

課題名： ビスマスの特性を活かした環境調和機能性酸化物の開発

氏名： 東正樹

機関名： 東京工業大学

1. 研究の背景

持続的発展が可能な社会の構築が急務である現在では、環境への低負荷や、エネルギーの高効率利用のための材料開発が望まれる。例えばインクジェットプリンターや超音波診断機に使われる圧電体が環境に有害な鉛を多量に含む問題、コンピューターの消費電力が増大し続ける問題、LSI製造や光通信の分野で、熱膨張によるエラーを避けるための高度空調に多くのエネルギーが使われる問題は、材料開発で解決できる。

2. 研究の目標

本研究は、ビスマスという元素の持つ、「結晶構造を歪ませ、自発分極(電荷の偏り)を生み出す」「3価と5価が安定で、4価にならない」という特性に注目し、1. 環境に有害な鉛を含まず、既存の鉛系物質を超える性能を持つ圧電材料、2. 低エネルギーメモリーデバイスとなりうる、室温動作する強誘電・強磁性体、3. 電荷移動による負の熱膨張物質を用いた熱膨張率ゼロ材料、という、グリーンイノベーションに寄与する3つの環境調和機能性酸化物の実現を目標とする。

3. 研究の特色

本研究で取り上げる材料は、軌道秩序による巨大自発分極、サイト間電荷移動による負の熱膨張といった、従来の物質探索指針に縛られない、新しい機能発現メカニズムを持つ点が特色である。

4. 将来的に期待される効果や応用分野

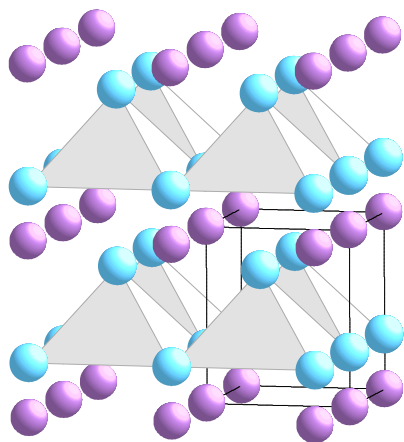
鉛による環境破壊の低減や、産業界での省エネルギーの効果を期待できる。また、機能発現のメカニズムを探る基礎的研究と、応用を指向した材料開発研究の両方の分野を活性化できる。さらに、新技術で海外との差別化を行う事で日本の産業界の競争力が高まる事を期待している。

ビスマスの
特性

結晶構造歪み→強誘電・圧電
結晶構造を歪ませ、自発分極
(電荷の偏り)を生み出す

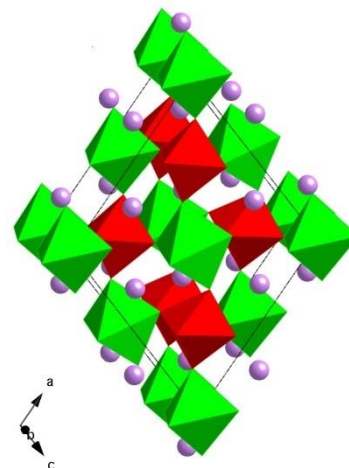
Bi^{3+} , Bi^{5+} の電荷の自由度
3価と5価が安定で
4価にならない

東の持つ
シーズ



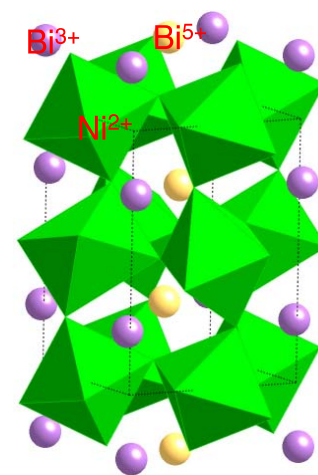
軌道秩序による
巨大な自発分極
 BiCoO_3

環境に有害な鉛を
排した圧電材料



元素の秩序配列による
強磁性強誘電体
 $\text{Bi}_2\text{NiMnO}_6$

室温で動作する
強磁性強誘電体



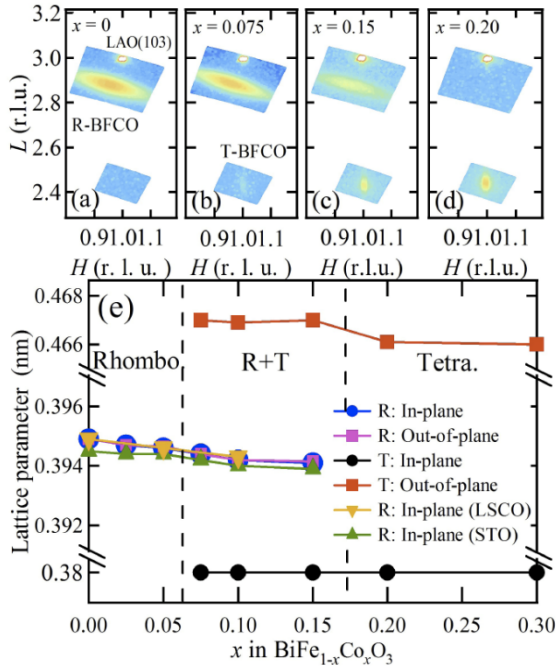
サイト間電荷移動
 BiNiO_3

サイト間電荷移動による
巨大負の熱膨張と
ゼロ熱膨張材料

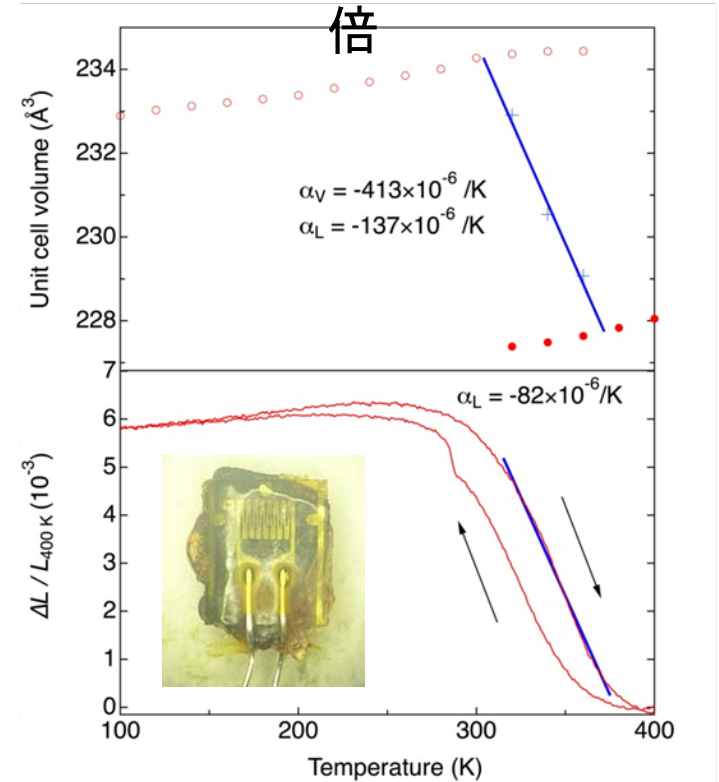
環境調和
材料

得られつつある成果

BiFe_{1-x}Co_xO₃ 薄膜における鉛系に類似の構造変化と圧電特性増大の発見



Bi_{0.95}La_{0.05}NiO₃における室温近傍での巨大負の熱膨張: 既存材料の3倍



M. Azuma, *et al.*,
Nature Communications **2**, 347 (2011)
新聞報道多数