

仮想電気分解実験における部分的な情報提示を用いた学習支援システム

Learning support system using partial information presentation in virtual electrolysis experiments

沖田 康弘^{*1}, 岡本 勝^{*1}, 松原 行宏^{*1}, 毛利 考佑^{*1}
 Yasuhiro OKITA^{*1}, Masaru OKAMOTO^{*1}, Yukihiro MATSUBARA^{*1}, Kousuke MOURI^{*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: mh67005@e.hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: 本研究では、各電極での原理を正しく対応付けて学習するための部分的な情報提示を提案する。従来のシステムでは 2 か所同時に可視化されたイオンが動くことで原理の見落としをする可能性が存在したが、片方のみの電極を表示させることで見落としを防ぎ原理を対応付けて確認することができる。検証実験により、部分的な情報提示を行うことで各電極での原理を対応付けて確認することができた。

キーワード: 化学教育, 電気分解, 学習支援, 仮想実験, 情報提示

1. はじめに

高校化学の学習指導要領では、実験を行うことを通して化学の基本的な概念や原理、法則の理解を測ることが重要視されている⁽¹⁾。しかし、実際の実験では化学反応における現象しか確認することができず、原理を直接目で見て確認することはできない。

このような問題を解決するために、我々はイオンの可視化に着目し、実験を通して原理について学習可能な仮想電気分解実験環境を開発した⁽²⁾。水溶液中に電子やイオンを可視化させることで、電気分解反応における原理について確認できる。しかし、検証実験で行ったテストによると陽極と陰極で発生した物質を逆で答え、どちらの電極で発生した物質なのかを対応付けられなかった人が存在した。

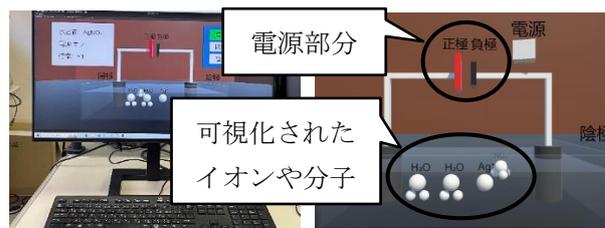
そこで、本研究では陽極、陰極のみをそれぞれ表示させることで各電極での原理を正しく対応付けて学習するための部分的な情報提示を提案する。両電極での原理を同時に確認していた従来のシステムに対し、片方のみの電極を表示させることで陽極、陰極で起こる原理を確実に対応付けて確認することができる。また、2 か所で行われているイオンの動きを同時に見るよりも片方の電極のみを表示させることで起きていた原理の見落としを防ぐことができる。

2. 提案システム

図 1 にシステムの外観及び仮想電気分解環境を示す。学習者はディスプレイを見ながらキーボードを操作することで学習を進めていく。ディスプレイには VR 空間内に生成された仮想電気分解環境の映像が表示され、操作を行うことで電気分解における原理について確認することができる。

仮想電気分解環境は電源部分、導線、炭素棒、水槽、水溶液、可視化されたイオンや分子で構成される。中央に電源を表すオブジェクトが存在し、電源部分から導線を通して繋がっている炭素棒が電極を表している。水槽の中には水溶液を表すオブジェク

トが入っており、存在するイオンに従って水溶液の色が異なる。水溶液内部には電気分解の原理を確認するために必要な陽イオンや陰イオン、水分子が可視化されており、これらが各電極に引き付けられることで電気分解における原理について確認することができる。また、可視化されたイオンが引き付けられると同時にイオン反応式が書かれているテキストを表示することで、イオンの動きとイオン反応式を対応付けながら電気分解における原理を確認できる。

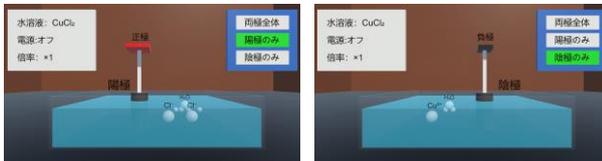


(a) システムの外観 (b) 仮想電気分解環境
 図 1 システムの外観及び仮想電気分解環境

図 2 に陽極のみ、陰極のみの電極を表示した仮想電気分解環境を示す。陽極のみ電極を表示する場合、電源部分のうち原理の確認に必要な正極のみを表示しており、正極から導線を通して繋がっている炭素棒が陽極を表している。陰極のみ電極を表示する場合、電源部分のうち原理の確認に必要な負極のみを表示しており、負極から導線を通して繋がっている炭素棒が陰極を表している。また、画面上にある右上の青いパネルは現在表示されている電極の状態を表しており、学習者が電極の状態を切り替えると表示されている電極の名前が緑色に変化する。左上の白いパネルは現在表示されている水溶液の種類と電源の状態、イオンの速度倍率を表しており、水溶液の種類が変更されると表示されている水溶液の名前に変化する。電気分解の原理を確認する際、学習者は自分に適したイオンの速度を調節することができ、初期速度から変化した速度が倍率として表示される。

表示されている電極が片方のみとき、その電極の原理を確認するために必要なイオンや電子のみを表示させることで両電極を表示させるときに比べ見落としを防ぐことができる。実際の電気分解では電極が1つだと反応が起こらないが、VR空間では実際の現象とは関係なく学習者に学ばせたい情報のみを提示することができる。これにより、各電極で起こる原理を対応付けて学ばせるために片方みの電極を表示させることで他の情報による影響を受けることなく各電極での原理を確認することができる。

学習者はまず両電極が表示されている状態で電気分解の原理を確認する。その後、陽極のみ、陰極のみが表示された状態に切り替えることで、各電極で起こる原理を集中して確認する。原理を確認する際、倍率を変更することで学習者の適した速度でイオンの動きを確認できる。また、リセットボタンを押すことで電気分解における原理を何度も再確認することができる。各電極の原理を十分に理解できたと感じたら、次の水溶液に切り替え同様の流れで電気分解の原理を確認する。このように、学習者は部分的に表示された電極の原理を繰り返し確認することで陽極、陰極で起こる原理を対応付けて学習していく。



(a)陽極のみ (b)陰極のみ
図2 片方のみ電極を表示した仮想電気分解環境

3. 検証実験

検証実験では、部分的な情報提示を行うことで陽極、陰極で発生した物質を対応付けて確認することができるのかを検証する。まず、事前アンケートを行い、その後、提案システムを用いて電気分解における原理に関する学習を行った。最後に事後アンケートとテストを行うことで実験は終了した。事前アンケートは化学に対する意識を確認する質問を行った。事後アンケートは、各電極での原理に関する質問を行い、部分的な情報提示が適切であったかを評価した。テストは9種類の水溶液について陽極と陰極で発生した物質を答える問題で、全18問の18満点である。被験者は高校生のとときに化学を履修していたことを確認した大学生6人(A-F)とした。

表1に事前アンケートの内容と結果を示す。また、図3に実験後のテスト結果を示す。図3より、被験者6名のうち2名は18問中14問、3名は18問中18問正解しており、提案システムを用いた学習の後に発生した物質を答えることができていた。特に、14問以上正解している被験者B-Fの5名は、陽極と陰極を対応付けて答えることができていた。被験者B-Fは化学が好きで人やセンター試験で使用していたことから、化学に関する前提知識をもっていたため

電気分解における原理について理解しながら学習することができたのだと考えられる。一方で、被験者Aは化学が嫌いでセンター試験でも使用していないことから、化学に関する前提知識がほとんどないため電気分解における原理について理解できないことが多かったからと考えられる。このことから、前提知識に差がある場合、部分的な情報提示のみでは不十分なことがあるため他の情報を提示することで学習を支援する必要があると感じた。

事後アンケートは5段階評価(5:肯定的-1:否定的)とし、自由記入欄を設けた。質問「陽極、陰極のみに分けることで各電極に関するイオン反応式が印象付けやすくなったか」の平均値が4.0であることから集中して原理を確認することができたと考えられる。自由記入欄の意見として「問題を解くときイオンの動きをイメージすることが多かった」ということから、部分的な情報提示により各電極の原理を確認することが印象に残りやすかったと考えられる。

表1 事前アンケートの内容と結果

	A	B	C	D	E	F
化学は好きか	×	○	○	○	×	×
電気分解は好きか	×	△	△	○	×	×
センター試験で化学を使用したか	×	×	○	×	○	○

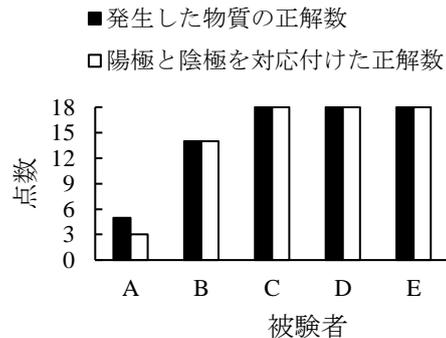


図3 実験後のテスト結果

4. おわりに

本研究では、各電極での原理を正しく対応付けて学習するための部分的な情報提示を提案した。検証実験から、部分的な情報提示により各電極で発生した物質を対応付けて答えたことを確認した。今後の課題として、前提知識の差を埋めるために他の情報を提示することで学習を支援することが挙げられる。

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”, 実数出版株式会社, pp. 96-112 (2018)
- (2) 沖田康弘, 岡本勝, 松原行宏, 毛利考佑: “HMDを用いたイオンの可視化による仮想電気分解実験環境”, 第47回教育システム情報学会 全国大会, pp. 157-158 (2022)