

11. 擬一次元電気伝導体ブルーロンズにおける電荷密度波の並進運動 — 狭帯域雑音と過渡的電圧振動 —

福田 克 史

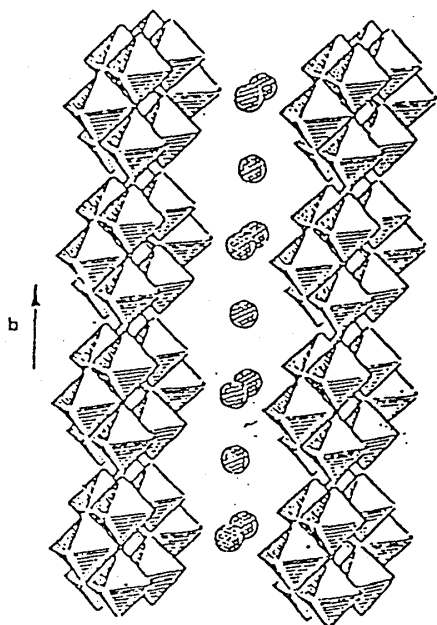
【序論】

ブルーロンズとは、 $K_{0.38}MoO_3$ と $Rb_{0.38}MoO_3$ の2つの酸化物の総称で、アルカリ金属の種類には依らず、電気伝導は、 MoO_3 のチェーン（ $\parallel b$ 軸）に沿って擬一次元的である（図1）。ブルーロンズは、180 Kでパイエルズ転移をし、低温相では電荷密度波（CDW）を形成する。CDWの形成された状態（CDW状態）では、CDWの並進運動に依る非線形電気伝導が観測される。またこの並進運動にともない、特定の基本周波数とその高調波成分をもつ雑音スペクトル（狭帯域雑音）が観測される（図2）。CDWの並進運動は、CDWの空間周期性に依る周期ポテンシャル（周期 $\lambda_{pinning}$ ）に依って、変調される。狭帯域雑音はこのCDWの並進運動の変調に起因し、その基本周波数（ F ）は、CDWの速度（ V_{CDW} ）を用いて、 $F = V_{CDW} / \lambda_{pinning}$ となる。したがって狭帯域雑音の基本周波数は、CDWの並進運動によるCDW電流密度に比例し、その比 F / J_{CDW} は、 $1 / n_c e \lambda_{pinning}$ で表される（ n_c は、CDWに凝縮する電子数密度）。またしきい電場以上の電場を与える矩形電流パルスに対して、大きな過渡的電圧振動（図3）が、観測される。この振動もCDW電流に比例し、CDWの並進に起因する現象である。ブルーロンズにおける過去の狭帯域雑音の実験結果では、周期ポテンシャルの周期は、 $\lambda_{pinning} = 1/10 \sim 1/100 \lambda_{CDW}$ という値を得ている。過渡的電圧振動については、この振動の減衰が早いために、狭帯域雑音と比較した十分な議論がなされていなかった。

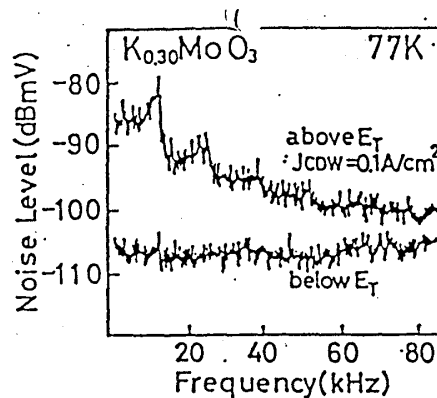
【本論】

本研究ではブルーロンズの狭帯域雑音と過渡的電圧振動の測定から、CDWの並進運動の正しい変調周期を得ることで、CDWの動特性について考察し、狭帯域雑音と過渡的電圧振動について議論した。

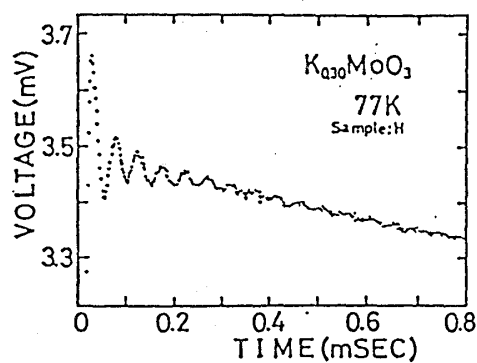
まず狭帯域雑音測定で、 $\lambda_{pinning} = \lambda_{CDW}$ の結果を得た。またこの結果を得た $K_{0.38}MoO_3$ と $Rb_{0.38}MoO_3$ の試料で、過渡的電圧振動を測定した結果、電圧振動の周期から求めた $\lambda_{pinning}$ の値は、 $1/2 \lambda_{CDW}$ であった（図4、5）。この実験結果から、次のような推論が導かれる。狭帯域雑音と過渡的電圧振動は、別々の発生機構に起因し、狭帯域雑音の発生機構（W-発生機構）には、 $\lambda_{pinning} = \lambda_{CDW}$ 、過渡的電圧振動の発生機構（T-発生機構）には、 $\lambda_{pinning} = 1/2 \lambda_{CDW}$ の関係式が成立する。一方狭帯域雑音と過渡的電圧振動で得られる $\lambda_{pinning}$ の値が、 $1/2 \lambda_{CDW}$ で一致する試料も存在し、このような試料では、狭帯域雑音は、T-発生機構で発生すると考えられる（図6）。この様な発生機構の違いは、過渡的電圧振動の振幅が大きいこと及び周波数スペクトルの構造の違いから、並進しているCDWの空間構造の変化によることが示唆される。為ヶ井らのパルス電場下のX線解析は、CDWの位相因子の空間的にコヒーレントな領域がパルスの初めの部分でいったん大きくなり、定常的にCDWが並進運動し始めるとそのコヒーレント領域は小さくなると報告している。このコヒーレント領域の変化の時間スケールが、過渡的電圧振動の減衰の時間スケールとほぼ等しいことも含めて考えると、T-発生機構は、CDWのコヒーレント領域が大きい時に有効であると思われる。狭帯域雑音の発生機構の試料依存も、直流電場下でのコヒーレント領域の大きさに依ると考えられ、大きなコヒーレント領域がT-発生機構による狭帯域雑音を説明する。狭帯域雑音がT-発生機構により、 $\lambda_{pinning} = 1/2 \lambda_{CDW}$ の関係が成立する試料でも、その基本周波数の $1/2$ の所にW-発生機構に依るものと思われる雑音ピークがみられる。これは2つの機構が、共存することを示している（図7）。



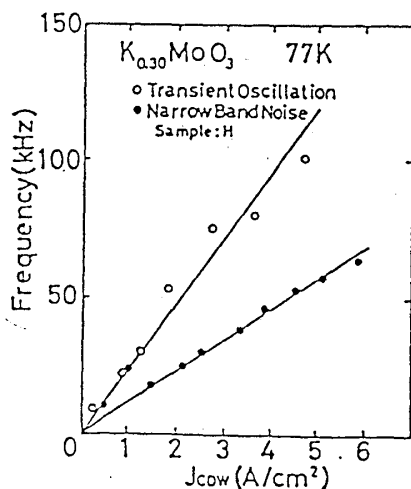
●-アルカリ金属 (K、Rb) 原子 [図. 1]



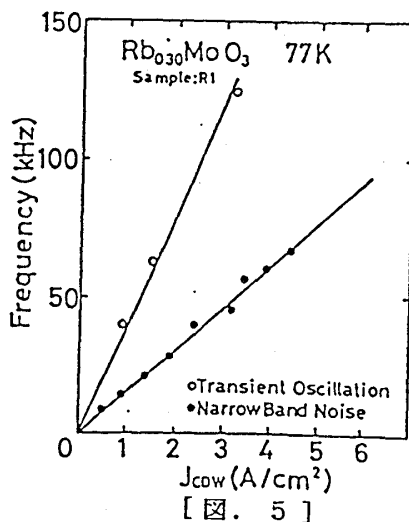
[図. 2]



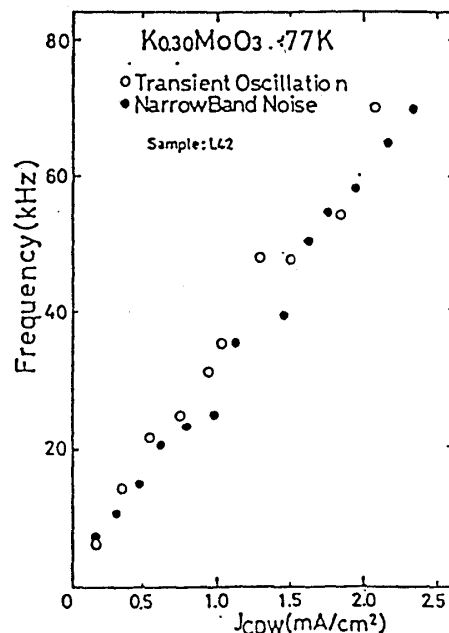
[図. 3]



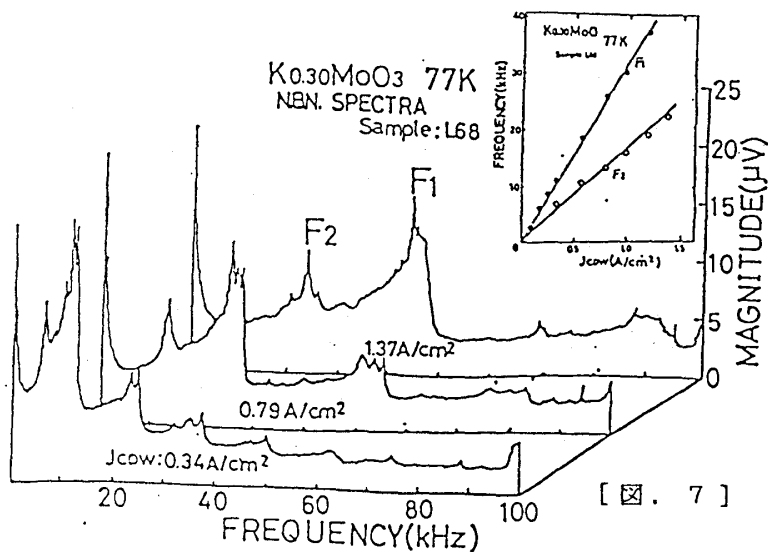
[図. 4]



[図. 5]



[図. 6]



[図. 7]