

プログラム名：革新的研究開発推進プログラム(ImPACT)

PM名：宮田令子

プロジェクト名：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

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成28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 28 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し、プロジェクトベースで研究開発を推進することを目標とした。

計画

課題 1：細菌・ウイルスの分離

本課題においては、様々な夾雑物がある中から、大腸菌のサイズ分離が可能な分離原理検証とデバイス試作を目標と設定する。具体的な課題設定は以下の通りである。

1-1. 細菌・ウイルスのサイズ分離 (2016 年 4 月～2016 年 12 月)

課題 2：細菌・ウイルスの捕捉・濃縮

本課題においては、様々な夾雑物がある中から、大腸菌のナノワイヤヒーターへの選択的捕捉・脱離を目標と設定する。具体的な課題設定は以下の通りである。

2-1. ペプチド修飾ナノワイヤによる大腸菌の捕捉 (2016 年 4 月～2016 年 9 月)

2-2. ナノワイヤヒーターの開発 (2016 年 4 月～2016 年 9 月)

2-3. ペプチド修飾ナノワイヤヒーターによる大腸菌の選択的捕捉・脱離の検証 (2016 年 10 月～2017 年 3 月)

課題 3：大気中浮遊物質の捕捉

本課題においては、湿度 95%以上の環境下でのエアロゾル捕捉を目標と設定する。具体的な課題設定は以下の通りである。

3-1. 超親水性ナノワイヤによる大気中浮遊物質の捕捉 (2016 年 9 月～2017 年 3 月)

課題 4：PM2.5 の分離

本課題においては、国立環境研究所の CRM No.28 都市大気粉塵の PM10、PM2.5、PM1.0 への分離を目標と設定する。それぞれの分離後の濃度は $>10^3/\text{mL}$ を達成目標とする。具体的な課題設定は以下の通りである。

4-1. PM10-PM2.5 分離デバイスの開発 (2016 年 4 月～2016 年 9 月)

4-2. PM2.5-PM0.5 分離デバイスの開発 (2016 年 9 月～2017 年 9 月)

4-3. PM2.5 分離デバイスと検出デバイスの集積化デバイスの開発 (2016 年 10 月～2017 年 3 月)

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：細菌・ウイルスの分離

1-1. 細菌・ウイルスのサイズ分離 (2016 年 4 月～2016 年 12 月): 達成

課題 2：細菌・ウイルスの捕捉・濃縮

2-1. ペプチド修飾ナノワイヤによる大腸菌の捕捉 (2016 年 4 月～2016 年 9 月): 達成

2-2. ナノワイヤヒーターの開発 (2016 年 4 月～2016 年 9 月): 達成

2-3. ペプチド修飾ナノワイヤヒーターによる大腸菌の選択的捕捉・脱離の検証 (2016年10月～2017年3月): 達成

課題3 : 大気中浮遊物質の捕捉

3-1. 超親水性ナノワイヤによる大気中浮遊物質の捕捉 (2016年9月～2017年3月): 達成

課題4 : PM2.5の分離

4-1. PM10-PM2.5分離デバイスの開発 (2016年4月～2016年9月): 達成

4-2. PM2.5-PM0.5分離デバイスの開発 (2016年9月～2017年9月): 達成

4-3. PM2.5分離デバイスと検出デバイスの集積化デバイスの開発 (2016年10月～2017年3月): 達成

2-2 成果

課題1 : 細菌・ウイルスの分離

1-1.の課題では、サンプルの進行方向に対し、数度の傾斜を設けて設計したマイクロピラー構造体が、DLDの分離原理に基づいて、粒子分離できることを実証した。複数種の粒子が混合したサンプルより、大腸菌のサイズ分離が可能な分離原理検証として2.0 μmの微粒子分離を達成した。

課題2 : 細菌・ウイルスの捕捉・濃縮

2-1の課題では、ナノワイヤへの選択性が高く、かつ、大腸菌への選択性も高い、二機能性ペプチドの開発を行った。二機能性ペプチドの開発には、ノワイヤへの高い選択性を持つペプチドと大腸菌への高い選択性を持つペプチドのスクリーニングを行った。二機能性ペプチド修飾ナノワイヤを用いて大腸菌の捕捉を達成した。次に、2-2の課題では、ナノワイヤを室温～100℃程度まで加温できるシステムの開発を行った。ナノワイヤの熱伝導性を利用することで、30秒程度で目的温度まで昇温可能なシステムを作製した。また、2-3の課題では、2-1の二機能性ペプチドを修飾したナノワイヤを、2-2のナノワイヤヒーターシステムと組み合わせた。二機能性ペプチドで大腸菌を捕捉後、ヒーターシステムで加熱することで、大腸菌を脱離することに成功した。

課題3 : 大気中浮遊物質の捕捉

3-1の課題では、ナノワイヤ表面にTiO₂を成膜し、長期間の超親水性を保持するナノワイヤの作製に成功した。その超親水性ナノワイヤによる水フィルムを用いて、大気中浮遊物質の捕捉を達成した。

課題4 : PM2.5の分離

4-1の課題では、国立環境研究所のCRM No.28都市大気粉塵より、PM10-PM2.5を分取することに成功した。4-2の課題でも同様に、国立環境研究所のCRM No.28都市大気粉塵より、PM2.5-PM0.5を分取することに成功した。4-3の課題では、集積化デバイスを作製し、分離したPM2.5を検出することを達成した。

2-3 新たな課題など

特になし

3. アウトリーチ活動報告

世界最大のナノテク国際会議・展示会をはじめとした機会に、一般の方に、超スマート社会と実現するヘルスケアデバイス、ナノバイオデバイスが拓く超スマート社会と健康長寿社会、ナノテクノロジーによるPM2.5センシング、ナノバイオデバイスが拓く超スマート社会を解説することで、本成果への理解と社会受容に向けた活動を行った。