

キラル磁性体 $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ における構造相転移に伴う弱強磁性転移

Weak ferromagnetic transition induced by structure phase transition in chiral antiferromagnet $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$

阿部伸行¹, 塩澤俊介¹, 佐賀山基², 有馬孝尚¹

¹ 東京大学大学院新領域創成科学研究科, 〒277-8561 柏市柏の葉 5-1-5

² KEK 物質構造科学研究所, 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

Nobuyuki Abe¹, Shunsuke Shiozawa¹, Hajime Sagayama², and Taka-hisa Arima¹

¹ Dept. of Adv. Mat. Sci., The University of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa, 277-8561, Japan

² KEK-IMSS, 1-1 Oho, Tsukuba, 305-0801, Japan

1 はじめに

キラルな結晶構造を持つ磁性体では、スピンを平行あるいは反平行に揃える交換相互作用に加え、スピンを直交させる Dzyaloshinskii-Moriya 相互作用が働くため、らせん磁性などの特殊な磁気構造が現れる。特に近年は Skyrmion 格子やカイラルソリトン格子など、磁気記憶担体としても期待される新しい磁気構造についての研究が活発に行われている。一方で報告されているキラル磁性体の多くは有機金属錯体であり、無機物の報告例は少ない。このため物質探索を行いキラルな結晶構造を持つ磁性体の候補物質として $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ を研究対象とした。

$\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ は結晶合成についてのみ報告例があり、図 1 のように空間群が $I2_3$ のキラルな体心立方構造であることが報告されている[1]。磁性イオンである Fe^{3+} が酸素と四面体 FeO_4 を形成し、10 個の FeO_4 が頂点共有によってリング状のネットワークを形成している。 Fe^{3+} は $S=5/2$ であり磁気的な相互作用として酸素を介した反強磁性的な超交換相互作用が存在するため、室温以上の高温領域での反強磁性転移が期待できる。このため $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ の単結晶試料を育成し、磁気秩序の有無と結晶構造を詳細に調べることを目的として実験を行った。

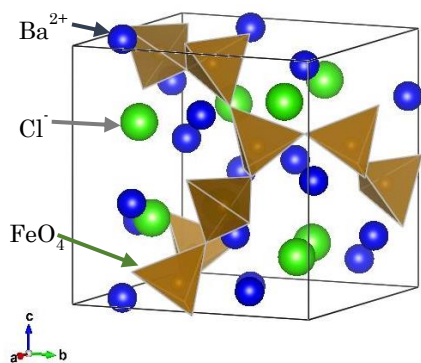


図 1 : $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ の結晶構造

2 実験

$\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ の単結晶試料は Floating Zone 法によって育成した。得られた単結晶試料を粉砕し 70 μm 程度の大きさの結晶をシリカガラスの針の先端にエポ

キシ接着剤で固定し X 線回折実験用の試料を作成した。実験は BL-8A において行い、He ガス吹付け冷凍機を使用して 200K から 30K までの温度範囲で行った。

3 結果および考察

得られた試料の帯磁率の温度依存性を測定した結果、室温以上から反強磁性秩序を形成していることが明らかになった。また 142K において自発磁化が現れ、反強磁性から弱強磁性へ相転移していることが明らかになった。BL-8A での単結晶 X 線回折実験では弱強磁性相への相転移に伴って、I 格子では禁制である $h+k+l=\text{odd}$ の超格子反射が現れた。このことは体心格子から単純格子へ変化していることを表している。さらに高角の $h00$ 反射が 2 θ 方向へ 3 つに分裂していることを確認し、立方晶から斜方晶へ変化していることが明らかになった。以上の結果から弱強磁性相の空間群を $P2_12_12_1$ として構造解析を行ったところ $R = 1.81\%$ 、 $wR2 = 4.48\%$ で結晶構造を確定することに成功した。

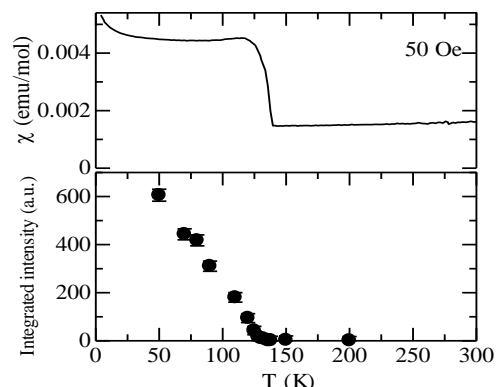


図 2 : 帯磁率と超格子反射強度の温度依存性

4 まとめ

本研究によりキラル磁性体 $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ における構造相転移に伴った弱強磁性転移が明らかになった。今後は中性子回折実験により磁気構造を決定し、さらに電気磁気効果の有無を調べることで、キラル磁性体特有の物性を明らかにして行く。

参考文献 [1] W. Leib and Hk. Muller-Buschbaum Z. anorg. Allg. Chem. 521, 51 (1985).

*arima@k.u-tokyo.ac.jp