

令和 3 年 10 月 18 日現在

機関番号：24403

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26286029

研究課題名(和文) 光誘起力による分子認識制御と超高速-高感度バイオセンサの開発

研究課題名(英文) Control of Molecular Recognition by Light-induced Force and Development of Ultrafast Highly-sensitive Biosensor

研究代表者

飯田 琢也 (Iida, Takuya)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：10405350

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,000,000円

研究成果の概要(和文)：生体分子認識の光誘起力による制御原理を解明し、迅速かつ高感度な革新的バイオセンサの開発へと展開することが本研究の目的であった。特に、レーザー照射下における光誘起力と光誘起対流の相乗効果により、プローブナノ物質と微量の zmol オーダーのDNAなど極微量のターゲット生体分子の特異的結合を加速して、わずか数分程度でサブ mm オーダーのマクロな集合体形成ができることを解明した。得られた成果はラベルフリーかつ超高速、高感度な光誘導型バイオセンサの基礎となるものであり、医療・食品関連分野で強く求められる遺伝子疾患やアレルギーなどの早期診断技術や医薬品等の分離分析技術の発展に繋がるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

DNAなど極微量のターゲット生体分子の特異的結合をレーザー照射により加速してわずか数分程度の短時間でマクロな集合体形成が可能な「光誘起力による分子認識制御」の原理の一端を解明し、迅速・高感度な光誘導型バイオセンサの研究開発における重要な基礎的知見を得たことが本研究の学術的意義である。これらの成果は遺伝子疾患やアレルギーなどの検査・診断技術や医薬品等の分離分析技術の革新を目指す研究開発に新たな選択肢を与え、医療・食品検査・創薬などの発展に繋がる高い社会的意義があるものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to elucidate the control principle of the biomolecular recognition by the light-induced force, and we aimed at development of a rapid and highly sensitive innovative biosensor. Especially, utilizing the synergetic effect of light-induced force and light-induced convection under laser irradiation, we have revealed that the submillimeter macroscopic assembly can be formed via the acceleration of a specific binding of probe nanomaterial and zmol -level DNA as a target biomolecule. The obtained result would be the foundation of a label-free, ultrafast, highly-sensitive biosensor based on the optical guiding process, and would be used for the progress of technologies that are strongly required in medical and food related fields, for example, the early diagnosis in genetic diseases and allergies, and the separation methods of drugs.

研究分野：生体光物理

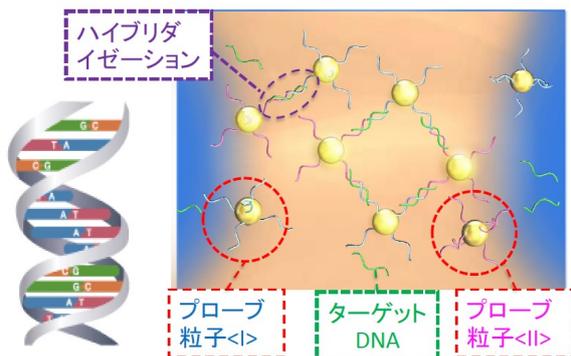
キーワード：ナノバイオ 分析科学 分子認識 光ピンセット 計測工学

1. 研究開始当初の背景

代表者の飯田と分担者らは世界に先駆けて、集光レーザーによる光誘起力と光発熱効果の相乗効果で金属ナノ粒子の集合体を高密度に配列して光応答を制御するための原理および技術を理論的・実験的に開拓して来た [JPC-Lett 2012, Nano Lett 2012, Sci. Rep. (NPG) 2013 に掲載]。この原理を、被検出物質としての生体ナノ物質(DNA、タンパク質など)と特異的に結合する、プローブ分子を表面修飾したナノ粒子に適用すれば光集合現象を通じて分子認識機構を制御できると着想した。さらに、分子認識の光制御の原理を解明できれば超高速・高感度の光バイオセンサに応用でき、遺伝子疾患やアレルギー等の早期診断技術へと展開できると考えるに至った。

DNA やアレルギー物質、ウイルス等の非検出物質を迅速かつ高感度に検出する技術は医療現場や食品メーカー等で切望されている重要課題であり盛んに研究されている。先行研究としては、例えば DNA チップなどが挙げられるが、最新のキットでも検出時間に数時間が必要であった。また、蛍光染色法は微量検出が可能だが高度な前処理が必要で試薬や装置が高価という課題もあった。ELISA 法も確立された簡便な方法ではあるが検出に要する時間は長く多量の検体が必要という問題があった。

本研究では、これらの問題を解決するため、これまで見出してきた上記の新原理をベースとして、被検出物質とプローブナノ粒子の複合体のボトムアップ的形成過程における特異的結合を光照射で高速化して、非標識で生体分子等の微量分析を高効率化する光学系やキットの開発を理論・実験の双方の観点に基づいて行う必要と着想した。このような着想に基き、現象に対する深い理解を追求しながら研究開発を行い、超高速かつ高感度なバイオセンサの指導原理および技術の構築が必要と考えるに至った。これらの基礎から応用までを見据えた取り組みをメンバー各々の専門分野である光物性物理、分析化学、光物理化学、近接場光学の強固な協力体制により推進し、ナノサイエンスを基軸とした異分野融合型の要素技術を開拓し、ライフノンベーションへの展開を目指した。



2. 研究の目的

我々は、レーザー光を照射するだけの簡単操作で、光誘起力によりプローブナノ物質と微量のターゲット生体分子の特異的結合を加速してマクロに高密度集積できる可能性を見出して来た。本計画では、この現象の学理を追求して生体分子認識機構の光制御の原理を解明し、極微量の生体物質をわずか数秒で簡便に検出できる革新的バイオセンサのプロトタイプを世界に先駆けて開発することを目的とした。また、マイクロ流路との組合せに基づく迅速・高感度検出システムの構築や多点照射によるハイスループット化の原理開拓も狙った。これらの課題解決により、第4期科学技術基本計画の重要課題でもあった医療・食品関連分野で強く求められていた、遺伝子疾患やアレルギーなどの早期診断技術や医薬品等の分離分析技術における新機軸開拓への貢献を目指した。

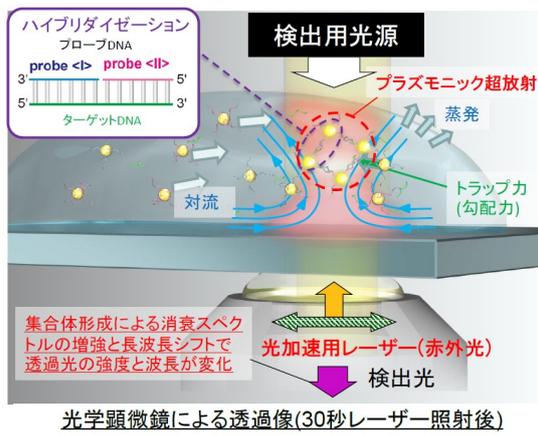
以下が実施した具体的な研究項目である。
(A)光によるDNAの特異的結合の加速の原理解明とバイオセンサの最小構成の試作
(B)多重光ピンセットによるマルチ光駆動バイオセンサの基礎構築
(C)高感度光駆動バイオセンサ・システムへの展開や微量タンパク質検出への応用

3. 研究の方法

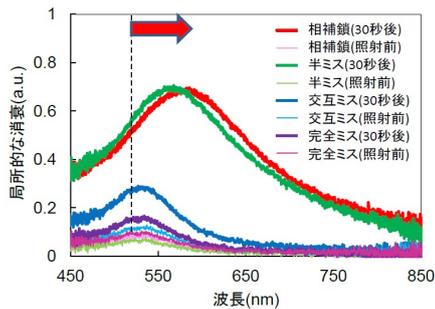
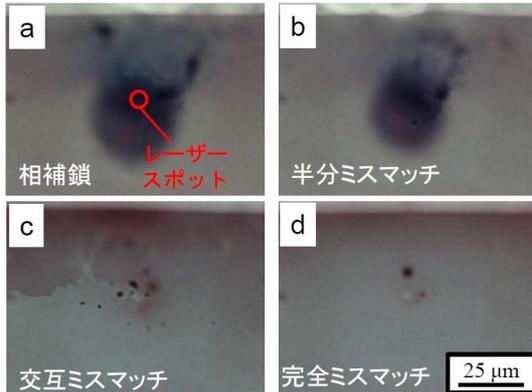
集光レーザーによる光誘起力でターゲットDNAとプローブナノ粒子を高密度化してハイブリダイゼーションを制御する原理の解明を顕微分光とシミュレーションに基づいて試みた。このため、独自開発した「光誘起力メトロポリス法」を改良して用い、プローブ粒子の局在表面プラズモンの協力効果による光誘起力の変調や分子認識の効果も取り入れて現象の解明に挑んだ。特に、レーザースポット近傍の数 μm 程度の領域にターゲットを集中させるためマイクロ流路を利用して、制限された空間内での生体ナノ物質の分散溶液中での光集積現象の高効率化にも取り組んだ。さらに、得られた原理のタンパク質検出への適用も試みた。また、レーザー光でDNAやプローブ粒子集合体を狙った場所に集積し、得られた集合体の物性を電気計測で評価する光誘導電気計測バイオセンサへの展開も狙った。

4. 研究成果

項目(A)の成果: DNA を表面に付したプローブ粒子と微量のターゲットDNAの特異的結合を光照射で加速するための原理を解明し、塩基配列の異なるDNAをターゲットとして用いた場合にミスマッチ数が少なく相補性が高いほど、ハイブリダイゼーションが効率良く起こり短時間でプローブ粒子とターゲットDNAが大きな集合体を形成し、光学スペクトルも顕著に変化することが分かった。また、光誘起の流体効果が集合現象に重要な役割を果たす可能性を示唆する結果も得た。比較

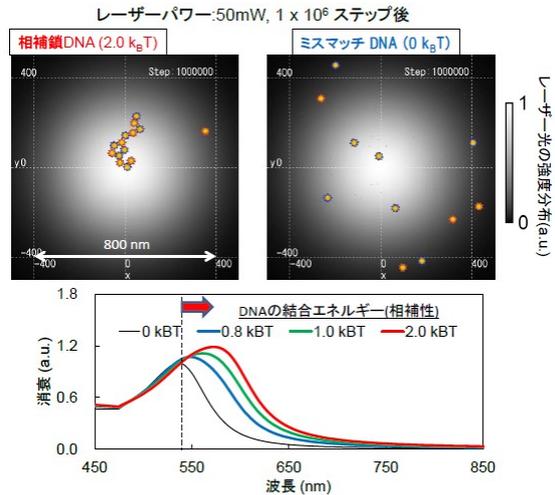


光学顕微鏡による透過像(30秒レーザー照射後)



例として、高濃度条件でレーザー照射無しの場合のプローブ粒子とターゲットDNA集合体の気液界面での成長過程を顕微鏡観察下で調べたところ、レーザー照射下での集合体形成や光学スペクトルの変化と良い相関を確認した。また、ランダムな塩基配列を用いた実験も行い、相補的なDNAを微量添加した場合でも光誘起集合化が顕著に見られることを確認し、塩基配列の差異に関する高感度検出に向けて一歩前進した。

さらに、理論的アプローチにより分子認識の光制御可能性を明らかにするため、エネルギー領域で自己無撞着に決定された応答電場の下での光誘起力によるナノ粒子の配列現象をシミュレートできる「光誘起力ナノ動力学法(LNDM)」を改良し、プローブ分子とターゲット分子間の特異的結合をモデル化して評価できる「分子認識メトロポリス法(MRMM)」を開発した。この手法により、ターゲットとして相補鎖DNAと完全ミスマッチDNAのそれぞれを添加した場合に、前者はハイブリダイゼーションが光誘起力により加速されて大きな集合体を形成し、後者は全く集合体を形成しないことが分かり、実験で観測されたマクロな光集合現象の初期過程に



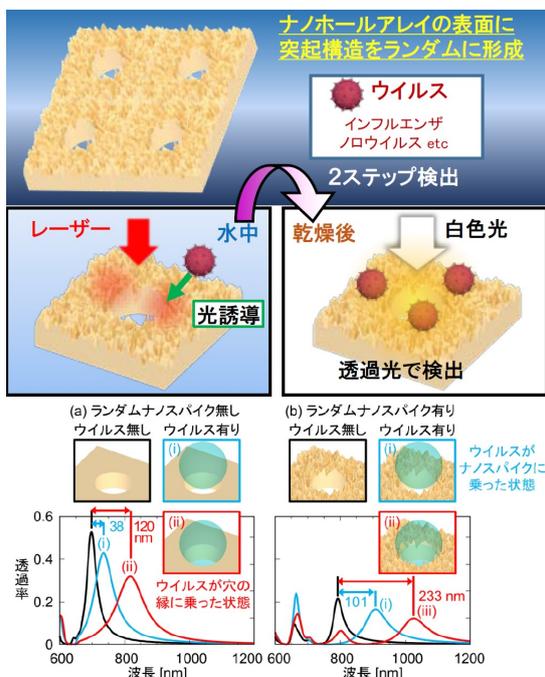
関する重要な知見を得た。特に、MRMMにおいてプローブ粒子表面に修飾されたDNAとターゲットDNAの結合エネルギーをパラメータとして相補性を変化させ、光誘起力による集合化と粒子中の局在表面プラズモンの協力効果による光学スペクトルへの影響の評価を可能とした。この理論によりDNAの二重鎖形成の光加速の実験における光誘起力の役割の説明に成功し、実験・理論の共同研究の成果がNature系論文誌に掲載されプレスリリース(PR)も行った(Sci. Rep. 6, 37768 (2016))。

この成果を受け、遺伝子検査における実サンプルへの光加速の適用可能性も探るため、ターゲットDNAと相補的な1本鎖DNAを修飾したプローブ粒子の分散液に、ミスマッチな異種の塩基配列のDNAやタンパク質を夾雑物として添加したサンプルを用いた検討も行った。結果として、これらの夾雑物の存在下でも、相補的なDNAを含む場合にはレーザー照射から数分以内にサブmmオーダーのマクロな集合化と顕著な光学スペクトルの変化が確認でき、実用化に向けた重要な知見を得た。また、マイクロ流路を用いた光検出の高感度化にも着手した。初歩段階の取組として取扱い易い100 μmオーダーの幅の広いマイクロ流路中でレーザー照射位置に工夫をすることで相補的なターゲットDNAとプローブ粒子の混合液中で集合体形成が顕著に起こることを確認した。さらに、光集積によるナノ物質の電気計測の迅速化の基礎構築にも成功し、MRMMに基づく理論解析でミクロンオーダーの生体構造(細菌・細胞など)の低周波電場中での分子認識制御の知見も得た。

項目(B)の成果: 自作マイクロウェル中にプローブDNAとターゲットDNAの混合液を導入した実験も行い、上部の平坦な気液界面での光誘起集合化を確認した。さらに、本計画で導入した空間位相変調器により発生した多点のレーザー照射により、プローブ粒子表面のDNAとターゲットDNAの特異的結合を多点で加速することにも成功し、多重光ピンセットによるマルチ光駆動バイオセンサの基礎構築にも成功した。さらに、同軸2ビーム照

射の構成で、集合体形成に用いたレーザー光よりもプローブ粒子中の局在表面プラズモン共鳴に近い波長のレーザーを同時に照射することで、マクロな集合体を解離できることも明らかにし、DNA 検出における重要な知見を得た。

項目(C)の成果: 独自開発して来た光発熱性の高いプローブ粒子をサンプル液中に導入し、流路中でのレーザー照射による集合化の原理解明も検討した。さらに、最終目標の1つでもある微量タンパク質検出に向け、卵白由来のアルブミンを添加した予備実験において、pg オーダーを数秒程度で検出できる可能性も明らかにし、実サンプルとして卵白・卵黄の希釈液への適用可能性も示してフォトサーマル・バイオセンサの基礎を開拓した(JPCC 118, 18799 (2014))。さらに、流体チップ中における光誘起バブルの収縮過程を利用した構成で fg オーダーの極微量タンパク質を約 10 分で検出できる可能性も解明した。加えて、金属ナノ複合体基板における非線形光学応答のケタ違いの増強効果も解明し、低分子センサへの応用可能性も示した(JPCL, 7, 3652 (2016), 早大-大阪府大共同PR)。さらに、ナノホールアレイとナノスパイク構造の複合構造によりウイルスセンサの高感度化の新原理を解明し、微生物センサへの応用可能性も示した(JPCL, 8, 370 (2017), 掲載号の Spotlights に選抜)。これらの成果が示すように、当初目的であった高感度光駆動バイオセンサ・システムの基礎原理の開拓にも成功し、当初計画の目標を全て達成した。



5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 1 件)

- [1] C. M. Hoang, N. D. Vy*, L. T. Dat, T. Iida, "Enhancing amplitudes of higher-order eigenmodes of AFM cantilevers by laser for better mass sensing", Japanese Journal of Applied Physics; Vol. 56, pp.06GK05(1-4), (2017). 査読有
<http://iopscience.iop.org/article/10.7567/JJAP.56.06GK05/meta>
- [2] Y. Yamamoto, T. Iida*, S. Tokonami*, "Mini-Review: Bacterial Concentration Analysis by Dynamic Guiding in Flow System", Journal of Flow Injection Analysis, Vol. 33(2), pp.89-93 (2016). 査読有
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jfia/33/2/33_89/_pdf/-char/ja
- [3] T. Yoshikawa, M. Tamura*, S. Tokonami, T. Iida*, "Optical Trap-Mediated High-Sensitivity Nanohole Array Biosensors with Random Nanospikes", The Journal of Physical Chemistry Letters, Vol. 8, pp.370–374(2017). 査読有
 DOI: 10.1021/acs.jpcclett.6b02262
- [4] T. Iida*, Y. Nishimura, M. Tamura, K. Nishida, S. Ito, S. Tokonami*, "Submillimetre Network Formation by Light-induced Hybridization of Zeptomole-level DNA", Scientific Reports Vol.6, pp.37768(1-9) (2016). 査読有
 DOI: 10.1038/srep37768
- [5] T. Uchida, T. Yoshikawa, M. Tamura, T. Iida*, K. Imura*, "Multiple resonances induced by plasmonic coupling between gold nanoparticle trimers and hexagonal assembly of gold-coated polystyrene microspheres ", The Journal of Physical Chemistry Letters, Vol.7 No.18, pp 3652–3658 (2016). 査読有
 DOI: 10.1021/acs.jpcclett.6b01493
- [6] N. D. Vy*, T. Iida, "Enhancing thermally induced effects on atomic force microscope cantilevers using optical microcavities", Applied Physics Express, Vol. 9, No. 12, 126601(1-4) (2016). 査読有
 DOI: <http://doi.org/10.7567/APEX.9.126601>
- [7] N. D. Vy*, L. T. Dat, T. Iida, "Cancellation of thermally induced frequency shifts in bimaterial cantilevers by nonlinear optomechanical interactions", Appl. Phys. Lett. Vol.109, pp.054102(1-4) (2016). 査読有
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4960380>
- [8] Y. Yamamoto, E. Shimizu, Y. Nishimura, T. Iida*, S. Tokonami*, "Development of a rapid bacterial counting method based on photothermal assembling", Optical Materials Express, Vol. 6, Issue 4, pp. 1280-1285 (2016). 査読有
 DOI: 10.1364/OME.6.001280
- [9] M. Tamura, T. Iida*, "Dynamical Control of Polarization-inverted Modes in Three-dimensionally Trapped Multiple Nanogaps", Applied Physics Letters, Vol. 107(26), pp.261105(1-5) (2015). 査読有
 DOI: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4938140>
- [10] M. Tamura, T. Iida*, "Three-dimensional Nano Optical-assembly of Antenna Structures with a Collective Near-field Coupling", Applied Physics A, Vol. 121(4), pp.1369-1375 (2015). 査読有
 DOI : 10.1007/s00339-015-9511-7

- [11] A. Kosuga*, Y. Yamamoto, M. Miyai, M. Matsuzawa, Y. Nishimura, S. Hidaka, K. Yamamoto, S. Tanaka, Y. Yamamoto, S. Tokonami, T. Iida*, "A high performance photothermal film with spherical shell-type metallic nanocomposites for solar thermoelectric conversion", *Nanoscale*; Vol.7, pp.7580-7584 (2015). 査読有
DOI: 10.1039/C5NR00943J
- [12] N. D. Vy*, T. Iida*, "Nonlinear analysis of sub-millikelvin optomechanical cooling for extremely low-noise quantum measurement", *Applied Physics Express*, Vol. 8, pp.032801(1-4) (2014). 査読有
<http://dx.doi.org/10.7567/APEX.8.032801>
- [13] Y. Nishimura, K. Nishida, Y. Yamamoto, S. Ito, S. Tokonami*, T. Iida*, "Control of Submillimeter Phase Transition by Collective Photothermal Effect", *The Journal of Physical Chemistry C*; Vol. 118(32) pp.18799-18804 (2014). 査読有
DOI: 10.1021/jp506405w
- [14] S. Okamoto, K. Inaba, T. Iida, H. Ishihara, S. Ichikawa, M. Ashida*, "Fabrication of single-crystalline microspheres with high sphericity from anisotropic materials", *Scientific Reports (Nature Publishing Group)* Vol. 4, pp.5186(1-4) (2014). 査読有
DOI: <https://doi.org/10.1038/srep05186>
- [15] S. Tokonami*, K. Nishida, Y. Nishimura, S. Hidaka, Y. Yamamoto, H. Nakao, T. Iida*, "Enhanced Collective Optical Response of Vast Numbers of Silver Nanoparticles Assembled on a Microbead", *Research on Chemical Intermediates*, Vol. 40(6), pp.2337-2346 (2014). 査読有
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11164-014-1610-0>
- [16] M. Tamura, S. Ito, S. Tokonami, T. Iida*, "Theory for optical assembling of anisotropic nanoparticles by tailored light fields under thermal fluctuations", *Research on Chemical Intermediates*, Vol. 40(6), pp.2303-2313 (2014). 査読有
DOI: 10.1007/s11164-014-1607-8
- [17] 飯田琢也, 床波志保, 伊都将司, 光学, 「光と揺らぎによるナノ物質の動態制御と生体模倣エンジニアリング」, Vol.46, No.3, pp.104-112, (2017). 査読無 <https://ci.nii.ac.jp/naid/40021162906>
- [18] 西村勇姿, 西田啓亮, 山本陽二郎, 伊都将司, 床波志保, 飯田琢也, ケミカルエンジニアリング, 「金属ナノ粒子の集団的光発熱効果による新規バイオ分析法の開拓」, 60(10), pp.52-58, (2015). 査読無 <http://iss.ndl.go.jp/books/R000000004-I026766602-00>
- [19] S. Tokonami*, T. Iida, H. Shiigi, T. Nagaoka, BUNSEKI KAGAKU, "Detection of Biomaterials and Bacteria Using Functionalized Nano-and Micro-Spaces", Vol.64, No.10, pp.727-736, (2015). 査読有
DOI: 10.2116/bunsekikagaku.64.727
- [20] 飯田琢也, 田村守, 西村勇姿, 床波志保, 一般社団法人電気学会, 光・量子デバイス研究会誌, 「光誘起力と非平衡過程によるナノ物質の集合制御とバイオ応用」, OQD-14-044, p.15-18, (2014). 査読無
- [21] 伊都将司, 山内宏昭, 宮坂博, 伊藤民武, 田村守, 床波志保, 飯田琢也, レーザ加工学

会誌 新製品・新技術紹介, 「ドーナツビームによるナノ粒子の選択的集積化」, Vol. 21(3), p.206-209 (2014). 査読無 <https://ndlonline.ndl.go.jp/#!/detail/R300000002-I026010180-00>

[学会発表] (計 113 件)

招待講演 (17 件)

- [1] 飯田琢也, 「微量生体ナノ物質の分子認識光制御による迅速マクロ集積化」新学術領域「光圧によるナノ物質操作と秩序の創生」第1回公開シンポジウム 若手総括班企画 (2017).
- [2] 飯田琢也, 「金属ナノ粒子集積構造体による高効率光熱変換と太陽光エネルギー変換フィルムへの応用」, 第59回プラスチックフィルム研究会講座, 高分子学会 プラスチックフィルム研究会, (2016).
- [3] T. Iida, "Creation of Photothermal Fluidics toward the Control of Biological Functions", *The 10th NanoSquare Workshop*, (2016).
- [4] M. Tamura, S. Tokonami, T. Iida, "Self-consistent Simulation Method to Evaluate the Optically Manipulated Nanoparticles based on Metropolis Method", *OPU-KIST Joint Symposium on Next Generation Photochemistry and Photophysics: From Materials to Applications*, (2016).
- [5] 床波志保, 椎木弘, 長岡勉, 中瀬生彦, 田村守, 飯田琢也, 「分析空間創成に基づく迅速検出法の開発」, 日本分析化学会第65年会, (2016).
- [6] 飯田琢也, 床波志保, 「ナノ物質中電子系の光誘起協力現象とフォトサーマル・フルイディクス」, 応用物理学学会第77回秋季学術講演会, シンポジウム「フォトンクス分科会シンポジウム「フォトンクスの未来を担う研究者」」, (2016).
- [7] T. Iida, S. Tokonami, S. Ito, "Laser-induced Assembling of Nanomaterials and Biomaterials", *WCSM2016*, (2016).
- [8] T. Iida, M. Tamura, Y. Nishimura, S. Tokonami, "Optical Response of Nonequilibrium Nano-system with Biomaterials", *EXCON 2015*, (2015).
- [9] 飯田琢也, 床波志保, 伊都将司, 「ナノ環境における揺らぎの下での光誘起ダイナミクスの理論と応用」, 第62回応用物理学学会春季学術講演会, (2015).
- [10] 飯田琢也, 田村守, 西村勇姿, 床波志保, 「光集合効果によるバイオマテリアルの高感度検出法の開拓」, 応用物理学学会・量子エレクトロニクス研究会「バイオ・メディカルフォトンクス II～量子エレクトロニクスはいかに医生物学に貢献できるか～」, (2014).
- [11] T. Iida, S. Ito, S. Tokonami, Chie Kojima, "Biomimetic Optical Control of Nanomaterials under Light and Fluctuations", *IUMRS-ICA 2014* (2014)

他 6 件

その他の学会発表・国際会議：96 件

国際会議：49 件
国内学会 (ポスター)：21 件
国内学会 (オーラル)：26 件
〔図書〕 (計 3 件)

- [1] 川口諒太郎, 沼田紘志, 田村守, 中瀬生彦, 飯田琢也, 床波志保, 日本分析化学会第65年

会「展望とトピックス」,「微量で安全かつ迅速ながん細胞検出法の開発」, pp 14, (2016).

- [2] T. Iida, S. Ito, S. Tokonami, C. Kojima, Springer-Verlag, Progress in Nanophotonics III, "Nano-optomechanics by tailored light fields under fluctuations", pp.167-202 (総ページ数 208) (2014).
- [3] 床波志保, 日高慎平, 西田敬亮, 山本陽二郎, 中尾秀信, 飯田琢也, 技術情報協会, バイオセンサの先端科学技術と新製品への応用開発「第4章 6節 ナノ粒子固定化技術とセンサ応用」, pp.155-161 (総ページ数 534) (2014).

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 7 件)

- [1] 名称: 集積装置および集積方法、微小物体集積構造体の製造装置、微生物の集積除去装置、被検出物質の検出装置、被分離物質の分離装置、ならびに被導入物質の導入装置、発明者: 飯田琢也, 床波志保, 中瀬生彦, 西村勇姿, 山本靖之, 権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: PCT/JP2015/063364、出願年月日: 2017/5/8、国内外の別: 国外
- [2] 名称: 微小物体の集積装置および集積方法、発明者: 飯田琢也, 床波志保, 山本靖之、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: 特願 2017-037316、出願年月日: 2017/2/28、国内外の別: 国内
- [3] 名称: 電気化学デバイスおよびその製造方法、並びに微生物燃料電池、発明者: 床波志保, 飯田琢也、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: 特願 2017-37649、出願年月日: 2017/2/28、国内外の別: 国内
- [4] 名称: ナノカプセルの集積方法および集積装置、発明者: 飯田琢也, 床波志保, 児島千恵、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: 特願 2016-113754、出願年月日: 2016/6/7、国内外の別: 国内
- [5] 名称: 微小物体の捕集装置および捕集キットならびに微小物体の捕集方法、発明者: 床波志保, 飯田琢也, 藤岡一志、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: 特願 2016-095494、出願年月日: 2016/5/11、国内外の別: 国内
- [6] 名称: 被検出物質の検出装置および方法、発明者: 飯田琢也, 床波志保、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: PCT/JP2014/064496、出願年月日: 2014/5/30、国内外の別: 国外

他 1 件

○取得状況 (計 3 件)

- [1] 名称: 被検出物質の検出装置および方法、発明者: 飯田琢也, 床波志保、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: **第 6099108 号**、取得年月日: 2017/3/3、国内外の別: 国内
- [2] 名称: Device and method for detecting an analyte、発明者: T. Iida, S. Tokonami、権利者: 大阪府立大学、種類: 特許、番号: **US9903861B2**、取得年月日: 2018/2/27、国内外の別: 国外
- [3] 名称: Target-substance detection apparatus and method、発明者: T. Iida, S. Tokonami、権利者:

大阪府立大学、種類: 特許、番号: **EP2993460B1**、

取得年月日: 2019/7/3、国内外の別: 国外

〔その他〕

受賞 (6 件)

- [1] 若手優秀ポスター賞, 第 76 回分析化学討論会, 発表者: 山本靖之, 清水恵美, 西村勇姿, 床波志保, 飯田琢也 [受賞者: 山本靖之] (2016)
- [2] IAC Presentation Award, APNFO10, 発表者: M. Tamura, T. Iida [受賞者: M. Tamura] (2015)
- [3] Excellent in Poster award, 2014 2nd TKU-OPU and 4th TKU-ECUST-OPU-KIST International Symposium, 発表者: Y. Nishimura, K. Nishida, Y. Yamamoto, S. Ito, S. Tokonami, T. Iida [受賞者: Y. Nishimura]

他 3 件

メディア発表・プレスリリース (25 件)

- [1] 「ウイルス・細菌を低コストで高感度検出—大阪府立大が原理構築」, 日刊工業新聞, 2017/1/23(月).
- [2] 「DNA の二重鎖形成を「光」で加速する新原理を世界に先駆けて解明」, Ratory , 2016/12/13(火).
- [3] Recomd. Paper (Biophotonics): として Genomatronic QB にて紹介(スペインのバイオテクノロジー関連会社が運営するページ), 2016/12/6(火).
- [4] 「『センサー感度, 大幅向上』早大と大阪府立が基礎技術」日本産業新聞 (8 面), 2016/10/19(水).
- [5] 「早大ら, 2 段階で複合ナノ構造を作成し光応答を増強」, オプトロニクス, 2016/9/20(火).

他 20 件

ホームページ等

生体光物理グループ

<http://www.p.s.osakafu-u.ac.jp/~t-iida/index.html>

大阪府立大学 LAC-SYS 研究所

<http://www.p.s.osakafu-u.ac.jp/~t-iida/LAC-SYS/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯田琢也 (IIDA, Takuya)

大阪府立大学・理学系研究科・准教授

研究者番号: 10405350

(2) 研究分担者

床波志保 (TOKONAMI, Shiho)

大阪府立大学・工学研究科・准教授

研究者番号: 60535491

(3) 研究分担者

伊都将司 (ITO, Syoji)

大阪大学・基礎工学研究科・准教授

研究者番号: 10372632

(4) 連携研究者

井村考平 (IMURA, KOHEI)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号: 80342632