

# パルス強磁場中 X 線分光・回折実験における新奇磁性体の磁場誘起相転移の研究

X-ray absorption spectroscopy and diffraction studies on the magnetic-field-induced phase transition of novel magnetic materials

松田 康弘<sup>1)</sup> 稲見 俊哉<sup>2)</sup> 大和田 謙二<sup>2)</sup> Ouyang Zhongwen<sup>1)</sup> 野尻 浩之<sup>1)</sup>

Yasuhiro H. MATSUDA Toshiya INAMI Kenji OHWADA Ouyang ZHONGWEN Hiroyuki NOJIRI

<sup>1)</sup>東北大学 <sup>2)</sup>原子力機構

多段メタ磁性転移を示す  $TbB_4$  と磁場中での新規電子相に興味を持たれる  $U(Ru,Rh)_2Si_2$  について強磁場中での X 線回折実験、X 線吸収スペクトル実験を 40 テスラ級パルス強磁場を用いて低温下で行った。

**キーワード**：磁場中 X 線回折、X 線吸収、磁場誘起相転移、スピンプラストレーション

## 1. 目的

方晶希土類四硼化物  $RB_4$  は希土類イオンが Shastry-Sutherland 格子と等価な格子を組み、磁気及び四極子のプラストレーションの観点から関心を集めている。このうち  $TbB_4$  では約 30 T で磁化が飽和するまでに多段の相転移を起こすことが発見され、それぞれの相における磁気構造とその構造が安定となるメカニズムに興味を持たれている。<sup>[1]</sup>

一方、 $U(Ru,Rh)_2Si_2$  は、低温で秩序変数が不明な隠れた秩序相 (HO 相) となり、その起源に興味を持たれているが、磁場により HO 相は壊れ、新たな電子相が出現する。これまでに磁化や電気伝導測定から研究が行われているが、磁場中での電子状態を調べる方法がこれまでほとんど無かったため、詳細は明らかになっていない。<sup>[2]</sup>

本研究では、 $TbB_4$  の多段メタ磁性転移におけるスピン構造に関する知見を得るために、共鳴磁気 X 線回折を、 $U(Ru,Rh)_2Si_2$  の磁場誘起相転移における電子状態変化を観測するために X 線吸収スペクトルをパルス磁場中で測定した。

## 2. 方法

SPring-8 BL22XU において、小型のパルス磁場発生装置<sup>[3]</sup>により、30~40 テスラの強磁場中での実験を行う。X 線磁気回折実験では、スプリットペア型マグネットを、X 線吸収スペクトル測定ではソレノイド型を用いた。冷却には、ヘリウムガス循環型の無冷媒タイプと、液体ヘリウムを用いる冷媒型を併用した。用いた X 線のエネルギーは、 $TbB_4$  では、Tb の L 端近傍の 7.5 KeV 付近、 $U(Ru,Rh)_2Si_2$  では U の L 端の 17 KeV 付近である。回折実験、吸収実験共に、測定は時系列で行い、パルス磁場と同期させて実験データを記録する。

## 3. 研究成果

$U(Ru,Rh)_2Si_2$  は、これまでの測定では、最適な試料の調整ができず、十分な S/N の吸収スペクトルが得られていなかったが、今回、吸収のエッジジャンプが 1 程度となる最適な試料

の調整を行うことができた。(図1)この試料において、40テスラ磁場中での測定を行えば、微少な吸収変化の観測も可能と期待されるが、マシンタイム中に冷凍機が不調になり、十分な測定時間が確保できなかったため、次回以降に再度測定する。

TbB<sub>4</sub>では、これまでの(100)反射に加えて、高角度反射の(500)反射の磁場依存性を測定することに成功した。(図2) 反射面内に寝ているスピント、反射面に垂直のスピント、それぞれからの反射成分が、反射角の関数になっているため、前回までに得られている結果と合わせることで、スピン構造のモデルを提唱する上での有効な情報となる。

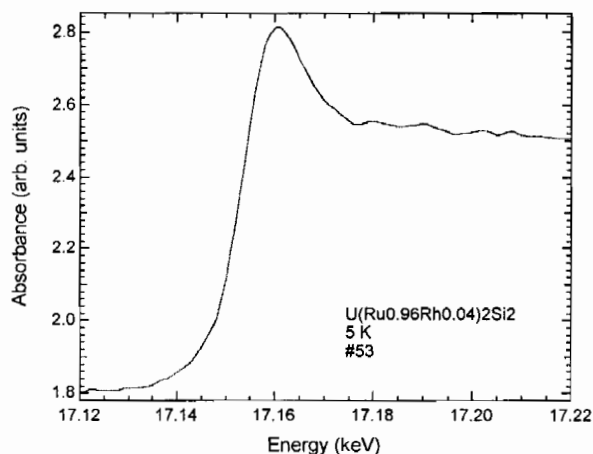


図1 U(Ru,Rh)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>(Rh 4%)の X線吸収スペクトル

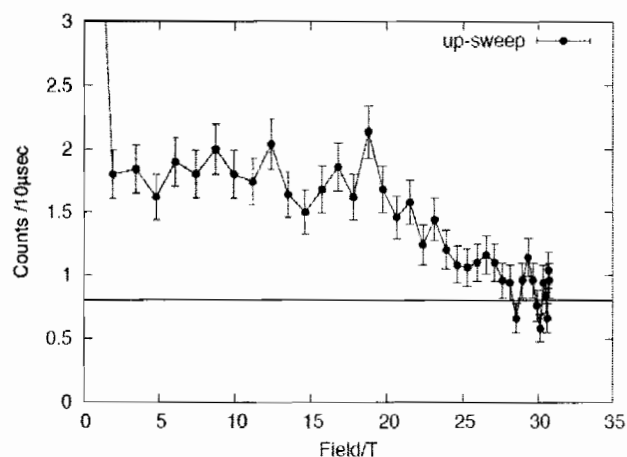


図2 TbB<sub>4</sub>の(500)磁気X線回折のピーク強度の磁場依存性

#### 4. 結論・考察

U(Ru,Rh)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>については、測定に最適な試料調整法を確立できたため、次回のX線吸収スペクトルの磁場依存性測定で、磁場誘起電子相に関する知見が得られると期待される。

TbB<sub>4</sub>では、現在、スピンフラストレーションによる多段のメタ磁性転移の発現機構のモデル計算を、X線磁気回折実験の結果をもとに行っており、その第一段階での結果については論文にまとめ、投稿中である。

#### 5. 引用(参照)文献等

- [1] 山本知秀ら、日本物理学会題6 1回年次大会予稿集、27pSC-8.
- [2] N. Harrison et al., Phys. Rev. Lett. 90 (2003) 096402.
- [3] 松田康弘ら、固体物理 40 (2005) 882.