バクテリオロドプシン中のレチナール分子の光異性化に対するインコヒーレント制御の検討

Investigation for Incoherent Control of the Retinal Isomerization in Bacteriorhodopsin

東京女子医大 [1]，　○辻野 賢治 [1]，山口 俊夫 [1]，松本 みどり [1]，木下 順二 [1]

TWMU [1], °Kenji Tsujino[1], Toshio Yamaguchi[1], Midori Matsumoto[1], Junji Kinoshita[2]

E-mail: tsujino@twmu.ac.jp

バクテリオロドプシン（bR）は、光を吸収してプロトンを細胞外に能動輸送する、タンパク質である。近年ではこの特徴を生かし、オプトジェネティクスの分野で用いられている［１］。

bR がプロトン輸送を行うまでには多くの化学反応が引き起こされるが、始まりの反応は、bR 中のレチナール分子の光異性化である。この初期段階の光異性化は２つの興味深い特徴を持つ。１つは、数ピコ秒以内に反応が終了してしまう高速性である。２つ目はその量子収率が 60%を超えるというものである。この特徴の解明のために、これまで非常に多くの超短パルスレーザーを用いた実験（ポンプープローブ分光法）が行われてきた［２］。

一方で、レーザーパルスを積極的に利用して、光化学反応を制御しようとするコヒーレント制御の研究も同時に台頭し、2006 年には bR 中にあるレチナール分子の光異性化の量子収率を向上・抑制する検証実験が行われた［３］。この実験では、レチナール分子を励起するレーザーパルスの振幅と位相を変調し、量子収率を制御していた。半値幅 19fs のレーザーパルスの変調すべき振幅と位相の最適解は、遺伝的アルゴリズムを用いて導出していたが、非常に複雑なパルス形状となり、実験の不確実性が増す要因ともなった［４］。

Lucas と Hornberger は、励起レーザーパルスを複雑に変調することなく量子収率の制御を行う方法を提案した［５］。ただし、彼らは網膜の桿体細胞内に存在するロドプシン（rho）を想定していた。rho 中のレチナール分子の光異性化過程にはコヒーレントな振る舞いがあり、これを量子測定により打ち消すことで制御する方法（インコヒーレント制御）であった。この方法は未だ実験による検証はなされておらず、また、他のレチナール分子をもつタンパク質にも適用可能かは不明である。

本発表では、bR 中のレチナール分子にインコヒーレント制御が適用可能かの検討結果を報告する。

［１］ C. K. Kim, A. Adhikari and K. Deisseroth, *Nature Reviews Neuroscience* **18**, 222 (2017).

［２］A. Kahan, O. Nahmias, N. Friedman, M. Sheves, and S. Ruhman, *J. Am. Chem. Soc.* **129** 537 (2007).

［３］V. I. Prokhorenko, A. M. Nagy, S. A. Waschuk, L. S. Brown, R. R. Birge, and R. J. D. Miller, *Science* **313**, 1257 (2006).

［４］ M. Liebel and P. Kukura, *Nature Chemistry* **9**, 45 (2017).

［５］ F. Lucas and K. Hornberger, *Phys. Rev. Lett.* **113**, 058301 (2014).

© 2019年 応用物理学会