

冷却原子気体におけるドーナツ型トラップ中の 回転する FFLO 超流動

吉田智大¹, 柳瀬陽一²

¹ 新潟大学大学院自然科学研究科; ² 新潟大学理学部

E-mail address: yosshy@phys.sc.niigata-u.ac.jp

[キーワード] FFLO 超流動, 半整数量子渦, 中間状態

粒子数インバランスのある二成分冷却フェルミ原子気体を背景にして、様々な研究が行われてきた。この系での研究動機の一つに、FFLO(Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov)超流動の実現がある。FFLO状態とは、分裂したフェルミ面間で対を形成することにより生じるクーパー対の有限の重心運動量により、秩序変数が実空間で変調するエキゾチック超流動・超伝導相である。今から40年以上前にその存在が予想されたにもかかわらず、いまだその変調を実験的に観測したという報告はない。その理由はFFLO状態が非常に厳しい条件下でのみ実現するからである。しかし、冷却原子気体においては、その条件が満たされている。また、原子をトラップするポテンシャルをドーナツ型にすると秩序変数が角度方向に変調するAngular-FFLO(A-FFLO)状態が実現することが予想されており[1]、空間変調の実験的検証が可能であると考えられている。したがってFFLO状態探索の歴史に終止符を打つ可能性が高まってきている。さらに、A-FFLO状態は回転対称性を自発的に破るという意味で、固体中では現れない冷却原子気体特有の新しいFFLO状態である。ゆえに、ドーナツ型トラップ中の超流動相の研究は、FFLO変調の観測以外に、新奇FFLO状態の実現可能性を調べるという点でも非常に興味深い。

本研究で我々は、ドーナツ型トラップ中の粒子数インバランスのある二成分フェルミ気体に回転を加えた場合の新奇FFLO超流動相の実現可能性を調べた[2]。回転がない場合、A-FFLO状態が安定である。しかし、回転が増加すると半整数量子渦状態が実現する事を発見した。この状態で質量流を計算すると、通常の量子渦状態の半分に量子化されている。また、転移温度近傍において、大きな渦度を持つ巨大量子渦状態が安定になることも見つけた。さらに、A-FFLO状態と巨大量子渦状態の中間状態が広い温度領域で実現していることも見出している。これらの新しいFFLO状態の詳細な性質を当日報告する。

[1] Y. Yanase, Phys. Rev. B **80**, 220510(R) (2009).

[2] T. Yoshida and Y. Yanase, Phys. Rev. A **84**, 063605 (2011).