



池内 昌彦 教授

Professor Masahiko IKEUCHI

研究分野：光生物学、光合成

研究内容：シアノバクテリアや藻類の光合成装置や光受容体の分子機構、光合成の物質生産などを分子生物学や構造生物学、代謝学を駆使して研究しています。

1972年 東京大学理学部生物学科博士課程修了

1983年 理化学研究所研究員

1993年 東京大学教養学部助教授

2002年より現職

生物と光：新しい光受容体の世界

古典的な光応答現象と新しい光受容体

光は地球上に広く分布し、環境因子としても光合成のエネルギー源としてもとても重要です。しかし、多くの生体物質は可視光を吸収せず、光を利用することはできません。光を吸収する物質は色素もしくは発色団といいますが、これを結合したものが、光受容体や光合成タンパク質です。我々はシアノバクテリアや藻類のこれらのタンパク質の構造や機能の研究を進めています。シアノバクテリアとは進化で植物の葉緑体を生みだした原核生物で、海や河川だけでなく陸上にも広く分布する光合成生物です。植物には、フィトクロムという有名な光受容体があり、花の開花や種子の光発芽、避陰などを制御する因子としてよく知られています。これらは赤吸収型と遠赤吸収型の可逆的光変換によって赤色光や遠赤色光を感知します。一方、シアノバクテリアの光応答現象とゲノム解析から、我々はフィトクロムに似た新しい一群の光受容体を発見しました。たとえば、シアノバクテリアの走光性は青色光で調節され、その光受容体は青色光と緑色光を感知することがわかりました。また、多くのシアノバクテリアは緑色光を吸収する光合成タンパク質をもっており、赤色光と緑色光の下では、光の色に応じて異なるタンパク質を蓄積し、細胞の色が青緑色⇄赤色に変化します。この現象は、補色順化といわれ、100年以上も前から知られていましたが、その光受容体を初めて単離し、赤吸収型と緑吸収型の可逆的光変換を示すことがわかりました。さらにゲノムを調べると、多数の類似光受容体（まとめてシアノバクテリオクロムと命名）が見つかりました。シアノバクテリアが非常に多様な光に応答することが想像できます。

多様な光受容のしくみ

一つの大きな疑問は、シアノバクテリオクロムがなぜ多様な波長の光受容が可能なのかということです。シアノバクテリオクロムも、植物のフィトクロムと同様、発色団である開環テトラピロールのD環の二重結合が回転することが光変換に必須です。しかし、それぞれのサブグループは異なる中間体を経ていることがわかりました。つまり、青／緑可逆型のはシステイン残基の可逆的脱着が吸収波長を決定していました。また、緑／赤可逆型のはH⁺イオンの脱着が波長を決定していました。また、発色団自身を異性化することで色を変えるしくみも見つかりました。これらのタンパク質の結晶解析によって、特殊な構造変化が見つかりました。さまざまな進化実験が、シアノバクテリアにおいて行われたのですが、このすぐれた光受容体が植物に引き継がれなかったことは、非常に不思議です。現在、世界中で、光受容体を用いたキメラセンサーによる組織の非侵襲調節（オプトジェネティクス）の研究が流行しています。シアノバクテリオクロムは生物のすぐれた進化実験であるだけでなく、応用研究にも役立つ可能性があります。

図1 補色順化と光受容体

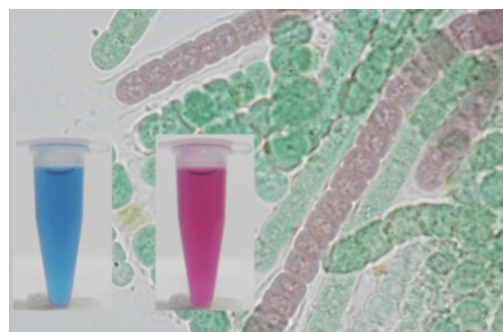


図2 さまざまなシアノバクテリオクロム

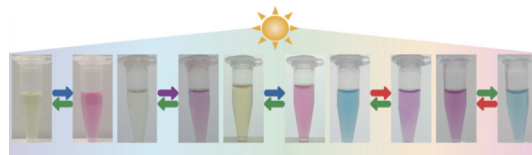


図3 走光性の光受容体の結晶構造

