

2P-031

イプシロン型酸化鉄のサブテラヘルツ帯無磁場下強磁性共鳴とその低温挙動
 (東大院理¹, 東大物性研², CREST³) 生井飛鳥¹, 吉清まりえ¹, 中嶋誠², 末元徹², 大越慎一^{1,3}

The study of sub-terahertz zero-field ferromagnetic resonance
 at low temperature region in epsilon-iron oxide

(The Univ. of Tokyo¹, ISSP, The Univ. of Tokyo², CREST³) Asuka Namai¹, Marie Yoshikiyo¹, Makoto Nakajima², Tohru Suemoto², Shin-ichi Ohkoshi^{1,3}

【序】無磁場下強磁性共鳴(自然共鳴)とは、磁性体に電磁波が照射されると、ジャイロ磁気効果によって磁化の歳差運動が誘起され、その磁性体固有の周波数の電磁波を吸収する現象であり、磁気異方性が大きい材料ほど高周波数で共鳴する。当研究室で初めて単相として得ることに成功したイプシロン型-酸化鉄($\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$)は、室温において酸化物磁性体の中で最大の保磁力($H_c = 20$ kOe)を示し、その大きな磁気異方性により磁性体最高の共鳴周波数($f_r = 182$ GHz)を観測している[1]。本講演では、 $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の Fe^{3+} イオンをアルミニウムイオンで置換した $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ ナノ磁性体について無磁場下強磁性共鳴の低温挙動について報告する[2]。

【実験】 $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ ナノ磁性体は逆ミセル法とゾルゲル法の組み合わせにより合成した。誘導結合プラズマ質量分析計により組成分析、粉末 X 線回折(XRD)およびリートベルト解析により結晶構造解析を、透過型電子顕微鏡を用いて試料観察、超伝導量子干渉素子により磁化測定を行った。また、テラヘルツ時間領域分光法によりサブテラヘルツ帯の吸収特性を測定した。

【結果と考察】図 1 に得られた $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ ナノ磁性体の磁気特性を示す。磁化-温度曲線からは、キュリー温度($T_c = 496$ K)以下で自発磁化が

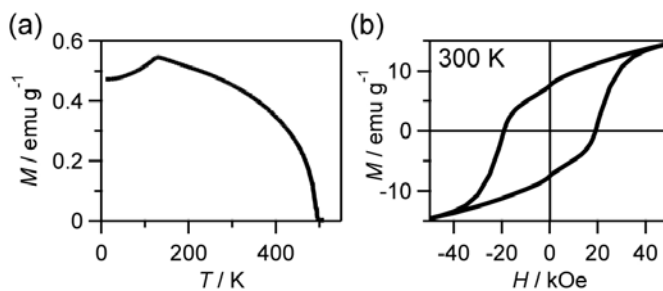


図 1. $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ の (a) 磁化-温度曲線, (b) 300 K における磁化-外部磁場曲線.

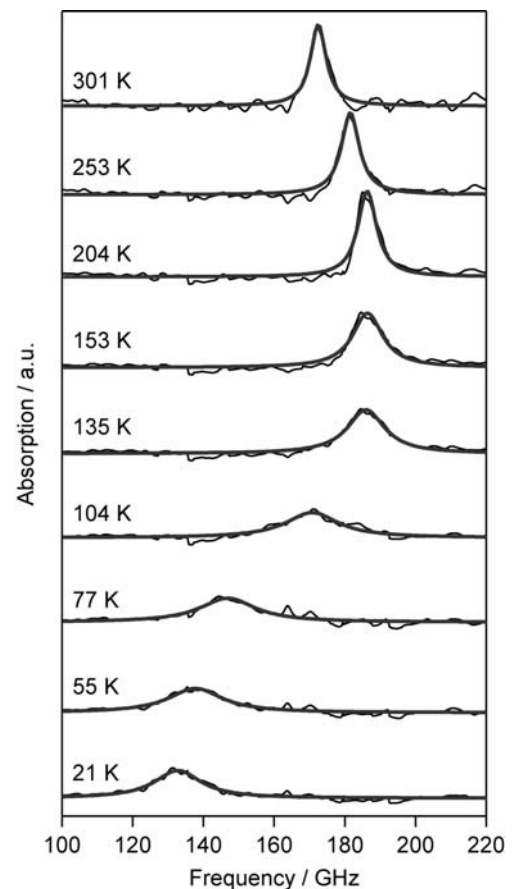


図 2. $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ の各温度における電磁波吸収スペクトル.

発現し、温度低下とともに単調に増加するが、131 Kにおいて減少に転じた。これはスピン再配列現象によるものと考えられる。また、300 Kにおける保磁力は 19.1 kOe であった。

図2に各温度における $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ の電磁波吸収スペクトルを示す。室温においては、172 GHz という高周波領域に電磁波吸収が観測された。温度の低下に伴い、 f_r 値は初め 186 GHz まで上昇するが、130 K 付近で急激に減少した(図 3a)。一方、スペクトルの半値全幅(Δf)は、約 130 K を中心としてシグモイド状に増大していた(図 3b)。

観測されたゼロ磁場強磁性共鳴の異常な振る舞いを理解するため、磁気特性の温度依存性を調べた。 H_c 値は、磁化が減少に転じる $T_p=131$ K(図 1a)を中心として、シグモイド状に減少することが分かった(図 3c)。一方、磁化率(χ)は Δf と同様の温度依存性を示した(図 3d)。ゼロ磁場強磁性共鳴では f_r 値は異方性磁界に比例し、 H_c は異方性磁界に依存することから、 H_c の温度変化により f_r 値が変化すると理解される。すなわち、スピン再配列現象による磁気異方性の喪失により、 f_r 値が急激に減少したと考えられる。一方、スピン再配列現象によるスピン揺らぎにより、 Δf および χ の増大が起こったと考えられる。

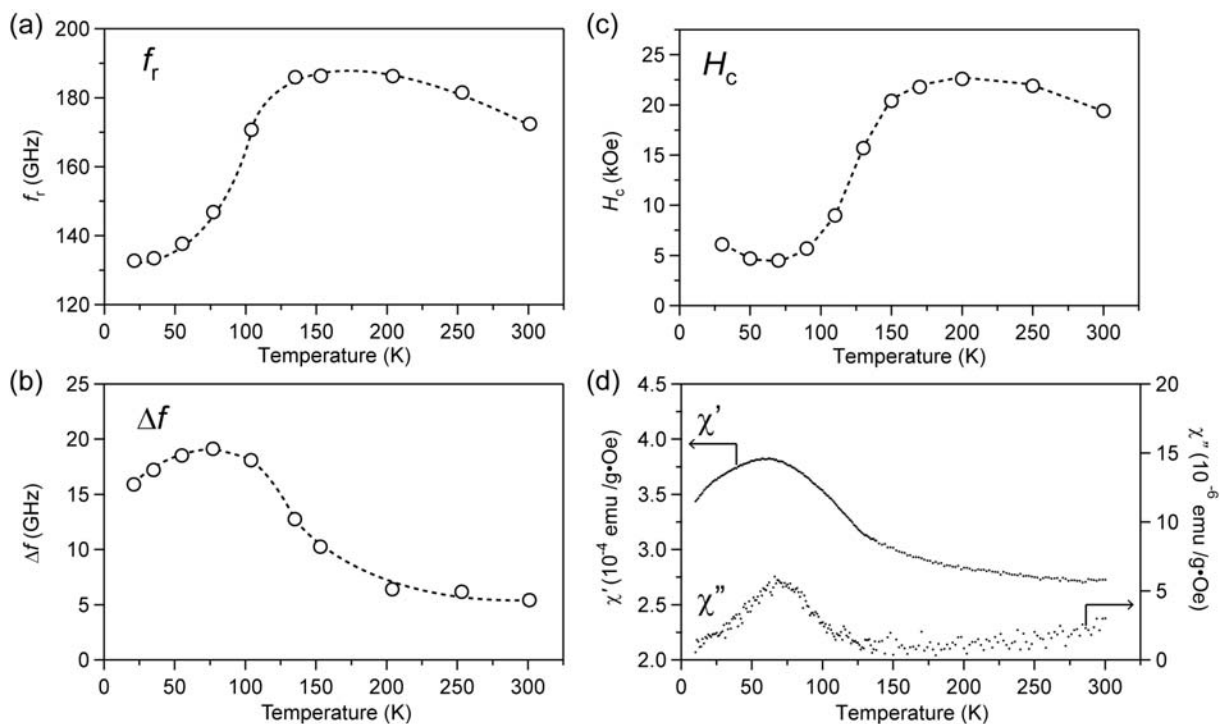


図 3. $\epsilon\text{-Al}_{0.06}\text{Fe}_{1.94}\text{O}_3$ の(a) f_r , (b) Δf , (c) H_c , および, (d) 磁化率の温度依存性. 点線はアイガイド.

- [1] A. Namai, S. Sakurai, M. Nakajima, T. Suemoto, K. Matsumoto, M. Goto, S. Sasaki, and S. Ohkoshi, *J. Am. Chem. Soc.*, 131, 1170 (2009).
- [2] M. Yoshikiyo, A. Namai, M. Nakajima, T. Suemoto, and S. Ohkoshi, *J. Appl. Phys.*, 111, 07A726 (2012).