

光による生体機能の計測と制御

太 田 淳

(奈良先端科学技術大学院大学)

生体機能と電気との関係は古代ローマ時代にも記録があるようだが、実際にはガルバニの「蛙の脚の実験」がその嚆矢であろう。その後細胞レベルでの電氣的な振る舞いが詳細に解明され、それらをもとに生体機能を電氣的に計測、制御することが可能となり、電気生理学として結実し、心電図や脳波計をはじめとした身体機能計測機器、ペースメーカー、脳深部刺激、人工内耳などの電気刺激装置などに応用されてきた。一方、生体機能と光の関係はどうであろうか。蛍などの生体発光はよく知られた現象であるが、生体機能計測への展開はあまりなかった。また、紫外線による殺菌の事例はあるものの、光による生体機能の制御とはいいいがたい。したがって、生体機能の計測と制御に関して、光は電気とは大いに異なる状況であった。

しかし、この状況は近年大きく変わってきた。2008年ノーベル化学賞を受賞した GFP (green fluorescence protein, 緑色蛍光タンパク) の発見と、近年盛んになっている Optogenetics (光遺伝学) は、ライフサイエンスにおける光の役割を大きく変えてきている。蛍光タンパク、光感受性膜タンパクなど、光と作用するタンパクを遺伝子工学により生体に発現させることで、光による生体機能の計測と制御が可能となった。しかも、遺伝子工学により特定のタンパクをターゲットとすることができ、電気と異なり生体機能の「特異的な」計測、制御が実現できる。例えば、GFP は特定分子の光タグとして必要不可欠であり、光感受性膜タンパクである ChR2 発現により特定の生体機能を光で制御可能となり、行動実験にきわめて有用である。

ゲノム編集など遺伝子工学の急速な発展により、光による生体機能の計測と制御はますます盛んになると予想される。遺伝子導入を必要とするため医療への応用はこれからであるが、例えば脳深部刺激や人工視覚などで用いられている電気刺激を光刺激に置き換えることができれば、特異的かつ高効率な刺激の実現が可能となる。そのためには、光による生体機能計測の一層の発展とともに、生体機能の光制御 (光刺激) への展開が求められるであろう。ライフサイエンスと光技術の融合に関する研究が大いに盛り上がることを期待する。