

2023 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、ほかは削除して下さい。)

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下さい。)

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 (公開)

*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 1 ページ以内 で記載。

太陽光はさまざまなエネルギーを持つ光子が低い密度で降り注ぐため、光化学反応を起こすには集光が不可欠である。緑藻や高等植物では、光合成アンテナ LHCII がこの役割を担う。LHCII は三量体であり、単量体は 3 回膜貫通タンパク質にクロロフィル(Chl)が 14 分子、カロテノイドが 4 分子結合している。Chl *b* やカロテノイドは Chl *a* の吸収しにくい波長の光を吸収し、これらを含む励起エネルギーは 1 箇所の Chl *a* (terminal emitter) に集約され、そこから光化学系 II に伝達される。複数の Chl *b*, Chl *a* はそれぞれの結合部位の環境によって光応答が少し変化し、terminal emitter に向かうエネルギーの階段を形成する。海洋性の大型緑藻であるミルの光合成アンテナ SCP は、LHCII と相同性が高いタンパク質を持つが結合する色素が異なり、海中で得られる青緑色の光を効率よく光合成に用いる。この緑色領域の吸収帯は、独特の色素シフォナキササンチン(Sx)によることがわかっているが、有機溶媒中と比べて蛋白質に結合するとおよそ 80 nm も長波長シフトする要因は不明である。近年我々が解明したこの SCP の高分解能構造[PDB: 7WLM]によって、SCP 内で Sx はカルボニル基と水酸基の 2 箇所で水素結合をしていることがわかり、これが緑色領域の吸収帯をもたらすと考えた。そこで本研究では、リコンビナント蛋白質と色素類を混合し、界面活性剤を抜くことで自己集積的に LHCII を形成する *in vitro* 再構成法を用いて、Sx と、水素結合性の水酸基を持たない Sx 類縁体を結合した LHCII を作成して、緑色領域の吸収帯への水素結合の寄与を明らかにすることを旨とした。その結果、SCP のタンパク質と Sx を含む天然色素を用いた再構成体では、緑色領域の吸収帯がわずかに発現することを見出した[生物物理学会第 59 回年会]。この再構成体は単量体であったため、三量体化に際して緑色吸収帯の強度が大きくなると考えたが、ミル SCP の蛋白質を用いた再構成では三量体化に成功していない。そこで、ほうれん草 LHCII のタンパク質を用いて Sx や Sx 類縁体を結合させ、単量体と三量体を比較しようとした。今年度は、ほうれん草由来のタンパク質を用いて再構成 LHCII を作成し、クライオ電顕による単粒子解析で高分解能構造を得た[論文投稿中]。再構成体の構造解析は報告例がないが、この方法論で色素改変体の構造解析ができることを証明した。