

I-2. 圧力下における液体金属のX線回折

京大・理 遠藤裕久，辻 和彦

田村剛三郎，大島隆三

東大物性研 箕村 茂

我々が東大物性研箕村研において行なった，圧力下における液体ナトリウム金属のX線回折の実験結果について報告する。

最近液体金属の圧力下における種々の物性の測定が数多くなされているが，構造因子 $a(k)$ の測定がおこなわれていないために十分な解釈がおこなわれていない。そこで我々は液体ナトリウム金属のX線回折の圧力変化の測定を融点直上の温度において行った。

装置の概略を図1に示す。Sは試料，Aは外径5 mm，内径2 mmのBe，BはX線用の窓をあけたBe-Cuの圧力容器，Cは高圧用のステンレスパイプであり，圧力媒体としてはクロシンオイルを用い，温度は140℃に保った。MoターゲットのX線管球からのX線を直径1 mmにしぼって試料にあて，スリット巾1°で，各点につき10,000カウント以上の測定をZr，YのRossフィルターについて行い，Mo $K\alpha$ に対するX線回折曲線を求めた。測定は装置の幾何学的条件を変えないことなく，常圧，1.0 kbar，1.9 kbar，3.0 kbar，3.8 kbarの各圧力について行い，Beによる回折の部分を差し引いた後，回折に関係する粒子数の圧力変化，試料内部におけるX線の自己吸収の圧力変化の補正を行い，構造因子 $a(k)$ を求めた。なお，液体ナトリウム金属の体積の圧力変化は，1気圧における圧縮率 2.1×10^{-12} C.G.Sの値が圧力によって変化しないとして求めた。

図2に構造因子 $a(k)$ のfirst peakの高さを示す。液体金属においてhard sphere modelを考えることは，ion-ion間のpotentialに対して伝導電子の存在が重要であることを考えると問題があるが，便宜上 $a(k)$ のfirst peakをhard sphere modelで近似して，そのときのhard sphereの直径 σ の圧力変化がどうなるか考えてみる。0 kbarでは， $\sigma = 3.23 \text{ \AA}$

とすれば実験とほぼ一致する。今、一つの特別な場合として、圧力による体積変化にかかわらず σ が一定であるというfixed diameter modelで考えてみると、3.8 k barでは $a(k)$ のfirst peakは約16%増加するが、実験とはあわない。次に、電子ガスによるイオンのscreening lengthはThomas-Fermi modelでは電子密度の $-1/6$ 乗に比例するが、 σ がscreening lengthに比例するとすれば σ は3.8 k barでの体積変化8%に対応して、4%減少し、 $\sigma = 3.19 \text{ \AA}$ となる。一方、ion-ion間のpotentialが $\propto (2k_F r)/r^3$ の形で表わされるとし、 σ がこのpotentialの極小値の変化に比例して変わるとすれば、 σ は k_F に逆比例することになり、packing fraction $\eta = (\sigma k_F)^3 / 18\pi$ は一定となる。このfixed packing fraction modelでは3.8 k barでは $\sigma = 3.14 \text{ \AA}$ になり、実験値と大体一致する $\sigma = 3.13 \text{ \AA}$ とかなりの一致を示す。従って、液体ナトリウム金属の場合、 $a(k)$ のfirst peakをhard sphere modelで近似して考えれば、fixed packing fraction modelがかなり良く成り立つと考えられる。

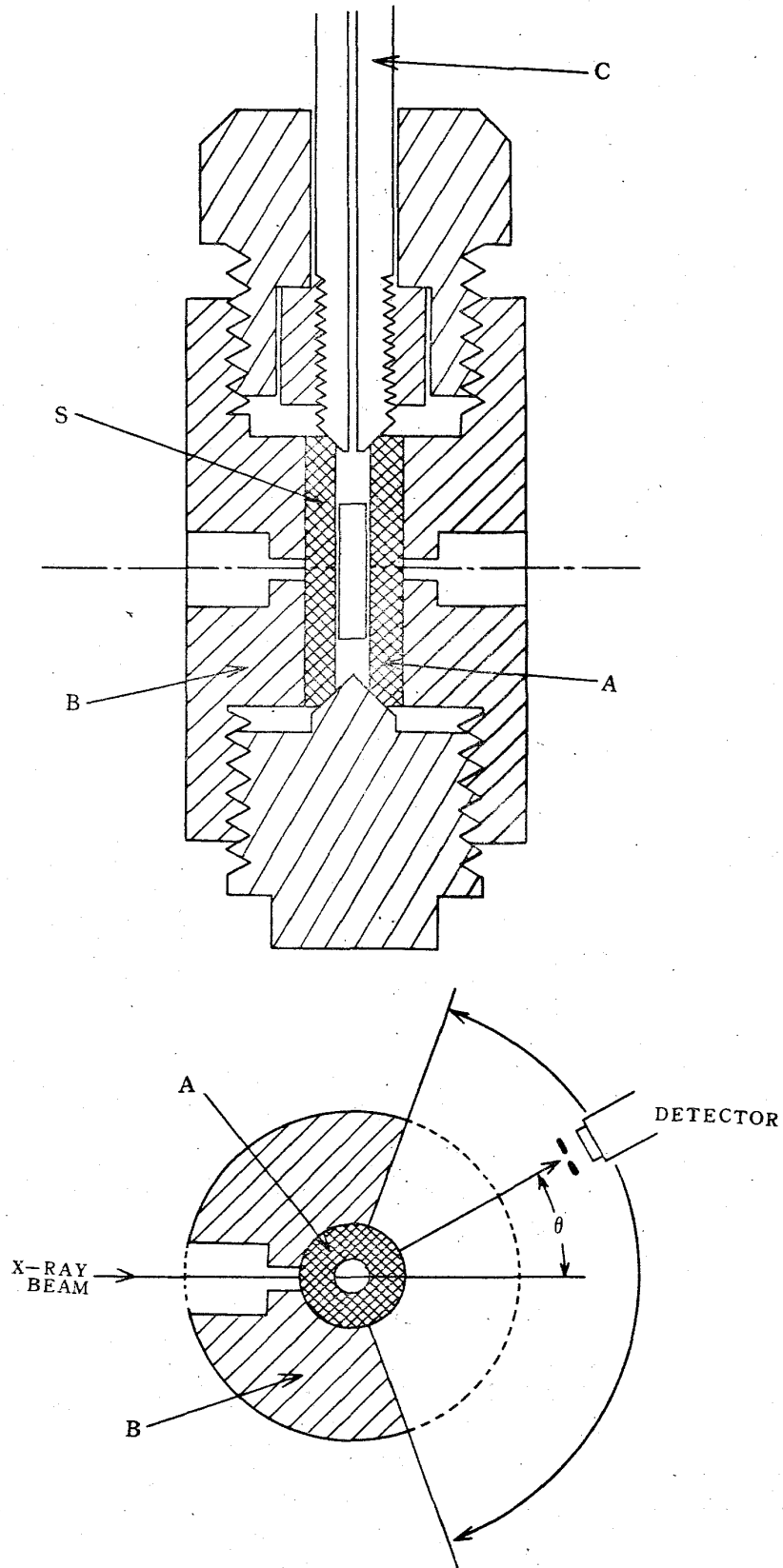


図 1. 装 置 の 略 図

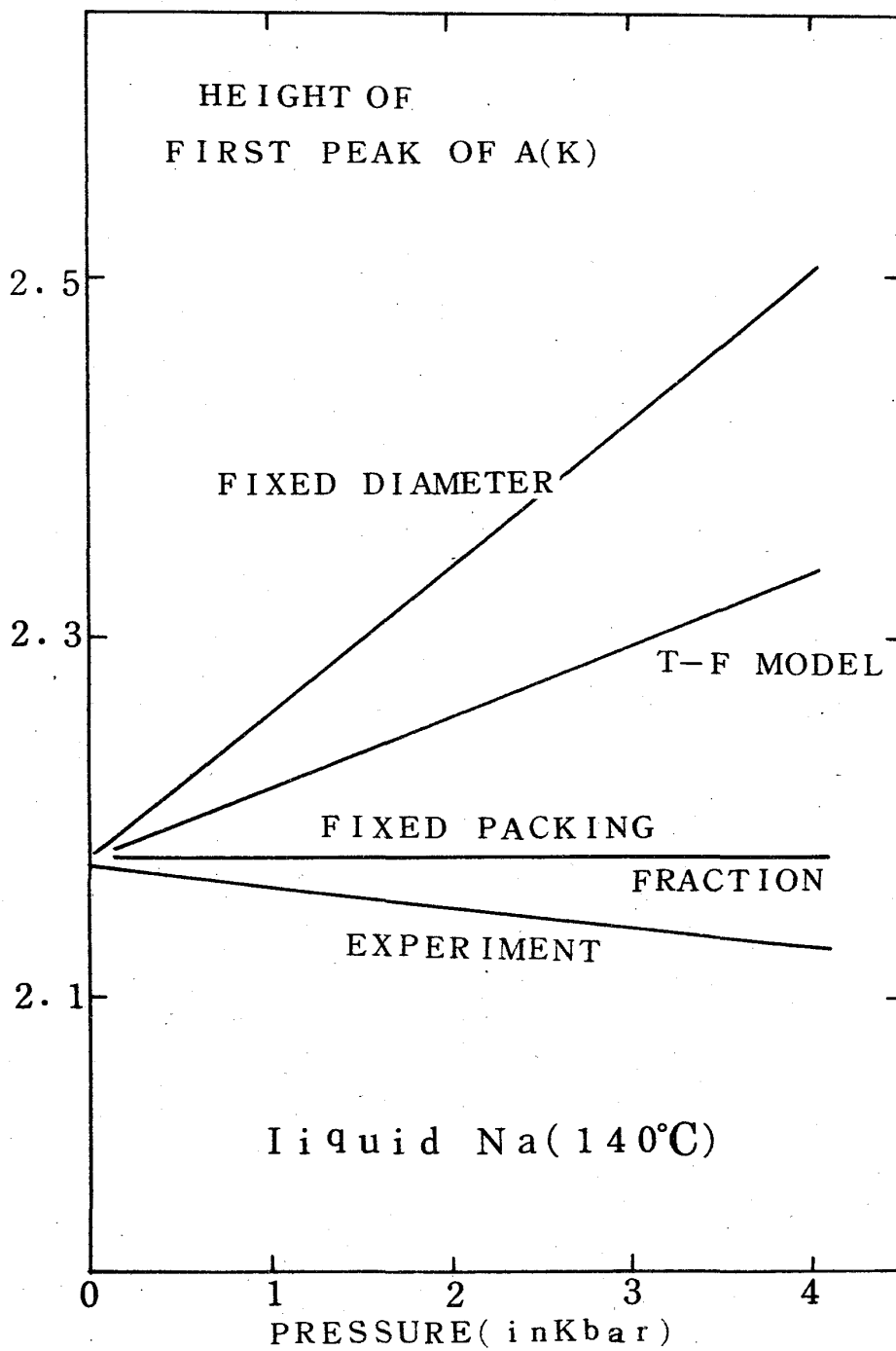


図 2. $a(k)$ の first peak の高さ