2C1700

低速回転条件下でのサルモネラ菌べん毛モータのダイナミクス

○南野 徹¹、上池 伸徳¹、大澤 研二^{1,2}、難波 啓一^{1,3} (¹ERATO 難波プロジェクト、²名大院多元数理、³阪大院生命機能)

サルモネラ菌の運動器官であるべん毛モータは、細胞膜内外のプロトンの電気化学ポテンシャル差を利用して回転トルクを発生する。べん毛モータのトルク特性については詳細に解析されているが、エネルギー変換に伴うべん毛モータの回転機構については未だ明らかではない。

べん毛モータの回転機構を解明するため、我々は流体力学の影響をほとんど受けない低負荷の条件下でモータの回転を計測するシステムを構築している。本システムは、ピラミッド型ミラーと4本の光電子増倍管を用いた超高感度4分割センサーにより直径40nmの微小蛍光ビーズの位置を0.2ミリ秒ごとに決定できる。これを用い、繊維部分をもたないべん毛モータの直線型フックに付着させた40nmの蛍光ビーズの回転を計測した結果、べん毛モータの回転ゆらぎは予想を遙かに上回り、時々刻々の回転速度は平均速度の30%から250%程度と広い範囲で揺らぐこと、また、数ミリ秒間の急停止や、その時の停止と再スタートに必要な時間が1ミリ秒以内で起こること等が観測された(本会第38回年会)。

昨年の本会で、我々は、弱酸存在下で細胞外pHを低下させると、大腸菌と同様にサルモネラ菌の遊泳速度が著しく低下することを報告した。今回、低速回転条件下でのべん毛モータのダイナミクスを観察するため、20mM安息香酸塩存在下で細胞外pH 6.3で回転計測を行った結果、べん毛モータの回転速度が著しく低下することが判明した。現在、回転位相角度や回転速度の揺らぎなどに関する解析法および評価法の改善を図るとともに、得られた測定データをもとに、べん毛モータ回転の素過程の解析を試みている。

T. Minamino, N. Kami-ike, K. Oosawa, K. Namba : The dynamics of proton-driven flagellar motors of Salmonella at low speed conditions

2D1330

近赤外光を使う酸素発生物アカリオクロリスの反応中心機能と光合成進化

○伊藤 繁¹、伊藤 邦浩¹、福島 佳優¹、富井 哲雄¹、三野 広幸¹、岩城 雅代²、熊崎 茂一³ (¹名大院 理学 物質理学(物理)、²Dept. Biol. Univ. Col. London、³北陸先端大 物質科学)

シアノバクテリアと植物の酸素発光合成では680nm光(1.77eV)を吸収するクロロフィルa(Chla)とその異性体のみを反応中心と中核アンテナとして使い、他の短波長色素は周辺アンテナとしてのみ使う。この単一ともいえる現存光合成の進化を考える上で710nm光(1.69eV)を吸収するChldを主要色素(Chlaも数%もつ)としてシアノバクテリア型光合成をする新発見のアカリオクロリス(*Acaryochloris marina*)は興味深い。Chlaのエテル基に代えChldはCHO-基をクロリン環にもつが、植物のものと高い相同性をもつ反応中心タンパク質上にうまく結合し低エネルギー光でも効率良く機能する。この光化学系I、IIをレーザ分光、遅延蛍光、熱発光、低温ESR、ENDORで検討した。(1)光化学系I:反応中心クロロフィルP740は2量体型ラジカル信号を示す。3重項状態はChla 2量体P700よりもやや広いスピン分布を示す。ps 過渡吸収では電子受容体A0が680nmにも吸収を示す。鉄硫黄センターFX,FA,FB、フィロキノンはchla-型RCとは同じで、フィロキノンの抽出再構成が可能。(2)光化学系II:反応中心精製は進まず、疑問は残る。光電荷分離状態(P+Qa-)の電荷再結合で照射後0.2-2msに発せられる遅延蛍光は720nmに極大をもつchld蛍光であり、この励起スペクトルはフィコビリリンとchldに対応する2つの極大を示す。共存chlaの貢献は少なく、chldが光捕集と電荷移動に働く主要色素であるとして中間状態のエネルギー順位を考察した。chlaが電子移動に働く可能性も残る。chldはchla機能の多くを代替できる反応中心構造の柔軟性が示された。光合成におけるクロロフィル利用の進化を考えた。

S. Itoh, K. Itoh, Y. Fukushima, T. Tomii, H. Mino, M. Iwaki, S. Kumazaki : Evolution and reaction centers of oxygenic photosynthetic organism *Acaryochloris* using far-red light

2C1715

らせん状細菌の遊泳速度と粘度の不思議な関係の理論解析

○曲山 幸生¹、後藤 知伸²、工藤 成史³、大谷 敏郎¹ (¹食総研、²鳥取大・工、³桐蔭横浜大・工)

細菌の遊泳速度が粘度とともに上昇することが知られている。このような現象は粘度を上げるために加えた線状の高分子が形成する動的なネットワークによって引き起こされると示唆されている。私たちはこの概念を定式化するために、物体のごく近傍には高分子ネットワークが存在しない空間が存在すること(仮想空間)、仮想空間内の運動とそれ以外の運動を別々の粘度(見かけの粘度)で表せば従来の流体力学を適用できることを仮定した。これにより、単極べん毛細菌における現象(遊泳速度が粘度に対してピークを持つ)を説明できることを示した(Magariyama & Kudo (2002) Biophys. J., 83, 733-739)。しかし、菌体自身がらせん形をした細菌(スピロヘータやらせん菌)の場合、単極べん毛細菌とは異なり、遊泳速度のピークははっきりしない(Fig.; Kaiser & Doetsch (1975) Nature, 255, 656-657; Shigematsu et al. (1998) J. Med. Microbiol., 47, 521-526)。ここでは上述した仮定をらせん状細菌に適用した結果を報告する。

Y. Magariyama, T. Goto, S. Kudo, and T. Ohtani : A theoretical analysis of a strange relationship between viscosity and swimming speed of spiral bacteria

2D1345

クロロフィルdを用いる光合成反応中心の励起移動と電荷移動

○熊崎 茂一¹、安孫子 和樹¹、伊藤 繁²、岩城 雅代³、池上 勇⁴ (¹北陸先端大院材料、²名大理物理、³ロンドン大ユニバーシティカレッジ、⁴帝京大薬)

酸素発生物光合成を担う光合成反応中心(植物やシアノバクテリア)では、「クロロフィルa(Chla)またはその構造異性体のみが電子伝達分子として機能できる」という長年の定説があった。しかし、シアノバクテリア類似の原核生物である *Acaryochloris marina*(*A. marina*)では、Chldがアンテナ色素および、電子伝達色素として使われていることが最近発見された。クロロフィルdは有機溶媒中とたんぱく質内において、クロロフィルaより約30nm長波長にQy帯の吸収極大を示すので、Chld型反応中心はChla型より低エネルギーの光子を利用する。我々は特に光化学系I反応中心(PSI)の電荷分離過程を、Spinach(Chla型)と*A. marina*(Chld型)の間で比較して、Chld型PSIの初期過程の特徴を調べた。励起波長を630nmに選り、フェムト秒過渡吸収スペクトル測定を行った。明瞭な励起エネルギー平衡化は、*A. marina*では0.6ピコ秒で、Spinachでは5ピコ秒の時定数で観測された。また電子供与体クロロフィル(P700またはP740)酸化還元状態に依存する過渡吸収変化から電子移動ダイナミクスについても、両者には明瞭な差が認められた。SpinachではP700の酸化還元スペクトルが単調に成長するが、*A. marina*では電荷分離中間体によって由来すると思われる生成、減衰の時間変化が見られた。これらのダイナミクスの励起波長依存性についても当日解説する予定である。

S. Kumazaki, K. Abiko, S. Itoh, M. Iwaki, I. Ikegami : Energy and charge transfers in a chlorophyll d-based photosynthetic reaction center