

XR の教育応用に関する一考察

竹村 治雄^{*1}

Abstract - XR (Virtual Reality, Mixed Reality, Augmented Reality の総称としてここでは用いる) を教育に応用する試みが様々行われている。本報告では, XR の教育応用の動向を関係する論文を調査し, そこでの教授方法や教育的効果について論じる。具体的には XR の教育応用の評価に関するメタ/アナリシス論文を調査し, 現状の教育応用に関する研究の動向を把握し, それに基づく今後の研究が解決すべき問題の同定を試みた。その結果, XR を用いることは一般に教材へのエンゲージメントを高める傾向があり, その有用性を示す結果が多く示唆されている。しかし, 一般的な経験則的な観察が多く, より多くの知見の蓄積が必要であることが示唆される結果となった。

Keywords : Virtual Reality, XR, 教育, 教授法

1 はじめに

VR/MR/AR を利用できる民生用の機器が普及している。これらは, 主にエンタテインメント用途に用いられているが, 教育現場で普及するにはコスト面などの課題が多く, その利用は限定的である。コロナ禍を経て GIGA スクール構想 [1] のように初等/中等教育の現場にも一人一台端末が導入されている。メタバースを利用した教育環境の構築もいろいろ取り組まれている。しかしながら, GIGA スクール構想では, 提供される端末の性能等の関係から, Web システムを利用した 2 次元メタバースが多く, 没入感のある XR 環境での教育の実施例は少ない。

一部の通信制高校が VR ゴーグルを用いた教育を実施しているが, これは, 対面授業に代わる教育形態としての実施であり, ランダム化比較試験のような検証を行ったという報告はないと思われる。また, 高等教育においても米国では大学において XR を利用した教育をサポートする組織の構築が行われている [2]。

本報告では, XR の教育応用に関する現状を振り返り, 教育現場における利用について, それぞれの方法の教育効果の計測事例を既発表論文から抽出し, XR の教育応用として共通項目として扱える発見はないかを調べる。以下次節では, XR の教育応用の動向を概観し, それに基づいて考察を実施し, 最後に今後の方向について述べる。

2 XR を用いた教育応用の動向

XR の教育応用については, 当初 IEEE VR や ISMAR などの VR の技術分野に特化した学会や論文誌でこれらの技術の応用として取り扱われていた。しかしながら HMD のような VR 機器が民生用に市販され

たり, Unity のような XR 開発環境が広く普及するにつれて, 教育関係の学会や, 認知心理学関係の学術誌でも XR の教育応用に関する論文発表が行われている。また, 没入環境の教育応用に特化した研究者コミュニティも構築され, 多くの情報交換が行われている。例えば [4] は, VR の教育応用についてのメタ・アナリシスの論文であるが, 43 件の査読付き論文について比較検討を行っている。一定の基準で選ばれたこれらの論文の出典は多岐に及んでおり大変興味深い。XR の教育応用は工学, 教授内容に関する学問分野, 教育学など複数の専門分野を横断していることが関係していると考えられる。

民生用の HMD の発売や, メタバースプラットフォームが多く提供されるなかで, これらを教育用のツールとして用いる試みが行われている。その背景には, 従来の教室での講義形式の学習を超える教育効果を期待できることが挙げられる。学習ピラミッド [3] と呼ばれる考え方では, 学習形態により, 学習の定着の度合いが異なるとしている。具体的には, 読む, 聞くによる学習より, 見る方が知識の定着が良く, さらに, 体験したり, 他者に教授したりすることがより多くの知識獲得につながるとしている。しかし, 初期の研究に関する記録が失われており, 直感的には納得のできる考えであるが, 実際に検証されたモデルかどうか疑問視する向きもある。図 1 に学習ピラミッドの例を示す。

学習ピラミッドから考えると, XR 環境での学習は従来の学習環境より多彩な教授方法を提供でき, それにより効果的な教育につながるという考えに基づいて, 多くの教育実践が行われていると考えられる。この学習ピラミッドの例では, ブルームのタクソノミー [5] での認知領域を主に取り上げているが, XR での経験は情意領域や精神運動領域での教育でも効果を有すると

^{*1}教育テック大学院大学／大阪大学

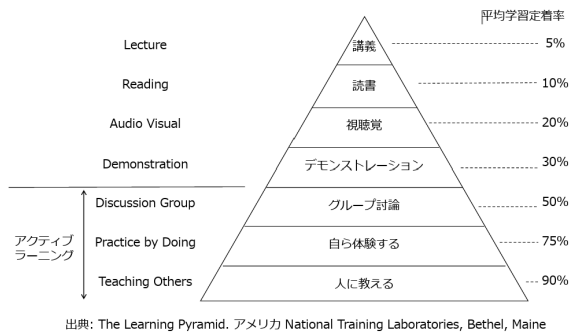


図1 学習ピラミッドの例

考えられる。特に情意領域では Storytelling が効果的な手法と考えられているが XR 環境は効果的な Story Telling 環境を提供できる可能性がある。

3 考察

本原稿執筆時点では、独自のメタ・アナリシスは実施中であり、分析を終えていない。一方、いくつかのメタ・アナリシスの事例 [4][6] を調査した結果では、それぞれの調査では、被験者数が多くなく、また XR 環境と対照環境を比較している場合でもランダム化比較試験を実施できている例は限られている。その主な要因のひとつは、XR 機器を多数揃えることの難しさにあると考えられる。CBT(Computer Based Testing) などの実験では多数の端末を用意した教室を用いて大規模な実験が可能であるが、XR 環境の場合は HMD や高性能 PC を同時に数十台単位で用意する必要があり、現実的に難しい。この設備的制約が、研究規模を小さくし、統計的な有意差検定の力を弱めているといえる。

とくに、[6] では、学習理論に基づいた研究に焦点を当てているが、学習理論に基づいた設計を行っているものは全体の約 3 割にとどまると指摘している。このことは、XR の教育応用研究が「技術の新規性」や「学習者の主観的満足度」に偏りやすく、教育学的な理論枠組み（例：社会的認知、身体性認知、構成主義など）と結びついた検証が不足している現状を示している。教育効果を客観的に評価するには、単なるアンケートや短期的な学習成果に加えて、学習行動のログ分析や長期的な知識定着度の追跡調査が必要であり、これらを実装できる研究デザインの確立が求められる。

一方で、XR 環境の持つポテンシャルは大きい。従来の教室では再現困難な実験や危険を伴う作業を、安全に体験できる点は教育的意義が高い。また、ブルームの教育分類学に照らせば、XR 学習は認知領域のみならず情意領域や精神運動領域にも影響を及ぼす可能性がある。特にストーリーテリングを伴う学習活動では、没入的体験が学習者の動機づけや感情移入を強化し、知識の長期的な定着や態度変容を促すと考えられる。

総じて、現段階での XR 教育応用研究は「実践例の蓄積期」にあるといえる。今後は、より多くの教育理論を背景とした研究設計を取り入れ、統計的に十分な規模のデータを収集することで、XR 教育の効果に関するエビデンスレベルを高めていくが必要である。特に、短期的効果だけでなく長期的な学習成果や社会的スキル形成への影響を評価する必要がある。

4 おわりに

本報告では XR を用いた教育に関して、研究動向を概観した。その結果、教育の効果については種々の評価が試みられているものの、その評価を統一的に扱えるには、それぞれの研究の規模等から困難な面があると考えられる。現状では、短い学習期間でのランダム化比較試験の実施例はあるが、長期的な効果を検証するには至っていない状況にある。今後、より多くの文献調査を行うとともに、エビデンスレベルの高い評価方法を、実験者を負担増やすことなく実施する方法についても検討する予定である。加えて、国際的な研究動向や標準化活動と連携することで、国内での XR 教育研究の位置付けをより明確にし、実践への応用を加速できると考えられる。

謝辞

本報告の作成にあたり、一部の文章表現の検討や推敲に生成 AI ツール（ChatGPT, OpenAI）を利用した。ただし、最終的な内容の確認と責任は著者にある。

参考文献

- [1] 文部科学省: 教育の情報化・GIGA スクール構想の推進. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/index.htm, (Accessed on 9/7/2025)
- [2] Maya Georgieva, Jeremy Nelson, Ricky LaFosse and Didier Contis “XR in Higher Education: Adoption, Considerations, and Recommendations,” *EDUCAUSE Review*, January 10, 2024. (Available online)
- [3] 土屋耕治, “ラーニングピラミッドの誤謬,” 人間文化研究年報 第 17 号, pp. 41–56, 南山大学, 2017.
- [4] Z. Yu, “A meta-analysis of the effect of virtual reality technology use in education,” *Interactive Learning Environments*, vol. 31, no. 8, pp. 4956–4976, 2023.
- [5] Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.), *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman, 2001.
- [6] A. Maroukhas, C. Troussas, A. Krouska, and C. Sgourpoulou, “Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for the Last Decade,” *Electronics*, 12(13): 2832, Jun. 2023.

© 2025 by the Virtual Reality Society of Japan (