

光格子中のボース気体における超流動臨界速度の変分モンテカルロ法による解析

八木庭涼平, 山本大輔¹, 段下一平¹

早大理工;¹ 理化学研究所

E-mail address: yaginiwa@kh.phys.waseda.ac.jp

[キーワード] ボース・ハバード模型, 超流動臨界速度, 変分モンテカルロ法

光格子中の冷却ボース気体を閉じ込めた系の実験では、その高い制御性を活かして超流動・モット絶縁体量子相転移などの興味深い量子多体現象が実現されている。さらにこの系では、トラップをずらして二重極振動を引き起したり光格子を動かしたりすることでボース気体が光格子に対して有限の速度で流れている状況を用意し、ボース気体の輸送特性が調べられている。ボース気体が超流動状態にあるとき、散逸のない超流動流を持ちうる。超流動流はその流速がある値を超えたときに急峻に不安定化し崩壊することが知られていて、その値は超流動臨界速度と呼ばれる。この臨界速度は実験においても精度よく観測されており [1,2]、超流動相を特徴づける物理量の一つとして重要であるといえる。光格子中のボース気体の臨界速度はこれまでグロス・ピタエフスキー近似 [3] やグッツウィラー近似 [4] の範囲で解析されてきており、これらの理論解析は実際に三次元系における実験と定量的な一致を示す。しかしながら、量子揺らぎの強い低次元系においてはこれらの一体近似的な手法は破綻するため、多体相関を考慮した臨界速度の解析が必要になる。そこで我々は二体相関までを考え、ジャストロウ型の波動関数を用いた変分モンテカルロ法により、一次元、二次元ボース・ハバード模型の解析を行なった。その結果、相互作用が小さな領域では臨界速度はグッツウィラー近似と一致するものの、大きな領域においては量子揺らぎのために臨界速度が顕著に減少することがわかった。当日は変分モンテカルロ法による臨界速度の計算の有効性について議論する。

[1] L. De Sarlo *et al.*, Phys. Rev. A **72**, 013603 (2005).

[2] J. Mun *et al.*, Phys. Rev. Lett. **99**, 150604 (2007).

[3] B. Wu and Q. Niu, Phys. Rev. A **64**, 061603(R) (2001).

[4] E. Altman *et al.*, Phys. Rev. Lett. **95**, 020402 (2005).