

## 環状集光アンテナ間光励起エネルギー移動における 禁制準位間相互作用の全量子論的解析

Fully quantum-mechanical analysis of interaction between optically-forbidden states  
in energy transfer between circular-ring light-harvesting systems

北里大理<sup>1</sup>, 新潟大自然研<sup>2</sup> °岡 寿樹<sup>1</sup>, (M2)鹿野 隆介<sup>2</sup>

Kitasato Univ.<sup>1</sup>, Niigata Uuive<sup>2</sup>, °Hisaki Oka<sup>1</sup>, Ryusuke Kano<sup>2</sup>

E-mail: h-oka@kitasato-u.ac.jp

光励起エネルギー移動 (ET) は, 粒子によって吸収された光エネルギーが近接した粒子間を移動する現象であり, 光合成系をはじめとする自然現象や科学技術の分野において広く応用されている. 特に自然界の光合成系における初期過程 (明反応) は, 集光アンテナ (LH=Light-Harvesting) による光子の吸収と LH から反応中心 (RC=Reaction center) への ET で構成される. LH は更に LH1 と LH2 の2種類に分類され, LH1 は RC を取り囲むように存在して電子移動反応を伴い, LH2 は LH1 の外縁に存在して ET だけに寄与する. ナノ光デバイスを用いた光合成系 ET の模倣を目指した応用研究の多くは, その構造の単純さと ET 速度の速さから LH2 (特に紅色光合成細菌) を対象としたものが多い.

紅色光合成細菌 LH2 では, 光子はカロテノイドとバクテリオクロフィル (Bchl) によって吸収される. Bchl はその光の吸収波長を用いて B800 や B850 などと呼ばれ, B800-B850 間 ET および B850-B850 間 ET とに大別される. 特に B800-B850 間 ET は, 最も高速 (~1ps) な ET が起こるため, 重点的に研究が行われてきた. そのメカニズムは, Bchl 間相互作用によって形成される励起子状態の光学禁制準位が ET に寄与することで高速化が実現される, という解釈で一応の決着を見ている [1, 2]. 一方, B850-B850 間 ET では, LH を構成する Bchl が環状構造を形成することで高速化とロバスト性を獲得していることが理論的に示唆されている [3, 4].

人工ナノ構造を用いたナノ光デバイス応用においては, 上述の自然界における光合成系を模倣することが高速 ET を実現する最も効率的な方法の一つと考えられる. B800-B850 間 ET に対してはナノデバイス模倣の理論が既に議論されている[5]. しかし B850-B850 間 ET に対しては, B800-B850 間 ET と比較すると研究報告そのものが少ない. 更に, 文献[3, 4]では B800-B850 間 ET で重要な役割を演じた光学禁制準位は考慮されておらず, その役割は明らかになっていない. そこで本研究では, 紅色光合成細菌の LH2 内 B850-B850 間 ET を対象に, 環状集光アンテナに形成される光学禁制励起子準位の役割について理論的に考察し, 光学禁制準位が B850-B850 間 ET においても高速化に寄与していることを示す.

### 参考文献

- [1] K. Mukai, S. Abe, and H. Sumi, J. Lumin. 87-89, 818-820 (2000)
- [2] G. D. Scholes and G. R. Fleming, J. Phys. Chem. B 104, 1854 (2000).
- [3] J. Ye, K. Sun, Y. Zhao, Y. Yu, C. K. Lee, and J. Cao, J. Chem. Phys. 136, 245104 (2012)
- [4] G. Tei, M. Nakatani, and H. Ishihara, New J. Phys. 15, 063032 (2013).
- [5] Hisaki Oka, Phys. Status Solidi 253, 292 (2016).