

高輝度放射光による界面劣化層の特定：夢の磁気デバイス実現に向けて

発表者：工学系研究科応用化学専攻教授 尾嶋 正治

完全スピンの偏極強磁性体 $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ (LSMO) を用いたトンネル磁気抵抗 (TMR) 素子は、理論上無限大の TMR 比が得られる。これが実現すれば、高感度磁気センサーや不揮発性磁気メモリなどの情報記録デバイス開発におけるブレークスルーとなりうる。しかしながら、現状の LSMO を用いた TMR 素子性能は実用レベルにほど遠い。本研究では、高輝度放射光により、LSMO と絶縁バリアー層との界面に生じる劣化層形成要因を突き止めた。これは、無限大の TMR 比をもつ「夢の」磁気デバイス実現に向けての大きな一歩である。

(詳細は別紙参照)

問合せ先：工学系研究科応用化学専攻教授 尾嶋 正治

高輝度放射光による界面劣化層の特定：夢の磁気デバイス実現に向けて

東京大学 尾嶋正治

トンネル磁気抵抗 (TMR) 効果とは非常に薄い絶縁層で隔てられた二枚の強磁性層の間を流れるトンネル電流が各磁性層の磁化の相対的な向きによって大きく変わる現象である (図1)。特に、強磁性金属層に完全スピン偏極強磁性体 (ハーフメタル) を用いることで理論上は無限大の TMR 比が得られ、高感度磁気センサーや不揮発性磁気メモリなどの情報記録デバイスの飛躍的な性能向上が達成できる。近年、 $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{MnO}_3$ (LSMO) というペロブスカイトマンガン酸化物が完全スピン偏極強磁性体であることが明らかになった。このことは、ヘテロ界面においても高いスピン偏極率を保つような絶縁バリアー層、もしくは磁性層と絶縁バリアー層との適切な組み合わせ (積層構造) を見つけ出すことにより、無限大の TMR 比をもつ「夢の」磁気デバイスが作製できることを示している。

そのため、現在、世界中で高いスピン偏極率を保つ「TMR 素子構造」探索の熾烈な競争が行われている。しかしながら、国内外における精力的な研究開発にもかかわらず、ペロブスカイト Mn 酸化物を用いた TMR 素子はほとんど機能していない。液体窒素温度程度の低温においてさえ、素子の性能指数である TMR 比が 170% という状況である。その原因として、強磁性トンネル接合界面におけるスピン偏極率が低下した劣化層の存在が様々な実験から示唆されている。しかしながら、界面劣化層の形成原因解明には至っておらず、界面電子状態の解析が切望されていた。本研究では、高輝度の放射光を用いることにより、TMR 素子構想における LSMO と絶縁層 (SrTiO_3 , $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{FeO}_3$) の各層における化学結合状態を「元素選択的に」観測した結果、界面を通じた電荷移動現象により「劣化層」が形成されることを突き止めた (図2)。今後、この知見に基づき適切な界面構造を設計・検証することにより、無限大の TMR 比をもつ「夢の」磁気デバイスが実現できるものと考えられる。

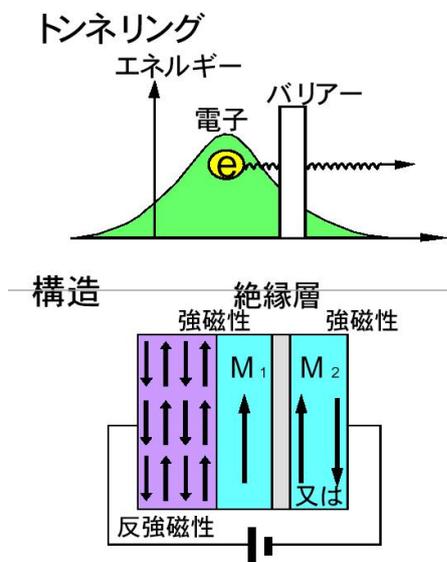


図1、トンネル磁気抵抗素子構造

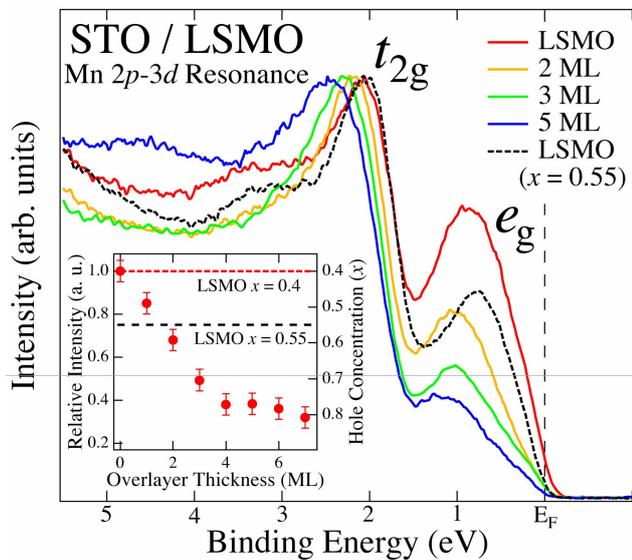


図2、高輝度放射光解析により明らかになった強磁性層 LSMO の界面電子状態。