

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H00104

研究課題名（和文）情動と社会行動を司る脳内ネットワークの構成と動態の理解

研究課題名（英文）Understanding the configuration and dynamics of the brain network underlying emotion and social behavior

研究代表者

筒井 健一郎 (Tsutsui, Ken-Ichiro)

東北大学・生命科学研究科・教授

研究者番号：90396466

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 35,100,000円

研究成果の概要（和文）：情動や意欲が脳のなかのどのようなメカニズムによって生じているのかを明らかにするため、神経回路トレーシング、神経活動介入、神経活動（局所電場電位）の多点同時録を行った。神経回路トレーシングでは、前頭葉の中で特に内側前頭皮質が扁桃体・側坐核との密な神経結合を有していることが明らかになった。神経活動介入では、とくに、内側前頭皮質の腹側部が、情動や気分の調節に関わっていることが明らかになった。神経活動の多点記録では、運動を修飾する情動や意欲の情報が、内側前頭皮質から、前頭葉外側部の運動関連皮質に送られ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

脳の中での情動や意欲の生成過程については、これまで不明な点が多かったが、本研究により、扁桃体・側坐核と、内側前頭皮質が重要な役割を担っていることが明らかになった。また、情動や気分が行動に影響を与えるのは、内側前頭皮質と外側の運動関連皮質の機能連関による者と示唆された。本研究の成果は、情動や意欲の神経機構の解明への足がかりとなるばかりでなく、うつ病やその他の精神疾患の病態の理解や治療法の改善・開発につながることを期待される。

研究成果の概要（英文）：To clarify the mechanisms by which emotions and motivation arise in the brain, we performed neural circuit tracing, neural activity intervention, and multi-point simultaneous recording of neural activity (local field potentials). Neural circuit tracing revealed that the medial frontal cortex, in particular, has dense neural connections with the amygdala and nucleus accumbens. Neural activity intervention revealed that the ventral part of the medial frontal cortex is particularly involved in regulating emotions and mood. Multi-channel recording of neural activity suggested that information on emotions and motivation that modifies movement is sent from the medial frontal cortex to the movement-related cortices in the lateral frontal lobe.

研究分野：生理心理学、システム神経科学

キーワード：サル 神経トレーシング ウイルスペクター 電気生理学 多点電極

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

これまでの研究により、視床下部、扁桃核、側坐核、帯状回、さらには前頭連合野などの脳領域が情動の生成に重要な役割を果たしていることがわかってきたが、それらの脳領域の間にどのような神経回路が成り立っていて、どのような情報のやりとりが行われているのか、また、それぞれの脳領域が情動のどのような側面に関わっているのかについては、不明な点が多かった。動物を使ったシングル・マルチ神経活動の記録や、ヒトを対象とした脳機能イメージングによって、側坐核の賦活が、生理的渴望の解消から高度に認知的な満足感に至るまで、あらゆる次元の正の情動に関係していること、また、扁桃核の賦活が、恐怖や不安などの負の情動に関係していることが明らかになった。さらに、筒井らの研究グループほか、多くの研究によって、帯状回に報酬あるいは罰に特異的に関係する領域が散在していること、また、前頭連合野内に、後悔や安堵などの高度な感情に伴って賦活する領域があることが明らかになってきた。

2. 研究の目的

脳幹から大脳皮質に至るまで、実に様々な脳領域が、情動と関係して賦活することが明らかになってきたが、それらの脳領域の間にどのような神経回路が成り立っていて、どのような情報のやりとりが行われているのか、また、それぞれの脳領域が情動のどのような側面に関わっているのかについては、これまで用いられてきた研究手法 - 局所的な脳の破壊、電気刺激、電気活動記録、あるいは、fMRI に代表される、比較的長時間・空間分解能の低い全脳イメージング技術 - では、解明に至っていない。そこで、本研究では、ウイルスベクターを使った神経トレーシング技術、広域神経活動を電気生理学的に同時多点記録する技術、多点同時記録した大量の神経活動から神経回路網の機能動態を読み出す数理的手法、経頭蓋磁気刺激により電磁気学的に神経活動を操作する方法、などの、最新の技術・手法を使いながら、サルを被検体とした動物実験を行って、これまでの研究の枠組みを超えた研究を展開し、情動を生み出している神経系の回路構成とそこで行われている情報処理への理解を深めるとともに、社会行動下での感情の機微や行動選択とその背景にある神経過程の間の動的関係性を解明することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 解剖学的手法： 蛍光タンパクの遺伝子を組み込んだウイルスベクターを脳に局所注入し、特定の神経回路を標識する。ウイルスに感染したニューロンの細胞体で合成された蛍光タンパクは、樹状突起や軸索の隅々まで輸送され、細胞全体の構造を標識する。化学トレーサーを使う方法に比べて格段に明瞭な結果が得られるので、神経回路の配線を、詳細かつ正確に調べることが可能である。細胞体・樹状突起から感染して生体内の情報の流れと同方向にトレースする順行性トレーサーと、軸索末端から感染して生体内の情報の流れと逆方向にトレースする逆行性トレーサーがある。本研究では、特に、内側前頭皮質 (vmFC)、側坐核 (NAc)、扁桃核 (Amy) に注目した。

(2) 神経活動の介入法： 反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) を用いて、非侵襲的に、脳領域レベルでの神経活動を操作する。われわれの研究により、低頻度刺激は神経活動に対して抑制的に、高頻度刺激は促進的に、作用することが明らかになっている (Honda et al. Neuroscience Research, 2021)。

(3) 電気生理学的計測 (記録法および解析法)： 電極材料の改良、電極構造の小型化・集積化により、複数の脳領域から神経活動の同時多点記録を行うことが可能になっている。本研究では、頭皮上に配置した多点電極、大脳皮質上にインプラントしたシート上の多点電極、さらには、脳深部にインプラントした刺入型の多点電極から、局所電場電位 (LFP) を記録する。一般に、頭皮上に配置した電極から記録した LFP は脳波 (EEG)、硬膜下・大脳皮質上に配置した電極から記録した LFP は皮質表面電位 (ECoG) と呼ぶ。複数領域で多点記録した神経活動データは、まずは、周波数スペクトル解析によって、各周波数帯 (, , , low- , high-) のパワーを算出することによって局所神経活動を定量化し、情動に関係した脳領域の同定を行うとともに、グレンジャー因果推定などの解析技術を用いて、複数の領域を結ぶ回路動態を可視化する。

(4) 行動課題：

a) 改変プリンクマンボード課題 ボード上の縦および横方向のスリット上の穴にエサ (サツマイモやリンゴ) の小片を入れ、サルに拾わせる。課題の難易度は、スリットの幅によって変化をつける。ボード 1 枚を 1 セッションとして、サルが自発的に遂行するセッション数を数え、課題遂行意欲を評価する。意欲に影響する因子は、課題の難易度と、エサ特異的な満腹度である。

b) 競合的摘餌課題 2 頭のサルを、イモの断片が入った凹みが並んだ板を挟んで向かい合わせに座らせ、規則的に配列された穴からイモの小片を取ることを競わせる。

c) 接近-回避葛藤課題 報酬と罰のいずれの結果もありえると予想される状況において、獲得 (接近) 行動をとるか回避行動をとるかの意思決定をサルに行わせる。サルを液晶スクリーンの前に座らせ、口元には 2 つのノズルがついた噴水装置を設置する。片方のノズル (ノズル A) からは報酬であるジュースが、もう片方のノズル (ノズル B) からは嫌悪刺激である食塩水が、出てく

るようになっている。スクリーンに映し出される抽象図形によって、遅延期間の後に与えられる液体が、報酬である確率と嫌悪刺激である確率を示す。例えば、刺激 A が呈示されると、その後に報酬と嫌悪刺激が与えられる確率はそれぞれ 100% と 0%、刺激 B, C, D, E が呈示されたときには、それぞれ、75% と 25%、50% と 50%、25% と 75%、0% と 100%、となる。抽象刺激の呈示前から、ジュース / 食塩水呈示の直前まで、サルを落ち着かせるために、手元のキーを握らせる。視覚刺激と報酬 / 嫌悪刺激の確率の関係を十分に学習させてからこの課題を行わせる。

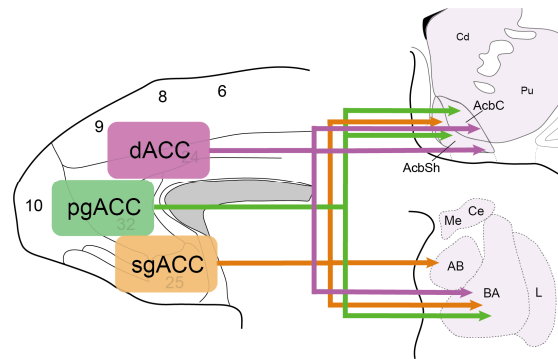


図1 内側前頭皮質(MFC)から側坐核(NAc)・扁桃体(Amy)への規則的投射

4. 研究成果

(1) 情動回路構成の解剖学的解析

情動にかかわる回路の構成を解析するために、ウイルスベクターを用いた神経トレーシングを行った。正の情動の発現に関わる領域として側坐核、負の情動の発現にかかわる領域として扁桃体を想定し、それぞれに、逆行性のウイルスベクター (AAV-retro) を注入した。解析の対象を前頭葉皮質としたところ、標識された細胞は、前頭葉の内側面、あるいは、眼窩面に数多く見いだされたが、それに対して、外側面では極めて少数の細胞しか標識されなかった。従って、前頭葉皮質のなかで、扁桃体や側坐核と密な連絡をもっているのは、内側面および眼窩面の各領域であることが明らかになった。内側前頭皮質から、これら領域への密な投射は、内側前頭皮質の各所 (帯状回背側部 (dACC)、同膝前部 (pgACC)、同膝下部 (sgACC)) への順行性トレーサー (AAV) の注入によっても確認された。また、さらに詳細な分析によって、内側前頭皮質から側坐核および扁桃体への投射には、規則性があることが明らかになった。dACC、pgACC、sgACC は、それぞれ、側坐核および扁桃体内の異なる部分に投射していた (図 1)。

(2) 機能介入

反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) によって前頭葉の異なる領域を抑制し、気分や情動の変化をしらべることによって、前頭葉各領域の機能と情動とのかかわりを因果論的に検証した。前頭前野背外側部 (dlPFC) の神経活動の抑制では、自発行動に目立った変化は生じなかった。一方、内側前頭皮質腹側部 (vmFC) の神経活動の抑制によって、自発行動量の低下や、社会的接触の回避、など抑うつ的な状態を示すとともに、血中コルチゾール濃度の上昇が認められた (図 2)。また、改変プリンクマンボード課題を用いることにより、



図2 内側前頭皮質腹側部(vmFC)の神経活動抑制によって生じる抑うつ症状

難易度の高い課題に限って、その遂行意欲が下がることが明になった。これにより、vmFC が、気分や意欲の調節に重要な役割を果たしていることが明らかになった (Nakamura et al., Journal of Experimental Neurology, 2021)。さらに、競合的摘餌課題を行わせることにより、社会的な文脈下による意欲についても検証を行った。vmFC の神経活動の抑制によって、社会的積極性が低下し、自分に近い位置の餌しか取らなくなった。dlPFC の神経活動の抑制では、課題遂行行動に大きな変化が生じなかったが、促進では、行動が積極化し、自分より相手に近い位置にある餌にまで手を伸ばすようになった。

(3) 情動関係領域における神経活動

情動や情動に関係した行動の発現と、dlPFC、vmFC、NAc、Amy などの領域を結ぶ神経ネットワークの動態の関係を調べるために、これらの領域に多点電極を留置し、接近-回避葛藤課題を遂行中に神経活動を記録した。まず、これらの領域の多くの電極から、手がかり刺激に対する一過性の反応が記録され、電極によって、報酬条件選択的なもの、罰条件に選択的なもの、また、葛藤条件に選択的なものがあった。手がかり刺激が呈示された後、遅延期間において、手元のキーの hold/release に使っている手と反対側の一次運動野および運動前野において、特異的な脳波振幅の増強が見られた。また、この際、帯状回の電極とこれらの電極の間の機能的接合性の増強が見られた。この神経活動は、運動の準備期間に、CS によって惹起された情動情報が、帯状回から運動関連領域に伝えられていることを反映している可能性がある」と推測される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 中村晋也、筒井健一郎	4. 巻 39巻8号
2. 論文標題 霊長類のうつ病モデル	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 臨床神経科学	6. 最初と最後の頁 1020 ~ 1023
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 Honda Yasutaka, Nakamura Shinya, Ogawa Kentaro, Yoshino Rintaro, Tobler Philippe N., Nishimura Yukio, Tsutsui Ken-ichiro	4. 巻 171
2. 論文標題 Changes in beta and high-gamma power in resting-state electrocorticogram induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of primary motor cortex in unanesthetized macaque monkeys	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 41 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2021.02.002	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 該当する
1. 著者名 筒井 健一郎	4. 巻 61
2. 論文標題 意欲の神経メカニズム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 303 ~ 308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11499/sicejl.61.303	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 Hosokawa Takayuki, Xu Muyuan, Katori Yuichi, Yamada Munekazu, Aihara Kazuyuki, Tsutsui Ken-ichiro	4. 巻 42
2. 論文標題 Monkey Prefrontal Single-Unit Activity Reflecting Category-Based Logical Thinking Process and Its Neural Network Model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 6380 ~ 6391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.2286-21.2022	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 Nakamura Shinya, Kishimoto Yodai, Sekino Masaki, Nakamura Motoaki, Tsutsui Ken-Ichiro	4. 巻 357
2. 論文標題 Depression induced by low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation to ventral medial frontal cortex in monkeys	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Experimental Neurology	6. 最初と最後の頁 114168 ~ 114168
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.expneurol.2022.114168	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 Benali Alia, Tsutsui Ken-Ichiro, Sekino Masaki, Pfeiffer Friederike	4. 巻 16
2. 論文標題 Editorial: Brain stimulation: From basic research to clinical use	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Human 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/fnhum.2022.1092165	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 該当する

1. 著者名 Woo Jae Hyung, Aguirre Claudia G., Bari Bilal A., Tsutsui Ken-Ichiro, Grabenhorst Fabian, Cohen Jeremiah Y., Schultz Wolfram, Izquierdo Alicia, Soltani Alireza	4. 巻 -
2. 論文標題 Mechanisms of adjustments to different types of uncertainty in the reward environment across mice and monkeys	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cognitive, Affective, and; 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) 10.3758/s13415-022-01059-z	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 該当する

1. 著者名 Honda Y, Nakamura S, Ogawa K, Yoshino R, Tobler PN, Nishimura Y, Tsutsui KI.	4. 巻 in press
2. 論文標題 Changes in beta and high-gamma power in resting-state electrocorticogram induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of primary motor cortex in unanesthetized macaque monkeys.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計27件（うち招待講演 9件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 rTMSの作用機序とうつ病の脳科学反復経頭蓋磁気刺激の刺激効果指標の確立と治療最適化に向けて
3. 学会等名 第18回日本うつ病学会総会/第21回日本認知療法・認知行動療法学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉野倫太郎、川村太一、中村晋也、木村慧、田辺創思、Andi Zheng、井上謙一、高田昌彦、Menno Witter、筒井健一郎、大原慎也
2. 発表標題 細胞種特異的分子マーカーと神経トレーサーを用いたマカクザル嗅内皮質の構造解析
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 Ken-Ichiro Tsutsui
2. 発表標題 Frontal lobe functions and dysfunctions in macaque
3. 学会等名 JANUBET Primate Neurobiology School（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 非侵襲的脳刺激の研究および治療への活用-その現状と発展性
3. 学会等名 第25回日本心療内科学会学術大会 心療内科学会-ニューログローバル合同シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 NAKAMURA Shinya, TSUTSUI Ken-Ichiro
2. 発表標題 Differential contributions of the monkey cortical areas to the performance of a spatial working memory task revealed by functional disturbance using rTMS
3. 学会等名 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大原慎也、吉野倫太郎、木村慧、川村太一、田辺創思、Andi Zheng、中村晋也、井上謙一、高田昌彦、筒井健一郎、Menno Witter
2. 発表標題 細胞種特異的分子マーカーと投射関係を用いたマカクザル嗅内皮質V層の構造解析
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村晋也、筒井健一郎
2. 発表標題 サル内側前頭皮質への低頻度反復経頭蓋磁気刺激はうつ様状態を誘起する
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉野 倫太郎、木村 慧、田辺 創思、Andi Zheng、中村 晋也、大原 慎也、井上 謙一、高田 昌彦、筒井 健一郎
2. 発表標題 マカクザル内側前頭皮質における扁桃体基底内側部および外側部に投射する細胞の分布様式
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Paola Aleman-Andrade, Christine L. Marchena, Shinya Ohara, Ken-Ichiro Tsutsui
2. 発表標題 Disentangling the parallel pathways from the ventromedial frontal cortex to the amygdala: An anterograde tracing study in rodents
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白濱幸弘、池田義晃、長野人士、齋田涼裕、中村晋也、細川貴之、筒井健一郎
2. 発表標題 サルの社会的行動の制御における腹内側前頭皮質と背外側前頭皮質の異なる役割
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大原慎也、Witter Menno、筒井健一郎
2. 発表標題 齧歯類における海馬-嗅内皮質路の投射解析
3. 学会等名 NEURO2022/第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村晋也、中村元昭、筒井健一郎
2. 発表標題 腹内側前頭皮質への低頻度反復経頭蓋磁気刺激がサルの社交性に与える影響
3. 学会等名 NEURO2022/第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川村太一、Paola Aleman Andrade、大原慎也、筒井健一郎
2. 発表標題 マウスにおける内側前頭皮質から扁桃体へのフィードフォワード抑制経路
3. 学会等名 NEURO2022/第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉野倫太郎、木村慧、田辺創思、アンディチェン、中村晋也、大原慎也、井上謙一、高田昌彦、筒井健一郎
2. 発表標題 ウィルストラッキングによるマカクザル内側前頭皮質から扁桃体への投射様式
3. 学会等名 NEURO2022/第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Paola Aleman-Andrade, Christine L. Marchena, Taichi Kawamura, Shinya Ohara, Ken-Ichiro Tsutsui
2. 発表標題 Organization of the projections from the medial frontal subregions to the amygdala in rodents: An anterograde and retrograde tracing study
3. 学会等名 NEURO2022/第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 脳とところの特性に基づいて考えるサービスのあり方
3. 学会等名 千葉看護学会 第28回学術集会(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 多様なこころを脳と身体性機能に基づいてつなく「自在ホンヤク機」の開発
3. 学会等名 ムーンショット目標9公開シンポジウム ~科学技術を通じたこころの安らぎと活力に満ちた社会の実現を目指して~
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 意欲とパフォーマンス
3. 学会等名 第20回日本神経心理学療法学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ken-Ichiro Tsutsui
2. 発表標題 Inhibition of the ventral medial frontal cortex (vmFC) induces depression in nonhuman primates
3. 学会等名 Jubilee Szentagothai Day (University of Pecs) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 内側前頭皮質への低頻度反復経頭蓋磁気刺激によってニホンザルに誘発された抑うつ症状とその背景メカニズム
3. 学会等名 第27回情動・社会行動と精神医学研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ken-Ichiro Tsutsui, Shinya Nakamura, Kentaro Ogawa, Rintaro Yoshino, Vikas Kumar Tiwari, Philippe Tobler, Yukio Nishimura
2. 発表標題 Effects of different frequencies of repetitive transcranial magnetic stimulation on simultaneously recorded electrocorticograms and motor evoked potentials in monkeys
3. 学会等名 5th International Brain Stimulation Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shinya Nakamura, Yodai Kishimoto, Masaki Sekino, Motoaki Nakamura, Ken-Ichiro Tsutsui
2. 発表標題 Impact of multiple sessions of low-frequency transcranial magnetic stimulation targeting ventral medial frontal cortex on behavioral and physiological states in monkeys
3. 学会等名 5th International Brain Stimulation Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 経頭蓋磁気刺激による高次機能回路の解明
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 筒井健一郎
2. 発表標題 脳の中にある未来・希望・意欲
3. 学会等名 第1回「超適応」一般公開シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大原慎也、Menno P. Witter、筒井健一郎
2. 発表標題 背腹側軸に沿った海馬-内側嗅内皮質路の解剖学的差異
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 大井真人、Sven Bestmann、筒井健一郎
2. 発表標題 視空間作業記憶課題遂行中のラットにおける脳局所電場電位(LFP)の広域同時記録と機能的ネットワーク解析
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 Aleman Andrade Paola, Ohara Shinya, Menno P. Witter, Tsutsui Ken-Ichiro
2. 発表標題 Projections from the Hippocampus to the Medial Prefrontal Cortex in Rodents are Topographically Organized
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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	北城 圭一 (Kitajo Keiichi) (70302601)	生理学研究所・システム脳科学研究領域・教授 (63905)	

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