

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：12201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350224

研究課題名(和文) 溶解と化学変化の明確化システム教材化

研究課題名(英文) Systematic Teaching Materials for Solubility and Chemical Reactions

研究代表者

山田 洋一 (Yamada, Yoichi)

宇都宮大学・教育学部・教授

研究者番号：50143186

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、合成及び天然高分子化合物の溶解に伴う物理変化を、本システムにより光学的に認識する高分子化合物の溶解認識教材など(以上高校1年生用)、及び目に見えない化学変化を追跡する簡易クロマトグラフィー手法体験(同2,3年生用)コンテンツ集などを各種開発した。以上を通して「溶解と化学変化の明確化システム教材化」の研究に幅広く取り組んできた結果、自然界の事象の中でも化学分野にかかる事象は抽象的な概念理解を必要とするものが多く、学習者の中に具体的なイメージを作るには視覚化された実験システムやマルチメディア(特に動画)の利用による工夫が有効であることが明確になった。

研究成果の概要(英文)： Firstly, the effect of solvent action to biodegrade synthetic resin and fiber were reported. Secondly, teaching materials for science education of junior high school students, such as containing the electrolysis of cupric chloride and the Voltaic cell and pile, are investigated. Four small scale experimental contents and methods for electrolysis of cupric chloride are presented. Tertiary, the color variation of anthocyanin pigments, such as the rubrobracin (from a red cabbage) based on the pH were studied. Quaternary, several teaching materials at science education using multimedia tools such as, electronic blackboards, overhead projectors, digital microscopes, digital video cameras, and acoustic equipment, were presented. The school lessons based on active learning method will be supported by the materials.

These information and technologies will assist not only the effective teachings of science education, but also the environmentally friendly chemical experiment.

研究分野：複合領域

キーワード：高大連携 科学実験 実験コンテンツ マルチメディア化 ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

中学校理科第1分野から習得すべき内容が概念的・抽象的になることがあり、ともすれば表面的な知識の習得に走りがちである。さらに高等学校化学教育において系統性のない学習を進めた場合、その事柄単独での知識理解はできるが、『なぜ? どうして?』という疑問に対して、しっかりした答えが出せない傾向にある。反対に、生徒の素朴な疑問から実験を始めて、(1)その実験結果からわかること、(2)さらに疑問に思ったこと、という2つの設問に答えさせた後、さらに実験をすすめると、生徒たちの考えには深まりがみられ、他のものについても調べてみたい、という興味や関心も出てきた。これらの実験をただ単に並列に並べ単独で行ったときには、生徒は知識偏重に陥ってしまうだけでなく、興味や関心も失ってしまうということと比較して、大きな違いが見られた。このことから、単元を系統的に位置づけて学習を進めることで、ひとつひとつの実験から得られた結果を一般化できる力や、さらにそこから推論できる力が効果的かつ効率的に身につくことが示唆される。またそのような学習を行うことで、自発的な問題解決能力の向上も期待できるので、パラダイムが変わることがあっても、修正する部分の学習が容易になると思われる。

2. 研究の目的

本研究が対象とする実験コンテンツは、高校化学教育カリキュラムにおける発展的な課題として位置づけられる。このような理科学習の内容を深めたり確認したりするための教材の開拓を行うことを通じて、無味乾燥なものになりがちな科学教育カリキュラムを改善することを指向している。これは小学校・中学校・高等学校理科の系統性を持たせることにも関係したものであり、系統的に学習を進めるための方策として、ともすれば消

化不良となりがちな『発展』的な内容を吟味しながら加えようというものである。

3. 研究の方法

本研究では、以下の教材作成を行った。すなわち、環境問題を視野においた通常のプラスチック(ポリエステルなど)及び生分解性プラスチックの分解過程分析と、化学反応の追跡をリアルタイムで行えるシステムの構築、さらには、エネルギー変換の重要性を考える基礎としての電子の挙動分析である。さらに、本学のWEB環境を利用した研究成果の流通も視野に入れ、発展的な課題を学ぶ実験コンテンツ群として展開した。

4. 研究成果

(1) 開発した実験コンテンツ群

本研究では、合成及び天然高分子化合物の溶解に伴う物理変化を、本システムにより光学的に認識する高分子化合物の溶解認識教材、分解生成物の分子、無機及び有機塩類の本システムを活用した安全確実な分析手法体験(以上高校1年生用)、及び目に見えない化学変化を追跡する簡易クロマトグラフィー手法体験(同2,3年生用)コンテンツ集を各種開発した。

続いて、有機溶媒中の吸収極大波数を各種化合物について、データを集め、主に溶媒分子の極性と溶質分子の極性(またはイオンの価数等)の関係に沿ってデータを解釈し、本システムの改良を行った。化学変化(化学反応)の追跡には、溶媒抽出と組み合わせたクロマトグラフィー(薄層クロマトグラフィー等の簡便なもの)や基本的な呈色反応を用いる手法と、水を溶媒として使用しない条件での化学反応(特に脱水縮合反応)から生じる水を検出する方法の最適化について、実験条件を詳細に検討した。さらに、金属結合の中で電子(自由電子)が移動する様子を、導体の電気抵抗の温度依存性から考える教材を

作成した。[6-16]

その上で、これまでに開発した理科・化学分野の実験コンテンツを全体として1つのシステム(科学実験講座用テーマ一覧表)に取りまとめるべく、調整を行った。さらに本学の e-Learning システムを含めたコンピュータ支援による理科教育用システムとしての体系化を図った。さらに、栃木県総合教育センター及び協力学校と連携して、本システムの実践的な試運用を行い、得られた結果をフィード・バックして実用化のめどを付けた。[2-4]

(2) 理科教育・化学教育用コンテンツの WEB 公開

上述のように、本学の WEB 環境を利用した研究成果の流通を図った。開発したコンテンツのうちいくつかは、既にオープンアクセス可能な本学教育学部紀要(電子ジャーナル)に掲載され、本学附属図書館のリポジトリ・システムを経由して全文を取得することができる。ことにより、中等学校理科・化学教育現場での持続可能な指導法として、利活用が図られる。

(3) 本システムの評価

今回開発したシステムを、本学教育学部が展開する科学実験講座において、化学分野の実験コンテンツ群として用いて、高校生に対する効果を測定した。対象は本学に近い栃木県内の高校生と、比較のため他県の高中生とした。この分析結果も、コンテンツ群と同様に WEB 公開した。[1, 5]

(4) おわりに

以上を通して「溶解と化学変化の明確化システム教材化」の研究に幅広く取り組んできた結果、自然界の事象の中でも化学分野にかかる事象は抽象的な概念理解を必要とするものが多く、学習者の中に具体的なイメージを作るには視覚化された実験システムやマルチメディア(特に動画)の利用による工夫が有効であることが明確になった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計16件)

[1] 山田洋一, 小野博史, 高校生の化学に対する意識調査(第2報), 宇都宮大学教育学部 研究紀要 第2部, Vol. 68, pp. 399-408 (2018).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=11128

[2] 山田洋一, マルチメディア教材を用いた実験講座の実践(第2報)―アクティブ・ラーニングにおける活用―, 宇都宮大学教育学部 教育実践紀要, Vol. 4, pp. 71-78 (2018).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=11144

[3] 山田洋一, 理科の見方・考え方は何なの? ―理科で重要視される観察や実験―, RikaTan(理科の探検), Vol. 30, pp. 74-77 (2017).

[4] 小沼卓人, 山田洋一, マルチメディア教材を用いた実験講座の実践, 宇都宮大学教育学部 教育実践紀要, Vol. 3, pp. 417-420 (2017).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=10563

[5] 小野博史, 山田洋一, 高校生の化学に対する意識調査, 宇都宮大学教育学部 教育実践紀要, Vol. 3, pp. 139-146 (2017).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=10536

[6] 大庭亨, 松田勝, 山田洋一, 江川美知子, 稲垣知仁, 宇都宮大学グローバルサイエンスキャンパス”iP-U”の教育理念とカリキュラム, 工学教育, Vol. 65, pp. 43-49 (2017).

[7] 山田洋一, 井口智文, マルチメディア活用理科教材の作成(第1報), 宇都宮大学教育学部 研究紀要 第2部, Vol. 67, pp. 7-13 (2017).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=10507

[8] 織田将成, 山田洋一, 有機金属錯体の呈色を利用した鉄(II)イオンと鉄(III)イオンの分析, 宇都宮大学教育学部 教育実践紀要, Vol. 2, pp. 77-81 (2016).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=10593

[9] 山田洋一, 電子てんびんは何をどうはかっているの?—質量と重力—, RikaTan (季刊 理科の探検), Vol. 22, pp. 68-70 (2016).

[10] 岩井秀和, 山田洋一, 学生実験としての放射線測定教材およびその単色光吸収との類似性学習プログラム, 化学と教育, Vol. 64, pp. 300-303 (2016).

[11] 山田洋一, 人と空気の関わり(環境科学編) —浮遊粒子状物質と光化学オキシダント—, RikaTan(季刊 理科の探検), Vol. 20, pp. 86-89 (2016).

[12] 山田洋一, 篠田貴章, アントシアニン系色素における呈色の経時変化, 宇都宮大学教育学部 研究紀要 第2部, Vol. 66, pp. 21-28 (2016).

https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=10516

[13] 千葉祐輔, 山田洋一, 高等学校化学における溶液の指導方法の検討, 宇都宮大学教育学部 教育実践紀要, Vol. 1, pp. 75-82 (2015).
https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=5385

[14] 山田洋一, 水素とはどんな元素か?, RikaTan (季刊 理科の探検), Vol. 17, pp. 38-43 (2015).

[15] 山田洋一, 坪上文彬, 電気分解及び電池教材の提案とその指導, 宇都宮大学教育学部 研究紀要 第2部, Vol. 65, pp. 11-20 (2015)
https://uuair.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=4740

[16] 山田洋一, 何海燕, 天然及び合成高分子化合物の溶解性と加水分解反応研究 —環境問題を考える教材を指向して—, 宇都宮大学留学生教育研究論集 Vol. 5, pp. 3-14 (2014).

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山田 洋一 (YAMADA, Yoichi)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号: 50143186

(2) 研究分担者

南 伸昌 (MINAMI, Nobumasa)
宇都宮大学・教育学部・教授
研究者番号: 80292572

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()