

## BL25SU 軟X線固体分光

### 1. はじめに

BL25SUは軟X線領域における固体分光を目的に建設された。ビームラインの定偏角型分光器は220eVから2,000eVの光エネルギーをカバーし、 $E/E_0 \geq 10^4$ のエネルギー分解能を示す。実験ステーションには、光電子分光(PES)スペクトル、内殻吸収における磁気円二色性(MCD)、光電子放出の2次元分布(2D-PES)を測定するための3つの装置が配置されている。

1997年後期から課題募集が始まり、2002年は供用開始から5年目にあたる。これまでのところ、エネルギー分解能など、ビームライン設計当初の性能目標はおおむね達成できた。しかし、円偏光スイッチング等の新しい技術の導入をはじめ、BL25SUはまだまだ成長段階にあるといえる。以下は2002年度の主な活動状況である。

### 2. 角度分解光電子分光

BL25SUでの光電子分光測定に用いる電子エネルギー分析器はGAMMADATA-SCIENTA社製のSES200アナライザーである。このアナライザーの特徴は、光電子のエネルギー分析と同時に光電子の放出角度分布も測定できる点である。通常、固体の角度分解光電子測定を行う場合、試料の角度を少しずつ変えながらスペクトルを測定し、k空間におけるあるk方向に沿ったバンド分散を測定していく。SES200アナライザーは、ある平面に沿って $\pm 6^\circ$ の光電子の取り込み範囲を持ち、 $\sim 0.2^\circ$ の分解能での角度分解測定が可能である。励起光として1keV付近の軟X線を用いた場合、 $\pm 6^\circ$ の角度広がりにはk空間におけるブリルアンゾーンを概ねカバーする。よって、あるk方向に沿ったバンド分散の観測に必要な本数の角度分解スペクトルを、試料の角度を変えずに同時に測定することができる。

このSES200アナライザーに対し、取り付け角度の変更作業を行った。これまでの配置では試料の回転軸とアナライザーの $\pm 6^\circ$ の取り込み平面が直行していた。この場合、試料を軸周りに回転させても、測定するk方向は変化しない。今回の改造では、アナライザーをレンズ軸を中心に $90^\circ$ 回転させ、試料の回転軸とアナライザーの取り込み平面が平行になるようにした。この配置では、試料を軸周りに徐々に回転させながら $\pm 6^\circ$ の範囲で角度分解スペクトルを測定していくことにより、測定するk方向をそれと直行する方向に徐々に変えながらバンド分散を測定することができる。つまり、フェルミ面の2次元マッピングのような実験が可能となり、得られる情報量が格段に増える。改造作業は2002年夏期停止期間を利用して行われ、

2002年9月以降、フェルミ面マッピング等の利用実験が行われている。

### 3. 偏光スイッチング法を用いた磁気円二色性測定

BL25SUの挿入光源(ID25)は“twin helical undulator”と呼ばれ、円偏光の高速スイッチングを目的に設計された。偏光スイッチングは磁気円二色性(MCD)や自然円二色性(NCD)などの円二色性測定に応用できる。現在のところはMCD測定を中心に測定器系の調整を進めている。偏光スイッチングによる測定は、従来の磁場反転測定に比べて試料付近に渦電流が発生しないという利点があり、特に小さいMCDの測定に対して実験精度の向上が期待できる。

2001年12月に偏光スイッチングを用いたMCDのテスト測定をFeの2p内殻吸収に対しておこなった。観測されたMCDは統計精度が不十分で、共同利用に提供するには問題があった。非常に少ない調整時間の中、2002年は統計精度の向上に努力した。統計精度を悪くする主な原因は試料冷却に用いるHe循環型冷凍機の振動であった。吸収強度は光電子収量法、つまり試料のドレインカレントで測定しており、冷凍機の振動がノイズとしてデータに現れる。冷凍機の振動は2.5Hzであり、偏光スイッチングの1Hzに近い周波数であるということも統計精度を悪くする要因である。この問題は、試料電流ではなく磁石電流を測定することによりほぼ解決された。MCD測定時には試料は磁場印加用の磁石回路で囲まれており、試料から放出される電子の大半がこの磁石回路に取り込まれる。実際に試料のドレインカレントと磁石のそれを比較すると、両者の強度差は3%程度であった。磁石回路は試料に比べて冷凍機の振動の影響がはるかに小さい。磁石電流による測定で、従来の測定と遜色のない統計精度を得ることができた。

偏光スイッチング法を用いたMCD測定は2003年の後期(2003B)からユーザ利用に提供される予定である。また、IDグループにより10Hzモードの調整も進められており、ロックインアンプを用いた測定にも期待が持たれる。

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