

プログラム名：進化を超える極微量物質の超迅速多項目センシングシステム

PM名：宮田 令子

プロジェクト名：

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 27 年度

研究開発課題名：

ナノワイヤによる生体分子解析技術の開発

研究開発機関名：

国立大学九州大学

研究開発責任者

柳田 剛

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

ナノワイヤを用いた分子の捕捉・濃縮デバイスの原理実証である。捕捉・濃縮デバイスは、GCMS が直接接続された新しい評価系により検証されたデータに基づき改良・設計する。ナノワイヤを導入した微細流路から形成される捕捉・濃縮デバイス形成技術の構築に関しては濃縮効率の目標値は 100 倍以上であり、ナノワイヤデバイスの分子捕捉・濃縮動作検証ではターゲット分子群の選択的濃縮が 2 成分混合系においてターゲット成分の濃縮は他成分の 2 倍以上になることを目指す。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

担当研究課題は「超高感度有害分子センシングシステムの開発」を最終目標としている。これを実現するため、極微量揮発性有機化合物を効率よく捕集・濃縮するデバイスの開発が重要である。本研究の目的は、複雑なガスサンプルの中からマーカーとなる揮発性化合物を選択的に濃縮し、容易なセンシングを実現する。本年度は、揮発性有機化合物（以下 VOC）の捕集能力に特徴を持たせることを目標とした。そのために、無機酸化物を利用したナノワイヤ表面のコーティングに着目した。無機酸化物コーティングには、8 種類の無機酸化物を用いた。さらに、来年度の検討課題であるナノワイヤを導入した微細流路から形成される捕集・濃縮デバイスについても一部実施した。

2-2 成果

【濃縮部への選択的な吸着能力の付与】

極低濃度のマーカー化合物を検出するためには、濃縮技術だけでなく多くの夾雑物の中から選択的に濃縮する技術についても重要である。その選択性付与のために、我々は無機酸化物によるナノワイヤのコーティングに着目し、VOC 捕集・脱離能力への影響を検討した。その結果、無機酸化物の違いにより揮発性化合物の吸着・脱離量に差が見られた。下記に概要を説明する。

無機酸化物の表面物性の違いに着目し、Pulsed Laser Deposition 法により各種無機酸化物コーティングされた酸化亜鉛ナノワイヤ（以下コアシェルナノワイヤ）を作成し（図 2）、それに対する揮発性化合物の捕集・脱離能力を検討した（図 3）。

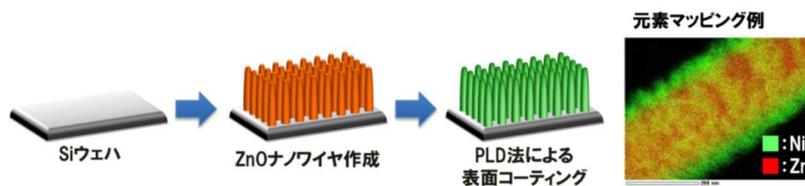
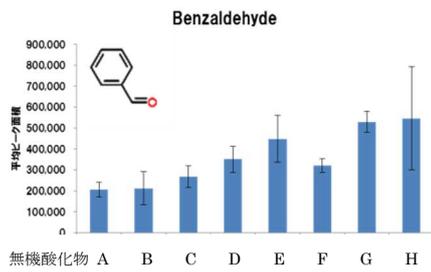


図 2 PLD 法による酸化亜鉛（ZnO）ナノワイヤの表面コーティング方法

・酸性化合物の一例



・塩基性化合物の一例

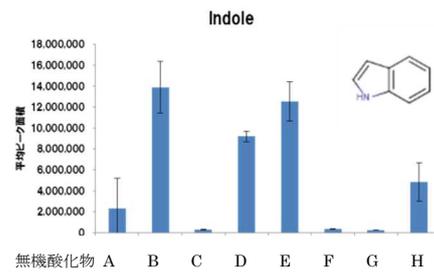


図3 GC-MS測定による捕集・脱離能力の評価（評価した化合物の一部を掲載）

測定の結果、無機酸化物の違いにより揮発性化合物の吸着・脱離量に差が見られた。酸性化合物（アルデヒド類）に関しては、コアシェルナノワイヤ表面物性パラメータの上昇と共に吸着量が増加し、相関が示唆された。一方、塩基性化合物の吸着量と表面物性パラメータには相関が確認できなかった。この理由は不明だが、ナノワイヤ表面が炭化水素類やカルボン酸類によって汚染されている可能性があり、VOCと炭化水素類との相互作用を見ている可能性がある。そのため、ナノワイヤ表面をより強力なクリーニングを行った後に、再度測定する必要がある。

【ナノワイヤを導入した微細流路による VOC 捕集・脱離】

「超高感度有害分子センシングシステムの開発」が目標とするデバイスは、対象サンプルガスを流路内に流すガスフロー系のデバイスを想定している。そこで、ナノワイヤを導入した微細流路を持つ評価用デバイスを作成し、フロー系における VOC の捕集および脱離を検証した。（図4）

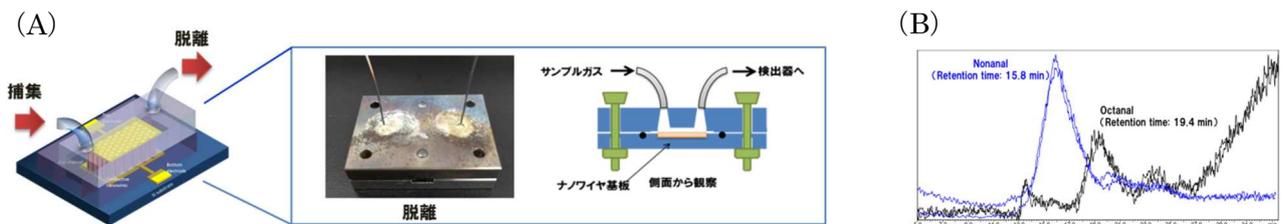


図4 (A) 試作した評価用デバイス。(B) 測定結果。

試作した評価デバイスと質量分析器を接続し、VOC サンプルとして Nonanal と Octanal を測定した。その結果、VOC サンプルの捕集および評価デバイスの昇温加熱による脱離を確認した。さらに、Nonanal と Octanal の分離が見られた。つまり本研究結果より、目標とするデバイス開発の実現可能性が示唆された。今回作成した評価用デバイスは、内部に加熱機構を持っていない。今後、内部に加熱機構を有する評価デバイスの試作を計画している（28年度6月末予定）。

【まとめ】

今回の研究結果により、無機酸化物によるコーティングを実施することで、選択性を付与できる可能

性も示唆された。さらに、フロー系評価デバイスによる VOC の捕集・脱離を確認した。

2-3 新たな課題など

今期の検討の結果、等電位点の様に既存の酸化物表面物性を代表する物性値が必ずしも、VOC サンプルの捕捉・濃縮プロセスの分子選択性を説明するのに不十分であることが新たな課題として判明した。本課題を解決し、分子選択的な捕捉・濃縮操作を可能とするナノワイヤ表面を物質設計若しくは評価するためには、分子吸着プロセスにおけるその場観察が必要となっている。これを実現するために、FTIR 等の分光技術と GCMS を融合した新しい評価システムを構築する必要がある。この融合評価システムは現在設計中であり、今期中に本システムを用いた結果を出すことを目標としている。

3. アウトリーチ活動報告

前期に行ったアウトリーチ活動は無い。