

超流動 ^3He B 相における表面アンドレーエフ束縛状態の磁場効果

秋山綱紀、和才将大、野村竜司、奥田雄一

東京工業大学大学院 理工学研究科 物性物理学専攻

超流動 ^3He は最初に発見されたp波スピン3重項の異方的超流動体であり、p波超流動体としてのバルクの性質はこれまでの研究で確立している。このp波超流動体は壁近傍の領域では超流動秩序変数が抑制され、その領域に束縛された低エネルギー準粒子状態（アンドレーエフ束縛状態）がエネルギーギャップ内に形成されると予測されていた。我々は、壁を面方向に高周波振動させてレスポンスを精密に測定する横波音響インピーダンス測定によって、その存在を実験的に示すことに成功した[1]。

この表面アンドレーエフ束縛状態は壁での準粒子散乱条件に非常に敏感であることが指摘されていたのを受けて、我々は超流動 ^4He の薄膜を壁面上に選択的に吸着させ、その厚みを制御することで鏡面度を変化させる実験を行った。その結果、壁の鏡面度を大きくするにつれて表面アンドレーエフ束縛状態のバンド幅が広がること[2]や、準粒子が運動量に線形な分散関係を持つらしいこと[3,4]も明らかに出来た。

さらに最近、この表面アンドレーエフ束縛状態は粒子と反粒子が等価なマヨラナ粒子的性質をもつことが示され[5]、表面マヨラナ粒子の特徴であるマヨラナコーンを我々が観測していた可能性がある。

このマヨラナ的振る舞いのさらなる確証を得るため、間隔 $2.5\mu\text{m}$ の平行平板中の ^3He B相の帯磁率をNMRによって測定し、表面アンドレーエフ束縛状態の帯磁率の外部磁場異方性[6]を調べる実験を企画している。従来のものより高精度の間隔の平行平板を作製し、NMR測定系の準備が整いつつあり、その進捗状況についても発表する。

[1] Y. Aoki *et al.*, Phys. Rev. Lett. **95**, 075301 (2005).

[2] Y. Wada *et al.*, Phys. Rev. B **78**, 214516 (2008).

[3] S. Murakawa *et al.*, Phys. Rev. Lett. **103**, 155301 (2009).

[4] S. Murakawa *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **80**, 013602-1-4 (2011).

[5] S. B. Chung and S.-C. Zhang, Phys. Rev. Lett. **103**, 235301 (2009).

[6] Y. Nagato *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **78**, 123603 (2009).