

令和 3 年 5 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K20658

研究課題名（和文）マイクロ流体プローブによるオルガノイドの時空間的な分化制御法の開発

研究課題名（英文）Spatiotemporal regulation of organoid differentiation using a microfluidic probe

研究代表者

梨本 裕司（Nashimoto, Yuji）

東北大学・学際科学フロンティア研究所・助教

研究者番号：80757617

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、部位特異的な分化誘導を実現するマイクロ流体プローブの創出を目的とした。イオン電流により探針の位置制御を行い、細胞凝集体に対し正確に探針を配置できた。マイクロ流体プローブを用いた核染色試薬の局所投与により、細胞凝集体の細胞核の局所染色が可能であった。オルガノイド内部の構造体の検出を目指し、モデル深部の血管の位置検出を検討した。イオン電流値を指標として、血管の位置の特定、形状を可視化した。さらに、探針内の油水界面を制御し、モデル深部から細胞質を回収し、遺伝子発現の定量評価が可能であった。以上、イオン電流を指標とし、探針の位置制御、局所刺激、モデル内の構造体の検出、さらに回収を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年の幹細胞研究は、臓器の一部を模した“ミニ臓器”の作出を可能とし、これらは、“オルガノイド”と呼ばれる。しかし、既存のオルガノイドは、幹細胞への、一様な薬剤の添加で、分化が誘導されており、空間的な分化制御は殆ど行われていない。事実、既存のディッシュ培養では、分化が非効率で、バッチ毎のバラつきが課題となっている。本研究で開発した、イオン電流を指標とした探針の位置制御、局所刺激、構造体の検出、回収技術は、局所的な分化誘導、分化評価に応用可能である。探針による局所的な分化制御、分化機能評価という新たな手法の提案により、オルガノイドの分化を人工的に制御する新たな知見が得られることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to develop a microfluidic probe to induce and evaluate local differentiation of a tissue model. Using ionic current at the tip, the probe was precisely positioned near a tissue model, a multicellular aggregate. By local injection of a reagent, the nuclei in the model could be locally stained. Next, we investigated whether the probe could be precisely positioned in a microstructure in a tissue model based on ionic current at the probe tip. The position of a microstructure, microvasculature in this study, was successfully detected, and its microstructure was clearly visualized. In addition, a minute amount of cytosol (fL~pL) was precisely collected from a tissue model, by the regulation of the oil-water interface in the probe. In total, based on the ionic current, we developed the methods for fine positioning of the probe, local stimulation, detection of a microstructure, and collection of site-specific cytosols from a tissue model.

研究分野：生体医工学

キーワード：マイクロ流体プローブ イオン電流 走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 三次元培養

1. 研究開始当初の背景

近年の幹細胞研究は、臓器の一部を模した”ミニ臓器”の作出を可能とした。このミニ臓器は、“オルガノイド”と呼ばれ、臓器形成の理解、薬剤スクリーニングへの応用が期待されている。しかし、既存のオルガノイドは、幹細胞への、一様な薬剤の添加で、分化が誘導されており、空間的な分化制御は殆ど行われていない。生体内では、同一の臓器内でも、個々の細胞の環境は不均一であり、組織形成は、空間的に高度な制御下で進行している。事実、既存のディッシュ培養では、分化が非効率で、バッチ毎のバラつきが課題となっている。また、臓器の構成要素の配置も制御できていない。これを解決するため、より制御されたオルガノイドの分化手法の開発が求められている (Engineered organoid)。本研究では、これまでの知見をベースに、Engineered organoid の発展に資する、マイクロ流体プローブ (MFP) の創出を検討した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、部位特異的な分化誘導を実現するマイクロ流体プローブの創出であった。細胞への刺激を精緻に行うため、探針-対象間の距離を制御する必要があった。このため、イオン電流をベースとした探針-距離制御を検討した。プローブを配置後、マイクロ流体プローブによる局所的な刺激が可能であるか、確認を行った。

3. 研究の方法

【細胞凝集体を対象とした探針位置制御、局所刺激】

電解質溶液を充填したガラスキャピラリー (以下、探針と呼称する) に電極を挿入し、電極内外に電位差を印加すると、ピペット先端を通るイオン電流が発生する。このイオン電流は探針-対象間の距離に依存することが分かっており、探針の先端内径と同程度、離れた距離に探針を配置することができる。この原理を利用したものが、走査型イオンコンダクタンス顕微鏡 (SICM) である。SICM は非接触に対象の形状を計測可能な顕微鏡として、柔らかいバイオサンプルを対象に盛んに応用が検討されてきた。しかし、SICM の距離制御は、主に dish 上に培養された、平面的なサンプルに応用が限定されてきた。そこで本研究では、オルガノイド等の立体的な形状を有するサンプルに対して、イオン電流を用いた距離制御が可能であるか、確認を行った。

探針の配置後、測定対象の細胞凝集体に局所的や薬剤刺激が可能であるか、確認を行った。探針の内腔が隔壁で仕切られた θ 管を利用し、一方から薬剤投与、他方から吸引を行うことで、投与された薬剤の拡散を抑え、局所的な薬剤刺激が可能となると予想した。

【形態形成後の構造物の検出可否の検討】

形態形成後のオルガノイドの構造物を評価することを視野に入れ、細胞表面以外の構造物の位置検出、形状評価が可能であるか、検証を行った。最初の目標として、最も単純な構造物である、血管の位置検出、血管内構造のイメージングを検証した。コンセプトの検証のため、血管はハイドロゲルに微細加工技術で構築した血管 (直径 350 μm) を対象とした。

【モデルからの細胞質の回収、遺伝子発現の定量評価】

分化誘導後の局所的な細胞機能評価ツールの確立を視野に入れ、探針による細胞凝集体からの超微量細胞質回収を行い、回収した細胞質を用いた遺伝子発現の定量解析を検討した。測定対象としては、固形がんのモデルとして汎用されている、がん細胞凝集体塊 (スフェロイド) を用いた。細胞質の回収は、探針内の油水界面を電気化学的に制御することで、fL~pL のサンプルをハンドリング可能な電気化学シリッジを用いた。研究代表者らの過去の報告に基づき、探針内の油層には、10 mM tetrahexylammonium tetrakis (4-chlorophenyl) borate (THATPBC1) in 1, 2-dichloroethane (1, 2-DCE) を用いた。イオン電流を指標として、スフェロイドへの探針を穿刺し、穿刺後に探針内の電位を切り替えることで細胞質の回収を行った。回収後の細胞質内の遺伝子発現は、定量 PCR により行った。

4. 研究成果

【細胞凝集体を対象とした探針位置制御、局所刺激】

オルガノイド様の大きな対象物への精緻な探針の配置を実現するため、ピエゾステージでは無く、可動域の大きな XYZ 自動ステージを用いた位置制御機構の構築を検討した。

当該システムを用いて、ヒト肺線維芽細胞 (hLF) を用い、一般的なオルガノイドと同程度の大きさの細胞凝集体を準備した (hLF スフェロイド)。hLF スフェロイドを対象に、イオン電流値を用いた、探針の配置が可能であるか、確認を行った。位置制御の精度を示すために、イオンコンダクタンス顕微鏡と同様に、イオン電流値を元に探針のポジショニングを行い、形状イメージを取得可能であるか、確認を行った (図 1a)。5,000 cells/well で 96-well に hLF を播種し構築した直径 350 μm 程度の細胞凝集体 (スフェロイド、図 1b) に対して、イオン電流をベースとした形状計測を行ったところ、スフェロイドの形状と合致する形状イメージを取得することが可

能であった (図 1c). 平坦な培養ディッシュでは, このような形状は観測できず (図 1d), スフェロイドの形状に反応して, 探針位置を制御できていることが確認できた.

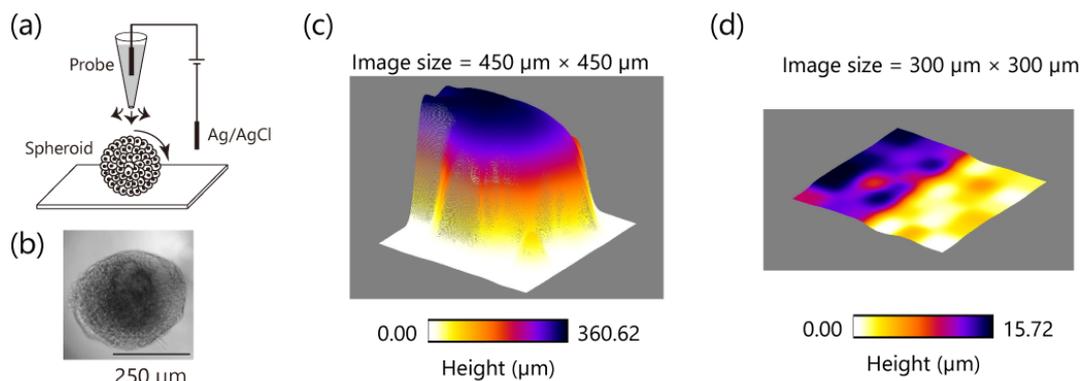


図 1 イオン電流を利用した細胞凝集塊に対する探針のポジショニング機能の検証. (a) イオン電流を利用した細胞凝集塊へのアプローチ. ポジショニング機能の検証のため, イオン電流を利用した形状計測を実施. (b) 計測に用いたヒト肺線維芽細胞の凝集塊. (c) 細胞凝集塊の形状イメージング. (d) 細胞凝集塊なしの基板のイメージング.

次に, MFP を用いた局所的な細胞刺激が可能であるか, 確認を行った. MFP の基材には, 内部が隔壁で仕切られた θ 管を用いた. 片側のバレルより, 100 μM のローダミンを導入し, 反対側より吸引を行った (図 2a). この時の, 導入口, 吸引口, MFP 周囲のローダミンの蛍光輝度を蛍光顕微鏡により定量した (図 2b, c). 導入の流量を 33 nL/s で固定し, 導入: 吸引の比率を変化させたところ, 導入口の蛍光輝度が一定であったことに対し, 吸引口の蛍光輝度は, 比率の増加とともに, 減少していくことを確認した. また, MFP の外部の蛍光輝度の総和も, 比率の増加とともに減少し, 1:20 以上の比率では殆ど変化しなかった. これは, 今回, 計測を行った MFP の外部領域においては, 1:20 以上の流量比において, おおよそローダミンの拡散を抑制できていることを示唆している. MFP による導入試薬の拡散領域の抑制には, MFP-探針間の距離が重要であるが, 今回は, MFP が基板から十分離れた距離で計測を行っており, 今後, 拡散制限領域の距離依存性を評価していく必要がある. 次に, MFP によるスフェロイドの局所刺激を確認する目的で, 導入口より, 細胞核の染色試薬である Hoechst 33342 を 100 μg/mL の濃度で導入を行った. 局所刺激後の細胞の蛍光顕微鏡写真を図 2e に示す. 細胞核の蛍光シグナルが, 局所刺激を行った部位に局在をしており, MFP を用いた局所刺激に成功した.

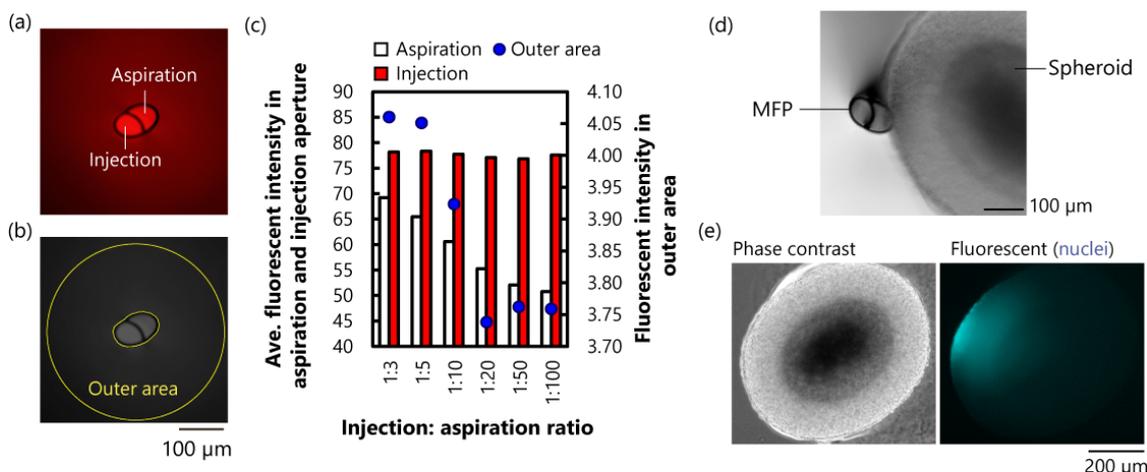


図 2 マイクロ流体プローブ (MFP) を用いたスフェロイドへの局所刺激. (a) ローダミン B を流した際の MFP 先端の蛍光写真. (b) MFP 外の ROI. (c) 蛍光輝度の定量結果. (d) MFP によるスフェロイドの局所刺激時の様子. (e) Hoechst 33342 による局所刺激後のスフェロイド観察.

一方, イオン電流により距離制御を MFP に応用することを検討したところ, 不定期なノイズが発生し, 距離制御に支障があった. 研究期間において, 原因の特定には至らなかったものの, より小さなサイズの探針においては, 複数のバレルを有する探針の距離制御に成功しており, 今後原因の特定を進め, MFP のイオン電流による距離制御能の向上と局所刺激を検討していく.

【形態形成後の構造物の検出可否の検討】

イオン電流による、組織構造の検出を実証するため、ゲル内の血管位置、および血管内形状の観察が可能であるか、確認を行った。図3に、血管モデルに対してマイクロピペットを穿刺した際の、イオン電流値の変化を示した。マイクロピペット先端のイオン電流値は、刺入により大きく減少しはじめた(図3a (i, ii))。ゲルは一定の柔軟性を有するために、刺入中は、ランダムなノイズが入ったものの、ピペットがモデルの底面(ガラス)まで降下し、ピペットが破壊されるポイント(図3a, vi 右端)の前に、大きな二つのピークが現れることを確認した。血管モデルを有しない、コラーゲンブロックに穿刺を行ったところ、血管モデル刺入時に観察された、二つの極小ピークは観察されず、刺入に伴うイオン電流値の段階的な減少のみが観察された。このことから、イオン電流値の二つの極小ピークは、血管モデルの存在に起因するものと判断した。

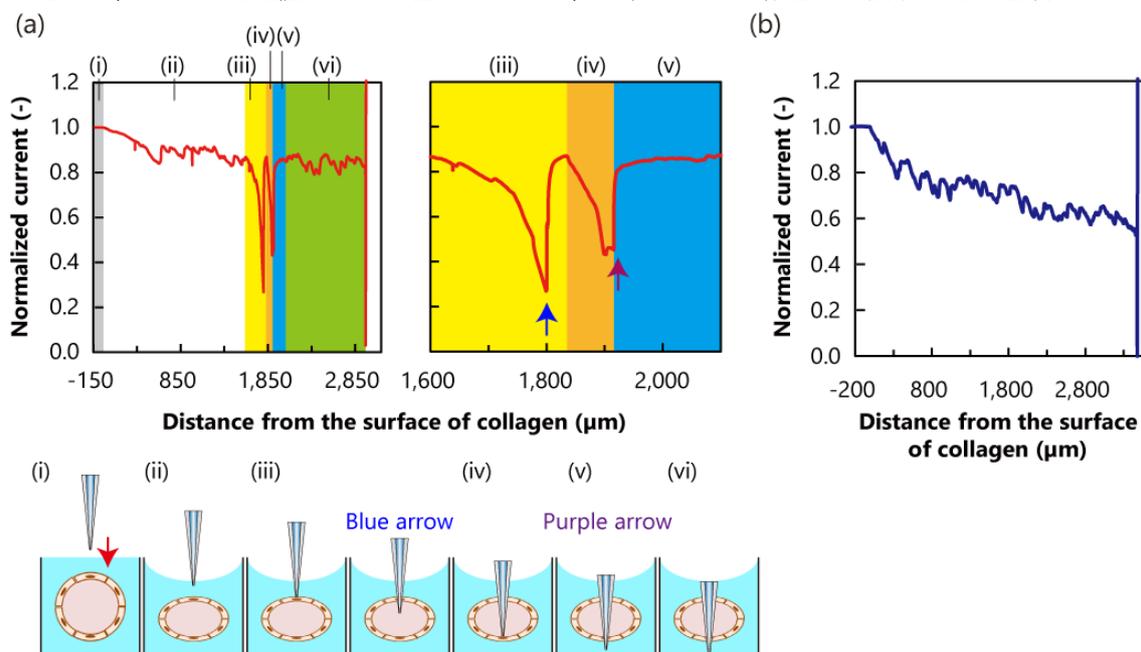


図3 マイクロピペット先端のイオン電流値変化。(A) 血管モデル刺入時。右図は1,600-2,100 μmの拡大である。領域(i-vi)において、予想される血管モデルとマイクロピペットとの相対的な位置関係を下図に示した。(B) 血管モデルを有しない、コラーゲンゲルへマイクロピペットの刺入を行った際のイオン電流値変化。Reprinted with permission from N. Taira, et.al., *Anal. Chem.*, 93, 4902 (2021). Copyright (2021) American Chemical Society.

イオン電流値の変化から、マイクロピペット、血管モデルは以下の位置関係にあったと考察した。すなわち、イオン電流値は、血管周囲のコラーゲンゲルの物理的な阻害効果により減少し、その減少率は、血管モデル表面を突き破るポイントで極小値を取った(図3a, iii)。先端の内腔への到達により、このイオン電流は急速に回復したが(図3a, iii, 矢印)、血管モデル下部への到達により、二度目の極小値を取った(図3a, iv, 矢印)。再び先端がゲル内に出た後は、血管内刺入前と同様のイオン電流値を取った。

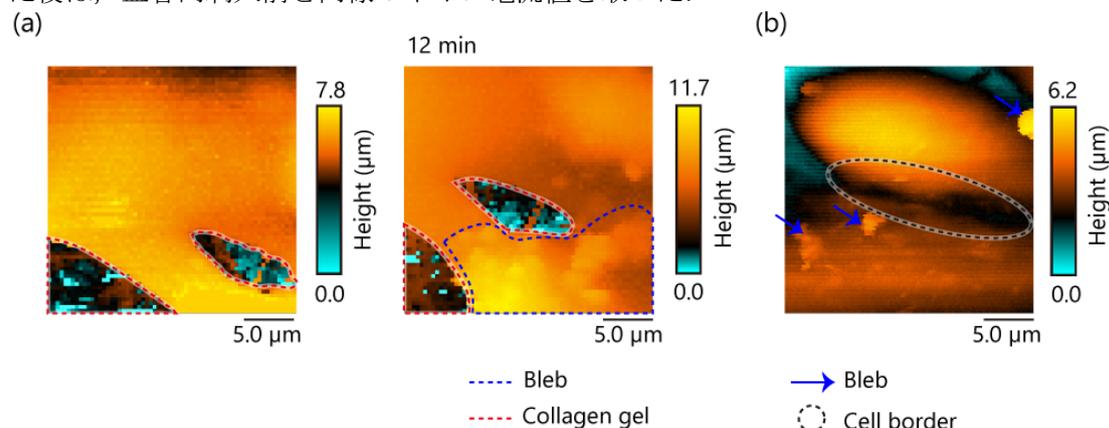


図4 血管内腔のSICMイメージング。(a) 血管内皮細胞表面の経時的な変化の観察。青枠内に、突起状構造(ブレブ)が形成。赤枠内には、血管内皮細胞直下のコラーゲン線維の構造が可視化。(b) 細胞-細胞間の可視化。ここでもブレブ構造が一部観察(青矢印)。Reprinted with permission from N. Taira, et.al., *Anal. Chem.*, 93, 4902 (2021). Copyright (2021) American Chemical Society.

一度目のイオン電流値の極小ピークを観察後、走査型イオンコンダクタンス顕微鏡による形状観察が可能であるか、確認を行った (図 4). SICM の形状イメージにおいて、細胞表面、および細胞直下のコラーゲン線維と思われる構造を明瞭に可視化できた (図 4a 左). 経時的な観察を行ったところ、細胞表面に突起状の構造 (ブレブ) が形成されていく様子を観察可能であった (図 4a 右). 一方、細胞 - 細胞間を可視化することにも成功した (図 4b). 以上により、極小ピーク観察後、マイクロピペット先端は管腔内に位置しており、管腔内に刺入したマイクロピペットを用いて、1 細胞レベルで細胞形状を評価可能であることを示した.

【モデルからの細胞質の回収、遺伝子発現の定量評価】

スフェロイドに対して探針を穿刺し、細胞質回収を行った際の光学顕微鏡写真を図 5a に示す. スフェロイドに対する細胞の穿刺は、深さ 55 μm まで可能であった (図 5a 右上). 穿刺時の電圧 (+1.0 V vs. Ag/AgCl) から、回収用の電圧 (-0.5 V vs. Ag/AgCl) に切り替えると、ピペット内に微量の細胞質が回収可能であった (図 5a 左下).

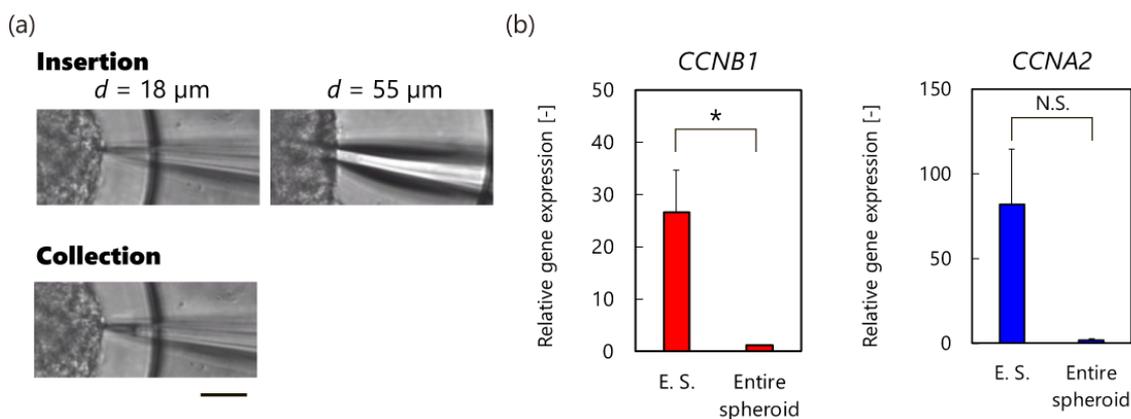


図 5 スフェロイドからの細胞質回収と遺伝子発現の定量評価. (a) (上) スフェロイドへのピペット刺入時、(下) 細胞質回収時の光学顕微鏡写真. スケールバー: $50 \mu\text{m}$. (b) 電気化学シリンジで回収した細胞質を用いた遺伝子発現解析. E. S. は電気化学シリンジで回収した細胞質の遺伝子発現を示す. Reprinted with permission from Anal. Chem. 91, (2019), 8772. Copyright (2019) American Chemical Society.

スフェロイド表面から回収した細胞質を用い、遺伝子発現解析を行った結果を図 6 に示す. 電気化学シリンジで回収した細胞質では、細胞周期に関連する mRNA (CCNB1, CCNA2) の遺伝子発現が、スフェロイド全体の平均と比べ、有意に高かった. これは、スフェロイドの表面では、細胞増殖がより活発に起こっていることを示唆しており、一般的なスフェロイド内の細胞挙動と一致する. このことは、電気化学シリンジで回収した細胞質が、スフェロイド内の部位特異的な遺伝子発現情報を保持していることを示唆している.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 0件）

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, 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 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 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 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 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 Hiramoto Kaoru, Pai Hao-Jen, Ino Kosuke, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	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 ~ 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 Ino Kosuke, Ozawa Fumisato, Dang Ning, Hiramoto Kaoru, Hino Shodai, Akasaka Rise, Nashimoto Yuji, Shiku Hitoshi	4. 巻 4
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 ~ 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 Yuji Nashimoto, Masakuni Echigo, Kosuke Ino, and Hitoshi 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 Analytical Chemistry	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 Kaoru Hiramoto, Hao-Jen Pai, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi 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 Kosuke Ino, Fumisato Ozawa, Ning Dang, Kaoru Hiramoto, Shodai Hino, Rise Akasaka, Yuji Nashimoto, and Hitoshi Shiku	4. 巻 -
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 -

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 -

〔学会発表〕 計81件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 26件）

1. 発表者名 小松慶佳, 平本薫, 梨本裕司, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 3次元培養細胞の代謝活性計測に向けた電気化学発光システムの開発
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤坂理世, 伊野浩介, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 微小バイポーラ電極アレイを用いた非ECL利用型システムの構築とその電気化学的な特性評価
3. 学会等名 電気化学会第88回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 梨本 裕司, 阿部 充里, 藤井 遼太, 平 典子, 井田大貴, 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vasculature-on-a-chipの定量的な機能評価法の検討
3. 学会等名 日本化学会 第101春季年会
4. 発表年 2021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 2021年

1. 発表者名 Kaoru Hiramoto, Kosuke Ino, Keika Komatsu, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
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 Liana Mohd, Zulkifly, 平本薫, 伊野 浩介, 梨本 裕司, 珠玖 仁
2. 発表標題 Electrochemiluminescence measurement of cell-spheroid secretions using H2O2/luminol
3. 学会等名 第51回セミコンファレンス・第33回若手の会
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回若手の会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梨本裕司
2. 発表標題 マイクロ流体デバイスによる血管化スフェロイドの構築と電気化学的な機能評価法の開発
3. 学会等名 患者由来がんモデル講演会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田村綾子, 伊野浩介, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 チオール修飾ポリエチレングリコールを用いたハイドロゲルの電解析出
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第42回研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小松慶佳, 平本薫, 梨本裕司, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 電気化学発光による3次元培養細胞の代謝物測定法の開発
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第42回研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuji Nashimoto, Rei Mukomoto, Takato Terai, Kosuke Ino, Koichi Nishiyama, Ryuji Yokokawa, Takashi Miura, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 OXYGEN METABOLISM ANALYSIS OF A VASCULARIZED SPHEROID USING A SCANNING ELECTROCHEMICAL MICROSCOPY
3. 学会等名 The 24th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (microTAS 2020) (国際学会)
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 化学系学協会東北大会
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 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 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 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
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 Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
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 Endotoxin Sensor Using Redox Cycling in Nano-space
3. 学会等名 71st Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (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 Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2020年

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 今泉拓斗, 梨本裕司, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 Spatiotemporal regulation for angiogenesis using scanning probe system
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
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 Fundamental study for nanoscale imaging of tissue interface using scanning ion conductance microscopy
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
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 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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 伊野浩介, 日野翔太, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 細胞培養での電気刺激による血管網形成の誘導
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梨本裕司、向本励、寺井崇人、平本薫、伊野浩介、珠玖仁
2. 発表標題 走査型電気化学顕微鏡による細胞塊の内部状態の推断
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梨本裕司、寺井崇人、向本励、伊野浩介、西山功一、横川隆司、三浦岳、珠玖仁
2. 発表標題 マイクロ流体デバイスを用いた組織モデルの 血管化およびその評価系の検討
3. 学会等名 生体界面研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梨本裕司、向本励、寺井崇人、平本薫、伊野浩介、珠玖仁
2. 発表標題 走査型電気化学顕微鏡による細胞塊の内部状態の推断
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020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 Fundamental study for nanoscale imaging of tissue interface using scanning ion conductance microscopy
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryota Fujii, Minoru Abe, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
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 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuto Imaizumi, Yuji, Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Spatiotemporal regulation for angiogenesis using scanning probe system
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 赤坂理世, 伊野浩介, 日野翔太, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 3次元環境における血管新生および管形成への電気刺激の影響
3. 学会等名 電気化学会東北支部 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 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 電気化学会東北支部 第32回東北若手の会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hao-Jen Pai, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Real-time sensing of endothelial cell barrier function by using a large-scale integration device
3. 学会等名 2019 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (isCEBT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Electrochemical reaction for hydrogel fabrication
2. 発表標題 Tatsuki Kumagai, Kosuke Ino, Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
3. 学会等名 2019 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (isCEBT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hiroki Ida, Yasufumi Takahashi, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Micropipette navigation of microvasculature for intravascular topography imaging by SICM
3. 学会等名 2019 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (isCEBT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takato Terai, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Koichi Nishiyama, Ryuji Yokokawa, Takashi Miura, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Optimizing conditions for engineering a vascularized spheroid and its electrochemical evaluation in a microfluidic device
3. 学会等名 2019 International Symposium on Chemical-Environmental-Biomedical Technology (isCEBT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梨本 裕司
2. 発表標題 三次元培養細胞の血管化およびその電気化学的測定システムの開発
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会（招待講演）
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 Electrochemical endotoxin sensor
3. 学会等名 第29回日本MRS年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 日野翔太, 伊野浩介, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 電気化学デバイスを用いた血管内皮細胞の管形成能制御
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第40回研究会（40th CHEMINAS）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 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 マイクロ流体デバイスにおける送液可能な血管化スフェロイドの作製および電気化学的な代謝評価の検討
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会 第40回研究会（40th CHEMINAS）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梨本 裕司
2. 発表標題 灌流可能な組織培養系の構築に向けたスフェロイドモデルでの初期検討
3. 学会等名 第3回 がん三次元培養研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平本薫, 伊野浩介, 白皓仁, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 血管様構造を有するスフェロイドの電気化学的な呼吸活性評価
3. 学会等名 2019年度日本分析化学会東北支部若手交流会
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 Easy-to-use electrochemical endotoxin sensor
3. 学会等名 The International Joint Meeting of the Polarographic Society of Japan and National Taiwan University (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Nashimoto, Ryu Okada, Sanshiro Hanada, Yuichiro Arima, Koichi Nishiyama, Takashi Miura, Ryuji Yokokawa
2. 発表標題 Vascularization of a tumor spheroid in a microfluidic device to investigate flow-effects on growth and drug delivery
3. 学会等名 The 20th International Conference on Systems Biology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梨本 裕司
2. 発表標題 Tumor-on-a-chip for studying effects of flow through a vascular network
3. 学会等名 THE 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART SYSTEMS ENGINEERING 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuto Imaizumi, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Directional control of angiogenesis using a probe culturing fibroblast cells
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 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 organ 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 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 Liana Moh, Zulkifly. Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Development of an electrochemical aptasensor for detection of cancerous exosomes
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 Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Spatiotemporal analysis of cell function using a micro/nano electrode
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 A. Tamura, K. Hiramoto, K. Ino, N. Taira, Y. Nashimoto, H. Shiku
2. 発表標題 Electrochemical patterning of biocompatible hydrogels for cell culture
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 2019年度化学系学協会東北大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊野浩介, 八重垣稜佑, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 バイポーラ電気化学デバイスを用いた細胞活性評価
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 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 今泉拓斗, 梨本裕司, 伊野浩介, 珠玖仁
2. 発表標題 線維芽細胞を制御素子としたプローブによる血管新生の方向制御
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 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 Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Development of microcapillary guidance for microvascular access using ionic current
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 Liana Moh, Zulkifly. Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 がん細胞エクソソームの検出に向けた電気化学アプタセンサ
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 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 熊谷 樹, 伊野 浩介, 平 典子, 梨本 裕司, 珠玖 仁
2. 発表標題 酵素活性制御を用いたフィブリンゲルの電解析出と細胞培養
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 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 日野翔太, 伊野浩介, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 電気化学デバイスを用いた血管内皮細胞の機能制御
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 田村 綾子, 平本 薫, 伊野 浩介, 平 典子, 梨本 裕司, 珠玖 仁
2. 発表標題 細胞培養に向けたハイドロゲルの電解析出
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 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 マイクロ流体デバイスにおける送液可能な血管化スフェロイドの作製とその電気化学的な代謝評価の検討
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 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 T. Kumagai, K. Ino, N.Taira, Y. Nashimoto, H. Shiku
2. 発表標題 Electrochemical gel formation by controlling enzyme activity for cell culture
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 Ayako Tamura, Kosuke Ino, Kaoru Hiramoto, Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical patterning of hydrogel for cell culture
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 Takato Terai, Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Koichi Nishiyama, Ryuji Yokokawa, Takashi Miura, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Engineering a vascularized spheroid in a microfluidic device and considering its electrochemical evaluation
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 Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 DEVELOPMENT OF AN ELECTROCHEMICAL SYRINGE FOR SPATIALLY RESOLVED TRANSCRIPTOME ANALYSIS
3. 学会等名 International Symposium on Analytical Electrochemistry 2019 (ISAE 2019) (招待講演) (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 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 Kosuke Ino, Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrodeposition of 3D hydrogels using 3D electrode arrays in applications of cell culture
3. 学会等名 70th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kosuke Ino, Ryosuke Yaegaki, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical analysis of three-dimensional cultured cells using bipolar array devices
3. 学会等名 70th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (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 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 平典子, 伊野浩介, 梨本裕司, 珠玖仁
2. 発表標題 電解析出を利用した短時間でプリント可能な電気化学ハイドロゲルプリンティング法の開発
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 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 Noriko Taira, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Rapid electrodeposition-based hydrogel printing system
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 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 Yuji Nashimoto, Ryu Okada, Sanshiro Hanada, Yuichiro Arima, Koichi Nishiyama, Takashi Miura, Ryuji Yokokawa
2. 発表標題 Spheroid on a chip model integrated with a perusable vascular network for investigating flow effects on tumor activities
3. 学会等名 State-of-the-Art 3D Tissue Culture & Organoids 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuji Nashimoto, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical Evaluation of a Three-dimensional tissue model Leveraging a Scanning Probe Microscopy
3. 学会等名 State-of-the-Art 3D Tissue Culture & Organoids 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2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 株式会社 情報機構	5. 総ページ数 197
3. 書名 三次元培養における培養手法と周辺技術動向	

1. 著者名 梨本裕司	4. 発行年 2019年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 74
3. 書名 月刊化学2019年(74巻)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	珠玖 仁 (Shiku Hitoshi)		

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