

## スマートフォンの通信機能を活用した HMD 型無機化学学習支援環境の開発

## Development of HMD-based Inorganic Chemistry Learning Support Environment using Smartphone

岡本 勝<sup>\*1</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>Masaru OKAMOTO<sup>\*1</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*1</sup><sup>\*1</sup>広島市立大学大学院情報科学研究科<sup>\*1</sup>Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 本稿では拡張現実型の仮想環境で無機化学について体験的に学習を行える支援環境の開発を行う。スマートフォンをマーカ撮影・認識および拡張現実型仮想環境表示に活用し、スマートフォンと VR ビューアを組み合わせることで HMD 型の拡張現実環境投影機器を実現する。さらに使用したスマートフォンの通信機能を用いて複数端末間で共有可能な仮想環境の実現を行った。本稿では開発システムを通じて仮想実験を行えることを示す。

キーワード: 拡張現実感, スマートフォン, 無機化学, 体験学習

## 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<sup>(1)</sup>。このシステムではカメラで撮影した学習者のマーカ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<sup>(2)</sup>、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、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操作の映像をもとに構築される。マーカ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<sup>+</sup>、

H<sub>2</sub>S 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<sup>+</sup> と Fe<sup>2+</sup> が投入されていることが分かる。アイコンはマーカを認識している方向に関係なく学習者に見え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。



図 1 システム外観

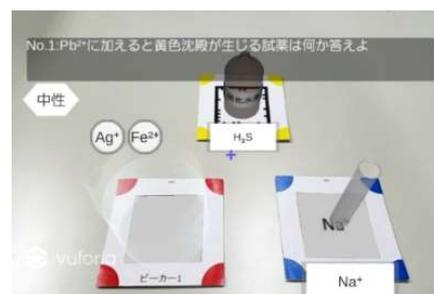


図 2 仮想環境例

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。

複数人で仮想実験を行う場合、学習者一人一人がHMDを装着しマーカ操作を行う。このとき、ビーカーの状態を端末同士で同期する必要があるため、Bluetoothを用いて通信を行う。提案システムでは端末をホスト端末とゲスト端末に分け、ホスト端末は全てのゲスト端末（最大7台）と接続する。

複数人型仮想実験環境で仮想実験を行う場合、ビーカー状態更新部で検出したビーカー状態の更新情報は通信部に送られる。ホスト端末は更新情報を取得したとき、更新情報を全てのゲスト端末に送る。その後、各端末は更新情報をもとにビーカーの状態を更新する。更新情報を検出したゲスト端末は、その更新情報をホスト端末に送る。ホスト端末は更新情報を全てのゲスト端末に送る。その後、各端末は更新情報をもとにビーカーの状態を更新する。図3に更新例を示す。図右側のユーザーが実験を進めている中で、左側のユーザーはもう一人のユーザーの実験状況を見ている状況である。この状況でビーカー内で化学反応が起きており、実験を行ったユーザーと確認しているユーザー両方の端末上の仮想環境で実験が進行していることが確認できる。以上の方法でビーカーの状態の同期を行い、複数人型仮想実験が可能な仮想環境を構築する。



図3 複数人型仮想実験環境での演習例

### 3. 検証実験

本検証では複数人型仮想実験環境で実験が行えるか検証する。被験者は出題された6問の設問に回答する仮想実験を2回行い、1回目では全員回答方式、2回目では個人回答方式を用いる。全員回答方式では全員が回答を行ってから次の設問に進み、個人回答方式では誰か一人が回答すると次の設問に進む。仮想実験中に2人の実験操作の役割分担や発話による意見交換があったか確認する。実験後回答方法の違いについて聞き取り調査を行う。

図4, 5に1回目, 2回目の設問ごとのマーカ操作の回数を示す。1回目の実験では被験者Aは被験者Bより多くのマーカ操作を行っているが、2回目の実験ではマーカ操作回数がほぼ同じ程度になっている。システムに慣れることで役割分担しながらの仮想実験が可能になると考えられる。また、被験者A,

Bは実験中「H<sub>2</sub>Sならたぶん黒色沈殿が発生する」、「この試薬はさっき試したとき白色だった」などの会話をしながら実験を進めていた。このように複数人で仮想実験を行うことで、お互いの意見を共有しながら実験を行う傾向を確認できた。また、どちらの回答方式でも実験を進められることを確認できた。

以上より、被験者間でビーカー内の同期行えており、複数人型仮想実験環境で実験が行えることを確認した。

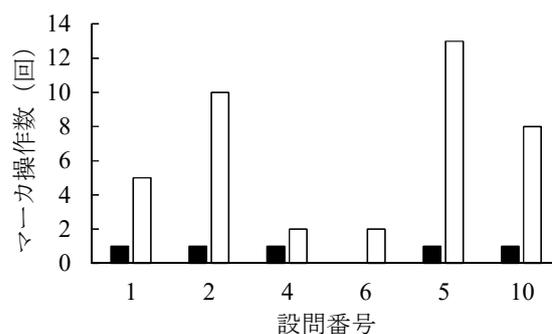


図4 実験結果 (1回目)

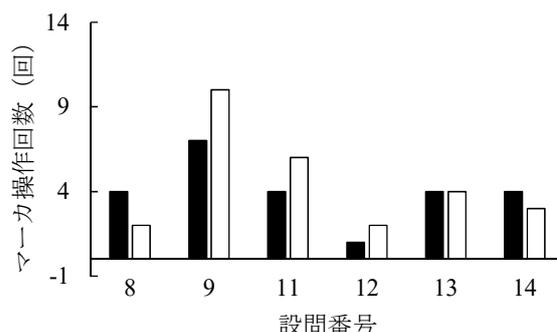


図5 実験結果 (2回目)

### 4. おわりに

本稿では、スマートフォンを用いたHMD型AR型無機化学学習支援システムを構築し、複数人での仮想環境共有機能を実装した。端末間通信をBluetoothで実現し、各端末で確認できた化学実験操作を全端末に送信し同時に化学反応の状況を更新することで、化学実験反応の閲覧の有無によらず同様の仮想実験状況を共有できる。実験より、開発システムを用いた複数人での無機化学反応に関する知識共有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。

なお、本研究は科研費基盤研究(C)(16K01072)の助成を受けたものである。

#### 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, 第J98-D巻, 第1号, 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)