

## SPRUC 第 6 回 BLs アップグレード検討ワークショップ報告

SPRing-8 ユーザー協同体 (SPRUC)

近畿大学 理工学部

東京大学 大学院工学系研究科

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科

兵庫県立大学 大学院理学研究科

東京大学 物性研究所

杉本 邦久

小林 正起

松下 智裕

田中 義人

原田 慈久

## 1. 概要

SPRUC 第 6 回 BLs アップグレード検討ワークショップが、2024 年 2 月 29 日に SPring-8 放射光普及棟大講堂における講演と Zoom を利用したオンライン配信にて開催されました。本ワークショップ (WS) の目的は、第 5 回までの WS や SPring-8 シンポジウム 2019 以降の議論を踏まえ、それ以降の技術開発動向やビームライン (BL) アップグレードの具体的なプラン及び検討事項を共有するだけでなく、SPring-8-II に向けた今後の継続的な BL アップグレードについて議論を行うことです。258 名 (現地: 80 名、オンライン: 178 名) が参加しました。昨年度に比べ、現地で開催によるユーザーが増加し、対面により深い議論が行われました。

## 2. オープニング

最初に、SPRUC 西堀英治会長 (写真 1) より挨拶が行われ、会長として本 WS への役割及び今回の WS

の概要とその目標を説明されて挨拶を終えられました。

続いて、JASRI 雨宮慶幸理事長 (写真 2) より挨拶が行われました。SPring-8-II の光源においては、量的な輝度だけでなく、質的なコヒーレンスの向上も期待されることから、SPRUC の研究会のメンバーが積極的に BL アップグレードについて検討する機会になればと願っていることを述べられました。

次に、文部科学省科学技術・学術政策局研究環境課 稲田剛毅課長 (写真 3) より、来賓の挨拶をいただきました。まず、冒頭に 1 月 1 日に発生した能登半島地震に関して一刻も早い復旧のために政府全体が挙げてサポートする中、SPring-8-II への影響について述べられました。SPring-8-II へのアップグレードに関して、今年は予算に関する勝負の年であり、その重要性を説明する全ユーザーが入る組織である SPRUC の研究会からの SPring-8-II を見据えた要望や意見を挙げていく機会のためには、応援だけでなく、ボトルネックが



写真 1  
SPRUC 西堀英治会長



写真 2  
JASRI 雨宮慶幸理事長



写真 3  
文部科学省 科学技術・  
学術政策局 研究環境  
課 稲田剛毅課長



写真 4  
JASRI 坂田修身常務  
理事



写真5 辻成希氏



写真6 小泉昭久氏



写真7 河口彰吾氏



写真8 東正樹氏

外れるなどの具体的な叱咤激励の声を含めた本ワークショップの議論を活用したいとのことでした。

本セッションの最初の講演として、JASRI 坂田修身常務理事(写真4)より近況サマリーについて報告がありました。国内外の情勢として国内では2024年に3GeV放射光施設 NanoTerasu が稼働し、国外においては、世界の大型放射光施設は第4世代へ国力維持・発展のために必須のリサーチ・インフラストラクチャーとして、国を挙げて整備に取り組んでいることが示されました。一方、SPring-8においては、加速器関連の設備の老朽化が進行しているが、2024年度予算によりSPring-8の高度化に関する取り組みとして、液体窒素循環システムの整備を閣議決定されたことが報告されました。また、BLのアップグレードを2018年より実施しており、各BLのポートフォリオを意識した共用BLの再編・高度化、理研BLの拡充・機能強化を進めていることについても報告されました。

### 3. アップグレードを完了した BL 関連の研究会からのフィードバック

セッション2として、アップグレードを完了したBL関連の研究会からのフィードバックが行われました。最初にJASRI 辻成希氏(写真5)からBL08Wアップグレードについて報告されました。BL08Wはタンデムビームラインにアップグレードして高効率化を実現し、磁気コンプトン散乱イメージングやXRDとCPの同時計測手法などの実験技術が開発中であることが報告されました。続いて、コンプトン散乱研究会の小泉昭久氏(写真6)より、アップグレード後のコンプトン散乱測定により、高温超伝導体などのバル

クのフェルミ面を観測やスピン磁化・軌道磁化を観測した研究成果、コンプトン散乱イメージング測定に向けた計測技術開発について報告されました。次に、JASRI 河口彰吾氏(写真7)からBL13XUアップグレードについて報告されました。BL13XUではアップグレード後にハイスループットや自動測定が可能となったこと、課題数が約2倍となり様々な分野において装置利用をされていることが報告されました。続いて、構造物性研究会の東正樹氏(写真8)より、アップグレード後の結晶PDF解析による構造決定や反応過程時分割観測に関する研究成果、計測の発展に関してSPring-8-IIへの期待について報告されました。次に、JASRI 安野聡氏(写真9)からBL46XUアップグレードについて報告されました。BL46XUでは、光学系の一新によりビーム性能の向上および性能の安定化が実現したこと、高度化・技術開発を効率的に進めることでHAXPESニーズの多くをカバーしていることが報告されました。続いて、固体分光研究会から推薦された小椋厚志氏(写真10)より、三次元先端デバイスにおける界面の評価、MOS構造におけるオペランド(電圧印加)測定の研究成果、我が国の競争力の源泉としてのスループット向上や大気圧HAXPESの発展に関してSPring-8-IIへの期待について報告されました。最後にディスカッションが行われ、アップグレードにより明らかになったサイエンス、自動計測などで得られた大量のデータ解析、ビームラインの役割分担、今後のアップグレードの方針などについて議論が行われました。



写真9 安野聡氏



写真10 小椋厚志氏



写真11 山田大貴氏



写真12 大隅寛幸氏

#### 4. BL再編の進捗状況

各ビームラインの再編の進捗状況について報告が行われました。最初に JASRI山田大貴氏(写真11)から BL04B2 について報告がありました。複数のビームラインで回折・散乱計測が行われているが、BL再編計画に沿って BL04B2 では ex-situ 自動 PDF 構造解析のハイスループット装置の整備を進めており、10分/data の高速測定が実現していると報告がありました。次に、理研大隅寛幸氏(写真12)より BL15XU について、100 keV のピンクビームが利用できるビームラインとして再編が進んでいることが紹介されました。高い透過力の X 線が利用できるため、ラミノグラフィ、3DXRD による方位マッピング、残留応力測定、高圧下での PDF 測定などが紹介されました。また、JASRI 河村直己氏(写真13)より BL39XU について報告がありました。ビームラインの名称が X 線吸収・発光分光に変更する予定で、複合極限環境下の X 線吸収 (XAFS) と磁気円二色性 (XMCD)、X 線発光分光 (XES)、ナノ分光 (XAFS、MCD) の実験設備

の整備が進んでいるとのことでした。ナノ分光では従来の KB ミラーに加えて、Wolter ミラーによる集光が導入されました。このセッションの最後に、JASRI 関口博史氏(写真14)より BL40XU について報告がありました。SPring-8 の小角散乱 (SAXS) について再編が進んでおり、BL40XU では 2024 年 12 月から BL 基幹部も含めた改造を行い、2025B 期から ID を利用した SAXS ビームライン (SAXS-ID) として利用を開始することが紹介されました。X 線二次元検出器 CITIUS を利用した時間分解 SAXS/WAXS 計測システムなどの整備が進められ、高速測定、大容量データ処理を可能にするインフラの整備が今後進められるとのことでした。

#### 5. 総合討論

##### 5.1 SPring-8-II 計画

午後は、SPring-8-II に向けた取り組みについてのセッションとなりました。本セッションの最初の講演として、まず、理研/JASRI 矢橋牧名グループディレクター



写真13 河村直己氏



写真14 関口博史氏

写真15  
理研/JASRI 矢橋牧名  
グループディレクター写真16  
理研/JASRI 初井宇記  
グループディレクター

(写真 15) より施設の SPring-8-II に向けた取り組み状況についての報告がありました。2024年度は約3億円の SPring-8 高度化開発予算が執行される予定で、その後、4年の整備・建設期間を経て、2029年度に SPring-8-II の共用を目指すスケジュール概要が示されました。続いて、加速器開発内容の詳細、アSEMBル用建屋の建設状況と SPring-8-II 完成後の中尺 BL への転換の計画が示されました。また、BL再編は、シャットダウン時期を意識して順調に進んでいることが報告されました。専用施設については「フロー方式」への転換が進められ、2025年度以降は、一部の分光・イメージング BL、軟 X 線 BL、ウィグラー BL の再編、および SPring-8-II 用のパイロット BL の設置が計画されていることが示されました。利用ニーズアンケートのまとめの速報として、1,955人が回答、希望日数の累積は20万日/年にのぼるとのことが報告されました。また、量子ビーム小委員会では利用制度が検討されており、取り組むべきターゲット・戦略利用、産業利用、および成果占有と公的利用の中間的な利用に対する制度が検討されているとのことです。

## 5.2 SPring-8 データセンター

続いて、理研/JASRI 初井宇記グループディレクター (写真 16) より、「SPring-8 データセンター」と題して、施設のデータセンター構想について説明がありました。1 試料あたりのデータ量、および多数試料の2つのケースに分類して、データ管理法について説明されました。まず、1 試料あたりのデータ量の増大については、CT 測定について単純計算すると 400 TB/日以上にもなるため、前処理、役割分担、データ基盤の共通化など

での対応を考えているとのこと。インフラ整備として、オンラインサイトデータセンターの整備も進めており、例えば CT のデータなどは自動転送を検討しているとのこと。CITIUS 検出器では、17.4 k frame/s もの量になり、一日あたりでは 5.1 PB にものぼるが、FPGA で圧縮し、310 MB/日程度で扱うことが検討されている。一方、多数試料については、メタデータ付与によるデータ共有を考えられているとのこと。Web ブラウザからの利用が目指されており、Open OnDemand を試験中とのこと、試用における意見・コメント等は、dncs@spring8.or.jp までとのことでした。

## 5.3 SPring-8-II に向けた BLs-UG に関連する研究会からの要望

次に BLs-UG に関連する研究会より、SPring-8-II に向けた期待が述べられました。X 線スペクトロスコープ利用研究会の朝倉博行氏 (写真 17) からは、検出器性能の向上、ミリ秒オーダーの時間分解能の一般化、30 keV 以上の入射光利用、オペランド測定環境の整備、ビームラインの高度化などが要望されました。またサポートスタッフの増員や、大学・他施設との連携による負荷分散などを期待するコメントがありました。原子分解能ホログラフィー研究会の木村耕治氏 (写真 18) は、SPring-8-II の高輝度・微小ビームを活用し、半導体デバイスの ppm オーダーのドーパントをサイト選択的に捉え、日本の基幹産業に貢献できるとの期待を述べました。高分解能 X 線イメージング研究会の松本建志氏 (写真 19) は、高い研究ニーズを鑑みると新規イメージングステーションが必須であり、さらに高分解能の検出器や試料ステージ、デー



写真 17 朝倉博行氏



写真 18 木村耕治氏



写真 19 松本建志氏



写真 20 白土優氏



写真21 中村将志氏



写真22 増田亮氏

写真23  
SPRUC 小林正起利用幹事写真24  
理研 石川哲也センター長

タの長期クラウド保管や解析ソフトの整備が重要であることを訴えました。機能磁性材料分光研究会の白土優氏（写真20）は、SPring-8-IIのコヒーレンスを活かしてシングルスピンイメージングや新奇スピン材料開発つながる可能性があり、高速スイッチングの継続を強く要望しました。表面界面・薄膜ナノ構造研究会の中村将志氏（写真21）は、より汎用性の高い測定環境を実現するため、ロボットアームで二次元検出器を操作するような実験ハッチの整備を提案しました。また、広いダイナミックレンジを持つ検出器や高エネルギーX線に対応した検出器の設置、高フラックスで熱負荷の少ない光学系の整備も要望しました。核共鳴散乱研究会の増田亮氏（写真22）は、輝度100倍で測定時間の短縮やデータ量の増加が期待されるため、AIやデータベース駆動の研究と組み合わせることで、様々な物質に対する精度の高い研究が可能になるとの期待を寄せました。またメスbauer分光に適したセベラルバンチモードでの運転に強い期待を示しました。

質疑応答では、現状維持すべきスペックへの要望、セベラルバンチモード運転、ビームタイムの不足の問題等、施設側で是非の検討がなされていること、高速スイッチングはNanoTerasuとの棲み分けが必要であることが議論されました。一方で、SPring-8の高い安定性と稼働率がSPring-8-IIでも維持されることが大前提であるとの回答がありました。文部科学省研究環境課の稲田剛毅課長からは、SPring-8-IIが世の中に期待される分かりやすい事例を示すことの重要性が指摘されました。

次に研究会から寄せられた要望・コメントがSPRUC小林正起利用幹事（写真23）より紹介されました。放射光構造生物学研究会からは、コヒーレントフラックスを利用したバイオイメージングへの期待が述べられました。地球惑星科学研究会・高圧物質科学研究会からは、ウィグラーからの高強度白色X線と高圧プレス装置を組み合わせた高温高圧その場観測の発展的継続が強く要望されました。一方、不規則系機能性材料研究会からは、フレキシブルな持ち込み装置環境や高速・短時間計測への期待が寄せられました。放射光赤外研究会からは、SPring-8-II建設に伴って運転停止されるBL43IRのアクティビティの他施設への移管とサポート体制についての要望、および利用機会の提供などへの期待が述べられました。

最後に総合討論が行われました。SPring-8-IIでは一部の装置が使えなくなるが、これは放射光だけでなく中性子やイオンビームも含めた量子ビーム全体で考えてゆく問題として施設、ユーザー双方が考えて行く問題として捉えられました。また課題審査へのAI技術の導入についても検討がなされ、ユーザーへの周知の方法などが議論されました。一方施設スタッフの拡充への要望があり、予算、人材の最適化、自動化・効率化を図ること、また大学・施設の人材育成と国によるキャリアパス支援についても議論が深められました。

## 6. クロージング

最後のクロージングセッションでは、理研放射光科学研究センター石川哲也センター長（写真24）よりまとめとして閉会の挨拶をいただきました。ビームラ

インの高度化を継続しているが、SPring-8-IIに移行すると新たに高度化の要望が出てくると思われるので、現時点においても、SPring-8を使い込んでおく必要性があることを示されました。また、データに関しては、増加している実感は共有されており、スーパーコンピューターとの連携やビッグデータの解析の方法を含めた今後のデータセンターの構築について議論が進めていくことの重要性を述べられました。さらに、SPring-8-IIでは、SACLAとは異なるコヒーレントな光の活用の期待について議論していく必要があるとのことでした。

以上、丸一日のWSでしたが、実際にアップグレードが進められる中で、研究会からも活発な意見が見られる有意義な場であったと思います。

SPRUC 第6回 BLs アップグレード検討ワークショップ プログラム

[http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/pdf/6th\\_blsup\\_ws\\_program.pdf](http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/pdf/6th_blsup_ws_program.pdf)

杉本 邦久 *SUGIMOTO Kunihisa*

近畿大学 理工学部  
〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3-4-1  
TEL : 06-4307-5099  
e-mail : sugimoto@chem.kindai.ac.jp

小林 正起 *KOBAYASHI Masaki*

東京大学 大学院工学系研究科  
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1  
TEL : 03-5841-6692 (内線 26692、86768)  
e-mail : masaki.kobayashi@ee.t.u-tokyo.ac.jp

松下 智裕 *MATSUSHITA Tomohiro*

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科  
〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5  
TEL : 0743-72-6020  
e-mail : t-matusita@ms.naist.jp

田中 義人 *TANAKA Yoshihito*

兵庫県立大学 大学院理学研究科  
〒678-1297 兵庫県赤穂郡上郡町光都 3-2-1  
TEL : 0791-58-0139  
e-mail : tanaka@sci.u-hyogo.ac.jp

原田 慈久 *HARADA Yoshihisa*

東京大学 物性研究所  
〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1  
東北大学 SRIS 棟 204 室  
TEL : 022-752-2335  
e-mail : harada@issp.u-tokyo.ac.jp