24aWF-4

s波Fractional Vortexにおける電子状態－トポロジカルな性質による新奇束縛状態－

東大理[A]、理研[A]、東大総合文化[B]　永井佑紀[A]、加藤雄介[B]

Quasiparticle Bound States around Fractional Vortices in s-wave Superconductor

Univ. of Tokyo[A,B], *RIKEN*[A], Y. Nagai[A], Y. Kato[B]

渦度が1である通常のvortexでは、超伝導秩序変数の位相はvortexまわりで2π変化する。渦度が$1/n$であるFractional vortex（分数量子渦）ではそのまわりで位相は$2\pi/n$変化する。このFractional vortexはd波超伝導体に囲まれたs波超伝導体の隅や一部の高温超伝導体によって観測できる可能性があると言われてきた。また、近年、実験的にFractional vortexを確認したというグループも現れてきている[1]。

そこで、我々は渦度が1/nのFractional Vortexがn本存在する二次元s波超伝導体を考え、その系での電子状態を準古典近似の範囲内でルンゲクッタ法による数値計算と我々が開発した解析的手法[2]の両方で調べた。通常のvortexの近傍ではAndreev束縛状態が形成されるが、Fractional Vortex近傍ではそのほかに新しい束縛状態が生じることがわかった。この新しい束縛状態は低エネルギー領域と高エネルギー領域にそれぞれ現れ、秩序変数の位相の空間的な不連続性に由来するものである。Half vortexがx軸上に二つある系でのx軸方向に走る準粒子の分散関係と局所状態密度のエネルギー依存性を図. 1に示す。また、渦度が1/2、1/3、1/4の場合は束縛状態の数はそれぞれ2,3,4個あることもわかった。これらの結果はSTM/STSによって分数量子渦の情報を引き出せる可能性を示唆している。

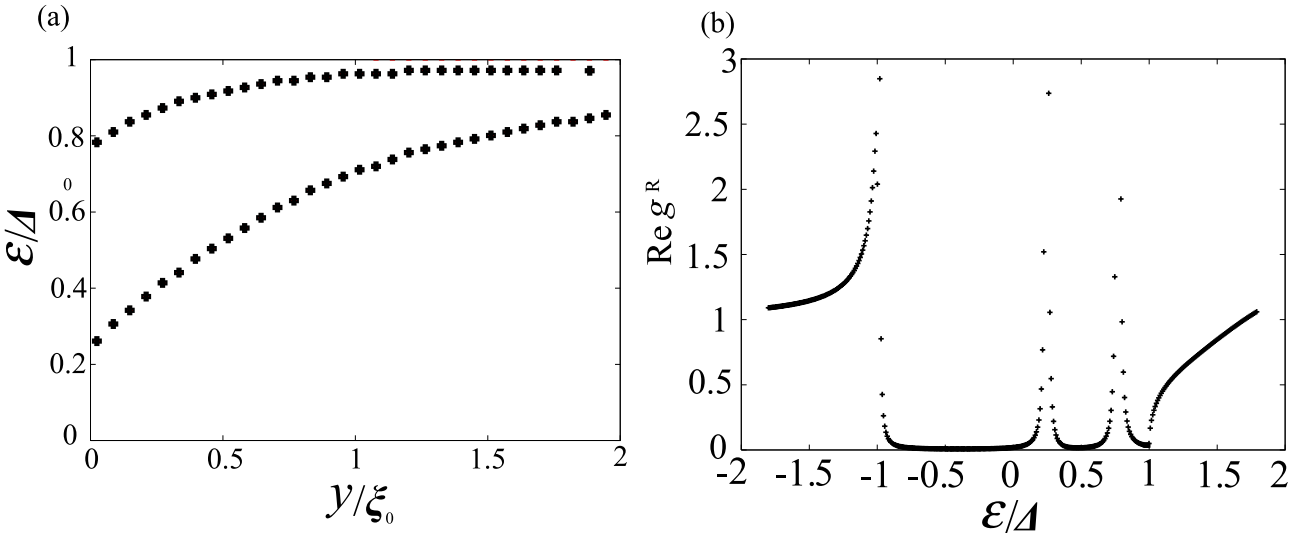

図 1: Half vortexが二つx軸上にあるときの、x軸方向に走る準粒子の(a)分散関係のy依存性と(b)局所状態密度のエネルギー依存性。Δはバルクでのギャップの大きさ。低エネルギー領域にギャップが開いており、高エネルギー領域には新奇な束縛状態が生じているのがわかる。

[1] M. Machida *et al.* Physica C, **412-414**,367(2004).; M. Yamamoto *et al.* JPS春季大会 21pWF-2 (2007); Y. Tanaka *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **46**, 134 (2007).

[2] Y. Nagai *et al.* , J. Phys. Soc. Jpn. **75** (2006) 104701.