

BL09XU 核共鳴散乱

1. はじめに

核共鳴散乱ビームラインは周期長32mmのアンジュレータ、回転傾斜型水冷モノクロメータを有するSPRing-8標準のX線ビームラインであり、核共鳴非弾性散乱を利用して物質のダイナミクスの研究や時間領域でのメスbauer分光に利用されている。特に極端条件下や回折条件下、メスbauer線源に適当な核種がない場合などに放射光でのメスbauer分光は威力を発揮している。またBL09XUでは精密ゴニオメータシステムを用いて、NEET (Nuclear excitation by electron transition) やX線非線形現象、表面研究、残留応力測定などがおこなわれている。

2002年度、実験ステーションにおいては常時インバータ式無停電電源の測定機器への導入、多素子APD用VME多チャンネルスケーラの導入およびソフト開発、 ^{181}Ta 用モノクロメータの開発などをおこなった。また2002年12月からの蓄積リングの低エミッタンス化にとまじり、とくに高分解能モノクロメータ後のビームフラックスが増加したので報告する。

2. 低エミッタンス化によるビームフラックスの増加

BL09XUにおいて最も使用する頻度が高い光学系が ^{57}Fe 用の高分解能モノクロメータである。これは511のチャンネルカットと975のチャンネルカットを入れ子型に組み合わせたものであり、975反射の非対称度により2.5meV分解能のモノクロメータと3.5meV分解能のモノクロメータが用意されている。蓄積リングの低エミッタンス化以前の3.5meVモノクロメータからのビームフラックスはビームラインモノクロメータの完全性の状態にも依存するが、平均すると $4 \times 10^9 \text{cps}$ (/100mA) であった。低エミッタンス化後のビームフラックスは約 $7 \times 10^9 \text{cps}$ (/100mA) と増加した。これは高分解能モノクロメータの受け入れがビームの発散角を制限するためビームラインモノクロメータからのフラックスだけでなく、ビームの広がりも高分解能モノクロメータ後のフラックスに影響するためと考えられる。測定対象に大きく依存するが、核共鳴散乱は一般的にシグナル強度がぎりぎりのところでの測定が多い。このビームフラックスの増加はその測定限界を高め、低エミッタンス化による寿命の劣化を差し引いても、実験にプラスの寄与をした。

3. ^{181}Ta 用高分解能モノクロメータ

さまざま核共鳴散乱実験を遂行するに当たり、重要かつ開発要素の多い装置として高分解能モノクロメータと高時

間分解能検出器のふたつが挙げられる。BL09XUにおいては ^{57}Fe 以外の核種として2000年度に ^{151}Eu 用の高分解能モノクロメータ、2001年度に ^{149}Sm 用の高分解能モノクロメータを設計・製作し評価をおこなってきた。2002年度は共鳴エネルギーが6.21keVである ^{181}Ta 用の高分解能モノクロメータについて設計・製作し評価をおこなった。

図1に実験ステーションに設置された高分解能モノクロメータの写真を示す。平板結晶による3回の反射を用いており、第1結晶はSi311の対称反射、第2結晶、第3結晶はSi511の非対称反射である。第2結晶、第3結晶の非対称因子はそれぞれ0.03と30である。エネルギー分解能を決めているのは第2結晶、第3結晶であり^[1]、第1結晶はビームをほぼ水平に戻すために角度を変えるために配置されている。実験中は空気による減衰を避けるためにカバーで覆われ、ヘリウムで満たされている。この高分解能モノクロメータにより得られたフラックスは $4 \times 10^9 \text{counts/sec}$ 、核共鳴前方散乱を用いて測定されたエネルギー分解能 (FWHM) は10.5meVであった。このモノクロメータは ^{181}Ta による核共鳴前方散乱、とくにストロボスコピック法による電子状態の測定に利用されている。

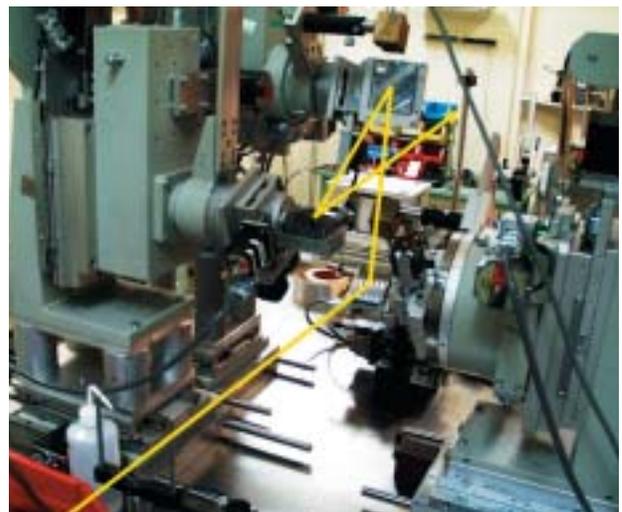


図1 ^{181}Ta 用高分解能モノクロメータ配置図

[1] A.I. Chumakov et al. : Nucl. Instrum. Methods A **383** (1996) 642.

利用研究促進部門

構造物性 グループ・非弾性散乱チーム

依田 芳卓