

ZnO ナノワイヤ-分子間の化学的相互作用を利用した 構造異性ケトン分子群の識別

Discrimination of Intramolecular Ketone Group Position via Zinc Oxide Nanowire Surface

九大総理工¹, 九大先端研², 京大化研³ ○井上 暉英¹, 長島 一樹²,
中村 千枝¹, 酒井 大樹¹, Yong He², Guozhu Zhang², 高橋綱己², 金井 真樹²,
下赤 卓史³, 塩谷 暢貴³, 長谷川 健³, 柳田 剛^{1,2}
Eng. Sci. Kyushu Univ.¹, IMCE Kyushu Univ.², ICR Kyoto Univ.³, ○A. Inoue¹,
K. Nagashima², C. Nakamura¹, D. Sakai¹, Y. He², G. Zhang², T. Takahashi²,
M. Kanai², T. Shimoaka³, N. Shioya³, T. Hasegawa³, T. Yanagida^{1,2}

E-mail: 2ES16105P@s.kyushu-u.ac.jp

【はじめに】近年、血液検査や尿検査など従来の健康診断技術に代わる非侵襲の新しい健康診断技術として呼気診断に注目が集まっている。病気やストレスなど日常的な健康状態の変化をモニタリングするためには、小型で安価なセンサデバイスを用いた呼気分析技術の開発が求められる。しかしながら、人間の呼気成分は872種以上の多種多様な揮発性有機分子群(VOCs)から構成されるため、分子官能基を介して電気シグナルを得る現状のセンシング原理では分子構造や化学的特性が類似する分子群の識別は極めて困難である。特に、ケトン分子やアルデヒド分子は癌マーカーとして知られているが、特定のマーカー分子を官能基位置が異なるだけの構造異性体分子群からセンサにより電氣的に識別することは原理的に不可能である。これらの識別には各分子群をセンサへ異なるタイミングで輸送させる分子輸送制御デバイスが極めて有効である。そこで本研究では、大気安定性及び巨大比表面積を有する酸化亜鉛(ZnO)ナノワイヤ表面を用いて、肺癌マーカーであるノナンールの類似分子であり、分子内官能基位置の異なるケトン分子群(2-ノナン, 3-ノナン, 4-ノナン, 5-ノナン)の表面吸脱着現象について検証し、脱離温度を活用した分子輸送制御の可能性を見出したので、その分子吸着配向メカニズムと共に報告する。

【実験】ZnO ナノワイヤの作製は 2×20mm の Si(100)基板上に水熱合成法を用いて行い、大気中で 400°C 10 分間の加熱処理を施した。作製した ZnO ナノワイヤの形状、及び組成は各種電子顕微鏡法により評価した。次いで 20ml のバイアル瓶内で分子吸着を行い、ガスクロマトグラフ質量分析装置(GCMS)によって各分子の脱離温度を検証した。更にフーリエ変換赤外分光(FTIR)・偏光多角入射分解赤外分光(pMAIRS)を用いて表面分子吸着・配向状態の評価を行った。

【結果】ZnO ナノワイヤ表面におけるノナン分子群の脱離温度について検証した結果、分子吸着時間の増加に伴い 3-ノナン・4-ノナン(約 80°C)及び 2-ノナン・5-ノナン(120°C)において脱離温度の差異が次第に顕著になることを見出した。各種分光法を用いた分子吸着状態評価の結果、この究極の識別分解能が 3-ノナン・4-ノナンの特異的な分子配向状態に起因した ZnO ナノワイヤ表面-ケトン分子間の化学反応によるものであり、表面-分子間で強い結合が形成されることで他の分子-分子間相互作用が弱められ脱離温度が低下することを明らかにした。本研究結果は、従来原理的に不可能とされてきた構造異性分子群の輸送制御及びセンサによる電氣的識別の実現可能性を示す極めて重要な知見である。

