

分子指紋を利用した高選択的ナノワイヤ分子濃縮器の創成

Smart Molecule Concentrator Based on Molecularly Imprinted Oxide Template Coated Nanowires

九大先導研¹, 九大工², 九大味覚嗅覚センサ研究開発センター³,

Yong He¹, 長島 一樹¹, 劉 傳軍², 高橋 綱己¹, Guozhu Zhang¹, 矢田部 壘³,

金井 真樹¹, 都甲 潔², 柳田 剛¹

IMCE Kyusyu Univ.¹, Dpt. Eng. Kyusyu Univ.², RDCTOS Kyushu Univ.^{3, 4},

Y. He¹, ○K. Nagashima¹, C. Liu², T. Takahashi¹, G. Zhang¹, R. Yatabe⁴,

M. Kanai¹, K. Toko², T. Yanagida¹

E-mail: yanagida@cm.kyushu-u.ac.jp

【緒言】近年、人の呼気成分と疾病との関連性が解明されつつあり、非侵襲の新しい健康診断法である呼気診断へ向けたセンサデバイスの開発が現在世界中で展開されている。呼気中に数多く存在する揮発性有機化合物(VOCs)を電気的に検出・識別するセンシング技術の開発が呼気診断実現の鍵となるが、一般に呼気中の疾病マーカー分子の VOCs 濃度は極めて低く(数～数百 ppb オーダー)、マーカー分子と構造・化学的特性が類似した分子群が混在するため、センサデバイスを用いて疾病マーカー分子のみを選択的に検出・識別することは極めて困難である。上記問題を解決するためには選択的にマーカー分子を捕集・濃縮する前処理技術が不可欠である。そこで本研究では、分子指紋を有する酸化物テンプレートが被覆されたナノワイヤ分子捕集器を用いて、肝臓マーカーの 1 つであるベンズアルデヒドを高選択的に捕集・濃縮することに成功したので報告する。

【実験】水熱合成法により作製した酸化亜鉛(ZnO)ナノワイヤ上に、ベンズアルデヒドの分子指紋を有する酸化チタンテンプレートをゾル-ゲル法により形成した。テンプレート作製プロセスにおける ZnO ナノワイヤの溶解を防ぐために界面 Ti 層を導入した。次いで 20mL のバイアル瓶中でベンズアルデヒド、トルエン、3-メチル-2-ブテナール、ヘキサナール、プロパナールから成る混合分子吸着を行った。作製したナノワイヤの構造、組成、及び脱離分子種を FESEM、TEM、EDS、GC-MS によりそれぞれ評価した。

【結果】分子指紋を有するナノワイヤ捕集器におけるベンゼンアルデヒド分子の捕集効果を検証した結果、分子指紋を持たないナノワイヤ捕集器、及び分子指紋を有する薄膜捕集器と比較して圧倒的に高い分子捕集効果が得られた(それぞれ 15 倍以上、70 倍以上)。加えて混合分子吸着実験から、本ナノワイヤ捕集器が類似構造・官能基を有する分子群の存在下において、ベンズアルデヒドを選択的に捕集可能であることを見出した。種々の解析により、上記分子選択性が分子指紋の構造・官能基認識能に起因して得られるものであること、更には分子構造が極めて類似した分子群においても分子吸着相互作用の差異に基づく分子脱離温度の違いを利用して識別可能であることが明らかとなった。本研究で得られた一連の結果は、従来不可能であった超低濃度の呼気マーカー分子の電気的検出・識別を本質的に可能にする極めて重要な知見である。

