

9. Pressure Effects on CDWs in Quasi One-Dimensional Conductor $K_{0.30}MoO_3$

高坂 竜太

擬一次元導体では電荷密度波 (CDW) の並進運動による非線形電気伝導が観測される。CDWの並進運動に伴いDC電流を流したとき狭帯域雑音 (NBN) と呼ばれる電圧振動が観測される。また矩形波電流パルスの下で、大きな振幅を持った過渡的電圧振動 (TO) が報告されており、その発生メカニズムはNBNと同様に議論されている。擬一次元導体の一つ $K_{0.30}MoO_3$ (ブルーブロンズ) は常圧では180Kでパイエルス転移を起こし、Incommensurate CDWが形成される。電解法により作成した単結晶を用いてCDWに対する圧力効果を抵抗の温度依存、 $I-V$ 曲線、NBN、TOについて調べた。

(1) Static Properties ($E < E_F$): 図1に常圧と8kbarでの抵抗の温度依存を示す。常圧ではパイエルス転移温度 $T_P = 180K$ 、パイエルスギャップ Δ_0 は $\Delta_0/k_B = 1150K$ である。比 $\Delta_0/k_B T_P$ は6.5と見積られ、擬一次元のゆらぎの効果を示す。圧力に対して T_P と Δ_0 は $1\%/kbar$, $1.5\%/kbar$ の割合で各々減少する (図2)。

これらの結果は静水圧の下でCDWチェーン間の相互作用が増大し、ネスティングのエネルギーが減少したことを示す。図3の様に比 $\Delta_0/k_B T_P$ が圧力と共に僅かに減少し、圧力によってゆらぎが抑えられたことを示す。

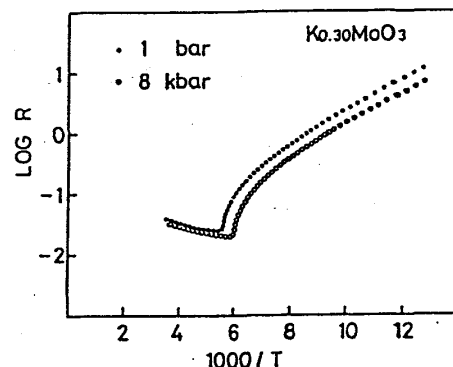


図1 抵抗の温度依存

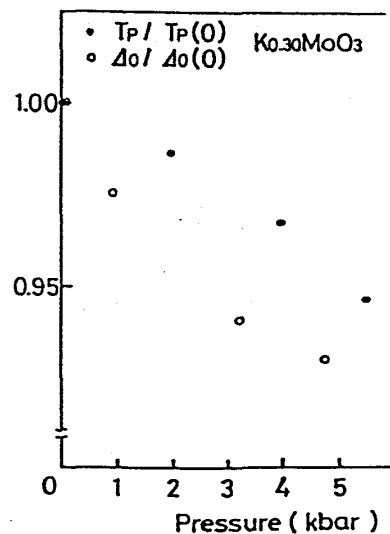


図2 T_P と Δ_0 の圧力依存

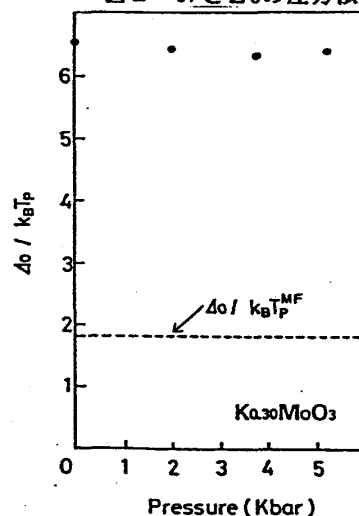


図3 $\Delta_0/k_B T_P$ の圧力依存

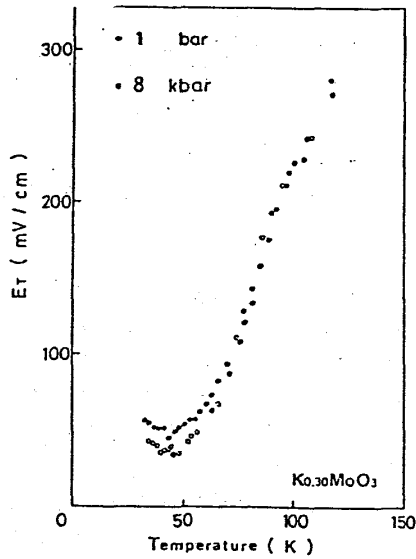


図4 しきい電場 E_T

(2) しきい電場 E_T : 図4にI-V曲線から得た E_T の温度変化を常圧と8kbarの場合についてプロットした。低温側では圧力に対して減少し、70K近傍で交差して高温側では増大した。高温側での増大は、CDWに凝縮する電子数密度の減少で説明されそうである。一方、高温側での減少は隣合うCDWチェーン間の相互作用が強くなった結果、CDWの位相 ϕ の相関領域が増大すること起因する。

(3) Sliding State ($E > E_T$) : CDWが並進するとき速度の相関領域は有限であるが、この領域内では速度の相関が完全である(剛体モデル)と仮定することによって、振動電圧の振幅 ΔV と、CDW電流による電圧降下 V_{CDW} との比 $\Delta V/V_{CDW}$ は、CDWの速度の相関領域を V_0 とすると、 $V_0^{1/2}$ に比例する。NBNのスペクトルから見積られた比 $\Delta V/V_{CDW}$ を試料に流れる電流に対して示した(図5)。NBNで観測されたslidingの定常状態では、圧力によって速度の相関領域は増大することを示している。一方、図6には過渡的電圧振動のフーリエ変換から見積った振幅を示した。しきい電場直上を除いて圧力効果は見られず、剛体モデルから得られた曲線(図の波線)に何れの圧力に対しても良くフィットしている。CDWの動き始めでの速度の相関領域は定常状態に比べて非常に大きく、常圧で既に上限まで達していることがわかる。

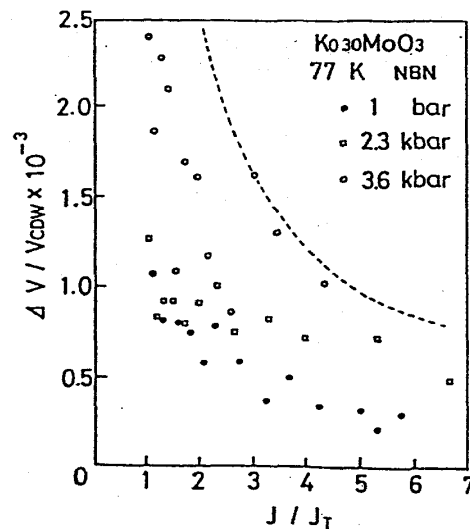


図5 NBNの振幅

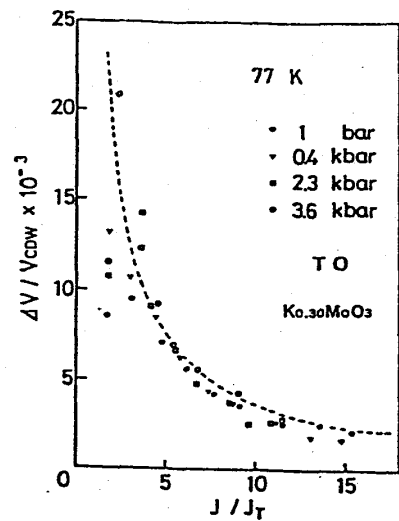


図6 T0の振幅