

X線磁気円二色性とメスバウアー分光を用いた SnO₂ ベース室温強磁性微粒子の磁気状態

Magnetic properties in SnO₂-based ferromagnetic nanoparticles
revealed by x-ray magnetic circular dichroism and Mössbauer spectroscopy

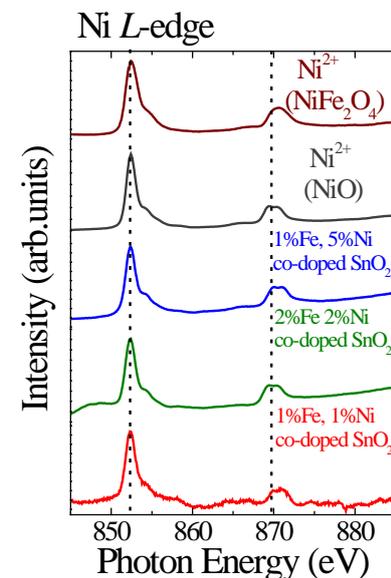
河野伸¹、岡林潤²、野村貴美³、山田康洋¹

¹東理大、²東大理、³東大工

酸化物半導体 SnO₂ に遷移金属イオンを数パーセント添加すると、室温で強磁性を示すことが報告され、その起源の解明が求められている[1]。酸素欠陥を介した希薄な磁性イオン間の強磁性相互作用が示唆されており、メカニズムの解明に向けた系統的な磁気・電子状態の理解が必須である。2種類の遷移金属を数%添加した SnO₂ は、1種類の磁性イオン添加した場合と比較して、添加した2元素の組成比により磁気特性が室温にて大きく変化することを見出したので報告する[2]。そして、遷移金属(TM)L吸収端のX線吸収分光(XAS)、磁気円二色性(XMCD)、メスバウアー分光により、室温での強磁性発現機構を議論する。

試料作製には、ゾルゲル法による化学合成法を用いた。Sn, TM 溶液を混合し、ゲル化した後、550°Cでの焼成により (Sn, Fe, TM)_{0.2-δ} 微粒子粉末を合成した。Fe, TM 組成を変えて、メスバウアー分光および KEK-PF BL-7A と 16A にて XAS, XMCD 測定を行った。

Fe, Ni を共ドーピングした場合には、組成に依存し、室温での飽和磁化を操作でき、Fe 濃度を増やすと磁化は増大し、Ni 濃度を増やすと磁化は減少する。Fe, Ni から形成される金属クラスターの析出の場合には、磁性イオンの添加量の増加により磁化が増加するため、クラスター析出の可能性は考えにくい。メスバウアースペクトルにおけるアイソマーシフトの値から Fe³⁺であることがわかった。図のように Ni L 端 XAS から Ni²⁺が示唆される。これらと XMCD の結果を元に、磁気相互作用について議論する予定である。



図： (Fe, Ni) 共添加 SnO₂ と NiO, NiFe₂O₄ の XAS.

[1] J.M.D. Coey et al. Nature Materials 4, 173 (2005).

[2] J. Okabayashi, S. Kono et al, Jpn. J. Appl. Phys. 51, 023003 (2012).