

肺がんマーカー：アルデヒド分子における炭素1個の差異を識別する ZnO ナノワイヤ分子認識界面の創成

Discrimination of Aldehyde Molecules with Different Alkyl Chain Length by Adsorption
and Desorption Phenomena at ZnO Nanowire Surfaces

九大総理工¹, 九大先端研² ◯中村 千枝¹, 長島 一樹², Guozhu Zhang², 井上 暉英¹, Yong He², 酒井 大樹¹,
金井 真樹², 柳田 剛^{1,2}

Eng. Sci. Kyushu Univ.¹, IMCE Kyusyu Univ.², ◯Chie Nakamura¹, Kazuki Nagashima²,
Guozhu Zhang², Akihide Inoue¹, Yong He², Daiki Sakai¹, Masaki Kanai², Takeshi Yanagida^{1,2}

E-mail: 2ES16145T@s.kyushu-u.ac.jp

【緒言】ノナナール($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHO}$)はヒトの呼気に含まれる肺がんマーカーとして知られる揮発性有機化合物(VOCs)である。センサデバイスをを用いた呼気中ノナナールの電気的検出は肺がんの早期発見に繋がることから、現在世界中で勢力的に研究開発が行われている。しかしながら、分子官能基を介して電気シグナルを得る現状のセンサデバイスにおいては同様の官能基を有する分子種の識別は原理的に不可能である。呼気中には 872 種類以上の VOCs が含まれることが近年明らかとなってきたが、その中にはノナナールと同様にアルデヒド基を有し炭素鎖長のみ異なる分子群が存在しており、センサデバイスによるノナナールの選択的検出・識別を困難にしている。そこで我々はセンサ表面におけるアルデヒド分子の吸脱着現象を本質的に理解し、これを自在に制御することにより、炭素鎖長の異なるアルデヒド分子識別の実現を目指している。本研究では、極細伝導チャネル及び巨大比表面積を有し、次世代センサデバイスの有力候補材料とされる酸化亜鉛(ZnO)ナノワイヤ表面を用いて、ノナナールと炭素鎖が1個だけ異なるアルデヒド分子群：オクタナール(C8)、ノナナール(C9)、デカナール(C10)の表面吸脱着現象について検証した結果を報告する。

【実験】 水熱合成法により $2 \times 20 \text{ mm}^2$ の SiO_2/Si 基板上に ZnO ナノワイヤを作製し、大気中または He 中 400°C で 10 分間加熱処理を施した。次いで 20ml のバイアル瓶内で各分子吸着を行い、ガスクロマトグラフ質量分析計(GCMS)を用いて、各分子における脱離温度を吸着時間依存性と共に評価した。加えて分光蛍光光度計による ZnO ナノワイヤ表面欠陥評価、およびフーリエ変換赤外分光光度計による表面分子吸着状態評価を行った。

【結果】 ZnO ナノワイヤ表面における分子脱離温度について検証した結果、驚くべきことに C8、C9、C10 の各分子間で脱離温度に明確な差異が観測された（脱離温度序列 C10→C9→C8）。加えて、加熱処理雰囲気の違いにより本傾向が全く逆（C8→C9→C10）となることが明らかとなった。各種分光法を用いた検証実験及びアルデヒド分子の化学的・物理的性質から、本現象が 1) ZnO ナノワイヤ表面-アルデヒド分子、2) アルデヒド分子間の 2 つの相互作用により説明可能であり、脱離温度がそれらの競合により決定されることが明らかとなった。当日の発表では分子吸着メカニズムについても議論する。本研究結果は、従来不可能とされてきた炭素鎖長の異なる分子群の識別を可能とし、呼気センサによる肺がん診断実現へ向けて極めて重要な知見である。

