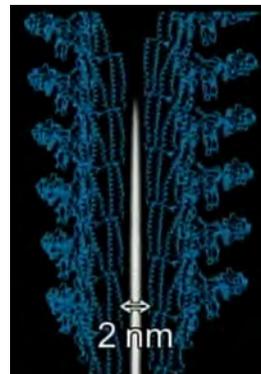
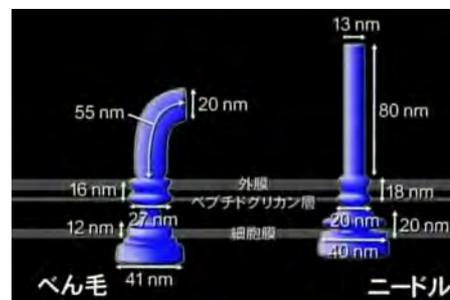




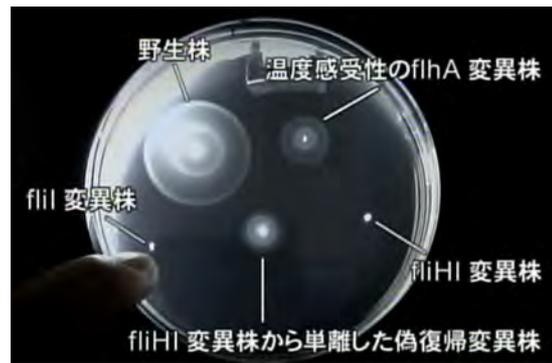
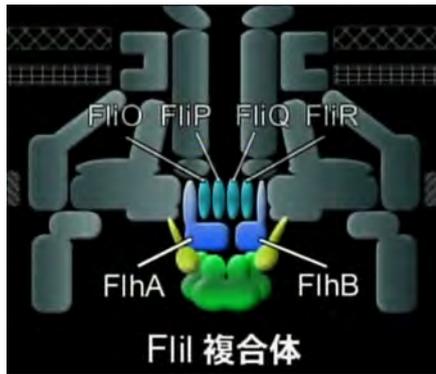
細菌は菌体の外部に、べん毛と呼ばれる細胞小器官をもつ。図はサルモネラ菌の周毛性のべん毛が生えている様子の電子顕微鏡像である。フラジェリンと呼ばれるタンパク質が重合して細い繊維となり、それがラセンのかたちをしてスクリューとして働く。フラジェリンはべん毛繊維の中空を輸送されて、その先端で重合する。べん毛繊維の根元にはべん毛モーターが存在する。モーターとべん毛繊維の間にはフックと呼ばれるジョイントがある。



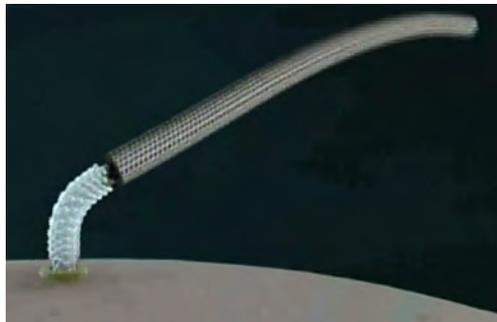
モーターは固定子と回転子から構築され、回転子とフックをつなぐロッドという構造があり、そのロッドを取り囲む、回転をスムーズに行えるようにする軸受けが存在する。モーターはそのエネルギー源に水素イオンかナトリウムイオンの流入をつかうものに分類される。膜タンパク質複合体である固定子の中をそれらイオンが通ることで、回転子との相互作用でエネルギー変換されて回転力(トルク)が産生される。回転子の中には、べん毛タンパク質を特異的に輸送する装置があり、構築されたべん毛の中を通過してフラジェリンが輸送される。べん毛繊維の中は、約2ナノメートルの直径の穴が空いている。



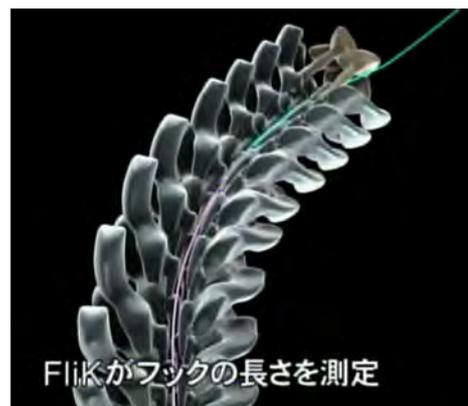
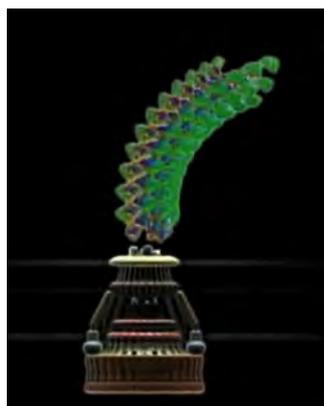
べん毛繊維の先端には、特別なキャップタンパク質(HAP2)があり、フラジェリンがそのべん毛繊維先端で重合して、チューブ状の構造を作る。このキャップタンパク質がないと、フラジェリンが重合出来ずに、培地に放出されてしまう。べん毛構造と似た病原因子としてニードルと呼ばれる構造物を細菌はもっている。針のような構造で、細菌の体内で作られたタンパク質を、細胞に感染する時に注入して、毒性を示す。タイプIII型輸送装置と呼ばれる。



べん毛基部の輸送には FliA と FliB と呼ばれる膜に埋まったタンパク質がある。FliOPQR などのタンパク質とともに輸送装置を作っている。ATPase である FliI も輸送に重要な働きをする。しかし、必須ではなく、欠失しても輸送ができるものがある。寒天の濃度が低いプレートに菌を植えると、動くことのできる菌は広がってリングを作る。fliHI 二重変異株から、遊泳能力を回復した復帰突然変異体を得ることができる。



べん毛が正常に回転してトルクを発生するためにはフレキシブルジョイントである約 50nm の長さのフックが必要である。フックは、基部体とべん毛繊維を結ぶ。菌体から単離精製して、電子顕微鏡で観察した基部体像を示してある。



X線構造解析したモノマーを、極低温電子顕微鏡の密度図に適合させた結果、回転モデルを含む直線型および曲がったフックのモデルが得られた。フックの長さは約 50nm に制御されており、FliK というタンパク質が物差しとなって、その長さを決定している。