Bussei Kenkyu

早稲田大学理工学部物理学科

20. Brillouin散乱による$Sr_2Nb_2O_7$の低温における相転移の研究

阿金浩毅

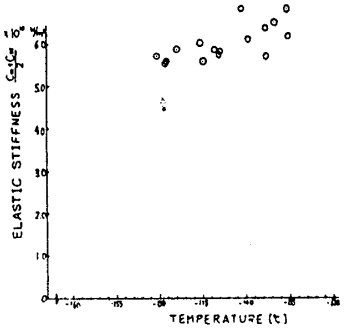
1. 本実験の目的

$Sr_2Nb_2O_7$は1342℃で強誘電相転移を行いc軸方向に自発分極が発生、点群mm2の圧電性結晶となる。途中1215℃で不整合相転移を経た後、−156℃付近でもう一度強誘電相転移を起こし、b軸方向に新たな自発分極を発生、点群mとなる。本実験の目的は、この−156℃付近の相転移に於いて、自発歪を引き起こす音響フォノンの振動数の温度変化を測定し、以前に得られている自由電気感受率の逆数χ_6^{X-1}の温度変化の結果と併せて、この相転移の秩序変数を推定することである。

2. 実験方法

Ar^+レーザー（$\lambda = 488, 5145$ nm）を単結晶$Sr_2Nb_2O_7$に入射、90°方向に散乱した光をFabry Perot干渉計で分光、光子計数法によりスペクトル強度をXYレコーダーに記録。試料はb軸を入射光ビームに、a軸を散乱光取出方向に合わせ、入射ビーム偏光方向をc軸に一致させ、弾性定数$(C_{44}+C_{55})/2$に相当する横音響フォノンを観測。試料結晶は極めて劈開性が強く、慎重に光学研摩。Brillouinスペクトルピーク位置のRayleigh光ピーク位置からのシフトが音響フォノンの振動数である。散乱光には偏光板を用いず、縦音響モードも同時に観測。

3. 実験結果



左図は弾性定数$(C_{44}+C_{55})/2$の温度変化である。相転移点は試料により異なるが−156℃付近である。−150℃以下ではバックグラウンドの増加や異常なスペクトルの出現によりBrillouinピークを測定できずプロットしていない。またそれ以上の温度域に於いてもプロットにばらつきが多く、理論曲線にフィッティングさせることは困難であった。

4. 検討

高対称相が既に圧電性を持つ強誘電相転移に関して、自由弾性定数C^Eの温度変化が高対称相側で直線状或は双曲線状の如何により秩序変数が自発歪或は自発分極であることを推定できる。この相転移で生じる自発分極は高対称相で既約表現B_2に属し、圧電的双一次結合を考慮すると同じくB_2に属するC_{44}^Eに対応する自発歪が期待される。常温でC_{44}とC_{55}が同程度の大きさ、相転移点に於いてC_{44}が完全にソフト化し0になると仮定すると、上図のプロットは相転移点近傍で常温での値の約半分となるべきで直線よりもむしろ双曲線上に乗っていることが予想される。これは秩序変数が自発分極であることを示唆し、χ_6^{X-1}の実験結果を支持することになる。

NII-Electronic Library Service