

平成22年 4月 1日現在

研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19500746
 研究課題名（和文）
 インターネットを活用した環境調和型マイクロスケール実験授業及びその教材開発
 研究課題名（英文）
 The development of environment conscious teaching materials that incorporate ionic liquids.
 研究代表者
 高木由美子 (TAKAGI YUMIKO)
 香川大学・教育学部・准教授・
 研究者番号：50263413

研究成果の概要（和文）：イオン液体を用いて地域貢献型のイベントや、研修に活用できる教材開発を行った。我が国の初等・中等教育現場の教員が容易に導入できるマイクロスケール実験を合同で開発し、学会発表、出張授業、研修事業などでマイクロスケール実験の良さを広く公開し、インターネット回線を用いた太平洋を越えたマイクロスケール実験授業を同時開催し、地域貢献に寄与することができた。

研究成果の概要（英文）： We introduced the results of research on students' interest in various aspects of ionic liquids in chemical education. Success was achieved in developing safe and environment-benign teaching materials. Results were applied inside the classroom as well as to events talking part in the larger local community.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学；科学教育

キーワード：マイクロスケールケミストリー(2) 研修事業 (3) インターネット

1. 研究開始当初の背景

理科離れや、理科基礎科目の学力低下は大学に入学する以前に顕著化している。効果的な中等教育改革を行い、理科好きの生徒の数を増やすと共に、大学の基礎課程終了時まで専門教育を受けるのに必要な気力、学力を養成するために着目したのはマイクロスケール実験である。マイクロスケール実験とは単に実験の規模を小さくしたのではなく、

コンセプトそのものをとらえ直すものである。現場で導入する際に、特筆出来ることは、使う試薬量が少ないため、実験に伴う事故が軽減でき、実験廃棄物を極少で抑えられることである。現在、初等・中等教育現場で行われている実験はスケールが大きいことが多く、廃棄薬品の問題は無視できない。そのため、実験を行わずに説明だけで済ませてしまうことも多いという声を聞く。しかし、生徒が自ら手を動かし実験をすることは理科教

育の基盤である。マイクロスケール実験は実験結果を生徒が素早く確認することができるとともに、実験スケールが小さいため、適切な教材キットあるいは教材マニュアルさえできれば、多くの教師が容易に導入できると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、米国コロラド州立大学のトンブソン博士に協力いただき、我が国の初等・中等教育現場の教員が容易に導入できるマイクロスケール実験を合同で開発し、世界初のインターネット回線を用いた太平洋を越えたマイクロスケール実験授業を同時開催し、地域貢献に寄与することを目的とした。その際に環境に優しい教材であるイオン液体を用いて教材開発を行った。

3. 研究の方法

本研究を推進することによって得られる効果は以下のことなどが期待できる。

① 学術効果

学部学生及び中・高等学校教員を対象に行うインターネットを用いた世界初の科学実験の日米同時教育実践への試みである。マイクロスケール実験は、中等教育で行われる科学の導入から最先端のナノテクノロジーや、分子生物学への掛け渡しをする技術手法である。

② 教育的効果

学部学生及び中・高等学校教員の科学に対する基礎的技術の向上並びにインターネットを用いた交流事業を通じて科学や国際交流に関する効果的な意識改革が見込める。

③ 社会的効果

香川県教育委員会と連携研修教育を行うことで地域貢献が出来るとともに、日本・米国の教育システムを相互に紹介することにより交流事業の推進も図ることが出来る。

マイクロスケール実験の良さをまず現場の教師達に実感してもらう。また、ソフトウェアをより利便性の高いものにする。双方向のインターネット回線を用いたシステムは完全に軌道に乗れば、興味ある大学教員はだれでも独自の専門性を生かした研修事業や、研究開発を行うことが出来、化学教育の分野のみならず各教員の専門性を生かした様々な研究交流を行うことが可能である。インターネットが普及してきている現状であれば、これらのシステムは時間、場所、相手を特に限定しなくても実施することが出来、これからの国際交流や研修事業のモデルケースになると考えた。

4. 研究成果

マイクロスケール実験の利点を以下にまとめる。教育現場で行われている実験はスケールが大きいことが多く、その結果、廃棄薬品

の量も多い。そのため、実験を行わずに説明だけで済ませてしまうことも多い。マイクロスケール実験は試薬を軽減することが出来、環境に優しい手法である。また高価で破損しやすいガラス器具からプラスチック製品を使用することにより、より安全に、より経費を節約することができる。また、反応時間が短くなることにより、一時間内に試すことの出来る実験の数を増やすことが出来、創造性、問題解決能力、科学的思考能力を育むことが出来る。また、時間に余裕が出来ることにより、指導する教師にとって学生の到達状況を的確に評価することができるようになる。

また、磁性や、強い電気伝導性をもつ単相の液体を合成することができればもっと有用な特性が表れるのではないかと考えた。イオン液体は数々の優れた点を有しており、カチオンとアニオンとの組み合わせにより無数のイオン液体をデザインすることができる。また、金属に配位することができ、溶媒和することが可能であると考えた。まず、イオン液体を含む磁性イオン液体の合成研究を行った。その結果、様々な鉄磁性イオン液体を合成し、その磁性イオン液体を用いた教材化を行った。

実際に理数系教員向上研修、香川大学研修講座（教職 10 年経験者研修）、平成 21 年度教員免許状更新講習への応用、ICT を活用した附属高松小学校での実践を行った。今後は、必要な試薬や実験器具を、使用法とともに香川大学の方で提供するなどのサービスを行って、マイクロスケール実験の良さをまず現場の先生方に実感してもらうこと、よりよいシステムの構築を目指したい。また、様々な角度から磁性などの特性を持つイオン液体について検討し、その有用性についてさらに明らかにしていきたい。これらのシステムはこれからの国際交流や研修事業のモデルケースになるものと思っている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 10 件）

1. マイクロスケールケミストリーを活用した研修事業-コロラド州立大学との共同研究活動を通して、高木由美子 KUIO Journal, 2010, 査読有, in press
2. 新学習指導要領 理科における課題の明確化と学部専門科目の改善に向けての研究, 松村雅文; 寺尾 徹; 磯田 誠; 高橋 尚志; 大浦 みゆき; 西原 浩; 佐々木 信行; 高木 由美子; 高橋 智香; 末廣 喜代一; 松本 一範; 稗田 美嘉; 石野 薫里; 北林 雅洋; 笠 潤平, 香川大学教育学部研究報告第II部, 査読有, 2009, 59, 63-76.
3. Yumiko Takagi; Tomoya Okada; Takeshi Nozaki; Yoko Hino; Tomoko Ogata; Kohei

Yonemura; Tomoo Ookubo; Naoto Kubo; Konomi Yamamoto, A Significance of "Mirai kara no Ryugakusei" for Students' Practical Training : Investigation of Staff Consciousness about Their Motivation to Participate, Bulletin of Education Research and Teacher Development of Kagawa University, 査読有, 2009, 19, 21-28

4. Yumiko Takagi; Yoriko Kusunoki; Toshiyuki Oshiki, Efficient Synthesis of Metal contained Ionic-liquid, Memores of The Faculty of Education Kagawa University part II, 査読有, 2009, 58-64

5. 北林雅洋; 笠 潤平; 松村雅文; 寺尾徹; 末廣喜代一; 松本一範; 磯田誠; 高橋尚志; 西原 浩; 佐々木信行; 高木由美子; 久保直人; 大浦みゆき; 高橋智香; 稗田美嘉; 福家弘康; 西川健男; 高橋正人; 久利知光; 林 雄二; 樽本導和; 東条直樹; 上村和則; 武藤成継; 長谷川忍; 若林教裕, 理科教員の教育実践力の諸要素と構造の明確化に向けた共同研究, 香川大学教育実践総合研究, 査読有, 2009, 18, 37-43.

6. Yumiko Takagi; Paul G. Batten; Osamu Shimmi, Basic Research on the Management of International Students at Christchurch Polytechnical Institute of Technology, Bulletin of Education Research and Teacher Development of Kagawa University, 査読有, 2008, 81-90.

7. Tomoya Okada, Yumiko Takagi et.al, A Significance of "Mirai kara no Ryugakusei" for Students' Practical Training : From Investigation of Students' Consciousness about Their Motivation to Participate, Bulletin of Education Research and Teacher Development of Kagawa University, 査読有, 2008, 16, 133-141.

8. Naoshi Takahashi, Yumiko Takagi et.al, A Joint Research to Improve the Class of the University which Reserches an Experiment Subject by the University Teacher and the Attached School Teacher, Bulletin of Education Research and Teacher Development of Kagawa University, 査読有, 2008, 35-43.

9. Yumiko Takagi, Hiroshi Nishihara et.al, Practical Research for Well-Developed Science Field Education; A Training Program for Renewing Teachers' Educator License, Bulletin of Education Research and Teacher Development of Kagawa University, 査読有, 2008, 45-58.

10. Toshiyuki Itoh; Manabu Kanbara; Masakazu Ohashi; Shuichi Hayase;

Motoi Kawatsura; Takashi Kato; Kazutoshi Miyazawa; Yumiko Takagi; Hidemitsu Uno, gem-Difluorocyclopropane as Core Molecule Candidate for Liquid Crystal Compounds (gem-Difluorocyclopropane as Core Molecule Candidate for Liquid Crystal Compounds), 査読有, J. Fluorine Chem., 2007, 128, 1112-1120.

[学会発表] (計 24 件)

1. 高木由美子, CTを活用した環境調和型マイクロスケール実験授業及びその教材開発, 第 10 回学部教員と附属学校園教員合同研究集会, 2010, 2, 24, 香川大学.

2. 高木由美子; 石原弘章; 伊賀達哉; 小川勤; 伊藤敏幸, イオン液体溶媒を用いた光学活性トリフルオロメチルアルコールの合成における緩衝液の添加効果, 第 13 回生体触媒化学シンポジウム in Kagawa, 2009, 12, 3-4, 香川大学

3. 高木由美子; 高橋 智香; 佐々木 信行; 西原 浩, 研修における化学教育-マイクロスケール実験による実践事例研究, 日本化学会西日本大会 2009 2009, 11, 17-18, 愛媛大学

4. 高木由美子; 石原 弘章; 伊賀 達哉; 小川 勤; 伊藤 敏幸, イオン液体を用いた光学活性アルコールの合成研究, 日本化学会西日本大会 2009, 2009, 11, 17-18, 愛媛大学.

5. 楠 依子; 石原 弘章; 伊賀 達哉; 入江 亜希子; 高木由美子, 磁性イオン液体の開発及びその教材化-地域貢献事業への実践, 日本化学会西日本大会 2009, 2009, 11, 17-18, 愛媛大学.

6. 高木由美子; 楠 依子, 新規イオン液体を活用した環境調和型教材開発, 第 33 回フッ素化学討論会, 2009, 10, 25, 八王子市学園都市センター.

7. 高木 由美子, 新規磁性イオン液体の合成研究, 第 25 回若手化学者のための化学道場 (愛媛 2009), 2009, 9, 8, 愛媛 (にぎたつ会館)

8. Yumiko Takagi; Hiroaki ISHIHARA; Toshiyuki ITOH, Simple Preparation of Optically Pure allyl alcohol Using Ionic liquid through Lipase Catalyzed Reaction, 19th Int'l. Symposium on Fluorine Chemistry and 3rd Int'l. Symposium on Fluorous Technology, 2009, 8, 23-28, Jackson Lake Lodge, Wyoming, USA

9. Yumiko Takagi; Yoriko Kusunoki, Simple Preparation of Metal Contained Ionic Liquids,, 3rd International Congress on Ionic Liquids(COIL3) , 2009, 5, 31-6.4 , Cairns Convention Centre, Cairns

Australia

10. Yumiko Takagi; Yoriko Kusunoki Simple Preparation of Metal Contained Ionic Liquids. COIL-3 Pre-Symposium "Science of Ionic Liquids", 2009, 5, 29-30, The Sebel Cairns Hotel, Cairns Australia.

11. 高木 由美子; 伊賀 達哉; 高橋 智香, 高校教育における化学教育-イオン液体実験を取り入れた実践事例研究, 日本化学会第 89 春季年会, 2009, 3, 27-30, 日本大学

12. 高木由美子; 楠依子、磁性イオン液体の開発及びその教材化、第 9 回GSCシンポジウム 2009, 3, 9-10、東京(学術センター)

13. 高木 由美子; 楠 依子イオン液体を用いた中学校教材開発、日本化学会第 89 春季年会, 2009, 3, 27-30, 日本大学

14. 高木 由美子; 楠 依子; 片桐 幸輔; 押木 俊之、新規磁性イオン液体の研究、日本化学会第 89 春季年会, 2009, 3, 27-30, 日本大学

15. 高木 由美子; 楠 依子; 石原 弘章, イオン液体を用いた中学校教材開発, 日本化学会第 88 春季年会, 2008, 3-26-30. 東京 (立教大学)

16. 高木 由美子; 石原 弘章; 伊藤 敏幸、イオン液体を用いたトリフルオロメチルアルカノールの合成研究、日本化学会第 88 春季年会, 2008, 3-26-30. 東京 (立教大学)

17. 高木由美子; 楠 依子、イオン液体を用い教材開発に関する研究、第 8 回GSCシンポジウム 2008, 3, 6-7. 東京 (学術センター)

18. 高木由美子; 石原 弘章; 小川 勤; 山名 芙弥, イオン液体を用いた光学活性トリフルオロメチルアルカノールの合成研究, 第 11 回 生体触媒化学シンポジウム 2008, 1-25-26. 鳥取 (県民文化センター) .

19. 高木由美子; 高橋智香; 佐々木信行; 西原浩; 岡本泰範; Barry Carroll; Stephen Thompson, マイクロスケール実験を取り入れた実践事例研究-教員研修講座への応用, 日本化学会西日本大会 2L1-27, 2007, 11, 10-11. 岡山 (岡山大学) .

20. 高木由美子; 楠 依子; 石原 弘章、イオン液体を用いた教材開発に関する研究, 日本化学会西日本大会 2L1-27, 2007, 11, 10-11. 岡山 (岡山大学)

21. Yumiko Takagi; Hiroaki Ishihara; Yoriko Kusunoki; Toshiyuki Itoh, Simple Preparation of Optically Pure Trifluoromethylalkanol Using Ionic liquid through Lipase, The 31st fluorochemistry conference, 2007, 10, 25-26. Hirosaki (Hrosaki University) .

22. Yumiko Takagi, Tsutomu Ogawa; Shuichi Hiramatsu; Toshiyuki Itoh, Simple

Preparation of Optically Pure Trifluoromethylalkanol Using Ionic liquid through Lipase Catalyzed Reaction, The 8th International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations, 2007, 7, 8-13.

(Oviedo, Spain)

23. Yumiko Takagi, Yoriko Kusunoki; Hiroaki Ishihara; Shuichi Hiramatsu, DEVELOPMENT OF ENVIRONMENT-BENIGN TEACHING MATERIAL USING IONIC LIQUID. 2nd International Congress on Ionic Liquids (COIL2), 5-10, Aug, 2007, Yokohama (Pacifco Yokohama Conference Center).

24. Yumiko Takagi, The development of environment conscious teaching materials that incorporate ionic liquids, COIL-2 Satellite Symposium, 3-4, Aug, 2007, Tokyo (Tokyo Institute of Technology).

[図書] (計 6 件)

1. イオン液体実験-理数系教員指導力向上研修, 監修 高木由美子, 塩田浩之, 香川県教育センター, 2008, 12, p50

2. イオン液体の科学 (No. 3) 平成 19 年度 (Science of Ionic Liquids), 著者 高木由美子, office polaris, 2007, 09. p120.

3. 香川大学におけるダブルディグリー制度の導入について (効果と課題), 片山 健至; 高木由美子, 香川大学, 2007, 09. p150.

4. 環境に優しい化学-マイクロスケール実験を通して-理数系教員指導力向上研修, 監修 高木由美子, 岡本 泰範, 香川県教育センター, 2007, 08. p54.

5. イオン液体の科学 (No. 1) 平成 19 年度 (Science of Ionic Liquids), 著者 高木由美子, office polaris, 2007, 06. p120

6. 村山聡, 高木由美子, 平篤志、諸外国における遠隔教育で教育を行う態と、それを取り巻く国の規制や関与の実態に関する調査研究, 文部科学省委託調査研究事業報告書, 美巧社 2008. 3. p200.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高木 由美子 (TAKAGI YUMIKO)
香川大学・教育学部・准教授
研究者番号: 50263413

(2) 連携研究者

西原 浩 (NISHIHARA HIROSHI)
香川大学・教育学部・教授
研究者番号: 80036029
佐々木 信行 (SASAKI NOBUYUKI)
香川大学・教育学部・教授
研究者番号: 60170685