

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：32639

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00892

研究課題名（和文）意識的な色の知覚を生み出す脳内ネットワークの働き

研究課題名（英文）Functioning of brain network related to conscious color perception

研究代表者

小松 英彦（KOMATSU, Hidehiko）

玉川大学・脳科学研究所・教授

研究者番号：00153669

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,900,000円

研究成果の概要（和文）：刺激の網膜像と意識的な知覚が乖離するメタコントラストマスクングと盲点における充填知覚の神経機構をマカクザルの視覚野で調べた。メタコントラストマスクングに関しては、第一次視覚野（V1）と下側頭皮質のいずれにおいても、多くのニューロンの発火は平均としてターゲットとマスクの時間間隔がゼロの時に最も抑制されることを見出した。充填知覚に関しては、V1の深層だけでなく浅層においても充填知覚時に活動が生じることを見出した。意識的な視知覚への関与が想定される皮質と視床枕核の間の神経結合について、主にマーモセットを用いて神経解剖学実験を行い、側頭葉の領域により結合する視床枕の部位が異なることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

視覚刺激と知覚が乖離する時に大脳視覚野でどのような活動が生じるかが明らかになったことで、主観的な視知覚の体験が生じる仕組みについての理解が深まった。充填知覚時に得られた活動は、網膜病変によって生じた暗点において充填知覚が生じることを利用して、網膜病変を生理的に捉える指標として臨床で役立つ可能性がある。大脳視覚野と視床枕核の結合様式の理解が進み、視床枕が意識的な知覚に果たす役割を調べる土台が整った。

研究成果の概要（英文）：Neuron activities were recorded from the primary visual cortex (V1) of the macaque monkey performing a visual fixation task while stimuli were presented in a metacontrast masking paradigm and in a condition when perceptual filling-in is induced at the blind spot. Both these conditions correspond to those in which dissociation exists between visual stimuli and perception. We also recorded neuron activities in the metacontrast paradigm from the inferior temporal cortex (IT). In the metacontrast, most neurons in both V1 and IT exhibited activities that does not correlate with the backward masking effects observed in perception. In the filling-in paradigm, activities were observed in both deep and superficial layers at the blind spot region in V1 when perceptual filling-in occurs at the blind spot.

研究分野：視覚神経生理学

キーワード：意識的な知覚 視知覚 下側頭皮質 一次視覚野 視床枕

1. 研究開始当初の背景

意識にのぼる主観的な知覚内容と脳活動の関係を調べる有力なパラダイムとして、網膜上の刺激と知覚が乖離する状況での神経活動を分析することで、網膜像ではなく知覚に対応した神経活動を探す方法がある。この方法を用いて、大脳視覚野のさまざまな領野で知覚と対応したニューロン活動の探索が行われ成果をあげてきた。例えば両眼視野闘争を用いた一連の実験では、高次視覚野のニューロン活動が知覚と相関して活動を変化させることが報告されていた。しかし、他のより単純なパラダイムを用いた実験では、一次視覚野などより低次の領野の活動が知覚と相関することが報告されており、結果は一致していない。また知覚の成立に皮質領野間のフィードバック投射が重要であることを示唆する報告も出されていた。しかし、これらの実験では知覚と相関するとされる活動が、視覚のどのような情報表現に関わっているのか、また関係するニューロンを含む神経ネットワークの働き及びダイナミクスの理解が不足しており、意識的な知覚を生み出す神経基盤の理解はまだ不十分なものであった。

2. 研究の目的

この研究ではサルの初期視覚野と下側頭皮質の相互間および視覚野と視床が作る神経ネットワークが、意識的な視知覚にどのように関係するかを明らかにすることを目的として研究を行った。我々のグループは、サルの色覚の責任領域である下側頭皮質において、色情報がどのように表現されているかを、さまざまな方法を組み合わせて明らかにしてきた強みを持つ。また、色知覚は知覚空間が定義しやすく、領野間のネットワークの理解が進んでおり、かつ知覚の主観性と深く関係する。そこで、色知覚を対象として、意識的な知覚の神経機構について、ネットワークレベルでの理解を深めることを目標とした。また充填知覚は網膜像と知覚に乖離が生じる顕著な知覚現象であると共に、面の属性として色の知覚ともかかわっている。我々は盲点における充填について独自の知見を持っており、その利点を生かして、充填知覚に関わる神経基盤の理解を深めることも目標に含めた。さらに、視床枕は視覚野と強い双方向的結合を持ち、意識状態や知覚の確信度との関与が示されている。そこで、視覚野と視床枕が作る神経ネットワークの理解を深めることも目標に含めた。

3. 研究の方法

意識的な視知覚に関わる脳活動を調べるために、無麻酔のニホンザルに注視課題を訓練し、網膜に与えた視覚刺激と知覚が乖離する条件下で、どのような活動が生じるかを調べるというパラダイムを用いて研究を進めた。具体的にはメタコントラストと盲点における充填知覚をターゲットとした。メタコントラストでは、一様な灰色もしくは色付きの円盤状のターゲット刺激と、リング状のマスク刺激を短時間(10~20ミリ秒)呈示する。ターゲット刺激呈示とマスク刺激呈示の時間差(Stimulus onset asynchrony = SOA)を変えると、灰色もしくはターゲットとマスクが同色の条件ではSOAが50ミリ秒程度の時、つまりターゲット刺激にやや遅れてマスク刺激が呈示された時に、ターゲット刺激が見える頻度が低下し、単独呈示では容易に知覚できる刺激が見えないことが頻繁に生じ網膜像と知覚の乖離が起こる。しかしターゲットとマスクが違う色の条件では見えの低下は起きない。一方、盲点は網膜の視神経乳頭に対応する視野で網膜に光受容細胞が存在しないため網膜から視覚入力存在しない。それにもかかわらず盲点周辺に呈示された色や模様が盲点内部も埋める知覚(充填知覚)が生じる。この場合にも網膜像と知覚の乖離が起こっている。メタコントラストについては、視角5度程度の中心視野近傍に刺激を呈示し、一次視覚野と下側頭皮質からニューロン活動の記録を行った。また盲点の充填については、鳥距溝後壁皮質に存在する盲点に対応する視野を表現する領域付近から記録を行った。いずれもまずタングステン微小電極で実験に適した部位の探索を行った後、多チャンネルリニアアレイ電極(Plexon 16ch)を刺入し記録を行った。視床枕については、麻酔下のサルのさまざまな視覚領野に逆行性トレーサーを微量注入し、視床枕でどのように逆行性標識細胞が分布しているかを観察した。

4. 研究成果

ニホンザルの一次視覚野(3頭3半球)と下側頭皮質(2頭2半球)からメタコントラストパラダイム下でニューロン活動の記録を行った。灰色刺激を使った時には一次視覚野と下側頭皮質のいずれにおいても、多くのニューロンの発火は、平均として時間間隔がゼロの時に最も抑制され、知覚における抑制とは違いが見られた。しかし、一部の細胞では数十ミリ秒ずれたタイミングの時に応答が最小となった。これらの細胞の活動が特に知覚に関係する可能性が考えられる。

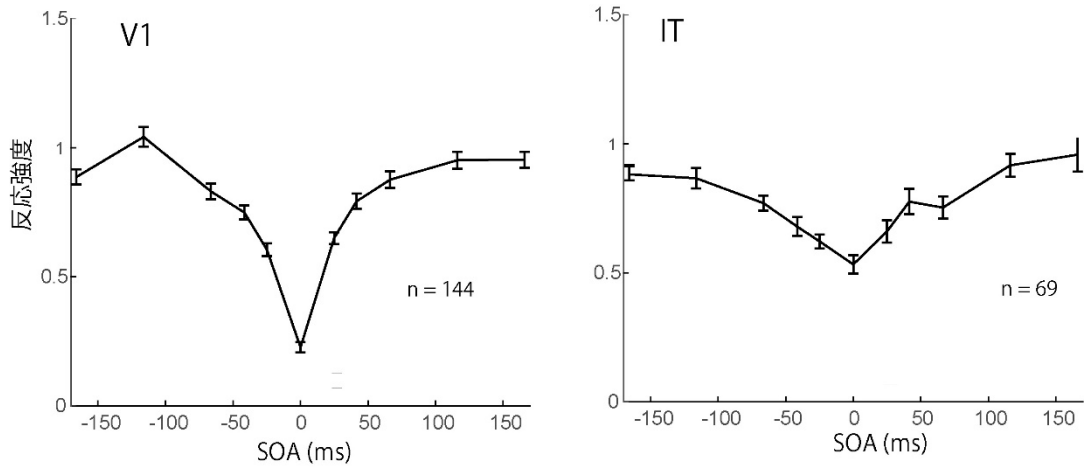


図1 灰色のメタコントラスト刺激を使った時のV1(左)と下側頭皮質(右)のニューロンの各SOAでの応答の平均

一方、下側頭皮質からの記録でターゲット刺激とマスク刺激に色付きの刺激を用いた場合、両者の色が同じ時には色が違う時に比べてSOAがゼロの時には抑制に差がないが、SOAが数十ミリ秒の時により強い抑制が生じることが見られた。ターゲットとマスクが同じ色の時にはメタコントラストマスクが生じてターゲット刺激の見えが低下するが、異なる色の場合には見えが低下せずメタコントラストマスクが生じないことが知られている。下側頭皮質で見られた色の組み合わせの異なる二種類の刺激に対する応答の差は、このような知覚の差に対応する可能性が考えられる。

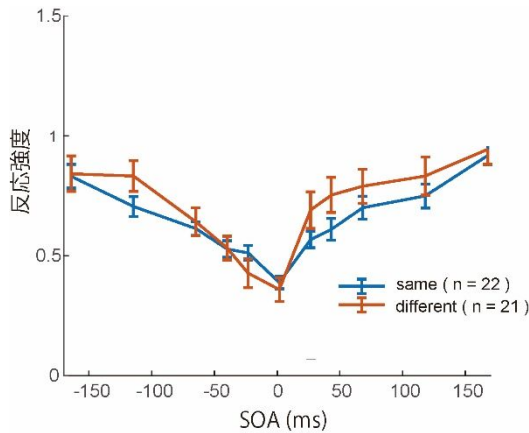


図2 色付きのメタコントラスト刺激に対する下側頭皮質ニューロンの応答。ターゲット刺激とマスク刺激が同じ色(青)と違う色(赤)の場合を比較。

盲点の充填に関しては、2頭のサルでまず盲点の位置を視覚サッケード課題を用いて同定した。次にサルが注視課題を行っている時に、一次視覚野にタングステン微小電極を刺入し、ニューロン活動を記録し受容野のマッピングを行い、一次視覚野の視野地図の配置の見当をつけ、盲点对応領域を同定した。同定した一次視覚野の盲点对応領域内およびその周辺の領域に向けて、多チャンネルリニアアレイ電極を刺入し、注視中に片目あるいは両目の条件下で盲点付近にさまざまな大きさの視覚刺激を呈示し、皮質の全層からニューロン活動と局所電場電位(LFP)を同時に記録した。局所電場電位の電流源密度解析により各チャンネルが一次視覚野のどの層に対応するかを推定した。さまざまなサイズの刺激を盲点上に呈示してニューロン応答を調べた結果、盲点をおおう刺激を呈示した時に、盲点对応領域の浅層と深層の両方で片目を閉じた条件下でも活動が起きることが見いだされた。このことは盲点で充填知覚が生じる時に網膜からの視覚入力存在しないにも関わらず視覚応答が生じたことを示している。以前の我々の実験では、深層で応答が生じることは見出していたが浅層で応答が生じることは検出していなかった。これは、以前の实验では単一チャンネルの電極を用いており、盲点对応領域が存在す

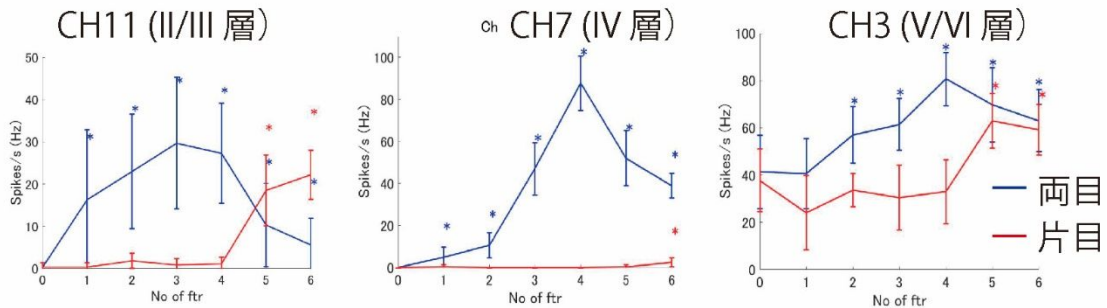


図3 盲点呈示された刺激に対する盲点对応領域の異なる層のニューロン応答。横軸は異なる刺激サイズを表し、5, 6は盲点を覆う大きなサイズの刺激である

る鳥距溝後壁皮質には皮質の深層から電極が入っていくため、深層にサンプリングのバイアがかかった可能性と、6層以外の層の同定が難しかったことの両方による可能性が考えられる。一方、今回の実験では多チャンネルリニアアレイ電極を用いたために、全層からまんべんなく同時に記録を行っておりそのようなバイアスは生じていないと考えられる。そのために浅層での応答を見出すことに成功したのではないかと考えられる。浅層は視覚前野に投射する層であり、上の結果は盲点内部の知覚に対応する表象が一次視覚野で形成され、その信号が視覚前野に伝えられることを示唆する。この結果は、一次視覚野の盲点領域の活動が知覚に相関することを示した先行研究 (Tong and Engel 2001; Matsumoto and Komatsu 2005) を支持している。

盲点を覆う大きな刺激を呈示した時に一次視覚野の盲点对応領域内で生じる LFP を両目条件と片目条件で比較したところ、興味深い違いが見いだされた。第4層から得られた LFP を比較した例を図4に示す。両目条件では視覚刺激の呈示に伴い、皮質のほぼ全層にわたってガンマ帯域で強い活動が生じた。これは網膜から外側膝状体を経て一次視覚野の盲点对応領域に伝えられた視覚信号によって生じた応答であると考えられる。一方、片目条件ではガンマ帯域の活動はほとんど見られず、10 Hz 付近を中心とする主にアルファ帯域の活動が第4層と浅層で見られた。視覚前野からのフィードバックの多くは浅層に入力されるので、片目条件において浅層で見られ、深層で見られなかったアルファ帯域の応答は視覚前野からのフィードバックによって引き起こされた可能性が考えられる。6層の主な投射先は視床の外側膝状体であり、充填知覚時に盲点对応領域の6層で生じた活動は外側膝状体に戻され、そこでの活動の変化を引き起こし、その結果が一次視覚野に再び戻ってくる。一方、LFPの結果は視覚前野からのフィードバックが充填知覚に何らかの役割を果たすことを示唆する。視床とのループで生じる活動と、視覚前野とのループで生じる活動が一次視覚野で相互作用することで、充填知覚時の浅層の活動が形成される可能性が考えられる。

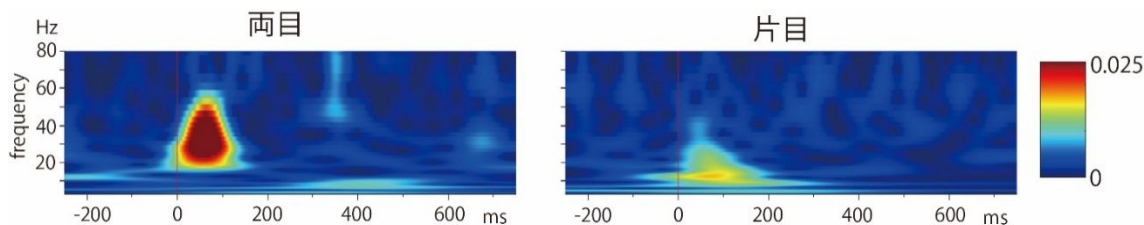


図4 盲点に呈示された刺激に対する LFP の応答

また意識的な知覚に關与する可能性がある視床枕核の垂核の区分の確立を目指した。神経解剖学実験の結果、小型霊長類であるマーモセットの視床枕の区分において、Nissl 染色とミエリン染色が有用であることがわかった。内側視床枕核はミエリン染色で薄く染まる領域として観察された。この内側視床枕核は、一般に外側視床枕核として同定されている領域まで広がっていることが確認された。

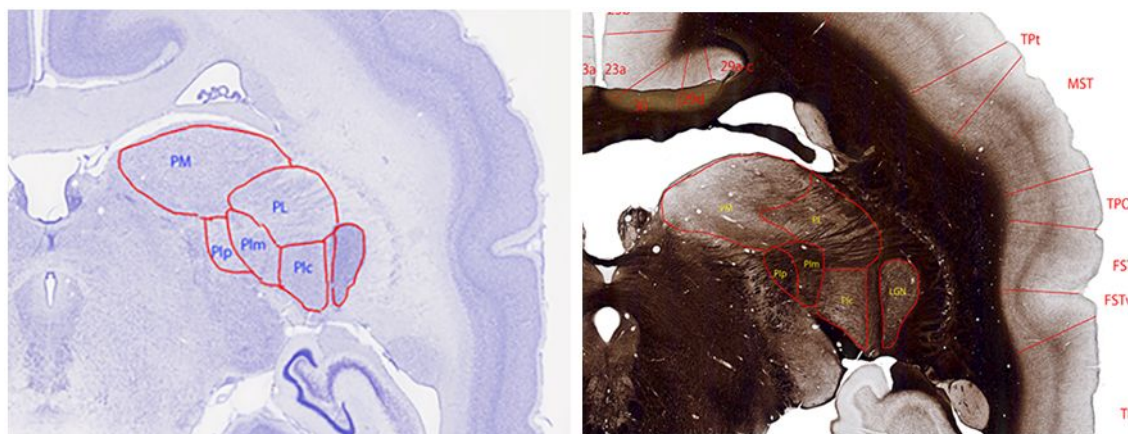


図5 マーモセットの視床枕核。Nissl 染色 (左) とミエリン染色 (右)

つぎに視覚皮質のさまざまな領野から視床枕への入力様式を明らかにするために、マーモセットの FSTd 野, FSTv 野, MST 野, TE3 野のそれぞれにウイルストレーサーを注入し、視床枕内での投射先を調べた。その結果、FSTd 野と FSTv 野はいずれも外側視床枕核と内側視床枕核に投射するが、腹内側と背外側部にそれぞれ多く投射するという違いがあることが示された。いずれの領野も下視床枕核のほぼ全域に投射していた。一方、MST 野からの投射は内側下視床枕核への投射が強く下視床枕核への投射は弱かった。TE3 野からの投射は上記の各領野からの投射に比べて視床枕核内に広く分布していた。

さらに視覚皮質から視床枕核への入力の特異的な構造を詳細に調べるために、皮質視覚野で異なる視野を表現する部位が視床枕とどのように結合するかを解析した。この目的のために、皮質 MT 野の視野地図を内因性光計測により調べ、中心窩近傍を表現する部位と周辺視野を表現する部位に 2 色のウィルストレーサーを注入し、視床枕での投射領域の比較を行った。MT 野から視床枕への投射はほとんどが下視床枕核内に局限しており、中心窩近傍表現部位にウィルス注入した時には、周辺視野表現部位にウィルス注入した場合に比べて視床枕での軸索終末は後部に位置していた。この結果から下視床枕核内で前後方向に中心 - 周辺視野を表現する構造の存在が示唆された。また MT 野 視床枕投射軸索には大きい終末と小さい終末を持つものに分かれており、大きい終末は吻背内側に分布していた。この領域では MT からの信号により、視床枕核の細胞が強くドライブされると考えられる。

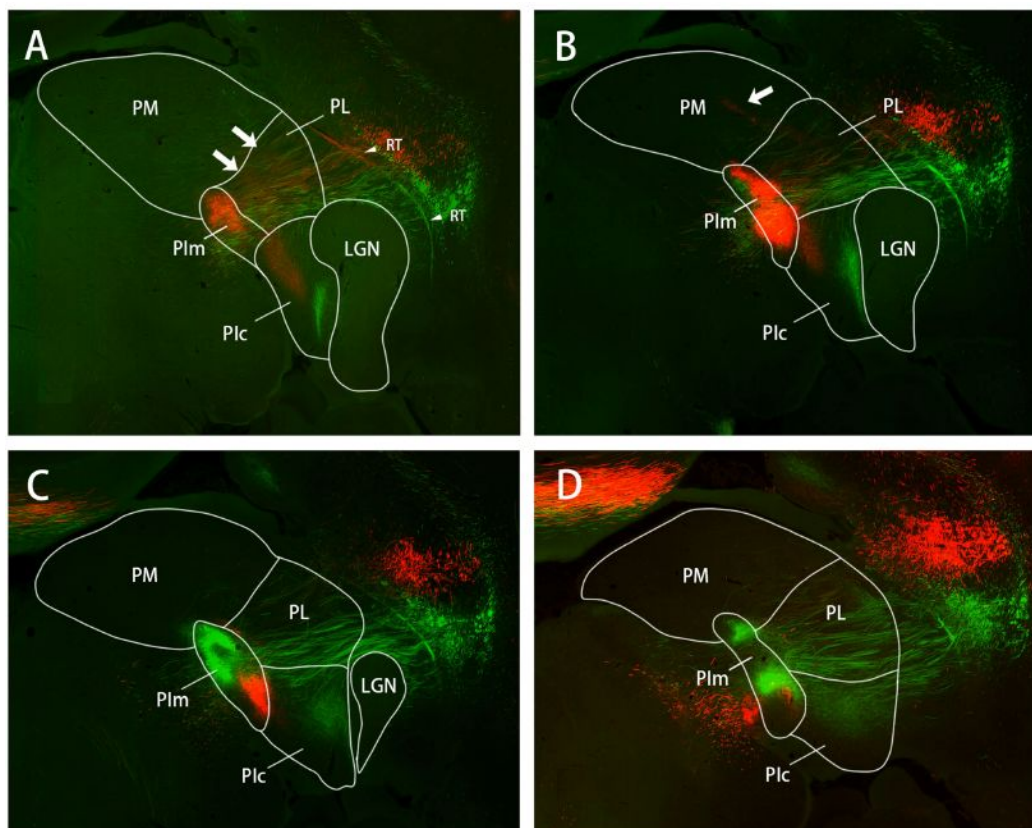


図5 マーモセットの MT 野から視床枕核への投射の視野表現。緑は MT 野の傍中心視野表現領域からの投射、赤は MT 野の周辺視野表現領域からの投射。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Baba M, Nishio A, Komatsu H	4. 巻 2
2. 論文標題 Relationship between the activities of gloss-selective neurons in the macaque inferior temporal cortex and the gloss discrimination behavior of the monkey	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex 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） 10.1093/texcom/tgab011	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 Arafune-Mishima A, Abe H, Tani T, Mashiko H, Watanabe S, Sakai K, Suzuki W, Mizukami H, Watakabe A, Yamamori T, Ichinohe N	4. 巻 446
2. 論文標題 Axonal Projections from Middle Temporal Area to the Pulvinar in the Common Marmoset	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 145-156
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.neuroscience.2020.08.031	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 Nishijima H, Mori F, Arai A, Zhu G, Wakabayashi K, Okada M, Ueno S, Ichinohe N, Suzuki C, Kon T, Tomiyama M	4. 巻 143
2. 論文標題 GABA storage and release in the medial globus pallidus in L-DOPA-induced dyskinesia priming	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neurobiol Dis	6. 最初と最後の頁 104979
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.nbd.2020.104979	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 Woodward A, Gong R, Abe H, Nakae K, Hata J, Skibbe H, Yamaguchi Y, Ishii S, Okano H, Yamamori T, Ichinohe N	4. 巻 225
2. 論文標題 The NanoZoomer artificial intelligence connectomics pipeline for tracer injection studies of the marmoset brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain Struct Funct	6. 最初と最後の頁 1225-1243
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00429-020-02073-y	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 Masayuki, Michida Nanae, Kishi Atsuhide, Nishikawa Kazuo, Goda Naokazu, Komatsu Hidehiko, Nouzawa Takahide	4. 巻 62
2. 論文標題 Global structures of automotive interiors revealed by algorithms of the visual brain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Design Studies	6. 最初と最後の頁 100-128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.destud.2018.10.004	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 Mimura Koki, Oga Tomofumi, Sasaki Tetsuya, Nakagaki Keiko, Sato Chika, Sumida Kayo, Hoshino Kohei, Saito Koichi, Miyawaki Izuru, Suhara Tetsuya, Aoki Ichio, Minamimoto Takafumi, Ichinohe Noritaka	4. 巻 195
2. 論文標題 Abnormal axon guidance signals and reduced interhemispheric connection via anterior commissure in neonates of marmoset ASD model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 243-251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2019.04.006	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 Suzuki W, Seno T, Yamashita W, Ichinohe N, Takeichi H, Palmisano S.	4. 巻 237
2. 論文標題 Vection induced by low-level motion extracted from complex animation films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 3321-3332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00221-019-05674-0	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 Sanagi Tomomi, Sasaki Tetsuya, Nakagaki Keiko, Minamimoto Takafumi, Kohsaka Shinichi, Ichinohe Noritaka	4. 巻 13
2. 論文標題 Segmented Iba1-Positive Processes of Microglia in Autism Model Marmosets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular 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/fncel.2019.00344	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 Li Heng, Okada Hironori, Suzuki Sadafumi, Sakai Kazuhisa, Izumi Hitomi, Matsushima Yukiko, Ichinohe Noritaka, Goto Yu-ichi, Okada Takashi, Inoue Ken	4. 巻 4
2. 論文標題 Gene suppressing therapy for Pelizaeus-Merzbacher disease using artificial microRNA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JCI Insight	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1172/jci.insight.125052	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 Kawai Nobuyuki, Nakagami Akiko, Yasue Miyuki, Koda Hiroki, Ichinohe Noritaka	4. 巻 133
2. 論文標題 Common marmosets (<i>Callithrix jacchus</i>) evaluate third-party social interactions of human actors but Japanese monkeys (<i>Macaca fuscata</i>) do not.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Psychology	6. 最初と最後の頁 488-495
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1037/com0000182	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 Fukuda Haruaki, Ma Ning, Suzuki Shinsuke, Harasawa Norihiro, Ueno Kenichi, Gardner Justin L., Ichinohe Noritaka, Haruno Masahiko, Cheng Kang, Nakahara Hiroyuki	4. 巻 39
2. 論文標題 Computing Social Value Conversion in the Human Brain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 5153-5172
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1523/JNEUROSCI.3117-18.2019	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 小松英彦	4. 巻 798
2. 論文標題 芸術と科学	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 玉川通信	6. 最初と最後の頁 ii-iii
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 小松英彦	4. 巻 38
2. 論文標題 視覚を通して世界を知る脳の働きを探る	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 基礎心理学研究	6. 最初と最後の頁 112-116
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 Komatsu Hidehiko, Goda Naokazu	4. 巻 392
2. 論文標題 Neural Mechanisms of Material Perception: Quest on Shitsukan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 329-347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2018.09.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yasue Miyuki, Nakagami Akiko, Nakagaki Keiko, Ichinohe Noritaka, Kawai Nobuyuki	4. 巻 343
2. 論文標題 Inequity aversion is observed in common marmosets but not in marmoset models of autism induced by prenatal exposure to valproic acid	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Behavioural Brain Research	6. 最初と最後の頁 36-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbr.2018.01.013	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 Tani Toshiki, Abe Hiroshi, Hayami Taku, Banno Taku, Miyakawa Naohisa, Kitamura Naohito, Mashiko Hiromi, Ichinohe Noritaka, Suzuki Wataru	4. 巻 5
2. 論文標題 Sound Frequency Representation in the Auditory Cortex of the Common Marmoset Visualized Using Optical Intrinsic Signal Imaging	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 eNeuro	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) 10.1523/ENEURO.0078-18.2018	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 Abe Hiroshi, Tani Toshiki, Mashiko Hiromi, Kitamura Naohito, Hayami Taku, Watanabe Satoshi, Sakai Kazuhisa, Suzuki Wataru, Mizukami Hiroaki, Watakabe Akiya, Yamamori Tetsuo, Ichinohe Noritaka	4. 巻 12
2. 論文標題 Axonal Projections From the Middle Temporal Area in the Common Marmoset	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroanatomy	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) 10.3389/fnana.2018.00089	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 Numata-Uematsu Yurika, Wakatsuki Shuji, Nagano Seiichi, Shibata Megumi, Sakai Kazuhisa, Ichinohe Noritaka, Mikoshiba Katsuhiko, Ohshima Toshio, Yamashita Naoya, Goshima Yoshiro, Araki Toshiyuki	4. 巻 139
2. 論文標題 Inhibition of collapsin response mediator protein-2 phosphorylation ameliorates motor phenotype of ALS model mice expressing SOD1G93A	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 63-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2018.08.016	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 Komatsu Misako, Kaneko Takaaki, Okano Hideyuki, Ichinohe Noritaka	4. 巻 -
2. 論文標題 Chronic Implantation of Whole-cortical Electrographic Array in the Common Marmoset	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Visualized Experiments	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) 10.3791/58980	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 Yokoi I, Tachibana A, Minamimoto T, Goda N, Komatsu H	4. 巻 120
2. 論文標題 Dependence of behavioral performance on material category in an object-grasping task with monkeys	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 553-563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jn.00748.2017	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 郷田直一	4. 巻 57
2. 論文標題 質感認知の神経基盤を探る	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本画像学会誌	6. 最初と最後の頁 197-206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11370/isj.57.197	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 Tajima Satoshi, Koida Kowa, Tajima Chihiro I, Suzuki Hideyuki, Aihara Kazuyuki, Komatsu Hidehiko	4. 巻 6
2. 論文標題 Task-dependent recurrent dynamics in visual cortex.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 e26868
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.26868	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 Nixima Ken'ichi, Okanoya Kazuo, Ichinohe Noritaka, Kurotani Tohru	4. 巻 118(3)
2. 論文標題 Fast voltage-sensitive dye imaging of excitatory and inhibitory synaptic transmission in the rat granular retrosplenial cortex.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 1784-1799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/jn.00734.2016	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 Abe H, Tani T, Mashiko H, Kitamura N, Miyakawa N, Mimura K, Sakai K, Suzuki W, Kurotani T, Mizukami H, Watakabe A, Yamamori T, Ichinohe N	4. 巻 286
2. 論文標題 3D reconstruction of brain section images for creating axonal projection maps in marmosets.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Neurosci Methods	6. 最初と最後の頁 102-113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jneumeth.2017.04.016	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 Wataru Suzuki, Noritaka Ichinohe, Toshiki Tani, Taku Hayami, Naohisa Miyakawa, Satoshi Watanabe, Hiroshige Takeichi	4. 巻 291
2. 論文標題 Novel method of extracting motion from natural movies.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Neuroscience Methods	6. 最初と最後の頁 51-60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jneumeth.2017.08.006	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 一戸 紀孝	4. 巻 69
2. 論文標題 特集 社会性と脳 マーモセット共感行動と自閉症マーモセットモデルにおける共感行動障害	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 生体の科学	6. 最初と最後の頁 20-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.2425200746	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46件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 小松英彦
2. 発表標題 質感知覚の神経機構を探る
3. 学会等名 電子情報通信学会NC研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小松英彦
2. 発表標題 質感認知の仕組みと進化
3. 学会等名 映像情報メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masaoka A, Saito H, Komatsu H
2. 発表標題 Neural modulation of awake macaque primary visual cortex in the metacontrast masking
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 Saito H, Masaoka A, Komatsu H
2. 発表標題 Analyzing the neuronal activities in macaque primary visual cortical area associated with perceptual filling-in
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 渡邊 恵, 黒谷 亨, 小賀 智文, 佐々木 哲也, 境 和久, 中垣 慶子, 野口 潤, 星野 耕平, 宮脇 出, 南本 敬史, 一戸 紀孝
2. 発表標題 バルブロ酸誘発性自閉症モデルマーモセットにおけるシナプス構造と生後初期発達
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 荒船 三嶋 晶, 阿部 央, 谷 利樹, 益子 宏美, 速水 琢, 渡邊 恵, 境 和久, 鈴木 航, 水上 浩明, 渡我部 昭哉, 山森 哲雄, 一戸 紀孝
2. 発表標題 マーモセットの運動視に関わるMT野から視床枕への投射
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 中村 月香, 中神 明子, 中垣 慶子, 川合 伸幸, 一戸 紀孝
2. 発表標題 自閉症モデルマーマセットは過活動性を示す
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 Skibbe H, Yeganli SF, Rachmadi MF, Gutierrez CE, Tsukada H, Hata J, Ken N, Tani T, Abe H, Gong R, Woodward A, Ishii S, Shimogori T, Hideyuki O, Ichinohe N, Doya K, Yamamori T, Watakabe A
2. 発表標題 An image processing pipeline for automated mapping of structural information in the marmoset brain
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 Woodward Mark Alexander, Mitchell Rogers, Hiroshi Abe, Toshiki Tani, Rui Gong, Noritaka Ichinohe, Trevor Gee, Patrice Delmas, Tetsuo Yamamori
2. 発表標題 Towards Quantitative Brain Architecture Analysis for Delineating the Cortex of the Common Marmoset Brain
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 Akiko Nishio, Mika Baba, Takeaki Shimokawa, Hidehiko Komatsu
2. 発表標題 Effects of the manipulation of neural activities in the gloss selective region on the gloss discrimination behavior in the macaque monkey
3. 学会等名 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mika Baba, Kei Kanari, Kei Iwasaki, Hidehiko Komatsu
2. 発表標題 Effects of optical parameters on perceptual transparency
3. 学会等名 15th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takahisa Sanada, Takahiro Kawabe, Shin-ya Nishida, Hidehiko Komatsu
2. 発表標題 Neural response to complex motion in macaque area FST
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小松英彦
2. 発表標題 高次視覚野における色情報表現のダイナミクス/Dynamics of neural color representation in higher visual area
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 小松英彦
2. 発表標題 質感知覚の神経機構を探る/Exploring neural substrates of Shitsukan: Perception of materials and surface qualities of objects
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 馬場美香、西尾亜希子、下川丈明、小松英彦
2. 発表標題 サル光沢識別行動における光沢選択性部位の神経活動操作の影響/Manipulation of neural activity for revealing neural mechanism of the gloss discrimination behavior
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 小松英彦
2. 発表標題 視覚的世界を生み出す脳の働きを探る
3. 学会等名 日本神経回路学会オースタムスクールASCONE2018「リアリティを生むメカニズム」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小松英彦
2. 発表標題 視覚を通して世界を知る脳の働きを探る
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 Tetsuya Sasaki, Tomoko Manabe, Keiko Nakagaki, Shinichi Kohsaka, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Abnormality of postnatal synapse formation/pruning in a primate model of Autism Spectrum Disorder
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ning Ma, Norihiro Harasawa, Kenichi Ueno, Noritaka Ichinohe, Masahiko Haruno, Kang Cheng, Hiroyuki Nakahara
2. 発表標題 Neural mechanisms of preciding other's decisions for one's better decisions .
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Haruaki Fukuda, Ning Ma, Shinsuke Suzuki, Norihiro Harasawa, Kenichi Ueno, Justin L Gardner, Noritaka Ichinohe, Masahiko Haruno, Kang Cheng, Hiroyuki Nakahara
2. 発表標題 Neural processes for converting social value into one's own decision value .
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taku Hayami, Wataru Suzuki, Taku Banno, Naohisa Miyakawa, Toshiki Tani, Satoshi Watanabe, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Funcion of amplitude and frequency modulations underlying vocal processing in the primary auditory cortex of common marmosets
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郷田直一, 小松英彦
2. 発表標題 Visual features representing material properties of objects: analysis with convolutional neural networks
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 横井功, 岩井大輔, 小松英彦
2. 発表標題 Behavioral response of monkeys to the virtual material objects presented using the projection mapping technique.
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Abe, Toshiki Tani, Hiromi Mashiko, Naohito Kitamura, Kazuhisa Sakai, Taku Hayami, Naohisa Miyakawa, Wataru Suzuki, Hiroaki Mizukami, Akiya Watakabe, Tetsuo Yamamori, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Axonal projection map of auditory areas in the common marmoset .
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Misako Komatsu, Eriko Sugano, Noritaka Ichinohe, Hiroshi Tomita, Naotaka Fujii
2. 発表標題 Whole-cortical recordings reveal spreading photo-stimulation effects: A optogenetics study in marmosets .
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Toshiki Tani, Wataru Suzuki, Taku Hayami, Taku Banno, Naohisa Miyakawa, Satoshi Watanabe, Hiroshi Abe, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Functional organization of the auditory parabelt in the common marmoset in respect tu representation of the sound frequencies .
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tohru Kurotani, Toshiki Tani, Kazuhisa Sakai, Naoto Kitamura, Hiroshi Abe, Misako Komatsu, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Intrinsic functional connectivity in cortical area 24 of the common marmoset investigated by optical mapping
3. 学会等名 第40回 日本神経科学大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 郷田直一
2. 発表標題 光沢や艶，質感を感じる脳のメカニズムについて
3. 学会等名 技術情報協会セミナー No.707203 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Alexander Woodward, Carlos Enrique Gutierrez, Hiromichi Tsukada, Hiroshi Abe, Noritaka Ichinohe, Kenji Doya, Yoko Yamaguchi
2. 発表標題 A Connectomics Pipeline for Tracer Injection Studies of the Marmoset Monkey Brain
3. 学会等名 Neuroinformatics 2017 INCF Congress (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小松英彦
2. 発表標題 世界理解の新しい試み - 質感の科学から -
3. 学会等名 認知科学会サマースクール2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Sasaki, Tomomi Sanagi, Tomoko Manabe, Shinchi Kohsaka, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Immune-related Factors Influenced Postnatal Synapse Remodeling in the Primate Cerebral Cortex.
3. 学会等名 第60回 日本神経化学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tomomi Sanagi, Tetsuya Sasaki, Tomoko Manabe, Keiko Nakagaki, Shinichi Kohsaka, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Microglial abnormality in the prefrontal cortex of a primate ASD model by prenatal exposure of valproic acid.
3. 学会等名 第60回 日本神経化学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中神明子, 安江みゆき, 中垣慶子, 一戸紀孝, 川合伸幸
2. 発表標題 マーマセットのコルチゾール分泌機能にバルプロ酸が与える影響
3. 学会等名 日本心理学会 第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安江みゆき, 中神明子, 中垣慶子, 一戸紀孝
2. 発表標題 マーマセットにおける胎生期バルプロ酸暴露と不公平忌避.
3. 学会等名 日本心理学会 第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tetsuya Sasaki, Tomoko Manabe, Keiko Nakagaki, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Abnormality of postnatal synapse formation/pruning in a primate model of Autism Spectrum Disorder
3. 学会等名 国際自閉症カンファレンス東京2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 J. Matsumoto, H. Nishimaru, Y. Takamura, K. Mimura, A. Asaba, W. Suzuki, N. Ichinohe, T. Minamimoto, T. Ono, H. Nishijo
2. 発表標題 3D-Tracker, an open-source 3D video based behavioral analysis system for laboratory animals for neuroscience
3. 学会等名 Neuroscience 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Banno, W. Suzuki, N. Miyakawa, T. Tani, N. Ichinohe
2. 発表標題 Temporal and rate coding of sound envelope and temporal fine structures of vocalizations in the primary auditory cortex of marmoset monkeys
3. 学会等名 Neuroscience 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 一戸紀孝
2. 発表標題 高次な社会性を持つ霊長類の環境影響による初めての自閉症モデル
3. 学会等名 第7回 日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺恵, 黒谷亨, 小賀智文, 中垣慶子, 野口潤, 一戸紀孝
2. 発表標題 バルブロ酸誘発性自閉症モデルマーモセットの大脳皮質スライスにおけるシナプス機能解析
3. 学会等名 第7回 日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小賀智文, 黒谷亨, 渡辺恵, 中垣慶子, 野口潤, 一戸紀孝
2. 発表標題 マーモセット海馬急性スライスにおける長期増強の誘発
3. 学会等名 第7回 日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 郷康広, 佐々木哲也, 中垣慶子, 小賀智文, 辰本将司, 石川裕恵, 臼井千夏, 一戸紀孝
2. 発表標題 自閉症モデルマーモセット脳における時空間遺伝子発現解析
3. 学会等名 第7回 日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taku Banno, Wataru Suzuki, Naohisa Miyakawa, Toshiki Tani, Noritaka Ichinohe
2. 発表標題 Marmoset as a model for human speech perception and its disorder .
3. 学会等名 第7回 日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Sadakane, Declan Rowley, Toshiki Tani, Hiroshi Abe, Akiya Watakabe, Hiroaki Mizukami, Noritaka Ichinohe, Tetsuo Yamamori
2. 発表標題 Calcium imaging in marmoset neocortex under awake and anesthetized condition.
3. 学会等名 第7回 日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小松英彦
2. 発表標題 質感を感じる脳の働き
3. 学会等名 第13回 赤ちゃんフォーラム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺恵, 黒谷亨, 小賀智文, 中垣慶子, 野口潤, 関口正幸, 和田圭司, 一戸紀孝
2. 発表標題 バルブプロ酸誘発性自閉症モデルマーモセットにおけるシナプス機能解析
3. 学会等名 第95回 日本生理学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木哲也, 真鍋朋子, 中垣慶子, 一戸紀孝
2. 発表標題 胎生期バルブプロ酸曝露によるASDモデルマーモセットの作成と大脳皮質シナプスの発達異常
3. 学会等名 第123回 日本解剖学会全国学術集会・総会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 一戸紀孝	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 314
3. 書名 連合野ハンドブック 完全版: 神経科学×神経心理学で理解する大脳機能局在	

1. 著者名 浅場明莉、一戸紀孝、市川眞澄	4. 発行年 2017年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 190
3. 書名 自己と他者を認識する脳のサーキット. プレインサイエンス・レクチャー4	

1. 著者名 若山暁美、長谷部佳世子、松本富美子、保沢こずえ、梅田千賀子、小松英彦、他49人	4. 発行年 2018年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 440
3. 書名 視能訓練学 視能学エキスパート	

〔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	一戸 紀孝 (ICHINOHE Noritaka) (00250598)	国立研究開発法人国立精神・神経医療研究センター・神経研究所 微細構造研究部・部長 (82611)	

6. 研究組織（つづき）

	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	郷田 直一 (GODA Naokazu) (30373195)	生理学研究所・システム脳科学研究領域・助教 (63905)	
研究分担者	横井 功 (YOKOI Isao) (50592747)	生理学研究所・システム脳科学研究領域・助教 (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