

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06371

研究課題名(和文) 神経行動形質を決定付ける遺伝子 環境相互作用の細胞機構

研究課題名(英文) How sexual experience modulates innate behavior: a neurogenetic study in *Drosophila*

研究代表者

山元 大輔 (Yamamoto, Daisuke)

国立研究開発法人情報通信研究機構・未来ICT研究所・上席研究員

研究者番号：50318812

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 142,400,000円

研究成果の概要(和文)：性的パートナーとして異性を選ぶか同性を選ぶかという性指向性の決定に、遺伝と環境がどのように寄与するかについては、多くの論争が展開されたが明確な答えは出されていない。本研究では、雄が同性に求愛し雌にはほとんど求愛しないとされる *fruitless* (*fru*) 遺伝子の変異系統を用いて、この問題にアプローチした。注目すべきことに *fru* 変異体雄を羽化後隔離すると、その後同性間求愛は抑制された。そこで、雄の求愛開始を担う *fru* 陽性の P1 と呼ばれる介在ニューロンに *in vivo* whole-cell patch clamp 法を適用し、集団生活を経験した雄と隔離された雄とで電位固定下の膜電流を比較した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生体の高次機能、特に動物の行動的特徴を形作る際のいわゆる“氏か育ちか”の問題は、遺伝子と環境の相互作用の実相を問う生物学の根本課題であり、この疑問に答えを出す端緒となる知見を得ることができた点は学術的・社会的に意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：Same-sex sexual behavior is prevalent among *Drosophila* males that are mutant for the *fruitless* (*fru*) locus, which, in wild type, encodes a set of transcription factors functioning as the master regulator for the formation of a neural circuit underlying male mating behavior. Recent studies unraveled that this same-sex sexual behavior in *fru* mutant males is inhibited by deprivation of social interactions among males after emergence, providing an opportunity to explore the gene-environment interplay in shaping complex behaviors. To seek for the possible molecular and cellular underpinnings of this gene-environment interplay, we focused on the mating decision-making neurons P1 neurons in the brain, the artificial activation of which effectively elicits male courtship even in the absence of a courtship target. *In vivo* whole-cell patch clamp recordings from P1 neurons revealed that K<sup>+</sup> outward currents are markedly affected by social interactions.

研究分野：行動遺伝学、神経科学

キーワード：発達可塑性 ショウジョウバエ 遺伝子 *Fruitless* 本能行動 求愛行動 神経回路 K<sup>+</sup>電流

### 1. 研究開始当初の背景

雄同士が求愛し雌には求愛しないキイロショウジョウバエの *satori* 変異体では、雄の求愛行動のための回路を構築する際にマスターレギュレータとして機能する *fruitless(fru)* 遺伝子の機能喪失が生じている。この変異体の雄での同性間求愛は、雄同士の集団生活によって著しく増強され、羽化後隔離しておくこの表現型の発現は抑えられる。雄の求愛開始中枢である P1 ニューロンは、*fru(satori)* 変異体雄が集団生活を経験した後にのみ、求愛惹起に有効な動く視覚刺激に対して、興奮性の応答（細胞内の  $Ca^{2+}$  上昇）を示すようになることを我々は発見した。この事実に基づき、社会経験が P1 ニューロンの生理特性の変化として刻印されると推論した。

### 2. 研究の目的

経験に依存して P1 ニューロンに生ずる生理的变化の電気生理学的実体解明を進め、その背景にある分子的变化を解明する。また、集団生活の経験を符号化した感覚入力 P1 ニューロンに至る求心路、及び求愛を直接開始させる鍵刺激となる視覚情報の求心路の特定を通じ、経験依存的な P1 ニューロン応答の可塑的变化を誘導する回路機構を明らかにする。さらに *fru* 遺伝子産物がこの経験依存性にかかわっているのかを分子レベルで解明する。こうして本能行動の経験による変容の具体的なメカニズムを理解し、遺伝と環境とが相互作用しつつ行動を形成する原理を解き明かす。

### 3. 研究の方法

ショウジョウバエの頭部の一部を開いて脳を灌流した *in vivo* whole body preparation を作成し、その個体に whole-cell patch clamp 法を適用して脳の P1 ニューロンの細胞体から膜電位、膜電流を記録することにより、社会経験に依存して変化を示す電気現象を特定する。続いて、社会経験依存的な電気的变化をもたらす分子機構の特定のため、当該細胞に限定してのシングルセル転写プロファイリングを実施する。この集団生活後の同性間求愛は、*fru* 変異体特異的に認められる行動可塑性である。そこで *fru* 遺伝子産物の FruM 転写因子に依存した転写制御メカニズムとこの行動可塑性の関連を明らかにすべく、FruM 転写標的の同定と経験依存的なその転写的变化を汎ゲノムレベルで解析する。

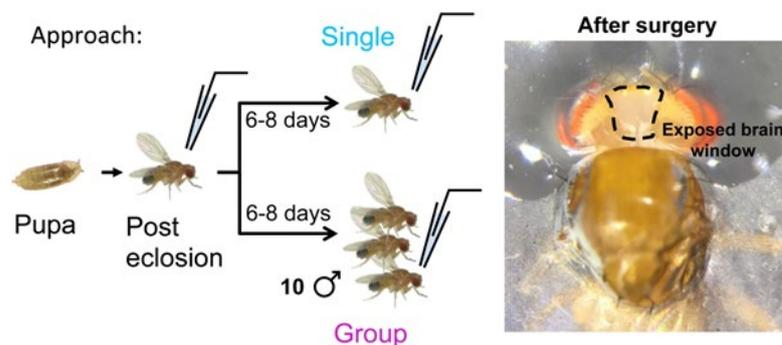


図1 パッチクランプ実験のプロトコル（左）とプリパレーション（右）

### 4. 研究成果

キイロショウジョウバエ雄の求愛行動は、脳の特定のニューロン群を選択的に活性化しさえすれば、それだけで開始させることができる。こうした特権的機能の担い手として知られるのが片半球あたり 20 個の細胞からなる雄特異的な P1 ニューロンクラスターである。この P1 ニューロンに社会経験の刻印付がなされる可能性を強く示唆する上記の実験結果に基づいて、社会経験の異なる個体の P1 ニューロンの電気的特性を比較した。

まず *in vivo* whole-cell patch clamp 下で P1 ニューロン細胞体に外向き通電を行った場合、大多数が漸次的脱分極で応じ、活動電位を発生しないことから、non-spiking neuron であると考えられた。実際、膜電位固定下でこれらのニューロンに脱分極司令電位を課すると、検知されるほどの内向き電流は発生せず、一方、顕著な一過性および遅延整流性外向き電流が記録された。この外向き電流成分を、羽化後集団生活を経験した雄と単独で隔離飼育した雄とで比較したところ、顕著な違いがあることがわかった（図 1）。すなわち野生型個体に於いては羽化直後と比べ、主として遅延整流性  $K^+$  電流が集団生活によって著明に増加した。一方 *satori* 変異体では、集団生活によって遅延整流性  $K^+$  電流は逆に減少し、さらに一過性  $K^+$  電流も明らかな減少を示した。これらの集団生活経験による膜電流の修飾は、大まかにいえば P1 ニューロンの興奮性が野生型で減少、*satori* 変異体で増大する方向に生じている。我々は  $Ca^{2+}$  imaging によって、集団

生活後の変異体 P1 ニューロンが視覚刺激に対して興奮性の応答を示すようになることを見出しているが、今回観察された膜電流変化はその応答性の獲得の基盤となっている可能性がある。今後の検討課題である。一方、求愛を解発する視覚情報は、csChrimson 発現雄個体を用いた同定ニューロン群の選択的強制活性化実験、及び transTango による接続トレーシング解析から、脳内には個々の求愛動作に一对一に対応したサブ回路モジュールが存在すること、そして LC6-LC26 と呼ばれる視覚系介在ニューロンがこのモジュールを駆動して個々の求愛動作を惹起することがわかってきた。こうした視覚系介在ニューロンと P1 との接続関係についてはさらに慎重に解析を進める必要がある。

*fru* 遺伝子の雄特異的産物である FruM タンパク質は、その構造から転写調節因子と推定されてきた。本研究によって、イムノグロブリンスーパーファミリーに属する二つの膜タンパク質の遺伝子、*robo1*、*teiresias* が FruM の直接の転写標的として初めて同定された。さらに、これらの標的遺伝子の FruM 結合部位の特定によって、FruM 結合コンセンサス配列が判明した。続いてそのゲノムワイド探索を行った結果、遅延整流性 K<sup>+</sup>電流に関与する K<sup>+</sup>チャンネル  $\alpha$  サブユニット遺伝子である *eag*、一過性 K<sup>+</sup>電流に関与する  $\alpha$  サブユニット遺伝子である *Sh* が、直接 FruM の転写制御を受ける可能性も示唆された。

加えて FruM が転写を制御するメカニズムとして、Lola タンパク質との複合体形成、標的上での基本転写因子 TRF2 との協働を明らかにし、そのうえで FruM が複合体内で Lola のユビキチンプロテアソームによる部分分解を妨げることが、性特異的な転写パターンの生成に重要であることを発見した。続いて、FruM の P1 ニューロンでの転写標的の網羅的同定を実現し、その経験依存的変容を掌握すべく、P1 への限定発現が可能な Tandemly tagged ribosomal trap (T-TRAP) の新規システムを構築した。さらに、patch-clamp 電極を用いて single neuron の細胞質を回収し、そこに含まれる RNA のプロファイリングを可能にする patch-seq を成功させ、電気生理学と分子生物学とを架橋して経験によるニューロン機能と行動の変容機構解明に新たな道を開いた。こうして、本研究の当初目的を達成した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 27件）

1. 著者名 Sato Kosei, Yamamoto Daisuke	4. 巻 14
2. 論文標題 Contact-Chemosensory Evolution Underlying Reproductive Isolation in <i>Drosophila</i> Species	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	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/fnbeh.2020.597428	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 Sato Kosei, Ito Hiroki, Yamamoto Daisuke	4. 巻 3
2. 論文標題 teiresias, a Fruitless target gene encoding an immunoglobulin-superfamily transmembrane protein, is required for neuronal feminization in <i>Drosophila</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Biology	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） 10.1038/s42003-020-01327-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 -
1. 著者名 Sato Kosei, Yamamoto Daisuke	4. 巻 19
2. 論文標題 The mode of action of Fruitless: Is it an easy matter to switch the sex?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Genes, Brain and 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） 10.1111/gbb.12606	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 Sato Kosei, Tanaka Ryoya, Ishikawa Yuki, Yamamoto Daisuke	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	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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Sato Kosei, Goto Junpei, Yamamoto Daisuke	4. 巻 13
2. 論文標題 Sex Mysteries of the Fly Courtship Master Regulator Fruitless	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Behavioral Neuroscience	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/fnbeh.2019.00245	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 Ote Manabu, Yamamoto Daisuke	4. 巻 37
2. 論文標題 Impact of Wolbachia infection on Drosophila female germline stem cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Current Opinion in Insect Science	6. 最初と最後の頁 8~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cois.2019.10.001	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 Sato Kosei, Ahsan Md. Tanveer, Ote Manabu, Koganezawa Masayuki, Yamamoto Daisuke	4. 巻 15
2. 論文標題 Calmodulin-binding transcription factor shapes the male courtship song in Drosophila	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PLOS Genetics	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) 10.1371/journal.pgen.1008309	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 Nojima Tetsuya, Chauvel Isabelle, Houot Benjamin, Bousquet Fran?ois, Farine Jean-Pierre, Everaerts Claude, Yamamoto Daisuke, Ferveur Jean-Fran?ois	4. 巻 33
2. 論文標題 The desaturase1 gene affects reproduction before, during and after copulation in Drosophila melanogaster	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neurogenetics	6. 最初と最後の頁 96~115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01677063.2018.1559843	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 Sato Kosei, Ito Hiroki, Yokoyama Atsushi, Toba Gakuta, Yamamoto Daisuke	4. 巻 10
2. 論文標題 Partial proteasomal degradation of Lola triggers the male-to-female switch of a dimorphic courtship circuit	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-018-08146-1	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 Kimura Ken-ichi, Urushizaki Akira, Sato Chiaki, Yamamoto Daisuke	4. 巻 33
2. 論文標題 A novel sex difference in Drosophila contact chemosensory neurons unveiled using single cell labeling	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Neurogenetics	6. 最初と最後の頁 116 ~ 124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01677063.2018.1531858	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 Miwa Yusuke, Koganezawa Masayuki, Yamamoto Daisuke	4. 巻 32
2. 論文標題 Antennae sense heat stress to inhibit mating and promote escaping in Drosophila females	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Neurogenetics	6. 最初と最後の頁 353 ~ 363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01677063.2018.1513507	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 Ojima Noriyuki, Hara Yusuke, Ito Hiroki, Yamamoto Daisuke	4. 巻 14
2. 論文標題 Genetic dissection of stress-induced reproductive arrest in Drosophila melanogaster females	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS Genetics	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) 10.1371/journal.pgen.1007434	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 Ote Manabu, Yamamoto Daisuke	4. 巻 99
2. 論文標題 The Wolbachia protein Tom0 interacts with a host RNA to induce polarization defects in <i>Drosophila</i> oocytes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Archives of Insect Biochemistry and Physiology	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/arch.21475	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 Ote Manabu, Yamamoto Daisuke	4. 巻 98
2. 論文標題 Enhancing Nanos expression via the bacterial Tom0 protein is a conserved strategy used by the symbiont Wolbachia to fuel germ stem cell maintenance in infected <i>Drosophila</i> females	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Archives of Insect Biochemistry and Physiology	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/arch.21471	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 Zhang Binglong, Sato Kosei, Yamamoto Daisuke	4. 巻 7
2. 論文標題 Ecdysone signaling regulates specification of neurons with a male-specific neurite in <i>Drosophila</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biology Open	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) 10.1242/bio.029744	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 Takahashi Yuma, Tanaka Ryoya, Yamamoto Daisuke, Noriyuki Suzuki, Kawata Masakado	4. 巻 285
2. 論文標題 Balanced genetic diversity improves population fitness	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	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) 10.1098/rspb.2017.2045	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 Yanagisawa Hiroko, Ishii Tomohiro, Endo Kentaro, Kawakami Emiko, Nagao Kazuaki, Miyashita Toshiyuki, Akiyama Keiko, Watabe Kazuhiko, Komatsu Masaaki, Yamamoto Daisuke, Eto Yoshikatsu	4. 巻 7
2. 論文標題 L-leucine and SPNS1 coordinately ameliorate dysfunction of autophagy in mouse and human Niemann-Pick type C disease	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-017-15305-9	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 Chowdhury Zahid Sadek, Sato Kosei, Yamamoto Daisuke	4. 巻 8
2. 論文標題 The core-promoter factor TRF2 mediates a Fruitless action to masculinize neurobehavioral traits in Drosophila	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-017-01623-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 -

1. 著者名 Tanaka Ryoya, Higuchi Tomohiro, Kohatsu Soh, Sato Kosei, Yamamoto Daisuke	4. 巻 37
2. 論文標題 Optogenetic Activation of the fruitless-Labeled Circuitry in Drosophila subobscura Males Induces Mating Motor Acts	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 11662-11674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.1943-17.2017	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 Hamada-Kawaguchi Noriko, Yamamoto Daisuke	4. 巻 55
2. 論文標題 Ovarian polarity and cell shape determination by Btk29A in Drosophila	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 genesis	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/dvg.23042	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 Higuchi Tomohiro, Kohatsu Soh, Yamamoto Daisuke	4. 巻 31
2. 論文標題 Quantitative analysis of visually induced courtship elements in <i>Drosophila subobscura</i>	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Neurogenetics	6. 最初と最後の頁 49-57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01677063.2017.1290613	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 Yilmazer Yasemin B., Koganezawa Masayuki, Sato Kosei, Xu Jinhua, Yamamoto Daisuke	4. 巻 7
2. 論文標題 Serotonergic neuronal death and concomitant serotonin deficiency curb copulation ability of <i>Drosophila platonic</i> mutants	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/ncomms13792	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 Ote Manabu, Ueyama Morio, Yamamoto Daisuke	4. 巻 26
2. 論文標題 Wolbachia Protein TomO Targets nanos mRNA and Restores Germ Stem Cells in <i>Drosophila</i> Sex-lethal Mutants	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 2223 ~ 2232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2016.06.054	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 Ito Hiroki, Sato Kosei, Kondo Shu, Ueda Ryu, Yamamoto Daisuke	4. 巻 26
2. 論文標題 Fruitless Represses <i>robo1</i> Transcription to Shape Male-Specific Neural Morphology and Behavior in <i>Drosophila</i>	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1532 ~ 1542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2016.04.067	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 Koganezawa Masayuki、Kimura Ken-ichi、Yamamoto Daisuke	4. 巻 26
2. 論文標題 The Neural Circuitry that Functions as a Switch for Courtship versus Aggression in <i>Drosophila</i> Males	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1395 ~ 1403
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2016.04.017	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 Tanaka R.、Murakami H.、Ote M.、Yamamoto D.	4. 巻 25
2. 論文標題 Clustered regulatory interspaced short palindromic repeats (CRISPR)-mediated mutagenesis and phenotype rescue by piggyBac transgenesis in a nonmodel <i>Drosophila</i> species	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Insect Molecular Biology	6. 最初と最後の頁 355 ~ 361
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/imb.12232	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 Yamamoto, D., Kohatsu, S.	4. 巻 11
2. 論文標題 What does the fruitless tell us about nature vs. nurture in the sexual life of <i>Drosophila</i> ?	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Fly	6. 最初と最後の頁 139-147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/19336934.2016.1263778	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49件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Kohatsu, S., and Yamamoto, D.
2. 発表標題 Behavioral analysis of vision dependent action choice in courting male <i>Drosophila</i> .
3. 学会等名 日本比較整理生化学会第42回山形大会 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 木村健一、山元大輔
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ性成熟に伴う雌の生殖行動におけるドーパミン作動性ニューロンによる制御
3. 学会等名 日本動物学会第91回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中良弥、樋口智大、古波津創、佐藤耕世、栗崎健、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出す神経機構
3. 学会等名 日本生態学会2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 Neurogenetic basis for Drosophila male courtship: from the gene to circuit.
3. 学会等名 University Seminar at Tsinghua University (精華大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 Neurogenetic basis for Drosophila male courtship: from the gene to circuit.
3. 学会等名 University Seminar at Chinese Academy of Science (中国科学院) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 Neurogenetic basis for Drosophila male courtship: from the gene to circuit.
3. 学会等名 University Seminar at Nanjing Agricultural University (南京農業大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 Neurogenetic basis for Drosophila male courtship: from the gene to circuit.
3. 学会等名 University Seminar at Southeast University (南東大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimura, K., Yamamoto, D.
2. 発表標題 キイロショウジョウバエドーパミン作動性ニューロンによる性成熟に伴う雌の生殖行動の制御
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会、福岡
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato, K., Ahsan, T., Ote, M., Koganezawa, M., Yamamoto, D.
2. 発表標題 求愛歌のテンポを規定するカルモジュリン結合型転写因子Camtaの解析
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会、福岡
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tanaka, R., Higuchi, T., Kohatsu, S., Sato, K., Awasaki, K., Yamamoto, D
2. 発表標題 The neural basis underlying species-specific courtship behavior in <i>Drosophila subobscura</i> .
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第41回東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kohatsu, S., Yamamoto, D
2. 発表標題 Exploration of visual circuit that mediate male courtship in <i>Drosophila</i> .
3. 学会等名 日本比較生理生化学会第41回東京大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tanaka, R., Higuchi, T., Kohatsu, S., Sato, K., Awasaki, K., Yamamoto, D.
2. 発表標題 The neural basis underlying species-specific courtship behavior in <i>Drosophila subobscura</i> .
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会、新潟
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hara, Y., Kojima, N., Itoh, H., Yamamoto, D.
2. 発表標題 Sustained exposure to environmental stress alters electrical responses to cold in brain insulin neurons.
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会、新潟
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエの性行動進化解明に向けたEvo-Devo-Neuroアプローチの提唱
3. 学会等名 第66回日本生態学会大会、シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamamoto, D.
2. 発表標題 The fruitless-labelled courtship circuit: conserved and diversified.
3. 学会等名 The 2nd Asia-Pacific Drosophila Neuroscience Conference. Academia Sinica, Taipei, Taiwan（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamamoto, D.
2. 発表標題 Plasticity of innate courtship behavior and its neural substrate in flies.
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中良弥、樋口智大、古波津創、佐藤耕世、栗崎健、山元大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエ非モデル種を用いた求愛行動の進化をもたらす分子・神経メカニズム
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会、シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田芳、田中陵暉、山元大輔、中越秀樹
2. 発表標題 ショウジョウバエ雄の同性愛行動を抑制するDE細胞
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村賢一、熊野梨美、山元大輔
2. 発表標題 キイロショウジョウバエ運動神経の活動抑制は雄特異的筋の形成を阻害する
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohatsu, S. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 Identification of visual interneurons that mediate courtship following in <i>Drosophila</i> .
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia Conference: Latest Advances in Development & Function of Neuronal Circuits, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Miwa, Y., Koganezawa, M. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 Searching for neurons regulating sexual receptivity in <i>Drosophila</i> females.
3. 学会等名 International Symposium on individuality (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yamamoto, D.
2. 発表標題 Studying a mini-brain of insects for the understanding of mechanisms underlying perceptual decision-making.
3. 学会等名 MOST-NICT Joint Workshop on AI for ICT, GIS NTU Convention Center, Taipei, Taiwan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三輪祐輔、小金澤雅之、山元大輔
2. 発表標題 環境ストレスによって雌の性的受容性が変化する機構
3. 学会等名 次世代脳プロジェクト第3回シンポジウム、東京
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Koganezawa, M., Suzuki, T. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 A brain interneuron shaping the species-specific courtship pattern in <i>Drosophila</i> .
3. 学会等名 第40回日本比較生理生化学会大会、神戸
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kohatsu, S. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 Identification of interneuron subsets that mediate vision-dependent courtship following in <i>Drosophila</i>
3. 学会等名 第40回日本比較生理生化学会大会、神戸
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hara, Y., Ojima, N., Ito, H. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 Acclimatization to cold temperature of brain insulin neurons drives reproductive dormancy
3. 学会等名 第13回日本ショウジョウバエ研究会、京都
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ishikawa, Y., Maeda, N., Mochizuki, K., Nomura, G., Kamikouchi, A. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 The neural mechanism underlying evolution of mating preference
3. 学会等名 The 46th Naito Conference: Mechanisms of Evolution and Biodiversity (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tanaka, R., Higuchi, T., Kohatsu, S., Sato, K., Awasaki, T. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 An attempt to identify the neurons that are responsible for species-specific behavior using the flip-out mosaicism in <i>Drosophila subobscura</i> .
3. 学会等名 第13回日本ショウジョウバエ研究会、京都
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中良弥、樋口智大、古波津創、佐藤耕世、栗崎健、山元大輔
2. 発表標題 行動の種特異性を規定する神経メカニズム - ショウジョウバエの求愛行動を用いた取り組み
3. 学会等名 日本進化学会第20回大会、東京
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rindner, D., Hara, Y. and Yamamoto, D.
2. 発表標題 Experience-Dependent Nonsynaptic Plasticity in Drosophila Central Brain Neurons.
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会、神戸
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエ性行動を制御する神経回路と進化
3. 学会等名 第26回日本ステロイドホルモン学会学術集会、幕張（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエで解き明かす性行動の脳内回路と遺伝子制御
3. 学会等名 プロゲステロゲン研究会、台場（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 性行動を生み出す脳と遺伝子
3. 学会等名 第28回 日本性機能学会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamamoto, D.
2. 発表標題 Nature versus nurture in <i>D. melanogaster</i> male courtship
3. 学会等名 The 4th Asia-Pacific <i>Drosophila</i> Research Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hara, H., Ojima, N., Yaoita, S., Ito, H., Yamamoto, D.
2. 発表標題 Brain insulin cells sense cold via Gustatory Receptor 28b for the control of diapause in <i>Drosophila</i> .
3. 学会等名 58th Annual <i>Drosophila</i> Research Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 YamamotoD.
2. 発表標題 Brains insulin cells and the control of diapause.
3. 学会等名 Invertebrate Neuropeptide Conference 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamamoto, D.
2. 発表標題 Nature vs. nurture in fly courtship.
3. 学会等名 Foreign Expert Project Seminar at Plant Protection Research Institute, Guangzhou, China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Koganezawa, M., Yamamoto, D.
2. 発表標題 Sexually dimorphic neural circuitry that functions as a switch for courtship versus aggression in <i>Drosophila</i> .
3. 学会等名 The 22nd International Congress of Zoology. The 87th meeting of Zoological Society of Japan. (Joint events) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 柳澤比呂子, 秋山けい子, 石井智裕, 渡部和彦, 河上江美子, 遠藤堅 太郎, 山元大輔, 衛藤義勝
2. 発表標題 二マンピック病C型におけるオートファジー不全を改善する因子の解析
3. 学会等名 第58回日本先天代謝異常学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中良弥, 村上日向, 佐藤耕世, 山元大輔.
2. 発表標題 ショウジョウバエにおける求愛行動の種特異性を生み出す神経基盤の探索
3. 学会等名 行動遺伝学研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山元大輔
2. 発表標題 ショウジョウバエfruitless変異体の雄同士の求愛と遺伝子-環境相互作用
3. 学会等名 行動遺伝学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小金澤雅之, 山元大輔.
2. 発表標題 求愛と攻撃の相反性を実現するショウジョウバエ脳内神経回路
3. 学会等名 行動遺伝学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tanaka, R., Murakami, H., Sato, K., Yamamoto, D.
2. 発表標題 Phenotypic analysis of a fruitless mutant and CRISPR-mediated transgenesis in <i>D. subobscura</i> .
3. 学会等名 第12回日本ショウジョウバエ研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村上日向, 田中良弥, 樋口智大, 伊藤弘樹, 佐藤耕世, 山元大輔.
2. 発表標題 <i>Drosophila subobscura</i> に特異的な性行動解析のための体細胞モザイクシステムの作成
3. 学会等名 日本遺伝学会第88回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Koganezawa, M., Yamamoto, D.
2. 発表標題 Central brain neurons controlling courtship and aggression in <i>Drosophila melanogaster</i> .
3. 学会等名 第38回日本比較生理生化学学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中良弥, 村上日向, 佐藤耕世, 山元大輔.
2. 発表標題 Drosophila subobscuraにおけるfruitless変異体の作製と遺伝学的ツールの適用-行動の 種間差を生み出す神経基盤を探る
3. 学会等名 日本進化学会第18回大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nakamura, Y., Ito, H., Yamamoto, D.
2. 発表標題 Identification of the fruitless gene cis element that induces male-specific muscle in Drosophila.
3. 学会等名 第39回日本神経科学大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小金澤雅之, 山元大輔.
2. 発表標題 ショウジョウバエの攻撃と求愛の切替を行う脳内神経回路
3. 学会等名 日本動物学会平成28年度東北大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yamamoto, D.
2. 発表標題 The circuit mechanism for courtship behavior in Drosophila melanogaster.
3. 学会等名 8th Asia-Pacific Comparative Endocrinology Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Yamamoto, D.	4. 発行年 2016年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 389pp
3. 書名 Animal Models of Behavior Genetics.	

〔産業財産権〕

〔その他〕

情報通信研究機構未来ICT研究所 フロンティア創造総合研究室 行動神経生物学プロジェクト <a href="https://www2.nict.go.jp/frontier/evoneuro/index.html">https://www2.nict.go.jp/frontier/evoneuro/index.html</a> 山元研究室 <a href="http://www2.nict.go.jp/frontier/evoneuro/index.html">http://www2.nict.go.jp/frontier/evoneuro/index.html</a>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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	木村 賢一  (Kimura Kenichi)  (80214873)	北海道教育大学・教育学部・教授    (10102)	

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