パルス強磁場Ｘ線回折によるフラストレート磁性体の磁場誘起相転移の解明

X-ray diffraction study on the field-induced phase transition of a spin-frustrated magnetic compound in pulsed-high magnetic fields

松田　康弘[1)]　野尻　浩之[2)]　大和田　謙二[3)]　稲見　俊哉[3)]

Yasuhiro H. MATSUDA　Hiroyuki NOJIRI　Kenji OHWADA　Toshiya INAMI

[1)]東京大学物性研究所　[2)]東北大学金属材料研究所　[2)]原子力機構

低温で多段のメタ磁性転移を示すスピンフラストレート磁性体 TbB_4 のパルス強磁場中での共鳴 X 線磁気回折実験を行った。偏光解析を行うことで、1/2 プラトー磁場領域において有限の磁場に垂直なスピン成分があることが確実となり、多段メタ磁性の発現のモデルを提唱できた。

キーワード：スピンフラストレーション、共鳴X線磁気回折、パルス強磁場

１．目的

スピンに幾何学的フラストレーションがある場合には、長距離秩序の形成が抑制され、興味深い磁性が発現するため興味が持たれている。正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[1]、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が持たれている。本研究の目的は、X線磁気回折実験及び偏光解析を精密に行うことで、TbB_4の高磁場相での磁気構造を明らかにすることである。

２．方法

SPring-8のBL22XUにおいて、小型のパルス磁場装置を用いて30テスラの強磁場環境を実現した。2段型のヘリウムガス循環型クライオスタットの1段目にマグネット、2段目に試料をとりつけ、マグネットは100 K程度、試料は10 K程度に冷却した。磁気反射である500反射を、TbのL吸収端近傍のエネルギーE=7.51 keVを用いることで、共鳴増強効果を利用して測定した。さらに今回、メカニカルチョッパーによってX線をパルス状に切り出すことで、試料の発熱を抑制しつつ、パルス磁場による短時間計測中は十分なX線強度を使用する方法を確立した。その技術を用い、高精度で500反射の偏光解析を行った。また今回、格子変形の知見を得るために400反射の磁場依存性の測定も行った。

３．研究成果

500 反射の磁場依存性が精度良く測定でき、以前は観測されなかった 16 テスラ近傍の転移の構造が明確に観測された。23 テスラ以上 30 テスラまでの高磁場領域ではいくらかの反射強度が残ったが、16 テスラから 23 テスラまでの磁場領域では少なくとも偏光解析より、磁気反射であることが分かった。400 反射の磁場依存性を測定し、転移で格子にも僅かな変化があることが明らかになった。

４．結論・考察

16 テスラから以上の強磁場相では、磁場に垂直な横向きのスピンが確かに存在する事が実験的に明らかになった[2]。この結果は通常の多段メタ磁性を説明するコリニアーなスピン構造モデルとは相反するものであり、フラストレーションが起因した新たなメタ磁性発現機構であると考えられる。

５．引用（参照）文献等

[1] S. Yoshii et al., Phys. Rev. Lett. 101, 087202, (2008)

[2] T. Inami et al., J. Phys. Soc. Jpn. 78, 033707, (2009)