

非晶体に於けるフォノンスペクトル と低温比熱及び熱伝導

京大工 原子核工

武野 正三

amorphous solids, glassy solids と呼ばれる非結晶体は主として次の二点に於て結晶体と異っている。

A) non-equilibrium solid である。

B) 不規則な空間構造を持つ。

ガラス状物質の熱伝導比熱等熱的性質が結晶体のそれと（特に極低温に於て）異なることは古くから知られていた。此方面の研究者はどちらかと云えば applied physics, physical chemistry, chemistry 等の分野に属していて、データーの信頼性、解釈等に疑問を持つ傾向（物理屋より見て）もなくはなかったが、最近 Cornell の R. O. Pohl 等が精しい実験結果を発表したことにより、此種の問題はより注目されることとなった。熱伝導、比熱の特異性は要約すれば次の如くである：

i) 非晶体の熱伝導度はその大きさが結晶体のそれより $10^{-1} \sim 10^{-2}$ 程度小さく、ガラス状高分子も含めて、多くの資料につき殆ど同じ振舞同様の値を持つ。

ii) 10 K の温度で plateau を持つ。

iii) 比熱の方は熱伝導度と同様の Sample-insensitivity の外に Debye model により説明出来ない余分の比熱を持つ。

このような多くの異った非晶体に見られる一様な熱伝導比熱の振舞は、その原因が非晶体特有の或普遍的且単純なる性質に基因していると考えることが出来るであろう。此原因を上記 A) 或は B) に帰せしめることが考えられる。A) と関連して Fulde and Wagner²⁾ は phonon グリーン関数に古典的な visco-elastic theory に於ける Drude-Maxwell 型の relaxation を現象論的に導入して説明を試た。Anderson, Halperin and Varma³⁾ は非晶体に於ける原子は真の平衡位置にないと仮定して所謂 tunneling state の寄与を考慮した。此処では B) に関連して、構造の乱れは古典液体に於ける場合と同様、フォノンスペクトルに構造因子の first maximum の近傍に液体ヘリウムの場合に似たロトン-like なスペクトルを生じ、これは余分の比熱等の原因になっているのではないかと云

武野正三

う試みが述べられた。⁴⁾ 上記のような approach のうち、どれが確定的であるかをきめた実験は未だないように思われる。

上記の問題は、非晶体と結晶体との差異、古典液体と非晶体との静的構造、動的構造の差異、ガラス転移点の性質等と共に今後もっと研究が進められるべきであろうと思われる。

References

- 1) : R. C. Zeller and R. O. Pohl, Phys. Rev. B4 (1971), 2029.
- 2) : P. Fulde and H. Wagner, Phys. Rev. Letters 19 (1971), 1280.
- 3) : P. W. Anderson, B. I. Halperin and C. M. Varma, Phil. Mag. 25 (1972), 1.
- 4) : S. Takeno and M. Goda, Prog. Theor. Phys. 48 (1972), 1468.