

BL25SU

軟 X 線固体分光

1. 後置鏡の増設

BL25SU のエンドステーションには、上流から光電子分光 (PES)、磁気円二色性 (MCD)、2次元表示型光電子分光 (2D-PES) の3つの実験ステーションがビームライン上に直列に配置されている。装置を直列に配置することにより、実験ごとに装置を入れ替えてベークを行うといった煩雑な作業を省くことができる。これは、利用者だけでなく装置管理者にとっても非常に有り難い点である。ところが、試料上に光を集光するための集光鏡（後置鏡）からの距離が装置によって異なるため、各ステーションに集光するためには集光鏡を切り替えるといった工夫が必要となる。BL25SU では、建設当初、最も集光に対して要望が強かった2D-PESステーションに焦点を持つ集光鏡1枚で共用が開始された。ただ、将来的には各ステーション用の集光鏡が導入できるように、切り替えシステムだけは建設時に準備された。

2D-PESステーション用の集光鏡を用いた場合、PESステーションあるいはMCDステーションでのスポットサイズは1~1.5mm程度である。PESやMCDで測定される固体試料、特に成長させるのが難しい単結晶では、試料サイズが0.5mm以下ということもあり、上記のスポットサイズでは光の大半を捨ててしまう事になる。また、PESでは、光電子アナライザーに取り込まれる光電子は、試料上の数百ミクロン程度の領域から放出された光電子であり、それ以外の部分からの光電子はアナライザーの入り口スリットで切られるため無駄になる。ユーザーからは小さい試料を測定するために集光が必要であるという要望が強く、また、BL25SUへの課題申請は非常に混雑している状況にあり、測定時間を短くして成果のスループットを上げることが重要な課題であった。このような理由から、PESおよびMCDステーション用の集光鏡を2001年度予算で購入し、2001年12月に後置鏡チャンパー内に設置した。現在、PESおよびMCD装置における試料上でのスポットサイズは0.2mm程度である。同程度の大きさを持つ試料であれば、光を無駄にすることなく測定が出来るようになった。また、PES測定でのカウントは集光鏡導入前の3倍程度に増え、測定時間が短縮された。

2. 回折格子冷却系の改良

BL25SU分光器の分解能は光エネルギー1 keV付近で $E/E \sim 10,000$ であり、その分解能を生かした軟 X 線分光測定が行われている。しかしながら、克服すべき問題点も残っており、そのひとつが分光器のエネルギードリフトである。短時間で見れば高分解能の光でも、測定時間中にエネルギー

の絶対値が時間的に変動してしまえば実効的な分解能が悪くなる。BL25SUの分光器の場合、2001年の夏以前の状態では、最も熱負荷の変化が大きい入射後の2時間を除くと、1時間で最大30meV程度のエネルギーの変動があった。3つのステーションの中でも分解能が最もダイレクトに結果に反映されるPESの場合、集光鏡の導入前は1本のスペクトルの測定に最大1時間程度の時間を要しており、実効的な分解能を悪くしていることが充分に考えられた。

エネルギードリフトの最も大きな原因は、熱負荷による光学素子の变形と考えられる。建設当初から使われていたBL25SUの回折格子の冷却方法は、銅の編み線による冷却である。回折格子の側面に密着して固定させた編み線の延長線（約10cm）の端を水冷管に固定する方法である。このような編み線を用いたことによる回折格子の冷却の不十分さが、上述のエネルギードリフトの一因であると考えられた。そこで、2001年10月に、回折格子の1つ（1000本/mm）に試験的に冷却系の改良を加えた。編み線を使わず銅の水冷管を回折格子の背面に密着させて固定する方法である。水導入フランジまでの取り合いには真空用フレキシブルチューブを用いた。この改良後に観測した結果では、入射後の2時間以降は、7時間の測定でエネルギーシフトが20meVであり、水冷系改良による改善が見られた。今後、他の回折格子に対しても同様の冷却系の改良を行っていく予定である。

3. キッカーマグネットの試験運転

BL25SUの挿入光源 (ID25) は "Twin Helical Undulator" と呼ばれ、円偏光の偏光変調を高速で行うことを目的に設計された。偏光変調はMCDなどの二色性観測に応用でき、サンプル側の条件 (MCDの場合は外部磁場の方向) を変調させる場合に比べ、精度の向上と測定時間の短縮が期待できる。MCDの共同利用の第1段階は、偏光固定で試料に印加する磁場の方向を変調するという従来の測定方法でスタートした。この方法では、MCDスペクトルの各エネルギー点で磁場方向を反転しながら測定するが、磁場の反転に7秒をかけている。高速の偏光変調と同期した測定が出来れば、測定時間を大幅に短縮できると考えられる。また、磁場反転の場合、試料固定および冷却用の銅板に発生する渦電流により、試料位置の再現性に問題がある。変調偏光を用いれば渦電流は発生しないので、精度の向上が期待できる。このような期待が持たれる中、IDグループによる偏光変調の調整が進められた。2001年の終わりごろには、1 Hzの変調で電子ビーム軌道に与えられる影響が実用化レベルにまで押さえられ、ビームラインスタディの時

間帯に試験的な利用が可能となった。これに対し BL 側では、偏光変調に同期した MCD 測定器系を準備し、2001年12月には偏光変調 MCD のテスト測定を Fe に対して行った。測定器側の調整不足のため、共同利用に提供するには統計制度が充分とは言えないが、Fe 2p 領域の MCD を観測することが出来た。共用提供のためにはいくつかの解決すべき点があるが、測定器系の調整および改良をすすめ、近い将来には共用に提供できるよう努力したい。

利用研究促進部門
分光物性 グループ・軟X線チーム
室 隆桂之