

ハンドトラッキングコントローラと HMD を用いた 仮想化学実験環境の構築

Virtual Chemistry Experiments Environment using HMD and Hand Tracking Controller

林 純平^{*1}, 岡本 勝^{*2}, 松原 行宏^{*2}, 岩根 典之^{*2}
Junpei HAYASHI^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*2}, Yukihiro MATSUBARA^{*2} and Noriyuki IWANE^{*2}

^{*1}広島市立大学 情報科学部

^{*1}Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

^{*2}広島市立大学大学院 情報科学研究科

^{*2}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: lhayashi@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本研究では、身体動作を伴う HMD 型仮想化学実験環境を構築する。仮想化学実験での必要な基本操作を「物を持つ」、「物を移動させる」、「物を手放す」の3操作とし、学習者はハンドトラッキングコントローラを用いることで、仮想化学実験環境内の白金線などの物体を操作することができる。評価実験では、被験者が仮想化学実験環境において、身体動作を用いることによって炎色反応実験が可能であることを確認した。

キーワード：仮想化学実験, Virtual Reality, ハンドトラッキングコントローラ, HMD(Head Mounted Display)

1. はじめに

高校化学の学習指導要領では実験を通じて学ぶことは重要とされている⁽¹⁾。しかし、安全面や授業時間の少なさから十分に実験が行われなかったという現状がある。このような問題点を解決するために、岡本らは AR を用いて仮想的に化学実験を行えるシステムを開発した⁽²⁾。このシステムでは実験器具や試薬にそれぞれ対応した AR マーカを操作して仮想無機化学実験を進めることができる。このシステムの評価実験では、身体動作を伴う学習が知識獲得に良い影響を与える可能性が示された。一方で、VR を用いた仮想化学実験環境の構築が考えられるが、HMD を装着していると手元が見えないため、常に手に持ち続ける入力デバイスなどの利用を検討する必要がある。

そこで本研究では、ハンドトラッキングコントローラを用いた VR 型仮想化学実験環境を構築する。ハンドトラッキングコントローラは、自身の位置と角度の取得およびトリガー入力ができる手に持つデバイスである。提案システムではハンドトラッキングコントローラで実現可能な、ものを「持つ」、「移動させる」、「手放す」の3操作を実装した。学習者はハンドトラッキングコントローラを用いることで、VR 空間内で身体動作を伴いながら無機化学実験を行うことができる。

2. 提案システム

提案システムの仮想化学実験環境とシステムの外観を図1に示す。学習者は HMD を装着し、ハンドトラッキングコントローラを片手に1つずつ持って仮想実験を行う。提案システムでは炎色反応実験を行う環境を実装した。仮想実験環境にはハンドトラ

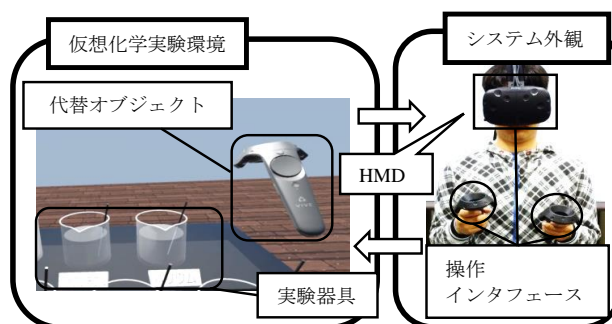


図1 システムの外観と仮想化学実験環境

ッキングコントローラを模した2つの代替オブジェクト、ガスバーナー、高校化学の炎色反応で主に扱われるイオンが入った7つのビーカー、問題解答スペースがある。ハンドトラッキングコントローラの動きは仮想実験環境内の代替オブジェクトに反映され、HMDの動きは仮想実験環境内の視界に反映される。仮想実験環境の映像はHMDに出力される。ハンドトラッキングコントローラを用いた実験器具の操作方法を図2に示す。ハンドトラッキングコントローラを動かして実験器具に代替オブジェクトを重ねた状態にし、ハンドトラッキングコントローラに搭載されたトリガーを引くことで、その実験器具を「持つ」ことができる。「持つ」状態のままハンドトラッキングコントローラを動かすことで、実験器具を代替オブジェクトに追従させるように「移動させる」ことができる。また、トリガーを離すと実験器具を「手放す」ことができる。この3操作を用いて仮想無機化学実験を行うことで、身体動作を伴った仮想実験を行うことができる。また、実験に目的を持たせるため、システム内の問題解答スペースで問題の提示と正誤判定を行っている。

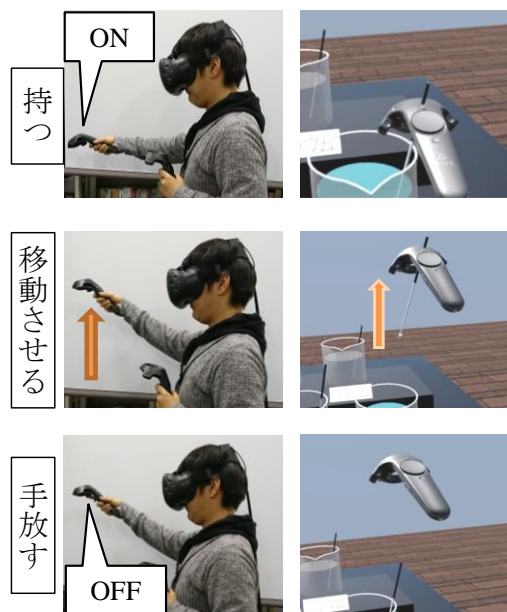


図2 操作方法とトリガー入力

3. 検証実験

検証実験では、提案システムを用いて身体動作を伴った炎色反応の仮想実験が行えるか被験者を用いて確認した。被験者らにはシステムの操作方法を説明した上で、システム内に表示される設問に答えなさいと指示し、自由にシステムを利用してもらった。被験者はA, Bの2名とし、被験者らの行った実験中のハンドトラッキングコントローラを模した代替オブジェクトの位置、トリガー入力および仮想実験環境内の実験器具の位置座標から身体動作を伴った仮想実験が行えているのか確認した。被験者Aが白金線を持った時のハンドトラッキングコントローラの代替オブジェクトの移動軌跡を図3に示す。また、図3中の時点(a)から時点(c)での被験者Aの実空間での動作を図4に示す。被験者Aは時点(a)から時点(b)にかけて体の向きを変えて手を伸ばしている。時点(b)から時点(c)にかけて体の向きを戻して時点(a)と同じ位置に手を伸ばしている。被験者Aは仮想炎色反応実験を身体動作を伴いながら行うことができた。被験者Bが白金線を持った時のハンドトラッキングコントローラの代替オブジェクトの移動軌跡を図5に示す。被験者Bの実空間での動作を図6に示す。被験者Bも被験者Aと同様に、時点(d)から時点(e)にかけて体の向きを変えて手を伸ばし、そこから時点(f)にかけて体の向きと手を元の位置まで戻している。被験者Bは仮想炎色反応実験を身体動作を伴いながら行うことができた。これらのことから、本システムを用いて仮想実験を身体動作を伴って行うことが確認できた。

4. まとめと今後の課題

本研究では、身体動作を取り入れたVR型仮想化学実験環境を構築した。ハンドトラッキングコントローラを用いることで身体動作を伴った仮想実験を

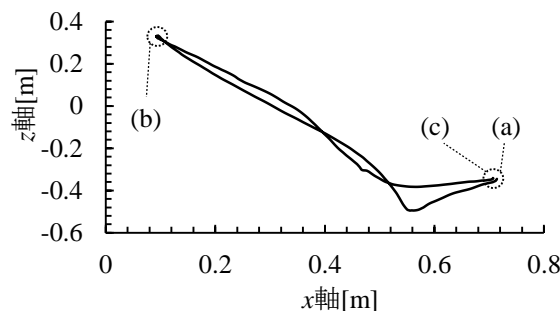


図3 被験者Aの白金線を持った時のx-z平面上の移動軌跡

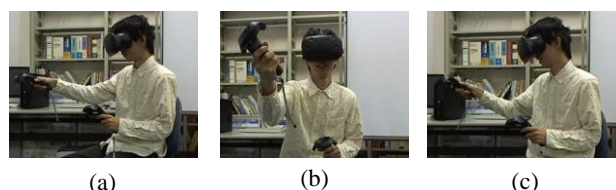


図4 図3中の各時点での被験者Aの動作

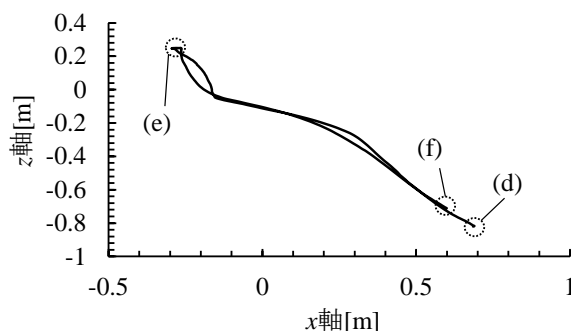


図5 被験者Bの白金線を持った時のx-z平面上の移動軌跡

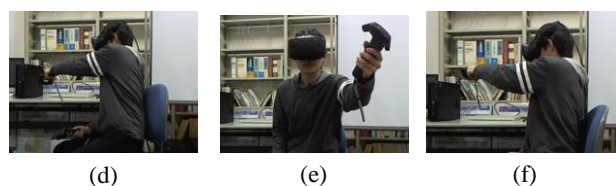


図6 図5中の各時点での被験者Bの動作

行うことができる。検証実験から、学習者が提案システムを用いて身体動作を伴った仮想実験を行うことができることを確認した。今後の課題として、学習効果の検証やAR型仮想化学実験環境との学習効果の比較、またAR型仮想化学実験環境のマーカが増えた場合との操作比較が挙げられる。

参考文献

- (1) 文部科学省: “高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編”, 実教出版株式会社, pp. 49-71 (2009)
- (2) 岡本勝, 隅田竜矢, 松原行宏: “拡張現実型マーカを用いた無機化学学習支援システム”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J98-D, No. 1, pp. 83-93 (2015)