

## 理学部講演会

日時：12月13日（木）16時～17時30分

場所：理学部 B 棟 202 室

しん けんじん

沈 建仁 先生



岡山大学大異分野基礎科学研究所 教授・副所長

「光合成における光誘導水分解・酸素発生反応の分子機構」

地球上ほぼすべての生物の生存は光合成によって支えられている。植物や様々な藻類が行う酸素発生型光合成は、太陽の光エネルギーを利用して水と二酸化炭素から有機物を合成し、他の生物の生存に必要なエネルギーを供給すると同時に、分子状酸素を放出し、大気環境を還元的なものから酸化的なものに変換し、好気生物の出現・進化・生存を可能にした。

光合成において、光エネルギーを利用した水分解・酸素発生反応は光化学系 II (PSII) という膜タンパク質複合体中に含まれる  $Mn_4CaO_5$  クラスターによって触媒されている。PSII が巨大な膜タンパク質複合体であるため、その良質な結晶作成が困難で、このため、 $Mn_4CaO_5$  クラスターの詳細な構造も長い間不明であった。演者らは好熱性シアノバクテリアから高純度・高活性・高均一性の PSII 試料を調製し、その高分解能結晶化に成功し、PSII の構造を 1.9 Å 分解能で解析した<sup>1)</sup>。その結果、 $Mn_4CaO_5$  クラスターの化学組成を初めて同定し、その構造が「歪んだイス型」であることを明らかにした。また、フェムト秒の X 自由電子レーザー(XFEL)パルスを利用して、X 線損傷を受けていない、天然状態の  $Mn_4CaO_5$  クラスターの構造を解析し、 $Mn_4CaO_5$  クラスター中の原子間距離を精密に決定した<sup>2)</sup>。さらに XFEL を利用したシリアルフェムト秒 X 線結晶構造解析法(SFX 法)とレーザー照射を組み合わせたポンププローブ法により、水分解反応の中間状態の一つである  $S_3$  状態の構造を解析し、 $O_2$  分子が放出される前、 $O_5$  の近傍に新たな酸素原子（水分子）が挿入され、 $O_5$  との間で  $O=O$  結合を形成することが可能であることを示した<sup>3)</sup>。これにより光エネルギーを利用した水分解の反応機構を原子レベルで解明した。

### 参考文献

1. Y. Umena, K. Kawakami, J.-R. Shen, N. Kamiya, Crystal structure of oxygen-evolving photosystem II at a resolution of 1.9 Å. *Nature*, **2011**, 473, 55-60.
2. M. Suga, F. Akita, K. Hirata, G. Ueno, H. Murakami, Y. Nakajima, T. Shimizu, K. Yamashita, M. Yamamoto, H. Ago, J.-R. Shen, Native structure of photosystem II at 1.95 Å resolution viewed by femtosecond X-ray pulses. *Nature*, **2015**, 517, 99-103.
3. M. Suga et al., Light-induced structural changes and the site of  $O=O$  bond formation in PSII caught by XFEL. *Nature*, **2017**, 543, 131-135.