

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、2013年度に大阪大学の核物理研究センターのレーザー電子光IIが稼働を開始し新規ビームライン建設は一段落した。一方、既存ビームラインに関しての改造が適宜実施されている。2013年度は、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。これは、元素戦略磁性材料拠点として、BL25SUにナノビームXMCDステーションを整備することを契機に、光学系以降の大幅な高度化として実施されているものである。この他、実験ステーションの部分的な再編も行われつつあり、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

(1) BL43LXU アンジュレータコミッショニング

BL43LXUはSPRing-8蓄積リングの特長の一つである長直線部を利用したX線アンジュレータビームラインである。全長5mの真空封止型アンジュレータを約10mの間隔で3台設置し、その間のドリフト部に四極電磁石が配置されている。これにより垂直方向のベータatron関数を最適化し、磁石ギャップを最小で5.2mmまで閉じることが可能な設計となっている。2013年3月に全アンジュレータの設置を完了し、引き続いて利用運転に向けたコミッショニングが行われたが、この際に2つの問題点が確認された。

1つ目は、1台目及び3台目のアンジュレータからの放射光スペクトルのバンド幅が計算値と比較して顕著に広いという問題である。各種調査の結果、当該アンジュレータに入射する電子ビームの軌道が、角度及び変位ともアンジュレータ軸から大きくずれていることが原因であると判明した。この問題を解決するため、電子ビームの入射角及び

位置の関数として放射光スペクトルを測定し、これらの結果から軌道偏差を補正した。この結果、全てのアンジュレータについて、計算値に近いスペクトル形状が得られることが確認された。

2つ目は、ある運転条件において発生する原因不明のビームダンプであり、具体的には、蓄積電流を100mAとし、複数台のアンジュレータのギャップをある値よりも狭く設定した場合にビームダンプが発生することが確認された。このビームダンプは蓄積電流が10mAの時には発生せず、かつ発生時にはアンジュレータの真空が大幅に悪化するという事実から、磁石列を覆っている銅製シート（磁石カバー）が損傷を受けていることが予測されたため、夏期点検調整期間中にアンジュレータを大気開放し、内部の状態を確認した。この結果、図1に示すように2台目及び3台目のアンジュレータの磁石カバーが広範囲にわたって溶融していることが確認され、応急的に磁石カバーを交換した。溶融の原因について各種検討した結果、従来の磁石カバーの構造では局所的に磁石列との熱接触が失われ、かつこれにより生ずる局所的な温度変化によってカバー表面が変形する可能性があることが判明した。一旦表面が変形すると、上流側アンジュレータからの放射光による熱負荷が増大し、さらに変形を促すという正帰還のプロセスに陥る可能性があり、このような場合には融点の高い銅製シートといえども容易に溶融に至る。この問題を解決するために、構造や設置手法を改良した磁石カバーを新たに設計・製作し、2014年2月に全数を交換した。

(2) BL08W用ウィグラ予備エンコーダ設置

BL08Wには、100keV以上の高エネルギー領域における偏光利用を想定し、楕円ウィグラと呼ばれる挿入光源が

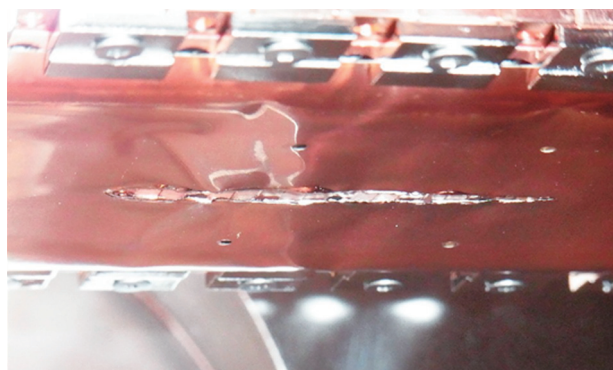


図1 溶融した銅製磁石カバー

設置されている。この挿入光源では、放射光の偏光状態を制御する際に磁石列を電子ビーム軸方向に移動するが、その位置を読み取るためのロータリーエンコーダが放射線量の高い挿入光源上流側に設置されている上、予備のエンコーダが取り付けられていない。このため、放射線損傷などの原因でエンコーダが故障した場合、これを交換するまでに磁石列の位置を担保する手段が存在せず、運用上大きな支障を来す恐れがある。そこで、放射線量の低い挿入光源の下流側に、耐放射線特性に優れるマグネスケール式リアエンコーダを設置し、予備エンコーダとしての運用を開始した。

2-2 高度化

(1) 挿入光源の構造改革に向けた吸引力相殺機構の開発

一般的な挿入光源は、電子を偏向するための磁場を発生するための磁石列と、これを保持し精密に駆動する機械架台、さらにその制御を担当する電気系統で構成される。そして、装置全体の重量や体積の大部分が機械架台で占められるという構造上の特徴を有している。これは、磁石列にメートルあたり数100キロから数トンにも及ぶ吸引力が働いたため、磁石列を保持する機械架台がこれに耐える高い剛性を有する必要がある、このため大型化かつ重量化する傾向があるためである。逆に言うと、吸引力をその作用点である磁石列近傍において相殺することができれば、従来のような高剛性機械架台はもはや不要であり、その構造を大幅に効率化することが可能となる。この基本概念に基づいて挿入光源の構造改革を推進するためには、吸引力を完全に相殺するための新たな手法や機構の開発が鍵である。吸引力の補正には、バネなどを利用した機械的手法と、反発磁石を利用した磁場の手法が考えられるが、バネの耐久性や吸引力の非線形性を考慮し、磁場方式を採用することを念頭に研究開発を進めている。

(2) クライオアンジュレータ実証機ビーム試験

2012年度に蓄積リングに設置したクライオアンジュレータ実証機について、ユーザー利用運転と同じ電子ビーム条件においてギャップを開閉し、電子ビームからの入熱による温度上昇や、電子ビームに与える影響などについて試験を行った。この結果、203パンチモードでは最小ギャップ5 mmにおいても有意な温度上昇は見られず、また、熱負荷が最も高いフィリングモード（1/7フィリング+5パンチ）でも、約2℃の温度上昇にとどまることが確認された。さらに、ギャップ開閉に伴う電子ビームへの顕著な影響は確認されなかった。これらのことから、開発されたクライオアンジュレータ実証機が実用的な光源装置として大きな問題なく運用可能であると結論できる。

(田中 隆次)

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

2012年度に設置したID34（クライオアンジュレータ）対応フロントエンドのビームラインコミッショニングを行い、アプソーバまでの光軸と真空度に問題がないことを確認した。

(2) ダウンタイム時間短縮への対応

(a) ワイヤメッシュ挿入型高熱負荷機器の交換

2011、2012年度に引き続き、ワイヤメッシュ挿入流路における流量低下問題に対応するために、BL08W用XYスリットを改良型（ワイヤコイル挿入型）に交換した。これにより、ワイヤメッシュ挿入型の機器は全て撤去された。今後はワイヤコイル挿入型の経年劣化についても定期的に確認する予定である。

(b) BL08W 収納部ケーブルの交換

BL08WはSPRing-8唯一のウィングラ光源であり、フロントエンド部に設置されている多くのフィルター類からの散乱X線による極めて厳しい放射線環境下にある。供用開始から15年以上が経過した中で、特に、各種ケーブルの放射線損傷（硬化や表面被覆の劣化等）が顕著化しており、安定な運転に対する脅威となっていた。そのため、主要ケーブル（真空計、真空ポンプ、ステッピングモータ関連、各種駆動及び信号線）を全て交換し、その後動作確認を行った。また、隣接するIDや蓄積リング機器への散乱X線の影響を低減するために鉛衝立を設置した。

(3) その他

(a) BL43IR 振動対策

BL43IRからビーム（赤外放射光）が揺れているとの指摘を受け、調査・対策を行った。当該ビームラインは2011年度のBL43LXU建設後、真空パイプがクロスする形でBL43LXUと連結されたため、振動が互いに直接伝播する構造であった。当初、BL43LXU用フロントエンド冷却系からの振動伝播に着目して対策を講じたが、結果的には、両ビームラインがクロスするチェンバに取り付けられた大型イオンポンプのサポートを強固にすることが最も効果的であった。

(b) BL07LSU、BL43LXU 光位置モニター（XBPM）使用条件の調整

BL07LSU、BL43LXUにおいて挿入光源が増設されたことに伴い、XBPMの使用条件や運用方法を変更した。BL07LSUでは、水平偏光・垂直偏光各4台ずつ、合計8台の8の字アンジュレータが本格稼働しているが、放射光の熱成分が蓄積リング内で大きく広がるため、機器保護用

アブソーバダクトが新しく設置された。これによりXBPMの位置でのビームプロファイルが制限されたので、それに応じたXBPMの新しい動作条件の調整を行った。BL43LXUでは、3台の短周期型アンジュレータを連動させてビームを供給しているが、XBPMの正常動作を保証するために、任意の1台の挿入光源を閉めた時にXBPM出力は他の2台の影響を受けないこと（独立性）、XBPM出力値と実際の光軸の変位との間に比例関係があること、及び、XBPM出力値の水平・鉛直成分はお互いに干渉せずに独立性が保たれていることを確認した。実際の光軸調整作業では、各挿入光源を1台ずつ閉めXBPMで光軸を確認することにより、光軸の位置と方向がすべての挿入光源で一致するように軌道補正を行っている。

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

フロントエンドにおける高熱負荷処理技術開発の一環として、高温強度特性（現実的な使用温度である400℃以下に限定）や疲労・クリープ特性に優れ、かつ、マクロクラック発生の危険性の少ない新規材料の探求を進めているが、特に従来材に対して降伏挙動に優位性を持つジルコニウム銅の熱的限界調査に着手した。電子ビーム照射装置を用いた繰返し熱疲労試験による破壊モードの調査を実施した結果、グリッドコップのようなマクロクラックの進展は見られず、複数の短い亀裂が観察された。また、無酸素銅のような粒界キャビティ割れも認められず、高温での高い粒界強度が期待できる。その一方で、低サイクル疲労試験を実施したところ、材料起因によるばらつきが大きく再造塊が必要であることがわかった。

(b) 放射光を使った残留歪みの定量的評価

2013年度は、グリッドコップ及び無酸素銅の塑性歪みを転位密度の観点から評価することを試みた。実験はBL02B1で行い、転位密度の導出のための回折プロファイルをこれまでよりも詳細かつ多くの回折面で測定した。今後、フーリエ解析法を用いて転位密度導出を試み、塑性歪みと転位密度の関係を明らかにしていく予定である。

(2) 高速遮断シャッター（FCS）システムの定量的性能評価

全長8mのFCS性能評価用衝撃波管を用いた希薄流領域（ 10^{-3} Pa 程度）への大気導入実験（圧力比: 10^8 ）を継続して実施している。2013年度は主に、フロントエンドの主要実機をICF70系配管途中に挿入した場合の衝撃波の遅れを測定した。対象機器は排気真空槽、固定マスク、XYスリットで、圧力測定点を変化させてデータを取得した。配管との断面積比が最も大きな排気真空槽が、最も衝撃波の伝播を遅らせる効果があった。また、偏向電磁石

BL用フロントエンドの標準サイズであるICF114系配管での大気導入実験を開始した。今後、ICF114系についても機器挿入を含めたデータ取りを進めると同時に、解析モデルとの比較検討を進めていく予定である。

（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改造を行った。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改造

高圧構造物性ビームライン（BL10XU）の分光器では分光結晶として間接水冷ダイヤモンドを使用してきたが、ダイヤモンドの寸法等の制約を回避するため、液体窒素冷却シリコン結晶への移行が望まれた。夏期点検調整期間の結晶の移行に併せて、各種の安定化対策、(i) 液体窒素循環経路の単純化、(ii) 液体窒素配管の低振動化、(iii) 液体窒素配管の断熱、(iv) 精密温調ユニットによるステージ温度安定化、(v) 放射線シールドの設置、(vi) 耐放射線被覆ケーブルの導入を行った。

2013年冬期点検調整期間には、核共鳴散乱ビームライン（BL09XU）と光電子分光・マイクロCTビームライン（BL47XU）に関しても上記の各種安定化対策を行った。

(b) 標準型X線二結晶分光器の老朽化対策

分光器内部は高い放射線に曝されるため、ケーブル被覆の劣化が認められる。また、長期使用により、モータの老朽化やギアの磨耗が生じる。異常の早期発見のためのメンテナンスを長期点検調整期間に順次行っており、2013年度は産業利用IIビームライン（BL14B2）、産業利用Iビームライン（BL19B2）に対して行った。BL14B2ではθ軸ウォームギアの摩耗により滑らかな駆動ができていなかったため、ギアの交換を行った。BL19B2ではY1軸のリミット部品の固定箇所へ緩みがあり、部品を交換した。

複数の分光器で、θ軸駆動の線形性を保つための重量バランス機構に異常が見られた。異常箇所は、Y1ステージの位置を測定する非接触式センサ、エアシリンダの圧力を電氣的に演算するための電気部品（リニアライザー）である。該当箇所の修理・交換を行うとともに、導入時期によって制御機構や回路に差異が見られることから、標準化に向けた整理を行った。

(c) アンジュレータ用液体窒素冷却結晶分光器の安定性
高度化のための試験

現状の安定化対策された液体窒素冷却型分光器では、2結晶ステージの相対振動は0.15から0.2秒角に抑えられている。将来の高度利用のための低振動化を目指して、分光器評価ベンチにおいて、液体窒素配管の振動に関わる様々な試験、例えば、

- ・乱流抑制型フレキシブルチューブの性能向上
- ・配管径路の変更による振動の変化の測定
- ・配管径の変更による振動の変化と、ステージに与えるストレスの評価
- ・一部配管を曲げ固定管に変更したときの振動の変化の測定

を継続して行っている。

(d) 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

2013年度は新たにBL10XUに液体窒素循環装置を設置した。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装置となった。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たこと、稼働開始から10年を超えるビームラインも増えつつあることから、性能及び安全維持のための定期保守に加えて、長期の老朽化対策を検討している。

(e) 分光結晶の冷却能力高度化のための試験

アンジュレータビームラインでは、分光器第1結晶の狭い範囲に強い放射線が照射されるため熱変形を引き起こす。SPRING-8の軸上最大パワーを受け止める場合には、熱変形に起因する分光X線の様子の乱れが観測される。熱変形を定量的に評価し、冷却効率の向上を目指した試験を行うため、2012年度高度化案件として結晶冷却試験装置を立ち上げた。この装置により、液体窒素を導入できる真空容器の中に結晶を取り付け、ファイバーレーザーで結晶の中心（直径1 mm）を最大1 kWまで局所的に加熱できる。2013年度には結晶表面の変形量を計測するためにフィゾー干渉計を整備した。測定例を図2に示す。採用した干渉計には縞走査を行わない高速測定モードがあり、実利用環境に近い振動の比較的大きな場所でも表面形状変化を定量的に評価できる。アンジュレータビームラインで使用されている現行の冷却シリコン結晶にレーザーを照射し、熱変形を確認した（図3）。熱変形は500 Wまでは徐々に増加し、1 kWでは複雑な変形を示す。熱変形を軽減する方法のひとつは液体窒素によるシリコン結晶の直接冷却化であり、シール材の選定・試験を併せて進めている。



図2 結晶冷却試験装置

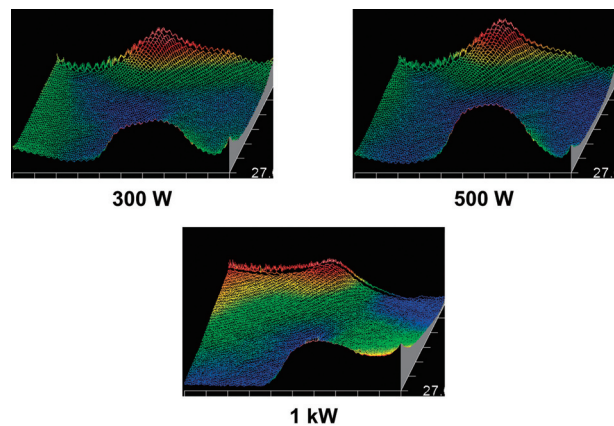


図3 局所加熱時の表面形状の変化量
(レーザー未照射時との差分)

(2) 集光光学系の普及と高度化

(a) 集光光学系の普及促進

2012年度までに実施した高強度マイクロ・ナノビームの普及促進を推し進め、4本のビームラインにおいて、ビームライン・実験担当者との緊密な連携のもと、それぞれの実験系に最適化したKB（Kirkpatrick-Baez）ミラーとミラー姿勢調整機構の設計と開発、あるいはビームラインへの導入、評価を進めた。

構造生物学I（BL41XU）ビームラインでは、微小なタンパク質結晶からの構造解析用回折データ取得を行うことを目的とし、ビームライン光学系の改造を実施した。本ビームラインでは、微小試料への照明X線強度を従来と比較し一桁向上させる光学系へのアップグレードを実施した。KB配置型ミラーによる粗集光とピンホールを組み合わせた従来の光学系では、ピンホールによるビーム整形に伴いフラックスが減少し、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。これに対し新しく設計した光学系は、第一水平方向集光ミラーにより高精度スリットへ一度水平集光し、試料位置の直上流に配置するKB配置型ミラー集光光学系により水平と垂直方向の両方向を集光する2段集光光学系とした。新規

KB配置型ミラーには400 mmと500 mm長の長尺高精度ミラーを採用し、これによりフラックスの取りこぼしを最小に抑え、さらに、高精度スリット開口サイズと試料位置の変更によりビームサイズの調整も可能な光学系とした。設計ビームサイズは5 μm から50 μm で、フラックスは 10^{13} photons/s以上である。図4に開発した高真空型ミラー姿勢調整装置の写真を示す。ミラーへのコンタミ付着の低減化を目指し、高真空環境下 10^{-5} Pa以下におけるミラーの高精度姿勢調整を可能とした。2014年1月～3月の冬期点検調整期間において、ビームラインコンポーネントの配置変更、オフライン調整を実施した。2014年4月にX線を用いた光学系の調整を実施する予定である。

ターゲットタンパク (BL32XU) ビームラインでは、集光光学系ミラーへのコンタミ付着レートの増加が深刻化してきたため、2012年度に開発した高真空対応型ミラー姿勢調整装置への更新を行った。これまでは、簡易のヘリウムパージ型ミラー姿勢調整装置であったが、2013年夏期点検調整期間に 10^{-5} Pa以下の高真空を維持可能なミラー姿勢調整装置に更新を行った。2013年度後期にX線を利用した集光調整を実施し、所定の1 μm 集光ビームを再現した。さらに、モノクロメータの低振動化対策により、縦方向について仮想光源を使用しない条件でも集光サイズ1 μm を確認し、 2×10^{12} photons/sと、従来と比べ約30倍の集光フォトン数を達成した。

ナノ・フォレンジック・サイエンスにおける利用を目的とした、BL05SSのためのKBミラーマイクロビーム光学系のX線を用いた集光調整支援を行った。12.4 keVのX線

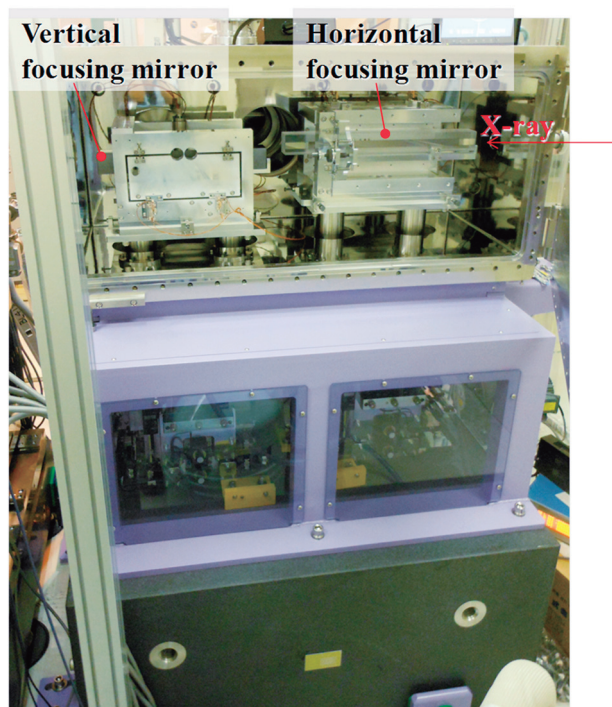


図4 BL41XU 高真空型ミラー集光装置

エネルギーにおいて、所定の集光ビームサイズ：1.0 μm (垂直) $\times$ 1.8 μm (水平) (FWHM、FESlit: 0.4 mm (垂直) $\times$ 0.5 mm (水平) 時)、集光フォトン数： 2×10^{11} photons/sを達成した。

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、新たに集光光学系を設計し、KBミラーとミラー姿勢調整機構の導入を行った。設計要件は、エネルギー範囲6～10 keV、焦点距離1 m以上、集光サイズ40 μm 以下、集光フォトン数はシリコンチャンネルカット結晶を使用し 10^{11} photons/s以上である。ミラー調整機構は、スライドルール上に設置した真空チャンバ内に配置することで高真空を保持したまま光軸上から退避可能とし、光学系の切り替えを迅速に行えるようにした。図5に導入したKBミラー調整機構を示す。2014A期にX線を利用した集光光学系の調整、評価を行う予定である。

(b) アンジュレータビームライン用単色スリットの更新

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の高精度化を進めてきた。2013年度はビームラインの高度化改造に合わせ、BL09XU、BL41XUへ導入を実施した。

(3) 光学素子評価と高度化

機械的バントミラーが、ミラーの形状補正やビームサイズ可変機構としていくつかのビームラインで採用されている。バント用のミラー基板は原理的に曲げやすい厚さで仕上げられており、素子単体の評価に加えてバンダーや冷却機構を取り付けた実利用状態での動作試験が望まれる。X線を用いた at wavelength 評価は有力な手法の一つであ

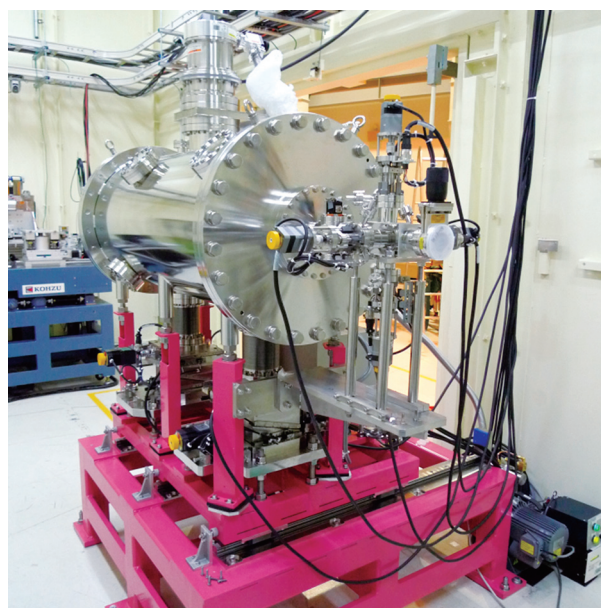


図5 BL09XU 高真空型ミラー集光装置

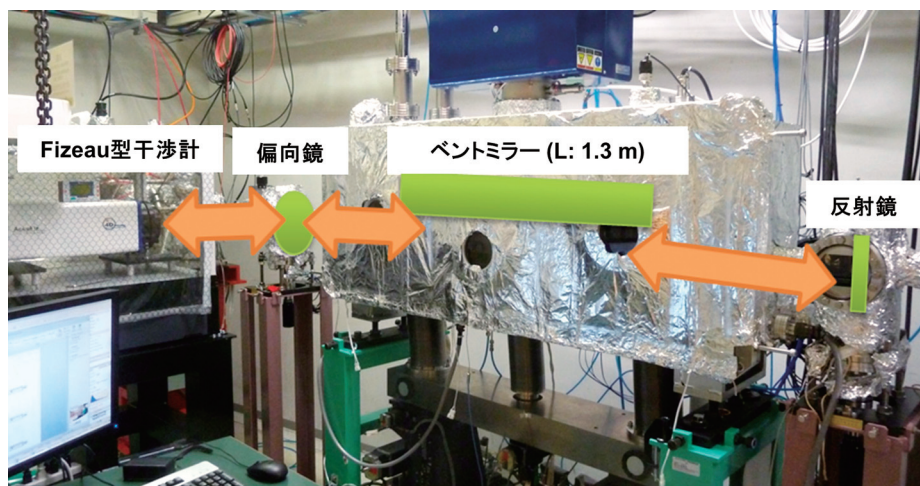


図6 液体窒素冷却されたBL43LXU・M1 ベントミラーのその場形状観察

るが、ビームタイムの制約や、第一光学素子のため前段・後段に機材の導入が困難な場合など、ビームラインでX線を用いた計測は容易ではない場合がある。そこで、2012年度から可搬型Fizeau干渉計を用いたインラインで評価を開始した。

2013年度は、BL43LXUのM1 ベントミラー（全長1.3 m × 100 mm × 100 mm）を対象に、ベントによる曲率半径の制御性について評価を行った。このミラーは、長直線アンジュレータビームラインの第一光学素子であり、高熱負荷を受けるため液体窒素冷却されている。ビームラインに設置されたベントミラー調整機構にシリコン製のM1ミラーを搭載し、真空かつ液体窒素冷却環境下の斜入射配置で、ベント機構による曲率半径変化を、Fizeau干渉計を用いて評価した。M1ミラーの両端には液体窒素で冷却された銅ブロック（140 mm × 120 mm × 50 mm、約7.5 kg）が2個ずつ搭載されており、これらの機械的負荷を含めた評価を可能としている。ベント機構や姿勢調整機構への影響を、図6に示すセットアップを準備してインラインで評価し、設計どおりの動作が可能であることを確認した。

(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）における軟X線ナノビーム利用及び高輝度軟X線のより高度な利用を行うため、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った。

光学ハッチ内に設置されていた、前置集光系と実験ホール内の回折格子分光器とビームライン末端の実験装置までの既存のコンポーネント及び専用デッキのすべてを撤去し（2013年12月）、新たに2つのブランチを建設した。ビームライン全体の概略図を図7（SPring-8ホームページ掲載）に示す。安定性を考慮した新たなビームラインコンポーネントの設置と精密アライメント、合計22枚に及ぶミラーや回折格子の取り付け及び超高真空立上げ作業を行った（2014年1～3月）。

改造後のビームラインは、既存ビームラインの特徴であった高いエネルギー分解能と、ナノ集光に求められる低発散角ビームをそれぞれ実現するため、前置鏡を切り替えることで選択可能な2つのブランチで構成されている。

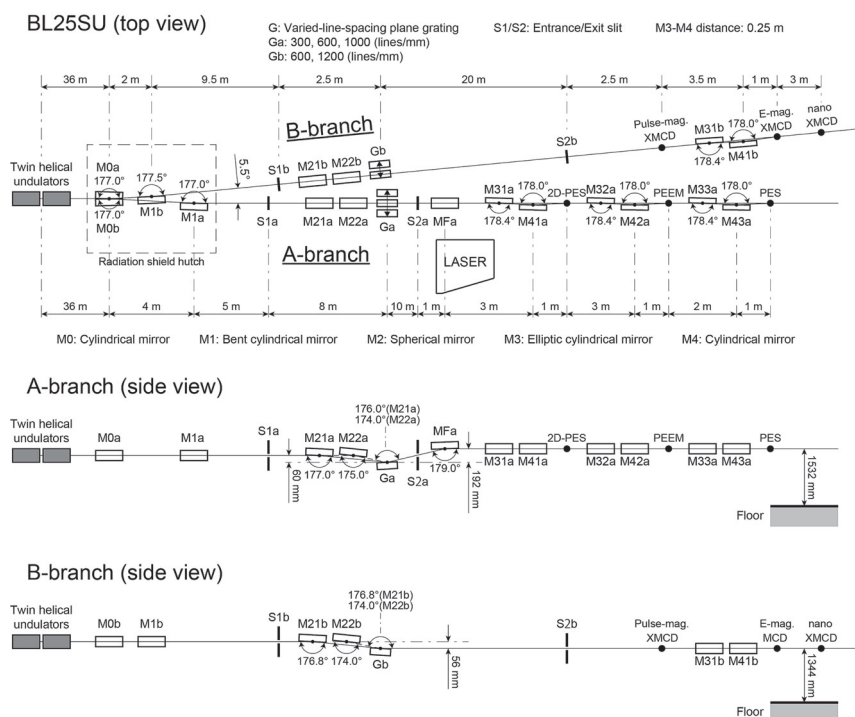


図7 2ブランチ配置となった新しいBL25SUのビームラインコンポーネント配置図

高エネルギー分解能ブランチAでは、分光光学系の配置を従来とほぼ同じとすることで高いエネルギー分解能($E/\Delta E \sim 10,000$)を維持しつつ、水平偏向サジタル集光の縦集光前置鏡配置を採用することで、実験装置位置におけるビーム高さを3.1 mから1.3 mと低くし、振動の影響を抑制した。各実験装置には専用の後置集光系を配置することで、10～100 μm 程度の集光ビームサイズとした。低発散角ブランチBでは、集光素子として使用されるフレネルゾーンプレート($\phi \sim 300 \mu\text{m}$)での取りこぼしを抑制するため、低発散角ビームを取り出す分光光学配置とした。試料位置での集光ビームは $\phi 100 \text{ nm}$ 以下、 $10^9 \sim 10^{10}$ photons/s、 $E/\Delta E \sim 3,000$ となるように設計している。2014年度A期にビームライン立上げを行い、B期からの供用開始を予定している。

(大橋 治彦)

4-3 遮蔽

(1) 申請時遮蔽計算

第34次変更許可申請において、最大出力の上方修正(BL08W, 20XU)、コリメータ設置(BL23SU, 27SU)、分岐ビームライン追加(BL25SU)に伴う遮蔽計算を実施した。また、同変更許可申請において、RF電子銃試験装置の性能向上に伴う遮蔽位置の変更検討及び線量再評価を行った。

(2) ビームライン放射線漏洩検査

改造等に伴う放射線漏洩検査をBL07LSU, BL10XU, BL33XU, BL36XU, BL41XU, BL43LXU及びBL46XUにて行った。

(3) 放射線測定及び手法の開発

ガフクロミックフィルム読取システムの運営を継続して行った。従来のHD-810に代わるHD-V2フィルムの校正を、 ^{60}Co γ 線源を用いて行った。100 Gy以上の線量域においてHD-810に比べて光学吸光度が小さく、より大線量まで利用可能となった。

大強度X線用電離箱として、開放型円環電極電離箱を製作しBL09XU等にて性能試験を行った^[1]。ビーム中心に比べて3桁程度小さい周辺線量を測るため、印加電圧が低くて済むのが利点である。光子・電子モンテカルロシミュレーション結果を利用することにより、ビーム強度に変換することができる。

(竹下 邦和、成山 展照)

参考文献

- [1] N. Nariyama: *Nucl. Instru. Meth.* **A763** (2014) 13-17.

光源・光学系部門
後藤 俊治