

# モーター蛋白質による微小輸送系

生物には、モーター蛋白質とよばれる一群の酵素がある。たとえば神経軸索の中には、微小管とよばれる蛋白質繊維が伸びており、その上をキネシンというモーター蛋白質が神経伝達物質の詰まった膜胞を輸送している。こうしたモーター蛋白質は、個々の分子がモーターなので非常に小さい反面、蛋白質の一般的性質としてかなり大きな構造を自己組織的に組み上げるポテンシャルなど、人工モーターにはない様々な特徴を持つ。そこでこれらをナノアクチュエータとして利用しようという応用研究が世界中で始まっている。

従来モーター蛋白質を生体外に取り出して運動させるときは、モーター蛋白質をガラス面に吸着させ、蛍光標識した微小管がその上を運動するという、生体内とはジオメトリーを逆転させた系が主に用いられてきた。この場合、微小管はガラス面上をランダムな方向に運動するので、外部に対して有用な仕事をさせることはできない。そこで我々は、図1に示すようなトラックをガラス面上にリソグラフィーで作製し、その底面だけにキネシンを結合させたところ、微小管の運動を一次元に制限することに成功した。さらに矢じり状のパターンを付加することで、ほとんどの微小管を一方方向に運動させることができるよう

になった。セルエンジニアリング研究部門・湯元昇氏をリーダーとする産総研ナノバイオチームでは、この系を微小な化学プラントの輸送系と見なし、そのために必要となる他の要素技術の開発を進めている。

一方、精製したモーター蛋白質を部品として使うのではなく、モーター蛋白質を含む運動性の生体構造を改変して人工的環境で利用しようという、より生物学的なアプローチもある。たとえば我々は、基板上を高速(3 $\mu\text{m/s}$ )で運動する滑走細菌*Mycoplama mobile*を使った微小輸送系の開発に取り組んでいる。最近、*Mycoplama*もリソグラフィーにより形成された壁に沿って動くことを見出し、この性質を利用して一方方向性運動させることができるようになった(図2)。精製した微小管とキネシンを使う系では、精製の手間がかかるうえ、蛋白質の変性にとまって不可逆的に運動性が失われるなどの問題があるが、*Mycoplama*には自己複製・自己修復能があり、そうした問題は少ないはずである。いまでこそ我々は完全合成した乗物(自動車)を使いこなしているが、その前は牛馬に頼っていた時代が長かった。ナノバイオの分野でも、当分はミクロの牛馬が活躍することになるのかもしれない。

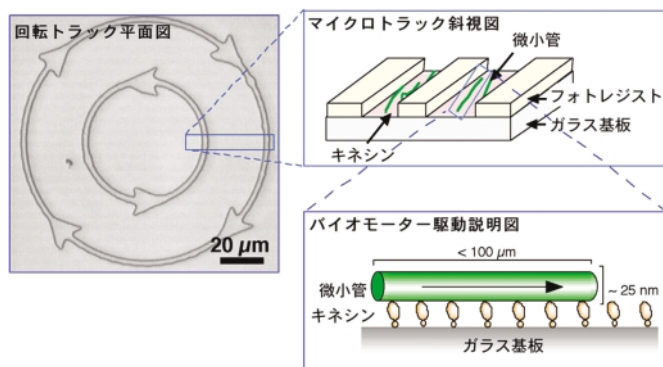


図1 微小管の一次元一方方向輸送系

実際の回転運動は、<http://staff.aist.go.jp/t-uyeda/motility/biophysj/movied1.html>に掲載。



うえだたろう  
上田太郎  
t-uyeda@aist.go.jp  
ジーンファンクション研究センター

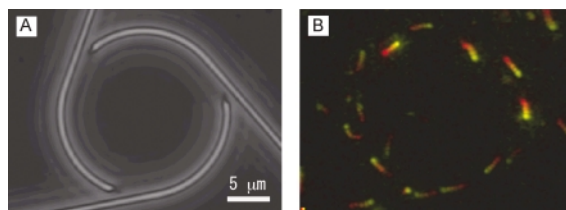


図2 *Mycoplama mobile*を一方方向に運動させるためのパターン(左)と、0.4秒間隔で撮影した時の菌体の運動軌跡(赤、橙、黄色の順)。

## 関連情報

- 共同研究者: 平塚祐一(ジーンファンクション研究センター), 多田哲也(次世代半導体研究センター), 宮田真人(大阪市立大学)。
- Y. Hiratsuka, T. Tada, K. Oiwa, T. Kanayama, T.Q.P. Uyeda: Biophys. J., Vol. 81, 1555 (2001).