

べん毛モーターの特性測定のためのマイクロデバイスの開発

修士2年 36171 宮本 真人

細菌はべん毛をスクリューの様に回転させて遊泳します。そのべん毛を回転させているのが細胞の膜に埋め込まれているべん毛モーターである。そしてそのエネルギーは水素イオンがイオンチャンネルを通過したときに発生するエネルギー、すなわちプロトン駆動力で回転する。

プロトンは細胞膜内外に電位差や pH 差があった場合にイオンチャンネルを通過する。ゆえに、プロトン駆動力とべん毛モーターとの関係を調べる従来の研究も、膜電位と pH 差をつくったときにべん毛モーターがどのような挙動を示すかということに注目して行われてきた。しかし、従来の研究では外部のみの電圧値や pH 値しか設定しておらず、細胞膜内部の状況は制御不可能であったために正確な実験が行われているとは言いがたかった。

そこで本研究の目的としては、細胞膜外だけではなく、従来の研究では行えなかった細胞膜内部の状態、すなわち細胞膜内部の電圧、pH 値、さらにはシグナルなどの伝達物質を自由に操れるようなデバイスを開発することを目的とした。

本研究では図1のようなメンブレンフィルタを接着させた支持構造をもつ Si 酸化膜薄膜とパターンニングされた流路とを組み合わせた装置に、伸長化したバクテリアを吸引固定して実験を行った。

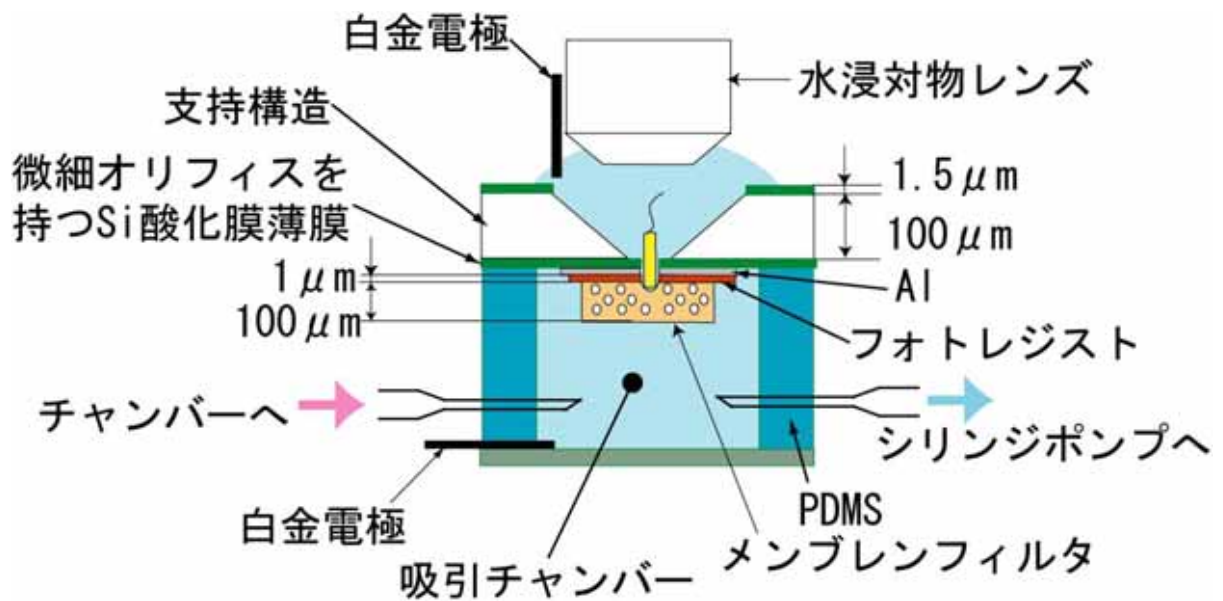


図1. 装置の模式図

この装置を用いることにより、以下のことが可能になる。

1. バクテリアを、微細オリフィスを数マイクロ通過した状態で固定できる
2. フィルタに細胞膜を溶解する薬品を拡散させることにより、微細オリフィスを通過した細胞膜のみを破壊できる
3. 上記2つを行った後に、2つの電極を用いて細胞膜に電位差をかけたり、チャンバー内の液体を置換することにより細胞膜内部に試薬を導入することができる

実際にこの装置を用いて、バクテリアを固定・細胞膜部分的破壊を行った後に、バクテリアの細胞膜内外に1Vの電位差をかけることによりバクテリアのべん毛モーターが10Hz以上の回転数で回転している様子が観察された(図2)。

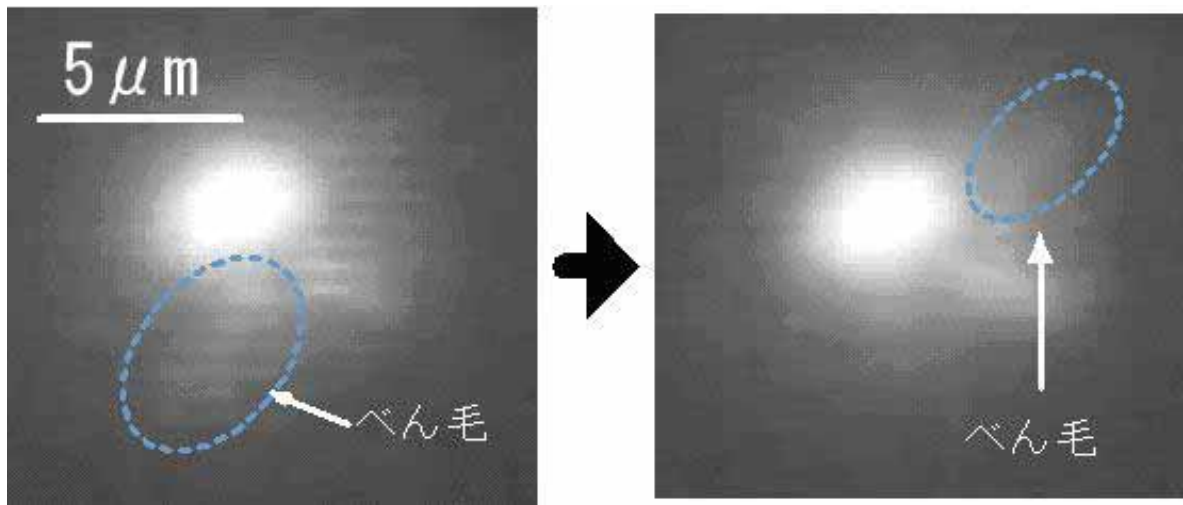


図2. べん毛が回転している様子

また、電位差の On-Off によりモーターの回転-停止の制御も可能となった。

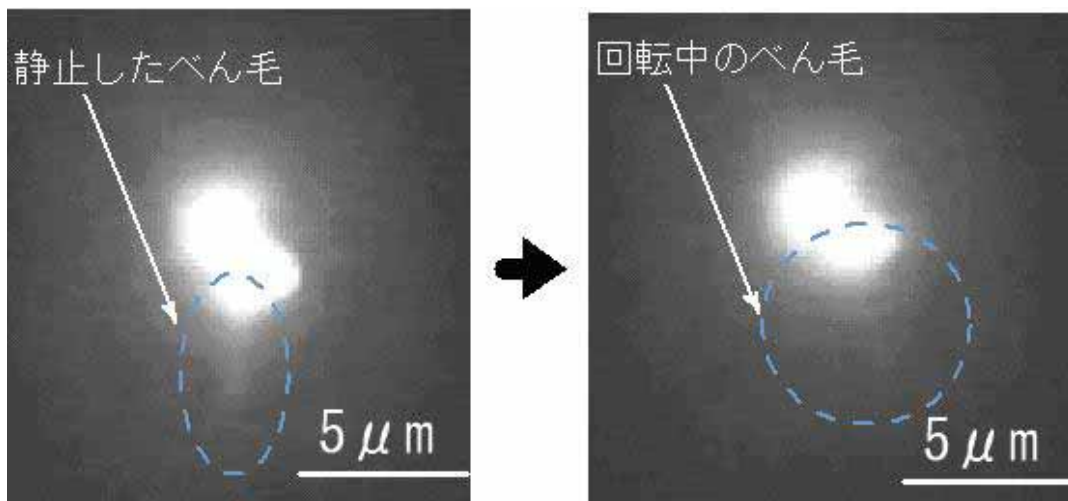


図3. 電位差の有無によるべん毛モーターの回転の様子

今後は、細胞膜内部の pH 値を変化させる、または細胞膜内部に化学物質を導入したときにべん毛モーターがどのような動向を示すかを解析することにより、べん毛モーターの運動メカニズムが解明されると期待できる。