



化学部門 藤澤 知績 准教授と海野 雅司 教授らが
ビタミンAをもつ光受容タンパク質の活性部位構造を解明
～太陽光の有効活用や医療研究への応用に新たな知見を提供～

【概要】

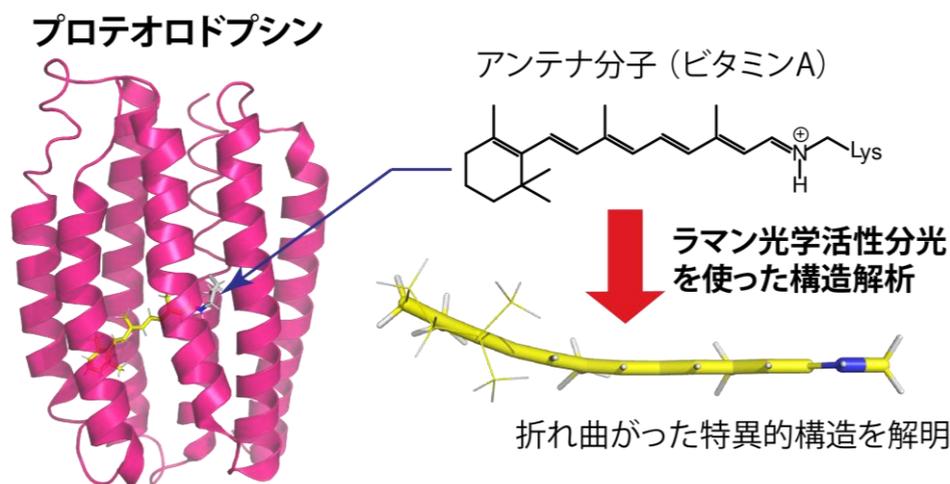
化学部門 藤澤 知績 准教授と海野 雅司 教授らは、松山大学 田母神 淳 准教授らとの共同研究により、ビタミンAをアンテナとしてもち海洋性細菌の光受容タンパク質として働くプロテオロドプシンについて、佐賀大学が独自に開発した分子構造解析ツールであるラマン光学活性分光を使って活性部位構造を解明しました。プロテオロドプシンは海洋に降り注ぐ太陽光のエネルギーの新しい利用機構を示すことで注目されていますが、その分子構造情報は限られていました。今回の研究成果は、太陽光の有効活用や、近年注目されている光受容タンパク質を医療に応用するための研究の基盤となるものと期待されます。この成果は米国化学会の物理化学速報誌（The Journal of Physical Chemistry Letters）に発表されました。

【背景】

生物は光エネルギーを活用するために光受容タンパク質（注1）を持っています。その代表例はヒトの目の網膜上に存在する視物質ロドプシンで、ビタミンA（注2）をアンテナとして使う光センサーです。同様の光受容タンパク質は微生物にも見られ、微生物型ロドプシンと呼ばれています。微生物型ロドプシンの多くは光エネルギーを用いて水素イオンを汲み出す“光駆動ポンプ”として働き、この汲み出した水素イオンを使ってATPとよばれる全ての生物がもつエネルギー物質が合成されます。これは光合成に替わる太陽エネルギーの活用方法が存在することを意味しますが、特異な環境下に生息する高度好塩菌などだけが持つと考えられてきました。ところが、海洋に広く生息する海洋性細菌がプロテオロドプシンとよばれる“光駆動ポンプ”を持つことが発見されました。これは地球上に降り注ぐ太陽光エネルギーの多くがプロテオロドプシンによって活用されている可能性を示しており、世界的に注目されています。しかし、プロテオロドプシンの詳しい分子構造は明らかにされていませんでした。

【成果】

そこで本研究では、佐賀大学において独自に開発してきたラマン光学活性分光（注3）とよばれる分子構造解析ツールを用い、プロテオロドプシンの活性部位構造を解明することに成功しました。ラマン光学活性分光はキラル分光（注4）とよばれる手法の一つで、通常の分子構造解析ツールでは区別できない“右手分子”と“左手分子”を判別することができます。本研究では、ラマン光学活性分光の特徴を活かし、プロテオロドプシンがもつアンテナ分子であるビタミンAが折れ曲がった特異な構造を持つことを明らかにしました。



【展望】

本研究の成果はプロテオロドプシンが“光駆動ポンプ”として機能するための鍵を握る活性部位の構造を明らかにするものであり、太陽光エネルギーを活用する新しい素子の開発への糸口になると期待されます。また、この知見は生物学や医薬品開発において注目されている光遺伝学ツール（注5）の開発に繋がるのが期待されます。

【論文情報】

Fujisawa, T., Nishikawa, K., Tamogami, J., Unno, M.

Conformational analysis of a retinal Schiff base chromophore in proteorhodopsin by Raman optical activity.

The Journal of Physical Chemistry Letters 12, 9564-9568 (2021)

doi.org/10.1021/acs.jpcclett.1c02552

【用語解説】

（注1）光受容タンパク質：生物は外部からの様々な刺激を受け取る働きがあるが、光を刺激とし受け取るタンパク質を光受容タンパク質という。代表的なものとして、眼球内に存在して視覚を司るロドプシンがある。

（注2）ビタミンA：脂溶性ビタミンの一種で、天然にはレチノールとして存在する（図を参照）。

（注3）ラマン光学活性分光：物質に光を照射した際の散乱光を分析することで物質を構成する原子の振動運動を検出することができる。これはラマン分光法とよばれ、物質を構成する原子がどのように繋がっているかなどの詳しい構造情報を与える。一方、このラマン分光法の実験に円偏光とよばれる特殊な光を用いるのがラマン光学活性分光で、通常の方法では“見えなかった”分子の折れ曲がりの程度などを明らかにできる。

（注4）キラル：ある構造を鏡に映すことで得られる構造が元のものと重ならないとき、キラルな構造という。ヒトの左右の手は鏡に映した鏡像の関係にあり、互いに重ね合わせる

ことができない。同様に原子が繋がってできた分子にも鏡像の関係で重ならない“右手分子”と“左手分子”が存在する。

(注5) 光遺伝学ツール：光遺伝学はオプトジェネティックスともよばれる。光受容タンパク質を細胞で発現させ、細胞を光応答制御できるように変える技術のこと。脳科学や神経科学に有効なことから注目されている技術である。

【問い合わせ先】

佐賀大学 理工学部 化学部門 准教授 藤澤 知績

TEL : 0952-28- 8603 e-mail : tfuji@cc.saga-u.ac.jp

佐賀大学 理工学部 化学部門 教授 海野 雅司

TEL : 0952-28-8678 e-mail : unno@cc.saga-u.ac.jp