

非接触型インターフェースを用いた仮想化学実験環境の構築

Construction of virtual chemistry experiment environment using non-contact interface

岡本拓土^{*1}, 岡本勝^{*1}, 松原行宏^{*1}, 毛利考佑^{*1}

Takuto OKAMOTO^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Kousuke MOURI^{*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: mf67002@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：学校教育における化学では、実験を通して概念や、法則を理解することが重要視されている。実際には、実験に使用する薬品は危険なものが多く、自習に利用するには危険度が高い。本研究では、実験器具や薬品を使わず安全な自習環境を構築することを目的とし、Leap Motion を用いた手のトラッキングによる仮想実験環境を作成した。その結果、仮想空間内の実験でも現実に近い環境を構築することが可能であることを示した。

キーワード：仮想実験環境，教育支援，化学実験，非接触型インターフェース

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、化学実験では、危険な薬品を扱うことがあるため、教員等の監視の下で実験を行う必要がある。また、学習者が予習のために薬品や実験器具を用意し、自習をすることは困難である。その問題を解決するために、岡本らは AR 型反応実験環境を開発した⁽¹⁾⁽²⁾。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、マーカのみで操作で仮想現実を行うことができることで仮想現実を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、本研究では、AR マーカではなく Leap Motion を使う手法が考えられる。この手法では、画面上に表示されている実験器具を直接手で持って動かすことができ、より現実に近い実験を行うことができる。また、直観的な操作が可能となるためより操作がしやすいと考えられる。

そこで本研究では、AR マーカではなく、Leap Motion を用いて PC 画面上に表示された 3D モデルを動かすことにより、実際の実験動作に近い操作を簡単に行うことが可能な操作方法についての評価を行う。

2. システム構成

図 1 は提案環境の外観を示す。本システムは PC とその PC に繋がれた Leap Motion の 2 つで構成される。Leap Motion は手の形や位置などを 2 つのカメラを用いてトラッキングすることが可能である。また、API を導入し、Leap Motion を PC に繋ぐだけでリアルタイムに PC 画面上に表示された仮想空間の手を現実の手とほぼ同じ動きをすることが可能である。

この Leap Motion を用いてトラッキングした情報を基に、PC 画面上にある手のオブジェクトを動かすことができる。図 2 のような仮想の実験器具を動かす際には、実際に手で掴む動作をすると、仮想環境上にある手のオブジェクトが仮想環境上で触れている実験器具を掴むことができる。本研究ではイオン化傾向の実験を想定して、システムを作成した。提案システムにおけるイオン化傾向の実験は、仮想環境上の薬品の入っている試験官掴んで動かし、金属の入っているフラスコに試験官が当たると、フラスコ側が試験官側の薬品の情報を読み取り、その試験官に入っている薬品によって金属が溶けたかどうかの処理を行う。その後、図 2 の画面上部のように示してある金属が溶ける薬品すべてを選択し回答を行う。



図 1 提案環境の外観

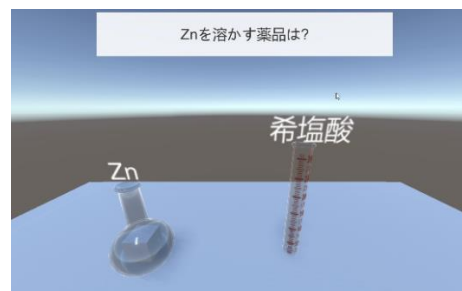


図 2 実験器具

3. 提案システムの評価

提案システムにおけるイオン化傾向の問題の回答を 30 分間、Leap Motion を扱ったことのない被験者 3 人に行ってもらい、その後 UI の見やすさや、操作のしやすさについてのアンケートを 5 段階で行った。実験の動作は、図 3 に示しているように、試験管を手で掴んだ後にフラスコに試験管を当てることによって薬品が反応し、フラスコ内にある金属が水、希塩酸、希硫酸、硝酸、王水の 5 つの薬品に対する反応を見る。その後、図 4 のように回答画面で金属を溶かすことができる薬品をすべて選択し回答を行う。この際、不正解であった場合は、もう一度金属と薬品の反応を確認し、回答をし直す。この一連の動作を繰り返し行うことにより回答をする。

次に、実験における回答にかかった時間時間の平均を図 5 に示す。被験者 A は 12.04 秒、被験者 B は 17.51 秒、被験者 C は 14.42 秒であった。また、被験者 3 人の平均時間は 14.42 秒である。結果から、問題の平均回答時間は 12 秒～18 秒の間であり、個人差はあるがスムーズに問題の回答を行うことができていることが分かった。前半と後半の解答時間の変化としては、前半 15 分では平均 19.37 秒で解答できており、後半 15 分では平均 11.47 秒で解答ができていた。早くなっている原因として、操作に慣れた結果実験動作を行うのが速くなったことに加え、金属に対応する薬品を覚えてきているため解答時間が短くなったと考えられる。

最後に、アンケート結果を表 1 に示す。このアンケートは被験者 30 分間提案システムを用いて回答を行ってもらった後に、1 を悪い、5 を良いとして 5 段階評価でアンケートを取ったものである。この結果から Leap Motion を初めて扱った被験者でも、直観的な操作が可能であったことから、実験の操作はしやすかったという事が分かった。また、自分の手で実験器具を動かしているため、薬品の反応するタイミングが分かりやすく、反応が分かりやすかったことが分かった。また、掴みやすさが平均の評価が 4.0 となっている理由として、PC 画面上で操作を行っているため、距離感が掴みにくく実験器具の位置が若干分かりにくかったためこのような結果となったということが分かった。

これらの結果から、提案システムでは化学の実験を行うことが可能であり、回答までの操作もスムーズにできるという事が分かった。

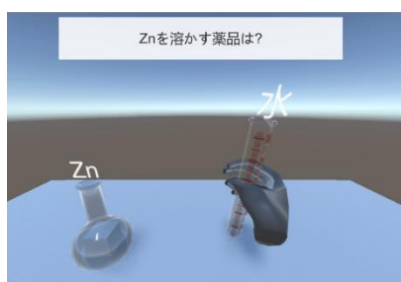


図 3 実験器具を掴む例

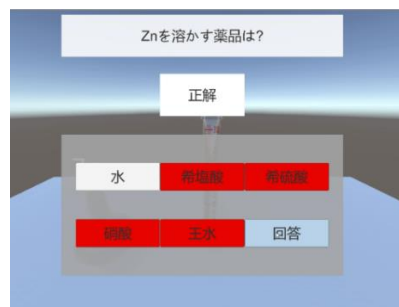


図 4 回答画面

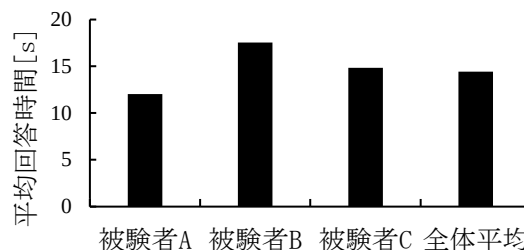


図 5 平均回答時間

表 1 アンケート結果

アンケート内容	平均	標準偏差
掴みやすいか	4.0	0.00
反応が分かりやすいか	4.7	0.47
薬品の選択がしやすいか	5.0	0.00
薬品の種類がわかりやすいか	4.3	0.47
操作は簡単か	4.7	0.47
問題は回答しやすいか	5.0	0.00

4. おわりに

本研究では、Leap Motion を用いて PC 画面上の仮想の実験器具を動かすことによる仮想実験環境での学習環境の評価を行った。実験の結果から、トラッキング性能の制約の上で仮想環境での化学実験は行うことが可能であるということが分かった。そして、被験者全員が快適に操作をすることができ、回答もスムーズに行えるという事が分かった。また、今後の課題として、より実験に近い動作の実装や今選択されている薬品や金属が分かりやすくなる UI の改善が挙げられる。

参考文献

- (1) 岡本勝, 隅田竜矢, 松原行宏: “拡張現実型マーカー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 D, Vol. J98-D, No. 1, pp. 83-93 (2015)
- (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)