

【基盤研究(S)】 大区分C



研究課題名 医工学利用に向けた超高感度電子鼻

東京大学・大学院工学系研究科・教授

たばた ひとし
田畑 仁

研究課題番号： 20H05651 研究者番号：00263319

キーワード： 電子鼻、生体ガス、タンデム型ガスセンサ、嗅診、確率共鳴

【研究の背景・目的】

体ガスと健康状態との関係は、古くは嗅診とよばれ医師の感覚や経験に依存し、数値化・客観評価が困難なため本格的な医工学応用が未踏領域であった。

現在医療機関等では、血液やリンパ液、髄液等の生体サンプルを採取して、健康状態の確認や病気の診断を実施している。しかしこれらの生体サンプルは、採取に人体への侵襲や感染リスク、精神的な負担が伴うため、簡便で手軽な非侵襲計測の実現が喫緊の課題となっている。これに対し生体ガス(呼吸、皮膚ガス)は採取が容易で非侵襲で逐次計測が可能であり、個人のリアルタイムなヘルスコンディション、生化学・病態情報を内包している。特に皮膚ガスは(血液由来の情報を含み)無意識に常時皮膚表面から放出されているため、呼吸のように吹きかける動作も必要ない。しかし皮膚ガス計測に必要な ppb (10 億分の 1) さらには ppt (1 兆分の 1) オーダの超高感度な計測機構を有し、ウェアラブル(小型)で繰り返し計測可能な皮膚ガス計測デバイスは現存していない。

本研究では“健康状態/病態と体ガス相関における学術基盤の構築”を目指す。そのための鍵となる技術として、超高感度電子鼻の基盤技術を確立し、常時体調のモニタリングを実現するウェアラブルデバイスとして、皮膚ガスを繰り返し計測可能な小型・超高感度皮膚ガスセンサを実現することを目的としている。

【研究の方法】

本研究では、(1)機能性多孔質材料(ゼオライト)を用いて皮膚ガスを選択的に濃縮すること。(2)濃縮した皮膚ガスをナノ構造制御した半導体式ガスセンサで計測すること。この 2 つの機能を複合した複合機能(タンデム型)ガスセンサにより、1ppb(10 億分の 1)レベルの超高感度化の実現を目指す。加えてさらなる高性能化(ppt (1 兆分の 1))に向け、ガス検出部に 2 層構造(吸着層/検出層)を有する酸化物半導体コア・シェル型ナノロッドや、遺伝子改変したモザイクウイルス鑄型のバイオミネラリゼーションにより自己組織化ナノワイヤを活用する。

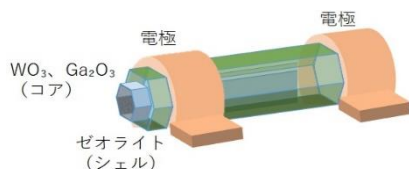


図1 コア-シェル構造ナノロッドによるガス検出

【期待される成果と意義】

複数機能の融合とナノ構造の精密制御、それにより期待される量子効果により高感度化を実現する。従来の勘と経験から生化学的データに基づく科学的根拠により、早期発見から未病へ、高齢化社会における健康寿命延伸への鍵となる。

(1)高齢者の見守り支援、糖尿病患者・予備軍支援

食事摂取量の極端な低下、認知症患者の食事摂取状況を家族や介護者と共有することで、より適切なケアが可能となる。また糖尿病の診断や経過観察、ケトアシドーシス予防に有効。

(2)各種疾患の予防、病態管理

疾患と密接に関連する皮膚ガスとしてノナナール(肺がん)、メチルメルカプタン(大腸がん)、アセトアルデヒド(食道がん)、一酸化窒素(喘息、気道感染)、アンモニア(肝炎)、水素(腸内フローラ)等が知られている。本申請研究により開発する超高感度皮膚ガスセンサ技術は、これらの病態計測にも極めて有効であると考えられる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Yamada, S. Hiyama, T. Toyooka, S. Takeuchi, K. Itabashi, T. Okubo and H. Tabata, Ultratrace Measurement of Acetone from Skin Using Zeolite: Toward Development of a Wearable Monitor of Fat Metabolism, Anal. Chem., 87(15), 7588-7594 (2015)
- Y. Yamada, S. Hiyama, H. Tabata, Studies on semiconducting gas sensors with WO₃ nanoparticles for skin-emitted acetone detection, IEICE Technical report, 117(101), 9-13 (2017)
- 田畑 仁、生体ゆらぎ物性とエレクトロニクスとの融合、応用物理、86(1)、12-24 (2017)

【研究期間】

令和2年度-6年度

【ホームページ等】

<http://www.bioxide.t.u-tokyo.ac.jp/>
tabata@bioeng.t.u-tokyo.ac.jp