

## 量子熱力学に基づく量子ナノ系の散逸緩和理論 Quantum Relaxation Theory by Quantum Thermodynamics

山梨大院工<sup>1</sup> ○(M1)森下 天平<sup>1</sup>, 石川 陽<sup>1</sup>, 小林 潔<sup>1</sup>

Univ. of Yamanashi 1, °Tenpei Morishita<sup>1</sup>, Akira Ishikawa<sup>1</sup>, Kiyoshi Kobayashi<sup>1</sup>

E-mail: g18tz015@yamanashi.ac.jp

量子情報デバイスでは、量子デコヒーレンスをいかに低減するかが問題であるが、近年、局所環境系と結合する2つの二準位系 (Two-Level System : TLS) 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。

本研究では、量子情報デバイスの基本単位である二準位系の不可逆な散逸緩和過程を QT [2,3] に基づき、エントロピー生成の観点から議論する。特に、本稿では、単一 TLS と文献[1]で議論された2つの TLS を対象とする。Figure 1 は、単一 TLS の量子コヒーレンスとエントロピーの時間発展を計算した結果である。 $\tau$  は緩和時間であり、今は  $\tau=1$  として計算している。Figure 1 (a) から、ブロッホベクトルの量子コヒーレンスを表す  $r_1$ ,  $r_2$  は量子デコヒーレンスによって減衰するが、二準位占有率差  $r_3$  は孤立系におけるエネルギー保存則により一定値を示す様子が分かる。

Figure 1 (b) から、占有率のみに依存する古典的な Boltzmann エントロピーは定常的であるのに対し、量子コヒーレンスにも依存する量子力学的な von Neumann エントロピーはデコヒーレンスによって上昇し、ある時間経過すると Boltzmann エントロピーに一致する振舞いをしているのが分かる。これから、初期時間においては、von Neumann エントロピーの上昇する過程が重要となることが示唆される。講演では、2つの TLS が相互作用している場合の計算結果も加えて、エントロピー生成と占有率の時間変化から緩和過程を議論する。

[1] A. Ishikawa et al., JPSJ 87, 054001 (2018);

K. Kobayashi et al., Prog. Quant. Electr. in press.

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

[3] S. Cano-Andrade, et al., Phys. Rev. A 91, 013848 (2015).

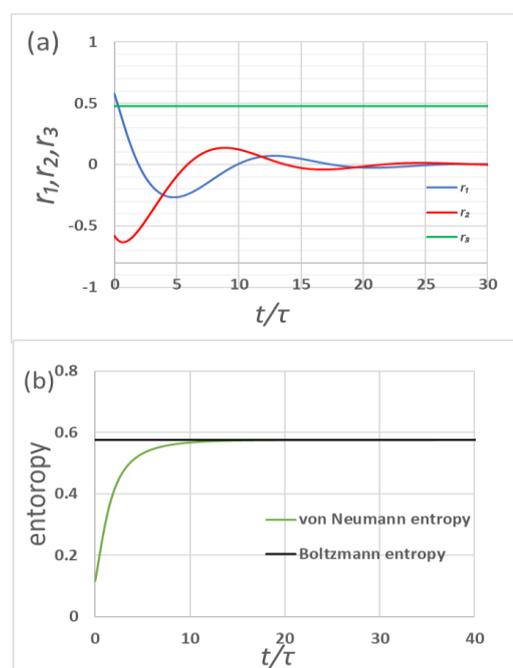


Fig.1 ブロッホベクトル(a)と  
エントロピー(b)の時間発展