

2024 年度年次報告書

情報担体を活用した集積デバイス・システム

2022 年度採択研究代表者

柳田 剛

東京大学 大学院工学系研究科
教授

固体テンプレート界面材料による堅牢な人工嗅覚デバイス

主たる共同研究者:

石黒 仁揮 (慶應義塾大学 大学院理工学研究科 教授)

内田 建 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)

研究成果の概要

2024 年度は、3 グループ(柳田、石黒、内田)で定期的なミーティングを行いながら、堅牢な人工嗅覚を実現する集積化センサシステムの創製・設計の実現にむけた課題を整理し、その解決のための界面材料・回路の開発を行った。柳田グループでは、ZnO ナノワイヤ表面における有機分子修飾が、ファンデルワールス相互作用を介して反応生成物の脱離性を向上させることを実証し、堅牢なガスセンシング機構の新原理を提示した。また、有機テンプレート分子の構造保持性とTiO_xの成膜挙動の関係を QCM や IR で解析し、分子形状を反映した選択的吸着界面の形成に成功した。内田グループでは、堅牢な人工嗅覚センサ集積化デバイスの創製を目指して、歩留まりが高く、ばらつきも小さく、高速な応答をする Pt 水素センサを作製し、その動作解析を行った。また、大気中で安定に動作するセンサとして WO₃ ナノワイヤセンサを開発し、その抵抗値を変化させる技術を開発するとともに、そのメカニズムを明らかにした。石黒グループでは、大規模センサデータ測定システムを構築した。長期にわたる測定を実施することで、センサデバイスの経時劣化による特性ドリフトを評価し、ドリフトを補正するための信号処理技術の開発を本格的に開始した。柳田・石黒グループが共同開発した自己ジュール加熱型酸化物センサアレイでは、単一材料・単一チップ上での温度多重センシングと高密度集積を両立し、バナナ熟成度やアロマオイル識別における高精度センシング(正解率 98%)と消費電力の低減を同時に実現した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Nakamura, T. Takahashi, T. Hosomi, W. Tanaka, Y. Yamaguchi, J. Liu, M. Kanai, Y. Tsuji, T. Yanagida, Van der Waals interactions between nonpolar alkyl chains and polar oxide surfaces prevent catalyst deactivation in aldehyde gas sensing. *Nat. Commun.* **15**, 9211 (2024).
- 2) T. Kato, T. Tanaka, K. Uchida, Detection of PPB-level H₂S concentrations in exhaled breath using Au nanosheet sensors with small variability, high selectivity, and long-term stability. *ACS Sens.* **9**, 708–716 (2024).
- 3) Y. Shiiki, S. Nagata, S. Saga, Y. Tan, T. Takahashi, T. Yanagida, H. Ishikuro, Pulsed-heating system with an integrated metal-oxide sensor array scheming low-power temperature modulation. *IEEE Sens. J.* **24**, 20794–20804 (2024).