

光学格子系におけるモット相の破壊と緩和

日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター, CREST(JST)

奥村雅彦, 山田進, 町田昌彦

日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター

大西弘明

近年、強相関フェルミ粒子系の研究対象として光学格子系が注目を集めている [1]。光学格子系とは、レーザーの定在波で作った周期ポテンシャル中に中性原子系を閉じ込めた系の事である。この系では、温度、粒子数、格子形状、粒子間相互作用の引力・斥力とその強さなどが制御可能であり、さらに、フォノンや不純物なども存在しないため、強相関フェルミ粒子系について高精度で制御された系統的实验を行うことができる。ただし、この系では、フェルミ原子が飛散してしまう事を防ぐために調和型の閉じ込めポテンシャルをかけており、系の並進対称性が破れている事が特徴である。最近では、相互作用の大きさを外部磁場によって制御し、3次元光学格子系においてモット相が実現した [2]。さらに、定在波を作っているレーザーの振幅を周期的に変化させることによって、系を励起することができる。このテクニックを用いて、3次元光学格子系において二重占有状態 (ダブロン) の生成と崩壊を観測した実験も行われている [3]。

一方、1次元系における励起状態は可積分性のおかげで熱平衡状態への緩和が抑制される事が知られている。冷却原子系においても、1対のボース・アインシュタイン凝縮を衝突させた際に、緩和せずに衝突を繰り返すという実験結果が得られている [4]。

以上のような現状を鑑み、本研究では、1次元光学格子系におけるダブロン生成崩壊過程を時間依存密度行列繰り込み群を用いてシミュレートし、3次元光学格子系における実験結果 [3] と、閉じ込めポテンシャルがない場合のシミュレーション結果と比較した。その結果、1次元光学格子系では3次元光学格子系に比べてダブロン崩壊が極端に抑制されるという事がわかり、さらに、1次元系のダブロン崩壊のポテンシャルの有無に対する比較に関して、閉じ込めポテンシャルが可積分性を壊し、ダブロン崩壊を早める事がわかった。

参考文献

- [1] M. Lewenstein *et al.*, Adv. Phys. **56** (2007), 243.
I. Bloch, J. Dalibard, and W. Zwerger, Rev. Mod. Phys. **80** (2008), 885.
- [2] R. Jordens *et al.*, Nature **455** (2008), 204.
U. Schneider *et al.*, Science **322** (2008), 1520.
- [3] N. Strohmaier *et al.*, arXiv:0905.2963.
- [4] T. Kinoshita, T. Wenger and D.S. Weiss, Nature **440** (2006), 900.
- [5] A.J. Daley *et al.*, J. Stat. Mech.: Theor. Exp. (2004), P04005.
S.R. White and A.E. Feiguin, Phys. Rev. Lett. **93** (2004), 076401.