

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03522

研究課題名(和文) アクティブ生体トラップ法による腸内環境模倣型マイクロ細孔デバイスの創成

研究課題名(英文) Creation of intestinal environment-mimicking microporous devices by active trapping method of biomaterials

研究代表者

床波 志保 (TOKONAMI, Shiho)

大阪府立大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60535491

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：複数の腸内細菌の混合系を光誘導型細孔基板にアクティブな状態で(生きたまま)高密度トラップした「腸内環境模倣型マイクロ細孔デバイス」を開発し、腸内フローラのメカニズム解明のための基礎構築を本研究の目的とした。特に、日和見菌、悪玉菌、善玉菌(緑膿菌、黄色ブドウ球菌、乳酸菌)を80%以上の高生存率かつ高密度に独自開発した光濃縮基板で捕捉できることを解明した。さらに、細菌混合系からの分泌物を光集積して細胞への影響を可視化するシステムの基礎部分である直径数十 μm の細孔に孤立状態で複数種類の細胞をトラップできる基板の開発に成功し、蛍光修飾した分子をモデル物質として細胞表面に光濃縮して影響評価にも成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本報告書にまとめたように、「腸内環境模倣型マイクロ細孔デバイス」の基礎構築ができ、腸内環境のメカニズムを分析するための方法論に関する重要な知見が得られたことが本研究の学術的意義である。また、これらの細菌からの生成物が細胞に及ぼす影響をシミュレートできる上記デバイスに関する研究がさらに発展すれば、メタボリックシンドローム(代謝異常)や精神疾患などの課題解決のための重要なプラットフォーム構築にもつながり、社会的意義も大きいと考える。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was the development of "intestinal environment-mimicking microporous device" in which a mixed system of multiple intestinal bacteria are trapped at high density in an active (living) state on an optical-guiding pore substrate in order to clarify the mechanism of intestinal flora. Particularly, we elucidated that opportunistic, bad, and good bacteria (*Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Lactobacillus casei*) can be trapped by our originally developed optical condensation substrate with high survival rate over 80%. Furthermore, we developed a substrate that can trap multiple types of isolated cells in respective pores of several tens micrometers in diameter as a basic part of the system to visualize effects of optically-assembled bacterial mixture secretions onto the cells. Using this substrate, we also successfully evaluated the effects of light-induced assembly of fluorescently-modified molecules as model substances onto the cell surfaces.

研究分野：生体医工学

キーワード：生体模倣技術 分子認識 細菌・細胞 分析化学

1. 研究開始当初の背景

近年、善玉菌、悪玉菌、日和見菌の共生体として腸内フローラと代謝異常、大腸癌、うつ病などの精神疾患などの関係性が議論され、盛んな研究が行われている。たとえば、ある種の腸内細胞は生体リズム・神経内分泌・睡眠・体温調節などに関与する生体分子を分泌することが知られているが、悪玉菌の割合が増大することにより分泌量が大幅に減少する可能性も示唆されている。一方で、人工的にこのような共生体を構築してどのような生成物が得られるかや、細胞にどのような影響があるかなどの疑問に答える研究は研究開始当初ほとんど無かった。これまで、腸内細菌を高密度に機能を保持したまま集積する手段はなく、培養法を用いた場合には数日間の時間を要するという課題もあった。そこで、「高密度集積した細菌共生体と細胞の間の相互作用が分泌物にどのような影響を及ぼすか？」という学術的な問いを基礎として本研究の構想を描いた。一方で、代表者の床波と分担者らは研究開始当初、細菌を高生存率で高密度に光集積できる六方最密なハニカム細孔を有する光濃縮基板の基礎部分[特願 2016-095494]を世界に先駆けて開発していた。本研究では、上記のような背景の下、学術的な問いに応えるためのファーストステップとして、細菌や細胞を高密度トラップできる我々独自の光濃縮技術[Opt. Mater. Exp. (2016)]や交流電場による誘導技術[Sci. Rep. 2017]に基づくアクティブ生体トラップ法を開発し、それを用いた細菌共生系や細胞の機能評価のための計測システムの構築を目指す本研究の着想を得た。

2. 研究の目的

本研究の目的は、「腸内環境模倣型マイクロ細孔デバイス」の要素となる光誘導型細孔基板を用いて腸内細菌(善玉菌、悪玉菌、日和見菌)をアクティブに高密度集積して細菌共生系を構築し、分泌物が細胞に及ぼす影響を評価する計測システムを構築することにあった。本技術を応用しつつ、細胞にも適合した新規細孔基板を構築し、代表者ら独自のアプローチに基いてアクティブ生体トラップ法を新規開発して目的達成を目指した。これらの取組で開発を進めるハニカム細孔基板中に捕捉された細菌共生系から発生する化学物質が、マイクロ細孔基板に捕捉された細胞に及ぼす影響を解明するための計測システム構築とモデル物質を用いた基本的な性能評価までを本研究期間での中心的な課題とした。

3. 研究の方法

研究代表者の床波の主導の下、自己組織化で作製したハニカム細孔を有する光濃縮基板を腸内細菌に適用し、集合効率と生存率の評価を日和見菌、悪玉菌、善玉菌を対象に行った。また、ドライエッチングなどトップダウン法とインプリント技術によりマイクロ細孔型の細胞用光濃縮基板を開発し、多数の孤立細胞の捕捉を試みた。さらに、理論解析により、細菌共生系からの分泌物のモデル物質となる蛍光分子を光誘起対流で輸送・集積するための条件探索も行った。特に、蛍光分子を実際に細胞表面に光濃縮して蛍光イメージングで計測する手法の開発を行った。これらの取組を分析化学および生体光物理の異分野のグループで緊密な共同研究により推進し、上記目的の達成に向けた計測システム開発を行った。以下が実施した具体的項目である。

- (1) ハニカム細孔基板による高密度細菌共生系の構築
- (2) 多数の孤立細胞用のマイクロ細孔基板の作製とトラップ
- (3) マイクロ細孔デバイスによる細胞への分子集積の計測システム構築

4. 研究成果

項目(1)

腸内細菌を光誘導型ハニカム細孔基板にアクティブな状態で(生きたまま)高密度トラップして「腸内環境模倣型マイクロ細孔デバイス」を開発し、腸内フローラのメカニズムの解明に向けて、ハニカム細孔基板による高密度細菌共生系の構築を1つ目の項目では目指した。特に、デバイスの基礎となるハニカム細孔基板への大腸菌の高密度光トラップを目指し、光吸収性ハニカム基板に日和見菌の一種である緑膿菌、および悪性細菌の一種である黄色ブドウ球菌を生きたまま高密度集積することに成功した(図1)[Science Advances に掲載(2020)]。さらに、サブミリビーズを用いた低ダメージ光濃縮基板を用いることで、善玉菌の一種である乳酸菌をほぼ100%の生存率でダメージフリーに高密度集積できる原理の解明にも成功した[Communications Biology に掲載(2021)]。これらの取組により得られた知見も活用しつつ、ハニカム細孔に抗体修飾ビーズを包埋した新規な光濃縮基板を開発することで、細菌の大規模な選択トラップにも成功した[特願 2021-079295]。

上記のように、善玉菌、日和見菌、悪玉菌のそれぞれで光集積における細菌数と生存率の定量評価や、分泌物の可視化のためのノウハウが確立されたことは重要な成果である。これ

らのモデル実験の結果を踏まえて、混合比を変えた善玉菌、日和見菌、悪玉菌から成る腸内環境模倣型デバイスから生成された化学物質が細胞に及ぼす影響の計測の準備が整ったと言える。

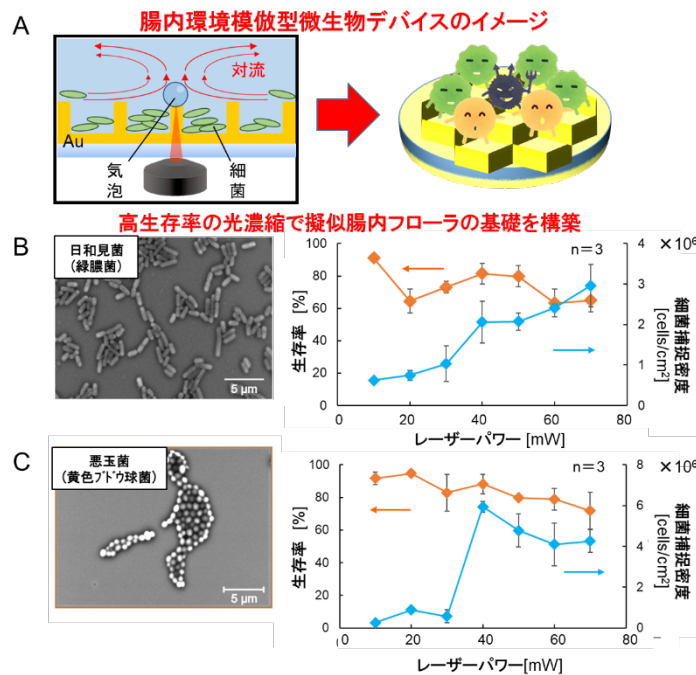


図1. A ハニカム基板による腸内細菌の高生存率かつ高密度な光濃縮の概念図、B, C 実際の細菌を用いた細菌捕捉密度と生存率の実験結果

項目(2)

2つ目の項目では、1個の細胞だけを格納できる大きさの細孔を多数有するマイクロピラー転写型多細孔基板を開発した。この基板を用いて、大腸細胞の前段階として、これまで実績があり比較的ハンドリングが容易な浮遊細胞の一種を生きたまま多数捕捉する方法を確立した(図2)。

また、細菌共生系から分泌された生体分子の細胞への光集積状態の計測を行うためのシステム構築の準備として、汎用的な蛍光色素(緑色の FITC、赤色の Cy5 など)を細胞の周囲に濃縮して蛍光イメージを評価するための基板の最適化にも成功した。

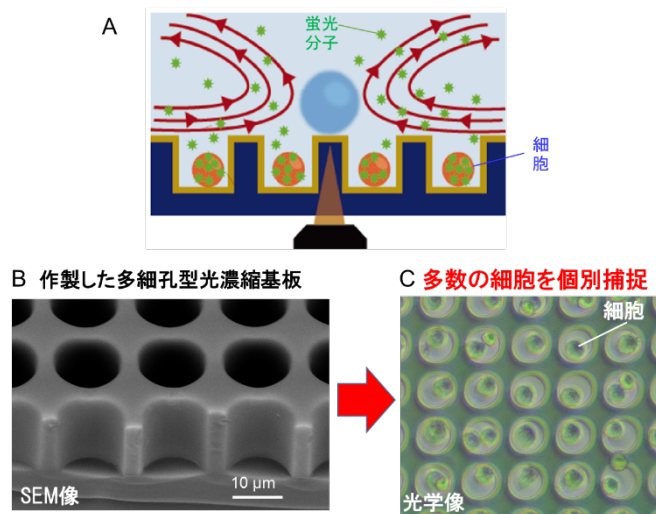


図2. A 細胞用のマイクロ細孔基板を用いた分子光濃縮の概念図、B マイクロ細孔基板の電子顕微鏡写真、C 多数の孤立細胞をトラップした場合の光学透過像

項目(3)

本項目では、デバイス用基板の外場応答特性の理論的評価を行い、特に光を外場とした場合の発熱効果により誘起される対流に基板表面の構造が与える影響の評価を行い、実験における蛍光色素の光集積機構の解明に向けて前進した。加えて、光集積の高効率化に向けて基板材料や細孔のサイズ、形状などの条件を多角的に調べた。

一例として、光の波長以下のサイズのナノ細孔を有するハニカム基板を開発して用いることで、場所選択的に混合物の比率評価を蛍光スペクトルと蛍光イメージで行うためのシステム構築にも成功し、分泌物評価のための手法の基礎開拓にも成功した(図3A~C)。細胞用の直径数十 μm のマイクロ細孔に孤立状態で複数種類の細胞を大面積トラップし、異なる

波長の蛍光色素を修飾した分子をモデル物質とし、光濃縮して前記の複数種類の細胞に光集積したところ種類によって選択的にそれらの表面に集積できることが分かった。大腸細胞にも複数種類があるが、本成果によりそれらを区別して評価できるようになった。さらに、マイクロ流路中での生体分子の光濃縮検出に関する重要な知見も得られている。

理論的評価では、また、マイクロ多細孔基板に捕捉した細胞表面を流れる光誘起対流の速度分布評価も理論的に解析できるようになった。この理論によるシミュレーションを駆逐することで、マイクロ細孔デバイスの最適化の準備も整った。特に、目的とする生体模倣型デバイス開発の基礎となる多細孔基板の光発熱効果や光誘起対流のシミュレーションを行い、細孔内に細胞が存在する場合の3次元的光誘起対流の評価にも成功した(図3D)。

光誘起対流で多数の孤立細胞表面への蛍光分子の集積に成功

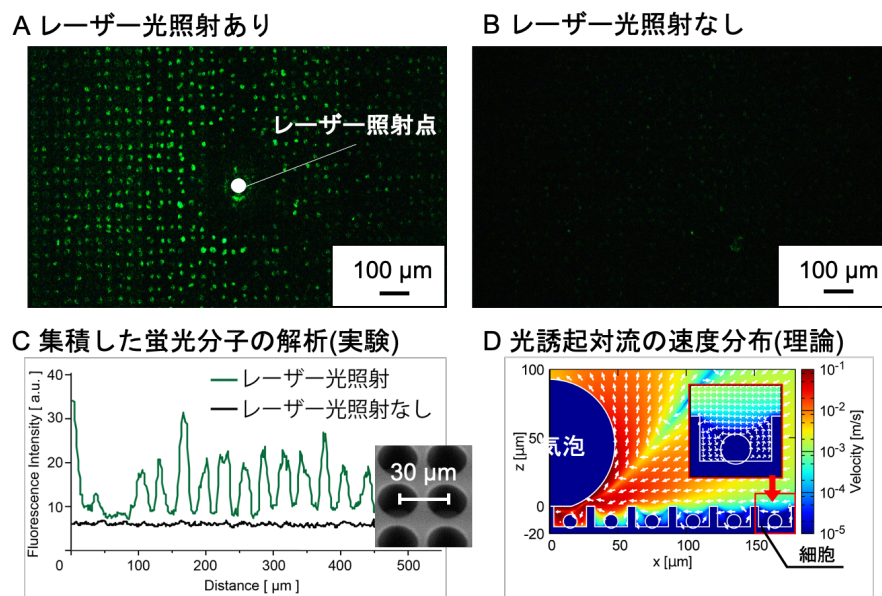


図3. マイクロ細孔基板内の多数の孤立細胞に緑色の蛍光分子を大面積光濃縮した場合の蛍光像(A レーザー照射あり、B レーザー照射なし)、C 光濃縮で集積した蛍光分子の蛍光強度の場所依存性、D 光誘起対流の速度分布の理論計算結果

以上の取組により、善玉菌・日和見菌・悪玉菌それぞれの高密度共生系の光濃縮による構築に成功し、大腸細胞に生体分子を光集積して蛍光観察するための計測システムの構築にも成功した。これらの成果により、「腸内環境模倣型マイクロ細孔デバイス」の基礎構築ができ、腸内環境のメカニズムを分析するための方法論に関する重要な知見が得られた。今後、細菌混合系からの生成物が細胞に及ぼす影響をシミュレートできるデバイスに関する研究がさらに発展すれば、メタボリックシンドローム(代謝異常)や精神疾患などの課題解決のための重要なプラットフォーム構築にもつながると期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 TOKONAMI Shiho	4. 巻 37
2. 論文標題 External-field-induced Assembly for Biological Analytical Chemistry	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 395-396
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2116/analsci.highlights2103	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 Hayashi Kota, Yamamoto Yasuyuki, Tamura Mamoru, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 4
2. 論文標題 Damage-free light-induced assembly of intestinal bacteria with a bubble-mimetic substrate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 385
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s42003-021-01807-w	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 Tokonami Shiho, Kurita Shinya, Yoshikawa Ryo, Sakurai Kenji, Suehiro Taichi, Yamamoto Yasuyuki, Tamura Mamoru, Karthaus Olaf, Iida Takuya	4. 巻 6
2. 論文標題 Light-induced assembly of living bacteria with honeycomb substrate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaaz5757
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1126/sciadv.aaz5757	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 Tamura Mamoru, Omatsu Takashige, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 19
2. 論文標題 Interparticle-Interaction-Mediated Anomalous Acceleration of Nanoparticles under Light-Field with Coupled Orbital and Spin Angular Momentum	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nano Letters	6. 最初と最後の頁 4873 ~ 4878
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.nanolett.9b00332	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 Ohashi Karuna, Yamamoto Yasuyuki, Tamura Mamoru, Nishimura Yushi, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 58
2. 論文標題 Electrical detection of DNA via nanoparticles under light-induced assembly	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SDDK09 ~ SDDK09
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab1b67	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 Yamada Kenshi, Tamura Mamoru, Yamamoto Yasuyuki, Tokonami Shiho, Iida Takuya	4. 巻 58
2. 論文標題 Development of bowl-shaped plasmonic substrate for optical assembly based on template of self-assembled microspheres	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SDDK08 ~ SDDK08
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7567/1347-4065/ab17c8	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 Yasuyuki Yamamoto, Shiho Tokonami*, Takuya Iida*	4. 巻 2(4)
2. 論文標題 Surfactant-Controlled Photothermal Assembly of Nanoparticles and Microparticles for Rapid Concentration Measurement of Microbes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ACS Applied Bio Materials	6. 最初と最後の頁 1561-1568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsbm.8b00838	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 Mayu Ueda, Yushi Nishimura, Mamoru Tamura, Syoji Ito, Shiho Tokonami*, Takuya Iida*	4. 巻 4
2. 論文標題 Microflow-mediated optical assembly of nanoparticles with femtogram protein via shrinkage of light-induced bubbles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 APL Photonics	6. 最初と最後の頁 10802-10802
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5079306	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 Yasuyuki Yamamoto, Yushi Nishimura, Shiho Tokonami*, Norihito Fukui, Takayuki Tanaka, Atsuhiko Osuka, Hideki Yorimitsu*, Takuya Iida*	4. 巻 8
2. 論文標題 Macroscopically Anisotropic Structures Produced by Light-induced Solvothermal Assembly of Porphyrin Dimers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports, (Nature Publishing Group)	6. 最初と最後の頁 11108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-28311-2	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 Shiho Tokonami*, Emi Shimizu, Mamoru Tamura, Takuya Iida	4. 巻 P-2 - Biomimetic Sensors
2. 論文標題 Selective Trapping of Bacteria with Molecularly Imprinting Film under External Field	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IMCS 2018	6. 最初と最後の頁 692-693
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5162/IMCS2018/P2BM.4	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 Takuya Iida*, Yushi Nishimura, Mamoru Tamura, Keisuke Nishida, Syoji Ito, Shiho Tokonami	4. 巻 B-5 - Biomimetic Approaches
2. 論文標題 Highly Sensitive Rapid DNA Sensor Based on Light-induced Acceleration of Molecular	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IMCS 2018	6. 最初と最後の頁 216-217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5162/IMCS2018/BS5.5	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 Mamoru Tamura, Shiho Tokonami, Takuya Iida*	4. 巻 Proc. SPIE 10712
2. 論文標題 Optical properties of nano-hole array with randomly designed surface	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Optical Manipulation Conference	6. 最初と最後の頁 1071211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2319399	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 Yasuyuki Yamamoto, Shiho Tokonami, Takuya Iida*	4. 巻 Proc. SPIE 10712
2. 論文標題 High-density assembly of micro-dispersoids by laser-induced bubble and fluid flow	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Optical Manipulation Conference	6. 最初と最後の頁 107120X
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1117/12.2319385	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80件 (うち招待講演 17件 / うち国際学会 23件)

1. 発表者名 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也
2. 発表標題 金ナノ粒子添加コレステリック液晶を用いた光計測型圧力センサの開発
3. 学会等名 第80回分析化学討論会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石倉諒汰, 櫻井健司, 田村守, Olaf Karthaus, 飯田琢也, 床波志保
2. 発表標題 八二カム構造基板を用いた微生物太陽電池の開発
3. 学会等名 第80回分析化学討論会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 櫻井健司, 石倉諒汰, 末廣泰地, 山本靖, Olaf Karthaus, 飯田琢也, 床波志保
2. 発表標題 微生物燃料電池の高効率化における添加物の効果
3. 学会等名 第80回分析化学討論会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石倉諒汰, 櫻井健司, 田村守, Olaf Karthaus, 飯田琢也, 床波志保
2. 発表標題 シアノバクテリアを用いた微生物太陽電池の開発
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也
2. 発表標題 圧力センサ開発に向けた金ナノ粒子添加液晶の光応答の圧力依存性解析
3. 学会等名 第81回応用物理学会秋季学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林康太, 田村守, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 熱源の空間配置を制御した光濃縮基板の開発
3. 学会等名 日本物理学会2020年秋季大会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 西嶋一欽, 飯田琢也
2. 発表標題 金ナノ粒子添加液晶の協力的光応答の圧力依存性の解析
3. 学会等名 第31回光物性研究会(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 櫻井健司、石倉諒汰、田村守、Karthaus Olaf、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 微生物燃料電池の負極における添加物の検討
3. 学会等名 応用物理学会春季学術講演会(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 床波志保、西尾まどか、櫻井健司、石倉諒汰、田村守、中瀬生彦、飯田琢也
2. 発表標題 光濃縮が拓くバイオ分析と応用
3. 学会等名 第80回分析化学討論会(オンライン) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田琢也、床波志保、中瀬生彦
2. 発表標題 生化学反応の光誘導加速システムが拓く生物物理の新展開
3. 学会等名 第58回日本生物物理学会年会、光圧操作の新展開：生物物理学のための新しいアプローチ(オンライン) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田琢也、床波志保、中瀬生彦
2. 発表標題 光濃縮型超高感度バイオセンサーによる認知症研究への展開
3. 学会等名 第39 回日本認知症学会学術集会、光技術の認知症研究への応用の可能性 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 飯田琢也、床波志保、中瀬生彦
2. 発表標題 低ダメージ光濃縮によるスマート量子バイオフォトンクスへの展開
3. 学会等名 量子生命科学第2回大会【シンポジウム1】量子技術と生体イメージング～1細胞、1分子から量子現象の観測まで～(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 ナノ・マイクロ空間を利用した微生物の光濃縮技術と環境応用
3. 学会等名 OCU先端光科学シンポジウムナノフォトンクスが切り拓く分子運動・化学反応制御の探求 - (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯田琢也、床波志保、中瀬生彦
2. 発表標題 光誘導加速システム(LAC-SYS)と局在表面プラズモンの協効効果によるバイオ分析技術の開拓
3. 学会等名 第16回プラズモニクスシンポジウム ナノフォトンクス研究に新たな地平を拓く最新技術の理論から応用まで(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 床波志保
2. 発表標題 超迅速・高感度!細菌・細胞・DNAセンサ
3. 学会等名 夢ナビライブ2019名古屋(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kota Hayashi, Yasuyuki Yamamoto, Mamoru Tamura, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Light-induced assembling by bubble-mimetic substrate for biological samples without damage
3. 学会等名 The International Symposium on Plasmonics and Nano-photonics (iSPN2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mamoru Tamura, Takuya Iida
2. 発表標題 Theoretical Investigation of Optical Assembly of Nanoparticles with Tailored Light
3. 学会等名 Workshop on Optofluidics and Electrokinetics in Micro and Nanoscale Devices(OEMN2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ikuhiko Nakase, Moe Miyai, Kosuke Noguchi, Mamoru Tamura, Yasuyuki Yamamoto, Yushi Nishimura, Shiroh Futaki, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Light-induced condensation of cell-penetrating peptides around targeted living cells to accelerate membrane penetration
3. 学会等名 第56回ペプチド討論会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuya Iida, Mayu Ueda, Yushi Nishimura, Mamoru Tamura, Syoji Ito, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Optical Assembly of Nanoparticles via Proteins on Light-Induced Bubbles in Microchannel
3. 学会等名 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiho Tokonami, Emi Shimizu, Mamoru Tamura, Takuya Iida
2. 発表標題 Mixed Bacterial Imprinted Polymer Film for External Field-induced Selective Trapping of Bacteria
3. 学会等名 10th International Conference on Materials for Advanced Technologies (ICMAT 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mamoru Tamura, Takashige Omatsu, Takuya Iida
2. 発表標題 Modulation of orbital torque on nanoparticles by spin angular momentum via inter-particle light-induced force
3. 学会等名 The 6th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大間知誠也, 林康太, 石倉諒汰, 田村守, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 金ナノ粒子添加液晶の光学応答における圧力依存性
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 2019年

1. 発表者名 林康太, 山本靖之, 田村守, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 生体機能分析を目指したバブル模倣基板によるダメージフリー光誘起集合法
3. 学会等名 第30回光物性研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林康太、山本靖之、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 細菌の機能分析に向けたダメージフリー光濃縮のためのパブル模倣基板の開発
3. 学会等名 OCU先端光科学シンポジウムOCU先端光科学シンポジウムナノフォトニクスが切り拓く分子運動・化学反応制御の探求 -
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田村守、尾松孝茂、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 光軸を離れた複数ナノ粒子の回転運動の偏光依存性
3. 学会等名 OCU先端光科学シンポジウムOCU先端光科学シンポジウムナノフォトニクスが切り拓く分子運動・化学反応制御の探求 -
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 櫻井健司、吉川諒、末廣泰地、山本靖之、Olaf Karthaus、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 光誘起対流による細菌集積と微生物燃料電池への応用
3. 学会等名 OCU先端光科学シンポジウムOCU先端光科学シンポジウムナノフォトニクスが切り拓く分子運動・化学反応制御の探求 -
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯田琢也、床波志保、中瀬生彦
2. 発表標題 生体分子認識の光誘導加速による量子状態制御
3. 学会等名 量子生命科学会第1回大会(量子生命科学研究会第3回学術集会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林康太、山本靖之、大橋かるな、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 サブミリバブル模倣型基板を用いた光誘起集合によるバイオ分析技術の開拓
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 田村守、尾松孝茂、飯田琢也
2. 発表標題 光渦が創る融解金属のカイラル構造の理論的シミュレーション
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 2019年

1. 発表者名 林康太、山本靖之、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 バブル模倣型ダメージフリー光濃縮基板による局所蛍光分光法の開発
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 2019年

1. 発表者名 西嶋一欽、大間知誠也、林康太、石倉諒汰、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 テーブルトップ風洞実験における圧力計測：液晶-ナノ粒子複合材料の圧力下での光応答
3. 学会等名 京都大学防災研究所 研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯田琢也, 高木裕美子, 西尾まどか, 山本靖之, 田村守, 中瀬生彦, 床波志保
2. 発表標題 細胞表面へのナノダイヤモンドの光濃縮
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 田村守, 尾松孝茂, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 光軸を離れた複数ナノ粒子の光誘起相互作用による軌道運動の偏光依存性
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 末廣泰地, 櫻井健司, 山崎力, 石川弘樹, 田村守, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 小型レーザー光源を用いた光誘起集合の解析
3. 学会等名 第80回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浜谷翔大, 田村守, 小野庸一郎, 嶋秀明, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 マイクロ流路中における微量タンパク質の非熱的光誘導検出
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 林康太, 山本靖之, 田村守, 床波志保, 飯田琢也
2. 発表標題 パブル模倣基板による細菌のダメージフリー光誘起集合法
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 西尾まどか, 田村守, 中瀬生彦, 飯田琢也, 床波志保
2. 発表標題 光誘起対流を用いた迅速な細胞検出法の開発
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 櫻井健司, 石倉諒汰, 末廣泰地, 田村守, Olaf Karthaus, 飯田琢也, 床波志保
2. 発表標題 多細孔基板を用いた微生物燃料電池の開発と添加剤による出力向上
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 飯田琢也, 床波志保, 中瀬生彦
2. 発表標題 光誘導加速システムによる革新的バイオ分析技術の開発
3. 学会等名 第9回光科学異分野横断萌芽研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 末廣泰地、櫻井健司、山本靖之、田村守、山崎力、石川弘樹、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 ハニカム型基板への複数集光レーザーによる光誘起集合現象の解析
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 西尾まどか、川口諒太郎、山本靖之、田村守、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 細胞固定化基板の作製と光誘起対流を用いた細胞検出
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 床波志保
2. 発表標題 細菌 / 細胞 / DNAをターゲットとした超迅速バイオセンサの開発
3. 学会等名 第117回テクノラボツアー「最新バイオセンシング 先端技術から事例紹介まで (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 床波志保
2. 発表標題 電気化学用ナノ・マイクロ空間の構築と外場誘導センシング
3. 学会等名 独立行政法人 日本学術振興会 透明酸化物光・電子材料第166委員会 第82回研究会「若手講演会」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shiho Tokonami
2. 発表標題 Pioneering Rapid and Sensitive Detection Method of Bacteria Cells Based on Nano Microspace
3. 学会等名 The 12th NanoSquare Workshop / 第12回 NanoSquareワークショップ (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mamoru Tamura, Takuya Iida
2. 発表標題 Numerical investigation of optically assembled nanoparticles & Introduction of Light-induced Acceleration system in RILACS
3. 学会等名 International Congress on Transdisciplinary Nanoscience and Nanotechnology 2018 (ICTNN 18) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 床波志保
2. 発表標題 ナノ・マイクロ空間を利用した細菌 / 細胞の迅速・高感度検出法の開拓
3. 学会等名 物質分子系専攻談話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Iida, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Development of Light-induced Acceleration System for Various Biochemical Reactions Based on Photothermal Fluidics
3. 学会等名 Research Seminar @ICFO- The Institute of Photonic Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuyuki Yamamoto, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Photothermal Assembly Dynamics of Small Objects
3. 学会等名 Research Seminar @ICFO- The Institute of Photonic Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Iida, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Development of On-demand Light-induced Acceleration System Targeting Various Biological Samples
3. 学会等名 Research Seminar @Niels Bohr Institute (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Iida, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Development of Light-induced Acceleration System for Biochemical Reactions Based on Plasmonic Collective Phenomena
3. 学会等名 Collaborative Conference on Materials Research (CCMR 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Iida, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Light-induced assembling of metallic nanoparticles exhibiting multipole superradiance toward novel biosensors
3. 学会等名 2018 International Conference on Material Strength and Applied Mechanics (MSAM 2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenshi Yamada, Mamoru Tamura, Yasuyuki Yamamoto, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Development of Bowl-Shaped Plasmonic Cavity for Optical Guiding-Type Biosensor Based on Template of Self-Assembled Microspheres
3. 学会等名 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference(MNC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Karuna Ohashi, Yasuyuki Yamamoto, Mamoru Tamura, Yushi Nishimura, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Electrical Detection of DNA via Nanoparticles under Light-induced Assembly
3. 学会等名 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference(MNC 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiho Tokonami, Emi Shimizu, Mamoru Tamura, Takuya Iida
2. 発表標題 External Field mediated Trapping of Bacteria for Rapid and Selective Bacteria Detection
3. 学会等名 44th International Conference on Micro & Nano Engineering (MNE 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Iida, Yushi Nishimura, Mamoru Tamura, Keisuke Nishida, Syoji Ito, Shiho Tokonami
2. 発表標題 Highly Sensitive Rapid DNA Sensor Based on Light-induced Acceleration of Molecular Recognition
3. 学会等名 17th International Meeting on Chemical Sensors (IMCS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shiho Tokonami, Emi Shimizu, Mamoru Tamura, Takuya Iida
2. 発表標題 Selective Trapping of Bacteria with Molecularly Imprinting Film under External Field
3. 学会等名 17th International Meeting on Chemical Sensors (IMCS 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuyuki Yamamoto, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Quantitative analyses of light-induced assembly dynamics
3. 学会等名 The 12th International Conference on Excitonic and Photonic Processes in Condensed Matter and Nano Materials (EXCON 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenshi Yamada, Mamoru Tamura, Yasuyuki Yamamoto, Emi Shimizu, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Development of self-assembled plasmonic substrate with bowl cavities toward the light-induced assembly
3. 学会等名 The 12th International Conference on Excitonic and Photonic Processes in Condensed Matter and Nano Materials (EXCON 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Karuna Ohashi, Yasuyuki Yamamoto, Mamoru Tamura, Yushi Nishimura, Shinya Kurita, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Electrical sensing of DNA accelerated by light-induced assembling of metallic nanoparticles
3. 学会等名 The 12th International Conference on Excitonic and Photonic Processes in Condensed Matter and Nano Materials (EXCON 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuyuki Yamamoto, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 High-Density Assembly of MicroDispersoids by Laser-Induced Bubble and Fluid Flow
3. 学会等名 The 5th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mamoru Tamura, Shiho Tokonami, Takuya Iida
2. 発表標題 Optical Properties of Nano-Hole Array with Randomly Designed Surface
3. 学会等名 The 5th Optical Manipulation and Structured Materials Conference (OMC2018) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林康太、山本靖之、大橋かるな、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 サブミリバブル模倣型基板を用いた低ダメージ光誘起集合法の開拓
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 2019年

1. 発表者名 奥井悠河、山本靖之、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 環境温度制御下における光誘起集合の解析
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 2019年

1. 発表者名 櫻井健司、吉川諒、末廣泰地、山本靖之、Olaf Karthau、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 光誘起対流を用いた細菌の集積と微生物燃料電池への応用
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 2019年

1. 発表者名 浜谷翔大、田村 守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 光誘起力と静電反発力のバランス制御によるマイクロ粒子選別法の開拓
3. 学会等名 第29回光物性研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 末廣泰地、山本靖之、田村守、山崎 力、石川弘樹、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 デュアル・レーザービームによる光誘起集合の解析
3. 学会等名 第29回光物性研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 バイオ分析化学の革新に向けた光誘導加速システムの開発
3. 学会等名 近畿支部創設65周年記念講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山田研志、田村守、山本靖之、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 光誘導型バイオセンサ用ボウル状プラズモニク基板の 開発と光誘起集合・検出のメカニズム探索
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大橋かるな、山本靖之、田村守、西村勇姿、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 光誘導型ナノ物質電気検出法における電気抵抗変化の機 構解明
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浜谷翔大、植田真由、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 表面状態の異なるマイクロ粒子の光選別/Optical Selection of Microparticles with Different Surface Conditions
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 末廣泰地、山本靖之、田村守、石川弘樹、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 複数集光レーザーによる光誘起集合化の解析/Analysis of Light-induced Assembly by Multiple Focused Laser Beams
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西尾まどか、川口諒太郎、西村勇姿、山本靖之、植田真由、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 細胞固定化基板の作製と細胞染色効率評価
3. 学会等名 第78回分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 吉川諒、山本靖之、Karthaus Olaf、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 シアノバクテリアの高密度集積と電気化学的応用
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 山本靖之、西村勇姿、床波志保、福井識人、田中隆行、大須賀篤弘、依光英樹、飯田琢也
2. 発表標題 光誘導型溶媒熱集合法の開拓と新奇化学反応場への展開
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浜谷翔大、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 光誘起力を用いた表面状態の異なるマイクロ粒子選別
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 末廣泰地、山本靖之、田村守、床波志保、飯田琢也
2. 発表標題 複数レーザー集光下での光誘起集合現象の解析
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 西尾まどか、川口諒太郎、山本靖之、田村守、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 光誘起対流を用いた細胞検出の基本原理解拓
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 床波志保、吉川諒、西尾まどか、栗田慎也、山本靖之、西村勇姿、田村守、飯田琢也
2. 発表標題 電気化学分析用基板の開発と外場誘導型センシング
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 吉川諒、栗田慎也、山本靖之、Olaf Karthaus、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 八二カム構造を有する細菌捕捉基板の電気化学的応用
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 吉川諒、栗田慎也、山本靖之、Olaf Karthaus、飯田琢也、床波志保
2. 発表標題 光誘起対流を用いた細菌の高密度捕捉と電気化学的応用
3. 学会等名 日本分析化学会第67年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 前田耕治、安川智之、床波志保	4. 発行年 2020年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 192
3. 書名 機器分析ハンドブック 2 高分子・分離分析編	

〔出願〕 計10件

産業財産権の名称 電気化学デバイスおよびその製造方法	発明者 床波志保、飯田琢也	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/032761	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 被検出物質の検出方法および被検出物質の検出システム	発明者 飯田琢也、床波志保、 中瀬生彦	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2020/032758	出願年 2020年	国内・外国の別 外国
産業財産権の名称 センサ、センサの製造方法、圧力または温度の測定システムおよび測定方法	発明者 飯田琢也、床波志保、 西嶋一欽	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-025551	出願年 2020年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 被検出物質の検出システムおよび被検出物質の検出方法	発明者 飯田琢也、床波志保	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-158131	出願年 2019年	国内・外国の別 国内
産業財産権の名称 光熱変換素子および、その製造方法、光熱発電装置ならびに微小物体の集積システム	発明者 飯田琢也、小菅厚子、 床波志保	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-157187	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 微小物体の集積方法および微小物体の集積システム	発明者 飯田琢也、床波志保、他	権利者 大阪府立大学、他
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-083997	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 微小物体の集積システムおよび微小物体の集積方法	発明者 飯田琢也、床波志保、他	権利者 大阪府立大学、他
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-084001	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 Device and Method for Detecting an Analyte / 被検出物質の検出装置および方法	発明者 T. Iida, S. Tokonami	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2014/064496	出願年 2019年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 インピーダンス測定システムおよびインピーダンス測定方法ならびに被検出物質の検出システム	発明者 飯田琢也、床波志保、山本靖之、西村勇姿、田村守	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、PCT/JP2018/018427	出願年 2018年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 被検出物質の検出キットおよびそれを備えた検出システム、ならびに、被検出物質の検出キットの製造方法	発明者 飯田琢也、床波志保、田村守、山本靖之	権利者 大阪府立大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-092515	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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
研究分担者	飯田 琢也 (IIDA Takuya) (10405350)	大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・教授 (24403)	

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