

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：20103

研究種目：学術変革領域研究(B)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H05163

研究課題名（和文）マルチセルラ神経ダイナミクスのデータ解析基盤と情報処理モデル

研究課題名（英文）Information Processing Models and Data Analysis Platforms for Multicellular Neurodynamics

研究代表者

香取 勇一（Katori, Yuichi）

公立はこだて未来大学・システム情報科学部・教授

研究者番号：20557607

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 22,750,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、生物の脳の情報処理機構を模倣した新しい計算モデルの開発と評価を行いました。スパイクニューラルネットワークとリザーバ計算を組み合わせたモデルを用い、培養神経回路での情報処理特性を解析しました。また、ロボットの連続値制御や予測符号化を利用した強化学習モデルの評価により、効率的な行動計画の実現と学習コストの削減を確認しました。これにより、人工知能やロボットの制御技術の向上に貢献する成果が得られました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、神経科学と人工知能の融合により、新しい計算モデルの学術的基盤を確立しました。スパイクニューラルネットワークとリザーバ計算を用いた手法は、脳の情報処理メカニズムの理解を深め、効率的な人工知能システムの実現に寄与します。また、ロボットの制御技術の向上により、産業や医療分野での応用が期待され、社会的にも大きな意義を持つ研究成果です。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed and evaluated new computational models that mimic the information processing mechanisms of the brain. Using models that combine spiking neural networks and reservoir computing, we analyzed the information processing characteristics of cultured neural circuits. Additionally, through experiments with continuous-value control in robots and reinforcement learning models utilizing predictive coding, we confirmed the realization of efficient action planning and reduction in learning costs. These findings contribute to the advancement of artificial intelligence and robot control technologies.

研究分野：ニューラルネットワーク

キーワード：スパイクニューラルネットワーク リザーバ計算 予測符号化 強化学習 ロボット制御

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。

様式 C - 19 , F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在の深層学習・人工知能はデジタル・コンピュータに依存しており、2進ブール代数を基盤とした計算原理には限界がある。特に、単一素子の損傷がシステム全体の機能破綻につながるため、素子の信頼性を確保するためのコストが膨大になる。また、大規模な論理演算と信号伝達用回路のために大きな電力が必要となる。一方、生物の脳は柔軟な情報処理能力を持ち、自己修復性や損傷耐性、高いエネルギー効率を兼ね備えている。近年、in vivo カルシウムイメージングによる多細胞神経活動計測や、培養神経回路の作成技術、リザバー計算を超高速・超省電力に実装する技術が発展している。これらの分野を融合した新しい学術領域の構築が望まれている。

2. 研究の目的

本計画班の目的は、多細胞神経活動データ解析法の確立、数理モデリングによる多細胞系の動力学・機能の解明、効率的な情報処理モデルの構築を通じて、マルチセルラバイオコンピューティングを確立することである。具体的な計画として、視覚野のフィードフォワード型神経回路網と運動野のリカレント型神経回路網のダイナミクスと機能を明らかにする。また、A02 班の培養神経系の自発活動および刺激応答を取り込んだ神経ネットワークモデルを構築し、ダイナミクスと情報処理の特性を定式化する。さらに、自発活動を活用した感覚情報予測と運動計画の情報処理モデルを開発し、生物規範的な感覚運動制御モデルを構築する。そして、これらの知見を基に、センサー情報処理とアクチュエータ制御のロボットへの工学応用基盤を整備することを目指す。

3. 研究の方法

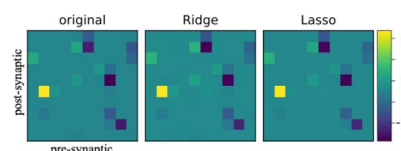
本計画班では、多次元時系列データを解析し（マルチセルラ解析）、培養系神経回路網を対象に数理モデルを構築し（マルチセルラ再構成）、そこで得られた知見を基に統合情報処理モデルを構築する（マルチセルラ・コンピューティング）。具体的には、まずモデル動物の大脳皮質から得られる時空間ダイナミクスデータを解析し、マルチセルラ時空間ダイナミクスの解析手法を構築するとともに、神経回路網の高次の時間的・空間的なダイナミクス、また因果性解析を行い、ネットワークの機能的結合を特定する。さらに、感覚情報処理モデルを構築し、運動制御に関わるリカレントニューラルネットワークを構築する。培養系神経回路の自発活動と刺激応答パターンを取り込んだ数理モデルも構築し、これにより得られた知見を基に、新たな情報処理モデルを定式化する。

4. 研究成果

本研究では、領域内の他班との連携のもと、バイオ計算モデルの構築と解析、リザバー計算モデルの開発などの成果を上げた。以下にこれらについて紹介する。

(1)[多次元神経活動データの解析基盤の構築]

神経活動データからニューロン間の接続パターン推定に関する研究では、すべてのニューロンの膜電位が観測可能な状況において、神経ダイナミクスのモデルと時系列データを組み合わせて、リッジ回帰およびラッソ回帰を用いた接続性の推定方法を検討した。結果として、両手

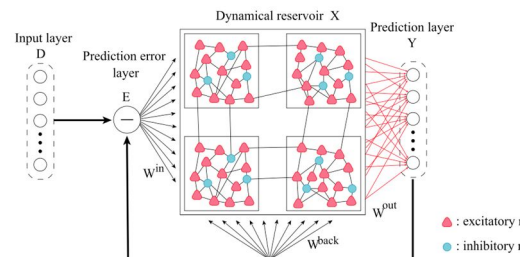


神経活動データからニューロン間の接続パターン推定

法とも接続性を高精度に推定できることが確認された。また、ニューロンの動態が既知でない場合でも、推定精度が高いことが示された。これにより、ニューロン間の接続推定の信頼性が向上し、脳機能の理解が進展することが期待される (Hosaka et al. 2023)。

(2)[スパイクングニューラルネットワークによるバイオ計算モデルの構築と評価]

スパイクングニューラルネットワークの数理モデルを構築し、バイオ計算の実現に向け多面的に解析を実施した。スパイクングニューロンモデルによるリザーバー計算に関する研究では、培養神経系を物理リザーバーとして利用し、その情報処理特性を明らかにするための数理モデルを構築した。このモデルにより、ニューロン間の結合パターンが時系列生成タスクの性能に与える影響を解析し、結合確率が重要な要因であることを示した (石川 他 2023)。また予測符号化の評価に関する研究では、スパイクングニューラルネットワークモデルを基に予測符号化のモデルを提案した。このモデルは、培養神経系における感覚情報処理のモデルとして機能し、神経ネットワークの構造とニューロン数が情報処理に与える影響を明らかにした。実験結果から、特定のニューロン数とモジュール数の組み合わせにより、予測精度が向上することが示された。この研究は、生物学的神経ネットワークの情報処理メカニズムの解明に貢献するものである (Ishikawa et al. 2023)。さらに、シナプススケールなどの詳細なシナプス生理学パラメータを導入したフレームワークを構築し、数値シミュレーションからネットワークサイズやモジュール性が、神経活動の活動レベルやランダム性に与える影響を明らかにした (Shinkawa et al. 2023)。これらの数理モデル研究を基に、A02 班との連携により、培養神経回路に時系列信号のパターン分類を実装できることを示した (Sumi et al. 2023)。



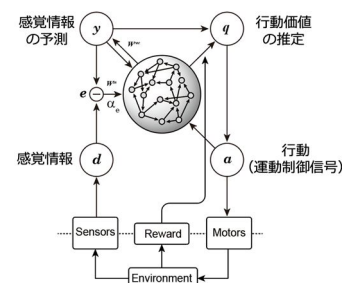
モジュール構造を持つスパイクングニューラルネットワークによる動的予測符号化の評価

(3)[リザーバー計算による感覚情報処理と運動制御の統合ネットワークモデルの開発]

生物の脳が持つ予測符号化や報酬情報に基づく学習機構と、多数の非線形素子の振動現象に基づく計算機構であるリザーバー計算を組み合わせたネットワークモデルを開発した。報酬に基づいて学習するリザーバー強化学習モデルを構築し、連続状態空間上の部分観測マルコフ決定過程タスクで適切な行動を学習することを確認した。さらに感覚情報処理と運動制御を統合する強化学習と予測符号化を組み合わせた統合リザーバー情報処理モデルを構築した。

オンライン強化学習に関する研究では、リザーバー計算を基盤としたアクタークリティックモデルを提案し、ギブス方策を使用して環境の変化に迅速に適応する手法を開発した。CartPole タスクにおいて、提案モデルがタスクを高精度で遂行できることを確認し、特定の実現では成功率が 100%に達した (Nagai et al. 2022)。

視覚の予測符号化モデルに関する研究では、リザーバー計算を用いて 3D 環境での強化学習タスクを解決する



予測符号化と強化学習による感覚と運動の統合情報処理モデル

新しいアプローチを提案した。このモデルは、高次元の視覚入力を処理し、視覚情報を再構成できることが確認された。これにより、脳の視覚処理の新しい動的メカニズムが明らかになり、脳のような人工知能システムの基盤技術としての可能性が示された。この研究は、視覚システムの理解を深め、効率的な人工知能の実現に貢献するものである。(Izumi et al. 2022)

リザーブ計算によるメンタルシミュレーションに関する研究では、リザーブコンピューティングを用いた効率的な行動計画手法を提案し、自律移動ロボットのナビゲーションに成功した。このフレームワークは、モデルと環境の相互作用をシミュレートすることで学習と計画を行うものである。計算機上の実験において、ロボットが目標地点に到達するための最適な行動計画を実現し、学習コストを大幅に削減することが確認された(Yonemura et al. 2022)。さらに視覚情報に基づくメンタルシミュレーションに関する研究では、視覚情報のみで制御タスクを解決する計画を実行できることを示した。このモデルは、視覚情報から低次元の構造を学習し、エージェントの行動を最適化する。実験では、視覚情報のみを用いた部分観測可能なマルコフ決定過程(POMDP)のタスクを成功させることが確認された。この成果は、今後の制御タスクへの応用可能性を示し、データ効率の良い学習や複数のタスクの同時学習を可能にする(Yonemura et al. 2023)。さらにメンタルシミュレーションにおける、直接的なアクションシーケンスの最適化を目指した新しいモデルを提案した。このモデルは、内部環境の表現を使用して、アクションシーケンスの最適化を行うものである。実験結果から、古典的な制御タスクおよび特定の応用シナリオにおいて、従来よりも優れたアクションプランニング性能を発揮することが示された。この研究は、部分観測可能な環境下での強化学習の効果的な応用に貢献するものである(Yonemura et al. 2024)。

ロボットの連続値制御に関する研究では、リザーブアクタークリティックモデルを提案し、複雑な環境下でのロボット制御に成功した。このモデルは、リザーブ計算とアクタークリティック法を組み合わせ、連続値制御が必要なタスクにおいて高い性能を発揮することを示した。特に、MountainCarContinuous タスクでの実験結果は、モデルが連続値制御を効果的に行えることを確認し、ロボットの制御技術の向上に寄与するものである(湊 他 2023)。さらにこれを拡張した部分観測可能なマルコフ決定過程(POMDP)における強化学習に関する研究では、リザーブ計算とソフトアクタークリティックモデルを基盤に、学習効率を向上させるためにマルチレイヤー構造を導入している。実験結果から、このモデルは従来のフィードフォワードモデルに比べて、POMDP 環境での報酬獲得において優れた性能を発揮することが示された(Nagai et al. 2024)。これらの研究は、深層学習の高コストな問題を解決し、効率的なロボット制御を実現するための重要な一歩であり、リアルな環境での効率的かつ効果的な強化学習の応用に貢献するものである。

さらにモータープリミティブの生成と切り替えによる柔軟な運動生成に関する研究では、リザーブ計算を用いた強化学習モデルを提案し、ロボット操作における複雑な軌道パターンの生成を実現した。このモデルは、基本的な運動パターンを生成するネットワークと、これらのパターンを切り替える強化学習ネットワークの2つで構成されている。実験において、このモデルは図形8パターンのような複雑な軌道を効果的に生成できることが示された。これにより、サンプル効率や部分観測可能性といった課題を克服し、実世界でのロボット制御への応用可能性を示している。(Yoshino et al. 2024)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 5件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 藤本 ありさ, 山本 英明, 守谷 哲, 徳田 慶太, 香取 勇一, 佐藤 茂雄	4. 巻 vol. 122, no. 89, NC2022-26
2. 論文標題 結合行列の対称性制御によるリカレントニューラルネットワークの構造最適化	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告 (IEICE Technical Report)	6. 最初と最後の頁 184-188
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 Yuya Sato, Hideaki Yamamoto, Hideyuki Kato, Takashi Tani, Shigeo Sato, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 16
2. 論文標題 Microfluidic cell engineering on high-density microelectrode arrays for assessing structure-function relationships in living neuronal networks	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2022.943310	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 石川慶孝, 新川拓海, 住拓磨, 加藤秀行, 山本英明, 香取勇一	4. 巻 Volume 122, Number 374
2. 論文標題 スパイクニューロンモデルによる培養神経系のリザーブ計算の性能評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告 (IEICE Technical Report)	6. 最初と最後の頁 112 - 117
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 湊宏太郎, 香取勇一	4. 巻 Volume 122, Number 374
2. 論文標題 レザバークタックリティックモデルによるロボットの連続値制御	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告 (IEICE Technical Report)	6. 最初と最後の頁 118 - 122
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 會田拓海, 安東弘泰, 香取勇一	4. 巻 Volume 122, Number 374
2. 論文標題 植物の映像情報を利用した風向風速推定法の提案 ~ 環境計算の原理検証 ~	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告(IEICE Technical Report)	6. 最初と最後の頁 105 - 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 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 Sumi Takuma, Yamamoto Hideaki, Katori Yuichi, Ito Koki, Moriya Satoshi, Konno Tomohiro, Sato Shigeo, Hirano-Iwata Ayumi	4. 巻 120
2. 論文標題 Biological neurons act as generalization filters in reservoir computing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2217008120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2217008120	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 Yonemura Yoshihiro, Katori Yuichi	4. 巻 15
2. 論文標題 Reservoir computing-based mental simulation for direct action sequence optimization	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 421 ~ 431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.15.421	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 Ishikawa Yoshitaka, Shinkawa Takumi, Sumi Takuma, Kato Hideyuki, Yamamoto Hideaki, Katori Yuichi	4. 巻 15
2. 論文標題 Integrating predictive coding with reservoir computing in spiking neural network model of cultured neurons	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 432 ~ 442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.15.432	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 Kawaguchi Masato, Kato Hideyuki	4. 巻 14
2. 論文標題 Symmetrization effects of ϵ -nearest neighbor recurrence plots on network motif organizations in time series of nonlinear dynamical systems	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 590 ~ 608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.14.590	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31件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Jin Nakamura and Yuchi Katori
2. 発表標題 Construction and Analysis of a Computational Model of Motion Planning Based on Reward-Modulated Reservoir Computing with Short-term Synaptic Plasticity
3. 学会等名 Neuro2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamato Sakino, Hakaru Tamukoh, Takashi Morie, and Yuichi Katori
2. 発表標題 Reservoir Based Reinforcement Learning Model with Pseudo-Billiard Dynamics in Hypercube
3. 学会等名 Neuro2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yu Yoshino and Yuichi Katori
2. 発表標題 Short-term memory ability of reservoir-based temporal difference learning model in partially observable Markov decision process
3. 学会等名 Neuro2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomohito Izumi and Yuichi Katori
2. 発表標題 Visual Predictive Coding Model with Reservoir Computing for Reinforcement Learning Tasks in 3D Environment
3. 学会等名 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tatsuro Nagai and Yuichi Katori
2. 発表標題 Online Reinforcement Learning on Reservoir Based Actor-Critic Model with Gibbs's Policy
3. 学会等名 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yoshihiro Yonemura and Yuichi Katori
2. 発表標題 Mental simulation on reservoir computing as an efficient planning method for mobile robot navigation
3. 学会等名 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takuma Sumi, Hideyuki Yamamoto, Yuichi Katori, Koki Ito, Shigeo Sato, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Time-series classification in micropatterned neuronal network reservoirs
3. 学会等名 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤本 ありさ, 山本 英明, 守谷 哲, 徳田 慶太, 香取 勇一, 佐藤 茂雄
2. 発表標題 結合行列の対称性制御によるリカレントニューラルネットワークの構造最適化
3. 学会等名 ニューロコンピューティング (NC) 研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keita Tokuda and Yuichi Katori
2. 発表標題 Learning non-stationary nonlinear dynamics by extracting slow parameter change by a reservoir
3. 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 加藤 秀行
2. 発表標題 自己組織スパイクング神経回路網モデルにおける臨界現象の解析
3. 学会等名 NOLTAソサイエティ大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hideyuki Kato, Kaito Kato, Shu Karube, Hiroyuki Asahara, and Takuji Kousaka
2. 発表標題 Taming chaos in stick-slip vibrations of forced-self-excited mechanical systems with dry friction
3. 学会等名 ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications (SSS2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kaito Kato, Hideyuki Kato, Hiroyuki Asahara, Daisuke Ito, and Takuji Kousaka
2. 発表標題 Effects of a nonlinear packet drop probability function on RED performance
3. 学会等名 International Symposium on the Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masato Kawaguchi, Hideyuki Kato
2. 発表標題 The Effects of Symmetrization of k-Nearest Neighbor Recurrence Plot on Superfamily Phenomena in Time Series
3. 学会等名 International Symposium on the Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川口雅斗, 加藤秀行
2. 発表標題 ネットワークモチーフ解析によるスーパーファミリー現象を用いた力学系の解分類法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Y. Ishikawa, Y. Katori, H. Yamamoto, H. Kato, T. Sumi, T. Shinkawa
2. 発表標題 Exploring influences of modular structure on time series generation performance in reservoir computing
3. 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1 . 発表者名 T. Shinkawa, H. Kato, Y. Ishikawa, T. Sumi, H. Yamamoto, Y. Katori
2 . 発表標題 Effects of synaptic scaling and network size on spontaneous firing activity in spiking neural network
3 . 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 Y. Sato, H. Yamamoto, H. Kato, T. Tanii, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Analysis of structure-function relationship of micropatterned modular neuronal networks on high-density multi-electrode arrays
3 . 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 Takumi Shinkawa, Hideyuki Kato, Yoshitaka Ishikawa, Takumi Sumi, Hideaki Yamamoto, and Yuuichi Katori
2 . 発表標題 Effects of synaptic scaling on spontaneous firing activity in spiking neural networks with modular structure
3 . 学会等名 International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 東宏錦, 加藤秀行
2 . 発表標題 ニューラル機械翻訳機のTransformerが生成する文脈ベクトルの定性的解析
3 . 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名 Ryosuke Hosaka, Hidenori Watanabe, Toshi Nakajima, and Hajime Mushiake
2. 発表標題 LFP Theta dynamics contribute to retrieving motor plans after interruptions in the primate premotor area
3. 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 湊宏太郎, 香取勇一
2. 発表標題 レザバークタックリティックモデルによるロボットの連続値制御
3. 学会等名 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石川慶孝, 新川拓海, 住拓磨, 加藤秀行, 山本英明, 香取勇一
2. 発表標題 スパイクニューロンモデルによる培養神経系のレザバーク計算の性能評価
3. 学会等名 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jin Nakamura, Yuichi Katori
2. 発表標題 Information representations obtained by reward-modulated reservoir computing with short-term synaptic plasticity
3. 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshihiro Yonemura, Yuichi Katori
2. 発表標題 Mental simulation using reservoir computing for solving control tasks of deterministic systems
3. 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuichi Katori
2. 発表標題 Reservoir Computing Models for Integrating Sensory Processing and Motor Control
3. 学会等名 The 11th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer(BFBC2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 香取勇一
2. 発表標題 感覚・運動情報処理を行う脳のリザーバー計算モデル
3. 学会等名 令和4年度第三回ブレインウェア工学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 香取勇一
2. 発表標題 大脳皮質に倣った動的予測符号化ネットワークモデル
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koutaro Minato and Yuichi Katori
2. 発表標題 Robot Arm Control Using Reward-Modulated Hebbian Learning
3. 学会等名 ICONIP 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yu Yoshino and Yuichi Katori
2. 発表標題 Short-term memory ability of reservoir-based temporal difference learning model
3. 学会等名 Nonlinear Science Workshop (NLSW)2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshihiro Yonemura and Yuichi Katori
2. 発表標題 Functional connectivity analysis on hierarchical reservoir computing model
3. 学会等名 Nonlinear Science Workshop (NLSW)2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuichi Katori
2. 発表標題 Reservoir based sensory and motor processing models for multicellular neurobiocomputing,
3. 学会等名 The 10th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (BFBC2022)
4. 発表年 2022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	加藤 秀行 (Kato Hideyuki) (00733510)	大分大学・理工学部・講師 (17501)	
研究分担者	徳田 慶太 (Tokuda Keita) (50762176)	順天堂大学・健康データサイエンス学部・講師 (32620)	
研究分担者	保坂 亮介 (Hosaka Ryosuke) (80569210)	芝浦工業大学・システム理工学部・准教授 (32619)	

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