

HMD を用いた体験型学習支援インタフェースの検討

Experience-based Learning Support Interface using HMD

岡本勝*¹

Masaru Okamoto

松原行宏*¹

Yukihiro Matsubara

*¹ 広島市立大学大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University

In this paper, experience-based learning support interfaces using HMD are proposed. HMD can give high realistic sensation and immersion. However, there are some problems to perform experiments in HMD based virtual environment. AR-based learning support system and VR-based learning support system are developed to learn inorganic chemistry and physics (in particular dynamics). To evaluate the advantage of proposed interfaces, some experiments are conducted.

1. はじめに

ICT 技術や画像認識手法の向上により、さまざまな学習支援システムの研究、開発が進められている。特に我々は、バーチャルリアリティ(VR)、拡張現実感技術(AR)や反力フィードバックを行えるインタフェースデバイスに着目し、仮想環境内の物理実験や化学実験を通じて体験的な学習を支援するシステムを開発してきた。

沖見らは、AR 技術を用いて滑車実験を仮想環境内で実施できる学習支援システムを開発した[沖見 13]。このシステムでは、実環境で配置したマークをカメラで認識し、対応する滑車を仮想環境内に配置することで様々な滑車パターン設計を可能とし、反力提示デバイスから滑車配置の違いにより、重さの変化を実際に体験することで学習を進めることができる。また、我々は同様に AR 技術を用いることで無機化学実験を仮想環境内で実施できる学習支援システムも開発してきた[岡本 15]。このシステムを用いることにより、実環境内のマークに実験器具や試薬・水溶液を対応させることで、無機化学に関する定性分析実験を行える。これらのシステムではカメラで撮影された映像に対応する CG を拡張表示することで仮想実験環境を構築し、学習者はディスプレイ上に表示された仮想環境を確認しながら学習を進めることができる。

また、近年ではヘッドマウントディスプレイ(HMD)の普及が進んでおり、より没入感、臨場感の高い VR の実現が期待されている。このような HMD を用いた学習支援システムに関する研究も行われている。川井らは没入型 HMD と AR を組み合わせた避難訓練システムを実現し、視覚的なリアリティの向上を示してきた[川井 15]。一方、理科実験を対象とした仮想環境内では、実験器具操作や物理特性に関するパラメータ調整などの操作を実施する必要がある。しかし HMD を用いた場合には VR 型仮想環境では学習者の手元を視覚的に確認することは不可能となり、カメラ映像を用いた AR 型環境でも視認性の低下が操作性に影響する可能性がある。

そこで本稿では、HMD を用いた仮想理科実験を行える学習支援環境を実現し、仮想実験実施可能となるインタフェースの実現を目指す。化学実験および物理実験の特性を考慮し、に適切と考えられる AR 型、VR 型の仮想実験環境をそれぞれ設計し、プロトタイプシステムの開発および検証を行う。

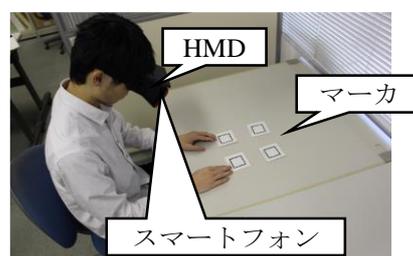


図1 システム外観

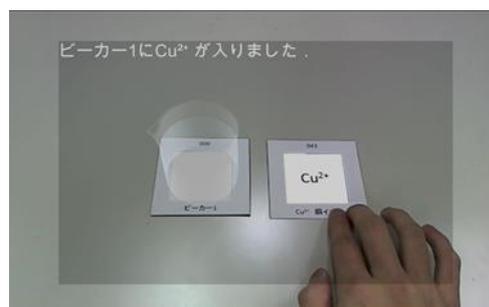


図2 仮想環境での無機化学実験例

2. AR 型無機化学学習支援環境

2.1 システム構成

図 1 に無機化学学習支援システムの外観を示す。本システムの HMD はスマートフォン端末と端末を固定するための VR ビューワから構成される。学習者は HMD を装着し、端末上のカメラで撮影された映像が表示されるディスプレイを見ながら、実験を進めていく。このディスプレイ上では両眼それぞれに対応した映像が表示される。撮影範囲内にマークが存在し、システムによって認識されたとき、対応する CG がマーク上に表示される。

無機化学では実験器具への試薬、水溶液の投入による化学反応の変化を通じて定性的な分析を行う必要があるが、

本システムでは試薬、水溶液に対応するマークを実験器具に対応するマークに近づけることによってこのような操作を仮想環境内で実行できる。図 2 に銅イオンマークを使ってビーカー内に銅イオン水溶液を作成した状況を示す。このような操作を通じて学習を進めていく。

表 1 無機化学仮想実験実施にかかる時間(かつこ内は比較システムを用いた経過時間)

被験者	A	B	C	D
1	12(9)	9(12)	10(10)	7(8)
2	5(4)	5(4)	4(4)	3(3)
3	22(21)	32(24)	20(20)	12(9)
4	120(93)	120(119)	120(82)	45(54)

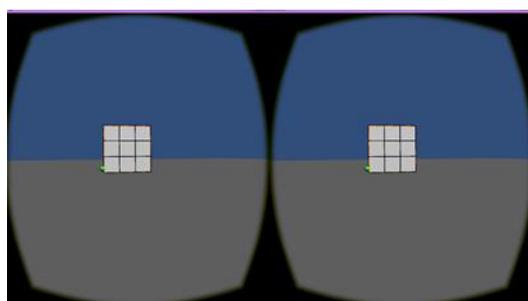
(a) 反力提示デバイス (b) HMDとUSBカメラ
図 3 使用デバイスの外観

図 4 実行画面例

2.2 検証実験

従来の無機化学学習支援手法[岡本 15]との比較実験を行った。本実験では、4名の被験者に本システムと比較システムを用いた4種の仮想実験を行うよう指示し、実験終了までにかかった時間を比較する。表1に実験結果を示す(単位は秒)。表中のかっこ内は比較システムを用いた仮想実験での経過時間である。表より、どちらのシステムを用いた場合でもほぼ同様の経過時間で実験を実行可能であることが確認できた。この結果からHMD環境でも十分に無機化学実験を行える学習支援環境の実現が可能であることが確認できた。

3. VR型力学実験学習支援環境

3.1 システム構成

図3に力学学習支援システムに用いるデバイスの外観を示す。本システムでは入出力インターフェースとして図3(a)の反力提示デバイスを用いることで、対象物操作とその質量の体感を実現する。また、仮想環境映像は図3(b)のHMDを通じて学習者に出力される。本システムで実現する仮想環境例を図4に示す。図のように表示された仮想環境を学習者がHMDを通じて確認することによって、奥行きを認識しやすい環境内での実験が可能となる。この仮想環境では学習者は操作対象となるボールに対して指定した力を印加可能としており、環境内の物体のパラメータ(質量, 反発係数, 摩擦係数など)を任意に変更しながら実験を進めていく中で、物理特性の体験が可能となる。

このような力学実験では広い空間で実験が行われることも多く、前節で示したような拡張現実型の仮想環境では使用する部屋の広さが制約となりうる。一方で力学実験では、様々な力学上のパラメータ変更に伴う運動の比較を通じて検証を行っていくことが考えられるため、操作デバイスやパラメータ入力のためのキーボードを視覚的に確認できる必要がある。このような場合、現実空間からの視覚情報が遮断されるHMDを装着したままでは実験を行うことが困難となる。

そこで本システムでは、学習者の操作意図をもとに現実空間の映像を仮想環境内に提示できる機能を設計した。事前に、学習者の意図としてHMDに現実空間の映像を表示した状態で、キーボードの配置箇所を見るよう指示を与え、キーボードを見ようとする動作、キーボードを見ている時のHMDの角度を算出した。この事前に求めたHMDの角速度、角度が検出できた時には学習者に現実空間の映像を提示するよう設定した。

3.2 検証実験

開発システムにおいて、現実空間提示有無による操作時間などの比較を行った。3名の被験者に本システムを通じて、1. 的にボールを当てる投射、2. ボールの質量を変更し、再度投射して当てる、3. 的に質量と反発係数を変更して再度投射して当てるという3プロセスを実行するよう指示した。なお、現実空間提示を行わない場合は、確認のためHMDを外すことを許可した。

現実空間の提示がある場合とない場合での終了までの平均時間はそれぞれ、42.7秒と87.4秒となった。差が発生した要因として、後者の場合ではHMD取り外し時間の他に、HMD再装着後の投射においてほぼ失投となっていたことが考えられる。現実空間の提示を行わない実験では、HMDを装着し直した後、投射を行うためのインターフェース(図3(a))を持っているが、デバイスの向きを正確に把握できない点が原因だという意見が、被験者へのアンケートでも確認できた。一方、提案システムであれば学習者の操作意図に応じて現実空間映像の提示が行われるため、このような問題を回避できたと考えられる。以上より、提案手法における現実空間映像と仮想環境映像の切り替えによる操作性の向上が確認できた。

4. おわりに

本稿では、HMDを用いた体験型理科学習支援システムの開発を行った。無機化学と物理(力学)の実験を対象とし、それぞれに適したHMD環境での操作方法について検証を行った。今後は本稿で提示した手法におけるHMDを用いることが学習に与える影響を示していく予定である。

なお、本研究の一部は科学研究費補助金若手研究(B)(No. 26750082)の援助による。

参考文献

- [沖見 2013] 沖見圭洋, 松原行宏: 拡張現実型マーカーを用いた滑車配置実験のための学習支援システム, 日本教育工学会論文誌, Vol. 37, No. 2, pp. 107-116, 2013.
- [岡本 2015] 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.
- [川井 2015] 川井淳矢, 岩間智視, 光原弘幸, 田中一基, 井若和久, 上月康則: 没入型HMDとARを組み合わせたインタラクティブな避難訓練システム, 雑誌名, 出版社, 発行年教育システム情報学会研究報告, Vol. 29, No. 5, pp. 71-78, 2015.