

1. 全体概要

1. はじめに

大型放射光施設 SPring-8 は、1997 年の供用開始以来 2015 年度末までに、のべ 19 万 9 千人以上のユーザーに良質な放射光を提供し、学術と産業の発展に貢献してきた。ここでは、2015 年度の SPring-8 の現状を紹介する。

2-1 予算

2015 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国立研究開発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

2015 年度においても、国立研究開発法人理化学研究所、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

2015 年度は、合計 7 サイクルの運転を実施し、総運転時間は 4,804 時間であった。また、総放射光利用運転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

2015 年度は 2015A と 2015B の二期の共同利用期間において、共用施設は、2015A 期に 674 件、2015B 期に 726 件の課題が実施（合計 1,400 件）され、それぞれ、延べ 4,560 人、4,863 人に利用（合計 9,423 人）していただいた。専用施設は、2015A 期に 271 件、2015B 期に 281 件の課題が実施（合計 552 件）され、それぞれ、延べ 2,960 人、2,898 人に利用（合計 5,858 人）していただいた。

3-1 加速器

2015 年度の蓄積リングの運転時間は 4804.9 時間、ユー

ザータイムは 4033.9 時間（計画 4056 時間）であり、利用率 99.5% は記録を更新した 2014 年度に並ぶものであった。トラブルによるユーザータイム停止は 16.8 時間であり、20 回のビームアボートあるいは計画外のビーム廃棄が発生した。ユーザータイム中のトップアップ入射継続率は 99.6% であり、安定にトップアップ運転が行われた。パルス放射光を用いる利用実験が多く 2015 年度もマルチバンチはなく、セベラルバンチモードが 56.8%、ハイブリッドバンチモードが 43.2% であった。その内、1 個の 5 mA 孤立バンチを配した H モードが 16.5% の割合で利用された。

線型加速器では、SPring-8 と NewSUBARU の同時トップアップ運転を、2 Hz の高速切替えにより実施している。この運転の高信頼性確保のため、L3 スリットの更新、プロファイルモニター用カメラシステムの一部更新、オシロスコープ用画像転送システムの更新、電子銃アノード交換等を行った。

ブースター・シンクロトロンでは、収束 4 極電磁石用パターン電源のサイリスタの交換を夏期点検調整期間に実施した。偏向電磁石用パターン電源に関して、迅速に部品交換を可能とする調整を実施した。出射キッカー高圧ケーブルの電流導入端子の腐食、O リングの劣化による真空リーク等に関し部品交換、補修を行った。2015 年 11 月頃より、クライストロンのコレクター損失大というアラームで高周波加速空洞への電力の供給停止が頻発し、その都度 20 分程度トップアップ入射が中断されるため、原因究明を行っている。

蓄積リングでは、近年、挿入光源の増設、バンチ電流値の増強、機器の経年劣化により、不安定性の励起が強くなってきており、現状のバンチバイバンチフィードバックでは抑制しきれないことが発生するようになってきた。特に、A モード（203 バンチ）と H モードでビーム不安定性が問題になってきており、ビーム不安定性の調査と対策が最優先課題となっている。

挿入光源 ID07 のギャップ駆動に伴って生じる非線形結合により、状況によっては 10% 以上の入射効率の低下が起こるため、2014 年度に増設した 2 台のスキュー 8 極電磁石を励磁することにより入射効率を回復している。蓄積リング固有のスキュー 8 極共鳴励起も観測されており、同じスキュー 8 極電磁石により補正している。また、スキュー 6 極共鳴結合も観測されており、8 台のスキュー

6極電磁石を設置し2015年度より利用運転中の本格的な補正が開始された。挿入光源の状況によっては、約10%の入射効率の改善が認められている。

老朽化対策として2014年度にクライストロン電源4式の電源を製作し、2015年度は冬期点検調整期間にC、Dステーションの電源を更新し2016年度からの運用に備えた。2016年度には残りのA、Bステーションの電源更新工事を行う予定である。また、蓄積リング入射部のDCセプト電磁石で、2014年度、2015年度と立て続けに経年劣化による地絡故障が生じたため対応を行った。

3-2 ビームライン共通部

挿入光源では、BL43LXUにおいて第1アンジュレータからの放射光照射が問題になっていた第3アンジュレータに分散型アプゾーバを設置するとともに、再アライメントを行った。また、アンジュレータ磁場吸引力相殺機構の開発に関し、2015年度は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、コンパクトアンジュレータ架台の試作を行った。

フロントエンドに関しては、建設初期ビームラインにおける収納部劣化ケーブルの交換の一環として、まず試験的にBL10XUにおいて全面的なケーブル交換を行った。光位置モニターに関し、データ伝送系の点検及び原点合せ作業を行った。また、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、高熱負荷機器用銅材料の内部残留歪み評価、高速遮断シャッターシステムの定量的性能評価、及び、パルス・モード計測型光位置モニターの開発を行った。

光学系・輸送チャンネルにおいては、分光器関連として、機器更新と保守を行った。偏向電磁石ビームライン用分光器に関し、改修を施した分光器をBL40B2に導入しユーザー利用を開始した。BL02B2については新規に製作した。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、BL38B1など一部のビームラインで試験的に運用を開始した。二結晶分光器及び液体窒素循環冷却装置の保守を行うとともに、アンジュレータビームライン用分光器の安定化及び省エネ対策を行った。光学素子関連では、KBミラー集光光学系の最適配置による1桁以上の高強度化と超高真空化による表面汚染対策改造、100 nm以下の集光を目指した部分回転楕円ミラー集光関係の開発、BL25SUにおける軟X線ビームライン光学素子更新とミラー汚染対策、各種光学素子の形状評価、及び、高精度ミラーコーティング技術の開発を行った。輸送系機器として、標準排気ユニットの粗排気ポンプ更新に向けた性能評価、X線用スリットの駆動部の保守などを行った。

放射線・遮蔽関連では、BL40XUなどで遮蔽ハッチの保守を行い、BL24XU実験ハッチ拡張及びBL36XU実験ハッチ拡張に関する設計を支援した。また、第38次及び第39次変更許可申請に関連して、線量評価を行った。また、改造等に伴う放射線漏洩検査をBL16B2など複数ビームラインにおいて実施した。

3-3 ビームライン実験ステーション

ビームライン実験ステーションでは幅広い利用研究分野の課題解決に向けた高性能化が進んでいる。その方向性のひとつは、原子・分子あるいは単結晶のものとは異なる新しい機能の発現が期待されるメゾスケール領域（数nm～数 μ m）の複雑構造とその特性を対象として放射光利用技術・解析手法の整備である。BL20B2（医学・イメージングIビームライン）では、動的変化を伴う生体試料の定量3次元構造計測技術の整備として、時間軸を加えた4D-X線位相差CT技術の高性能化を行い、BL37XU（分光分析ビームライン）およびBL39XU（磁性材料ビームライン）では、触媒材料に代表されるようなメゾスケールの材料物質粒子の機能部位の化学状態・局所構造を反応・動作条件下で10 nm～1 nmの解像度でイメージングするコヒーレント回折XAFS法の開発・高性能化を実施してきた。さらに、数百nmサイズのX線ビームや同サイズの測定対象をより精密かつ安定に取り扱うために、低熱膨張性材料を使用した支持台や試料ホルダーを導入した1 nm分解能フィードバックシステムの開発がBL37XUで行われるとともに、直径100 nmのX線ナノビームを用いた回折実験において、試料表面の形状を問わずにX線回折の μ m～mmにわたる実空間マッピングを可能にする試料精密アラインメントシステムの開発がBL13XU（表面・界面構造解析ビームライン）において行われた。また、測定ニーズが高まりつつあるミクロンスケールの試料を高精度かつ短時間で取り扱うことを可能にする電動マイクロマニピュレーション装置をSPring-8リング棟内に設置した。この装置はグローブボックスを備え、アルゴンガス等の不活性ガス環境下において試料準備作業が可能であるほか、放射光実験の観察エリアを特定するための補助マーカーを試料上に加工するための微細加工機能等を備えている。BL43IR（赤外物性ビームライン）においては、分光計測技術のナノビーム化において進展があり、数 μ m分解能の赤外顕微分光や200 nm分解能の近接場赤外分光に影響を与える振動が1/10以下に低減された。また、BL25SU（軟X線固体分光ビームライン）では、ビーム径100 nmの軟X線ナノビームと走査型プローブ顕微鏡を組み合わせることにより、空間分解能をさらに高める計測技術の確立が試みられている。

課題解決に向けた高性能化のもうひとつの方向性として、高エネルギー X線を活用した製品・デバイス内部の材料挙動をオペランド観察する手法および解析手法の開発・整備がある。蓄電池や燃料電池の高エネルギー密度化に伴い、製品あるいは準製品サンプルを実動下で観察する手法が求められている。また、各種構造材の軽量化に伴い、軽元素の組成分析や状態分析の需要が高まりつつあり、SPring-8の共用ビームラインにおいてこれらの対応が必要になってきている。

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る。SPring-8初期から基幹制御で利用を進めてきた。近年、発達したコンピューターとネットワークに適したMADDOCA IIを開発し、システムへの導入を進めた。上位互換であるため、MADDOCA IIは従来のMADDOCAと混在して使用可能であり、安定性を確認しつつ着実な移行が可能である。MADDOCA IIとして分散制御を行うメッセージング部、データをストレージするデータベース部が2014年度までに完成した。この時点では収集信号をデータベースに送る部分が従来のMADDOCAで行っていたが、2015年度はこの信号収集系の開発を進め、蓄積リングの環境データ測定やビームライン基幹部分のデータ収集を新データ収集系に移行した。また、MADDOCA IIを高度利用した開発も進めた。MADDOCA IIは波形や画像データの転送もサポートする。これを利用したカメラ画像処理システムの開発を行っている。

3-5 情報・ネットワーク

ネットワークについては、2014年度に引き続き、老朽化や技術的陳腐化に対応するためのネットワーク機材の更新作業を行った。放射光普及棟の情報コンセントのギガビットイーサネット（1000BASE-T）への対応、蓄積リングDゾーンの新規要求に対応するためのシングルモード光ファイバーの増設等を行っている。また、実験データ情報配送システムを開発し、9月1日から本運用を開始した。これはWebサーバーを介して実験データ等の大きなファイルを転送できるものであり、SPring-8ユーザーが利用可能である。また、情報セキュリティ問題として、フィッシングメールなどが増加している。セキュリティアプライアンスの高性能化とともに、職員に対する注意喚起、情報窓口の明確化を行った。

4-1 産業新分野支援課題

2014年度に引き続き食品加工や鉱物資源等、これまで放射光利用が少なかった産業分野のSPring-8利用の拡大

を目的とした産業新分野支援課題を領域指定型重点課題として募集を行い、2014年度とほぼ同じ26課題を実施した。このうち約70%にあたる18課題が食品分野の課題で、産業新分野支援課題により食品分野の利用開拓を進めることができた。

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では共用ビームライン重点研究課題として「スマート放射光活用イノベーション戦略推進課題」を指定し、グリーンイノベーションによる環境・エネルギー分野およびライフイノベーションによる健康長寿社会の実現などを加速するための放射光利用研究を促進してきた。これはSPring-8の光源性能を最大限に活用し、多様なイノベーション戦略を進める利用研究課題を重点的に支援するものである。2015年度は61件の応募があり、32件が同課題として採択された。同課題に配分されたビームタイム総数は267シフトであった。採択された利用分野は物質科学・材料科学が最も多く、半分以上を占めている。

4-3 社会・文化利用課題

従来の学術利用、産業利用に加えて、SPring-8の利用分野をさらに拡大し、また利用成果が広く国民に享受され支持される研究活動を推進することを目的として、2015A期から社会・文化利用課題が設定され、社会的関心が高いが既存の利用分野の中では評価することが困難な研究課題を募集している。2015A期には16課題、2015B期には24課題の応募があり、それぞれ13課題と18課題が採択された（萌芽の研究支援課題それぞれ2課題を含む）。本制度専門のレフェリーと分科会で課題審査を行い、各ビームラインで上限8%までのビームタイムを配分している。この分科会で不採択となった課題は、一般課題として審査される。新制度ということもあり、必ずしも趣旨に合致しない申請もあったが、古代から江戸時代、オリエントから日本までの広い時代と地域を対象とした文化財研究、重金属や放射性物質による環境汚染に関する研究、化石を中心とした古生物学研究、が主に実施されている。本重点課題は暫定的に2016年度まで設定されており、一般社会の関心を集めるような研究成果の創出が期待される。

5. 産業利用

2015年度より産業利用分野の成果非専有一般課題の申請要件に“実験責任者もしくは共同実験者に民間企業等に所属する者が含まれていること”を追加したところ、課題申請数が2014年度比で約20%の減少となった。また、産業界に所属する者が実験責任者として実施された産業

利用分野の成果非専有課題も2014年度比で約25%の減少となった。その一方で、産業界所属者が3本の産業利用ビームラインで実施する成果非専有課題の共同実験者として来所した2015年度の課題数は37に達し、2014年度の13課題から大幅な増加となった。

2007年度の導入以来、毎年実施数が増えていた測定代行も2014年度比で15%以上の減少となり、民間企業所属者が実験責任者として2015年度に共用ビームラインで実施した課題数は234課題と250課題に達せず、2005年度以来の低水準となった。測定代行をはじめとする産業界実施課題減少の主な原因はAichi SRセンターの本格的稼働によるものと思われる。

利用促進を目的として、ビームラインでの測定実習を行う研修会を3回、XAFSデータ解析をテーマとした講習会を2回実施した。更に、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も例年並みの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12回産業利用報告会を川崎市産業振興会館で開催し296名が参加した。また、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光ビームプラットフォームの成果報告会において産業新分野支援課題の実施例の紹介を行った。

6. 国際協力

2015年度末時点で、海外の11カ国、1地域・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、2014年度に引き続きSPring-8にて「第9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 2015－」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

2015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表1、2の通りである。

国内会議では、第7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」を東京大学柏キャンパス(千葉県柏市)で、また第29回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム(JSR2016)を東京大学柏の葉キャンパス(千葉県柏市)でともに共催した。

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9回ケイロンスクール2015)を例年通りSPring-8で開催したので併

せて紹介する。

上記の3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、7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、55件のプレス発表、10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3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10,904人の見学者を受け入れた。

広報行事の開催については、23回目となるSPring-8施設公開を実施し、5,634人の来場者があった。また、出張授業では、兵庫県立佐用高等学校、佐賀県鳥栖市内の中学校・高等学校に理化学研究所の研究員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

2015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、2015年7月および2016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37次(2015年6月30日許可)及び第38次(2015年11月17日許可)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、法令限度を十分に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は約6,600人だった。

化学薬品等の管理では、リスクアセスメント導入講習会を実施した。また、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、生物系実験、クレーン、レーザー等においても関連法令を順守し適切に管理を行った。

11. 施設管理

適正な研究環境の確保と維持を目的として、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、安定的な運用に努めた。

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、良好な研究環境を実現した。