



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	はじめに
Author(s)	栗栖, 源嗣; 伊藤, 寿; 高林, 厚史 他
Citation	低温科学, 83
Issue Date	2025-03-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/94826
Type	other
File Information	00_preface_LT83.pdf



はじめに

人類による化石燃料の大量消費に端を発する気候変動は、近年、世界中で深刻な災害をもたらしている。先進国を中心に各国で対策が検討されており、その中には人工材料や装置を用いて二酸化炭素を吸収するというアイデアもあるが、人間がどんなにかんばっても、地球上で光合成生物が行っている炭素固定の規模とは比べようがない。例えば、北米から戻る飛行機の窓から外を眺めると（飛行高度が低ければ）、カナダの広大な森林を目にすることができるし、東南アジアに旅すれば熱帯のジャングルを身近に感じることもできる。このような地球上を覆う樹木に匹敵するような二酸化炭素吸収装置を人工的に開発するのは現実的とは思えない。もちろん、森林を形成する生物は、いずれ分解され樹木を構成していた炭素は二酸化炭素として大気中に放出されるので、その意味では森林が二酸化炭素を減らしているわけではないかもしれない。しかし、森林そして光合成生物は天然の二酸化炭素吸収装置でありリザーバーでもあるので、これらを減らさないことが肝要である。森林を構成する樹木に限らず、海洋性の藻類などを含めると光合成生物は地球上のほとんどあらゆる場所に適応して二酸化炭素を吸収して保持してくれる。しかも、使うのは基本的には日光と水だけ。この素晴らしく自律的な二酸化炭素の吸収兼リザーバー装置を維持・拡大することが、気候変動対策の一丁目一番地ではないかと、光合成研究者の一人として考える。（つまりさまざまな生態系を保護することが重要、という意味である。）

光合成の基本的な仕組みは多くの点で解明されてきているが、その多様性についてはほとんど理解は進んでいないとも言える。なぜ南極のような低温で光合成が可能なのか、常緑樹の光合成は冬季にはどのような状況なのか、光合成生物によって環境への適応や応答が異なるのはなぜなのか、そもそも光合成生物には、光合成装置や光合成のしくみ、という点でどれほどの多様性があるのか、光合成研究者は地球上の光合成生物の多様性についてまだ十分に理解できていない。

令和5年度に発足した文部科学省科学研究費補助金学術変革領域（A）「あらゆる地球環境で光合成を可能とする超分子構造制御」（略称：光合成ユビキティ）は、光合成の環境適応機構を俯瞰して、シアノバクテリア・藻類・陸上植物が海水・淡水・陸上、そして熱帯から寒冷域まで生息域の拡大を果たした環境適応の原理を解明することを目指している。環境変化に対応する超分子複合体の制御系では、オングストローム[Å]からサブ μm の異なった空間スケールと、ピコ秒から分の時間幅で分子機械であるタンパク質を中心に多様な調節機能が働いている。この多次元・多階層システムの理解に取り組むには、急速に利用が広がっている先端的構造生物学による可視化技術、非モデル生物にまで展開している我が国が誇る信頼度の高い光合成解析技術、そして比較的容易に決定可能となった豊富なゲノム情報を駆使した比較ゲノム解析とAlphaFoldに代表される

正確な予想構造を駆使した情報解析技術の融合にあると考えた。ユビキタスな光合成に切り込む我々の研究を『光合成ユビキティ』と名付けて真に新しい融合研究により初めて到達できる新しい学理の構築を目指している。最新の研究成果からは、光合成生物は環境に適応する際にチラコイド膜上の基本分子装置そのものは変えず、特定のタンパク質やその組み合わせを多様化することで、個別の環境に適応した集光やその制御を進化させてきたと推察される。すなわち、光合成の環境適応においては様々なタイプの超分子装置の機能制御と構造形成を軸に環境適応を理解することが重要であると判り始めたのである。“環境適応において形成される超分子装置”をキーワードに、時空間的な広がりをつなぎ、領域研究を多階層・多次元研究へと推進することで「光合成ユビキティ」の不思議を解明する研究プロジェクトが進行中である。

本巻は、北海道大学・低温科学研究所で毎年発行されている紀要集「低温科学」の特集として、学術変革領域研究（A）光合成ユビキティと低温科学研究所の共同編集によって、光合成生物の環境適応とその分子機構について、「多様な環境に適応する光合成生物」「光合成生物に幅広く共通する分子機構」「光合成研究の基盤となる実験技術・手法」という3つの角度から最新の知見を取りまとめた。これらの解説論文は、分野外の研究者や大学院生にもわかりやすく書かれている。これらの解説が、光合成および関連分野の理解や今後の研究の発展につながっていくことが期待される。

最後に、本巻の刊行にあたり、ご多忙の中、論文を執筆してくださったすべての著者にこの場を借りて御礼申し上げます。

「低温科学」第83巻編集委員会 および光合成ユビキティ共同編集

栗栖 源嗣（大阪大学蛋白質研究所）

伊藤 寿（北海道大学低温科学研究所）

高林 厚史（北海道大学低温科学研究所）

小野 清美（北海道大学低温科学研究所）

田中 亮一（北海道大学低温科学研究所）
