

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：14301

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2012～2016

課題番号：24120006

研究課題名(和文)生物規範環境応答・制御システム

研究課題名(英文)Environmental response control systems inspired by insects and plants

研究代表者

森 直樹(Naoki, Mori)

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) 146,300,000円

研究成果の概要(和文)：「フェロモンブレンドの受容機構解明とそのモデル構築」と「多成分ブレンドの差分検出における感覚突起のサブセルラー構造の機能」を重点項目と位置付け、研究を展開した。その結果、2成分系フェロモンブレンドを利用するヒメアトスカシバから各成分に特異的に応答する性フェロモン受容体を同定するとともに、触角における各受容体の発現細胞の割合がフェロモンブレンドの構成比率と類似する傾向を見出した。また、アリは、複合成分で構成される匂いパターンの差分をもとに仲間と非仲間を識別しており、この差分検出には内部神経間の相互連絡を制御するサブセルラー構造が重要な役割を担っていた。

研究成果の概要(英文)：We focused “elucidation of pheromone blend detection mechanism and construction of the detection model” and “the function of sub-cellular structures in chemosensory organs for the discrimination of incremental differences among multi-component odor signals” as priority areas of our research. As results, using a clear-winged moth that utilizes a pheromone blend of two components, we identified two pheromone receptors, each of which specifically responded to each component. We found that population ratio of receptor neurons specific to components in antenna are correlated with compositions ratio of the corresponding components in the moth. In ants, they discriminate nestmate and non-nestmate workers based on the incremental differences among multi-component odor signals. We found that the sub-cellular structures, which regulate inter-cellular connections of chemosensory neurons, have an important function in the discrimination of incremental differences of odor blends in the ants.

研究分野：農芸化学

キーワード：バイオミメティクス 昆虫模倣 化学センサ 植物の抵抗性 乾燥耐性

### 1. 研究開始当初の背景

進化の過程で、生物は独自の機能を生み出し、環境の変化を生き抜いてきた。その生物が持つ機能は様々な角度から研究され、生物が生き抜く術が解析されてきた。しかしながら、細胞の表面や内部に形成される数百 nm から数 $\mu\text{m}$  の「サブセルラー・サイズ構造」が持つ機能は未解明のままである。本研究では、(1) 昆虫-昆虫相互作用、(2) 植物-昆虫/植物-ウイルス相互作用、(3) 環境応答・適応の研究を展開し、生物の刺激受容システムにおける「サブセルラー・サイズ構造」に基づく機能を解析し、農学への応用、および工学へのアイデア提供を目指す。

### 2. 研究の目的

植物と昆虫・微生物の攻防(物理的・化学的シグナルの利用)、昆虫のセンシング(同種メスや仲間の認識)、環境適応機能(乾燥耐性)では、分泌器官、感覚毛や発音器における「サブセルラー・サイズ」に基づく機能が巧妙に使われている。これらの制御機構を利用し、低環境負荷型植物保護法の確立、汎用元素を使った高感度センサの開発、乾燥耐性を持つ細胞の常温保存法の確立を目指した。中間評価以降は、特に「フェロモンブレンドの受容機構解明とそのモデル構築」と「多成分ブレンドの差分検出における感覚突起のサブセルラー構造の機能」を重点項目と位置付け、研究を展開した。

### 3. 研究の方法

「サブセルラー・サイズ構造」にポイントを置いた昆虫-昆虫間相互作用の研究を強化した。3~4成分のフェロモン受容系のカテゴリを用い、複数成分からなるフェロモン識別機構を一般化すると共に、多成分系からなるアリの仲間識別機構も調べた。当初、一般嗅覚センサを先行規範材料として用い、受容器周辺タンパク質の機能性と役割を電気生理学的な手法で検証し、受容器周辺タンパク質を匂い成分結合素子として用いた工学センサの作成を目標に設定していたが、「敵・味方識別センサ」を規範とする研究に重心を移すうち、センサユニット内に格納される受容神経の感覚突起が球形に膨らみ、互いに近接するサブセルラー構造を発見した。そこで、この特徴的な構造の全容と機能性の解明、また、この構造の機能性に基づく、多成分ブレンドの差分検出と差分識別の境界設定機能が付与された工学センサの開発に利する学理の提出を新たな目標に加えた。数学者と連携し、昆虫における多成分系の匂い識別機構のアルゴリズム解析を進めた点が特徴であった。生物学者と数学者の連携は本プロジェクトならではの協力体制で、得られる成果は複数のガス成分検出器等に利用可能である。

### 4. 研究成果

2成分系フェロモンブレンドを利用するヒ

メアトスカシバから各成分に特異的に応答する性フェロモン受容体を同定した。特に、触角における各受容体の発現細胞の割合がフェロモンブレンドの構成比率と類似する傾向を示すことを見出し、2成分系検出機構の基礎知見を得た。また、クロオオアリ嗅覚受容体遺伝子を網羅的に同定した。その結果、アリは複合成分で構成される匂いパターンの差分をもとに仲間と非仲間を識別しており、この差分検出には内部神経間の相互連絡を制御するサブセルラー構造が重要な役割を担っていることを明らかにした。また、領域内の公募班や班内連携により、昆虫における振動に対する感受性を特定し、さらに振動を用いて害虫の行動を阻害する低環境負荷型の植物保護法を開発した上で、試作機を制作し、その効果を実証した。さらに、ネムリユスリカ培養細胞の常温保存法は確立した。

このように、「低環境負荷型植物保護法の確立」、「フェロモンブレンドの受容機構解明とそのモデル構築」、「多成分ブレンドの差分検出における感覚突起のサブセルラー構造の機能解明」、「細胞の常温保存方法の確立」をほぼ計画通り達成できた。

### 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45件)

\*N. Shimizu, D. Sakata, E.A. Schmelz, N. Mori, Y. Kuwahara, Y. “Biosynthetic Pathway of Aliphatic Formates Via a Baeyer-Villiger Oxidation in Mechanism Present in Astigmatid Mites (*Sancassania* Sp. Sasagawa)”, PNAS, 114, 2616-2621 (2017), 査読有り

R. Nakata, Y. Kimura, K. Aoki, N. Yoshinaga, M. Teraishi, Y. Okumoto, A. Huffaker, E.A. Schmelz, \*N. Mori, “Inducible De Novo Biosynthesis of Isoflavonoids in Soybean Leaves By *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) Derived Elicitors: Tracer Techniques Aided by High Resolution LCMS”, J. Chem Ecol., 42, 1226-1236 (2016), 査読有り

D. Morita, Y. Yamamoto, T. Mizutani, T. Ishikawa, J. Suzuki, T. Igarashi, N. Mori, T. Shiina, I. Inoko, H. Fujita, K. Iwai, Y. Tanaka, B. Mikami, \*M. Sugita, “Crystal Structure of The *N*-Myristoylated Lipopeptide-Bound MHC Class I Complex”, Nature Commun. DOI: 10.1038/ncomms10356 (2016), 査読有り

\*T. Takanashi, M. Fukaya, K. Nakamuta, N. Skals, H. Nishino, “Substrate Vibrations Mediate Behavioral Responses via Femoral Chordotonal Organs in a Cerambycid Beetle”, Zool. Lett., 2, 18 (2016), 査読有り

\*H. Nishino, H. Mukai, T. Takanashi

- “Chordotonal Organs in Hemipteran Insects: Unique Peripheral Structures but Conserved Central Organization Revealed by Comparative Neuroanatomy”, *Cell Tissue Res.* 366, 549–572 (2016), 査読有り
- \*Y. Yasui, H. Hirakawa, T. Oikawa, M. Toyoshima, C. Matsuzaki, M. Ueno, N. Mizuno, Y. Nagatoshi, T. Imamura, M. Miyago, K. Tanaka, K. Mise, T. Tanaka, H. Mizukoshi, \*M. Mori, \*Y. Fujita, “Draft Genome Sequence of an Inbred Line of *Chenopodium Quinoa*, an Allotetraploid Crop with Great Environmental Adaptability and Outstanding Nutritional Properties”, *DNA Res.*, 23, 535-546 (2016), 査読有り
- V. Tzin, N. Fernandez-Pozo A. Richter, E.A. Schmelz, M. Schoettner, M. Schafer, K.R. Ahern, L.N. Meihls, H. , Kaur, A. Huffaker, N. Mori, J. Degenhardt, L.A. Mueller, \*G. Jander, “Dynamic Maize Responses to Aphid Feeding are Revealed by a Time Series of Transcriptomic and Metabolomic Assays”, *Plant Physiol.*, 169, 1727-1743 (2015), 査読有り
- S.A. Christensen, F. Kaplan, A. Huffaker, J. Sims, S. Ziemann, G. Doehlemann, H.T. Alborn, P.E.A. Teal, N. Mori, \*E.A. Schmelz, “Maize Death Acids, 9-Lipoxygenase-derived Cyclopente(a)nonenes, Display Activity as Cytotoxic Phytoalexins and Transcriptional Mediators”, *PNAS*, 112, 11407–11412 (2015), 査読有り
- T. Yokoo, R. Takata, J. Yan, F. Matsumoto, M. Teraishi, Y. Okumoto, G. Jander, \*N. Mori, “Identification of  $\beta$ -Phenylalanine as a Non-Protein Amino Acid in Cultivated Rice, *Oryza Sativa*”, *Commun. Integr. Biol.*, e1086045 (2015), 査読有り
- A.R. Zeilinger, D.M. Olson, D. Maclean, N. Mori, R. Nakata, \*D.A. Andow, “Behavioral and Chemical Mechanisms of Plant-Mediated Deterrence and Attraction among Frugivorous Insects”, *Ecol. Entomol.*, 40, 532-542 (2015), 査読有り
- J. Yan, T. Aboshi, M. Teraishi, R. Susan, S.R. Strickler, J.E. Spindel, C.W. Tung, S. Temnykh, R. Takata, F. Matsumoto, S.R. McCouch, Y. Okumoto, N. Mori, \*G. Jander, “The Tyrosine Aminomutase TAM1 is Required For  $\beta$ -Tyrosine Biosynthesis in Rice”, *The Plant Cell*, 27, 1265-1278 (2015), 査読有り
- K. Hyodo, T. Taniguchi, Y. Manabe, M. Kaido, K. Mise, T. Sugawara, H. Taniguchi, \*T. Okuno, “Phosphatidic Acid Produced by Phospholipase D Promotes RNA Replication of a Plant RNA Virus”, *PLoS Pathog.*, 11, e1004909 (2015), 査読有り
- \*R. Nakano, T. Takanashi, A. Surlykke, “Moth hearing and sound communication”, *J Comp Physiol A* 201, 111-121 (2015), 査読有り
- \*M.K. Hojo, A. Yamamoto, T. Akino, K. Tsuji, R. Yamaoka, “Ants Use Partner Specific Odors to Learn to Recognize a Mutualistic Partner”, *PLOS. ONE*, 9, e86054 (2014), 査読有り
- \*M. K.Hojo, S. Yamaguchi, T. Akino, R. Yamaoka, “Adoption of Lycaenid *Niphanda fusca* (Lepidoptera, Lycaenidae) Caterpillars by the Host Ant *Camponotus Japonicus* (Hymenoptera, Formicidae)”, *Entomol. Sci.*, 17, 59-65 (2014), 査読有り
- 小川健吾, 山田真也, 鳥越俊彦, 澤田研, 岩佐達郎, 杉山史一, 多田芳宏, 上杉克弘, \*福田永, “縦波表面弾性波を用いた液相系センサーの動作特性”, *表面科学*, 35, 319-323 (2014), 査読有り
- T. Maeda, S. Tamotsu, M. Iwasaki, T. Nisimura, M. Shimohigashi, M. K. Hojo, \*M. Ozaki, “Neuronal Projections and Putative Interaction of Multimodal Inputs in the Subesophageal Ganglion in the Blowfly”, *Phormia regina*, *Chem. Senses*, 39, 391-401 (2014), 査読有り
- \*N. Shimizu, M. Naito, N. Mori, Y. Kuwahara, “De Novo Biosynthesis of Linoleic Acid and its Conversion to The Hydrocarbon (Z,Z)-6,9-Heptadecadiene in the Astigmatid Mite, *Carpoglyphus Lactis*, Incorporation Experiments with <sup>13</sup>C-Labeled Glucose”, *Insect Biochem. Mol. Biol.*, 45, 51-57 (2014), 査読有り
- T. Aboshi, M. Ishida, K. Matsushita, Y. Hirano, R. Nishida, \*N. Mori, “Stage-Specific Quercetin Sulfation in the Gut of *Mythimna Separata* Larvae (Lepidoptera, Noctuidae)”, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 78, 38-40 (2014), 査読有り
- N. Yoshinaga, H. Abe, S. Morita, T. Yoshida, T. Aboshi, M. Fukui, J. H. Tumlinson, \*N. Mori, “Plant Volatile Eliciting Facs in Lepidopteran Caterpillars, Fruit Fly, and Crickets: a Convergent Evolution or Phylogenetic Inheritance?”, *Front. Physiol.*, 5, 00121 (2014), 査読有り
- ②① \*N. Yoshinaga, C. Ishikawa, I. Seidl-Adams, E. Bosak, T. Aboshi, J. H. Tumlinson, N. Mori, *N*-(18-Hydroxylinolenoyl)-L-Glutamine, a Newly Discovered Analog of Volicitin in *Manduca Sexta* and its Elicitor Activity in Plants”, *J. Chem. Ecol.*, 40, 484-490 (2014), 査読有り
- ②② S. Murakami, R. Nakata, T. Aboshi, N. Yoshinaga, M. Teraishi, Y. Okumoto, A. Ishihara, H. Morisaka, A. Huffaker, E. A. Schmelz, \*N. Mori, “Insect-induced Daidzein, Formononetin and their Conjugates in Soybean Leaves”,

- Metabolites, 4, 532-546 (2014), 査読有り
- ②③ R. Tsubaki, N. Hosoda, H. Kitajima, \*T. Takanashi, “Substrate-borne vibrations induce behavioral responses of a leaf-dwelling cerambycid *Paraglenea fortunei*”, *Zool. Sci.*, 31: 789-794 (2014), 査読有り
- ②④ \*W. Kojima, S. Sugiura, H. Makihara, Y. Ishikawa, T. Takanashi, “Rhinoceros Beetles Suffer Male-Biased Predation by Mammalian and Avian Predators”, *Zool. Sci.*, 31, 109-115 (2014), 査読有り
- ②⑤ \*W. Kojima, Y. Ishikawa, T. Takanashi, “Chemically mediated group formation in soil-dwelling larvae and pupae of the beetle *Trypoxylus dichotomus*”, *Naturwissenschaften* 101: 687-695 (2014), 査読有り
- ②⑥ M. Kaido, K. Abe, A. Mine, K. Hyodo, T. Taniguchi, H. Taniguchi, K. Mise, \*T. Okuno, “GAPDH-A Recruits a Plant Virus Movement Protein to Cortical Virus Replication Complexes to Facilitate Viral Cell-To-Cell Movement”, *PLoS Pathog.*, 10, e1004505 (2014), 査読有り
- ②⑦ T. Narabayashi, M. Kaido, T. Okuno, \*K. Mise, “Base-Paired Structure in the 5' Untranslated Region is Required for the Efficient Amplification of Negative-Strand RNA3 in the Bromovirus Melandrium Yellow Fleck Virus”, *Virus Res.*, 188, 162-169 (2014), 査読有り
- ②⑧ G. Dai, L. Liu, Q. Ouyang, C. Luomeng, \*T. Iwasa, “Isolation and Genetic Characterization of Phenol-Degradating Bacterium from a Salt Lake in Inner Mongolia”, *Adv. Mat. Res.*, 726-731, 396-400 (2013), 査読有り
- ②⑨ \*N. Katayama, D. H. Hembry, M. K. Hojo, N. Suzuki, “Why Do Ants Shift their Foraging from Extrafloral Nectar to Aphid Honeydew?”, *Ecol. Res.*, 28, 919-926 (2013), 査読有り
- ③⑩ \*N. Katayama, T. Tsuchida, M. K. Hojo, T. Ohgushi, “Aphid Genotype Determines Intensity of Ant Attendance: Do Endosymbionts and Honeydew Composition Matter?”, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 106, 761-770 (2013), 査読有り
- ③⑪ 李興, 大塚淳哉, 澤田研, 福田永, 夢田芳宏, \*岩佐達郎, “イモリ嗅上皮に発現する「匂い分子結合タンパク質」のシステム残基の働き”, *日本味と匂学会誌*, 20, 351-354 (2013), 査読有り
- ③⑫ 杉浦康裕, 鳥井綾乃, 杉本弘文, 岩佐達郎, 福田永, \*澤田研, “匂い分子結合タンパク質 Cp-Lip1 のバレル内腔に存在するアミノ酸残基の匂い分子結合に関わる役割”, *日本味と匂学会誌*, 20, 359-362 (2013), 査読有り
- ③⑬ 杉本弘文, 杉浦康裕, 福田永, 岩佐達郎, \*澤田研, “Cp-Lip1 タンパク質の有無による嗅神経細胞の匂い応答の違い”, *日本味と匂学会誌*, 20, 373-376 (2013), 査読有り
- ③⑭ 鈴木里奈, 杉浦康裕, 鳥井綾乃, 杉本弘文, 岩佐達郎, 福田永, \*澤田研, “匂い分子結合タンパク質 Cp-Lip1 のバレル構造の入り口付近に存在するアミノ酸残基の匂い分子結合に関わる役割”, *日本味と匂学会誌*, 20, 355-358 (2013), 査読有り
- ③⑮ \*中村整, 小川絵里, 小川洋史, 栗原隆一郎, 仲村厚志, “クロキンバエのフ節 D4 型味覚毛の各種アミノ酸に対する応答”, *日本味と匂学会誌*, 20, 257-258 (2013), 査読有り
- ③⑯ \*R. Nakano, T. Takanashi, A. Surlykke, N. Skals, Y. Ishikawa, “Evolution of Deceptive and True Courtship Songs in Moths”, *Sci. Rep.*, 3, 2003. (2013), 査読有り
- ③⑰ K. Hyodo, A. Mine, T. Taniguchi, M. Kaido, K. Mise, H. Taniguchi, \*T. Okuno, “ADP Ribosylation Factor 1 Plays an Essential Role in the Replication of a Plant RNA Virus”, *J. Virol.*, 87, 163-176 (2013), 査読有り
- ③⑱ T. Aboshi, N. Shimizu, Y. Nakajima, Y. Honda, Y. Kuwahara, H. Amano, \*N. Mori, “Biosynthesis of Linoleic Acid in Tyrophagus Mites (Acarina, Acaridae)”, *Insect Biochem. Mol. Biol.*, 43, 991-996 (2013), 査読有り
- ③⑲ S. Nambu, T. Matsui, C. W. Goulding, S. Takahashi, \*M. Ikeda-Saito, “A New Way to Degrade Heme: the Mycobacterium Tuberculosis Enzyme Mhud Catalyzes Heme Degradation without Generating CO”, *J. Biol. Chem.*, 288, 10101-10109 (2013) (Selected as the Best of JBC), 査読有り
- ④⑰ M. Unno, A. Ardévol, C. Rovira, \*M. Ikeda-Saito, “Structures of the Substrate-Free and the Product-Bound Forms of Hmuo, a Heme Oxygenase from *Corynebacterium Diphtheria*: X-Ray Crystallography and Molecular Dynamics Investigation”, *J. Biol. Chem.*, 288, 34443-34458 (2013) (Selected as the Paper of the week), 査読有り
- ④⑱ T. Matsui, S. Nambu, Y. Ono, C. W. Goulding, K. Tsumoto, \*M. Ikeda-Saito, “Heme Degradation by *Staphylococcus Aureus* IsdG and IsdI Liberates Formaldehyde Rather than Carbon Monoxide”, *Biochemistry*, 52, 3025-3027 (2013), 査読有り
- ④⑳ A. Mine, K. Hyodo, Y. Tajima, K. Kusumanegara, T. Taniguchi, M. Kaido, K. Mise, H. Taniguchi, \*T. Okuno, “Differential Roles of Hsp70 and Hsp90 in the Assembly of the Replicase Complex of a Positive-Strand RNA Plant Virus”, *J. Virol.*,

- 86, 12091-12104 (2012), 査読有り
- ④③ K. Kusumanegara, A. Mine, K. Hyodo, M. Kaido, K. Mise, \*T. Okuno, "Identification of Domains in P27 Auxiliary Replicase Protein Essential For Its Association With The Endoplasmic Reticulum Membranes In Red Clover Necrotic Mosaic Virus", *Virology*, 433, 131-141 (2012), 査読有り
- ④④ H-O. Iwakawa, Y. Tajima, T. Taniguchi, M. Kaido, K. Mise, Y. Tomari, H. Taniguchi, \*T. Okuno, "Poly(A)-Binding Protein Facilitates Translation of an Uncapped/Nonpolyadenylated Viral RNA by Binding to the 3' Untranslated Region", *J. Virol.*, 86, 7836-7849 (2012), 査読有り
- ④⑤ K. E. Kabir, D. Koga, K. Konno, \*T. Takanashi, "Fluorescein-5 Isothiocyanate Conjugated-Chitin-Binding Domain Probe (FITC-CBD)-Coupled Detection of Chitin in the Peritrophic Membrane of *Monochamus Alternatus* (Coleoptera, Cerambycidae)", *J. Asia-Pacific Entomol.*, 15, 397-400 (2012), 査読有り

〔学会発表〕(計 17 件)

【依頼/招待講演(国際)】(6 件)

T. Takanashi, H. Sakamoto, N. Skals, S. Fukui, Y. Matsui, T. Koike, H. Nishino "Vibration Signals in Cerambycid Beetles and their Application to Pest Control", International Symposium On Engineering Neo-Biomimeteics VII, Tokyo, Japan (2017 年 2 月 17 日)

T. Takanashi, "Vibration Signals in Cerambycid Beetles and their Application to Pest Control", Recent Advances in Entomology in Japan, Satellite meeting of XXV International Congress of Entomology, Orland, USA (2016 年 9 月 25 日)

N. Mori, "Unique Chemistry in Mites", Recent Advances in Entomology in Japan, Satellite meeting of XXV International Congress of Entomology, Orland, USA (2016 年 9 月 25 日)

K. Yazaki, T. Narabayashi, M. Kaido, T. Okuno, K. Mise, "Genetic Analyses of Incompatible Interactions between Bromoviruses and *Arabidopsis Thaliana*", 10th International Congress of Plant Pathology, Beijing, China (2013 年 8 月 25-30 日)

N. Mori, N. Yoshinaga, "Insect-Produced Elicitors, Fatty Acid Amino Acid Conjugates: Insights from a Physiological Point of View", Spring Conference of Korean Society of Applied Entomology, Muju, Korea (2013 年 4 月 24-26 日)

T. Takanashi, M. Fukaya, H. Nishino "Vibration Signals in Insects and their Application application to Pest Control",

Joint international symposium on Nature-inspired Technology (ISNIT) 2014 and Engineering Neo-biomimetics V, Sapporo, Japan (2014 年 2 月 15 日)

【依頼/招待講演(国内)】(9 件)

森直樹, 「環境応答・制御システムに関するバイオミメティクス」, NBCI (ナノテクノロジービジネス推進協議会) バイオミメティクス分科会, 東京 (2015 年 10 月 27 日)

高梨琢磨, "昆虫における振動情報の機能解明と害虫防除への応用", 第 3 回生物の優れた機能から着想を得た新しいものづくりシンポジウム, 京都工芸繊維大学 (2014 年 12 月 19 日)

高梨琢磨, "樹木害虫が利用する振動・化学情報とその防除への応用", 日本木材学会組織と材質研究会 2014 秋季シンポジウム, 東京大学 (2014 年 9 月 18 日)

高梨琢磨, "カミキリムシ・カブトムシ類における振動情報の機能解明と、害虫防除への応用", 日本昆虫学会第 74 回大会小集会, 広島大学 (2014 年 9 月 16 日)

高梨琢磨, "生物が利用する音・振動のバイオミメティクス", バイオミメティクス・市民セミナー, 北海道大学, 札幌 (2014 年 8 月 2 日)

北條賢, "シジミチョウ, その騙しのテクニク", バイオミメティクス・市民セミナー, 北海道大学, 札幌 (2014 年 3 月 9 日)

森直樹, 奥本裕, 三瀬和之, 高梨琢磨, 光野秀文, 神崎亮平 「バイオミメティクスと植物保護」 日本化学会第 92 春季年会 ATP 招待講演, 慶応義塾大学日吉キャンパス (2012 年 3 月 26 日)

高梨琢磨, 小島渉, "甲虫類における振動情報の機能解明と害虫防除への応用", 日本昆虫学会第 72 回大会公開シンポジウム, 玉川大学 (2012 年 09 月 15 日)

高梨琢磨, "害虫における音・振動情報の機能解明と振動を用いた防除法の開発", 第 97 回超音波応用懇談会, 森林総合研究所 (2012 年 07 月 06 日)

〔図書〕(計 8 件)

高梨琢磨, "振動を用いた害虫防除", 生物の形や能力を利用する学問-バイオミメティクス-(篠原現人・野村周平編), 国立科学博物館叢書, 東海大学出版会, 46-47 (2016)

森直樹, 吉永直子, "食う, 食われるの狭間で", 昆虫科学読本 虫の目で見た驚きの世界 (日本昆虫科学連合編), 東海大学出版会, 78-91 (2015)

三瀬和之, "プロモウイルス属", 植物ウイルス大事典(日比忠明、大木理監修)

朝倉書店, 149-150 (2015)  
三瀬和之, “プロモウイルス科”, 植物ウイルス大事典(日比忠明、大木理監修), 朝倉書店, 142-143 (2015)  
高梨琢磨, 西野浩史, “昆虫の振動情報と受容器に学ぶ”, 生物模倣技術と新材料・新製品開発への応用, 技術情報協会, 208-213 (2014)  
光野秀文, 三澤宣雄, 神崎亮平, “匂いバイオセンサへの昆虫嗅覚受容体の応用”, バイオセンサの先端科学技術と新製品への応用開発 (技術情報協会) (2014) in press.  
北條賢, 「体表炭化水素」「動員行動」「繁殖力シグナリング」, 行動生物学辞典(上田恵介ら共編, 東京化学同人) (2013)  
北條賢, (翻訳) “第 部 アフリカの軍隊アリ ~大群による襲撃~, アリたちとの大冒険: 愛しのスーパーアリの追いかけて”, (著 マーク・W・モフエット, 監訳 山岡亮平・秋野順治), 化学同人 (2013)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称: アルゼンチンアリの防除方法, 防除剤およびその製造方法  
発明者: 尾崎まみこ 城所碧  
権利者: 国立大学法人神戸大学  
種類: 特許  
番号: 5835703  
取得年月日: 平成 27 年 11 月 13 日  
国内外の別: 国内

取得状況 (計 2 件)

名称: Method for controlling insect pest by vibration  
発明者: T. Takanashi, W. Ohmura, E. Ohya, Y. Kuboshima, T. Mori, T. Koike, H. Nishino  
権利者: 森林総合研究所  
種類: 特許  
番号: 2010293497  
取得年月日: 2015 年 7 月 9 日  
国内外の別: 国外 (オーストラリア)

名称: Method for controlling insect pest by vibration  
発明者: T. Takanashi, W. Ohmura, E. Ohya, Y. Kuboshima, T. Mori, T. Koike, H. Nishino  
権利者: 森林総合研究所  
種類: 特許  
番号: 13/394892  
取得年月日: 2015 年 4 月 20 日  
国内外の別: 国外 (アメリカ)

〔その他〕  
ホームページ等

生物規範工学:  
<http://biomimetics.es.hokudai.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

森 直樹 (Mori, Naoki)  
京都大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号: 30293913

(2) 研究分担者

奥本 裕 (OKUMOTO, Yutaka)  
京都大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号: 90152438

三瀬 和之 (MISE, Kazuyuki)  
京都大学・大学院農学研究科・准教授  
研究者番号: 90209776

高梨 琢磨 (TAKANASHI, Takuma)  
森林総合研究所・森林昆虫研究領域・主任研究員  
研究者番号: 60399376

光野 秀文 (MITSUNO, Hidefumi)  
東京大学・先端科学技術研究センター・特任助教  
研究者番号: 60511855

尾崎まみこ (Ozaki, Mamiko)  
神戸大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号: 00314302

岩佐 達郎 (IWASA, Tatsuro)  
室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 00133926

中村 整 (NAKAMURA, Tadashi)  
電気通信大学・大学院情報システム研究科・教授  
研究者番号: 50217858

奥田 隆 (OKUDA Takashi)  
農業生物資源研究所・昆虫科学研究領域・ユニット長  
研究者番号: 60414893

齋藤 正男 (SAITO, Masao)  
東北大学・多元物質科学研究所・教授  
研究者番号: 70302239

(3) 連携研究者

福田 永 (FUKUDA, Hisashi)  
室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授  
研究者番号: 10261380

(4) 研究協力者