

光合成の酸素発生の謎を解明 ー人工光合成への足がかりー

大阪市立大学 複合先端研究機構 教授

神谷信夫



研究の背景

光合成の酸素発生反応は、太陽の光エネルギーを利用して生物が利用可能な化学エネルギーを生み出すとともに、水を分解し、生物の生存に必要な酸素を作り出しています。この反応を利用すれば、太陽光からクリーンなエネルギーを高効率で取り出すことができると考えられています。この反応は、藍藻や植物の葉の中にある光化学系II複合体(PSII)と呼ばれるタンパク質複合体に含まれるMn₄Caクラスターで行われていますが、これまでその詳細な化学構造は明らかにされていませんでした。

研究の成果

我々は、岡山大学大学院自然科学研究科の沈建仁教授のグループと共同で、日本の温泉から採取された藍藻からPSIIを取り出し、極めて良質な結晶を作成し、兵庫県で稼働している大型放射光施設SPring-8を利用して、その構造を1.9Å (Å:10⁻¹⁰m) の高分解能で解明しました(図1)。その結果、これまで未知であったMn₄Caクラスターの詳細な構造が明らかになり(図2)、光を利用した水分解・酸素発生反応の機構を解明することができるようになりました(Nature (2011), 473, 55-60)。

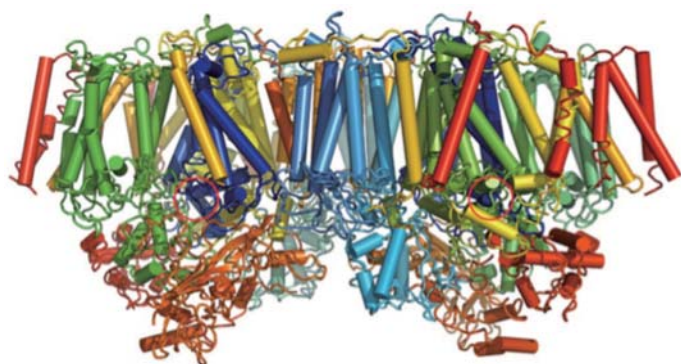


図1 光合成光化学系IIの全体構造。
図中赤丸の位置にMn₄Caクラスターがある。
クラスター: 英語で集合体や塊を指す。物質科学においては原子あるいは分子が相互作用によって数個～数十個、もしくはそれ以上の数が結合した物体を指す。

今後の展望

本研究の成果は、太陽光を利用して水を分解し酸素を発生させる触媒を開発するための足がかりを提供しました。人類がこの触媒を開発することに成功すれば、大気中の二酸化炭素を固定(炭酸同化)する触媒と組み合わせることにより、光エネルギーを高効率でメタノール燃料に変換する人工光合成系を実現することができます。現在我々が直面しているエネルギー問題、環境問題、及び食料問題の解決につながるものと期待されます。またメタノール燃料は、燃料電池で電気エネルギーに変換し自動車を動かすことができますので、人工光合成系と燃料電池を組み合わせれば、太陽光を受けて永久に動くことのできる自動車を実現することも夢物語ではなくなるかもしれません。

関連する科研費

平成16-21年度 特定領域研究(生体超分子の構造形成と機能制御の原子機構)「X線結晶構造解析法による光合成系II膜蛋白質複合体の機能制御機構の研究」

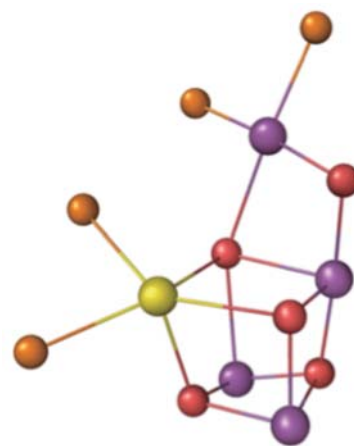


図2 Mn₄Caクラスターの詳細な化学構造。
Mn: 紫、Ca: 黄、酸素: 赤、水: 橙。

(記事制作協力: 日本科学未来館科学コミュニケーター 中村江利子)