

非平衡動的クラスタ理論の開発

Title: Development of nonequilibrium dynamical cluster theory

辻直人

Naoto Tsuji

東京大学理学系研究科物理学専攻

Department of Physics, The University of Tokyo, Hongo Tokyo 113-0033

強相関系の非平衡現象は、固体電子系や冷却原子系でダイナミクスをマイクロな時間スケールで観測できるようになってきて、近年急速に研究が発展してきている。コンピューティクスの立場からは、「強相関」と「非平衡」というどちらも計算が困難とされてきたものを同時に扱わなければならない点で、まさに最先端計算技術の挑戦と位置づけられる。

本研究では、非平衡強相関系を扱う手法として非平衡動的クラスタ理論を提案する。これは動的な平均場理論[1]のクラスタ拡張[2]を非平衡へ適用するものである。動的な平均場理論は、考えたい多体系の格子モデルを有効媒質中の不純物モデルにマップする方法論である。このとき多体格子モデルの自己エネルギーを局所近似することで、自己無撞着な閉じた方程式系を得ることができる。自己エネルギーの周波数依存性により動的な相関効果を取り込むことができるため、モット絶縁体金属転移をはじめとして様々な強相関系の現象を解析するのに応用されてきた。動的な平均場理論は非平衡へも応用されており[3]、強相関系の非平衡ダイナミクスを明らかにしつつある。動的な平均場理論の限界は、自己エネルギーを局所近似することで空間的に非局所的な相関効果を見逃していることである。非局所相関は、量子揺らぎの強い低次元強相関系では特に本質的な役割を果たしていると考えられる。非平衡動的クラスタ理論では、多体格子モデルをクラスタにマップすることで系統的に非局所相関効果を取り入れることができる。我々はまずこれを一次元ハバードモデルに適用し、時間依存密度行列繰り込み群などの一次元系で適用可能な方法論と比較することでベンチマークを行う。理論の妥当性を議論した後、二次元ハバードモデルのダイナミクスに応用し、非局所相関効果が多体系の緩和・熱化過程にどのように働いているかを明らかにする。

[1] A. Georges, G. Kotliar, W. Krauth, and M. J. Rozenberg, *Rev. Mod. Phys.* **68**, 13 (1996).

[2] T. Maier, M. Jarrell, T. Pruschke, and M. H. Hettler, *Rev. Mod. Phys.* **77**, 1027 (2005).

[3] P. Schmidt and H. Monien, arXiv:cond-mat/0202046; J. K. Freericks, V. M. Turkowski, and V. Zlatić, *Phys. Rev. Lett.* **97**, 266408 (2006).