

局所環境支援励起移動ダイナミクス

Collective excitation transfer dynamics due to locally non-thermal phonon environment

山梨大工¹ ○(M1)岡田 遼¹, (M1)矢崎 智昌¹, 内山 和治¹, 堀 裕和¹, 石川 陽¹, 小林 潔¹

University of Yamanashi¹, °Ryo Okada¹, Tomoaki Yazaki¹, Kazuharu Uchiyama¹, Hirokazu Hori¹,

Akira Ishikawa¹, and Kiyoshi Kobayashi¹

E-mail: g16tz002@yamanashi.ac.jp

光近接場相互作用を介した励起移動とは光と物質系との素過程の一つであり、量子井戸、量子細線、量子ドットなど量子ナノ構造間のキャリア移動や、光合成反応における光捕集タンパク質間の光エネルギー輸送など、多岐にわたる分野で研究が盛んに進められている。従来までの研究は主に電子系に注目しており、周辺環境であるフォノン系については自由度の大きい熱浴として扱われてきた。しかし近年の研究により空間的ナノスケール領域において、非熱的フォノン系が関与した化学反応の促進や量子ナノ構造における非共鳴準位間の集団的励起移動支援が報告されている。したがって、ナノスケール領域における励起移動など量子コヒーレントダイナミクスはフォノン系を内包した電子系間のやりとりであると考えられ、電子系とフォノン系を同等に扱う理論体系が必要である。そして、非熱浴的なフォノン状態の寄与を解明する必要がある。

我々は、それぞれ独立な局所フォノン環境系と結合した二つの二準位系モデルを考える (Fig. 1)。二準位系間の励起移動ダイナミクスを記述するために、時間依存射影演算子法を用い、電子-フォノン結合系に対する非マルコフ・マスター方程式を導出した[1]。本講演では、入出力過程を導入し励起移動時間を評価することで明らかとなった非共鳴励起移動に対する異なる二つのフォノン支援機構について議論する (Fig. 2)。一つは非共鳴準位間エネルギーに共鳴する熱平衡フォノンの吸収・放出によるものであり、もう一つは電子系のラビ振動とラビ振動により誘起されたコヒーレントフォノンとの共振によるものである。さらに、非共鳴励起移動を支援する非熱浴フォノン系の量子状態に対する二次の時間相関関数を用いた解析結果について報告する (Fig. 3)。

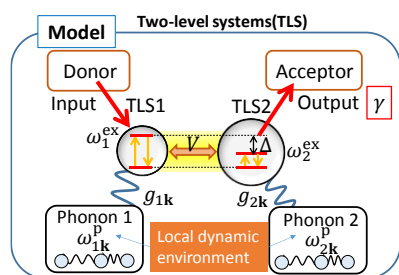


Fig. 1: Schematic model system

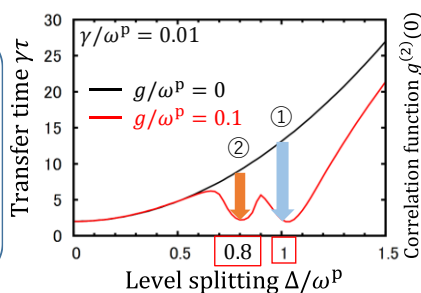


Fig. 2: Transfer time dependence on energy difference between TLSs.

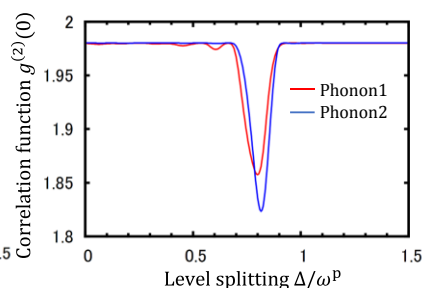


Fig. 3: Correlation function dependence on energy difference between TLSs.

参考文献

[1] A. Ishikawa et al., APNFO-10 (2015); R. Okada et al., NFO-10(2016).