

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：13401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350194

研究課題名(和文) 新しい原子・分子模型教材で拓く理工エネルギー環境教育の推進

研究課題名(英文) The promotion of science education in the energy and environmental fields using the new atomic and molecular model tools.

研究代表者

藤井 豊 (FUJII, Yutaka)

福井大学・医学部・教授

研究者番号：80211522

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)：従来型のポインター方式分子模型教材およびディンプル・ソケット方式分子模型教材で培ったノウハウを活かし、小型で精巧な分子模型の製作技術を確立した。非球体原子を用いたモデルおよび3Dプリンターを使った結合角可変型モデルも開発した。これらの成果を活用し地元の初等中等教育機関と連携して科学教育への普及を図った。さらに、生物多様性環境教育の進展並びに次世代の環境保全リーダーの育成を図った。

研究成果の概要(英文)：The previous molecular model tool which a pointer and a dimple socket system were used was improved in the present study. As a result, more compact and precise molecular model tool has been developed. New molecular models of non-spherical atom and the bond angle variable types have been also developed respectively. The bond angle variable type tool was prepared using 3D printer. These molecular model tools were used in science education of elementary and secondary education schools. We worked on education of biodiversity, energy and environment fields aggressively, and also worked on upbringing of environment management leaders of the next generation.

研究分野：科学教育

キーワード：分子模型教材 ポインター方式 ディンプル・ソケット方式 非球体方式 結合角可変方式 理科教育
環境教育 生物多様性

1. 研究開始当初の背景

分子模型は、化学物質の構造を立体的に捉えて学ぶことができる優れた教材である。理科・科学教育には欠かせない教材であり、国内外で色々なものが使われている。しかし、生徒・学生には気軽に利用できる教材ではまだなかった。そこで、安価な発泡スチロール原子球と楊枝を使った独自の教材を考案した。原子同士の結合ポイントを割り出すポインターという球面定規を開発し、どんな分子・結晶構造モデルにでも対応できるシステムである。このポインター方式分子模型教材は、安価で教育的ではあるが、ポインター作業に時間がかかり、解体の自由度がないなどの欠点があったため、さらに工夫してディンプル・ソケット方式分子模型教材を開発した。それまで困難だった DNA モデルやタンパク質構造モデルなどの製作も容易になったが、やはり巨大分子なので製作に時間を取られるという問題が解決すべき次なる課題として残っていた。このような問題はあったものの、生物多様性や自然環境などの授業には DNA・タンパク質モデルは充分役立っていた。自然環境教育では、次世代の育成が地域の教育機関のおおきな課題の1つになっていた。化学教育を柱としフィールドワークを取り入れた新しい教育の在り方の必要が求められていた。

2. 研究の目的

ポインター方式分子模型教材およびディンプル・ソケット方式分子模型教材で培ったノウハウを活かし、新しい原子・分子模型教材の開発を目指す。また、理科・科学教育に求められる安価で実用的な原子・分子模型教材として、中高大連携を通して広く教育現場に普及を図る。具体的には、原子・原子核モデルによるエネルギー教育、新型ソケットの開発による理科・科学教育の充実、および DNA モデルを活用した生物多様性環境教育の進展並びに環境保全にかかるリーダーの育成を図ると共に、福井の豊かな自然の象徴である環境省絶滅危惧 1A (CR) アベサンショウウオの保全活動の展開を目指す。

3. 研究の方法

- (1)原子模型教材の開発と中大連携授業の実践：原子のボーアモデルを紙台紙および発泡スチロール球を用いて教材化する^{H25}。原子模型教材は、地域の中学校と連携授業を通して改善を図り、普及活用に努める。
- (2)ディンプル・ソケット方式分子模型教材の小型化と高大連携授業の実践：25 mm・20mm、15mm ディンプル球および小型ソケットを開発する。開発した教材は、中高大連携授業を通して改善を図り、普及活用に努める。
- (3)生物多様性と環境教育-中高大連携-：簡

易型 DNA モデルを遺伝子の学習に活用しながら、地域の自然環境教育の充実に努める。

4. 研究成果

(1)原子模型教材の開発：第1～第3周期までの原子半球モデルを作製し、協力研究員による永平寺中学校の実践授業に用いて研究開発を進めた(図1)。学習支援教材として原子確認ボードを開発して原子核の陽子と中性子、および電子の個数を調べ、質量数の確認も行えるようにした。イオンの学習では、食塩を例に、ナトリウムイオン Na^+ と塩素イオン Cl^- によるイオン形成モデルを開発し実践授業に用いた。



図1 エネルギー・環境教育

(2)ディンプル・ソケット方式分子模型教材の小型精巧化と新しい立体教材の開発：新たにディンプル付25mm球と改良型ポインターを開発した。これにより小型精巧化に成功した(図2)。また、非球体として立方体、長方体、円柱、三角柱などを用いた分子モデルおよび造形支援教材を開発し、障害者教育への応用を試みた。

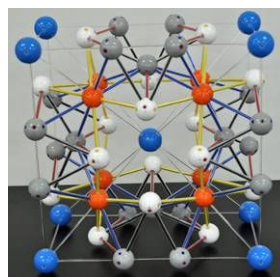


図2 小型精巧化モデル

(3)簡易型DNA教材の活用と生物多様性教育資料の整備：放射線教育として、放射線の性質と作用についてDNAモデルを用いた学習プログラムを開発して生徒の理解を深める研究開発を実施した。生物多様性教育として絶滅危惧種アベサンショウウオの生息環境調査および保全活動を実施し、初等中等教育における観察野外授業の支援を行った(図3)。



図3 生物多様性フィールドワーク

(4)結合角可変型分子模型教材の開発:3Dプリンターを活用し、 sp^3 混成軌道用結合角可変型原子球を開発した(図4)。

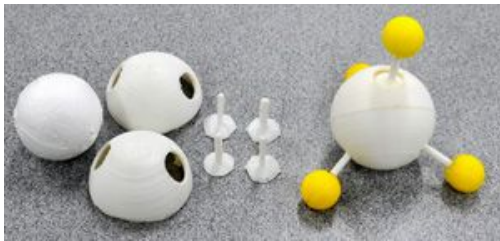


図4 sp^3 混成軌道用結合角可変型モデル

(5)ディンプル・ソケット方式非球体分子模型教材の開発:非球体として、 sp 混成軌道、 sp^2 混成軌道および sp^3 混成軌道の特徴を持つそれぞれ、円柱、三角柱および立方体を原子球に見立てた分子模型教材を開発した(図5)。



図5 非球体原子によるDNA塩基対モデル

(6)次世代環境保全リーダーの育成:アベサンショウオネットワーク会議を開催し、国・自治体・NPO等との連携活動による地域の希少野生生物の保全活動の現状と展望について地元NPO法人等との情報交換しながら生物多様性里地里山学の推進を図った。特に、地域の

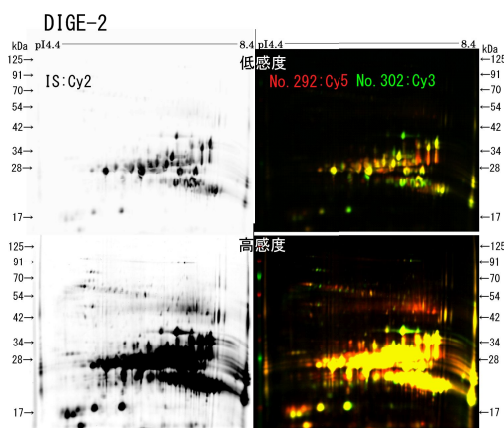


図6 福井県産希少タナゴ(赤)と琵琶湖産(緑)のプロテオーム解析による固有種判定

環境保全を担う児童生徒や学生のフィールドワーク学修となるアベサンショウオ春季幼

生調査・冬季産卵調査および生息地保全整備活動を通して、次世代の保全活動リーダーの育成に努めた。また、日本海域における希少野生生物の保全に向けた新たな対策を提言した(図6)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計11件)

川崎隆徳・川内一憲・田中幸枝・小鍛冶優・木元久・藤井豊, 2014年あわら市北潟湖で初のコウロエンカワヒバリガイ(*Xenostrobus securus*)の大発生, 福井大学医学部研究雑誌, 査読有, 16, 2016, pp. 47-49,

川崎隆徳・川内一憲・田中幸枝・小鍛冶優・木元久・藤井豊, 福井県におけるシジミ(*Corbicula*)の生息状況の中間報告(2008-2014) - タイワンシジミ(*Corbicula fluminea*)の侵入の脅威 -, 福井大学医学部研究雑誌, 査読有, 16, 2016, pp. 51-60,

小鍛冶優・川崎隆徳・藤井豊, 吉野地区のホタル観察を中核にした河川環境教育, 日本科学教育学会年会論文集, 査読無, 39, 2015, pp. 222-3,

小鍛冶優・中村祥子・川崎隆徳・藤井豊, 吉野地区のホタル学習を核にした河川環境教育の展開2, 2015., 日本理科教育学会北陸支部大会(2015)研究発表要旨集, 査読無, 2015, 2015, p. 36,

浅原雅浩, 小越咲子, 青山絹代, 藤井豊, 特別支援を必要とする小学生のための分子模型型ものづくり学習キットの開発とその活用, 福井大学医学部研究雑誌, 査読有, 15, 2015, pp. 39-46,

川内一憲, 川崎隆徳, 田中幸枝, 小鍛冶優, 木元久, 藤井豊, 蛍光標識二次元ディファレンスゲル電気泳動による三方湖産と緑川産タナゴの水晶体タンパク質組成の比較, 福井大学医学部研究雑誌, 査読有, 15, 2015, pp. 47-51,

小鍛冶優, 藤井豊, 葛生伸, 大磯眞一, 放射線を指導するための教材開発, 日本理科教育学会, 査読無, 64, 2014, p.184,

川内一憲, 川崎隆徳, 田中幸枝, 小鍛冶優, 木元久, 藤井豊, タナゴ(*Acheilognathus cyanostigma*)の水晶体クリスタリン・タンパク質蛍光標識二次元ディファレンスゲル電気泳動, 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要「日本海地域の自然と環境」, 査読無, 21, 2014, pp.7-11,

川内一憲, 奥野宏樹, 田中幸枝, 川崎隆徳, 田中俊之, 小鍛冶優, 藤井豊, 福井県あわら市御簾尾からのニホンアマガエル(*Hyla japonica*)の青色変異個体の記録, 福井大学医学部研究雑誌, 査読有, 14, 2014, pp. 67-69,

川内一憲, 奥野宏樹, 田中幸枝, 川崎

隆徳, 田中俊之, 小鍛治優, 藤井豊,
福井県丹南地方から確認されたトノサ
マガエルの黒色眼変異個体, 福井大学
医学部研究雑誌, 査読有, 14, 2014, pp.
71-74,

小鍛治優, 葛生伸, 藤井豊, 橋場隆,
新しい放射線学習のための授業計画と
教材開発, 応用物理教育, 査読無, 37,
2013, pp. 79-83,

[学会発表](計2件)

藤井豊, 川内一憲, 田中幸枝, 長谷川
巖, 木元久, 浅原雅浩, 川井昌之, 百
崎孝男, 田中俊之, 小鍛治優, 福井大
学のCOCの取組み「福井のカニ殻伝承
農法の啓蒙と希少野生生物の保護増殖
活動による里地里山学の推進と人材育
成」, 福井陸水生物研究会, 2013/12, 福
井市,

川内一憲, 藤井豊, 田中幸枝, 2011年
石川県内における高田型トノサマガエ
ルの生息確認, 第15回両生類フォー
ラム, 2013/12, 岐阜市,

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 豊 (FUJII Yutaka)
福井大学・医学部・教授
研究者番号: 80211522

(2) 研究分担者

浅原 雅浩 (ASAHARA Masahiro)
福井大学・教育学部・教授
研究者番号: 70304201

田中 幸枝 (TANAKA Yukie)
福井大学・医学部・助教
研究者番号: 10197486

(3) 連携研究者

なし

(4) 協力研究者

川内 一憲 (KAWAUCHI Kazunori)

小鍛治 優 (KOKAJI Masaru)

斉川 清一 (SAIKAWA Saiichi)

上田 昌範 (UEDA Masanori)