

(5) ポスター発表

嗅覚センサ「MSS」

P59

Olfactory Sensor “MSS”

吉川元起 YOSHIKAWA.Genki@nims.go.jp

国立研究開発法人 物質・材料研究機構(NIMS)

五感センサ最後の砦である嗅覚センサは、農業、安全、医学、環境など、様々な分野で社会実装が期待されている。嗅覚センサとして使いやすいセンサの候補として、吉川らは、ナノメカニカルセンサに着目し、構造力学や材料特性などに基づいた最適化を行うことで、これまでにない構造を有する「膜型表面応力センサ (Membrane-type Surface stress Sensor, MSS)」の開発に成功した(図1)。このMSSは、従来型の同種センサ(ピエゾ抵抗カンチレバーセンサ)と比較して100倍以上の感度を実現した。さらにMSSは、嗅覚センサの実現に要求される以下の様々な特性を備えている: 高感度・小型・多様性・室温動作・機械的安定性・電気的安定性・低消費電力・高速応答。

MSSは、測定対象となる気体分子が吸着する感応膜と、センシング信号を読み取る部分が分離した構造となっているだけでなく、固体と気体との相互作用において普遍的に生じる機械的な変形をシグナルとして読み取っている。そのため、感応膜として有機材料、無機材料、および生体材料まで、ほとんどすべての材料が利用可能である。有効な感応膜の実現に向けて、構造力学解析モデルの定式化(吉川)や粘弾性モデルの定式化(今村ら)を進め、具体的な感応膜材料として、機能性ナノ粒子(柴ら)、ポルフィン系耐湿材料(Ngoら)などの研究開発を進めている。また「固体-気体相互作用」に着目し、それを逆転の発想で活用することによって「固体材料のパターン認識」の実証にも成功した(南ら)[1]。

MSSの嗅覚センサへの応用に向けた実証実験として、今村らは、食品識別の例として、スパイスやハーブの識別を実証した。また、LoizeauとLangらは、健康人と頭頸部がん患者から採取した呼気試料について、それぞれセンシングパターンが異なることや、手術前後でシグナルパターンが変化することなどを確認した。このほか南らによって体臭成分の検出も実証されており、MSSを用いた嗅覚センサの医療やヘルスケアへの貢献が期待される。しかしながら、医療分野に実際に応用するためには、より多くのサンプルを用いた基礎研究が必要不可欠であり、現在病院と連携した慎重な検証を進めている。

ニオイを測定する際に得られる多次元データは、機械学習を用いて解析することで、さらに応用の可能性が広げられる。柴と田村らは、MSSと機能性ナノ粒子、および機械学習を組み合わせることにより、特定情報の抽出と高精度定量推定に成功した。実証例として、さまざまなお酒のニオイから「アルコール度数」という特定情報を高精度に定量推定す

ることに成功した[2]。さらにこのアプローチを応用し、3成分混合物中の各成分の濃度の高精度定量推定にも成功した。さらに最近、今村らは、機械学習のアプローチと伝達関数の考え方をMSSと融合することにより、「フリーハンド」でのニオイ識別が実現した[3]。これによって、ポンプやバルブを一切使用すること無く、センサチップのみでニオイを識別する事が可能となり、スマートフォンをはじめとするモバイルデバイスやIoTデバイスなどにセンサチップを搭載するだけで、嗅覚センサとして機能させることが可能となった。

嗅覚センサシステムを社会実装するためには、各種要素技術の統合と最適化が重要となる。これに向けて、2015年9月に「MSSアライアンス」という産学官連携体制が発足した。さらに、ここで構築・統合された技術体系の公募型有効性実証実験活動として、2017年11月に「MSSフォーラム」が設立された[4]。現在、企業、大学、研究機関を含む国内外50以上のメンバーがこのプロジェクトに参加して検証を進めている。

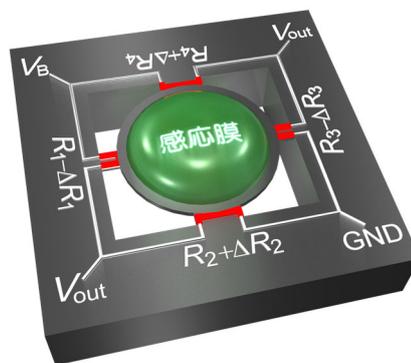


図 MSS構造の模式図。

[参考文献]

- [1] K. Minami, G. Imamura, T. Nemoto, K. Shiba, G. Yoshikawa, *Materials Horizons* **6**, 580 (2019).
- [2] K. Shiba, R. Tamura, G. Imamura, G. Yoshikawa, *Scientific Reports* **7**, 3661 (2017).
- [3] G. Imamura, K. Shiba, G. Yoshikawa, T. Washio, *Scientific Reports* **9**, 9768 (2019).

[関連WEB]

- [4] <https://mss-forum.com>