



教授 松尾 太郎 (Taro MATSUO)

matsuo @ess.sci.osaka-u.ac.jp

助教 熊沢 穰 (Minoru KUMAZAWA)

kumazawa @ess.sci.osaka-u.ac.jp

助教 木村 淳 (Jun KIMUTA)

junkim @ess.sci.osaka-u.ac.jp

特任助教 三輪 久美子 (Kumiko MIWA)

miwa @ess.sci.osaka-u.ac.jp

特任助教 伊藤 哲司 (Satoshi ITO)

ito_s @ess.sci.osaka-u.ac.jp

URL: <https://lipes.ess.sci.osaka-u.ac.jp>

「生命とは何か」。私たちはこの根源的な問いに、地球と生命が約40億年にわたり相互作用しながら進化してきた「地球と生命の共進化史」をたどることで迫ります。とりわけ、海洋の光環境や酸化還元状態の変化が、藍藻や真核藻類の光合成の集光機構、さらには生態系の進化にどのような影響を与えたのかを解き明かします。また、多様な極限環境での進化を駆動する仕組みや生命の存在可能性を考えます。こうした知見を地球外の惑星に適用し、宇宙における生命の普遍性と多様性、さらに未来の地球と生命の共進化を考えます。

海洋表層と光合成生物の共進化

地球表層の酸化は一樣ではなく段階的に進みました。約24億年前の大酸化イベント後も、海洋では酸化的な表層と酸素に乏しい還元的な層が共存し、約8～6億年前の新原生代酸化イベントを通じて、酸素に富む水塊が拡大しました。この酸化還元境界では、鉄酸化物や硫化鉱物が形成され、海中の光の強度やスペクトルを変えました。私たちは、地球表層の海洋の酸化還元構造と鉱物粒子の生成を復元し、それらが光合成生物の利用できる光環境と進化にどのような影響を与えたのかを明らかにしようとしています。

緑の海仮説：藍藻の進化

約24億年前の大酸化イベント以前、現代とは異なり、海には多くの鉄が溶けていました。藍藻が光合成によって酸素を生み出すと、その酸素は海水中の鉄と反応し、酸化された鉄の微粒子（コロイド）をつくり出します。このコロイドが青い光を、海

水が赤い光を吸収することで、緑色の光のみが比較的透過することができ、太古の海が現在とは異なる緑色に偏っていた可能性があります。こうした海の光環境と藍藻の進化を結びつける考えが「緑の海仮説」です。私たちは、緑色光を利用する藍藻の光合成集光機構が、このような光環境のもとでどのように進化したのかを調べると同時に、藍藻による酸素発生型光合成が海洋化学や大気組成を変えていった過程を復元します。海洋環境の変化が藍藻の進化を促し、進化した藍藻が再び海洋環境を変える——この双方向の作用をたどることで、海洋と藍藻が互いを変えながら歩んだ共進化の歴史を明らかにします。また、こうした特有の光環境は、光合成だけでなく、さまざまな生命現象の獲得や進化にも影響を与えた可能性があります。その一例として、私たちは概日時計（体内時計）に着目しています。概日時計は、地球の自転に伴う昼夜の環境変化を予測し、それに適応するために生命が獲得した、自律的なリズム生成機構です。私たちは、緑の海に特有の光環境が、藍藻の概日時計の獲得や進化にどのような影響を与えたのかを、実験室進化をはじめとする分子生物学・生化学的な手法を用いて、明らかにしようとしています。

緑の海から青の海へ：真核藻類の光合成集光アンテナの進化

約8～6億年前の新原生代酸化イベント以降、海洋は鉄に乏しくなり、現代と同様に青色光に満ちた環境となりました。陸上では可視光をバランスよく利用する緑色植物が繁茂したのに対し、海洋では青色光の吸収に長けた褐色の不等毛藻（珪藻、褐藻など）やハプト藻、プラシノ藻が数億年にわたって繁栄しています。これらのうち

不等毛藻とハプト藻は真核-真核細胞内共生（二次共生）によって葉緑体を獲得しており、その光合成タンパク質複合体は継承過程での遺伝子欠失を遺伝子重複などで補いながら進化してきました。さらに、多様な光環境への適応に伴い、集光能力と光防御能力のバランスを調整する形で複合体構造が変化してきたと考えられます。私たちは、「細胞内共生」と「光環境適応」の2つの観点から、多様な藻類の光合成集光アンテナの複合体進化史を、立体構造（生化学・構造生物学）と機能（分光・植物生理学）の両面から明らかにしようとしています。



本研究室は宇宙地球科学専攻に主務を置き、天文学・地球惑星科学を背景にもつ教員・学生と、生物学を背景にもつ教員・学生が在籍しています。分野の境界を越えて議論し、室内（生物学・物理・地球科学）実験・モデル計算・フィールド調査・観測を行き来する学際的な環境で、自分の問いを育てたい学生を歓迎します。地球生命史から宇宙生命まで、私たちと一緒に「生命とは何か」を考えましょう。

〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-1
大阪大学大学院 理学研究科 生物科学専攻
TEL:06-6850-5798



研究室のHPはこちら