

光格子に閉じ込められた冷却フェルミ原子の 反強磁性秩序：熱力学的性質とその観測手法

稲葉謙介^{1,2}, 山下眞^{1,2},

¹ NTT 物性基礎研; ² JST, CREST

E-mail address: inaba.kensuke@lab.ntt.co.jp

[キーワード] 光格子, 反強磁性秩序, 観測手法

制御性が高くクリーンな冷却原子気体系は、量子多体効果に起因する様々な物理を検証する量子シミュレータとして期待されている。実際、光格子に閉じ込められた冷却フェルミ原子気体を用いて、固体中の電子が示す最も典型的な相転移の一つであるモット転移が観測されている [1,2]。最近では、更に、反強磁性秩序などの磁気転移の観測に注目が集まっているが、実現にはまだ至っていない。そのため、光格子系特有の閉じ込めポテンシャルや、熱揺らぎの効果が、磁気秩序の形成に与える影響を実験に先駆けて解析する必要がある。一方で、この系の磁気秩序状態自体を観測する手法も十分には確立されていない [3]。

そこで我々は、調和型ポテンシャルを有する2次元ハバード模型を取り上げ、光格子中の2成分フェルミ原子の磁気秩序を解析する。ここでは、閉じ込めポテンシャル、相互作用、有限温度の効果をすべて取り扱うことができる自己エネルギー汎関数法を用いて、原子の熱力学的性質を系統的に調べた。講演では、閉じ込めポテンシャルの影響で反強磁性転移温度がどのように変化するかを明らかにする [4]。次に、我々が提案した光格子中の反強磁性秩序を観測する新しい手法を紹介する [5]。ダイナミクスが測定できる冷却原子系の優れた性質を生かし、非常に容易な測定系によって磁気秩序が観測できるのがこの手法の特徴である。実際には、タイム・オブ・フライト・イメージングによるダイナミクス測定の結果に、対称性の破れを特徴付ける振る舞いが現れる。講演では、この手法の原理を説明し、さらに、現実的な系を考慮した数値計算によってこの手法を検証した結果を報告する。

[1] R. Jördens, *et al.*, *Nature (London)* **455**, 204-207 (2008).

[2] U. Schneider, *et al.*, *Science* **322**, 1520-1525 (2008).

[3] R. Jördens, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 180401 (2010).

[4] K. Inaba and M. Yamashita, *Phys. Rev. A* **81**, 063615 (2010).

[5] K. Inaba and M. Yamashita, *Phys. Rev. Lett.* **105**, 173002 (2010).