

# 第7回 晝馬輝夫 光科学賞 受賞者概要

「晝馬輝夫 光科学賞」は、当財団設立の発起人であり初代会長である晝馬輝夫の人類社会への貢献を記念し、光科学に貢献した若手研究者の功績を称えるものとして設立されました。晝馬輝夫は、光の本質の追求、光の科学技術への応用、光による健康社会の実現、光による体内通信・脳や心の探求などに強い意を注ぎました。賞審査委員会は、その意に照らして、先進性と独創性を持って未知未踏に分け入ったと評価される候補者を選考します。



**菅 倫寛 氏** (応募時43歳)  
すが みちひろ

## 研究業績

光合成に関わる水分解・酸素発生触媒の構造と機能の研究

## 現職

国立大学法人岡山大学異分野基礎科学研究所 教授

## ご略歴

2004年	大阪大学理学部卒業
2009年	大阪大学大学院理学研究科博士後期課程修了 博士(理学)
2009年-2010年	大阪大学蛋白質研究所 博士研究員、日本学術振興会特別研究員(PD)
2010年-2012年	米国オレゴン健康科学大学 博士研究員
2012年-2014年	岡山大学 特任助教
2014年-2017年	岡山大学 助教
2017年-2022年	岡山大学 准教授
2018年-2022年	JSTさきがけ研究者(兼任)
2022年-現在	岡山大学異分野基礎科学研究所 教授

## 授賞理由

令和6年度の晝馬輝夫光科学賞は、「光合成に関わる水分解・酸素発生触媒の構造と機能の研究」を推進し、卓越した業績を挙げた菅 倫寛氏(岡山大学異分野基礎科学研究所 教授)に授与することになりました。菅氏は、光合成を利用してエネルギーを得ている藻類や高等植物などが持つ「光化学系II (Photosystem PSII)」と呼ばれる巨大な分子群に注目し、その中で展開される時間的・空間的な機能と働きを独自の計測・解析法で調べ、その解明に大きく貢献しました。このPSIIは、25億年もの昔、地球上の水辺に繁茂していた生物シアノバクテリア類が、太陽光エネルギーを用いて水(H<sub>2</sub>O)を酸化し、その結果、酸素分子(O<sub>2</sub>)を大気に放出し、エネルギー源となる水素イオン(プロトン; H<sup>+</sup>)を得た化学システムです。現代でもシアノバクテリアの子孫は生息していますが、PSIIは高等植物にも光合成の要として組み込まれています。PSIIの立体分子構造は、内外の多くの研究グループがクライオ電子顕微鏡などを駆使して調べ、20種の機能タンパク質群に塩素イオン・マンガンを含んだ巨大分子(分子量:35万)であることが解明されています。しかし、多くの生体分子では立体構造の解明が機能解明に繋がるのに対し、PSIIの場合は立体構造だけでは機能解明ができなかったのです。

菅氏は、PSIIにおける分子構造の動的変化を、「X線自由電子レーザー」から得られるフェムト秒(10<sup>-15</sup>秒)

オーダーのX線パルスを用いれば捉えられることを示しました。照射X線によって測定対象分子内に生じる損傷を小さくするとともに、仮に、損傷が生じてもその直前の超短時間に正常な解析像を得れば、分子構造の動的変化の計測が可能であること示しました。この方法を使い、暗状態に置いたPSIIの結晶に6ナノ秒(ナノ秒:10<sup>-9</sup>秒)の間だけ光を照射(1回または2回)し、その後20 ナノ秒から5ミリ秒の6段階で分子構造を計測しています。このスナップショット計測により光合成中のPSIIの分子構造中で生ずる分子の動態が明らかにされ、S<sub>i</sub>状態サイクル(i = 0 - 4)と呼ばれる5つの周期的な中間体の中で、H<sub>2</sub>Oは光エネルギーにより酸化分解されてO<sub>2</sub>として放出され、その結果生ずるプロトン(H<sup>+</sup>)を獲得する様子が時空間的に明らかにされました。また、その際にマンガンを含む分子群がダイナミックな機能を発揮していることも解明され、まさに「動的分子構造生物学」という新研究分野を誕生させた快挙と言えます。

この光合成機構の研究は、太陽光を用いて水から水素を得るクリーンエネルギー技術の進展に資するものであり、また、菅氏が確立したX線自由電子レーザーを用いたスナップショット型構造計測法は、今後の生命科学の進展に大きく貢献することも期待されます。

以上に述べた菅倫寛氏の卓越した業績は、「晝馬輝夫光科学賞」に相応しいものと判断されます。