

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K16186

研究課題名（和文）ショウジョウバエにおける新規な求愛行動様式の獲得に関わる神経メカニズム

研究課題名（英文）Neural mechanisms underlying the acquisition of novel courtship behaviors in *Drosophila*

研究代表者

田中 良弥（TANAKA, Ryoya）

名古屋大学・理学研究科・助教

研究者番号：00839409

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題により、ショウジョウバエの一種である *Drosophila subobscura* の新規な求愛行動様式を制御する脳内の少数の神経細胞群を同定することに成功した。この神経細胞群は、神経行動学のモデル種であるキイロショウジョウバエにおいて求愛行動を制御することが知られている神経回路の一部である。さらに、同定した神経細胞について、その形態や機能を同属種と比較することを可能にする実験基盤を整備することに成功した。今後は、こうした基盤を生かして同定神経細胞の機能や形態を種間比較することで新規な行動様式を制御する神経基盤を少数ニューロンの解像度で明らかにできると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

動物は種ごとに異なる行動パターンを示す。こうした行動の種間差は動物の種の多様性の維持に重要であると考えられている。しかし、行動の種間差が脳や神経系の働きによってどのように生じるのか、その実体はほとんど明らかにされていない。本研究では、動物のオスがメスに対して示す求愛を材料にして実験を進めることで、新規な行動形質を制御する神経メカニズムを明らかにすることに成功した。本成果は、動物の行動が進化の過程で如何にして多様化したかを理解する端緒になり得る。

研究成果の概要（英文）：This research project has successfully revealed a small number of brain neurons that control a unique courtship behavior in *Drosophila subobscura*. This small number of neurons is composed of the neural circuits known to regulate courtship behavior in *Drosophila melanogaster*, a model species in neurobiology. Furthermore, an experimental platform has been established that allows the comparison of the morphology and function of the identified neurons with related species.

研究分野：神経行動学

キーワード：行動の進化 求愛行動 神経生物学 光遺伝学 ゲノム編集

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

新規な行動様式の進化は動物の種多様性の維持や促進に重要な役割を果たす。しかし、その進化的獲得がどのような神経メカニズムによって担われるのかは理解が進んでいない。本研究では、豊富な遺伝学的手法が活用できるキイロショウジョウバエの同属種で、ユニークな求愛行動を示す *Drosophila subobscura* に着目することで新規な行動様式の獲得をもたらす神経メカニズムの解明をめざす。

### 2. 研究の目的

キイロショウジョウバエと同属の *D. subobscura* の雄は求愛する過程で、消化管の内容物を吐き戻し、口移しで雌に与える。このような婚姻贈呈は同属他種にはみられないため、本種において新規に獲得された行動様式だと考えられる。本研究では、婚姻贈呈を示す *D. subobscura* を研究に用いることで、新規な求愛行動様式の獲得をもたらす神経メカニズムを理解することを目的とした。

### 3. 研究の方法

*D. subobscura* は神経生物学のモデル種であるキイロショウジョウバエと同属である。そのため、ゲノム編集などの形質転換法を駆使することで、キイロショウジョウバエで確立されている神経生物学的な実験手法を本種に移植することができる。本研究では、神経細胞の活動を人為的に操作する実験手法である熱遺伝学や光遺伝学を *D. subobscura* に適用することで、本種の脳内において婚姻贈呈に関わる神経細胞群を同定した。

### 4. 研究成果

本研究課題開始までに私たちは、*D. subobscura* の婚姻贈呈を含めた求愛行動を制御する脳内約 2000 個の細胞からなる神経回路を明らかにしていた。この神経回路は雄特異的転写因子である *fruitless* と呼ばれる遺伝子を発現しており、キイロショウジョウバエにおいても求愛行動の実現に重要な働きをしていることがわかっている。そこで、この神経回路のなんらかの種間の違いが、*D. subobscura* の婚姻贈呈の制御に関わっているのではないかと仮説を立てた。具体的には、「どのような神経細胞」の「どのような機能の変化」がこの行動様式の獲得に関わるかを明らかにすることを旨とし、以下の通り実験を行なった。

初年度：婚姻贈呈に関わる神経細胞群の候補の探索

初年度に、約 2000 個の細胞からなる上述の *fruitless* を発現する神経回路の中から、婚姻贈呈に関連することが推測される神経細胞群の候補を得た。これは、脳内の神経細胞を確率的に標識・操作する手法を *D. subobscura* に導入することで達成した。

次年度：婚姻贈呈に関わる神経細胞群の同定

次年度に、これら候補細胞群の神経活動の操作実験を行うことで、婚姻贈呈を制御する神経細胞群を同定することに成功した。この結果は、*D. subobscura* において、特定の神経細胞のみを標識する形質転換システムを作成することによって得た。

最終年度：同定神経細胞群の種間比較のための基盤整備

最終年度には、前年度に同定した神経細胞群について、その機能や形態を同属種と種間比較する実験基盤を整備することに成功した。具体的には、キイロショウジョウバエにおいて、*D. subobscura* で同定した神経細胞群と相同な細胞を標識するシステムを探索し、入手することに成功した。*D. subobscura* とキイロショウジョウバエのそれぞれについて、同定した神経細胞群を活性化あるいは抑制した時の行動を調べること、その機能を種間で比較することができる。さらに、当該神経細胞を共焦点顕微鏡によって観察することで、その形態に種間で差異がないかを調べることができる。この基盤を用いて、すでに当該神経細胞群の機能や形態の種間比較に着手している。

今後は、機能や形態に加えて遺伝子発現についても種間比較を実施することを計画している。種間比較の結果を解析することで、当該神経細胞群のどのような形質が新規な行動様式の獲得に関わっているかを推定することができる。さらに、新規な行動様式の獲得と関連していると考え

られる神経細胞の形質を人為的に変化させることで、行動がどのように変化するかを調べる。これにより、神経細胞の形質と行動様式の獲得の因果関係を明らかにできる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kosei Sato, Ryoya Tanaka, Yuki Ishikawa, and Daisuke Yamamoto.	4. 巻 11
2. 論文標題 Behavioral Evolution of <i>Drosophila</i> : Unraveling the Circuit Basis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Genes (Basel)	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) 10.3390/genes11020157	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 Ryoya Tanaka, Hiroki Takekata, Yuki Ishikawa, and Azusa Kamikouchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Mate Discrimination of <i>Colocasiomyia xenalocasiae</i> and <i>C. alocasiae</i> (Diptera: Drosophilidae) as a Possible Factor Contributing to their Co-Existence on the Same Host Plant	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Insect Behavior	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) 10.1007/s10905-022-09798-0	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 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石川由希, 林優人, 藤井航平, 武方宏樹, 田中良弥, 上川内あづさ
2. 発表標題 花に棲むカザリショウジョウバエの訪花選好性
3. 学会等名 日本生態学会第68回全国大会 2021年3月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中良弥・樋口智大・古波津創・佐藤 耕世・粟崎 健・山元 大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエの種特異的な求愛行動を生み出す神経メカニズム
3. 学会等名 第42回日本神経科学学会 Neuro2019シンポジウム『種特異的神経回路の構築と作動原理の解明』（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 良弥・樋口智大・古波津創・佐藤 耕世・粟崎 健・山元 大輔
2. 発表標題 Drosophila subobscuraの婚姻贈呈をもたらす神経機構
3. 学会等名 日本比較生理生化学会2019年度大会公募シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 良弥・樋口智大・古波津創・佐藤 耕世・粟崎 健・山元 大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエの性決定遺伝子から迫る配偶行動の種特異性を生みだす神経機構
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会 自由集会 昆虫の多様な性差を生み出す遺伝的基盤
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林 優人・田中 良弥・上川内 あづさ・石川 由希
2. 発表標題 深層学習を用いて明らかにするアサガオに住むショウジョウバエのテリトリー認識機構
3. 学会等名 日本生態学会第67回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中良弥, 白崎莉玖, 武方宏樹, 高野(竹中)宏平, 林優人, 藤井航平, 石川由希, 上川内あづさ
2. 発表標題 クワズイモショウジョウバエの群れ形成における時間動態
3. 学会等名 第28回 日本時間生物学会学術大会 シンポジウム「南の生物と時間」（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 日本遺伝学会	4. 発行年 2022年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 690
3. 書名 遺伝学の百科事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------