

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 9 月 8 日現在

機関番号：13601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H01448

研究課題名(和文)有肺類の性的隔離と繁殖干渉の化学生態学的研究

研究課題名(英文)Chemical ecology of sexual isolation and reproductive interference in pulmonates

研究代表者

浅見 崇比呂 (ASAMI, Takahiro)

信州大学・理学部・特任教授

研究者番号：10222598

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 39,490,000円

研究成果の概要(和文)：同時雌雄同体の柄眼類は、他者を誘引する揮発分泌物を相互に感知して近づいて求愛・交尾する。種間雑種の第一世代の成熟個体は、両親種の成熟個体を誘引する。生体の分泌物の揮発ガスに対する生物個体(被験者)の応答により誘引活性の有無を検証するためのバイオアッセイ装置およびアッセイ操作のプロトコルを抜本的に改良した。性フェロモンの分泌と感知を相互に行うことで他者の探索と誘引を実現する雌雄同体の特徴に着目し、バイオアッセイに用いる被験者の行動活性を初期化する簡便な手法を開発した。オルファクトメータの気体の合流地点に生じる攪乱を可視化し、攪乱回避によりアッセイ効率を格段に改善する気流制御法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、累代飼育法に独自の改良を重ねたコハクオナジマイマイとオナジマイマイを、生殖的隔離機構の生態・行動・遺伝解析が可能な雌雄同体動物をのモデル動物として確立した。柄眼類(カタツムリ・ナメクジ)の性フェロモンの化学特性・生態機能に関する知見は皆無である。本2種の利点を生かし、前例のないオルファクトメータを実用化し、性フェロモンによる配偶者識別の生物検定法を確立した。性フェロモンの産生と応答にみる種間雑種個体の特徴を明らかにした。以上により、性フェロモンを介しての交配前の生殖隔離機構を理解するためのさらなる進化生物学および化学生態学的な研究を進める基盤を固めた。

研究成果の概要(英文)：Stylommatophorans, which are simultaneous reciprocal hermaphrodites, court and mate after approaching each other depending on chemical recognition of volatile excreted from conspecifics. Interspecific F1 mature hybrids attract adults of parental species. We achieved technical renovations of the original bioassay device and experimental protocols to examine behavioral responses to volatiles. These hermaphrodites in proximity excrete attracting compounds and also locates each other by sensing the compounds from the others. Based on this characteristic we developed a simple method to condition the subject mature animals to be ready for those interactions with other adults. We made hypothetically presumed air disturbance where two airflows meet inside the olfactometer and developed a method to manipulate air flow parameters to resolve the problem of volatile leaks back to the control air route.

研究分野：進化生物学

キーワード：有肺類

1. 研究開始当初の背景

軟体動物門の全体で、異なる系統の集団(種)の間で生殖隔離がどのようにして実現しているかは、ほとんど未知の状態にある。腹足類(巻貝類)の場合には、視覚は他者の形状の識別には役に立たない。したがって、異なる系統の間で生殖隔離が成り立つのは、他種の個体と同種個体の分泌する物質が互いに異なり、分泌物質の化学刺激に依存して配偶可能な他個体を認識しているからであることになる。

陸生の巻貝の場合には、配偶可能な成体どうしが分泌物の揮発ガスを感知して互いを誘引して接触し、交尾に至ると考えられる。しかし、その証拠を示す研究は、これまで皆無に等しい。大きな原因の一つは、有肺類を含め、巻貝の人工繁殖は技術的に困難であり、たとえ可能でも世代時間が長いため、行動実験によるアッセイが事実上不可能に近いことにある。研究代表者は、累代飼育法に独自の改良を重ね、有肺類の2種 *Bradybaena pellucida* (コハクオナジマイマイ) および *Bradybaena similaris* (オナジマイマイ) の世代時間を3ヶ月に短縮し、必要に応じて交尾・産卵させることができる近縁二種系の研究モデルを確立した。これにより、野生集団および実験個体が実現している生殖隔離のメカニズムの生態・行動・遺伝解析が可能な同時雌雄同体動物を実用化した。

平地に生息する地上生のオナジマイマイとコハクオナジマイマイの分布域は、日本列島で重複するものの、両種の集団が同一の空間で見つかることは極めてまれである。両者の形態は酷似するものの、陰莖内壁の表面の形状が明確に異なる。実験条件下で未交尾の成熟個体を用い、コハクオナジマイマイ2個体とオナジマイマイ1個体を同一容器に、あるいはコハクオナジマイマイ1個体とオナジマイマイ2個体を同一容器に入れて、交尾相手を選べる状態にすると、二種間で交尾する場合があるものの、統計的に有意に高い頻度で同一種の個体と交尾する。オナジマイマイ1個体とコハクオナジマイマイ1個体を同一容器に入れたままにした場合も含め、種間の交尾に際しては、同一種の個体どうしの場合と同様の、同時雌雄同体の同時正逆交尾に典型的な求愛・交尾行動を両者が行い、交尾器を両者が露出して交尾態勢に入る。ところが、コハクオナジマイマイだけが雑種個体を産み、オナジマイマイは産卵しない。これは、コハクオナジマイマイはメスとしてオナジマイマイから精包を受け取るものの、オナジマイマイはコハクオナジマイマイから精包を受け取らないからである。これは、交尾中にコハクオナジマイマイがオスとして、あるいはオナジマイマイがメスとして、交尾を中断するからであることが、交尾行動および交尾後の解剖により明らかである。したがって、これら二種の間で、交尾前の生殖隔離だけではなく、交尾中の生殖隔離が、不完全であるものの、化学刺激により成立している。

だが、マイマイ類の成熟個体が分泌するどのような物質が、交尾前の生殖隔離に不可欠の化学刺激(性フェロモン)としての機能を果たすのかは、国内外でまったく未知の状態にある。農業害虫として知られる有肺類(カタツムリ・ナメクジ)ですらも、性フェロモンの化学特性・生態機能に関する知見は皆無である。したがって、本二種モデル系の生物個体の生態・行動・生活史・形態・生理・生化学特性に対応した求愛・誘引活性の統計的比較解析によるアッセイ

する独自の的方法論により実用可能な実験システムの開発が必要である。

2．研究の目的

オナジマイマイとコハクオナジマイマイを用い、それぞれにおいて、成熟個体が分泌する物質の揮発ガスが同一種の成熟個体のみに対して示す誘引活性のアッセイには、比較対象となる未成熟個体と成熟個体を用いた行動実験が不可欠である。この行動実験のプロトコルを改善し、時間コスト短縮して実用性を担保する。このために、誘引される動物個体に特徴的な行動パターンにより誘引活性の強さを定量する手法を確立する。これまでに誘引活性をもつことが推測される複数の分泌化合物を化学同定する。それらの揮発ガスがもつ行動生理活性（誘引効果、忌避効果）が種間で異なることを定量解析により確認する。これにより、成熟個体の配偶者選択にみる種間の交尾前の生殖隔離がこれらの分泌物質の化学刺激に依存することを明らかにする。

3．研究の方法

二種それぞれの成体から分泌物を採取し、それらの中から、二種のそれぞれに特徴的な物質をGC/MS（ガスクロマトグラフ質量分析）法により検出する。さらに、検出した物質ごとに、揮発ガスが同一種成体個体間の誘引に有効な効果をもつか否かを行動実験により判定する。分泌物の揮発ガスの採取をSPME法により行う。成熟個体に特有の誘引活性をもつ当該物質の分泌量はきわめて少ない。生体分泌物の揮発ガスからヘキサン可溶性の分画を効率的に採取するために、配偶可能な他者の認識がもたらす求愛行動を経た成熟個体を用いる。そのための行動実験プロトコルを確立する。全暗条件で赤外線タイムラプス動画撮影法を改良し、同時に平行して記録するサンプルサイズを拡大し、統計解析効率を改善する。二種間の雑種成体を用い、同様の化学分析と行動実験により、雑種個体が親種の性フェロモンを親種と同様に生産するかを定量評価する。

4．研究成果

本2種の利点を生かし、有肺類では前例のないオルファクトメータを実用化し、性フェロモンによる配偶者識別の生物検定（バイオアッセイ）法を確立した。このために行った試行錯誤を通じ、Y字管の構造に加え、湿度や気体流量の調節、成体を個体ごとに行動アッセイに適した状態に整える手法を含め、独自のプロトコルに多くの改善を行った。これらの経緯から、同一種の成体どうしでの誘引効果をバイオアッセイ（行動実験）により検出することそれ自体に、雌雄同体の有肺類ならではの技術的な困難が大きいことが明らかとなった。

同時雌雄同体の柄眼類は、他者を誘引する揮発分泌物を相互に感知して近づいて求愛・交尾する。成体の分泌物の揮発ガスに対する生物個体（被験者）の応答により誘引活性の有無を検証するためのバイオアッセイ装置およびアッセイ操作のプロトコルを抜本的に改良した。性フェロモンの分泌と感知を相互に行うことで他者の探索と誘引を実現する雌雄同体の特徴に着眼し、バイオアッセイに用いる被験者の行動活性を初期化する簡便な手法を開発した。オルフ

ァクトメータの気体の合流地点に生じる攪乱を可視化し、攪乱回避によりアッセイ効率を格段に改善する気流制御法を開発した。

成体に特異的な分泌物質の抽出・濃縮・化学分析・同定のプロトコルを確立した。成熟個体が分泌する標的物質の量に起因する技術的な問題を克服し、化学同定を阻む問題を解決することに成功した。結果として、オナジマイマイとコハクオナジマイマイの種間で生じる交配前の生殖隔離に不可欠の鍵物質をつきとめた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計38件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Pall-Gergely Barna, Gargominy Olivier, Fontaine B., Asami Takahiro	4. 巻 83
2. 論文標題 Breathing device of a new Streptaulus species from Vietnam extends understanding of the function and structure of respiratory tubes in cyclophoroids (Gastropoda: Caenogastropoda: Pupinidae)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Molluscan Studies	6. 最初と最後の頁 243 ~ 248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mollus/eyx006	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 Pall-Gergely Barna, Hunyadi A., Asami Takahiro	4. 巻 678
2. 論文標題 A new diplommatinid genus and two new species from the Philippines (Gastropoda, Caenogastropoda, Cyclophoroidea)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ZooKeys	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3897/zookeys.678.13059	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 Pall-Gergely Barna, Jochum Adrienne, Asami Takahiro	4. 巻 63
2. 論文標題 Three new species and a new genus of Hypselostomatidae (Gastropoda: Pulmonata) from Cong Troi Cave, Northern Vietnam	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae	6. 最初と最後の頁 327 ~ 341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17109/AZH.63.3.327.2017	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 Harl Josef, Haring Elisabeth, Asami Takahiro, Sittenthaler Marcia, Sattmann Helmut, Pall-Gergely Barna	4. 巻 181
2. 論文標題 Molecular systematics of the land snail family Orculidae reveal polyphyly and deep splits within the clade Orthurethra (Gastropoda: Pulmonata)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Zoological Journal of the Linnean Society	6. 最初と最後の頁 778 ~ 794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/zoolinnean/zlx022	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 Barna Pall-Gergely, Takahiro Asami	4. 巻 75
2. 論文標題 A new species of <i>Metalycaeus</i> hitherto undistinguished from <i>M. vinctus</i> (Pilsbry, 1902) (Gastropoda: Cyclophoroidea: Alycaecidae)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Venus	6. 最初と最後の頁 1~16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18941/venus.75.1-4_1	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 Wu Min, Asami Takahiro	4. 巻 38
2. 論文標題 Taxonomical notes on Chinese camaenids with description of three new species (Gastropoda: Pulmonata)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Molluscan Research	6. 最初と最後の頁 137~148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13235818.2017.1380145	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 Pall-Gergely Barna, Otani Jamen Uiriamu, Hosoda Takashi, Asami Takahiro, Harl Josef	4. 巻 38
2. 論文標題 A new species of <i>Camaenidae</i> (Gastropoda, Pulmonata) from Nusa Penida and Lombok Islands, Indonesia: novelty in a well-known fauna	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Molluscan Research	6. 最初と最後の頁 41~49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13235818.2017.1344903	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 Pall-Gergely Barna, Hunyadi A., Asami Takahiro	4. 巻 810
2. 論文標題 Enantiomorphs and taxonomy of three conchological species in flat-shelled snails <i>Trichocathaica</i> (Pulmonata, Camaenidae)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ZooKeys	6. 最初と最後の頁 19~44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3897/zookeys.810.29824	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 Pall-Gergely Barna, Asami Takahiro, Solymos P.	4. 巻 48
2. 論文標題 Subspecies description rates are higher in morphologically complex land snails	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Zoologica Scripta	6. 最初と最後の頁 185 ~ 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/zsc.12319	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 Pall-Gergely Barna, Szekeres M., Feher Z., Asami Takahiro, Harl Josef	4. 巻 57
2. 論文標題 Evolution of a dextral lineage by left-right reversal in <i>Cristataria</i> (Gastropoda, Pulmonata, Clausiliidae)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research	6. 最初と最後の頁 520 ~ 526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jzs.12277	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 Schwaha Thomas, Ruthensteiner Bernhard, Melzer Roland R., Asami Takahiro, Pall Gergely Barna	4. 巻 57
2. 論文標題 Three phyla? Two type specimens? One shell: History of a snail shell revealed by modern imaging technology	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research	6. 最初と最後の頁 527 ~ 533
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jzs.12293	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 Pall-Gergely Barna, Majoros G., Domokos T., Juhasz Alexandra, Turoci A., Badacsonyi L., Fekete Judit, Asami Takahiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Realtime Social Networking Service rapidly reveals distributions of non-indigenous land snails in a European capital	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BioInvasions Records	6. 最初と最後の頁 782 ~ 792
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3391/bir.2019.8.4.06	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 Noda Takeshi, Satoh Noriyuki, Asami Takahiro	4. 巻 5
2. 論文標題 Heterochirality results from reduction of maternal diaph expression in a terrestrial pulmonate snail	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Zoological Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40851-018-0120-0	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 Pall-Gergely Barna, Sajjan Sheikh, Tripathy Basudev, Meng Kaibaryer, Asami Takahiro, Ablett Jonathan D.	4. 巻 981
2. 論文標題 Genus-level revision of the Alycaeidae (Gastropoda, Cyclophoroidea), with an annotated species catalogue	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ZooKeys	6. 最初と最後の頁 1 ~ 220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3897/zookeys.981.53583	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 Umehara Akira, Takahashi Tohru, Komorita Tomohiro, Orita Ryo, Choi Jin-Woo, Takenaka Risa, Mabuchi Rie, Park Ho-Dong, Tsutsumi Hiroaki	4. 巻 167
2. 論文標題 Widespread dispersal and bio-accumulation of toxic microcystins in benthic marine ecosystems	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 492 ~ 500
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2016.10.029	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 Sakamoto Masaki, Nagata Takamaru, Hanazato Takayuki, Miyabara Yuichi, Ha Jin-Yong, Park Ho-Dong, Toda Hideshige, Oh Hye-Ji, Oda Yusuke, Chang Kwang-Hyeon	4. 巻 33
2. 論文標題 Long-term zooplankton community records (1996?2017) for Lake Suwa (Japan)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 1 ~ 1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11284-017-1528-2	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 Jisun Han, Bong-seok Jeon, Katsunori Mizuno, Kenji Yoshida and Ho-Dong Park	4. 巻 53
2. 論文標題 The influences of small-scale oscillation on growth inhibition and the ultrastructural changes of <i>Microcystis</i> cells	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Science and Health, Part A	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10934529.2018.1530329	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 Jin Haiyan, Nishizawa Tomoyasu, Guo Yong, Nishizawa Akito, Park Ho-Dong, Kato Hajime, Tsuji Kiyomi, Harada Ken-ichi	4. 巻 7
2. 論文標題 Complete Genome Sequence of a Microcystin-Degrading Bacterium, <i>Sphingosinicella microcystinivorans</i> Strain B-9	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Microbiology Resource Announcements	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/MRA.00898-18	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 Hirano Itsuka, Iida Hitomi, Ito Yasuaki, Park Ho-Dong, Takahashi Koichi	4. 巻 132
2. 論文標題 Effects of light conditions on growth and defense compound contents of <i>Datura innoxia</i> and <i>D. stramonium</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 473 ~ 480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-019-01111-z	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 Urai Atsushi and Ho-Dong Park	4. 巻 35
2. 論文標題 Difference in the foraging strategy between daphnia and copepods in Shirakoma-ike: evidence from ^{15}N / ^{14}N of amino acids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Res. Org. Geochem	6. 最初と最後の頁 29-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20612/rog.35.2_37	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 Kim Dokyun, Hong Seongjin, Choi Hyuntae, Choi Bohyung, Kim Jaeseong, Khim Jong Seong, Park Hodong, Shin Kyung-Hoon	4. 巻 133
2. 論文標題 Multimedia distributions, bioaccumulation, and trophic transfer of microcystins in the Geum River Estuary, Korea: Application of compound-specific isotope analysis of amino acids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environment International	6. 最初と最後の頁 105194 ~ 105194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envint.2019.105194	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 Urai Atsushi, Matsushita Makoto, Park Ho-Dong, Imachi Hiroyuki, Ogawara Miyuki, Iwata Hiroki, Kaneko Masanori, Ogawa Nanako O., Ohkouchi Naohiko, Takano Yoshinori	4. 巻 8
2. 論文標題 Detection of planktonic coenzyme factor 430 in a freshwater lake: small-scale analysis for probing archaeal methanogenesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-021-00450-7	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 Urai Atsushi, Takano Yoshinori, Imachi Hiroyuki, Ishii Shun'ichi, Matsui Yohei, Ogawara Miyuki, Tasumi Eiji, Miyairi Yosuke, Ogawa Nanako O., Yoshimura Toshihiro, Inagaki Fumio, Yokoyama Yusuke, Kawano Kenjiro, Murai Daisuke, Park Ho-Dong, Ohkouchi Naohiko	4. 巻 5
2. 論文標題 Origin of Deep Methane Associated with a Unique Community of Microorganisms in an Organic- and Iodine-Rich Aquifer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.0c00204	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 Recknagel Friedrich, Park Ho-Dong, Sukenik Assaf, Zohary Tamar	4. 巻 114
2. 論文標題 Dissolved organic nitrogen, dinoflagellates and cyanobacteria in two eutrophic lakes: Analysis by inferential modelling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Harmful Algae	6. 最初と最後の頁 102229 ~ 102229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.hal.2022.102229	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 Urai Atsushi, Takano Yoshinori, Matsui Yohei, Iwata Hiroki, Miyairi Yosuke, Yokoyama Yusuke, Miyabara Yuichi, Ohkouchi Naohiko, Park Ho-Dong	4. 巻 -
2. 論文標題 Origin of Deep Methane from Active Faults along the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line between the Eurasian and North American Plates: ¹³ C/ ¹² C and ¹⁴ C/ ¹² C Methane Profiles from a Pull-Apart Basin at Lake Suwa	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.1c00392	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 Kunito Takashi, Hiruta Naomi, Miyagishi Yasunori, Sumi Hirotaka, Moro Hitoshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Changes in phosphorus fractions caused by increased microbial activity in forest soil in a short-term incubation study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Speciation and Bioavailability	6. 最初と最後の頁 9~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09542299.2018.1433555	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 Fujita Kazuki, Kunito Takashi, Matsushita Junko, Nakamura Kaori, Moro Hitoshi, Yoshida Seishi, Toda Hideshige, Otsuka Shigeto, Nagaoka Kazunari	4. 巻 13
2. 論文標題 Nitrogen supply rate regulates microbial resource allocation for synthesis of nitrogen-acquiring enzymes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0202086	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 Kunito Takashi, Shiroma Takashi, Moro Hitoshi, Sumi Hirotaka	4. 巻 2018
2. 論文標題 Annual Variation in Soil Enzyme Activity in a Paddy Field: Soil Temperature and Nutrient Availability Are Important for Controlling Enzyme Activities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Soil Science	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) 10.1155/2018/4093219	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 Fujita Kazuki, Miyabara Yuichi, Kunito Takashi	4. 巻 91
2. 論文標題 Microbial biomass and ecoenzymatic stoichiometries vary in response to nutrient availability in an arable soil	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 European Journal of Soil Biology	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejsobi.2018.12.005	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 Fujita Kazuki, Kunito Takashi, Otsuka Shigeto, Nagaoka Kazunari	4. 巻 56
2. 論文標題 Anaerobic soil disinfestation using diluted ethanol increases phosphorus availability in arable Andosols	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biology and Fertility of Soils	6. 最初と最後の頁 927~941
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00374-020-01472-x	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 Kunito Takashi, Haraguchi Shingo, Hanada Kiyoko, Fujita Kazuki, Moro Hitoshi, Nagaoka Kazunari, Otsuka Shigeto	4. 巻 398
2. 論文標題 pH is the dominant factor controlling the levels of phytate-like and DNA-like phosphorus in 0.5?M NaHCO3-extracts of soils: Evaluation with phosphatase-addition approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geoderma	6. 最初と最後の頁 115113~115113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geoderma.2021.115113	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 Moro Hitoshi, Park Ho-Dong, Kunito Takashi	4. 巻 11
2. 論文標題 Organic Phosphorus Substantially Contributes to Crop Plant Nutrition in Soils with Low Phosphorus Availability	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Agronomy	6. 最初と最後の頁 903~903
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/agronomy11050903	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 Watanabe Nobuko, Ijuin Hisako K., Takatsuka Hikaru, Matsumoto Masakatsu	4. 巻 88
2. 論文標題 Solvent effect on base-induced chemiluminescent decomposition of bicyclic dioxetanes bearing a 3-hydroxyphenyl group	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 132147 ~ 132147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2021.132147	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 Watanabe Nobuko, Takatsuka Hikaru, Ijuin Hisako K., Matsumoto Masakatsu	4. 巻 76
2. 論文標題 Highly effective and rapid emission of light from bicyclic dioxetanes bearing a 3-hydroxyphenyl substituted with a 4-p-oligophenylene moiety in an aqueous system: Two different ways for the enhancement of chemiluminescence efficiency	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 131203 ~ 131203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2020.131203	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 Watanabe Nobuko, Wakatsuki Ayu, Ijuin Hisako K., Kabe Yoshio, Matsumoto Masakatsu	4. 巻 59
2. 論文標題 Organic superbases-induced chemiluminescent decomposition of a hydroxyaryl-substituted dioxetane: Unique effect of a bifunctional guanidine base on the chemiluminescence profile of a bicyclic dioxetane bearing a 4-(benzoxazol-2-yl)-3,5-dihydroxyphenyl moiety	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tetrahedron Letters	6. 最初と最後の頁 971 ~ 977
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tetlet.2018.01.045	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 Matsumoto Masakatsu, Watanabe Nobuko, Kumagai Koh, Ohtuka Rei, Wakatsuki Ayu, K. Ijuin Hisako, Kabe Yoshio	4. 巻 97
2. 論文標題 Notable Difference between Tetrabutylammonium Fluoride and Organic Superbases as Triggers for the Chemiluminescent Decomposition of Bicyclic Dioxetanes Bearing a 4-(N-Phenylbenzimidazol-2-yl)-3-hydroxyphenyl Moiety	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 HETEROCYCLES	6. 最初と最後の頁 1099 ~ 1099
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/com-18-s(t)93	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 Watanabe Nobuko, Hiragaki Kiriko, Tsurumi Kunihiko, Ijuin Hisako K., Matsumoto Masakatsu	4. 巻 73
2. 論文標題 Solvent- and temperature-controlled inversion of -facial selectivity in the 1,2-cycloaddition of singlet oxygen to hydroxyphenyl-substituted cyclohexadihydrofurans	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 1845 ~ 1853
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2017.02.038	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 Nobuko Watanabe, Yuukou Mizuno, Yoshinori Maeda, Hisako K. Ijuin, Masakatsu Matsumoto	4. 巻 95
2. 論文標題 SYNTHESIS OF TRICYCLIC DIOXETANES THAT EXHIBIT INTRAMOLECULAR CHARGE-TRANSFER-INDUCED DECOMPOSITION : RELATIONSHIP BETWEEN STRUCTURE AND CHEMILUMINESCENCE EFFICIENCY	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 487-506
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 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	吉村 仁 (YOSHIMURA Jin) (10291957)	長崎大学・熱帯医学研究所・客員教授 (17301)	
研究分担者	朴 虎東 (PARK Ho-dong) (20262686)	信州大学・学術研究院理学系・教授 (13601)	
研究分担者	渡辺 信子 (WATANABE Nobuko) (40291744)	神奈川大学・理学部・助教 (32702)	

6. 研究組織（つづき）

	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	伊集院 久子 (IJUIN Hisako) (60398948)	神奈川大学・付置研究所・研究員 (32702)	
研究分担者	國頭 恭 (KUNITO Takashi) (90304659)	信州大学・学術研究院理学系・教授 (13601)	
研究分担者	蟻川 謙太郎 (ARIKAWA Kentaro) (20167232)	総合研究大学院大学・先導科学研究科・教授 (12702)	

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