

パルス磁場中 X 線内殻分光・回折実験による新奇磁性体の磁場誘起相転移の研究

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

松田 康弘¹⁾ 稲見 俊哉²⁾ 大和田 謙二²⁾ Ouyang Zhongwen¹⁾ 野尻 浩之¹⁾
Yasuhiro H. MATSUDA Toshiya INAMI Kenji OHWADA Ouyang ZHONGWEN Hiroyuki NOJIRI

¹⁾東北大学 ²⁾原子力機構

多段メタ磁性転移を示す TbB₄ について強磁場中での共鳴磁気 X 線回折実験を 30 テスラパルス強磁場を用いて低温下で行った。これまでに得られていた 100 反射の磁場依存性に加えて広角の 500 反射を高精度で測定し、それらの結果から、散乱面内にあるスピンの成分とそれに垂直で磁場に平行なスピンの成分の磁場依存性についての詳しい情報を得た。

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

1. 目的

方晶希土類四硼化物 RB₄ は希土類イオンが Shastry-Sutherland 格子と等価な格子を組み、磁気及び四極子のフ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 TbB₄ 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。^[1]

本研究では、TbB₄ 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。

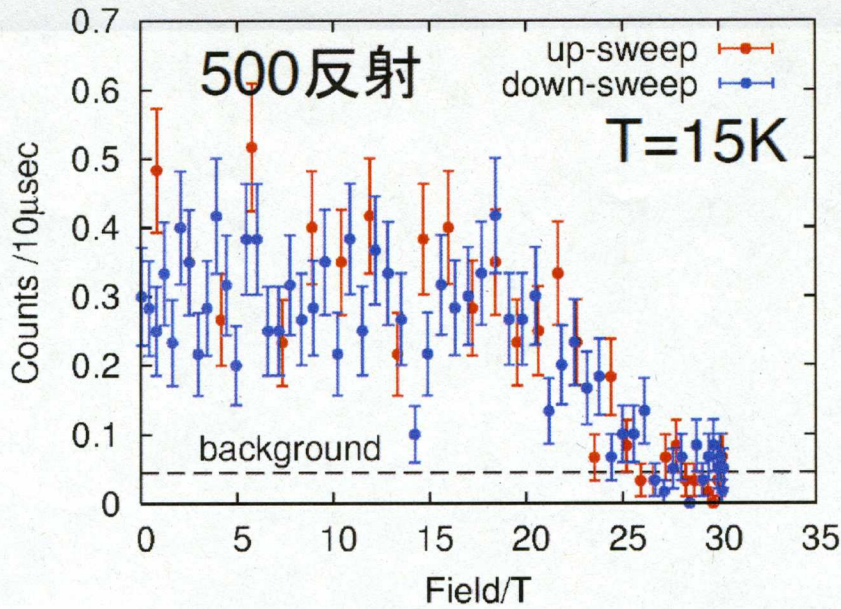
2. 方法

SPring-8 BL22XU において、小型のパルス磁場発生装置^[2]により、30 テスラの強磁場中での実験を行った。冷却には、ヘリウムガス循環型の無冷媒タイプを用いた。これまで、冷凍機の 2 段目の最低温度 10 K コールドヘッドに試料とマグネットを取り付けていたが、今回は試料は 2 段目に取り付けるが、マグネットはそれと切り離して 100 K の 1 段目のステージで冷却した。これにより、磁場発生時のマグネットの機械振動の試料への影響が劇的に軽減され、またマグネットの冷却効率が向上した。用いた X 線のエネルギーは、TbB₄ では、Tb の L 端近傍の 7.5 KeV 付近である。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

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高精度で測定することに成功した。図には、500 反射の磁場依存性を示す。反射面内のスピンと、反射面に垂直のスピン、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、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。単純な考察では、500 反射では反射強度が増加することが予想されるが、結果は 100 と類似した依存性であった。今回、実験の精度がこれまでよりも高く、信頼性の高い結果が得られていると考えられることから、これは、高磁場相の磁気構造が $(1,0,0)$ 変調した c 軸成分を持っていないことを意味している。このことは、 TbB_4 の高磁場相の磁気構造、及び多段メタ転移の機構を解明する上で重要といえる。



[1] S. Yoshii et al., J. Magn. Magn. Mater 310 (2006) 1282.

[2] 松田康弘ら、固体物理 40 (2005) 882.