

平成 30 年 5 月 17 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00907

研究課題名(和文) 持続可能な発展のためのマイクロスケール実験

研究課題名(英文) Education for Sustainable Development and Microscale Chemistry

研究代表者

荻野 和子 (OGINO, Kazuko)

東北大学・医学系研究科・名誉教授

研究者番号：40004353

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：国連「持続可能な開発のための教育 ESD」のテーマに含まれる環境問題、エネルギー・資源問題への理解に適したマイクロスケール化学実験(MC)を開発した。例えば「化学とエネルギー」のテーマでは水素の発生、爆鳴気の爆発、燃料電池、いろいろな電池の実験を通じ、化学エネルギー、エネルギーの転換、水素社会、持続可能な社会の概念につながる実験プログラムをつくり、実験教室・研修を通じて改善した。2017年8月7-9日に9th International Symposium on Microscale Chemistryを東北大学で開催し、本研究の成果を公開した。MCの多面的な広がり、実験の楽しさが評価された。

研究成果の概要(英文)：Education for Sustainable Development (ESD) allows students to acquire the knowledge, skills, attitudes and values necessary to shape a sustainable future. The knowledge and attitudes are nurtured through deep understanding of environmental issues such as global warming, energy and resources problems and sustainability.

We have developed various microscale chemistry (MC) experiments on these issues. We developed several programs consists of several MC experiments. Through these experiments students understand such concept as conversion of energy, hydrogen society, etc.

We organized the 9th International Symposium on Microscale Chemistry in Sendai in August 2017. In the symposium, our recent research was introduced through workshops and papers. Participants were impressed by the wide and diversified applicability of MC from environmental issues, food chemistry, dyeing, to new materials and artistic crafts, as well as to ESD.

研究分野：化学教育、無機化学

キーワード：化学実験 マイクロスケールケミストリー ESD エネルギー 電池

1. 研究開始当初の背景

(1) 持続可能な社会のための教育(ESD)の必要性:「国連持続可能な開発のための教育10年」は日本の提案から始まった。将来にわたって、恵み豊かな生活を確保するための基盤となる環境を守り、地球上の限りある資源を大切に、持続可能な発展を達成していくために、ESDのテーマに含まれる環境問題、エネルギー・資源問題への理解を深めることが重要だが、この側面は日本のESDに浸透しているとはいえない。これらのテーマの理解には実験を通じた学習が効果的である。このような実験には私たちが1988年以来取り組んでいるマイクロスケール化学実験(MC)が適している。

(2) 学習指導要領の改訂:平成23年の改訂以来「脱ゆとり」として、理科の時間・内容が以前よりも増加したが、中学理科ではとくに、イオン概念(電気分解、電池を含む)が大きく扱われるようになった。私たちは、これらの概念についてのMC実験教材および器具を開発し、国内外で高い評価を得てきた。これらの教材は、新学習指導要領に適した形で展開していくことが必要である。また、新指導要領に基づく教科書では高度な内容が「コラム」「参考」などとして記載されている。このような内容に対する実験教材にもMCは適している。

以上の背景のもと、我が国のニーズに合ったMCの開発が、緊急に必要と考えた。

2. 研究の目的

(1) ESD教育のエネルギー学習と環境学習のための実験を開発する。また、これまでに開発したMCをこれらの学習に適した形に再編成し、ESD教育に適したプログラムをつくる。

(2) これまであまり取り上げられていない現代的で高度なテーマの実験教材をとりあげる。

3. 研究の方法

実験教材の開発にあたっては、これまでに開発してきたMC実験技法、MC実験キットを活用する。

現場での試行を行い、方法、マニュアルの改良を行う。

公開シンポジウムを行い、研究成果の社会への還元・周知を図る。

4. 研究成果

(1) 「化学とエネルギー」のテーマのMC教材を開発・改良した。この際代表者らが開発・改良してきたKO-DNPマイクロスケール実験キットを利用し、水素の発生、水素・酸素爆鳴気の爆発、燃料電池の実験、いろいろな電池の実験を通じ、「化学エネルギー」、「エネルギーの転換」、「水素社会」、「持続可能な社会」の概念につながるプログラムをつくった。また、二酸化炭素の性質について

の教材を開発し、地球温暖化についての理解を深める教材をつくった。

(2) これらの教材を使った実験教室を仙台市、山形市、新庄市、尾花沢市、福島市、沼津市、宮城県大和町等で実施した。いずれの場合にも、個々の生徒に実験キット1式を使わせ、個人実験として実施した。参加者は、集中して熱心の実験に取り組み積極的に質問・討論があった。

(3) 教員、並びに教員志望学生対象研修:香川大学教育学部(高松市)、東北大学理学部(仙台市)、マレーシアクチン市で、上記教材を使ったマイクロスケール実験の教員、並びに教員志望学生対象研修を行った。

(4) 新しい実験の開発:グリーンサステイナブルケミストリーの教育につながるイオン液体の実験教材を開発した。また小学校理科の地層モデルのマイクロスケール教材を開発した。

(5) 第9回国際マイクロスケールケミストリーシンポジウムの開催:平成29年8月7日-9日には、9th *International Symposium on Microscale Chemistry*を東北大学川内キャンパス(仙台市)で開催した。このシンポジウムが日本で開催されるのは初めてである。英語の講演に不慣れな日本人教員の積極的な参加を促すため、シンポジウム冊子は日英両言語にするなど工夫をこらした。3日間にわたる実験ワークショップ、講演、ポスター発表は、終始熱気溢れるものであり、マイクロスケール実験の多面的な広がりに参加者は印象づけられた。例えば、環境問題に係る実験、繊維や食品化学への活用、美術工芸品作りへの利用を通じた化学への興味関心の向上を目指した取り組み、イオン液体など新たに登場してきた機能性物質を知るための活用、ESD教育への利用などである。海外からの参加者は、本シンポジウムの内容、実験の楽しさ・美しさばかりではなく、シンポジウムの企画・実施が大学・高校・中学校教員の協働で行われていることが高い評価を受けた。

(6) 以上のように、国際シンポジウムの開催、教員研修、実験教室の実施等を通じ、研究成果を国内外へ公開し、社会への還元を図った。

(7) 本研究の成果の一部である「グリーンケミストリー教育とマイクロスケールケミストリーの発展と国際的な普及」が評価され、代表者は、2016年8月第24回国際化学教育会議の際、IUPAC化学教育賞を受賞した。

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2件)

(1) 荻野和子, 第9回国際マイクロスケールケミストリーシンポジウム報告, 化学と工業, 71巻, 252-252, 2018, 査読有り

(2) 岩淵美里, 河野大空見, 渡辺尚, 地層モ

デルを用いたボーリング教材の研究—、仙台市標準学力検査の結果を踏まえて、日本科学教育学会 年会論文集 41, 403-404 (2017), 査読無

〔学会発表〕(計 24 件)

- (1) ESD (持続可能な開発のための教育) とマイクロスケール実験, 荻野 和子, 荻野博, 第 7 回 JACI/GSC シンポジウム, 2018
- (2) マイクロスケールケミストリーの新たな広がり: 第 9 回国際マイクロスケールケミストリーシンポジウムからみえてきたもの, 荻野和子, 井上正之, 猪俣慎二, 荻野博, 小俣乾二, 栗山恭直, 猿渡英之, 関根勉, 高木由美子, 豊田耕三, 吉野輝雄, 渡辺尚, 日本化学会第 98 春季年会, 2018
- (3) 実験条件設定を考えるための実験プログラム, 栗山恭直, 日本化学会第 98 春季年会, 2018
- (4) (招待講演) 基本概念の理解につながるマイクロスケール化学実験, 荻野 和子, 2017 年度 会員増強のための講演会; 化学のさらなる発展をめざして, 2017
- (5) (招待講演) *Education for Sustainable Development and Microscale Chemistry*, Kazuko Ogino, 9th International Symposium on Microscale Chemistry, 2017
- (6) (招待講演) *Brilliant Copper Chemistry Using Redox*, Naoshi Watanabe, Yusuke Sugawara, 9th International Symposium on Microscale Chemistry, 2017
- (7) (招待講演) *Microscale Workshop for Junior High School Teacher: Future Energy for Sustainable Society*, Yasunao Kuriyama, 9th International Symposium on Microscale Chemistry, 2017
- (8) (招待講演) *Demonstration of Photochemical Reaction: How does the Jelly fish emit light?* Yasunao Kuriyama, the 3rd International Conference on Nature Science Education (ICNSE), 2017
- (9) (招待講演) *Promotion Activities of Chemical Education and Personnel Training of Future Scientist By All Yamagata Network*, Yasunao Kuriyama, the 7th International Conference of Network for Inter-Asian Chemistry Educators (NICE), 2017
- (10) (招待講演) オールやまがたによる化学教育普及と人材育成, 栗山恭直, 日本化学会第 97 春季年会, 2017, 化学教育賞受賞講演
- (11) グリーン化学実験の普及, 荻野和子, 井上正之, 猪俣慎二, 小俣乾二, 栗山恭直, 猿渡英之, 東海林恵子, 関根勉, 高木由美子, 吉野輝雄, 日本化学会第 97 春季年会, 2017
- (12) GSC 賞を受賞した社会的実践事例から学ぶテキスト『GSC 入門』の開発, 今井泉, 富永健一, 上野圭司, 荻野和子, 富田斉, 田口亨史, 三浦恒正, 日本化学会第 97 春季年会, 2017
- (13) (招待講演) 化学とエネルギー ~ 水素社

会とは, 荻野 和子, いきいきサロン, 2016

- (14) (招待講演) *Green & Sustainable Chemistry Education in Japan*, Kazuko Ogino, 24th IUPAC International Conference on Chemical Education, 2016
- (15) (招待講演) *Microscale Experiments with KO-DNP MC Kit*, Kazuko Ogino, Microscale and Green Chemistry Workshop in conjunction with 24th IUPAC-ICCE 2016, 2016
- (16) (招待講演) 地球にやさしいマイクロスケール化学実験, 荻野 和子, 第 252 回化学への招待 - 楽しいみんなの実験室 -, 2016
- (17) イオン液体を用いた実験教材の開発と実践, 荻野 和子, 東海林恵子, 第 5 回 JACI/GSC シンポジウム, 2016
- (18) 基本概念の理解につながるイオン液体の実験, 東海林恵子, 荻野和子, 日本化学会第 96 春季年会 2016
- (19) 周期表の不確実性, 荻野和子, 日本化学会第 96 春季年会, 2016
- (20) *The consideration for the lactonization of the alkenyl carboxylic acid by the ionic liquids*, 須藤亨, 栗山恭直, 日本化学会第 96 春季年会 2016
- (21) (招待講演) *Green Chemistry Education in Japan for Tomorrow's Citizens*, Kazuko Ogino, International Chemical Congress of the Pacific Basin Societies (Pacifichem 2015), 2015
- (22) 環境にやさしい実験の普及, 荻野 和子, 平成 27 年度化学系学協会東北大会, 2015
- (23) 高校化学におけるスモールスケール生徒実験 XXVIII. いろいろな高分子をイオン液体に溶かす, 東海林恵子, 荻野 和子, 平成 27 年度化学系学協会東北大会, 2015
- (24) *Green Chemistry Education through Environmentally Benign Experiments*, Kazuko Ogino, Keiko Shoji, Yasunao Kuriyama, 7th International Conference on Green and Sustainable Chemistry, 2015

〔図書〕(計 4 件)

- (1) 環境と化学 - グリーンケミストリー入門 (第 3 版) 荻野 和子, 竹内茂彌, 柘植秀樹, 218 頁, 東京化学同人, 2018 年 1 月
- (2) *Book of the 9th International Symposium on Microscale Chemistry*, Hideyuki Sawatari and Kazuko Ogino, Organizing Committee of the 9th International Symposium on Microscale Chemistry, 172 頁, 2017 年 8 月
- (3) ブラウン一般化学 (原書 *Chemistry The Central Science* 13 版) I 巻: 物質の構造と性質, 荻野 和子監訳, 丸善出版, 1-404, 2016 年 1 月
- (4) ブラウン一般化学 (原書 *Chemistry The Central Science* 13 版) II 巻: 反応・熱力学・化学の広がり, 荻野 和子監訳, 丸善出版, 1-402, 2016 年 1 月

〔産業財産権〕

○出願状況（計 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 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

<http://microscale-exp.csj.jp/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

荻野 和子 (OGINO KAZUKO)
東北大学・医学系研究科・名誉教授
研究者番号：40004353

(2)研究分担者

荻野 博 (OGINO HIROSHI)
東北大学・理学研究科・名誉教授
研究者番号：00004292

猿渡 英之 (SAWATARI HIDEYUKI)
宮城教育大学・教育学部・教授
研究者番号：30221287

小俣 乾二 (OMATA KENJI)
東北大学・高度教養教育・学生支援機構・
助教
研究者番号：70272010

栗山 恭直 (KURIYAMA YASUNAO)
山形大学・理学部・教授
研究者番号：50225273

渡辺 尚 (WATANABE NAOSHI)
宮城教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：20756522

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

()