

＊課題番号 : F-12-KT-0065  
 ＊支援課題名 (日本語) : 生体分子とマイクロナノ構造の融合  
 ＊Program Title (in English) : Integration of biomolecules and micro/nano structures  
 ＊利用者名 (日本語) : 中原 佐  
 ＊Username (in English) : Tasuku Nakahara  
 ＊所属名 (日本語) : 京都大学大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻  
 ＊Affiliation (in English) : Department of Micro Engineering, Kyoto University, Japan

※概要 (Summary) :

本研究では、ナノ構造内においてキネシンおよびダイニン系による少数分子の個別操作系を確立すること、また、結合性分子の輸送および操作による結合観察を目的とした。分子操作のためトラック構造を形成したデバイスを用い、トラック内での運動とパターンニングを利用して微小管の極性配向および固定手法を確立した。加えて、位置および極性を制御された微小管上でのキネシンおよびダイニン運動によって分子の輸送、操作を実証することを目的として分子系の構築、輸送と操作の実証を行った。

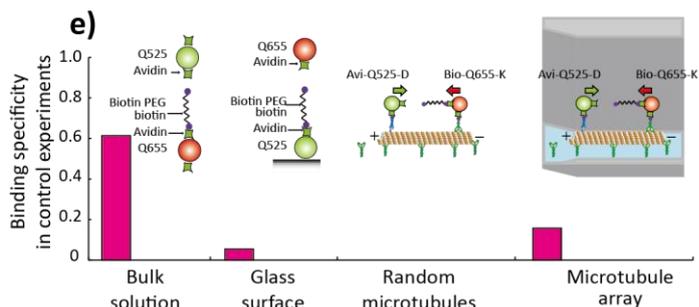
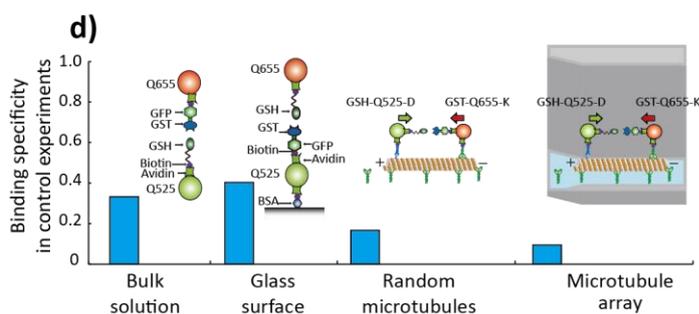
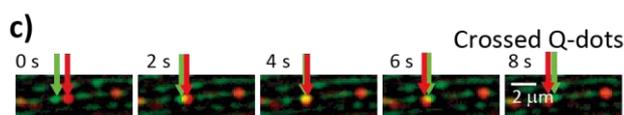
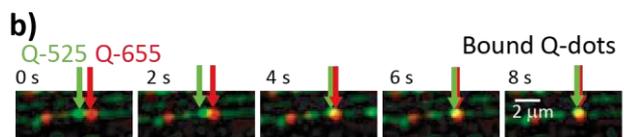
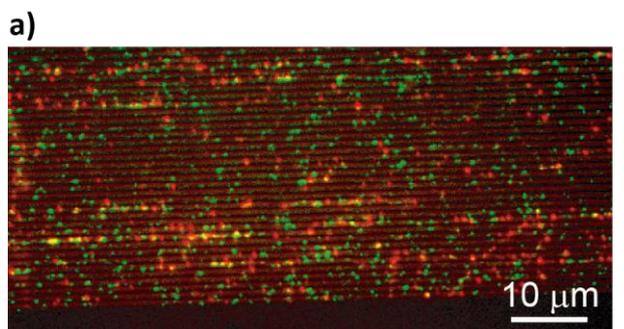
※実験 (Experimental) :

まず、電子線描画装置によりガラス基板にアルミニウム薄膜と電子線レジストからなるナノトラックを製作した。幅は 200 nm~1 μm、高さは 300 nm 程度である。ここに微小管の極性は移行をおこなった。また、結合親和性を持つ GST (グルタチオン-S-トランスフェラーゼ) と GSH (グルタチオン) を異なる Q-dot

を介してそれぞれキネシンとダイニンにより輸送する分子系を設計した。これらの微小管上での分子輸送を示すとともに、極性配向した微小管上を運動することにより 2 つの分子系が近接し、結合する様子の観察をおこなった。さらに、アビジンとビオチンを用いた異なる分子系についても並行して検討した。2 種類の分子系を同時に観察するため、異なる蛍光スペクトルのピークを持つ 2 種類の Q-dot、Q525 と Q655 を使用した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

ナノトラック内に微小管を配置し、Q-dot の輸送を観察することができた(図 a)。また、分子系の評価では運動距離と速度を評価して、得られた結果をコントロール実験と比較した。いずれの分子系についても、分子の付加によって運動距離に差は見られたがモータタンパク質による運動性は保たれ、分子の輸送が可能であること、また運動速度は同等で影響を受けないことが分かった。ビオチン-ストレプトアビジン系を利用した分子系についても同様の検討を行い、運動性が保たれることを確認



した。さらに図 b, c では、Q-dot 同士が分子特異的に結合したり、結合せずに通過する様子が観察された。これらの結果を定量的に示したグラフが図 d, e である。分子特異的な結合が起こっている場合このグラフの値は小さくなるようパラメータを設定してある。グラフから GST-GSH あるいはアビジン-ビオチン依存的に結合していることがわかった。

※その他・特記事項 (Others) :

今後は、ナノ構造内でのモータタンパク質の動きを計測するシステムを立ち上げ、ナノメートルスケールでナノ構造との相関を評価することを目指す。

共同研究者等 (Coauthor) :

横川 雅俊 (筑波大学 数理物質科学研究科 助教)

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

K. Fujimoto *et al.*, "Colocalization of Quantum Dots by Reactive Molecules Carried by Motor Proteins on Polarized Microtubule Arrays," ***ACS Nano***, 7, pp. 447–455, 2013.

関連特許 (Patent) :

なし