

ホルムアルデヒドを繰り返し検知できる  
小型センサ

SATテクノロジー・ショーケース2019

## ■ はじめに

ホルムアルデヒドは、防腐剤・接着剤・塗装剤として家具や建材などに使用されており、室内に放散されるホルムアルデヒドはシックハウス症候群の主要因物質である。そのため世界保健機関では、室内のホルムアルデヒド濃度を0.08 ppm以下に維持管理するよう推奨している。日本国内でシックハウス症候群が問題になることは少なくなっているが、海外(特に中国)では、ホルムアルデヒドによる健康被害は依然として大きな社会的問題であり、中国で生産された家具・建材等を輸入する欧米においてもホルムアルデヒドに対する関心は高い。

ホルムアルデヒドを検知する方法はいくつか知られているが、多くのものが高価で大型な装置が必要であったり、測定毎に検出タグを交換する必要があったりなど、常時継続的にモニタリングするには課題がある。本発表では、カーボンナノチューブ電極と反応試薬を組み合わせることで作製した常時監視型の小型ホルムアルデヒドセンサについて報告する。

## ■ 活動内容

## 1. ホルムアルデヒドセンサの作製と評価

くし形電極に半導体カーボンナノチューブ(SWCNT)を散布して作製した電気抵抗素子に、ホルムアルデヒドと反応して揮発性の酸を発生させる試薬(ヒドロキシルアミン塩酸塩)を隣接させ、センサを構築した(Fig.1a)。ホルムアルデヒド自体は中性分子であるが、ヒドロキシルアミン塩酸塩と反応することで発生する微量の酸性ガスがSWCNTをドーピングすることにより、SWCNTの電気抵抗の変化としてホルムアルデヒドを高感度に検出できる(Fig. 1b)。検出限界は0.016 ppmであり、世界保健機関が定める環境基準(0.08 ppm)をクリアしている。センサはSWCNT表面に吸着した酸性ガスを除くことで繰り返し使用することができ、アルコールやトルエン等には応答しないなど選択性にも優れている(Fig. 1c)。

## 2. 小型デバイス化

このセンサ材料と、2つのLEDを組み合わせることで、ホルムアルデヒドの発生を常時監視する小型装置を試作した(Fig. 1d)。片方のLEDのみセンサ材料につながっており、センサがホルムアルデヒドに曝されると導電性が上がるため、片方のLEDのみ輝度が増加する。2つのLEDの輝度を比べることで、0.9ppmのホルムアルデヒド濃度を検知することができた。

## 3. NFCタグを用いたスマートフォンセンサ

センサ材料を市販のNFCタグの回路内に組み込むことで、スマートフォンを用いたホルムアルデヒドの検出が可能である(Fig. 1e)。回路内にSWCNTを組み込んだNFCタグは、清浄空气中スマートフォンをかざしても応答しないが、ホルムアルデヒドを含む空気に曝されるとSWCNTの電気抵抗の減少によって回路が復活し、スマートフォンとの無線通信が可能となる。無線通信の有無による判定を用いて、ホルムアルデヒドを簡単に検出できる。

## 4. 今後の期待

今回開発したセンサ材料は、電子機器へ容易に組み込むことができるため、センサと情報通信技術を融合することで、ホルムアルデヒドガスの発生を遠隔からリアルタイムで検知するなど安全・安心な社会の構築に貢献できるものと期待される。

## ■ 関連情報等(特許関係、施設)

論文: S. Ishihara, J. Labuta, T. Nakanishi, T. Tanaka, H. Kataura, ACS Sensors 2017, 2, 1405–1409; S. Ishihara, J. M. Azzarelli, M. Krikorian, T. M. Swager, J. Am. Chem. Soc. 2016, 138, 8221–8227.

特許: ホルムアルデヒド検知センサ、および、それを用いたシステム(特願2017-172699)

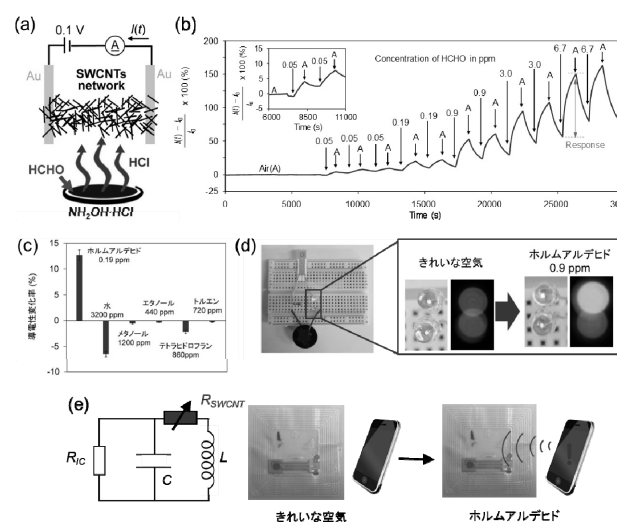


Fig.1 Formaldehyde sensor based on SWCNT.

代表発表者 石原 伸輔(いしはら しんすけ)  
所 属 国立研究開発法人物質・材料研究機構  
国際ナノアーキテクトニクス研究拠点  
問合せ先 〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-1  
TEL: 029-860-4602  
Email: ISHIIHARA.Shinsuke@nims.go.jp

■キーワード: (1) 小型センサ  
(2) ホルムアルデヒド  
(3) カーボンナノチューブ