

박사학위논문

메타버스 환경에서 컴퓨터
자기효능감, 협력적 의사소통
역량과 인지된 사용 용이성이 사용
의도에 미치는 영향

- 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 매개효과를 중심으로 -

2026년

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

ESG융합컨설팅전공

배 우 인

박사학위논문
지도교수 주형근

메타버스 환경에서 컴퓨터
자기효능감, 협력적 의사소통
역량과 인지된 사용 용이성이 사용
의도에 미치는 영향

- 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 매개효과를 중심으로 -

The Effects of Computer Self-Efficacy, Collaborative
Communication Competency, and Perceived Ease of Use on
Intention to Use in Metaverse Environments:
Focusing on the Mediating Effects of Perceived Usefulness and
Metaverse Ethics

2025년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합컨설팅학과

ESG융합컨설팅전공

배 우 인

박사학위논문
지도교수 주형근

메타버스 환경에서 컴퓨터
자기효능감, 협력적 의사소통
역량과 인지된 사용 용이성이 사용
의도에 미치는 영향

- 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 매개효과를 중심으로 -

The Effects of Computer Self-Efficacy, Collaborative
Communication Competency, and Perceived Ease of Use on
Intention to Use in Metaverse Environments:
Focusing on the Mediating Effects of Perceived Usefulness and
Metaverse Ethics

위 논문을 건설링학 박사학위 논문으로 제출함

2025년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

스마트융합건설링학과

ESG융합건설링전공

배 우 인

배우인의 컨설팅학 박사학위 논문을 인준함

2025년 12월 일

심사위원장 이형용 (인)

심사위원 정진택 (인)

심사위원 김승욱 (인)

심사위원 최승욱 (인)

심사위원 주형근 (인)

국 문 초 록

메타버스 환경에서 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량과
인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 영향
- 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 매개효과를 중심으로 -

한 성 대 학 교 대 학 원
스 마 트 용 합 컨 설 텅 학 과
E S G 용 합 컨 설 텅 전 공
배 우 인

디지털 전환 시대를 맞이하여, 메타버스는 교육 분야에서 혁신적인 교수·학습 환경으로 주목받고 있다. 특히 4차 산업혁명 기술의 확산과 코로나19 팬데믹이라는 특수 상황을 겪은 이후 온라인 교육의 한계를 극복하고 학습자 간 상호작용과 협력을 촉진할 수 있는 대안으로 메타버스 기반 교육이 급속히 확산되었다. 그러나 메타버스 교육의 효과적인 도입과 확산을 위해서는 실제 학습자의 수용 과정과 영향 요인에 대한 체계적인 이해가 필수적이다. 기존 연구들은 주로 성인 학습자나 대학생을 대상으로 하였으며, 인지적·정서적 발달 단계상 특수성을 가진 중학생을 대상으로 한 실증 연구는 매우 제한적이다.

본 연구의 목적은 중학생의 메타버스 기반 수업 수용에 영향을 미치는 기술적 서비스 요인을 규명하기 위해 기술수용모델(TAM)을 확장하여 적용하고 실증적으로 검증하는 것이다. 이를 위해 Davis(1989)와 Venkatesh & Davis(2000)의 전통적 TAM 및 TAM2의 핵심 변인(인지된 사용 용이성,

인지된 유용성, 사용 의도)에 더하여, 디지털 시대 학습자의 특성을 반영하는 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량을 선행 변인으로 추가하고, 메타버스 환경에서 중요하게 고려되어야 할 메타버스 윤리를 추가 매개 변인으로 포함하는 통합적 연구 모형을 구성하였다.

본 연구는 PLS-SEM 분석 기법을 활용하였다. 연구 대상은 영호남 지역의 11개 중학교에서 메타버스 기반 수학 및 과학 수업을 경험한 233명의 학생이며, 이들로부터 수집된 2차 데이터를 분석하였다. 측정도구는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성, 메타버스 윤리, 사용 의도의 6개 잠재변인을 평가하기 위해 총 23개 문항으로 구성되었으며, 모든 문항은 5점 리커트 척도로 측정되었다.

연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 측정모형 검증을 통해 연구 모형의 신뢰도와 타당도(수렴타당도 및 판별타당도)가 모두 확보되었다. 모든 측정 문항은 충분히 높은 신뢰성을 보여 주었으며, 잠재변인 간의 관계 또한 적절하게 구성되었다. 둘째, 구조모형 검증 결과, 연구 모형은 전반적으로 데이터에 잘 부합하는 것으로 나타났다. 특히 핵심 종속변인인 사용 의도에 대한 설명력이 높게 나타나, 본 연구 모형이 중학생의 메타버스 교육 서비스 수용을 효과적으로 설명할 수 있음을 확인하였다. 셋째, 직접효과 가설 검증 결과, 제안된 7개의 가설이 모두 채택되었다. 협력적 의사소통 역량은 인지된 유용성에 중간 수준의 주요한 정적 영향을 미쳤으며, 인지된 사용 용이성은 사용 의도에 가장 강력한 정적 영향을 미쳤다. 컴퓨터 자기효능감은 인지된 유용성에 정적 영향을 미쳤고, 인지된 유용성은 메타버스 윤리와 사용 의도에 모두 정적 영향을 미쳤다. 메타버스 윤리 역시 사용 의도에 유의한 정적 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 넷째, 매개효과 가설 검증 결과, 제안된 3개의 매개효과 가설이 모두 채택되었다. 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 및 인지된 사용 용이성 모두 인지된 유용성을 통해 사용 의도에 영향을 미치는 부분 매개효과가 확인되었다. 특히 순차적 이중 매개효과 분석에서 컴퓨터 자기효능감→인지된 유용성→메타버스 윤리→사용 의도 경로와 협력적 의사소통 역량→인지된 유용성→메타버스 윤리→사용 의도 경로가 모두 유의하게 나타나, 복잡하고 정교한 영향 메커니즘이

작동하고 있음을 확인하였다.

본 연구의 이론적 시사점은 TAM의 적용 범위를 중등교육 단계로 확장하고, 협력적 의사소통 역량을 통합하여 메타버스 교육의 독특한 특성을 이론적으로 반영했으며, 컴퓨터 자기효능감과 메타버스 윤리를 포함하여 디지털 시대 학습자의 개인적 역량과 윤리적 요소를 통합하였다는 점이다. 실무적 시사점으로는 협력적 의사소통 역량이 인지된 유용성에 가장 강력한 영향을 미치므로 메타버스 수업은 협력적 활동을 중심으로 설계되어야 하며, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 가장 강력한 영향을 미치므로 사용자 친화적 인터페이스 설계가 필수적이라는 점이다. 또한 메타버스 윤리 교육을 메타버스 수업과 병행하고 디지털 역량 향상을 위한 맞춤형 지원을 제공해야 한다. 정책적 시사점으로는 협력학습 기능을 최우선으로 고려한 메타버스 플랫폼 선정 및 개발 정책을 수립하고, 메타버스 교육 플랫폼의 사용성 기준을 정책적으로 확립하며, 메타버스 윤리 교육을 정규 교육과정에 체계적으로 통합해야 함을 제안한다.

본 연구는 중학생의 메타버스 교육 서비스 수용 요인을 실증적으로 규명하고, 교육 현장과 정책에 적용 가능한 구체적 시사점을 제공함으로써 메타버스 교육의 효과적인 도입과 지속가능한 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

【주요어】 메타버스, 기술수용모델, 중학생, 협력적 의사소통 역량, 컴퓨터 자기효능감, 메타버스 윤리, PLS-SEM

목 차

| | |
|---|----|
| I. 서 론 | 1 |
| 1.1 연구의 배경 및 필요성 | 1 |
| 1.1.1 메타버스 기반 교육 서비스의 등장과 확산 | 1 |
| 1.1.2 기술수용모델 기반 메타버스 연구의 필요성 | 3 |
| 1.1.3 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 및 메타버스 윤리 연구의 필요성 | 5 |
| 1.1.4 중학생 대상 메타버스 연구의 필요성 | 7 |
| 1.2 연구의 목적 및 의의 | 9 |
| 1.2.1 연구의 목적 | 9 |
| 1.2.2 연구의 의의 | 11 |
| 1.3 연구 문제 | 17 |
| II. 이론적 배경 | 19 |
| 2.1 메타버스 교육 서비스 | 19 |
| 2.1.1 메타버스 교육 서비스의 등장 | 19 |
| 2.1.2 메타버스 교육 서비스의 특성 | 22 |
| 2.2 기술수용모델과 확장 | 29 |
| 2.2.1 기술수용모델 구성요소의 확장 | 29 |
| 2.2.2 교육 분야에서의 기술수용모델 적용 | 32 |
| 2.2.3 메타버스 교육 맥락에서 기술수용모델의 확장 필요성 | 35 |
| 2.3 컴퓨터 자기효능감 | 38 |
| 2.4 협력적 의사소통 역량 | 39 |
| 2.5 인지된 사용 용이성 | 42 |
| 2.6 인지된 유용성 | 45 |
| 2.7 메타버스 윤리 | 47 |
| 2.8 사용 의도 | 49 |
| III. 연구 설계 | 52 |
| 3.1 연구 모형 | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2 연구 가설의 설정 | 53 |
| 3.2.1 컴퓨터 자기효능감(CSE)과 인지된 유용성(PU)의 관계 | 53 |
| 3.2.2 협력적 의사소통 역량(CCC)과 인지된 유용성(PU)의 관계 | 55 |
| 3.2.3 인지된 사용 용이성(PEU)과 인지된 유용성(PU)의 관계 | 56 |
| 3.2.4 인지된 사용 용이성(PEU)과 사용 의도(IU)의 관계 | 58 |
| 3.2.5 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)의 관계 | 59 |
| 3.2.6 인지된 유용성(PU)과 사용 의도(IU)의 관계 | 60 |
| 3.2.7 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)의 관계 | 62 |
| 3.2.8 매개효과 가설 | 63 |
| 3.2.9 연구 가설 요약 | 67 |
| 3.3 변수의 조작적 정의 | 69 |
| 3.3.1 독립변수 | 69 |
| 3.3.2 매개변수 | 71 |
| 3.3.3 종속변수 | 73 |
| 3.3.4 변수의 조작적 정의 요약 | 74 |
| 3.4 측정 도구 및 자료 수집 | 75 |
| 3.4.1 측정 도구 | 75 |
| 3.4.2 자료 수집 | 77 |
| IV. 실증 분석 | 78 |
| 4.1 인구통계학적 특성 | 78 |
| 4.2 기술통계 분석 | 80 |
| 4.2.1 측정변수의 기술통계량 | 80 |
| 4.2.2 잠재변수의 기술통계 및 상관관계 분석 | 84 |
| 4.2.3 기술통계 분석 종합 | 89 |
| 4.3 측정모형 검증 | 90 |
| 4.3.1 신뢰도 분석 | 91 |
| 4.3.2 수렴타당도 분석 | 95 |
| 4.3.3 판별타당도 분석 | 97 |
| 4.3.4 다중공선성 검토 | 103 |
| 4.3.5 측정모형 검증 종합 | 106 |
| 4.4 구조모형 검증 | 107 |
| 4.4.1 모형 적합도 평가 | 107 |
| 4.4.2 내생변수의 설명력 | 110 |

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 4.4.3 | 효과크기 분석 | 111 |
| 4.4.4 | 가설 검증 결과 | 114 |
| V. | 결론 | 131 |
| 5.1 | 연구 결과 요약 | 131 |
| 5.2 | 연구의 시사점 | 133 |
| 5.2.1 | 이론적 시사점 | 133 |
| 5.2.2 | 실무적 시사점 | 134 |
| 5.2.3 | 정책적 시사점 | 136 |
| 5.3 | 연구의 한계 및 향후 연구 방향 | 137 |
| 5.3.1 | 연구의 한계점 | 137 |
| 5.3.2 | 향후 연구 방향 | 138 |
| | 참고 문헌 | 140 |
| | ABSTRACT | 161 |

표 목 차

| | |
|--|-----|
| [표 3-1] 직접효과 가설 | 68 |
| [표 3-2] 매개효과 가설 | 68 |
| [표 3-3] 각 변수별 조작적 정의 | 74 |
| [표 3-4] 변수별 측정 문항 구성 | 76 |
| [표 4-1] 응답자의 인구통계학적 특성 | 79 |
| [표 4-2] 측정변수의 기술통계량 | 81 |
| [표 4-3] 잠재변수의 기술통계 분석 결과 | 84 |
| [표 4-4] 잠재변수 간 상관관계 행렬 | 86 |
| [표 4-5] 측정모형의 신뢰도 및 수렴타당도 | 91 |
| [표 4-6] 외부적재값(Outer Loading) | 94 |
| [표 4-7] 측정모형의 판별타당도(Fornell-Larcker) | 98 |
| [표 4-8] HTMT 비율을 이용한 판별타당도 | 100 |
| [표 4-9] 교차적재값(Cross Loading) | 101 |
| [표 4-10] 측정모형의 분산팽창지수(VIF) | 104 |
| [표 4-11] 구조모형 경로 간 분산팽창지수(VIF) | 105 |
| [표 4-12] 모형 적합도 지수 | 109 |
| [표 4-13] 내생변수의 설명력 | 110 |
| [표 4-14] 효과크기(f^2) 분석 | 112 |
| [표 4-15] 직접효과 가설 검증 결과 | 120 |
| [표 4-16] 총효과 분석 | 121 |
| [표 4-17] 총 간접효과 | 122 |
| [표 4-18] 특정 간접효과 - 단순 매개 | 123 |
| [표 4-19] 특정 간접효과 - 순차적 이중 매개 | 124 |
| [표 4-20] 매개효과 가설 검증 결과 종합 | 124 |
| [표 4-21] 직접효과 및 매개효과 가설의 검증 결과 종합 | 129 |

그림 목 차

| | |
|-----------------------------------|-----|
| [그림 2-1] TAM (TAM1) - 원형 모델 | 30 |
| [그림 2-2] TAM2 - 확장 모델 | 31 |
| [그림 3-1] 연구 모형 | 53 |
| [그림 4-1] 구조모형 분석 결과 | 115 |

I. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

1.1.1 메타버스 기반 교육 서비스의 등장과 확산

21세기 들어 교육 환경은 급격한 디지털 전환(DX)을 경험하고 있다. PC 기반의 이러닝(e-Learning) 및 스마트폰을 활용한 모바일 러닝(m-Learning)의 보편화, 코로나19 팬데믹의 경험, 그리고 4차 산업혁명과 함께 생성형 인공지능(AI)의 등장으로 인한 DX 및 AI 전환(AX)을 겪으면서 교육의 디지털화는 더욱 가속화되고 있다(Klopov et al., 2023; 김윤명, 2010). 디지털 기술의 급속한 발전은 교육 방법론뿐만 아니라 학습 공간, 교사와 학습자의 역할, 교육 콘텐츠의 형태에 이르기까지 교육 생태계 전반에 근본적인 변화를 가져오고 있다(Ursavaş et al., 2025; 차현진 외, 2025).

21세기 초반 교육 분야에서는 학습관리시스템, 대규모 공개 온라인 강좌(MOOC), 모바일 러닝 등 다양한 디지털 기술이 도입되어 왔다. 특히 코로나19 팬데믹은 교육에서의 디지털 변화를 급격히 가속화시키는 결정적 전환점이 되었다(김성희·이상욱, 2022). 2020년 코로나19의 전 세계적 확산으로 교육기관들은 대면 수업을 중단하고 온라인 학습으로 전환할 수밖에 없었으며, 이는 교육의 DX를 강제적이면서도 대규모로 실현시키는 계기가 되었다(Rof et al., 2022). 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 AI, 사물인터넷, 빅데이터, 가상현실(VR), 증강현실(AR) 등의 신기술이 교육 분야에 빠르게 도입되면서, 교육 방법과 환경에 대한 근본적인 재고가 이루어지고 있다(Tlili et al., 2022).

코로나19 팬데믹 기간 동안 교육자들은 Zoom, Microsoft Teams와 같은 화상회의 도구, Google Classroom과 같은 학습 플랫폼, 그리고 다양한 교육용 애플리케이션을 활용하여 교육의 연속성을 유지하고자

노력하였다(Rof et al., 2022). 그러나 기존의 온라인 학습 도구들은 단순히 오프라인 교실을 온라인으로 옮긴 것에 불과하여 학습자의 참여도 저하, 사회적 상호작용 부족, 학습 몰입의 어려움 등 여러 한계를 드러냈다(Koh & Daniel, 2022; So & Brush, 2008; 김현우, 2023). 특히 실시간 상호작용의 제한과 학습자 간 협력 활동의 어려움은 온라인 학습의 효과성에 대한 근본적인 의문을 제기하였다. Kuznetcova & Glassman(2020)은 전통적인 2차원 온라인 학습 환경이 학습자의 현존감과 사회적 연결감을 충분히 제공하지 못한다고 지적하면서, 보다 몰입적이고 상호작용적인 학습 환경의 필요성을 강조하였다. 기존 온라인 학습 도구들의 학습 환경에의 적용 한계를 극복하기 위한 대안으로 메타버스(metaverse)가 차세대 교육 플랫폼으로 주목받기 시작하였다(김현우, 2023).

교육 맥락에서 메타버스는 가상공간에 접속하여 다른 학습 참여자들과 실시간으로 상호작용하며 다양한 학습 활동을 수행할 수 있는 환경을 제공한다. 메타버스 교육 플랫폼의 핵심적 특징은 몰입성, 상호작용성, 현존감으로 요약될 수 있다(Kaddoura & Husseiny, 2023; 나해찬 외, 2022). 특히 과학교육 분야에서 몰입형 가상현실은 추상적 개념의 시각화, 위험한 실험의 안전한 시뮬레이션, 물리적으로 접근 불가능한 환경의 탐험 등을 가능하게 함으로써 전통적 교수법으로는 달성하기 어려운 학습 목표를 실현할 수 있게 한다(Makransky et al., 2021; Radianti et al., 2020). VR과 AR을 포함한 몰입형 기술은 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics) 교육에서 학생들의 성취도와 참여도를 향상시키는 것으로 규명되었다(Bedoya-Cano et al., 2025). 또한 메타버스 환경에서는 지리적·물리적 제약을 초월하여 전 세계 학습자들이 하나의 가상공간에서 만나 협력학습을 수행할 수 있으며, 이는 21세기 핵심 역량인 협력 능력, 의사소통 능력, 디지털 리터러시 등을 함양하는 데 효과적이다(Li et al., 2024; Kim 외, 2023).

국내에서도 메타버스 교육에 대한 관심, 연구 및 투자가 확대되고 있다. 교육부는 2022 개정 교육과정에서 디지털 기초 소양과 AI 리터러시를 핵심 역량으로 제시하면서 메타버스와 같은 첨단 교육 기술의 활용을 장려하고

있다(교육부, 2021, 2022). 서울시와 같은 지방자치단체는 2022년부터 ‘메타버스 서울 추진 기본계획’을 발표하며 교육 분야에서 메타버스 기반 체험형 학습 지원을 주요 전략으로 제시하고 있다(김성희·이상욱, 2022; 방은찬·변순용, 2022). 임철일 외(2023)는 초·중등교육에서 메타버스의 교육적 활용 가능성을 탐색하면서, 메타버스가 학습자의 몰입과 참여를 촉진하고, 협력학습과 창의적 문제해결 활동을 지원하는 효과적인 도구가 될 수 있다고 제시하였다. 첨단 교육 기술 활용에 대한 정책적 지원과 함께 학교 현장에서도 메타버스를 활용한 다양한 수업 사례들이 시도되고 있으며, 그 교육적 효과와 가능성에 대한 실증적 연구의 필요성이 증대되고 있다(김준연, 2023; 임철일 외, 2024; 허나원 외, 2023).

1.1.2 기술수용모델 기반 메타버스 연구의 필요성

메타버스 교육의 효과적인 확산과 정착을 위해서는 학습자의 기술수용 요인을 체계적으로 이해하는 것이 필수적이다. 아무리 우수한 교육 기술이라도 학습자가 이를 받아들이고 적극적으로 활용하지 않는다면 교육적 효과를 기대하기 어렵기 때문이다(Venkatesh & Davis, 2000). 특히 새로운 기술의 교육적 활용에 있어서는 학습자의 기술 사용 의도와 실제 사용 행동을 결정하는 요인들을 규명하는 것이 중요하며, 이를 위한 이론적 틀로서 기술수용모델(Technology Acceptance Model, TAM)이 널리 활용되고 있다(오지희, 2021; 김효진·안명아, 2023).

TAM은 사용자가 새로운 정보기술을 사용하는 의도와 행동을 설명하고 예측하기 위한 이론적 모델로, Davis(1989)가 제안한 이래 교육 분야를 포함한 다양한 영역에서 가장 널리 활용되는 이론적 틀이다. TAM은 정보기술 수용이라는 특수한 맥락에 최적화된 모델이다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). TAM의 핵심 가정은 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성이라는 두 가지 신념 변수가 사용자의 태도와 사용 의도를 거쳐 실제 기술 사용 행동을 결정한다는 것이다(Davis, 1989; 김승범·이형용, 2023a).

인지된 유용성은 특정 시스템을 사용하는 것이 자신의 업무 성과나 학습 성과를 향상시킬 것이라고 믿는 정도를 의미하며, 인지된 사용 용이성은 특정 시스템을 사용하는 것이 노력을 필요로 하지 않을 것이라고 믿는 정도를 의미한다(Davis, 1989). TAM은 이후 여러 차례 확장되고 정교화되었는데, Venkatesh & Davis(2000)는 TAM2를 제안하면서 주관적 규범, 이미지, 직무 관련성 등의 외부변수를 추가하였고, Venkatesh et al.(2003)은 통합기술수용이론(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT)을 제안하여 노력 기대, 성과 기대, 촉진 조건, 사회적 영향 등의 요인을 포함시켰다. 다양한 TAM의 확장 모델들은 원형 TAM의 설명력을 높이고 다양한 맥락에 적용할 수 있는 유연성을 제공하였다(오지희, 2021).

교육 분야에서 TAM을 적용한 연구들은 일관되게 이 모델의 유효성을 입증해 왔다(Scherer et al., 2019; Marangunic & Granic, 2015). 이러닝, 모바일 러닝, 학습관리시스템 등 다양한 교육 기술에 대한 연구에서 TAM의 예측력이 일관되게 확인되었다(Granic & Marangunic, 2019; 김영진 외, 2024).

그러나 메타버스는 전통적인 이러닝이나 온라인 학습 플랫폼과는 다른 독특한 특성을 가지고 있어, TAM을 적용할 때 메타버스 특유의 특성을 반영한 확장이 필요하다(김승범·이형용, 2023a). 메타버스 교육 서비스 수용에 관한 최근 연구들은 TAM의 기본 구조를 유지하면서도 메타버스의 고유한 특성을 반영하기 위해 다양한 외부변수를 추가하고 있다(Al-Adwan et al., 2023).

메타버스 연구를 위한 TAM 확장의 주요 이유는 다음과 같다. 첫째, 메타버스의 상호작용 및 협력학습 특성을 반영한 변수가 필요하며(Li et al., 2024; 김상희 외, 2023), 둘째, 디지털 역량 및 자기효능감과 같은 변수가 필요하며(Compeau & Higgins, 1995; 오지희, 2021), 셋째, 온라인 및 메타버스 공간에서의 디지털 윤리 및 시민성을 반영한 변수가 필요하며(Kaddoura & Husseiny, 2023; 이순희, 2023), 넷째, 학습자의 발달 단계와 특성을 고려한 모델이 필요하기 때문이다. 특히 신체적·인지적·정서적으로 급격한 변화를 겪는 중학생과 같은 청소년 학습자

대상의 메타버스 관련 연구의 필요성이 있음에도 불구하고, 중학생을 대상으로 한 메타버스 교육 서비스 수용 연구는 매우 부족한 실정이다(Chua & Yu, 2024; 서용·안성진, 2023).

따라서 본 연구는 TAM을 기반으로 메타버스 교육 맥락에 적합한 확장 모델을 제안하고, 중학생의 메타버스 기반 교육 서비스 수용에 영향을 미치는 요인들을 실증적으로 규명하고자 한다. 구체적으로, TAM의 핵심 변수인 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성, 사용 의도에 더하여, 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량을 선행 변수로, 메타버스 윤리를 추가 매개 변수로 포함하는 통합적 모형을 구성하여 검증하고자 하며, 이를 통해 메타버스 교육의 효과적인 설계와 운영을 위한 이론적·실무적 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

1.1.3 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 및 메타버스 윤리 연구의 필요성

메타버스 기반 교육의 성공적인 실행을 위해서는 학습자의 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 그리고 메타버스 윤리 의식이 중요한 역할을 할 것으로 예측된다. 이 세 가지 요인은 메타버스 교육 환경의 특성을 반영하는 동시에, 학습자의 기술수용과 학습 성과에 직접적인 영향을 미치는 중요한 변수이기 때문이다(Ali et al., 2025; 이순희, 2023). 메타버스는 전통적인 온라인 학습 도구와 달리 3D 가상공간에서의 아바타 기반 상호작용, 실시간 협력 활동, 사회적 현존감 등을 특징으로 하므로, 메타버스 환경적 특성에 부합하는 학습자 역량과 태도가 요구된다고 할 수 있다(Tlili et al., 2022).

첫째, 컴퓨터 자기효능감은 메타버스와 같은 복잡한 디지털 환경을 효과적으로 활용하기 위한 필수적 역량이다. 컴퓨터 자기효능감은 인터넷 정보 검색, 컴퓨터를 활용한 발표자료 및 문서 제작, 디지털 도구를 활용한 학습 활동 등을 성공적으로 수행할 수 있다는 자신감의 정도를 의미한다(Compeau & Higgins, 1995; 오지희, 2021). 메타버스 환경은 3D

가상공간 탐색, 아바타 조작, 다양한 인터페이스 활용 등 전통적인 온라인 학습보다 높은 수준의 디지털 기술을 요구한다. 이현숙 외(2020)는 국가적 단위의 초·중학생 디지털 리터러시 수준 조사를 통해 학생들의 컴퓨터 자기효능감이 새로운 교육 기술 활용 능력과 학습 성과에 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 김하영(2022)의 연구에서도 디지털 리터러시 역량이 학습몰입과 학습만족에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. Al-Adwan et al.(2023)은 대학생을 대상으로 한 연구에서 컴퓨터 자기효능감이 메타버스 학습 플랫폼의 인지된 유용성을 높이는 중요한 선행 변수임을 실증하였다. 특히 중학생과 같은 청소년 학습자의 경우, 디지털 네이티브 세대임에도 불구하고 디지털 도구를 교육적 목적으로 효과적으로 활용하는 능력에는 개인차가 크게 나타나므로(이현숙 외, 2020), 컴퓨터 자기효능감이 메타버스 교육 수용에 미치는 영향을 체계적으로 규명할 필요가 있다.

둘째, 협력적 의사소통 역량은 메타버스 교육의 핵심 가치를 실현하는 중요한 요인이다. 메타버스는 본질적으로 사회적 공간이며, 학습자 간의 상호작용과 협력을 촉진하도록 설계되었다(Li et al., 2024; 이영림·임희주, 2022). 협력적 의사소통 역량은 메타버스 수업에서 학습자가 동료들과의 토론, 문제해결, 의견 발표, 협력 활동 등을 일반 수업 대비 더 많이 수행할 수 있다는 자기 인식의 정도를 의미한다(Jeitziner et al., 2025). Nah et al.(2025)은 메타버스 환경에서의 협력이 학습자의 몰입과 학습 성과에 유의한 영향을 미친다는 것을 실증하였으며, 특히 협력적 과제 수행이 개인 과제 수행보다 높은 참여도와 만족도를 유발한다고 보고하였다. Chua & Yu(2024)의 메타버스 교육 수용에 관한 체계적 문헌고찰에서도 협력학습 기회가 메타버스 플랫폼 수용의 중요한 예측 변수로 규명되었다. 국내 연구에서 김상희 외(2023)는 메타버스 활용 수업에서 모둠활동과 상호작용 촉진 전략이 학습 참여와 성과에 긍정적 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

셋째, 메타버스 윤리는 메타버스와 같은 온라인 학습 환경에서 건전하고 지속가능한 학습 공동체를 형성하기 위한 필수 요소이다. 메타버스 윤리는 메타버스 수업 환경에서 학생이 타인에게 해가 되는 언행을 삼가고, 타인의

정보와 개인정보를 존중하며, 온라인 공간에서 필요한 예절과 책임감을 지키는 태도와 실천의 정도를 의미한다(김국현, 2022). 메타버스는 익명성이 보장되고 물리적 제약이 없는 공간이므로, 사이버불링(cyberbullying), 부적절한 언행, 개인정보 침해 등의 문제가 발생할 가능성이 있다(이희옥, 2022). 김국현(2022)은 청소년기가 도덕적 정체성 형성의 중요한 시기이므로 디지털 공간에서의 윤리적 행동 동기 강화가 필요하다고 강조하였다. 방준성·박판근(2022)은 메타버스 윤리가 메타버스 플랫폼의 지속가능성과 사용자 만족도에 영향을 미치는 중요한 요인이며, 메타버스 R&D 단계에서부터 메타버스 윤리를 고려한 설계가 필요하다고 제안하였다. 이기식(2022)의 연구에서도 대학생들의 사이버윤리 수준이 디지털 매체 사용 태도와 지속 의도에 유의한 영향을 미치는 것으로 규명되었다.

이처럼 다양한 연구 결과를 통해서 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 메타버스 윤리는 메타버스 교육의 고유한 특성을 반영하는 핵심 변수임을 확인할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이 세 가지 변수가 기술수용 요인을 통해 사용 의도에 미치는 영향을 체계적으로 규명하고자 한다.

1.1.4 중학생 대상 메타버스 연구의 필요성

중학생 대상 메타버스 연구는 전 세계적으로 일정 정도 증가 추세에 있으나, 고등교육 대상 연구에 비해 여전히 부족한 실정이다. Chua & Yu(2024)의 16년간 메타버스 교육 연구에 대한 체계적 문헌고찰에 따르면, 분석된 연구의 대부분은 대학 이상의 고등교육 학습자를 대상으로 수행되었으며, 중등교육 단계, 특히 중학생을 대상으로 한 실증 연구는 상대적으로 부족한 것으로 보고되었다. Tlili et al.(2022)의 메타버스 교육에 관한 종합적 분석에서도 K-12 교육 단계에서의 메타버스 연구가 전체의 약 25%에 불과하며, 그중에서도 초등학생이나 고등학생에 비해 중학생 대상 연구는 더욱 희소하다고 보고하였다. 중학생 대상 메타버스 연구의 상대적 공백은 중학생이라는 발달 단계의 특수성을 고려한 메타버스 교육 설계와 실행에 대한 실증적 근거가 다소 부족할 수 있음을 의미한다.

중학생을 포함한 중등교육 단계의 메타버스 연구는 주로 STEM 교육, 과학 실험 시뮬레이션, 협력학습을 중심으로 이루어지고 있다. Pellas et al.(2020)은 2009년부터 2019년까지 발표된 66개의 몰입형 가상현실 기반 STEM 교육 연구를 체계적으로 고찰하였는데, 분석 대상 연구 중 중등교육 학습자를 포함한 연구들은 분자 구조의 3D 시각화, 가상 천체 관측, 생태계 탐험, 화학 실험 시뮬레이션 등의 주제를 다루었으며, 대부분의 연구에서 학습 성취도와 참여도 향상이 보고되었다고 제시하였다. Makransky et al.(2021)은 덴마크 중등교육 학생들을 대상으로 해양 생물학 시뮬레이션 연구를 수행하였는데, 몰입형 가상현실 환경에서 가상 해저를 탐험하며 생물을 관찰하는 활동이 전통적 비디오 학습에 비해 학생들의 흥미와 몰입을 증가시킨다고 결론지었다. Radianti et al.(2020)의 체계적 문헌고찰은 주로 고등교육 연구를 분석하였으나, 일부 중등교육 사례에서 메타버스가 역사 유적지 가상 탐방, 지리 학습을 위한 가상세계 여행, 수학 및 물리 개념의 3D 공간 시각화 등에 활용되었음을 확인하였다.

그러나 기존 중등교육 단계의 메타버스 연구들의 대부분은 중학생만을 대상으로 한 것이 아니라 중학생과 고등학생을 포함한 중등교육 전체를 대상으로 하거나, 고등학생 위주로 주로 수행되었다는 한계가 있다. Stracke et al.(2025)의 최근 체계적 문헌고찰은 고등교육에서의 메타버스 연구가 급증하고 있으나, 중등교육 특히 중학생 연령대(12-15세)를 특정하여 그들의 인지적·정서적·사회적 발달 특성을 고려한 장기적이고 대규모의 실증 연구는 여전히 부족하다고 지적하였다. 또한 대부분의 연구가 학습 성과나 만족도에 초점을 맞추고 있으며, 중학생의 메타버스 수용 과정, 기술수용 의도에 영향을 미치는 요인, 개인적 특성(컴퓨터 자기효능감, 협력학습 성향 등)의 역할 등에 대한 연구는 매우 제한적이라고 제안하였다(Chua & Yu, 2024). 이러한 연구 공백을 메우기 위해 중학생의 메타버스 수용에 영향을 미치는 요인을 체계적으로 규명하는 실증 연구가 시급히 필요하다.

국내의 경우도 해외 사례와 마찬가지로, 대학생을 대상으로 한 메타버스 연구가 대다수를 차지하며(오재령·이성숙, 2022), 중·고등학생을 대상으로 한 경험 및 실증 연구는 상대적으로 미흡한 실정이다(서웅·안성진, 2023). 다만,

최근 국내 연구들은 중등 학습자의 특성과 교육적 요구를 반영하여 메타버스 플랫폼을 활용한 구체적인 교육적 접근을 시도하고 있다(이근영, 2023; 전준현·김경모, 2023; 최정인, 2025).

초등교육, 고등교육 및 성인 대비 상대적으로 연구가 부족할지라도, 여러 국내 중등교육 메타버스 활용 연구들이 진행되었다. 이다연 외(2024), 현수빈 외(2022), 신정민 외(2022) 및 김미진·김하균(2024) 등의 연구는 주로 창의적 문제해결 및 미래 역량 함양에 초점을 맞추고 있으며, 김상희 외(2023), 유정수·박지용(2024), 이성태(2024) 등은 초·중등교육에서 메타버스를 활용한 교수·학습 모형을 개발한 연구들을 진행하였다. 또한 강성용(2022), 김성희·이상욱(2022), 이순희(2023), 이희옥(2022) 및 문명섭·강명수(2022) 등은 메타버스 윤리와 안전에 대한 연구들을 진행하였다.

종합적으로 볼 때, 현재 국내 메타버스 연구는 고등교육 및 성인 학습자에게 편중되어 있으며, 신체적, 인지적, 정서적 발달이 급격하게 이루어지는 중학생 특유의 학습 및 사회적 요구를 반영한 실증적 연구가 더욱 적극적으로 이루어져야 할 필요성이 있다. 특히 중학생은 디지털 네이티브 세대이지만, 디지털 리터러시 역량 수준에는 개인차가 크게 나타나므로(이현숙 외, 2020), 이들을 위한 맞춤형 교수·학습 모형 개발과 그 효과성 검증은 미래 교육 시스템의 성공적인 정착을 위한 핵심적인 과제이며(서용·안성진, 2023), 중등 학습자의 참여를 극대화하고 교육의 질적 향상을 달성하기 위해 필수적인 선행 연구가 절실하다.

1.2 연구의 목적 및 의의

1.2.1 연구의 목적

본 연구의 목적은 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성과 메타버스 윤리를 매개로 사용 의도에 미치는 영향을 중학생의 메타버스 기반 교육 서비스 환경에서 실증적으로 검증하는 것이다. 이를 위해 TAM을 메타버스 교육 맥락에 적합하게 확장하고,

구조방정식 모형을 통해 변수 간의 구조적 관계를 분석할 것이다. 구체적인 연구 목적은 다음과 같다.

첫째, 확장된 TAM을 개발하는 것이다. 본 연구는 전통적 TAM의 핵심 변수인 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성, 사용 의도에 더하여, 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량을 선행 변수로, 메타버스 윤리를 추가 매개 변수로 포함하는 통합적 모형을 구성한다. 이는 메타버스 교육 환경의 고유한 특성인 복잡한 디지털 기술 요구, 사회적 상호작용과 협력학습의 중요성, 온라인 공간에서의 윤리적 행동 필요성을 반영한 모형이다.

둘째, 중학생 대상 확장된 TAM의 측정 도구를 타당화하는 것이다. 본 연구는 2차 데이터를 활용한 연구로서 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성, 메타버스 윤리, 사용 의도 등 각 잠재변수를 측정하는 문항들이 중학생의 인지 및 언어 수준에 적합한지, 신뢰도와 타당도를 충족하는지 검증한다. 이를 통해 향후 중학생 대상 메타버스 교육 연구에서 활용할 수 있는 신뢰할 수 있는 측정 도구를 제공한다. 또한 협력적 의사소통 역량과 메타버스 윤리는 메타버스 교육 맥락에서 강조되는 구성개념이므로, 이들 변수의 측정 도구 타당화는 중요한 의미를 가진다.

셋째, 부분최소제곱 구조방정식 모형(Partial Least Squares Structural Equation Modelling, PLS-SEM) 분석을 통해 개발한 확장 모델의 적합도를 검증하는 것이다. 제안한 모형이 실제 데이터를 적절히 설명하는지, 각 변수 간의 관계가 이론적 예측과 일치하는지 확인한다. PLS-SEM은 예측 지향적 모형 분석에 적합하며, 정규분포 가정이 완화되어 탐색적 연구와 교육 현장 데이터 분석에 유용하다고 판단된다(Chin & Newsted, 1999).

넷째, 제안된 모형에서 종속변수인 사용 의도에 미치는 다양한 경로를 분석하는 것이다. 구체적으로 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성에 미치는 직접효과, 그리고 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성을 거쳐 사용 의도에 미치는 간접효과와 인지된 유용성이 메타버스 윤리를 매개로 사용 의도에 미치는 간접효과를 검증한다. 이를 통해 컴퓨터

자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성과 메타버스 윤리를 순차적으로 매개하여 최종적으로 사용 의도에 미치는 이중 매개효과를 규명한다.

다섯째, 연구 결과를 바탕으로 중학생 대상 메타버스 기반 교육의 효과적인 설계와 운영을 위한 교육 서비스 측면의 시사점을 도출하는 것이다. 메타버스 교육 서비스 수용을 촉진하기 위해 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 기술수용 요인 중 어떤 요인에 우선적으로 주목해야 하는지, 교육 현장에 적용 가능한 실천적 제언을 제시한다. 특히 컴퓨터 자기효능감 향상 교육, 협력학습 촉진 전략, 메타버스 윤리 교육의 중요성을 제안하고자 한다.

궁극적으로 본 연구는 중학생들이 기술적으로 고도화된 가상 학습 공간을 통해 디지털 리터러시와 협력적 의사소통 등 미래 인재의 핵심 역량들을 함양할 수 있는 지속가능한 메타버스 교육 서비스 모델 실현의 토대를 마련함으로써, 교육 현장과 정책 수립에 실질적인 기여를 하는 것을 최종 목적으로 한다.

1.2.2 연구의 의의

1.2.2.1 이론적 의의

첫째, 본 연구는 TAM을 메타버스 교육 맥락으로 확장한다는 점에서 이론적 기여를 할 것이다. 전통적 TAM은 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성이 사용 의도를 결정한다는 간명한 모델이지만(Davis, 1989), 이들 기술수용 요인의 선행 변수에 대한 설명이 충분하지 않다는 한계가 지적되어 왔다(Venkatesh & Bala, 2008; 김승범·이형용, 2023a). 본 연구는 메타버스 교육 환경의 고유한 특성을 반영하여 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량을 기술수용 요인의 선행 변수로 포함함으로써 메타버스 교육 서비스 수용 과정을 보다 포괄적으로 설명하는 확장 모델을 제시한다. 컴퓨터 자기효능감은 복잡한 3D 가상공간과 아바타 기반 상호작용을 특징으로 하는

메타버스 환경에서 학습자의 기술적 준비도를 나타내며(Compeau & Higgins, 1995; Al-Adwan et al., 2023), 협력적 의사소통 역량은 메타버스의 사회적 공간 특성과 협력학습 촉진 기능을 반영하는 변수로서(Li et al., 2024; Nah et al., 2025), 이들 변수의 통합은 TAM의 설명력을 높이는 데 기여할 것이다.

둘째, 메타버스 윤리를 기술수용 요인의 매개 변수로 포함함으로써 메타버스 교육 수용 이론을 확장한다. 기존 TAM 연구들은 주로 인지된 유용성과 사용 용이성이 사용 의도로 이어지는 경로에 초점을 맞추었으나(Venkatesh & Davis, 2000; Scherer et al., 2019), 메타버스와 같은 온라인 사회적 공간에서는 디지털 윤리가 지속적 사용 의도에 중요한 역할을 할 수 있다(김국현, 2022; 방준성·박판근, 2022). 본 연구는 인지된 유용성이 메타버스 윤리를 거쳐 사용 의도에 미치는 경로를 검증함으로써, 메타버스 교육 수용에서 윤리적 요인의 중요성을 이론적으로 규명한다. 이는 기술수용이 단순히 기능적·인지적 판단뿐만 아니라 윤리적·규범적 고려를 포함한다는 점을 시사한다.

셋째, 중학생이라는 특정 발달 단계의 학습자를 대상으로 TAM을 적용함으로써 교육 기술수용 이론의 적용 범위를 확대한다. 기존 TAM 연구들은 주로 성인 직장인이나 대학생을 대상으로 주로 수행되었으나(Scherer et al., 2019; Marangunić & Granić, 2015), 본 연구는 중학생이 형식적 조작기로 전환되는 인지 발달 단계에 있으며(Feldman & Fowler, 1997), 디지털 네이티브로서 높은 기술수용성을 보이면서도 즉각적 경험을 중시하는 특성을 가진다는 점에 주목하여(Prensky, 2001; 김미진·김하균, 2024), 중학생의 메타버스 교육 기술수용 이론에 실증적으로 기여하고자 한다.

넷째, 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성과 메타버스 윤리를 순차적으로 매개하여 사용 의도에 미치는 이중 매개 경로를 규명함으로써, 메타버스 교육 수용의 복잡한 메커니즘을 규명한다. 기존 연구들은 주로 단일 매개효과나 직접효과에 초점을 맞추었으나(Al-Adwan et al., 2023; Ali et al., 2025),

김승범·이형용(2023b)은 기존 연구의 한계(단순 효과 집중)를 지적하며, 메타버스라는 복잡한 기술 환경의 특성을 반영하기 위해 복수의 변수를 포함하는 확장 모델 및 복잡한 메커니즘을 검토해야 할 필요성을 주장하고 있다.

다섯째, 메타버스라는 최신 교육 기술에 대한 실증적 연구를 수행함으로써, 신기술의 교육적 수용에 관한 학문적 지식을 축적한다. 메타버스는 기존의 이러닝이나 모바일 러닝과는 다른 몰입형·상호작용적 특성을 가진 차세대 교육 기술로(Kye et al., 2021; 임철일 외, 2023), 이에 대한 수용 과정은 기존 연구와 차별화된 양상을 보일 수 있다. 본 연구의 결과는 향후 메타버스 및 여러 확장현실(XR) 기술의 교육적 활용 연구에 이론적 토대를 제공한다.

1.2.2.2 방법론적 의의

첫째, 본 연구는 PLS-SEM을 활용하여 복수의 선행 변수(컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성)가 복수의 매개 변수(인지된 유용성, 메타버스 윤리)를 거쳐 최종 결과 변수(사용 의도)에 영향을 미치는 인과관계를 동시에 검증한다. PLS-SEM은 측정모형과 구조모형을 통합적으로 분석할 수 있으며, 정규분포 가정이 완화되어 교육 현장 데이터 분석에 적합하다(Chin, 1998; Hair et al., 2017). 특히 본 연구와 같이 탐색적 성격을 가지며 복수의 매개 경로를 포함하는 모형의 경우, 예측 지향적 접근을 취하는 PLS-SEM이 공분산 기반 구조방정식 모형(CB-SEM)보다 유용하다(Hair et al., 2019; 김승범·이형용, 2023a). 본 연구는 PLS-SEM의 체계적 적용을 통해 중학생 대상 메타버스 교육 연구의 방법론적 엄밀성을 제고한다.

둘째, 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성, 메타버스 윤리, 사용 의도를 측정하는 중학생 수준에 적합한 도구를 활용하고 타당화함으로써, 후속 연구에서 활용할 수 있는 검증된 측정 도구를 제공한다. 기존의 TAM 측정 도구는 주로 성인 대상으로

개발되었으며, 문항의 표현이나 내용이 중학생에게 적합하지 않은 경우가 많았다(Teo, 2009, 2011). 본 연구에서 활용한 측정 도구는 중학생의 언어 수준과 경험을 고려하여 구성되어 있으며, 신뢰도와 타당도가 검증된다면 향후 중학생 대상 메타버스 교육 연구에서 그 활용 가치가 높을 것이다. 특히 협력적 의사소통 역량과 메타버스 윤리는 메타버스 교육 맥락에서 중요한 구성개념으로, 이들 변수의 측정 도구 타당화는 관련 연구의 확산에 기여할 수 있다(김국현, 2022).

셋째, 233명의 중학생을 대상으로 수집된 실증 데이터를 2차 데이터로 활용한다. 이는 PLS-SEM 분석의 권장 표본 크기 기준을 충족하며(Hair et al., 2017; 김승범·이형용, 2023a), Cohen(1992)의 검정력 분석 기준을 고려할 때 중간 효과크기 이상의 효과를 탐지하는 데 충분한 통계적 검정력을 제공한다. 또한 전국 규모는 아니지만, 영호남 지역 11개 중학교에서 수집된 데이터를 2차 데이터로 활용하는 본 연구는 특정 학교에 편중되지 않은 다양한 표본을 포함하여, 연구 결과의 일반화 가능성을 높인다.

넷째, 본 연구는 직접효과, 간접효과, 총효과를 체계적으로 분석하여 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 및 인지된 사용 용이성이 기술수용 요인 중 인지된 유용성과 그리고 메타버스 윤리를 매개로 사용 의도에 미치는 영향의 메커니즘을 밝힌다. 특히 부트스트래핑(bootstrapping) 방법을 활용하여 매개효과의 통계적 유의성을 엄밀하게 검증함으로써(Preacher & Hayes, 2008; MacKinnon et al., 2002), 인지된 유용성, 메타버스 윤리가 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 및 인지된 사용 용이성과 사용 의도 간의 관계에서 수행하는 매개 역할을 명확히 규명한다. 이와 같은 매개효과 분석은 메타버스 교육 수용의 인과적 경로를 이해하는 데 중요한 방법론적 기여를 한다.

다섯째, 본 연구는 측정모형의 신뢰도와 타당도 검증에 있어 엄격한 기준을 적용한다. 내적 일관성 신뢰도는 Cronbach's α 와 복합신뢰도(CR)로 평가하며, 수렴타당도는 평균분산추출(AVE)과 외부적재값으로, 판별타당도는 Fornell-Larcker 기준과 HTMT 비율로 검증한다(Fornell & Larcker, 1981;

Henseler et al., 2015). 다층적 타당도 검증 절차는 측정의 정확성을 담보하고, 연구 결과의 신뢰성을 높인다.

1.2.2.3 실천적 의의

첫째, 본 연구의 결과는 중학교 현장에서 메타버스 기반 수업을 설계하고 운영하는 교사들에게 실질적인 지침을 제공한다. 연구 결과를 통해 교사들은 학생들의 메타버스 수용도를 높이기 위한 구체적 전략을 수립할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 자기효능감이 인지된 유용성에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인된다면, 메타버스 수업 도입 전 학생들의 디지털 기술 활용 능력을 강화하기 위한 사전 교육(예, 3D 가상공간 탐색 연습, 아바타 조작 실습, 메타버스 플랫폼 인터페이스 익히기 등)을 체계적으로 설계할 수 있다(Compeau & Higgins, 1995; 이현숙 외, 2020). 또한 협력적 의사소통 역량이 중요한 변수로 확인된다면, 메타버스 수업에서 소그룹 협력 과제, 온라인 토론 활동, 공동 창작 프로젝트 등을 적극적으로 도입하여 학생들의 협력학습 기회를 확대할 수 있다(Li et al., 2024; 김상희 외, 2023).

둘째, 교육정책 입안자와 교육과정 개발자에게 메타버스 교육 도입에 관한 근거가 되는 정보를 제공한다. 정부와 교육청은 에듀테크(EdTech) 도입에 상당한 예산을 투입하고 있으나, 실제 중학생들의 수용도와 효과성에 대한 실증적 데이터는 부족한 실정이다(Chua & Yu, 2024; 임철일 외, 2023). 본 연구는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성, 메타버스 윤리가 메타버스 교육 수용에 미치는 영향을 실증적으로 규명함으로써, 메타버스 교육의 성공적 정착을 위해 고려해야 할 핵심 요인들을 제시한다. Tlili et al.(2022)의 연구에서도 메타버스 교육 정책 수립 시 학습자의 수용도와 준비도를 고려한 단계적 접근이 필요하다고 강조한 바 있다. 이는 메타버스 교육 정책 수립, 교육 플랫폼 선정, 교사 연수 프로그램 개발 등에 있어 정책 결정에 유용한 시사점을 제공한다.

셋째, 학교 현장의 디지털 역량 교육, 협력학습 활성화 및 디지털 윤리 교육의 필요성을 환기시킨다. 연구 결과를 통해 컴퓨터 자기효능감과 협력적

의사소통 역량이 메타버스 수용에 의미 있는 역할을 한다는 것이 확인된다면, 학교에서 체계적인 디지털 리터러시 교육과 협력학습 촉진 교육을 강화해야 할 필요성이 더욱 명확해진다. Nah et al.(2025)은 메타버스 환경에서의 협력 활동이 학습 성과에 미치는 긍정적 영향을 강조하면서, 협력학습 역량 개발의 중요성을 제시하였다. 이는 2022 개정 교육과정에서 강조하는 핵심 역량인 디지털 리터러시, 창의적 사고 역량, 협력적 의사소통 등과 맥을 같이하고 있다(교육부, 2022). 또한 메타버스 윤리가 사용 의도에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인된다면, 메타버스를 포함한 온라인 학습 환경에서의 디지털 시민성 교육의 중요성이 부각되며, 학교 차원의 체계적인 메타버스 윤리 교육 프로그램 개발이 필요함을 시사한다(김국현, 2022; 이기식, 2022).

넷째, 메타버스 교육 플랫폼 개발자와 콘텐츠 제작자에게 사용자 중심 설계의 방향을 제시한다. 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성과 사용 의도에 미치는 영향이 규명된다면, 플랫폼 개발자들은 중학생 사용자의 수준에 맞는 직관적인 인터페이스, 간편한 접속 및 로그인 절차, 안정적인 기술 성능 등을 우선적으로 고려해야 함을 확인할 수 있다(Davis, 1989; 남재우, 2023). Venkatesh & Davis(2000)는 인지된 사용 용이성이 기술수용의 초기 단계에서 특히 중요한 역할을 한다고 강조하였다. 또한 인지된 유용성이 중요한 변수로 확인된다면, 메타버스 교육 콘텐츠가 학습자의 문제해결 능력, 논리적 사고력, 창의성, 협력 능력 등 실질적 역량 향상에 기여할 수 있도록 설계되어야 함을 시사한다(임철일 외, 2024).

다섯째, 메타버스 교육 도입을 고려하는 학교와 교사들에게 학생 준비도 진단의 중요성을 강조한다. 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량이 메타버스 수용의 중요한 선행 변수로 확인된다면, 메타버스 수업을 본격적으로 도입하기 전에 학생들의 컴퓨터 자기효능감 수준과 협력학습 성향을 진단하고, 부족한 부분을 보완하는 준비 단계가 필요함을 시사한다. Al-Adwan et al.(2023)은 학습자의 자기효능감과 기술 준비도가 메타버스 학습 플랫폼 수용의 중요한 예측 변수임을 실증하였다. 이는 메타버스 교육의 효과성을 극대화하고, 기술 격차로 인한 학습 불평등을 최소화하는 데 기여할 수 있다.

1.3 연구 문제

본 연구는 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

1) 연구 문제 1. 확장된 TAM 기반 측정모형은 타당한가?

본 연구 문제는 측정 도구의 심리측정적 속성을 검증한다. 각 잠재변수의 신뢰도는 Cronbach's α , CR, AVE를 통해 평가하며(Hair et al., 2017), 수렴타당도는 외부적재값과 AVE를 기준으로 확인한다(Fornell & Larcker, 1981). 잠재변수 간 판별타당도는 Fornell-Larcker 기준과 HTMT 비율을 통해 검증한다(Henseler et al., 2015).

2) 연구 문제 2. 확장된 TAM의 구조모형은 적합한가?

본 연구 문제는 제안된 이론적 모형이 실제 데이터를 설명하는 정도를 평가한다. PLS-SEM에서는 SRMR, NFI 등의 적합도 지수를 활용하여 모형의 전반적 적합성을 판단하며(Hair et al., 2019), 내생 잠재변수의 결정계수(R^2)를 통해 설명력을 평가한다(Chin, 1998).

3) 연구 문제 3. 구조모형 내 변수 간 직접효과 경로는 유의한가?

본 연구 문제는 선행변수들이 기술수용 요인을 거쳐 사용 의도에 이르는 경로에서 각 변수 간 직접적 영향 관계의 통계적 유의성을 검증한다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). 경로계수의 유의성은 부트스트래핑 방법을 통해 검정한다(Hair et al., 2019).

4) 연구 문제 4. 인지된 유용성과 메타버스 윤리를 통한 간접효과 및 매개효과는 유의한가?

본 연구 문제는 선행변수들이 매개변수를 통해 사용 의도에 미치는 간접적 영향 메커니즘을 분석한다(Preacher & Hayes, 2008; MacKinnon et al., 2002). 특히 인지된 유용성과 메타버스 윤리를 경유하는 순차적 매개 경로의 유의성을 검증한다.

II. 이론적 배경

2.1 메타버스 교육 서비스

2.1.1 메타버스 교육 서비스의 등장

메타버스는 Meta(초월)와 Universe(우주)의 합성어이다. 메타버스는 현실 세계와 가상세계가 디지털 기술을 매개로 융합되어 사용자 간의 실시간 상호작용, 데이터 기반의 환경 구성, 그리고 인공지능·가상현실·블록체인 등의 기술이 통합적으로 구현되는 3D 가상 생태계를 의미한다(Dionisio et al., 2013; 한송이·김태종, 2021; 차영란, 2023). 메타버스 용어는 1992년 미국 닐 스티븐슨(Neal Stephenson)의 소설 『스노우 크래시(Snow Crash)』에서 처음 등장했으며, 이 소설에서는 아바타를 통해 사용자들이 상호작용하는 가상현실을 메타버스로 묘사하였다(Stephenson, 1992). 이후 정보통신기술의 비약적 발전과 함께 메타버스는 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 등 여러 확장현실(XR) 기술을 통합하는 확장된 서비스 개념으로 정의되었다(Park & Kim, 2022; 광도연·정주연, 2022).

메타버스는 단순한 가상현실을 넘어 다양한 형태의 디지털 경험을 포괄하는 복합적 개념으로 발전하였다(노선희, 2022). Park & Kim(2022)은 메타버스를 실시간 렌더링 기술을 기반으로 한 3D 가상 환경에서 복수의 사용자가 동시에 상호작용함과 동시에 그 존재와 활동이 지속적으로 유지되는 네트워크 중심의 디지털 공간으로 정의하면서, 메타버스가 AI, 블록체인, 5G 통신, 클라우드 컴퓨팅 등 다양한 신기술과 융합하며 더욱 고도화되고 있다고 설명하였다. Kye et al.(2021)은 메타버스를 사용자가 아바타를 매개로 참여하여 사회적, 경제적, 문화적 활동을 수행하고 현실과 유사한 경험을 할 수 있는 3D 기반의 가상공간으로 정의하였다. 또한 메타버스가 교육 분야에서 시공간적 제약을 극복하며 학습자 간의 상호작용과 협력적 학습을 촉진할 수 있는 새로운 형태의 교육 환경으로

부상하고 있음을 강조하였다. Tlili et al.(2022)은 Web 3.0 시대의 핵심 플랫폼으로 자리잡은 메타버스가 개인화된 학습 경험, 몰입형 교육 콘텐츠, 탈중양화된 교육 생태계를 가능하게 할 것으로 전망하였다.

메타버스의 핵심 특성은 네 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 실재감과 몰입감이다. 사용자는 아바타를 통해 가상공간에 존재하며, 현실과 유사한 경험을 할 수 있다(Kye et al., 2021). Pellas et al.(2020)의 STEM 교육에서의 몰입형 가상현실에 관한 스코핑 리뷰(scoping review)는 메타버스가 추상적 개념의 시각화, 위험한 실험의 안전한 시뮬레이션, 미시적·거시적 현상의 관찰을 가능하게 하여 학습 효과를 증진시킨다고 보고하였다. Makransky et al.(2021)은 몰입형 가상현실 환경에서의 과학 학습이 학습자의 흥미와 정서적 참여를 유의하게 증가시킨다고 확인하였다. 국내에서도 김상희 외(2023)는 메타버스 교육 환경에서 학습자들이 아바타를 통해 가상 교실에 출석하고 활동하는 과정에서 높은 현존감을 경험한다고 보고하였으며, 이영림·임희주(2022)는 메타버스 활용 수업에서 협력적 자기효능감이 그릿(grit)에 긍정적 영향을 미친다고 확인하였다.

둘째, 사회적 상호작용이다. Nah et al.(2025)은 메타버스가 다수의 사용자가 동시에 접속하여 실시간으로 의사소통하고 협력할 수 있는 환경을 제공한다고 설명하면서, 특히 아바타를 통한 비언어적 의사소통(제스처, 시선, 공간적 근접성)이 협력의 질을 향상시키며 물리적 공존감을 생성하여 학습자 간 신뢰와 상호의존성을 증진시킨다고 강조하였다. Li et al.(2024)은 메타버스 환경에서의 협력학습이 전통적인 온라인 학습에 비해 사회적 실재감, 팀 응집력, 의사소통 효율성, 집단 문제해결 능력을 유의하게 높인다고 확인하였다. Jovanović & Milosavljević(2022)는 게임화된 메타버스 플랫폼에서의 협력학습이 학습자의 내재적 동기와 학습 지속성을 증진시킨다고 보고하였다. 손정명 외(2022)는 메타버스를 활용한 협력적 소통 관련한 SW 교육 프로그램에서 학습자 간 상호작용이 협력 역량과 의사소통 능력을 유의하게 향상시킨다고 보고하였다.

셋째, 지속성이다. Park & Kim(2022)은 메타버스 내의 세계가 사용자의 접속 여부와 관계없이 지속적으로 존재하며 발전한다고 설명하면서, 지속성

특성이 학습자가 비동기적으로도 학습 활동에 참여하고 이전 학습의 결과물이 가상공간에 축적되어 지속적인 학습 경험을 제공할 수 있음을 의미한다고 하였다. Kye et al.(2021)은 메타버스의 지속성이 교육 맥락에서 특히 중요한 의미를 가지며, 학습자가 자신의 학습 과정을 누적적으로 구축하고 언제든지 가상공간에 재접속하여 이전 활동을 이어갈 수 있게 한다고 강조하였다.

넷째, 상호운용성이다. 이는 사용자가 자신의 아바타, 디지털 자산, 학습 결과물 등을 서로 다른 메타버스 플랫폼과 가상세계 간 자유롭게 이동하고 효과적으로 활용할 수 있는 능력을 의미한다(Park & Kim, 2022). 상호운용성은 메타버스 환경에서 다양한 플랫폼이 서로 연동하여 데이터와 콘텐츠를 공유하고 사용자 간 상호 작용이 원활하게 일어날 수 있도록 하는 핵심 기술적 기반으로, 사용자의 연속적이고 통합된 경험을 보장하는 데 필수적이다. Hwang & Chien(2022)은 데스크톱 기반 메타버스가 게임적 요소와 협력학습을 결합하여 학습자의 참여와 동기를 증진하는 동시에, 상호운용성을 바탕으로 학습자의 자율성, 유능감, 관계성 욕구를 충족시키며 내재적 동기를 강화하고, 특히 디지털 네이티브 세대가 친숙하게 여기는 매체 활용을 통해 학습 참여의 저항을 줄이고 자발적 참여를 촉진한다고 보고하였다. 따라서 상호운용성은 메타버스의 기술적 완성도뿐만 아니라 교육적 효과를 극대화하는 중요한 요소임을 알 수 있다.

코로나19 팬데믹 이후 비대면 교육의 필요성이 증대되면서 메타버스는 교육 분야에서 차세대 학습 플랫폼으로 주목받기 시작하였다(Kye et al., 2021). 팬데믹 기간 동안 교육자들은 화상회의 도구 등을 활용하여 교육의 연속성을 유지하고자 노력하였으나, 온라인 수업이 장기화됨에 따라 기존의 온라인 학습 도구들은 학습자의 참여도 저하, 사회적 상호작용 부족, 학습 몰입의 어려움 등 여러 한계를 드러냈다(So & Brush, 2008; 김현우, 2023). Kaddoura & Husseiny(2023)는 메타버스가 시공간적 제약을 넘어 학습자 간 상호작용과 협력학습을 촉진할 수 있는 새로운 교육 환경이라고 평가하면서, 전통적인 화상회의 도구가 제공하지 못하는 공간적 현존감과 사회적 실재감을 제공함으로써 원격 교육의 한계를 극복할 수 있다고 강조하였다.

Natale et al.(2020)의 K-12 몰입형 가상현실 연구에 대한 10년간의 체계적 문헌고찰은 메타버스가 역사적 사건의 재현, 문화 체험, 과학 실험, 예술 창작 등 다양한 경험적 학습을 효과적으로 지원한다고 보고하였다. 특히 학습자들이 가상공간에서 안전하게 실수하고 반복 연습할 수 있는 환경을 제공함으로써 체험을 통한 학습의 가치를 극대화할 수 있다고 강조하였다. 임철일 외(2023)는 초·중등교육에서 메타버스의 교육적 활용 가능성을 탐색하면서, 메타버스가 학습자의 몰입과 참여를 촉진하고, 협력학습과 창의적 문제해결 활동을 지원하는 효과적인 도구가 될 수 있다고 제시하였다.

그러나 메타버스 교육 환경에는 해결해야 할 과제도 존재한다. Kaddoura & Husseiny(2023)는 메타버스 교육을 위해서는 고성능 디바이스, 안정적인 인터넷 연결, VR/AR 장비 등이 필요하나 모든 학습자가 고성능 환경을 갖추고 있지는 않다고 지적하면서, 이는 디지털 격차를 심화시킬 수 있으며 특히 사회경제적으로 취약한 계층의 학습 기회를 제한할 수 있다고 경고하였다. 또한 메타버스가 익명성이 보장되고 물리적 제약이 없는 공간이기에 사이버 폭력, 괴롭힘, 부적절한 콘텐츠 노출, 개인정보 침해 등의 위험이 존재한다고 지적하였다. Natale et al.(2020)은 특히 청소년 학습자를 대상으로 할 때 온라인 안전과 디지털 웰빙에 대한 세심한 고려가 필요하며, 교육기관은 안전한 가상 환경 조성 and 디지털 시민성 교육을 병행해야 한다고 강조하였다. 이희옥(2022)은 메타버스 내 적대적 언행 문제를 분석하면서, 익명성과 자유로운 상호작용이 가능한 메타버스 공간에서 윤리적 일탈 행위가 발생할 가능성이 크다고 지적하였다. 임철일 외(2024)는 초·중등학교의 교육용 메타버스 구축 및 운영을 위한 프레임워크를 개발하면서, 안전하고 윤리적인 메타버스 교육 환경 조성의 중요성과 함께 교사의 전문성 개발 및 체계적인 지원 체계 구축의 필요성을 강조하였다.

2.1.2 메타버스 교육 서비스의 특성

메타버스 기반 교육 서비스는 기술적 구현 방식, 교육적 활용 목적, 제공되는 학습 경험의 특성에 따라 다양한 형태로 구현되며, 각각 고유한

교육적 가치와 한계를 지니고 있다. 본 절에서는 메타버스 교육 플랫폼의 유형과 특성, 교육적 가능성과 과제를 종합적으로 고찰한다.

2.1.2.1 메타버스 교육 플랫폼의 유형과 특성

메타버스 기반 교육 플랫폼은 기술적 구현 방식과 교육적 목적에 따라 다양한 유형으로 분류될 수 있다. Kye et al.(2021)은 교육용 메타버스를 구현 기술과 상호작용 방식을 기준으로 네 가지 유형으로 분류하였으며, 각 유형은 교육적 활용 목적과 방법에서 차별화된 특성을 보인다.

첫째, 완전 몰입형 가상세계는 VR 헤드셋을 활용하여 완전한 3D 가상공간에서 학습 활동을 수행하는 형태이다. 대표적인 플랫폼으로는 Second Life, AltspaceVR, Engage 등이 있으며, 이들은 높은 수준의 실재감과 몰입감을 제공한다(Pellas et al., 2020). 이 실재감은 물리적 접촉이 없는 환경에서도 사용자가 심리적, 공간적 실재감을 느끼는 메타버스의 주요 특성이다(김승범·이형용, 2023a). 메타버스는 몰입감 있는 가상현실 체험을 통해 교육적 환경의 물리적 한계를 극복하고, 고비용이나 고위험의 교육 문제를 해소할 수 있는 대안으로 활용된다(이순희, 2023). 실재감이 높은 몰입형 가상현실 환경은 과학, 기술, 공학, 수학 교육에서 추상적 개념의 시각화, 위험한 실험의 안전한 시뮬레이션, 미시적·거시적 현상의 관찰에 주효하며(Pellas et al., 2020), 특히 과학 학습에서 학습자에게 흥미와 정서적 참여를 크게 증가시켜준다(Makransky et al., 2021)는 연구들이 많다.

둘째, 데스크톱 기반 가상세계는 일반 컴퓨터를 통해 접근 가능한 3D 가상공간으로 Minecraft Education Edition, Roblox, Gather.town 등이 이에 해당한다(Hwang & Chien, 2022). 이들 플랫폼은 VR 장비 없이도 사용 가능하여 접근성이 높으며, 교육 현장에서 가장 널리 활용되고 있다(나해찬 외, 2022). Hwang & Chien(2022)은 데스크톱 기반 메타버스가 게임적 요소와 협력학습을 결합하여 학습자의 참여와 동기를 효과적으로 증진시킨다고 보고하였다. 김상희 외(2023)는 국내 학교 현장에서 Gather.town, ZEP, ZEPETO 등 접근성이 높고 협력 활동을 지원하는

데스크톱 기반 플랫폼들이 주로 활용되고 있다고 보고하였다. 김미진·김하균(2024)의 중학생 488명 대상 실증 연구에서는 메타버스 활용 교육의 특성 중 상호작용성이 교육만족도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

셋째, 증강현실(AR) 기반 학습은 현실 공간에 가상의 디지털 정보를 중첩하여 학습 경험을 확장하는 형태로, Google Expeditions AR, Merge Cube 등이 대표적이다(Pellas et al., 2020). AR은 현실의 이미지나 배경에 3D 가상 이미지를 겹쳐 보여주는 기술로, Pokémon GO 등이 이에 속한다(김성희·이상욱, 2022). Akçay ır & Akçay ır(2017)의 메타분석 연구는 AR 기반 학습이 전통적 학습에 비해 학습 성취도, 동기, 태도에서 긍정적 효과를 보인다고 보고하였다. 특히 과학, 의학, 공학 분야에서 복잡한 3D 구조나 추상적 개념을 시각화하는 데 효과적이다. 메타버스를 활용한 교육은 위험 상황에 대한 안전 교육을 시행하면 실제 상황을 모방한 환경에서 실습할 수 있도록 물리적 제약이 있는 상황을 해결할 수 있다(임철일 외, 2023). Garzón et al.(2019)의 메타분석 연구는 AR 기반 교육이 전통적 교육 방법에 비해 학습 성과를 유의미하게 향상시키며, 특히 실습과 협력이 필요한 학습 활동에서 그 효과가 두드러진다고 보고하였다.

넷째, 혼합현실(MR) 기반 학습은 AR과 VR의 장점을 결합한 형태로, Microsoft HoloLens, Magic Leap 등의 플랫폼이 이에 해당한다. MR은 현실 정보 기반에 가상 정보를 융합하여 실재감과 몰입감을 극대화하며 현실과의 상호작용이 우수하다(이순희, 2023). MR은 AR, DR(Diminished Reality, 감소현실), XR과 같은 리얼리티 기반 기술의 발전으로 드러나는 형태 중 하나이다(방은찬·변순용, 2022). Garzón et al.(2019)은 MR이 학습자로 하여금 실제 환경과 가상 객체를 동시에 인식하고 조작하게 함으로써 보다 자연스러운 학습 경험을 제공한다고 설명하였다.

메타버스 교육 플랫폼의 선택은 교육 목표, 학습자 특성, 기술적 인프라, 교사의 역량 등을 종합적으로 고려하여 이뤄져야 한다(Hwang & Chien, 2022). Chua & Yu(2024)의 체계적 문헌고찰 연구는 교육용 메타버스 플랫폼의 효과성이 기술 자체보다는 교수설계의 질, 학습 활동의 적절성,

교사의 지원 수준에 더 크게 좌우된다고 결론지었다. 임철일 외(2024)는 초·중등학교의 교육용 메타버스 구축 및 운영을 위한 프레임워크를 개발하면서, 플랫폼 선택 시 교육적 목표와의 부합성, 학습자 접근성, 교사 역량 수준을 핵심 고려 요인으로 제시하였다.

2.1.2.2 메타버스 기반 교육의 교육적 가능성

메타버스 기반 교육의 교육적 가능성은 여러 측면에서 논의되고 있다. 첫째, 공간적·시간적 제약의 극복이다. Kye et al.(2021)과 이순희(2023)는 메타버스가 물리적 거리와 시간의 제약 없이 학습자와 교수자가 만나 상호작용할 수 있는 환경을 제공한다고 설명하였다. 김현우(2023)는 메타버스 활용 교육 환경이 다양한 경험과 소통이 확장된 현실을 체험할 수 있는 특징을 가지고 있어서 참여자의 몰입도 및 실재감을 높여서 학습에 도움이 됨을 시사하였다. 코로나19 팬데믹 이후 비대면 상호작용의 필요성이 증대되면서 메타버스는 교육 분야에서 새로운 학습 환경으로 주목받고 있다. 이는 팬데믹으로 인해 발생한 사회성 저하 및 학력 결손 등의 문제를 메타버스의 상호작용성과 실재감으로 극복할 수 있기 때문이다. 이에 따라 메타버스는 새로운 교육적 대안으로 자리 잡았다. Rof et al.(2022)은 팬데믹 기간 동안 메타버스 기반 원격교육이 전통적인 화상회의 플랫폼에 비해 학습자의 사회적 실재감과 학습 참여를 유의하게 높였다고 보고하였다. Kaddoura & Husseiny(2023)는 메타버스가 전통적인 화상회의 도구가 제공하지 못하는 공간적 현존감과 사회적 실재감을 제공함으로써 원격 교육의 한계를 극복할 수 있다고 강조하였다.

둘째, 실재감과 몰입감을 통한 학습 효과 증진이다. 메타버스는 아바타를 통한 자기 표현과 3D 가상공간에서의 체험을 제공하여 학습자의 실재감과 몰입감을 높인다(Kye et al., 2021). Radianti et al.(2020)의 체계적 문헌고찰은 몰입형 가상 환경에서의 학습이 학습자의 주의집중, 정서적 몰입, 학습 지속성을 증진시킨다고 보고하였다. 특히 STEM 교육 분야에서 추상적 개념의 시각화와 위험한 실험의 안전한 시뮬레이션이 가능하여 교육적

효과가 크다(Pellas et al., 2020). 이영림·임희주(2022)는 메타버스 활용 수업에서 협력적 자기효능감이 그릿(grit)에 긍정적 영향을 미친다고 보고하였다.

셋째, 협력학습의 촉진이다. 이순희(2023)는 메타버스가 상호작용의 장으로 활용될 수 있으며, 여러 명이 동시에 접속하여 협력 관계를 형성함으로써 사회적 관계 형성에도 효과적이라고 강조하였다. 앞서 언급한 바와 같이, Nah et al.(2025)은 메타버스가 다수의 학습자가 동시에 접속하여 실시간으로 의사소통하고 공동 과제를 수행할 수 있는 환경을 제공한다고 설명하면서, 특히 아바타를 통한 비언어적 의사소통이 협력의 질을 향상시키며 물리적 공존감을 생성하여 학습자 간 신뢰와 상호의존성을 증진시킨다고 강조하였다. 이영림·임희주(2022)의 연구 결과에 따르면, 메타버스를 활용한 협력 활동 이후 학습자들의 협력적 자기효능감이 많이 증가한 것으로 나타났다. Li et al.(2024)은 메타버스 환경에서의 협력학습이 전통적인 온라인 학습에 비해 사회적 실재감, 학습 몰입, 협력 효능감, 집단 응집력을 유의하게 높이며, 팀 응집력, 의사소통 효율성, 집단 문제해결 능력을 향상시킨다고 보고하였다. Jovanović & Milosavljević(2022)는 게임화된 메타버스 플랫폼에서의 협력학습이 학습자의 내재적 동기와 학습 지속성을 증진시킨다고 확인하였다.

넷째, 경험적·탐구적 학습의 지원이다. Pellas et al.(2020)은 메타버스가 현실에서 구현하기 어렵거나 위험한 실험, 시공간적으로 접근 불가능한 장소 탐방, 가상 시뮬레이션을 통한 문제해결 학습 등을 가능하게 한다고 설명하였다. Natale et al.(2020)의 K-12 몰입형 가상현실 연구에 대한 체계적 문헌고찰은 메타버스가 역사적 사건의 재현, 문화 체험, 과학 실험, 예술 창작 등 다양한 경험적 학습을 효과적으로 지원한다고 보고하였다. 특히 학습자들이 가상공간에서 안전하게 실수하고 반복 연습할 수 있는 환경을 제공함으로써 체험을 통한 학습의 가치를 극대화할 수 있다고 강조하였다. 이다연 외(2024)는 중학생 대상 메타버스 학습환경 설계 연구에서 탐구적 학습 활동이 창의적 문제해결력 향상에 효과적임을 확인하였다.

다섯째, 학습자 참여와 동기 증진이다. Hwang & Chien(2022)은 게임적

요소와 사회적 상호작용이 결합된 메타버스 환경이 학습자의 내재적 동기를 자극하고 학습 참여를 높인다고 보고하였다. 메타버스의 게임적 특성이 학습자의 자율성, 유능감, 관계성 욕구를 충족시켜 내재적 동기를 증진시키며, 특히 디지털 네이티브 세대에게 친숙한 매체를 활용함으로써 학습에 대한 거부감을 낮추고 자발적 참여를 유도할 수 있다고 설명하였다. 서용·안성진(2023)은 중고등학생의 메타버스 수용 연구에서 인지된 유희가 메타버스 교육에 대한 태도 형성에 중요한 역할을 함을 확인하였다.

여섯째, 개인화된 학습 경험의 제공이다. Tlili et al.(2022)은 AI 기술과 결합한 메타버스가 학습자의 수준, 선호, 학습 스타일에 맞춘 맞춤형 학습 경로와 피드백을 제공할 수 있다고 전망하면서, 메타버스가 Web 3.0 시대의 핵심 플랫폼으로 자리 잡으며 개인화된 학습 경험, 몰입형 교육 콘텐츠, 탈중앙화된 교육 생태계를 가능하게 할 것이라고 제시하였다. 차현진 외(2025)에 따르면 AI 튜터는 학습자의 학습 이력 데이터를 분석하고, 학습자의 수준과 특성에 맞춰 학습 콘텐츠를 추천하는 시스템으로 정의될 수 있는데, Hwang & Chien(2022)은 AI 기반 메타버스가 학습자의 행동 데이터를 분석하여 적응적 학습 지원을 제공하고, 각 학습자에게 최적화된 학습 경험을 설계할 수 있다고 제안하였다.

2.1.2.3 메타버스 기반 교육의 한계와 과제

메타버스 기반 교육은 몇 가지 한계와 과제를 안고 있다.

첫째, 기술적 인프라와 접근성의 문제이다. Kaddoura & Husseiny(2023)는 메타버스 교육을 위해서는 고성능 디바이스, 안정적인 인터넷 연결, VR/AR 장비 등이 필요하나 모든 학습자가 고사양 환경을 갖추고 있지는 않다고 지적하였다. 이는 디지털 격차를 심화시킬 수 있으며, 특히 사회경제적으로 취약한 계층의 학습 기회를 제한할 수 있다(Alsyouf et al., 2023).

둘째, 인지 부하와 사이버 멀미(cyber sickness)의 문제이다. Makransky et al.(2021)은 몰입형 가상 환경이 학습자에게 높은 인지 부하를 유발할 수

있으며, 특히 VR 헤드셋 사용 시 사이버 멀미가 발생할 수 있다고 보고하였다. 공하림·김윤희(2022)의 연구에 참여한 학습자는 짧은 시간의 사용일지라도 어지러움이 유발될 수 있다고 응답하였다. Radianti et al.(2020)은 가상 환경의 복잡도와 상호작용의 양을 적절히 조절하지 않으면 학습자가 인지적으로 과부하 상태에 빠져 학습 효과가 오히려 감소할 수 있다고 경고하였다.

셋째, 교육적 효과성에 대한 장기적인 실증적 증거의 부족이다. Chua & Yu(2024)의 체계적 문헌고찰은 메타버스 교육이 전통적 교육이나 기존 온라인 교육에 비해 실질적으로 더 나은 학습 성과를 산출하는지에 대한 장기적이고 체계적인 연구가 아직 부족하다고 역설하였다. Kim et al.(2023)의 연구에서는 메타버스 활용 수업과 전통적인 수업 간 학습 성과에 유의미한 차이가 없음을 입증하였다. Makransky et al.(2021)은 몰입형 가상현실이 학습자의 흥미와 참여는 증가시키지만, 적절한 교수 전략 없이는 학습 성과 향상으로 이어지지 않는다고 보고하였다.

넷째, 안전과 프라이버시 문제이다. Kaddoura & Husseiny(2023)와 Dhagarra et al.(2020)은 메타버스가 익명성이 보장되고 물리적 제약이 없는 공간이기에 사이버 폭력, 괴롭힘, 부적절한 콘텐츠 노출, 개인정보 침해 등의 위험이 존재한다고 경고하였다. Natale et al.(2020)은 특히 청소년 학습자를 대상으로 할 때 온라인 안전과 디지털 웰빙에 대한 세심한 고려가 필요하며, 교육기관은 안전한 가상 환경 조성 과 디지털 시민성 교육을 병행해야 한다고 강조하였다. 이희옥(2022)은 메타버스 내 적대적 언행 문제를 분석하면서 윤리적 규제 방안의 필요성을 제시하였다.

다섯째, 교사의 역량과 지원 부족이다. Tlili et al.(2022)은 효과적인 메타버스 기반 교육을 위해서는 교사가 기술적 활용 능력뿐만 아니라 메타버스 환경에 적합한 교수설계 역량을 갖추어야 하나, 현재 대부분의 교사들은 이에 대한 교육과 경험이 부족한 실정이라고 시사하였다. Chua & Yu(2024)는 메타버스 교육의 성공이 기술 자체보다는 교사의 교수설계 역량과 교육적 신념에 더 크게 의존한다고 주장하였다. 임철일 외(2023)는 초·중등교육에서 메타버스의 교육적 활용을 위해 교사 역량 강화와 지원 체계

구축이 필수적임을 강조하였다.

이와 같은 특성과 한계를 고려할 때, 메타버스 기반 교육 서비스의 효과적 활용을 위해서는 명확한 교육적 목표와의 연계, 적절한 교수설계, 교사의 전문성 개발, 기술적 지원과 인프라 구축, 학생의 안전과 윤리 교육이 종합적으로 고려되어야 한다(Hwang & Chien, 2022; 임철일 외, 2024). 특히 중학생 대상 메타버스 교육 서비스는 청소년기 학습자의 발달적 특성과 교육적 요구를 반영한 설계와 운영이 필요하다.

2.2 기술수용모델과 확장

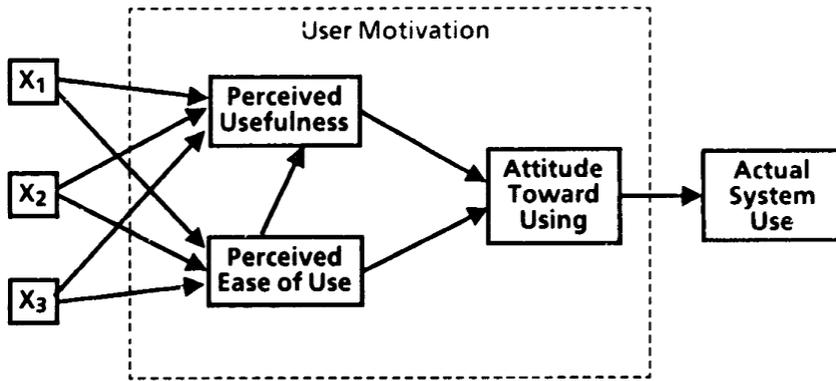
2.2.1 기술수용모델 구성요소의 확장

TAM은 사용자가 새로운 정보기술을 수용하고 사용하는 행동을 설명하고 예측하기 위한 이론적 모델로, Davis(1986, 1989)에 의해 제안되었다. TAM은 Fishbein & Ajzen(1975)의 합리적 행동이론(Theory of Reasoned Action)과 Ajzen(1991)의 계획된 행동이론(Theory of Planned Behavior)을 정보기술 맥락에 적용하여 발전시킨 것으로, 사용자의 기술수용 행동을 간명하고 강력하게 설명하는 모델로 평가받고 있다(Venkatesh et al., 2003).

TAM의 핵심 가정은 사용자의 기술수용 결정이 합리적이고 의도적인 과정을 거친다는 것이며, 행동 의도는 두 가지 핵심 신념에 의해 결정된다는 것이다(Davis, 1986, 1989). 첫째는 인지된 유용성으로, “특정 시스템을 사용하는 것이 자신의 업무 성과를 향상시킬 것이라고 믿는 정도”로 정의된다. 둘째는 인지된 사용 용이성으로, “특정 시스템을 사용하는 것이 노력을 필요로 하지 않을 것이라고 믿는 정도”로 정의된다(Davis, 1989).

Davis(1989)가 제안한 원형의 TAM 구조는 다음과 같다. 외부변수가 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성에 영향을 미치며, 인지된 사용 용이성은 인지된 유용성에 영향을 미친다. 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성은 사용 태도를 형성하고, 태도와 인지된 유용성은 사용 의도에 영향을 미치며, 최종적으로 사용 의도가 실제 사용 행동을 결정한다.

TAM이 정보시스템 연구 분야에서 가장 널리 활용되는 이유는 다음과 같다. 첫째, 모델의 간명성(parsimony)이다. TAM은 단 두 개의 핵심 변수로 복잡한 기술수용 행동을 설명함으로써 이해와 적용이 용이하다(Venkatesh & Davis, 2000). 조계해·이정교(2023)는 TAM이 인지된 사용 용이성과 인지된 유용성 두 변수가 사용자의 수용의도에 미치는 영향을 설명하는 모델임을 강조하였다. 둘째, 강건성(robustness)이다. TAM은 다양한 정보기술, 사용자 집단, 문화적 맥락에서 일관되게 타당성이 검증되었다(Legris et al., 2003). 셋째, 예측력(predictive power)이다. TAM의 두 핵심 변수는 사용 의도와 실제 사용 행동의 상당 부분을 설명하는 것으로 입증되었다(King & He, 2006).



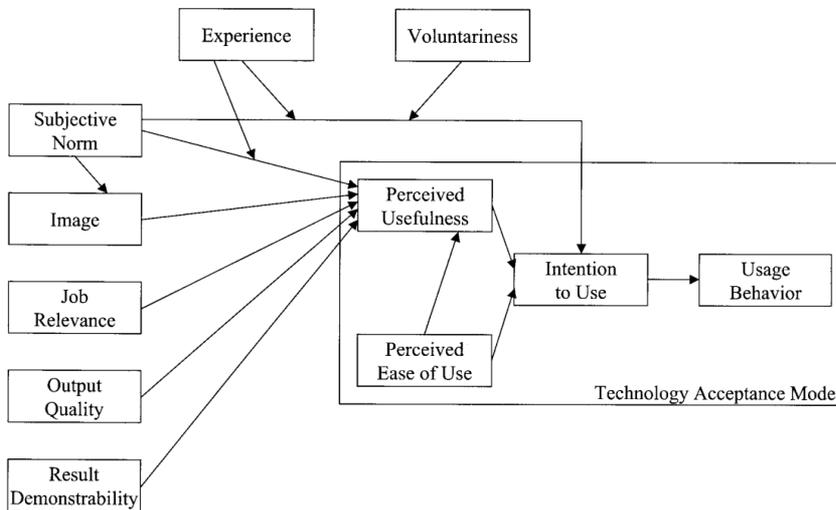
[그림 2-1] TAM (TAM1) - 원형 모델 (Davis, 1986, 1989)

그러나 원형 TAM은 몇 가지 한계를 가지고 있다. 첫째, 외부변수에 대한 구체적 제시가 부족하다. Davis(1989)는 외부변수의 존재를 인정하였으나 구체적으로 어떤 변수들이 인지된 유용성과 사용 용이성에 영향을 미치는지 명확히 제시하지 않았다(Legris et al., 2003). 둘째, 사회적 영향과 맥락적 요인의 배제이다. 후속 연구에서는 TAM이 외부변인을 충분히 고려하지 못했다는 점이 한계로 지적되었다(오지희, 2021). 원형의 TAM은 개인의 인지적 판단에 강한 초점을 맞추고 사회적 규범, 조직 문화, 촉진 조건 등의 외부 요인을 충분히 고려하지 않았다(Venkatesh et al., 2003). 셋째, 태도

변수의 역할에 대한 논란이다. 후속 연구들은 태도 변수를 포함하지 않아도 모델의 설명력이 크게 감소하지 않는다는 것을 확인하였다(Venkatesh & Davis, 2000).

TAM의 한계를 보완하고 설명력을 높이기 위한 노력은 크게 두 가지 방향으로 진행되었다. 첫째는 TAM의 선행 변수를 구체화하는 것이고, 둘째는 다른 이론적 관점을 통합하는 것이다(Marangunic & Granic, 2015; Xue et al., 2024).

Venkatesh & Davis(2000)는 TAM을 확장하여 TAM2를 제안하였다. TAM2는 인지된 유용성의 선행 변수로 사회적 영향 과정(social influence processes)과 인지적 도구 과정(cognitive instrumental processes)을 추가하였다. 사회적 영향 과정에는 주관적 규범, 자발성, 이미지가 포함되며, 인지적 도구 과정에는 업무 적합성, 결과 품질, 결과 입증가능성이 포함된다. 또한 경험이 조절 변수로 추가되었다.



[그림 2-2] TAM2 - 확장 모델 (Venkatesh & Davis, 2000)

Venkatesh & Davis(2000)는 4개 조직, 156명의 사용자를 대상으로 3개 시점에서 종단 연구를 수행한 결과, TAM2가 인지된 유용성 분산의 40~60%를 설명하며, 사용 의도 분산의 약 50%를 설명한다고 보고하였다.

특히 주관적 규범은 자발적 맥락보다 강제적 맥락에서 더 강한 영향을 미치며, 경험이 증가할수록 그 영향력이 감소하는 것으로 확인되었다.

이후 기존 원형 모델의 한계를 극복하기 위해 TAM은 지속적으로 확장되고 정교화되어 왔으며, TAM3, UTAUT 등의 변화된 모델이 계속해서 제안되었다. TAM3는 컴퓨터 자기효능감, 컴퓨터 불안, 인지된 즐거움 등 인지된 사용 용이성의 선행 요인을 통합하여 기술수용 과정을 더욱 포괄적으로 체계화하였다. 또한 UTAUT는 기존의 여러 기술수용모델들을 통합하여 성과 기대, 노력 기대, 사회적 영향, 촉진 조건의 네 가지 핵심 구성요소와 성별, 연령, 경험, 자발성 등의 조절 변수를 제시함으로써 기술수용 연구의 이론적 기반을 한층 강화하였다(최원석 외, 2017; 손현정 외, 2014; Cimperman et al., 2016).

2.2.2 교육 분야에서의 기술수용모델 적용

TAM은 교육 분야에서 교사와 학생의 교육 기술수용을 이해하고 예측하는 데 널리 활용되어 왔다. 교육 분야의 TAM 연구는 크게 교사의 기술수용 연구와 학생의 기술수용 연구로 구분될 수 있다.

2.2.2.1 교사의 교육 기술수용 연구

Scherer et al.(2019)은 114개 연구, 168개 독립 표본, 50,357명의 교사를 대상으로 한 메타분석 구조방정식 모델링 연구를 수행하였다. 분석 결과, TAM의 핵심 관계가 모두 유의하게 나타났으며, 인지된 유용성이 사용 의도의 가장 강력한 예측변수임을 확인하였다. 인지된 사용 용이성의 인지된 유용성에 대한 경로계수는 $\beta = 0.48$, 인지된 유용성의 사용 의도에 대한 경로계수는 $\beta = 0.59$ 로 나타났다. 이 연구는 TAM이 교사의 디지털 기술수용을 설명하는 강건한 모델임을 실증적으로 입증하였다.

Teo(2009)는 1,042명의 예비 교사를 대상으로 TAM을 확장하여 기술수용을 분석한 결과, 인지된 유용성과 사용 용이성이 기술에 대한 사용

의도의 48%를 설명하며, 촉진 조건과 태도가 중요한 매개 역할을 한다고 보고하였다. Teo(2011)와 Hazzan-Bishara et al.(2025)은 이후 주관적 규범을 추가한 확장 모델을 제안하였으며, 주관적 규범이 인지된 유용성을 통해 사용 의도에 간접적으로 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

국내 교육 현장에서도 교사의 디지털 기술 수용에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(임철일 외, 2023; 박휴용, 2025). 윤가영 외(2024)는 136명의 교사를 대상으로 메타버스 활용 수업에 대한 인식을 조사한 결과, 교사들이 메타버스의 공유 및 연동 기능(47.8%)과 의견 제시 기능(39.0%)을 가장 필요한 기능으로 인식하였으며, 지원체계로는 실습 중심 연수와 수업 가이드라인 배포를 강조하였다고 보고하였다. 이수연·박현진(2023)은 18명의 예비 음악 교사를 대상으로 메타버스 활용 음악 수업에 대한 인식을 분석한 결과, 정보 공유 및 연결(M=5.35)과 음악 교과 고유성(M=5.15)에서 높은 인식을 보였다. 박기락·김형범(2023)은 197명의 초등학생을 대상으로 메타버스 활용 STEAM 프로그램을 적용한 결과, STEAM 태도가 사전 2.85에서 사후 3.28로 유의미하게 향상되었다($p < .001$)고 보고하였다. 이 연구들은 TAM의 핵심 변인인 인지된 유용성과 사용 용이성이 실제 교육 현장에서 교사의 기술수용에 중요한 역할을 한다는 점을 지지하며, 특히 환경적·교육적 지원체계가 기술수용의 촉진 조건으로 작용함을 시사한다.

2.2.2.2 학생의 교육 기술수용 연구

학생을 대상으로 한 TAM 연구는 이러닝, 모바일 러닝, 학습관리시스템, 교육용 게임, 소셜 미디어 등 다양한 교육 기술의 수용을 다루고 있다.

Al-Adwan et al.(2023)은 메타버스 기반 학습 플랫폼에 대한 대학생의 수용 의도를 TAM을 확장하여 분석하였으며, 인지된 유용성, 인지된 사용 용이성과 함께 사회적 실재감, 자기효능감, 주관적 규범이 사용 의도의 중요한 예측 변수임을 확인하였다. Lin & Yu(2023)는 대학생의 디지털 학술 독서 도구 사용에 TAM을 적용한 연구에서, 인지된 유용성과 사용 용이성이 사용 의도의 56%를 설명하며, 학습 자기조절과 읽기 동기가 중요한 추가

변수임을 발견하였다. 이는 교육 맥락에서 TAM을 적용할 때 학습 관련 특성 변수를 통합하는 것이 모델의 예측력을 높이는 데 기여할 수 있음을 시사한다.

국내에서도 학생 대상 TAM 연구가 활발히 진행되고 있다. 서용·안성진(2023)과 은 중고등학생의 메타버스 수용을 확장된 TAM으로 분석하여, 인지된 유용성과 용이성 외에 인지된 유희가 메타버스 교육에 대한 태도 형성에 중요한 역할을 함을 확인하였다. 김미진·김하균(2024)은 중학생 488명을 대상으로 메타버스 활용 교육의 특성(유용성, 용이성, 효능성, 상호작용)이 교육의 만족도와 지속적인 사용 의도에 미치는 영향을 실증 분석하였으며, 유용성, 상호작용이 교육만족도에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 이영림·임희주(2022), 이정람·권대훈(2016)은 메타버스 활용 수업에서 협력적 자기효능감이 중요한 변수임을 밝혔으며, 임철일 외(2024)와 이석·이영주(2024)는 각각 초중등학교 메타버스 프레임워크와 문제해결형 학습 설계를 연구하여 교육 현장 적용 가능성을 제시하였다.

2.2.2.3 교육 맥락 기술수용모델의 특징

교육 분야에서 TAM을 적용할 때 몇 가지 특징이 나타난다. 첫째, 인지된 유용성의 개념이 “업무 성과 향상”에서 “학습 성과 향상”으로 재정의된다(Scherer et al., 2019). 둘째, 자기효능감, 기술 불안, 주관적 규범 등 개인 및 사회적 요인이 중요한 선행 변수로 작용한다(Teo, 2011). 셋째, 경험, 성별, 연령 등이 조절 변수로 작용하여 기술수용에 차별적 영향을 미친다(Venkatesh et al., 2003). 넷째, 학습 동기, 자기조절, 학업 자기효능감 등 교육 특수적 변수를 추가할 때 모델의 설명력이 향상된다(Lin & Yu, 2023).

Granić & Marangunic(2019)은 이러닝 수용 연구에 대한 체계적 문헌고찰을 통해, TAM이 이러닝 수용 연구에서 가장 널리 사용되는 이론적 틀이며, 시스템 품질, 정보 품질, 서비스 품질, 학습자 특성 등을 추가 변수로 포함할 때 모델의 설명력이 증가한다고 보고하였다.

한국에서도 교육 맥락의 TAM 연구가 활발히 진행되고 있다. 김상희 외(2023)는 초중등학교 교육에서 메타버스 활용 교수·학습 모형을 개발하고 16명의 전문가(교사 12명, 교육학 박사 4명)를 대상으로 내적 타당도를 검증하였으며, 실제 수업 적용 결과 교사들은 학생들의 몰입도 향상과 또래학습 활성화 효과를 보고하였다. 공하림·김윤희(2022)는 한국어 교육 전공 학습자들을 대상으로 메타버스 활용 수업의 만족도를 조사한 결과, 학습자들이 상호작용과 흥미 측면에서 긍정적으로 평가했으나 기술적 익숙함이 선행되어야 함을 확인하였다. 오지희(2021)는 확장된 TAM을 적용하여 메타버스 이용의도에 대한 영향 관련 요인을 분석하였으며, 한국 맥락에서 기술준비도가 중요한 선행 변수로 작용함을 밝혔다. 한국 연구들은 TAM의 기본 구조에 기술준비도, 자기효능감, 사회적 영향 등 한국 학습자의 특성을 반영한 변수들을 추가하여 모델의 설명력을 높이고 있다는 공통점을 보인다.

2.2.3 메타버스 교육 맥락에서 기술수용모델의 확장 필요성

메타버스는 전통적인 이러닝이나 온라인 학습 플랫폼과는 다른 독특한 특성을 가지고 있어, TAM을 적용할 때 메타버스 특유의 특성을 반영한 확장이 필요하다.

첫째, 메타버스의 핵심 특성인 사회적 상호작용과 협력학습을 반영한 변수가 필요하다. 메타버스는 단순한 콘텐츠 소비 플랫폼이 아니라 학습자 간 실시간 상호작용과 협력이 이루어지는 사회적 공간이다(Nah et al., 2025; 김승범·이형용, 2023a). Li et al.(2024)은 메타버스에서의 협력학습이 학습 성과와 만족도에 중요한 영향을 미친다고 보고하였으며, 이는 협력적 의사소통 역량이 메타버스 교육 수용의 중요한 선행 변수가 될 수 있음을 시사한다. 한국에서도 김상희 외(2023)는 메타버스 활용 수업에서 모둠활동과 협력 도구 연동을 통한 상호작용 촉진 전략을 제시하였으며, 이다연 외(2024)는 메타버스 학습환경에서 학습자 간 상호작용 지원이 협력적 문제해결을 촉진한다고 강조하였다. 손정명 외(2022)는 메타버스 기반 협력적

소통 SW 교육 프로그램이 협력 및 의사소통 역량을 향상시킨다고 보고하였다.

둘째, 메타버스 환경에서의 디지털 역량과 자기효능감이 중요한 역할을 한다. 메타버스는 3D 가상공간, 아바타 조작, 실시간 의사소통 등 복잡한 디지털 기술을 요구하므로, 학습자의 컴퓨터 자기효능감이 기술수용에 영향을 미칠 수 있다(Compeau & Higgins, 1995). Al-Adwan et al.(2023)은 자기효능감이 메타버스 학습 플랫폼 수용의 중요한 선행변수임을 확인하였다. 국내에서도 오지희(2021)는 확장된 TAM을 적용하여 자기효능감이 메타버스 사용 의도에 유의한 영향을 미친다는 것을 입증하였으며, 이석·이영주(2024)는 메타버스 기반 학습 환경에서 디지털 리터러시 역량이 학습 성과에 중요한 영향을 미친다고 보고하였다. 이수연·박현진(2023) 및 조민경 외(2024)는 예비 교사의 디지털 교육 역량 강화를 위해 메타버스 플랫폼에 대한 경험과 인식이 필요하다고 제안하였다.

셋째, 메타버스의 온라인 공간 특성상 메타버스 윤리와 시민성이 중요하다(김성희·이상욱, 2022). 메타버스는 익명성이 보장되고 물리적 제약이 없는 공간이므로, 학습자의 메타버스 윤리 의식이 기술의 지속적 사용 의도에 영향을 미칠 수 있다(Kaddoura & Hussein, 2023; 방은찬·변순용, 2022). 이희옥(2022)은 메타버스 내 적대적 언행 규제 방안 연구에서 메타버스 공간의 익명성과 자유로움이 사이버불링, 혐오 발언 등의 부정적 행동을 유발할 수 있음을 지적하면서, 메타버스 윤리 교육의 중요성을 강조하였다. 김국현(2022)은 Rest의 도덕성 모델(Rest, 1983; Rest & Narvaez, 1994)에 근거하여 청소년의 디지털 윤리역량 척도를 개발하면서, 청소년기가 도덕적 정체성 형성의 중요한 시기이므로 디지털 공간에서의 윤리적 행동 동기 강화가 필요하다고 주장하였다. 방준성·박판근(2022)은 메타버스 윤리와 사용자 경험(UX)을 반영한 메타버스 R&D 추진전략을 제안하면서, 메타버스 윤리가 메타버스 플랫폼의 지속가능성과 사용자 만족도에 영향을 미치는 중요한 요인임을 제시하였다. 그러나 기존 TAM 연구에서는 윤리적 측면이 충분히 다루어지지 않았다.

넷째, 학습자의 발달 단계와 특성을 고려한 모델이 필요하다. 대부분의

메타버스 교육 수용 연구는 성인 학습자를 대상으로 하였으나(Chua & Yu, 2024), 중학생과 같은 청소년 학습자는 성인과 다른 인지적, 정서적, 사회적 특성을 가지고 있다. 중학생 시기는 신체적·인지적·정서적으로 급격한 변화를 겪는 발달 단계로, Piaget의 인지 발달 단계에서 형식적 조작기로 전환되며 추상적 사고와 논리적 추론 능력이 발달한다(Feldman & Fowler, 1997). 또한 중학생들은 디지털 네이티브 세대로서 어려서부터 디지털 기기와 인터넷 환경에 익숙하게 성장했으며, 새로운 기술에 대한 적응력과 수용도가 높은 특성을 보인다(Prensky, 2001). Han & Sa(2022)는 청소년 학습자가 장기적인 학습 효과보다 즉각적인 사용 경험을 더 중시하는 경향이 있다고 보고하였으며, 중학생 대상 연구에서 사용 용이성과 즐거움 같은 변수가 더욱 중요할 수 있음을 시사한다(김미진·김하균, 2024; 박용완 외, 2023).

이러한 필요성에도 불구하고, 중학생과 같은 청소년 학습자 대상의 메타버스 관련 연구의 필요성에도 불구하고, 중학생을 대상으로 한 메타버스 교육 수용 연구는 매우 부족한 실정이다. Chua & Yu(2024)의 16년간 메타버스 교육 연구에 대한 체계적 문헌고찰은 메타버스 교육 연구가 주로 고등교육에 집중되어 있으며, 중등교육 단계의 실증 연구는 상대적으로 부족하다고 보고하였다(서용·안성진, 2023). Tlili et al.(2022)의 메타버스 교육에 관한 종합적 분석 연구에서도 K-12 교육 단계에서의 메타버스 수용 연구가 절대적으로 부족하며, 특히 학습자의 개인적 특성과 준비도를 고려한 연구가 필요하다고 강조하였다.

다섯째, 메타버스 교육의 수용 과정에서 인지적 평가와 가치 판단이 순차적으로 연결되는 복잡한 매개 메커니즘이 작동할 것으로 예측된다. Chua & Yu(2024)와 김하영(2022)은 메타버스 교육 수용이 단순한 선형적 과정이 아니라 다층적 인지 과정을 거친다고 주장하였다. 따라서 단순 매개효과뿐만 아니라 순차적 이중 매개효과를 검증할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 TAM을 기반으로 메타버스 교육 맥락에 적합한 확장 모델을 제안한다. 구체적으로 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량을 선행 변수로, 메타버스 윤리를 매개 변수로 추가하여, 중학생의 메타버스 기반 교육 서비스 수용 과정을 포괄적으로 이해하고자 한다. 이는 Scherer et

al.(2019)이 제안한 맥락 특수적 변수를 포함한 TAM 확장의 원칙과 Chua & Yu(2024)가 강조한 메타버스 교육의 독특한 특성 반영의 필요성에 부응하는 것이며, 김상희 외(2023), 남재우(2023), 이영림·임희주(2022) 등 한국의 메타버스 교육 연구에서도 강조된 바 있다.

2.3 컴퓨터 자기효능감

컴퓨터 자기효능감(Computer Self-Efficacy, CSE)은 Bandura(1977)의 자기효능감 이론(Self-Efficacy Theory) 및 Bandura(1986)의 사회인지이론(Social Cognitive Theory)을 디지털 기술과 도구 활용 맥락에 적용한 개념으로, 개인이 디지털 환경에서 특정 과제나 활동을 성공적으로 수행할 수 있다는 자신의 능력에 대한 믿음과 자신감을 의미한다.

Bandura(1977, 1986)는 자기효능감을 특정 수행 수준에 도달하기 위해 요구되는 행동을 조직하고 실행하는 자신의 능력에 대한 판단으로 정의하였다. 김수연(2024), 서현영(2024) 등 후속 연구들에서는 컴퓨터 자기효능감을 포함한 자기효능감은 성공 경험, 대리 경험, 언어적 설득, 생리적·정서적 상태 등 네 가지 주요 정보원을 통해 형성되며, 개인이 도전적인 과제에 접근하는 방식, 노력의 양, 어려움에 직면했을 때의 인내 정도에 직접적인 영향을 미친다고 보고되었다.

디지털 맥락에서 효능감 개념을 처음으로 체계화한 Compeau & Higgins(1995)는 컴퓨터 자기효능감을 “컴퓨터를 사용하는 능력에 대한 개인의 판단”으로 정의하였다. 김수연(2024), 황인호 외(2022) 등의 연구에서는 컴퓨터 자기효능감이 컴퓨터 사용에 관한 결과 기대, 정서적 반응, 실제 사용 행동에 유의한 영향을 미친다는 것을 실증하였으며, 디지털 기술의 발전과 함께 컴퓨터 자기효능감은 인터넷 정보 검색, 디지털 콘텐츠 제작, 온라인 협력 도구 활용 등 보다 광범위한 디지털 역량을 포함하는 개념으로 확장되었다.

교육 맥락에서 컴퓨터 자기효능감은 학습자의 기술수용과 학습 성과를 설명하는 핵심 변수로 주목받고 있다. Ali et al.(2025)과 Al-Adwan et

al.(2023)은 메타버스 기반 학습 환경에서 디지털 역량과 자기효능감이 지속 사용 의도 및 기술수용에 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였으며, 김승범·이형용(2023b), 오지희(2021)는 자기효능감이 메타버스 사용 의도와 인지된 사용 용이성에 긍정적 영향을 미친다는 것을 검증하였다. 선행연구들에서 컴퓨터 자기효능감은 메타버스 환경에서 학습 몰입과 학습 성과에 긍정적 영향을 미친다는 것을 확인하였다(김하영, 2022; 이석·이영주, 2024).

컴퓨터 자기효능감과 기술수용 간의 관계를 설명하는 이론적 틀로서, Ellen et al.(1991)과 Chen et al.(2009)은 자기효능감이 혁신적 기술의 수용에 있어 개인의 결정, 노력, 행동의 지속성에 영향을 미치는 핵심 변수이며, 자기효능감이 높은 사용자가 혁신적 기술을 수용하는 데 더 긍정적인 태도를 보이고 기술 사용 과정에서 직면하는 어려움을 극복하는 데 더 큰 인내심을 발휘한다는 것을 밝혔다.

컴퓨터 자기효능감은 학습 몰입, 학습 만족도 및 학습 성과에도 긍정적인 영향을 미친다(김희철 외, 2023). 중학생을 대상으로 한 메타버스 교육 맥락에서 컴퓨터 자기효능감은 특히 중요한 의미를 갖는다. 메타버스 플랫폼은 3D 가상공간 내에서의 내비게이션, 아바타 조작, 다양한 상호작용 도구 활용 등 기존 온라인 학습 도구보다 복잡한 디지털 기술을 요구하므로, 학습자가 디지털 도구와 기능을 자신 있게 다룰 수 있다고 믿는 정도는 메타버스 기반 교육 서비스의 수용과 효과적 활용에 결정적 영향을 미칠 수 있다. 서현영(2024)과 김국현(2022)은 새로운 디지털 환경에서 학습자의 디지털 역량 함양이 필수적임을 시사하였다. 또한 컴퓨터 자기효능감은 디지털 격차를 설명하는 심리적 요인으로 작용하며, 디지털 기술에 대한 자신감이 낮은 학습자는 새로운 디지털 환경에서 소외될 가능성이 있음을 시사한다(Eastin & LaRose, 2000).

2.4 협력적 의사소통 역량

협력적 의사소통 역량(Collaborative Communication Competency,

CCC)은 학습자가 동료 학습자들과 함께 공동의 학습 목표를 달성하기 위해 적극적으로 상호작용하고 협력하는 행동적 특성을 의미한다(Jeitziner et al., 2025). 협력적 의사소통 역량은 메타버스 기반 수업 환경에서 학생이 학급 친구들과의 토론, 의견 발표, 협력 활동 등을 일반 수업 대비 더 많이 수행할 수 있다는 자기 인식의 정도로 조작적으로 정의된다(Nah et al., 2025; 손정명 외, 2022; 김상희 외, 2023).

협력적 의사소통 역량은 Vygotsky(1978)가 제안한 ‘학습은 사회적 상호작용과 문화적 맥락 속에서 이루어진다’라는 사회문화적 학습 이론(Sociocultural Learning Theory)의 사회적 구성주의(Social Constructivism)와 Johnson & Johnson(1989)의 사회적 상호의존 이론(Social Interdependence Theory)의 협력학습 정의를 기반으로 한다. 이러한 이론적 토대 위에서 Slavin(1980, 1995)은 협력학습의 동기적 측면을, Kagan(1985, 1994)은 구조화된 협력학습 방법을 체계화하였다. Slavin(1980, 1995)은 협력학습이 학생의 학업 성취, 긍정적 인종 관계, 학습자 간 상호 배려, 학생 자존감 등 다양한 긍정적 결과를 증진시킨다는 것을 실증적으로 입증하였으며, Kagan(1985, 1994) 및 Fernandez-Rio et al.(2022)은 긍정적 상호의존성, 개별적 책무성, 촉진적 상호작용, 사회적 기술, 집단 과정 등의 핵심 요소를 제시하였다. 협력학습 이론은 학습자 간 지식 공유, 문제해결 과정에서의 상호 지원, 다양한 관점의 통합 등을 통해 개별 학습보다 높은 학습 성과를 도출하는 이론적 토대를 제공한다(Shimizu et al., 2020).

메타버스 환경에서의 협력적 의사소통 역량을 통한 협력학습 참여는 전통적인 대면 수업이나 일반적인 온라인 수업과는 차별화된 특성을 보인다. Nah et al.(2025)은 메타버스의 실재감과 몰입감이 협력적 의사소통을 강화하는 주요 요인임을 강조하였으며, Jovanović & Milosavljević(2022)는 가상 환경에서의 아바타 기반 상호작용이 학습자 간 사회적 연결성과 협력적 행동을 촉진한다고 보고하였다. 손정명 외(2022)는 메타버스 기반 협력적 소통 SW 교육 프로그램 연구에서 학생들이 메타버스 플랫폼을 통해 협력적 의사소통 활동에 자연스럽게 몰입하며, 문제해결 과정에서 언어적·비언어적 표현을 활발히 활용함을 확인하였다. 연구 결과, 협력 역량은 평균

4.47점으로 4C 역량(창의성, 비판적 사고, 의사소통, 협력) 중 가장 높은 점수를 보였으며, 메타버스 플랫폼이 협력적 의사소통 능력 향상에 효과적인 것으로 나타났다.

김상희 외(2023)는 메타버스 활용 수업에서 협력적 상호작용을 촉진하는 요소를 분석한 결과, 교수자들이 모둠활동 위주의 학습자 중심 교수·학습 방법을 적용하며, 메타버스와 연동한 구글 문서, 패들렛, 구글 프레젠테이션 등의 협력 도구를 활용하여 학습자 간 상호작용을 강화한다고 보고하였다. 특히 메타버스 공간을 학생들과 함께 제작하거나 재수정하고, 공간 내에서 퀴즈를 제작하는 등의 창작적 활동을 통해 협력적 상호작용이 촉진되었다. 이는 메타버스가 단순한 소통 공간을 넘어 학습자들이 함께 창조하고 협력하는 능동적 학습 환경으로 기능함을 시사한다.

메타버스 환경의 협력적 의사소통 역량은 학습자의 심리적 측면에도 긍정적 영향을 미친다. 이영림·임희주(2022)는 메타버스를 활용한 온라인 수업에서 학생들의 협력적 자기효능감이 향상됨을 확인하였다. 협력적 자기효능감은 동료와 함께 공동의 과제를 성공적으로 완수할 수 있는 능력에 대한 개인의 믿음이나 평가로 정의되는데, 이는 학습 성과와 직접적으로 연결된다(Alavi & McCormick, 2008; Duckworth et al., 2007). 메타버스 환경에서 아바타를 통한 익명성과 가상공간의 자유로움은 특히 내성적이거나 수줍음이 많은 학생이 적극적으로 참여할 수 있는 심리적 안전감을 제공한다. 기술수용 관점에서 Ali et al.(2025)은 메타버스 기반 고등교육 환경에서 협력적 의사소통 경험이 인지된 유용성과 지속적 사용 의도에 유의한 영향을 미친다는 것을 실증하였으며, Alshammari & Alrashidi(2024)는 협력적 학습 환경이 사용자의 기술수용에 긍정적 영향을 미치는 핵심 요인임을 강조하였다.

중등교육 맥락에서 협력적 의사소통 역량은 21세기 핵심 역량 함양이라는 측면에서 매우 중요한 의미를 지닌다. Al-Adwan et al.(2023)은 메타버스 기반 학습 플랫폼을 사용하려는 대학생의 의도를 예측하는 연구에서 협력적 의사소통 역량이 학습자의 기술수용에 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였으며, 이는 중등교육에도 적용될 수 있는 시사점을 제공한다. 2022

개정 교육과정에서 강조하는 협력적 의사소통 역량은 디지털 전환 시대에 필수적인 능력으로, 메타버스 기반 수업은 협력적 의사소통 역량을 함양할 수 있는 효과적인 교육 환경을 제공한다(김상희 외, 2023). 중학생 시기는 또래 관계가 중요해지고 사회적 상호작용이 활발해지는 발달 단계로, 메타버스 환경에서의 협력적 의사소통 역량은 학생들의 사회정서적 발달을 지원하는 매개체로 기능할 수 있다.

메타버스 환경에서의 협력적 의사소통 역량은 공간적·시간적 제약을 극복하고 다양한 형태의 협력 활동을 가능하게 한다는 점에서 교육적 가치가 크다. Wu et al.(2024)은 메타버스 관광에 대한 행동 의도 연구에서 Csikzentimihalyi(1975)의 플로우 이론(Flow Theory)을 확장한 TAM을 통해 다양한 협력적 활동들이 사용자의 긍정적 태도 형성에 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 학습자들은 메타버스 공간에서 실시간으로 토론하고, 공동으로 문제를 해결하며, 창의적인 산출물을 함께 만들어가는 과정을 경험한다. 이러한 협력적 의사소통 경험들은 학습자의 인지적 역량뿐만 아니라 의사소통 능력, 문제해결 능력, 비판적 사고 능력 등 고차원적 사고 능력을 종합적으로 발달시키는 데 기여한다(손정명 외, 2022). Li et al.(2024)은 ‘에듀-메타버스 시대’에 관한 실증 연구를 통해 메타버스 환경에서의 협력적 의사소통 역량이 학습 성과를 향상시키는 핵심 기제로 작용한다는 것을 입증하였으며, Jovanović & Milosavljević(2022)는 게임화된 협력학습을 위한 메타버스 플랫폼 연구에서 메타버스 플랫폼의 게임적 요소가 학습자 간 협력적 의사소통 활동을 촉진하고 학습 동기를 강화하는 데 효과적임을 밝혔다.

최근의 국제 학술 연구들은 메타버스 기반 협력적 의사소통 역량이 단순한 교육 트렌드를 넘어 학습자의 역량 발달과 교육 효과성을 실질적으로 증진시키는 검증된 교육 전략임을 일관되게 보여주고 있다(Xu et al., 2024).

2.5 인지된 사용 용이성

인지된 사용 용이성(Perceived Ease of Use, PEU)은 “사용자가 특정

정보기술 시스템을 사용할 때 많은 노력이나 어려움 없이 쉽게 사용할 수 있을 것이라고 믿는 주관적 인식의 정도”를 의미한다(Davis, 1989). 본 연구에서 인지된 사용 용이성은 메타버스 교육 플랫폼의 기술적 안정성, 접속 및 로그인 편의성, 인터페이스의 직관성, 의사소통 기능의 사용 편의성 등 학습자가 인지하는 사용의 용이함 정도로 조작적으로 정의된다(Chua & Yu, 2024; Aburbeian et al., 2022).

TAM에서 인지된 사용 용이성은 기술수용을 결정하는 핵심 신념 변수 중 하나로, 사용자가 새로운 기술을 사용하는 데 필요한 정신적·신체적 노력이 적을 것이라고 믿는 정도를 나타낸다. Venkatesh & Davis(2000)는 TAM2 모델을 통해 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성에 직접적인 영향을 미치며, 동시에 사용 의도에도 영향을 미치는 이중 경로를 가진다는 것을 실증하였다. King & He(2006)는 TAM에 대한 메타분석을 통해 인지된 사용 용이성이 기술수용 과정에서 일관되게 유의한 영향을 미치는 핵심 변수임을 확인하였다.

메타버스 교육 환경에서 사용 용이성은 기술적 특성과 밀접하게 연관되어 있다. Aburbeian et al.(2022)은 메타버스의 기술적 복잡성이 사용자의 수용을 저해할 수 있는 주요 요인임을 지적하면서, 직관적인 사용자 인터페이스(UI)와 사용자 경험(UX) 설계의 중요성을 강조하였다. Chua & Yu(2024)는 메타버스 플랫폼의 접근성과 편의성이 학습자의 기술수용에 결정적 역할을 한다고 보고하였으며, 아울러 교육 맥락에서는 학습자가 기술적 어려움 없이 학습 내용에 집중할 수 있도록 하는 사용 편의성이 필수적이라고 주장하였다.

남재우(2023)는 메타버스 대학 강의 수용요인 연구에서 노력기대가 사용 의도에 잠재적으로 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였으며, 메타버스 강의의 접근성과 편의성을 강화한 UI/UX 디자인의 필요성을 제시하였다. 오지희(2021)는 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성에 정적 영향을 미치고, 메타버스 사용 의도에도 직접적인 영향을 미친다는 것을 실증하였다. 더불어 메타버스를 사용하기 쉽다고 인식할수록 메타버스가 자신에게 유용하다고 생각하며, 이는 사용 의도를 높인다고 설명하였다.

중등교육 맥락에서 인지된 사용 용이성은 특히 중요한 의미를 지닌다. 김미진·김하균(2024)은 중학생 대상 메타버스 활용 교육 연구에서 용이성이 학습자의 특별한 노력 없이 시스템을 사용할 수 있다고 믿는 정도로 정의되며, 이는 교육 만족도와 지속 사용 의도에 직접적인 영향을 미친다고 보고하였다. 중학생들은 디지털 네이티브 세대임에도 불구하고 새로운 플랫폼에 대한 학습 곡선이 존재하므로, 메타버스 교육 플랫폼은 최소한의 사전 교육만으로도 쉽게 사용할 수 있는 직관적 설계가 필수적이다(주수연, 2023).

메타버스 기반 교육에서 사용 용이성은 단순히 기술적 편의성을 넘어 교육적 효과성과도 연결된다. Al-Adwan et al.(2023)은 메타버스 기반 학습 플랫폼 연구에서 인지된 사용 용이성이 학습자의 지속적 참여와 학습 성과에 긍정적 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 학습자가 플랫폼 사용의 어려움으로 인해 인지적 부하가 가중되면 학습 내용에 대한 집중도가 저하되므로, 사용 용이성은 효과적인 학습 환경 조성의 전제 조건이 된다.

Kemp et al.(2024)은 확장된 교육 기술수용모델을 활용한 연구에서 가상 교실 환경에서의 학생 태도를 분석하였으며, 인지된 사용 용이성이 학습자의 기술수용에 있어 핵심적 선행 요인으로 작용한다는 것을 입증하였다. 서용·안성진(2023)은 중고등학생을 대상으로 한 메타버스 경험 및 태도 분석 연구에서 학생들이 메타버스의 각 요소에 대해 인지하는 사용 편의성 수준이 4.29점으로 높게 나타났으며, 특히 고등학생이 중학생보다 메타버스 플랫폼의 사용 용이성을 더 높게 인식한다는 것을 확인하였다.

최근의 국제 학술 연구들은 사용 용이성이 다양한 교육 기술 환경에서 일관되게 중요한 역할을 한다는 것을 보여주고 있다. Lin & Yu(2023)의 확장된 TAM 연구에서는 인지된 사용 용이성이 학습 도구 채택의 핵심 예측 변인임을 확인하였으며, 이는 메타버스와 같은 새로운 교육 기술에도 적용되는 보편적 원리임을 시사한다(García et al., 2024). Kumar et al.(2020)은 모바일 학습 환경에서 사용 용이성이 자기효능감 및 사용 의도와 밀접한 관계를 맺고 있음을 실증하였으며, 사용자가 기술을 쉽게 사용할 수 있다고 인식할 때 자신의 학습 능력에 대한 확신도 함께 증가한다는 것을

밝혔다.

Mastour et al.(2025)은 의료 전문직 교육에서 이러닝 수용에 관한 연구를 통해 인지된 사용 용이성이 다양한 교육 분야와 문화권에서 기술수용의 보편적 결정 요인으로 작용함을 확인하였다. Han & Sa(2022)는 코로나19 상황에서 온라인 교육 수용을 분석한 결과, 기술적 안정성과 사용 편의성이 학습자의 만족도와 지속 사용 의도를 결정하는 핵심 요인임을 밝혔으며, 이는 메타버스 기반 교육에서도 동일하게 적용될 수 있다는 시사점을 제공한다.

Granić & Marangunić(2019)는 교육 맥락에서의 TAM에 대한 체계적 문헌 고찰을 통해 인지된 사용 용이성이 교육 기술수용 연구에서 가장 빈번하게 검증되고 일관된 결과를 보이는 핵심 변수임을 확인하였다. 이와 함께 교육 환경에서 사용 용이성은 학습자의 기술 불안감을 감소시키고 기술에 대한 긍정적 태도를 형성하는 데 결정적 역할을 한다고 강조하였다. 이상의 연구 결과들은 메타버스 기반 교육 서비스를 설계하고 구현할 때 학습자 중심의 직관적이고 사용하기 쉬운 인터페이스 설계가 교육적 성공의 필수 조건임을 시사한다.

2.6 인지된 유용성

인지된 유용성(Perceived Usefulness, PU)은 TAM의 핵심 구성요소로서, 특정 시스템이나 기술을 사용함으로써 개인의 과업 수행 능력이나 성과가 향상될 것이라고 믿는 정도를 의미한다. Davis(1989)는 인지된 유용성을 “특정 시스템을 사용하는 것이 개인의 직무 성과를 향상시킬 것이라고 믿는 정도”로 정의하였으며, 이는 사용자의 주관적 믿음에 기반한 개념이다(Fishbein & Ajzen, 1975). 초기 TAM 연구에서 인지된 유용성은 기술수용 의도를 예측하는 가장 강력한 변인으로 확인되었으며, 인지된 사용 용이성보다 사용 행동이나 사용 의도에 더 직접적이고 강한 영향을 미치는 것으로 확인하였다(Venkatesh & Davis, 2000). 인지된 유용성은 단순한 기능적 효용을 넘어 사용자의 전반적인 성과 향상에 대한 포괄적 인식을

반영하고 있다(배영임·신혜리, 2020).

교육 맥락에서 인지된 유용성은 학습자가 특정 교육 도구나 플랫폼이 자신의 학습 목표 달성과 역량 향상에 실질적으로 도움이 될 것이라고 인식하는 정도로 해석된다. 김미진·김하균(2024)의 중학생 대상 메타버스 교육 연구에서 유용성을 “사용자가 메타버스에서 체험한 정보가 가치 있고 다양하며 유용한 정보를 제공받고 있다고 믿는 정도”로 정의했으며, 이는 교육 환경에서의 유용성이 정보의 가치에 대한 인식을 포함함을 보여준다. 서용·안성진(2023)의 연구 역시 중고등학생의 메타버스 교육 수용에서 인지된 유용성이 사용 태도와 행동 의도에 유의한 영향을 미치는 것을 확인하였다.

메타버스 기반 교육의 맥락에서 인지된 유용성은 보다 다차원적 특성을 갖는다. 이는 단순한 학업 성취도 향상을 넘어 문제해결 능력, 창의적 사고력, 협력 역량, 의사소통 능력 등 21세기 핵심 역량의 향상에 대한 포괄적 인식을 포함한다(Chua & Yu, 2024). 김상희 외(2023)의 메타버스 활용 교수·학습 모형 개발 연구에서는 메타버스 교육이 지식구성, 지식명확화, 지식활용의 단계별로 학습자의 역량을 체계적으로 향상시킬 수 있음을 제시하였다. 이는 메타버스 교육의 유용성이 다양한 학습 단계와 역량 영역에 걸쳐 인식될 수 있음을 시사한다.

선행연구들은 인지된 유용성이 교육 만족도와 지속적인 사용 의도에 미치는 영향을 일관되게 보고하고 있다. 배영임·신혜리(2020)의 디지털 헬스케어 서비스 연구에서는 인지된 유용성이 수용 의도에 가장 강력한 영향($\beta=0.539$, $p<0.001$)을 미치는 것으로 나타났으며, 이는 유용성 인식이 기술수용의 핵심 동인임을 입증한다. 조계해·이정교(2023)의 메타버스 스토어 수용 의도 연구 역시 인지된 유용성이 수용 의도에 직접적이고 유의한 영향을 미치는 것을 확인하였다. 선행연구의 결과들은 사용자가 시스템의 유용성을 높게 인식할수록 해당 기술을 지속적으로 사용하려는 의도가 증가함을 보여준다.

청소년 학습자를 대상으로 한 연구에서도 인지된 유용성의 중요성이 확인되고 있다. 김미진·김하균(2024)은 중학생의 메타버스 교육 만족도 연구에서 유용성, 용이성, 효능성, 상호작용이 교육 만족도를 거쳐 지속적

사용 의도에 영향을 미치는 경로를 검증하였으며, 유용성이 교육 만족도에 미치는 영향($\beta=0.335$, $t=5.366$, $p<0.001$)이 유의함을 보고하였다. 이는 중학생들이 메타버스 수업을 통해 실질적인 학습 효과를 경험하고 이를 유용하게 인식할 때 높은 만족도와 지속적 사용 의도를 보임을 의미한다.

최근의 국제 학술 연구들은 메타버스 기반 교육에서 인지된 유용성이 학습 성과 및 지속 사용 의도와 갖는 강력한 관계를 일관되게 입증하고 있다. Ali et al.(2025)은 고등교육 기관에서 메타버스의 지속 사용 의도를 조사한 연구에서 구조방정식 모델링과 인공지능망을 결합한 이중 분석 방법을 활용하였으며, 인지된 유용성이 지속 사용 의도에 대한 가장 강력한 예측 변인임을 확인하였다. 이 연구는 학습자가 메타버스 플랫폼을 통해 학습 목표를 효과적으로 달성하고 역량을 향상시킬 수 있다고 인식할 때 플랫폼을 지속적으로 사용하려는 의도가 크게 증가함을 보여주었다. Alshammari & Alrashidi(2024)는 메타버스 사용 의도에 영향을 미치는 요인을 분석한 연구에서 인지된 유용성이 사용자의 기술수용을 결정하는 핵심 매개변수로 작용한다는 것을 구조방정식 모델링을 통해 실증하였다.

Alshammari & Babu(2025)의 최근 연구는 만족도가 인지된 유용성과 행동의도 간의 관계를 매개하는 중요한 역할을 한다는 것을 밝혔으며, 이는 교육 플랫폼의 유용성이 단순히 직접적으로 사용 의도에 영향을 미치는 것뿐만 아니라 학습자의 만족도를 통해 간접적으로도 영향을 미친다는 것을 시사한다. Baudier et al.(2025)은 교육에서의 메타버스 수용에 관한 연구에서 사용자의 메타버스에 대한 인식과 수용이 인지된 유용성에 의해 크게 좌우된다는 것을 확인하였으며, 특히 교육적 맥락에서 메타버스의 유용성 인식이 채택 결정의 핵심 요소임을 강조하였다. 국제 연구들은 문화권과 교육 수준을 넘어 인지된 유용성이 메타버스 기반 교육 수용의 보편적 핵심 동인임을 일관되게 보여주고 있다.

2.7 메타버스 윤리

메타버스 윤리(Metaverse Ethics, ME)는 Ribble(2011)의 디지털 시민성

이론(Digital Citizenship Theory)과 Kohlberg(1984)의 도덕 발달 이론(Moral Development Theory)을 이론적 기반으로 하며, 메타버스와 같은 다양한 사이버 공간에서 개인이 지켜야 할 도덕적 가치와 규범, 책임 있는 행동 원칙을 의미하고, 디지털 사회의 건전한 발전을 위한 필수적 요소로 인식되고 있다. 방준성·박판근(2022)은 메타버스 서비스 플랫폼 개발에서 메타버스 윤리와 사용자 경험이 기술 개발과 함께 통합적으로 고려되어야 함을 강조하였다. 시스템적 윤리 체계는 사용자를 실시간으로 보호하고 사용자 경험 만족도를 높이는 데 기여할 수 있다. 특히 청소년을 대상으로 한 메타버스 윤리 교육이 더욱 강조되고 있다(이희옥, 2022).

메타버스 윤리는 디지털 윤리를 메타버스 맥락에 적용한 개념이다. 디지털 윤리의 구성요소는 크게 세 가지 차원으로 구분할 수 있다. 첫째, 타인 존중과 관련된 차원으로 악성 댓글 금지, 사이버 폭력 방지, 타인의 권리 존중 등이 포함된다(이기식, 2022). 둘째, 정보 윤리와 관련된 차원으로 저작권 보호, 개인정보 보호, 정보의 정확성 확보 등이 해당한다(신영진, 2023; Burr et al., 2020). 셋째, 책임 있는 디지털 시민성과 관련된 차원으로 건전한 온라인 문화 조성, 디지털 공동체 의식 등이 포함된다(Kaddoura & Husseiny, 2023). 그리고 청소년의 메타버스 윤리는 Rest의 도덕성 모델(Rest, 1983; Rest & Narvaez, 1994)을 기반으로 하는 디지털 윤리에서 그 특성을 찾을 수 있다. 김국현(2022)은 Rest의 도덕성 4요소 모델(도덕적 민감성, 도덕적 판단력, 도덕적 동기화, 도덕적 실행력)에 근거하여 디지털 윤리가 온라인 상황에서 적용 가능한 실천적 역량임을 강조하였다. 청소년기는 도덕적 가치관이 형성되는 중요한 시기이므로, 이 시기의 디지털 윤리 교육은 평생의 온라인 행동 패턴을 결정하는 데 중요한 영향을 미친다고 강조하고 있다.

메타버스와 같은 새로운 디지털 환경의 등장은 메타버스 윤리 교육에 새로운 도전과 기회를 동시에 제공한다. 메타버스는 익명성과 자유로운 상호작용이 가능한 공간이기 때문에 윤리적 일탈 행위가 발생할 가능성이 상대적으로 높다. 이희옥(2022)의 연구는 메타버스 내 적대적 언행의 문제점을 분석하면서, 메타버스 공간에서 아바타를 통한 간접적 상호작용이

오히려 공격적 행동의 심리적 장벽을 낮출 수 있음을 강조하였다.

국제적으로도 메타버스 환경에서의 윤리 문제에 대한 논의가 활발히 진행되고 있다. IEEE 표준협회에서는 XR 윤리 연구그룹을 조직하여 메타버스 서비스 이용과 관련된 윤리적 이슈를 논의하고 있으며, 다양성, 포용성, 접근 가능성을 핵심 고려사항으로 제시하고 있다(방준성·박판근, 2022). 나해찬 외(2022)의 연구는 메타버스 교육 플랫폼 개발 시 교육 현장에서의 실제 활용 가능성을 고려해야 함을 제안하면서, 플랫폼 설계 과정에서 교수자와 학습자에게 필요한 윤리적 기능을 반영하는 것이 필수적임을 강조하였다. Natale et al.(2020), Radianti et al.(2020) 및 Pellas et al.(2020)은 K-12 및 고등교육에서 몰입형 VR의 체계적 문헌 고찰을 통해, 교육용 가상 환경의 설계에서 학습자 안전과 윤리적 지침이 교육 효과성과 밀접하게 연관됨을 확인하였다

선행연구 결과들은 메타버스 교육 환경에서 메타버스 윤리가 단순히 부가적 요소가 아니라 교육의 질과 효과를 좌우하는 핵심 요인임을 시사한다. 메타버스 윤리 의식과 기술 사용 행동 간의 관계를 규명한 연구들은 윤리 의식이 기술수용과 지속적 사용에 유의한 영향을 미치며, 이는 메타버스 등을 포함한 다양한 디지털 환경에서도 일관되게 보고되고 있다(Frahm & Schiølin, 2024); Pikhart & Klimova, 2025).

2.8 사용 의도

사용 의도(Intention to Use, IU)는 개인이 특정 기술이나 시스템을 미래에 사용하려는 의지와 계획의 정도를 의미하며, TAM에서 실제 사용 행동을 예측하는 가장 직접적인 선행변인으로 간주된다(Venkatesh & Davis, 2000). Davis(1989)는 TAM을 제안하면서 사용 의도를 행동 의도의 개념으로 제시하였으며, 이는 태도와 실제 행동을 연결하는 매개 역할을 수행한다. TAM의 이론적 기반이 된 합리적 행동이론에서도 행동의도는 실제 행동을 예측하는 가장 강력한 변인으로 규명되었다(Fishbein & Ajzen, 1975).

기술수용 연구의 발전 과정에서 사용 의도의 개념은 점차 정교화되어

왔다. Venkatesh et al.(2003)은 사용 의도를 행동 의도로 명명하고, 이를 성과 기대, 노력 기대, 사회적 영향의 직접적 결과 변수로 설정하였다. 이후 Venkatesh et al.(2012)는 소비자 맥락을 고려하여 쾌락적 동기, 가격 가치, 습관 등이 행동 의도에 미치는 영향을 추가로 검증하였다. 사용 의도 개념의 이론적 확장은 사용 의도가 단순한 이용 의향을 넘어 지속적 사용과 기술 확산에 대한 포괄적 행동 의지를 포함함을 보여준다(Ali et al., 2025; Toros et al., 2024; 황대수·박진우, 2022).

교육 맥락에서 사용 의도는 학습자가 특정 교육 도구나 플랫폼을 향후 학습에 활용하고자 하는 의지를 나타낸다. 메타버스 교육 연구에서 사용 의도는 학습자의 전반적 만족도, 재참여 의향, 타인 추천 의사 등의 다차원적 개념으로 측정되며, 이는 교육 프로그램의 효과성과 지속가능성을 평가하는 중요한 지표가 된다(Alshammari & Alrashidi, 2024). 남재우(2023)의 메타버스 대학 강의 수용요인 연구에서는 사용 의도가 사용 행동에 유의한 영향($\beta=0.320$, $p<0.001$)을 미치는 것으로 확인되었으며, 이는 의도가 실제 행동으로 전환되는 경로를 실증적으로 입증한다.

사용 의도에 영향을 미치는 선행 요인들에 대한 연구는 일관되게 인지된 유용성과 사용 용이성의 중요성을 보고하고 있다(이미나·김민정, 2023; 정한나·류한영, 2023). 이슬 외(2023)의 외식산업 메타버스 연구 역시 유용성과 용이성이 감성적·인지적 태도를 매개하여 행동 의도에 영향을 미치는 경로를 확인하였다. 이처럼 선행연구 결과들은 사용자가 시스템을 유용하고 사용하기 쉽다고 인식할수록 지속적으로 사용하려는 의도가 증가함을 일관되게 보여준다.

중학생을 대상으로 한 메타버스 교육 연구에서 사용 의도는 특별한 의미를 갖는다. 김미진·김하균(2024)의 연구에서는 메타버스 교육의 유용성, 용이성, 효능성, 상호작용이 교육 만족도를 거쳐 지속 사용 의도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며($R^2 = 0.709$), 이는 중학생들의 메타버스 수용이 다양한 요인들의 복합적 작용에 의해 결정됨을 보여준다. 서용·안성진(2023)의 중고등학생 대상 연구에서도 인지된 유희성, 인지된 사용 용이성, 인지된 유용성이 사용 태도를 거쳐 행동 의도에 긍정적 영향을

미치는 것으로 확인되었으며, 이는 청소년기 학습자의 경우 기술적 특성뿐만 아니라 흥미와 즐거움 같은 정서적 요인도 사용 의도에 중요하게 작용함을 시사한다. 사용 의도와 교육 만족도 간의 관계를 규명한 연구들은 양자가 밀접하게 연관되어 있음을 보고한다. Han & Sa(2022)의 360도 VR 연구에서도 현존감과 가상현실에 대한 자기효능감이 재난 예방에 대한 태도를 거쳐 사용 의도에 영향을 미치는 경로가 확인되었으며, 이는 몰입적 경험이 사용 의도 형성에 중요한 역할을 함을 시사한다.

사용 의도의 측정은 연구 맥락에 따라 다양한 방식으로 이루어져 왔다. 전통적으로는 ‘사용할 의향이 있는가’를 묻는 직접적 측정 방식이 사용되었으나(Davis, 1989), 최근 연구들은 만족도, 재사용 의도, 추천 의사, 지속적 사용 의도 등 보다 다차원적인 접근을 시도하고 있다(Alshammari & Alrashidi, 2024; Dahri et al., 2024). 사용 의도에 대한 다차원적 측정 방식은 사용 의도가 단순히 사용 여부를 넘어 지속적 사용, 적극적 활용, 확산에 대한 포괄적 행동 의지를 포함한다는 인식을 반영한다.

III. 연구 방법

3.1 연구 모형

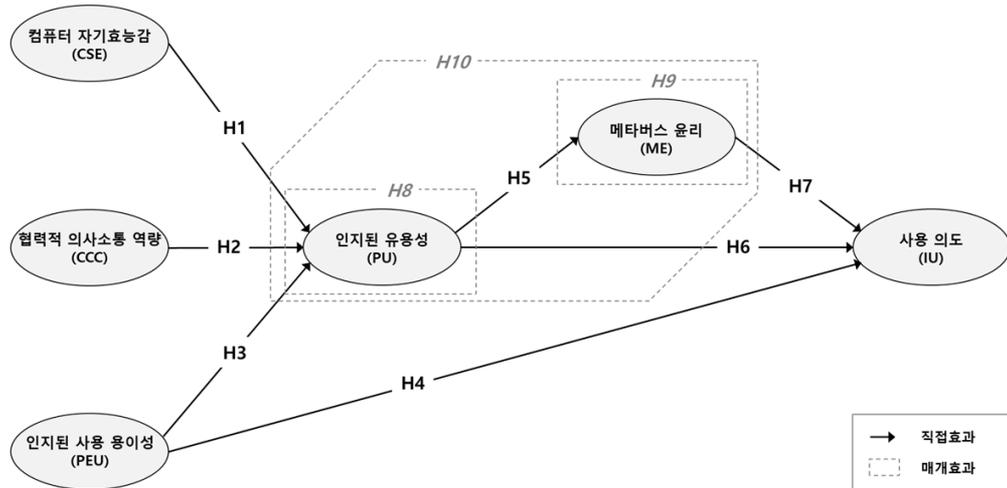
본 연구는 중학생의 메타버스 기반 교육 서비스 수용에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 TAM을 기반으로 연구 모형을 설정하였다. TAM은 새로운 정보기술의 수용과 이용 행동을 설명하는 대표적인 이론으로, 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성이 기술수용의 핵심 요인임을 제시한다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000).

메타버스는 현실과 가상이 융합된 3D 디지털 공간으로, 교육 분야에서 학습자 간 상호작용과 몰입형 학습 경험을 제공하는 새로운 교육 플랫폼으로 주목받고 있다(남재우, 2023; 오지희, 2021). 특히 중학생은 디지털 네이티브 세대로서 디지털 기술에 대한 친숙도가 높으나, 메타버스 교육 서비스의 효과적인 활용을 위해서는 개인의 디지털 역량과 협력적 활동 능력이 중요한 선행 요인으로 작용할 수 있다(김미진·김하균, 2024).

이에 본 연구는 TAM을 확장하여, 독립변수로 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 그리고 TAM의 핵심 변수인 인지된 사용 용이성을 설정하였다. 컴퓨터 자기효능감은 디지털 도구와 기술을 효과적으로 사용할 수 있다는 자신감을 의미하며(Compeau & Higgins, 1995), 협력적 의사소통 역량은 메타버스 수업 환경에서 또래와의 협력적 상호작용을 통해 학습 활동에 적극적으로 참여하는 정도를(Nah et al., 2025), 인지된 사용 용이성은 메타버스 플랫폼의 사용이 쉽고 편리하다고 인식하는 정도를(Chua & Yu, 2024) 의미한다. 매개변수로는 TAM의 핵심 변수인 인지된 유용성과 함께, 메타버스 윤리를 포함하였다. 인지된 유용성은 메타버스 플랫폼이 학습자의 성과를 향상시킬 것이라고 믿는 정도(Davis, 1989)를 의미하며, 메타버스 윤리는 메타버스 공간에서 타인을 존중하고 책임감 있게 행동하는 태도를 의미하며(김국현, 2022), 청소년의 건전한 메타버스 이용을 위한 중요한 요인으로 고려되었다. 종속변수는 메타버스 기반 교육 서비스를

지속적으로 이용하려는 의향을 의미하는 사용 의도로 하였다(Venkatesh & Davis, 2000).

본 연구 모형은 [그림 3-1]과 같으며, 독립변수가 매개변수를 거쳐 종속변수에 영향을 미치는 경로를 설정하여 직접효과와 매개효과를 검증하고자 한다.



[그림 3-1] 연구 모형

3.2 연구 가설의 설정

본 연구는 앞서 제시한 연구 모형을 바탕으로 중학생의 메타버스 교육 플랫폼 수용에 영향을 미치는 변수 간의 구조적 관계를 실증적으로 검증하고자 한다. 변수 간 직접효과를 검증하기 위한 7개의 가설과 매개효과를 검증하기 위한 3개의 가설을 포함하여 총 10개의 연구 가설을 설정하였다.

3.2.1 컴퓨터 자기효능감(CSE)과 인지된 유용성(PU)의 관계

컴퓨터 자기효능감은 개인이 디지털 도구와 기술을 효과적으로 사용할 수

있다는 자신감을 의미하며, 자기효능감 이론에 기반을 둔다(Compeau & Higgins, 1995). Bandura(1977, 1986)의 사회인지이론에 따르면, 자기효능감은 개인이 특정 과제를 성공적으로 수행할 수 있다는 믿음으로, 이 믿음은 행동 선택, 노력의 정도, 지속성에 영향을 미친다. 컴퓨터 자기효능감이 높은 학습자는 컴퓨터나 인터넷 기반 도구를 활용한 학습 맥락에서 자신감을 갖고 적극적으로 참여하며, 기술적 문제 상황에서도 효과적으로 대처할 수 있다.

메타버스 교육 맥락에서 컴퓨터 자기효능감은 더욱 중요한 의미를 갖는다. 메타버스는 3D 가상공간에서 아바타를 통해 상호작용하는 복합적인 디지털 환경으로, 플랫폼 접속, 아바타 조작, 가상 객체 활용 등 다양한 디지털 기술이 요구된다(남재우, 2023). 컴퓨터 자기효능감이 높은 학습자는 메타버스 플랫폼의 다양한 기능을 신속하게 습득하고 활용할 수 있으며, 이를 통해 메타버스 기반 학습이 자신의 학업 성취와 역량 개발에 유용하다고 인지할 가능성이 크다.

Teo(2009)의 확장된 TAM을 사용한 연구에서, 컴퓨터 자기효능감이 인지된 유용성에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다($b = 0.069, p < 0.05$). 컴퓨터를 활용한 디지털 기술에 대한 자신감은 학습자가 새로운 기술 기반 학습 도구의 교육적 가치를 긍정적으로 평가하는 데 중요한 선행 요인으로 작용한다. 특히 중학생과 같은 청소년 학습자의 경우, 디지털 네이티브 세대로서 디지털 기술에 대한 친숙도는 높으나, 교육적 맥락에서의 효과적 활용 능력은 개인차가 크다(이현숙 외, 2020).

컴퓨터 자기효능감은 단순히 컴퓨터를 사용하는 능력을 넘어, 인터넷을 통해 발견한 정보의 가치를 비판적으로 평가하고 효과적으로 활용하는 능력을 포함한다(김하영, 2022; Gilster, 1997). 특히 기술 기반 사회에서 컴퓨터 자기효능감은 필수적 핵심 역량으로 인식되며(김수환 외, 2017), 학습자의 성공적인 학습을 위한 중요한 요소로 작용한다(곽은지, 2016). Ali et al.(2025)은 컴퓨터 자기효능감이 메타버스 학습 환경에서 인지된 유용성에 유의한 정적 영향을 미친다는 점을 확인하였다.

선행연구들은 컴퓨터 자기효능감이 기술 기반 학습 환경에서 학습자의

유용성 인식 형성에 중요한 역할을 한다는 점을 일관되게 지지한다(Teo, 2009; Compeau & Higgins, 1995; Al-Adwan et al., 2023). 이에 본 연구는 컴퓨터 자기효능감이 메타버스 기반 교육 서비스의 인지된 유용성에 긍정적 영향을 미칠 것으로 가정하며, 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H1. 컴퓨터 자기효능감은 인지된 유용성에 정(+의 영향을 미칠 것이다.

3.2.2 협력적 의사소통 역량(CCC)과 인지된 유용성(PU)의 관계

협력적 의사소통 역량은 학습자가 또래와의 협력적 상호작용을 통해 학습 활동에 적극적으로 참여하는 정도를 의미한다. Vygotsky(1978)의 사회문화적 학습 이론에 따르면, 학습은 사회적 상호작용을 통해 발생하며, 타인과의 협력은 학습자의 인지적 성장을 촉진한다. 협력학습은 학습자 간 상호작용과 공동 문제해결을 강조하는 교수·학습 방법으로, 의사소통 능력, 비판적 사고력, 문제해결 능력 등 21세기 핵심 역량 개발에 효과적이다.

메타버스는 아바타를 통한 실시간 상호작용이 가능한 몰입형 가상 학습 환경을 제공함으로써, 전통적인 교실 수업보다 풍부한 협력학습 경험을 지원한다(Nah et al., 2025). 김상희 외(2023)는 메타버스 활용 교수·학습 모형 개발 연구에서, 메타버스 환경이 학습자 간 상호작용을 촉진하고 협력적 지식구성을 지원하는 효과적인 플랫폼임을 확인하였다. 메타버스의 공간성과 동시성 특성은 학습자들이 가상공간에서 동시에 모여 실시간으로 토론하고, 공동으로 과제를 수행하며, 집단 창작 활동을 전개할 수 있게 한다.

협력적 의사소통 역량이 높은 학습자는 메타버스 환경에서 또래와의 토론, 의견 교환, 공동 문제해결 과정을 통해 다양한 관점을 접하고 인지적 갈등을 경험하며, 이를 통해 심화된 학습이 이루어진다고 인식한다. 손정명 외(2022)는 메타버스 기반 학습에서 학습자 간 상호작용 활동들이 학습 만족도와 성취도에 긍정적 영향을 미친다는 점을 실증하였다. 이영림·임희주(2022)의 연구에서는 메타버스 기반 온라인 수업에서 다양한 협력적 기능들을 활용한 활동들이 학습자의 플랫폼 만족도와 학습 지속성에

긍정적 영향을 미치는 것으로 규명되었다. 협력적 의사소통 활동을 통해 학습자는 메타버스 플랫폼이 단순한 강의 전달 매체가 아니라, 능동적 참여와 사회적 학습을 촉진하는 유용한 교육 도구라고 인식하게 된다.

Jovanović & Milosavljević(2022)는 가상 학습 환경에서 협력적 의사소통 관련 활동들이 학습 효과성 인식과 학습자의 참여도를 높인다는 점을 강조하였다. Ali et al.(2025)은 교실에서 학생들의 협력적 의사소통 활동들을 관계성이라고 정의하면서 관계성이 인지된 유용성에 매우 강한 영향을 미친다는 것을 증명하였다($\beta=0.445, P=0.000$). 특히 중학생은 또래 관계와 사회적 상호작용을 중시하는 발달 단계에 있으므로, 협력적 의사소통 경험은 메타버스 교육의 유용성 인식에 더욱 중요한 영향을 미칠 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 메타버스 수업에서의 협력적 의사소통 역량이 높을수록 학습자가 메타버스 기반 교육 서비스의 인지된 유용성을 높일 것으로 가정한다. 이에 본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H2. 협력적 의사소통 역량은 인지된 유용성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.3 인지된 사용 용이성(PEU)과 인지된 유용성(PU)의 관계

인지된 사용 용이성이 인지된 유용성에 미치는 영향은 TAM의 핵심 가설로, Davis(1989)가 제안한 이래 수많은 실증연구를 통해 일관되게 지지되어 왔다. 사용 용이성은 “특정 시스템을 사용하는 데 많은 노력이 필요하지 않다고 믿는 정도”로 정의되며, 유용성은 “특정 시스템을 사용함으로써 업무 성과가 향상될 것이라고 믿는 정도”를 의미한다(Davis, 1989). TAM은 사용 용이성이 유용성에 직접적인 영향을 미친다고 가정하는데, 이는 사용하기 쉬운 시스템일수록 사용자가 해당 시스템으로부터 더 많은 이득을 얻을 수 있다고 인지하기 때문이다.

Venkatesh & Davis(2000)는 TAM의 확장 연구에서 사용 용이성이 유용성에 미치는 영향의 이론적 메커니즘을 두 가지로 설명하였다. 첫째,

직접효과로써, 시스템 사용이 쉬울수록 사용자는 동일한 노력으로 더 많은 성과를 달성할 수 있다고 인지한다. 둘째, 도구적 과정으로써, 사용 용이성은 인지적 부담을 감소시켜 사용자가 시스템의 기능적 가치에 집중할 수 있게 함으로써 유용성 인식을 높인다.

메타버스 교육 맥락에서 사용 용이성의 중요성은 더욱 강조된다. Ursavaş et al.(2025)의 연구에서 인지된 사용 용이성은 인지된 유용성에 유의미한 영향을 미친다는 결과가 지지되었다($\beta=0.31$, $t=9.84$). Aburbeian et al.(2022)은 교육용 가상현실 시스템의 사용성이 학습자의 학습 효과성 인식에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였으며, 연구 결과 시스템의 사용 용이성이 높을수록 학습자는 해당 시스템이 제공하는 교육적 가치를 더욱 긍정적으로 평가하는 경향이 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 가상현실 기반 교육 환경에서 기술적 접근성과 인터페이스의 직관성이 학습 성과에 대한 주관적 만족도와 밀접한 관련이 있음을 시사한다.

남재우(2023)는 대학생을 대상으로 한 메타버스 강의 수용 연구에서, 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성에 유의한 정적 영향을 미친다는 점을 확인하였다. 메타버스 플랫폼은 3D 가상 환경, 아바타 조작, 음성/텍스트 채팅, 객체 상호작용 등 복합적인 인터페이스를 포함하므로, 사용자 경험 설계의 질이 중요하다. 오지희(2021)는 메타버스 사용 의도와 관련한 연구에서 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성에 강한 영향을 미치며, 특히 메타버스 초기 이용자에게 사용 용이성은 유용성 인식의 핵심 선행 요인이라고 강조하였다.

중학생 학습자의 경우, 디지털 네이티브로서 스마트폰이나 게임에는 익숙하나, 교육용 메타버스 플랫폼은 생소할 수 있다. Chua & Yu(2024)는 학습용 메타버스 환경에서 직관적인 인터페이스와 안정적인 기술적 성능이 학습자의 유용성 인식에 결정적 영향을 미친다는 점을 실증하였다. 플랫폼 접속이 원활하고, 아바타 조작이 쉬우며, 의사소통 기능이 편리할수록, 학습자는 메타버스가 학습에 도움이 된다고 인지할 가능성이 높다.

선행연구들을 종합할 때, 메타버스 교육 플랫폼의 인지된 사용 용이성은 학습자의 인지된 유용성을 결정하는 중요한 요인임을 알 수 있다. 이에 본

연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H3. 인지된 사용 용이성은 인지된 유용성에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.4 인지된 사용 용이성(PEU)과 사용 의도(IU)의 관계

인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 영향은 TAM의 또 다른 핵심 경로이다. Davis(1989)는 원형 TAM에서는 사용 용이성이 유용성을 매개로 하여 사용 의도에 간접적으로 영향을 미친다고 가정하였으나, 이후 Venkatesh & Davis(2000)의 확장 연구에서는 사용 용이성이 사용 의도에 직접적인 영향도 미칠 수 있음을 확인하였다. 특히 사용자가 시스템에 익숙하지 않거나, 시스템 사용이 복잡할 경우, 사용 용이성은 사용 의도를 결정하는 중요한 요인으로 작용한다. 특히 초기 사용 단계나 자발적 사용 맥락에서 사용 용이성의 영향력이 크다는 점이 강조되었다. 사용자는 시스템 사용에 과도한 인지적·물리적 노력이 요구될 경우, 해당 시스템의 유용성과 무관하게 사용을 기피하는 경향이 있다.

김미진·김하균(2024)은 중학생을 대상으로 한 메타버스 교육 연구에서, 인지된 사용 용이성이 교육 만족도와 지속 사용 의도에 유의한 영향을 미친다는 점을 확인하였다. 중학생 학습자는 디지털 기기 사용에 익숙하지만, 새로운 플랫폼의 복잡한 기능이나 불안정한 기술적 성능은 학습 몰입을 방해하고 사용 의도를 저하시킨다. 메타버스 플랫폼의 접속 안정성, 로그인 간편성, 인터페이스 직관성, 의사소통 기능의 편의성 등은 학습자의 지속적 사용 의도를 결정하는 중요한 요인이다.

오지희(2021)는 메타버스 사용 의도 연구에서 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 직접적인 영향을 미친다는 점을 실증하였으며, 특히 20대 초반 이용자에게 사용 용이성은 메타버스 지속 이용을 결정하는 핵심 요인임을 확인하였다. 교육용 메타버스의 경우, 학습 목적 달성뿐 아니라 플랫폼 사용자체의 편리함이 학습자의 수용 의도에 중요한 영향을 미친다. 남재우(2023)는 메타버스 강의 수용 연구에서 사용 용이성이 사용 의도에

유익한 정적 영향을 미친다는 점을 실증하였다.

메타버스 플랫폼의 접근성과 편의성이 높을수록 학습자의 지속적 사용 의도가 증가하며, 반대로 기술적 문제나 복잡한 조작은 사용 의도를 저해하는 주요 장애 요인으로 작용한다. 특히 대학의 정보통신 인프라가 충분하고, 사용자 인터페이스와 사용자 경험 설계가 우수할수록 학습자의 메타버스 강의 수용 의도가 높아진다.

따라서 본 연구는 메타버스 교육 플랫폼의 인지된 사용 용이성이 중학생의 사용 의도에 긍정적 영향을 미칠 것으로 가정한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H4: 인지된 사용 용이성은 사용 의도에 정(+)¹의 영향을 미칠 것이다.

3.2.5 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)의 관계

인지된 유용성이 메타버스 윤리에 미치는 영향은 도덕적 동기화 이론에 근거한다. Rest의 도덕성 4요소 모델에 따르면, 도덕적 행동은 도덕적 민감성, 도덕적 판단, 도덕적 동기화, 도덕적 품성의 네 가지 심리적 과정을 통해 발현된다. 이 중 도덕적 동기화는 개인이 도덕적 가치를 다른 가치보다 우선시하고, 도덕적으로 행동하려는 의지를 형성하는 과정을 의미한다(Rest, 1983; Rest & Narvaez, 1994). 디지털 환경에서 개인이 기술의 유용성을 긍정적으로 인식할 때, 해당 기술을 책임감 있고 윤리적으로 사용하려는 동기가 강화될 수 있다.

김국현(2022)은 청소년의 디지털 윤리역량 척도 개발 연구에서, 디지털 윤리는 디지털 공간에서 타인을 존중하고, 개인정보를 보호하며, 책임감 있게 행동하는 태도와 실천을 포함한다고 정의하였다. 디지털 윤리적 민감성, 판단력, 동기화, 품성은 상호 관련되어 있으며, 특히 디지털 기술의 가치에 대한 긍정적 인식은 윤리적 사용 동기를 촉진하는 중요한 요인으로 작용한다.

메타버스 교육 맥락에서, 학습자가 메타버스 플랫폼이 자신의 학습 역량 향상에 유용하다고 인지할 때, 해당 플랫폼을 건전하고 책임감 있게

이용하려는 윤리적 태도가 형성될 수 있다. 메타버스는 아바타를 통한 익명성과 가상공간의 특성으로 인해 사이버불링, 악성 댓글, 개인정보 침해 등의 윤리적 문제가 발생할 가능성이 있다(김국현, 2022). 정재현·김건하(2022)과 이기식(2022)의 연구는 메타버스 및 사이버 서비스에서 유용성과 윤리 간 통계적으로 유의미한 관계성이 있음을 분석하였다. 선행연구의 고찰 결과, 메타버스 윤리에서 사용 의도로 이어지는 직접 경로의 유의성이 확인되었으나, 인지된 유용성이 메타버스 윤리에 선행하는 영향 관계는 연구가 매우 부족하였다. 인지된 유용성이 메타버스 윤리에 선행하는 영향 관계에 대한 연구 공백을 토대로, 본 연구는 인지된 유용성 → 메타버스 윤리 → 사용 의도로 이어지는 순차적 매개 경로를 중심으로 구조적 관계를 규명하고자 한다.

청소년 학습자가 메타버스 수업이 자신의 문제해결 능력, 논리적 사고력, 협력 능력 등의 향상에 도움이 된다고 인식할수록, 교육적 이득을 지속적으로 누리기 위해 플랫폼 내에서 윤리적 행동 규범을 준수하려는 동기가 강화될 것이다(이현숙 외, 2020). 청소년기는 도덕적 정체성 형성의 중요한 시기이므로(김국현, 2022), 교육적 가치에 대한 긍정적 인식은 디지털 공간에서의 윤리적 행동 동기를 강화하는 데 기여할 것으로 예상된다. 학습자가 메타버스를 단순한 게임이나 오락 도구가 아닌, 의미 있는 학습 도구로 인식할 때, 타인에게 피해를 주는 행동을 자제하고, 개인정보 보호 규칙을 준수하며, 온라인 예절을 지키려는 의지가 높아질 수 있다.

따라서 본 연구는 메타버스 교육 서비스의 인지된 유용성이 학습자의 메타버스 윤리 의식에 긍정적 영향을 미칠 것으로 가정한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H5: 인지된 유용성은 메타버스 윤리에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.6 인지된 유용성(PU)과 사용 의도(IU)의 관계

인지된 유용성이 사용 의도에 미치는 영향은 TAM의 가장 핵심적인

가설이다. Davis(1989)는 정보기술 수용에서 유용성이 사용 의도를 결정하는 가장 강력한 예측 변수라고 주장하였다. 이는 사용자가 특정 시스템이 자신의 업무 성과나 목표 달성에 도움이 된다고 믿을 때, 해당 시스템을 사용하려는 의도가 높아지기 때문이다.

수많은 실증 연구들이 다양한 기술과 맥락에서 인지된 유용성-사용 의도 간의 강한 인과관계를 일관되게 지지해 왔다. Venkatesh et al.(2003)는 성과 기대, 즉 유용성은 행동 의도 및 사용 의도를 결정하는 핵심 변수로 제시하였다. 성과 기대는 시스템 사용이 개인의 업무나 학습 성과 향상에 도움이 될 것이라는 믿음을 의미하며, 다양한 조직 맥락과 자발적·비자발적 사용 상황에서 행동 의도나 사용 의도에 가장 강한 영향을 미치는 것으로 보고되었다.

Alshammari & Alrashidi(2024)의 연구 결과, 성과 기대는 메타버스 사용 의도에 유의한 정적 영향을 미치는 것으로 규명되었다. 이와 유사한 맥락에서 Chua & Yu(2024)와 Ali et al.(2025)은 메타버스 교육 환경에서 인지된 유용성이 학습자의 지속 사용 의도에 유의한 정적 영향을 미친다는 점을 실증적으로 검증하였다. 즉, 학습자가 메타버스 수업이 문제해결 능력, 창의성, 협력 능력 등 핵심 역량의 향상에 실질적인 도움이 된다고 인지할수록, 향후에도 메타버스 기반 학습에 지속적으로 참여하려는 의도가 높아지는 것으로 나타났다.

특히 중학생 학습자의 경우, 학업 성취와 다양한 역량 개발에 대한 관심이 높은 발달 시기에 해당하며, 이 시기의 학습자들은 자신의 학습 활동이 실질적인 성과로 연결되는지에 대해 민감하게 반응하는 특성을 보인다. 따라서 메타버스 수업이 자신의 학습 목표 달성에 유용하다고 인지할수록 해당 학습 환경에 지속적으로 참여하려는 의도가 강화될 것으로 예상된다. 이러한 관점은 배영임·신혜리(2020)의 청소년 대상 디지털 학습 도구 수용 연구에서도 지지되는데, 해당 연구에서는 청소년 학습자가 특정 디지털 학습 도구를 통해 자신의 학습 성과가 향상된다고 느낄 때, 해당 도구에 대한 지속 사용 의도가 유의미하게 증가한다는 점을 실증적으로 확인한 바 있다. 이는 학습 효과성에 대한 긍정적 인식이 지속 사용 의도를 결정하는 핵심

요인임을 보여준다.

따라서 본 연구는 메타버스 교육 서비스의 인지된 유용성이 중학생의 사용 의도에 긍정적 영향을 미칠 것으로 가정한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H6: 인지된 유용성은 사용 의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.7 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)의 관계

메타버스 윤리가 사용 의도에 미치는 영향은 Ajzen(1991)의 계획된 행동이론의 도덕적 규범(moral norm) 개념과 관련된다. Ajzen(1991)의 계획된 행동이론은 행동 의도가 태도, 주관적 규범, 인지된 행동 통제에 의해 결정된다고 제시하며, 이후 연구들은 도덕적 의무감이나 윤리적 규범이 행동 의도에 추가적인 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 특히 친사회적 행동이나 윤리적 소비 등의 맥락에서 도덕적 규범은 행동 의도를 결정하는 중요한 요인으로 작용한다.

메타버스 환경은 아바타를 통한 상호작용과 가상공간의 특성으로 인해, 사이버불링, 악성 댓글, 개인정보 침해, 디지털 성범죄 등 다양한 윤리적 문제가 발생할 가능성이 있다. 따라서 메타버스 윤리 의식은 메타버스의 건전한 이용 문화 형성에 필수적이다. 김국현(2022)은 디지털 윤리역량이 높은 학습자는 온라인 공간에서 타인에게 피해를 주지 않으려는 의지가 강하며, 규칙과 예절을 준수하려는 태도를 갖는다고 밝혔다. 이처럼 윤리적 태도는 메타버스 플랫폼에서의 긍정적 경험과 만족도를 높이고, 결과적으로 지속적 사용 의도를 강화할 수 있다.

메타버스 교육 맥락에서, 메타버스 윤리 의식이 높은 학습자는 메타버스 수업에서 또래와의 건전한 상호작용을 경험하고, 안전하고 쾌적한 학습 환경을 향유함으로써, 메타버스 기반 학습에 대한 긍정적 태도를 형성할 것이다. 반대로 메타버스 윤리 의식이 낮은 학습자는 부적절한 행동으로 인해 또래나 교사로부터 부정적 피드백을 받거나, 타인의 비윤리적 행동으로 인해

심리적 불편감을 겪을 가능성이 높으며, 이는 메타버스 수업에 대한 부정적 인식과 낮은 사용 의도로 이어질 수 있다.

청소년기는 도덕적 정체성과 가치관이 형성되는 중요한 시기이다(김국현, 2022). 디지털 공간에서의 윤리적 행동 실천은 자기 존중감과 도덕적 자아개념을 강화하며, 이는 디지털 기술 사용에 대한 긍정적 태도로 연결될 수 있다. 특히 메타버스 교육 맥락에서 윤리는 학습 공동체의 질을 결정하는 중요한 요인이므로, 메타버스 윤리 의식이 높은 학습자일수록 메타버스 기반 교육에 지속적으로 참여하려는 의도가 높을 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 중학생의 메타버스 윤리 의식이 메타버스 기반 교육 서비스의 사용 의도에 긍정적 영향을 미칠 것으로 가정한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H7: 메타버스 윤리는 사용 의도에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

3.2.8 매개효과 가설

본 연구는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 영향 관계에서 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 매개효과를 검증하고자 한다. Venkatesh & Davis(2000)과 Al-Adwan et al.(2023) 연구는 확장된 TAM 모형의 선행연구들은 외부 변인이 매개변수를 통해 행동의도에 간접적으로 영향을 미치는 메커니즘을 실증하였다.

3.2.8.1 인지된 유용성(PU)의 매개효과

인지된 유용성의 매개효과는 TAM의 핵심 메커니즘이다. Davis(1989)는 외부변수가 사용 의도에 영향을 미치는 과정에서 인지된 유용성과 인지된 사용 용이성이 매개 역할을 한다고 제안하였다. 즉, 개인적 특성, 시스템 특성, 조직적 요인 등의 외부변수는 직접적으로 사용 의도에 영향을

미치기보다는, 유용성과 용이성에 대한 인식을 통해 간접적으로 사용 의도에 영향을 미친다.

Venkatesh & Davis(2000)는 기존 TAM을 확장한 TAM2를 제안하면서, 사회적 영향 과정과 인지적 도구적 과정이 인지된 유용성을 매개로 기술 사용 의도에 영향을 미친다는 점을 실증적으로 검증하였다. 구체적으로, 사회적 영향 과정에는 주관적 규범, 자발성, 이미지 등의 요인이 포함되며, 이는 사용자가 속한 사회적 환경에서 중요한 타인들의 기대와 인식이 기술 수용에 영향을 미침을 의미한다. 한편, 인지적 도구적 과정에는 직무 관련성, 결과 품질, 결과 입증가능성 등의 요인이 포함되는데, 이는 사용자가 해당 기술이 자신의 업무 수행에 얼마나 적합하고 효과적인지를 인지적으로 평가하는 과정을 반영한다. 이러한 사회적 요인과 인지적 요인은 직접적으로 사용 의도에 영향을 미치기보다는 인지된 유용성을 매개로 하여 사용 의도로 연결되며, 이는 기술 수용 과정에서 유용성 인식이 핵심적인 매개 역할을 수행함을 시사한다.

이러한 맥락에서 본 연구에서는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성은 메타버스 교육 서비스 수용의 선행 요인으로, 이들은 인지된 유용성을 매개로 사용 의도에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 컴퓨터 자기효능감이 높은 학습자는 메타버스 플랫폼의 다양한 기능을 효과적으로 활용함으로써 유용성을 높게 인지하고, 이는 사용 의도 증가로 이어진다(Ali et al., 2025). 협력적 의사소통 역량이 높은 학습자는 메타버스 환경에서의 협력학습 경험을 통해 유용성을 인지하고, 이는 지속적 참여 의도로 연결된다(Nah et al., 2025). 인지된 사용 용이성은 유용성 인식을 매개로 사용 의도에 간접적으로 영향을 미친다(Davis, 1989).

매개효과 검증은 변수 간 관계의 심층적 메커니즘을 이해하는 데 중요하다. Baron & Kenny(1986)의 매개효과 검증 절차와 Preacher & Hayes(2008)의 부트스트래핑 방법은 사회과학 연구에서 매개효과의 통계적 유의성을 검증하는 대표적인 방법으로 널리 활용되고 있다. Baron & Kenny(1986)의 절차는 독립변수가 매개변수에, 매개변수가 종속변수에, 그리고 독립변수가 종속변수에 미치는 영향을 단계적으로 검증하는 인과적

접근 방식을 제시하였다. 한편, Preacher & Hayes(2008)의 부트스트래핑 방법은 표본을 반복적으로 재추출하여 간접효과의 신뢰구간을 추정함으로써, 정규분포 가정에 의존하지 않고도 매개효과의 유의성을 보다 정밀하게 검증할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구는 구조방정식 모형을 통해 인지된 유용성의 매개효과를 검증함으로써, 메타버스 교육 서비스 수용 과정에서 유용성 인식의 중심적 역할을 규명하고자 한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H8. 인지된 유용성은 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 관계를 매개한다.

3.2.8.2 메타버스 윤리(ME)의 매개효과

메타버스 윤리의 매개효과는 도덕적 동기화 이론과 합리적 행동이론에 근거한다. Fishbein & Ajzen(1975)의 합리적 행동이론에 따르면, 개인의 신념은 태도를 형성하고, 태도는 의도를 거쳐 행동으로 이어진다. 이 이론은 인지적 평가와 태도 형성이 순차적으로 작용하여 최종 행동을 결정한다는 점을 강조한다. Ajzen(1991)은 이를 확장하여 계획된 행동이론을 제시하였으며, 태도와 함께 주관적 규범, 인지된 행동 통제가 행동 의도에 영향을 미친다고 설명하였다.

메타버스 교육 맥락에서 학습자가 메타버스의 유용성을 인지할 때, 이는 디지털 공간에서의 책임감 있는 행동 동기를 형성하고(메타버스 윤리), 윤리적 태도는 최종적으로 사용 의도를 결정함에 기여할 수 있다. 인지된 유용성은 메타버스 플랫폼의 기능적 가치에 대한 인지적 평가를 나타내며, 메타버스 윤리는 해당 플랫폼을 윤리적으로 사용하려는 규범적 태도를 반영한다. 이 두 요소가 순차적으로 작용하여 사용 의도를 형성한다.

김국현(2022)은 청소년의 디지털 윤리 역량이 디지털 기술의 책임감 있는 사용에 중요한 역할을 한다고 강조하였다. 디지털 기술의 유용성을 인식하는 것만으로는 건전한 이용이 보장되지 않으며, 윤리적 규범과 가치 판단이

결합될 때 지속가능한 기술수용이 가능하다. 메타버스 교육에서도 유용성 인식이 메타버스 윤리 의식으로 전환되고, 이것이 사용 의도로 이어지는 매개 과정이 작동할 것으로 예상된다.

선행연구에서 윤리적 요인의 매개 역할은 다양한 맥락에서 보고되었다. 정보기술 사용 맥락에서 인지된 이득과 사용 의도 간 관계를 윤리적 태도가 매개한다는 연구 결과들이 보고되었다. 이는 인지적 평가만으로는 행동 의도를 충분히 설명할 수 없으며, 윤리적·규범적 요인이 중요한 매개 메커니즘으로 작용함을 시사한다.

따라서 본 연구는 메타버스 윤리가 인지된 유용성과 사용 의도 간 관계를 매개하는 중요한 심리적 과정으로 작용할 것으로 가정한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H9. 메타버스 윤리는 인지된 유용성이 사용 의도에 미치는 관계를 매개한다.

3.2.8.3 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)의 이중 매개효과

이중 매개효과(serial multiple mediation)는 독립변수가 여러 매개변수를 순차적으로 거쳐 종속변수에 영향을 미치는 경로를 의미한다(Hayes, 2009). 즉, 독립변수가 첫 번째 매개변수에 영향을 미치고, 이 첫 번째 매개변수가 두 번째 매개변수에, 최종적으로 두 번째 매개변수가 종속변수에 영향을 미치는 연쇄적 인과 경로를 검증하는 분석 방법이다. 이러한 이중 매개 모델은 변수 간 관계의 연쇄적 메커니즘을 규명함으로써, 단순 매개 분석이 포착하지 못하는 중간 과정의 복잡한 심리적·행동적 기제를 밝히고, 이론적 모형의 타당성을 심층적으로 검증할 수 있게 한다. 이에 본 연구에서는 이중 매개 모델을 적용하여 변수들 간의 순차적 영향 관계를 분석하고자 한다.

본 연구에서는 선행 요인(컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성) → 인지된 유용성 → 메타버스 윤리 → 사용 의도로 이어지는 순차적 이중 매개 경로를 설정하였다.

이론적으로, 기술수용 과정은 인지적 평가 단계와 규범적 내재화 단계를 거쳐 행동 의도 형성 단계로 연결된다. 첫째, 학습자는 자신의 디지털 역량과 시스템의 특성을 고려하여 메타버스 교육의 유용성을 인지적으로 평가한다(인지적 평가 단계). 둘째, 유용성을 인식한 학습자는 해당 기술을 책임감 있게 사용하려는 윤리적 동기를 형성한다(규범적 내재화 단계). 셋째, 인지적 평가와 윤리적 태도가 결합하여 최종적으로 지속적 사용 의도를 결정한다(행동 의도 형성 단계).

메타버스 교육 맥락에서, 컴퓨터 자기효능감이 높은 학습자는 메타버스 플랫폼을 효과적으로 활용함으로써 유용성을 인지하고(1차 매개), 유용한 도구를 건전하게 사용하려는 메타버스 윤리 의식을 형성하며(2차 매개), 최종적으로 지속적 사용 의도를 갖게 된다. 마찬가지로 협력적 의사소통 역량이 높은 학습자는 메타버스 환경에서의 협력학습을 통해 유용성을 인지하고, 이는 협력 공동체의 윤리적 규범 준수 의식으로 이어지며, 결과적으로 사용 의도를 강화한다.

Hayes(2009)는 매개효과 분석의 새로운 방법론을 제시하였으며, 부트스트래핑을 통해 간접효과의 통계적 유의성을 검증할 수 있다. 본 연구는 구조방정식 모형을 통해 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 순차적 이중 매개효과를 검증함으로써, 메타버스 교육 서비스 수용 과정에서 인지적 평가와 윤리적 태도가 연속적으로 작용하는 복합적 메커니즘을 규명하고자 한다. 이에 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H10. 인지된 유용성과 메타버스 윤리는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 관계를 순차적으로 이중 매개한다.

3.2.9 연구 가설 요약

본 연구는 중학생의 메타버스 교육 플랫폼 수용에 영향을 미치는 요인을 탐색하기 위하여 TAM을 확장한 연구 모형을 구성하였으며, 이를 위해

설정된 10개의 연구 가설은 [표 3-1] 및 [표 3-2]와 같다.

[표 3-1] 직접효과 가설

| 번호 | 가설 내용 | 경로 ¹⁾ | 방향 |
|----|--|------------------|----|
| H1 | 컴퓨터 자기효능감은 인지된 유용성에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | CSE → PU | + |
| H2 | 협력적 의사소통 역량은 인지된 유용성에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | CCC → PU | + |
| H3 | 인지된 사용 용이성은 인지된 유용성에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | PEU → PU | + |
| H4 | 인지된 사용 용이성은 사용 의도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | PEU → IU | + |
| H5 | 인지된 유용성은 메타버스 윤리에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | PU → ME | + |
| H6 | 인지된 유용성은 사용 의도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | PU → IU | + |
| H7 | 메타버스 윤리는 사용 의도에 정(+) 의 영향을 미칠 것이다. | ME → IU | + |

[표 3-2] 매개효과 가설

| 번호 | 가설 내용 | 매개 경로 | 유형 |
|-----|---|-------------------------------|-------|
| H8 | 인지된 유용성은 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 관계를 매개한다. | CSE/CCC/PEU → PU → IU | 단순 매개 |
| H9 | 메타버스 윤리는 인지된 유용성이 사용 의도에 미치는 관계를 매개한다. | PU → ME → IU | 단순 매개 |
| H10 | 인지된 유용성과 메타버스 윤리는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 관계를 순차적으로 이중 매개한다. | CSE/CCC/PEU → PU → ME → IU | 이중 매개 |

직접효과 가설(H1-H7)은 각 변인 간의 직접적인 인과관계를 검증하며,

1) CSE: Computer Self-Efficacy(컴퓨터 자기효능감), CCC: Collaborative Communication Competency(협력적 의사소통 역량), PEU: Perceived Ease of Use(인지된 사용 용이성), PU: Perceived Usefulness(인지된 유용성), ME: Metaverse Ethics(메타버스 윤리), IU: Intention to Use(사용 의도)

매개효과 가설(H8-H10)은 독립 변인과 결과 변인 사이에서 인지된 유용성과 메타버스 윤리가 수행하는 매개 역할을 검증한다.

3.3 변수의 조작적 정의

본 연구는 중학생의 메타버스 기반 교육 서비스 수용에 영향을 미치는 요인들을 체계적으로 규명하기 위해 TAM을 이론적 토대로 활용하였다. 본 연구는 TAM을 확장하여 중학생이라는 학습자 특성을 반영한 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량을 선행변수로, 메타버스 윤리를 추가 매개변수로 설정하여 메타버스 기반 교육 환경에 적합한 연구 모형을 구성하였다.

3.3.1 독립변수

3.3.1.1 컴퓨터 자기효능감(CSE)

컴퓨터 자기효능감은 개인이 디지털 도구와 기술을 효과적으로 사용할 수 있다는 자기 확신의 정도를 의미한다. Compeau & Higgins(1995)는 컴퓨터 자기효능감을 정보기술 수용의 핵심 선행 요인으로 정의하였으며, Venkatesh & Davis(2000)는 자기효능감이 인지된 사용 용이성에 직접적 영향을 미쳐 기술수용 의도의 핵심 결정 요인임을 실증하였다.

Ali et al.(2025)은 메타버스 교육 환경에서 학습자의 디지털 자기효능감이 플랫폼 수용과 학습 성과에 유의한 정(+)의 영향을 미침을 확인하였으며, Al-Adwan et al.(2023)은 학생들의 디지털 역량이 온라인 학습 플랫폼의 인지된 유용성을 매개로 학습 성취에 긍정적 영향을 미친다고 밝혔다. 김하영(2022)은 디지털 리터러시 역량이 학습자의 자기주도적 학습을 가능하게 하며 학습 성과에 긍정적 영향을 미친다고 보고하였고, 이현숙 외(2020)는 중학생의 디지털 역량이 온라인 학습 환경에서 학습 참여와 성취의 중요한 예측 변인임을 실증하였다. 이다연 외(2024)는 학습자의

디지털 도구 활용 능력이 메타버스 공간에서의 학습 효과를 결정하는 핵심 요인임을 밝혔다.

본 연구에서 컴퓨터 자기효능감은 “인터넷 정보 검색, 컴퓨터를 활용한 표, 그래프, 발표자료와 같은 콘텐츠 제작, 전자칠판 사용 등 디지털 도구와 기술을 효과적으로 사용할 수 있다는 자신감의 정도”로 조작적으로 정의된다. 이는 중학생 학습자가 일상적 학습 활동에서 접하는 다양한 디지털 상황에서의 효능감을 포괄적으로 측정하기 위한 것으로, Compeau & Higgins(1995)의 컴퓨터 자기효능감 개념을 기반으로 하되, 최근의 디지털 교육 환경과 중등교육 맥락의 특성을 반영하여 구성하였다.

3.3.1.2 협력적 의사소통 역량(CCC)

협력적 의사소통 역량은 메타버스 수업 환경에서 학습자가 또래와 함께 토론, 문제해결, 의견 발표, 협력 활동 등을 일반 수업 대비 더 많이 수행할 수 있다는 자기 인식의 정도를 의미한다.

Nah et al.(2025)은 메타버스 플랫폼의 실재감과 상호작용성이 협력적 학습 활동의 질을 높여 학습 몰입과 만족도로 연결됨을 실증하였다. Jovanović & Milosavljević(2022)는 가상 환경에서의 협력적 문제해결이 고차원적 사고 능력 발달에 긍정적 영향을 미친다고 밝혔으며, Chua & Yu(2024)는 메타버스의 동시적·비동시적 협력 기능이 학습자 간 지식 공유와 집단지성 형성을 촉진함을 확인하였다. Ali et al.(2025)은 메타버스 기반 협력학습에서 사회적 상호작용이 인지적·정의적·행동적 참여를 높여 학습 성과를 향상시킨다고 실증하였다. 손정명 외(2022)는 메타버스 플랫폼이 학습자 간 의사소통 및 협력 역량 향상에 유의한 효과가 있으며, 김상희 외(2023)는 메타버스 공간에서 모둠활동과 협력 도구 활용이 학습자 간 상호작용을 촉진하는 핵심 요소임을 확인하였으며, 이영림·임희주(2022)는 가상공간에서의 팀 기반 프로젝트 학습이 문제해결 및 의사소통 능력 향상에 기여한다고 밝혔다.

본 연구에서는 협력적 의사소통 역량을 “메타버스 수업에서 학급

친구들과의 토론, 문제해결 노력, 의견 발표, 협력 활동 등을 일반 수업 대비 더 많이 수행할 수 있다는 자기 인식 정도”로 조작적 정의하였다.

3.3.1.3 인지된 사용 용이성(PEU)

인지된 사용 용이성은 Davis(1989)의 TAM 핵심 구성개념으로, 특정 시스템 사용에 많은 노력이 필요하지 않다고 인지하는 정도를 의미한다. Davis(1989)는 사용 용이성이 인지된 유용성에 영향을 미치며, 두 요인 모두 기술수용 태도와 의도를 결정하는 핵심 변인임을 실증하였다. Venkatesh & Bala(2008)는 시스템 설계 특성이 인지된 사용 용이성에 직접 영향을 미쳐 지속 사용 의도로 이어짐을 확인하였다.

Chua & Yu(2024)는 메타버스 플랫폼의 인터페이스 설계가 학습자의 인지적 부담을 줄이고 학습 효과를 높인다고 밝혔으며, Aburbeian et al.(2022)은 기술적 접근성과 사용 편의성이 지속 사용 의도를 결정하는 중요 요인임을 확인하였다. 남재우(2023)는 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성과 사용 행동에 직·간접적으로 영향을 준다고 보고하였으며, 김미진·김하균(2024)은 중학생 대상 연구에서 플랫폼의 용이성이 교육 만족도와 지속 사용 의도에 직접적 영향을 미친다고 확인하였다.

본 연구에서는 인지된 사용 용이성을 “메타버스 교육 플랫폼의 작동 안정성, 접속 및 로그인 편의성, 인터페이스의 직관성, 의사소통 기능의 사용 편의성 등 학습자가 인지하는 사용의 용이함 정도”로 조작적 정의하였다.

3.3.2 매개변수

3.3.2.1 인지된 유용성(PU)

인지된 유용성은 Davis(1989)가 제시한 TAM의 핵심 구성개념으로, 특정 시스템 사용이 자신의 과업 수행이나 성과 향상에 도움이 될 것이라고 믿는

정도를 의미한다. Davis(1989)는 인지된 유용성이 인지된 사용 용이성보다 사용 의도에 더 강한 영향을 미치며 실제 시스템 사용을 예측하는 가장 중요한 변인임을 실증하였다. Venkatesh & Davis(2000)는 사회적 영향과 인지적 도구 과정이 인지된 유용성에 영향을 미쳐 사용 의도와 실제 사용으로 연결됨을 확인하였다.

Chua & Yu(2024)는 메타버스의 몰입감과 상호작용성이 학습의 유용성을 높게 인지하게 만든다고 밝혔으며, Ali et al.(2025)은 메타버스가 전통적 온라인 학습 대비 학습자의 참여를 높여 유용성 인식으로 연결된다고 실증하였다. 배영임·신혜리(2020)는 비대면 교육에서 플랫폼의 인지된 유용성이 학습 만족도와 성과에 직접 영향을 미친다고 보고하였다. 김영진 외(2024)는 메타버스 기반 교육에서 인지된 유용성이 참여 의도와 지속 사용 의도의 가장 강력한 예측변인임을 확인하였으며, 이다연 외(2024)는 학습자가 메타버스 수업의 교육적 가치를 인지할 때 학습 몰입과 만족도가 향상된다고 밝혔다.

본 연구에서는 선행연구들을 바탕으로 인지된 유용성을 “메타버스 수업이 문제해결 능력, 논리적 사고력, 표현 능력, 창의적 아이디어 발상, 협력적 의견 교환 등 학습자의 학습 역량 향상에 도움이 될 것이라고 인지하는 유용성의 정도”로 조작적 정의한다(Davis, 1989; Chua & Yu, 2024; Ali et al., 2025; 배영임·신혜리, 2020; 김영진 외, 2024). 이는 중학생의 발달 단계와 메타버스 교육의 특성을 고려하여 인지적 역량뿐만 아니라 사회적·창의적 역량까지 포함하는 포괄적 개념으로 설정되었으며, 다섯 가지 측정 문항(문제해결 능력, 논리적 사고력, 표현 능력, 창의성, 협력 능력)을 통해 다차원적으로 측정된다(HE et al., 2025).

3.3.2.2 메타버스 윤리(ME)

메타버스 윤리는 메타버스 수업 환경에서 학생이 친구들에게 해가 되는 언행을 삼가고, 타인의 정보와 개인정보를 존중하며, 온라인 공간에서 필요한 예절과 책임감을 지키는 태도와 실천 정도를 의미한다.

김국현(2022)은 Rest의 도덕성 모델에 근거하여 디지털 공간에서의 윤리적 민감성, 판단력, 동기화, 실천력이 청소년의 책임 있는 디지털 행동을 예측하는 중요 요인이라고 밝혔다. 방준성·박판근(2022)과 이경열·이준영(2023)은 메타버스 공간에서 현실세계의 윤리·법·제도 논의가 확장될 필요가 있다고 주장하였으며, 이기식(2022)은 악성 댓글, 개인정보 침해 등의 문제에 대한 윤리교육의 필요성을 제시하였다. 주수언(2023)은 메타버스 교육 환경에서 학습자 간 상호 존중이 학습 만족도와 지속 참여에 영향을 미친다고 밝혔다.

본 연구에서는 선행연구들과 메타버스 교육 환경의 특수성을 고려하여 메타버스 윤리를 “메타버스 수업 환경에서 학생이 친구들에게 해가 되는 언행을 삼가고, 타인의 정보와 개인정보를 정해진 규칙에 따라 존중하며, 온라인 공간에서 필요한 예절과 책임감을 지키는 태도와 실천 정도”로 조작적 정의한다. 이 정의는 중학생이 메타버스 교육 환경에서 실천할 수 있는 구체적이고 행동 지향적인 윤리 개념으로 설정되었으며, 세 가지 측정 문항(악성 댓글 금지, 타인 정보 존중, 개인정보 보호)을 통해 타인 존중, 정보 윤리, 책임 의식의 핵심 차원을 포괄적으로 측정한다.

3.3.3 종속변수

3.3.3.1 사용 의도(IU)

사용 의도는 특정 기술이나 시스템을 미래에 사용하고자 하는 개인의 의지 또는 계획을 의미한다. Venkatesh & Davis(2000)는 TAM2에서 사용 의도가 실제 사용 행동을 예측하는 가장 강력한 변인이며, 주관적 규범과 이미지가 인지된 유용성을 통해 사용 의도에 간접 영향을 미친다고 실증하였다.

Ali et al.(2025)은 메타버스 교육에서 학습자의 사용 의도가 인지된 유용성과 용이성에 의해 형성되어 지속적 학습 참여로 연결됨을 실증하였으며, Alshammari & Alrashidi(2024)와 김미진·김하균(2024)는

학습자의 긍정적 경험이 사용 의도를 강화하여 재사용 의도로 이어진다고 실증하였다.

본 연구에서는 선행연구들과 중학생 대상 메타버스 교육의 특성을 고려하여 사용 의도를 “메타버스 기반 수업에 대한 전반적 만족도, 향후 재참여 의향, 타인 추천 의사 등에 대한 긍정적 인식을 포함하는 행동 의도의 정도”로 조작적 정의한다(Venkatesh & Davis, 2000; Ali et al., 2025; Alshammari & Alrashidi, 2024; 남재우, 2023; Han & Sa, 2022). 이 정의는 만족도, 재사용 의도, 추천 의도의 세 가지 차원을 통합적으로 측정함으로써, 중학생의 메타버스 교육 경험에 대한 종합적 평가와 향후 행동 의지를 포괄적으로 파악할 수 있도록 구성되었다.

3.3.4 변수의 조작적 정의 요약

이상에서 논의한 바와 같이, 본 연구는 국내외 선행연구를 이론적 배경으로 하여 중학생의 메타버스 기반 교육 환경에 적합하도록 변수들을 선정하고 조작적으로 정의하였다. [표 3-3]과 같이, 독립변수로는 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성을, 매개변수로는 인지된 유용성과 메타버스 윤리를, 종속변수로는 사용 의도를 설정하였다.

[표 3-3] 각 변수별 조작적 정의

| 구분 | 잠재변수 | 조작적 정의 | 참고 문헌 |
|-------|---|--|--|
| 독립 변수 | 컴퓨터 자기효능감 (Computer Self-Efficacy, CSE) | 인터넷 정보 검색, 컴퓨터를 활용한 표, 그래프, 발표자료와 같은 콘텐츠 제작, 전자칠판 사용 등 디지털 도구와 기술을 효과적으로 사용할 수 있다는 자신감의 정도 | Compeau & Higgins(1995); Ali et al.(2025); Al-Adwan et al.(2023); 김하영(2022); 이현숙 외(2020) |
| | 협력적 의사소통 역량 (Collaborative Communication Competency, CCC) | 메타버스 수업에서 학급 친구들과의 토론, 문제해결 노력, 의견 발표, 협력 활동 등을 일반 수업 대비 더 많이 수행할 수 있다는 자기 인식 정도 | Nah et al.(2025); Jovanović & Milosavljević(2022); Chua & Yu(2024); 손정명 외(2022); 김상희 외(2023) |

| | | | |
|-------|--|--|---|
| | 인지된 사용 용이성 (Perceived Ease of Use, PEU) | 메타버스 교육 플랫폼의 작동 안정성, 접속 및 로그인 편의성, 인터페이스의 직관성, 의사소통 기능의 사용 편의성 등 학습자가 인지하는 사용의 용이함 정도 | Davis(1989); Chua & Yu(2024); Aburbeian et al.(2022); 남재우(2023); 오지희(2021) |
| 매개 변수 | 인지된 유용성 (Perceived Usefulness, PU) | 메타버스 수업이 문제해결 능력, 논리적 사고력, 표현 능력, 창의적 아이디어 발상, 협력적 의견 교환 등 학습자의 학습 역량 향상에 도움이 될 것이라고 인지하는 유용성의 정도 | Davis(1989); Chua & Yu(2024); Ali et al.(2025); 배영임·신혜리(2020); 김영진 외(2024) |
| | 메타버스 윤리 (Metaverse Ethics, ME) | 메타버스 수업 환경에서 학생이 친구들에게 해가 되는 언행을 삼가고, 타인의 정보와 개인정보를 정해진 규칙에 따라 존중하며, 온라인 공간에서 필요한 예절과 책임감을 지키는 태도와 실천 정도 | Pikhart & Klimova(2025); Burr et al.(2020); 김국현(2022); 방준성·박판근(2022); 이기식(2022) |
| 종속 변수 | 사용 의도 (Intention to Use, IU) | 메타버스 기반 수업에 대한 전반적 만족도, 향후 재참여 의향, 타인 추천 의사 등에 대한 긍정적 인식을 포함하는 행동 의도의 정도 | Venkatesh & Davis(2000); Ali et al.(2025); Alshammari & Alrashidi(2024); 남재우(2023); 김미진·김하균(2024) |

3.4 측정 도구 및 자료 수집

본 연구는 2차 데이터 분석 연구로, 사용된 측정 도구 및 수집된 자료는 과학기술정보통신부(주관)·정보통신산업진흥원(전담)의 ‘메타버스 교육 플랫폼 개발 및 서비스 실증’ 과제(건국대학교 외, 2025)에서 메타버스 교육 서비스 활용 수업 실증을 위해 개발된 설문지와 학생 대상 설문 결과 데이터이다.

3.4.1 측정 도구

측정 도구는 [표 3-4]와 같이 독립변수 3개(컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량, 인지된 사용 용이성), 매개변수 2개(인지된 유용성, 메타버스 윤리), 종속변수 1개(사용 의도)로 구성되어 있으며, 총 23개 문항을 활용하고 있다. 모든 문항은 5점 리커트 척도(1=전혀 그렇지 않다, 2=그렇지

않다, 3=보통이다, 4=그렇다, 5=매우 그렇다)로 측정되었다.

[표 3-4] 변수별 측정 문항 구성

| 변수 | 번호 | 측정 문항 | 비고 |
|-------------------|------|---|------------|
| 컴퓨터 자기효능감 (CSE) | CSE1 | 나는 인터넷에서 필요한 정보 검색을 잘한다. | 인터넷 정보 검색 |
| | CSE2 | 나는 컴퓨터로 표나 그래프 만들기를 잘한다. | 표와 그래프 만들기 |
| | CSE3 | 나는 컴퓨터로 발표 자료나 PPT 만들기를 잘한다. | 발표자료 제작 |
| | CSE4 | 나는 전자칠판 사용하기를 잘한다. | 전자칠판 사용 |
| 협력적 의사소통 역량 (CCC) | CCC1 | 메타버스 수업에서는 친구들과 토론을 더 많이 할 것이다. | 토론 |
| | CCC2 | 메타버스 수업에서는 주어진 문제를 해결하려는 노력을 더 많이 할 것이다. | 문제해결 노력 |
| | CCC3 | 메타버스 수업에서는 내 생각을 전달하기 위해 내 의견 발표를 더 많이 할 것이다. | 의견 발표 |
| | CCC4 | 메타버스 수업에서는 친구들과 협력하는 활동을 더 많이 할 것이다. | 협력 활동 |
| 인지된 사용 용이성 (PEU) | PEU1 | 수업 중에 메타버스가 잘 작동했나요? | 플랫폼의 작동 |
| | PEU2 | 메타버스에 접속하는 과정이 쉬웠나요? | 플랫폼의 접속 |
| | PEU3 | 메타버스 화면 구성이 쉽게 이해되고 사용하기 편했나요? | 인터페이스 |
| | PEU4 | 메타버스에서 선생님이나 친구들과 이야기하거나, 이모지나 아바타 사용이 잘 되었나요? | 의사소통 기능 |
| 인지된 유용성 (PU) | PU1 | 메타버스 수업은 일상생활에서도 문제해결 능력을 기르는 데에 도움이 될 것이다. | 문제해결 능력 |
| | PU2 | 메타버스 수업은 생각을 논리적으로 할 수 있는 능력을 기르는 데에 도움이 될 것이다. | 논리적 사고력 |
| | PU3 | 메타버스 수업은 내 생각을 여러 가지 방법으로 표현하는 데에 도움이 될 것이다. | 표현 능력 |
| | PU4 | 메타버스 수업은 전에는 생각하지 못했던 아이디어를 생각하는 데에 도움이 될 것이다. | 창의성 |
| | PU5 | 메타버스 수업은 친구들과 의견을 나누는 데에 도움이 될 것이다. | 협력 능력 |
| 메타버스 윤리 (ME) | ME1 | 메타버스 수업에서는 친구의 험담이나 상처받는 이야기를 하지 말아야 할 것이다. | 악성 댓글 금지 |
| | ME2 | 메타버스 수업에서는 인터넷상에서 찾은 타인의 정보(글, 그림 등)를 사용할 때, 규칙에 맞춰 사용해야 할 것이다. | 타인 정보 존중 |
| | ME3 | 메타버스 수업에서는 내 개인정보가 중요한 만큼, 타인의 개인정보도 보호해야 할 것이다. | 개인정보 보호 |

| | | | |
|---------------|-----|--------------------------------|--------|
| 사용 의도 (IU) | IU1 | 나는 메타버스 수업에 전반적으로 만족한다. | 만족도 |
| | IU2 | 나는 메타버스 수업에 기회가 된다면 또 참여하고 싶다. | 재참여 의향 |
| | IU3 | 나는 메타버스 수업에 다른 친구들에게 추천하고 싶다. | 추천 의사 |
| 계 | 23 | - | - |

3.4.2 자료 수집

본 연구의 자료는 2024년 10월 7일부터 12월 13일까지 약 2개월에 걸쳐 영호남 지역의 중학교를 대상으로 수집되었으며, 교사의 지도하에 PC, 태블릿 PC, HMD 등의 디바이스를 활용한 메타버스 기반 수학 및 과학 수업에 참여한 학생들을 대상으로 온라인 설문을 통해 수집되었다(건국대학교 외, 2025). 모든 설문 응답은 개인 식별 정보가 포함되지 않은 익명화된 자료로 수집되었으며, 영호남 지역 11개 중학교 학생 233명의 응답 자료이다.

본 연구에서는 자료의 질적 수준을 확보하기 위해 다단계 데이터 정제 절차를 수행하였다. 첫째, 결측치가 포함된 응답을 제외하였다. 둘째, 불성실 응답은 설문 문항의 내용을 충분히 고려하지 않고 응답하는 행동으로, 측정의 신뢰도와 타당도를 저해하는 주요 요인이다(Huang et al., 2015). 이를 탐지하기 위해 동일한 값으로 일관되게 응답한 직선형 응답 패턴을 식별하여 제거하였다(Meade & Craig, 2012). 셋째, 개인 내 응답 변산성(Intra-individual Response Variability)을 평가하기 위해 각 응답자의 응답에 대한 표준편차를 산출하여 불성실 응답을 분석에서 제외하였다(Curran, 2016; Marjanovic et al., 2015). 넷째, Mahalanobis Distance를 통해서 다변량 이상치를 제거하였다(Etherington, 2021).

IV. 실증 분석

4.1 인구통계학적 특성

본 연구의 최종 분석에 사용된 유효 표본은 총 233명으로써 PLS-SEM 분석을 수행하기에 충분한 규모이다. Hair et al.(2019)은 PLS-SEM 분석에서 최소 표본 크기를 결정하는 ‘10배 규칙’을 제안하였는데, 이는 각 잠재변수나 경로에 대해 최소한 10배의 샘플 크기를 확보하라는 권장인데, 본 연구 모형에서 가장 많은 경로를 받는 변수는 사용 의도(IU)로 3개의 직접 경로(PEU, PU, ME)를 가지므로 최소 30명이 필요하며, 그리고 모든 직접효과 경로는 총 7개이므로 최소 70명이 필요하다. 본 연구의 233명은 이들 모두를 크게 상회하는 규모이다.

또한, Cohen(1992)의 통계적 검정력 관점에서도 본 연구의 표본 크기는 적절하다. 중간 수준의 효과크기($f^2 = 0.15$)와 유의수준 0.05, 검정력 0.80을 기준으로 할 때 필요한 표본 크기는 약 107명이며, 본 연구는 이를 충분히 충족한다. 따라서 본 연구의 표본 크기는 통계적 검정력을 확보하고 있으며, 연구 모형의 각 경로에 대한 신뢰할 수 있는 추정치를 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 표본에 대한 인구통계학적 특성에 대한 구체적인 내용은 [표 4-1]에 제시하였다. 표본의 구성 측면에서 볼 때, 11개 중학교에서 표본을 수집함으로써 특정 학교의 특수한 상황이나 환경이 연구 결과에 미치는 영향을 완화할 수 있다 해석할 수 있다. 응답자들의 인구통계학적 특성은 성별, 학년, 경험의 세 가지 범주로 구분하여 분석하였다.

성별 분포는 남학생 107명(45.9%), 여학생 126명(54.1%)으로 나타나 비교적 균형적인 구성을 보였다. 여학생이 남학생보다 19명 많았으나, 그 차이는 8.15%p로 크지 않아 성별 간 대표성이 적절하게 확보되었다고 판단할 수 있다. 이는 연구 결과의 성별 편향을 최소화하고, 남녀 학생 모두의 메타버스 교육 서비스 수용 태도를 균형 있게 반영할 수 있는 표본

구성이라고 할 수 있다.

학년별 분포를 살펴보면, 중학교 1학년이 135명(57.9%)으로 전체 표본의 절반 이상을 차지하였으며, 중학교 3학년이 63명(27.0%), 중학교 2학년이 35명(15.0%)으로 나타났다. 이와 같은 학년별 분포의 불균형은 메타버스 활용 수업의 실험적 현장 적용 과정에서 학년별 교과 학습 부담과 입시 준비 정도의 차이로 인해 발생한 것으로 판단된다. 상대적으로 학업 부담이 적은 1학년 담당 교사들이 신기술 기반 수업 실험에 더 적극적으로 참여할 수 있었던 것으로 보이며, 결과적으로 표본 분포의 특성이 연구 결과의 해석에 미치는 영향은 제한적일 것으로 판단된다.

[표 4-1] 응답자의 인구통계학적 특성

| 구분 | 항목 | 빈도(명) | 백분율(%) |
|------------|---------|-------|--------|
| 성별 | 남학생 | 107 | 45.9 |
| | 여학생 | 126 | 54.1 |
| | 계 | 233 | 100.0 |
| 학년 | 중학교 1학년 | 135 | 57.9 |
| | 중학교 2학년 | 35 | 15.0 |
| | 중학교 3학년 | 63 | 27.0 |
| | 계 | 233 | 100.0 |
| 메타버스 경험 여부 | 유경험자 | 197 | 84.5 |
| | 무경험자 | 36 | 15.5 |
| | 계 | 233 | 100.0 |
| 학교 수 | 11개 중학교 | - | - |

메타버스 사용 경험(플랫폼, HMD 기반 VR, XR 콘텐츠, 스마트폰 연동 콘텐츠 경험 등)에 대한 이용 경험 유무를 살펴보면, 유경험자가 197명(84.5%)으로 대다수를 차지하였고, 무경험자는 36명(15.5%)으로 나타났다. 이는 우리나라 대다수 학생이 메타버스 기술에 대한 경험을 보유하고 있으며, 메타버스 유경험자가 84.5%를 차지하는 것은 실제 사용 경험을 바탕으로 한 실증적 평가가 가능하다는 점에서 연구의 현실성과

타당성을 높이는 요인이라 해석할 수 있다.

본 연구의 표본에 대한 인구통계학적 분석을 종합적으로 해석하면 영호남 지역 11개 중학교의 233명 학생으로 구성되어 있으며, 성별 분포는 균형적이나 학년별로는 다소 불균등한 분포를 보인다. 메타버스 경험 여부에서는 유경험자가 다수를 차지하고 있어, 실제 사용 경험을 바탕으로 한 평가가 주를 이루고 있다. 이와 같은 표본 특성은 메타버스 교육 프로그램의 실제 경험 현황을 반영하는 것이며, 통계적 분석을 수행하기에 충분한 규모와 다양성을 확보하고 있다.

4.2 기술통계 분석

본 절에서는 측정변수와 잠재변수의 기술통계량을 분석하여 데이터의 기본적인 특성을 파악하고, PLS-SEM 분석을 수행하기 위한 기초 자료를 제시한다. 기술통계 분석은 평균, 표준편차, 왜도, 첨도 등의 통계량을 통해 데이터의 분포 특성을 확인하고, 이상치나 결측치 여부를 점검하며, 변수 간의 관계를 예비적으로 탐색하는 과정이다(Hair et al., 2017; Kline, 2015).

4.2.1 측정변수의 기술통계량

측정변수의 기술통계량 분석 결과는 [표 4-2]와 같다.

4.2.1.1 평균 및 표준편차 분석

측정변수의 평균값을 살펴보면, 메타버스 윤리(ME) 관련 문항들이 ME1 4.365(SD=0.861), ME2 4.326(SD=0.813), ME3 4.429(SD=0.849)로 가장 높은 평균값을 나타내고 있다. 이는 중학생들이 메타버스 교육 환경에서 메타버스 윤리의 중요성을 매우 높게 인식하고 있음을 보여주고 있으며, 최근 사이버 윤리와 디지털 시민성이 강조되고 있는 교육 현장의 흐름을 반영하는 것으로 해석할 수 있다(이현숙 외, 2020). 특히 ME3(개인정보 보호)이 가장

높은 평균(4.429)을 보인 것은 개인정보 보호에 대한 사회적 관심 증대와 학교 현장에서의 지속적인 디지털 리터러시 교육의 결과로 볼 수 있다.

[표 4-2] 측정변수의 기술통계량

| 변수 | 문항 | 평균(M) | 표준편차(SD) | 최소값 | 최대값 | 왜도 | 첨도 |
|-----|------|-------|----------|-------|-------|--------|--------|
| CCC | CCC1 | 3.506 | 0.761 | 1.000 | 5.000 | -0.434 | 0.590 |
| | CCC2 | 3.747 | 0.861 | 1.000 | 5.000 | -0.504 | 0.655 |
| | CCC3 | 3.343 | 1.001 | 1.000 | 5.000 | -0.314 | -0.102 |
| | CCC4 | 3.691 | 0.814 | 1.000 | 5.000 | -0.437 | 0.492 |
| CSE | CSE1 | 3.948 | 0.889 | 1.000 | 5.000 | -0.674 | 0.509 |
| | CSE2 | 2.974 | 1.141 | 1.000 | 5.000 | 0.208 | -0.708 |
| | CSE3 | 3.498 | 1.182 | 1.000 | 5.000 | -0.379 | -0.699 |
| | CSE4 | 3.103 | 1.094 | 1.000 | 5.000 | -0.126 | -0.634 |
| PEU | PEU1 | 3.906 | 1.239 | 1.000 | 5.000 | -1.007 | -0.058 |
| | PEU2 | 3.652 | 1.278 | 1.000 | 5.000 | -0.745 | -0.487 |
| | PEU3 | 3.760 | 1.092 | 1.000 | 5.000 | -0.748 | 0.000 |
| | PEU4 | 3.639 | 1.070 | 1.000 | 5.000 | -0.535 | -0.076 |
| PU | PU1 | 3.515 | 0.788 | 1.000 | 5.000 | 0.241 | -0.179 |
| | PU2 | 3.476 | 0.794 | 1.000 | 5.000 | 0.233 | -0.156 |
| | PU3 | 3.665 | 0.814 | 1.000 | 5.000 | -0.038 | -0.331 |
| | PU4 | 3.730 | 0.793 | 1.000 | 5.000 | -0.052 | -0.296 |
| | PU5 | 3.536 | 0.861 | 1.000 | 5.000 | 0.029 | -0.087 |
| ME | ME1 | 4.365 | 0.861 | 1.000 | 5.000 | -1.303 | 1.494 |
| | ME2 | 4.326 | 0.813 | 1.000 | 5.000 | -0.998 | 0.448 |
| | ME3 | 4.429 | 0.849 | 1.000 | 5.000 | -1.622 | 2.838 |
| IU | IU1 | 4.013 | 1.019 | 1.000 | 5.000 | -1.054 | 0.716 |
| | IU2 | 3.944 | 1.034 | 1.000 | 5.000 | -0.848 | 0.235 |
| | IU3 | 3.820 | 1.080 | 1.000 | 5.000 | -0.647 | -0.154 |

사용 의도(IU) 관련 IU1 4.013(SD=1.019), IU2 3.944(SD=1.034), IU3

3.820(SD=1.080)으로 중간값(3.0)을 상회하는 긍정적인 수준을 나타내었다. 5점 척도에서 3.82~4.01의 평균은 응답자들이 메타버스 기반 교육 서비스에 대해 전반적으로 긍정적인 사용 의도를 가지고 있음을 의미한다(Hair et al., 2019). 이는 메타버스 교육이 중학생들에게 새로운 학습 경험으로 인식되고 있으며, 향후 확산 가능성이 높음을 시사한다(Kye et al., 2021).

인지된 사용 용이성(PEU) 문항들은 PEU4 3.639(SD=1.070)에서 PEU1 3.906(SD=1.239)까지 평균 3.64~3.91 범위로 나타났다. 이는 중학생들이 메타버스 플랫폼의 작동, 접속, 인터페이스, 의사소통 기능 등을 비교적 쉽게 사용할 수 있다고 인식하고 있음을 보여준다. Davis(1989)의 TAM에서 인지된 사용 용이성은 기술수용의 핵심 선행 요인으로, 본 연구에서 나타난 긍정적 수준은 메타버스 교육 서비스의 수용 가능성을 뒷받침하는 결과이다.

인지된 유용성(PU) 관련 문항들은 PU2 3.476(SD=0.794)에서 PU4 3.730(SD=0.793)까지 평균 3.48~3.73 범위로 측정되었다. 이는 학생들이 메타버스 수업이 문제해결 능력, 논리적 사고력, 표현 능력, 창의성, 협력 능력 등 다양한 역량 향상에 도움이 될 것으로 인식하고 있음을 나타낸다. TAM 연구들은 인지된 유용성이 사용 의도에 가장 강력한 영향을 미치는 요인임을 일관되게 보고하고 있으며(Venkatesh & Davis, 2000; Scherer et al., 2019), 본 연구에서도 PU의 긍정적 평가는 메타버스 교육의 교육적 가치가 학습자에게 인정받고 있음을 시사한다.

컴퓨터 자기효능감(CSE) 문항들은 CSE1 3.948(SD=0.889), CSE2 2.974(SD=1.141), CSE3 3.498(SD=1.182), CSE4 3.103(SD=1.094)으로 측정되었다. CSE1(인터넷 정보 검색)이 3.948로 가장 높게 나타난 반면, CSE2(표와 그래프 만들기)가 2.974로 상대적으로 낮게 나타난 것은 콘텐츠 제작 능력이 단순 검색 능력에 비해 더 높은 수준의 디지털 역량을 요구하기 때문으로 해석된다. 이는 디지털 리터러시 교육에서 정보 소비 능력과 생산 능력 간의 격차를 보여주는 결과로, 선행연구 결과와 일치한다(김하영, 2022).

협력적 의사소통 역량(CCC) 문항들은 CCC3 3.343(SD=1.001)에서 CCC2 3.747(SD=0.861)까지 평균 3.34~3.75 범위로 나타났다. CCC2(문제해결 노력)가 가장 높고 CCC3(의견 발표)이 가장 낮게 나타난

것은 학생들이 메타버스 환경에서 일반적인 협력 활동은 더 많이 할 것으로 예상하지만, 구체적인 발표 활동에 대해서는 상대적으로 보수적인 기대를 가지고 있음을 의미한다(Jovanović & Milosavljević, 2022).

표준편차 분석 결과, 대부분의 문항에서 0.761에서 1.278 범위의 표준편차를 보였다. PEU2(플랫폼의 접속)가 1.278로 가장 큰 표준편차를 보였으며, CSE2(표와 그래프 만들기)와 CSE3(발표자료 제작)도 각각 1.141, 1.182로 비교적 큰 편이었는데, 이는 학생들의 디지털 기기 친숙도와 콘텐츠 제작 능력에서 개인차가 크다는 것을 의미하며, 디지털 격차의 한 측면을 반영하는 것으로 볼 수 있다. 반면 ME 관련 문항들의 표준편차는 0.813에서 0.861로 상대적으로 작아, 메타버스 윤리에 대한 인식이 학생들 사이에서 비교적 일관적임을 보여준다.

4.2.1.2 왜도 및 첨도 분석

데이터의 정규성을 평가하기 위해 왜도와 첨도를 분석하였다. 일반적으로 왜도의 절대값이 3 미만, 첨도의 절대값이 10 미만일 때 정규성을 충족하는 것으로 간주하며(Kline, 2015), 보다 엄격한 기준에서는 왜도 절대값 2 미만, 첨도 절대값 7 미만을 권장하기도 한다(West et al., 1995).

본 연구의 측정변수들은 왜도 범위가 -1.622(ME3)에서 0.241(PU1)로 나타났으며, 모든 문항이 절대값 2 미만으로 정규성 기준을 충족하였다. 메타버스 윤리(ME) 문항들은 모두 음의 왜도를 보였는데(ME1: -1.303, ME2: -0.998, ME3: -1.622), 이는 대부분 학생들이 메타버스 윤리의 중요성을 높게 평가하고 있음을 의미하며, 평균값이 4.33에서 4.43으로 높게 나타난 결과와 일치한다. 사용 의도(IU) 문항들(IU1: -1.054, IU2: -0.848, IU3: -0.647)과 인지된 사용 용이성(PEU) 문항들(-1.007에서 -0.535) 역시 음의 왜도를 보여, 긍정적 응답이 더 많았음을 나타냈다. 반면 인지된 유용성(PU) 중 PU1(0.241)과 PU2(0.233)는 약한 양의 왜도를 보였으나, 거의 대칭적인 분포에 가깝다.

첨도는 -0.708(CSE2)에서 2.838(ME3)까지 분포하였으며, 모든 문항이

절대값 7 미만으로 나타났다. 메타버스 윤리 문항들은 양의 척도(ME1: 1.494, ME2: 0.448, ME3: 2.838)를 보여 평균 주변에 응답이 집중되어 있음을 나타냈고, CSE2는 음의 척도(-0.708)를 보여 응답이 고르게 분포되어 있었다.

종합적으로 모든 측정변수가 왜도와 척도의 정규성 기준을 충족하였다. Cramer-von Mises 검정 결과 엄밀한 정규성 가정은 충족되지 않았으나, PLS-SEM은 정규성 가정을 요구하지 않으며 비정규 분포에서도 강건한 결과를 산출하므로(Hair et al., 2017; Chin & Newsted, 1999) 분석 수행에 문제가 없다.

4.2.2 잠재변수의 기술통계 및 상관관계 분석

4.2.2.1 잠재변수의 기술통계

잠재변수의 평균은 각 잠재변수를 구성하는 측정문항들의 평균을 산술평균한 값으로 산출하였다. [표 4-3]에 제시된 바와 같이, 메타버스 윤리(ME)가 4.373으로 가장 높은 평균을 보였으며, 사용 의도(IU) 3.926, 인지된 사용 용이성(PEU) 3.739, 인지된 유용성(PU) 3.584, 협력적 의사소통 역량(CCC) 3.572, 컴퓨터 자기효능감(CSE) 3.381 순으로 나타났다.

[표 4-3] 잠재변수의 기술통계 분석 결과

| 잠재변수 | 평균(M) | 표준편차(SD) | 측정문항 수 | 평균 범위 |
|------|-------|----------|--------|-------------|
| CCC | 3.572 | 0.859 | 4 | 3.343~3.747 |
| CSE | 3.381 | 1.077 | 4 | 2.974~3.948 |
| PEU | 3.739 | 1.170 | 4 | 3.639~3.906 |
| PU | 3.584 | 0.810 | 5 | 3.476~3.730 |
| ME | 4.373 | 0.841 | 3 | 4.326~4.429 |
| IU | 3.926 | 1.044 | 3 | 3.820~4.013 |

* 주: 평균은 각 잠재변수를 구성하는 측정문항들의 평균값임.

표준편차는 측정문항들의 표준편차 평균값임.

메타버스 윤리(ME)의 높은 평균(4.373)은 중학생들이 메타버스 교육 환경에서 지켜야 할 윤리적 규범과 책임에 대해 강한 인식을 가지고 있음을 보여준다. 이는 디지털 시민성과 사이버 윤리 교육이 강조되는 현실을 반영하며(이현숙 외, 2020), 특히 개인정보 보호와 타인 존중의 중요성을 높게 평가하는 것으로 나타났다.

사용 의도(IU)의 평균 3.926은 중간값(3.0)을 상회하는 수준으로, 메타버스 기반 교육에 대한 중학생들의 수용 의도가 긍정적임을 나타낸다. 사용 의도는 실제 사용 행동의 강력한 예측변수로 알려져 있으며(Venkatesh et al., 2003), 메타버스 경험자가 84.5%를 차지하는 본 연구의 표본 특성을 고려할 때, 이러한 긍정적 의도는 실제 사용 경험에 기반한 평가라는 점에서 의미가 있다.

인지된 사용 용이성(PEU)의 평균 3.739는 메타버스 플랫폼의 사용성이 중학생 수준에 적절하게 설계되었음을 보여준다. Davis(1989)는 인지된 사용 용이성이 인지된 유용성과 사용 의도에 중요한 영향을 미친다고 제안하였으며, 본 연구 결과는 메타버스 교육 플랫폼의 인터페이스가 학습자 친화적으로 구현되었음을 시사한다(Chua & Yu, 2024).

인지된 유용성(PU)의 평균 3.584는 학생들이 메타버스 수업이 학습 역량 향상에 도움이 될 것으로 기대하고 있음을 나타낸다. 다만 다른 변수들에 비해 상대적으로 낮게 나타난 것은 메타버스 교육의 실질적인 학습 효과에 대한 경험이 아직 충분히 축적되지 않았을 가능성을 시사한다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 평균 3.572는 학생들이 메타버스 환경에서 협력적 활동 증가를 기대하고 있음을 보여준다. 메타버스는 아바타를 통한 상호작용과 협력학습을 가능하게 하나(Kye et al., 2021), 상대적으로 낮은 평균은 메타버스 환경에서의 협력학습에 대한 경험과 자신감이 부족할 수 있음을 시사한다(Jovanović & Milosavljević, 2022).

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 평균 3.381은 중학생들이 디지털 도구 사용 능력에 대해 중간 이상의 자신감을 보유하고 있음을 보여준다. 컴퓨터 자기효능감은 디지털 리터러시의 핵심 구성요소로서 정보 검색, 콘텐츠 제작, 기술 활용 등의 능력에 대한 자기평가를 반영하며(Compeau & Higgins,

1995), 본 연구에서 나타난 긍정적인 자기평가는 학교와 가정에서의 디지털 기기 사용 기회 증가를 반영하는 것으로 볼 수 있다(김하영, 2022).

4.2.2.2 잠재변수 간 상관관계 분석

잠재변수 간의 상관관계는 Pearson 상관계수를 통해 분석하였으며, 그 결과는 [표 4-4]에 제시하였다. 상관계수는 두 변수 간의 선형 관계의 강도와 방향을 나타내는 지표로, 일반적으로 절대값이 0.1~0.3이면 약한 상관관계, 0.3~0.7이면 중간 상관관계, 0.7 이상이면 강한 상관관계로 해석한다(Cohen, 1988). 구조방정식 모형에서 상관관계 분석은 변수 간 관계의 방향을 예비적으로 파악하고, 다중공선성 문제를 점검하는 데 유용하다(Kline, 2015).

[표 4-4] 잠재변수 간 상관관계 행렬

| | CCC | CSE | PEU | PU | ME | IU |
|-----|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| CCC | 1.000 | | | | | |
| CSE | 0.138 | 1.000 | | | | |
| PEU | 0.206 | -0.031 | 1.000 | | | |
| PU | 0.458 | 0.324 | 0.215 | 1.000 | | |
| ME | 0.337 | 0.245 | 0.139 | 0.386 | 1.000 | |
| IU | 0.377 | 0.141 | 0.563 | 0.397 | 0.315 | 1.000 |

1) 독립변수 간 상관관계

협력적 의사소통 역량(CCC)과 컴퓨터 자기효능감(CSE) 간의 상관계수는 0.138로 약한 정적 상관관계를 보였다. 협력적 의사소통 역량(CCC)과 인지된 사용 용이성(PEU) 간의 상관계수는 0.206으로 역시 약한 정적 상관관계를 나타냈다. 한편, 컴퓨터 자기효능감(CSE)과 인지된 사용 용이성(PEU) 간의 상관계수는 -0.031로 사실상 무상관에 가까웠다. 이는 디지털 역량에 대한 자기평가와 메타버스 플랫폼의 사용 용이성 인식이 서로 독립적인

구성개념임을 보여준다.

세 독립변수 간의 상관계수가 모두 0.21 미만으로 낮게 나타난 것은 각 변수가 독립적인 구성개념을 측정하고 있음을 의미하며, 다중공선성 문제가 없음을 시사한다. Hair et al.(2019)은 상관계수가 0.9 이상일 때 다중공선성 문제를 의심할 수 있다고 제시하였는데, 본 연구의 독립변수 간 상관관계는 이 기준을 훨씬 하회하고 있다.

2) 독립변수와 매개변수 간 상관관계

협력적 의사소통 역량(CCC)과 인지된 유용성(PU) 간의 상관계수는 0.458로 중간 수준의 정적 상관관계를 보였다. 이는 메타버스 환경에서 협력 활동을 더 많이 할 것으로 기대하는 학생일수록 메타버스 수업의 유용성을 높게 평가하는 경향이 있음을 나타낸다. 메타버스의 핵심 특징 중 하나는 협력적 학습을 촉진하는 것이므로(Kye et al., 2021), 이론적으로 타당한 결과이다.

컴퓨터 자기효능감(CSE)과 인지된 유용성(PU) 간의 상관계수는 0.324로 중간 수준의 정적 상관을 보였다. 이는 디지털 기술 사용 능력에 자신감이 있는 학생들이 메타버스 수업의 유용성을 더 높게 평가한다는 것을 의미하며, 선행연구 결과와 일치한다(Compeau & Higgins, 1995; Ali et al., 2025).

인지된 사용 용이성(PEU)과 인지된 유용성(PU) 간의 상관계수는 0.215로 약한 정적 상관을 나타냈다. 이는 Davis(1989)의 TAM에서 제시한 PEU→PU 경로를 부분적으로 지지하는 결과이나, 선행연구들에서 보고된 상관관계(Scherer et al., 2019)보다는 다소 낮은 수준이다.

3) 매개변수 간 상관관계

인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME) 간의 상관계수는 0.386으로 중간 수준의 정적 상관을 보였다. 이는 메타버스 수업의 유용성을 높게 평가하는 학생일수록 메타버스 윤리에 대한 인식도 높다는 것을 의미한다.

유용성에 대한 긍정적 인식이 책임 있는 사용 태도로 연결될 수 있음을 시사한다.

4) 독립변수 및 매개변수와 종속변수 간 상관관계

사용 의도(IU)는 인지된 사용 용이성(PEU)과 가장 강한 상관관계를 보였다($r=0.563$). 이는 메타버스 플랫폼을 사용하기 쉽다고 느끼는 학생들이 향후 메타버스 수업에 계속 참여하고자 하는 의도가 높다는 것을 의미하며, TAM의 핵심 가설을 지지하는 결과이다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000).

사용 의도(IU)와 인지된 유용성(PU)의 상관계수는 0.397로 중간 수준의 정적 상관을 보였다. TAM에서 PU는 사용 의도의 가장 강력한 예측변수로 알려져 있으나(Venkatesh & Davis, 2000), 본 연구에서는 PEU와의 상관관계가 더 높게 나타났다. 이는 중학생 집단의 특성상 기술의 실용적 효용보다는 사용의 편의성이 더 중요한 수용 요인으로 작용할 수 있음을 시사한다(Han & Sa, 2022).

사용 의도(IU)와 메타버스 윤리(ME)의 상관계수는 0.315로 중간 수준의 정적 상관을 나타냈다. 이는 메타버스 윤리 의식이 높은 학생들이 메타버스 교육 서비스를 지속적으로 사용하려는 의도도 높다는 것을 의미한다. 사용 의도(IU)와 독립변수들 간의 상관관계는 협력적 의사소통 역량(CCC)이 0.377, 컴퓨터 자기효능감(CSE)이 0.141로 나타나 중간 수준 이하의 정적 상관을 보였다. 이는 CCC와 CSE가 사용 의도에 직접적으로 영향을 미치기보다는 매개변수를 통해 간접적으로 영향을 미칠 가능성을 시사하며, 본 연구의 연구 모형 설정이 타당함을 뒷받침한다.

5) 상관관계 분석을 통한 다중공선성 예비 검토

상관관계 분석 결과, 가장 높은 상관계수는 사용 의도(IU)와 인지된 사용 용이성(PEU) 간의 0.563이었다. 본 연구에서는 모든 상관계수가 0.6

미만으로 나타나 다중공선성 문제는 없는 것으로 판단된다. 추가적으로 4.3.4절에서 분산팽창지수(VIF)를 통해 다중공선성을 재확인할 것이다.

6) 잠재변수 간 상관관계 분석 결과

종합하면, 잠재변수 간 상관관계 분석 결과는 본 연구의 이론적 모형과 대체로 일관된 패턴을 보이고 있다. 특히 TAM의 핵심 관계인 PEU-IU(0.563), PU-IU(0.397) 간의 중간 수준의 정적 상관이 확인되었다. 다만 PEU-PU 간의 상관(0.215)은 선행연구에 비해 다소 낮게 나타나, 메타버스 교육 환경의 특수성이 반영된 것으로 보인다. 전반적으로 독립변수, 매개변수, 종속변수 간의 관계가 예상 방향으로 나타나고 있어, 다음 절에서 수행할 구조방정식 모형 분석의 타당성을 예비적으로 지지하는 결과를 얻었다.

4.2.3 기술통계 분석 종합

첫째, 모든 측정변수의 평균이 중간값(3.0)을 상회하고 있어 응답자들이 메타버스 기반 교육 서비스에 대해 전반적으로 긍정적인 인식을 가지고 있음을 확인하였다. 특히 메타버스 윤리(ME) 관련 문항들의 평균이 4.33 이상으로 매우 높게 나타나, 중학생들이 온라인 학습 환경에서의 윤리적 행동 규범을 명확하게 인식하고 있음을 알 수 있었다.

둘째, 왜도와 첨도 분석 결과 모든 측정변수가 정규성 기준을 충족하였으며, 비록 Cramer-von Mises 검정에서는 정규성이 기각되었으나 PLS-SEM 분석 방법의 특성상 이는 문제가 되지 않음을 확인하였다. PLS-SEM은 분산 기반 방법으로 정규성 가정을 요구하지 않으며, 비정규 분포에서도 강건한 추정치를 제공한다(Hair et al., 2017).

셋째, 잠재변수 간 상관관계 분석에서 TAM의 주요 관계들이 유의한 정적 상관을 보여, 본 연구의 이론적 모형이 데이터에 의해 지지되고 있음을 예비적으로 확인하였다. 특히 인지된 사용 용이성(PEU)과 사용 의도(IU)

간의 상관($r=0.563$)은 메타버스 교육 서비스 설계 시 사용 편의성이 중요한 요소임을 시사한다.

넷째, 독립변수 간 상관계수가 모두 0.21 미만으로 낮게 나타나 다중공선성 문제가 없음을 확인하였으며, 각 독립변수가 구별되는 개념을 측정하고 있음을 검증하였다. 특히 컴퓨터 자기효능감(CSE)과 인지된 사용 용이성(PEU) 간의 상관이 -0.031 로 사실상 무상관에 가까워, 두 변수가 독립적인 구성개념임이 확인되었다.

다섯째, 협력적 의사소통 역량(CCC)과 인지된 유용성(PU) 간의 중간 수준의 상관($r=0.458$)은 메타버스의 협력학습 기능이 학습자들에게 중요한 가치로 인식되고 있음을 보여준다. 이는 메타버스 교육 플랫폼이 사회적 상호작용과 협력학습을 지원하는 환경으로 활용될 수 있는 잠재력을 가지고 있음을 시사한다(Nah et al., 2025).

이상의 기술통계 분석 결과는 본 연구의 데이터가 PLS-SEM 분석을 수행하기에 적합한 특성을 가지고 있으며, 연구 모형에 포함된 변수들이 메타버스 교육 서비스 수용을 설명하는 데 유용한 개념들임을 확인시켜 준다. 다음 절에서는 측정모형 검증을 통해 측정도구의 신뢰도와 타당도를 체계적으로 평가할 것이다.

4.3 측정모형 검증

측정모형 검증은 PLS-SEM 분석의 첫 번째 단계로, 잠재변수를 측정하는 관찰변수(측정문항)의 신뢰도와 타당도를 평가하는 과정이다. 구조방정식 모형은 측정모형과 구조모형의 2단계로 구성되며, 측정모형이 적절하게 검증된 후에야 구조모형 분석을 진행할 수 있다(Anderson & Gerbing, 1988). 본 연구는 반영적 측정모형을 사용하였으며, 이는 잠재변수가 측정변수의 원인이 되는 모형으로 TAM 연구에서 일반적으로 적용되는 방식이다(Scherer et al., 2019).

반영적 측정모형의 검증은 신뢰도, 수렴타당도, 판별타당도의 세 가지 측면에서 이루어진다(Fornell & Larcker, 1981). 신뢰도는 측정도구가

일관되게 측정하는 정도를, 수렴타당도는 동일한 개념을 측정하는 문항들이 높은 상관을 보이는 정도를, 판별타당도는 서로 다른 개념들이 실제로 구별되는 정도를 의미한다(Bagozzi & Yi, 1988).

4.3.1 신뢰도 분석

신뢰도는 측정도구가 측정하고자 하는 개념을 얼마나 일관성 있게 측정하는가를 나타내는 지표이다. 신뢰도가 높다는 것은 동일한 조건에서 반복 측정했을 때 유사한 결과를 얻을 수 있음을 의미한다(Cronbach, 1951). 본 연구에서는 내적일관성 신뢰도와 지표신뢰도의 두 가지 측면에서 신뢰도를 평가하였다.

4.3.1.1 내적일관성 신뢰도

내적일관성 신뢰도는 하나의 잠재변수를 측정하는 여러 문항들이 서로 일관성 있게 측정하고 있는지를 평가하는 것으로, Cronbach's α , 합성신뢰도(CR, rho_c), rho_a의 세 가지 지표로 평가하였다. [표 4-5]에 제시된 바와 같이, 모든 잠재변수가 신뢰도 기준을 충족하였다.

[표 4-5] 측정모형의 신뢰도 및 수렴타당도

| 잠재변수 | Cronbach's α | rho_a | CR (rho_c) | AVE |
|------|---------------------|-------|------------|-------|
| CCC | 0.767 | 0.776 | 0.849 | 0.585 |
| CSE | 0.793 | 0.814 | 0.863 | 0.614 |
| PEU | 0.828 | 0.843 | 0.885 | 0.659 |
| PU | 0.897 | 0.903 | 0.923 | 0.707 |
| ME | 0.940 | 0.950 | 0.961 | 0.892 |
| IU | 0.941 | 0.948 | 0.962 | 0.895 |

Cronbach's α 는 가장 전통적인 신뢰도 지표로, 모든 측정문항의

가중치가 동일하다고 가정한다(Cronbach, 1951). 일반적으로 0.7 이상이면 수용 가능하고, 0.8 이상이면 우수한 것으로 평가된다(Nunnally, 1978). 본 연구에서 Cronbach's α 는 협력적 의사소통 역량(CCC) 0.767에서 사용 의도(IU) 0.941까지 분포하였으며, 모든 변수가 0.7 기준을 상회하였다. 특히 사용 의도(IU) 0.941과 메타버스 윤리(ME) 0.940은 0.9 이상의 매우 높은 신뢰도를 보였으며, 인지된 유용성(PU) 0.897, 인지된 사용 용이성(PEU) 0.828도 양호한 수준을 나타냈다. 이는 각 잠재변수를 측정하는 문항들이 일관성 있게 동일한 개념을 측정하고 있음을 나타낸다.

합성신뢰도(CR, rho_c)는 PLS-SEM에서 더 선호되는 신뢰도 지표로, 각 측정문항의 요인적재량을 고려하여 가중평균한 값이다(Fornell & Larcker, 1981). CR은 Cronbach's α 가 가정하는 모든 문항의 동일 가중치 문제를 해결하며, 더 정확한 신뢰도 추정치를 제공한다(Hair et al., 2019). 본 연구에서 CR은 협력적 의사소통 역량(CCC) 0.849에서 사용 의도(IU) 0.962까지 분포하였으며, 모든 변수가 0.7 기준을 크게 상회하였다.

Cronbach's α 의 편향을 보정한 지표로 사용되는 rho_a는 최근 PLS-SEM 연구에서 권장되는 신뢰도 측정치이다(Dijkstra & Henseler, 2015). 본 연구에서 rho_a는 협력적 의사소통 역량(CCC) 0.776에서 메타버스 윤리(ME) 0.950까지 분포하였으며, 모든 변수가 0.7 기준을 충족하였다. rho_a 값이 Cronbach's α 와 CR 사이에 위치하는 경향을 보였는데, 이는 rho_a가 Cronbach's α 의 과소추정과 CR의 과대추정 경향을 보정하기 때문이다.

세 가지 내적일관성 신뢰도 지표가 모두 권장 기준을 충족하여 측정도구의 일관성이 확인되었으며, 특히 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)의 신뢰도가 높게 나타났다.

4.3.1.2 지표신뢰도

지표신뢰도는 개별 측정문항이 해당 잠재변수를 얼마나 잘 반영하는지를 나타내는 지표로, 외부적재값 또는 요인적재량으로 평가한다. 외부적재값은

잠재변수와 측정변수 간의 상관계수로 해석할 수 있으며, 그 제곱값은 잠재변수가 측정변수 분산의 몇 %를 설명하는지를 나타낸다(Hair et al., 2019).

PLS-SEM에서 외부적재값(outer loading)은 측정변수가 잠재변수를 얼마나 잘 반영하는지를 나타내는 핵심 지표이다. Hair et al.(2019)에 따르면, 외부적재값이 0.708 이상이면 수용 가능하고, 0.6~0.708 사이일 경우 Cronbach's α , 합성신뢰도(CR), 평균분산추출(AVE) 등 다른 신뢰도 지표가 충족되면 유지할 수 있다. 반면 0.4 미만인 측정변수는 잠재변수와의 관련성이 낮아 제거를 고려해야 한다. 0.708이라는 기준값은 제공하면 약 0.5가 되어, 잠재변수가 측정변수 분산의 최소 50% 이상을 설명함을 의미하며, 이를 통해 측정변수의 충분한 대표성을 확인할 수 있다.

[표 4-6]에 제시된 바와 같이, 본 연구의 모든 측정문항의 외부적재값이 0.7 이상으로 수렴타당도 기준을 충족한다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 4개 문항은 0.729(CCC3)에서 0.789(CCC2)까지 분포하였으며, 모든 문항이 0.7 이상의 적재값을 보였다. CCC2(문제해결 노력)가 0.789로 가장 높게 나타난 것은 학생들이 협력적 의사소통 역량을 판단할 때 문제해결 노력을 가장 대표적인 지표로 인식하고 있음을 시사한다.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 4개 문항은 0.721(CSE4)에서 0.869(CSE3)까지 분포하였다. CSE3(발표자료 제작)이 0.869로 가장 높게 나타난 것은 콘텐츠 제작 능력이 컴퓨터 자기효능감을 가장 잘 나타내는 지표임을 의미한다. CSE1(인터넷 정보 검색)도 0.788로 높았으나, CSE2(표와 그래프 만들기)와 CSE4(전자칠판 사용)는 각각 0.746, 0.721로 상대적으로 낮게 나타났다.

인지된 사용 용이성(PEU)의 4개 문항은 0.746(PEU4)에서 0.867(PEU3)까지 분포하였다. PEU3(인터페이스)이 0.867, PEU1(플랫폼 작동)이 0.842로 높은 적재값을 보인 반면, PEU4(의사소통 기능)는 0.746으로 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 메타버스 플랫폼의 기본 인터페이스와 작동은 사용 용이성을 잘 반영하나, 의사소통 기능의 편의성은

다소 다른 차원으로 인식될 수 있음을 시사한다.

[표 4-6] 외부적재값(Outer Loadings)

| | CCC | CSE | ME | IU | PEU | PU |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| CCC1 | 0.786 | | | | | |
| CCC2 | 0.789 | | | | | |
| CCC3 | 0.729 | | | | | |
| CCC4 | 0.755 | | | | | |
| CSE1 | | 0.788 | | | | |
| CSE2 | | 0.746 | | | | |
| CSE3 | | 0.869 | | | | |
| CSE4 | | 0.721 | | | | |
| ME1 | | | 0.842 | | | |
| ME2 | | | 0.786 | | | |
| ME3 | | | 0.867 | | | |
| IU1 | | | 0.746 | | | |
| IU2 | | | | 0.817 | | |
| IU3 | | | | 0.824 | | |
| PEU1 | | | | 0.882 | | |
| PEU2 | | | | 0.856 | | |
| PEU3 | | | | 0.825 | | |
| PEU4 | | | | | 0.925 | |
| PU1 | | | | | 0.952 | |
| PU2 | | | | | 0.956 | |
| PU3 | | | | | | 0.945 |
| PU4 | | | | | | 0.957 |
| PU5 | | | | | | 0.935 |

인지된 유용성(PU)의 5개 문항은 0.817(PU1)에서 0.882(PU3)까지 분포하였으며, 모두 0.8 이상의 높은 적재값을 보였다. PU3(표현 능력)이

0.882로 가장 높게 나타난 것은 학생들이 메타버스 수업의 유용성을 평가할 때 자기표현 능력 향상을 중요한 기준으로 삼고 있음을 시사한다. 메타버스 환경은 아바타를 통한 다양한 표현 방식을 제공하므로(Kye et al., 2021), 표현 능력과의 연관성이 높게 나타난 것으로 해석된다.

메타버스 윤리(ME)의 3개 문항은 0.925(ME1)에서 0.956(ME3)까지 분포하였으며, 모두 0.9를 초과하는 매우 높은 적재값을 보였다. ME3(개인정보 보호)이 0.956, ME2(타인 정보 존중)가 0.952로 특히 높게 나타나, 정보 보호와 존중이 메타버스 윤리 개념의 핵심적인 구성요소로 인식되고 있음을 확인하였다.

사용 의도(IU)의 3개 문항은 0.935(IU3)에서 0.957(IU2)까지 분포하였으며, 모두 0.93을 초과하는 매우 높은 적재값을 보였다. IU2(재참여 의향)가 0.957로 가장 높게 나타났는데, 이는 재사용 의도가 사용 의도를 가장 직접적으로 나타내는 지표임을 의미한다. 세 문항의 적재값이 모두 0.9 이상으로 거의 동일한 수준을 보인 것은 만족도, 재참여 의향, 추천 의사가 사용 의도의 단일 차원을 매우 일관되게 측정하고 있음을 보여준다(Venkatesh et al., 2003).

전체적으로 23개 측정문항 모두 0.7 이상의 외부적재값을 보여, 각 문항이 해당 잠재변수를 적절히 반영하고 있으며 지표신뢰도가 확보되었음을 확인하였다. 특히 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)의 문항들이 0.9 이상의 매우 높은 적재값을 보여, 이들 변수의 측정이 특히 우수함을 알 수 있었다.

4.3.2 수렴타당도 분석

수렴타당도는 동일한 잠재변수를 측정하는 여러 문항들이 서로 높은 상관관을 보이는 정도로, 측정문항들이 실제로 동일한 개념을 측정하고 있는지를 평가하는 지표이다(Fornell & Larcker, 1981). 수렴타당도는 평균분산추출(Average Variance Extracted: AVE)로 평가하며, AVE는 잠재변수가 측정변수들의 분산 중 평균적으로 몇 %를 설명하는지를

나타낸다. AVE는 각 측정문항의 외부적재값을 제공한 값들의 평균으로 계산되며, 0.5 이상이면 수렴타당도가 확보된 것으로 판단한다(Fornell & Larcker, 1981). AVE가 0.5라는 것은 잠재변수가 측정변수 분산의 50% 이상을 설명한다는 의미로, 측정오차보다 잠재변수의 설명력이 더 크다는 것을 나타낸다(Bagozzi & Yi, 1988).

[표 4-5]에 제시된 바와 같이, 본 연구의 모든 잠재변수가 0.5 기준을 크게 상회하였다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 AVE는 0.585로 나타나, 잠재변수가 측정문항 분산의 약 59%를 설명하고 있음을 보여주었다. 이는 기준치인 0.5를 충족하며, 4개 문항이 협력적 의사소통 역량 개념을 적절히 측정하고 있음을 의미한다.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 AVE는 0.614로 나타나 약 61%의 설명력을 보였다. 4개 문항이 정보 검색, 표/그래프 작성, 발표자료 제작, 전자철판 사용이라는 다양한 디지털 역량을 포괄하면서도 수렴타당도를 확보한 것은 이들이 컴퓨터 자기효능감이라는 단일 개념으로 적절히 통합됨을 보여준다.

인지된 사용 용이성(PEU)의 AVE는 0.659로 나타나, 4개 문항이 사용 용이성 개념의 약 66%를 설명하고 있음을 보여주었다. TAM 연구들에서 사용 용이성은 일관되게 수렴타당도를 보이는 것으로 보고되고 있으며(Scherer et al., 2019), 본 연구 결과도 이와 일치한다.

인지된 유용성(PU)의 AVE는 0.707로 나타나, 5개 문항이 유용성 개념의 약 71%를 설명하고 있음을 보여주었다. 유용성 문항들은 문제해결 능력, 논리적 사고, 표현 능력, 창의성, 협력 능력 등 다양한 학습 역량을 다루고 있으나, 이들이 모두 '메타버스 수업의 유용성'이라는 단일 개념으로 수렴하고 있음을 확인하였다. Davis(1989)가 제안한 인지된 유용성은 업무 성과 향상이라는 포괄적 개념으로, 본 연구에서도 다차원적 역량이 하나의 유용성 개념으로 통합되어 측정되고 있음을 알 수 있다.

메타버스 윤리(ME)의 AVE는 0.892로 매우 높게 나타나, 3개 문항이 메타버스 윤리 개념의 약 89%를 설명하고 있음을 보여주었다. 이는 악성 댓글 금지, 타인 정보 존중, 개인정보 보호라는 세 가지 측면이 메타버스

윤리의 핵심을 매우 잘 포착하고 있음을 의미한다.

사용 의도(IU)의 AVE는 0.895로 가장 높게 나타나, 3개 문항이 사용 의도 개념의 약 90%를 설명하고 있음을 보여주었다. 만족도, 재참여 의향, 추천 의사는 모두 긍정적 행동 의도를 나타내는 지표로, 이론적으로 높은 상관을 보이는 것이 타당하다(Venkatesh & Davis, 2000).

전체적으로 모든 잠재변수의 AVE가 0.5 기준을 상회하여 수렴타당도가 확보되었음을 확인하였다. 특히 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)는 AVE가 0.89 이상으로 매우 높아, 이들 변수의 측정이 특히 정확하고 일관적임을 알 수 있었다. 수렴타당도의 확보는 각 잠재변수가 명확하게 정의되고 측정되었음을 의미하며, 이는 구조모형 분석의 신뢰성을 높이는 기반이 된다(Fornell & Larcker, 1981).

4.3.3 판별타당도 분석

판별타당도는 서로 다른 잠재변수들이 실제로 구별되는 개념을 측정하고 있는지를 평가하는 지표이다. 판별타당도가 확보되지 않으면 변수들 간의 관계를 정확히 파악할 수 없으며, 연구 모형의 타당성이 저해된다(Fornell & Larcker, 1981). PLS-SEM에서는 Fornell-Larcker 기준, HTMT(Heterotrait-Monotrait) 비율, 교차적재값의 세 가지 방법으로 판별타당도를 평가한다.

4.3.3.1 Fornell-Larcker 기준

Fornell-Larcker 기준은 각 잠재변수의 AVE 제곱근이 다른 잠재변수들과의 상관계수보다 커야 한다는 기준이다(Fornell & Larcker, 1981). 이는 한 잠재변수가 자신의 측정문항들과 공유하는 분산이 다른 잠재변수와 공유하는 분산보다 커야 함을 의미한다. [표 4-7]에 제시된 바와 같이, 대각선의 AVE 제곱근 값이 해당 행과 열의 모든 상관계수보다 크게 나타나 Fornell-Larcker 기준을 충족하였다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 AVE 제공근은 0.765로, 다른 변수들과의 상관계수(0.156~0.475)보다 모두 크게 나타났다. CCC는 인지된 유용성(PU)과 0.475로 가장 높은 상관을 보였으나, AVE 제공근 0.765보다 충분히 낮아 판별타당도가 확보되었다. CCC와 PU 간의 중간 수준 상관은 협력적 활동에 대한 기대가 유용성 인식과 연관되어 있음을 반영하는 것으로, 이론적으로도 타당한 결과이다(Nah et al., 2025).

[표 4-7] 측정모형의 판별타당도(Fornell-Larcker)

| | CCC | CSE | ME | IU | PEU | PU |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CCC | 0.765 | | | | | |
| CSE | 0.156 | 0.783 | | | | |
| ME | 0.349 | 0.272 | 0.944 | | | |
| IU | 0.374 | 0.170 | 0.315 | 0.946 | | |
| PEU | 0.206 | -0.006 | 0.139 | 0.583 | 0.812 | |
| PU | 0.475 | 0.346 | 0.396 | 0.398 | 0.225 | 0.841 |

* 주: 대각선의 굵은 글씨는 AVE의 제공근 값임.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 AVE 제공근은 0.783으로, 다른 변수들과의 상관계수(-0.006~0.346)보다 모두 크게 나타났다. 특히 CSE는 인지된 사용 용이성(PEU)과 -0.006으로 사실상 무상관에 가까워, 두 변수가 매우 명확히 구별됨을 확인하였다. 이는 디지털 기술 사용 능력이 메타버스 교육 수용의 선행 요인으로서 독립적인 역할을 하고 있음을 시사한다(Compeau & Higgins, 1995).

인지된 사용 용이성(PEU)의 AVE 제공근은 0.812로, 다른 변수들과의 상관계수(-0.006~0.583)보다 모두 크게 나타났다. PEU는 사용 의도(IU)와 0.583이라는 상관을 보였으나, AVE 제공근 0.812보다 낮아 판별타당도가 확보되었다. PEU와 IU 간의 상관은 TAM의 핵심 관계를 반영하는 것으로, 이론적으로 예상되는 결과이다(Davis, 1989).

인지된 유용성(PU)의 AVE 제공근은 0.841로, 다른 변수들과의

상관계수(0.225~0.475)보다 모두 크게 나타났다. PU는 협력적 의사소통 역량(CCC)과 0.475로 가장 높은 상관을 보였으나, AVE 제공근보다 충분히 낮아 판별타당도가 확보되었다.

메타버스 윤리(ME)의 AVE 제공근은 0.944로 매우 높아, 다른 변수들과의 상관계수(0.139~0.396)와 명확한 차이를 보였다.

사용 의도(IU)의 AVE 제공근은 0.946으로 가장 높게 나타나, 다른 변수들과의 상관계수(0.170~0.583)보다 모두 크게 나타났다. IU는 PEU와 0.583의 상관을 보였으나, AVE 제공근이 충분히 커서 판별타당도가 확보되었음을 확인하였다.

종합적으로 모든 잠재변수가 Fornell-Larcker 기준을 충족하여, 각 변수가 독립적인 개념을 측정하고 있음을 검증하였다.

4.3.3.2 HTMT 비율

HTMT는 PLS-SEM에서 Fornell-Larcker 기준보다 판별타당도 문제를 더 민감하게 탐지할 수 있는 지표로 제안되었다(Henseler et al., 2015). 일반적으로 보수적 기준 0.85 미만, 관대한 기준 0.90 미만일 때 판별타당도가 확보된 것으로 평가한다(Franke & Sarstedt, 2019; Rönkkö & Cho, 2022).

[표 4-8]에 제시된 바와 같이, 본 연구의 모든 HTMT 값이 0.85 미만으로 나타나 보수적 기준을 충족하였다. 가장 높은 HTMT 값은 인지된 사용 용이성(PEU)과 사용 의도(IU) 간의 0.641로 나타났으며, 이는 TAM에서 PEU와 IU가 밀접히 연관되어 있지만 독립적인 구성개념임을 지지하는 결과이다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). 협력적 의사소통 역량(CCC)과 인지된 유용성(PU) 간의 HTMT는 0.555, PU와 메타버스 윤리(ME) 간은 0.420으로 나타나 중간 수준의 관계를 보였다.

독립변수들 간의 HTMT는 상대적으로 낮게 나타났는데, CSE와 CCC 간 0.190, CCC와 PEU 간 0.257, CSE와 PEU 간 0.134로 모두 0.26 미만이였다. 이는 세 독립변수가 명확히 구별되는 개념을 측정하고 있음을

시사한다.

[표 4-8] HTMT 비율을 이용한 판별타당도

| | CCC | CSE | ME | IU | PEU | PU |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| CCC | | | | | | |
| CSE | 0.190 | | | | | |
| ME | 0.399 | 0.292 | | | | |
| IU | 0.441 | 0.175 | 0.335 | | | |
| PEU | 0.257 | 0.134 | 0.155 | 0.641 | | |
| PU | 0.555 | 0.388 | 0.420 | 0.433 | 0.254 | |

* 주: HTMT < 0.90 기준 충족.

종합적으로 모든 HTMT 값이 보수적 기준인 0.85 미만으로 나타나, 연구 모형의 변수들이 개념적으로 구별되는 독립적인 구성개념임을 확인하였다. HTMT 분석 결과는 Fornell-Larcker 기준과 함께 본 연구 측정모형의 판별타당도가 확보되었음을 뒷받침한다.

4.3.3.3 교차적재값

교차적재값 분석은 각 측정문항이 자신이 속한 잠재변수에 가장 높은 적재값을 보이는지를 확인하는 방법으로, 각 문항의 자기 잠재변수에 대한 적재값이 다른 잠재변수에 대한 적재값보다 모두 높아야 판별타당도가 확보된다(Chin, 1998). 이는 측정문항이 의도한 개념을 정확히 측정하고 있으며, 다른 개념과 혼동되지 않음을 의미한다.

[표 4-9]에 제시된 바와 같이, 본 연구의 모든 측정문항이 자기 잠재변수에 가장 높은 적재값을 보여 판별타당도 기준을 충족하였다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 4개 문항은 CCC에 대해 0.729~0.789의 높은 적재값을 보인 반면, 다른 변수에 대해서는 0.085~0.443 범위의 낮은 적재값을 보였다. CCC 문항들이 PU에 대해 상대적으로 높은

교차적재값(0.311~0.443)을 보인 것은 두 변수 간의 이론적 연관성을 반영하는 것이나, 여전히 자기 변수에 대한 적재값이 더 높아 판별타당도가 유지되었다.

[표 4-9] 교차적재값(Cross Loading)

| | CCC | CSE | PEU | PU | ME | IU |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CCC1 | 0.786 | 0.086 | 0.188 | 0.313 | 0.227 | 0.294 |
| CCC2 | 0.789 | 0.085 | 0.129 | 0.352 | 0.265 | 0.241 |
| CCC3 | 0.729 | 0.163 | 0.193 | 0.311 | 0.240 | 0.326 |
| CCC4 | 0.755 | 0.139 | 0.134 | 0.443 | 0.315 | 0.289 |
| CSE1 | 0.163 | 0.788 | 0.128 | 0.301 | 0.277 | 0.248 |
| CSE2 | 0.047 | 0.746 | -0.100 | 0.152 | 0.102 | 0.009 |
| CSE3 | 0.204 | 0.869 | -0.008 | 0.316 | 0.258 | 0.126 |
| CSE4 | 0.024 | 0.721 | -0.100 | 0.260 | 0.158 | 0.085 |
| PEU1 | 0.220 | -0.012 | 0.842 | 0.193 | 0.151 | 0.572 |
| PEU2 | 0.139 | 0.029 | 0.786 | 0.130 | 0.104 | 0.363 |
| PEU3 | 0.132 | -0.021 | 0.867 | 0.222 | 0.147 | 0.452 |
| PEU4 | 0.162 | -0.007 | 0.746 | 0.172 | 0.040 | 0.464 |
| PU1 | 0.367 | 0.295 | 0.144 | 0.817 | 0.244 | 0.349 |
| PU2 | 0.367 | 0.244 | 0.215 | 0.824 | 0.250 | 0.331 |
| PU3 | 0.402 | 0.313 | 0.240 | 0.882 | 0.340 | 0.372 |
| PU4 | 0.441 | 0.284 | 0.226 | 0.856 | 0.437 | 0.361 |
| PU5 | 0.410 | 0.317 | 0.110 | 0.825 | 0.367 | 0.258 |
| ME1 | 0.294 | 0.241 | 0.153 | 0.309 | 0.925 | 0.290 |
| ME2 | 0.362 | 0.288 | 0.139 | 0.418 | 0.952 | 0.311 |
| ME3 | 0.326 | 0.239 | 0.104 | 0.385 | 0.956 | 0.290 |
| IU1 | 0.352 | 0.149 | 0.633 | 0.367 | 0.292 | 0.945 |
| IU2 | 0.354 | 0.140 | 0.515 | 0.394 | 0.278 | 0.957 |
| IU3 | 0.357 | 0.195 | 0.493 | 0.371 | 0.326 | 0.935 |

* 주: 굵은 글씨는 각 문항의 자기 잠재변수에 대한 적재값.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 4개 문항은 CSE에 대해 0.721~0.869의 높은 적재값을 보였으며, 다른 변수에 대해서는 -0.100에서 0.316 범위의 낮은 적재값을 보여 명확한 구별이 확인되었다. CSE 문항들의 교차적재값이 전반적으로 낮게 나타난 것은 컴퓨터 자기효능감이 다른 변수들과 독립적인 개념임을 재확인하는 결과이다.

인지된 사용 용이성(PEU)의 4개 문항은 PEU에 대해 0.746~0.867의 높은 적재값을 보였으며, 특히 IU에 대한 교차적재값이 0.363~0.572로 상대적으로 높게 나타났다. 이는 PEU와 IU 간의 높은 상관($r=0.583$)을 반영하는 것으로, 사용 용이성이 사용 의도와 밀접히 연관되어 있음을 보여준다. 그러나 모든 PEU 문항의 자기 적재값이 교차적재값보다 높아 판별타당도는 유지되었다.

인지된 유용성(PU)의 5개 문항은 PU에 대해 0.817~0.882의 높은 적재값을 보였으며, CCC에 대한 교차적재값이 0.367~0.441로 상대적으로 높게 나타났다. 이는 앞서 확인한 CCC와 PU 간의 상관을 반영하는 것이나, 자기 적재값이 여전히 더 높아 판별타당도가 확보되었다. PU 문항들이 다른 변수들에 대해서는 0.110~0.437 범위의 교차적재값을 보여, PU가 독립적인 개념으로 측정되고 있음을 확인하였다.

메타버스 윤리(ME)의 3개 문항은 ME에 대해 0.925~0.956의 매우 높은 적재값을 보였으며, 다른 변수에 대해서는 0.104~0.418 범위의 낮은 교차적재값을 보였다. ME 문항들의 교차적재값이 전반적으로 낮게 나타난 것은 메타버스 윤리가 다른 기술수용 변수들과 개념적으로 명확히 구별되는 독립적 구성개념임을 보여준다.

사용 의도(IU)의 3개 문항은 IU에 대해 0.935~0.957의 매우 높은 적재값을 보였으며, PEU에 대한 교차적재값이 0.493~0.633으로 상대적으로 높게 나타났다. 이는 PEU와 IU 간의 강한 관계를 반영하는 것이나, 자기 적재값이 0.93 이상으로 훨씬 높아 판별타당도는 명확히 확보되었다. IU 문항들이 다른 변수들에 대해서는 0.140~0.394 범위의 낮은 교차적재값을 보였다.

종합적으로 23개 측정문항 모두 자기 잠재변수에 가장 높은 적재값을 보였으며, 교차적재값은 상대적으로 낮게 나타나 판별타당도가 확보되었음을

확인하였다. 일부 문항들이 이론적으로 연관된 변수들(CCC-PU, PEU-IU)에 대해 상대적으로 높은 교차적재값을 보였으나, 이는 변수 간의 이론적 관계를 반영하는 것으로 판단되며, 모든 경우에서 자기 적재값이 더 높아 판별타당도는 유지되었다.

4.3.4 다중공선성 검토

다중공선성(multicollinearity)은 독립변수들 간의 높은 상관관계로 인해 회귀계수 추정에 문제가 발생하는 현상으로, 구조방정식모형 분석에서 반드시 점검해야 하는 중요한 가정이다. 다중공선성이 존재하면 개별 독립변수의 고유한 영향력을 분리하기 어려워지며, 변수 간 관계의 추정이 불안정해지고, 표준오차가 증가하여 통계적 유의성 검정의 신뢰성이 저하된다(Hair et al., 2019). 특히 심각한 다중공선성이 있는 경우, 회귀계수의 부호가 이론적 예측과 반대로 나타나거나 경로계수의 크기가 왜곡될 수 있어 연구 결과의 해석에 심각한 오류를 초래할 수 있다.

PLS-SEM에서는 분산팽창지수(Variance Inflation Factor: VIF)를 통해 다중공선성을 평가한다. VIF는 한 독립변수가 다른 독립변수들에 의해 설명되는 정도를 나타내는 지표로, 해당 독립변수를 종속변수로 하고 나머지 독립변수들을 예측변수로 하는 회귀분석에서 도출된 결정계수(R^2)를 활용하여 $VIF = 1/(1-R^2)$ 로 계산된다. 예를 들어, 한 독립변수가 다른 독립변수들에 의해 전혀 설명되지 않으면($R^2 = 0$) VIF는 1이 되어 다중공선성이 없음을 의미하고, R^2 가 1에 가까워질수록 VIF는 급격히 증가하여 심각한 다중공선성을 나타낸다.

VIF의 해석 기준에 대해서는 학자들 간에 다소 차이가 있으나, 일반적으로 VIF가 5 미만이면 다중공선성 문제가 없는 것으로 판단하며, 보다 엄격한 분석이 요구되는 연구에서는 보수적 기준으로 3 미만을 권장하기도 한다(Hair et al., 2019). VIF가 10을 초과하면 심각한 다중공선성 문제가 있는 것으로 간주되어 변수 제거, 변수 통합, 또는 주성분분석 등의 조치가 필요하다(Belsley et al., 1980).

본 연구에서는 측정모형의 VIF(측정문항 수준)와 구조모형의 VIF(잠재변수 수준)를 모두 평가하였다. [표 4-10]에 제시된 바와 같이, 측정문항 수준의 VIF는 1.292(CCC4)에서 5.610(IU2)까지 분포하였으며, 대부분의 문항이 VIF 5 미만으로 나타났다.

[표 4-10] 측정모형의 분산팽창지수(VIF)

| 측정문항 | VIF | 측정문항 | VIF |
|------|-------|------|-------|
| CCC1 | 1.723 | PU1 | 2.307 |
| CCC2 | 1.733 | PU2 | 2.451 |
| CCC3 | 1.451 | PU3 | 2.849 |
| CCC4 | 1.292 | PU4 | 2.385 |
| CSE1 | 1.495 | PU5 | 2.184 |
| CSE2 | 1.906 | ME1 | 3.629 |
| CSE3 | 2.265 | ME2 | 4.562 |
| CSE4 | 1.349 | ME3 | 5.209 |
| PEU1 | 1.829 | IU1 | 4.068 |
| PEU2 | 1.886 | IU2 | 5.610 |
| PEU3 | 2.293 | IU3 | 4.175 |
| PEU4 | 1.481 | | |

협력적 의사소통 역량(CCC)의 4개 문항은 VIF가 1.292에서 1.733 범위로 모두 3 미만으로 나타나 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 4개 문항도 VIF가 1.349에서 2.265 범위로 매우 낮아, 네 문항 간의 독립성이 높음을 보여주었다.

인지된 사용 용이성(PEU)의 4개 문항은 VIF가 1.481에서 2.293 범위로 나타나 모두 3 미만으로 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다.

인지된 유용성(PU)의 5개 문항은 VIF가 2.184에서 2.849 범위로 모두 3 미만으로 나타나 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다.

메타버스 윤리(ME)의 3개 문항은 VIF가 3.629에서 5.209 범위로 나타났으며, ME3(개인정보 보호)의 VIF가 5.209로 5를 약간 초과하였다.

이는 ME2와 ME3 간의 높은 상관(둘 다 정보 보호 관련)을 반영하는 것으로 보이나, 10 미만이므로 허용 가능한 수준이다(이수창, 2019).

사용 의도(IU)의 3개 문항은 VIF가 4.068에서 5.610 범위로 나타났으며, 특히 IU2(재참여 의향)의 VIF가 5.610으로 가장 높았다. 이는 IU 문항들이 매우 높은 상관을 보이고 있음을 반영하는 것으로, 앞서 확인한 매우 높은 AVE(0.895)와 일관된 결과이다. 세 문항이 거의 동일한 개념을 측정하고 있어 VIF가 높게 나타났으나, 10 미만이므로 구조모형 추정에 심각한 문제를 일으키지는 않을 것으로 판단된다(이수창, 2019).

[표 4-11] 구조모형 경로 간 분산팽창지수(VIF)

| 구조경로 | VIF |
|----------|-------|
| CCC → PU | 1.072 |
| CSE → PU | 1.027 |
| PEU → PU | 1.046 |
| PU → ME | 1.000 |
| PEU → IU | 1.056 |
| PU → IU | 1.229 |
| ME → IU | 1.190 |

[표 4-11]과 같이, 구조모형 수준에서는 각 내생변수(PU, ME, IU)를 예측하는 외생변수들 간의 VIF를 평가하였다. 본 연구 모형에서 PU를 예측하는 변수는 CCC, CSE, PEU이며, 이들의 VIF는 모두 1.1 미만으로 매우 낮아 다중공선성 문제가 전혀 없음을 확인하였다. ME를 예측하는 PU의 VIF는 1.0이며, IU를 예측하는 PEU, PU, ME의 VIF도 모두 1.3 미만으로 나타나 구조모형 수준에서 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다.

종합적으로 측정모형과 구조모형 모두에서 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다. 일부 문항의 VIF가 5를 약간 초과하였으나(ME3, IU2), 이는 동일 개념을 측정하는 문항들 간의 높은 일관성을 반영하는 것으로 해석되며, 모든 VIF가 10 미만으로 나타나 구조모형 추정에 문제가 없을 것으로

판단된다(Marcoulides & Raykov, 2018; 이수창, 2019).

4.3.5 측정모형 검증 종합

본 절의 측정모형 검증을 통해 다음과 같은 결과를 도출하였다.

첫째, 신뢰도 분석에서 모든 잠재변수의 Cronbach's α , rho_a, CR이 0.7 이상으로 나타나 내적일관성 신뢰도가 확보되었으며, 23개 측정문항 모두 외부적재값이 0.721 이상으로 나타나 지표신뢰도가 확보되었다. 특히 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)의 Cronbach's α 가 각각 0.940, 0.941로 매우 높게 나타나, 이들 변수의 측정이 특히 안정적임을 확인하였다.

둘째, 수렴타당도 분석에서 모든 잠재변수의 AVE가 0.5 기준을 크게 상회하여 우수한 수렴타당도가 확보되었다. 특히 사용 의도(IU)의 AVE가 0.895로 가장 높게 나타나, 만족도, 재참여 의향, 추천 의사가 단일한 사용 의도 개념을 매우 일관되게 측정하고 있음을 확인하였다. 메타버스 윤리(ME)의 AVE도 0.892로 높게 나타나 측정의 정확성이 입증되었다.

셋째, 판별타당도 분석에서 Fornell-Larcker 기준, HTMT 비율, 교차적재값의 세 가지 방법 모두 기준을 충족하여, 각 잠재변수가 독립적인 개념을 측정하고 있음을 검증하였다. 모든 HTMT 값이 보수적 기준인 0.85 미만으로 나타났으며, 일부 이론적으로 연관된 변수 쌍(CCC-PU, PEU-IU)에서 상대적으로 높은 상관과 교차적재값을 보였으나, 이는 변수 간의 이론적 관계를 반영하는 것으로 해석되며, 모든 판별타당도 기준을 충족하여 변수의 독립성이 확보되었다.

넷째, 다중공선성 검토에서 측정모형과 구조모형 모두 VIF가 안전한 수준으로 나타나, 다중공선성 문제가 없음을 확인하였다. 일부 문항의 VIF가 5를 약간 초과하였으나(ME3: 5.209, IU2: 5.610), 이는 동일 개념을 일관되게 측정하는 문항 특성을 반영하는 것으로 해석되며, 모든 VIF가 10 미만으로 구조모형 추정에 문제가 없는 것으로 확인되었다(Marcoulides & Raykov, 2018; 이수창, 2019).

종합적으로 본 연구의 측정모형은 신뢰도, 수렴타당도, 판별타당도의 모든

기준을 충족하여, 6개 잠재변수와 23개 측정문항이 연구 개념을 적절하게 측정하고 있음을 확인하였다. 측정모형의 타당성 확보는 다음 절에서 수행할 구조모형 검증의 신뢰성을 뒷받침하는 중요한 기반이 된다. 측정도구의 우수한 심리측정적 속성은 연구 결과의 해석과 일반화 가능성을 높이며, 메타버스 교육 서비스 수용 연구의 학술적 기여도를 강화한다.

4.4 구조모형 검증

측정모형 검증을 통해 측정도구의 신뢰도와 타당도가 확보되었으므로, 본 절에서는 구조모형을 검증하여 연구 가설을 검정한다. 구조모형 검증은 잠재변수 간의 인과관계를 평가하는 단계로, PLS-SEM 분석의 두 번째이자 핵심적인 단계이다(Anderson & Gerbing, 1988). 구조모형 검증은 모형 적합도, 설명력, 효과크기, 경로계수의 유의성과 방향을 종합적으로 평가하여 이론적 모형의 타당성을 확인하는 과정이다(Hair et al., 2019).

본 연구는 TAM을 기반으로 메타버스 교육 서비스 수용에 영향을 미치는 요인들 간의 관계를 실증적으로 분석하고자 한다. 구체적으로 컴퓨터 자기효능감(CSE), 협력적 의사소통 역량(CCC), 인지된 사용 용이성(PEU)이 인지된 유용성(PU)을 통해 메타버스 윤리(ME)와 사용 의도(IU)에 미치는 영향을 검증한다. 구조모형 분석을 통해 각 경로의 효과 크기와 유의성을 확인하고, 제안된 연구 가설의 채택 여부를 결정할 것이다.

4.4.1 모형 적합도 평가

모형 적합도(model fit)는 이론적으로 제안된 연구 모형이 실제 수집된 데이터를 얼마나 잘 설명하는지를 나타내는 지표로, 연구 모형의 타당성을 평가하는 데 중요한 역할을 한다. 전통적인 공분산 기반 구조방정식 모형(CB-SEM)에서는 χ^2 , CFI, TLI, RMSEA 등의 적합도 지수를 사용하여 모형이 데이터의 공분산 구조를 얼마나 정확하게 재현하는지를 평가한다. 그러나 PLS-SEM은 분산 기반의 예측 중심 방법론으로서, 모수

추정 방식이 근본적으로 다르기 때문에 전통적 적합도 지수를 직접 제공하지 않는다(Hair et al., 2019; Sharma et al., 2021). 대신 PLS-SEM에서는 SRMR, NFI, 그리고 모형 복잡도를 고려한 d_ULS와 d_G 등의 대안적 지표를 사용하여 모형 적합도를 평가하며, 이러한 지표들은 PLS-SEM의 분석 특성에 맞게 개발되었다(Henseler et al., 2015).²⁾

[표 4-12]에 제시된 바와 같이, 본 연구 모형의 적합도 지수는 전반적으로 수용 가능한 수준으로 나타났다. SRMR은 추정 모형의 상관행렬과 실제 데이터의 상관행렬 간 차이를 나타내는 지표로, 0에 가까울수록 좋은 적합도를 의미한다(Henseler et al., 2015). 일반적으로 SRMR이 0.08 미만이면 양호한 적합도, 0.10 미만이면 수용 가능한 적합도로 평가된다(Hu & Bentler, 1999).

본 연구의 포화모형(saturated model) SRMR은 0.067로 나타나 0.08 기준을 충족하여 양호한 적합도를 보였다. 포화모형은 모든 가능한 경로를 포함하는 모형으로, 모형의 기본적인 적합도를 평가하는 기준이 된다. 추정모형(estimated model) SRMR은 0.076으로 나타나 역시 0.08 기준을 충족하였다. 추정모형은 연구자가 이론적으로 설정한 경로만을 포함하는 모형으로, 본 연구에서 제안한 연구 모형을 의미한다. 추정모형의 SRMR이 포화모형보다 약간 높게 나타난 것은 자연스러운 현상으로, 모형의 간명성을 위해 일부 경로를 제약했기 때문이다. 두 모형 모두 0.08 미만으로 양호한 적합도를 보여, 연구 모형이 데이터를 잘 설명하고 있음을 확인하였다.

d_ULS와 d_G는 모형의 잔차 분산을 측정하는 지표로, 값이 작을수록 좋은 적합도를 의미한다(Dijkstra & Henseler, 2015). 이들 지표는 절대적 기준값이 없으며, 주로 부트스트래핑을 통한 유의성 검정이나 모형 간 비교에 사용된다. 본 연구에서 포화모형의 d_ULS는 1.225, d_G는 0.446으로 나타났으며, 추정모형의 d_ULS는 1.615, d_G는 0.460으로 나타났다. 추정모형의 값이 포화모형보다 약간 높으나 큰 차이는 없어, 이론적으로

2) Covariance Based-Structural Equation Modeling (CB-SEM), Comparative Fit Index (CFI), Tucker-Lewis Index (TLI), Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), Normed Fit Index (NFI), Unweighted Least Squares discrepancy (d_ULS), Geodesic discrepancy (d_G)

제약된 모형이 데이터 적합도를 크게 저해하지 않음을 보여준다.

[표 4-12] 모형 적합도 지수

| 적합도 지수 | 포화모형 | 추정모형 | 권장 기준 |
|------------|---------|---------|--------------------------|
| SRMR | 0.067 | 0.076 | < 0.08 (양호), < 0.10 (수용) |
| d_ULS | 1.225 | 1.615 | - |
| d_G | 0.446 | 0.460 | - |
| Chi-square | 630.697 | 637.499 | - |
| NFI | 0.819 | 0.817 | > 0.90 (양호), > 0.80 (수용) |

χ^2 통계량은 모형이 데이터에 완벽하게 적합하다는 귀무가설을 검정하는 지표이다. 포화모형의 χ^2 는 630.697, 추정모형의 χ^2 는 637.499로 나타나 거의 유사한 값을 보였다. PLS-SEM에서 χ^2 값은 참고용으로만 사용되며, 표본 크기에 민감하다는 한계가 있어 절대적인 기준으로 삼지 않는다(Hair et al., 2019).

NFI는 0과 1 사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 좋은 적합도를 의미한다. 일반적으로 NFI가 0.9 이상이면 양호한 적합도로 평가된다(Bentler & Bonett, 1980; 김중환, 2014; 조현철·강석후, 2007). 본 연구의 포화모형 NFI는 0.819, 추정모형 NFI는 0.817로 나타났다. 0.9 기준에는 약간 미치지 못하나, 0.8 이상으로 수용 가능한 수준으로 판단된다(김진옥·김남조, 2013). 특히 PLS-SEM은 예측 중심 방법론으로 CB-SEM의 적합도 기준을 그대로 적용하기 어렵다는 점을 고려하면(Henseler et al., 2015), NFI 0.817은 충분히 수용 가능한 수준이다(Aghimien et al., 2024).

종합적으로 본 연구 모형은 SRMR 0.076, NFI 0.817 등의 적합도 지수를 통해 데이터에 대한 적절한 적합도를 보이는 것이 확인되었다(Hair et al., 2019; Aghimien et al., 2024; Byrne, 2009). 특히 SRMR이 0.08 미만으로 양호한 수준을 보인 것은 연구 모형이 관찰된 상관행렬을 잘 재현하고 있음을 의미하며, 모형의 전반적인 타당성을 뒷받침한다. 모형 적합도의 확보는 이후 경로계수 추정과 가설 검증 결과의 신뢰성을 높이는

기반이 된다.

4.4.2 내생변수의 설명력

내생변수의 설명력은 독립변수들이 종속변수 분산의 몇 %를 설명하는지를 나타내는 결정계수(R^2)로 평가한다. R^2 는 0과 1 사이의 값을 가지며, 높을수록 모형의 설명력이 우수함을 의미한다(Cohen, 1988). R^2 의 해석 기준은 연구 분야에 따라 다르나, 사회과학 분야에서는 일반적으로 R^2 0.19 이하는 약한 설명력, 0.33에서 0.67은 중간 설명력, 0.67 이상은 높은 설명력으로 평가한다(Chin, 1998).

[표 4-13] 내생변수의 설명력

| 내생변수 | R^2 | Adjusted R^2 | 설명력 수준 | 예측변수 |
|------|-------|----------------|--------|---------------|
| PU | 0.321 | 0.312 | 약함~중간 | CCC, CSE, PEU |
| ME | 0.157 | 0.153 | 약함 | PU |
| IU | 0.436 | 0.428 | 중간 | PEU, PU, ME |

* 주: R^2 해석 기준(Chin, 1998): 0.19 이하=약함, 0.33~0.67=중간, 0.67 이상=높음.

[표 4-13]에 제시된 바와 같이, 본 연구의 내생변수들은 다양한 수준의 설명력을 보였다. 사용 의도(IU)의 R^2 는 0.436으로 나타나, 모형에 포함된 독립변수들(PEU, PU, ME)이 사용 의도 분산의 약 43.6%를 설명하고 있음을 보여주었다. 이는 중간 설명력(0.33에서 0.67) 수준으로, TAM을 적용한 교육 분야 연구들의 평균 R^2 가 40에서 50% 수준임을 고려하면(Scherer et al., 2019), 본 연구는 적절한 설명력을 달성한 것으로 평가할 수 있다. Adjusted R^2 는 0.428로 R^2 와 유사하게 나타나, 모형에 포함된 독립변수의 수를 고려하더라도 설명력이 안정적으로 유지됨을 의미한다.

인지된 유용성(PU)의 R^2 는 0.321로 나타나, 독립변수들(CCC, CSE, PEU)이 유용성 인식 분산의 약 32.1%를 설명하고 있음을 보여주었다. 이는 약함과 중간 설명력의 경계 수준으로, 협력적 의사소통 역량, 컴퓨터

자기효능감, 사용 용이성이 유용성 인식을 형성하는 주요 선행 요인임을 확인하였다. Davis(1989)의 TAM에서 PU는 사용 의도를 결정하는 핵심 변수이므로, PU에 대한 설명력 확보는 모형 전체의 타당성을 높이는 기반이 된다.

메타버스 윤리(ME)의 R^2 는 0.157로 나타나, 인지된 유용성(PU)이 메타버스 윤리 인식 분산의 약 15.7%를 설명하고 있음을 보여주었다. 이는 약한 설명력(0.19 미만) 수준으로, 메타버스 윤리 인식이 유용성 인식 외에도 다양한 요인들(교육, 개인 가치관, 사회적 규범 등)에 의해 형성됨을 시사한다. 메타버스 윤리는 오랜 기간의 교육과 사회화 과정을 통해 형성되는 가치 체계로(이현숙 외, 2020), 단기간의 메타버스 수업 경험만으로 크게 변화하기 어려운 특성을 가진다.

종합적으로 본 연구 모형은 핵심 종속변수인 사용 의도(IU)에 대해 43.6%의 중간 수준 설명력을 보였으며, 인지된 유용성(PU)에 대해서도 32.1%의 설명력을 달성하였다. 메타버스 윤리(ME)의 설명력은 상대적으로 낮으나, 이는 변수의 특성을 반영하는 것으로 수용 가능한 수준이다. 전반적으로 연구 모형이 메타버스 교육 서비스 수용 현상을 적절히 설명하고 있으며, 실무적으로 유용한 시사점을 제공할 수 있는 수준의 설명력을 확보하였다고 평가할 수 있다.

4.4.3 효과크기 분석

효과크기(effect size)는 특정 독립변수가 종속변수 설명에 미치는 실질적인 기여도를 나타내는 지표로, f^2 값으로 평가한다(Cohen, 1988). R^2 가 모형 전체의 설명력을 나타낸다면, f^2 는 개별 독립변수의 상대적 중요도를 평가하는 지표이다. f^2 는 특정 독립변수를 모형에서 제거했을 때 R^2 가 얼마나 감소하는지를 측정하며, $f^2 = (R^2 \text{ 포함} - R^2 \text{ 제외}) / (1 - R^2 \text{ 포함})$ 의 공식으로 계산된다(Hair et al., 2019).

Cohen(1988)은 f^2 의 해석 기준을 $f^2 \geq 0.02$ 는 작은 효과, $f^2 \geq 0.15$ 는 중간 효과, $f^2 \geq 0.35$ 는 큰 효과로 제시하였다. PLS-SEM

연구에서는 이 기준을 일반적으로 적용하며, $f^2 < 0.02$ 는 효과가 거의 없는 것으로 판단한다(Hair et al., 2019). 효과크기 분석은 통계적 유의성과는 독립적인 개념으로, 경로가 유의하더라도 효과크기가 작을 수 있고, 반대로 효과크기가 크더라도 표본 크기가 작으면 유의하지 않을 수 있다. 따라서 경로계수의 유의성과 효과크기를 함께 고려하여 변수 간 관계를 종합적으로 평가해야 한다(Chin, 1998).

[표 4-14] 효과크기(f^2) 분석

| 경로 | f^2 | 효과 수준 |
|----------|-------|--------------|
| CCC → PU | 0.22 | 중간 (0.15 이상) |
| CSE → PU | 0.116 | 작음 (0.02 이상) |
| PEU → PU | 0.029 | 작음 (0.02 이상) |
| PU → ME | 0.186 | 중간 (0.15 이상) |
| PEU → IU | 0.439 | 큼 (0.35 이상) |
| PU → IU | 0.071 | 작음 (0.02 이상) |
| ME → IU | 0.036 | 작음 (0.02 이상) |

* 주: f^2 해석 기준(Cohen, 1988): ≥ 0.02 는 작음, ≥ 0.15 는 중간, ≥ 0.35 는 큼.

[표 4-14]에 제시된 바와 같이, 본 연구의 독립변수들은 다양한 수준의 효과크기를 보였다. 인지된 유용성(PU)을 종속변수로 하는 경로들을 살펴보면, 협력적 의사소통 역량(CCC)의 효과크기가 $f^2 = 0.220$ 으로 나타나 중간 효과를 보였다. 이는 CCC가 PU 설명에 가장 중요한 변수임을 의미하며, 협력 활동에 대한 기대가 메타버스 교육의 유용성 인식을 형성하는 핵심 요인임을 실증적으로 입증하는 결과이다. 메타버스는 가상공간에서 학습자들이 실시간으로 상호작용하고 협력할 수 있는 환경을 제공하며(Kye et al., 2021), 협력적 특성이 교육적 가치 인식의 핵심을 이루고 있다.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 PU에 대한 효과크기는 $f^2 = 0.116$ 으로 나타나 작은 효과를 보였다. 이는 CSE가 PU에 긍정적 영향을 미치기는 하나, 그 실질적 기여도는 CCC보다 제한적임을 의미한다. 인지된 사용 용이성(PEU)의 PU에 대한 효과크기는 $f^2 = 0.029$ 로 나타나 작은 효과를

보였다. 이는 TAM에서 제안하는 PEU→PU 경로가 유의하게 나타나지만, 그 실질적 기여도는 크지 않음을 의미한다.

메타버스 윤리(ME)를 종속변수로 하는 경로에서, 인지된 유용성(PU)의 효과크기는 $f^2 = 0.186$ 으로 나타나 중간 효과를 보였다. 이는 PU가 ME를 설명하는 데 의미 있는 기여를 하고 있음을 의미하며, 메타버스 수업의 유용성을 높게 인식하는 학생들이 디지털 공간에서의 윤리의 중요성도 더 높게 인식하는 경향이 있음을 시사한다.

사용 의도(IU)를 종속변수로 하는 경로들을 살펴보면, 인지된 사용 용이성(PEU)의 효과크기가 $f^2 = 0.439$ 로 나타나 큰 효과를 보였다. 이는 본 연구에서 가장 큰 효과크기로, PEU가 IU 설명에 가장 중요한 변수임을 의미한다. 메타버스 플랫폼을 사용하기 쉽다고 느끼는 학생들이 향후에도 계속 사용하고자 하는 의도가 매우 높다는 것으로, TAM의 핵심 관계를 강력하게 지지하는 결과이다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). 따라서 메타버스 교육 플랫폼 설계 시 직관적인 인터페이스, 간편한 접속 절차, 명확한 사용 안내 등 사용 편의성을 최우선으로 고려해야 함을 시사한다.

인지된 유용성(PU)의 IU에 대한 효과크기는 $f^2 = 0.071$ 로 나타나 작은 효과를 보였다. TAM에서 PU는 사용 의도의 강력한 예측변수로 알려져 있으나(Venkatesh & Davis, 2000), 본 연구에서는 PEU의 큰 영향력으로 인해 PU의 상대적 기여도가 작게 나타난 것으로 해석할 수 있다. 중학생 집단에서는 교육적 유용성보다 사용의 편리함이 기술수용 결정에 더 중요한 역할을 한다는 것이다(Han & Sa, 2022).

메타버스 윤리(ME)의 IU에 대한 효과크기는 $f^2 = 0.036$ 으로 나타나 작은 효과를 보였다. ME가 IU에 긍정적 영향을 미치기는 하나, 사용 의도를 결정하는 주요 요인은 사용 편의성과 유용성이며 윤리 의식은 부가적인 역할을 하는 것으로 나타났다.

종합적으로 효과크기 분석 결과, 인지된 사용 용이성(PEU)이 사용 의도(IU)에 큰 효과를, 협력적 의사소통 역량(CCC)이 인지된 유용성(PU)에 중간 효과를 미치는 것으로 확인되었다. 이는 메타버스 교육 서비스 수용을

촉진하기 위해서는 (1)사용 편의성을 극대화하여 지속 사용 의도를 높이고, (2)협력학습 기능을 강화하여 유용성 인식을 높이는 것이 가장 효과적인 전략임을 시사한다.

4.4.4 가설 검증 결과

가설 검증은 Preacher & Hayes(2008)의 부트스트래핑 방법을 통해 경로계수(path coefficient)의 통계적 유의성을 확인하는 과정이다. 경로계수는 독립변수가 종속변수에 미치는 직접효과의 크기와 방향을 나타내는 표준화 회귀계수이다. PLS-SEM에서 경로계수는 -1과 +1 사이의 값을 가지며, 양(+의 값은 정적 관계를, 음(-의 값은 부적 관계를 의미한다(Hair et al., 2019). 경로계수의 절대값이 클수록 두 변수 간 관계가 강함을 나타내며, 일반적으로 $|\beta| \geq 0.10$ 은 약한 효과, $|\beta| \geq 0.30$ 은 중간 효과, $|\beta| \geq 0.50$ 은 강한 효과로 해석한다(Chin, 1998). PLS-SEM은 모수적 검정 가정에 의존하지 않는 비모수적 방법론이므로, 부트스트래핑을 통해 경로계수의 표준오차와 t-값을 산출하여 통계적 유의성을 평가한다(Hair et al., 2017).

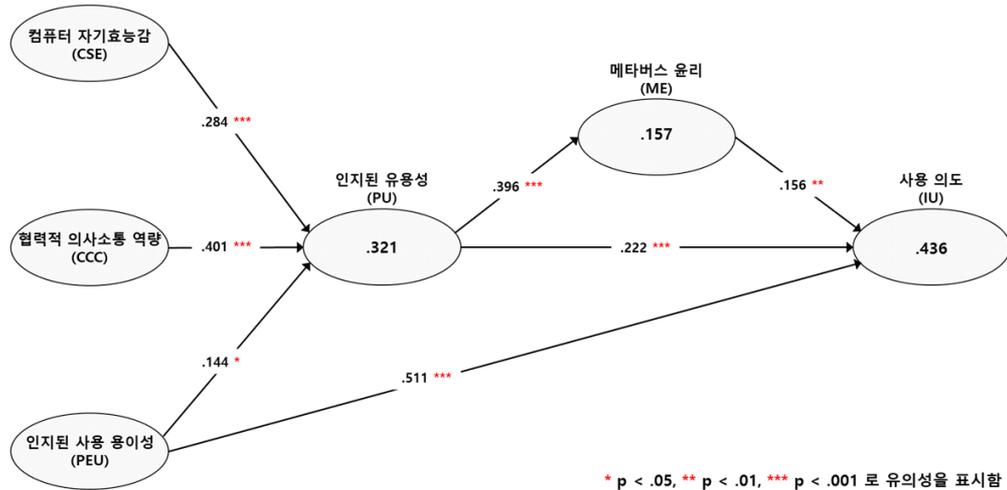
본 연구는 5,000개의 부트스트랩 표본을 생성하여 각 경로계수의 유의성을 검증하였으며, 유의수준은 $\alpha = 0.05$ (양측검정, $t > 1.96$)를 기준으로 하였다. 구조방정식(SEM) 모형의 분석 결과는 [그림 4-1]과 같이 나타났다.

가설 검증은 연구 모형에서 제안된 변수 간 관계를 실증적으로 확인하는 핵심 단계로, 본 연구에서는 크게 두 단계로 나누어 체계적으로 진행되었다.

첫째, 직접효과 가설(H1~H7)을 검증하여 변수 간 직접적인 인과관계를 확인하였다. 직접효과 분석에서는 부트스트래핑(bootstrapping) 기법을 활용하여 경로계수의 통계적 유의성을 검정하였으며, 각 경로의 t값과 p값을 산출하여 가설의 채택 여부를 판단하였다. 이를 통해 독립변수들이 매개변수 및 종속변수에 미치는 직접적인 영향력의 크기와 방향을 확인할 수 있었다.

둘째, 매개효과 가설(H8~H10)을 검증하여 인지된 유용성과 메타버스 윤리가 독립변수와 사용 의도 간 관계를 매개하는지를 분석하였다. 매개효과

분석에서는 간접효과의 통계적 유의성을 검정하기 위해 부트스트래핑 기법을 적용하였으며, 특정 간접효과(specific indirect effect)의 신뢰구간을 산출하여 매개효과의 존재 여부를 판단하였다. 또한 총효과에서 직접효과와 간접효과의 상대적 비중을 비교하여 매개효과의 크기를 평가하였다.



[그림 4-1] 구조모형 분석 결과

4.4.4.1 직접효과 가설 검증

직접효과 가설(H1~H7)은 연구 모형에서 설정한 변수 간 직접적인 인과관계를 검증하는 것이다.

1) H1: 컴퓨터 자기효능감 → 인지된 유용성

컴퓨터 자기효능감(CSE)이 인지된 유용성(PU)에 미치는 영향($\beta = 0.284$, $t = 5.096$, $p < 0.001$)은 통계적으로 유의한 것으로 나타나 H1은 채택되었다. 이는 디지털 기술 활용 능력에 자신감이 있는 학생일수록 메타버스 교육의 유용성을 더 높게 인식한다는 것을 의미한다. Davis(1989)의

TAM에서 제안한 자기효능감이 유용성 인식에 긍정적 영향을 미친다는 관점을 지지하는 결과이다.

경로계수의 크기($\beta = 0.284$)는 약한 수준으로, 컴퓨터 자기효능감이 유용성 인식에 미치는 영향력은 다른 변수에 비해 상대적으로 제한적이다. 이는 유용성 인식이 기술 능력보다는 교육 콘텐츠의 질이나 학습 활동의 설계에 더 크게 좌우되기 때문으로 해석할 수 있다(Compeau & Higgins, 1995).

2) H2: 협력적 의사소통 역량 → 인지된 유용성

협력적 의사소통 역량(CCC)이 인지된 유용성(PU)에 미치는 영향($\beta = 0.401$, $t = 7.821$, $p < 0.001$)은 중간 수준에서 유의한 것으로 나타나 H2는 채택되었다. 이는 메타버스 수업에서 협력 활동을 더 많이 할 것으로 기대하는 학생일수록 메타버스 교육의 유용성을 높게 인식한다는 것을 의미한다.

이 결과는 메타버스 교육의 핵심 가치가 협력학습에 있음을 실증적으로 입증한다. 메타버스는 가상공간에서 아바타를 통해 다른 학습자들과 실시간으로 상호작용하고, 공동 과제를 수행하며, 집단 토론에 참여할 수 있는 환경을 제공한다(Kye et al., 2021). Nah et al.(2025)은 메타버스 환경에서의 협력이 학습 몰입과 성과를 높인다고 보고하였으며, 본 연구는 협력 활동에 대한 기대가 유용성 인식으로 이어진다는 점을 확인하였다. 따라서 메타버스 교육 플랫폼 설계 시 협력학습을 지원하는 기능(그룹 활동 공간, 실시간 의사소통 도구, 공유 작업 환경 등)을 강화하는 것이 유용성 인식을 높이는 핵심 전략임을 확인하였다.

3) H3: 인지된 사용 용이성 → 인지된 유용성

인지된 사용 용이성(PEU)이 인지된 유용성(PU)에 미치는 영향($\beta = 0.144$, $t = 2.413$, $p < 0.05$)은 통계적으로 유의하게 나타나 H3은

채택되었다. 이는 Davis(1989)의 TAM에서 제안한 PEU→PU 경로를 지지하는 결과로, 메타버스 플랫폼을 사용하기 쉽다고 느낄수록 그 플랫폼이 유용하다고 인식하는 경향이 있음을 의미한다.

그러나 경로계수의 크기($\beta = 0.144$)는 약한 수준으로, 사용 용이성이 유용성 인식에 미치는 직접적 영향은 제한적이다. 이는 메타버스 플랫폼이 이미 충분히 사용하기 쉬운 수준으로 설계되어 있거나, 중학생들이 디지털 기술에 익숙하여 사용 편의성이 유용성 인식에 미치는 영향이 작을 수 있음을 시사한다(Scherer et al., 2019).

4) H4: 인지된 사용 용이성 → 사용 의도

인지된 사용 용이성(PEU)이 사용 의도(IU)에 미치는 영향($\beta = 0.511$, $t = 10.236$, $p < 0.001$)은 강하고 유의한 것으로 나타나 H4는 채택되었다. 경로계수 0.511은 본 연구에서 검증된 모든 경로 중 가장 큰 값으로, 이는 메타버스 플랫폼의 사용 용이성이 학습자의 지속적 사용 의도를 형성하는 데 가장 강력한 영향을 미치는 요인임을 시사한다. 이러한 결과는 메타버스 플랫폼을 사용하기 쉽다고 느끼는 학생들이 향후에도 계속 사용하고자 하는 의도가 매우 높다는 것을 의미하며, TAM의 핵심 가정을 지지한다. 따라서 교육용 메타버스 플랫폼의 설계 및 개발 시 직관적인 인터페이스와 쉬운 조작성을 확보하는 것이 학습자의 수용을 높이는 데 핵심적인 요소임을 확인할 수 있다.

이러한 강한 관계는 중학생 집단에서 사용 편의성이 기술수용 결정에 압도적으로 중요한 요인임을 입증한다. Davis(1989)와 Venkatesh & Davis(2000)는 PEU가 사용 의도에 직접적이고 강한 영향을 미친다고 제안하였으며, 본 연구는 메타버스 교육 맥락에서 이를 강력하게 지지한다. 특히 중학생의 발달 단계적 특성을 고려할 때, 장기적인 학습 효과보다는 즉각적인 사용 경험의 질을 더 중시하는 경향이 있으며, 기술 사용의 편리함이 계속 사용할지를 결정하는 핵심 요인이 된다(Han & Sa, 2022). 따라서 메타버스 교육 플랫폼의 성공을 위해서는 직관적인 인터페이스 설계,

간편한 접속 절차, 명확한 사용 안내 등 사용 편의성을 최우선으로 고려해야 한다.

5) H5: 인지된 유용성 → 메타버스 윤리

인지된 유용성(PU)이 메타버스 윤리(ME)에 미치는 영향($\beta = 0.396$, $t = 8.505$, $p < 0.001$)은 중간 수준에서 유의한 것으로 나타나 H5는 채택되었다. 이는 메타버스 수업의 유용성을 높게 인식하는 학생들이 디지털 공간에서의 윤리적 행동 규범도 더 중요하게 인식하는 경향이 있음을 의미한다.

이러한 결과는 교육적 가치에 대한 긍정적 인식이 책임있는 기술 사용 태도로 연결될 수 있음을 시사한다. 메타버스 수업을 통해 학습 효과를 경험한 학생들은 긍정적 경험을 유지하고 더 나은 학습 환경을 조성하기 위해 디지털 공간에서의 적절한 행동 규범을 더 중시하게 될 수 있다(이현숙 외, 2020). 다만, 메타버스 윤리 의식이 유용성 인식 외에도 가정 교육, 학교 정책, 또래 영향, 개인 가치관 등 다양한 요인들에 의해 형성됨을 고려해야 한다.

6) H6: 인지된 유용성 → 사용 의도

인지된 유용성(PU)이 사용 의도(IU)에 미치는 영향($\beta = 0.222$, $t = 3.753$, $p < 0.001$)은 통계적으로 유의하게 나타나 H6은 채택되었다. 이는 TAM의 핵심 관계를 지지하는 결과로, 메타버스 교육이 유용하다고 인식하는 학생들이 향후에도 계속 사용하고자 하는 의도가 높다는 것을 의미한다.

경로계수($\beta = 0.222$)는 약한 수준으로, TAM에서 PU가 사용 의도의 가장 강력한 예측변수로 알려진 것(Venkatesh & Davis, 2000)에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. 이는 PEU의 강한 영향력($\beta = 0.511$)으로 인해 PU의 상대적 기여도가 작게 나타난 것으로 해석할 수 있다. 즉, 중학생 집단에서는 교육적 유용성보다 사용의 편리함이 기술수용 결정에 더 중요한 역할을 한다는 것이다. 향후 메타버스 교육이 보편화되고 학생들이 실질적인

학습 효과를 경험하게 되면 PU의 효과 크기가 증가할 수 있을 것이다.

7) H7: 메타버스 윤리 → 사용 의도

메타버스 윤리(ME)가 사용 의도(IU)에 미치는 영향($\beta = 0.156$, $t = 2.813$, $p < 0.01$)은 통계적으로 유의하게 나타나 H7은 채택되었다. 이는 메타버스 윤리 의식이 높은 학생들이 메타버스 교육을 지속적으로 사용하려는 의도도 높은 경향이 있음을 의미한다.

그러나 경로계수의 크기($\beta = 0.156$)는 약한 수준으로, 메타버스 윤리가 사용 의도를 결정하는 주요 요인은 아님을 시사한다. 사용 의도는 주로 사용 편의성(PEU)과 유용성(PU)에 의해 결정되며, 윤리 의식은 부가적인 역할을 하는 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 메타버스 윤리가 사용 의도에 유의한 정적 영향을 미친다는 발견은, 윤리적으로 성숙한 학생들이 메타버스 공간을 더 긍정적이고 안전한 학습 환경으로 인식하여 지속 사용 의도가 높을 수 있음을 시사한다. 따라서 메타버스 교육 도입 시 디지털 시민성 교육을 병행하는 것이 바람직하다.

8) 직접효과 가설 검증 결과 종합

부트스트래핑(5,000회) 검증 결과, 7개 직접효과 가설이 모두 정적(+) 방향으로 통계적으로 유의하게($p < 0.05$) 나타나 전부 채택되었으며, TAM의 핵심 경로인 인지된 사용 용이성→사용 의도(PEU→IU)와 인지된 유용성→사용 의도(PU→IU)가 모두 유의하게 나타나 TAM의 이론적 타당성이 메타버스 교육 맥락에서도 유효함이 확인되었다. 특히, 협력적 의사소통 역량→유용성($\beta=0.401$)과 사용 용이성→사용 의도($\beta=0.511$)의 강한 효과는 메타버스 교육 플랫폼 수용의 핵심 전략이 협력학습 기능 강화와 사용자 친화적 인터페이스 설계임을 실증적으로 보여준다. 이러한 결과는 향후 메타버스 기반 교육 서비스 개발에 중요한 시사점을 제공한다. [표 4-15]는 각 경로의 경로계수, 표준오차, t-값, p-값, 그리고 가설 채택

여부를 제시하고 있다.

[표 4-15] 직접효과 가설 검증 결과

| 가설 | 경로 | 경로계수 (β) | 표준오차 | t-값 | p-값 | 효과 수준 | 방향 | 결과 |
|----|----------|---------------------|-------|-----------|-------|-------|-------|----|
| H1 | CSE → PU | 0.284 | 0.056 | 5.096*** | 0.000 | 약함 | 정적(+) | 채택 |
| H2 | CCC → PU | 0.401 | 0.051 | 7.821*** | 0.000 | 중간 | 정적(+) | 채택 |
| H3 | PEU → PU | 0.144 | 0.06 | 2.413* | 0.016 | 약함 | 정적(+) | 채택 |
| H4 | PEU → IU | 0.511 | 0.05 | 10.236*** | 0.000 | 강함 | 정적(+) | 채택 |
| H5 | PU → ME | 0.396 | 0.047 | 8.505*** | 0.000 | 중간 | 정적(+) | 채택 |
| H6 | PU → IU | 0.222 | 0.059 | 3.753*** | 0.000 | 약함 | 정적(+) | 채택 |
| H7 | ME → IU | 0.156 | 0.055 | 2.813** | 0.005 | 약함 | 정적(+) | 채택 |

* 주: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ (양측검정, $t > 1.96$), 부트스트랩 표본 수 = 5,000. 경로계수 해석 기준(Chin, 1998): $|\beta| \geq 0.10$ =약함, $|\beta| \geq 0.30$ =중간, $|\beta| \geq 0.50$ =강함.

4.4.4.2 매개효과 가설 검증

매개효과 가설(H8~H10)은 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)가 독립변수와 사용 의도 간 관계를 매개하는지를 검증하는 것이다. 매개효과 분석은 총효과, 직접효과, 간접효과의 관계를 종합적으로 평가하여 완전 매개, 부분 매개, 또는 비매개로 구분된다(Baron & Kenny, 1986; Preacher & Hayes, 2008). 완전 매개는 독립변수가 종속변수에 미치는 직접효과가 유의하지 않고 간접효과만 유의한 경우이며, 부분 매개는 직접효과와 간접효과가 모두 유의한 경우이다. 본 연구에서는 부트스트래핑 기법을 활용하여 간접효과의 통계적 유의성을 검증하였다.

본 연구는 Preacher & Hayes(2008)가 제안한 부트스트래핑 방법을 활용하여 매개효과를 검증하였다. 이 방법은 Baron & Kenny(1986)의 인과단계 접근법이 가진 통계적 검정력의 한계를 극복하고, 간접효과의 유의성을 더 정확하게 검증할 수 있다(Hayes, 2009; MacKinnon et al., 2002; Shrout & Bolger, 2002). 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)에

0이 포함되지 않으면 매개효과가 유의한 것으로 판단하였다.

1) 총효과 분석

매개효과 분석을 위해 먼저 각 독립변수가 사용 의도(IU)에 미치는 총효과를 확인하였다. 총효과는 직접효과와 간접효과의 합으로, 독립변수가 종속변수에 미치는 전체 영향력을 나타낸다(MacKinnon et al., 2002). [표 4-16]은 각 독립변수의 사용 의도에 대한 총효과를 제시한다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 사용 의도에 대한 총효과는 $\beta = 0.114$ 로, 직접 경로가 없어 전적으로 매개변수(PU, ME)를 통한 간접효과로 구성된다. 컴퓨터 자기효능감(CSE)의 총효과는 $\beta = 0.081$ 로, 역시 전체가 간접효과이다. 인지된 사용 용이성(PEU)의 총효과는 $\beta = 0.552$ 로 가장 크며, 직접효과($\beta = 0.511$)와 PU를 거치는 간접효과($\beta = 0.041$)의 합이다. 인지된 유용성(U)의 총효과는 $\beta = 0.284$ 로, 직접효과($\beta = 0.222$)와 ME를 거치는 간접효과($\beta = 0.062$)의 합이다.

[표 4-16] 총효과 분석

| 경로 | 총효과(β) | 직접효과(β) | 간접효과(β) |
|----------|----------------|-----------------|-----------------|
| CCC → IU | 0.114 | - | 0.114 |
| CSE → IU | 0.081 | - | 0.081 |
| PEU → IU | 0.552 | 0.511 | 0.041 |
| PU → IU | 0.284 | 0.222 | 0.062 |

* 주: 총효과 = 직접효과 + 간접효과. '-'는 연구 모형에서 직접 경로가 설정되지 않음을 의미.

2) 간접효과 분석

간접효과는 독립변수가 매개변수를 거쳐 종속변수에 미치는 영향을 나타낸다. [표 4-17]은 각 경로의 총 간접효과를 제시한다.

협력적 의사소통 역량(CCC)의 IU에 대한 총 간접효과는 $\beta = 0.114$ 로

나타났으며, 이는 CCC가 사용 의도에 영향을 미치는 모든 경로가 매개변수를 통한다는 것을 의미한다. 컴퓨터 자기효능감(CSE)의 총 간접효과는 $\beta = 0.081$ 로 나타났다. 인지된 사용 용이성(PEU)의 총 간접효과는 $\beta = 0.041$ 로 나타났으며, 이는 직접효과($\beta = 0.511$)에 비해 작다. PEU는 주로 IU에 직접적으로 영향을 미치며, PU를 통한 간접 경로는 보완적인 역할을 하는 것으로 나타났다. 인지된 유용성(PU)의 총 간접효과는 $\beta = 0.062$ 로 나타났으며, 이는 ME를 통한 간접 경로의 효과이다.

[표 4-17] 총 간접효과

| 경로 | 간접효과(β) | 95% CI | 결과 |
|----------|-----------------|----------------|----|
| CCC → IU | 0.114 | [0.061, 0.174] | 유의 |
| CSE → IU | 0.081 | [0.043, 0.132] | 유의 |
| PEU → IU | 0.041 | [0.006, 0.076] | 유의 |
| PU → IU | 0.062 | [0.017, 0.107] | 유의 |

* 주: 부트스트랩 표본 수 = 5,000. 95% CI에 0이 포함되지 않으면 간접효과가 유의함.

3) 특정 간접효과 분석

특정 간접효과(specific indirect effect)는 여러 개의 간접 경로가 존재할 때 각 경로의 개별적인 매개효과를 분석하는 것이다.

(가) 단순 매개효과

단순 매개효과는 하나의 매개변수를 거쳐 종속변수로 이어지는 경로의 효과이다. [표 4-18]은 PU를 매개변수로 하는 경로와 ME를 매개변수로 하는 경로의 특정 간접효과를 제시한다.

첫째, PU를 통한 간접효과를 살펴보면, CSE → PU → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.063$ (95% CI [0.027, 0.111])로 유의하게 나타났다. CCC → PU → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.089$ (95% CI [0.037, 0.153])로

나타나, 단순 매개 경로 중 가장 큰 효과를 보였다. PEU → PU → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.032$ (95% CI [0.005, 0.061])로 유의하게 나타났다.

둘째, ME를 통한 간접효과인 PU → ME → IU 경로는 $\beta = 0.062$ (95% CI [0.017, 0.107])로 유의하게 나타났다. 이는 PU가 IU에 영향을 미치는 과정에서 ME가 중요한 매개 역할을 함을 보여준다.

[표 4-18] 특정 간접효과 - 단순 매개

| 경로 | 간접효과(β) | 95% CI | 결과 |
|---------------|-----------------|----------------|----|
| CSE → PU → IU | 0.063 | [0.027, 0.111] | 유의 |
| CCC → PU → IU | 0.089 | [0.037, 0.153] | 유의 |
| PEU → PU → IU | 0.032 | [0.005, 0.061] | 유의 |
| PU → ME → IU | 0.062 | [0.017, 0.107] | 유의 |

* 주: 부트스트랩 표본 수 = 5,000. 95% CI에 0이 포함되지 않으면 매개효과가 유의함.

(나) 순차적 이중 매개효과

[표 4-19]에서와 같이, 순차적 이중 매개효과(Sequential dual mediation effect)는 두 개의 매개변수를 순차적으로 거치는 경로의 효과로, 본 연구에서는 독립변수 → PU → ME → IU 경로를 검증하였다.

CSE → PU → ME → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.018$ (95% CI [0.005, 0.036])로 유의하게 나타났다. CCC → PU → ME → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.025$ (95% CI [0.007, 0.044])로 나타나, 순차적 이중 매개 경로 중 가장 큰 효과를 보였다. PEU → PU → ME → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.009$ (95% CI [0.001, 0.021])로 유의하게 나타났다.

이 결과는 독립변수가 사용 의도에 영향을 미치는 복잡한 메커니즘을 보여준다. 특히 협력적 의사소통 역량의 경우, (1) PU를 거쳐 IU로 가는 단순 매개 경로($\beta = 0.089$)와 (2) PU와 ME를 순차적으로 거쳐 IU로 가는 이중 매개 경로($\beta = 0.025$)가 모두 유의하게 작동하여, CCC의 총

간접효과($\beta = 0.114$)를 구성하고 있다.

[표 4-19] 특정 간접효과 - 순차적 이중 매개

| 경로 | 간접효과(β) | 95% CI | 결과 |
|--------------------|-----------------|----------------|----|
| CSE → PU → ME → IU | 0.018 | [0.005, 0.036] | 유의 |
| CCC → PU → ME → IU | 0.025 | [0.007, 0.044] | 유의 |
| PEU → PU → ME → IU | 0.009 | [0.001, 0.021] | 유의 |

* 주: 부트스트랩 표본 수 = 5,000. 95% CI에 0이 포함되지 않으면 매개효과가 유의함.

4) 매개효과 가설 검증 결과 종합

매개효과 가설(H8~H10)은 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)의 단순 매개 및 순차적 이중 매개효과를 검증한 것으로, 부트스트래핑(5,000회) 분석 결과 관련 모든 가설이 통계적으로 유의하게($p < 0.05$) 나타나 전부 채택되었다. 이는 PU와 ME가 독립변수와 사용 의도 간 관계에서 중요한 매개 역할을 수행함을 실증적으로 확인해 준다.

[표 4-20] 매개효과 가설 검증 결과 종합

| 구분 | 가설 | 경로 | 경로계수(β) | 매개 유형 | 결과 |
|----------|-------|--------------------|-----------------|-------|----|
| 매개 효과 | H8-1 | CSE → PU → IU | 0.063 | 완전 매개 | 채택 |
| | H8-2 | CCC → PU → IU | 0.089 | 완전 매개 | 채택 |
| | H8-3 | PEU → PU → IU | 0.032 | 부분 매개 | 채택 |
| | H9 | PU → ME → IU | 0.062 | 부분 매개 | 채택 |
| | H10-1 | CSE → PU → ME → IU | 0.018 | 이중 매개 | 채택 |
| | H10-2 | CCC → PU → ME → IU | 0.025 | 이중 매개 | 채택 |
| | H10-3 | PEU → PU → ME → IU | 0.009 | 이중 매개 | 채택 |

* 주: 모든 가설 채택 ($p < 0.05$). 부트스트랩 표본 수 = 5,000.

[표 4-20]과 같이 독립변수가 인지된 유용성과 메타버스 윤리를 순차적으로 거쳐 사용 의도에 영향을 미치는 복합적 인과 구조가 실증적으로

검증되었다.

4.4.4.3 가설 검증 결과 종합

1) 직접효과 가설 검증 결과

본 연구의 7개 직접효과 경로 모두 이론적으로 예상한 방향의 정적(+) 계수를 보였다.

인지된 유용성(PU)을 종속변수로 하는 경로들을 살펴보면, 협력적 의사소통 역량(CCC)의 경로계수가 $\beta = 0.401$ 로 나타나 중간 수준의 정적 효과를 보였다. 이는 메타버스 환경에서 협력 활동을 더 많이 할 것으로 기대하는 학생일수록 메타버스 수업의 유용성을 높게 인식한다는 것을 의미한다. $\beta = 0.401$ 이라는 계수는 CCC가 1 표준편차 증가할 때 PU가 0.401 표준편차 증가함을 나타내며, 이는 의미 있는 영향력이다. 이 결과는 메타버스 교육의 핵심 가치가 협력학습에 있음을 실증적으로 입증한다. 메타버스는 가상공간에서 학습자 간 실시간 상호작용, 공동 과제 수행, 집단 토론 등을 가능하게 하며(Kye et al., 2021), 협력적 특성이 교육적 유용성 인식의 중요한 원천임을 보여준다. 따라서 메타버스 교육 플랫폼 설계 시 협력학습을 지원하는 기능(그룹 활동 공간, 실시간 의사소통 도구, 공유 작업 환경 등)을 강화하는 것이 유용성 인식을 높이는 핵심 전략임을 확인하였다.

컴퓨터 자기효능감(CSE)의 PU에 대한 경로계수는 $\beta = 0.284$ 로 나타나 약한 수준의 정적 효과를 보였다. 디지털 기술 사용 능력에 자신감이 있는 학생들이 메타버스 수업의 유용성을 더 높게 평가하는 경향이 있음을 확인하였다. 이는 컴퓨터 자기효능감이 메타버스 교육 수용의 중요한 선행 요인임을 시사하며, Compeau와 Higgins(1995)의 연구 결과와 일치한다.

인지된 사용 용이성(PEU)의 PU에 대한 경로계수는 $\beta = 0.144$ 로 나타나 약한 정적 효과를 보였다. 이는 TAM의 PEU→PU 경로를 지지하는 결과로, 플랫폼을 사용하기 쉽다고 느낄수록 그 플랫폼이 유용하다고 인식하는 경향이 있음을 보여준다(Davis, 1989). 그러나 $\beta = 0.144$ 라는 상대적으로

작은 계수는 사용 용이성이 유용성 인식에 미치는 직접적 영향은 제한적임을 의미한다.

인지된 유용성(PU)의 메타버스 윤리(ME)에 대한 경로계수는 $\beta = 0.396$ 으로 나타나 중간 수준의 정적 효과를 보였다. 메타버스 수업의 유용성을 높게 인식하는 학생들이 디지털 공간에서의 윤리적 행동 규범도 더 중요하게 인식하는 경향이 있음을 의미한다. 이는 교육적 가치에 대한 긍정적 인식이 책임있는 기술 사용 태도로 연결될 수 있음을 시사한다(이현숙 외, 2020).

사용 의도(IU)를 종속변수로 하는 경로들을 살펴보면, 인지된 사용 용이성(PEU)의 경로계수가 $\beta = 0.511$ 로 나타나 강한 정적 효과를 보였다. 이는 메타버스 플랫폼을 사용하기 쉽다고 느끼는 학생들이 향후에도 계속 사용하고자 하는 의도가 매우 높다는 것을 의미하며, TAM의 핵심 관계를 강력하게 지지하는 결과이다(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000). PEU가 1 표준편차 증가할 때 IU가 0.511 표준편차 증가한다는 것은 사용 편의성이 사용 의도를 결정하는 가장 중요한 요인임을 보여준다. 이러한 강한 관계는 중학생 집단에서 기술수용 결정 시 사용 편의성이 압도적으로 중요함을 입증한다. 따라서 메타버스 교육 플랫폼의 성공을 위해서는 무엇보다 사용자 친화적인 인터페이스 설계, 직관적인 조작 방법, 간편한 접속 절차 등 사용 편의성을 최우선으로 고려해야 함을 강력히 시사한다.

인지된 유용성(PU)의 IU에 대한 경로계수는 $\beta = 0.222$ 로 나타나 약한 수준의 정적 효과를 보였다. TAM에서는 PU가 사용 의도의 가장 강력한 예측변수로 알려져 있으나(Venkatesh & Davis, 2000), 본 연구에서는 PEU보다 낮은 영향력을 보였다. 이는 중학생들이 장기적인 학습 효과보다는 즉각적인 사용 경험의 편리함을 더 중시하는 경향이 있기 때문으로 해석할 수 있다(Han & Sa, 2022).

메타버스 윤리(ME)의 IU에 대한 경로계수는 $\beta = 0.156$ 으로 나타나 약한 정적 효과를 보였다. 메타버스 윤리 의식이 높은 학생들이 메타버스 교육을 지속적으로 사용하려는 의도도 높은 경향이 있으나, 그 영향력은 제한적이다. 그러나 $\beta = 0.156$ 이라는 긍정적 계수는 메타버스 윤리 교육이

메타버스 활용 촉진에도 간접적으로 기여할 수 있음을 시사한다.

종합적으로 경로계수 분석 결과, 인지된 사용 용이성(PEU)이 사용 의도(IU)에, 그리고 협력적 의사소통 역량(CCC)이 인지된 유용성(PU)에 가장 강한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 메타버스 교육 서비스 수용을 촉진하기 위한 핵심 전략이 (1)사용자 친화적 설계를 통한 편의성 극대화와 (2)협력학습 기능 강화를 통한 유용성 제고임을 실증적으로 입증한다. 모든 직접효과 경로가 정적 방향을 보여 이론적 예상과 일치하였으며, 이는 본 연구 모형의 타당성을 뒷받침한다.

2) 매개효과 가설 검증 결과

(가) H8: 인지된 유용성의 매개효과

H8은 인지된 유용성(PU)이 컴퓨터 자기효능감(CSE), 협력적 의사소통 역량(CCC), 인지된 사용 용이성(PEU)과 사용 의도(IU) 간 관계를 매개한다는 가설이다. 분석 결과, 세 가지 경로 모두에서 PU의 매개효과가 통계적으로 유의하게 나타나 H8은 채택되었다.

CSE → PU → IU 경로: 컴퓨터 자기효능감은 사용 의도로의 직접 경로가 설정되지 않았으며, PU를 통한 간접효과($\beta = 0.063$)만 유의하게 나타나 완전 매개 관계를 보였다. 이는 컴퓨터 자기효능감이 사용 의도에 영향을 미치는 메커니즘이 전적으로 유용성 인식을 통해 작동함을 의미한다(Compeau & Higgins, 1995).

CCC → PU → IU 경로: 협력적 의사소통 역량 역시 직접 경로가 설정되지 않았으며, PU를 통한 간접효과($\beta = 0.089$)가 유의하게 나타나 완전 매개 관계를 보였다. 이 경로는 세 경로 중 가장 큰 간접효과를 보여, 협력 활동에 대한 기대가 유용성 인식을 높이고 이것이 사용 의도로 이어진다는 것을 확인하였다.

PEU → PU → IU 경로: 인지된 사용 용이성은 IU로의 직접효과($\beta = 0.511$)가 매우 크고, PU를 통한 간접효과($\beta = 0.032$)는 유의하나

상대적으로 작게 나타나 부분 매개 관계를 보였다. PEU가 IU에 미치는 총효과($\beta = 0.552$) 중 직접효과가 92.6%를 차지하여, PEU는 주로 IU에 직접적으로 영향을 미치며 PU를 통한 간접 경로는 부차적임을 보여준다.

(나) H9: 메타버스 윤리의 매개효과

H9는 메타버스 윤리(ME)가 인지된 유용성(PU)과 사용 의도(IU) 간 관계를 매개한다는 가설이다. PU → ME → IU 경로의 간접효과($\beta = 0.062$, 95% CI [0.017, 0.107])는 통계적으로 유의하게 나타났다. 동시에 PU → IU 직접효과($\beta = 0.222$)도 유의하여, 부분 매개 관계가 확인되었다. 따라서 H9는 채택되었다.

유용성 인식이 사용 의도에 영향을 미치는 메커니즘에는 직접 경로($\beta = 0.222$, 78.2%)와 ME를 거치는 간접 경로($\beta = 0.062$, 21.8%)가 모두 작동하고 있다. 이는 교육적 가치에 대한 긍정적 인식이 윤리 의식을 높이고, 이것이 지속 사용 의도로 이어지는 선순환 구조가 작동하고 있음을 시사한다.

(다) H10: 인지된 유용성과 메타버스 윤리의 순차적 이중 매개효과

H10은 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)가 독립변수들과 사용 의도(IU) 간 관계를 순차적으로 이중 매개한다는 가설이다. 분석 결과, 세 가지 경로 모두에서 순차적 이중 매개효과가 통계적으로 유의하게 나타나 H10은 채택되었다.

CSE → PU → ME → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.018$ (95% CI [0.005, 0.036])로 유의하게 나타났다. CCC → PU → ME → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.025$ (95% CI [0.007, 0.044])로 이중 매개 경로 중 가장 큰 효과를 보였다. PEU → PU → ME → IU 경로의 간접효과는 $\beta = 0.009$ (95% CI [0.001, 0.021])로 유의하나 상대적으로 작게 나타났다.

H10의 채택은 메타버스 교육 수용 과정에서 인지적 평가(유용성 인식)와 윤리적 가치(메타버스 윤리)가 순차적으로 연결되어 사용 의도를 형성하는

메커니즘을 실증적으로 입증한 것이다.

3) 가설 검증 결과 종합

본 연구에서 제안한 10개 가설은 모두 통계적으로 유의하게 나타나 채택되었다. [표 4-21]은 전체 가설 검증 결과를 요약하여 제시한다.

[표 4-21] 직접효과 및 매개효과 가설의 검증 결과 종합

| 구분 | 가설 | 경로 | 경로계수(β) | t-값 | p-값 | 결과 |
|----------|-------|--------------------|-----------------|--------|----------|------------|
| 직접 효과 | H1 | CSE → PU | 0.284 | 5.096 | 0.000*** | 채택 |
| | H2 | CCC → PU | 0.401 | 7.821 | 0.000*** | 채택 |
| | H3 | PEU → PU | 0.144 | 2.413 | 0.016* | 채택 |
| | H4 | PEU → IU | 0.511 | 10.236 | 0.000*** | 채택 |
| | H5 | PU → ME | 0.396 | 8.505 | 0.000*** | 채택 |
| | H6 | PU → IU | 0.222 | 3.753 | 0.000*** | 채택 |
| | H7 | ME → IU | 0.156 | 2.813 | 0.005** | 채택 |
| 매개 효과 | H8-1 | CSE → PU → IU | 0.063 | - | - | 채택 (완전) |
| | H8-2 | CCC → PU → IU | 0.089 | - | - | 채택 (완전) |
| | H8-3 | PEU → PU → IU | 0.032 | - | - | 채택 (부분) |
| | H9 | PU → ME → IU | 0.062 | - | - | 채택 (부분) |
| | H10-1 | CSE → PU → ME → IU | 0.018 | - | - | 채택 |
| | H10-2 | CCC → PU → ME → IU | 0.025 | - | - | 채택 |
| | H10-3 | PEU → PU → ME → IU | 0.009 | - | - | 채택 |

* 주: *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001 (양측검정). 매개효과는 95% CI 기준. 부트스트랩 표본 수 = 5,000.

직접효과 가설(H1~H7) 검증 결과, 모든 경로가 이론적으로 예상한 정적(+) 방향으로 유의하게 나타났다. 특히 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 영향($\beta = 0.511$)과 협력적 의사소통 역량이 인지된 유용성에

미치는 영향($\beta = 0.401$)이 강력한 인과관계로 확인되었다. 이는 메타버스 교육 서비스 수용을 촉진하기 위한 핵심 전략이 (1)사용자 친화적 설계를 통한 편의성 극대화와 (2)협력학습 기능 강화를 통한 유용성 제고임을 실증적으로 입증한다.

매개효과 가설(H8~H10) 검증 결과, 인지된 유용성과 메타버스 윤리가 독립변수와 사용 의도 간 관계를 유의하게 매개하는 것으로 나타났다. 특히 CCC → PU → IU 경로의 간접효과($\beta = 0.089$)가 가장 크게 나타나, 협력적 의사소통 역량이 유용성 인식을 통해 사용 의도로 이어지는 매커니즘이 강력하게 작동하고 있음을 확인하였다. 또한 순차적 이중 매개효과도 모두 유의하게 나타나, 메타버스 교육 수용 과정에서 인지적 평가와 윤리적 가치가 순차적으로 연결되는 복잡한 인과 구조를 실증하였다.

본 연구의 가설 검증 결과는 TAM을 기반으로 메타버스 교육 서비스 수용 과정을 설명하는 이론적 모형의 타당성을 입증한다. 특히 협력적 의사소통 역량과 메타버스 윤리를 추가한 확장된 모형이 중학생의 메타버스 교육 수용을 효과적으로 설명할 수 있음을 확인하였다. 사용 의도에 대한 설명력($R^2 = 0.436$)은 본 연구 모형이 메타버스 교육 서비스 수용 현상을 포괄적으로 이해하는 데 유용한 틀을 제공함을 보여준다.

V. 결 론

5.1 연구 결과 요약

본 연구는 중학생의 메타버스 기반 수업 수용에 영향을 미치는 요인을 규명하기 위해 전통적 TAM에 컴퓨터 자기효능감, 협력적 의사소통 역량 및 메타버스 윤리를 통합하여 확장 적용하고 실증적으로 검증하는 것을 목적으로 수행되었다. 특히 인지적·정서적 발달 단계상의 특수성을 지닌 중학생을 대상으로 하여 기존 성인 중심 연구의 한계를 극복하고 메타버스 교육의 독특한 사회적·윤리적 특성을 모델에 반영하고자 하였다. 연구 결과 본 연구 모형의 PLS-SEM 분석 결과, 제안된 10개의 가설이 모두 통계적으로 유의하게 나타나 채택되었다.

첫째, 측정모형 검증 결과, 연구 모형의 신뢰도와 타당도(수렴타당도 및 판별타당도)가 모두 확보되었다. 모든 잠재 변인의 Cronbach's α 는 0.754에서 0.941 범위로 나타나 0.7 기준을 충족했으며, 23개 측정 문항 모두 외부적재값이 0.706 이상으로 나타나 지표신뢰도가 확보되었다. 모든 잠재변수의 AVE는 0.570 이상으로 0.5 기준을 상회하였으며, 판별타당도는 Fornell-Larcker 기준과 HTMT 비율(모두 0.90 미만)을 통해 확인되었다. 다중공선성(VIF)은 모든 측정문항에서 10 미만으로 나타나 모형 추정에 문제가 없음을 확인하였다. 추가적으로 합성신뢰도(CR)와 rho_a 역시 모든 변인에서 권장 기준인 0.7을 상회하여 측정 도구의 내적 일관성을 견고히 입증하였고, 다중공선성(VIF) 또한 모든 문항 및 경로 수준에서 수용 가능한 수준임을 확인하였다.

둘째, 구조모형 검증 결과, 연구 모형이 데이터에 적합한 것으로 나타났다. SRMR은 0.076으로 양호한 적합도를 보였으며, 핵심 종속변인인 사용 의도(IU)에 대한 설명력(R^2)은 43.6%로 중간 수준으로 나타났다. 이는 TAM을 적용한 교육 분야 연구의 평균 R^2 수준에 부합하는 수치로, 본 연구 모형이 중학생의 메타버스 교육 서비스 수용을 효과적으로 설명할 수

있음을 확인하였다. 이와 함께 인지된 유용성(PU)의 R^2 는 32.1%, 메타버스 윤리(ME)의 R^2 는 15.7%로 나타났으며, 특히 인지된 사용 용이성과 협력적 의사소통 역량이 중학생의 기술수용 의사를 결정짓는 핵심적인 동인임이 구조적으로 증명되었다.

셋째, 직접효과 가설 검증 결과, 제안된 7개의 가설이 모두 채택되었다. 인지된 사용 용이성(PEU)은 사용 의도(IU)에 가장 강력한 정적 영향을 미쳤다($\beta=0.511$, $t=10.236$, $p<0.001$, $f^2=0.439$). 이는 중학생 집단에서 사용 편의성이 기술수용을 결정하는 압도적인 요인임을 시사한다. 협력적 의사소통 역량(CCC)은 인지된 유용성(PU)에 중간 수준의 정적 영향을 미쳤으며($\beta=0.401$, $t=7.821$, $p<0.001$, $f^2=0.220$), 이는 메타버스 교육의 핵심 가치가 협력학습 기능에 있음을 실증하였다. 인지된 유용성(PU)은 메타버스 윤리(ME)에 중간 수준의 정적 영향을 미쳤고($\beta=0.396$, $t=8.505$, $p<0.001$, $f^2=0.186$), 나머지 경로(CSE→PU: $\beta=0.284$; PEU→PU: $\beta=0.144$; PU→IU: $\beta=0.222$; ME→IU: $\beta=0.156$)는 모두 통계적으로 유의하게 나타났다.

넷째, 매개효과 가설 검증 결과, 제안된 3개의 매개효과 가설이 모두 채택되었다. 인지된 유용성(PU)은 컴퓨터 자기효능감(CSE → IU), 협력적 의사소통 역량(CCC → IU)과의 관계에서 완전 매개효과가 나타났으며, 특히 CCC → PU → IU 경로의 간접효과($\beta=0.089$)가 단순 매개 경로 중 가장 크게 나타났다. 메타버스 윤리(ME)는 인지된 유용성(PU → IU) 간 관계를 부분 매개하는 것으로 확인되었다($\beta=0.062$). 순차적 이중 매개효과 분석에서 CCC → PU → ME → IU 경로의 간접효과($\beta=0.025$)가 유의하게 나타나, 협력적 의사소통 역량의 영향이 인지적 평가(PU)와 윤리적 가치(ME)를 순차적으로 거쳐 사용 의도로 전달되는 정교한 메커니즘을 확인하였다.

다섯째, 메타버스 윤리(ME)가 사용 의도(IU)에 정적 영향을 미쳐(H7 채택, $\beta=0.156$), 중학생의 윤리적 인식이 기술수용에 긍정적으로 기여함을 확인하였다. 선행하여, PU가 ME에 중간 수준의 강한 정적 영향을 미쳤는데(H5 채택, $\beta=0.396$), 이는 메타버스 수업의 교육적 가치 인식이 책임 있는 사용 태도로 연결됨을 시사한다. 특히, PU가 ME를 거쳐 IU에

영향을 미치는 부분 매개 경로(PU→ME→IU)가 유의했으며, 협력적 의사소통 역량 등의 선행변수들이 유용성과 윤리를 순차적으로 거쳐 사용 의도에 영향을 미치는 복잡한 이중 매개 메커니즘 또한 유의하게 검증되었다. 비록 ME의 직접효과는 다른 요인에 비해 약한 수준이었으나, 이 결과는 메타버스 교육 수용이 단순히 기능적 판단을 넘어 학습자가 안전하고 쾌적한 학습 공동체를 인식하여 지속 사용 의도를 높이는 윤리적·규범적 고려를 포함한다는 점에서 중요한 이론적 의의를 갖는다.

5.2 연구의 시사점

5.2.1 이론적 시사점

본 연구는 중학생 메타버스 교육 서비스를 중심으로 컴퓨터 자기효능감과 협력적 의사소통 역량이 기술수용 요인을 매개로 사용 의도에 미치는 영향을 연구함으로써 다음과 같은 이론적 기여를 하였다.

첫째, TAM의 적용 범위를 중학교 영역으로 확장하고 그 타당성을 입증하였다. 기존 TAM 연구들은 주로 성인이나 대학생을 대상으로 하였으나, 본 연구는 인지적·정서적 발달 단계상 특수성을 가진 중학생을 대상으로 확장된 TAM 모형의 유효성을 실증적으로 검증하였다. 사용 의도에 대한 설명력($R^2 = 0.436$)이 중간 수준으로 나타나, TAM이 청소년 학습자의 교육 기술수용 과정을 설명할 수 있는 이론적 틀임을 재확인하였다.

둘째, 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 가장 강력한 정적 영향($\beta = 0.511$)을 미치고, 가장 큰 효과 크기($f^2 = 0.439$)를 보인 것은, Davis(1989)의 원 TAM에서 제시된 PEU의 역할이 중학생 메타버스 교육 맥락에서 더욱 강화됨을 실증한 것이다. 이는 성인 대상 연구에서 PU가 주로 사용 의도의 핵심 예측 변인으로 작용한 것과 대비되는 결과로, 인지적·정서적 발달 단계상 즉각적인 사용 경험의 질을 중시하는 청소년 집단의 특성을 이론적으로 규명하였다.

셋째, 협력적 의사소통 역량(CCC)이라는 외생 변인을 TAM에 통합하여

메타버스 교육의 독특한 사회적 특성을 이론적으로 반영하였다. 협력적 의사소통 역량이 인지된 유용성에 미치는 영향($\beta=0.401$)은 본 연구에서 중간 수준의 강한 인과관계로 확인되었는데, 이는 메타버스가 단순한 콘텐츠 소비 플랫폼이 아니라 학습자 간 실시간 상호작용과 협력이 이루어지는 사회적 공간이며, 협력적 요소가 기술수용의 중요한 선행변인으로 작용함을 이론적으로 밝혔다. 이는 TAM 확장 연구에서 사회적 영향 변인의 중요성을 재조명한 이론적 기여이다.

넷째, 메타버스 윤리(ME)를 TAM의 추가 매개변인으로 포함하여 온라인 학습 환경에서의 윤리적 요소를 기술수용 이론에 통합하였다. 인지된 유용성이 메타버스 윤리를 거쳐 사용 의도에 영향을 미치는 경로($\beta=0.062$)가 유의하게 나타났으며, 이는 기술수용이 단순히 기능적·인지적 판단뿐만 아니라 윤리적·규범적 고려를 포함한다는 점을 실증적으로 규명하였다. 특히 메타버스 환경에서 익명성과 자유로움이 사이버 폭력 등의 부정적 행동을 유발할 수 있다는 선행연구의 지적을 고려할 때, 윤리적 요소의 중요성을 이론 모형에 통합한 것은 중요한 의의를 갖는다.

다섯째, 복잡한 순차적 이중 매개 경로를 체계적으로 분석하여 메타버스 수용의 메커니즘을 정교하게 규명하였다. 협력적 의사소통 역량(CCC)이 인지된 유용성(PU)과 메타버스 윤리(ME)를 순차적으로 매개하여 사용 의도(IU)에 영향을 미치는 경로($\beta=0.025$)가 유의하게 작동함을 확인하였는데, 이는 기술수용이 여러 인지적·윤리적 평가 단계를 거쳐 형성되는 연쇄적 인과 구조임을 실증적으로 입증하였다. 이는 기존의 단순 효과나 단일 매개효과에 집중했던 연구들의 한계를 보완한다.

5.2.2 실무적 시사점

본 연구 결과는 중학생을 위한 메타버스 교육 서비스 설계 및 운영에 다음과 같은 실무적 시사점을 제공한다.

첫째, 사용자 친화적 인터페이스 설계를 통해 인지된 사용 용이성(PEU)을 극대화해야 한다. 인지된 사용 용이성이 사용 의도에 미치는 영향이 가장

강력하므로($\beta=0.511$, $f^2=0.439$), 플랫폼 개발자는 직관적이고 간결한 UI/UX 설계, 안정적인 기술 성능 확보, 접속 및 로그인 과정 간소화 등에 주력해야 한다. 특히 중학생은 즉각적인 사용 경험의 질을 중시하는 경향이 있으므로, 기술적 진입 장벽을 최소화하는 것이 지속적인 사용 의도를 확보하는 핵심 전략이다.

둘째, 협력적 활동 기능을 메타버스 교육 설계의 핵심 요소로 고려해야 한다. 협력적 의사소통 역량이 인지된 유용성에 중간 수준의 강한 영향을 미쳤으므로($\beta=0.401$, $f^2=0.220$), 메타버스 수업은 공동 문제해결 과제, 실시간 협력 도구, 소그룹 토론 공간 제공 등 협력적 활동을 중심으로 설계되어야 한다. 교사는 학습자들이 의미 있는 협력 경험을 통해 메타버스의 교육적 가치(유용성)를 직접 체감하도록 유도해야 하며, 이는 학습자들이 메타버스를 단순한 게임이 아닌 학습 도구로 인식하는 데 필수적이다.

셋째, 메타버스 윤리 교육을 메타버스 수업과 통합하여 병행해야 한다. 인지된 유용성이 메타버스 윤리를 거쳐 사용 의도에 영향을 미치는 유의한 매개 경로가 확인되었으므로, 유용한 협력학습 경험을 제공하는 것 자체가 효과적인 윤리 교육 방법이 될 수 있다. 교사는 수업 시작 시 메타버스 공간에서의 행동 규범 합의, 긍정적 상호작용 사례 공유, 디지털 시민성 관련 토론 등을 체계적으로 실시하여, 윤리적 가치와 기술 활용의 연관성을 인식시켜야 한다.

넷째, 컴퓨터 자기효능감 향상을 위한 맞춤형 지원을 제공하여 디지털 격차를 해소해야 한다. 컴퓨터 자기효능감이 유용성에 미치는 영향($\beta=0.284$, $f^2=0.116$)이 유의하게 나타났으므로, 메타버스 수업 도입 전 학습자들의 유능감 수준을 진단하고, 3D 가상공간 탐색 연습, 아바타 조작 실습, 기초적인 디지털 리터러시 교육 등을 통해 개별 학습자의 기술적 준비도를 높여야 한다.

다섯째, 메타버스 수업의 단계적 도입 전략과 모니터링 체계를 수립해야 한다. 사용 용이성(PEU)이 유용성(PU)에 영향을 미치는 경로($\beta=0.144$)가 확인되었으므로, 초기에는 사용하기 쉬운 기능부터 시작하여 점진적으로 협력 과제, 창의적 표현 등 복잡한 활동으로 확장하는 스캐폴딩 접근이

효과적이다. 또한 학습자들의 만족도, 참여도, 학습 성과를 정기적으로 평가하고 피드백을 공유하는 환류 체계를 구축해야 한다.

5.2.3 정책적 시사점

본 연구 결과는 메타버스 교육의 효과적인 도입과 확산을 위한 정책 수립에 다음과 같은 시사점을 제공한다.

첫째, 메타버스 교육 플랫폼의 사용성 기준을 정책적으로 확립하고 품질 인증 제도를 도입해야 한다. 인지된 사용 용이성이 사용 의도의 가장 강력한 결정 요인이므로, 중학생 수준에 맞는 직관적인 인터페이스와 안정적인 기술 성능을 확보할 수 있도록 국가 수준의 사용성 기준을 제시해야 한다. 이를 위해 품질 인증 제도를 운영하여 교육 현장에 적합한 플랫폼만이 도입될 수 있도록 통제해야 한다.

둘째, 협력학습 기능을 우선적으로 고려한 메타버스 플랫폼 선정 및 개발 정책을 수립해야 한다. 협력적 의사소통 역량의 중요성이 실증적으로 입증되었으므로, 정부와 교육청은 실시간 소통 및 공동 작업 기능이 우수한 플랫폼을 핵심 선정 기준으로 삼아야 한다. 또한 국가 수준의 플랫폼 개발 시 협력학습 기능을 촉진하는 요소를 설계 단계부터 반영해야 한다.

셋째, 메타버스 윤리 교육을 정규 교육과정에 체계적으로 통합해야 한다. 메타버스 윤리가 유의한 매개변인으로 확인되었으므로, 메타버스 환경에 특화된 디지털 시민성, 사이버 폭력 예방, 아바타 윤리 교육 등을 다루는 교육 자료와 프로그램을 개발하여 학교에 보급해야 한다. 윤리 교육을 단순 규칙 암기가 아닌 실제 메타버스 활동과 연계한 경험 중심 교육으로 설계하고, 교사 연수를 지원해야 한다.

넷째, 디지털 격차 해소를 위한 정책적 지원을 강화해야 한다. 컴퓨터 자기효능감의 격차가 존재할 수 있으므로, 교육 소외 계층 학생들을 위한 디지털 기기 무상 대여 및 통신비 지원 확대, 네트워크 인프라 개선, 디지털 리터러시 기초 교육 프로그램 운영 등을 통해 모든 학생이 평등하게 메타버스 교육에 참여할 수 있는 포용적 정책을 설계해야 한다.

다섯째, 교사의 메타버스 교육 역량 강화를 위한 체계적인 연수 프로그램을 개발하고 지원해야 한다. 교사가 협력학습 설계, 사용 편의성 확보, 메타버스 윤리 교육 등을 효과적으로 통합하여 수업을 운영할 수 있도록, 메타버스 플랫폼 사용법 연수, 교수설계 워크숍, 우수 사례 공유 네트워크 구축 등을 체계적으로 운영해야 한다.

여섯째, 메타버스 교육의 효과성에 대한 지속적인 모니터링과 연구를 지원해야 한다. 학습 성과, 장기적 효과, 교과별 적합성 등에 관한 추가 연구를 지속적으로 수행하고, 그 결과를 정책 개선에 환류하는 증거 기반 정책 수립 체계를 구축해야 한다.

5.3 연구의 한계 및 향후 연구 방향

5.3.1 연구의 한계점

본 연구는 중학생의 메타버스 교육 서비스 수용요인을 규명하는 데 기여했으나, 다음과 같은 한계점을 가진다.

첫째, 2차 데이터 분석 및 제한된 표본의 한계이다. 본 연구는 영호남 지역 11개 중학교 학생 233명을 대상으로 한 2차 데이터를 기반으로 수행되었으므로, 표본의 지역적 및 학년별(1학년 57.9%) 불균형이 존재하여, 연구 결과의 전국적 일반화에 신중을 기해야 한다.

둘째, 횡단적 연구 설계로 인한 인과관계 규명의 한계이다. 단일 시점에서 수집된 자료를 분석하였기에 변인 간의 시간적 선후 관계를 명확히 입증할 수 없으며, 예를 들어 메타버스 사용 경험이 컴퓨터 자기효능감을 향상시키는 역인과관계의 가능성을 완전히 배제할 수 없다.

셋째, 자기보고식 측정 도구로 인한 공통방법편의(common method bias)의 가능성이 존재한다. 모든 변수가 동일한 응답자로부터 동일한 시점에 수집되었으므로, 응답자의 주관적 인식, 사회적 바람직성 편향(social desirability bias), 일관성 동기 등이 결과에 영향을 미쳤을 수 있다.

넷째, 연구 대상이 특정 메타버스 플랫폼과 교육 맥락으로 제한된다. 본

연구는 특정 메타버스 선도 프로젝트의 수학 및 과학 수업 경험을 바탕으로 하였으므로, 플랫폼에 따라 기능, 인터페이스, 사용자 경험이 상이할 수 있다는 점에서, 연구 결과를 다른 메타버스 플랫폼이나 교과에 동일하게 적용하기는 어렵다.

다섯째, 연구 모형에 포함되지 않은 다른 잠재적 영향 변인들의 존재이다. 본 연구는 TAM을 확장했음에도 불구하고, 교사 지원, 기술 불안, 학습 동기, 즐거움 등 메타버스 수용에 영향을 미칠 수 있는 다른 중요한 변수들을 고려하지 못했다.

여섯째, 사용 의도를 종속변인으로 설정하여 실제 사용 행동을 측정하지 못한 한계가 있다. 사용 의도와 실제 사용 행동 간에는 의도-행동 간극이 존재할 수 있으며, 의도가 항상 행동으로 이어지지 않는다.

일곱째, 사용 의도에 대한 모형의 설명력($R^2 = 0.436$)이 중간 수준으로 나타나, 메타버스 교육 수용에 영향을 미치는 추가적인 요인들이 존재할 가능성을 시사한다. 이는 본 연구 모형이 현상을 설명하는 데 유용하지만, 보다 포괄적인 이해를 위해서는 추가 변인의 탐색이 필요함을 의미한다.

5.3.2 향후 연구 방향

본 연구의 한계점을 보완하고 메타버스 교육 수용에 대한 이해를 심화하기 위해 다음과 같은 후속 연구를 제안한다.

첫째, 종단 연구 설계를 통해 메타버스 수용 과정의 시간적 변화를 추적할 필요가 있다. 메타버스 수업 전, 중, 후의 학습자 인식 및 태도 변화를 관찰하여, 초기 수용요인과 지속 사용 요인의 차이를 탐색해야 한다.

둘째, 다양한 메타버스 플랫폼, 교과, 발달 단계를 비교하는 연구가 필요하다. 플랫폼 특성(예: 몰입형 vs 데스크톱 기반)이나 교과 특성에 따른 수용 요인의 맥락 의존적 특성을 규명하고, 초등학생, 고등학생 등 연령대별 차이를 탐색하는 연구가 필요하다.

셋째, 학습 성과와의 관계를 규명하는 연구가 필요하다. 메타버스 사용 의도 및 실제 사용이 학업 성취도, 고차원적 사고 능력, 협력 역량, 창의성

등 구체적인 학습 성과에 미치는 영향을 실증적으로 규명해야 한다.

넷째, 교사 변인을 포함한 다층 모형 연구 및 조절변인 탐색 연구가 필요하다. 교사의 역량이나 교수 효능감 등이 학생의 수용에 미치는 영향을 분석하는 다층 모형 연구를 수행하고, 교사 지원, 동료 영향, 기술 불안 등이 주요 경로의 강도를 어떻게 조절하는지를 분석하여 수용 촉진 및 저해 조건을 규명해야 한다.

다섯째, 단순 경험 유무를 넘어서는 학습 분석 데이터 활용 및 혼합 연구 방법을 통한 심층 탐색이 필요하다. 본 연구에서 경험 여부의 조절효과가 유의하지 않았으므로, 향후 연구에서는 메타버스 플랫폼의 실제 사용 로그 데이터와 설문 데이터를 통합 분석하고, 혼합 연구 방법을 통해 질적 경험(상호작용 역학, 윤리적 딜레마 등)과 심화된 경험 요소(VR 장비 사용 경험, 몰입도 등)가 메타버스 수용에 미치는 영향을 규명해야 한다.

여섯째, 부정적 결과 및 위험 요인에 관한 연구가 필요하다. 사이버 폭력, 개인정보 침해, 디지털 중독, 학습 부담 가중 등 메타버스 교육의 부작용에 관한 연구를 병행하여, 메타버스 교육의 균형 잡힌 이해와 안전한 도입 방안을 마련해야 한다.

일곱째, 확장된 TAM에 신기술 관련 변인을 추가하는 연구가 필요하다. 메타버스와 AI의 융합(AI 튜터, 생성형 AI 등)이 가속화됨에 따라, AI와 같은 다양한 신기술 통합이 수용요인에 미치는 영향을 탐색할 필요가 있다.

여덟째, 모형의 설명력을 높이기 위한 추가 변인 탐색 연구가 필요하다. 본 연구에서 사용 의도에 대한 설명력이 43.6%로 나타나, 즐거움, 몰입, 사회적 영향, 촉진 조건 등 추가적인 변인을 모형에 포함하여 메타버스 교육 수용에 대한 보다 포괄적인 이해를 도모해야 한다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 강성용. (2022). 안전한 메타버스 사회를 위한 윤리 및 행정규제. 『동북아법연구』, 16(1), 205-241.
- 건국대학교, 글로브포인트, 미디어피아테크, 인튜브, 전라남도교육청, 타임교육C&P, 테크빌교육. (2025). *메타버스 선도 프로젝트 결과보고서: 메타버스 교육 플랫폼 개발 및 서비스 실증*. 정보통신산업진흥원, 과학기술정보통신부.
- 공하림, 김윤희. (2022). 한국어교육 전공 학습자의 메타버스 활용 수업에 대한 만족도 조사 및 요구 분석 연구. 『인문사회21』, 13(5), 3603-3618.
- 교육부. (2021). *2022 개정 교육과정 총론 주요사항*. 교육부.
- 교육부. (2022). *2022 개정 교육과정 제2022-33호 [별책 1] 총론*. 교육부.
- 곽도연, 정주연. (2022). 고등학생 대상 메타버스를 활용한 예술 교과 연계 음악 감상수업지도안 개발 및 검증 연구. 『교과교육학연구』, 26(5), 512-529.
- 김국현. (2022). 레스트의 도덕성 모델에 근거한 청소년의 디지털 윤리역량 척도 개발. 『초등도덕교육』, (76), 37-60.
- 김미진, 김하균. (2024). 메타버스 활용 교육이 교육만족도 및 지속이용의도에 미치는 영향에 관한 연구: 중학생을 중심으로. 『아시아태평양융합연구교류논문지』, 10(8), 591-600.
- 김상희, 박현경, 노광현, 장명희, 조경희, 장선영. (2023). 초중등학교 교육에서의 메타버스 활용 교수학습 모형 개발. 『교육공학연구』, 39(2), 451-498.
- 김성희, 이상욱. (2022). 메타버스를 영화 ‘레디 플레이어 원(Ready Player One)’을 통해 살펴본 메타버스 윤리. 『방송공학회논문지』, 27(5), 665-675.

- 김수연. (2024). 유학생 필수 교양 교과목의 메타버스 아바타 커스터 마이징 활용디지털 스토리텔링 활동 적용과 효과 탐색 - 디지털 역량, 창의성, 자기표현력을 중심으로. 『교양교육연구』, 18(4), 227-247.
- 김승범, 이형용. (2023a). A study of the impact of Metaverse attributes on intention to use - based on the Extended Technology Acceptance Model. 『지능정보연구』, 29(2), 149-170.
- 김승범, 이형용. (2023b). Investigating the Impact of Metaverse Characteristics on User Behavior through the Combination of PLS-SEM and NCA within the Extended Value-Based Adoption Model. 『경영학연구』, 52(5), 1159-1191.
- 김영진, 조한라, 최미순. (2024). 디지털리터러시와 기술수용성이 생성형 AI 사용만족도에 미치는 영향 공학과 인문사회 전공자 중심의 비교. 『한국컴퓨터정보학회논문지』, 29(12), 305-316.
- 김윤명. (2010). '이러닝산업 발전법'의 개선 방안 연구. 『정보법학』, 14(3), 51-82.
- 김준연. (2023). 국내 주요 대학의 메타버스 기반 대학캠퍼스 사례 연구. 『한국공간디자인학회 논문집』, 18(1), 279-288.
- 김중한 (2014). 스마트폰 애플리케이션 불법적 사용 태도에 미치는 요인 연구. 『한국IT서비스학회지』, 13(2), 19-34.
- 김진욱, 김남조. (2013). 기후변화 인식이 아웃도어레크리에이션 참여자의 행동에 미치는 영향. 『관광학연구』, 37(6), 11-32.
- 김하영. (2022). 항공서비스전공 대학생의 디지털 리터러시 역량이 학습몰입, 학습만족, 학습성과에 미치는 영향에 관한 연구. 『한국항공운항학회지』, 30(3), 38-53.
- 김현우. (2023). 대학수업을 위한 메타버스 활용 교육 설계. 『기독교교육논총』, (76), 259-280.
- 김효진, 안명아. (2023). 메타버스 플랫폼의 서비스 특성요인이 메타버스 사용의도에 미치는 영향. 『서비스연구』, 13(4), 173-190.
- 김희철, 박일준, 김묘은. (2023). 메타버스와 메타버스 리터러시의 개념

- 정립과 메타버스 리터러시 프레임워크의 개발. 『한국컴퓨터정보학회논문지』, 28(3), 197-208.
- 나해찬, 이유진, 김수영, 김운상. (2022). 메타버스 교육 플랫폼에 관한 연구: 사례 분석과 제언. 『디지털콘텐츠학회논문지』, 23(5), 827-836.
- 남재우. (2023). 메타버스를 활용한 대학 강의 수용요인에 관한 연구. 『한국산학기술학회논문지』, 24(6), 125-133.
- 노선희. (2022). 메타버스의 사회학: 지식사회학의 시각으로 본 메타버스. 『인문사회 21』, 13(4), 1233-1246.
- 문명섭, 강명수. (2022). 가상경제시대에서 메타버스 플랫폼의 역할과 법적 책임에 관한 소고. 『경영법률』, 32(4), 143-182.
- 박기락, 김형범. (2023). 메타버스를 활용한 초등학생 대상 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램 개발. 『대한지구과학교육학회지』, 16(1), 43-55.
- 박용완, 장레이, 허정. (2023). 메타버스 유형에 따른 소비자 인식에 대한 탐색적 실험 연구: 소비자 혁신성의 조절 효과를 중심으로. 『기업과혁신연구』, 46(4), 151-171.
- 박휴용. (2025). 메타버스 활용 수업에 대한 현장 교사의 인식: 비판적 논의. 『교사교육연구』, 64(1), 128-154.
- 방은찬, 변순용. (2022). 메타버스 시대에 디지털 휴먼의 민주적 활용 가능성에 대한 윤리적 논의. 『윤리연구』, 1(139), 247-281.
- 방준성, 박판근. (2022). 디지털 윤리와 UX를 반영한 메타버스 R&D 추진전략. 『방송공학학회논문지』, 27(5), 703-717.
- 배영임, 신혜리. (2020). 기술수용모델(TAM)을 활용한 디지털 헬스케어 서비스 소비자 수용의도에 관한 연구 : 헬스케어 앱 사용자를 중심으로. 『GRI 연구논총』, 22(2), 99-127.
- 서웅, 안성진. (2023). 메타버스의 교육적 활용을 위한 중고등학생의 경험 및 태도 분석. 『정보교육학회논문지』, 27(2), 117-129.
- 서현영. (2024). 메타버스 플랫폼을 활용한 블렌디드 수업이 간호대학생의 디지털리터러시 역량, 학습몰입 및 학습만족도에 미치는 영향.

- 『교육정보미디어연구』, 30(6), 1591-1612.
- 손정명, 이시훈, 한정혜. (2022). 메타버스 기반 협력적 소통 SW 교육 프로그램의 효과. 『정보교육학회논문지』, 26(1), 11-22.
- 신영진. (2023). 메타버스 서비스에서의 개인정보보호 진단 및 개선과제. 『한국지역정보학회지』, 26(4), 137-170.
- 신정민, 김상연, 윤희정. (2022). 비대면 기술직업교육훈련을 위한 메타버스 클래스룸의 학습환경 설계요소 탐색. 『교육정보미디어연구』, 28(4), 1069-1079.
- 오재령, 이성숙. (2022). 대학도서관의 메타버스 활용 현황 및 사서 인식조사 연구. 『한국비블리아학회지』, 33(4), 159-180.
- 오지희. (2021). 확장된 기술수용모델(ETAM)을 적용한 메타버스 이용의도에 영향을 미치는 요인연구: 가상세계 메타버스를 중심으로. 『한국콘텐츠학회논문지』, 21(10), 204-216.
- 유정수, 박지용. (2024). 메타버스에서 학습 프레임워크 개발에 관한 연구. 『정보교육학회논문지』, 28(6), 753-760.
- 윤가영, 김상희, 장선영. (2024). 메타버스 활용 수업과 지원체계에 대한 교사의 인식 연구. 『교육정보미디어연구』, 30(5), 1399-1420.
- 이경열, 이준영. (2023). 메타버스 공간의 신종범죄와 형사입법대책: 메타버스 범죄 2.0을 중심으로. 『형사정책』, 34(4), 69-115.
- 이근영. (2023). 문학교육에서 메타버스의 활용 가능성 탐색. 『한국초등국어교육』, (77), 387-413.
- 이기식. (2022). 디지털매체시대 대학생들의 사이버윤리 (Cyber_Ethics)행태분석: 2007년과 2020년의 비교분석. 『한국지역정보학회지』, 25(2), 31-64.
- 이다연, 채지윤, 이진연, 엄태연. (2024). 초·중등 학습자의 창의적 문제해결을 위한 메타버스 학습환경 설계원리 개발. 『교육정보미디어연구』, 30(2), 523-547.
- 이미나, 김민정. (2023). 메타버스의 지각된 가치와 사용의도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구: 메타버스 유경험자와 무경험자의 차이를

- 중심으로. 『문화기술의 융합』, 9(1), 587-594.
- 이석, 이영주. (2024). 메타버스 기반 학습환경에서 문제해결형 데이터 분석 수업이 학습자의 데이터 리터러시와 학습 흥미에 미치는 영향. 『교육정보미디어연구』, 30(5), 1377-1397.
- 이성태. (2024). 확장형 온라인 교육을 위한 메타버스 플랫폼 시나리오 설계 및 구현에 관한 연구. 『미래사회』, 15(2), 43-56.
- 이솔, 임소희, 이승우. (2023). 외식산업에서의 메타버스 인식 연구 : 기술수용모델(TAM) 및 합리적 행동이론(TRA)을 기반으로. 『(사)디지털산업정보학회 논문지』, 19(3), 193-211.
- 이수연, 박현진. (2023). 메타버스 활용 음악수업에 대한 예비음악교사의 인식 및 경험. 『예술교육연구』, 21(2), 323-338.
- 이수창. (2019). 공간회귀분석을 활용한 살인사건 영향요인 분석. 『한국융합학회논문지』, 10(5), 203-211.
- 이순희. (2023). 메타버스의 교육 사례분석 연구. 『방과후학교연구』, 10(1), 73-94.
- 이영림, 임희주. (2022). 온라인 수업에서 메타버스 활용이 협력적 자아효능감과 그것에 미치는 영향. 『인문사회21』, 13(4), 887-896.
- 이정림, 권대훈. (2016). 통제소재, 마인드셋, 그릿, 학업성취 간의 구조적 관계분석. 『청소년학연구』, 23(11), 245-264.
- 이현숙, 김한성, 김수환, 이운지. (2020). 2018-2019 국가수준 초·중학생 디지털 리터러시 수준의 연도별 비교 분석. 『교육정보미디어연구』, 26(2), 337-366.
- 이희옥. (2022). 메타버스 내 적대적 언행(Hate Speech) 규제방안에 관한 연구. 『경제규제와 법』, 15(1), 193-216.
- 임철일, 한송이, 계보경, 이다연, 박주현, 엄태연, 최재훈, 전민선, 김은지, 권미영, 홍수민. (2023). 초·중등교육에서 메타버스의 교육적 활용. 『교육정보미디어연구』, 29(4), 1007-1036.
- 임철일, 한형중, 임은선, 고보경, 엄태연, 김승하, 홍수민. (2024). 초·중등학교의 교육용 메타버스 구축 및 운영을 위한 프레임워크

- 개발. 『교육공학연구』, 40(2), 361-398.
- 전준현, 김경모. (2023). 메타버스 시대의 인문학 교육 방법론에 관한 연구. 『한성어문학』, 48, 359-396.
- 정재현, 김건하. (2022). 메타버스 특성과 가치 인식이 서비스 이용의도에 미치는 영향. 『서비스마케팅저널』, 15(1), 99-115.
- 정한나, 류한영. (2023). 메타버스 패션 커머스의 사용자 만족에 영향을 미치는 요인. 『Journal of Integrated Design Research』, 22(4), 61-78.
- 조계해, 이정교. (2023). 기술수용모델(TAM)을 통한 몰입형 메타(Meta) 스토어의 수용의도에 관한 연구-기술준비도(TR I)를 중심으로. 『한국공간디자인학회 논문집』, 18(4), 311-322.
- 조민경, 김소영, 윤영. (2024). 메타버스 활용 한국어 수업에 대한 교사 인식 연구-메타버스 교육 전·후 교사의 인식 변화를 중심으로. 『교양교육연구』, 18(2), 23-42.
- 조현철, 강석후. (2007). 구조방정식 모델에서 항목무응답이 인과 모수의 검정과 적합도 평가에 미치는 영향. 『마케팅과학연구』, 17(3), 133-153.
- 주수연. (2023). 대학에서의 메타버스 플랫폼 활용 가정과 수업 개발 및 운영 사례. 『한국가정과교육학회지』, 35(1), 139-155
- 차영란. (2023). 메타버스와 광고 관련 뉴스 기사에 대한 빅데이터 분석 : 토픽모델링을 중심으로. 『광고PR실학연구』, 16(1), 159-179.
- 차현진, 박태정, 박주연, 최미애. (2025). 초·중등 학교 맥락에서의 디지털휴먼 기반 AI튜터에 관한 교사 요구 분석. 『교육공학연구』, 41(1), 331-361.
- 최정인. (2025). 메타버스를 활용한 문제기반학습(PBL) 수업이 교양영어 핵심역량 함양에 미치는 영향: 문화적 포용, 협력적 소통, 통섭적 사고 중심으로. 『교사교육연구』, 64(3), 520-541.
- 한송이, 김태중. (2021). 메타버스 뉴스 빅데이터 분석: 토픽 모델링 분석을 중심으로. 『디지털콘텐츠학회논문지』, 22(7), 1091-1099.
- 허나원, 강주현, 이상수. (2023). 메타버스 활용 교육에 대한 탐색적 연구 :

- 교육 전문가들의 이야기를 중심으로. 『교과교육학연구』, 27(5), 434-451.
- 현수빈, 김유진, 박찬정. (2022). 중학생을 위한 의사결정나무 알고리즘 교육을 제공하는 메타버스 기반 게임 콘텐츠 개발. 『한국콘텐츠학회논문지』, 22(4), 106-117.
- 황대수, 박진우. (2022). 공항여객터미널 메타버스(Metaverse) 서비스 이용 의도에 영향을 미치는 요인 분석. 『한국항공경영학회지』, 20(5), 19-37.
- 황인호, 김진수, 이일한. (2022). 메타버스 실재감이 사용자의 이용 동기를 통해 지속적 이용의도에 미치는 영향: 규범적 대인 민감성의 조절 효과. 『벤처창업연구』, 17(3), 119-133.
- Kim, H-S., Kim, N-Y., Cha, Y. (2023). Exploring the Potential of Metaverse as a Future Learning Platform for Enhancing EFL Learners' English Proficiency. 『영어학』, 23, 220-236.

2. 국외문헌

- Aburbeian, AH. M., Owda, A. U., & Owda, M. (2022). A Technology Acceptance Model Survey of the Metaverse Prospects. *AI*, 3(2), 285-302.
- Aghimien, D., Ikuabe, M., Aghimien, L. M., Aigbavboa, C., Ngcobo, N., & Yankah, J. (2024). PLS-SEM assessment of the impediments of robotics and automation deployment for effective construction health and safety. *Journal of Facilities Management*, 22(3), 458-478.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Akçay ı r, M., & Akçay ı r, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic

- review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.
- Al-Adwan, A. S., Li, N., Al-Adwan, A., Abbasi, G. A., Albelbisi, N. A., & Habibi, A. (2023). Extending the Technology Acceptance Model (TAM) to Predict University Students' Intentions to Use Metaverse-Based Learning Platforms. *Education and Information Technologies*, 28, 15381–15413.
- Alavi, S. B., & McCormick, J. (2008). The roles of perceived task interdependence and group members' interdependence in the development of collective efficacy in university student group contexts. *British Journal of Educational Psychology*, 78(3), 375–393.
- Ali, R. A., Soliman, M., Weahama, M. R., Assalihee, M., & Mahmud, I. (2025). Investigating continuous intention to use metaverse in higher education institutions: a dual-staged structural equation modeling-artificial neural network approach. *Smart Learning Environments*, 12, Article 3.
- Alshammari, S. H., & Alrashidi, M. E. (2024). Factors affecting the intention and use of metaverse: A structural equation modeling approach. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 20(1), 14.
- Alshammari, S. H., & Babu, E. (2025). The mediating role of satisfaction in the relationship between perceived usefulness, perceived ease of use and students' behavioural intention to use ChatGPT. *Scientific Reports*, 15, Article 7169.
- Alsayouf, A., Lutfi, A., Alsubahi, N., Alhazmi, F. N., Al-Mugheed, K., Anshasi, R. J., Alharbi, N. I., & Albugami, M. (2023). The Use of a Technology Acceptance Model (TAM) to Predict Patients' Usage of a Personal Health Record System: The Role of Security, Privacy, and Usability. *International Journal of Environmental*

- Research and Public Health*, 20(2), Article 1347.
- Amankwah-Amoah, J., Khan, Z., Wood, G., & Knight, G. (2021). COVID-19 and digitalization: The great acceleration. *Journal of business research*, 136, 602-611.
- Anderson, J. C., & Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach. *Psychological Bulletin*, 103(3), 411-423.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 16(1), 74-94.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bandura, A., (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*, Englewood Cliffs, NJ.
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
- Baudier, P., Vassoigne, T. D., Arami, M., Delannoy, A., & Germon, R. (2025). Embracing the Metaverse: User perception and acceptance of the Metaverse in education. *Computers in Human Behavior*, 173, Article 108804.
- Bedoya-Cano, Ó., Marín-Marín, J-A., Sánchez-Amate, J-J., & López-Belmonte, J. (2025). The Metaverse in STEM Education: Interactive Assessment with Electronic Circuits and Arduino mediated by Artificial Intelligence. *International Journal of Educational Research and Innovation*, Article 24.
- Belsley, D. A., Kuh, E., & Welsch, R. E. (1980). *Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. John Wiley

& Sons.

- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588–606.
- Burr, C., Taddeo, M., & Floridi, L. (2020). The ethics of digital well-being: A thematic review. *Science and engineering ethics*, 26, 2313–2343.
- Byrne, B. M. (2009). Structural Equation Modeling With AMOS, EQS, and LISREL: Comparative Approaches to Testing for the Factorial Validity of a Measuring Instrument. *International Journal of Testing*, 1(1), 55–86.
- Chin, W. W. (1998). *The partial least squares approach to structural equation modeling*. In G. A. Marcoulides (Ed.), *Modern methods for business research* (pp. 295–358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Chin, W. W., & Newsted, P. R. (1999). Structural equation modeling analysis with small samples using partial least squares. In R. H. Hoyle (Ed.), *Statistical strategies for small sample research* (pp. 307–341). Sage Publications.
- Chua, H. W., & Yu, Z. (2024). A systematic literature review of the acceptability of the use of Metaverse in education over 16 years. *Journal of Computers in Education*, 11, 615–665.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159.
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy: Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189–211.

- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.
- Csikzentimihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety: Experiencing flow in work and play*. San Francisco/Washington/London.
- Curran, P. G. (2016). Methods for the detection of carelessly invalid responses in survey data. *Journal of Experimental Social Psychology*, 66, 4–19.
- Dahri, N. A., Yahaya, N., Al-Rahmi, W. M., Almogren, A. S., & Vighio, M. S. (2024). Investigating factors affecting teachers' training through mobile learning: Task technology fit perspective. *Education and Information Technologies*, 29, 14553–14589.
- Davis, F. D. (1986). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems. *Theory and Results/Massachusetts Institute of Technology*.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Dhagarra, D., Goswami, M., & Kumar, G. (2020). Impact of Trust and Privacy Concerns on Technology Acceptance in Healthcare: An Indian Perspective. *International Journal of Medical Informatics*, 141, Article 104164.
- Dijkstra, T. K., & Henseler, J. (2015). Consistent partial least squares path modeling. *MIS Quarterly*, 39(2), 297–316.
- Dionisio, J. D. N., Burns III, W. G., & Gilbert, R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys*, 45(3), 1–38.
- Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D., & Kelly, D. R. (2007). Grit: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(6), 1087–1101.

- Etherington, T. R. (2021). Mahalanobis distances for ecological niche modelling and outlier detection: implications of sample size, error, and bias for selecting and parameterising a multivariate location and scatter method. *PeerJ*, 9, e11436.
- Feldman, D.H., & Fowler, R.C. (1997). The nature(s) of developmental change: Piaget, Vygotsky, and the transition process. *New Ideas in Psychology*, 15(3), 195–210.
- Fernandez-Rio, J., Cecchini, J. A., Morgan, K., Mendez-Gimenez, A., & Lloyd, R. (2022). Validation of the cooperative learning scale and cooperation global factor using bifactor structural equation modelling. *Psicología Educativa*, 28(2), 91–97.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50.
- Frahm, N., & Schiølin, K. (2024). The rise of tech ethics: Approaches, critique, and future pathways. *Science and Engineering Ethics*, 30, Article 45.
- Franke, G., & Sarstedt, M. (2019). Heuristics versus statistics in discriminant validity testing: A comparison of four procedures. *Internet Research*, 29(3), 430–447.
- García, J. A. M., Gómez, C. G., López, A. T., & Schlosser, M. J. (2024). Applying the technology acceptance model to online self-learning: A multigroup analysis. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), Article 100571.
- Garzón, J., Pavón, J., & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual*

Reality, 23, 447–459.

- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. Wiley.
- Granić, A., & Marangunić, N. (2019). Technology acceptance model in educational context: A systematic literature review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2572–2593.
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS–SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS–SEM) (2nd ed.)*. Sage Publications.
- Han, J–H., & Sa, H. J. (2022). Acceptance of and satisfaction with online educational classes through the technology acceptance model (TAM): The COVID–19 situation in Korea. *Asia Pacific Education Review*, 23(3), 403–415.
- Hayes, A. F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *Communication Monographs*, 76(4), 408–420.
- Hazzan–Bishara, A., Kol, O., & Levy, S. (2025). The factors affecting teachers' adoption of AI technologies: A unified model of external and internal determinants. *Education and Information Technologies*, 30, 15043–15069.
- HE, T–L., Zhang, C–C., Huang, Z–Q., & Qin, F. (2025). Investigating the impact of situational cognition, emotions, and self–efficacy on creative thinking and collaborative intention in metaverse teaching scene. *Thinking Skills and Creativity*, 56, Article 101723.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance–based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*,

43(1), 115–135.

- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- Huang, J. L., Curran, P. G., Keeney, J., Poposki, E. M., & DeShon, R. P. (2012). Detecting and deterring insufficient effort responding to surveys. *Journal of Business and Psychology*, 27(1), 99–114.
- Huang, J. L., Liu, M., & Bowling, N. A. (2015). Insufficient effort responding: Examining an insidious confound in survey data. *Journal of Applied Psychology*, 100(3), 828–845.
- Jeitziner, L. T., Paneth, L., Rack, O., Bleisch, S., & Zahn, C. (2025). Measuring the quality of collaborative group engagement: Development and validation of the QCGE self-assessment scale (QCGE-SAS). *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 20, 343–375.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Interaction Book Company.
- Jovanović, A., & Milosavljević, A. (2022). VoRtex Metaverse platform for gamified collaborative learning. *Electronics*, 11(3), Article 317.
- Kaddoura, S., & Husseiny, F. A. (2023). The rising trend of metaverse in education: Challenges, opportunities, and ethical considerations. *PeerJ Computer Science*, 9, Article e1252.
- Kagan, S. (1985). *Dimensions of cooperative classroom structures*. In R. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hertz-Lazarowitz, C. Webb, & R. Schmuck (Eds.), *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn* (pp. 67–96). New York: Plenum Press.
- Kagan, S. (1994). *Cooperative learning*. Kagan Cooperative Learning.
- Kemp, A., Palmer, E., Strelan, P., & Thompson, H. (2024). Testing a

- novel extended educational technology acceptance model using student attitudes towards virtual classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 55(5), 2110–2131.
- King, W. R., & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, 43(6), 740–755.
- Klopov I., Shapurov, O., Voronkova, V., Nikitenko, V., Oleksenko, R., Khavina, I., & Chebakova, Y. (2023). Digital transformation of education based on artificial intelligence. *TEM Journal-TECHNOLOGY EDUCATION MANAGEMENT INFORMATICS*, 12(4), 2625–2634.
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford Press.
- Koh, J. H. L., & Daniel, B. K. (2022). Shifting online during COVID-19: A systematic review of teaching and learning strategies and their outcomes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19, Article 57.
- Kohlberg, L. (1984). *The psychology of moral development: The nature and validity of moral stages* (Essays on Moral Development, Vol. 2). San Francisco: Harper & Row.
- Kumar, J. A., Bervell, B., Annamalai, N., & Osman, S. (2020). Behavioral intention to use mobile learning: Evaluating the role of self-efficacy, subjective norm, and WhatsApp use habit. *IEEE Access*, 8, 208058–208074.
- Kuznetcova, I., & Glassman, M. (2020). Rethinking the use of Multi-User Virtual Environments in education. *Technology Pedagogy and Education*, 29(4), 389–405.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: Possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 18, Article 32.

- Lallmahamood, M. (2007). An Examination of Individual's Perceived Security and Privacy of the Internet in Malaysia and the Influence of this on their Intention to Use E-commerce: Using An Extension of the Technology Acceptance Model. *Journal of internet banking and commerce*, 12(3), 1–26.
- Legris, P., Ingham, J., & Collette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40(3), 191–204.
- Li, C., Jiang, Y., Ng, P. H. F., Dai, Y., Cheung, F., & Chan, H. C. B. (2024). Collaborative learning in the edu-metaverse era: An empirical study on the enabling technologies. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1107–1119.
- Lin, Y., & Yu, Z. (2023). Extending Technology Acceptance Model to higher-education students' use of digital academic reading tools on computers. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 34.
- MacKinnon, D. P., Lockwood, C. M., Hoffman, J. M., West, S. G., & Sheets, V. (2002). A comparison of methods to test mediation and other intervening variable effects. *Psychological Methods*, 7(1), 83–104.
- Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14, 81–95.
- Marcoulides, K. M., & Raykov, T. (2018). Evaluation of Variance Inflation Factors in Regression Models. *Educational and Psychological Measurement*, 79(5), 874–882.
- Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies

- promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719–735.
- Marjanovic, Z., Holden, R., Struthers, W., Cribbie, R., & Greenglass, E. (2015). The inter-item standard deviation (ISD): An index that discriminates between conscientious and random responders. *Personality and Individual Differences*, 84, 79–83.
- Mastour, H., Yousefi, R., & Niroumand, S. (2025). Exploring the acceptance of e-learning in health professions education in Iran based on the technology acceptance model (TAM). *Scientific Reports*, 15, Article 8178.
- Meade, A. W., & Craig, S. B. (2012). Identifying careless responses in survey data. *Psychological Methods*, 17(3), 437–455.
- Nah, F. F-H., Eschenbrenner, B., & Chen, L. (2025). Flowing together or alone: Impact of collaboration in the metaverse. *Decision Support Systems*, 188, Article 114346.
- Natale, A. F. D., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006–2033.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*(2nd ed.). McGraw-Hill.
- Park, S-M., & Kim, Y-G. (2022). A metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access*, 10, 4209–4251.
- Pellas, N., Dengel, A., & Christopoulos, A. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 748–761.
- Pikhart, M., & Klimova, B. (2025). A qualitative study on ethical issues related to the use of AI-driven technologies in foreign language learning. *Scientific Reports*, 15, Article 27945.
- Preacher, K. J., & Hayes, A. F. (2008). Asymptotic and resampling

- strategies for assessing and comparing indirect effects in multiple mediator models. *Behavior Research Methods*, 40(3), 879–891.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Article 103778.
- Rest, J. R. (1983). *Morality*. In P. H. Mussen (Ed.), *Handbook of Child Psychology* (4th ed., Vol. 3, pp. 556–629). New York: Wiley.
- Rest, J. R., & Narvaez, D. (1994). *Moral development in the professions: Psychology and applied ethics*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ribble, M. (2011). *Digital citizenship in schools (2nd ed.)*. International Society for Technology in Education.
- Rof, A., Bikfalvi, A., & Marques, P. (2022). Pandemic-accelerated Digital Transformation of a Born Digital Higher Education Institution: Towards a Customized Multimode Learning Strategy, *Educational Technology & Society*, 25(1), 124–141.
- Rönkkö, M., & Cho, E. (2022). An updated guideline for assessing discriminant validity. *Organizational Research Methods*, 25(1), 6–14.
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 13–35.
- Sharma, P. N., Shmueli, G., Sarstedt, M., Danks, N., & Ray, S. (2021). Prediction-oriented model selection in partial least squares path modeling. *Decision Sciences*, 52(3), 567–607.

- Shimizu, I., Kikukawa, M., Tada, T., Kimura, T., Duvivier, R., & Van Der Vleuten, C. (2020). Measuring social interdependence in collaborative learning: instrument development and validation. *BMC Medical Education*, 20, Article 177.
- Shrout, P. E., & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7(4), 422–445.
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*, 50(2), 315–342.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice (2nd ed.)*. Allyn & Bacon.
- So, H-J., & Brush, T. A. (2008). Student perceptions of collaborative learning, social presence and satisfaction in a blended learning environment: Relationships and critical factors. *Computers & Education*, 51(1), 318–336.
- Stephenson, N. (1992). *Snow Crash*. New York: Bantam Books.
- Stracke, C. M., Bothe, P., Adler, S., Heller, E. S., Deuchier, J., Pomino, J., & Wölfel, M. (2025). Immersive virtual reality in higher education: a systematic review of the scientific literature. *Virtual Reality*, 29, Article 64.
- Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers. *Computers & Education*, 52(2), 302–312.
- Teo, T. (2011). Factors influencing teachers' intention to use technology: Model development and test. *Computers & Education*, 57(4), 2432–2440.
- Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., Wang, H., Denden, M., Bozkurt, A., Lee, L-H., Beyoglu, D., Altinay, F., Sharma, R. C., Altinay, Z., Li, Z., Liu, J., Ahmad, F., Hu, Y., Salha, S., Abed, M., & Burgos, D. (2022). Is

Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments*, 9, Article 24.

Toros, E., Asiksoy, G., & Sürücü, L. (2024). Refreshment students' perceived usefulness and attitudes towards using technology: A moderated mediation model. *Humanities & Social Sciences Communications*, 11, Article 333.

Ursavaş, Ö. F., Yalç ın, Y., İslamođlu, H., Bak ır-Yalç ın, E., & Cukurova, M. (2025). Rethinking the importance of social norms in generative AI adoption: investigating the acceptance and use of generative AI among higher education students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22, Article 38.

Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.

Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

West, S. G., Finch, J. F., & Curran, P. J. (1995). Structural equation

models with nonnormal variables: Problems and remedies. In R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (pp. 56–75). Sage Publications, Inc.

- Wu, Q., Li, M-Q., & Wang, J-H. (2024). Behavioral Intentions in Metaverse Tourism: An Extended Technology Acceptance Model with Flow Theory. *Information*, 15(10), Article 632.
- Xu, B., Stephens, J. M., & Lee, K. (2024). Assessing student engagement in collaborative learning: development and validation of new measure in China. *Asia-Pacific Education Researcher*, 33, 395–405.
- Xue, L., Rashid, A. M., & Ouyang, S. (2024). The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) in Higher Education: A Systematic Review. *SAGE Open*, 14(1), Article 21582440241229570.

ABSTRACT

The Effects of Computer Self-Efficacy, Collaborative Communication Competency, and Perceived Ease of Use on Intention to Use in Metaverse Environments:
Focusing on the Mediating Effects of Perceived Usefulness and Metaverse Ethics

Bae, Woo-In

Major in ESG Convergence Consulting

Dept. of Smart Convergence Consulting

The Graduate School

Hansung University

In the era of digital transformation, the metaverse has garnered attention as an innovative teaching and learning environment in the educational field. Particularly, following the proliferation of fourth 4th Industrial Revolution technologies and the unique circumstances of the COVID-19 pandemic, metaverse-based education has rapidly expanded as an alternative to overcome the limitations of online education by promoting interaction and collaboration among learners. However, for effective adoption and diffusion of metaverse education, a systematic understanding of the actual acceptance process and influencing factors of learners is essential. Previous studies have primarily focused on adult or university learners, with very limited empirical research on middle school

students, who possess distinct cognitive and emotional developmental characteristics.

This study aims to empirically identify technological service factors influencing middle school students' acceptance of metaverse-based classes by extending the Technology Acceptance Model (TAM). Building on the traditional TAM by Davis (1989) and TAM2 by Venkatesh & Davis (2000), key constructs such as Perceived Ease of Use (PEU), Perceived Usefulness (PU), and Intention to Use (IU) were supplemented with antecedents reflecting learners' Computer Self-Efficacy (CSE) and Collaborative Communication Competency (CCC), as well as Metaverse Ethics (ME) as a mediating factor, forming an integrated research model tailored to the digital age learning context.

This study employed Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) as the analytical method. The sample consisted of 233 students from 11 middle schools in the Yeongnam and Honam regions who experienced metaverse-based mathematics and science classes. Secondary data collected from these participants were analyzed. The measurement instrument comprised a total of 23 items assessing six latent constructs: CSE, CCC, PEU, PU, ME, and IU. All items were measured using a 5-point Likert scale.

The results of the study are as follows. First, the measurement model analysis confirmed that the research model demonstrated adequate reliability and validity, including both convergent and discriminant validity. All measurement items exhibited satisfactory reliability, and the relationships among the latent variables were appropriately established. Second, the structural model analysis indicated that the proposed model fit the data well. In particular, the model showed a moderate explanatory power for the key dependent variable, intention to use, confirming that it effectively explains middle school students' acceptance of metaverse-based

educational services. Third, all seven hypothesized direct effects were supported. CCC had the moderate positive effect on PU, while PEU had the strongest positive effect on IU. CSE positively influenced PU, which in turn positively influenced both ME and IU. ME also significantly positively affected IU. Fourth, mediation analyses confirmed three mediated pathways. CSE, CCC, and PEU partially mediated the effect on IU through PU. Notably, sequential dual mediation paths via CSE → PU → ME → IU and CCC → PU → ME → IU were significant, revealing a complex and refined influence mechanism.

Theoretically, this study expands the TAM application scope to secondary education and integrates CCC to reflect the unique characteristics of metaverse education. It incorporates CSE and ME to unify learners' personal capacities and ethical considerations in the digital era. Practically, since CCC most strongly influences PU, metaverse classes should be designed centered on collaboration; and given the strong effect of PEU on IU, user-friendly interface design is essential. Additionally, concurrent digital ethics education and customized support to enhance digital competence are necessary. Policy-making implications include prioritizing metaverse platforms that support collaborative learning, establishing usability standards for educational metaverse platforms, and systematically integrating digital ethics education into formal curricula.

This study empirically elucidates middle school students' acceptance factors of metaverse education services and provides specific implications applicable to educational practice and policy, contributing to the effective adoption and sustainable development of metaverse education.

【Key words】 Metaverse, Technology Acceptance Model (TAM), Middle School Students, Collaborative Communication Competency, Computer Self-Efficacy, Metaverse Ethics, PLS-SEM