

2024 年度 大阪大学蛋白質研究所 拠点事業

研究成果報告書

(1) 事業名 (下記より該当事業名を選択し、ほかは削除してください。)

共同研究員

(2) 研究代表者

氏名：藤井律子

所属機関名・部局名・職名：大阪公立大学・人工光合成研究センター・准教授

(3) 研究課題名 (申請時に記載したものと同一課題名を記入してください。)

緑色光を利用するハイブリッド光合成集光タンパク質の創成

(4) 蛋白質研究所受入担当教員

教員名：栗栖 源嗣 (研究室名：蛋白質結晶学研究室)

(5) 研究成果の概要

*背景および目的、方法と結果について、公開して差し支えない範囲で記載。

太陽光の利用には、高効率の集光と過剰エネルギーの消光という二律背反の命題を調整する機構が必要である。緑藻や陸上植物においてこの役割は主に、LHCII と呼ばれる光合成アンテナ色素蛋白質複合体が担う。高分解能 X 線結晶構造解析が達成された陸上植物の LHCII については、20 年余りに渡る生化学的、分光学的な研究の蓄積と近年の超高速分光の発展により、強光に応答した膜内外の pH 差によって、結合している色素の構造が変化したり、蛋白質のリン酸化によって高次複合体が形成されたりといった様々なレベルの消光メカニズムがあることがわかってきた。一方、海洋性の大型緑藻であるミルの LHCII は、陸上植物の LHCII と蛋白質の相同性は高いが結合する色素が部分的に異なり、海中で得られる青緑色の光を効率よく光合成に用いる。この緑色の吸収帯は、独特の色素であるシフォナキサンチンが蛋白質に結合した時のみ生じることがわかっているが、その分子機構はわかっていない。我々はこれまでに、ゲノム情報のないミルについて、LHCII を構成する蛋白質(Lhcb)のアミノ酸配列を決定し、大腸菌による発現系を構築し、ミルの Lhcb 蛋白質配列を使った試験管内再構成法を実施してきた。しかしながら、天然に見られる三量体構造が安定に生成しにくいという課題に直面していた。そこでまずは、この試験管内再構成法が確立されている陸上植物の Lhcb 配列と色素抽出液を用いて再構成を行ったところ、三量体を主成分として得た。そしてこの再構成三量体の高分解能構造をクライオ電顕法により解明することに成功した。その結果、プロトコル通りに調製し、これまでに報告されてきた種々の分光学的計測（誘起円偏光二色性、紫外可視吸収、蛍光および蛍光励起スペクトル）の結果をよく再現する再構成体は、これまで推定されていたように V1 サイトに結合するカロテノイドがないだけでなく、三量体の端に位置する 614 サイトが Chl a と Chl b の 2 種類が混在するサイトとなっていること、His-Tag が絡まるため C 末端側数残基が揺らぐことを初めて明らかにし、再構成 LHCII の分光学的計測結果を構造と紐づけることに成功した。