

低次元光格子系における冷却フェルミ原子気体の動的性質

大阪大学 工学研究科 山本 篤史¹

レーザー冷却技術の発展により原子を数百 nK まで冷却することが可能となり、冷却原子系の研究が大きく進展してきた。近年では、光格子中の冷却原子の研究が注目を集めており、実験・理論の両面から精力的に進められている。光格子とはレーザーで作成された人工の結晶である。格子振動などの影響がないため非常にクリーンな系であり、格子の形状や系の次元についても制御可能である。さらに、冷却原子にフェッシュバッハ共鳴を用いることで、原子間の相互作用の強さのみならず、斥力・引力に至るまで操作できる。この系を理論的に扱う際、冷却原子を閉じ込めるために用いる調和型ポテンシャルを加えたハバード模型が一般に用いられる。この調和型のポテンシャルによる非一様性と格子構造・相互作用などの人工的制御による多様性から、新奇な量子現象の実現・観測が期待されている。

最近のフェルミ原子系における実験のトピックスとして、モット絶縁体と金属の共存領域を観測に成功した事があげられる [1]。一方、ボース原子のホッピング制御、格子形状変化による系のダイナミクスについても実験が行われている [2]。以上の背景を踏まえ、ここでは一次元光格子中におけるフェルミ原子のダイナミクスについて時間依存 DMRG [3] で解析を行った。特に、サイト間のホッピングを周期的に変調した場合を初期状態とし、変調をもとに戻した際のダイナミクスに着目した。図 1 は解析結果の一例で、局所スピン揺らぎのダイナミクスである。このとき初期状態ではホッピングの変調と非一様の効果に起因して両端と中心部分で異なる絶縁体が共存している。この変調を戻したとき、系のダイナミクスは各々の絶縁体領域で異なる挙動を示す。両端の領域は安定しているのに対し、中心領域は揺らぎが増大する。

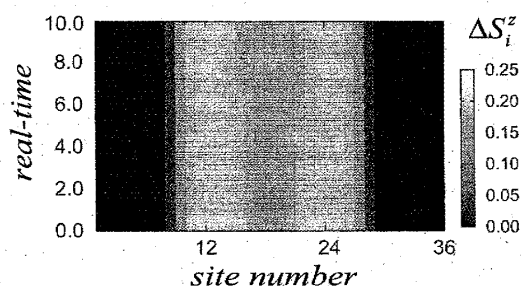


図 1: ホッピングの変調を戻した際の局所スピン揺らぎのダイナミクス。

参考文献

- [1] U. Schneider *et al.*, arXiv:0809.1464.
- [2] S. Trotzky *et al.*, Science **319** (2008), 5861.
- [3] U. Schollwöck, J. Phys. Soc. Jpn. **74** (2005) Suppl. 246.

¹E-mail: yamamoto@tp.ap.eng.osaka-u.ac.jp