

鉄スピネルの磁気構造およびFeサイト置換

利用者 川崎博行、中井宗紀、松井高史

所属 富士フィルム(株)

1. はじめに

フェライト系磁性体の磁性を理解するには、(1)他元素によるFeサイト置換および(2)磁気構造を決定する必要がある。しかし、Coなど原子番号の近い元素による置換の詳細を決定するのは、通常のX線回折では不可能であり、異常分散が必要となる。また、磁気に関する情報も通常の通常のX線回折では不可能である。ところが、中性子回折を用いると、(1)、(2)ともに決定可能な場合がある。[1]

本実験では、六方晶フェライト系磁性材料の典型であるBaFe₁₂O₁₉(M型マグネトプランバイト)の、磁気構造(磁気モーメント方向および各サイトの磁気モーメント)を決定した。

2. 実験方法

BaCO₃, Fe₂O₃を上記組成どおりに混合・1350 °・10時間焼成・粉砕した。試料を直径1cm×高さ4cmのホルダに入れ、1.8232 の中性子線で5時間露光し、2.5 ~ 160 °、0.05 °ステップのデータを得た。解析には10 ~ 130 °のデータを用いた。(図1)

3. 実験結果

文献[2]を初期値とし、RIETAN-FP[3]を用いて単位胞の磁気モーメント方向およびFeサイトの磁気モーメントを含む構造パラメータを精密化した。温度因子は化学種ごとに一定、かつ、Baは鉄の半分、という拘束下で行った。また、c軸からの磁気モーメント方向を最初に0.0 °として構造を収束させた後に磁気モーメント方向の0.0 °の収束を確認した。各サイトの磁気モーメントはμB ±3.9となった。主な結果を表1、2に示す。

4. まとめ

単位胞全体の磁化の方向および各サイトのスピンの方向の収束は明瞭であった。(図2)別に測定したキュリー点上(480 °)でのデータとくらべて、(100)反射の強度が大きいこと(図1)は、磁気モーメントがc軸方向を向いていることと調和的である。これらは文献[4]の記述とも一致する。各サイトのFe³⁺の磁気モーメントμBの絶対値が理想値(±5)より小さめにした理由は不明であるが、温度因子にかけた拘束も原因の一つであると考えられる。

5. 謝辞

中性子回折実験をご指導いただいた原子力研究開発機構の井川直樹先生、および磁気構造解析をご指導いただいた東北大学の山口泰男先生に感謝します。

参考文献

- [1] T.Nakagawa, Y. Takeda, M. Yuya, Y. Fukuta, H. Nitani, T. Tachibana, T. Shimada, S. Kawano, S. Emura, & T. A. Yamamoto : J. Jpn. Soc. Powder Powder Metallurgy 52-9(2005), p.691-699.
- [2] Townes, W.D.;Fang, J.H.;Perrotta, A.J. : Zeit. Kristallographie, Kristallgeometrie, Kristallphysik, Kristallchemie, 125(1967), p.11-23, ICSD-database-26834.
- [3] F. Izumi and T. Ikeda, Mater. Sci. Forum, 198(2000), p321-324.
- [4] 近角聴信、強磁性体の物理(上)、裳華房(2000)、p.230.

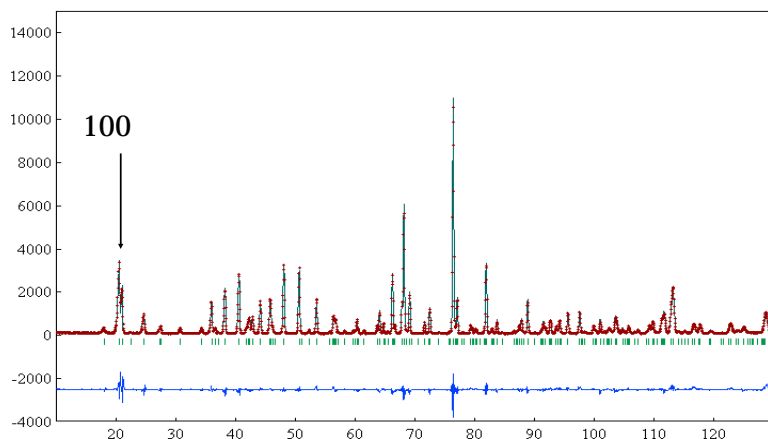


図1 . BaFe₁₂O₁₉の回折パターン。矢印は100反射ピーク。

表1 . 解析結果

Rwp	10.66
Rp	7.82
Re	5.61
S	1.90
RI	2.77
RF	1.72

表2 . 各サイトの磁気モーメント

Site	Wyckoff letter	Magnetic Moment[μ _B]
Fe1	2a	3.9(2)
Fe2	2b	4.0(2)
Fe3	4f	-3.8(1)
Fe4	4f	-4.2(1)
Fe5	12k	3.8(1)

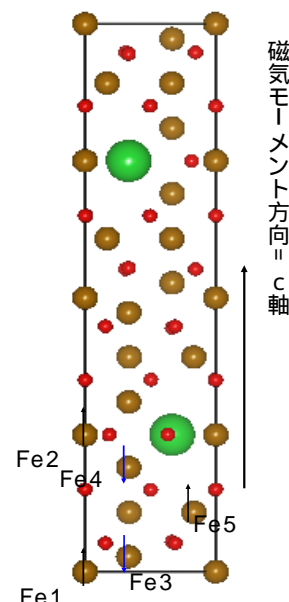


図2. BaFe₁₂O₁₉結晶構造 (M型マグネトプランバイト)