

課題番号：GS016
助成額：176百万円

グリーン・イノベーション

生物系

平成23年2月10日
～平成26年3月31日

水から水素発生するラン藻モデル細胞創成に必要な光合成レドックス代謝ネットワークの完全理解

栗栖 源嗣 大阪大学蛋白質研究所 教授
Genji Kunitsu



専門分野
構造生物学

キーワード
タンパク質／分子認識及び相互作用／X線結晶解析／酵素／構造生物学

WEBページ
<http://www.protein.osaka-u.ac.jp/crystallography/>

研究背景

次世代エネルギー源として太陽光の利用が注目されている。光合成生物を利用して水素ガスを生産する場合、蛋白質を目的に合わせて人工設計する必要が生じる。しかし、生体内では複数の蛋白質が協調して働いているため、細胞内反応を自在に操れるレベルにまで基本原理の理解が進んでいない。

研究目的

ラン藻細胞がもつ蛋白質のうち、光を化学エネルギーに変換している膜蛋白質複合体、グルタミン酸合成酵素そして水素発生酵素の三つに焦点を絞り、反応中の様子に近い状態で立体構造を解析する。これら新規情報を基に、好熱性ラン藻をつかったバイオ水素生産プロジェクトに貴重な基礎データの提供を目指す。

実績

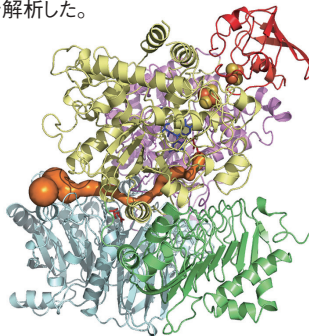
代表論文：Plant Cell, 24(7), 2979-2991, (2012)
新聞：日本経済新聞 web 紙面連動「光と水で水素効率製造」(2013年10月25日)

研究成果

過渡的に形成する電子伝達複合体の構造解明

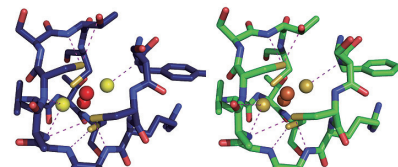
これまで困難とされてきた弱い相互作用で過渡的に形成する電子伝達複合体の構造解析に成功した。還元力分配の鍵となる、光化学系I複合体と電子伝達蛋白質との複合体、および窒素同化の鍵酵素であるグルタミン酸合成酵素と電子伝達蛋白質との複合体結晶の構造を解析した。

電子伝達蛋白質(赤)の結合によりグルタミン酸合成酵素の分子内にNH₃チャンネル(橙)が形成したところを示している。



金属クラスターの再構成・成熟化機構の解明

従来、藻類の蛋白質がもつ金属クラスターは、細胞内で段階を追って成熟化していくと考えられてきた。しかし、構造解析に向けた高純度試料調製を追求する過程で、再構成法や新規異種発現系の利用により、電子伝達蛋白質や水素発生酵素がもつ金属クラスターを、高純度に再構成することができた。生物無機化学的にも重要な知見を得る事ができた。



構造解析のために、試験管内で再構成した置換体(左)と野生型(右)電子伝達蛋白質の金属クラスター近傍の構造。

2030年の 応用展開

本研究により、過渡的に形成する蛋白質複合体に関して、統一的な理解を助ける新たな知見を与えることができた。水素発生酵素の改良と水素ガス生産に適したモデル細胞の設

計に応用され、将来的に水から水素を生産するラン藻モデル細胞を創ることが期待される。