

## Ito 過程に従う多体模型の熱力学極限

杉山 友規

東京工業大学理工学研究科 物性物理学専攻

微視的物理量が従うダイナミクスが確率過程で表現されることを仮定して非平衡現象を理解しようという試みは、多くの研究者によって行われてきた。この試みの画期的な成功例として、半世紀ほど前には線形応答理論や Onsager-Machlup の理論が発見され、また近年では、揺らぎ定理の発見、そしてその積分形としての Jarzynski 恒等式の発見などがあげられる。前者は平衡近傍の緩和現象を表す理論であるのに対し、後者は平衡状態から遠く離れていても用いることが出来るという点で優れている。これを基に非平衡定常状態熱力学を構築するなど、今日でも多くの研究者が学問領域を超えてこの理論の応用を目指し研究に励んでいる。しかし、その多くは熱力学的な極限操作を意識したものではなく、そのため統計物理学の本質ともいえる所謂`大数の法則`を利用していない。Jarzynski 恒等式を例にとれば、巨視的物理量を微視的物理量のダイナミクスが作る確率分布の平均値で定義する。この定義は、通常系において問題はないが、平均値が現実世界の巨視的物理量と対応しない自発的に対称性を破る系においては由々しき問題となる。そのため、熱力学的極限操作を意識した確率過程の扱い方（粒子数やサイト数をあらわに含んだ形の確率方程式の導き方）を理解することは非常に重要といえる。

以上の問題意識のもと、微視的物理量が Ito 過程に従うと仮定し、そのダイナミクスを粗視化することにより熱力学極限をとれる形に書き換える方法を紹介する。結果としてその形は汎関数 Fokker-Planck 方程式の形をとっており、実際に極限をとることにより巨視的物理量の挙動を表す方程式は自己無撞着構造をもった拡散方程式の形をしていることが分かる。上記のことを軸として、本研究会では、汎関数 Fokker-Planck 方程式を基にした揺らぎの理解、自己無撞着構造をもった拡散方程式と相転移の関係、またこれらを基にした揺らぎ定理の再考察や実際の物理への応用の可能性などを議論する。

### 参考文献

- [1] J. L. Lebowitz and H. Spohn, J. Stat. Phys. **95**, 333 (1999).
- [2] C. Jarzynski, Phys. Rev. Lett. **78**, 2690 (1997).
- [3] D. A. Dawson, J. Stat. Phys. **31**, 1 (1983).
- [4] H. Touchette, Phys. Rep. **478**, 1 (2009).
- [5] C. W. Gardiner, Handbook of Stochastic Methods (Springer 1989).