

5.4 大型放射光施設 (SPring-8) 計画

(1) 施設の概要

SPring-8 (: Super Photon ring 8GeV) 計画は、理研と原研が協力して建設した全国共同利用施設で、当初予算で計上した建設費で当初計画より1年以上早く完成した。1997年3月にビーム加速に成功し、同年10月から10本のビームラインで放射光利用実験を開始した。

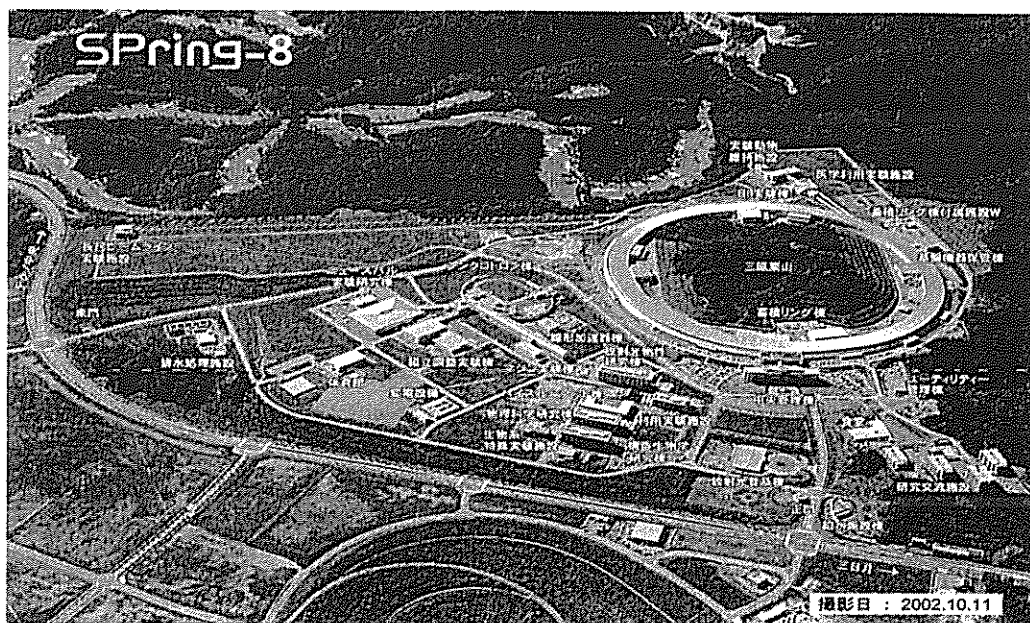


図 5.4-1 SPring-8 全景

過去6年間に47本のビームラインを建設し、年間5400時間の運転を実現している。なお、ビームライン(BL)の内訳は、SPring-8 建設費で建設した共用 BL25本、外部資金により建設した専用 BL9本、理研及び原研専用 BL が各々7本と4本、加速器診断用 BL2本である。

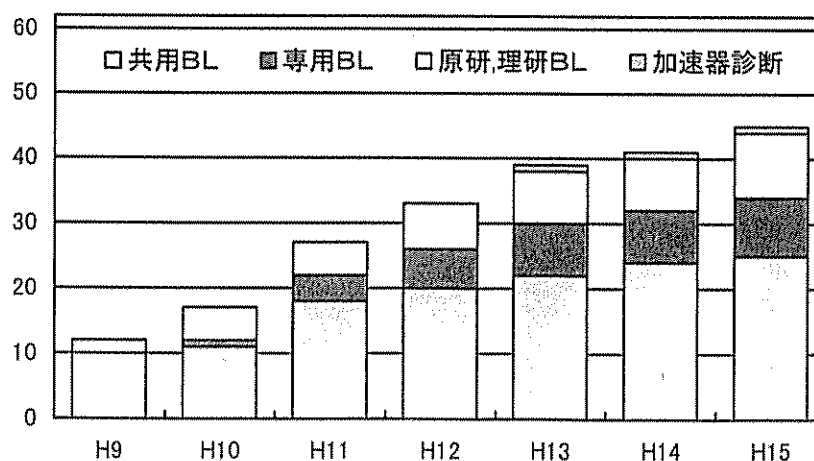


図 5.4-2 稼働ビームライン数

SPring-8 の蓄積リングは垂直方向のエミッタンスとビームサイズが設計値よりはるかに小さく、ビーム電流、ビームの寿命や安定度などで設計値を大幅に超える性能を持っている。また世界一長いアンジュレータ、1km 長のビームラインなど独自の装置があり、得られる放射光は波長領域の広さ、波長分解能やパルス幅、輝度、指向性、干渉性、偏光特性など多くの点で世界最高の特性を有している。

SPring-8 では1997年10月の供用開始後すぐに実験が始まった。利用課題数は増加の一途をたどり、2002年2月から翌年2月までの1年間に1338課題の実験を行い、延べ8843名が実験に参加した。2002年に学術雑誌に発表された論文は347編である。産業界による利用も着実に増加しており、2002年には150課題を越す実験が行なわれた。また、成果占有課題（有料）も増加していて52件であった。

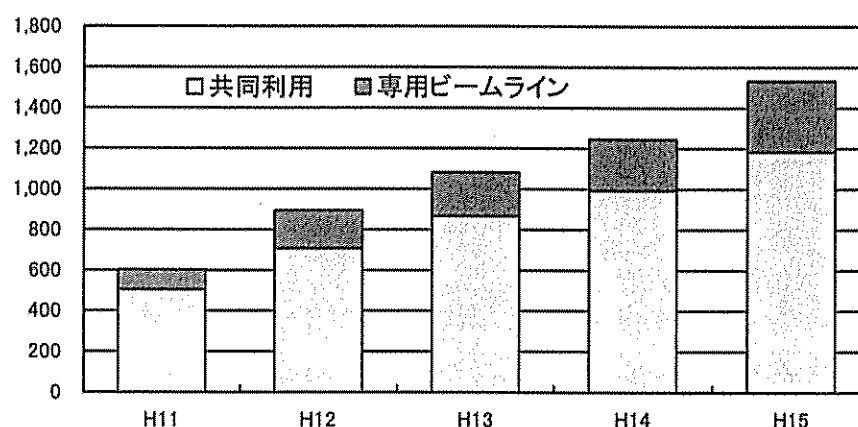


図 5.4-3 利用課題数

実験開始後現在（2003年8月）までに行なわれた実験課題の総数は4263件、総利用者数は26600人を超えている。とくに生命科学や物質科学の分野ではハイクオリティ学術雑誌の表紙を飾る世界的に注目される成果が数多く得られている。このように SPring-8 は広範な学術・科学技術の分野の基礎的、応用的研究で世界的な業績を上げている。

表 5.4-1 SPring-8 における成果

クォーク5個から出来ている新しい粒子(新バリオン)発見 (Physical Review Letters)
 新粒子は、クォーク5個からできているバリオンで、LEPS グループが SPring-8 のビームライン(BL33LEP)で得られる世界最高エネルギーのレーザー電子光を中性子に照射し反応を分析した結果、中性子の 1.7 倍の質量(質量エネルギーにして 15.4 億電子ボルト)の新バリオンが生成されていることを発見

貴金属複合ペロブスカイト型酸化物触媒の自己再生機能を解明 (Nature)
 新しく開発したペロブスカイト型酸化物触媒が自動車の排ガス中で自己再生機能を有することを、大型放射光施設 SPring-8 の放射光X線を利用した原子レベルでの解析

酸素分子を1列にならべる (Science)
 ゼオライトや炭素系物質と同じように、ナノスケールの細孔を規則正しく並べた物質をブロックに組むようにデザインし、化学的に合成することに世界で初めて成功

筋収縮を調節する分子メカニズムの一端を解明 (Nature)
 筋収縮の調節に重要な役割を果たしているタンパク質の立体構造を決定し、その分子メカニズムを解明することに世界で初めて成功

干渉性放射光散乱パターンを元にした実空間像の再現(Physical Review Letters)
 2層のニッケルパターンから干渉放射光による散乱パターンから位相回復法により、3次元実空間像をナノメートルスケールで世界で初めて再生する事に成功した。この方法はナノテクノロジー、ライフサイエンスなど広範な応用が期待される。

(2) 今後の展開と課題

(a) 研究利用の推進

我が国の重要施策である「タンパク 3000」計画 (RR2002) は、5 年間で 3000 種の蛋白質の立体構造を決める計画であるが、SPring-8 は理研ゲノム科学総合研究センターとともに拠点施設になっている。また科学研究費補助金の特別推進研究や特定領域研究に指定された研究に対する重点的なビームタイム配分するなど、他の重要施策研究にも貢献しており、我が国の研究基盤施設として研究遂行に欠かせない役割を果たしている。

平成 14 年度から運転経費の約 30%を上記「タンパク 3000」計画 (RR2002) 予算から受けている。

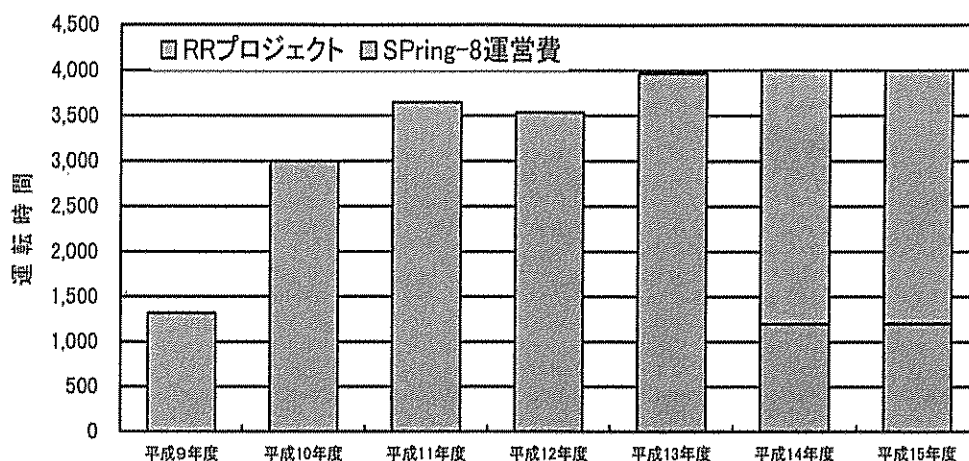


図 5.4-4 SPring-8 の利用時間

(b) 施設の保守

SPring-8 では、大強度高エネルギー放射線による加速器、ビームラインの損傷が進んでいる。とくに冷却水中の溶存酸素の活性化でおこる金属腐食による冷却水配管の断裂や漏水、トップアップ運転及び低エミッタンス運転による熱負荷の増大、非常用蓄電池の寿命など経年劣化が進んでおり、その対策を重点的に実施してきた。

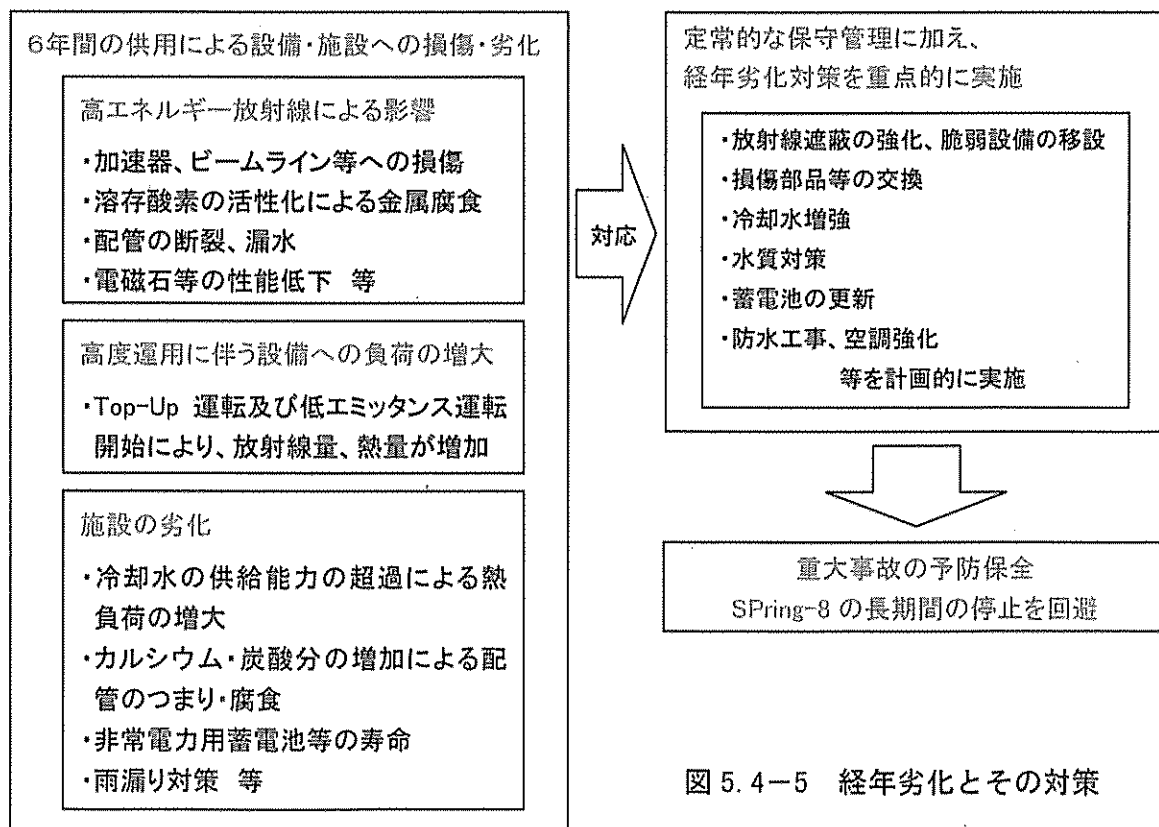


図 5.4-5 経年劣化とその対策

(c) 施設の高度化

SPring-8 には他の放射光施設では実現できない特性をもつ放射光を発生する潜在能力がある。これまで高度化研究費を用いて SPring-8 の高度化が進められてきた。これまでに蓄積リングの安定化／低エミッタンス化で干渉性 X 線の実験を可能にし、現在はトップアップ運転で測定精度の大幅な向上を図っている。次は 30m 長直線部を利用したフェムト秒のパルス放射光の発生を計画しているが、これが成功すると SPring-8 は世界で唯一のパルス幅フェムト秒の X 線光源になり、新しい研究領域の開拓が可能になる。

表 5.4-2 SPring-8 加速器の高度化

低エミッタンス 蓄積リングにおける水平エミッタンスを6nmrad から3nmrad に低減
TopUp運転 蓄積リングへの連続入射を行う TopUp 運転の実施により、積分電流値の増加、光学素子の熱負荷変動の軽減、強度測定精度の向上が可能
フェムト秒パルス 30m長直線部挿入光源、低エミッタンス、及び軌道の安定性の特徴を活かして、30m超直線部に Grab 空洞を設置し、フェムト秒の短パルス放射光が発生が可能

(3) まとめ

SPring-8 では今後加速器及びビームラインの保守／高度化をどのように進めるかが問題である。大型加速器のフォローアップについては、建設費及び運営費へ投入した国費の生産性／投資効率という観点から全面的に改革する必要がある。

事務局
具体的に
何を改革する
必要があるのかを示す