

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 8 月 18 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：18H01840
研究課題名(和文)電気化学アレイデバイスの細胞培養プラットフォームへの応用

研究課題名(英文)Electrochemical device for cell culture platforms

研究代表者

伊野 浩介 (Kosuke, Ino)

東北大学・工学研究科・准教授

研究者番号：00509739

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：これまで動物実験を用いた薬剤試験や毒性試験が行われてきた。しかしながら、動物愛護の観点から一部の実験動物の使用が禁止されている。現在、培養細胞を用いた薬剤アッセイデバイスが開発されており、動物実験代替法として期待されている。さらに生体に近い組織を構築するために局所的な化学・電気刺激を誘起する戦略が考えられている。そこで本研究では、申請者が開発した電気化学デバイスを用いた細胞培養プラットフォームを開発した。さらに、電気化学デバイスを用いた培養組織の評価法の開発を行った。これらのデバイスは、生体様組織構築と細胞評価(薬剤評価)を同時に可能にする優れた細胞培養プラットフォームとして期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電気化学デバイス・システムを用いた3Dハイドロゲル作製法は、3D生体様組織構築への応用が期待できる。今回開発した手法は、従来のバイオフィブレーション手法と比べて解像度や使いやすさの面で劣っている。一方、電気化学バイオフィブレーションの研究は発展途上であり、未解明・未達成の部分が多い魅力的な研究分野である。今後の発展で従来法を凌駕できる可能性があり、それによる社会還元が期待できる。これ以外にも本研究では、電気刺激に対する細胞機能制御や新しい原理に基づく電気化学計測法を提案しており、電気化学の細胞チップへの可能性が広がった。今後さらに研究を進展させ、バイオチップ産業にも貢献したい。

研究成果の概要(英文)：For drug screening and toxic testing, experimental animals are used. However, some experiments are banned for animal welfare. In addition, the results differ from those of human, which causes low accuracy of screening. To solve the problems, cultured cells are utilized. However, it is difficult to prepare in-vivo like organs using conventional 2D culture on plastic plates. In addition, it is necessary to monitor cell functions during cell culture for checking the quality of the cells. To solve the problems, in the present study, I have developed electrochemical devices and systems for fabrication and evaluation of 3D cultured cells having in-vivo like functions. For example, an electrode array device was applied for fabrication of 3D hydrogels containing cells. In addition, several analytical devices, such as electrochemiluminescence (ECL)-based devices, were developed. In the future, these devices and systems will be integrated as smart cell culture platforms.

研究分野：バイオ電気化学

キーワード：電気化学デバイス 電極アレイ 細胞培養 細胞機能計測 電気化学イメージング

1. 研究開始当初の背景

これまで薬物代謝や毒性試験にはマウスやラットを用いた動物実験が行われていた。しかしながら、動物愛護の観点から一部の動物実験は法律で禁止されている。またヒトとの差異による不正確さが問題になっている。したがって、動物実験代替法の確立は重要な研究課題である。そこで倫理的な問題がないヒト培養細胞を用いた系が提案されているが、通常の培養法で得られた細胞は生体とは大きく異なっており、解決すべき問題になっている。

培養細胞を用いて生体に近い組織を構築するために、様々な手法が提案されている。例えば、物理的・化学的な刺激が検討されており、そのような刺激を行えるデバイスやシステムが求められている。別のアプローチとして、細胞培養足場材料を目的の形通りに作製することで、生体様組織構築が目指されている。さらに、作製した培養組織の評価も行えるような細胞培養プラットフォームが求められている。したがって、これらを実現できるデバイス・システム開発が重要な課題である。そこで本研究では、様々な化学反応の刺激を付与できる電気化学デバイス・システムに注目して、それらを組み込んだ細胞培養プラットフォームを開発した。

2. 研究目的

本研究では、細胞機能を制御したり、細胞培養足場材料を作製したり、作製した生体様培養組織を評価したりできる電気化学デバイス・システム、要素技術の開発を目指した。最終目標は、それら要素技術の統合・組み込みによるスマートな細胞培養プラットフォームの完成である。

3. 研究方法

様々な電気化学デバイスを作製して、細胞計測や細胞培養を行った。詳細なデバイスや戦略は研究成果の項目で述べる。

4. 研究成果

電気化学反応を用いて細胞機能を制御するために、400 個の電気化学センサを含む微小電極アレイデバイス (図 1) (*Sensor. Actuat. B-Chem.*, 277, 95, 2018) を用いた。溶存酸素を還元する電位 (-0.7 V vs Ag/AgCl) を目的の部分に印加することで溶存酸素の濃度勾配を作り出し、その濃度勾配がデバイス上で培養した血管内皮細胞にどのような影響を与えるかを調査した。溶存酸素濃度が血管内皮細胞の機能に大きく影響を与えることが知られているが、本研究ではそのような影響が確認できなかった。微小電極による酸素消費量が少ないのが原因の 1 つとして考えられる。また、電圧や電場勾配、酸素還元以外の電極反応などが複合的に作用

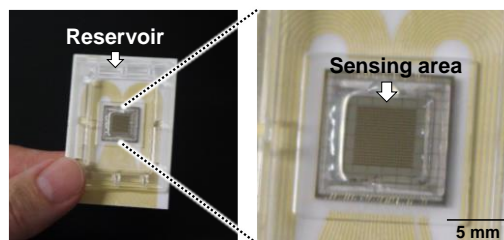


図 1 使用した電極アレイデバイス。センサ数：400 個。センサ間隔：250 μm。Reproduced with permission from the reference. Copyright 2018, Elsevier.

しているのが原因と考えられる。そこで次は、ワイヤ電極を用いて交流電圧を印加して、血管内皮細胞の形態制御を行ったところ、電圧印加により細胞が細長くなる様子が確認できた (unpublished data)。血管形成は、このような形態変化から始まるため、この手法は血管形成に利用できると考えた。そこで、ハイドロゲル内で 3 次元培養した血管内皮細胞に交流電圧を印加したところ、血管形成の促進が確認できた (unpublished data)。このように本研究では、3 次元生体様組織構築に向けた電気化学デバイスの可能性を示した。

続いて、細胞培養足場材料であるハイドロゲルを図 1 で示した電気化学デバイスで作製した。具体的には、キトサン溶液中で局所的に HClO を電気化学生成させることで、キトサン同士にシッフ塩基を誘導してキトサンハイドロゲルを作製した (図 2A) (*Sensor. Actuat. B-Chem.*, 277, 95,

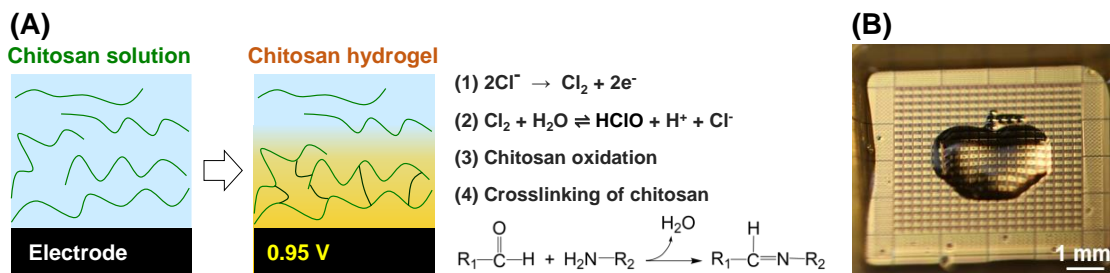


図 2 形状をデザインしたキトサンハイドロゲルの電気化学電解。(A) 電解析出のスキーム。HClO を生成して、キトサン間にキッフ塩基を形成させる。(B) 微小電極アレイ上に作製した“リンゴ”型のキトサンハイドロゲル。Reproduced with permission from the reference. Copyright 2018, Elsevier.

2018)。その際、電圧を印加する電極と印加する時間を適切に選ぶことで、図 2B で示すようにデザインした 3 次元的なハイドロゲルを電気化学的に作製することに成功した。一方で、電気化学反応を電極近傍のみに誘起されるもので、1 mm 以上の厚みの 3 次元ハイドロゲルの作製は困難であった。そこで、図 3 のようなピン電極アレイデバイスを用いて手法を開発した (*Biofabrication*, 11, 035018, 2019)。この手法では、おもちゃのピンアートを参考にしている。作製したい形状の物体を押し当てることで、ピン電極が押し出でて目的の形状と同じピンの構造物ができる。これをハイドロゲル前駆体に刺して電解析出を行うことで、目的の形状のハイドロゲルを作製できる。図 3 で示すように 3 次元的にデザインした形状のハイドロゲルの作製に

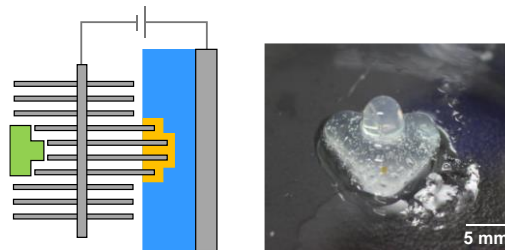


図 3 ピン電極アレイデバイスを用いた 3 次元ハイドロゲルの電解析出。(左) 簡単なスキーム図。(右) 作製した 3 次元ハイドロゲル。Reproduced with permission from the reference. Copyright 2019, IOP Publishing.

成功した。ハイドロゲル前駆体に細胞を入れておくことで、細胞を含むハイドロゲルを電解析出できた。また、電解析出したハイドロゲル内で細胞を増殖させることに成功した。これ以外にも、バイポーラー電極を用いたハイドロゲルの局所の電解析出 (*Lab Chip*, 18, 2425, 2018)、ゲニピン架橋による電解析出させたハイドロゲルの強度向上 (*Chem. Lett.*, 48, 1178, 2019)、ポチエチレングリコール-チオールの酸化還元状態の制御によるハイドロゲルの電解析出 (*Chem. Lett.*, 50, 256, 2021)、酵素活性の電気化学制御に基づくフィブリンゲルの電解析出を報告しており (*Chem. Commun.*, 55, 5335, 2019)、電気化学に基づく細胞培養プラットフォームへの展開が期待できる。

続いて、図 1 で示した電極アレイデバイスを用いた様々な細胞計測の実証例を示した。例えば、ガン細胞凝集体の細胞内酵素 (*ACS Sens.*, 4, 1619, 2019) や、血管網を有する細胞凝集体の呼吸活性を計測した (*Electrochim. Acta*, 340, 135979, 2020)。また、2 種類の酸化還元種の同時の電気化学イメージングを報告した (*Sens. Mater.*, 31, 13, 2019)。この他にバイオプリントしたハイドロゲル内で培養した細胞の分化状態の電気化学イメージングを報告した (*Anal. Sci.*, 35, 39, 2019)。さらに、ワイヤレスで機能するバイポーラー電極アレイデバイスを用いた新規の細胞呼吸計測システムを提案した (図 4) (*ACS Sens.*, 5, 740, 2020)。この他に、細胞呼吸活性を電気化学発光シグナルに置き換える新規手法を開発した (*Biosens. Bioelectron.*, 181, 113123, 2021)。このような呼吸活性計測システムの例は、世界で初めてである。従来の電極アレイデバイスと比べ、飛躍的に多くの数のサンプルを同時に計測でき、処理能力が数百倍向上できる可能性があるため今後の発展に期待がかかる。

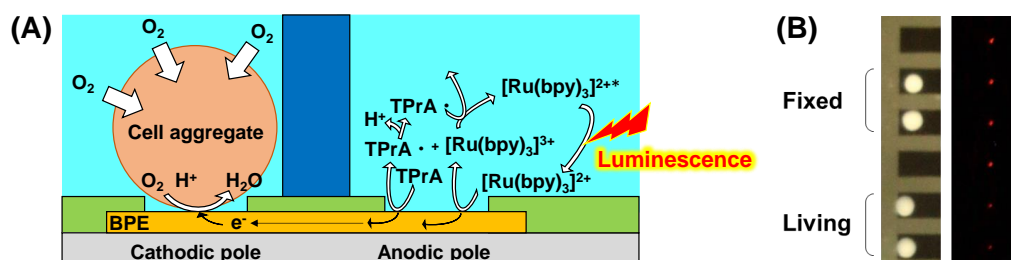


図 4 電気化学発光デバイスを用いた細胞呼吸計測。(A) 計測スキーム。バイポーラー電気化学システムを用いて、溶存酸素を電気化学発光シグナルに変換している。(B) 左：細胞凝集体の光学イメージ。右：電気化学発光イメージ。生細胞と死細胞を計測している。Reproduced with permission from the reference. Copyright 2020, The American Chemical Society.

この他に微小流路デバイスの電気化学センサを組み込んだデバイスを開発した。イオン電流に基づく 3 次元培養血管モデルの評価や (unpublished data)、多孔電極を用いた血管細胞のシグナル伝達物質の評価に成功した (unpublished data)。

また、細胞培養に向けたハイドロゲルの作製に関する報告を行った (*J. Biosci. Bioeng.*, 130, 539, 2020)。これら手法を応用すればデバイス表面修飾が可能であり、電気化学デバイスの細胞培養プラットフォームへの展開が期待できる。また、1 組の近接電極を用いた高感度電気化学センサを開発しており (*Bunseki Kagaku*, 70, 183, 2021)、高感度な細胞計測への応用が期待できる。

これらの成果を含む関連の研究に関する 3 報の総説 (*Electroanalysis*, 30, 2195, 2018; *Front. Chem.*, 7, 396, 2019; *Adv. Biosys.*, 4, 1900234, 2020) を執筆した。特に 3 報目では、細胞培養に向けた電気化学プラットフォームとバイオファブリケーションを述べており、本研究成果の一部を紹介している。また、バイオファブリケーションに関する解説記事を執筆した (化学と工業、73、742、2020)。これらの研究成果は 9 件の招待講演で発表された。今回記載した研究成果は、6 つの雑誌でカバーを飾っている。

このように本研究では、スマート細胞培養プラットフォームに向けた様々な要素技術の開発に成功した。これらの技術は電気化学をベースにしており、新しい着想に基づいている。一方で、実際の応用のためには、それらを組み合わせる 1 つの細胞培養プラットフォームにする必要があり、今後の大きな課題である。今後さらに研究を進展させ、バイオチップ産業に貢献したい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kaoru Hiramoto, Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Kentaro Ito, Hitoshi 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 Ayako Tamura, Kaoru Hiramoto, Kosuke Ino, Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Hitoshi 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 Chemistry Letters	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 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 Electrochemistry	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) 10.5796/denkikagaku.19-FE0032	査読の有無 無
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, Hitoshi Shiku	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 Kosuke Ino, Takehiro Onodera, Mika T. Fukuda, Yuji Nashimoto, Hitoshi 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 Kosuke Ino, Takehiro Onodera, Mika T. Fukuda, Yuji Nashimoto, Hitoshi 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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Noriko Taira, Kosuke Ino, Hiroki Ida, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Noriko Taira, Kosuke Ino, Tatsuki Kumagai, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 Kosuke Ino, Yuki Yokokawa, Noriko Taira, Atsushi Suda, Ryota Kunikata, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku	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, Takehiro Onodera, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 ~ 22
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 Kosuke Ino, Tomoaki Matsumoto, Noriko Taira, Tatsuki Kumagai, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 Kosuke Ino, Yuji Nashimoto, Noriko Taira, Javier Ramon Azcon, Hitoshi Shiku	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 Kosuke Ino, Mayuko Terauchi, Mai Gakumasawa, Noriko Taira, Atsushi Suda, Ryota Kunikata, Tomokazu Matsue, Hitoshi Shiku	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 伊野浩介	4. 巻 73
2. 論文標題 バイオフィブレーションによる生体様組織構築	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学と工業	6. 最初と最後の頁 742 ~ 743
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、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 ~ 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, Mika T Fukuda, Kaoru Hiramoto, Noriko Taira, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 Kosuke Ino, Ayako Tamura, Kaoru Hiramoto, Mika T. Fukuda, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 Kaoru Hiramoto, Keika Komatsu, Yuta Yamada, Yuji Nashimoto, Tomokazu Matsue, Kosuke Ino, Hitoshi Shiku	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 Kaoru Hiramoto, Kosuke Ino, Keika Komatsu, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku	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 -

〔学会発表〕 計73件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 27件)

1. 発表者名 伊野浩介
2. 発表標題 電気化学に基づくハイドロゲル形成と細胞培養への応用
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 Kosuke Ino
2. 発表標題 Integrated electrochemical devices for evaluation of three-dimensional cultured cells
3. 学会等名 Pittcon 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊野浩介
2. 発表標題 培養細胞の評価を可能にする電気化学微小流路デバイス・システム
3. 学会等名 第30回 日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosuke Ino
2. 発表標題 Cell analysis using integrated electrochemical devices
3. 学会等名 PRiME 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kosuke Ino, Takehiro Onodera, Mika T. Fukuda, Yuji Nashimoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical imaging using redox mediators for cell activity of three-dimensional cultured cells
3. 学会等名 SPIE (招待講演) (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 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 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 Kosuke Ino
2. 発表標題 Electrochemical hydrogel printing for cell culture using integrated devices
3. 学会等名 The 10th International Workshop on Scanning Electrochemical Microscopy (SECM10) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊野浩介
2. 発表標題 電気化学デバイスを用いた3次元培養細胞の評価とバイオファブリケーション
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会 (招待講演)
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 Kosuke Ino, Mayuko Terauchi, Mai Gakumasawa, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrodeposition of patterned hydrogels using an LSI-based electrochemical devices for biosensing and cell culture
3. 学会等名 22nd Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Ino, Tomoaki Matsumoto, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Hydrogel fabrication on bipolar electrodes
3. 学会等名 69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Ino, Takehiro Onodera, Mayuko Terauchi, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemicolor imaging for simultaneous detection of multiple analytes using large scale integration (LSI) devices
3. 学会等名 69th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊野浩介、平典子、珠玖仁
2. 発表標題 電気化学デバイスを用いたハイドロゲルの電解析出
3. 学会等名 第12回バイオ関連化学シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Ino, Hitoshi Shiku
2. 発表標題 Electrochemical devices for evaluation of three-dimensional cultured cells
3. 学会等名 4th Asian Symposium for Analytical Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊野浩介、平典子、梨本裕司、珠玖仁
2. 発表標題 電気化学デバイスを用いたハイドロゲル電解析出と細胞培養への応用
3. 学会等名 2018年電気化学秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Ino
2. 発表標題 Electrochemical detection in micro/nano-systems:from cell analysis to characterization of energy materials
3. 学会等名 Workshop in MicroTAS 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊野浩介
2. 発表標題 集積電気化学デバイスを用いたバイオ応用
3. 学会等名 第27回日本MRS年次大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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

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		
フランス	CNRS-Universite de Lorraine		
スペイン	IBEC		