



強い光合成電子伝達チームを編成するには？

大阪大学 栗栖源嗣

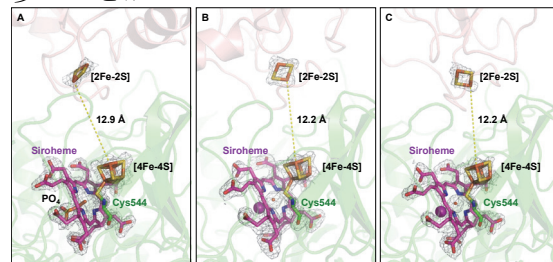
広島生まれなので素直に昨年の広島東洋カープの快進撃がうれしい。以前は弱かったのになぜ勝てるチームに変貌したのか？カープは予算不足でスター選手を集めることが出来ない。評論家が分析するに、ポイントを絞った人材育成が功を奏しているらしい。私が興味をもつ光合成電子伝達も、チームプレーの化学反応である。“光合成電子伝達”チームを戦略的に改変するためには、どのような作戦があるのだろうか？

私が人工光合成の視点で研究を始めたのは、Ruhr-Universität Bochum の Matthias Rögnér 教授が助教授時代の私の研究室を訪ねてくれたのがきっかけだった。彼は光合成のエネルギーで分子状水素を生産するシアノバクテリアの創成を目指していた。私に『フェレドキシン (Fd) からの還元力分配を人工的に設計する良いアイデアは無いのか？』というのである。野球に例えると、“ヒドロゲナーゼを新しい主軸打者に育てながら、ベテラン投手である Fd-NADP⁺還元酵素 (FNR) の年俸を抑え、コストをかけずにチームを再編成したい”と相談されたわけである。

当時、Fd と FNR の複合体構造解析を幾つか手がけていた私は[1]、すぐに変異導入の候補を検討し Rögnér 教授に提案した。さっそく FNR 変異体の評価が行われたが、結果は芳しくなかった。ベテランピッチャーに「疲れるから速球を投げるな」と指示を出したような変異で、本来の投球が出来なくなってしまったのである。酵素（選手）のことを理解していたつもりが、深くは理解出来ていなかった訳である。その後、FNR に関しては、共同研究者らが X 線構造で見えないフレキシブルな N 末端領域が Fd の結合に重要であることを確認し[2]、最終的に FNR とヒドロゲナーゼの競合について、更

なる分子設計が行われ、ほぼ目的にかなった FNR 変異体が得られている[3]。

並行して、より包括的に Fd と周辺蛋白質の複合体形成を理解する必要があると考え、Fd と亜硫酸還元酵素 (SiR) 、グルタミン酸合成酵素、光化学系 I 複合体と、順に複合体の構造解析に取り組んだ。すると面白いことが次々と判ってきた。電子伝達複合体の形成には、生理的に意味のある複数の構造形成を伴うものがあること[4] (図)。複合体形成に伴う構造変化が想像以上に広範囲に及ぶこと[5]、などである。光合成電子伝達チームには、なんと個性的な選手が多いことか！



図：3つの Fd : SiR の複合体構造 (SiR の向きを揃えて描画) どの複合体も部位特異的な変異導入により、生理的に意味のある構造であると結論している。

光合成電子伝達チームの再編成で、まだ達成されていない最重要の強化ポイントは、ヒドロゲナーゼを俊足強打の主軸バッターに育てることである。有望な選手（酵素）なので、(カープのように) 優勝を目指して諦めずに人材育成を進めていきたい。

<参考文献>

- [1] Kurisu *et al.*, *Nature Struct. Biol.*, **8**, 117-121 (2001)
- [2] Maeda *et al.*, *Biochemistry*, **44**, 10644-10653 (2005)
- [3] Wiegand *et al.*, *Biochim. Biophys. Acta*, **1859**, 253-262 (2018)
- [4] Kim *et al.*, *J. Biochem.*, **160**, 101-109 (2016)
- [5] Kubota-Kawai *et al.*, *Nature Plants* **4**, 218-224 (2018)