



光合成反応の本質とは？

大阪大学 大岡宏造

「生命の本質の問題は、その起源と発展の歴史なしには合理的に解くことができない」(A. I. オパーリン)¹。今思い出してみると、それは全くの偶然であった。高校3年生になったばかりの4月、日頃新聞なんか読まないのに、ふと目にとまった記事があった。当時、私の家は地方紙の一つである京都新聞をとっていたこともあるのだろう。京都で開催されていた「生命の起源」に関する国際会議の記事が第二面に大きく紹介されていた。細かな内容は忘れたが、そこには「原始のスープから生命もどきの液滴(コアセルヴェート)が誕生」し、「自然界のアミノ酸にはL型とD型があるにも関わらず、生命にとって重要なタンパク質を構成するアミノ酸はすべてL型である」という内容が書かれていた。ちょうど1年後に大学進学をひかえ、自分自身が将来、何をしたいのか悩んでいる時期であった。私はその記事を読み、「こんなに面白い世界があったのか！」と、心から感動した。何となく理科系に進もうと準備を始めていたものの、この記事に出会うまではいつでも文化系に鞍替えするつもりでいた。私は「コレだ！」と直感し、大学で「生命の本質が理解できるような研究をしたい！」と心に固く決めた。

さて、私の今の一番の関心事は、地球上のすべての光合成生物がもつ光エネルギー変換装置である反応中心タンパク質の「進化的成立過程」である。光合成反応中心の立体構造を初めて目にしたのは私が修士2年のときで、幸運にも「紅色細菌反応中心複合体のX線結晶構造解析」を発表したDeisenhoferの講演を基礎生物学研究所で聴く機会があった。反応経路を構築する電子伝達成分が、ほぼ対称的な位置に見事に並んでいるのを見て、本当に驚いた。しかもL/Mサブユニットからなる「ヘテロダイマー」がもつ2方向の反応経路のうち、片方

のみしか使っていないという。天然の光合成系では植物やシアノバクテリアのもつ光化学系IとIIもヘテロダイマーであることはよく知られており、その立体構造も光化学系Iは2001年、光化学系IIは2011年に報告された。唯一、ホモダイマーであるのが緑色イオウ細菌やヘリオバクテリアがもつ反応中心で、その重要性に関する認知度が低かったせいか、2017年に米国・アリゾナグループがヘリオバクテリアの反応中心タンパク質の立体構造を報告²するまで、あまり注目されてこなかった。私自身、1990年前後からホモダイマー反応中心の研究に取り組んでいたもので、世間の認知度不足は間違いなく我々の研究成果不足と研究スピードの遅さに責任があったと思う。

立体構造の解明されたヘリオバクテリアの反応中心タンパク質は、見事なまでに完全対称型であった。ゲノム情報から判断する限り、反応中心タンパク質をコードする遺伝子は1個しか存在しないのだから、ある意味、当然の帰結である。しかし私たちが探し求めていたキノンは、その構造中にはなかった。私たちはすでに極低温下のESR測定でキノン由来の分極信号を検出³していたし、低い分解能ながらも独自に進めてきた構造解析中には、キノンの存在を示す電子密度マップも得られていたのに、である。我々の構造はもうすぐ発表予定だが、間違いなくキノンは反応中心内に存在しているし、電子移動経路は機能的に非対称性を保持するように進化してきたようだ。これに関しては、浅井智広先生(立命館大学)、石北央先生(東京大学)のCanAppleニュースレター⁴も併せて読んでいただくと理解してもらえらるだろう。キノンの議論は、光合成反応中心タンパク質の「進化的成立過程」を合理的に解く鍵になるに違いない。「光合成反応の本質」に、ようやく近づいてきたように思う。

[1] オパーリン, 「物質 生命 理性」(1979年)

[2] Gisriel et al., *Science* 357, 1021 (2017)

[3] Kondo et al., *JPCB*, 122, 2536 (2018)

[4] CanApple ニュースレター、75/76号