

## I マイクロ電極を用いた網羅的バイオセンサの開発

Development of biosensors by using micro-electrode system

安川智之・鈴木雅登・松原則男  
Yasukawa, T., Suzuki, M., Matsubara, N.

フォトリソグラフィ技術を活用し、一度に複数の細胞や初期胚の電気特性や呼吸活性を計測する電極システムの開発研究を行っている。本年度は、マイクロウエルとマイクロ電極を融合させた、個々の細胞の電気特性の時間変化の追跡が可能な電極デバイスを実現させた。このデバイスを用いて、細胞群に対して染色することなく、化学物質による細胞の活性化のモニタリングに成功した。また、電極と細胞やタンパク質などのバイオ材料との親和性向上のために、電解重合法を用いた電極表面の改質技術の開発も行っている。

## II 誘電泳動による自在な細胞操作技術の開発

Flexible manipulation with living cells based on dielectrophoresis

安川智之・鈴木雅登・松原則男  
Yasukawa, T., Suzuki, M., Matsubara, N.

誘電泳動を基軸とした、細胞を超高速で自在に操作する技術を活用し、簡便および高効率に「細胞アレイを創る」、「細胞アレイから目的の細胞を回収する」を行っている。本年度は、マウスより単離した脾臓細胞をターゲットとした。脾臓細胞アレイを数秒で作製した。細胞アレイ中での免疫分析法を確立し、目的抗体を分泌するB細胞の特定に成功した。さらに特定したB細胞を誘電泳動現象によって回収した。

## III 電気動力学法を用いた細胞の電気特性の非侵襲評価

Non-Invasive Characterization of electric parameters of cells by using  
AC electrokinetic force

鈴木雅登・安川智之  
Suzuki, M., Yasukawa, T.

電気回転法を用いて、細胞に対して非侵襲的な細胞の電気特性（細胞膜容量、細胞質導電率）の評価に取り組んでいる。昨年度、確立した細胞の電気回転速度の減少に基づく、非標識な細胞の分化状態の識別技術を応用して、分化誘導剤の選別を行った。細胞の回転速度を指標として、赤血球への分化誘導能を有する化合物を選別できることを示した。この手法の特徴は細胞への染色を必要とせず、評価した細胞を培養し、その後の解析に利用できる点にある。

## 発表論文 List of Publications

- I-1 S. Kawai, M. Suzuki, S. Arimoto (Panasonic Corp.), T. Korenaga (Panasonic Corp.), T. Yasukawa: Determination of membrane capacitance and cytoplasm conductivity by simultaneous electrorotation. *Analyst*. 145, 4188-4195 (2020).
- I-2 T. Yasukawa, J. Yamada (Tohoku Univ.), H. Shiku (Tohoku Univ.), T. Matsue (Tohoku Univ.), M. Suzuki: Microfluidic Separation of Blood Cells Based on the Negative Dielectrophoresis Operated by Three Dimensional Microband Electrodes. *Micromachines*, 11, 833 (2020).
- I-3 河合志希保, 鈴木雅登, 安川智之: 細胞の電気回転計測の変遷と網羅的単一細胞分析法への展開. *Chemical Sensors*. 36, 105-114 (2020).
- I-4 鈴木雅登, 河合志希保, 安川智之: 電気回転デバイス及びこれを備えた細胞評価システム. 特願2020-093819 (2020).
- I-5 寺尾和輝, 鈴木雅登, 國方亮太 (日本航空電子工業), 須田篤史 (日本航空電子工業), 井上(安田)久美 (山梨大), 伊野浩介 (東北大), 末永智一 (東北大): バイオLSIを用いたゼブラフィッシュ 胚周辺の酸素濃度計測に基づく毒性試験法の開発. 第80回分析化学討論会, 北海道教育大学 (オンライン), 2020年5月23-24日.
- I-6 河合志希保, 鈴木雅登, 平岡類 (パナソニック (株)), 安川智之: 一括電気回転と化学刺激可能なウエル型電極デバイスの開発とイオノフォアが細胞の電気回転速度に与える影響の解析. 日本分析化学会第69年会, 名古屋工業大学 (オンライン), 2020年9月16-18日.
- I-7 鈴木雅登, 安川智之: 細胞を回して, 傷つけずに細胞の種類や状態を計測. イノベーションジャパン2020, オンライン, 2020年9月28日~11月30日.
- I-8 (招待講演) 鈴木雅登: 蛍光染色不要な, 単一細胞識別用のマイクロデバイス. 兵庫県立大学知の交流連携シンポジウム2020, じばさんビル (兵庫県姫路市, オンライン), 2020年10月8日.
- I-9 (優秀発表賞) 河合志希保, 鈴木雅登, 安川智之: 一括電気回転による高スループットな細胞識別技術の構築と化学刺激に伴う電気回転速度変化のリアルタイムモニタリング. 第66回ポラログラフィおよび電気分析化学討論会, オンライン, 2020年11月26, 27日.
- I-10 (招待講演) 鈴木雅登: 電気回転を利用した単一細胞の網羅的な評価法の開発. 電気化学会東北支部第33回若手の会, オンライン, 2020年12月5-6日.
- I-11 鈴木雅登: 蛍光染色不要な, 単一細胞識別用のマイクロデバイス. メディカルジャパン大阪 関西広域連合研究成果企業家促進セミナー, オンライン, 2021年2月24-26日.
- I-12 (招待講演) 鈴木雅登: 遺伝子改変T細胞の選別に向けたマイクロデバイスの開発. 兵庫県立大学先端医工学センターフォーラム, オンライン, 2021年3月16日.
- II-1 M. Suzuki, Y. Minakuchi, F. Mizutani, T. Yasukawa: Discrimination of cell-differentiation using a cell-binding assay based on the conversion of cell-patterns with dielectrophoresis. *Biosens. Bioelectron.* 175, 112892 (2021).
- II-2 鈴木雅登, 安川智之: 誘電泳動法を利用したラベルフリーな幹細胞の識別. *BIO*.

- Clinica.* 35, 476-481 (2020).
- II-3 波多美咲, 鈴木雅登, 安川智之: 超高速細胞配列と細胞表層濃縮法を用いた抗体分泌細胞の識別と回収. 第80回分析化学討論会, 北海道教育大学(オンライン), 2020年5月23-24日.
- II-4 小野原郁海, 鈴木雅登, 磯崎勇志(三重大), 富田昌弘(三重大), 安川智之: 電極走査型誘電泳動による細胞ペアの形成と融合. 日本分析化学会第69年会, 名古屋工業大学(オンライン), 2020年9月16-18日.
- II-5 M. Hata, M. Suzuki, T. Yasukawa: Selective Trapping and Retrieval of Single Cells Using Microwell Array Devices Combined with Dielectrophoresis. Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2020 (PRiME 2020), Honolulu, Hawaii (Online), October 04-09, 2020.
- II-6 M. Suzuki, Y. Minakuchi, Tomoyuki Yasukawa: Cell Adhesion Expelling Analysis for Discriminating the State of Differentiation in HL60 Using Dielectrophoretic Force. Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid-State Science 2020 (PRiME 2020), Honolulu, Hawaii (Online), October 04-09, 2020.
- II-7 (奨励賞) 小野原郁海, 鈴木雅登, 磯崎勇志(三重大), 湊元 幹太(三重大), 富田昌弘(三重大), 安川智之: 走査型ディスク電極による細胞アレイの形成と融合細胞創出への応用, 2020年度第3回関西電気化学研究会, オンライン, 2020年11月28日.
- II-8 平岡類(パナソニック(株)), 管野天(パナソニック(株)), 河合志希保, 有本聡(パナソニック(株)), 中南貴裕(パナソニック(株)), 吉岡俊彦(パナソニック(株)), 鈴木雅登, 安川智之: 誘電泳動を用いたインフルエンザウイルス検出法の開発. 第68回化学センサ研究発表会, オンライン, 2021年3月22-24日.
- II-9 林 雄貴, 鈴木雅登, 安川智之: アプタマー修飾微粒子の誘電泳動挙動の計測と検出への応用. 第68回化学センサ研究発表会, オンライン, 2021年3月22-24日.
- II-10 小野原郁海, 鈴木雅登, 磯崎勇志, 湊元幹太, 富田昌弘, 安川智之: 誘電泳動を用いた局所領域への細胞濃縮を利用した電氣的細胞融合の効率化. 電気化学会第88回大会, オンライン, 2021年3月22-24日.
- III-1 M. Aoki (Kanagwa Inst. Tech.), M. Suzuki, H. Okayama (Univ. of Tsukuba): Assessing n-back task performance of menstrual adult women.: *J. Nurs. Sci. Eng.* 8, 47-57 (2020).
- III-2 (Hot Articles) R. Takeuchi, M. Suzuki, T. Yasukawa: Electrorotation Rates of K562 Cells Accompanied by Erythroid Differentiation Induced by Sodium Butyrate. *Anal. Sci.* 37, 229-232 (2021).
- III-3 竹内梨乃, 鈴木雅登, 安川智之: 細胞質導電率に依存した電気回転現象に基づく細胞分化の評価. 日本分析化学会第69年会, 名古屋工業大学(オンライン), 2020年9月16-18日.
- III-4 竹内梨乃, 鈴木雅登, 安川智之: 脱核をともなう赤血球分化の電気回転評価法の開発. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第42回研究会, 熊本城ホール(オンライン), 2020年10月26-28日.
- III-5 末澤直之, 鈴木雅登, 安川智之: 単一細胞操作のための先鋭化したガラスキャピラリー先端における電気動力学現象. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第42回

- 研究会，熊本城ホール（オンライン），2020年10月26-28日．
- Ⅲ-6 青木真希子（神奈川工大），鈴木雅登，鈴木聡（神奈川工大），青山真悠子（筑波大），内藤紀代子（筑波大），所恭子（筑波大），今野和穂（筑波大），海野多栄子（筑波大），岡山久代（筑波大）：黄体期における月経前症候群を示す女性の気分とN-back課題遂行能の特徴．第8回看護理工学会学術集会，大阪電気通信大学（オンライン），2020年10月24，25日
- Ⅲ-7 竹内梨乃，鈴木雅登，安川智之：電気回転法に基づく赤血球分化の評価法の開発．2020年度第3回関西電気化学研究会，オンライン，2020年11月28日．
- Ⅲ-8 竹内梨乃，鈴木雅登，安川智之：電気回転法を用いた化学刺激に伴う細胞活性化のリアルタイム計測．第68回化学センサ研究発表会，オンライン，2021年3月22-24日．

## 大学院物質理学研究科

### 博士後期課程

- 河合志希保：一括電気回転デバイスの開発と細胞膜容量の一括計測
- 寺尾和輝：バイオLSIを用いたゼブラフィッシュ胚の酸素消費量に基づく毒性評価法の開発
- 波多美咲：単一細胞操作技術による抗体分泌細胞の識別・分離・回収法の確立

### 博士前期課程

- 竹内梨乃：電気回転法を用いた細胞の状態の非標識検出法の開発
- 小野原郁海：電極走査型誘電泳動による大規模細胞アレイの構築
- 末澤直之：ガラス電極先端での電気動力学現象を利用した，生体分子濃縮法の開発
- 林 雄貴：アプタマー修飾微粒子の誘電泳動特性を利用したタンパク質検出法の開発

## 科学研究費補助金等

- 科学研究費補助金（令和2～令和4年度） 基盤研究B
 

研究課題 細胞群から極少数の標的B細胞のハイブリドーマを作製し選択的に回収する手法の開発

研究代表者 安川智之

研究分担者 鈴木雅登
- 科学研究費補助金（平成31～令和3年度） 基盤研究C
 

研究課題 電気回転法を用いたキメラ抗原受容体を発現する高活性なT細胞のスクリーニング

研究代表者 鈴木雅登

研究分担者 安川智之
- 科学研究費補助金（平成29～令和2年度） 基盤研究B
 

研究課題 多種抗膜タンパク質抗体の高効率な一括取得法とその分子標的治療薬評価法の一体的開発

研究代表者 富田昌弘（三重大学）

研究分担者 安川智之
- 研究成果最適展開支援プログラム(A-step) (平成31～令和2年度) 機能検証フェーズ
 

研究課題 水資源の品質管理を目指した水中微生物の連続自動検出システムの

開発

研究代表者 安川智之

研究分担者 鈴木雅登

5. 科学研究費補助金（平成31～令和3年度） 基盤研究C  
研究課題 安全のための子守帯装着における行動形成要因（PSF）の明確化  
研究代表者 青木真希子（神奈川工科大学）  
研究分担者 鈴木雅登
6. 令和2年度 公益財団法人JKA 研究補助  
研究課題 細胞膜受容体を用いた低分子ケミカルセンサの研究開発補助事業  
研究代表者 鈴木雅登
7. 令和2年度 公益財団法人川西記念新明和教育財団 研究助成金支給事業  
研究課題 マイクロウエルを有した一括電気回転を用いた高免疫活性なT細胞の選別法の開発  
研究代表者 鈴木雅登
8. 令和2年度 兵庫県立大学先端医工学研究センター 重点研究支援  
研究課題 遺伝子改変T細胞の選別に向けたマイクロデバイスの開発  
研究代表者 鈴木雅登
9. 令和2年度富山大学水素同位体科学研究センター 一般共同研究助成  
研究課題 誘電泳動による表面抗原発現細胞の識別と分離  
研究代表者 安川智之