

## Analytical Chemistry

## 化学分析学

### I 誘電泳動による生体関連粒子操作法の開発

Development of dielectrophoretic manipulation for various biological microparticles (liposome and plasma membrane vesicle)

安川智之・鈴木雅登・磯崎勇志  
Yasukawa, T., Suzuki, M., Isozaki, Y.

誘電泳動を基軸として微小粒子（リポソーム、細胞由来小胞）を超高速に操作し、細胞の融合や小胞アレイの構築法を開発した。また、微小な凹凸を形成させた透明電極基板上でリポソームを電気形成させると凸部へのリポソームの保持を見出した。現在は保持されたリポソーム内で化学反応を誘起させ、小胞内の化学反応を経時解析する分析方法の構築に挑戦している。

### II 電気化学や電気回転によるバイオ分析の新原理創出

Innovating new principles for biosensors based on electrochemical reactions and electrorotation

安川智之・鈴木雅登・磯崎勇志  
Yasukawa, T., Suzuki, M., Isozaki, Y.

電気化学や電気回転を利用した非標識な免疫分析法の開発に取り組んでいる。特にガラスマイクロロッド表面にDNA分子が吸着すると、マイクロロッド表面の電氣的雰囲気の変化し電気回転速度が変化することを見出した。この方法は標識不要で簡便なDNAやRNAの検出に繋がる。回転速度と表面に結合したDNA量の連関を調べ、標識不要なDNAセンサの開発に取り組んでいる。

### III 電気回転を利用した粒子・細胞の非標識分析法の開発

Development of a method for characterization of single cells with non-labeling manner and its practical application

安川智之・鈴木雅登・磯崎勇志  
Yasukawa, T., Suzuki, M., Isozaki, Y.

電気回転は回転電場に曝された細胞がその場で回転する現象で、回転速度は細胞の種類や状態に依存する。我々は一度に1000単一細胞の一括電気回転計測システムを構築した。細胞の回転運動の観察を光学顕微鏡からイメージセンサに改良した結果、手のひらサイズで細胞の電気回転計測できることを示した。培養槽や細胞培養工程での細胞の品質管理への応用を目指して研究開発を進めている。

## 発表論文 List of Publications

- I-1 S. Fujiwara (Osaka Metro. Univ.), M. Hata, I. Onohara, D. Kawasaki (Osaka Metro. Univ.), K. Sueyoshi (Osaka Metro. Univ.), H. Hisamoto (Osaka Metro. Univ.), M. Suzuki, T. Yasukawa, T. Endo (Osaka Metro. Univ.): Dielectrophoretic trapping of nanosized biomolecules on plasmonic nanohole arrays for biosensor applications: simple fabrication and visible-region detection. *RSC Advances*. 13, 21118-21126 (2023).
- I-2 江口瑠,鈴木雅登,安川智之:膜タンパク質を組み込んだ Giant Plasma Membrane Vesicles の作製と誘電泳動特性の評価. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第47回研究会, 東北大学川内キャンパス (宮城県), 2023年5月13日-14日.
- I-3 江口瑠,鈴木雅登,安川智之: Connectosomesの作製と誘電泳動特性の評価. 日本分析化学会近畿支部創設70周年記念式典, 大阪工業大学梅田キャンパス (大阪府), 2023年6月24日.
- I-4 福井太一,鈴木雅登,安川智之:電気パルス細胞融合における電極被覆による細胞破裂抑制. 第17回日本分析化学会近畿支部夏季セミナー, アイ・アイ・ランド (大阪府), 2023年8月7日.
- I-5 辻千尋,鈴木雅登,安川智之:電解還元パターン化ITO基板を用いた細胞サイズのリポソームアレイの構築. 第17回日本分析化学会近畿支部夏季セミナー, アイ・アイ・ランド (大阪府), 2023年8月7日.
- I-6 安川智之,波多美咲,鈴木雅登:コレステロール含有率の異なるリポソームの誘電泳動挙動と電気特性評価. 2023電気化学秋季大会, 九州大学伊都キャンパス (福岡県), 2023年9月11日-12日.
- I-7 辻千尋,鈴木雅登,安川智之:電解還元パターン化ITO基板を用いた細胞サイズリポソームの選択的形成法の開発. 日本分析化学会第72年会, 熊本城ホール (熊本県), 2023年9月13日-15日.
- I-8 江口瑠,鈴木雅登,安川智之:チャンネルタンパク質を組み込んだ細胞外小胞の誘電泳動特性の評価. 日本分析化学会第72年会, 熊本城ホール (熊本県), 2023年9月13日-15日.
- I-9 Tomoyuki Yasukawa, Masato Suzuki: Discrimination and selective retrieval of specific cells in a cell-based array by dielectrophoresis. 2023 Fall Conference of the Korean Sensors Society Conference, The Ocean Resort (Jeollanam-do, Korea), 2023/10/10 - 13.
- I-10 福井太一,磯崎勇志,鈴木雅登,安川智之:電気パルス細胞融合における電極の薄膜被覆による細胞破裂の抑制. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第48回研究会, 熊本城ホール (熊本県), 2023年11月6日-9日.
- I-11 Ryu Eguchi, Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa: Characterization of the Opening and Closing of Channel Proteins Embedded in Giant Plasma Membrane Vesicles by Dielectrophoresis. 14th Asian Conference on Chemical Sensors, University of Santo Tomas (Manila, Philippine), 2023/11/20-23.
- I-12 辻千尋,磯崎勇志,鈴木雅登,安川智之:電解還元によるパターン化ITO基板表面の評価とリポソームアレイの作製. 第25回関西表面技術フォーラム, 甲南大学ポートアイランドキャンパス (兵庫県), 2023年11月30日-12月1日.
- I-13 Ryu Eguchi, Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa: Electrical Characterization of Giant Plasma Membrane Vesicles with Embedded Channel Proteins by Dielectrophoresis, MRM2023/IUMRS-ICA2023, Kyoto

- International Conference Center (Kyoto, Japan), 2023/12/11 – 16.
- I-14 辻 千尋,磯崎 勇志,鈴木 雅登,安川 智之:電解還元パターン化ITO基板を用いたリポソームアレイの作製とイオンチャネルの形成による機能性評価, 電気化学会第91回大会, 名古屋大学東山キャンパス (愛知県), 2024年3月14日 – 16日.
- II-1 Kazuki Terao, Masato Suzuki, Ryota Kunikata (Japan Aviation Electronics Industry), Atsushi Suda (Japan Aviation Electronics Industry), Kumi Y. Inoue (University of Yamanashi), Kosuke Ino (Tohoku University), Tomokazu Matsue (Tohoku University), Tomoyuki Yasukawa: Effect of Valinomycin on the Respiration Activity of Zebrafish Embryos Using a Large-Scale-Integration-based Multiple Amperometric Biosensor, *Sensors and Materials*, 35, 10, 4781 (2023).
- II-2 鈴木雅登,松本惇希,安川智之:微粒子の誘電泳動挙動の画像解析を利用した,微粒子上での抗原抗体複合体形成の検出. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第47回研究会, 東北大学川内キャンパス (宮城県), 2023年5月13日 – 14日.
- II-3 武内 森史,鈴木 雅登,小寺 史浩,安川 智之:オニオンライクカーボンを固定化担体とした酵素修飾マイクロ電極の作製と電気化学応答評価. 第83回分析化学討論会, 富山大学五福キャンパス (富山県), 2023年5月20日 - 21日.
- II-4 水田早紀,鈴木雅登,安川智之:誘電泳動を用いたリポソームアレイの構築と電気化学免疫測定への応用. 第17回日本分析化学会近畿支部夏季セミナー, アイ・アイ・ランド (大阪府), 2023年8月7日.
- II-5 磯崎勇志,湊元幹太 (三重大学),鈴木雅登,安川智之,富田昌弘 (三重大学): IgGタイプの立体構造特異的モノクローナル抗体の選択的作製法の開発. 第75回日本生物工学会大会, 名古屋大学東山キャンパス (愛知県), 2023年9月3日 - 5日.
- II-6 松本誠聡,鈴木雅登,安川智之:3次元グリッド電極を用いたペプチド核酸修飾シリカマイクロロッドの一括電気回転による誘電特性評価. 2023電気化学秋季大会, 九州大学伊都キャンパス (福岡県), 2023年9月11日 – 12日.
- II-7 鈴木雅登,松本惇希,安川智之:VHH抗体修飾微粒子の誘電泳動挙動の解析に基づく抗原検出. 日本分析化学会第72年会, 熊本城ホール (熊本県), 2023年9月13日 - 15日.
- II-8 石川蓮珠,鈴木雅,安川智之:ゼブラフィッシュ胚内のNAD(P)Hデヒドロゲナーゼ活性の多点電気化学測定による測定. 第69回ポラログラフィーおよび電気分析化学討論会, 五島市 (長崎県), 2023年10月25日 - 26日.
- II-9 武内森史,鈴木雅登,小寺史浩,安川智之:金属粒子を内包したonion like carbonを固定化担体とした酵素アレイの電気化学応答評価. 第69回ポラログラフィーおよび電気分析化学討論会, 五島市 (長崎県), 2023年10月25日 - 26日.
- II-10 水田早紀,磯崎勇志,鈴木雅登,安川智之:新規免疫測定法の開発を目指した抗体修飾リポソームの誘電泳動によるアレイ化. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第48回研究会, 熊本城ホール (熊本県), 2023年11月6日 – 9日.
- II-11 松本誠聡,鈴木雅登,安川智之:核酸修飾マイクロロッドの電気回転挙動. 第25回関西表面技術フォーラム, 甲南大学ポートアイランドキャンパス (兵庫県), 2023年11月30日 – 12月1日.
- II-12 Tomoyuki Yasukawa, Masato Suzuki: Detection of Antigen-antibody Complexes Using an Image Analysis of Dielectrophoretic Behavior of

Microparticles. MRM2023/IUMRS-ICA2023, Kyoto International Conference Center (Kyoto, Japan), 2023/12/11 – 16.

- II-13 水田 早紀,磯崎 勇志,鈴木 雅登,安川 智之: 抗体修飾リポソームのサイズ別選択捕捉と免疫反応検出への応用. 電気化学会第91回大会, 名古屋大学東山キャンパス (愛知県), 2024年3月14日 – 16日.
- III-1 鈴木雅登: 単一細胞の非標識・網羅的な解析のためのマイクロ電極デバイスの開発と バイオセンサへの応用. *Chemical Sensors*, 39, 39-48 (2023).
- III-2 青木真希子 (順天堂大学), 鈴木雅登, 鈴木 聡 (神奈川工科大学), 岡山久代 (筑波大学): 月経前症候群症状を有する女性の感情刺激画像提示における脳血流の特徴. *医工学治療*, 35, 147–156 (2023).
- III-3 鈴木雅登: 大学発シーズの事業化で日本の未来を切り開く「関西スタートアップアカデミア・コアリション(KSAC)」, *Forbes Japan*, 116, 71.
- III-4 山田稜河, 鈴木雅登, 安川智之: 不均一な回転電場による細胞の回転位置制御と単一細胞の薬剤応答評価への応用. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第47回研究会, 東北大学川内キャンパス (宮城県), 2023年5月13日 – 14日.
- III-5 鈴木 雅登, 中澤 亜美, 安川 智之: 細胞表層への石灰化反応を利用した、電気回転法によるアルカリフォスファターゼ分泌細胞の識別. 第83回分析化学討論会, 富山大学五福キャンパス (富山県), 2023年5月20日 - 21日.
- III-6 青木真希子 (順天堂大学), 鈴木雅登, 岡山久代 (筑波大学): 月経前症候群を有する女性の近赤外分光法による感情調整機能評価とその特徴, 第11回看護理工学会学術集会, 神戸大学六甲大第二キャンパス (兵庫県), 2023年6月10日 - 11日.
- III-7 鈴木 雅登: まわしてなんぼ - 細胞の回転でわかること -. 第7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), 2023年7月31日 - 8月1日.
- III-8 Masato Suzuki, Moe Fujimoto, Tomoyuki Yasukawa: Identification of immunoactivated T cells based on simultaneous electrorotation. The 19th International Meeting on Chemical Sensors, Changchun (China), 2023/8/4-7.
- III-9 松本誠聡, 鈴木雅登, 安川智之: マイクロロッドの電気回転法によるペプチド核酸 (PNA) を用いた相補DNA の検出. 第17回日本分析化学会近畿支部夏季セミナー, アイ・アイ・ランド (大阪府), 2023年8月7日.
- III-10 鈴木 雅登: 単一細胞の非標識・網羅的な解析のためのマイクロ電極デバイスの開発とバイオセンサへの応用. 2023電気化学秋季大会, 九州大学伊都キャンパス (福岡県), 2023年9月11日 – 12日.
- III-11 Masato Suzuki: Non-invasive detection of cell surface morphological changes induced by T-cell activation using simultaneous electrorotaion. UC San Diego | Kyoto University - KSAC Joint Research Symposium. 2023/10/11-12.
- III-12 鈴木雅登, 中澤亜美, 磯崎勇志, 安川智之: 一括電気回転計測によるアルカリフォスファターゼ分泌活性を有する細胞の識別. 化学とマイクロ・ナノシステム学会第48回研究会, 熊本城ホール (熊本県), 2023年11月6日 – 9日.
- III-13 Ryoga Yamada, Masato Suzuki, Tomoyuki Yasukawa: Monitoring Cell Membrane Capacitance by Cell Electrorotation in Microwells with Three Microelectrodes. 14th Asian Conference on Chemical Sensors, University of Santo Tomas (Manila, Philippine), 2023/11/20-23.

Ⅲ-14 鈴木 雅登,山田 稜河,磯崎 勇志,安川 智之：細胞の縦方向の電気回転を誘導する新規電気回転デバイスの開発と細胞薬剤応答検出への応用．電気化学会第91回大会，名古屋大学東山キャンパス（愛知県），2024年3月14日－16日．

Ⅲ-15 鈴木雅登：単一細胞の種類や活性を非標識で一括に計測する電極チップとその方法．JST 新技術説明会，オンライン，2023年10月17日．

## 物質科学専攻

### 博士前期課程

- 江口 瑠：細胞膜由来小胞の誘電泳動挙動に基づくコネキシンタンパク質の開閉状態の評価
- 石川蓮珠：魚類胚急性毒性試験の迅速化に向けた多点電気化学による酵素活性測定法の開発
- 武内森史：誘電泳動を利用したonion like carbon粒子の局所固定と微小マルチ酵素センサへの応用
- 山田稜河：縦型電気回転現象による細胞の薬剤応答モニタリングおよび表面抗原検出
- 辻 千尋：電気形成法による均一なリポソーム形成法の開発とその誘電泳動特性の評価
- 福井太一：異なる直径の細胞ペアの構築と非対称電場形成による細胞融合
- 松本誠聡：マイクロロッドの電気回転を利用した非標識アッセイの開発
- 水田早紀：誘電泳動による巨大膜小胞アレイ化を利用した迅速，簡便，高感度な免疫アッセイ法の開発

## 科学研究費補助金等

1. 科学研究費補助金（令和5～令和8年度） 基盤研究B  
研究課題 迅速で高効率な細胞融合法とスクリーニング不要なモノクローナル抗体作製法の確立  
研究代表者 安川智之  
研究分担者 鈴木雅登、湊元幹太（三重大学）
2. 科学研究費補助金（令和4～令和5年度） 挑戦的研究（萌芽）  
研究課題 マイクロウェルアレイ電極を用いた非対称パルス電場による異なるサイズの細胞の融合  
研究代表者 安川智之  
研究分担者 鈴木雅登、湊元幹太（三重大学）
3. 科学研究費補助金（令和5～令和8年度） 基盤研究B  
研究課題 単一細胞のサイトカイン分泌能の簡便・迅速・非標識な分析プラットフォームの創出  
研究代表者 鈴木雅登  
研究分担者 安川智之
4. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 官民による若手研究者発掘支援事

業（スタートアップ課題解決支援型）（令和5年度）

研究課題 細胞性食品構成細胞の品質管理のための顕微鏡不要で簡便な細胞  
評価装置の開発

研究代表者 鈴木雅登

5. 競輪とオートレースの補助事業 2023年度研究補助 ステップアップ研究（令和5年度）

研究課題 単一細胞の網羅的な電気特性評価装置の社会実装に向けた研究開  
発補助事業

研究代表者 鈴木雅登

6. 公益財団法人 島津科学技術振興財団 2022年度研究開発助成金（令和5年度）

研究課題 電気回転速度を指標とした単一細胞の非染色電気特性評価装置の  
開発

研究代表者 鈴木雅登

7. クリタ水・環境科学振興財団 2022年度 国内研究助成（令和5年度）

研究課題 水環境の簡便で定量的な評価を目指した水生生物の呼吸活性の電  
気化学的計測法の開発

研究代表者 鈴木雅登

研究分担者 安川智之

8. 科学研究費補助金（令和4～令和6年度） 基盤研究C

研究課題 機械学習によるPMS/PMDDの包括的重症度評価法の構築とその検証

研究代表者 青木真希子（順天堂大学）

研究分担者 鈴木雅登、岡山久代（筑波大学）

9. 令和5年度 富山大学研究推進機構水素同位体科学研究センター 一般共同研究

研究課題 ペプチド核酸修飾マイクロロッドの調製とバイオセンサへの応用

研究代表者 鈴木雅登

研究分担者 阿部孝之（富山大），安川智之