

知的障害特別支援学校における VR 教材の有効性に関する試験的実証 — non-HMD の学習環境を対象に —

岩井 祐一 (東京学芸大学附属特別支援学校)

立石 力斗 (近畿大学九州短期大学)

今井 弘二 (国立研究開発法人情報通信研究機構)

A Pilot Study on the Effectiveness of VR Instructional Materials in a Special Needs School for Students
with Intellectual Disabilities

Yuichi Iwai (School for Children with Disabilities, Tokyo Gakugei University)

Rikito Tateishi (Kyushu Junior College of Kindai University)

Koji Imai (National Institute of Information and Communications Technology)

要旨

本研究は、知的障害特別支援学校における、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) に依存しない共有型 XR/360 度環境を導入する教育的意義を概観するものである。教室内で複数名が同一視点と個別視点を切り替えながら体験できる設計は、操作負荷や酔いのリスクを抑えつつ、空間的スケールや場面の連続性を直観的に把握させ、教師の発問・支援も同期的に入れやすい。試行的な実践からは、理解の手掛かりの可視化、学習意欲の喚起、現地学習への橋渡しといった効果が示唆され、特別支援教育における XR 活用の有望な方向性として示された。今後は、具体的な場面における効果検証を行っていく必要がある。

キーワード：知的障害，特別支援学校，VR，360 度映像

Abstract

This study provides a conceptual overview of introducing a non-HMD, shared XR/360-degree environment into special needs high schools serving students with intellectual disabilities. The classroom design enables multiple learners to switch between a common synchronized viewpoint and individual perspectives, reducing operational burden and the risk of cybersickness while fostering intuitive understanding of spatial scale and temporal continuity. The synchronous setting also facilitates real-time teacher questioning and scaffolding. Insights from pilot use suggest potential benefits such as making comprehension cues more explicit, enhancing learning motivation, and bridging classroom experiences to on-site learning. Collectively, these findings indicate a promising direction for applying XR in special needs education. Future work will need to verify learning effects in more concrete instructional scenarios.

Keywords : intellectual disabilities, special needs school, virtual reality, 360-degree video

1. はじめに

文部科学省 (2018) は、知的障害のある児童生徒の学習上の特性として、学習によって得た知識や技能が断片的になりやすく、実際の生活の場面の中で

生かすことが難しいことを挙げている。そのため、実際の生活場面に即しながら繰り返して学習すること、児童生徒が頑張っているところやできたところを細かく認めたり、称賛したりすることで、児童生徒の自信や主体的に取り組む意欲を育むことが

重要としている。加えて、抽象的な内容の指導よりも、実際的な生活場面の中で、具体的な思考や判断、表現できるようにする指導が効果的であることを指摘している。わが国では、GIGA スクール構想により「児童生徒一人一台端末」と高速ネットワークの全国的整備が進んでおり（文部科学省，2020）、デジタル環境が学習の土台として定着しつつある。また、理論面では、UDL（Universal Design for Learning）Guidelines 3.0 が学習者の多様性を前提に、複数の表現・関与・活動手段を通じた障壁低減とエージェンシーの涵養を設計原理として提示している（CAST，2024）。これらの制度・理論的基盤は、身体的・感覚的・認知的側面の制約をはじめとして、校外活動や実地見学が困難な学習者にも、XR 技術（VR・メタバース・AR 等）を用いた取り組みが、代替・補完的な学習機会を設計する根拠となる。

教育における XR の効果は、この数年で量的・質的に検討が深まっている。たとえば、仮想校外学習（Virtual Field Trip）を HMD で実施した研究では、2D 映像に比べてプレゼンス・興味・楽しさが高まり、遅延の改善も報告されている（Makransky&Mayer, 2022 等）。理論面では、CAMIL（Cognitive Affective Model of Immersive Learning）は、VR で学習成果に結びつく認知・情意経路（関心・動機づけ・自己効力感・具身性等）を統合的に説明しており（Makransky&Petersen,2021）、没入が主体的な学習向上ではないことを前提に、媒体特性に即したタスク設計が不可欠であるとしている。

とりわけ、知的・発達障害のある学習者を対象とした先行研究は、設計配慮の具体像を示している。システムティックレビューでは、操作性の単純化、視覚・聴覚刺激の制御、段階的提示、一般化・転移を見据えた課題構成・環境制御が重要と整理され（Yi et al, 2024 ; Zhou and Zhan, 2025）、ASD 等に対する社会的スキル介入でも一定の効果と受容性が示されている（Yang et al., 2025 等）。さらに、マルチステップ行動の遂行支援や適応行動訓練に関するレビューも蓄積しつつあり（Lancioni et al., 2024 等）、学校現場での支援設計に援用可能な観点が具体化してきた。もっとも、導入に際しては年齢・安全配慮が不可欠であり、メーカー公式指針では

PS VR2 は「12 歳未満は非推奨」（Sony Interactive Entertainment, 2023）、Meta Quest ではヘッドセットにより「10 歳以上／13 歳以上」等の年齢区分や保護者管理アカウントの要件が明示されている（Meta, 2024）。したがって、学校では、HMD に依存しないタブレット／PC 利用を主軸に据える運用が現実的であるといえる。

VR を活用した学習内容の観点では、文化財・地域資源・歴史領域との親和性が高い。文化遺産教育における VR 活用は、臨場感・参与感の向上、空間・時間制約の超克、学習者の関与拡大に寄与する一方、モーションや情報過多への配慮、参加型デザインの重要性が指摘されている（Zhao et al., 2025 等）。これらは、現地訪問が難しい場合の代替・補完として 360 度／VR を位置づける根拠となる。

以上の政策・理論・実証の知見を踏まえ、本研究では知的障害のある生徒を対象とする学校現場で、地域の民話・文化・地誌等の地域資源を題材に、導入障壁の低い non-HMD 中心の 360 度学習環境を設計・実装し、その受容性、理解の様相および動機づけへの影響を検討することを目的とする。

2. 方法

1) 対象

①対象者

本研究は、知的障害特別支援学校の高等部生徒 8 名（中度～軽度）を対象とした。

②実施場所および時期

対象とした生徒が在籍する特別支援学校内の教室を用い、2025 年 3 月に実施した。

2) 研究で用いたアプリケーション

本研究で使用したアプリケーションは XR 体験共有プラットフォーム（通称「みなっば」という、図 1）である。みなっばは、現実世界の 360 度映像や 3D 等のデジタルデータをバーチャル空間に取り込み、複数端末で共同体験できるように設計された XR 体験共有プラットフォームであり、クラウド運用に加えてオンプレミス運用にも対応、OS や端末（PC・タブレット・スマートフォン）を問わずブラウザで利用でき、HMD にも対応する（NICT, 2025）。教育・ツーリズム等での実証事例として、中学校の地学学習における「現地予習としての 360



図 1 みなっばの操作画面

度映像の共同視聴・対話」などが紹介されている (NICT, 2025a)。これらの特性は、学校現場での一斉提示・個別探索・協働的な注視共有を低負担で実現する基盤となる。みなっばの特徴としては、①端末・OS 非依存であるためほとんどの GIGA 端末に適合する、②HMD 必須でないため年齢要件・安全配慮と整合的である、③複数人での同期・注視共有・オブジェクト操作が授業設計との親和性がある等が挙げられる。

3) 本研究で用いた主要機能

①場面転換

教員端末の操作で、すべての学習者端末の 360 度映像を同期切替し、物語や説明の進行に合わせて一斉学習を行った (教員専用機能)。

②ポインタ表示

共有中の 360 度映像の任意位置を指し示す機能である。各端末で画角が異なっても、同一点に注目させられるため、焦点化や誘導が容易であった (教員/学習者、権限付与)。

③権限付与

教員用/学習者用を区別し、教員端末から機能の使用権限を付与する設計である。一斉学習の円滑化と自発的探索のバランスをとるねらいがある。

4) 学習コンテンツ

七夕伝説と百済寺を題材に、該当地点の 360 度映像 (解像度 4096×2048) を用意し、必要に応じて登場人物や 2m 物差しのイラストを重畳提示してスケール理解を補助した。百済寺については史資料に基づく再現映像も用いた。

5) 端末・接続

学校配備の PC/タブレットを利用し、LAN またはインターネット経由でセッションサーバに接続して仮想空間を共有した (Web ブラウザで動作、OS 非依存)。

6) 手続き

①導入

本アプリの概要と操作 (スワイプ視点移動、ピンチ拡大縮小) を説明し、短時間の操作練習を行った。

②提示順序

教員端末から場面転換で同期し、必要に応じてポインタ表示で注視点を共有した。

なお、360 度映像は牽牛石 → 機物神社 → 百済寺跡地 → 百済寺の再現の順で提示した。

③学習活動

各場面で、生徒は自由探索 (視点移動・拡大縮小) を行い、画像操作により人物や物差しのイラストを重畳表示してスケール・位置関係の理解を補助した。

知的障害特別支援学校における VR 教材の有効性に関する試験的実証

④評価

各提示後にわかりやすさ（3 件法）を評定し、百済寺の再現のみ興味の評定は体験後に実施した（児童実証の実施フレームに準拠）。セッション終了時に操作性（4 件法）と学習意欲（4 件法）を評定した。自由記述欄で感想・改善点も収集した。

- ・わかりやすさ：各場面で 3 件法（3=わかりやすい、2=少しわかりやすい、1=かわらない）
- ・現地への興味：前後比較（3 件法）（3=行きたい、2=少し行きたい、1=行きたくない）
- ・操作性・学習意欲：セッション後に 4 件法（操作性：4=簡単～1=難しい／学習意欲：4=もっと見たい～1=見たくない）

7) 分析方法

各尺度について平均値・標準偏差と、高評価率（3 件法は「2 以上」、4 件法は「3 以上」）を算出する。参加者数が少ないため推測統計は限定的にし、今後の効果検証に向けたフィージビリティ指標として解釈する。

8) 倫理的配慮と安全面への配慮

学校側の承諾のもとで実施し、参加者に口頭と書面で説明を行い同意を得た。端末は HMD に依存せず PC/タブレット中心で運用し、教員端末による場面転換・ポインタで視線誘導と学習の足並みを揃えた。

3. 結果

生徒のわかりやすさと現地への興味の変化についての回答の結果を表 1 に示す。

まず、わかりやすさについては、牽牛石、機物神社、百済寺跡地、百済寺の再現のいずれの対象においても平均値はすべて 2（少しわかりやすい）を上回った。ただし、回答のばらつきは大きく、対象間

に統計的な有意差も見られなかった。なお、牽牛石については、周りの木などで比較することで大きさがわかりやすかったというような回答があり、「物」を対象とする場合でも 360 度映像は有効であることがわかった。

対象が「場所」である機物神社や百済寺跡地については、「周りが見られた」という回答が多かった。その他に、「形がわかりやすい」や「拡大縮小ができてサイズがわかりやすい」、「全体が見やすい」といった回答も見られた。対象が「現存しない建造物」である百済寺の再現については、仮想空間内を散策して広さや大きさを確認している様子から、仮想空間内での自由な視点移動が有効であることがわかった。

また、想像図（図 2）と仮想空間内に再現した百済寺の大きさの印象については、平均値は 1.6、標準偏差は 0.7 であり、仮想空間の百済寺の方が想像図よりも少し小さく見えるという結果であった。

次に、現地への興味の変化については、いずれの対象においてもアプリを操作して体験してもらった後にわずかながら興味が高まるという傾向が見られた。

最後に、生徒に対してアプリの操作性と学習意欲について回答してもらった結果を表 2 に示す。操作性については、平均値が 4.0 であり、全員が 4（簡単）と回答した。実際の操作の様子からも十分に操作していた。学習意欲についても平均値は 3.8 と非常に高く、2（あまり見たくない）以下の回答はなかった。なお、他にも見たい場所としては、山や洞窟などの普段はいけないうところを挙げる意見が多かった。

表 1 わかりやすさと現地への興味の変化

		平均値(標準偏差)			
		牽牛石	機物神社	百済寺の跡地	百済寺の再現
わかりやすさ		2.0(0.5)	2.3(0.7)	2.1(0.3)	2.3(0.7)
現地への 興味の変化	体験前	1.7(0.4)	1.7(0.7)	1.7(0.8)	
	体験後	2.0(0.7)	2.0(0.7)	1.9(0.6)	

表 2 操作性と学習意欲

	平均値(標準偏差)	高評価率
操作性	4.0(0.0)	100%
学習意欲	3.8(0.4)	100%

4. 考察

本研究の目的は、知的障害のある生徒を対象とする学校現場で、地域の民話・文化・地誌等の地域資源を題材に、導入のハードルが低い（non-HMD 中心）の 360 度学習環境を設計・実装し、その受容



図 2 百済寺の想像図

性、理解の様相および動機づけへの影響を検討することであった。

本研究では、操作性が非常に高い（平均 4.0、全員が「4=簡単」）こと、学習意欲が高水準（平均 3.8、高評価率 100%）であることが確認された。これは、GIGA 端末環境でタッチ操作中心に設計された UI と、場面転換やポインタといった支援が、操作性を底上げしたためと解釈できる。加えて、わかりやすさは対象の 4 つすべてで、「2（少しわかりやすい）」より評価が高い結果であり（牽牛石 2.0、機物神社 2.3、百済寺跡地 2.1、百済寺再現 2.3）、加えて現地への興味は体験後に小幅上昇した。さらに、百済寺のスケール知覚は「仮想空間の方が想像図より小さく見える」傾向（平均 1.6、SD=0.7）であり、空間的印象の補正が生じている可能性が示唆される。

ところで、本研究では non-HMD が中心であったが、HMD を使用しない構成は没入感の不足という反論が想定される。しかし、HMD は年齢要件・安全配慮（Sony Interactive Entertainment, 2024 ; Meta, 2024）が厳格であり、包摂性と安全を優先

する教育現場では、タブレット/PC 中心が支援機能を活かす授業が取り組みやすいことが考えられる。

本研究は、特別支援教育における地域資源学習を対象に、non-HMD 中心の 360 度学習でも、高い可用性と一定の理解・興味の向上が見込めることを示した。安全面と包摂性を担保しつつ持続可能な運用が可能である。一方、本研究は少人数（n=8）・単群・短期のものであり、推測統計の検出力に乏しい。主要指標は自己報告で評価尺度が粗い（3~4 件法）ため、測度の弁別性・信頼性に限界がある。実施は 1 人ずつで、集団相互作用の効果（協調・注視の伝播）は評価していない。客観指標や行動ログ（視点移動・注視）も未取得であり、一般化可能性は限定的である。加えて、空間の認知や操作性については障害の程度に依存する部分もあると考えられ、実践の場に反映するためには、より詳細な実証が必要である。

今後の課題としては、第一に効果検証を進めていく必要があると言える。第二に、特別支援教育場面への実装である。加えて、実装可能性の拡張を検討することである。遠隔・ハイブリッドでの共同視聴や学芸員・博物館との協働に広げ、地域資源を活用した実践を図ることが必要になるのではないだろうか。

附記

本研究は、第 17 回児童教育実践についての研究助成（博報堂教育財団）を受けて実施したものである。百済寺の再現映像は、大阪工業大学が制作したものを採用した。

文献

1. CAST (2024) UDL Guidelines 3.0
(ユニバーサルデザイン for

知的障害特別支援学校における VR 教材の有効性に関する試験的実証

- Learning ガイドライン 3.0).
<https://udlguidelines.cast.org/>. (アクセス日：2025年8月25日).
- Lancioni, Giulio E.; Singh, Nirbhay N.; O'Reilly, Mark F.; Sigafos, Jeff; Alberti, Giulia; Orlando, Ilaria; Chiariello, Vincenzo; Desideri, Laura (2024) Enabling People With Intellectual and Sensory Disabilities to Trigger a Tablet's Delivery of Task Instructions by Walking to the Tablet: Proof-of-Concept Study, *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, 11, e59315.
 - Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL). *Educational Psychology Review*, 33, 937-958.
 - Makransky, G. and Mayer, R. E. (2022) Benefits of Taking a Virtual Field Trip in Immersive Virtual Reality: Evidence for the Immersion Principle in Multimedia Learning, *Educational Psychology Review*, 34, 1771-1798.
 - Meta (2024) Meta Quest : 保護者向け情報ページ
<https://www.meta.com/quest/parent-info/> (アクセス日：2025年8月25日)
 - 文部科学省 (2018) 特別支援学校学習指導要領解説 各教科等編 (小学部・中学部).
 - 文部科学省 (2020) GIGA スクール構想の実現へ (資料) .
https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf. (アクセス日：2025年8月25日)
 - NICT (2025a) XR 体験共有プラットフォーム「みなっば」
https://www.nict.go.jp/riac/usecase_Minappa.html (アクセス日：2025年8月25日)
 - 門脇真結, 長田直, 今井弘二, 森田裕介, 再利用ボトル視点の VR コンテンツが視聴者の興味・関心・意欲に与える影響, *日本教育工学会論文誌*, 2024, 48, 53-56
 - 佐野惟知, 今井弘二, 森田裕介, 防災コンテンツの VR ヘッドセットとタブレット PC での学習体験の差異に関する検討, *日本教育工学会論文誌*, 2024, 48, 49-52
 - Sony Interactive Entertainment (2024) Safety with PS VR2 : 12 歳未満の使用禁止 (安全情報)
<https://www.playstation.com/en-us/support/hardware/ps-vr2-safety/> (アクセス日：2025年8月25日)
 - Yang, Xiaolu; Li, Zixuan; Zhang, Xin; et al. (2025) Effectiveness of Virtual Reality Technology Interventions in Improving the Social Skills of Children and Adolescents With Autism: Systematic Review, *Journal of Medical Internet Research*, 27 (1), e60845.
 - Yi, Yoon Jae; Park, Ji Hye; Kim, Ji

Won; Choi, Yu Jin (2024) Design Considerations for Virtual Reality Intervention for People With Intellectual and Developmental Disabilities: A Systematic Review, Therapeutic Innovation & Regulatory Science, Online first.

14. Zhao, Y., et al. (2025). Virtual reality in heritage education: A mini-review. *Frontiers in Virtual Reality*, 6, 1560594.
15. Zhou, Pei; Zhan, Zehui (2025) A Systematic Review of Virtual Reality Applications for Adaptive Behavior Training in Individuals with Intellectual Disabilities, *Education Sciences*, 15 (8), 1014.