

「光受容蛋白質のピコ秒・フェムト秒分子ダイナミクス」特集号によせて
"蛋白質—この複雑にして神秘的なるもの"

山崎 巖

北海道大学大学院 工学研究科分子化学専攻(〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)

Preface to Special Issue on Pico/Femto-Second Molecular Dynamics in Biological Photoreceptors
" Proteins - Complex Molecular Systems of Mystery "

Iwao YAMAZAKI

Graduate School of Engineering, Hokkaido University, N13W8 Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8628

(Received February 6, 2003)

蛋白質と生命現象 科学技術が進み多くの自然現象に対する理解が得られている今日、生命活動を支え、高度な化学反応の場である蛋白質というものについては、今だにわからないことが多い。未知なる部分が多いこと、それらを解き明かすまでの遠い道のりを思うとき、蛋白質の問題はいまなお科学における秘境であり、それゆえにある種の神秘性を感じる。そこに含まれる問題はいずれも、これまで科学が対象としてきた物質あるいは現象と比較してはるかに複雑である。未知なる部分を整理してみると、(1)重要な機能を担っている蛋白質について構造解析が困難であるものが多いこと、(2)構造が知られたとしても、そこで起る反応の機構が不明であること、(3)蛋白質の高次構造とその結果生まれる分子配列の「場」がどのようにしてつくられるのか、など問題解明の困難さにおいて様々なレベルの問題が含まれている。さらに付言して、筆者の経験からひとつのエピソードを紹介させていただくと次のようなことがある。筆者が光合成反応中心のピコ秒蛍光分光に携わり、励起エネルギー移動と電子移動の反応速度を議論しているとき、ある生物学の教授から、これは蛋白の中の分子が固定して配列した構造の中での話であって、いわば死んだ生物体を対象としているにすぎない、という感想を頂戴した。生体系では、ひとつの蛋白質がその機能を働かせているとき、それと平行してその蛋白質を再生する反応機構が同時進行しており、このダイナミクスこそが生物学においては重要であり基本的な問題であることを忘れてはならない、ということであった。

光受容蛋白質の超短パルスレーザーによる反応機構の解析 生命現象の科学は衆知の通り現在では物理学、化学、工学などひろい分野においてとりあげられ、かつてない多様な実験手法を駆使して研究がなされている。「レーザー研究」本号は、超短パルスレーザーに基づく時間分解分光法によって、光受容器官蛋白質の高速反応を解

析する研究をとりあげている。近年のレーザー分子分光学は、個々の分子におけるエネルギー緩和と反応から一歩進んで、分子集合系におけるエネルギー緩和および反応ダイナミクスの研究へと向っている。中でも生体蛋白質中の分子集積系におけるフェムト秒時間領域の反応ダイナミクスでは、これまでのナノ・ピコ秒領域の研究では覆い隠されていた現象があらわにされ、生体蛋白質の分子集積構造と密接に関わっていることが示されている。また分子集合系では反応分子の間の強い相互作用が生まれ、反応機構を理解するためには従来の弱い相互作用に基づく反応機構では不十分であり、新しい理論構築が必要な状況にある。本特集号では、生体蛋白質中の反応ダイナミクスの最近の研究成果を解説し、超高速反応ダイナミクスがどのように理解されるか、また今後どのような研究に向うか、などについての最近の展望が示されている。

蛋白質から分子集積体構築の原理を学ぼう さて、生体系の高効率、超高速反応の理解が深まるにつれて、そこから学ぶべきことが多いことに気付く。化学の領域では、近年、分子デバイスをつくらうとする研究が進み、興味ある物質系と現象が提案されているが、実用的なデバイスに至るにはもうひとつのステップが必要とされているように思われる。それは反応ユニットを秩序をもって並べる手法である。反応あるいは演算は個々のユニットで1個の分子あるいは分子配列系においてなされるとしても、情報信号の入出力は分子よりもはるかに大きな空間領域(それでもマイクロ領域)で行われるのであるから、多数の反応ユニットを、マイクロ領域に(できるならば一定の配向をもって)並べる必要がある。生体蛋白質系はまさにこれを実現しているのであって、生体膜中に反応ユニットを配列させ、1分子のスケールの信号入力からはじまって、巨視的なスケールの出力に至る信号変換を行っている。本特集号に示された研究成果は今後の研究において大いに活かされることと思われる。