

年 報

兵庫県ビームライン BL08B2

BL08B2 (図 1) は、兵庫県が管理運営する産業用ビームラインであり、BL24XU とともに、産業界や大学などの研究機関に対して放射光の利用機会を提供している。

つまり、BL24XU においてビーム供用を開始して以来、材料利用技術の高度化にともなって、多くの複雑な系の合金、高分子ポリマー、多元素組成の磁性材料と酸化物、ならびにそれらの物質が多層化あるいは混合されることで、さらに新しい特性を持った複合材料を開発する傾向が強まった。ことに、ポリマーや金属材料に超微粒子を分散することで、耐磨耗性、靱性、疎水性、離型性、潤滑性、分解性、吸着性、硬度、塗布難易度といった物理的性質が変わることが分かり、新しい機能を有する材料の開発が盛んとなったことを受けて、偏向電磁石 (BM) による新しいビームライン BL08B2 の建設によりこれらのニーズに対応することとした。とりわけ、小角 X 線散乱法による微粒子分散系ポリマー材料への対応と、ルーチン解析手法を XAFS、粉末 X 線回折あるいはイメージング分野な

どに取り込み、事業的背景、すなわち迅速な試料処理と測定データのフィードバックを委託できる環境作りを行った。

1. ビームライン・実験装置の概要

1.1 XAFS

産業界においてその利用率の高い XAFS 測定装置を、本ビームラインにおいても整備することとした。これにより、幅広い産業分野のユーザー利用が展開できるようになった。

具体的に当ステーションでは、Quick-XAFS も含め、標準的な XAFS 測定機能を提供している。2011 年度においては、蓄電池材料や触媒材料の開発に関する利用課題が多くあった。蓄電池のテーマでは、電池の高容量化や長寿命化の取り組みとして正極材の構造評価を目的とした課題であった。

正極材料の固溶体構造を構成する元素種の組み合わせ方や、添加元素の効果、あるいは焼結条件等を変え

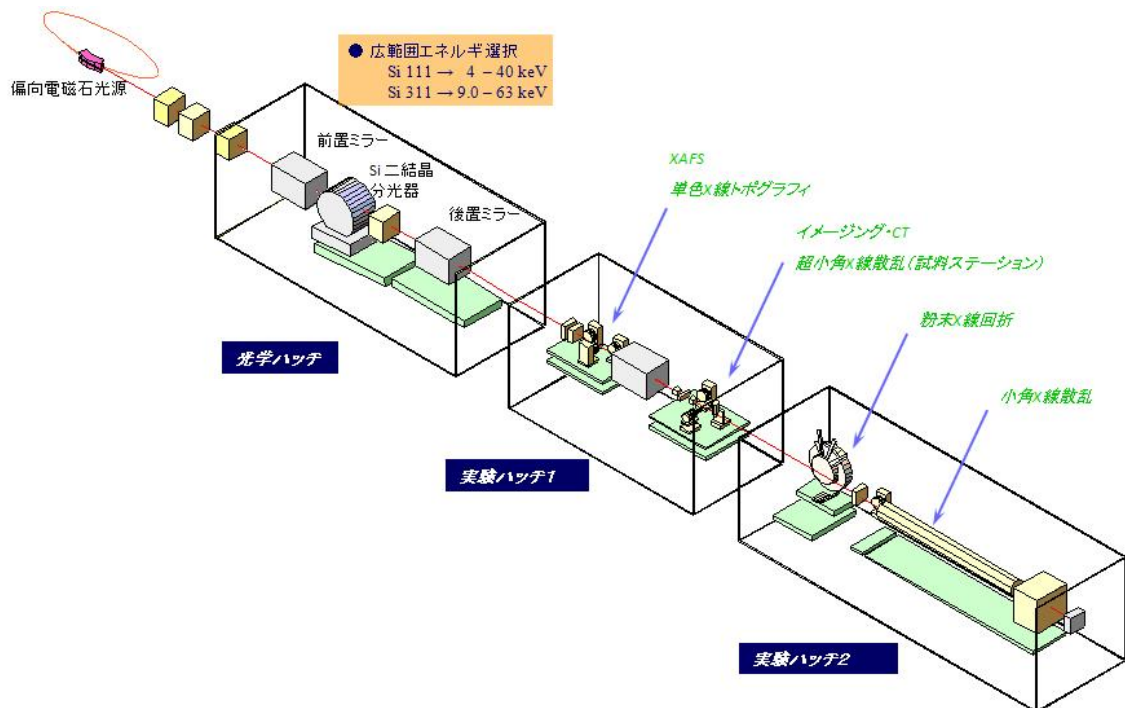


図 1. BL08B2 ハッチ構成

た材料などで構造評価が行われ、材料が示す特性との相関性の解明や、生成プロセスへのフィードバックの取り組みに活用された。

今後は充放電過程における構造変化をその場観察で実行するといったダイナミクスに注目する利用課題が増えるものと予想される。

また 2011 年度後半では、構造物の材料に利用される鉄鋼スラグ材に関する研究課題がスタートした。鉄鋼スラグに含まれる有害物質である六価クロムに関して、特定の鉱物相中に固定化、安定化させる技術を確立することで、環境に優しい安全なスラグ材とする取り組みである。

この研究開発では原子レベルの構造評価技術が必要とされ、XAFS の活用が今後も期待されている。



図 2. 実験ハッチ 1 内の状況

1. 2 トポグラフィ

幅広いビームを供給できる偏向電磁石光源と精密 X 線分光光学系の組み合わせ、および精密ゴニオメータの利用により、単色 X 線トポグラフィが可能である。

2011 年度も引き続き、半導体基板材料の結晶欠陥への応用研究が実行された。主に炭化珪素 (SiC) に関する利用課題である。SiC 結晶は、シリコンに比べて高耐圧、低損失、高温動作などの点で優れたデバイスを実現する材料として期待されている。

この実用化には、SiC 基板やエピタキシャル膜中において高密度に存在する結晶欠陥を抑制、制御することが課題となっている。この研究開発において、結晶欠陥を可視化可能とする放射光トポグラフィが活用されている。BL08B2 の単色 X 線トポグラフィ利用に

より、各種転位 (らせん転位、刃状転位、基底面内転位) を広視野に渡り、鮮明かつ高分解能のコントラスト像として観察されており、ワイドギャップ半導体デバイスのプロセス改良のために、貴重な情報手段として活用されている。

1. 3 CT イメージング

イメージングおよび CT では、トポグラフィ同様に広視野、高分解能での試料内部の非破壊観察が可能である。選択可能な光子エネルギーは、5~30 keV の範囲と広く、材料に応じた最適な条件での実験が可能である。今期は精密ゴニオステージや光学機器の整備を進め、CT 測定機能も利用可能となっている。

ハード構成として、撮像部には可視光変換型の X 線イメージングカメラシステムを充実させている。蛍光体部は、発光量を稼ぐことができる P43 ($Gd_2O_3:S:Tb$) や、残光減衰時間の短い YAG ($Y_3Al_5O_{12}:Ce$) を備えている。拡大倍率はレンズ系の組み合わせにより、等倍から約 5 倍の範囲で選択可能である。カメラ本体としては、大面積撮像仕様 (ピクセルサイズ $9 \mu m$, ピクセル数 4008×2672)、比較的高分解能仕様 (ピクセルサイズ $3.63 \mu m$, ピクセル数 1920×1440) を備えている。撮像部についても実験目的に対する組み合わせ構成が選択可能である。

今期の利用課題については、高分子材料と健康食品の 2 件があった。いずれも、CT 手法を動的観察に応用する内容であり、結果として鮮明な三次元画像情報を得ている。

健康食品への応用では、歯のエナメル質層に形成される初期齲蝕が、カルシウム成分を浸透させることで再石灰化する過程を、動物の歯片試料を用いて観察される試みがなされた。再石灰化反応の進行過程が時間単位で観察され、回復の効果を把握することができた。

高分子材料への応用では、シューズソールに採用される樹脂材料について、変形過程を動的に観察し、力学的な特性を把握することを目的とした実験が行われた。実際の使用条件に相当する応力印加に対し、吸収コントラスト法による CT 観察が行われた。いずれの課題についても、CT で得られる三次元立体構造の実空間イメージングは、材料構造設計の情報として活用されるものと期待されており、また、フーリエ変換を必要としない材料内部の画像化を行うことにより、必ずしも放射光に馴染みのない産業界技術者にも放射光の有用性をアピールできるようになった。

1.4 小角 X 線散乱 (SAXS)

微粒子分散系ポリマー材料（ナノ粒子コンポジット）等の長周期構造や、微粒子の密度分布や集合（クラスタリング）状態、空洞分布などを小角 X 線散乱法で測定できるハードの構築を行うこととした。その際、微粒子形成過程や分散系ポリマー材料の振動、応力印加等の外部揺乱条件下における材料構造の「その場」測定することを目指した。また、小角 X 線散乱に加えて広角 X 線散乱の回折データの取得を同時に可能とすることで、幅広い知見を得ることとした。



図 3. 実験ハッチ 2 内の状況

SAXS カメラ長の幅広い選択性（500～6000 mm および 15600 mm）と迅速なカメラ長切り替え、ならびに、種々の測定手法（SAXS/WAXS 同時測定、GI-SAXS, Rheo-SAXS, Anomalous-SAXS, XAFS/WAXS 同時測定）を提供することで、産業界の様々な測定ニーズに対応している。

今期は、ビームアライメントと試料交換を自動化するソフトウェアを整備したことにより、ユーザーのビームタイム利用の効率化と操作の簡易化を実現した。また近年、電池材料をはじめとしたエネルギー材料開発のニーズが高まっていることから、これらの物性・構造評価をその場観察で可能とする Quick-XANES/SAXS/WAXS 同時測定を整備した。利用可能なエネルギー範囲は 8～25.5 keV、透過法あるいは蛍光法による 10 秒時分割測定が可能である。今後は、利用可能なエネルギー範囲の拡張と Quick 測定の高速化を検討している。

1.5 粉末回折

今期は、触媒材料の動的観察に関する利用課題が実行された。触媒開発では、活性が高く、寿命の長い材料が求められる。石油化学製品の製造用触媒のように多元素で構成される酸化物触媒の場合、最終的に形成される複合酸化物に対して各々の添加元素が与える影響を明確にすることが重要となる。この最初の取り組みとして、触媒材料中に鉄を添加することで形成される結晶相の評価が試みられた。

高温処理条件（400～600℃）での結晶相の変化を追跡する目的で、BL08B2 の大型回折装置に高温加熱炉と PILATUS 検出器を追加搭載する改造を行った。ユーザーが必要とする角度分解性能と角度走査条件とを考慮したカメラ長の設計や、時分割測定機能を実現するための測定システムの開発を行い、2011 年度後半より供用を開始した。

その場観察の実験により、触媒材料の焼結条件相当の条件に対して、構造相転移によるものと考えられる結晶相の変化を回折プロファイル上で捉えることに成功した。

同様に、加熱条件下での結晶構造変化を時分割で追跡する内容として、粘・接着材料への利用課題が実行された。以上の利用課題を通じて、BL08B2 が有する回折測定機能が動的観察に対して有効なツールとなりうることを実証できた。

2. 利用状況

2011 年度は、蓄電池材料や触媒等、クリーンエネルギー産業における利用課題が増えつつある傾向であった。マシンタイムの内訳は、産業界ユーザーによる利用課題とともに、実験準備のためのスタディ、ユーザーニーズを満たすための新機能開発を目的とした利用課題、企業との共同研究課題を対象としている。

2011 年度の全利用日数のうち、約 50% をユーザー利用課題に提供した。ユーザー利用課題の部分は、XAFS が 32%、小角 X 線散乱で 30%、トポグラフィで 15%、粉末回折で 16%、イメージングで 7% の内訳であった。このうち成果専有課題は、18% を占めている。

また測定代行の利用は、利用課題の 9% 相当であった。測定代行利用には、兵庫県が主催する補助事業制度を利用した中小企業からの提案課題も含む。本事業は、地域産業における放射光利用の活性化、新たな利用企業の発掘、放射光を利用する研究者育成を目的としたものである。

3. 今後の計画

2012年度においても、産業界における放射光利用を支援する活動を継続する。その具体的な例として、ユーザーが求める新機能の整備活動がある。小角X線散乱では、他のビームラインで既に利用開始している示差走査熱量分析(DSC)との同時測定(DSC/SAXS/WAXS同時測定)の整備要望が多くあるため、兵庫県ビームラインでも高分子系材料開発を行う企業をターゲットに整備を行う予定である。XAFSでは、イメージング測定法と波長走査とを組み合わせ、二次元イメージングXAFS機能を整備する予定である。広い領域に

おいてミクロンオーダーの位置分解能での構造評価法を実現することを目的としている。また、ポリキャピラリ集光レンズを用いた集光光学系を整備する予定である。10~20 μm サイズの集光により、試料上でのトータル強度も比較的大きいビームを形成する。蛍光X線マッピング測定や高位置分解能XAFSの機能を充実させる予定である。

兵庫県放射光ナノテク研究所

横山和司, 李 雷, 桑本滋生, 漆原良昌, 松井純爾

兵庫県ビームライン BL24XU

兵庫県では、平成8年10月にSPring-8における共用ビームラインからの放射光供用が開始された直後の平成9年度に、最初の専用ビームラインである「兵庫県ビームライン (BL24XU)」を建設した。8の字型アンジュレータとダイヤモンド結晶によるトロイカ方式を採用することにより、異なった3種の実験を3つの実験ハッチにおいて同時並行で実施できるシステムを構築することで、産業界ユーザーを中心に多くの研究課題実験が実施された。

マイクロビームを用いた局所分析技術の一層の高度化と、小角・極小角散乱測定への対応に重点的に取り組むことを目的に、3ハッチ構成を終了し、AブランチとBブランチの二つのタンデムハッチ構成に変更するビームライン改造を行った(図1)。Aブランチにおいては μ -SAXS等により薄膜材料中のナノ粒子の分布、粒径、ナノポア、配向性等の評価を展開することとし、Bブランチにおいては実用レベルのナノビームシステムを構築し、さまざまな材料についてサブ100 nm領域の結晶性評価、応力解析、微量元素分析等を展開することとした。すなわち、同時に放射光供給を可能としている各ブランチには、それぞれ二つの実験ハッチがタンデムに配置されており(実験ハッチA1,

A2, 光学ハッチ B2, 実験ハッチ B1), 微小領域分析に重点を置いたエンドステーションを運用している。

2011年度では、実験ハッチA1におけるBonse-Hart型極小角散乱光学系、光学ハッチB2におけるマイクロビームXAFS光学系の本格運用が開始され、マイクロビーム光学系を利用した受託分析も開始されている。

1. ビームライン・実験装置の概要

1.1 Aブランチ

上述の分光器改良の結果、ブランチのビーム強度は 2.5×10^{11} 光子/秒程度となり、約30%の向上が達成されている。また、結晶ホルダーの改良によりビームの安定性が向上し、1日あたりの変動量は、位置、強度共に数%以内に収まっている。

Aブランチの実験ハッチは伝搬長の長いタンデムハッチを構成しており、実験ハッチ間は段階的に太くした真空輸送パイプで接続されている。この特徴を利用し、実験ハッチA1では粉末回折装置、極小角散乱装置の運用を行っており、Bonse-Hart型光学系を利

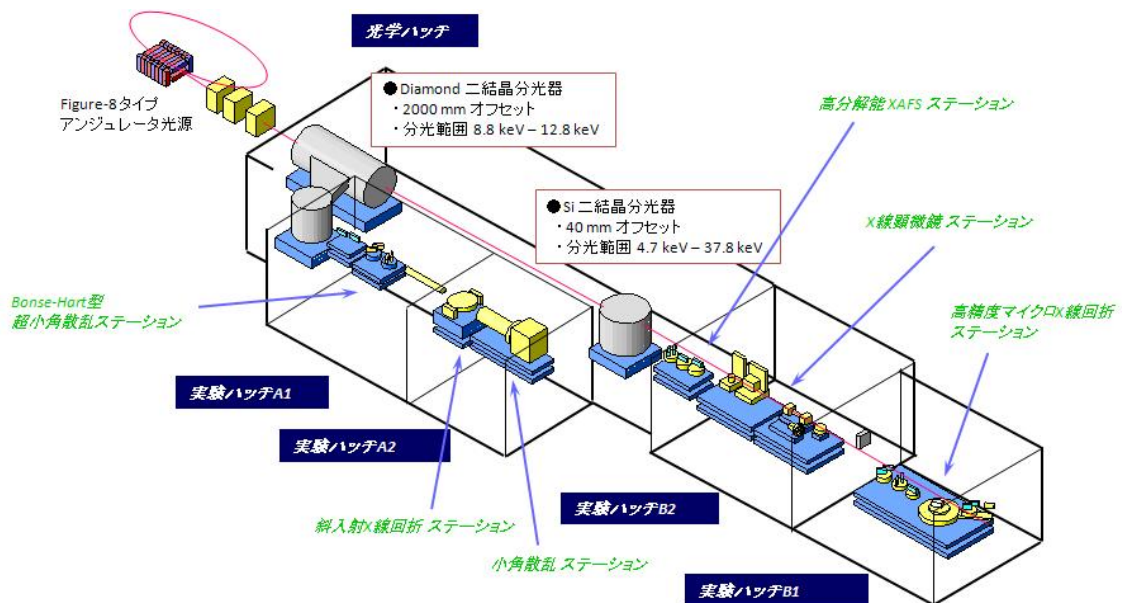


図 1. BL24XU ハッチ構成

用した極小角散乱装置では、約 $0.2 \mu\text{m}^{-1}$ の分解能が得られており、ユーザー利用が開始されている。

また、A2 ハッチは長い伝搬長を持つため、マイクロビーム形成に有利である。ここでは斜入射回折装置、マイクロビーム利用光学系を運用している。マイクロビーム利用光学系では、サイズ約 $15 \mu\text{m}$ のマイクロビーム形成が可能となっており、従来では不可能であった微小領域分析への展開が可能となっている。実際に WAXD 測定のユーザー利用が行われており、B ブランチとの有機的・相補的な活用が可能となっている。



図 2. 実験ハッチ A1 内の状況

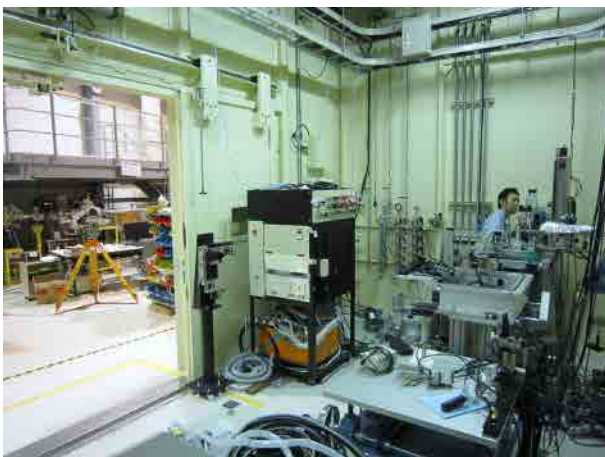


図 3. 実験ハッチ A2 内の状況

1. 2 B ブランチ

B ブランチの分光器は水平オフセットのシリコン 2 結晶分光器であり、通常は $10 \text{ keV} \sim 30 \text{ keV}$ の間でア

ンジュレータの高調波を 5 keV 毎でエネルギーを選択して運用している（1 次光が 10 keV ）。

実験ハッチは 2 つのタンデム配置で構成されており、上流側の光学ハッチ*1 B2 では、高空間分解能、高時間分解能に特化した利用の他、最上流に設置した XAFS ステーションの運用を行っている。下流側の実験ハッチ B1 では、高角度分解能に特化したマイクロビーム利用を可能としている。

管理は主に兵庫県立大学 X 線光学講座が担当しており、ユーザー利用だけでなく、講座による学術研究も行なわれている。

1) 光学ハッチ B2 XAFS ステーション

蓄電池反応のメカニズム解明、特に $3d$ 遷移金属を含む正極材の化学状態に関する評価を目的としたマイクロ XAFS の整備を進めた。光学系部分では、高輝度放射光とミラー集光素子により、試料面内における位置分解能として $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 、強度として $10^9 \sim 10^{10}$ 光子/秒の X 線マイクロビームを実現した。さらに試料の深さ方向における分解能も考慮した測定系を検討中である。これらを利用し、正極材上での部位を区別した評価とともに、構成粒子の詳細な評価に応用を行っていく。本実験システムによって、電気容量やサイクル利用に対する電池寿命などの緒特性を、原子レベルの構造や電子系の状態から理解し、さらに材料設計における指針が得られることを期待している。また原子配位構造の変化を詳細に調べる目的で、空間分解能と共に高いエネルギー分解能も併せ持つ XAFS 機能の整備も計画している。マイクロ XAFS の本格的な供用開始は 2012 年下期である。

2) 光学ハッチ B2 マイクロビームステーション

マイクロビームステーションでは、上流側に多目的光学ベンチ、下流側に汎用型マイクロビーム分析装置を配しており、上流側では主に学術研究のための光学系や、マイクロイメージング光学系を用いたユーザー利用が展開されている。

学術研究では、X 線顕微光学系の研究や、新規光学素子の開発等を行っており、特に円形多層膜ゾーンプレートの開発においては、高効率かつ回折限界に近い性能を持つ集光性能を達成したことを確認した。また、マイクロイメージング光学系では、高分解能 CT 及び、高速度 CT の整備を行い、高速度 CT では、リアルタ

*1 分光器の仕様上、白色ビームの利用も可能であることから「光学ハッチ」と呼称することとなっている。



図 4. 光学ハッチ B2 内の状況

イムでの内部構造観察が可能な4次元CTのユーザー利用を開始した。

汎用X線マイクロビーム分析装置では、使用するX線マイクロビームは、サイズ、強度、発散角を用途に応じて選択することができ、最小サイズ120 nmのビームが使用可能である。手法としては、広角X線回折、蛍光分析の同時測定を可能としており、2011年度では同時マッピング測定が可能なシステムの整備を行った。

3) 実験ハッチ B1 準平行マイクロビームステーション

主に半導体結晶の微小領域高感度歪み計測を目的に、準平行X線マイクロビーム回折実験を行っている。マイクロビームは、(+, -, -, +)配置の2つのチャンネルカット結晶とベントシリンドリカルミラーを組み合わせて形成している。ユーザーはシリンドリカルミラーの交換や退避で、以下の3種のビームから選択して実験できる。光学系1は、ビームサイズ $0.8 \mu\text{m} \times 1.7 \mu\text{m}$ 、発散角25 rad、光学系2は、ビームサイズ $0.4 \mu\text{m} \times 1.0 \mu\text{m}$ 、発散角50 rad、光学系3は、ビームサイズ $35 \mu\text{m} \times 35 \mu\text{m}$ 、発散角3.5 radである。焦点には高精度 $\theta-2\theta$ 回折計が設置され、ロッキングカーブや逆格子空間マッピングの位置依存性を測定できる。フラックスはすべて 10^7 光子/秒程度である。

2. 利用状況

研究手法としては、ハッチ B1, B2 において実用レベルのナノビームシステムを構築し、さまざまな材料



図 5. 実験ハッチ B1 内の状況

(半導体、金属・無機、有機・高分子、先端複合材料等)について、サブ100 nm領域の結晶性評価、応力解析、微量元素分析等を展開することとした。また、ハッチ A1, A2 では、 μ -SAXS, Grazing Incidence SAXS (GI-SAXS), Ultra-SAXS (USAXS) 等により薄膜材料中のナノ粒子の分布、粒径、ナノポア、配向性等の評価を展開することとした。

第1期計画では、高輝度放射光利用研究の産業界への普及を活動目的の主眼に据えていたが、第2期計画では、BL08B2との相互利用により社会的にインパクトの高い成果を創出するため、参画者数を適正規模に抑え、テーマを特化した先端的研究の推進に軸足を移すこととした。

BL24XUの特長を最大限に生かし、産業界の多様な材料評価の要請に対応できるX線ビームを提供することにより、産業界のニーズに迅速・柔軟に対応できる仕組みを確立し、放射光の産業利用促進を目指し尽力してきた。

また、各種研修会・技術相談・受託研究制度の実施等を通じて、県内に立地する特長ある多数の中堅・中小企業や地場産業への放射光利用を促進し、放射光利用の裾野の拡大に取り組むとともに、関西地域、さらには全国の先端的技術開発を進める企業にも県ビームラインを積極的に提供し、新材料の評価・開発等に多くの知見を蓄積している。

3. 今後の計画

今後も各種の測定装置をマイナーチェンジし、測定機器の充実を図りたい。上記のような取り組みをさら

に継続することで、SPring-8 を中核とする播磨科学公園都市を国際的な光科学技術研究拠点にすることへの貢献を目的としている。

SPring-8 という貴重な研究資源が立地する地方自治体として、その役割と責任の大きさを認識し、県の科学技術政策とも連動させながら、兵庫県ビームラインの運営に今後も努力を傾注してゆく。

兵庫県立大学大学院 物質理学研究科
高野秀和, 津坂佳幸, 籠島 靖

兵庫県放射光ナノテク研究所
横山和司, 李 雷, 桑本滋生, 漆原良昌, 竹田晋吾,
松井純爾

施設運用および利用状況

兵庫県では、放射光研究における産業利用を促進するため、1998年度に1本目の県専用ビームラインであるBL24XUの供用を開始し、マイクロビームを使った各種イメージング、回折装置等を活用して、半導体材料、生体材料、高分子材料等幅広い材料分野での局所分析に対応し、具体的な研究成果を挙げてきた。

その後、産業界においては、より製品化に直結する技術開発段階での材料分析ニーズが増加、また材料利用技術の高度化に伴って、新しい機能を有する材料の開発等が盛んになってきたことなどから、BL24XUが有する手法に加え、小角X線散乱(SAXS)、広域X線吸収微細構造解析(XAFS)、高精度粉末X線回折、単色X線トポグラフィ等の手法についても対応すべく、2本目の県専用ビームラインであるBL08B2を建設し、2005年度より供用を開始した。

これらの施設管理・運営については、1本目の県専用ビームラインの供用開始当初から公益財団法人ひょうご科学技術協会が、兵庫県からの委託を受けて実施している。

2008年1月には、公益財団法人ひょうご科学技術協会が兵庫県からの指定管理者となり、SPring-8の利用企業等を支援し、多様な共同研究プロジェクトの拠点となる兵庫県放射光ナノテク研究所の供用を開始

した。当研究所は、県専用ビームラインによる多種多様な分析手法を補完する各種X線回折装置、電界放出型走査電子顕微鏡、走査プローブ顕微鏡、共焦点レーザーラマン顕微鏡などの分析装置や試料準備室、大学や企業との共同研究を行うための共同研究室、会議室などを備えた多機能施設であり、コーディネーターや研究員が配置され、利用企業等からのさまざまな相談・要請に対応するとともに、県専用ビームラインの利用企業等に対し、各種申請、実験準備、分析アドバイス等を行っている。また、放射光利用が未経験である企業に対しても、研修・技術相談・トライアル的な利用機会の提供を通じて技術的支援を行っている。

公益財団法人ひょうご科学技術協会では、2本の県専用ビームラインと兵庫県放射光ナノテク研究所を一元的に管理し、有効かつ効率的に運営することにより、利用企業等にとって使い勝手の良い環境を整え、産業分野における放射光の利用が円滑に進むよう努めるとともに、各種研修会・技術相談・受託研究制度等の実施を通じて、県内に立地する特長ある多数の中堅・中小企業や地場産業への放射光利用を促進し、放射光利用の裾野の拡大に取り組んでいる。特に、県内中堅・中小企業における県専用ビームラインを利用した研究開発のうち、新物質・材料、先進バイオ等の分野で優

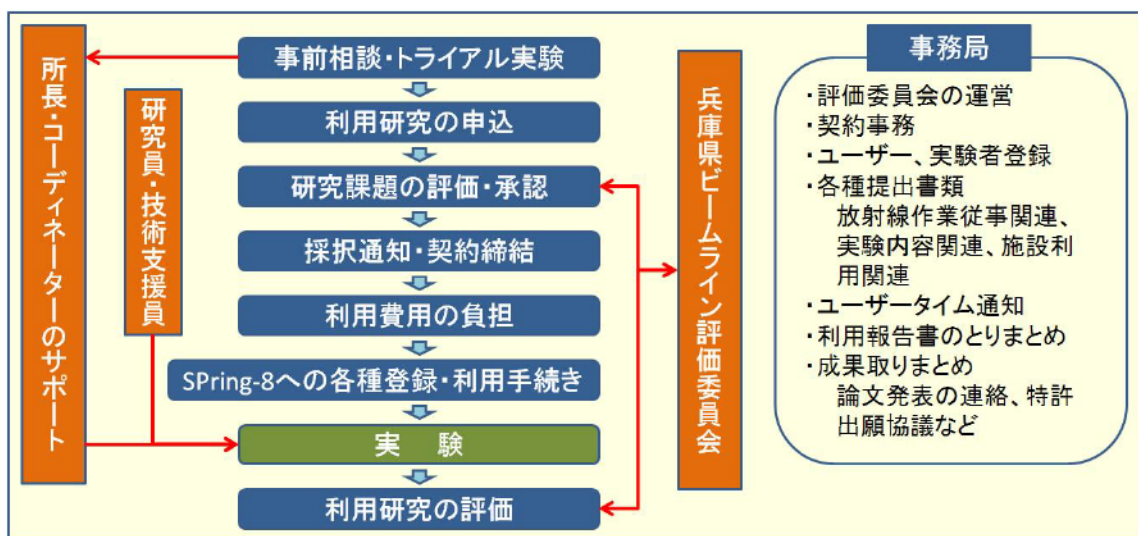


図 1. 兵庫県ビームラインの利用体制

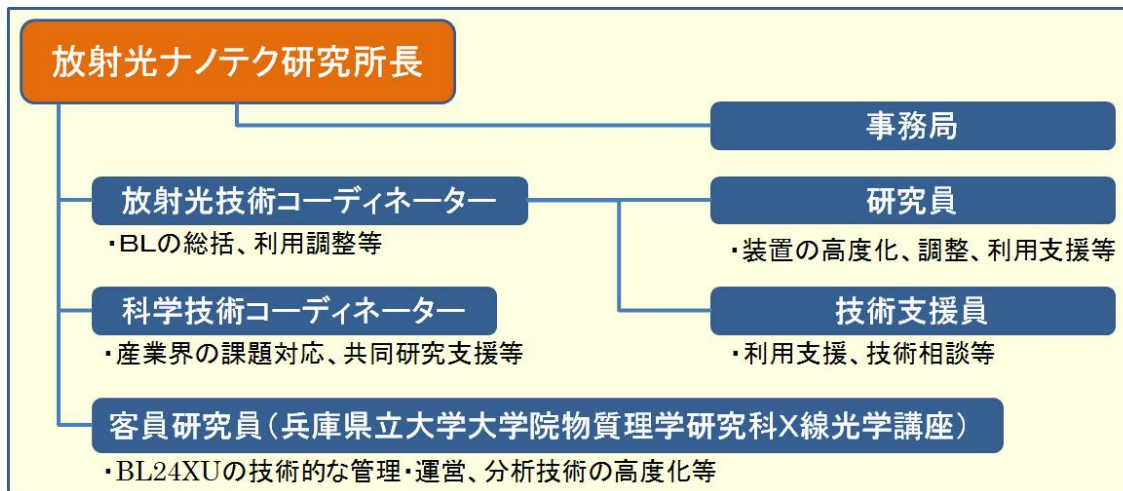


図 2. 兵庫県ビームラインの利用体制

れた成果の創出が期待される企業の受託研究経費に対して、兵庫県が実施する助成制度を活用し、放射光利用のアドバイスや技術指導など、製品開発のための試作品開発や実証試験に至る一連の支援を行い、放射光利用企業の発掘を進めている。

今後も、関西地域、さらには全国の先端的技術開発を進める企業にも県専用ビームラインを積極的に提供し、新材料の評価・開発等に多くの知見を蓄積することで、利用企業等のニーズに応じた高度な技術的課題に対応できるよう努めていく。

利用体制

兵庫県ビームラインの利用に至る過程を図 1 に示す。

運営体制

兵庫県ビームラインの利用に関わる運営体制を図 2 に示す。

受託研究（分析サービス）

兵庫県専用ビームラインが備える汎用的な分析ツールを活用し、産業界が放射光を利用しやすいシステムを提供するとともに、産業界における潜在的ニーズの開拓を進めるため、2009 年度より、企業等からの委託を受けて兵庫県放射光ナノテク研究所の研究者が、試料の測定・解析を行う受託研究を実施している。

分析の内容としては、当初、XAFS と小角 X 線散乱の両測定法を対象としてスタートしたが、産業界の要

望を踏まえ、X 線イメージング、トモグラフィなど、順次分析サービスの測定法を充実させている。

維持管理・経費負担

兵庫県専用ビームラインおよび兵庫県放射光ナノテク研究所の維持管理・機器更新、ユーザーサポートについては、公益財団法人ひょうご科学技術協会が実験ハッチ内の機器と一元的な管理を行っている。なお、BL24XU の技術的な管理・運営部分に関しては、同協会より客員研究員に委嘱している兵庫県立大学大学院物質理学研究科 X 線光学講座の教員が、兵庫県放射光ナノテク研究所とともに担っている。

県専用ビームラインの維持管理にかかる費用については、設置者である兵庫県が負担しているが、兵庫県の負担で賄う設備以外のうち、実験に必要な主要機器等の整備費、人件費、研究費については利用企業等から負担いただいております。この費用については、ユーザータイムの配分に応じた金額（50 万円/日）を、各利用企業等が公益財団法人ひょうご科学技術協会に支払っている。

利用状況

兵庫県 BL の利用に当たって、利用申請は随時受付けており、利用時期についても、毎月実施しているスケジュール会議において、県専用ビームラインの効率的な運用を考慮しつつ、企業の意向をなるべく尊重す

る形で日程調整を行っており、SPring-8の全ビームタイムに対する県専用ビームラインの稼働率は、ほぼ100%となっている。

兵庫県BLにおける、最近3カ年の装置別利用割合を図3に示すが、マイクロビームを用いた局所分析や小角X線散乱(SAXS)の利用が高い割合で推移している。利用分野については図4のとおりであるが、兵庫県の主たる産業である鉄鋼や金属関係の利用割合は年々減少し、最近は特に県内及び関西企業のニーズが高い電池や半導体といった省エネ、次世代エネルギー関連材料の利用が増加している。

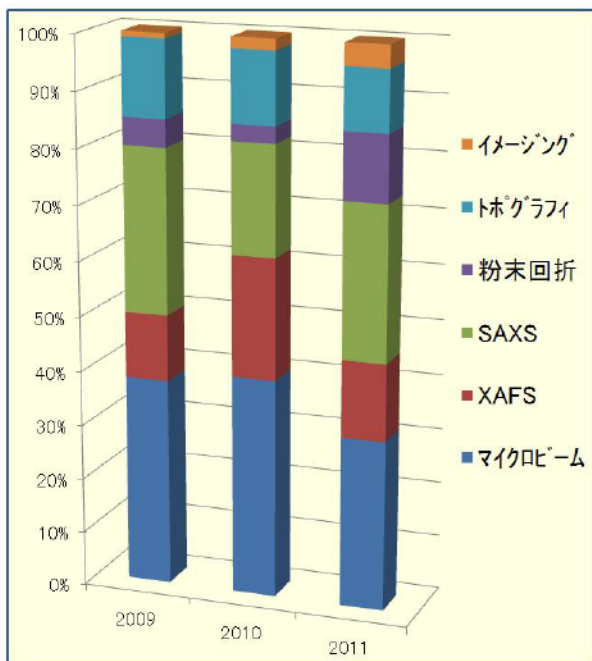


図3. 兵庫県ビームラインの装置別利用割合

兵庫県では、2011年12月に関西の6自治体が共同で事業を開始し、兵庫県立大学、神戸大学、理化学研究所、JASRI、関係企業等に参画いただいている「関西イノベーション国際戦略総合特区」において、放射光とシミュレーション技術を相補的に組み合わせた次世代エネルギー関連材料の開発を最重点課題として取り組んでいることから、引き続き当該分野の利用は高い割合で推移するものと思われる。

兵庫県放射光ナノテク研究所
永井健一

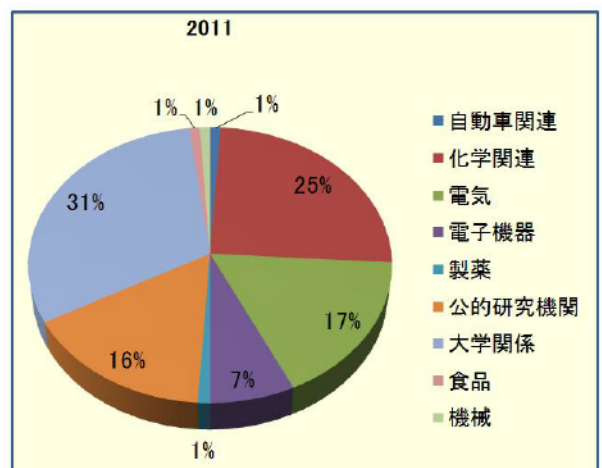
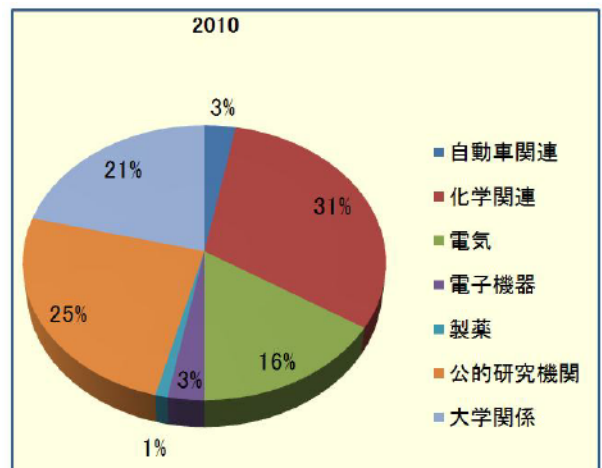
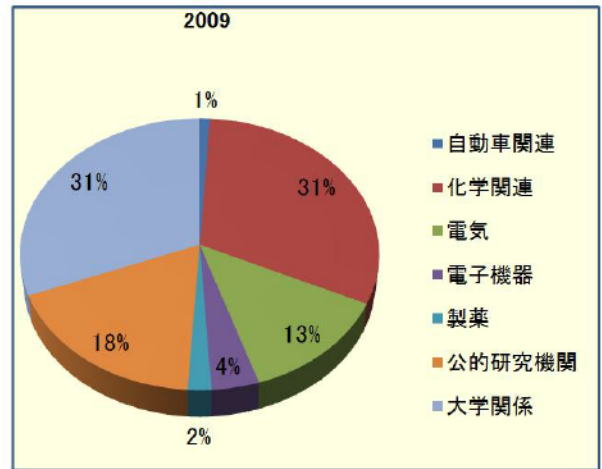


図4. 兵庫県ビームラインの分野別利用割合

