

## 非接触型デバイスを用いたイオン化傾向の体験学習支援

## Experiential-based Learning Support Approach for Ionization Tendency using Non-contact Device

岡本 拓土<sup>\*1</sup>, 岡本 勝<sup>\*1</sup>, 松原 行宏<sup>\*1</sup>, 毛利 考佑<sup>\*1</sup>  
 Takuto OKAMOTO<sup>\*1</sup>, Masaru OKAMOTO<sup>\*1</sup>, Yukihiro MATSUBARA<sup>\*1</sup>, Kousuke MOURI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 広島市立大学大学院情報科学研究科

<sup>\*2</sup> Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

Email: mf67002@e.hiroshima-cu.ac.jp

**あらまし**：学校教育における化学では、実験を通して基本的な概念や、法則を理解することが重要視されている。しかし、実際に勉強をする環境では、試薬の用意のしにくさや、実験中の事故の可能性などがあり、実際に自習で実験を行うことは困難である。本研究では、非接触型デバイスを用いて仮想化学実験環境を作成した。このシステムによって、実際に実験を行っているような感覚で仮想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, 教育支援, 化学実験, 非接触型デバイス, 体験学習

## 1. はじめに

学校教育における化学では、実験を通して基本的な概念や、法則を理解することが重要視されている。しかし、実際に勉強をする環境では、実験で使用する試薬の用意のしにくさや、実験の最中に実験器具の操作を誤ることによって起きる事故の可能性あり、実際に実験をしながら自習を行うことは困難である。そのため、岡本らは AR 型反応実験環境を開発した<sup>(1)</sup>。このシステムでは、AR マーカを入力インターフェースとして用いており、マーカのみでの操作で仮想実験を行うことができ、実際の実験動作に近づけることができると考えられる。

しかし、AR マーカを用いた場合には実際に動かすために AR マーカを印刷する必要性や、カメラからの映る角度や手などが間に入ることによって起きるマーカの認識の問題などがある。

このマーカの認識問題を解決するために、VR 環境で実験器具を動かすという方法が考えられるが、環境を用意するために器具が増え手間がかかり、より性能の高い PC が要求されるため自習用に用意するためには理想的な環境とは言えない。

これらの問題を解決し、被験者の操作がしやすい VR のような直感的な操作を可能とし、AR のような用意の手軽さで仮想の演習環境を実現するデバイスとして Wozniak らは AR や VR とは別の新しい環境として非接触型デバイスの Leap Motion の可能性について AR との比較の実験を行った<sup>(2)</sup>。この Leap Motion はノートパソコンでも動作が可能であり、本体と PC の 2 つの機材のみで動作するため用意が簡単となる。

そこで本研究では、先行研究である AR マーカを用いた仮想実験環境の強みである少ない機材で簡単に用意が可能である点を残しつつ、マーカを探すという作業がなく画面だけを見てより簡単に解答が可能となるように、非接触型デバイスである Leap

Motion を用いて仮想実験環境を作成した。また、提案システムを用いた学習効果の有無についての実験を行った。

## 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、仮想実験環境を図 3 に示す。

提案システムでは図 1 の入力インターフェースである図 2 の机の上に置かれた Leap Motion を用いて手のトラッキングを行う。そのトラッキングした手が図 3 のような仮想実験に表示され、実際に挿んで動かすことによって実験の操作を行うことができる。

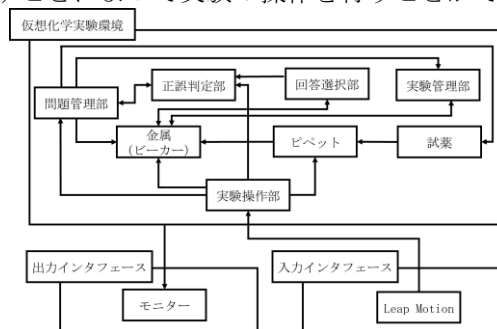


図 1 システム構成図

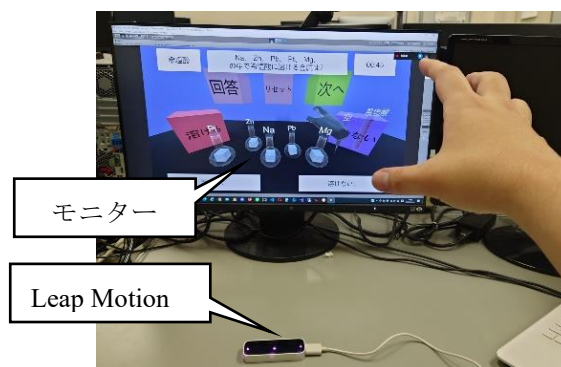


図 2 システムの外観

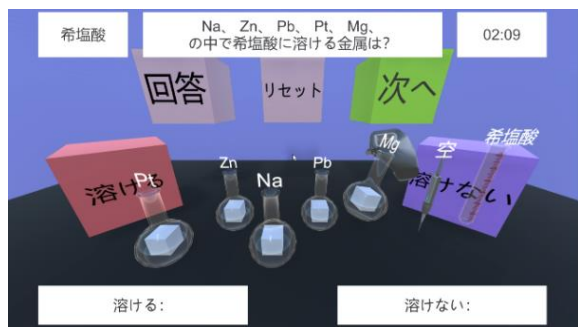


図3 仮想実験環境

操作としては、初めにピペットを試験管に当て、ピペットに試薬を入れる。その後、試薬の入ったピペットを金属の入っているフラスコに当てることにより、実験管理部が化学反応をする場合金属を消す動作を行い、被験者は試薬と金属の反応を確認をすることができる。確認を行った後に、金属が入ったビーカーを持ち、溶けるもしくは溶けないと書かれた箱に当てることによって、反応をしたかどうかの選択を選択管理部に保存する。すべての金属の反応の有無を選択したのちに、左側の回答ボタンを押すことにより正誤判定部が回答内容と問題の正解を確認し、正誤判定を行う。判定の結果全問正答の場合は正解と表示し、1問でも不正解が合った場合〇/5正解と正解した数を表示、全問不正解という場合は不正解と表示し被験者に結果を伝える。全問正答した場合のみ、右側の次へのボタンを押すことにより問題管理部が次の問題を読み出し試薬と金属を設定することによって、次の実験に進むことが可能となる。また、誤答をした場合やもう一度実験を確認したいといった場合は、中央のリセットボタンを押すことにより初期状態にすべて戻すことができ、もう一度回答前の実験からやり直すことが可能となっている。

### 3. 評価実験

提案システムを用いた場合に学習効果があるのかについて検証をするためにテキスト学習を先に行った場合をAグループ、提案システムで学習を先に行った場合をBグループとしてそれぞれ学生各5名の合計10名を対象として実験を行った。また、テキストを用いた学習を先に行った場合と提案システムを用いた学習を先に行った場合ではどちらの方が学習効果があるのかの順序効果について検証を行うための実験を行った。

実験を行った結果の各グループの得点の平均値を図4に示す。この結果からAグループおよびBグループ両方共に各テスト結果の得点が上がっていることが分かった。また、各被験者の得点の結果では、事後テスト①と②で一部の被験者は同点場合があるが、全員学習前後での点数の向上が見られた。事後テスト①と②で点数が変わらなかった理由として、事後テスト①結果が満点もしくは1問ミスであったため点数が上がるのがほぼ不可能であった。

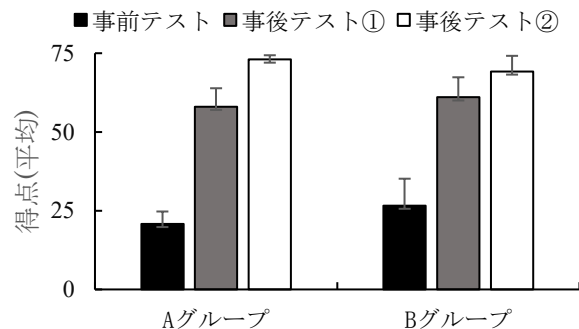


図4 検証実験の結果

学習効果があることを確認するため、事前テストおよび事後テストに関して、帰無仮説としてテキストおよび提案システムを用いた学習を行う直前のテストに対して学習後のテストの得点が上がらない。対立仮説を直前のテストに対して学習後は点数が上がるとして、t検定を行った。優位水準を5%( $p=0.05$ )とし、t検定の結果p値すべての場合において $p<0.05$ となり、優位水準をとれていることが分かった。この結果から、帰無仮説を棄却することができるため、直前のテストに対して学習後のテストは得点が上がっており、学習効果があると言えることが分かった。また、AグループとBグループを比較した場合、最終的な得点は同等であったため、テキストと提案システムのどちらを先に学習に用いたとしても問題はないということ分かった。

### 4. おわりに

本研究では、Leap Motionを用いてPC画面内の仮想の実験器具を動かすことによる仮想実験環境の提案システムを使用し学習効果の有無についての実験を行った。その結果、テキストを用いた学習及び提案システムを用いて学習の両方の場合で学習効果があるといった結果が得られた。また、提案システムはテキスト学習の前後どちらの場合でも最終的な点数に差がほぼ無いため、学習をおこなった順序に関係なく学習効果があるといったことが分かり、テキストの補助教材としても有用であるといったことが分かった。

今後の課題として、Leap Motionは手や指の動きのトラッキングが可能であるため、実験器具の操作方法についても学習ができるような、より実際の実験に近い実験操作についての学習が可能な仮想実験環境の開発が考えられる。

### 参考文献

- (1) 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)
- (2) Peter Wozniak, Oliver Vauderwange, Avikarsha Mandal, Nicolas Javahiraly, Dan Curticepan, “Possible applications of the LEAP motion controller for more interactive simulated experiments in augmented or virtual reality”, Proc. of SPIE, Vol. 9946, 99460P-12 (2016)