

## BL43IR 赤外物性

BL43IRは、赤外放射光を利用した実験を行う共用ビームラインで、赤外顕微分光ステーション、磁気光学分光ステーション、赤外表面科学ステーション、吸収反射分光ステーションの4つのステーションからなる。1999年8月から建設を行い、2000年5月から共同利用実験を開始している。

2002年1月、フロントエンド最上流に設置されているM0ミラーの破損事故が発生し、本ビームラインは2002年7月まで閉鎖された。2002年8月、M0ミラーの交換作業が行われ、2002B期から共同利用実験を再開している。本稿では、M0ミラー交換の他、表面科学ステーションの入射系改造、磁気光学分光ステーションの除振対策について報告する。

### 1. M0ミラー

本ビームラインの最上流に設置されているM0ミラーには、X線などエネルギーの高い光による熱負荷を抑えるために、電子軌道平面にあたる部分に $\pm 1\text{mm}$ のスリットが設けてある。本年1月、スリットによって逃されるはずのX線がミラーに直接あたり、ミラー温度が500度以上にあがって熔融するという致命的な損傷を受けた。電子軌道に対するスリット中心の高さが経年変化により相対的に下がっていたために起こったと考えられる。M0ミラー交換後、事故の再発を防ぐために、温度が50度まで上昇すると、上流のアブソーバーが閉まるようインターロックを追加した。また、電子軌道に対するスリット中心の高さを確認する作業を定期的に行っている。

交換前のM0ミラーでは破損事故以外にも熱に関する問題が発生しており、熱変形によるビームプロファイルの悪化などの影響が出ていた。この点を改善するために、新しいM0ミラーではいくつかの改善を施した。以下に主な変更点を列挙する。

#### 1-1 アブソーバー

図1に新旧のM0ミラーを上から見た模式図を示した。旧M0ミラーは、菱形の筒状になっており、筒の中にミラーアブソーバーが設置されていた。この構造では、アブソーバーからのコンプトン散乱によるヒートロードの影響が大きく、ミラーの温度は、100mA運転時、130度程度まで上昇していた。新しいM0ミラーでは、スリットを抜けたエネルギーの高い光を全て下流のアブソーバーに吸収させるようにし、ミラーアブソーバーを廃止した。この変更により、ミラーは平面にスリットが入った単純な構造になった。また、後述のコンプトンシールドによりアブソーバー

から見てミラーが完全に隠れるようにスリット幅を $\pm 1.5\text{mm}$ にした。このスリット幅拡張によるビームロスの増加は3%程度である。

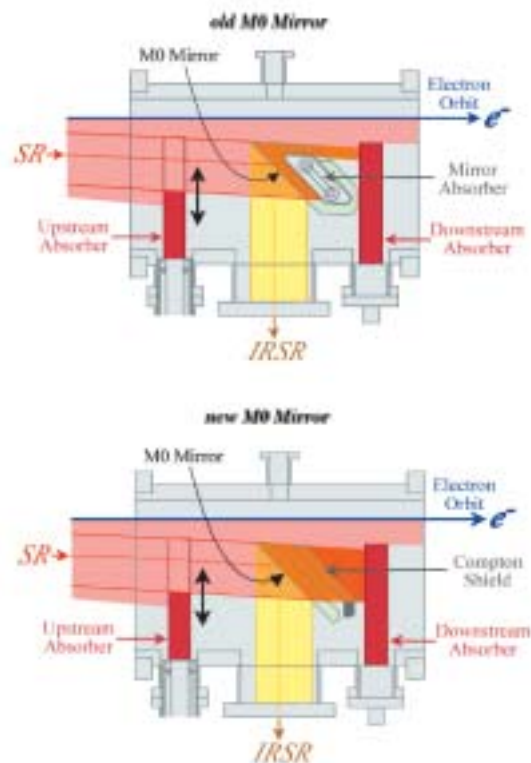


図1 M0ミラーの模式図

#### 1-2 コンプトンシールド

新しいM0ミラーにおいて、下流のアブソーバーからのコンプトン散乱によるミラーの温度上昇を避けるため、アブソーバーとミラーの間に $\pm 1\text{mm}$ スリット付きのコンプトンシールド(厚:14mm、材質:OFC)を設置した。コンプトンシールドは、水による間接冷却を行っている。

1-1、1-2の改善により、ミラーの温度は、100mA運転時、34度程度で安定している。ミラーの熱変形やビームプロファイルの悪化などは観測されていない。

### 2. 赤外表面科学ステーションの入射光学系改造

初期の赤外表面科学ステーションでは、フロントエンド最上流M0ミラーのゆがみに起因する入射光損失により、十分な光強度を得られなかった。超高真空チャンバー入射窓位置で設計値の倍以上に広がった光は入射窓に入りきら

ず、検出器位置での強度は本来の半分以下と見積もられた。その主要な原因と考えられていたM0ミラーの交換は本年夏期停止期間に予定されていたが、長焦点の軸はずし放物面鏡が入手できるようになったこと、昨年行った吸収反射分光ステーションの入射系改造（ミラーを3枚削減、パイプ径をNW40からICF152に拡張）が強度と集光状態に関して良好な結果を収めたこと、一方でその改造により赤外表面科学ステーションとの光路切り替えが真空を破ってのミラーチャンパー交換を伴う非常に煩雑なものになったことを受けて、表面科学ステーションでも入射系改造を行った。図2に入射光学系部の写真を示す。入射窓直前の90度軸はずし放物面鏡を長焦点（F=1400）のものに交換して、入射窓位置での光サイズを小さくした。また、従来の光束縮小系を廃止し、吸収反射との光路変換のためのミラーセレクターチャンパーを導入した。

M0ミラーの交換および入射系の改造により、赤外表面科学ステーションにおける光強度は3倍程度に増大した。またこの改造で、吸収反射分光ステーションとの光路切り替えが、真空を破らずにミラーの挿入のみでスムーズにできるようになった。吸収反射分光ステーションの場合、FTIRからの距離が従来約7 mあり、設計値より広がった光は最下流ではNW40パイプ内面で損失していたと思われる。赤外表面科学ステーションの場合、FTIRからの距離は約5.5 mであり、パイプでの損失はなく、光強度増大の第一要因は入射窓での損失回復であり、それにミラー削減（2枚）の効果が加わると考えられる。

ただし入射系改造直後にM0ミラーの高エネルギービーム直射溶解事故が起こったので、M0ミラー交換と入射系改造の効果を個別に検証することはできなかった。新しい入射系にはスクリーンモニターも設置し、光路調整が再現性よく容易に行えるようになった。

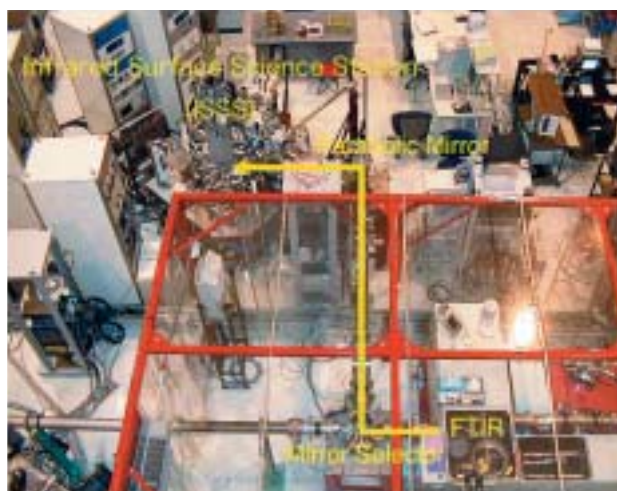


図2 改造後の赤外表面科学ステーションの入射光学系

### 3. 磁気光学分光ステーションの除振対策

磁気光学分光ステーションでは、無冷媒超伝導マグネットのための圧縮型冷凍器を使用しており、このコンプレッサーによる磁気顕微分光装置の振動が顕著であった。2002年8月、除振対策として、振動源である超伝導マグネットの架台と床の間に除振ゴムを内蔵した台座を取り付けた。また、分光装置の架台が設置される床部に使用されていた合板を取り除いて、アルミと鉛を使った床に貼り直した。その結果、装置の振動は10分の1程度に軽減した。これにより、試料の振動も軽減され、空間分解能が15 $\mu$ mから約10 $\mu$ mに向上した。

利用研究促進部門

産業応用・利用支援 グループ

兼分光物性 グループ・赤外チーム

池本 夕佳

利用研究促進部門

分光物性 グループ・赤外チーム

森脇 太郎