

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5mm，内径2mm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1mm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と，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 21×10^{-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。0kbar 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 $\omega(2k_F r)/r^3$ 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。

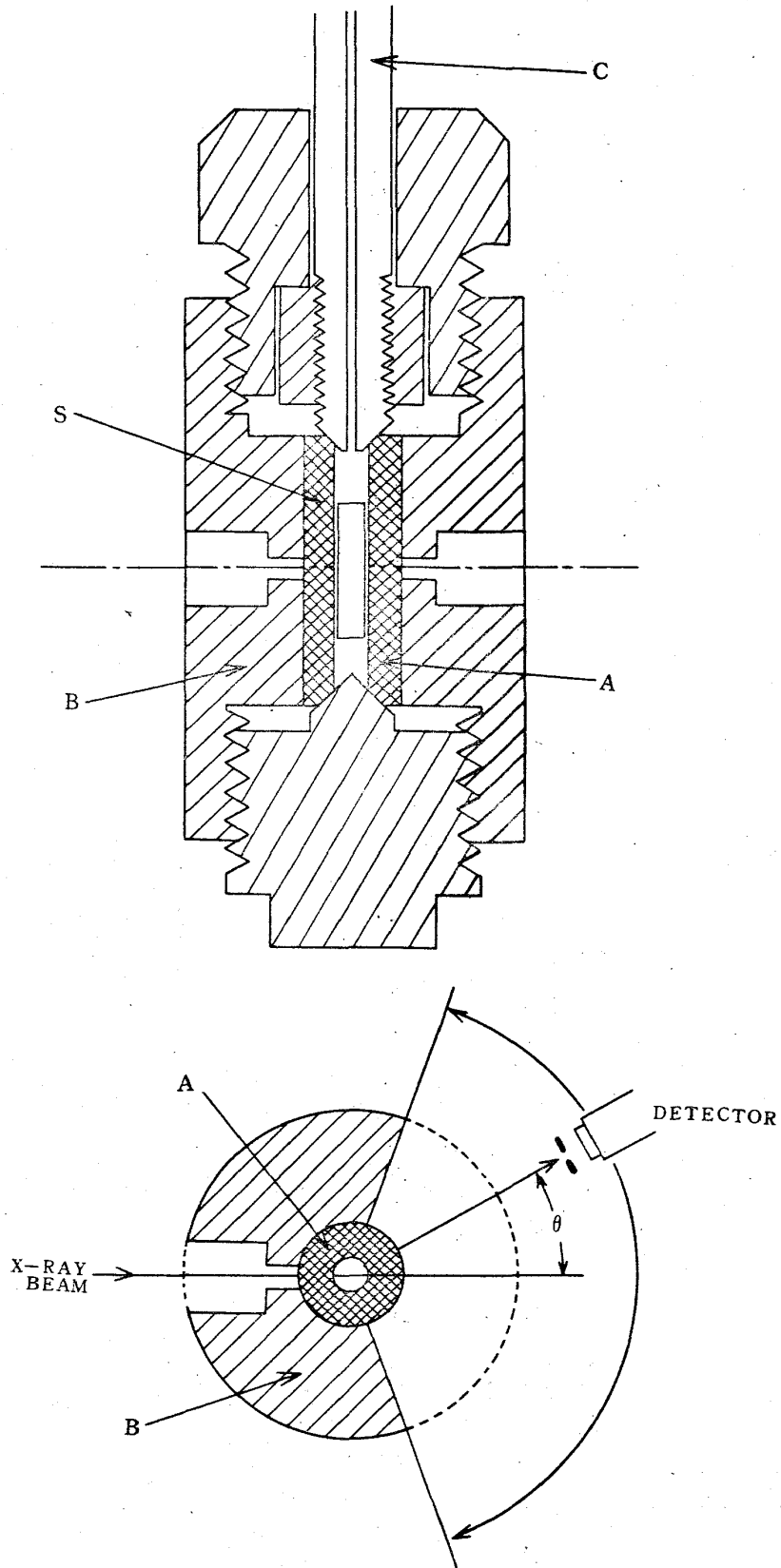


図 1. 装置の略図

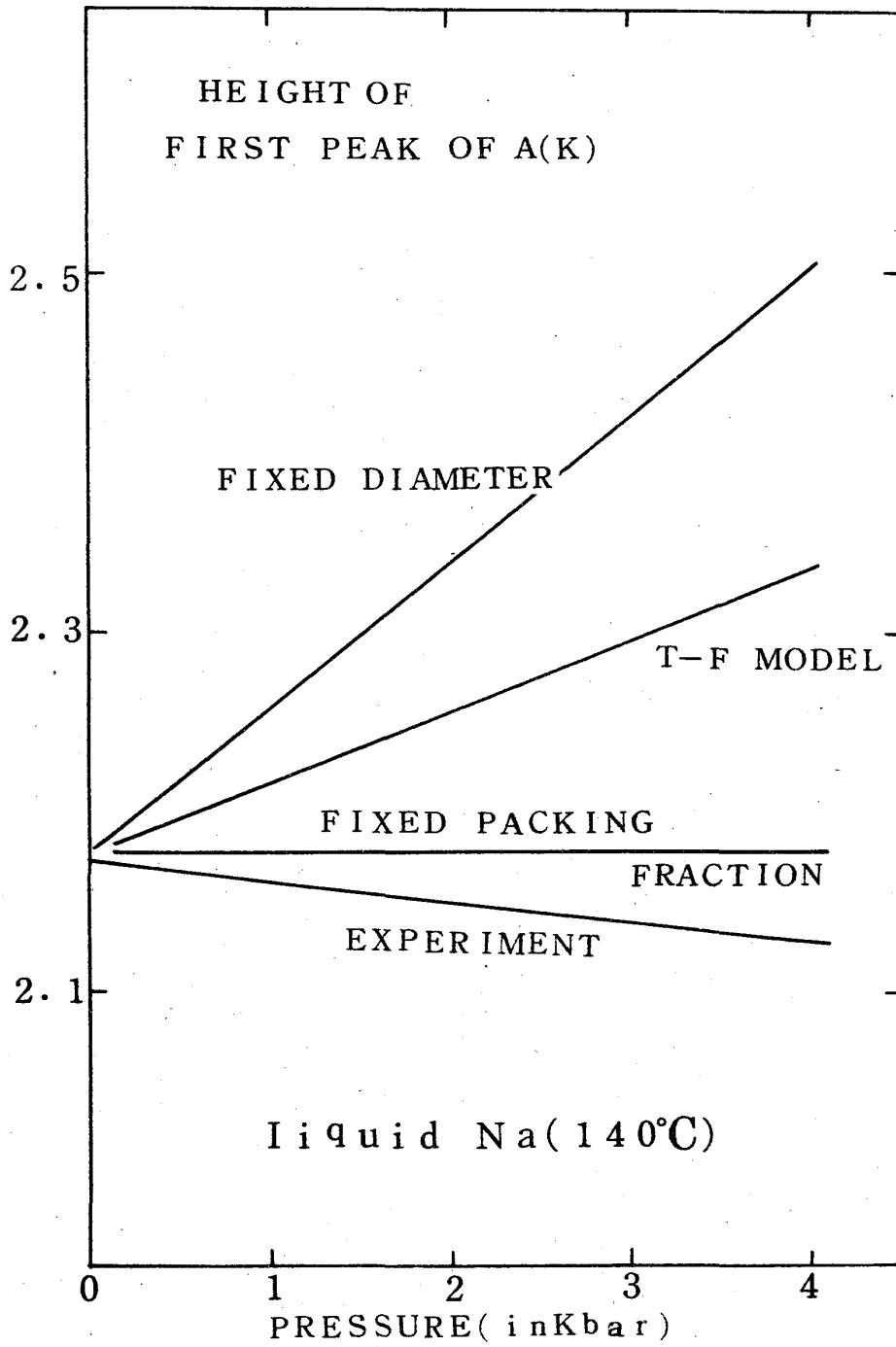


図2. a(k) の first peak の高さ