학생 개별 맞춤형 학습으로 발전할 수 있을 것으로 보인다(김세영 외, 2022). 또한, 학생들의 수학에 대한 흥미, 자신감을 더불어 수학 학습에 대한 정의적 특성에 긍정적인 효과를 줄 수 있을 것이라 기대된다.

우리나라 학생들의 수학 학습에 대한 정의적 특성은 매우 낮은 편이다(한국교육과정평가원, 2020). 그에 비해 현재 수학 교육에서 인공지능을 활용한 프로그램은 주로 인지적인 측면에 초점이 맞추어진 경우가 있다(박만구, 2020a). 인공지능 도구의 개발과 동시에 공교육에서는 교사의 역할이 중요해지므로, 학생의 정서나 감정을 헤아리고 격려해주는 정의적 측면에서 인공지능의 활용 방안을 충분히 고민해보아야 할 것이다. 학습용 챗봇 개발에서 인지적 측면과 더불어 정의적 영역까지 고려한다면 챗봇과 자유로운 대화를 통해 챗봇이 조절자의 역할까지 수행할 수 있을 것이다(김민지 외, 2021). 학습 환경에 제약이 없고, 학생들의 데이터를 적절히 수집하여 적시적인 피드백을 할 수 있다는 장점을 살려 넓게는 수학 개별화 학습의 일부로 자리매김할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

김민지, 염지윤, 정혜원, 임철일. (2021). 인공지능 챗봇의 교육적 활용 연구 동향 분석: 활동이론을 중심으로. **교육정보미디어연구, 27**(2), 699-721.

김세영, 조미경. (2022). 개별화 맞춤형 수학 학습을 지원하는 AI 기반 플랫폼 분석. **수학교육 논문집, 36**(3), 417-438.

김소연, 김정렬. (2021). AI 챗봇을 도입한 초등학교 영어 디지털 교과서 활용 수업의 정의적 효과. **학습자중심교과교육연구, 21**(10), 37-49.

김주영, 박인우, 장재홍. (2017). 학생들이 인식하는 교사특성이 학생들의 수업태도, 자기주도학습, 학업성취도에 미치는 영향. **중등교육연구, 65**(4), 731-758.

김태령, 한선관. (2020). 인공지능교육에 관한 초중등교사의 인식에 관한 연구. **경인교육대학교 교육연구원 교육논총, 40**(3), 181-204.

김현기, 허정, 임수종, 이형직, 이충희. (2017). 엑소브레인 한국어 분석 및 질의응답 기술의 개발 현황 및 고도화 계획. **Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, 35**(8), 51-56.

김혜영, 신동광, 양혜진, 이장호. (2019). 영어교과 보조 도구로서의 AI 챗봇 분석 연구. **학습자중심교과교육연구, 19**(1), 89-110.

교육부. (2020). 제 3차 수학과학정보교육 종합계획(2020~2024). 교육부 과학·수학·정보·융합 교육 종합계획.

나기윤, 손홍찬. (2016). 독서를 활용한 수학 수업이 중학생의 정의적 태도에 미치는 영향. **한국학교수학회논문집, 19**(1), 83-102.

남궁향, 이영주. (2018). SNS 를 활용한 성찰 활동에 대한 교사의 정서적 피드백과 과제지향 피드백이 학습자의 학업적 자기효능감과 메타인지에 미치는 효과. **학습자중심교과교육연구, 18**, 115-132.

민경모, 유준희. (2022) Doc2Vec을 이용한 중학교 과학 질문-답변 챗봇 개발 및 학생 질의 분석. **The SNU Journal of Education Research, 31**(3), 115-145.

박상현, 신이나. (2021). 수학교과에서 중학생의 피드백 인식이 흥미, 효능감, 수업태도 및 성취도에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구, 21**, 899-910.

박아람, 박영희. (2018). 문제 만들기 활동과 학습자의 정의적 특성에 관한 연구. **한국초등수학교육학회지, 22(**1), 93-114.

박만구. (2020a). 수학교육에서 인공지능의 활용 동향. **한국초등교육, 31**, 91-102.

박만구. (2020b). 수학교육에서 인공지능 활용 가능성. **수학교육 논문집, 34**(4), 545-561.

박지현, 상경아. (2017). 국제 학업성취도 평가를 통해 본 우리나라 학생의 수학 정의적 특성 변화. **한국수학교육학회 학술발표논문집, 2017**(1),

119-122.
서종진. (2007). 피드백 방법에 따른 수학 학습의 효과. **한국학교수학회논문집, 10**(1), 71-89.
성창근. (2016). 질문 카드를 활용한 질문이 있는 수학 수업의 효과. **C-초등수학교육, 19**(3), 249-260.
신동조. (2020a). 초· 중등교육에서 인공지능: 체계적 문헌고찰. **수학교육학연구, 30**(3), 531-552.
신동조. (2020b). 수학교육에서 인공지능 (AI) 활용에 관한 예비수학교사의 인식 분석. **E-수학교육 논문집, 34**(3), 215-234.
오석환, 김현진. (2021). 인공지능 애플리케이션을 활용한 고등학교 수학 수업설계의 효과: 학업성취도와 정의적 영역을 중심으로. **교육정보미디어연구, 27**(2), 401-422.
유다미, 안도희. (2015). 청소년들의 관계성 (교사-학생), 정서조절 및 학습몰입 간의 관계. **열린교육연구, 23**(3), 219-239.
윤여범, 박미애. (2020). 인공지능과 초등영어교육: 챗봇의 현황과 발전 방향을 중심으로. **한국초등교육, 31**, 77-90.
이빛나, 손원숙. (2017). 초등교사의 형성적 피드백이 학생의 기본심리욕구와 수업참여에 미치는 영향: 교사-학생 관계의 조절효과. **교육평가연구, 30,** 123-143.
이종희, 김선희, 김수진, 김기연, 김부미, 윤수철, 김윤민. (2011). 수학 학습에 대한 정의적 성취 검사 도구 개발 및 검증. **수학교육, 50**(2), 247-261.
이지혜, 허난. (2018). 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색. **수학교육 논문집, 32**(1), 23-36.
이지혜, 허난. (2020). 인공지능을 활용한 맞춤형 수학학습 프로그램 개발. **East Asian Mathematical Journal, 36(**2), 273-289.
이진규. (2016). 학습자 중심 수업을 위한 '학생 질문'의 활용 방안 탐색. **학습자중심교과교육연구, 16**(4), 223-242.
임미가. (2022). 챗봇 튜터를 활용한 AI 융합 발명 교육 프로그램 개발. **대한공업교육학회지, 47**(2), 198-222.
임미인, 김혜미, 남지현, 홍옥수. (2021). 인공지능 (AI) 활용 초등수학수업 지원시스템의 교수· 학습 적용 방안 모색. **학교수학, 23**(2), 251-270.
임웅, 박미미. (2021). AI 기반 수학교육 관련 국외 연구의 논지 탐색. **학습자중심교과교육연구, 21**(14), 621-635.
장진아, 박준형, 박지선. (2021). 인공지능 챗봇 관련 국내 연구 동향 및 챗봇 활용 현황 분석: 과학 교육에서의 활용을 위한 시사점을 중심으로. **학습자중심교과교육연구, 21(13)**, 729-743.
최계현, 한혜숙. (2013). 상호또래교수 활동이 고등학생들의 수학교과에 대한 정의적 특성에 미치는 영향. A-수학교육, 52(3), 423-442.
최서원, 남재현. (2019). SW 교육 보조 도구로서의 AI 챗봇 활용. **한국정보**

통신학회논문지, 23(12), 1693-1699.

최원경. (2020). AI 챗봇을 활용한 초등영어 과정중심 말하기 평가. **초등영어교육, 26**, 131-152.

최지웅. (2021). 수학교육에서의 인공지능(AI) 연구동향. **교과교육연구, 14**(2), 1-14.

추성엽. (2019). 영어 상호작용 촉진을 위한 과업 기반 AI 챗봇 활용 및 학생 발화 분석. **초등영어교육, 25**(2), 27-52.

한국교육과정평가원. (2020). 수학·과학 성취도 추이변화 국제 비교 연구: TIMSS 2019 결과 분석.

한국교육과정평가원. (2022). 2021년 국가수준 학업성취도 평가 결과 및 대응 전략 발표 보도자료.

한다은. (2021). 다이얼로그플로우를 활용한 대화형 AI 챗봇 제작 및 초등영어 수업에의 적용. **학습자중심교과교육연구, 21**, 517-529.

황지현, 탁병주, 이승은, 김혜미, 이화영. (2022). 학생의 수학 정의적 성취에 영향을 주는 교사와 학생의 마인드셋에 관한 연구. **학교수학, 24**(4), 525-549.

황홍섭. (2022). 초등 사회과 마이크로러닝을 위한 챗봇의 현장 수업 적용 및 검증. **사회과교육, 61**(2), 69-93.

Wong, K. Y., & Quek, K. S. (2010). Promote student questioning in mathematics lessons. *Maths Buzz, 11*(1), 2-3.

Yang, Z., Wang, Y., Gan, J., Li, H., & Lei, N. (2021). Design and research of intelligent question-answering (Q&A) system based on high school course knowledge graph. *Mobile Networks and Applications, 26*(5), 1884-1890.

Abstract

Field Application Study of Q&A Chatbot for Middle School Mathematics Learning

Cho Seoyeon

Department of AI-Integrated Education

The Graduate School

Seoul National University

Various efforts are being made to help students learn mathematics through artificial intelligence technology. In particular, if an environment that can provide feedback on learning customized to each student is given, it can be expected to improve the affective areas of students' mathematics learning. The purpose of this study is to examine the changes in students' affective areas and the students' responses and requirements that appear when using a Q&A chatbot in mathematics class. For the study, a Q&A chatbot was used in 10 regular classes for 2nd grade middle school classes (71 students). The affective area test was conducted before and after the experimental class to compare pre- and post-test results, and students' perceptions were conducted through a chatbot utilization satisfaction survey,

answer satisfaction survey, and in-depth interview after the experimental class. As a result of this study, the Q&A chatbot did not have a significant effect on the change in the affective area of mathematics learning, but through questionnaires and in-depth interviews, it was confirmed that the chatbot could have an effect on students' interest and confidence in learning mathematics. Through surveys and interviews, the possibility of developing a Q&A chatbot into personalized learning was confirmed, and an answer method that students can feel emotionally intimate with, a Q&A set related to problem solving that can actually help math learning demanded. Through this, it was suggested that it is necessary to develop various Q&A learning data and technology that can provide emotional support to students, enable interactive communication, and give feedback on the learning process.

keywords : Artificial Intelligence, Chatbot, Math Learning, Individualized Learning, Affective area
Student Number : 2021-24343