

光格子中におけるボース気体の二重極振動と超流動臨界運動量の関係

齋藤 拓也¹, 段下 一平², 尾崎 剛¹, 二国 徹郎¹

¹ 東京理科大学理学研究科; ² 理化学研究所

E-mail address: j1210616@kagu.tus.ac.jp

[キーワード] Bose Hubbard, dynamics, critical momentum

光格子中に捕捉されたボース気体の系は、2002年に超流動-Mott 絶縁体転移が観測されて以来 [1]、精力的に研究されている。この系では、閉じ込めポテンシャルをずらして二重極振動を引き起こしたり、光格子を動かしたりすることでボース気体を光格子に対して有限の速度で動かし、超流動臨界速度などの輸送特性が調べられている。これまでの研究から、格子サイトあたりの粒子数（充填率）が整数のとき光格子が深くなるにつれて臨界速度は減少し、超流動-絶縁体転移点でゼロになることが理論解析から予言され [2]、実際に動く光格子を用いた実験で観測されている [3]。一方で、二重極振動においてこのような臨界速度の格子の深さに対する変化の様子が観測できるかはまだ明らかにされておらず、さらなる研究が必要とされている。

そこで本研究では、調和型トラップと光格子が結合したポテンシャル中に閉じ込められたボース気体において、その調和型トラップの中心を突然ずらすことで二重極振動を起こし、超流動流の安定性を調べた。二重極振動の実時間ダイナミクスを計算するために、調和型トラップの効果を取り入れた Bose-Hubbard 模型を Gutzwiller 近似を用いて解析した。中心を動かす距離を変えることでボースガスの速度を調整し、ダイポール振動の振幅の減衰に注目することで超流動臨界速度を決定した。その結果、調和型トラップが加わった超流動臨界速度と充填率が1の一様系における超流動臨界速度が一致することを発見した。さらに、特定の相互作用のパラメータ領域で、二重極振動モードと単極子振動モードがカップルするという共鳴現象が起こるということを見つけた。

[1] M.Greiner, *et al.*, Nature, 415,39 (2002).

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

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