

1. 全体概要

菊田 惺志

1. はじめに

2002年度は1997年10月の供用開始後、4年半から5年半の期間であり、本格的な利用期に入っている。加速器はエミッタンスをさらに小さくする運転を実現するなど、高性能化が図られた。一方で放射線損傷による機器の故障が第3世代放射光リングに特有な問題として浮上してきた。利用研究は顕著な成果が多く分野で輩出するようになり、産業利用も前年度より倍増した。SPring-8プロジェクトに対する文部科学省の中間評価では、外国の大型施設と比べて遜色のない実績を挙げているが、より多くの成果を挙げるために、今後、研究領域の重点化など明確な研究戦略をもって本格的な利用期に対応すべきであるとの指摘がなされたので、その具体策が検討され実施に向けて準備が進められている。

以下に2002年度のおもな動向を列挙する。

1-1 ビームラインの整備状況

共用ビームラインとして、分光分析1本が整備された。また、専用ビームラインとして2本（APCST ID及び創薬産業）、原研ビームラインとして1本（原研 量子構造物性）、理研ビームラインとして2本（理研 物理科学 及び理研 構造ゲノム）が整備された。これにより、現在合計44本のビームラインが稼働中である。また、建設中または整備中のビームラインが3本となっている。

1-2 加速器運転・放射光利用の状況

加速器は4週間と5週間モードで運転され、総運転時間は5543時間であった。そのうち3897時間が放射光利用研究に供された。2002年11月から蓄積リングの水平方向のエミッタンスを6nmradから3.1nmradに半減させる運転モードが導入された。

共同利用期間2002A（2002年2月～7月）と2002B（2002年9月～2003年2月）における実施利用課題数は共同利用ビームラインで1081件、専用ビームラインで253件であり、2001Aと2001Bにおける959件、216件を上回っている。利用者延べ数は共同利用と専用ビームラインをあわせて8843人で前年の7935人よりも増加した。

成果非専有でビームラインを利用したときには利用報告書の提出に加え、研究成果をまとめた論文を学術雑誌などに公表することが求められている。2002年の利用に関して査読のある発表論文の数は共用ビームライン関係272、専用ビームライン43、原研・理研ビームライン56、その他29、

合計で347編であった（2003年5月31日現在）。年を追って論文数がかかなり増える傾向が続いている。

1-3 産業利用の推進

コーディネータグループによる支援体制が整い、講習会・研修会、コンサルティング、技術支援などの活動を活発に実施した結果、共用ビームラインの利用において、実験責任者が民間の課題が110課題/40社程度と前年よりほぼ倍増した。

1-4 リサーチ・レポリキュション2002への参画

国の科学技術重点4分野推進プロジェクトとしてリサーチ・レポリキュション2002が平成14年から5年間の計画でスタートした。その中でライフサイエンス分野における「タンパク3000プロジェクト」とナノテクノロジー・材料分野における「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」に参画した。

1-5 施設・設備の高度化

加速器、ビームラインと実験ステーションの高度化を着実に進め、放射光科学分野における競争力の強化を図った。3年目になる高度利用技術開発のプロジェクトでは、引き続き先端的な装置の開発と研究手法の開拓を行った。2001年10月に文部科学省から科学研究費補助金を申請できる研究機関に指定され、2002年度から補助金を受けることができるようになり、それにもとづく研究が始められた。

JASRIにおける活動の情報交換とネットワークづくりのためにインハウス・スタッフによるJASRIコロキウムが企画され、毎週開催されている。

1-6 SPring-8の中間評価

文部科学省科学技術・学術審議会の研究計画・評価分科会においてSPring-8の中間評価が行われ、平成14年9月に「大型放射光施設（SPring-8）に関する中間評価報告」としてまとめられた。それによると利用研究では国際的に著名な学術誌に掲載される研究成果があげられ、大きな経済的効果をもたらす可能性のある研究開発が行われている。利用者数、論文数、年間運営コストを海外の同種施設と比較すると、SPring-8の運営に関わる費用対効果は比肩するものと評価できている。一方、SPring-8はこれまでの建設、整備、利用拡大に重点を置いてきた時期から「本格的利用期」に移行する時期に至ったので、より優れ

た、より多くの成果を上げることに力点を移して行くべきであるとして、(1) SPring-8が主体的、戦略的な運営を行っていくことができるような運営システムに改革するべきである；(2) 特殊法人改革により、原研、理研の組織形態が近々変わる事となっているが、新たな運営システムが効果的に機能するように運営組織を改革するべきである；という提言がなされた。

1-7 共用ビームラインの評価

供用開始後5年を経過した共用ビームラインに対して、放射光研究所長の諮問によりビームライン毎に設けられた評価委員会において外部評価を実施することとした。ビームラインと実験装置の性能と整備状況、利用研究の成果、共同利用と利用支援の状況、および将来構想について評価・勧告が行われ、それらは今後の利用研究でより優れた成果を得ることをめざして、充実した供用業務、利用支援の推進、ビームラインの整備、移設、建設などの検討に生かされる。本年度に開かれた評価委員会はつぎの5つである。

BL08W評価委員会(コンプトン散乱、高エネルギー分析ビームライン) 平成14年11月7日、8日

BL01B1評価委員会(XAFSビームライン) 平成14年11月19日、20日

BL02B1評価委員会(構造物性ビームライン) 平成14年11月25日、26日

BL41XU評価委員会(蛋白構造解析ビームライン) 平成14年12月13日、14日

BL10XU評価委員会(高輝度XAFS、高圧物性ビームライン) 平成15年1月13日、14日

1-8 主な行事

2002年度の主な行事はつぎのとおりであった。

- 4月27日 第10回SPring-8施設一般公開
- 5月1～4日 第24回ICFA次世代光源に関するワークショップ
- 5月10～12日 第5回SPring-8 30m長直線アンジュレータ国際ワークショップ
- 5月13～17日 日本・ハンガリーセミナー「光科学の最前線」
- 5月17日 SPring-8トライアルユース成果報告会(東京)
- 5月31日 創薬産業ビームライン完成披露
- 6月3～7日 トライやるウィーク(中学生体験活動週間)
- 7月7～9日 SPring-8夏の学校
- 7月24日 SPring-8交流会
- 7月26日 第21回諮問委員会
- 8月7～9日 高校生のためのサイエンス・サマーキャンプ

ンプ

- 8月19、20日 高校生のためのサマーサイエンスセミナー
- 8月22～26日 光イオン化国際ワークショップ
- 9月3～6日 第7回播磨国際フォーラム「ランダム系物質の構造と物性」
- 9月10、11日 第6回SPring-8シンポジウム
- 9月18日 JASRIコロキウム開始
- 10月3日 第22回諮問委員会
- 10月15、16日 第5回SSRT Netワークショップ
- 11月9、10日 ナノテク支援ワークショップ
- 11月11～14日 第7回加速器アライメント国際会議
- 11月11～15日 トライやるウィーク(中学生体験活動週間)
- 12月4～6日 第2回加速器における軌道安定化国際ワークショップ
- 12月18～20日 第6回SPring-8利用技術に関するワークショップ
- 12月20日 ナノテクノロジー総合支援プロジェクト放射光グループシンポジウム(東京)
- 1月9～11日 第16回日本放射光学会・放射光科学合同シンポジウム(姫路)
- 3月4日 第23回諮問委員会
- 3月19～21日 第8回播磨国際フォーラム「生物マシーナリーの構造生物学」

2. 加速器

加速器の年次の運転時間の推移を図1に示す。2002年の加速器の総運転時間は5543時間で、そのうち3898時間が放射光利用研究に供された。前年はそれぞれ5456時間と4033時間であった。本年の利用時間の減少は主に放射線損傷による機器の故障および高周波空洞と挿入光源での真空トラブルが原因でダウンタイムが増えたことによる。今

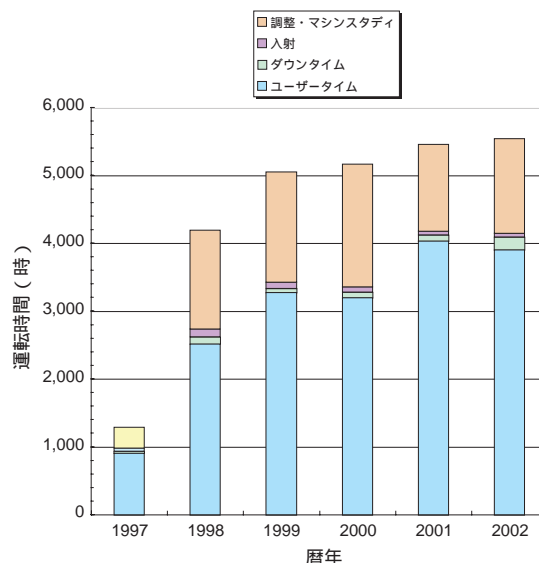


図1 加速器運転時間の推移

後、放射線損傷による機器の故障の頻度は増えるものと思われ、その対策が急務になってきている。

蓄積リングでは、水平方向のエミッタンスを6nmradから3.1nmradに半減させる低エミッタンスオプティクスが利用運転に導入された。これにより計算上の輝度は3倍ほど増強されたが、ビーム寿命は約半分程度になった。これに対応するため、かねてから準備していたトップアップ運転の実施を早めることにした。また、2000年から進めてきた軌道安定化のプロジェクトは最終年度に入り、軌道振動の原因の特定と振動源の除去等が行われた。

線型加速器では、ビームエネルギーと軌道安定化に関する各種の改造で安定度がさらに向上した。また電子銃の下流に設置したデフレクターの調整が進み、単バンチ性能が向上した。

シンクロトロンでは、トップアップ運転を睨んで、シンクロトロンでのビーム性能の向上と軌道の安定化を図るため、ビームの形状と位置を常時観測できる薄膜を用いたOTRモニターをSSBT輸送系に設置した。

加速器制御系では、線型、シンクロトロン、蓄積リングの3つの加速器の制御系の高機能化、高精度化、高速化に関する改造等を実施した。また、中央制御ではシステムの信頼性をより高いものにするために、サーバーのクラスター化とデスクシステムとインターフェース等の2重化を実施した。

一方、8GeV電子ビームの更なる高性能化と高度利用方法の開拓を目指し、電子ビームの性能評価と高耐熱性機器の開発を可能とする加速器診断、のビームラインの整備、逆コンプトン散乱でMeVから10数MeV光子を生成するための遠赤外レーザーシステムの開発と加速器診断のビームラインへの設置、10テスラ超伝導ウイグラーを用いた大強度MeV放射光の生成実験を実施した。さらに、世界最高性能の電子ビームと、超伝導クラブ空洞を組み合わせ、フェムト秒領域の高輝度X線短パルス放射光を生成させる研究開発を始めた。

rf電子銃の開発では、高量子効率カソードの試作品の製作とその試験を実施した。

3. ビームライン

3-1 ビームライン開発（新規増設・改造、高度化）

(1) 挿入光源

軟X線理研ビームラインBL17SU用の光源として垂直・水平偏光、左右円偏光が制御可能な新型のアンジュレーターを開発した。これは8の字、ヘリカルと非対称8の字の3つのモードの選択ができるようになっている。

高度化開発として、円偏光アンジュレーターで左右偏光方向の切り替えの高速化を図った。制御系の改良などによりスイッチング周期は10Hz程度までに向上した。また真空封止型狭ギャップリボルバー型アンジュレーターの開発

では、磁石列の回転再現性の試験と形状変換部の繰り返し疲労試験を行うとともに、新しい磁場測定法を試行した。

(2) 基幹チャンネル

挿入光源用基幹チャンネル1本（BL17SU）を建設した。またBL26B1、26B2、32B2、およびBL22XU、37XU 5本のコミショニングを行い、光軸の確認、スリット類と光位置モニターの調整を実施した。

冷却水流量不足をなくすためにベリリウム窓用冷却系の配管系統の変更を行った。また前置スリット、マスク・アブソーバなどの高熱負荷機器を改造し交換した。

高度化開発として、基幹チャンネルの熱吸収体からの多量のガス放出による真空度の低下を防ぐために新しい真空排気系の設計、改造を実施した。また益々高出力化・高パワー密度化する光源に対応できる高耐熱フロントエンド機器開発のため熱負荷試験用システムの整備を行った。さらに光伝導型光位置モニターの開発を継続して進めている。

(3) 光学系・輸送チャンネル

BL26B1、26B2、32B2およびBL22XU、37XU 5本の光学系・輸送チャンネルの試験調整運転を実施した。BL28B2の三番目の光学系ハッチ増設に伴う試験調整も行われた。BL17SUについては光学系機器の製作、光学ハッチ内の前置光学系の据付を終えた。既存のビームラインにおいても性能向上、利用範囲拡大、使い勝手の改善などのために光学系・輸送チャンネルの部分的な改造が進められた。

輸送系機器の高度化開発では、加速器の光源としての性能が向上して光源サイズが縮小した結果、輸送系機器の振動レベルを低減させることが求められるようになったので、輸送チャンネル排気ユニットのスクロールポンプの振動および液体窒素モノクロメーター結晶の振動の抑制を行った。

光学素子冷却の技術開発では、偏向電磁石光源用分光結晶について冷却水導入部の構造の改良、トッププレートとベースプレートの拡散結合による一体化などで結晶歪みや振動の軽減を図った。

超高分解能分光素子の開発では、超高分解能非弾性散乱の背面ブラッグ反射型アナライザー結晶の製作で格子状細溝加工やエッチング条件の最適化研究を進めた。

X線ビームコンデンサーの開発では、エリプティカルミラーについて昨年度に0.2 μ mの集光ができたが、さらに形状修正により理論限界に近い90nmの1次元集光を達成した。このミラー2枚を高精密な調整機構に組み入れて2次元集光させ、90nm \times 90nmのマイクロビームを得た。

結晶分光器の安定化については、二結晶分光器の微小回転角をフィードバック制御して分光器下流のX線ビームの強度と位置を安定化させるシステム（MOSTAB）を開発した。現在、3ビームラインでMOSTABが導入されており、11ビームラインで導入を検討している。

(4) ビームライン制御

新設ビームライン BL22XU、BL26B1/B2、BL32B2、BL37XUへのシステム導入と立ち上げを実施するとともに、既存ビームラインのシステムおよびネットワークのアップグレードをおこない安定化、高速化を図った。来年度から運用予定のトップアップ運転に関し、入射信号配信システムを設計し、光ケーブルの敷設、光分配・受信モジュールの製作を行った。挿入光源ID25の制御において、1Hzでの円偏光スイッチング制御システムを完成させた。実験ステーション関連では、4軸回折計における「軸立て」システムなどを開発しユーザーの利便性の向上を図った。さらに、インターロックシステムにおいては、ワークステーションとの連携によりシャッター等の開閉を実験ホール内においてユーザPCから遠隔操作することが可能になった。

(5) 放射線遮蔽計算

新規増設ビームラインである加速器診断ビームラインBL05SSおよび理研ビームラインBL17SUにおけるハッチ壁の放射線遮蔽計算を、計算コードおよび簡易式を用いて行った。

3-2 共通技術開発

(1) 検出器

先端性、共通性が高い放射光用X線検出器として2つのタイプの検出器を研究開発している。ひとつはPSI (Paul Scherrer Institute) と共同で開発を進めているタンパク質結晶構造解析用のピクセル検出器で、微細素子毎にX線単一光子を計数するという特徴をもつ。評価用小型ピクセル検出器の稼動試験を実施し、基本的な動作特性を得た。もうひとつは大強度X線ビーム強度モニターで、希ガスの真空紫外域の発光を利用する。強度 $10^4 \sim 10^{15}$ photons/secのX線を時間分解能50nsecで計測できることが確認された。

(2) 放射線評価

大線量分布測定用にガフクロミックフィルム線量計システムを整備した。これは蓄積リング内機器への放射線損傷対策用に利用されている。また低・中線量分布用にフッ化リチウム熱蛍光素子を含む生体等価シート線量計を開発した。一方、電離箱を用いた放射光絶対強度モニターの開発を前年度に引き続き行っている。

新規ビームライン5本に対するコミッショニング時の放射線漏洩検査を実施した。放射線照射中にハッチ内で発生するオゾン濃度の測定を行った。

(3) 周辺技術

機器部品の設計・製作、回路の設計・製作、化学準備室・ストックルールの維持・管理などが行われた。共通測定器のストックルールの整備を進めた。

(4) 情報ネットワーク

SPring-8内のJASRI、原研、理研を含むOA系ネットワークの整備・増強および維持・管理・運用が行われ、ネッ

トワークの外部接続の変更と高速化、各種サーバーの整備、インターネットセキュリティの維持・強化などが図られた。

4. 実験ステーション

4-1 実験ステーション建設

蓄積リングのビームラインは全部で62本建設される予定である。このうち2001年度までに38本が建設され稼働中であった。2002年度には6本の供用または実験が開始され、3本が建設・調整中である。

表1 ビームライン建設状況(2002年度末)

区分	共用	専用	原研・理研	加速器診断	合計
稼働中	25	9	9	1	44
建設・調整中	0	0	2	1	3
合計	25	9	11	2	47

(1) 共用ビームライン

共用ビームラインはSPring-8によって建設され、共同利用に供される。2001年度までに供用開始されたものは24本で、2002年度につぎの1本が供用開始された。

BL37XU U 分光分析 供用開始

(2) 専用ビームライン

専用ビームラインは国内外の研究機関によって提案され建設されるビームラインで、建設した機関の専用である。2001年度までに実験開始されたものは7本、2002年度につぎの2本が実験開始された。

BL12XU U 台湾APCST ID 実験開始

BL32B2 BM 創薬産業 実験開始

(3) 原研・理研ビームライン

原研・理研ビームラインは原研・理研によって建設されるビームラインで、原研・理研の独自研究に用いられる。2001年度までに原研3本、理研3本が実験開始された。2002年度に実験開始されたもの3本、建設・調整中のもの2本である。

BL22XU U 原研 量子構造物性 実験開始

BL19LXU U 理研 物理科学 実験開始

BL26B1 BM 理研 構造ゲノム 実験開始

BL17SU U 理研 物理科学 建設・調整中

BL26B2 BM 理研 構造ゲノム 建設・調整中

(4) 加速器診断用ビームライン

蓄積リングの電子ビーム診断用である。2001年度までに実験開始したもの1本、2002年度に建設・調整中のもの1本である。

BL05SS 加速器診断 建設・調整中

蓄積リング全体のビームラインをまとめて表2に示す。

表2 蓄積リングのビームライン (2002年度末)

1) 共用ビームライン (25本)		
BL01B1	BM	XAFS
BL02B1	BM	結晶構造解析
BL02B2	BM	粉末結晶構造解析
BL04B1	BM	高温構造物性
BL04B2	BM	高エネルギーX線回折
BL08W	W	高エネルギー非弾性散乱
BL09XU	U	核共鳴散乱
BL10XU	U	高圧構造物性
BL13XU	U	表面界面構造解析
BL19B2	BM	産業利用
BL20XU	U	医学・イメージング
BL20B2	BM	医学・イメージング
BL25SU	U	軟X線固体分光
BL27SU	U	軟X線光化学
BL28B2	BM	白色X線回折
BL35XU	U	高分解能非弾性散乱
BL37XU	U	分光分析
BL39XU	U	磁性材料
BL40XU	U	高フラックス
BL40B2	BM	構造生物学
BL41XU	U	構造生物学
BL43IR	BM	赤外物性
BL38B1	BM	R&D
BL46XU	U	R&D
BL47XU	U	R&D
2) 専用ビームライン (9本)		
BL12XU	U	APCST ID
BL12B2	BM	APCST BM
		(台湾APCST)
BL15XU	U	広エネルギー帯域先端材料解析
		(物質・材料研究機構物質研究所)
BL16XU	U	産業界 ID
BL16B2	BM	産業界 BM
		(産業用専用BL共同体)
BL24XU	U	兵庫県
		(兵庫県)
BL32B2	BM	創薬産業
		(蛋白質構造解析コンソーシアム)
BL33LEP	BM	レーザー電子光
		(大阪大学核物理研究センター)
BL44XU	U	生体超分子複合体構造解析
		(大阪大学蛋白質研究所)

3) 原研・理研ビームライン (11本)			
BL11XU	U	原研	材料科学
BL14B1	BM	原研	材料科学
BL22XU	U	原研	量子構造物性
BL23SU	U	原研	重元素科学
			実験開始
BL17XU	U	理研	物理科学
BL19LXU	U	理研	物理科学
BL26B1	BM	理研	構造ゲノム
BL26B2	BM	理研	構造ゲノム
BL29XU	U	理研	物理科学 (長尺BL)
BL44B2	BM	理研	構造生物学
BL45XU	U	理研	構造生物学
			建設・調整中
			実験開始
			実験開始
			建設・調整中
4) 加速器診断用ビームライン (2本)			
BL05SS		加速器診断	建設・調整中
BL38B2	BM	加速器診断	

4-2 物質科学実験ステーションの高度化

利用研究促進部門は、物質科学分野の共用ビームラインを担当し共同利用の支援を行う研究組織であり、産業応用・利用支援、構造物性および、分光物性およびの5グループから構成される。

産業応用・利用支援グループでは、2001年度末に実施した「トライアルユース」プロジェクトのいくつかの研究課題が順調に発展し、産業現場でのニーズに合わせた研究が育ってきている。

構造物性グループでは、地球科学研究用に従来より高い圧力領域をカバーできる焼結ダイヤモンドアンビル高圧プレスを設置し、下部マントル深部の高圧高温下での物質構造解析を可能とした。

構造物性グループでは、表面構造解析 (BL13XU) と高分解能非弾性散乱 (BL35XU) のビームラインの本格的な供用を開始した。BL35XUには固体および液体のフォノンなどの励起を1meVの高分解能で測定できる分光器が設置されている。

分光物性グループでは、時間分解測定が可能なエネルギー分散型XAFS分光装置を試作し、供用を始めた。装置の時間分解能は10msec程度、エネルギー分解能は 2×10^{-4} であり、触媒反応の*in situ*測定が行われている。

分光物性グループでは、BL25SUで特殊な設計のアンジュレーターによる円偏光スイッチ測定を開始した。これにより軟X線領域でのMCD測定の精度が飛躍的に改善された。

物質科学に関連する7つの共用ビームラインでは、文部科学省の主導によるナノテクノロジー総合支援プロジェクトに関わる設備の整備が行われた。磁場可変のMCD装置およびPEEM装置の導入、偏光制御用の移相子およびIP読

み取り装置の整備などである。

4-3 生命科学・環境科学実験ステーションの高度化

利用研究促進部門は、生命科学および環境科学分野の共用ビームラインを担当し共同利用の支援を行う研究組織であり、産業応用・利用支援、構造生物、生物・医学および顕微・分光グループの4グループから構成される。

産業応用・利用支援グループでは、医薬品関連試料解析のためにカメラ長1mの真空チャンパーを持つニエ工型粉末回折計を試作した。

構造生物グループでは、20ミクロン級スリット系の整備、X線照射位置の高精度化、データ収集系のネットワーク整備などを行った。多波長異常回折法のために自動連続測定システムなども整備した。

生物・医学グループでは、蓄積リングのバンチと同期させた高速シャッターシステムにより単一バンチの切り出しが可能になった。小角散乱装置で寄生散乱の除去により小角分解能900を実現した。医学関係のイメージングで検出器と同期させたシャッターにより1フレームあたり数ミリ秒露出するシステムを整備し、心臓など動きの速い被写体の撮影を可能にした。

顕微・分光グループでは、X線マイクロトモグラフィにおいて8keV X線で空間分解能0.8ミクロンを達成した。蛍光X線を用いた顕微法、 μ -XAFS、X線ホログラフィなどの利用ができるビームラインBL37XUを整備し、2002年第9サイクルから共同利用を開始した。Sb、Laなどの重金属元素に対してピコグラムの微量分析が可能であることを示した。

5. 共同利用

SPring-8の共同利用は2002年度においては第9回共同利用(2002A)の大部分と第10回共同利用(2002B)に加えて、第11回共同利用(2003A)の一部が実施された。図2に1997年の第1回から第10回までの共用ビームラインおよび専用ビームラインの利用課題数と延べ利用者数の推移を示す。利用課題数および利用者数とも全体的に漸増の傾向

にある。これは主として利用可能なビームラインの本数の増加に対応している。第10回共同利用の採択結果でみれば、応募751件に対し採択472件(採択率63%)であった。また、採択された課題のシフト数では要求5321シフトに対し配分4124シフトでシフト充足率78%であり、前回の80%とほぼ同じ割合であった。また採択された課題の平均シフト数は8.7で、前回の8.8とほぼ同じであった。

特定利用課題は2002Bからが1件、2003Aからが1件、採択された。

文部科学省が本年度から開始したナノテクノロジー分野の振興のための「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」の一環としてSPring-8では「共用ビームラインを活用した放射光利用解析支援」を実施した。第10回共同利用では開始直後の調整として、応募課題数91件に対して選定課題数が60件であった。

同じように文部科学省が本年度から開始した、3000種類以上のタンパク質の構造と機能の解析をめざす「タンパク3000プロジェクト」では、SPring-8はタンパク質の解析に必要な放射光をプロジェクトに参加する研究機関に供与した。第10回共同利用では開始直後の調整として、応募課題34件に対して選定課題数が32件、配分シフト数が100シフトであった。残りの212シフトは留保シフトの扱いとされた。

6. 高度利用技術開発

2000年度に、SPring-8における先端的な放射光装置の技術開発と新しい放射光研究手法の開拓をめざしてJASRI、原研、理研の3者協力による高度利用技術研究開発委員会が設置された。2002年度にこの委員会で採択された研究テーマは以下のとおりである。

先端技術領域では

- (1) X線集光結像光学系を用いたマイクロビームと顕微鏡に関する研究
- (2) 軟X線領域における完全偏光測定
- (3) 荷電粒子検出のための3次元(空間・時間)検出系利用技術の構築

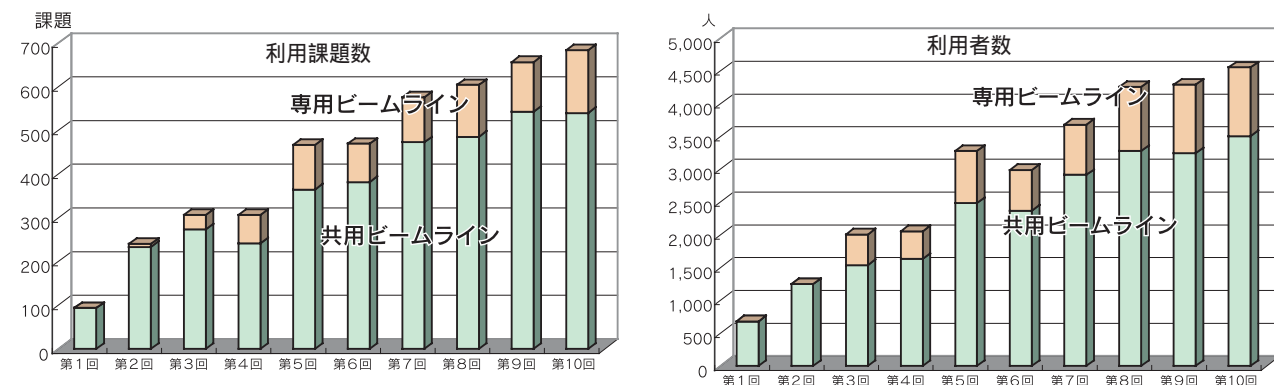


図2 利用課題数(左)及び利用者数(右)の推移

物質科学領域では

- (1) X線高次散乱による新しい物質解析法の研究
- (2) スピンによって誘起される結晶表面電子密度分布は観察可能か

生命科学領域では

- (1) タンパク質機能の時間分解X線解析法の研究
- (2) マイクロビームによる凍結生体微小試料のX線回折

7. 共同研究など

共同研究はSPring-8と所外の研究機関が協力して実施される研究である。科学技術振興事業団の先端的共同利用施設利用促進型共同研究制度により大学及び民間企業と3つの分野で共同研究を行った。

マテリアルサイエンス分野では「極端条件下における物性変化および構造変化の機能解析とその利用技術研究」のテーマのもとに以下の研究が実施された。

- (1) 遷移金属等における強相関電子系の電子状態の解析
- (2) 超高压下での構造相転移、磁性、原子価状態等の変化の構造解析

- (3) 内殻電子励起に基づく物質構造変化の機構解析

ライフサイエンス分野では「生体の高次機能に関連したタンパク質の構造生物学研究」のテーマのもとに

- (1) シグナル伝達に関与する細胞膜レセプターの構造生物学研究
- (2) プロスタグランジンD2合成酵素の構造生物学研究
- (3) 放射光のパルス特性を利用した動的構造生物学研究が実施された。

放射光利用技術分野では「高輝度X線を用いた新しいイメージング技術の開発」のテーマのもとに

- (1) 拡散板を用いた視野拡大の実験
- (2) 蛍光X線結像顕微鏡の開発
- (3) ヒトのガン組織における微量金属元素分布に関するマイクロビームを用いた走査型蛍光X線顕微法による研究が実施された。

共同研究はこのほか、(株)日本電気基礎研究所、浜松ホトニクス(株)など5機関とも実施された。

また受託研究はつぎの4件が実施された。

- (1) 熔融塩の構造解析及び電解シミュレーション
(核燃料サイクル開発機構)
- (2) タンパク質結晶回折データ遠隔収集システムの開発
(大阪大学)
- (3) 蛍光X線イメージング高速化のための検出器技術開発
(物質・材料研究機構)
- (4) 宇宙環境における骨代謝メカニズムの解明のための「3次元X線CT」の開発
(財)日本宇宙フォーラム)

8. 産業利用

コーディネータグループによる支援体制が整い、講習会を6回、研修会を9回開催するとともに、コンサルティングや技術支援を行うなど、支援活動を活発に実施した。また、産業利用共用の拠点となる産業利用ビームラインも本格利用に入り、産業利用分科会と一体で、産業利用に資する活動が固まってきた。その結果、共用ビームラインの利用において、実験責任者が民間の課題が110課題/40社程度とほぼ倍増した。分野で見れば、金属・化学などの素材分野が急増した。マーケティングで重視した分野がそのまま利用に反映している。さらに、新規ユーザの問合せや利用申請も急増している。これには前年度に行ったトライアルユースも寄与していると思われる。その分、産業利用ビームラインで高い競争率となっているが、高い競争率が持続する背景には、産業利用支援グループと利用者の間で、良好で円滑な関係が築かれつつあるものと考えている。しかしながら、こうした利用の活発化により、成果につながるための更なる課題も顕在化してきている。

9. 安全管理

安全管理室は理事長直轄の組織として、保安管理に関することの総括と安全管理に関する実務的な事務を所掌している。放射線管理が主要な業務であるが、放射光利用実験に伴う放射線以外の危害要因(化学薬品、バイオハザード、高圧ガス、高出力レーザーなど)に関わる安全管理業務の比重も増しつつある。

2002年度に安全管理室では、使用許可の変更申請を1回行い、放射線施設の施設検査と立ち入り検査をそれぞれ1回ずつ受けた。また、新たに組換えDNA実験安全管理規定を制定し、国の指針に基づいた管理体制を整えた。さらに、化学薬品や高圧ガスに関する管理体制の見直しを行っている。

10. 施設管理

施設管理部門が所掌する電力・ガス・水の受給配、機器冷却、空気調和、情報関連施設の運転・維持管理、実験排水・産業廃棄物の処理、建屋・外構の改造・維持管理業務は、安全に、安定して、かつ信頼性高く実施することを旨として実施することにより、研究者が研究に専念できる研究所機能・環境が実現する。本年度の主要な業務実施内容を列挙する。

地球温暖化抑制にともなう省エネルギー化への対応は、省エネ法改正により、2003年度から、電気は製造業等と同一区分の第一種エネルギー管理指定工場に、熱は第二種エネルギー指定工場となり、中長期計画の策定と報告が義務化される。このため、電力・熱エネルギーの消費状況把握に努め、実現可能な省エネルギー策を検討した。

播磨科学公園都市の水源系が揖保川水系から千種川水系に変更されたことにより水質が硬化し、冷却系機器・配管

へのスケール付着・腐食が顕著になった。対策として薬剤濃度自動制御システムを蓄積リング棟に増設した。

利用実験の増加と高度化にともない、建屋の改造、情報設備の増強に対応している。建屋等の経年劣化に対応して入射系建屋外壁の塗装耐久試験を実施し、その結果を基に長期計画を立て区画補修を開始した。

実験系廃棄物については、想定外の投棄事例に鑑み、合理的な回収・分別・再利用を図るため、研究者の理解と協力を得て新たな区分管理を開始した。

2000年度から整備を進めてきた施設管理統合システムは実用段階に入り、日常の施設管理業務の効率的な実施、故障・障害の発生、事故・災害等緊急時における迅速な対応と施設管理業務の継続的向上に資することができるようになった。化学試料準備室等支援システムも更新版が実用に入った。

運営経費および人的資源の効率的な活用を推進するため、実績に基づいて段階的に組織・体制を合理的な再構築する計画に着手した。

11. SPring-8予算と人員

SPring-8 施設は加速器、ビームライン、共通施設から構成され、1991年から1997年までの期間に大型放射光施設研究共同チームにより総額1,100億円かけて建設された。1994年に放射光利用研究促進機構として国から指定された

JASRI は、原研と理研からの委託に基づく運営費等によって施設の運転、維持管理と高度化、研究開発、安全管理等の業務を行っている。また、国からの交付金により供用業務、支援業務も行っている。JASRI予算は図3に示すように1997、1998年度に増加し、1999年に減少した後は2002年までほぼ一定になっている。2002年度においては、委託に基づく運営費が減少しているが、政府の重点施策の一部で、SPring-8に関連する研究領域であるタンパク3000およびナノテクの補正予算が追加措置されたため、2002年度予算は前年度並みの約117億円であった。

1997年10月に共用ビームライン9本、理研ビームライン1本の稼働と共にSPring-8施設の供用が開始され、これに併せて職員数が大幅に増加した。その後、1998年度から2001年度にかけて共用ビームラインの建設が続々と行われ、15本（1998年度2本、1999年度5本、2000年度4本、2001年度4本が稼働を開始）が新たに共用に供された。2002年3月末では、共用ビームライン数の増加に伴う運転・支援等の業務および付帯する業務量の増加に合わせて、図4に示すように放射光研究所職員数および事務局職員数は徐々に増加し、利用研究者数の増加に伴う放射線安全業務等の増加に合わせて安全管理室の人員数も増加した。供用開始以降、JASRI の総職員に対する放射光研究所職員の割合は7割前後で推移している。厳しい財政状況の中で人員規模の見直しがあって、ごく限られた人数で利用支援を行わざるを得ないことになり、2001年4月に放射光研究所の組織を変更した。

SPring-8サイトには、JASRIをはじめ、原研・関西研究所・放射光科学センターおよび理研・播磨研究所により、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。SPring-8で行われている研究活動の全体像を把握する上で、サイト全体での統計を取ることが重要であるため、上記の三機関の統計データを足しあわせて、人員数および供用開始からの予算の推移を、図5および図6に示す。2000年度までで主な施設建設およびビームライン建設が終わったために原研および理研の予算は減少している。2002年度は、政府の重点施策の一部で、SPring-8に関

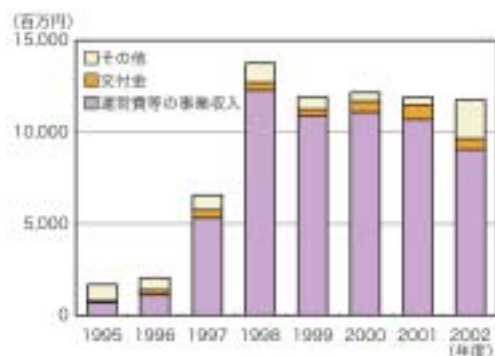


図3 JASRI予算の推移

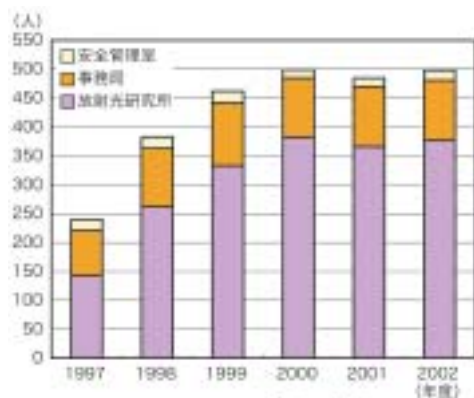


図4 JASRI人員の推移



図5 三者人員数

連する研究領域であるタンパク3000とナノテクに関して、SPring-8サイト全体でそれぞれ約26億4千万円と約5億5千万円の予算が追加措置された。

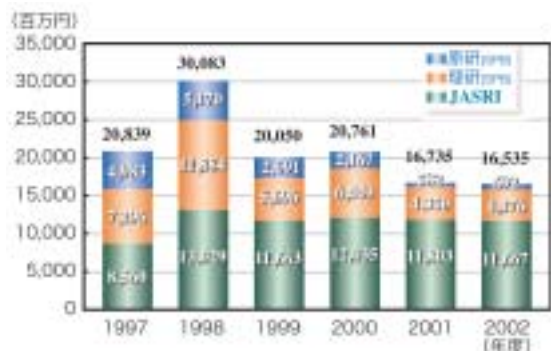


図6 三者予算の推移

12. SPring-8の組織と委員会

SPring-8サイトではJASRIとともに日本原子力研究所・関西研究所・放射光科学研究センターと理化学研究所・播磨研究所が緊密に協力して活動している。また、サイトには姫路工業大学所属の放射光施設ニュースバル(1.5GeV)があり、こことも協力関係にある。JASRIの放射光研究所の組織は2001年4月に改組され、放射光研究所(加速器部門、ビームライン・技術部門、利用研究促進部門、施設管理部門)と事務局(総務部、経理部、企画調査部、利用業務部、広報部)および安全管理室によって構成されている。これらの組織図は付録に示されている。

特定放射光施設の共用の促進に関する法律にもとづき設けられている諮問委員会は第21回(2002年7月26日)、第22回(2002年10月3日)と第23回(2003年3月4日)が開催され、供用業務に関する実施計画および供用業務の重要事項について審議した。また科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会による「大型放射光施設(SPring-8)に関する中間報告」における提言を受け、施設の能力を最大限活用し成果を上げていくための戦略的な研究の推進に向けて重点研究課題を含めた利用課題設定の実施方針と関連する規定類の見直しを行った。

諮問委員会のもとには専門委員会として利用研究課題選定委員会と専用施設検討委員会が設けられている。利用課題選定委員会では第9回利用期間(2002年9月~2003年2月)と第10回利用期間(2003年2月~7月)の供用施設利用研究の応募課題1484件の中から1035件(うち海外から55件)を選定した。

専用施設検討委員会において、設置から5年を経過した専用ビームラインのBL24XU(兵庫県)の中間評価を実施した。

SPring-8医学利用ビームライン専門委員会を3回開催し、SPring-8医学利用研究検討会でまとめられた結果をも

とに、技術的立場から臨床応用を目的とした医学利用ビームラインのデザインを検討した。

SPring-8の使用許可第13次変更申請を審議するため、放射線専門部会を11月25日に、放射線安全委員会を12月27日に開催し、申請内容は基本的に了解された。

特定放射光施設の運営に関する協力協定に基づき、日本原子力研究所・理化学研究所と、特定放射光施設連絡協議会を7月19日(第14回)と3月24日(第15回)に開催した。

13. 外部との連携・協力

13-1 研究会、国際会議の開催

SPring-8の利用者の交流と情報交換を目的とする「第6回SPring-8シンポジウム」がJASRIとSPring-8利用者懇談会の共催で9月10、11日に開催された。1日目に施設報告、光源の現状、特定研究課題の進展状況、広がる産業利用、2日目に特定研究課題の進展状況、実験技術トピックス、新設ビームライン報告、委員会報告などのテーマで報告、討論が行われた。SPring-8利用者懇談会との共催のもうひとつの企画である「第6回SPring-8利用技術に関するワークショップ」が12月18~20日にX線放射光分光の現状とSPring-8における新たな展開の可能性/SPring-8利用研究の最前線/不規則系物質の構造解析の最近の進展/超高压・超高温科学の放射光利用による新展開を目指して/の4つの主題のもとで開催された。

播磨国際フォーラムは播磨地域が放射光科学の有力な情報発信基地になることを期待して兵庫県とSPring-8によって企画され、最先端の研究トピックを比較的少人数で集中的に討議する会議であり、一般向けの講演会も併せて開かれている。1998年度から始まり、2002年度には第7回が9月3~6日に開かれ、「ランダム系物質の構造と物性」をテーマに議論された。第8回は3月18~21日に開かれ「生物マシーナリーの構造生物学」をテーマに議論された。

空間的にも時間的にも可干渉性に優れた高い縮重度をもつ次世代光源に関する「第24回ICFA次世代光源に関するワークショップ」が5月1~4日に開催された。このワークショップはInternational Committee for Future Accelerator(ICFA)が行う啓蒙活動シリーズとして位置づけられている。利用科学の可能性と光学技術/SASE用線型加速器/エネルギー回収型ライナック/FEL理論/挿入光源技術とその他の重要技術/について議論された。参加者は140名(うち海外から53名)であった。また「第5回SPring-8 30m長直線アンジュレーター国際ワークショップ」が5月10~12日に開催された。

光科学の最前線を主テーマとした「日本ハンガリーセミナー現代科学技術と物理」が5月13~17日に大阪大学核物理研究センター、高輝度光科学研究センターと国際高等研究所の3会場で行われた。本セミナーは1998年にハンガリーで行われた第1回セミナーに続く第2回セミナーであ

る。SPring-8は放射光からレーザー電子光にわたる広いエネルギー領域で高品質の光ビームを提供し、光科学のCOEのひとつであるとのことで参画した。

「IWP光イオン化国際ワークショップ2002」が8月22～26日に約160名（うち約半数が外国から）の参加で開催された。原子、分子などの放射光、レーザー照射などによる動的イオン化現象を主要なテーマとして議論された。

放射光応用実験を支援する理論家によるネットワーク Synchrotron Radiation Research Theory Networkの「第5回SRRT Net ワークショップ」が10月15、16日に開催された。今回のテーマは、強相関電子系、磁性体、表面・界面、不純物系に対する電子・光子の分光研究で、放射光実験、第一原理計算、模型理論の間の総合的理解に重点がおかれた。

加速器技術に関する国際会議として「第7回加速器アライメント国際会議（IWAA2002）」が11月11～14日に開催され、続いて「第2回加速器における軌道安定化ワークショップ」が12月4～6日に開催された。またLEPSセミナーが4回開催され、核物理関係の議論が行われた。

13-2 国際協力

2003年1月にSSRF（上海放射光施設）プロジェクトを進めている上海原子核研究所との間で人員交流を中心とした研究協力協定を締結した。これにより国際協力協定を交わしているのは9つの国または地域の9機関となった。

パウル・シェラー研究所（PSI、スイス）とピクセル検出器の共同開発を行い、浦項加速器研究所（PAL、韓国）と挿入光源用永久磁石の電子線照射による減磁に関する共同研究を進めた。CCLRCダレスベリー研究所（DL、英国）とは先方で第2回合同シンポジウムを開催した。また4名の研究者の交換研修と二次元マイクロギャップ検出器の信号処理に関する研究協力を行った。国立放射光研究センター（NSRC、タイ）には建設中の放射光施設の性能向上のための技術支援を行った。上海原子核研究所（SINR、中国）にも中型放射光施設建設に向けての技術的なアドバイスをを行っている。

13-3 大学・他研究機関との協力

姫路工業大学の放射光施設ニュースバルの装置、施設の運転管理などを行うとともに、大阪大学蛋白質研究所など7機関が設置している専用施設に対し、運営支援および放射光の提供を行った。

2002年10月に東京大学物性研究所との間で、学術研究交流に関する覚書を締結した。

連携大学院制度を活用し、神戸大学大学院自然科学研究科・医学系研究科、岡山大学大学院自然科学研究科との連携による協力を推進した。

5機関と共同研究を実施し、また4機関からの受託研究

を実施した。

14. 出版

SPring-8で利用実験を行うのに必要なビームラインの特性や技術情報は小冊子「SPring-8 Beamline Handbook」（英文）に掲載されている。実際にビームラインを利用する場合に必要な実験申請等の手続きについては「SPring-8 ユーザーガイド」（和文と英文）に掲載されている。SPring-8施設の最新の研究・技術情報は隔月発行の「SPring-8利用者情報」に掲載されている。本年度はVol.7 No.1～6が発行された。

SPring-8における研究活動と成果は以下の報告書に記載されている。

「SPring-8年報」はSPring-8施設の全般的な活動報告で、年1回発行される。1999年までは英文であったが、2000年度から和文に変更された。

「SPring-8 User Experiment Report」（英文）は利用者がSPring-8施設のビームラインを用いて成果非専有で行った実験の成果報告をまとめた冊子で、年2回発行される。利用者は実験終了後60日以内に報告書を提出することになっている。本年度はNo.8（2001B）とNo.9（2002A）が発行された。

「SPring-8 Research Frontiers」（英文）はSPring-8で得られた研究成果のうち特に顕著なものをまとめた報告書で、年1回発行される。本年度は2000B / 2001A版が発行された。

15. 広報活動

SPring-8放射光を中心とした科学技術を広く一般の人々に知らせるための活動を広報部が行っている。プレス発表が9件、取材対応が41件あった。

WWWのホームページ（<http://www.spring8.or.jp>）の改訂・充実を図り、今年度は放射光入門とSPring-8紹介ビデオを掲載した。また前節の14.に記載の出版物のほとんどが、このホームページに掲載されている。

一般向けに放射光利用の研究活動の普及・啓蒙に資するために小冊子「SPring-8ニュース」を出版することとし、2002年2月に創刊号を、そのあと隔月で発行している。またSPring-8パンフレット（英文、和文）も内容を更新しつつ作成し、配布している。

放射光普及棟の見学は、誰でも年末年始をのぞいていつでも受け付けている。2002年度は2145件、20695人が見学した。展示室にはこれまで展示していた進行波型の高周波加速器模型のほかに、定在波型の高周波加速空洞と2次元結晶成長模型が新たに展示された。

毎年文部科学省の科学技術週間への参加活動の一環として行われている施設一般公開は、今年は兵庫県民局が庁舎を新しく建てて移ってきたため、西播磨フロンティア祭ス

プリングフェア2002のイベントとしても位置づけられ、研究所一丸となって取り組み、2454人が来所した。

地元との交流として、サイエンスサマーキャンプ（県下の理数系希望の高校生20名がSPring-8で8月に2泊3日のキャンプを行う）、サマーサイエンスセミナー（県下の理数系の高校生293名を対象に基礎科学と放射光に関するセミナーとSPring-8の見学を行う）、サイエンスアドベンチャースクール（SPring-8近隣小学校で研究者による科学技術の実験と講義を12回）を開催した。

放射光産業利用セミナーや幕張メッセで開かれた国際ナノテクノロジー総合展などの展示会や播磨産業リレーフェアの一環としてバーチャル博覧会（インターネット上の博覧会）に出展した。また、国際科学技術財団からの要請で一般の人に対して大型放射光施設SPring-8を紹介する講演を行った。

海外との協力としてはドイツのDESYが開いた「テスラー未来の光」展とBESSYが開いた一般公開に進行波型加速器模型を貸し出した。

16. 利用研究団体の活動

16-1 SPring-8利用者懇談会

SPring-8利用者懇談会（SPring-8 Users Society）は、SPring-8の利用による放射光科学技術への貢献を目指して、会員の研究活動の進展のため、SPring-8の建設・高度化と利用の円滑化・促進に協力することおよび会員相互の交流を図ることを目的として1993年に結成された。その前身は次世代大型X線光源研究会で、1988年から5年間の活動を行っている。

2002年度の本会の活動は、SPring-8が建設フェーズから利用フェーズに移行したことに伴い、主に実験ステーションの高度化への協力、研究課題別に組織されたサブグループ及び研究会の活動の支援、SPring-8シンポジウムや利用技術に関するワークショップのJASRIとの共催、会員と施設とのインターフェース役として利用の円滑化のための要望のとりまとめや拡大世話人会の開催等であった。

2003年3月末現在の会員数は1420名で、内訳は大学関係69%、国公立研究機関18%、会社関係13%である。2000年度に比べて会員数は120名増であるが、所属先の比率に変化はなく利用者層が定着していることが伺える。同年月末現在26のサブグループ及び12の研究会が登録されており、それぞれの設置目的達成のために適宜会合をSPring-8を会場として開催しており、その支援も行っている。

SPring-8シンポジウムは2002年9月10日～11日に、利用技術に関するワークショップは2002年12月18日～20日にそれぞれ放射光普及棟にて開催された。参加者はそれぞれ261名と100名であり、様々な意見・情報の交換や会員相互の交流が図られた。

16-2 Spring-8利用推進協議会

SPring-8利用推進協議会（Industrial Users Society of SPring-8）が、産業界の立場からSPring-8の体制整備、利用促進および普及啓発を目的にして、1990年に設立され、活動を始めて以来10年以上が経過し、初期の29企業から、現在、69企業、3団体が参加する企業ユーザー団体となっている。

利用推進協議会の組織も、SPring-8の利用が進むにつれて、放射光利用技術の研究を中心とした活動をおこなう「研究開発部会」が主体となり、運営委員会、幹事会、各種研究会が中心になり、放射光利用推進の諸施策を実施する組織となった。

2003年度の協議会総会が2003年6月に、研究開発部会が2003年4月に開催され、2002年度活動の総括がなされた。活動の中心は各種放射光利用研究会で、産業利用研究会、蛋白質企業研究会、応力測定研究会、触媒評価研究会がそれぞれ数回開催され、日本機械学会および触媒学会との共催によって、産学連携の共同研究を進めた。特に、応力測定研究会では、2001～2002年にかけて、SPring-8で9件の産学共同の課題を実施し、成果報告会の開催、成果報告書の作成を行った。

また、2002年9月には、サンビームと共同でESRF、APS、ALSを訪問、合同シンポジウムを開催して、産業利用の実態を調査した。ESRFやAPSにおいては、産業利用および委託分析・測定サービスが予想以上に強く促進されていることが分かった。

その他、産業利用動向の調査報告書の作成、SPring-8利用代行のトライアル、関連SR施設の見学、会員ネットワーク運営、などを行っている。