

2023 年度年次報告書
情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
2021 年度採択研究代表者

田畑 美幸

東京農工大学 大学院工学研究院
講師

イオノエレクトロニクスに基づく疾病診断プラットフォームの開発

研究成果の概要

本研究では抗原マーカー分子認識、酵素反応によるイオン生成(pH 変化)、FET チャネル電荷密度の変化、閾値電圧のシフト情報の流れを統合し、イオンと電子の両方を情報の担体とする新規情報処理(イオノエレクトロニクス)デバイスを創製し、疾病の確定診断に適用できるリキッドバイオプラットフォームの開発を目指している。細胞膜表面のがん特異的なタンパク質検出に着目し、表面のタンパク質の発現の違いをpHセンサである Ion-sensitive field effect transistor (ISFET) で検出する機構の開発に取り組み、その検出感度は Fluorescence-activated cell sorting, FACS) の定量結果と良く相関することを示した^{1,2)}。2023 年度は、上皮間葉転換 (Epithelial-Mesenchymal Transformation, EMT) 検出を目的としたマルチセンシングを目指して二次抗体を利用しない免疫反応による細胞トランジスタ計測を実施し、改変した酵素付き抗体を用いた場合も抗原マーカーの検出に適用可能であることを見出した。また、細胞計測と並行して、細胞外微粒子 (Extracellular vesicle, EV) をデジタルカウンティングする Silicon nanowire (SiNW)-FET の開発を進めている。個々のトランジスタ特性を事前に評価することで閾値電圧のシフトを捉えるバイオセンサとして利用可能であることが分かった。続いて pH4, 7, 9 の標準緩衝液に暴露した際の閾値電圧の変化を解析したところ良好な pH 特性を示した。このことから、試作した SiNW-FET は pH センサとして適用可能であることが分かり、EVs の膜表面の疾病特異的なタンパク質検出を進めている。血中循環腫瘍細胞や EVs 検出によるリキッドバイオプラットフォームの開発が期待される中、高精度な計測結果を呈するデバイス開発を推進する。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Miyuki Tabata, Yuji Miyahara*, "Control of interface functions in solid-state biosensors for stable detection of molecular recognition", Proceedings of the Japan Academy, Series B, 2024, 100 (1), 32-56.
- 2) Miyuki Tabata, Yuji Miyahara "Functional Analyses of Live-cell Membrane Proteins Using Ion-sensitive Field-effect Transistor", Electrochemistry, 92(2), 022003 (2024).