

 MLF Experimental Report	提出日 Date of Report
課題番号 Project No. 2012BM0019 実験課題名 Title of experiment フェライト磁石の中性子回折 実験責任者名 Name of principal investigator 平野 辰巳 所属 Affiliation (株)日立製作所 日立研究所	装置責任者 Name of responsible person 石垣 徹 装置名 Name of Instrument/(BL No.) iMATERIAL、BL20 実施日 Date of Experiment 2013/1/23:21h~1/24:9h

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.
・Sr 系 W 型フェライト磁石 : SrFe18O27

2. 実験方法及び結果 (実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。)
Experimental method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.
<p>【背景と目的】 フェライト磁石は、酸化鉄が主成分の低コスト材料であり、自動車の電装用やエアコン・冷蔵庫などの家電品用モータに多用されている。また、昨今の希土類磁石の高騰を受け、高性能なフェライト磁石が要望され、高飽和磁化(Bs)、高保磁力(Hc)なフェライト磁石の開発が必須となっている。Sr 系 W 型フェライトは Sr 系 M 型フェライトに比べて高 Bs であるが、低 Hc の難点がある。そこで、元素置換による詳細な組成検討により、高 Hc 材料の開発を進めている。本課題では、元素置換した高 Hc の Sr 系 W 型フェライトの結晶構造解析を目的とするが、まず元素置換しない Sr 系 W 型フェライト磁石の構造を解析した。</p> <p>【実験方法と結果】 粉末試料をバナジウム管に充填し、BL20 で中性子回折を測定した。測定時間:30 分程度。DF で測定した。J-PARC で測定した TOF 型中性子回折データの解析として、高エネ研・茨城大学が提供している解析コードが Z-Rietveld である。しかし、この解析コードには、磁気散乱が考慮されていないので、フェライト磁石の構造解析には使用できない。磁気構造を考慮した解析コードとして欧州の FullProf、米国の GSAS がある。</p>

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

しかし、磁気構造モデルの設定などが難しく、難解なコードである。一方、物質材料研究機構が提供している RIETAN-FP は、並行／反平行な磁気構造が解析できる。しかし、TOF 型の中性子回折データには対応していない。そこで TOF 型のデータを角度分散型のデータに変換して、この解析コードを使用した。変換時の波長は 1.0 \AA とした。図 1 に W 型フェライト磁石の結晶構造を示す。空間群は $P63/mmc$ である。W 型フェライト磁石では、R-R*ブロック間に 2 つの S ブロックが積層した構造である (S2*/R*/S1*/S2/R/S1)。W 型フェライト磁石の Fe サイトは 7 つで、2c、4f3、6g、12k がアップスピン(\uparrow)、4e、4f1、4f2 がダウンスピン(\downarrow)となる。図 2 に中性子回折のリートベルト解析の結果を示す。測定と計算の差分(青色)は $2\theta : 40$ 度以下で大きい。これは、TOF 型回折線プロファイルを角度分散型プロファイルであわせきれていないためと考えられる。7 サイトの Fe の磁気モーメントの大きさが同じとして解析した結果、 $3.8\mu_B$ となった。通常、Fe の磁気モーメントの大きさは 4~5 程度であるため、本結果は 5~24%程度低い。解析コードの RIETAN-FP は c 軸に対する平行／反平行な磁気構造のみを解析するため、①磁化が c 軸に対して傾いている、②7 サイトの磁気モーメントを同じとしたことに起因すると考えている。以上の解析から、中性子回折のリートベルト法により W 型フェライト磁石の磁気構造をある程度解析できることが判明した。

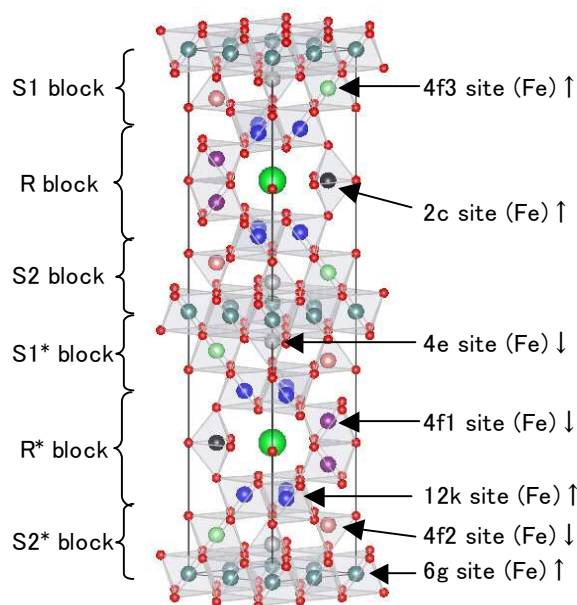


図1 W型フェライト磁石の結晶構造。*ブロックはc軸に対して180度回転した構造。S1とS2ブロックはab面に対して反転した構造。 \uparrow 、 \downarrow の記号は磁気モーメント(スピン)の方向。

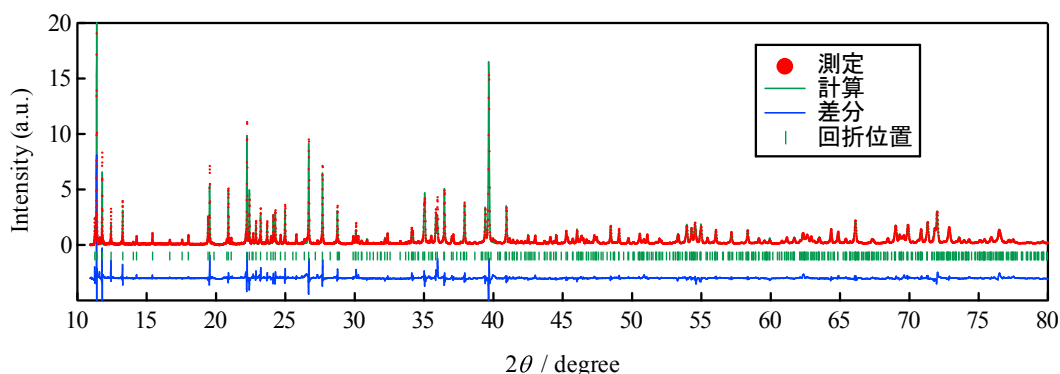


図2 中性子回折のリートベルト解析の結果。波長: 1.0 \AA 。

以下は、MLFで内部資料として使用します。(日本語可)

The following sheet is for internal use only. Description in Japanese is acceptable.

○論文等による成果発表の予定 (Your publication plan)

a) 発表形式 ^(*1) Publication style ^(*1)	b) 発表先(誌名、講演先) ^(*2) Publication/Meeting information ^(*2) (Name of journal/book or meeting)	c) 投稿/発表時期 ^(*3) Date of paper submission or presentation ^(*3)
口頭発表	MLF シンポジウムなど	2年以内

【記入要領】(Instructions)

- (*1) 原著論文、総説、プロシーディングス、単行本、特許、招待講演(国際会議)、その他口頭発表等、具体的な発表方法を示して下さい。
Please describe planned publication and/or presentation style; *ex.* refereed journal, review article, conference proceedings, book, patent, invited talk, oral presentation *etc.*
- (*2) 成果を発表する誌名、講演先を示して下さい。
Please describe the name of journal or book you are planning to submit, or name of meeting you will make a presentation.
- (*3) およその発表予定時期を示して下さい。(3月以内、6月以内、1年以内、2年以内、2年以上先、等)
Please describe the estimated date of paper submission or presentation; *ex.* within 3 months, within 6 months, within 1 year, within 2 years, beyond 2 years, *etc.*

○成果になる予定が立たない場合の理由と今後の計画を記述してください。

In case you can not publish your results, please describe reasons and future plan.

(例:「論文になる十分な結果が得られなかった」、「複数回の実験が必要で次回の課題終了後に発表予定」、等)