

コメント BaTiO_3 のポラリトン

東大物性研 冨永靖徳

BaTiO_3 は室温 C_{4v}^1 の空間群に属し、E-モードの TO フォノンがソフトフォノンになっており over-damp している。従って、この TO フォノンを 90° あるいは 180° ラマン散乱で測定すると、そのスペクトラムは $\omega=0$ にピークをもちなだらかなすそをひらいている。一方、絶縁体中の分極を伴う格子振動は波数 $q \sim 0$ で、フォノンとの連成振動（ポラリトン）になっており、その振動数はポラリトンの分散関係と呼ばれる q -依存性をもっている。この分散関係は、フォノンが under-damped の場合はすでに多くの物質によって確かめられている。ところが、フォノンが over-damped になるとポラリトンのスペクトラムは、前方散乱 ($q \sim 0$) での $\omega \sim 0$ に集中するので実験的に大変困難になる。従って、研究も一、二を除いてまだあまり進んでいないようである。

我々は単一周波数で発振する Ar イオンレーザーと I_2 フィルターを用いることによって、こうした前方方向で、しかも $\omega \sim 0$ の近傍のラマン分光法を確立した。そしてこれに基づいて、 BaTiO_3 の over-damp した E-ポラリトンのスペクトルとその温度変化を測定した。またこのスペクトルの解析により over-damped の場合のポラリトンの分散関係に相当するものが得られた。単一周波数のモデルでは応答関数の虚数部 $\chi''(\omega, q)$ と ω の積のスペクトラルピークを ω_M とすると、簡単な計算の結果 over-damped の場合でも

$$\omega_M = \omega_0 / \left(1 + \frac{\epsilon_0 \omega_0^2}{Q^2} \right)^{1/2} \quad (1)$$

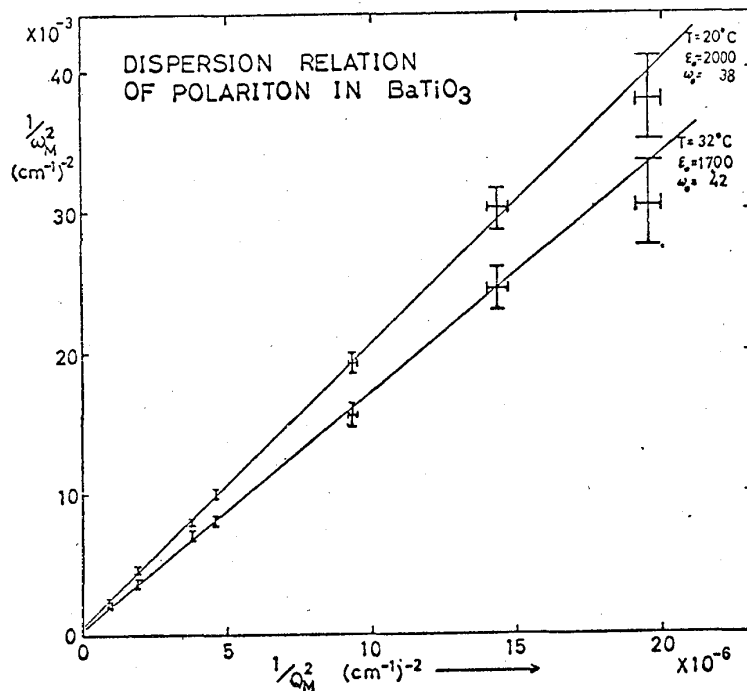
つまり、

$$1/\omega_M^2 = \epsilon_0 / Q^2 + 1/\omega_0^2 \quad (1')$$

を得ることができる。但し、 ϵ_0 は低周波数誘電率、 ω_0 はフォノンの周波数、 $Q = q/2\pi$ である。以上の事柄をふまえてポラリトンによる前方ラマン散乱のスペクトルより ω_M を実験的に決めて、測定しているポラリトンの波数 Q_M に対して逆二乗でプ

ロットしたものが第1図である。

(1') によるとこの図から、直線の傾きとして ϵ_0 が求まることになる。一方各々の q に対して、ポラリトンのスペクトルに計算値を一致させることによって ϵ_0 , ω_0 及び damping constant γ を最小二乗法によって決めることができる。我々は、分散関係と最小二乗法の二つを合わせた解析によって、上記の三つの量の温度変化を得ることができた。(第1表)



第 1 図

〔 第 1 表 〕

	6.5°C	20°C	32°C
ϵ_0	2400 ± 100	2000 ± 100	1700 ± 100
ω_0	$33 \pm 2 \text{ cm}^{-1}$	$38 \pm 2 \text{ cm}^{-1}$	$42 \pm 2 \text{ cm}^{-1}$
γ	$105 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$	$115 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$	$130 \pm 5 \text{ cm}^{-1}$