

Al 置換 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 薄膜における高温スピングラス特性とメモリー効果

High temperature Spin-glass behaviors and memory effect in $\text{Y}_3\text{Al}_x\text{Fe}_{5-x}\text{O}_{12}$ thin films

東大院工 $^{\circ}(\text{M}2)$ 吉野 貴大, 山原 弘靖, 田畑 仁, 関 宗俊

Univ. of Tokyo, $^{\circ}(\text{M}2)$ T. Yoshino, H. Yamahara, H. Tabata, M. Seki

E-mail: yoshino@bioxide.t.u-tokyo.ac.jp

スピングラスは神経回路網の情報伝達モデルと同様の表式でハミルトニアンが記述できるため、脳機能素子への応用が期待されているが[1]、一般的にガラス凍結温度 T_g が低いことが応用上問題となっている。本研究では室温フェリ磁性体であるガーネット型酸化物への非磁性イオン Al^{3+} の添加により、クラスターガラス相をもつ $\text{Y}_3\text{Al}_x\text{Fe}_{5-x}\text{O}_{12}$ (Al:YIG) 薄膜を作製し、室温を超える T_g を実現した。このクラスターガラスが室温において示す磁気特性とメモリー効果について報告する。

薄膜試料(膜厚: 50~100nm)はパルスレーザー堆積法によって $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ (111) 基板上に堆積させた。X 線回折により[111]方向に配向した単結晶薄膜が得られていることを確認した。また、磁化測定の結果、印加磁場 40 Oe において T_g が 352 K であることを確認した。さらに、AC 磁化率の周波数依存性を調べた結果、カスプ温度の周波数シフトが見られた。Mydosh パラメータ $k = \Delta T_p / \Delta T_p(\log_{10} f)$ は $k \sim 0.014$ となり、これはスピングラスの先行研究で報告されているものと近い値である[2]。Figure 2 は 300 K と 305 K の間で降温/昇温過程を繰り返しながら温度を変化させたときの磁化の緩和過程を示したものである。降温過程では 300 K に下げる直前の磁化と再び 305 K に戻したときの磁化の値がほぼ一致するのに対し、昇温過程では明確な差が見られた。これは昇温時と降温時でガラスの状態変化が異なることを示しており、各温度でガラス特有の多数の準安定状態が存在していることが分かる。また、室温において Xe ランプを光源に用いて磁気光学効果の光照射効果を調べたところ、室温においてガラスの磁化を微弱な光によって変調できることが分かった。

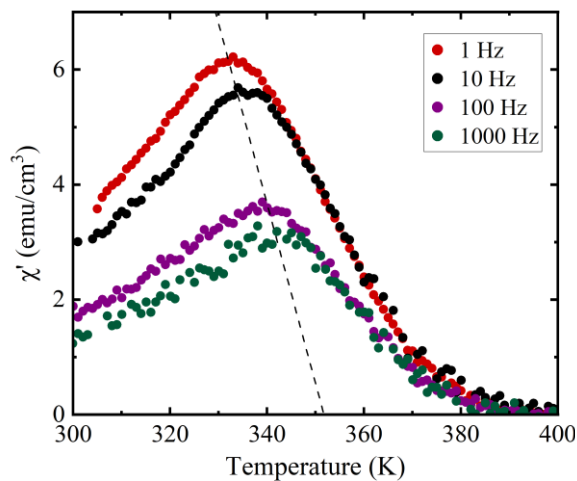


Fig.1 Temperature dependence of the real part of the AC susceptibility χ' of $\text{Y}_3\text{Al}_{0.1}\text{Fe}_{4.9}\text{O}_{12}$ films under the AC magnetic field bias $H_{AC} = 4$ Oe.

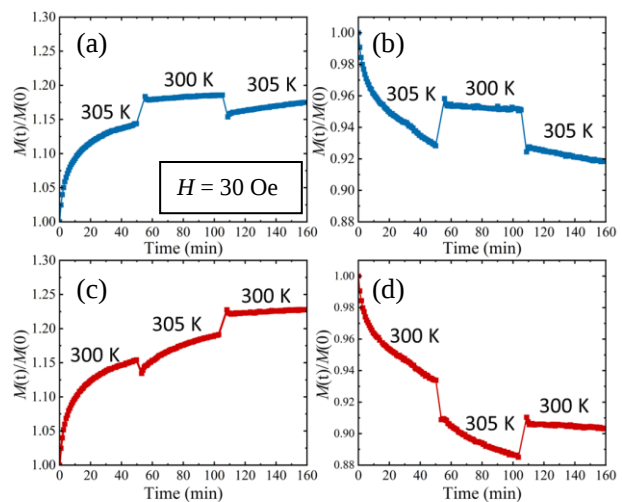


Fig.2 Magnetic relaxation in $\text{Y}_3\text{Al}_{0.1}\text{Fe}_{4.9}\text{O}_{12}$ at 300 K with a negative heating cycle for the methods (a) ZFC and (b) FC and a positive heating cycle (c) ZFC and (d) FC.

謝辞 本研究の一部は Beyond AI 研究費および JST-CREST(JPMJCR22O2)の助成を受けたものです。

参考文献 [1] J.J. Hopfield: Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 79, 2554 (1982).

[2] A. Kumar et al., J. Appl. Phys, 110, 043926, (2011).