

課題番号 : F-14-AT-0018  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : バブル型ナノロボットを利用したバイオセンシングシステムの構築  
Program Title (English) : Development of a biosensing system with a bubble-propulsion type of nanorobots.  
利用者名(日本語) : 伊達 雄亮  
Username (English) : Yusuke Date  
所属名(日本語) : 筑波大学大学院数理物質研究科  
Affiliation (English) : Tsukuba University, Graduate school of Pure and Applied Sciences.

## 1. 概要(Summary)

自然界には高機能、高性能なバイオナノロボットが無数に存在し、これらを人工的に作製し、医療、工業へ応用する研究が盛んに行われている。このような遠大な目標の第一歩として、化学エネルギーの直接変換により自立運動するロボットの研究が進められており、過酸化水素( $H_2O_2$ )の分解に伴い発生する酸素ガスの噴出力を駆動力とするバブル型ロボット等が報告されている。本研究では、こうした人工ナノロボットによる選択的物質輸送機能を利用した生体模倣型バイオセンシングシステムを開発した。

## 2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】真空蒸着装置、小型真空蒸着装置

内壁面に白金層、外壁面に金層を持つ半球殻構造を有するナノロボットを作製した。まず、少量ポリスチレン(PS)ビーズ懸濁液を塗布後、溶媒を乾燥させたガラス基板に対し、真空蒸着装置あるいはスパッタリング装置により、白金(10 nm)、金(10 nm)の順に金属層を成膜した。その後、酸素プラズマによるアッシングにより鑄型として用いた PS ビーズの除去を行い、構造を作製した。続いて、構造表面をビオチンで修飾したナノロボットを用意し、ストレプトアビジン-ビオチン結合を利用した標的物質の選択的輸送・検出実験を行った。手順としては、3%  $H_2O_2$ 、ビオチン修飾ナノロボット、ストレプトアビジン標識蛍光ビーズを含む溶液を SU-8 で作製したマイクロチャンバー内へと導入し、チャンバー壁面への標的物質の吸着を蛍光顕微鏡により観察した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したナノロボットの構造を電子顕微鏡により観察した結果を Fig. 1 に示す。続いて、3%  $H_2O_2$  水溶液中におけるロボットの様子を光学顕微鏡下において観察したところ、およそ 4.8 $\mu$ m/s の速度で自立駆動する様子が確認さ

れた。さらに、本ロボットを用いて直径 1-5  $\mu$ m の標的ビーズの選択的輸送・検出実験を行ったところ、ビーズはロボットにより捕獲、運搬され、拡散依存による運動と比して効率的に遠方へと輸送される様子が確認できた。また、標的ビーズはロボットを介して壁面に吸着、濃縮されることで、ビーズの壁面吸着を指標とした検出対象のセンシングが可能であることが示された (Fig. 2)。

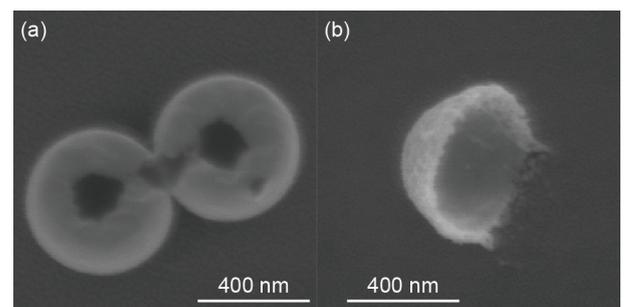


Fig. 1 SEM images of nanorobots fabricated by physical vapor deposition (a) and sputtering (b).

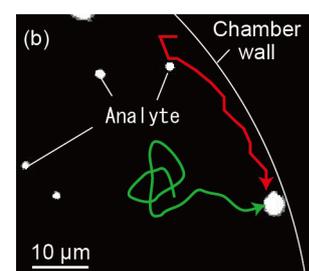


Fig. 2 Biosensing utilizing artificial nanorobots.

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) ○伊達雄亮、吉積義隆、大久保喬平、横川雅俊、鈴木博章 「第 31 回センサ・マイクロマシンと応用システム」 シンポジウム (松江、2014)。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。