

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 9 月 19 日現在

機関番号：72611

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H04756

研究課題名（和文）遺伝子改変疾患モデルマーモセット評価に向けた自動行動解析システムの開発

研究課題名（英文）Development of an Automated Behavioral Analysis System for Evaluation of Genetically Modified Disease Model Marmosets

研究代表者

佐々木 えりか（Sasaki, Erika）

公益財団法人実験動物中央研究所・マーモセット医学生物学研究部・部長

研究者番号：70390739

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 32,700,000円

研究成果の概要（和文）：小型非ヒト霊長類のマーモセットでは遺伝子改変によってアルツハイマー病やパーキンソン病などの神経疾患モデルが作製されている。しかし、標準的な行動解析手法がないため、装置はホームケージで飼育されたマーモセットの行動を解析可能な自動行動解析装置を開発させた。研究期間内に、自動行動解析システム、音声コミュニケーション、タッチパネル装置について研究開発を行った。約3000枚のアノテーション画像を準備し、DeepLabCutの学習を行い、骨格点の抽出や睡眠障害の記録が可能となり、タッチパネルによる行動解析も実装した。特に、マーモセットの子どもが親を見て学習する姿が観察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ホームケージで多頭飼育されているマーモセットの自由な行動を自動で解析する装置を構築し、動物福祉に配慮した飼育環境で非侵襲的に、行動解析を「誰でも」実施可能にするための基盤を構築した。これにより、アルツハイマー病やパーキンソン病といった神経変性疾患モデルマーモセットを用いて、疾患がどのように進行し、行動がどのように変化するかを脳画像を参照しながら明らかにすることが可能となった。このことは今後の神経変性疾患の早期発症法の開発と先制医療の開発に有用となることが期待される。

研究成果の概要（英文）： Genetically modified marmosets for neurological disease studies lacked behavioral analysis methods. We developed a device to automatically analyze their behavior in home cages, leveraging a database of wild-type marmoset behaviors for comparison. From FY2021 to FY2023, our research introduced an automatic behavior analysis system, voice communication, and a touch panel device. We automated speech sound classification, created individual vocalization identification, and developed a touch panel task identification device. We annotated 3,000 images for behavior analysis, employed DeepLabCut for skeletal tracking, and used Lidar with low-light cameras to monitor sleep disturbances as early disease indicators. The touch panel showed that offspring could learn tasks without direct training, indicating natural learning capabilities.

研究分野：実験動物学

キーワード：マーモセット 行動解析 神経変性疾患 遺伝子改変モデル

1. 研究開始当初の背景

マウスは、様々なバイオメディカル研究に貢献する実験動物であるが、ヒトとマウスでは生理学的、解剖学的に相違点も多く、マウスモデルで得られた研究結果をヒトに外挿できない場合がある。そこで、よりヒトに近い非ヒト霊長類の実験動物が、マウスとヒトを繋ぐモデルとして重要な役割を果たしている。コモンマーモセット(マーモセット)は遺伝子改変技術が確立され、パーキンソン病やアルツハイマー病、自閉症などの脳神経疾患の動物モデルも開発されている。一方、遺伝子改変疾患モデルマーモセットがヒトと同様の症候を示す有用なモデルか否かを検証するには、生化学的解析のみならず、構造 MRI、functional MRI などの脳画像解析と共に、脳構造変化と連動する認知機能、運動機能、コミュニケーション能力などを評価する行動解析が必須である。しかし、現在確立されているマーモセットの行動解析は専門性が高く、作製した遺伝子改変マーモセットの行動解析を専門家以外の研究者が実施することが難しい。また、マウスで開発されている自由行動下における全自動運動・行動・記憶学習・空間認知測定システム(以下、ケージ型自動行動解析装置と呼ぶ)もなく、既存の遺伝子改変モデルマーモセットの脳の発達、加齢や疾患発症に伴う脳の構造変化に対応した行動解析ができていない。今後、既存の遺伝子改変疾患モデルマーモセットの疾患の発症を捉えるには、まずその比較対象として野生型のマーモセットの脳発達、脳構造変化に対応した運動・行動変容のデータベースが必須となる。マーモセットは、3 次元で運動すること、嗅覚よりも視覚が発達していること、音声コミュニケーションが豊富などマウスと異なる行動特性を多く持つ。マーモセットの運動・行動変容のデータベースを作成し、疾患モデルの行動を解析するには、マーモセットの行動特性に特化したケージ型自動行動解析装置の開発が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、多頭飼育ケージ内で各個体の行動解析可能なケージ型自動行動解析装置の開発を行い、野生型マーモセットの新生仔の成長過程、およびアダルト個体の加齢に伴う運動・行動変容のデータベースおよび脳構造変化のデータベースを作成することで、将来的に遺伝子改変マーモセットの行動解析を「誰でも」実施可能にするための自動行動解析システム基盤を構築する。

そのシステムの基盤構築として本研究では、多頭飼育ケージ内の個体毎の 1 自動個体追跡システム、2 音声コミュニケーション解析、3 非音声コミュニケーション解析、4 認知機能評価から成るケージ型自動行動解析装置を構築し(図 2)、更に MRI による 5 同一個体の発達・加齢に伴う脳画像解析を実施する。これにより野生型マーモセットの同一個体の脳構造・機能の発達変化のデータベースと行動変容データベースを作成する。

3. 研究の方法

(1) 自動個体追跡システム

Lidar とビデオカメラによる画像解析の組み合わせと、顔識別によって各個体の継続的な追跡を可能にした。そして、追跡システムにより、長期的なビデオデータと、トラッキングデータを取得する。さらに、個体の移動に加えて、動物が何をしていたのかを解析するための教師データの取得と、教師データによる行動抽出法の実装を実施した。

(2) 音声・非音声コミュニケーションの解析

マーモセットの音声の自動分類についてはすでに報告があるが、マーモセットは複数頭を一つの部屋で飼育されていること通常である。そのため、部屋の中の鳴いた個体を自動で判定することは音声コミュニケーションの研究では必要である。音声解析ソフトウェアの開発のため、教師データの取得と、個体識別のためのプログラム開発を行った。また、コミュニケーションは音声のみでなく、ノンバーバルなコミュニケーションも非常に重要であるが、マーモセットではまだノンバーバルコミュニケーションはほとんど注目されていない。そこで、個体に装着可能な加速度センサーの開発を実施した。

(3) 認知機能評価を目的とした行動解析システム

ケージ型自動行動解析装置での自由な行動のみでなく、タッチパネル課題によってマーモセットの認知機能やワーキングメモリーも同時に計測した。さらに、ケージにチューブを接続し、自由にマーモセットが部屋を行き来できる環境を作ることで、課題実施へのモチベーションや、報酬への執着性などの観察も同時に実施した。

(4) 同一個体の発達・加齢に伴う脳画像解析

出生後 1 ヶ月齢から T1 強調画像、T2 強調画像、拡散強調画像、Magnetization Transfer Ratio (MTR)、Functional MRI (fMRI) について 2 ヶ月毎に撮像し、データを収集した。そのうち、T1、T2 強調画像を用いて灰白質を対象とした体積評価、拡散強調画像から再構成した拡散テ

ンソルによる Fractional Anisotropy (FA)画像、Radial Diffusivity (RD) 画像、また MTR 画像を用いて白質の評価を実施した。

4. 研究成果

(1)自動個体追跡システム

画像解析と Lidar の組み合わせにマーモセットの3次元トラッキングと行動検出システムを Full Monitoring and Animal Identification (FulMAI)として *Communications biology* に報告した。4台のカメラ映像を別々に深層学習による物体検出アルゴリズム (Yolo) で画像解析し、ケージ内部での動物の3次元位置座標を推定することができた。しかし Yolo 単体では、マーモセットが物陰に隠れた場合や、特殊な姿勢を取った場合にマーモセットを見逃すことがあった。そのため、より継続的なトラッキングを実施するために Lidar でマーモセットの点群を検出し、Yolo がマーモセットを見逃した場合には Lidar での検出の位置座標で補完する方法を開発した。さらに、従来、カメラ画像による実験動物の個体識別は色標識や、大きさで個体識別を行うことが一般的であったが、マーモセットは雌雄で色や大きさに差がなく、人工的な標識を個体へつけようとした場合、マーモセットが標識に順化せず、異常行動を示すことがあった。そこで、マーモセットが生来持っている身体特徴である顔を使った個体識別方法を開発し、3次元トラッキングと統合した (図1)。顔識別は98%以上の精度で個体を識別することが可能だった (表1)。これらの顔識別と動物の追跡を組み合わせることで、個体ごとの追跡を可能にした。このトラッキング情報を利用して、動物の個体ごとの活動量や個体間距離を解析することができる。また、FulMAI はマーモセットのみでなく、マーモセットの行動も Yolo によって同時検出可能だった。今回、社会行動の一つであるグルーミング行動の検出を行い、グルーミング行動に近い3次元位置に存在する個体情報から、グルーミング行動に参加している個体を特定した。これにより、どのマーモセットがいつどこでグルーミングをしていたのかを解析することが可能となる。これまでに FulMAI を用いて5ヶ月間の4頭のファミリー (父、母、娘2頭) を解析したところ、活動量は両親よりも娘が高く、母親はどの個体からも距離をとっていたことがわかった。今回の結果はこの家族の行動であり、マーモセット全体の特性とするものではないが、FulMAI を用いた長期的な解析によって、同一家族内の個体の活動量の変化や、社会性の変化を捉えることが可能となる。

(2) 音声・非音声コミュニケーションの解析

マーモセットの音声のうち7種類の音声を自動で分類するソフトを開発した。これにより Phee, Twitter, Trill, Cry, Chirp などの特徴的な音声を抽出することが可能になったため、これらの音声の話者特定のためのプログラム開発を行った。個体を独立したケージに隔離し、収集した音声を使った話者の特定を深層学習 (CNN / RNN-LSTM) で分類したところ、Twitter, Phee, Chirp は70-100%の精度で分類できた。一方で Trill は50%の精度だった。Trill は Phee や Food call と比較し、他個体が近くにいるときの発生であるため、個体情報が声に含まれていないという報告 (Y. Zurcher et. al., Scientific reports, 2021) もあり、識別の精度が低くなったと考えられる。今回、個体を隔離した状態で、録音し、個体識別のための基礎データとしたが、実際のマーモセットの飼育環境で、すべてのマーモセットを隔離し、録音することは現実的ではない。そこで、マーモセットの音声を性別と年齢から分類するために性別と年齢をわけたグループで録音を行い、個体のプロフィールから発生個体を特定する。そのための、グループごとの録音とプログラム開発を行った。この解析により、性別の差異は Trill, Twitter, Food calls, Phee ででており、そのうち Twitter で年齢の差異があった。

また、マーモセットが背負うことが可能 (20g) な6軸加速度センサーを開発した。これをケージ内の2頭のマーモセットに同時に背負わせ、移流エントロピー解析を行った。

(3) 認知機能評価を目的とした行動解析システム

ケージとタッチパネルのコンパートメントをチューブで接続し、マーモセットが自由に実施可能なタッチパネル装置を開発した。入室し、課題を実施した個体の特定は入口に設置した RFID リーダーによって行う。また、複数頭が同時に入室することを防ぐために、コンパートメントの前に自動ドアを設置し、コンパートメント内にマーモセットがすでにいる場合には、入室不可能にした。この装置を用いて家族飼育マーモセットでのタッチパネル課題解析を行った。3頭の家族 (父、母、息子) で実験を行い、タッチパネルへの馴化と認知機能課題である遅延型学習課題を実施した。子供は好奇心が旺盛であるためタッチパネル課題が開始した当初から頻繁な入室を繰り返し、順調に馴化、遅延型学習課題の学習ができていた。一方で、母親は、馴化期間には入室していたが、遅延型学習課題となり、課題の難易度が上がると入室をしなくなった。父親は反対に馴化期間にはほとんど入室しなかったが、遅延型学習課題開始後入室と課題の実施頻度が上昇した。また、子供と父親と比較した場合、遅延型学習課題が開始後に、子どものほうが正解率が安定するまでに実施した課題数が少なかった。これは若齢個体であるために学習ペースが早かったことが推察されるが、より多くの個体での実験の実施が必要と考える。また、入室回数は期間ごと、個体ごとに様々であったがリワードに対するモチベーションを反映していると考えている。

(4) 同一個体の発達・加齢に伴う脳画像解析

FA, RD, MTR の3つのパラメーターを用いた白質を対象とした解析では、マーモセットの場合もヒトと同様に連合線維の方が投射線維や交連線維よりも発達後期まで信号が変化する傾向が認められた。また、灰白質では、より成体(30 か月齢以上)になると、大脳皮質で顕著に認められた体積減少が緩やかになった。加齢に伴い体積の減少が観察されたが、その度合いは個体差が大きいことが明らかになった。

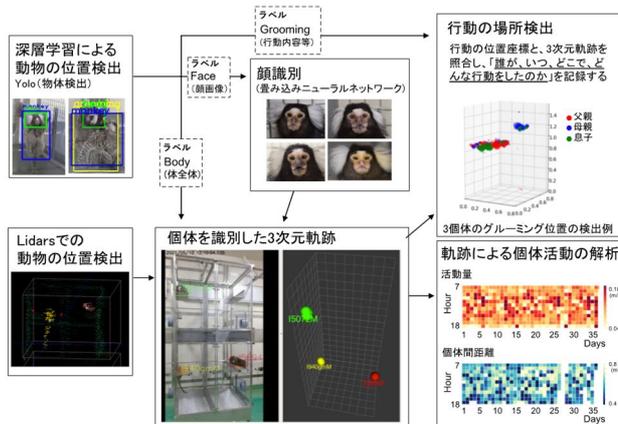


図 1. 開発した FulMAI システムの概略図

FulMAI はカメラと Lidars による情報を使用して、個体を識別した 3 次元トラッキングを実現した。この 3 次元トラッキング情報から個体ごとの活動量や個体間距離を計算可能である。また、同時に行動（現在はグルーミング行動のみ）の場所と時間も類推可能であるため「どのマーモセットが、いつどこで何をしていたのか」を解析することができる。

	Male (I5072M)	Female (I5894F)	Juvenile (I940M)	Unknown
Specificity	98.7%	99.5%	99.7%	99.5%
Accuracy	98.7%	98.6%	99.2%	99.5%
Recall	98.8%	96.1%	97.6%	99.6%
Precision	96.1%	98.4%	99.1%	98.5%
F-Measure	97.4%	97.3%	98.3%	99.0%

表 1. FulMAI の顔認識の精度 (Unknown は顔以外の画像を含む分類クラス)



図 2. 開発した 6 軸加速度センサー 重量 20g であり、マーモセットが装着可能なサイズで開発した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 18件）

1. 著者名 Yurimoto Terumi, Kumita Wakako, Sato Kenya, Kikuchi Rika, Shibuki Yusuke, Hashimoto Rino, Kamioka Michiko, Hayasegawa Yumi, Yamazaki Eiko, Kurotaki Yoko, Goda Norio, Kitakami Junichi, Fujita Tatsuya, Inoue Takashi, Sasaki Erika	4. 巻 7
2. 論文標題 Development of a new 3D tracking system for multiple marmosets under free-moving conditions	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 216-226
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2022.03.29.486138	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 Inoue Takashi, Yurimoto Terumi, Seki Fumiko, Sato Kenya, Sasaki Erika	4. 巻 72
2. 論文標題 The common marmoset in biomedical research: experimental disease models and veterinary management	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Experimental Animals	6. 最初と最後の頁 140 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1538/expanim.22-0107	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 Yurimoto Terumi, Mineshige Takayuki, Shinohara Haruka, Inoue Takashi, Sasaki Erika	4. 巻 71
2. 論文標題 Whole blood transfusion in common marmosets: a clinical evaluation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Experimental Animals	6. 最初と最後の頁 131 ~ 138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1538/expanim.21-0134	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 Mineshige Takayuki, Inoue Takashi, Kawai Kenji, Seki Fumiko, Yurimoto Terumi, Hata Jun ichi, Watanabe Kenichi, Kobayashi Yoshiyasu, Sasaki Erika	4. 巻 50
2. 論文標題 Spontaneous pulmonary adenocarcinoma in a common marmoset (Callithrix jacchus)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Medical Primatology	6. 最初と最後の頁 335 ~ 338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jmp.12540	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 入来 篤史、山崎 由美子	4. 巻 65
2. 論文標題 環境変化との相互作用による人類の認知能力の漸次的・急進的進化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 心理学評論	6. 最初と最後の頁 104 ~ 113
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24602/sjpr.65.2_104	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 Yamazaki Yumiko, Moriya Shigeharu, Kawarai Shinpei, Morita Hidetoshi, Kikusui Takefumi, Iriki Atsushi	4. 巻 17
2. 論文標題 Effects of enhanced insect feeding on the faecal microbiota and transcriptome of a family of captive common marmosets (<i>Callithrix jacchus</i>)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 1 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0279380	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 Bretas Rafael, Tia Banty, Yamazaki Yumiko, Iriki Atsushi	4. 巻 13
2. 論文標題 Multisensory integration and belief in the self	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	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) 10.3389/fpsyg.2022.983592	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 IRIKI Atsushi, SUZUKI Hiroaki, TANAKA Shogo, BRETAS VIEIRA Rafael, YAMAZAKI Yumiko	4. 巻 63
2. 論文標題 THE SAPIENT PARADOX AND THE GREAT JOURNEY: INSIGHTS FROM COGNITIVE PSYCHOLOGY, NEUROBIOLOGY, AND PHENOMENOLOGY	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PSYCHOLOGIA	6. 最初と最後の頁 151 ~ 173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2117/psysoc.2021-B017	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 Tia Banty, Takemi Mitsuaki, Kosugi Akito, Castagnola Elisa, Ricci Davide, Ushiba Junichi, Fadiga Luciano, Iriki Atsushi	4. 巻 31
2. 論文標題 Spectral Power in Marmoset Frontal Motor Cortex during Natural Locomotor Behavior	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 1077 ~ 1089
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhaa275	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 Bretas Rafael, Taoka Miki, Hihara Sayaka, Cleeremans Axel, Iriki Atsushi	4. 巻 11
2. 論文標題 Neural Evidence of Mirror Self-Recognition in the Secondary Somatosensory Cortex of Macaque: Observations from a Single-Cell Recording Experiment and Implications for Consciousness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁 157 ~ 157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci11020157	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 Viaro Riccardo, Maggolini Emma, Farina Emanuele, Canto Rosario, Iriki Atsushi, D' Ausilio Alessandro, Fadiga Luciano	4. 巻 31
2. 論文標題 Neurons of rat motor cortex become active during both grasping execution and grasping observation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 4405 ~ 4412.e4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2021.07.054	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 Sugiyama Nawa, Sugiyama Saburo, Cagnato Clarissa, France Christine A. M., Iriki Atsushi, Hughes Karissa S., Singleton Robin R., Thornton Erin, Hofman Courtney A.	4. 巻 119
2. 論文標題 Earliest evidence of primate captivity and translocation supports gift diplomacy between Teotihuacan and the Maya	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 1 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2212431119	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 Viaro Riccardo, Maggolini Emma, Farina Emanuele, Canto Rosario, Iriki Atsushi, D'Ausilio Alessandro, Fadiga Luciano	4. 巻 31
2. 論文標題 Neurons of rat motor cortex become active during both grasping execution and grasping observation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Current Biology	6. 最初と最後の頁 4405 ~ 4412.e4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cub.2021.07.054	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 Bretas Rafael Vieira, Yamazaki Yumiko, Iriki Atsushi	4. 巻 161
2. 論文標題 Phase transitions of brain evolution that produced human language and beyond	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroscience Research	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neures.2019.11.010	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 Tramacere Antonella, Iriki Atsushi	4. 巻 4
2. 論文標題 A novel mind set in primate experimentation: Implications for primate welfare	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Animal Models and Experimental Medicine	6. 最初と最後の頁 343 ~ 350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ame2.12190	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 IRIKI Atsushi, SUZUKI Hiroaki, TANAKA Shogo, BRETAS VIEIRA Rafael, YAMAZAKI Yumiko	4. 巻 63
2. 論文標題 THE SAPIENT PARADOX AND THE GREAT JOURNEY: INSIGHTS FROM COGNITIVE PSYCHOLOGY, NEUROBIOLOGY, AND PHENOMENOLOGY	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PSYCHOLOGIA	6. 最初と最後の頁 151 ~ 173
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2117/psysoc.2021-B017	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 Iriki Atsushi、Tramacere Antonella	4. 巻 16
2. 論文標題 “Natural Laboratory Complex” for novel primate neuroscience	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Integrative Neuroscience	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/fnint.2022.927605	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 Bretas Rafael、Tia Banty、Yamazaki Yumiko、Iriki Atsushi	4. 巻 13
2. 論文標題 Multisensory integration and belief in the self	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 .983592～983592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpsyg.2022.983592	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 Tia Banty、Bretas Rafael、Yamazaki Yumiko、Iriki Atsushi	4. 巻 238
2. 論文標題 The body in the world: tools and somato-centric maps in the primate brain	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Exp. Brain Res.	6. 最初と最後の頁 85～107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/B978-0-323-99193-3.00011-8	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 -

〔学会発表〕 計33件(うち招待講演 22件/うち国際学会 22件)

1. 発表者名 菊池理加、坂本晃海、関布美子、井上貴史、佐藤賢哉、汲田和歌子、早瀬川由美、入来篤史、山崎由美子、佐々木えりか
2. 発表標題 疾患モデルマーモセットの生涯にわたる解析を目的としたケージ常設型タッチパネル課題システムの開発
3. 学会等名 第11回日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本晃海、井上貴史、菊池理加、早瀬川由美、上岡美智子、橋本りの、山崎栄子、佐藤賢哉、汲田和歌子、佐々木えりか
2. 発表標題 家族飼育マーモセットの自由行動を対象とした新しい行動解析システムの開発
3. 学会等名 第11回日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本晃海、井上貴史、菊池理加、洪木裕介、早瀬川由美、上岡美智子、橋本りの、山崎栄子、佐藤賢哉、汲田和歌子、佐々木えりか
2. 発表標題 家族飼育のマーモセットにおける新しい3次元トラッキングシステムの開発
3. 学会等名 NEURO2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂本晃海、井上貴史、菊池理加、洪木裕介、早瀬川由美、上岡美智子、橋本りの、山崎栄子、佐藤賢哉、汲田和歌子、佐々木えりか
2. 発表標題 家族飼育マーモセットを対象とした自由行動下での新しい自動行動分析システムの開発
3. 学会等名 第69回日本実験動物学会総会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Self-in-the-world map evolved in the primate brain as bases of civilized Homo sapiens
3. 学会等名 Credition; An Interdisciplinary Challenge (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 The self-in-the-world map emerged in the primate brain as bases of civilized Homo sapiens
3. 学会等名 RIKEN BDR Symposium 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Self-in-the-world map evolved in the primate brain as a basis of civilized Homo sapiens
3. 学会等名 Developing Minds (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Primate models for neuro-psychiatric disorders
3. 学会等名 10th International conference of LASA (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Phase transitions in human brain evolution: Interactions among mind-brain/body-environment
3. 学会等名 International Neuropsychological Symposium 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Phase transitions in human evolution: Triadic interactions among brain-cognition-environment
3. 学会等名 Human sociality: Comparative studies of social evolution and historical dynamics. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Phase transitions in primate brain evolution via interactions among mind-brain/body-environment
3. 学会等名 RIKEN-NTU Neuroscience Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Natural Laboratory Complex for novel primate neuroscience
3. 学会等名 NPRCT-CU SYMPOSIUM "Roles of non-human primates on drug and vaccine development during the COVID era. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Neurobiological mechanisms towards cognitive evolution of Homo Sapiens.
3. 学会等名 Illusion of Control (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 NHP Models in Neuroscience Research
3. 学会等名 9th Asian Federation of Laboratory Animal Science Associations (AFLAS) Congress 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 What Role of Social Sciences and Humanity for Innovation.
3. 学会等名 4th Meeting of the Cercle de la Fondation France-Japon de l' EHESS on Society 5.0 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 International Perspectives and Considerations for Housing of Non-Human Primates, A Perspective from Japan: 'Natural Laboratory Complex' for novel primate neuroscience
3. 学会等名 AALAS (American Association for Laboratory Animal Science) National Meeting, (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Atsushi Iriki
2. 発表標題 Potential of quantum computing for the study of humanities; philosophy, history, literature
3. 学会等名 Workshop on Quantum-like Revolution 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎由美子
2. 発表標題 マーモセットの行動評価.
3. 学会等名 第10回日本マーモセット研究会大会 (オンライン開催、1月26日).
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yumiko Yamazaki
2. 発表標題 Cognitive abilities and gut microbiome in marmosets.
3. 学会等名 the IX Conference and XIV Symposium of Psychobiology of UFRN (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山崎由美子
2. 発表標題 マーモセットの生態に沿った食餌導入と健康管理の取り組み
3. 学会等名 ジビエペットフード需要拡大に向けたシンポジウム-鹿肉&昆虫ペットフードの可能性 (招待講演)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 山崎由美子・横山ちひろ・入来篤史
2. 発表標題 自己と他者に対する報酬パターンを選択可能な課題におけるマーモセットの行動
3. 学会等名 新学術研究「出ユーラシアの統合的人類史学 - 文明創出メカニズムの解明 -」第4回全体会議
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎由美子・入来篤史
2. 発表標題 マーモセットのつがいによる社会的行動調整.
3. 学会等名 第10回日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小林敦・池田和仁・中山達雄・後藤まり子・喜好昭彦・松本淳・尾木祐治・桂泰典・山口誠貴・山崎由美子・入来篤史・岩村善博
2. 発表標題 マーモセットの健康管理の改善に向けた腸内細菌叢の解析
3. 学会等名 第11回日本マーモセット研究会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Erika Sasaki
2. 発表標題 Generation and Evaluation of Alzheimer's Disease Nonhuman Primate Models
3. 学会等名 China-Japan high-level expert symposium on biosystems science in public health (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 T. YURIMOTO, T. INOUE, W. KUMITA, K. SATO, Y. KURITAKI, E. SASAKI; Central Inst. For Exptl. Animals, Kawasaki-Shi, Japan
2. 発表標題 Development of a novel automated behavior analysis system for multiple freely-moving marmosets
3. 学会等名 Society for Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Erika Sasaki
2. 発表標題 Toward the establishment of Alzheimer's model marmosets
3. 学会等名 The 62nd KCLAM Training education (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Erika Sasaki
2. 発表標題 Development of genetically modified disease models in the marmoset
3. 学会等名 AFLAS Congress 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Erika Sasaki
2. 発表標題 Common marmoset, as a preclinical model animal
3. 学会等名 KTERMS2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Erika Sasaki
2. 発表標題 Development of Alzheimer's model marmoset and its evaluation system
3. 学会等名 Application of New Technologies to Nonhuman Primate (NHP) Models (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Erika Sasaki
2. 発表標題 The potential of the common marmoset as a model animal in ophthalmology research
3. 学会等名 Global Excellence Center for Gene and Cell Therapy Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Erika Sasaki, Rika Kikuchi, Maki Yamazaki, Gohei Oka, Wakako Kumita, Kenya Sato, Takashi Inoue, Terumi Yurimoto
2. 発表標題 Continuous measurement of marmosets in a family using a 3D tracking system - activity and individual distance
3. 学会等名 Marmoset Bioscience Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Terumi Yurimoto, Fumiko Seki, Michiko Kamioka, Yusuke Inoue, Akihiro Yamada, Takashi Inoue, Erika Sasaki
2. 発表標題 Development of a novel olfactory stimulation fMRI system for common marmosets
3. 学会等名 Marmoset Bioscience Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Terumi Yurimoto, Fumiko Seki, Michiko Kamioka, Yusuke Inoue, Akihiro Yamada, Takashi Inoue, Erika Sasaki
2. 発表標題 Development of a novel olfactory stimulation fMRI system for common marmosets.
3. 学会等名 Neuroscience 2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山崎由美子	4. 発行年 2022年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 264
3. 書名 認知科学講座2 心と脳	

〔出願〕 計7件

産業財産権の名称 機能的MRI用ベッド及びこれを備えた機能的MRI用ベッドシステム	発明者 冨本晃海、関布美子、佐々木えりか、井上貴史	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2021-110184	出願年 2021年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 排泄物性状推定モデル学習装置、排泄物性状推定装置、排泄物性状推定モデル学習方法、排泄物性状推定方法及びプログラム	発明者 冨本 晃海、佐々木えりか、井上 貴史	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、18/550,210	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 排泄物性状推定モデル学習装置、排泄物性状推定装置、排泄物性状推定モデル学習方法、排泄物性状推定方法及びプログラム	発明者 冨本 晃海、佐々木えりか、井上 貴史	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、22771154.6	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 排泄物性状推定モデル学習装置、排泄物性状推定装置、排泄物性状推定モデル学習方法、排泄物性状推定方法及びプログラム	発明者 冨本 晃海、佐々木えりか、井上 貴史	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、202280021296.8	出願年 2022年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 分析支援装置、分析支援方法及びコンピュータープログラム	発明者 冨本晃海、佐々木えりか、井上貴史、入来篤史、山崎由美子ほか	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-008052	出願年 2022年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 機能的MRI撮影用の嗅覚刺激装置及び嗅覚分析方法	発明者 冨本晃海、関布美子、佐々木えりか、山家智之、白石泰之	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2023-189994	出願年 2023年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 実験動物用ビニールバック	発明者 井上貴史、冨本晃海、関布美子、岡原則夫、佐々木えりか	権利者 (公財)実験動物中央研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2024-043473	出願年 2024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
研究分担者	山崎 由美子 (Yamazaki Yumiko) (20399447)	国立研究開発法人理化学研究所・生命機能科学研究センター・客員主管研究員 (82401)	
研究分担者	入来 篤史 (Iriki Atsushi) (70184843)	国立研究開発法人理化学研究所・未来戦略室・上級研究員 (82401)	

	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
研究協力者	垺本 晃海 (Yurimoto Terumi) (80806985)	公益財団法人 実験動物中央研究所・マーマセット医学生物学研究部・主任 (72611)	
研究協力者	関 布美子 (Seki Fumiko) (40771407)	公益財団法人 実験動物中央研究所・ライブイメージングセンター・主任 (72611)	

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