

3-2 ビームライン

1. 全体概要

ここ数年、空ポートを埋めるべく精力的に建設されてきたビームラインは順調に稼働中であり、新規ビームライン建設は一段落した。一方、既設ビームラインに関してビームライン改造が適宜実施されている。2013年度には、元素戦略磁性材料拠点としてナノビームXMCDステーションを整備することを契機に、軟X線固体分光ビームラインBL25SUの光学系及び実験ステーションの大掛かりな改修が行われた。2014年度も引き続き調整が行われ、供用を再開している。この他、BL13XUなどにおいて実験ステーションの拡張が行われつつあり、それに伴う光学系の改造、整備も進められている。

さらに、以下に示すように既設ビームラインの挿入光源、フロントエンド、光学系及び輸送チャンネルのそれぞれの部分において、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実施された。維持管理、老朽化対策に関しては、光源・光学系の各部に起因する運転のダウンタイムの低減をあらためて目標に掲げ推進を図っている。高度化においても多様なニーズに応え、また、最新の光源・光学系技術を提供すべく高度化を推進している。

(後藤 俊治)

2. 挿入光源

2-1 新規増設・改造

BL43LXU アンジュレータ改造

長直線アンジュレータビームラインBL43LXUには、全長5 mの真空封止型アンジュレータが約10 mの間隔で3セグメントに分けて設置されている。セグメント間のドリフト部に配置された四極磁石によって垂直ベクトロン関数が最適化されているため、設計上は磁石ギャップを5.2 mmまで閉じることが可能となっている。しか

しながら実際には、同時使用可能なセグメント数と最少ギャップに制限が課されていた。これは、上流側セグメントから放出された放射光が、下流側セグメントの磁石列を覆っている金属製シート（厚さ50 μm の銅に25 μm のニッケルメッキを施したもので、インピーダンスを軽減するために必要）を照射し、その熱負荷のため、最悪の場合にはシートが溶融し、ビームダンプに至ることが確認されたためである。

この問題を解決するため、(i) ベーキング時の熱膨張による問題を回避するとともに、急激かつ非定常な温度上昇を検知するために、分割した0.3 mmの銅板を用いる手法、(ii) 銅シートを撤去し、冷却されている磁石列表面を剥き出しにした状態での運転可能性、(iii) ニッケルメッキの厚さを増すことによって磁石列との熱接触を改善する方法、などについて検討がなされ、かつ実際に試験が行われた。この結果、第2セグメントについては(iii)の手法で運転ができることが示された。

一方、熱負荷がより厳しい第3セグメントについては、問題を確実に解決するため、図1に示すように磁石列を構成する磁石ブロック数個を分散型アブゾーバとしての銅ブロックと置換し、配置する方法が採用された。この手法では、アブゾーバが設置された場所における位相整合が必ずしも担保されず、利用可能なフラックスが減少するという欠点があるため、その影響を確認するため、数値計算による定量的な評価を行った。結果を図2に示す。理想的な条件と比較したフラックスの減少は15%程度にとどまっている。ちなみにここで議論したフラックスの減少はアブゾーバを設置した第3セグメントに関してのみであって、全セグメントを利用する実用的条件におけるフラックスの減少は5%程度であることに注意されたい。

アブゾーバの設置は年度末点検調整期間中に行われた。

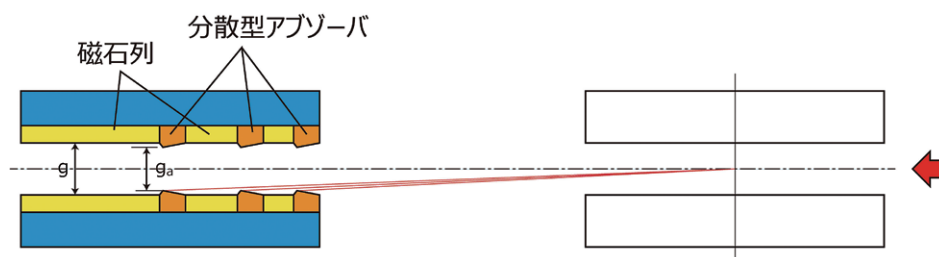


図1 分散型アブゾーバ模式図

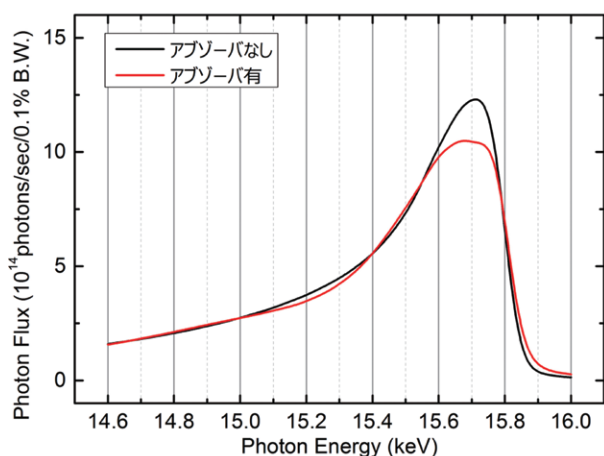


図2 アブソーバの有無によるスペクトルの相違

2015年度に全セグメントをギャップ制限なく稼働するためのコミッショニングが行われる予定である。

2-2 高度化

軽量・コンパクトなアンジュレータの開発

従来のアンジュレータでは、メートルあたり数百キロから数トンにも及ぶ吸引力の下での精密なギャップ開閉を可能にするために、非常に高い剛性を持つ駆動架台が必要であり、これがアンジュレータの構造を複雑にしている。この問題を解決するため、吸引力を作用点である磁石列近傍において相殺するための機構を開発するとともに、これを前提とした軽量コンパクトなアンジュレータ架台の開発を進めている。

一般に、アンジュレータの磁場吸引力はギャップが狭くなるにつれて指数関数的に増加するため、これを全ての必要なギャップ範囲において相殺する単純な方法は存在しない。候補としては、非線形バネに基づく機械方式と、アンジュレータと同様の周期構造を持つ磁石列の反発力を利用する磁場方式が考えられる。SPRing-8では、後者



図3 軽量・コンパクト型アンジュレータ架台試験機

の方式に基づく吸引力補正手法を開発中であり、特に、多極着磁法を利用することによってコストの削減と製造工程の簡易化を図っている。

2014年度は、1.5 mの磁石列に適用するための反発磁石ブロックの製造と着磁、評価を行った。また、ゼロ吸引力を前提とする軽量・コンパクト型アンジュレータ架台試験機の設計並びに製作を完了した(図3)。今後、これらを用いた吸引力補正試験やアンジュレータとしての性能試験を行う予定である。

(田中 隆次)

3. フロントエンド

3-1 新規増設・改造

(1) ダウンタイム時間短縮への対応

放射線管理インターロックケーブルの直結型化

建設初期ビームラインではメインビームシャッタの閉信号を安全系インターロックシステムに伝送する放射線管理インターロックケーブルがフロントエンド制御盤を中継する配線になっていたが、これを全てのビームラインで直結型に改造した。これにより、制御盤の移動を伴うビームラインの改造工事等においてビームアボートの危険性が排除できた。

(2) その他

(a) BL13XU光カット問題

BL13XUからビームが一部欠けているとの指摘を受けて調査した結果、ビームの一部がフロントエンド最下流に位置するベリリウム窓の縁部で切られていたことが判明した。ベリリウム窓真空槽の位置ズレと光軸変動により発生したものと思われる。ベリリウム窓の再アライメントを行い問題を解決した。照射部の実効的パワー密度(125 W/mm^2)が高熱負荷機器の最大許容値(40 W/mm^2)を大きく超えることから当該現象をシミュレーションしたところ、局所的な温度上昇(最大 180°C)は見られるが融点よりも遙かに低く温度的には問題ないが、最大相当熱応力が無酸素銅の許容応力を超えており熱疲労によるクラック発生が懸念されることが確認できた。今回のケースから、直接水冷構造を持った銅製機器への予定外の光照射においては、フロントエンドスリット通過後のようにパーシャルパワーが極めて少ない場合には実効的パワー密度が大きくても溶融の問題は生じにくいことが分かった。また、圧力のログデータや現場での表示値から判断すると、十分に枯れた真空系においては、局所的な温度上昇(200°C 程度)に伴う圧力変化だけから異常を検知することは困難である。

(b) BL07LSU用XBPM補正係数の調整

BL07LSUの挿入光源は8つのセグメントで構成されており、上流側のセグメントからの放射光ビームの裾部分による機器温度の上昇を抑えるために水冷アブゾーバダクトが設置されている。鉛直方向に広がった放射光がそのアブゾーバで遮られることによってXBPMが受ける影響を回避するため、XBPMを用いた定点観測は下流側の7番目のセグメントのみを閉じて実施している。そこで、電子ビームにローカルバンプを与えて実際に放射光ビームを振りながらXBPMの応答(補正係数)を実験的に確認した。その結果、XBPMの応答の線形性は保たれているものの、その比例係数である補正係数が10%程度小さくなっていることが判明した。この不一致の原因は、図4からも分かるように、7番目のセグメントのみ閉じたとしてもプロファイルの裾部分が僅かであるがアブゾーバダクトでカットされていることにある。現在では、今回の実験で実測された補正係数を使用し、正常な運用を行っている。

3-2 高度化

(1) フロントエンドにおける高熱負荷処理技術

(a) 新規材料の開発

2014年度の疲労試験中に発覚したジルコニウム銅の材料起因によるばらつき問題に対応するために、品質安定化と高強度化を目指した製造工程の見直しを行った。その結果、鑄造品質の向上と冷間加工の多軸管理がキーポイントになることを確認し、材料欠陥がなく安定した強度特性を持つ素材が得られた。この再造塊材を用いた真空中低サイクル疲労試験を高温(200℃～400℃)で行い、寿命評価に必要なS-N特性を取得した。全歪みを指標と

した疲労特性では従来材(グリッドコップ)に対する優位性は確認できなかったが、弾性歪み基準で整理すると疲労強度に優位性が見られ、高サイクル側での寿命向上が期待できる。また、強度を多少犠牲にするような冷間加工を探索することで、低サイクル側の寿命を向上させる材料設計も可能になると思われる。今後は繰り返し熱疲労付与試験を通じて、FEM解析による寿命予測と破損回数との比較を行う予定である。

(b) 放射光を使った銅材料の内部残留歪み評価

2014年度は、グリッドコップの回折プロファイルから転位密度の導出を行った。フーリエ解析法による計算の結果、常温状態で0%から3.5%まで圧縮歪みを付与された試験片の転位密度は $3.5 \times 10^{14} \text{m}^{-2}$ から $1.3 \times 10^{15} \text{m}^{-2}$ 程度であり、歪み量が増加するにつれて転位密度も増加する傾向が示された。また電子ビームを照射した低サイクル疲労試験片については照射回数に依らず $6 \times 10^{14} \text{m}^{-2}$ 程度と見積もられた。今後は実機に近い高温状態で圧縮歪みを付与したグリッドコップの歪み量と転位密度の関係を調べていく予定である。

(2) 高速遮断シャッタ(FCS)システムの定量的性能評価

超高真空状態にあるフロントエンドへの大気突入事故を解析的に評価するには連続流→中間流→希薄流を一元的に処理できるソフトウェアが必要であるが、現実的ではない。そこで、従来取り組んできた連続流体モデルによる解析ソフトと希薄流領域での直接モンテカルロ法プログラムを別々に改良し、その適用圧力範囲を拡大させることでエンジニアリング的に対応できないか検討を進めてきたが、圧力比が 10^8 (大気圧～ 10^{-3}Pa)を超える

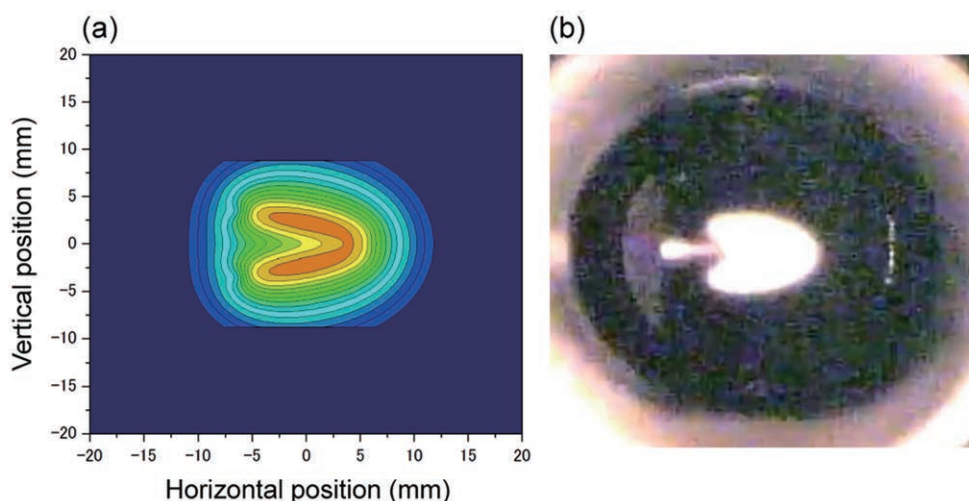


図4 7番目のセグメントのみによる放射光のプロファイル (Gap = 50 mm、光源からの距離27 m)。
(a) 放射光計算プログラムSPECTRAによるパワー密度の計算結果、(b) スクリーンモニタ (アルミナ蛍光板) による観測結果。

モデルを一つのプログラムで評価することは、いずれも精度、計算コストの両面から現状は困難なレベルであると判断した。一方、ICF114系（偏向電磁石ビームラインを想定）直管を用いた衝撃波伝播実験を行い、ICF70系（挿入光源ビームラインを想定）直管と比較した結果、破膜点から約8 m離れた地点で前者の方が1 ms程度早く衝撃波が到達する程度ではば差が無いことが分かった。さらに、実験装置を10 mまで延伸し、各種長さを持った拡大管（400A）を挿入した場合の衝撃波の遅れを圧力比が 10^8 の条件で系統的に計測することを開始した。

(3) XBPMの特性評価と改善

XBPMでは、ビーム断面の四隅に配置される4枚一組の検出素子のそれぞれの出力値の“差／和”の計算によりビーム位置を算出しているが、実際のビームの変位が水平（鉛直）方向であっても、鉛直（水平）方向にも見かけ上の値が出現する現象（水平／鉛直方向のカップリング）が発生することがある。今回、BL39XUのXBPMにおいてこの現象が顕著にみられたため調査を行った。その結果、XBPM本体のX、Yステージを用いてブレード中心とビームプロファイル中心を一致させ、4つの検出素子の出力信号をバランスさせることにより、この現象を抑えることができることを確認した。その後、BL39XUでギャップ依存性をギャップ：9.6～30 mmの範囲で実測し、XBPMの水平／鉛直方向の読み値と補正係数をそれぞれ2次多項式と3次多項式で近似できることを示した。

（高橋 直）

4. 光学系・輸送系・遮蔽

4-1 新規増設・改造

国家課題対応型研究開発推進事業の元素戦略磁性材料

拠点として軟X線固体分光ビームラインBL25SUにナノビームXMCD（X線磁気円二色性）装置に適したビームラインの立ち上げ調整を行った。また、BL13XUにハッチ4を増設した。詳細は後述する。

4-2 光学系・輸送系

(1) 標準型X線二結晶分光器の安定運用のための改良と老朽化対策

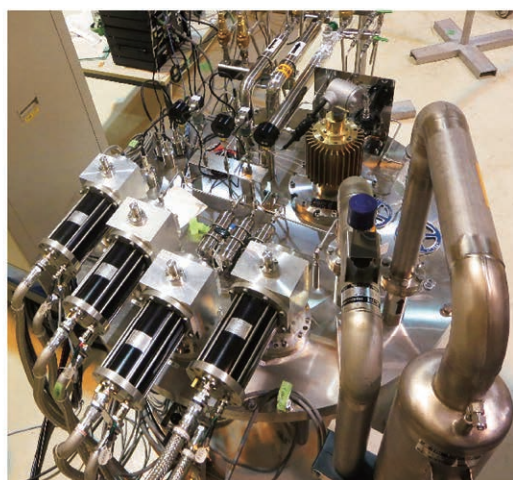
(a) アンジュレータ用液体窒素冷却結晶分光器の安定化・高熱負荷対応

高分解能非弾性散乱ビームライン（BL35XU）のユーザー実験では、分光器に照射される放射光の熱量が他の標準ビームラインに比べて大きいことが多い。また、振動等の短時間の強度変動の抑制に加え、長期間の安定運用も要求される。一方で、当ビームラインの液体窒素冷却装置と分光器は比較的早期に導入されており開発的要素を含む初期型であるため、現在の運用実態に適合しているとは言えない状況となってきた。図5（a）に示すように、液体窒素冷却部は当初のデザイン（冷凍機2台）の冷却不足分を補うための冷却ユニット（冷凍機1台）を追加しており、その接続部からの余分な熱の流入を招いていた。そのため、実験条件によっては、放射光照射時の結晶の発熱によるバブリングと疑われる振動が発生していた。また、輸送配管の内径不足から、バブリングを解消するための流量の増加も見込めない状況にあった。分光器の駆動機構に関しては、独特なバランス調整機構が採用されており、長期安定性に不安があった。

夏期点検調整期間に分光器を更新し、バランス調整機構を標準仕様に変えると共に、各種の安定化対策（内部配管低振動化、配管の断熱、精密ステージの温度安定化）を行った（図6）。冬期点検調整期間には、図5（b）に



(a) 更新前(2+1冷凍機構成)



(b) 更新後(4冷凍機構成)

図5 高熱負荷対応BL35XU用二結晶分光器冷却装置

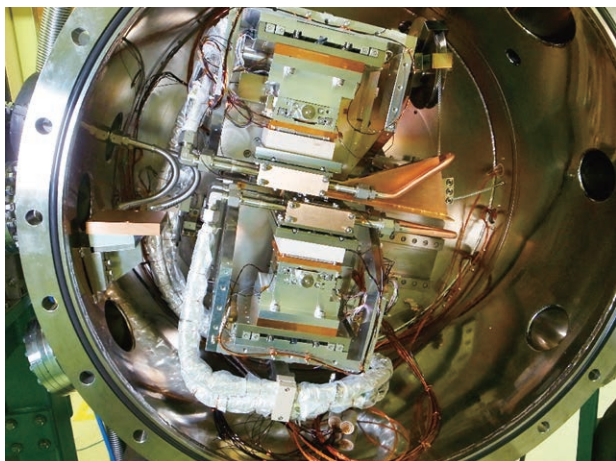


図6 高分解能非弾性散乱ビームライン (BL35XU) 用二結晶分光器

示すようにヘリウム冷凍機4台を一体化した新たな液体窒素冷却装置に更新すると共に、冷却装置から分光器までの配管径を10Aから15Aに変更して液体窒素流量の輸送能力を向上させた。その結果、液体窒素流量を従来の5 L/minから7 L/minに増やすことで高熱負荷時の振動が抑制された。

(b) 標準型X線二結晶分光器の老朽化対策

夏期点検調整期間にXAFSビームライン (BL01B1)、表面界面構造解析ビームライン (BL13XU)、医学・イメージングIビームライン (BL20XU)、冬期点検調整期間に単結晶構造解析ビームライン (BL02B1)、構造生物学IIIビームライン (BL38B1)、構造生物学Iビームライン (BL41XU) の分光器の定期メンテナンスを行った。共用ビームラインに関しては概ね2年周期のメンテナンスス

ケジュールの2巡目に入っており、大きな異常は発見されず、グリースアップと動作確認を行った。

(c) アンジュレータビームライン用二結晶分光器の液体窒素循環冷却装置の保守

上述のようにBL35XUにおいて冷凍機能力の増強を行い、現在稼働している液体窒素冷却分光器を使用するビームラインは、25ビームライン、合計27装置である。循環冷却装置の運転状況は順調であるが、使用するビームラインが増え、10年を超える長期運転している機体が増えている。性能及び安全維持のための定期保守に加えて、長期の老朽化対策ならびに省エネルギー化の検討に着手している。

(2) 集光光学系の普及と高度化

(a) 集光光学系の普及促進

高強度マイクロ・ナノビームの普及促進を目指し、ビームライン・実験担当者との緊密な連携のもと、BL41XU及びBL09XUにおいて最適化したKB (Kirkpatrick-Baez) ミラーとミラー姿勢調整機構のビームラインへの導入、評価を進めた。

2014年度初めには構造生物学I (BL41XU) ビームラインにおいて集光光学系の立ち上げを完了した。BL41XUでは、微小タンパク質結晶の構造解析用回折データ取得を目的として照明X線強度を従来と比較し一桁向上させる光学系としている。従来の光学系では、ピンホールによるビーム整形を用いていたため、最小ビームサイズ10 μm 程度でフラックスが 10^{11} photons/s台前半であった。これに対し新しく導入した光学系は、水平方向について2段集光とすることで高効率の集光光学系

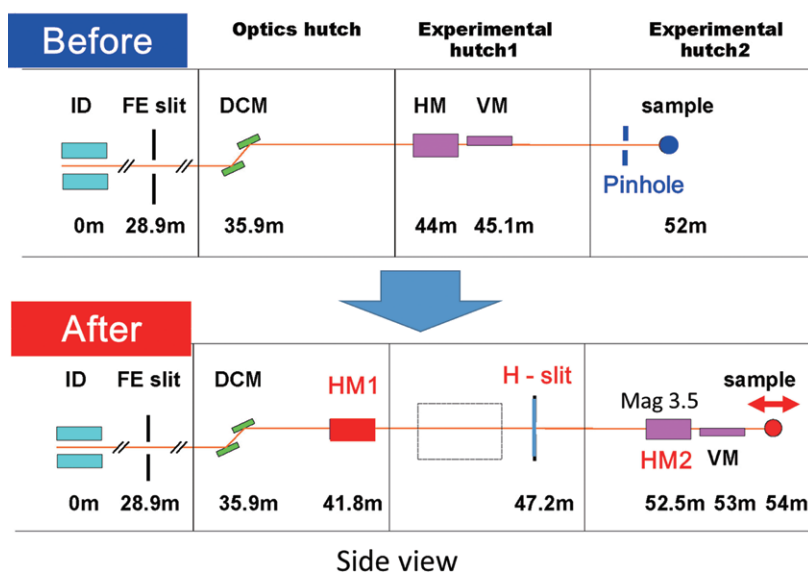


図7 構造生物学I (BL41XU) ビームラインの集光光学系更新

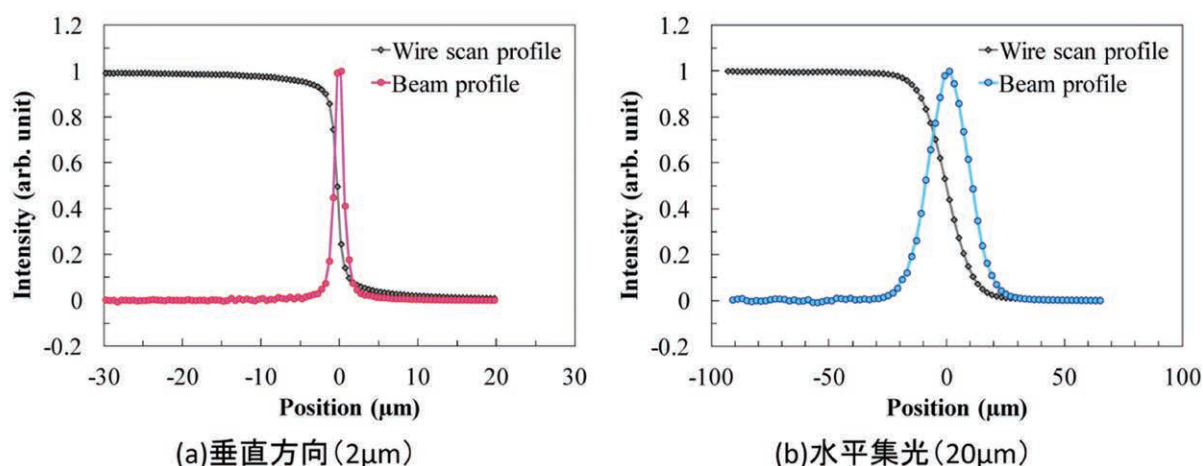


図8 BL41XUによる集光ビームの例
(X-ray energy 12.4 keV、集光フォトン数 4.8×10^{13} photons/s (空気パス補正後))

としている。加えて、水平制限の高精度スリット開口サイズと試料位置の変更により高強度で、安定かつ迅速なビームサイズの調整 (5 μm から 50 μm で、フラックスは 10^{13} photons/s 以上) を可能な光学系に更新した。図7に更新前後の光学系配置図を示す。光学素子汚染を防止するため、高真空対応のミラー調整機構とし、到達真空度 10^{-7} Pa 以下でのミラーの高精度姿勢調整を可能としている。

2014年4月から立ち上げ調整を実施し、フロントエンドスリットサイズ: 0.5 mm (垂直) $\times$ 1.0 mm (水平)、X線エネルギー 12.4 keV の条件において、例えばビームサイズ: 2 μm (垂直) $\times$ 20 μm (水平) (FWHM)、集光フォトン数 4.8×10^{13} (photons/s) (空気パス補正後) を達成 (図8) し、計画通り2014A期からユーザー利用を開始した。仮想光源スリット、ミラー入射角、サンプル位置を調整することで、所定のビームサイズ: 5 μm ~ 最大 50 μm 程度が可変であることを確認した。

核共鳴散乱ビームライン (BL09XU) では、埋込まれた磁性積層膜におけるスピン偏極電子状態計測法の開発プロジェクトを実施するにあたり、2014年3月に導入したKBミラーとミラー姿勢調整機構のX線を利用した集光光学系の調整、評価を行った。X線のエネルギー 6 keV と 8 keV において、所定の集光サイズ: 2 μm (垂直) $\times$ 11 μm (水平)、集光フォトン数 1×10^{12} photons/s を達成した。

(b) X線用スリットの保守

X線の形状成形や微小集光のための仮想光源として使用されるアンジュレータビームライン用単色スリットは、14ビームラインにおいて計15台設置されている。一部でステージの固着によるトラブルが頻発したため、駆動試験とグリースアップ方法を規定し、2014年度末に点検

した。そのうち2台において固着が認められており対処を進めている。

(3) 光学素子評価と高度化

(a) ビームライン用高精度光学素子の形状評価

SPring-8で開発したLong Trace Profiler (LTP) で、BL43LXUのM2ミラー (全長 1.0 m) のスロープエラーの

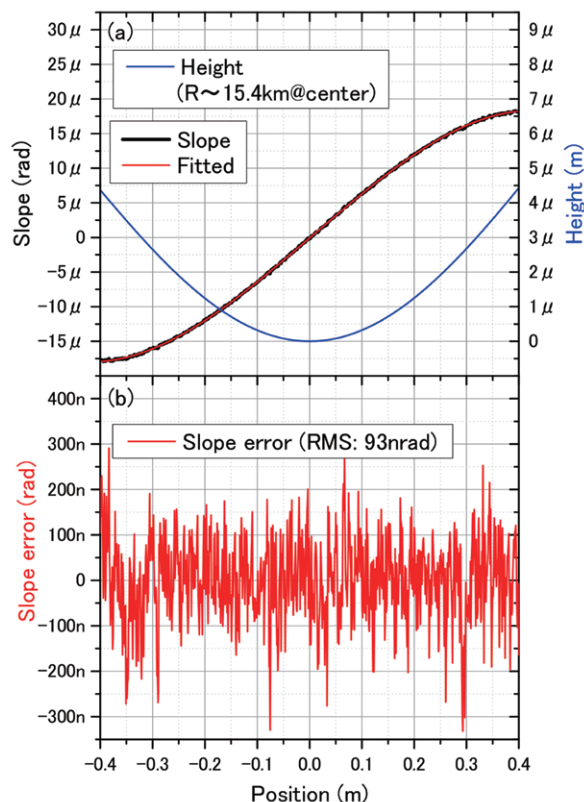


図9 LTPによるBL43LXUのM2ミラーのslope及びHeightとslope error。上図(a)黒線はLTPにより測定したslope、赤線はフィッティング結果。青線は積分によりHeightとした結果。下図(b)赤線はslope error。

評価を行った。得られたスローププロファイルからフィッティングにより自重撓みの寄与 (15.4 km) を取り除いた結果、図9に示すようにスロープエラーは93 nrad (RMS) と見積もられた。また、LTPを用いて、軟X線分光器で用いられる不等刻線間隔平面回折格子の刻線パラメータの高精度評価を行っている。

X線用回転楕円ミラーの開発を進めており、加工・計測装置の立ち上げ調整を行っている。

(b) 高精度光学素子コーティング技術の開発

明るいナノビーム形成には、ビームサイズの縮小だけではなく、ビームラインのスループット向上も重要であり、高スループットの多層膜分光器、広帯域のスーパーミラーなどのコーティング技術の開発が重要である。高精度X線光学素子開発のため、ビームラインで使用されるミラーへのコーティングを行っている。図10に装置の概要を示す。ロードロックチャンバー (700×200×200 mm³) と成膜チャンバー (1940×380×530 mm³) の2つの真空チャンバーで構成され、到達真空度は $\sim 10^{-5}$ Paである。4本のDCマグネトロンスパッタガンを搭載しターゲットサイズは2インチである。スパッタ方向は横向き、プロセスガスはArを使用する。基板長さは600 mmまで取り付け可能である。基板ホルダーをステッピングモーターで走査し、最高走査速度は50 mm/s、走査範囲は1280 mmである。基板の各走査位置で移動速度を制御し、また、各層の膜厚を制御することで、横方向、深さ方向に膜厚制御可能であり、傾斜多層膜等を成膜できる。2013年度から立ち上げ調整を行い、ビームラインの平面鏡、集光鏡のコーティングを複数完了している。

(4) 軟X線ビームラインの再構築

軟X線固体分光ビームライン (BL25SU) では、文部科学省・元素戦略プロジェクト (研究拠点形成型) にお

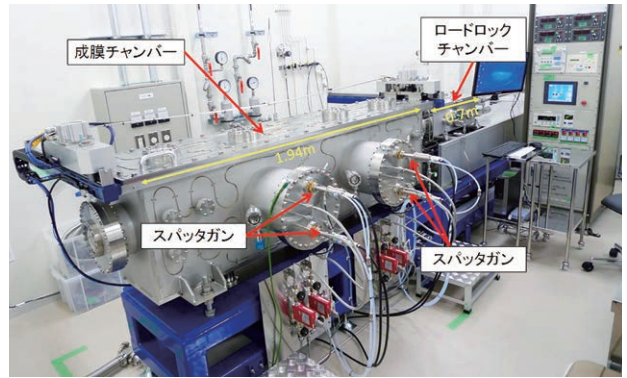


図10 高精度光学素子用コーティング装置

ける軟X線ナノビーム及び高輝度軟X線の高度利用を目的に、2013年12月から2014年3月にかけて光学配置の大幅な改造を行い、2014年度にはその立ち上げ調整を行った。ビームライン建設当初からの特徴であった高いエネルギー分解能 ($E/\Delta E \sim 10,000$) を有する光学系をブランチAとし、ナノ集光に求められる低発散角ビームを提供する光学系をブランチBとして新たに設計し併設した。光学ハッチ内に設置されたそれぞれA、Bブランチ用の円筒形状の前置鏡を並進機構により切り替え、ブランチ選択が可能である。前置鏡及び後置集光鏡による縦方向集光には円筒鏡によるサジタル集光を採用したことで実験装置におけるビーム高さは、それぞれブランチAにおいて約1.53 m、ブランチBにおいて約1.34 mとなり、従来の床面から3.1 mの高さと比べて低床化した。これにより、実験装置を頑強なホール床面に直接設置可能となり、環境・装置振動の影響を縦方向に関して以前の約1/20へ抑制できた。

2つのブランチの前置集光鏡 (4枚)、分光器 (球面鏡4枚、回折格子5枚) 及び後置集光鏡 (計8枚) の調整を行い、設計値通りの性能を確認した。図11に典型的な評価結果を示す。図11 (a) は、ブランチAにおいて870 eVで計

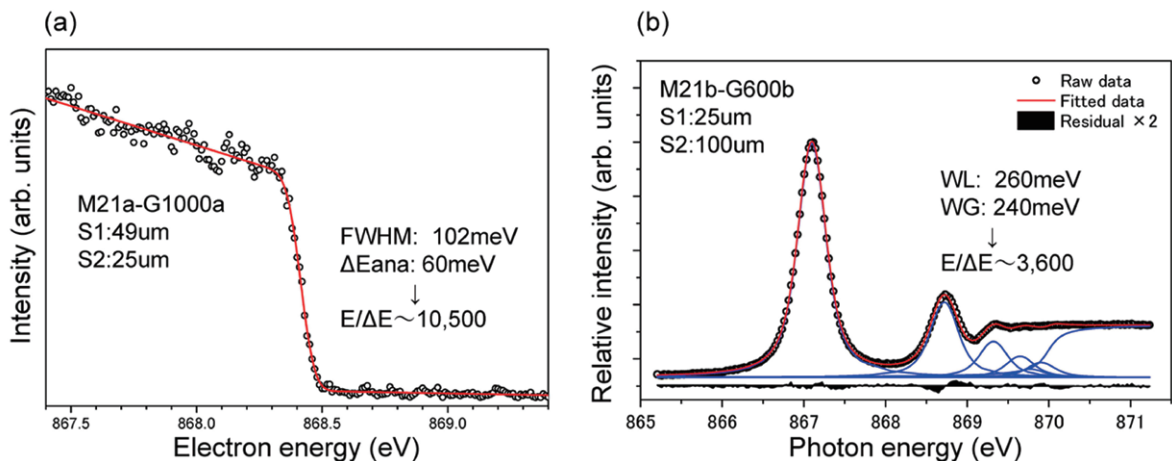


図11 BL25SU ビームライン分光器立ち上げ調整時の基本性能確認

測されたAuフェルミ端近傍の光電子スペクトルで、電子エネルギーアナライザの分解能60 meVを考慮し、分光器のエネルギー分解能 ($E/\Delta E$) は10,500と見積もられた。図11(b)はブランチBにて計測されたNeの内殻吸収スペクトルで、内殻励起状態の寿命幅260 meVを考慮し、分光器の分解能は3,600と評価された。これらエネルギー分解能に加え、光量、集光サイズともに設計値を達成していることを確認した。10月より供用が開始されている。

また、年次計画に従い、ビームライン建設当初から使用し老朽化の著しい光学素子について新たに手配を行い、2015年度に導入するための準備を完了した。

(大橋 治彦)

4-3 遮蔽

(1) 放射線遮蔽ハッチ

(a) ハッチハードウェアメンテナンス

ハッチ付属の自動扉及び自動扉制御盤、各種電源盤ならびにそれらの接続ケーブル等に関して、経年変化などによると考えられる不具合が増加傾向にあったため、共用ビームラインを中心に、以下の項目について、長期点検調整期間中に一斉点検を実施した。

- ①ハッチ自動扉制御盤、ハッチ漏電ブレーカ盤ならびにコンセント盤の保守点検作業、動作不良品の交換作業
- ②ハッチ扉溝の清掃作業
- ③ハッチ可動部の点検作業
- ④制御盤内の取り付けケーブル及び外線ケーブル被覆の劣化点検作業

(b) ハッチ間レーザー貫通孔の設計製作

BL19LXUにおいて、実験ハッチ2内設置のフェムト秒レーザーを、実験ハッチ3内で使用できるようにするために、レーザー貫通孔を新規に設計製作した。本貫通孔は、遮蔽蓋によって放射線漏洩の無いように塞ぐことができる構造とし、この遮蔽蓋の閉状態を監視するリミットスイッチを設置し、実験ハッチ2の可動エンドストップの閉リミットスイッチ信号と直列に接続した。これにより、実験ハッチ2の可動エンドストップを閉にした時には、遮蔽蓋も閉でなければ下流シャッタの開ができず、実験ハッチ3内の人の安全が担保できる構造となっている。

(c) BL13XU実験ハッチ増設

BL13XU実験ハッチ4増設について、ハッチ本体の設計・製作を行った。放射線漏洩評価は、遮蔽チームが行った。ハッチ本体の遮熱工事及び通風ダクトの設計設置において、関係各部署との連携を密にとり、ハッチ本体工事仕様に組み入れた。これにより工期の短縮化、設計の

合理化を図ることができた。

(2) 遮蔽計算及び放射線測定

(a) 申請時遮蔽計算

第36次変更許可申請において、実験ハッチ追加(BL13XU)に伴う遮蔽計算を実施した。また、第37次変更許可申請において、RF電子銃試験装置の性能変更に伴う線量評価の見直しを行った。

(b) シミュレーション計算

モンテカルロコードFLUKAを用いて、RF電子銃試験装置局所遮蔽周辺の詳細シミュレーションを行った。

(c) ビームライン放射線漏洩計算

改造、改修あるいは性能向上等に伴う放射線漏洩検査をBL08B2、BL10XU、BL35XU及びBL43LXUにて行った。

(d) 放射線測定及び手法の開発

需要に応じて、ガフクロミックフィルム読取システムを10 mGyの低線量域まで校正した。電離箱については、電極エッジ走査によるマイクロビーム線量分布測定を試み、ガフクロミックフィルムと良く一致する結果を得た。

(竹下 邦和・成山 展照)

光源・光学系部門

後藤 俊治