量子熱力学に基づく量子ナノ系の散逸緩和理論 II

Quantum Relaxation Theory based on Quantum Thermodynamics II

山梨大院工[1] ○(M1)森下 天平[1], 石川 陽[1], 小林 潔[1]

Univ. of Yamanashi[1], ○Tenpei Morishita[1], Akira Ishikawa[1], Kiyoshi Kobayashi[1]

E-mail: g18tz015@yamanashi.ac.jp

量子情報デバイス(Quantum Information Device : QID)では量子デコヒーレンスをいかに低減するかが問題となる．よって QID の素子を記述する基本モデルである二準位系(Two-Level System : TLS)のコヒーレントダイナミクスやその散逸緩和過程を解明することは QID 開発において非常に重要である．近年，局所環境系と結合する２つの二準位系(2TLSs) (Fig. 1)に異常な量子コヒーレンス増強が予測され，局所フォノン系との同期過程がその鍵を握ると指摘されている[1]．この現象は，熱浴と強く結合する場合のように，通常の量子マスター方程式では記述できない．そのため，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，マクロ熱力学とも親和性の良い量子熱力学(Quantum Thermodynamics : QT)でどのように議論できるかも大変興味深い．そのような QT の一つに「最急エントロピー上昇(The Steepest-Entropy-Ascent : SEA)QT」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]に基づいた理論である．

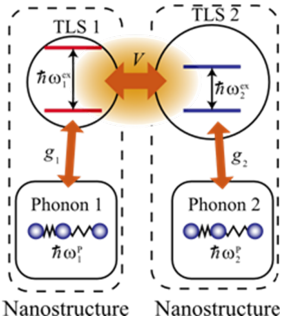


Fig. 1 同期現象

本研究では，上述した 2TLSs モデルの不可逆な散逸緩和過程を SEAQT に基づき議論する．Fig. 2 は, 局所環境のない 2TLSs(A, B)が相互作用しているモデルの時間発展を計算した結果である(τ ：緩和時間)．全体のエントロピーs の上昇・飽和と，部分系間のポピュレーション(r_{3A})交換，また量子コヒーレンス(r_{1A}，r_{2A})の減衰(位相緩和)が確認できる．また部分系の位相緩和(Fig 2 (b))に対して，二体相関(Fig 2 (a))は長時間保持されることがわかる．講演では，Fig. 1 のような局所環境を含んだ 2TLSs モデルを SEAQT により記述し，エントロピーや二体相関，部分系の位相緩和，局所環境との同期現象などについて議論する．

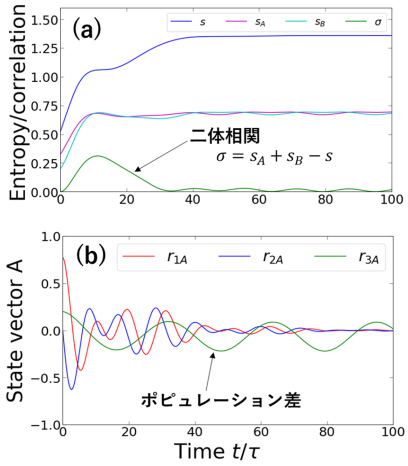


Fig. 2 (a)エントロピー・相関，(b)状態ベクトル(A)

[1] A. Ishikawa et al., JPSJ 87, 054001 (2018); K. Kobayashi et al., Prog. Quant. Electr. 59, 19 (2018).

[2] G. P. Beretta, J. Phys. 237, 012004 (2010).

[3] G. N. Hatsopoulos et al., Found. Phys. 6, 15 (1976).

© 2019年 応用物理学会