



2024 年度 未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当 PM

岡 瑞起（筑波大学 システム情報系 准教授）

2. クリエータ氏名

古田 花恋（筑波大学 情報学群 知識情報・図書館学類 B4）

3. 委託金支払額

2,880,000 円

4. テーマ名

自分自身と気を交わすための MR による剣道稽古システムの開発

5. 関連 Web サイト

- 本プロジェクトのオートエスノグラフィーを公開している Web サイト：
https://note.com/karen_furuta/n/na25121520515
- 本プロジェクトのポータルサイト：
<https://jasper-composer-12c.notion.site/MR-1915294b70098051aed2dbfe7044c336?pvs=74>

6. テーマ概要

本プロジェクトでは、Mixed Reality (MR) 技術を活用した剣道稽古支援システムを開発した。剣道の稽古において重要な「気」の要素を再現し、練習者が自分自身と向き合いながら効果的に稽古できる環境を構築することを目指した。Meta Quest 3 などの MR デバイスを用いて、練習者の動きをリアルタイムで捉え、フィードバックする機能を実装した。また、剣道経験者からのフィードバックを積極的に取り入れながら、伝統的な剣道の要素と最新の MR 技術を融合させたシステムを開発した。

7. 採択理由

本提案は、MR (Mixed Reality) 技術を用いて、自分自身と気を交わしながら剣道の稽古ができるシステムの開発を目指すものである。提案者は、剣道に対する深い理解と情熱を持ち、プログラミングにおいても実績があることか

ら、このプロジェクトを遂行するにふさわしい人物であると判断できる。

提案者の剣道に対する哲学や理念は明確であり、「気」の再現に対する興味と定義づけは評価に値する。一方で、「気」の解明については、具体的な方法論が示されておらず、技術的な課題が残されている。今後は、発声や相互作用（間合い）等の要素に「気」が関わるという視点を取り入れ、より本質的な情報を捉えることが求められる。

二次審査のプレゼンテーションは明快で、提案者の熱意が伝わるものであった。特に、ヘッドセットと手袋、竹刀を持参しデモを行ったことは、プロジェクトに対する強い意欲の表れとして評価できる。

本システムの応用可能性として、現実世界で剣道ができない人（病気や障害などで）への体験提供や、特別支援学校での活用などが考えられる。視覚と振動でのフィードバックは、これらの場面でも有効に機能すると期待される。総合的に見て、本提案は誰もがやってこなかったことへのチャレンジであり、適切な指導のもとで新たな価値を生み出す可能性を秘めている。提案者の情熱を活かしつつ、技術的な課題を克服していくことを期待したい。

8. 開発目標

本プロジェクトの主な開発目標は以下の4点である。

- 剣道の「気」を再現するシステムの開発：
剣道における「気」という抽象的な概念を、MR技術を用いて表現し、練習者が自身の「気」の状態を認識できるようにする機能を開発する。
- 古田氏自身の打ち込みを再現する3Dモデルとフィードバック機能の実装：
古田氏自身による剣道の基本動作である打ち込みを再現し、MR環境でフィードバックする3Dモデルを開発する。
- コントローラトラッキングによる動作分析システムの構築：
練習者の竹刀にMeta Quest3のコントローラを取り付け、それをトラッキングすることで、練習者の動作を詳細に記録・分析できる環境を整備する。
- MR環境での没入感のある稽古空間の創出：
Meta Quest3のパススルー機能を活用し、現実空間と仮要素を融合させた、没入感のある稽古環境を構築する。

これらの目標を達成することで、剣道という伝統文化と最新のMR技術を融合させ、新しい稽古方法を提案することを目指した。

9. 進捗概要

本プロジェクトでは、まず剣道の「気」を再現するための概念整理から始め、先行研究や文献調査を通じて「気」の表現方法を検討した。次に、3Dモデルの作成に取り組み、LUMA 3D CAPTUREなどのツールを用いて剣道の動作や姿勢を3Dデータとして取得し、Mayaでの編集を経て実装を進めた。

古田氏自身の3Dモデルの構築では、OptiTrack Prime 41カメラを20台設置した大型スペースを活用し、マーカーを装着した古田氏の動きを高精度に記録した。この動作データはMotiveで処理され、FBXフォーマットでエクスポートしてMayaでさらに編集を行った。

音響面では、剣道の「発声（気勢）」や「竹刀の音」など、稽古環境の臨場感を高めるための音響システムを構築。SENNHEISER/MKH416-P48U3やDJI/DJI Mic 2などの高品質なマイクを用いて収録し、Unity上でFMODを活用して実装した。

Meta Quest 3を用いたMR環境の開発では、現実空間に3Dモデルを重ねる実装や、練習者の動きを検知するためのインタラクション機能の実装に注力した。特に、Meta XR SDKを活用したコントローラトラッキングにより、竹刀の動きをリアルタイムで捉える機能を実現した。

また、Virtual Desktopを活用してPCとMeta Quest 3を連携させ、パススルー機能を用いた環境での動作検証を繰り返し行った。開発の各段階で剣道経験者からフィードバックを得ながら、システムの改善を進めることができた。

10. プロジェクト評価

本プロジェクトは、伝統文化である剣道と最新のMR技術を融合させるといふ独創的なアプローチが高く評価できる。特に、「気」という抽象的な概念を再現するための試みは、伝統と技術の新たな接点を模索する意欲的な取り組みであり、文化的・技術的に意義深い。

開発プロセスにおいては、単に技術ありきではなく、剣道の本質や「気」の意義を文献調査や剣道経験者へのヒアリングを通じて丁寧に掘り下げた点が特筆される。技術と文化の双方に対する深い理解に基づいたシステム設計は、ユーザーである剣道経験者からも高い評価を得ている。

技術面では、OptiTrack Prime 41を用いた高精度なモーションキャプチャシステムを使い、古田氏自身の精巧な3Dモデルを構築したことや、Meta Quest 3のパススルー機能を活用したMR環境の実現など、複数の先端技術を組み合わせる統合的なシステムを構築した点が評価できる。特に、竹刀の動きをリアルタイムで捉えるためのコントローラトラッキング機能は、剣道の稽古における実用性を高める重要な要素となっている。

一方で、MRデバイスの装着感や長時間使用時の快適性など、実用化に向けた課題も残されている。しかし、プロジェクトの過程でユーザからのフィードバッ

クを積極的に取り入れ、継続的に改善を行ってきた姿勢は、今後の発展に期待を抱かせるものである。

SNS での発信や各種イベントでの展示を通じて、多くの人々に本システムの価値を伝える努力も行われており、技術開発にとどまらない社会的インパクトの創出も評価に値する。特に、SecHack365 Returns2024 での発表は、専門家や一般参加者から高い関心を集め、本プロジェクトの社会的意義を広く認知させる機会となった。

総じて、本プロジェクトは伝統文化と先端技術の融合という難しいテーマに挑戦し、一定の成果を上げたことで、今後の MR 技術の文化的応用の可能性を広げる先駆的な取り組みとして高く評価できる。

11. 今後の課題

本プロジェクトの今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

まず、MR デバイスの装着感や長時間使用時の快適性向上が必要である。剣道の稽古は長時間におよぶことも多く、現状の MR デバイスでは重さや装着感が実用上の障壁となり得る。将来的なデバイスの軽量化や、稽古中でも違和感なく使用できるような装着方法の工夫が求められる。

次に、より多様な剣道経験者からのフィードバックを収集し、システムの汎用性を高めることが重要である。現在は限られた剣道経験者による評価にとどまっているが、年齢層や経験レベルの異なる多様なユーザによる検証を通じて、システムの改良を進める必要がある。

また、技術面では、コントローラトラッキングの精度向上や、リアルタイム処理の最適化など、システムのパフォーマンス改善も課題となる。特に、「気」の再現においては、より直感的で分かりやすい表現方法の探求が継続的に必要である。

長期的には、剣道以外の武道や伝統文化への応用可能性も検討し、日本の伝統文化と MR 技術の融合による新たな価値創出を目指すことが重要である。また、教育機関や道場での実用化に向けた取り組みも視野に入れ、より広い社会実装を進めていくことが期待される。