

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：バイオエアロゾル

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

大気中からの物質捕捉・濃縮の研究開発

研究開発機関名：

名古屋大学

研究開発責任者

馬場嘉信

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

目標

平成 29 年度は、大気中からの物質捕捉・濃縮の研究開発を行うにあたり、それぞれの内容に特化したプロジェクトを設定することで、プロジェクトベースで研究開発を推進する。

計画

課題 1 (3) : PM2.5-PM0.5 分離デバイスの開発 (2016 年 9 月～2017 年 9 月)

PM2.5-PM0.5 の分離は、昨年度まで PM2.5 分離に用いていた deterministic lateral displacement (DLD) の適用を検討する。分離する閾値は PM2.5, PM1.0, PM0.5 を対象と考えているが、これら分離サイズ設計は、東芝の研究グループ(後ろの検出部を担当)に助言を求めながら、協働研究体制を構築して推進する。

課題 2 (8) : PM2.5 標準物質作製(2016 年 4 月～2018 年 12 月)

PM2.5 の組成・サイズなどを勘案し、PM2.5 の標準物質となりうる物質の探索を進める。その際には、単価なども検討項目に含める。PM2.5 標準物質の候補となる物質に対して、これまでに開発した PM2.5 の分離デバイスや検出デバイスを用いて、分離や検出を試みる。

課題 3 (9) : PM2.5 捕集デバイスの開発(2017 年 4 月～2018 年 10 月)

ナノワイヤ構造体を用いた大気中の PM2.5 捕捉の原理検証を行い、プロトタイプ試作を行う。PM2.5 捕捉は超親水性ナノワイヤにより形成される水フィルムによって行う。超親水性ナノワイヤは光触媒機能があると言われる酸化亜鉛ナノワイヤによって達成する予定である。酸化亜鉛だけで光触媒機能が不足する場合は、二酸化チタンを酸化亜鉛ナノワイヤに成膜し、コアシェル(ZnO-TiO₂)ナノワイヤを作る。

課題 4 (10) : PM2.5 捕集デバイスと PM2.5 検出デバイスの統合(2017 年 10 月～2018 年 12 月)

水フィルム形成ナノワイヤとポアデバイスを統合し、エアロゾル捕捉からサイズ計測までの一連の動作検証を行う。エアロゾル捕捉用ナノワイヤ構造体とポアデバイスとの統合デバイスのデザインは九州大学の研究グループに助言を求めながら、協働研究体制を構築して推進する。

課題 5 (11) : ペプチド修飾ナノワイヤヒーターと細菌検出デバイスの統合(2017 年 4 月～2018 年 12 月)

ナノワイヤヒーターを用いた細菌・ウイルスの分離・濃縮・脱離の原理検証を行い、プロトタイプ試作を行う。ナノワイヤヒーター表面は大腸菌への選択性が高いペプチドを修飾する。このペプチド開発は東京工業大学の研究グループと協働で推進する。ペプチド修飾したナノワイヤヒーターへの大腸菌捕捉の実証後は、ナノワイヤヒーターを加熱することで、ペプチド失活またはナノワイヤ-ペプチドの結合部解離による大腸菌の脱離を実証する。その後、脱離した大腸菌をポアデバイスで検出するため、ナノワイヤヒーターとポアデバイスの統合を推進する。ナノワイヤヒーター・ポアデバイスの動作検証は九州大学の研究グループと協働で推進する。

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

課題 1 (3) : PM_{2.5}-PM_{0.5} 分離デバイスの開発 (2016 年 9 月～2017 年 9 月) : 達成、東芝研究グループの方針転換により一部中断

課題 2 (8) : PM_{2.5} 標準物質作製(2016 年 4 月～2018 年 12 月) : 一部達成・来年度へ継続

課題 3 (9) : PM_{2.5} 捕集デバイスの開発(2017 年 4 月～2018 年 10 月) : 一部達成・来年度へ継続

課題 4 (10) : PM_{2.5} 捕集デバイスと PM_{2.5} 検出デバイスの統合(2017 年 10 月～2018 年 12 月) : 一部達成・来年度へ継続

課題 5 (11) : ペプチド修飾ナノワイヤヒーターと細菌検出デバイスの統合(2017 年 4 月～2018 年 12 月) : 一部達成・来年度へ継続

2-2 成果

課題 1 (3) : PM_{2.5}-PM_{0.5} 分離デバイスの開発 (2016 年 9 月～2017 年 9 月) : PM_{2.5}-PM_{0.5} の分離は、deterministic lateral displacement (DLD)を適用し、PM_{2.5} と PM_{1.0} の分離を達成した。

課題 2 (8) : PM_{2.5} 標準物質作製(2016 年 4 月～2018 年 12 月) : PM_{2.5} の組成・サイズなどを勘案し、PM_{2.5} の標準物質となりうる物質の探索を進めた。PM_{2.5} 標準物質の候補となる物質に対して、これまでに開発した PM_{2.5} の分離デバイスや検出デバイスを用いて、分離や検出を試み、分離成果や検出成果を得た。

課題 3 (9) : PM_{2.5} 捕集デバイスの開発(2017 年 4 月～2018 年 10 月) : ナノワイヤ構造体を用いた大気中の PM_{2.5} 捕捉の原理検証と、プロトタイプ試作を行った。PM_{2.5} 捕捉は超親水性ナノワイヤにより形成される水フィルムによって行った。超親水性ナノワイヤとして、光触媒機能があると報告されている酸化亜鉛ナノワイヤに酸化チタンを成膜・焼成し、コアシェル(ZnO-TiO₂)ナノワイヤを作製した。このナノワイヤは接触角 5 度未満を達成し、水フィルムの形成が確認された。形成した水フィルムに PM_{2.5} 標準物質を導入したところ、PM_{2.5} 標準物質の回収が確認された。

課題 4 (10) : PM_{2.5} 捕集デバイスと PM_{2.5} 検出デバイスの統合(2017 年 10 月～2018 年 12 月) : 水フィルム形成ナノワイヤとポアデバイスを統合し、エアロゾル捕捉からサイズ計測までの一連の動作検証を行った。

課題 5 (11) : ペプチド修飾ナノワイヤヒーターと細菌検出デバイスの統合(2017 年 4 月～2018 年 12 月) : ナノワイヤヒーターを用いた細菌・ウイルスの分離・濃縮・脱離の原理検証と、プロトタイプ試作を行った。ナノワイヤヒーター表面は大腸菌への選択性が高いペプチドを修飾した。ナノワイヤヒーターの加熱により、ペプチド修飾ナノワイヤヒーターに捕捉した大腸菌の脱離を実証した。

2-3 新たな課題など

該当しない。

3. アウトリーチ活動報告

企業、一般等の参加者が、1 万 5 千人～7 万 3 千人の大規模な関連分野の国際展示会・国際会議である、第 20 回国際福祉健康産業展、JASIS 2017 (第 6 回)、BioJapan 2017、nano tech 2018 第 17 回 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議において、積極的にアウトリーチ活動を行った。これらの活動により、本課題の成果を一般国民に広く広報した。