



## 緑の惑星を支える色素・ クロロフィル

近畿大学 佐賀 佳央

「地球は青かった」という言葉は有名だが、ガガーリンは実際には「空は非常に暗かったが、地球は薄青色だった」と言っただけらしい<sup>1</sup>。それはともかく、地球は水と大気に恵まれたブループラネットであることは紛れもない事実だろう。その一方で、人工衛星を使って宇宙から地球をモニタリングすると、陸地、海洋ともにクロロフィルが幅広く存在していることがわかる<sup>2</sup>。すなわち、エネルギー・物質生産に重要な光合成は地球全体に分布しており、地球はグリーンプラネット（緑の惑星）ともいえる。

緑の惑星を支えるクロロフィル (Chl) では、植物に含まれる葉緑素 (Chl *a* と Chl *b*) が有名だが、自然界では他のクロロフィルも機能している。現在までに発見されているクロロフィルは Chl *a*、Chl *b*、Chl *c*、Chl *d*、Chl *f* の 5 種類である。Chl *a* と Chl *b* がクロマトグラフィーで分離されたのは 1907 年であるが、それから 100 年近くもたつてから、新たに Chl *d* と Chl *f* が発見された<sup>3</sup>。また、光合成細菌はバクテリオクロロフィル (BChl) という色素を主に使っており、現在までに BChl *a*、BChl *b*、BChl *c*、BChl *d*、BChl *e*、BChl *f*、BChl *g* の 7 種類が見出されている。なお、長年欠番だった BChl *f* は遺伝子改変で作りだされた<sup>4</sup>。

歴史的に、新しい (バクテリオ) クロロフィルの発見は光合成研究の進展に貢献してきた。今後も新しいクロロフィル色素を持つ光合成生物が発見されれば基礎・応用への波及効果が期待できるが、はたして発見されるだろうか? 化学的には、多様な構造と物性をもつクロロフィルを合成できるので、自然界にもそのような新たな色素が存在する可能性は期待できるだろう。

新規クロロフィル発見の可能性のひとつは温泉にあるかもしれない。そこで、クロ

ロフィルハンターになるには温泉巡りは重要な任務 (?) である。しかし、現状では運と勘と経験 (温泉に行く回数) に依存する。趣味と実益を兼ねて、ひたすら温泉巡りも楽しそうだが、各方面からいろいろと言われそうなので対策を考えたほうがよさそうである。幸い、日本の温泉の成分データなどはよくまとめられており、高度好熱菌の発見にも有用だったようである<sup>5</sup>。そこで、光合成科学と温泉学と情報科学を異分野融合すると新しい発見につながらないものかと夢想する。

天然光合成と人工光合成の交流も、新しい光合成色素の発見・発明に大きく貢献する可能性がある。光合成生物は進化の過程でクロロフィルという優れた分子を見つけたのでそのまま使っているが、太陽光を化学エネルギーに変換するにはクロロフィルでなくても構わない、ということ人工光合成研究は示しているようにも思える。新しい光合成色素 (そして光合成タンパク質や光合成生命体) を作るには、光合成に本質的に重要なプロセス (エネルギー・電子移動と物質変換の素反応、および素反応のカップリング) を新たな方法論<sup>6</sup> も取り入れて理解し、分子・システム設計に落とし組む方向性も重要と思われる。現在、天然光合成と人工光合成で扱う分子は共通しているとは言い難いが、天然と人工の区別を超えた上位概念での反応の理解が進めば新しい光合成の方向性が見えるかもしれない。

- [1] 毎日新聞 1961 年 4 月 13 日朝刊。ちなみに同日夕刊 (フルシチョフ首相との電話対談) では少し表現が異なっている。
- [2] 垣谷俊昭、三室守、民秋均、"クロロフィル" 裳華房 (2011 年) 第 1 章。
- [3] Miyashita et al., *Nature* **383**, 402 (1996 年); Chen et al., *Science* **329**, 1318 (2010 年)。
- [4] Harada et al., *Sci. Rep.* **2**: 671 (2012 年)。
- [5] 現代化学 No. 575, 26 (2019 年)。
- [6] Cheng & Fleming, *Annu. Rev. Phys. Chem.* **60**, 241 (2009) など。