

$^{57}\text{Fe}$ -NMR による M 型 Ca フェライトの研究

高尾健太、宇治克俊、和氣剛、田畑吉計、中村裕之  
(京大院工)

$^{57}\text{Fe}$  NMR study of M-type calcium ferrites

K. Takao, K. Uji, T. Waki, Y. Tabata, H. Nakamura  
(Kyoto Univ.)

## 【背景】

M 型フェライトは鉄原子が磁性を担う鉄系酸化物磁石であり、安価な磁石材として広範囲の用途に使われている。M 型フェライトは異なる 5 つの Fe サイトを有する複雑な構造を持ち、微視的磁性の情報を得ることは容易ではない。これまで M 型フェライトの微視的磁性評価には  $^{57}\text{Fe}$ -メスバウア分光がよく用いられてきた [1]。メスバウア分光は測定が簡便な手法である。しかし、原理的なことが理由で分解能に限界があり、四重極効果によるスペクトルの分裂もあるため、構造が複雑な M 型フェライトではデータの解釈に曖昧さを残す欠点がある。一方で、NMR は分解能が高く、 $^{57}\text{Fe}$ -NMR では四重極効果もないため内部磁場の大きさを直接的に観測できるメリットがある。しかし、M 型フェライトは内部磁場が広く分布しているため、広い周波数領域の測定が必要であり、実験には多大な労力を要する。そのため NMR は微視的な評価手法として積極的には利用されてこなかった。我々は周波数自動掃引 NMR 装置を用いて測定労力を軽減し、M 型フェライトの系統的な測定を行っている。

本研究では Ca を含む M 型フェライトに  $^{57}\text{Fe}$ -NMR 実験を適用した。Ca を含むフェライトは M 型フェライトの中でも高い磁気特性を有しており、近年製品化されている [2]。一方、その母物質である Ca フェライトの基礎物性は不明な点が多く、特に微視的な磁性は全く知られていない。本研究では La 置換 Ca フェライトの  $^{57}\text{Fe}$ -NMR 測定を行い、微視的な磁性を評価する。

## 【実験方法】

La 置換の Ca フェライト ( $\text{Ca}_{0.75}\text{La}_{0.5}\text{Fe}_{11.75}\text{O}_{19}$ ) の粉末試料  $^{57}\text{Fe}$ -NMR 測定を行った。試料は固相反応法により作製した多結晶試料と、CaO 自己フラックス法により作製した単結晶試料を砕いたものを用意した。それぞれの測定結果および他の M 型フェライトの  $^{57}\text{Fe}$ -NMR 測定結果を比較し、Ca フェライトの 5 つの Fe サイトの内部磁場の強さや La 置換による電子状態の変化を評価する。

## 【結果・考察】

図 1 は La 置換 Ca フェライト多結晶試料の NMR 測定の結果である。測定は 4 K、ゼロ磁場下で行い、Fe サイト由来のスペクトルの詳細な形状が判明した。非置換 Sr フェライトの NMR 測定結果 [3] と比較すると  $12k$ 、 $2a$  サイトはほぼ同じ周波数に観測されたが、 $4f_1$ 、 $4f_2$  サイトは低い周波数で観測された。また、69 MHz 付近に強度が小さく幅広いスペクトルが観測された。このスペクトルは Sr フェライトには存在しないものであり、その起源に興味を持たれる。Sr フェライトで、60 MHz 付近に観測される  $2b$  サイトの信号の周波数が上昇した可能性や、Ca-La サイトの不均化に伴う新たな局所環境の Fe サイトの出現などが考えられるが、現在のところ不明である。今後の系統的实验が待たれる。

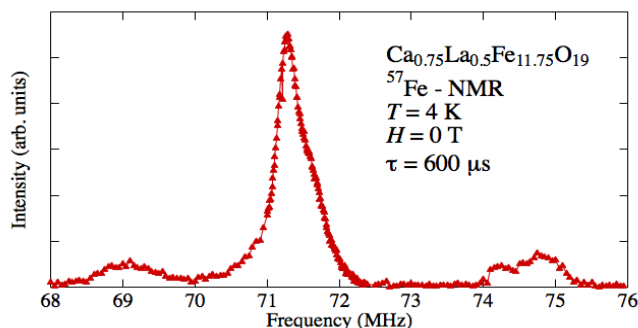


図 1. 多結晶 Ca フェライトの  $^{57}\text{Fe}$ -NMR 測定

## 参考文献

- 1) G. Wiesinger et al., Phys. Stat. Sol. a **189** (2002) 499.
- 2) Y. Kobayashi et al., J. Jpn. Soc. Powder Powder Metallurgy **55** (2008) 7-541.
- 3) M. Küpferling et al., Phys. Rev. B **73** (2006) 144408.