

La-Co 置換系 M 型 Sr フェライトの ^{57}Fe 核 NMR酒井宏典, 服部泰佑, 徳永陽, 神戸振作, 下田愛子*, 和氣剛*, 田畑吉計*, 中村裕之*
(原子力機構, *京大) ^{57}Fe NMR study in La-Co substituted M-type Sr FerriteH. Sakai, T. Hattori, Y. Tokunaga, S. Kambe, A. Shimoda, T. Waki, Y. Tabata, and H. Nakamura
(JAEA, *Kyoto Univ.)

1 はじめに

M 型フェライト $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ は、六方晶系マグネトプランバイト型 (M 型) 結晶構造を有し、Sr の一部を La で、Fe の一部を Co で同時に置換すると磁気異方性が大きく向上し、飽和磁化も大きくなることを見いだされ、磁気応用上、有用な材料となった。しかしながら、この共置換系において、磁気異方性が向上する理由についてはよく分かっていない。M 型フェライトには、5 つの結晶学的に異なる Fe サイトが存在し、Co が Fe のどのサイトと置換しているのか、価数はどうなっているのか、中性子散乱¹⁾、Mössbauer 効果²⁻⁴⁾、核磁気共鳴 (NMR)⁵⁾ などの微視的磁気プローブ毎に、見解が異なっているのが現状である。本研究では、 ^{57}Fe 核 NMR 及び ^{59}Co 核 NMR を行い、他の微視的実験結果や第 1 原理計算結果などを相補的に考慮しながら、整合性のある解を目指している。本講演では、主に ^{57}Fe 核 NMR の実験結果について発表する。

2 結果および考察

$\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ 及び、La-Co 共置換系 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$ の粉末試料、フラックス法で育成された単結晶を用いて、ゼロ磁場 NMR 実験を行った。 ^{57}Fe 核は、自然存在比 2.2% で核スピン $I = 1/2$ をもち、強磁性体中の各 Fe サイトにおける内部磁場に呼応して、外部磁場ゼロで NMR を行うことが出来る。核磁気回転比が $\gamma_n = 1.4 \text{ MHz/T}$ と低いため、NMR 敏感核ではないが、強磁性体では巨視的磁気モーメントが高周波に対して大きく応答し NMR 強度が増強する効果があり、実験可能となる。特に、この NMR 信号増強効果は、典型的に磁区内で約 10^4 倍、磁壁内で約 10^{10} 倍と見積もられており、粉末 NMR スペクトルでは、磁区・磁壁からの NMR 信号を区別することが必要となる。

Fig. 1 に、温度 4 K で測定した $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ の粉末試料、単結晶におけるゼロ磁場 ^{57}Fe 核 NMR スペクトルを示した。磁区内の信号に関しては、磁化容易軸が c 軸であるために NMR 励起用高周波 (rf) が c 軸垂直であるときに最も NMR 信号が観測され、完全に rf が c 軸平行であれば NMR 信号は消える。一方、磁壁では、磁化方向が隣接する磁区間で回転しているため、たとえ $rf \parallel c$ とセットしていても、磁壁増強 NMR 信号が観測されることが予想される。実際、Fig. 1 に示したように、単結晶 NMR スペクトルに明瞭な rf 方向依存性が観測され、磁区・磁壁信号の分離に成功した。NMR スペクトルの横緩和時間測定、外部磁場依存性などからも、この分離が妥当であることを確認した。このように単結晶試料を用いることで、各 Fe サイトにおける内部磁場を微視的に決定することが可能である。当日は、共置換系における ^{57}Fe 核 NMR の結果についても報告し、Mössbauer 効果の実験等との比較についても検討したい。

References

- 1) Y. Kobayashi, E. Oda, T. Nishiuchi and T. Nakagawa, *J. Cer. Soc. Jpn.* **119**, 285 (2011).
- 2) G. Wiesinger, M. Müller, R. Grössinger, M. Pieper, A. Morel, F. Kools, P. Tenaud and J. M. Le Breton and J. Kreisel, *physica status solidi (a)* **189**, 499 (2002).
- 3) A. Morel, J. M. Le Breton, J. Kreisel, G. Wiesinger, F. Kools and P. Tenaud, *J. Magn. Mater.* **242-245**, 1405 (2002).
- 4) J. M. Le Breton, J. Teillet, G. Wiesinger, A. Morel, F. Kools and P. Tenaud, *IEEE Transactions on Magnetics* **38**, 2952 (2002).
- 5) M.W. Pieper, F. Kools and A. Morel, *Phys. Rev. B* **65**, 184402 (2002).

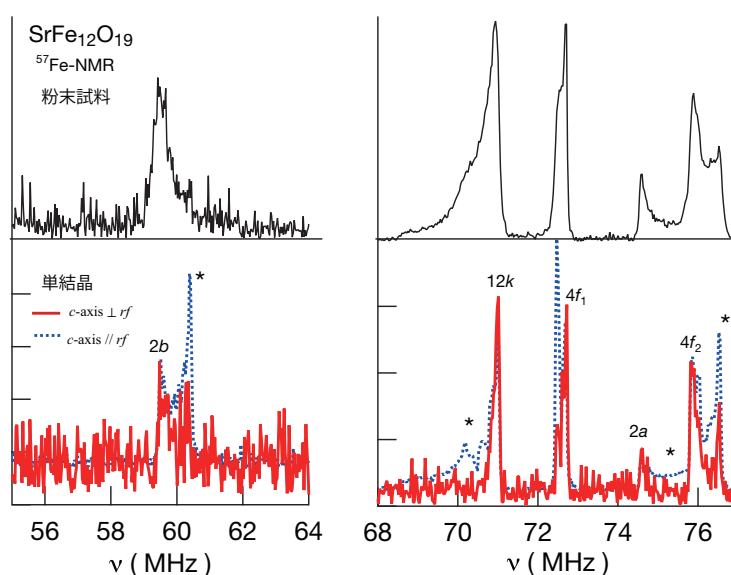


Fig. 1 温度 4 K で測定した $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ の粉末試料、単結晶におけるゼロ磁場 ^{57}Fe 核 NMR スペクトル。単結晶のスペクトルは、高周波 (rf) 方向を磁化容易軸である c 軸平行に配置したものと、垂直に配置したものを示している。