

1. 全体概要

1. はじめに

SPring-8キャンパスは、大型放射光施設SPring-8とX線自由電子レーザー施設SACLAを有する放射光科学リサーチ・コンプレックスとして、学術と産業の発展に貢献している。「SPring-8・SACLA年報2014年度」では、2014年度のSPring-8とSACLAの現状を紹介する。

2-1 予算

2014年度の施設運営に係る予算について、SPring-8の運転・維持管理等に必要な予算は独立行政法人理化学研究所に、SPring-8の利用者選定および利用支援に必要な予算は登録施設利用促進機関である公益財団法人高輝度光科学研究センターに、それぞれ国から交付された。

2-2 組織

2014年度においても、独立行政法人理化学研究所、公益財団法人高輝度光科学研究センター、専用ビームライン設置者等のそれぞれ役割分担の下、SPring-8は運営された。

さらに、SPring-8サイト内に設置されているニュースバル放射光施設（兵庫県立大学）や兵庫県放射光ナノテク研究所（兵庫県）を加え、SPring-8サイト全体として最先端放射光研究に関するリサーチ・コンプレックスが形成されている。

2-3 施設運転状況

2014年度は、合計8サイクルの運転を実施し、総運転時間は5,080時間であった。また、総放射光利用時間に対するダウンタイムの割合は、約0.42%であった。

2-4 利用研究状況

2014年度は2014Aと2014Bの二期の共同利用期間において、共用施設は、2014A期に624件、2014B期に858件の課題が実施（合計1,482件）され、それぞれ、延べ4,129人、5,766人に利用（合計9,895人）していただいた。専用施設は、2014A期に292件、2014B期に331件の課題が実施（合計623件）され、それぞれ、延べ2,710人、3,573人に利用（合計6,283人）していただいた。

3-1 加速器

2014年度のSPring-8加速器総運転時間は5099.3時間、

蓄積リングの運転時間は5080.7時間であった。ユーザータイムは4057.8時間であり、計画4080時間に対する利用率99.5%となり、2013年度に引き続き記録を更新した。トラブルによるユーザータイム停止時間は17.1時間であり、26回のビームアポルトあるいは計画外のビーム廃棄が発生した。ダウンタイムの内、9.2時間（15回）は加速高周波関係が占めている。近年、高周波電源の経年劣化の影響が顕著となって来ており、現在、電源の更新計画が進行している。

SPring-8では、トップアップ運転を継続しているが、入射器のトラブルなどによるトップアップ運転の中断は極めて少なく、ユーザータイム中のトップアップ入射継続率は99.0%に達している。この間、蓄積電流値の変動は0.03%程度に抑えられ、光源として極めて安定している。また、ユーザータイム中の入射効率は80%以上に保たれている。

パルス放射光を用いる利用が増加し、2011年度以降マルチバンチモードでの運転がなく、2014年度はセパラルバンチモードが54.1%、ハイブリッドバンチモードが45.9%であった。ハイブリッドバンチモードのうち、より強い単パルス放射光を利用するため、全週の11/29に低電流バンチトレインと対向に1個の孤立バンチ（5 mA）を配したモードが2012年12月より提供され、2014年度には20.6%が時分割実験などに利用された。

線型加速器は、2013年度より2 Hz高速切替えによるSPring-8とNewSUBARUの両方同時のトップアップ運転に対応している。2014年度の線型加速器総運転時間は5099.3時間、フォールト回数は、年平均では0.25回/日であった。トップアップ運転の中断時間は2014年度0.26%で、2013年度より微増傾向にある。中断原因は多岐にわたるが、主として各種部品の老朽化によるものであり、装置の事前診断と共に老朽化パーツの交換を進めていく。この他、線型加速器バンチャー部RF位相の精密設定、電子銃カソード暗電流測定装置の開発、極短バンチモニター開発テストベンチの整備などが行われている。

ブースター・シンクロトロンおよび蓄積リングは1997年の供用開始以来17年を経過しており、機器によっては導入から20年に達するものもある。このため、老朽化対策が必須となっている。ブースター・シンクロトロンでは、主電源の主要部品のサイリスタが供給停止となっているため、後継の代替品への転換を実施している。2014

年度は4極電磁石用パターン電源に関して手配を行っている。偏向電磁石用パターン電源のアクティブ・フィルタ故障対策として、供給停止となったアンプの後継器の手配を行った。出射キッカー高圧ケーブルの電流導入端子が固着するトラブルが発生し、原因究明と対策を進めている。また、ローレベル系ケーブルおよび可動チューナー駆動用ステップング・モーター関連機器の不良により一時的にトップアップ運転の中断頻度が増大したため、原因機器を交換した結果、中断の頻度は十分に低く抑えられた。

蓄積リングでは、挿入光源のギャップ駆動に伴って生ずる非線形結合に起因する入射効率の低下を抑制するためスキュー8極電磁石2台を増設した。また、老朽化対策として、高周波加速空洞に高周波電力を供給するクライストロン高圧電源の更新を開始した。2014年度は、蓄積リングのA～Dの4ステーション用に4台の電源を製作した。電源設置はC、Dステーションについては2015年度に、A、Bステーションについては2016年度以降に予定している。この他、狭小ギャップを目指すセラミックチェンバー一体型パルスマグネットの開発、蓄積リング入射パンプパルス幅精密調整と監視システムの整備などが行われた。

3-2 ビームライン共通部

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、既存ビームラインに関しては、軟X線固体分光ビームラインBL25SUの光学系および実験ステーションの改修と調整が行われ、供用が再開した。また、BL13XUにおいて実験ハッチが増設され、ナノビーム利用の可能性が拡大された。

挿入光源では、BL43LXUの長尺アンジュレータの改造が行われた。磁石列が狭ギャップとなるために熱損傷を受けやすい問題のあった磁石カバーの改良が行われ、部分的にアブゾーバが追加され3セグメントでの運転が可能になった。さらに、挿入光源の機構改良に向けた吸引力相殺機構の開発が行われた。

フロントエンドに関しては、ダウンタイム時間短縮に関連し、メインビームシャッタの閉信号の中継端子が廃止され、ビームライン改造時などに誤ってビームアポートさせる可能性が低減された。放射光の取り出しの障害となったBL13XUのベリリウム窓の再アライメントが行われた。BL07LSU、BL39XUにおいて光位置モニターの調整が行われた。また、高度化としてジルコニウム銅の熱的評価、および高速遮断シャッターシステムの定量的性能評価などが実施された。

光学系・輸送チャンネルにおいては、二結晶分光器の安定運用のため、本体および冷却装置の維持管理や低振動化への改良、老朽化対策が実施された。BL35XUにおいて老朽化した二結晶分光器の交換が行われるとともに、液体窒素冷却の冷却能力の増強が行われ、高い熱負荷での運用が可能となった。BL09XUおよびBL41XUにおいてマイクロビームのミラーによる集光光学系が整備され、それぞれHAXPESとタンパク質結晶構造解析の高度利用に供されることになった。軟X線固体分光ビームライン(BL25SU)で光学系と実験ステーションの改修・調整では所定のエネルギー分解能、集光性能が得られ、A、Bブランチともに供用が再開された。オフラインでは、ビームライン用高精度光学素子の形状評価や、高精度光学素子コーティング技術の開発が行われた。

放射線・遮蔽関連では、BL13XUの実験ハッチ増設が行われ、また第36次、37次変更許可申請に関連して、線量評価が行われた。また、改造等に伴う放射線漏洩検査がBL43LXUなど複数ビームラインにおいて実施された。

3-3 ビームライン実験ステーション

共用ビームラインにおいてミクロンからナノの集光X線ビームを利用した高空間分解能測定が進展している。この進展の背景には、(1) SPring-8の高輝度光源特性のさらなる活用、(2) 材料科学・物質科学におけるメゾからミクロン領域の不均一構造研究の拡大、(3) 強力かつ多彩な放射光X線を用いた分析・解析手法の確立、がある。この利用の進展には、加速器、ビームライン共通部、制御の開発・高度化成果に加えて、ビームライン実験ステーションにおける高度化および整備が貢献している。2014年度の高度化および整備の例としては、BL10XU(高圧構造物性ビームライン)における地球惑星科学や高圧構造物性研究のためのナノビーム高圧X線回折用精密ステージシステムの構築、BL13XU(表面・界面構造解析ビームライン)における半導体・デバイス材料研究のための高分解能マイクロ回折装置の整備、BL25SU(軟X線固体分光ビームライン)における磁気イメージングのための軟X線ナノビームMCD装置の開発、BL20XU(医学・イメージングIIビームライン)における材料科学・地球科学・宇宙科学のためのXRD-CT装置の開発・高度化、などがある。XRD-CTはX線計算機トモグラフィ(Computed Tomography, CT)にマイクロビームX線回折(XRD)的手法を組み合わせることで、試料内の結晶粒の方位とその3次元分布を非破壊で観察することができる。その他、BL39XU(磁性材料ビームライン)ではK-Bミラーの前段に有機材料の複合屈折レンズを配置することによる集光効率および集光光子数の向上、BL08W(高エネルギー非弾性散乱ビームライン)ではコ

ンプトン散乱イメージング用の115 keV用Ni製複合屈折レンズの開発、などが行われている。さらに、BL09XU（核共鳴散乱ビームライン）においては硬X線光電子分光実験用のK-Bミラーの調整が進み、BL35XU（高分解能非弾性散乱ビームライン）においてはK-Bミラーの調整およびX線ビーム位置・サイズ評価の迅速化が行われた。また、上記の集光X線ビームを用いた手法以外の例として、BL43IR（赤外物性ビームライン）において近接場を利用した赤外顕微分光のビーム安定化対策が進展している。その他にも、in-situ, operando計測技術の開発、X線イメージング技術のハイスループット化、小角散乱におけるバックグラウンド低減、などの高度化・整備が進んでいる。

以上のように、SPring-8の共用ビームライン実験ステーションでは多彩な高空間分解能測定手法が整備され、物質科学、材料科学、生物科学の分野において、機能と直結するメゾ構造の研究が進みつつある。

3-4 制御

MADDOCA (Message And Database Oriented Control Architecture) は、SPring-8で開発された制御フレームワークであり、蓄積リング、放射光ビームラインの制御へ適用された後、兵庫県立大学NewSUBARU、SPring-8入射器、広島大学HiSORの制御にも順次適用された。直近ではSACLA/XFELの加速器、ビームライン、データ収集(DAQ)系の制御にも適用され、順調に運用されている。MADDOCAは、クライアント/サーバ型分散制御方式のアーキテクチャであり、被制御機器を抽象化(オブジェクト化)して、人が可読なS/V/O/C制御構文にて制御メッセージを送受信することで機器を制御する。強力なデータベース機能を標準的に備えており、構成データ管理、機器履歴データ管理等、その能力を遺憾なく発揮してきた。一方、昨今の情報技術の進歩によって、以下に述べるようなMADDOCAの機能強化が可能となり、今日、MADDOCA IIへと大きく進化した。2014年度は、進化したMADDOCA IIデータベースを全系制御系に導入した。今後は、これまでに行ってきたビームライン機器制御系のMADDOCA II化と同様に、加速器の機器制御系もMADDOCAからMADDOCA IIへ順次入れ替えていく予定である。

3-5 情報・ネットワーク

ネットワークについては、2013年度に引き続き経年による老朽化や技術的な陳腐化に対応するため、有線、無線LANの更新作業を行った。その中でファイルサーバ用ストレージシステム用のネットワークを10 GbE化するなどの広帯域化や、実験ユーザーへの利便性向上のため

に、大学等教育研究機関における無線LANローミングサービス(eduroam)の提供を開始した。

情報システムについては、メールサーバや所内情報システム用ファイルサーバ用ストレージなど、所内基幹システムの老朽化対策を実施した。また、実験ユーザーへの利便性向上のため、SPring-8データリポジトリと連携したデータ配送サービスの開発、試験運用を行った。

4-1 産業新分野支援課題

2012年度より2年間実施した重点産業化促進課題(領域指定型重点課題)が終了し、2014年度より新たな領域指定型重点課題として、2014A期より産業新分野支援課題の募集を開始した。産業新分野支援課題は、エネルギーや素材などの産業分野でSPring-8の放射光利用が普及する一方、経済のグローバル化を反映して国内の産業構造が大きく変化しつつある現状に鑑み、新しい産業の創生をもたらすような研究開発の促進を念頭にSPring-8での放射光利用に新規に取り組む産業分野の課題に重点的な支援を行うことを目的とした課題である。2014A期は12件の応募があり10件が採択、2014B期は16件の応募に対して14件が採択された。採択された課題の多くが食品加工や金属加工を対象とした課題であった。

4-2 スマート放射光活用イノベーション戦略推進課題

SPring-8は日本の科学技術分野における課題解決研究基盤施設として重要な役割を果たしている。「科学技術イノベーション総合戦略」が求めるイノベーション創出に貢献するために、2014年度より「スマート放射光活用イノベーション戦略推進課題」を重点領域に指定し公募を開始した。SPring-8の最先端の光源特性、すなわちナノ集光性、偏光特性、パルス特性、を最大限に活用した放射光利用技術を用いて、多様なイノベーション戦略を進める課題を重点的に支援するものである。

2014年度は55件の応募があり、29件が同課題として採択された。採択率は52.7%で、配分ビームタイムは合計で252シフトであった。カテゴリーとしては、医学応用と物質科学・材料科学が多い傾向にあった。

5. 産業利用

共用ビームラインで実施された共同利用研究課題のうち民間企業を課題実施責任者とする利用研究課題は2014A期に123課題、2014B期に159課題が実施され、全共同利用研究課題に対する期ごとの割合は2014A期が19.7%、2014B期が18.5%で例年並みであった。なお、民間企業が実施した課題のうち成果専有課題が占める割合は2014A期、2014B期ともに58.5%であり産業界による利用の半数以上が成果専有での利用となっている。

随時募集を受付けている測定代行課題の利用が特に多く、民間企業が実施した成果専有課題における測定代行の課題数の割合は2014A期が52.8%、2014B期が51.6%と成果専有課題の半数以上に達した。更に、連携機関として参画している文部科学省先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業「光ビームプラットフォーム」への協力活動の一環として、SPring-8の共用ビームラインと他施設の相補的利用への取り組みを開始した。

コーディネーターが世話人となって企画・運営するSPring-8利用推進協議会と共催の研究会の開催は例年並みの7回実施した。報告会はサンビーム、兵庫県、豊田中央研究所と合同で第11回産業利用報告会を姫路市の姫路商工会議所で実施し269名が参加した。測定実習を主体とする研修会は前年度と同様に5回開催することができた。講習会は例年どおりXAFSのデータ解析手法の修得を目的としてSPring-8と東京で2回実施した。

6. 国際協力

2014年度、研究協力協定については、MAX IV研究所 (MAX IV Laboratory、スウェーデン) と新たに覚書を締結した。

2014年度末時点で、海外の12カ国・15機関との間に覚書を締結し、放射光研究の協力、研究所間の情報交換、研究者の交流等を実施している。

放射光科学アジアオセアニアフォーラム (AOFSRR) については、2013年度に引き続きSPring-8にて「第8回放射光科学アジアオセアニアフォーラム－ケイロンスクール 2014－」が開催された(“7. 研究会・国際会議等”を参照)。

7. 研究会・国際会議等

2014年度に理化学研究所(理研)及び高輝度光科学研究センター(JASRI)が主催あるいは共催した、SPring-8に関連した研究会及び国際会議は本文中の表1、2の通りである。

国内会議では、第6回日本放射光学会 放射光基礎講習会「初心者のための放射光入門講座」を東京大学本郷キャンパス(東京都文京区)で、また第28回日本放射光学会年會・放射光科学合同シンポジウム(JSR2015)を立命館大学びわこ・くさつキャンパス(滋賀県草津市)でも共催した。

国際会議では、APS、ESRF、DESY、SPring-8の代表者が集う第15回三極ワークショップをSPring-8で開催した。

更に、放射光科学アジアオセアニアフォーラム(AOFSRR)が主催する放射光スクール(第8回ケイロンスクール2014)を例年通りSPring-8で開催したので併せて紹介する。

前記の4つの会議の他、SPring-8では主催、共催として2つの会議を実施し、9回のSPring-8セミナーを開催した。

8. 広報・普及啓発活動

広報活動として、放射光利用の研究成果、利用者の支援活動、施設の運転状況など、SPring-8における活動情報の分かり易く、タイムリーな発信に努めた。

マスメディアへの情報発信では、研究成果やイベントのお知らせなど、31件のプレス発表、18件の取材対応を行った。

広報資料の制作では、SPring-8 NEWSを隔月6回発行するとともに、各種パンフレットを改訂した。

SPring-8ホームページについては、各種の検討を行うことを目的として、SPring-8 WWW編集委員会を2回開催して適切な管理運営を実施し、利用者や一般向けに有用な情報提供を行った。また、YouTubeを活用して「SPring-8研究者インタビューシリーズ」を6本制作し、一般向けコンテンツの充実を図った。

SPring-8及びSACLAの見学対応では、施設公開を除いて11,194人の見学者を受け入れた。

広報行事の開催については、22回目となるSPring-8施設公開を実施し、8,049人の来場者があった。また、高校生が体験実習や研究者との交流を通して、科学技術分野への理解を深めることを目的とした「サマー・サイエンスキャンプ」を開催し、全国から18名が参加した。出張授業では、兵庫県立佐用高等学校に理化学研究所の研究者が講師として出向き、特別講義を行った。

SPring-8の更なる利活用拡大のための普及・啓発活動として、シンポジウム、ワークショップ、研修会の開催や展示会への出展など利用者を増やすための普及啓発行事を実施した。

9. 委員会活動

2014年度はSPring-8における委員会活動として、SPring-8選定委員会をはじめとする各種委員会を設置、開催した。利用者選定業務を行う際に意見を聴く委員会である「SPring-8選定委員会」は、2014年7月および2015年2月の計2回開催した。詳細及び他の委員会については、本文を参照していただきたい。

10. 安全管理

大型放射光施設の利用・運転計画に適合するよう、SPring-8について第35次および第36次変更許可申請を行った。

施設内及びSPring-8サイト周辺の環境モニタリングを実施し、法令限度を十分下回っていることを確認した。

放射線業務従事者の管理(登録、教育、線量測定等)

を実施した。個人被ばく管理では、放射線業務従事者登録人数が約6,800人だった。

化学薬品等の管理では、有機溶剤や特定化学物質に関する作業環境測定を実施し、適切な作業環境が維持されていることを確認した。高圧ガスの管理においては、貯蔵量が増加し第二種貯蔵所としての貯蔵限度の99.23%になった。

11. 施設管理

適正な研究環境の確保と維持を目的に、SPring-8・SACLA全体を一元的且つ効率的な運用が可能となるよう、建屋・設備等の運転保守及び維持管理を実施した。

節電要請及び年間を通じた安定且つ効率的な運転保守を行うために24時間管理体制を敷き、効果的・効率的な維持管理が可能となるよう技術者を配置するなどの対策を講じ、安定運用に努めた。

各設備(電気設備・冷却設備・実験排水設備・建築設備・空調衛生設備等)については、維持管理の中長期計画(今後5年間程度にわたる設備の精密点検並びに日常点検計画)を策定し、定期的な点検を行うとともに、老朽化・経年劣化等に対し迅速な修繕・改修をもって対処したことにより、良好な研究環境の確保を実現できた。