

時空間相関を有する環境揺動によるエネルギー流制御

Control of energy flow by environmental fluctuation with temporal-spatial correlation

山梨大院¹, NII² °内山智香子^{1,2}, 根本香絵²

Univ. of Yamanashi¹, NII², °Chikako Uchiyama^{1,2}, Kae Nemoto²

E-mail: hchikako@yamanashi.ac.jp

近年、光合成細菌の光捕集分子において、光照射による励起エネルギーを100%に近い高効率で光合成の反応中心に輸送していることが報告され、実験理論ともに活発な研究が行われている [1, 2]。このメカニズムを説明するために、輸送促進の起源を光捕集分子内の熱的な揺らぎによって生ずるノイズに求めるモデルが提案されている [3]。このモデルは、ノイズは輸送効率向上のために排除すべき対象である、との従来の常識を覆すものとして注目され、生体物理系システムの模倣による高効率輸送を目指す研究潮流を促す発端となっている。

しかし、生体には、生命維持等を目的とした冗長性も含有されていることが考えられるため、より単純な構造においてエネルギー伝送の高効率を目指すための本質的な要素を抽出する必要がある。この目的で、著者らは量子輸送実装に容易な直線系モデルに対して、環境系の制御・駆動 (Environmental Engineering) による輸送効率向上方法の提案を行ってきた [4]。本講演では、この手法を量子ネットワーク系に拡張することを目指し、その基本要素である環形モデルに注目する。

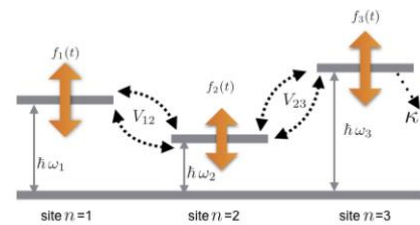


図1：直線型3サイトモデル

具体的には、図2のように2準位系で構成される環形モデルの各サイトの励起エネルギーに時空間相関を有するノイズを印加することを考える。本講演では、ノイズの時間相関として指数関数的減衰を、空間相関として同符号の正相関と反対符号の相関（反相関）を考え、ノイズの時空間相関によるエネルギー流制御に対する有効性について詳細に報告する。本研究は科学研究費（新学術領域「ハイブリッド量子科学」 No.15K05200, No.18H04290）により遂行されたものである。

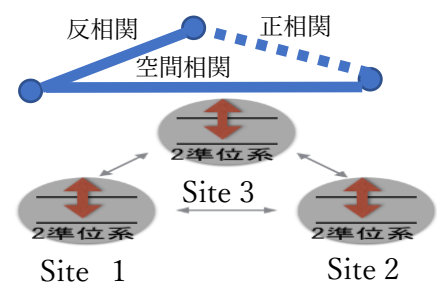


図2：環形モデル例

参考文献

- [1] R. E. Blankenship, *Molecular Mechanisms of Photosynthesis*, (Blackwell Science: Oxford/Malden, 2002).
- [2] T. Brixner et. al., *Nature* vol.434, 625 (2005).
- [3] P. Rebentrost, M. Mohseni, I. Kassal, S. Lloyd, and A. Aspuru-Guzik, *New J. Phys.* Vol.11, 033003 (2009).
- [4] C. Uchiyama, W. J. Munro, and K. Nemoto, *npj Quantum Information*, Vol.4, 33 (2018).