

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18K14848

研究課題名（和文）線虫の塩走性行動における時間的多重化の4Dイメージング解析

研究課題名（英文）4D imaging analysis of temporal multiplexing in salt chemotaxis behavior of *C. elegans*

研究代表者

豊島 有 (Toyoshima, Yu)

東京大学・大学院理学系研究科（理学部）・准教授

研究者番号：10632341

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）：線虫は特定の塩濃度の領域へ向かう際、進行方向および垂直方向の塩濃度勾配に対して、異なる行動戦略を用いている。塩濃度勾配の情報は時間的多重化によってエンコードされ、同一の神経回路を伝播し、下流でデコードされると考えられる。本研究ではこの情報処理機構の実態を明らかにすることを目指した。新規の微小流路を作成して、行動中の線虫の神経活動を計測し、塩濃度変化の刺激にたいする運動神経の応答が頭部の運動の位相に依存することを見出した。また光遺伝学的刺激や数理モデル化を組み合わせ、この位相依存的な塩応答が風見鶏行動を生み出すための情報処理機構として働いていることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、感覚運動統合のメカニズムの一端が明らかになった。神経活動と行動を統合した数理モデルによって、環境と神経活動と行動の3者間の関係を包括的に理解できることが示された。また行動中の生物の神経活動を観察することの重要性が示され、行動中の線虫の全脳神経活動計測に向けた技術的基盤の整備が進んだ。またパターン照明を用いた光遺伝学的刺激の有用性が示唆され、高速閉ループ制御技術の必要性が明らかになった。

研究成果の概要（英文）：In salt chemotaxis of the nematode *C. elegans*, they choose behavioral strategies according to the direction of gradient of salt concentration. Information on salt concentration gradients is thought to be encoded by temporal multiplexing, propagated through the same neural circuit, and decoded downstream. The present study aimed to clarify the details of this information processing mechanism. We have created a novel microfluidic device to measure the neural activity of the behaving *C. elegans* and found that the response of the motor neurons to the stimulation of the salt concentration change depends on the phase of the head movement. Combined with optogenetic stimulation and mathematical modeling, we found that this phase-dependent salt response is the information processing mechanism that generates the weathervane behavior.

研究分野：システム神経科学

キーワード：システム生物学 モデル化とシミュレーション Ca<sup>2+</sup>イメージング 神経情報処理 線虫

## 1. 研究開始当初の背景

線虫は全神経細胞とその接続が同定済みの唯一の生物であり、神経回路の動作原理を明らかにする上で理想的なモデル生物である。線虫の塩走性行動においては、進行方向およびそれに垂直な方向への塩濃度の勾配を同一神経細胞の活動の時間変化により検出しているにも関わらず、各々の方向の濃度情報を区別して質的に異なるふたつの走性機構を使い分けている。

代表者はこれまで、生命現象を包括的に測定し、入出力関係を数理モデルによって定量的に記述することで、生命システムにとっての情報とは何か、どのような情報処理がなされているかを明らかにしようとする研究を進めてきた。線虫の塩走性行動については、ピルエット機構と風見鶏機構の塩濃度勾配に依存した使い分けに注目して研究を進め、保定下の線虫の感覚神経の活動の詳細な測定と定量的な数理モデル化によって、感覚神経の段階では塩濃度勾配の情報が分離されていないことを明らかにしてきた。また代表者らは、塩濃度変化の刺激を与えながら機能的な全脳イメージングを行って、全中枢神経の活動を測定した。その結果、刺激依存的な応答は一部の神経に局限しており、多くの神経は保定下でのわずかな前後運動と同期した自発的活動を示すことがわかってきた。

行動中の線虫では、外部環境からの刺激に加え、自身の状態なども受容して行動を適宜制御する必要があり、もっと多様な神経応答が観察されると期待される。とくに風見鶏行動は線虫自身の姿勢(首振りの角度)との関係が強く、自己受容性の神経活動との相乗効果によって動的に周波数フィルタが生成され、多重情報コードが実現されている可能性が高い。つまり、行動中の線虫の神経活動を観察することで、動的な多重情報コードの概念を検証することができるようにと考えられた。

## 2. 研究の目的

これまで代表者らが開発・整備してきた4Dイメージング技術や自動追尾顕微鏡技術を活用し、行動中の線虫の神経活動を包括的に観測することで、例えば周波数フィルタとして表現されるような時間的多重化が走性機構の使い分けに利用されているか確かめる。さらに、得られた実験データに基づいた数理モデルを作成することで、時間的多重化を実現するための情報処理機構の実態や走性機構との関係を検証することを本研究の目的とした。

## 3. 研究の方法

これまで代表者らが開発・整備してきた4Dイメージング技術や自動追尾顕微鏡技術を活用し、保定下あるいは行動中の線虫の神経活動をカルシウムイメージングによって観察する。たとえば微小流路中に線虫を保定して、灌流液の塩濃度を徐々にまたは周期的に変化させることで、進行方向や垂直方向の濃度勾配を模倣できる。また電動ステージを用いて行動中の線虫を自動的に追尾しながら神経活動を計測することもできる。またパターン照明装置を組み合わせることで時空間特異的な光刺激による摂動を与えることで、神経活動が行動へどのように影響するか確かめる。

さらに、取得したデータに基づき、神経細胞や筋肉等の関係性を表現した数理モデルの作成を進める。数理モデルは例えば微分方程式や時間フィルタ等の形で記述することができる。実際の実験結果が再現できるように、遺伝的アルゴリズム等の数理最適化手法によってモデルのパラメータを調整する。

## 4. 研究成果

本研究には、代表者が所属する研究室の大学院生1名が参加した。

まず、風見鶏行動を観察するための微小流路を作成した。微小流路の作成にあたっては、東京大学理学系 合田圭介教授・磯崎瑛宏准教授らの協力の下、武田先端知スーパークリーンルームを利用した。作成した微小流路は、内部に線虫を保定しつつ、塩濃度変化の繰り返し刺激を与えることができる。また線虫は微小流路内で頭部を自由に動かすことができる。この微小流路を用いて線虫を保定し、神経活動や行動を観察した。その結果、頭部の筋肉に直接投射している運動神経の活動は頭部の運動と同期した基礎的な変動を示すことを見出した。また塩濃度変化の繰り返し刺激に対する応答も確認できた。この塩濃度刺激に対する応答は基礎的な活動の特定のタイミングで強く観察された。このような位相依存的な応答は動的な周波数フィルタとして機能し、風見鶏行動を生み出すための情報処理機構として働いている可能性が示唆された。

当該運動神経は背側の左右 1 対と腹側の左右 1 対の計 2 対が存在しており、線虫が頭部を背側または腹側へ振る際には背側と腹側の神経対が逆向きに働くと考えられている。しかし Channel rhodopsin を背側神経対または腹側神経対だけに発現させることは難しく、光遺伝学的方法によって片側の神経対の機能を検証することは難しかった。そこでパターン照明装置を用いて、運動中の線虫の腹側のみに光刺激を与えることで、腹側神経対が頭部の動きを実際に制御している様子確かめた。

また本研究期間内を通じて、自由行動中の線虫を自動追尾しながら神経活動を計測できる顕微鏡の開発を進めた。また線虫の姿勢の変化を補正する手法や、画像中の細胞追跡技術の改良を進めた。これらの技術開発・改良によって、塩走性行動中の感覚神経の活動の計測が可能になった。

こうした実験結果に基づいて、風見鶏行動を生み出す数理モデルの作成に取り組んだ。微分方程式によって神経活動と筋肉の収縮の関係を粗視的に記述した。遺伝的アルゴリズムを用いて微分方程式のパラメータを最適化した。最適化した数理モデルは実験で得られた運動神経の活動の特徴を再現することができた。この数理モデルに仮想的な塩濃度勾配を与えたところ、風見鶏行動が生じた。したがって、運動神経の位相依存的な塩応答が動的な周波数フィルタとして機能し、風見鶏行動を生み出すための情報処理機構として働いていることが示唆された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Mabardi Llian, Sato Hirofumi, Toyoshima Yu, Iino Yuichi, Kunitomo Hirofumi	4. 巻 186
2. 論文標題 Different modes of stimuli delivery elicit changes in glutamate driven, experience-dependent interneuron response in <i>C. elegans</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 33 ~ 42
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neures.2022.10.004	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 Yu Toyoshima, Hirofumi Sato, Daiki Nagata, Manami Kanamori, Moon Sun Jang, Koyo Kuze, Suzu Oe, Takayuki Teramoto, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino	4. 巻 -
2. 論文標題 Deducing ensemble dynamics and information flow from the whole-brain imaging data	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 bioRxiv	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） 10.1101/2022.11.18.517011	査読の有無 無
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 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Manami Kanamori, Hirofumi Sato, Moon Sun Jang, Suzu Oe, Yuko Murakami, Takayuki Teramoto, Chanhyun Park, Yuishi Iwasaki, Takeshi Ishihara, Ryo Yoshida & Yuichi Iino	4. 巻 18
2. 論文標題 Neuron ID dataset facilitates neuronal annotation for whole-brain activity imaging of <i>C. elegans</i>	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 BMC Biology	6. 最初と最後の頁 30
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12915-020-0745-2	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 Moon Sun Jang, Yu Toyoshima, Masahiro Tomioka, Hirofumi Kunitomo, Yuichi Iino	4. 巻 116
2. 論文標題 Multiple sensory neurons mediate starvation-dependent aversive navigation in <i>Caenorhabditis elegans</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PNAS	6. 最初と最後の頁 18673-18683
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1073/pnas.1821716116	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 Koki Tsuyuzaki, Kentaro Yamamoto, Yu Toyoshima, Hirofumi Sato, Manami Kanamori, Takayuki Teramoto, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino Itoshi Nikaido	4. 巻 -
2. 論文標題 WormTensor: a clustering method for time-series whole-brain activity data from <i>C. elegans</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 BMC Bioinformatics	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) なし	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 Keita Mori, Naohiro Yamauchi, Haoyu Wang, Ken Sato, Yu Toyoshima, Yuichi Iino	4. 巻 145
2. 論文標題 Probabilistic generative modeling and reinforcement learning extract the intrinsic features of animal behavior	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neural Networks	6. 最初と最後の頁 107-120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neunet.2021.10.002	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47件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Yu Toyoshima
2. 発表標題 Imaging and analyzing whole brain activity of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 CREST Rising Star seminar (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊島 有
2. 発表標題 線虫の機能的全脳イメージング: 神経回路の情報処理の理解を目指して
3. 学会等名 学術変革領域B「脳の全体性」全体性セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Ukyo Tazawa, Koyo Kuze, Ayaka Matsumoto, Yu Toyoshima, Suzu Oe, Takayuki Teramoto, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題	Analysis of neural activity underlying turning movement by tracking imaging of freely moving <i>C. elegans</i> .
3. 学会等名	Neuro 2022
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	久世晃暢、田澤右京、豊島有、大江紗、寺本孝行、石原健、飯野雄一
2. 発表標題	線虫が侵害受容から忌避応答を引き起こす神経回路の解析
3. 学会等名	Neuro 2022
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Yu Toyoshima, Ayaka Matsumoto, Yuichi Iino
2. 発表標題	Analysis of multiplexed information coding in the nervous system of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名	第60回日本生物物理学会年会（招待講演）
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	豊島 有
2. 発表標題	線虫の機能的全脳イメージング：神経回路の情報処理の理解を目指して
3. 学会等名	UBI meeting（招待講演）
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 Ukyo Tazawa, Koyo Kuze, Ayaka Matsumoto, Yu Toyoshima, Yuichi Iino
2. 発表標題 Analysis of neural activity underlying turning movement by tracking-imaging of freely moving <i>C. elegans</i> .
3. 学会等名 東京大学生命科学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ayaka Matsumoto, Chenqi Zhang, Akihiro Isozaki, Keisuke Goda, Yu Toyoshima, Yuichi Iino
2. 発表標題 Investigating how worms integrate sensory and motor information in salt klinotaxis
3. 学会等名 CeNeuro2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shingo Hiroki, Hirofumi Sato, Yu Toyoshima, Llian Mabardi, Hikari Yoshitane, Hinako Mitsui, Manami Kanamori, Chie Umatani, Shinji Kanda, Mashiro Tomoioka, Koichi Hashimoto, Hirofumi Kunitomo, Yoshitaka Fukada, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題 Molecules and neural network underlying salt preference
3. 学会等名 CeNeuro2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 豊島 有、久世晃暢、田澤右京、永田大貴、金森 真奈美、佐藤 博文、石原 健、飯野 雄一
2. 発表標題 自由に行動する線虫の全脳活動の計測と解析
3. 学会等名 第45回 日本分子生物学会年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 飯野雄一, 永田大貴, 豊島 有, 佐藤博文, 金森真奈美, 久世晃暢, ジャン ムンスソン, ウ ステファン, 大江 紗, 村上悠子, 久下小百合, 広瀬修, 徳永旭将, 寺本孝行, 岩崎唯史, 吉田 亮, 石原 健
2. 発表標題 4Dイメージングによる線虫の頭部神経活動の計測と回路シミュレーション
3. 学会等名 第31回 日本神経回路学会 全国大会 (JNNS2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊島 有
2. 発表標題 線虫の機能的全脳イメージング: 神経回路の情報処理の理解へ
3. 学会等名 日本味と匂学会第55回大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本朱加、豊島有、Zhang Chenqi、磯崎 瑛宏、合田 圭介、飯野雄一
2. 発表標題 線虫の塩走性における感覚運動統合と行動制御の神経機構の解明
3. 学会等名 第44回 日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永田 大貴、豊島 有、飯野 雄一
2. 発表標題 線虫C. elegansの頭部全神経イメージングデータを用いた神経活動解析
3. 学会等名 第44回 日本分子生物学会年会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Koyo Kuze, Yu Toyoshima, Yuichi Iino
2. 発表標題 Artificial neural networks predict whole-brain neural activity of <i>C. elegans</i> .
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会 (MBSJ2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keita Mori, Haoyu Wang, Naohiro Yamauchi, Yu Toyoshima, Yuichi Iino
2. 発表標題 Disentangling behavioral dynamics with MDN-RNN
3. 学会等名 Learning Meaningful Representations of Life (LMRL)2020@NeurIPS2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yu Toyoshima
2. 発表標題 Imaging and analyzing whole brain activity of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 文部科学省新学術領域研究「人工知能と脳科学の対照と融合」カルシウムイメージング ワークショップ (Calcium Imaging Workshop) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 豊島 有, Stephen Wu, 佐藤 研, 滝沢 拓己, 徳永 旭将, 広瀬 修, 金森 真奈美, 佐藤 博文, 寺本 孝行, Jang Moon-Sun, 久下 小百合, 石原 健, 吉田 亮, 飯野 雄一
2. 発表標題 自由行動中の生物の機能的全脳計測に適した高精度な細胞追跡手法
3. 学会等名 新学術領域「レゾナンスバイオ」班会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Toyoshima
2. 発表標題 (Bio-image informatics for whole-brain activity imaging of C. elegans)
3. 学会等名 22nd International Worm Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊島 有, Wu Stephen, 金森 真奈美, 佐藤 博文, Jang Moon Sun, 村上 悠子, 大江 紗, 徳永 旭将, 広瀬 修, 久下 小百合, 寺本 孝行, 岩崎 唯史, 吉田 亮, 石原 健, 飯野 雄一
2. 発表標題 線虫全脳の機能的イメージングと動態解析
3. 学会等名 第44回レーザー顕微鏡研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Hirofumi Sato, Manami Kanamori, Stephen Wu, Moon Sun Jang, Suzu Oe, Yuko Murakami, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Sayuri Kuge, Takayuki Teramoto, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題 Exploring the origin of brain and central nervous system through monitoring the neural activity of the whole animal
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Manami Kanamori, Hirofumi Sato, Moon Sun Jang, Yuko Murakami, Suzu Oe, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Sayuri Kuge, Takayuki Teramoto, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題 Bio-image informatics for whole brain activity imaging and analysis of neural activity of C. elegans
3. 学会等名 第57回日本生物物理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊島 有
2. 発表標題 線虫全脳の機能的イメージングと動態解析
3. 学会等名 第9回光科学異分野横断萌芽研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Manami Kanamori, Hirofumi Sato, Moon Sun Jang, Yuko Murakami, Suzu Oe, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Sayuri Kuge, Takayuki Teramoto, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題 Bio-image informatics for whole brain imaging and analysis of neural activity of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 Resonance Bio International Symposium（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Manami Kanamori, Hirofumi Sato, Moon Sun Jang, Yuko Murakami, Suzu Oe, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Sayuri Kuge, Takayuki Teramoto, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題 A pipeline of bio-image informatics for whole-brain imaging of <i>C. elegans</i> and analysis of the neural activity
3. 学会等名 The 20th International Conference of Systems Biology（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊島 有
2. 発表標題 線虫全神経の1細胞遺伝子発現解析と活動計測
3. 学会等名 さきがけ「多細胞」第一回領域会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 豊島 有, 佐藤 研, 三上 秀治, Stephen Wu, 佐藤 博文, Jang Moon-Sun, 金森 真奈美, 滝沢 拓己, 大江 紗, 寺本 孝行, 徳永 旭将, 広瀬 修, 合田 圭介, 石原 健, 吉田亮, 飯野 雄一
2. 発表標題 線虫の塩走性行動の包括的理解に向けた全中枢神経活動と行動の高精度同時計測
3. 学会等名 新学術領域研究「生物移動情報学」領域会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 豊島 有, Stephen Wu, 佐藤 研, 滝沢 拓己, 徳永 旭将, 広瀬 修, 金森 真奈美, 佐藤 博文, 寺本 孝行, Jang Moon-Sun, 久下 小百合, 石原 健, 吉田 亮, 飯野 雄一
2. 発表標題 自由行動中の生物の機能的全脳計測に適した高精度な細胞追跡手法
3. 学会等名 新学術領域「レゾナンスバイオ」班会議
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Manami Kanamori, Takayuki Teramoto, Moon-Sun Jang, Hirofumi Sato, Suzu Oe, Yuko Murakami, Ken Sato, Sayuri Kuge, Takeshi Ishihara, Ryo Yoshida, Yuichi Iino
2. 発表標題 Bio-image informatics for whole-brain activity imaging of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 CeNeuro2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Iino, Hirofumi Sato, Yu Toyoshima, Masahiro Tomioka, Hirofumi Kunitomo, Takashi Nagashima, Moon-Sun Jang, Stephen Wu, Manami Kanamori, Llian Mabardi, Shingo Hiroki, Suzu Oe, Yuko Murakami, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida and Takeshi Ishihara
2. 発表標題 Molecular and circuit-level analyses reveal the neural mechanisms for the experience-dependent salt chemotaxis in <i>C. elegans</i> .
3. 学会等名 Asia-Pacific <i>C. elegans</i> meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上 悠子, 大江 紗, 勝目 拓海, 寺本 孝行, 豊島 有, 徳永 旭将, 広瀬 修, Wu Stephan, Jang Moon Song, 佐藤 博文, 久下 小百合, 岩崎 唯史, 吉田 亮, 飯野 雄一, 石原 健
2. 発表標題 感覚統合のメカニズム
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯野 雄一, 佐藤 博文, 豊島 有, 大江 紗, ジャン ムンソン, ウ ステファン, 金森 真奈美, 國友 博文, 岩崎 唯史, 吉田 亮, 石原 健
2. 発表標題 線虫C. elegansにおける化学物質に対する誘引行動と忌避行動との切り替えの神経回路機構?
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 研, 三上 秀治, 豊島 有, 飯野 雄一, 合田 圭介
2. 発表標題 線虫全脳イメージングのための高速三次元蛍光顕微鏡の開発
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Ken Sato, Hideharu Mikami, Stephen Wu, Hirofumi Sato, Moon-Sun Jang, Manami Kanamori, Suzu Oe, Takayuki Teramoto, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Keisuke Goda, Takeshi Ishihara, Ryo Yoshida, Yuichi Iino
2. 発表標題 Simultaneous measurement of whole-brain activity and behavior toward comprehensive understanding of salt chemotaxis of C. elegans
3. 学会等名 International Symposium on Systems Science of Bio-Navigation 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suzu Oe, Yuko Murakami, Yuki Kawahara, Takayuki Teramoto, Yu Toyoshima, Terumasa Tokunaga, Stephan Wu, Osamu Hirose, Jang Moon-Sun, Hirofumi Sato, Hiroki Takizawa, Sayuri Kuge, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Yuichi Iino, Takeshi Ishihara.
2. 発表標題 Analysis of the mechanisms of information processing controlling behavior by whole-brain imaging in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 International Symposium on Systems Science of Bio-Navigation 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩崎唯史, 佐藤博文, 大江紗, 久下小百合, 寺本孝行, 徳永旭将, 広瀬修, Stephen Wu, 豊島有, ジャン;ムンソン, 吉田亮, 飯野雄一, 石原健
2. 発表標題 線虫の全中枢神経細胞活動データに対する因果性解析II
3. 学会等名 日本物理学会 2018年秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jang MoonSun, 豊島有、國友博文、飯野雄一
2. 発表標題 線虫の味覚回避学習に関わる神経の同定及び神経機能の解析
3. 学会等名 日本動物学会第89回札幌大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 飯野 雄一, 豊島 有, Stephen Wu, 佐藤 博文, Jang Moon-Sun, 金森 真奈美, 大江 紗, 村上 悠子, 久下 小百合, 広瀬 修, 徳永 旭将, 寺本 孝行, 岩崎 唯史, 吉田 亮, 石原 健
2. 発表標題 線虫の頭部全神経のイメージングによる神経回路の動態解析
3. 学会等名 日本動物学会第89回札幌大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Terumasa Tokunaga, Osamu Hirose, Manami Kanamori, Takayuki Teramoto, Moon-Sun Jang, Hirofumi Sato, Suzu Oe, Yuko Murakami, Ken Sato, Sayuri Kuge, Takeshi Ishihara, Ryo Yoshida, Yuichi Iino
2. 発表標題 Bio-image informatics for whole-brain activity imaging of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 線虫研究の未来を創る会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石原健、豊島有、大江紗、ウー・ステファン、村上悠子、徳永旭将、金森真奈美、岩崎唯史、寺本孝行、ジャン・ムンソン、佐藤博文、吉田亮、飯野雄一
2. 発表標題 線虫の全脳イメージングとその解析
3. 学会等名 線虫研究の未来を創る会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩崎唯史、佐藤博文、大江紗、久下小百合、寺本孝行、徳永旭将、広瀬修、Stephen Wu、豊島有、ジャン・ムンソン、吉田亮、飯野雄一、石原健
2. 発表標題 Robustness of synaptic pathway and signaling pathway estimated from the whole-brain activity data in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 第56回日本生物物理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 豊島有、佐藤研、三上秀治、Stephen Wu、佐藤博文、Jang Moon-Sun、金森真奈美、滝沢拓己、大江紗、寺本孝行、徳永旭将、広瀬修、合田圭介、石原健、吉田亮、飯野雄一
2. 発表標題 塩走性行動中の線虫の全脳活動計測のための技術開発
3. 学会等名 第3回新学術領域「生物ナビゲーションのシステム科学」若手合宿
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Iino, Yu Toyoshima, Stephen Wu, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Hirofumi Sato, Jang Moon-Sun, Manami Kanamori, Suzu Oe, Yuko Murakami, Takayuki Teramoto and Takeshi Ishihara
2. 発表標題 Observation and Analyses of the Dynamics of the Whole Head Nervous System in <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 日本神経回路学会 第28回全国大会 (JNNS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大江紗, 村上悠子, 川原祐樹, 寺本孝行, 豊島有, 徳永旭将, Stephan Wu, 広瀬修, Jang Moon-Sun, 佐藤博文, 滝沢拓己, 久下小百合, 岩崎唯史, 吉田亮, 飯野雄一, 石原健
2. 発表標題 線虫の連合学習の記憶に基づく行動スイッチング: 中枢神経回路の活動可視化による解析
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 Moon-Sun Jang, Hirofumi Kunitomo, Yu Toyoshima, Masahiro Tomioka, Stephen Wu, Suzu Oe, Yuishi Iwasaki, Ryo Yoshida, Takeshi Ishihara, Yuichi Iino
2. 発表標題 Mechanisms of taste avoidance learning in the nematode <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 The 17th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory Perception (ISMNTOP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Toyoshima, Stephen Wu, Manami Kanamori, Hirofumi Sato, Moon Sun Jang, Suzu Oe, Yuko Murakami, Takayuki Teramoto, Yuishi Iwasaki, Takeshi Ishihara, Ryo Yoshida, Yuichi Iino
2. 発表標題 Cell identification and whole-brain activity imaging of <i>C. elegans</i>
3. 学会等名 CREST"生命動態の理解と制御のための基盤技術の創出"第7回領域会議
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 豊島 有, 佐藤 研, 三上 秀治, Stephen Wu, 佐藤 博文, Jang Moon-Sun, 金森 真奈美, 滝沢 拓己, 大江 紗, 寺本 孝行, 徳永 旭将, 広瀬 修, 合田 圭介, 石原 健, 吉田亮, 飯野 雄一
2. 発表標題 線虫の塩走性行動の包括的理解に向けた全中枢神経活動と行動の高精度同時計測
3. 学会等名 新学術領域研究「生物移動情報学」領域会議
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>飢餓を感知する感覚神経は新たな行動戦略を生み出す  <a href="https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2019/6508/">https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2019/6508/</a>  研究室の扉「線虫で記憶と学習のしくみを探る」國友博文准教授、Jang Moon Sun特任研究員  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=6J11F4RLdg&amp;list=PLKRUCUhwypafM7VSSkPMGofUzdxCjq_ZY">https://www.youtube.com/watch?v=6J11F4RLdg&amp;list=PLKRUCUhwypafM7VSSkPMGofUzdxCjq_ZY</a>  研究室の扉「全神経細胞のマップをつくる」飯野雄一教授、豊島有助  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=wZ-1wJbgGdg&amp;list=PLKRUCUhwypafM7VSSkPMGofUzdxCjq_ZY">https://www.youtube.com/watch?v=wZ-1wJbgGdg&amp;list=PLKRUCUhwypafM7VSSkPMGofUzdxCjq_ZY</a>  線虫の全脳神経活動を1細胞レベルで神経回路にマッピングする方法の開発  <a href="https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2020/6724/">https://www.s.u-tokyo.ac.jp/ja/press/2020/6724/</a>  (個々の生きた脳細胞を高速・自動的に同定する)  <a href="https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/en/press/z0508_00093.html">https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/en/press/z0508_00093.html</a>  飯野研究室 研究内容  <a href="http://molecular-ethology.bs.s.u-tokyo.ac.jp/labHP/J/JResearch/">http://molecular-ethology.bs.s.u-tokyo.ac.jp/labHP/J/JResearch/</a>  豊島研究室 研究内容  <a href="https://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~toyoshimalab/research/index.html">https://www.bs.s.u-tokyo.ac.jp/~toyoshimalab/research/index.html</a></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

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