

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 30 日現在

機関番号：17104

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2016～2020

課題番号：16H06534

研究課題名(和文)「個性」を発見するマーカレス表現型記録・マイニングシステムの開発

研究課題名(英文) Development of a Phenotype Recording and Mining System for Discovering Individuality

研究代表者

柴田 智広 (Shibata, Tomohiro)

九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授

研究者番号：40359873

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 54,600,000円

研究成果の概要(和文)：マウスなどげっ歯類に対して、個体の歩容や他の身体部位に関する3次元情報や、超音波発声を含む複数個体情報の追跡、また社会行動などを、個性を発見するための表現型としてマーカレスで記録可能なシステムを開発した。霊長類についても開発を行い、特に自然環境中のマカクザルを対象に開発したシステムは世界初である。国内外の研究者に利用してもらい大規模なデータを収集する。この大規模データから「個性」の諸元を発見するため、データの自己組織化(可視化)アルゴリズム、クラスタリングなどのデータマイニングアルゴリズムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は新学術領域「個性」創発脳計画研究で、異分野の研究者が密接に連携することにより、集団における「個性」成立の法則やその意義を明らかにすることが大目的で、ヒトだけを対象にした従来の研究では扱うことが難しかった問題に関してもアプローチしました。本研究では、マウス、ラット、そしてマカクザルに関するマーカレス表現型記録システムを開発し、前者についてマウスやマカクザルのものについては世界に公開しました。また、データ分析手法も開発しました。今後、我々のツールが活用され、領域のデータシェアリングプラットフォームに多様なデータが蓄積され、解析され、「個性」研究が大きく進捗することが期待されます。

研究成果の概要(英文)：For rodents such as mice, we have developed a markerless system that can record 3D information on individual gait and other body parts and track multiple individual details, including ultrasonic vocalizations and social behaviors as phenotypes for detecting individuality. The system was also developed for primates, especially for macaque monkeys in their natural environment, and is the first system of its kind in the world. The system will be used by researchers in Japan and overseas to collect large-scale data. To discover various aspects of "individuality" from this large-scale data in cooperation between researchers and machines, data mining algorithms such as data self-organization (visualization) algorithms and clustering were developed.

研究分野：計算神経科学

キーワード：脳・神経 計測工学 機械学習 情報工学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

(1) 研究開始当初の背景

本研究は、新学術領域「個性」創発脳の計画研究である。文社会系、生物系、理工系の研究者が密接に連携することにより、脳神経系発生発達の多様性や介入によるゆらぎを解明し、集団における「個性」成立の法則やその意義を明らかにすることが大目的であった。ヒトと動物に共通したモデルを立てることにより、ヒトだけを対象にした従来の研究では扱うことが難しかった問題に関してアプローチを行った。

本計画研究では、当初マウスなどげっ歯類をターゲットして、当時計測可能であった個体の歩容データだけでなく、最新の AI 技術を用いて、身体部位に関する 3 次元情報や、複数個体情報の追跡、また社会行動などを、個性を発見するための表現型としてマーカレスで記録可能なシステムを開発することを目的とした。領域の国際活動支援班では、データシェアリングプラットフォームを開発し運用する計画であり、本計画研究ではそこに他の研究者がげっ歯類の大規模なデータを提供できるようにするツールを開発することが第一の目的であった。第 2 には、その大規模データに対して、研究者と機械が協調して「個性」を発見するための、データの自己組織化(可視化)や、クラスタリング、異常検知などのデータマイニングアルゴリズムや研究者の使いやすいユーザインタフェースを開発することが目的であった。さらに研究するシステムはヒトに対しても適用可能な部分があるため、常に霊長類への適用も視野に入れて開発を進めた。

(2) 研究の目的

マウスなどげっ歯類に対して、個体の歩容や他の身体部位に関する 3 次元情報や、複数個体情報の追跡、また社会行動などを、個性を発見するための表現型としてマーカレスで記録可能なシステムを開発する。開発したシステムは、国内外の研究者に利用してもらい大規模なデータを収集する。この大規模データから研究者と機械が協調して「個性」を発見するため、データの自己組織化(可視化)アルゴリズム、クラスタリングや異常検知などのデータマイニングアルゴリズム、また研究者のための使いやすいユーザインタフェースを開発する。本システムはヒトに対しても適用可能な部分があるため、常に霊長類への適用も視野に入れて開発を進める。

(3) 研究の方法

本計画研究はは申請者の他、研究分担者である九工大 夏目季代久、理研 BRC 榎屋啓志、富山大 松本淳平)および、大学院生らが中心となり推進する。

マーカレス表現型記録システムの開発

げっ歯類について、四肢以外の身体部位に関する 3 次元情報を得るため、RGB 画像センサや深度画像センサを複数台用いた計測システムを開発する(図 1 参照)。また、深度画像取得と同時にマイクロフォンアレイを用いて複数マウスの超音波音声(UltraSonic Voice;USV)を同時に記録し、ケージ上の発生位置まで推定することで発生個体の特定も可能なシステムを開発する。

霊長類について、ヒトやサル(マカクザル)のモーションキャプチャアルゴリズムの開発を行う。特に 2 次元画像からサルのモーションキャプチャを行う深層学習モデル(AI)について、人工的なケージの中でなく、自然環境中のサルの特徴点を頑健に検出することを目指す。DeepLabCut と呼ばれる深層学習フレームワークを活用し、大規模な一般物体画像データを用いて学習済みの深層学習済ネットワークを、我々が作成したラベル付き霊長類画像の学習データを用いて追加訓練する

大規模行動データのマイニングアルゴリズムの開発

高次元データから非線形な低次元空間を求めることができる Bayesian GPLVM(BGPLVM)の多入力拡張版である Manifold Relevance Determination(MRD)などの機械学習アルゴリズムや深層学習アルゴリズムを用いて、個体内の複数の信号に共通な低次元多様体(特徴空間)を発見したり、個体間に共通な低次元多様体と非共通な低次元多様体を抽出し、個性のモデリングを進める。また、高次元の動物データの可視化とクラスタリングに取り組む。また、他の研究者が利用しやすいようなユーザインタフェースを、ユーザー候補となる研究者の意見を頻繁に取り入れながら構築する。

(4) 研究成果

マーカレス表現型記録システムの開発

げっ歯類について、四肢以外の身体部位に関する 3 次元情報を得るため、RGB 画像センサや深度画像センサを複数台用いた計測システムを開発した（図 1 参照）。

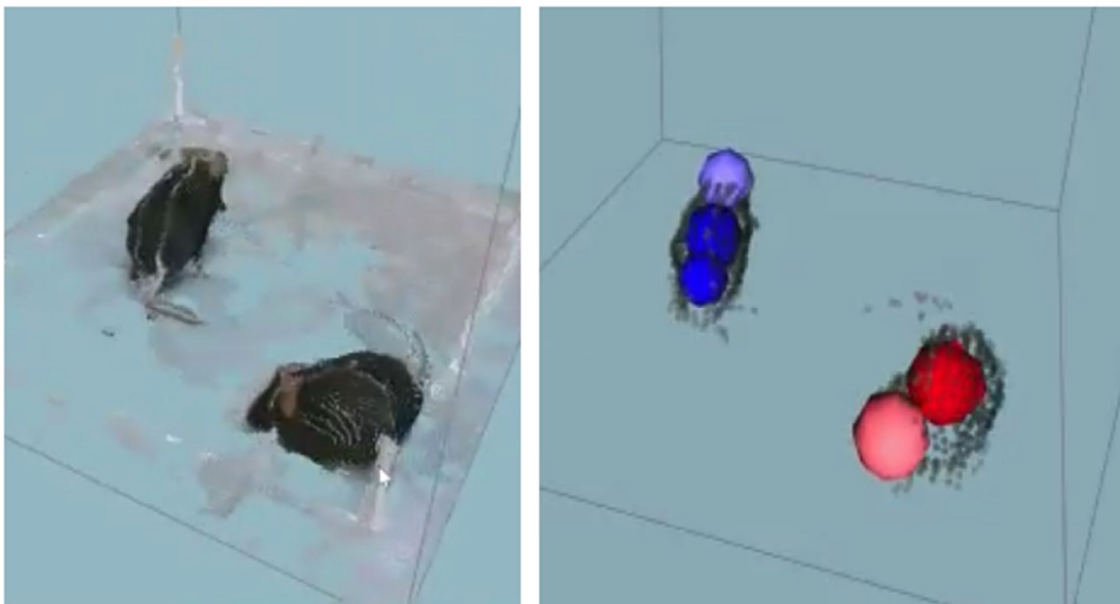


図 1（左）複数深度画像から推定したマウス立体情報（右）推定身体部位

また、図 2 に示すように、深度画像取得と同時にマイクロフォンアレイを用いて複数マウスの超音波音声（UltraSonic Voice;USV）を同時に記録し、ケージ上の発生位置まで推定することで発生個体の特定も可能なシステムを開発（USVCAM）した（Matsumoto, et al., 2021）。

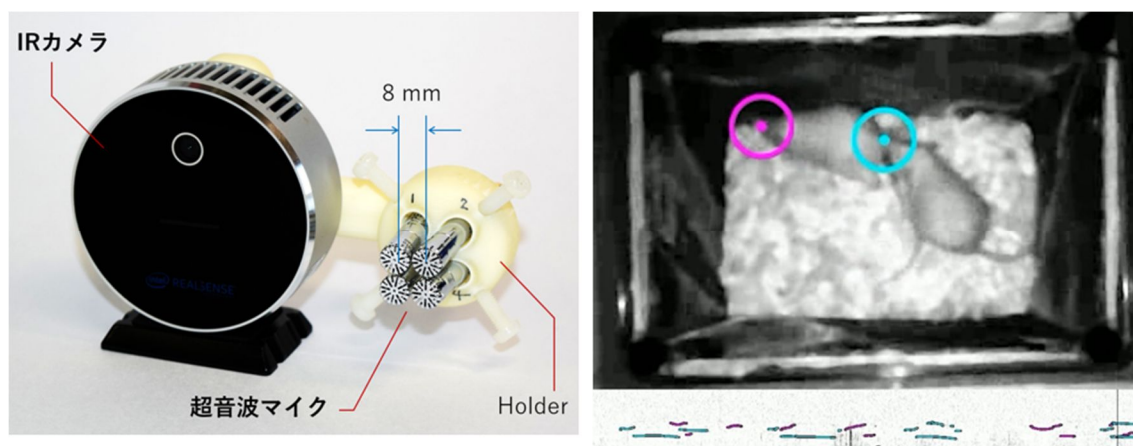


図 2（左）USVCAM のシステム構成（右）マウス 2 個体の USV 検出

夏目と柴田らは国際連携先であるパスツール研究所の Live Mouse Tracker（Fabrice de Chaumont, et al., 2019）をマウスでなくラットへ適用するための開発を行い、てんかんの活動性予測に関するラットを用いた研究に応用した（Arai, et al., 2021）。

霊長類について、ヒトやサル（マカクザル）のモーションキャプチャアルゴリズムの開発を行った。特に 2 次元画像からサルのモーションキャプチャを行う深層学習モデル（AI）である MacaquePose は、人工的なケージの中でなく、自然環境中のサルの特徴点を頑健に検出できる世界初の AI である（図 3 参照）。約 17000 頭分の高品質な教師データを作成し、単一個体が写った画像においては、高い精度で個体検出や良好な姿勢推定精度が得られた。ジャーナル論文（Labuguen, et al, 2021）の他、学習済みネットワークとラベル付きデータセットを公開しており、他の研究者に活用されている。



図3 開発した MacaquePose によりキャプチャされた自然画像からのサルのモーション

データの可視化や個性のモデリング

柴田らは MRD アルゴリズムを用いて、個体・複数個体のマルチモーダルな高次元行動データを非線形モデリングすることで、個体内の複数の信号に共通な低次元多様体(特徴空間)を発見したり、個体間に共通な低次元多様体と非共通な低次元多様体を抽出し、個性のモデリングを進めた。具体的に、ヒトの手指の運動に関する前腕の筋肉の活動について、従来法より良いモデリングができることが分かった(Dwivedi, et al, 2019; Dwivedi, et al., 2020)。

柴田と松本らは、複数マウスの音声とモーションのマルチモーダルデータを解析することにより、社会的行動を解析するツールを開発した(Batpurev, et al., 2021)。具体的には深層学習ベースの既存ツールである AlphaTracker (Chen, et al, 2020) を応用して複数マウスのモーションキャプチャを行い、さらに深層学習とクラスタリングアルゴリズムを用いて、潜在空間におけるマウス相互作用のクラスタリングや、USV のクラスとの関係を調査できるようになった。但し、現在のところ、マウス相互作用のクラスと、USV のクラスとの相関関係は見つかっていない。今後さらに研究を進める必要がある。

柘屋らとは、マウス表現型やそのメタデータのデータベース整備を推進し、領域で開発したデータシェアリングプラットフォーム (<https://data-share.koseisouhatsu.jp/>) の改善に結びつけた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Dwiwedi, S.K., Ngeo, J.G., and Shibata, T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Extraction of Nonlinear Synergies for Proportional and Simultaneous Estimation of Finger Kinematics	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TBME.2020.2967154	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 Labuguen,R., Bardeloza, D,K., Blanco,N,S., Matsumoto,J., and Shibata,T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Primate Markerless Pose Estimation and Movement Analysis Using DeepLabCut	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Explore	6. 最初と最後の頁 297-300
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ICIEV.2019.8858533	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 Tanaka,N., Masuya, H.	4. 巻 10
2. 論文標題 An atlas of evidence-based phenotypic associations across the mouse phenome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-020-60891-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 Hashimoto A, Sawada T, Natsume K.	4. 巻 14
2. 論文標題 The change of picrotoxin-induced epileptiform discharges to the beta oscillation by carbachol in rat hippocampal slices. Biophysics and Physicobiology	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biophysics and Physicobiology	6. 最初と最後の頁 137,146
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2142/biophysico.14.0_137	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 Rozman, Jan and Rathkolb, Birgit and Oestereich, Manuela A and Christine and Ravindranath, Aakash Chavan and Leuchtenberger, Stefanie and Sharma, Sapna and Kistler, Martin and Willersh, Monja and Hiroshi Masuya and others	4. 巻 9
2. 論文標題 Identification of genetic elements in metabolism by high-throughput mouse phenotyping	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-017-01995-2	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 Shigemoto, M., Nakatsuka, H., Ohtubo, Y., Natsume, K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Diurnal rhythm regulates the frequency of carbachol-induced beta oscillation via inhibitory neural system in rat hippocampus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cognitive Neurodynamics	6. 最初と最後の頁 507-518
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11571-021-09736-4	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 Higuchi A, Shiraishi J, Kurita Y, Shibata T	4. 巻 32
2. 論文標題 Effects of Gait Inducing Assist for Patients with Parkinson's Disease on Double Support Phase During Gait	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Robotics and Mechatronics	6. 最初と最後の頁 798-811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jrm.2020.p0798	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 Masuya H, Usuda D, Nakata H, Yuhara N, Kurihara K, Namiki Y, Iwase S, Takada T, Tanaka N, Suzuki K, Yamagata Y, Kobayashi N, Yoshiki A, Kushida	4. 巻 6
2. 論文標題 Establishment and application of information resource of mutant mice in RIKEN BioResource Research Center	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Laboratory Animal 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) 10.1186/s42826-020-00068-8	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 -

1. 著者名 Shchelkanova E, Shchelkanov A, Shchapova L, Shibata T	4. 巻 -
2. 論文標題 An Exploration of Blue PPG Signal Using a Novel Color Sensorbased PPG System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society	6. 最初と最後の頁 4414-4420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/EMBC44109.2020.9175745	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

[学会発表] 計36件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 23件)

1. 発表者名 Matsumoto, J., Mimura, K., Shibata, T., Inoue, K., Go, Y. and Nishijo, H.
2. 発表標題 Development and application of 3D markerless motion capture system for analyzing social and emotional behavior in animals
3. 学会等名 Toyama Forum for Academic Summit on "Dynamic Brain" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsumoto, J., Nishijo, H., Mimura, K., Inoue, K., Go, Y. and Shibata, T.
2. 発表標題 Development and applications of 3D markerless motion capture systems for analyzing monkey behavior
3. 学会等名 脳と心のメカニズム 第20回冬のワークショップ (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松本 惇平、西条 寿夫、三村 喬生、井上 謙一、郷 康広、柴田 智広
2. 発表標題 神経科学における動物用マーカーレスモーションキャプチャーの活用
3. 学会等名 PS19 日本解剖学会連携シンポジウム「データ駆動型知能を用いた神経科学の現状と展望」
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 榎屋啓志
2. 発表標題 情報と一体化した高付加価値リソース創出に向けて
3. 学会等名 第42回日本分子生物学会年会 ナショナルバイオリソースプロジェクト公開シンポジウム-NBRPが支える生命科学研究最前線-(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松本惇平、三村喬生、柴田智広、西丸広史、高村雄策、小野武年、西条寿夫
2. 発表標題 多視点RGB-D映像を用いたマウスの社会行動動作推定アルゴリズムの開発
3. 学会等名 「次世代脳冬のシンポジウム」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigemoto,M and Natsume,K.
2. 発表標題 Constant dark condition suppresses the diurnal modulation of carbachol-induced oscillations in rat hippocampal slices
3. 学会等名 Neuro2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shigemoto,M and Natsume,K.
2. 発表標題 Diurnal rhythm modulates the frequency of carbachol-induced beta oscillations in rat hippocampal slices
3. 学会等名 SFN2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 重本昌也、夏目季代久
2. 発表標題 明暗条件と恒常暗条件で観測される、ラット海馬スライスにおけるカルバコール誘導脳波様振動の日内調節
3. 学会等名 「次世代脳冬のシンポジウム」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 重本昌也、夏目季代久
2. 発表標題 ラット海馬スライスへのカルバコール投与により誘導される脳波様振動の概日調節機構
3. 学会等名 2019年度新学術領域研究学術研究支援基盤形成【先端モデル動物支援プラットフォーム】成果発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Blanco Negrete, S., Joshi, R.P., Labuguen, R., Matsumoto, J., Shibata, T.
2. 発表標題 Mouse Anatomical Cardinal Planes and Axes Towards Augmentation for Behavior Analysis
3. 学会等名 2018 Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2018 2nd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 樋口藍, 栗田雄一, 白石純一郎, Shchelkanova, E., 池田洋介, 柴田智広
2. 発表標題 パーキンソン病患者の歩行に対するUPS-PDの影響
3. 学会等名 第36回日本ロボット学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Higuchi, A., Shiraishi, J., Kurita, Y., Shchelkanova, E., Ikeda, Y., Shibata, T.
2. 発表標題 Gait Evaluation on Parkinson's Disease Patients Using Spontaneous Stimulus Induced by UPS-PD
3. 学会等名 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Labuguen, R., Dwivedi Kumar, S., Matsumoto, J., Shibata, T.
2. 発表標題 Analyzing the Behavior of Rats by Learning the Individuality on their Motions
3. 学会等名 次世代脳プロジェクト冬のシンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sawada, T., Natume, K.
2. 発表標題 The muscarinic acetylcholine receptor subtype involved in the suppression of the epileptic discharges with the carbachol-induced beta oscillation in rat hippocampal slices
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 Kageyama I., Natsume K.
2. 発表標題 The hippocampal beta rhythm and the computational model of it
3. 学会等名 NOLTA2017 Special Sessions
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Dwivedi Kumar, S., Koganti, N., Shibata T.
2. 発表標題 Missing value estimation of sEMG signals using BGPLVM toward control of a multi-fingered prosthetic hand
3. 学会等名 第27回日本神経回路学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shibata T., Shibata T.
2. 発表標題 A Novel Practical Approach to Prosthetic Control of Continuous Multi-Fingered Kinematics with a Low-Cost Wearable sEMG Device
3. 学会等名 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Omure, Y., Izumi, H., Shibata, T.
2. 発表標題 A Study on Automatic OWAS Classification of the Working Postures of a Caregiver
3. 学会等名 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masuya, H.
2. 発表標題 RDF-based integration of phenotype data of experimental animals in Japan
3. 学会等名 NIX-odML Global Workshop & Hackathon 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 榎屋啓志
2. 発表標題 表現型データ統合データベースJ-Phenomeにおける計測メタデータの整理統合
3. 学会等名 2017年度生命科学系学会合同年次大会 (ConBio2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 柴田智広
2. 発表標題 情報通信技術や知能ロボット技術を活用したスマートライフケア社会の創造を目指して
3. 学会等名 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会6月研究会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ngo, G., Gaurav, V., and Shibata, T.
2. 発表標題 Clothing Extremity Identification Using Convolutional Neural Network Regressor
3. 学会等名 2018 Joint 7th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2018 2nd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Labuguen, R., Gaurav, V., Blanco Negrete, S., Matsumoto, J., Inoue, K., Shiata, T.
2. 発表標題 Monkey Features Location Identification Using Convolutional Neural Networks
3. 学会等名 The 28th Annual Conference of the Japanese Neural Network Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 柴田智広、堀 和貴、楠根 穰
2. 発表標題 足圧中心追跡課題時のNIRSを用いた前頭前皮質活動の機能的解析
3. 学会等名 ニューロコンピューティング研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Arai, H., Blanco, N.S., Labuguen,R., Shibata, T., Natsume, K
2. 発表標題 Behavior and Emotional Modification at Latent Period of Rat Epilepsy Model
3. 学会等名 60th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Labuguen,R., Matsumoto, J., Blanco, N.S., Nishimaru, H., Nishijo, H., Takada,M., Go,Y., Inoue, K., Shibata, T.
2. 発表標題 MacaquePose: A Novel " In the Wild " Macaque Monkey Pose Dataset for Markerless Motion Capture
3. 学会等名 CV4Animals: Computer Vision for Animal Behavior Tracking and Modeling (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Blanco, N.S., Labuguen,R., Matsumoto, J., Go,Y., Inoue, K.,Shibata, T
2. 発表標題 Multiple Monkey Pose Estimation Using OpenPose
3. 学会等名 International workshop (VAIB) in an international conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Matsumoto, J.
2 . 発表標題 MacaquePose: a novel dataset for deep learning based for marker-less motion capture of macaque monkeys.
3 . 学会等名 First International Workshop on Research Methods in Animal Emotion Analysis (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Kanno,K., Matsumoto, J., Kato, M., Shibata, T.
2 . 発表標題 USVCAM: a novel sound source localization system for rodent ultrasonic vocalizations.
3 . 学会等名 The 80th Fujiwara Seminar 「Molecular and cellular mechanisms of brain systems generating individuality」 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Shigemoto, M., Ohtubo, Y., Natsume, K.
2 . 発表標題 The carbachol-induced beta oscillation causes the decrease in frequency by disinhibition at the midnight phase
3 . 学会等名 Neuro2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Arai, H., Natsume, K.
2 . 発表標題 Spontaneous activity of rat hippocampal slices during latent period in kainate model rat for epilepsy
3 . 学会等名 Neuro2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Sawada, T., Maeda, R., Natsume, K
2 . 発表標題 The relationships between disinhibition-induced epileptic discharges and high frequency oscillations in rat hippocampal slices
3 . 学会等名 Neuro2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Maeda, R.,Sawada, T., Natsume, K
2 . 発表標題 The relationship between generation of Carbachol induced oscillation and high frequency oscillation in rat hippocampal slices
3 . 学会等名 Neuro2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Shigemoto, M., Natsume, K
2 . 発表標題 Neural network based time zone classification allows circadian rhythm analysis
3 . 学会等名 2021 60th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Labuguen,R.,Blanco, N.S.,Kogami, T.,Ingco, W,E,M., Shibata, T
2 . 発表標題 Performance Evaluation of Markerless 3D Skeleton Pose Estimates with Pop Dance Motion Sequence
3 . 学会等名 2020 Joint 9th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2020 4th International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR) (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 Shchelkanova, E., Shchelkanov, A., Shchapova, L., Shibata, T
2. 発表標題 An Exploration of Blue PPG Signal Using a Novel Color Sensorbased PPG System
3. 学会等名 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 柴田 智広	4. 発行年 2017年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 1600
3. 書名 人工知能学大辞典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

H28年度採択新学術領域研究「個性」創発脳 業績 http://www.koseisouhatsu.jp/achievement/index.html 柴田研究室「研究紹介」 https://www.brain.kyutech.ac.jp/~tom/ja/research/
--

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	松本 惇平 (MATSUMOTO Junpei) (00635287)	富山大学・学術研究部医学系・助教 (13201)	

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	夏目 季代久 (NATSUME Kiyohisa) (30231492)	九州工業大学・大学院生命体工学研究科・教授 (17104)	
研究分担者	榎屋 啓志 (MASUYA Hiroshi) (40321814)	国立研究開発法人理化学研究所・バイオリソース研究センター・室長 (82401)	

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