

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って、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年度から設置されて、PFの使命の遂行に適した施設運営のための活動を行なっている。

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た）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。2022年度の特記事項として、博士後期課程（相当）の大学院生による G 型課題への申請資格付与、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などを決定した。また、実験のために来所する研究者がリモート会議等に参加するため等の目的で「個人ブース」を整備、運用開始した。

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」「高压ガス」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なっている。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、2022年度は KEK 内で物構研の参加率が突出して高くなったと評価された。

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している。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。2022年度の特記事項として、「フォトンファクトリー新放射光源施設計画」の web サイトの作成・公開、PF 研究棟 1 階廊下に縦型大型ディスプレイを設置して PF-S 型課題の実施状況などの表示を開始した。また、KEK 広報室と連携して、PF 放射光発生 40 周年を記念した企画展示「私をフォトンファクトリー『光の工場』へ連れてって」を KEK 入口近くの国際交流センターのギャラリーで開催した。

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。2022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 PF 研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用」を2回に分けてのべ3日間開催した。

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。なお、2023年度に向けて、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の補充が行われることとなった。

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	高压力科学, 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
宇佐美 徳子	講師	広報, 放射光利用制度	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、4/1より成田千春技術員が新任で制御系チームに加わり、4/1付で博士研究員であった西村龍太郎氏が特別技術専門職として検出系チーム主務から制御系チーム主務に変更、8/1付で時間分解チームリーダーの足立純一研究機関講師が講師に昇任となった。また、田中宏和技師が、令和4年度 KEK 技術賞を受賞した。

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
岸本 俊二	特別教授	検出系	放射線計測学, 核放射線物理学
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
仁谷 浩明	助教	制御系 (チームリーダー)	放射光科学, 材料工学, 制御工学
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
鈴木 芳生	研究員	X線光学	X線光学, X線顕微鏡
小菅 隆	前任技師・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
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	技術員	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
西村 龍太郎	特別技術専門職	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、KEK SAC や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の検討結果の報告、具体的な目標やマイルストーンの作成を行なった。2022/11/6 と 2023/1/5-6 には、2 回に分けて PF 研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用」を実施し、多くのユーザーに参加していただき、2 ビーム利用実験のサイエンスの提案や議論、開発研究多機能ビームラインの活用方法の検討等を活発に行うことができた。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。前年度に検討した R&D のうち、SX ブランチ TX 利用のための X 線光学素子の試作、差動排気と高速インターロックによるフェールセーフ機構の開発、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、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。BL-11 サイトに開発研究多機能ビームラインを建設することになったため、既存の BL-11 のアクティビティを移設することになり、光学系チームと真空系チームを中心に新たに BL-12A の建設計画をまとめ、2023 年度の建設に向けた準備を行なった。BL-11 の広範なアクティビティを実施できるように、BL-12A は回折格子分光器と二結晶分光器を両方備え、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、光学系も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。

リモート化、自動化の推進についても、引き続き制御チームを中心に情報インフラの高度化を進めた。放射光実験専用の広帯域ネットワーク (PFEXP) 及びデータストレージシステムを整備し、NoMachine 接続をベースとしたリモート接続システムについては 2022 年度初めから、

NextCloud を利用したオンラインストレージサービスについては 9 月から本格運用を開始した。一部のビームラインではこれらシステムの利用を開始しており、利用者からの情報を集約してシステムの改良を行い、今後他のビームラインにも順次利用を広げていく予定であり、どのビームラインでも安全かつ高速なリモートアクセスを実現し、必要な実験データの取得が自由にできるようになることが期待される。共用の計算サーバーについても整備を進めた。PF 研究棟にサーバー室を整備し、CPU 志向と GPU 志向の 2 システムを導入、Windows と Linux が走るサーバーを立ち上げた。今後試験運用を行い、サーバー自体の改良を行うとともに、施設として整備する処理システムの開発を、ターゲットを決めて進める予定である。

全世界的なヘリウム供給の急激な悪化を受けて、2022 年度初めに基盤設備チームを中心にヘリウム利用の見直しを実施した。特にヘリウムガスについては、各ビームライン、ユーザーに利用量の制限にご協力いただくとともに、ビームライン末端ベリリウム窓保護のためのヘリウムガス供給については、影響調査を実施した上で、必要性が少ない単色利用ビームラインを中心に供給停止、インターロック改造を実施した。また、電気料金も急激な高騰が問題となっており、基盤設備チームや真空系チーム等を中心に節電策の検討を進め、実験ホール空調の運用方法の見直しや古いエアコンの更新、照明の LED 化、真空機器運用の見直しや更新等の対策を順次進めた。今後もチラー等の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。

その他、インターロックチームにより、低速陽電子ビームラインのインターロックシステムが完成し、秋から稼働を始め、より安全に運用できるようになった。また、2023 年度に予定されている PF リングの光源インターロック更新について、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について検討を進めた。検出系チームでは、SOI 検出器を用いた 1 素子冷却 X 線カメラの開発、高エネルギー X 線用高速プラスチックシンチレータの開発に成功し、それぞれ成果報告や応用展開を進めている。また、軟 X 線用 R&D エリア検出器については、ヘッド分離型カメラを開発し、NewSUBARU で評価実験を実施した。今後 PF での評価実験に向けて準備を進めている。X 線光学チームでは、PF-S 課題 (2021PF-S001) で進めていた X 線マルチコントラスト・ズーミング光学系の開発を完了させた。今後は開発した技術を広く利活用するために改良や応用を進める予定である。時間分解チームでは、多目的時間分解軟 X 線吸収システムの開発を PF-S 課題 (2021PF-S002) で進めており、2022 年度は高速信号計測系の整備を完了し、多目的実験槽の開発、各種実証実験を進めた。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協力し、計測系の構築等を行なった。

3-3. 測定装置部門

清水 伸隆

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

2021年度に行われた人事公募により、回折・散乱グループに奥山大輔准教授が4月1日付けで着任した。2022年度もX線光学・イメージンググループの人事公募を進め、博士研究員として在籍していた亀沢知夏氏が特別助教として9月1日付けで着任した。また、X線吸収分光グループの丹羽尉博特別助教と高圧グループの柴崎裕樹特別助教の定年制助教への異動が承認され、2月1日付けで着任した。この結果、10の手法グループのうち9のグループについては部門内に担当メンバーがいる状況となった。

2021年度に基盤技術部門より引き継いだ試料環境整備の活動については、第2弾アンケートを実施した結果をとりまとめた。関連して、2022年8月28日～9月1日に栃木県那須市で開催された11th International Workshop on Sample Environment at Scattering Facilities (ISSE workshop 2022)にて、“Photon Factory virtual tour”を担当した。タンパク質結晶解析、小角散乱、光電子分光、軟X線顕微鏡を中心に、ビームラインと試料環境についてまとめた動画ファイルでオンライン施設紹介を行った。

2021年度より引き続き、新設予定の開発研究多機能ビームラインBL-11に関する検討を進めた。新BL-11は、現在のPF/PF-ARのビームラインの高度化・整備に繋がる活動はもとより、将来の次期光源において採用すべき光学系や測定系の新技術の開発と確立の場として活用されるものである。これまで、軟X線領域と硬X線領域の両方の開発研究環境を整えるべく、光学系の検討が基盤技術部門を中心に行われて来た。一方で、検討中の次期光源計画であるハイブリッドリングでは、超伝導リニアックからのパルス幅50フェムト秒の極短パルスビームと、蓄積リングからの高輝度ビームという性質の異なる2つのビームを同時に試料に照射する“2ビーム利用”が想定されている。2つの光源から供給されるビームのエネルギーは両者の仕様範囲の中で自由に選択できると考えられるため、軟X線と硬X線の2つの異なるエネルギーを同時に利用できる可能性がある。そのような背景を基に、PFリングからの2ビームではあるが、新光源計画における2ビーム利用の

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
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
亀沢 知夏	特別助教	X線光学・イメージング	イメージング
亀卦川 卓美	研究員		高圧力科学, 地球惑星科学

※ 2022 末次点

feasibility study も新 BL-11 で実施する方針を定めた。測定装置部門は、新光源、もしくは PF リングでの 2 ビーム利用について施設内における議論を主導し、手法グループ毎に 2 ビーム利用のコンセプト、サイエンスケースや測定法を提案した。さらには、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進めた。それらの内容は、PF 研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用（第 1 回:2022 年 11 月 6 日、第 2 回:2023 年 1 月 5～6 日開催）」にて公開した。

新 BL-12A と新 BL-11 建設に向けて、夏季停止期間中に光源の加速器六系、基盤技術部門と協力の下で BL-12 基幹部・12C 部の改修を進めた。既存の BL-11A/B/D の利用は 2023 年 3 月で終了し、撤去作業を開始した。

3. 今後の展望

2023 年度以降も、先行する新 BL-12A の建設とともに、新 BL-11 の建設準備を進める。特に 2 ビーム利用に向けた新 BL-11 の光学系、装置構成などについても引き続き議論を進める予定である。