

# 5f 電子系 UNi<sub>4</sub>B および UIr<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の低温物性

北大理<sup>A</sup>, 京大複合研<sup>B</sup>, KEK 物構研放射光<sup>C</sup>, 東大物性研<sup>D</sup>, 東北大金研<sup>E</sup>  
網塚 浩<sup>A</sup>, 村田怜也<sup>A</sup>, 今 布咲子<sup>A</sup>, 金子佑真<sup>A</sup>, 高力暁成<sup>A</sup>, 日高宏之<sup>A</sup>, 柳澤達也<sup>A</sup>,  
田端千紘<sup>B</sup>, 中尾裕則<sup>C</sup>, 齋藤 開<sup>D</sup>, 清水悠晴<sup>E</sup>, 青木 大<sup>E</sup>

## Low-Temperature Properties of 5f-Electron Systems UNi<sub>4</sub>B and UIr<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub>

<sup>A</sup>Grad. Sch. of Sci., Hokkaido Univ., <sup>B</sup>KURNS, Kyoto Univ., <sup>C</sup>PF, IMSS, KEK,  
<sup>D</sup>ISSP, The Univ. of Tokyo, <sup>E</sup>IMR, Tohoku Univ.

H. Amitsuka<sup>A</sup>, R. Murata<sup>A</sup>, F. Kon<sup>A</sup>, Y. Kaneko<sup>A</sup>, A. Koriki<sup>A</sup>, H. Hidaka<sup>A</sup>, T. Yanagisawa<sup>A</sup>,  
C. Tabata<sup>B</sup>, H. Nakao<sup>C</sup>, H. Saito<sup>D</sup>, Y. Shimizu<sup>E</sup>, and D. Aoki<sup>E</sup>

研究炉 JRR-3 の再稼働への見通しが明るくなり、この 9 年間、国内では実施することができなかったウラン(U)系化合物の中性子散乱実験を再開できる可能性に大きな期待を寄せている。本講演では、最近研究を進めている UNi<sub>4</sub>B と UIr<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の反強磁性(AF)秩序状態について、KEK-PF にて実施した共鳴 X 線散乱(RXS)実験の結果を中心に紹介する。

UNi<sub>4</sub>B は、20.4 K ( $\equiv T_N$ ) で U の磁気モーメントが渦状に秩序した AF 相へと転移する[1]。近年、この渦状磁気構造が、奇パリティの拡張多極子である磁気トロイダル双極子の一様秩序と見なせることが理論的に示され、AF 秩序下で電流印加により一様磁化が誘起されるという、従来にない金属系での電気磁気効果が予言された[2]。我々はこの物質の単結晶試料を用いて検証実験を行い、実際に電流誘起磁化現象の発現を確認した[3]。しかし、実験結果は理論の本質的な正しさを支持するものの、一部合致しない点もあることから、UNi<sub>4</sub>B の磁気構造が、理論の仮定する理想的なハニカム構造上の渦構造とは異なる可能性が示唆された。そこで RXS を用いて本系の結晶・磁気構造の再検討を進めている。実験は、KEK-PF、BL-11B にて U の  $M_4$  吸収端(3d→5f 遷移: 3.72 keV)の放射光を用いて行った。先ず結晶構造については、六方晶( $P6/mmm$ ,  $D_{6h}^{17}$ , No. 191)と直方晶( $Cmcm$ ,  $D_{2h}^{17}$ , No. 63)の二つの可能性[4,5]が報告されていたが、観測された基本反射の指数は後者を支持する結果となった。また磁気反射からは、本系の磁気構造が  $\mathbf{q} = (0, 2/3, 0)$  (直方晶指数)で指定され、基本的には六方晶と見なした場合の渦状 AF 構造に近いと予想されるものの、等価であるはずの指数における磁気反射強度が 2 種類の異なる温度依存性を示すなど、単純ではないことが明らかになりつつある。

UIr<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> は正方晶 CaBe<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> 型 ( $P4/nmm$ ,  $D_{4h}^7$ , No. 129)の結晶構造をとり、単位胞内にある二つの U サイトに空間反転対称性が無く、U-U ボンドの midpoint に反転心があるという特徴がある[6,7]。この U ペアが互いに副格子となる AF 秩序、即ち  $\mathbf{q} = 0$  の秩序構造を形成すると、自発的に系全体の空間反転対称性が破れ、奇パリティ拡張磁気多極子の強制的秩序とそれに伴う交差相関応答が顕在化することが期待される。そこで未報告であった UIr<sub>2</sub>Ge<sub>2</sub> の単結晶に関する基礎物性を調べている。比熱・電気抵抗・磁化測定より、本系が約 18 K で AF 秩序を示唆する異常を示し、また十分低温では重い電子の特徴も部分的に持つ物質であることを確認した。さらに、上記と同様に RXS 実験を行った結果、18 K 以下の相は秩序波数  $\mathbf{q} = (0, 0, 1/2)$  の AF 秩序相であることを明らかにした。この AF 構造は、期待した  $\mathbf{q} = 0$  の秩序とは異なるが、上述の U ペアが形成する奇パリティ磁気多極子間の AF 秩序と見なすことも可能と考えられる。

[1] S.A.M. Mentink *et al.*, Phys. Rev. Lett. **73**, 1031 (1994). [2] S. Hayami *et al.*, Phys. Rev. B **90**, 024432 (2014); J. Phys.: Conf. Ser. **592**, 012101 (2015). [3] H. Saito *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **87**, 033702 (2018). [4] Y. Haga *et al.*, Physica B **403**, 900 (2008). [5] C. Tabata *et al.*, Poster presentation, W6-08, ICM2018, San Francisco (2018). [6] B. Lloret *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **67**, 232 (1987). [7] A. A. Menovsky, J. Magn. Magn. Mater. **76 & 77**, 631 (1988).