



## 温故知新

東京大学 石北 央

1988年のノーベル化学賞は「光合成反応中心の三次元構造の決定」として、ドイツの Johann Deisenhofer、Robert Huber、Hartmut Michel の3名が受賞しました。2011年の梅名・川上らによる光化学系 II (photosystem II, PSII) 蛋白質の三次元構造決定よりおよそ 20 年ほど前の出来事です。このうちの一人 Deisenhofer 博士が今春 2020 年 3 月 9 日～3 月 13 日まで日本学術振興会主催第 12 回 HOPE ミーティングで来日予定でした。

<https://www.jsps.go.jp/hope/sosiki12.html>

私はモデレーターとして一週間 Deisenhofer 博士のアテンドを担当することになっておりこの機会をととても楽しみにしていましたが、このところ (2020 年 3 月 17 日現在) 猛威を振るっている新型コロナウイルスの影響で残念ながら開催中止となってしまいました。

さて、Deisenhofer 博士らの光合成反応中心とは紅色光合成反応中心 (purple bacterial reaction center, PbRC) のことです。アミノ酸配列において PbRC と PSII の相同性は決して高くはありませんが、一方で両者の構造の膜貫通部位の構造の相同性は比較的高いと言えます。PSII 反応中心の D1, D2 蛋白質サブユニットペアは PbRC の L, M 蛋白質サブユニットペアに相当します。構造ばかりでなく、pseudo-C<sub>2</sub> 対称軸上に存在する 1 対の電子移動経路のうち PSII では D1 側の経路のみ、PbRC では L 側の経路のみが電子移動活性を持つ点もよく似ています。

受賞年である 1988 年の段階では、X 線結晶構造解析による PSII の三次元構造の決定は当然なされておりません。ですが、そのような年において Michel 博士と Deisenhofer 博士はすでに PbRC の構造に基づいてアミノ酸配列の相同性から PSII の構造を展望し、論文発表しています (Michel, H.;

Deisenhofer, J. Relevance of the photosynthetic reaction center from purple bacteria to the structure of photosystem II. *Biochemistry* 1988, 27, 1)。この中ですでに PSII のクロロフィルペア P<sub>D1</sub>/P<sub>D2</sub> の histidine 配位子、非ヘム鉄の配位子、そして電子移動経路の末端に存在する 2 つのキノン Q<sub>A</sub>, Q<sub>B</sub> の水素結合パートナーを正しく同定しています。

一方で、PbRC には存在せず PSII 特有の部位に関してはこのアプローチでは限界があり、後の一連の構造解析の研究の進展を待つこととなります。このあたりは、最近注目を集めている AI 学習によるアプローチと似ているところがあるかもしれません。AI 学習とは、ものの見方に対して学習を通じて「偏見」を持たせることでもあり、既知の「偏見」の範疇で全てのものごとを捉えようとすることでもあります。つまり、PbRC で「学習」して得られた成果から、必ずしも PSII の「新規性」を見いだせる訳ではなく、時には「偏見」という情報量を減らすフィルターを外すことも必要かもしれません。

そのような意味においては、PbRC と PSII は似て非なるものですが、一方で PbRC の研究では三次元構造情報が当初から存在したため、より詳細な分子レベルに基づいた議論が可能でした。PbRC の研究で先に助走できていたため、PSII の研究がシームレスに加速できた例も多いと思います。

以上を意識した上で (例えば PbRC で得られた「偏見」ばかりで PSII を見るのではなく、あるいは PbRC を無視して PSII ばかりを見るのではなく) PbRC と PSII の両者の差を「比較」しつつ進める思考ができれば、それは新たな発見につながるのかもしれませんが、既に確立している系から手堅く攻める、新規の系も先入観なく見つめる、さらに異なる系間を比較しそこからお互いの個性を知る—そんなスタイルで進めていければ、と思います。