



光合成からのお知らせ？

富山大学 大学院理工学研究部
大津 英揮

光合成ほど、広く一般に知られているのにも関わらず、定義化することの難しいものはないのではないのでしょうか？高校の化学の教科書には、光合成は二酸化炭素 (CO_2) と水から糖類と酸素をつくる、とあります。実際には、チラコイド膜において4つの膜タンパク質複合体（光合成系I複合体、光合成系II複合体、シトクロム b_6/f 複合体、ATP 合成酵素）による光エネルギーの捕集と電子伝達反応や水から酸素への変換反応および NADPH・ATP 合成反応、ストロマにおいてカルビン・ベンソン回路関連酵素による NADPH や ATP を利用した CO_2 から糖類への変換反応、が植物の光合成では行われております。このように、数多くの反応が巧みに連鎖することによって光合成反応は成り立っており、天然の光合成における複雑かつ高度なシステムの全貌を解明することは、現役バリバリの最先端な研究ターゲットであることは言うまでもないでしょう。

一方、上述した天然光合成の複雑さ・巧妙さに感動し感化され、人工的に光合成機能を生みだし、操り、越えるべく、人工光合成研究も近年ホットに研究が展開されています。このことは、人工光合成 (artificial photosynthesis) に関する各年の論文数を Scifinder で検索すると、図1に示す通りになることからよくわかります。筆者も人工光合成研究に取り組んでいる一人ですが、しばしば、「光合成反応のキーポイントっていったい何だろう？」と考えることがあります。光合成は、外界（宇宙）から事実上無尽蔵のエネルギー源である太陽光エネルギーを化学エネルギーへと取り込む機能を果たしていると捉えることができ、具体的には、光エネルギーを利用して明反応（水から酸素への酸化反応）や暗反応（ CO_2 から糖類等の有機化合物への還元

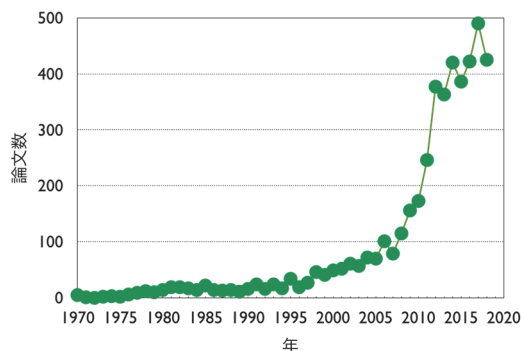


図1：artificial photosynthesis に関する各年の論文数

反応) を如何に成し遂げるか、が鍵になるかと思えます。しかし、「本当に？」とも思う自分との板挟み状態が今も続きながら、日々、研究・教育に取り組んできました。

その中でうっすらと見えた（ような気がした）光合成からのメッセージは、「ありふれた小分子を用いて物質変換反応を共役させること」、だと筆者は感じました。人工光合成研究において、天然の光合成における上述した複雑かつ高度なシステムの全てを模倣することは非常に困難であり、水の酸化反応や CO_2 の還元反応のどちらかにフォーカスした研究がメインストリームとなっています。もちろん、両研究の難易度・重要性を十分承知の上で敢えて書かせていただきますが、水から酸素への光触媒的酸化反応を達成したとしても、 CO_2 から有用な有機化合物（メタノールやメタンなど）への光触媒的還元反応を達成したとしても、対となって起こる還元反応や酸化反応において犠牲試薬なるものが必要な反応系とあってはいかがなものでしょうか。

筆者は学生たちに、無条件に信じることはせず疑念を持って研究に取り組みなさい、と指導している手前、おかげなど以ての外ですが、この光合成からのお知らせ（メッセージ）は信じ、明反応や暗反応だけを触媒するのではなく、両方の反応を共役させ、2つの触媒機能を持つ金属錯体の開発を夢見て、研究・教育に取り組んでいます。