

## 強磁場および粒子相関の制御による 超流動ヘリウム3のトポロジカル量子臨界現象の探求

野村 竜司 / 東京工業大学 理学院 助教

超低温における液体状態の $^3\text{He}$ には、当然ながら格子欠陥は存在せず、また不純物は全て壁に吸着され影響しません。非常にクリーンな系であり、精密な実験と詳細な理論との整合性から、超流動 $^3\text{He}$ はスピン3重項p波状態にあることが確立しています。良く分かったバルク状態を基礎にして、トポロジカル表面状態の物理を調べることができることは、他の物質群と一線を画す利点です。

トポロジカル物質の典型として新たな注目を集めている超流動 $^3\text{He}$ ですが、我々はこのような指摘がされる前から、横波音響抵抗測定により表面束縛状態を観測していました [1]。この表面状態は、トポロジカル物質が示すバルク・エッジ対応により生じた、トポロジカル表面状態であることとなりました [2]。

通常の表面状態は乱れを強くすると、ゼロエネルギーで状態密度にギャップが生じるのが一般的です。一方で、トポロジカル表面状態は、対称性の破れが伴わない擾乱に対して頑強で、乱れを強くしてもギャップが開かないとされています。我々が音響抵抗測定で明らかにした、乱れが大きいときのゼロエネルギーの状態密度の増大は、このトポロジカルな頑強性を支持するものでした [3, 4]。また粒子と反粒子が等価であるというマヨラナ性の反映として、乱れによる散乱過程が特異なものになり、マヨラナ状態間の遷移が禁止されます。この特異な散乱過程のために、表面状態とバルク状態の間で強いレベル反発が生じ、表面状態密度が高エネルギー側でシャープにゼロに落ちるとされています [5]。この振る舞いも、我々の観測と良く合います [1]。超流動 $^3\text{He}$ のB相においては単に表面状態が観測されたというレベルを超えて、そのトポロジカルな性質やマヨラナ性の顕在化までもが観測されていると考えます。この表面マヨラナ状態に対する磁気効果や強相関効果を調べるのが、これからの課題です [6]。

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

[2] Y. Okuda and R. Nomura, J. Phys.: Cond. Matt. **24**, 343201 (2012).



のむら・りゅうじ

1968年、大阪府生まれ。1991年京都大学理学部卒業、1998年京都大学大学院理学研究科物理学宇宙物理学専攻博士課程単位取得退学。Northwestern大学研究員、2000年京都大学博士(理学)、東京工業大学大学院理工学研究科物性物理学専攻助手、2007年同助教、2016年東京工業大学理学院物理コース助教、現在に至る。

- [3] S. Murakawa et al., Phys. Rev. Lett. **103**, 155301 (2009).  
 [4] S. Murakawa et al., J. Phys. Soc. Jpn. **80**, 013602 (2011).  
 [5] Y. Nagato, S. Higashitani, and K. Nagai, J. Low Temp. Phys. in press.  
 [6] K. Akiyama et al., J. Phys. Soc. Jpn. **84**, 065001 (2015).

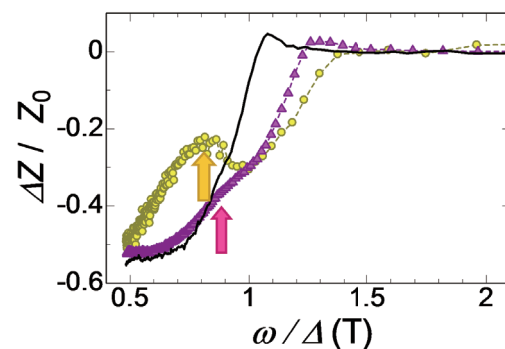


図1：横波音響抵抗のエネルギー依存性。表面の乱れが小さくなるに従い、マヨラナコーンが明確になることを反映して、矢印のように低エネルギーのピークが成長する。