

# メタバースを活用した教材開発と評価 ～誰もが学べる環境を目指して～

山脇学園中学校・高等学校

黒田 雅幸

他2名

## 1. はじめに

### 1.1 研究背景

現代の教育現場では、様々な社会的変化に伴う新たな課題が顕在化している。特に深刻な問題として挙げられるのが、不登校生徒の増加である。文部科学省の調査によれば、不登校生徒数は年々増加傾向にあり、従来の教育システムでは十分な対応が難しい状況となっていることがわかる（文科省, 2024）。

また、新型コロナウイルス感染症の影響により、オンライン学習の重要性が再認識される中、通学が困難な生徒に対する教育提供方法の確立も急務となっている。従来の対面式教育に加えて、時間や場所に縛られない柔軟な学習環境の整備が求められている。

さらに、教育のデジタル化が進む中で、従来の評価方法では対応できない新しい学習形態が次々と登場している。特に、オンライン上での学習活動を適切に評価し、生徒の成長を支援する新しい仕組みの構築が必要とされている。

これらの課題に対し、昨年度の研究では、メタバース内での探究学習の有効性を確認した（黒田, 2024）。その研究成果を踏まえ、メタバース技術の教育現場への本格的な導入が、これらの課題解決に有効であるとの仮説を立てるに至った。

### 1.2 研究目的

本研究の目的は、メタバースを活用した学習空間を開発し、現代の教育現場が直面する諸課題の解決を図ることにある。特に以下の3点に焦点を当てて研究を進めた。

第1に、不登校生徒や通学困難な生徒のための自学自習環境の構築である。これは、生徒が自身のペースで学習を進められる教材や授業動画をメタバース上に配置し、時間や場所に縛られない学習機会を提供することを目指している。

第2に、教員による学習進捗の把握と評価方法の確立である。従来の対面式授業とは異なり、メタバース空間での学習活動を適切に評価し、生徒一人一人の成長を支援する仕組みの構築を目指している。

第3に、メタバース内でのグループ学習環境の整備である。物理的な距離を超えて、生徒同士が協働して学習できる環境を整備し、より効果的な学習活動の実現を目指している。

## 2. 研究方法

### 2.1 開発環境の選定と構築

本研究では、メタバース空間の構築に Unity を採用した。Unity を選択した主な理由は、3D モデリングの柔軟性と、外部システムとの連携機能の充実度にある。特に、教育現場での実用性を考慮し、Google Drive との連携機能を重視した。

メタバースプラットフォームとしては、クラスター株式会社が提供する cluster を採用した。cluster は、日本国内での教育利用実績があり、セキュリティ面でも信頼性が高いプラットフォームである。また、イベント機能や音声機能など、教育現場で必要となる機能が充実していることも選定理由の一つである。

### 2.2 システム開発プロセス

システムの開発は、以下の段階を経て実施した。

まず、メタバース空間の基本設計から着手した。この段階では、教育空間として適切な環境を構築するため、生徒の動線や教材の配置、音声の干渉範囲などを慎重に検討した。特に、複数の生徒が同時に学習する際の相互干渉を最小限に抑えることに重点を置いた。

次に、教材表示用オブジェクトの作成に取り組んだ。この過程では、JPG やその他の文書形式の教材を 3D オブジェクトとして効果的に表示する方法を模索した。特に、教員が容易に教材を更新できるシステムの構築を重視した。

さらに、Google Drive との連携システムを構築した。これにより、教員がプログラミングスキルを必要とせず、直感的に教材を更新できる環境を整備した。この連携システムは、静止画像や動画など、様々な形式の教材に対応している。

最後に、学習評価システムの実装を行った。ここでは、従来の試験形式にとらわれない、メタバース空間ならではの評価方法の確立を目指した。

## 3. システムの実装

### 3.1 教材提示システムの構築

#### 3.1.1 静止画教材の実装手法

教材提示システムの中核となる静止画表示機能は、Google Drive との緊密な連携により実現した。本システムでは、JPG または PNG 形式の画像ファイルを対象とし、教員が容易に更新可能な仕組みを構築した。

具体的な実装方法として、まず Google Drive 上に画像をアップロードし、共有リンクを生成する。このとき、セキュリティに配慮しつつ、必要最小限のアクセス権限を設定する仕組みを採用した。生成されたリンクは特定の形式に変換され、Unity 側でのレンダリングに適した形式となる。

具体的な方法としては

- (1) Google Drive にあるデータについて「リンクを知っている全員」がアクセスできるようにする。
- (2) データの URL をオリジナルから変換する。
  - ・オリジナル: <https://drive.google.com/file/d/ファイルID/view?usp=sharing>
  - ・変換後: <https://drive.google.com/uc?id=ファイルID>
- (3) Unity でオブジェクトのスクリプトにデータの URL を設定した。その画面を図 1 に示す (URL は黒塗りで表示)。

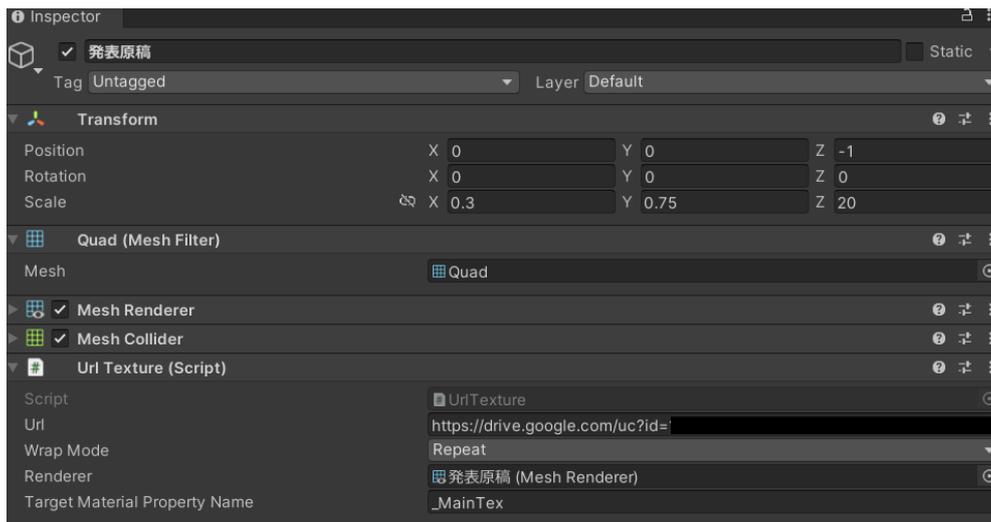


図 1 画像オブジェクトのレンタリング

特筆すべき点として、教材の更新プロセスを極めて簡素化することに成功した。Google Drive 内にあるデータの「バージョン管理」機能を活用することで、既存の画像を新しいものに置き換えるだけで、メタバース空間内の教材を更新することが可能となった。これにより、教員に Unity の知識がなくても、日常的な教材更新作業を行うことができる。

### 3.1.2 動画教材の実装方法

動画教材の実装においては、静止画以上に複雑な技術的課題に直面した。特に、メタバース空間内での安定した動画再生の実現が大きな課題となった。

これらの課題に対し、Unity の `RenderTexture` と `Video Player` コンポーネントを組み合わせたソリューションを利用した。具体的には、MP4 形式の動画ファイルを Google Drive 上に置き、画像と同様に URL を変換する。この URL を `Video Player` コンポーネントで読み込み、`RenderTexture` を介してメタバース空間内に投影する仕組みを構築した。

具体的な方法としては

- (1) Google Drive にあるデータについて「リンクを知っている全員」がアクセスできるようにする。
- (2) データの URL をオリジナルから変換する。

- ・オリジナル : <https://drive.google.com/file/d/ファイル ID/view?usp=sharing>
- ・変換後 : <https://drive.google.com/uc?id=ファイル ID>

(3) Unity でオブジェクトのスクリプトにデータの URL を設定する。その様子を図 2 に示す (URL は黒塗りで表示している)。

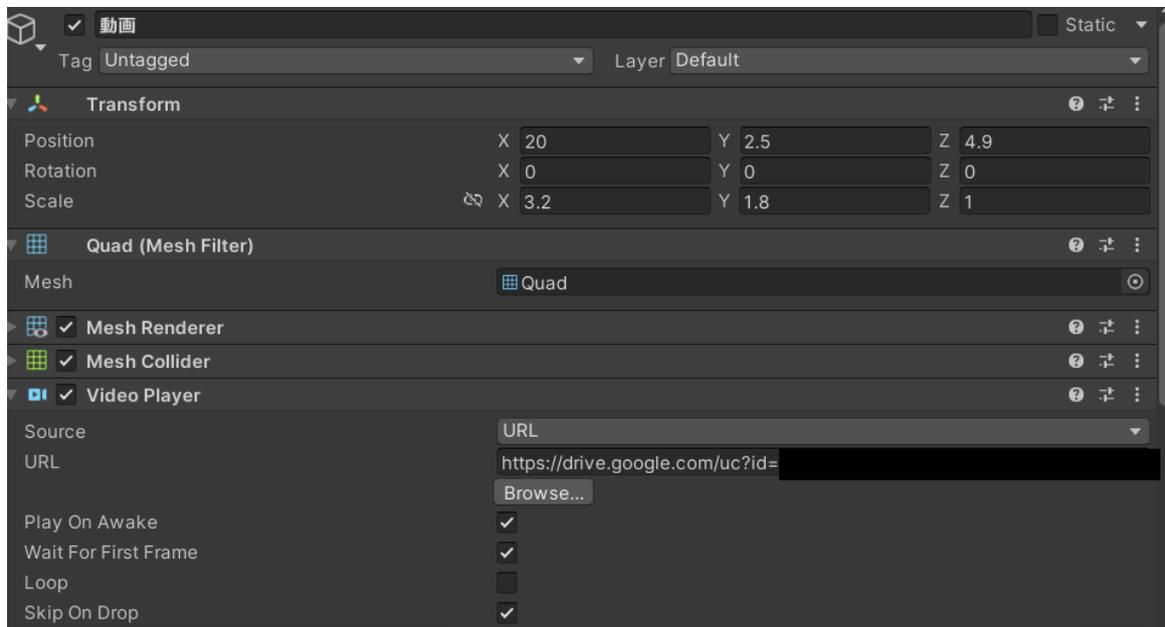


図 2 動画オブジェクトのレンタリング

特に注力したのが画質と表示比率の最適化である。16:9 のアスペクト比に対応するため、Scale の値を精密に調整し、歪みのない自然な表示を実現した。

## 3.2 空間設計とナビゲーション

### 3.2.1 学習空間の最適化

メタバース空間の設計において最も重視したのが、学習に適した環境の実現である。特に注目したのが、音声の干渉問題である。通常の cluster のシステムでは、アバター間の会話が全体または 20m 以内の範囲で聞こえる仕様となっている。この特性を考慮し、各スペースを 20m 以上離して配置することで、異なる教材を学習する生徒同士の会話が干渉しない環境を実現した。しかし、この空間設計ではスペース間の距離が離れすぎること、移動に要する時間が増加し、学習の効率性を損なう可能性が出てきた。

### 3.2.2 移動システムの最適化

上記の課題を解決するため、複数の移動手段を検討・実装し、その効果を検証した。

まず試みたのが、ワープポートによる瞬間移動システムである。しかし、この方式では移動時の処理に予想以上の時間がかかり、また、現在位置の把握が困難になるという問題が発生した。

次に、廊下空間での指向性重力システムを試みた。この仕組みでは、廊下に入った際に

のみ前方向への加速度が発生し、高速な移動が可能となる。しかし、この方法は cluster では利用することができないことが明らかになった。

最終的には動く歩道のような自動搬送システムを実装した。これは、廊下の上をブロックが高速で移動する仕組みであり、3つのブロックを置くことでこの課題を解決することが出来た。図3に全体像を載せる。

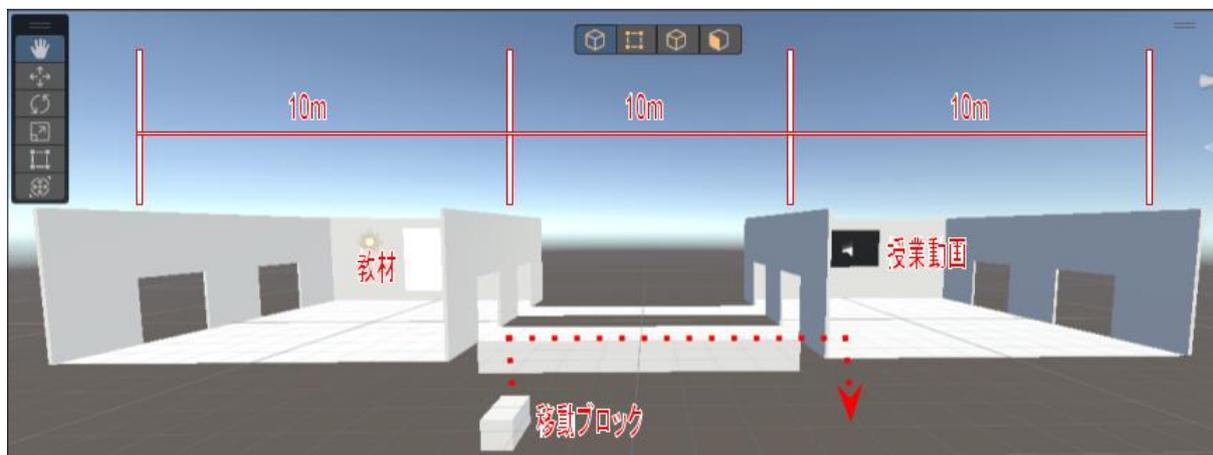


図3 メタバースの全体像

## 4. 評価システムの開発と実装

### 4.1 テストシステムの構築

評価システムの開発において最も重視したのが、従来の教育現場での評価方法との整合性である。cluster のイベント機能を活用し、テストの実施方法について考えた。

本システムの特徴として、イベントの限定公開機能を活用することで、特定の生徒のみがテストに参加できる環境を実現した。また、複数の教員をイベント主催者として設定できる機能を実装し、学校現場での運用の柔軟性を確保した。

### 4.2 現状の課題と対応策

テストシステムの実装過程で、いくつかの技術的制約に直面した。特に問題となったのが、数式や長文の入力制限である。cluster のシステムでは、設問は20文字、回答は8文字以内という制限があり、従来型のテスト形式をそのまま移行することが困難であった。

(図4)



図4 イベントにおけるアンケートの例 (クラスター社 HP 参照)

この制約に対する対応策として、問題文を画像として提示し、選択式の回答を組み合わせる方式を採用した。これにより、複雑な問題や長文の問題提示が可能となった。しかしながら、自動採点システムの実装には至っておらず、採点作業の効率化が今後の課題として残されている。

## 5. 考察

### 5.1 研究成果の分析

#### 5.1.1 教材提示システムの評価

本研究で開発した教材提示システムの最大の成果は、教員の ICT スキルに依存しない更新の仕組みを実現したことである。従来のメタバース空間では、教材の更新に Unity の専門知識が必要とされ、これが教育現場での導入の大きな障壁となっていた。しかし、本システムでは Google Drive との連携により、一般的なファイル操作と同様の手順で教材を更新できる環境を実現した。

この簡易な更新の仕組みは、教育現場での実用性を大きく向上させる可能性を持っている。日々の授業準備の過程で教材を更新する必要が生じた場合でも、特別な技術的知識を必要とせず、迅速な対応が可能となった。

#### 5.1.2 学習環境の最適化評価

空間設計に関する成果として特筆すべきは、学習の効率性と快適性の両立を実現したことである。第1にメタバース内で静止画教材を見ることが可能であることがわかった。図5にその様子を載せる。

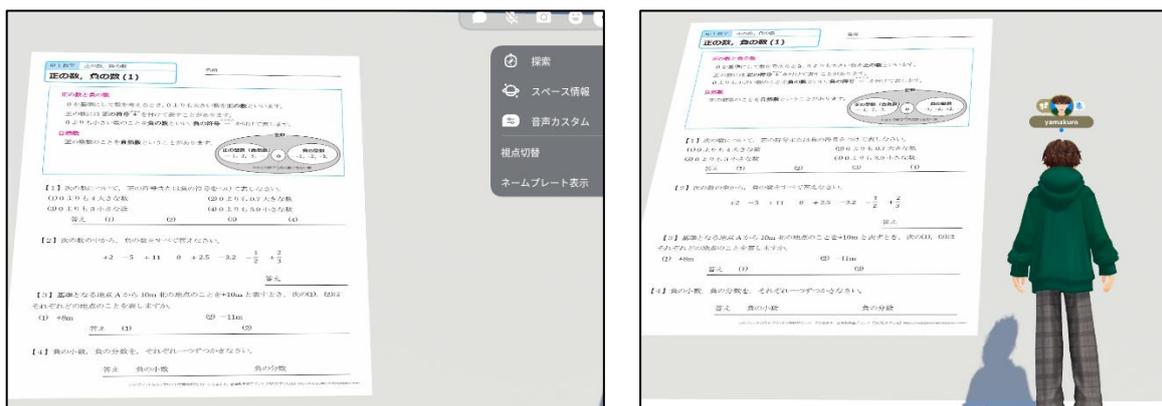


図5 一人称視点と三人称視点での静止画教材

三人称視点では教材までの距離があり、文字が見えにくくなることもあるが、一人称視点や VR 空間で入る場合は問題なく見ることが出来た。

動画教材は Video Player の Audio Source を切り離し、Add Component を加え、図6のように Max Distance を 10 に設定したことで動画の音声は 10m まで聞こえる設定にした。

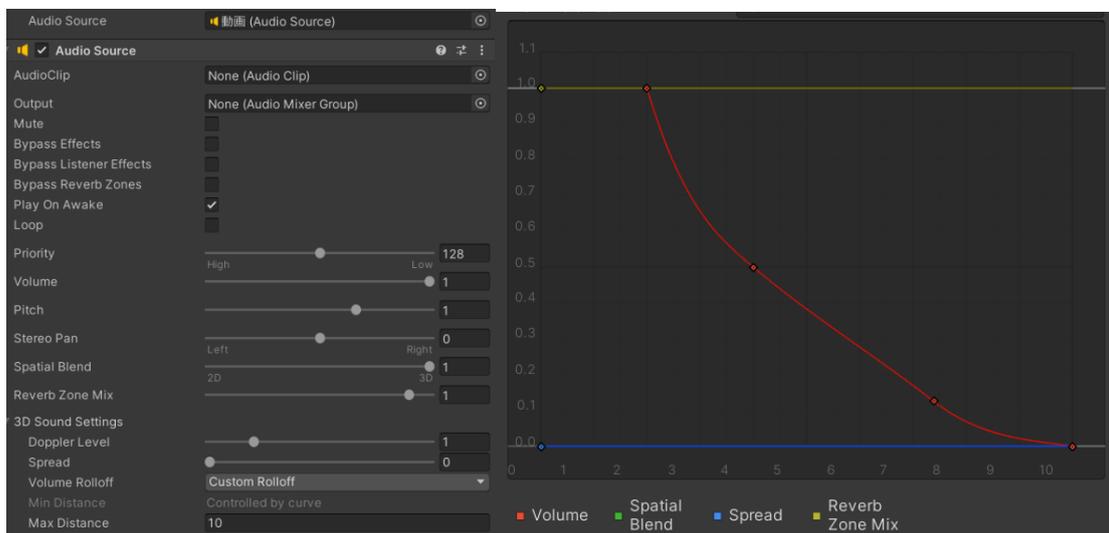
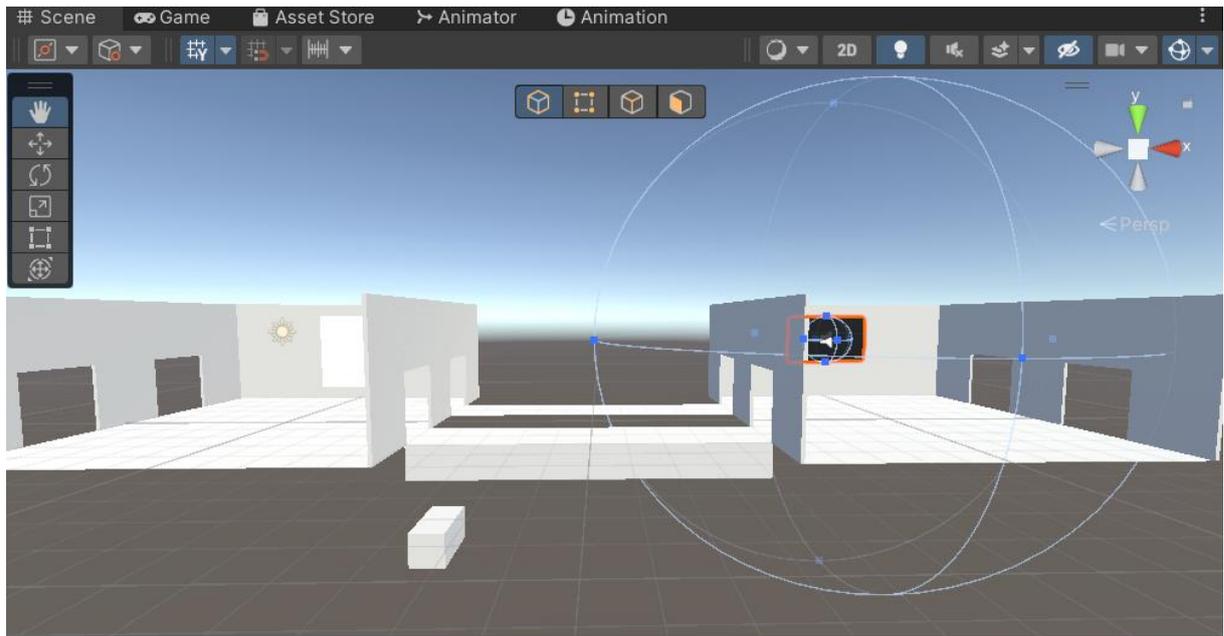


図6 動画の音声干渉領域の設定

この設定により、空間の中心距離が 10m 離れている場所での音声干渉の問題を解決することができた。

## 5.2 現状の課題

### 5.2.1 評価システムの課題

現状のシステムにおける最大の課題は、評価方法の制限である。特に、数学や理科などの計算問題や、記述式の問題に対する対応が不十分である点が挙げられる。また、自動採点システムが実装できていないことにより、教員の評価作業の負担が従来型のテストと同程度に残されている点も改善の余地がある。vins によればイベントには「何をするのか」「誰が出演するか」「時間」など目的によって細かく設定できるため、イベントの機能との接続も含めた解決策を検討する必要がある (vins, 2024)。

## 5.2.2 プラットフォームにおける制限

本件 k で行った動画教材を載せる方法では、動画を常に再生し続ける方法が取られるため、生徒のタイミングで始めることが出来ない。また、生徒自身が見たい内容を選び、再生を行うことができない（図 7）。

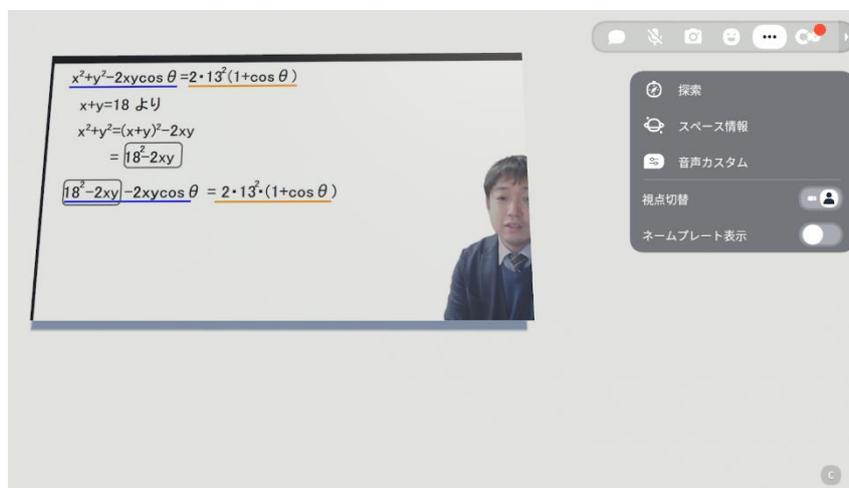


図 7 動画の再生画面（1人称視点）

この問題は「複数で同時に動画を見たい生徒」と「1人でゆっくり動画を見たい生徒」を同時に解決しなければならず、サーバーの分け方などで指示を出す必要がある。

## 6. 結論

本研究は、メタバースを活用した教育環境の構築という新しい取り組みに対し、実装可能な解決策を提示することができた。特に、教材提示システムについては、教育現場での実用性を重視した設計により、実践的な活用の可能性を示すことができた。

一方で、評価システムや動画教材の配信については技術的な制約により、十分な機能を実装するには至らなかった。しかしながら、これらの課題を明確化できたことは、今後の研究開発の方向性を示す重要な成果といえる。

## 7. 今後の展望

### 7.1 実証研究の必要性

本研究で構築したシステムの教育効果を検証するためには、実際の教育現場での実証研究が不可欠である。特に、不登校生徒の学習支援としての有効性や、教員の負担軽減効果について、定量的な評価を行う必要がある。

### 7.2 システムの拡張可能性

今後の発展として、以下の機能拡張が考えられる。

7.2.1 自動採点システムの開発については、画像認識技術や AI を活用した新しいアプローチを検討している。特に、手書き文字の認識や数式の評価など、従来型のテストでは困難であった評価方法の実現を目指す。

7.2.2 金沢大学では Zoom とメタバースを連携することでリアルタイムの映像、そしてアバターではなくカメラ画像を直接メタバース内に導入している。この方法は cluster のアバターを持っていない場合でもメタバース内で授業を行うことが出来る。そのため、外部講師による特別授業や、対面授業とメタバース内の同時配信も可能となる。

### 7.3 教育現場での実装に向けて

実際の教育現場での導入を促進するためには、詳細な利用マニュアルの整備や、教員向けの研修プログラムの開発が必要である。特に、ICT スキルに不安を持つ教員でも安心して活用できるよう、段階的な導入プログラムの開発を検討している。

### 7.4 空間の利用方法の可能性

本研究で作成した空間は、生徒の探究発表の場としての可能性も備えていることが明らかになった。動画の自動再生機能や音声の届く範囲の制限、静止画像の貼り付け機能などが実装されているため、この空間は発表の場として十分な機能を持つといえる。また、メタバースの特性上、地理的に離れた場所からの参加も可能であるため、遠隔地の生徒や教員を含めた発表会の実施も視野に入れて新たな空間の開発を検討している。

### 参考文献

1. 文部科学省 「令和 5 年度児童生徒の問題行動・不登校等生徒指導上の諸課題に関する調査結果」. 文科省ホームページ. 2024.  
[https://www.mext.go.jp/content/20241031-mxt\\_jidou02-100002753\\_1\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20241031-mxt_jidou02-100002753_1_2.pdf) ,  
(参照 2024-11-15)
2. 黒田雅幸. 『メタバース内における探究学習の可能性について-誰もが参加できる新しい学びを目指して-』 . 日本私学教育研究所紀要. 2024 .60. P43-46
3. Vins. 『メタバースイベント作成入門 cluster イベント開催とワールド・アイテムの作り方』 . 翔泳社. 2024. 290P

### 共同研究者

(代表) 黒田 雅幸  
能登谷 慶一  
小長谷 洋介