

量子熱力学に基づく量子ナノ系の散逸緩和理論 III

Quantum Relaxation Theory based on Quantum Thermodynamics III

山梨大院工¹, 東洋大学² ○(M1)森下 天平¹, 石川 陽¹, 小林 潔^{1, 2}Univ. of Yamanashi¹, Univ. of Toyo², ○Tenpei Morishita¹, Akira Ishikawa¹, Kiyoshi Kobayashi^{1, 2}

E-mail: g18tz015@yamanashi.ac.jp

量子情報デバイスの素子を記述する基本モデルである二準位系(TLS)のコーヒーレントダイナミクス, 不可逆な散逸緩和ダイナミクスを解明することは, 量子情報デバイス開発において非常に重要である. 近年, Fig. 1 のようなモデルで表される局所フォノン環境系と結合する2つの TLS に異常な量子コーヒーレンス増強が生じるという予測が報告された[1]. この現象は, 非平衡な動的局所フォノン環境系を考慮する必要があり通常の散逸緩和を表す量子

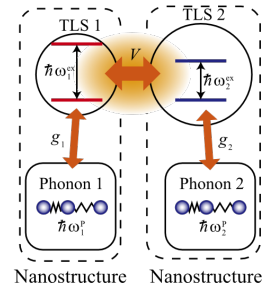


Fig. 1 同期現象

子マスター方程式では記述できないため, このモデルにおける散逸緩和は系外を意識した入出力という形で現象論的に取り入れられている. 故に外部熱浴系を追加しなくても量子系のミクロな不可逆過程を記述でき, 孤立系内で部分系が強く結合する場合も取扱うことができる内因性量子熱力学(Intrinsic Quantum Thermodynamics: IQT)でどのように議論できるかも大変興味深い. そのような IQT の一つに「The Steepest-Entropy-Ascent QT (SEAQT)」と呼ばれる理論がある[2]. この理論は非平衡な孤立系が可能な限り急にエントロピーを上昇させながら緩和するというもので, 熱浴の介在しないミクロ孤立系自体が不可逆性を持ち得るという主張[3]に基づいた IQT 理論である.

本研究では, TLS の不可逆な散逸緩和過程を SEAQT に基づき議論する. Fig. 2 は, 互いに相互作用する2つの TLS(A, B)が, それぞれ局所的に外部 TLS(EA, EB)と相互作用するモデルの計算結果である. Fig. 2(a)は孤立系全体(青)と TLS-A, B(赤)のエントロピー, また全体相関の時間変化を, (b)は TLS-A と B および外部 TLS-EA と EB のポピュレーションの時間変化を表している. 従来の量子力学では記述できない, 全体のエントロピー s の上昇・飽和と, TLS(A, B)間で交換されるポピュレーションの緩和が確認できる. 講演では Fig. 1 のような無限自由度を持つ局所フォノン環境の場合について, Hypo-equilibrium state[4]という概念を用いた無限基底系の近似計算手法に基づいた SEAQT により散逸緩和ダイナミクスを議論する.

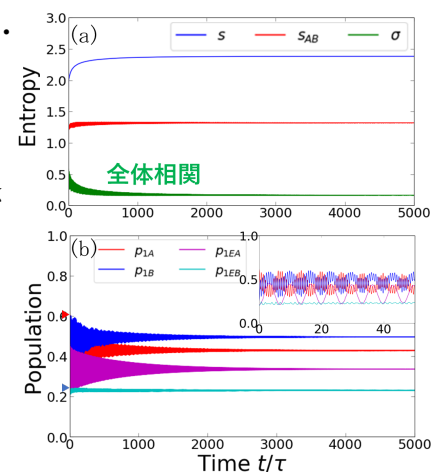


Fig. 2 (a) エントロピー, (b) ポピュレーション

- [1] A. Ishikawa et al., J. Phys. Soc. Jpn. 87, 054001 (2018);
K. Kobayashi et al., Prog. Quant. Electron. 59, 19 (2018).
- [2] G. P. Beretta, J. Phys. 237, 012004 (2010).
- [3] G. N. Hatsopoulos et al., Found. Phys. 6, 15 (1976).
- [4] G. Li, et al., Phys. Rev. E. 98.4, 042113 (2018).