

# 高分解能パルス冷中性子分光器 (C3-1-1 AGNES)

装置責任者：山室 修 (東京大学物性研究所)

AGNES は、実験利用棟 C3 冷中性子導管に設置された冷中性子分光装置であり、フェルミチョッパーにより作られたパルス中性子を用いて高効率高分解能の中性子準弾性・非弾性散乱測定を行うことを目的としている。試料から 1.8m離れたところに配置した 328 本の  $^3\text{He}$  カウンターにより、広い散乱角範囲で飛行時間型散乱スペクトルを測定する。

## 1. 装置の概略

モノクロメーター部

5 枚一組になった PG002 のモノクロメーターアレイを用いる。冷中性子取り出し角は、 $78^\circ$  または  $110^\circ$  を選択する。

$2\theta_M$ ( $^\circ$ )	波長 ( $\text{\AA}$ )	$Q$ 分解能 ( $\text{\AA}^{-1}$ )	$Q$ 範囲 ( $\text{\AA}^{-1}$ )	$E$ 分解能 ( $\mu\text{eV}$ )	$E$ 範囲 ( $\text{meV}$ )
78	4.22	0.02	0.2~2.7	120	-4~20
110	5.50	0.015	0.15~2.1	49	-2~6

チョッパー部

- フェルミチョッパー

コリメーター	開き角 $1^\circ$
スピード	3500 ~ 24000rpm

- アンチフレームオーバーラップチョッパー

検出器

散乱角, 全立体角	10 ~ 130 $^\circ$ , 0.96sr
試料からの距離	1.8m
タイプ, 本数	$^3\text{He}$ (1in, 10atom), 328 本
時間分解能	1 ~ 4 $\mu\text{s}$

中性子束

ビームサイズ	20mm(H) $\times$ 40mm(V)
試料位置強度	$\sim 30\text{ncm}^{-2}\text{s}^{-1}$ ( $2\theta_M = 78^\circ$ )

## 2. 装置の制御

- 制御系

PXI システムにより TA からのデータ収集、モノクロ・チョッパーなどの制御を行う。Ethernet 接続の Windows PC により、データの一次処理 (足し合わせ等)、グラフ表示、保存および自動温度変化測定などが可能。

- データ

1 測定 (4 $\mu\text{s}$  分解能) で 1.2MB のデータ容量。準弾性散乱などの標準解析ソフトが完備。

## 3. 装置の特色

AGNES の最大の特色は高効率かつ高分解能であることである。Angle Focusing Cold Neutron Spectrometer の名前の通り、5 枚のモノクロメーターの散乱角とフェルミチョッパーの回転速度を調節することで ( $\Delta\lambda/\lambda=0.03$ )、ビームを試料位置に集光すると同時に、検出器に同時に到達する条件を実現している。平均取り出し角 ( $2\theta_M$ ) を変えることで、エネルギー分解能を選択できる。分解能および運動量とエネルギーの測定範囲は左ページの表の通りである。 $S(Q, \omega)$  空間を連続的にスキャンできる装置であるが、 $Q$  分解能はあまり高くないので、単結晶よりは液体や粉末試料の準弾性散乱や励起の測定に向いている。特に非干渉性散乱が主である含水素物質の自己拡散係数やフォノン状態密度の測定には最適である。測定時間はもちろん試料に依存するが、標準透過率 (90%) の含水素試料の準弾性散乱測定では 4~5 時間、非弾性散乱測定では 6~7 時間程度である。

## 4. 装置の全景

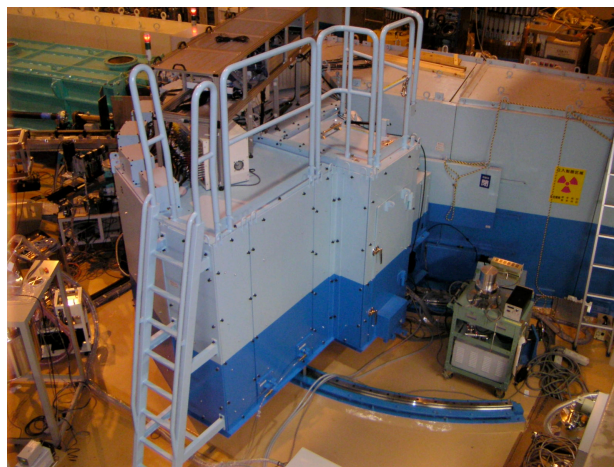


写真 1 : C3-1-1 AGNES の全景

## C3-1-1 AGNES での測定例

### 標準試料（バナジウム）測定

図1は標準試料であるバナジウム棒 (13.5mmφ) を標準分解能モード ( $2\theta_M=78^\circ$ ) と高分解能モード ( $2\theta_M=110^\circ$ ) で測定した結果である。測定時間は前者が17時間、後者が14時間である。縦軸は検出器1本が1時間に観測する中性子数にスケールしてある。ほぼ左右対照で所定の分解能に対応する弾性散乱ピークが得られている。図1から分かるように、AGNESは非常に低バックグラウンドであり、通常の試料ではバックグラウンドは弾性散乱ピークの1/500以下になる。実際のデータ解析では、図1のピークをガウス関数で近似し、それを分解能関数として種々のフィッティングなどを行う。

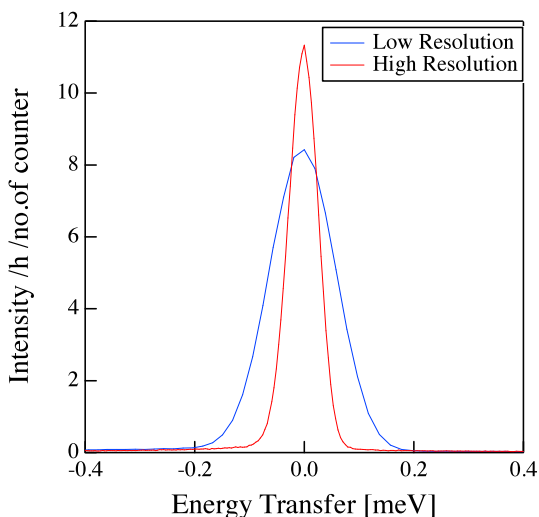


図1 標準試料（バナジウム）の弾性散乱ピーク

### 測定例1（イオン液体の準弾性散乱）

図2は室温で安定な磁性イオン液体として最近注目されている nbmimFeCl<sub>4</sub> の準弾性散乱スペクトルである。高 $Q$ になるほどピークの線幅が増大している。青い実線はデータをローレンツ関数でフィットした結果である。ピークの半値半幅 (HWHM) の  $Q^2$  に対する変化から自己拡散係数が得られ、さらにその温度依存性から活性化エネルギー13.9 kJmol<sup>-1</sup> が得られた。この小さな活性化エネルギーは、イオン液体の運動性の高さ、およびそれによるイオン液体相のエントロピー的安定化を示している。

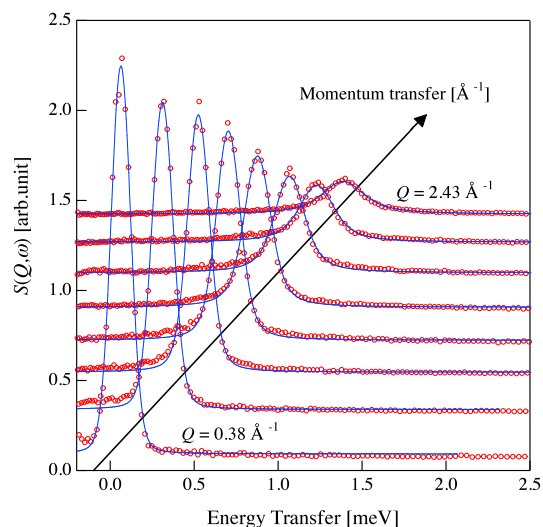


図2 nbmimFeCl<sub>4</sub>の準弾性散乱スペクトル

### 測定例2（ポリスチレン3量体の非弾性散乱）

図3はポリスチレン3量体ガラスの非弾性散乱スペクトルである。液体状態を急冷して作成したガラス状態を100Kで測定した。計数統計を上げるため、全ての検出器のデータを足し合わせてある。1.9 meVに最大値をもつブロードな励起が観測された。この励起は、ボゾンピークと呼ばれるアモルファス固体特有のものである。現在、分子量依存性などに関して精密な解析が進行中である。

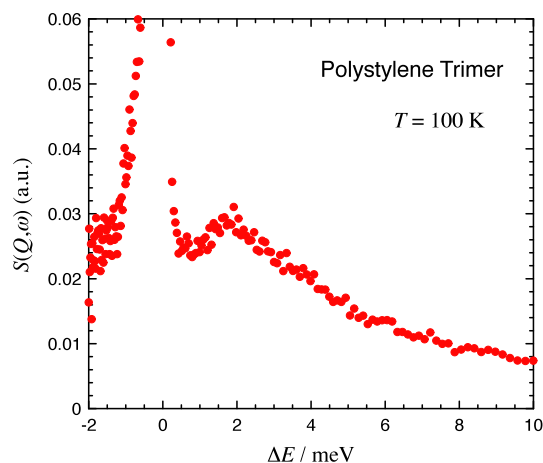


図3 ポリスチレン3量体ガラスのボゾンピーク (千葉工大・筑紫格氏から提供)