

3-2 ビームライン

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、豊田ビームライン (BL33XU) については2009年4月からの試験調整運転を経て利用に入った。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)、および理研ターゲットタンバク (BL32XU) についても予定通り建設が完了し、2009年秋以降順次試験調整が行われ本格的な利用へと移りつつある。

2008年度に建設が決定した長尺アンジュレータビームラインの理研量子ナノダイナミクス (BL43LXU) では、引き続き各部の仕様の検討、基本設計が進められた。また、新たに京都大学による革新型蓄電池先端基礎科学ビームライン (BL28XU) の建設が決定し、基本仕様の決定の後、ハッチ建設と光学系・輸送チャンネルの一部の機器製作が行われた。

さらに、以下に示すように挿入光源、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実施された。

(後藤 俊治)

2. 挿入光源

2-1 新規増設・改造

(1) ID03・ID32製作・設置

BL03XUおよびBL32XU用挿入光源 (ID03、ID32と略す、以下同様) を新規に製作し、2009年度夏期停止期間中に蓄積リング加速器収納部に設置した。どちらも真空封止型アンジュレータであるがID03は周期長32 mmの標準型、ID32は周期長26 mmのハイブリッド型である。いずれもコミッションングが完了し、大きな問題なく運転されている。

(2) ID07コミッションング

2008年度夏期停止期間中に設置したID07のコミッションングを行った。同挿入光源は4台の水平偏光8の字アンジュレータと3台の位相シフトから構成されているが、それぞれを独立に運転できるように電子軌道補正用ステアリング磁石を配備し、補正電流値のテーブルを作成した。次に位相シフトの最適化を行った。基本波長が同じになるように2台のアンジュレータのギャップを閉じた状態で、位相シフトのギャップを変えながらスペクトルを測定し、ピーク値をその関数としてプロットすることにより最適値を決定した。これらの手順を、必要な基本波長と各アンジュ

レータセグメント全てについて行った。

(3) BL07LSU第二期計画用アンジュレータ製作

BL07LSUでは2010年度夏期点検調整期間中に垂直偏光8の字アンジュレータ4台と永久磁石位相器7台、電磁石位相器7台を追加して設置し、各種偏光状態を利用可能とするための改造が予定されており、2009年度にこれらの装置の製作を行った。垂直偏光8の字アンジュレータについては新しい概念に基づく磁石列を採用し、水平偏光と垂直偏光のいずれでも同等のフラックスを利用できるように設計・製作を行った。また、電磁石位相器については納期並びにコストの軽減を目指し、ヨークにカットコアトランスを採用することとした。

2-2 高度化

(1) クライオアンジュレータ用その場磁場補正法の開発

クライオアンジュレータでは永久磁石列を -150°C 程度まで冷却して使用するが、その際にアンジュレータの磁場性能が損なわれる可能性がある。これは主に (i) 永久磁石の温度係数のばらつきによる誤差磁場の変化、(ii) 磁石列を保持しているアルミニウム製ビームの温度勾配や熱応力による変形、の2つが原因である。これまで行ってきた測定の結果、温度係数のばらつきは小さく (i) による影響は小さいことが明らかとなってきた反面、冷却に伴う局所的なギャップ変動は大きく (ii) による位相誤差の悪化は無視できない量であり、特に周期長の短いアンジュレータでは深刻な問題になることがわかってきた。そこでこれを補正するための磁場補正法を開発した。本手法では冷却した状態で磁場を精密に測定し、その結果から局所的なギャップ変動量を推定し、差動ねじの原理に基づく手法でギャップの局所的な調整を行うことにより位相誤差を補正する。重要な点は測定から調整まで全てを永久磁石列が真空槽内に設置された状態 (その場) で実施できることであり、これはクライオアンジュレータにおける磁場補正では必須の条件である。補正例として図1に磁場測定の結果を示す。(a) は測定された磁場分布から計算された電子軌道であり、(b) は位相誤差である。それぞれ赤線が冷却前、青線が冷却後で磁場補正前、緑線が磁場補正後である。電子軌道には大きな変化がないものの、位相誤差は室温のそれと同等程度まで回復していることがわかる。

(2) ID35の短周期化

ID35を周期長32 mmから20 mmに短周期化するため、2008年度までに製作した門型機械架台に磁石列を設置し、

磁場測定並びに真空槽設置を行い、2010年3月に旧アンジュレータと交換した。磁場測定には挿入光源チームで開発した磁場測定手法SAFALIを利用した。これは門型機械架台を利用したアンジュレータの磁場測定には必須の技術である。交換後、ベーキングや真空立ち上げ、各種コミッションを経てBL35XUのユーザーに供され、順調に運転がなされている。

(田中 隆次)

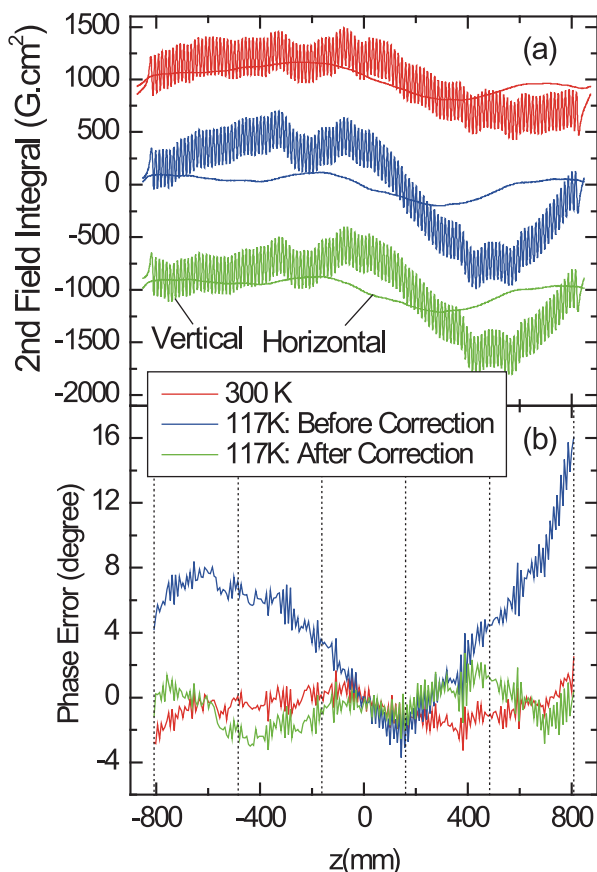


図1 クライオアンジュレータにおけるその場磁場補正法適用結果。(a):測定された磁場分布から計算された電子軌道、(b):位相誤差。赤線:冷却前、青線:冷却後で磁場補正前、緑線:磁場補正後。

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

2009年度夏期停止期間にBL03XUのフロントエンド建設を行った。また、2009年度第1サイクルにBL33XU、第4サイクルにはBL03XU、BL07LSU、BL32XUのコミッションを実施した。

(2) 既設フロントエンドの改造

1) BL35XU/高熱負荷機器改造

BL35XUではフラックスの増加を目的とした短周期型アンジュレータへの交換が2009年度に行われる。短周期型ア

ンジュレータは強い磁場を出すために挿入光源ギャップを狭める必要があり、その結果熱負荷が急激に増大しK値1.5 ($E_{1st}=14.4$ keV相当)を達成するためには既設の標準真空封止型アンジュレータ対応の高熱負荷機器では処理できない。そのため、ダブルスリット部のタンタル製ブレードを従来の直入射型から斜入射型に変更した「高耐熱型XYスリット」とその上流に設置する「アルミナ分散強化銅製可動マスク」を新たに設計し据え付けた。

2) BL14B1およびBL16B2/ベリリウム窓交換

ビームライン担当者からの要求により、出射ビームの均一性向上のためベリリウム窓を初期型(粉末素材)から高純度・高面粗度型(融解素材)に交換した。

(3) BL43LXUフロントエンドの設計

SPring-8で最大の熱負荷(全放射パワー:約50 kW、最大パワー密度:約3 MW/mrad²)を持つことになるBL43LXUのフロントエンドの設計を行った。アルミナ分散強化銅の熱的限界調査の結果を基に、高熱負荷機器の許容実効パワー密度を従来の設計指針の2倍以上にあたる35 W/mm²に引き上げた。高熱負荷機器は、上流側から固定マスク、上流可動マスク、下流可動マスク、アブソーバ、XYスリットで構成され、アブソーバ1台の総吸収熱量は約18 kWにも及び、最高温度は300℃を超える。また、既設のBL43IRとクロスする共有真空スペースを持つため、真空インターロックの設計にも留意した。

当該フロントエンドは2010年度に建設し、2011年度からの運転に備える。

3-2 高度化

(1) 無酸素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に引き続き、SPring-8においてもいくつかの高熱負荷機器で使用されている無酸素銅の熱的限界調査に着手した。無酸素銅とアルミナ分散強化銅の素材価格は十倍近い差があるため、両材料の限界性能を定量的に評価することは意義深い。手順は基本的にアルミナ分散強化銅の場合に実施した手法を踏襲しており、まず材料の機械的特性を調査した。その結果、無酸素銅の疲労特性は常温から300℃までは1本の疲労曲線で纏めることができるが300℃を超えると一定の割合で低下すること(図2)、また基本的に無酸素銅はアルミナ分散強化銅に比べて低サイクル側で良い特性をもつこと(逆に高サイクル側ではアルミナ分散強化銅に優位性がある)が確認できた。これは両材料の強度、延性の特性で得た結果とも傾向が一致した。一方でクリープ試験(定常クリープ速度の測定)の結果、無酸素銅はアルミナ分散強化銅に対して極端にクリープ特性が低下することが判明した。さらに、電子ビーム照射装置と特殊な試験片を用いた低サイクル疲労破壊試験を実施中であり、アルミナ分散強化銅製試験片で実施したように、観察された破損繰り返し数(Observed

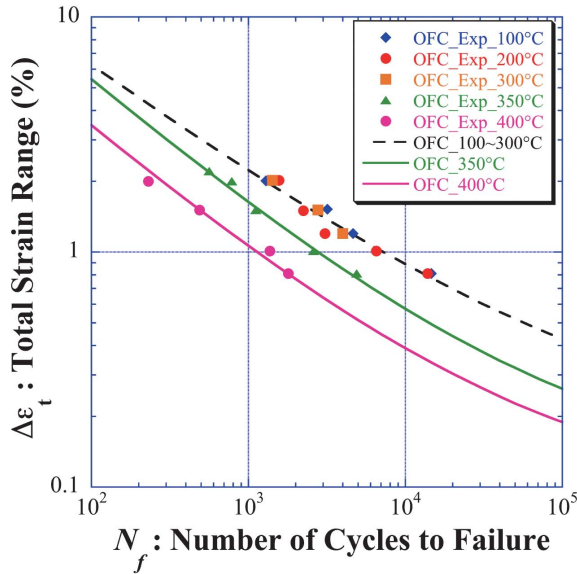


図2 無酸素銅の低サイクル疲労特性（全歪み範囲と破損寿命との関係）

Life) とFEM解析から算出した予測寿命 (Predicted Life) との比較検討を行う予定である。

(2) 放射光を使った残留歪みの定量的評価

2008年度に引き続き、BL02B1においてアルミナ分散強化銅製試験片の内部残留歪みの評価を実施した。FEM弾塑性解析により算出された歪み量の妥当性の検証を行うものであり、2009年度は疲労破壊の主要因子である塑性歪みの評価を実施した。実験は前回同様、縦振型4軸回折計による透過型歪みスキャンング法を用いて、繰り返し照射回数異なる5個の試験片について実施した。塑性歪みは直接測定が困難であるため、既知の圧縮塑性歪みを持つ別の試験片と回折プロファイルの半値幅を比較することにより当該試験片の塑性歪み量を推定した。その結果、FEM解析では2回照射で1.4%、10回以上の照射では1.8%で一定となるのに対して、実験では照射回数が2回以上の全ての試験片で0.7%~2.7%と推定された。2009年度の結果がやや不明瞭であったため、今後は、塑性歪み量が既知の試験片の形状を変更することで、当該試験片の塑性歪み量をより明確にする測定を実施する予定である。

(3) 高品質窓の開発・評価

X線透過窓材料としては真空蒸着法に基づくベリリウム箔がX線光学的な性能において現在最良の特性を有するが、製造設備の老朽化によりこれまでの製造業者からの新規調達が可能となった。そのため、別のベリリウム箔製造業者から試作品の提供を受け1 kmビームラインBL29XUにおいてX線透過イメージによる評価を実施したところ、改善点はあるものの実用化の可能性があることが判明した。今後は、不純物が低減されより厚い箔を試作し、透過イメージの評価とともに真空気密性についても調査を行う。

(4) クイックスタートに向けたベンディング用光位置モニター (XBPM) の整備

2010年度以降、蓄積リングの運転サイクルの短期化が予定されており、サイクル間の停止期間は、長期停止を除いて基本的に3日間となる。従来、運転再開時にはビーム軌道を安定性させるため、加速器立上の3日前から蓄積リングの電磁石の通電を開始していたが、サイクルの短期化に伴い停止回数が増加することになり通電経費も無視できないので、このウォーミングアップ時間を取らずに加速器を立ち上げること(クイックスタート)が計画されている。

各ビームラインにおける光軸変動の確認のために光位置モニター (XBPM) が必要である。当初導入されたベンディング用XBPMは位置分解能が数10 μm程度と不十分であったため、挿入光源用XBPMと同程度の位置分解能 (1 μm程度) に向上させる必要が生じた。そこで、まだ高分解能化の対策が施されていなかったBL12B2、BL14B1、BL16B2のXBPMの検出部の改造を行った。クイックスタート試験が行われ、XBPMを用いた光軸の位置変動を確認した。図3は、蓄積リングにビームが入射されてから約14時間の変化を示す。高分解能対策が施された各XBPMに対し、(試験時に) 施されていなかったBL12B2の位置分解能が極端に悪いことが分かる。現在は、MBSの上流にある全てのXBPMに対して高分解能化の対策が完了している。

(高橋 直)

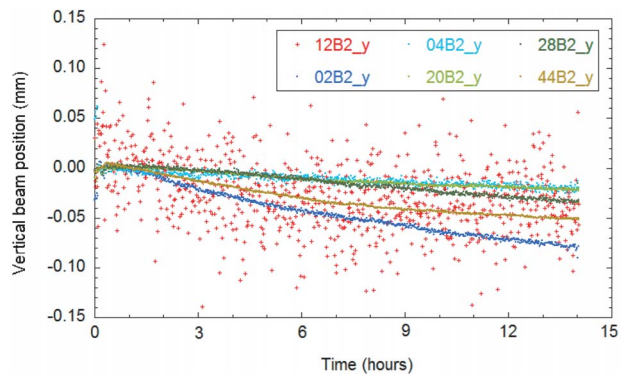


図3 クイックスタート試験でベンディング用XBPMにより観測された鉛直方向の光軸変動。BL02B2、BL04B2、BL20B2、BL28B2、BL44B2の各XBPMは高分解能化の対策済み。BL12B2のXBPMは本試験の後に対策を施した。

4. 光学系および輸送チャンネル

4-1 新規増設・改造

理研ターゲットタンパク (BL32XU) と理研量子ダイナミクス (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)、京都大学革新型蓄電池先端基礎科学ビームライン (BL28XU) の建設のため、光学系について技術的支援を行った。

4-2 光学系

(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

(ア) アンジュレータ用直接水冷結晶分光器の安定化

2008年度までに実施したパイロットビームラインにおける安定化対策を、BL46XUの分光器に適応した。具体的には(a) アクムレータ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、(c) 結晶冷却水を用いた結晶角度調整用ステージ温度の均一化、(d) 結晶冷却水を用いた結晶位置調整用ステージ温度の均一化、(e) モーター不使用時の励磁オフ、(f) 放射線シールドの設置、(g) ゴムシートによる排気用スクロールポンプの振動対策を行った。ステージ温度の均一化は水路加工された結晶ホルダによって行われるが、2008年度までに製作した構造をもとに、性能はそのままに製作の簡便さと信頼性を向上させるため見直しを行い、溶接箇所を極力減らす方針で新規に設計した。変更前と変更後を図4に示す。

(イ) 標準型X線二結晶分光器の老朽化対策

1997年の供用開始以降の長期にわたる使用により、複数のビームラインの二結晶分光器で性能の劣化や損傷が顕在化している。主要なものとして、モーターケーブルの放射線劣化、モーターの経年劣化、ギアの磨耗、グリースの固着などがある。光学系グループでは、昨年度までに点検のための作業手順を整備し、それに基づいて二結晶分光器の点検を順次進めている。異常が見られた分光器に対しては、長期運転中止期間を利用して点検と補修を行っている。

2008年度の点検で異常が見られた分光器に対して、BL02B1ではモーターの交換を、BL09XUでは配管の位置調整を、BL10XUではステージの交換を、BL38B1ではモーターケーブルの補修を行った。作業手順書を整備し、理研ビームラインや専用ビームラインの点検に使用されている。

BL02B2の分光器では新たにブラッグ角の微小角度調整ステージの不具合が生じ、利用に支障を来すようになった。原因はウォームギア支持用ベアリングのバランス劣化と、ウォームホイール支持用メネジの緩みであった。当該分光器の製造業者は放射光関連事業から撤退しており抜本的対策は困難であるため、代替部品の設計、製作を進め応急処置を行った。あわせて、リミットスイッチの補修やグリースアップ等の整備を行い、当面の障害を回避できる状況としている。

(ウ) Quick XAFS計測のための分光器運転の最適化

BL01B1は最初期に建設されたビームラインであるが、時代の要請に応じてQuick XAFS計測が実施されている。この際、標準分光器の導入当初とは異なり分光器のθ軸を高速に回転させるという運用を行ってきた。近年、測定中のθ軸の動作不良が月に十回程度確認されるようになってきたため原因調査を行ったところ、Quick XAFS測定時にθ軸に過度の負担がかかっていることが判明した。分光器はθ軸にかかる重量バランスを保つために圧縮空気を使用してステージを引っ張り上げているが、Quick XAFS測定手順の一部に重量バランスを損なう操作が入っていて、回転精度が出ていなかった。このため、測定手順の代替案を提示し、Quick XAFSに対応した運転モードを確立した。

(エ) ダイヤモンド結晶のオフライン評価

BL10XU等では分光結晶としてダイヤモンド結晶を使用している。ダイヤモンドを結晶ホルダにマウントするために、インジウムシートをホルダとダイヤモンドの間に挟んで加熱する方式を採用している。この方式ではマウント時にダイヤモンドにひずみが入ることがあり、マウント後の性能評価が必要である。既設のX線管装置を精密調整し、簡易的にオフライン評価が可能なセットアップを準備し、オンラインでの調整時間の短縮を可能とした。

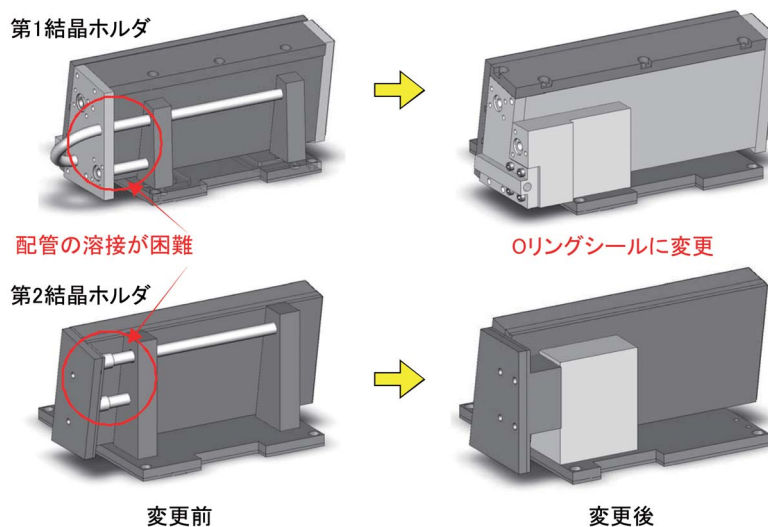


図4 アンジュレータ用直接水冷結晶ホルダの改良

(2) 集光光学系の普及促進

高強度マイクロ・ナノビームのビームライン実験系への導入を目的とし、新たに4ビームラインにおいて、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、ビームラインへの導入、評価を行った。

BL19LXUでは、マイクロ回折顕微鏡のための高強度100 nm集光ビームの実現を目的とし、KB集光ミラーの設計と、ミラー姿勢調整機構の開発を行った。BL19LXUのロングアンジュレタ高輝度光源と、約130 mのビームライン長を利用することで、100 mmのワーキングディスタンスを有し、ビームサイズ100 nmに 10^{10} photons/s台の強度をもつ高強度ナノ集光KBミラー光学系を開発した。2010A期にビームラインにインストールし、集光ビームサイズと集光光子数の評価を行う予定である。

BL32XUでは、微小タンパク質結晶の構造解析用集光プローブをユーザーに提供することを目的とし、KBミラーによるマイクロビーム集光光学系をビームラインに設置した(図5)。高安定性に重点を置いたKBミラー姿勢調整機構を開発し、2008年度に開発したKBミラーとともに、集光光学系を評価した。その結果、2009年11月に12.4 keVのX線において、最小集光ビームサイズ $0.9 \times 0.9 \mu\text{m}^2$ 、集光光子数 6×10^{10} photons/sを、730 mmのワーキングディスタンスを有する400 mm長KBミラーにより実現した。2010A期からのユーザー提供を予定している。

BL39XUでは、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いた10 GPa程度の高圧下でのX線磁気円二色性分光

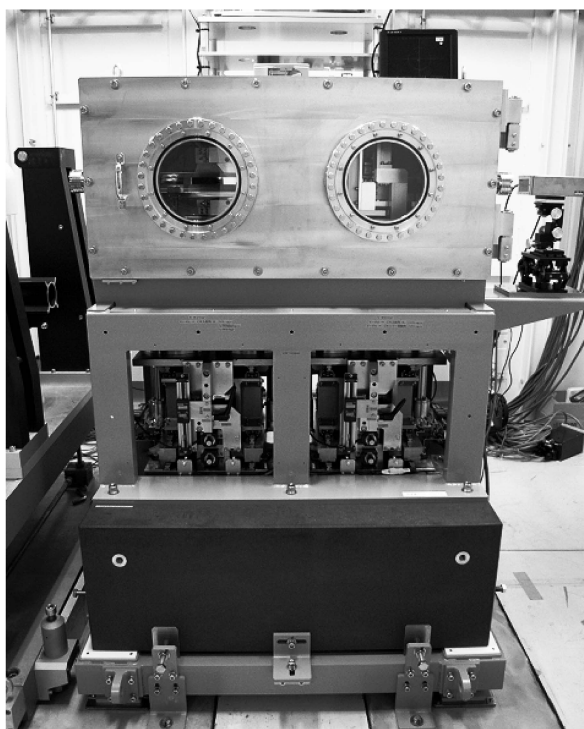


図5 BL32XUに設置されたKBミラー姿勢調整機構

(XMCD) 実験のための高強度集光プローブと、XMCDの高分解能走査型顕微鏡のための集光プローブの、計2タイプのKBミラーとミラー姿勢調整機構をビームラインに設置し、ユーザーへのマイクロビーム提供を開始した。高圧下XMCD実験のためのKBミラーを評価した結果、7.7 keVで集光径 $8 \text{ (H)} \times 6 \text{ (V)} \mu\text{m}^2$ (FWHM)、集光光子数 3×10^{12} photons/s、ワーキングディスタンス360 mmの超電導電磁石中でのDACに照明可能なマイクロビームを実現した。その後、ユーザーへのマイクロプローブ提供を開始し、光学ハッチ内素子の低振動化対策後、2010年1月に集光径 $5 \text{ (H)} \times 4 \text{ (V)} \mu\text{m}^2$ (FWHM)、非集光時と比較し集光光子密度3400倍以上を達成した。XMCD用高分解能顕微鏡のためのKBミラーを評価した結果、2009年11月、集光サイズ $2.2 \times 2.4 \mu\text{m}^2$ (FWHM)、集光光子数 3×10^{12} photons/sを実現した。また、フロントエンドのXYスリットを仮想光源とすることで、最小ビームサイズ $1.0 \times 1.4 \mu\text{m}^2$ (FWHM)を達成した。

BL46XUでは、硬X線光電子分光(HAX-PES)装置用の縦集光ミラーとミラー姿勢調整機構のビームラインへのインストールを行った。HAX-PES装置では、高速で高エネルギー分解能な測定を行う上で試料を照明するX線光子密度が十分でなかったため、集光光学系の導入により試料照明X線光子密度を増加することで、光電子の検出量の増加を目指した。縦方向集光光学系を2009年4月に導入した結果、縦方向集光ビームサイズ $15 \mu\text{m}$ (FWHM)が得られ、約35倍の集光光子密度増大を達成した。2009年4月よりユーザーへの提供を開始した。

(3) 高精度集光光学素子評価技術の開発

ナノ集光用ミラーや800 mm長尺ミラーに対応したX線ミラー表面形状計測システムRADSI (Relative Angle Determinable Stitching Interferometry)の開発を進めた。本計測システムは、直径150 mmの視野を持つフィゾー型干渉計と高精度ミラー姿勢調整ステージを組み合わせた高精度ステッチング干渉法に基づいている(図6)。装置環境の安定化対策を行った結果、温度安定性に関して $0.05^\circ\text{C}/\text{日}$ (RMS)以下を得た。さらに、フィゾー型干渉計単体では評価が困難な曲率半径25 mを持つ非球面形状に関して、100 mm長あたり1 nm (RMS)以下の計測再現性でX線ミラーの表面形状を評価可能となった。

(4) 軟X線ビームラインにおける分光器の最適

BL07LSUの建設、コミッションング、光学調整について技術的な支援を行った。分光した光での挿入光源スペクトルのエネルギープロファイル測定しながら偏光制御アンジュレタのギャップおよび移相器の最適化を行った。また、内殻吸収スペクトルを用いて分光器の分解能最適化を行った。図7に回折格子(中心刻線密度600本/mm)を用いて計測した窒素の内殻吸収スペクトル例を示す。

(大橋 治彦)



図6 X線ミラー表面形状計測システム
RADSI (Relative Angle Determinable Stitching Interferometer)

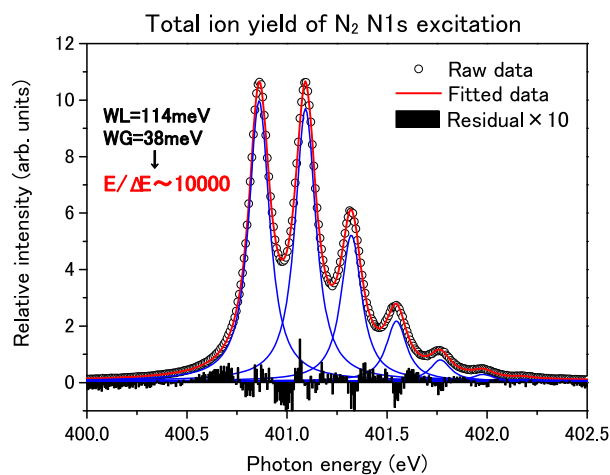


図7 BL07LXU分光器立ち上げ調整により得られた窒素の内殻吸収スペクトル (回折格子600本/mm)

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改良

2008年度までに導入を進めてきたアンジュレータビームライン用単色高精度スリットの改良を進めた。BL13XUでは高次光除去、集光のために横振りの2枚組ミラーが使用されており、使用波長に応じてミラーの角度を変えるため水平方向へ光軸が移動する。すべての使用波長に対応できるようにブレードの形状および寸法を改良し対応した。

BL29XUにおいて、プロトタイプ機からの交換を行った。このプロトタイプ機は、微小開口設定時に度々ブレードの

衝突が発生しており、高精度駆動ステージが損傷を受けて駆動不能になる場合があった。このため、対向ブレードの衝突防止機構を備えた高精度スリットへの交換を実施した。

(2) 光学系冷却装置の安定化

液体窒素冷却分光器を使用するビームラインでは、安全確保のため光学ハッチに酸素濃度センサーを設置している。例年夏期定期点検調整期間に測定素子の交換を実施してきたが、交換直前の夏にかけての高湿度時期に素子寿命及び湿度による誤報が多く発生していた。これを解消すべく、素子の交換時期を年度末点検調整期間に変更した。

新たに2つのビームラインで液体窒素循環装置が導入され、液体窒素冷却分光器を使用するビームラインは合計17ビームラインとなった。循環装置の稼働開始から10年を超えるビームラインがあり、これまで行ってきた性能および安全維持のための通常保守に加えて、老朽化を考慮した保守計画を立案すべく長期の保守情報の集約を行っている。

一方、光学素子用冷却水循環装置の性能(圧力変動、流量変動、温度変動)をビームラインにおける実際の使用条件に合わせて高精度に評価するための設備を整備し、ビームラインに導入前に冷却水循環装置を評価することを可能とした。これにより、冷却水循環装置に製造業者ごと、個体ごとに大きなばらつきがあることが判明し、運転条件の最適化を進めている。

(3) 輸送系機器の故障原因の究明

放射線遮蔽光学ハッチ内における真空ゲージ、真空ポンプコントローラー、水冷チラー、水流量計などの電子機器について特定の場所における繰返しの故障が発生している。

例えば、2.5年で計4回程度の頻度で故障する箇所があり、鉛カバーを設けるなどして逐次対応を進めている。2009年度は機器保護に効果的な遮蔽体の材質や厚さの見積を行うために、ガフクロミックフィルムを用いた放射線量計測チップを作成し、50 mGyから300 kGyの範囲で計測を実施した。最も故障が頻発に発生した偏向電磁石ビームラインの水冷スリット上流近傍の真空ゲージコントローラーに対して、約40 Gy/日の線量を観測した。この場合は、鉛(1.5 mm厚さ)の遮蔽だけでは不十分であるため、機器をスリットから約2 m遠ざけることで故障発生を回避できるようになった。

一方、放射線量や使用年数と関係なく5~10年の使用で故障率が高い真空ゲージコントローラーが見出された。製造業者の協力のもと原因を究明したところ、経年劣化によるコンデンサーの故障と判断された。使用年数ながいが故障発生率の低い本体基板と、それより使用年数が若干短いが故障発生率の高い本体基板を比べたところ、一部製造ロットについて部品配置が若干変更され、後者においてコンデンサーと放熱板との距離が近づいていることが明らかとなった。コンデンサーの使用温度が若干高くなったため、寿命に影響が発生したものと推定され、放射線劣化とは異

なる老朽化と判断された。今後、運用が10年を超え、故障頻度の高いロットについて順次交換を進める計画である。

(大橋 治彦)

4-4 遮蔽・放射線安全

(1) 放射線安全

(ア) 新規増設・改造ビームライン遮蔽計

26次変更許可申請においてアンジュレータ追加(BL07LSU) およびビームライン延長(BL05SS)に伴う遮蔽計算を実施した。

(イ) ビームライン放射線漏洩検査

新規・増設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、11月にBL03XU、BL07LSUおよびBL32XUにおいて実施した。また、改造等に伴う使用前検査をBL20B2、BL11XUおよびBL33XUにおいて実施した。

(ウ) 加速器遮蔽計算および測定

26次変更許可申請においてL3BT、LSBTの最大出射電子数およびシンクロトロン最大入射電子数の変更に伴う線量計算を行った。

27次変更許可申請においては、インターロックエリア管理移行に伴い、シャッターおよび局所遮蔽の追加が必要となった。線源条件を把握するため、線型加速器、シンクロトロン、L3BTおよびL4BT収納部内の線量測定4回にわたり、加速器部門および安全管理室と共に実施した。L2、L3モード各々の運転時に、電離箱、レムカウンター、ルクセルバッジ、熱蛍光線量計、バブル検出器等を貫通部付近を中心に設置し、中性子およびガンマ線の線量を測定した^[1]。これらの結果と遮蔽計算より、追加遮蔽の仕様を決定した。加速器安全インターロック更新に伴うロジック構築については、ワーキンググループにおける作業に参加した。

(2) 放射線関連機器の開発および運用

(ア) 医学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

BL28B2にて数十 μm 幅のスリットビームを等間隔にすだれ状に照射する腫瘍治療研究が行われており、その治療効果には、ピーク線量と谷線量が重要と考えられている。そこで、数 μm の位置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を考案し、その運用を行っている。2009年度は、ユーザーの要請によりビーム幅を変えた線量分布データを測定し、提供した。

(イ) 放射線劣化対策用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は、蓄積リング収納部内機器の放射線損傷予防に広く利用されており、スタッフは自由に利用できる。2009年度は、定期的な線量校正を実施した。また、2008年度設置した赤色LEDを用いた高感度リーダーの校正も行い線

量域を広げた。

(ウ) パルスX線調査用電離箱の製作

チョッパー等により間引いた放射光や自由電子レーザーX線は、パルス間隔が長く各ショットは独立事象となり、電離箱飽和特性の評価には別な取り扱いが必要となる。そこで、従来使用してきた電離箱とは寸法の異なる電離箱を製作し、パラメータ依存性について調べた。

参考文献

[1] 第14回マシINSTAディ報告会、SPring-8 Document A 2010-003 (2010).

(竹下 邦和、成山 展照)

光源・光学系部門
後藤 俊治