

SpRUC シンポジウム 2025 報告

特定放射光施設ユーザー協同体 (SpRUC)

国立研究開発法人物質・材料研究機構 マテリアル基盤研究センター

熊本大学 理学部 理学科 物理学コース

兵庫県立大学大学院 理学研究科

公益財団法人高輝度光科学研究センター 分光・イメージング推進室

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 NanoTerasu センター

大阪公立大学 理学研究科 物理学専攻

近畿大学 理工学部 理学科 化学コース

永 村 直 佳

水 牧 仁一朗

田 中 義 人

登 野 健 介

安居院 あかね

久 保 田 佳 基

杉 本 邦 久

1. はじめに

去る9月4日(木)、5日(金)に、特定放射光施設 (SpRUC) シンポジウム 2025 が、特定放射光施設ユーザー協同体 (以下、SpRUC)、理化学研究所 (以下、理研) 放射光科学研究センター、量子科学技術研究開発機構 (以下、QST)、高輝度光科学研究センター (以下、JASRI)、東北大学、の主催により開催されました。2025年度より SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) と NanoTerasu ユーザー共同体 (NTUC) が統合し、新体制 SpRUC が発足して初めてのシンポジウムでした。

近年の放射光施設は、産業界が抱える課題解決に繋がる成果も増加し、社会貢献においても重要な役割を担っています。SPring-8 は供用開始から四半世紀以上、SACLA は 13 年、NanoTerasu は 1 年が経過しました。社会課題解決における放射光の果たすべき役割は益々大きくなっていくと考えられます。そこで、SPring-8 シンポジウムを引き継いで第 14 回目となる今回のシンポジウムでは、「特定放射光施設の協奏的發展」をテーマとしました。最先端の測定から通常の測定まで、放射光測定の全てを社会課題解決にどのように活かしていくのか、また将来に渡って出てくる課題に対して新しい測定技術をどのように生み出していくのか、について議論を行うことで、次世代の放射光科学の将来ビジョンや新しいサイエンスのあり方を描くことを目的としました。

基本的には対面形式により東北大学青葉山コモン

ズで2日間開催し、雨が残暑を和らげる中、会場では至る所で白熱した議論が交わされていました。現地に参加されない会員には、講演をオンラインで配信しました。本シンポジウムには、428 名 (うち現地参加 232 名) が参加しました。開催方式の検討と当日の運営については、東北大学の西堀麻衣子氏と SpRUC 利用幹事である熊本大学の水牧仁一朗氏にご尽力いただきました。

また、今回はシンポジウムに先立ち、初日の午前中に NanoTerasu 見学会 (写真 1) が開催されました。最初に実験ホールを見渡せる見学ホールで施設概要について説明があった後、実際に実験ホールに移動して、エンドステーションの装置を目の前にしながら、共用ビームラインを中心に各ビームライン担当者からビームラインの特徴や設置されている装置についての解説がありました。実験ホールが放射光管理区域外である NanoTerasu ならではの臨場感溢れ



写真 1 NanoTerasu 見学会



写真2
SpRUC
藤原明比古会長
(関西学院大)



写真3
東北大学
湯上浩雄理事・副学長



写真4
QST
武田憲昌理事



写真5
JASRI
中川敦史理事長



写真6
文部科学省
科学技術・学術政策局
馬場大輔参事官

る体験が提供され、参加者も興味津々で実験装置に見入っていました。NanoTerasu 見学会の企画については、QST 広報グループリーダーの加道雅孝氏にご尽力いただきました。

2. セッションI オープニング

オープニングセッションでは、藤原明比古 SpRUC 会長 (写真2) より開会の挨拶がありました。続いて、ホスト機関として東北大学の湯上浩雄理事・副学長 (写真3) からの挨拶がありました。次に QST の武田憲昌理事 (写真4)、JASRI の中川敦史理事長 (写真5) より挨拶があり、最後に文部科学省科学技術・学術政策局の馬場大輔参事官 (写真6) から来賓挨拶をいただきました。

それぞれの方々の挨拶の中で、特に今回は新生 SpRUC になってから初めての記念すべきシンポジウムであること、そして、それが NanoTerasu のある東北大学で行われることが強調されており、今回のシンポジウムの重要性を実感しました。特定放射光施設では、昨年4月に NanoTerasu が運用開始となり、SPring-8 も昨年度に SPpring-8-II へのアップグレードが決定し、今後、SACLA を含めた3施設での協奏的利用への期待の高さが示され、SpRUC の果たすべき役割について強く認識させられました。

3. セッションII-1 施設報告 (SPpring-8・SACLA)

オープニングに続き、SPpring-8 と SACLA の施設報告として、理研 放射光科学研究センター 物理・化学系ビームライン基盤グループ 矢橋牧名グルー

プディレクター (写真7) と JASRI XFEL 利用研究推進室 先端光源利用研究グループ 簀内俊毅グループリーダー (写真8) による講演が行われました。

矢橋氏からは「SPpring-8-II 整備の進捗と展望」と題して報告が行われました。SPpring-8-II の整備は順調に進んでおり、2027年7月末を目処に運転を停止し、加速器の入替えとコミッショニングを経て2029年度上半期中に利用運転が開始される予定です。運転停止による利用者への影響を軽減するため、他の放射光施設との連携や SACLA の利用機会の拡大が検討されています。既存の実験装置の再編に関しては、軟X線BLの統合、赤外BLの停止、BL02B1 (単結晶構造解析, SPpring-8) と BL04B1 (高温高压, SPpring-8) の装置移設などが計画されています。また、ニーズの多い XAFS や XRD については、自動測定強化や理研 BL の共用枠の活用など、利用機会の拡大が進められる予定です。新設 BL の計画としては、SPpring-8-II で設置されるダンピングウィグラーを広帯域の高エネルギーX線源として利



写真7
理研 矢橋牧名
グループディレクター



写真8
JASRI 簀内俊毅
グループリーダー

用するBLが検討されています。BLの大規模改修に関しては、BL41XU (SPring-8) の生体高分子時分割構造解析の整備計画や、BL37XU (SPring-8) でのQuick XAFSとAKB結像型XAFSイメージングの導入計画が進められています。さらに将来のコヒーレントイメージングの本格化に向けた取組みとして、SACLAでのインラインホログラフィーの開発などが行われています。また、BL08W (SPring-8) の高エネルギーアンジュレータービームラインへの改修、BL19B2 (SPring-8) の階層的X線CTステーションの整備についても検討が進んでいるとの報告があり、講演の終盤では、シャットダウン後のBL立上げに関する方針も示されました。

次の講演では、簗内氏より「SACLAの現状と展望」と題して報告が行われました。初めに、SPring-8-IIへの改修工事の間もSACLAは運転を継続することが示され、SPring-8停止期間中のSACLAの利用についての呼びかけがありました。続いて、SPring-8-IIとSACLAの相補的な利用を考えるうえで必要な情報として、それぞれの光源の特徴と主な利用形態が紹介されました。SPring-8-IIでは安定性と高い平均輝度を活かした精密測定や高エネルギーX線の利用が想定されるのに対し、SACLAではピーク輝度の高いフェムト秒X線パルスによる超高速計測、破壊型のシングルショット計測、高強度X線光学実験などが行われているとの報告がありました。次に、SACLAの現状としてBLとエンドステーションの構成、研究課題の実施状況、最近の利用事例が示されました。SPring-8とも連携したシリアルフェムト秒結晶構造解析の高度化、強磁場や超高压などの極限環境下での構造解析といった研究開発に加えて、産業界や産学連携による利用も進められています。

4. セッションII-2 施設報告 (NanoTerasu)

本セッションではNanoTerasuの施設報告として、QST NanoTerasuセンター 高輝度放射光研究開発部 西森信行 加速器グループリーダー (写真9) から「NanoTerasu光源の運転状況と展望」、続いて同堀場弘司 ビームライングループリーダー (写真10) から「NanoTerasu共用ビームラインの現状と展望」のタイトルでご講演いただきました。

「NanoTerasu光源の運転状況と展望」では、国内初のMBA (Multi Bend Achromat) ラティスを備えた周長349 mのコンパクト高安定光源として設計・整備されたNanoTerasuが、予定通り2024年4月9日から運用を開始され、運用開始当初の蓄積電流は予定を上回る160 mAであったことが紹介されました。その後、2024年7月26日からは蓄積電流を200 mAに引き上げ、高輝度光源とし運転継続し、かつ、高安定化に努めたことが紹介されました。定格電流400 mAに対し、電子ビームが蓄積リング加速空洞内に誘起した加速モードと異なる周波数を持つ有害な電磁波などの問題から、2025A期は蓄積電流値が200 mAで運転していましたが、7月には縦BBF (Bunch-by-bunch-feedback) 空洞の試験を行い、その結果から2026年度に予定している蓄積電流400 mA運転に目途がたったことが報告されました。

また、2024年度の予定ユーザー運転を3568.5時間に対し、光源稼働率99.6%、平均故障間隔323時間で実施し、平均故障間隔は13.4日で、ユーザーは約2週間、光源による中断なく実験継続でき、高効率な実験を行うことができたことが報告されました。2025年度も2025年8月1日時点でユーザー運転1896時間を光源稼働率99.5%、平均故障間隔270時間であり、2024年度と同様の安定性を示していることが報告されました。

さらに、リモート実験環境や情報セキュリティ強化、高速通信回線整備も進めていることも紹介されました。

「NanoTerasu共用ビームラインの現状と展望」では、量子科学技術研究開発機構が、NanoTerasuの高輝度光源性能を十全に活かし世界最先端の軟X線



写真9
QST 西森信行
グループリーダー



写真10
QST 堀場弘司
グループリーダー

分光計測環境をユーザーに提供し、学術利用の研究基盤を担うことを使命として、整備を進めてきた、第一期の共用ビームライン3本について紹介されました。

BL02U (NanoTerasu) は軟X線超高分解能共鳴非弾性散乱 (RIXS) ビームラインで、特にRIXS実験における極限エネルギー分解能の追求を目指しており、2D-RIXSという方式を超高分解能化のために採用した世界初のビームラインで、Cu *L*-edgeで16.1 meV ($E/\Delta E \approx 58,000$) の世界最高分解能を達成し、現時点においても世界最高レベルの超高分解能RIXS実験がユーザーに利用可能な状態になっていることが紹介されました。

BL06U (NanoTerasu) は軟X線ナノ光電子分光ビームラインで、角度分解光電子分光 (ARPES) 実験を高精度で行うための高エネルギー分解能と高フラックスを維持した上で、ナノ集光を目指したAブランチと、より汎用的なマイクロ集光のARPES実験を行うBブランチを排他的に利用する設計であることが紹介されました。ビームラインのエネルギー分解能はHeイオン化スペクトル (~ 65 eV) で1.1 meVと、低エネルギー領域におけるエネルギー分解能は $E/\Delta E \sim 60,000$ を達成していることが報告されました。すでにBブランチでは10 μ m以下のスポットサイズでのARPES実験が可能であることが紹介されました。

BL13U (NanoTerasu) は軟X線ナノ吸収分光ビームラインは、分割型APPLE-IIアンジュレーターによる偏光制御と広エネルギー帯域の円偏光利用を特長としたビームラインであり、現在180 eVから3,000 eVまでの全エネルギー範囲で軟X線吸収分光実験が可能であることが紹介されました。また直線偏光の3次光成分を利用した干渉制御により3,000 eV付近における円偏光生成に成功したことが報告されました。

さらに、第二期以降のビームライン増設を計画しており、2~20 keVのテンダーX線から硬X線を活用する新たな回折ビームラインの建設を開始。2027年度の共用開始を目指しています。

NanoTerasuの運用が開始されたのちの、初めてSpRUCにおける施設報告となりました。

5. セッションII-3 利用制度について

本セッションでは、JASRI利用推進部長の久保田康成氏(写真11)から「SPring-8/SACLA/NanoTerasu利用制度について」と題して講演がありました。始めにSPring-8の利用制度について説明がありました。成果公開型の大学院生提案型課題では、博士後期課程の大学院生が実験責任者として申請し、最長2年半に渡る長期利用が可能となり、その特徴として、JASRIスタッフが共同実験者として支援すること、そして、事後評価において優れた成果や取り組みに対してはSPring-8大学院生課題優秀研究賞が授与されることが説明されました。また、2025A期から成果公開型課題の中に優先利用課題(成果準公開)が加わり、企業のユーザーを対象として、論文の代わりにプレスリリース記事や学協会での発表、「SPring-8での産業利用成果」への掲載、特許、総説などをもって成果公開とする制度が開始されたと報告がありました。そして、XAFS、SAXSの測定代行課題のデータを対象としてJASRIスタッフが有償で解析を行うオフライン解析サービス、XAFSペレット作製や粉末XRD用キャピラリー充填を行う試料調製サービスの運用についても説明がありました。続いて、SACLAの利用制度について説明がありました。3本のBLについて年2回の成果公開課題や成果占有課題が実施されていること、試験利用制度として、BL2 (SACLA) においてSFX、BL3 (SACLA) においてハイパワーナノ秒レーザー実験が1課題0.5シフトで実施可能となっていることが説明されました。最後にNanoTerasuの利用制度について説明がありました。NanoTerasuは本年3月に供用を開始し、3本の共用BLにおいて成果公開一般課題のみ募集していますが、2026A期からはコアリションBL一



写真11 JASRI 久保田康成 利用推進部長



写真12
理研
石川哲也センター長



写真13
QST
高橋正光センター長



写真14
東京大学
有馬孝尚教授



写真15
理研 清水伸隆
グループディレクター

部のビームタイムの共用供出が準備中であり、こちらは一般課題に加えて、高度化研究開発課題というユーザーが装置を設置・持ち込んで進める形の利用が可能となる予定であると説明がありました。

6. セッションIII 特定放射光施設の協奏的發展

本セッションは「特定放射光施設協奏的發展」をテーマとして理研 放射光科学研究センター長 石川哲也氏（写真12）とQST NanoTerasuセンター長 高橋正光氏（写真13）の2講演と、東京大学 教授 有馬孝尚氏（写真14）、理研 グループディレクター 清水伸隆氏（写真15）を加えた4名の先生をパネリストとしたパネルディスカッションを行いました。

まず、石川センター長から「協奏・競争・協創・強壮・狂想」と題して講演がありました。これまでの20年間主に放射光科学を支えてきたSPring-8と、共用を開始したNanoTerasuとが置かれている現状を踏まえて、今後どのように協奏、競争的發展をしていくべきかについて、タイトルにある様々な「キョウソウ」に対する例を挙げながら将来の方向性を示されました。また、新しい利用形態についてSPring-8が試行的に行なっている例を示しながら、放射光科学が社会から求められている役割を果たす方法を明瞭に示され、進むべき方向を示唆されました。

次に高橋センター長から、「特定放射光施設 NanoTerasuの役割と展望」と題して講演がありました。まずNanoTerasuの現状を紹介され、共用に供与されているビームラインが3本であること、さらに現在1本が建設中であることが報告されました。さらなる今後のBL増設の進め方についても詳細に

紹介されました。また、NanoTerasuの役割についても言及され、軟X線からテnderX線領域での分光・偏光の制御技術の開発やその利用に関する展望を述べられ、このエネルギー領域での未開拓領域を發展させ、硬X線に強みのあるSPring-8と相補的・協創的な放射光利用基盤を提供するとの抱負を述べられました。

その後、これら2つの講演を受けて、放射光科学の「協奏的發展」についてパネルディスカッションを行いました。まずは利用形態についての詳細を石川センター長に発言いただき、従来になかった新しい業界のユーザーや潜在ユーザーの開拓について説明いただきました。また高橋センター長にはテnderX線領域での分光・偏光の制御技術の具体的な問題点や展望をお話いただきました。それを受けて有馬氏には、ユーザー側からの観点で、偏光利用や共鳴非弾性散乱（RIXS）の高分解能を生かした提案をいただきました。また、清水氏にはこれまで構造生物分野が取り組んでこられたSPring-8とPhoton Factoryの相補的利用やクライオ電子顕微鏡との協奏的利用について紹介いただき、SPring-8と



写真16 懇親会

NanoTerasu「協奏的」利用についての指針をお示しいただきました。さらには2027年に予定されているSPring-8-IIへの改修期間におこるブラックアウト期間についての対応要請について石川センター長、高橋センター長に提案いただきました。

セッションIIIで初日のプログラムが終了し、この後、みどり食堂にて懇親会が開催されました（写真16）。懇親会にも多くの皆様にご参加いただき、なごやかな雰囲気の中、活発な情報交換が行われていました。

7. セッションIV 特定放射光施設の協奏的・横断的利用による成果

2日目最初の本セッションでは、複数の放射光施設ビームラインを活用したり、放射光分析を軸として分野融合・学際的な研究展開を進めている、東北大学 教授 原田昌彦氏（写真17）、東北大学 准教授 山田悠介氏（写真18）、東北大学 副理事・教授 岡部朋永氏（写真19）、東北大学 助教 二宮翔氏（写真20）、QST 放射光科学研究センター 先進分光研究グループ グループリーダー 石井賢司氏（写真21）に講演を依頼しました。

原田氏からは、「食・農および生命科学におけるNanoTerasu活用に向けたA-Syncの取り組み」と題して、2021年に設置された農学研究科附属放射光生命農学センター A-Sync（Center for Agricultural and Life Sciences using Synchrotron Light）で実施されている、放射光を活用した学術研究・教育、国際連携、産学連携の事例についてご紹介がありました。放射光分析の専門家が多い東北大学 国際

放射光イノベーション・スマート研究センター SRIS（International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart）と緊密に連携し、SPring-8でfeasibility studyを行いながら、温度管理が重要な生物試料を扱う温調試料ステージの導入や、他の分析手法でフォローできていない空間スケール（10 nm～100 nm）を埋めるためのX線CTイメージング計測を進めてきたことが報告されました。東北は日本における食糧供給拠点であるため、NanoTerasuのロケーションは食農生命科学におけるアドバンテージであり、仙台市や宮城県との共同事業を通して、牡蠣や日本酒といった地域産物・食品のブランド化、全国の食農課題の解決、ひいては食料安全保障へ貢献していることが述べられました。また、アウトリーチの事例として高校生の実験受け入れや科学番組へのメディア対応、産学連携の事例としてフードロス対策やバイオ技術を扱う商社とのコラボレーション、国際連携の事例としてCanadian Light SourceやMAX IVとの交流、国際ワークショップの開催、放射光農学利用の世界的プラットフォームPALSA（Partnership of Advanced Light Sources for Agriculture）への参画などが紹介されました。

山田氏からは、「NanoTerasu タンパク質結晶構造解析実験ステーションの立ち上げ」と題して、コアリションビームラインであるBL09U（NanoTerasu）のHAXPESハッチ上流側に新たに建設中のタンパク質結晶構造解析実験ステーション MX-ESについてご紹介がありました。SPring-8の実験装置や制御機構（ZOOシステム）を転用してBL45XU（SPring-8）クラスの全自動測定システムを備えて



写真17
東北大学
原田昌彦教授



写真18
東北大学
山田悠介准教授



写真19
東北大学
岡部朋永教授



写真20
東北大学
二宮翔助助教



写真21
QST 石井賢司
グループリーダー

いること、安定性に優れた汎用測定用の仮想光源集光モードと微小高輝度ビームを使える先端計測用の挿入光源モードを切り替えて利用できること、東北大学サイバーサイエンスセンターをデータ処理に活用すること、などの説明がありました。2023年に建設プロジェクトが始まり、2025年内の運用開始を目指して、各モードでの光源性能評価やメールイン自動測定に向けた要素技術開発が順調に進んでおり、さらにビームの安定化や液体窒素の自動供給、ソフト面の強化などを実施していく旨が示されました。また、MX-ESの利用方法についても詳しく説明がありました。MX-ESの利用開始に先立って、測定支援とユーザー参入促進をミッションとする東北大学先端生体高分子構造研究センターARCBS (Advanced Research Center for Biomacromolecular Structures) を立ち上げ、MX-ESの利用者全員がセンター会員になることが必須であり、学術機関の利用者の場合はAMEDの生命科学・創薬研究支援基盤事業BINDS (Basis for Supporting Innovative Drug Discovery and Life Science Research) の支援を申請し、認められた場合は利用料金の支援が受けられることが言及されました。コアリションメンバーはもちろん、非コアリションメンバーであっても、東北大学との共同研究の枠組みで積極的にMX-ESの利用を斡旋していくとの方針が示されました。フローチャートを示しながら、類型ごとの利用料金についても説明がありました。

岡部氏からは、「熱硬化性樹脂に関する計算/計測融合研究」と題して、計算の専門家の視点から、放射光計測と計算の融合研究の重要性について解説がありました。岡部氏は東北大学グリーンクロステック研究センターのセンター長を務めており、コアリションマッチングサービスを通して、放射光の観測結果をどう解析して製品開発に活かすかについて知りたいユーザーに対して、DXシミュレーションツールCoSMIC (Comprehensive System for materials Integration of CFRP) や東北大スーパーコンピュータAOBAの利用支援、解析サーバールームの提供、ケーススタディー紹介といった計測・計算融合支援を推進していることが紹介されました。反応分子動力学 (MD) シミュレーションを元に、

航空樹脂材料の物性を計算から予測するにあたり、放射光計測による広角X線散乱 (WAXS) の実測スペクトルとスペクトル計算結果が合うように構造パラメータを決定することで、クラック強度やそりといった、スケールの階層が異なる物性をも精度よく予測できる、これはMD計算で偏微分方程式を解くためには初期条件と境界条件が必要であり、放射光計測は初期条件と時間変化の勾配を決定することに他ならないからである、という計測と計算の相補性について説明がありました。また、最近の計測・計算融合研究の事例として、非芳香族エポキシ樹脂の開発に関する産学連携の研究成果が紹介されました。

二宮氏からは、「分光BLの横断利用による構造歪が誘起する特異な電子状態の発見」と題して、放射光材料科学における多角的評価解析のケーススタディー紹介がありました。触媒機能を持つCeO₂ナノ粒子は、超臨界水熱合成によって数nmのサイズまで作り分けることが可能であり、触媒性能の鍵となるCeO₂ナノ粒子における電子状態のサイズ効果を解明するために、SPRING-8の様々なビームラインを横断利用し、元素選択的・軌道選択的な情報が得られるX線吸収分光 (XAS)、X線光電子分光 (XPS)、X線発光分光 (XES) を、各手法の違いを把握しながら駆使した解析事例について詳しく説明がありました。Ce L₃-edge, とCe M_{4,5}-edgeのXAS、高エネルギー分解能蛍光検出X線吸収微細構造 (HERFD-XAFS) 法によるCeの価数評価、XPSによる深さ分解分析、Ce 3d4f共鳴非弾性X線散乱 (RIXS)、O K-edgeのXASやRIXSの結果を比較検討し、触媒反応において、酸素欠損がなくても価数が変化するという、定説を覆す結果が示唆され、論文として成果公開されたことが解説されました。軟X線領域では、NanoTerasuにおいてSPRING-8よりも高いエネルギー分解能で計測できるため、現在はNanoTerasuを活用してナノ粒子における蛍光や強磁性などの新しい機能発現の原理解明に取り組んでいることが紹介されました。

石井氏からは、「共鳴非弾性X線散乱を利用した銅酸化物の電子励起観測」と題して、軟X線RIXSと硬X線RIXSを協奏的に利用した強相関銅酸化物の計測事例についてご紹介がありました。RIXSで



写真22
理研
平田邦生専任技師



写真23
東京農工大学
山田宏樹准教授



写真24
JASRI
横山優一研究員

は電子の三自由度（電荷・スピン・軌道）と格子振動励起を観測することができ、励起を測ることは相互作用を知ることである、今後はより低いエネルギーの励起過程において、高いエネルギー分解での超伝導のエネルギーギャップや擬ギャップ、異常金属などの観測が進んでいく、という説明がなされました。計測事例では、前半は、超伝導転移温度が異なる系のRIXSスペクトルの違い、後半は1次元スピン系と2次元スピン系のRIXSスペクトルの違いについてご紹介がありました。硬X線RIXSで観測できるCu K-edgeはスピン反転が禁制である一方、軟X線RIXSで観測できるCu L₃-edgeはスピン反転するマグノンが検出でき、硬X線RIXSはBL11XU (SPRING-8)、軟X線RIXSはBL07LSU (SPRING-8)の発光分光装置（現在はNanoTerasu BL07Uへ移設済み）や、世界最高エネルギー分解能を誇るRIXS専用の共用ビームラインBL02U (NanoTerasu) で計測できる旨の解説があり、軟X線と硬X線の相互利用のために理解しておくべき相違について言及されました。

8. セッションV 人工知能・深層学習を利用した放射光データ解析

本セッションでは「人工知能・深層学習を利用した放射光データ解析」をテーマに3人の先生方にご講演をいただきました。

最初に理研 専任技師 平田邦生氏（写真22）から「タンパク質結晶を多数利用した高分解能構造解析」と題して講演がありました。タンパク質の立体構造を高精度に決定する主要な測定手法であるX線結晶

構造解析の最近の発展をハードウェアとソフトウェアの両面から紹介いただきました。ハードウェア面ではロボットを用いた自動測定について、またソフトウェアの面からは、自動測定の制御から解析手法の発展までBL32XU (SPRING-8) を例にご紹介いただきました。特に解析手法の発展はめざましく、教師なし学習に分類される階層的クラスタリングを用い、結晶間の強度相関に基づいてグループ分けを行い、同型性の高いデータの抽出と統合対象の選別が効率化され、構造解析の精度向上に機械学習の手法が重要な役割を果たすことを示していただきました。

次に、東京農工大 准教授 山田宏樹氏（写真23）から「回折イメージングのための深層学習を援用した反復的位相回復」と題して講演をしていただきました。材料科学や生命科学において重要な役割を持つX線タイコグラフィーのデータを対象に回折像からの実像再構成を行う手法に深層学習を適用する新しい解析法についてご紹介いただきました。この測定においては対象試料のX線照射ダメージが問題となることがあり、統計精度が悪いデータで実像を再構成する必要があります。この状況を克服するためにモデルベース型アルゴリズムの物理的整合性と、深層学習の表現能力を融合させる新たな枠組みであるPINE (Ptychographic Iterative algorithm with Neural denoising Engine) に関してご説明いただきました。低照射および低重複条件において、従来法では破綻するような条件でも、PINEは良好な再構成性能を維持し、X線タイコグラフィーのさらなる可能性を示していただきました。

最後に、JASRI 研究員 横山優一氏（写真24）に

「Deep priorによるノイズ・アーティファクト除去～SPring-8 BL25SUのSX-ARPESへの適用～」と題して講演いただきました。SX-ARPES (Soft X-ray Angle Resolved Photo Emission Spectroscopy) のデータは物質の電子状態・バンド構造を決定する主要な手法であるが、現在測定系に由来するアーティファクトとノイズが重畳したものとなっています。これまで様々な方法でシグナルの抽出が試みられているが、横山氏はこれらの方法を超えた性能をもつ除去方法Deep priorを開発され、その方法についてご紹介いただきました。Deep priorは畳み込みニューラルネットワークに組み込まれた各種バイアスを事前知識として計測データを学習するという独創的なアプローチによって、計測データ単体からノイズとシグナルを分離するというものであり、これをBL25SU (SPring-8) の実測データに適用し、アーティファクトとノイズの抽出のみならず、計測の効率化を可能にすることを紹介されました。

9. セッションVI ポスターセッション

ポスターセッションは、青葉山コモンズ内の講義室および翠生ホール前において行われました（写真25）。今年度の発表件数は、SpRUC研究会 37件、

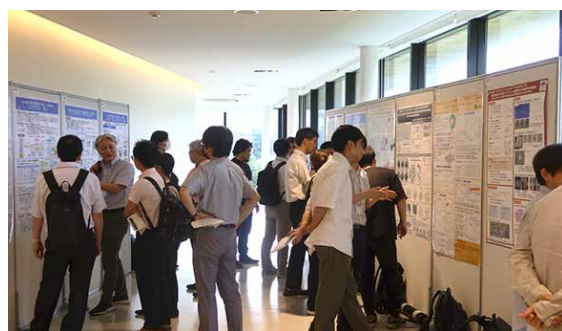


写真25 ポスターセッション



写真26 Young Scientist Award 授賞式

SPring-8/SACLA（理研）18件、SPring-8/SACLA（JASRI）21件、SPring-8/SACLA（専用ビームライン）7件、NanoTerasu（QST）6件、NanoTerasu（Phosic）10件、でした。セッションの最初から最後まで会場は盛況であり、非常に活発な議論が行われていました。

10. セッションVII SpRUC総会・第14回Young Scientist Award授賞式・受賞講演

SpRUC総会では、冒頭に藤原会長による挨拶があり、続いて、組織体制、行事、予算、研究会における活動状況についての報告がなされました。最後に、今後のSpRUCの活動予定が示されました。

引き続き、第14回 SpRUC2025 Young Scientist Award 授賞式が執り行われました（写真26）。冒頭、西堀英治選考委員長より、今年度は8名の応募があり、その中から2名を受賞者とした旨と、それぞれの受賞理由が紹介されました。授賞式に続き受賞講演が行われ、大阪大学 助教 山田純平氏（写真27）は現地にて、京都大学 助教 平出翔太郎氏（写真28）は自身が主催するシンポジウムと時間が重なったため、ビデオ上映にて講演が実施されました。

山田純平氏は「硬X線結像ミラーによるXFELの極限的集光」と題し、楕円凹面ミラーと双曲凸面ミラーを組み合わせたWolter III型光学系に基づくAdvanced KB (Kirkpatrick-Baez) 配置を独自に提案・開発し、SACLAにおいて7 nmの極小集光径および $1.45 \times 10^{22} \text{ W/cm}^2$ という極限的ピーク強度を実現した成果について講演しました。

平出翔太郎氏は「時分割 *in situ* X線回折測定を用いたゲート型吸着剤の構造転移速度解析」と題し、構造柔軟性を有する金属有機構造体 (MOF) のゲー



写真27
大阪大学
山田純平助教



写真28
京都大学
平出翔太郎助教

ト型吸着剤における骨格構造転移速度の関数形から動的描像を導出した研究について発表しました。さらに、高輝度放射光X線を活かした時間分解X線回折法と化学工学的手法を組み合わせた新しい解析手法の開発についても講演しました。

11. セッションVIII クロージング

クロージングセッションでは、最初にJASRIの中川敦史理事長（写真5）より総括がありました。SpRUCが発足して幅広いエネルギー領域にわたるユーザーコミュニティが形成されたことへの期待、科学技術先進国にとって放射光は社会インフラである一方で汎用化への対応に向けた課題、SPring-8-IIに向けたブラックアウト期間の対策について述べられました。また、日本の放射光施設が世界的な競争に勝ち、存在感を高めていくためには、計測と計算などの分野融合や施設の協奏的・横断的施設を進め、ユーザーが力を持ち、施設とともに発信していくことが重要である、との見解を示されました。

次に、主催機関を代表してSpRUC藤原会長（写真1）より閉会の挨拶がありました。会長自身の全体の感想が述べられ、実行委員を始めとした関係者、参加者へのお礼の言葉がありました。

会議のプログラムの詳細とアブストラクトは下記Webページにて公開されています。

<http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/sprucsymposium2025.html>

永村 直佳 NAGAMURA Naoka

（国）物質・材料研究機構
マテリアル基盤研究センター
〒305-0003 茨城県つくば市桜3-13
TEL : 029-859-2627
e-mail : NAGAMURA.Naoka@nims.go.jp

水牧 仁一朗 MIZUMAKI Masaichiro

熊本大学
理学部理学科物理学コース
〒860-8555 熊本県中央区黒髪2-39-1
TEL : 096-342-3066 (709)
e-mail : mizumaki@kumamoto-u.ac.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3-2-1
TEL : 0791-58-0139
e-mail : tanaka@sci.u-hyogo.ac.jp

登野 健介 TONO Kensuke

（公財）高輝度光科学研究センター
分光・イメージング推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0950
e-mail : tono@spring8.or.jp

安居院 あかね AGUI Akane

（国）量子科学技術研究開発機構
NanoTerasu センター
〒980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉468-1
TEL : 022-785-9457
e-mail : agui.akane@qst.go.jp

久保田 佳基 KUBOTA Yoshiki

大阪公立大学
理学研究科物理学専攻
〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138
TEL : 06-6605-7040
e-mail : kubotayoshiki@omu.ac.jp

杉本 邦久 SUGIMOTO Kunihisa

近畿大学
理工学部理学科化学コース
〒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