

HMD を用いた MR 型炎色反応学習支援システム

MR-based Flame Test Learning Support System using HMD

河野 光^{*1}, 岡本 勝^{*2}, 松原 行宏^{*2}, 毛利 考佑^{*2}Hikaru KONO^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*2}, Yukihiro MATSUBARA^{*2}, Kousuke MOURI^{*2}^{*1} 広島市立大学情報科学部^{*2} 広島市立大学大学院情報科学研究科^{*1} Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University^{*2} Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: h20081@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：学校教育の化学において観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養うことが目的の一つとされている。しかし観察・実験の実施状況は各高校で異なり、実施していない高校も存在する状況が確認されている。本研究では、炎色反応実験を題材に、HMD を用いて複合現実感の手法を用いた MR 化学実験環境を作成した。このシステムによって、学習者は現実と仮想を融合した MR 環境内での実験を通して、学習を行えるようになった。

キーワード：仮想実験環境、炎色反応、化学実験、Mixed Reality、体験学習

1. はじめに

学校教育の理科の学習指導要領では、体験的な学習は主体的に学習に取り組む態度を育成するとともに、学ぶことの楽しさや達成感を体得させる上で有効であるとされている。さらに化学基礎の目標にも、観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養うとあるが、体験的な学習には実験道具の管理や安全への配慮が課題である。

しかし、観察・実験の体験活動を調査した研究によると、高校によって授業内での観察・実験の時期や機会がそれぞれ異なっており、演示実験やグループ実験を1年で4回以上行っている高校、中和滴定のグループ実験のみを行っている高校、観察・実験を実施していない高校が存在する状況が確認されている⁽¹⁾。

観察・実験活動が高校によって異なる状況を解決するために教育現場に AR・VR などの技術を用いた化学分野の研究で、岡本らは AR を用いて仮想的な無機化学実験を行うことが可能となるインターフェースを開発した⁽²⁾。提案システムを用いた演習を継続的に行うことで学習を進められ、知識獲得の可能性が確認された。

VR や AR と並び、近年複合現実感 (Mixed Reality: 以下 MR と略記) 技術を用いたデバイスが注目されている。MR は現実空間と仮想空間を融合し、VR や AR よりも大きな没入感を体験できることが特徴である。敷島らは電気回路を例として現実空間と仮想空間の相互間で物理現象を伝達する複合現実感移行モジュールの開発を行っている⁽³⁾。

そこで本研究では、HMD を用いた MR 型炎色反応学習支援システムを作成した。現実空間の物理的データと仮想空間で生成される CG オブジェクトが干渉することで、MR 空間を実現している。学習の際に現実空間が見えることや実際の炎を扱わないこ

とで安全性を確保しつつ、学習者が直感的な操作で実験を疑似体験でき、学習できる設計を行った。また、提案システムを用いた学習の評価実験を行った。

2. システム概要

本研究の提案システムの構成図を図1に示す。また、提案システムの外観を図2に、MR 化学実験環境を図3に示す。

提案システムでは図1の入出力インターフェースである図2のHMDであるMeta Quest3Sを用いてMR空間を実現する。入力動作を行うのはHMDのカメラが認識した手、またはコントローラを使う。

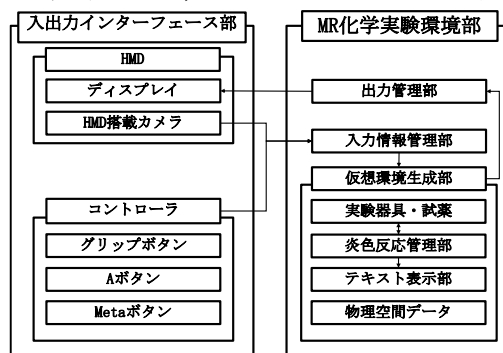


図1 システム構成図

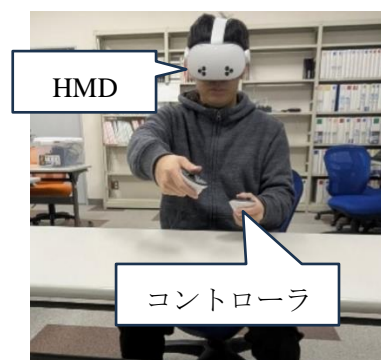


図2 システムの外観



図3 MR化学実験環境

事前に HMD のカメラで計測した物理的空間データと HMD のカメラからリアルタイムで撮像する現実空間の映像を融合した MR 空間を HMD のディスプレイで見ながら、試薬の 10 種類の元素と実験器具のガスバーナーを学習者の手やコントローラで掴んで近づけることで、炎色反応実験を体験できる。

この MR 空間では現実空間の机や床の上にも CG オブジェクトを置くことができる。学習者はこのような CG で表現された実験器具が現実空間の構造物と干渉する MR 空間に対し没入感を増し、現実との違和感が少ない状態で疑似体験学習を進めることが期待できる。さらに、手元から出るレイで遠くのオブジェクトを選択し自分の手元へ引き寄せて掴むことや、10 種類の元素を動作一つで複製することが可能であり、学習者の学習したい元素が近くに見当たらない場合に現実ではできない動作を可能とすることで炎色反応の疑似体験がスムーズにできるような機能を実装している。

図3に示されている学習者へのフィードバックは、元素による炎色反応によるガスバーナーの炎の色の変化とその元素の元素記号・元素名・色の名称を簡潔に表したテキストフィードバックの2つがあり、各元素の炎色反応の詳細を確認・学習できるようになっている。テキストはディスプレイの中央下付近の固定位置に表示され、実験に影響が少ない大きさに調整している。

3. 評価実験

提案システムを用いた学習評価を行うための実験と学習の傾向を分析するためのインタビュー調査を行った。教科書で学習する場合を教科書群、提案システムで学習する場合をシステム群としてそれぞれ学生各7名の計14名を対象として実験を行った。学習範囲は化学基礎・化学の炎色反応で、10種類の元素に関する問題を事前テスト、事後テスト、1週間後のディレイテストで出題した。

図4に各群7名のテストの平均点を示す。テスト結果より、両群全ての被験者において成績の上昇が確認されたことより、提案システムを用いた学習で知識を獲得できる可能性を確認できた。また、事後テストとディレイテストの点数比較により、システ

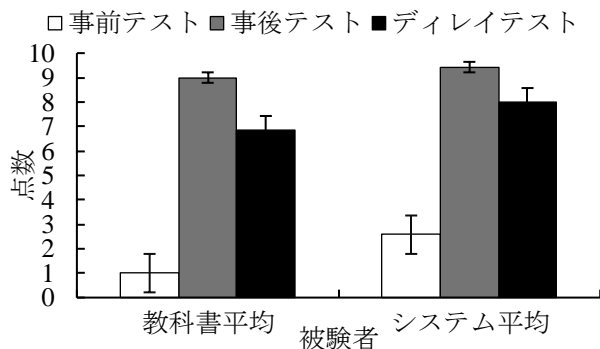


図4 各群のテストの平均点数結果

ム群の方が教科書群よりも点数減少が小さいことが分かった。インタビュー調査では、システム群の全ての被験者が学習時に行った炎色反応の疑似体験時のフィードバックをもとにディレイテストに解答していた。また、提案システムで学習した被験者の傾向を分析すると、机の左右で暗記済みの元素、暗記できていない元素を整理する、MR 空間だからこそみられる傾向の被験者のテスト結果が良かったことがわかった。

4. おわりに

本研究では、HMD を用いて MR 空間内の実験器具と試薬を動かすことによる MR 型炎色反応学習支援システムを使用し、学習の評価実験を行った。その結果、提案システムを用いた学習で知識を獲得することができることが分かった。また、事後テストとディレイテストの点数減少は提案システムの方が教科書群よりも小さい結果となった。インタビュー調査の結果、提案システムを使用した際、MR 空間だからこそできる知識の整理をする傾向がある被験者はテスト結果が良いことが分かった。

今後の課題として、炎色反応以外の化学分野で同様の学習の結果が得られる保証が無い場合、化学実験の他の分野で同様の結果が得られるか検証を行うことと、中長期記憶に残りやすいフィードバック手法の検討が挙げられる。

本研究は科研費 23K02716 の助成を受けたものである。

参考文献

- (1) 渡邊陽介, 岡部悠希, 多胡伸博, 金築裕之, 市川隼人, 岡田昌樹, 中釜達朗, 藤井孝宜: “理系高校生の化学に対する苦手意識と好き嫌い, 観察・実験体験の記憶, 探究心および学習動機との関連性”, 日本大学 FD 研究, Vol. 11, pp. 1-11 (2024)
- (2) 岡本勝, 石村司, 松原行宏: “ヘッドマウントディスプレイと拡張現実感技術を用いた無機化学学習支援システムの開発”, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 4, pp. 312-321 (2018)
- (3) 敷島歩, 福田裕美, 木村朝子, 柴田史久: “R-V 空間相互間で物理現象を伝達する複合現実遷移モジュールの開発(2)ー電圧・電流と磁力を伝達するモジュール群ー”, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 28, No. 3, pp. 187-197 (2023)