

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：13201

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H03273

研究課題名(和文) 兵隊保有型の真社会性グループにおける不妊カースト分化機構の解明

研究課題名(英文) Regulatory mechanism of sterile-caste differentiation in social insects with soldier-first eusociality

研究代表者

前川 清人 (Maekawa, Kiyoto)

富山大学・学術研究部理学系・准教授

研究者番号：20345557

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：一部の生物で獲得された真社会性の最大の特徴は、繁殖上の個体間の分業、即ち不妊カーストの存在である。進化の過程で最初に獲得された不妊カーストは、アリやハチではワーカーだが、シロアリやアブラムシでは兵隊である。本研究は、後者の兵隊分化にかかわる共通した発生・生理基盤を明らかにすることを旨とした。兵隊分化の予定個体を用いた個別の解析の結果、少なくとも脱皮ホルモンのシグナル経路の特異的な活性化が重要であることが強く示唆された。また特にアブラムシでは、新規ゲノムや遺伝子発現情報など、利用可能なリソースを大幅に拡充することができた。今後これらを活用し、アリやハチとの共通点や相違点も明らかにする必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

代表的な社会性昆虫のシロアリやアブラムシでは、進化の過程で最初に獲得された不妊カースト(自らは繁殖しない利他的な個体)は兵隊である。系統的に離れた両者の兵隊分化には、共通した発生・生理的な基盤があるのかは不明だった。そこで、兵隊分化の予定個体を予め特定できる実験系を用いて、シロアリとアブラムシのそれぞれで解析を行った。その結果、どちらも脱皮ホルモン(エクダイソン)のシグナル経路が特異的に活性化することが重要であることが示唆された。一方、幼若ホルモンの役割には違いがある可能性も示された。アブラムシは特に分子情報が不足していたが、新規ゲノム配列を含む多くの重要なリソースを整備することができた。

研究成果の概要(英文)：The most important feature of eusociality is the division of labor among individuals, namely the presence of reproductive and sterile castes. In ants, bees and wasps, the worker caste is regarded as the first acquired permanently sterile caste (worker-first eusociality). However, the soldier caste is regarded as the first sterile caste in termites and aphids (soldier-first eusociality). We intended to clarify the common developmental and physiological bases during soldier formation in termites and aphids. Independent genomic and transcriptomic analyses on the soldier-destined individuals strongly suggest that specific ecdysone signaling is required for soldier formation both in termites and aphids. Especially in aphids, we could accumulate available resources of new genome sequences and gene expression profiles. Using these information, we will discuss on the commonalities and differences of social evolutionary mechanisms between the worker-first and soldier-first eusocial lineages.

研究分野：昆虫生態学, 進化発生学

キーワード：社会性昆虫 カースト分化 兵隊 脱皮ホルモン 幼若ホルモン 次世代DNAシーケンサー(NGS) RNA-seq

1. 研究開始当初の背景

一部の生物で見られる高度な社会性(真社会性 eusociality)の進化は、多細胞化の獲得などと並び、生物進化の主要なイベントである(Szathmary & Maynard-Smith, 1995)。真社会性の最大の特徴は、繁殖上の個体間の分業、即ち不妊カーストの存在である。最も繁栄する真社会性動物の1つであるアリ・ハチでは、進化の過程で最初に獲得された不妊カーストはワーカーである(Worker-first eusociality)。一方、それらとは系統的に遠縁なシロアリやアブラムシ、アザミウマ、テッポウエビの場合、共有派生形質としてワーカーを挙げることは出来ない。彼らの進化の過程で最初に獲得された不妊カーストは兵隊である(Soldier-first eusociality)(Tian & Zhou, 2014)。ワーカーと兵隊の主な仕事は、それぞれコロニーの維持管理と外敵からの防衛であることから、両者の真社会性が全く異なる要因によって駆動されたことは明らかである。しかし、社会性の進化要因の解明を目指すソシオゲノミクスは、Worker-first eusocialityをもつ分類群(ワーカー保有型の真社会性グループ)を主材料としてきた。その結果、単独性の祖先群における発生・生理基盤(グラウンドプラン)のコオプションがワーカーの進化を促した可能性が示されている(Kapheim, 2016)。一方、Soldier-first eusocialityを獲得した分類群(兵隊保有型の真社会性グループ)では、分子情報や解析例が不足しており、兵隊の進化に共通原理があるか否かは不明である。唯一シロアリでは、近縁群(ゴキブリ)との系統関係が確定し(Bourguignon et al., 2018)、兵隊分化に対するホルモン経路の役割が一部の種で明らかにされてきた(Masuoka et al., 2018)。しかし情報が断片的で、アブラムシを含む他の系統ではホルモンの役割は完全に未知である。真社会性の進化要因を総合的に理解するには、兵隊保有型の真社会性グループ、特に起源の異なる兵隊をもつ複数の系統での解析を進める必要がある。

2. 研究の目的

兵隊保有型の真社会性グループには、不妊カーストの分化を促す共通した発生・生理基盤があるとの仮説を立て、シロアリとアブラムシを材料に検証する。彼らは不完全変態の発生様式をもち、兵隊への脱皮に伴って防衛に特殊化した組織・形態学的な変化が見られる。従って、環境要因に応じた特殊な脱皮を調節する内分泌シグナル経路が存在すると考えられる。昆虫の脱皮は、幼若ホルモン(JH)と脱皮ホルモン(20-hydroxyecdysone; 20E)によって制御されるので、具体的には特有のJH-20Eシグナル経路が存在すると予測できる。シロアリの兵隊分化にはJH量の上昇が必要で、JH量は個体間相互作用によって調節される(Korb, 2015)。しかし、兵隊分化時の20Eの役割を示した報告例は、代表者らの先行研究(Masuoka & Maekawa, 2016)以外には殆ど見当たらず、JHと20Eのクロストークの実態は不明である。しかし代表者らは、姉妹群のゴキブリと比較することで、JH量の上昇を特殊な脱皮に切り替える鍵となる20Eシグナル経路を発見している(Masuoka et al., 2018)。この知見を突破口に、内分泌環境の変化から特殊な形態形成への調節までの全貌を明らかに出来る可能性がある。アブラムシの兵隊分化にかかわる因子は同定されていないが、兵隊が特有の発生段階で見られるため、ホルモンによる発生の調節は重要であると考えられる。ワーカー保有型のアリ・ハチとはそれぞれ独立に不妊の兵隊を進化させたシロアリとアブラムシでは、動物の社会性進化における新たな仮説(ホルモンシグナルの変化による不妊カーストの獲得)をたて、独自の手法を駆使した解析を進める必要がある。

3. 研究の方法

兵隊保有型の真社会性グループのうち、分子・生態情報が豊富なシロアリ(ネバダオオシロアリ *Zootermopsis nevadensis*、ヤマトシロアリ *Reticulitermes speratus*)とアブラムシ(ハクウンボク *Tuberaphis styraci*)を主材料とする。まず、特殊な脱皮を調節する内分泌シグナル経路を調べ、特異的な形態形成への入力と調節のしくみを明らかにする。アブラムシでは分子情報が不足するため、少なくともRNA-seq(可能ならゲノム解読)を行いリソースを整理する。次に、彼らが共通して持つであろう内分泌シグナル経路に影響する個体間相互作用の役割を調べ、祖先を共有する非真社会性群と比較し、不妊カーストが進化した背景を総合的に理解することを目指す。

4. 研究成果

(1) 特殊な脱皮を調節するJH-Metおよび20Eシグナルの解析

ネバダオオシロアリの兵隊分化では、JH受容体(Met)を介したシグナル経路の活性化が重要で(Masuoka et al., 2015)、転写因子Hormone Receptor 39(HR39/FTZ-F1b)を含む20Eシグナルへの入力経路が存在する可能性がある(Masuoka et al., 2018)。しかし、脱皮を促す通常のシグナル経路から、どのような切り替えが生じるのかは一切明らかではない。そこで、先行研究(Terrapon et al., 2014)でゲノムが解読されているネバダオオシロアリを用い、各因子の実際の相互関係を明らかにすることを目指す。まず、20E合成やシグナル遺伝子のRNAiを行った個体で兵隊分化を誘導させ、HR39の遺伝子発現への影響を調べた。その結果、各遺伝子のRNAi

は、*HR39* の発現に特に影響しなかった。次に、*Met* の RNAi を行った個体で RNA-seq 解析を行ったところ、*HR39* の発現に影響を与える上流の候補因子群が見いだされた。さらに、*HR39* の下流因子を明らかにするために、*HR39* の RNAi 時の RNA-seq 解析を行った。その結果、シロアリやゴキブリで特異的に重複するインスリン受容体遺伝子を含む候補遺伝子を多数同定することができた。今後、各遺伝子の発現動態と役割を個別に調べることで、通常とは異なる発生プログラム(体の一部の誇張化と繁殖形質の発達抑制)が開始されるしくみが理解できると考えられる。

ハクウンボクハナフシアブラムシの解析では、先進ゲノム支援のサポートを得て、高品質な全ゲノム配列決定に成功し、遺伝子のアノテーションを行った。本種は、人工飼料飼育系を用いて親虫の密度を操作し、子世代での兵隊分化を誘導することが出来ることが知られている (Shibao et al., 2004)。そこで、兵隊が高頻度で出現する高密度飼育群の幼虫と、兵隊が殆ど出現しない低密度飼育群の幼虫の間でゲノムベースの RNA-seq 解析を行い、発現パターンを比較した。その結果、兵隊分化前の 1 齢幼虫後半において、20E シグナル遺伝子や、兵隊の強固な皮膚形成にかかわるクチクラ硬化及びメラニン合成遺伝子群が有意に発現上昇していることが明らかになった。

(2) JH シグナル経路への入力過程の解析

シロアリは、環境刺激に応じて兵隊分化が調節され、特に個体間(親子間)相互作用を介した栄養物質の授受が重要であることが知られている (Miura & Maekawa, 2020)。ネバダオオシロアリでは、特有の社会行動(栄養交換行動)を調節する候補因子が子虫で見出されているが (Yaguchi et al., 2016, 2018)、実際に何が受け渡され、どのように JH 量の上昇が引き起こされるのかは分かっていない。そこで、ネバダオオシロアリの兵隊分化の予定個体を用い、JH 合成遺伝子の発現を RNAi により抑制した。その結果、生殖虫との栄養交換は制限されていないにもかかわらず兵隊分化率は有意に低下し、ワーカーへの脱皮が観察された。従って、兵隊分化の予定個体の JH 量の上昇には、栄養交換による外部からの直接的な JH の取り込みより、自身の JH 合成の活性化が重要であることが示唆された。続いて、発達時期の異なるコロニーの生殖虫の腸内容物のタンパク量を BCA アッセイ法で比較した。その結果、既に兵隊が存在するコロニーの生殖虫と比較し、兵隊が分化する時期の生殖虫の方がタンパク量が多いことが示された。以上より、タンパク質を豊富に含む良質な腸内容物の頻繁な受け渡しが、内在性 JH 量の増加と JH シグナルの活性化を促すと考えられる。

さらに、兵隊分化を調節するシグナルの入力経路にも注目した。具体的には、フェロモンをはじめとするシグナル物質の受容にかかわる嗅覚受容系に注目し、単一の補助因子である嗅覚共受容体 (Odrant receptor coreceptor, Orco) の機能解析を行なった。ネバダオオシロアリの兵隊分化の予定個体を用いて、RNAi により *Orco* の発現を抑制した結果、*GFP* を用いたコントロールよりも生殖虫との栄養交換行動の回数が減少し、兵隊分化率が有意に低下することがわかった。以上より、ネバダオオシロアリの兵隊分化に影響する個体間相互作用には、*Orco* を介した嗅覚受容系が関与することも示唆された。

一方、アブラムシの兵隊分化に JH の関与を示唆する直接的な結果は得られなかった。RNA-seq 解析において、高密度飼育幼虫群と低密度飼育幼虫群の間で、JH の合成およびシグナル系にかかわる遺伝子群は有意な発現差を示さなかった。従って、シロアリとアブラムシの兵隊分化では、少なくとも JH の役割は異なっている可能性がある。今後、アブラムシでも JH 量の変化を正確に定量することができれば、両者の違いをより正確に理解できると考えられる。

(3) 姉妹群との比較解析

取得された候補因子の進化的な背景を明らかにするには、各系統で祖先を共有する非真社会性の姉妹群でのパラログの有無や機能の相違を知る必要がある。しかし、シロアリの姉妹群であるキゴキブリ *Cryptocercus* spp. やアブラムシのゲノム解読が完了せず、研究期間内にそれぞれの非真社会性の姉妹群との比較解析を行うことはできなかった。ただし、ヤマトシロアリの新規ゲノム解析とカースト間の詳細なトランスクリプトーム解析、およびネバダオオシロアリを含む他種との比較ゲノム解析に基づき、社会性進化における遺伝子重複の重要性を強く示唆する結果を得て (Shigenobu et al., 2022)、今後の研究の方向性をレビューした (Maekawa et al. 2022)。また、北米産キゴキブリ *C. punctulatus* の繁殖生態に関する分子生態学的な解析を行い、家族内の父性が単一ではない社会構造(社会的な一夫一妻)が、シロアリの高度な社会性進化の前提条件だった可能性を示した (Yaguchi et al., 2021)。

(4) まとめ

本研究課題は、シロアリとアブラムシの兵隊分化にかかわる共通した発生・生理基盤を明らかにすることを目指した。兵隊分化の予定個体を用いた個別の解析の結果、少なくとも 20E シグナル経路の特異的な活性化が重要であることが強く示唆された。本研究の遂行により、兵隊保有型の真社会性グループ(特にアブラムシ)において、新規ゲノム配列や遺伝子発現情報など、利用可能なリソースを大幅に拡充することができた。これらのリソースを活用することで、将来的には、先行して研究が行われてきたワーカー保有型の真社会性グループ(アリ・ハチ)の進化との共通原理を解明することも期待できる。

<引用文献>

- Bourguignon et al. (2018) Transoceanic dispersal and plate tectonics shaped global cockroach distributions: evidence from mitochondrial phylogenomics. *Mol Biol Evol*, 35: 970-983.
- Kapheim (2016) Genomic sources of phenotypic novelty in the evolution of eusociality in insects. *Curr Opin Insect Sci*, 13: 24-32.
- Korb (2015) Juvenile hormone: a central regulator of termite caste polyphenism. In *Advances in Insect Physiology* (Vol. 48, pp. 131-161). Academic Press.
- Maekawa et al. (2022) Termite sociogenomics: evolution and regulation of caste-specific expressed genes. *Curr Opin Insect Sci*, 50: 100880.
- Masuoka & Maekawa (2016) Ecdysone signaling regulates soldier-specific cuticular pigmentation in the termite *Zootermopsis nevadensis*. *FEBS Lett*, 590: 1694-1703.
- Masuoka et al. (2015) Knockdown of the juvenile hormone receptor gene inhibits soldier-specific morphogenesis in the damp-wood termite *Zootermopsis nevadensis* (Isoptera: Archotermopsidae). *Insect Biochem Mol Biol*, 64: 25-31.
- Masuoka et al. (2018) A crucial caste regulation gene detected by comparing termites and sister group cockroaches. *Genetics*, 209: 1225-1234.
- Miura & Maekawa (2020) The making of the defensive caste: Physiology, development and evolution of the soldier differentiation in termites. *Evol Dev*, 22: e12335.
- Shibao et al. (2004) Density-dependent induction and suppression of soldier differentiation in an aphid social system. *J Insect Physiol*, 50: 995-1000.
- Shigenobu et al. (2022) Genomic and transcriptomic analyses of the subterranean termite *Reticulitermes speratus*: gene duplication facilitates social evolution. *Proc Nat Acad Sci USA*, 119: e2110361119.
- Szathmari & Maynard-Smith (1995) The major evolutionary transitions. *Nature*, 374: 227-232.
- Terrapon et al. (2014) Molecular traces of alternative social organization in a termite genome. *Nat Commun*, 5: 1-12.
- Tian & Zhou (2014) The soldiers in societies: defense, regulation, and evolution. *Int J Biol Sci*, 10: 296.
- Yaguchi et al. (2016) Dopamine regulates termite soldier differentiation through trophallactic behaviours. *R Soc Open Sci*, 3: 150574.
- Yaguchi et al. (2018) A lipocalin protein, Neural Lazarillo, is key to social interactions that promote termite soldier differentiation. *Proc R Soc B*, 285: 20180707.
- Yaguchi et al. (2021) Extra-pair paternity in the wood-feeding cockroach *Cryptocercus punctulatus* Scudder: Social but not genetic monogamy. *Mol Ecol*, 30: 6743-6758.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Masuoka Yudai, Nuibe Keigo, Hayase Naoto, Oka Takateru, Maekawa Kiyoto	4. 巻 12
2. 論文標題 Reproductive soldier development is controlled by direct physical interactions with reproductive and soldier termites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Insects	6. 最初と最後の頁 76 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/insects12010076	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 Miura T & Maekawa K	4. 巻 22
2. 論文標題 The making of the defensive caste: Physiology, development and evolution of the soldier differentiation in termites.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Evolution & Development	6. 最初と最後の頁 e12335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ede.12335	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 Yaguchi Hajime, Suzuki Shogo, Kanasaki Naoto, Masuoka Yudai, Suzuki Ryutaro, Suzuki Ryouhei H., Hayashi Yoshinobu, Shigenobu Shuji, Maekawa Kiyoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Evolution and functionalization of vitellogenin genes in the termite Reticulitermes speratus	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Experimental Zoology Part B: Molecular and Developmental Evolution	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) 10.1002/jez.b.23141	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 Matsunami M, Watanabe D, Fujiwara K, Hayashi Y, Shigenobu S, Miura T & Maekawa K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Transcriptomics on social interactions in termites: Effects of soldier presence.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Ecology and Evolution	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) 10.3389/fevo.2022.924151	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 Maekawa Kiyoto, Hayashi Yoshinobu, Lo Nathan	4. 巻 50
2. 論文標題 Termite sociogenomics: evolution and regulation of caste-specific expressed genes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Current Opinion in Insect Science	6. 最初と最後の頁 100880 ~ 100880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cois.2022.100880	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 該当する

1. 著者名 Shigenobu S, Hayashi Y, Watanabe D, Tokuda G, Hojo MY, Toga K, Saiki R, Yaguchi H, Masuoka Y, Suzuki R, Suzuki S, Kimura M, Matsunami M, Sugime Y, Oguchi K, Niimi T, Gotoh H, Hojo MK, Miyazaki S, Toyoda A, Miura T, Maekawa K	4. 巻 119
2. 論文標題 Genomic and transcriptomic analyses of the subterranean termite Reticulitermes speratus: Gene duplication facilitates social evolution	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2110361119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2110361119	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 Yaguchi Hajime, Kobayashi Itaru, Maekawa Kiyoto, Nalepa Christine A.	4. 巻 30
2. 論文標題 Extra pair paternity in the wood feeding cockroach <i>Cryptocercus punctulatus</i> Scudder: Social but not genetic monogamy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Ecology	6. 最初と最後の頁 6743 ~ 6758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mec.16185	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 該当する

1. 著者名 Miyazaki Satoshi, Fujiwara Kokuto, Kai Keima, Masuoka Yudai, Gotoh Hiroki, Niimi Teruyuki, Hayashi Yoshinobu, Shigenobu Shuji, Maekawa Kiyoto	4. 巻 11
2. 論文標題 Evolutionary transition of doublesex regulation from sex-specific splicing to male-specific transcription in termites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-95423-7	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17件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 松谷拓紀, 鈴木諒平, 前川清人
2. 発表標題 ヤマトシロアリにおける成虫器官の形成に関する網羅的遺伝子発現解析
3. 学会等名 第91回日本動物学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡昂輝, 増岡裕大, 縫部京吾, 前川清人
2. 発表標題 ネバダオオシロアリにおける兵隊型生殖虫の分化誘導系の確立と網羅的遺伝子発現解析
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林あんじ, 矢口甫, 鈴木翔吾, 前川清人
2. 発表標題 ヤマトシロアリのリポカリン：雌生殖虫で高発現する遺伝子産物の局在と役割
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沓掛磨也子, 柴尾晴信, 深津武馬
2. 発表標題 人工飼料飼育系を用いた社会性アブラムシの兵隊分化に関わる分子機構の解明
3. 学会等名 第65回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鈴木翔吾, 矢口甫, 金崎直人, 林良信, 重信秀治, 前川清人
2. 発表標題 シロアリにおけるカースト特異的に発現するリポカリン遺伝子の発現及び機能解析.
3. 学会等名 第90回日本動物学会 (大阪市立大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 縫部京吾, 増岡裕大, 前川清人
2. 発表標題 ネバダオオシロアリの兵隊型生殖虫に分化する個体の特定と発生過程の観察.
3. 学会等名 第90回日本動物学会 (大阪市立大学)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松下誠, 鈴木隆太郎, 縫部京吾, 前川清人
2. 発表標題 ネバダオオシロアリの兵隊分化予定個体における幼若ホルモン合成遺伝子の機能解析.
3. 学会等名 令和元年度日本動物学会中部支部大会 (金沢市文化ホール)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前川清人, 沓掛磨也子
2. 発表標題 小集会「社会性昆虫がもつ兵隊カーストの役割と分化機構」
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会 (名城大学) [開催中止, 発表認定, W212]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢口甫, 北條賢, 前川清人
2. 発表標題 シロアリにおける個体間相互作用を介した兵隊分化の制御
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会(名城大学) [開催中止, 発表認定, W2121]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 沓掛磨也子, 柴尾晴信, 深津武馬
2. 発表標題 人工飼料飼育系を用いた社会性アブラムシの兵隊分化に関わる分子機構の解明
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会(名城大学) [開催中止, 発表認定, W2122]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増岡裕大
2. 発表標題 シロアリの兵隊分化を制御するホルモンシグナル
3. 学会等名 第64回日本応用動物昆虫学会(名城大学) [開催中止, 発表認定, W2123]
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 花田拓巳, 鈴木諒平, 北條賢, 林良信, 前川清人
2. 発表標題 ヤマトシロアリの兵隊とワーカーの触角における網羅的遺伝子発現解析
3. 学会等名 第92回日本動物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沓掛磨也子, 柴尾晴信, 深津武馬
2. 発表標題 社会性アブラムシの兵隊分化における初期発現遺伝子の解析
3. 学会等名 第92回日本動物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 花田拓巳, 鈴木諒平, 北條賢, 林良信, 前川清人
2. 発表標題 ヤマトシロアリの触角における化学受容に関わる遺伝子の同定と発現解析
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林あんじ, 矢口甫, 鈴木翔吾, 前川清人
2. 発表標題 ヤマトシロアリのリポカリン遺伝子の重複と機能分化
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢口甫, 前川清人
2. 発表標題 シロアリにおける繁殖分業の進化に伴うピテロジェニン遺伝子の機能分化
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Gelyn D. Sapin, Yudai Masuoka, Chieka Minakuchi
2. 発表標題 Expression profile of E75 common, its isoforms, and tyrosine hydroxylase during caste development of the damp wood termites, <i>Zootermopsis nevadensis</i> (Hage) (Blattodea: Termopsidae)
3. 学会等名 52nd pest management council of the Philippines annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>トランスクリプトーム解析によるカースト分化を司る遺伝子の探索 http://www3.u-toyama.ac.jp/maekawa/maekawa-lab/research16.html 姉妹群のキゴキブリとの比較により、カースト分化の中核となるホルモンシグナルを発見 http://www3.u-toyama.ac.jp/maekawa/maekawa-lab/research17.html シロアリの兵隊分化を決定する遺伝子と個体間相互作用 http://www3.u-toyama.ac.jp/maekawa/maekawa-lab/research18.html シロアリの性決定遺伝子は特殊な進化を遂げている http://www3.u-toyama.ac.jp/maekawa/maekawa-lab/research19.html 家族性キゴキブリの繁殖戦略を解明：真社会性昆虫が辿った進化の道筋を照らす http://www3.u-toyama.ac.jp/maekawa/maekawa-lab/research20.html 遺伝子重複がシロアリの社会性進化の原動力である http://www3.u-toyama.ac.jp/maekawa/maekawa-lab/research21.html</p>
--

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	沓掛 磨也子 (Kutsukake Mayako) (90415703)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・研究グループ長 (82626)	
研究分担者	矢口 甫 (Yaguchi Hajime) (10803380)	関西学院大学・理工学部・研究員 (34504)	
研究分担者	増岡 裕大 (Masuoka Yudai) (80816950)	国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・生物機能利用研究部門・研究員 (82111)	

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	North Carolina State University			
オーストラリア	University of Sydney			