

## HMD を用いた VR 型有機化学学習支援環境の開発

## Development of VR based Inorganic Chemistry Learning Support System using Head Mounted Display

岡本 勝<sup>\*1</sup>, 前場 凌太<sup>\*2</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>  
 Masaru OKAMOTO<sup>\*1</sup>, Ryota Maeba<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

<sup>\*2</sup> 広島市立大学

<sup>\*2</sup> Hiroshima City University

Email: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿ではヘッドマウントディスプレイを用いた有機化学学習支援システムを提案する。本システムでは実験環境を HMD での体験を想定した VR 空間内に構築することで、現実の環境に依存しない形での化学実験環境を構築できる。一方で HMD を用いることで仮想空間以外の視認が困難となるため、把持したコントローラのみで仮想実験を実現可能なユーザーインターフェースを実現する。実験を通じて本手法の有効性を確認した。

キーワード：VR, 化学学習, HMD, 体験学習

## 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が重要とされている<sup>(1)</sup>。しかし、化学実験では危険な試薬や火器を扱うこともあるため学生が授業時間以外で自由に実験を行うことは困難である。このような問題を解決するために我々の研究グループでは、拡張現実感技術はバーチャルリアリティ技術を活用した化学学習支援手法の開発を行ってきた<sup>(2, 3)</sup>。特に林らは仮想的に炎色反応実験を行うことのできるシステムを開発した<sup>(3)</sup>。このシステムでは、仮想化学実験環境内に必要な実験器具をあらかじめ全て設置しておくことによって、ハンドトラッキングコントローラの入力による「持つ」、「移動させる」、「手放す」の3操作のみで実験を行うことが可能となっていた。しかし、このシステムのように実験に必要な試薬や実験器具を事前に設置してある場合、多種の実験を行う場合や1つの実験でも多量の試薬や実験器具を使用する実験の場合に操作が困難になる可能性が高い。

そこで本研究では試薬や実験器具が多量となった場合にでも少ない操作や動作で実験を行うことができる仮想実験環境を構築した。題材は高校化学の実験のうち比較的試薬や実験器具の種類が多い金属イオンの沈殿反応実験を題材とする。学習者は仮想実験環境内に設置されたメニューを操作することによって金属イオンの沈殿反応実験を行うことができる。

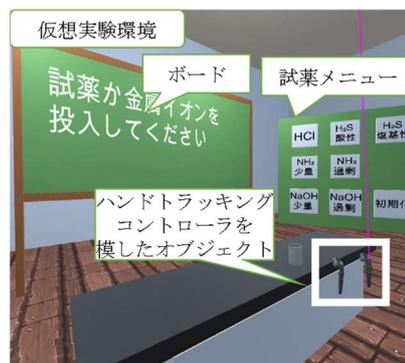
## 2. システム構成

図1に本システムのシステム外観と仮想実験環境を示す。図1(a)のように学習者はHMDを装着し、左右の手に1つずつハンドトラッキングコントローラを持つ。仮想実験環境内にはハンドトラッキング

コントローラを模した2つの代替オブジェクト、代替オブジェクトに付随している金属イオンを選択できるメニュー、試薬を選択することのできるメニュー、試薬や金属イオンを投入することのできるピーカー、ピーカー内の情報を表示するボードが設置されている。(図1(b)参照)



(a) システム外観



(b) 仮想実験環境

図1 システム外観と仮想実験環境

学習者はハンドトラッキングコントローラの位置情報、角度情報、トラックパッドのタッチ座標トリガーの入力、メニューボタンの入力情報を用いることで各メニューを操作する。メニューを操作することで選択した試薬あるいは金属イオンが入った試験管を出現させることができる。この出現した試験管にコントローラのモデルを重ねてトリガーを引き続ける間は試験管を自由に移動させることができる。試験管内の試薬を中央にあるビーカーを投入するためには、ビーカーに試験管を近づける操作を行う。この操作によって1つの試薬と1つの金属イオンが投入された状態になるとビーカー内の水溶液の色が変化し沈殿反応を確認できる。この操作後に図1(b)のボードには反応によってできた沈殿の情報が表示される。また反応しない試薬と金属イオンの組み合わせを投入した際にはビーカー内の水溶液に変化は起こらずボードの情報も更新されない。反応を確認した後は試薬メニューの右下に搭載されている初期化を選択することによって、現在出現している試験管の消去、ビーカー内の情報の初期化、ボード表示の初期化を行うことができ、最初から実験をやり直すこともできる。学習者はこれらの操作を繰り返し行うことによって仮想実験環境内で沈殿反応実験を実行できる。

### 3. 評価実験

被験者は大学生（被験者 A）と大学院生（被験者 B）の二名である。被験者には提案システムの操作方法を説明し、自由に操作を練習する時間を設けた。実験中は選択してもらいたい試薬と金属イオンをその都度指示しながら実験を行った。図2に被験者 A が金属イオンを選択する際に触ったトラックパッドの座標、図3に被験者 B が金属イオンを選択する際に触ったトラックパッドの座標をそれぞれ示す。検証実験の際、2人の被験者には銀イオン、銅イオン、アルミニウムイオンを選択するように指示した。被験者 A に関しては図2のように銀イオン、銅イオンを選択する際にはこちらが指示したイオンが表示されているおおよその位置をタップして金属イオンを選択し、選択した金属イオンの入った試験管を出現させた。アルミニウムイオンを選択する際にはメニュー表示とずれがあるように見えるがこれは金属イオン選択する際にトラックパッド上のタップした位置と原点との角度を用いて判定を行っていたため境界付近をタップしたのだと考えられ、問題なく選択できていた。金属イオンの選択はアルミニウムイオンを選択し、アルミニウムイオンの入った試験管を出現させることができていた。被験者 B に関しては図3のように銀イオン、銅イオン、アルミニウムイオンの全てにおいてこちらが指示した金属イオンが表示されている位置をタップし金属イオンを選択することができており選択した金属イオンの入った試験管を出現させることができていた。

このように被験者が仮想実験環境内でメニューを操作することによって沈殿反応実験を行うことができるということを確認できた。

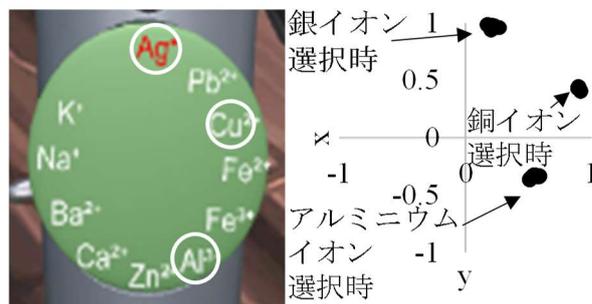


図2 金属イオンメニュー（仮想実験環境内）と被験者 A がタップした座標

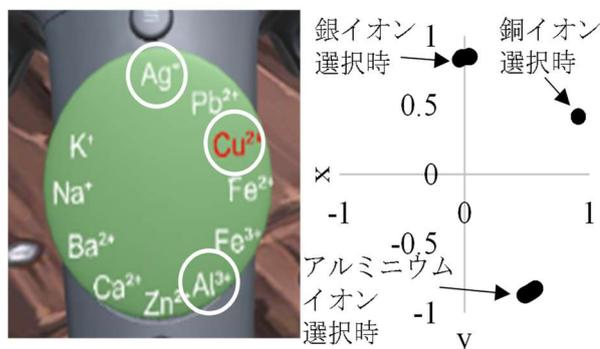


図3 金属イオンメニュー（仮想実験環境内）と被験者 B がタップした座標

### 4. おわりに

本稿ではハンドトラッキングコントローラで試薬メニュー、金属イオンメニューそれぞれの操作を行って沈殿反応実験を行うことのできる仮想実験環境用いた学習支援システムを開発した。そして、検証実験を行い被験者が本システムを用いて沈殿反応実験ができるということを確認できた。今後は、拡張現実感を活用した従来手法<sup>(2)</sup>との違いを中期的な学習過程を通じて検証していく予定である。また、VR型学習支援システムとしてより多様な実験への対応可能性についても検討していく予定である。

#### 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”，実教出版株式会社，pp. 49-71 (2009)
- (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，(印刷中)
- (3) 林純平，岡本勝，松原行宏，岩根典之：“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”，2016年度JSiSE学生研究発表会，pp.187-188 (2017)