小型タブレット端末を用いた AR 型無機化学学習支援環境

AR based Inorganic Chemistry Learning Support Environment using Compact Tablet Device

石村 司[*1], 岡本 勝[*1], 松原 行宏[*1], 岩根 典之[*1]
Tsukasa Ishimura[*1], Masaru OKAMOTO[*1], Yukihiro MATSUBARA[*1], Noriyuki IWANE[*1]
[*1] 広島市立大学　情報科学研究科
[*1]Graduate School of Information Sciences, Hiroshima City University
Email: lishimura@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：小型タブレット端末を用いた AR 型無機化学学習支援環境を提案する．小型タブレット端末のカメラで撮影した学習者のマーカ操作をもとに仮想環境を拡張現実的に構築することで，現実と CG を組み合わせた仮想実験を行える．さらに小型タブレット端末を HMD の表示部として装着することで，ディスプレイの小ささの影響を受けずに仮想実験を行える．検証では，提案システムを用いて仮想実験が行えることを従来システムとの比較を通じて確認した．
キーワード：小型タブレット端末，AR，HMD，化学

1. はじめに

高等学校における化学では実験を通じた学習が重要とされているが(1)，授業時間外に実験を通じた学習を行うことは困難である．そのため，計算機上で仮想的に実験が行えるシステムの開発が行われている．岡本らは AR（拡張現実）技術を用いた無機化学学習支援システムを開発した(2). このシステムは PC, ディスプレイ，USB カメラから構成され，学習者は実験器具や試薬に見立てたマーカを操作することで実験を進める．マーカ操作を撮影した映像をもとにマーカの種類と位置情報を認識し，撮影した映像に実験状況に対応する CG を拡張表示することで仮想実験環境を構築する．しかし，岡本らのシステムで仮想実験を行うためには PC, USB カメラ，ディスプレイが必要であり，準備が大掛かりになり手軽に実験を行うことが困難である．

また近年，情報技術の急速な発達により小型タブレット端末の普及が進んでおり，教育現場での活用が行われている．教育現場で小型タブレット端末を用いる利点として，可搬性の高く手軽に教材として利用できることが挙げられる．

そこで本研究では，小型タブレット端末を HMD(ヘッドマウントディスプレイ)として用いた AR 型無機化学学習支援システムを提案する．可搬性が高く普及も進んでいる小型タブレット端末を用いて行える仮想実験環境を構築することで，教室や自宅など仮想実験を行える場所が増えると考えられる．小型タブレット端末のディスプレイが小さく視認性の低下を招くと考えられるため，小型タブレット端末を HMD の表示部として用いる．学習者の目の前に仮想環境を提示するため，ディスプレイのサイズによる影響を受けずに仮想実験を行える．

2. 提案システム

図 1 に提案システムの外観を示す．入出力インタフェースは 2 眼 VR ビューワー，マーカ，小型タブレット端末から構成される．図のように小型タブレット端末を挿入した 2 眼 VR ビューワーを頭に装着することで小型タブレット端末を HMD の表示部として用いることができる．小型タブレット端末を HMD として用いることで，ディスプレイが学習者の目の前に固定されるため視認性が向上し，両手を使った実験を可能にする．小型タブレット端末に内蔵されたカメラで撮影した学習者のマーカ操作をもとに仮想環境を拡張現実的に構築することで，現実と CG を組み合わせた仮想実験を行える．カメラの向きが学習者の顔の向きに対応するため実験範囲が固定されず，学習者が多くのマーカを用いた複雑な実験を行うことを可能にする．学習者は図中のマーカを操作することで仮想環境内での実験を進める．実際の無機化学実験では反応を確認するために試薬や水溶液をビーカーに投入する必要がある．提案システムではビーカーマーカに試薬マーカを近付けることでビーカーに試薬を投入する操作を仮想環境内で実現できる．

図 2 にマーカをカメラで撮影した映像を示す．図のように学習者がマーカを配置することでシステムに入力を行え，マーカに対応する CG が提示されることで仮想環境を構築できる．図 3 に図 2 の映像をもとに構築された仮想環境を小型タブレット端末に提示したときの画面を示す．構築された仮想環境は図のように左目用，右目用の映像に分けて小型タブレット端末の画面に表示される．2 眼 VR ビューワーには 2 つのレンズがついており，図の左右に分かれた映像を 2 つのレンズを通じて見ることで，学習者は仮想環境を確認できる．図では配置したマーカに対応するビーカー，ガスバーナー，ろうと，白金線，の CG が表示されており，学習者はマーカの上に実験器具の CG が重畳表示されている仮想環境を確認することができる．提案システムでは，炎色反

図 1　システムの外観

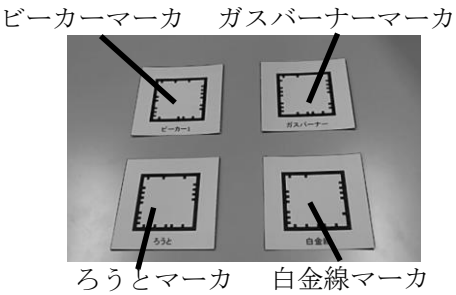

図 2　カメラで撮影した映像

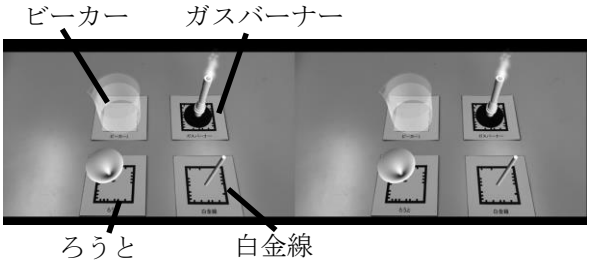

図 3　小型タブレット端末に表示された仮想環境

応，沈殿反応，定性分析の仮想実験を行うことができる．PC, ディスプレイ，USB カメラを用いて行っていた演算，表示，撮影の各機能を小型タブレット端末のみで実現できる．小型タブレット端末を用いた HMD 単体で仮想化学実験が可能となるため，従来システム(2)と比較して，教室や自宅などシステムを用いた学習を行える場所が増加すると期待できる．

3.　検証実験

陽イオンの分離を行う定性分析実験の問題を出題し，提案システムを用いて仮想実験が行えることを従来システム(2)との比較を通じて確認する．図 4 に被験者に出題する定性分析の問題を示す．問題は 5 つの設問(a)～(e)に分かれており，被験者は仮想実験を通じて各設問の陽イオンと沈殿物の分離に必要な試薬を解答する．被験者 4 名(A～D)には提案システムを用いて問題を解答させ，被験者 4 名(E～H)には従来システム(2)を用いて問題を解答させる．各設問の正答数と，被験者が設問に解答するために行なった仮想実験の実験時間の比較を行う．

表 1 に各被験者の実験時間を示す．被験者全員が

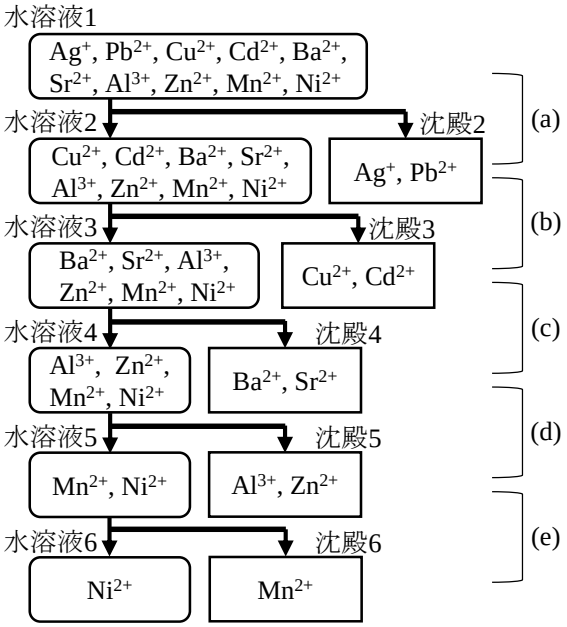

図 4　被験者に出題する問題

表 1　各被験者の実験時間

提案システム		従来システム(2)	
被験者	実験時間	被験者	実験時間
A	23 分 33 秒	E	22 分 56 秒
B	23 分 35 秒	F	18 分 7 秒
C	14 分 38 秒	G	25 分 39 秒
D	16 分 16 秒	H	15 分 47 秒

全ての設問に正解できており，提案システムを用いた被験者の平均実験時間は 19 分 31 秒，従来システムを用いた被験者の平均実験時間は 20 分 37 秒であった．沈殿反応を確認した順番などにより被験者ごとの実験時間に多少のばらつきはあったが，従来システムと同程度の実験時間で仮想実験を行えることを確認した．また，従来システムを用いた被験者には一部の陽イオンの沈殿反応の有無を確認せずに解答を行う傾向が見られた．

以上より，提案システムを用いて従来システムと同様に仮想実験が行えること確認した．

4.　まとめと今後の課題

本研究では，小型タブレット端末を HMD として用いた AR 型無機化学学習支援システムを提案した．検証より，提案システムを用いて仮想化学実験が行えることを確認した．今後の課題として，提案システムを用いることによる学習効果についての検証を行うことなどが挙げられる．

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 理数編”，実教出版株式会社, pp. 49-71（2009）
(2) 岡本勝，隅田竜矢，松原行宏:“拡張現実型マーカ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, Vol. J98-D, No. 1, pp. 83-93 （2015）