



ナノICT研究室
技術員

春山 喜洋

Haruyama Yoshihiro

修士(工学)

学歴

2009年3月 大阪市立大学大学院工学研究科
前期博士課程化学生物系専攻修了
2011年4月 大阪市立大学大学院工学研究科
社会人後期博士課程化学生物系専攻

職歴

2009年4月 株式会社ハイテック入社
2009年6月 独立行政法人情報通信研究機構在

近況

週1日程度ですが職場の皆さんと楽しみながらフットサルをしています。気分転換にもなりますし、いろんなグループの方ともコミュニケーションが取れるので、仕事上でも非常に役に立っています。しみじみとスポーツっていいなと思う今日この頃です。

ナノ・バイオ融合領域での 生体分子ICTデバイスを目指して

研究の背景

昨今のエネルギー・環境・資源にかかわる問題の解決策として、光を高効率に利用する技術の開発が進められています。一方、生体内では人工的にはとても到達できない高い量子収率で光変換が行われていることが知られています。そこで近年、生体内で分子認識や感光機能を持つ生体分子をバイオ素子として利用して、スイッチングやセンシングに応用する動きが出てきました。バイオ素子は、自己組織化や自己修復性など他にはない優れた機能を備えており、またレアメタルやレアアースといった希少資源を使わずに汎用資源だけで構成できるので、環境への負荷を抑制することもできます。

このバイオ素子の機能を直接利用するかあるいは模倣することで、従来の人工デバイスとは異なる新奇な性能や機能を持つナノバイオデバイスを創出できる可能性があります。私は、ナノテクノロジー分野ならびにバイオテクノロジー分野の技術を駆使し、バイオ素子を用いた高効率かつ革新的なデバイスの構築に貢献できるよう研究を進めています。

バクテリオロドプシン (bR) とは?

微生物や植物などの生体内にはいろいろな種類のエネルギー

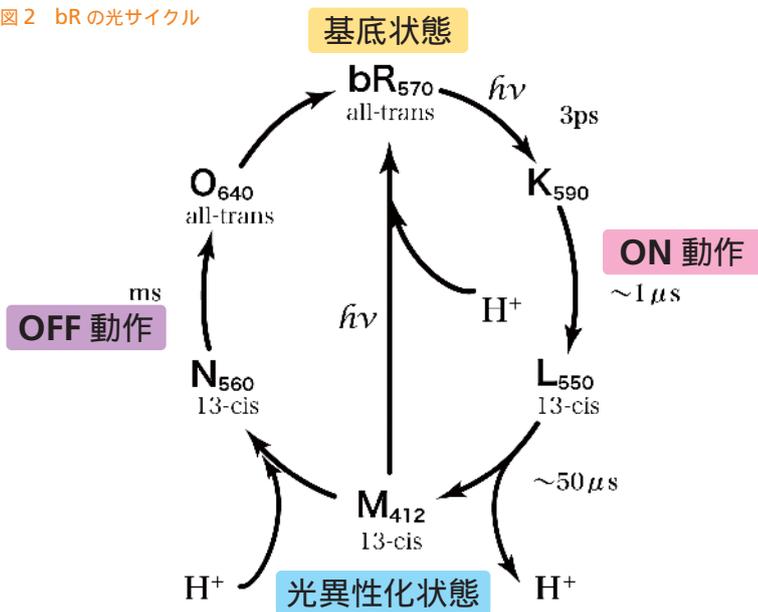
輸送系があります。その中の1つに光エネルギーを利用して生体膜の内外にプロトン(H⁺)濃度勾配をつくり出すバクテリオロドプシン (bacteriorhodopsin: bR) という物質があります。バクテリオロドプシンは古細菌(Archae)に属する高度好塩菌*Halobacterium salinarum*由来の膜タンパク質で、bR1分子を単量体とし三量体(図1)を単位とした六方晶系の二次元結晶として膜中に存在しています。

光は、bRに結合したレチナールという色素によって受容されます。bRという名称は、生物の網膜にある視物質ロドプシンと立体構造ならびに光反応の初期過程が似ていることに由来しています。bRに光が照射されると、bR中のレチナール分子が光を吸収し*all-trans*型から*cis*型へと構造変化します(図2)。これがレチナールの周辺を取り囲むタンパク質の構造変化を引き起こ



図1 バクテリオロドプシン (bR)

図2 bRの光サイクル



し、5つの反応中間状態（K、L、M、N およびO）を経て照射前の状態に戻ります。この光サイクルで1つの水素イオン（ H^+ ）が細胞質側から細胞外側へと一方向に輸送されます。またbRはとても丈夫なタンパク質であり、一度光を当てても分解せずに光サイクルによって元の状態に容易に戻せるので、光に対する応答性の変化を利用したデバイスの素子としても注目されています。

ナノバイオデバイスへの応用

bRを電極に固定し電解質溶液を

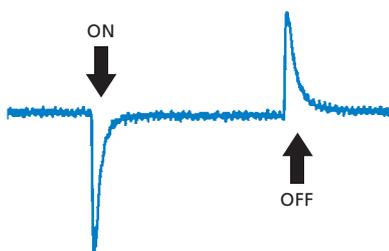


図3 バクテリオロドプシンの光応答

封入した電気化学セルに光を照射すると、ON/OFFの光量に変化があったときのみ応答して、プロトン（ H^+ ）輸送による光電流が発生します（図3）。私は、この現象をスイッチング・センシングデバイスに応用する研究を進めています。発生した光電流というのは電源なしで使えるため環境にやさしい動画検出センサーとして応用できるし、さらにはロボティクスの分野ではロボットに搭載するセンサー「ロボットビジョン」への適用なども実現可能です。

そこで私は、ナノテクノロジー分野においては、微細化パターンニング技術および配向制御などの基盤技術の研究も進めています（図4）。またバイオテクノロジー分野では遺伝子操作によって異なる特性を持つbRを創製し、既存のものと組み合わせることによって新しい電子的・光学的機能を持つ素子の構築を進めています。これらのナノとバイオの融合領域は、ナノバイオデバイスの高性能化・高感度化につながるだけでなく、今後の光センサー、光メモリーをはじめとする新奇デバイスへの応用に向けて、非常に重要な研究分野になると考えられています。

今後の研究展開

バイオ素子は、高い環境順応性を持つ極低消費エネルギーの分子機械として、バイオテクノロジー分野のみならず様々な分野において注目されています。私は、この研究が私たちの社会・ライフスタイルをより安心・安全・快適なものに変えていけるような新しい革新技术・システムの構築につながっていくものと考えています。

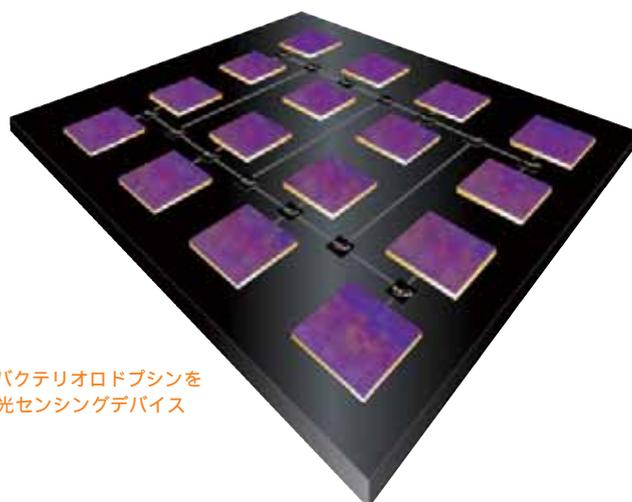


図4 バクテリオロドプシンを用いた光センシングデバイス