

ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連化学・バイオテクノロジー

大項目	1. 生体機能関連化学
中項目	1-1. グリーンバイオ
小項目	1-1-2. ATP モーター

<p>概要（200字以内）</p> <p>ATP 駆動モータータンパク質の研究は、新しい1分子ナノバイオテクノロジー技術を生み出し続けてきた。最近では、高速AFM, オームストロング単位の1分子イメージングなど革新的な技術を生み出し続けている。一方、その研究の目指すものは「化学エネルギーの力学的仕事への変換メカニズムの解明」であり、将来はこれまでの1分子計測に加えて立体構造を用いた分子シミュレーションを応用した研究が重要になると思われる。</p>		
<p>現状と最前線</p> <p>代表的なATP モーターとしてはリニアモーターとしてミオシン、キネシン、ダイニンがあげられる。回転分子モーターとしては、ATP 合成酵素を構成するF1 モーターがあげられる。ATP 駆動モーター研究の特徴として、光学顕微鏡や原子間力顕微鏡などを用いた1分子イメージング、1分子操作実験手法を生み出しながら、それらを利用した1分子実験があげられる。光ピンセットや蛍光色素1分子イメージングなどがこれに該当する。最近でも、光学顕微鏡を用いたオームストロング単位の計測や、高速AFMなどが開発されている。ATP モーター研究の最大の目標は「化学的なエネルギーを力学的なエネルギーに変換する分子メカニズム」である。最近の研究から「タンパク質上における加水分解反応自体はたいした力学的仕事をしない」「むしろ、ATP 結合、ADP 解離など分子の結合解離過程が仕事を生み出す」ことが明らかとなってきた。ここでATP 加水分解反応の役割は、「反応を1方向に導く」ためであり「直接力学的仕事を生み出すのではない」とされている。ただし、ATP 加水分解反応を構成する各反応ステップ（ATP 結合・加水分解・ADP 解離・リン酸解離）のエネルギー放出量は、各分子モーターによって多少違いがあることを留意されたい。</p>		

最近、回転分子モーターF1を用いて、逆反応によるATP合成が可能であることが証明された。これは、本来平衡が大きく片側によっている反応を、極めて自由度の大きなタンパク質のごく一部を操作するだけで、平衡を逆側にすることができるという驚くべき結果である。この実験では、マイクロ加工技術が利用された。このように、マイクロ・ナノ加工技術を利用した実験も今後は大きな発展を見せるものと考えられる。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ATP 駆動モーターの各反応ステップで停止したモーターの結晶構造の解明
 - 反応速度定数や平衡定数と、ATP 駆動モーターの移動距離の関係の解明
 - 分子モーターの力発生ユニットの構造変化の1分子計測
 - 人工分子モーターのプロトタイプ合成とその1分子計測に基づいたポテンシャル測定
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - 分子モーターの分子動力学計算
 - 分子モーターの触媒部位の量子化学計算
 - 分子モーターの駆動原理の完全解明
 - 人工的に化学合成した人工分子モーターの作成と応用

キーワード

ATP、分子モータータンパク質、1分子ナノテクノロジー、化学力学変換

(執筆者：野地博行)