

## 3-2 ビームライン (光源、フロントエンド、光学系および輸送チャンネル)

### 1. 全体概要

2007年度から建設が開始された新規ビームラインに関して、2008年度は詳細な機器設計、機器製作、および設置工事が進められた。豊田ビームライン (BL33XU) については、2008年度末で第一期予定分が完成し、使用前自主検査が終了した。2009年4月から試験調整運転に入る。

フロンティアソフトマター開発産学連合 (BL03XU)、東京大学物質科学アウトステーション (BL07LSU)、理研ターゲットタンパク (BL32XU) についても予定通り建設が進められており、2009年秋以降順次立上げ調整が行われる予定である。また、新たな長尺アンジュレータビームラインとして理研量子ナノダイナミクス (BL43LXU) の建設が決定し、各部の仕様の検討、基本設計が開始された。

さらに、以下に示すように光源、フロントエンド、光学系および輸送チャンネルのそれぞれの部分において既存ビームライン共通部に関する維持管理、高度化開発が継続的に進められた。

(後藤 俊治)

### 2. 挿入光源

#### 2-1 新規増設・改造

##### (1) ID07製作・設置

長直線ビームラインBL07LSU用の挿入光源 (ID07と略す。以下同様) を新規に製作し、加速器収納部内に設置した。ID07は4台の8の字アンジュレータと3台の位相シフタから構成される。位相シフタは、挿入光源1周期分の磁気回路で構成されるバンパ軌道調整用磁石であり、挿入光源間の光学位相を調整するために各挿入光源の間に設置される。ビームラインのコミッショニングは2009年秋以降に実施される。当初は水平偏光のみが利用可能であるが、2010年の夏期停止期間中に4台の垂直偏光8の字アンジュレータが位相シフタ4台と共に追加され、全偏光状態 (水平偏光、垂直偏光、左右円偏光) が実現される予定である。

##### (2) ID33製作・設置

ID33を新規に製作し、加速器収納部内に設置した。これは真空封止型テーパアンジュレータと呼ばれる種類の挿入光源であり、磁石列のギャップを電子ビームの進行方向に沿って直線上に変化させることにより、通常アンジュレータ放射放射光よりもバンド幅の広いスペクトルを得るための機能 (テーパ機能) を備えている。この機能を実現するために、磁石列を保持・上下駆動するためのボールねじ、およびリニアガイドの本数を6本から2本へと減らし、

それぞれを2台の独立したステッピングモータにより駆動する機構を採用した。

#### 2-2 維持管理

##### (1) 真空リークへの対処

2007年度確認されたイオンポンプ電極腐食に伴う真空リークがID07においても発生した。設置後半年も経過しない間に発生したこと、腐食箇所周辺の放射線量が高いとは考えにくい場所であることから、他の箇所でも推測されたようなX線照射とは別の要因があると考えられる。対策として、コネクタ部分を鉛でシールドするとともに、イオンポンプへの印加電圧を7.0kVから5.2kVへと変更した。現在経過を観察中である。

##### (2) 磁石冷却用チラーの保守

真空封止型アンジュレータの永久磁石列を冷却するための水冷チラーについて保守、点検を定期的に行っているが、一次冷却水として利用している施設側冷却水の温度が30℃と高いため、故障頻度が高い問題がある。現状は予備機への交換や停止期間毎のメーカーによるメンテナンスで対応しているが、根本的な解決とは言い難い。そこで、一次冷却水温度40℃でも動作可能なチラーを導入することを検討している。手始めに2009年度に新規に設置されるアンジュレータ用のチラーとして試験的に使用し、問題がないようであれば他の全てのチラーを交換する予定である。

#### 2-3 高度化

##### (1) クライオアンジュレータ用真空対応SAFALIの開発

2007年度に、真空封止アンジュレータの「その場磁場測定」を行うための新型磁場測定システム「SAFALI」を開発した。これは、剛性の高い石定盤を利用したホール素子駆動システムの代わりに、レーザ計測を利用した位置フィードバック機構を備えた磁場測定装置であり、真空槽内部に設置された磁石列の磁場分布を精密に測定することができる。同システムを、スイスのPaul Scherrer研究所と共同で開発を進めているクライオアンジュレータの磁場測定に適用するための機器設計と製作を行った。基本的な仕組みは2007年度に製作した物と同等であるが、超高真空 (UHV) 下での測定が可能ないように、ステッピングモーターやリニアガイドなどにUHV対応の物を採用した。さらに、直動レールを支持・駆動するための2軸直線導入器を設計、製作した。これらは2009年度に予定しているクライオアンジュレータの冷却下での磁場測定において使用され

る予定である。

(2) BL35XU用門型架台の開発

2007年度に製作した1.5m長の「門型」構造の挿入光源用架台の設計を基本として、SPring-8の標準挿入光源に対応した4.5m長の架台を設計、製作した(図1)。これは2007年度に製作した周期長20mmのアンジュレータ磁石列を設置するための架台であり、磁場測定・調整、各種駆動試験、真空槽組立などを経て、既存のID35と交換する予定である。

(田中 隆次)

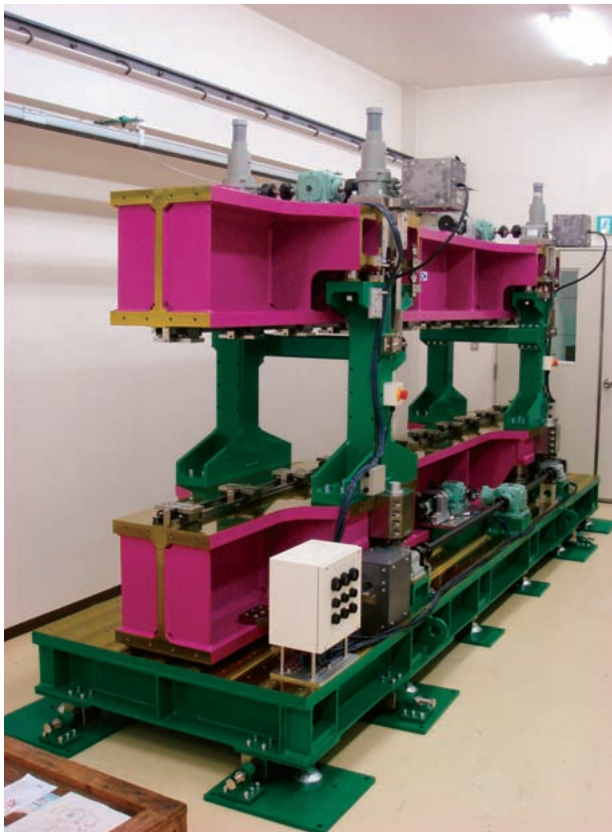


図1 ID35交換用に新規に製作された門型挿入光源架台

3. フロントエンド

3-1 新規増設・改造

(1) 新規フロントエンド建設

2008年度夏期停止期間にBL32XU、BL33XU、冬期停止期間にBL07LSUのフロントエンド建設を行った。いずれのビームラインも2009年度にコミッショニングを行う予定である。

(2) BL43LXUフロントエンド

30m長直線部への設置が計画されている量子ナノダイナミクスビームライン(BL43LXU)は短周期型長尺アンジュレータを光源とするため、全放射パワーが50kW以上、最大パワー密度も3.3MW/mrad<sup>2</sup>となり、SPring-8で最大の熱負荷(SPring-8標準アンジュレータに比べてそれぞれ

約5倍、7倍)を持つ。その結果、高熱負荷機器については、従来の設計指針での対応は困難となり、高度化にて実施してきたアルミナ分散強化銅の熱的限界調査の結果を基に、塑性変形域での使用を考慮した設計となる。また、BL43LXUは既設のBL43IRとビームラインをクロスに共有する位置関係にあり、共有スペースやBL43IR用設備との干渉のためフロントエンド機器のための設置可能スペースがかなり制限されるだけでなく、真空の取り合いが生じる。これらの問題を解決しつつ、2009年度より設計、製作を進める予定である。

3-2 高度化

(1) アルミナ分散強化銅製高熱負荷機器の熱的限界調査

アルミナ分散強化銅製高熱負荷機器の熱的限界を定量的に評価するため、特殊な試験片を用いた低サイクル疲労破壊試験を継続的に実施している。2007年度において、アルミナ分散強化銅製試験片に対する電子ビーム照射装置を用いた疲労試験(負荷一定)で観察された破損繰り返し数(Observed Life)が、FEM弾塑性解析から算出した全歪み範囲と材料の $De_t - N_f$ 関係式に基づいて推定した予測寿命(Predicted Life)に比べてファクター2の範囲内にあり、かつ安全側(予測寿命よりも実際の破損繰り返し数の方が多い)に位置することが確認できた。2008年度は、まず実際の運転状況を鑑み、繰り返し熱負荷を変動させた場合についても、疲労試験による破損繰り返し数と弾塑性解析に基づく予測寿命との比較を行った。累積損傷則に基づく評価の結果、この場合もファクター2の範囲内で一致した。また、2007年度に調査したアルミナ分散強化銅のクリープ特性に基づいて、弾塑性+クリープ解析を実施した。相当塑性歪みと相当クリープ歪みの時刻歴変化を図2に示す。

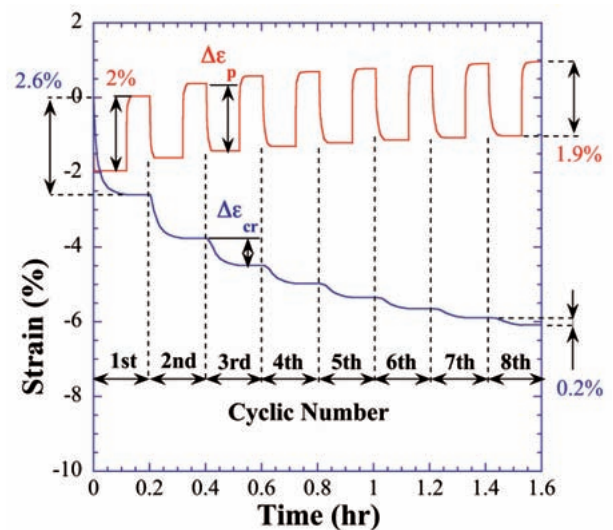


図2 照射パワー650Wの条件でクリープ弾塑性解析によって得られた相当塑性歪み( $\epsilon_p$ )と相当クリープ歪み( $\epsilon_{cr}$ )の時刻歴変化

前者はサイクルに関わらずほぼ一定（1.9%）である一方、後者は1サイクル目で2.6%と相当塑性歪みを超える大きさであるものの徐々に減少していき8サイクル目では0.2%になった。このようにアルミナ分散強化銅はクリープ特性に優れており、また試験片の構造から負荷時に主応力の向きが圧縮方向になることから、寿命予測に対しては非弾性歪み成分としてクリープ歪みを考慮する必要が無いことが確認できた。実際に、照射時間を変えた実験も行っているが、繰り返し回数が支配的となる傾向にある。

さらに、新しい試みとしてFEM弾塑性解析により算出された歪み量の妥当性を検証するために、BL02B1において、試験片の内部残留歪みの測定を行った。実験は縦振型4軸回折計による透過型歪みスキニング法を用いて、繰り返し照射回数の異なる5個の試験片について実施した。回折プロファイルの半値幅は照射と未照射で明確な差異が見られ50回以上ではほぼ一定となった。さらに回折プロファイルから予想される弾性残留歪み量（ $11 \times 10^{-3} \sim 13 \times 10^{-3}$ ）もFEMでの結果（ $14 \times 10^{-3}$ ）とほぼ良い一致を見た。今後は塑性歪み量の定量的評価に取り組んでいく。

#### (2) 高品質窓の開発・評価

真空蒸着法に基づくベリリウム箔（PVD-Be）はX線透過窓として性能的には現在最良であるが、2層構造に起因する界面での剥離や安定的な調達懸念されることから、化学気相成長（CVD）ダイヤモンドも窓材の候補として取り入れ評価をしている。BL29XUにおいてサンプル品のX線透過イメージによる評価を実施したところ、現状では透過X線強度の均一性の点でPVD-Beに劣り、回折の影響と思われる黒点もわずかながら存在することがわかった。今後も製造条件などを変えながら継続評価を行う。

#### (3) 光位置モニター（XBPM）の開発

米国Advanced Photon Source（APS）において開発され、2007年度にBL12XU（台湾ビームライン）に設置したAPS型XBPMの性能確認実験を、台湾NSRRC、APSと共同で行った。本XBPMはNSRRCのTaiwan Photon Source用として設計・製作されたものであり、同ビームラインに併設されている既存のSPring-8型XBPMと比較を行った。図3に示すように、光軸を鉛直に変化させた時にAPS型XBPMでは、水平方向の出力値が大きく変動することが分かる。原因は、APS型XBPM特有のものではなく、基幹チャンネルのスペースの問題から、APS型XBPMを開口制限のある主マスクの下流に設置せざるを得ず、検出素子の間隔を最適化できなかったことによるものである。この結果より、検出素子の配置はビームプロファイルを十分考慮する必要があることが再確認された。また、信号処理回路の特性についても比較実験を行い、ノイズの抑制についてSPring-8型には改良の余地があることが明らかとなった。

（高橋 直）

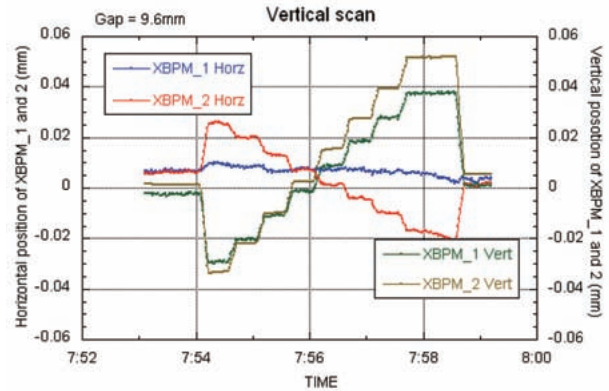


図3 光軸を鉛直方向に変位させた時の各XBPMの水平方向と鉛直方向の出力を示す。電子ビームの軌道をIDの中心部で鉛直方向に角度を0.5mrad毎に階段状に変化させた（XBPMの位置で約10mmの変位に相当）。XBPM\_1とXBPM\_2は、それぞれ SPring-8型XBPMとAPS型XBPMを示す。

## 4. 光学系および輸送チャンネル

### 4-1 新規ビームラインの建設支援

理研ターゲットタンバク（BL32XU）と理研量子ナノダイナミクス（BL43LXU）、およびフロンティアソフトマター開発産学連合（BL03XU）、東京大学物質科学アウトステーション（BL07LSU）、豊田ビームライン（BL33XU）の建設のため、光学系について技術的な支援を行った。

### 4-2 光学系

#### (1) 標準型X線二結晶分光器の老朽化対策

標準型のX線二結晶分光器は供用開始後10年以上を経て、ギアの摩耗、グリースの固着、モーターの経年劣化あるいはケーブル類の放射線損傷などが数多く見出されている。現場での交換作業が困難で工場に持ち帰り再組み立て・調整が必要となる場合があり、このような大がかりな修理を要する個体が増加している。分光器には約15の駆動軸があり、ビームラインごとに駆動範囲や、使用される軸や頻度が異なる。このため、画一的な交換作業は経済的、時間的に現実的ではなく、従来は故障頻度も限定的であったことから、故障時あるいは障害発生が強く懸念される場合に逐次対処を行ってきた。

2007年度から、老朽化の進捗状況の正確な把握を行うため、ビームラインごとに分光器内のすべての駆動軸について一斉点検作業を実施している。2008年度は、点検作業項目、手順および報告書式を見直すとともに、モーターコントローラと駆動試験用制御ソフトウェアを準備し、点検作業の共通化と効率化を図った。共用および理研ビームラインの標準型分光器に対して定期保守内容の一元管理を推進した。

また、一斉点検に基づいて保守計画を策定し、ビームライン利用に支障をきたす恐れのある部品について交換作業

を進めている。例えば、初期型のモーターヤリミットケーブルの被覆は、放射線損傷による劣化が急速に進んでおり、絶縁不良などの問題が発生している。放射線耐性の高い架橋ポリマー被覆ケーブルへの置き換えを行っている。また、分光器内での散乱X線や電子線の線量分布測定を実施し、防護のためのシールドの設置を検討し、一部のビームラインで先行試験を実施している。

## (2) アンジュレータ用直接水冷二結晶分光光学系の安定化対策

近年、測定試料、測定領域の微小化が進み、放射光をマイクロメートルないしはナノメートルオーダーで集光し利用するニーズが高まっている。それに合わせて放射光に高度なビーム位置安定性が求められる。BL41XUを対象に、分光器の安定性に関して調査と改善を行った。本分光器は室温の水により結晶を冷却している。ビーム位置変動には、1秒より短い周期で不規則に揺らぐ「振動」と、数時間から数週間の減衰時間をもつ「ドリフト」があることが確認された。調査により、ビームの振動は、(a) 冷却水循環装置に起因する冷却水圧力の変動、(b) 複雑な内面形状をもつ冷却水循環経路で発生する振動、(c) 排気系に起因する振動によって発生することを確認した。また、ドリフト量は結晶角度調整用ステージの温度と比例関係にあり、ドリフトの原因は、(d) ステージ駆動用のモーターの発熱、(e) 冷却水温度が低いことによる過剰な冷却、(f) 放射光照射で発生する熱であることがわかった。

それぞれの原因に対して、(a) アキュムレータ（蓄圧器）の挿入による冷却水の圧力変動の除去、(b) 冷却水循環経路の断面形状の平滑化（全経路にポリウレタンチューブを挿入）、(c) ゴムシートによる排気用スクロールポンプの振動対策、(d) モーター不使用時の励磁オフ、(e) 冷却水温度の最適化、(f) 放射線シールドの設置を行った。更なるドリフト対策として、結晶冷却水を用いて結晶角度調整用ステージの温度を均一に出来るように、結晶ホルダのデザインを変更した。

その結果、マイクロビーム使用時に測定された振動による強度変化は、改善前の13%から1%に低減した。また、ドリフトに関しては1時間当たり26%程度あった強度の低下が、改良により1%に収まり、分光器の調整直後から問題なくユーザ利用できる状態に改善された（図4）。

## (3) 光学素子の交換作業

BL37XU実験ステーションにおいて、経年劣化による結晶の歪みによると推察される像の分離が観測されたため直接水冷型ピンポスト結晶を交換した。結晶交換後には、像サイズが約半分程度となり性能が回復した。

BL17SUの軟X線回折格子分光器の光学素子（回折格子、ミラー）を取り外し、光学素子の再コーティングおよび再アライメントを行った。BL17SUブランチbの回折格子や球面鏡は、建設後約3年を経て表面の汚染による光量減少

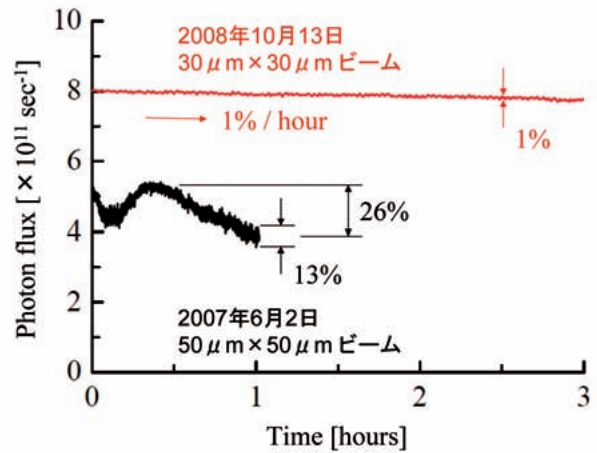


図4 分光器の振動およびドリフト対策前後における強度変動の様子

が著しくなっていた。光学素子を超高真空チャンバから取り出し、オゾン洗浄を施し、洗浄前後の表面粗さを干渉計により評価を行ったところ、ナノメートルオーダーの表面汚染を取り去ることができなかった。このため、コーティングを一旦剥離し再コートを行った。当初はSi上への直接のAuコートであったが、再コートにおいてはCr下地層をつけAuをコーティングした。光軸上に設置したレーザを用いて光学素子の精密アライメントを行い、短時間のビーム調整によって、洗浄前のおよそ2倍の光量と、取り外し前と同程度の分解能を確認した。

## (4) 集光光学系の普及促進

X線集光用K-Bミラーによる高強度マイクロビームの導入を目的とし、BL32XUターゲットタンパクビームライン、BL39XU磁性材料ビームライン、BL46XU産業利用Ⅲビームラインの計3ビームラインにおいて、ビームライン担当者との緊密な連携のもと、それぞれの実験系に特化した全反射ミラーとミラー角度調整機構の設計と製作を行った。

BL32XUターゲットタンパクビームラインでは、微小タンパク結晶の構造解析用集光プローブをユーザに供することを目的とし、ビームライン光学系のパラメータと結晶構造解析実験への要請（光源サイズ、光源の発散角、ビームライン長、集光ビームの収束角など）に合わせ最適化した長尺（400mm長）のK-B型集光ミラーの設計と作製を行った。設計した集光ミラーにより7~20keVのX線エネルギーにおいて最小 $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ で集光光子密度 $10^{10}\text{photons/sec}/\mu\text{m}^2$ 程度を見込んでいる。2009年度にビームラインへの設置を計画している。

BL39XU磁性材料ビームラインでは、X線磁気円二色性分光（XMCD）の高分解能走査型顕微鏡のための集光プローブと、ダイヤモンドアンビルセル（DAC）を用いた10GPa程度の高圧下XMCD実験のための高強度集光プローブの、計2タイプのK-Bミラーとミラー角度調整機構の設

計と開発を行った。XMCD用高分解能顕微鏡のための集光プローブ設計では、光源パラメータとビームライン長等のパラメータを用い、ミラー長やミラー入射角等を最適化設計した。電磁石の設置に必要な100mmのワーキングディスタンスを確保しつつ、10keVのX線エネルギーにおいて集光径100nm×100nm、集光フォトン数 $10^9$ photons/sec後半が達成できると見積もっている。また、高圧下XMCD実験用集光プローブ設計では、DACによる吸収と高次光による実験系へのノイズを考慮し、光源で発生したX線を最大限利用可能なミラー設計を行った結果、10keV以下のX線エネルギーにおいて集光径15 $\mu$ m×15 $\mu$ mで集光フォトン数 $10^{12}$ photons/sec台後半と見積もられた。K-Bミラー角度調整機構の開発を完了し、2009年度にコミッションを行う予定である。

BL46XU産業利用Ⅲビームラインでは、硬X線光電子分光（HAX-PES）測定用の集光ミラーと角度調整機構の設計と開発を行った。HAX-PES装置では縦集光が行われていないために、試料を照明するX線ビーム径が約800 $\mu$ mあり、このため光電子の検出量が少なく、高速で高エネルギー分解能な測定を行う上でX線フォトン密度が十分ではなかった。この問題を解消し高集光フォトン密度を達成するために、20 $\mu$ m集光可能な縦方向集光ミラーと真空チャンバ内にミラー設置可能な角度調整機構を作製した。

#### (5) 光学素子の評価

ミラーや回折格子の表面粗さ、形状について光学素子評価を進めた。新設ビームライン用光学素子の受け入れ検査、既設ビームラインにおいて表面クリーニング処理や再コーティングなどを行った素子の検査などを実施し、ミラー30枚、回折格子7枚、その他試験片50個以上の試料について、非接触白色型干渉顕微鏡、原子間力顕微鏡、およびフィゾー干渉計等により計測を行った。

角度積分型の表面形状計測装置として多くの放射光施設で標準的に用いられているLong Trace Profilerの老朽化に伴う機器の更新を行った。エアスライド走査駆動機構と高剛性架台、2次元検出器、およびデータ処理系を新たに構築した（図5）。駆動機構で使用する圧搾空気を、大型のレシーバタンクと2段の高精密レギュレータを介して供給することにより、滑らかに走査することが可能となった。また、恒温化室を整備し、設置環境の温度変動を $\pm 0.03^\circ\text{C}$ 以下とした。走査軸エンコーダ値からのトリガ信号によるハードウェア同期処理によって走査を止めることなく連続計測を可能とし、計測時間を1/4に高速化した。これらの改良によって、繰返し計測における再現性はこれまで0.3 $\mu$ rad程度であったが0.05 $\mu$ rad以下の再現性を達成した。

X線ナノ集光のための楕円面ミラーの計測に対して、ステッチング法による干渉計の開発を進めた。空間周波数帯域に応じて、マイケルソン型干渉計とフィゾー干渉計によるステッチング干渉計システムを導入した。

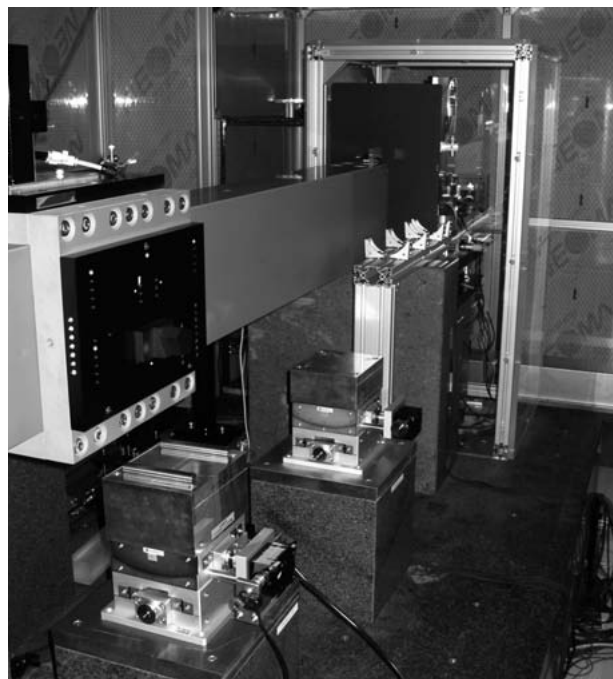


図5 改造により高精度化されたLong Trace Profiler

#### 4-3 輸送系

(1) アンジュレータビームライン用単色スリットの高精度化  
近年の実験技術の発展により、微小試料の測定や微小領域を測定するためのナノあるいはマイクロビーム集光を用いた実験が行われるようになってきた。これらの実験を遂行するためには正確なX線ビームの形状整形が必要であり、ビーム整形を担っているビームライン輸送系スリットの高精度化が求められている。これまで進めてきた高精度スリットの開発に引き続き、オフライン試験およびビームラインへの導入を行った。

まず、レーザ干渉計を用いたオフライン精度検査システムの構築を行った。スリットへのレーザ光学系取付ジグを製作し、定型作業として精度試験を実施できる環境を整備した。3台の高精度スリットについて試験を行い、オープンループ制御で1 $\mu$ m以下の精度で各ブレードの位置決めが可能であることを確認した。また、ユーザから要望の多かった対向ブレードの衝突防止機構を装備した。

BL13XU、BL46XU、BL47XUに対して高精度スリットの導入を行った。導入後のX線を用いた調整において、良好な開口の直線性および1 $\mu$ m程度の分解能が得られている。例えば、BL13XUにおいてゾーンプレートの仮想光源として本高精度スリットを使用した際には、スリット開口を10 $\mu$ m×10 $\mu$ m程度にした際に試料位置で300nm×300nm程度のスポットサイズを確認した。また、5 $\mu$ m、10 $\mu$ m、および20 $\mu$ mと開口を変え、それぞれ光量を計測し、計10回の繰返し計測で、2%以下の開口比再現性を確認した（図6）。新規に導入したBL13XU、BL46XU、およびBL47XUともにユーザー利用に供されている。

(2) 偏向電磁石ビームライン用水冷スリットの劣化対策

偏向電磁石ビームラインには水冷スリットが設置されているが、水冷配管のろう付け部が劣化し真空漏れが発生した。製造メーカーと協力し真空ろう付け工程の見直しを行った。建設当初に導入された水冷スリットへの置き換え作業を実施した。

(3) 真空排気ユニット

粗引きポンプや真空ゲージの定期保守を引き続き行うとともに、保守周期の長い部材の導入と、経年劣化した個体の交換を進めた。標準排気ユニットの粗引き系に使用されている電磁弁の劣化に対応するため、初期型についてメーカーと協力し全数の入れ替え作業を行った。2007年度から試験導入を進めていたスクロールポンプ制御ボックスの瞬間停電対応型について、入れ替えを促進し、瞬停時のターボ分子ポンプへの負荷を低減した。

(4) 光学ハッチ内の輸送系機器の線量評価

光学ハッチ内に設置されている真空ポンプ、ゲージコントローラ、およびチラーの温度制御ユニットなど電子機器の故障頻度と線量との関係を検証するため、放射線量計測用ガフクロミックシートを故障頻度の高い機器周辺に設置し、放射線量を評価した。その結果、BL14B2において頻発した真空ゲージの故障について機器表面の線量との相関が認められた。線量の比較的低い位置に機器配置を変えることで、頻発した故障は認められなくなった。

(5) X線透過窓の評価

Oリングシール型のベリリウム窓フランジを製作し、直径20mmあるいは40mmのベリリウム板を取り付け耐圧・リーク試験を実施した。フランジに取り付けた状態で  $1 \times 10^{-11} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{sec}$  以下のリーク量で、到達真空度  $1 \times 10^{-6} \text{Pa}$  を確認した。BL46XUの後置ミラーチャンバに取り付け使用されている。

(大橋 治彦)

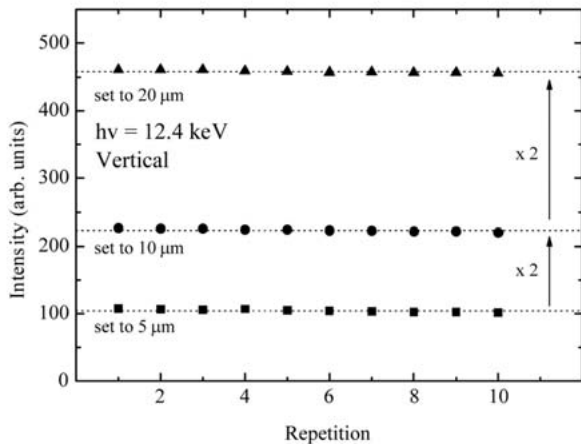


図6 高精度スリットの性能評価結果（微小開口領域における再現性）

4-4 遮蔽・放射線安全

(1) 遮蔽ハッチ

ビームライン建設の初期に設計された遮蔽ハッチでは多くのビームラインで、手動ドア施錠機構がスプリング力のみによって施錠状態を維持する構造であった。このスプリングの経年劣化による動作不良に対応するため、機械的に施錠状態を維持する構造への改造を行った。

(2) 放射線安全

(a) ハッチ用遮蔽計算コードの自動化

2007年度に開発したビームラインハッチ用X線遮蔽計算プログラムを改良し、パラメータの自動計算機能を追加することにより省力化を図った。新規ビームライン (BL03XU、BL32XU) および改造を計画しているビームライン (BL20B2、BL35XU) の計算に使用した。

(b) 放射線漏洩検査

改造等に伴う放射線漏洩使用前検査を安全管理室およびビームライン担当者の協力の下、10月にBL20B2とBL23SUにおいて、2月にBL40B2において実施した。

(c) 加速器遮蔽計算

線型加速器の出力1/40化に伴う線量および放射化計算を行った。

(3) 放射線関連機器の開発および運用

(a) マイクロビーム用高分解能線量分布測定システムの運用

数 $\mu\text{m}$ の分解能をもつガフクロミックフィルム顕微分光システムの運用を引き続き行った。

(b) 広面積線量マッピングシステムの運用

ガフクロミックフィルムを用いた広面積線量マッピングシステムの運用を引き続き実施した。さらに、赤色LEDを用いた高感度リーダーを新たに導入した。今後、校正を行っていく予定である。

(c) ガスフロー高精度電離箱の製作

各種ガスをフローしながら大強度の放射光強度を測れる高精度電離箱を製作した。再結合係数等のデータを取得していく予定である。

(竹下 邦和、成山 展照)

光源・光学系部門  
後藤 俊治