

参 考 文 献

- 1) K. Tomita and H. Tomita, Prog. Theor. Phys. **51** (1974) 1731.
- 2) K. Tomita, T. Ohta and H. Tomita, Prog. Theor. Phys. **52** (1974) 1744.
- 3) K. Kishida, S. Kanemoto, T. Sekiya and K. Tomita, J. Nucl. Sci. Technol. **13** (1976) 161.
- 4) K. Kishida and T. Sekiya, Atomkernenergie **29** (1977) 1.
- 5) K. Kishida, N. Yamada, T. Sekiya, M. Utsuro and Y. Kimura, Prog. Nucl. Energy **1** (1977) 247 [Proc. OECD(NEA)CSNI/NEACRP Spec. Meet. on Reactor Noise (SMORN-II); Gatlinburg, Sept. 1977. CSNI Report No. 22/NEACRP-U-81]

非線型ランジュバン方程式，揺動散逸定理
二種類のマスター方程式

お茶の水大・理 柴 田 文 明
橋 爪 夏 樹

非線型量子系に対するランジュバン方程式は一般化された位相空間の方法と減衰理論を用いて定式化する事が出来る。¹⁾ その際非線型性はコヒーレント状態が担い，非平衡系の枠は射影演算子を適当に選ぶことによって作られる。コヒーレント状態はボソン系²⁾及びスピン系³⁾に対して明確に定義されているから，この二つの系に対して一般的手法を与えることが出来る。

ランダム周波数変調の模型を量子系に拡張したものはボソンで書く事が可能であるが，揺動力は熱浴の変数の他にあらわにボース演算子自身を含むこととなる。この系に対して揺動力の相関々数と減衰定数との関係は比較的容易に見出せて，通常の線型の場合の関係式を形式的に拡張した様な形となる（減衰“定数”が変数に依る）。しかしスピンの場合にはそう単純ではなく考えているスピン変数自体と揺動力との二重交換子のフーリエ変換を考えねばならない。⁴⁾ これはスピン演算子の交換関係が c-数とはならな

という点の反映である。

このようなランジュバン方程式は二種類（時間変数に関して“たたみ込み型”と“たたみ込み無し型”⁵⁾）考えることが出来るが，同様な二つの型は密度行列に関するマスター方程式に対しても得ることが可能である。⁶⁾ 各々の型はそれぞれ厳密なままで議論すればどちらを使おうとも同じであるが，通常近似が不可避であるからには各々の方程式の成立条件，適用限界等を調べる必要がある。たたみ込み無し型で Born 近似をしたものが厳密解を与える例は Kubo–Anderson モデルであり，逆の例はボース粒子系のある場合に求めることが出来る。それぞれについて厳密解と近似解をグラフ化したものを較べてみると，所謂，尖鋭化の極限では期待通り両者は一致する。しかし此の条件をゆるめて行くと両者の違いが徐々に出てくる。⁷⁾ スケーリング等の手法で，ある time-scale を選び出す場合はこのような意味で注意が必要であろう。

詳細は論文にゆずる。^{4), 7)}

参 考 文 献

- 1) F. Shibata, Statistical Mechanical Theory of Non-equilibrium Systems, 物性若手夏の学校全体講義ノート, p. 65, 1977. 7月
- 2) たとえば G. S. Agarwal & E. Wolf, Phys. Rev. D 2, 2161, 2187 (1970)
- 3) Y. Takahashi & F. Shibata, J. Phys. Soc. Japan 38, 656 (1975), J. Stat. Phys. 14, 49 (1976)
- 4) F. Shibata & N. Hashitsume, to be published in J. Phys. Soc. Japan
- 5) 最初にこの型の恒等式を持ち込んだのは, M. Tokuyama & H. Mori, Progr. Theor. Phys. 55, 411 (1976), Ref. 4) では非線型量子系への拡張が成されている。
- 6) N. Hashitsume, F. Shibata & M. Shingū, J. Stat. Phys. 17, 155 (1977), F. Shibata, Y. Takahashi & N. Hashitsume, J. Stat. Phys. 17, 171 (1977)
- 7) M. Asou et al., to be published