

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：12602

研究種目：学術変革領域研究(B)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H05134

研究課題名（和文）脳の全体性を解明する大規模計測とシミュレーション

研究課題名（英文）Holism in neuroscience: Large-scale recording and simulation

研究代表者

平 理一郎 (Hira, Riichiro)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・准教授

研究者番号：80712299

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,200,000円

研究成果の概要（和文）：本領域では、2.5年の共同研究によって、コネクトームをベースとした大規模シミュレーションの実現、CTデータを基にした精密なげっ歯類筋骨格モデルの作成、大脳・小脳に対する大規模記録、精神疾患モデルの大規模2光子カルシウムイメージングを実現し、脳の全体性に関する様々な知見を明らかにした。特に身体・脳・環境のシミュレーションおよび実データ取得を共同研究の重心とし、実データの姿勢情報からのインバースキネマティクスによるモデルの動作を確認し、富岳とローカルのスパコンの繋いだ脳・身体同時シミュレーションを進め、中規模のスパイクネットワークモデルを介したシミュレーションとのデータ比較で一定の成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

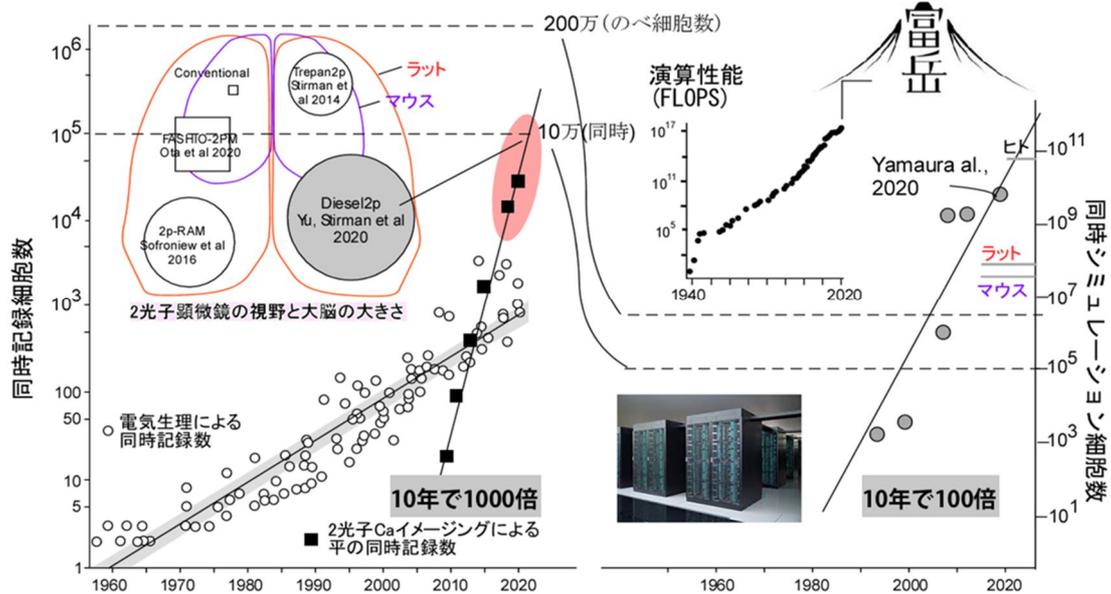
AIの爆発的な発展が近年続いているが、脳はAIに比べ桁違いに効率的であり、高い汎化性能を有している。本研究では、大規模脳・身体シミュレーションを融合し、AIに無い脳の性質である全体性の原理を探求した。平・五十嵐・森班は、共同研究にて、大脳-小脳ループと大脳皮質-基底核ループが同期するメカニズムを発見した。このことは脳が異なるモジュールを時間的に協調させながら動作していることを示す。堤班が行った精神疾患モデルの研究は精神疾患の病態理解に全体性の視点を新たに持ち込む点で将来的な治療方法の開拓につながると考えられる。このように本領域の成果はAI分野・医療分野の双方に貢献することにつながった。

研究成果の概要（英文）：Through 2.5 years of joint research in this area "holism in neuroscience", we have realized large-scale simulations based on the connectome, created precise rodent musculoskeletal models using CT data, large-scale recordings for the cerebrum, cerebellum, basal ganglia and superior colliculus, and large-scale two-photon calcium imaging of psychiatric disease models. We have revealed various findings on the brain's holistic features. In particular, the simulation of the body, brain, and environment and the acquisition of real data were the most important part of the joint research. The behavior of the musculoskeletal model was confirmed by inverse kinematics based on the posture information of real data. Also, we got results by comparing the data with simulations via a medium-scale spiking network model.

研究分野：脳神経科学

キーワード：大規模計測 2光子カルシウムイメージング 大規模シミュレーション 筋骨格モデル 精神疾患

1. 研究開始当初の背景



医学・生物学は20世紀以降、感染症に対する抗生物質や、遺伝性疾患に対する遺伝子変異の発見などの還元主義的な発想によって成功してきた経緯があり、実験神経科学が脳機能や疾患の根拠を、分子や細胞、脳領域の局所的性質に求めてきたのは歴史的必然である。一方、近年のビッグデータ解析・AIの発展および、大規模計測・シミュレーション技術の発展を鑑みれば、還元主義的な解像度を維持しながらそれを対象全体にまで拡張可能となりつつある。例えば2光子カルシウムイメージングにより同時記録できる神経細胞数は10年で約1,000倍の爆発的な増大となっており、現時点でマウス大脳皮質の1/3 をカバーできる（下図左）。計算機シミュレーションにおいては、リアリスティックな単一細胞形態の情報を維持しつつヒト全脳スケールにまで拡張すること（これはげっ歯類の全脳数百個体を同時にシミュレーションできることを意味する）が富岳などの2020年代の最先端スパコンを用いることで可能となりつつある（下図右）。ロボティクス分野では脳だけでなく相互作用する身体と環境を発達過程も含めて包括的にシミュレーションする研究が一定の成果をあげている。このように、我々は、複雑な系に対し高解像度を維持しながら俯瞰的視野を同時に得る新しい潮流を捉えつつある。本領域の計画班では、こうした問題意識をここ5年程度共有し、月一度以上の研究ミーティング、年2回程度の一泊二日のワークショップ、自然科学研究機構の分野間連携予算による共同研究などを重ねてきた。本研究計画はそれらの密な情報交換と議論を土台として準備・構想された。

2. 研究の目的

本研究の目的は、脳の全体性原理を大規模計測・大規模シミュレーションの融合によって発見・叙述し、脳の真の描像を与えるとともに、精神疾患の病態生理を解明し、新しいAIの構築原理を提案することである。近年、AIの研究分野は脳を模倣することで飛躍的な進歩を遂げているが、深層学習による画像識別や深層強化学習による高度な課題解決能力は、いずれも脳の部分系の機能的最適化の仕組みを抽象化したものである。しかし、脳はある目的関数に対して局所的な最適化を行うだけの臓器ではなく、それと並行して獲得した情報を整理・転送し、学習の帰結を適切に一般化し、他の神経回路との整合性を常に保ち続けることで、未来におけるさらなる学習に備えている。直接的に目的関数を最適化しない脳全体の継続的变化が、AIにない汎化性能を実現し、絶え間なく変化する環境における動物の長期的な生存を可能としていると思われる。この脳の全体性が崩壊するとき、局所的な脳機能が保たれていたとしてもそれを統合的に運用できない自閉症スペクトラム障害(ASD)のような精神の病態が現れると考えられる。このように本領域で注目する脳の全体性は、AIの汎化性能と精神疾患という全く異なる問題を接続し、両者に跨る学際的分野を現前させる。従来の神経科学は局所的に最適化された脳機能や、学習の領域単位の機構に腐心しがちであり、それに倣ったAI研究も同様に特定の

機能の合理的実装を探索してきた。本研究領域は大規模計測・シミュレーションを駆使し、相互作用する系の全体という極大の視野で脳と知能の本質を探究することで、この潮流を大きく変革する。

3. 研究の方法

A01. 全脳大規模多重計測 (平)

課題名：大規模多重神経活動記録による脳の全体性の解明

A01-1. 全脳大規模多重記録法の開発

A01-2. AI複合型閉ループライブコネクトームシステムの開発

A01-3. 回路トポロジーとダイナミクスの大規模シミュレーションへの統合

達成目標：広視野多領域の2光子顕微鏡を開発し、同時10万細胞、のべ200万細胞の長期ダイナミクスの可視化。軸索追跡(ライブコネクトームシステム)による神経回路配線図の同定。これらに加え、多点ファイバーフォトメトリ、スキャン光遺伝学刺激、多電極記録を用いた多重計測法の開発。得たデータを用いた大規模シミュレーションの実現。大規模データ相関構造可視化プラットフォームの公開。

脳の単位体性、整合性、持続的発展性の実体解明

A02. 全体性脳疾患(堤)

課題名：大脳小脳大規模多軸観察による精神疾患における全体性崩壊機構の解明

A02-1 大脳小脳大規模2光子イメージング

A02-2 複数の認知タスクと転移学習

A02-3 薬理学・遺伝学的精神疾患モデル

達成目標：新規2軸2光子顕微鏡を用いて、大脳小脳双方で1,000細胞以上の神経細胞活動を同時に記録することで、大脳と小脳の領域間相互作用と、各領域での階層間相互作用を同時に可視化する。特に、精神疾患モデルマウスにおける大脳小脳連関の異常を細胞レベルで捉え、認知タスクの学習様式と対応づけ、A03班の全脳シミュレーションと統合する。

全体性の崩壊と精神疾患との因果関係に迫る

A03. 全脳シミュレーション(五十嵐)

課題名：げっ歯類全脳シミュレーションによる脳の全体性の解明

A03-1 げっ歯類全脳 全身体シミュレーションプラットフォーム開発

A03-2 全脳規模領域間相互作用による脳の情報処理機構

A03-3 全脳規模領域間相互作用による脳の疾患機構

達成目標：データ同化を用いたコネクトーム・大規模計測データにもとづく大脳皮質、大脳基底核、小脳、視床のげっ歯類全脳モデル構築。大規模計算機実行可能な全脳モデルと全身筋骨格モデルの連関シミュレーションプラットフォーム開発。全脳 全身体間の領域間相互作用に伴う、信号遅延、振動、学習の協調機構の解明と、その破綻としておきる脳疾患機構の解明。

データ同化による全脳活動再現、全体性とその破綻の総体の詳細な解明

A04. ロボティクス・AI(森)

課題名：脳・身体・環境の相互作用に基づく認知・運動発達の全体性理解

A04-1. 環境・身体・神経系全体の発達モデルの構築

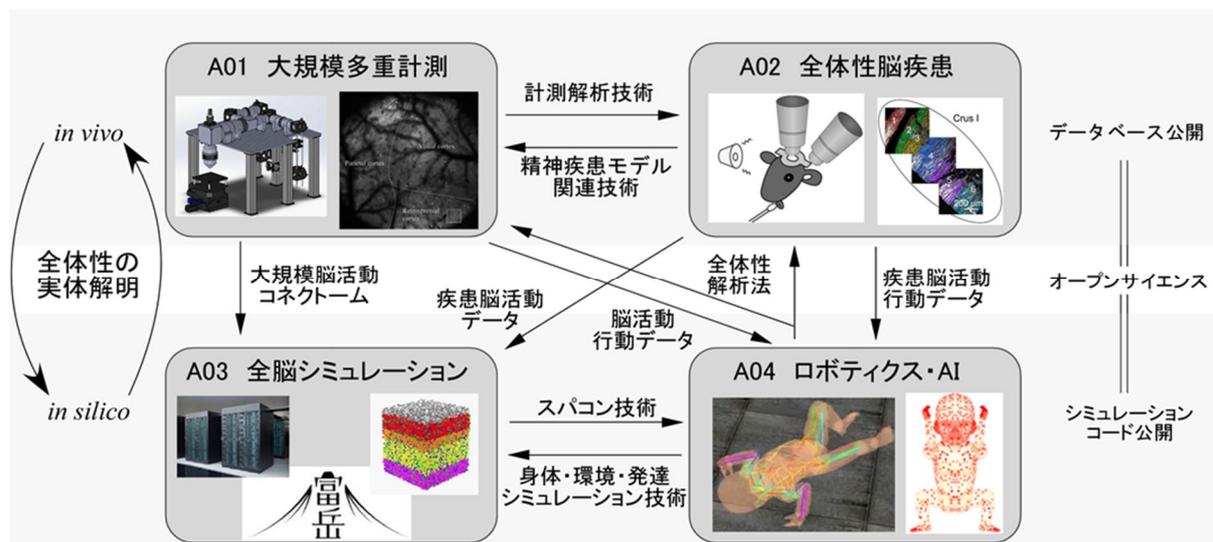
A04-2. 全体性アプローチによる内発的動機モデル：メタ目的関数による認知・行動の創発

A04-3. 全体性の理解と叙述を可能とする解析法

達成目標：定型発達とASDの全脳モデルを構築することによるASDと関係のある新生児行動データを再現する。内臓感覚や好奇心から内発的動機モデルを構築し、認知と行動の創発を実現する。因果性解析と統合情報理論を応用した全体性解析手法を提案し、実際の神経活動と行動データを解析し、全体性理解を導く。

身体を含めた包括的な全体性の実体解明、全体性AI、全体性解析法の提案

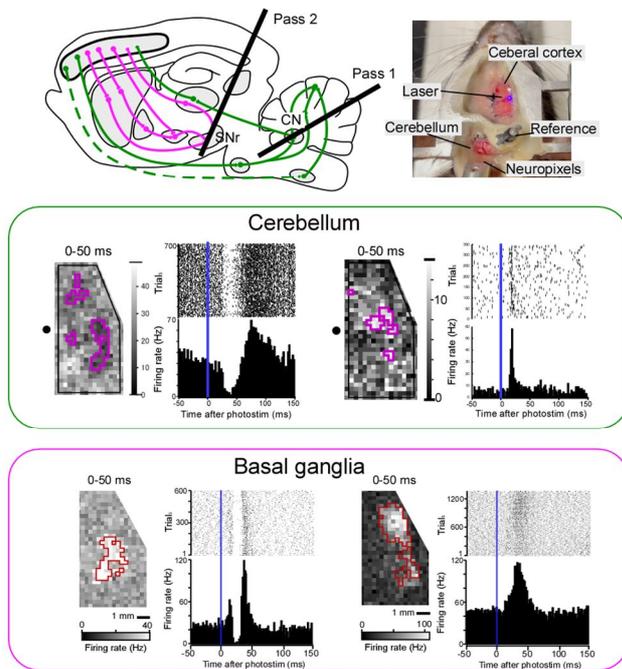
見通しをよくするために、in vivoグループ(A01, A02)と、in silicoグループ(A03, A04)に分離し、連携と融合の内実を上図に図示した。in vivoグループでは、多細胞の計測解析技術と精神疾患モデル関連技術を相互に共有することで、正常脳と疾患脳の大規模脳活動と、それらの計測中の行動データを効率的に生成する。in silicoグループでは、スパコン技術と身体・環境・発達の統合的なシミュレーション技術を相互に共有し、相互作用の全体のシミュレーションを相補的に構成する。異なるパラダイムを有するin vivo/in silicoグループの情報共有を加速するためには、まずA01, A02班が得た神経活動データに対するデータ同化(A03)や、行動データを含めることによる身体と環境のシミュレーションとその解析(A04)、正常と疾患脳における神経活動レベルの相互作用やその身体との関連特性の差について調べる。in silicoグループはin vivoデータを包含する巨大なデータを生成するが、この解析手法を同時に開発する。この全体性解析法はin vivoグループに提供することで大規模データ解析をサポートする。



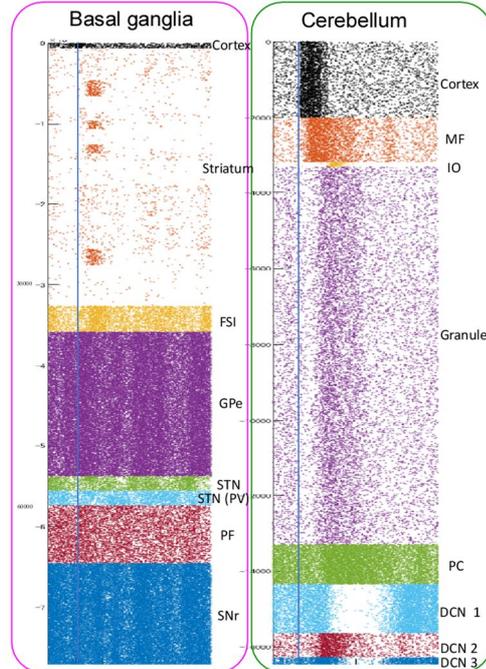
4. 研究成果

本領域の総括班は、月に一回の全体性定期ミーティング、年一回の領域会議をオーガナイズすることで領域内メンバーの交流をサポートした。また、富岳による脳シミュレーションと筋骨格シミュレーションの統合における五十嵐班の森班の連携や、脳シミュレーションと大規模電気生理記録の統合における五十嵐班と平班の連携、また実動物身体データのデータと筋骨格シミュレーションの統合における平班と森班の連携においては、毎週ないし隔週の定期的なミーティングを行う事で共同研究を加速し、複数の学会発表で共同の研究成果を発表した[17, 28, 30, 60]。本領域メンバーから構成される全体性についての学会シンポジウムを日本神経科学学会(2023年)[10]、日本神経回路学会(2021年)[17]、次世代脳冬のシンポジウム(2021年)[12]にてオーガナイズした。また、大規模言語モデルの進展を受け、大規模科学の行く末を自然言語処理分野の研究者を招いて1泊2日で議論するワークショップを行った。このワークショップの様子は日経サイエンス誌に掲載された[36]。全体性に関わる国内外の研究者を招き、一回3時間を超える長時間集中型の全体性セミナーを計13回行った(6回は海外研究者によるセミナー)。これらの領域の活動の様子はTwitter(現X)およびホームページにて広報した。Twitterにおいては2024年6月24日時点で1135人のフォロワーを有しており、おそらく学術変革領域関連Twitterアカウントで最も大規模となっている。なお、連携によって得られた成果に関しては、各班の成果にて個別に記載した。ここでは、A01班とA03班の共同研究についてのみ述べる。

Experiment

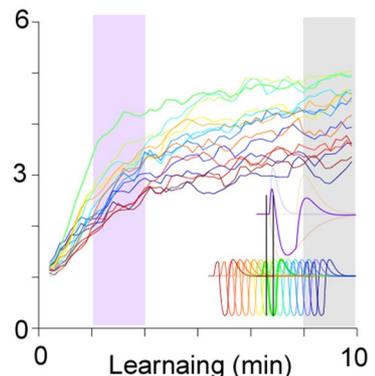
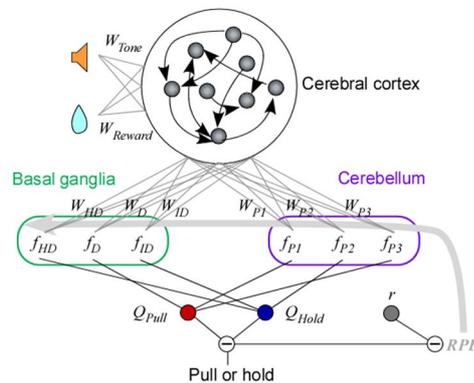


Simulation



脳が全体としてどのような動作を行っているかについては、大脳皮質、大脳基底核、小脳をそれぞれ、教師なし学習、強化学習、教師あり学習を行うモジュールとみるという有力な仮説がある (Doya 1990)。一方、そのようにモジュールが分離していたとして、これらがどのように脳全体として統合的な学習が可能なのかわかっていない。この問いに答えるために、大脳皮質背側領野を光遺伝学的に刺激し、大脳基底核と小脳の出力核である黒質緻密部と小脳核を Neuropixels プローブを用いて記録する系を樹立した (上図左)。その結果、黒質緻密部にも小脳核にも2種類の明確に異なるパターンの応答を示す神経細胞が存在することがわかった。これらの細胞活動は、コネクトームデータを利用した中規模シミュレーション (10万神経細胞程度) によって再現された。興味深いことに、黒質緻密部と小脳核の誘発活動の成分のうち、視床を興奮させる成分が同期しており、それぞれ直接路と苔状線維-小脳核路に対応していた (上図右)。これらはいずれも報酬依存的な可塑性によって視床を興奮させる効果が増強すると考えられる。この回路が学習においてどのような性質を持つのかを調べるために、リザーブ強化学習モデルを作成し実験データを模倣する回路を構築したところ、上記の同期する2つの経路のタイミングが一致するとき、すなわち実験データと合っているときに強化学習が最も促進されることがわかった。これらの結果は脳が全体として協調的な学習を実現していることを示す。すなわち、大脳皮質の活動入力に対し基底核と小脳の応答が学習を通じて一致を示すことにより、脳全体が統合的に機能すると考えられる (右図)。

脳が全体としてどのような動作を行っているかについては、大脳皮質、大脳基底核、小脳をそれぞれ、教師なし学習、強化学習、教師あり学習を行うモジュールとみるという有力な仮説がある (Doya 1990)。一方、そのようにモジュールが分離していたとして、これらがどのように脳全体として統合的な学習が可能なのかわかっていない。この問いに答えるために、大脳皮質背側領野を光遺伝学的に刺激し、大脳基底核と小脳の出力核である黒質緻密部と小脳核を Neuropixels プローブを用いて記録する系を樹立した (上図左)。その結果、黒質緻密部にも小脳核にも2種類の明確に異なるパターンの応答を示す神経細胞が存在することがわかった。これらの細胞活動は、コネクトームデータを利用した中規模シミュレーション (10万神経細胞程度) によって再現された。興味深いことに、黒質緻密部と小脳核の誘発活動の成分のうち、視床を興奮させる成分が同期しており、それぞれ直接路と苔状線維-小脳核路に対応していた (上図右)。これらはいずれも報酬依存的な可塑性によって視床を興奮させる効果が増強すると考えられる。この回路が学習においてどのような性質を持つのかを調べるために、リザーブ強化学習モデルを作成し実験データを模倣する回路を構築したところ、上記の同期する2つの経路のタイミングが一致するとき、すなわち実験データと合っているときに強化学習が最も促進されることがわかった。これらの結果は脳が全体として協調的な学習を実現していることを示す。すなわち、大脳皮質の活動入力に対し基底核と小脳の応答が学習を通じて一致を示すことにより、脳全体が統合的に機能すると考えられる (右図)。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Yoshizawa Tomohiko, Miyamura Yuuto, Ochi Yuta, Hira Riichiro, Funahashi Makoto, Sakai Yutaka, Cui Yilong, Isomura Yoshikazu	4. 巻 0
2. 論文標題 Working memory-based and -free reward prediction in a dual dopamine system in the basal ganglia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 1-32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1101/2023.03.06.531239	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 Yasutomi Andre Yuji, Ichiwara Hideyuki, Ito Hiroshi, Mori Hiroki, Ogata Tetsuya	4. 巻 8
2. 論文標題 Visual Spatial Attention and Proprioceptive Data-Driven Reinforcement Learning for Robust Peg-in-Hole Task Under Variable Conditions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 1834 ~ 1841
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LRA.2023.3243526	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 Hiruma Hyogo, Ito Hiroshi, Mori Hiroki, Ogata Tetsuya	4. 巻 7
2. 論文標題 Deep Active Visual Attention for Real-Time Robot Motion Generation: Emergence of Tool-Body Assimilation and Adaptive Tool-Use	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Robotics and Automation Letters	6. 最初と最後の頁 8550 ~ 8557
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LRA.2022.3187614	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 Yu Che-Hang, Stirman Jeffrey N., Yu Yiyi, Hira Riichiro, Smith Spencer L.	4. 巻 12
2. 論文標題 Diesel2p mesoscope with dual independent scan engines for flexible capture of dynamics in distributed neural circuitry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6639
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41467-021-26736-4	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 該当する

1. 著者名 Hyogo Hiruma, Hiroki Mori, Tetsuya Ogata,	4. 巻 2202.10036
2. 論文標題 Guided Visual Attention Model Based on Interactions Between Top-down and Bottom-up Information for Robot Pose Prediction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 arXiv	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) なし	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 五十嵐 潤	4. 巻 28
2. 論文標題 大型計算機と脳計測の技術動向から予測する哺乳類全脳シミュレーションの将来	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本神経回路学会誌	6. 最初と最後の頁 172-182
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33件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 吉澤 知彦, 宮村 裕人, 越智 祐太, 平 理一郎, 船橋 誠, 酒井 裕, 崔 翼龍, 磯村 宜和
2. 発表標題 大脳基底核の二重ドーパミン系による作業記憶依存性・非依存性の報酬予測
3. 学会等名 日本生理学会 第100回記念大会 (京都国際会議場, 京都) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮村 裕人, 吉澤 知彦, 平 理一郎, 磯村 宜和
2. 発表標題 A multi-reservoir model enabling flexible behavior based on the presence of rule without reorganization of neural circuits
3. 学会等名 日本生理学会 第100回記念大会 (京都国際会議場, 京都) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 杉野 光, 吉田 達見, 磯村 宜和, 平 理一郎
2. 発表標題 High-throughput mapping of multi-synaptic functional pathways from the cerebrum to the SNr
3. 学会等名 日本生理学会 第100回記念大会(京都国際会議場, 京都)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今村 文哉, 今村 啓人, 池田 大雄, 磯村 宜和, 平 理一郎
2. 発表標題 In-house manufacture of Diesel2p mesoscope and demonstration of large field-of-view two-photon calcium imaging during a conditioning task
3. 学会等名 日本生理学会 第100回記念大会(京都国際会議場, 京都)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本 日菜子, 五十嵐 潤, 磯村 宜和, 平 理一郎
2. 発表標題 げっ歯類の大脳皮質-大脳基底核-小脳回路を用いた中規模スパイ キングニューラルネットワークモデルの構築
3. 学会等名 日本生理学会 第100回記念大会(京都国際会議場, 京都)(国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tomohiko Yoshizawa, Yuuto Miyamura, Yuta Ochi, Riichiro Hira, Makoto Funahashi, Yutaka Sakai, Yilong Cui, Yoshikazu Isomura
2. 発表標題 Working memory-based and -free reward prediction in dual dopamine system of the basal ganglia
3. 学会等名 脳と心のメカニズム冬のワークショップ2023(北海道ルスツ) 2023年1月6日
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 太田聡史、吉木淳、森裕紀、平理一郎、姫野龍太郎、横田秀夫
2. 発表標題 遺伝子発現パターンを用いた実験用マウス筋骨格モデルの開発
3. 学会等名 日本人類学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 R. Hira, T. Yoshida, H. Sugino, Y. Isomura
2. 発表標題 High-throughput mapping of multi-synaptic functional pathways from the cerebrum to the cerebellum and basal ganglia.
3. 学会等名 4th UK-JPN neuroscience symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平 理一郎
2. 発表標題 大脳-小脳連関と大脳-基底核連関の連関
3. 学会等名 次世代脳シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshizawa. T., Miyamura Y., Ochi Y., Hira R., Funahashi M., Sakai Y., Cui Y., Isomura Y.
2. 発表標題 A neuronal basis underlying reward prediction based on hidden task rules
3. 学会等名 日本神経科学学会 Neuro 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiruma Hyogo、Mori Hiroki、Ito Hiroshi、Ogata Tetsuya
2. 発表標題 Guided Visual Attention Model Based on Interactions Between Top-down and Bottom-up Prediction for Robot Pose Prediction
3. 学会等名 48th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society(国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 一 藁秀行, 伊藤洋, 山本健次郎, 森裕紀, 尾形哲也
2. 発表標題 モダリティ注意による深層予測学習の解釈性とノイズロバスト性の向上
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森 裕紀、昼間 彪吾、伊藤 洋、尾形 哲也
2. 発表標題 深層予測動的注意モデルによる道具身体化:身体と道具に関わらない「エンドエフェクタ」注意モジュールの創発
3. 学会等名 NEURO2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ichiwara Hideyuki、Ito Hiroshi、Yamamoto Kenjiro、Mori Hiroki、Ogata Tetsuya
2. 発表標題 Contact-Rich Manipulation of a Flexible Object based on Deep Predictive Learning using Vision and Tactility
3. 学会等名 2022 International Conference on Robotics and Automation (ICRA)(国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S, Tsutsumi and A, Hayashi-Takagi
2. 発表標題 Cerebello-thalamo-prefrontal circuits responsible for cognitive dysfunction in psychiatric disorders
3. 学会等名 第45回日本神経科学大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S, Tsutsumi and A, Hayashi-Takagi
2. 発表標題 Thalamo-prefrontal circuit mechanisms responsible for cognitive dysfunction in psychiatric disorders
3. 学会等名 JP-UK Neuroscience Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堤新一郎
2. 発表標題 精神疾患の認知障害に関わる視床-前頭前野回路基盤
3. 学会等名 次世代脳シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S, Tsutsumi and A, Hayashi-Takagi
2. 発表標題 Thalamo-cortical circuit mechanisms responsible for cognitive dysfunctions in psychiatric disorders.
3. 学会等名 第100回生理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Igarashi J. Yamazaki T., Yamaura H., Nomura K. , Sun Z, Gutierrez C., and Doya K.
2. 発表標題 A Spiking Neural Network Simulation of Layered Sheet of Cortico-Cerebello-Thalamic Circuit at Human-Scale
3. 学会等名 Neuroscience2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Igarashi J. Yamazaki T., Yamaura H., Nomura K
2. 発表標題 Temporal blocking method using minimum signal transmission delay and parallelization of summing input signals using spatial connectivity pattern for layered sheet types of spiking neural networks
3. 学会等名 Neuro2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五十嵐 潤
2. 発表標題 富岳を用いたげっ歯類全脳規模大脳皮質 小脳 視床神経回路シミュレーション
3. 学会等名 次世代脳」プロジェクト 冬のシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五十嵐 潤
2. 発表標題 ベタフロップスからエクサスケールのスーパーコンピュータによる大規模神経回路シミュレーション
3. 学会等名 九州工業大学生命体工学研究科セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五十嵐 潤
2. 発表標題 ヒト規模大脳皮質 小脳-視床神経回路シミュレーション
3. 学会等名 アクセラレーション技術発表討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hira R., Yamauchi Y., Isomura Y
2. 発表標題 In-house manufacture of an inexpensive large field-of-view two-photon microscope
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshizawa. T., Miyamura Y., Ochi Y., Hira R., Funahashi M., Sakai Y., Cui Y., Isomura Y
2. 発表標題 A neuronal basis underlying reward prediction based on hidden task rules
3. 学会等名 日本神経科学学会 Neuro 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshida Y., Aoki S., Isomura Y., Hira R
2. 発表標題 High-throughput mapping of multi-synaptic functional pathways from the cerebrum to the cerebellar nucleus studied by Neuropixels and scan-optogenetics
3. 学会等名 日本神経科学学会 Neuro 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平 理一郎
2. 発表標題 広視野2光子イメージングによる頭頂連合野と周辺領域の相関構造解析
3. 学会等名 レーザー顕微鏡研究会第46回講演会・シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平 理一郎
2. 発表標題 大規模神経活動記録と全体性の神経科学
3. 学会等名 神経回路学会シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Riichiro Hira, Spencer L Smith.
2. 発表標題 Large-scale imaging reveals concordance between mesoscale functional and anatomical input correlations
3. 学会等名 the 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society/the 1st CJK International Meeting（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hiroki Mori, Hyogo Hiruma, Hiroshi Ito , Tetsuya Ogata
2. 発表標題 Tool embodiment via Deep predictive active attention: Emergence of an attention module for “end-effector” regardless of a robotic body or a tool
3. 学会等名 日本神経科学学会 Neuro 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 五十嵐潤
2. 発表標題 脳の大規模シミュレーションの現状と未来
3. 学会等名 神経回路学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jun Igarashi, Tadashi Yamazaki, Hiroshi Yamaura, Kentaro Nomura
2. 発表標題 Acceleration of spiking neural network simulation by temporal blocking method and parallelization of input summation using spatial connectivity patterns
3. 学会等名 日本神経科学学会 Neuro 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shinichiro Tsutsumi and Akiko Hayashi-Takagi
2. 発表標題 Cerebello-thalamo-prefrontal circuits responsible for cognitive dysfunction in psychiatric disorders
3. 学会等名 日本神経科学学会 Neuro 2022
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 山崎 匡、五十嵐 潤	4. 発行年 2021年
2. 出版社 森北出版	5. 総ページ数 224
3. 書名 はじめての神経回路シミュレーション	

〔産業財産権〕

〔その他〕

大規模計測・シミュレーションによる脳の全体性の理解
http://cath.sakura.ne.jp/holistic_brain/index.html
 脳の全体性 学術変革領域研究(B)
<https://twitter.com/neuroholism>

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	堤 新一郎 (Tsutsumi Shinichiro) (20862676)	国立研究開発法人理化学研究所・脳神経科学研究センター・副チームリーダー (82401)	
研究分担者	五十嵐 潤 (Igarashi Jun) (60452827)	国立研究開発法人理化学研究所・計算科学研究センター・上級研究員 (82401)	
研究分担者	森 裕紀 (Mori Hiroki) (80610849)	早稲田大学・次世代ロボット研究機構・客員主任研究員 (32689)	

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