

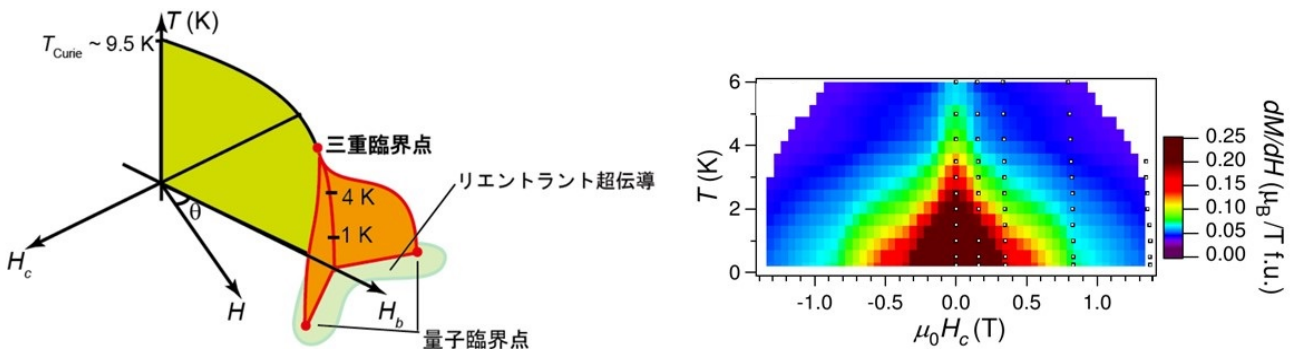
# 国際会議 Actinides2017 において Student poster award を受賞して

凝縮系物性研究部門 榊原研究室 中村 翔太

この度、2017年7月9日～14日に東北大学百周年記念会館川内萩ホールにて開催された国際会議 Actinides2017 で、私は“Magnetization Study on the Ising Ferromagnet URhGe with High-Precision Angle-Resolved Magnetic Field near the Hard Axis”というタイトルで発表を行い、Student poster award を受賞しました。本賞は、学生によるポスター発表の中で最も優れた3件に贈られました。以下に、受賞対象となった研究内容を簡単に説明します。

本研究の対象である URhGe は、強磁性と超伝導の二つの状態が一つの物質内で発現する物質です。この物質の  $b$  軸方向から 5 度以内の狭い角度範囲に磁場をかけると、超伝導が一度壊れてしまいますが、さらに強い磁場かけると再び出現するという、磁場による特異な超伝導増強現象 (リエントラント超伝導) が見つかっています。しかしながら、その現象のメカニズムは未だ良く分かっていません[1,2]。一方、磁気スピンの一次相転移[3]が、これと同様の狭い磁場角度範囲で起こる[4]ことが知られています。この相転移の起点である三重臨界点近傍の強磁性揺らぎがリエントラント超伝導のカギを握っている[5]と言われており、これまで盛んに三重臨界点の研究が試みられてきました。しかし、URhGe の強い磁気異方性により三重臨界点の正確な位置の決定は非常に困難でした。

そこで、我々は極低温・高磁場下で試料の角度を 0.01 度の精度で制御できる 2 軸回転機構を備えた磁化測定装置を開発し、磁化から URhGe の三重臨界点を捉え、三次元相図の作成に成功しました(図左)。得られた相図から三重臨界点はこれまで予想されたよりも超伝導状態から離れた高温にあることがわかり、この結果は三重臨界点近傍の揺らぎがリエントラント超伝導に届かない可能性を示唆しています。また今回、三次元相図上で三重臨界点を起点とした特徴的な一次相転移面(ウィング構造)を捉えました。ウィング構造の形状は今までよく分かっていませんでしたが、今回我々はその詳細な形状を実験から初めて明らかにしました(図右)。本研究で測定した磁化は強磁性量子相転移の理論に結び付けられる熱力学量であり、磁化から三次元相図の作成に成功した今回の結果は、磁場と超伝導増強の関係性を明らかにするための重要な成果と言えます。また、本研究で開発した装置によって強い異方性のある系の研究の更なる進展が期待されます。本研究成果をまとめた論文は文献[6]に掲載されており、この論文は同誌で高く評価されて Editors' Suggestion に選ばれました。



(左) URhGe の三次元相図。オレンジ色の面上で磁気スピンの一次相転移が起こる。三重臨界点はその一次相転移が起こる面の起点となっており、4 K 以上の高温にあるのに対して、特異な超伝導(リエントラント超伝導)は高磁場(~12 T)下かつ 0.5 K 以下の低温で起こる。(右) 磁化から捉えた、 $H_c$ - $T$  面上に投影した Wing 構造(臨界磁場における  $dM/dH$  の強度の Contour Plot)。この図から三重臨界点が 4 K 以上にあるのは明らかである。

最後に、本研究を行うにあたって多大なご協力を頂きました物性研究所凝縮系物性研究部門の榊原俊郎教授と橘高俊一郎助教、東北大学金属材料研究所の清水悠晴助教(元物性研 PD)にこの場を借りて深く感謝申し上げます。また、本研究は日本原子力研究開発機構(JAEA)との共同研究です。

#### 参考文献

- [1] F. Lévy *et al.*, *Science* **309**, 1343 (2005).
- [2] D. Aoki *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **83**, 061011 (2014).
- [3] F. Hardy *et al.*, *Phys. Rev. B* **83**, 195107 (2011).
- [4] F. Lévy *et al.*, *J. Phys.: Condens. Matter* **21**, 164211 (2009).
- [5] Y. Tokunaga *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **114**, 216401 (2015).
- [6] S. Nakamura *et al.*, *Phys. Rev. B* **96**, 094411 (2017).

