

呼吸医療診断に向けたナノメカニカルセンサー (MSS) の開発

Development of a Nanomechanical Sensor (MSS) System for Breath Diagnostics

WPI-MANA, NIMS¹, University of Basel (Switzerland)², EPFL (Switzerland)³

°Genki Yoshikawa (吉川元起)¹, Hans-Peter Lang², Frederic Loizeau³, Terunobu Akiyama³, Sebastian Gautsch³, Peter Vettiger³, Andreas Tonin², Christoph Gerber², Nico de Rooij³

E-mail: YOSHIKAWA.Genki@nims.go.jp

呼吸診断法は、非侵襲性の次世代医療診断技術として世界的に大きな期待が寄せられている。古くは紀元前のヒポクラテスの時代から「嗅診」と呼ばれる呼吸診断が実際に行われてきており、犬が癌患者などの呼吸を識別可能であることも報告されている。この場合、人間や犬の鼻は、単一成分をピンポイントで検出しているわけではなく、数万種におよぶ成分が複雑に組み合わせられた「ニオイ」を、ひとつの「パターン」として認識していることが、神経科学的にも明らかになっている (Annu. Rev. Neurosci. 34, 467 (2011)等)。従って、センサーによる嗅診を実現するには、多種多様な成分をパターンとして認識可能なセンサーの開発が必然的に求められる。

この多様性パターン認識が可能なセンサー素子として、近年我々は、ナノメカニカルセンサーの常識であったカンチレバー型を構造最適化することにより「膜型表面応力センサー (Membrane-type Surface stress Sensor; MSS)」を開発することに成功した (図 1、[1])。MSS は、従来のカンチレバー型センサーに比べて大幅な感度向上を実現しただけでなく、熱/機械的安定性やコスト・サイズなどを含め、呼吸診断センサーに求められる基本性能を網羅している[1-4]。

本研究では、MSS 素子表面に、受容体層として汎用のポリマー (PVP, PEI など) を被覆したものを複数用意し、ガス分子吸着による各受容体層の膨張/収縮を電氣的に検出した (応力が集中する 4 つの細幅部分の圧電抵抗で検出)。各種ニオイなどのガスサンプルに対して、それぞれのセンサーは、それぞれ異なるシグナルを示す。このシグナルセットを一つのパターンとして認識することにより、嗅診の様に利用することが可能となる。これまでに、USB のみで駆動可能な MSS システムを用いて、実際のガン患者の呼吸を識別可能であることをダブルブラインドテストによって確認しており、MSS による呼吸医療診断の高い可能性を示すことに成功した (図 2) [5]。

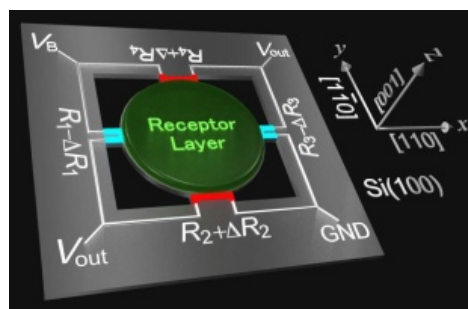


図 1: MSS の構造と配線例。[1]

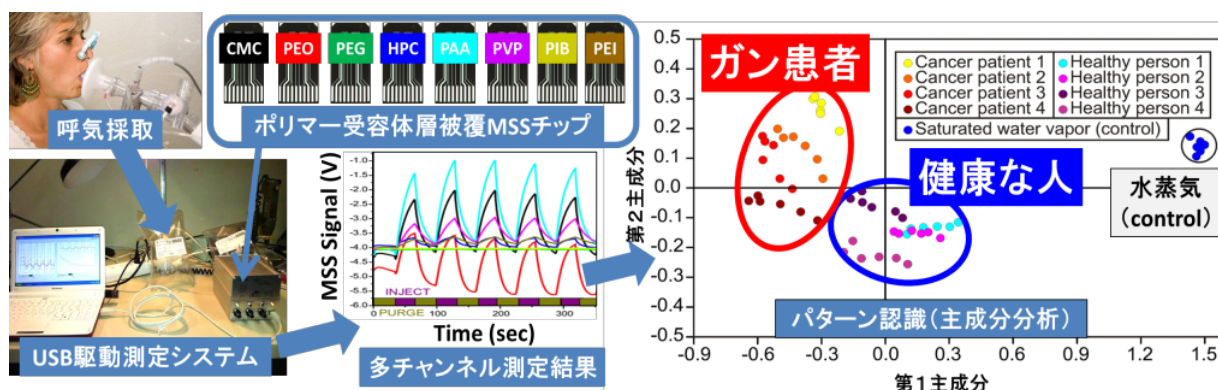


図 2: MSS による呼吸診断例。ガン患者と健康な人の呼吸の識別に成功。8種のポリマーを受容体とし、USB だけで駆動・測定可能なモバイル装置で測定。結果を主成分分析によってパターン認識。[5]

References:

- [1] G. Yoshikawa, T. Akiyama, S. Gautsch, P. Vettiger, and H. Rohrer, *Nano Lett.* **11**, 1044 (2011).
- [2] G. Yoshikawa *et al.* *Sensors* **12**, 15873 (2012).
- [3] G. Yoshikawa, *Appl. Phys. Lett.* **98**, 173502 (2011).
- [4] G. Yoshikawa *et al.* *Langmuir* **29**, 7551 (2013).
- [5] F. Loizeau, H. P. Lang, T. Akiyama, S. Gautsch, P. Vettiger, A. Tonin, G. Yoshikawa, C. Gerber, N. de Rooij, *Proceedings 26th IEEE MEMS*, 621 (2013).