

ビデオシースルー型 HMD を用いた AR 型無機化学学習支援システム

AR based Inorganic Chemistry Learning Support System using Video See-through HMD

石村 司^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 岩根 典之^{*1}

Tsukasa ISHIMURA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1} and Noriyuki IWANE^{*1}

^{*1} 広島市立大学大学院情報科学研究科

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

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

あらまし：本稿では HMD を用いた AR 型無機化学仮想実験環境のための情報提示方法の検討を行う。実験中の誤操作を防止するために、アイコンを用いてビーカー内の可視化する。これにより HMD の限られた表示領域にビーカー内の状態を表示できると考えられる。また仮想実験を行いやすいよう頭の向きを入力インターフェースの 1 つとして用いる。検証では可視化機能による誤操作防止の可能性と、継続的な学習による知識獲得の可能性を確認した。

キーワード：HMD, Augmented Reality, 化学, 仮想実験

1. はじめに

高校化学では実験を通じた学習が重要視されているが、安全性の観点から学生が授業時間外に実験を伴う学習を行うことは困難である。岡本らは AR (拡張現実感) 技術を用いて計算機上で仮想的に無機化学の実験が行えるシステムを開発した⁽¹⁾。このシステムではカメラで撮影した学習者のマーカー操作の映像をもとに仮想環境を構築し、ディスプレイに表示する。AR 技術の視覚ディスプレイの 1 つとして HMD があり⁽²⁾、HMD を用いることで仮想と現実がよりシームレスな仮想実験が可能になると考えられる。しかし、HMD の表示領域はディスプレイに比べ狭いため、仮想化学実験を行うための補助情報の全てを常時表示させるのは困難である。

そこで本研究では、HMD を用いた AR 型無機化学仮想実験環境のための情報提示方法の検討を行う。HMD の限られた表示領域にビーカー内の状態を表示するために、アイコンを用いてビーカー内の状態を可視化する。さらに、HMD 装着時に実験を行いやすいよう、頭の向きを入力インターフェースの 1 つとして用いる。提案システムでは HMD の表示部としてスマートフォンを用いたビデオシースルー型 HMD を使用する。

2. 提案システム

図 1 に提案システムの外観を示す。提案システムはマーカー、VR ビューワー、スマートフォンから構成される。VR ビューワーはスマートフォンを HMD として使うための器具であり、学習者は図のように HMD を装着して仮想実験を行う。図 2 に構築された仮想環境を示す。仮想環境はスマートフォンのカメラで撮影されたマーカー操作の映像をもとに構築される。マーカーは実験器具や試薬等と対応しており、学習者はこのマーカーを操作することで実験を進めることができる。図中の仮想環境にはビーカー、Na⁺、

H₂S の CG が表示されており、構築された仮想環境はスマートフォンの画面に表示される。

提案システムでは誤った実験操作を防ぐためにビーカー内の液性、イオン、試薬、沈殿物の状態を可視化する。ビーカー内の状態が不明なまま実験を進めた場合、誤った実験操作を行い、誤学習に繋がる可能性がある。HMD の限られた表示領域に常時ビーカー内の状態を表示させると実験の妨げになると考えられる。そのため図 2 のようにビーカーマーカー認識時にのみにアイコンを用いてビーカー内の状態を可視化する。図 2 中のビーカーは液性が中性で Ag⁺ と Fe²⁺ が投入されていることが分かる。アイコンはマーカーを認識している方向に関係なく学習者に見える



図 1 システム使用中の学習者の外観

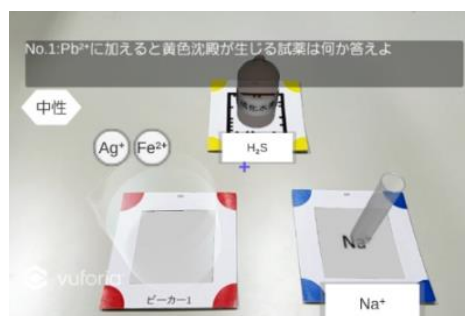
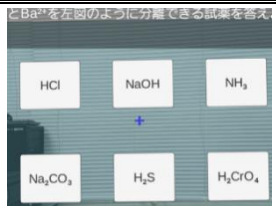

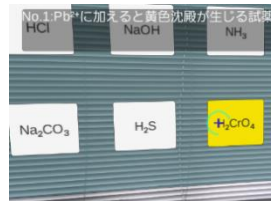



図 2 構築された仮想環境

表 1 回答を行っているときの仮想環境と外観

手順	仮想環境	外観
(1)		
(2)		

るように表示される．この可視化機能により HMD 装着時でもビーカー内の状態が確認できると考えられる．

また学習者に目的を持って実験を行わせるために、図 2 のように仮想環境の上部に設問が提示される．学習者は頭の向きを用いて提示された設問の回答を行える．スマートフォンの角度センサーから学習者の頭の向きを取得できるため、提案システムでは頭の向きを入力インターフェースの 1 つとして用いる．表 1 に学習者が回答を行っているときの外観と仮想環境を示す．学習者が頭を上に向けることで、表 1(1) に示す 6 つの選択肢がある回答画面が表示される．回答したい選択肢の方向に顔を向けることで、表 1(2) のように仮想環境に表示されている十字マークを選択肢にあわせることができ、回答を行える．頭の向きを上げたときに回答を行えるため、机上のマーカを見ながら仮想実験を行うときの障害にならないと考えられる．

3. 検証実験

提案システムでは誤った実験操作を防ぐためにアイコンを用いてビーカー内の可視化を行った．ビーカー内の可視化機能によりビーカー内の状態が確認でき、正しい実験操作が行われたか検証する．提案システムを用いた被験者 2 名(A, B)と可視化機能のないシステムを用いた被験者 2 名(C, D)に 7 つの設問を出題し検証する．

表 2 に被験者 C が行った実験の誤操作を示す．被験者 C は(1)で使用したビーカーを初期化せずに(3)、(4)で実験を進めている．ビーカー内の状態を把握していなかったため、このような実験操作が行われたと考えられる．被験者 C は表 2 の他に同様の誤操作が 2 件確認された．一方、被験者 A, B からはこのような誤った実験操作は確認されなかった．以上より提案システムの可視化機能によりビーカー内の状態を確認でき、実験の誤操作を防げる可能性を確認した．

次に従来研究⁽¹⁾と同様の繰り返し実験を行うこと

表 2 被験者 C の誤操作

手順	実験操作
(1)	ビーカーに試薬を加え沈殿反応を確認
(2)	設問 4 に回答
(3)	ビーカーにイオンを投入
(4)	ビーカーに試薬を加え沈殿反応を確認
(5)	設問 5 に回答

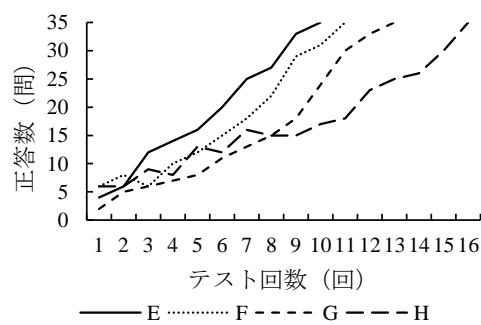


図 3 各被験者の正答数の推移

による知識獲得の傾向について検証する．この検証では 35 問の学習課題に対して演習とテストを繰り返し行い、テストで全ての学習課題に正解すると終了する．テストでは前回までの演習で行った設問を全て出題する．演習では直前のテストで間違えた設問と未演習の設問から 7 問選び出題する．ただし、間違えた問題を優先的に出題する．被験者は 4 名(E, F, G, H)とする．

図 3 に提案システムを用いた被験者の正答数の推移を示す．被験者 F, H のように正答数が一時減少している被験者もいるが、全体的にテスト回数が進むにつれて正答数も増加し、最終的に全ての学習課題に正解している．このことから、提案システムを用いて 35 問の学習課題に関する学習が行えており、知識の獲得が行えていたと考えられる．以上より、提案システムを用いて繰り返し演習を行うことによる、知識獲得の可能性を確認した．

4. まとめと今後の課題

本稿では、ビデオスルー型 HMD を用いた AR 型無機化学学習支援システムを構築した．提案システムの可視化機能により、実験の誤操作を防げる可能性を確認した．また、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、無機化学反応に関する知識獲得の可能性を確認できた．今後は HMD を用いたことによる学習効果の調査を行う．

参考文献

- (1) 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.
- (2) 蔵田武志, 清川清 監修, 清川清: “第 2 章基礎編その 2”, AR (拡張現実) 技術の基礎・発展・実践, 科学情報出版株式会社, pp. 59, 2015.