

生物が地球上に誕生して以来、その生命を維持するエネルギー源として太陽の光が利用されてきた。太陽光エネルギーは生体内において電子のエネルギー、電気化学エネルギー、化学エネルギー、そして力学エネルギーに変換される。このエネルギー変換の出発点となるのが光合成である。

光合成は多くの素過程からなる複雑な化学反応系だが、その初期過程は(1)太陽光を捕集するタンパク質内にある色素の電子励起、(2)色素間およびタンパク質間での電子励起移動、(3)反応中心とよばれるタンパク質内の色素による電子励起の捕獲と電荷分離反応からなる。太陽光強度が弱い場合には、吸収された太陽光フォトン1個が電荷分離反応に用いられる量子収率はほぼ100%といわれるが、その起源を物理学の言葉で明快に理解することはいまだチャレンジングな問題として我々の前に立ちはだかっている。

光合成系の物理学研究は近年、フェムト秒レーザーを用いた非線形超高速分光技術の成熟により、新たな段階を迎えている。光合成タンパク質のX線結晶構造や吸収スペクトルなど静的な情報だけでなく、タンパク質の運動による色素の電子状態の動的ゆらぎや、複数の色素に広がる電子励起の量子力学的非局在化状態、タンパク質内部でのエネ

ルギーの流れなど、ダイナミクスや量子現象が詳細に観測できるようになり、量子物理の対象としても興味をもたれている。

しかし、単一のタンパク質内におけるエネルギー移動や化学反応を詳細に理解することは、出発点にすぎない。複数のタンパク質を経由するエネルギーは、いかにして反応中心に確実に輸送され、エネルギー変換に用いられるのだろうか？ より一般に、生命現象を維持するために複数の分子過程が巧みに組み合わせることで発現する秩序ある分子システムや自律的な分子システムの構築原理や作動原理を理解することが、今後ますます重要になるであろう。だがそれには、個々の分子過程の詳細を理解するのは異質な難しさがある。量子・化学・生物物理の境界領域を舞台に、知識の地平はまだまだ広がる。

石崎章仁(分子研)、会誌編集委員会

