

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20571

研究課題名（和文）自己と非自己の認識を攪乱させる寄生蜂による宿主への侵入の仕組みの解明

研究課題名（英文）Elucidation of the mechanism of host invasion by parasitic wasps that disrupts self and non-self recognition.

研究代表者

天竺桂 弘子 (Tabunoki, Hiroko)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：80434190

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 20,000,000円

研究成果の概要（和文）：多胚性寄生蜂キンウワバトビコバチの桑実胚は、宿主組織に対して、組織親和的に侵入する。そこで本研究では、組織親和的侵入の分子メカニズムを解明することを目的とした。最初に、トランスクリプトーム解析から取得した配列を元に組織親和的侵入因子のcDNA配列決定を試み、その配列を決定した。次に、この因子が、宿主の侵入に関与するかを検討するため、組み換えタンパク質、RNA干渉、および抗体を用いた侵入阻害実験系の構築を試みた。その結果、組織親和的侵入因子抗体によって、宿主への侵入が強く阻害されることを明らかにした。以上のように本研究は、これまで未解明であった組織親和的侵入に関与する分子の実体を同定できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

多胚性寄生蜂の桑実胚は、宿主組織に損傷を与えることなく侵入し、むしろ宿主はこの桑実胚を積極的に迎え入れる。研究代表者らは、この現象を組織親和的侵入と名付けた。組織親和的侵入は、一般的に動物界で広く知られる遠縁種間の急性型移植拒絶反応を回避するユニークな現象であるが、それに関わる分子は、不明であった。本研究により遠縁の動物個体の組織間で親和性の獲得に寄与する分子が確定すると、別個体の組織の移植により、急性免疫拒絶反応がおこらない分子の仕組みを理解できる。本研究により未解明であった動物の組織親和的侵入に関与する分子が明らかになれば、生物学の異物認識の根幹を担う仕組みの理解が大きく変革・転換される。

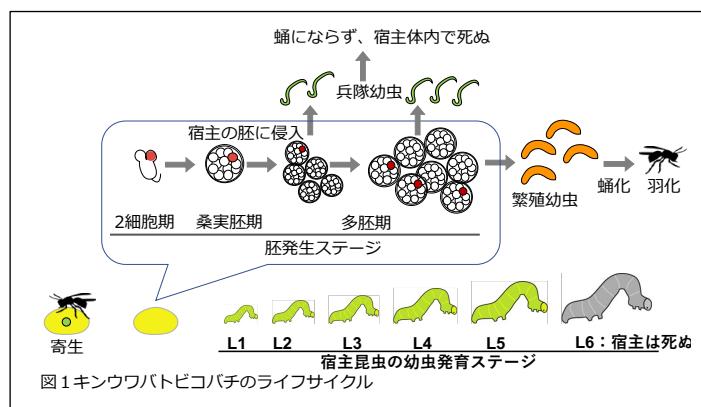
研究成果の概要（英文）：The morula of the polyembryonic parasitoid wasp, *Copidosoma floridanum* invades host tissue by a histoaffinity manner. Here, this study aimed to elucidate the molecular mechanism of histoaffinity invasion. First, we attempted to determine the cDNA sequence of the histoaffinity invasion factor based on the sequence obtained from transcriptome analysis and determined that. Next, we examined whether this factor is involved in host invasion, we tried to construct an invasion inhibition experimental system using recombinant proteins, RNA interference, and specific antibodies. The results showed that invasion into the host was strongly inhibited by the specific antibodies in relation to the host invasion. Therefore, this study showed that a previously unknown molecule was involved in histoaffinity invasion.

研究分野：生化学・分子生物学

キーワード：組織親和的侵入 *Copidosoma floridanum* 多胚性寄生蜂 組織擬態 異物認識 桑実胚

1. 研究開始当初の背景

怪我や疾患において失われた人体の機能を回復できる再生医療分野において、急性型免疫拒絶反応を回避できる仕組みを理解することは喫緊の課題である。急性型免疫拒絶反応を確実に制御できる仕組みを理解できれば、再生医療分野は飛躍的に進展する。研究代表者らは、急性型免疫拒絶反応を制御できる仕組みを昆虫の多胚性寄生蜂に見出した。多胚性寄生蜂キンウワバトビコバチ (*Copidosoma floridanum*: トビコ) は、宿主である蛾の卵の中に



産卵する。産卵された1つの卵から2000もの胚が同一の遺伝子を持つクローンとして発生する。トビコは、宿主の胚発生期間に宿主の体内に侵入し、分裂を繰り返し多胚化した後、子孫を残す繁殖幼虫と他を攻撃・排除する兵隊幼虫へ発生し、カーストを構成する (図1)。これまでに研究代表者らは、トビコが宿主の中にどのように侵入し、多胚化するかを電子顕微鏡などを用いた形態観察によって明らかにしてきた。結果、キンウワバトビコバチは宿主組織に飲み込まれるように侵入し、宿主の仕組みを利用して発生を遂げていたり。さらには、宿主は、トビコが宿主に侵入する過程において、トビコを外来異物と認識していないことが強く示唆された²⁾。これは寄生者であるトビコが宿主になりすます擬態により宿主の生体防御機構を回避する術を獲得したためと考えられた。

生物は、体内に侵入した外来異物が自己か非自己かを識別することができる。この識別には、外来異物の表面にある糖鎖を利用することが広く知られている。トビコと宿主の関係において、この糖鎖は、宿主側に存在していた³⁾。このことから宿主がトビコを認識するのではなく、宿主を認識するための分子がトビコ側に存在し、それは糖鎖を識別する分子である可能性が強く示唆された。

研究代表者らは前科研費研究において、トビコの桑実胚、多胚、幼虫の各発育段階の遺伝子発現解析によりこの分子の存在を網羅的に探索した。その結果、宿主への侵入がなされる桑実胚の時期だけ発現している転写産物を発見した。研究代表者らはこの転写産物を組織親和的侵入因子と名付けた。この因子は、糖鎖を結合するタンパク質構造に加えて細胞膜貫通構造をもつ、これまで知られていないユニークなタンパク質構造を有していた。また、トビコ桑実胚は、宿主への侵入が終わると、幼若ホルモン(JH)⁴⁾により桑実胚の多胚化が誘導される。JHによりこの因子の発現も低下することから、当因子こそが、宿主胚の認識・侵入に関わる分子であることが強く示唆された。さらには、ヒトにおいても、当因子とよく似た機能不明の転写産物が存在しており、免疫拒絶反応を回避できるシステムは種を超えて保存されている可能性があると考えられた。

1) Nakaguchi A. and Iwabuchi K, et al. Cell Tissue Res. 2006, 2) Takahashi-Nakaguchi A. and Iwabuchi K, et al. Morphology 2010, 3) Takahashi-Nakaguchi A. and Iwabuchi K, et al. FEBS Letters, 2011, 4) Iwabuchi K. Appl Entomol Zool 1999.

2. 研究の目的

そこで本研究は、研究代表者らによる多胚性寄生蜂の胚発生期の遺伝子発現解析で得られた情報を基に、組織親和的侵入の分子メカニズムを解明することを目的とした。

3. 研究の方法

組織親和的侵入因子の機能とトビコの桑実胚における組織親和的侵入因子と相互作用する因子を明らかにできれば、寄生者と宿主の組織間で親和性を獲得した仕組みが理解できる。そこで、本研究では、以下の計画を実施した。

1) 組織親和的侵入因子の機能解析 (令和2-令和5年度)

組織親和的侵入因子が宿主胚の認識と侵入に関与するかを明らかにするために、組織親和的侵入因子の実体を決定し、組織親和的侵入因子特異的抗体等を用いて、宿主胚への侵入が阻害されるかを検討した (侵入阻害実験)。また、組織親和的侵入因子の機能を抑制した桑実胚に現れる表現型を検討するため、RNA干渉 (RNAi) を実施した。

2) 組織親和的侵入因子と結合するタンパク質の探索 (令和2-令和5年度)

先行研究により、組織親和的侵入因子は、糖鎖と結合する可能性が示唆されている。そこで、トビコ桑実胚による侵入が起こる時期の宿主胚 RNA-seq データのバイオインフォマティクスによる探索を実施した。

3) 組織親和的侵入因子による宿主胚認識と侵入経路の検討 (令和2-令和5年度)

組織親和的侵入因子を介して(認識)どのように宿主胚にキンウワバトビコバチの桑実胚が取り込まれるか(侵入)を共焦点顕微鏡を用いて観察し、宿主胚の認識と侵入がどのように行われるのかについて考察した。

4. 研究成果

1) 組織親和的侵入因子の機能解析

組織親和的侵入因子が宿主胚の認識と侵入に関与するかを明らかにする第一段階として、組織親和的侵入因子の正確なアミノ酸配列を取得する必要がある。そのため、cDNA配列の決定を試みた。トランスクリプトーム解析から取得した配列を元にプライマーを作成し、侵入前の桑実胚から作成したcDNAライブラリーを用いて全長cDNA配列の取得を試みた。PCRで増幅した配列を検討したところ、さらに5' / 3'側が含まれていないことが強く示唆されたため、5' / 3' RACEにより全長を増幅し、全長配列を決定した。米国で決定されたトビコ遺伝子配列データベースに登録されている配列と、アライメントにより比較したところ、5'側において配列が異なっていた。タンパク質のアミノ酸配列において、N末端側が異なると、タンパク質の性質が異なることが推定される。そして、組織親和的侵入に関与する役割が変化する可能性も考えられた。一方で、トビコのゲノム配列は、2017年に米国系統を用いて解析されていたが、現在の次世代シーケンサー技術と比較すると、遺伝子機能注釈が十分ではない。また、長鎖の転写産物では正確な配列を取得することが困難である。そこで、組織親和的侵入に関与すると考えられる因子の転写予測領域について詳細に検討するため、半数体であるオスの成虫からDNAを抽出し、Pacbioを用いてロングリードDNA配列解析を行った。ゲノム配列をアセンブリした後、このゲノムデータを用い、組織親和的侵入に関わる因子のcDNA配列をマッピングしたところ、組織親和的侵入に関わる因子の転写物は、一つの領域から転写されることが明らかになった。このcDNA配列を用いて、組織親和的侵入に関わる因子の組み換えタンパク質発現をカイコバキュロウイルス(BmNPV)発現系により試みた。作製した組み換えウイルスをカイコ蛹に感染させ、組み換えタンパク質を発現させた。しかし、この組み換えタンパク質が含まれている磨砕物の沈殿画分から、タンパク質の精製ができなかった。次に、AcNPVベクターに変更し、Sf-9細胞を用いて、再度組み換えタンパク質の発現を検討した。BmNPVと同様に、組織親和的侵入に関わる因子の組み換えタンパク質の発現には成功したが、タンパク質の精製に至らなかった。現在、精製の手法をについて、検討を重ね、精製を行なっている。今後、組み換えタンパク質が精製できれば、結合領域等を解析する予定である。

また、組織親和的侵入因子の機能を抑制した桑実胚に現れる表現型を確かめるために、RNA干渉(RNAi)を実施した。最初にトビコでは初となる、RNA干渉の手法の構築を試みた。桑実胚培養系に複数の領域からデザインしたdsRNAを添加し、トビコ組織親和的侵入に関わる因子の転写産物の発現量を定量RT-PCRを用いて検討した。その結果、このうちの1つのdsRNAにおいて、コントロールと比較して、転写産物の発現量が低下し、RNA干渉が成功したと考えられた。一方で、RNAiによるmRNA発現は、期待するほど十分に抑制できなかった。この理由として、組織親和的侵入因子のmRNA発現の挙動が数時間以内に変化するため、トビコにおいて、RNAiの手法を確立できたものの、RNAiの対象には、限界があることが明らかになった。

組織親和的侵入に関わる因子を用いた侵入阻害実験では、胚子培養系によるアッセイ系を構築した。具体的には、培養下において宿主胚子とトビコ胚子を共存培養し、そこに組織親和的侵入に関わる因子特異的抗体を添加し、侵入阻害の有無の検討を行った。コロナ禍の影響を受け、長期に渡りトビコや宿主の野外採集が制限されたこと、機器故障などにより、研究の進捗が大幅に遅れたが、この期間に作製した組織親和的侵入因子抗体の1つによって、宿主への侵入が強く阻害されることを明らかにした。

2) 組織親和的侵入因子と結合するタンパク質の探索

組織親和的侵入因子が、宿主胚表面に存在する糖鎖と結合する可能性が示唆されている。そこで、トビコ桑実胚による侵入が起こる時期の宿主胚をサンプリングし、total RNAを精製後、RNA-seq解析を実施した。次に、宿主のキクキンウワバと同じ、ヤガ科キンウワバ亜科の、イラクサギンウワバ予測遺伝子配列を用いて、本解析で得られたトランスクリプトームデータ配列の遺伝子領域予測を行った。しかし、目的とする遺伝子群の機能注釈が十分につけられなかった。そのため、本研究で用いている宿主のキクキンウワバ成虫よりDNAを抽出し、現在、ゲノム配列解読を試みている。

3) 組織親和的侵入因子による宿主胚認識と侵入経路の検討

組織親和的侵入に関わる因子のmRNA発現の挙動を調べたところ、桑実胚の限定された時期のみ、その発現が上昇した。多胚になると、その発現が急激に低下することが明らかになった。また、幼若ホルモンJHをトビコ胚子培養系に添加し、組織親和的侵入に関わる因子のmRNA発現の挙動をRT-qPCRにより調べたところ、JH添加により、その発現が顕著に低下した。このことから、トビコの組織親和的侵入に関わる因子は、宿主JHの影響を受けてその発現が低下することから、多胚になる前に役割を終えることが明らかになった。次に、組織親和的侵入因子を介して、どの

ように宿主胚にトビコ桑実胚が取り込まれるかを組織親和的侵入因子の抗体を用いて、トビコ桑実胚を染色し、共焦点顕微鏡により観察した。その結果、組織親和的侵入因子は、トビコ桑実胚の外側を覆っているシンシチウムに存在していることが明らかになった。トビコ桑実胚は、組織親和的侵入因子を介して、宿主胚を認識することが強く示唆された。現在、さらに例数を追加して、実験を継続している。

4)まとめ

本研究では、研究代表者らによる多胚性寄生蜂の胚発生期の遺伝子発現解析で得られた情報を基に、トビコによる組織親和的侵入の分子メカニズムを解明することを目的とした。最初に、組織親和的侵入因子の cDNA 配列決定を決定した。次に、組織親和的侵入因子の組み換えタンパク質、RNA 干渉、および特異的抗体を用いて、その機能解析を行った。結果、組織親和的侵入因子の特異的抗体によって、宿主への侵入が強く阻害されることを明らかにした。

以上のことから本研究は、これまで未解明であった組織親和的侵入に関与する分子の実体を同定できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Bono, H., Sakamoto, T., Kasukawa, T., & Tabunoki, H.	4. 巻 13
2. 論文標題 Systematic functional annotation workflow for insects	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Insects	6. 最初と最後の頁 586-586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/insects13070586	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 Nishiko M, Sakamoto T, Mun S, Noh MY, Arakane Y, Kanost MR, Arai K, & Tabunoki H.	4. 巻 12
2. 論文標題 Superoxide dismutase 6 is required during metamorphosis for the development of properly movable legs in <i>Tribolium castaneum</i>	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 6900-6900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-022-10166-3.	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 該当する
1. 著者名 Weber JJ, Brummett LM, Coca ME, Tabunoki H, Kanost MR, Ragan EJ, Park Y, Gorman MJ.	4. 巻 147
2. 論文標題 Phenotypic analyses, protein localization, and bacteriostatic activity of <i>Drosophila melanogaster</i> transferrin-1	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Insect Biochem Mol Biol.	6. 最初と最後の頁 103811-103811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ibmb.2022.103811.	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 該当する
1. 著者名 Sakamoto T, Sinzeki S, Kakinuma S, Ishihara E, Tabunoki H.	4. 巻 23
2. 論文標題 Nutritional and metabolic process of the dung beetle <i>Phelotrupes auratus</i> depends on the plant ingredients that the herbivores eat	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 BMC Genomics	6. 最初と最後の頁 751-751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-022-08982-y.	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 Suzuki T, Tang S, Otuka H, Ito K, Sato R.	4. 巻 142
2. 論文標題 Nodule formation in Bombyx mori larvae is regulated by BmToll10-3.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J Insect Physiol.	6. 最初と最後の頁 104441-104441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jinsphys.2022.104441.	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 Sasaki Shunya, Nishiko Maaya, Sakamoto Takuma, Kanost Michael R., Tabunoki Hiroko	4. 巻 10
2. 論文標題 cDNA Cloning and Partial Characterization of the DJ-1 Gene from Tribolium castaneum	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 1970 ~ 1970
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/antiox10121970	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 該当する

1. 著者名 Sakamoto Takuma, Sasaki Shunya, Yamaguchi Nobuki, Nakano Miho, Sato Hiroki, Iwabuchi Kikuo, Tabunoki Hiroko, Simpson Richard J., Bono Hidemasa	4. 巻 14
2. 論文標題 De novo transcriptome analysis for examination of the nutrition metabolic system related to the evolutionary process through which stick insects gain the ability of flight (Phasmatodea)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BMC Research Notes	6. 最初と最後の頁 182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13104-021-05600-0	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 該当する

1. 著者名 Takano Yumi, Sakamoto Takuma, Tabunoki Hiroko, Yoshimura Jin, Iwabuchi Kikuo	4. 巻 46
2. 論文標題 Integrated effects of thermal acclimation and challenge temperature on cellular immunity in the plusiine moth larvae Chrysodeixis eriosoma	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physiological Entomology	6. 最初と最後の頁 52 ~ 59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/phen.12344	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 Nakane, W., Nakamura, H., Nakazato, T., Kaminaga, N., Nakano, M., Sakamoto, T., ... & Tabunoki, H.	4. 巻 10
2. 論文標題 Construction of TUATinsecta database that integrated plant and insect database for screening phytophagous insect metabolic products with medicinal potential.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific reports	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) 10.1038/s41598-020-74590-z.	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 該当する

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 天竺桂弘子
2. 発表標題 データベース化して見えてきた昆虫資源利活用の新たなカタチ
3. 学会等名 第91回日本寄生虫学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 天竺桂弘子
2. 発表標題 多胚性寄生蜂キンウワバトビコバチの胚子発生機構の解析
3. 学会等名 第 62 回日本先天異常学会学術集会 シンポジウム 3 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 天竺桂弘子
2. 発表標題 昆虫資源利用の新たなカタチ
3. 学会等名 日本電子材料技術協会 第 59 回秋期講演大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Construction of the systems for sustainable food provision using insects in Japan
3. 学会等名 4th IUFoST-Japan Webinar on Food Measurement and Characterization (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 梅崎未由・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 多胚性寄生蜂キンウワバトビコバチ <i>Copidosoma floridanum</i> bark遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第7回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 柿沼駿輔、坂本卓磨、笹倉靖徳、天竺桂弘子
2. 発表標題 コウチュウ目における後翅の退化機構の解明
3. 学会等名 第7回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 神宮萌木・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 多胚性寄生蜂キンウワバトビコバチ兵隊幼虫における同胞認識に関するタンパク質の解析
3. 学会等名 第7回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陳 景輝、中野美帆、坂本卓磨、天竺桂弘子
2. 発表標題 キバラモクメキリガ <i>Xylena formosa</i> 由来代謝産物の生物活性の検討
3. 学会等名 第7回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野美帆・北野克和・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 ナガサキアゲハ <i>Papilio memnon</i> 由来代謝産物の化学構造と薬理活性の解析
3. 学会等名 第7回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平田真夕・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 多胚性寄生蜂キンウワバトビコバチ <i>vasa</i> タンパク質の機能解析
3. 学会等名 第7回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 稲葉有澄・西子まあや・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 コクヌストモドキにおけるSOD遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第67回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野美帆・北野克和・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 キアゲハ <i>Papilio machaon</i> 代謝産物によるヒトがん細胞株に対する作用の検討
3. 学会等名 第67回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 牧野結・西子まあや・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 コクヌストモドキの蛹期における bark beetle の機能解明
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 アゲハチョウ科昆虫の代謝による植物成分の化学構造と生物活性の変化の解析
2. 発表標題 中野美帆・北野克和・坂本卓磨・天竺桂弘子
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梅崎未由・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 多胚生寄生蜂 <i>Copidosoma floridanum</i> における宿主胚子の認識に関与する 因子の cDNA クローニング
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陳 景輝・横山岳・坂本卓磨・天竺桂弘子
2. 発表標題 異品種カイコの桑葉成分の代謝系差異についての検討
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小野 颯・中野美帆・坂本卓磨・北野克和・天竺桂弘子
2. 発表標題 ツمامラサキマダラ <i>Euploea mulciber</i> 代謝産物由来抗癌活性成分の探索
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和久田萌美、中川敦允、坂本卓磨、天竺桂弘子
2. 発表標題 家畜排せつ物処理のためのアメリカミズアブの利用の検討
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原田真侑子、坂本卓磨、天竺桂弘子
2. 発表標題 カイコ miRNA の BmmiR-Megu は JH に応答する
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西子まあや、坂本卓磨、新井克彦、天竺桂弘子
2. 発表標題 コクヌストモドキ SOD6 遺伝子は運動神経軸索形成を制御する
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 柿沼駿輔、坂本卓磨、笹倉靖徳、天竺桂弘子
2. 発表標題 コウチュウ目セダカコブヤハズカミキリの後翅発生機構の検討
3. 学会等名 第6回蚕糸・昆虫機能利用関東学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西子 まあや、新井 克彦、天竺桂 弘子
2. 発表標題 The SOD gene featuring the unique structure regulates the neuron remodeling process during metamorphosis in <i>Tribolium castaneum</i> .
3. 学会等名 第66回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 坂本卓磨・天竺桂弘子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 羊土社	5. 総ページ数 4
3. 書名 実験医学2021年12月号	

〔産業財産権〕

〔その他〕

動物生化学（昆虫系）研究室
<https://web.tuat.ac.jp/~insecta/>
 ヒトの生命科学に資する昆虫研究
<https://tayo.jp/recruitments/student/26>
 ハッケンコウケン研究探訪
https://www.tuat.ac.jp/research/tanbou/20211126_01.html

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	佐藤 令一 (Sato Ryoichi) (30235428)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・名誉教授 (12605)	

	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
研究協力者	岩淵 喜久男 (Iwabuchi Kikuo) (00203399)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・名誉教授 (12605)	

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	カンザス州立大学			
オーストリア	ラ・トローブ大学			
韓国	全南大学校			