

冷中性子源と冷中性子準弾性散乱について

北 大 井 上 和 彦

冷中性子断面積には凝集体の構造、運動に関する情報が含まれている。冷中性子断面積を精度よく測るためには強い冷中性子源が必要であるが、国内ではまだ手軽に強冷中性子源を利用できる状況ではない。最近の海外の高中性子束研究炉には全て冷中性子源が設置されているが、国内では京大2号炉で計画が進められており、また高エネルギー研加速器を利用した東北大のパルス状冷中性子源計画が実行段階にはいつている。

我々のところでは、電子ライナックに固体メタンを冷減速材としたパルス状冷中性子源を設置した。初めての試みであるので必ずしも最適設計になっていないが、極めて効果的である。安全性の面では、加速器容量が中規模であるために特に困難はなく、かなりの期間にわたる使用によって安全性が実証されており、有効な装置であると感じている。ただ何分にもライナックの速中性子強度が限られているので、冷中性子利得を最適にしても絶対強度の点では不満足であるが、それにもかかわらず冷中性子源なしでは極めて困難な測定が明らかに可能となっている。この点から言っても、上記の国内における諸計画の早急な実現が待たれる所似である。

冷中性子発生に関しては、現在のところでは、冷減速材を利用する以外の方法は見当たらない。従って、冷中性子発生に関する Know-How に関しては、冷減速材の冷中性子断面積の情報もちろん重要であるが、むしろ中性子輸送の面での知識の不足の方が当面の問題となる。例えばパルス状冷中性子源では、中性子を如何にして冷減速材内に閉じこめて、効果的に冷却するにはどのようなターゲット、冷減速材、反射体の組合せをすればよいかについてはまだ模索の段階であり、現在調べられている最中である。また構造材や冷減速材の放射線損傷についても、これまでの我々の経験だけでは不足である。

我々のところでは、パルス状冷中性子源は主に準弾性散乱による測定に利用されている。最近の準弾性散乱測定では Grenoble の後方散乱による高分解能装置が現われ、 μeV 領域の測定に偉力を発揮しているが、比較的大きな κ^2 (運動量変化の2乗) 領域には従来のやり方を採らねばならない。我々のパルス状冷中性子源は強度の不足で高分解能型に用いることは不可能であるので、弾性散乱エネルギーを $4\sim 5\text{meV}$ に選んで、 κ^2 が約 8\AA^{-2} まで測れるようになっている。

加速器と組合せたパルス状冷中性子源では、中性子パルスの平均放出時間がかなり長くなる欠点があり、パルス幅にして $150\sim 200\mu\text{S}$ に達する。我々の場合には逆転配置で結晶モノクロメータを組合せているが、今のところではこの分解能への影響も大きな影響を及ぼし、問題となっているが、入射スペクトルの測定値を用いた convolution によるデータ処理でデータの質を向上

することを試みている。

通常の分子液体に関する準弾性散乱による研究は現状では一段落を告げており、液晶や高分子などへの応用が始まっており、遷移金属内水素の研究も続いている。我々のところでも液晶やゴム状高分子の研究に手をつけているが、問題は実験面にも多々あるが、解析理論の面でも難しいことが多い。データの性質上から、実験結果から分子運動モデルを一義的に決定するのが必ずしも容易ではなく、また、中性子断面積への分子運動モデルの取り入れ方も簡単ではない。

第1図にネマチック液晶PPEPU ($p-(p\text{-ethoxy-phenylazo})\text{-phenylundecylenate}$)の準弾性散乱スペクトルの液晶相 (77°C および 95°C)と等方液相 (134°C)における測定結果を示す。このデータ解析においては、特に分子内回転モードの影響の評価および大きな散乱角における非弾性散乱の評価に問題がある。第2図は一応のデータ処理をした κ^2 に対するピーク半値幅 ΔE の変化を示す。大きな κ^2 に対する ΔE の挙動がどのようなようになるかは、準弾性散乱測定に常に付いてまわる重要な点で、大きな κ^2 の領域において ΔE が κ^2 に比例する傾向を示すか、または飽和の傾向を示すかは、運動モデルを選ぶ上で大切な情報である。しかし、この領域の測定に関しては色々な因子が影響して、同一の試料に対しても測定者によって結論がわかれることがある。PAAの測定に関しては、我々の結果は Janik 等のものと近い傾向を示しているが、Blinic 等のものとは差が大きい。この差違ももちろん問題であるが、 κ^2 の大きな領域での ΔE の挙動についてもまだ結論が得られていない。いずれにせよ、国内における強冷中性子源の実現と、スペクトロメータあるいは解析理論の進展が待たれる次第である。

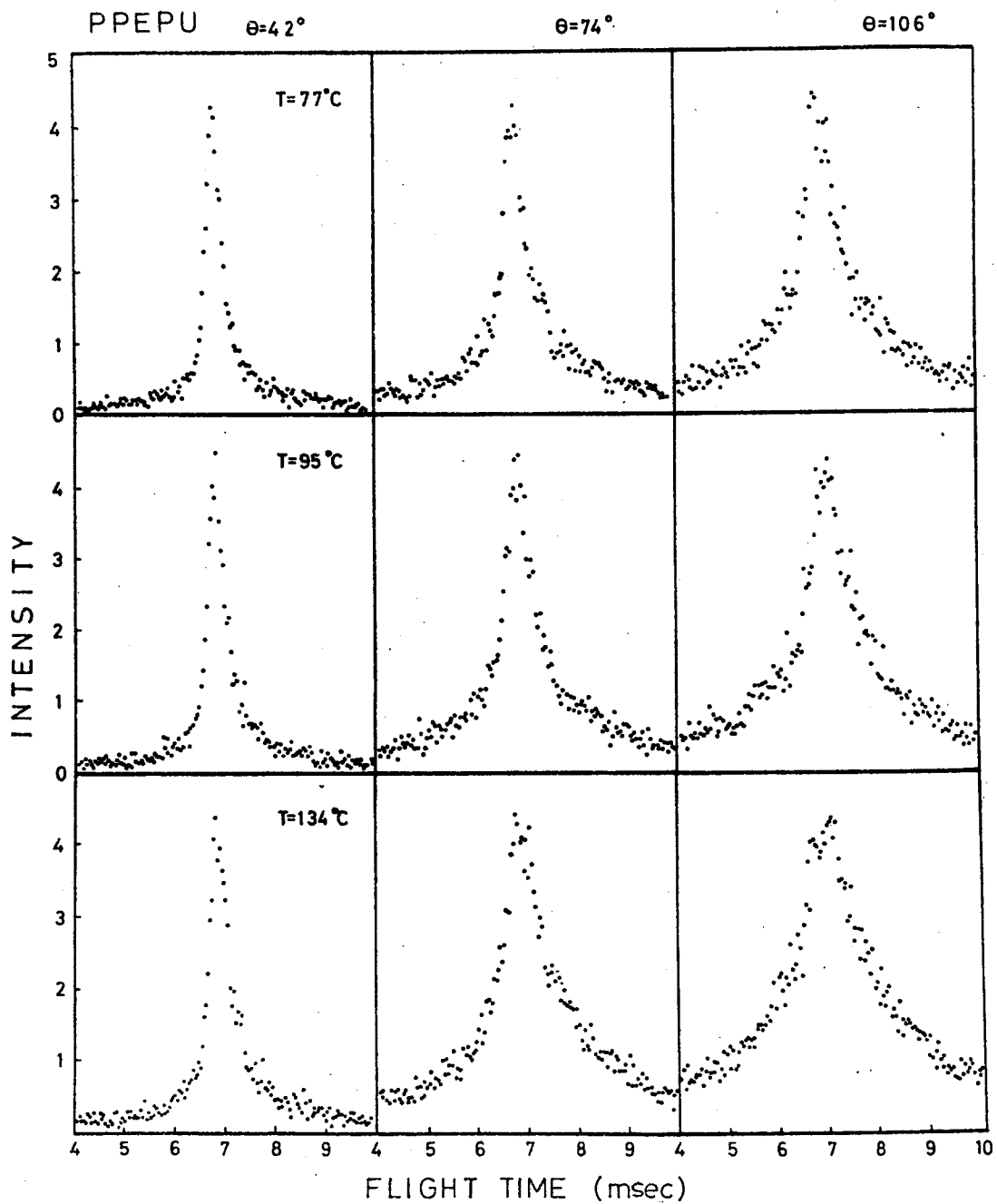


図1 PPEPUの冷中性子散乱スペクトル

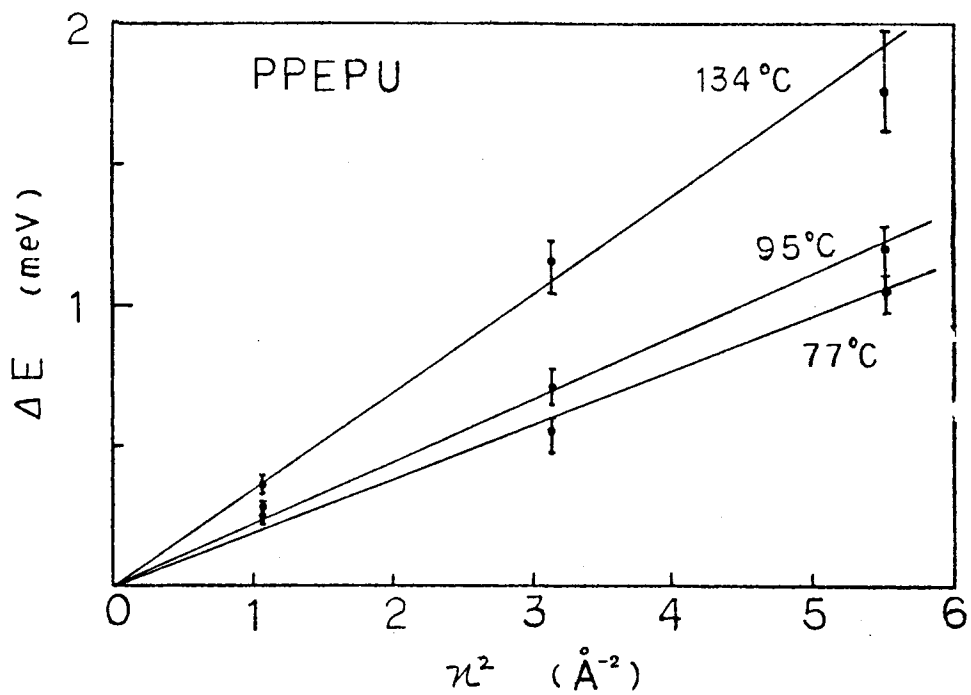


図2 運動量変化の2乗に対する半値巾の変化