

| | | |
|---|----------|-----------------------------|
|  | シリーズ名 | 光合成に関わる膜タンパク質複合体の調製と構造・機能解析 |
| | 氏名・所属・役職 | 神谷信夫・複合先端研究機構・教授 |

<概要>

光合成系 II(PSII)は葉緑体のチラコイド膜(脂質2重膜)にあって、太陽光を吸収して水を分解し、地球大気に分子状酸素を放出する総分子量 70 万の膜タンパク質複合体である。大小 17 種類の膜貫通サブユニットが多数のクロロフィルやカロチノイドなどの色素を取り囲み、それらが吸収した太陽光のエネルギーを電荷分離反応中心へ集中させ、そこで発生した電子をプラストキノンへ伝達する反応を支えている。PSII の酸素発生は、2 分子の水から4個の電子を引き抜く反応であり、酸素発生中心(OEC)が、その酸化状態を段階的に変化させる過程と同期している。この OEC は3種類の膜表在性サブユニットにより安定化されている。このように、特性が大きく異なる疎水性と親水性のサブユニットが共存する PSII ではその結晶化に多くの困難を伴うが、我々はこれまで、材料となる好熱性ラン藻(*T. vulcanus*)の培養技術、PSII の抽出と精製技術、結晶化技術を確立し、また大型放射光施設 SPring-8 の利用技術を蓄積して、最近 1.9 Å 分解能の結晶構造を世界に先駆けて解明することに成功した。得られた構造からは、OEC が $Mn_4CaO_5(H_2O)_4$ の化学組成を持つ「歪んだ椅子型」の金属クラスターであることが初めて明らかとなり、これを基礎として PSII の水分解・酸素発生の反応機構に関する議論が世界中で盛んに行われるようになった。しかし一方では、上記の 1.9 Å 分解能の結晶構造では、結晶解析のために結晶に照射する X 線が OEC を還元している可能性が指摘され、現在我々のグループでは、この X 線還元問題を克服するために、多数の結晶を用い、それらに X 線照射量を分散させることにより X 線還元を低減させる技術の開発を進めている。また酸素発生の過程で出現する反応中間体の小さな構造変化を明らかにするためには、さらに高分解能の構造情報が必要とされる。現在我々のグループでは 1.5 Å 分解能を目標に、結晶試料をより一層高品質化する技術の開発も平行して進めている。

<アピールポイント>

PSII の高品質な結晶を調製し、その結晶構造を高分解能で決定する技術では、我々のグループは現在他の追随をゆるさず、文字通り世界のトップにある。

<利用・用途・応用分野>

PSII の OEC の構造は、酸素発生の反応中間体を含めて、人工的な水分解・酸素発生触媒を開発する際のインスピレーションの元となるものであり、PSII の高分解能・低 X 線還元状態の X 線結晶構造解析は、人工光合成の実現を目指す応用・開発研究に極めて有用な情報を提供することができる。

またチラコイド膜から単離した PSII は水溶液条件では不安定性であるが、これを多孔質ガラスに吸着させることにより、その安定性を高めることができる。現在自然界に存在する水分解・酸素発生触媒の中で、PSII はもっとも優れた活性を誇るものであり、PSII と多孔質ガラスの組み合わせにより、長期間の耐久性をもつ人工光合成デバイスを実現できる可能性もある。

<関連する知的財産権>

なし。

<関連するURL>

<http://www.ocarina.osaka-cu.ac.jp>

<他分野に求めるニーズ>

PSII に代表される膜タンパク質では、単離した分子の安定性を高める界面活性剤や安定化剤の出現が望まれている。そのような試薬が開発されれば、PSII の結晶の解析分解能を向上させて、その水分解・酸素発生機構の解明に向けた研究が加速されるばかりでなく、PSII を利用した人工光合成デバイスを実現する可能性も飛躍的に向上させることができる。

| | |
|-------|-----------------------------------|
| キーワード | 光合成、光化学系 II、水分解・酸素発生、人工光合成、結晶構造解析 |
|-------|-----------------------------------|