

RFe₂O_{4-δ} (R は希土類) の室温における自発磁化の検証京大院工¹, 東大新領域², ○小西 伸弥¹, 有馬 孝尚², 田中 勝久¹Graduate school of Engineering, Kyoto University¹Department of Advanced Materials Science, The University of Tokyo²○Shinya Konishi¹, Takahisa Arima², Katsuhisa Tanaka¹

E-mail: konishi@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

[諸言]

近年、誘電性と磁性を同時に発現するマルチフェロイクスの研究が精力的に行われている。応用の観点から、マルチフェロイクスの課題の一つとして、室温で自発磁化を発現する物質が少ない点があげられる。

本研究で対象とする RFe₂O₄ (R : Ho~Lu) は構造解析により鉄イオンが自発磁化と自発分極(誘電分極)の起源となることが示唆されている。鉄の平均原子価は 2.5 価で表現されるが、実際は結晶中に 2 価、3 価の鉄イオンが同数存在し三角格子を形成している。2 価、3 価の鉄イオンを三角格子に規則的に並べることができないため、電荷のフラストレーションが起こる。一方、鉄イオンの酸素イオンを介した超交換相互作用により磁気秩序が現れる。超交換相互作用により、隣接する鉄イオンのスピンは反平行に並ぼうとするが、三角格子内でスピンを規則的に並べることができないため、スピンのフラストレーションが生じる。電荷とスピンのフラストレーションが競合することで、両者が緩和され、電荷秩序と磁気秩序が形成される。

RFe₂O₄ の構造において、鉄イオンは c 軸方向に沿った二層の三角格子にそれぞれ配置されている。一層目の三角格子に 2 価、3 価、3 価の鉄イオンが配置した場合、二層目は 3 価、2 価、2 価が配置される。面内の電荷密度の分布が層によって異なるため、c 軸方向(層間)に自発分極が存在する。鉄の 2 価と 3 価で磁気モーメントの大きさが異なるため、RFe₂O₄ はフェリ磁性になる。室温で強誘電性が報告されており、電荷とスピンのフラストレーションが緩和されることで、電荷秩序と磁気秩序が形成されるのであれば、室温でも磁気秩序が発現する可能性がある。

[実験方法と結果]

磁気シールドレンズを付帯した透過型電子顕微鏡により TmFe₂O_{4-δ} を観察した。自発磁化に垂直になるように電子線を照射し試料面内を走査した。室温で電子線の位相変化を確認した。結晶は自発分極が存在して

いるため、これも電子線の位相を変化させる因子になるが、位相が一定となる領域が約 60nm であり、一般的な誘電体のドメインウォールより厚いことから、これは磁壁であって、室温における自発磁化が存在していると考えられる。

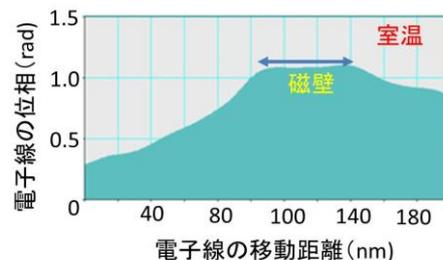


Fig.1 磁化の試料場所依存性