



教授 / 博士 (理学)

柏山 祐一郎

Yuichiro Kashiya

## 学歴

理学士 (1999) : 東京大学理学部地学科地質鉱物学専攻  
Master of Science (2001) : Department of Geosciences, University of Rhode Island  
博士 (理学) (2007) : 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻

## 経歴

2007-2011: 日本学術振興会特別研究員 (P D) 在: 海洋研究開発機構/筑波大学  
2011-2012: 立命館大学グローバル・イノベーション研究機構 ポスドク研究員  
2012-2016: 科学技術振興機構「藻類バイオエネルギー」領域 さきがけ研究者 (~2013: 専任)  
2013-現在: 現職

## 相談・講演・共同研究に応じられるテーマ

生態系における光合成の役割、光合成の仕組み、水圏微生物、地球史、生命史などに関する講演・講義

## メールアドレス

chiro@fukui-ut.ac.jp

## 主な研究と特徴

## 「クロロフィルの生化学から地球生命の進化史を紐解く」

地球生命圏は、基本的に、太陽から降り注ぐ太陽光のエネルギーを普遍的な光合成の仕組みを介して利用することで成立している。光合成の仕組みにおいて不可欠であるクロロフィル類は本質的に光毒性であるため、生物はこれら分子を精緻に制御する仕組みを進化させることで繁栄を可能にしてきた。当研究室では、クロロフィルaなどクロリン骨格を有するクロロフィル類の真核生物の食作用などに伴う分解代謝 (CPE集積代謝) を発見し、その普遍性を示してきた (図1)。現在、非モデル原生生物を材料に、分子生物学および生化学的なアプローチから、CPE集積代謝に関連する遺伝子の研究を進めている。

ところで、現在の海洋では、珪藻・円石藻・渦鞭毛藻などの「紅藻細胞に起源を持つ葉緑体を有する光合成生物 (紅藻系二次植物)」が支配的な一次生産者となっている。原生代末に出現したと推定される紅藻系二次植物は、顕生代を通して進化・放散することで、地球環境に重大な影響をあたえてきた。そこで、「紅藻系二次植物の進化」と「それらの捕食者との相互作用の進化」を研究するための新規な分子指標の開発と、これらに応用した古環境解析の新しい方法論の確立を目指した研究を進めている。すなわち、紅藻系二次植物にユニークなボルフィリン色素「クロロフィルc」に着目し、依然未解明である光合成 (現生に続く紅藻系二次植物繁栄のコア機構) および分解代謝 (捕食プロセスを介した生態系構造進化のコア機構)

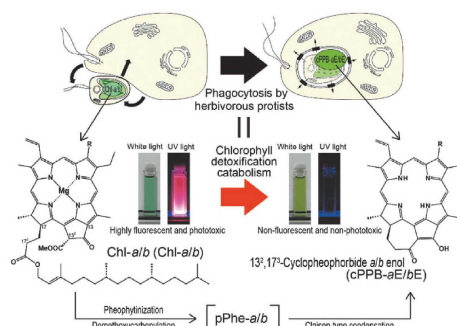


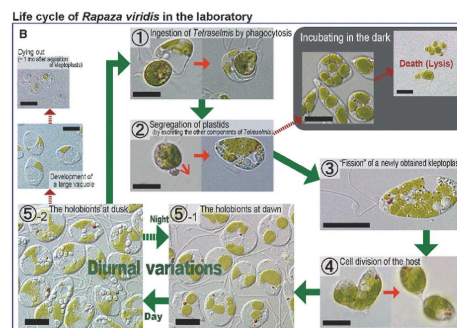
図1. 単細胞性真核生物の食作用に伴うCPE集積代謝

の生化学的メカニズムの研究を目指している。

## 「盗葉緑体現象を経由する葉緑体獲得の分子メカニズムの解明」

真核生物による光独立栄養は、一般に、シアノバクテリアを起源とする葉緑体を機能させることで進化してきたと考えられる。ところが近年、他の生物の葉緑体を収容的に利用する、いわゆる「盗葉緑体」を利用して独立栄養的に活動する生物が、様々な真核生物の系統で見つかった。当研究室では、これまで、ユーグレノイド生物の一種ラバザ (*Rapaza viridis*) は、食作用を経由して盗葉緑体を緑藻 *Tetraselmis* sp. から収容すること (図2)、かつ、その盗葉緑体による光合成に絶対的に依存する実質的な光独立栄養生物 (独自の葉緑体は存在しないが従属栄養的にも生存不可) であることを示してきた。また、盗葉緑体獲得プロセスの表現型レベルの概要を、同調培養実験や微細構造変化の詳細な観察、盗葉緑体の光合成活性の時系列解析などを通して明らかにしてきた。さらに、RNA-seqおよびDNA-seq解析から、ラバザの核ゲノムには多様な藻類から水平転移で獲得された葉緑体遺伝子が多数存在することが明らかになってきた。

そこで現在、外来の光合成オルガナである盗葉緑体が、どのような分子メカニズムでどの程度宿主細胞 (ラバザ) の制御を受けているかの研究を進めている。さらに、同じユーグレノイド生物で二次葉緑体を有する藻類ユーグレナ (*Euglena gracilis*) や藻類捕食性の鞭毛虫ペラネマ (*Peranema trichophorum*) との比較研究から、盗葉緑体現象を経由する二次葉緑体進化に必要な分子レベルのリノベーションの解明を目指している。

図2. 盗葉緑体性ユーグレノゾア *Rapaza viridis* の生活環

## 今後の展望

地球生命の進化における普遍的な原理の理解と、現在の地球環境の動態を支配する重要な生化学的要素の解明を目指して、他大学の研究者と連携しながら様々な研究に取り組んでいく。

【フォーカス】クロロフィルとその関連物質に関わる代謝に注目する。クロロフィルは、その正の側面 (光合成における不可欠性) においても負の側面 (光増感作用による活性酸素発生能=光毒性) においても、生命進化における可塑性の制約因子、および生態学的な可塑性の制約因子であると考えられる。特に、従来は軽視されてきたクロロフィルの光毒性に関わる生物学の発展を目指している。

【アプローチ】従来の生物学を発展させてきたモデル生物を中心として知識を集積させていくスキームから脱却し、様々な系統の非モデル単細胞性真核生物を対象に、生化学および分子生物学的な研究方法を駆使した研究を展開する。具体的には、ユーグレノゾア、アメボゾア、ケルコゾアの原生生物に関して、遺伝子の網羅的解析と遺伝子操作手法の開発に着手している。

【上記以外のテーマ】食作用の餌選択機構、海洋環境の微生物食物網

## 所属学会

International Society of Protistologists、日本藻類学会、日本植物学会、日本光合成学会、日本微生物生態学会、日本地球惑星科学連合、日本有機地球化学会、日本古生物学会

## 主要論文・著書

Yuichiro Kashiya, *et al.* (2019) Taming chlorophylls by early eukaryotes underpinned algal interactions and the diversification of the eukaryotes on the oxygenated Earth. *ISMEJ* **13**: 1899-1910.

柏山祐一郎, ほか. クロロフィルを制した者が光環境を征した? 光合成生物を「食べる」生き様の舞台裏. 光合成研究 **25**: 58-70.

Yuichiro Kashiya, *et al.* (2012) Ubiquity and quantitative significance of detoxification catabolism of chlorophyll associated with protistan herbivory. *PNAS* **109**: 17328-17335.