

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 情報理工学研究科 先進理工学専攻 博士前期課程		
氏 名	大澤 明弘	学籍番号	1033013
論 文 題 目	元素置換したイットリウム鉄ガーネットの NMR による研究		

要 旨

イットリウム鉄ガーネット(YIG; $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$)は磁気光学効果を有する磁性体として応用上注目されている。本研究は $(\text{Y}_3)_c[\text{Fe}_{3-x}\text{R}_x]_d[\text{Fe}_2]_a\text{O}_{12}$ ($\text{R}=\text{Al},\text{Si}$)、 $(\text{Y}_{3-x}\text{RE}_x)_c\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ($\text{RE}=\text{Ce},\text{Pr},\text{Nd}$)の物性を ^{57}Fe 核磁気共鳴(NMR)により調べた。

pure-YIG 中には O^{2-} が 4 配位する Fe^{3+} (24d-site)と、 O^{2-} が 6 配位する Fe^{3+} (16a-site)がある。磁化容易軸 \boldsymbol{M} [111]方向に対して、24d-site の結晶主軸 $\langle 100 \rangle$ はすべて等価だが、16a-site の主軸 $\langle 111 \rangle$ は $[111]$ と $[\bar{1}11][1\bar{1}1][11\bar{1}]$ の非等価な 2 種類がある。観測された NMR スペクトルには 24d-site は 1 つ(64.96 MHz)、16a-site は 2 つ(75.12 , 76.13 MHz)の信号が現れた。

Al^{3+} と Si^{4+} は 24d-site を置換する。その NMR スペクトルを図 1a,b に示す。 $\text{Al}:\text{YIG}(x=0.3)$ のスペクトルは 24d,16a-site 共に広がり、24d-site は 64.6,64.8 MHz 付近に、16a-site は 74.3 MHz 付近にサテライトが観測できた。これは非磁性の Al^{3+} が磁性を持つ Fe^{3+} (24d)を置換したことによって周囲の ^{57}Fe の超微細磁場(HF)が変化したこと起因する。 $\text{Si}:\text{YIG}(x=0.1)$ のスペクトルには大きな変化は見られなかった。緩和定数 T_2 は 24d-site では大きく変化はしなかったが、16a-site では大きく減少し、pure-YIG で $T_2=6.9$ ms であったものが $\text{Si}:\text{YIG}$ では $T_2=0.82$ ms となった。

Ce^{3+} 、 Pr^{3+} 、 Nd^{3+} は 24c-site を置換する。 $\text{Ce}:\text{YIG}(x=0.1,0.2,0.3)$ 、 $\text{Pr}:\text{YIG}(x=0.2,0.5,1.0)$ 、 $\text{Nd}:\text{YIG}(x=0.2,0.5)$ の NMR スペクトルの変化は $\text{Al}:\text{YIG}$ と比べて小さかった。これは $[\text{R}^{3+}]_c-\text{O}^{2-}-[\text{Fe}^{3+}]_{d,a}$ の磁氣的相互作用が $[\text{Fe}^{3+}]_d-\text{O}^{2-}-[\text{Fe}^{3+}]_a$ のそれよりも小さいため、 R^{3+} ドーブ(非磁性の Y^{3+} を置換する効果)は Al ドープ(Fe^{3+} を非磁性の Al^{3+} で置換する効果)よりも ^{57}Fe の HF への影響が小さいことが原因と考えられる。 $\text{R}=\text{Pr}(x=0.5,1.0)$ のみに、d-site のスペクトルの 65.5MHz 付近でサテライトが観測できた。

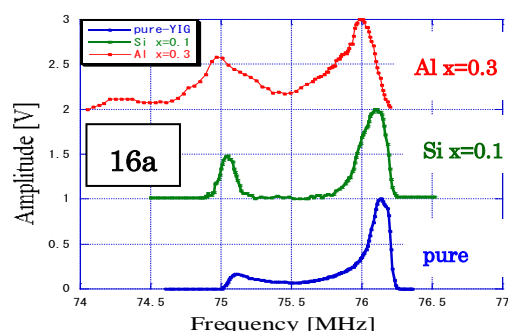
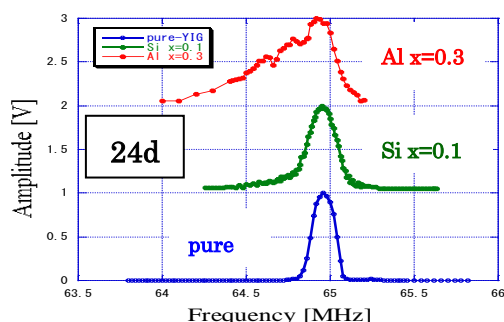


図 1a $\text{Y}_3[\text{Fe}_2]_a[\text{Fe}_{3-x}\text{R}_x]_d\text{O}_{12}$ ($\text{R}=\text{Al},\text{Si}$)の NMR スペクトル(24d-site) 図 1b $\text{Y}_3[\text{Fe}_2]_a[\text{Fe}_{3-x}\text{R}_x]_d\text{O}_{12}$ ($\text{R}=\text{Al},\text{Si}$)の NMR スペクトル(16a-site)