

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01999

研究課題名(和文) 走査型電気化学顕微鏡による生体医療材料の動的変化追跡システム

研究課題名(英文) Monitoring system for dynamic change of bio-medical materials with scanning electrochemical microscopy

研究代表者

珠玖 仁 (Shiku, Hitoshi)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：10361164

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：走査型電気化学顕微鏡SECMの空間分解能が向上したことにより、これまで見落されてきた情報について再検討する必要性が生じている。空間分解能が向上したことにより顕在化してきた探針-基板間の相互作用、探針および試料表面の表面電荷について詳細に検討する。異なる細胞種やタンパク質、細胞外マトリックスなどバイオマテリアルが混在する複雑な組織モデル系試料を対象に、nmスケールの形状と機能情報を集約し、生体材料の設計・選定、細胞-細胞間相互作用や微小環境の制御を通じて、新しい組織モデルの構築に貢献する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

体外培養技術の進展にともない、細胞を含むバイオマテリアル複合体の構築技術が高度化し、従来では考えられなかった再生医療への道筋が示されている。走査型プローブ顕微鏡SPMは、生細胞やタンパク質1分子のリアルタイムイメージングをはじめバイオロジーの分野でも数多くの発見の端緒となってきた。本研究では、SPMシステムの空間分解能が向上したことにより顕在化してきた探針-基板間の相互作用、探針および試料表面の表面電荷について詳細に検討する。し、明らかにすることが極めて重要である。本研究課題では、複雑な組織モデル系試料を対象に、微小環境の制御を通じて、新しい組織モデルの構築に貢献することを目標とする。

研究成果の概要(英文)：The improved spatial resolution of the scanning electrochemical microscope (SECM) has created a necessity to revisit previously overlooked information. It is extremely important to examine and clarify in detail the interaction between the probe and the substrate, which has become apparent due to the improvement in spatial resolution, and the surface charge on the probe and the sample surface. In this research project, the correlation between the topography and the electrochemical image obtained by SECM system. We will develop a scanning probe microscopy (SPM) system that enables comprehensive gene expression analysis by acquiring high-resolution images of tissue models and collecting trace amounts of samples from the targeted cells. The changes in the imaging data over time will be recorded by SPM and optical microscope observation.

研究分野：分析化学

キーワード：走査型プローブ顕微鏡 生体医療材料 三次元培養 生物電気化学 遺伝子発現解析

1. 研究開始当初の背景

In vitro で細胞を培養する体外培養技術の進展にともない、細胞-足場-成長因子の理解と適切な組み合わせにより、細胞を含むバイオマテリアル複合体の構築技術が高度化し、従来では考えられなかった移植医療・再生医療への道筋が示されている。一方で、生体内における微小環境や細胞-細胞間相互作用を、生体外で完全に再現する技術は確立されていない。走査型プローブ顕微鏡 SPM は、生細胞やタンパク質 1 分子のリアルタイムイメージングをはじめバイオロジーの分野でも数多くの発見の端緒となってきた。我々は、「プローブの多機能化」或いは「任意の座標における細胞試料の回収」といった独自のアプローチにより、SPM を基盤とするバイオイメージングの研究領域の発展に貢献してきた。

近年、電気化学に基づく自作の SPM システムの空間分解能が向上したことにより、これまで見落されてきた情報について再検討する必要性が生じている。すなわち、100 nm 以下のスケールに突入することによって顕在化してきた探針-基板間の相互作用、探針および試料表面の表面電荷について詳細に検討し、明らかにすることが極めて重要である。本研究課題では、SPM で得られる形状画像と電気化学画像の相関を 100 nm 以下の空間分解能で検討する。さらに、我々の構築した 1 細胞分析システム (Y. Nashimoto et al., *ACS Nano*, 10 (7), 6915-6922, 2016; Y. Zhou et al., *Mol. BioSyst.*, 11 (9), 2560-2567, 2015) に時間分解の概念を取り入れ経時変化を記録し、事象が顕在化する以前のデータに遡って詳細に検討する。特に、異なる細胞種やタンパク質、細胞外マトリックスなどバイオマテリアルが混在する複雑な組織モデル系試料を対象に、nm スケールの形状と機能情報を集約し、生体材料の設計・選定、細胞-細胞間相互作用や微小環境の制御を通じて、新しい組織モデルの構築に貢献することを目標とする。

2. 研究の目的

走査型電気化学顕微鏡 SECM の空間分解能が向上したことにより、これまで見落されてきた情報について再検討する必要性が生じている。すなわち、100 nm 以下のスケールに突入することによって顕在化してきた探針-基板間の相互作用、探針および試料表面の表面電荷について詳細に検討し、明らかにすることが極めて重要である。本研究課題では、走査型プローブ顕微鏡 SPM で得られる形状画像と電気化学画像の相関を 100 nm 以下の空間分解能で検討する。組織モデルの高解像度画像を取得し、標的細胞から極微量サンプルを回収して網羅的遺伝子発現解析を可能とする装置システムを開発する。SPM および光学顕微鏡観察により経時変化を記録し、膨大なデータの中から以下の通り 6 つの課題を設け、重点的に取り組む。(1) アプローチカーブ解析、(2) 形状画像と電気化学画像の干渉、(3) プローブの化学修飾、(4) 表面電荷マッピング、(5) 培養細胞・細胞塊の評価、(6) 組織モデル系における細胞-生体医療材料複合体の多項目分析。

3. 研究の方法

本研究では、SPM により組織モデルの高解像度画像を取得し、標的細胞から極微量サンプルを回収して網羅的遺伝子発現解析を可能とする装置システムを開発する。SPM

および光学顕微鏡観察により経時変化を記録し、膨大なデータの中から以下の6課題を設け、重点的に取り組む。

(1) アプローチカーブ解析: 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 (SICM) の原理に基づき探針のイオン電流をモニターすると、10nm レベルの精度で探針電極-試料間の距離 d を制御可能となる。イオン電流をフィードバック制御すると SICM 形状画像が得られる。任意の座標に多機能プローブを近接させ細胞試料を回収するプログラムを作成する。SICM の空間分解能は探針半径 r に依存するが、既に 10 nm レベルの石英ピペット作製条件は確立している。イオン及び酸化還元電流応答を試料表面からの鉛直方向の距離に対してプロットする「アプローチカーブ」を取得することにより、界面の構造や物質移動速度の精密定量解析を行う。同様に走査型電気化学顕微鏡(SECM)による酸化還元電流に基づくアプローチカーブおよび、SECM-SICM 搭載集積化探針においてもアプローチカーブの取得と解析を行う。

(2) 形状画像と電気化学画像の干渉: 形状像 (topography) と電気化学画像のクロストークは、試料表面から一定速度で酸化還元物質が生成する系「Generation mode」では顕在化しない。これに対し、一方探針電極で生成した酸化還元物質が試料表面で再生され、レドックスサイクルが誘起される系「Feedback mode」では、応答電流が探針 - 試料間距離 d に極めて鋭敏に変化することが知られている。標準試料として、100 nm~3,000 nm の微粒子を導電性/絶縁性基板試料上に分散し、探針 - 試料間距離 d や探針半径 r と形状像および電気化学画像の空間分解能を詳細に検討する。これにより、両画像の干渉が観測される測定条件を明確化する。XY 平面の電流分布に加え、z 軸方向の3次元電流プロファイルを取得することで、形状からの干渉を受ける範囲を定量化することが可能となる (Y. Takahashi et al. **Phys. Chem. Chem. Phys.** 19, 26728-26733, 2017)。

(3) プローブの化学修飾: 修飾電極は電気化学の主要な研究領域であり、多くの研究蓄積がある一方、探針電極が nm ケールまで微小化すると、修飾電極の再現性・安定性を確保することが難しくなる。ここでは、時間のパラメータを軸に解析・評価することが必要となる。経時変化を追跡することにより、電極表面に化学修飾する過程や、修飾完了後の長期安定性にかかわる知見が得られる。

(4) 表面電荷マッピング: SICM の形状イメージングが AFM と同等に真の表面構造を反映した形状画像が得られる前提として、イオン電流のアプローチカーブが、試料表面の導電性や表面電荷などの物性に依存しないことが必須となる。これは、ピペットに充填する電解質の濃度が十分高い場合には成立しているが、電解質濃度が低くなると、デバイ長が広がり、試料表面の表面電荷の影響を受けるようになる。ここ数年のうちに、世界中で表面電荷を高分解能でマッピングする方法が提案されている【文献: A. Page et al. **Proc R Soc A**, 473, 20160889, 2017】。探針を振動させる距離変調法や電流・位相検出システムの導入により、イオン電流信号の増幅を検討する。培養細胞やマウス胚性幹(ES)細胞の表面電荷をマッピングし、細胞の増殖、分化に伴う形状、機能の変化と細胞膜表面における表面電荷の関係を明らかにする。

(5) 培養細胞、細胞塊の評価: 培養細胞を対象に、1細胞レベルで細胞膜と接着基板間の相互作用を評価する。細胞接着面の材質(ポリスチレン、エラストマー(poly(dimethylsiloxane), PDMS)、電極材料)を検討し、細胞-基板界面の相互作用を数値化する。マウス ES 細胞など種類の細胞塊を形成した後、再び細胞塊を接触させる。種類の異なる細胞の遊走、遺伝子発現の経時変化を記録する。変化が顕在化した時点から時間を遡り、さらに解析する。

(6) 組織モデル系における細胞-生体医療材料複合体の多項目分析: 多層カーボンナノチューブ、グラフェンシートなどナノマテリアル (Carbon 123,460-470, 2017; Acta Biomaterialia 31, 134-143, 2016; Acta Biomaterialia 12, 352-361, 2015; Scientific Reports 4, 4271, 2014; RSC Adv. 4(19), 9534-9541, 2014; Adv. Mater. 25 (29), 4028-4034, 2013) と3次元ゲル包埋培養を組み合わせた系では、分子生物学的解析および機能発現機構の解明は喫緊の課題となっている。組織モデルのゲル包埋培養系でナノマテリアルや機能性ハイドロゲル材料の影響を調査し、血管細胞や繊維芽細胞との共培養を検討する。構築した SPM プラットホームで得られた詳細な情報を培養組織モデルの品質向上にフィードバックさせる。

4. 研究成果

(1) アプローチカーブ解析: 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 (SICM) の原理に基づき探針のイオン電流をモニターすると、10nm レベルの精度で探針電極-試料間の距離を制御可能となる。イオン電流をフィードバック制御すると SICM 形状画像が得られる。SICM の空間分解能は探針半径に依存することを踏まえ、イオン及び酸化還元電流応答を試料表面からの鉛直方向の距離に対してプロットするアプローチカーブを取得することにより、界面の構造や物質移動速度の精密定量解析を行った。計測システム自体の高感度・高時間分解・高空間分解能化も検討した。

走査型電気化学顕微鏡 (SECM) 探針によりサンプル近傍の酸素濃度に関し、詳細な濃度プロファイル解析を検討した。具体的には、ヒト間葉系幹細胞 (hMSC) の骨分化モデル、三次元組織モデル、がん細胞株細胞凝集体、血管内皮細胞-繊維芽細胞共培養系細胞凝集体、コラーゲンゲル包埋血管内皮細胞由来の血管モデル、細胞外マトリックスと単一細胞の境界部などに対し、プローブのアプローチに成功した。

走査型電気化学顕微鏡 - 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 (SECM-SICM) システムにより酵素固定化膜や酵素固定化微粒子を対象に、アプローチカーブを取得した。hMSC やマウス胚性幹細胞 (mESC) の内在性酵素であるアルカリホスファターゼ (ALP) 活性の評価を検討した。単層状に播種した hMSC シートに対してアプローチカーブを取得し、沖合に比べサンプル近傍で ALP 活性に起因する電流上昇が観測された。

(2) 形状画像と電気化学画像の干渉: 酵素 (ALP) 固定化微粒子の SECM-SICM イメージングでは、数マイクロメートルサイズの微粒子形状を解像することに成功した。一方電気化学イメージでは、単一微粒子レベルの酵素活性を可視化することはできなかった。微粒子集合体に対して、酵素活性を電気化学的に可視化することに成功した。西洋ワサビペルオキシダーゼ (HRP) 固定化微粒子集合体に対し、酵素量を増加することによって、酵素反応の影響を酸化還元電流応答として捉えることができた。また電極

で捉える物質や「Feedback mode」「Generation mode」の形式の違いによって形状に依存した酸化還元電流値の現れ方が異なることがわかった。

hMSC や mESC を対象に 1 細胞レベルで形状-ALP 活性の同時イメージングを検討した。その結果、SICM 画像として明瞭な形状イメージを取得することに成功したのに対し、SECM 画像として酵素活性を検出することはできなかった。

(3) 探針の化学修飾: 酵素活性の検出感度を改善するために、SECM-SICM 探針における炭素電極部分に Pt を電解析出した。観測されるファラデー電流は増大し、SICM 探針で観測されるイオン電流を妨害しないことを確認した。

(4) 表面電荷マッピング: SICM のアプローチカーブ解析において、ガラスピペット探針に充てんする電解質濃度を低く設定することより、イオン電流のアプローチカーブからサンプル表面の電荷を解析した。試料表面の表面電荷の違いにより、電流の増減が変化することを確認することができた。

ガラスピペット探針に電解質中と粒子が存在する系で、イオン電流のスパイク形状からピペット外部に粒子が放出される挙動を解析できた。さらに、この手法をエンドトキシンの新規センシング方法に応用した (伊藤ら分析化学, 68 (8), 575-580, 2019)。

(5) 培養細胞、細胞塊の評価: 培養細胞、細胞凝集体、共培養系細胞凝集体、臓器モデルを指向したデバイス上での微小流路三次元培養系などを対象に、上記プローブ顕微鏡観察に基づく形状・呼吸・代謝の評価に加えて、ALP活性、骨分化マーカータンパク質、マーカー遺伝子、増殖活性の機能評価や、組織標本的観察の検討を実施した。組織モデル試料の機能評価を検討するために、ガラスピペット電極、SECM探針、電気化学シリンジ (Y. Nashimoto et al. *Anal. Chem.*, 91, 8722-8776, 2019; H. Shiku *Anal. Sci.*, 35, 29-38, 2019) を試料に近接させ、形状情報や酸素濃度、酵素活性、遺伝子発現等機能情報を取得した。特に酸素濃度計測に関し、測定セル・細胞塊の形状・配置を考慮に入れた濃度勾配解析により、正確に酸素消費量を計算する方法を考案した (R. Mukomoto et al. *Analyst*, 145, 6342-6348, 2020)。組織モデル試料としてmESC、hMSCの分化過程、がん細胞塊と血管内皮細胞の相互作用に着目して機能評価を検討した。2次元/3次元培養系において、細胞の分化過程や形質変換過程における形状および機能変化をSICMにより検討した。上皮系培養細胞を対象に、1細胞レベルで細胞膜と接着基板間の相互作用を評価した。

(6) 組織モデル系における細胞 - 生体医療材料複合体の多項目分析: ナノマテリアルやハイドロゲル、エラストマー、多孔質膜など機能化学物質が共存する環境において、材料・基板自体の物性・機能評価の実施と細胞の形状、機能の評価の実施をおこなうことができた。細胞-生体材料複合体の組織モデル系における細胞の形状や異なる機能を複数取得する多項目分析により、詳細な検討をおこなった。最終年度には積極的に成果の発表をおこなうと共に、新しい三次元培養系の設計、in vitroにおける生体内相互作用の再現・再構築に資する指針を提示することができた (N. Taira et al., *Anal. Chem.*, 93, 4902-4908, 2021; K. Hiramoto, H. -J. Pai et al., *Electrochim. Acta*, 340, 135979, 2020)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 36件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Hiramoto Kaoru, Ino Kosuke, Komatsu Keika, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 181
2. 論文標題 Electrochemiluminescence imaging of respiratory activity of cellular spheroids using sequential potential steps	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biosensors and Bioelectronics	6. 最初と最後の頁 113123 ~ 113123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bios.2021.113123	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 Taira Noriko, Nashimoto Yuji, Ino Kosuke, Ida Hiroki, Imaizumi Takuto, Kumatani Akichika, Takahashi Yasufumi, Shiku Hitoshi	4. 巻 93
2. 論文標題 Micropipet-Based Navigation in a Microvascular Model for Imaging Endothelial Cell Topography Using Scanning Ion Conductance Microscopy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 4902 ~ 4908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.0c05174	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 HIRAMOTO Kaoru, KOMATSU Keika, YAMADA Yuta, NASHIMOTO Yuji, MATSUE Tomokazu, INO Kosuke, SHIKU Hitoshi	4. 巻 70
2. 論文標題 A Droplet Array Device for Electrochemical Detection of Methylene Blue Based on Local Redox Cycling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 183 ~ 189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.70.183	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 Ino Kosuke, Tamura Ayako, Hiramoto Kaoru, Fukuda Mika T., Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 50
2. 論文標題 Electrodeposition of Thiolated Polymer-based Hydrogels via Disulfide Formation Using Electrogenerated Benzoquinone	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 256 ~ 259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200732	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 Yasukawa Tomoyuki, Yamada Junko, Shiku Hitoshi, Matsue Tomokazu, Suzuki Masato	4. 巻 11
2. 論文標題 Microfluidic Separation of Blood Cells Based on the Negative Dielectrophoresis Operated by Three Dimensional Microband Electrodes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 833 ~ 833
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi11090833	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 Ino Kosuke, Fukuda Mika T., Hiramoto Kaoru, Taira Noriko, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 130
2. 論文標題 Fabrication of three-dimensional calcium alginate hydrogels using sacrificial templates of sugar	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Bioscience and Bioengineering	6. 最初と最後の頁 539 ~ 544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiosc.2020.06.014	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 Mukomoto Rei, Nashimoto Yuji, Terai Takato, Imaizumi Takuto, Hiramoto Kaoru, Ino Kosuke, Yokokawa Ryuji, Miura Takashi, Shiku Hitoshi	4. 巻 145
2. 論文標題 Oxygen consumption rate of tumour spheroids during necrotic-like core formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Analyst	6. 最初と最後の頁 6342 ~ 6348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0an00979b	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 Iwama Tomoki, Inoue Kumi Y., Abe Hiroya, Matsue Tomokazu, Shiku Hitoshi	4. 巻 145
2. 論文標題 Bioimaging using bipolar electrochemical microscopy with improved spatial resolution	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Analyst	6. 最初と最後の頁 6895 ~ 6900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d0an00912a	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 Ida Hiroki, Takahashi Yasufumi, Kumatani Akichika, Shiku Hitoshi, Murayama Tomo, Hirose Hisaaki, Futaki Shiroh, Matsue Tomokazu	4. 巻 93
2. 論文標題 Nanoscale Visualization of Morphological Alteration of Live-Cell Membranes by the Interaction with Oligoarginine Cell-Penetrating Peptides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical Chemistry	6. 最初と最後の頁 5383 ~ 5393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.0c04097	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 Hiramoto Kaoru, Villani Elena, Iwama Tomoki, Komatsu Keika, Inagi Shinsuke, Inoue Kumi, Nashimoto Yuji, Ino Kosuke, Shiku Hitoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Recent Advances in Electrochemiluminescence-Based Systems for Mammalian Cell Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Micromachines	6. 最初と最後の頁 530 ~ 530
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/mi11050530	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 K. Hiramoto, H.-J. Pai, K. Ino,* Y. Nashimoto, H. Shiku.*	4. 巻 340
2. 論文標題 Electrochemical measurement of respiratory activity for evaluation of fibroblast spheroids containing endothelial cell networks	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 135979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2020.135979	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 K. Ino, R. Yaegaki, K. Hiramoto, Y. Nashimoto, H. Shiku.	4. 巻 5
2. 論文標題 Closed bipolar electrode array for on-chip analysis of cellular respiration by cell aggregates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Sensors	6. 最初と最後の頁 740-745
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssensors.9b02061	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 Y. Takahashi, Y. Kobayashi, Z. Wang, Y. Ito, M. Ota, H. Ida, A. Kumatani, K. Miyazawa, T. Fujita, H. Shiku, Y. E. Korchev, Y. Miyata, T. Fukuma, M. Chen, T. Matsue	4. 巻 59
2. 論文標題 High Resolution Electrochemical Mapping of Hydrogen Evolution Reaction on Metal Dichalcogenide Nanosheets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Angew. Chem. Int. Ed.	6. 最初と最後の頁 3601-3608
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201912863	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 伊藤 健太郎, 井上(安田) 久美,* 伊藤-佐々木 隆弘, 末永 智一, 珠玖 仁**	4. 巻 68
2. 論文標題 ナノボアを用いるエンドトキシンセンサ,	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 575-580
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.68.575	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 A. Tamura, K. Hiramoto, K. Ino, N. Taira, Y. Nashimoto, H. Shiku,	4. 巻 48
2. 論文標題 Genipin crosslinking of electrodeposited chitosan/gelatin hydrogels for cell culture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 1178-1180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190466	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 Y. Nashimoto, * M. Echigo, K. Ino, H. Shiku.*	4. 巻 91
2. 論文標題 Site-specific cytosol sampling from a single cell in an intact tumor spheroid using an electrochemical syringe.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Anal. Chem.	6. 最初と最後の頁 8772-8776
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.analchem.9b02062	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 K. Ito, K. Y. Inoue,* K. Ino, T. Matsue, H. Shiku.**	4. 巻 144
2. 論文標題 A highly sensitive endotoxin sensor based on redox cycling in a nanocavity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analyst	6. 最初と最後の頁 3659-3667
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9AN00478E	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 K. Ino,* T. Onodera, M. T.Fukuda, Y. Nashimoto, H. Shiku.*	4. 巻 4
2. 論文標題 Combination of double-mediator system with large-scale integration-based amperometric devices for detecting NAD(P)H:quinone oxidoreductase 1 activity of cancer cell aggregates	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Sensors	6. 最初と最後の頁 1619-1625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acssensors.9b00344	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 K. Ino, F. Ozawa, N. Dang, K. Hiramoto, S. Hino, R. Akasaka, Y. Nashimoto, H. Shiku	4. 巻 11
2. 論文標題 Biofabrication using electrochemical devices and systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Biosystems	6. 最初と最後の頁 1900234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adbi.201900234	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 平本 薫、伊野浩介、梨本裕司、珠玖 仁	4. 巻 87
2. 論文標題 電気化学計測デバイスを用いた細胞の消費物・分泌物評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 DENKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 323-328.
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 -

1. 著者名 梨本裕司、平 典子、伊野浩介、珠玖 仁	4. 巻 68
2. 論文標題 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡による多項目ナノイメージング	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 658-659
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 -

1. 著者名 K. Hiramoto, K. Ino, Y. Nashimoto, K. Ito, H. Shiku	4. 巻 7
2. 論文標題 Electric and Electrochemical Microfluidic Devices for Cell Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Chemistry	6. 最初と最後の頁 396
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fchem.2019.00396	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 SHIKU Hitoshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Electrochemical Biosensing System for Single Cells, Cellular Aggregates and Microenvironments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 29 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.18SDR01	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 SHIKU Hitoshi	4. 巻 67
2. 論文標題 Characterization System of Embryos, Embryoid Bodies and Multicellular Spheroids Based on an Electrochemical Method	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 BUNSEKI KAGAKU	6. 最初と最後の頁 653 ~ 660
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunsekikagaku.67.653	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 Ino Kosuke, Nashimoto Yuji, Taira Noriko, Azcon Javier Ramon, Shiku Hitoshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Intracellular Electrochemical Sensing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electroanalysis	6. 最初と最後の頁 2195 ~ 2209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/elan.201800410	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 Taira Noriko, Ino Kosuke, Kumagai Tatsuki, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 55
2. 論文標題 Electrochemical fabrication of fibrin gels via cascade reaction for cell culture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 5335 ~ 5338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c9cc01576k	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 Taira Noriko, Ino Kosuke, Ida Hiroki, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 11
2. 論文標題 Electrodeposition-based rapid bioprinting of 3D-designed hydrogels with a pin art device	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biofabrication	6. 最初と最後の頁 035018 ~ 035018
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1758-5090/ab166e	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 Ino Kosuke, Onodera Takehiro, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 31
2. 論文標題 Differential Electrochemicolor Imaging Using LSI-based Device for Simultaneous Detection of Multiple Analytes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 13 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2035	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 Inomata Hirotaka, Takahashi Yasufumi, Takamatsu Daiko, Kumatani Akichika, Ida Hiroki, Shiku Hitoshi, Matsue Tomokazu	4. 巻 55
2. 論文標題 Visualization of inhomogeneous current distribution on ZrO ₂ -coated LiCoO ₂ thin-film electrodes using scanning electrochemical cell microscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 545 ~ 548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8cc08916g	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 INO Kosuke, YOKOKAWA Yuki, TAIRA Noriko, SUDA Atsushi, KUNIKATA Ryota, NASHIMOTO Yuji, MATSUE Tomokazu, SHIKU Hitoshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Electrochemical Imaging of Cell Activity in Hydrogels Embedded in Grid-shaped Polycaprolactone Scaffolds Using a Large-scale Integration-based Amperometric Device	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 39 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.18SDP01	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 Kumatani Akichika, Takahashi Yasufumi, Miura Chiho, Ida Hiroki, Inomata Hirotaka, Shiku Hitoshi, Munakata Hirokazu, Kanamura Kiyoshi, Matsue Tomokazu	4. 巻 51
2. 論文標題 Scanning electrochemical cell microscopy for visualization and local electrochemical activities of lithium-ion (de) intercalation process in lithium-ion batteries electrodes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Surface and Interface Analysis	6. 最初と最後の頁 27 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/sia.6538	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 Ino Kosuke, Terauchi Mayuko, Gakumasawa Mai, Taira Noriko, Suda Atsushi, Kunikata Ryota, Matsue Tomokazu, Shiku Hitoshi	4. 巻 277
2. 論文標題 Local hydrogel fabrication based on electrodeposition with a large-scale integration (LSI)-based amperometric device	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors and Actuators B: Chemical	6. 最初と最後の頁 95 ~ 101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.snb.2018.08.135	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 Matsumae Yoshiharu, Takahashi Yasufumi, Shiku Hitoshi, Matsue Tomokazu	4. 巻 5
2. 論文標題 Quantitative Real Time Monitoring of Antibody Induced Internalization of Epidermal Growth Factor Receptor on Single Living Mammalian Cells Using Scanning Electrochemical Microscopy	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ChemElectroChem	6. 最初と最後の頁 3096 ~ 3101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/celec.201800563	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 Ino Kosuke, Matsumoto Tomoaki, Taira Noriko, Kumagai Tatsuki, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 18
2. 論文標題 Hydrogel electrodeposition based on bipolar electrochemistry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Lab on a Chip	6. 最初と最後の頁 2425 ~ 2432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/c8lc00465j	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 Inoue Kumi Y., Ikegawa Miho, Ito-Sasaki Takahiro, Takano Shinichiro, Shiku Hitoshi, Matsue Tomokazu	4. 巻 5
2. 論文標題 Simultaneous Multiplex Potentiostatic Electroanalysis with Liquid-Junction-Removed Reference Electrode System using a Closed Bipolar Electrode	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ChemElectroChem	6. 最初と最後の頁 2167 ~ 2170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/celec.201800536	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 Taira Noriko, Ino Kosuke, Robert Jordan, Shiku Hitoshi	4. 巻 281
2. 論文標題 Electrochemical printing of calcium alginate/gelatin hydrogel	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Electrochimica Acta	6. 最初と最後の頁 429 ~ 436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.electacta.2018.05.124	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56件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 14件）

1. 発表者名 伊藤健太郎、井上（安田）久美、伊野浩、梨本裕司、末永智、珠玖仁
2. 発表標題 拡散係数変化を利用したエンドトキシンセンサ
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平本 薫、白皓仁、伊野浩介、梨本裕司、珠玖仁
2. 発表標題 電気化学的呼吸測定法による血管様構造を有するスフェロイドの薬効評価
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平典子、梨本裕司、井田大貴、今泉拓斗、伊野浩介、熊谷明哉、珠玖仁
2. 発表標題 イオン電流値を利用した血管内アクセスとイメージングシステムの開発
3. 学会等名 第80回分析化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平典子、井田大貴、熊谷明哉、珠玖仁
2. 発表標題 上皮間葉転換による生細胞表面変化のナノスケール計測
3. 学会等名 第72回 日本生物学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤健太郎、三浦翼、井上(安田)久美、末永智、珠玖仁
2. 発表標題 有機金属構造体内に封入した酵素を用いる電気化学尿タンパクセンサ
3. 学会等名 生物工学会若手研究者の集い 第二回オンラインセミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical Sensor with Redox Cycling in Nano-space for Highly Sensitive Detection of Endotoxin
3. 学会等名 71st Annual ISE Meeting Belgrade Online (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaoru Hiramoto, Hao-Jen Pai, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Effect of endothelial cell networks on respiratory activity of spheroids
3. 学会等名 71st Annual ISE Meeting Belgrade Online (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoki Iwama, Kumi Y. Inoue, Hiroya Abe, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Demonstration of the novel imaging system based on bipolar electrochemistry for high spatio-temporal resolution bioimaging
3. 学会等名 71st Annual ISE Meeting Belgrade Online (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noriko Taira, Hiroki Ida, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Akichika Kumatani, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Nanoscale visualization of cell surface under epithelial-mesenchymal transition by scanning ion conductance microscopy
3. 学会等名 71st Annual ISE Meeting Belgrade Online (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Xuyang Zhang, Noriko Taira, Takuo Nakamura, Yuji Nashimoto, Hiroki Ida, Yasufumi Takahashi, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Morphological evaluation of hMSC osteogenic differentiation using scanning ion conductance microscopy
3. 学会等名 第14回バイオ関連化学シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 珠玖仁
2. 発表標題 電気化学イメージングによる組織モデルの機能評価
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会 (招待講演) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊藤健太郎、井上(安田)久美、三浦翼、伊野浩介、梨本裕司、末永智一、珠玖仁
2. 発表標題 酵素反応と有機金属構造体を用いる日常の排尿から腎機能低下を検知可能な電気化学尿タンパクセンサ
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hao-Jen Pai, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Permeability assay of cells using LSI devices
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩間 智紀、井上(安田) 久美、阿部 博弥、末永 智一、珠玖 仁
2. 発表標題 バイポーラ電極および電気化学発光を用いた高時空間分解能顕微鏡システムの開発
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井遼太、阿部充里、梨本裕司、伊野浩介、珠玖仁
2. 発表標題 走査型電気化学顕微鏡を用いたマイクロ流体デバイス内の細胞単層膜の透過性評価
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部充里、梨本裕司、井田大貴、熊谷明哉、高橋康史、伊野浩介、珠玖仁
2. 発表標題 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡を利用したヒト血管組織の力学応答の観察
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rei Mukomoto, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Evaluation of oxygen consumption rate of vascularized spheroids using scanning electrochemical microscopy
3. 学会等名 2020年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mayo Komatsu, Tomoki Iwama, Kumi.Y Inoue, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Demonstration of monoamine detection and 2D imaging of its distribution using cathodic electrochemiluminescence on closed bipolar electrodes
3. 学会等名 2020年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今泉拓斗、寺井崇人、梨本裕司、伊野浩介、西山功一、横川隆司、三浦岳、珠玖仁
2. 発表標題 血管化スフェロイドの電気化学的な代謝評価に向けた血管接続条件の検討
3. 学会等名 第51回セミコンファレンス・第33回東北若手の会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩間 智紀、井上(安田) 久美、阿部 博弥、末永 智一、珠玖 仁
2. 発表標題 導体ペースト塗り込み法を用いたバイポーラ電極アレイの作製と高時空間分解イメージングへの応用
3. 学会等名 第30回 日本MRS年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平本薫、伊野浩介、小松慶佳、梨本裕司、珠玖仁
2. 発表標題 Electrochemiluminescence Imaging of Cell Spheroid and its Ex Vivo Microenvironment
3. 学会等名 第30回 日本MRS年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Tsubasa Miura, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical sensor for proteinuria using metal organic frameworks
3. 学会等名 RSC Tokyo International Conference 2020 (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岩間 智紀、井上(安田) 久美、末永 智一、珠玖 仁
2. 発表標題 高時空間分解能バイオイメージングに向けたバイポーラ電気化学顕微鏡の開発
3. 学会等名 第6回東北大学若手研究者アンサンブルワークショップ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaoru Hiramoto, Kosuke Ino, Keika Komatsu, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Potential Step Electrochemiluminescence Imaging of Cellular Activity of Living Spheroids
3. 学会等名 Pittcon 2021 (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平本薫、伊野浩介、小松慶佳、梨本裕司、珠玖仁
2. 発表標題 ハイスループットアッセイに向けたスフェロイド呼吸活性の電気化学発光イメージング
3. 学会等名 iACEシンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Highly sensitive immunoassay with dual signal amplification systems of redox cycling in nanospace and cascade reaction
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rei Mukomoto, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Analysis of vascularization effects on oxygen metabolism of a fibroblast spheroid using scanning electrochemical microscopy
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松万葉, 岩間智紀, 井上久美, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 ルテニウムピペリジン錯体と酸化型グルタチオンの共反応による陰極電気化学発光を用いたclosedバイポーラ電極システムによるモノアミン検出および生体分子イメージングに向けた検討
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Xuyang Zhang, Takuo Nakamura, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Culture of hMSC and Observe by SICM
3. 学会等名 2019年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Fujii, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Measuring cell monolayer permeability using scanning electrochemical microscopy
3. 学会等名 International Symposium on Analytical Electrochemistry 2019 (ISAE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井 遼太, 梨本 裕司, 伊野 浩介, 珠玖 仁
2. 発表標題 走査型電気化学顕微鏡を用いた細胞単層の透過性評価
3. 学会等名 第13回バイオ関連化学シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryota Fujii, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Measuring cell monolayer permeability using scanning electrochemical microscopy
3. 学会等名 2019年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井 遼太, 阿部 充里, 梨本 裕司, 伊野 浩介, 珠玖 仁
2. 発表標題 走査型電気化学顕微鏡の細胞単層の透過性測定への利用
3. 学会等名 第50回セミコンファレンス、第32回東北若手の会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井 遼太, 阿部 充里, 梨本 裕司, 伊野 浩介, 珠玖 仁
2. 発表標題 Measurement of permeability of an endothelial monolayer using scanning electrochemical microscopy
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会(要旨のみ)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部充里, 梨本裕司, 井田大貴, 熊谷明哉, 高橋康史, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 Organ-on-a-chip技術で構築した組織界面のナノスケールイメージングを可能とするマイクロ流体デバイスの開発
3. 学会等名 第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部充里, 梨本裕司, 井田大貴, 熊谷明哉, 高橋康史, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡による organ-on-a-chip内のナノスケールイメージング
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第39回研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部 充里, 梨本裕司, 井田 大貴, 熊谷明哉, 高橋康史, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた組織界面のナノスケールイメージングにむけた基礎検討
3. 学会等名 第13回バイオ関連化学シンポジウム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 A highly sensitive and rapid endotoxin sensor using redox cycling with nanogap electrode
3. 学会等名 11th International Symposium on Microchemistry and Microsystem (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 A redox-cycling-based endotoxin sensor using nanogap electrode
3. 学会等名 The 3rd ECS Yamagata University Student Chapter Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤健太郎, 井上(安田)久美, 伊野浩介, 梨本裕司, 末永智一, 珠玖仁
2. 発表標題 ナノ空間での電気化学反応を用いたエンドトキシンの高感度検出
3. 学会等名 第1回環境科学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 A redox-cycling-based electrochemical sensor for detection of endotoxin
3. 学会等名 International Symposium on Analytical Electrochemistry 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 A highly sensitive endotoxin sensor using electrochemical reaction in nanospace
3. 学会等名 Tohoku University's Chemistry Summer School 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Ito, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 A redox-cycling-based highly sensitive endotoxin sensor
3. 学会等名 RSC Tokyo International Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤健太郎, 井上(安田)久美, 伊野浩介, 梨本裕司, 末永智一, 珠玖仁
2. 発表標題 レドックスサイクルを用いた高感度エンドトキシンセンサの開発
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 Minori Abe, Yuji Nashimoto, Hiroki Ida, Akichika Kumatani, Yasufumi Takahashi, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Nanoscale imaging of cells cultured in oOrgan-on-a-chip using scanning ion conductance microscope
3. 学会等名 2019年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 珠玖 仁
2. 発表標題 三次元培養系における電気化学センシング技術
3. 学会等名 2019年度化学系学協会東北大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 珠玖 仁
2. 発表標題 電気化学センシングに基づく胚様体、細胞塊の機能評価
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村拓生、熊谷明哉、梨本裕司、伊野浩介、高橋康史、末永智一、珠玖仁
2. 発表標題 走査型プローブ顕微鏡を用いた酵素活性計測
3. 学会等名 第6回細胞凝集研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 越後雅邦、梨本裕司、伊野浩介、未永智一、珠玖仁
2. 発表標題 電気化学アトシリンジを用いた腫瘍スフェロイドの遺伝子発現解析
3. 学会等名 第6回細胞凝集研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuo Nakamura, Akichika Kumatani, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hiroki Ida, Tomokazu Matsue and Hitoshi Shiku
2. 発表標題 SECM-SICM Analysis for Investigation of Enzyme Activities
3. 学会等名 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (isCEBT2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masakuni Echigo, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue,
2. 発表標題 Electrochemical attosyringe for local gene analysis of cell aggregations
3. 学会等名 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (isCEBT2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村拓生、熊谷明哉、梨本裕司、井田大貴、伊野浩介、高橋康史、未永智一、珠玖仁
2. 発表標題 SECM-SICMを用いた酵素反応検出
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 越後雅邦、梨本裕司、伊野浩介、末永智一、珠玖仁
2. 発表標題 電気化学アトシリンジを用いたMCF-7スフェロイドの局所遺伝子解析
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 越後雅邦、梨本裕司、伊野浩介、末永智一、珠玖仁
2. 発表標題 電気化学アトシリンジを用いたMCF-7細胞塊の遺伝子発現解析
3. 学会等名 第49回セミコンファレンス、第31回東北若手の会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村拓生、熊谷明哉、梨本裕司、井田大貴、伊野浩介、末永智一、珠玖仁
2. 発表標題 SECMを用いたALP活性計測
3. 学会等名 第49回セミコンファレンス、第31回東北若手の会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村拓生、熊谷明哉、梨本裕司、井田大貴、伊野浩介、末永智一、珠玖仁
2. 発表標題 SECMを用いたALP活性計測
3. 学会等名 第49回セミコンファレンス、第31回東北若手の会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 梨本裕司、伊野浩介、平 典子、珠玖 仁	4. 発行年 2019年
2. 出版社 情報機構（東京）	5. 総ページ数 15
3. 書名 細胞計測技術（第3章、第3節）	

〔産業財産権〕

〔その他〕

珠玖研究室 https://www.che.tohoku.ac.jp/~est/Research_map https://researchmap.jp/shikuhitoshi 東北大学研究者紹介 http://db.tohoku.ac.jp/whois/detail/acd9a15637a319e79930f9ff86a2b16c.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
---------------------------	-----------------------	----

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