3P201

べん毛モーターの回転子と固定子の荷電残基の役割：大腸菌で機能的な Na⁺ 共役型キメラモーターを用いた解析

○薬師 寿治¹、Jung-Hoon Yang²、福岡 創¹、本間 道夫¹、David Blair² (¹ 名大・院理・生命理学、²Department of Biology, University of Utah)

【はじめに】細菌のべん毛モーターは、膜を介したイオンの電気化学ポテンシャル差をエネルギー源とし、H⁺（大腸菌など）または Na⁺（ビブリオ菌など）の流入を回転運動に変換する分子機械である。回転子の周りに配置された約 10 個の固定子が回転力を生み出すと考えられている。固定子を構成する膜蛋白質 PomA/PomB 複合体（H⁺ 共役型べん毛モーターでは MotA/MotB 複合体）と、回転子を構成する蛋白質の一つ FliG（水溶性蛋白質）が回転力発生に関わっている。これらの因子の変異体を組み合わせた分子生物学的解析から、負の相乗効果や機能欠損変異の抑制効果を見出し、固定子蛋白質と回転子蛋白質の荷電残基との間での静電的相互作用というモデルが大腸菌の H⁺ モーターで提唱された。最近我々は、PomB と MotB との間で作製したキメラ蛋白質 PotB が、PomA に依存して、本来 H⁺ 共役型である大腸菌べん毛モーターを Na⁺ 共役型モーターに変換させることを見いだした。本研究では、大腸菌で機能する Na⁺ 共役型モーターを用いて荷電残基の重要性を評価した。【結果と考察】 固定子蛋白質 PomA の細胞質領域に存在する保存された荷電残基と回転子蛋白質 FliG の C 末端荷電残基について、電荷を中性化あるいは反転させるような変異を導入した一連の変異体を作成し、互いに組み合わせた。大腸菌の Na⁺ 共役型モーターにおいても、負の相乗効果や弱いながらも機能欠損変異の抑制効果を確認することができたが、これらの効果に関与する残基やその影響の程度については Na⁺ 共役型に特異な結果も得られた。我々の実験系でも固定子蛋白質と回転子蛋白質の荷電残基がモーター回転に重要であると示唆されるが、それらの間の静電的相互作用については、さらなる検討が必要であると考えられる。

Toshiharu Yakushi, Jung-Hoon Yang, Hajime Fukuoka, Michio Homma, David F. Blair : Role of the charged residues in the rotor and stator of a Na⁺-coupling flagellar motor in *Escherichia coli*.

3P203

組織内部における細胞運動の機構

○井上 敬（京大院・理・植物）

3 次元的な組織中の細胞運動は、運動の足がかりが隣の細胞であり、仮足の伸長に強い制約がある、という特徴のため、(1) 組織内部の細胞は独立した細胞と同じ機構で動いているのか？ (2) 組織内部の細胞が出す力がどのようにして外界に伝わるのか？ という興味深い問題があらわれる。しかし、細胞運動の機構に関する知見の多くは、堅い底質に接着した細胞の研究に基づいており、2 次元的な平面上での運動と 3 次元的な組織中の運動の機構がどのように違うかということも明らかになっていない。

細胞性粘菌 *Dictyostelium* は、発生の過程で単細胞と多細胞の時期があり、どちらの時期にも活発な細胞運動をおこなう。この特長を生かし、ABP120 または talin B の F-actin 結合領域と GFP の融合蛋白を導入した Ax2 細胞の運動を解析することによって、上記の問題を解く手懸りを得た。

Dictyostelium 細胞の仮足の伸長には、アクチンの重合を伴う局所的な機構の他に、細胞表層の収縮の結果として起こる細胞質の流れが大きな役割を果たしている。前者を「アクチン重合モード」、後者を「後部収縮モード」と呼ぶと、単細胞期の細胞ではアクチン重合モードが際だち、動物の培養細胞などと共通点が多い。しかし、このような運動を示す細胞も、局所的あるいは一時的に後部収縮モードを含むことが多い。一方、多細胞期の細胞はこれとは非常に異なり、組織から取り出した細胞は滑らかな形をしていて、滑るように一方向に進む。このような運動はほとんど後部収縮モードだけによっている。組織を作っている細胞は、細胞内のアクチン繊維の動きの解析から、その仮足の伸長には後部収縮モードが大きな役割をはたしていることが示される。このような機構で動く細胞が詰ってきた組織内での力の伝達の機構のモデルを提示する。

K. Inouye : Cell movement within 3-dimensional tissues

3P202

高粘性環境におけるスピロヘータの運動効率の向上

○中村 修一¹、足立 吉数¹、曲山 幸生² (¹ 茨城大院、² 食総研)

スピロヘータはらせん状の菌体を持つ運動性細菌であり、動物の器官内や水環境に生息している。スピロヘータの運動性については、環境の粘度上昇に伴って遊泳速度が増加する、という従来の流体力学の理論からは予測できない現象が知られている。これに類似した現象は外側にべん毛を持つ細菌でも報告されている。私たちは、粘性環境中に存在する線状高分子がネットワークを形成するために細菌の運動効率が向上する、という理論を提案している。本研究では、この理論を検証するために、スピロヘータの運動効率を測定した。遊泳速度と回転数を同時に測定する方法として、2 方向照明暗視野顕微鏡法を開発し、腸管スピロヘータである *Brachyspira pilosicoli* NK1f の運動性を調査した。さらに、運動効率を評価する値として v-f 値（＝遊泳速度／回転数）を解析した。その結果、線状高分子であるポリビニルピロリドン溶液中で、NK1f の v-f 値が粘度上昇とともに増加したことから、運動効率の向上がスピロヘータの遊泳速度の増加の一因であることが示された。

S.Nakamura, Y.Adachi and Y.Magariyama : Improvement in motion efficiency of spirochete in viscous environment

3P204

トリインフルエンザウイルスはヒトウイルスに比べ高い情報処理能力をもつ

○堺 立也（川崎医大・微生物）

従来、ウイルスには運動や記憶といった能力はないとされてきた。しかし最近の我々の研究により、インフルエンザウイルスが細胞表面を 2 次元的に運動する能力を持つことが分かってきた。インフルエンザウイルスの運動は、ウイルスのスパイク蛋白質（ウイルス表面に突き出ている蛋白質）であるヘマグルチニン（HA）と細胞表面のシアロ糖鎖との結合が入れ替わることで起きる。ところでスパイク蛋白質には HA のほかに、シアロ糖鎖の加水分解酵素であるノイラミニダーゼ（NA）がある。NA は、ウイルスが感染細胞から出芽する際に細胞のシアロ糖鎖を分解し HA と結合できなくすることで、ウイルス粒子の遊離を助けると考えられている。NA の活性はウイルスの運動にどのような影響を与えるだろうか？NA がシアロ糖鎖を分解すれば、ウイルスはもといた場所に戻れないため、常に新しい場所へと移動するというあたかも記憶（情報処理能力）を持った粒子のように振る舞うのではないだろうか。今回この仮説を検討するため、A 型インフルエンザウイルスを蛍光標識し、シアロ糖鎖でコートすることで細胞表面を模したガラス表面でのウイルスの動きを全反射顕微鏡を用い追跡した。ヒトインフルエンザウイルス（H3N2 型）とトリインフルエンザウイルス（H3N9 型）の軌跡を比較したところ、トリインフルエンザウイルスは、ヒトウイルスに比べ、はじめに結合した場所から離れやすい傾向をもつことが分かった。このことは、トリインフルエンザウイルスがヒトウイルスに比べ高い情報処理能力をもつことを意味する。

T.Sakai : Avian influenza virus is more intelligent than human virus