

## 2024 年度 若手・女性研究者奨励金 レポート

|       |                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| 研究課題  | <b>タンパク質分子の構造・機能の理解向上のための仮想空間の活用</b><br>ー仮想現実と複合現実バイオサイエンスの学習効果を促すか？ー |
| キーワード | ①タンパク質分子構造、②仮想現実（VR）、③複合現実（MR）                                        |

### 研究者の所属・氏名等

|                             |                                                                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| フリガナ<br>氏 名                 | ヨダ ヒロミ<br>依田 ひろみ                                                                                      |
| 配付時の所属先・職位等<br>(令和6年4月1日現在) | 神奈川工科大学 教育開発センター・専門教育講師                                                                               |
| 現在の所属先・職位等                  | 神奈川工科大学 教育開発センター・専門教育講師                                                                               |
| プロフィール                      | 管理栄養士免許、および工学博士を取得。職歴と学歴を交互にしながらも、生化学を軸に、食品、生物、化学の分野で大学教育と研究に従事してきました。現在は所属大学の応用化学生物学科にて基礎科目を担当しています。 |

### 1. 研究の概要

高精細な立体視を提供する仮想現実（VR）技術は、教育分野の特に空間的理解が必要な領域で注目されている。ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を通じたVR空間における没入体験が、理解や記憶の促進に寄与することが期待されるためである。

本研究では、バイオサイエンス分野の学生におけるVR教材の有用性をアンケート調査によって評価した。被検者は主に大学生とし、分析装置の操作を説明する実写動画やタンパク質分子の構造データをPC画面およびVR環境で見たあとにアンケートに回答してもらった。分子構造観察については大学院生や中高生の希望者にも任意で協力してもらった。

結果として、装置を説明する実写動画は、PC画面で見る通常の動画よりもVR動画のほうが記憶に残りやすいことがわかった。タンパク質分子構造の観察では、PC画面よりもVR空間のほうが立体構造を理解できるとの意見が多数を占め、背景が実写のライブ映像となる複合現実（MR）よりも三次元コンピュータ・グラフィックス（3DCG）のVR空間のほうが集中しやすいという傾向もみられた。さらに、大学院生は分子構造を回転させながら詳細に観察していたのに対し、大学生の多くは全体形状の把握にとどまるなど、習熟度の違いによる視点の違いが確認された。これらの結果から、VR教材はバイオサイエンス教育において有効であることが示唆された。今後は、同一学生におけるVR教材学習前後の教育効果の定量評価や、VR使用時の没入感と疲労の関係の調査を進める予定である。

### 2. 研究の動機、目的

近年、国内外の多様な教育分野でVR技術の利用が広がっている。しかし、日本の科学分野では、VR空間で分子の動力学を計算する科学教育用のスマートフォンアプリ「VR-MD」（吉川信明ら、JCCJ, 2022）が開発されている以外には、分子構造をVR表示できるソフトウェアは現在フィアラックス社のVR分子構造共有ソフトウェア「MolCollabo」しかない。

MolCollaboは、本学の情報系学科と生物系学科の教員がソフトウェア開発企業のフィアラックス社と共同開発をしてきた、創薬研究支援のためのタンパク質分子構造のVR表示システ

ムである〔平成27年度～令和元年度 文部科学省「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」(プロジェクト番号 S1511019L)、及び、神奈川工科大学 (2021. 05. 05), バーチャルリアリティを用いた分子設計支援技術の開発一創薬への応用に期待. [https://www.kait.jp/tech\\_news/365.html](https://www.kait.jp/tech_news/365.html)〕。MolCollaboは研究者向けのソフトウェアであるが、デモ実演を体験した大学院生や外部イベント時の一般の体験者にも好評であったことから、今回教育的活用への着想につながった。実際に学生に有用であるかどうかはこれまで一度も評価していなかったため、本研究の目的とした。さらに、近年は実写の立体撮影ができる360° カメラが個人で利用できるようになっており、動画を編集する程度で手軽にVRを体験できる手段となっている。教育現場における今後の広がりを見込み、実写映像のVR教材についても評価を行うこととした。

### 3. 研究の結果

#### 3-1. 簡易HMDによる実写映像のVR教材に対する評価

走査型電子顕微鏡はバイオサイエンス分野の分析装置である。装置の操作方法を説明する実写動画をアクションカメラで撮影し、解像度720pの通常の動画を作成した。この動画ファイルを疑似的なステレオグラム映像に変換し、VR動画としてYouTubeにアップロードした。VR動画の視聴のため、簡易型HMDとして市販のスマートフォン用VRゴーグルを用意した。被験者(大学生24名)には、PC画面で通常の動画を視聴後に簡易HMDでVR動画を視聴してもらい、最後にアンケートに回答してもらった。結果として、「空間の奥行 (70.8%)」、「映像の視認性 (62.5%)」、「映像が印象に残る (75.0%)」、「時間の経過が短い (62.5%)」、「目が疲れやすい

(75.0%)」の項目でVR動画を回答する者が多く、PC画面よりもVR教材のほうが内容を記憶しやすい可能性を示した(図1)。また、11名を対象にVR視聴中の脈拍数を測定したところ、視聴前後で数値に大きな変化は無いことがわかった。「音の反響」と「目が疲れやすい」に関しては、HMDで視聴するには解像度や音質が不足していたことを反映した可能性がある。動画作成に改善の余地はあるものの、実写動画のVR教材はバイオサイエンス分野の教材として利用できると判断した。

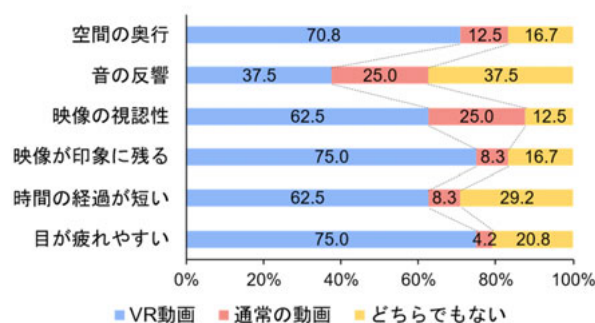


図1. 大学生対象の実写VR動画の簡易HMD視聴後のアンケート結果

#### 3-2. 高性能HMDによるタンパク質分子構造のVR表示に対する評価

この調査では、HMDはMeta Quest2または3、分子表示ソフトウェアはMolCollaboまたはNanomeを利用した。中高生向けイベント(サイエンスキャッスル2024、リバネス株式会社主催)では、本学の研究紹介の一環として、Meta Quest2とMolCollaboを用いて緑色蛍光タンパク質(GFP)またはミオグロビンのタンパク質分子のVR体験展示を行った。体験希望者に事後アンケートを行ったところ、①タンパク質の分子構造を見やすいと思う学習ツールは、HMD(74%)、パソコン等の液晶画面(16%)、教科書の図(10%)の順に高く、②分子構造の観察に集中できそうな教材は、背景が3DCGのVR(52%)、背景が実写ライブ映像のMR(32%)、パソコン等の液晶画面(10%)、教科書の図(6%)の順に高かった。中高生にとっても、分子構造を巨大化して見ることができるVR表示システムは、タンパク



図2. 高性能 HMD によるタンパク質分子構造の表示を観察している様子

質の立体構造の学習手段として期待が高いことが分かった。

被験者が大学生の場合には、アミノ酸配列の一部にアミノ酸番号が示されたコロナウイルス2（SARS-CoV-2）、大学院生の場合にはリボソームタンパク質L9の分子構造を表示し、観察後にアンケートに回答してもらった。結果として、大学生は半数がアミノ酸番号を見落としており、細部ではなく構造全体を捉えようとする傾向であることがわかった。大学院生においては1秒ごとに視点を追跡したところ、視聴時間の半数が分子の表示角度の変更に費やされており、アミノ酸側鎖が重要であるとの認識から分子表面をくまなく観察していることがわかった。この観察は背景が実写となるMRで行ったが、PC画面で見ると印象に残ると全員が回答し、背景も3DCGで描画されているVR空間のほうがタンパク質の構造の学習に集中できるとの回答が54%を占めた。

これらの結果は、簡易型HMDおよび高性能HMDによりVR空間に表示される立体教材が、従来の平面的な教材よりも学習効果を与える可能性を示したといえる。今後、教育効果を定量的に評価できる調査方法を確立し、VR教材の最適な作成方法や使用による教育効果を検証していきたいと考えている。

#### 4. 研究者としてのこれからの展望

講師になる以前は、シャペロニンというタンパク質の研究に従事していました（図3）。約5 nmの空洞を持つ独特の形状と、アミノ酸の変異によって空洞の開閉が制御できることを利用し、水溶性ナノカプセルとする取り組みをしていました。このようなことができるのもタンパク質分子の立体構造を理解しているためです。VRの活用によって初学者がタンパク質の立体構造を身近に捉えることができるようになれば、おのずと興味を持って専門分野の学習に取り組んでくれるのではないかと期待できます。今後の計画としては、初学者が一層使いやすいうように、スマートフォンアプリ用のVR表示システムを企業と共同開発したいと考えています。

本研究は生物学分野と情報学分野の融合となっていますが、この他の分野ともコラボレーションすることによって新たな研究・教育手法の開発や提供をしていきたいと考えています。これからも一教員として科学分野の人材育成ができるよう、微力ながら教育に貢献していきたいと思っています。

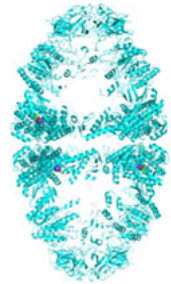


図3. シャペロニン複合体  
タンパク質分子の断面  
(PDB ID: 3WVL)

#### 5. 支援者（寄付企業等や社会一般）等へのメッセージ

今回のご支援により、大学教育の現場において、VR技術を用いた新たな学習支援の取り組みを実施・検証することができました。本助成を通じて得られた知見は、バイオサイエンス分野にとどまらず、教育界全般の発展や学習支援環境の多様化につながるものと考えています。今後も社会に還元できるよう、努めて参ります。誠にありがとうございました。