

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03778

研究課題名（和文）神経伝達物質の相互作用の解明を目指すマルチモーダルイオンイメージセンサの実現

研究課題名（英文）Realization of multi-modal ion image sensor to clarify interaction of neurotransmitters

研究代表者

澤田 和明（Sawada, Kazuaki）

豊橋技術科学大学・工学（系）研究科（研究院）・教授

研究者番号：40235461

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,300,000円

研究成果の概要（和文）：4種類以上の神経伝達物質・イオン，ガスを空間解像度5ミクロン以下，時間分解能2msecで取得できるバイオイメージセンサの開発を行った。これまでの顕微鏡では単一種類の情報を光情報として取得するため，実空間で生じる物理的現象と化学的現象の相互作用により発現する事象を理解するのは困難であった。本センサを活用し，あるイオン放出と同時に発現する他の神経伝達物質などの放出現象を微視的な位置情報と時間情報を保ったまま可視化することで，これまで理解できなかった事象の相関や発現メカニズムの解明が可能となる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1つ1つの細胞は周辺と同種及び異種細胞等、非常に多くの細胞とコミュニケーションをとることにより、組織、器官として機能する。従って細胞内の理解だけでなく、各細胞外の微小環境を理解することが生物学の大きな課題であった。本イオンイメージセンサは、非標識複数分子の時空間解析をin situで可能とするものであり、これにより細胞外微小環境の高感度イメージングが可能となる。細胞外微小環境の理解は、脳科学を含む生物学分野の大きなテーマであることから、本成果はこのテーマを支える新産業の創出に繋がり、また同時に生物学における新分野の創成に貢献できる。

研究成果の概要（英文）：We have developed a bio-imaging sensor that can acquire more than four kinds of neurotransmitters, ions, and gases with a spatial resolution of less than 5 microns and a temporal resolution of 2 msec. Since conventional microscopes acquire only a single type of information as optical information, it is difficult to understand events that occur in real space because of the interaction of physical and chemical phenomena. By utilizing this sensor, it is possible to visualize the release phenomena of other neurotransmitters that occur simultaneously with the release of a certain ion, while maintaining microscopic positional and temporal information, and thereby elucidate the correlation and expression mechanisms of phenomena that could not be understood before.

研究分野：半導体工学

キーワード：マルチモーダルセンサ バイオセンサ 半導体センサ

### 1. 研究開始当初の背景

シナプスをはじめとする神経ネットワークでは複数種類の化学物質が関係して信号の伝達をしていると考えられている。たとえばシナプスにおいて、シナプス空隙にグルタミン酸などの神経伝達物質を放出した後、周りのグリア細胞から ATP が放出され神経伝達の抑制と制御が行われていることが予想されている。また H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> や NO<sub>2</sub> は細胞死や血管内皮細胞の機能に関与していると言われている。他の自然現象においても 1 つだけの物理・化学量でメカニズムを説明できることは少なく、複数種類の化学物質が相互作用し、事象が発現していることは自明である。

しかしながら、世の中にあるカメラや顕微鏡は、微小領域における複数種類の物理化学量を同時に捕らえることができない。従って、ミクロンサイズで複数種類の化学物質を同時に可視化できるイメージセンサがあれば真のメカニズムが可視化できるのではないかと考えた。シナプスや細胞活動の活動に伴う複数の化学物質の放出・吸収現象を画像化し理解する道具が必要と考えに至った。

### 2. 研究の目的

細胞から放出される化学物質(ナトリウムイオン、カリウムイオン)の単一種類のみのイメージングではなく、その他の化学現象(ガス、神経伝達物質)の情報が同時に取得できるマルチモードイオンイメージセンサを実現する。本センサを用いることでイオン放出と同時に発現する他の化学現象を、微視的な位置情報と時間情報を保ったまま可視化することで、これまで理解できなかった事象の相関や発現メカニズムの解明ができる。“同一時刻に微視的に生じる 2 つ以上の異なる化学現象を画像”としてとらえ、物事の機能を解明する新規なイメージセンサを実現することを目的とした。

この目的が達成できれば、医療・バイオ・化学研究者が使用してきた手法を用いても観察できなかった細胞のイオンチャネルの挙動や神経伝達物質の相関の解明が期待できる。本提案はこれまで研究提案者が開発したイオンの挙動を可視化できるイオンイメージセンサ技術を元に#1, バイオセンサ技術, MEMS センサ技術と LSI 技術との異種機能融合により実現を目指す。

### 3. 研究の方法

それぞれの化学物質の相関をイメージングするため、各画素にイオン (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>) 検出素子、ATP や GABA などの神経伝達物質を検出する素子、溶存酸素のガスを検出する素子をアレイ上に交互に並べた図 1 の様なセンサを開発する。具体的には様々な感応膜を形成可能な、センサ最表面が平坦であり、且つ電位検出感度 1mV の電位検出アレイを本プロジェクトで実現し、その上にイオン感応膜、溶存酸素感応膜を微細加工技術を用いてアレイ状に形成することで実現を目指した。

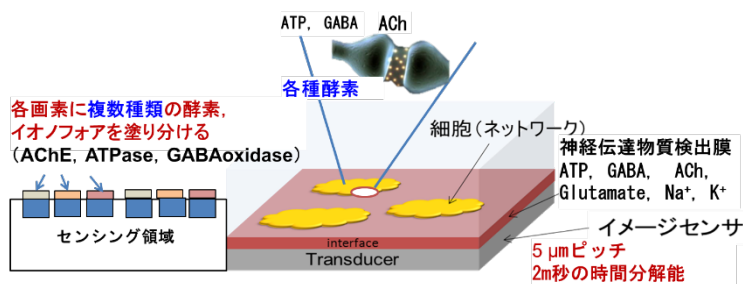


図 1 、実現を目指すマルチモードセンサ

### 4. 研究成果

#### (1) 電位検出アレイの高性能化

画素数 256×256、最小画素ピッチ 5 μm、電位検出感度 1 mV 以下の電位検出アレイを目標に試作を行なった。また、本試作は、浜松ホトニクス (株) において成熟したプロセス (0.35 μm ルール) で実現できる画素ピッチ 5 μm として試作した。センサへの要求仕様には高い検出精度を求める場合や高速計測を求める場合など多様である。広範囲な要求に対応するために複数の動作モードを搭載する。具体的には、複数のセンシングデータ読み出しモードを設け、各ユニットセルを接続するカラム列からのデータ累積・読み出しモードを切り替えるアーキテクチャとした。ここで、①AC (Accumulation) モードは累積動作による高精度計測、②HS (High Speed) モードは累積動作を行わない高速計測、③CDS (Correlated Double Sampling) モードは累積動作及び相関二重サンプリングによる高精度・低雑音計測を目的としたモードである。試作したチップを図 2 に示す。雑音レベルとして 0.5 mV 以下、長期ドリフトは定常的に 0.1 mV/min 以下を確認した。

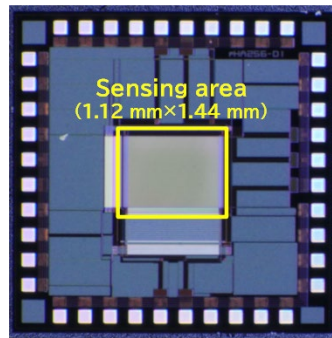


図2 本プロジェクトで試作した電検出センサチップ

(2) マルチイオンイメージセンサの実現

これまで、水素イオン(H<sup>+</sup>)の分布を非標識観察可能なpHイメージセンサ上に可塑化PVCを用いたカリウム(K<sup>+</sup>)感応膜をインクジェット法で成膜することにより、細胞外のH<sup>+</sup>およびK<sup>+</sup>のイメージングに成功している。しかしながら、インクジェット法では数10 μm領域への形成が限界であることやPVC膜型感応膜が生体適合性を欠くなどの問題を抱えている。一方、生体適合性を有するゾルゲルガラスを感応膜材料としたK<sup>+</sup>イメージセンサが検討され、感応膜のパターニングに向けたCMOSプロセスとの適合性が示されてきた。また、フォトリソグラフィを用いたネガレジスト型K<sup>+</sup>感応膜の検討も進められてきた。そこで本研究では、pHイメージセンサにカリウムイオン感応膜としてゾルゲル膜型カリウムイオン感応膜やネガレジスト型カリウムイオン感応膜を形成することでK<sup>+</sup>とH<sup>+</sup>を同時に検出可能な高精細マルチイオンイメージセンサの作製と海馬スライスなどの生体組織を用いたセンサの機能実証をおこなった。

図3にpHセンサ上にレジストを成膜しフォトリソグラフィを用いてパターンを作製した結果を示す。16 μmの正方形にレジストを残し、それ以外を除去できていることが確認できる。これより、32 μmピッチでのパターンの形成に成功した。図4に、Kイオン感応部の感度特性とその時得られたKイオン像を示す。水素イオンとKイオンが独立に可視化できることを実証できた。

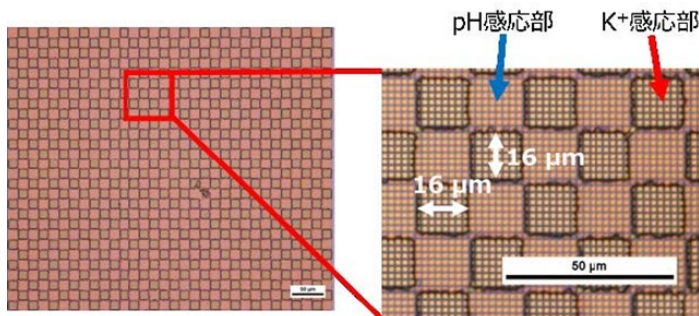


図3 フォトリソグラフィの手法によりKイオン感応部を水素センシングと交互に製作した。

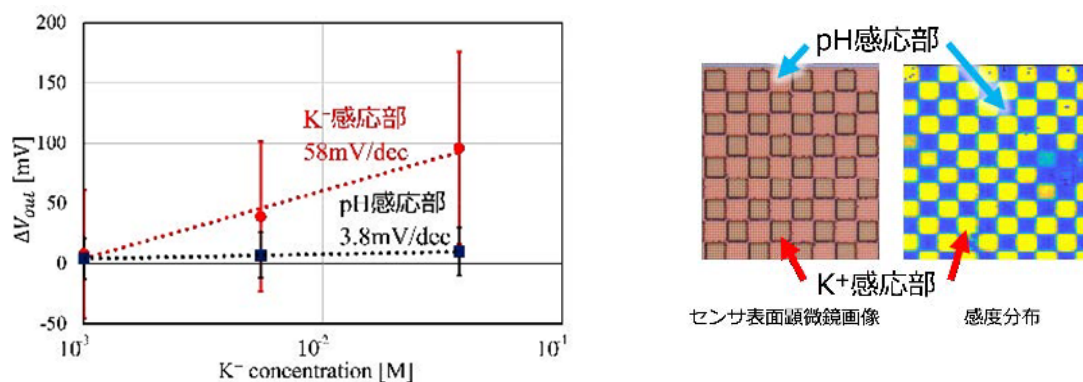


図4 マルチイオンイメージセンサにおいて水素イオンとカリウムイオンを可視化できた

さらに、製作したマルチイオンイメージセンサ上に、マウス海馬スライスを静置し、海馬の農委活動にともなう、細胞外イオン変化を取得した結果を示す。本実験では、NMDA刺激によりマウス脳海馬内の神経細胞中のNMDA型グルタミン酸受容体が選択的に刺激されることによりK<sup>+</sup>

を細胞外に放出することが予想された。また、この反応に応じて前シナプスではグルタミン酸が放出される。このグルタミン酸と  $H^+$  が同時に吸収されると考えられており、 $H^+$  濃度が減少する。したがって  $K^+$  感応部では電位が上昇すると予想され、 $pH$  感応部では電位が低下することが予想された。

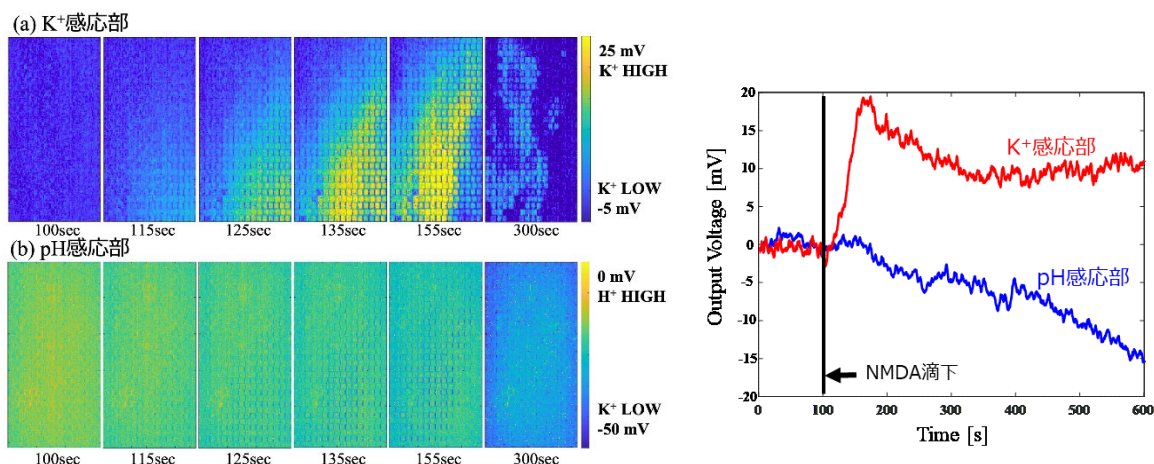


図5  $K^+$  イオン、水素イオンマルチケミカルイメージセンサで画像を取得した例。

マウス海馬に NMDA 刺激薬を滴下した際のタイムラプスを各感応部の応答がより視覚的に分かりやすくするために感応部ごとに電位変化を分けて表示した画像と、センサの電位の時間的変化を示した。 $K^+$  感応部に注目すると、NMDA 刺激後  $K^+$  に強く応答している部分が遷移している様子を捉えることができた。また、 $pH$  感応部では、 $K^+$  と比べると遅い反応ではあるが、徐々に電位が変化している様子を捉えることができた。これより、NMDA 滴下後からセンサアレイの出力画像は両感応部で明瞭に変化したことがわかる。また、電位変化に注目すると、 $K^+$  感応部では刺激後から電位が上昇し約  $20mV$  程度変化した。一方、 $pH$  感応部では電位が徐々に低下し、変化量は最大で  $15mV$  程度であった。タイムラプスと同様に、それぞれのイオンの電位変化を捉えることができたと言える。

### (3) マルチガス、イオンイメージセンサの製作

酸素は、好気性生物の活動において生体エネルギーを合成するために重要な分子である。また、臓器や組織における低酸素状態は、ガンや虚血疾患に見られる主な特徴である。一方、水素イオン ( $H^+$ ) もまた細胞活動の指標として注目されているが、生理および病態生理との関係については明らかにされていない。生きた細胞や病態組織における細胞外の溶存酸素 (DO) および  $pH$  の挙動を同時にリアルタイムイメージングできれば、細胞活動の解明や病態の発見、治療方法の開発に貢献できると考えられる。今回は水素イオンと溶存酸素 (DO) を同時にイメージングできる  $SnO_2$  を DO 感応膜としたセンサを実現した。

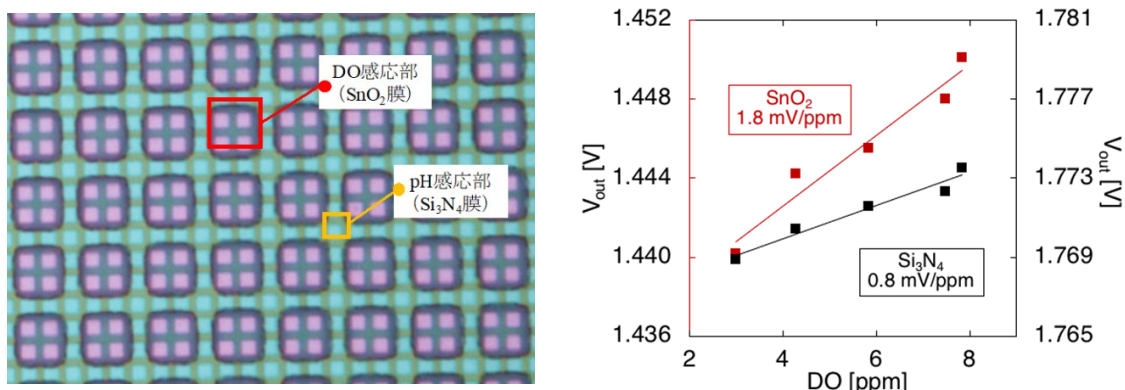


図6 実現した 溶存酸素、水素イオンマルチイメージセンサ

図6に本プロジェクトで実現した溶存酸素 (DO) 水素イオン ( $pH$ ) マルチモーダルイメージセンサのチップ写真と感度特性を示す。図に示すように、DO 検出部と  $pH$  検出部を交互に製作することができた。またこの溶存酸素検出部は  $1.8mV/ppm$  と予測通りの感度が実現でき、 $pH$  計測部では理論通りの  $50mV/pH$  の感度を得ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Toshihiko Noda, Sylvia Mei Lin Loo, Yoshiko Noda, Daisuke Akai, Takeshi Hizawa, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada	4. 巻 22, No.17
2. 論文標題 A Multimodal Sensing Device for Simultaneous Measurement of Dissolved Oxygen and Hydrogen Ions by Monolithic Integration of FET-Based Sensors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 6669
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s22176669	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 Hideo Doi, Tomoko Horio, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda and Kazuaki Sawada	4. 巻 Vol.22, Issue1
2. 論文標題 CMOS-Based Redox-Type Label-Free ATP Image Sensor for In Vitro Sensitive Imaging of Extracellular ATP	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 75-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s221010075	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 Hideo Doi, Bijay Parajuli, Tomoko Horio, Eiji Shigetomi, Youichi Shinozaki, Toshihiko Noda, Kazuhiro Takahashi, Toshiaki Hattori, Schuichi Koizumi, and Kazuaki Sawada	4. 巻 1335
2. 論文標題 Development of a label-free ATP image sensor for analyzing spatiotemporal patterns of ATP release from biological tissues	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators: B. Chemical	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2021.129686	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 You-Na Lee, Takeshi Araki, Yasuyuki Kimura, Fumihiko Dasai, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada	4. 巻 13, Issue2
2. 論文標題 High-Density 2- $\mu$ m-Pitch pH Image Sensor With High-Speed Operation up to 1933 fps	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems	6. 最初と最後の頁 352-363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TBCAS.2019.2895069	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 Toshiaki Hattori, Fumihiro Dasai, Hikaru Sato, Ryo Kato and Kazuaki Sawada	4. 巻 19, No.7
2. 論文標題 CCD Multi-Ion Image Sensor with Four 128 × 128 Pixels Array	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 1582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s19071582	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 Yoshimi Tatsuya, Okuno Alato, Sato Daisuke, Takikawa Osamu, Hattori Toshiaki, Sawada Kazuaki	4. 巻 68, No.10
2. 論文標題 Development of Flow-based Ion Image Sensor with Multi Flow Paths and Its Application to ELISA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 783-791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.68.783	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 Hiroshi Horiuchi, Masakazu Agetsuma, Junko Ishida, Yusuke Nakamura, Dennis Lawrence Cheung, Shin Nanasaki, Yasuyuki Kimura, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi, Kazuaki Sawada & Junichi Nabekura	4. 巻 11, No.712
2. 論文標題 CMOS-based bio-image sensor spatially resolves neural activity-dependent proton dynamics in the living brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-020-14571-y	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 Matsuba.S, Kato.R, Okumura.K, Sawada.K, Hattori.T	4. 巻 34
2. 論文標題 Extracellular Bio-imaging of Acetylcholine-stimulated PC12 Cells Using a Calcium and Potassium Multi-ion Image Sensor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 553-558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.17P552	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 Kazuaki Sawada and Toshiaki Hattori	4. 巻 57, No.10
2. 論文標題 Ion image sensors and their application for visualization of neural activity	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 1002A2-1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/JJAP.57.1002A2	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 Tatsuya Iwata, Sinya Mizutani, Koichi Okumura, Yuki Okumura, Kazuhiro Takahashi, and Kazuaki Sawada	4. 巻 30, No.10
2. 論文標題 H2O2Detection by Redox-based Potentiometric Sensors under Biological Environments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 2359-2367
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2018.1947	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 You-Na Lee, Takeshi Araki, Yasuaki Kimura, Fumihiko Dasai, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada	4. 巻 13, Issue2
2. 論文標題 High-Density 2- $\mu$ m-Pitch pH Image Sensor With High-Speed Operation up to 1933 fps	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems	6. 最初と最後の頁 352-363
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TBCAS.2019.2895069	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 -

〔学会発表〕 計73件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 間所麻衣, 中村優斗, 堀内 浩, 小林知子, 木村安行, 堀尾智子, 土井英生, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 鍋倉淳一, 澤田和明
2. 発表標題 マウスの自由行動実験に向けた参照電極内蔵型in-vivoイメージセンサの製作と評価
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 岩土遼介, 上田玲奈, 堀尾智子, 野田佳子, 赤井大輔, 飛沢 健, 土井英生, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 IrOx薄膜を用いた溶存酸素イメージセンサの提案と評価
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 倉持圭汰, 土井英生, 堀尾智子, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 ナノポーラス構造を有するアルミナ薄板を用いたPVC 膜型K+イメージセンサの製作と空間解像度の検討
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 大塚惇平, 加藤 萌, 土井英生, Bijay Parajuli, 堀尾智子, 繁富英治, 篠崎陽一, 崔 容俊, 高橋一浩, 服部敏明, 野田俊彦, 小泉修一, 澤田和明
2. 発表標題 ゴム系ネガレジストを用いた高分解能型マルチイオンイメージセンサの製作と海馬スライスの細胞外イメージング
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 澤田和明
2. 発表標題 MOS電位検出センサアレイ技術によるマルチウィルス検出
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 澤田和明
2. 発表標題 CMOS型化学イメージセンサと生理学への展開
3. 学会等名 第100回化学センサ研究会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 土井英生, Bijay Parajuli, 堀尾智子, 繁富英治, 篠崎陽一, 崔 容俊, 服部敏明, 高橋一浩, 野田俊彦, 小泉修一, 澤田和明
2. 発表標題 PVC膜型非標識K <sup>+</sup> イメージセンサの開発と興奮性シナプス伝達による脳神経組織の細胞外イメージング
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大平瑞季, 辰巳幸弘, 村上健介, 小笠原 健, 清水 聡, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 CMOSセンサアレイ上への微細構造形成によるせん断カイメージセンサの提案と検証
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚惇平, 土井英生, 村口迅人, 堀尾智子, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 乳酸, カリウムイオン, pH を同時に可視化可能なマルチケミカルセンサの製作
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 間所麻衣, 木村安行, 堀尾智子, 堀内 浩, 石川知子, 土井英生, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 鍋倉淳一, 澤田和明
2. 発表標題 覚醒・自由行動マウスの脳内pHイメージングに向けたin-vivo計測システム
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤 萌, 土井 英生, 堀尾 智子, 崔 容俊, 高橋 一浩, 服部敏明, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 水素イオン分布とカリウムイオン分布の同時可視化に向けたマルチイオンイメージセンサの作製とイオン検出特性の検討
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田玲奈, 岩土遼介, 赤井大輔, 飛沢 健, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 IrOx薄膜を用いた 溶存酸素イメージセンサの提案と評価
3. 学会等名 第39回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 土井英生, 堀尾智子, Parajuli Bijay, 繁富英治, 篠崎陽一, 崔 容俊, 服部敏明, 高橋一浩, 野田俊彦, 小泉修一, 澤田和明
2. 発表標題 PVC膜型非標識カリウムイオンイメージセンサの開発と急性脳スライス標本を用いた細胞外応答の時空間イメージング
3. 学会等名 2022年 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 間所麻衣, 堀内 浩, 小林知子, 木村安行, 堀尾智子, 土井英夫, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 鍋倉淳一, 澤田和明
2. 発表標題 非拘束自由行動実験に向けたin vivoイメージングシステムの構築と実証
3. 学会等名 2022年 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 澤田和明, 高橋一浩, 崔 容俊, 野田俊彦
2. 発表標題 集積回路と化学センサの融合が創る新たな分析技術
3. 学会等名 日本分析化学会第82回分析化学討論会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 間所麻衣, 堀内 浩, 小林知子, 木村安行, 堀尾智子, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 鍋倉淳一, 澤田和明
2. 発表標題 生体刺入型pHイメージセンサの開発と自由行動マウス脳内への応用
3. 学会等名 令和4年度電気学会E部門総合研究会 バイオ・マイクロシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤 萌, 土井英生, 堀尾智子, 崔 容俊, 高橋一浩, 服部敏明, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 水素イオン分布とカリウムイオン分布の同時可視化に向けた マルチイオンイメージセンサの製作
3. 学会等名 令和4年度電気学会E部門総合研究会 バイオ・マイクロシステム研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Mizuki Odaira, Yukihiro Tatsumi, Kensuke Murakami, Ken Ogasahara, Satoshi Shimizu, Yong Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, and Kazuaki Sawada
2. 発表標題	Fabrication of Multimodal Image Sensor Capable of Simultaneous Measurement of Pressure and pH
3. 学会等名	IEEE SENSORS 2022 (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Hideo Doi, Tomoko Horio, Bijay Parajuli, Eiji Shigetomi, Youichi Shinozaki, Yong-Joon Choi, Toshiaki Hattori, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, Schuichi Koizumi, Kazuaki Sawada
2. 発表標題	Development of PVC membrane-based label-free K <sup>+</sup> image sensor and imaging extracellular K <sup>+</sup> dynamics in brain tissue
3. 学会等名	IEEE SENSORS 2022 (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Mai Madokoro, Hiroshi Horiuchi, Tomoko Kobayashi, Tomoko Horio, Yasuyuki Kimura, Hideo Doi, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, Junichi Nabekura, Kazuaki Sawada
2. 発表標題	In-Vivo pH Imaging System for Hydrogen Ion Dynamics Observation in the Brain of a Freely-Moving Mouse
3. 学会等名	2022 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Jumpei Otsuka, Hideo Doi, Hayato Muraguchi, Tomoko Horio, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, and Kazuaki Sawada
2. 発表標題	Fabrication of a Multi-Chemical Image Sensor for Simultaneous Visualization of Multiple Chemicals
3. 学会等名	The10th Asia-Pacific Conference of Transducers and Micro-Nano Technology 2022(APCOT 2022) (国際学会)
4. 発表年	2022年

1 . 発表者名 Mizuki Odaira, Yukihiro Tatsumi, Kensuke Murakami, Ken Ogasahara, Satoshi Shimizu, Yong Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, and Kazuaki Sawada
2 . 発表標題 Evaluation and proposal of shear force image sensor with forming microstructure on CMOS sensor array
3 . 学会等名 The10th Asia-Pacific Conference of Transducers and Micro-Nano Technology 2022(APCOT 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Moe Kato, Hideo Doi, Tomoko Horio, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshiaki Hattori, Toshihiko Noda, Kazuaki Sawada
2 . 発表標題 Fabrication of a Multi-ion Image Sensor for Simultaneous Visualization of Hydrogen Ion and Potassium Ion Distribution
3 . 学会等名 The10th Asia-Pacific Conference of Transducers and Micro-Nano Technology 2022(APCOT 2022) (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Kotaro Sakamoto, Mai Madokoro, Hiroshi Horiuchi, Junko Ishida, Tomoko Horio, Yasuyuki Kimura, Takeshi Hizawa, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, Junichi Nabekura, and Kazuaki Sawada
2 . 発表標題 NEEDLE-TYPE 5- $\mu$ M PIXEL PITCH Ph-IMAGE SENSOR AND IMAGING OF PROTON EMISSIONS IN THE CEREBRAL CORTEX
3 . 学会等名 The 21st International Conference on SOLID-STATE SENSORS,ACTUATORS and MICROSYSTEMS (TRANSDUCERS 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Hayato Muraguchi, Hideo Doi, Tomoko Horio, Bijay Parajuli, Eiji Shigetomi, Youichi Shinozaki, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshiaki Hattori, Toshihiko Noda, Schuichi Koizumi, and Kazuaki Sawada
2 . 発表標題 A MULTI-CHEMICAL IMAGE SENSOR FOR SIMULTANEOUS VISUALIZATION OF LACTATE AND Ph DISTRIBUTION AND ITS APPLICATION FOR EXTRACELLULAR
3 . 学会等名 The 21st International Conference on SOLID-STATE SENSORS,ACTUATORS and MICROSYSTEMS (TRANSDUCERS 2021) (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 Chinatsu Kawakami, Shirlyn Eng Shu Ying, Tomoko Horio, Hideo Doi, Yong-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, and Kazuaki Sawada
2. 発表標題 MULTIMODAL NEUROTRANSMITTER IMAGE SENSOR WITH LATERAL ION DIFFUSION SUPPRESSOR
3. 学会等名 The 21st International Conference on SOLID-STATE SENSORS,ACTUATORS and MICROSYSTEMS (TRANSDUCERS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideo Doi, Tomoko Horio, Young-Joon Choi, Kazuhiro Takahashi, Toshihiko Noda, and Kazuaki Sawada
2. 発表標題 REDOX-TYPE LABEL-FREE ATP IMAGE SENSOR FOR HIGHLY SENSITIVE IN VITRO IMAGING OF EXTRACELLULAR ATP
3. 学会等名 The 21st International Conference on SOLID-STATE SENSORS,ACTUATORS and MICROSYSTEMS (TRANSDUCERS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 辰巳幸弘,堀尾智子,村上健介,小笠原 健,清水 聡,崔 容俊,高橋一浩,野田俊彦,澤田和明
2. 発表標題 溶液中における圧力 イオンイメージセンサの動作確認
3. 学会等名 令和3年度電気学会センサ・マイクロマシン部門総合研究会 バイオマイクロシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 間所麻衣,木村安行,堀尾智子,堀内 浩,石田順子,崔 容俊,高橋一浩,野田俊彦,鍋倉淳一,澤田和明
2. 発表標題 マウス自由行動実験に向けた刺入型pH イメージセンサの計測システムの改良
3. 学会等名 令和3年度電気学会センサ・マイクロマシン部門総合研究会 バイオマイクロシステム研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 萌、土井 英生、堀尾 智子、崔 容俊、高橋 一浩、服部 敏明、野田 俊彦、澤田 和明
2. 発表標題 水素イオン分布とカリウムイオン分布を同時に可視化可能なマルチモーダルイメージセンサの作製
3. 学会等名 2021年第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 澤田和明、崔 容俊、高橋一浩、野田俊彦
2. 発表標題 バイオセンサと集積回路の融合が目指す未来
3. 学会等名 2021年第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 土井英生、堀尾智子、崔 容俊、高橋一浩、野田俊彦、澤田和明
2. 発表標題 in vitro環境下での高感度イメージングに 向けた 酸化還元型非標識 ATPイメージセンサの製作
3. 学会等名 第38回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 間所麻衣、木村安行、堀尾智子、堀内 浩、石田順子、崔 容俊、高橋一浩、野田俊彦、鍋倉淳一、澤田和明
2. 発表標題 エクステンデッドゲート構造を持つ刺入型pH イメージセンサによる大脳皮質の観察
3. 学会等名 第38回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村口迅人, 土井英生, 堀尾智子, パラジュリ ビージェイ, 繁富英治, 篠崎陽一, 崔 容俊, 高橋一浩, 服部敏明, 野田俊彦, 小泉修一, 澤田和明
2. 発表標題 乳酸および水素イオンを同時に可視化可能なマルチイオンイメージセンサの製作と海馬スライス細胞外イメージングへの応用
3. 学会等名 第38回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuaki Sawada
2. 発表標題 Bio-Chemical Imager for Single Cell Analysis
3. 学会等名 ISPlasma2021/IC-PLANTS2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村口迅人, 土井英生, 雌熊宏隆, 堀尾智子, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 乳酸分布と水素イオン分布を同時に可視化可能なマルチモーダルイメージセンサの製作
3. 学会等名 2020年第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 阪本宏太郎, 杉本竣基, 堀尾智子, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 CMOSプロセス適合性を持つゾルゲルガラス感応膜を用いたカリウムイオンイメージセンサの製作
3. 学会等名 2020年第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	Sylvia Loo Mei Lin、杉原勇也、飛沢 健、野田佳子、神谷幸子、村上健介、Youna Lee、高橋一浩、野田俊彦、澤田和明
2. 発表標題	溶存酸素と pH のイメージングに向けたFET 型センサデバイスの基礎検討
3. 学会等名	第37回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (センサ・マイクロマシン部門大会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	辰巳幸弘, Lee You-Na, 堀尾智子, 村上健介, 小笠原 健, 清水 聡, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題	圧力と pH を同時可視化可能なバイオイメーセンサの開発
3. 学会等名	第37回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (センサ・マイクロマシン部門大会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	阪本宏太郎, 堀尾智子, 木村安行, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題	2Tr高精細刺入型256×32 画素pH イメージセンサの開発
3. 学会等名	第37回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (センサ・マイクロマシン部門大会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	土井英生, Bijay Parajuli, 繁富英治, 堀尾智子, 篠崎陽一, 高橋一浩, 服部敏明, 野田俊彦, 小泉修一, 澤田和明
2. 発表標題	興奮性シナプス伝達による海馬スライスの細胞外Ca <sup>2+</sup> の時空間イメージング
3. 学会等名	第37回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム (センサ・マイクロマシン部門大会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 澤田和明
2. 発表標題 集積化バイオセンサが目指すもの “インテリジェントバイオチップ”
3. 学会等名 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会 システムデバイスロードマップ委員会 2020年度第2回BC、MtM合同委員会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤田和明
2. 発表標題 多細胞連関を解明する細胞外環境イメージング技術
3. 学会等名 ABISシンポジウム『先端バイオイメージングの現在そして未来 ~ 我が国の研究戦略 ~』
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤田和明, 野田俊彦, 高橋一浩, 崔 容俊
2. 発表標題 CMOSイメージセンサ技術による化学情報の可視化技術
3. 学会等名 電子情報通信学会 誘電・絶縁材料研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田玲奈, Loo Sylvia Mei Lin, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 電位検出型溶存酸素センサのSnO <sub>2</sub> 製検出膜のアニール温度依存性
3. 学会等名 2021年第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 土井英生, 堀尾智子, 崔 容俊, 高橋一浩, 野田俊彦, 澤田和明
2. 発表標題 PVC膜型非標識Ca <sup>2+</sup> イメージセンサの出力応答改善に向けたCa <sup>2+</sup> 検出特性の検討
3. 学会等名 2021年第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 澤田和明
2. 発表標題 集積化センサ技術によるニューロトランスミッターのリアルタイムイメージング
3. 学会等名 第40回マイクロナノ先端技術交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hideo Doi, Tomoko Horio, Eiji Shigetomi, Youichi Shinozaki, You-Na Lee, Tatsuya Yoshimi, Tatsuya Iwata, Toshihiko Noda, Kazuhiro Takahashi, Toshiaki Hattori, Schuichi Koizumi and Kazuaki Sawada
2. 発表標題 LABEL-FREE REAL-TIME IMAGING OF EXTRACELLULAR LACTATE FROM A HIPPOCAMPAL SLICE BASED ON CHARGE-TRANSFER-TYPE POTENTIOMETRIC REDOX SENSOR ARRAYS
3. 学会等名 The 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chinatsu Kawakami, You-Na Lee, Hideo Doi, Tomoko Horio, Yasuyuki Kimura, Eiji Shigetomi, Youichi Shinozaki, Toshihiko Noda, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi, Schuichi Koizumi, Kazuaki Sawada
2. 発表標題 HYDROGEN ION MICROSCOPE USING 2 μM PITCH PH IMAGE SENSOR FOR ANALYSIS OF MOUSE HIPPOCAMPAL SLICE
3. 学会等名 The 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	Yuta Ogaeri, Chinatsu Kawakami, Takeshi Hizawa, Eiji Shigetomi, Youichi Shinozaki, Tatsuya Iwata, Toshihiko Noda, Kazuhiro Takahashi, Schuichi Koizumi and Kazuaki Sawada
2. 発表標題	HYDROGEN ION IMAGE SENSOR WITH BARREL ARRAY DIFFUSION SUPPRESSOR AND HIPPOCAMPAL SLICE IMAGING
3. 学会等名	The 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Yoshitaka Arimi, Sakamoto Kotaro, You-NA Lee, Yasuyuki Kimura, Toshiki Wakamori, Hiroo Yamamoto, Tatsuya Iwata, Toshihiko Noda, Kazuhiro Takahashi, Seiichiro Mizuno and Kazuaki Sawada
2. 発表標題	SUB 0.01pH RESOLUTION EXTENDED GATE TYPE pH IMAGE SENSOR WITH CHARGE ACCUMULATION FUNCTION
3. 学会等名	The 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	You-Na Lee, Kanata Tanaka, Kensuke Murakami, Ken Ogasahara, Satoshi Shimizu, Yasuyuki Kimura, Tomoko Horio, Takeshi Hizawa, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada
2. 発表標題	SUPER SPATIAL RESOLUTION PRESSURE IMAGE SENSOR BASED ON A BONDING TECHNIQUE OF PVDF FILM ON TWO MICROMETER PITCH CMOS POTENTIOMETRIC SENSOR ARRAY
3. 学会等名	The 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (TRANSDUCERS 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	You-Na Lee, Yasuyuki Kimura, Yusuke Nakamura, Toshihiko Noda, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada
2. 発表標題	Insertable 256×256 ion image sensor for spatiotemporal pH recording
3. 学会等名	Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 Hideo Doi , Tomoko Horio, Eiji Shigetomi, Bijay Parajuli, Youichi Shinozaki, Toshihiko Noda, Kazuhiro Takahashi, Toshiaki Hattori, Schuichi Koizum, Kazuaki Sawada
2. 発表標題 Label-free real-time imaging of extracellular Ca <sup>2+</sup> uptake in the hippocampal slice using Ca-PVC membrane based on charge-transfer-type potentiometric sensor arrays
3. 学会等名 IEEE SENSORS 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪本宏太郎、木村安行、野田俊彦、高橋一浩、澤田和明
2. 発表標題 pHイメージセンサを用いた水素イオン濃度と溶液電位の同時可視化手法
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 ルー シルヴィアメイリン、杉原勇也、飛沢 健、野田佳子、神谷幸子、村上健介、李 宥奈、高橋一浩、野田俊彦、澤田和明
2. 発表標題 溶存酸素とpHを同時に検出可能なFET型センサデバイスの開発
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 川上千夏、魚返勇太、飛沢 健、繁富英治、篠崎陽一、岩田達也、野田俊彦、高橋一浩、小泉修一、澤田和明
2. 発表標題 高精細イオンイメージングのためのイオン拡散防止MEMS構造体の製作
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 土井英生、堀尾智子、繁富英治、Bijay Parajuli、篠崎陽一、野田俊彦、高橋一浩、服部敏明、小泉修一、澤田和明
2. 発表標題 可塑性PVCを応用したCa <sup>2+</sup> イメージセンサによる海馬スライスの細胞外イメージング
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 土井英生、堀尾智子、繁富英治、篠崎陽一、Lee You-Na、吉見立也、岩田達哉、野田俊彦、高橋一浩、服部敏明、小泉修一、澤田和明
2. 発表標題 レドックス型非標識乳酸イメージセンサの製作と薬剤刺激による海馬からの乳酸放出のイメージング
3. 学会等名 第36回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川上千夏、李 宥奈、土井英生、堀尾智子、木村安行、繁富英治、篠崎陽一、野田俊彦、岩田達哉、高橋一浩、小泉修一、澤田和明
2. 発表標題 シナプスレベルの活動観察に向けた2 $\mu$ mピッチイオンイメージセンサの開発と海馬スライス微小領域への応用
3. 学会等名 第36回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阪本宏太郎、川崎健吾、堀尾智子、高橋一浩、野田俊彦、服部敏明、澤田和明
2. 発表標題 カリウムイオンイメージセンサ用ゾルゲルガラス感応膜のCMOSプロセスの適合性の検証
3. 学会等名 令和2年電気学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 土井英生、堀尾智子、野田俊彦、高橋一浩、澤田和明
2. 発表標題 電荷転送型レドックスイメージセンサの出力応答改善に向けた金/チタンの堆積方法の検討
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 辰巳幸弘、Lee You-Na、堀尾智子、村上健介、小笠原 健、清水 聡、高橋一浩、野田俊彦、澤田和明
2. 発表標題 圧力とイオン分布を計測可能なバイオイメージセンサの作製方法の検討
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 Kazuaki Sawada
2. 発表標題 Smart Bio Image Sensor Devices and its applications
3. 学会等名 The 13th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems(NEMS2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 You-Na Lee, Takeshi Araki, Yasuyuki Kimura, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada
2. 発表標題 Two-micrometer-pitch pH image sensor for High-density and High-Frame-Rate mapping
3. 学会等名 The 13th Annual IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems(NEMS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 You-Na Lee, Takeshi Araki, Yasuyuki Kimura, Tatsuya Iwata, Kazuhiro Takahashi and Kazuaki Sawada
2. 発表標題 An Evaluation Method for Electrochemical Imaging of High-density Ion-image Sensor
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference of Transducers and Micro-Nano Technology (APCOT 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y.Okumura, T.Iwata, K.Okumura, H.Shiguma, T.Horio, H.Do, K.Takahashi, K.Sawada
2. 発表標題 H2O2 and Glutamate Imaging with Improved Sensitivity Based on Charge-Transfer-Type Potentiometric Redox Sensor Arrays
3. 学会等名 17th International Meeting on Chemical Sensors (IMCS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideo Doi, Tomoko Horio, Tatsuya Iwata, Koichi Okumura, Kazuhiro Takahashi, Toshiaki Hattori and Kazuaki Sawada
2. 発表標題 Study on Deposition Condition of PIC Membrane for Enzyme-Type Label-Free ATP Image Sensors and Extracellular Imaging of Hippocampal Slice
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference of Transducers and Micro-Nano Technology (APCOT 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 土井英生、奥村悠基、堀尾智子、岩田達哉、奥村弘一、高橋一浩、服部敏明、澤田和明
2. 発表標題 電位検出型H2O2イメージセンサを用いた海馬の細胞外イメージング
3. 学会等名 平成30年度電気学会センサ・マイクロマシン部門総合研究会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 魚返勇太、李 宥奈、岩田達哉、高橋 一浩、澤田和明
2. 発表標題 マルチ神経伝達物質イメージセンサのクロストークを抑制するMEMS構造体の作製
3. 学会等名 第35回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 雌熊宏隆, 土井英生, 堀尾智子, 岩田達哉, 野田俊彦, 高橋一浩, 服部敏明, 澤田和明
2. 発表標題 H2O2検出系によるアセチルコリンイメージングの高精細化に向けたイオンイメージセンサの開発
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 2018年

1. 発表者名 魚返勇太, 川上千夏, 飛沢 健, 繁富英治, 篠崎陽一, 岩田達哉, 野田俊彦, 高橋一浩, 小泉修一, 澤田和明
2. 発表標題 拡散防止構造を一体化した水素イオンイメージセンサによる海馬スライスでのイメージング
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 2018年

1. 発表者名 Kazuaki Sawada
2. 発表標題 Ion Sensor Array for Electronic-Biological Matter Interface
3. 学会等名 2018 Internatinal Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

## 〔図書〕 計2件

1. 著者名 澤田和明、高橋一浩、崔 容俊、野田俊彦	4. 発行年 2022年
2. 出版社 一般社団法人電子情報通信学会	5. 総ページ数 6
3. 書名 電子情報通信学会誌	

1. 著者名 澤田和明	4. 発行年 2022年
2. 出版社 新東工業株式会社	5. 総ページ数 2
3. 書名 新東技報	

## 〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 剪断力センサ素子アレイ	発明者 澤田和明, 大平瑞希	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-157309	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

## 〔取得〕 計0件

## 〔その他〕

集積化バイオセンサ・MEMSグループ <a href="http://int.ee.tut.ac.jp/bio/">http://int.ee.tut.ac.jp/bio/</a>
---

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

## 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
---------	---------