

呼気で手軽に健康チェック

大津 巖生

我が国が世界に先駆けて超高齢化社会に突入していることは総務省の調べでもわかる。このような背景のなか、健康、医療、介護分野においては、ヘルスケア関連機器サービスの充実や医療費削減が社会的ニーズとなっている。本稿では、「呼気を用いた健診」を紹介したい。呼気は、ユーザーにとって痛みを伴わず手軽に採取することができるため、新たな診断技術として注目されている。

これまで呼気センサーは、金属表面にガス成分が吸着した場合に電気抵抗が変化することを利用してガスを検出する臭いセンサーシステムが主流であった。しかし、最近、物質・材料研究機構（NIMS）、京セラ、大阪大学、日本電子、住友精化、ナノワールド社の6機関は、臭いセンサーシステムの実用化・普及を加速させるための業界標準化を目指すとして発表し、NIMSの吉川元起准教授らが開発した「膜型表面応力センサー（MSS）」を用いて、大気あるいは液体中の臭いを正確に再現性よく測定できる標準法の確立を行うと発表した。このMSSで取得したデータをスマートフォンなどに転送し、データ解析を行い客観データに変換して、Internet of Things (IoT) システムに組み込むことで、ヒトの息だけで、がん・糖尿病・腎臓病・肝臓病・ぜんそく・ピロリ菌など、呼気と因果関係のある病気の判別が可能となり、膨らむ医療費の抑制につながると期待しているようだ。さらに2022年までにこのような呼気を使った診断アプリの実用化を目指すとして報じられた¹⁾ (図1)。

今後の呼気診断デバイスの開発に求められるものとして、1) 呼気に含まれるどの成分を測定するのか、2) その検出された成分と病気との因果関係をどのように設定するか、非常に重要な課題が残されていると思われる。

1) に関して、これまで市販されているものは、呼気を混合ガスとして検出する口臭センサータイプがタニタなどから販売されているが、分離・同定も可能にする小型の高感度センサーは未だない。そういった観点からもMSSセンサーは期待が大きいのもかもしれない。呼気ではないが、最近、ヒトの尿に含まれる揮発性の肺がんマ

ーカー候補成分を、 10^7 倍を超える水準にまで濃縮し、検出できるシステムが開発され、がん患者と健常者の区別ができるほか、治療でがんから回復したかどうかの判断もできるとあって、尿からの健診にも期待が集まっている²⁾。いずれにしても各種ガスへの特異性を高めたセンサーの開発が重要となる。

ヒトの呼気は、窒素、二酸化炭素、水蒸気が主な成分である。これらの成分以外に100種類以上のガス成分から構成されている。2) に対する一つの解決策として各種成分と濃度パターン（プロファイリング）から、病気やストレスの有無などを予測し、健康状態をチェックすることが提案されている。このプロファイリングデータを活用した健診アプリをスマホに搭載できれば、今回紹介する硫黄成分に着目した健康チェックが実現できるほか、これまでより一歩進んだ健診システムの構築ができるのではないかと筆者は考えている。

最近、がん、歯周病、腸内フローラや肥満などとの因果関係が認められている含硫化合物（硫化水素など）は、呼気成分にも含まれている³⁾。この硫黄は全生物で必須な元素であり、地球上で興味深い循環（代謝）をしている。微生物や植物には土壌中の無機性硫黄化合物を取込み有機性硫黄化合物に固定する硫黄同化系が存在するが、ヒトなどの哺乳類に硫黄同化経路は存在しない。したがって、微生物-植物間相互作用（土壌環境）や、微生物-動物間相互作用（体内環境）では硫黄化合物の授受を行う。いずれの環境中でも微生物は硫化水素を放出し、対する動・植物はその毒性回避のためチオ硫酸イオンへと解毒する。また生じたチオ硫酸イオンは、微生物にとってもっとも利用しやすい無機性硫黄化合物である。このような授受が存在するため、硫化水素を測定することで微生物代謝活性をモニターすることが可能となる⁴⁾。このように呼気中の特定の分子を認識するMSSが開発され、取得したデータをIoTシステムに組み込まれるならば、病気の判別だけでなく食生活の改善による健康維持・肥満予防にも利用できる。予防・未病による長期的な医療費の抑制にもつながるのではないだろうか (図1)。



図1. ガスセンサー搭載のスマホに息を吐くだけで健康チェック

- 1) 国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）：<http://www.nims.go.jp/news/press/2015/09/201509290.html> (2016/04/22).
- 2) Loizeau, F. *et al.*: 2013 IEEE 26th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, 621 (2013).
- 3) Kwak, H. C. *et al.*: *Biochem. Pharmacol.*, **96**, 256 (2015).
- 4) Kawano, Y. *et al.*: *J. Biosci. Bioeng.*, **119**, 310 (2015).