

I マイクロ・ナノ電気化学を用いたバイオセンサの開発

Development of biosensors by using micro- and nano-electrochemistry

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

Bio-LSIを用いたゼブラフィッシュ胚の呼吸活性評価法を開発し、生態環境に与える物質群の効果を計測可能な細胞センサの開発に取り組んでいる。また外部からの電気パルス刺激により拍動する単一筋細胞のグルコースの取り込み評価を行っている。培養皿上に筋管細胞のパターンを作製し、電気化学顕微鏡（SECM）を用いて拍動する筋管細胞近傍のグルコース濃度分布計測から「単一筋管細胞のグルコース消費速度を決定する」ことを目標としている。

II 誘電泳動による細胞および微粒子操作

Manipulation with microparticles and living cells based on dielectrophoresis

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

誘電泳動による機能化微粒子、細胞を超高速に操作できる技術を最大限に利活用し、迅速、簡便および高効率に「細胞アレイを創る」、「目的の粒子を分離する」を行っている。本年度は、細胞アレイを数秒で作製すると同時に、その細胞アレイから目的の細胞を誘電泳動現象によって回収可能な電極デバイスの開発に取り組んでいる。

III 電気動力学法を用いた細胞・粒子の電気特性の評価

Investigation of electric parameters of cells and microparticles 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。本年度は、特に一回の実験で100個以上の細胞に対して一括で電気回転を行える電極デバイスの開発に取り組んでいる。本デバイスを実現させ細胞にダメージを与えることなく、細胞の分化状態の特定，細胞種類の識別，細胞のエキソサイトーシス現象のリアルタイムモニタリングを行うことを目標としている。

また，誘電泳動による微粒子操作を利用し，簡便で迅速にアプタマーを利用して溶液中のタンパク質や低分子を検出する手法の開発も行っている。

発表論文 List of Publications

- I-1 T. Yasukawa, T. Gotoh, T. Yasuda, M. Suzuki, F. Mizutani: Particle Patterning Based on Positive Dielectrophoresis Using a Scanning Microelectrode, *Sensors and Materials*, 31(1), 23-32 (2019).
- I-2 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（東北大），伊野浩介（東北大），末永智一（東北大），安川智之：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，化学とマイクロ・ナノシステム学会第37回研究会，産業技術総合研究所つくばセンター（茨城県つくば市），2018年5月21-22日。
- I-3 井ノ崎玲央奈，窪田慎太郎，有本 聡（パナソニック），中山 浩（パナソニック），吉岡俊彦（パナソニック），鈴木雅登，安川智之：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，化学とマイクロ・ナノシステム学会第37回研究会，産業技術総合研究所つくばセンター（茨城県つくば市），2018年5月21-22日。
- I-4 T. Yasukawa, R. Hosohara, Y. Igaki, F. Mizutani: Electrochemical microscopy for the oxygen consumption of contractile myotubes, 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018), Sun messe Tosu, Saga, June 1 2018.
- I-5 K. Terao, M. Suzuki, R. Kunikata (日本航空電子工業), A. Suda (日本航空電子工業), K.-Y. Inoue (東北大), K. Ino (東北大), T. Matsue (東北大), T. Yasukawa: Ecological impact assessment of chemical substances based on the monitoring of oxygen consumption of zebrafish embryos by Bio-LSI, The 10th International Symposium on Microchemistry and Microsystems, Hanwha Resort Haeundae Tivoli, Busan, Korea, June 19 - 21, 2018.
- I-6 井ノ崎玲央奈，窪田慎太郎，鈴木雅登，安川智之：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，分析化学中部近畿合同夏期セミナー，すかつとランド九頭竜（福井県福井市），2018年8月30-31日。
- I-7 楠本紗耶果，鈴木雅登，安川智之：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，分析化学中部近畿合同夏期セミナー，すかつとランド九頭竜（福井県福井市），2018年8月30-31日。
- I-8 明 達人，鈴木雅登，安川智之：アルギン酸粒子の酵素保持能のイメージング，分析化学中部近畿合同夏期セミナー，すかつとランド九頭竜（福井県福井市），2018年8月30-31日。
- I-9 (Best Poster Award) K. Terao, M. Suzuki, R. Kunikata(日本航空電子工業), A Suda(日本航空電子工業), K.-Y. Inoue (東北大), K. Ino (東北大), T. Matsue (東北大), T. Yasukawa: Monitoring of oxygen consumption of zebrafish embryos by Bio-LSI for the acute toxicity test of chemicals, RSC Tokyo International Conference 2018, Makuhari Messe (Chiba), September 6-7, 2018.
- I-10 鈴木雅登，寺尾和輝，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（東北大），伊野浩介（東北大），末永智一（東北大），安川智之：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，日

- 本分析化学会第67年会，東北大学川内北キャンパス（宮城県仙台市），2018年9月12-14日。
- I-11 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（東北大），伊野浩介（東北大），末永智一（東北大），安川智之：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，電気化学会第86回大会，京都大学吉田キャンパス（京都府京都市），2019年3月27-29日。
- II-1 安川智之：粒子の迅速操作法を用いた免疫センシングと細胞識別，静電気学会誌42(4) 162 - 167 (2018)。
- II-2 J. Yoshioka (東大), Y. Ohsugi(東大), T. Yoshitomi(東大), T. Yasukawa, N. Sasaki(東大), K. Yoshimoto(東大): Label-free rapid separation and enrichment of bone marrow-derived mesenchymal stem cells from a heterogeneous cell mixture using a dielectrophoresis device, *Sensors* (Switzerland), 18(9) (2018)。
- II-3 岡山太樹，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：マイクロウェルアレイ電極を用いたミエローマ細胞-B細胞ペアの形成と細胞融合，化学とマイクロ・ナノシステム学会第37回研究会，産業技術総合研究所つくばセンター（茨城県つくば市），2018年5月21-22日。
- II-4 H. Okayama, M. Suzuki, Y. Isozaki (三重大), K. Tsumoto (三重大), M. Tomita (三重大), T. Yasukawa: Single cell pairs formed with myeloma cells and B cells by microwell array electrodes for efficient production of hybridoma, The 10th International Symposium on Microchemistry and Microsystems, Hanwha Resort Haeundae Tivoli, Busan, Korea, June 19 - 21, 2018.
- II-5 (Invited) T. Yasukawa, M. Suzuki, F. Mizutani: Rapid formation of single-cell pairs for producing hybridomas, 17th International Meeting on Chemical Sensors, University of Vienna, Austria, July 15-19, 2018.
- II-6 H. Okayama, M. Suzuki, Y. Isozaki (三重大), K. Tsumoto (三重大), M. Tomita (三重大), T. Yasukawa: Fusion of cell pairs formed by dielectrophoretic manipulation with microwell array electrodes, RSC Tokyo International Conference 2018, Makuhari Messe (Chiba), September 6-7 (2018)
- II-7 T. Yasukawa, F. Mizutani, M. Suzuki: Rapid formation of cell arrays and collection of single target cells based on dielectrophoretic manipulation, 4th Asian Symposium for Analytical Sciences (ASAS), Tohoku University (Sendai, Japan), September 12-14 (2018)。
- II-8 （優秀発表賞）波多美咲，鈴木雅登，安川智之：単一細胞アレイの形成と標的細胞の選択的な回収，化学とマイクロ・ナノシステム学会第38回研究会，札幌市民交流プラザ（北海道札幌市），2018年10月30日-11月1日。
- II-9 （優秀学生講演賞）波多美咲，鈴木雅登，安川智之：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，電気化学会第86回大会，京都大学吉田キャンパス（京都府京都市），2019年3月27-29日。
- III-1 鈴木雅登：細胞の応答を利用したセンシング技術の開発，第3回神戸大学-兵庫県立大学医工学連携セミナー，神戸大学医学部附属病院（兵庫県神戸市），2018年8月1日。
- III-2 鈴木雅登：誘電泳動を用いた非侵襲な細胞膜表面の分析法の開発，第4回幹細胞・

- 細胞分化に関する合同リトリート，淡路夢舞台国際会議場（兵庫県淡路市），2018年8月20－21日。
- III-3 鈴木雅登，安川智之：誘電泳動を用いた簡便・迅速なバイオセンサー，イノベーション・ジャパン2018，東京国際展示場（東京都江東区）2018年8月30－31日。
- III-4 竹内梨乃，鈴木雅登，安川智之：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，分析化学中部近畿合同夏期セミナー，すかつとランド九頭竜（福井県福井市），2018年8月30-31日。
- III-5（優秀ポスター賞受賞）林 凌太郎，鈴木雅登，安川智之：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，分析化学中部近畿合同夏期セミナー，すかつとランド九頭竜（福井県福井市），2018年8月30-31日。
- III-6 鈴木雅登，岡崎 仁，安川智之：誘電泳動を用いたアプタマーセンサーの開発，第12回 バイオ関連化学シンポジウム，大阪大学吹田キャンパス（大阪府吹田市），2018年9月9日。
- III-7 T. Yasukawa, H. Okazaki, M. Suzuki: Biosensors Based on Dielectrophoretic Properties of Particles Modified with Aptamer, Proceedings of the 62th Chemical Sensor Symposium, 34, 61-63 (2018).
- III-8 安川智之，鈴木雅登：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～，知の交流シンポジウム2018 兵庫県立大学，姫路商工会議所（兵庫県姫路市），2018年9月26日。
- III-9 青木真希子（神奈川工科大），鈴木雅登，金澤悠喜（筑波大），川野亜津子（筑波大），岡山久代（筑波大）：月経前症候群にともなう前頭前野領域の脳血流反応－NIRSと新規開発カメラの比較－，第6回看護理工学会，お茶の水女子大学（東京都文京区），2018年10月13-14日。
- III-10 安川智之，岡崎 仁，鈴木雅登：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，化学とマイクロ・ナノシステム学会第38回研究会，札幌市民交流プラザ（北海道札幌市），2018年10月30日-11月1日。
- III-11 安川智之，鈴木雅登：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，近畿支部創設65周年記念講演会，大阪市立大学，（大阪府大阪市），2018年11月2日
- III-12 安川智之，岡崎 仁，鈴木雅登：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，第64回ポーラログラフイーおよび電気分析化学討論会，壱岐の島ホール（長崎県壱岐市），2018年11月22-23日。
- III-13 安川智之：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，平成30年度 先端医工学研究センターフォーラム，イーグレひめじ あいめっせホール（兵庫県姫路市），2019年3月7日。
- III-14 M. Suzuki, R. Takeuchi, R. Hayashi, T. Yasukawa: Characterizing Dielectric Properties of Cells with a Three-Dimensional Grid Electrode Device, Proceedings of the 62th Chemical Sensor Symposium, 35, 1-3 (2019).

大学院物質理学研究科

博士前期過程

- 岡山太樹：誘電泳動による単一細胞ペアの形成と電気パルス細胞融合
- 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

- 明 達人 : 機能性微粒子によるシグナル増幅法を搭載した免疫アッセイ法の開発
- 井ノ崎玲央奈 : IT0電極の電気化学的活性化と高感度計測法への応用
- 波多美咲 : 標的抗体発現細胞の識別, 分離, 回収技術の確立

科学研究費補助金等

1. 科学研究費補助金 (平成30~31年度) 挑戦的研究 (萌芽)
研究課題 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
研究代表者 安川智之
2. 科学研究費補助金 (平成28~30年度) 基盤研究B
研究課題 パターン化単一筋管細胞の拍動に伴う代謝活性評価法の開発
研究代表者 安川智之
3. 科学研究費補助金 (平成28~30年度) 挑戦的萌芽研究
研究課題 固定化不要な電気化学アプタマーセンサの開発
研究代表者 安川智之
4. 科学研究費補助金 (平成30~31年度) 研究活動スタート支援
研究課題 細胞の電気回転を利用した低分子を迅速・簡便に検出する新規な電気生理分析手法の確立
研究代表者 鈴木雅登
5. 科学研究費補助金 (平成29~32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
6. 共同研究費 (パナソニック株式会社) 平成30年度
研究課題 誘電泳動技術による粒子選別に関する研究
研究代表者 安川智之, 鈴木雅登
7. 共同研究費 (株式会社シバサキ) 平成30年度
研究課題 誘電泳動による生菌, 死菌の捕集技術の開発
研究代表者 安川智之, 鈴木雅登
8. 平成30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
9. 平成30年度兵庫県立大学若手研究支援
研究課題 アプタマースイッチングによる微粒子表面電荷密度の変化を利用した簡便で迅速な低分子ケミカルセンサの開発
研究代表者 鈴木雅登