

令和 4 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（特設分野研究）

研究期間：2018～2021

課題番号：18KT0042

研究課題名（和文）農業生態系における生物間相互作用の機能解明と植物保護へのバイオミメティクス応用

研究課題名（英文）Application of biomimetics to plant protection in agroecosystems

研究代表者

森 直樹（Mori, Naoki）

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：30293913

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,400,000円

研究成果の概要（和文）：農学分野において重要な生物間相互作用に注目し、その相互作用の最前線で対峙する界面で情報伝達を司る化学特性・物理特性を解析することで、実際の農業に応用できる新規でバイオミメティクス的な植物保護技術のシーズ開発を目指した。振動を用いたオンシツコナジラミの行動制御技術では、実際のトマト栽培施設で検証を行い、振動処理区において無処理区よりも本種の密度が66%減少した。また、ハスモンヨトウ抵抗性ダイズで抵抗性に関する化学成分を従来よりも精密に評価できる統計処理法を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間が持続的に生存するため、「人間と自然の共存」が謳われている。しかしながら、様々な学問的、社会的取り組みをもってしても、「人間と自然の共存」を実践する手法は依然として明らかでない。「人間と自然の共存」の具体的な実践として、演者らが提案するのは、人間側からの一方的な自然・環境の解釈だけでなく、人間ならざるものである蟲（昆虫、動物、微生物...）の環世界と行動原理を理解することである。すなわち、蟲にとっての環世界を科学の言葉で理解したうえで、人間と蟲の両方の視点から環境をデザインする姿勢こそが「人間と自然の共存」の実践のキーワードになると考える。ここに本研究の学術的・社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Focusing on interactions between organisms, which are important in the field of agriculture, and on the chemical and physical properties that govern information transfer at the interfaces that confront them at the forefront of these interactions, we aimed to establish a novel biomimetic plant protection technology that can be applied to actual agriculture. The technology for controlling the behavior of the greenhouse whitefly using vibration was verified at an actual tomato cultivation facility, and the density of this species was reduced by 66% in the vibration-treated area compared to the non-treated area. In addition, we established a statistical treatment method that enables more precise evaluation of the chemical components involved in resistance in soybean resistant to *Spodoptera litura*.

研究分野：化学生態学

キーワード：バイオミメティクス 生物間相互作用

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

バイオミメティクス(生物模倣)の観点から、現在、細胞表面の微細構造(数百 nm から数 mm)が示す特異な機能として、「ハスの葉を真似た超撥水性」、「ヤモリの指を模倣した接着テープ」、「モルフォチョウを真似たフォトニクス材料」等が工学分野で注目されている。これに対し、農学分野ではバイオミメティクスの観点は十分には注目されてこなかった。その大きな理由の一つは、従来の電子顕微鏡観察では、細胞表面の微細構造を生きたままの形で観察できなかったからである。ところが、申請者らのグループの針山は、生きたままの個体や細胞などを走査型電子顕微鏡(SEM)で観察する方法(NanoSuit<sup>®</sup>)を世界で初めて開発した。このブレークスルーを受けて、本研究では、農学分野において重要な生物間相互作用に注目し、その相互作用の最前線に対峙する界面で情報伝達を司る化学特性・物理特性を解析することで、実際の農業に応用できる新規なバイオミメティクスの植物保護技術のシーズ開発を目指した。

本申請研究は、平成24年度(2012年度)から28年度(2016年度)まで新学術領域研究(研究領域提案型)「生物多様性を規範とする革新的技術材料」(代表 下村政嗣)で研究を実施したメンバーの中から、農学分野へのバイオミメティクスの観点を導入する研究を実施するために必要な人材を抜擢してチームを構成した。

### 2. 研究の目的

生きたままの細胞表面の微細構造を観察できる NanoSuit<sup>®</sup>法を利用して、農業分野における生物間相互作用に注目し、その相互作用の最前線に対峙する界面で情報伝達を司る化学特性・物理特性を解析する。これにより、農業分野に応用できる新規な植物保護技術のシーズを開発する。取り上げた現象を以下に示す。

- (1) ハスモンヨトウ抵抗性ダイズにおける抵抗性発現メカニズムの解析
- (2) 振動によるオンシツコナジラミの行動制御
- (3) フェロモンブレンド認識機構解明による害虫の精密な行動制御技術
- (4) モモシンクイガの産卵を抑制するホワイトコートの新規な活性発現機構の解明
- (5) ホソカ幼虫が水中に留まることを可能にするクラウン構造の Nonsuit 解析

### 3. 研究の方法

- (1) ハスモンヨトウ抵抗性ダイズにおける抵抗性発現メカニズムの解析  
従来法よりも厳密で信頼できる統計解析方を確立し、ダイズのハスモンヨトウに対する非嗜好性を評価した。このモデルから定めた統計的基準により、各ダイズ4品種、タマホマレ(感受性)、ヒメシラズ(抵抗性)、IAC100(抵抗性)、ベキン(不明)における非嗜好性の有無を評価した。
- (2) 振動によるオンシツコナジラミの行動制御  
オンシツコナジラミ(体長1mm)の成虫を用いて、異なる周波数と振幅の振動によって誘導される行動反応を、森林総合研究所の実験室内で観察した。ガラス容器内において2本の棒を配置し、1本の棒に加振器によって振動を発生させた振動処理区、異なる棒には振動を発生させない無処理区とした。そして、50~1000Hzの一定周波数の振動を、持続時間1秒、休止時間9秒、処理区に与えた。  
トマト苗を用いて、100Hzの振動(持続時間1秒、休止時間9秒)がオンシツコナジラミの産卵に影響を及ぼすかどうかについての室内試験を行った。容器内のトマトの苗2本の上位葉(第三葉)において一定の加速度を設定し、複数頭のメスを3日間放して、加振器から振動を与えた振動処理区と振動を与えない無処理区の産卵数を比較した。  
トマト栽培施設におけるオンシツコナジラミに対する行動制御効果を、振動発生装置の試作機を用いて、一定期間の個体数の変動の比較から検証した。振動発生装置から、害虫の行動制御に有効な300Hzの振動を、持続時間1秒、休止時間9秒として、日中に一定間隔で与え続けた。振動発生装置は、栽培施設内のトマト株の上部のパイプに設置し、このパイプから垂下した誘引用の金属ワイヤーにトマト植物体を接続して、振動が伝達するようにした。
- (3) フェロモンブレンド認識機構解明による害虫の精密な行動制御技術  
性フェロモン受容体の特性解析は、アフリカツメガエル卵母細胞による発現系を用いて実施した。ここではカイコガ(*Bombyx mori*)の性フェロモン受容体 BmorOR1 を対象に、共受容体 BmorOrco とともに卵母細胞で機能発現させ、2電極膜電位固定法により性フェロモン成分に対する電流応答を測定した。カイコガの性フェロモンであるボンピコール、副産物である EE 異性体やボンピカルに対するイオン電流を取得することで、性フェロモン受容体の特性を評価した。  
害虫からの性フェロモン受容体遺伝子の獲得では、触角 cDNA を鋳型に縮重プライマー

を用いた PCR により、遺伝子断片を得た。続いて RACE ( Rapid Amplification of cDNA Ends ) 法により全長塩基配列を決定した後、RT-PCR により雌雄触角での発現解析を実施した。獲得遺伝子の配列解析では、膜貫通領域解析、分子系統樹解析、およびモチーフ解析により、性フェロモン受容体の機能を推定した。

- ( 4 ) モモシクイガの産卵を抑制するホワイトコートの新規な活性発現機構の解明  
炭酸カルシウムを主成分とするホワイトコートには、リンゴ幼果を食害する重要害虫モモシクイガの産卵を抑制する効果がある。その予防効果の発現機構をメス成虫触角の GC-EAD、幼果上の成虫の歩行時における牽引試験、成虫前肢先端の電子顕微鏡観察により、化学的・物理的・生物的観点から精査した。
- ( 5 ) ホソガ幼虫が水中に留まることを可能にするクラウン構造の Nonsuit 解析  
ホソガの腹部には、疎水的な箇所と親水的な箇所から構成されるクラウン構造がある。ホソガ幼虫は水中に潜らずに、水中直下を生息域としている。この水中直下での生息を可能にしているのが腹部のクラウン構造と考えられていたが、その機能およびクラウン構造の詳細は未報告であった。クラウン構造を NanoSuit®法を用いた電子顕微鏡で観察し、クラウン構造の機能を明らかにする。

#### 4. 研究成果

- ( 1 ) ハスモンヨトウ抵抗性ダイズにおける抵抗性発現メカニズムの解析  
F 検定、最尤推定を用いて非選好性の程度も比較できる統計解析法を確立した。その結果、従来から非選好性が報告されていた IAC100 に加え、ペキン品種でも非選好性が確認された。興味深いことに、2 齢幼虫よりも 3-5 齢幼虫の方が強い非選好性を示す、新規な非選好性と判断した。本研究で得られた解析モデルは、様々な植物や農薬の非選好性評価に応用できると期待される。

- ( 2 ) 振動によるオンシツコナジラミの行動制御

オンシツコナジラミの成虫において、振動処理区と無処理区の間で明確な行動反応の違いがあった。特に、周波数 100-600Hz の振動に対して、高い感度を示した。行動反応を誘発する閾値 ( 個体が反応を示した振幅のうち最小値 ) は 300Hz であったことから、以下の栽培施設での実証試験の参照値とした。振動処理区の第三葉において、オンシツコナジラミの産卵は観察されなかった。一方、無処理区では産卵されたことから、100Hz の振動によって産卵が阻害される傾向となった。

トマト栽培施設において、オンシツコナジラミに対する振動の防除効果を夏期に調査した。トマト葉面に寄生するオンシツコナジラミの幼虫の数を計数したところ、振動処理区において、本種の密度が無処理区より、66%減少した ( 図 1 )。すなわち、行動制御による害虫の密度抑制の効果が明らかになった。振動によるコナジラミ類の成幼虫に対する密度抑制の効果は、振動発生装置を用いた他の試験においても確認された。

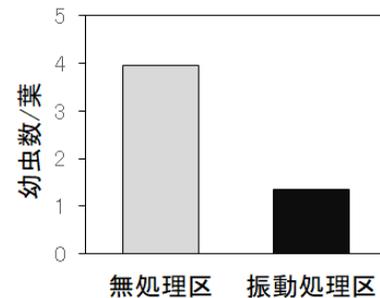


図 1 振動によるコナジラミ類の成幼虫に対する密度抑制の効果

- ( 3 ) フェロモンブレンド認識機構解明による害虫の精密な行動制御技術  
カイコガのメスは、性フェロモンであるボンピコール ( *(E,Z)*-10,12-Hexadecadien-1-ol ) に加えて、幾何異性体である *(E,E)*-10,12-Hexadecadien-1-ol ( EE-Bol ) およびアルデヒド体であるボンピカル ( *(E,Z)*-10,12-Hexadecadienal ) を放出する。ボンピコールの受容体である BmorOR1 は、ボンピカルにはほぼ応答を示さない一方、EE-Bol にはボンピコールの 1/5 程度の電流値で応答の電流値で応答を示した。触角電図や行動試験にもとづきオスカイコガ生体で EE-Bol は BmorOR1 によって受容されることも分かり、EE-Bol は BmorOR1 のパーシャルアゴニストとして作用する可能性が示唆された。以上の結果から、カイコガではメスから放出される副産物もオスの受容体で受容されることが示された。また、害虫検知のためには、副産物に対する受容体も害虫種の判別には重要であることが示唆された。

害虫の性フェロモン受容体の同定ではスズメガ 2 種、およびヒトリガ 1 種から、それぞれ複数種類の性フェロモン受容体候補遺伝子を獲得した。分子系統樹解析から各遺伝子は性フェロモン受容体のクラスターに分類され、その中でもすでに機能が同定されているカイコガやタバコスズメガのボンピカールの受容体 ( BmorOR3 や MsexOR1 ) と近接して分類されることが示された ( 図 2 )。また、モチーフ解析から、性フェロモン受容体には Orco

や一般臭嗅覚受容体とは明確に異なるモチーフ配列が存在することが確認され、性フェロモン受容体に特有の保存配列があることが示唆された。今後、さまざまなガ類から性フェロモン受容体遺伝子の単離・同定や機能推定に利用できる重要な成果が得られた。

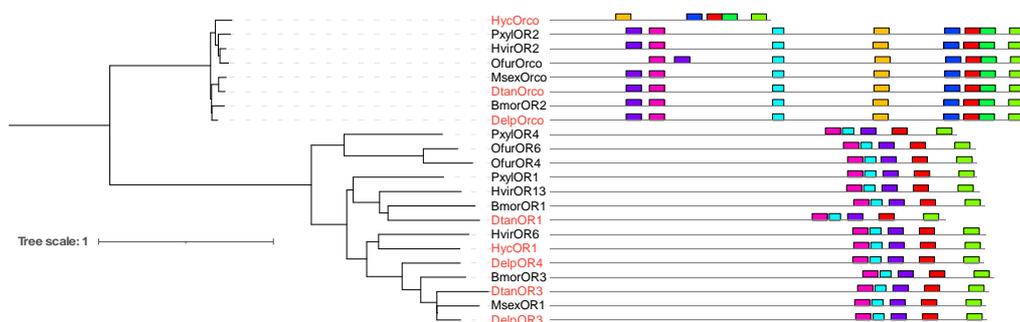


図2 性フェロモン受容体の分子系統樹とモチーフ解析

- (4) モモシクイガの産卵を抑制するホワイトコートの新規な活性発現機構の解明  
 ホワイトコートに含まれている展着剤 TXIB (2,2,4-Trimethyl-1,3-pentenediol diisobutyrate) がモモシクイガのメス成虫の電位応答を引き起こした(図3)。さらに TXIB がメス成虫に触角のグルーミング行動を解発するとともに、メスの産卵行動を抑制した。  
 炭酸カルシウムが爪間盤に付着することで生じる滑落効果は、ホワイトコートにおいては TXIB により打ち消された。この結果は、TXIB で処理した幼果上の歩行時の牽引試験で明らかにした。  
 圃場においても TXIB 処理により、モモシクイガの産卵抑制効果が確認できた。

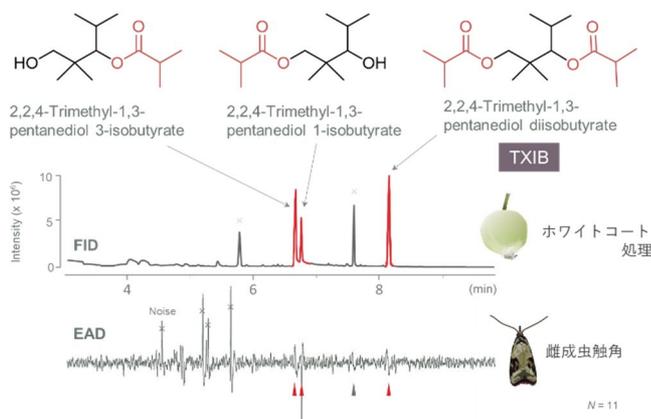


図3 モモシクイガメス成虫の触角に電位応答を引き起こす TXIB およびその関連化合物

- (5) ホソカ幼虫が水中に留まることを可能にするクラウン構造の Nonsuit 解析  
 クラウン構造を NanoSuit®法を用いた電子顕微鏡で観察し、従来の化学固定化方では得られなかった真の構造を解析することができた。この構造から幼虫が水面に留まることができるメカニズムが解明された。

以上、農学分野において重要な生物間相互作用の最前線で対峙する界面で情報伝達を司る化学特性・物理特性に注目し、農学者・生物学者・工学者の異分野連携で研究を進めた。本研究により、実際の農業に応用できる新規なバイオミメティック的な植物保護技術のシーズを確立した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Sakamoto Shunta, Yoshikawa Takanori, Teraishi Masayoshi, Yoshinaga Naoko, Ochiai Kumiko, Kobayashi Masaru, Schmelz Eric A, Okumoto Yutaka, Mori Naoki	4. 巻 86
2. 論文標題 A nonproteinogenic amino acid, -tyrosine, accumulates in young rice leaves via long-distance phloem transport from mature leaves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 427 ~ 434
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/bbb/zbac012	査読の有無 有
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 Suzuki Chiaki, Takaku Yasuharu, Suzuki Hiroshi, Ishii Daisuke, Shimozawa Tateo, Nomura Shuhei, Shimomura Masatsugu, Hariyama Takahiko	4. 巻 4
2. 論文標題 Hydrophobic-hydrophilic crown-like structure enables aquatic insects to reside effectively beneath the water surface	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications 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） 10.1038/s42003-021-02228-5	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 Ohata Yuto, Tetsumoto Yuuki, Morita Sayo, Mori Naoki, Ishiguri Yoichi, Yoshinaga Naoko	4. 巻 85
2. 論文標題 Triterpenes induced by young apple fruits in response to herbivore attack	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1594 ~ 1601
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/bbb/zbab077	査読の有無 有
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 森直樹, 阪本駿太, 網干貴子, 吉川貴徳, 寺石政義, 吉永直子, 奥本裕	4. 巻 -
2. 論文標題 イネ（日本晴）における(3R)- -tyrosineチロシンの生合成	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 生化学	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） なし	査読の有無 有
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 Yano M, Inoue T, Nakata R, Teraishi M, Yoshinaga N, Ono H, Okumoto Y, Mori N	4. 巻 46
2. 論文標題 Evaluation of antixenosis in soybean against <i>Spodoptera litura</i> by dual-choice assay aided by a statistical analysis model: Discovery of a novel antixenosis in Peking	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Pestic. Sci.	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) 10.1584/jpestics.D21-006	査読の有無 有
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 Yanagisawa R, Suwa R, Takanashi T, Tatsuta H	4. 巻 56
2. 論文標題 Substrate-borne vibrations reduced the density of tobacco whitefly <i>Bemisia tabaci</i> (Hemiptera: Aleyrodidae) infestations on tomato, <i>Solanum lycopersicum</i> : an experimental assessment.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Entomology and Zoology	6. 最初と最後の頁 157-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13355-020-00711-9	査読の有無 有
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 Kazama Haruna, Oohata Yuuto, Takanashi Takuma, Tokoro Masahiko, Ishiguri Yoichi, Mori Naoki, Yoshinaga Naoko	4. 巻 45
2. 論文標題 Inhibitory substances contained in calcium carbonate wettable powder on the oviposition of the peach fruit moth, <i>Carposina sasakii</i> ;	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Pesticide Science	6. 最初と最後の頁 16 ~ 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1584/jpestics.D19-066	査読の有無 有
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 Nakata R, Yano M, Hiraga S, Teraishi M, Okumoto Y, Mori N, Kaga A	4. 巻 11
2. 論文標題 Molecular basis underlying common cutworm resistance of the primitive soybean landrace Peking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontier in Genetics	6. 最初と最後の頁 581917
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fgene.2020.581917	査読の有無 有
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 Mori N, Noge K	4. 巻 85
2. 論文標題 Recent advances in chemical ecology: complex interactions mediated by molecules	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 33-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbbzbaa034	査読の有無 有
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 不動寺浩、針山孝彦	4. 巻 93
2. 論文標題 バイオミメティクスによるタマムシの構造色の再現と応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Jpn. Soc. Colour Mater.	6. 最初と最後の頁 149-153
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 Kazama H, Oohata Y, Takanashi T, Tokoro M, Ishiguri Y, Mori N, Yoshinaga N	4. 巻 45
2. 論文標題 Inhibitory substances contained in calcium carbonate wettable powder on the oviposition of the peach fruit moth, <i>Carposina sasakii</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Pesticide Science	6. 最初と最後の頁 16-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1584/jpestics.D19-066	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 Nakata N, Yoshinaga N, Teraishi M, Okumoto Y, Mori N	4. 巻 83
2. 論文標題 An easy, inexpensive, and sensitive method for the quantification of chitin in insect peritrophic membrane by image processing	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biosci. Biothechnol. Biochem	6. 最初と最後の頁 1624-1629
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2019.1611407	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 Futahashi, R., Yamahama, Y., Kawaguchi, M., Mori, N., Ishii, D., Okude, G., Hirai, Y., Kawahara-Miki, R., Yoshitake, K., Yajima, S., Hariyama, T., Fukatsu, T.	4. 巻 8
2. 論文標題 Molecular basis of wax-based color change and UV reflection in dragonflies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e43045
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.43045	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 Nakata Ryu, Yoshinaga Naoko, Teraishi Masayoshi, Okumoto Yutaka, Huffaker Alisa, Schmelz Eric A, Mori Naoki	4. 巻 82
2. 論文標題 A fragmentation study of isoflavones by IT-TOF-MS using biosynthesized isotopes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1309 ~ 1315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2018.1465810	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 -

〔学会発表〕 計4件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 阪本駿太, 吉川貴徳, 寺石政義, 吉永直子, 小野肇, 森直樹
2. 発表標題 イネがもつ(R)- -tyrosine量の時間的変動
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoki MORI and Akira MORI
2. 発表標題 Unexpected origins of defensive compounds in animals
3. 学会等名 The 10 th Conference of Asia-Pacific Association of Chemical Ecologists (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 SHIBATA Kengo, TAKANASHI Takuma, KOIKE Takuji, ABE Shouta, HOSOKAWA Akira, ONODERA Ryuichi, ONO Toshifumi, TAYAMA Tsuyoki, OE Takaho, SEKINE Takayuki
2. 発表標題 Development of technology for control of the greenhouse whiteflies using substrate vibration
3. 学会等名 the 6th Annual Meeting of the Society for Bioacoustics
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢野まりこ, 中田隆, 井上貴斗, 寺石政義, 吉永直子, 奥本裕, 森直樹
2. 発表標題 ダイズ品種ベキンが示す老齡ハスモンヨトウ非選好性
3. 学会等名 第44回日本農業学会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 光野秀文, 櫻井健志	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 367
3. 書名 感覚生理とバイオメティクス-化学受容 バイオメティクス・エコメティクス - 持続可能な循環型社会へ導く技術革新のヒント -	

1. 著者名 高梨琢磨, 土原和子, 久保智史	4. 発行年 2021年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 367
3. 書名 森林とバイオメティクス バイオメティクス 持続可能な社会へ導く技術革新のヒント	

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 振動を用いた害虫の行動制御により植物を保護する方法	発明者 高梨琢磨、小池卓二、松井康浩、上地奈美ら	権利者 森林総研、電通大、農研機構果樹茶部門等
産業財産権の種類、番号 特許、産業財産権番号 特許第6849186号	取得年 2021年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 Method for controlling insect pest by vibration	発明者 Takanashi, T. et al.	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、EP 2476311 B1	取得年 2020年	国内・外国の別 外国

〔その他〕

<a href="http://www.chemeco.kais.kyoto-u.ac.jp/">http://www.chemeco.kais.kyoto-u.ac.jp/</a> 京都大学農学研究科応用生命科学専攻化学生態学分野HP
---

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	高梨 琢磨 (Takanashi Takuma) (60399376)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等  (82105)	
研究分担者	光野 秀文 (Mitsuno Hidefumi) (60511855)	東京大学・先端科学技術研究センター・特任准教授  (12601)	
研究分担者	針山 孝彦 (Hariyama Takahiko) (30165039)	浜松医科大学・光先端医学教育研究センター・特命研究教授  (13802)	
研究分担者	平井 悠司 (Hirai Yuji) (30598272)	公立千歳科学技術大学・理工学部・准教授  (20106)	

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			
米国	University of California at San Diego			