

バクテリオロドプシン溶液中を伝播する光渦の空間対称性の破れ

Symmetry breaking of optical vortex through bacteriorhodopsin suspensions

千葉大院融合理工学府¹, 電気通信大学基盤理工², 千葉大分子キラリティー研³ °増田 圭吾¹,
吉澤 太貴¹, 秋山 友希¹, 岡田 佳子², 村田 武士^{1,3}, 豊田 耕平^{1,3}, 宮本 克彦^{1,3}, 尾松 孝茂^{1,3,*}

Chiba Univ.¹, The Univ. of Electro-Commun.², MCRC Chiba Univ.³, °Keigo Masuda¹,

Taiki Yoshizawa¹, Tomoki Akiyama¹, Yoshiko Okada-Shudo², Takeshi Murata^{1,3}, Kohei Toyoda^{1,3},

Katsuhiko Miyamoto^{1,3}, Takashige Omatsu^{1,3,*}

E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

光渦は、円環ビーム断面内に螺旋波面に由来する軌道角運動量を持つ光波である。光渦を金属基板や有機薄膜に照射すると、光渦の螺旋性が転写されて、螺旋構造体が形成されることが知られている[1]。近年、藍藻として知られるシアノバクテリア溶液中をレーザー光が伝播すると、光圧によりトラップされたシアノバクテリアが導波路を形成し、レーザー光が回折することなくファイラメント状に伝搬することが明らかとなった[2]。本講演では、螺旋構造を有する生体物質であるバクテリオロドプシン溶液中を伝播する光渦の強度分布の空間対称性が破れ、螺旋波面の向きに応じて回転するという新奇現象を発見したので報告する。

使用したバクテリオロドプシン懸濁液(bR)は、濃度 16%の NaCl 溶液(溶媒には重水使用)を用いて~10 μ M に調製してガラスセル(光路長 1cm)に封入した。1 μ m レーザーに対する吸収は無視できる。中心波長 1.03 μ m のピコ秒パルスレーザー(パルス幅~2ps、繰返し周波数 40MHz)を用いて、その出力光を螺旋波長板によって時計回りあるいは反時計回りの螺旋波面を有する光渦に変換した。光渦の平均パワーは 40mW であり、焦点距離 50mm のレンズによりセル-溶液界面に集光した。溶液通過後、光渦の空間強度分布の対称性が崩れ、エルミートガウスのような二つに分岐した空間モードとなり時計周りに回転することが分かった(Fig. 1(a))。回転速度は~15 秒/回転であった。螺旋波面の向きを反転すると、透過光の回転方向が反転することから、回転方向は螺旋波面の向きに依存する(Fig. 1(b))。また、bR を含まない NaCl 溶液に光渦を照射しても、透過した光渦の円環は全く変化しないことから(Fig. 1(c))、光渦と bR の螺旋性が結合することで光渦の空間対称性が破れたと考えられる。

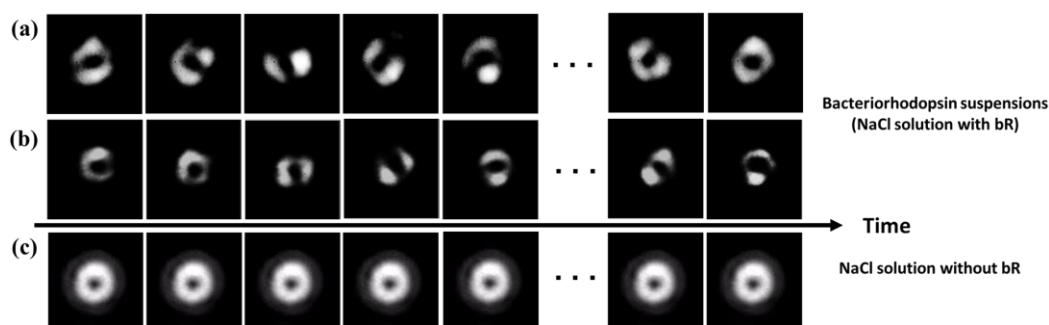


Fig.1 Temporal evolution of transmitted (a) right- or (b) left-handed optical vortex through bacteriorhodopsin (bR) suspensions in NaCl solution. (c) Spatial form of optical vortex through NaCl solution without bR.

[1] K. Toyoda, F. Takahashi, S. Takizawa, Y. Tokizane, K. Miyamoto, R. Morita, and T. Omatsu, "Transfer of light helicity to nanostructures," Phys. Rev. Lett. **110**(14), 143603/1-5 (2013).

[2] A. Bezryadina, T. Hansson, R. Gautam, B. Wetzell, G. Siggins, A. Kalmbach, J. Lamstein, D. Gallardo, E. J. Carpenter, A. Ichimura, R. Morandotti, Z. Chen, "Nonlinear Self-Action of Light through Biological Suspensions," Phys. Rev. Lett. **119**(5), 058101/1-6 (2017).