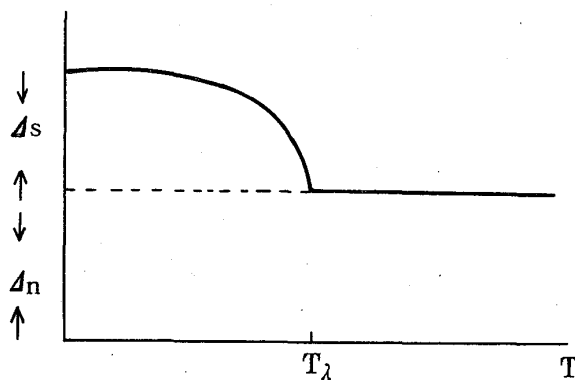


13. 液体 He II に於ける 2-ロトンモデル

京大・工・原子核工 武野正三

液体 He に於けるロトンの本性に就ては種々の説があるが、未だ確定的なものはないように思われる。液体 He に於ける所謂 phonon - roton 曲線と Ar, Pb, Al 等の古典液体に於ける可成幅の広い“準素励起”の曲線を比較してみると、構造因子のピーク位置の極く近傍にロトン極小が現われると云う点に於いて類似性を持っている。筆者と北大の合田は古典液体に於けるロトンのスペクトル及び液体 He I に於けるロトンは夫々古典非晶固体及び量子非晶固体に於けるフォノンの励起と類似のものであることを示した¹⁾。

話を液体 He II に向けるとこのような構造の乱れた固体と液体との対応は Fig-1 に示されたロトン極小 Δ の温度依存性からも分かるように当然成り立たない。図は He I に於けるロトンと He II に於けるロトンは定性的に異なるものであることを暗示している。此は別言葉で云えば固体 He と液体 He I の“quantumness”は同程度であるが、液体 He II の“quantumness”はそれよりより高く、これが超流動性に関連しているものと思われる。

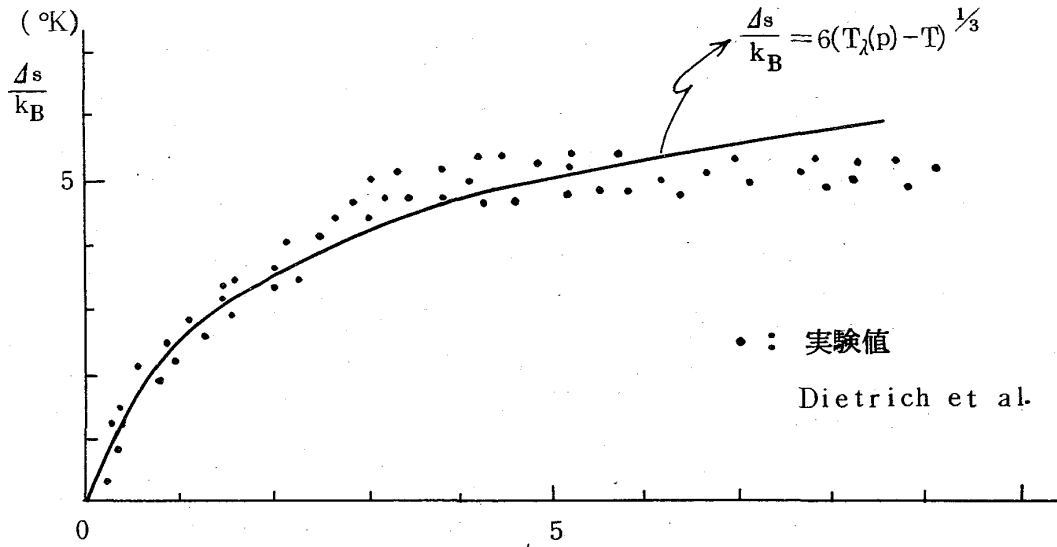


第1図

以上の理由により以下1つの試みを提唱する。数式的にはこれは Fig-1 に示される如く

$$\Delta = \Delta_n + \Delta_s$$

と表わされる。 Δ_n は液体 He I に於けるロトン極小でこれは本質的には古典液体に於けるロトンの励起の極小と同じである事及び Δ_s は超流動或は condensate states に対応するものであると云う事がこのモデルの骨子である。最近 Dietrich 等²⁾ は超流動 He のロトン極小の温度及び圧力依存性を中性子散乱により精しく調べたが、その data を解析してみると種々の圧力下に於ける Δ の温度依存性は Fig-2 に示す如く $\Delta_s = f(T_\lambda(P) - T)$ ($T_\lambda(P)$: 圧力 P に於ける転移温度) と云う形の曲線に乗り、



第 2 図

特に $T_\lambda(P)$ 近傍ではそれが

$$\frac{\Delta_s}{k_B} = 6(T_\lambda(P) - T)^{1/3} \quad (2)$$

と云う形で表わされることを示すことが出来る。 $\Delta_s(0)/k_B \simeq 5^\circ\text{K}$ であることより特に saturated vapour pressure (SVP) では

$$\frac{\Delta_s^2}{\Delta_s(0)^2} = 2.41(T_\lambda(P) - T)^{2/3} \quad (P=1) \quad (3)$$

が得られることが分かる。一方 gyro 測定による ρ_s/ρ は T_λ 近傍で

$$\rho_s/\rho = 2.40(T_\lambda - T)^{2/3} \quad (4)$$

の形に表わされることが知られている³⁾。(3), (4)より

$$\boxed{\frac{\Delta_s^2}{\Delta_s(0)^2} = \frac{\rho_s}{\rho}} \quad (5)$$

の結果が得られる。此の implication に就ては今後の考察が必要である。

武野正三

参 考 文 献

- 1) S. Takeno and M. Goda, to be published in Prog. Theor. Phys.
48 No.3
- 2) O.W. Dietrich E.H. Graf, C.H. Huang and L-Passel, Phys. Rev.
A5 (1972) 1377
- 3) J.R. Clow and J.D. Reppy, Phys. Rev. Letters 16 (1966) 887