

平成23年度採択課題

研究代表者	柳原 英人 (筑波大学 数理物質系 教授)
研究開発担当者	石橋 隆幸 (長岡技術科学大学 大学院工学研究科 教授) 清野 智史 (大阪大学 大学院工学研究科 准教授)
課題名	電子論に基づいたフェライト磁石の高磁気異方性化指針の確立
研究概要	立方晶スピネルフェライトは、OP磁石として実用化された最初の酸化物磁石です。この研究では、磁気異方性の起源に立ち返って物質設計をおこない、結晶場とスピン軌道相互作用を制御することでスピネルフェライトの磁気異方性を最大化させ、スピネルフェライトの磁石としてのポテンシャルを引き出すことを目指します。大きな一軸性磁気異方性を発現させる指針を確立することで、スピネルフェライトの新たな高性能磁石材料としての可能性を示します。

研究目標・成果

フェライト磁石の再認識と結晶構造制御による高磁気異方性化

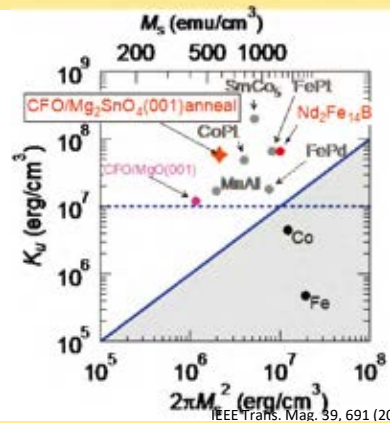
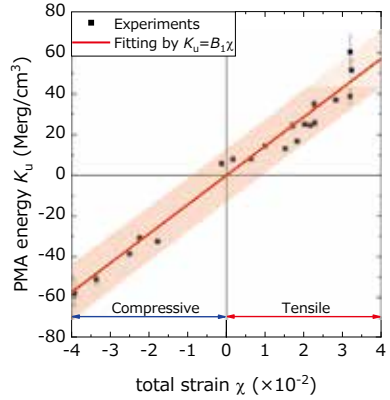
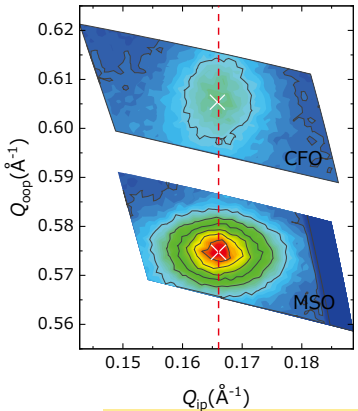
道角運動量の増大 → “スピネルフェライトの正方晶化”
 “正方晶化スピネルフェライト (Co²⁺を含む) 磁石” の開発

エピタキシャル歪を用いた (Co,Fe)₃O₄ への巨大歪の導入

反応性スパッタリング法による高品位酸化物薄膜成膜技術の確立



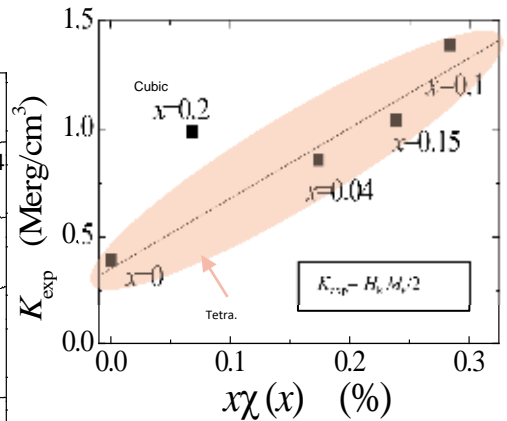
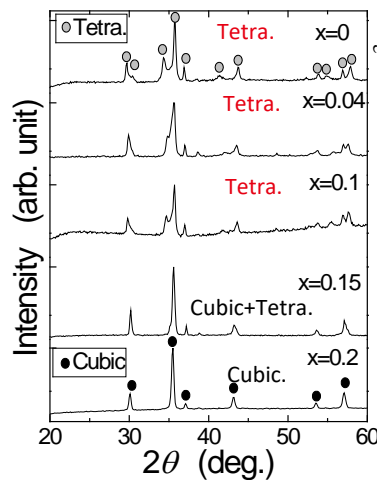
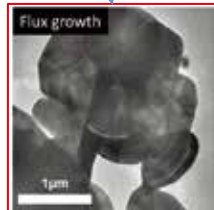
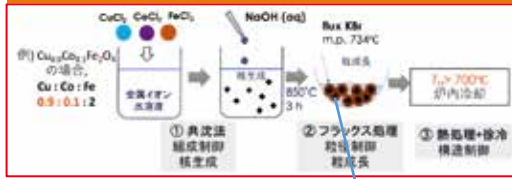
- ・スピネルフェライト薄膜に適した下地層の開発 (MgSn₂O₄, a = 8.5 Å)
- ・巨大な圧縮・引張歪導入に成功



IEEE Trans. Mag. 39, 691 (2003)のFig.4に追記

- ・格子歪が±4%程度では、誘導磁気異方性は歪に比例していることを確認
- ・最大でKu~40 Merg/cm³の磁気異方性を誘導→Nd₂Fe₁₄Bに匹敵!
- ・より大きな歪を導入することで巨大磁気異方性を実現可能

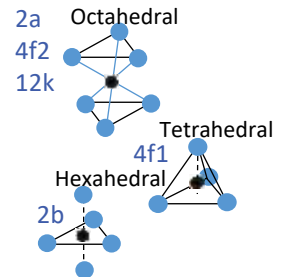
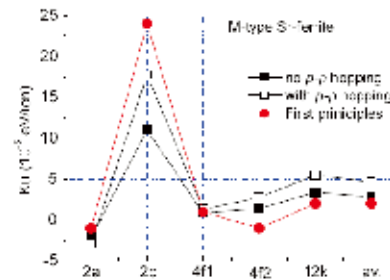
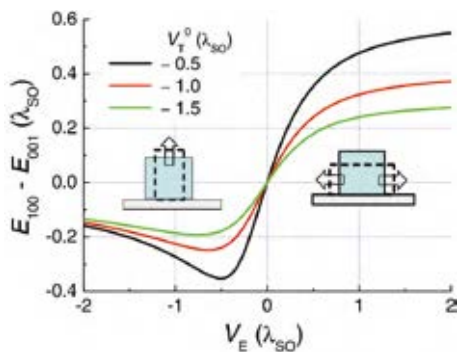
正方歪スピネルフェライト微粒子



歪 (χ) と Co^{2+} 濃度 (x) に比例して、
磁気異方性 (K_u) が発現

- ・ ヤーン・テラーイオン導入に伴い立方晶→正方晶へ
- ・ 微粒子形態において、誘導磁気異方性を付与する材料設計指針の確立

クラスターモデルによるイオン種・サイト別磁気異方性計算



スピネルフェライトの正方歪と誘導磁気異方性

M型六方フェライトのサイトごとの誘導磁気異方性
実験値は本計算結果と良い一致を示した。

- ・ 結晶構造 (と原子位置)、イオン種を決めるだけで、各種フェライト (や磁性酸化物) の磁気異方性を良い精度で予測可能

想定する分野・用途

- 新規スピネルフェライト磁石
- スピントロニクス材料、MEMS材料

最終目標

- 巨大歪の導入方法の確立と超磁気異方性材料の開発
- 格子歪による磁性制御と新機能探索

産業界への要望

- フラックス法による微粒子成長技術の応用
- 磁気異方性材料の共同開発

お問合せ つくば市天王台 1-1-1 E-mail : yanagiha@bk.tsukuba.ac.jp