

令和 3 年 5 月 8 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02212

研究課題名(和文)ユニークなmiRNAが制御する尿酸合成制御機構の解明

研究課題名(英文)Elucidation of the mechanism for controlling of the uric acid synthesis pathway by miRNA

研究代表者

天竺桂 弘子 (Tabuonki, 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) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、BMmirmeguの機能解析を通して、抗酸化酵素を介した尿酸合成経路に与える影響をカイコを用いて解析した。その結果、BMmirmeguの発現は、カイコ発育段階の胚発生96時間後で高かった。次にJHとBMmirmeguの関係について検討したところ、カイコ幼虫にBMmirmeguミミックを注射すると、JH応答遺伝子の発現が上昇し、尿酸合成遺伝子の発現が低下する傾向を認めた。カイコ幼虫にJHを注射すると、BMmirmeguの発現が上昇した。以上のことから、BMmirmeguが、JHのような機能を有するmiRNAであることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カイコの幼虫の皮膚は尿酸が蓄積するため白い。加えてカイコには皮膚への尿酸蓄積量が低下した"白くない"カイコも多数存在する。カイコのように尿酸の解析に特化できる優れた生物は存在しない。本研究では、"白くない"カイコからステムループ構造が変異したBMmirmeguを見出し、その機能解析を通し、これまで未知であったステムループ構造の役割の理解を深化させた。これらの成果は論文、学会発表、プレスリリース等を通して広く社会に学術的意義を伝えた。

研究成果の概要(英文)：In this study, we analyzed the effects of antioxidative enzymes on the uric acid synthesis pathway using silkworm *B.mori* through functional analysis of BMmirmegu. As a result, the expression of BMmirmegu was high 96 hours after embryogenesis through the developmental stage. Next, we analyzed the relationship between JH and BMmirmegu. We found that injection of mimic for BMmirmegu into the larvae tended to increase the expression of the JH responsive gene and decrease the uric acid synthesis gene expression. Injection of JH into the larvae increased the expression of BMmirmegu. Therefore, we were clarified that BMmirmegu is a miRNA having a function similar to JH.

研究分野：生化学・分子生物学・昆虫学

キーワード：miRNA Dicer ステムループ構造 尿酸 抗酸化酵素 JH

1. 研究開始当初の背景

パーキンソン病は中高年期に多発し、ミトコンドリアの機能障害による酸化ストレスが原因で脳のドーパミン分泌神経細胞が減少し、その産生が不足する。これがパーキンソン病において運動障害を引き起こす原因である。一方、パーキンソン病患者の臨床追跡調査から、パーキンソン病の重症度と体内の尿酸量低下が強く相関すること¹⁻³⁾が報告されている。逆に、痛風などで尿酸量が多いと、パーキンソン病の症状は軽減する⁴⁾。これは体内の尿酸が、パーキンソン病進行において何らかの役割を持つことを示すと推察される。ヒトでは尿酸合成が増加すると痛風に、低下するとパーキンソン病に罹患しやすくなる。従って体内の尿酸の合成は厳密に制御されていることが推定されるが、合成を制御する仕組みについては、十分に検討されていなかった。

カイコの幼虫は皮膚に尿酸が蓄積するため白く見え、その挙動が目視で観察できる優れた生物である。そこで我々は、尿酸合成が低下した"白くない"カイコの遺伝子発現を DNA マイクロアレイで解析した結果、抗酸化酵素が尿酸合成経路を制御可能性を見出した⁵⁾。BmN 細胞を用いた RNA 干渉によりこのタンパク質の発現を抑制すると、尿酸合成に関与する酵素遺伝子であるキサンチンデヒドロゲナーゼ(XDH)の転写が抑制され、抗酸化酵素が XDH の転写を低下させることが示された⁶⁾。しかし、抗酸化酵素は尿酸合成が低下した"白くない"カイコの原因遺伝子ではないことから、更に上流で抗酸化酵素遺伝子の転写を調節する因子があることが強く示唆された。次に我々は、尿酸合成が低下した"白くない"カイコの原因遺伝子を検討するため、ポジショナルクローニングと次世代シーケンサーにより DNA 配列を解析したところ、ポジショナルクローニングで推定された原因遺伝子が座位する、と推定された位置にステムループ構造配列が変異した新規 miRNA の BMmirmegu を発見した。バイオインフォマティクスによる解析では、BMmirmegu と抗酸化酵素遺伝子配列の一部が結合することが予測された。このことから、BMmirmegu は、抗酸化酵素を介して尿酸合成を制御する可能性が強く示唆された。miRNA が尿酸合成を制御する現象は報告されていない。

miRNA は細胞内において特定の mRNA に結合し、タンパク質の翻訳を抑制する RNA 分子である。miRNA は、特定の時期に特定のタンパク質の発現を厳密に調節するため、個体の発生や癌発症等で重要な役割を持つ^{7,8)}。一般的に知られている miRNA 生合成過程では、miRNA は細胞核内で前駆体 miRNA として合成された後、細胞質内において成熟型として合成される。続いて、それと対となる Argonaute (Ago)タンパク質と結合し、RNA 誘導サイレンシング複合体(RISC)を形成する。最終的には RISC と mRNA の結合により、転写が抑制される。従来、miRNA のステムループ構造は成熟型になる過程で切り取られるため、翻訳抑制には関与しないと考えられてきた。また、ステムループ構造に変異を持つ miRNA は発見されていないことから、実質的な機能の検証も行われてこなかった。

2. 研究の目的

本研究では、これまでに得られた知見に基づき、BMmirmegu が抗酸化酵素を介した尿酸合成経路に与える影響をカイコを用いて解析するために、最初に、(1)BMmirmegu 配列のクローニング、(2)カイコ発育ステージおよび各組織における BMmirmegu の発現検討、(3) BMmirmegu の Dicer によるステムループ構造部位の切断の有無の検討を行なった。次に、(4)BMmirmegu のカイコ培養細胞と個体に与える影響をミミックおよび阻

害剤を用いて検討し、BMmirmegu の尿酸合成経路に対する役割について考察することとした。

3. 研究の方法

1)材料

カイコ p50T、N4、および 0751 系統を用いた。カイコは、25°Cに調節したインキュベーター内で明期 16 時間、暗期 8 時間で飼育した。p50T、および N4 は、人工飼料(NOSAN)を用いて飼育した。0751 系統は、桑葉を用いて飼育した。

1)BMmirmegu の配列のクローニング

BMmirmegu の前駆体および成熟型配列を明らかにするために、カイコ p50T、および 0751 系統から絹糸腺を取り出し、DNeasy Blood & Tissue Kit(Qiagen)を用いて DNA を抽出した。次世代シーケンサーによる解析で得られた配列を用いてプライマーを作製し、それぞれの精製した DNA を鋳型とし、PCR により配列を増幅した。増幅した配列は、Topo-p2T (Invitrogen)ベクターに連結後、大腸菌に形質転換し、シーケンシングにより配列を決定した。

2) カイコ発育ステージおよび各組織における BMmirmegu の発現検討

カイコ卵、1-5 令幼虫、蛹、成虫を液体窒素で凍結粉碎し、miRNeasy Mini Kit (Qiagen)を用いて miRNA を精製した。組織は、表皮、血球、脂肪体、中腸、背脈管、マルピーギ管、卵巣、精巣を用いて miRNA を精製した。逆転写した後、定量 RT-PCR には、TaqMan™ MicroRNA Assay kit の BMmirmegu および内在性コントロールとして U6 に対するカスタムプライマー(Thermo scientific)を用いた。

3)BMmirmegu の Dicer による切断解析

Tabara M, et al⁹⁾による方法に従い、DNA を鋳型とし、放射線ラベルを付与した前駆体型 BMmirmegu の ssRNA 配列および dsRNA 配列を PCR により増幅した。Lysis buffer により卵巣と精巣から Dicer 画分を抽出し、増幅した ssRNA 配列および dsRNA 配列と反応させ、電気泳動により切断の有無を確認した。

カイコ Dicer は 2 種類あるため、ssRNA 切断に関与しない Dicer 2 の mRNA 発現を RNAi により抑制した BmN 細胞を作製し、同様に Dicer 画分を抽出した後、切断の有無を確認した。

4)BMmirmegu の機能の検討

BMmirmegu の機能を検討するために、カイコ卵に BMmirmegu のカスタム機能阻害剤または BMmirmegu の機能を増強するカスタムミミック(Thermo scientific)を注射し、カイコ幼虫の表現型を観察した。また、カイコ尿酸合成に関与する XDH 遺伝子の mRNA 発現を検討した。また、カイコ個体に JHIII を注射し、JH 応答遺伝子 Kr-h1 および BMmirmegu の発現を定量 RT-PCR により検討した。

4. 研究成果

1) BMmirmegu の配列解析

最初に、BMmirmegu の前駆体および成熟型配列を明らかにするために、カイコ p50T および 0751 系統を用いて BMmirmegu の前駆体および成熟型配列を確認したところ、カイコ p50T では、正常型および変異型両方の BMmirmegu 配列を持つことが明らかになった。また、0751 系統では、変異型の BMmirmegu 配列を確認した。変異型 BMmirmegu 配列は、次世代シーケンサーで予測された BMmirmegu 配列と同一で、ステムループ構造が欠失していた。

2) カイコ発育ステージおよび各組織における BMmirmegu の発現検討

カイコ卵、1-5 令幼虫、蛹、成虫における BMmirmegu の発現を定量 RT-PCR により検討したところ、胚発生 96 時間後に BMmirmegu の発現は最大になった。5 齢幼虫組織における BMmirmegu の発現は、表皮、脂肪体、マルピーギ管、卵巢で高く、この中でもマルピーギ管における BMmirmegu の発現が最も高かった。

3) BMmirmegu の Dicer による切断解析

BMmirmegu の ssRNA 配列および dsRNA 配列を PCR により増幅し、Dicer による切断を検討したところ、BMmirmegu の dsRNA 配列は、miRNA データベース上で予測された切断配列長よりも短いことが明らかになった。一方で、Dicer 2 をノックダウンし、BMmirmegu の ssRNA 配列の切断を検討したが、Dicer 2 のノックダウンが十分ではなく、Dicer 1 における ssRNA の切断を確認することができなかった。今後、Dicer 2 dsRNA の設計位置を検討し、再度切断を検討する必要があると思われる。

4) BMmirmegu の機能の検討

カイコ卵に BMmirmegu の機能阻害剤または BMmirmegu の機能を増強するミミックを注射し、BMmirmegu の発現とカイコ幼虫の表現型を観察した。カイコ卵にミミックを注射し、BMmirmegu の発現量をコントロールと比較したところ、変化は認められなかった。このことから、本研究で用いたミミックは、カイコ卵に注射すると、短時間で分解などを受けて効果が持続しない可能性が考えられた。同様に、カイコ卵に機能阻害剤を注射した場合も、効果が認められなかった。そこで、幼虫個体に対して BMmirmegu の機能阻害剤またはミミックを注射し、BMmirmegu の発現をコントロールと比較したところ、24 時間後には、機能阻害や、機能増強を示唆する所見が得られたが、48 時間後にはその作用が認められなかった。幼虫個体に対して BMmirmegu のミミックを注射し、24 時間後にカイコ尿酸合成に参与する XDH 遺伝子の mRNA 発現を検討したところ、発現が低下した傾向を認めた。

一方で、胚発生 96 時間後に BMmirmegu の発現は最大になったことから、幼若ホルモン JH との関係が強く示唆された。そこで JH と BMmirmegu の関係について、さらに検討を行なった。カイコ幼虫に JH を注射し、BMmirmegu の発現を検討したところ、発現が顕著に上昇した。次に BMmirmegu のミミックを注射し、24 時間後に JH 応答遺伝子の Kr-h1 の mRNA 発現を検討したところ、発現が顕著に上昇したことから、BMmirmegu は、JH のような機能を持つ可能性が強く示唆された。

本研究は、これまで機能が検討されてこなかった BMmirmegu が、JH のような機能を有することを明らかにした。本研究期間中には、機能阻害剤や、機能増強剤を用いた実験について最適な実験条件を設定できなかった。これらのデザインや、投与方法などについての検討が課題として残された。今後ミミックや阻害剤による実験の最適条件が設定できれば、BMmirmegu の生体内における役割を確定できると思われる。

【引用論文】

- 1) Bogdanov, M., Matson, W. R., Wang, L., Matson, T., Saunders-Pullman, R., Bressman, S. S., & Beal, M. F. (2008). Metabolomic profiling to develop blood biomarkers for Parkinson's disease. *Brain*, 131(2), 389-396.
- 2) Chahine, L. M., Kauta, S. R., Daley, J. T., Cantor, C. R., & Dahodwala, N. (2014). Surface EMG activity during REM sleep in Parkinson's disease correlates with disease severity. *Parkinsonism & related disorders*, 20(7), 766-771.

- 3) Cipriani S *Biomark Med.* 2010 Cipriani, S., Chen, X., & Schwarzschild, M. A. (2010). Urate: a novel biomarker of Parkinson's disease risk, diagnosis and prognosis. *Biomark Med* 4 (5): 701–712.
- 4) Weisskopf, M. G., O'reilly, E., Chen, H., Schwarzschild, M. A., & Ascherio, A. (2007). Plasma urate and risk of Parkinson's disease. *American journal of epidemiology*, 166(5), 561-567.
- 5) Tabunoki, H., Ono, H., Ode, H., Ishikawa, K., Kawana, N., Banno, Y., ... & Bono, H. (2013). Identification of key uric acid synthesis pathway in a unique mutant silkworm *Bombyx mori* model of Parkinson's disease. *PLoS One*, 8(7), e69130.
- 6) 安楽尚哉、天竺桂弘子 カイコ培養細胞 BmN における BmDJ-1 を標的とした RNAi 法による尿酸合成経路への影響の検討 第 2 回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会 2016, 11. 5
- 7) Satoh J, Tabunoki H. Comprehensive analysis of human microRNA target networks. *BioData Min.* (2011) 4:e17.
- 8) Shioya, M., Obayashi, S., Tabunoki, H., Arima, K., Saito, Y., Ishida, T., & Satoh, J. I. (2010). Aberrant microRNA expression in the brains of neurodegenerative diseases: miR-29a decreased in Alzheimer disease brains targets neurone navigator 3. *Neuropathology and applied neurobiology*, 36(4), 320-330.
- 9) Tabara, M., Ohtani, M., Kanekatsu, M., Moriyama, H., & Fukuhara, T. (2018). Size distribution of small interfering RNAs in various organs at different developmental stages is primarily determined by the dicing activity of Dicer-like proteins in plants. *Plant and Cell Physiology*, 59(11), 2228-2238.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Takano, Y., Sakamoto, T., Tabunoki, H., Yoshimura, J., & Iwabuchi, K.	4. 巻 46
2. 論文標題 Integrated effects of thermal acclimation and challenge temperature on cellular immunity in the plusiine moth larvae <i>Chrysodeixis eriosoma</i> (Lepidoptera: Noctuidae).	5. 発行年 2021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/s41598-021-89260-x	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., Nishiko, M., Bono, H., Nakazato, T., Yoshimura, J., Tabunoki, H., & Iwabuchi, K.	4. 巻 21
2. 論文標題 Analysis of molecular mechanism for acceleration of polyembryony using gene functional annotation pipeline in <i>Copidosoma floridanum</i> .	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC genomics	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) 10.1186/s12864-020-6559-3	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 -
1. 著者名 Otsuki T, Uka D, Ito H, Ichinose G, Nii M, Morita S, Sakamoto T, Nishiko M, Tabunoki H, Kobayashi K, Matsuura K, Iwabuchi K, Yoshimura J.	4. 巻 9
2. 論文標題 Mass Killing by Female Soldier Larvae Is Adaptive for the Killed Male Larvae in a Polyembryonic Wasp	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sci Rep .	6. 最初と最後の頁 7357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-43643-3	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 -

1. 著者名 Ohno H, Sakamoto T, Okochi R, Nishiko M, Sasaki S, Bono H, Tabunoki H, Iwabuchi K.	4. 巻 456
2. 論文標題 Apoptosis-mediated Vasa Down-Regulation Controls Developmental Transformation in Japanese Copidosoma Floridanum Female Soldiers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dev Biol .	6. 最初と最後の頁 226-233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ydbio.2019.09.005.	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 Nojima Y, Bono H, Yokoyama T, Iwabuchi K, Sato R, Arai K, Tabunoki H.	4. 巻 9
2. 論文標題 Superoxide dismutase down-regulation and the oxidative stress is required to initiate pupation in Bombyx mori.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sci Rep .	6. 最初と最後の頁 14693
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-51163-3.	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 -

1. 著者名 Sakamoto T, Nishiko M, Bono H, Nakazato T, Yoshimura J, Tabunoki H, Iwabuchi K.	4. 巻 21
2. 論文標題 6 Analysis of molecular mechanism for acceleration of polyembryony using gene functional annotation pipeline in Copidosoma floridanum.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Genomics.	6. 最初と最後の頁 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-020-6559-3.	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 -

1. 著者名 Endo H, Tanaka S, Adegawa S, Ichino F, Tabunoki H, Kikuta S, Sato R.	4. 巻 293(22)
2. 論文標題 Extracellular loop structures in silkworm ABCC transporters determine their specificities for Bacillus thuringiensis Cry toxins.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Biol Chem.	6. 最初と最後の頁 8569-8577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA118.001761.	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 Tabunoki H, Dittmer NT, Gorman MJ, Kanost MR.	4. 巻 12(1)
2. 論文標題 Development of a new method for collecting hemolymph and measuring phenoloxidase activity in <i>Tribolium castaneum</i> .	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BMC Res Notes.	6. 最初と最後の頁 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13104-018-4041-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 該当する

1. 著者名 Kobayashi Y, Nojima Y, Sakamoto T, Iwabuchi K, Nakazato T, Bono H, Toyoda A, Fujiyama A, Kanost MR, Tabunoki H.	4. 巻 9(1)
2. 論文標題 Comparative analysis of seven types of superoxide dismutases for their ability to respond to oxidative stress in <i>Bombyx mori</i> .	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sci Rep.	6. 最初と最後の頁 2170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-38384-8.	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17件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 How biological defense systems work against oxidative stress in <i>Bombyx mori</i>
3. 学会等名 BK (Brain of Korea) seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maaya Nishiko, Kikuo Iwabuchi, Michael R. Kanost, Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Functional analysis of a new type of SOD gene in <i>Tribolium castaneum</i>
3. 学会等名 8th international Symposium on Molecular Insect Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Syunya Sasaki, Maaya Nishiko, Takuma Sakamoto, Takeru Nakazato, Yasuyuki Arakane, Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Functional analysis of DJ-1 gene in the red flour beetle <i>Tribolium castaneum</i>
3. 学会等名 8th international Symposium on Molecular Insect Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Miho Nakano, Sun Sinzeki, Nobuki Yamaguchi, Yosikazu Kitano, Kikuo Iwabuchi, Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Exploration of the compounds which alter chemical structure and biological activity in the larval frass of <i>Papilio machaon</i> and <i>Papilio memnon</i>
3. 学会等名 8th international Symposium on Molecular Insect Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuna Machida, Motoharu Hattori, Syunya Sasaki, Kikuo Iwabuchi, Sigeo Koizumi, Yasuyuki Arakane, Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Bee venom phospholipase A2 induces super oxide dismutase expression in <i>Bombyx mori</i> (silkworm) larvae
3. 学会等名 8th international Symposium on Molecular Insect Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Motoharu Hattori, Yuna Machida, Miho Nakano, Kikuo Iwabuchi, Sigeo Koizumi, Michael R Kanost, Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Bee venom phospholipase A2 induces expression of prophenoloxidase protein in silkworm <i>Bombyx mori</i> larvae
3. 学会等名 8th international Symposium on Molecular Insect Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 What is the initiator in disturbing immunity system in <i>C. floridanum</i> ?
3. 学会等名 International workshop on Insect cuticular Extracellular Matrix (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maaya Nishiko, Kikuo Iwabuchi, Michael R Kanost and Hiroko Tabunoki
2. 発表標題 Functional analysis of a new type of SOD gene in <i>Tribolium castaneum</i>
3. 学会等名 2018 ESA, ESC and ESBC Joint Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山口信樹、岩淵喜久男、天竺桂弘子
2. 発表標題 エビガラスズメのFUN由来医薬品シードの探索
3. 学会等名 第4回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新堰 舜、仲里猛留、坊農秀雅、岩淵喜久男、天竺桂 弘子
2. 発表標題 カラタチ由来化合物の構造を変えるナミアゲ八代謝酵素の探索
3. 学会等名 第4回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中野美帆、新堰舜、山口信樹、岩淵喜久男、天竺桂弘子
2. 発表標題 化合物の構造と生物活性を変える昆虫変換器の利用法の検討
3. 学会等名 第4回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 磯田李紗、坂本卓磨、天竺桂弘子、岩淵喜久男
2. 発表標題 多胚性寄生蜂 <i>Copidosoma floridanum</i> の性決定遺伝子dsxのcDNAクローニング
3. 学会等名 第4回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西子まあや、岩淵喜久男、天竺桂弘子
2. 発表標題 ユニークな構造を有するコクヌストモドキSOD遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第4回蚕糸・昆虫機能利用関東地区学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木俊弥、西子まあや、坂本卓磨、仲里猛留、天竺桂弘子
2. 発表標題 コクヌストモドキDJ-1遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本 卓磨、坊農 秀雅、天竺桂 弘子、岩淵喜久男
2. 発表標題 多胚性寄生蜂の胚子期トランスクリプトームに基づくヒトホモログのパスウェイ解析
3. 学会等名 第63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西子 まあや、岩淵 喜久男、天竺桂 弘子
2. 発表標題 コクヌストモドキ新規 SOD 遺伝子の機能解析
3. 学会等名 第63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野 美帆、新堰 舜、山口 信樹、北野 克和、岩淵 喜久男、天竺桂 弘子
2. 発表標題 化合物の構造と生物活性を変える昆虫変換器の利用法の検討
3. 学会等名 第63回日本応用動物昆虫学会大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 金児雄、塩見邦彦、天竺桂弘子、外川徹、横山岳	4. 発行年 2019年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 303
3. 書名 カイコの実験単:実験3,10,13	

1. 著者名 坂本卓磨・天竺桂 弘子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 メディカル・サイエンス・インターナショナル	5. 総ページ数 168
3. 書名 生命科学データベース・ウェブツール：10章MEGAで系統樹を作成する	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>寄生蜂が宿主を独占する戦略～ライバルの寄生蜂が出す毒素を認識して攻撃専門の幼虫割合を高める～ https://www.tuat.ac.jp/outline/disclosure/pressrelease/2019/20191016_01.html 昆虫は活性酸素を上手に利用する～蛹（さなぎ）になるために活性酸素を利用する仕組みを発見～ https://www.tuat.ac.jp/outline/disclosure/pressrelease/2019/20191028_01.html 動物生化学(昆虫系)研究室 http://web.tuat.ac.jp/~insecta/index.html 東京農工大学・農学研究院・生物生産科学部門・天竺桂弘子 http://kenkyu-web.tuat.ac.jp/Profiles/47/0004680/profile.html Research map https://researchmap.jp/h-tabunoki/</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	佐藤 令一 (Sato Ryoichi) (30235428)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・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			
オーストラリア	La Torobe University			
米国	Kansas State University			
韓国	Chonnam University			