

修士論文の和文要旨

研究科・専攻	電気通信大学院 量子・物質工学	電気通信学 専攻 博士前期課程	学研究科
氏名	野間 拓志	学籍番号	0833035
論文題目	酸素同位体置換したチタン酸ストロンチウム( $\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$ )の光学的研究		

ペロブスカイト構造を持つ $\text{SrTi}^{16}\text{O}_3$  (ST016)は温度の降下とともに誘電率は増大していくが、量子揺らぎのため発散せず強誘電性は示さない量子常誘電体として知られる。1999年、 $^{18}\text{O}$ で酸素同位体置換した $\text{SrTi}^{18}\text{O}_3$  (ST018)は、24K(= $T_c$ )付近で相転移し強誘電体となることが発見された。ST018の強誘電的相転移は、変位型相転移と秩序無秩序型相転移の二つの性質を持つ特異な相転移であると考えられている。ST018の強誘電相は強誘電的微小領域(FMR)が成長した粒状ドメインと量子常誘電的領域が混在していて強誘電性を持つと考えられている[1]。このドメインは非常に小さく我々の研究以外ではサイズ、量、形状に関する実験的研究は少ない。本研究ではST018の強誘電相での粒状ドメインの形成について光散乱を用いた方法により研究し、不均一な強誘電的相の発現機構を解明することを目的としている。

ST018の試料のZ軸方向に $\text{Ar}^+$ レーザーを入射させ温度を下げていくと24K(= $T_c$ )以下で透過光強度が減衰することが分かっている。一般に物質内での透過光強度の減衰の要因として、反射、吸収、散乱が考えられる。ST018は透明であり、また表面での光の反射は透過光強度の減衰に無関係であると考え、強度の減少は光の散乱が原因であると考えられる。そこで、FMRの成長による強誘電的ドメインが光を散乱すると仮定した。微小な物体による光の散乱としてRayleigh-Mie散乱が良く知られている。Rayleigh散乱とは光の波長の1/10以下の物体に対して起こる等方的な散乱であり粒径の6乗に比例し波長 $\lambda$ の4乗に反比例する。Mie散乱は光の波長と同程度の大きさの物体による散乱で前方散乱強度が強く異方的である。

図1に透過光強度と後方散乱強度の温度変化を示す。透過光強度は24Kから20Kで急激に減少することが分かる。一方、後方散乱の強度は $T_c$ より少し上の温度から増大が始まり20Kで最大となり、その後、緩やかに減少する。これは透過光強度の減衰がドメインによる散乱であることに対応している。後方散乱の20K以下でドメインのサイズの増大によって、Rayleigh散乱から前方散乱の強いMie散乱へ移行すると考えられる。

図2に前方と90°方向の散乱強度の温度変化を示す。前方散乱も90°散乱も25Kから温度の低下に伴って散乱強度が増大し、サイズの増大によるRayleigh散乱に対応している。前方散乱は10Kまで強度の増大を続け、90°方向では16K付近で強度が減少する。従って90°方向の散乱強度に対して前方散乱が非常に強い事が

確認できた。これらのことから転移点以上では大きさが数nサイズのFMRが強誘電性発現に伴って成長し、強誘電相ではRayleigh散乱からMie散乱へと移行し、光の波長程度のドメインサイズにまで増大することが分かった。以上のことから強誘電相は粒状ドメインを持つ不均一な状態であることがわかった。

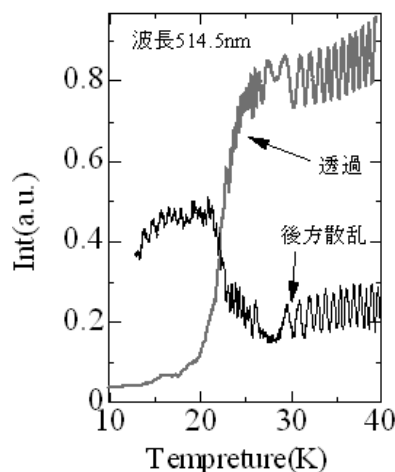


図1 透過光強度と後方散乱強度の温度変化

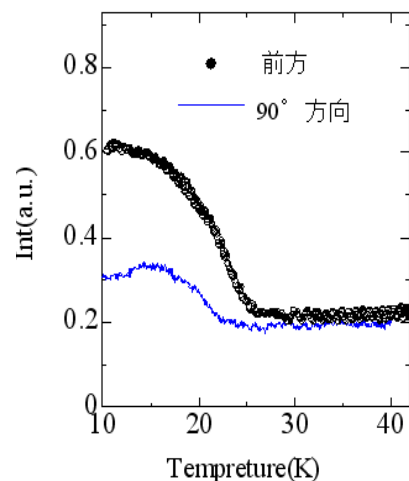


図2 90°方向強度と前方散乱強度の温度変化

[1]T. Shigenari, et al., Phys. Rev. B **74**, 174121 (2006)