

研究課題	不登校特例校における課題解決学習を深化させるための VR 教育の実践的研究：最終年
副題	～個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に向けた 学校教育の在り方とは～
キーワード	VR 教育, メタバース, 1人1台端末, 自己調整学習, 協働学習
学校 / 団体 名	学校法人国際学園 星槎もみじ中学校
所在地	〒004-0014 北海道札幌市厚別区もみじ台北5丁目12-1
ホームページ	http://seisa.ed.jp/momiji-jh/

1. 研究の背景

星槎もみじ中学校(以下、本校)は、学びの多様化学校として、様々な学習形態の提供が制度上求められているが、本校はその要請に応じて、2020年度以降、ICT活用やプログラミング教育を含む学びの環境整備を進めてきた[1]。本校は、Panasonic教育財団からの研究助成を受けて、防災訓練や能舞台鑑賞といった「疑似体験型の学び」を実践し、学びの裾野を拡張してきた。特に、VR技術を活用した学習機会の提供は、通常では体験が困難とされる学習内容を生徒に安全かつ効果的に実践されて教育的意義が高いことが、これまでに立証されてきた[2],[3]。

しかし、これらの取組みは単発的なイベントや限定的な活動にとどまる傾向があり、最も重視されるべき日常授業への組み込み方法までには踏み込んでいなかった。あわせて、体験後の振り返りや自己調整学習への接続、VR・メタバース教材を教員間で共有化する手法と有効活用するための校内体制の整備など、いくつかの課題および未着手な領域が顕在化してきた[4],[5],[6]。

また、不登校傾向の生徒に見られる多様な学びの特性を把握する方法としてのVR活用が、個別最適な学びや協働的な学びにどのように寄与するかを定量的に検証する必要性も判明した。こうした背景から、本研究では、VR技術による新たな学習環境を構築するとともに、生徒および教員双方のニーズと課題をより明確化し、相互に納得のいく議論や問題解決に重きを置いた。そして、1人1台端末環境の付加価値を高めるために、生成AIとの連携を視野に入れた「学びの多様化学校における次世代の学習モデル」の基盤整備を目指すこととなった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、過去2年間の研究実践を足場としたVR・メタバース・1人1台端末の利用を更に活性化し、課題解決学習を深化させるための学習デザイン、そして、開発されたVR教材を活用する校内体制を確立することである。具体的には、生徒がVR教材だからこそ期待するコンテンツや探求の期待値(感動あるいは落胆の数値化)を把握する。それには、日頃味わえない職業体験や危険体験シミュレーションなどの有効性の示された既知領域と、今後チャレンジして

みたい未体験領域とを差別化する。更には、教員として認識しておくべき VR 酔い、事前準備に要する負担および、授業計画上の懸念を整理し、計画と実践とが結びつくサイクルを構築する。また、VR 体験の前後には、タブレットやワークシートを組み合わせることで、自己調整学習と協働的学びをつなぐ授業モデルの情報収集を図る。このことを通して、次年度以降に予定する生成 AI との連携を見据え、学びの多様化学校における次世代型学習モデルの完成を目指す。

3. 研究の経過

3.1 2025（令和 7）年度 年間計画の実績と概要

表 1 は、2025 年度の Panasonic 教育財団研究助成における年間計画および実績の一覧である。本研究における実践の過程とそれを評価するための記録の収集と整理について①時期、②取り組み内容、③評価のための記録を表中に明記した。

表 1: 2025 年度 Panasonic 教育財団研究助成における年間研究計画および実績

①時期	②取り組み内容	③評価のための記録
5 月	スタートアップセミナー参加	サポートチーム 2 名出席
6 月	デジタルヒューマンを使ってメタバース空間をクリエイト	生徒による体験授業
7 月	校内研修会「生成 AI サービスの現在と未来」 PC 教室のソフトウェア整備および VR アプリ設計	関係者向け
8 月	ChatGPT を使った自身の作品をメタバース美術館に飾ろう！	アンケート調査（生徒）
9 月	校内研修「VR 教育環境における体験快適性向上のための制御手法の開発と評価」 VR 酔いとその対策用の電子デバイスの実装	体験・アンケート調査（教員）
10 月	SAAB および私立中大文化祭に向けてのコンテンツ準備 自身の作品をメタバース美術館に飾ろう！ 「協働ロボットを見学しよう！ ～北海道職業能力開発大学校見学～」	生徒・教員 発表梗概作成（教員） 生徒（15 名） ・教員（2 名）
11 月	私立中大文化祭イベントで VR 実装コンテンツ成果発表	観察記録・写真（生徒）
12 月	今年度の実施計画の総括と研究成果報告書執筆	教員・サポートメンバー
1 月	2026 年度 Panasonic 教育財団研究助成【特別研究指定枠】申請	申請書（教員）

3.2 研究体制

事務長を研究代表とした校内プロジェクトチームを編成し、外部連携機関には VR コンテンツ制作会社（上半期：株式会社きたまいか 下半期：株式会社サトシ研究所）との協働でアプリ完成まで逐次改良を重ねながら実施した。一方、校内メンバーには、理科・社会・英語・体育・SST・進路指導などの担当教員を配置し、「VR・1人1台活用ワーキンググループ」を設置し、フレックスな意見を収集するために持ち回り形式で教員各自が気軽に運用できるような工夫を施した。このワーキングをベースとして、その延長戦上に校内研修会を企画・開催し、「技術」、「授業」および、「学校運営」の3つの視点から活発に議論できる体制とした。

4. 代表的な実践とデータ

本研究は、Panasonic 教育財団（一般）の最終年度に当たるが、外部機関として VR コンテンツ制作会社と連携し、生徒の学びに直結する VR 授業のためのオリジナルアプリケーションの開発と検証を進めた。年間を通じて、生徒・教員双方に対するアンケートや観察記録を蓄積し、環境整備から授業デザイン、体験後の振り返りまでを一貫したデータ収集を行って分析した。特に、生徒向けには「やってみたい VR 学習領域」の要望として、遠慮なくアイデア出しをしてもらい、かつそれを可視化するアンケートや完成したアプリを用いた小規模 VR 授業による試行と事後の振り返りを実施した。その結果、危険体験シミュレーション、職業体験、スポーツ・創造活動など多岐にわたる生徒の興味関心が示された。

一方、教員向けには VR 酔いや準備負担、授業展開に対する不安を把握するためのアンケートを実施した。その上で、教員向け研修会では、実際に教育目的の差別化されたアプリが実装された VR 体験を取り入れることで、課題共有と改善点の抽出のための良い循環が生まれた。また、VR 活用シーンを校内研修、学校行事（学校祭・SAAB）、外部発表（札幌私立中学校大文化祭）など、目的の異なる多岐の場面に取入れることで、技術面・授業面・学校運営面の3つの視点からの学習環境づくりのための組織的行動が連動するようになった。これら一連の実践と獲得されたデータに基づき、最終年度としての目指してきた学習モデル構築に必要な基盤を明確化できた。

5. 研究の成果

5.1 生徒の学びの変容（兆し）

生徒対象のアンケートでは、「危険だからこそ VR で体験したい」、「職業体験をしてみたい」など、自分の将来や社会課題と結びついた前向きな VR 活用イメージが複数確認された。

特に小規模授業における事後の振り返りでは、「教科書で読むよりイメージしやすかった」、「もしも本当にそうなったらという怖さがよく分かった」といった類のコメントが多く、これまで抽象的で理解しがたい概念や遠い世界としての他人事であったものが、“自分ごと”化する効果が示唆された [7]。

図1および図2を考察する。

図1は、現実とは違う世界、仮想世界、宇宙空間など酷環境における体験への期待度を表わしている。縦軸が割合、縦軸に代表的な3テーマを記載した。生徒31名中、少なくとも合算で約6割が「宇宙空間やゲーム世界、マイクラの世界など、現実の地球とは異なる世界」に身を置く体験を希望していた。なお、複数回答を許諾してあったため、数値の合計は100%を超えている。

図2は、VRコンテンツを試作した例である。図1の結果を踏まえ、本研究では月面・火星上に仮想ギャラリーを設置し、生徒作品の鑑賞を行った。画面上空には、本校のオリジナルコンテンツであるコピーライトも確認できる。なお、こちらのアプリのヴァリエーションが美術館アセットに展示したメタバース美術館へと進展した。

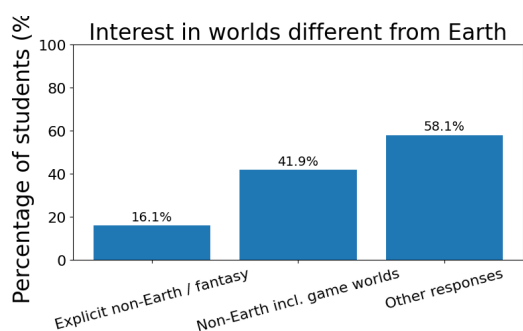


図1: 地球とは異なる環境へのVRの興味・関心

図2: 疑似月面上での芸術鑑賞

5.2 教員の意識変容と校内体制の基盤形成

ここでは、図3および図4を考察する。

図3は、乗り物酔いに関する教員に対する調査結果である。縦軸に割合、横軸に該当する強度を示している。その結果、一番左端の「ほとんど酔わない(強度:1)」が多数であった。

図4は、VR酔いに対する調査結果である。ここでは(強度:4・5)と回答した教員が増えており、「VRに非常に弱い層」が一定数存在することが分かった。

このことは、日常生活では酔いの影響を受けにくい教員であっても、VR環境では強い不快感を覚える可能性を示しており、生徒とともにVRを授業で活用する際に、体験時間・休憩・コンテンツ設計等を含むVR酔い対策ガイドラインの整備が不可欠であることを裏づけている。

また、職員研修会を通じてVRの使用に関する抵抗感が払拭され、VR教材を興味付けや導入としての「特別な一発ネタ」になりがちであったものが、カリキュラムに組込むべき教材・環境として捉える教員が増えた。特に、VRの操作に関する習熟、スキルの向上が見られたことは、本研究において企画と実施に関わった者としてのこの上ない喜びとなった。

以上をまとめると、この3年間の研究継続により、VR酔い・VR教材の準備負担などの懸念

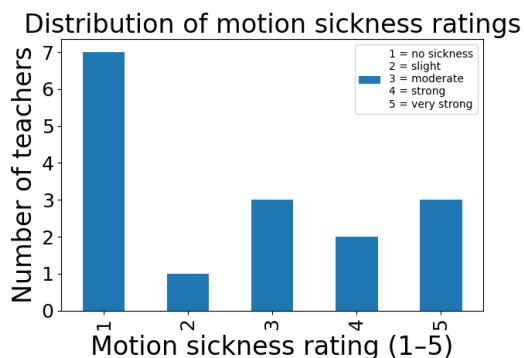


図 3: 乗り物酔いに対する教員のダメージ度

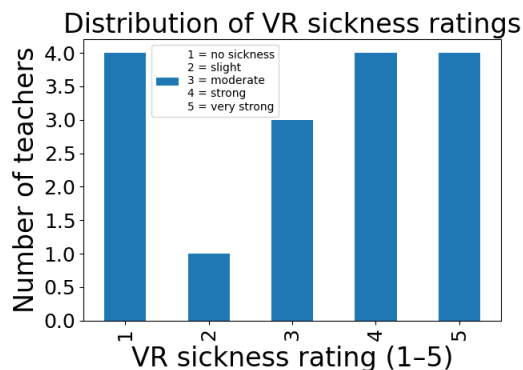


図 4: VR 酔いに対する教員のダメージ度

を共有できたことで、「一人で抱え込むのではなく、チームとして検証していく」という前向きな雰囲気が生まれたことは、大きな成果であるといえる。

6. 今後の課題・展望

これまで VR 授業の中核として活用してきた物理エンジン Unity および Unreal Engine を評価する。これらは、3D 空間上でのオブジェクト配置やマテリアル・ライト・物理挙動の GUI 編集、さらには HMD・コントローラとの高い親和性を備えており、没入型体験の提供という点では引き続き不可欠なソフトウェアである。

しかし、本研究を通じて VR 酔いの発生や機器準備の負担、授業後の学習活動との接続といった課題が一層明確化されたことより、新たな課題解決が求められることとなった。特に教員への調査では、日常の乗り物酔いには強い教員であっても VR 体験時には強い不快感が生じる例が一定数確認されたことから、体験時間や休憩を含むガイドライン、視覚刺激の調整を含んだ指導計画の改善が必要であることが示された。また、アプリ切替や機器準備の煩雑さが授業者の負担として残り、教材・手順・評価票の校内共有が十分に体系化されていない点も、VR 活用の継続的な拡大を妨げる要因となっていることも明らかとなった。

そこで着目したのが、端末を選ばない開発キットの Flutter である [8]。Flutter は宣言的 UI を特徴とし、教育端末でも負荷が低く、ホットリロードによる反復的な改良が容易であるため、「ねらい提示」「観点メモ」「振り返り」など授業の基盤となる諸要素を一つのワークフローとして既存技術と統合しやすい。

したがって、次年度以降の本校の研究計画においては、学校端末の性能や授業運用の実情に即して、上述の2つのエンジンの代替となり、かつ、確実に動作する軽負荷型アプリケーションを基盤とした ICT 環境の整備が重要になる。よって次年度は VR 授業の前後に位置付けられる学習プロセスを、より軽量で柔軟な UI を構築できる Flutter を中心に再編していく方針である。

図 5 は、Flutter で動作するカウンターアプリのホットリロードのシーンである。

図 6 は、ホットリロード体験のためのタイトルや文章変更画面であり、ソースコードは Dart が利用される。

教育目的の導入の目玉は、以下の 2 つである。

一つ目は、ESP32 をはじめとするセンサデバイスとの連携性にも優れており、授業中に生じる生徒の“気づき”や情動的な変化を即時に可視化する軽量 HMI (Human Machine Interface) の実装にも適していることである。

二つ目は、Flutter 上で軽量の 3D 表現を可能にする Toyota の新エンジン Fluorite (Flutter × Filament × ECS) を研究枠として段階的に導入する先進的な計画の新規性である。Fluorite は Unity / Unreal Engine のような高負荷な 3D エンジンとは異なり、軽量高速なランタイムとして Flutter と統合する点に新規性があり、授業運用に必要な UI と 3D 表現を一体化できる将来性を持つ。ただし現時点ではソースコード公開やドキュメント整備が進行中であるため、まずは PoC (Proof of Concept) として教育端末での起動性・安定性・実操への適合条件を検証し、その成果を踏まえて本格導入の是非の判断からスタートする。

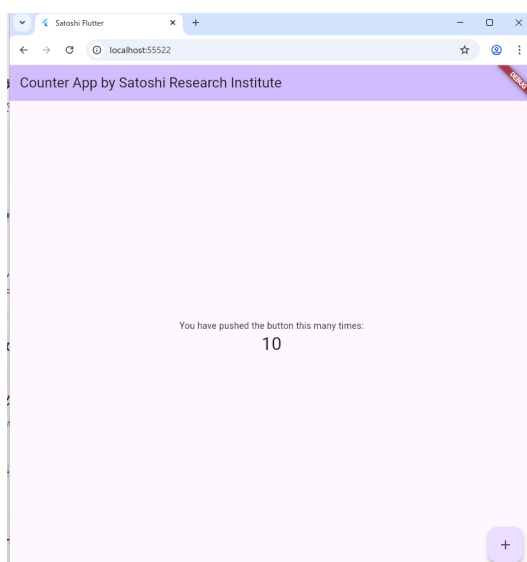


図 5: Flutter で動作するカウンターアプリ

```
PS>flutter run -d chrome
Resolving dependencies...
Downloading packages...
meta 1.17.0 (1.18.1 available)
Got dependencies!
1 package has newer versions incompatible with dependency constraints.
Try "flutter pub outdated" for more information.
Launching lib/main.dart on Chrome in debug mode...
Waiting for connection from debug service on Chrome... 8.2s

Flutter run key commands.
r Hot reload.
R Hot restart.
h List all available interactive commands.
d Detach (terminate "flutter run" but leave application running).
c Clear the screen.
q Quit (terminate the application on the device).

Debug service listening on ws://127.0.0.1:60627/rJFXAqe78-0=/ws
A Dart VM Service on Chrome is available at: http://127.0.0.1:60627/rJFXAqe78-0=
The Flutter DevTools debugger and profiler on Chrome is available at:
http://127.0.0.1:60627/rJFXAqe78-0=/devtools/?url=ws://127.0.0.1:60627/rJFXAqe78-0=/ws
Starting application from main method in: org.dartlang-app:/web_entrypoint.dart.

Performing hot reload... 227ms
Performing hot reload... 227ms
Reloaded application in 227ms.

Performing hot reload... 105ms
Reloaded application in 105ms.

Performing hot reload... 415ms
Reloaded application in 415ms.
```

図 6: Dart によるホットリロードコード編集

7. まとめ

今年度の研究を通して、本校は VR がもたらす学習可能性と、学校現場での運用に伴う課題の両面を明確に捉えることができた。教員研修で VR 酔いの実体験を共有したことは、これまで個々の教員が抱え込みがちであった「安全管理」、「授業準備」、「運営負担」といった問題を、組織として扱うための共通理解の形成につながった。また、VR を単発的な体験に終わらせず、教材として継続的に位置付けていく必要性を、多くの教員が認識するようになった点も大きな成

果である。特に、機器操作の習熟やアプリ設計に対する理解が進んだことで、企画と実践を結びつける校内の土台が整い始めている。同時に、VR 体験が学びの導入・興味付けとして有効である一方、その後の学習プロセスをどのように構造化し、教科や個別最適な学びに接続させるかという課題も明らかになった。

これに対して、Flutter を活用した軽量な UI の導入は、VR 前後の学習をなめらかにつなぐ新たな枠組みとして期待される。また、Fluorite のような新しい技術潮流は、学校教育の中に取り入れられる HMI の将来像を広げる可能性を持っており、研究として扱う価値が十分にある。

総じて、本校の三年間の取り組みは、VR 教育が単なる新規技術の導入ではなく、学校組織が健康管理・機器管理・授業デザインを協働で行う新たな教育モデルの構築につながることを示した。今後は、授業に無理なく定着する軽負荷型アプリの整備、安全性を担保した運用ガイドラインの確立、そして技術と授業デザインの往還によるカリキュラム改善を進めながら、次世代の学習環境を実装する学校モデルとしての発展を目指していきたい。

8. 参考文献

- [1] 「学びの多様化学校に関する調査研究報告書」, 文部科学省初等中等教育局, pp.1-120, 2022.
- [2] 大倉俊亮・竹澤聡ほか: 不登校特例校における課題解決学習を深化させるための VR 教育の実践的研究: 2 年目～「非現実・絶対不可能」を超越した世界こそが生み出す生徒たちの斬新かつ安心な場の提供～, 2024 年度 (第 50 回) 一般研究助成報告書, 公益財団法人 Panasonic 教育財団, 2025
- [3] 大倉俊亮・竹澤聡ほか: 不登校特例校における課題解決学習を深化させるための VR 教育の実践的研究～既成コンテンツの紹介では満足しない探求心旺盛な生徒たちへの詳解なる科学技術へのいざない～, 2023 年度 (第 49 回) 一般研究助成報告書, 公益財団法人 Panasonic 教育財団, 2024
- [4] 矢野浩二郎: 教育におけるメタバース活用の可能性と課題, 日本教育工学会論文誌, Vol.46, No.3, pp.271-280, 2022
- [5] 矢野浩二郎: AI 時代の VR・メタバース教育, 薬学教育, 2024, doi.org/10.24489/jjphe.2024-016
- [6] 教育メタバース実証研究委員会: 不登校対策としての『教育メタバースの効果と課題』と今後の可能性を検証: 令和 4 年度 次世代の学校・教育現場を見据えた先端技術・教育データの利活用推進事業, 2023.
- [7] Dillenbourg, P.: What do you mean by collaborative learning?, Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches, pp.1-19, Elsevier, 1999.
- [8] Google Developers: Flutter in Education: Cross-platform Learning Tools. Journal of Educational Technology Systems, Vol.51, No.1, pp.85-102, 2022