

	研究代表者	大阪公立大学・大学院理学研究科・教授 小柳 光正（こやなぎ みつまさ）	研究者番号：30379276
	研究課題情報	課題番号：26A305 キーワード：光利用、地球環境、光遺伝学、生物多様性、進化	研究期間：2026年度～2030年度

なぜこの研究を行おうと思ったのか（研究の背景・目的）

●研究の全体像

生命誕生以来、光は普遍的かつ重要な環境情報・エネルギー源として利用されてきた。生物の光利用では、動物の視覚や植物・微生物の光エネルギー産生がよく知られている。ところが、近年、これら既知の光利用が氷山の一角にすぎないことがわかってきた。そのきっかけは、“オプシン爆発”と呼ばれる、従来は動物の視覚や古細菌の光利用における光受容タンパク質として知られていたオプシンが、ほとんどの生物、さらにはウイルスからも発見されたことにある。それによって、1）海洋メタゲノム解析からは5万を超える多様なオプシンが発見され、その99%は分子機能が不明、さらに生理機能に至ってはさらに手付かず、2）動物においては、既知の光利用では説明できないほど多数のオプシン遺伝子が発見され、興味深いことに、それらは、脳や内臓といった、従来は光受容器官とは考えられていない組織で発現しており、実際に視覚以外の光利用が発見され、3）多様な性質を持つオプシンの発見により、光遺伝学、すなわち、光作動性の分子を用いて主に神経活動を光で操作する画期的な技術が生まれ、視覚再生をはじめとする医療への発展が導かれるなど、今日、生物の光利用研究が大きな広がりを見せている。この新展開から想像される生物の光利用の実像は、動物においては眼だけでなく「全身で光利用」、また、どこにでもいる微生物による「地球全体で光利用」、そして、応用・医療展開も可能な「テクノロジーで光利用」であり（図1）、この生物の光利用に関する認識の変革がこの領域の目的である。

●生物の光利用

生物の光利用というテーマは、生物軸（動物・植物・菌類・微生物・ウイルス）、時間軸（フェムト秒～億年）、階層軸（原子～生態）、研究軸（基礎～医療応用）等、多次元的かつ広範な全方位型研究領域を包含する（図2）。

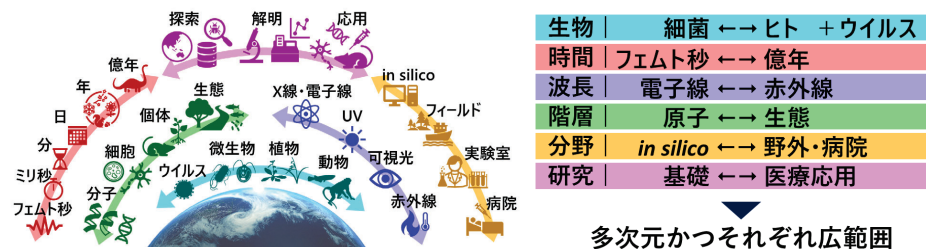


図2 多次元グローバル光バイオロジーのイメージ図



図1 生物の光利用の真の実像

●生物の光利用（続き）

また、光利用がもたらす問いは、生物の多様な生理機能といったローカルな側面にとどまらず、生物間相互作用やエコシステムなど地球規模の光利用や光利用に関する共通の原理というグローバルな視点からも重要である。さらに、進化が創り出した光利用のしくみを生命操作や医療に活用する光遺伝学は、グローバルとローカルをつなぐグローバルな視点から生まれた特筆すべき分野であり、これもまた光利用がもたらす学問的な広がりを見せている。このように、「光」はこれら多様な学問分野・展開軸に対して多面的に取り組むことができる稀有な題材といえる。このような背景のもと、本領域では、様々な学問分野を連携・融合させ、光バイオロジーの概念の転換や拡張、すなわち生命現象の未知の沃壤を探索することで、「光と生命」、「光と地球」の真の実像の理解を目指す。

この研究によって何をどこまで明らかにしようとしているのか

本領域では、「生物にこんな新しい光利用があったのか」、「光受容分子にこんな性質があったのか」、「光受容分子をこんなことに使えるのか」という生物の光利用の真の実像の解明を目指す。この遠大なテーマに対して、以下の3つの研究項目（図3）を設け、9つの計画研究ならびに公募研究による有機的な連携によって取り組む。

●ローカル光バイオロジー：様々な生物における未知の光利用の発見と理解を目指す。

- A01：魚類脳内における非視覚ローカル光バイオロジー
- A02：動物の季節適応におけるローカル光バイオロジー
- A03：微生物の光環境適応におけるローカル光バイオロジー

●グローバル光バイオロジー：地球規模の光の役割や光利用に関する固有・共通の原理の解明を目指す。

- B01：ビッグデータから炙り出す微生物オプシンのグローバル光バイオロジー
- B02：ユニーク海産動物から炙り出すオプシン進化のグローバル光バイオロジー
- B03：発生から炙り出す非視覚システムのグローバル光バイオロジー

●グローバル光バイオロジー：光利用のしくみの探求・拡張と光遺伝学への応用や光シグナルと他の環境シグナルとの統合的理解を目指す。

- C01：微生物オプシンが紡ぐグローバル光バイオロジー
- C02：動物オプシンが紡ぐグローバル光バイオロジー
- C03：医療応用モデルの創出が紡ぐグローバル光バイオロジー

以上の多様な学問の融合による多次元・全方位型研究を通して、光利用に関する認識を変革し、光の作用を大前提とした新しい生物学・地球学・医学の潮流をもたらす（図4）。

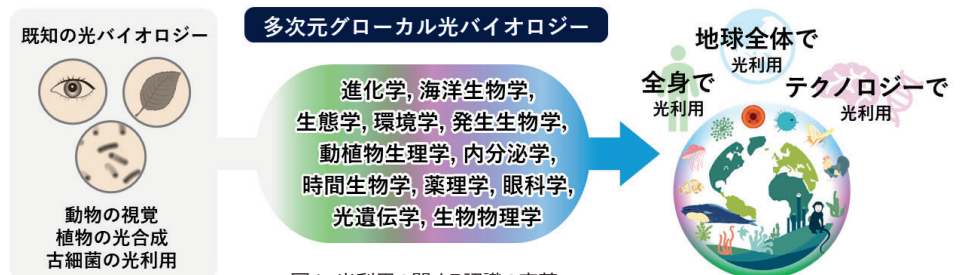


図4 光利用に関する認識の変革