

GMO のブリルアン巾の broadening

東京写真大 伊藤進一

モリブデン酸ガドリニウム (GMO) は, $T_0 = 159^\circ\text{C}$ に転移点を持つ間接型強誘電体である。強誘電相は, パラ相のブリルアンゾーン・コーナーの非極性ソフトフォノンが引き金となって出現することが予想され, 中性子散乱によって確認された。

ソフトモードは, 結晶の静的動的性質を決定する要因である。本実験では, GMO の弾性異常, 特に音波の減衰定数を求めるために, ブリルアン散乱のスペクトル巾の測定を行なった。結晶の不完全性による強い中心成分の裾を取り除くためにダブル・ファブリペロー干渉計が用いられた。

測定されたモードは, フェロ相 a 軸と b 軸に沿って進行する縦波である。(それぞれ C_{11} -mode, C_{22} -mode と呼ぶことにする。) パラ相では, これらのモードは, 縮退する。($C_{11} = C_{22}$ -mode)。

測定結果は, 次のとおりである。

(1) 測定されたすべてのモードの減衰定数は転移点近傍で臨界的に増大する。特に C_{11} -mode の異常は, 顕著であり転移点直下では, 一波長程度しか進行しない。

(2) 減衰定数は, 指数法則 $\Gamma \sim |T - T'|^{-\beta}$ に, fit された。

$$\beta = 0.92 \pm 0.06 \quad (C_{11}\text{-mode})$$

$$\beta = 1.6 \pm 0.6 \quad (C_{22}\text{-mode})$$

$$\beta = 1.7 \pm 0.4 \quad (C_{11} = C_{22}\text{-mode})$$

パラ相の $C_{11} = C_{22}$ -mode のフォノンは, 2 コのソフトフォノンと結合し得る。このような相互作用による減衰異常は, Pytte らによって理論的に調べられている。GMO のように heavily overdamped soft phonon との相互作用する場合には

$$\beta = 3/2 \quad (\text{等方的分散関係})$$

$$\beta = 2 \quad (\text{二次元的分散関係})$$

である。実験的に得られた値はこれらの値に近く、GMOでは、このような機構で異常が生じているようである。

しかしフェロ相の臨界指数は

(1) two-phonon, three-phonon, four-phonon process が可能であること。

(2) パラ相のソフトフォノンの振動数の温度依存性が、Curie-Weiss 的でないことが予想されていること。

から、どのような意味を、持っているか明らかではない。

SrTiO_3 と KTaO_3 のラマン散乱

電総研 植 寛 素

(I) ストレス誘起強誘電相転移

SrTiO_3 と KTaO_3 には誘電率の著しい温度変化に対応して、L・S・T・関係によって結びつけられたいわゆるコクランモードが存在し、その温度変化は中性子散乱や電場誘起ラマン散乱によってよく調べられている。このコクランモードは低温になると着ているフォノンの衣が薄くなり、ソフトになるが極低温ではゼロ点振動により安定化されて有限な周波数にとどまり相転移が起らない。これは Barret 効果として知られている。

これらの結晶に一軸性ストレスを加えると、ストレス軸に直角な面内で結晶格子は膨張し短距離力が減少するため格子は不安定となり、結晶が破壊しない程度の大きさのある臨界ストレス値でコクランモードが凍結することが予想される。これを誘電率のほうから考察するために、極低温に到るまで立方相のままの KTaO_3 の (010) 面に