



## 光合成細菌

海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

塚谷 祐介

光合成細菌と共に働いてきて、かれこれ 20 年近くになります。大学院で博士号を取ったタイミングや所属先を異動する時に研究テーマや研究材料はガラリと変えてきたつもりなのですが、“光合成細菌”という括りではずっと一緒にやってきたことになります。それだけ光合成細菌の多様性が大きい事を表しているのだと思います。光合成能を持つ細菌は、*Bacteria* ドメインの中で 7 つの門にまたがって単離されています。このうちの 1 つが、シアノバクテリアで、残り 6 つの門に渡るグループを総称して“光合成細菌”と呼びます。「門」レベルで系統的に離れているというのは、私の先輩の言葉を借りて、真核生物に無理やり置き換えて例えるなら、カニ（節足動物門）と人間（脊椎動物門）ほど違う、ということになります。光合成の仕組みを見ても、6 つの門それぞれでかなり特徴的で、まだまだ飽きがこないのが、今後もしくは光合成細菌の研究を続けていくことになりそうです。

光合成細菌を研究に用いるメリットは、植物やシアノバクテリアと比べてよりシンプルな光合成装置・反応様式を持つことから、

1. エネルギー変換機構の基本原則
2. 光合成の最小ユニット
3. 光合成器官の進化

といった事を解明するための基礎研究に適している事が挙げられます。また、基本原則や最小ユニットが分かるといった事は、よりシンプルな系を構築できる点で人工光合成研究の土台となる重要な項目でもあるので、基礎研究だけ

ではなく応用研究においても光合成細菌は有用であると言えます。

光合成細菌を用いた研究をして、出てきた結果から考察をしていると、特に狙ったわけではなくともしばしば光合成進化の話に展開していくことが多いです。もちろんハナから光合成進化の研究をしたいんだというひとには、始原的な光合成装置を持つ光合成細菌を材料とすることをオススメしますし、そういうひとの方が多いとは思いますが、私は（珍しいことに？）どちらかという後天的に光合成進化の研究者になったように思います。各系統グループで特徴的な光合成器官を持っているうえに、それぞれが始原的と思いき形質なのだから、無理ありません。ある時に（いつだったかは忘れましたが）覚悟を決めて光合成進化について勉強した記憶があります。今では初めから研究目的に光合成進化の解明を据えてプランを立てることもあります。光合成細菌は今風に言うと、トップダウン型にもボトムアップ型の進化研究にも耐えうる、扱いやすい研究材料だと言えます。

7 門の光合成能を持つ微生物のうち、シアノバクテリア門だけは酸素発生型の光合成を行います。残り 6 門の“光合成細菌”は酸素を発生しないタイプの光合成をします。つまり、光合成細菌は水 ( $H_2O$ ) を電子源として酸化できず、硫化水素 ( $H_2S$ ) 等を電子源とします。あるいは有機物を利用しながら光合成をする、いわゆる光従属栄養性のもも多いです。例えばモデル生物である *Rhodobacter* 属の細菌は、（大腸菌培養に常用される）LB 培地上でもほどこに生えてきて、かつ光合成タンパク質も色素もちゃんと作って光合成をするので、昔からよく研究に使われてきたのも納得という印象です（実際に LB 培地はあまり使用しませ

んが)。しかし、一昔前までは培養が難しいとされてきた光独立栄養性の細菌も、近年では培養法も整備されてきて難しくはなくなってきたので、個人的にはこれまであまり研究されてこなかった光合成細菌の研究も進んで光合成の多様性の理解がさらに進むことを期待しています。

そこら中に豊富に存在する水を電子源として利用できる人工光合成が開発されたら素晴らしいことです。生物はどうやって水を酸化して光合成できるようになったのか、どういう状態から進化してそうなったのか、は未だに分かっていません。酸素非発生源光合成から進化して水を酸化できるようになったと考えるのがごく自然であり、つまり光合成細菌からの進化過程を解明することが大事だと思います。

光合成の進化について研究していると、だんだんと「光合成の誕生」にも興味を持ってきます。進化上最初に光合成（の原型のような活動）が行われたとき、それはどのような装置・様式であったのか。これは未知の領域ですが、光合成が誕生したことで、我々人間を含む地球上の全ての生物が光合成の恩恵を受けていることは言うまでもありません。それは [newscientist.com](https://www.newscientist.com) という科学ポータルサイトの「生物の偉大な発明トップ10」 (<https://www.newscientist.com/article/in80-top-10-lifes-greatest-inventions/>) という記事にも表れています。

以下、順位だけ抜粋。

1. Multicellularity
2. The eye
3. The brain
4. Language
5. Photosynthesis
6. Sex
7. Death
8. Parasitism
9. Superorganism
10. Symbiosis

錚々たる顔ぶれのなかでも光合成 (photosynthesis) は堂々の5位です。個人的にはこの順位付けが絶妙だと思っていて、好きな記事の1つです。光合成、なんでこんなことが出来るようになったんだろうかと、研究をすればするほど思います。光合成が出来るよ

うになるためには、何はともあれまずは光（エネルギー）を吸収しなければならないので、そのための色素をどうやって獲得したのか、が誕生を紐解く鍵でしょう。そう思って、10年ほど前からバクテリオクロロフィル生合成の研究も始めました。最近ではありがたいことに、色素生合成屋と認識されるようになり講演の依頼もいただくようになりました。もともとは光合成細菌の多様性が気になって研究生活をスタートして、そこから色々とテーマが発散してきたように見えて、全てが光合成進化の研究に繋がっています。とはいえ、個々の研究テーマそれ自体、つまり光合成の仕組みの解明はそれだけでも面白いので、よい研究対象に出会えたなと思っています。