

令和 2 年 6 月 12 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01048

研究課題名（和文）実環境中ウイルス検出用外力支援近接場照明バイオセンサシステム

研究課題名（英文）External force assisted near-field illumination biosensor system for virus detection in the environment

研究代表者

藤巻 真 (Fujimaki, Makoto)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・副研究センター長

研究者番号：10392656

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 33,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、抗原抗体反応を検出原理に用い、環境中に存在するウイルスを、測定試料の煩雑な前処理を必要とせず、簡便に検出可能なウイルスセンサの開発を行った。我々が開発した外力支援近接場照明バイオセンサ技術をベースとして、検出に用いる光信号用粒子や磁気微粒子の最適化を行うことによって、高感度かつ広ダイナミックレンジを有するウイルス検出技術を確立することができた。より感度良くウイルス検出を行うために、抗体開発も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

環境中ウイルス検出の最も重要な意義は、感染リスクの低減である。我々が暮らす環境中に何らかの要因によってウイルスが持ち込まれたことが即座に検知できれば、換気や消毒などの対策によって、その空間にいる人の感染リスクを大幅に低減可能となる。環境中ウイルスの検出が可能になれば、季節性ウイルスが蔓延するメカニズムの解明や、未だに詳細が不明なウイルスの感染ルートの特定、と言った疫学上の意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：In this study, we have developed a virus sensor that uses antigen-antibody reaction as a detection principle and can easily detect viruses existing in the environment without the need for complicated pretreatment of measurement samples. We have succeeded in establishing a virus detection method with high sensitivity and wide dynamic range by optimizing the conditions of optical signal particles and magnetic particles used for the external force assisted near-field illumination biosensor technology. We also developed antibodies to detect viruses more sensitively.

研究分野：光学、電気工学、ナノバイオサイエンス、バイオフォトンクス

キーワード：バイオセンサ ウイルス 免疫アッセイ 抗体 ナノ粒子

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、ウイルス検査技術は格段の進歩を遂げており、手法や使用装置の仕様などによって感度、時間、コストなどに差はあるものの、患者を対象としたウイルス検査技術はほぼ完成され、要求されるレベルを十分に満たすに至っている。そこで我々は、環境中に存在するウイルスの検出を本ウイルス検出技術開発のターゲットとした。

環境中ウイルスの検出の最も重要な意義は、感染リスクの低減である。我々が暮らす環境中に何らかの要因によってウイルスが持ち込まれたことが即座に検知できれば、換気や消毒などの対策をとることによって、その空間にいる人の感染リスクを大幅に低減可能となる。その他にも、環境中ウイルスの検出が可能になれば、季節性ウイルスが蔓延するメカニズムの解明や、未だに詳細が不明なウイルスの感染ルートの特特定、と言った疫学上の意義も大きい。本研究を開始した当時は、蚊を媒介して感染するジカウイルスも大きな社会問題となっており、捕獲した虫に対する迅速なウイルス検査も必要とされ始めている。

このように、環境中のウイルス検出が人類にとって極めて大きな恩恵を与えることは明らかであるが、その実現は容易ではない。その第一の理由は、感染患者に対する感染検査とは異なり、極端にその濃度が低いことが挙げられる。また、環境中から採取した試料を対象に検査を行うため、多くの夾雑物が検出を阻害することも、その実現を困難にしている。

現在、極少量のウイルス検出が可能な技術として、ポリメラーゼ連鎖反応法 (PCR 法) が用いられている。PCR 法は、これまでに環境中ウイルス検査、例えば、養殖された牡蠣のノロウイルス検査や、環境水や下水中に含まれるウイルス検査などに用いられた例が報告されており、環境中ウイルス検査に適用可能であることが示されている<sup>1,2)</sup>。しかし、PCR による検査では遺伝子抽出などの前処理が必要であることから、作業が複雑で熟練を要し、また、作業に時間がかかることから測定コストも高く、日常的な環境計測に用いるには課題が多い。このようなことから、PCR 法の代わりになる技術が求められている。

### 2. 研究の目的

本研究開発の目的は、PCR の補完技術または代替技術として、イムノアッセイ、すなわち抗原抗体反応を検出原理に用い、環境中に存在するウイルスを、遺伝子抽出などの煩雑な前処理を必要とせず、簡便に検出可能なウイルスセンサを開発することである。試料を試薬と混ぜる程度の簡単な前処理を行った後に、装置にその混合液を入れるだけで検出が可能なセンシングメカニズムを開発し、居住空間内や野外環境下において標的ウイルスを検出できる技術を確立する。本課題が実現すれば、感染症の征圧に大きく貢献すると考えられる。

### 3. 研究の方法

#### (1) 検出システムの開発

本研究開発では、我々が開発したイムノアッセイ法の 1 つである外力支援近接場照明バイオセンサ (External Force -Assisted Near-field Illumination Biosensor, EFA-NI バイオセンサ) をベースとして、高感度ウイルス検出システムの開発を行う<sup>3)</sup>。図 1(a) は本技術の光学的模式図、図 1(b) は測定原理の説明図である。EFA-NI バイオセンサは、センサチップの表面から高さ数マイクロメートルの空間だけを照らす近接場光と外部磁場を利用して、対象を「動く光点」として検出する。ウイルスに対する抗体を磁気微粒子と光信号用の微粒子につけて、この両者を対象ウイルスに付着させて結合体を形成する。図 1(b) に示すように、センサ下部に配置した磁石でこの結合体をセンサチップ表面に引き寄せる。センサチップ表面には、全反射条件で励起光が入射されることによって近接場光が発生しており、結合体が磁石によってセンサチップ表面に引き寄せられると、光信号用の微粒子から光が発せられ光点として観測される。この結合体をセンサチップ側面に配置した磁石で横方向に移動させると光点が動くことから、光点をより視認しやすくなり、よって、ウイルスを高感度で検出可能となるという原理である。本研究では、非常に感染力が高いとされるノロウイルスをモデルとして、EFA-NI バイオセンサを用いた高感度、広ダイナミックレンジ測定系の構築を行った。

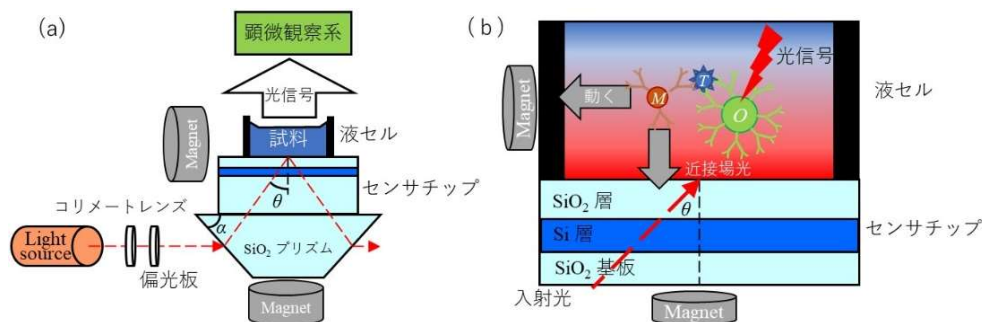


図 1 EFA-NI バイオセンサの光学配置の模式図(a)、および動作原理説明図(b)。

#### (2) 検出プローブの開発

ノロウイルスには多くの亜型 (遺伝子型) が存在し、よって、抗体の種類によっては捕捉でき

ない型のウイルスが存在する。多様な遺伝子型のノロウイルスを網羅的に検出するには、広い交差反応性を持つ抗体、つまり多くの遺伝子型のウイルスを捕捉可能な抗体が望ましい。これまでに我々は、ノロウイルスに対して、交差反応性を持つ複数の抗 GI (Genogroup I)、抗 GII (Genogroup II) ファージ抗体の単離に成功しており、さまざまな遺伝子型の株に広範囲に反応することを明らかにしてきた<sup>4)</sup>。本研究では、これらの抗体の中から、特に交差反応性の広い抗体に注目し、エピトープマッピングおよび結晶構造解析を行い、なぜそのような交差反応性が得られるのかの検証を行った。

さらに我々は、環境中のウイルス検出として、トウガラシ微斑ウイルス (Pepper mild mottle virus, PMMoV) の検出を目的としてその抗体開発を行った。PMMoV は、河川の糞便汚染の指標として期待されており、また、下水処理においてヒトの腸管ウイルスと同じように浄水処理によって除去されることが示されており、ウイルス除去の指標として期待されている<sup>5)</sup>。

#### 4. 研究成果

##### (1) ノロウイルス検出

本研究では、ノロウイルス (GII.4 の Narita104 株) のウイルス様粒子 (Virus like particle, VLP) を検出ターゲットとして用いた。VLP を捕捉するための抗体には、広い GII 内交差反応性を示す抗ノロウイルスモノクローナル抗体 12A11<sup>4)</sup> と、抗ノロウイルスポリクローナル抗体を用いた。磁気微粒子には、12A11 を修飾した直径 25nm の磁気微粒子を使用した。光信号用の微粒子には、ポリクローナル抗体を修飾した直径 60nm の金ナノ粒子を用いた。ここでは、金ナノ粒子による散乱光を光信号として用いた。

センサチップには、厚さ 0.725mm の SiO<sub>2</sub> ガラス基板上に厚さ 25nm の Si 層と、厚さ 290 nm の SiO<sub>2</sub> 層とを持つ導波モードセンサチップを用いた<sup>6)</sup>。また、その上に直径 8mm の穴のあいたシリコンゴムを取り付けて液セルとした。シリコンゴムの厚さは 2mm であり、よって、液セルの容量はおよそ 100 μL となる。センサチップは、底角 32 度のシリカガラス製の台形プリズム上に屈折率マッチングオイルを介して配置した。光源には、波長 530nm の光ファイバ結合型 LED を用いた。光ファイバの先端にコリメータレンズを取り付けることによって平行光を出射し、偏光子によって S 偏光とした後、台形プリズムに入射した。このような条件でプリズムを介してセンサチップ表面に光が入射されると、センサチップ表面では入射光が全反射するとともに、Si 層と SiO<sub>2</sub> 層による導波路構造において導波モードが励起されることから、チップ表面には電場増強された近接場光が発生する。転送行列法を用いたシミュレーションでは、近接場光の電場強度は、入射光の電場強度のおよそ 125 倍になると予想された。この波長は 60nm の金ナノ粒子の局在プラズモン共鳴励起波長であることから、金ナノ粒子からより強い散乱光信号が発せられる<sup>7)</sup>。実際、この入射光条件で、磁気微粒子と金ナノ粒子からの散乱光信号を観測したところ、磁気微粒子からの散乱光は観測されず、金ナノ粒子からの散乱光のみ観察された。動く光点の観察には、倍率 5 倍の対物レンズを用い、CCD カメラを用いて撮像を行った。今回用いた光学系で観察される領域は、センサチップの表面の約 2.5mm×2.0mm であり、液体セル底面の約 10% であった。磁気微粒子を制御する磁石にはネオジウム磁石を用いた。

図 2(a) および 2 (b) は、それぞれトイレの便器に純水を付着させた後に回収した水と、その水に VLP を 10<sup>3</sup> 個分散させた場合の動く光点の観察画像を示す。各試料には、それぞれ 5×10<sup>4</sup> および 5×10<sup>3</sup> の磁気微粒子および金ナノ粒子を混ぜている。撮像フレーム毎で動いた点に色を付けている。ここでは、青から赤に向かって光点が移動していることを示す。VLP を含まない試料を測定した際には、図 2(a) に示すように動く光点は観測されないが、VLP を分散させた試料では、動く光点が観測され、VLP が検出されていることが分かる。

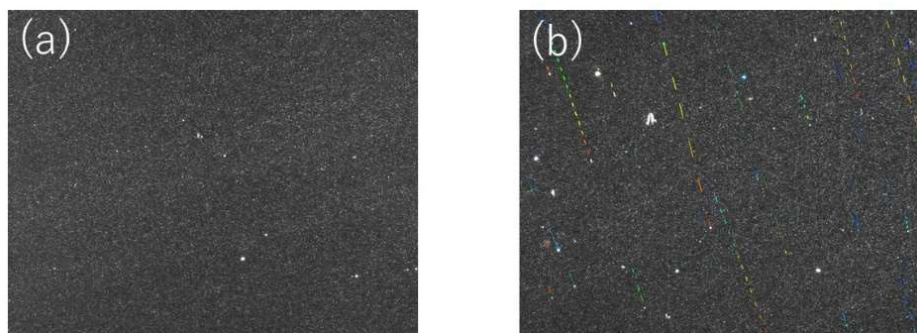


図 2 トイレの便器に純水を付着させた後に回収した水を EFA-NI バイオセンサにて観測した画像。(a) 回収した水をそのまま測定した結果。(b) 回収した水に VLP を 10<sup>3</sup> 個分散させた試料を測定した結果。撮像フレーム毎で動いた点は着色して軌跡を表示している。

図 3(a) は、PBS 中に VLP を分散させた試料で動く光点を観測した際の光点の平均数を示す。試料には、5×10<sup>4</sup> および 5×10<sup>3</sup> の磁気微粒子および金ナノ粒子を混ぜている。エラーバーは 3 回の異なる実験の標準偏差を示す。図 3(a) から分かるように、VLP の個数が 0 から 10<sup>3</sup> 粒子の範囲では、VLP の増加に伴い、動く光点の数も増加する。一方、10<sup>4</sup> 個の VLP を含む試料で観察され



た動く光点の数は、 $10^3$ 個のVLPを含む試料で観察された動く光点の数より少なかった。図3(b)は、試料中の磁気微粒子および金ナノ粒子の数を変えて、 $10^4$ 個のVLPを分散させた試料を測定した際の動く光点数を示す。図3(b)から分かるように、磁気微粒子および金ナノ粒子の数を増やすことによって、動く光点数が増え、測定ダイナミックレンジを広げることが可能であることが分かる。

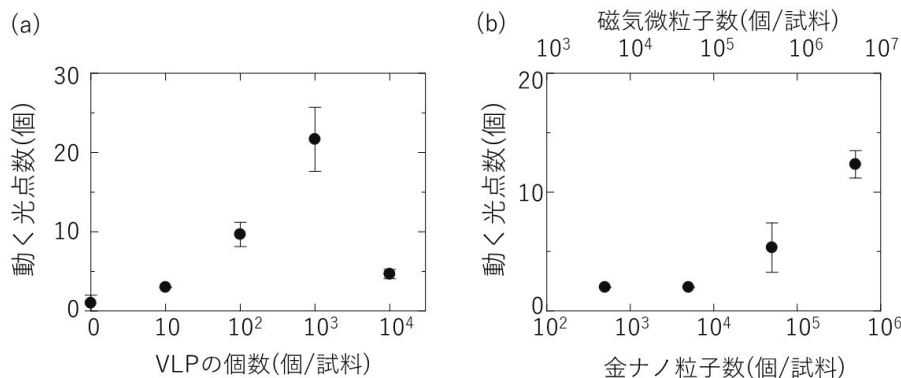


図3 (a) VLPをPBS中に分散させた試料に対して、動く光点数を測定した結果。(b)  $10^4$ 個のVLPをPBS中に分散させた試料において、混合する磁気微粒子および金ナノ粒子の数を増やして動く光点数を測定した結果。

以上に示したように、VLPの数が検出用の粒子数よりも多い場合、動く光点数が減ってしまう。標的物質の濃度の増加に伴う、同様の信号の低下は、他のビーズを用いた生体物質検出試験においても報告されている<sup>8)</sup>。これは、標的物質が増えることによって、ビーズ同士の結合が促進され凝集してしまうことによる。検出に用いる粒子数を増やすと凝集が抑制され、より正確な信号が得られることが期待される。図3(b)に示すデータは、この解釈が正しいことを示している。このようにEFA-NIバイオセンサのダイナミックレンジは、磁気微粒子と金ナノ粒子の数によって制限され、粒子数を増やすことでより広いダイナミックレンジを実現できる。但し、磁気微粒子の濃度を高くしすぎると、磁場印加時に磁化した磁気微粒子同士が凝集し、光点を形成してしまうことが観測されている。微粒子の濃度はEFA-NIバイオセンサにおいて正確な検出結果を得る上で大変重要なパラメータである。

## (2) 抗ノロウイルス抗体の構造解析

本研究では、ノロウイルスに対する抗体を対象に、異なる型のウイルスを可能な限り網羅的に検出することを目指し、交差反応性の広い抗体について、その構造解析を行った。まず、GII.4型に特異的な抗体12A2と、GII/1, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14型と交差反応性を示す抗体12A11と、GII/1, 4, 6, 7型と交差反応性を示す抗体12B10が、ノロウイルスのメジャーなカプシドタンパク質VP1のどの領域と反応するかをエピトープマッピングELISAにて調査した。図4は、カプシドタンパク質VP1をNt, S, P1N, P2, P1C, P1N1, P1N2, P1C, P1C2のサブドメイン毎に分割してレコンビナントタンパク質を作製し、12A2, 12A11, 12B10の3つの抗体が、どのサブドメインと反応するかをELISAで評価した結果を示す。この図よりP1C並びにP1C2のOD値が高いことが分かる。P1C2はPドメインの最もC末端側になり、試験した3つの抗体のいずれも、認識する抗原エピトープがVP1タンパク質P1CドメインのC末端側に存在する可能性が高いことが分かった。

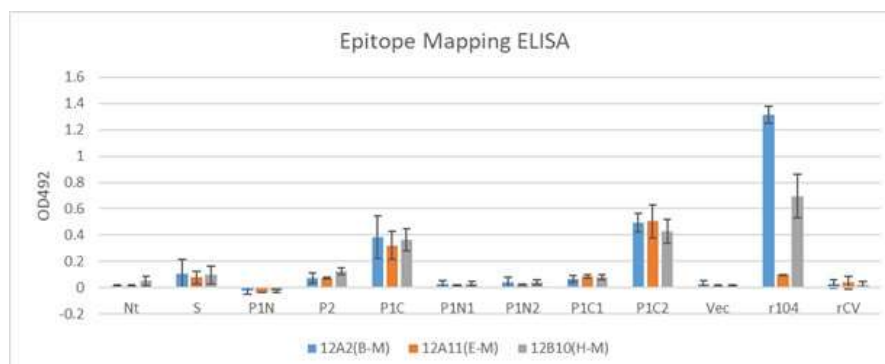


図4 ノロウイルスのカプシドタンパク質VP1をサブドメイン毎に分割しレコンビナントタンパク質を作製し、12A2, 12A11, 12B10と反応するかをELISAで評価した結果。VecとrCVは陰性コントロール、r104は陽性コントロールを示す。

さらに、これら3つの抗体の中で最も交差範囲の広い12A11について、その抗原認識の機構を明らかにする目的で、一本鎖抗体として樹立された12A11をIgGのFab型に変換し、メタノー

ル資化性酵母で大量発現を行い、結晶構造解析を行った(図 5)。この抗体は、重鎖と軽鎖で構成される抗原認識部位の溝構造が浅く、特に CDRH3 は大きなループ構造を持っていることが明らかとなった。結晶構造ではこのループはディスオーダーしていることから、Fv ドメインから突出していることが予想される。この構造が、ノロウイルス P ドメインの奥の方に存在する株間で変異の少ない領域にアクセスすることで、交差反応性を得ていると予想された。

上述のエピトープ解析より P ドメイン C 末端付近が、12A11 により認識されていることが示唆されている。すでに報告されている VLP の結晶構造では、P ドメインの C 末端付近は、ウイルス表面のスパイク様の突起の間のくぼみ部分に位置する。この構造に、12A11 の結晶構造を並べて置くと、12A11 はこのくぼみにアクセスできる大きさであること、および突出した CDRH3 のループが、この部分へのアクセスに関与していることが示唆された。

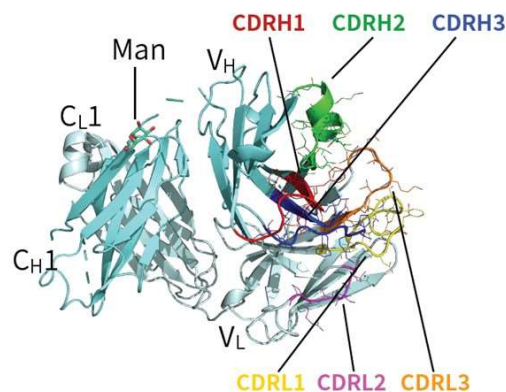


図 5 12A11 Fab の結晶構造。重鎖を濃いシアン色、軽鎖を薄いシアン色のリボンモデルで表示。CDRH3 はディスオーダーしていて全長 22 残基のうち 10 残基が見えていない。

### (3) 抗 PMMoV 抗体の開発

環境中のウイルス検出として、PMMoV の検出を目的としてその抗体開発を行った。PMMoV は、下水処理においてウイルス除去の指標としての利用が期待される植物ウイルスである。現在、環境水中の PMMoV 検査は、PCR が主に用いられており、免疫アッセイはほとんど用いられていない。そのため、我々が調査した限りでは、モノクローナル抗体は入手できず、ポリクローナル抗体が市販されているのみであった。モノクローナル抗体は、PMMoV が感染した葉をすりつぶして C57BL/6 マウスに接種し、脾臓由来細胞とマウスミエロマ由来 P3U1 細胞を融合させ、ハイブリドーマ を取得して作製した。

図 6(a) は作製したモノクローナル抗体のうち、IgG を使用して ELISA を行った結果を示す。ELISA の抗原には、PMMoV が感染した葉を PBS 中ですりつぶし、フィルタで濾過したものを用いた。その結果、すべての抗体が PMMoV 抗原に対して反応性を示した。また、これらのモノクローナル抗体と抗原を用いてウエスタンブロットを行い、PMMoV のどの抗原を認識するかを調べた。結果を図 6(b) に示す。いずれの抗体も 18kDa 付近にバンドが見られたことから、今回作製した IgG モノクローナル抗体は PMMoV の外套タンパクを認識することが明らかとなった。そのうち、24A8 と 35C11 が特に、強い反応性を示した。これらの抗体を用いることにより実試料中の PMMoV 検出の実現が期待される。

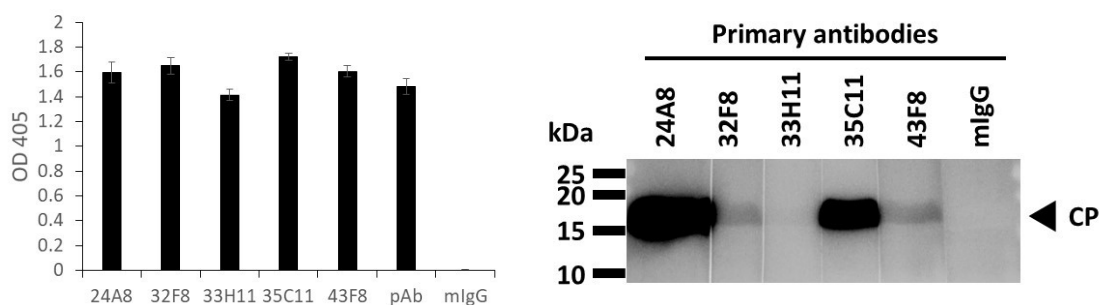


図 6 (a)本研究で作製した IgG モノクローナル抗体を ELISA で評価した結果。pAb は市販のポリクローナル抗体、mIgG は市販の非免疫マウスの抗体である。(b) これらのモノクローナル抗体と抗原を用いてウエスタンブロットを行い PMMoV のどの抗原を認識するかを調べた結果。

### 参考文献

- 1) M. Uema, Jpn. J. Food Microbiol. 33(3), 121 (2016).
- 2) S. Ishii et al., Appl. Environ. Microbiol. 80(24), 7505 (2014).
- 3) M. Yasuura and M. Fujimaki, Sci. Rep. 6, 39241 (2016).
- 4) K. Higo-Moriguchi et al., J. Med. Virol. 86, 558 (2014).
- 5) N. Shirasaki et al., Water Research 129, 460 (2018).
- 6) M. Yasuura et al., Jpn. J. Appl. Phys. 58, 071005 (2019).
- 7) L. Sarkhosh et al., Phys. Status Solidi A 207, 2303 (2010).
- 8) W. Cui et al., ACS Sens. 3, 432 (2018).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Masato Yasuura, Haruko Shirato, Kyoko Higo-Moriguchi, Makoto Fujimaki	4. 巻 58
2. 論文標題 Detection of norovirus-like particles with an external-force-assisted near-field illumination biosensor	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 071005-1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab29e2	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 Masato Yasuura, Koji Ueno, Hiroki Ashiba, Yuki Nakaya, Makoto Fujimaki	4. 巻 32
2. 論文標題 Waveguide-mode Sensor Chip with Si/SiO <sub>2</sub> /SiO <sub>x</sub> Structure	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 1567-1576
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18494/SAM.2020.2732	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 安浦雅人、藤巻真	4. 巻 47-8
2. 論文標題 水質汚染に立ち向かう光技術 極めて低濃度のウイルスを検出可能なバイオセンサー	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 光学	6. 最初と最後の頁 324-328
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 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 安浦 雅人、藤巻 真	4. 巻 33-13
2. 論文標題 水質評価技術 - 新たな展開 - 第2回 ごく低濃度のウイルス粒子を簡便に検出できるバイオセンサ	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PHARM TECH JAPAN	6. 最初と最後の頁 109-113
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 -

〔学会発表〕 計46件（うち招待講演 15件 / うち国際学会 13件）

1. 発表者名 藤巻 真
2. 発表標題 外力支援近接場照明バイオセンサーの原理と応用
3. 学会等名 光ネットワークシステム技術第171委員会 第67回研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masato Yasuura, Makoto Fujimaki
2. 発表標題 Comparison of surface-modification types for sensor chips of the external force-assisted near-field illumination biosensor
3. 学会等名 International Conference on Bio-Sensing Technology 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白土東子
2. 発表標題 ノロウイルス感染と検出技術
3. 学会等名 埼玉大学第12回メディカル・イノベーション・ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤巻真
2. 発表標題 ウイルスや蛋白質の超高感度バイオセンサ
3. 学会等名 P-MEC Japan 2018 出展者セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤岡貴浩
2. 発表標題 下水の飲料再利用におけるウイルス除去：現在の水処理技術と課題
3. 学会等名 外力支援型バイオアッセイ技術コンソーシアム 第1回 コンソーシアム技術セミナー・技術交流会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Nakaya and M. Fujimaki
2. 発表標題 Rapid detection of pepper mild mottle virus using external force assisted near-field illumination (EFA-NI) biosensor
3. 学会等名 Biosensors 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤巻真、安浦雅人、芦葉裕樹、仲屋友喜、島隆之
2. 発表標題 畜産業向け高感度ウイルスセンサー
3. 学会等名 農林水産省 「知」の集積と活用の中 産学官連携協議会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宮沢孝幸
2. 発表標題 レトロウイルス感染症と内在性レトロウイルス
3. 学会等名 外力支援型バイオアッセイ技術コンソーシアム 第2回 コンソーシアム技術セミナー・技術交流会（招待講演）
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 安浦雅人、藤巻真
2. 発表標題 外力支援蛍光バイオセンサによるインフルエンザウイルス検出
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 安浦雅人、仲屋友喜、藤巻真
2. 発表標題 外力支援近接場照明(EFA-NI)バイオセンサによるインフルエンザウイルスの検出
3. 学会等名 「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白土東子
2. 発表標題 ノロウイルスと血液型抗原
3. 学会等名 力支援型バイオアッセイ技術コンソーシアム 第4回 コンソーシアム技術セミナー・技術交流会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 沢田颯、大木義路、芦葉裕樹、白土東子、藤巻真
2. 発表標題 ノロウイルスの検出に向けた量子ドットを用いた磁場支援蛍光バイオセンサーの開発
3. 学会等名 放電学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤巻真、安浦雅人、芦葉裕樹、仲屋友喜
2. 発表標題 外力支援近接場照明バイオセンサーによるウイルス検出
3. 学会等名 関西バイオ医療研究会 第8回講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤巻 真
2. 発表標題 ウイルス検出技術の現状と今後
3. 学会等名 COCN実行フェーズ 感染症対策研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤巻 真
2. 発表標題 近い将来、人は風邪を引かなくなる
3. 学会等名 AIST × ゆう活勉強会 ～あなたの知らない産総研～ 先鋭研究者から学ぶ最新技術！（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 藤巻 真
2. 発表標題 光を用いたウイルス検出における現状と課題
3. 学会等名 平成29年度 環境分野 俯瞰ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安浦 雅人、白土 東子、守口 匡子、藤巻 真
2. 発表標題 EFA-NI バイオセンサを用いた実環境サンプル中のノロウイルス様粒子検出
3. 学会等名 ケミカルセンサ研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安浦 雅人、白土 東子、守口 匡子、藤巻 真
2. 発表標題 外力支援近接場照明バイオセンサによる実環境サンプル測定
3. 学会等名 第78回応用物理学会秋季学術講演会（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 安浦 雅人、藤巻 真
2. 発表標題 外力支援近接場照明バイオセンサによるインフルエンザウイルス検出
3. 学会等名 第65回応用物理学会春季学術講演会（国際学会）
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計5件

産業財産権の名称 標的物質検出装置	発明者 安浦 雅人、藤巻 真	権利者 産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-145110	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 標的物質検出方法及び標的物質検出キット	発明者 安浦雅人、藤巻真	権利者 産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-110736	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 標的物質検出方法	発明者 仲屋友喜、藤巻真	権利者 産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-110737	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 センサチップ、目的物質検出装置及び目的物質検出方法	発明者 芦葉裕樹、藤巻真	権利者 産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-173294	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>【1分解説】極めて低濃度のウィルスを簡便に検出できるバイオセンサーを開発【産総研公式】  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=su4Qko8af28">https://www.youtube.com/watch?v=su4Qko8af28</a>          国立研究開発法 産業技術総合研究所センシングシステム研究センターホームページ  <a href="https://unit.aist.go.jp/ssrc/index.html">https://unit.aist.go.jp/ssrc/index.html</a></p>
--

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	島 隆之 (Shima Takayuki) (10371048)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・エレクトロニクス・製造領域・上級主任研究員  (82626)	
研究分担者	藤岡 貴浩 (Fujioka Takahiro) (20759691)	長崎大学・工学研究科・准教授  (17301)	
研究分担者	守口 匡子 (Higo-Moriguchi Kyoko) (60298528)	藤田医科大学・医学部・講師  (33916)	
研究分担者	白土 東子(堀越東子) (Shirato Haruko) (60356243)	国立感染症研究所・ウイルス第二部・主任研究官  (82603)	

## 6. 研究組織（つづき）

	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	宮沢 孝幸 (Miyazawa Takayuki) (80282705)	京都大学・ウイルス・再生医科学研究所・准教授  (14301)	
研究分担者	久保田 智巳 (Kubota Tomomi) (90356923)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命工学領域・研究グループ付  (82626)	