

BL20B2 医学・イメージング

BL20B2は中尺ビームラインであり、光源から医学利用実験施設の実験棟にある実験ハッチ3まで全長が215mある。このビームラインの建設目的は、医学利用も含めた硬X線領域でのイメージング技術の研究開発である。共同利用ビームラインであり、micro-angiography・topography・micro-tomographyなどの共同利用実験が実行されている。Micro-tomographyは医学的分野以外にも、惑星物質科学や材料科学の分野にも利用されている。いずれも組織あるいは構造の3次元情報が重要な分野である。また、ビームラインの特徴を生かしてrefraction enhanced imaging・diffraction enhanced imagingや、300mmを超える大型のX線光学素子の評価もなされている。

光源は偏向電磁石である。分光器はSPring-8標準型を採用しており、Si(311)面以外にもSi(111)もしくはSi(511)面を利用した実験が可能である。このため約5keV～113keVまでの単色X線が利用可能であるが、Si(111)面とSi(511)面を利用するときは、分光結晶が傾斜配置となるためビームの横幅に制限が出てしまう。分光結晶の冷却は銅ブロックを介しての間接冷却である。

ビームラインには3つの実験ハッチがある。光源からの距離は、実験ハッチ1・2・3がそれぞれ、44m・200m・206mである。実験ハッチ1は蓄積リング棟に、その他の実験ハッチは医学利用棟に位置している。それぞれの実験ハッチには定盤が据え付けられており、ユーザーは実験の都合にあわせて、定盤上の構成を組替えて使用することが出来る。X線の水平方向の発散角は1.5mradなので、実験ハッチ2・3では水平方向のビームサイズは300mm以上になる。実験ハッチ1のビーム取出し口には高速シャッターが据え付けられており、ビームラインのどこからでも制御可能になっている。また、実験ハッチ2と3はつなげて利用することが出来る。これにより試料・検出器間の距離を10m程度まで離すことが可能になる。

X線イメージング用検出器として用意されているのは以下のとおり。

- 蓄積リング棟

- 可視光変換型二次元検出器（実効ピクセルサイズ
5.8 μ m × 5.8 μ m, 12 μ m × 12 μ m）

- 医学利用棟

- イメージングプレート(IP)およびIPリーダー(理学電機製R-AXIS-DS3)

- 可視光変換型二次元検出器（実効ピクセルサイズ
5.9 μ m × 5.9 μ m）

実験ハッチ3の可視光変換型検出器のCCDカメラの変更

を行い、浜松ホトニクス社のORCA-HR（4000×2624pixels, 12bits）を導入した（図1）。これにより、実効ピクセルサイズ5.9 μ mのまま、視野約24mm×16mmを実現できた。この検出器を用いて、refraction enhanced imagingやdiffraction enhanced imagingなどの共同利用実験が行われている。

さらに実験ハッチ3には、試料位置の光軸方向の移動を容易にするために、長作動距離（水平方向±150mm、鉛直方向±250mm、光軸方向±3000mm）を有するステージが導入された（図2）。このステージはガイドレールに沿って全体が光軸方向に移動できる。光軸と直交する方向には自動ステージ（2軸）が取り付けられており、X線に対する試料位置の調整が容易になるように工夫されている。



図1 実験ハッチ3に配置されている、可視光変換型の二次元検出器。「ビームモニター4」と「ORCA-HR」により構成されている。

2002年度は分光器にも大きな改造を行った。分光器内部の写真を図3に示す。BL20B2は場合によっては分光結晶の横幅いっぱいにはビームを照射することがある。このため、冷却水の流量を下げるのは大変危険である（毎分5ℓ以上必要）。この程度の流量では、ある条件下で、フレキシブルチューブが共振してしまう。この振動を防ぐために、第一結晶冷却用フレキシブルチューブの配管を屈曲の無い形に変更し、内部にウレタンチューブを通した。第二結晶冷却側は配管の形はそのままに、内部にウレタンチューブを通した。ウレタンチューブとフレキシブルチューブの間には冷却水が侵入しないようになっている。さらに、分光器内部のステージの中で特に振動に弱いと思われる、X軸とY軸を取り外してアルミブロックで置き換えた。また、冷却水の脈動を抑えるために、チラーと分光器の間に、フィルターとダンパーを導入した（図4）。



図2 実験ハッチ3に配置された長作動距離ステージ。試料ステージは既設の定盤を回避するような格好になっている。ガイドレールは、ハッチ内ほぼ全域をカバーできるように敷かれている。



図4 分光器冷却水の脈動を抑えるためのフィルターおよびダンパー。黒いシンフレックスチューブは冷却水用。黄色いシンフレックスチューブはダンパー加圧用の圧縮空気用。

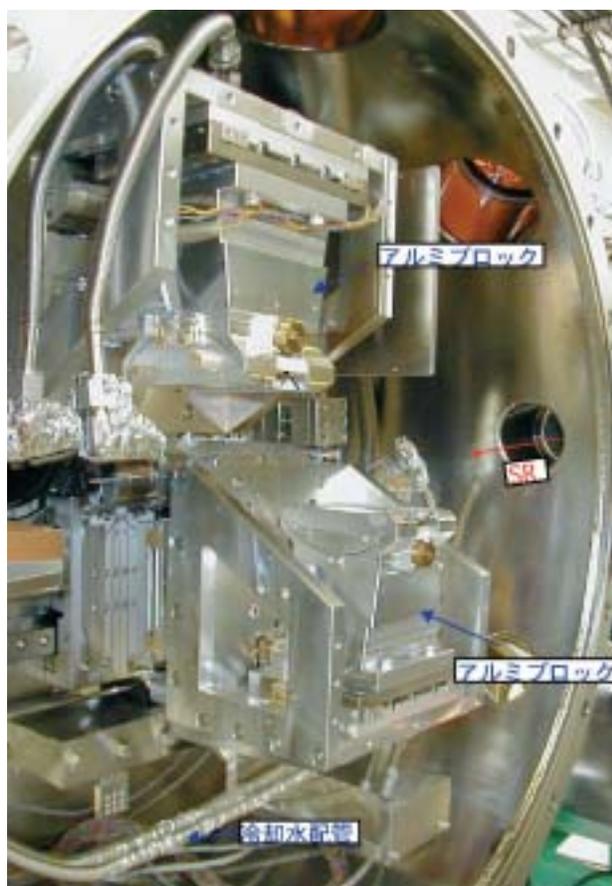


図3 分光器内部。Xx1・1・Xx2・2の4つの軸が取り外され、アルミブロックに置き換わっている。冷却水配管用のフレキシブルチューブの中には、ウレタンホースが通っている。

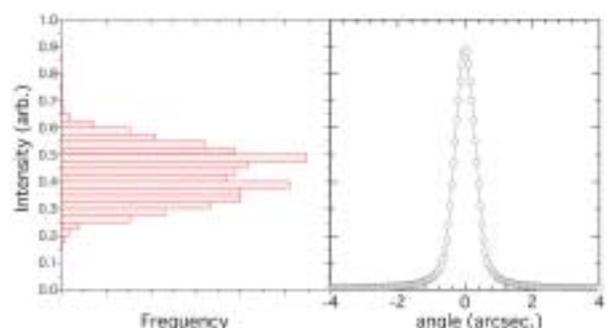


図5 Si(311)50keVでのrocking curve(右)と分光結晶の振動による強度のパラッキ(左)。強度のパラッキはビーム強度が1/2になるような位置(-0.35arcsec.)で測定した。

これにより、冷却水が原因の分光結晶の振動が大幅に減少し図5のようになった。図5のヒストグラムから強度変動のパターンがサイン波（定在波）とガウス関数（ランダムノイズと考えられる）の重ね合わせであることが類推される。そうすると、サイン波の振幅は0.03arcsec程度、ガウス関数の半値幅は0.03arcsec程度と見積もることができる。分光結晶の振動が収まることにより、ビーム強度が安定し、micro-angiographyなどの時分割実験では画質の改善があるはずなので、今後もより安定したビームを供給するべく改良を重ねていく予定である。

利用研究促進部門

顕微・分析グループ・顕微チーム

上杉 健太郎