

1. 全体概要

1. はじめに

2011年度は、X線自由電子レーザー施設SACLAのレーザー発振成功と共用運転の開始、SPring-8次期計画に関する「SPring-8 Upgrade Plan Preliminary Report」の公開、新ビームラインの建設および完成などのイベントが相次いだ年度である。「SPring-8年報2011年度」では、このように発展を続ける2011年度のSPring-8を紹介する。

2-1 予算

2011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の利用者選定及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。

これらSPring-8の運営に係る2011年度の政府予算額は、2010年度より約3%減の82.6億円となった。

2-2 組織

2011年度においても、独立行政法人理化学研究所、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

2011年度は合計8サイクルの運転を実施し、総運転時間は4,904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1.39%であった。

2-4 利用研究状況

2011年度は2011Aと2011Bの二期の共同利用期間において、共用施設は、2011A期に740件、2010B期に730件の課題が実施（合計1,470件）され、それぞれ、延べ4,640人、4,576人に利用（合計9,216人）していただいた。専用施設は、2011A期に309件、2011B期に319件の課題が実施（合計628件）され、それぞれ、延べ2,773人、2,769人に利用（合計5,542人）していただいた。

3-1 加速器

2011年度の加速器運転時間は、蓄積リング運転時間4904.2時間、ユーザータイムはその82.8%に当たる4058.5時間だったが、年度当初の計画に対するユーザータイム実施達成率は98.5%であった。加速器のトラブルによるユーザータイムの中断は年間総計57時間（計画ユーザータイムの1.4%）であった。真空封止挿入光源の冷却水リークによるユーザータイム中断が27時間9分あり、最近5カ年度では最もユーザータイムの中断が多くなった。

2011年度7月の節電要請期間では、蓄積リング及びシンクロトロンの高周波加速電圧を下げた運転を実施した。また、線型加速器においても、線型加速器の運転を中断させないために通常は2台のクライストロン変調器をスタンバイさせているものを、1台に削減した運転等を行った。このような運転は、トップアップ運転時の蓄積電流の変化が大きくなる、線型加速器の運転中断によるトップアップ運転の中断可能性が高くなるなどのユーザー運転への影響があるが、短期間であれば許容できる範囲内であるとの判断から実施された。

輝度とフラックス密度の向上のために、蓄積リングのエミッタンスを下げるオブティクス変更の検討を行った。現在の3.5 nm·radから2.4 nm·radとなるオブティクスを設計した。このオブティクスを実際に適用した試験運転を実施した。水平方向エミッタンスが設計値程度まで低減していること、10 keV放射光の部分フラックス密度が、期待通りに約25%増大していることが確認できた。今後、調整を進め、各ビームラインにて試験利用を実施して、ユーザー運転への適用を目指す予定である。

Dゾーン長直線部への段階的設置が進められている狭ギャップ短周期型真空封止アンジュレータ（ビームラインBL43LXU）に対応するために、30 m長直線部を3つの直線部に分割し、各直線部の間の2カ所にそれぞれ3台の4極電磁石を追加設置するという1カ所の長直線部のラティス構造の局所的改造を行ってきたが、2011年度はそれを実際のユーザー運転へ適用した。一般には、このような局所的なラティス改造を行うと、リング全体の対称性が低下してビーム安定領域が狭くなり、ビーム性能に悪影響を及ぼすことが懸念されるが、新たに開発した補正手法を適用してビームの安定性を確保した。このラティス改造によって直線部中心の垂直ベータatron関数は2.5 mにまで下がっており、3カ所の直線部のそれぞれに5 mの短周期アンジュレータを設置することができる。現在は中央に1台が

設置され、最小ギャップ5.81 mmの条件でユーザー運転に供されている。残る2台のアンジュレータも2012年度に設置が予定されており、放射光輝度及びフラックスの増強が期待されている。

SPring-8が独自に開発したビーム不安定性の抑制システム(バンチ毎フィードバック(BBF))の高度化を進めた。2011年度は、大電流バンチの孤立バンチと、多数個の連続小電流バンチからなるトレインとから構成されるフィリングを安定にユーザー運転に提供するために、大電流バンチと小電流バンチの不安定性を同時に抑制するために必要なシステムの開発と設置を行った。この結果、6 mA/bunchの大電流孤立バンチと、11/29フィルのバンチトレインからなる、ハイブリッドフィリングの安定運転を実現した。このフィリングでの放射光の試験利用を行うことにより、孤立バンチの大電流化による放射光実験の高効率化が実証され、かつ、平均電流を必要とする放射光利用に対する影響も問題無いことが確認された。この結果を踏まえて、2012年度の後期からのユーザー運転に、このフィリングモードを実施することが予定されている。

蓄積リングのスキュー6極、8極磁場成分による非線型結合が増加傾向にある。これらのスキュー磁場成分があると、放射光の輝度の低下や、挿入光源の磁極にビームが当たることによる減磁を引き起こす可能性がある。これらの非線型結合を補正するために、2011年度には、スキュー6極電磁石4台を4カ所の長直線部にそれぞれ1台ずつ設置、スキュー8極電磁石をスキュー8極磁場成分が比較的強いと考えられるID07付近に2台設置し、ソフトウェアの動作を含めた遠隔からの動作試験まで全て完了した。2012年度は実際にユーザー運転に適用してビーム性能の向上に寄与する予定である。

線型加速器では、蓄積リングへのトップアップ運転の継続のために、クライストロンの自動切り替えを導入した。これは、加速運転に寄与しているクライストロン変調器にトラブルが発生した時に、スタンバイしているクライストロン変調器がすぐに運転に寄与できるように自動的にセットアップ、切り替えを遠隔で行うシステムであり、通常1秒以内に実行できるため、ほとんどトップアップ中断が発生しないようにしたものである。その結果、クライストロン変調器のトラブルに起因するトップアップ入射の中断を以前よりも激減させることができた。

3-2 ビームライン共通部

新設ビームラインの建設が継続して進められている。理研量子ナノダイナミクス(BL43LXU)、及び革新型蓄電池先端科学基礎研究ビームライン(BL28XU)については、2011年9月から試験調整運転が開始された。電気通信大学先端触媒構造反応リアルタイム計測ビームライン(BL36XU)、及び大阪大学核物理研究センターによるレー

ザー電子光IIビームライン(BL31LEP)の建設が進められている。

挿入光源では、BL43LXU、BL28XUの設置が完了し、稼動が開始された。2012年からの稼動を目指し、BL36XUのテーパーアンジュレータの製作が行われている。また、BL43LXUの増強(残り2セグメント分の製作・設置)、BL07LSUの偏光制御部のダクト改造などが進められている。既存装置においては、BL47XUの冷却水導入部からの真空漏洩が発生し27時間のダウンタイムとなった。復旧への対策を講じるとともに、類似の事象の低減に向けて対応を行った。高度化開発として、クライオアンジュレータの開発が継続して進められ、2012年度以降に蓄積リングへの設置と基本的な特性評価を目指している。

フロントエンドでは、BL28XUとBL43LXUの建設が完了し、稼動が開始された。BL36XUのフロントエンド建設を開始した。高性能型ベリリウム窓への交換など既存フロントエンドの維持管理が行われたほか、機器故障や誤信号に伴うダウンタイム低減を目指して対応がなされた。高度化開発としては、無酸素銅製高熱負荷機器の熱的限界調査、体積発熱技術の熱的限界調査、及び高速遮断シャッター(FCS)システムの定量的性能評価が実施された。

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、分光器本体及び冷却装置における維持管理や改良、老朽化対策が実施された。2010年度にグリーン・ナノ放射光分析拠点として、分光分析ビームライン(BL37XU)及び磁性材料ビームライン(BL39XU)でハッチ整備、ナノビーム集光光学系設置などが実施された結果、ナノビームX線蛍光分析装置とナノビームX線吸収スペクトル計測装置として、2011年度から供用開始となった。また、新設のBL28XU、BL36XUの集光光学系の設計などが行われた。この他、高精度集光光学素子評価装置の開発、軟X線分光器の設計などが行われた。

放射線安全では、新規ビームライン建設及び改造に伴い放射線漏洩検査が実施された。また、線型加速器及びシンクロトロンにおける遮蔽計算が実施された。変更許可申請に関し、BL29XU実験ハッチ増設、BL33XUのビームライン延伸(30次申請)、並びにBL36XU新設(31次申請)の遮蔽計算と仕様決定がなされた。放射線測定手法の開発では、ガフクロミックフィルムの読み取り装置の性能向上などが行われた。

3-3 ビームライン実験ステーション

2011年は、SPring-8のナノアプリケーションの利用支援元年となった。

まず、文科省の低炭素研究ネットワーク支援によりBL37XUとBL39XUでの「グリーン・ナノテック研究支援のためのナノビーム放射光分析基盤」の整備が完成し、100 nmに集光したビームの供用が開始された。これによ

り、ナノビームのルーチン利用を、2011年から設定された「重点グリーン/ライフ・イノベーション推進課題」等で採択された15件の課題で、支援の実施を行った。このことは、加速器部門、制御・情報部門、光源・光学系部門による、トップアップモード・低エミッタンス運転、高安定光学系ユニット冷却コントロールシステム、超平滑ミラー等の研究開発が利用支援に革新を与えた成果である。ナノビームの活用については、研究員等によって、学会での広報活動により新規分野の利用を促進してきた。そして、X線MCDによる磁性ドットの評価、XAFSによるナノスケールでの触媒の化学状態の観測など、これまで不可能であった放射光利用の分野を開拓した。今後は、新規分野の利用拡大に即応できる、支援体制を整備する必要がある。

また、放射光ナノアプリケーションを社会貢献へと展開するため、利用研究促進部門に「ナノ・フォレンジックサイエンスグループ」が二宮利男（元兵庫県警科捜研所長）をグループリーダーとし、研究顧問として、岡田薫氏（元警察庁刑事局長）を迎えて発足した。その後、コーディネーターとして南幸男氏（前大阪府警科捜研所長）、早川慎二郎准教授（広大）を迎え、「真実を照らすナノの光“放射光”で安全・安心な社会を守る」をスローガンに活動を開始した。司法、警察、民間に対して中立的な立場で科学的な利用支援を行うための体制の整備を開始した。

さらには、2012年より開始される、文科省の「元素戦略プロジェクト＜研究拠点形成型＞」では、SPring-8で展開するナノアプリケーションの成果が評価され、公募要項の中で、研究拠点形成にあたりSPring-8の活用が強く推奨することが盛り込まれた。

一方、産学活用では、BL20XU、フロンティアソフトウェア開発産学連合ビームライン（BL03XU）での東大と住友ゴム（株）の共同研究が、スパコンによるマルチスケールシミュレーションとの協奏により、低燃費タイヤの材料開発を成功に導いた。この成果は、学術と産業界の実効的連携が、光源性能の先端活用を促進することを証明したものである。その他のトピックスとしては、米国サイエンス誌の発表による2011年の10大ブレイクスルーのうち、日本からの成果として選ばれた「小惑星探査機「はやぶさ」プロジェクト」と「光合成たんぱく質の構造決定」が、双方ともSPring-8の共用ビームラインの成果であったことが挙げられる。

以上のように、共用ビームラインの利用支援は順調に成果を上げている。しかし、ナノアプリケーションが主流となりつつある今、その他のビームラインでも、既存の利用が固定化されたまま、ナノアプリケーションへ移行するような事は、登録機関に課せられている「施設利用の公平性・透明性を守る」という観点から、社会の理解を得られない。一方で、コヒーレント光の利用は大きく立ち後れたままである。光源性能の進歩に最適化された、エンドステー

ションの有効な共用の利用支援を実現するためには、利用分野の転換も視野に入れた共用ビームラインのグランドデザインを、全ユーザーコミュニティとともに総括し、ビームライン再編の提案を検討すべき時期に来たと考える。

3-4 制御

2011年度特筆すべき事は、次期制御系へ向けて制御フレームワークの機能拡張（MADOC-DX）及び大量のデジタルデータハンドリング（Digital Data Handling）のためのハードウェア技術開発を開始したことである。XFELを含む今後の放射光利用では2次元画像など大量のデータを短時間で高速に取得し、効率よく利用する必要があるためである。

また計算機環境整備、制御用CPUボード高度化、ユーザー実験データの保存・アクセス環境の整備、高エネルギー対応検出器開発等を行い、高度化するSPring-8のユーザー実験を支える為の開発を進めている。また様々な維持、保守管理作業、耐障害性向上を並行して行っている。

3-5 情報ネットワーク

情報・ネットワーク関連では、ユーザー実験用ネットワークの高品質化や利用者向け無線LAN環境整備、制御用ネットワークの整備、SACLA相互利用実験基盤用ネットワーク整備を行った。また外部公開用サーバのセキュリティ強化や所内情報システムの構築を進めた。

4-1 重点ナノテクノロジー支援

SPring-8では、2002年から5年間にわたり国家プロジェクトである「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」が実施され、ナノテクノロジー・材料分野で、多くの質の高い成果をあげてきた。それを踏まえ、2007年以降も「重点ナノテクノロジー支援」をSPring-8運営上の施策として重点領域に指定し、引き続き支援を展開している。「重点ナノテクノロジー支援」における新規施策として、以下の4点が挙げられる。

- 1) 支援テーマとしてナノテクノロジー・材料分野を設定。
- 2) 重点領域6テーマ（次世代磁気記録材料、エネルギー変換・貯蔵材料、ナノエレクトロニクス材料、ナノ医療・ナノバイオ技術、ナノ環境技術、先端ナノ計測技術）を設定。
- 3) 対象ビームラインとして新たにBL40B2を追加。
- 4) 一般課題と異なる審査委員、審査基準を採用。

2011年度は69件（合計642シフト）を実施した。

4-2 重点産業利用

2007年1月26日に領域指定型の重点研究課題の1つとして承認された重点産業利用課題は2007年4月1日から

2008年度末までの期限であったが、2008年10月2日に重点産業利用領域の有効期間が延長されて2011年度末までとなったことを受けて2011B期で終了した。本施策では、「新規利用者」、「新領域」、「産業基盤共通」と「先端技術開発」の4つに大別して課題募集を実施している。現行の2回/年という課題募集では利用サイクルが長いため、産業界のニーズに合わないとの産業界からの要望に応えることを目的として、2007B期から、産業利用Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの3本のビームラインでは、各期A期、B期の課題募集を2回（年4回の課題募集）に分けて実施している。また、1年間にわたり計画的に複数回の実験を行う1年課題の制度を導入した。（ただし、2011年は最終年度であるため、2011B期は1年課題の募集は行わなかった。）なお、重点産業利用課題においては、通常の利用報告書（2011A期のみ）に加えて利用期終了日より60日以内に重点産業利用課題報告書の提出を求めている。一方、先の先端大型研究施設（戦略活用プログラム）で実施された特許取得や製品化などの理由で最大2年間の報告書公開延期が認められる制度を、重点産業利用課題においても継承・実施した。

4-3 重点グリーン/ライフ・イノベーション推進課題

SPring-8は、生命科学からナノテクノロジーまで広いサイエンス分野をカバーし、これらのイノベーションを先導できる世界一の研究ツールである。

2011年3月11日に発生した東日本大震災の被災を免れたSPring-8は、科学技術支援による我が国経済の復旧のみならずイノベーション実現による震災復興の礎となる新産業・新学術の創成・育成・発展を支援する中心的なエンジンとならなければならない。

そのためには、グリーン・イノベーション、ライフ・イノベーションへのSPring-8の利活用を緊急かつ重点的に支援する必要がある。そこで、共同利用課題における支援の方策として、2011B期より重点グリーン/ライフ・イノベーション推進領域を設定し、イノベーション支援の研究開発の利用申請を広く公募することとした。

低炭素・自然共生社会実現のためのグリーン・イノベーションにおいては、再生可能エネルギーへの転換、エネルギー供給の低炭素化、エネルギー利用の効率化・スマート化などの成果が見込まれる課題を、一方、国民が豊かさを実感できる社会実現のためのライフ・イノベーションにおいては、疾患解明と予防医学の推進、革新的診断・治療法の開発などの成果が見込まれる課題を対象とした。

2011B期は、応募32課題のうち21課題が採択され、採択率は65.6%であった。配分ビームタイムの合計は126シフトであった。

5. 産業利用

産業界の更なる利用促進を目的として2010年度に引き

続き、領域指定型の重点研究課題の1つとして重点産業利用課題を実施した。この重点産業利用課題は、それ以前に実施されていた先端大型研究施設戦略活用プログラム（戦略活用プログラム）を継承する施策として位置付けて実施されたもので2011年度をもって終了した。なお、重点産業利用課題に代わって2012年度から実施する産学官連携による成果創出を目的とした重点産業化促進課題の2012A期分の第1回課題募集を2011年秋に行った。さらに成果専有時期指定課題の一形態として実施しているBL14B2のXAFS測定代行、BL19B2の粉末X線回折測定代行ともに、利便性の向上に向けてWebを通じた相談・申し込みができるように改めた。

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被災量子ビーム施設支援課題を含めて2011A期に127課題、2011B期に148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2011A期が17.2%、2011B期が20.3%となった。

2011A期は民間企業による課題実施の割合が激減したように見えるが、被災量子ビーム施設支援課題を除いた割合は19.4%でほぼ例年並みで震災による目立った影響はなかった。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2011A期が52.8%、2011B期が60.1%と大幅に増加し、産業利用では成果専有による利用が主流になりつつある。

6. 国際協力

2011年度、研究協力協定については、中国科学院上海応用物理研究所（SINAP、中国）、またSLAC国立加速器研究所（SLAC、米国）と協力協定を締結し、アルゴンヌ国立研究所/APS（ANL/APS、米国）との覚書の更新を行った。

2011年度末時点で、海外の10カ国・12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（AOFSSR）については、2010年に引き続きSPring-8にて「第5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2011－」が開催された（「7 研究会・国際会議」を参照）。

7. 研究会・国際会議

SPring-8コンファレンス2011が11月1日～2日に東京で開催された。今回は「SPring-8の先端性・多様性と元氣な日本の再創造－エネルギー問題の解決を目指して－」と題し、広く一般の方々も参加できる形式とし、エネルギー問題における放射光科学の貢献をメインテーマに掲げ、SPring-8が我が国の科学技術・産業を支えるという社会的使命と、今後発展すべき方向について活発な議論を展開することを目的とした。

SPring-8次期計画ワークショップ「光源開発の現状と克服課題」が4月25日～26日にSPring-8で開催された。

第3回日本放射光学会 放射光基礎講習会「入門者のための放射光光源・光学技術の基礎と応用」が9月6日～7日に関西学院大学（兵庫県西宮市）で開催された。

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5回ケイロンスクール2011）が9月26日～10月5日に例年とおりSPring-8にて開催されたので併せて紹介する。

上記の4つの会議の他、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2つの会議が実施され、更に7回のSPring-8セミナーが開催された。

8. 広報活動

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、35件のプレス発表（うち記者会見2件、資料配付33件）、27件の取材対応を行った。

広報資料・映像の制作では、一般向け広報誌である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。

広報手段として重要なSPring-8ホームページ(<http://www.spring8.or.jp/>)については、年間延べ80万件余りのアクセスがあった。SPring-8ホームページに関する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3回開催し、ホームページの適切な管理運営を行い、利用者や一般向けに有用な情報提供を行った。YouTubeを活用し、「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11,102人の見学者を受け入れた。展示室の運営では、SACLAの供用開始を年度末に控え、SPring-8キャンパス模型（ジオラマ）の改造、説明ナレーションの改訂、航空写真パネルの更新を行った。

広報行事の開催については、2011年4月30日、科学技術週間にちなんで、19回目となる施設公開を実施し、4,497名の来場者があった。また、8月9日から2泊3日で高校生が、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「高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ」を開催した。

地元小学校へSPring-8の研究者が出向いて実験を含めた講義を行う出張授業では、「生物の不思議について」というテーマで、播磨高原東小学校3、4年生と同校5、6年生を対象に2回にわたって実施した。さらに、企業や一般の方々を対象にSPring-8の理解を深め、SPring-8を利用し

て得られた成果や利用の方法を宣伝し、利用者を増やすために展示会へ出展するなど各種広報行事を実施した。

9. 委員会活動

2011年度はSPring-8における委員会活動として、選定委員会をはじめとする各種委員会を設置、開催してきた。利用者選定業務を行う際に意見を聴く委員会である「選定委員会」は2011年5月と2011年8月と2012年2月の計3回開催された。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29次、第30次及び第31次の変更許可申請を行った。

SACLAについては、新設時の施設検査を2011年6月に受け（合格）、2012年3月から供用運転を開始した。

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）を的確に実施した。個人被ばく管理では、放射線業務従事者登録人数が6,000人を超した。

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。高圧ガスの管理では、第二種貯蔵施設としての貯蔵限度の98%を超した状態で推移した。

11. 施設管理

2011年度については、研究環境の確保と維持を目的に、施設全体を一元的かつ効率的に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。

安定かつ効率的に運転保守を行うために24時間体制を敷き、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、中長期計画を策定し、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。

省エネルギー対応についても、電力、熱エネルギー消費状況の把握と分析を実施するとともに、東日本大震災とそれに伴う原子力発電所の停止による電力需給の逼迫を受け、当サイトにおいても、関西電力における電力需給の状況並びに関西電力管内の各組織の動向を注視しながらサイト内他機関との連携、実験ユーザーなどの理解・協力を得ながら節電対策を立案、実施した。

その結果、維持管理の品質、エネルギー管理、環境管理を適切かつ効果的に行うことができた。