

光科学技術研究振興財団 晝馬輝夫光科学賞の受賞 について

機能物性研究グループ 井上 圭一

この度、第2回晝馬(ひるま)輝夫光科学賞を受賞させていただきましたので、ここにご報告いたします。この賞は、平成31年度に公益財団法人 光科学技術研究振興財団より創設された、日本の光科学の基礎研究や光科学技術の発展に貢献する研究において、独自に独創的な研究業績をあげた研究者個人に与えられるもので、今回の受賞の対象となった研究業績は「新奇な微生物型ロドプシンの光機能およびその光反応メカニズム」についてのものでした。

すでに所内の講演会やセミナーなどでお話をさせていただき、ご存知いただいている方も多いと思いますが、私が主な研究対象とするロドプシンは、細胞の脂質膜上に存在する膜タンパク質の一種で、ビタミンAの誘導体であるレチナールと呼ばれる色素を持ち、ヒトの体の中では視覚の初期過程である、光子の補足に関わる光受容素子としてはたります。また1971年に、高度好塩古細菌から発見されたバクテリオロドプシンは、細胞内から細胞外へ H^+ を輸送する機能を持ちます。そしてこれらのロドプシンは生物の光化学反応を調べるためのモデル系として、様々な分光研究の対象となり、分光手法の発展にも大きく貢献してきた歴史を持ちます。

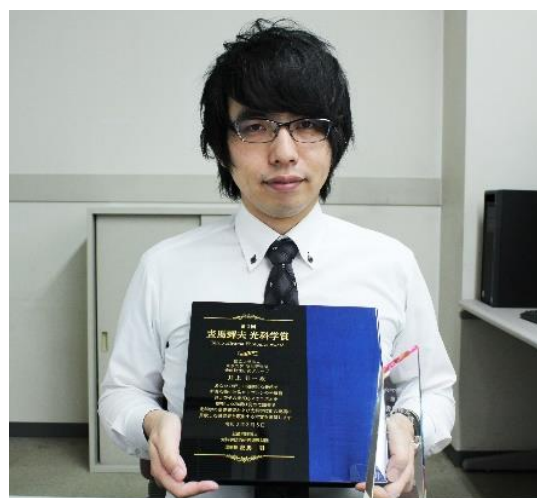
一方、近年のゲノム解読技術の進展により、様々な生物種のゲノムから、新たなロドプシン遺伝子が発見されるようになりました。しかしその中で、特に多様性の大きい微生物タイプのロドプシンにおいて、バクテリオロドプシンなどとは配列が大きく異なり、分子機能の予測が困難なものが数多く含まれていました。

そこで私たちは大腸菌やホ乳類細胞などを用いて、これら機能未知のロドプシンのタンパク質を発現し、その光機能を調べることを可能としました。それにより光で細胞の中から外へナトリウムイオン(Na^+)を輸送するナトリウムポンプ型ロドプシン¹や、バクテリオロドプシンなど一般的なプロトンポンプとは輸送の方向が逆転した内向きプロトンポンプロドプシン²を見出しました。そしてさらに、これらのタンパク質を精製し、時間分解レーザー分光計測や振動分光計測、X線結晶構造解析を行うことで、多様なイオン輸送メカニズムについても詳細に明らかとしました。

また近年では、既知の動物および微生物ロドプシンのい

ずれとも異なる、第3のグループであるヘリオロドプシン³や真核生物の最終共通祖先に最も近縁な現生の原核生物であるアスガルド古細菌の持つ新奇な内向きプロトンポンプ型ロドプシンであるシジロドプシン⁴を見出し、ロドプシンの多様性とその機能性の広がりには留まることを知りません。そして、今後はこれらの分子についても、さらなる研究を物性研から発信していきたいと思っております。

残念ながら新型コロナウイルス感染拡大防止のため、本賞の贈呈式および受賞講演は中止となりましたが、写真の様にとても立派な賞状楯と賞牌を贈呈いただきました。この様な素晴らしい賞をお贈りいただきました光科学技術研究振興財団には改めて感謝申し上げます。また本受賞に至ったこれまでの研究は、指導教官や上長としてご指導・ご鞭撻をいただいた先生方、研究室のメンバー、数多くの共同研究者のご協力なくしては決して為し得ない物であり、お世話になりました全ての方々に、この場を借りて深く御礼申し上げます。



1. "A light-driven sodium ion pump in marine bacteria" K. Inoue, H. Ono, R. Abe-Yoshizumi, S. Yoshizawa, H. Ito, K. Kogure & H. Kandori. *Nat. Commun.* (2013) **4**, 1678.
2. "A natural light-driven inward proton pump" K. Inoue, S. Ito, Y. Kato, Y. Nomura, M. Shibata, T. Uchihashi, S. P. Tsunoda & H. Kandori. *Nat. Commun.* (2016) **7**, 13415.
3. "A distinct abundant group of microbial rhodopsins discovered using functional metagenomics" A. Pushkarev, K. Inoue, S. Larom, J. Flores-Uribe, M. Singh, M. Konno, S. Tomida, S. Ito, R. Nakamura, S. P. Tsunoda, A. Filosof, I. Sharon, N. Yutin, E. V. Koonin, H. Kandori & O. Béjà. *Nature* (2018) **558**, 595-599.
4. "Schizorhodopsins: A family of rhodopsins from Asgard archaea that function as light-driven inward H⁺ pumps" K. Inoue, S. P. Tsunoda, M. Singh, S. Tomida, S. Hososhima, M. Konno, R. Nakamura, H. Watanabe, P. A. Bulzu, H. L. Banciu, A. Andrei, T. Uchihashi, R. Ghai, O. Béjà & H. Kandori. *Sci. Adv.* (2020) **6**, eaaz2441.