

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：34310

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00109

研究課題名（和文）多様な記憶の形成と高次な統合を担う機能的神経回路の解析

研究課題名（英文）Search for functional neuron assemblies underlying various memory formation and integration

研究代表者

櫻井 芳雄（Sakurai, Yoshio）

同志社大学・研究開発推進機構・嘱託研究員

研究者番号：60153962

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,200,000円

研究成果の概要（和文）：ラットが聴覚-視覚を統合する記憶を形成する際、海馬と新皮質のニューロン集団が報酬情報をフィードバックし、音の弁別機能を向上させることで、記憶形成を促進するセル・アセンブリとなり得ることがわかった。ラットの視覚的メタ記憶には、視覚皮質の入力部と出力部にまたがる感覚性・非感覚性のニューロン集団からなるセル・アセンブリが関与していることがわかった。マウスの外側嗅索核のニューロン集団が匂いと行動を統合し、その統合を強化して記憶を形成することがわかった。味覚と嗅覚の統合から生じる風味の記憶を正確に検出できるマウス用風味知覚課題を確立した。メタ記憶を確信度から検出できるラット用情報希求課題を確立した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果は、これまで主に認知心理学が示してきた記憶の形成と統合のモデル、すなわち低次から高次に至る多様な情報ネットワークの形成や、それら異なる情報間の統合から生じるより高次な記憶の創成を、脳内の広範な部位にまたがる機能的神経回路の活動として検出できることを示した。これは、かつて心理学者D.O.Hebbが仮説として唱えた細胞集成体（セル・アセンブリ）を、記憶の形成と統合に焦点を当て、最新の実験心理学と神経科学の手法により実証したことに他ならず、認知心理学だけでなく情報科学に対しても新たな神経科学的モデルを提供するものである。

研究成果の概要（英文）：During the process of formation of integrated auditory-visual memory in the rat, neuronal populations in the hippocampus and neocortex provided feedback on reward information and enhanced the discrimination function of sounds, thus having the possibility to become cell assemblies for memory formation. In the visual meta-memory of rats, cell assemblies consisting of sensory and non-sensory neurons in both the input and output regions of the visual cortex were involved. Neuronal populations in the mouse's nucleus of lateral olfactory tract integrated olfaction and behavior, strengthening memory formation of olfactory information through this integration. A flavor perception task for mice has been established to accurately detect memory arising from the integration of gustation and olfaction. A new task has been established for rats to detect meta-memory based on confidence the rats have.

研究分野：実験心理学、神経科学

キーワード：記憶 統合 機能的神経回路 セル・アセンブリ ラット マウス

1. 研究開始当初の背景

記憶に関する認知心理学的研究は、人間を対象とした多くの実験から、記憶情報が多様で重複したネットワークとして形成され、それが新たな記憶の形成に伴い変化し再編成されることを示してきた。またそのような情報ネットワークの再編成が、より多くの経験に伴うより高次な記憶の形成、すなわち多様な記憶の統合による高次な記憶の形成を可能にしていると唱えてきた。しかし、そのような記憶の形成と統合を担う機能的な神経回路の実態は、まだわかっていない。特に、実際に低次から高次にいたる多様な記憶を形成し、さらにそれらをより高次な記憶へと統合している動物を用いた実験的研究はほとんど見当たらない。

脳内では多様な記憶のネットワークに対応するような機能的神経回路が実際に形成され活動しているのだろうか？そして、そのような機能的神経回路の活動と記憶の働きは本当に対応しているのだろうか？さらにはそのような機能的神経回路は、多様な記憶が統合され、より高次な記憶が形成される際、どのように変化し再編成されるのだろうか？これらの問いに答えることは決して容易ではないが、すでに心理学は半世紀以上も前に、記憶情報の形成と統合を可能にする機能的神経回路を仮定していた。それが D. O. Hebb 博士によるセル・アセンブリ仮説である。Hebb 博士は、その著書『The Organization of Behavior』(1949 年刊)において (p.130、Fig.13)、多様な情報を担う個々のセル・アセンブリが統合され、より大きなセル・アセンブリが作られることで、概念など高次な情報が形成されると仮定していた。この仮定こそ、後世の実験的研究に託された大きな問いである。

2. 研究の目的

本研究は、長らく仮説的構成概念でしかなかったこのセル・アセンブリを、記憶の形成と統合に焦点を当て、現在の最先端の実験心理学と神経科学の方法により検出し、その実態を解明しようとするものである。明らかにしたい具体的な問題は次のとおりである。

- (1) 視覚情報、聴覚情報、嗅覚情報、順序情報、時間情報それぞれの記憶を動物が形成する際、海馬と新皮質のニューロン集団で作られるセル・アセンブリは、どのように活動するのか？
- (2) 物理的刺激である低次な視覚情報、聴覚情報、嗅覚情報の記憶と、より高次な順序情報および時間情報の記憶では、形成されるセル・アセンブリに違いが見られるのか？
- (3) 視覚情報、聴覚情報、嗅覚情報、順序情報、時間情報の記憶をいくつか統合し、より高次な記憶を形成する際、セル・アセンブリも統合されより大きく形成されるのか？
- (4) 海馬と新皮質内で形成される局所的なセル・アセンブリと、それら領野間で相互作用するマクロなセル・アセンブリは、記憶の形成と統合においてどのように活動するのか？
- (5) 記憶形成時に検出された局所的セル・アセンブリをオプトジェネティクスにより賦活した場合、記憶の形成と統合はさらに促進されるのか？
- (6) 同じくオプトジェネティクスにより、記憶の統合時に検出された大きなセル・アセンブリや領野間のマクロなセル・アセンブリを賦活した場合、記憶の統合もさらに促進されるのか？

3. 研究の方法

(1) 多様な記憶課題の訓練

研究分担者の結城笙子を中心に、様々な感覚情報や高次機能に対応した多様な記憶課題をラットとマウス用に開発し、刺激や報酬等のパラメーターについて十分検討しながら訓練した。装置と方法の基本はほぼ共通であり、強化子は餌ペレットや水を、また課題用の装置はオペラントボックス(現有)を用い、ラットやマウスの反応はセンサー付きホールに対するノーズポーク(鼻先を入れる行動)を用いた。1日(1セッション)200~300試行訓練し、反応の正誤と反応時間を計測した。実際に用いた主な記憶課題は、聴覚-視覚統合記憶課題、嗅覚-行動統合記憶課題(Go/No-Go行動課題)、味覚-嗅覚統合課題(風味知覚課題)、高次なメタ記憶課題(知覚モニタリング課題および情報希求課題)であった。

(2) マルチニューロン活動記録法の改良と活用

研究分担者の眞部寛之と廣川純也および研究員のソン・キチャンを中心に、記憶課題遂行中のマルチニューロン活動を記録する方法を改良し活用した。電極先端近くのより多数のニューロン、すなわちセル・アセンブリを構成しているニューロンの活動を出来るだけ多く検出するため、直径12.5ミクロンのタングステンワイヤーを束ねた改良型の特殊電極を用いた。またそれら特殊電極を複数本個別に操作でき、海馬と新皮質など複数の部位に配置できるよう小型で軽量のマイクロドライブも改良し活用した。

(3) オプトジェネティクス法の改良と活用

研究分担者の眞部寛之と廣川純也を中心に、オプトジェネティクス用の遺伝子導入法として、標識化を10倍以上促進することがわかっている新規ウイルスベクターCav2-CARによる二重感染法を改良し活用した。また、これまでのウイルスベクターによる遺伝子導入に加え、遺伝子改変動物の作成も進めた。

(4) データ解析方法の改良と活用

研究分担者の眞部寛之と廣川純也および研究員のソン・キチャンを中心に、データ解析法について改良を進め活用した。プログラムのアルゴリズムのさらなる改良により、精度と処理速度をより向上させ、個々のニューロン活動をより正確に解析した。また、セル・アセンブリを作るニューロン間の機能的結合とその変容を、MatlabやPythonにより作成する深層学習（ディープ・ラーニング）のプログラムにより検出し、さらには最新の可視化ソフト（MicroAVSなど）によりその動態を表示し解析した。

4. 研究成果

研究期間の前半は、新型コロナウイルス感染症の拡大により実験室の使用が制限されたため、当初の研究計画を縮小せざるを得なかった。しかし期間の後半では制限も解除され、研究も進展し学会発表も増え、いくつか大きな成果を挙げることができた。それらの成果は全て論文として国際誌に掲載し、国内外にインパクトを残すことができた。しかしながら今回は、当初の計画の最終目標であったセル・アセンブリの統合による新たなセル・アセンブリの検出までには到らず、それは今後の研究の大きな目標として残った。以下、今回の代表的な成果を(1)～(5)に示す。

(1) 聴覚 - 視覚統合記憶課題（図1A）を学習しているラットの海馬と新皮質（聴覚皮質）からニューロン集団の活動を、記憶を形成する数日間にわたり連続記録した（図1B）。その結果、記憶を形成する過渡期に、正反応に対する報酬情報をフィードバックするニューロン集団

や、音の弁別機能を向上させるニューロン集団が、それぞれ海馬と聴覚皮質にあり、これらが記憶形成を促進するセル・アセンブリとなり得ることがわかった。また、記憶が形成されるにつれて活動を増やすニューロン集団（図1C）や、記憶が形成された時点で活動するニューロン集団（図1D）が聴覚皮質にあり、これらが聴覚 - 視覚の統合記憶を確立していることもわかった。さらに記憶形成の途中で、海馬のニューロン集団と聴覚皮質のニューロン集団の活動が同期する期間があることもわかった。

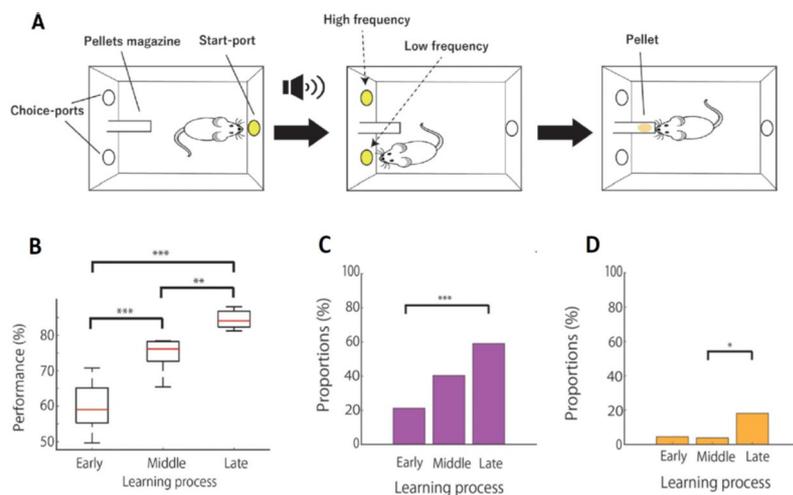


図1. 聴覚 - 視覚統合記憶を形成している際のラットの海馬と新皮質（聴覚皮質）のニューロン集団の活動。A: 聴覚 - 視覚統合記憶課題における一試行。B: 全ラットの学習経過。C: 記憶の形成に伴い増える新皮質ニューロン集団の活動。D: 記憶が形成された時点で増える新皮質ニューロン集団の活動。詳細は Takamiya et al. (2021, 2022)を参照のこと。

(2) ラットのメタ記憶に関わるニューロン集団を調べるため、すでに開発した知覚モニタリング課題（Osako et al. 2018）つまり「見えた」いう自覚の有無によりその後の行動を選択する課題を遂行中のニューロン集団の活動を、一次視覚野（V1）と、V1 から直接入力を受けている後部頭頂皮質（PPC）から同時記録した（図2A）。記録した多数のニューロンの活動を主成分分析（PCA）等の方法で解析したところ、V1の視覚応答性細胞（sensory-neuron）が活動してもラットは光刺激を見逃すことがあった。また、V1とPPCに存在する視覚非応答性細胞（non-sensory neuron）がニューロン集団の活動状態の変動（state fluctuation）に関わっており、V1におけるそのような活動状態の変動と刺激提示のタイミングが、メタ記憶に基づく意思決定にバイアスをかけることがわかった（図2B）。つまり視覚的メタ記憶には、特定の脳部位（責任部位）や神経回路が関わっているのではなく、視覚皮質の異なる部位にまたがる感覚性および非感覚性のニューロン集団からなるセル・アセンブリのダイナミックな活動が関与していることがわかった。

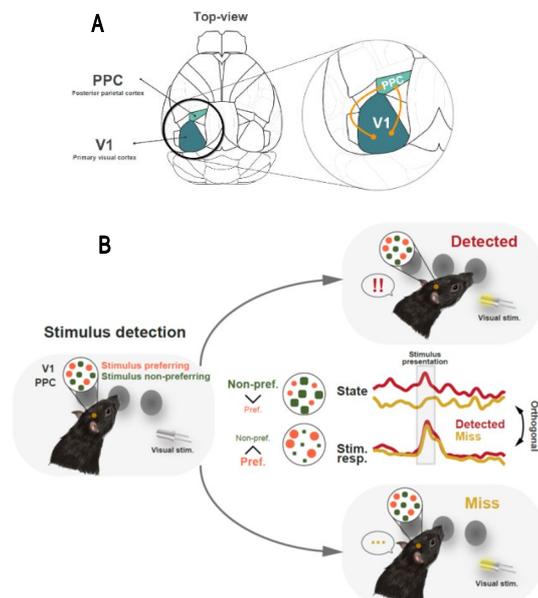


図2. ラットのメタ記憶課題とセル・アセンブリの活動。A: 一次視覚野（V1）と後部頭頂皮質（PPC）。B: 課題遂行中に働いているニューロン集団の活動の模式図。詳細は Osako et al. (2021)を参照のこと。

(3) 嗅覚 - 行動統合記憶課題を遂行中のマウスから外側嗅索核 (NLOT) のニューロン集団の活動を記録した。NLOTはわずか 0.15 mm^3 の大きさしかなく、行動中のマウスからそのニューロン活動を記録した実験はこれが世界初である。この課題では、まずマウスに匂いA・Bのどちらかを提示し、匂いAなら報酬が獲得できる場所へ移動し (Go行動) 匂いBなら移動しない (No-Go行動) ように訓練した (図3A)。課題遂行中のマウスからNLOT (図3B) のニューロン集団の活動を記録したところ、多くのニューロンがGo行動を導く匂いAに対して活動を増大させ、No-Go行動を導く匂いBに対しては活動を抑制することがわかった。またそれらのニューロンは、マウスが正解し報酬を摂取している時にも活動を増大させた。これらの結果から、NLOTのニューロン集団は匂いと行動を統合し、さらにその統合を報酬で強化する働きもしていることがわかり (図3C)、統合に関わるセル・アセンブリがそこで作られている可能性が示唆された。

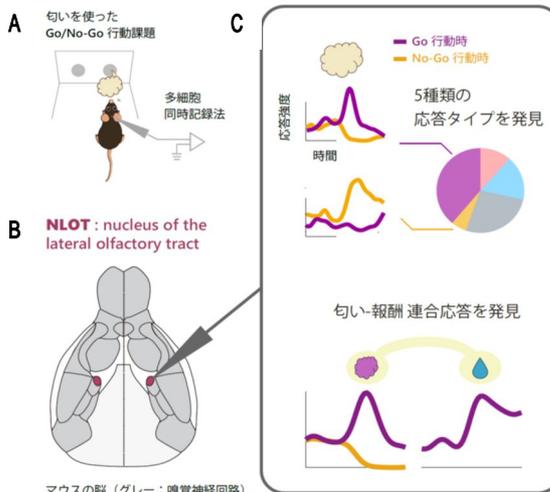


図3. マウスの嗅覚 - 行動統合記憶課題と NLOT ニューロン集団の活動. A: Go/No-Go 行動課題. B: 脳底から見た NLOT の位置 (赤点). C: 課題遂行中のニューロン集団の活動を表す模式図. 詳細は Tanisumi et al. (2021) を参照のこと.

(4) 味覚と嗅覚の統合から生じる風味 (flavor) の記憶に関わるニューロン集団を調べるため、マウスの風味知覚を正確に検出できる風味知覚課題を確立した。提示された液体が風味砂糖水 (砂糖水に匂い分子を溶かしたものであれば報酬が獲得できる場所へ移動し (Go行動) ただの砂糖水であれば移動しない (No-Go行動) という、風味に基づく Go/No-Go 行動をマウスに訓練した (図4)。その結果、約1か月で正答率が8割に到達し、反応時間も有意に短縮した。そしてマウスの嗅覚経路を外科的または薬理的に遮断すると、正答率が大きく低下した。この結果は、マウスが風味を知覚しこの課題を行っていることを示している。

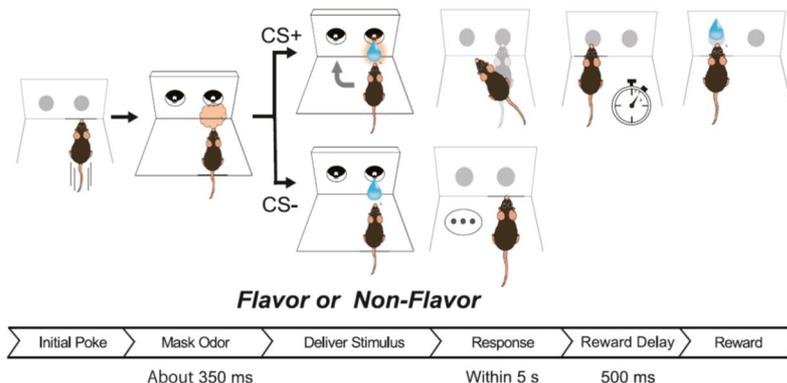


図4. マウスの風味知覚課題. CS+は風味砂糖水、CS-は砂糖水. 下の流れ図は一試行中の時間経過. 詳細は Shiotani et al. (2024) を参照のこと.

(5) メタ記憶に関わるニューロン集団をさらに調べるため、ラットの記憶の確信度 (confidence) を検出する情報希求課題を確立した (図5A)。まず一方の壁にあるホールAを点灯し、ラットがそこに反応してから8秒経過後にもう一度反応すると、反対側のホールBを2秒間だけ点灯し、その間にホールBに反応すれば報酬を与えた。課題の学習の初期には、ラットはホールAに反応した後、振り向いてホールBの点灯を確かめる行動が頻発するが (図5B)、学習が進むにつれ確信度が上がり、振り向くことなく8秒経過後にホールBに反応するようになる。現在、このような記憶の確信度に応じたニューロン集団の活動を前頭前野から記録し解析を進めている。

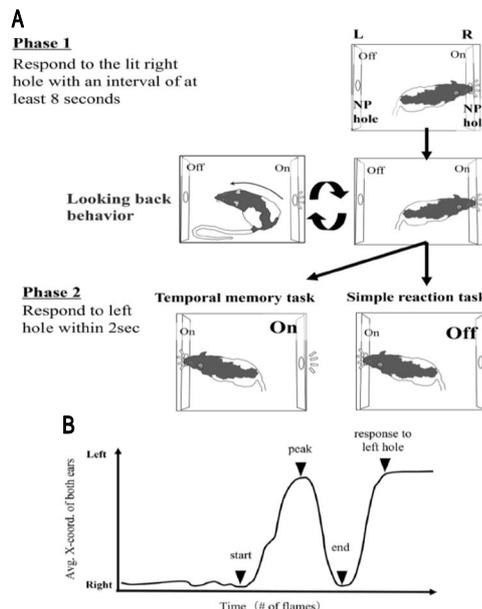


図5. ラットの情報希求課題. A: 課題中のラットの行動. 矢印左が情報希求課題. B: 課題の学習初期に現れる振り向き行動 (中央のピーク). 詳細は Yuki et al. (2023) を参照のこと.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Takamiya Shogo, Shiotani Kazuki, Ohnuki Tomoya, Osako Yuma, Tanisumi Yuta, Yuki Shoko, Manabe Hiroyuki, Hirokawa Junya, Sakurai Yoshio	4. 巻 9
2. 論文標題 Auditory Cortex Neurons Show Task-Related and Learning-Dependent Selectivity toward Sensory Input and Reward during the Learning Process of an Associative Memory Task	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 eNeuro	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) 10.1523/ENEURO.0046-22.2022	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 Ohnuki Tomoya, Osako Yuma, Manabe Hiroyuki, Sakurai Yoshio, Hirokawa Junya	4. 巻 173
2. 論文標題 Over-representation of fundamental decision variables in the prefrontal cortex underlies decision bias	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2021.07.002	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 Sakaguchi Yukitoshi, Sakurai Yoshio	4. 巻 13 (2138)
2. 論文標題 Paradoxical Enhancement of Spatial Learning Induced by Right Hippocampal Lesion in Rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 1~14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym13112138	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 Sakaguchi Yukitoshi, Sakurai Yoshio	4. 巻 13 (1872)
2. 論文標題 Disconnection between Rat 's Left and Right Hemisphere Impairs Short-Term Memory but Not Long-Term Memory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 1~9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym13101872	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 Takamiya Shogo, Shiotani Kazuki, Ohnuki Tomoya, Osako Yuma, Tanisumi Yuta, Yuki Shoko, Manabe Hiroyuki, Hirokawa Junya, Sakurai Yoshio	4. 巻 15 (71869)
2. 論文標題 Hippocampal CA1 Neurons Represent Positive Feedback During the Learning Process of an Associative Memory Task	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Systems Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1~8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnsys.2021.718619	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 Yamada Motoki, Sakurai Yoshio	4. 巻 16
2. 論文標題 Medial prefrontal cortex stimulation disrupts observational learning in Barnes maze in rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cognitive Neurodynamics	6. 最初と最後の頁 497~505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11571-021-09715-9	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 Osako Yuma, Ohnuki Tomoya, Tanisumi Yuta, Shiotani Kazuki, Manabe Hiroyuki, Sakurai Yoshio, Hirokawa Junya	4. 巻 13
2. 論文標題 Contribution of non-sensory neurons in visual cortical areas to visually guided decisions in the rat	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2021.03.099	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 Tanisumi Yuta, Shiotani Kazuki, Hirokawa Junya, Sakurai Yoshio, Manabe Hiroyuki	4. 巻 24 (102381)
2. 論文標題 Bi-directional encoding of context-based odors and behavioral states by the nucleus of the lateral olfactory tract	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 1~13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2021.102381	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 Ishikawa, J., Sakurai, Y., Ishikawa, A. and Mitsushima, D.	4. 巻 237
2. 論文標題 Contribution of the prefrontal cortex and basolateral amygdala to behavioral decision making under reward/punishment conflict.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Psychopharmacology	6. 最初と最後の頁 639-654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00213-019-05398-7	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 Sakaguchi, Y. and Sakurai, Y.	4. 巻 382
2. 論文標題 Left-right functional difference of the rat dorsal hippocampus for short-term memory and long-term memory.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Behavioural Brain Research	6. 最初と最後の頁 112478
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbr.2020.112478	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 Ohnuki T., Osako Y., Manabe H., Sakurai Y., Hirokawa J.	4. 巻 3
2. 論文標題 Dynamic coordination of the perirhinal cortical neurons supports coherent representations between task epochs.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 464
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-020-01129-3	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 Shiotani, K., Tanisumi, Y., Murata, K., Hirokawa, J., Sakurai, Y. and Manabe, H.	4. 巻 9
2. 論文標題 Tuning of olfactory cortex ventral tenia tecta neurons to distinct task elements of goal-directed behavior.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e57268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.57268.	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 Shiotani Kazuki, Tanisumi Yuta, Osako Yuma, Murata Koshi, Hirokawa Junya, Sakurai Yoshio, Manabe Hiroyuki	4. 巻 27
2. 論文標題 An intra-oral flavor detection task in freely moving mice	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 108924 ~ 108924
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2024.108924	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 Yuki Shoko, Sakurai Yoshio, Yanagihara Dai	4. 巻 13(14417))
2. 論文標題 Rats adaptively seek information to accommodate a lack of information	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-41717-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 -

1. 著者名 櫻井 芳雄	4. 巻 76
2. 論文標題 総説 学習と神経活動-局在を超えて	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 BRAIN and NERVE	6. 最初と最後の頁 273 ~ 281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1416202597	査読の有無 無
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33件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Tomoya Ohnuki, Yuma Osako, Kazuki Shiotani, Yuta Tanisumi, Shogo Takamiya, Nagi Matsui, Hiroyuki Manabe, Yoshio Sakurai, Junya Hirokawa
2. 発表標題 Task-dependent encodings of decision variables in the orbitofrontal cortex
3. 学会等名 第100回日本生理学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shoko Yuki, Yoshio Sakurai, Dai Yanagihara
2. 発表標題 Rats adaptively seek information to accommodate a lack of information
3. 学会等名 第82回日本動物心理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷隅勇太・塩谷和基・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 Multidimensional representations of behavioral states and the functions in sensory cortex
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 塩谷和基・谷隅勇太・村田航志・大迫優真・大貫朋哉・高宮涉吾・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 自由行動下のマウスにおける風味弁別行動課題
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高宮涉吾・櫻井芳雄
2. 発表標題 連合記憶課題の学習過程における海馬CA1と聴覚皮質ニューロン活動のダイナミクス
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 結城笙子・櫻井芳雄・柳原大
2. 発表標題 Rats increase information seeking behavior under uncertainty
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuta Tanisumi, Kazuki Shiotani, Yuma Osako, Tomoya Ohnuki, Shogo Takamiya, Junya Hirokawa, Yoshio Sakurai, Hiroyuki Manabe
2. 発表標題 Prefrontal to olfactory cortex ventral tenia tecta inputs share odor-evoked behavioral-state signals to affect context-dependent learning
3. 学会等名 FENS Forum 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷隅勇太・塩谷和基・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 Olfactory cortex neurons encode cue odor and predicted behavioral state signals.
3. 学会等名 生理学研究所研究会"大脳皮質を中心とした神経回路：構造と機能、その作動原理"
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanisumi, Y., Shiotani, K., Osako, Y., Ohnuki, T., Takamiya, S., Hirokawa, J., Sakurai, Y. and Manabe, H.
2. 発表標題 Odor-evoked behavioral signal map in each olfactory cortex subarea: ventral tenia tecta, the nucleus of the lateral olfactory tract, and anterior cortical amygdaloid nucleus.
3. 学会等名 51st Society for Neuroscience Annual Meeting, Online (Chicago, 米国) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osako, Y., Ohnuki, T., Tanisumi, Y., Shiotani, K., Manabe, H., Sakurai, Y. and Hirokawa, J.
2. 発表標題 State representation of non-sensory neuron in the visual cortical area.
3. 学会等名 51st Society for Neuroscience Annual Meeting, Online (Chicago, 米国) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 結城笙子・櫻井芳雄・柳原大
2. 発表標題 Development of a new metacognitive task for rats.
3. 学会等名 第81回日本動物心理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩谷和基・谷隅勇太・村田航志・大迫優真・大貫朋哉・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 腹側テニアテクタの文脈依存した行動状態の応答.
3. 学会等名 日本味と匂学会 第55回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大貫朋哉・大迫優真・塩谷和基・谷隅勇太・眞部寛之・櫻井芳雄・廣川純也
2. 発表標題 Dynamic recruitment of functional clusters in orbitofrontal cortex during a complex decision-making task.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 塩谷和基・谷隅勇太・村田航志・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 嗅皮質の腹側テニアテクタ神経細胞は、目標指向的行動において行動状態をコードする。
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大迫優真・大貫朋哉・塩谷和基・谷隅勇太・眞部寛之・櫻井芳雄・廣川純也
2. 発表標題 Significant contributions of non-sensory neurons to visually-guided decision-making in the visualcortical area.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高宮渉吾・結城笙子・眞部寛之・廣川純也・櫻井芳雄
2. 発表標題)Dynamical changes in hippocampal CA1 neuron activity in response to learning.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷隅勇太・塩谷和基・大迫優真・大貫朋哉・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 内側前頭前野 腹側テニアテクタへと伝わる行動シーン信号。
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirokawa J., Vaughan A., Masset P., Ott T., Kepecs A.
2. 発表標題 Structured and cell-type-specific encoding of decision variables in orbitofrontal cortex.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（動画配信方式）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 塩谷和基・谷隅勇太・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 風味弁別に内側前頭前野が重要な役割を果たす．
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（動画配信方式）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷隅勇太・塩谷和基・廣川純也・櫻井芳雄・眞部寛之
2. 発表標題 嗅皮質垂領域ごとに異なる、匂い-行動シーン応答．
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（動画配信方式）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大貫朋哉・大迫優真・櫻井芳雄・廣川純也
2. 発表標題 選択方向の神経表象は嗅周皮質における神経細胞の動的協調によってイベント間で保持される．
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（動画配信方式）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大迫優真・大貫朋哉・眞部寛之・櫻井芳雄・廣川純也
2. 発表標題 ラット視覚皮質における内的な感覚状態のポピュレーション表現.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会（動画配信方式）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣川純也
2. 発表標題 知覚意思決定バイアスに関わる前頭前野ー皮質下回路
3. 学会等名 生理研研究会「価値判断を生み出す脳の仕組み」（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shoko Yuki, Yoshio Sakurai, Dai Yanagihara
2. 発表標題 Medial prefrontal cortex neurons represent different events and information seeking behaviors during task
3. 学会等名 日本動物心理学会第83回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塩谷和基、谷隅勇太、村田航志、大迫優真、大貫朋哉、高宮涉吾、廣川純也、櫻井芳雄、眞部寛之
2. 発表標題 嗅覚と味覚の多感覚統合による風味感覚の解明
3. 学会等名 第46回日本神経科学大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大貫朋哉、大迫優真、塩谷和基、谷隅勇太、高宮渉吾、松井凧、眞部寛之、櫻井芳雄、廣川純也
2. 発表標題 眼窩前頭前野における意思決定変数の表現は行動方略に応じ変化する
3. 学会等名 第46回日本神経科学大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 江原健悟、福本慎吾、Wang Tingyu、谷隅勇太、廣川純也、櫻井芳雄、木津川尚史、塩谷和基、眞部寛之
2. 発表標題 知覚情報処理過程における様々な生理指標の固有情報変化
3. 学会等名 第46回日本神経科学大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomoya Ohnuki, Yuma Osako, Kazuki Shiotani, Yuta Tanisumi, Shogo Takamiya, Nagi Matsui, Hiroyuki Manabe, Yoshio Sakurai, Junya Hirokawa
2. 発表標題 Prefrontal cortex flexibly integrates odor cue information into deliberative decision-making based on behavioral strategy
3. 学会等名 日本味と匂学会第57回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 池戸優希、村田航志、領家崇、塩谷和基、眞部寛之、黒田樹、吉村仁志、深澤有吾
2. 発表標題 チョコレート摂食に関連したラット超音波発声サブタイプの機械学習による分類
3. 学会等名 日本味と匂学会第57回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 福本慎吾、北村菜々、江原健悟、谷隅勇太、廣川純也、櫻井芳雄、木津川尚史、塩谷和基、眞部寛之
2. 発表標題 匂い弁別行動課題において前扁桃野は行動状態の変化を表象する
3. 学会等名 日本味と匂学会第57回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Koshi Murata, Yuki Ikedo, Takashi Ryoke, Kazuki Shiotani, Hiroyuki Manabe, Kazuki Kuroda, Hitoshi Yoshimura, Yugo Fukazawa
2. 発表標題 Identification of subtypes of ultrasonic vocalizations associated with chocolate eating in rats using machine learning
3. 学会等名 52st Society for Neuroscience Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 塩谷和基、谷隅勇太、村田航志、大迫優真、大貫朋哉、高宮涉吾、廣川純也、櫻井芳雄、眞部寛之
2. 発表標題 げっ歯類における食を豊かにする風味知覚課題の開発
3. 学会等名 食欲・食嗜好を形成する感覚・内分泌・神経基盤研究会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 深澤有吾、池戸優希、領家崇、塩谷和基、眞部寛之、黒田一樹、吉村仁志、村田航志
2. 発表標題 チョコレート摂食に関連したラット超音波発声サブタイプの機械学習による分類
3. 学会等名 第129回日本解剖学会総会・全国学術集会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 櫻井芳雄	4. 発行年 2023年
2. 出版社 岩波書店	5. 総ページ数 229
3. 書名 まちがえる脳	

〔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
研究 分担者	結城 笙子 (Yuki Shoko) (60828309)	東京大学・大学院総合文化研究科・助教 (12601)	
研究 分担者	眞部 寛之 (Manabe Hiroyuki) (80511386)	奈良県立医科大学・医学部・准教授 (24601)	
研究 分担者	廣川 純也 (Horikawa Junya) (40546470)	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・量子医科学研究 所 脳機能イメージング研究部・主任研究員 (82502)	

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