

ZrO₂を母体とした希薄磁性体における メスバウアー分光とX線吸収分光の比較

Comparison between Mössbauer and x-ray absorption spectra
in ZrO₂-based diluted magnetic materials

岡林潤¹、野村貴美²、河野伸³、山田康洋³

東大理¹、東大工²、東理大³

酸化物半導体 ZrO₂ に遷移金属イオンを数パーセント添加すると、室温で強磁性を示し、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考えられる[1]。強磁性発現のメカニズムの解明に向けた系統的な磁気特性、電子状態の理解が必須である。今回、Fe, Co および Fe, Mn の 2 種類の遷移金属(TM)を ZrO₂ 中に希薄に添加した際に、加熱温度により飽和磁化と保磁力を制御できることを見出したので報告する。そして、TM L 吸収端の X 線吸収分光(XAS)により、1 種類の磁性イオン添加との電子状態の比較、メスバウアー分光法から見た Fe 近傍の化学結合状態との比較を行い、室温強磁性の発現を議論する。

試料作製には、ゾルゲル法を用いた。ZrCl₂ 溶液、TM イオンを含む塩化物溶液を混合し、ゲル化した後、900°Cの焼成により Fe, TM を共ドーピングした ZrO₂ 微粒子粉末を合成した。透過電子顕微鏡(TEM)による構造解析、振動試料磁力計(VSM)による磁化測定を行った。室温透過型 ⁵⁷Fe メスバウアー分光により化学結合状態、電子状態を調べた。遷移金属 L 吸収端の X 線吸収分光測定(XAS)を KEK-PF BL-7A にて行った。

焼成した後、900°C以上の加熱により室温にて強磁性を観測した。XAS では、スピネル型 CoFe₂O₄ と比較し、Fe³⁺, Co²⁺/Co³⁺ の価数であることを見積もった(Fig.1)。これは、メスバウアースペクトルにおけるアイソマーシフトとも一致する。加熱による粒界の消失と強磁性の発現に相関があり、メスバウアースペクトルと XAS を考慮すると、スピネル相の析出ではなく、ZrO₂ の粒界での原子拡散が起こり、室温での磁気秩序を発現していることが判った[2]。これらを基に、磁気相互作用について議論する予定である。

[1] S. Ostanin et al, Phys. Rev. Lett. **98**, 016101 (2007).

[2] J. Okabayashi et al.

AIP Advances 1, 042138 (2011).

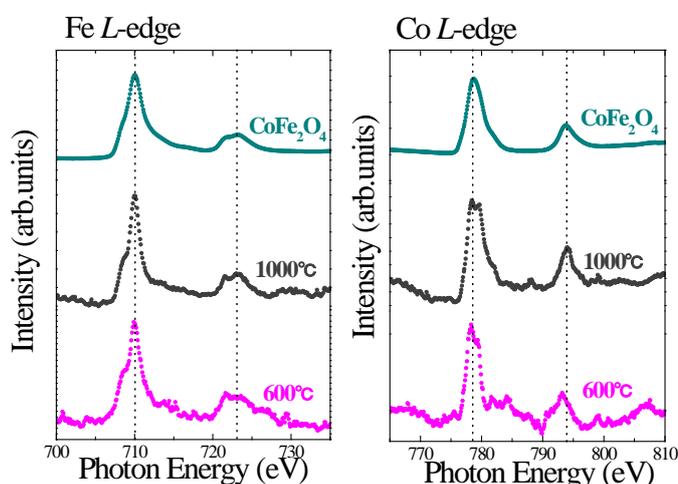


Fig. 1 : L-edge XAS of Fe and Co co-doped ZrO₂.