

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：32651

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H03630

研究課題名（和文）脳活動MRIによる麻酔薬理ネットワークの解明

研究課題名（英文）Clarification of Anesthesia Pharmacology Network by Brain Activity MRI

研究代表者

畑 純一（Hata, Junichi）

東京慈恵会医科大学・医学部・講師

研究者番号：00568868

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000 円

研究成果の概要（和文）：当研究課題は、(1)超高磁場MRIによるrsfMRI実験、(2)麻酔薬を用いた実験、(3)ネットワーク解析の3段階構成で進め、麻酔薬の影響を調査した。超高磁場MRI研究環境を整備し、多チャンネルコイルを開発、動物処置や頭蓋骨手術の手技を確立し、高感度な信号受信が可能な多チャンネル表面コイルを調整してコモンマーマセットの脳活動計測を成功させました。また、安静時の脳活動が最も活発であることを示し、各種麻酔薬が脳機能に与える影響を明らかにしました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、超高磁場MRIとrs-fMRIを用いて麻酔薬が脳の安静時ネットワークに与える影響を詳細に解析し、意識消失のメカニズムを解明することである。これにより、麻酔薬の作用機序の理解が進み、神経科学における新たな知見を提供することができる。社会的意義としては、麻酔の安全性と有効性の向上に寄与し、医療現場での麻酔管理の改善に繋がります。また、麻酔薬の選択と最適化による患者の回復速度の向上や副作用の軽減も期待される。

研究成果の概要（英文）：Our research project investigated the effects of anesthetics through a three-phase approach: (1) rsfMRI experiments using ultra-high field MRI, (2) experiments involving anesthetics, and (3) network analysis. We established a research environment with ultra-high field MRI and developed a multi-channel coil. Additionally, we perfected animal handling techniques and cranial surgery procedures, and adjusted a multi-channel surface coil for high-sensitivity signal reception, enabling successful measurement of brain activity in common marmosets. Furthermore, we demonstrated that brain activity is most active at rest and clarified the effects of various anesthetics on brain function.

研究分野：磁気共鳴医学

キーワード：安静時脳機能MRI 超高磁場MRI 麻酔 コモンマーマセット 脳機能ネットワーク グラフ理論



## 1. 研究開始当初の背景

近年の脳科学の進歩により、脳内ネットワークの役割に注目が集まっています。特に、意識の創出や維持に関しては、脳全体での神経ネットワークの働きが重要とされています。麻酔薬は意識を強制的に奪う薬剤として知られており、これまでその細胞レベルでの作用機序は解明されているが、脳内ネットワークへの影響については不明な点は多い。そこで、本研究では、安静時脳機能 MRI (rs-fMRI) を用いて、麻酔薬が脳領域間の活動ネットワークに与える影響を全脳領域で解析し、どのようにして「無意識」を創出するのかを解明することを目的とする。これは、麻酔薬の作用機序の異なる種類 (例: イソフルラン、プロポフォール、ケタミンなど) を用いることで、脳内の活動ネットワークの変化を詳細に解析することで逆問題解決として見出すことを試みる。ヒトの研究では使用できる薬剤に限りがあるため、本研究では薬物動態や脳機能がヒトと類似している非ヒト霊長類であるコモンマーモセットを用いる。コモンマーモセットはヒトに近縁な真猿類であり、その代謝経路や生理学的・解剖学的特徴がヒトと類似しているため、脳神経学、薬理学、行動学の研究において非常に有用とされている。さらに、本研究では 9.4 テスラの超高磁場 MRI 装置を使用することで、従来よりも高精度な BOLD 信号を取得し、より鋭敏なネットワーク解析を行う。これにより、麻酔薬が脳内ネットワークに与える微細な影響を詳細に評価し、意識消失のメカニズムを解明することが可能となると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、麻酔薬がどのようにして「無意識」を創出するかを明らかにすることである。これを実現するために、脳活動の状況を計測できる安静時脳機能 MRI 法 (rs-fMRI) を用い、異なる麻酔薬が脳領域間の活動ネットワークに与える影響を解析する。ヒトでは使用可能な薬剤に限られるため、ヒトと生理学的・解剖学的に類似している非ヒト霊長類のコモンマーモセットを対象とし、さらに、9.4 テスラの超高磁場 MRI 装置を使用し、従来よりも高精度な BOLD 信号を取得して、より正確なネットワーク解析を行う。これにより、麻酔薬の作用機序を詳細に解明し、意識喪失のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、コモンマーモセットを対象とし、異なる麻酔薬が脳の安静時ネットワーク (Resting State Network; RSN) に与える影響を明らかにするために、9.4 テスラの超高磁場 MRI 装置を用いて rs-fMRI (安静時機能的磁気共鳴画像法) を実施する。まず、各被験者に対してミダゾラム、デクスメデトミジン、イソフルラン、プロポフォール、アルファキサロン、セボフルランなどの麻酔薬を単独または組み合わせて投与し、麻酔下での脳活動を解析する。

### 動物：

実験環境として、コモンマーモセットは専用の保持器具を用いて固定し、動きを最小限に抑えた。また順化として、実験前に十分な練習トレーニングを行った。計測中の体温管理や生理的パラメータのモニタリングを行いながら、体調管理に十分な配慮をしながらデータは取得した。MRI では騒音が引き起こされるため耳栓を装着し、また、室内は涼しい環境のため、体温を 36-38℃ に維持するために温水循環器を使用した。麻酔条件下では自発運動や咳が観察された場合、追加の鎮静剤または麻酔剤を投与し、吸入麻酔の濃度を調整した。

麻酔試薬と投与方法として、各麻酔薬 (ミダゾラム、デクスメデトミジン、プロポフォール、イソフルラン、セボフルラン、アルファキサロン) を使用し、それぞれの効果を比較した。投与方法や量は、薬物動態を考慮しながら、適切な投与方法 (静脈内投与、吸入麻酔など) を採用し、動物のバイタルに変化がない範囲で安定した麻酔濃度を維持し計測を行った。

### MRI：

9.4 テスラの超高磁場 MRI 装置 (Bruker BioSpin) を使用し、コモンマーモセットの脳活動を計測した。具体的な計測条件は以下の通りである。

構造データの取得は、RARE (Rapid Acquisition with Relaxation Enhancement) シーケンスを使用し、パラメータは、TR = 4331 ms、TE = 15.0 ms、FOV = 42.0 × 28.0 × 36.0 mm、マトリックスサイズ = 120 × 80 ボクセル、解像度 = 0.35 × 0.35 mm、スライス厚 = 0.7 mm、スライス数 = 52、スキャン時間 = 1 分 26 秒、RARE ファクター = 4 とした。機能データの取得は、EPI (Gradient Recalled Echo-Planar Imaging) シーケンスを使用し、パラメータは、TR = 2000 ms、TE = 16.0 ms、FOV = 42.0 × 28.0 × 36.0 mm、マトリックスサイズ = 60 × 40 ボクセル、解像度 = 0.7 × 0.7 mm、スライス厚 = 0.7 mm、スライス数 = 52、繰り返し数 = 155、ス



キャン時間 = 5 分 10 秒とした。また、機能イメージングは 1 被験者あたり 12 回実施し、各個体から 60 分のデータを取得した。

#### 画像解析：

前処理では、取得した BOLD 信号データを SPM や FSL ソフトウェアを用いて前処理し、ノイズを除去した。具体的な手順としては、まずデータを NIfTI フォーマットに変換し、SPM を使用してボクセルサイズを 0.7 mm 等方から 3.5 mm 等方に変更した。その後、FMRIB Software Library (FSL) の top-up ツールを用いて幾何学的歪みを補正し、各セクションの信号取得タイミングのずれを補正するためにスライスタイミング補正を実施した。また、リアライメントを適用して体動による頭部の動きを補正し、コレジストレーションにより構造画像と機能画像間の空間スケールの誤差を補正した。さらに、ボクセルを標準脳画像に揃えて個体間の構造的差異を補正するためにノーマライゼーションを行い、ガウシアンカーネル (7 mm) の空間畳み込みを使用して平滑化を実施した。最後に、CONN の fMRI デノイジングパイプラインを使用して生理的ノイズを除去し、周波数フィルタリング (0.01-0.1 Hz) を適用した。

ネットワークデータの視覚化として、前処理が完了したデータを基に、独立成分分析 (ICA) を用いて安静時ネットワークを特定し、各麻酔条件下でのネットワーク構造の変化を評価し、さらに、グラフ理論解析を用いて、情報伝達機能や結合性の変化を定量化した。

## 4 . 研究成果

本研究では、コモンマーマセットを対象に異なる麻酔薬が脳の安静時ネットワーク (RSN) に与える影響を評価しました。9.4 テスラの超高磁場 MRI 装置を使用して rs-fMRI (安静時機能的磁気共鳴画像法) を実施し、各麻酔条件下での脳活動を詳細に解析し、安静時と麻酔下での異なるネットワーク知見を得ることができた。

覚醒状態では 9 つの RSN が検出された。これには、デフォルトモードネットワーク (DMN) と背側注意ネットワーク (DAN) という 2 つの高次認知ネットワーク、6 つの低次感覚ネットワーク (体性感覚ネットワーク、聴覚ネットワーク、視覚ネットワークなど) および基底核ネットワークが含まれた (図 1)。ミダゾラム (Mida) およびデクスメトミジン (Dex) を投与した場合、これらのネットワークの多くが保持されたが、全般的に機能的結合が減少する傾向が見られた。一方、イソフルラン (Iso) とプロポフォール (Propo) を使用した場合、高次認知ネットワークが失われ、低次感覚ネットワークが部分的に維持されました。アルファキサロン (Alfa)、イソフルラン、およびセボフルラン (Sevo) では、多くの RSN が消失し、特に高次認知ネットワークが大きく影響を受けました (図 1)。

さらに、グラフ理論解析により、主要な情報伝達機能を持つ脳領域の中心性 (betweenness centrality) を評価した結果、特に前頭前野および後帯状皮質で顕著な変化が観察された (図 2)。Mida および Dex ではこれらの変化が比較的少なく、Iso および Propo では中程度の変化が見られた。Alfa、Iso、Sevo では大幅な変化が観察され、これらの麻酔薬が脳の機能的ネットワークに与える影響が最も大きいことが示された。

高次認知ネットワーク (特に DMN) の影響について詳しく調査した結果、Dual regression 解析により、Mida および Dex では DMN における同期性が保持されている一方で、Propo、Alfa、Iso、Sevo では同期性が顕著に低下していることが明らかになった (図 3)。これにより、Mida および Dex が比較的軽度な鎮静状態を提供し、脳の機能的ネットワークを維持する上で有効であることが確認された。

当研究課題では、(1) 超高磁場 MRI による rsfMRI 実験、(2) 麻酔薬を用いた実験、(3) ネットワーク解析の 3 段階構成で研究を進めることで麻酔薬の影響を見出すよう進めてきた。(1) 超高磁場 MRI による rsfMRI 実験として、超高磁場 MRI による研究環境を当施設に実装完了と多チャンネルコイルの開発を達成した。また、(2a) 麻酔薬を用いた実験として、動物処置や頭蓋骨の手術手技を確立させた。(2b) 開発環境・技術基盤をもとに、これまでに開発した覚醒下での実験環境に合わせて高感度な信号受信を可能とする多チャンネル表面コイルの調整を行うことでコモンマーマセットの脳活動計測を達成した。安静時の脳活動データ、そして、動物実験にてよく用いられるイソフルランをはじめとし、プロポフォール、メトミジン、アルファキサンなどの各種麻酔薬を用いた際の脳活動データを取得した。脳活動解析の結果、安静時において脳活動が最も活発であることを実験的に証明し、脳領域ごとに各種麻酔薬が安静時と比べてどのように変化するかを見出した。異なる麻酔薬が脳の機能的ネットワークに与える影響は大きく異なり、特にミダゾラムおよびデキサメゾンが高次認知ネットワークの保存に優れていることが示されました。これに対して、アルファキサロン、イソフルラン、セボフルランは広範な神経抑制を引き起こし、高次認知ネットワークの消失が顕著であった。この知見は、麻酔薬の選択が脳機能研究における結果に大きな影響を与えることを示しており、麻酔薬選択と最適化が意識を司る脳ネットワークにどのように影響を与えるか理解することにつながった。



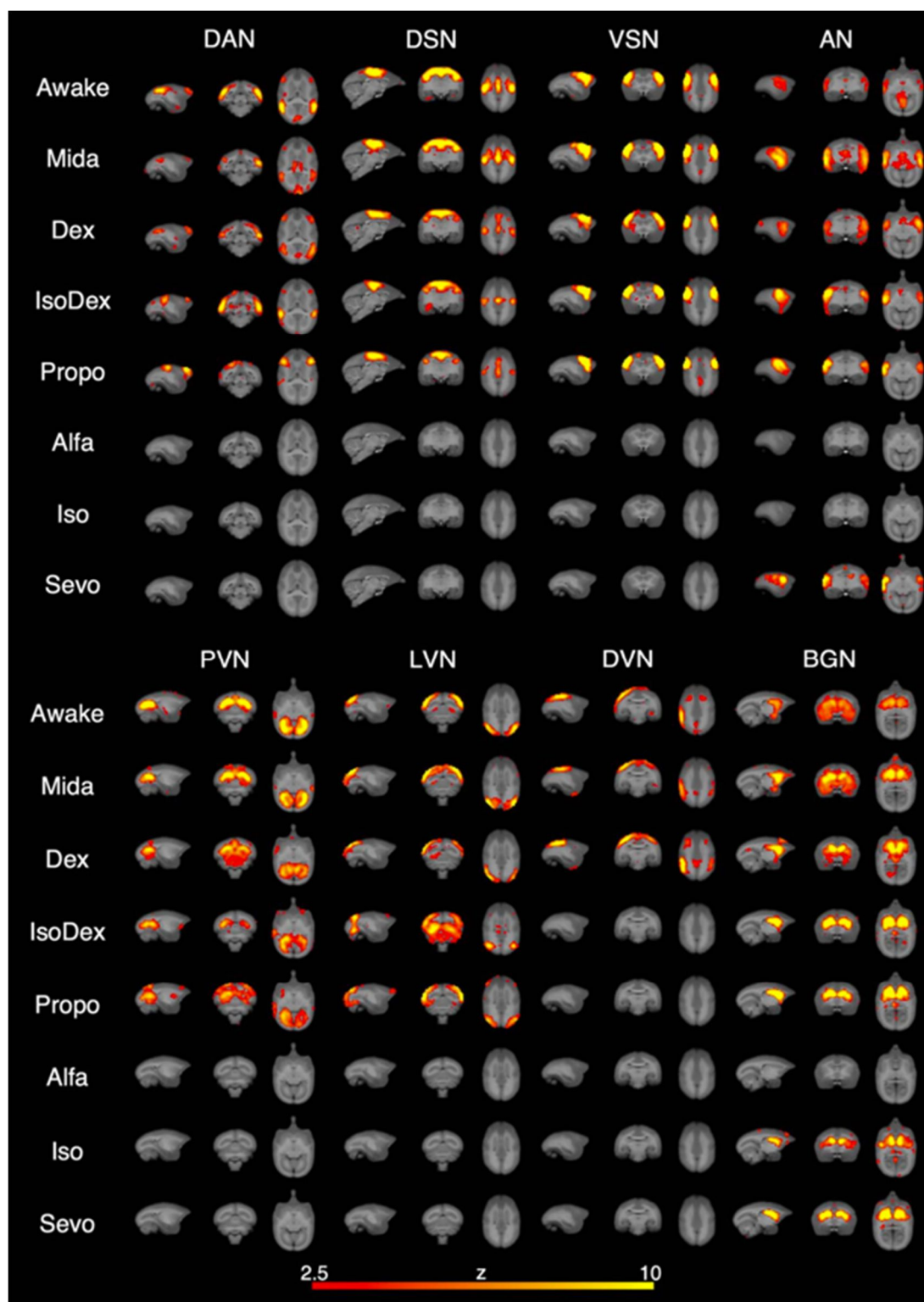


図1 グループ独立成分分析 (group-ICA) による安静時ネットワーク (RSNs)



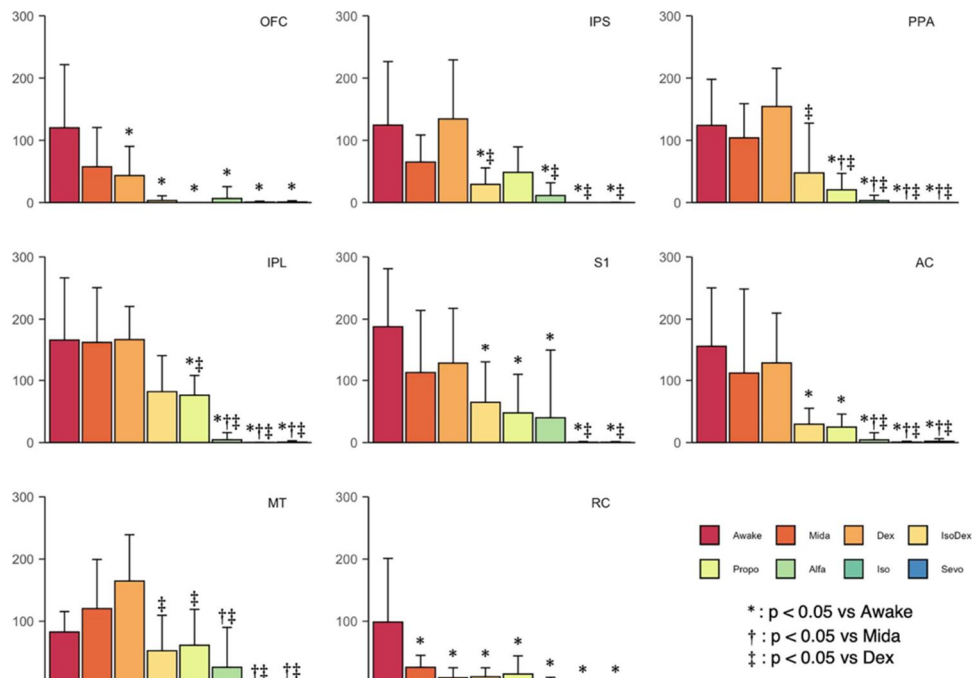


図2 8つの脳領域における betweenness centrality の解析結果

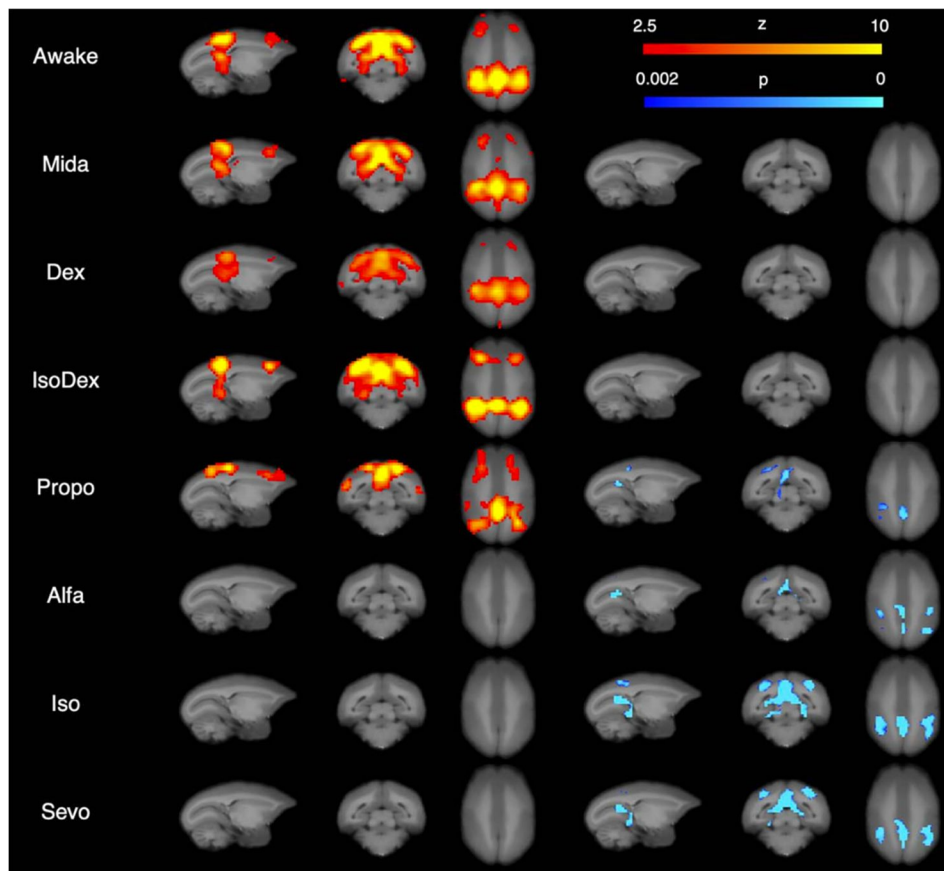


図3 各麻酔条件下で検出されたデフォルトモードネットワークとデュアルリグレッション解析の結果



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 OSHIRO Hinako, HATA Junichi, HAYASHI Naoya, HAGA Yawara, YOSHIMARU Daisuke, FURUKAWA Akira	4. 巻 42
2. 論文標題 OGSE Observation of Micro Restricted Structures [Presidential Award Proceedings]	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Magnetic Resonance in Medicine	6. 最初と最後の頁 43～43
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2463/jjmr.2021-1746	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 Kurihara Sho, Tei Masayoshi, Hata Junichi, Mori Eri, Fujioka Masato, Matsuwaki Yoshinori, Otori Nobuyoshi, Kojima Hiromi, Okano Hirotaka James	4. 巻 5
2. 論文標題 MRI tractography reveals the human olfactory nerve map connecting the olfactory epithelium and olfactory bulb	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Biology	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） 10.1038/s42003-022-03794-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 Muta Kanako, Hata Junichi, Kawaguchi Naoki, Haga Yawara, Yoshimaru Daisuke, Hagiya Kei, Kaneko Takaaki, Miyabe-Nishiwaki Takako, Komaki Yuji, Seki Fumiko, Okano Hirotaka James, Okano Hideyuki	4. 巻 33
2. 論文標題 Effect of sedatives or anesthetics on the measurement of resting brain function in common marmosets	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 5148～5162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/cercor/bhac406	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 Rikitake Mitsuki, Notake Sachiko, Kurokawa Karen, Hata Junichi, Seki Fumiko, Komaki Yuji, Oshiro Hinako, Kawaguchi Naoki, Haga Yawara, Yoshimaru Daisuke, Ito Ken, Okano Hirotaka James	4. 巻 8
2. 論文標題 Effects of chronic caffeine intake and withdrawal on neural activity assessed via resting-state functional magnetic resonance imaging in mice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Heliyon	6. 最初と最後の頁 e11714～e11714
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.heliyon.2022.e11714	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 Oshiro Hinako, Hata Junichi, Nakashima Daisuke, Hayashi Naoya, Haga Yawara, Hagiya Kei, Yoshimaru Daisuke, Okano Hideyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Influence of Diffusion Time and Temperature on Restricted Diffusion Signal: A Phantom Study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Medical Sciences	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) 10.2463/mrms.mp.2022-0103	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 Rikitake Mitsuki, Hata Junichi, Iida Mayu, Seki Fumiko, Ito Rina, Komaki Yuji, Yamada Chihoko, Yoshimaru Daisuke, Okano Hiroataka James, Shirakawa Takako	4. 巻 15
2. 論文標題 Analysis of Brain Structure and Neural Organization in Dystrophin-Deficient Model Mice with Magnetic Resonance Imaging at 7 T	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Open Neuroimaging Journal	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2174/18744400-v15-e2202040	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 Ueda Ryo, Hara Hiroyoshi, Hata Junichi, Senoo Atsushi	4. 巻 32
2. 論文標題 White matter degeneration in diffuse axonal injury and mild traumatic brain injury observed with automatic tractography	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 NeuroReport	6. 最初と最後の頁 936 ~ 941
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNR.0000000000001688	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 Komatsu Teppei, Ohta Hiroki, Motegi Haruhiko, Hata Junichi, Terawaki Koshiro, Koizumi Makoto, Muta Kanako, Okano Hiroataka James, Iguchi Yasuyuki	4. 巻 11
2. 論文標題 A novel model of ischemia in rats with middle cerebral artery occlusion using a microcatheter and zirconia ball under fluoroscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-92321-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 Sommer Rafael Canani, Hata Junichi, Rimkus Carolina de Medeiros, Klein da Costa Bruna, Nakahara Jin, Sato Douglas Kazutoshi	4. 巻 58
2. 論文標題 Mechanisms of myelin repair, MRI techniques and therapeutic opportunities in multiple sclerosis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Multiple Sclerosis and Related Disorders	6. 最初と最後の頁 103407 ~ 103407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.msard.2021.103407	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 Tsuji Yusuke, Kerever Aurelien, Furukawa Toshiki, Kamagata Koji, Saito Yuya, Aoki Shigeki, Hata Junichi, Okano Hideyuki, Kobayashi Kenta, Okada Takuya, Miya Ken, Keino-Masu Kazuko, Masu Masayuki, Arikawa-Hirasawa Eri	4. 巻 88
2. 論文標題 Diffusion magnetic resonance tractography-based evaluation of commissural fiber abnormalities in a heparan sulfate endosulfatase-deficient mouse brain	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance Imaging	6. 最初と最後の頁 123 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mri.2022.01.017	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 Alexander, Gong Rui, Abe Hiroshi, Nakae Ken, Hata Junichi, Skibbe Henrik, Yamaguchi Yoko, Ishii Shin, Okano Hideyuki, Yamamori Tetsuo, Ichinohe Noritaka	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 Structure and Function	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 Lee Brian C., Lin Meng K., Fu Yan, Hata Junichi, Miller Michael I., Mitra Partha P.	4. 巻 529
2. 論文標題 Multimodal cross registration and quantification of metric distortions in marmoset whole brain histology using diffeomorphic mappings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Neurology	6. 最初と最後の頁 281 ~ 295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cne.24946	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 Gutierrez Carlos Enrique, Skibbe Henrik, Nakae Ken, Tsukada Hiromichi, Lienard Jean, Watakabe Akiya, Hata Junichi, Reisert Marco, Woodward Alexander, Yamaguchi Yoko, Yamamori Tetsuo, Okano Hideyuki, Ishii Shin, Doya Kenji	4. 巻 10
2. 論文標題 Optimization and validation of diffusion MRI-based fiber tracking with neural tracer data as a reference	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-78284-4	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 -

〔学会発表〕 計42件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 Kanako Muta, Junichi Hata, Yawara Haga, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Takaaki Kaneko, Takako Miyabe-Nishiwaki, Yuji Komaki, Fumiko Seki, Hirotaka James Okano, and Hideyuki Okano
2. 発表標題 How does midazolam affect resting-state networks in common marmosets? An investigation using a 9.4 T magnetic resonance imaging system.
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB & ISMRT 31st Annual Meeting, 07-12 May 2022, London, England, UK, No. 3617 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yawara Haga, Junichi Hata, Takaaki Kaneko, Kei Hagiya, Yuji Komaki, Fumiko Seki, Daisuke Yoshimaru, Kanako Muta, Noriyuki Kishi, Takako Shirakawa, and Hideyuki Okano
2. 発表標題 Highly reliability resting-state networks in common marmoset brains.
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB & ISMRT 31st Annual Meeting, 07-12 May 2022, London, England, UK, No.3616 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Junichi Hata, Reona Kobayashi, Yawara Haga, Mai Mizumura, Hinako Oshiro, Kanako Muta, Naoya Hayashi, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Hirotaka James Okano, and Hideyuki Okano
2. 発表標題 Detection of cranial nerve degeneration in a transgenic Parkinson's disease model marmoset using multi-contrast mechanism MRI
3. 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB & ISMRT 31st Annual Meeting, 07-12 May 2022, London, England, UK, No. 4642 (国際学会)
4. 発表年 2022年



1 . 発表者名 Hinako Oshiro, Junichi Hata, Daisuke Nakashima, Yawara Haga, Naoya Hayashi, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, and Hideyuki Okano
2 . 発表標題 Characteristics of three factors that influence the diffusion signal with PGSTE and OGSE
3 . 学会等名 Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB & ISMRT 31st Annual Meeting, 07-12 May 2022, London, England, UK, No. 4748 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Kanao Muta, Junichi Hata, Naoki Kawaguchi, Yawara Haga, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Takaaki Kaneko, Takako Miyabe-Nishiwaki, Yuji Komaki, Fumiko Seki, Hiritaka James Okano, Hideyuki Okano
2 . 発表標題 Evaluation of the usefulness of propofol anesthesia in measuring the resting brain function in common marmosets.
3 . 学会等名 第50回日本磁気共鳴医学会大会, 2022.09.09-11, OS15-4, 名古屋
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Hinako Oshiro, Junichi Hata, Daisuke Nakashima, Rintaro Oshiro, Naoya Hayashi, Yawara Haga, Daisuke Yoshimaru, Hideyuki Okano
2 . 発表標題 Variation of diffusion coefficients with the applied waveforms of OGSE
3 . 学会等名 第50回日本磁気共鳴医学会大会, 2022.09.09-11, PP06-5, 名古屋
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Yawara Haga, Junichi Hata, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Hinako Oshiro, Kanao Muta, Noriyuki Kishi, Hideyuki Okano
2 . 発表標題 The structure networks in the non-human primate brains
3 . 学会等名 第50回日本磁気共鳴医学会大会, 2022.09.09-11, PP14-2, 名古屋
4 . 発表年 2022年



1. 発表者名 Karen Kurokawa, Junichi Hata, Mitsuki Rikitake, Sachiko Notake, Ken Ito, Hinako Oshiro, Yawara Haga, Daisuke Yoshimaru, Hiroataka James Okano
2. 発表標題 Effects of Feeding Stress on Functional Brain Networks in Mice
3. 学会等名 第50回日本磁気共鳴医学会大会, 2022.09.09-11, DP01-5, 名古屋
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rina Ito, Junichi Hata, Mayu Iida, Fumiko Seki, Mitsuki Rikitake, Yuji Komaki, Chihoko Yamada, Daisuke Nakashima, Hiroataka Okano, Takako Shirakawa
2. 発表標題 Life-span development of brain functional connectivity in common marmosets
3. 学会等名 International Society of Magnetic Resonance in Medicine Annual Meeting & Exhibition An Online Experience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuki Rikitake, Junichi Hata, Fumiko Seki, Shinsuke Ishigaki, Kuniyuki Iwata-Endo, Nobuyuki Iwade, Takako Shirakawa, Hiroataka James Okano, Hideyuki Okano, and Gen Sobue
2. 発表標題 Analysis of neurodegeneration using diffusion and functional MRI in FTLD model marmoset
3. 学会等名 International Society of Magnetic Resonance in Medicine Annual Meeting & Exhibition An Online Experience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 K. Kufukihara, S. Kitagawa, K. Sekiguchi, Y. Sato, M. Tanikawa, J. Hata, S. Suzuki, M. Nakamura, H. Okano, J. Nakahara
2. 発表標題 q-Space Myelin Map imaging for longitudinal analysis of remyelination in multiple sclerosis patients treated with dimethyl fumarate, follow-up results
3. 学会等名 37th Congress of the European Committee for Treatment & Research in Multiple Sclerosis (国際学会)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 飯田真由、畑 純一、関布美子、羽賀柔、吉丸大輔、岡野ジェイムス洋尚、岡野栄之
2. 発表標題 非ヒト霊長類の年齢に伴う脳形態特性
3. 学会等名 日本放射線技術学会第77回総会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸 憲幸、佐藤 賢哉、畑 純一、奥野 弥佐子、伊東 多恵子、岡原 純子、岡野 洋尚、佐々木 えりか、岡野 栄之
2. 発表標題 レット症候群モデルマーマモセットの作製と解析
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊東 莉那、小牧 裕司、関 布美子、飯田 真由、力武 聖月、西尾 真鈴、畑 純一、白川 崇子
2. 発表標題 安静時 fMRIによるマーマモセット脳の縦断的解析
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 畑 純一、中江 健、塚田 啓道、羽賀 柔、飯田真由、植松 明子、関 布美子、一戸 紀孝、Woodward Alex、兼子 峰明、吉丸 大輔、渡我部 昭哉、阿部 央、谷 利樹、Gong Rui、萩谷 桂、岸憲幸、山森 哲雄、岡野 ジェイムス洋尚、岡野 栄之
2. 発表標題 コモンマーマモセット脳の大規模 MRIデータアーカイブ
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 羽賀 柔、畑 純一、兼子 峰明、吉丸 大輔、山田 龍彦、小牧 裕司、関 布美子、山下祐一、古川 顕、岡野 ジェイムス 洋尚、一戸 紀孝、山森 哲雄、岡野 栄之、小松 三佐子
2. 発表標題 fMRIによるコモンマーモセットの安静時脳機能ネットワークの検討と電気生理学的手法との比較
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sachiko Notake, Junichi Hata, Motoki Hirabayashi, Mitsuki Rikitake, Daisuke Yoshimaru, Sho Kurihara, James Hirotaka Okano
2. 発表標題 Analysis of neurodegeneration in the common marmoset hearing loss model using Voxel Based meta-Analysis
3. 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Naoya Hayashi, Junichi Hata, Motoki Hirabayashi, Sho Kurihara, James, Hirotaka Okano, Akira Furukawa
2. 発表標題 iPS cell tracking in mouse brain after stereotaxic injection
3. 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rina Ito, Yuji Komaki, Fumiko Seki, Mayu Iida, Mitsuki Rikitake, Marin Nishio, Junichi Hata, Takako Shirakawa
2. 発表標題 Assessment of functional connectivity development in common marmosets by resting-state functional MRI
3. 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4. 発表年 2021年



1 . 発表者名 Karen Kurokawa, Junichi Hata, Mitsuki Rikitake, Sachiko Notake, Ken Ito, Daisuke Yoshimaru, James Hirotaka Okano, Akira Furukawa
2 . 発表標題 Effects of animal habituation on brain networks in resting state fMRI
3 . 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Yawara Haga, Junichi Hata, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Kanako Muta, Minako Kurakata, Hirotaka James Okano, Akira Furukawa, Hideyuki Okano
2 . 発表標題 Resting-State Networks in Common Marmoset Brain
3 . 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Minako Kurakata, Yawara Haga, Junichi Hata, Naoya Hayashi, Hinako Ooshiro, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Noriyuki Kishi, Takako Shirakawa, Hideyuki Okano
2 . 発表標題 Necessary rsfMRI data volume in the calculation of Functional Connectivity
3 . 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Mitsuki Rikitake, Junichi Hata, Sachiko Notake, Karen Kurokawa, Ken Ito, Hinako Oshiro, Yawara Haga, Fumiko Seki, Daisuke Yoshimaru, Takako Shirakawa, James Hirotaka Okano
2 . 発表標題 The Caffeine stimulation caused changes in brain activity, which were analyzed by rs-fMRI
3 . 学会等名 The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4 . 発表年 2021年



1. 発表者名
Ken Ito, Norimichi Higurashi, Junichi Hata, Kanako Muta, Mitsuki Rikitake, Daisuke Yoshimaru, Hirotaka Okano
2. 発表標題
Development of the unanesthetized brain activity MRI method for elucidating age-dependent brain function in a rat model of early-onset CNS disorders
3. 学会等名
The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4. 発表年
2021年

1. 発表者名
Hinako Oshiro, Junichi Hata, Yawara Haga, Naoya Hayashi, Daisuke Yoshimaru, Akira Furukawa
2. 発表標題
OGSE observation of micro restricted structures
3. 学会等名
The 49th Japanese Society for Magnetic Resonance in Medicine
4. 発表年
2021年

1. 発表者名
岸 憲幸、佐藤 賢哉、畑 純一、奥野 弥佐子、伊東 多恵子、岡原 純子、岡野 ジェームズ 洋尚、佐々木 えりか、岡野 栄之
2. 発表標題
Generation and Analysis of model marmosets of Rett syndrome
3. 学会等名
第11回日本マーモセット研究会
4. 発表年
2021年

1. 発表者名
牟田 佳那子、畑 純一、羽賀 柔、吉丸 大輔、萩谷 桂、兼子 峰明、宮部 貴子、小牧 裕司、関 布美子、西村 亮平、岡野 ジェイムス 洋尚、岡野 栄之
2. 発表標題
The effects of the GABA receptor agonist or the alpha 2 adrenergic receptor agonist on resting state network.
3. 学会等名
第11回日本マーモセット研究会
4. 発表年
2021年



1. 発表者名 金 侑璃、岩田（遠藤）邦幸、岩出 展行、中村 克樹、畑 純一、力武 聖月、勝野 雅央、祖父江 元、石垣 診祐
2. 発表標題 Development of novel translational test batteries using FTLD model marmosets
3. 学会等名 第11回日本マーモセット研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mayu Iida, Junichi Hata, Yawara Haga, Akiko Uematsu, Fumiko Seki, Daisuke Yoshimaru, Kei Hagiya, Hirotaka Okano, Hideyuki Okano, Takako Shirakawa
2. 発表標題 Age-related changes in brain morphology based on a large-scale MRI database of non-human primates
3. 学会等名 2020 International Society of Magnetic Resonance in Medicine Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akiko Uematsu, Junichi Hata, Makoto Fukushima, Noriyuki Kishi, Ayako Murayama, Shinsuke Koike, Hideyuki Okano
2. 発表標題 Early Brain Structural Development in Non-human Primate, Common Marmoset: A Longitudinal MRI study
3. 学会等名 2020 International Society of Magnetic Resonance in Medicine Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yawara Haga, Junichi Hata, Takaaki Kaneko, Tatsuhiko Yamada, Yuji Komaki, Fumiko Seki, Hideyuki Okano, Hirotaka Okano, Tetsuo Yamamori, Noritaka Ichinohe, Yuichi Yamashita, Akira Furukawa, Misako Komatsu
2. 発表標題 Resting-State Functional Connectome Analysis of Awake Common Marmoset with Functional MRI and Electrocorticographic
3. 学会等名 2020 International Society of Magnetic Resonance in Medicine Virtual Conference & Exhibition (国際学会)
4. 発表年 2020年



1 . 発表者名
Catia Caeiro, Anne Burrows, Kanako Muta, Junich Hata, Ryohei Nishimura, Hirotaka James Okano, and Takako Miyabe-Nishiwaki
2 . 発表標題
CalliFACS: A new muscle-based coding system to measure Common marmosets facial movements
3 . 学会等名
54th congress of international society for applied ethology ( 国際学会 )
4 . 発表年
2020年

1 . 発表者名
Akiya Watakabe, Henrik Skibbe, Ken Nakae, Jian Wang, Masafumi Takaji, Hiroaki Mizukami, Alexander Woodward, Rui Gong, Junichi Hata, Hideyuki Okano, Shin Ishii, Tetsuo Yamamori
2 . 発表標題
The connectomic mapping of the marmoset prefrontal cortex
3 . 学会等名
Society for Neuroscience Global connectome meeting ( 国際学会 )
4 . 発表年
2020年

1 . 発表者名
Hiromichi Tsukada, Junichi Hata, Hiroki Hamada, Calros Enrique Gutierrez, Ken Nakne, Henrik Skibbe, Alexander Woodward, Shin Ishii, Hideyuki Okano, Kenji Doya
2 . 発表標題
A computational analysis of structure-function relationship in the whole-brain network based on diffusion and functional MRI data of marmosets
3 . 学会等名
The 43rd Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4 . 発表年
2020年

1 . 発表者名
Yawara Haga,Junichi Hata,Takaaki Kaneko,Tatsuhiko Yamada,Yuji Komaki,Fumiko Seki,Tetsuo Yamamori,Noritaka Ichinohe,Yuichi Yamashita,Akira Furukawa,Hideyuki Okano,James Hirotaka Okano,Misako Komatsu
2 . 発表標題
Awaking Functional Connectivity of Common Marmoset Brain with functional MRI and ECoG
3 . 学会等名
第48回日本磁気共鳴医学会大会
4 . 発表年
2020年



1 . 発表者名 Kei Hagiya,Daisuke Yoshimaru,Junichi Hata,Yawara Haga,Tetsu Yoshida,Noriyuki Kishi,James Hirotaka Okano,Hideyuki Okano
2 . 発表標題 Differences in brain structural connectivity between wild-type and wild-type derived from a genetically engineered model in common marmosets
3 . 学会等名 第48回日本磁気共鳴医学会大会
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Mitsuki Rikitake,Junichi Hata,Fumiko Seki,Shinsuke Ishigaki,Kuniyuki Iwata-Endo,Nobuyuki Iwade,Gen Sobue,James Hirotaka Okano,Hideyuki Okano,Takako Shirakawa
2 . 発表標題 In restricted diffusion MRI, statistical brain image solution of marmoset FTLD model
3 . 学会等名 第48回日本磁気共鳴医学会大会
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Naoki Kawaguchi,Junichi Hata,Kanako Muta,Yawara Haga,Fumiko Seki,Yuji Komaki,James Hirotaka Okano,Hideyuki Okano,Akira Furukawa
2 . 発表標題 Comparison of Functional Connectivity under the Awake Condition and Various Anesthesia
3 . 学会等名 第48回日本磁気共鳴医学会大会
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Ken Nakae, Hiromichi Tsukada, Junichi Hata, Misako Komatsu, Yuki Nakagami, Henrik Skibbe, Alexander Woodward, Gong Rui, Carlos Enrique Gutierrez, Tetsuo Yamamori, Hideyuki Okano, Kenji Doya, Shin Ishii
2 . 発表標題 Spatial and temporal prediction of neural activity through a fusion of electrocorticography with structural connectivity of marmosets
3 . 学会等名 第10回日本マーマーモセット研究会
4 . 発表年 2021年



1. 発表者名 Reona Kobayashi-Hanada, Seiji Shiozawa, Junko Okahara, Junichi Hata, Erika Sasaki, Hideyuki Okano, et al.
2. 発表標題 Parkinson disease-like phenotypes in mutant $\alpha$ -synuclein transgenic marmosets
3. 学会等名 第10回日本マーモセット研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平林源希、栗原渉、吉丸大輔、畑純一、藤岡正人、小島博己、岡野James洋尚
2. 発表標題 MRS analysis in a common marmoset hearing loss model
3. 学会等名 第10回日本マーモセット研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junichi Hata, Ken Nakae, Hiromichi Tsukada, Yawara Haga, Mayu Iida, Hideyuki Okano, et al.
2. 発表標題 Construction of a Large-Scale MRI Database for the Common Marmoset Brain
3. 学会等名 第10回日本マーモセット研究会
4. 発表年 2021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	宮部 貴子  (Miyabe Takako)  (10437288)	京都大学・ヒト行動進化研究センター・助教   (14301)	

#### 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
---------	---------