



吉澤 晋 准教授  
Susumu YOSHIZAWA

研究分野：海洋微生物学・微生物生態学

研究内容：海水1ml中には $10^5 \sim 10^6$ 細胞程度の細菌が生息しますが、培養できる細菌は0.1%以下です。そのため、どの種類の細菌が、何処で、何をしているのか？といった基礎的な事柄もよく分かっていません。私たちは、ゲノムやメタゲノムなどの遺伝子データを解析することで、海洋細菌の生き様やその進化を研究しています。

2009年 東京大学新領域創成科学研究科博士後期課程修了  
2013~2014年 マサチューセッツ工科大学 ポスドク研究員  
2014年 東京大学大気海洋研究所 講師  
2016年 東京大学大気海洋研究所 准教授

## 海洋微生物のロドプシンを用いた新しい光エネルギー利用機構

### 海洋微生物の光エネルギー利用機構の常識？

私たちの食卓に並ぶ“海の幸”。これらは食物連鎖をたどれば、最終的には全て、極めて小さな生き物である植物プランクトンや海洋細菌に行き着きます。そして、これらのプランクトンや細菌の活動に必要なエネルギーは、そのほとんどが海洋表面での光合成を通じて得られる光エネルギーに由来すると考えられていました。ところが2000年にプロテオロドプシン (PR) という新たな光受容タンパク質が海洋細菌の間に広く分布していることが見つかり、さらに、その遺伝子を大腸菌に組み込むと光エネルギーによって $H^+$ を細胞内から細胞外に輸送し膜電位を作り、そのエネルギーでATP (生物共通のエネルギー物質) を合成することが確認されました。これは光エネルギーを使って炭酸ガスを固定するクロロフィル型の光合成とはまったく異なる光エネルギー利用のしくみであり、これまで太陽光をエネルギーとして利用できないと考えられてきた膨大な数の従属栄養細菌が光を用いている可能性が示されたのです。

### ロドプシンとは？

ロドプシンはオプシントタンパク質とレチナルからなる光受容体タンパク質で、一般には我々の目の網膜の中にある視紅物質として知られています。これはいわゆる光センサーの機能を果たしていますが、一方、微生物にもロドプシンがあり、その多くは光があたるとイオンの輸送を行います。これらのロドプシンは高度好塩古細菌を始めとして、非常に限られた環境に生息する微生物のみが持っているタンパク質だと思われていましたが、プロテオロドプシンが海洋細菌から発見されたことで、海洋という広大な領域にもロドプシンを持つ細菌が存在する事が示され、世界的に注目を集めるようになりました。

### 新しいロドプシンの発見

近年、遺伝子解析技術の発展に伴い細菌ゲノムから続々と新しいロドプシンが見つかっています。海洋性Flavobacteriaからも2つの新しいロドプシンが見つかり、2013年、2014年に相次いで報告されました。一つは光で $Na^+$ を細胞内から細胞外に輸送するロドプシン (NaR)、もう一つ $Cl^-$ を細胞外から細胞内に輸送するロドプシン (CIR) です。つまり、海洋細菌は海水を構成する主要イオンの $H^+$ 、 $Na^+$ 、 $Cl^-$ の3つのイオンを巧みに利用し、太陽の光エネルギーを受け取ることが分かってきました。これらのロドプシンの生理的な役割やその進化の歴史はまだよく分かっていませんが、我々がこれまで考えていた以上に多様な機構を用いて海洋微生物が太陽光エネルギーを受け取ることが徐々に明らかになってきました。また、海洋微生物の持つロドプシンは光遺伝学へ利用など、応用面からも注目されています。

図1 学術研究船を用いた海水サンプリングの様子



図2 ロドプシン遺伝子を持つ海洋性Flavobacteriaのコロニー

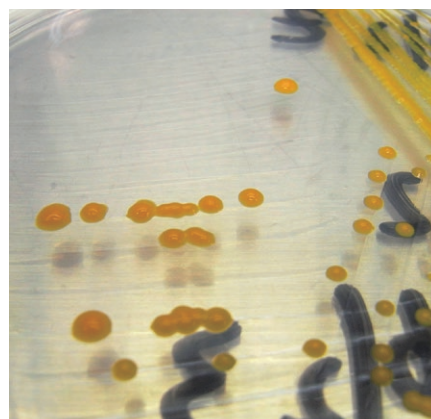


図3 海洋細菌が持つ3つのロドプシン (PR, NaR, CIR) による光エネルギー利用の模式

