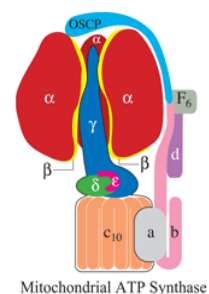


ディビジョン番号	8
ディビジョン名	生体機能関連・バイオテクノロジー

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	1-1-4. ATP モーター

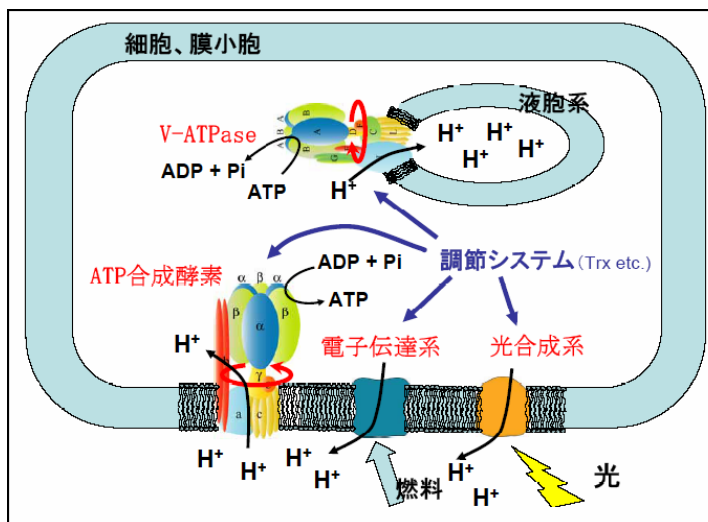
概要（200字以内）

全ての生物は、呼吸などを利用しATPを合成し、そのATPを生体内のエネルギーとして利用している。このATPを合成する酵素が、ATP合成酵素である。この酵素がATPを合成する際に、サブユニットの回転をとっていることが近年分かってきた。つまり呼吸などにより得られた電気化学的エネルギーを化学結合エネルギー（ATP）へと変換する際に、タンパク質のサブユニットの回転という力学的エネルギーが介在するということである。



現状と最前線

光合成の反応中心や、ミトコンドリア内膜における電子伝達では、電子伝達に伴う膜内外のプロトン濃度勾配が形成され、このプロトン濃度勾配の解消とATPの合成が共役していると考えられる。このように、生体内における電子伝達は生命にとって、必須の反応であるといえる。電子伝達で重要なことは、様々な酸化還元電位を有する電子伝達タンパク質や電子伝達体が機能し、生体内で効率の良い電子伝達が行われることである。



ATP合成酵素 (FoF₁-ATP 合成酵素) は電子伝達の際に形成されたプロトン勾配を解消する際にADPとPiからATPを合成する。ATP合成酵素は $\alpha_3\beta_3\gamma\delta\varepsilon ab_2c_{9-12}$ というサブユニット構造を持ち、膜に結合したFo部分 (ab₂c₉₋₁₂) と膜から突き出たF₁ ($\alpha_3\beta_3\gamma\delta\varepsilon$) 部分から成っている。最近、遺伝子構造解析によるFoF₁-ATP合成酵素の構成蛋白質の一次構造の決定や構成サブユニット組成の決定、ATPaseの触媒部位およびプロトンの流れを担う分子が特定され、F₁部分では α と β サブユニットが交互に並んだ $\alpha_3\beta_3$ のリングを形成し、その中心部分にコイル状の γ サブユニットがあることがわかった。3つの β サブユニットにそれぞれ触媒部位が存在し、これらの3つの触媒部位と中央に位置する γ サブユニットとが相互作用することによって協同的に酵素反応が行われると予想されている。

ATP合成の逆反応である加水分解反応中に、 γ サブユニットに取り付けられた蛍光アクチン繊維が回転する様子を、蛍光顕微鏡で観測できることがわかり、このことから力学的エネルギー (ATPモーター) を介して化学結合エネルギー (ATPの高エネルギーリン酸結合)、電気化学的エネルギー (プロトン勾配) 間の変換が起こることが証明された。ATP合成酵素がエネルギー効率の高い、世界で最も小さな分子モーターとして働くことが示されている。

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

生物のエネルギー獲得系について、特に、電子伝達系、プロトン輸送、ATP合成について、詳細な反応機構を解明する。

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

生物のエネルギー獲得系を制御することにより、人工的なエネルギー変換系の構築を行う。

キーワード

F_oF₁-ATPase、エネルギー変換、電子伝達系、プロトン輸送

(執筆: 蒲池 利章)