

수학교육에서 메타버스의 활용 가능성에 대한 소고¹⁾

박만구²⁾

이 연구의 목적은 수학교육에서 메타버스의 활용 가능성을 탐색하는 것이다. 메타버스의 활용은 상업적인 목적에서 시작하여 이제는 교육을 포함하여 모든 영역으로 확장되어 가고 있다. 이 연구를 위해 메타버스 관련 선행연구 분석과 수학교육을 위한 국내 메타버스 플랫폼 분석을 하였다. 연구 결과, 수학교육을 위한 메타버스의 활용은 아직은 초기 단계로 수학 게임 등에 국한한 콘텐츠가 대부분이지만, 수학교육을 위한 많은 잠재력과 가능성을 가지고 있고, 수학교육에 특화된 메타버스 플랫폼과 양질의 수학 콘텐츠 개발이 필요하다고 밝혔다. 제언으로, 기반시설의 구축, 국가 수준의 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼의 구축과 운영, 메타버스 플랫폼의 활용에 대한 현장 적용 연구를 기반으로 한 수학 특화 메타버스 플랫폼 및 수학콘텐츠 개발, 메타버스의 활용 역량 강화를 위한 교사 연수를 제안하였다.

주요용어 : 수학교육, 메타버스, 활용, 가능성

I. 서론

이 연구의 목적은 수학교육에서 메타버스의 활용 가능성을 탐색하는 것이다. 최근의 사회는 이전의 사회에서는 가능하지 않았던 것으로 인공지능을 기반으로 한 빅데이터를 이용한 다양한 예측과 거리에서의 무인 자율주행차의 주행 등을 포함하여 급격한 변화를 가져오고 있다. 뇌과학자 김대식(2022)은 우리는 지금 ‘새로운 시대’를 살아가고 있다고 말했다. 그리고 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)가 탈세계화와 신냉전의 시대의 현상을 가속화 해 왔다고 주장하였다. 또한, 메타버스는 기존의 인터넷과 다르게 인간이 그 정보 안에 들어갈 수 있다는 점에서 몸을 지닌 “체화된 인터넷(embodied internet)”(p.127)이라고 말했다. 그리고 이 시대는 현실을 도피하려는 탈현실화(derealization) 현상이 심화되고 있고, 인간들은 모든 물체와 공간을 초월하는 탈물질화(dematerialization)를 지향하고 자아 정체성의 혼란과 기후 위기 등으로 메타버스(Metaverse)라고 하는 디지털 현실로 도피하려는 움직임이 가속화되고 있다고 주장하였다(pp.15-21). 그는 로렌츠(Lorenz)의 뇌 발달에 중요한 시기인 ‘결정적 시기(critical period)’를 인용하면서, Z세대(1990년대 말에서 2000년 초반 출생자) 또는 Alpha 세대(2010년생 이후 출생자)는 태어나면서 디지털 기기와 함께 성장해 온 이전 인류와는 다른 ‘새로운 인류’라고 명한다. 이들은 디지털 기기를 자연스럽게 능숙하게 다루며 이런 기기들을 사용하는 환경 속에서 편안함을 느끼는 디지털 네이티브 세대이다(김수향, 문미경, 2021). 디지털 네이티브 세대에게 전

* MSC2010분류 : 97D40

1) 이 연구는 2022년도 서울교육대학교 교내연구지원비를 지원받아 수행되었음.

2) 서울교육대학교 교수 (mpark29@snue.ac.kr)

통적인 교실에서의 교사 중심의 교수학습 패러다임보다는 새로운 패러다임의 교수·학습 방법이 필요하다.

미국 국가정보위원회(A Publication of the National Intelligence Council)(2021)에서 발표한 2040년 세계 흐름에 대한 보고서에서도 2040년에는 AI을 위시한 새로운 기술들이 서로 초연결(hyperconnected)되면서 국가 간에 더 치열한 경쟁이 일어날 것으로 예상하였다(pp.54-65). 또한, 사회 전반에서 아날로그에서 디지털로의 전환(Digital Transformation)(Krokos, Plaisant, & Varshne, 2018)이 이루어지고, 교사들의 교수역량도 공학도구의 활용 능력을 점점 더 중요시하고 있다(김평원, 2021).

McKinsey 보고서(McKinsey & Company, 2022)에 따르면, 2030년까지 메타버스의 잠재력은 전자상거래에 2조 6000억 달러, 가상학습 시장에 2,700억 달러, 광고 시장에 2,060억 달러, 게임에 1,250억 달러 정도를 차지할 것으로 추정하였다(p.6). 스마트폰의 등장이 일상을 바꾼 것처럼 메타버스를 모든 비즈니스 영역뿐만 아니라 모든 교육영역에서도 활용할 것을 의심하지 않을 것이다. 이미 마크 주커버거(Mark Elliot Zuckerberg)는 메타버스에서 사람들이 상상할 수 있는 거의 모든 일을 하는 것이 가능하다고 주장하면서, 페이스북(Facebook)이라는 사명을 메타(Meta)로 바꾸고 이를 대비하기 위한 준비를 해 오고 있다. 메타버스는 단순히 현실을 모방한 가상의 공간이 아니라 현실과 가상의 상호작용이 효과적으로 일어나는 현실과 가상의 융합 공간이자 확장된 현실이다.

매년 우리나라의 소비 트렌드를 예측하여 제시하는 김난도 외(2022)는 2023년의 트렌드로 ‘전형성’ 및 ‘평균의 실종 현상’으로 제시했다. 이들은 2010년 이후에 태어난 알파(Alpha)세대는 디지털 네이티브 세대로 모든 것을 이전 세대들과는 다르게 생각하고 배우는 ‘새로운 인종’이라고 주장한다. 이들은 디지털 기술의 발달로 메타버스와 같은 가상공간이 진화하면서 이 가상공간은 단순한 의사소통의 수단을 넘어 상거래와 정치적 의사 표현을 포함한 ‘새로운 삶의 장’이 되고 있다고 진단하였다. 특히, 알파세대와 같은 젊고 어린 세대일수록 메타버스와 같은 공간을 잘 활용하는 능력인 “공간력”(p.15)이 큰 힘을 발휘할 것으로 내다보았다. 따라서 이 메타버스 가상공간에서 수학 교수·학습을 어떻게 할 수 있을 것인지 가능성을 탐구할 필요가 있다.

2022 개정 교육과정 총론(교육부, 2022) 연구자들은 개정 교육과정의 비전을 “포용성과 창의성을 갖춘 주도적인 사람”(p.9)으로 규정하고 있다. 여기에서 학습자의 주도성은 “학습자가 자신의 삶과 학습을 주도적으로 설계하고 구성하는 능력으로, 미래사회에 변화의 주체가 될 수 있도록 하는 것”(p.10)으로 설명한다. 듀이(Dewey, 1916)는 주도적인 탐구의 과정에서 발견이 일어나고 학습이 일어난다고 보았다(p.246). 이는 메타버스에서 학생들이 자연스럽게 효과적으로 실현할 수 있다. 학습자 주도성이 중요한 것은 학습자들의 경험에 기반한 상황 맥락 안에서 추상적인 지식과 구체적인 지식을 통합하면서 학습자가 기존 지식과 새로운 지식을 새롭게 의미를 구성하도록 하기 때문이다. 그리고 이 시안에서는 교수·학습 혁신을 위해서 디지털 기반 스마트 교육 학습 환경을 이용할 것을 강조한다. 이런 강조점을 적절하게 구현하는데 오프라인 교실 환경은 제한적일 수밖에 없다.

OECD(2018)의 Education 2030에서 학생 ‘행위 주체성(student agency)’을 강조하는데, 이는 학생들이 자신의 학습에 대한 목표를 설정하고 책임감 있는 행동으로 변화를 만들어 가는 주인이 되는 것이라고 할 수 있다. 교실에서 이루어지는 전통적인 의미에서의 교육은 교사의 권위가 존중되고 학생들은 피동적인 학습자가 되기 쉽다. 메타버스 환경에서는 학생들에게 자신의 학습에 책임감을 가지고 주도적인 학습자가 되도록 하고 자신이 구성한 지식에 대한 소유권(ownership)을 가지도록 한다.

우리나라에서 메타버스를 일반 대중에게 소개해 오고 있는 김상균(2021)은 인간의 욕구는 새로운 세상을 탐구하고 더 많은 이웃을 만들고, 무언가를 끝없이 성취해 가는 존재라고 주장하였다. 우리는 물질의 세상과 아날로그 지구에서 살고 있지만, 우리의 생활은 디지털 세상 또는 디지털 지구로 이동하고 있다고 주장하였다(pp.22-23). Narin(2021)은 메타버스의 연구가 어떻게 진행되어 오고 있는지 분

석하였는데, 3D, AR이나 VR 기기의 발달과 함께 메타버스 연구는 다양한 분야에 더 많은 가능성을 가져올 것이라고 주장하였다. 교육의 측면에서 볼 때, 메타버스 환경에서는 외부에 있는 내가 메타버스의 아바타인 나를 조망하도록 함으로써 메타인지적 사고를 촉진한다(Ofgang, 2022).

Einstein과 Shaw(2012)는 학습에서 상상력을 강조한다(p.49). 메타버스 환경은 어린 학생들에게 자연스런 맥락 안에서 상상력을 자극할 수 있는 환경이다. 박문호(2022)는 우리의 뇌는 학습을 하면서 맥락화와 모듈화하여 구성적 학습을 해 간다는 특징이 있다고 주장한다. 수학적 사고도 같은 의미로 생각할 수 있다. 학습자는 학습의 과정에서 자신과 타자의 관계 속에서 자신과 세계에 대한 성찰을 통한 감수성을 기반으로 하여 기존의 지식과 새로운 지식의 차이를 깨닫는 것이 학습의 동기를 촉진하게 된다(남미자 외, 2007, p.83). 따라서 교육은 현재 자신이 가지고 있는 인지적인 구조에 비추어 낮은 것을 만나면서 호기심과 재미를 느끼게 된다. 이런 의미에서 보면 김용옥(2014)이 주장한 것처럼 “교육은 모험(Adventure)”(p.33)이라고 할 수 있다. 교육이나 학습의 과정은 긴장감을 가지고 창조해 나가는 역동적인 과정이 되어야 한다.

박용휴(2021b)는 지금 시대는 더 이상 고전적인 교수·학습 방법은 적절하지 않고 ‘포스트휴먼학습’이 필요하다고 주장하였다. 그는 포스트휴먼은 사이버상의 인간을 포함한 현실의 인간으로 이들은 현실세계와 가상세계에서 경험하면서 생활하고 학습할 수 있다고 보는 관점이며 가상세계를 ‘가짜’(p.318)세계가 아니라고 주장하였다. 그는 Hayles(1999)의 말을 인용하여 인간은 더 이상 모든 사고가 육체적인 몸에만 갇혀 있는 생물학적인 존재만은 아니라고 주장하였다. 현재 다양한 디지털 도구들이 우리의 삶에 깊숙이 침투해서 학생뿐만 아니라 일반인들의 학습 방법과 소통 방법을 변화시키고 있다. 메타버스를 포함한 가상세계는 이제 현실의 대안적인 ‘가상’만이 아닌 ‘학습장의 확장’으로 볼 필요가 있다. Hayles(1999)는 메타버스의 세상은 인간의 신경 작용과 더 유사하게 작동되므로 일상생활이 실제보다 더 ‘실제적’(p.275)일 수 있다고 주장하였다. 그는 메타버스 안에서의 상황이나 작동을 어떻게 구성하느냐에 따라서 얼마든지 더 ‘실제적인 세상’을 만들 수 있다고 주장하였다. 그리고 국내에서도 메타버스를 활용한 수업에서 학생이나 교사들의 반응은 거부감보다는 새로운 수업에 대한 기대감이 크고 활용 만족도가 높게 나타나고 있다(이명숙, 2021).

최근의 인공지능 및 디지털 환경의 급격한 변화와 함께 새롭게 등장한 메타버스 가상공간에서의 연구와 교수학습에 대하여 국내외 연구 및 학습에서의 적용을 다양하게 시도하고 있다(고현주, 전재천, 유인환, 2022; 손정명, 이시훈, 한정혜, 2022; 이바른, 최은경, 2022; 이주호, 정제영, 정영식, 2021; 전재천, 정순기, 2022; Eşin, & Özdemir, 2022; Im, Yang, Kim, & Rye, 2021; Ofgang, 2022; Jagannathan, 2022).

이상에서 살펴본 것과 같이, 현재 오프라인에서 실시간으로 시행되는 거의 모든 것들의 50% 정도가 2030년에는 메타버스에서 시행될 것이다(McKinsey & Company, p.57). 앞으로 사람들은 메타버스 가상공간에서 더 많은 시간을 보내고, 상거래를 하고, 사회 활동을 하면서 현실과 가상을 연결하는 메타버스의 전환이 가속화될 것이다. 이런 흐름은 교육 분야에서도 예외가 아니며, 학생들의 학습은 학교에서의 학습과 메타버스에서의 학습을 혼합하는 하이브리드 또는 블렌디드 방식으로 진행될 것이다. 이 연구에서는 수학교육에서 메타버스 활용의 의미와 메타버스 플랫폼들의 비교 분석을 통하여 수학교육을 위한 활용 가능성 및 한계점을 제시하고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 메타버스

‘메타버스(Metaverse)’는 ‘Meta(초월)’와 ‘Universe(세계)’의 합성어로, 현실을 초월한 가상의 세계를 의미한다. 이 용어는 Stephenson(1992)의 소설 *Snow Crash*의 25쪽에 나오는데, 명함에 찍여있는 메타버스의 주소를 소개하면서 자신을 대신하여 3차원 아바타를 통해 활동하는 장면을 묘사하면서 처음 등장한다. 이 소설에서 나를 상징하는 아바타 캐릭터를 통하여 실생활의 다양한 활동들이 메타버스 가상세계 안에서 이루어지는 장면들을 묘사하고 있다. 사실 게임 안에서 활동하는 캐릭터들은 메타버스에서 아바타와 같은 역할을 한다고 볼 수 있다.

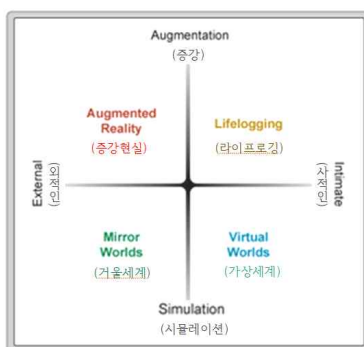
사람들 사이의 의사소통 수단이 10년 단위로 진화되어 온 과정을 보면, 메타버스는 <표 II-1>과 같이 점차 면대면 상호작용에 가장 가까운 형태로 발전해 왔음을 알 수 있다.

<표 II-1> 디지털 방식의 의사소통 방법 진화 과정

1990년대	2000년대	2010년대	2020년대
PC통신	웹(Web)	모바일(Mobile)	메타버스(Metaverse)
모뎀	초고속	4G	5G, 블록체인
이메일(Text)	인터넷(Search)	클라우드(SNS)	(Social party)

디지털 환경에서의 의사소통의 진화 과정을 보면, 현실에서의 의사소통이나 상호작용의 장점을 살려가는 방식으로 변해오고 있음을 알 수 있다. 오히려 젊은 세대들에게는 오히려 면대면보다 온라인이나 가상환경에서 더 효과적으로 소통하기도 한다. 오늘날은 COVID-19와 같은 팬데믹의 상황에서는 교육도 반강제적으로 온라인상에서 진행할 수밖에 없었다. 그리고 알파세대는 오히려 온라인이나 가상환경에서 소통하는 것을 더 자연스럽게 편안하게 생각하고 있기 때문에, 교사들은 이들의 삶의 장(場, Arena)을 이해할 필요가 있다.

메타버스 유형은 미국의 미래가속화연구재단 ‘ASF(Acceleration Studies Foundation)’이 제시한 기준(Smart, Cascio, & Paffendorf, 2007)을 많이 인용한다. 이들은 메타버스의 유형을 [그림 II-1]과 같이 라이프로그(Life-logging), 증강현실(Augmented Reality), 거울세계(Mirror World), 가상세계(Virtual World)라는 네 가지 유형으로 나누고 있다(p.5). 메타버스는 특정한 하나의 영역에 국한하여 정의하기는 어렵고 네 가지 유형이 결합하고 융합하여 제시하고 있는 개념으로 사용하고 있어 사용자에 따라서 메타버스를 다소 다르게 인식하기도 한다.



[그림 II-1] 메타버스 유형 분류

라이프로그(Life-logging)은 사람이나 사물에 대한 일상적인 경험과 정보를 캡처하고 저장하여 개인의 다양한 경험과 정보를 타인과 공유하기 위해 전송하는 기술을 통틀어 지칭한다. 주요 서비스로는 구글이나 아마존의 상품 구매에 대한 정보나 인스타그램이나 페이스북 등의 글이나 사진 정보 등이다. 증강현실(Augmented Reality)은 현실 공간에 가상의 2D 또는 3D 물체를 겹쳐 상호작용하는 환경을 통하여 우리의 인식에 정보를 추가하는 것으로, 주요 증강현실 서비스로는 포켓몬GO, 점프VR, 스노우 등으로 스마트폰과 같은 간단한 기기로도 구현이 가능하다는 장점이 있다. 거울세계(Mirror Worlds)는 현실세계를 모델로 확장된 가상세계를 의미하는 것으로, 대표적인 거울세계 서비스로는 지형 등 위성 이미지와 3D 건물 정보를 제공하는 구글어스, 현실의 배달 시스템을 가상 공간에 옮긴 배달의 민족이나 숙박 장소를 예약하는 에어비앤비 등이 있다. 가상세계(Virtual Worlds)란 디지털 데이터로 구축한 가상세계를 의미하며, 주로 아바타를 통해 실세계에서 하는 활동을 대신 할 수 있는 가상공간을 말한다. 대표적인 가상세계 서비스로 로블록스, 제페토, 이프랜드, 마인크래프트 등이 있다.

메타버스에 대한 사람들의 관심은 최근 들어 급격하게 증가하고 있다. 2019년 4월부터 2021년 4월 까지 언급량을 주간별로 분석한 결과 [그림 II-2]를 보면 2021년에 들어와 갑자기 언급이 많이 되고 있음을 알 수 있다(안유미, 최재용, 2021). 그런데 최근의 구글의 트렌드에 의하면 2022년에 와서는 집중적인 관심에 대한 재조명과 실제 활용 방안 등에 대한 준비 부족 등으로 오히려 관심이 줄어드는 경향이 있다. 이는 Gartner의 Hype Cycle(Gartner, 2021)로도 이해할 수 있다.



[그림 II-2] 연도별 메타버스 언급량 추이 (안유미, 최재용, 2021, p.1 재인용)

이제 교육에 대한 전통적인 사고에서 벗어나 온라인 화상학습에 대한 한계점을 넘는 대안으로 메타버스 공간에 대한 관심을 가질 필요가 있다. 최근에 교육 관련 메타버스에 대한 이론적 분석 및 적용에 대한 다양한 연구들이 나오고 있다(고선영 외, 2021; 김평원, 2021; 김희철, 2022; 박혜연, 손복음, 고희경, 2022; 박휴용, 2021; 엄미리 외, 2022; 이명숙, 2021; 이바른, 최은경, 2022; 장지영, 2021; Ofgang, 2022; Eşin & Özdemir, 2022; Jagannathan, 2022; Narin, 2021; Tlili, A. et al., 2022; Zhang, Chen, Hu, & Wang, 2022).

2. 국내외 주요 메타버스 플랫폼

메타버스 플랫폼은 국내외에 걸쳐서 다양하게 구축되어 운영하고 있다. 각 메타버스 나름대로의 강조점이나 편이성을 기반으로 수요층을 넓혀 가면서 성장해 가고 있다. 다음 <표 II-2>는 참여자가 많은 국내외 주요 메타버스 플랫폼의 특징이다.

<표 II-2> 국내의 주요 메타버스 플랫폼

플랫폼	특징
로블록스 (Roblox)	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 Roblox Co.에서 개발(2006. 9. 1) · 월간 이용자: 1억 5000만명 (누적 가입자 2억 4천 만명)(2021년 기준) · PC, 모바일, 태블릿 접속 가능 · 한화로 500-14000원 정도의 입장료 부여, 로벅스(Robux)화폐 사용 · 게임 내 아이템 판매 및 유저들이 만든 게임의 입장료 수익 · 주 사용자 10대 초반
더 샌드박스 (The Sandbox)	<ul style="list-style-type: none"> · 아르헨티나 블록체인 게임 개발사인 Pixowl에서 개발(2012. 5. 15) · 월간 이용자: 100만명 (누적 가입자 200만명)(2021년 기준) · PC, 모바일, 태블릿 접속 가능 · 게임 내의 땅(Land)을 팔거나 아이템을 판매하거나 임대하여 수익으로 부가적인 수익 창출(NFT 발급) · 유저들이 만든 게임의 현금 보상 및 입장료 수익 · 주 사용자 10대
포트나이트 (Fortnite)	<ul style="list-style-type: none"> · 미국의 Epic Games에서 제작(2017. 7. 21) · 월간 이용자: 3억 5000천만명(누적 가입자 5억명) (2021년 기준) · PC, 모바일, X박스, 닌텐도 스위치, 플레이 스테이션 · 배틀패스(이용자들이 사전에 결제한 후 지속적인 게임을 하면 그에 따른 보상 지급 방식) · 주 사용자 미국의 10대
마인크래프트 (Minecraft)	<ul style="list-style-type: none"> · Mojang Studio에서 개발(2009. 4. 19) · 월간 이용자: 1억 2600천만명(누적 가입자 2억명) (2021년 기준) · PC, 모바일, 콘솔로 접속 가능 · 게임 속의 전체 면적은 36억km²이며 실제 지구 표면 면적이 5억 km²이며 대략 7배 정도 크기로 여기서 유저들이 집을 짓거나 물건을 만들어 거래하도록 함(NFT를 획득, 사용, 판매, 대여 및 스테이킹하도록 하고 있음. 아이템을 구매하기 위해서 마인크래프트 코인 충전 필요) · 주 사용자 10대
게더타운 (Gather Town)	<ul style="list-style-type: none"> · 미국 Gather Presence, Inc에서 개발 (2020. 9. 16) · 월간 이용자: 159만명 (누적 가입자 400만명) (2021년 기준) · PC로 접속 가능 · 오피스 업무, 회의 목적으로 만들어진 것으로, 최대 25명이 무료로 스튜디오 모임 가능이나 단조로운 2D 그래픽(화상캠으로 자신의 얼굴 보여줄 수 있고, 아바타와의 거리에 따라 음성 조절 기능이 있음) · 시간 사용료 및 구독 사용료(25명까지 무료 지원) · 주 사용자 20-30대 직장인
제페토 (Zepeto)	<ul style="list-style-type: none"> · 한국 Naver 자회사 SNOW에서 개발 (2008. 8. 30) · 월간 이용자: 1200만명(누적 가입자 2억 5000만명 (2021년 기준) · PC로 접속 가능 · 증강현실(AR)과 인공지능(AI) 기술을 접목해 사용자와 닮은 3차원 아바타를 만들어 의상, 게임, 아이템을 만들어 수익 창출(코인과 썸의 가상화폐 사용) · 콘텐츠는 아이템, 월드, 라이브, 빌드잇에서 타인과 소통하고 판매하고 방송하고 공간을 만들 수 있음. 특히, 최근에는 K팝 공연으로 많은 이용자를 모으고 있음. · 주 사용자 Z세대(1990년대 중반~2000년대 초반 출생)

이런 플랫폼들은 나름의 수요층과 성격을 가지고 개발·운영하고 있다. 로블록스, 더 샌드박스, 포트나이트, 마인크래프트는 게임을 기반으로 하고 있고, 제페토는 사람들 사이의 소통에 중심으로 하는

소셜기반형이고, 게더타운은 재택근무나 회의에 적합한 특수목적형 생활기반형 메타버스이다(고선영 외, 2021).

메타버스는 주로 소통, 엔터테인먼트, 상거래 등을 하기 위해 시작했지만 현재의 젊은 세대들은 거의 모든 소통을 메타버스 안에서 하는 비율이 늘어 가고 있다. 그리고 대부분의 메타버스 플랫폼들은 보다 많은 사람의 관심을 끌거나 현실과 같은 느낌을 살리기 위해 그래픽의 질을 개선해 가고 있다. 그런데 최근 “디지털 휴먼 로지”, “디지털 휴먼 이마”, “디지털 휴먼 미켈라” 등(Travers, 2022)을 보면 거의 인간의 모습과 구별이 되지 않을 정도의 캐릭터로 수백만의 팔로워를 보유하고 있어, 메타버스에서 캐릭터를 실제 인간과 같은 아바타나 캐릭터를 만드는 것은 그리 어려운 일이 아닐 것이다.

이미 미국, 영국, 독일, 중국 등의 나라에서는 초·중·고등학교의 교과교육에서 메타버스를 활용하도록 하고 있으나 아직은 초기 단계로 여러 가지 하드웨어의 구비나 다양한 콘텐츠의 개발이 필요한 실정이다(한국교육개발원 교육정책네트워크, 2021). 메타버스의 활용은 교육의 관점에서 볼 때에도 많은 장점이 있으므로, 교육 또는 수학교육에 어떤 가능성을 제공할 수 있을지 연구할 필요가 있다. 한국에서도 서울특별시교육청을 비롯하여 몇몇 시도 교육청 단위에서 학생들의 수학교육을 위한 메타버스를 운영하기 시작했다.

3. 교육에서 메타버스 관련 선행 연구

교육에서 메타버스의 활용과 관련 하여 이론적 연구나 현장 적용 연구들이 이제 본격적으로 나오기 시작하고 있다. 그 몇 가지 연구를 보면 다음과 같다.

박휴용(2021b)은 현재와 같은 디지털 미디어의 발달과 가상공간을 활용한 교육에 적합한 포스트휴먼 학습론을 제시하였다. 그는 뉴미디어적인 학습은 구글 검색, 위키피디아, 네이버 검색과 같은 분산 지능 플랫폼과 Youtube, Tiktok, SNS(Blog, Twitter, Messenger, Facebook 등)와 같은 주문형 뉴서비스 등이라고 말한다. 그는 이런 뉴미디어적인 학습의 특징을 다음과 같이 3가지로 제시하고 있다(pp.367-368). 첫째, 뉴미디어는 인간의 사고, 의식, 지각, 주목이 인지하지 못하는 방식으로 정보를 매개하거나 소통의 목적을 달성하는 미시시간성(micro-temporality)를 가졌다. 예를 들면, 영화의 움직임을 초당 24프레임 이상의 정지화면을 연결하여 나타낼 수 있는 것이다. 둘째, 뉴미디어의 메시지들은 비인지적이고 감정적이라서 그것을 사용하는 사람들의 감정이나 정서에 무의식적으로 영향을 줄 수 있다. 셋째, 전통적으로 미디어들이 과거의 정보를 수집, 기록, 전달하는 피드백(feed-backward)에 의존했다면, 뉴미디어는 앞으로 필요한 정보를 탐색하고 예측하는 미래 지향적(feed-forward)인 원리를 동시에 사용하게 된다. 따라서 메타버스와 같은 가상공간을 통한 뉴미디어적인 학습은 학습자의 잠재적 창의성이나 성장을 선제적으로 예측하여 지원할 수 있는 장점이 있다. 박휴용(2021a)은 메타버스 가상공간에서의 학습이 학교교육과 그에 따른 교수학습 전략이 학생들의 학습과 소통의 방식을 근본적으로 변화시키고 있다고 주장하였다. 그리고 메타버스 가상학습은 다양한 수준과 관심을 가진 학생들이 흥미를 가지고 주도적 학습과 협력적 학습을 하도록 하는데 효과적이라고 주장하였다.

Tlili, A. et al.(2022)은 교육에서 메타버스의 활용에 대한 체계적인 문헌연구를 하였다. 연구결과, 이들은 교육에서 메타버스의 기능이 세대에 걸쳐 진화했음을 보여주었는데, 최근의 세대로 오면서 메타버스에 인공지능 기능을 더 많이 포함하는 경향을 보여준다고 주장하였다. 이들은 교육에 메타버스를 활용하는 초기 단계를 서부 개척시대의 금광의 발견에 비유하면서 많은 메타버스 활용의 초기 단계에서는 축복과 저주가 함께 있을 것이라는 점을 강조하였다. 그들은 교육에서 메타버스에 올인하기 전에 질문을 던지고 신중하게 답을 해 볼 필요가 있다고 주장하였다.

홍진욱, 한정완(2022)은 빅데이터 분석 중 하나인 텍스트 마이닝 기법을 사용하여 한국교육학술정

보원(RISS)에서 키워드에 ‘메타버스 플랫폼’을 포함하는 자료를 수집 분석하였다. 연구결과 워드 클라우드 분석에서는 ‘활용’, ‘디지털’, ‘기술’, ‘교육’ 순으로 키워드가 나타났고, 키워드 간 연결강도(N-gram)는 ‘에듀→테크’의 연결 강도가 가장 높게 나타났음을 밝혔다. 그들은 메타버스 플랫폼 분야의 학문적 연구 주제 범위는 넓지 않다고 주장하였다. 오혜정(2021)은 메타버스의 유형별 플랫폼 사례 분석을 통해 콘텐츠 활용 방안을 제시하였다. 그녀는 ‘메타버스+교육’, ‘메타버스+관광’, ‘메타버스+문화도시’, ‘메타버스+부동산’ 등 다양한 분야에서 현실세계와 가상세계의 경계를 넘나들 수 있는 플랫폼과 콘텐츠를 개발하여 물리적 제약이 없는 소통의 공간을 넓혀 나갈 필요가 있다고 주장하였다.

Zhang, Chen, Hu, & Wang(2022)은 교실의 대면 학습, 가상 원격 학습, 메타버스 기반 학습의 특징을 <표 II-3>과 같이 제안하였다.

<표 II-3> 플랫폼에 따른 학습 형태의 특징 비교 (Zhang, Chen, Hu, & Wang, 2022, p.8 수정)

요소	교실 대면 학습	화상 원격 학습	메타버스 기반 학습
학습에 참여하는 시간과 장소	실제 교실에서 수업 일정 및 학교 시간표에 따른 시간	화상회의 플랫폼에서 수업을 할 때만 사용 가능	시간과 장소에 구애받지 않음
학습 장면	실제 학습 장면	실제 학습 장면	시뮬레이션 학습 장면
학습자 상호작용/토론/협업	인간 교사와 동료 상호작용, 동료 간 토론, 협업 가능	인간 교사와 동료 간에 상호작용 및 협업이 제한적임.	아바타 형태의 교사 및 동료 또는 지능형 NPC 형태의 가상 교사 및 동료 활발한 토론 및 협업 가능
학습자 주도성	주로 교사 주도 수업	주로 교사 주도 수업	학습자 주도 학습
학습자 흥미 및 몰입	일상과 같은 상황으로 흥미 진작 요소가 제한적이나 몰입 수준이 높음.	화상에서 구현할 수 있는 흥미 진작 요소가 제한적이고 몰입 수준이 낮음.	학습자의 흥미 진작 요소가 다양하고 몰입 수준이 높음.
학습 자료	학습자가 일반적으로 상호 작용할 수 없는 주로 인쇄된 또는 멀티미디어 학습 자료	학습자가 일반적으로 상호 작용할 수 없는 주로 멀티미디어 또는 온라인 학습 자료	학습자가 상호 작용할 수 있도록 주로 시각화되거나 분산된 학습 자료
학습 경험	주로 대면 의사소통	주로 영상과 음성을 이용한 온라인 의사소통	주로 다중 감각 및 체화된 참여를 기반으로 함.
학습 목표	주로 저차원적 인지 발달을 목표로 함.	주로 저차원적 인지 발달을 목표로 함.	고차원적 인지를 보다 쉽게 개발할 수 있고, 주로 보다 포괄적인 학습 목표를 달성하는 것을 목표로 함.
학습 활동	주로 교사의 강의식 설명 중심으로 학습자가 정해진 일련의 학습 활동에 참여하고, 팬데믹 시기에는 대면 학습 활동이 불가능함.	주로 교사의 강의식 설명 중심으로 학습자의 개별화 학습이 어렵고, 동료 간의 협력 학습도 실제성이 떨어지고 시간에 지남에 따라 집중도가 급격히 하락함.	학습자로 하여금 3D 학습 장면에서 일련의 맥락화된 학습 활동에 참여할 수 있도록 허용하고 원격 협업을 효과적으로 할 수 있도록 함.
학습 평가	주로 학습 결과에 집중하여 학습 데이터를 합산하여 평가	주로 학습 결과에 집중하여 학습 데이터를 합산하여 평가	과정평가 및 총괄 데이터와 결합 학습자의 성장에 더 많은 관심을 기울이는 평가

메타버스 기반 학습은 기존의 전통적인 교실에서의 학습이나 비대면 화상학습에서는 어려운 것들을 구현하도록 함으로써 교수자나 학습자들에게 더 많은 기회나 편의성을 제공할 수 있음을 알 수 있다.

교육용 메타버스 플랫폼의 개발 방향에 대한 연구들이 있다. 김희철, 김묘은, 박일준(2021)은 초·중·고등학교 교사 10명을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 한 후, 교육용 메타버스 플랫폼 개발에 대한 제언을 하였다. 연구 결과, 교사들은 메타버스에서는 교실의 실세계에서 구현할 수 있는 것을 포함하

여 실세계에서는 구현할 수 없는 다양한 디지털 기능을 포함할 필요가 있다는 의견을 제시하였다. 예를 들면, 디지털 기능으로 포털사이트, 백과사전, 게임 제작 도구, 실시간 설문 도구, 3D 디지털 페인팅 도구, 컴퓨터 그래픽 도구, 사이버 박물관, 고공, 미술관 탐방 도구, 우주, 바닷속, 인체 등 탐험 등을 구현할 수 있어야 한다는 것이다(pp.262-263). 엄미리 외(2022)는 교수자 5인 대상 서면 인터뷰를 실시하여 메타버스 수업의 설계와 운영을 위한 프레임워크를 개발하였다. 이들은 학생의 수준에 상관없이 ADDIE(분석(Analysis), 설계(Design), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)) 모형을 활용하여 기존의 수업 설계 중요성과 형태를 유지하면서 메타버스 수업 설계 및 운영에 효과적으로 활용할 수 있다고 주장하였다. 그리고 이 프레임워크는 교수자들에게 메타버스를 활용한 수업을 하면서 교수자가 수업을 성찰하고 모니터링을 할 수 있는 역할을 할 것으로 보았다.

인간은 기본적으로 놀이나 흥미나 재미를 위한 활동을 추구하는 호모 루덴스(Homo Ludens)(Huizinga, 1949)이다. 학습에서 호기심과 재미는 학습자의 자발적인 학습 참여를 위하여 중요하다. 이준석, 이대웅(2022)은 메타버스 콘텐츠의 재미 요소를 전문가 5인의 의견을 종합하여 분류하였다. 그들은 “각각적 재미[시각(그래픽), 청각, 텍스트, 조작, 감정이입, 유희, 시점], 도전적 재미[몰입, 도전, 성취, 발견, 스틸, 보상, 문제해결], 상상적 재미[새로운 이야기, 사랑, 자유도, 대리자아, 기대감, 변화], 사회적 재미[규칙, 경쟁, 사회적 행위, 지위, 협동, 참여, 교류, 소속, 화폐거래], 상호작용적 재미[의사결정, 커뮤니케이션 공유, 하드웨어, 감정이입, 육성, 자율성], 현실적 재미[현실 일체감, 학습 용이성, 순응, 지적문제해결, 패턴 인식, 실재감, 커뮤니티], 창조적 재미[응용, 창조, 커스텀마이징, 가상세계]”(p.1148) 구분하여 제시하였다. 이들이 제시한 “재미” 요소는 수학교육에서도 참고할 필요가 있다. 많은 학생들이 수학 학습에 대해 부정적인 태도를 가지고 있으므로(TIMSS & Pirls, 2022), 당연히 수학교과에서는 메타버스 안에서 게임의 흥미와 다이내믹한 기능을 살려서 게임 형식으로 수학을 개념이나 기능을 익히도록 할 필요가 있다.

van den Heuvel-Panhuizen(2003)은 ‘현실’은 학생들의 마음속에 어떻게 상상하고 있느냐에 따라서 얼마든지 현실적이 될 수 있다고 주장한다. 그는 학습자에게 ‘실제적’이라는 의미는 실제 상황으로 제한되지 않는다는 것을 의미한다. 동화의 환상 세계와 심지어 수학의 형식적 세계도 학생들의 마음속에 ‘실제’하는 한 문제에 매우 적합한 맥락이 될 수 있다고 보았다(p.10). 메타버스의 환경도 아바타가 학습자를 대신한 가상의 현실이지만 학생들이 자신의 현실로 받아들이게 되므로 ‘현실적인 문제’ 또는 상황으로 받아들이게 될 것이다. 메타버스 공간에서는 인간이 가지고 있는 자신의 실제의 모습을 가면 속에 숨기고 싶어하는 페르소나(Persona)의 욕구를 적절히 충족시켜 줄 수 있다. 실제로 메타버스 가상공간에서 수업을 해 본 많은 교사들은 메타버스 가상공간에서는 나 대신 아바타가 활동을 하므로, 실제 교실에서는 거의 발표를 하지 않고 소극적인 학생들도 보다 적극적으로 참여하게 된다고 주장한다. 따라서 메타버스 공간에서는 학습자의 외모, 육체적 외소함, 가정환경 등 ‘차별없는 교육의 실현’(이임복, 2022, p.259)이 가능하다.

Mishra & Koehler(2006)는 교수·학습에서 공학기술을 교수법, 내용학과 연계하여 적절히 활용하는 교수지식을 TPACK(Technological Pedagogical Content Knowledge)라고 하여, 교수학적 의미에 맞게 공학기술을 활용하는 능력이 중요하다고 주장하였다(p.1025). 교육에서 메타버스의 활용은 단순하지 않고 어떻게 이를 활용하느냐에 따라서 학생들에게는 매우 다르게 받아들일 것이다. 미국 메일랜드대학교의 Krokos, Plaisant, & Varshne(2018)의 연구에 따르면 사람들이 2차원적 방식보다 머리에 쓰는 탑재형 디스플레이(Head Mounted Display; HMD)를 쓰고 가상현실 등과 같은 3차원적 방식으로 정보를 받았을 때 그 정보에 대한 기억 정확도가 약 8.8% 증가하는 효과를 나타낸다고 주장하였다(p.8). 교육에서 메타버스의 활용은 온라인 가상공간에서 쌍방향 소통 가능한 세계로 기존의 교육 방법과는 다른 교육혁명(김상균, 2021)이라고 할 수 있다. 지금은 최첨단 공학을 이용한 각 개인의 수준과 취향

에 어울리는 개별화 학습을 위한 “하이터치 하이테크(High Touch High Tech)”(이주호, 정제영, 정영식, 2021, p.31)의 시대이다. 그리고 Biesta(2016)의 말처럼, “지도한다는 것은 이미 알고 있는 것을 반복하는 것이 아니라 주어진 상황에서 매우 새로운 것을 이끌어 내는 것이다”(p.41). 메타버스 공간은 교수와 학습의 이상을 실현하기 위한 적절한 대안의 공간이 될 수 있을 것이다. 더 나아가 현실세계의 대체가 아닌 교육을 위한 확장된 학습 공간(계보경 외, 2022)으로 생각할 필요가 있다.

학교 현장에서 그리고 학생들이 개별적으로 학습을 하는 환경에서 메타버스가 어떤 영향을 주는지에 대한 연구들을 하고 있다. 고현주, 전재천, 유인환 (2022)는 COVID-19로 인한 줌(Zoom) 수업 등의 비대면 교육 상황에서 발생하는 학습 몰입의 감소, 교사와 학생 간의 상호작용의 어려움, 기초 학력 저하 등 원격 화상 수업이 가지는 한계점에 대한 대안으로 메타버스 플랫폼 기반 플립러닝 프레임워크를 개발하여 적용하는 연구를 하였다. 이들은 메타버스 가상 교실에서 플립러닝을 실현하기 위한 교육 프레임워크를 개발하였다. 그리고 이를 초등학교 3학년 학생들이 게더타운(Gathertown)의 메타버스 환경 안에서 학생의 학습몰입도를 측정하여 학습자들의 학습 몰입도가 향상되었다고 주장하였다. 게임의 특성상 사용자의 몰입도를 높여 주는 특징이 있는데, 메타버스 환경에서 이를 확인한 연구로 가치가 있다. 이명숙(2022)은 해커톤 수업사례를 통한 메타버스 플랫폼의 교육적 활용 방안을 알아보았다. 학습자들은 메타버스 플랫폼이 픽셀기반 환경이라 현실감이 떨어진다고 생각하였으나 메타버스에서는 아바타를 사용함으로써 줌 등의 온라인 학습에서 얼굴을 보여주어야 하는 ‘줌 피로증’이 줄었다고 보았다. 그러나 확장현실(XR; Extended Reality)과 같은 메타버스 기술이 더 발전하면 교육에서 더 많은 가능성을 제공할 수 있을 것으로 보았다. 교과교육에서도 다양한 시도를 하고 있는데, 장지영(2021)과 이바른, 최은경(2022)은 각각 메타버스 플랫폼인 게더타운과 Zep에서 한국어 초급 학습자들을 대상으로 한국어 회화 수업을 한 결과 학습자의 90% 이상이 수업에 대한 흥미와 상호작용, 말하기 연습의 유용성 측면에서 만족감이 높았으나 5G환경 등 기반시설을 더 보완할 필요성을 제기하였다.

손정명, 이시훈, 한정혜(2022)은 메타버스 플랫폼에서 디지털 문해력을 기르기 위한 20차시 협동 SW 교육 프로그램을 개발하여 학생들의 협력적 의사소통의 효과성을 알아보았다. 연구 결과, 메타버스 기반 협동 SW 교육 프로그램이 협력적 의사소통 능력 향상에 효과적임을 확인하였다. 나해찬, 이유진, 김수영, 김운상(2022)도 실제 교육현장에서 주로 선호하는 유형을 파악하기 위해 메타버스 교육용 플랫폼이 적용된 국내 교육 사례를 분석하였다. 분석 결과, 내재성 유형, 시물레이션 유형, 몰입형 유형, 개발자 개발 유형을 고려한 메타버스 교육용 플랫폼 개발 방향을 제안하였다. Dale(1969)은 경험의 원추(Cone of Experience) 모형을 제시하였다. 그는 읽기, 듣기, 보기, 보고 듣기, 말하기, 말하고 행동하기 등의 학습 형태에 따라 기억 능력이 달라질 수 있다. 그는 메타버스 환경과 같은 대화, 설명, 토론, 체험, 극화, 시물레이션과 같은 다감각적 자극을 통한 학습자의 능동적인 학습이 기억하는데 더 도움이 된다고 주장하였다.

대학 수준에서의 메타버스의 활용에 대한 연구도 있는데, 윤주한, 이다민(2022)은 VR챗 학교의 사례를 중심으로 메타버스를 활용한 교양철학 교육이 어떤 방향으로 나아가야 하는지 알아보았다. 교양철학은 참여자들의 활발한 토론과 의사소통이 중요한데, 메타버스 플랫폼 ‘VRChat’에서는 교수자와 학습자, 그리고 학습자 간의 상호작용을 활성화할 수 있다는 측면에서 의미가 있다고 주장하였다. 황요한(2022)은 이프랜드 앱을 사용한 메타버스를 활용한 원격교육에 대한 32명의 대학생들의 인식 및 만족도를 조사하였다. 연구결과, 대부분의 학생들은 메타버스 수업 경험에 대해 만족하였고 아바타를 통한 3D 기반의 의사소통과 상호작용에도 높은 만족감을 나타냈다. 그는 메타버스 안에서 화면공유 등이 가능하도록 할 필요가 있다고 지적하였다.

이상의 선행연구에서 볼 때, 메타버스 가상공간에서의 학습은 포스트휴먼 학습론에 적절한 학습의

공간이 될 수 있고, 감각적, 도전적, 상상적, 사회적, 상호작용적, 현실적, 창조적 재미를 주기에 적합하다. 또한, 학생들의 주도적 학습과 협력적 학습 등에 효과적이며, 학습자로 하여금 보다 능동적으로 학습하도록 할 수 있다. 그러나 아직은 하드웨어의 지원이나 각 교과에 특화된 콘텐츠의 개발 등이 필요함을 알 수 있다.

III. 연구 방법

1. 연구 대상 및 수집

본 연구는 수학교육에서 메타버스의 활용 사례와 활용 가능성을 제시하는 것이다. 이를 위해 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼의 기능들을 분석하고 수학교육에서 활용 가능성을 탐구하기 위해 관련 연구들을 분석하였다. 수학교육과 관련한 메타버스의 기능 및 활용 사례를 수집하기 위해 <표 III-1>과 같이 국내에서 제공하는 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼에 국한하여 분석하였다. 교육에서 메타버스의 활용은 국내외를 막론하고 최근에 활발하게 이루어지고 있고 한국에서 이에 대한 연구나 활용이 비교적 활발하여 국내의 메타버스 플랫폼 4종을 선정하였다. 분석 대상 메타버스 플랫폼의 선정 기준은 비교적 풍부한 기능을 갖춘 공공기관인 교육청에서 제공하는 대표적인 수학 교수·학습과 관련한 메타버스 3종과 상대적으로 질 높은 그래픽을 제공하고 있는 사기업 메타버스 플랫폼 1종을 선정하였다. 그러나 국내외 플랫폼에 국한하여 분석한 것은 본 연구가 가지는 제한점이다.

<표 III-1> 선정된 국내 메타버스 플랫폼

대상 메타버스 플랫폼	제공 주체	특징
서울수학메타버스	교육청	전국 최초로 수학 수업 시간에 수학의 내용과 연계하여 활용하도록 한 수학학습 메타버스로, 서울의 고궁과 연계하여 다양한 수학콘텐츠를 제공함.
울산수학문화관 메타버스 수학문화관		학생들이 아바타를 만들어 꾸미고 야외 미로의 광장, 1층 고대의 광장, 2층 무한의 거리를 다니면서 수학학습을 할 수 있도록 함.
인천수학교육 플랫폼		수학교육 플랫폼은 주로 수학축전의 자료 공유를 위한 메타버스 가상공간임.
팝스쿨 메타버스 교실 플랫폼	사기업	3D 가상공간으로 구현된 수학테마존, 수학교과테마, 수학융합테마의 존들로 구성되어 있음.

관련 연구들 알아보기 위하여 Google, KCI(한국학술지인용색인), DBPia, RISS(학술연구정보)에서 “Metaverse” 또는 “메타버스”로 검색하였다. 검색하여 2021-2022년에 나온 교육 관련 연구들 826편의 자료 중 “교육”, “활용”, “플랫폼”을 동시에 공유한 자료 중 본 연구와 관련한 메타버스 플랫폼과 관련 연구들을 추출하였다. 자료의 추출은 교육에서 메타버스 활용에 대한 이론 및 현장 적용 논문, 보고서, 기사를 선정하였다.

2. 자료 분석

메타버스 플랫폼에서 제공하는 내용 및 구현 기능을 분석했는데, 메타버스 플랫폼의 유형은 고선영 외(2021, p.11)의 분류에 따라 메타버스의 게임형, 소셜기반형, 생활산업기반형으로 분류하였다. 그리고 메타버스 플랫폼의 기능 분석은 Zhang, Chen, Hu, & Wang(2022, p.8)과 정주영, 한정엽, 김종민(2022)

의 분류를 참고하여 분석 틀을 설정하였다. 분석틀은 목적, 학습 대상, 메타버스의 유형, 주요 콘텐츠, 캐릭터의 실제성, 자유도, 디바이스 접근성, 피드백 지원(풀이지원, 학습분석), 교사의 수업 지원으로 구분하여 분석하였다. 수학교육을 위한 메타버스 가상공간의 활용 가능성 탐색을 위하여 국내외 연구 중에서 활용 가능성과 관련하여 플랫폼의 기능 및 수학 콘텐츠의 제공에 의미있는 연구를 적절하게 인용하여 수학교육을 위한 메타버스의 활용 가능성을 제시하였다.

IV. 수학교육에서 메타버스의 활용 사례 및 가능성

수학교육에서 메타버스의 활용은 국내외적으로 초기 단계이지만, 국내에서도 메타버스에서 수학 교수·학습 콘텐츠를 개발하여 서비스를 제공하고 있다. 이제 각 교육청에서 수학교육에서 메타버스를 구축하여 운영하고 있다. 교육청에서 제공하는 3종의 수학교육을 위한 메타버스 사례와 사기업에서 제공하는 메타버스 1종의 활용 사례를 살펴보면 다음과 같다. 다만, 이들 플랫폼은 구축의 초기 단계로 메타버스의 일부 기능이나 제한된 수학콘텐츠만을 포함하고 있다는 제한점이 있다.

1. 수학교육을 위한 메타버스 활용 사례

가. 서울수학학습메타버스(<https://math.sen.go.kr/member/login.php>)

서울특별시교육청(2021)에서는 전국 최초로 수학 수업 시간에 수학의 내용과 연계하여 수학학습 메타버스를 활용하도록 한다. 이 서울형 메타버스는 메타버스의 구축 전에 사전 연구(이유탉 외, 2021)를 통하여 수학교육의 효과를 극대화할 수 있도록 하였다. 특히, 이 플랫폼은 미래형 교육을 혁신하기 위한 것으로 교육 불평등과 격차를 해소하는데 기여하는 것을 비전으로 구축되었다. 이 플랫폼에서는 서울의 주요 명소를 가상공간에 구현하고, 경복궁, 광화문광장, N서울타워 등 서울의 주요 명소별로 수학학습 테마와 연계한 학습 게임 및 콘텐츠를 제공하여 학생들이 찾다니면서 주도적으로 수학학습을 할 수 있도록 하고 있다. 학생들은 서울의 명소에 있는 수학학습 테마 공간에서 수학 성취 수준에 덜 영향을 받으면서 수학을 즐겁게 배우도록 하고 있다. 학생별 메타버스 체험을 하고 난 후, 학생들의 성취 기록은 LGMS(Leaning Game Management System) 레포트로 확인할 수 있으므로 단기 목표와 장기 목표를 아우르는 수업을 운영할 수 있도록 하고 있다.

서울 수학학습메타버스는 정규 수업 시간에도 활용할 수 있도록 하고 있다. 예를 들면, 입체도형의 절단면 관찰과 같이 실제 구현이 어려운 실험 상황 등을 메타버스 안에서 구현해보도록 한다. 그리고 학생들의 수준에 맞게 학습할 수 있도록 맞춤형 마무리 학습활동을 할 수 있도록 한다. 그리고 단위 학교 기초학력 책임지도 및 협력강사와 키다리샘 프로그램 등과 연계하여 수학 기초 연산 능력 신장을 지원하기 위해 학생의 흥미와 참여도를 높일 수 있는 방법으로 제시하고 있다.



메타버스 플랫폼의 주요 내용



메타버스에서 구현한 서울명소별 수학 게임

[그림 IV-1] 서울 수학학습메타버스 내용(서울특별시교육청, 2021)

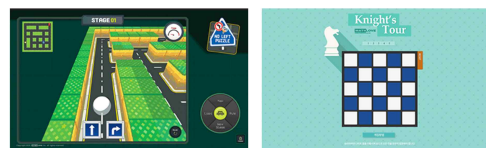
현재는 서울 수학학습 메타버스가 VR, AR 등과 접목된 화려한 메타버스가 아니고 단지 PC와 모바일을 통해 접속하여 학생들에게 단순하게 이용할 수 있다. 현재 메타버스 안에서 공학도구의 활용은 ‘알지오매스(AlgeoMath)’나 ‘지오지브라(GeoGebra)’ 등의 소프트웨어 도구를 활용하여 수학수업과 연계하는 활동을 하도록 하고 있다. 앞으로 교과과 학생 간, 학생 간 상호작용을 효과적으로 할 수 있도록 하는 콘텐츠 개발과 함께 더 나아가 학생들이 직접 콘텐츠를 생성하는 기능을 포함할 필요가 있다.

나. 울산수학문화관 메타버스 수학문화관(<https://usmcc.use.go.kr/we/exprn/onlyMath>)

울산수학문화관(2022) 메타버스에서는 학생들이 아바타를 만들어 꾸미고 야의 미로의 광장, 1층 고대의 광장, 2층 무한의 거리를 다니면서 수학학습을 할 수 있도록 한다. 이 코너들에서는 퍼즐, 나이트 투어 게임, 곱셈구구 게임, AI 매쓰봇 게임 등 수학 소프트웨어를 직접 조작하면서 체험하고 영상을 시청하는 등 수학문화관의 체험 및 탐구 활동을 메타버스 안에서 할 수 있도록 하고 있다.



메타버스에서 사이버 수학교실



인공지능 매쓰봇

더보기+

기사의 여행

더보기+

인공지능 기반 메타버스 수학 게임

[그림 IV-2] 울산수학문화관 수학학습 메타버스 내용(울산수학문화관, 2021)

예를 들면, 구체적인 수학 활동을 보면, ‘곱셈표’에 대하여 2의 배수 5의 배수, 9의 배수를 찾고 리듬에 맞추어 주어진 □안에 배수 찾기 등을 하도록 하고 있다. 아직은 메타버스 플랫폼 개발의 초반

이러서 콘텐츠가 풍부하지는 않지만 꾸준히 자료들을 개발해 업로드해 가고 있다. 그리고 상대적으로 중등수학 콘텐츠보다 초등수학 콘텐츠가 많은 편이다.

다. 인천수학교육 플랫폼(<http://www.xn-9d0bk0rzuim9emmaw8wz0ne6bzta.com/>)

인천광역시교육청(2022)에서 제공하는 인천수학교육 플랫폼은 주로 수학축전을 위한 메타버스 가상 공간이다. 이 수학교육 플랫폼은 온라인에서 자기주도적 수학 탐구 학습을 위해 인천수학축전 등 수학 관련 학생 발표대회의 산출물들을 공유하고 체험하며 서로 소통하는 가상공간이다. 이 메타버스 가상공간은 학교 수업과 연계하여 각 단위 학교에서 대여하여 각 학교의 전시 자료 등을 게시하는 것이 가능하도록 하고 있다.



인천수학교육 플랫폼

모바일 조작법



메타버스에서 모바일 조작법

[그림 IV-3] 인천수학교육 수학학습 메타버스 내용(인천광역시교육청, 2022)

인천수학교육 플랫폼에서는 특히, 수학 축전을 개최하여 가상공간에서 탐구하면서 수학을 학습할 수 있도록 하고 있다. 2022년에 개최한 수학 콘텐츠를 보면 다음과 같다. 특히, 이 플랫폼에서는 개인 학습과 수업을 할 수 있도록 8곳의 다양한 공간을 지원하고 있다. 그것들은 37명까지 들어와 활동할 수 있는 ‘원격 교실 및 소그룹 활동’, 축전 안내와 주요행사가 진행되는 ‘이벤트 및 행사장’, 수학 작품을 관람하고 소통을 나눌 수 있는 6개의 전시실로 구성된 ‘학생 작품 전시관’, 교사와 학생이 수학에 대하여 1:1로 상담할 수 있는 ‘수학 클리닉 상담’을 운영한다. 그리고 150명까지의 청중들에게 수학 관련 주제를 발표할 수 있는 ‘온라인 체험부스’, 100개의 수학 콘텐츠를 보고 즐길 수 있는 25개 부스씩 총 4개의 공간이 마련된 ‘온라인 탐구 체험 수학 자료실’, 그리고 선정된 수학 콘텐츠를 주제별로 모아 놓아 쌍방향 소통을 할 수 있도록 한 ‘수학 나눔 쌍방향 체험관’ 등으로 구성되어 있다.

라. 팝스쿨 메타버스 교실 플랫폼(https://popschool.co.kr/virtual/imList_pop.php)

팝스쿨(2022)은 공공기관에서 개발한 것은 아니지만, 수학교과 기반의 메타버스 수학학습 플랫폼으로 상대적으로 고품질의 그래픽을 제공하고 있다. 이 플랫폼은 학생들이 3D 가상공간으로 구현된 수학테마존들을 탐험하며 학습을 주도적으로 할 수 있도록 한다. 팝스쿨의 모든 공간은 수학적 개념을 학습하도록 하기 위한 목적으로 설계하였으며 구역별로 풍부한 학습 자료, 해결해야 하는 미션, 게임 콘텐츠들로 구성되어 있다.



팝스쿨(Pop-School) 메타버스 플랫폼



팝스쿨(Pop-School) 메타버스 수학 게임의 예

[그림 IV-4] 팝스쿨의 수학학습 메타버스 내용(팝스쿨, 2022)

팝스쿨(2022)의 모든 체험은 탐구(Explore: Amazing math-world!)-놀이(Play: Math Learning Game)-학습(Learn: LGMS(Learning game management system): Learning Analysis System) 3가지를 기반으로 설계하였다. 팝스쿨은 수학탐험을 시작하는 광장, 수학교과테마, 수학융합테마의 존들로 이루어져 있다. 이 플랫폼은 수학교과를 테마로 수학영역별 학습에 최적화한 분수존, 곱셈구구존, 데카르트존 등에서 다양한 콘텐츠들을 통해 수학 개념을 익히도록 하고 있다. 인공지능과 예술 등에 대한 수학융합 주제를 테마로 한 점프미로존, 조지하트존, 수학박물관존 등에서 테마 게임을 진행하며 작품들을 감상하며 수학적 감각을 기르도록 하고 있다. 또한, 체험의 결과로 제공되는 기능성 게임 기반 학습 레포트를 활용하여 학교의 수업과 연계하여 학생들의 수학 역량을 함양하도록 한다. 이 플랫폼에서는 교사들을 위한 연수 과정도 운영하고 있다.

이상에서 살펴본 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼의 주요 기능을 보면 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼의 주요 기능

플랫폼 기능	메타버스 플랫폼			
	서울수학학습 메타버스	울산수학문화관 메타버스 수학문화관	인천수학교육 플랫폼	팝스쿨 메타버스 교실 플랫폼
목적	미래형 교육 기반 마련 및 교육 불평등과 격차 해소	수학학습 및 수학축제 공유	수학축전을 위한 메타버스 가상공간	수학테마존 탐험 및 주도적 수학학습
대상	초·중·고 학생	초·중·고 학생	초·중·고 학생	초·중·고 학생
유형	게임형	게임형	소셜기반형	게임형
가상/증강 현실 이용	사용하지 않음	사용하지 않음	사용하지 않음	사용하지 않음
주요 콘텐츠	관광명소 탐험 및 주제별 교과연계 수학 게임	수학체험관 탐험 및 코너별 수학 게임	인천수학축전 등 수학 관련 학생 발표대회의 산출물 공유 및 체험	풍부한 학습 자료와 해결 미션 및 수학 게임
실제성	실제성 낮음	실제성 낮음	실제성 낮음	실제성 높음
자유도, 능동적 학습	높은 자유도 및 능동성 부여	높은 자유도 및 능동성 부여	높은 자유도 및 능동성 부여	높은 자유도 및 능동성 부여
디바이스 접근성	PC, Mobile	PC, Mobile	PC, Mobile	PC, Mobile
피드백 지원 (풀이지원, 학습분석)	문제풀이 제공	문제풀이 제공	특별한 피드백 없음	AI 맞춤형 피드백 및 풀이, 문제 추천

콘텐츠 생성 및 소유권	주어진 콘텐츠만 제공, 생성 및 소유권 없음	주어진 콘텐츠만 제공, 생성 및 소유권 없음	주어진 콘텐츠만 제공, 생성 및 소유권 없음	주어진 콘텐츠만 제공, 생성 및 소유권 없음
보상	포인트 제공	포인트 제공	포인트 제공	포인트 제공
교사의 관리	관리 가능	관리 가능	관리 가능	관리 가능
수업지원	수학수업 지원	원격 교실 및 소그룹 활동	원격 교실 및 소그룹 활동	학교의 수업과 연계
교사, 학부모 지원(LMS 시스템)	LGMS(Leaning Game Management System) 레포트	LGMS(Leaning Game Management System) 레포트	LGMS(Leaning Game Management System) 레포트	LGMS(Leaning Game Management System) /LMS 레포트

이상에서 살펴본 것과 같이 현재 제공하고 있는 수학교육을 위한 메타버스의 경우, 주로 게임을 기반으로 하고 있고, 각 코너별로 미션이 제공되거나 축제의 산출물에 대한 전시나 발표, 개인적인 자유 학습과 교사와 동료 간 소그룹 협력 학습, 그리고 교실에서의 수학수업과 연계하여 활용할 수 있도록 하고 있다.

2. 수학교육에서 메타버스의 활용의 가능성과 한계

선행연구나 선행의 적용 사례를 볼 때, 인공지능과 이를 기반으로 한 메타버스 가상공간은 수학교육에서도 더 많은 가능성을 제공할 수 있다. 선행연구들에서 살펴본 것과 같이 교육에서 메타버스의 활용은 초기 단계이지만 다양한 가능성과 한계점을 동시에 보여주고 있다. 앞에서 살펴본 것과 같이, 수학교육을 위한 메타버스도 라이프로그(Life-logging), 증강현실(Augmented Reality), 거울세계(Mirror World), 가상세계(Virtual World)의 4개의 영역을 포함하여 적절하게 혼합하여 활용할 수 있다. 실세계의 수학교실에서의 수학 교수·학습과 메타버스 가상공간에서의 수학교육의 특성은 <표 IV-2>와 같이 정리할 수 있다.

<표 IV-2> 현실세계와 메타버스 세계의 특성 비교

현실세계	매개체	메타버스 세계
<ul style="list-style-type: none"> · 물질화 세계(Materialized World) · 한계가 있는 세상(물체, 공간, 거리, 시간) · 폐쇄형 학습(일정한 공간에 대부분 정해진 경로를 따라 학습) · 교사 주도형이 되기 쉬워 몰입감이 저하됨. · 교과서 저자나 교사가 제공하는 수학 콘텐츠를 학습자가 수동적으로 받아들여 콘텐츠 소비자가 되는 경우가 지배적임. 	PC 스마트폰 AR 글라스 VR HMD 플레이스테이션 등	<ul style="list-style-type: none"> · 탈물질화 세계(Dematerialized World) · 무한한 지속성 가능성의 세계(리셋이나 끝이 없고, 현실과 동일한 시간 개념으로 살아갈 수 있고, 완전한 경제구조가 가능함) · 개방형 학습(학습자가 주도적으로 결정해 가면서 학습) · 학생 주도적으로 선택하고 수행하는 형식으로 몰입감이 상승함. · 여러 제공자가 제시하는 수학 콘텐츠를 능동적으로 찾아가며 학습하고, 학습자 스스로 콘텐츠의 생산자가 되도록 함.

기술적인 특징을 고려하여 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼의 활용에는 어떤 가능성이 있고 동시에 한계점은 무엇인지 살펴보면 다음과 같다. 우선 수학교육을 위한 메타버스의 활용 가능성과 중요성은 다음과 같다.

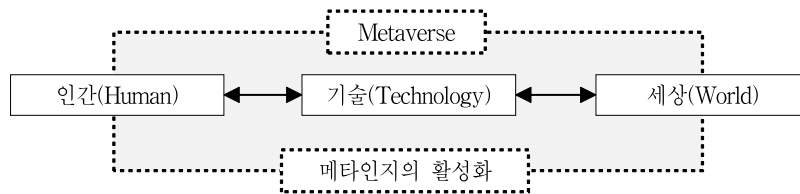
첫째, 디지털 네이티브인 초등학생 등이 포함된 ‘알파세대’는 메타버스 가상공간에 대한 거부감도 없고 오히려 이 공간에서의 수학학습을 즐기며 활발하게 학습에 참여한다. 메타버스와 같은 확장현실(XR, Extended Reality)에서 학습을 하면 학습자의 즐거움을 증가시키고, 학습자의 자기효능감이나 자

신의 능력에 대한 믿음을 증가시킨다(Pimentel et al., 2022). 그리고 가상세계에는 실제의 나를 대신하여 재현한 페르소나(Persona)가 있고 이상적인 나를 표현하는 캐릭터의 의미인 ‘아바타’ 또는 ‘부캐’를 통하여 보다 자유롭게 나를 표현할 수 있다. 이는 인간의 욕망을 적절하게 결합하여 가장 효과적으로 표현하도록 하는 공간이 된다. Ofgang(2022)은 메타버스 공간은 학생의 주도적으로 학습을 유도하기 위한 자연스럽게 풍부한 맥락을 제공하여 교사들이 다양한 교수를 시도할 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있다고 주장하였다.

사실 메타버스를 활용하는 많은 교사들은 수학적취도가 떨어지는 학생들도 오프라인 교실에서보다 메타버스 공간에서 보다 활발하게 자신의 의견을 표현한다고 밝히고 있다(예, 황요한, 2022). 많은 한국의 학생들이 수학학습을 하면서 수학에 대한 불안을 가지고 있고, TIMSS나 PISA와 같은 국제성취도 연구에서 한국 학생들의 수학에 대한 태도가 일관되게 매우 부정적으로 나타나고 있다(e.g., TIMSS & Pirls, 2022). 디지털 환경에서 태어난 신인류인 이들을 전통적으로 했듯이 교실에서만 수학을 배우도록 하는 것은 한계가 있을 수 있고, 메타버스 가상공간을 함께 활용하는 것은 하나의 좋은 대안이 될 수 있다. 학생들이 자연스럽게 즐기는 공간에 수학학습을 할 때, 보다 정교한 접근과 효과성을 극대화하는 노력이 필요하다.

둘째, 메타버스 가상공간에서는 학생들로 하여금 ‘주도적 학습’을 자연스럽게 할 수 있도록 한다. 메타버스 가상공간은 2022 개정 교육과정 총론(교육부, 2022)의 비전 중의 하나인 ‘자기 주도성’을 실현하기에 적절한 대안이 될 수 있다. 기존의 게임은 개발자가 의도한 경로를 따라가면서 게임을 하는 반면, 메타버스에서는 유저의 선택과 의지에 대한 ‘자유도(degree of freedom)’가 크기 때문에 학습자의 주도적인 학습을 하도록 유도하고 창의적인 아이디어를 살리는 데 유리하다. 다만 학습자가 가능한 효과적인 선택과 탐구를 할 수 있도록 보다 정교하게 메타버스를 설계할 필요가 있다. 신세대 학생들에게 메타버스 공간은 수학학습을 공부로 인식하기보다는 ‘놀이의 공간이자 소통의 공간’이 될 수 있다.

셋째, 현실세계의 교실에서 수학을 학습하는 것보다 메타버스 가상공간에서 메타인지적인 사고가 더 활발하게 일어날 수 있다. Ofgang(2022)도 주장한 것으로, 메타버스 가상공간은 아바타를 사용하여 가상의 몸을 통해 생각하고 느끼고 행동하는 방식을 취하므로 학습자로 하여금 보다 전체적으로 조망할 수 있도록 한다. 전통적인 학습에서 인간이 직접 세상을 경험하면서 지각하고 학습했던 것을 기술의 발달과 함께 기술이 인간과 세계 사이에 더 많은 매개의 역할을 하게 된다. 즉, 기술의 발달로 인하여 인간과 세계의 직접적인 접촉 대신에 기술에 의존하여 간접적인 접촉의 경험으로 바뀌게 된다 [그림 IV-5]. 최근의 기술은 세상을 증폭하거나 축소하여 인간에게 제시할 수 있고, 인간은 가상의 세계를 만들어 아바타로 하여금 그 안에 거주할 수도 있게 되었다(박휴용, 2021, p.115). 이는 메타버스에서 기본적으로 구현하는 가상세계의 모습이다.



[그림 IV-5] 인간과 세상 사이에 기술의 매개 역할

수학은 다른 교과보다 추상성이 강한 특성을 가진다. 따라서 때로는 실세계에서의 직접 경험보다

기술을 매개로 한 학습 상황에서 오히려 이런 추상성에 집중하도록 할 수 있다. 예를 들면, 메타버스 공간 안에서 알지오메쓰와 같은 소프트웨어를 사용하여 정사각형을 그린다면 정사각형의 성질(“네 변의 길이가 같고 네 각의 크기가 같다”)에 보다 더 집중하도록 할 수 있다. 또 다른 예로, 전체적인 모양을 알아보기 위하여 증강현실의 기술을 활용하여 전개도를 공간에서 접어보도록 하거나 쌓기나무의 쌓은 모양을 예측하고 메타버스 세계의 교실에서 돌러가면서 확인해 가면서 공간 감각을 기를 수 있다. 또는 피라미드의 모양을 관찰하면서 가상공간 안에 들어가 피라미드 모서리의 각을 재거나 가로, 세로와 높이 등을 재면서 현장감을 느끼면서 측정 활동을 할 수 있다.

넷째, 비대면에서 개인적인 수학학습을 포함하여 소모둠 또는 전체 모둠의 협력학습을 효과적으로 할 수 있도록 한다. 메타버스 가상공간에서는 줌(ZOOM)과 같은 화상회의 시스템보다 더 현실과 같은 의사소통이 가능하다. 그리고 아바타를 이용하여 이동하고 모이는 것이 더 자연스럽다. 따라서 실제 세계에서 하는 것과 같은 협력학습을 자연스럽게 수행할 수 있다. 그리고 AR/VR의 기기를 활용하면 메타버스 가상공간에서 보다 실감나는 경험을 하면서 수학학습을 할 수 있다. 메타버스의 가상공간은 때로는 실세계의 교실 환경에서 수학을 학습하는 것보다 학습자로 하여금 더 몰입할 수 있도록 할 수 있다.

다섯째, 메타버스 가상공간에서는 인공지능과 결합하여 실시간으로 학습데이터를 수집 분석하여 학습자들이 맞춤형 학습을 할 수 있도록 할 수 있다. 즉, 메타버스의 라이프로그킹(Life-logging) 기능으로, 학습자들의 학습 로그데이터를 수집하고 분석하여 각 학습자에게 가장 적절하고 효과적으로 학습을 할 수 있도록 피드백할 수 있다. 이런 기능은 학생들의 수학 포기자나 중도 포기자를 예측하여 방지하고, 수학학습 부진아들로 하여금 효과적으로 수학학습을 하면서 성장해 가도록 도울 수 있다. 또한, 원거리의 학생들 간의 협업을 가능하게 하거나 언어가 다른 다문화 학생들에게 실시간으로 번역 서비스 등을 하여 다양한 취약층의 학생들에게 맞춤형 수학학습을 할 수 있도록 할 수 있다.

마지막으로, 전통적으로 학습자는 교사가 제시하는 과제를 수동적으로 학습하는 존재에서 메타버스 가상공간에서는 학습자가 콘텐츠를 만들어 내는 창조자가 될 수 있다. 그리고 메타버스 안에서 유저가 게임 아이템을 구입하기도 하지만 직접 게임을 만들어 내는 크리에이터도 될 수 있다. 이 가상공간의 수학 수업에서도 학습자는 ‘배우는’ 사람이기도 하지만, 주도적으로 자신이 하고 싶은 수학콘텐츠를 선택하여 자신의 학습을 해 가는 주도자, 수학콘텐츠를 만드는 ‘창조자’가 될 수 있다.

McKinsey & Company(2022)에 따르면 가장 기본적으로 메타버스의 기본적인 기능을 몰입감, 실시간 상호작용, 사용자 주도성으로 보았고, 그러나 궁극적으로 메타버스는 플랫폼 및 장치 간의 원활한 상호 운용성, 수 천 명의 학습자들이 동시에 상호 작용하는 동시성, 단순한 게임 기능을 훨씬 능가하는 인간 활동에 대한 활용 등도 포함할 필요가 있다고 주장하였다(p.11). 이런 메타버스의 특징은 수학교육에서 추구하는 학습자가 능동적으로 학습에 참여하고, 문제를 다른 동료들과 협업하여 해결하는 데 강점을 가지고 있다.

그런데 메타버스 가상공간이 수학교육에서 메타버스를 활용하는데 많은 가능성이 있는 반면에, 한계점을 가지고 있다. 그 한계점은 다음과 같다.

첫째, 메타버스에서 다양한 기능들을 수행할 수 있는 기반시설을 구축할 필요가 있다. 학교나 가정 등에서 5G의 인터넷이 정비되어 빠른 속도로 좀 더 고화질이나 동영상에 원활하게 구동되도록 할 필요가 있다. 그리고 AR/VR 기기와 같은 기기들을 보다 저렴하게 제공할 필요가 있다. 현재의 고가 제품으로는 일부 특권층만 혜택을 누리게 되는 부작용이 있을 수 있다.

둘째, 메타버스 가상공간에서 수학학습을 할 때 시각적, 청각적 자극을 완화할 필요가 있다. AR/VR 안경을 쓰고 오랫동안 활동을 하다 보면 어지럼증 등 부작용이 있을 수 있다. 앞으로 특별한 장치를 장착하지 않아도 유사한 효과를 낼 수 있는 기기를 개발할 필요가 있다. 그리고 이런 기기의 착용이

건강에 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구를 지속적으로 해 가면서 사용자에게 보다 건강한 기기를 제공할 필요가 있다. 또는 사용 시간을 엄격하게 제한하는 안내를 하고 이를 지키도록 할 필요가 있다.

셋째, 수학교육에 특화된 메타버스 플랫폼을 개발하여 운영할 필요가 있다. 현재의 대부분의 메타버스 플랫폼은 상업용으로 개발되어 운영되고 있다. 이런 플랫폼은 학생들의 수학학습에 비효율적이고 교사의 관리가 어려울 수 있다. 그리고 메타버스 공간에서 수학학습을 지원하기 위한 효과적인 콘텐츠의 개발 및 활용 방안에 대한 연구가 필요하다. 교육 또는 수학교육에 특화된 메타버스 플랫폼을 개발하여 현장에서 다양하게 활용하면서 폭넓고 깊이 있는 장기간의 연구가 필요하다.

V. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 수학교육에서 메타버스의 활용 가능성을 탐색하는 것이다. 이를 위해 메타버스의 기능 및 특징 그리고 국내에서 활용하고 있는 수학교육을 위한 메타버스 플랫폼의 기능에 대하여 알아보았다. 그리고 수학교육에서 메타버스의 활용의 가능성과 한계를 제안하였다. 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 수학교육을 위한 국내 메타버스의 활용은 아직은 초기 단계로 게임 기반 콘텐츠가 대부분으로 수학교육을 위한 특화된 메타버스 플랫폼에 대한 질 높은 기능이나 콘텐츠는 아직 미흡한 실정이다. 그러나 점차 전체 수학수업의 활동을 포함하여 각 학습자들이 자유롭게 수학학습을 하도록 하기 위한 다양한 시도를 하고 있다. 수학교육을 위한 국내 메타버스 플랫폼은 교육청이나 사교육 기관에서 자체적으로 개발하여 운영하고 있으나, 수학교과와 특성을 반영한 AR/VR 기기와의 접목이나 학습자에게 콘텐츠의 개발 권한이나 소유권을 부여하는 부분 등에 대한 적용은 거의 하지 못하고 있는 실정이다. 현재 교육청이나 수학교과관이나 공공기관이나 사교육 기관에서 개별적으로 메타버스를 활용한 수학교육을 시도하고 있다. 지금은 메타버스 구축의 초기 단계로 수학교과와 특성을 반영한 국가 단위의 플랫폼 개발 및 운영도 필요하다. 앞으로 메타버스는 인공지능과 적절하게 접목하고 다양한 기기의 활용이나 학습자의 수학콘텐츠 개발 및 소유권을 부여하는 문제를 포함하여 보다 수학교육을 위한 메타버스를 활용하는 방안을 고려할 필요가 있다.

둘째, 수학교육을 위한 메타버스 가상공간의 활용은 학습자나 교수자에게 보다 많은 의미 있는 기회를 제공할 수 있는 잠재성과 가능성을 가지고 있다. 대부분 메타버스 플랫폼들은 엔터테인먼트나 게임, 사람들 사이에 상호작용을 위한 소통의 공간으로 활용을 하고 있지만, 점차 교육에서 활용하는 사례들이 증가하고 있다. 수학교육을 위한 메타버스 가상공간은 학생들에게 재미, 흥미, 몰입도를 높여 수학학습을 하면서 거부감이나 불안감을 줄이도록 할 수 있다. 이는 한국의 학생들이 수학에 대하여 가지는 부정적인 태도를 보다 긍정적으로 바꾸는데 기여하게 될 것이다. 그리고 학습자가 선택하여 학습을 능동적으로 하도록 함으로써 자기 주도성이 증가하게 된다. 또한, 아바타를 통한 의사소통은 학습자들이 부담감을 덜 느끼게 하면서 자신들의 생각을 표현하고 소그룹에서 토의·토론을 보다 활발하게 하도록 한다. 그리고 때로는 관찰자의 입장에서 아바타를 보게 됨으로써 수학학습을 하면서 학습자들로 하여금 메타인지적인 사고를 자연스럽게 할 수 있다. 앞으로 수학교육을 위한 질 높은 메타버스 플랫폼 구축 및 운영을 위하여 학생의 인지적, 심리학적 작동 요인을 보다 면밀하게 분석하고, 현장의 적용 연구를 통하여 지속적으로 개선 방안을 찾아갈 필요가 있다. 그리고 김평원(2021)의 주장처럼 메타버스 가상공간에서 오프라인 수준 이상의 몰입감 제공 및 교육적 비계(Scaffolding)를 위한 입장성(Telepresence)과 게이미피케이션(Gamification)에 대한 연구가 필요하다. 또한, Industry

Dive(2022)의 설명처럼 최근 메타버스 기술이 교육분야에서 가지는 잠재력에 대한 관심이 높아지고 있지만, 메타버스가 교실의 모든 활동을 대체할 수는 없으며 교육자를 보조하는 역할로서 활용하는 방안을 고려할 필요가 있다.

수학교육에서 메타버스의 활용은 점점 더 증가하게 될 것이다. 그런데 아직은 많은 한계점도 가지고 있다. 이 연구의 결과로부터 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 수학교육을 위한 국가 수준의 교육용 통합 메타버스 플랫폼의 구축과 운영 그리고 메타버스의 풍부한 기능들을 지원할 수 있는 교사양의 디바이스와 광대역 통신망 등의 구축이 필요하다. 현재는 단위 기관에서 제한된 기능을 가지는 메타버스를 개발하여 운영하고 있다. 따라서 대규모의 연구나 현장 적용을 기반으로 한 개발은 미흡한 실정이다. 보다 질 높은 메타버스 서비스와 활용을 위해서 국가 수준에서 메타버스 플랫폼 구축과 이에 대한 연구가 필요하다. 그리고 현재는 PC를 기반으로 한 제한적인 사용을 하고 있다. 앞으로 보다 풍부한 기능을 구현하기 위해서는 스마트폰과 같은 디바이스를 활용한 가상세계와 AR, VR과 같은 실감형 콘텐츠의 활용을 적절하게 할 수 있도록 해야 한다. 현재 대부분의 메타버스는 상업용으로 개발하고 운영되므로, 게임적인 요소나 몰입도를 높이는 데는 도움이 되나 과몰입의 부작용을 포함하여 이런 플랫폼을 학교 교육에 적용하는 것이 장기적으로 어떤 효과가 있는지 검증할 필요가 있다. 김준연(2021)의 주장처럼, 메타버스 콘텐츠의 혁신 생태계와 지속 성장을 위해서는 이론적 연구와 현장 적용을 기반으로 한 검증이 필요하다.

둘째, 학교에서나 개인의 수학학습을 위한 메타버스 플랫폼의 활용에 대한 연구를 면밀하게 하여 향후 메타버스 플랫폼의 개선 및 이들 플랫폼에서 활용하는 콘텐츠의 성격 규정을 기반으로 한 양질의 수학교육 콘텐츠를 개발할 필요가 있다. 이는 인공지능 역량 함양을 위한 수학 내용의 재구성 연구(예, 고호경, 2020)와 수학과 인공지능의 내용 분석 연구(예, 전영주, 김창일, 2021)처럼, 메타버스의 활용을 보다 효과적으로 하기 위한 사전 연구가 필요하다. 그리고 수학학습을 위한 메타버스 플랫폼은 아바타와 객체의 자유도를 어느 정도 설정할 것인지와 교사에게 콘텐츠를 변형하여 활용하거나 학생들의 학습을 위해 어떤 관리 권한을 제공할 것인지 등을 포함한 교육적인 측면을 고려할 필요가 있다. 그리고 인공지능과 접목하여 메타버스 가상공간에서 맞춤형 수학학습을 제공하고 동시 접속 인원의 확대와 학습자들의 종합적인 학습 현황, 오류분석, 성취수준, 로그 기록, 참여도와 교사나 학부모에게 리포트하기 위한 LMS 기능에 대한 연구가 필요하다. 그리고 메타버스 활용 시 개인정보 및 데이터의 보호와 사이버 폭력 등 윤리적인 문제에 대한 종합적인 대응이 필요하다. 따라서 수학교육을 위한 플랫폼의 개발은 수학교육전문가, 인공지능전문가, 교육공학자, 플랫폼 디자인 전문가, 심리학자, 메타버스를 사용하는 현장교사 등이 협력하여 가장 최선의 안을 만들어 갈 필요가 있다.

셋째, 추상성을 기반으로 한 수학교과가 가지고 있는 특성을 반영한 플랫폼의 기능들을 구축할 필요가 있다. 예를 들면, 구체물 조작-반구체물-추상적인 단계로 학습자들이 경험하도록 하는 것 등을 포함하여 구체적 경험에서 추상적 경험을 메타버스 가상공간에서 어떻게 제공할 것인지 등에 대하여 지속적인 연구가 필요하다. 그리고 지금까지 메타버스를 활용한 교육은 주로 창의적 체험활동이나 창작, 코딩 등 융합교육이 대부분이다. 따라서 수학교육에서 메타버스를 활용할 때, 현실세계에서의 수학교육의 방법과 메타버스 가상공간에서의 방법 사이에 차이를 인식하고 이를 학생의 수학교육에서 적절히 활용할 필요가 있다. 메타버스를 통한 확장 현실은 여러 요소들을 관련지어 공명하도록 하는 Deleuze와 Guattari(1987)의 Assemblage(양상블라쥬)(p.433)를 통하여 사람들 사이에 더 효과적인 의사소통이나 창조적인 작업을 하는데 도움이 될 수 있도록 해야 한다. 그리고 추상적인 개념들을 대상으로 하는 수학교육의 특성을 살리는 메타버스의 기능들에 대한 연구가 필요하다. 수학 수업을 지원하기 위해 수업 맥락을 고려하여 교사나 학생들이 주어진 수학 콘텐츠를 재구성하여 활용할 수 있도록 편집 가능한 상태로 제공할 필요가 있다. 그리고 일반 메타버스 플랫폼에서 가상화폐 등을 대체하

여 교육학적으로 어떤 보상 방안이 가장 효과적인지에 대한 연구도 필요하다.

마지막으로, 수학교육에서 메타버스의 활용에 대한 예비교사 및 현직 교사의 효과적인 연수가 필요하다. 메타버스 활용을 위한 교사 연수는 교수 설계의 주체인 교사들로 하여금 메타버스의 개념, 특징, 기능의 이해, 윤리적 이슈, 학습환경과 학습자 분석을 기반으로 한 교수설계 시 학습 목표 및 내용 선정, 교수·학습, 평가를 어떻게 할 수 있을지에 대한 일련의 내용을 포함할 필요가 있다. 이 연수는 메타버스 가상공간과 교실에서의 교수학습을 어떻게 연계하여 수학학습을 효과적으로 지원할지에 대한 내용을 포함해야 한다. 그리고 메타버스 환경에 적합한 수학 콘텐츠의 성격을 알고, 메타버스의 다양한 기능들을 활용하여 어떻게 학생들에게 고차원적인 수학적 사고력을 촉진할 수 있는지에 대한 지식 및 실천 역량에 대한 내용도 포함할 필요가 있다. 또한, 이런 플랫폼의 운영을 인공지능과 연계하여 실제 교실에서 활용하는 방안을 고려할 필요가 있다(최인선, 2022). 그리고 플립러닝이나 블렌디드 러닝의 방식으로 구현할 것인지도 교사들이 알아야 할 필요가 있다. 당연히 교사 연수도 메타버스 플랫폼을 활용할 수 있을 것이다.

교육의 궁극적인 목적은 학생들이 변화하는 사회의 기술을 적절하게 활용하면서 자신의 학습과 삶을 주도적으로 이끌어 가면서 자연을 포함한 생태를 보호하며 타인들과 더불어 보다 행복한 삶을 살아가도록 돕는 것이 되어야 한다. 메타버스의 가상공간은 더 이상 ‘가짜’의 세계가 아닌, Freudenthal의 주장처럼 학습자가 주어진 가상의 메타버스 세상을 실제로 받아들이면 ‘현실적(realistic)’이 되는 것이다(van den Heuvel-Panhuizen, 2003). 박휴용(2021b)이나 홍경숙 외(2019)의 주장처럼 학교 교실과 메타버스 가상공간이 모두 학생들의 창의성과 자유로운 사고 활동을 돕기 위한 학습의 장(場, arena)이 되도록 할 필요가 있다. 특히, 추상성을 바탕으로 하는 수학을 학생들이 학습하는 과정에서 메타버스의 활용이 어떤 의미를 주고 어떻게 활용할 수 있을지에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 수학교육에서 메타버스의 활용은 배움의 장을 확장하는 하나의 방법으로 이에 대한 현장의 적용을 기반으로 한 후속연구가 있어야 한다.

참고 문헌

- 계보경 외 (2021). 메타버스(Metaverse)의 교육적 활용: 가능성과 한계. 2021 KERIS 이슈리포트. 연구자료 RM 2021-6.
- 고선영, 정한균, 김종인, 신용태(2021). 메타버스의 개념과 발전 방향. **정보처리학회지**, 28(1), 9-16.
- 고현주, 전재천, 유인환 (2022). 메타버스 플랫폼 기반 플립러닝 프레임워크 개발 및 적용. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 26(2), 129-140.
- 고호경 (2020). 인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고. **한국학교수학회논문집**, 23(2), 223-237.
- 교육부 (2022). **2022 개정 교육과정 총론**. 세종: 교육부.
- 김난도 외 (2022). **트렌드 코리아 2023**. 서울: 미래의 창.
- 김대식 (2022). **메타버스 사피엔스: 또 하나의 현실, 두 개의 삶, 디지털 대항해시대의 인류**. 서울: 동아시아.
- 김상균 (2021). **디지털 지구, 뜨는 것들의 세상 메타버스**. 경기: 플랜비디자인.
- 김수향, 문미경 (2021). **메타버스(Metaverse)와 미래교육 학습자 정체성 연구**. 경기도교육원 이슈페이퍼 2021-09.
- 김용욱 (2014). **도울의 교육입국론**. 서울: 통나무.
- 김준연 (2021). 메타버스 콘텐츠의 혁신 생태계와 지속 성장의 조건. **Future Horizon** (pp. 25-30). 1,2(49). 세종: 과학기술정책연구소.
- 김평원 (2021). 임장성(Telepresence)과 게이미피케이션(Gamification)을 교육적 비계로 활용하는 메타버스 러닝. **컴퓨터교육학회 논문지**, 24(6), 69-80.
- 김희철, 김묘은, 박일준 (2021). 교육용 메타버스 플랫폼에 대한 제언: 포커스 그룹 인터뷰를 중심으로. **한국컴퓨터정보학회논문지**, 27(9), 253-265.
- 나해찬, 이유진, 김수영, 김윤상 (2022). 메타버스 교육 플랫폼에 관한 연구: 사례 분석과 제언. **디지털 콘텐츠학회논문지**, 23(5), 827-836.
- 남미자 외 (2021). **학습자 주도성, 미래교육의 거대한 착각: 학교 없는 학습은 가능한가?** 서울: 학이시습.
- 박문호 (2022). **박문호 박사의 빅히스토리 공부 우주의 탄생부터 인간 의식의 출현까지**. 서울: 김영사.
- 박혜연, 손복음, 고호경 (2022). 수학 교수·학습을 위한 인공지능 플랫폼 분석 연구. **수학교육 논문집**, 36(1), 1-21.
- 박휴용 (2021a). 메타버스 환경 속 가상학습의 이론적 토대 및 유형, 그리고 수업의 실제. **교사교육연구**, 61(1), 35-56.
- 박휴용 (2021b). **4차 산업혁명과 인공지능 시대의 포스트휴먼 학습론**. 전북: 전북대학교출판문화원.
- 서울특별시교육청 (2021). **서울 수학학습 메타버스 이용안내**. 서울: 서울특별시교육청.
- 손정명, 이시훈, 한정혜 (2022). 메타버스 기반 협력적 소통 SW 교육 프로그램의 효과. **정보교육학회 논문지**, 26(1), 11-22.
- 안유미, 최재용 (2021). **메타버스(Metaverse) 우리의 미래다**. 통계청 통계교육원. 통계의 창. Available from http://sti.kostat.go.kr/window/2021b/main/2021_win_08.html
- 엄미리 외 (2022). 메타버스 수업의 설계와 운영을 위한 프레임워크 개발. **교육문제연구**, 35(3), 55-79.

- 오혜정 (2021). 메타버스 플랫폼의 유형별 사례를 통한 콘텐츠 활용방안. **인문사회21**, 12(6), 2673-2684.
- 울산수학문화관 (2022). **울산수학문화관 메타버스 수학문화관**. Available from <https://usmcc.use.go.kr/we/exprn/onlnMath>
- 윤주한, 이다민 (2022). 메타버스를 활용한 교양철학 교육에 관한 고찰-‘VR챗 학교’ 사례를 중심으로. **교양교육연구**, 16(2), 275-288.
- 이명숙 (2021). 해커톤 수업사례를 통한 메타버스 플랫폼의 교육적 활용방안. **컴퓨터교육학회 논문지**, 24(6), 61-68.
- 이바른, 최은경 (2022). 메타버스(Metaverse)를 활용 초급 한국어 말하기 교육 방안-메타버스 플랫폼 ZEP을 중심으로-. **문화와 융합**, 44(10), 99-115.
- 이유탉 외 (2021). **서울형 메타버스 구축 방안 마련을 위한 정책 연구**. 서울특별시교육청교육연구정보원 보고서. 서교연 2022-24.
- 이임복 (2022). **메타버스: 이미 시작된 미래**. 서울: 천그루숲.
- 이주호, 정제영, 정영식 (2021). **AI 교육혁명**. 서울: 시원북스.
- 이준석, 이대웅 (2022). 메타버스 콘텐츠의 재미 요소 분류. **한국정보통신학회논문지**, 26(8), 1148-1157.
- 인천광역시교육청 (2022). **인천수학교육플랫폼**. Available from <http://www.xn--9d0bk0rzuim9emmaw8wz0ne6bzta.com/>
- 장지영 (2021). 메타버스(Metaverse)를 활용한 한국어 말하기 수업 방안 연구-게더타운(Gather.town)을 중심으로. **한국어교육**, 32(4), 279-301.
- 전영주, 김창일 (2021). 수학과 인공지능(AI) 핵심 개념과 <인공지능 수학> 내용 체계 분석. **한국학교수학회논문집**, 24(4), 391-405.
- 전재천, 정순기 (2022). 메타버스(Metaverse) 기반 플랫폼의 교육적 활용 가능성 탐색. **2021년 정보교육학회 학술논문집**, 12(2), 361-368.
- 정주영, 현정엽, 김종민 (2022). ICT 생태계 모형 기반 메타버스 유형의 특성 연구. **한국공간디자인학회논문집** 17(4), 206-212.
- 최인선 (2022). 수학교실에서 인공지능(AI)을 활용한 교수학습 방안 탐색: 중학교 통계 단원 시나리오 개발을 중심으로. **한국학교수학회논문집**, 25(4), 149-174.
- 팝스쿨 (2022). **열린 학교 활짝: 비주일 수업**. Available from https://popschool.co.kr/virtual/imList_pop.php
- 한국교육개발원 교육정책네트워크 (2021). **2021년 교육정책네트워크 해외교육동향 기획기사(하)**. 연구자료 CRM 2021-111. 한국교육개발원.
- 황요한 (2022). 메타버스를 활용한 원격교육 인식 및 만족도 사전조사: 이프랜드(ifland) 앱 사용을 중심으로. **한국콘텐츠학회논문지**, 22(3), 121-133.
- 홍경숙 외 (2019). **학교 공간, 어떻게 바꿀 수 있을까요?** 서울: 창비.
- 홍진욱, 한정완 (2022). 빅데이터 분석을 활용한 메타버스 플랫폼 연구 동향 분석. **디지털융복합연구**, 20(5), 627-635.
- A Publication of the National Intelligence Council (2021). *Global trends 2040: A more contested world*. A Publication of the National Intelligence Council. Washington, DC.
- Biesta, G. J. J. (2016). Giving teaching back to education: Responding to the disappearance of the teacher. *Phenomenology & Practice*, 6(2), 35-49.

- Dale, E. (1969). *Audiovisual methods in teaching* (3rd ed.). New York: Dryden Press.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1987). *A thousand plateaus: Capitalism and schizophrenia*. (Translated by Brian Massumi), Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education*. New York: McMillan.
- Einstein, A., & Shaw, G. B. (2012). *Einstein: On cosmic religion and other opinions & aphorisms*. New York: Dover.
- Eşin, Ş., & Özdemir, E. (2022). The Metaverse in mathematics education: The opinions of secondary school mathematics teachers. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 5(4), 1041-1060.
- Gartner (2021). *3 themes surface in the 2021 Hypecycle for emerging technologies*. Available from <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-themes-surface-in-the-2021-hype-cycle-for-emerging-technologies>
- Hayles, N. K. (1999). *How we become posthuman: Virtual bodies in cybernetics, literature, and information*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Huizinga, J. (1949). *Homo Ludens: A study of the play-element in culture*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Im, T., Yang, E., Kim, K., & Rye, J. (2021). A study on user experience analysis of high school career education program using metaverse. *Korean Association for Learnercentered Curriculum and Instruction*, 21(15), 679-695. DOI: 10.22251/jlcci.2021.21.15.679
- Industry Dive (2022). *Should schools invest in the metaverse?* Available from <https://www.k12dive.com/news/should-schools-invest-in-the-metaverse/621266/>
- Jagannathan, S. (2022). *Education meets the Metaverse: Reimagining the future of learning*. World Bank Group. Available from <https://olc.worldbank.org/about-olc/education-meets-the-metaverse-reimagining-the-future-of-learning>
- Krokos, E., Plaisant, C., & Varshne, A. (2018). Virtual memory palaces: Immersion aids recall. *Virtual Reality*. Available from <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3>
- McKinsey & Company (2022). *Value creation in the metaverse: The real business of the virtual world*. A report of McKinsey & Company, June 2022.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Narin, N. G. (2021). A content analysis of the Metaverse articles. *Journal of Metaverse Research Article*, 1(1), 17-24.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2018). *Student agency for 2030*. Available from <https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/student-agency/>
- Ofgang, E. (2022). *The Metaverse: 5 things educators should know*. Available from <https://www.techlearning.com/news/the-metaverse-5-things-educators-should-know>
- Pimentel, D. et al. (2022). *An introduction to learning in the Metaverse*. Meridian Treehouse.
- Smart, J. M., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). *Metaverse roadmap overview*. CA: Acceleration Studies Foundation. Available from <http://www.metaverseroadmap.org/overview/index.html>

- Stephenson, N. (1992). *Snow crash*. New York: Bantam Books.
- Organisation for Economic Co-operation & Development [OECD] (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. The Organisation for Economic Co-operation & Development.
- TIMSS & Pirls (2022). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. Available from <https://timss2019.org/reports/>
- Tlili, A. et al. (2022). Is Metaverse in education a blessing or a curse: A combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9(24), 1-31.
- Travers, C. (2022). *Virtual humans*. Available from <https://www.virtualhumans.org/>
- van den Heuvel-Panhuizen, M. (2003). The didactical use of models in realistic mathematics education: An example from a longitudinal trajectory on percentage. *Educational Studies in Mathematics*, 54(1), 9-35. DOI:10.1023/B:EDUC.0000005212.03219.dc
- Zhang, X., Chen, Y., Hu, L., & Wang, Y. (2022). The metaverse in education: Definition, framework, features, potential applications, challenges, and future research topics. *Frontiers in Psychology*. Doi 10.3389/fpsyg.2022.1016300

A Study on the Possibilities of Using Metaverse in Mathematics Education

Park, Mangoo²⁾

Abstract

The purpose of this study was to explore the possibilities of using the Metaverse in mathematics education. The use of the Metaverse started for commercial purposes, and now its use is expanding to all areas, including education. For this study, the researcher analyzed preceding studies related to the Metaverse and the domestic Metaverse platforms for mathematics education in Korea. As a result of the study, the use of Metaverse for mathematics education is still in its beginning stage, and most of the content is limited to mathematical games. However, there are a lot of opportunities and possibilities for mathematics education with Metaverse, and we need to develop the Metaverse platforms specialized for mathematics education with high-quality mathematics content. The researcher suggested to build infrastructure and operate a national level educational Metaverse platform, develop math-specific Metaverse platforms and mathematical content based on field-tested research on the use of the Metaverse platforms. The researcher also emphasized the necessity of teacher education programs for teachers to strengthen the utilization capacity of the Metaverse for mathematics education.

Key Words : Mathematics education, Metaverse, Use, Possibilities

Received November 25, 2022

Revised December 23, 2022

Accepted December 24, 2022

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97D40

2) Seoul National University of Education (mpark29@snue.ac.kr)