

Environmental engineering for quantum energy transport

山梨大院¹, NTT 基礎研² NII³ °内山智香子^{1,3}, William J. Munro², 根本香絵³

Univ. of Yamanashi¹, NTT BRL², NII³, °Chikako Uchiyama¹, William J. Munro², Kae Nemoto³

E-mail: hchikako@yamanashi.ac.jp

近年、生物物理分野では、光合成細菌の光捕集分子が光照射によって得た励起エネルギーを光合成の反応中心に100%に近い効率で輸送していることが報告され、このメカニズム解明が盛んに行われている[1, 2]。その際に、これまで輸送効率向上のために排除すべき対象とされてきたノイズが輸送促進に積極的な役割を果たしているのではないかと、とするモデル[3]が注目され、多くの研究は、生体物理系システムの模倣による高効率輸送を目指している。しかし、生体系は生命維持等の必然性から生ずる冗長的な部分も有している。そこで、本研究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う[4]。

具体的には、最隣接サイト間の相互作用を行っている複数サイトモデルにおいて、各サイト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。例えば図1のような3サイトモデルにおいて、初期時刻に、左端のサイト1を100%励起し、この励起を右端のサイト3へ輸送するものとする。ノイズの時間相関としては、指数関数的減衰を、空間相関として同符号の相関から反対符号の相関 (反相関) までを系統的に考慮した。サイト3の占有確率の時間変化の典型例を図2に示す。ここで点線はノイズの相関がない場合、実線は反相関がある場合を示す。これらと、ノイズ印加をしない場合の鎖線と比較すると、ノイズ印加によって終端サイトへの輸送量が増加していること、また反空間相関を有するノイズが輸送効率の増加に対して有効であることがわかる。

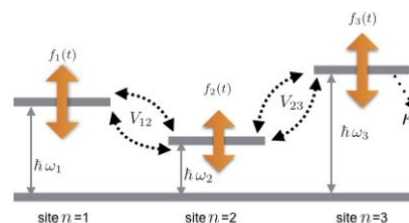


図1：直線型3サイトモデル

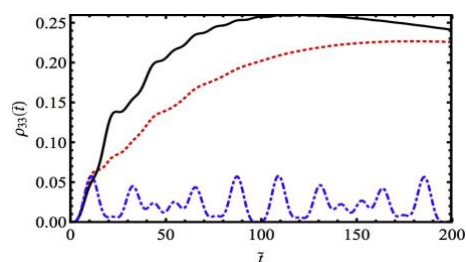


図2：サイト3の占有確率の時間変化

当日は、輸送効率の指標のノイズの時空間相関に対する依存性についての系統的調査結果をもとに、環境制御の輸送効率向上に対する有効性について詳細に報告する。

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, arXiv: 1711.01025