

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：17101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650532

研究課題名(和文)新学習指導要領に対応した物質概念育成を図る化学教材の開発と実践研究

研究課題名(英文)Development and Practical Research of Chemistry Teaching Materials to Cultivate a Concept of Matter Corresponding to the New Course of Study

研究代表者

伊藤 克治 (ITO, Katsuji)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：10284449

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：新学習指導要領の化学的領域では、微視的である粒子の挙動と巨視的である物質の状態や化学変化を結びつけた理解が一層重要となった。そこで本研究は、児童生徒の物質概念育成を図るために、物質を微視的に捉えた上でイメージ化し、巨視的現象として理解するための教材開発を行った。このために、有機化学分野、物理化学分野、分析化学分野、無機化学分野において粒子をイメージ化しやすい教材の開発を行うとともに、児童生徒向けの実験講座や教員研修、本学の大学生対象の化学実験の授業において実践し、評価を行った。

研究成果の概要(英文)：In the chemical realm of the New Course of Study, comprehension and visualization of microscopic particle behavior, macroscopic states, and chemical changes of matter have become increasingly important. In this study, we developed teaching materials to help students imagine matter after grasping it microscopically and comprehending it as a macroscopic phenomenon, with the aim of cultivating students' concepts of matter. For that purpose, and for developing teaching materials that make particles readily comprehensible in the fields of organic, physical, analytical, and inorganic chemistry, we put them into practice and evaluated them through experiments for students, training of teachers, and chemistry experiment classes for students at our university.

研究分野：科学教育・有機化学

キーワード：実験 粒子概念 新学習指導要領 教材開発 教育実践

1. 研究開始当初の背景

平成20年3月に告示された新学習指導要領の理科では、科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」を柱として、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化が図られた。この中で、これまでの3つの領域構成が中学校との接続を考慮して「物質・エネルギー」、「生命・地球」の2つに変更されており、内容の系統性が重視されている。

これまでに本研究チームでは、児童生徒や教員を対象として物質を取り扱った公開講座・出前実験を行ってきたが、事後アンケート結果を分析すると、巨視的に捉える実験（目に見える現象を理解する実験）では興味・関心の度合いや内容の理解度が高いのに対して、微視的に捉える必要がある実験（粒子レベルで理解する実験）では、理解度の個人差が大きくなる傾向が見られた。また、小学校教員向けの講座では、理科専門でない教員が粒子モデルを使った説明に苦慮する様子が見られた。これは、新学習指導要領の中では直接「粒子」に言及されておらず、「図や絵を用いた説明をする」ように記載されていることも一因であると思われる。

なお、現在は若者の理科離れが問題になっており、その要因として様々なものが指摘されているが、申請者は、学年進行と共に（特に中学校から）理科離れの度合いが高くなるのは、イメージ化が困難な抽象的概念が増えてくることが一因であると考えている。これは、理科の中でも「粒子」領域において最も顕著な傾向にあるといえる。

2. 研究の目的

本研究は、児童生徒の物質概念育成を図るために、物質を微視的に捉えた上でイメージ化し、巨視的現象として理解するための教材開発を行うものである。さらに、実際に開発した教材を用いて、以下の三方向からのアプローチによって、教材と指導法の至適化を行うことを目的とした。

- (1) 学校現場の教員・行政・企業との協同による、児童生徒を対象とした理科授業における実践
- (2) 教育委員会との協同による、学校現場の教員を対象とした研修
- (3) 教員養成大学における化学の実験授業における実践

3. 研究の方法

教材開発には、校種に応じて以下の(1)～(5)のサブテーマで取り組んだ。これらについて、有機化学分野、物理化学分野、分析化学分野、無機化学分野の4名の研究者で分担して行った。

(1) 物質の溶解、水溶液（小学校向け）

水和によって色が変わる化学物質（例えば、硫酸銅や塩化コバルト）を使って、粒のイメ

ージで捉える（微視的な）溶解現象を、視覚的に（巨視的に）理解できる教材を開発する。

(2) 身の回りの化学物質とその性質（中・高等学校向け）

様々な香料を合成し、その匂いの違いを分子模型や3D図面の粒子モデルで三次元的に捉え、匂いの違い（巨視的現象）として確認できるような教材を開発する。

(3) 放射線、X線を用いた分析（中・高等学校向け）

中学校へ新しく導入された「放射線」への対応と、エネルギーと環境教育教材として活用する観点から、放射線関連の教材開発を行う。具体的には、簡易霧箱の製作や放射線測定器を使った自然界の線量測定に関するものを扱う。また、放射線は高校物理で「粒子」として扱う観点から、高校向けの教材を精査する。また、X線の利用として、X線を用いた非破壊分析に関する授業プログラムの開発を行う。

(4) イオンと電池（中・高等学校向け）

電荷を持った粒子（イオン）による電池の教材化として、教科書記載の古典的な電池以外に、環境教育との関連を図るために燃料電池も取り挙げる。

(5) 物質の分析・構造解析（高等学校、大学向け）

機器を利用して身の回りの化学物質を分析し、その性質を分子レベルから理解する目的で、(i) NMR、X線構造解析による天然化学物質の構造決定、(ii) HPLC、GC、ポーラログラフイーによる身の回りの化学物質の成分分析、(iii) 蛍光X線装置による分析、を取り上げ、それぞれのテーマに適した化学物質を精査する。大学における化学実験授業への導入と高等学校の理科課題研究、および理科系教員研修につながる教材開発を行う。

上記教材開発と並行して、学校教育現場の教員と連携した児童生徒の実態調査、大学生の実態調査を行い、教材と指導法開発に向けた基礎データを集める。

教材開発の過程で得られた基礎的な研究成果や教育実践の成果は、関連学会で発表するとともに、論文で報告する。

4. 研究成果

上記サブテーマに沿って研究を行った結果、それぞれの分野において以下の成果が得られた。

(1) 有機化学分野

- ① 構造異性体の関係にある二種のエステル（酢酸 *n*-アミルと酢酸イソアミル）を合成し、巨視的現象である匂いの違いの確認と分子模型や3D画像による粒子モデルを利用した

微視的な（分子構造の）違いを確認するプログラムを開発した。

このプログラムを実際に本学の学生実験や高校生向けの出前授業・公開講座で実践し、その内容について検証した。

② 新たに光学異性体を取り扱う実験プログラムの開発に着手し、香月-Sharpless 反応による速度論的分割を利用したマツタケオール合成を行った。天然には *R* 体が約 90%, *S* 体が約 10%含まれており、*R* 体はキノコ特有の香りがする一方で、*S* 体は土臭い香りであることが知られている。この実験プログラムを試行的に近隣の高等学校の課題研究指導に導入した。この中で、酒石酸エステルの立体的要因について検討し、DET を用いた場合に天然のマツタケオールに近い光学純度 (81% ee) が得られることを確認した。

高校生へのアンケート結果から、微視的である光学異性体の違いと巨視的である匂いの違いを実感する実験として有効であることが示された。

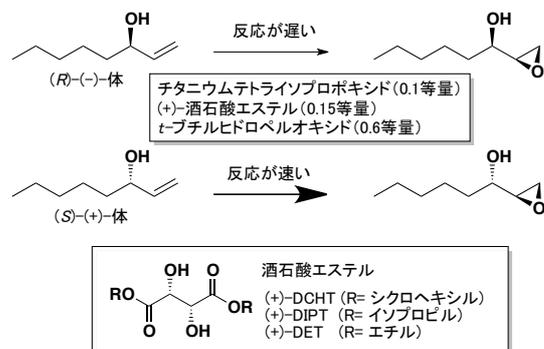


図1 マツタケオールの速度論的分割

③ 高校生向けの鏡像異性体の新規教材として酢酸スチラルルに着目した。ラセミ体と (*R*)-酢酸スチラルル（天然型）を別途合成したものを用意して、中高生向けの化学実験講座に用いた。この匂いの確認とともに、分子模型で立体化学を確認させることで、巨視的現象と微視的現象を対比させて理解させることができた。

さらに、そのラセミ体の合成については本学の有機化学系学生実験に導入した。学生のレポートやアンケート結果から、鏡像異性体間の性質の違いを嗅覚で確認する教材としての有効性が確かめられた。

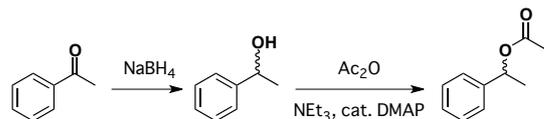


図2 酢酸スチラルルの合成

一方、高校理数科の課題研究として要望の高かった「医薬品合成」の導入を意図した基礎研究も行った。このような内容として、入手容易な金属触媒を用いるアルデヒド類の不斉フェニル化反応の開発も行った。得られ

る光学活性なジアリールメタノール類は、医薬品の合成中間体として有用な物質である。

本反応は不斉触媒が市販品であるために入しやすく、さらに、触媒の置換基効果や基質の適用拡大等の検討を行いやすい。このため、高校理数科の課題研究の難易度としては適切であると考えられる。

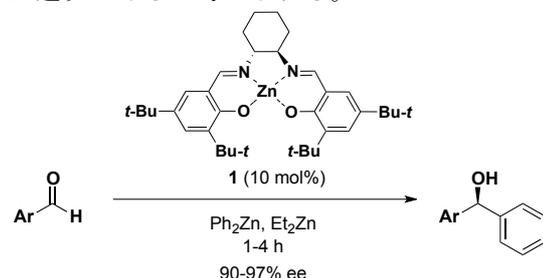


図3 光学活性な亜鉛サレン錯体を用いた不斉フェニル化反応

(2) 物理化学分野

物理化学分野では、初等・中等理科教育において、粒子の視点で観る物質感を育成するために重要な単元である「ものの溶け方」および「溶解度」と「酸の性質」、「化学平衡」を総合的に学習する高校生用の授業プログラム「ホウ酸の溶液化学」を開発し、高校生を対象に実践を行った。このプログラムでは、ルイス酸であり非常に弱い酸であるホウ酸の性質について学習する。さらに、ホウ酸とポリオールの錯生成反応を利用した中和滴定により溶解度を決定するとともに、化学平衡について学習する。また、本学中高理科教員免許取得予定学生を対象とした化学実験授業において同プログラムを実践した。

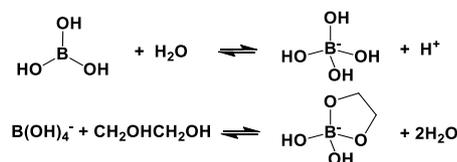


図4 ホウ酸の酸解離反応と錯生成反応

25年度には、前年度に開発した「ものの溶け方」、「溶解度」、「酸の性質」、「化学平衡」などを総合的に学習する実験授業「粒子の視点で観るホウ酸の化学」（本学中学・高校理科教員免許取得予定学生対象）を改善し、公開授業の形式で実践した（本学理科教育講座教員へ公開）。また、教育現場でも比較的簡単に作製できる燃料電池について検討し、中学生・高校生を対象とした実験講座においてその成果を検証した。

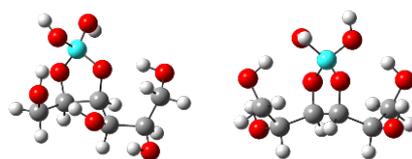


図5 ホウ酸—マンニトール錯体の構造

26年度には、これまでに開発した中・高理科教員免許取得希望学生を対象としたプログラム「粒子の視点で観るホウ酸の化学」を小学校用に作り変え、学生実験授業（本学小学校教員免許取得予定学生対象）において実践した。学生のレポートから初等においても粒子概念育成に有効であると判断した。また、教育現場でも作製可能な燃料電池について、作製条件を最適化し福岡県教育センター中学理科教員向け研修会にて紹介した。アンケート結果から、粒子概念育成、環境教育において有用であると判断した。

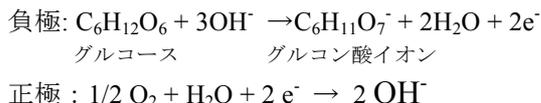


図6 ジュースで動く燃料電池の原理

(3) 分析化学分野

分析化学分野では、中学校へ新しく導入された「放射線」への対応と、エネルギーと環境教育教材として活用する観点から、①中学校の理科教員を対象に市販の霧箱を使用した放射線の観察体験を、②本学の学生を対象に実験授業「無機分析化学実験」において放射線測定器を使った環境放射線の測定を行った。これらの内容を、以下の2つの教材としてまとめた。

① 簡易霧箱の製作と放射線の観察

身近で手に入る材料（ガラス製容器、ラップフィルム、発泡スチロールトレイ、塩化ビニール棒など）を使って図7のような霧箱を作製し、理科教員向け講習会で教材として使用した。冷却はドライアイスで代替可能である。また放射線源として、α線源としてはウランビーズ（図8）や空気中のラドン（ $^{222}\text{Rn} \rightarrow ^{218}\text{Po} + \alpha (T = 3.8d)$ ）を黒板ふきクリーナーで集めたものでも明瞭に観察が可能であった。β線源としては、塩化カリウム（K中に約0.01%含まれる天然放射性核種 $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ca} + \beta (T = 1.2 \times 10^9\text{y})$ ）が使用可能であった。

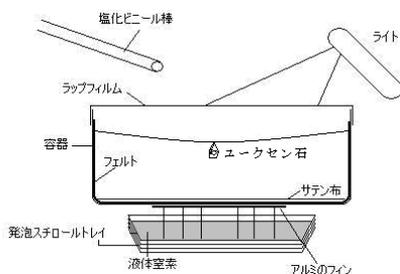


図7 作製した霧箱



図8 α線の飛跡（ウランビーズ）

② 簡易型測定器による放射線の測定

最近では5000円程度で放射線測定器が家電量販店で購入可能であり、また放射線測定機能がついたスマートフォンも発売されるなど、放射線の測定も身近になってきた。そこで、本学の中等教員養成課程の学生用に開設されている「無機分析化学実験」において、簡易型の放射線測定器を使用して環境中に存在する放射線を測定する実験や、放射線の性質や防護について体験的に学べる項目を追加した。

以上2つの教材を使用して放射線教育を実施した結果、身のまわりの環境中に存在する放射線源を利用することなどにより、身のまわりの放射線について知ると同時に、放射線の性質についても学ぶことができた。さらに本教材は、放射線管理等の安全性についても問題がなく、実際に学校現場で使用可能であることが確認された。

(4) 無機化学分野

無機化学分野では、まず小学校における「粒子をイメージ化しやすい授業の開発」を目的とし、「ものの溶け方」を題材とした教材の開発を試みた。教材として、有色の銅(II)イオンを有する化合物を用い、これら金属化合物が溶ける様子を観察することにより、「溶ける」という現象を、粒子モデルで表現できることへの「気づき」を促す授業プログラムを考案し、小学校にて授業実践した（図9）。

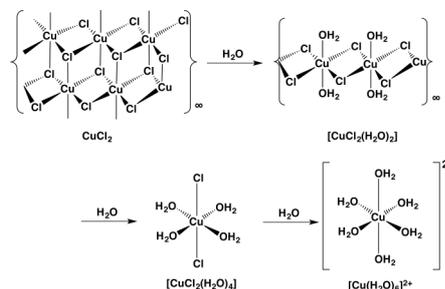


図9 塩化銅(II)の構造変化

また、前年度に開発した、小学校における「粒子をイメージ化しやすい授業」の授業実践を目的とし、宗像市内の小学校と共同で、「ものの溶け方」での授業実践を試みた。授業プログラムは小学校教員が実施し、「溶ける」という現象から、粒子モデルへの「気づき」を促すことができるかを検証した。検証

の結果、新たな教材の導入と授業設定時間の精査で、有効な授業プログラムとなることがわかった。

さらに、これまで行ってきた「粒子をイメージ化しやすい授業」を題材にし、本学学生への実践的教育プログラムを開発するため、新たな金属化合物を用いた「粒子をイメージ化しやすい授業の開発」が可能であるかを考察させる授業を行った。その成果として得られた新たな授業プログラムを大野市内の小学校と連携して実践したところ、さらなる効果的な授業展開が可能であることを明らかにした(図10)。

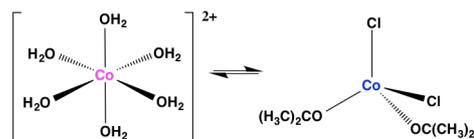


図10 塩化コバルト(II)の構造変化

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10件)

- ① Keisuke Shimizu, Hidenori Uetsu, Takashi Gotanda, Katsuji Ito, “Zn(salen)-Catalyzed Enantioselective Phenyl Transfer to Aldehydes and Ketones with Organozinc Reagent”, *Synlett*, 査読有, Vol. 26, 2015, in press, DOI: 10.1055/s-0034-1380461.
- ② Mari Kajiwara, Yoshio N. Ito, Yoshinobu Miyazaki, Takao Fujimori, Kô Takehara, Kazuhisa Yoshimura, “Voltammetric and ^{11}B NMR study of the boric acid-salicylaldehyde-H $^+$ acid ternary system and its application to the voltammetric determination of boron”, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 査読有, Vol. 17, 2015, pp. 4578-4588, DOI: 10.1039/c4cp05437g
- ③ 原田雅章, “蛍光 X 線分析法による寒天中のイオンの拡散過程の観察”, *X 線分析の進歩*, 査読有, 第 46 巻, 2015, pp. 207-212.
- ④ 長澤五十六, ハロゲン化物イオンと SO_2 からなる無機陰イオン, *化学と教育*, 査読有, 第 63 巻 2 号, 2015, pp. 72-73.
- ⑤ 宮城良輔, 藤澤早希, 伊藤克治, “鏡像異性体間の性質の違いを実感させる実験プログラムの開発”, *福岡教育大学紀要* 第六分冊, 査読なし, 第 64 号, 2015, pp. 1-7.
- ⑥ 長澤五十六, 初等教員養成課程学生に対する, 「粒子」のイメージ化を容易にする教育プログラムの開発, *福岡教育大学紀要* 第六分冊, 査読なし, 第 63 号, 2014, pp. 1-6.
- ⑦ Yoshinobu Miyazaki, Takao Fujimori, Hiromichi Okita, Tatsuya Hirano,

Kazuhisa Yoshimura, “Thermodynamics of complexation reactions of borate and phenylboronate with diol, triol and tetritol”, *Dalton Transactions*, 査読有, Vol. 42(29), 2013, pp.10473-10486, DOI: 10.1039/c3dt50998b.

- ⑧ Yuki Nakayama, Yusaku Hidaka, Katsuji Ito, “Asymmetric Henry Reactions of Aldehydes Using Chiral Biaryl-Based Bis(thiourea) Organocatalysts”, *Synlett*, 査読有, Vol. 24(7), 2013, pp. 883-885, DOI: 10.1055/s-0032-1318490.
- ⑨ 日高裕策, 畑智久, 中山悠希, 伊藤克治, 科学実験を活用した地域コミュニティ形成に関する実践研究, *教育実践研究*, 査読なし, 21 巻, 2013, pp. 59-65.
- ⑩ 沖田広道, 豊釜光宏, 小田 裕, 伊藤克治, 宮崎義信, 鞍手高校 SSH の実施と評価およびその成果の大学教育への還元, *教育実践研究*, 査読なし, 21 巻, 2013, pp. 51-57.

[学会発表] (計 27 件)

- ① 植津英謙, 大岡邦晃, 伊藤克治, 亜鉛サレン錯体を用いるケトン類の不斉フェニル化, 日本化学会 第 95 春季年会, 2015 年 3 月 28 日, 日本大学船橋キャンパス (千葉県船橋市)
- ② 原田雅章, 蛍光 X 線分析法による寒天中のイオンの拡散過程の観察, 第 50 回 X 線分析討論会, 2014 年 10 月 30 日, 東北大学 (宮城県仙台市)
- ③ 宮崎義信, 藤森崇夫, 吉村和久, 糖アルコール類の立体配置とホウ酸錯体の結合異性, 日本分析化学会第 63 年会, 2014 年 9 月 19 日, 広島大学(広島県東広島市)
- ④ 長澤五十六, 内田 亨, 辻 美穂, 北川 宏, 酸化付加反応の中間体モデルと考えられる, 六配位八面体型白金(II)三級アルシン錯体の合成と構造, 錯体化学会第 64 回討論会, 2014 年 9 月 18 日, 中央大学後楽園キャンパス (東京都文京区)
- ⑤ 藤澤早希, 宮城良輔, 副島英子, 伊藤克治, 鏡像異性体間の構造・性質の違いに着目した実験プログラムの開発(2) - マツタケオール の速度論的分割 -, 日本理科教育学会 第 64 回全国大会, 2014 年 8 月 24 日, 愛媛大学 (愛媛県松山市)
- ⑥ 宮崎義信, 真瀬田幹生, 竹原公, 吉村和久, ホウ酸とヒドロキシカルボン酸の錯生成反応, 第 51 回化学関連支部合同九州大会, 2014 年 6 月 28 日, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
- ⑦ 日笠山奈々, 原田雅章, 錯体重合法による YAG : Ce 膜の作製とその評価, 第 51 回化学関連支部合同九州大会, 2014 年 6 月 28 日, 北九州国際会議場 (福岡県北九州市)
- ⑧ 清水佳祐, 五反田 隆, 伊藤克治, 亜鉛サレン錯体を用いるケトン類の不斉フェニル化, 日本化学会第 94 春季年会, 2014 年

- 3月29日,名古屋大学(愛知県名古屋市)
- ⑨ 長澤五十六, 鶴田紗也佳, 有嶋由佳, 永野博己, 北川 宏, 種々の環状配位子を有する白金(II)錯体の電子受容型配位子との反応, 錯体化学会第63回討論会, 2013年11月3日, 琉球大学(沖縄県中頭郡西原町)
- ⑩ 原田雅章, 服部英喜, Diffusion of metal ions in the agar observed by the micro X-ray fluorescence imaging, 第49回X線分析討論会および第15回全反射蛍光X線分析法(TXRF2013)国際会議合同会議, 2013年9月24日, 大阪市立大学(大阪府大阪市)
- ⑪ 梶原万莉, 宮崎義信, 藤森崇夫, 伊藤芳雄, 竹原 公, 吉村和久, SWVを用いたホウ酸-アゾメチンH錯生成反応のpH依存性に関する研究, 2013年9月12日, 日本分析化学会第62年会, 近畿大学(大阪府東大阪市)
- ⑫ 宮崎義信, 沖田広道, 藤森崇夫, 吉村和久, ホウ酸-ペンチトール, ヘキシトール錯生成系の結合異性, 2013年9月12日, 日本分析化学会第62年会, 近畿大学(大阪府東大阪市)
- ⑬ 宮城良輔, 日高裕策, 藤崎道教, 伊藤克治, 鏡像異性体間の構造・性質の違いに着目した実験プログラムの開発, 日本理科教育学会 第63回全国大会, 2013年8月11日, 北海道大学(北海道札幌市)
- ⑭ 末安真啓, 宮川千鶴, 原田雅章, 錯体重合法によるYAG:Ce膜の作製, 第50回化学関連支部合同九州大会, 2013年7月6日, AIMビル(福岡県北九州市)
- ⑮ 中山悠希, 伊藤克治, ピアリアル型ビス(チオウレア)触媒を用いる不斉Henry反応, 日本化学会第93春季年会, 2013年3月22日, 立命館大学びわこくさつキャンパス(滋賀県草津市)
- ⑯ 鶴田紗也佳, 長澤五十六, 北川 宏, アリル基を有するPCP pincer型Pd錯体の合成, 日本化学会第93春季年会, 2013年3月23日, 立命館大学びわこくさつキャンパス(滋賀県草津市)
- ⑰ 豊釜光宏, 宮崎義信, バナジウム(V)オキソ酸とキレート樹脂官能基の錯生成反応, 日本化学会西日本大会2012, 2012年11月11日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)
- ⑱ 沖田広道, 藤森崇夫, 吉村和久, 宮崎義信, ホウ酸-糖アルコール錯生成系の結合異性と熱力学的考察, 日本化学会西日本大会2012, 2012年11月10日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)
- ⑲ 宮崎義信, 中井真理子, 弱塩基性陰イオン交換樹脂の酸解離とイオン交換, 第28回日本イオン交換研究発表会, 2012年10月18日, 東京工業大学(東京都目黒区)
- ⑳ 藤森崇夫, 平川大祐, 宮崎義信, 吉村和久, ホウ素吸着剤開発を目的としたアミド結合を用いたリボース誘導体の固相内への

- 固定化と機能発現, 日本分析化学会第61年会, 2012年9月21日, 金沢大学(石川県金沢市)
- ㉑ 宮崎義信, 沖田広道, 藤森崇夫, 吉村和久, ホウ酸, フェニルボロン酸-アルジトール錯生成系の熱力学的考察, 日本分析化学会第61年会, 2012年9月21日, 金沢大学(石川県金沢市)
- ㉒ 日高裕策, 畑 智久, 中山悠希, 伊藤克治, 科学実験を活用した地域コミュニティー形成に関する実践研究~SAFnet 事業における取り組みを通して~, 日本理科教育学会 第62回全国大会, 2012年8月12日, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- ㉓ 山口由加里, 穴井明日香, 原田雅章, 天然ゼオライトによる六価クロムの吸着挙動, 第49回化学関連支部合同九州大会, 2012年6月30日, 北九州国際会議場(福岡県北九州市)
- ㉔ 桶田なな, 伊藤 唯, 原田雅章, 燃焼合法により合成したSrAl₂₀₄:Euの蛍光特性, 第49回化学関連支部合同九州大会, 2012年6月30日, 北九州国際会議場(福岡県北九州市)
- ㉕ 沖田広道, 平野龍哉, 藤森崇夫, 吉村和久, 宮崎義信, ホウ酸, フェニルボロン酸-ポリオール錯生成系の熱力学的考察, 第49回化学関連支部合同九州大会, 2012年6月30日, 北九州国際会議場(福岡県北九州市)
- ㉖ 服部英喜, 原田雅章, 寒天電解質中における金属イオンの拡散係数の測定, 第72回分析化学討論会, 2012年5月20日, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)
- ㉗ 宮崎義信, 沖田広道, 平野龍哉, 藤森崇夫, 吉村和久, ホウ酸, フェニルボロン酸-ポリオール錯体の結合異性と分子認識, 第72回分析化学討論会, 2012年5月20日, 鹿児島大学(鹿児島県鹿児島市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 克治 (ITO KATSUJI)
福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 10284449

(2) 研究分担者

宮崎 義信 (MIYAZAKI YOSHINOBU)
福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 50253365

原田 雅章 (HARADA MASAOKI)
福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 00251364

長澤 五十六 (NAGASAWA ISOROKU)
福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号: 40302351