

3-2 ビームライン

1. 全体概要

既設ビームラインの挿入光源、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、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。

2. 挿入光源

2-1 新規増設・改造

BL43LXU アンジュレータにおける分散型アブゾーバの設置とコミショニング

長直線アンジュレータビームラインBL43LXUには、フラックスを増強するために3台の真空封止型アンジュレータ（上流側から#1～#3）が同一直線部に設置されている。これら全てを最小ギャップで運転した場合、上流側（特に#1）アンジュレータからの放射光の熱負荷によって、#3アンジュレータの磁石表面を覆っている金属製シートが溶融し、ビームダンプに至る可能性があるため、#3アンジュレータの最小ギャップには制限が課されている。この課題を解決するため、#3アンジュレータの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（銅ブロック）と交換し、金属製シートを放射光から保護する対策が2014年度末の点検調整期間に実施された。引き続き、アブゾーバの効果を確認するためのコミショニングが2015年4月のビーム調整期間に行われ、全アンジュレータギャップ閉の状態でも正常に運転できることが確認された。一方で、#3アンジュレータ磁石列中心付近に設置されたアブゾーバの温度分布が上下で大きく異なることが明らかとなった。これは、#1アンジュレータからの放射光の光軸に対して、#3アンジュレータの磁場中心が垂直方向に大きくずれていることを示している。

光軸と磁場中心の相対位置 Δy を定量的に測定するため、#1アンジュレータにおいて局所的な垂直バンブ軌道を生成し、同アンジュレータへの垂直入射角度 θy を調整することによって、#3アンジュレータにおける当該アブゾーバの温度分布が上下対称となる条件を調査した。この結果、 $\theta y = -10 \mu\text{rad}$ に設定したときに温度分布が上下対称となること、即ち#1アンジュレータからの放射

光の光軸と、#3アンジュレータの磁場中心が一致することが確認された。#1および#3アンジュレータの間隔は約20 mであるため、 $\theta y = -10 \mu\text{rad}$ は $\Delta y = -0.2 \text{ mm}$ に相当する。これらの測定に基づき、夏期点検調整期間に#3アンジュレータの再アラインメントを行い、磁場中心を0.2 mm程度上昇させた結果、2015年9月のビームライン調整期間においてアブゾーバの温度分布が上下対称となることが確認された。

2-2 高度化

アンジュレータ磁場吸引力相殺機構の開発

アンジュレータにおける磁場吸引力は、メートルあたり最大で数トンにも及ぶ上、ギャップに対して指数関数的な応答を示すことが知られており、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、磁石列近傍において吸引力を相殺するための新たな機構の開発と、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が進められている。

現在開発が進められている吸引力相殺機構では、図1に示すとおり、アンジュレータ磁場を発生する主磁石列の側面に、発生する吸引力と同等のギャップ依存性を有する反発力を発生する磁石を設置することによって吸引力を相殺する。このためには反発磁石列が周期的な磁石構造を有している必要があるが、均一に着磁された多数の磁石を規則的に配列する従来のアンジュレータ磁気回路ではなく、比較的長い単一の磁石を周期的に着磁する

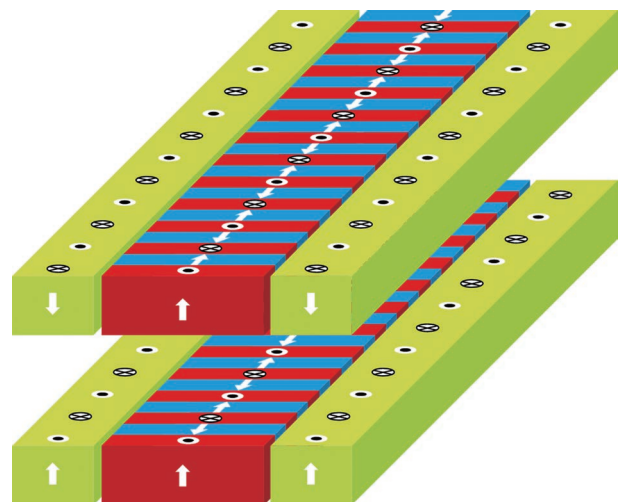


図1 多極着磁磁石による吸引力相殺

方法（多極着磁）を採用することによって、磁石ブロックや、これを機械的に固定するための部品類の点数を大幅に削減することが可能である。

2015年度には、周期長 15 mm、全長 1.5 m の主磁石列の吸引力を相殺するための反発磁石列を製作し、これによる吸引力相殺効果を確認するとともに、吸引力相殺を前提としたコンパクトアンジュレータ架台の試作を行った。2016年度以降、これらを組み合わせてアンジュレータとしての性能評価を行うと共に、実機に向けた各種試験を実施する予定である。

(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

建設初期ビームラインにおける劣化ケーブルの交換

建設初期ビームラインの収納部内フロントエンドケーブルに放射線劣化の兆候が顕在化してきたため、試験的に BL10XU において全面的なケーブル交換を行った。収納部内ケーブルの多くは中継無しで実験ホール側制御機器と繋がっているが、ステッピングモータ駆動関係のケーブルは収納部の低線量エリアで中継する方式に変更した。今後は古いアンジュレータ用ビームラインに対して同様の方式での交換を進めていく。

(2) 光位置モニター関連

光ケーブルシステム用データロガーの更新および E/O、O/E モジュールの点検

複数ビームラインの XBPM を使って蓄積リング全周にわたる放射光ビームの動態を同時に観測するために、光ケーブルを用いてアナログ信号を一か所に集中させデータ収集を行っている。このシステムは、主に挿入光源ステアリングの調整に用いられている。このシステムを導入以来、十数年間使用されてきた汎用データロガーはハードウェアの不具合から不安定な動作を示す頻度が増えた。これを解消するためにデータロガーを更新した。また、E/O、O/E モジュールのいくつかの信号端子で不具合が発生したが、予備の信号端子に差し替えることで対応した。

(3) 原点合せ作業

XBPM 出力の線形性および分解能は、4 枚で一体を成す検出素子の電気的中心付近を放射光ビームが通過する時に所定の仕様を満たすことができる。前回の原点合せの一斉作業以来 10 年が経過し、XBPM の地点でのビーム位置は最大で数百 μm のドリフトが発生しており、XBPM の線形性が保たれる限界近くになっていた。そこ

で、運用中のすべての XBPM の原点合せ作業を一斉に実施し、サイクル毎に実施されている XBPM を用いた定点観測、および光軸調整の精度・信頼性を維持した。

3-2 高度化

(1) フロントエンド出射ビーム用プロファイルモニターの開発

2014 年度に発生した BL13XU の光カット問題等、ビームラインにおけるトラブルに対応するためのツールとして、CVD ダイヤモンド薄膜のフォトルミネセンス (PL) を利用したフロントエンド出射ビーム用プロファイルモニターの開発を進めている。蓄積電流が 100 mA においても、モノクロ上流ビームの形状だけでなくビーム位置も検出できることを目指す。ダイヤモンドモニターは既に SPring-8 や SACLA で多くの実績を持つが、いずれも単色光を対象としている。ダイヤモンド薄膜の PL 分布から比較的容易にビーム形状を確認できる一方、PL の垂直方向の空間分布がフラットでありビーム中心を求めることが困難であることが課題となっている。2015 年度は、BL13XU や BL19LXU において、PL の基本特性の確認と垂直方向のプロファイルを脱フラット化するためのフィルター材の調査を実施した。

(2) 高熱負荷機器用銅材料の内部残留歪み評価

2015 年度は無酸素銅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解析の結果、常温状態で 1% および 4% の圧縮歪みを付与された試験片の転位密度は $5.1 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ から $9.2 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ 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。ここで使用されている無酸素銅は粗大粒であることから解析に適切な回折プロファイルを得ることは容易ではないが、今後は実験手法の見直しにより常温状態の他の歪み量、および実機に近い高温状態で圧縮歪みを付与した無酸素銅試験片の歪み量と転位密度の関係を調べていく予定である。

(3) 高速遮断シャッターシステムの定量的性能評価

10 m 長に延伸した ICF70 配管に各種機器を挿入し、圧力比 $\sim 10^8$ の条件で、衝撃波の遅れと破膜後の最終圧力を系統的に計測した。挿入機器は固定マスク、排気真空槽、前置スリット等の実機の他に、各種長さや内部に仕切り板を持つ 400A 配管を準備し、複数台の組合せについても実施した。その結果、破膜位置から 8 m を超えると、一部の機器を除いて装置内容積と平均マッハ数が線形で近似でき、機器形状に関わらずに衝撃波の到達する時間の予測が可能となった。

(4) パルス・モード計測型光位置モニターの開発

放射光をパルス毎に計測することを目指した光位置モニターの開発を進めている。挿入光源ビームラインの高い熱負荷に曝される環境下で使用できるように、ダイヤモンドをヒートシンク（8 mm×20 mm）として用いた耐熱構造を採用した。検出素子電極（受光面）はこのヒートシンク上にメタライズされる。水冷ブロックと一体化したヒートシンク・ホルダーとダイヤモンド・ヒートシンクを設計・製作し、本モニターの伝熱特性の評価試験を実施した。インジウム箔の挿入による熱伝達係数の向上を確認した。一方で、ロウ付けによるダイヤモンドと銅素材との接合は、熱による破損、表面の付着物、電気的絶縁性の低下等の問題が生じるため不採用と判断した。

(高橋 直)

4. 光学系・輸送系・遮蔽

4-1 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) 偏向電磁石ビームライン用分光器の更新とそれに伴う安定化対策

構造生物学Ⅱビームライン（BL40B2）および粉末結晶構造解析ビームライン（BL02B2）の分光器は老朽化が進んだ上、一部部品の調達が困難であるため、分光器本体を更新した。これまでの老朽化対策で取り出した部材のうち、今後の保守に支障を来さないと思込まれる範囲で最大限に部品を交換し、夏期点検調整期間にBL40B2に導入しユーザー利用を開始した。BL02B2については新規製作とし、冬期点検調整期間に設置し（図2）、2016年度から使用される。いずれの分光器にも（1）ポリウレタンチューブによる冷却経路壁の平滑化、（2）吐出圧力安定制御式チラーの使用、（3）配管経路へのアキュム

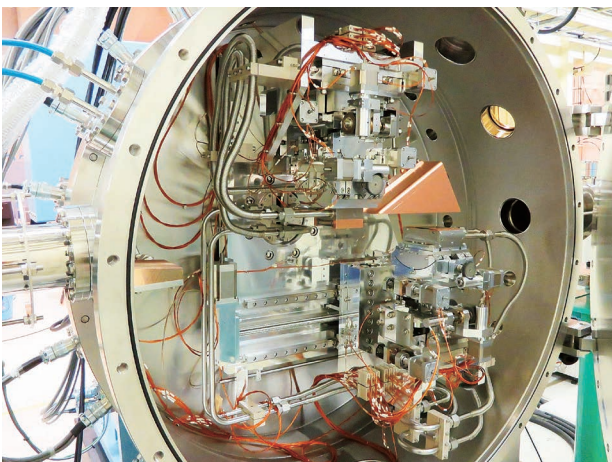


図2 新規製作のBL02B2分光器

レータの挿入の安定化対策を行っている。

(b) 偏向電磁石ビームライン用分光結晶の開発

2014年度より偏向電磁石用ビームラインの分光結晶に関して、冷却性能と無歪み性を両立させる分光結晶の開発を進め、一部ビームラインで試験的に運用した。第1結晶は内部に開けられたトラック形状水路に乱流促進板により乱された水を通し熱交換する方式である。第2結晶はインジウムガリウムを介した間接冷却である。試験運用では、第2結晶に比較的大きな歪みが入る場合があった。X線発生装置を使用した取り付け精度の簡易評価を行い、再現性をもって良好な取り付けを行うことが可能になった。改善された結晶は上記の更新した分光器（BL40B2とBL02B2）に加え、構造生物学Ⅲビームライン（BL38B1）に導入され、2015年度以降に正式運用される。

(c) アンジュレータビームライン用分光器安定化および省エネ対策（液体窒素冷却関連）

2015年度にBL35XUにおいて使用されている液体窒素循環装置の冷凍能力を増強する更新を行った。更新前の装置では高熱負荷となる長波長X線使用時に、フロントエンドスリットの開口を制限する必要があったが、その制限が緩和され、高フラックスでの利用が可能となった。しかし、更新後、数分おきにビーム強度が大幅に減少する液体窒素循環に由来すると考えられる振動が発生した。これについて、液体窒素流量と圧力を調整することで、利用実験に影響しない程度まで発生頻度を減少させた。

放射光の熱負荷が結晶に与える影響を、局所加熱レーザーおよび冷却用液体窒素循環装置を使用したオフライン装置により調査した。その結果、クランプにより導入された機械的な歪みが熱負荷に応じて増加することが判明した。結晶ホルダのクランプ面を平滑化するように構造および加工方法を改めたホルダを試作した。冬期点検調整期間に磁性材料ビームライン（BL39XU）に設置し、2015年度から試験運用している。

液体窒素循環装置は3および4台のヘリウム冷凍機とヒーターにより吐出温度を調整している。冷凍機は常にフルパワー運転であり、アンジュレータからの熱負荷が小さい場合には、過大な冷却分をヒーターで相殺するため無駄が多い。入熱を液体窒素の戻り温度から判断し、冷凍機の運転台数を適正に管理するコントローラを試作した。冷凍機1台の停止で、約9 kWの節電効果が見込まれる。併せて、ヒーター制御も戻り温度によるフィードフォワード制御と吐出温度によるフィードバック制御のハイブリッド方式とし、更なる安定化を試みている。試

作機を冬期点検調整期間にBL39XUに設置し、2015年度から試験運用している。

(d) アンジュレータビームライン用分光器安定化対策 (振動および結晶歪みの低減)

液体窒素の流れによる振動を低減するため、輸送用フレキシブルホースの改良を進めている。アルミナ長繊維メッシュによる内面平滑化に加え、ホースの剛性向上のための外面被覆材の試作を進め、順次ビームライン分光器に導入している。

分光器駆動機構側の剛性を高めることで振動を抑制するための方策として、冗長ステージを撤去しブロックへの置き換えや、ティルトステージの高剛性化を進めている。ティルトステージは下記3種の試作品を製作した (i) スイベルステージを2台並列にしてガイド4本とし、遊びを小さくした物、(ii) 一部のアルミニウム部品をステンレスに交換し、強度と重量を高めた物、(iii) タンジェントバー方式で、バネによる引っ張りを加えた物。これらの内 (i)、(ii) に関しては、オフラインテストで振動抑制効果が認められ、冗長ステージの撤去・ブロック化と併せて、実機への試験導入を検討している。

アンジュレータビームラインでは、分光器第一結晶の狭い範囲に強い放射光X線が照射されるため分光結晶に熱変形が生じ分光特性の劣化を引き起こす。熱変形を定量的に評価するため、結晶冷却試験装置を用いて、現行結晶ホルダを用いた液体窒素冷却、局所照射試験を開始した。その結果、間接冷却ホルダのシリコン結晶、結晶ホルダ間の挿入材量としてグラファイト箱を使用すると、通常使用されているインジウム箔に比べて熱変形が小さくなることが分かった。その結果を図3に示す。この結果を踏まえ、2016年度にはビームラインでの評価を計画している。

(e) 二結晶分光器および液体窒素循環冷却装置の保守

磁性材料ビームライン (BL39XU) および分光分析ビームライン (BL37XU) の分光器の定期メンテナンスを行った。特に異常は発見されず、グリスアップと動作確認を行った。

高分解能非弾性散乱ビームライン (BL35XU) では、一部ステージのリミットが不定期かつ突発的に作動する現象が見られた。分光器配線の再配置を行い解消した。

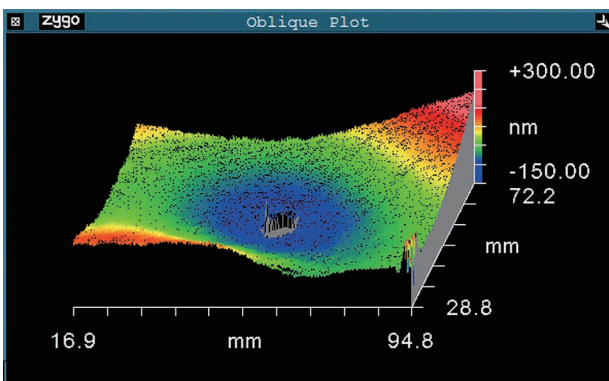
現在稼働している液体窒素冷却分光器を使用するビームラインは、25ビームライン、合計28装置である。循環冷却装置の運転状況は順調であるが、使用するビームラインが増え、10年を超える長期運転している装置が増えている。性能および安全維持のための定期保守に加えて、長期の老朽化対策ならびに省エネ化の検討に着手している。

(2) ミラー光学系の高性能化

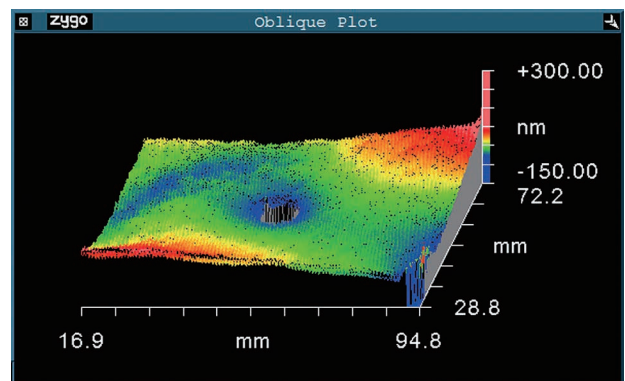
(a) KBミラー集光光学系の高密度化と表面汚染対策改造

BL39XUには2010年度に、100 nm集光KBミラー光学系を構築した。He置換雰囲気としているがミラー表面の汚染やダメージが課題となってきた。また、微小ビームにおける集光フォトン密度の増大への要請が高まってきた。

そこで、従来と比べて100 nm集光時に20倍の集光フォトン密度向上 (2×10^{11} (photon/s)) を目的とした光学系の改良を実施した。新規光学系では、垂直方向集光に関して仮想光源を使用しない配置とし、従来の光学系と比べて垂直方向集光ミラーの焦点距離を短く配置することで、作動距離100 mmを保ったまま、100 nmの集光強度を20倍に向上する設計とした。高強度化に伴いミラー表面へのコンタミ付着防止を目的として、高真空環境下 (10^{-5} Pa以下) で姿勢調整を行う装置を開発した。図4に2015年度末に実験ハッチ2内に設置した超高真空型ミラー姿勢調整装置の写真を示す。2016A期のユーザ



(a) In 200 μm 挿入時



(b) Graphite 100 μm 挿入時

図3 局所加熱 (400 W) 時の表面形状の変化量 (未加熱データとの差分)

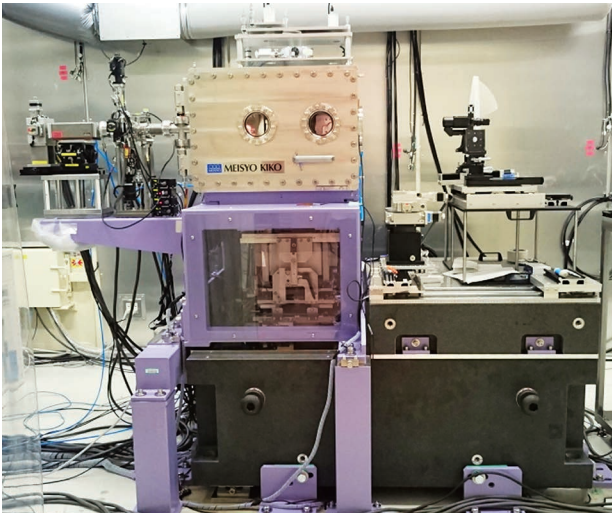


図4 BL39XU超高真空対応KBミラー集光調整装置

一提供を計画し、2016年4月にX線を用いて光学系の調整と集光ビームの評価を実施する予定である。

(b) 部分回転楕円ミラー集光関係の開発

1枚のミラーにより2次元集光が可能な部分回転楕円面ミラーによるナノ集光の実現を目指した。本ミラーは、ライン集光を行う2枚のミラーを交差配置したKB集光ミラー光学系と比較して、高い集光効率が期待できる。しかしながら、2次元的に急峻な非球面形状をもつ部分回転楕円面ミラーは作製が困難であり、従来はマイクロメートルサイズの集光サイズしか得ることができなかった。2015年度は部分回転楕円面ミラーによる100 nm集光の実現を目標とした。本ミラーの作製上の課題であった高精度表面形状計測法と高精度表面加工法の開発を進め、2015年度に本ミラーを計測再現性と同等の1 nm (RMS)の形状精度で作製した。さらに、BL29XULにおいて部分回転楕円面ミラーの評価実験を7 keVのX線で行った。ミラーの加工領域93 mm×0.45 mmからの反射光により、95 nm (meridional)×132 nm (sagittal)(半値幅)を達成した。また、ミラーの加工領域50 mm×0.45 mmからの反射光により、85 nm (meridional)×125 nm (sagittal)(半値幅)を達成した。本ビームを走査型X線顕微鏡に適用することで、50 nmのLine&Space構造を分解し、2次元集光ビームが同一焦点面内で行われていることを確認した。

(c) 軟X線ビームラインミラー汚染対策

軟X線光学素子は超高真空中で使用されているが、利用に伴いその表面に炭素汚染が生じ、光量や分解能などの諸ビームライン性能低下をもたらしている。このため、軟X線ビームラインでは数年に一度の頻度で超高真空容器から光学素子を取り出しオゾンアッシャーで洗浄を行

った後、再取り付け、超高真空立上げ、アライメント作業等を行っている。これに要する時間を削減するため、表面炭素汚染の抑制・除去方法の開発を行った。汚染源解明のため、真空容器等で使用されている各種材料に対して各種の洗浄方法や環境に晒し、有機物・無機物の汚染評価を行うとともに、光刺激イオン脱離種の検出評価を行った。この結果を踏まえ、後述のBL25SUのように光学素子交換を行った複数のビームラインに対し、適切に清浄化処理を施したSiやSiO₂を光学素子からの散乱線を見込む位置に設置した。また、光焼きだし時の表面汚染の進行を抑制する配置に工夫した。立ち上げ後の半年間では炭素吸収端付近での新たな光量劣化は認められなくなり、引き続き定点観測を進めている。

(d) 軟X線ビームライン光学素子更新

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線ナノビームおよび高輝度軟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年度にユーザー利用が開始されている。2015年度にはビームライン建設当初から使用されていた光学素子の交換を行い(図5)、改めて立上げ調整を行った。短期間の立上げ調整で所定の性能(エネルギー分解能・光量)を達成した。

(3) 光学素子評価と高度化

(a) ビームライン用光学素子の形状評価

SPring-8で高性能化を進めているLong Trace Profiler (LTP)を用いてビームライン導入前の集光ミラーのslope errorの評価や、軟X線分光器用の不等刻線間隔回折格子(中心刻線密度300、600、1000本/mm)の刻線パラメータの評価を行い、所定の仕様を満足していることを確認した。また、Fizeau型干渉計を用いて、試作されたBL43LXUアナライザー用結晶(曲率半径:~1.9 m)

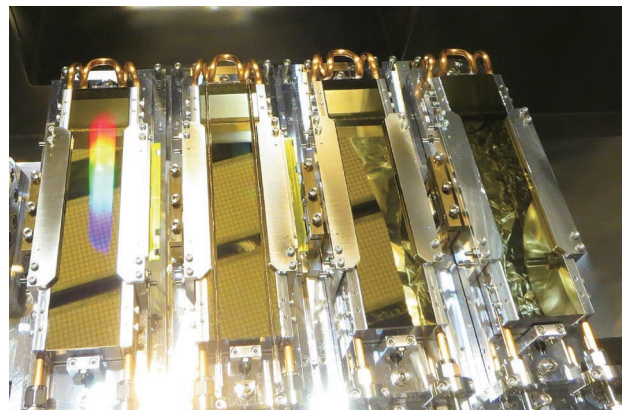


図5 BL25SU-a 軟X線回折格子の更新

の形状評価を行った。

LTPでは、角度センサの光学系配置を新たに考案し、ミラー表面上の空間分解能を従来の3 mmから0.6 mmへ向上させることに成功した(図6)。今後、より高い空間周波数の評価や、急峻な形状を有するミラーのslope error評価に応用可能と考えている。

(b) 大きな入射角分布を有するミラー開発のための形状計測装置の開発

X線ミラー用の表面形状計測には、反射時にX線波面のゆがみを発生させないために1 nmレベルの計測精度が求められる。市販の可視光干渉計を利用することで、平面や球面に比較的に近い形状をサブナノメートルの計測再現性で評価が可能である。しかしながら、従来の可視光干渉計やスティッチング干渉法では、大きな入射角分布(数mrad以上)を持つナノ集光用ミラーのような非球面ミラーの測定において、計測誤差が発生しやすいという課題があった。これを回避するために、変位センサを用いた光学プローブ走査式の形状計測装置の開発を実施した。変位センサを使用することで、大きな入射角分布を持つ非球面形状が測定可能であり、高強度化や微小集光化を目指した大開口ミラーに対応できる。開発した形状計測装置の特徴として、 ± 100 mrad以上の大きな傾斜を持つ被測定面に対して測定が可能である色収差センサを用いており、さらに、零位法を使用することで、色収差センサの高さ測定誤差の影響を原理上無視できる。最終的な形状高さは、34 pm単位の高分解能リニアスケールにより出力される。100 mm長の平面ミラーに関して、測定再現性: 1 nm (rms) 以下と必要要件を満足する値を得た。異なる傾斜角で設置した同一平面ミラーの形状を比較することで、測定不確かさの発生要因の評価、追及を行い、10 mradの傾斜時においても低空間波長成分(SAG)を除くと10 nm (PV) 以下の測定不確かさ

であることを評価した。

(c) 高精度ミラーコーティング技術の開発

サイト内に整備したコーティング装置を用いて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。2015年度は、BL17SU、BL25SUの球面ミラー、および開発中の部分回転楕円面ミラーについてコーティングを行った。また、高精度光学素子コーティング技術の開発として、コンパクト、高スループットな集光光学系が実現可能な多層膜集光ミラーの開発を進めている。このミラーに使用される多層膜について試験成膜・評価を進めている。

コーティング前の基板表面の有機物除去を目的としたエキシマランプ光源による洗浄装置を導入した。エキシマランプの照射面は86 mm \times 40 mmであり、これを走査させることで長尺の基板に対応する。走査範囲は800 mmである。これにより、コーティング膜の密着性向上、表面粗さの低減が期待できる。2016年度より立上げ調整を行う予定である。

(4) 輸送系機器

(a) 標準排気ユニットの粗排気ポンプ更新に向けた評価

X線ビームライン輸送系の真空は、ターボ分子ポンプとスクロールポンプによる排出型ポンプを標準としている。多数のスクロールポンプが連続稼働しており、毎年保守を続けている。機体寿命であるベアリング交換3回以上実施、運転時間50,000時間を超える機体が増え、本体更新を要する時期が到来する。そこで10年ほど前から買い替え台数平準化を計画し、保守内容の見直しによる長寿命化と、間引き運転を実施してきたが、新規導入を計画する時期となっている。2015年度には振動、騒音、保守寿命などの観点から比較検討し、現行機種の外に新たに2機種を標準粗排気ポンプの候補として試験的に導

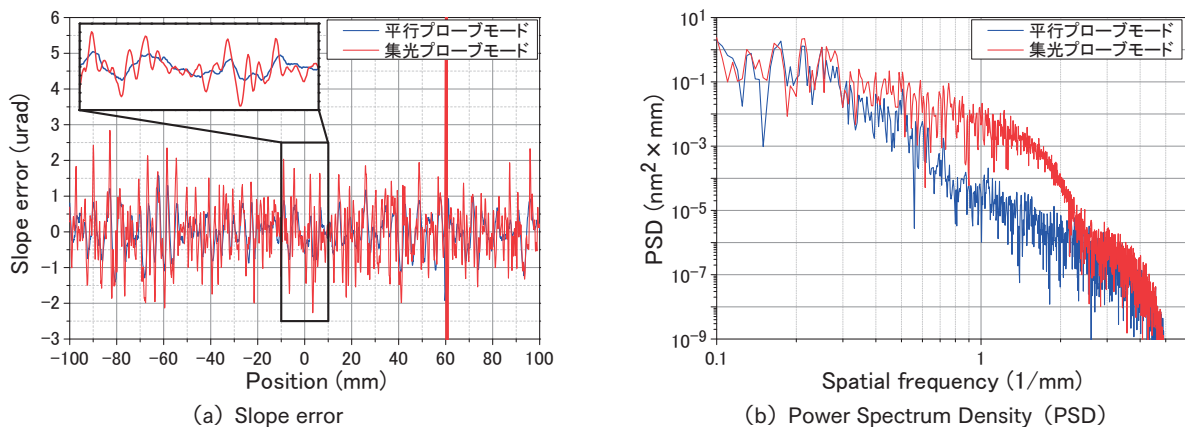


図6 LTPで計測した平面ミラーの(a) Slope errorと(b) Figure errorに対するPower Spectrum Density (PSD)。(青線: 平行プローブモード、赤線: 集光プローブモード)

入した。2016年度には複数のビームラインの光学ハッチ内において評価運転を開始する。

(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、駆動試験とグリスアップ方法を規定した。規定に基づいて2014年度末に点検した。うち2台において固着が認められたため対処を進めている。

(大橋 治彦)

(4) 放射線測定および手法の開発

従来使用してきたガフクロミックフィルム読取システムのソフトウェアを更新し、精度を上げるため、OriginとMATLABソフト間で比較を行い、また校正関数の見直しを行った。

マイクロダイヤモンドについては、マイクロステップ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

4-2 遮蔽

(1) 遮蔽ハッチのハードウェアメンテナンス

ハッチ自動扉駆動部のメンテナンスとして、BL40XU実験ハッチ2自動扉駆動部分解清掃部品交換、BL39XU光学ハッチおよび実験ハッチ1の三方弁交換、BL14B2スライドユニットの交換工事を行った。また老朽化により漏水のあったBL37XUハッチ冷却水配管の補修を行った。

BL43LXU光学ハッチ内照明について、LED照明への変更等を行い、放射線による劣化寿命の調査を行っている。

BL24XU実験ハッチB1の拡張に関し、ハッチ本体の設計および施工計画などについて、専用施設側への助言・指導などを行った。放射線漏洩評価は遮蔽チームが行った。

BL05SS改造について、加速器側担当者等に対し助言などを行った。

BL36XUの実験ハッチ付属の検出器遮蔽体の設計等について、専用施設側への助言・指導などを行っている。

理研エンジニアリングチームからの理研BLの自動扉の改修等で相談に応じている。

(2) 申請時遮蔽計算

第38次変更許可申請において、線型加速器のスリット撤去に伴う線量評価の見直しを実施した。また、第39次変更許可申請において、線型加速器のL1BT出射の廃止、シンクロトロン蓄積運転の廃止、BL05SSにおけるビーム輸送パイプの内径等の変更、およびBL24XU実験ハッチB1拡張に伴う線量計算を行った。

(3) ビームライン放射線漏洩検査

改造あるいは改修に伴う放射線漏洩検査をBL16B2、BL28XU、BL36XU、およびBL43LXUについて行った。