

令和 2 年 6 月 19 日現在

機関番号：24506

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2019

課題番号：18K19006

研究課題名（和文）誘電泳動による細胞アレイ化を利用した迅速で簡便な細胞選択と回収

研究課題名（英文）Rapid and simple method for selecting cells from cell-based array based on the dielectrophoresis

研究代表者

安川 智之（YASUKAWA, TOMOYUKI）

兵庫県立大学・物質理学研究科・教授

研究者番号：40361167

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、細胞のアレイ化、有用細胞の識別および有用細胞の回収の一連の技術開発を行った。マイクロウェルアレイ電極を用いた正の誘電泳動により超高速で簡便に細胞アレイ化を達成した。免疫反応を利用して細胞から分泌される抗体をマイクロウェル内に捕捉し、抗体分泌細胞を識別した。最後に、負の誘電泳動を用いて、抗体を産生する細胞のみをウェル外へと排出して回収した。これにより、細胞群の中から高親和性の抗体を分泌する細胞を迅速で高効率に取得できる可能性を示せた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、大量数のリンパ球の中から、目的とする細胞のみを捕捉、捕捉細胞の機能評価、目的細胞の回収を、迅速で簡便に達成できるデバイスの開発を行った。これまでの方法では、細胞を蛍光分子で標識して識別しフローサイトメーターを用いて分離していた。しかし、これは高額であるとともに有用な細胞を蛍光標識しなければならない。本法は、ラベル化の必要なく有用細胞を識別、回収することができるため、回収後の細胞培養による抗体の取得が可能となり、患者の抗体検査だけでなく、次世代の抗体医薬開発に貢献できる可能性を秘めている。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed a series of techniques to form cell-based array, discriminate cells with the ability for secreting the specific antibody and retrieve the target cells. The rapid and simple formation of the cell-based array were achieved by using the microwell array electrode based on the positive dielectrophoresis. The antibody secreted from the cells were detected by capturing in each microwell based on the antigen-antibody reaction. The target cells trapped in the microwells were selectively retrieved from the cell array by negative dielectrophoresis. These results suggest that the cells with the secreting ability of the specific antibody are rapidly and effectively obtained from the cell populations with a large number of cells.

研究分野：電気分析化学

キーワード：誘電泳動 細胞アレイ B細胞選択 濃縮 電気化学計測

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ヒト末梢血中 B リンパ球は、個々の細胞の表面に 1 種類の抗体を発現している。この表面抗体に抗原が結合すると、活性化され形質細胞へと分化して抗体を分泌する。病原体に特異的に応答する B リンパ球を選択、回収することにより、単一細胞レベルでの遺伝子と疾病の連関を調査できるだけでなく、選択回収細胞によりモノクローナル抗体を大量取得することによる次世代の抗体医薬開発に貢献できる。

そこで、多数存在する B リンパ球の中から目的とする抗体を産生する細胞を迅速で高効率に選択する手法が必要不可欠である。特定の抗原に対する特異的な抗体を産出する B リンパ球を検出する手法として、Enzyme-linked Immunospot (ELISPOT) 法がある。この方法では、抗原固定化基板上に B リンパ球を播種し、分泌抗体を基板上の抗原で捕捉後、蛍光または酵素ラベルして検出する。しかし、ラベル化の際に細胞は洗い流され、どの細胞が発現細胞か不明となる。そこで、ELISPOT 法とマイクロウェルアレイの融合を着想した。抗原固定化ウェルへの細胞のアレイ化では、溶液の交換が可能であるため、産生された抗体からの蛍光シグナルと B リンパ球を対応させることができる。近年、数十万個のマイクロウェルアレイを用い、その各ウェル内に 1 細胞を導入した単一細胞アレイを作製し、抗原刺激に対する B リンパ球の応答が検出された。しかし、ウェルアレイへの細胞導入は、確率的な自然沈降に依存しており、高効率導入に時間を要する。さらに、目的細胞の回収にマイクロピペット吸引を用いているため、操作が煩雑である。マイクロピペットを xyz マニピュレータを用いてマイクロウェルへと近接させ、溶液を吸引しながらウェル内の細胞を回収している。1 個の細胞の回収に数十分の時間を必要とし、1 人の実験者が複数個の細胞を連続で回収することは極めて困難であると容易に想像できる。よって、簡便性とスループットの向上が切望されている。

我々は、これまで、誘電泳動 (DEP) を用いた細胞操作を利用し、細胞パターンニングや細胞表面抗原の識別方法の開発を行ってきた。DEP は、不均一電場内に存在する微粒子に双極子モーメントが形成され微粒子が動く現象である。電場の強い領域への引力 (p-DEP) と強い領域からの反発力 (n-DEP) があり、印加周波数によって制御できる。底面が ITO 製のマイクロウェルアレイ電極を用いた p-DEP により、わずか 1 秒で 80-90% のウェルに細胞を導入できる。図 1 に、マイクロウェルアレイ電極を用いた p-DEP により形成した細胞アレイのイメージを示す。マイクロウェルアレイ電極を有する流路型デバイスに細胞懸濁液を導入すると、デバイス内で細胞はランダムに分散 (図 1(A)) するが、マイクロウェルアレイ電極に交流電圧を印加すると p-DEP の作用により細胞はウェル内へと誘導され 1 秒で細胞アレイが形成 (図 1(B)) される。図 1(C) および (D) に、それぞれ拡大した光学および蛍光顕微鏡写真を示す。ウェル内に捕捉された細胞が同じ位置で緑蛍光を発していることがわかる。

また、この DEP 操作法を用い、ウェルアレイに単一細胞ペアを形成し、高効率ハイブリドーマ形成へ展開している。また、細胞表面受容体の検出、細胞への微粒子結合による誘電泳動特性の変換を行っている。本研究では、これらの技術を融合深化することにより、「B リンパ球のアレイ化する」、「産生される抗体をウェル内に濃縮捕捉して特定の B リンパ球を選別する」、「ウェル内の捕捉細胞を選択的にウェル外へと排除し、個々の目的細胞を簡便に回収する」が可能な細胞チップの開発を行う。これにより、大量数のリンパ球の中から、目的とする細胞のみを捕捉、捕捉細胞の機能評価、目的細胞の回収を、迅速で簡便に達成できる。血液中から多種多様な目的に合致した細胞をスクリーニングするためのスタンダードへ展開したい。

### 2. 研究の目的

本研究は、マイクロウェルアレイ電極を用いた誘電泳動による超高速で簡便な細胞アレイ作製技術を基盤とした、「目的とする抗体を産生する B 細胞のハイスループットな選択」、「産生する抗体の検出」および「捕捉されたポジティブ細胞の選択回収」を可能とする細胞チップの開発を目的とする。この研究により、患者の末梢血中に大量に存在するリンパ球から、高親和性の抗体を産生する細胞を迅速で高効率に取得する方法を確立し、抗体医薬の分野に大きく貢献する。

### 3. 研究の方法

まず、マイクロウェルアレイ電極を有する DEP デバイスの作製を行った。図 2 に、デバイスの光学顕微鏡イメージを示す。インジウムスズ酸化物製のマイクロバンドアレイ電極を作製した (図 2(A))。電極幅およびギャップを、それぞれ 40  $\mu\text{m}$  および 80  $\mu\text{m}$  とした。このバンドア

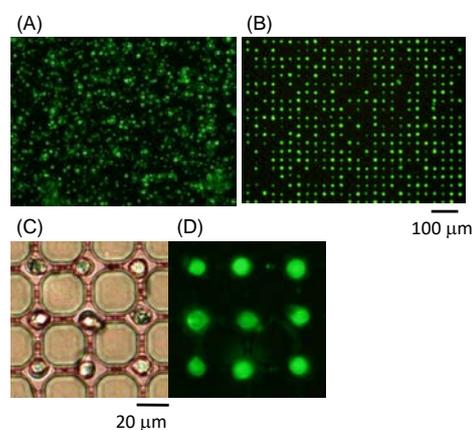


図 1. (A) マイクロウェルアレイ電極内デバイス内に導入した細胞の蛍光顕微鏡写真. (B) 交流電圧印加後に形成された細胞アレイの蛍光顕微鏡写真. 拡大した細胞アレイの (C) 光学および (D) 蛍光顕微鏡写真.

レイ電極をもう一枚準備し、その上にマイクロウェルアレイ (直径 20  $\mu\text{m}$ ) を形成した (図 2(B)). 作製したマイクロウェルアレイを有するバンドアレイ電極基板上に、バンドアレイ電極を有する上面基板を 90 度回転させて配置した. この時, 上下基板間に 30  $\mu\text{m}$  のスペースを設けた. 抗ウサギ血清アルブミン抗体 (抗 RSA 抗体) を産生するハイブリドーマ懸濁液を上下基板間の流路内に導入した. 上面のバンドアレイ電極および下面のバンドアレイ電極に, 位相の異なる交流電圧 (3 MHz, 2 Vpp) を印加した.

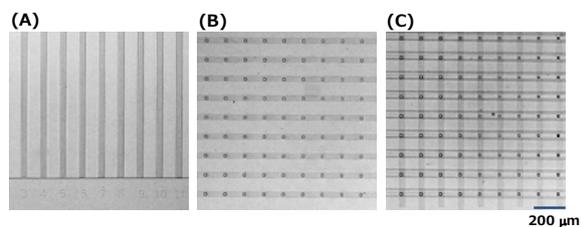


図 2. (A) マイクロバンドアレイ電極. (B) マイクロウェルアレイを有するマイクロバンドアレイ電極. (C) (A)と(B)を組み合わせて作製した流路型誘電泳動デバイス.

ウェル内に捕捉された細胞から分泌される

抗 RSA 抗体を検出するために, RSA をウェル底面に固定化した. 図 3(A)に, 細胞から分泌される抗体の検出方法の概念図を示す. このウェル内に p-DEP を用いて細胞アレイを形成し, 2 時間インキュベートして分泌された抗 RSA 抗体をウェル底面の RSA 抗原に捕捉した. その後, デバイス内に Alexa 488 標識抗マウス IgG 抗体を導入し捕捉された抗 RSA 抗体を蛍光ラベルした. 蛍光顕微鏡を用いて標識抗体でラベルされたウェルを識別し, そのウェル内に捕捉された細胞を n-DEP により選択的に回収した. ここでは, 対象の細胞が配置されたウェルを構成する上下基板間のバンド電極にのみ交流電圧 (100 kHz, 10 Vpp) を印加した.

#### 4. 研究成果

流路型 DEP デバイスにハイブリドーマ懸濁液を導入すると, 細胞はマイクロウェルアレイ上の主流路をランダムに分散して流れた. ここで, 上下電極に交流電圧を印加すると細胞に p-DEP が作用し, 細胞は下面のマイクロウェルアレイ内に瞬時に捕捉され細胞アレイを形成した (図 1(A)および(B)). 1 ウェルに複数個の細胞が捕捉されることがあるが, 交流電圧を印加した状態で細胞培養液を導入すると, 余分な細胞は下流へと流されて単一細胞アレイが得られた. さらに, この操作によりデバイス内の溶液を簡単に交換することが可能であった. マイクロウェルの数に対する単一細胞が捕捉されたウェル数を単一細胞捕捉率と定義すると, 単一細胞捕捉率は 90% 以上と評価できた.

図 3(B)および(C)に, マイクロウェルの中にトラップされた細胞の光学顕微鏡写真および蛍光顕微鏡写真を示す. ウェル内の黒いドットがトラップされた細胞を示す (図 3(B)). 例えば, ウェル B-3 や D-4 に細胞が捕捉されている. この細胞はあらかじめ赤色蛍光色素である PHH-26 で染色しているため, 蛍光顕微鏡写真では同じウェルに赤色蛍光が観察された (図 3(C)).

図 3(D)に, 緑の蛍光色素である Alexa 488 標識抗体でラベルしたマイクロウェルの蛍光顕微鏡写真を示す. 緑の蛍光が観察されたウェルでは, 細胞から分泌された抗体がウェル底面の抗原に捕捉されたことを示している. すなわち, そのウェル内の細胞は抗体を分泌する能力を有していることがわかる.

この緑色蛍光を示すウェルの位置は, 図 3(C)の赤色蛍光を示すウェル位置とほとんど一致する. また, それぞれのウェルから観察される緑色シグナル強度は, それぞれのウェルで異なることがわかる. これは, 高い抗体産生能力を有する細胞を迅速で簡単に識別することができることを示している. ウェル B-6 では, 赤色蛍光が観察されるが緑色蛍光は観察されない. このウェルに捕捉された細胞は, 抗体産生能を持たないことがわかる. 一方, ウェル D-2 では, 緑色蛍光が観察されるが赤色蛍光は観察されない. これは, 溶液交換の際に, マイクロウェルに捕捉されていた細胞が放出してしまったためであると考えられる. これらより, DEP による細胞アレイ化と免疫反応を利用した分泌抗体の検出を融合すると, アレイ化細胞の中から迅速に高い抗体産生能を有する細胞を同定することが可能である.

次に, n-DEP を用いた細胞アレイからの単一ターゲット細胞の回収を行った. 図 4(A)に, 緑に蛍光染色した細胞アレイの蛍光イメージを示す. 細胞アレイを形成後, バンド電極 G と 11 に交流電圧 (100 kHz, 10 Vpp) を印加した. すると, ウェル G-11 に捕捉されていた細胞は徐々にウェル外へと排出され右下へと移動した. これは, n-DEP による電場強度の強い領域からの反発力に起因する. その後, 細胞は流路内の溶液流れに沿って下流へと移動した. 他のウェルを構成するバンド電極に交流電圧を印加し n-DEP を作用させると, そのウェル内の細胞をウェル外へと放出することができた. よって, 交流電圧を印加するバンド電極を制御することによって, 細胞

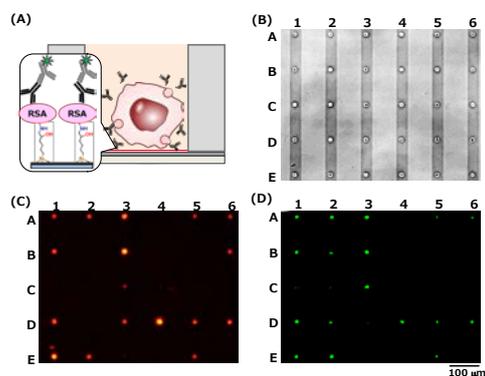


図 3. (A) 細胞から分泌される抗体の検出方法の概念図. マイクロウェルの中にトラップされた細胞の(B)光学顕微鏡写真および(C)蛍光顕微鏡写真. (D) 緑の蛍光色素である Alexa 488 標識抗体でラベルしたマイクロウェルの蛍光顕微鏡写真.

アレイの中のターゲット細胞を選択的にウェル外へと放出し回収できることがわかった。

マイクロウェルに捕捉した細胞およびマイクロウェルから排出した細胞のバイアビリティを調査した。細胞質内のエステラーゼ活性により蛍光を示すカルセイン-AM で染色した細胞を p-DEP によりマイクロウェル内に捕捉し、n-DEP により排出した。p-DEP による捕捉前、捕捉後、n-DEP による排出後の細胞の蛍光強度に大きな変化はないことから細胞は活性を保持していた。また、死細胞を青に染色する DAPI でこれらの細胞を蛍光染色したが、青のシグナルは観察されなかった。よって、数分間細胞を電場下におくことは、細胞の活性に大きな影響を与えないことがわかった。

以上のことから、細胞アレイの形成、抗体産生能の評価およびターゲット細胞の選択的な排出の一連の操作を、本研究で開発したマイクロウェルアレイを有する流路型デバイスで達成できた。極めて迅速で高効率に細胞アレイを形成することができ、その細胞アレイの中から高効率に抗体を産生する細胞を識別することができた。さらに、細胞アレイの中から有用な細胞のみを選択的に回収することが可能となった。大量の細胞群の中から有用な細胞を迅速で簡便に取り出すことが可能になる。

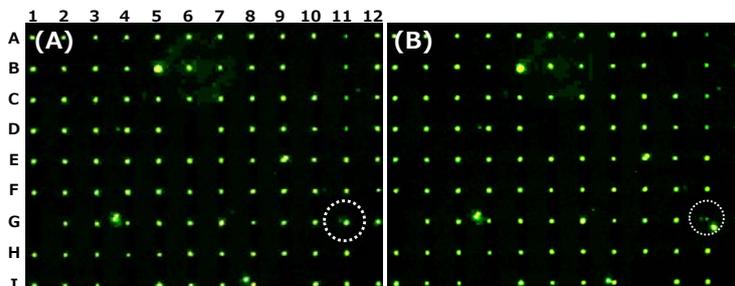


図 4. (A) アレイ化細胞の蛍光顕微鏡写真. (B) n-DEP によりウェル G-11 の細胞を排出した際の蛍光顕微鏡写真.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Yoshioka Junya, Ohsugi Yu, Yoshitomi Toru, Yasukawa Tomoyuki, Sasaki Naoki, Yoshimoto Keitaro	4. 巻 18
2. 論文標題 Label-Free Rapid Separation and Enrichment of Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells from a Heterogeneous Cell Mixture Using a Dielectrophoresis Device	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sensors	6. 最初と最後の頁 3007 ~ 3007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/s18093007	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 Yasukawa Tomoyuki, Gotoh Takuma, Yasuda Takashi, Suzuki Masato, Mizutani Fumio	4. 巻 31
2. 論文標題 Particle Patterning Based on Positive Dielectrophoresis Using a Scanning Microelectrode	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 23 ~ 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2038	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 Tomoyuki Yasukawa, Asa Morishima, Masato Suzuki, Junya Yoshioka, Keitaro Yoshimoto, Fumio Mizutani	4. 巻 35
2. 論文標題 Rapid Formation of Aggregates with Uniform Numbers of Cells Based on Three-dimensional Dielectrophoresis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 895 ~ 901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19P074	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 Hiroki Okayama, Masahiro Tomita, Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa	4. 巻 35
2. 論文標題 Rapid Formation of Arrayed Cells on an Electrode with Microwells by a Scanning Electrode Based on Positive Dielectrophoresis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 701 ~ 704
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19N002	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 Tomoyuki Yasukawa	4. 巻 35
2. 論文標題 Biosensors Using an Antibody as a Recognition Element	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 359 ~ 360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.highlights1904	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 鈴木雅登, 安川智之	4. 巻 11(10)
2. 論文標題 誘電泳動による微粒子操作を利用した簡便で迅速な免疫測定法の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 粉体技術	6. 最初と最後の頁 846 ~ 852
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 鈴木雅登, 安川智之	4. 巻 75(1)
2. 論文標題 染色せずにどこまで細胞の状態がわかるのか? 誘電泳動による肝細胞の分化バイアスの識別	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 化学	6. 最初と最後の頁 64 ~ 65
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47件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 岡山太樹, 鈴木雅登, 磯崎勇志, 湊元幹太, 富田昌弘, 安川智之
2. 発表標題 マイクロウェルアレイ電極を用いたミエローム細胞-B細胞ペアの形成と細胞融合
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第37回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺尾和輝, 鈴木雅登, 國方亮太, 須田篤史, 井上(安田) 久美, 伊野浩介, 末永智一, 安川智之
2. 発表標題 バイオLSIを用いたゼブラフィッシュ胚の呼吸活性を指標とした生態影響試験の開発
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第37回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井ノ崎玲央奈, 窪田慎太郎, 有本 聡, 中山 浩, 吉岡俊彦, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 電解還元したインジウム-スズ酸化物薄膜電極の電気化学特性の評価
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第37回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Yasukawa, Ryoji Hosohara, Yuki Igaki, Fumio Mizutani
2. 発表標題 Electrochemical microscopy for the oxygen consumption of contractile myotubes
3. 学会等名 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Okayama, Masato Suzuki, Yushi Isozaki, Kanta Tsumoto, Masahiro Tomita, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Single cell pairs formed with myeloma cells and B cells by microwell array electrodes for efficient production of hybridoma
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Terao, Masato Suzuki, Ryota Kunikata, Atsushi Suda, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Ecological impact assessment of chemical substances based on the monitoring of oxygen consumption of zebrafish embryos by Bio?LSI
3. 学会等名 The 10th International Symposium on Microchemistry and Microsystems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Yasukawa, Masati Suzuki, Fumio Mizutani
2. 発表標題 Rapid formation of single-cell pairs for producing hybridomas
3. 学会等名 17th International Meeting on Chemical Sensors (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井ノ崎玲於奈, 窪田慎太郎, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 電解還元したインジウムスズ酸化物薄膜の電極特性の評価
3. 学会等名 分析化学中部近畿合同夏期セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹内梨乃, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 電気回転法を用いた膜タンパク質発現量に基づく細胞種の同定
3. 学会等名 分析化学中部近畿合同夏期セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 楠本紗耶果, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 隔膜型流路デバイスを用いた誘電泳動による粒子の捕捉
3. 学会等名 分析化学中部近畿合同夏期セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 林 凌太郎, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 3次元グリッド電極を用いた電気回転現象による回転速度の計測
3. 学会等名 分析化学中部近畿合同夏期セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 明 達人, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 アルギン酸粒子の酵素保持能のイメージング
3. 学会等名 分析化学中部近畿合同夏期セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazuki Terao, Masato Suzuki, Ryota Kunikata, Atsushi Suda, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Monitoring of oxygen consumption of zebrafish embryos by Bio-LSI for the acute toxicity test of chemicals
3. 学会等名 RSC Tokyo International Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Okayama, Masato Suzuki, Yushi Isozaki, Kanta Tsumoto, Masahiro Tomita, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Fusion of cell pairs formed by dielectrophoretic manipulation with microwell array electrodes
3. 学会等名 RSC Tokyo International Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木雅登, 岡崎 仁, 安川智之
2. 発表標題 誘電泳動を用いたアプタマーセンサーの開発
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 鈴木雅登, 寺尾和輝, 國方亮太, 須田篤史, 井上(安田) 久美, 伊野浩介, 末永智一, 安川智之
2. 発表標題 ゼブラフィッシュ胚の酸素消費量に基づく化学物質のリスク評価法
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 Tomoyuki Yasukawa, Fumio Mizutani, Masato Suzuki
2. 発表標題 Rapid formation of cell arrays and collection of single target cells based on dielectrophoretic manipulation
3. 学会等名 4th Asian Symposium for Analytical Sciences (ASAS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安川智之, 岡崎 仁, 鈴木雅登
2. 発表標題 アプタマー修飾微粒子の誘電泳動挙動とBF分離不要なセンサへの応用
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 安川智之, 鈴木雅登
2. 発表標題 誘電泳動による微粒子操作を利用した迅速で簡便なバイオセンシング?溶液を混ぜるだけで分離せずに高速に測る?
3. 学会等名 知の交流シンポジウム2018 兵庫県立大学
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安川智之, 岡崎 仁, 鈴木雅登
2. 発表標題 アプタマー修飾微粒子への標的分子の結合による誘電泳動特性
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第38回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 波多美咲, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 単一細胞アレイの形成と標的細胞の選択的な回収
3. 学会等名 化学とマイクロ・ナノシステム学会第38回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安川智之, 鈴木雅登
2. 発表標題 誘電泳動・電気回転による迅速で簡便なバイオ分析法の開発
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 安川智之, 岡崎 仁, 鈴木雅登
2. 発表標題 アプタマー修飾微粒子の誘電泳動挙動による混ぜるだけの簡易センサの開発
3. 学会等名 第64回ポラログラフイーおよび電気分析化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安川智之
2. 発表標題 誘電泳動による微粒子配列を利用した新規アプタマーセンサの開発
3. 学会等名 平成30年度 先端医工学研究センターフォーラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木雅登, 竹内梨乃, 林凌太郎, 安川智之
2. 発表標題 3次元グリッド電極を用いた一括電気回転による細胞の誘電特性の評価
3. 学会等名 電気化学会第86回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 波多美咲, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 誘電泳動による細胞アレイの形成, 機能評価および標的細胞の選択的回収
3. 学会等名 電気化学会第86回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾和輝, 鈴木雅登, 國方亮太, 須田篤史, 井上(安田)久美, 伊野浩介, 末永智一, 安川智之
2. 発表標題 バイオLSIを用いた化学物質のゼブラフィッシュ胚の呼吸に与える影響の評価
3. 学会等名 電気化学会第86回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木雅登, 岡山太樹, 安川智之
2. 発表標題 ハイブリドーマの高効率作製を目指した走査型誘電泳動による単一細胞アレイの構築
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 波多美咲, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 マイクロウェルアレイへの選択的出入可能な3次元細胞誘導チップの作製と標的細胞の識別
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 井ノ崎玲央奈, 窪田慎太郎, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 インジウム-スズ酸化物薄膜を電解還元して作製した微小電極の電気化学特性
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 河合志希保, 有本聡, 是永継博, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 3次元グリッド電極を用いた電気回転による血球系細胞の膜容量の決定
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 波多美咲, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 単一細胞アレイによる抗体産生細胞の選択と誘電泳動による回収
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 竹内梨乃, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 非侵襲な膜容量計測に基づく分化誘導剤の評価法の開発
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 鈴木雅登, 竹内梨乃, 林凌太郎, 安川智之
2. 発表標題 3次元グリッド電極による単一細胞の一括電気回転を利用した細胞膜のイオン透過性の評価
3. 学会等名 第58回日本生体医工会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河合 志希保、有本 聡、是永 継博、鈴木 雅登、安川 智之
2. 発表標題 三次元グリッド電極を用いた細胞膜容量の一括計測
3. 学会等名 第5回幹細胞・細胞分化に関する合同リトリート
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Application of AC Electrokinetic force (Dielectrophoresis and Electrorotation) for single cell analysis
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 鈴木 雅登、波多 美咲、安川 智之
2. 発表標題 正と負の誘電泳動を組み合わせた選択的な捕捉と解放が可能な細胞アレイデバイスの開発
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河合 志希保、有本 聡、是永 継博、鈴木 雅登、安川 智之
2. 発表標題 細胞の一括電気回転計測で同定した膜容量に基づく細胞種の識別
3. 学会等名 2019年電気化学秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 波多美咲, 鈴木雅登, 安川智之
2. 発表標題 標的細胞の選択的回収を可能とした細胞アレイの高密度化
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 鈴木雅登, 竹内梨乃, 波多美咲, 河合志希保, 安川智之
2. 発表標題 単一細胞の非侵襲的な評価と標的細胞の回収を目指した誘電泳動と電気回転の融合
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河合志希保, 鈴木雅登, 有本聡, 是永継博, 安川智之
2. 発表標題 細胞の電気回転速度に与える化学刺激の影響の同時モニタリング
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
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Selective retrieval of single cells with a secretory ability of a target antibody in cell-based arrays using a microwell array electrode
3. 学会等名 The International Joint Meeting of the Polarographic Society of Japan (PSJ) and National Taiwan University (NTU) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuki Terao, Masato Suzuki, Ryota Kunikata, Atsushi Suda, Kumi Y. Inoue, Kosuke Ino, Tomokazu Matsue, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Toxicity evaluation of chemical substances based on the monitoring
3. 学会等名 The International Joint Meeting of the Polarographic Society of Japan (PSJ) and National Taiwan University (NTU) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Misaki Hata, Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Discrimination and Selective Retrieval of Single Hybridomas with Secreting Ability of Target Antibodies
3. 学会等名 13th Asian Conference on Chemical Sensors (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rino Takeuchi, Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa
2. 発表標題 Estimation of Differentiation States of Leukemia Cells Based on The Electrorotation of Cells
3. 学会等名 13th Asian Conference on Chemical Sensors (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木雅登, 未澤直之, 八木恵, 波多美咲, 安川智之
2. 発表標題 ガラスキャピラリの電気動力学現象を利用した抗体分泌細胞の選択的回収
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 河合志希保, 鈴木雅登, 有本 聡, 是永継博, 安川智之
2. 発表標題 四重極電極アレイを用いたイオノフォア刺激による細胞電気特性変化の評価
3. 学会等名 電気化学会第87回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tomoyuki Yasukawa, Fumio Mizutani, Masato Suzuki	4. 発行年 2019年
2. 出版社 Elsevier	5. 総ページ数 13
3. 書名 Chemical, Gas, and Biosensors for the Internet of Things and Related Applications, Point of care testing apparatus for immunosensing	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>兵庫県立大学 大学院物質理学研究科 物質反応解析学部門 化学分析学講座  <a href="http://www.sci.u-hyogo.ac.jp/material/analytical_chem/index-j.html">http://www.sci.u-hyogo.ac.jp/material/analytical_chem/index-j.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
--	---------------------------	-----------------------	----