

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：13201

研究種目：特別推進研究

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05213

研究課題名（和文）アイドリング状態の脳における情報処理メカニズム

研究課題名（英文）Mechanisms underlying Information processing in idling brain

研究代表者

井ノ口 馨（INOKUCHI, KAORU）

富山大学・学術研究部医学系・教授

研究者番号：20318827

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 430,200,000円

研究成果の概要（和文）：従来神経科学的なアプローチが非常に困難であった潜在意識下の脳（アイドリング脳）が、推移的推論・類似性検出・論理的選択を始めとする多様な高次の情報処理に能動的に関与していることを見出すとともに、その神経メカニズムを明らかにした。また、忘却した記憶でも記憶痕跡は潜在意識下に残り、その後の類似体験の記憶に影響を与えることを発見するなど、アイドリング脳科学という新しい学術分野を切り開いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

睡眠中などの潜在意識下の脳機能を神経科学的に解明することが可能であることを示した。また、睡眠中に脳がさまざまな重要な情報を処理していることを明らかにし、従来考えられていた以上に脳機能にとって睡眠が重要であることを示した。本研究で得られた成果をさらに発展させることで、脳が本来持つ潜在的な能力をさらに引き出しQOLの向上に繋がることが期待できるなど、将来的には大きな波及効果が見込まれる。

研究成果の概要（英文）：We discovered that the subconscious brain (idling brain), which was previously challenging to approach using traditional neuroscientific methods, actively participates in diverse higher-order information processing tasks such as transitive inference, similarity detection, and logical decision-making. Additionally, we revealed the neural mechanisms behind these processes. Furthermore, traces of forgotten memories persist in the subconscious and influence memories of subsequent similar experiences. These findings have paved the way for a new academic field known as the idling brain science.

研究分野：神経科学

キーワード：アイドリング脳 高次脳機能 睡眠 記憶痕跡 ひらめき マウス 忘却記憶 潜在意識

1. 研究開始当初の背景

ヒト脳は課題遂行中だけでなく、睡眠中や休息時にも活動を続けておりアイドリング状態であることが明らかにされてきた。マウスやラットなどの実験動物でも fMRI を用いた研究で、前頭前野や海馬などの脳領域で同様の活動が観察されている。この活動時には、脳は課題遂行中と同等のエネルギーを消費している。すなわち、脳は潜在意識下でも活動(アイドリング状態の脳)しており、今までに蓄積した記憶を呼び出し照合し、情報の統合等を行っていると思われる。アイドリング中の脳活動は重要な機能を担っていると想定されるが、その役割として明確にされているのは、睡眠中の記憶の固定化だけであり、アイドリング脳活動が何を行っているのかについての包括的な理解にはほど遠い。

(注:睡眠中や休息中でも脳が活動状態であることを示すために「アイドリング」という単語を使用している)

2. 研究の目的

アイドリング活動が脳機能に占める位置づけを明らかにすることを目的とし、さらに「アイドリング脳」という新たな学術への道を切り拓くことを目指した。次の二つの学術的「問い」にアプローチした。

アイドリング中に脳はどのような活動をして情報を処理しているのか?

アイドリング中の脳活動はどのような機能を持っているのか?

3. 研究の方法

(1) アイドリング脳活動の様々な機能(井ノ口、深井)

アイドリング脳が果たすであろう様々な機能を解析するために、その解析に適した様々なマウスの学習課題の開発を進めた。特にアイドリング中に行っていると思われる脳機能として、「推論」、「論理的意思決定」、「共通性抽出」、「スキーマ」などを取り上げ、それぞれの脳機能を独自に判定できる学習課題の開発を進めた。確立できた個々の学習課題を用いて、アイドリング脳がそれぞれの機能を果たしているか否かを検討した。これには光操作系や化学遺伝学などによる神経活動の自在制御技術を適用した。さらに、超小型内視顕微鏡を用いカルシウム動態を指標として、上記課題を遂行前後のアイドリング中の脳神経活動を計測し、得られたデータを数理解析した。

記憶エンングラムの形成に関しては、超小型内視顕微鏡を用いたカルシウムイメージングを行い、学習時、およびその前後のアイドリング時の神経活動を計測した。得られたデータを数学的に処理して、アイドリング中にリプレイ、プレプレイ活動を示したセルアSEMBリと記憶エンングラムの関係を解析し、記憶エンングラムの生成原理を探った。

(2) 数理モデル(深井)

アイドリング脳の計算論的基盤を構築するために、自発発火の生成と保持、経験による修正、予測や推定などの機能実装のための神経メカニズムのモデルを構築した。とくに樹状突起が脳の内部状態を外界の情報表現に関連付けるといふ仮説に立ち、樹状突起の計算理論を発展させた。さらに、井ノ口グループから得られる実データの解析を通じた自発発火の機能的役割を解析した。また、独自の内部状態を持たないコンピュータとは一線を画する、脳の計算理論の構築を目指した。

(3) 瞑想モデル(高雄)

古くから瞑想の訓練法として広く実践されている深呼吸という自発的かつ自律的な呼吸の変化が脳高次機能に及ぼす影響を明らかにするために、マウスを用いて自発的に深呼吸を行う訓練装置を開発した。具体的な方法として以下の通りである:1)マウスの呼吸を半密閉チャンバーでの気圧変化あるいは鼻腔内に留置したセンサーでの気流の変化により波形情報として検出した、2)取得される波形情報から呼吸の速度をリアルタイムで解析し、ある閾値を決めてそれよりも速ければ環境刺激を不快な方向に、遅ければ快の方向に変化させ生体反応と環境刺激とでフィードバックループを作った、3)このような呼吸訓練を行ったマウスについて、網羅的行動テストバッテリーによる行動解析を行った。対照群としては同じ訓練用のチャンバーに入れただけで環境刺激を変化させなかった同じ性別・週齢のマウスを用いた。

4. 研究成果

(1) アイドリング脳活動の様々な機能 (井ノ口・深井)

従来神経科学的なアプローチが非常に困難であった潜在意識下の脳機能解析に挑み、アイドリング脳が多様な情報処理に能動的に関与していることを明らかにし、「アイドリング脳研究」という新しい学術分野を切り拓いてきた。

マウスをモデル動物として用い、推移的推論・類似性検出・論理的選択など多くの情報処理過程において、脳アイドリング時の特定のニューロン活動が重要であることを見出した (Ghandour et al, Nat Comm 2019; Abdou et al, bioRxiv 2021; Aly et al, PNAS 2022; Nomoto et al, Nat Comm, 2022; Fayed et al, 投稿中; Ghandour et al, et al, 投稿中)。また、忘却した記憶でもサイレントエングラムとして記憶痕跡は潜在意識下に残っており、その後の類似体験の記憶に影響を与えることを発見した (Wally et al, Communications Biol, 2022; Choucry et al, 投稿中)。このようにアイドリング脳は従来考えられていた以上に多様で重要な機能を担っていることを明らかにした。

さらに当初に予見していなかった成果として、アイドリング脳で処理された情報が意識に上る瞬間 (Eureka!) の脳活動とメカニズムを解析する手掛かりを得た (Nomoto et al, 投稿準備中)。

推移的推論 (Abdou et al, bioRxiv 2021)

- マウスを用いて、学習した内容に基づく推移的推論 (A>B, B>C, C>D および D>E という学習経験から B>Dと推論) 課題を開発した (例 A>B: コンテキストAとBが提示された時にAを選択し10秒以上滞在すると報酬を得る)。
- 光遺伝学による神経活動制御実験から、推移的推論の正答には学習直後のノンレム睡眠、およびレム睡眠時の大脳皮質前部帯状回 (ACC) のニューロン活動が必要不可欠であった。
- 学習直後の覚醒時のACC活動は正答には不要であった。
- 元の記憶 (A>B, B>C, C>D, D>E) の保持には睡眠中のACC活動は不要であった。
- 不十分な学習を与えたために推論できないマウス群でも、内側嗅内野 (MEC) ACC 神経回路をレム睡眠中に4Hzで人為的に亢進することで、推論成績が100%近くまで上昇した。
- ノンレム睡眠時の4Hz刺激は効果がなかった。
- 以上より (1) 学習直後の睡眠中に推論の計算を行っていること、(2) アイドリング脳活動の中でもレム睡眠中のMEC ACC投射線維の活動が推論に重要であることが明らかになった。

推論の回路モデル

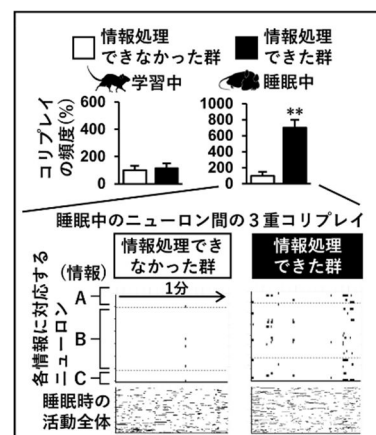
上記の結果は推論にも睡眠中の自発発火が必要であることを示しているが、推論と空間探索の間には類似性が存在する。推論の回路モデルを構築する第一歩として、空間記憶の任意の階層の関係性をセルアセンブリ間の相関で表現する、一般化相関アトラクターモデルを構築した (Haga and Fukai, Phys Rev Lett 2019, PLoS Comput Biol 2021 他)。これらのモデルはセルアセンブリ間の関係性の想起に抑制神経回路が深く関与することを予言した。尚、自発発火の再現にはまだ至っていない。

類似性検出 (Aly et al, Proc Natl Acad Sci, 2022)

異なる経験間のわずかな類似性の検出を、睡眠時のACCニューロン活動が担っていることを見出した。

- マウスを用いて部屋の形状のわずかな類似性を見いだす行動課題を開発した。
- 類似性の検出にはACCの神経活動が必要であった。
- 部屋の形状にわずかな類似性がある場合、それぞれの部屋の形状の情報を保持しているACCの神経細胞同士は、学習後の睡眠時に頻繁に同期活動 (コリブレイ) した (図)。
- 学習中にはそのような同期活動は見られなかった。
- 部屋の形状に類似性がない場合は、睡眠時でも同期活動は低いままであった。
- 光遺伝学を用いて学習直後の睡眠中のACC神経細胞の活動を抑制すると、類似性を見いだすことができなくなった。
- これに対して、学習中にACC神経細胞の活動を抑制しても類似性の検出に影響はなかった。

本研究によって、睡眠中に過去の異なる経験が脳内で



同時にリプレイされることで類似性を検出していることが強く示唆された。

論理的意思決定

意思決定に睡眠が影響を与えることは知られているが、それらは断眠状態ではよりギャンブル的な行動を選択するという研究であり、論理的意思決定にアイドリング脳が果たす能動的な役割は不明であった。そこで、論理的意思決定を測定できる行動課題を開発した。マウスに2つの部屋の選択肢を与え、常に報酬（餌1個）がもらえる部屋Aと1/3の確率でしかもらえない部屋B（もらえるときは餌10個）を提示し、自由に一方を選択させた。1セッション12回の試行のうち、Bに2回目と5回目に入った時のみ餌がもらえるように設定した。例えば(AABAABABBAAB)の選択では計27個(Aで7個,Bで20個),(AABAABABBAAB)の選択では計18個(Aで8個、Bで10個)餌がもらえる。すべてのマウスがセッションを重ねる毎により多くもらえる賢い選択をするようになった。ギャンブル的な選択（例えば常にBを選択）をするようになったのではないので、より多くの餌をもらうためには論理的意思決定を必要とすることを示している。

- ・ 化学遺伝学による神経細胞活動の抑制実験から、選択課題の学習直後のアイドリング中の大脳皮質前頭眼窩野(OFC)の神経活動が論理的意思決定に必須であることが明らかになった
- ・ OFCのカルシウムイメージング法と数理解析から、報酬10個をもらえるチャンスに正しい意思決定をしたと思われる瞬間の神経細胞集団活動(W10)を同定した。
- ・ これらのデータから作成したデコーダーによりマウスの意思決定行動を予測できた。
- ・ W10の神経細胞活動パターンは学習後の睡眠中に形成されていることを見出した。

忘却記憶のサイレントエングラム (Wally et al, Comm Biol, 2022)

我々は数多くの体験をして記憶するが、多くは時間とともに忘却する。しかし忘却した膨大な記憶が個性や人格の形成に影響を与えていることは間違いないであろう。忘却後の記憶エングラムがその後の体験に影響を与える可能性とメカニズムを検討した。

- ・ 海馬依存的な学習である新規物体場所課題(NOL)を用いた。6分間の短い学習により、30分後には想起できるが24時間後には忘却する短期記憶が形成された。
- ・ 学習時に活動した海馬の神経細胞をチャンネルロドプシン標識し、24時間後に光刺激でそれらの細胞を活性化すると、マウスはNOL記憶を想起した。忘却した記憶でも、記憶痕跡はアクティブエングラムからサイレントエングラムへと変換し潜在意識下に残存していることが明らかになった。
- ・ 6分間学習の3日後に再び6分間学習を行うと24時間以上覚えている（生理的条件下で想起できる）長期記憶へと変換した。一回目の学習で形成されたサイレントエングラムが、2回目の学習時のテンプレートとして使用され記憶を強化していることを示している。
- ・ 繰り返し学習課題において、1回目の学習後のノンレム睡眠中の海馬神経細胞の活動を光遺伝学的に抑制すると長期記憶への転換が阻害された。
- ・ 以上より、脳は忘れ去った記憶の痕跡をサイレントエングラムとして潜在意識下で保持し、将来の使用に備えていることが明らかとなった。

記憶エングラムのリプレイとプレプレイ (Ghandour et al, Nat Comm 2019)

マウスを用い、文脈学習時、その後のレム睡眠時、ノンレム睡眠時、想起時の海馬CA1神経細胞活動を超小型内視顕微鏡nVistaによるカルシウムイメージングで計測した。記憶エングラムとなる細胞が形成するセルアセンブリ活動の推移と各フェーズ間の関係を数理解析により調べた。学習時に形成された数多くのサブアセンブリはレム睡眠時およびノンレム睡眠時にも再活動（リプレイ）していた。リプレイしたセルアセンブリが、その後の記憶想起時に優先的に活動することを見いだした(Ghandour et al, Nature Comm, 2019)。この結果は、記憶エングラムセルアセンブリのリプレイが記憶の固定化に重要であることを強く示唆している。

(2) 数理モデル(深井)

アイドリング中の脳で観察される神経活動は内的な要因により駆動される自然発火である。自発発火が経験依存に変化するプロセスを理解するため、大脳皮質局所回路モデルを構築した。興奮と抑制の動的バランスによりミクロとマクロの揺らぎが強く結合し、従来知ら

れていなかった、セルアセンブリの自発発火メカニズムを生み出すことを明らかにした (Hayakawa and Fukai, Phys Rev Research, 2020)。次に樹状突起計算を考慮した予測学習則を提案し、統計的に顕著な入力パターンが単一ニューロン・レベルで学習可能なことを示した (Asabuki and Fukai, Nat Comm 202)。また予測学習に対し、生物学的に妥当なカルシウム依存の可塑性メカニズムを提案した (Gaston and Fukai, Soc for Neurosci 2022)。この予測学習コードを神経回路全体に拡張し、自発発火に経験の事前確率分布を学習するための局所回路メカニズムを提案した (Asabuki and Fukai, bioRxiv doi.org/10.1101/2023.02.17.528958)。このメカニズムは、過去の経験を反映するプレプレイを階層ベイズ計算に組み込む機構を、世界で初めて明らかにするものであり、サル意思決定の実験結果を見事に再現した。

(3) 瞑想モデル (高雄)

瞑想は脳アイドリングを積極的に行っているひとつの状態と考えられるが、この訓練法として広く実践されている深呼吸という自発的かつ自律的な呼吸の変化が脳高次機能に及ぼす影響を明らかにするために、動物に自律的に深呼吸をさせるモデルを構築し、自律的な深呼吸が動物の高次脳機能にどのような家鏡をもたらすかを明らかにすることを目的とした。開発した深呼吸訓練装置により呼吸速度に環境刺激をフィードバックすることでマウスの呼吸は対照群のマウスと比較して遅いものとなった。すなわちマウスの呼吸を訓練により自律的に遅くすることに成功した。このように遅い呼吸を訓練したマウスの行動様式を解析したところ、協調運動の能力を評価するローターロッド試験において対照群のマウスより落下潜時が長く、協調運動の向上が示唆された。また、社会的アプローチ行動が増加、社会的新奇性に対する嗜好性は低下する傾向も見られた。これらの結果はマウスのような実験動物でも呼吸の速さを自律的に変化させることが可能であり、意図的に遅くした呼吸を繰り返すことにより協調運動や情動などの高次脳機能に影響を及ぼすことを示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計62件（うち査読付論文 45件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 34件）

1. 著者名 Suzuki Akinobu, Kosugi Sakurako, Murayama Emi, Sasakawa Eri, Ohkawa Noriaki, Konno Ayumu, Hirai Hirokazu, Inokuchi Kaoru	4. 巻 13
2. 論文標題 A cortical cell ensemble in the posterior parietal cortex controls past experience-dependent memory updating	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-021-27763-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 Nomoto Masanori, Murayama Emi, Ohno Shuntaro, Okubo-Suzuki Reiko, Muramatsu Shin-ichi, Inokuchi Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 The hippocampus as a sorter and reverberatory integrator of sensory inputs	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) 10.1101/2022.01.10.475731	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 Wally Maha E., Nomoto Masanori, Abdou Kareem, Inokuchi Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Uncovering long-term existence of a silent short-term memory trace	5. 発行年 2021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) 10.1101/2021.05.08.443276	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 Aly Mohamed H., Abdou Kareem, Okubo-Suzuki Reiko, Nomoto Masanori, Inokuchi Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Offline knowledge assimilations ensue online obscurity to inspire implicit learning	5. 発行年 2021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) 10.1101/2021.04.06.438726	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 Abdou Kareem, Choko Kiriko, Aly Mohamed H., Okubo-Suzuki Reiko, Muramatsu Shin-ichi, Inokuchi Kaoru	4. 巻 -
2. 論文標題 Inspiring cognitive inference in a cortical network during REM sleep	5. 発行年 2021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) 10.1101/2021.04.08.439095	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 Ohta Morihiro, Asabuki Toshitake, Fukai Tomoki	4. 巻 12
2. 論文標題 Intrinsic bursts facilitate learning of L?vy flight movements in recurrent neural network models	5. 発行年 2022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/s41598-022-08953-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 Fukai Tomoki, Asabuki Toshitake, Haga Tatsuya	4. 巻 70
2. 論文標題 Neural mechanisms for learning hierarchical structures of information	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Opinion in Neurobiology	6. 最初と最後の頁 145~153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.conb.2021.10.011	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 Chipman Peter H, Fung Chi Chung Alan, Pazo Fernandez Alejandra, Sawant Abhilash, Tedoldi Angelo, Kawai Atsushi, Ghimire Gautam Sunita, Kurosawa Mizuki, Abe Manabu, Sakimura Kenji, Fukai Tomoki, Goda Yukiko	4. 巻 10
2. 論文標題 Astrocyte GluN2C NMDA receptors control basal synaptic strengths of hippocampal CA1 pyramidal neurons in the stratum radiatum	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 1~32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.70818	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 Haga Tatsuya, Fukai Tomoki	4. 巻 17
2. 論文標題 Multiscale representations of community structures in attractor neural networks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS Computational Biology	6. 最初と最後の頁 1~26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pcbi.1009296	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 Handa Takashi, Harukuni Rie, Fukai Tomoki	4. 巻 31
2. 論文標題 Concomitant Processing of Choice and Outcome in Frontal Corticostriatal Ensembles Correlates with Performance of Rats	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 4357~4375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhab091	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 Asai Hiroataka, Ohkawa Noriaki, Saitoh Yoshito, Ghandour Khaled, Murayama Emi, Nishizono Hirofumi, Matsuo Mina, Hirayama Teruyoshi, Kaneko Ryosuke, Muramatsu Shin-ichi, Yagi Takeshi, Inokuchi Kaoru	4. 巻 13
2. 論文標題 Pcdh deficiency affects hippocampal CA1 ensemble activity and contextual fear discrimination	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Brain	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) 10.1186/s13041-020-0547-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 Nihonmatsu Itsuko, Ohkawa Noriaki, Saitoh Yoshito, Okubo-Suzuki Reiko, Inokuchi Kaoru	4. 巻 9
2. 論文標題 Selective targeting of mRNA and the following protein synthesis of CaMKII at the long-term potentiation-induced site	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biology Open	6. 最初と最後の頁 bio042861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/bio.042861	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 1) 大川宜昭、竹川高志、野本真順、井ノ口馨 .	4. 巻 27
2. 論文標題 脳深部Ca2+イメージングへの誘い .	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本神経回路学会誌	6. 最初と最後の頁 74 ~ 86
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3902/jnns.27.74	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 -

1. 著者名 Kurikawa Tomoki、Mizuseki Kenji、Fukai Tomoki	4. 巻 31
2. 論文標題 Oscillation-Driven Memory Encoding, Maintenance, and Recall in an Entorhinal?Hippocampal Circuit Model	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 2038 ~ 2057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhaa343	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 Asai Hirotaka、Ohkawa Noriaki、Saitoh Yoshito、Ghandour Khaled、Murayama Emi、Nishizono Hirofumi、Matsuo Mina、Hirayama Teruyoshi、Kaneko Ryosuke、Muramatsu Shin-ichi、Yagi Takeshi、Inokuchi Kaoru	4. 巻 13
2. 論文標題 Pcdh deficiency affects hippocampal CA1 ensemble activity and contextual fear discrimination.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Molecular Brain	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) 10.1186/s13041-020-0547-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 Ghandour Khaled、Ohkawa Noriaki、Fung Chi Chung Alan、Asai Hirotaka、Saitoh Yoshito、Takekawa Takashi、Okubo-Suzuki Reiko、Soya Shingo、Nishizono Hirofumi、Matsuo Mina、Osanai Makoto、Sato Masaaki、Ohkura Masamichi、Nakai Junichi、Hayashi Yasunori、Sakurai Takeshi、Kitamura Takashi、Fukai Tomoki、Inokuchi Kaoru	4. 巻 10
2. 論文標題 Orchestrated ensemble activities constitute a hippocampal memory engram.	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/s41467-019-10683-2	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 井ノ口 馨	4. 巻 51
2. 論文標題 総論 記憶研究の現状	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊細胞 特集 記憶のしくみ	6. 最初と最後の頁 264-265
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 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 -

1. 著者名 横瀬 淳, 井ノ口 馨	4. 巻 51
2. 論文標題 記憶痕跡と記憶の関連付け	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊細胞 特集 記憶のしくみ	6. 最初と最後の頁 270-273
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 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 -

1. 著者名 Abdou K, and Inokuchi K.	4. 巻 51
2. 論文標題 Synaptic identity of memory engrams.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊細胞 特集 記憶のしくみ	6. 最初と最後の頁 282-285
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 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 -

1. 著者名 大川 宜昭, 井ノ口 馨	4. 巻 33
2. 論文標題 記憶痕跡セル・アンサンブルを利用した人工連合記憶の創出	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dementia Japan・特集 記憶のメカニズムとシナプスイメージング	6. 最初と最後の頁 2-9
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 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 -

1. 著者名 Asabuki Toshitake、Fukai Tomoki	4. 巻 11
2. 論文標題 Somatodendritic consistency check for temporal feature segmentation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-020-15367-w	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 Hayakawa Takashi、Fukai Tomoki	4. 巻 2
2. 論文標題 Spontaneous and stimulus-induced coherent states of critically balanced neuronal networks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Research	6. 最初と最後の頁 013253-1-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.2.013253	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 Haga Tatsuya、Fukai Tomoki	4. 巻 123
2. 論文標題 Extended Temporal Association Memory by Modulations of Inhibitory Circuits	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 078101-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.078101	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 Watanabe Keita、Haga Tatsuya、Tatsuno Masami、Euston David R.、Fukai Tomoki	4. 巻 13
2. 論文標題 Unsupervised Detection of Cell-Assembly Sequences by Similarity-Based Clustering	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroinformatics	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fninf.2019.00039	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 Fujii Kazuki, Otofujii Hinano, Nakamura Yu, Koshidaka Yumie, Adachi Mayumi, Sasakawa Eri, Darwish Mohamed, Takao Keizo	4. 巻 1
2. 論文標題 Comprehensive behavioral analysis of mice repeatedly treated with propofol	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Translational and Regulatory Sciences	6. 最初と最後の頁 46 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.33611/trs.1_46	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 Abdou Kareem, Shehata Mohammad, Choko Kiriko, Nishizono Hirofumi, Matsuo Mina, Muramatsu Shin-ichi, Inokuchi Kaoru	4. 巻 360
2. 論文標題 Synapse-specific representation of the identity of overlapping memory engrams	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 1227 ~ 1231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/science.aat3810	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 Alam Md Jahangir, Kitamura Takashi, Saitoh Yoshito, Ohkawa Noriaki, Kondo Takashi, Inokuchi Kaoru	4. 巻 38
2. 論文標題 Adult Neurogenesis Conserves Hippocampal Memory Capacity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 6854 ~ 6863
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.2976-17.2018	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 Oishi Naoya, Nomoto Masanori, Ohkawa Noriaki, Saitoh Yoshito, Sano Yoshitake, Tsujimura Shuhei, Nishizono Hirofumi, Matsuo Mina, Muramatsu Shin-ichi, Inokuchi Kaoru	4. 巻 12
2. 論文標題 Artificial association of memory events by optogenetic stimulation of hippocampal CA3 cell ensembles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Molecular Brain	6. 最初と最後の頁 111111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13041-018-0424-1	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 Fung Chi Chung Alan, Fukai Tomoki	4. 巻 122
2. 論文標題 Discrete-Attractor-like Tracking in Continuous Attractor Neural Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.122.018102	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 Darwish Mohamed, Nishizono Hirofumi, Uosaki Hideki, Sawada Hitomi, Sadahiro Taketaro, Ieda Masaki, Takao Keizo	4. 巻 317
2. 論文標題 Rapid and high-efficient generation of mutant mice using freeze-thawed embryos of the C57BL/6J strain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neuroscience Methods	6. 最初と最後の頁 149~156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jneumeth.2019.01.010	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 Fujii Kazuki, Koshidaka Yumie, Adachi Mayumi, Takao Keizo	4. 巻 39
2. 論文標題 Effects of chronic fentanyl administration on behavioral characteristics of mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuropsychopharmacology Reports	6. 最初と最後の頁 17~35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/npr2.12040	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 Ueno Hiroshi, Fujii Kazuki, Suemitsu Shunsuke, Murakami Shinji, Kitamura Naoya, Wani Kenta, Aoki Shozo, Okamoto Motoi, Ishihara Takeshi, Takao Keizo	4. 巻 4
2. 論文標題 Expression of aggrecan components in perineuronal nets in the mouse cerebral cortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IBRO Reports	6. 最初と最後の頁 22~37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ibror.2018.01.002	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 -

1. 著者名 野本 真順、井ノ口 馨	4. 巻 90
2. 論文標題 細胞タグ機構：行動タグのための記憶アロケーションの空間的重複	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生化学	6. 最初と最後の頁 84～89
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14952/SEIKAGAKU.2018.900084	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 -

1. 著者名 野本 真順、井ノ口 馨	4. 巻 18
2. 論文標題 特集・記憶エンングラムの神経回路と精神疾患・行動タグと精神疾患	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 分子精神医学	6. 最初と最後の頁 58～65
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 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 -

1. 著者名 5.横瀬 淳、井ノ口 馨	4. 巻 18
2. 論文標題 特集・記憶エンングラムの神経回路と精神疾患・記憶の関連付けから迫る精神疾患	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 分子精神医学	6. 最初と最後の頁 66～72
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 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 -

1. 著者名 野本 真順、井ノ口 馨	4. 巻 70
2. 論文標題 記憶は人為的に書き換えられる	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 医学書院・BRAIN and NERVE：記憶と忘却に関わる脳のしくみー分子機構から健忘の症候まで	6. 最初と最後の頁 699～711
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 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 -

1. 著者名 大川 宜昭、横瀬 淳、井ノ口 馨	4. 巻 36
2. 論文標題 記憶の操作	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience・特集 光が開く神経科学の未来 - オプトジェネティクスと光イメージング	6. 最初と最後の頁 916 ~ 920
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 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 -

1. 著者名 Nomoto Masanori、Inokuchi Kaoru	4. 巻 153
2. 論文標題 Behavioral, cellular, and synaptic tagging frameworks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neurobiology of Learning and Memory	6. 最初と最後の頁 13 ~ 20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.nlm.2018.03.010	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 井ノ口 馨	4. 巻 67
2. 論文標題 記憶を改変する - 記憶の物理化学的実体の理解に基づいて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 麻酔 増刊	6. 最初と最後の頁 31 ~ 38
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 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 -

1. 著者名 大川 宜昭、井ノ口 馨	4. 巻 33
2. 論文標題 記憶痕跡セル・アンサンブルを利用した人工連合記憶の創出	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dementia Japan・特集 記憶のメカニズムとシナプスイメージング	6. 最初と最後の頁 2 ~ 9
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 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122件（うち招待講演 26件 / うち国際学会 54件）

1. 発表者名 野本真順, 井ノ口馨
2. 発表標題 海馬におけるアンサンブル反響活動による連合記憶の制御
3. 学会等名 2021年度生理研研究会・記憶研究会2021「記憶・学習の多角的理解に向けたアプローチ」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Functional roles of the idling brain
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Brain functions in subconscious: from memory engram
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting, Luncheon Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井ノ口馨
2. 発表標題 記憶のメカニズム
3. 学会等名 日本ペインクニック学会 第55回学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nomoto M., Murayama E., Ohno S., Okubo-Suzuki R., Inokuchi K.
2. 発表標題 Ensemble reverberatory activity in hippocampus encodes associative memory
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Abdou K., Choko K., Mostafa M., Okubo-Suzuki R., Muramatsu S., Inokuchi K.
2. 発表標題 Engineering cognitive inference in cortical network during REM sleep
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung CCA, Saitoh Y., Takekawa T., Sato M., Fukai T., Inokuchi K.
2. 発表標題 Pre-configured ensembles are recruited into upcoming hippocampal engram
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fayed MR., Ghandour K., Okubo-Suzuki R., Abdou K., Inokuchi K.
2. 発表標題 Orbitofrontal cortex governs wise decisions throughout awake and sleep states
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ohno S., Nomoto M., Inokuchi K.
2. 発表標題 iSeq: seqNMF based on Itakura-Saito divergence for extraction of comparable temporal sequences in neuronal activities
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakayama S., Yokose J., Ohno S., Choko K., Inokuchi K.
2. 発表標題 The role for remote memory formation in the secondary auditory cortex.
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ageta-Ishihara N., Fukazawa Y., Takao K., Kengaku M., Miyakawa T., Inokuchi K., Bito H., Kinoshita M.
2. 発表標題 A myosin/septin-dependent postsynaptic regulation required for memory consolidation
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Extracting Cell Assembly Patterns from Large-scale Recording Data
3. 学会等名 Grant-in-Aid for Transformative Research Areas Symposium:Morphological Features and Gene Expression Patterns in Hub Neurons (招待講演)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Tomoki Fukai
2 . 発表標題 Old and new findings on cell-assembly hypothesis
3 . 学会等名 CNBE Symposium 2021, The University of Electro-Communications (招待講演)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Thomas F Burns, Tatsuya Haga and Tomoki Fukai
2 . 発表標題 Multiscale and extended retrieval of associative memory structures in a cortical model of local-global inhibition balance.
3 . 学会等名 Neuromatch 4.0 (Online) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Toshitake Asabuki and Tomoki Fukai
2 . 発表標題 Learning hierarchical and probabilistic input structures in neural networks
3 . 学会等名 Topical Problems of Nonlinear Wave Physics (NWP-2021) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Toshitake Asabuki and Tomoki Fukai
2 . 発表標題 Learning spontaneously reactivatable prior distributions for causal inference
3 . 学会等名 RIKEN-OIST Joint Symposium Series 2 "Kinds of Minds - what is thinking?"
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 Roman Koshkin and Tomoki Fukai
2. 発表標題 Role of Spontaneous Neural Activity in Memory Function
3. 学会等名 RIKEN-OIST Joint Symposium Series 2 "Kinds of Minds - what is thinking?"
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Plenary Symposium: Synaptic Plasticity and Emergent Functions (Chair: Masami Tatsuno), 14th Canadian Neuroscience Meeting, Online (Canada) (August 23, 2021)
3. 学会等名 14th Canadian Neuroscience Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Fukai, Ruxandra Cojocaru and Takashi Takekawa
2. 発表標題 Assemblies of low-frequency firing neurons in the motor cortex of behaving rats
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/The 1st CJK International Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Neural mechanisms of segmentation in sensory and memory processing
3. 学会等名 Connecting Brains: A worldwide Neuroscience Lecture Series (Max Planck Institute for Brain Research) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 倉林伸博、高雄啓三
2. 発表標題 大脳新皮質における - 細胞を起点としたプレシナプスネットワークの多様性解析
3. 学会等名 第15回 神経発生討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤井 一希, 腰高 由美恵, 安達 真由美, 柳橋 裕子, 松尾 美奈, 西園 啓文, 黒田 信幸, 相澤 康則, 高雄 啓三
2. 発表標題 プロテインキナーゼ A (PKA) 結合配列を持つマイクロプロテイン Akain1 欠損マウスは 類似条件弁別障害を示す
3. 学会等名 先端モデル動物支援プラットフォーム 2021年度 成果発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中輝幸, 安藤さくら, 阿部学, 崎村健司, 藤井一希, 高雄 啓三
2. 発表標題 Cyclin-dependent kinase-like 5 (CDKL5) キナーゼ活性欠損ノックインマウスの作製と網羅的行動解析
3. 学会等名 先端モデル動物支援プラットフォーム 2021年度 成果発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高雄啓三
2. 発表標題 マウス行動解析、その前と後
3. 学会等名 先端モデル動物支援プラットフォーム 2021年度 成果発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野本真順, 村山絵美, 芳賀達也, 村松慎一, 深井朋樹, 井ノ口馨
2. 発表標題 悪経験直後の情報反響と連合学習における海馬CA3 NMDA受容体の関与
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Abdou K., Choko K., Mostafa M., Okubo-Suzuki R., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Dissociable roles of sleep stages in the emergence and consolidation of transitive inference.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C.C.A., Asai H., Saitoh Y., Takekawa T., Nishizono H., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Fukai T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Pre-configured ensembles are recruited into upcoming hippocampal engram.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅井裕貴, 鈴木(大久保) 玲子, 金子涼輔, 大川宜昭, 斎藤喜人, Ghandour K., 村山絵美, 西園啓文, 松尾美奈, 平山晃斉, 村松慎一, 八木健, 井ノ口馨
2. 発表標題 学習・記憶を担う海馬神経細胞集団の構築
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mostafa M., Abdou K., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Offline memory consolidation and assimilation independently co-occur.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Choucry A., Abdou K., Okubo-Suzuki R., Murayama E., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Silent hippocampal engram tags future episode for consolidation.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Wally M., Nomoto M., Abdou K., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Involvement of sleep and NMDAR-activity in the storage of short-term memory engram.
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中山翔太, 横瀬淳, 趙康綺子, 大野駿太郎, 井ノ口馨
2. 発表標題 マウス二次聴覚野における遠隔恐怖記憶に関わる神経細胞集団ダイナミクス
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅野雄輝, 藤井一希, 長谷川昌也, 廣林茂樹, 高雄啓三.
2. 発表標題 非調和解析 (N H A) を用いたマウス呼吸の時間周 波数解析.
3. 学会等名 第67回日本実験動物学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤村耕平, 仙道水月, 藤井一希, 吉田知之, 高雄啓三.
2. 発表標題 共母体免疫活性化は胎児の脳における Ptpd 遺伝子微小 エクソン選択調節を攪乱する.
3. 学会等名 第67回日本実験動物学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Rate and temporal coding perspectives of motor processing in cortical microcircuits
3. 学会等名 Online Workshop Series Neural Control: From data to machines (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 情報圧縮: 脳的アプローチ
3. 学会等名 第12回数理解モデリング研究会 数理モデリングの哲学--数理モデルは何のためにあるのか -- (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Milena Menezes Carvalho, Tomoki Fukai
2. 発表標題 Self-supervision mechanism of multiple dendritic compartments for temporal feature learning
3. 学会等名 29th Annual Computational Neuroscience Meeting (CNS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 .井ノ口馨
2. 発表標題 記憶の神経科学的実体. ヒトの脳回路機能の解明に向けて ~ネズミから探る・サルから探る~
3. 学会等名 次世代脳プロジェクト冬のシンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Organization of memory engram.
3. 学会等名 Toyama Forum for Academic Summit on" Dynamic Brain" (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K
2. 発表標題 Orchestrated ensemble activities constitute a hippocampal memory engram
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Orchestrated ensemble activities constitute a hippocampal memory engram
3. 学会等名 14th International Conference of Neurons and Brain Diseases, Association for the study of neurons and diseases (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Memory can be manipulated and it could help those with PTSD.
3. 学会等名 International Brain Science Summit Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Organization of memory engram.
3. 学会等名 MCCS-Asia 2019 in Seoul (Molecular and Cellular Cognition Society) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 7.Abdou K.
2. 発表標題 Synapse-specific plasticity governs the identity of overlapping memory traces.
3. 学会等名 Current Trends and Future Directions of Synapse-Circuit Plasticity Research
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Cell ensemble mechanisms underlying memory formation.
3. 学会等名 Current Trends and Future Directions of Synapse-Circuit Plasticity Research (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Reactivation of memory engram during REM/nonREM sleep.
3. 学会等名 NEURO2019 (第42回日本神経科学大会、第62回日本神経化学会大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Memory engram and plasticity.
3. 学会等名 HEBB 70: Synapses, Plasticity, and Disease (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 .Inokuchi K.
2. 発表標題 Organization of memory engram in the hippocampus.
3. 学会等名 SPRING HIPPOCAMPAL RESEARCH CONFERENCE (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C. A., Asai H., Saitoh Y., Takekawa T., Nishizono H., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Fukai T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Pre-configured Ensembles are Recruited into Upcoming Hippocampal Engram.
3. 学会等名 Neuroscience 2019, Annual Meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Asai H., Ohkawa N., Saitoh Y., Ghandour K., Nishizono H., Matsuo M., Hirayama T., Muramatsu S., Kaneko R., Yagi T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Deletion of cPcdhs affects cell ensemble activities in the hippocampus.
3. 学会等名 Neuroscience 2019, Annual Meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C. A., Asai H., Saitoh Y., Takekawa T., Nishizono H., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Fukai T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Pre-configured Ensembles are Recruited into Upcoming Hippocampal Engram.
3. 学会等名 The 18th Annual MCCA meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Asai H., Ohkawa N., Saitoh Y., Ghandour K., Nishizono H., Matsuo M., Hirayama T., Muramatsu S., Kaneko R., Yagi T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Deletion of cPcdhs affects cell ensemble activities in the hippocampus.
3. 学会等名 The 18th Annual MCCA meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Abdou K., Shehata M., Choko K., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Synapse-specific plasticity governs the identity of overlapping memory traces.
3. 学会等名 Current Trends and Future Directions of Synapse-Circuit Plasticity Research
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Suzuki A., Kosugi S., Murayama E., Ohkawa N., Matsuo M., Nishizono H., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Manipulation of fear memory association by posterior parietal cortex.
3. 学会等名 Current Trends and Future Directions of Synapse-Circuit Plasticity Research
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C. A., Asai H., Saitoh Y., Takekawa T., Nishizono H., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Fukai T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Pre-configured Ensembles are Recruited into Upcoming Hippocampal Engram.
3. 学会等名 NEURO2019 (第42回日本神経科学大会、第62回日本神経化学会大会),
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nomoto M., Murayama E., Haga T., Ohkawa N., Muramatsu S, Fukai T, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Involvement of the CA3 recurrent circuit in the memory consolidation and retrieval.
3. 学会等名 NEURO2019 (第42回日本神経科学大会、第62回日本神経化学会大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Asai H., Ohkawa N., Saitoh Y., Ghandour K., Nishizono H., Matsuo M., Hirayama T., Muramatsu S., Kaneko R., Yagi T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Deletion of cPcdhs affects cell ensemble activities in the hippocampus.
3. 学会等名 NEURO2019 (第42回日本神経科学大会、第62回日本神経化学会大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Thomas Burns, Tomoki Fukai
2. 発表標題 Stability of spontaneous activity depends on synaptic delays in spiking network models.
3. 学会等名 Systems & Computational Neuroscience Down Under (SCiNDU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Cognition through neural circuit dynamics.
3. 学会等名 Toyama Forum for Academic Summit on "Dynamic Brain" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsuya Haga, Tomoki Fukai
2. 発表標題 Extended associative memory by inhibitory modulation.
3. 学会等名 Neuroscience 2019 (SfN's 49th annual meeting) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Temporal feature analysis in brain-inspired neural systems.
3. 学会等名 Silicon Nanoelectronics Workshop 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoki Fukai
2. 発表標題 Temporal feature analysis by self-supervising dendritic neurons.
3. 学会等名 2019 Gordon Research Conference on Dendrites: Molecules, Structure and Function (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾本吉隆, 長谷川英之, 長岡 亮, 竹内道雄, 坂井俊彦, Gabor Andocs, 高雄啓三
2. 発表標題 超音波エコー振幅分布モデルへの整合誤差の評価による散乱体密度推定精度の向上
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高雄啓三
2. 発表標題 マウスにおけるゲノム編集と行動解析を起点とした精神疾患研究
3. 学会等名 第42回 日本分子生物学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fujii K, Koshidaka Y, Adachi M, Yanagibashi Y, Matsuo M, Nishizono H, Aizawa Y, & Takao K
2. 発表標題 Mice deficient in Akain1, a novel protein kinase A-binding protein, exhibit decreased pain sensitivity and impaired context discrimination
3. 学会等名 49th Annual meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井一希, 腰高由美恵, 安達真由美, 柳橋裕子, 松尾美奈, 西園啓文, 相澤康則, 高雄啓三.
2. 発表標題 新規プロテインキナーゼA (PKA) 結合タンパクAkain1 欠損マウスは痛覚感受性低下と類似条件弁別障害を示す
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuki Fujii, Yumie Koshidaka, Mayumi Adachi, Yuko Yanagibashi, Mina Matsuo, Yasunori Aizawa, Keizo Takao.
2. 発表標題 Mice deficient in Akain1, a novel protein kinase A-binding protein, exhibit decreased pain sensitivity and impaired context discrimination
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 高雄啓三, 長岡 亮, 長谷川英之
2. 発表標題 生体の深部加温実験における超音波散乱波の統計的解析による内部温度変化測定
3. 学会等名 第84回日本温泉気候物理医学会総会・学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井ノ口 馨
2. 発表標題 記憶を改変する：記憶の物理化学的実体の理解に基づいて
3. 学会等名 日本麻酔科学会 第65回学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Synapse-specific plasticity within engram assemblies governs the memory identity.
3. 学会等名 The 24th IUBMB, Symposium on Brain Research, Keynote lecture. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Cell ensemble mechanisms underlying memory processing.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Luncheon Seminar. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ohkawa N., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Ensemble representation of contextual memory in hippocampal engram cells.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society, Symposium. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Synapse-specific Representation of the Identify of Overlapping Memory Engrams.
3. 学会等名 2nd Pain and Emotions Summer Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Identity and the association of memories.
3. 学会等名 The 13th International Conference of Neurons and Brain Diseases, Association for the study of neurons and diseases (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ghandour K.
2. 発表標題 Orchestrated ensembles activity constitute hippocampal memory engram.
3. 学会等名 The 17th Annual MCCA meeting, 2018. (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井ノ口馨
2. 発表標題 記憶の物理化学的実体
3. 学会等名 日本基礎心理学会第37回大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Oishi N., Koga K., Nomoto M., Ohkawa N., Tsujimura S., Sano Y., Saitoh Y., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Establishment of in vivo field excitatory post synaptic potential (fEPSP) recording system at hippocampal CA3-CA3 synapses.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Abdou K.M., Shehata M., Choko K., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Synapse-specific representation of the identity of multiple memory engrams.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C.C.A., Asai H., Saitoh Y., Takekawa T., Okubo-Suzuki R., Soya S., Nishizono H., Matsuo M., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Sakurai T., Osanai M., Kitamura T., Fukai T, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Integrating Neuronal Ensembles Constitute and Replay Hippocampal Engram.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kameyama A., Asai H., Saitoh Y., Ghandour K., Okubo-Suzuki R., Nomoto M., Tsujimura S., Ohkawa N, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Impairment of memory consolidation by anesthesia immediately after conditioning.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nomoto M., Murayama E., Ohkawa N., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Hippocampal CA3 is involved in associative memory processing via learning-induced high frequent activity.
3. 学会等名 The 41st Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木章円, 小杉桜子, 村山絵美, 大川宜昭, 辻村周平, 松尾美奈, 西園啓文, 井ノ口馨
2. 発表標題 Posterior parietal cortexによる記憶連合制御
3. 学会等名 生理学研究so研究会 記憶・学習の基盤機構と回路研究の新展開へのアプローチ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Oishi N., Koga K., Nomoto M., Ohkawa N., Tsujimura S., Sano Y., Saitoh Y., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Muramatsu S., and Inokuchi K. :Synchronous activation of distinct memory ensembles in CA3 integrate two memories.
3. 学会等名 生理学研究so研究会 記憶・学習の基盤機構と回路研究の新展開へのアプローチ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Abdou K.M., Shehata M.H., Choko K., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Synapse-specific plasticity governs the identity of overlapping memory engrams.
3. 学会等名 The 17th Annual MCCA meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suzuki A., Kosugi S., Murayama E., Ohkawa N., Matsuo M., Nishizono H., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Manipulation of fear memory association by posterior parietal cortex.
3. 学会等名 The 17th Annual MCCA meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C. A., Asai H., Saitoh Y., Takekawa T., Okubo-Suzuki R., Soya S., Nishizono H., Matsuo M., Osanai M., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Sakurai T., Kitamura T., Fukai T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Orchestrated ensembles activity constitute hippocampal memory engram.
3. 学会等名 The 17th Annual MCCA meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Abdou K.M., Shehata M.H., Choko K., Nishizono H., Matsuo M., Muramatsu S, and Inokuchi K.
2. 発表標題 Synapse-specific plasticity governs the identity of overlapping memory engrams.
3. 学会等名 Neuroscience 2018, Annual Meeting of Society for Neuroscience, (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Suzuki A., Kosugi S., Murayama E., Ohkawa N., Matsuo M., Nishizono H., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Manipulation of fear memory association by posterior parietal cortex.
3. 学会等名 Neuroscience 2018, Annual Meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ghandour K., Ohkawa N., Fung C. A., Asai H, Saitoh Y., Takekawa T., Okubo-Suzuki R., Soya S., Nishizono H., Matsuo M. , Osanaï M., Sato M., Ohkura M., Nakai J., Hayashi Y., Sakurai T., Kitamura T., Fukai T., and Inokuchi K.
2. 発表標題 Orchestrated ensembles activity constitute hippocampal memory engram.
3. 学会等名 Neuroscience 2018, Annual Meeting of Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inokuchi K.
2. 発表標題 Association and identity of memory.
3. 学会等名 The 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies Congress (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村公洋, 藤井一希, 腰高由美恵, 安達真由美, 松尾美奈, 柳橋裕子, 斉藤貴志, 西道隆臣, 高雄啓三
2. 発表標題 APPノックインマウスの若齢期における行動表現型解析
3. 学会等名 第65回日本実験動物学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井一希, 腰高由美恵, 安達真由美, 高雄啓三
2. 発表標題 合成オピオイドフェンタニルの慢性投与がマウスの行動特性に与える影響
3. 学会等名 第65回日本実験動物学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高雄啓三
2. 発表標題 精神疾患モデルマウスにおける軽度慢性炎症
3. 学会等名 第8回オルソオルガノジェネシス検討会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西園啓文, Darwish Mohamed Ibrahim, 澤田瞳子, 高雄啓三
2. 発表標題 Pelizaeus-Merzbacher disease様ヒト先天性大脳白質形成不全症に関わるグリシンレセプター 4ノックアウトマウスの作製と病態解析 Generation and characterization of glycine receptor alpha 4 subunit (Glr4) knockout mice.
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 藤井一希, 腰高由美恵, 安達真由美, 高雄啓三
2. 発表標題 Effects of chronic fentanyl administration on behavioral characteristics of mice
3. 学会等名 学術研究支援基盤形成先端モデル動物支援プラットフォーム成果発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

富山大学学術研究部院医学系生化学講座 http://www.med.u-toyama.ac.jp/bmb/index-j.html 深井研究室ホームページ https://groups.oist.jp/ncbc

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	深井 朋樹 (FUKAI TOMOKI) (40218871)	沖縄科学技術大学院大学・神経情報・脳計算ユニット・教授 (38005)	
研究分担者	高雄 啓三 (TAKAO KEIZO) (80420397)	富山大学・学術研究部医学系・教授 (13201)	

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