

光の極限制御・積極利用と新分野開拓  
2016 年度採択研究者

2018 年度  
実績報告書

秋田 総理

岡山大学異分野基礎科学研究所光合成・構造生物学研究コア  
准教授

フェムト秒パルス光を用いた光化学系 II の酸素発生機構の解明

## § 1. 研究成果の概要

光化学系 II (PSII) は光エネルギーを利用して、水分子を酸素、プロトン、電子に分解する反応を触媒している。この反応機構を解明することは、人工光合成の実現にも重要な意味を持っており、本研究によって人工触媒の設計に必要な基盤を提供することができる。

PSII の中心にはマンガンクラスターと呼ばれる構造体が存在し、光を受けることで、 $S_1$  から  $S_2$ ,  $S_3$ , ( $S_4$ ),  $S_0$  状態へと遷移し、また  $S_1$  へと戻る(図 1)。その過程で水分子が分解されるのであるが、 $S_1$  状態しかその構造が明らかになっていなかった。

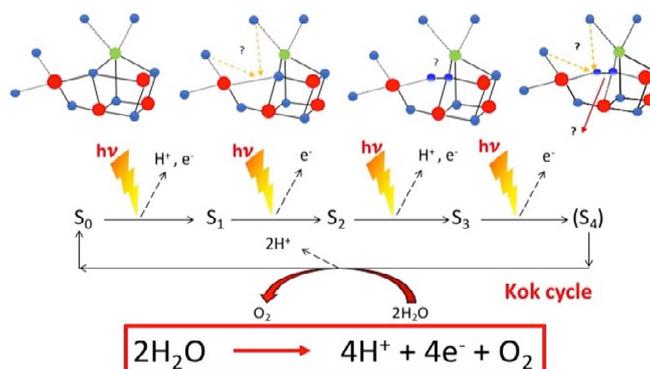


図 1. 光化学系 II による水分解反応

本研究は、PSII の水分解・酸素発生メカニズムを、X 線自由電子レーザー (XFEL) を用いて解明する。PSII の微結晶溶液を一定流速で流しながら可視光レーザーを結晶に照射して PSII 分子を励起させ、その下流で XFEL を照射する事で反応中間体のデータを収集する。この方法を用いて、基質の水 O6 が配位した  $S_3$  構造を発表したが、酸素発生メカニズムを解明するためには、酸素が放出されるメカニズム( $S_3 \rightarrow S_4 \rightarrow S_0$ )の構造を時分割で調べる必要がある。しかし、赤外分

光法による解析で、遷移が進むとその効率が低下して行き、 $S_3 \rightarrow S_0$  へはほとんど反応が進まないことがわかった。2018年度は主に、結晶化した PSII の高分解能・高効率が得られる溶液の条件検討を行なった。主に溶液濃度を変更し測定を行なったが、濃度を下げれば反応効率は上昇するが、分解能が低下してしまうため、今後も溶液条件を検討していく予定である。

## § 2. 研究実施体制

- ① 秋田 総理（岡山大学異分野基礎科学研究所 准教授）
- ② 研究項目
  - ・PSII の精製・結晶化
  - ・回折データ収集
  - ・構造解析・精密化