

3. 放射光実験施設

3-1. 運営部門

北島 義典

物質構造科学研究所 放射光実験施設

1. 概要

運営部門は、物質構造科学研究所の組織改編により放射光実験施設の三部門の一つとして、放射光の利用制度（学術利用、産業利用、産学連携など）の整備と運用、放射光実験に係る安全管理、国内外の放射光・量子ビーム施設との連携を主導することを目的として2019年度から設置され、PFの使命の遂行に適した施設運営のための活動を行っている。

2. 活動内容

利用制度の整備と運用：放射光共同利用実験審査委員会（PF-PAC）による実験課題審査の支援、共同利用関係の各種統計情報の整理、ユーザーからの要望への対応（ビームタイムごとにユーザーが残す「ビームタイム利用記録」に記載された要望等に関しては原則として全て回答することとしている）に加え、共同利用をはじめとする利用に関する制度の改正や諸手続、関連システムの改修の検討をKEK内の関連部署と連携して行っている。2023年度の特記事項として、課題審査における評価基準の明確化、課題採択後のステーション追加申請書の改訂などを決定した。また、前年度に決定していたS型課題等のPFシンポジウムにおける中間・事後評価方法の変更を実施した。

安全：安全管理体制としては、KEK全体の中で「防災」「放射線」「電気」「化学」「高圧ガス」などの項目ごとに責任者が定められているため、安全チームでは「安全講習（内部スタッフ向けと外部ユーザー向け）」「巡視点検」など、特に安全意識を向上させるための活動を行っている。近年はKEK全体で開催される「安全・衛生週間」のイベント（講演等）が充実してきているので、スタッフには積極的に参加してもらえるように工夫しており、2023年度もKEK内で物構研の参加率が突出して高くなっていると評価されている。

広報：研究成果や技術開発などの広報・普及活動、ユーザーや関連研究者向けの情報発信などを戦略的に行っている。PFの広報・普及活動は物構研広報室と連携して実施しており、物構研広報室では主として一般向け・メディア向けの広報活動を、運営部門ではユーザーおよび研究者・技術者、大学生・大学院生向けの活動を担当している。2023年度の特記事項として、「放射光マルチビーム実験施設」のパンフレットの作成、Photon Factory Hybrid Light Source (PF-HLS) 英語サイト <https://www2.kek.jp/imss/pf-pf-hls/eng/> の公開がある。

施設間連携：国内外の放射光施設・量子ビーム施設との連携を推進している。2023年度の特記事項としては、ユーザー団体であるPF-UAと分子科学研究所 UVSOR および広島大学 HiSOR との学術三施設で連携して前年度に開催したPF研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用」のプロシーディングスを発行するとともに、3機関の連携による「開発研究多機能ビームライン検討会」を継続して開催している。また、文科省ロードマップ2023にUVSORとHiSORを連携機関として「物質・生命科学の研究分野を深化・融合・創成する放射光マルチビーム施設」計画を申請した。

その他：PF年報の編集も運営部門の重要な業務となっている。さらには外部からの問い合わせ対応や資料の作成など、組織運営に関わる様々な業務を関係部署や研究支援員等の方々と協力して実施している。前年度に公募した「PFの運営と将来計画の推進のための調査研究と戦略的情報発信」を行うための人材として佐藤友子特別准教授が2023年5月に着任し、次期光源PF-HLSのConceptual Design Report Ver.1.0の作成を主導した。また、2024年度に向けて「安全」を担当する人材の公募を行なった。

氏名	職位	主な担当	専門分野
北島 義典	特別教授・部門長	総括、安全、放射光利用制度	軟X線 XAFS
船守 展正	教授・放射光実験施設長	放射光利用制度、施設間連携	高圧力科学、地球惑星科学
君島 堅一	特別准教授	放射光利用制度	XAFS、材料科学、電気化学
佐藤 友子	特別准教授	調査研究	高圧力科学、地球惑星科学
宇佐美 徳子	講師	広報	放射線生物学
兵藤 一行	特別教授	放射光利用制度	医学物理、X線イメージング

3-2. 基盤技術部門

五十嵐 教之

物質構造科学研究所 放射光実験施設

1. 概要

基盤技術部門は、放射光を実験装置に導くビームライン共通部の整備と高度化を目的として設置され、実験施設の他部門や放射光科学研究系、加速器研究施設、研究所内外の関係機関と強く連携しながら、最先端の放射光技術の開発研究プロジェクトを支援、推進している。開発項目や支援項目はハードウェアからソフトウェアまで広範かつ多岐にわたるため、光学系、X線光学、基盤設備、インターロック、真空系、制御系、検出系、時間分解、の各専門チームで詳細検討を行い、チーム間で適切に情報共有することで、部門全体で協調して開発研究にあたっている。業務委

託（日本アクシス、三菱電機システムサービス）の業務も本部門で管理しており、業務委託メンバーとも協力して業務を遂行している。

部門メンバーについては、2023年3月31日付で岸本俊二特別教授、鈴木芳生研究員が退職、4月1日付で小菅隆前任技師が主任技師に、石井晴乃技術員が准技師に昇任、西村龍太郎特別技術専門職が特別助教に異動となった。また、4/1より熊木文俊氏が総研大博士課程を修了して新たに博士研究員として時間分解チーム加わった。その他、10/1付で仁谷浩明助教が技師に異動となった。

氏名	職位	担当手法グループ	専門分野
五十嵐 教之	教授、部門長	総括、検出系（チームリーダー）	放射光科学、構造生物化学
間瀬 一彦	教授	真空系（チームリーダー）	放射光科学、表面科学、真空科学
平野 馨一	准教授	X線光学（チームリーダー）	X線光学、イメージング
足立 純一	講師	時間分解（チームリーダー）	軟X線分光、原子分子科学
杉山 弘	助教	X線光学	回折結晶学、X線光学
若林 大佑	助教	光学系（チームリーダー）	放射光科学、高圧地球科学
西村 龍太郎	特別助教	制御系	放射線計測学、放射線検出器、データ取得システム
小菅 隆	主任技師・技術調整役	インターロック（チームリーダー）	放射光測定技術
豊島 章雄	前任技師・技術副主幹	基盤設備（チームリーダー）	放射光測定技術
内田 佳伯	専門技師・技術副主幹	光学系	放射光測定技術
森 丈晴	専門技師	光学系	放射光測定技術
菊地 貴司	専門技師	真空系	放射光測定技術
斉藤 裕樹	技師	基盤設備	放射光測定技術
仁谷 浩明	技師	制御系（チームリーダー）	放射光科学、材料工学、制御工学
田中 宏和	技師	光学系	放射光測定技術
松岡 亜衣	准技師	基盤設備	放射光測定技術
石井 晴乃	准技師	インターロック	放射光測定技術
片岡 竜馬	技術員	光学系	放射光測定技術
成田 千春	技術員	制御系	放射光測定技術
永谷 康子	特別技術専門職	制御系	放射光測定技術
熊木 文俊	博士研究員	時間分解	X線吸収分光、原子分子科学
小山 篤	シニアフェロー	基盤設備	放射光測定技術

2. 活動内容

既存設備やビームライン、装置の技術的支援や維持管理はもちろんのこと、放射光実験施設の短中期計画として位置付けられている PF リングと PF-AR の高度化や、その先にある次期光源実現に向けて、基盤技術開発、測定手法開発の中核的な枠割を果たしている。実験施設の計画に即した開発を統括的に進めるため、実験施設として時限的な研究開発プロジェクトを策定し、そこに各専門チームが参加して技術的支援をしている。この研究開発プロジェクトは、専門チームが主体となるものもあるが、放射光科学研究系や加速器研究施設等、施設外からの横断的なものも含まれている。各専門チームは定期的にチームミーティングを開催して詳細検討を行い、月一回の部門会議で情報共有・協議することで整合性を取りながら研究開発プロジェクトを進めている。

フォトンファクトリー次期光源については、引き続き各所と協力して検討を進め、フォトンファクトリー計画推進委員会、KEK 将来光源検討会等で検討結果を報告し、計画を煮詰め、2023 年 6 月には、文科省ロードマップ 2023 に Photon Factory Hybrid Light Source (PF-HLS) 計画として KEK から申請した。また、検討結果を概念設計書 (CDR) にまとめて、2024 年 1 月にウェブ公開した (英語版は 2024 年 3 月公開)。今後具体化に向けてさらなる検討を行い、フォトンファクトリー計画推進委員会に合わせて CDR を半年毎に更新して、次回の文科省ロードマップまでに最終版としてまとめる予定である。

開発研究多機能ビームラインについては、光学系チームを中心に、2ヶ月に1回程度の検討会を開催し、必要な R&D 技術の検討を行うとともに、ビームライン光学系や実験装置の具体的な検討を進めた。リストアップされている R&D のうち、非蒸発型ゲッターポンプの高度化、ヘッド分離型 SX エリア検出器の評価 (UVSOR との連携)、リモート試料輸送環境の構築 (HiSOR との連携) については、2023 年度も継続して実際に予算をつけて開発を進め、進捗や結果について検討会で議論した。また、TX 用広角取込光電子アナライザーの評価 (UVSOR との連携) についても開発計画を煮詰め、新たに予算をつけて開発を開始した。

光学系チームや真空系チーム、インターロックチーム等を中心に、広波長域軟 X 線ビームライン BL-12A 及び開発研究多機能ビームライン BL-11 の建設作業を進めた。新 BL-12A については、ビームラインコンポーネントの設置は完了したが、いくつかのコンポーネントで不具合があり、改修作業を継続的に進めている。2024 年度夏季停止期間中には改修作業も完了し、2024 年度第二期からは、ビームを使ったコミッションングを実施、共同利用を開始することができる予定である。新 BL-11 の方も、2023 年 3 月に旧 BL-11 の共同利用を停止して解体作業を開始し、その後環境整備を進めた。2023 年度夏季停止期間中には基幹部や壁貫通管の設置を行い、2023 年度後半からはメインハッチの建設、ビームラインコンポーネントの設置作業

等を順次進めており、2025 年度夏の完成を目指している。新 BL-12A は、旧 BL-11 の広範なアクティビティを実施できるように、一つの試料位置で 50-5000 eV の広いエネルギー範囲をカバーするビームラインであり、新 BL-11 も開発課題によって柔軟にコンポーネントを入れ替えることができ、また軟 X 線と硬 X 線の 2 ビームを一つの試料位置に照射することができるビームラインであり、非常にチャレンジングな設計となっている。これらの建設作業は、今後を担うビームラインスタッフの育成においても貴重な機会であるため、BL-11、BL-12 の建設チームには若手スタッフに積極的に参加してもらっている。

その他、前年度に引き続き、節電対策やヘリウム削減等を基盤設備チームや真空系チーム等を中心に進めた。冷却チャラーについても光学系チームを中心に実態調査を進め、省電力化を検討した。今後も高電力機器のリストアップや実態調査を進め、継続的に対策や検討を実施する予定である。2023 年度に更新され、2024 年度第 2 期から運用を開始する予定の PF リングの光源インターロック更新については、インターロックチームによりビームラインインターロックとの接続や、次期計画に向けたインターロックシステムの高度化の準備を進めた。継続的に進めている情報インフラの整備に関しては、全てのビームラインが放射光実験専用の広帯域ネットワーク (PFEXP) に接続され、安全かつ高速にネットワークやデータサーバー、CPU サーバー等を利用できるようになった。今後はこれらのサービスを活用したリモート接続システムの拡充やデータ処理システムの開発等を進めたい。基盤設備チームと制御系チームの協力で、環境ロガーシステムの更新、高度化を進めている。今後得られたデータを活用して、ビームラインや実験装置、実験データ等へのフィードバックやフィードバックシステムの開発を進めたいと考えている。検出系チームでは、SOI 検出器を用いた 1 素子冷却 X 線カメラの応用展開や、軟 X 線用 R&D エリア検出器を用いたヘッド分離型カメラの開発等を進めた。X 線光学系チームでは、X 線マルチコントラスト・ズーミング光学系の改良や応用を進めるとともに、デジタル X 線トポグラフィの応用や X 線マイクロ CT の整備、結晶干渉計の高度化等を進めた。時間分解チームでは、PF-S 課題 (2021PF-S002) で進めてきた多目的時間分解軟 X 線吸収システムの開発を完了させ、今後開発してきた測定系や多目的実験槽等の改良や応用等を進める予定である。また、研究系で進めている PF-S 課題 (2021PF-S003) の時間分解実験にも引き続き協力を行なった。

3-3. 測定装置部門

五十嵐 教之

物質構造科学研究所 放射光実験施設

1. 概要

測定装置部門は、物構研放射光系の組織改編によって2019年度より新たに放射光実験施設に定められた部門で、放射光の特徴を最大限に利用する実験装置を含むビームラインエンドステーション部の整備と高度化を目的として設置されている。この部門は、放射光科学第一・第二研究系所属を含む各ステーション担当者間の連携の中核を担い、エンドステーションの標準化と自動化、将来の標準化を見据えた先端化を推進するミッションを負っている。さらに、国内外の放射光施設の持続性はもとより、さらなる発展に貢献すべく、ビームラインで展開されるサイエンスを手法ベースで推進するとともに、個別の手法に特化した技術だけでなく、世界の放射光施設に共通のビームライン研究者としての技術を習得し、将来の放射光科学を担う人材育成にも注力する。

2. 活動内容

まず体制に関して、特別助教として在籍していた亀沢知夏氏が2023年9月30日付けで退職した。この結果、10の手法グループのうち2のグループ（超高速時間分解、X線光学・イメージング）については部門内に担当メンバーがいない状況となった。また、測定装置部門創設時から部門長を務め、放射光実験施設や測定装置部門の立ち上げに尽力いただいた清水伸隆氏が2024年3月31日付で退職した（2024年4月1日から理化学研究所放射光科学研究センターに異動となった）。

次期放射光施設計画に関して、2023年6月に Photon Factory Hybrid Light Source (PF-HLS) 計画を文科省ロード

マップ2023にKEKから申請をしたが、測定装置部門では、運営部門や基盤技術部門、放射光科学第一・第二研究系、加速器施設等と連携し、特にサイエンス部分を中心に検討を進め、申請書にまとめた。また、検討内容は2024年1月にPF-HLSの概念設計書(CDR)としてまとめて公開した。今後計画をさらに検討してブラッシュアップしてCDRを半年に1回を目処に更新し、次のロードマップ申請までに最終版としてまとめる方針であり、測定装置部門でも継続的にサイエンスケースや測定法の検討を進める予定である。

PF-HLSは、多様性や自由度を最大限に高めたマルチビーム施設で、マルチビーム利用に加えて広波長域利用も特徴の一つとしている。マルチビーム利用に関しては、PF研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用」(2022年11月6日、2023年1月5～6日開催)で、PF-UAの関連する各ユーザーグループとも連携して議論を行い、その後も測定装置部門が主導し、新光源、もしくはPFリングでの2ビーム利用のサイエンスケース・測定法について施設内外で議論を進めてきた。広波長域利用についても同様に議論を進めるため、まずは測定装置部門内でこれまでの経緯や光源性能等の情報共有を行い、手法グループ毎にサイエンスケースや測定法などの検討を行うこととした。今後各手法グループからの提案を測定装置部門で煮詰め、2024年度後半に、マルチビーム利用の時と同様にPF研究会を開催し、PF-UAや他の学術施設とも連携して広波長域利用に関しても議論を進めたい。

前年度より引き続き、加速器六研究系(光源)、基盤技術部門の協力の下で広波長域軟X線ビームラインBL-12A、

氏名	職位	担当手法グループ	専門分野
清水 伸隆	教授、部門長	小角散乱	小角X線散乱、放射光構造生物学
松垣 直宏	准教授	タンパク質結晶解析	タンパク質結晶構造解析
小澤 健一	准教授	光電子分光	表面科学、表面界面電子物性
大東 琢治	准教授	軟X線吸収分光	X線光学
奥山 大輔	准教授	回折・散乱	X線回折、磁性、結晶/磁気構造解析
高木 秀彰	助教	小角散乱	小角X線散乱、高分子化学
山下 翔平	助教	軟X線顕微鏡	X線吸収分光、無機化学
柴崎 裕樹	助教	高圧	高圧力科学
丹羽 尉博	助教	X線吸収分光	時間分解 XAFS、イメージング XAFS、材料科学

※ 2023年度末時点

及び開発研究多機能ビームライン BL-11 の建設を進めた。新 BL-12A は及び新 BL-11 は、それぞれ上記の広波長域利用及びマルチビーム利用の技術検証と利用研究の R&D で活用される予定である。新 BL-12A については、ビームラインコンポーネントの設置は完了したものの、一部の光学素子に問題が見つかり、その改修を進めているところである。2024 年度には改修を完了し、コミッショニングを進め、共同利用を開始する予定である。新 BL-11 建設も、春季停止期間中に旧ビームラインの撤去作業を完了し、建設に向けた環境整備を進め、夏季停止期間中に BL-11 基幹部の設置を完了、2024 年 3 月の運転停止後からメインハッチやビームラインの建設を開始した。

3. 今後の展望

次期放射光源計画実現に向けて、PF-UA や他施設の関係者と連携をとって広波長域利用及びマルチビーム利用の

サイエンスケースや測定法の検討を進める。特に、広波長域利用に関しては、測定装置部門内での検討を早急に進める必要がある。また、新 BL-12A の改修作業とコミッショニングを進め、共同利用を開始するとともに、広波長域利用の技術検証や利用研究の R&D を進める予定である。新 BL-11 もビームラインコンポーネントの建設作業に協力するとともに、硬 X 線、軟 X 線の 2 ビーム利用に向けた装置開発や測定手法開発などについて引き続き議論を進める予定である。

清水伸隆氏の異動に伴い、2024 年度から五十嵐教之が部門長を併任することとなった。また、10 の手法グループのうち 2 つのグループの担当メンバーが部門内に居ない状況となっており、今後次期放射光源計画の検討を加速するためにも、部門体制の再整備を早急に進めなければならないと考えている。