

フジテレビジョン賞

「未踏物質群：重希土類単酸化物の合成とその物性」

東北大学大学院 理学研究科化学専攻 博士後期課程3年 佐々木 智視

研究背景：希土類酸化物の常識「電気を流さず、磁石にもならない」

安定な希土類酸化物 RE_2O_3 の限界

- × 電気を流さない絶縁体
- × 高い温度での磁性は得られない

3価 RE (安定)
[Xe]4fⁿ

伝導性×
伝導電子がない

磁性×
相互作用が弱い

2価 RE (不安定)
[Xe]4fⁿ5d¹

伝導性○
5d電子が伝導を担う

磁性○
5d電子が相互作用を媒介

希土類単酸化物 REO

- 不安定な RE^{2+} を含む REO は準安定相で、合成が困難(比較的安定な EuO 、 YbO を除く)
- 特に重希土類 REO ($Gd-Tm$, Lu)は、約45年間純粋な固相結晶の合成例がゼロ

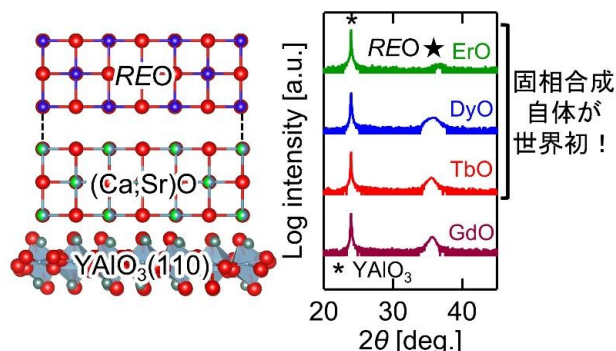
本研究の目的

重希土類 REO (Gd , Tb , Dy , Er)を純粋な単相薄膜として合成し、真の性質を解明する

研究内容①：世界初となる、不純物ゼロの重希土類 REO 薄膜の合成

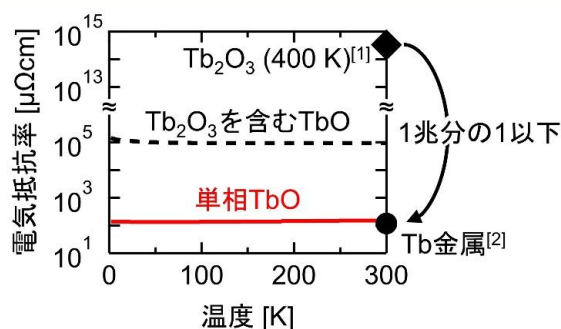
単相化を実現した3つの工夫

- 酸素量の精密制御：薄膜合成(パルスレーザ堆積法)時に導入する酸素の量を、大気圧の約千億分の1(5×10^{-9} Torr)で制御
- アプローチの逆転：「 RE_2O_3 を還元する」手法から、「 RE 金属を必要最小限だけ酸化する」手法へ
- 結晶の土台を開発：格子サイズを自在に調整できる下地層(Ca,Sr)Oによる構造安定化



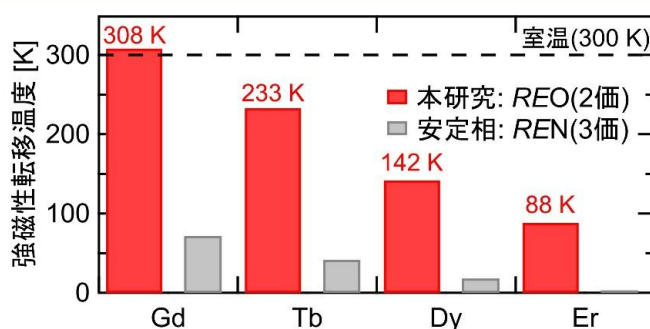
世界初！不純物ゼロの固相重希土類 REO

研究内容②：「電気を流し、かつ高温で磁石になる」ことを発見



- 金属なみの電気伝導性
- 元素により電気の運び手(電子/正孔)が切り替わる

[1] G. Rao et al., J. Solid State Chem. 2, 377 (1970).
[2] D. E. Hegland et al., Phys. Rev. 131, 158 (1963).



- 5d電子がスピン間の相互作用を媒介し、希土類を含む酸化物として極めて高い磁気転移温度
- 薄膜面に垂直な方向にも磁化しやすい
→高密度磁気メモリに有利な性質

本研究のまとめと今後の展望

	従来: RE_2O_3	本研究: REO
伝導性	絶縁体	金属
磁性	常磁性 or 低温磁性	高温強磁性

期待される展開

- 磁気メモリ、スピントロニクス新材料候補
- REO 同士の積層→界面で新機能を創出
- 「不安定価数を安定化する」設計指針を他の金属にも展開→新材料探索を加速

関連論文

S. Sasaki, T. Fukumura et al., Dalton Trans. 54, 1521 (2025). S. Sasaki, T. Fukumura et al., J. Mater. Chem. C 13, 20728 (2025).
T. Fukumura, S. Sasaki et al., Trends Chem. 7, 384 (2025). S. Sasaki, T. Fukumura et al., ACS Appl. Electron. Mater. Accepted.