

拡張現実型仮想環境での設問提示を伴う無機化学学習支援システム

Question based Inorganic Chemistry Learning Support System using Augmented Reality for Virtual Environment

隅田 竜矢^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 松原 行宏^{*1}

Ryoya SUMIDA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*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: sumida@lake.info.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 本稿では, 拡張現実型仮想環境において設問提示を伴う無機化学学習支援システムを提案する. 学習者は, 無機化学における定性分析実験の反応に関する設問の解答を仮想実験で調べ, 実験結果を用いて解答することで学習を進める. 拡張現実感を用いて構築した仮想実験環境でマーカー型インタフェースを用いて実験を行う. 評価実験では, 提案システムを利用した定性分析反応に関する知識獲得の効果を示す.
キーワード: 拡張現実感, 仮想無機化学実験, 設問提示, 体験学習

1. はじめに

高等学校における無機化学をはじめとする化学学習では, 実験を通じた学習が重要視されているが, 授業時間外, 特に家庭などでの復習では実験を伴う学習を行えない. このため, 計算機上で仮想的に化学実験を行うシステムについて様々な研究が行われている.

高橋らは, 理論化学分野における化学現象を再現可能な仮想実験環境を構築し, 演習を行えるシステムを開発した⁽¹⁾. このシステムでは, 仮想的に中和反応実験が行え, モル濃度の計算など理論化学分野に関する演習を行える. 一方, 村井らは無機化学分野に着目し, 拡張現実感を用いて仮想実験環境を構築するマーカー型インタフェースを開発した⁽²⁾. このインタフェースは, 実験器具や元素などの対象物をマーカーで代用し, 拡張現実感を用いて仮想実験環境を構築する. インタフェースとなるマーカーを操作することで仮想的に無機化学実験を行える. しかし, このシステムでは主体的な実験を前提としており, 家庭での復習には, 特定の反応について学習するための学習課題の設定が必要であり, 実験操作ミスにより生じた誤った結果を誤認してしまう可能性があるため正しい結果であることを確認できる必要があると考えられる.

そこで本研究では, 無機化学の定性分析実験に関する演習が仮想実験を通じて行える学習支援システムを提案する. 学習者は, 定性分析実験に関する設問に対して仮想実験を行い, 実験結果を用いて解答を行うことで学習を進める. また, システムは解答に対して実験結果が提示設問に対応しているか正誤判定を行うことで, 学習者に実験結果の誤認を回避させる.

2. システム構成

図1に提案システムの外観を示す. 図のように入出力インタフェースはマーカー, USBカメラ, ディ



図1 提案システムの外観

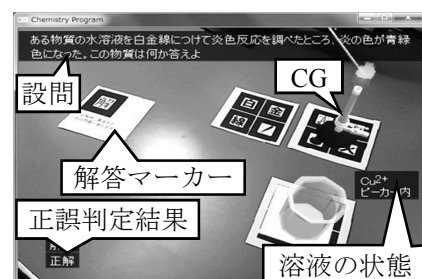


図2 仮想実験環境

スプレイから構成される. マーカーは, ARToolKitライブラリで用いられるマーカーを利用し, 仮想実験と演習の解答に用いる. マーカーのみで仮想実験と演習の解答が行えることで, インタフェースの煩雑化を防げる. 学習者が仮想実験や演習の解答で行うマーカー操作を USB カメラで撮影し, システムは撮影したカメラ映像からマーカーを認識する. 認識したマーカーに対応する実験器具の CG を撮影した映像のマーカー上に重ね合わせ, 仮想実験に用いる元素や試薬によって CG を変化させることで特定の定性分析実験の反応を再現できる. このように撮影映像に重畳表示した仮想実験環境や仮想実験の反応をディスプレイ上にフィードバックすることで, 学習者は仮想実験を通じて定性分析実験の反応に関する知識を学んでいく.

図2に提案システムで構築する仮想実験環境を示す. 図のようにシステムでは, 実験器具などの CG



図3 不正解時のフィードバック例

の他に、設問、仮想実験で使用する水溶液に含まれる元素や試薬の状態、さらに正誤判定結果をディスプレイ上に提示する。設問は、学習者に対して学習課題となる実験を与えるため、無機化学の定性分析実験の反応に関する設問を提示する。学習者は、提示設問を確認した後、仮想実験環境の各マーカーに対応したCGや溶液の状態を確認しながら、提示設問に対応した仮想実験を進める。仮想実験環境では、実験器具や元素などに対応する各マーカーを近付ける操作によって、3種類の定性分析実験を仮想的に行える。学習者は、提示設問に対応した仮想実験を行った後、仮想実験によって生じた実験結果を用いて設問に解答する。解答は、解答マーカーを表にする操作により行え、生じた実験結果が設問内容に対応しているか判定し、正誤判定結果を提示する。学習者は、提示された正誤判定結果を確認することで、提示設問に対して行った仮想実験によって生じた結果の正当性を確認できる。不正解時に提示されるフィードバック例を図3に示す。不正解時は、仮想実験結果が設問に対応する実験結果でないことと再実験を促す情報が学習者にフィードバックされる。再実験を促すことで学習者は、誤った実験結果の状態を演習を終了することを防ぐことができ、誤った化学反応の誤認を回避できる。

3. 学習効果評価実験

提案システムを用いた学習過程を通じて、手法の評価を行う。本評価実験の学習課題は、無機化学の教科書⁽³⁾に記載された実験で最も反応パターンが多い沈殿反応とする。設問数は、沈殿反応に関する35問とする。また、本評価実験では、演習による知識獲得の効果を継続的に確認するために演習毎に紙上テストを行い、被験者は大学院生1名とした。なお、1回の演習で提示する設問は7問とした。実験手順を以下に示す。

まず、沈殿反応に関する設問7問で提案システムを用いて演習を行い、直後に設問に関するテストを実施した。前演習の翌日から4日後に、テストで正解した設問をまだ演習していない設問に変更し、変更した設問について演習を行い、直後に再度テストを行う。ここで行うテストは、過去に正解した設問内容を忘れる可能性があるため、これまでに演習で行った沈殿反応に関する全設問を与えた。また、テストでこれまでに演習で行った設問を間違えた場合

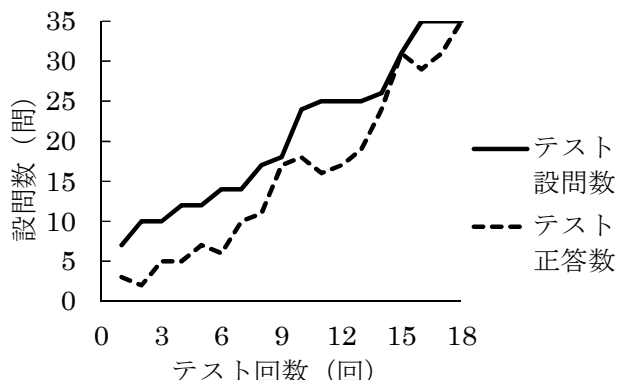


図4 被験者のテスト設問数と正答数の変化

は、次回の演習で再度演習を行う。このように、実験手順はテストで正答した設問を演習未実施の設問に変更した上で演習を行い、前演習までの全設問についてテストを行うことを繰り返す。以上の手順で、学習者は沈殿反応に関する設問35問について学習を進める。

図4に被験者のテスト設問数と正答数の変化を示す。図から、テスト設問数と正答数がテスト回数とともに増加していることが確認できる。よって、提案システムを用いて繰り返し演習を行うことで、学習を進められることを確認できた。さらに、図の18回目のテストでは、演習を行った沈殿反応に関する35問の設問全てに正解できていることが確認できる。このことから、被験者はシステムを繰り返し利用することで、学習課題である設問35問に対応する沈殿反応に関する知識を獲得できたと考えられる。

以上より、提案システムを用いて無機化学反応の学習が行え、継続的な利用を通じて、一般的な無機化学反応を学べることを示した。

4. おわりに

本稿では、無機化学反応に関する演習が仮想実験を通じて行える学習支援システムを提案した。評価実験より、提案システムを継続的に利用することによる定性分析実験の反応に関する知識獲得の効果を確認した。今後の課題として、評価実験の被験者の追加、様々な無機化学反応を学習できるシステムへの拡張などが挙げられる。

なお、本研究の一部は科学研究費補助金若手研究(B) (No.22700819)の援助による。

参考文献

- (1) 高橋勇, 小西達祐, 伊東幸宏: “高等学校の化学実験を題材とした教育支援システムの対象世界モデルについて”, 日本化学会情報化学部会誌, Vol. 20, No. 1, pp. 11-15 (2002)
- (2) 村井貴行, 岡本勝, 松原行宏, 岩根典之: “拡張現実空間における化学実験環境操作インタフェースの開発”, 教育システム情報学会第36回全国大会講演論文集, pp. 442-443 (2011)
- (3) 坪村宏, 斎藤烈, 山本隆一, 他: “高等学校化学I”, 株式会社新興出版社啓林館 (2003)