

実験結果の量的変化の可視化による HMD 型 VR 化学実験学習支援システム

HMD-based VR learning support system by visualization of quantitative change of experimental results

坂本 友哉^{*1}, 岡本 勝^{*2}, 松原 行宏^{*2}, 岩根 典之^{*2}

Tomoya SAKAMOTO^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*2}, Yukihiko MATSUBARA^{*2}, and Noriyuki IWANE^{*2}

^{*1}広島市立大学情報科学部

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

^{*2}広島市立大学大学院情報科学研究科

^{*2}Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

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

あらまし：本稿では仮想環境内で化学実験を行える学習支援システムを提案した。実験結果の量的変化を可視化し、HMDを用いることで実験を行いながら可視化された情報を確認することができる。中和反応実験を学習題材とした。プロトタイプシステムの開発を行い、検証実験により本システムを用いて可視化された実験結果の確認を行いながら仮想環境内で実験を行えることを確認した。

キーワード：化学学習，可視化，Virtual Reality，Head Mounted Display

1. はじめに

近年、中学校で取り扱われる化学の分野において、実験を通して学習を行うことの重要性が増している[1]。しかし、現実の授業でより多くの実験を行うことは時間や危険性などの問題から困難である。そこで、岡本らは、仮想現実技術を用いて仮想環境内で金属イオンの沈殿反応実験を行うことができるシステムを開発した[2]。仮想環境内で実験を行うことで、授業時間の制限や危険性の問題を排し個人での実験による学習を可能とする。しかし、このシステムでは使用する物質の量によらず、どのような反応が起きるかといった質的变化についてのみ実験結果が表示されるため、量や濃度に関する内容について学習を行うことができない。

そこで、本稿では化学分野の実験で学ぶ内容で重要とされる質的变化と量的変化のうち、量的な変化について着目し、実験結果の量的な変化を伴う実験について仮想環境内で実験できるシステムを構築した。仮想環境内に実験結果の数値やグラフについて可視化を行うことによって視覚的な学習を行うことができる。ヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display：以下HMD)を用いることにより、仮想環境内で可視化された実験結果を確認しながら実験を行うことができる。本システムの検証のため実装したプロトタイプシステムでは実験結果に量的変化を含む学習分野として中和反応実験を題材とし、HMDに表示される仮想環境内にpHや滴下量などの実験結果の数値やグラフを可視化することによって量的変化を確認しながら仮想環境内で実験を行うことができる。

2. 提案システム

図1に提案システムの外観とHMDに表示されるシステム画面を示す。提案システムはHMDとコン

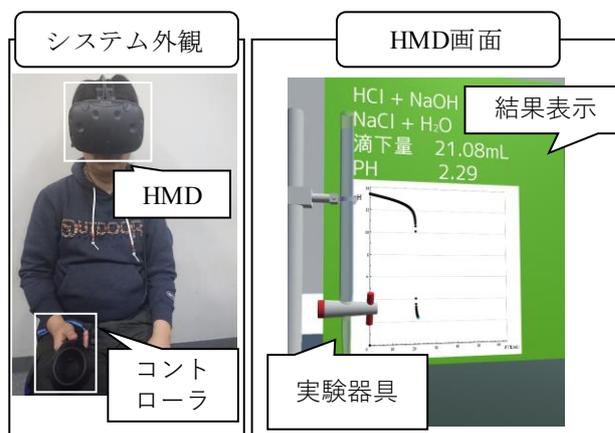


図1 提案システムの外観とシステムの画面

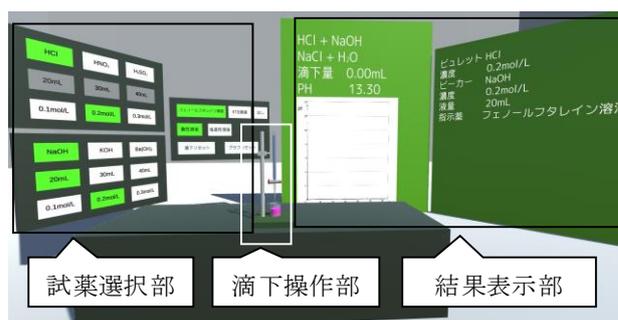


図2 仮想化学実験環境

トローラから構成される。学習者はHMDに表示される仮想実験環境内で化学実験を行う。コントローラを用いることでHMDを装着した状態でも手元を確認することなく操作することが可能となる。作成した仮想化学環境について図2に示す。試薬選択部では混合したい試薬の条件の選択を行う。滴下操作部にて滴下操作により混合する試薬の量の調整を行う。試薬が混合され、中和反応実験の進行に伴い、

結果表示部に実験結果の量的変化を数値やグラフとして可視化し表示する。これらの表示により、学習者は実験結果の量的変化を視覚的に確認しながら中和反応実験を行うことができる。また、可視化されたグラフと、異なる試薬条件により可視化されたグラフとで比較をすることができ、試薬条件の変更による実験結果への影響について学習することができる。

3. 検証実験

本システムを用いて仮想環境内で量的変化の可視化による実験結果の確認を行いながら中和反応実験が可能か検証するため、被験者に提案システムを使った学習を指示し評価を行った。被験者は事前調査により中和反応における試薬の量と濃度や種類による結果への影響を既知であることを確認した大学生3人(A, B, C)である。システムを用いた学習では操作説明の後に、混合してもらいたい試薬の組み合わせを指示し、試薬選択操作および滴下操作を行ってもらった。図3に被験者Aの検証実験結果のグラフを示す。表1に各被験者の実験結果を示す。滴下操作中結果表示を見ている割合は、実験中滴下操作を行っている時間のうち、HMDの向きの値から算出した結果表示方向を見ている時間の割合とした。可視化された数値やグラフを確認しながら実験を行っている時間の割合から、学習者は滴下操作を行っている時間のうち平均77%の間、表示される結果を確認しながら実験操作を行ったことがわかる。また、検証実験後の事後アンケート結果について表2に示す。

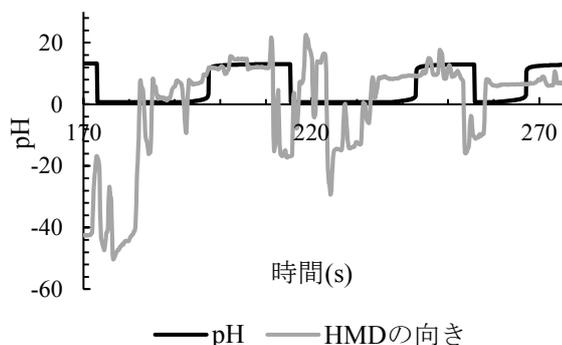


図3 検証実験結果グラフ

表1 検証実験の結果

被験者	全体実験時間(s)	滴下操作時間(s)	滴下操作中結果表示を見ている割合(%)
A	683.0	271.7	78.91
B	786.9	274.1	69.00
C	538.1	221.6	83.80
平均	669.3	255.8	77.20

表2 事後アンケート結果

No.	質問内容	回答平均
1	操作はわかりやすかったか	4.7
2	文字表示される実験結果はわかりやすかったか	3.7
3	グラフで表示される結果はわかりやすかったか	5.0
4	複数のグラフによる比較はできたか	4.7

No. 1の質問より、回答平均が4.7と高いことから被験者はコントローラを用いた操作に関して問題なく理解し実験を行うことができたと思われる。実験結果の量的変化の可視化に関する質問に関して、No. 2の文字表示による実験結果の可視化に関する質問の回答平均に比べてNo. 3, No. 4のグラフによる実験結果の可視化に関する質問の回答平均のほうが高くなっている。学習者へのわかりやすさの点において文字による可視化より、グラフによる可視化のほうが優れていたことがわかる。また、グラフに関する二つの質問の回答平均は5.0および4.7と高くなっている。グラフによる実験結果の可視化は変化を確認しながら実験を行うにあたり有効に働いたと考えられる。

以上より本システムを用いることで可視化された実験結果の量的変化を確認しながら中和反応実験を行うことができたと言える。

4. おわりに

本稿では化学実験による学習内容として量的変化に着目し、仮想環境内で化学実験を行うことができる学習支援システムを構築した。量的変化を伴う化学実験に関して、実験結果を可視化することで視覚的な学習を行える。さらにHMDを用いることで可視化された実験結果を確認しながら実験を行うことが可能となる。本システムの検証のため、中和反応実験を学習題材としたプロトタイプシステムを作成した。プロトタイプシステムを用いた検証実験により、学習者が可視化された実験結果の量的変化を確認しながら中和反応実験を行うことができることを確認した。

今後の課題としては、中和反応を未学習の学習者を対象に、本システムを用いた検証実験を行い、量的変化に関する学習効果の検証を行うことが挙げられる。

参考文献

- (1) 文部科学省：“第1章 総説，中学校学習指導要領解説理科編”，pp. 1-22 (2017)
- (2) 岡本勝，前場凌太，松原行宏：“HMDを用いたVR型有機化学学習支援環境の開発”，教育システム情報学会第43回全国大会，pp. 193-194 (2018)