

行動履歴に基づく問題選択機能を有する AR 型無機化学学習支援システム

AR-based Learning Support System for Inorganic Chemistry with Question Selection Method from User's Operation in Virtual Space.

岡本 勝^{*1}, 隅田 竜矢^{*1}, 松原 行宏^{*1}
Masaru OKAMOTO^{*1}, Ryoya SUMIDA^{*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: okamoto@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし：本稿では、学習者の仮想実験状態に応じて設問提示を伴う無機化学学習支援システムを提案した。学習者の行動履歴をもとに出題する設問を確率的に決定することによって、学習者が十分に理解できていないと想定される知識に関する設問を優先的に出題できる。出題される設問を行動履歴のみから推定することによって、学習者は学習状況の確認を目的としたテストなどを行わずに、実験のみを通じて学習を進めていける。評価実験により、提案システムを用いた演習を継続的に行うことで、学習を進められ、無機化学反応に関する知識獲得の効果の可能性を確認できた。

キーワード：拡張現実感、化学学習、確率モデル、繰り返し学習

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視されているが、授業時間外では実験を伴う学習を行えないため、仮想的に実験が行えるシステムが必要となる。高橋らは理論化学を対象とした化学現象を再現可能な仮想環境を構築し、演習を行うシステムを開発した⁽¹⁾。このシステムでは、仮想環境を構築し、中和反応に関する実験の再現やモル濃度の計算などの演習が行える。

一方、我々の研究グループでは、無機化学学習を対象として、拡張現実感技術を用いた仮想環境内で実験を行える学習支援環境を提案してきた⁽²⁾。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ことができ、システムを継続的に利用することによって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⁽³⁾。しかしながら、提示される設問を自動的に選定することができないため、事前に行った紙上テストなどの結果から提示設問を毎回決定する必要があった。

そこで本研究では、学習者の理解状態に応じて自動的に提示設問を決定できる無機化学学習支援システムを提案する。学習者の仮想実験環境内での行動履歴から、提示設問の反応に関する学習者の理解状態を確率的に推定し、推定結果を用いて次演習の提示設問を決定する。学習者は推定された設問に対応する実験を行いながら学習を進めていく。以下、提案手法の詳細を示す。

2. 提案システム

図 1 に提案システムの仮想環境を示す。本システムでは、入出力インタフェースはマーカー、USB カメラ、ディスプレイから構成され、ディスプレイ上に図 1 の仮想環境を構築する。

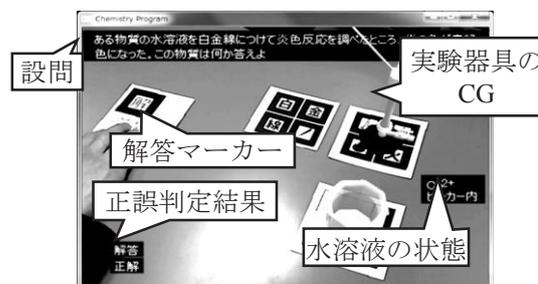


図 1 仮想環境

入出力インタフェースでは、学習者が仮想実験や演習の解答のために行うマーカー操作を USB カメラの撮影映像から認識する。認識したマーカーの映像に図 2 のようにマーカーに対応する実験器具の CG を重畳表示し、仮想実験に用いる元素や試薬によって実験器具の CG を変化させることで、定性分析実験の反応を再現できる。また、提案システムでは、実験器具の CG の他に、設問、仮想実験で使用する元素や試薬を含む水溶液の状態、正誤判定結果をディスプレイ上の仮想環境に提示する。学習者は、提示設問を確認した後、仮想環境の各マーカーに対応した実験器具の CG や水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。学習者は、正誤判定結果を確認することで、仮想実験により生じた実験結果の正当性を確認でき、反応の誤認を回避できる。

演習中は、各設問に対する学習者のマーカー操作から、実験時間と解答時間、実験試行回数、不正解回数の情報を取得しておく。取得した仮想実験状態の情報をもとに、次演習の提示設問を決定する。提示設問は、全設問に出題される割合を設定し、ランダムに選択する。全設問に割合を設定することで、一度覚えた反応に関する設問も再度演習で提示され

る可能性を残せる。割合の設定方法は、演習した各設問の反応に関する学習者の理解状態を不正解回数が 1 回以上などの四つの条件により推定し、推定条件に当てはまる設問の割合を高く設定する。なお、推定条件は、事前に用意した設問に対する仮想実験の様子映像を複数の判定者に確認させ、実験実施者が反応を覚えていないと判定者が考えた四つの条件を扱う。演習で提示される設問を 350 回のシミュレーションにより決定した設問の提示回数を図 2 に示す。ここでは、設問番号 21, 29 が推定条件の一つに当てはまる場合、設問番号 21, 29 の割合は図 3 のように高く設定される。図 2 から、割合を高く設定した設問番号 21, 29 の提示回数が多いことを確認できる。従って、反応を覚えていないと推定した設問の割合を高く設定することで、反応を覚えていない設問を提示されやすくなる。このように、学習者の実験状態をもとに各設問に割合を設定することで、次演習では学習者の理解状態に合うような設問を提示する。

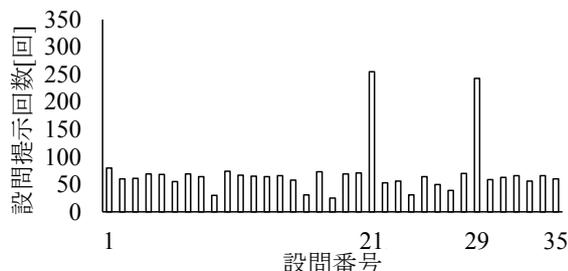


図 2 シミュレーションによる設問提示回数

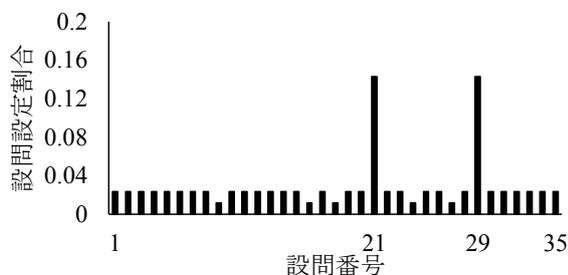


図 3 各設問に対応する設定割合

3. 評価実験

本評価実験では、学習課題は沈殿反応に関する 35 問とし、1 回の演習で提示する設問は 7 問とした。また、被験者は大学院生 1 名とした。

評価実験手順は、仮想実験状態に応じて決定した提示設問について演習を行わせた。次に、前演習の翌日から 4 日後までに、それまで演習した沈殿反応に関する全設問について紙上テストを行い、直後に、実験状態に応じて決定した提示設問について演習を行わせた。これらの手順を繰り返すことで、被験者は学習課題の 35 問について学習を進めた。なお、各テスト後は被験者に対して正答は提示していない。

被験者のテスト出題設問数と正解数の推移を図 4

に示す。図から、テスト出題設問数と設問正解数がテスト回数とともに増加していることが分かる。従って、仮想実験状態に応じて決定した提示設問についての演習を繰り返し行うことで、学習を進められる可能性を確認できた。さらに、図の 19 回目の紙上テストでは、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、被験者は仮想実験状態に応じて決定した提示設問についての演習を繰り返し行うことで、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た学習者の仮想実験状態に応じた設問提示による演習を継続的に行うことで、学習を進められ、無機化学反応に関する知識獲得の効果の可能性を確認できた。

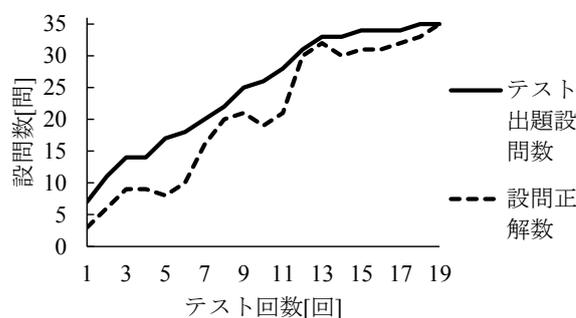


図 4 テスト出題設問数と正解数の推移

4. わりに

本稿では、学習者の仮想実験状態に応じて設問提示を伴う無機化学学習支援システムを提案した。学習者の過去の行動履歴より確率的に出題設問を推定することによって、適切な問題を選択できる。評価実験により、提案システムを用いた演習を継続的に行うことで、学習を進められ、無機化学反応に関する知識獲得の効果の可能性を確認できた。今後は、学習効果の評価実験を様々な反応に対しても行っていく必要がある。

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

- (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) Okamoto, M., Sumida, R. & Matsubara, Y.: “Inorganic Chemistry Learning Support System using AR-based Virtual Environment and Question Recommendation Method”, Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education, pp. 411-417(2013)
- (3) 隅田竜矢, 岡本勝, 松原行宏: “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”, 教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集, pp. 107-108 (2013)