

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03325

研究課題名(和文)人工神経細胞回路の複雑ダイナミクスに基づく時系列情報処理とそのモデル化

研究課題名(英文)Time-series information processing based on complex dynamics in artificial neuronal networks and its computational modelling

研究代表者

山本 英明 (Yamamoto, Hideaki)

東北大学・電気通信研究所・准教授

研究者番号：10552036

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、モジュール性(密に結合した集団が複数存在し、それらが弱く相互作用して全体を成しているネットワーク構造)という神経回路の構造的性質と、神経回路の自発活動や刺激応答特性との関係を構成論的に解くために、人工神経細胞回路に対する摂動解析系を構築した。そしてこの実験系を用いて、非同期的入力に対する応答解析や過渡ダイナミクスに基づいた時系列入力信号のパターン分類を実現することで、モジュール構造のもつ機能的役割を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

深層学習の成功により人工ニューラルネットの研究がにわかに活気を取り戻し、またIoT社会を支える超低消費電力デバイスとして脳型デバイスの開発が加速している。しかし、現行のニューラルネットでは計算過程がブラックボックス化されているため、誤出力が許容されない自動運転などへの実装がはばかられている。また脳型デバイスでも、最先端技術ですら生体脳の効率にはまだ数千倍の隔りがある。情報化社会が直面しているこれら問題に対して、生物の脳が生体素子に基づいて高次情報処理を実現する作動原理を理解することは新たなブレークスルーを与える。

研究成果の概要(英文)：We developed a novel perturbation-analysis setup for artificial neuronal networks to constructively investigate the structure-function relationships in neuronal networks, focusing especially on the modular architecture in the nervous system. Using this setup, we unveiled the functional significance of the modular structure through the analysis of their response to asynchronous input and time-series signals.

研究分野：神経工学

キーワード：培養神経回路 バイオインターフェース マイクロ加工 多細胞システム 生体情報処理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

深層学習の成功により人工ニューラルネットの研究がにわかに活気を取り戻し、また IoT 社会を支える超低消費電力デバイスとして脳型デバイスの開発が加速している。しかし、現行のニューラルネットでは計算過程がブラックボックス化されているため、誤出力が許容されない自動運転などへの実装がはばかれている。また脳型デバイスでも、最先端技術ですら生体脳の効率にはまだ数千倍の隔りがある。情報化社会が直面しているこれら問題に対して、生物の脳が生体素子に基づいて高次情報処理を実現する作動原理は新たなブレイクスルーを与える。

脳は神経回路の構造に基づいて情報処理を実現しているため、回路(ネットワーク)構造と機能との関係の理解は、脳機能の神経基盤の解明に向けた本質的課題である。脳神経回路の構造を特徴付けるいくつかの性質の内、モジュール構造(密に結合した集団が複数存在し、それらが弱く相互作用して全体を成しているネットワーク構造)は、線虫からほ哺乳類大脳皮質に至る様々な生物の神経系の特徴である。しかしこれは、進化の副産物に過ぎないのか、それとも高次情報処理の実現に必要なものであったのか。その機能的役割については、生理学者と理論神経科学者の間で意見が二分されていた。

2. 研究の目的

本研究では、「モジュール性」という神経回路の構造的性質と、神経回路の自発活動や刺激応答特性との関係を構成論的に解くために、人工神経細胞回路に対する摂動解析系を構築する。そして、神経回路の過渡ダイナミクスに基づいた時系列入力信号のパターン分類を実現することで、モジュール構造のもつ機能的役割を明らかにする。

3. 研究の方法

ラット大脳皮質より採取した神経細胞をマイクロ加工基板上で培養することにより、ネットワークのモジュール性を制御した培養神経回路(人工神経細胞回路)を作製した。神経細胞の活動計測には蛍光カルシウムイメージング法を用いた。研究開始当初は低分子カルシウム指示薬 Cal-520 AM を用いたが、アデノ随伴ウイルスを用いて蛍光カルシウムプロベタンパク質 GCaMP を神経細胞に対して遺伝子導入する方法も研究期間中に確立した。さらに、赤色光応答型チャンネルロドプシン ChrimsonR を遺伝子導入し、蛍光顕微鏡に設置したデジタルマイクロミラーデバイスを用いてパターン化した赤色光を神経細胞に照射することで神経細胞に刺激を印加した(図1)。

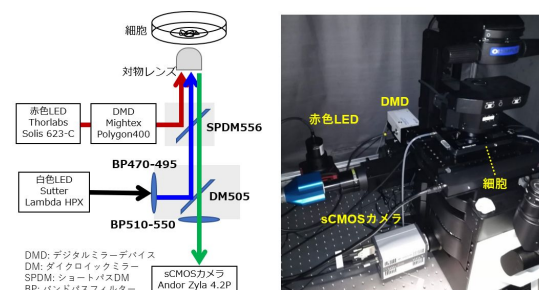


図1. 人工神経細胞回路の摂動解析用蛍光顕微鏡システム

4. 研究成果

研究開始当初は、マイクロ加工基板はマイクロコンタクトプリンティング法を用いて人工神経細胞回路を作製していたが、研究期間中にマイクロ流体デバイスを用いて作製するプロセスを確立できたため(Takemuro, Yamamoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. 2020), 両者を併用して研究を進めた。前者の方法では、予めアガロースもしくは MPC ポリマーでコートしたガラス基板に対して、ポリリジンと細胞外基質ゲルのパターンを転写することで細胞パターンングのための鋳型基板を作製した(図2)。後者の方法では、厚さの異なる2層のフォトリソ SU-8 をパターンニングしたシリコンウェーハを鋳型としてポリジメチルシロキサンを硬化させることでマイクロ流体デバイスを作製した(図3)。

研究期間中にはまず、人工神経細胞回路と数理モデルとの突合により、上述したモジュール構造が神経発火パターンの複雑性に及ぼす効果を構成論的に解析した。神経回路の規

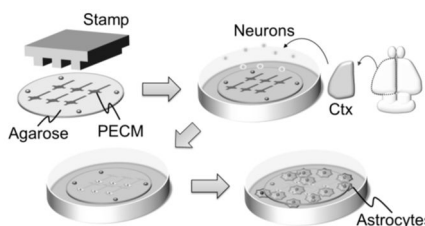


図2. マイクロコンタクトプリンティング法によるパターン基板の作製プロセス

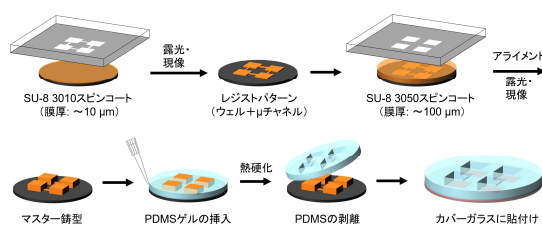


図3. マイクロ流体デバイスの作製プロセス

模は、完全孤立系として観察が可能な 100 細胞程度の系を対象とした。これを $400 \times 400 \mu\text{m}^2$ の正方形パターンと、それを 4 分割し、それらを 3 本、そして 1 本の細線で繋いだ形状にパターン培養した(図 4)。モジュール間を繋ぐ線の本数が少ないほどモジュール間を結ぶ神経繊維の本数が少なくなり、モジュール性が高いネットワークが構築される。回路素子(細胞)の種類、密度、培養日数などの諸々の実験条件を一定に保ちながら、ネットワークのモジュール性という単一パラメータを制御できる実験系を構築したことが、もっとも重要な点である。培養神経回路の自発活動ダイナミクスを比較すると、モジュール性の低いパターンでは全ての回路で回路全体での同期発火が支配的であった一方で、モジュールを結ぶ線の本数を減らしてモジュール性を強めた 1 本接続パターンでは、同期状態と非同期状態が 1 つのネットワーク内に混在し、時空間ダイナミクスの複雑性の定量指標 dynamical richness が 0.06 から 0.34 へと有意に上昇した。さらに、積分発火ニューロンに基づく数値シミュレーションとの突合により、モジュール構造型ネットワークは空間的には分離されているが、機能的には統合性が高いことを実験的に証明し、両者の均衡によって複雑な発火パターンが安定化する、という新たな仮説を提案した(Yamamoto et al., Science Advances 2018)。

続く実験では、図 1 に示した培養神経回路の摂動解析系を用いて、脳情報処理において重要な自発活動パターンが、外部摂動とネットワーク構造に依存して制御されるメカニズムを解析した。具体的には、時空間的に非同期的な入力印加されると発火パターンの複雑性が一過性に上昇し、その上昇率は神経細胞間がランダムに接続された回路に比べて、生体の大脳皮質神経回路などで見られるモジュール構造を有する回路において大きくなることを、培養細胞を用いた実験で示すことに成功した。塩化カリウムを用いて回路全体の興奮性を増加させた対照実験では同様の効果は表れなかったことから、神経活動の複雑性の表出には、構造制御に加えて、時空間的に非同期的な摂動入力が必要であることも見出した。さらに、数理モデルの解析により、シナプス伝達の短期抑制の度合いが摂動入力依存性に変調されることが本質的に重要であることを明らかにした(Yamamoto et al., arXiv 2205.10563, 2022)。

さらに、空間パターン信号や時空間パターン信号を印加し、培養神経回路の応答をレザバー計算の枠組みを用いて出力信号へと回帰する実験系も構築した。空間パターンに対する多クラス分類性能を評価したところ、回帰対象となる出力信号を維持する時間幅に依存して、正答率にピークが現れ、その時間はネットワークのモジュール性が高くなるにつれて大きくなることが分かった。これはネットワーク内での活動伝搬速度の違いに起因するものであり、モジュール性の高い回路では活動伝搬が遅くなるために長時間 (> 1 秒) の出力信号の回帰においても性能が保持されたと考えている(住, 山本他, 第 31 回日本神経回路学会全国大会, 2021; 住, 山本他, 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会, 2021)。時空間パターン分類タスクにおいても培養神経回路が汎化フィルターとして働き得ることが明らかになりつつある。以上の研究成果は、脳神経回路が神経細胞という生体素子を物質的基盤として柔軟な情報処理を実現する作動原理の理解を押し進めるものである。

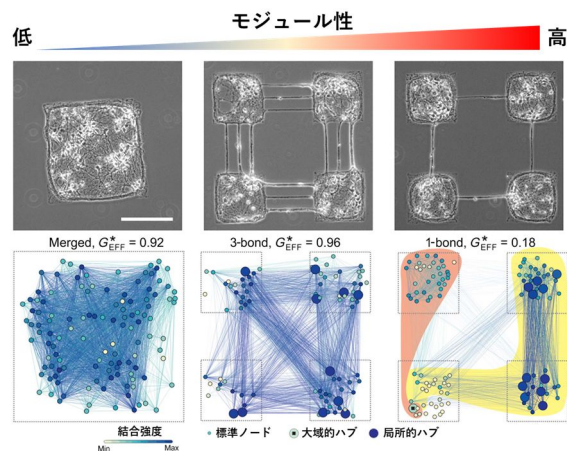


図 4. モジュール構造型培養神経回路(上)とその機能的ネットワークの解析(下)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Takemuro Taiki, Yamamoto Hideaki, Sato Shigeo, Hirano-Iwata Ayumi	4. 巻 59
2. 論文標題 Polydimethylsiloxane microfluidic films for in vitro engineering of small-scale neuronal networks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 117001 ~ 117001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/abc1ac	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 Moriya Satoshi, Yamamoto Hideaki, Hirano-Iwata Ayumi, Kubota Shigeru, Sato Shigeo	4. 巻 11
2. 論文標題 Modular networks of spiking neurons for applications in time-series information processing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE	6. 最初と最後の頁 590 ~ 600
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.11.590	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 Hattori Kouhei, Hayakawa Takeshi, Nakanishi Akira, Ishida Mihoko, Yamamoto Hideaki, Hirano-Iwata Ayumi, Tanii Takashi	4. 巻 198
2. 論文標題 Contribution of AMPA and NMDA receptors in the spontaneous firing patterns of single neurons in autaptic culture	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biosystems	6. 最初と最後の頁 104278 ~ 104278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biosystems.2020.104278	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 Dai Yifan, Yamamoto Hideaki, Sakuraba Masao, Sato Shigeo	4. 巻 15
2. 論文標題 Computational Efficiency of a Modular Reservoir Network for Image Recognition	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Computational Neuroscience	6. 最初と最後の頁 594337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncom.2021.594337	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 Hattori Kouhei, Kurakake Hekiru, Imai Junko, Hashimoto Takuya, Ishida Mihoko, Sato Koki, Takahashi Honoka, Oguma Soichiro, Yamamoto Hideaki, Hirano-Iwata Ayumi, Tanii Takashi	4. 巻 -
2. 論文標題 Selective Stimulation of a Target Neuron in Micropatterned Neuronal Circuits Using a Pair of Needle Electrodes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Electrochemistry	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) 10.5796/electrochemistry.21-00032	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 Hasani Ramin, Ferrari Giorgio, Yamamoto Hideaki, Tanii Takashi, Prati Enrico	4. 巻 -
2. 論文標題 Role of Noise in Spontaneous Activity of Networks of Neurons on Patterned Silicon Emulated by Noise-activated CMOS Neural Nanoelectronic Circuits	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nano Express	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) 10.1088/2632-959X/abf2ae	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 Yamamoto Hideaki, Grob Leroy, Sumi Takuma, Oiwa Kazuhiro, Hirano Iwata Ayumi, Wolfrum Bernhard	4. 巻 3
2. 論文標題 Ultrasoft Silicone Gel as a Biomimetic Passivation Layer in Inkjet Printed 3D MEA Devices	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Biosystems	6. 最初と最後の頁 1900130 ~ 1900130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adbi.201900130	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 該当する

1. 著者名 Grob Leroy, Yamamoto Hideaki, Zips Sabine, Rinklin Philipp, Hirano Iwata Ayumi, Wolfrum Bernhard	4. 巻 5
2. 論文標題 Printed 3D Electrode Arrays with Micrometer Scale Lateral Resolution for Extracellular Recording of Action Potentials	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Materials Technologies	6. 最初と最後の頁 1900517 ~ 1900517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/admt.201900517	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 Sumi Takuma, Yamamoto Hideaki, Hirano-Iwata Ayumi	4. 巻 16
2. 論文標題 Suppression of hypersynchronous network activity in cultured cortical neurons using an ultrasoft silicone scaffold	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Soft Matter	6. 最初と最後の頁 3195 ~ 3202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9SM02432H	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 Moriya Satoshi, Yamamoto Hideaki, Hirano-Iwata Ayumi, Kubota Shigeru, Sato Shigeo	4. 巻 -
2. 論文標題 Quantitative Analysis of Dynamical Complexity in Cultured Neuronal Network Models for Reservoir Computing Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. 2019 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)	6. 最初と最後の頁 N-20275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IJCNN.2019.8852207	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 山本英明、平野愛弓	4. 巻 J102-C
2. 論文標題 微細加工表面を用いた培養神経回路の構造機能制御 多細胞システムにおける情報処理の理解と応用を指して	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌 C	6. 最初と最後の頁 340 ~ 347
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 Matsumura Ryosuke, Yamamoto Hideaki, Hayakawa Takeshi, Katsurabayashi Shutaro, Niwano Michio, Hirano-Iwata Ayumi	4. 巻 8
2. 論文標題 Dependence and Homeostasis of Membrane Impedance on Cell Morphology in Cultured Hippocampal Neurons	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-28232-0	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 Yamamoto Hideaki, Hayakawa Takeshi, Netoff Theoden I., Hirano-Iwata Ayumi	4. 巻 113
2. 論文標題 A single-cell based hybrid neuronal network configured by integration of cell micropatterning and dynamic patch-clamp	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Applied Physics Letters	6. 最初と最後の頁 133703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5049487	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 該当する

1. 著者名 Yamamoto Hideaki, Moriya Satoshi, Ide Katsuya, Hayakawa Takeshi, Akima Hisanao, Sato Shigeo, Kubota Shigeru, Tani Takashi, Niwano Michio, Teller Sara, Soriano Jordi, Hirano-Iwata Ayumi	4. 巻 4
2. 論文標題 Impact of modular organization on dynamical richness in cortical networks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaau4914
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aau4914	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 Moriya Satoshi, Yamamoto Hideaki, Akima Hisanao, Hirano-Iwata Ayumi, Kubota Shigeru, Sato Shigeo	4. 巻 29
2. 論文標題 Mean-field analysis of directed modular networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science	6. 最初と最後の頁 13142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5044689	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103件 (うち招待講演 16件 / うち国際学会 52件)

1. 発表者名 H. Yamamoto, T. Sumi, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Ultrasoft silicone elastomer as a biomimetic scaffold for neuronal cultures
3. 学会等名 European Materials Research Society (E-MRS) 2021 Spring Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Yamamoto, T. Sumi, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Ultrasoft polydimethylsiloxane as a biomimetic scaffold for neuronal cultures
3. 学会等名 8th Japan-China Nanomedicine Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本英明, 竹室汰貴, 住 拓磨, 佐藤有弥, 守谷 哲, 平野愛弓, 佐藤茂雄, J. Soriano
2. 発表標題 神経回路機能のin vitro操作のためのバイオ界面制御技術
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Montala-Flaquer, K. Ide, C. Fernandez-Lopez, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, J. Soriano
2. 発表標題 Tuning synchrony in living neuronal networks through neuroengineering
3. 学会等名 DynamicsDays 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤本ありさ, 山本英明, 守谷 哲, 佐藤茂雄
2. 発表標題 FORCE法によって訓練された再帰的ニューラルネットワークのグラフ理論的解析
3. 学会等名 非線形ワークショップ2021夏合宿
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹室汰貴, 山本英明, 脇村 桂, 住 拓磨, 金野智浩, 佐藤茂雄, Jordi Soriano, 平野愛弓
2. 発表標題 マイクロパターン培養神経回路に対する光摂動系の構築
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤有弥, 山本英明, 竹室汰貴, 住 拓磨, 酒井原一守, 谷井孝至, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 多点電極アレイ上でのモジュール構造型培養神経回路のパターニング
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 望月直樹, 石田実穂子, 鞍掛碧流, 池田 翔, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 帰還接続における伝搬遅延によるSTDPシナプスの選別
3. 学会等名 第31回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤本ありさ, 山本英明, 守谷 哲, 佐藤茂雄
2. 発表標題 リカレントニューラルネットワークの固有値分布における対称性解析
3. 学会等名 第31回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鞍掛碧流, 望月直樹, 池田 翔, 岸野颯馬, 小熊奏一郎, 藤原 彩, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 人工神経回路への2針電極による刺激と応答計測
3. 学会等名 第31回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 住 拓磨, 山本英明, 守谷 哲, 竹室汰貴, 金野智浩, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 リザーブ計算に基づく人工神経細胞回路のパターン分類特性の評価
3. 学会等名 第31回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 住 拓磨, 山本英明, 守谷 哲, 竹室汰貴, 金野智浩, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 マイクロパターン培養神経回路のリザーブ計算特性の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小口大輔, 守谷 哲, 山本英明, 佐藤茂雄
2. 発表標題 FPGA実装に向けた強化学習モデルの丸め誤差と学習性能に関する考察
3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本英明, 平野愛弓, 佐藤茂雄
2. 発表標題 パイオ界面制御による神経回路機能の人工再構成
3. 学会等名 薄膜材料デバイス研究会第18回研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Yamamoto, T. Takemuro, N. Monma, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Polydimethylsiloxane microfluidic films for in vitro engineering of mesoscale neuronal networks
3. 学会等名 14th International Symposium on Nanomedicine (ISNM2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 D. Oguchi, S. Moriya, H. Yamamoto, S. Sato
2. 発表標題 An investigation of the Relationship between numerical precision and performance of Q-learning for hardware implementation
3. 学会等名 The 2021 Nonlinear Science Workshop (NLSW2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 守谷 哲, 加藤達暉, 弓仲康史, 山本英明, 佐藤茂雄, 堀尾喜彦
2. 発表標題 減衰付きSTDP学習則のアナログ回路設計とLSI実装
3. 学会等名 電子情報通信学会 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 小野哲史, 守谷 哲, 菅家由佳, 山本英明, 弓仲康史, 佐藤茂雄
2. 発表標題 ニューロン回路への応用を目的としたアナログCMOS多数決回路の設計
3. 学会等名 電子情報通信学会 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 S. Sato, S. Moriya, S. Ono, Y. Kanke, H. Yamamoto, Y. Horio, Y. Yuminaka, J. Madrenas
2. 発表標題 Spiking neuron circuit and efficient CMOS reservoir computing
3. 学会等名 The 10th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本英明, 平野愛弓, 佐藤茂雄
2. 発表標題 Dynamical richness defined by modular organization in engineered neuronal networks
3. 学会等名 第99回日本生理学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 H. Yamamoto, T. Sumi, T. Takemuro, S. Moriya, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Artificial reconstitution of neuronal network functions with living cells
3. 学会等名 The 3rd International Symposium on Neuromorphic AI Hardware (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 門間信明, 山本英明, 竹室汰貴, 守谷 哲, 藤本ありさ, 本田 渉, 平野愛弓, 佐藤茂雄
2. 発表標題 薄膜型マイクロ流体デバイスを用いた神経細胞モジュール間の結合指向性制御
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 室田白馬, 山本英明, 竹室汰貴, 門間信明, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 神経アンサンプルの機能特性のin vitroモデリングに向けた薄膜型マイクロ流体デバイスの作製
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岸野颯馬, 鞍掛碧流, 望月直樹, 平野愛弓, 山本英明, 谷井孝至
2. 発表標題 電気刺激による神経細胞回路の自発発火頻度の変調
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本英明, 住拓磨, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 脳組織に近い弾性率を有するシリコン樹脂の生体界面材料応用
3. 学会等名 応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹室 汰貴、山本 英明、佐藤 茂雄、平野 愛弓
2. 発表標題 薄膜型マイクロ流路を用いた微小神経細胞回路のパターン培養
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤達暉, 守谷 哲, 山本英明, 櫻庭政夫, 佐藤茂雄
2. 発表標題 伝搬遅延を組み入れたリザーバ/出力層の教師なしSTDP学習の検討
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤達暉, 守谷 哲, 山本英明, 櫻庭政夫, 佐藤茂雄
2. 発表標題 スパイクングニューロン間の局所相互作用に基づくリザーバ/出力層の教師なし学習の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Sato, Y. Tamura, S. Moriya, H. Yamamoto, M. Sakuraba, Y. Horio, J. Madrenas
2. 発表標題 Analog CMOS Implementation of a Spiking Neuron Circuit for Edge Computing
3. 学会等名 2020 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤有弥, 山本英明, 竹室汰貴, 住 拓磨, 谷井孝至, 平野愛弓
2. 発表標題 マイクロコンタクトプリンティング法による培養神経回路のパターニング
3. 学会等名 6大学連携プロジェクト第5回公開討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤茂雄, 守谷 哲, 加藤達暉, 山本英明, 堀尾喜彦, J. Madrenas
2. 発表標題 エッジコンピューティング向けスパイキングニューラルネットワークのCMOS回路による構成
3. 学会等名 第30回日本神経回路学会全国大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 守谷 哲, 山本英明, 平野愛弓, 久保田 繁, 佐藤茂雄
2. 発表標題 モジュール構造型神経ネットワークにおける時空間ダイナミクスの時系列情報処理応用
3. 学会等名 第30回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石田実穂子, 中西 彬, 服部晃平, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 オータプス伝搬遅延によるSTDPシナプスの淘汰: 孤立した単一神経細胞に関する数理モデル化
3. 学会等名 第30回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹室汰貴, 山本英明, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 初代神経細胞パターンニングのための薄膜型マイクロ流路の開発
3. 学会等名 第30回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤達暉, 守谷 哲, 山本英明, 櫻庭政夫, 佐藤茂雄
2. 発表標題 ニューロン間の局所的相互作用に基づくリザーバ計算用教師なし学習モデルの提案
3. 学会等名 第30回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小口大輔, 守谷 哲, 山本英明, 佐藤茂雄
2. 発表標題 強化学習のエッジ処理を可能とするスケーラブルな専用ハードウェアの実装
3. 学会等名 第30回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Yamamoto, T. Sumi, A. Hirano-Iwata, S. Sato
2. 発表標題 Ultrasoft silicone gel as a biomimetic scaffold for culturing neuronal networks in vitro
3. 学会等名 9th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Sato, Y. Tamura, S. Moriya, H. Yamamoto, M. Sakuraba, Y. Horio, J. Madrenas
2 . 発表標題 CMOS analog neural circuit for edge computing
3 . 学会等名 9th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Sato, Y. Tamura, S. Moriya, H. Yamamoto, M. Sakuraba, Y. Horio, J. Madrenas
2 . 発表標題 Microcontact printing of extracellular matrix proteins for neuronal patterning on high-density multielectrode arrays
3 . 学会等名 9th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 T. Sumi, H. Yamamoto, S. Moriya, T. Takemuro, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Reservoir computing properties in spiking neural network models with modular topology
3 . 学会等名 9th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 K. Hattori, M. Ishida, H. Takahashi, S. Oguma, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tanii
2 . 発表標題 Extracellular stimulation of a target neuron in a micropatterned neuronal circuit using a pair of needle electrodes
3 . 学会等名 9th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, S. Sato
2. 発表標題 Designing functional neuronal networks with living cells
3. 学会等名 Asia South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC 2021) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小口大輔, 守谷 哲, 熊谷 俊, 山本英明, 佐藤茂雄
2. 発表標題 FPGA上で動作する強化学習モデルの計算性能評価
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤本ありさ, 山本英明, 守谷 哲, 佐藤茂雄
2. 発表標題 FORCE学習法によって訓練されたリカレントニューラルネットワークのグラフ理論的解析
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Moriya, H. Yamamoto, S. Sato
2. 発表標題 Modeling of cultured neuronal networks for analog hardware implementation
3. 学会等名 The 4th Tohoku-NTU Symposium on Interdisciplinary AI and Human Studies (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 住 拓磨, 山本英明, 竹室汰貴, 守谷 哲, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 In silico/in vitro神経回路におけるリザーバ計算特性のモジュール構造依存性
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小熊奏一郎, 服部晃平, 鞍掛碧流, 今井絢子, 石田実穂子, 高橋穂乃歌, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 マイクロパターン上の神経回路における標的ニューロンへの二本針電極を用いた選択的刺激
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Sato, S. Moriya, Y. Tamura, T. Kato, Y. Kanke, H. Yamamoto, M. Sakuraba, Y. Horio, Y. Yuminaka, J. Madrenas
2. 発表標題 Analog CMOS Neural Network for Edge Computing
3. 学会等名 The 7th International Symposium on Brainware LSI (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Engineering the structure and function of neuronal networks in vitro
3. 学会等名 7th China-Japan Symposium on Nanomedicine (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Wakimura, H. Yamamoto, K. Ide, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Acute and transient responses of cultured cortical networks to electric-field noise
3. 学会等名 10th International Conference on Molecular Electronics & BioElectronics (M&BE10) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇村 桂, 山本英明, 井手克哉, 平野愛弓
2. 発表標題 電気的外部ノイズ下における培養神経回路の活動パターン
3. 学会等名 第42回日本神経科学大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideaki Yamamoto
2. 発表標題 Engineering network synchrony in cultured cortical neurons using microfabricated scaffolds
3. 学会等名 Synchronization phenomena on complex networks, from math to experiments --Special workshop for AIMR Advanced Target Projects-- (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Montala, E. Estevez-Priego, A. A. Ludl, H. Yamamoto, J. Soriano
2. 発表標題 Functional Connectivity in Engineered Neuronal Cultures: Challenges and Opportunities
3. 学会等名 LANET (Latin American Conference on Complex Networks)-2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Nakanishi, K. Hattori, T. Hayakawa, M. Ishida, H. Kurakake, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tani
2. 発表標題 Synaptic plasticity in an isolated single autaptic neuron on a micropattern.
3. 学会等名 第29回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 脇村 桂, 山本英明, 井手克哉, 平野愛弓
2. 発表標題 平行板電極を用いた外部ノイズ印可による培養神経回路の同期バースト変調効果の解析
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 袁 之雄, 山本英明, 守谷 哲, 井手克哉, 脇村 桂, 竹室汰貴, 久保田 繁, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 高次元リザーバの実細胞再構成に向けた培養神経回路の伝搬指向性制御
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 住 拓磨, 山本英明, 平野愛弓
2. 発表標題 生体脳組織の弾性率を模倣した超軟シリコン樹脂上での神経細胞培養
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部晃平, 鞍掛碧流, 今井絢子, 橋本拓弥, 佐藤晃揮, 高橋穂乃歌, 早川岳志, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 2本針型刺激電極の試作とマイクロパターン上神経細胞回路への刺激導入に関する実行可能性評価
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Ishida, K. Hattori, A. Nakanishi, T. Hayakawa, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tanii
2. 発表標題 A computational study on the spontaneous firing pattern of single autaptic neurons -The contribution of AMPA and NMDA current-
3. 学会等名 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Yamamoto, S. Moriya, K. Ide, T. Hayakawa, H. Akima, S. Sato, S. Kubota, M. Niwano, S. Teller, J. Soriano, T. Tanii, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Microcontact printing of scaffold proteins for engineering neuronal network functions
3. 学会等名 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Takahashi, K. Sato, S. Oguma, T. Hayakawa, K. Hattori, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tanii
2. 発表標題 An experimental study on the spontaneous firing of single isolated autaptic neurons using micropatterned substrates
3. 学会等名 4th International Symposium on Creation of Life Innovation Materials for Interdisciplinary and International Researcher Development (iLIM-4) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本英明, 守谷 哲, 井手克哉, 早川岳志, 秋間学尚, 佐藤茂雄, 久保田 繁, 谷井孝至, Sara Teller, Jordi Soriano, 平野愛弓
2. 発表標題 微細加工基板を用いた神経回路ダイナミクスの in vitro 制御
3. 学会等名 2019年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Yamamoto, K. Wakimura, Z. Chen, T. Sumi, T. Takemuro, T. Tanii, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Controlling structure and function of neuronal networks in 2D using microcontact-printed protein scaffolds
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Yamamoto, T. Sumi, L. Grob, B. Wolfrum, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Ultrasoft silicone gel as a biomimetic culture scaffold for cortical neurons
3. 学会等名 13th International Symposium on Nanomedicine (ISNM2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Sumi, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Impact of spontaneous activation of stretch-activated channels on the generation and size of neuronal network activity
3. 学会等名 13th International Symposium on Nanomedicine (ISNM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Moriya, H. Yamamoto, Z. Chen, K. Wakimura, A. Hirano-Iwata, S. Kubota, S. Sato
2. 発表標題 Time-series information processing in cultured neuronal network models
3. 学会等名 The 2019 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications (NOLTA2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Yamamoto
2. 発表標題 Microfabrication technologies for engineering the structure and function of biological neuronal networks
3. 学会等名 International Workshop of Emerging Technologies for Brainware LSI and its Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本英明
2. 発表標題 実細胞を用いた神経回路機能の人工再構成
3. 学会等名 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議 (Nanotech 2020) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Sato, Y. Tamura, S. Moriya, T. Kato, H. Yamamoto, M. Sakuraba, Y. Horio, J. Madrenas
2. 発表標題 Analog neuron circuit for edge computing
3. 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2020年

1 . 発表者名 K. Hattori, K. Sato, H. Takahashi, T. Hayakawa, S. Oguma, M. Ishida, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tani
2 . 発表標題 An experimental study on the spontaneous firing of single isolated neurons in autaptic culture using micropatterned substrates
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 J. Imai, K. Hattori, H. Kurakake, T. Hashimoto, K. Sato, H. Takahashi, S. Oguma, M. Ishida, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tani
2 . 発表標題 Stimulation of micropatterned neurons with a pair of needle electrodes and the activity measurement
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 K. Wakimura, H. Yamamoto, K. Ide, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Controlling synchronized bursting activity of micropatterned cortical cultures by electrical field noise
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 T. Sumi, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Soft scaffolds suppress hypersynchronous network activity in cultured cortical neurons
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 T. Takemuro, H. Yamamoto, K. Wakimura, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Patterning neuronal networks in modular structure using thin PDMS microfluidics films
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 S. Moriya, H. Yamamoto, Z. Chen, K. Wakimura, A. Hirano-Iwata, S. Kubota, S. Sato
2 . 発表標題 Computational modeling of cultured neuronal networks and its reservoir computing applications
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Y. Tamura, S. Moriya, T. Kato, H. Yamamoto, M. Sakuraba, S. Sato, Y. Horio, J. Madrenas
2 . 発表標題 LSI implementation and its evaluation of an Izhikevich neuron model
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 H. Yamamoto, K. Wakimura, Z. Chen, T. Sumi, T. Takemuro, A. Hirano-Iwata, S. Sato
2 . 発表標題 Biointerface engineering technologies for manipulating neuronal network functions in culture
3 . 学会等名 8th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 住 拓磨, 山本 英明, 脇村 桂, 佐藤 茂雄, 平野 愛弓
2. 発表標題 マイクロ加工培養神経回路の外部ノイズ刺激応答の解析
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹室 汰貴, 山本英明, 脇村 桂, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 神経細胞パターニングのための薄膜型PDMSマイクロ流路の開発
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 服部晃平, 鞍掛碧流, 今井絢子, 橋本拓弥, 石田実穂子, 佐藤晃揮, 高橋穂乃歌, 小熊奏一郎, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 2針電極を用いた神経細胞刺激の応答計測とその理論解析
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鞍掛碧流, 服部晃平, 今井絢子, 橋本拓弥, 佐藤晃揮, 高橋穂乃歌, 小熊奏一郎, 石田実穂子, 山本英明, 平野愛弓, 谷井孝至
2. 発表標題 マイクロパターン上の神経細胞への2針電極による刺激とその応答計測
3. 学会等名 第67回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本英明, 平野愛弓
2. 発表標題 神経回路における構造機能相関のin vitroモデリング
3. 学会等名 第97回日本生理学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Yamamoto, R. Matsumura, T. Hayakawa, S. Katsurabayashi, M. Niwano, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Dependence of membrane impedance on cell morphology in cultured hippocampal neurons
3. 学会等名 11th FENS Forum of Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Wakimura, H. Yamamoto, K. Ide, S. Moriya, S. Sato, J. Soriano-Fradera, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Spontaneous activity patterns in micropatterned cortical cultures: Influence of modular organization
3. 学会等名 11th FENS Forum of Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Moriya, H. Yamamoto, K. Ide, H. Akima, J. Soriano-Fradera, A. Hirano-Iwata, S. Kubota, S. Sato
2. 発表標題 Modular and global synchronization in modular neuronal network models
3. 学会等名 11th FENS Forum of Neuroscience (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Yamamoto, K. Ide, K. Wakimura, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Bottom-up engineering of neuronal network function using microfabricated surfaces
3. 学会等名 European Materials Research Society (E-MRS) 2018 Fall Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井手克哉, 山本英明, 脇村 桂, 守谷 哲, 袁 之雄, 久保田 繁, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 階層的モジュール構造を有する培養神経回路のin vitro再構成
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 袁 之雄, 山本英明, 守谷 哲, 井手克哉, 久保田 繁, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 階層的モジュール構造を有する神経回路網モデルにおける活動パターンの機能的複雑性
3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 守谷 哲, 山本英明, 袁 之雄, 井手克哉, 脇村 桂, 平野愛弓, 久保田 繁, 佐藤茂雄
2. 発表標題 モジュール構造型神経回路モデルにおける興奮性 - 抑制性均衡とネットワークダイナミクス
3. 学会等名 電子情報通信学会 ニューロコンピューティング(NC)研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Hattori, T. Hayakawa, A. Nakanishi, M. Ishida, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tanii
2. 発表標題 Computational modelling of spontaneous firing patterns generated by single autaptic neurons
3. 学会等名 第28回日本神経回路学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 住 拓磨, 山本英明, 早川岳志, 井手克哉, 木野久志, 田中 徹, 平野愛弓
2. 発表標題 超軟ゲル材料表面を用いた神経細胞の生体模倣培養技術の開発
3. 学会等名 2018年日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Surface micropatterning techniques for reconstituting functional neuronal networks in culture
3. 学会等名 Pacific Rim Symposium on Surfaces, Coatings & Interfaces (PacSurf 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 H. Yamamoto, S. Moriya, K. Ide, T. Hayakawa, H. Akima, S. Sato, S. Kubota, T. Tanii, M. Niwano, S. Teller, J. Soriano, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Dynamical richness in modular cortical networks emerges as trade-off between functional integrability and spatial segregation
3. 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Moriya, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, S. Kubota, S. Sato
2 . 発表標題 Analysis of dynamical complexity in modular neuronal network models
3 . 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Z. Chen, H. Yamamoto, S. Moriya, K. Ide, S. Kubota, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Functional complexity in neuronal network models with hierarchically modular organization
3 . 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Hayakawa, H. Yamamoto, K. Ide, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 Structure-dependence of stimulus responses in micropatterned neuronal networks
3 . 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 K. Wakimura, H. Yamamoto, K. Ide, A. Hirano-Iwata
2 . 発表標題 High-speed imaging of spontaneous activity in micropatterned cortical cultures: Impact of modular organization
3 . 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Sumi, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Functional characterization of cultured neuronal networks on ultrasoft gels
3. 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Hattori, T. Hayakawa, A. Nakanishi, M. Ishida, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tani i
2. 発表標題 Computational modeling of spontaneous firing patterns generated by single autaptic neurons
3. 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Sato, T. Nakane, H. Takahashi, K. Hattori, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tani i
2. 発表標題 An experimental study on spontaneous firing of a single neuron on micropatterned substrates
3. 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 A. Kurotobi, S. Kono, T. Ichikawa, H. Yamamoto, A. Hirano-Iwata, T. Tani i
2. 発表標題 Surface modification with visible-light-responsive TiO2 thin film
3. 学会等名 7th RIEC International Symposium on Brain Functions and Brain Computer (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 H. Yamamoto
2. 発表標題 Engineering neuronal network functions in culture using microfabricated surfaces
3. 学会等名 KTH Royal Institute of Technology-CST Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早川岳志, 山本英明, 平野愛弓
2. 発表標題 マイクロパターン培養細胞を用いた神経回路応答の構成論的解析
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 東北大学学際科学フロンティア研究所「百科線覧」編集委員会	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東北大学出版会	5. 総ページ数 160
3. 書名 百科線覧 VOL.2	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>東北大学 佐藤・櫻庭・山本研究室 https://www.sato.riec.tohoku.ac.jp/ 東北大学 平野研究室 http://www.riec.tohoku.ac.jp/~hir-lab/ 微細なハンコで神経回路網を操作 -シャーレ内での脳機能モデリングに向けて道筋- http://www.tohoku.ac.jp/japanese/2018/11/press-20181115-stamp.html 神経科学: シャーレの中の神経回路網 https://www.wpi-aimr.tohoku.ac.jp/jp/aimresearch/highlight/2019/20190225_001120.html</p>
--

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	佐藤 茂雄 (Sato Shigeo) (10282013)	東北大学・電気通信研究所・教授 (11301)	

	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
連 携 研 究 者	平野 愛弓 (Hirano-Iwata Ayumi) (80339241)	東北大学・電気通信研究所・教授 (11301)	

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			
スペイン	バルセロナ大学	グラナダ大学		
ドイツ	ミュンヘン工科大学	マックス・プランク研究所		
米国	ミネソタ大学			