

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K02989

研究課題名（和文）生物色素に着目した教材・カリキュラム研究

研究課題名（英文）Teaching material and curriculum research focusing on biological pigments

研究代表者

武田 晃治（Takeda, Kouji）

東京農業大学・その他部局等・教授

研究者番号：70408665

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は「物質循環」を主な学習の内容領域として対象化し、色素を探究の手がかりとした教材に着目した。サケの食物連鎖上の生物に含まれる色素から、アスタキサンチンの共通性を確認できる実験教材を開発した。中学校第3学年で学ぶ「食物連鎖」と「物質循環」に本教材を取り入れた授業実践を行い、教材の有用性を明らかにした。また、クリオネを扱う理科の学習として、中学校第1学年で学ぶ「無脊椎動物」「軟体動物」の単元での観察用教材としての有用性を確認できた。アメリカザリガニの色に着目した実験教材は、小学生、中学生、高校生の学年を問わず、環境や科学教育に適した教材であることも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本人に古くから食文化として馴染み深いサケの食物連鎖を題材に、抗酸化作用をもつ機能性で近年注目されているアスタキサンチンを共通色素として観察できる新たな実験教材を開発した。また、サケの食物連鎖上にあるクリオネの形態と色調を長期間維持できる軟体動物を対象とした新たな観察用教材標本を開発した。さらにアメリカザリガニの体色に着目した教材においても年齢を問わず、興味関心を惹き付ける教材となった。これら教材は、動物色素に着目した新しい理科教材として、単元に関連する授業実践からもそれらの有用性が確認できた。よって、本研究の目的であった理科の探究に対する興味・関心を惹き付ける色素に着目した教材が開発できた。

研究成果の概要（英文）：This study targeted "Material Cycles" as the main area of study, specifically focusing on teaching materials that use pigments as a key for exploration. We developed an experimental material to verify the commonality of astaxanthin from pigments contained in organisms within the salmon food chain. We conducted a class practice incorporating this teaching material into the "food chain" and "material cycle" topics taught in the third grade of junior high school, clarifying the usefulness of this teaching material. Additionally, we confirmed the usefulness of this teaching material as an observational tool in the "Invertebrates," and "Mollusks" units taught in the first grade of junior high school, specifically in a science class dealing with clione. Furthermore, we found that experimental teaching materials focusing on the color of crayfish are suitable for environmental and science education for elementary, junior high, and high school students of any grade.

研究分野：理科教育

キーワード：科学教育 教材開発 色素 カリキュラム

1. 研究開始当初の背景

日本の児童・生徒は国際的にみて、理科に対する関心と意義や有用性の認識が低いことが課題とされている。それをふまえ、科学を学習するには実用的な価値が明確に意識できる外発的な動機づけが重要であると指摘されている。よって、これからの理科は、実社会・実生活との関連のある話題や最新の科学的な知見を導入していく新たな教材が求められている。

そこで、本研究では日本人の食文化につながるサケに着目した。サケはもともと白身魚であるにもかかわらず、食卓で見るサケの身や卵はオレンジ色をしている。そのオレンジ色の色素は、アスタキサンチンと呼ばれるカロテノイド色素であり、強い抗酸化作用を有することから、サプリメントや化粧品など商業利用されている。そのため、アスタキサンチンは、実社会や実生活と関連のある新しい教材になり得る。また、サケに関する教材は理科をはじめ環境教育に絡めて実践されているが、サケの色にかかわる食物連鎖上にある生物に含まれる色素に着目した教材や実践は報告されていない。そこで、本研究ではサケの食物連鎖上の生物に含まれる色素に着目した新たな教材を開発し、学校のカリキュラムに組み込んだ授業実践を行うことを計画した。

2. 研究の目的

本研究は「物質循環」を主な学習の内容領域として対象化し、色素を探究の手がかりとした教材を開発する予定である。「色素」に着目することは学習者にとって感覚的に把握しやすいだけでなく、生命の循環や生態環境の重要性を具体的に把握する教材・カリキュラム開発となりうる。また、本研究成果は学校教育における「生物」学習の課題である網羅的な個別知識の獲得から全体的な意味理解（「科学的な見方・考え方」）を獲得する方法の提案に通じる。そこで本研究は、教材研究・カリキュラム研究・教育実践研究の三つを研究の柱として進めることで、学習者の「科学的な見方・考え方」を育成するための「生物」の小学校、中学校、高等学校で実践可能な教材・カリキュラム開発を行うことを目的としている。

3. 研究の方法

教材開発

- (1) サケの食物連鎖上の生物に含まれる色素に着目した教材を開発する。そこで、植物プランクトンとしてヘマトコッカス藻（サプリメント）由来の色素、動物プランクトンとして、クリオネ（北海道産）に含まれる色素、オキアミ（冷凍釣り餌・天然）に含まれる色素、サケの身（北海道産）に含まれる色素をアセトンにて抽出する。その後、薄層クロマトグラフィー（Silica gel 60 F₂₅₄, 4×8cm:メルク社）に、それぞれの抽出液をスポットし、展開液（石油エーテル：アセトン=7：3）に浸し、色素の分離を行い、色素の共通性と多様性を観察する。
- (2) サケの食物連鎖を意識付ける授業には、実物の教材が重要となる。中でもサケの食物連鎖上の生物であるクリオネはオホーツク海に生息しており、冬の時期でないと入手しづらい。また、従来のホルマリン漬けなどのクリオネ標本は、形態や色調が失われており、実際のものとは大きく異なる。そこで、クリオネの形態や色調を維持した観察用の教材標本の作製に取り組む。
- (3) もともと白身魚であるサケが餌により身や卵がオレンジ色になるように、餌により体色変化が観察できる生物として、アスタキサンチンを合成できない白色のアメリカザリガニに着目した。そこで、サケのオレンジ色のもととなるアスタキサンチンを含むアスタキサンチンをザリガニ餌に混ぜて給餌し、体色変化を観察する。そして、飼育過程で採集した脱皮殻から色素を抽出し、餌に含まれる色素と外骨格由来の色素の比較を薄層クロマトグラフィー（Silica gel 60 F₂₅₄, 4×8cm:メルク社）により比較する。

また、一般的な赤黒い色のアメリカザリガニの稚ザリガニを用いて、体色を給餌により脱色・着色させる餌を作製する。餌の原料は、米粉・大豆粉・豚骨粉・魚粉・いわし油を2：3：2：2.8：0.2の割合で混合したものをベース飼料（脱色餌）とした。ベース飼料にアナト色素の成分（ビキシンもしくはノルビキシン）を質量比0.9：0.1で混合する。混合した飼料は、水を適量入れ、団子状になるまで練り固める。そして、シリコンモールドに飼料を入れ形成し、蒸し器で20分から30分蒸す。蒸し器から飼料を取り出し、クッキングシートに置き、一晚乾燥させる。

給餌試験では、経時的にカメラで体色変化を記録し、画像からRGBの色味を数値化する。また、餌に含まれる色素と外骨格（尾扇）に蓄積した色素を薄層クロマトグラフィー（Silica gel 60 F₂₅₄, 4×8cm:メルク社）により比較検証する。展開液は水：アセトン=1：9で行う画像からの色味抽出では、ビキシンやノルビキシンの給餌による体色変化の色味の違いを数値化する。。

- (4) アメリカザリガニには生まれながらに体色が様々な色に変化する種類（以降、カラーザリガニと呼ぶ）も存在する。そこで、通常の赤黒いザリガニ以外に、カラーザリガニ（青、黒、緑、オレンジ色）の脱皮殻から色素を抽出し、薄層クロマトグラフィーにより比較を行う。また、色素量が多い黒色のカラーザリガニの脱皮殻を用いて、スペクトル測定、HPLCにより詳細な検討を行う。HPLCはユニフローズ社製の装置を用い、実験条件は、流量：600 μ L/min、溶離液：水/メタノール（1：1）、カラム：Cadenza CD-C18 Φ 6 \times 50mm（インタクト株式会社製）、サンプル 2.7 μ l、分析温度：室温（25 $^{\circ}$ C）で行う。

カリキュラム研究

本研究で開発する教材を用いたカリキュラムとして、生物での単元計画を行う。それぞれの教材の特徴に着目し、適した学習単位に関する考察を行う。

授業実践

開発教材を導入した授業計画を行い、授業実践を行う。その後、授業前後における教材としての有用性を考察する。

4. 研究成果

教材研究

- (1) 薄層クロマトグラフィーにより、植物プランクトンであるヘマトコッカス藻由来の色素からは主にアスタキサンチンモノエステルの他、アスタキサンチンジエステルが、動物プランクトンであるクリオネに含まれる色素からはアスタキサンチンフリー体と他の色素が、オキアミに含まれる色素からはアスタキサンチンフリー体の他、アスタキサンチンモノエステル、ジエステルが、サケの身からはアスタキサンチンのフリー体が主に観察できた。この結果、本実験により、サケの食物連鎖上の生物すべてにおいてアスタキサンチンが共通して観察できた。このことから、サケの食物連鎖上の生物に含まれる色素の共通性や多様性について観察することのできる新たな実験教材を開発した。また、本実験で用いた分離条件は高等学校生物で行われる植物色素の分離実験と同じであることから、動物色素に着目した新たな実験教材としての授業での活用も期待できる。本成果内容については、「食農と環境」（蝦名ら、実践総合農学会 2024）に掲載された。
- (2) クリオネの形態や色調を維持するために、骨格透明標本で用いる試薬を参考に、グリセリン濃度やアスコルビン酸濃度を変え、最適条件の検討を行った。その結果、クリオネを終濃度 0.5%水酸化カリウム、1.0%アスコルビン酸含有 50%グリセリン溶液に浸し、スクリュウ管瓶で密閉して低温（約 4 $^{\circ}$ C）、遮光保存することで、約 1 年クリオネの形態や色調を維持することが可能となった。本成果内容は、日本教材学会（蝦名ら、教材学研究第 34 巻 2023）に掲載された。
- (3) 白色アメリカザリガニにアスタキサンチン含有餌を給餌したところ、青色とピンク色に体色変化する個体群の存在を見出した。通常赤黒い色を示すアメリカザリガニでは、アスタキサンチンと結合するタンパク質の存在が報告されている。青色に体色変化した脱皮殻は青色をしており、茹でるとピンク色に変化する。ピンク色のザリガニは脱皮殻に色素が移行しにくいいため、脱皮殻はほぼ白色であることから、殻よりも体内に蓄積している可能性がある。薄層クロマトグラフィーにより、給餌したアスタキサンチン含有餌にはアスタキサンチンのエステル体が主に存在するが、青色に体色変化したザリガニの脱皮殻から抽出した色素は、アスタキサンチンフリー体が観察された。このことから、現在、青やピンクに体色変化する個体群の違いとして、アスタキサンチン結合タンパク質の存在の有無が関係するのではないかと仮説を立て、青色とピンク色に体色変化する個体群のアスタキサンチン結合タンパク質に関連する遺伝子の有無について研究している。
- 通常の赤黒い体色のアメリカザリガニの稚ザリガニを用いて、脱色餌の給餌により、8 週間で白色化した。また、その脱色した稚ザリガニにビキシンやノルビキシン含有餌をそれぞれ給餌することで、ノルビキシンはオレンジ色、ビキシンでは黄色に着色したことを見た目の色から判別した。また、記録した画像からも RGB 値で色味の違いを確認した。さらに、薄層クロマトグラフィーにより、それぞれ給餌した色素が尾扇に蓄積していることを確認した。本成果内容は、*IJERD* (Higuchi *et al.* 14-1, 2023) に掲載された。
- (4) 通常の赤黒いザリガニと 4 種のカラーザリガニ（青色、黒色、緑色、オレンジ色）の脱皮殻から抽出した色素を薄層クロマトグラフィーにより分離した。その結果、すべてのサンプルで、コントロールであるアスタキサンチンのフリー体と同位置にバンドが観察された。そこで、より詳細な実験を行うため、色素量が多い黒色のカラーザリガニから抽出した色素を用いて、スペクトル測定したところ、アスタキサンチンのフリー体と同様、477nm に極大吸収波長をもつピークが観察された。さらに、HPLC を用いて分離したところ、アスタキサン

チンのフリー体と同様の溶出時間であった。このことから、カラーザリガニの脱皮殻では見た目の体色が異なるにもかかわらず、体色の要因となる色素はアスタキサンチンのフリー体であることが考えられた。本成果内容は、日本生物教育学会（2024）で口頭発表した。

カリキュラム研究

中学理科の代表的な教科書では「食物連鎖」は水中の例が少なく扱われており、「物質循環」は炭素や酸素など可視化やイメージが困難な物質での学習となっている（学校図書株式会社 2020、教育出版株式会社 2020、新興出版社啓林館 2020、大日本図書株式会社 2020、東京書籍株式会社 2020）。また、生物濃縮（生物が外界から取り込んだ物質を環境中よりも高い濃度に生体内に蓄積する現象）については、紹介されているのは DDT・PCB 等の公害の例ばかり（近年は放射性物質やマイクロプラスチックも話題）で、負の側面が強い状態で紹介されている。さらに、この単元に関わる観察・実験、生徒が主体的に学習できる教材が少なく、代表的な教科書会社での食物連鎖・物質循環の学習単元では、主に土中の微生物の観察と菌による分解実験についてであり、「食物連鎖」と「物質循環」については主にその概要を教科書や映像で学習するのみである。そこで、サケの食物連鎖を扱う単元としては、中学校の理科において日常生活に結び付き、適した学習範囲として、中学校第 3 学年で学ぶ「自然と人間」の単元「生物と環境」の「自然界のつり合い」内の「食物連鎖」と「物質循環」の項目が挙げられる。

また、中学校学習指導要領解説理科編において、無脊椎動物については「昆虫、エビ、イカなどの外部形態について観察」、軟体動物については「貝やイカなど」と記されており（文部科学省、2017）、これまでも中学理科の代表的な教科書では身近な食材であるイカやアサリが紹介、利用されている場合が多い。また、漁業対象となる水産資源の多くが餌としている動物性プランクトンは、海洋の生態系・食物連鎖を考えるうえでも欠かせない存在だが、観察教材としてあまり扱われていない。このようなことから、クリオネを扱う理科の学習として、中学校第 1 学年で学ぶ「いろいろな生物とその共通点」の単元「生物の観察と分類の仕方」の「生物の特徴と分類の仕方について」内の「無脊椎動物」「軟体動物」の項目が挙げられる。

サケの食物連鎖上の生物に含まれる色素やザリガニの色素に着目した学習では、高等学校においては、植物の光合成色素を学習する生物の単元での発展学習として位置づけることが可能である。アメリカザリガニの色に着目した教材としての活用については、数々の海外雑誌や書籍にも掲載された。

授業実践

都内私立中学校 3 年生を対象に、サケの食物連鎖上の生物に含まれる「生物色素」の物質循環をテーマとした発展的な授業実践を行った。アンケートの結果、本研究目的である「水中の食物連鎖の理解度」「物質循環の可視化による理解度」「生物濃縮の理解とポジティブなイメージ」の強化、さらに「食物連鎖・物質循環・生物濃縮・生物色素に関しての興味の増加」が確認された。また、主体的に学習に取り組む意識が高まり、本研究で開発した教材が意欲や関心にも有用であることを明らかとした。

都内の私立中学校 1 年生を対象にクリオネ標本を用いた授業実践を行った。アンケート調査により、形態や色調などの質感や大きさ等が確認できるクリオネ標本は、学習意欲や興味・関心を高め、「作りたい」「観察したい」と主体的に学習に取り組む意識等も高めるのに有用であることが明らかとなった。また、クリオネの標本教材を活用した授業により、「無脊椎動物」や「海の無脊椎動物と人間との関わり」についての学習意欲や理解・興味・関心を高めるのに適した教材であることが明らかになった。

アメリカザリガニの体色に関する実験教材については、小学生、中学生、高校生を対象に環境教育を絡めた科学教育として、授業実践を行った。授業の中で、脱色や着色用の餌づくりを行い、給餌試験をすることで体色の変化が確認され、再現性も得られている。また、自由研究や高等学校の部活動などでザリガニの色に関する研究指導も行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 蝦名元、武田晃治	4. 巻 35
2. 論文標題 サケの食物連鎖上の「生物色素」に着目した環境科学教育	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 食農と環境	6. 最初と最後の頁 7,12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Higuchi, S., Ono, H., Honda, H., Maskey, S., Kurosawa, A., Suzuki, T., Takahashi, N., Okazawa, H. and Takeda, K.	4. 巻 14-1
2. 論文標題 Educational Material Research on the Color of Crayfish for Conversion to Edible Resources	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6. 最初と最後の頁 98,105
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 蝦名元、武田晃治	4. 巻 34
2. 論文標題 観察教材のための形態と色調を維持したクリオネ標本の開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 教材学研究	6. 最初と最後の頁 7,14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 赤石裕美恵、武田晃治、惟村直公、村上篤太郎	4. 巻 209
2. 論文標題 ザリガニからはじめる環境科学教育	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本農学図書館協議会誌	6. 最初と最後の頁 1,7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takeda, K., Higuchi S., Ono H., Asai T., Kato, T., Suzuki, T., Takahashi, N., Miyajima, K., Kurosawa, A., Komatsu, K. and Okazawa	4. 巻 332
2. 論文標題 Environmental science education on the subject of crayfish (<i>Procambarus clarkii</i>)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Open Access Government	6. 最初と最後の頁 240,241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeda, K., Yururi, M., Jitsuno, M., Uchino, M., Furusho, T., Takeuchi, M., Komatsu, K., Makino, T. and Asanuma, S.	4. 巻 June
2. 論文標題 An impact of biological pigments as teaching material	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Open Access Government	6. 最初と最後の頁 262-263
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeda, K., Jitsuno M. and Akaishi, Y.	4. 巻 January
2. 論文標題 Utilisation of crayfish (<i>Procambarus clarkii</i>) in integrated inquiry activities	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Open Access Government	6. 最初と最後の頁 218-219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeda Kouji, Yururi Manami, Asanuma Shigeru.	4. 巻 2
2. 論文標題 Teaching materials and curriculum research focusing on biological pigments of organisms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Impact Ltd	6. 最初と最後の頁 16-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Higuchi, S., Kurosawa, A., Suzuki, T., Tanahashi, Y., and Takeda, K.
2. 発表標題 Comparison of useful components of red swamp crayfish(<i>Procambarus clarkii</i>) and signal crayfish (<i>Pacifastacus leniusculus</i>)
3. 学会等名 International Journal of Environmental and Rural Development (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 樋口幸希、本多宏明、武田晃治
2. 発表標題 アメリカザリガニの体色要因に着目した生物実験教材の開発
3. 学会等名 日本生物教育学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Higuchi, S., Ono, H., Honda, H., Maskey, S., Kurosawa, A., Suzuki, T., Takahashi, N., Okazawa, H. and Takeda, T.
2. 発表標題 Educational Material Research on the Color of Crayfish for Conversion to Edible Resources
3. 学会等名 International Journal of Environmental and Rural Development (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 蝦名元、武田晃治
2. 発表標題 クリオネの教材標本作製と教育利用 軟体生物、食物連鎖、海洋・環境教育教材
3. 学会等名 日本教材学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 蝦名元、武田晃治
2. 発表標題 クリオネの質感を維持した教材標本の作製－サケの食物連鎖、環境教育の教材－
3. 学会等名 日本教材学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 武田晃治
2. 発表標題 ザリガニを活用した教育から地場産業振興のあり方
3. 学会等名 日本地域創生学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野穂波、武田晃治
2. 発表標題 カラドエクルピスを用いた環境科学教材の開発 ～地場産業振興へ向けた循環型有用資源としての利活用～
3. 学会等名 日本地域創生学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 蝦名元、武田晃治
2. 発表標題 クリオネの教材標本の作製 サケまで繋がる食物連鎖，生活・総合的学習・理科の教材
3. 学会等名 日本教材学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 武田晃治・関正貴（第2章共著）	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東京農業大学出版会	5. 総ページ数 203
3. 書名 地域創生・SDGs 人財養成の実学研究－『五感六育』の実践例－	

1. 著者名 左巻 健男、吉田 安規良 編著（武田晃治 分担執筆）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東京書籍	5. 総ページ数 292
3. 書名 新訂 授業に活かす理科教育法 中学・高等学校編（第6章5節執筆）	

1. 著者名 梅澤秀監・木内隆生・嶋崎政男 編著（武田晃治 分担執筆）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 大学図書	5. 総ページ数 176
3. 書名 特別活動15講と総合的学習8講（第2部第5講執筆）	

1. 著者名 左巻建男・吉田安規良 編著	4. 発行年 2019年
2. 出版社 東京書籍	5. 総ページ数 288
3. 書名 【新訂】授業に活かす理科教育法 中学・高等学校編	

1. 著者名 梅澤秀監・木内隆生・嶋崎政男 編著	4. 発行年 2019年
2. 出版社 大学図書	5. 総ページ数 173
3. 書名 特別活動と総合的学習	

〔産業財産権〕

〔その他〕

カラフルザリガニを作出 教材、有用資源として幅広い可能性 https://www.nodai.ac.jp/hojin/journal/images/j_200405/j_200405.pdf 日本農業新聞（令和2年2月13日、3月15日） フジテレビ「坂上どうぶつ王国」番組協力（令和2年7月31日） テレビ朝日「じゅん散歩」出演（令和3年3月15日） J-WAVE TOKYO MORNING RADIO インタビュー（令和3年5月5日） エフエム世田谷（令和3年9月17日） 東京FMめぐりずむ（令和3年11月30日）

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	緩利 真奈美 (Yururi Manami) (70782647)	東京農業大学・その他部局等・助教 (32658)	
研究分担者	浅沼 茂 (Asanuma Shigeru) (30184146)	立正大学・心理学部・特任教授 (32687)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------