

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02706

研究課題名(和文) マウス大脳皮質視覚野における投射特異的なサブネットワークによる情報処理機構の解明

研究課題名(英文) Mechanisms of target-specific cortico-cortical transformations in the mouse cerebral cortex

研究代表者

小坂田 文隆 (Fumitaka, Osakada)

名古屋大学・創薬科学研究科・准教授

研究者番号：60455334

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：視覚の形成メカニズムを明らかにする目的で、視覚情報処理機構の神経回路基盤の解明を目指した。独自に開発したウイルス遺伝子学的手法と2光子イメージング技術をマウス視覚系に適用することで、神経回路の構造と機能を詳細に解析した。その結果、大脳皮質においてサブネットワークが並列的に存在し、各サブネットワークが固有の反応特性を生み出し、各サブネットワークが特定の脳領域に特異的に投射することで、異なる情報を異なる脳領域へ伝達することが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、独自に開発した革新的技術をマウスに適用することで、長年サルなどでは解明できなかった神経回路メカニズムを解明することができた。本メカニズムは大脳皮質に共通した情報伝達と考えられ、中枢神経系の疾患における神経回路病態の理解に貢献するものである。本研究は、今後の再生医療や創薬開発にも繋がる可能性を秘めており、科学的意義に加えて、医学・薬学的意義も極めて高いと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Visual information processing is achieved by the hierarchical organization of the visual cortex. The mouse visual cortex consists of a primary visual area (V1) and at least nine higher-order visual areas (HVAs) which are functionally tuned to specific features of the visual scene. The functional specialization of HVAs can arise from the interaction between V1 and HVAs. Thus, revealing how information flows between V1 and HVAs is pivotal in understanding the mechanisms of visual perception. However, how HVA-projecting V1 neurons integrate information from their presynaptic neurons remains unknown. Here we mapped the presynaptic networks of AL-projecting or PM-projecting V1 neurons across the whole brain and performed two-photon imaging on AL-projecting and PM-projecting V1 neurons. We found that the projection-target-specific information flows from V1 to HVAs are achieved by the integration of topographically and functionally segregated populations.

研究分野：神経科学

キーワード：視覚 神経回路 ウイルスベクター 機能イメージング 機能局在 視覚 サブネットワーク セルアセンブリ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

視覚系の機能は、網膜上に並んだ光受容細胞である視細胞の活動パターンから、生体にとって意味のある情報を取り出すことである。網膜から出た信号は、LGN を中継して、大脳皮質の V1 に入力される。その後、V2、V3、V4、V5 などの高次視覚野へと伝達される。これらの視覚野は並列階層的に構成されており、異なる種類の視覚情報は異なる経路で処理される (Felleman and Van Essen, 1991)。サルの視覚系において、V1 に到達した視覚情報は背側視覚路と腹側視覚路と呼ばれる 2 種類の主要な視覚経路に分かれる。背側視覚路は対象の位置や動きの把握と関係しており、V1 から始まり、V2 や V3 を経て、middle temporal (MT) 野、medial superior temporal (MST) 野にいたる。一方、腹側視覚路は視覚対象の認識、色や形の表象と関係しており、V1 から始まり、V2 や V3 を経て、V4、IT 野、TEO 野、TE 野へ伝達される。

高次視覚野では視覚応答性は特異化し、単純な刺激にはあまり応答せず、はるかに複雑な刺激パターンに応答する。まず低次の領域の細胞の小さな受容野において、局所的かつ単純な特徴が取り出され、それらの特徴がより高次の領域で大きな受容野を持つ細胞に組み込まれる事により、複雑な特徴が取り出されると考えられている。

これまでは視覚研究は、歴史的にサルおよびネコ、フェレットを中心に発展してきた。しかし、近年マウスがヒトやサルの視覚野の基本的な性質を有している事が明らかになってきた。マウス V1 にも、サルやネコの V1 に特徴的な方位選択性応答を示す細胞が存在し (Niel and Stryker, JNS, 2008; Niel and Stryker, Neuron, 2010)。さらにマウス AL や LM などが解剖学的にも、生理学的にもサル高次視覚野に相当する事が報告された (Wang and Burkhalter, JCN, 2007; Marshel et al., Neuron, 2011; Andermann et al., Neuron, 2011)。マウスでは遺伝学や分子生物学的手法が発展しており、イメージングもしやすいことから、モデル動物としてマウスを用いることで、これまでサルでは不可能であった実験が可能になり、新たな発見が期待される。

2. 研究の目的

網膜で受容された視覚情報は、双極細胞および網膜神経節細胞のサブタイプにより分割され、並列的に処理され、LGN の異なる層を経由して、V1 に並列的に伝達される。V1 に到達した視覚情報は、対象の位置や動きを処理する背側視覚路、および視覚対象の認識、色や形の表象を処理する腹側視覚路の 2 種類の主要な視覚経路に分かれて伝達・処理される。この過程で、V1 は並列的な入力を局所回路により統合し、他の高次視覚野にさらに新しい並列的な出力を行う。しかし、V1 にてどのような局所回路が構成されるのか、局所回路間にどのような相互作用があるのか、局所回路がどのような演算を行い、異なる領域へ新しい並列的な出力を生み出すのかは不明である。

大脳皮質の一次感覚野の神経回路は、入力された感覚情報をその特徴から選り分け、異なる脳領域に向け異なる情報を送出する。マウスの V1 では、高次視覚野である AL に投射する V1 ニューロンは空間周波数が低く早い動きの視覚情報を、PM に投射する V1 ニューロンは空間周波数の高い遅い動きの視覚情報を伝達する (Glickfeld et al., Nature Neurosci., 2013; Matsui and Ohki, Front Neural Circuits, 2013)。送出される情報は、情報の送出を担う投射細胞においてシナプス入力の統合処理により生み出される。つまり、投射細胞のシナプス前細胞群の情報統合により、投射ターゲットに固有の視覚応答性を生み出され、その情報を特定の投射部位に伝達すると考えられる。しかし、V1 の神経回路が、どの領域のどのニューロンから入力を受け取り、どのような演算により異なる領域へ新しい並列的な出力を生み出すのかは不明である。

そこで本研究では、この点を明らかにするために、独自に開発したウイルス遺伝子学的手法と 2 光子イメージング技術をマウスに適用し、神経回路の構造を特異的に標識し、機能と対応付けて解析する。

3. 研究の方法

C57BL/6 マウスの大脳皮質から内因性シグナルイメージングを行い、レチノトピックマップに基づいて視覚野およびその周辺の各高次視覚野を同定した。高次視覚野の一つの AL 領域に逆行性感染ウイルスベクターを、V1 に受容体特異的に感染するウイルスベクターを微量注入した。PM に対しても同様の実験を実施した。サブネットワークを解剖学的に解析し、視覚刺激に対する生理学的な応答性と対応付けた。さらに、2 光子イメージングにより自発活動を記録し、機能的結合を解析した。

4. 研究成果

まずは神経回路の基盤構造を明らかにするために、高次視覚野である AL に投射する V1 ニューロン、および PM に投射する V1 ニューロンが形成する神経回路を解剖学的に解析した。逆行性のウイルスベクターを複数組み合わせることで、AL に投射する V1 ニューロンのシナプス前細胞群を、PM に投射する V1 ニューロンのシナプス前細胞群を標識した。その結果、シナプス前細胞群は V1 内、高次視覚野、他の大脳皮質領野、さらには皮質下に分布していた。さらに、その分布は、AL に投射する V1 ニューロン、および PM に投射する V1 ニューロンの間で、異なっていた。以上の結果より、V1 ニューロンは、そのニューロンの標的とする投射先により、異なるシナプス前細胞群から入力を受けていることが示唆された。

AL に投射する V1 ニューロン群と他の V1 ニューロン群との関係、PM に投射する V1 ニューロンと他の V1 ニューロン群との関係を評価する目的で、それらニューロンに逆行性に緑色カルシウム感受性蛍光タンパク質である GCaMP6m を導入した。V1 の第 2/3 層および第 5 層に分布する GCaMP6m 発現投射ニューロンの視覚刺激に対する応答を 2 光子顕微鏡イメージングにより評価したところ、それらは方位選択性応答や方向選択性応答を示した。続いて、第 2/3 層ニューロンと第 5 層ニューロンの機能的結合を明らかにするために、第 2/3 層および第 5 層から多平面同時イメージングを行った。各ニューロンの自発活動の相互相関を解析することで、第 2/3 層内の細胞の結合、第 5 層内の細胞の結合、第 2/3 層細胞と第 5 層細胞の層間の結合を評価した。以上の結果より、投射特異的に相互結合細胞群の存在が示唆された。

以上の結果より、投射細胞のシナプス前細胞群の入力を収斂することにより、投射ターゲットに固有の視覚応答性を生み出され、その情報を特定の投射部位に伝達すると示唆される。

これまでに、大脳皮質切片を用いた局所回路の電気生理学的解析により、近接する 2/3 層錐体細胞はその間にシナプス結合がある時、2/3 層や 4 層にある細胞からの興奮性入力を共有し、微小神経回路（サブネットワーク）を構成すると指摘されている（Yoshimura et al., Nature, 2005）。本結果とこれまでの知見を考え合わせると、V1 においてサブネットワークが並列的に存在し、各サブネットワークが固有の反応特性を生み出し、各サブネットワークが特定の脳領域に特異的に投射することで、異なる情報を異なる脳領域へ伝達すると考えられる。さらに、『大脳皮質においてサブネットワークが並列的に情報処理し、新しい並列的な出力を生み出すことで、異なる領野に異なる情報を伝達する』というサブネットワークを基盤とした情報処理機構は、V1 における視覚情報処理に限らず、大脳皮質の普遍的な動作原理と考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Ito A, Ye K, Onda M, Morimoto N, Osakada F	4. 巻 552
2. 論文標題 Efficient and robust induction of retinal pigment epithelium cells by tankyrase inhibition regardless of the differentiation propensity of human induced pluripotent stem cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochem Biophys Res Commun	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) 10.1016/j.bbrc.2021.03.012.	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 Onda M, Takeuchi RF, Isobe K, Suzuki T, Masaki Y, Morimoto N, Osakada F	4. 巻 -
2. 論文標題 Temporally multiplexed dual-plane imaging of neural activity with four-dimensional precision.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurosci Res	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) 10.1016/j.neures.2021.02.001.	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 Okigawa S, Yamaguchi M, Ito KN, Takeuchi RF, Morimoto N, Osakada F	4. 巻 529
2. 論文標題 Cell type- and layer-specific convergence in core and shell neurons of the dorsal lateral geniculate nucleus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J Comp Neurol	6. 最初と最後の頁 2099-2124
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cne.25075.	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 Ye K, Takemoto Y, Ito A, Onda M, Morimoto N, Mandai M, Takahashi M, Kato R, Osakada F	4. 巻 10
2. 論文標題 Reproducible production and image-based quality evaluation of retinal pigment epithelium sheets from human induced pluripotent stem cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 14387-14401
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-70979-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 山口真広, 小坂田文隆	4. 巻 -
2. 論文標題 G欠損狂犬病ウイルスベクター	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 実験医学別冊 決定版 ウイルスベクターによる遺伝子導入実験ガイド	6. 最初と最後の頁 57-72
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 小坂田文隆、永安一樹	4. 巻 153
2. 論文標題 ウイルスベクター技術による神経回路操作と薬理研究への応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本薬理学雑誌	6. 最初と最後の頁 153-153
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 原大樹, 小坂田文隆	4. 巻 153
2. 論文標題 高次脳機能解明および神経回路創薬を目指したマームセットに対する新規ウイルス遺伝子工学技術	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本薬理学雑誌.	6. 最初と最後の頁 210-218
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 小坂田文隆	4. 巻 -
2. 論文標題 アマクリン細胞サブタイプ特異的な情報処理	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ブレインサイエンス・レビュー2019	6. 最初と最後の頁 109-128
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 山口真広、森本菜央、小坂田文隆	4. 巻 -
2. 論文標題 狂犬病ウイルスベクターを用いた神経回路解析法	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 バイオイノベーションに向けて ~バイオテクノロジーの新技术からの新しい視点~	6. 最初と最後の頁 237-246
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 小坂田文隆、坂本謙司	4. 巻 155
2. 論文標題 網膜変性疾患や視覚障害を標的とした新規治療戦略を目指して	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本薬理学雑誌	6. 最初と最後の頁 54-54
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 竹内遼介、小坂田文隆	4. 巻 155
2. 論文標題 空間視知覚と視覚誘導性行動を支える神経回路メカニズム	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本薬理学雑誌	6. 最初と最後の頁 99-106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Padmanabhan K, Osakada F, Tarabrina A, Kizer E, Callaway EM, Gage FH, Sejnowski TJ	4. 巻 12
2. 論文標題 Centrifugal Inputs to the Main Olfactory Bulb Revealed Through Whole Brain Circuit-Mapping	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroanatomy	6. 最初と最後の頁 115-127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yetman MJ, Washburn E, Hyun JH, Osakada F, Hayano Y, Zeng H, Callaway EM, Kwon HB, Taniguchi H.	4. 巻 22
2. 論文標題 Intersectional monosynaptic tracing for dissecting subtype-specific organization of GABAergic interneuron inputs	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Neuroscience	6. 最初と最後の頁 492-502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/yakushi.17-00200-F	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 Dohaku R, Yamaguchi M, Yamamoto N, Shimizu T, Osakada F, Hibi M.	4. 巻 13
2. 論文標題 Tracing of Afferent Connections in the Zebrafish Cerebellum Using Recombinant Rabies Virus.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neural Circuits.	6. 最初と最後の頁 30-46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/yakushi.17-00200-F	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 小坂田 文隆, 小池 千恵子	4. 巻 138
2. 論文標題 網膜における生理・病態解明と治療開発への新展開	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 YAKUGAKU ZASSHI	6. 最初と最後の頁 667-668
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 恩田 将成, 三澤 幸樹, 小坂田 文隆	4. 巻 138
2. 論文標題 網膜神経回路を解析するウイルス遺伝子工学と電気生理学的手法	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 YAKUGAKU ZASSHI	6. 最初と最後の頁 669-678
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1248/yakushi.17-00200-1	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 伊藤 ありさ , 葉 珂 , 小坂田 文隆	4. 巻 18
2. 論文標題 iPS細胞・再生医療 iPS細胞由来網膜色素上皮細胞から観た再生医療等製品の開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Pharm Stage	6. 最初と最後の頁 2-7
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37件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 釜口 力, 大月 祥子, 山口 真広, 田村 朋則, 森本 菜央, 浜地 格, 小坂田文隆
2. 発表標題 非遺伝子改変動物における細胞種特異的なウイルス感染法の開発.
3. 学会等名 日本薬学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西村優利, 森本菜央, 小坂田文隆
2. 発表標題 Toward the generation of thalamic organoids from human induced pluripotent stem cells.
3. 学会等名 日本薬理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小寺知輝, 原大樹, 森本菜央, 小坂田文隆
2. 発表標題 Generation of Cortical Organoids with Axial Polarity from Marmoset Embryonic Stem Cells.
3. 学会等名 日本薬理学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 視覚-運動連関を担う神経回路メカニズム
3. 学会等名 第30回神経行動薬理学若手研究者の集い(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 感覚運動誤差の脳内表現
3. 学会等名 若手新分野創成ワークショップ「脳を知り、疾患を理解する」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沖川沙由美、小坂田文隆
2. 発表標題 Multimodal integration in the core region of the dorsal lateral geniculate nucleus revealed by the monosynaptic rabies virus tracing
3. 学会等名 日本分子生物学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 神経回路を標識する狂犬病ウイルスベクターの開発とその応用
3. 学会等名 東京大学医学部機能生物学セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 神経回路の構造と機能を明らかにするウイルス遺伝子工学とイメージング技術
3. 学会等名 視覚科学フォーラム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森本 菜央、恩田 将成、石田 彩乃、竹内 遼介、磯部 圭佑、上川内 あづさ、小坂田文隆
2. 発表標題 セロトニン作動性ニューロンがショウジョウバエ聴覚応答の行動時間を調節する
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 葉 珂、伊藤 ありさ、恩田 将成、竹内 遼介、森本 菜央、小坂田文隆、
2. 発表標題 ヒトiPS細胞由来網膜色素上皮細胞のシート作製とその評価
3. 学会等名 日本薬理学会近畿部会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 沖川 沙佑美, 森本 菜央, 小坂田文隆
2. 発表標題 Dissection of corticothalamic feedback pathways in the mouse visual system by in vivo genome editing and viral tracing system
3. 学会等名 Neuro2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 恩田 将成, 竹内 遼介, 鈴木 俊章, 森本 菜央, 磯部 圭佑, 小坂田文隆
2. 発表標題 Three-dimensional analysis of neural circuits by simultaneous multi-plane two-photon imaging
3. 学会等名 Neuro2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹内 遼介, 坪井 愛実, 鈴木 俊章, 恩田 将成, 森本 菜央, 磯部 圭佑, 小坂田文隆
2. 発表標題 Anatomical and functional segregation of visual pathways in the mouse visual cortex
3. 学会等名 Neuro2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森本 菜央, 竹内 遼介, 石田 彩乃, 上川内 あづさ, 小坂田文隆
2. 発表標題 Serotonergic neurons modulate the temporal dynamics of the auditory response behavior induced by a courtship song in the fruit fly
3. 学会等名 Neuro2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松澤 京子, 小野 大輔, 山下 貴之, 小坂田文隆, 伊澤 俊太郎, 向井 康敬, Chowdhury Srikanta, 山中 章弘
2. 発表標題 Sleep analysis during light/dark phase shift in common marmoset
3. 学会等名 Neuro2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Masaki, Masahiro Yamaguchi, Masanari Onda, Ryosuke Takeuchi, Nao Morimoto, Keisuke Isobe, Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Two-photon imaging and two-photon optogenetics for cortical single-neuronal-networks
3. 学会等名 光操作研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 空間視知覚と視覚誘導性行動を支える神経回路メカニズム
3. 学会等名 NLS-GTRシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 マルチスケールイメージングによる脳神経回路解析
3. 学会等名 GTRシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nao Morimoto, Ayano Ishida, Masanari Onda, Ryosuke Takeuchi, Azusa Kamikouchi, Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Modulation of the temporal dynamics in the auditory response behavior
3. 学会等名 UK-AMED JOINT MEETING (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小寺 知輝、原 大樹、森本 菜央、小坂田文隆
2. 発表標題 マーモセットES細胞から大脳皮質オルガノイドへの分化誘導
3. 学会等名 マーモセット研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nao Morimoto, Ayano Ishida, Ryosuke F. Takeuchi, Azusa Kamikouchi, Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Serotonergic neurons modulate the temporal dynamics of the auditory response behavior induced by a courtship song in the fruit fly
3. 学会等名 Cold spring harbor (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小坂田文隆
2. 発表標題 Mechanisms of target-specific cortico-cortical transformations in the mouse visual system
3. 学会等名 日本薬学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Projection-specific cortico-cortical transformations in the mouse visual system
3. 学会等名 9th FAOPS CONGRESS (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Mechanisms of target-specific cortico-cortical transformations in the mouse visual system
3. 学会等名 Cold Spring Harbor Asia (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Modulation of visual representation in the brain
3. 学会等名 日本薬理学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Transsynaptic mapping and optical imaging of neural circuits in the mouse visual system
3. 学会等名 The 9th BRI International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Brain-wide mapping of neural circuits with rabies viral vectors
3. 学会等名 東京大学 LSBM Seminar Series (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Mapping and Optical Imaging of Neural Circuits in the Mouse Visual System
3. 学会等名 AMED-MRC UK-Japan Neuroscience symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Viral technologies toward understanding the structure and function of the visual system
3. 学会等名 Neuroscience Course
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Viral and Imaging Approaches Toward Understanding Neural Circuits in the Mouse Visual System
3. 学会等名 MPFI-JST Joint Workshop on Neuroscience and Single Cell Analysis (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taiki Hara, Toshiaki Suzuki, Yuji Masaki, Masahiro Yamaguchi, Hisashi Kuwabara, Nao Morimoto, Osakada Fumitaka
2. 発表標題 Efficient viral vector targeting with a bridge-protein to NPR-C-expressing cells in non-transgenic animals
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 Ami Tsuboi, Toshiaki Suzuki, Masanari Onda, Masahiro Yamaguchi, Nao Morimoto, Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Viral and anatomical approaches for mapping feedback corticod-cortical connections in the visual system
3. 学会等名 18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sayumi Okigawa, Nao Morimoto, Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Understanding the role of feedback inputs on visual information processing in the primary visual cortex
3. 学会等名 18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Toshiaki Suzuki, Taiki Hara, Yuji Masaki, Hisashi Kuwabara, Nao Morimoto, Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Cell-type-specific targeting of viral vectors in the mammalian brain
3. 学会等名 18th World Congress of Basic and Clinical Pharmacology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 俊章、森本 菜央、小坂田 文隆
2. 発表標題 ウイルスベクターを用いた神経回路解析システムの開発
3. 学会等名 日本薬理学会第133回近畿部会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumitaka Osakada
2. 発表標題 Viral and imaging approaches for linking neuronal connectivity to circuit function
3. 学会等名 24th CiNet Monthly Seminar (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 恩田将成、鈴木俊章、森本菜央、小坂田文隆
2. 発表標題 視覚機能を神経回路構造と対応付ける二光子励起イメージング法の確立
3. 学会等名 第64回日本薬学会東海支部
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山口真広, 森本菜央, 小坂田文隆	4. 発行年 2019年
2. 出版社 CMC	5. 総ページ数 10
3. 書名 バイオイノベーションに向けて ~バイオテクノロジーの新技术からの新しい視点~	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 光切替器および観察装置	発明者 小坂田文隆、磯部圭佑、緑川克美	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-157215	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
---------	---------------------------	-----------------------	----

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