

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H00846

研究課題名(和文) 単一イオンチャンネル分子/バイオ二次元物質ハイブリッド膜の機能解析と応用

研究課題名(英文) Hybrid membranes of single ion channels and biological two-dimensional materials

研究代表者

平野 愛弓 (Hirano, Ayumi)

東北大学・電気通信研究所・教授

研究者番号：80339241

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,000,000円

研究成果の概要(和文)：薬物副作用の問題で注目される心筋のhERGチャンネルタンパク質を、*in vitro*発現系を用いて無細胞合成し、これをSiチップ中で安定化した脂質二分子膜中に包埋することにより、薬物副作用によるチャンネル閉塞作用について1分子レベルで定量化した。さらに、このアプローチを様々なhERG遺伝子型に拡張することにより、個別化医療のための副作用リスク評価につなげていく、という新コンセプトを提案した。また、従来の膜垂直方向の電圧に加えて、膜に平行な電圧(膜平行電圧)を印加可能な人工膜プラットフォームを構築し、電位依存性チャンネルやナノ材料が誘起する膜貫通電流が膜平行電圧の印加によって増強される現象を発見した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

無細胞合成hERGチャンネルと脂質二分子膜系の融合によりhERG遺伝子型と薬物副作用リスクのデータベースが構築できれば、未来の個別化医療における適切な治療薬の選択の一助となる。また、細胞膜における膜平行電圧は従来の膜貫通電圧とは全く異なる新しい概念であり、これに基づく膜タンパク質のための新規機能計測場を創出できれば、細胞膜科学における新学理の創出につながると期待される。

研究成果の概要(英文)：The human ether-a-go-go-related gene (hERG) channel is a cardiac potassium channel. This channel has attracted attention because a diverse group of drugs has been found to unintentionally block hERG channels, sometimes causing fatal arrhythmias. Through the combination of *in vitro* expression systems and lipid bilayer systems, a cell-free synthesized hERG channel was incorporated in the lipid bilayers, and the interaction between the channel and drug was quantified at the single-molecule level.

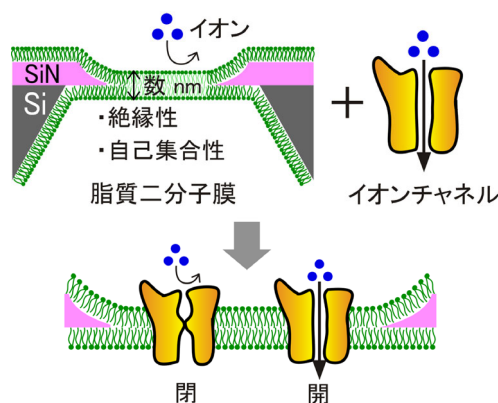
In addition to the conventional transmembrane voltage, we propose lateral voltage as a new input for use in bilayer lipid membranes. We fabricated an electrode-equipped membrane support to apply a lateral voltage to the lipid bilayers. We found that the lateral voltage effectively regulates the transmembrane current, in both channel-incorporated and fullerene-incorporated lipid bilayers, suggesting that the lateral voltage is a practicable and useful input for artificial cell membrane systems.

研究分野：バイオエレクトロニクス

キーワード：単一イオンチャンネル バイオ二次元物質 脂質二分子膜 微細加工技術

1. 研究開始当初の背景

細胞膜は、脂質分子が二層整列した脂質二分子膜(図1)を基本骨格とし、その中にイオンチャネル等の膜タンパク質が埋め込まれて構成される。脂質二分子膜は生体中の二次元物質でもあり、その超絶縁性(>数 100 GΩ)は、細胞膜における高効率な信号伝達の基盤となっている。この膜構造は、脂質分子の自己集合を利用して人工的に形成できるが、従来の人工脂質二分子膜は細胞膜の模倣系を目指しており、脂質二分子膜と膜タンパク質のハイブリッドにより細胞膜を超える機能をも発現できるのでは?という視点には欠けていた。一方、膜タンパク質のイオンチャネルは、1分子解析をも可能にする増幅能をもつ機能性分子であるが、取り扱いが難しく、専ら古典的なパッチクランプ法によって細胞膜中で機能解析がされてきた。しかし、その開閉挙動には謎も多く、細胞膜中では捕えられない因子をも解析できる新しい評価系の登場が望まれていた。



バイオ二次元物質-イオンチャネル複合体

図1. 脂質二分子膜とイオンチャネル。

近年、膜タンパク質の発現技術は著しく進展し、イオンチャネルにおいても、高純度タンパク質を試験管内で DNA から無細胞合成できるようになってきた。一方、脂質二分子膜にも、膜の脆弱性とチャネル融合効率という課題があったが、代表者の平野らは、微細加工技術によって膜形成場となる小孔をナノレベルで制御することにより、これらの問題を解決していた。この新しい脂質二分子膜と無細胞合成チャネルとの融合によりバイオ二次元ハイブリッド構造体が構築できれば、これまでになかった機能が発現できるのではないかと考え、本研究内容の構想に至った。

2. 研究の目的

本研究では、バイオ二次元材料である脂質二分子膜と最新の無細胞タンパク質合成系との融合により、バイオ二次元物質-機能性タンパク質1分子複合体を創成し、その機能を解析するとともに、細胞膜にはない人工系ならではの機能の付与を試みる(図2)。具体的には、①無細胞合成したイオンチャネルタンパク質を、安定化した脂質二分子膜中に包埋することにより、1分子レベルで薬物との反応機構を解析できる評価系を構築する。②従来の膜電位に加えて、膜と平行な電圧という新しい概念を導入し、膜平行電圧を基本軸としてチャネル開閉機構を解析できる新しい膜反応場を創出する。③薬物副作用の観点から注目される心筋の hERG チャンネルを対象に、種々の変異型に対する薬物副作用を定量し、個々人の体質に合った薬物探索のためのスクリーニング系として提案する。これらの研究に基づいて、人工脂質二分子膜-イオンチャネルハイブリッド系の新たな可能性を切り拓く。

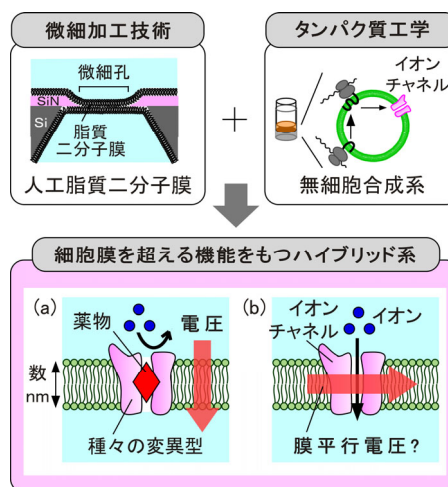


図2. 本研究の目的。

3. 研究の方法

窒化珪素(SiN)層が堆積されたシリコン(Si)基板中に、滑らかなエッジをもつ微細孔を作製し、その微細孔中で機械的安定性の高い脂質二分子膜を形成した。小麦胚芽 in vitro 発現系を用いてリポソーム共存下で hERG チャンネルを無細胞合成し、hERG チャンネル含有プロテオリポソームを調製した。あらかじめ形成した脂質二分子膜に、このプロテオリポソームを膜融合させることにより、hERG チャンネルを膜中へと包埋した。この膜の垂直方向に電圧を印加した時に観測される単一チャネル電流を指標に、薬物副作用による阻害現象の定量化を試みた。また、脂質二分子膜を多数並列させたアレイ型測定系を構築し、hERG チャンネル電流の複数同時記録についても検討した。膜平行電圧系については、膜平行電圧を印加可能な膜支持体の作製から着手した。ベース基板としては、上述の Si チップと、伝統的な膜支持体素材であるテフロンフィルムの2種類を用いた。Si チップおよびテフロンフィルムに小孔を形成し、アルミニウム(Al)やチタン(Ti)を電極材料として、小孔周りの電極配線プロセスについて検討した。

さらに、SiO₂ 層を絶縁被覆層として堆積し、シランカップリング剤による疎水化処理を行った後、この基板中での膜形成を試みた。チャンネル形成材料として、フラーレン誘導体のPCBM、またはヒトイオンチャンネルの Nav1.5 チャンネルを包埋し、膜垂直方向の電流応答に対する膜平行電圧の効果について調べた。

4. 研究成果

(1) 無細胞タンパク質発現系と人工細胞膜系の結合に基づく薬物によるチャンネル閉塞作用の1分子解析

従来、タンパク質の中でも膜タンパク質は取り扱いが難しく、その中でも特にイオンチャンネルタンパク質は、その脆弱性から機能計測においても、構造解析においても、他のタンパク質に比べて遅れていた。近年は、クライオ電子顕微鏡の登場により、イオンチャンネルの構造解析データが爆発的に増加し始めているが、機能計測法については、1976年に提案されたパッチクランプ法がいまだに最前線の手法であり、多くの疾患に関わる重要性にも拘らず、イオンチャンネルは最も機能計測が遅れたタンパク質でもある。

一方、*In vitro* タンパク質発現系の進展は近年著しく、最も難しいとされてきた膜タンパク質のイオンチャンネルの合成も可能になってきた。次の段階は、無細胞合成されたイオンチャンネルの機能評価であるが、我々の人工脂質二分子膜系との融合が可能になれば、無細胞合成チャンネル+人工細胞膜という、新規なイオンチャンネル機能計測法の創出につながる。本研究では、小麦胚芽 *in vitro* 発現系を用いて、薬物副作用の観点から注目される心筋の hERG チャンネルタンパク質を合成し、Siチップ中で形成した脂質二分子膜中への包埋を試みた。hERG チャンネルの機能発現には、ホモ 4 量体の形成が必須であるが、無細胞合成された単量体 hERG チャンネルは、脂質二分子膜中で 4 量体を形成し、図 3a のような単一チャンネル電流を示した。そのコンダクタンス値 (13 pS, n=12) は、これまでに報告されてきた細胞発現系で産生された hERG チャンネルのコンダクタンス値 (11-13 pS) とよく一致していた。また、代表的副作用薬物のシサプリドの阻害作用の濃度依存性について、1 分子レベルで解析した結果、50% 阻害が起こる薬物濃度 (IC₅₀) として 6.7 ± 2.0 nM を得ることができ、IC₅₀ を指標に薬物副作用を定量することに成功した (図 3b)。さらに、このアプローチを様々な薬剤や hERG 遺伝子型に拡張して「hERG 遺伝子型-副作用リスク」をデータベース化することで、未来の個別化医療のための副作用リスク評価が可能になる、という新コンセプトを提案した (図 3c, Chem. Rec., 2020)。また、我々は、このデータベース形成過程を高速化するために、脂質二分子膜を多数並列させたアレイシステムの構築についても検討した。プロトタイプとして、人工脂質二分子膜を 16 枚並べた脂質二分子膜アレイを形成し、この膜中への hERG チャンネルの包埋とチャンネル電流記録を試みた。hERG チャンネルの不活性化が速いという課題もあったが、ステップ電圧を繰り返し掃引するプロトコルを用いた結果、hERG チャンネル電流を複数の膜から同時記録することに成功した (図 4, Micromachines, 2021)。

(2) 膜平行電圧の着想と電極内蔵型膜支持体の作製

脂質二分子膜は、自己集合性やナノ薄膜性、超絶縁性を有する魅力的なナノ材料でもあり、複雑なナノファブリケーションプロセスを必要としない、ナノデバイスを創生できる可能性を有する。我々は、これ

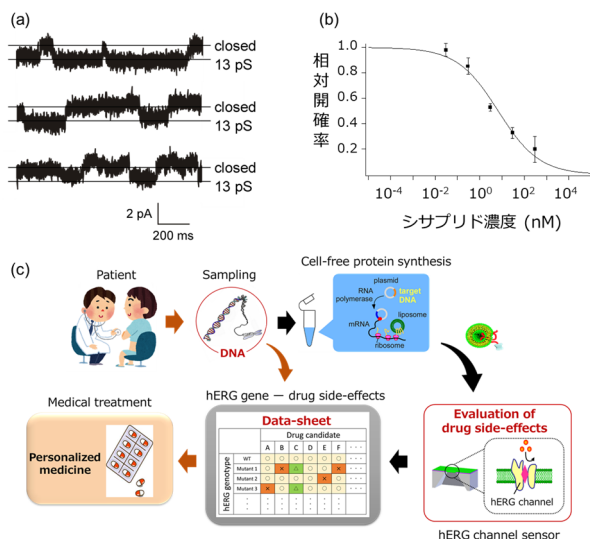


図 3. 無細胞合成 hERG チャンネルを含む人工細胞膜と個別化医療のための副作用評価への展望. Sci. Rep. 2017, 7, 17736, および Chem. Rec. 2020, 20, 730-742. より改変. Copyright 2020 WILEY.

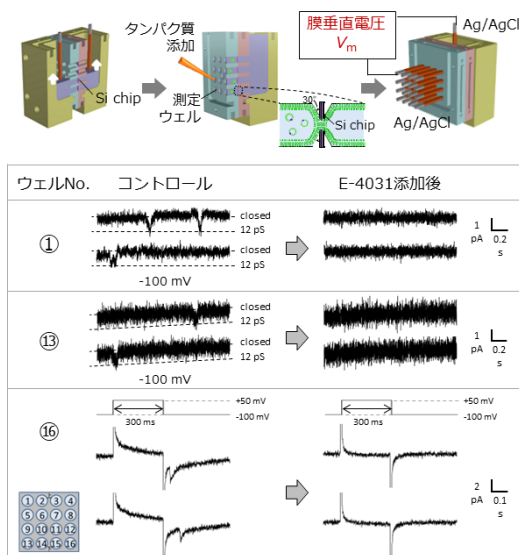


図 4. hERG チャンネルアレイ測定系の構築. Micromachines 2021, 12, 98. より改変.

細胞発現系で産生された hERG チャンネルのコンダクタンス値 (11-13 pS) とよく一致していた。また、代表的副作用薬物のシサプリドの阻害作用の濃度依存性について、1 分子レベルで解析した結果、50% 阻害が起こる薬物濃度 (IC₅₀) として 6.7 ± 2.0 nM を得ることができ、IC₅₀ を指標に薬物副作用を定量することに成功した (図 3b)。さらに、このアプローチを様々な薬剤や hERG 遺伝子型に拡張して「hERG 遺伝子型-副作用リスク」をデータベース化することで、未来の個別化医療のための副作用リスク評価が可能になる、という新コンセプトを提案した (図 3c, Chem. Rec., 2020)。また、我々は、このデータベース形成過程を高速化するために、脂質二分子膜を多数並列させたアレイシステムの構築についても検討した。プロトタイプとして、人工脂質二分子膜を 16 枚並べた脂質二分子膜アレイを形成し、この膜中への hERG チャンネルの包埋とチャンネル電流記録を試みた。hERG チャンネルの不活性化が速いという課題もあったが、ステップ電圧を繰り返し掃引するプロトコルを用いた結果、hERG チャンネル電流を複数の膜から同時記録することに成功した (図 4, Micromachines, 2021)。

までも、上述の Si チップ中に形成した脂質二分子膜中にフラーレン誘導体 PCBM を導入し、そこに可視光を照射すると、可逆的な光応答電流が誘起されることを報告してきた (J. Electroanal. Chem., 2019). しかし、その応答の大きさや観測確率は低く、さらなる信号増幅因子の入力が必要と考えられた。従来、脂質二分子膜の電気測定においては、2つの電極を膜越しに配置し、この2電極を介して膜に垂直な方向の電圧を印加して、その際に流れる膜垂直方向の電流を計測してきた。この測定法は、電圧固定法が提案された 1949 年以降、基本的に変わっていない。一方、半導体技術の歴史に目を向けると、2 端子ダイオードから 3 端子トランジスタに進化したことで飛躍的に発展してきた。この歴史的事実からヒントを得て、我々は、脂質二分子膜に垂直な方向の電圧に加えて、膜に平行な方向のバイアス電圧 (膜平行電圧) を印加できれば、電界効果トランジスタのような多彩な機能を付与できるのではないかと着想した (図 5)。そこで、この膜構造を実現するために必要となる、膜平行電圧を印加するための電極を内蔵した膜支持体の作製プロセスについて検討した (図 6 および 7)。まずはじめに、上述の hERG チャンネル副作用センサの膜支持体としての実績をもつ Si チップへの電極形成について検討した結果、Al を電極金属として用いることで、微細孔周りに電極を配線した Si チップを作製することに成功した (図 6)。もう一つの電極付き支持体として、従来の電気生理学分野においてよく用いられてきたテフロンフィルムをベース素材とした電極内蔵型膜支持体の作製についても検討した (図 7)。テフロンフィルムに電極となる Ti を堆積し、さらに絶縁被覆層として SiO₂ 層を堆積して膜支持体を作製した。しかし、このままの状態では、電圧の印加に伴って、電源との接続部位が酸化チタン (TiO₂) へと酸化され、接触抵抗が増大しやすいことが判明したため、Ti 電極上への白金 (Pt) コーティングを施し、これを最終構造とした。

(3) 電極内蔵型膜支持体中での脂質二分子膜形成と膜平行電圧の効果

上述 4.2 のプロセスを用いて作製した電極内蔵型支持体中での脂質二分子膜形成について検討した。その結果、Si チップおよびテフロンフィルムのどちらの膜支持体においても膜形成が可能であったが、Si チップでは脂質分子のみで膜形成が可能であるのに対し、テフロンフィルムでは孔周辺にヘキサデカンの塗布が必要であった。これらの膜系に膜平行電圧を印加したところ、Si チップ系では交流電圧が、テフロンフィルム系では直流電圧が低ノイズ計測に適していることが分かった。次に、形成した脂質二分子膜中にナノ材料や生体イオンチャンネルを包埋し、これらのハイブリッド膜に対する膜平行電圧の効果について検討した。フラーレン誘導体 PCBM の光応答電流に対する効果については、膜垂直方向に ±1 V の電圧を印加するため (10⁸ V/m の高電界に相当)、高耐電圧性の脂質二分子膜を形成可能な Si チップ系を用いた。その結果、PCBM をドーパした脂質膜に対して膜平行電圧を印加すると、光照射によって誘起される膜

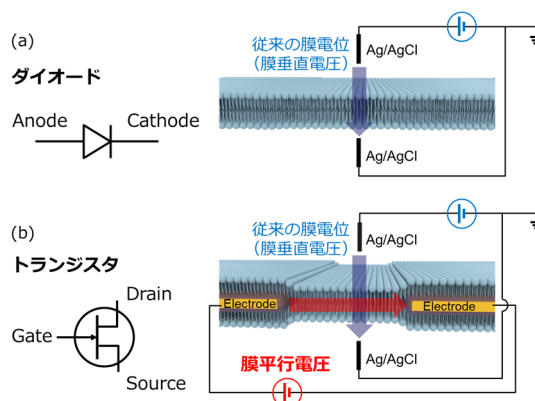


図 5. 膜平行電圧の導入. Faraday Discuss. **2022**, 233, 244-256. より改変. Copyright 2022 The Royal Society of Chemistry.

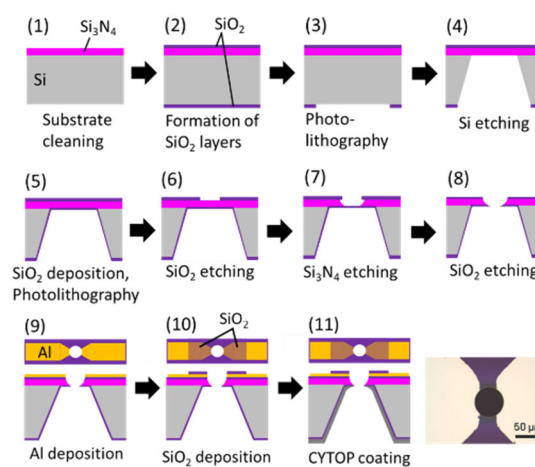


図 6. 電極内蔵型 Si チップの作製プロセス. ACS Omega **2019**, 4, 18299-18303. より改変. Copyright 2019 American Chemistry Society.

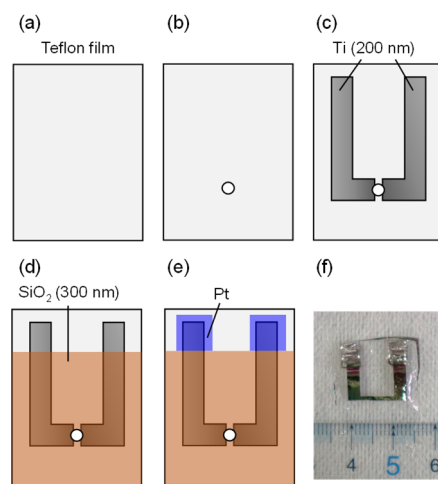


図 7. 電極内蔵型テフロンフィルムの作製プロセス. Faraday Discuss. **2022**, 233, 244-256. より改変. Copyright 2022 The Royal Society of Chemistry.

垂直方向の光応答電流が膜平行電圧の大きさに依存して増大した(図8). 一方, PCBMを含まない脂質分子のみの脂質二分子膜の場合は, 膜平行電圧を印加しても光応答電流の増大は観測されず, 膜平行電圧が PCBM 由来の光応答電流に作用していることを示した(ACS Omega, 2019; Chem. Lett., 2021; Faraday Discuss., 2022).

次に, 生体イオンチャネル電流に対する膜平行電圧の効果について, 電位依存性 Na チャネルの Nav1.5 を対象に, 電極内蔵型テフロンフィルムを用いて検討した. Nav1.5 チャネルは不活性化が速く, チャネル電流の記録が難しいことで知られている. 我々も, Nav1.5 チャネルがチャネル電流活性を消失しやすく, 一度そのような非導通状態に陥ってしまうと, 二度とチャネル電流は復活しない, という現象にしばしば遭遇してきた. そこで, このような非導通状態に陥った Nav1.5 チャネルを対象に膜平行電圧の印加を試みた結果, 完全に消失したかのように見えたチャネル電流が, 膜平行電圧によって再び観測されるようになった(図9). また, この電流はテトロドトキシンによって阻害されたため, Naチャネルによる電流であることも確認できた. すなわち, 電位依存性 Nav1.5 チャネルが示す膜貫通方向の電流が, 膜平行電圧の印加によって増強されるという新現象を発見した(Faraday Discuss., 2022). 以上より, PCBM の場合においても, 膜タンパク質の Nav1.5 チャネルの場合においても, 膜平行電圧の印加によって膜垂直方向の電流応答が増大し, チャネル形成物質の種類によらず膜貫通電流が膜平行電圧によって増強されることが示された. この新現象は, 興味深い現象ではあるものの, 発生メカニズムは不明であったため, 研究期間の後半においては, 脂質二分子膜系に対する光学観測-電流測定同時計測系を立ち上げ, 膜平行電圧の作用メカニズムの解明に取り組んだ. 現在, その成果についての取りまとめと投稿準備を進めている. また, 膜平行電圧によって誘起されたチャネル電流を単一チャネル分子レベルで解析するための新手法の開発も行った. 単一チャネル電流は, 矩形波状の0-1信号にノイズが重畳された電流波形として観測されるが, 低S/N比やベースライン変動等の影響を受けやすく, 解析が極めて困難という課題を抱えている. 我々は, 観測された電流波形に適応した解析アルゴリズムを開発し, 新規な自動解析手法として提案した(投稿中). この解析手法を用いることにより, 膜平行電圧による Na チャネル電流の増強作用の定量化にも成功した(投稿準備中).

この他, 派生研究として, 脂質二分子膜のデバイス化を考えた時に大きな問題となる「空気中での不安定性」の問題にも取り組んだ. その中で, 脂質分子と銅フタロシアニン(CuPC)誘導体の混合溶液を水面上に展開することで, 脂質-CuPC-脂質を単位層とした多層構造を容易に形成できることを見出した. その多層膜は, 空気中においても安定構造として存在可能であり, 我々はこの膜構造を自己集合性新規ナノ分子-バイオハイブリッド膜として報告した(J. Phys. Chem. B, 2019; J. Vis. Exp., 2020). また, イネカルス抽出液を用いた新しい無細胞翻訳系の構築にも成功している(Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2020).

一方, 脂質二分子膜の絶縁性およびイオンチャネルタンパク質を透過するイオン流は神経信号伝達においても重要な役割を担っている. 本研究では, 神経細胞膜中のイオンチャネルに対する新しい刺激電極(Advanced Materials Technologies, 2020; Journal of Nanotechnology, 2022)や信号記録法(Frontiers in Neuroscience, 2023)の開発についても検討した. さらに, 培養神経細胞から成るリザーブシステムを構築し, その信号処理の特徴について分類タスクを用いて評価した(PNAS, 2023). 今後は, これらの知見に基づいて, 膜平行電圧と神経信号伝達との関連性についても調べていく予定である.

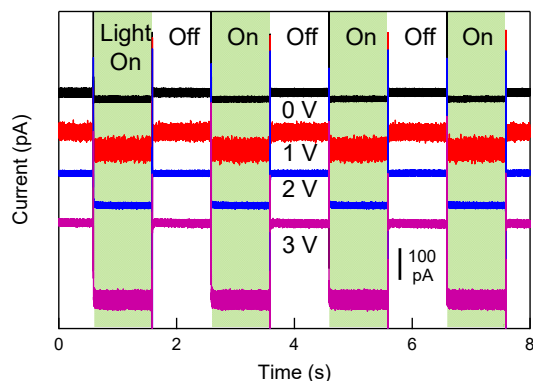


図8. PCBMの光応答電流に対する膜平行電圧の効果. Faraday Discuss. 2022, 233, 244-256. より. Copyright 2022 The Royal Society of Chemistry.

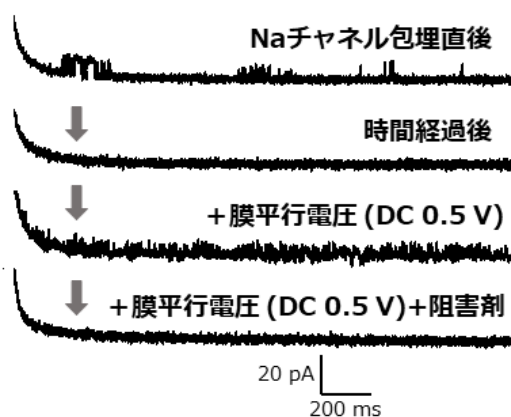


図9. 電位依存性 Na チャネル電流に対する膜平行電圧の効果. Faraday Discuss. 2022, 233, 244-256. より. Copyright 2022 The Royal Society of Chemistry.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Teng Ma, Xingyao Feng, Takeshi Ohori, Ryusuke Miyata, Daisuke Tadaki, Daichi Yamaura, Takafumi Deguchi, Maki Komiya, Kensaku Kanomata, Fumihiko Hirose, Michio Niwano, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 4
2. 論文標題 Modulation of Photoinduced Transmembrane Currents in a Fullerene-Doped Freestanding Lipid Bilayer by a Lateral Bias	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Omega	6. 最初と最後の頁 18299-18303
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsomega.9b02336	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 Xingyao Feng, Teng Ma, Daichi Yamaura, Daisuke Tadaki, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 123
2. 論文標題 Formation and Characterization of Air-Stable Lipid Bilayer Membranes Incorporated with Phthalocyanine Molecules	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry B	6. 最初と最後の頁 6515-6520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.9b05135	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 Hideaki Yamamoto, Leroy Grob, Takuma Sumi, Kazuhiro Oiwa, Ayumi Hirano-Iwata, and Bernhard Wolftrum	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 1900131-1-6
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 Maki Komiya, Miki Kato, Daisuke Tadaki, Teng Ma, Hideaki Yamamoto, Ryugo Tero, Yuzuru Tozawa, Michio Niwano, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 20
2. 論文標題 Advances in Artificial Cell Membrane Systems as a Platform for Reconstituting Ion Channels	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Chemical Record	6. 最初と最後の頁 730-742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/tcr.201900094	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 Xingyao Feng, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 159
2. 論文標題 Self-Assembly of Hybrid Lipid Membranes Doped with Hydrophobic Organic Molecules at the Water/Air Interface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Visualized Experiments	6. 最初と最後の頁 e60957-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3791/60957	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 Leroy Grob, Hideaki Yamamoto, Sabine Zips, Philipp Rinklin, Ayumi Hirano-Iwata, and Bernhard Wolfrum	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 2020年
3. 雑誌名 Advanced Materials Technologies	6. 最初と最後の頁 1900517-1-10
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 Takaaki Yoshino, Daichi Yamaura, Maki Komiya, Masakazu Sugawara, Yasuyoshi Mitsumori, Michio Niwano, Ayumi Hirano-Iwata, Keiichi Edamatsu, and Mark Sadgrove	4. 巻 28
2. 論文標題 Optical transport of sub-micron lipid vesicles along a nanofiber	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 38527-38538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.411124	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 Takuma Sumi, Hideaki Yamamoto, and Ayumi Hirano-Iwata	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 Taiki Takemuro, Hideaki Yamamoto, Shigeo Sato, and Ayumi Hirano-Iwata	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 117001-1-6
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kouhei Hattori, Takeshi Hayakawa, Akira Nakanishi, Mihoko Ishida, Hideaki Yamamoto, Ayumi Hirano-Iwata, Takashi Tani	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 104278-1-7
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 Yasutaka Tomioka, Shogo Takashima, Masataka Moriya, Hiroshi Shimada, Fumihiko Hirose, Ayumi Hirano-Iwata, and Yoshinao Mizugaki	4. 巻 59
2. 論文標題 Capacitance extraction method for a free-standing bilayer lipid membrane formed over an aperture in a nanofabricated silicon chip	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 S11K02-1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ab79f0	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 Kakeru Suzuki, Haruka Inoue, Satoshi Matsuoka, Ryugo Tero, Ayumi Hirano-Iwata, and Yuzuru Tozawa	4. 巻 84
2. 論文標題 Establishment of a cell-free translation system from rice callus extracts	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 2028-2036
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2020.1779024	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 Daisuke Tadaki, Teng Ma, Shin Yamamiya, Shintaro Matsumoto, Yuji Imai, Ayumi Hirano-Iwata, Michio Niwano	4. 巻 316
2. 論文標題 Piezoelectric PVDF-based sensors with high pressure sensitivity induced by chemical modification of electrode surfaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators A: Physical	6. 最初と最後の頁 112424-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sna.2020.112424	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 Ryusuke Miyata, Daisuke Tadaki, Daichi Yamaura, Shun Araki, Madoka Sato, Maki Komiya, Teng Ma, Hideaki Yamamoto, Michio Niwano and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 12
2. 論文標題 Parallel Recordings of Transmembrane hERG Channel Currents Based on Solvent-Free Lipid Bilayer Microarray	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 98-1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi12010098	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 Teng Ma, Madoka Sato, Maki Komiya, Xingyao Feng, Daisuke Tadaki, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 50
2. 論文標題 Advances in Artificial Bilayer Lipid Membranes as a Novel Biosensing Platform: From Drugscreening to Self-assembled Devices	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 418-425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200764	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 Kouhei HATTORI, Hekiru KURAKAKE, Junko IMAI, Takuya HASHIMOTO, Mihoko ISHIDA, Koki SATO, Honoka TAKAHASHI, Soichiro OGUMA, Hideaki YAMAMOTO, Ayumi HIRANO-IWATA, and Takashi TANII	4. 巻 89
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 348-354
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 Masato Yamaguchi, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Ayumi Hirano-Iwata, Yoshihiko Watanabe, Hiroyasu Kanetaka, Hiroshi Fujimori, Emiko Takemoto, and Michio Niwano	4. 巻 37
2. 論文標題 Bactericidal Activity of Bulk Nanobubbles through Active Oxygen Species Generation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 9883-9891
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.1c01578	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 Teng Ma, Madoka Sato, Maki Komiya, Kensaku Kanomata, Takaya Watanabe, Xingyao Feng, Ryusuke Miyata, Daisuke Tadaki, Fumihiko Hirose, Yuzuru Tozawa and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 233
2. 論文標題 Lateral voltage as a new input for artificial lipid bilayer systems	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Faraday Discussions	6. 最初と最後の頁 244-256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d1fd00045d	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 Kazuki Iwata, Hiroyuki Abe, Teng M, Daisuke Tadaki, Ayumi Hirano-Iwata, Yasuo Kimura, Shigeaki Suda, Michio Niwano	4. 巻 361
2. 論文標題 Application of neural network based regression model to gas concentration analysis of TiO ₂ nanotube-type gas sensors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators: B. Chemical	6. 最初と最後の頁 131732-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2022.131732	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 Hironori Kageyama, Teng Ma, Madoka Sato, Maki Komiya, Daisuke Tadaki, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 12
2. 論文標題 New Aspects of Bilayer Lipid Membranes for the Analysis of Ion Channel Functions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Membranes	6. 最初と最後の頁 863-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/membranes12090863	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 Daiki Ando, Tetsuhiko F. Teshima, Francisco Zurita, Hu Peng, Kota Ogura, Kenji Kondo, Lennart Weiss, Ayumi Hirano-Iwata, Markus Becherer, Joe Alexander, and Bernhard Wolfrum	4. 巻 20
2. 論文標題 Filtration-processed biomass nanofiber electrodes for flexible bioelectronics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Nanobiotechnology	6. 最初と最後の頁 491-1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12951-022-01684-3	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 Yuya Sato, Hideaki Yamamoto, Hideyuki Kato, Takashi Tanii, Shigeo Sato, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 16
2. 論文標題 Microfluidic cell engineering on high-density microelectrode arrays for assessing structurefunction 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 943310-1-11
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 Takuma Sumi, Hideaki Yamamoto, Yuichi Katori, Koki Ito, Satoshi Moriya, Tomohiro Konno, Shigeo Sato, and Ayumi Hirano-Iwata	4. 巻 -
2. 論文標題 Biological neurons act as generalization filters in reservoir computing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 PNAS	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 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112件 (うち招待講演 21件 / うち国際学会 34件)

1. 発表者名 Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Microfabrication methods for investigating ion channel functions
3. 学会等名 RSC-Tokyo International Conference 2019 (RSC-TIC2019) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Microfabricated Lipid Bilayer Systems for the Analysis of Ion Channel Functions
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Tozawa
2. 発表標題 Proteinous nanodevise production based on in vitro translation system
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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 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. Ma
2. 発表標題 Self-assembled nanostructure and their applications
3. 学会等名 The 8th International Donghu Forum for Outstanding Young Scholars (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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 2019年

1. 発表者名 M. Koniya, M. Kato, D. Yamaura, R. Yokota, Y. Tsuneta, M. Sato, D. Tadaki, H. Yamamoto, H. Inoue, Y. Tozawa, M. Niwano, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Development of a system for quantitative evaluation of drug side-effects on hERG channels using artificial bilayer lipid membranes
3. 学会等名 10th International Conference on Molecular Electronics and Bioelectronics (M&BE10) (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 and Bioelectronics (M&BE10) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小宮麻希、横田澗央、常田悠介、佐藤まどか、加藤美生、山浦大地、但木大介、馬騰、山本英明、庭野道夫、平野愛弓
2. 発表標題 人工細胞膜に基づいたイオンチャネル タンパク質の新規解析系の開発
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xingyao Feng, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Photoelectric response of doped free-standing lipid bilayer regulated by lateral electric field
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 横田澗央、常田悠介、佐藤まどか、加藤美生、山浦大地、但木大介、小宮麻希、山本英明、庭野道夫、平野愛弓
2. 発表標題 脂質二分子膜を用いたイオンチャネル開口の解析
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 吉野峻晶、山浦大地、小宮麻希、菅原大和、三森康義、平野愛弓、枝松圭一、Mark Sadgrove
2. 発表標題 ナノ光ファイバ近傍のエバネッセント場を用いたサブマイクロ-リボソームの光操作
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 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 富岡康貴, 高島匠吾, 守屋雅隆, 島田宏, 廣瀬文彦, 平野愛弓, 水柿義直
2. 発表標題 シリコン微細加工チップに形成された自立型脂質二分子膜の容量抽出法
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 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 Y. Tonioka, S. Takashima, M. Moriya, H. Shimada, F. Hirose, A. Hirano-Iwata, and Y. Mizugaki
2. 発表標題 Capacitance extraction method of a free-standing bilayer lipid membrane formed over an aperture in a nanofabricated silicon chip
3. 学会等名 32nd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideaki Yamamoto, Kei Wakimura, Zhixiong Chen, Takuma Sumi, Taiki Takemuro, Takashi Tanii, Ayumi 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 M. Sato, R. Yokota, Y. Tsuneta, M. Kato, D. Yamaura, D. Tadaki, M. Komiya, H. Yamamoto, M. Niwano, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Analysis of ion channel functions using artificial bilayer lipid membranes
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (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 Y. Tonioka, S. Takashima, M. Moriya, H. Shimada, A. Hirano-Iwata, F. Hirose, and Y. Mizugaki
2. 発表標題 Non-linear responses in AC characteristics of bilayer lipid membrane
3. 学会等名 The Irago Conference 2019 (Interdisciplinary Research And Global Outlook) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 戸澤謙
2. 発表標題 インビトロ翻訳系を利用した植物膜タンパク質の機能解析
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Artificial lipid membranes for functional analysis of ion channel nanopores
3. 学会等名 2020 Nanopore Electrochemistry Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Artificial cell membrane platform for reconstituting ion channel functions
3. 学会等名 International Conference on Flow Dynamics 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平野愛弓
2. 発表標題 ナノ・マイクロ加工に基づく生体機能再構成系の構築
3. 学会等名 日本電気化学会第51回セミコンファレンス (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Microfabrication methods for the analysis of ion channel functions
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 渡辺恭也、横田澯央、加藤美生、佐藤まどか、但木大介、小宮麻希、山本英明、井上遥香、戸澤謙、庭野道夫、平野愛弓
2. 発表標題 薬物副作用評価のためのhERGチャンネルセンサの開発
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 長谷山拓実、八巻友祐、鹿又健作、三浦正範、有馬 ポシールアハンマド、久保田繁、平野愛弓、廣瀬文彦
2. 発表標題 ITO支持型脂質二分子膜光センサの試作と評価
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤 陸、平田はるか、富岡康貴、守屋雅隆、廣瀬文彦、平野愛弓、水柿義直
2. 発表標題 単分子膜貼り合わせ法で作製したグラフェン混合脂質二分子膜の光応答特性
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
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 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 Yusuke Yamaki, Daisuke Ishikawa, Kensaku Kanomata, Ayumi Hirano-Iwata, Fumihiko Hirose
2. 発表標題 Electrical Conductivity Modulation in PCBM-doped lipid bilayer by parallel electric field in the BLM surface
3. 学会等名 SMASYS2020 Yamagata (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Hirata, Y. Tomioka, M. Moriya, H. Shimada, F. Hirose, A. Hirano-Iwata, and Y. Mizugaki
2. 発表標題 Electrical Characteristics of PCBM-embedded Bilayer Lipid Membranes under Light Irradiation
3. 学会等名 The Irago Conference 2020 (Interdisciplinary Research And Global Outlook) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 H. Hirata, Y. Tomioka, M. Moriya, H. Shimada, F. Hirose, A. Hirano-Iwata, and Y. Mizugaki
2. 発表標題 PCBM-embedded bilayer lipid membranes electrically evaluated using sequential measurements of photo-induced current and electrochemical impedance spectroscopy
3. 学会等名 33rd International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Teng Ma, Xingyao Feng, Daisuke Tadaki, and Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Bio-hybrid membrane as a platform for new nanodevices
3. 学会等名 2020年日本表面真空学会学術講演会
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 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 平野愛弓
2. 発表標題 ナノ・マイクロ加工を利用した生体機能の再構成とその応用
3. 学会等名 超スマート社会の構築に繋がる革新的材料創出に向けた光・量子ビーム応用技術調査専門委員会第4回講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideaki Yamamoto, Ayumi Hirano-Iwata, Shigeo 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 平野愛弓
2. 発表標題 微細加工技術に基づく生体機能の再構成とその応用
3. 学会等名 第174委員会 第70回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Lateral voltage as a new input for artificial lipid bilayer systems
3. 学会等名 Next Generation Nanoelectrochemistry (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 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 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 山本英明, 平野愛弓, 佐藤茂雄
2. 発表標題 バ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 小宮麻希
2. 発表標題 「膜貫通電圧」と「膜平行電圧」の制御に基づく人工細胞膜 バイオ分析手法の開発
3. 学会等名 令和3年度東日本分析化学若手交流会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺恭也, 横田澗央, 加藤美生, 佐藤まどか, 但木大介, 小宮麻希, 山本英明, 庭野道夫, 平野愛弓
2. 発表標題 個別化医療のためのhERGチャンネル薬物副作用センサの開発
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤まどか、小宮麻希、鹿又健作、渡辺恭也、横田澗央、安藤大貴、陰山弘典、馬騰、但木大介、山本英明、廣瀬文彦、平野愛弓
2. 発表標題 膜内電界制御を可能とする人工脂質二分子膜に基づく新規イオンチャネル解析系の構築
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 平松大樹、佐藤 陸、平田はるか、守屋雅隆、廣瀬文彦、平野愛弓、水柿義直
2. 発表標題 CNTを混合した脂質二分子膜越しに流れる電流変動量の印加電圧依存性
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石川大修、八巻友祐、吉田一樹、齋藤健太郎、鹿又健作、三浦正範、有馬ボシールアハンマド、久保田繁、平野愛弓、廣瀬文彦
2. 発表標題 脂質二分子膜の膜容量評価
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 但木大介、宮田隆典、山浦大地、荒木駿、佐藤まどか、小宮麻希、馬騰、山本英明、庭野道夫、平野愛弓
2. 発表標題 Solvent-freeな脂質二分子膜マイクロアレイを用いたhERGチャネル電流の並列記録
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	R. Miyata, D. Tadaki, D. Yamaura, S. Araki, M. Sato, M. Komiya, T. Ma, H. Yamamoto, M. Niwano, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題	Solvent-free lipid bilayer microarray for parallel recordings of transmembrane hERG channel activities
3. 学会等名	2021 International Conference on Solid State devices and materials (SSDM2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Teng Ma, Xingyao Feng, Daisuke Tadaki, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題	Photoresponse mechanism of a free-standing lipid bilayer membrane doped with fullerene derivatives
3. 学会等名	ISSS-9 (The 9th International Symposium on Surface Science) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Ryusuke Miyata, Daisuke Tadaki, Daichi Yamaura, Shun Araki, Madoka Sato, Maki Komiya, Teng Ma, Hideaki Yamamoto, Michio Niwano, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題	Development of solvent-free lipid bilayer microarray for parallel recordings of transmembrane hERG channel activities
3. 学会等名	ISSS-9 (The 9th International Symposium on Surface Science) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Madoka Sato, Maki Komiya, Kensaku Kanomata, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Fumihiko Hirose, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題	Development of a novel artificial lipid bilayer system that enables applying a lateral voltage as a new input for ion channel analysis
3. 学会等名	International workshop on symbiosis of biology and nanodevices (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名 Maki Komiya, Ryo Yokota, Madoka Sato, Daisuke Tadaki, Hideaki Yamamoto, Yuzuru Tozawa, Michio Niwano, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Development of a bio-device for the analysis of ion channel activities based on artificial bilayer lipid membranes
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Madoka Sato, Maki Komiya, Kensaku Kanomata, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Fumihiko Hirose, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Construction of novel ion channel analytical system using artificial lipid bilayer based on intramembrane electric fields
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Akiyoshi Suda, Risa Matsuyama, Maki Komiya, Ayumi Hirano-Iwata, Mark Sadgrove
2. 発表標題 Optical manipulation of low index contrast nanoparticles with a nanofiber
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤まどか、小宮麻希、鹿又健作、馬騰、但木大介、廣瀬文彦、平野愛弓
2. 発表標題 人工脂質二重膜内電界制御に基づく新規イオンチャネル機能評価システムの構築
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 庭野 道夫、山口 政人、岩田 一樹、馬 騰、小宮 麻希、但木 大介、平野 愛弓
2. 発表標題 リボソームの合体・融合現象
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 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 馬 騰、山口 政人、渡部 芳彦、但木 大介、平野 愛弓、金高 弘恭、庭野 道夫
2. 発表標題 Bactericidal activity of bulk nanobubbles
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 岩田一樹, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓, 庭野道夫
2. 発表標題 ナノバブル溶液における核スピン - 格子緩和時間
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 但木 大介、松本 晋太郎、山宮 慎、馬 騰、今井 裕司、平野 愛弓、庭野 道夫
2. 発表標題 金属細線電極を用いたPVDF圧力マッピングセンサの作製
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 小宮麻希、佐藤まどか、鹿又健作、渡辺恭也、安藤大貴、陰山弘典1、馬騰、横田澗央、但木大介、山本英明、戸澤謙、廣瀬文彦、庭野道夫、平野愛弓
2. 発表標題 膜内電圧制御に基づく新たな人工細胞膜イオンチャネル解析系の構築
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会
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 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 渡辺 恭也、佐藤 まどか、小宮 麻希、鹿又 健作、馬 騰、但木 大介、廣瀬 文彦、平野 愛弓
2. 発表標題 人工脂質二分子膜系の新入力としての膜平行電圧の導入
3. 学会等名 日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 陰山 弘典、安藤 大貴、佐藤 まどか、小宮 麻希、馬 騰、鹿又 健作、廣瀬 文彦、平野 愛弓
2. 発表標題 人工細胞膜内電界のイメージングプラットフォームの構築
3. 学会等名 日本表面真空学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 庭野道夫, 岩田一樹, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓
2. 発表標題 ナノバブルの界面構造と粒径分布
3. 学会等名 日本表面真空学会学術講演会
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研究会 (NC)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮 麻希, 安藤 大貴, 陰山 弘典, 渡辺 恭也, 佐藤 まどか, 馬 騰, 鹿又 健作, 廣瀬 文彦, 平野愛弓
2. 発表標題 脂質二分子膜内における電界測定のための蛍光イメージング系の構築
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡部開登, 馮興堯, 馬騰, 但木大介, 鹿又健作, 廣瀬文彦, 平野愛弓
2. 発表標題 脂質二分子膜構造に基づく機能性バイオハイブリッド膜の光応答メカニズムの解明
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 嶋田佳宏, 平松大樹, 佐藤陸, 守屋雅隆, 但木大介, 平野愛弓, 水柿義直
2. 発表標題 PCBMを混合した自立型脂質二分子膜の電気的特性
3. 学会等名 電子情報通信学会CPM若手ミーティング
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 陰山 弘典, 安藤 大貴, 渡辺 恭也, 小宮 麻希, 馬 騰, 平野 愛弓
2. 発表標題 電位依存性イオンチャネルの動作機構解明を目指した人工細胞膜内電界の蛍光イメージング系の構築
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 佐藤 まどか, 張山 昌論, 平野 愛弓
2. 発表標題 イオンチャネル電流の定量的評価のための教師なし機械学習を用いた新規電流解析システムの開発
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 佐藤 陸, 平田 はるか, 守屋 雅隆, 島田 宏, 但木 大介, 平野 愛弓, 水柿 義直
2. 発表標題 炭素系ナノ材料を混合した自立型脂質二分子膜の電気的特性
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 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 平野愛弓
2. 発表標題 イオンチャネル機能計測のための新規人工細胞膜反応場
3. 学会等名 第42回キャピラリー電気泳動シンポジウム (SCE2022) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富岡康貴, 守屋雅隆, 高島匠吾, 島田宏, 廣瀬文彦, 平野愛弓, 水柿義直
2. 発表標題 自立型平面脂質二分子膜の交流特性測定で観測された非線形応答
3. 学会等名 2022年度 電子デバイス (ED) 研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Teng Ma, Masaki Kawano, Daisuke Tadaki, Michio Niwano, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Structural optimization of new-type perovskite solar cells
3. 学会等名 2022年度 電子デバイス (ED) 研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 但木大介, 松本晋太郎, 山宮慎, 馬騰, 今井裕司, 平野愛弓, 庭野道夫
2. 発表標題 有機強誘電体膜を用いた圧力マッピングセンサの作製
3. 学会等名 2022年度 電子デバイス (ED) 研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小宮麻希, 佐藤まどか, 鹿又健作, 陰山弘典, 馬騰, 但木大介, 山本英明, 戸澤讓, 廣瀬文彦, 庭野道夫, 平野愛弓
2. 発表標題 膜平行電圧制御を導入した人工細胞膜系の構築
3. 学会等名 第3回生体膜デザインコンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Madoka Sato, Maki Komiya, Kensaku Kanomata, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Fumihiko Hirose, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Development of a novel planar lipid bilayer system that enables application of a lateral voltage as a new input for the functional analysis of ion channels
3. 学会等名 ACS Fall 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Teng Ma, Kaito Watabe, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Extraordinary optical properties of 2D bio-hybrid membranes
3. 学会等名 The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Madoka Sato, Maki Komiya, Kensaku Kanomata, Teng Ma, Daisuke Tadaki, Fumihiko Hirose, Ayumi Hirano-Iwata
2. 発表標題 Fabrication of a novel Teflon film that enables the application of the lateral voltage as a new input for the functional analysis of ion channels based on planar lipid bilayers
3. 学会等名 The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本英明, 竹室汰貴, 住拓磨, 金野智浩, Soriano Jordi, 平野愛弓
2. 発表標題 モジュール構造型人工神経細胞回路の摂動応答特性
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 渡部開登, Xingyao Feng, Teng Ma, 但木大介, 鹿又健作, 廣瀬文彦, 平野愛弓
2. 発表標題 バイオハイブリッド膜の光応答メカニズムの解明
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平松大樹, 佐藤陸, 守屋雅隆, 島田宏, 但木大介, 平野愛弓, 水柿義直
2. 発表標題 CNTを混合した自立型脂質二分子膜で観測される交流インピーダンス繰り返し増減の等価回路解析
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤有弥, 山本英明, 加藤秀行, 谷井孝至, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 高密度多点電極アレイ上への神経細胞回路のパターニングと構造機能相関の解析
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 門間信明, 山本英明, 守谷哲, 平野愛弓, 佐藤茂雄
2. 発表標題 モジュール間結合に指向性を有する人工神経細胞回路の作製と自発活動解析
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 島田佳和, 陰山弘典, 佐藤まどか, 小宮麻希, 馬騰, 平野愛弓
2. 発表標題 膜電位感受性色素に基づく人工細胞膜内電界の蛍光観察系の構築
3. 学会等名 第4回生体膜デザインコンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野村駿介, 渡辺恭也, 佐藤まどか, 小宮麻希, 馬騰, 但木大介, 平野愛弓
2. 発表標題 膜平行電圧測定系の長寿命化とイオンチャネル機能評価への応用
3. 学会等名 第4回生体膜デザインコンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 T. Sumi, H. Yamamoto, Y. Katori, K. Ito, S. Sato, A. Hirano-Iwata
2. 発表標題 Time-series classification in micropatterned neuronal network reservoirs
3. 学会等名 2022 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Applications (NOLTA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平野愛弓
2. 発表標題 イオンチャネル機能計測のための新規人工細胞膜電界制御系
3. 学会等名 2023年電気情報通信学会総合大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤まどか, 張山昌論, 小宮麻希, 平野愛弓
2. 発表標題 Kalman filterとGaussian Mixture Model clusteringに基づく単一イオンチャネル電流のための適応的自動解析アルゴリズムの開発
3. 学会等名 2022年度 電子部品・材料研究会 (CPM) 若手ミーティング
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 陰山弘典, 小宮麻希, 馬騰, 平野愛弓
2. 発表標題 人工細胞膜系と顕微鏡観察系の融合による特性膜容量評価手法の確立
3. 学会等名 2022年度 電子部品・材料研究会 (CPM) 若手ミーティング
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 上田翔弥, 嶋田佳宏, 平松大樹, 守屋雅隆, 但木大介, 平野愛弓
2. 発表標題 自立型DPPC 膜の繰り返しEIS 測定から抽出した特性容量の温度依存性
3. 学会等名 2022年度 電子部品・材料研究会 (CPM) 若手ミーティング
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤有弥, 山本英明, 加藤秀行, 谷井孝至, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 高密度多点電極アレイを用いたモジュール構造型培養神経細胞回路の構造機能相関の解析
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藺勇輝, 山本英明, 佐藤有弥, 谷井孝至, 平野愛弓, 佐藤茂雄
2. 発表標題 高密度多点電極アレイ上にパターンニングしたモジュール構造型培養神経回路の刺激応答特性の解析
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岸野颯馬, 望月直樹, 平野愛弓, 山本英明, 谷井孝至
2. 発表標題 電気刺激による単一神経細胞回路の自発発火頻度の変化
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 酒井原一守, 山本英明, 室田白馬, 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を用いた炎症性サイトカインによる神経活動変調効果のin vitroモデリング
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊藤巨輝, 山本英明, 住拓磨, 室田白馬, 門間信明, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 大規模モジュール構造型培養神経回路の作製と自発活動の解析
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 住拓磨, 山本英明, 伊藤巨輝, 香取勇一, 佐藤茂雄, 平野愛弓
2. 発表標題 モジュール構造型培養神経回路のリザーブ計算特性の解析
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤まどか, 張山昌論, 小宮麻希, 平野愛弓
2. 発表標題 単一イオンチャネル電流データに対する適応的自動解析システムの開発
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 陰山弘典, 小宮麻希, 馬騰, 平野愛弓
2. 発表標題 特性膜容量評価のための人工細胞膜イメージング系の構築
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平本薫, 伊野浩介, 宿輪諒太, 平野愛弓, 珠玖仁
2. 発表標題 電気化学発光イメージングによる細胞分泌活動の観察
3. 学会等名 電気化学会第90回大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 馬騰、Feng Xingyao、荻野俊郎、廣瀬文彦、平野愛弓	4. 発行年 2019年
2. 出版社 (株)技術情報協会	5. 総ページ数 650
3. 書名 ナノ粒子塗工液の調整とコーティング技術	

1. 著者名 但木 大介, 平野 愛弓	4. 発行年 2020年
2. 出版社 (株)エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 624
3. 書名 膜タンパク質工学ハンドブック	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 特許権	発明者 廣瀬文彦、鹿又健 作、平野愛弓、但木 大介	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-098823	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 PCT出願	発明者 廣瀬文彦、鹿又健 作、平野愛弓、但木 大介	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/020148	出願年 2020年	国内・外国の別 外国

〔取得〕 計0件

〔その他〕

平野研究室 http://www.riec.tohoku.ac.jp/~hir-lab/ タンパク質科学研究室 http://park.saitama-u.ac.jp/~tozawa/protein_sci_res_unit_home.html

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	但木 大介 (Tadaki Daisuke) (30794226)	東北大学・電気通信研究所・助教 (11301)	
研究分担者	馬 騰 (Ma Teng) (10734543)	東北大学・材料科学高等研究所・助教 (11301)	

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	山本 英明 (Yamamoto Hideaki) (10552036)	東北大学・電気通信研究所・准教授 (11301)	
研究分担者	小宮 麻希 (Komiya Maki) (00826274)	東北大学・電気通信研究所・助教 (11301)	
研究分担者	戸澤 譲 (Tozawa Yuzuru) (90363267)	埼玉大学・理工学研究科・教授 (12401)	

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