

p 波フェッシュバハ共鳴により実現される異方的超流動状態

岡山大学大学院自然科学研究科

水島 健

2 原子散乱における ℓ 波散乱振幅は ℓ 波束縛状態への共鳴を介して劇的に増幅される。1998 年にボース原子間の s 波散乱長制御が実現されて以来、同種原子間だけでなく異種原子間の s 波散乱長も自由に制御可能となっている。中でも特筆すべき事柄は、フェルミ原子間の s 波散乱長制御による BCS-BEC クロスオーバーの実現であろう。外部磁場を制御することで、散乱状態に対して 2 原子束縛状態を安定化することができる。この結果、長寿命を持つ分子ボソンがボース・アインシュタイン凝縮を起こす。外部磁場をさらにスイープすることで束縛状態は不安定化し、分子ボソンは原子間の弱い引力相互作用を介したクーパー対へと連続的に変化していく。近年、 p 波散乱振幅の制御も可能になっており [1]、軌道自由度を持つ異方的超流動状態の実現が期待される [2]。

本講演では、 p 波フェッシュバハ共鳴制御により実現される超流動状態について、近年の研究の展開をふまえながら紹介する。未だに p 波超流動相転移は確認されていないが、講演ではこの系の示す多彩な物理について紹介したい。具体的には、(i) 量子渦に束縛された準粒子がマヨラナ粒子として振る舞うことや、(ii) エッジ状態に起因した自発的な質量流の存在等を紹介する。特に、これらのマヨラナ状態やエッジ状態は系の超流動性を実証する際に非常に重要な役割を担うことが分かっている [3]。これらの特異な準粒子状態を利用した BCS/BEC 両領域での超流動性の検証方法について提案したい。様々な可能性を秘めたこの超流動状態を実現する上で、解決されるべき課題等についてもコメントしたい。

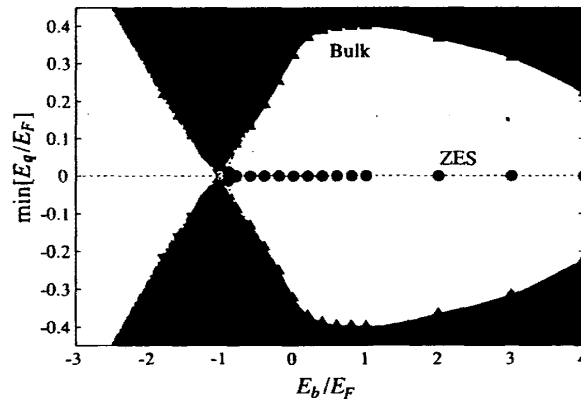


図 1: マヨラナ状態 (○) とバルクエネルギーギャップの変化。横軸 E_b は 2 原子束縛エネルギーを示しており、負値側で分子状態が安定化し (BEC 領域)、正值側ではクーパー対状態が安定化する (BCS 領域)。

- [1] J. P. Gaebler, J. T. Stewart, J. L. Bohn, and D. S. Jin, Phys. Rev. Lett. 98 200403 (2007).
- [2] 空間一様な場合の超流動相図については、C.-H. Cheng and S.-K. Yip, Phys. Rev. Lett. 95, 070404 (2005); V. Gurarie *et al.*, Phys. Rev. Lett. 94, 230403 (2007).
- [3] T. Mizushima, M. Ichioka, and K. Machida, arXiv:0805.2204