

YbRh₂Si₂ の磁場角度分解磁気熱量効果とエントロピー

中央大理工, CEA-Grenoble^A, 東北大金研^B, 東大物性研^C

河野 洋平、Gérard Lapertot^A、清水 悠晴^B、青木 大^B、榊原 俊郎^C、橘高 俊一郎

Field-angle-resolved Magnetocaloric Effect and Entropy Landscape of of YbRh₂Si₂

Department of Physics, Chuo Univ., CEA-Grenoble^A, IMR, Tohoku Univ.^B, ISSP, Univ. of Tokyo^C

Yohei Kono, Gérard Lapertot^A, Yusei Shimizu^B, Dai Aoki^B, Toshiro Sakakibara^C, Shunichiro Kittaka

重い電子系物質である YbRh₂Si₂ は $T_N = 70$ mK で反強磁性状態に転移し、 $H \perp c$ では 0.06 T, $H // c$ では 0.66 T 付近で磁場誘起量子臨界点(QCP)を示す [1]。このことから、量子臨界近傍に位置する重い電子系物質の典型例として盛んな研究が行われてきた。しかしながら、この磁場誘起 QCP 近傍のゆらぎの起源については未解明な部分が多く、特に強い磁気異方性のために広い磁場角度範囲における熱力学量測定の例は少ない。我々は量子臨界領域の起源と磁気異方性の関連を精査するため、 $H // a$, $H // c$ を含む ac 面内において YbRh₂Si₂ の磁場角度分解比熱 $C(\phi)$ 測定を行い、前回の学会では量子臨界領域における容易面 (ab 面)内のスピンゆらぎの重要性を提案した [2]。

今回は同じ YbRh₂Si₂ 単結晶試料に対して磁場角度分解磁気熱量効果測定 [3] を適用し、比熱測定と組み合わせて ac 面内での磁場角度変化に伴うエントロピー変化の解析を行った。断熱条件下での角度回転磁気熱量効果に対応する $dT/d\phi$ は 0.1 K の量子臨界領域において、困難軸である c 軸方向で符号反転を伴い、量子臨界点近傍である 0.9 T では c 軸について対称な急峻なピーク構造を約 $\pm 5^\circ$ 方向に持つ。マクスウェルの関係から $dT/d\phi$ が磁気トルクと結び付けられることを考慮すると、符号反転は自明な容易面内の磁気モーメント成分の反転を反映していると考えられる。

磁場角度分解比熱と合わせて解析した各磁場での容易面 (a 軸) 方向からのエントロピー変化は、測定した量子臨界領域の 0.1 K, 0.06 T から 3 T の範囲において c 軸方向で最大値を取る。0.9 T 以下の磁場下では比較的 c 軸周辺のエントロピー変化は緩やかであるが、0.9 T に近づくに従って約 $\pm 10^\circ$ の範囲内で急峻な傾きを持ったピークとなり、0.9 T では量子臨界点近傍であることを反映して最もエントロピーの相対変化が大きくなった。一方、この急峻な傾きを伴うピークはエントロピーの相対変化自体は抑えられるものの 3 T でも未だ存在する。この結果は c 軸方向磁場下での NMR 測定で報告されている 0.1 K 以下 3 T でも残る重いフェルミ液体状態と非フェルミ液体状態の共存 [4] とも整合する可能性が高い。当日は実験結果の詳細について触れ、エントロピー変化の観点から容易面内のスピンゆらぎと量子臨界状態との関連性を議論したい。

[1] P. Gegenwart *et al*, Nat. Phys. **4**, 186 (2008) etc...

[2] 河野 洋平 他, 13aW541-1, 日本物理学会 2022 年秋季大会 (2022).

[3] S. Kittaka *et al.*, JPSJ **87**, 073601 (2018).

[4] S. Kambe *et al*, Nat. Phys. **10**, 840 (2014).