

# SPring-8/SACLA

INFORMATION 利用者情報



ISSN 1341-9668 SPring-8 Document D2025-003

Vol.30 No.1  
March 2025

## SPring-8/SACLA Information

### 目次 CONTENTS

理事長室から SPring-8-II の整備開始と NanoTerasu の共用運転開始

Message from President Construction of SPring-8-II begins and public-use operation of NanoTerasu begins.

(公財) 高輝度光科学研究センター 理事長  
President of JASRI

雨宮 慶幸  
AMEMIYA Yoshiyuki ..... 1

#### 1. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH

ナノビーム X 線回折による GaN 基板中単独転位周辺の局所歪場の非破壊解析

Nanobeam X-ray diffraction analysis of strain fields around individual threading dislocations in GaN substrates

大阪大学 大学院基礎工学研究科 システム創成専攻 電子光科学領域  
Division of Advanced Electronics and Optical Science, Graduate School of Engineering Science, Osaka University

藤平 哲也  
TOHEI Tetsuya  
濱地 威明  
HAMACHI Takeaki  
酒井 朗  
SAKAI Akira  
今井 康彦  
IMAI Yasuhiko  
隅谷 和嗣  
SUMITANI Kazushi  
木村 滋  
KIMURA Shigeru ..... 2

放射光分析で構造歪が誘起する特異な電子状態を発見

Discovery of unique electronic states induced by structural strain through synchrotron radiation spectroscopy

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  
International Center for Synchrotron Radiation Innovation Smart, Tohoku University

西堀 麻衣子  
NISHIBORI Maiko  
二宮 翔  
NINOMIYA Kakeru ..... 7

*In-situ* far-IR 法によるカルシウムイオン交換 A 型ゼオライトに賦与された CO<sub>2</sub> および N<sub>2</sub>O 特異吸着現象の解明

Clarification of the specific adsorption feature for CO<sub>2</sub>, as well as N<sub>2</sub>O, endowed by Ca<sup>2+</sup> ions exchanged in A-type zeolite with the aid of the *in-situ* far-IR method

岡山大学 学術研究院自然科学学域 理学研究科  
Graduate School of Natural Science and technology, Okayama University

黒田 泰重  
KURODA Yasushige  
平木 英  
HIRAKI Suguru  
小林 生佳  
KOBAYASHI Ikuka  
馬場 春香  
BABA Haruka  
大久保 貴広  
OHKUBO Takahiro  
織田 晃  
ODA Akira  
池本 夕佳  
IKEMOTO Yuka  
森脇 太郎  
MORIWAKI Taro ..... 12

#### 2. 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT

Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2024) 報告

Report on the Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2024)

(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 分光推進室  
Spectroscopy Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI

片山 真祥  
KATAYAMA Misaki ..... 21

12th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator-based Sources

(WIRMS 2024) 報告

Report on 12th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy using Accelerator-based Sources (WIRMS) 2024

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 (兼) 放射光利用研究基盤センター  
User Administration Division/Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI

池本 夕佳  
IKEMOTO Yuka ..... 25

VASSCAA-12 会議報告

Report of the VASSCAA-12

(公財) 高輝度光科学研究センター 加速器部門  
Accelerator division, JASRI

田村 和宏  
TAMURA Kazuhiro ..... 28

XIX edition of the International Small-Angle Scattering Conference (SAS2024) 報告 Report on XIX edition of the International Small-Angle Scattering Conference (SAS2024) (公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 散乱・イメージング推進室 Scattering and Imaging Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	長尾 聡 NAGAO Satoshi	30
AsCA2024 会議報告 Report of 18th Conference of the Asian Crystallographic Association (AsCA2024) (公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 回折・散乱推進室 Diffraction and Scattering Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	下野 聖矢 SHIMONO Seiya	33
18th Conference of the Asian Crystallographic Association Industrial Application and Partnership Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	Kumara Rosantha	35
The 18th conference of the Asian Crystallographic Association (公財) 高輝度光科学研究センター 研究プロジェクト推進室 生命科学・創薬研究支援基盤グループ Life Science and Drug Discovery Group, Research Project Division, JASRI	BOKHOVE Marcel	39
11th Annual Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy Workshop (APXPS 2024) 会議報告 Report on 11th Annual Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy Workshop (APXPS 2024) (公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 分光推進室 Spectroscopy Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	高木 康多 TAKAGI Yasumasa	43
フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 第14回研究発表会 The 14th Conference on Consortium of Advanced Softmaterial Beamline (FSBL) フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 代表 Advanced Softmaterial Beamline (FSBL) 同 運営委員長 Advanced Softmaterial Beamline (FSBL) 同 運営副委員長・広報委員 Advanced Softmaterial Beamline (FSBL)	小池 淳一郎 KOIKE Junichiro 秋葉 勇 AKIBA Isamu 山本 勝宏 YAMAMOTO Katsuhiko	47
3. SPring-8/SACLA 通信/SPring-8/SACLA COMMUNICATIONS 2025A 期 SACLA 利用研究課題の採択について The Proposals Approved for Beamtime in the 53rd Research Term 2025A 登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 Registered Institution for Facilities Use Promotion, User Administration Division, JASRI		51
2025B 期 SPring-8 利用研究課題募集について 2025B Call for 2025B SPring-8 Research Proposals 登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター Registered Institution for Facilities Use Promotion, JASRI		53
2025B 期 SACLA 利用研究課題の募集について Call for 2025B SACLA Research Proposals 登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 Registered Institution for Facilities Use Promotion, User Administration Division, JASRI		54
2025B 期 SACLA 試験利用の募集について Call for Proposals for 2025B SACLA Feasibility Study Program 登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 Registered Institution for Facilities Use Promotion, User Administration Division, JASRI		55
SPring-8 運転・利用状況 SPring-8 Operational Status (国) 理化学研究所 放射光科学研究センター RIKEN SPring-8 Center		56
論文発表の現状 Statistics on Publications Resulting from Work at SPring-8/SACLA (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI		58
最近 SPring-8 もしくは SACLA から発表された成果リスト List of Recent Publications (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI		62
SPring-8 食堂リニューアル後の状況報告 Status Report After the SPring-8 Cafeteria Renewal (国) 理化学研究所 播磨事業所 研究支援部 総務課 General Affairs Section, Harima Administrative Division, RIKEN		85

4. 談話室・ユーザー便り／USER LOUNGE・LETTERS FROM USERS SPring-8ユーザー協同体（SPRUC）四季報 SPRUC Communications	SPring-8ユーザー協同体（SPRUC）会長 Chair of SPRUC	藤原 明比古 FUJIWARA Akihiko .....	87
5. 告知版／ANNOUNCEMENTS			
第25回 SPring-8夏の学校 開催のご案内-最先端の放射光科学を学ぶ- SPring-8 Summer School 2025 .....			88
NanoTerasu 共用運転開始のお知らせ NanoTerasu Opened for Public Use .....			89
2025B期 NanoTerasu 利用研究課題募集について Call for 2025B NanoTerasu Research Proposals .....			90

## SPring-8-II の整備開始と NanoTerasu の共用運転開始

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
理事長 雨宮 慶幸



現行の SPring-8 の約 100 倍の最高輝度を有し世界トップの性能を誇る第 4 世代放射光源である SPring-8-II の整備予算が、2024 年度補正予算として 170 億円措置されました。また、2028 年度までの 5 年マル債として総額 499 億円が閣議決定

されました。

SPring-8-II は、現行の約 100 倍の最高輝度を有するだけでなく、磁石システムの一部を電磁石から永久磁石に置き換えることやリングを周回する電子エネルギーを 8 GeV から 6 GeV に下げることによって、加速器運転にかかる消費電力をこれまでの 6 割程度にまで削減し、大幅な省エネ化を実現できる放射光源です。

今後、加速器・ビームラインの製作・組立・調整が開始され、2027 年後半と 2028 年前半の運転停止（ブラックアウト）期間を経て、2029 年度から SPring-8-II が共用開始される予定です。ブラックアウト期間に対する善後策を、SPring-8 ユーザー協団体（SPRUC）、SPring-8 利用推進協議会、放射光学会、他の放射光施設の方々とは早急に練っていきたくと考えています。

SPring-8 の設置者である理化学研究所、文科省を始めとする行政のご尽力、そして、SPRUC や SPring-8 利用推進協議会の利用者、経済界や地元自治体からの応援があってこそこの SPring-8-II 計画実現へ向けてのスタートであり、関連する皆様方に厚く御礼申し上げます。SPring-8-II の利用者選定と利用支援を行う JASRI の役職員一同、SPring-8-II における研究成果の創出の最大化に向けて、これまで以上に粉骨砕身で取り組む所存です。

既にご報告したように<sup>1)</sup>、JASRI は 2024 年 4 月 1 日付で、NanoTerasu の登録施設利用促進機関（登録

機関）として承認されました。NanoTerasu は、2024 年 4 月から一般財団法人 光科学イノベーションセンター（PhoSIC）によるコアリション利用、同年 5 月より量子科学技術研究開発機構（QST）による共用ビームラインの試験的共用が始まりましたが、いよいよ本年 3 月 3 日から共用利用（2025A 期）を開始しました。それに伴い、SPRUC と NanoTerasu ユーザー共同体（NTUC）を統合した新組織「特定放射光施設ユーザー協団体」が 3 月 1 日に発足しました。

現在、NanoTerasu には共用ビームライン（BL）が 3 本あり、各々、軟 X 線領域における共鳴非弾性 X 線散乱（RIXS）、角度分解光電子分光（ARPES）、ナノ吸収分光（XAS、XMCD、XMLD）実験用の BL です。昨年 9 月から実験課題の応募を開始し、本年 1 月の選定委員会で採択課題が決定されました。多くの実験課題の応募があったため、課題採択率は全体で 50% という結果でした。軟 X 線向けの第 4 世代放射光源である NanoTerasu に対する期待の大きさを実感する結果でした。JASRI の研究スタッフが、これら共用 BL の利用者をしっかり支援して、NanoTerasu の威力を示す研究成果の早期創出に向けて貢献する所存です。

また、今後の共用 BL の増設に向けて、QST との議論を進めていきたいと考えています。そのためにも、今後、JASRI ナノテラス事業推進室の再編を視野に入れて、若い研究者人財の確保と組織の効率化に努めていきたいと考えています。特に若い研究者人財の確保に関しては、利用者の皆様からの積極的な人財推薦をお願い致します。

### 参考文献

[ 1 ] <https://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=43043>

# ナノビーム X 線回折による GaN 基板中単独転位周辺の 局所歪場の非破壊解析

大阪大学 大学院基礎工学研究科 システム創成専攻 電子光科学領域  
藤平 哲也、濱地 威明、酒井 朗  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター  
今井 康彦、隅谷 和嗣、木村 滋

## Abstract

シリコン半導体を凌駕する特性を有する化合物半導体として、窒化物半導体の研究開発が精力的に行われている。その結晶には未だ多くの転位欠陥が残存しており、デバイス特性に影響を与える転位とそれに伴う歪場の分布や性質を的確に把握し制御することが重要な課題となっている。本研究では、結晶の局所的な歪みを高い歪分解能と空間分解能で計測することができるナノビーム X 線回折 (nanoXRD) 法を用いて、GaN 結晶基板中の単独転位周辺の歪場を定量的に解析する手法を開発した。本方法により、従来手法では識別が困難であり電気特性に大きく影響するらせん成分を含めた全ての転位歪場成分を非破壊で検出することができ、転位の制御を起点とした次世代半導体材料・パワーデバイスの開発・高性能化に貢献できると期待される。

## 1. はじめに

近年、従来のシリコン半導体の性能を凌駕する化合物半導体として、窒化物半導体の研究開発が精力的に行われている。特に窒化ガリウム (GaN) は大きな絶縁破壊電界や飽和電子速度を有し、大電力・高速動作に適した特性を有するため、次世代パワーデバイスとして電動車や高速通信への応用が期待されている。しかしながら、現在用いられている GaN 結晶ウェハーには密度にして  $10^3\text{-}10^6\text{ cm}^{-2}$  程度の貫通転位 (原子位置がずれた領域がウェハーを貫く方向に線状に続いた欠陥) が含まれており、デバイスの電気特性や信頼性に大きな影響を与えている。転位に由来する拡張欠陥や転位の反応が結晶の残留歪みや塑性特性に影響して、反りやクラックといったウェハースケールの問題を引き起こしたり、転位の歪場との相互作用により不純物が偏析しデバイスの電気的特性に影響を及ぼすと考えられている。転位には転位線 (転位の伝搬方向) とバーガスベクトル  $\mathbf{b}$  (原子のずれ・変位を表すベクトル) の関係によりらせん転位 (転位線と  $\mathbf{b}$  が平行)、刃状転位 (転位線と  $\mathbf{b}$  が垂直)、混合転位 (らせんと刃状両方の成分をもつ) の 3 種類があり、転位種により歪分布と電気特性への影響が異なることが知られている。

したがって、転位とそれに伴う歪場の性質を十分に理解し制御することが、デバイスの開発や高性能化にとって必要不可欠である。これらの転位に伴う歪みを観察するために従来用いられてきた手法として、透過型電子顕微鏡 (TEM) ベースの幾何位相解析 (GPA)<sup>[1]</sup> やラマン分光法<sup>[2]</sup>、X 線トポグラフィ法<sup>[3]</sup>があげられる。TEM-GPA では転位コア周辺ナノメートル領域の観察が可能であるが、サンプルの薄片化が必要な破壊分析であり、また転位線とバーガスベクトルが平行になるらせん転位の観察は困難である。一方、ラマン分光法と X 線トポグラフィ法は非破壊分析であるが、前者は TEM-GPA と同様、らせん転位の判別が困難であり、後者は歪みの定量分析が困難であるという問題がある。このように、転位の歪場を非破壊で定量的に解析する手法は完全には確立されていないのが現状である。

われわれのグループはこれまでに、放射光で得られるナノメートルサイズの X 線ビームを用いたナノビーム X 線回折 (nanoXRD) により、半導体結晶の局所における結晶微細構造を定量的に解析する手法を開発してきた<sup>[4,5]</sup>。nanoXRD にもとづく 3 次元逆格子空間 ( $\omega\text{-}2\theta\text{-}\phi$ ) マップで測定される格子面微細構造 (格子面の間隔、傾斜、および回転) の変化から、歪

テンソルの各成分を直接評価することができる。高い歪分解能と空間分解能を有する nanoXRD 法を用いて 3 次元逆格子空間マッピングの位置依存測定を行うことで、原理的には転位周辺に広がる 3 次元歪場の全ての成分を検出し、転位種の判別と歪場強度の定量化が可能であると期待される。本稿では、nanoXRD 法による歪の定量分析の新たな試みとして、Na フラックス法により作製したバルク GaN 結晶中の単独転位周辺の歪テンソルの解析を行った研究について紹介する<sup>6)</sup>。

## 2. ナノビーム X 線回折逆格子空間マッピング測定

本実験では、エッチピット法により予め転位の位置と種類を特定した GaN 基板について、個別の転位に照準した nanoXRD 逆格子マッピング測定を行い、転位周辺の歪場の定量解析を行った。分析対象の試料として、Na フラックス法により作製した GaN バルク基板上に HVPE 法でホモエピタキシャル成長させた GaN 結晶<sup>7)</sup>を用いた。まず、化学機械研磨 (CMP) 法により研磨した GaN (0001) 結晶表面に、化学薬液 (KOH + NaOH) によるエッチング処理を行った。転位がある箇所では結晶の歪みによりエッチングが局所的に促進され、エッチピットと呼ばれるくぼみができる。先行研究から、転位のバーガスベクトルの違いにより異なるサイズのエッチピットが形成されることがわかっており<sup>8)</sup>、本試料では  $\mathbf{b} = \langle 1-101 \rangle = 1\mathbf{m} + 1\mathbf{c}$  の混合転位に対応する L サイズエッチピット、および  $\mathbf{b} = 1/3\langle 11-20 \rangle = 1\mathbf{a}$  の刃状転位に対応する XS サイズエッチピットの形成を確認した。その後表面を再度 CMP 研磨し、多光子励起顕微鏡 (MPPL) により転位の分布と伝搬挙動を観察した。MPPL 観察において転位は暗点として観察され、各サイズのエッチピットに対応する転位の位置を特定することができる。

このようにして転位の位置を把握した GaN 結晶表面に対して、nanoXRD 法による歪解析を行った。nanoXRD 測定実験は SPring-8 BL13XU の X 線回折光学系を用いて行った。8 keV のエネルギーをもつ X 線 (波長 0.15498 nm) を二結晶 Si (111) モノクロメータにより単色化し、ゾーンプレートを用いて集光することでビームサイズ 480 nm × 770 nm の X 線ナノビームを形成した。回折実験のジオメトリを図 1

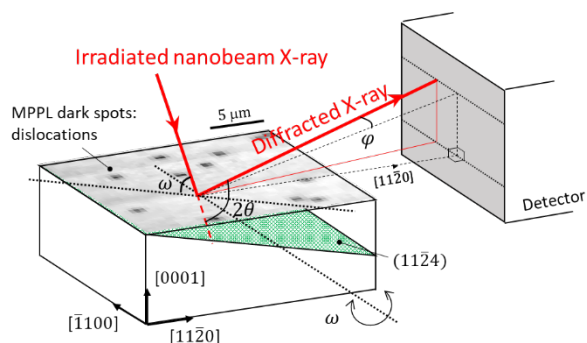


図 1 nanoXRD  $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$  位置依存マッピング測定ジオメトリの模式図。

に示す。X 線は GaN 結晶の [11-20] に平行に入射し、(0004) 対称面および (11-24) 非対称面の反射を用いて逆格子マップの測定を行った。回折 X 線強度の測定には 2 次元検出器 (HyPix-3000, Rigaku) を用いた。入射角  $\omega$  を走査しながら 2 次元検出器を用いて回折像 ( $2\theta$ - $\phi$  マップ) を取得することで、 $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$  3 次元 (3D) 逆格子空間マッピング像を得ることができる<sup>14)</sup>。本実験では L サイズおよび XS サイズエッチピットの転位を含む試料表面上の約  $20 \times 20 \mu\text{m}^2$  の領域で、[11-20] 方向および [-1100] 方向にそれぞれ 800 nm および 500 nm ステップ毎に X 線プローブ位置を走査して 3 次元逆格子空間マップデータを取得した。エッチピット形成および MPPL 観察により把握した転位の分布マップにもとづき、集束イオンビーム法により位置基準の Pt マーカーを作製することで、目的の転位に照準した局所 nanoXRD 測定を行っている。

取得した  $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$  3 次元逆格子空間マッピングデータから、次節に示す解析式にもとづいて 3 次元の歪テンソルの成分を評価することができる。3 次元逆格子空間マップをナノビーム X 線プローブを用いて高空間分解能で 2 次元サンプリング (位置依存性) 測定することにより、転位周辺の歪場の分布を定量的に解析することを試みた。

## 3. GaN 結晶中単独転位周辺の歪場テンソル解析

上述の方法により、GaN バルク結晶の (0001) 面上に形成した L サイズエッチピットおよび XS サイズエッチピットに対応する転位を含む領域において、3 次元逆格子 ( $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$ ) マップの位置依存性を測定した。図 2 に位置依存  $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$  測定より得られた  $\omega$ ,  $2\theta$ ,  $\phi$  ピーク位置 (図 2 中では  $\Omega$ ,  $2\Theta$ ,  $\Phi$  と表

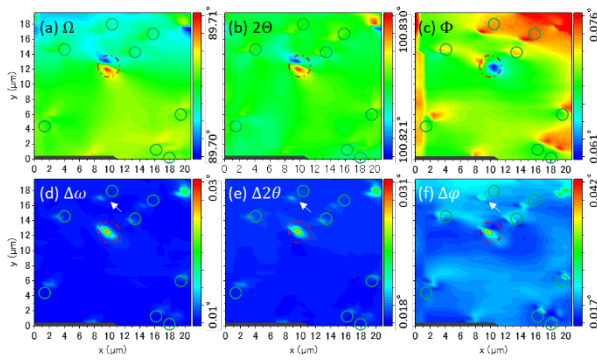


図2 位置依存  $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$  マッピングデータから算出した  $\Omega$ ,  $2\theta$ ,  $\Phi$ ,  $\Delta\omega$ ,  $\Delta 2\theta$ ,  $\Delta\phi$  の2D マップ結果。

記) の2D マッピング結果を示す。たとえば格子面間隔に対応する  $2\theta$  の定量では、測定された3次元回折プロファイル ( $\omega$ - $2\theta$ - $\phi$  マップ) を  $\omega$  方向と  $\phi$  方向にわたって積算し、1次元の  $2\theta$  プロファイルを得ることで、各測定点における  $2\theta$  のピーク位置とゆらぎ ( $\Delta 2\theta$ ) が算出される。ここで、 $\omega$ ,  $2\theta$ ,  $\phi$  の値はそれぞれ格子面の傾き、面間隔、(面内) 回転に対応する。図2に示す  $\Omega$ ,  $2\theta$ ,  $\Phi$  の位置依存マッピングの結果より、転位周辺の歪場を反映して、格子面傾斜、面間隔および格子面回転に局所的な変化が起こっていることがわかる。特に、バーガスベクトルの大きなLサイズエッチピット(図2の赤丸)に対応する転位の周辺で大きな結晶面の変化が起こっている様子が観察される。さらに、バーガスベクトルの小さなXSサイズエッチピット転位(緑丸)の位置における歪みの変化も観察されており、本結晶に含まれるすべての種類の転位が検出できていることがわかる(一部の転位で歪み変化の位置がややずれているのは、結晶中で転位が斜めに伝搬している可能性が考えられる)。

これらの  $\omega$ ,  $2\theta$ ,  $\phi$  の値から、式(1)にもとづき、各測定点における逆格子点  $Q^p$  が求められる。

$$Q^p = \begin{pmatrix} Q_x^p \\ Q_y^p \\ Q_z^p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\lambda_0} \{-\cos\Omega_c^p + \cos\Phi^p \cos(2\theta^p - \Omega_c^p)\} \\ \frac{1}{\lambda_0} \sin\Phi^p \\ \frac{1}{\lambda_0} \{\sin\Omega_c^p + \cos\Phi^p \sin(2\theta^p - \Omega_c^p)\} \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここで  $\Omega_c^p$ ,  $2\theta^p$ ,  $\Phi^p$  は対称面測定から求めた格子面傾斜の補正を反映した  $\omega$ ,  $2\theta$ ,  $\phi$  の値である。

このように求められた逆格子点から、歪のテンソル成分が式(2)のように求められる。

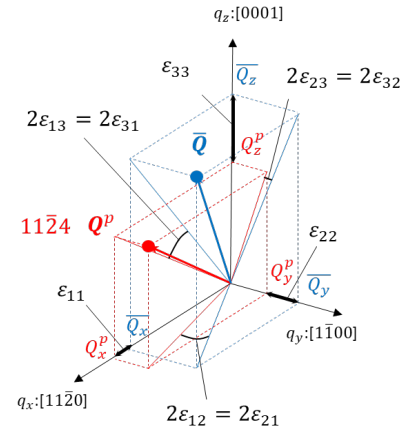


図3 逆格子点  $Q^p$ ,  $\bar{Q}$  と歪み成分  $\varepsilon_{ij}$  の関係の模式図

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \varepsilon_{13} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \varepsilon_{23} \\ \varepsilon_{31} & \varepsilon_{32} & \varepsilon_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\bar{Q}_x}{Q_x^p} - 1 & \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{Q_y^p}{Q_x^p} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\bar{Q}_y}{\bar{Q}_x} \right) \right\} \\ \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{Q_y^p}{Q_x^p} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\bar{Q}_y}{\bar{Q}_x} \right) \right\} & \frac{\bar{Q}_y}{Q_y^p} - 1 \\ \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{Q_z^p}{Q_x^p} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\bar{Q}_z}{\bar{Q}_x} \right) \right\} & \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{Q_z^p}{Q_y^p} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\bar{Q}_z}{\bar{Q}_y} \right) \right\} \\ \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{Q_z^p}{Q_x^p} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\bar{Q}_z}{\bar{Q}_x} \right) \right\} & \frac{1}{2} \left\{ \tan^{-1} \left( \frac{Q_z^p}{Q_y^p} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{\bar{Q}_z}{\bar{Q}_y} \right) \right\} \\ \frac{\bar{Q}_z}{Q_z^p} - 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

ここで、 $\bar{Q} = (\bar{Q}_x, \bar{Q}_y, \bar{Q}_z)$  は測定領域における逆格子点の平均値である。これらの  $\varepsilon_{ij}$  と  $Q^p, \bar{Q}$  の関係を図示すると図3のようになる。たとえば、 $\varepsilon_{11}$  は面  $x$  に生じる  $x$  方向の歪、 $\varepsilon_{12}$  は面  $x$  に生じる  $y$  方向の歪(せん断歪)を表す。

一方、結晶中に原子位置が正規サイトからずれた原子変位欠陥(転位)が存在すると、その周辺に結晶が3次元的に歪んだ領域(歪場)が形成される。転位に関する弾性論のモデルから、刃状転位およびらせん転位が形成する歪場のテンソルは、それぞれ以下の式(3)、(4)のように表される<sup>[9]</sup>。

$$\varepsilon_{ij}^e = \begin{pmatrix} \varepsilon_{11}^e & \varepsilon_{12}^e & 0 \\ \varepsilon_{21}^e & \varepsilon_{22}^e & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{|\mathbf{b}| x_2 \{(2\lambda + 3\mu)x_1^2 + \mu x_2^2\}}{2\pi (\lambda + 2\mu)(x_1^2 + x_2^2)^2} & \frac{|\mathbf{b}| x_1 (x_1^2 - x_2^2)}{4\pi(1-\nu)(x_1^2 + x_2^2)^2} & 0 \\ \frac{|\mathbf{b}| x_1 (x_1^2 - x_2^2)}{4\pi(1-\nu)(x_1^2 + x_2^2)^2} & \frac{|\mathbf{b}| x_2 \{(2\lambda + \mu)x_1^2 - \mu x_2^2\}}{2\pi (\lambda + 2\mu)(x_1^2 + x_2^2)^2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$\varepsilon_{ij}^s = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \varepsilon_{13}^s \\ 0 & 0 & \varepsilon_{23}^s \\ \varepsilon_{31}^s & \varepsilon_{32}^s & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -\frac{|\mathbf{b}| x_2}{4\pi x_1^2 + x_2^2} \\ 0 & 0 & \frac{|\mathbf{b}| x_1}{4\pi x_1^2 + x_2^2} \\ -\frac{|\mathbf{b}| x_2}{4\pi x_1^2 + x_2^2} & \frac{|\mathbf{b}| x_1}{4\pi x_1^2 + x_2^2} & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$



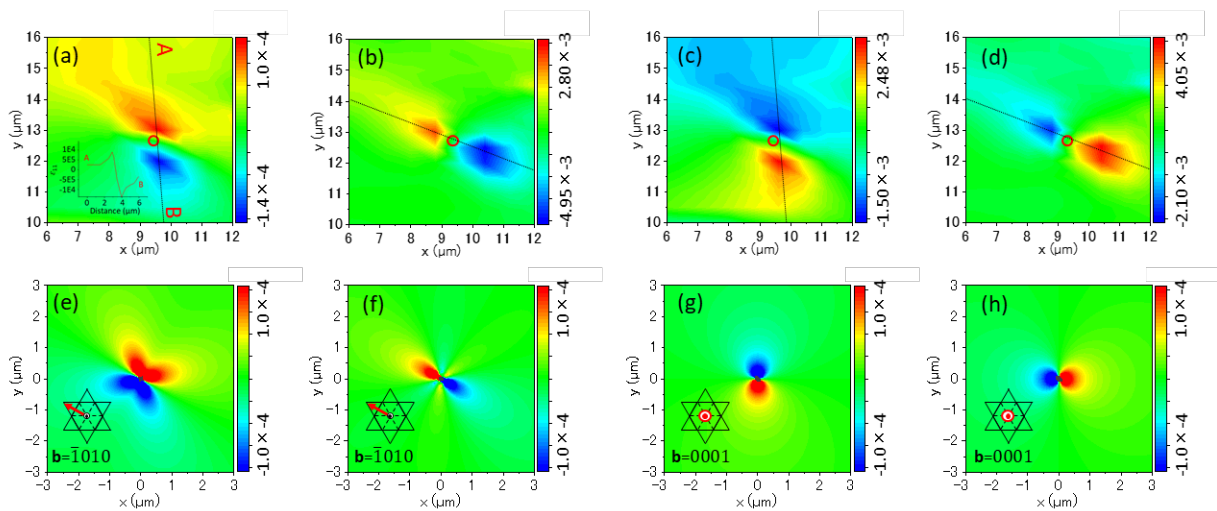


図4 Lサイズエッチピット転位 ( $\mathbf{b} = \langle 1-101 \rangle$ ) の歪成分(a)  $\varepsilon_{11}$ , (b)  $\varepsilon_{12}$ , (c)  $\varepsilon_{13}$  (d)  $\varepsilon_{23}$  の測定結果と転位論から予測される歪みの計算値(e-h)の比較。計算値は刃状転位 ( $\mathbf{b} = \langle 1010 \rangle$ ) の  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{12}$  (e, f)およびらせん転位 ( $\mathbf{b} = \langle 0001 \rangle$ ) の  $\varepsilon_{13}, \varepsilon_{23}$  (g, h)を示す。

ここで、 $\mathbf{b}$  は転位の原子変位を表すバーガースベクトル、 $\lambda, \mu$  はラメ定数 (弾性係数)、 $\nu$  はポアソン比である。これらの表式より、刃状転位は  $\varepsilon_{11}$  と  $\varepsilon_{12}$  歪成分を、らせん転位は  $\varepsilon_{13}$  と  $\varepsilon_{23}$  歪成分を持つことがわかる。また、混合転位では刃状成分に由来する歪とらせん成分に由来する歪の両方が生じると考えられる。本実験では、刃状、らせん、混合の各種の単独転位に照準してその周辺の歪場成分の測定を行った。

図4に、本実験で観察した転位のうちLサイズエッチピットに対応した転位の周辺における歪場のテンソル成分の測定結果と、弾性論にもとづく計算値を比較して示す。このLサイズエッチピットの転位は先行研究から  $\mathbf{b} = \langle 1-101 \rangle = \mathbf{1m} + \mathbf{1c}$  の混合転位であることが示されており、刃状成分とらせん成分を有すると予想される。図4の歪マップ測定結果において、赤丸で示した転位位置の近傍で、刃状転位で存在する  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{12}$  成分と、らせん転位で存在する  $\varepsilon_{13}, \varepsilon_{23}$  成分の分布が実際に観察されていることがわかる。各歪成分のマッピング結果において、転位コアをはさんで正負の成分 (双極子) が対称的に分布している。これは弾性論から予想される転位周辺の歪場の分布を良く再現している。弾性論から計算される歪場と測定結果の歪分布を比較することで、転位のバーガースベクトルの方向を非破壊で推定することができる (図4(e) - (h)の赤矢印)。特に、従来手法 (GPA やラマン分光法) では観察が困難ならせん転位成分に関しても、その周辺の歪場を明瞭に検出し、バーガースベクトルの方向を推定することができている (図4(c), (d), (g), (h))。

このように、本研究の方法により刃状転位に加えてらせん転位成分に由来する歪場も検出することができ、原理的には任意のバーガースベクトルを持つ転位の3次元歪テンソルの成分を解析することが可能である。GaN デバイスにおいて、らせん成分を持つ転位が電気特性 (リーク電流) に顕著に影響することが指摘されており、本方法はらせん成分を有する転位を非破壊で検出するのに有効な手法になると期待される。また、転位歪場の強度 (大きさ) に関して、測定歪の最大値から算出した  $\mathbf{b} = \mathbf{1m} + \mathbf{1c}$  の混合転位と  $\mathbf{b} = \mathbf{1c}$  のらせん転位のせん断歪成分  $\varepsilon_{13}$  および  $\varepsilon_{23}$  の大きさの比はほぼ1となっており、これはバーガースベクトルの値と弾性論から予想される結果とよく一致している。一方、 $\mathbf{b} = \mathbf{1m} + \mathbf{1c}$  の混合転位と  $\mathbf{b} = \mathbf{1a}$  の刃状転位の歪成分  $\varepsilon_{11}$  と  $\varepsilon_{12}$  の比較においては、混合転位 ( $\mathbf{b} = \mathbf{1m} + \mathbf{1c}$ ) の  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{12}$  の大きさが、等方弾性体モデルからの予想値よりも大きくなっていることが観察された。ナノビームX線のプローブサイズによる空間分解能の制約から転位コア近傍の歪の最大値を厳密に評価することは難しいが、大きなバーガースベクトルを有する混合転位において不純物との相互作用や拡張欠陥の形成など特異的な転位反応が起こっている可能性が示唆される。

従来手法との比較では、高分解能 TEM をベースにした GPA 解析では、原子変位の実像観察にもとづきナノメートルオーダーの局所領域の分析が可能であるが、歪の分析感度は%のオーダーである。それに対してX線回折にもとづく本方法では、上述のように転位周辺マイクロメートル領域の歪場成分が観察されて

いる。この歪場の形状は GPA により観察される nm 領域の歪分布と基本的には相似的であるが、 $10^4$  以下の歪感度にもとづきマイクロメートルオーダーに広がった歪場の検出が可能であり、結晶成長プロセスに起因する結晶微細構造の変化と合わせて、ウェハースケールでの解析やデバイス構造中での歪場の非破壊分析にも応用できると考えられる。

#### 4. おわりに

本稿では、ナノメートルサイズの X 線ビームを用いて結晶中の歪成分を非破壊的に定量解析するナノビーム X 線回折法と GaN 結晶転位の分析への応用について紹介した。ナノビーム X 線回折による高い空間分解能と歪み分解能によって、従来手法では特定が困難であった転位を歪成分の分布にもとづいて非破壊で検出・判別することができ、それにより、電気特性に異なる影響を与える転位を的確に把握し、結晶やデバイス開発に役立てることが可能になる。本方法は、GaN 結晶だけでなく、パワーデバイス半導体としての研究開発が加速している炭化ケイ素 (SiC) や酸化ガリウム結晶中の転位の分析にも応用でき、次世代半導体結晶・デバイスの開発と性能向上に貢献することが期待される。

本稿で紹介した成果は、大阪大学の森勇介教授、林侑介助教 (当時、現 NIMS) をはじめとする皆さまとの共同研究によるものです。ここに深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- [ 1 ] M. J. Hÿtch, J-L. Putaux and J-M. Pénisson: *Nature* **270** (2003) 423.
- [ 2 ] N. Kokubo, Y. Tsunooka, F. Fujie, J. Ohara, S. Onda, H. Yamada, M. Shimizu, S. Harada, M. Tagawa and T. Ujihara: *Jpn. J. Appl. Phys.* **58** (2019) SCCB06.
- [ 3 ] T. Ohno, H. Yamaguchi, S. Kuroda, K. Kojima, T. Suzuki and K. Arai: *J. Cryst. Growth* **209** (2004) 260.
- [ 4 ] S. Kamada, S. Takeuchi, D. T. Khan, H. Miyake, K. Hiramatsu, Y. Imai, S. Kimura and A. Sakai: *Appl. Phys. Express* **9** (2016) 111001.
- [ 5 ] K. Shida, N. Yamamoto, T. Tohei, M. Imanishi, Y. Mori, K. Sumitani, Y. Imai, S. Kimura and A. Sakai: *Jpn. J. Appl. Phys.* **58** (2019) SCCB16.
- [ 6 ] T. Hamachi, T. Tohei, Y. Hayashi, S. Usami, M. Imanishi, Y. Mori, K. Sumitani, Y. Imai, S. Kimura and A. Sakai: *J. Appl. Phys.* **135** (2024) 225702.
- [ 7 ] Y. Mori, M. Imanishi, K. Murakami and M. Yoshimura: *Jpn. J. Appl. Phys.* **58** (2019) SC0803.
- [ 8 ] T. Hamachi, T. Tohei, Y. Hayashi, M. Imanishi, S. Usami, Y. Mori and A. Sakai: *J. Appl. Phys.* **129** (2021) 225701.
- [ 9 ] M. Kato: *Introduction to the theory of dislocations* (seventh edition) (2020) Shokabo, Tokyo.

#### 藤平 哲也 TOHEI Tetsuya

大阪大学 大学院基礎工学研究科  
システム創成専攻 電子光科学領域  
〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3  
TEL : 06-6850-6301  
e-mail : tohei@ee.es.osaka-u.ac.jp

#### 濱地 威明 HAMACHI Takeaki

大阪大学 大学院基礎工学研究科  
システム創成専攻 電子光科学領域  
〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3  
(現 株式会社ミライズテクノロジーズ)

#### 酒井 朗 SAKAI Akira

大阪大学 大学院基礎工学研究科  
システム創成専攻 電子光科学領域  
〒560-8531 大阪府豊中市待兼山町 1-3

#### 今井 康彦 IMAI Yasuhiko

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター  
〒679-5198 兵庫県佐用町光都 1-1-1

#### 隅谷 和嗣 SUMITANI Kazushi

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター  
〒679-5198 兵庫県佐用町光都 1-1-1

#### 木村 滋 KIMURA Shigeru

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター  
〒679-5198 兵庫県佐用町光都 1-1-1

## 放射光分析で構造歪が誘起する特異な電子状態を発見

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  
西堀 麻衣子、二宮 翔

## Abstract

金属酸化物ナノ粒子におけるサイズ効果は、多くの興味深い現象を引き起こす。我々は、超臨界水熱法で合成した CeO<sub>2</sub> ナノ粒子を対象として、化学状態が粒径によりどのように変化するかを、SPring-8 の様々な放射光分光法を駆使して議論してきた。その結果、粒径 6 nm 以下の極微小な CeO<sub>2</sub> では、酸素原子の位置が乱れ、構造に歪みが生じていることがわかった。さらに、この構造変化によって Ce 4f と酸素の電子の相互作用が弱まり、電子が Ce 4f 軌道上に局在することを突き止めた。これは、酸素欠陥がない状況でもナノ粒子内の電子状態が実際に Ce<sup>3+</sup> になりうることを示唆しており、超微小な CeO<sub>2</sub> は、酸化還元能を超える新たな機能を有しえることを示す。

## 1. はじめに

金属酸化物ナノ粒子におけるサイズ効果は、多くの興味深い現象を引き起こす。例えば、酸化ジルコニウムでは、粒子サイズによって結晶構造が変化する<sup>1),2)</sup>。また、二酸化スズに関する研究では、格子膨張の臨界サイズは表面積と体積の比で決まることが報告されている<sup>3)</sup>。これらは、ナノ粒子の結晶構造に対するサイズ効果である。我々は、化学的な性質に対しては、どのようなサイズ効果が生じ得るのか、に興味を持っている。

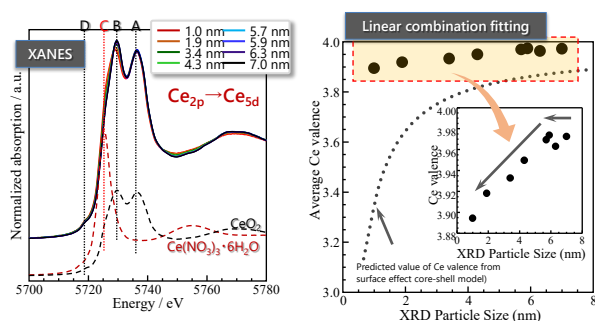
超臨界条件下で合成した{100}面露出型酸化セリウムナノ粒子 (CeO<sub>2</sub>-NPs) は、単分散であり、低温でも高い酸素吸蔵放出能 (Oxygen Storage Capacity; OSC) を示す。加えて、粒径が小さくなるにつれて格子の膨張と歪みが大きくなり、粒径が 6 nm 以下になると 3 価のセリウム (Ce<sup>3+</sup>) が粒子内部に存在することが報告されている<sup>4)</sup>。一方で、6 nm より粒径が小さくなると、格子膨張や歪はどうなるのか、そもそも CeO<sub>2</sub> として存在しうるのかなど、興味は尽きない。しかしながら、化学結合状態の粒径依存性を検討するためには、シングルナノでかつ、粒径の揃った CeO<sub>2</sub>-NPs を合成する必要がある。そこで我々は、超臨界水熱法による各種金属酸化物の合成に取り組まれている東北大学材料科学高等研究所阿尻教授、横講師 (現、国際放射光イノベーション・スマート研究センター准教授) のグループと連携し、粒径の揃ったシングルナノの CeO<sub>2</sub>-NPs の合成に取り組んだ。その結果、セリウム (IV) オクタン酸を水と混合し、340°C、30 MPa の

超臨界条件下で一定秒間反応させることにより、粒径が 2 nm 以下に制御された CeO<sub>2</sub> の作製に成功している<sup>5)</sup>。我々は、この超臨界水熱法で合成した CeO<sub>2</sub>-NPs を対象として、化学状態が粒径によりどのように変化するかを、SPring-8 の様々な放射光分光法を駆使して議論してきた。

2. 粒径に応じた Ce の化学状態変化 : Ce L<sub>3</sub>-edge XAFS と Ce 3d PES

まず考えるべきことは、粒径による Ce の平均価数の変化である。元素の平均原子価を求めるには、X 線吸収分光 (X-ray absorption spectroscopy; XAS) が非常に有効である。X 線吸収スペクトルには、様々なピークや振動構造が生じる。これが、X 線吸収微細構造 (XAFS) と呼ばれるものである。XAFS スペクトルは、2 つの領域に分けられる。高エネルギー側の波打ち構造は広域 X 線吸収微細構造 (Extended X-ray Absorption Fine Structure; EXAFS) と呼ばれ、結合距離や配位数の情報を含むものである。一方、この吸収端から約 50 eV までの領域は X 線吸収端近傍構造 (X-ray Absorption Near Edge Structure; XANES) と呼ばれ、原子価、局所対称性、3 次元局所構造の情報を含んでいる。そこで我々は、まず、Ce の L<sub>3</sub> 吸収端 XAFS スペクトルから、セリウムの平均価数を見積もった。

Ce の L<sub>3</sub> 吸収端は、Ce 2p 軌道から Ce 5d 軌道への遷移に相当する。図 1 では、ピーク A、B、D が Ce<sup>4+</sup>



✓ 粒径6nm以下でCe<sup>3+</sup>が増加（量はかなり少ない）  
⇒6nm以下でもCeO<sub>2</sub>の構造を保つ

図1 粒径に応じたCe化学状態変化。測定はSPring-8 BL01B1で実施した。左) Ce L<sub>3</sub>-edge XAFS、右) 線形結合フィッティングで求めたCe平均価数。

に、ピークCがCe<sup>3+</sup>と関連している。つまり、ピークC位置の強度が増加すると、3価で存在するCeが含まれることを意味する。図1から、本研究で得られたスペクトル形状の変化はとて小さく、Ce<sup>3+</sup>に対応するピークの増え方はわずかであることがわかる。

ここで我々は、平均価数を半定量的に評価するために、硝酸セリウム (Ce(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O) をCe<sup>3+</sup>の、市販のCeO<sub>2</sub>をCe<sup>4+</sup>の標準物質として、得られた測定スペクトルに対して線形結合フィッティングを行った。その結果、Ceの平均価数は粒子サイズとともに減少するものの、6nm以下の粒子サイズでの変化はかなり小さいことがわかった(図1)。このことは、粒径を2nm以下という極微小サイズまで小さくしても、CeO<sub>2</sub>の結晶構造を維持していることを示唆するものであり、走査型透過電子顕微鏡 (Scanning Transmission Electron Microscope; STEM) 観察に基づく既報の報告からは説明が難しい。

既報のSTEM観察では、粒子表面に存在していたCe<sup>3+</sup>が、粒径6nmからは内部にまでCe<sup>3+</sup>が存在することが示されていたが、我々の今回の結果においては、粒径2nm程度とより表面が多い条件にもかかわらず、それほどCe<sup>3+</sup>が多く存在していないように考えられる。そこで、CeO<sub>2</sub>-NPsの内部と表面でのCeの価数を区別して評価することを試みた。ここでは、入射X線エネルギーを変えることで光電子の運動エネルギー (=分析深さ) を調整した光電子分光法 (photoemission spectroscopy; PES) により、粒子内部と表面での価数の違いを検討した。深さ分解で得たCe 3d PESスペクトルを図2に示す。なお本測定

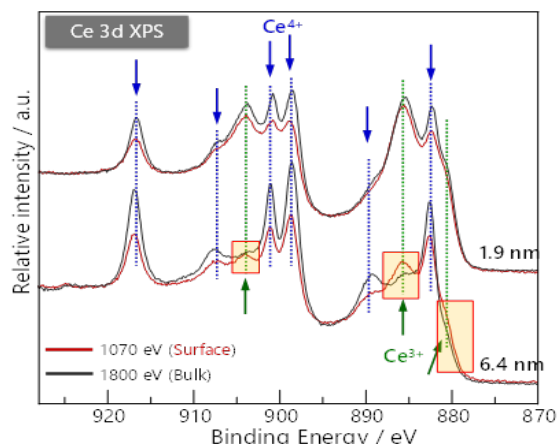


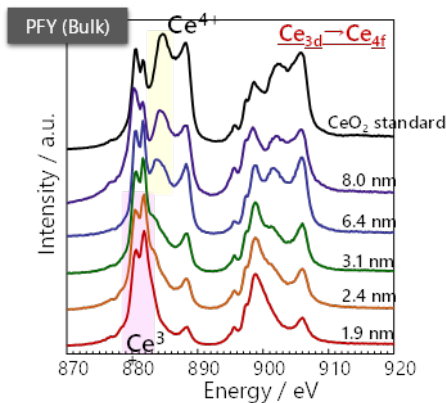
図2 深さ分解Ce 3d PESスペクトルによるCeO<sub>2</sub>粒子の内部と表面での化学状態の違い。

測定はSPring-8 BL07LSUで実施した。

では、入射X線エネルギーに1070eV(表面からの情報)および1800eV(内部からの情報)を用いた。得られたスペクトルのCe<sup>4+</sup>とCe<sup>3+</sup>に相当するピークの面積比からCe<sup>3+</sup>の割合を推定したところ、粒径6.4nmの場合は内部の34.2%、粒径1.9nmの場合は内部の48.3%に相当することがわかった。この結果は、粒径に関わらず、CeO<sub>2</sub>-NPsの内部にかなりの量のCe<sup>3+</sup>が存在することを示している。

ここで、Ce L<sub>3</sub>吸収端XAFSの結果と、Ce 3d PESの結果について考えてみる。まず、Ce L<sub>3</sub>吸収端XAFSスペクトルからは、Ceの平均価数はCe<sup>4+</sup>であり、結晶構造はホタル石型のCeO<sub>2</sub>を維持していることが示唆された。一方、Ce 3d PESスペクトルでは、粒径に関わらずCe<sup>3+</sup>が粒子全体に存在することを示していた。これらの結果は一見矛盾しており、我々がこれまでに見積もったCeの平均価数は何を示しているのか、という疑問が生じる。そこで、それぞれの測定では何の情報か得られ、どの物性を評価しているのかを再考してみた。

Ceは希土類元素であり、Ce<sup>3+</sup>は4f軌道に1個の電子を持っている。Ce 3d PESでは、入射X線によって放出される3d軌道上の内殻電子が直接観測され、Ceの価数はいわゆるケミカルシフトとして評価される。一方、Ce L<sub>3</sub>吸収端XAFSでは、Ceの2p軌道から5d軌道への励起に対応するX線吸収度の変化を測定する。この場合も、価数はケミカルシフトとして評価されることとなる。このように、これらの測定においては、価数変化、すなわち4f電子配置は、間接的に評価される。



✓ スペクトルの変化が非常に大きい  
⇒  $Ce^{3+}$  の割合がとても多く見える

図3 Ce  $M_{5,4}$ -edge XAFS スペクトルによる粒径に応じたCe化学状態変化。測定はSPRING-8 BL27SUで実施した。

### 3. 粒径に応じたCeの化学状態: Ce $M_{5,4}$ -edge XAFS

Ceの価数に関する決定的な情報は、Ceの4f電子を直接観測することで得ることができる。そこで我々は、Ce 3dから4fへの遷移に対応するCe  $M_{5,4}$ 吸収端でのXAFSスペクトルを計測し、Ce 4f電子の直接的な情報を得ることを試みた。その結果を図3に示す。なお、このスペクトルは、部分蛍光収量法で測定したため、CeO<sub>2</sub>のバルク情報を反映する。Ce  $L_3$ 吸収端でのXAFSスペクトルと比べて、スペクトルの形状が粒径に依存して大きく変化していることがわかる。これまでに報告されている結果<sup>6)</sup>を基にして、測定したスペクトルを帰属して価数を見積もると、粒径8 nmではCe<sup>4+</sup>が多く、一方で、粒径1.9 nmではCe<sup>3+</sup>が多く存在していることがわかった。

ここで、CeのL吸収端とM吸収端の結果を考察すると、構造的にはホタル石型のCeO<sub>2</sub>にもかかわらず、Ce 4f軌道に電子が存在することを示唆する。CeO<sub>2</sub>における一般的なCeの価数変化の考え方は、酸素欠陥の形成によるものである。しかしながら、今回の結果を酸素欠陥の形成で説明しようとする、Ce  $L_3$ 吸収端XAFSスペクトルが示す「6 nm以下でもCe<sup>4+</sup>として存在する」に矛盾が生じる。

超微小なCeO<sub>2</sub>-NPsでは、CeがCe<sup>3+</sup>とCe<sup>4+</sup>のどちらで存在しているのが正しい状態なのか？また、酸素の欠陥やその化学状態は、Ceの価数に何かしらの影響を与えるのだろうか？こういった疑問を解決するために、我々はCeに結合した酸素からの考察を試みた。

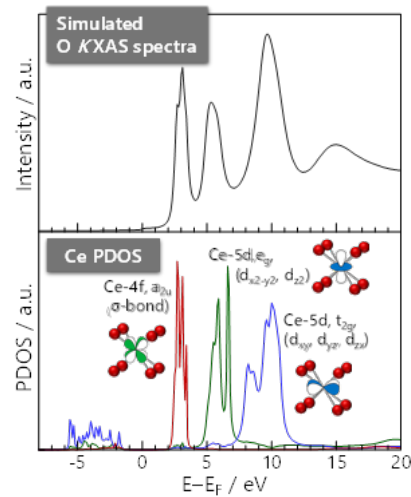
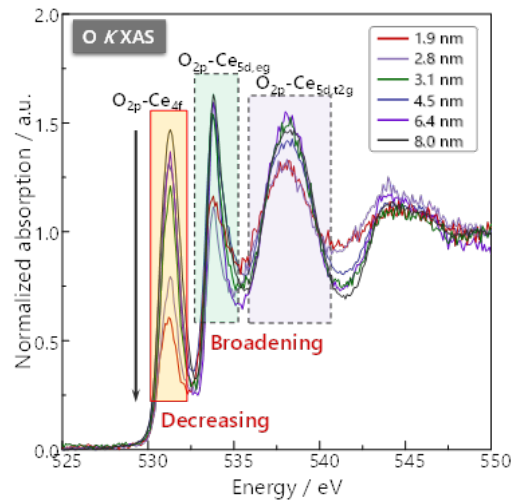


図4 上) 測定したO K-edge XAFSスペクトル、下) シミュレーションで求めたスペクトルおよびCeのPDOS。測定はSPRING-8 BL27SUで実施した。

### 4. 粒径に応じたOの化学状態変化: O K-edge XAFSとO 1s RXES

図4に、測定したO K吸収端XAFSスペクトルと、シミュレーションで求めたO K吸収端XAFSスペクトルおよびCeの部分状態密度 (partial density of states; PDOS) を示す。なお、XAFSスペクトルシミュレーションは密度汎関数理論および有限差分法に基づくFDMNES<sup>7)</sup>コードを用いて実施し、電子状態およびX線吸収スペクトルシミュレーションで考慮するクラスタ半径は7.0 Åとした。これらの結果から、スペクトルに見られるピークはO 2p-Ce 4f、O 2p-Ce 5d<sub>eg</sub>、O 2p-Ce 5d<sub>t2g</sub>の混成軌道に起因すると考えられる。O 2p-Ce 4fのピーク強度は、粒子径が小さくなるにつれて減少した。これは、O 2pとCe 4fの軌道混成の低下、あるいは4f軌道の占有を示唆する。

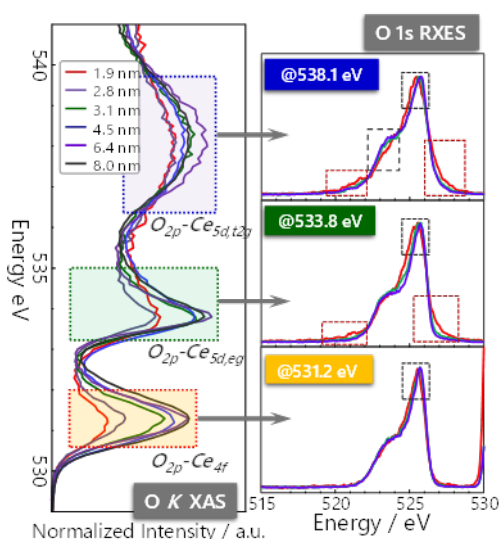


図5 左) O K-edge XAFS スペクトル、右) それぞれの軌道で励起した O 1s RXES スペクトル。測定は SPring-8 BL27SU で実施した。

一方、O 2p-Ce 5d のピークは、粒径 3 nm 以下でブロード化した。これは、結晶場が乱れていることを示しており、酸素原子位置が乱雑化していることを示唆する。この理解をより深めるために、共鳴 X 線発光分光 (resonant X-ray emission spectroscopy; RXES) で各軌道の化学状態を検討した。

RXES は、特定の入射 X 線を試料に照射し、試料から放出される蛍光 X 線をさらに分光することで得られる。化学状態・軌道選択性を有する電子状態計測であり、化学種固有のスペクトル形状と強度情報を活用した定量解析が可能である。図5に、O K 吸収端 XAFS スペクトルと、これらの軌道で励起した CeO<sub>2</sub>-NPs の O 1s RXES スペクトルを示す。O 2p-Ce 4f 軌道で励起したスペクトルには大きな変化が生じなかったが、O 2p-Ce 5d 軌道で励起したスペクトルには、粒径が小さくなるにつれてショルダーピークが現れた。これは、Ce 5d 軌道と混成した酸素の電子状態が広がっていることを示す。

ここで、CeO<sub>2</sub> がナノ粒子化することでエネルギーギャップがどう変化するかについて考察する。紫外可視近赤外分光法 (Ultraviolet-Visible Absorption Spectroscopy; UV-vis) で CeO<sub>2</sub>-NPs のバンドギャップを評価したところ、粒径が小さくなるにつれてバンドギャップエネルギーが減少することがわかった。一般に、粒径が小さくなるとエネルギー準位が離散的になり、バンドギャップが広域化する。しかしながら、

本研究で測定した XAFS および RXES スペクトルは、粒径が小さくなるにつれて価電子帯の上部のピーク強度が増加していた。これは、粒径が小さくなるにつれて、バンドギャップが小さくなることを示している。つまり、これらのピークは粒子径効果によるものではなく、新たなエネルギー準位が生成したものと考えることができる。

O 2p-Ce 5d 軌道で励起したスペクトルでは、粒径が小さくなるにつれて、ショルダーピークが現れた。これは、Ce 5d 軌道と混成した O の電子状態が広がったことを示唆する。つまり、局所的な対称性が低下して、Ce 5d 軌道が E<sub>g</sub> や T<sub>2g</sub> のエネルギー準位からさらに分裂したと考えられる。これはやはり、粒径が小さくなるにつれて、酸素の格子位置が乱雑化していることを示唆している。

我々が得た結果は、2 nm 程度の超微小 CeO<sub>2</sub>-NPs は Ce 4f 軌道に電子を持ち、O の原子位置が乱れていることを示唆している。ではなぜ、酸素の原子位置が乱れた状態で Ce 4f 軌道に電子が存在するのか？その理由を探るために、我々は、Ce 3d4f 共鳴 X 線非弾性散乱 (resonant inelastic x-ray scattering; RIXS) 測定から、Ce-O 間の電子的相互作用を検討した。

## 5. Ce-O 間の電子的相互作用 : Ce 3d4f RIXS

測定した Ce 3d4f RIXS スペクトルを図6に示す。横軸はエネルギー損失を示しており、強度の強いピークが弾性散乱に対応する。既報のピークの解釈<sup>8)</sup>から、この-7~-3 eV に見られるピークは、Ce 4f から O 2p への電荷移動遷移に起因すると考えることができる。CeO<sub>2</sub>-NPs の粒径の減少とともに、このピーク強度が低下した。つまりこれは、CeO<sub>2</sub>-NPs の粒径が小さくなるにつれて、Ce 4f 電子と酸素イオンの相互作用が弱まっていることを明確に示している。

この結果は、一体どういった現象を反映していると考えられるのか？粒径 6 nm 以下の極微小な CeO<sub>2</sub>-NPs では、酸素原子の位置が乱れ、構造に歪みが生じていた。この構造変化によって Ce 4f と酸素の電子的相互作用が弱まり、電子が Ce 4f 軌道に局在するようになったと考えられる。この結果は、酸素欠陥がない状況でも、ナノ粒子内の電子状態が実際に Ce<sup>3+</sup> になりうることを示唆している。これはつまり、超微小な

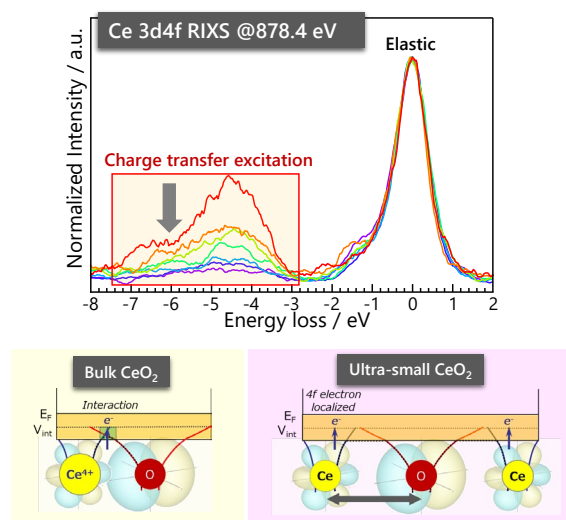


図6 Ce  $M_{5,4}$ -edge XAFS スペクトルによる粒径に応じた Ce 化学状態変化。測定は SPring-8 BL27SU で実施した。

$CeO_2$  は、酸化還元能を超える新たな機能を有しえることを示す。

## 6. おわりに

超微小な  $CeO_2$ -NPs が新たな機能を有しえる可能性を引き出したのは、放射光分光により物質の情報を様々な角度から眺めたことに尽きる。この研究を開始した 2021B 期は、西堀は九州大学に所属しており、二宮は博士課程 3 年の学生であった。そこから、コロナ禍を乗り越えつつ、SPring-8 での数多くの利用課題で測定を進めてきた。この間に、西堀は東北大学に異動し、二宮は九州大学で学位を取得して、東北大学に助教として赴任している。東北大学では、AIMR の阿尻教授、横准教授（当時は講師）と合流し、材料合成チームと密接に連携しながら、楽しく研究を進めることができた。2024 年 5 月によろしく論文がアクセプトされたが、ここまでたどり着けたのは、ひとえに真実を見極めることを諦めなかった二宮助教の力によるものである。

JASRI 分光推進室の片山真祥様、加藤和男様、新田清文様、伊奈稔哲様、菅大暉様、河村直己様には、面倒なリクエストを幾度となく聞いていただいた。また、東京大学物性研究所の原田慈久教授、松田巖教授、木内久雄助教、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の山本達准教授には、軟 X 線分光のイロハをご指導いただいた。加えて、SAGA-LS 様、

あいち SR 様には、SPring-8 の課題申請不採択時に、優しく手を差し伸べていただいた。この場を借りて、関係者の皆様に深く感謝申し上げる。

放射光 X 線測定は SPring-8 BL01B1 (2022A1029、2022B1061)、BL07LSU (2020A7479)、BL14B2 (2021B1859)、BL27SU (2020A1667、2021B1696、2022A1028、2022B1041)、および BL39XU (2023A1033) で実施した。本研究は JSPS 科学研究費助成事業 基盤研究 S 「超臨界水熱合成によるハイエントロピー・ナノセラミクス創成」 (grant numbers 21H05010) の支援を受けて行った。

## 参考文献

- [ 1 ] S. Tsunekawa *et al.*: *Nano Letters* **3** (2003) 871.
- [ 2 ] X. J. Jin *et al.*: *Mater. Sci. Eng.* **438** (2006) 399.
- [ 3 ] R. Nakamura *et al.*: *ACS Appl. Nano Mater.* **4** (2021) 9938.
- [ 4 ] X. Hao *et al.*: *Small* **14** (2018) 1802915.
- [ 5 ] A. Yoko *et al.*: *J. Am. Chem. Soc.* **146** (2024) 16324-16331.
- [ 6 ] V. K. Paidi, D. L. Brews, J. W. Freeland, C. A. Roberts, J. van Lierop: *Phys. Rev. B* **99** (2019) 180403.
- [ 7 ] O. Bunau, Y. Joly: *J. Phys.: Condens. Matter.* **21** (2009) 345501.
- [ 8 ] A. Amorese, G. Della, M. Fanciulli *et al.*: *Phys. Rev. B.* **93** (2016) 165134.

西堀 麻衣子 NISHIBORI Maiko

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  
〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1  
TEL : 022-752-2346  
e-mail : maiko.nishibori.d8@tohoku.ac.jp

二宮 翔 NINOMIYA Kakeru

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  
〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1  
TEL : 022-752-2344  
e-mail : kakeru.ninomiya.e1@tohoku.ac.jp

## *In-situ* far-IR 法によるカルシウムイオン交換 A 型ゼオライトに 賦与された CO<sub>2</sub> および N<sub>2</sub>O 特異吸着現象の解明

岡山大学 学術研究院自然科学学域 理学研究科

黒田 泰重、平木 英、小林 生佳、馬場 春香

岡山大学 学術研究院環境生命自然科学学域

大久保 貴広

名古屋大学大学院 工学研究科

織田 晃

公益財団法人高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター

池本 夕佳、森脇 太郎

### Abstract

産業革命以来今日までエネルギーや化学物質合成の供給源として主に化石燃料が使用されてきた。その結果増加した大気中の CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O などが地球規模での気候変動の一因であるとされ、大気中のこれらのガスの削減は人類にとって解決すべき喫緊の課題となっている。しかし、室温・低圧 [大気中の CO<sub>2</sub> 分圧 400 ppm (約 0.3 Torr) から人体に害があるとされる 5000 ppm (3.9 Torr) 程度の領域] で CO<sub>2</sub> を吸着し、しかも再生が容易であるという真逆の性質を有する物質開発は化学の領域における重要な課題の一つである。我々は高い交換率で NaA 型ゼオライト中のナトリウムイオンをカルシウムイオンにイオン交換したゼオライト (NaCaA-85 試料: NaA 型ゼオライト試料を Ca<sup>2+</sup>イオンで 85%イオン交換した試料) が室温、且つ低圧力の CO<sub>2</sub> や N<sub>2</sub>O ガスを高効率、且つ選択的に吸着する現象を見出した。この試料が示す特異性は特筆すべきものであり、この過程で生じている吸着形態を SPring-8 放射光を利用した遠赤外線領域の振動スペクトル (far-IR) 測定法 (BL-43) と計算化学的手法を組み合わせることによって検討した。この特徴的な吸着特性は A 型ゼオライト中に存在する Si-O (or Al-O) から形成される 8 員環と 6 員環上にイオン交換された二種類の Ca<sup>2+</sup> の間に橋架けされた CO<sub>2</sub> および N<sub>2</sub>O として存在するモデルで説明できることを明らかにした<sup>1), 2)</sup>。得られた結果は今後の吸着物質デザインに重要な情報を与えるものと期待する。

### 1. はじめに

ゼオライトは直径 0.3~1.3 nm 程度の規則的な細孔を有するアルミノケイ酸塩の一種であり、その構造の基本単位は電的に中性である SiO<sub>2</sub> からなる四面体構造である。形成される一つの SiO<sub>4</sub> 四面体ユニットの頂点の酸素イオンを隣接する SiO<sub>4</sub> 四面体と共有することによって、三次元構造を形成している。更に、SiO<sub>4</sub> 四面体中の一部の Si は Al で置き換えられており、SiO<sub>4</sub> 四面体と連結する AlO<sub>4</sub> 四面体の形式電荷は -1 であるため、その電荷を補償するために陽イオンが存在し、その陽イオンを種々の陽イオンで交換可能である。また、ゼオライト骨格に導入されている Al の

量によって交換可能なイオンの量を調整できる。そして、この陽イオンの種類や交換量をコントロールすることによって種々の触媒特性や吸着特性を創出できる。さらに、200 種類程の特異な構造をもつゼオライト (X-, Y-, A-, MFI-, MOR-型など) が合成されている。このようなゼオライトの空間構造の特性や交換イオンの量、種類や価数を変化させることによって、交換されたイオンに特異な電子状態を安定化させることができ (たとえば Cu<sup>+</sup> や Zn<sup>2+</sup> など)、それらの交換イオンによって発現する特異反応場を提供可能となる (酵素中の銅イオンや亜鉛イオンと類似した反応性を示す) ことなどを見出してきた<sup>3-10)</sup>。今回、我々は多



くの Al が骨格に含まれる NaA 型ゼオライト (Si/Al = 1) に交換イオンとして  $\text{Ca}^{2+}$  を導入することによって、室温で 400 ppm 程度の低圧の  $\text{CO}_2$  や  $\text{N}_2\text{O}$  に対する特異な吸着現象を見出した<sup>[1,2]</sup>。ゼオライト系における交換イオン周りの構造不均一性を考えると見出した吸着活性を引き起こすサイト周りの構造情報を得ることは極めて困難であると考えられる。本研究では分光法 (特に遠赤外線領域の振動情報) と計算化学的手法 (DFT 計算) を組み合わせることによって、 $\text{CO}_2$  や  $\text{CO}_2$  と等電子構造および類似した分子構造を有する  $\text{N}_2\text{O}$  分子に対する吸着活性サイトに関する知見を得ることを目的とした。本研究では、近年注目されている“Direct Air Capture (DAC)”法という大気中からの  $\text{CO}_2$  の除去などを考慮し、特に室温・低圧 [大気中の圧力領域  $\text{CO}_2$  分圧 400 ppm (約 0.3 Torr) から人体に害があるとされる 5000 ppm (3.9 Torr) の領域<sup>[11]</sup>での  $\text{CO}_2$  および  $\text{N}_2\text{O}$  吸着という現象に注目した。

DAC 法への展開をめざした、低分圧領域 (~5000 ppm レベル) の  $\text{CO}_2$  を室温で吸着でき、その後の分離・再生が可能となる物質開発は、今後必須となる課題であると考えられる。しかし、このような物質開発は、吸着と再生の絶妙なバランスを保つ必要があるという点が課題となっており、低圧の  $\text{CO}_2$  を室温で吸着し、しかも再生が容易であるという真逆の性質を有する物質は現状ではほとんど見出されていない。それ故、室温・分圧 0~5000 ppm 領域の低圧の  $\text{CO}_2$  や  $\text{N}_2\text{O}$  を分離・吸着し、しかも低エネルギーでの再生が可能である吸着物質の開発は化学の領域における重要で解決すべき喫緊の課題の一つである<sup>[12]</sup>。

参考までに、極最近、DAC 過程への適用をめざした  $\text{CO}_2$  分離に関する報告がなされている。この系は COF (Covalent Organic Framework) を用いることによって水分が存在する系でさえ  $\text{CO}_2$  分離が可能であり、50%の相対水蒸気を含む大気条件下でさえ  $\text{CO}_2$  吸着量  $46 \text{ cm}^3/\text{g}$  の性能を有するとのことである<sup>[13]</sup>。

## 2. A 型ゼオライトによる画期的な $\text{CO}_2$ 吸着現象：吸着特異性と吸着活性サイトの解明<sup>[1]</sup>

### 2-1 吸着特異性の発現の確認—吸着等温線

$\text{CO}_2$  の吸着挙動の研究は、ゼオライトの細孔サイズが  $\text{CO}_2$  の分子サイズ (約 3.3 Å) に近く、且つ吸着活

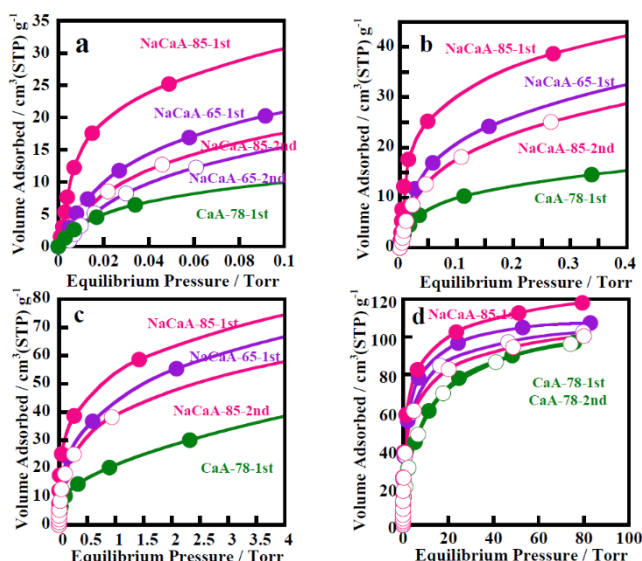


図1 NaCaA-85 試料 (赤) について 298 K で測定された  $\text{CO}_2$  の一次吸着等温線 (塗りつぶし) と二次吸着等温線 (白抜き) : NaCaA-85 試料の(a) 0-0.1 Torr、(b) 0-0.4 Torr、(c) 0-4 Torr、(d) 0-100 Torr の圧力領域。比較のため、NaCaA-65 と CaA-78 試料の一次吸着等温線と二次吸着等温線も示す : NaCaA-65 試料 (紫) と CaA-78 試料 (緑)。

性点の数が多い (Si/Al = 1 である) A 型のゼオライトを用い、電場強度の大きい  $\text{Ca}^{2+}$  を含み、しかも高いイオン交換量を有する試料に着目して行った。三種類の A 型ゼオライト試料 [NaCaA-85、NaCaA-65、CaA-78 (市販品) : 最後の数字は  $\text{Ca}^{2+}$  でのイオン交換量を意味する。CaA-78 試料の場合残りのイオンは  $\text{Na}^+$  を含む。ここでは、今回調製した試料と区別するために CaA-78 と表記する] について、純粋な  $\text{CO}_2$  の 0 から 100 Torr 程度の圧力領域について、298 K における  $\text{CO}_2$  の吸着等温線を測定し、それらの結果を図 1 に示した。この際、総ての試料は、予め 723 K で真空排気して、ゼオライト中の水分等を除去した。その後、298 K で平衡圧 100 Torr 程度まで  $\text{CO}_2$  の吸着等温線 (一次) を測定し、続いて 298 K で再度真空排気することによって物理吸着した  $\text{CO}_2$  を脱離させた。その後、298 K で平衡圧 100 Torr 程度まで再度  $\text{CO}_2$  の吸着等温線 (二次) を測定した。ここで、一次と二次の吸着等温線の吸着量の差分が試料に不可逆吸着された  $\text{CO}_2$  量に対応する。NaCaA-85 試料への  $\text{CO}_2$  吸着等温線は初期の立ち上がりが著しく大きく、0.004 Torr 付近で吸着量が急激に増加する (ステップ出現) 領域が存在し、0.01 Torr 付近で吸着量が約  $16.8 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  (0.75 mmol

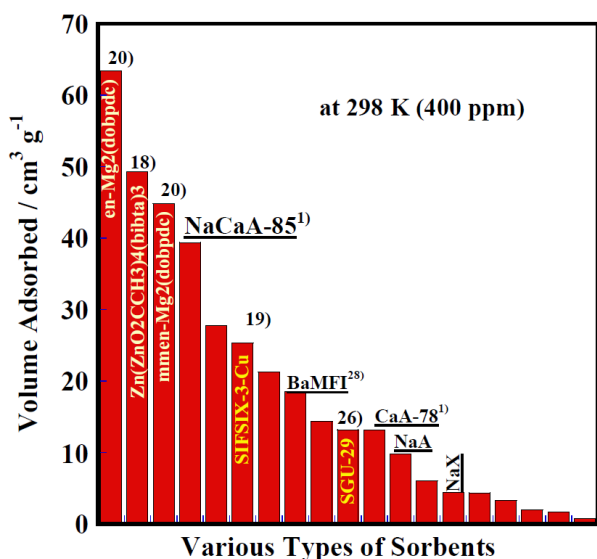


図2 平衡圧400 ppmレベル、298 Kの条件下で観測された各種試料へのCO<sub>2</sub>吸着量の比較。

図中の番号は引用文献を示す。

g<sup>-1</sup>)の値を示すことがわかる。この現象はゼオライト系としては極めて特異な現象である。NaCaA-85試料について、その後、圧力約0.3 Torr (約400 ppmに対応)で約40 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> (1.8 mmol g<sup>-1</sup>: CO<sub>2</sub>/Ca<sup>2+</sup> = 0.59)の吸着量となる。さらに、圧力約3.8 Torr (約5000 ppmに対応)で72 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>程度 (3.2 mmol g<sup>-1</sup>)の値を示す。これらの値はこれまでに多くの報告がなされているCaA型ゼオライトによる吸着量をはるかに凌駕する値である<sup>14-17)</sup>。また、5000 ppm程度の濃度(平衡圧)での吸着量は、これまでに5000 ppmの分圧下で世界一のCO<sub>2</sub>吸着能を有するZn錯体で得られた値よりも多い<sup>18)</sup>。さらに、100 Torr程度の圧力下でもこれまでに報告されているCaA型の試料が与える吸着量と比べてNaCaA-85試料のそれは多い。次に、NaCaA-85試料の吸着特異性を確認するために、イオン交換量の少ないNaCaA-65試料および市販のCaA-78試料について吸着量測定実験を行った(図1)。図からわかるように、イオン交換量が少ないNaCaA-65試料では0.004 Torr付近の吸着量の急激に増加する領域がほとんど確認されず、0.01 Torr付近で吸着量が約6 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> (0.27 mmol g<sup>-1</sup>)の値を示し、約0.3 Torrでも吸着量は28 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup> (1.3 mmol g<sup>-1</sup>)程度である。5000 ppm領域で63 cm<sup>3</sup> g<sup>-1</sup>程度 (2.8 mmol g<sup>-1</sup>)の値を示した。また、一次吸着と二次吸着の吸着量の差(不可逆吸着量)もNaCaA-85試料が与える不可逆吸着量よりもはるかに少ない(図1d)。さらに、

市販のCaA-78試料は、0.004 Torr付近の吸着量の急激な増加は全く確認されず、低圧領域での吸着量は極めて少量であり、一次と二次の吸着等温線はほぼ同じ吸着量を示す(図1d)。即ち、この試料には不可逆吸着種は存在しない。さらに、100 Torr付近でNaCaA-85試料が示す吸着量はNaCaA-65およびCaA-78試料のそれらよりも多い(図1d)。以上述べたようにNaCaA-85試料の0.01 Torrから3.8 Torr (およそ0から5000 ppm)付近で観測された吸着現象はゼオライト系の吸着では極めて特異な吸着挙動であることがわかる。ここで、今まで報告されているCO<sub>2</sub>吸着の典型的な実験結果を比較しておく。データの比較は塩基性液体を用いた化学吸着系や高温での固体との反応系を除く、主として物理吸着に近い現象を取り扱ったものである。それらの違いを容易に理解できるように、実験データが比較的多く存在する298 K、400 ppm条件下で報告されている吸着値を棒グラフで示した(図2)。これらの中で吸着量が多い試料は、アミンで表面修飾したMOF(Metal-Organic-Framework)類[図ではen-Mg<sub>2</sub>(dobpdc)とmmen-Mg<sub>2</sub>(dobpdc)で表記してある]がほとんどであり<sup>19-21)</sup>、その他の試料としては生体水素活性化現象を模倣した錯体系[Zn(ZnO<sub>2</sub>CCH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(bibta)<sub>3</sub>と表記]<sup>18)</sup>、ゼオライトなどの無機化合物系である<sup>22-26)</sup>。我々が行った研究はNaCaA-85試料を用いたA型ゼオライト系であり、これまで報告されたゼオライト系の中(文献値)で比較すれば吸着量が最も多いことも明らかであり、この試料は5000 ppm条件下では、我々が知る限り世界一の吸着特性を示す試料である。

## 2-2 mid-IR測定による吸着サイトの検討

中赤外線(mid-IR)領域のCO<sub>2</sub>による非対称伸縮振動(ν<sub>3</sub>)の測定により、吸着状態の特徴に関して情報を得ようとした。NaCaA-85試料(self-supporting disk)を用いて、低平衡圧領域の<sup>12</sup>CO<sub>2</sub>吸着によるmid-IR領域のスペクトル測定を行い、吸着CO<sub>2</sub>の状態解析を行った。まず、723 Kで真空排気した試料について、室温で極低圧のCO<sub>2</sub>を吸着させ、測定を行った(図3a)。平衡圧0.001から0.089 TorrでCO<sub>2</sub>を吸着させた時に、まず、2367 cm<sup>-1</sup>にバンドが観測され、その吸着サイトはCO<sub>2</sub>初期吸着領域に機能する種に対

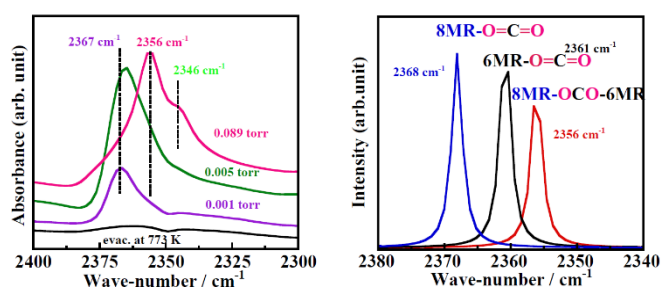


図3 (a) 初期吸着過程における NaCaA-85 試料に吸着した CO<sub>2</sub> の IR スペクトル (実験結果)。(b) DFT 計算法を提案した三種類のモデルに適用して得られた IR バンド (計算結果)。

応する。その後、平衡圧 0.005 Torr においては、このバンドはわずかに低波数シフトすると共に、低波数側に大きく裾をひいていることがわかる。更に平衡圧を 0.089 Torr にすると、2367 cm<sup>-1</sup> のバンドはほぼ消失し、2356 cm<sup>-1</sup> に新たなバンドが出現し、このバンドには 2346 cm<sup>-1</sup> 付近にショルダーバンドを有することがわかる。その後の 300 K 真空排気により 2346 cm<sup>-1</sup> のバンドは消失し、その後さらに 398 K での排気により 2356 cm<sup>-1</sup> のバンドのみが明瞭に観測され、423 K での排気でこのバンドも消失することもわかった。気体の CO<sub>2</sub> の ν<sub>3</sub> バンドは 2349 cm<sup>-1</sup> に観測されることから<sup>[27]</sup>、平衡圧 0.089 Torr で 2346 cm<sup>-1</sup> に観測されるショルダーバンドは弱く物理吸着された CO<sub>2</sub> 種に帰属できる。吸着脱離過程での IR データのバンド帰属も考慮し、この 2356 cm<sup>-1</sup> (<sup>12</sup>CO<sub>2</sub>) に吸収を示す種が NaCaA-85 試料で観測される低圧領域で形成される特異な吸着種によるバンドであると結論した。今回議論した特異な吸着種の脱離温度は吸着 CO<sub>2</sub> 種の昇温脱離実験等でも確認され<sup>[1]</sup>、この種は 423 K の真空排気によって、試料から完全に脱離することがわかっており今回の IR の結果と良く対応している。これらの結果は 423 K 処理で NaCaA-85 試料は再生可能であることも示している。

### 2-3 計算化学的アプローチによる mid-IR 測定実験データの解釈

気体の <sup>12</sup>CO<sub>2</sub> は非対称伸縮振動 (ν<sub>3</sub>) が 2349 cm<sup>-1</sup> に吸収バンドが観測される (上述)<sup>[27]</sup>。交換イオンによる電場が存在するイオン交換ゼオライト中に CO<sub>2</sub> が 300 K 付近で吸着されるとイオンの電場強度の影響で、CO<sub>2</sub> の ν<sub>3</sub> バンドは 2349 cm<sup>-1</sup> より高波数側に、

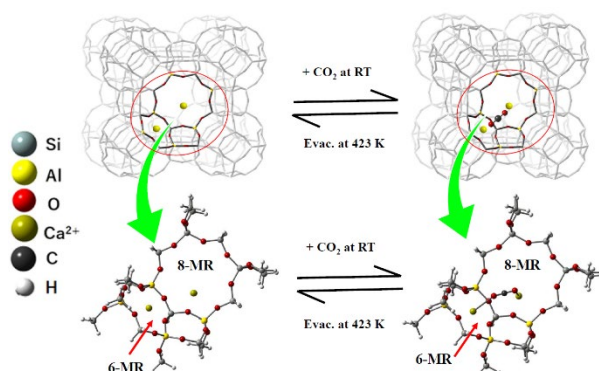


図4 上段：Ca<sup>2+</sup>にイオン交換した A 型ゼオライトに CO<sub>2</sub> を吸着させた前後のモデル。下段：上段で示したモデルから一部を切り出し、実際に計算に用いた CO<sub>2</sub> 吸着前後のモデル。

且つイオン半径が小さく価数が高いイオンで交換された試料ほど吸着された CO<sub>2</sub> 種の非対称伸縮振動は高波数側にシフトして観測される。以前の研究で報告したように、(CO<sub>2</sub>-Ca<sup>2+</sup> in MFI) および (CO<sub>2</sub>-Ba<sup>2+</sup> in MFI) は、それぞれ 2366 cm<sup>-1</sup> と 2355 cm<sup>-1</sup> に観測されている<sup>[28]</sup>。一方、今回観測された NaCaA-85 試料中の特異な吸着 CO<sub>2</sub> 種はゼオライト中の交換 Ca<sup>2+</sup> イオンと相互作用しているにもかかわらず 2356 cm<sup>-1</sup> (<sup>12</sup>CO<sub>2</sub>) にバンドが出現し、この値は Ba<sup>2+</sup> MFI で観測された 2355 cm<sup>-1</sup> に相当する波数である。即ち、Ca<sup>2+</sup> イオンと相互作用している種としては波数が著しく低い値である。実際、NaCaA-85 試料でも、初期に形成される種は 2367 cm<sup>-1</sup> に観測されている (図 3a)。即ち、NaCaA-85 試料で見出された特徴的な吸着種は MFI 型ゼオライト中に交換された Ca<sup>2+</sup> と比べて相対的に弱い電場を感じていることになり、Ca<sup>2+</sup>MFI 系の場合と比べて、NaCaA-85 試料中の CO<sub>2</sub> は極めて特異な吸着状態をとっていることを示している。そこで、我々は NaCaA-85 試料について、以下の三種類の吸着種の形成を仮定し、DFT 計算を試みた (① O=C=O⋯Ca<sup>2+</sup> (8MR) 種、② O=C=O⋯Ca<sup>2+</sup> (6MR) 種、③ (8MR) Ca<sup>2+</sup>⋯O=C=O⋯Ca<sup>2+</sup> (6MR) 種)。この際、A 型ゼオライトの骨格から 8MR (Membered Ring: 8 員環) と 6MR を切り出したモデルを使用した。③に関するゼオライト中でのモデルを図示した (図 4 上図)。図 4 下図には A 型ゼオライト中の一部の構造を切り出したモデルを示した。①から③の各吸着状態について、この切り出したモデルを初期モデルとして用いることによって DFT 計算を行った。その

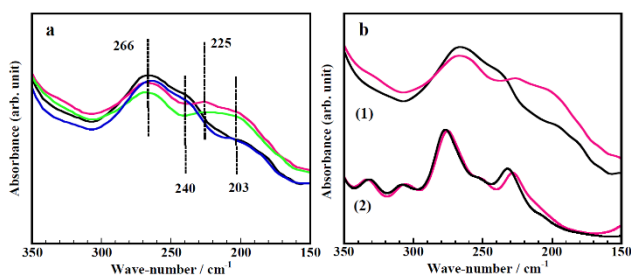


図5 (a) 常温でのCO<sub>2</sub>吸着前(黒)と吸着後(赤)および300 K(緑)と423 K(青)での連続排気後の遠赤外線吸収スペクトルの変化。(b) (1)実験スペクトルと(2)計算スペクトルの比較。CO<sub>2</sub>吸着前(黒)と吸着後(赤)の遠赤外線吸収スペクトルの変化。

結果得られたスペクトルを図3bに示した。実験で得られた2356 cm<sup>-1</sup>に観測されたバンドは③のモデルを仮定してうまく説明できることがわかる。また、この計算に基づけば、2367 cm<sup>-1</sup>のバンドは8MRまたは6MR上にイオン交換されたCa<sup>2+</sup>イオンにon-top様式で吸着されたCO<sub>2</sub>種(モデル①と②)に対応する。なお、モデルの妥当性について、far-IR測定の結果も踏まえて後述する。

#### 2-4 本系へのfar-IR測定法の適用による吸着モデルの支持<sup>[27, 29-32]</sup>

以上のような基盤に立脚し、前述したCO<sub>2</sub>吸着モデルについて更に確証を得るためにfar-IR領域の測定をSPring-8で試みた。この系の測定にあたって、ビームライン担当者と議論を行い、真空熱処理後、*in-situ*で吸着・脱離の実験が可能とするセルをデザインした。

NaCaA-85試料についてCO<sub>2</sub>吸着前後で600~150 cm<sup>-1</sup>領域の吸収スペクトルの測定を総て*in-situ*条件下で行った。まず、試料を723 Kで真空排気し、室温でfar-IR領域の測定を行った。その後室温でCO<sub>2</sub>を約10 Torrの平衡圧で吸着させ、続いて室温で真空排気し、その後、423 Kで再排気した試料について測定を行った。特に、350~150 cm<sup>-1</sup>の領域に観測されるバンドについて、吸着前後の変化に注目した。その領域のスペクトル変化を図5aに示す。まず、723 K処理後の試料で、この領域に観測されるバンド(266および240 cm<sup>-1</sup>)は交換イオンであるCa<sup>2+</sup>とゼオライト中の骨格酸素(O<sub>L</sub>)との相互作用、即ち、(Ca<sup>2+</sup>-O<sub>L</sub>)

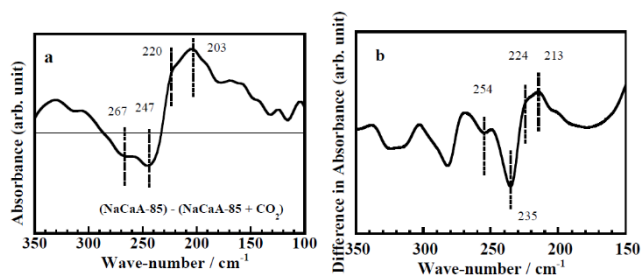


図6 CO<sub>2</sub>吸着前後の差スペクトル。

(a) 実験、(b) 計算で得られたスペクトル。

結合の振動モードに帰属できる。二種類のバンドの存在は少なくとも二種類の(Ca<sup>2+</sup>-O<sub>L</sub>)結合の存在を示す。*In-situ*条件でのCO<sub>2</sub>吸着によりそれぞれのバンド強度が減少し、それぞれ低波数側(225と203 cm<sup>-1</sup>)へのシフトが観測される。その後、室温排気してもスペクトルはほとんど変化しない。それ故、強く吸着したCO<sub>2</sub>によって(Ca<sup>2+</sup>-O<sub>L</sub>)の振動波数がそれぞれ225と203 cm<sup>-1</sup>へシフトしたと解釈できる。まず、我々は266および240 cm<sup>-1</sup>のバンドを前述したA型ゼオライトのイオン交換サイトとして機能するそれぞれ8MRおよび6MRにイオン交換されたCa<sup>2+</sup>イオンとO<sub>L</sub>との振動モードに帰属した。CO<sub>2</sub>吸着によるバンドのシフトは、それぞれのサイトにイオン交換した二種類のCa<sup>2+</sup>イオンにCO<sub>2</sub>が同時にピン留めされた吸着種(前述したモデル③)に起因し、それぞれの(Ca<sup>2+</sup>-O<sub>L</sub>)結合振動が同時に低波数側にシフトした結果であると解釈した。423 Kで再度真空排気するとスペクトル(青線)は723 Kで処理した試料のスペクトル(黒線)とほぼ一致するので、強く吸着したCO<sub>2</sub>種は脱離され、元のイオン交換状態に戻ったことは明らかである。これらの解釈を確かめるために、③のモデルにより吸着前後の遠赤外線領域のバンドをDFT計算により求めた。CO<sub>2</sub>吸着前後の実験結果と計算結果の比較を図5bに示した。また、実験と計算結果から得られた変化の様子を比較しやすいように、吸着前後の差スペクトルとして示した(図6)。これらの図からわかるように、実験と計算結果の一致はよいと判断でき、本系における吸着特異現象のモデルは支持されると結論した。この吸着種は図3bに示したmid-IRの赤色で表したスペクトルを与える種に対応する。423 Kで真空排気処理することによって、スペクトルはほぼ元に戻るなどから、CO<sub>2</sub>吸着後の試料は423 K真

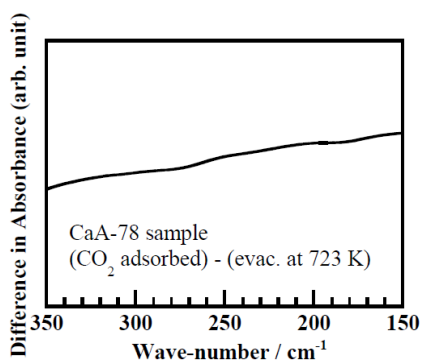


図7 CO<sub>2</sub>吸着前後のCaA-78 サンプルの差スペクトル。

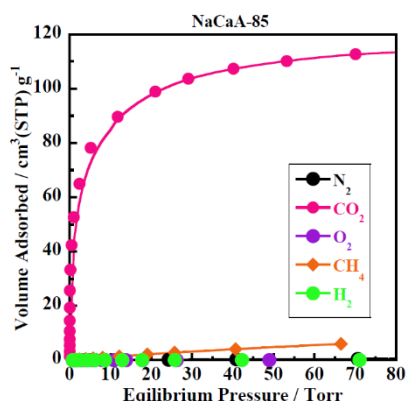


図8 298 K で測定した NaCaA-85 への各種ガスの吸着等温線。

空排気で再生することがわかる。この試料の far-IR 領域のスペクトルの変化の特徴がよくわかるように、比較として、市販の CaA-78 試料について、この領域のスペクトルと吸着前後の差スペクトルを示した(図7)。この市販の CaA-78 試料では (Ca<sup>2+</sup>-O<sub>i</sub>) 種によるバンドは CO<sub>2</sub>吸着後もほとんど変化しない。この試料では CO<sub>2</sub> との特異な吸着は生じないことから、図1に示した吸着等温線のデータと far-IR 実験結果との対応は良いといえる。これらのことから、NaCaA-85 試料においてのみ、図4で示した吸着形態が CO<sub>2</sub> 特異吸着現象において重要な役割をしていると結論できる。

### 2-5 CO<sub>2</sub> 特異吸着モデルを考慮した CH<sub>4</sub> などの気体との分離の可能性

ところで、CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> とは分子サイズや分極率などの値がよく似ているために、それらの分子を選択的に分離することは極めて困難であることが知られている。上述したモデルで示したように、NaCaA-85 試料は CO<sub>2</sub> 分子に対して極めて特異で選択性の高い吸着形態をとることが予想される。それ故、NaCaA-85 試

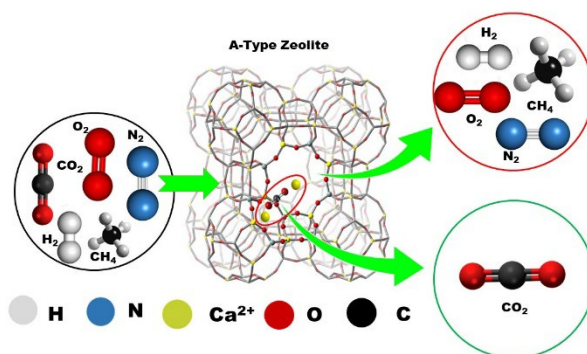


図9 CO<sub>2</sub> と他の共存ガスとの分離プロセスにおける動作メカニズムの概略図。

料を用いれば、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> や H<sub>2</sub> 等の気体が共存する条件下でさえ CO<sub>2</sub> を選択的に見分けることが可能であると期待できる。そこで、NaCaA-85 試料に対するそれぞれの気体に対する吸着特性を調べるために 298 K で吸着等温線を測定した (図8)。このデータに基づいて、NaCaA-85 試料を用いほぼ大気条件下で CO<sub>2</sub> の選択分離実験も行い、分離に成功した<sup>[1]</sup>。NaCaA-85 試料による CO<sub>2</sub> と他の気体との“見分け(分離)”の優位性は明らかである。最後に、CO<sub>2</sub> の特異な吸着状態とそれを利用した気体の分離過程をまとめた概略図を図9に示した。

### 3. NaCaA-85 試料による N<sub>2</sub>O に対する特異吸着現象<sup>[2]</sup>

地球温暖化ガスとして現在のところ CO<sub>2</sub> と CH<sub>4</sub> に関して注目が集中している。一方、N<sub>2</sub>O は CO<sub>2</sub> と比べてその温暖化の効果は 310 倍であり、しかもオゾン層破壊物質であることも知られている<sup>[33, 34]</sup>。さらに、人口増加の中、N<sub>2</sub>O は農業で使用される肥料の分解過程で発生することなどから近年注目される物質の一つになっている<sup>[35, 36]</sup>。実際、2023 年ドバイで開催された COP28 (Conference of Parties) では、N<sub>2</sub>O の気候変動への影響について議論されるようになってきた。我々は、前述したように CO<sub>2</sub> と N<sub>2</sub>O は電子構造や分子構造が類似していることを考慮し、NaCaA-85 試料が示す N<sub>2</sub>O 吸着特性に着目し、NaCaA-85 試料の低圧領域の吸着特性を評価し、N<sub>2</sub>O に対する吸着物質としての有用性を検討した。同時に、NaCaA-85 試料で提案している CO<sub>2</sub> 吸着モデルの更なる検証となる実験結果を得ることをめざした。

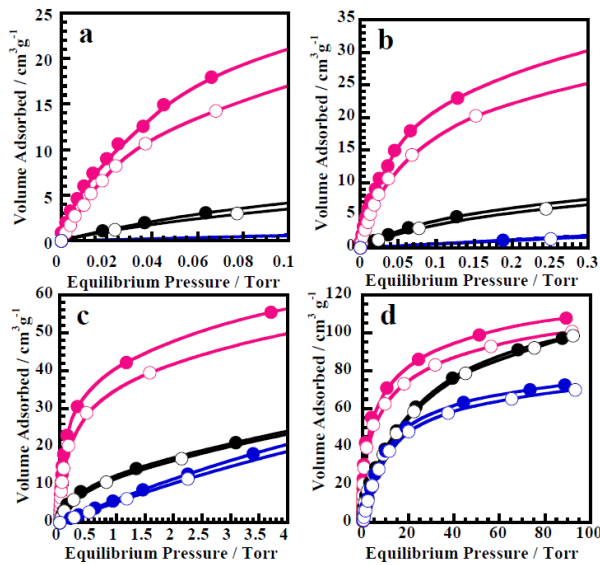


図 10 NaCaA-85 (赤) 試料について 298 K で測定した  $N_2O$  の一次吸着等温線 (塗りつぶし) と二次吸着等温線 (白抜き) : (a) 0-0.1 Torr、(b) 0-0.3 Torr、(c) 0-4 Torr、(d) 0-100 Torr の圧力領域。比較のために、CaA-78 試料と NaA 試料の一次吸着等温線および二次吸着等温線も図に示す : CaA-78 試料 (黒) と NaA 試料 (青)。

NaCaA-85 試料について 298 K で、低圧力における  $N_2O$  の吸着特性を調べるために吸着量の測定を行った。図 10 に示すようにこの試料は低圧領域で極めて高い  $N_2O$  吸着特性を示し、吸着量は、平衡圧 0.1 Torr で  $22 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  ( $0.94 \text{ mmol g}^{-1}$ )、0.3 Torr で  $30 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  ( $1.33 \text{ mmol g}^{-1}$ )、3.8 Torr で  $54 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  ( $2.41 \text{ mmol g}^{-1}$ )、100 Torr で  $105.1 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  ( $4.69 \text{ mmol g}^{-1}$ ) の値が得られた。これらの値は、出発原料である NaA や市販の試料である CaA-78 試料から得られた吸着量よりはるかに大きい値である。特に、NaCaA-85 試料が示す低圧領域 ( $\sim 0.1 \text{ Torr}$ 、 $\sim 0.3 \text{ Torr}$  と  $\sim 4 \text{ Torr}$ ) における吸着量の相違は特徴的である。低圧領域での  $N_2O$  吸着量のデータはほとんど報告されていないが、報告されている種々の試料に対するそれぞれの平衡圧における  $N_2O$  吸着量の比較を図 11 に棒グラフで示す<sup>[37-43]</sup>。これらの結果から、NaCaA-85 試料の  $N_2O$  吸着剤としての有用性は明らかである。

$N_2O$  と  $CO_2$  の電子構造や分子構造の類似性に注目し、この系の吸着状態を確認するために *in-situ* 条件下で、NaCaA-85 試料への  $N_2O$  吸着過程の far-IR 測定を行った。その結果を図 12 に示す。図中の  $350\text{--}100 \text{ cm}^{-1}$  領域に観測されるバンドは  $(Ca^{2+}\text{-}O_i)$  間の

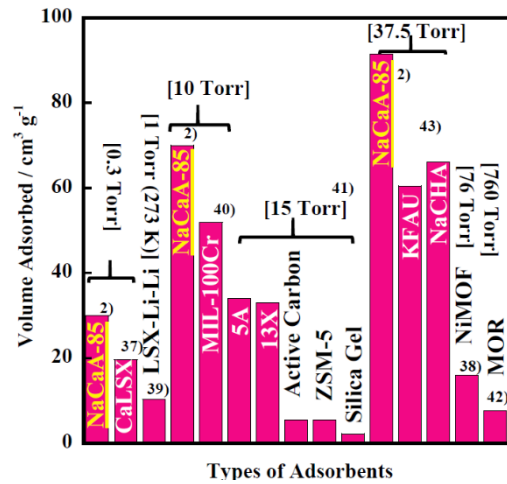


図 11 様々な平衡圧条件下、298 K において、これまでに報告されている様々な試料の  $N_2O$  吸着量の比較 (引用文献 2, 37-43)。なお、2) のデータは本研究で得られたものである。

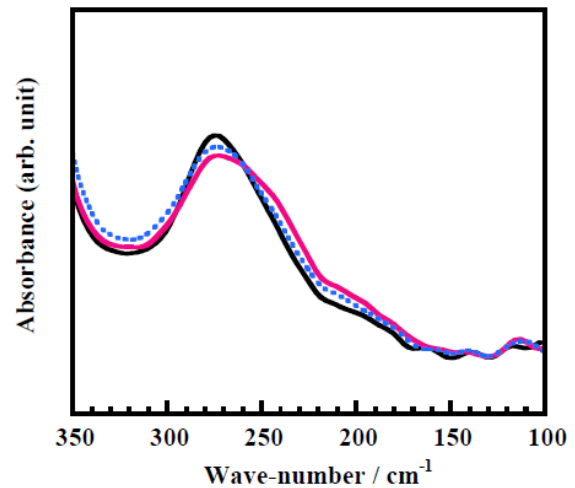


図 12 723 K で真空排気した NaCaA-85 試料の遠赤外吸収スペクトル : 黒線。この処理の後、試料を平衡蒸気圧 5 Torr で  $N_2O$  を吸着させた際のスペクトル : 赤線。その後、423 K で再排気した際のスペクトル : 青い点線。測定はすべて室温、*in-situ* 条件下で行った。

振動に対応する領域のバンドであり、それらのバンドの  $N_2O$  吸着による変化を示している。 $N_2O$  吸着後低波数へのスペクトル変化が観測された。吸着前には  $275 \text{ cm}^{-1}$  を中心とするバンドと  $258 \text{ cm}^{-1}$  付近にショルダーバンドが観測される。 $N_2O$  吸着後  $275 \text{ cm}^{-1}$  を中心とするバンドと  $258 \text{ cm}^{-1}$  付近に観測されるバンドは、それぞれ  $234$ 、 $203 \text{ cm}^{-1}$  にシフトすることがわかった。 $N_2O$  の吸着によって  $(Ca^{2+}\text{-}O_i)$  間の振動が低波数側にシフトすることが明らかである。この事実は  $CO_2$  吸着した系と同様の変化が観測されたことになる。

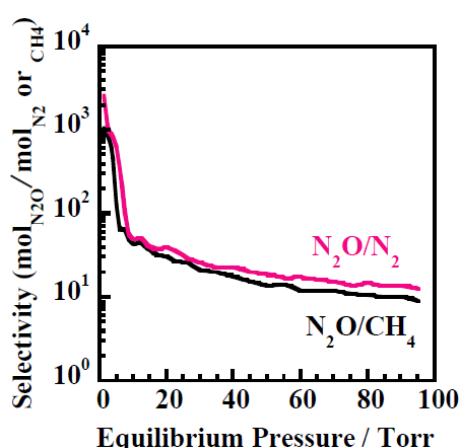


図 13 NaCaA-85 試料を用いて得られた各平衡圧条件下における  $\text{N}_2\text{O}/\text{N}_2$  および  $\text{N}_2\text{O}/\text{CH}_4$  選択性のプロット。

また、比較の試料として CaA-78 や NaA 試料への  $\text{N}_2\text{O}$  吸着系ではこれらの変化はほとんど観測されない。NaCaA-85 試料についてのデータを  $\text{CO}_2$  吸着系のモデルと同様に二種類のイオン交換  $\text{Ca}^{2+}$  によってピン留めされた  $\text{N}_2\text{O}$  吸着構造を仮定して DFT 計算を行うことによって実験結果をうまく説明できることも明らかになった。さらに、 $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$  および  $\text{N}_2\text{O}$  の吸着実験を行い、それらの気体の分離特性の結果(吸着量の比率)を図 13 に示した。選択分離過程の概略は図 9 で描かれた  $\text{CO}_2$  を  $\text{N}_2\text{O}$  で置き換えたもので図式的に表すことができる。これらのデータはこの試料が示す低圧領域での高い分離特性を示している。以上の結果は、NaCaA-85 試料中で二種類の  $\text{Ca}^{2+}$  間に橋架けした  $\text{CO}_2$  や  $\text{N}_2\text{O}$  の吸着モデルの妥当性を示すものでもある。

#### 4. おわりに

室温、低圧下で  $\text{CO}_2$  および  $\text{N}_2\text{O}$  の高効率な分離・吸着剤として NaCaA-85 試料が機能することを見出し、その系に遠赤外線領域の *in-situ* 測定と DFT 計算法による解析の結果を結びつけることによって、吸着メカニズムの解明に成功した。本研究により、far-IR 測定と計算化学的手法を融合したアプローチは、ゼオライトを利用した吸着系において機能する特異な吸着モデルを構築する際に極めて有用な方法であることが示された。また、そのようにして得られた情報を高機能な特異吸着性を示す物質開拓に展開できると考える。今後、遠赤外線領域の *in-situ* 測定方法による研究が発展し、種々の系で有益な情報が得られることを期待する。

#### 謝辞

放射光を利用した遠赤外線領域の測定実験を大型放射光実験施設 SPring-8 のビームライン BL-43IR において実施した(課題番号:2017B1363、2018A1299、2018B1386、2019B1372、2020A0597、2020A1995 および 2021A1161)。*In-situ* 測定のためのセルのデザインと製作では広島大学ものづくりプラザのガラス加工室(佐藤 勇氏および藤原 雅志氏)による技術支援を受けた。また、 $\text{CO}_2$  吸着分離実験ではマイクロトラック・バル株式会社の支援も得た。

本研究は日本学術振興会科研費「基盤研究 B:16H04118、基盤研究 C:19K05499(黒田) および学術変革領域 B:JP22H05045(織田)」の助成を受けて行われた。また、織田博士は岡山大学で学術振興会特別研究員(PD) および JST、さがかけ専任研究員としての援助を得て研究を行った。

#### 参考文献

- [1] A. Oda *et al.*: *J. Mater. Chem. A* **9** (2021) 7531-7545. This paper was adopted as a cover paper.
- [2] S. Hiraki *et al.*: *Chem. Commun.* **60** (2024) 4597-4600.
- [3] Y. Kuroda, S. Konno, K. Morimoto and Y. Yoshikawa: *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1** (1993) 18-20.
- [4] Y. Kuroda, Y. Yoshikawa, S. Emura, R. Kumashiro and M. Nagao: *J. Phys. Chem. B* **103** (1999) 2155-2164.
- [5] Y. Kuroda, T. Okamoto, T. Mori and Y. Yoshikawa: *Chem. Lett.* **33** (2004) 1580-1581.
- [6] H. Torigoe *et al.*: *J. Phys. Chem. Letters* **1** (2010) 2642-2650.
- [7] A. Oda *et al.*: *Angew. Chem. Inter. Ed.* **51** (2012) 7719-7723.
- [8] A. Oda *et al.*: *J. Phys. Chem. C* **117** (2013) 19525-19534.
- [9] A. Oda, T. Ohkubo, T. Yumura, H. Kobayashi and Y. Kuroda: *Phys. Chem. Chem. Phys.* **19** (2017) 25105-25114.
- [10] A. Oda, T. Ohkubo, T. Yumura, H. Kobayashi and Y. Kuroda: *Inorg. Chem.* **58** (2019) 327-338.
- [11] T. A. Jacobson *et al.*: *Nat. Sustain.* **2** (2019) 691-701.
- [12] D. S. Sholl and R. P. Lively: *Nature* **532** (2016) 435-437.
- [13] Z. Zhou *et al.*: *Nature* **635** (2024) 96-101.
- [14] L. M. Mulloth and J. E. Finn: *report NASA/TM-1998-208752*, Moffett Fields, CA, 1998.

- [15] Y. Wang and D. LeVan: *J. Chem Eng. Data* **54** (2009) 2839-2844.
- [16] Q. H. Dirar and K. F. Loughlin: *Adsorption* **19** (2013) 1149-1163.
- [17] T.-H. Bae *et al.*: *Energy Environ. Sci.* **6** (2013) 128–138.
- [18] C. E. Bien *et al.*: *J. Am. Chem. Soc.* **140** (2018) 12662-12666.
- [19] O. Shekhah *et al.*: *Nature Commun.* **5** (2014) 4228.
- [20] M. Kang, D. W. Kang and C. S. Hong: *Dalton Trans.* **48** (2019) 2263-2270.
- [21] K. Sumida *et al.*: *Chem. Rev.* **112** (2012) 724-781.
- [22] S. Choi, J. H. Drese and C. W. Jones: *ChemSusChem* **2** (2009) 796-854.
- [23] O. Cheung and N. N. Hedin: *RSC Adv.* **4** (2014) 14480-14494.
- [24] J. G. Vitillo: *RSC Adv.* **5** (2015) 36192-36239.
- [25] M. S. B. Reddy, D. Ponnamma, K. K. Sadasivuni and A. M. Abdullah: *RSC Adv.* **11** (2021) 12658-12681.
- [26] S. J. Datta *et al.*: *Science* **350** (2015) 302-306.
- [27] E. Garrone *et al.*: *J. Chem. Phys.* **117** (2002) 10274-10282.
- [28] A. Itadani *et al.*: *ACS Appl. Mater. Interfaces* **8** (2016) 8821-8833.
- [29] Y. Ikemoto, T. Moriwaki, T. Nakano and Y. Nozue: *Infrared Phys. Technol.* **49** (2006) 78-81.
- [30] S. Dalla Bernardina *et al.*: *Vib. Spectrosc.* **75** (2014) 154-161.
- [31] A. M. Mofrad *et al.*: *J. Phys. Chem. C* **122** (2018) 24765-24779.
- [32] W. Baekelant *et al.*: *J. Phys. Chem. Letters* **9** (2018) 5344-5350.
- [33] H. Rodhe: *Science* **248** (1990) 1217-1219.
- [34] A. R. Ravishankara, J.S. Daniel and R. W. S. Portmann: *Science* **326** (2009) 123-125.
- [35] D. S. Reay *et al.*: *Nat. Clim. Change* **2** (2012) 410-416.
- [36] M. H. Thiemens and W. C. Trogler: *Science* **251** (1991) 932-934.
- [37] M. Bülow, D. Shen and S. R. Jale: *Colloids and Surf. A: Physicochem. Eng. Asp.* **241** (2004) 59-65.
- [38] X. Zhang, W. Chen, W. Shi and P. Cheng: *J. Mater. Chem. A* **4** (2016) 16198-16204.
- [39] A. A. Leonova and M. S. A. Mel'gunov: *Catal. Sustain. Energy* **4** (2017) 31-35.
- [40] J. Yang *et al.*: *Chem. Commun.* **54** (2018) 14061-14064.
- [41] T. Wu, Y. Shen, L. Feng, Z. Tang and D. Zhang: *J. Chem. Eng. Data* **64** (2019) 3473-3482.
- [42] K. Yamashita *et al.*: *Chem. Commun.* **57** (2021) 1312-1315.
- [43] B. Yue *et al.*: *Chem. Eng. J.* **462** (2023) 142300.

黒田 泰重 KURODA Yasushige

岡山大学 学術研究院自然科学学域 理学研究科  
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1  
e-mail : yasusige@fine.ocn.ne.jp

平木 英 HIRAKI Suguru

岡山大学 学術研究院自然科学学域 理学研究科  
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1

小林 生佳 KOBAYASHI Ikuka

岡山大学 学術研究院自然科学学域 理学研究科  
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1

馬場 春香 BABA Haruka

岡山大学 学術研究院自然科学学域 理学研究科  
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1

大久保 貴広 OHKUBO Takahiro

岡山大学 学術研究院環境生命自然科学学域  
〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1  
TEL : 086-251-7843  
e-mail : ohkubo@okayama-u.ac.jp

織田 晃 ODA Akira

名古屋大学大学院 工学研究科  
〒464-8603 名古屋市千種区不老町  
e-mail : akira@chembio.nagoya-u.ac.jp

池本 夕佳 IKEMOTO Yuka

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター  
〒679-5198 兵庫県佐用町光都 1-1-1

森脇 太郎 MORIWAKI Taro

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター  
〒679-5198 兵庫県佐用町光都 1-1-1



# Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2024) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 分光推進室  
片山 真祥

## 1. はじめに

2024年10月6日から11日の6日間の会期中、ハワイ州ホノルルのハワイコンベンションセンターとヒルトンハワイアンビレッジを会場に、Pacific Rim Meeting on Electrochemical and Solid State Science (PRiME 2024) が開催された<sup>1)</sup>。この会議は The Electrochemical Society (USA)、The Korean Electrochemical Society (韓国)、電気化学会 (日本) が合同で開催する国際会議で、1987年の第1回電気化学日米合同大会から数えると9回目、PRiME という名称では2008年から5回目の開催である<sup>2)</sup>。前回の PRiME 2020 はコロナ禍のためオンライン開催となり<sup>3)</sup>、今回は8年ぶりのハワイでの現地開催であった。アメリカ、日本、韓国はもちろん世界各国から多くの参加者で賑わった。会場のハワイコンベンションセンター (図1) はカラカウアアベニューに面した運河沿いの大きな会議場である。国際会議によく利用されているのでご存知の方も多いと思う。ワイキキの中心部からは少し離れているが、アラモアナショッピングセンターにも近く便利な立地である。本会では1階の Kamehameha Exhibit Hall でポスターセッションや企業展示、3階で口頭発表、4階の Kalakaua Ballroom でプレナリーや表彰式が行われた。幾つかのイベントは会場を移動してヒルトンハワイアンビ



図1 ハワイコンベンションセンター



図2 会場間シャトルバス

レッジで行われた。宿泊者も多いヒルトンハワイアンビレッジとメイン会場であるコンベンションセンターの間は日中、大型のシャトルバスによる送迎が行われ (図2)、晴天で少し暑いぐらいのホノルル市内を快適に移動することができた。

## 2. 会議の概要

PRiME2024 の講演は14の分野 (表1) に分類され、この14分類の中に50のシンポジウムが開催された。主催者発表によるとセッションの総数は572、アブストラクトの総数は4,854に及んだ。一口に電気化学分野といってもその対象は電池・エネルギー貯蔵、炭素ナノ構造材料、腐食、誘電体、電子材料、燃料電池、光学デバイス、センサーから有機・生体関連まで広範に及んでいる。平行に多くの講演が行われたため、タブレットやスマートフォンを片手にオンラインプログラムを検索しながら会場を探す参加者が多く見られた (図3)。

イベントも数多く用意されており、6日 (日) の夜にはオープニングレセプションが盛大に開催されたほか、7日 (月) 夜にはスチューデントミキサー、10日 (木) の夜にはヒルトンハワイアンビレッジが PRiME 2024 Luau (ハワイ語の宴会) で大いに盛り上がった。ECS や電気化学会の秋季年会を兼ねている

表 1 PRIME2024 の講演分類

Technical Session
Z : General Topics
A: Batteries and Energy Storage
B: Carbon Nanostructures and Devices
C: Corrosion Science and Technology
D: Dielectric Science and Materials
E: Electrochemical/Electroless Deposition
F: Electrochemical Engineering
G: Electronic Materials and Processing
H: Electronic and Photonic Devices and Systems
I: Fuel Cells, Electrolyzers, and Energy Conversion
J: Luminescence and Display Materials, Devices, and Processing
K: Organic and Bioelectrochemistry
L: Physical and Analytical Electrochemistry, Electrocatalysis, and Photoelectrochemistry
M: Sensors



図 3 一般講演の会場前で議論する参加者

だけあって、電気化学の基礎的な内容を講義する Short Course や、Professional Development として キャリアパスに役立つ様々な催し物や相談会が開催され、若手研究者や学生を強く意識した構成になっていた。

7日(月)の夕方には各学会賞の授賞式とプレナリーレクチャーが Kalakaua Ballroom で開催された(図4)。これに先立ち、会場前では受賞者に贈られるメダルや賞状の展示があった(図5)。各学会 Division の賞も含めると数多くの受賞者が登壇したが、主な賞を紹介すると Edward Goodrich Acheson Award がジョージア工科大学の Dr. Paul Kohl (研究タイトル: Improvements in Anion Exchange Membrane

Water Electrolysis Materials and Devices) に、2023-2024 ECS Toyota Young Investigator Fellowship がカリフォルニア大学ロサンゼルス校の Dr. Yuzhang Li (研究タイトル: Ultrafast Electrodeposition of Faceted Li Metal) に贈られた。授賞式に続いて行われたプレナリー講演では東京理科大学の西原寛副学長が“Coordination Nanosheets – Electro-functional 2D Polymers of Metal Complexes”というタイトルで、これまで研究されてきた数々の金属配位ナノシートに関してご講演された。

ポスター発表は7日(月)~9日(水)の3日間、Kamehameha Exhibit Hall を会場として熱い議論が交わされた(図6、7)。本会議には企業からの参加者も多く、自動車関係や電力関係などの企業研究者による講演も目立った。各分野の産業界でどのような課題があるのかを知るのに良い機会であった。課題解決のツールとして放射光を当たり前のように使うグループも数多くある一方で、放射光を話題にすると「アカデミックな研究機関ではないので」と利用にまだ障壁があると話す企業の方もおられた。産業界には潜在的なユーザーが多いことを実感した。

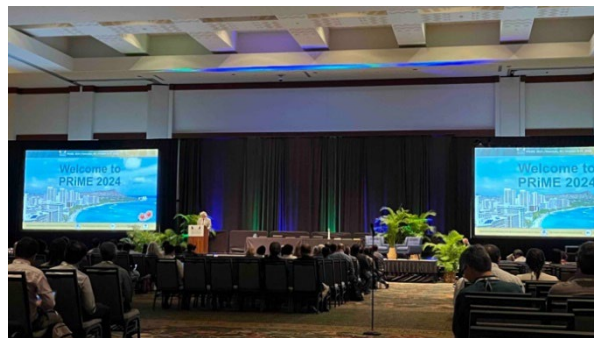


図 4 プレナリーと授賞式が行われた Kalakaua Ballroom



図 5 受賞メダルと賞状の展示



図6 ポスター会場の入り口



図7 ポスター・企業展示会場

### 3. 講演の内容と傾向

筆者は今回、Batteries and Energy Storage のセッションを中心に参加した。放射光に直接関連するシンポジウムとしては Advanced Characterization Techniques in Battery Research が、延世大学の Dr. S. Bak を Lead organizer として開催された。SPRING-8 をはじめ各国の放射光を利用した解析結果やラボでの新規分析手法の開発などの話題を中心にディスカッションが行われた。なお、オンラインプログラムで会議全体の要旨に含まれる語句を検索してみたところ、

x-ray : 689 件

x-ray + spectroscopy : 416 件

x-ray + diffraction : 313 件

x-ray + microscopy : 228 件

x-ray + scattering : 57 件

x-ray + in situ : 164 件

x-ray + operando : 123 件

という結果であった。研究に用いられた全ての手法が要旨に記述されているわけではなく、放射光と実験室装置、また軟 X 線から硬 X 線まで様々な手法が含まれているが、電気化学分野でこれら X 線関連手法が日

常的に用いられていることがよく現れている。

放射光に関連した講演をいくつか紹介したい。アルゴン国立研究所の Dr. G. Xu からは、ナトリウムイオン電池の正極として期待される層状酸化物の合成段階での in-situ 放射光 X 線解析について講演があった。微小な歪みの発達や構造的な欠陥の形成に対するクエンチの効果などが紹介された。組み上がった電池についての充放電過程の研究はすでに一般化しており、材料の合成過程においても効率化を図るために放射光による解析が行われている。

タイの放射光施設からは Dr. S. Wannapaiboon が、金属有機フレームワーク (MOF) の電気化学的酸素発生反応への触媒活性や亜鉛イオン電池への応用についての発表があった。触媒反応中の活性金属種の化学状態と結合状態は、SPRING-8 でも X 線吸収分光法を用いて頻繁に解析されている。Zn 負極への応用には意図的に表面保護層を形成させ、副反応を抑制する手法が紹介された。

Sigray 社からはラボ装置の XAFS 測定で、0.1wt% 程度の低濃度試料についても蛍光収量法により解析可能と紹介があった。Sigray 社のキャッチコピー「Bring the Synchrotron to Your Laboratory」はなかなか感慨深い<sup>4)</sup>。他にも、SLAC 国立加速器研究所のグループからは  $\text{LNiO}_2$  系正極についての XAFS とイメージングを組み合わせた解析結果が、University College London のグループからは X 線 CT による電極乾燥プロセスのクラック生成を観測した結果が示された。顕微 (イメージング) による可視化が電池内部の状態を知るための不可欠なツールになり、これらを利用した研究成果が多く発表されることで、電気化学デバイスの内部で起こる現象の理解の解像度が非常に鮮明になってきていることを感じた。

日本からも東北大学 雨澤先生、島根大学 尾原先生、徳島大学 大石先生をはじめ多くの参加者が集い、SPRING-8 の利用成果を含む最先端の研究についてご講演があった。

先端的な解析手法はアカデミックな研究からスタートすることが多いかもしれないが、それに続く産業界でのニーズは利用促進を担う我々にとって目が離せない。PRIME 2024 への参加は放射光利用の先端研究と今後の需要予測にとっても良い機会であった。



図8 ストライキ真っ只中のヒルトン

#### 4. おわりに

ハワイはコロナ禍前と変わらず美しい空と海で参加者を迎えてくれたが、ヒルトンハワイアンビレッジでは学会会期前の9月24日から従業員によるストライキ(図8)が開始され、期間中も終始ストライキの演説と演奏を聞くことになった。ハワイではホテルの宿泊料金が増加し客室あたりの売上高も増加しているにも関わらず、コロナ禍で削減した従業員を増員していないホテルが多く、残されたスタッフには過剰な仕事量を課される労働環境が生まれているようである。適正な数の人員を配置することが理想ではあるが、様々な制約の中、限りあるメンバーで業務を回さざるを得ないのはどこも同じかと思いながら帰路についた。

ユーザータイム中の大変忙しい時期にも関わらず、出張を快く認めていただいた関係の皆様には厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

- [1] <https://www.electrochem.org/prime2024/>
- [2] <https://www.electrochem.jp/convention/>
- [3] 渡辺剛: SPring-8/SACLA 利用者情報 26 No. 1 (2021) 38-41.
- [4] <https://sigray.com>

片山 真祥 KATAYAMA Misaki

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 分光推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0833  
e-mail : misaki.katayama@spring8.or.jp

# 12th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator-based Sources (WIRMS 2024) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用推進部（兼）放射光利用研究基盤センター  
池本 夕佳

## 1. はじめに

加速器をベースとした赤外光源とその利用に関する会議である 12th International Workshop on Infrared Microscopy and Spectroscopy with Accelerator-based Sources (WIRMS 2024) が2024年10月7日から11日の日程で、スペインのバルセロナで開催された。加速器から供給される赤外光として会議に含まれるのは放射光の赤外成分に加え、赤外自由電子レーザー、コヒーレントシンクロトロン放射などで、これらの発生から利用までを包括的に議論する場である。2年毎に開催される WIRMS は、前回は日本が主催で、筆者が Chairperson を務めた。本来2021年開催予定だったが、COVID-19の影響で1年延期し、2022年に広島の間とオンラインのハイブリッド形式で開催した。今回は、温暖な気候のバルセロナの海に程近いホテル（Gran Hotel Rey Don Jaime）の会議室が会場となった（図1、図2）。対面のみで開催は、前々回2019年のブラジル開催以来5年ぶりとなった。なお、本稿では、赤外を意味する Infrared の略称として IR を使用する。



図1 会議場



図2 会議場入り口から後ろを振り向くと木々の間から海が見える

## 2. 会議報告

本会議前日の10月7日には、pre-conference として Data Analysis Workshop が行われた。筆者はスケジュールの都合上参加できなかったが、IR スペクトルの多変量解析プラットフォーム Orange の開発者である SOLEIL（フランス）の Dr. Ferenc Borondics や、近接場分光で精力的な仕事をしている Sirius（ブラジル）の Dr. Raul de Oliveira Freitas らが講師を務め、若い方が多く参加して活発な質疑応答が交わされた

と伺った。10月7日の夜は Welcome Reception で、最初に Special Talk としてスペインの Dr. Antoni Roca Rosell がバルセロナにおける芸術と科学の歴史に関する講演を行い、興味深く聞いた。その後、ホテル内のプールのほとりで Reception が行われ、久しぶりの再会を喜んだ。10月8日の朝からの本会議はシングルセッションで行われた。カテゴリーを以下に示す。

- Facility Developments and Extreme Conditions
- Far-IR and THz Spectroscopy and Coherent Synchrotron Radiation & Free Electron Laser

- Nano FTIR & Sub-diffraction Imaging
- FEL IR Spectroscopy
- Biological & Biomedical Applications
- Environmental Science and Renewable Energy
- Condensed Matter and Cultural Heritage

講演数は、招待講演が10件、口頭発表が36件、ポスター発表は21件であった。

手法は大別すると顕微分光と近接場分光である。顕微分光では、まず、二酸化炭素の水素還元反応における触媒の役割を理解するため、温度・圧力・反応材料の供給を可能にするセルを作成してオペランド測定を行った、スペインのDr. Patricia Concepcionの報告が目をつけた。波数領域も遠赤外に拡張しており、放射光の特徴を生かした研究であった。Australian Synchrotron（オーストラリア）のDr. Jitraporn Vongsivutは、独自に開発しているピエゾ駆動のATR（Attenuated Total Reflection、全反射測定法）技術を電池や触媒反応に応用する研究を紹介した。ATR結晶と試料の接触圧力をピエゾ素子で制御しつつ、試料環境制御やマッピング測定も可能な装置で、Australian Synchrotronの赤外ビームラインでは10年以上この技術に磨きをかけ、さまざまな産業利用に展開している。また、ある種の癌や慢性病で糖鎖長が疾病の指標になることに着目して、n-アルカンと蜜蝋を類似した鎖長の糖タンパク質に吸着させてプローブするWax-physisorption-kinetics-based Fourier-transform infrared (WPK-FTIR) imagingの研究を、台湾のDr. Yao-Chang Leeが紹介した。TPS（台湾）では、彼を中心にした生物・医学利用が盛んに行われている。

近接場分光は、測定原理が異なる3つのタイプが利用されている。1つは、IR照射による試料の熱膨張をAFM（Atomic Force Microscopy、原子間力顕微鏡）のプローブの振動数の変化から感知してスペクトルを解析する手法、2つ目はAFMプローブの先端にIRを集光し散乱光を測定するs-SNOM（Scattering Type Scanning Near-Field Optical Microscopy）と呼ばれる手法、3つ目は、原理としては熱膨張を利用する手法に近いが、AFMプローブではなく、IRと同軸で入射する可視光の散乱光の変化で検出する手法である。1つ目の手法はDiamond（イギリス）で主と

して行われている。2つ目の手法は、多くの施設が採用し、成果も多数報告されている。3つ目の手法は、前回WIRMSのころに出始めた手法だが、今回のWIRMSで複数の施設が装置を導入していることが報告された。3ついずれかの近接場分光の実施に際し、測定対象としては、生物試料や高分子材料、超薄膜、環境試料など多岐にわたる研究が報告された。また、中赤外からTHzにわたる広帯域で測定を行うための装置開発の発表も複数見られた。その中で、NSLS-II（アメリカ）のDr. G. Lawrence Carrの発表が印象に残った。IR用の検出器は様々存在するが、放射光分光においては、中赤外領域の観測にはMCT（HgCdTe）、遠赤外からTHz領域ではSi-Bolometerが利用されることが多い。MCTは、光照射によって電子が励起されて変化する電流あるいは電圧を検出する。素子は液体窒素で冷却する。感度が高く、応答速度も速いことが特徴で、応答速度は数十kHz以上で測定可能である。一方Si-Bolometerは熱伝導型素子で、光照射による温度変化を抵抗の変化で検出する。液体ヘリウムによる冷却が必要である。感度は高いが応答速度が遅く10kHz以下で使用する。MCTは通常、低波数側は $450\text{ cm}^{-1}$ （ $\sim 56\text{ meV}$ ）程度で感度が切れるが、Dr. Carr等はMCTを液体ヘリウムで冷却し、低波数側が $200\text{ cm}^{-1}$ （ $\sim 25\text{ meV}$ ）まで伸びることを見出し、遠赤外領域の近接場分光の測定効率を上げた、という発表であった。MCTを窒素温度よりも冷やすと感度が上がることは知っていたのだが、帯域もこれほど伸びるのは驚きであった。ただ、液体ヘリウムは扱いが煩雑で、国内では価格も高騰している。クローズドタイプの検出器を構築できれば、利利用の広がりが期待できるように感じた。

昨今、世界中の放射光施設で第4世代リングへのアップグレード計画が進んでいるが、大きな取り込み角を要するIR領域の放射光とは相性が良くない。今後、IRはどうするのか。WIRMSでも長く議論されてきたが、今回は少し具体性が増していた。会議に先立つ2024年5月に、[1]がJournal of Synchrotron Radiationに掲載された。第4世代放射光リングとして稼働しているSirius（ブラジル）でIRビームラインのコミッショニングが完了し、良好なnanospectroscopyの結果が得られた、との論文であ

る。取り込み角は制限され、アップグレード前のブラジルの放射光施設である LNLS における IR ビームラインのフラックスと比較すると一桁程度落ちているが、明瞭な近接場スペクトルが観測され、およそ 25 nm の空間分解能も達成されている。この成果は、会議中何度も encouraging な成果として取り上げられた。第 4 世代放射光リングで IR を取り出すための方策はすでに出尽くしており、初段ミラーをできるだけ光源に近づけて立体角を稼ぐこと、できれば取り出し近辺の真空チャンバーを大きめに改造すること、取り出した光を実験ホールに導く経路を充分確保することである。いわば IR 用に特殊なリングの設計を要求することになるが、ALS (アメリカ)、SOLEIL (フランス)、ELETTRA (イタリア)、Diamond (イギリス) はこれを実行しアップグレード後も IR を利用する前提で計画を策定・進行している。上述の施設には共通点があり、nanospectroscopy 装置を、場合によっては複数台導入している。第 4 世代リングで、IR 領域の光を取り出すための工夫を施したとしてもフラックスの低下は避けられない。顕微分光では実験室光源 (グローバルランプなどの熱輻射光源) との差異を示しにくくなる。今回の WIRMS の議論を聞き、第 4 世代リングの赤外ビームラインにおける利用技術としては nanospectroscopy がメインになるだろうと思われた。ただなぜ Sirius で、フラックスが多少低下しても nanospectroscopy の性能がそれほど落ちなかったのか、現段階では明確な説明はなされていない。s-SNOM の場合、近接場光はプローブ先端にしか生じないため、プローブ先端を含む領域に集光された IR のごく一部のみを測定に利用することになる。フラックスの低下は近接場光の低下に直結しそうに思える。集光性が向上すれば近接場光も増えそうだが、そもそも IR 領域の放射光は第 3 世代リングですでに計算上は 100% のコヒーレンスを達成しており、第 4 世代リングでもコヒーレンス向上による集光性向上は見込めない。[1] を発表した Sirius の Dr. Freitas は光の quality が良かったのではないかとコメントしていた。つまり、Sirius の IR ビームラインで、ステーションに至るまでの距離を極力短くし、ミラーの数を減らした設計にしたことが功を奏したと、現段階では解釈されている。

### 3. おわりに

会議の参加者は 80 名と報告された。スペインからの参加が最も多く、ドイツ、フランス、イギリス、アメリカから多く参加していた。ポーランドの SOLARIS やヨルダンの SESAME は比較的新しい施設に IR ビームラインが稼働し、前回に引き続き参加して、高いアクティビティを示していた。アジア地域からは、台湾、タイ、中国、日本、オーストラリアからの参加であった。次回は ALS (アメリカ) が主催となり、Los Angeles で 2026 年に開催される。その頃 ALS はアップグレードの停止期間で、どのような姿で再スタートを切るのか、情報を得るのを楽しみにしている。

### 参考文献

[1] T. M. Santos *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **31** (2024) 547-556.

池本 夕佳 IKEMOTO Yuka

(公財) 高輝度光科学研究センター  
利用推進部 (兼) 放射光利用研究基盤センター  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0961  
e-mail : ikemoto@spring8.or.jp

## VASSCAA-12 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
加速器部門 田村 和宏

## 1. はじめに

2024年10月13日(日)から17日(木)まで台北市で開催された第12回真空・表面科学アジア・オーストラリア会議(The 12th Vacuum and Surface Sciences Conference of Asia and Australia; VASSCAA-12)について報告する。VASSCAA(バスカと発音するとのこと)はアジア・オーストラリア圏における真空・表面科学および関連する科学・技術・応用に関する議論の場を設けることを主旨として1999年に第一回が東京で開催され、以来、開催間隔を3年から2年に短縮しつつ、今回の第12回までアジア各地で開催されてきている。会場となったのは台湾一の超高層ビル台北101に程近いTaipei International Convention Center(TICC)である(図1)。桃園国際空港から最寄りの台北101駅まではMRTで1回の乗り継ぎで行くことができ、非常にアクセスのよい会場であった。なおTICCは2025年6月に開かれる加速器に関する国際会議IPAC25の会場でもある。

今回の会議には欧米を含め18か国、246名の参加者があり、日本からは42名の参加があった。初日(レセプションのみ)を除く4日間での発表件数は、招待講演65件(Plenary講演7件含む)、受賞講演6件、一般口頭発表60件、ポスター発表75件であった。



図1 会場のTICC(手前)と台北101(右奥)

会議のトピックは真空科学・技術、応用表面科学、バイオ界面、ナノ構造、電子材料・プロセス、プラズマ科学・技術、表面工学、薄膜など多岐にわたっており、それら全てを紹介することは不可能であるため、今回は筆者が参加した加速器真空システムに関するセッションについて報告する。

## 2. 加速器真空システムに関するセッション

加速器真空システムに関するセッションは会期4日目、16日(水)の午前中に設けられた。セッションの前半で行われた、各地で建設中、検討中の放射光用電子蓄積リングの真空システムに関する講演3件について報告する。まず筆者が「Vacuum system for SPring-8-II storage ring」と題して、検討が進められているSPring-8-II蓄積リングの真空システムについて発表を行った。SPring-8-II真空システムの特徴は、狭小化、狭隘化する磁石群に対応すべくステンレス製真空チェンバを小型化しつつ、ビーム運転時に発生する光刺激脱離ガスの局在化(アブソーバの分散配置)とその効率的な排気(アブソーバ直近にNEG(非蒸発型ゲッター)ポンプを配置)、電子ビームに悪影響を及ぼさない低インピーダンスの真空システムの実現、にある。これらによりビーム運転時の十分なビーム寿命を確保し、また多様な運転モードに対応することを目指して設計を進めていることを報告した。また、一周約1.5kmに渡る真空システムを短期間のうちにリングトンネル内に据え付け超高真空に立ち上げるため、我々が採用する据付・立上手順についても紹介した。会場やその後のBreak会場で、真空チェンバの製作精度や、ビーム運転開始後の重要課題であるNEGポンプの再活性化時に外部真空ポンプを使用しない手法等について質問を受け、議論を行った。続いてタイ国Synchrotron Light Research Institute(SLRI)のThanapong Phimsen氏により、同国の新たな第4



世代放射光施設である Siam Photon Source-II (SPS-II) の真空システム設計の現状が報告された (図 2)。SPS-II は 2034 年ごろのユーザー運転開始を目指して設計、機器の試作が進められている。エネルギー 3 GeV、蓄積電流 300 mA、周長約 330 m (14 セル) で 1 nm・rad 以下のエミッタンスを目指している。ナノテラスとほぼ同規模の蓄積リングで、ビームラインは 21 本の計画である。磁石や真空等の主要機器の約 50%を自国内で製作することを目指しているとのことであった。真空チェンバは全てアルミ製かつ機械加工品(半割の上下材)+TIG 溶接となっているため、一体どれほどのコストがかかるのだろうか心配したが、TPS 建設でアルミチェンバ製作の実績がある台湾 National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) の全面的協力の下、自研究所内にアルミチェンバ製作のラボを立上げ、アルミチェンバ内製に向けて技術力向上を図っているとのことであった。チェンバ材質、製法等は異なる (SPring-8-II ではロールフォーミングまたは曲げ加工で成形したステンレス製上下板と機械加工で製作した内、外のステンレス製側板をレーザービーム溶接により接合しダクト化する)ものの、アブソーバの分散配置と直近への NEG ポンプの配置等の考え方は我々に共通するものがあった。

3 件目は、韓国 Pohang Accelerator Laboratory (PAL) の Taekyun Ha 氏により KOREA-4GSR の真空システムの現状が報告された (図 3)。4GSR は 2021 年からの 6 カ年で建設が進められているエネルギー 4 GeV、蓄積電流 400 mA、周長 800 m (28 セル) の第 4 世代放射光施設で、100 pm・rad 以下のエミッタンスを目指している。ビームラインは、当初は 10 本、最終的には 40 本以上を建設するとのことであった。4GSR の真空システムの特徴として、ステンレス



図 2 Thanapong Phimsen 氏 (SLRI) の発表の様子



図 3 Taekyun Ha 氏 (PAL) の発表の様子

チェンバとアルミチェンバが併用され、不必要な放射光を分散配置のアブソーバとアルミチェンバ壁で受光する構造が併用されていることが挙げられる (SPring-8-II ではアブソーバだけで受光する)。光刺激脱離ガスの効率的排気のため、アルミチェンバの内部にはディスク状に焼結したピルタイプの NEG 材を長手方向に並べた分布型ポンプを採用するとのことであった。近年、中国製の NEG ピルの入手が可能になっているが、筆者らはその性能に疑問を持っていたため 4GSR で使用される NEG ピルの製造元が気になったが、信頼性のある SAES 社製のものを使うとのことだった。ただ、アルミチェンバに取り付けられるため、通常の活性化温度 (450°C 前後) まで加熱することができず、十分な排気性能を引き出すためには 180°C で 48 時間程度 (通常は 1 時間程度) の活性化を行う必要があるとのことであった。

以上のように、真空システムの考え方は三者三様で、それぞれが抱える境界条件に応じた最適な解にたどり着こうと苦心している様子を伺うことができ、非常に興味深いセッションであった。

### 3. 終わりに

馴染みのないトピックが多く苦勞したが、アジア各地の加速器真空関係者と親交を深め意見を交わすことができた大変意義深い会議であった。次回は 2026 年 8 月に韓国、済州島での開催が予定されている。

田村 和宏 TAMURA Kazuhiro

(公財) 高輝度光科学研究センター 加速器部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0831  
e-mail : tamura@spring8.or.jp

## XIX edition of the International Small-Angle Scattering Conference (SAS2024) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター 散乱・イメージング推進室

長尾 聡

### 1. はじめに

2024年11月3日～8日にかけて台湾の台北でXIX edition of the International Small-Angle Scattering Conference (SAS2024) が開催された。SAS2024 は X 線および中性子の小角散乱 (SAS) における国際会議であり、基本的に3年おき (前回の SAS2022 は新型コロナウイルスの影響で1年延期) に開催されており、最新の SAS 研究の進歩について紹介される。今回、開催された SAS2024 は台湾の NSRRC (National Synchrotron Radiation Research Center) が主催となり、対面形式で開催された。後述するが、国際会議の会期中に NSRRC へのツアーが企画されていて、台湾の新しい放射光施設である TPS (Taiwan Photon Source) の BioSAXS ビームラインなどの見学を行った。報告者は SAS の国際会議への参加は今回が初めてである。

今回開催地となった台北市は台湾の首都で経済の中心地であるとともに、観光地としても人気のある活気のある街である。市内には台北松山空港、市外には地下鉄で台北駅まで40分ほどの距離に台湾桃園国際空港があり、海外からのアクセスが良い。日本からだと、関西国際空港から台湾桃園国際空港まで約3時間で時差も1時間と少なく、渡航しやすい距離と位置にある。現地の気温は日本よりも10度弱高く、11月でも暖かかった。

学会は Taipei International Convention Center (TICC) で開催された (図1)。TICC は台北駅から地下鉄で約15分の距離に位置している。TICC のすぐ近くには観光名所の台北101があり、観光客の往来も多く、宿泊施設や飲食店も多いため、会場—ホテル間の移動や食事ができるお店への移動も徒歩で可能であった。



図1 TICC の入口前に設置された SAS2024 の看板。

### 2. 学会の内容

SAS2024 では口頭とポスター発表があり、午前の始めと、午後の始めに基調講演や受賞講演などが行われた。今回の Guinier Prize 受賞講演者は、橋本竹治博士であった。口頭発表はバイオ、イメージング、メソッド、ポリマー、コロイド、磁性、産業、計測 (施設) などのグループに分けられて、それぞれの講演が5会場で並行して行われていた。ポスター発表は口頭発表のセッションがすべて終わった後にすべてのグループが集まって1箇所で行われた。報告者はバイオ系の講演に興味があったため、その発表のセッションに主に参加していたが、イメージングと計測 (施設) のセッションの講演も新鮮でそちらにも参加した。

SAS2024 の参加者は台湾開催ということもあり台湾と日本の研究者が比較的多かったが、アジア以外の米国や欧州をはじめとした海外の放射光施設などの研究者の参加者も多かった。懇親会では、各国・各放射光施設の研究者がローテーションで壇上にて歌を歌うなど、交流を深めるための配慮を感じた。

### 3. 主な講演内容と感想

最初の基調講演は Ming-Daw Tsai 博士 (台湾・中研院生物化学研究所) の「Dynamic mechanisms of DNA repair: from SAXS to XFEL」であった。バイオ系の研究で、損傷した DNA を修復するフォトリアーゼファミリーのタンパク質の構造ダイナミクスを SAXS と XFEL で調べた内容についての発表であった。SAXS ではタンパク質と DNA の結合による構造の変化を調べ、XFEL (SACLA および SwissFEL で実施) では時分割シリアルフェムト秒結晶構造解析 (TR-SFX 実験) で照射後ナノ秒からマイクロ秒の時間スケールでの光受容体の変化を観測し、損傷 DNA の修復反応がマイクロ秒程度で起こることを示していた。また、時分割クライオ電子顕微鏡 (Cryo-EM) 観察、時分割 SAXS 測定 (APS (Advanced Photon Source) で実施) との相関構造解析にも挑戦していた。特に時分割 SAXS 測定に言及すると、時分割 SAXS は溶液中でタンパク質の構造変化を観測できる手法としてバイオ研究の今後の方向性の一つとして注目されており、数年前から APS を中心とした実験によりインパクトの高い論文が発表されている。報告者も時分割 SAXS の開発を現在行っており大いに刺激を受けたと共に、国内で時分割 SAXS 測定ができるように開発を急ぐ必要性を感じた。

他の基調講演者の Jochen S. Hub 博士 (ドイツ・Saarland 大学) の「Modeling X-ray and neutron scattering experiments with all-atom molecular simulations」の発表は SAXS、中性子小角散乱 (SANS) と分子動力学 (MD) 計算を組み合わせた研究内容であり、多様な実験とコンピューター科学の連携についての発表が興味深かった。SAXS などの実験的手法により導いた構造と、MD 計算などの理論的手法による構造を比較するときに考慮すべき水和層の影響について調べた内容だったが、他の講演でも実験だけでなく理論的手法までユーザーが利用して構造を議論できるような連携 (MD 計算までパイプライン化するなど) を積極的に推進していたことが印象的であった。

他の講演者では、昨年ノーベル化学賞の受賞理由にもなった AlphaFold (アミノ酸の一次配列から三次元構造を予測するプログラム) を積極的に取り入れようとする発表も多く見られた。また、実験的手法でも、

SAXS 以外に SANS や FEL を積極的に使い、複合的な計測を当然のように行って研究している様子が印象的であった。他に、国際会議の期間全体を通じて感じたのが、SAXS-CT および SAXS-TT (tensor tomography) などの試料内部の微細構造を三次元的に可視化するイメージング手法の発表が世界各国の放射光施設からなされており、SAS の学会においてもユーザーからのイメージング測定の需要が国際的に高いことであった。

報告者の口頭発表は最終日前日 (11 月 7 日) の計測 (施設) のセッション内で行われた。他の講演者は SSRL や DESY、MAX-IV などの放射光施設の SAXS ビームライン担当で、各施設の SAXS ビームラインにおける取り組み、特にハイスループット化について報告していた。報告者は、SPRING-8 における BioSAXS ビームラインでの最近の測定系開発と、JASRI 理事長ファンドの支援で実施してきたポンプ・プローブ法を用いた時分割 SAXS 測定法の開発について報告した。残念な点だったのは、セッションの直後にツアーが予定されて時間的にタイトであったため、他の講演を含め質問の時間がほぼ取られず議論があまりできなかったことであった。

### 4. 台湾放射光施設見学

自分の講演を終えたすぐ後にツアーバスに乗り込み、NSRRC に向かった。NSRRC は SAS2024 会場のある台北市ではなく、IT 関連の工場や企業が多くある台湾のシリコンバレーとも呼ばれている新竹市にあり、高速道路で 1 時間ほどの移動をして到着した。NSRRC の周辺は大学と研究所がありアカデミックな雰囲気、建物が自然と調和した美しい街並みが印象的であった。TPS の建物は新しく、その内部は天井が高くビームライン間のスペースも広く開放的な構造になっていた (図 2)。

ツアーでは、まず今回の出張の大きな目的であった TPS の BioSAXS ビームライン BL13A を見学した。BL13A は 2020 年末に稼働を始め、2025 年 1 月時点で世界最高レベルの BioSAXS 測定が可能な設備を有する最新の SAXS ビームラインである。二結晶分光器 (DCM) と多層膜分光器 (DMM) が切り替え可能で、検出器 (Eiger X 9M と Eiger X 1M) が 12 m × 1.5 m



図2 TPSの内部。建屋の中は二階建てになっている。の巨大な真空パイプ中に収められており、検出器が真空パイプ内のレールを移動することでサンプルからのカメラ距離を変更でき、USAXSにも対応可能な仕様であった(図3)。測定は高速液体クロマトグラフィー(HPLC)とロボットを用いた自動化が進められており、オートサンプラーによる試料交換と測定データの自動処理も行われていた。

他にも見学では、TomographyのBL24AおよびBL31A、コヒーレント散乱のBL25Aもビームライン担当者による紹介が行われた。その後は、TPSの隣にあるTLS(Taiwan Light Source)のSAXSビームラインBL23Aも見学した。上述のTPS BL13AではBioSAXSに測定の高度化に対象を絞り、感度とスループットを追求した一方で測定の自由度が低い印象を受けたが、TLS BL23Aではマテリアルの測定で多く行われる持ち込み装置を使った自由度の高い測定



図3 TPS BL13Aの真空パイプ(報告者がガラス窓越しに撮影)。この中にSAXSとWAXS用の検出器が収められている。

が行われていた。最新の技術を駆使した高度な測定と、自由度の高い測定の両方がユーザーに求められていると感じた。

## 5. おわりに

本稿では、SAS2024の内容を紹介した。世界で行われている最新のSAS研究に触れられたことと、最新の放射光施設を見学できたことは報告者にとって大変有益であった。SAS2024の参加者は国際色豊かで、放射光施設のビームライン担当者だけでなくアカデミックの研究者のユーザーも多く、研究と高度化についての発表のバランスの良さを報告者は感じた。

次回のSAS2027の実行委員会はMAX IVとESS(European Spallation Source)の研究者が実行委員会となり、2027年9月にスウェーデンのLundで開催される予定である。最後にもう一つ本国際会議に参加して印象的であったのは、会期中にSAS2030の開催地を候補者(今回は韓国とインド)がプレゼンテーションし、それを見て参加者が投票して決定する(参加者なら誰でも投票可)、という仕組みであった。今後のSASも楽しみで、機会があれば是非また参加したい。

長尾 聡 NAGAO Satoshi

(公財)高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 散乱・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: 0791-58-0802 (内線) 3560  
e-mail: s-nagao@spring8.or.jp

## AsCA2024 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 回折・散乱推進室  
下野 聖矢

## 1. はじめに

第18回アジア結晶学連合会議 (AsCA2024) は12月1日～6日にマレーシアのクアラルンプールで開催された。会議が開催された Kuala Lumpur Convention Centre はクアラルンプールの中心部に位置し、ペトロナス・ツインタワーやKLCCパークを見渡すことができる国際会議場である。筆者は学会会場から1.2 kmほど離れたホテルに滞在し、徒歩で屋根があり冷房の効いた KLCC-Bukit Bintang Walkway という遊歩道を通り会場へ移動した。会議の日程としては、リガクとICDD、BRUKERによって、Single Crystal XRD、Powder XRD、Computational Crystallography Data Processing & Model Building という内容で、12月1日と2日にPre-Conference Workshopが開かれた。3日にオープニングセレモニーが(写真1)、4日の午前中にスペシャルセッション (Horst Puschmann氏による“The Past, Present and Future of Small-Molecule Crystallography: Quantum Crystallography and the QCrBox”) が、5日にライジングスターと呼ばれる若手研究者のセッションとカンファレンスディナーが、6日にクロージングセレモニーと受賞式が行われた。今回のAsCAでは毎日午前と午後にMS1: Structural Biology、MS2: Chemical Crystallography、MS3: Materials and Methods (MS: Microsymposium) という3つの平行セッションに分けて発表が行われた。MSはさらに各6つのカテゴリーに分けられた。また、Plenary talks 6件 (MSで各2件)、Keynote talks 18件 (MSの各カテゴリーで1件)、Invited talks 19件を含み、口頭発表とポスター発表を合わせて300件以上の発表が行われた。なお筆者は、X線全散乱に関するチームラインを担当していることもあり、主にMS2と3の分野を中心に



写真1 オープニングセレモニーの様子

情報収集を行った。

JASRIからは、SPRING-8、SACLA、NanoTerasuに関する展示ブースを12月2日から6日の期間に出展し、ポスターセッションやコーヒブレイクの時間を中心として、多くの来訪者があった(写真2)。

## 2. 講演内容

MS3-IV: Complementary Methods for Crystallography Beyond Diffraction の口頭発表セッションでは、Fukuoka Institute of TechnologyのNobuyoshi Miyamoto氏のKeynote talk “Self-Assembly of Monodisperse

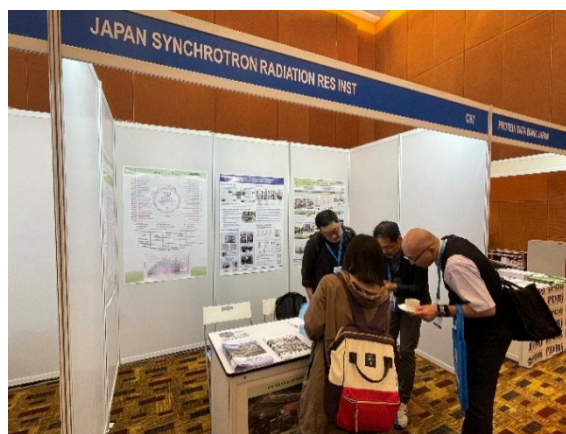


写真2 JASRIの展示ブースの様子

Nanosheets Into Columnar Nanofibers”が開かれた。層状結晶の剥離によって得られる無機ナノシートに関して、アニオン性の単分子ナノシートを様々なカチオン種と組み合わせて自己組織化することで、非常に珍しい中間相が可逆的に形成されることを、小角 X 線散乱と透過型電子顕微鏡で明らかにしたという研究発表であった。Rigaku の Yuji Shiramata 氏の “Analysis of disordered and amorphous materials: Pair distribution function via total scattering measurement using ‘SmartLab’ diffractometer” の発表では、物質の結晶性に関わらず、散乱パターンから原子間距離や配位数に関する情報を抽出できる分析手法である Pair distribution function (PDF) 解析に関する発表があった。従来、PDF 解析には放射光施設を使用した全散乱測定が必要であったが、実験室系の X 線回折装置 “SmartLab” で収集した全散乱データを用いることで、PDF 解析と逆モンテカルロ法 (RMC 法: 妥当な構造モデルを構築できる大規模ボックスシミュレーション) が可能となったという発表であった。

MS3-1 : Synchrotron and Neutron Applications のポスター発表では、Australian Synchrotron の Josie Auckett 氏の “ADS-1 and ADS-2: New high-energy X-ray diffraction beamlines for advanced materials characterisation at the Australian Synchrotron” と Taiwan の National Synchrotron Radiation Research Center の Yu-Chun CHUANG 氏の “Combined X-ray diffraction and pair distribution function analysis of  $\text{LaB}_6$  and  $\text{CeO}_2$  mixtures: structural insights across varying ratios” の報告があった。Josie Auckett 氏の発表では、オーストラリアの放射光施設で建設中の 2 つの新しい高エネルギー X 線回折ビームラインに関する情報が発表された。特に ADS-2 のエンドステーションでは、45 と 74, 87 keV に単色化された高いフラックスの X 線と二次元検出器 PILATUS3 X CdTe 2M を用いて、その場 XRD や X 線全散乱による PDF 解析が可能となる内容であり、2026 年より供用開始予定とのことであった。Yu-Chun CHUANG 氏の発表では、TPS19A で 29.5 keV のエネルギーの X 線を用いて、 $Q_{\text{max}} \sim 20 \text{ \AA}^{-1}$  の回折データを収集し、単一のデータ



写真3 カンファレンスディナー会場からの夜景

セットでリートベルト解析と PDF 解析を行うことが可能となり、長距離と局所的な構造情報や、混合物の各相の情報を抽出できるとの発表であった。

MS3-1 : Synchrotron and Neutron Applications の口頭発表セッションでは、Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences の Ping Miao 氏の Invited talk “The design and current status of the high-resolution neutron diffractometer at China Spallation Neutron Source”があり、新しい time-of-flight の中性子回折計 (TREND) が、世界トップクラスの分解能  $\Delta d/d \leq 0.05\%$  を達成し、高 Q 分解能の PDF 解析が実現される可能性があるとの内容であった。この装置により、X 線と中性子の相補利用研究がさらに加速されると期待される。

### 3. おわりに

JASRI の出展ブースを通して、SPRING-8 で実験したいとの話があるなど、新しい研究へとつながる機会となった。次回の AsCA2025 は、台湾と日本による初めての共同開催でもあるので、多くの研究者が来年の学会に参加することを期待する。最後に、AsCA2024 で、多くのアジア圏の研究者と自身の研究に関するディスカッションや最先端の発表を通じて結晶学に関する多くの情報を収集することができ、本学会に参加する機会を頂いた関係者の皆様に感謝申し上げます。

下野 聖矢 SHIMONO Seiya

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 回折・散乱推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : s\_shimono@spring8.or.jp

# 18th Conference of the Asian Crystallographic Association

Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)  
Center for Synchrotron Radiation Research  
Industrial Application and Partnership Division  
Kumara Rosantha

## 1. Introduction

The Asia-Pacific region has a long tradition of crystallography, and today, the Asian Crystallographic Association (AsCA) continues to promote communication and cooperation between researchers in this field. Among the four Regional Associates of the International Union of Crystallography (IUCr), AsCA is one of the youngest and fastest-growing. AsCA is proud of the significant progress in crystallographic activities within the region over the past two decades. The meetings of the Association continue to have grown in size and stature over time, with the quality of science at the recent meetings attracting participation from Europe and the United States. AsCA has now been in existence for about 35 years and looks forward to further growth in keeping with economic developments in the region<sup>[1]</sup>. The objectives of AsCA are to facilitate cooperation in the science of crystallography within the Australasian region by promoting crystallographic research and holding conferences and schools. The current membership countries are Australia, Bangladesh, Cambodia, China, People's Republic of China, Taiwan, India, Indonesia, Japan, Korea (Republic of), Malaysia, Mongolia, New Zealand, Pakistan, Philippines, Singapore, Sri Lanka, United Arab Emirates, Thailand, and Vietnam. Each member country has voting representation on the AsCA council with the number of votes determined by the membership level as detailed in the Constitution<sup>[1]</sup>.

AsCA was established at the Perth IUCr Congress in 1987 and is entering a mature phase of its life. The first AsCA meeting was held in the Regional Language Centre, Singapore, during November 13–16, 1992. Subsequent conferences were held across the Asia-Pacific region:

AsCA1995 in Bangkok, Thailand; AsCA1998 in Bangi, Malaysia; AsCA2001 in Bangalore, India; AsCA2003 in Broome, Australia; AsCA2004 in Hong Kong; AsCA2006 in Tsukuba, Japan; AsCA2007 in Taipei, Taiwan; AsCA2009 in Beijing, China; AsCA2010 in Busan, Korea; AsCA2012 in Adelaide, Australia; AsCA2013 in Hong Kong; AsCA2015 in Kolkata, India; AsCA2016 in Hanoi, Vietnam; AsCA2018 in Auckland, New Zealand; and AsCA2019 in Singapore<sup>[1]</sup>. The last AsCA meeting was held in Jeju Island, Republic of Korea, during October 30–November 2, 2022. The quality of the science at the recent meetings has been outstanding. AsCA looks forward to further growth in keeping with economic developments in the region.

The 18th Conference of the Asian Crystallographic Association (AsCA 2024) was held at the Kuala Lumpur Convention Center in the dynamic city of Kuala Lumpur during December 1–6, 2024<sup>[2]</sup>. The Kuala Lumpur Convention Centre is Malaysia's premier award-winning venue located in the heart of Kuala Lumpur. The five-level facility has a total of 33,659 m<sup>2</sup> of customizable multi-



Figure 1 The Kuala Lumpur Convention Centre in Kuala Lumpur<sup>[2]</sup>.

purpose function space, including two auditoria, a Grand Ballroom, Banquet Hall, three Conference Halls, eight Exhibition Halls, and 23 meeting rooms.

## 2. Overview of Conference

The theme for AsCA 2024 was 'Crystallography Today: Beyond the Fundamental Science', reflecting the conference's focus on exploring the expanding horizons of crystallography and its diverse applications. The conference was organized by the Malaysian Crystallographic Association (MyCA), with Dr. Irene Ling serving as one of the co-chairs, Dr. Ally Yeo Chien Ing as the secretary, and Dr. Alan Tan Sang Loon as the treasurer. The conference focused on three main scientific programs: MS1 - Structural Biology, MS2 - Chemical Crystallography, and MS3 - Materials and Methods, under the guidance of the local program chair, international program chair, and an international program committee comprising seven members<sup>[2]</sup>.

The event aimed to bring together crystallographers from across Asia and Oceania to share their research, engage in discussions, and foster collaborations. Attendees had the opportunity to participate in a variety of sessions, including keynote lectures, oral presentations, poster sessions, and workshops. One of the highlights of AsCA 2024 was the pre-conference workshop, which took place during the first two days. These workshops provided participants with hands-on experience in the latest techniques and technologies in crystallography.



Figure 2 AsCA2024 organising committee with AsCA president Prof. Genji Kurisu.



Figure 3 Opening ceremony

The main program, which began with a grand opening ceremony featuring traditional dance performances, spanned from the third to the sixth day. It included a wide range of topics, such as advances in structural biology, materials science, and computational crystallography, categorized into the following 18 areas:

### MS1: Structural Biology

- MS1-I: Macromolecular Complexes & Assemblies
- MS1-II: Protein-Nucleic Acids Interactions
- MS1-III: Disease-Related Protein Structures
- MS1-IV: Membrane Proteins: Structure and Function
- MS1-V: Enzymes and Enzyme Inhibitors: Drug Discovery
- MS1-VI: Hot Structures in Biology

### MS2: Chemical Crystallography

- MS2-I: Hot Structures in Chemistry
- MS2-II: MOFs and Hybrid Materials
- MS2-III: Solid-State Reactions and Dynamics
- MS2-IV: Structure and Properties of Functional Materials
- MS2-V: Crystal Engineering
- MS2-VI: Weak Interaction and Supramolecular Chemistry

### MS3: Materials and Methods

- MS3-I: Synchrotron and Neutron Applications
- MS3-II: XFEL Applications
- MS3-III: Electron Diffraction and Cryo-EM
- MS3-IV: Complementary Methods for



## Crystallography Beyond Diffraction

- MS3-V: Computational Modelling, Databases, and Data Mining
- MS3-VI: Crystal Growth Techniques

In addition to the scientific program, AsCA 2024 featured various social events, Conference dinner, and networking opportunities. These events allowed attendees to connect with peers, share ideas, and build lasting professional relationships. The conference concluded with a closing ceremony, during which the organizers expressed their gratitude to all participants and celebrated the success of the event.

## 3. Highlighted Lectures

The AsCA 2024 conference showcased a diverse array of experts, including plenary speakers Shuya Fukai (structural biology), Kana M. Sureshan (chemical crystallography), and Genji Kurisu (methods and materials). Keynote speakers such as Josie Auckett, Sun-Shin Cha, and Chun-Jung Chen addressed a range of topics, including synchrotron applications and protein-nucleic acid interactions. Additionally, invited speakers Fasseli Coulibaly, Peter Czabotar, and Bong-Ji Lee delivered presentations on subjects ranging from crystal growth techniques to enzyme inhibitors. Other notable contributors included Sarah Sunah Park, Eriko Nango, and Jinhee Park, fostering a broad and interdisciplinary exploration of crystallography.

Dr. Nobuyoshi Miyamoto's keynote talk, titled "Self-Assembly of Monodisperse Nanosheets Into Columnar Nanofibers", examined the reversible formation of mesophases from anionic monodisperse nanosheets (mNS) combined with cationic species<sup>[3]</sup>. The study unveiled the creation of one-dimensional columnar nanofibers with distinctive properties, representing a significant advancement in self-assembly and materials engineering.

Dr. Guangqin Li's invited talk, "Porous Coordination Materials for Electrocatalytic Synthesis of Organonitrogen Compounds", focused on converting harmful NO<sub>x</sub> emissions into valuable organonitrogen chemicals through innovative porous materials<sup>[4]</sup>. This research introduced a novel methodology for synthesizing pyridine oximes and



Figure 4 Poster sessions

enabling the efficient electrosynthesis of oxime ethers, offering promising applications for sustainable chemical production.

Dr. Saori Kawaguchi's invited talk, "Submillisecond In-Situ X-ray Diffraction Measurement System Using Diamond Anvil Cells at Beamline BL10XU/SPring-8", presented a user-friendly platform for high-pressure X-ray diffraction (XRD) measurements<sup>[5]</sup>. The system facilitates real-time observation of structural changes in samples under extreme conditions, providing groundbreaking opportunities for advancements in various scientific disciplines.

Dr. Sarah S. Park's keynote lecture, "Electrically Conductive Metal-Organic Framework Thin Films", highlighted a breakthrough in synthesizing conductive two-dimensional MOF thin films using a single-step, all-vapor-phase chemical vapor deposition (CVD) process. The Cu<sub>3</sub>(C<sub>6</sub>O<sub>6</sub>)<sub>2</sub> films exhibited high crystallinity, edge-on orientation, and an electrical conductivity of 92.95 S/cm. These films, fabricated into microdevices *via* e-beam lithography, address challenges in controlling MOF morphology and hold significant potential for high-performance electronic devices, including electrocatalysts and supercapacitors.

Dr. Hui Ying Yang's plenary talk, "New Generation Low-Dimensional Nanomaterials for Advanced Water Treatment", emphasized the development of innovative nanomaterials for efficient water purification. Her research focuses on enhancing ion transport, electrochemical activity, and reducing energy consumption through nanostructure design.



Figure 5. Plenary talk of Prof. Genji Kurisu.

Additionally, she addressed scalability and rapid prototyping for practical water treatment technologies, advancing sustainable solutions.

Prof. Genji Kurisu's closing plenary talk, "Protein Data Bank: The Single Global Archive of 3D Macromolecular Structural Data", highlighted the pivotal role of the Protein Data Bank (PDB) as a global repository of atomic-level 3D macromolecular structures, derived from crystallography, NMR spectroscopy, and cryo-EM. Prof. Kurisu discussed the contributions of Protein Data Bank Japan (PDBj), which has archived and processed data from Asia and the Middle East for over 20 years, alongside its collaborations with wwPDB partners worldwide. He also introduced new tools and services, such as PDBj Mine 2, EMPIAR-PDBj, and XRDa, advancing open science in structural biology<sup>[6]</sup>.

#### 4. Conclusion

The AsCA 2024 conference successfully highlighted the evolving frontiers of crystallography under the theme "Crystallography Today: Beyond the Fundamental Science". Organized by the Malaysian Crystallographic Association (MyCA), the event showcased a diverse scientific program covering structural biology, chemical crystallography, and materials science. Key highlights included engaging plenary talks, hands-on pre-conference workshops, and discussions spanning 18 specialized areas. Social and networking events fostered collaborations among researchers across Asia and Oceania. With its emphasis on advancing crystallographic techniques and applications, the conference provided a platform for knowledge exchange and innovation, marking a milestone in the crystallographic community's journey

toward future breakthroughs.

#### References

- [ 1 ] <https://asca.iucr.org>
- [ 2 ] <https://www.asca2024.com>
- [ 3 ] N. Miyamoto *et al.* : *Adv. Mater.* **14** (2002) 1267.
- [ 4 ] G. Li *et al.* : *J. Am. Chem. Soc.* **145** (2023) 4659–4666.
- [ 5 ] S. Kawaguchi-Imada *et al.* : *J. Synchrotron Rad.* **31** (2024).  
2
- [ 6 ] <https://empiar.pdbj.org>

#### Kumara Rosantha

Industrial Application and Partnership Division  
Center for Synchrotron Radiation Research  
Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI)  
SPring-8, 1-1-1 Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun,  
Hyogo 679-5198, Japan  
TEL : 050-3496-9190  
e-mail : [rosantha@spring8.or.jp](mailto:rosantha@spring8.or.jp)

# The 18th conference of the Asian Crystallographic Association

公益財団法人高輝度光科学研究センター

研究プロジェクト推進室 生命科学・創薬研究支援基盤グループ

BOKHOVE Marcel

## 1. Introduction

COVID delayed the 2020 conference of the Asian Crystallographic Association (AsCA), which eventually took place at the Kuala Lumpur Convention Centre, Malaysia from 1 to 6 December 2024. The main conference (December 3-6) covered powder X-ray diffraction, single molecule X-ray diffraction and protein crystallography. The theme was "*Crystallography today: Beyond the fundamental science*". Less fundamental crystallography and more structure analysis, cryo electron microscopy (cryo-EM) and AI. I will mainly discuss the structural biology talks.

Concerning AI, macromolecular databases like <https://alphafold.ebi.ac.uk>, provide machine-learning AlphaFold-generated structures for the complete UniProt database. AI-derived structures can be used to study biological processes, without having to go through the difficult process of solving a structure. Experimental structures are always more reliable than AI-derived models, but generated models can be verified experimentally. This is of interest to laboratories that do not have access to structure-determination facilities, though initiatives like BINDS help remedy that ([www.binds.jp](http://www.binds.jp)). If experimental structural data is available, theoretical models can be fitted into the density, which is helpful if cryo-EM *ab initio* modelling is difficult in case of ambiguity or low resolution. Furthermore, theoretical models can be used for X-ray molecular replacement.

Single-particle cryo-electron microscopy has been around for a long time, but since the "*resolution revolution*", this technique has seen great improvements. Proteins are vitrified in water in random orientations. Images are collected of the macromolecules using state-of-the-art electron-counting detectors, which record movies that allow correction of beam-induced movement and removal of damaged frames. Individual particles are aligned and

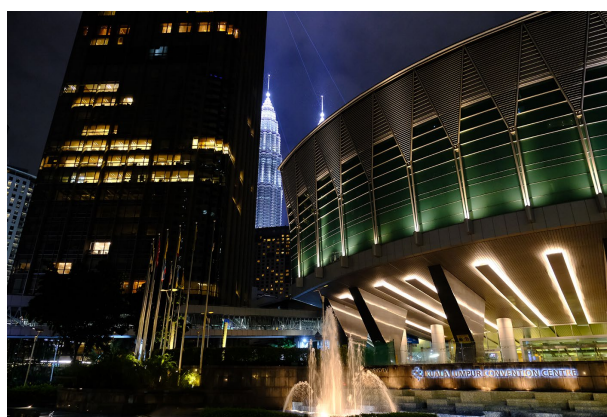


Figure 1 The Kuala Lumpur Convention Centre entrance averaged in 3D, which results in an electron density-like coulomb potential map in which protein structures can be fitted. Resolutions of macromolecules have been reported up to 1.2 Å, something before never believed possible. Molecular weight is an important factor in the success of 3D single-particle reconstruction, but the limit keeps moving.

## 2. Lectures Day 1

The opening plenary lecture was by Prof. Megan Maher from The University of Melbourne, Australia. Her group focuses on metal transport and homeostasis in mitochondria.

The keynote speech after the break was by Prof. Chun-Jung Chen at the National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) in Taiwan. His research group studies viral capsids and assembly. Recent work includes honeybee-infecting Lake Sinai virus, which could be one of the culprits in the Colony Collapse Disorder, which has a big environmental impact. Crystallization of these virus particles was difficult, eventually they used cryo-EM. Interestingly, they found out that the sample consisted of a mixture of different icosahedral particles. This polymorphism could inhibit crystallization, but in cryo-EM they classify into different particles. It is likely that in the absence of genomic

material, i.e., heterologous expression of "*ghost particles*", there is no nucleotide backbone for the capsid proteins to assemble upon, which results in more than one state. Attachment to the correct genome size enforces a larger radius of the particle (49 nm, not 45 nm), capsids contained endogenous DNA.

The group of Prof. Hiroyoshi Matsumura from Ritsumeikan University in Shiga, Japan studies the cell division protein FtsZ, which is a tubulin homolog GTPase. The data resolution was limiting due to its structural heterogeneity. They generated FN3-based monobodies, antibody-like structures. Surface loops are diversified, using DNA techniques, followed by phage-display and selection<sup>[1]</sup>. Monobodies with a specificity towards the protein-protein binding interface on the assembled FtsZ filament were selected, produced, purified and added to the protein sample prior to structure analysis (X-ray/EM). The introduction of these monobodies increased homogeneity and stability, which improved data quality.

I discussed spectroscopic data of frozen crystals, from which diffraction data was collected<sup>[2]</sup>. The off-line spectrometer is near BL26 and on-line at BL41XU, SPring-8.

The afternoon session continued with a keynote lecture by Prof. Eriko Nango from Tohoku University, Miyagi, Japan. She discussed the newly built NanoTerasu synchrotron in Sendai, Japan's first fourth-generation synchrotron radiation facility ([nanoterasu.jp](http://nanoterasu.jp)). Her talk continued with her group's research on time-resolved protein dynamics using the SACLA X-ray free electron laser (XFEL) facility at SPring-8. She introduced the possibility to study protein dynamics on the nano- to milliseconds timescale. SACLA has a new tape drive system allowing perpendicular X-ray exposure of mixed droplets of microcrystal/reactant for the collection of time resolved data.

Dr. Jaehyun Park introduced the PAL-XFEL facility in Pohang, South Korea, which has a soft and a hard X-ray beam line. In recent years some of the PAL-XFEL microcrystal data was used to design COVID-19 therapeutics. He also presented an apparatus wherein microcrystals are mounted in 2 meters of microtubing in a 2D-array as a static sample device for serial femtosecond X-

ray crystallography (SFX) data collection. This mechanism does not allow study of protein dynamics, but it is a low-sample consumption tool to deliver microcrystals to an SFX beam line without using sample streams and keeping crystals in their own mother liquor stable for months, even after X-ray exposure. They now have a more stable microtubing reeling system<sup>[3]</sup> for SFX.

Prof. Charlie Bond from The University of Western Australia discussed RNA-binding pentatricopeptide repeat (PPR) proteins. An interesting feature of these is that they tend to assemble into infinite helices. However, in the crystals different molecules occupy different asymmetric units (helical disorder). They had to refine the structure as a superposition of different molecules, each with an occupancy of 1/4. Yet, crystals diffracted to 2.0 Å resolution. Upon RNA binding the pitch becomes much shorter, bringing the termini together. They are exploiting this change for the detection of RNA fragments using (single-molecule) Förster resonance energy transfer (FRET).

Eric F. Chen at Thermo Fisher gave a sponsor talk. He discussed their cryo-electron microscopes and application in biology and material science. Recent developments like AI made big leaps, but is still lacking dynamics and ligands. While NMR is a powerful technique, there are some limits due to size and labelling requirements. X-ray crystallography is versatile, but depends on obtaining crystals and unless serial crystallography is used, dynamics are difficult to study. Cryo-EM is becoming more powerful since it can solve structures of different sizes and can be used to study dynamics. Cryo-EM always relied on large molecules; however, recently structures as small as 43 kDa have been solved. ThermoFisher has different cryo-EM platforms and they have aided in the design of new pharmaceutical strategies including drug-antibody adducts, COVID antibodies and tomography. Cryo tomography can be difficult when samples are thick, but recently focused ion beam (FIB) milling has been successful in sample thinning and tomographic data collection. This talk was an ad, but interesting and stimulating nonetheless and may be of interest to people that are less familiar with the currently available EM-applications.

### 3. Lectures Day 2

An interesting special session talk was from Prof. Horst Puschmann from Durham University, UK. He discussed advancements in the field of small-molecule crystallography, starting from Bragg and Dorothy Hodgkin. The first computers, establishment of the CCDC for small-molecule data by Olga Kennard (ccdc.cam.ac.uk), crystallographic software like shelx, improvements using multimodal refinement, wavefunction based methods and recently PhAI, which uses AI to solve the crystallographic phase problem. Prof. Puschmann develops Olex2 ([www.olexsys.org/olex2/](http://www.olexsys.org/olex2/)), which is a software package for the elucidation and refinement of small molecules. He also presented QCR box, which is a new collaborative project to perform quantum crystallography (qubox.org) and announced the charge density meeting in Durham 2025 (icdm10.netlify.app).

The work of Dr. Terukazu Nogi at Yokohama City University, Japan focuses on crystallography and cryo-EM analysis of in-membrane proteases. These enzymes have an interesting mechanism wherein a transmembrane alpha-helix is cleaved by unwinding into a beta-strand, which forms a beta-sheet with the edge strand of the protease.

Prof. Ning Gao at Peking University, China presented their work on the protein matrix network that shapes red blood cells, a pseudo-hexagonal football-net like, flexible mesh. Yet, the authors were able to box out the protein-complex nodes that connect different strands and perform cryo-EM single-particle averaging to 3.2 Å resolution for this 3.6 MDa complex. Structures docked into the map for model building were experimental or from AlphaFold.

Prof Peter Czabotar at The University of Melbourne introduced their lab's design of specific protein-based inhibitors by AI using Rosetta MotifGraft, resulting in binding constants in the nanomolar range, but specificity was improved by yeast display and next-generation sequencing.

Prof. Hui Ying Yang at Singapore University as part of The Energy and Environmental Sustainability (EES) Laboratory gave a plenary talk. This focused on material science and development of new materials for desalination and the production of drinking water and electricity. The goal is net-zero emission and therefore we need new approaches,

such as capacitive deionization (CDI). She discussed CDI, carbon nanofibers, graphene and carbon nanostructures.

Prof. Nei-Li Chan from the National University Taiwan showed an interesting intermolecular interaction between topoisomerase and a ligand, for the design of new drugs against drug-resistant tuberculosis. The interaction was between a halide (Cl) and an alpha-helical backbone carbonyl, called halogen bonding. One would expect Cl to be electronegative and clash; however, Cl on a benzene ring is  $\delta^+$ , making a strong bond with the carbonyl oxygen. An audience member suggested if the benzene is substituted on the *meta*-position as well, this interaction is stronger, which could be interesting in the design and modelling of novel ligand-target interactions.

### 4. Lectures Day 3

Eight young researchers received the Rising Star Award, and gave talks. Hema Kuntrapakam, at the City University New York, USA showed that artificial tripeptides can assemble into complex structures and the order of the amino acids affects their assembly pattern, which I thought interesting.

A sponsored talk of Rigaku by Dr. Christian Göb, Neu-Isenburg, Germany, showed their novel instrument with JEOL, Japan to perform micro-ED. 160° of diffraction data can be collected from (frozen) nm- $\mu$ m crystals.

Dr. Cong Liu at the Chinese Academy of Sciences, Shanghai gave a keynote talk about structures of amyloid fibres. These protein aggregates in the brain are associated with neurodegenerative diseases such as Huntington's, Alzheimer's and Parkinson's. Different types of assemblies are linked to different pathologies. Alpha-synuclein (Parkinson's) is one of their targets, which they study using cryo-EM helical reconstruction. Amyloids display interesting characteristics such as twisting networks of side chain amide interaction (Asn/Gln) or stacking of aromatic side chains (Tyr/Phe/Trp) across a whole fibre. They design small molecules to break up these interactions, preventing filament growth, which could lead to new drugs.

Day 3 concluded with the conference dinner on the top of the KL tower (282 m). With nice food and cultural dances.

## 5. Lectures Day 4 (last day)

An interesting talk was by the invited speaker Prof. Leonard Chavas at Nagoya University, Japan. His lab has an interesting approach to protein crystallization, *in vivo* macromolecular crystallography (ivMX). This is challenging; however, one way is to overexpress and target the protein to specific subcellular compartment, e.g., nucleus, cytoplasm, peroxisome, etc. Inside an organelle the sample may be pure and concentrated enough to yield crystals. Crystals are small, but data can be collected using micro-focus serial *in vivo* crystallography or micro-ED. The ivMX platform is now open to proposals on BINDS<sup>[4]</sup>.

Prof. Fasséli Coulibaly at Monash University, Australia gave a keynote talk entitled "*Crystallogenesi in the age of AI*". AI can generate any structure; however, certain post-translational modifications cannot be predicted by AI, showing that experimental techniques are important. He also mentioned some methods that can help improve the chance of getting diffraction data such as serial crystallography, microcrystal electron diffraction, in chip diffraction, use of dynamic light scattering crystallisation devices and FIB milling lipid cubic phase-embedded crystals for cryo-EM/ED. Also, in their lab they are doing *in vivo* crystallography in e.g., silkworm. Methods to overcome the difficulties in detecting microcrystals include non-linear imaging second harmonic microscopy, on-mesh trypan blue-dyeing and using cell sorters to scan for microcrystals.

The final plenary talk was by Prof. Genji Kurisu at Osaka University, Japan, who is the head the PDBj. The PDB has been shown to be a ground-breaking institution since it was launched in 1971. And no one at the time could have imagined the impact it would have. Deep-learning structure prediction would not have been possible. PDBj, which takes care of all PDB depositions in Asia, is the Japanese arm of the worldwide protein data bank (wwPDB), an offshoot connected to the same infrastructure as the PDB in the USA, the PDBe in Europe and the latest addition the Chinese PDB. There are 228,677 structures, proven invaluable in fundamental biology, biomedicine, bioenergy and more. The PDB contains coordinates and data obtained with NMR, protein crystallography and electron microscopy. The OneDep



Figure 2 View over Kuala Lumpur city from the KL tower.

system reduces biocurator workload and allows a validator to process a 1000 structures per year, resulting in the deposition of fully validated structural data. Many journals require a PDB validation report when submitting a manuscript. New features include updating coordinates while retaining the original ID. Structural data has been proven invaluable during the COVID-19 pandemic. The PDB allowed structures to be deposited while still undergoing validation and optimisation giving researchers a head start to design drugs, antibodies, etc. The wwPDB sees 2 million downloads per day and it is now also on the amazon cloud infrastructure. It is now also possible to deposit raw X-ray data (xrda.pdbj.org) similar to electron microscopy images (ebi.ac.uk/empiar/). The wwPDB celebrated its 53rd birthday in October, this year and Prof. Kurisu's talk showed how valuable the wwPDB is and that it will be around for many years to come.

This concludes AsCA. AsCA2025 will take place in Taiwan with a workshop in Okinawa (AsCA2025.org).

## References

- [1] J. Wojcik, O. Hantschel, F. Grebien, I. Kaupe *et al.*: *Nat. Struct. Mol. Biol.* **17** (2010) 519.
- [2] M. Bokhove, T. Kawamura, H. Okumura, S. Goto *et al.*: *J. Biol. Chem.* **300** (2024) 107289.
- [3] J. Kim, S. Park, Y. Cho, J. Park : *Photonics* **11** (2024) 95.
- [4] L. M. G. Chavas, F. Coulibaly, D. Garriga : *IUCrJ* **11** (2024) 476.

## ***BOKHOVE Marcel***

(公財) 高輝度光科学研究センター 研究プロジェクト推進室  
 生命科学・創薬研究支援基盤グループ  
 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
 e-mail : mbokhove@spring8.or.jp

# 11th Annual Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy Workshop (APXPS 2024) 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 分光推進室  
高木 康多

## 1. はじめに

2024年12月3日(火)～6日(金)の4日間、宮城県仙台市にある東北大学片平キャンパスのさくらホールにて第11回雰囲気制御型光電子分光国際ワークショップ(Ambient Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy Workshop (APXPS2024))が開催された<sup>[1]</sup>。会議の名前となっているAPXPSとは、通常の光電子分光装置(XPS)が真空中での測定が必須であるのに対し、この制限を克服してガス雰囲気下で動作し測定できるようにしたXPS装置の呼び名である。APXPSは2000年前後から開発が活発に進められ、近年では1気圧以上のガス圧力下での測定も可能になっている<sup>[2,3]</sup>。現在では世界各地の放射光施設に導入されるに至り、そのコミュニティでの情報交換と研究の発展を目的に本会議の第1回目のワークショップが2014年にフランスのパリで開催された。その後、このワークショップは毎年12月に世界各地の持ち回りで開催されている。第2回は2015年にアメリカのバークレー、第3回の2016年はイギリスのオックスフォードで開催され、その後、中国の上海、ドイツのベルリン、スウェーデンのルンドと続いた。2020年と2021年はコロナ禍のためオンラインとなったが(主催地はそれぞれ韓国の浦項とアメリカのブルックヘブン)、2022年からは再び対面となりスイスのブルグ、去年の2023年の第10回は台湾の台北で開催され、そして2024年の今回はいよいよ日本の仙台での開催となった。

ワークショップの規模としては、参加者は毎回100人を超える程度であり、4日間で30件を超える講演が行われる。会議はシングルセッションで行われ、APXPSに関する話題が取り上げられる。具体的には新規ビームラインの建設計画や最新の装置開発状況



図1 APXPS2024が開催された東北大学さくらホール講演会場(上)とポスター会場(下)

などの施設側からの報告に加え、APXPSを用いたガス雰囲気環境下や溶液中の固気、固液界面の状態測定など基礎的な物性研究だけでなく、触媒や電気化学反応のオペランド計測の応用分野の報告もあり、近年ではエアロゾルなどの環境科学分野の講演も行われている。本会議は測定装置と手法を軸にしたワークショップであり、取り上げられる話題はAPXPSが測定対象とする広い分野にまたがっており、参加すると普段なじみのない分野の情報を得ることができる面白い会議である。

今回の会議は東北大学の国際放射光イノベーション

ン・スマート研究センター (SRIS) <sup>14</sup>がホストとなった。ご存じのように NanoTerasu が東北大学の青葉山キャンパス内に建設され2024年の春から運転を開始している。APXPS についても東大所有の APXPS 装置がSPring-8のBL07SUから NanoTerasuのBL08Uに移設され稼働している。このような背景もあり、今回の主催に選ばれ、同じ東北大学の片平キャンパス内さくらホールを会場として本会議が開催される運びとなった。また Chair は同センターの山本達准教授と松田巖客員教授 (本務 東大物性研究所) が務められた。筆者自身も現地実行委員会の一員として本会議の準備および運営に関らせていただいた。本稿では通常の研究会報告に加えて、実行委員としての裏方からの視点から合わせて記載したい。

## 2. 会議の概要

本会議では2件の Plenary 講演、8件の Invited 講演、34件の Contributed 講演があり、またポスター講演は38件であった。全日程は4日間であり、初日と2日目の最初に Plenary 講演があり、その後に Invited 講演を挟みながら Contributed 講演が行われた。またポスター講演は初日の夕方に行われた。2日目の夕方に NanoTerasu ツアーがあり、3日目の夜には近くのホテルにてバンケットが開催された。最終日は午前中のみ講演で Closing session を経て閉会となった。本会議の参加者は125名であり、日本に次いで参加者が多い国はドイツ、台湾、韓国でそれぞれ10名ほどだった。

本会議は原則現地での対面式であったが、協賛いただいた物性研にはオンラインでの講演配信を行った。対面に加えオンラインを準備するには手間がかかったが、このオプションが功を奏した点があった。招待講演者のひとりが会議直前に怪我をされ来所が不可能になるアクシデントがあった。しかし、そのような事態にも関わらず講演者が講演を切望され、急遽オンラインでの講演をいただくことができた。このようなことがあるとオンラインと現地のハイブリッドのメリットが現れてくる。ただし、オンラインをトラブルなく完璧に遂行するには時差の問題や設備の準備など多くの手間がかかることも事実であり、運営側がどの程度まで許容して準備するか、オンラインが一般

化してきた今後の研究会ではひとつの検討事項になると考えられる。

本会議はシングルセッションで行われたため口頭講演はすべて図1の上段の写真の部屋で行われた。一方、ポスター発表は下段の写真のさくらホール1階のホールで行われた。また企業展示もポスター発表と同じ場所で行われ、装置開発メーカーが出展していた。また初日午後にスポンサーセッションが設けられ、これら出展企業による口頭講演が行われた。APXPS は装置としてもまだまだ発展の余地があり、企業の方針や開発状況は参加者にとっても関心事であり、このようなセッションが通常講演と同様にプログラム内に用意されていることは個人的には非常に良いことだと思っている。

また、3日目の NanoTerasu ツアーは会場の片平キャンパスからバスで20分ほどの青葉山キャンパスの NanoTerasu に移動し見学するツアーであった。ただし、NanoTerasu が会議参加者のほとんどの100名近い人数がツアーの参加を希望したことで余裕があまりなく、また NanoTerasu が運転期間中でユーザー実験に支障がでる可能性が懸念されたため、NanoTerasu の実験ホールに入らずに見学ホールでの概要説明と一部のビームラインのオンライン中継という形式になった。せっかく新しくできた放射光施設内の見学を期待されてきた参加者には大変申し訳なく思う。その一方で、ビームラインの中継は急遽用意した点もあり進行が早いところもあったが、担当者に直接質問し議論する機会などもあり、多少は満足い

表1 口頭講演セッション名

---

Technical Innovations in Operando Spectroscopy
Technical Update Session I & II
In Situ Observations at GasSolid Interfaces I & II
In Situ Observations on Metals and Alloys
In Situ Observations on Functional Materials
In Situ Observations at LiquidSolid Interfaces
In Situ Observations on Electrocatalyst Surfaces and Interfaces
In Situ Observations during Reactions with Oxygen
In Situ Observations on Catalysts and Electrodes
Real Applications in Environmental Science
In Situ Observations on Metal Oxides

---



ただけたかとも思う。ご協力いただいたビームラインの担当者の方にはこの場を借りてあらためて感謝申し上げます。

口頭講演の各セッションには表 1 に示す 11 の名がつけられていた。このセッション名を見てわかるように分野が多岐にわたり、APXPS が非常に広い分野に応用されていることがわかる。また当然ながら複数のカテゴリーにまたがるような講演も多く、セッションの分類はあくまでも講演の目安程度のものである。なお、本会議はシングルセッションということもあり、参加者は取捨選択することなくこれらすべての講演を聴き、様々なテーマについて触れることになる。これは装置の開発者だけでなくユーザーにとっても新しい発想に繋がるきっかけをえる貴重な機会となったと思う。

### 3. 講演の内容の概略

この節では筆者が聴講し、興味深かった口頭講演について Plenary 講演や Invited 講演を中心に紹介する。APXPS における最近のトピックについて雰囲気は伝わればありがたい。

初日の Plenary 講演では Max Planck Institute の S. DeBeer 氏によるアンモニア合成についての報告があった。ハーバーボッシュ法ではなくタンパク質を用いた合成の研究であり、APXPS だけでなく高分解能 XAS 測定 (HERFD XAS) や発光分光測定 (XES) の結果も交えて総括的にわかりやすく紹介していた。一方、2 日目の Plenary 講演では Osaka University の Y. Morikawa 氏が金属表面での  $\text{CO}_2$  の水素化や CO からのメタノール合成など計算からの分析について報告した。特に密度汎関数理論 (DFT) 計算を機械学習で補完することにより大規模な反応系を高精度で行う方法を紹介しており、APXPS の主たる対象のひとつである反応中の状態分析について、各分子原子レベルで反応を理解するための強力なツールとして重要な成果であると考えられた。

Invited 講演では本会議の Co-chair のひとりである Tohoku University の S. Yamamoto 氏が NanoTerasu およびそこに導入される APXPS 装置について包括的な報告を行った。すでに立ち上がっている BL08U の軟 X 線の APXPS 装置だけでなく BL09U に硬 X 線の APXPS 装置も導入する計画が紹介され

た。これらの NanoTerasu の APXPS 装置については筆者が管理している SPring-8 の装置とともに日本における APXPS 測定の拠点として相互に協力して発展していけると良いと思う。また Lawrence Berkeley National Laboratory の B. S. Mun 氏は  $\text{Pt}_3\text{Ni}$  (111) と  $\text{Pt}_3\text{Co}$  (111) の単結晶金属表面の酸化状態を APXPS と大気圧走査トンネル顕微鏡 (AP-STM) によってオペランド計測しており、表面反応の構造と化学反応を結び付けて分析した結果について報告された。燃料電池触媒などの理解のためにも単結晶表面という well defined な系の探索は重要であると考えられる。University of Innsbruck の J. Kunze-Liebhäuser 氏は実験室の APXPS 装置を用いた電気化学反応のオペランド計測の報告を行った。電気化学計測では電解質の溶液が含まれており、試料の配置には大きな制限がある。今回報告された装置では水平の溶液面に合わせてアナライザーを上方向に設置してビームを斜めから入射することで対応していた。放射光に比べると実験室の Al 線源では強度は弱いだが、そのかわり装置の配置に自由度を活かした測定を行っていた。

Lawrence Berkeley National Laboratory の Ethan J. Crumlin 氏は Advanced Light Source (ALS) の APXPS について総括的に報告した。ALS は初期の頃から APXPS の開発を進めてきた先駆者であり、今回の報告ではテングー領域の APXPS について開発を進めているとのことである。University of Oulu の N. Prisle 氏はエアロゾルの研究について報告した。海面からのエアロゾルの発生に水滴表面の状態が重要であり、その状態を APXPS によって分析している。これまでにない APXPS の適用対象であり、今後の発展に注目したい。

この他 Contribution 講演で興味深かったものをあげると、University of California の S. Nemsak 氏による定在波と APXPS を組み合わせた測定がある。これはそのまま微小角入射 X 線散乱 (GIXS) との測定につながり、電子状態と構造の同時計測となり表面反応の現象を詳細に知るための大きな手段となる。また、dip&pull 法による電気化学の測定の報告も多くあった印象がある。dip&pull 法は電解質の溶液で満たしたビーカーを装置内にいれ、電極を浸したのち引き上げて測定する手法である。SPring-8 や MAX IV の装置ですでに実施されて

いるほかに、現在計画中の SOLARIS の AP-HAXPES のステーションでもターゲットとなる手法として紹介されていた。また実験室ベースの装置での報告もあり、APXPS の対象として電気化学反応の分析の需要が多いことが伺いしれた。ただし、dip&pull 法は安定した測定が非常に難しく、SPring-8 でも実施されているが測定に苦労している。この手法の改善もしくは画期的な電気化学の測定方法の開発が必須であると感じた。新しい技術として、Lund University の A. Shavorskiy 氏は MAX IV での Pt 表面での CO 酸化の時間分解 APXPS 測定を報告した。40  $\mu$ s の時間分解能をもち、表面化学反応において重要な問題である非平衡な時間発展の状態を理解するための手法として今後発展していくと考えられる。

#### 4. おわりに

Closing session では次回 APXPS ワークショップの概要が報告された。APXPS2025 は NSLS II の Brookhaven National Laboratory が主催となり、2025 年 12 月にニューヨーク州で開催される。本会議は毎年の実施であるが、それでも次々に新しいことが報告され、この分野が非常にアクティブなことが実感できる会議である。その波に負けず来年に向けて、我々も日々の研究開発に精進していこうと思う。

#### 参考文献

- [1] <https://apxps2024.jp/>
- [2] S. Yamamoto *et al.*: *Synchrotron Radiation News* **35** (2022) 19-25.
- [3] 高木康多、横山利彦：日本放射光学会誌 **35** (2022) 191-199.
- [4] <https://www.sris.tohoku.ac.jp/>

#### 高木 康多 TAKAGI Yasumasa

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 分光推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0833  
e-mail : ytakagi@spring8.or.jp

# フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 第14回研究発表会

フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体  
代表 小池 淳一郎  
運営委員長 秋葉 勇  
運営副委員長・広報委員 山本 勝宏

## 1. はじめに

フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体 (FSBL) は第14回研究発表会を2025年1月14日～15日の2日間に亘り、アリストンホテル神戸16F (バルセロナ) およびZoomのハイブリッド形式にて開催した。

FSBLは、ソフトマターの分野で日本を代表する企業と大学によって、放射光利用によるソフトマターの研究開発の発展を目指して結成された連合体である。

(国研)理化学研究所と(公財)高輝度光科学研究センターの多大なご協力のもと大型放射光施設SPring-8のBL03XUに、日本で初めてのソフトマター研究開発専用ビームラインが設置された。2010年4月より供用を開始し、2019年に9月に第1期の活動を終了した。現在、FSBLは2019年10月より第2期となり、その最後の年となる。2025年度は第3期がスタートとなり今後も活動を続けていく。これらの活動により創出された研究成果を、広く一般に発表するとともに、参加メンバー間での情報を共有し、さらに効果的かつ高度な成果を輩出するため、年に1回研究発表会を開催している。

昨年に引き続き、全15グループの研究発表を2日間での開催で行った。また、最新の高速・積分型検出器CITIUSに関する特別講演、SPring-8を活用した高分子構造解析に関する特別講演をそれぞれ実施した。以下にその概要を示す。

## 2. 開会の挨拶

FSBL代表 小池淳一郎 (DIC株式会社) より、研究発表会の開会が宣言され、4名の来賓よりご挨拶を頂

戴した。

まず、文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課の野田浩絵課長より、NanoTerasuの運用が開始されたことに触れ、今後ますます官民パートナーシップを活用して産学連携を推進し、さらにはSPring-8-IIとの相補的利用や利用者層の拡大が進むことへの期待が述べられた。続いて、(国研)理化学研究所 放射光科学研究センターの矢橋牧名グループディレクター (石川センター長代理) から、SPring-8-IIのアップグレードを見据え、放射光施設のポートフォリオを基にユーザー目線での展開への期待が語られた。また、2025年度から始まるFSBL第3期の新しい運営体制の下で、社会に対してインパクトのある活動への期待が語られた。さらに、(公財)高輝度光科学研究センターの雨宮慶幸理事長からは、FSBL設立初期のプレーヤーとしての活動を振り返り、後半には施設側からFSBLを通じて産学連携の先駆者としての役割を果たしてきたことが述べられた。第3期に向けて、専用ビームラインから理研ビームラインへの移行とともに、世代交代によるさらなる活性化が期待されるとのメッセージがあった。最後に、FSBL企画戦略アドバイザーで(一社)光科学イノベーションセンターの高田昌樹理事長から、プラスチックの強化、資源化、循環化における放射光の重要な役割について言及された。NanoTerasuやSPring-8-IIを評価拠点とした活動、そして産学連携体としての更なる発展が期待されている旨のご挨拶があった。引き続きFSBL運営委員会委員長 秋葉勇(北九州市立大学)より、FSBLの概要、沿革、最近の活動についての紹介が行われた。これまでの活動をベースに、2025年度からの第3期FSBL

へ向けて、さらに発展的な活動をするため、メンバー一丸となって取り組む決意が述べられた。

### 3. 講演会第1部

FSBL 副代表の船城健一（東洋紡株式会社）を座長として、研究発表会・講演会第1部が開始された。まず、特別講演として、(国研) 理化学研究所 放射光科学研究センターの初井宇記先生から「次世代 X 線画像検出器 CITIUS とそのデータ解析」についてご講演いただいた。ご講演では、CITIUS 検出器の計測原理に始まり、超高ダイナミックレンジなど新しい機能、データ処理方法、そして、そして実験での活用例を交えた内容についての報告があり、FSBL での活用に対する期待が高まった。引き続き、デンソーグループより「X 線光子相関分光法による延伸条件下における熱可塑性高分子のダイナミクス評価」、そして三菱ケミカルグループより「リオトロピッククロモニク液晶 (LCLC) の乾燥過程における構造形成機構解析」についての報告が行われた。

### 4. 講演会第2部

FSBL 広報委員の蟹江澄志（東北大学）を座長として、「SPring-8-II について」というテーマで、理化学研究所 放射光科学研究センターの矢橋牧名先生から SPpring-8-II 高度化プロジェクトに関する講演が行われた。このプロジェクトは、第4世代放射光源として硬 X 線領域で世界最高クラスの輝度と安定性を実現しつつ、施設全体の大幅なグリーン化を推進することを目指している。2027 年度後半から 1 年間のシャットダウン期間を経て、2029 年度からの利用運転開始が予定されている。矢橋先生は、この「未来予測の科



写真1 特別講演① 初井宇記先生

学」の基盤を築く本プロジェクトの進捗状況と今後の計画について紹介された。引き続き、4つのFSBLメンバーより、研究発表が行われた。横浜ゴムグループより「時分割超小角 X 線散乱法を用いた SBR 中 silica の分散状態に関する研究」、東レグループより「オートエンコーダーを用いた時分割小角 X 線散乱の解析」、住友ベークライトグループ「触媒硬化型エポキシ樹脂の架橋ネットワーク構造形成メカニズムの解析」、帝人グループ「X 線光子相関分光法によるウレア系硬化剤を含むエポキシ樹脂のダイナミクス評価」の報告が行われた。

研究発表会第1日目のプログラムは以上となり、FSBL 学術諮問委員長 金谷利治先生（京都大学名誉教授）より、FSBL の将来への発展を祈念する旨閉会のご挨拶を頂戴し、FSBL 運営副委員長 藤原明比古（関西学院大学）より1日目の閉会の言葉をいただいた。

### 5. 懇親会

1日目のプログラム終了後、アリストンホテル神戸（15F アンダルシア）で懇親会を開催した。38名の参加者となり、FSBL メンバー間のみならず、施設側の参加者との交流も活発に行うことができた。



写真2 FSBLメンバーの発表（東レグループ）



写真3 懇親会

## 6. 講演会第3部

研究発表会2日目は、FSBL 運営委員長 秋葉勇（北九州市立大）より開会の宣言を行い、講演会第3部からスタートした。

広報委員 西辻祥太郎（山形大学）を座長とし、DICグループより、「電解質存在下における乳化剤ミセルの構造評価」、先進研究を目指すプログラムであるアドバンスビームタイム利用課題成果発表として竹中幹人先生（京都大学 化学研究所）より「SAXS による高せん断下における溶媒中の高分子鎖の変形の可視化」、住友ゴムグループより「USWAXS-CT 法を用いたフィラー充填ゴムの一軸延伸下でのフィラーと分子鎖の配向分布評価」、クラレグループより「水/グリセロール混合分散媒中の親水性フェームドシリカの粒子凝集状態とせん断増粘挙動」について報告が行われた。

休憩をはさんだ後、特別講演として、神戸大学大学院工学研究科の西野孝教授から「SPring-8 で調べた高分子力学物性」というテーマでご講演をいただいた。ご講演では、SPring-8 を利用するきっかけや研究の歴史について触れ、特にマイクロビーム X 線回折を用いて異種高分子界面の構造と接着性の相関解明を目指す研究、分子鎖軸方向の結晶弾性率の評価、単繊維を用いた回折実験などについて紹介された。また、SPring-8 の工事着工から現在に至るまでの30年にわたる研究の歩みも振り返られた。

## 7. 講演会第4部

広報委員 鳥飼直哉（三重大学）を座長とし、旭化成グループより「高分子微粒子フィルムの力学特性とナノスケール構造の相関」、三井化学グループより「コントラスト変調小角 X 線散乱による結晶構造と架橋網目構



写真4 特別講演会② 西野孝教授

造の分離解析」、東洋紡グループより「SAXS-CT 法を用いた UHPE 繊維内部のナノスケール構造分布評価」の報告が行われた。

## 8. ポスター発表

FSBL メンバー15社より16件のポスター発表による報告が行われた。ポスター発表は現地会場でのみの実施とし、発表者は2組に分かれ、ポスター発表時間を前半と後半に分けて開催した。

## 9. 講演会第5部

引き続き、FSBL 広報委員 山本勝宏（名古屋工業大学）を座長とし、関西学院大学グループより「マイクロビーム X 線を用いたヒト毛髪内の水の動きの分析手法の開発」、住友化学グループより「角度分解 X 線散乱を用いたポリオレフィンフィルムの三次元構造解析」の報告が行われた。

以上を以て、すべての発表が終了した。

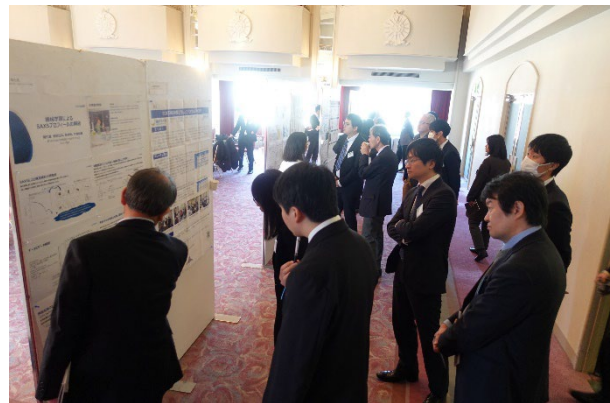


写真5 ポスター発表

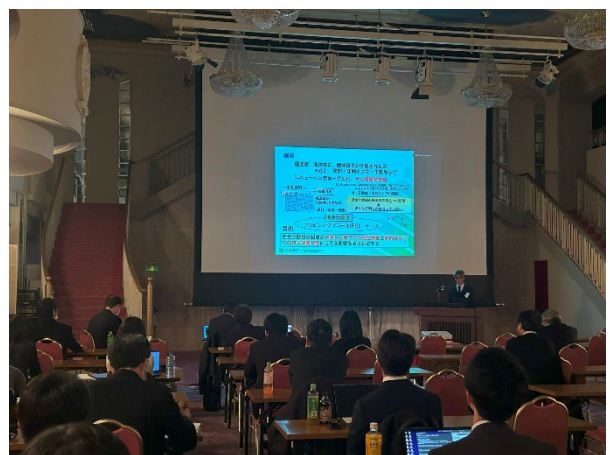


写真6 FSBL メンバーの発表（クラレグループ）

## 10. 総括

FSBL 堀江賞選定委員会・産学連携将来高度化委員長 田代孝二（豊田工業大学名誉教授）より、いくつか提言をいただいた。田代委員長は、研究者として最も重要な視点を見失わず、基本に立ち返って真摯に研究に取り組むべきであると述べられた。また、メンバー同士で議論を交わし、新しい研究テーマを創出することが重要だと強調された。引き続き FSBL が活発に活動を進め、多くの成果を生み出すことを祈念するという総括の言葉をいただいた。

## 11. 閉会の挨拶

FSBL 学術諮問委員の西敏夫（東京大学・東京工業大学名誉教授）から、強い日本を取り戻すためには、材料開発においてコストダウンではなく、付加価値を高める視点で取り組むべきだという提言があった。また、高付加価値材料の創出において、FSBL や放射光施設をますます活用していくことを期待する旨、閉会の挨拶をいただいた。

## 12. まとめ

今回は、第2期の最終年度であり、その集大成と新たな出発を意味して、FSBL 発足時の第1回開催に倣い、2回目の大学外での研究発表会の開催となった。今回もハイブリッド形式で実施され、現地参加者 53 名、オンライン参加者 85 名、合計 138 名が参加し、FSBL の活動を広く報告することができた。懇親会を通じて、FSBL メンバー間での情報交換や、施設側（理研）との今後の活動についての意見交換も行われた。

## 謝辞

FSBL 第14回研究発表会は、下記の14団体より協賛をいただいた。深く感謝申し上げる次第である。

- ・ (国研) 理化学研究所 放射光科学研究センター
- ・ (公財) 高輝度光科学研究センター
- ・ (一財) 光科学イノベーションセンター
- ・ (一財) 総合科学研究機構 中性子科学センター
- ・ (公社) 高分子学会
- ・ (一社) 繊維学会
- ・ (一社) 日本ゴム協会
- ・ (公社) 日本化学会

- ・ 日本中性子科学会
- ・ 日本放射光学会
- ・ 産業用専用ビームライン建設利用共同体(サンビーム共同体)
- ・ 京都大学産官学連携本部電気自動車用革新型蓄電池開発(京大ビームライン)
- ・ (株) 豊田中央研究所(豊田ビームライン)
- ・ (公財) ひょうご科学技術協会(兵庫県ビームライン)

小池 淳一郎 KOIKE Junichiro

秋葉 勇 AKIBA Isamu

山本 勝宏 YAMAMOTO Katsuhiko

フロンティアソフトウェア開発専用ビームライン産学連合体  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
e-mail : fsbl-office@fsbl-spring8.org

## 2025A 期 SACLA 利用研究課題の採択について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用推進部

高輝度光科学研究センター（JASRI）の SACLA 利用研究課題審査委員会（SACLA PRC）において、SACLA の供用運転開始以降第 26 期目に当たる 2025A 期（2025 年 4 月～2025 年 7 月）の利用研究課題応募 72 課題を審査しました。

さらに、当該審査結果について SACLA 選定委員会の意見を聴き、JASRI として 44 課題を採択しました。

### 1. 募集、審査及び採択等の日程

2025A 期の課題募集、審査及び採択は、以下のスケジュールを経て行われました。

(2024 年)

9 月 30 日 ホームページで募集案内公開

11 月 6 日 応募締切

～この間、審査基準に即した各課題の個別審査を実施～

12 月 17 日 第 28 回 SACLA PRC（総合審査）

(2025 年)

1 月 8 日 第 31 回 SACLA 選定委員会（審査結果の意見聴取）

1 月下旬 JASRI として採否決定、結果通知

4 月上旬 2025A 期利用開始予定

### 2. 応募、採択及びビームタイム配分状況

2025A 期の応募課題数は 72、採択課題数は 44 でした。また応募課題は全て一般課題／成果非専有利用でした。ビームライン別・申請者所属別の応募・採択課題数を表 1 に、採択された課題の要求シフト数および配分シフト数を表 2 に示します。

採択 44 課題に対しビームタイムは計 257.5 シフト（1 シフト＝12 時間）が配分されました（フィジビリティチェックビームタイム（FCBT）0.5 シフトを含む）。配分シフト数を含む採択 44 課題の一覧は、以下の Web サイトに掲載しています。

#### ◆ SACLA User Information

> SACLA Guide > 採択課題／実施課題

> 採択課題一覧 > 2025A

[http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla\\_approved\\_proposal\\_2025a\\_j.pdf](http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla_approved_proposal_2025a_j.pdf)

表 1

(単位：課題数)

ビームライン	産業界		大学等 教育機関		国公立試験 研究機関等		海外機関		合計		採択率
	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	
BL1	0	0	3	1	0	0	5	5	8	6	61%
BL2/BL3	0	0	23	15	9	7	32	16	64	38	
合計	0	0	26	16	9	7	37	21	72	44	

表 2

(単位：シフト数)

課題種	A			B			C			C/A 配分率 (採択配分/ 応募要求)	C/B 配分率 (採択配分/ 採択要求)
	応募課題 (72 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (44 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (44 課題) の 全配分シフト数	応募課題 (72 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (44 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (44 課題) の 全配分シフト数	応募課題 (72 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (44 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (44 課題) の 全配分シフト数		
一般課題（成果非専有）	463	293.5	257.5	463	293.5	257.5	463	293.5	257.5	56%	88%
一般課題（成果専有）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計	463	293.5	257.5	463	293.5	257.5	463	293.5	257.5	56%	88%

なお、成果を公表しない成果専有課題のうち、定期的な募集の締切によらず随時応募・受付される時期指定課題利用制度を 2016B 期より導入しています。また、成果を公表する成果非専有課題のうち、公共的かつ緊急性を有する極めて重要な研究を対象とした緊急課題制度を 2020A 期より導入しました。当該課題は、いずれも基本的に利用期中に申請・審査のうえ実施されることから、申請・実施があった場合は、利用期終了後に結果として応募課題数・採択課題数に追加されます。

公益財団法人

高輝度光科学研究センター 利用推進部

TEL : 0791-58-0961

e-mail : sacla.jasri@spring8.or.jp



## 2025B 期 SPring-8 利用研究課題募集について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

2025B 期 SPring-8 利用研究課題の募集を開始します。募集対象の課題種や申請の際の注意事項等の詳細につきましては、下記、SPring-8 User Information HP 上の「現在募集中の SPring-8 利用研究課題」よりご確認ください。

■ 現在募集中の SPring-8 利用研究課題

(<https://user.spring8.or.jp/?p=22799>)

2025B 期 SPring-8 利用研究課題の各課題種の応募締め切り時期は次の通りです。

- ・ 大学院生提案型課題（長期型）  
2025 年 5 月中旬
- ・ 成果公開優先利用課題、成果専有課題、測定代行課題（定期募集）  
2025 年 5 月下旬
- ・ 一般課題、大学院生提案型課題  
2025 年 6 月中旬

<特記>

1. 緊急・特別課題、成果専有時期指定課題（時間単位利用を含む）、測定代行課題は、随時募集しています。
2. 年 6 回募集ビームライン（BL01B1、BL02B1、BL02B2、BL09XU、BL13XU、BL14B2、BL15XU、BL16XU、BL19B2、BL46XU）および測定代行課題（定期募集）における 2025B 第 II 期および第 III 期の課題募集は HP 上（<https://user.spring8.or.jp/?p=22799>）で適時ご案内します。
3. 成果公開優先利用課題の 1 年課題の次回募集は 2026A 期の予定です。

初めて SPring-8 の利用をお考えの方は、申請の前に以下の Web サイトをご確認ください。

■ 初めて利用申請を考えている方へ

(<https://user.spring8.or.jp/?p=18832>)

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961  
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp

## 2025B 期 SACLA 利用研究課題の募集について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

利用推進部

2025B 期 SACLA 利用研究課題の募集期間は以下を予定しています。

■ 一般課題（成果非専有利用、成果専有利用とも）

募集期間：2025 年 4 月中旬から 2025 年 5 月下旬（予定）

課題の申請や、申請の際の注意事項等の詳細につきましては、SACLA Web サイト (SACLA User Information) 上の、SACLA Guide > 利用制度／募集案内 > 現在募集中の利用研究課題等 (<https://sacra.xfel.jp/?p=10944>) よりご確認ください。

なお、定期募集以外では、時期指定課題（成果を公表しない成果専有利用）の申請も随時受け付けています。申請された時期指定課題は順次迅速に審査されます（ビーム使用料は通常の成果専有利用の 5 割増しとなります）。

また、緊急課題の申請も随時受け付けています。

各々詳細につきましては、上記リンクよりご確認ください。

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961  
e-mail : [sacra.jasri@spring8.or.jp](mailto:sacra.jasri@spring8.or.jp)

## 2025B 期 SACLA 試験利用の募集について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

利用推進部

2025B 期 SACLA 試験利用の募集期間は以下を予定しています。SACLA 試験利用は、今後の科学的価値の高い実験の実施を目指して、予め SACLA を試験的に利用していただくものです。

募集期間：2025 年 4 月中旬から 2025 年 5 月下旬（予定）

SACLA 試験利用の申請や、申請の際の注意事項等の詳細につきましては、SACLA Web サイト（SACLA User Information）上の、SACLA Guide > 利用制度／募集案内 > 現在募集中の利用研究課題等（<https://sacra.xfel.jp/?p=10944>）よりご確認ください。

なお、SACLA 試験利用は、利用研究課題との併願も可能です。

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961  
e-mail : [sacra.jasri@spring8.or.jp](mailto:sacra.jasri@spring8.or.jp)

## SPring-8 運転・利用状況

国立研究開発法人理化学研究所  
放射光科学研究センター

### ◎2024年9月～12月の運転実績

SPring-8 は9月20日から12月13日までセベラルバンチ運転で第4サイクルの運転を実施した。

第4サイクルでは、SR RF D-st.空洞出口温度異常による停止等があったが、全体としては順調な運転であった。総放射光利用運転時間（ユーザータイム）内での故障等による停止時間（down time）は、第4サイクルは約0.1%であった。

#### 1. 装置運転関係

##### (1) 運転期間

第4サイクル (9/20 (金) ～12/13 (金))

##### (2) 運転時間の内訳

第4サイクル  
 運転時間総計 約2,017時間  
 ①装置の調整及びマシンスタディ等 約265時間  
 ②放射光利用運転時間 約1,750時間  
 ③故障等による down time 約1時間  
 ④フィリング変更時間 約1時間  
 総放射光利用運転時間(ユーザータイム = ② + ③ + ④)に対する down time の割合(\*1) 約0.1%

##### (3) 運転スペック等

第4サイクル (セベラルバンチ運転)

- ・203 bunches (A)
- ・406 × 11/29-bunches + 1 bunch (H) (\*2)
- ・11 bunch train × 29 (C)
- ・1/14 filling + 12 bunches (F)
- ・4/58 filling + 53 bunches (G)
- ・203 bunches (A)
- ・203 bunches (A)
- ・4 bunch train × 84 (B)
- ・入射は電流値優先モード (2～3分毎 (マルチバンチ時)もしくは20～40秒毎(セベラルバンチ時))

のSACLA入射、Top-Upモードで実施。  
 ・蓄積電流 8 GeV、～100 mA

#### (4) 主な down time の原因

- ・SR RF D-st.空洞出口温度異常によるアボート (グラフィックレコーダー故障)

#### 2. 利用関係 (JASRI 利用推進部 集計)

##### (1) 放射光利用実験期間

第4サイクル (9/25 (水) ～12/12 (木))

##### (2) ビームライン利用状況

稼働ビームライン

共用ビームライン	26本
専用ビームライン	13本
理研ビームライン	16本

第4サイクル (暫定値)

共同利用研究実験数	1,041件
共同利用研究者数	4,370名
専用施設利用研究実験数	323件
専用施設利用研究者数	1,247名

### ◎2024年12月～2025年1月の運転実績(停止期間)

SPring-8 は12月14日から1月16日まで冬期点検調整期間とし、加速器やビームラインに係わる機器の改造・点検作業、電気・冷却設備等の機器の点検作業を行った。

(冬期点検調整期間中の主な作業)

#### (1) 蓄積リング関係

- ・電磁石運転前連続通電作業 (1/14～)
- ・電磁石、電磁石電源等定期点検 (通電作業)
- ・QA 電源不具合調査 (通電作業)
- ・電磁石系機器インターロック試験 (通電作業)

- ・ CRAB 交換/NEG 活性化 (セル 27,28)
- ・ PDAB1 大気開放 (セル 21)
- ・ Kly ソケット油漏れ補修/高電圧試験 (A-st.)
- ・ Kly 室 MLP (瞬時停電保護装置) 取付 (全 st.)
- ・ MTCA リセット機能追加 (B,C,D/位相調整室)
- ・ 制御計算機関連作業 (運転端末更新、調整等)
- ・ データベース関連作業 (信号登録、メンテナンス等)
- ・ 機器制御関連作業 (ID15,21 電磁石電源機器交換等)
- ・ ID21 関連作業 (真空作業)
- ・ ID40 架台搬出,搬入設置作業 (IVU-II)
- ・ ID 関連作業 (セル 46 真空作業)
- ・ BL21XU/FE 整備作業 (真空、トラッカー作業)
- ・ FE 駆動系検査 (BL37XU~BL47XU)
- ・ BL 改造工事 (BL11XU,40XU)
- ・ BL 新設工事 (BL21XU 関連)
- ・ BL 関連作業 (LN2、ハッチ内作業等)
- ・ 光学系・輸送チャンネル関係作業
- ・ LN2 供給設備・整備計画  
環状 VJP 接続 (CE-C,D 棟)  
環状 VJP 分割作業 (A/B-C/D)
- ・ SPring-8-II 測量用基準点設置 (収納部)
- ・ SPring-8-II 基準点測量作業 (収納部)
- ・ LED 更新 (収納部/C ブロック)
- ・ その他作業及び定期点検等

## (2) ユーティリティ関係

- ・ 電気設備保守点検及び整備作業
- ・ 冷却水設備保守定期点検及び整備作業
- ・ 冷却設備モード切替 (夏→冬)
- ・ 純水製造装置配管修理 (A,B,C,D)
- ・ タンク水位計試行 (L2 系統/A,B,C,D)
- ・ 空調用設備保守点検及び整備作業
- ・ FCU 更新 (収納部/A ブロック)
- ・ 天井クレーン月次点検作業
- ・ 消防設備等点検 (非常用放送設備等)

## (3) 安全管理関係

- ・ 運転停止後の残留サーベイ (12/13)
- ・ 特例区域設置 (12/14~1/16)
- ・ 放射線モニタ定期点検

## (4) その他

- ・ 空調機等間引き運転 (長期停止期間節電対策)
- ・ 冷却水設備停止 (長期停止期間節電対策)
- ・ 施設建屋、外構関連小工事等
- ・ 自動火災報知設備感知器更新 (実験ホール)
- ・ 中尺ビームライン実験施設実験棟 II 建築工事  
(2025 年 11 月末竣工予定)

## ◎2025 年 1 月~2 月の運転予定

SPring-8 は 1 月 17 日から 2 月 15 日までセベラルバンチ運転で第 5 サイクルの運転を予定している。  
第 5 サイクルの運転実績については次号にて掲載する。

## ◎今後の予定

2 月 16 日から 4 月 2 日まで年度末点検調整期間とし、加速器やビームラインに係わる機器の改造・点検作業、電気・冷却設備等の機器の点検作業を行う予定である。

2025 年度の加速器運転 (第 1 サイクル) は 4 月 3 日からを予定している。

(\*1) down time の割合に④フィリング変更時間は含まない。

(\*2) BBF トラブルにより、2024/10/11 16:20~10/21 10:00 の間は、シングルバンチ部の電流値を 5.0 mA から 4.5 mA に変更して運転。

論文発表の現状

公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部

年別査読有り論文発表等登録数 (2024年12月31日現在)

SPRING-8

Beamline Name		Public Use Since	~2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS I	1997.10	797	87	94	82	86	104	94	87	67	62	1560	
		Technical Journal		1										1	
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	284	44	40	30	48	55	60	42	45	44	1	693
	BL02B2	Powder Diffraction	1999. 9	895	95	80	75	80	114	77	97	79	75		1667
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	268	16	15	17	17	13	12	14	9	19		400
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999. 9	345	43	30	42	41	64	34	57	29	39	2	726
		Technical Journal		1					1						2
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	214	16	16	14	11	18	25	17	5	13		349
	BL09XU	HAXPES I	1997.10	184	16	19	28	14	11	14	13	17	25		341
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	434	30	28	26	34	33	23	28	19	29		684
	BL13XU	X-ray Diffraction and Scattering I	2001. 9	233	35	28	32	34	33	24	26	30	40	2	517
	BL14B2	XAFS II	2007. 9	278	53	58	67	81	87	76	71	70	67	1	909
		Technical Journal		3				1	3						7
	BL19B2	X-ray Diffraction and Scattering II	2001.11	419	63	70	60	58	62	59	36	44	38		909
		Technical Journal		5			2	1	1						9
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999. 9	329	26	28	32	29	40	28	34	22	25		593
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001. 9	315	37	34	31	44	35	44	34	40	31	1	646
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998. 4	405	19	25	20	24	30	23	21	23	17		607
		Technical Journal		2											2
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998. 5	432	36	27	26	16	42	19	20	20	16		654
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999. 9	181	19	25	20	17	27	15	17	17	14		352
	BL35XU	Inelastic and Nuclear Resonant Scattering	2001. 9	138	15	15	14	8	21	17	14	15	9	1	267
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	229	30	29	29	26	33	22	21	23	22	2	466
		Technical Journal		1											1
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	668	66	48	38	41	35	30	15	11	16		968
	BL39XU	X-ray Absorption and Emission Spectroscopy	1997.10	278	24	30	20	19	29	22	18	16	23		479
	BL40B2	SAXS BM	1999. 9	604	60	54	56	64	54	69	58	59	54	1	1133
		Technical Journal		2					1						3
	BL40XU	High Flux	2000. 4	210	42	30	35	52	30	41	31	28	30	1	530
		Technical Journal						1							1
BL41XU	Macromolecular Crystallography I	1997.10	1035	80	72	70	57	66	42	21	13	9		1465	
BL43IR	Infrared Materials Science	2000. 4	126	14	23	10	21	29	21	24	19	21		308	
BL46XU	HAXPES II	2000.11	259	50	52	44	55	45	66	47	47	29		694	
	Technical Journal			1	1			1						3	
BL47XU	Micro-CT	1997.10	378	30	37	29	33	34	22	31	26	20	2	642	
	Technical Journal				1									1	
Public Use at Other Beamlines	BL05XU	R&D-ID I	2017. 4				3	7	9	9	2	5	5	40	
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I (1999. 3 - 2012. 2)		13										13	
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II (1998. 4 - 2012. 2)		48										48	
	BL15XU	WEBRAM (2002. 9 - 2012. 2)		35										35	
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005. 9	49	2	3	5	8	6	4	4	5	3	1	90
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002. 9	7	2	5	7	2	3	8	1	5	2		42
	BL22XU	JAEA Actinide Science I (2004. 9 - 2012. 2)		6											6
	BL23SU	JAEA Actinide Science II (1998. 6 - 2012. 2)		53					1	1					55
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009. 4	30	19	19	29	30	37	26	25	13	14		242
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009. 4	22	11	9	7	9	7	1	3	4	4		77
		Technical Journal			1										1
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002. 9	15	2	2	3		1			1	2		26
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	46	8	17	18	18	14	8	6	6	2		143
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics	2020. 8								2				2
BL44B2	RIKEN Materials Science I	1998. 5	14	6	5	2	6	7	4	6	5	9		64	
BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	128	20	11	7	16	24	26	20	25	16		293	
Subtotal				10404	1116	1078	1028	1106	1253	1066	963	862	844	15	19735

Beamline Name		Public Use Since	~2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	73	17	23	9	19	21	14	12	21	17	226	
		Technical Journal		152	33	31	28	28	34	24	27	19		376	
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	(2009.11 - 2022.8)	47	19	19	16	21	13	15	18	8	9		185
		Technical Journal						1	2						3
	BL08B2	Hyogo BM	2005. 9	26	6	11	5	7	13	10	10	7	1		96
		Technical Journal		33	4	4	1	3		1	1	2			49
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		133	20	20	16	20	14	20	10	11	19		283
	BL12B2	NSRRC BM	2001. 9	240	38	34	37	48	33	27	14	6	9		486
	BL12XU	NSRRC ID	2003. 2	118	18	25	19	28	30	15	16	12	17		298
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		182	17	23	22	21	26	27	26	22	22		388
	BL15XU	WEBRAM	(2001. 4 - 2021. 9)	406	62	58	54	49	55	40	33	17	10		784
	BL16B2	SUNBEAM BM	(1999. 9 - 2024. 3)	68	10	9	6	10	12	21	19	11	6		172
		Technical Journal		57	15	21	15	11	8	7	5	11	5		155
	BL16XU	SUNBEAM ID	(1999. 9 - 2024. 3)	51	11	9	9	17	20	23	20	17	11		188
		Technical Journal		67	21	18	12	8	10	6	4	7	4		157
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		129	14	15	26	25	18	27	27	21	25		327
		Technical Journal									1				1
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		260	26	16	24	23	28	19	21	12	5		434
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	162	5	6	8	2	13	12	12	15	9		244
		Technical Journal		27	1	4		1	1	1		1			36
	BL28XU	Advanced Batteries	2012. 4	17	5	6	4	8	11	7	5	1	9	1	74
		Technical Journal							1						1
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10	1	3	2	1	3	2		1		1		14
	BL32B2	Pharmaceutical Industry	(2002. 9 - 2012. 3)	28					1		1	1			31
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	(2000.10 - 2023.3)	61	2	3	5	2	1	1					75
	BL33XU	TOYOTA	2009. 5	22	10	16	6	9	19	17	12	19	13		143
Technical Journal			19	4	1									24	
BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell	(2013. 1 - 2020. 3)	14	7	12	15	8	11	4	7	9	5		92	
BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000.2	535	61	67	61	67	71	62	46	39	23		1032	
Subtotal			2573	351	374	343	387	412	361	310	249	211	1	5572	
RIKEN Beamlines	BL05XU	R&D-ID I		5					1	2		2		10	
	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		103	8	5		1	8	4	1	5	2	137	
	BL19LXU	SR Physics		131	5	6	1	4	1	2		2	1	153	
	BL26B1	Structural Genomics I		208	8	7	6	5	1	1	2		2	240	
	BL26B2	Structural Genomics II		147	9	25	9	5	5		2	2		204	
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		214	15	9	8	4	7	4		3	4	1	269
	BL32XU	Targeted Proteins		45	19	9	11	6	6	6	4	1	1		108
	BL38B2	Diagnosis Beamline I		2											2
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics		2	1				2						5
	BL44B2	Materials Science I		291	17	18	14	10	3	2	2	3	6		366
	BL45XU	Structural Biology I		233	13	8	7	2	11	4					278
Subtotal			1381	95	87	56	37	44	24	13	16	18	1	1772	

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	~2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
	BL1	SXFEL	2016. 3				7	6	9	10	5	9	6	1	53
BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012. 3	79	48	43	34	51	62	57	57	47	30		508	
Hardware / Software R & D				659	46	53	49	35	26	15	20	12	10	1	926
NET Sum Total				13261	1475	1459	1345	1420	1593	1378	1250	1059	940	13	25193
Technical Journal				337	74	71	54	49	53	34	38	35	7		752

査読有り論文発表等：査読有りの原著論文、査読有りのプロシーディングと博士論文、SPring-8/SACLA 利用研究成果集

Technical Journal：JASRI が認定した企業等の公開技術報告書

NET Sum Total：実際に登録されている件数（本表に表示していない実験以外に関する文献を含む）

複数ビームライン（BL）からの成果からなる論文はそれぞれのBLでカウントし、共用・専用・理研の変更があった次のBLについては、変更前のカテゴリに含めた。

BL07LSU、BL15XU、BL16XU、BL16B2、BL32B2、BL33LEP、BL36XU、BL38B1（以上、現理研BL）、BL45XU（現共用BL）

このデータは論文発表等登録データベース（<https://user.spring8.or.jp/ui/search/publication2/>）に2024年12月31日までに登録されたデータに基づいており、今後変更される可能性があります。

・SPring-8またはSACLAでの成果を論文等にする場合は必ずBL名および課題番号の記述を入れて下さい。

成果発表出版形式別登録数 (2024年12月31日現在)

Spring-8

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS I	1997.10	1561	66	90	1717
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	693	14	32	739
	BL02B2	Powder Diffraction	1999. 9	1667	42	86	1795
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	400	7	50	457
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999. 9	728	13	62	803
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	349	10	49	408
	BL09XU	HAXPES I	1997.10	341	15	37	393
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	684	22	61	767
	BL13XU	X-ray Diffraction and Scattering I	2001. 9	517	19	41	577
	BL14B2	XAFS II	2007. 9	916	11	40	967
	BL19B2	X-ray Diffraction and Scattering II	2001.11	918	49	95	1062
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999. 9	593	93	93	779
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001. 9	646	106	164	916
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998. 4	609	15	61	685
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998. 5	654	21	39	714
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999. 9	352	17	25	394
	BL35XU	Inelastic and Nuclear Resonant Scattering	2001. 9	267	5	14	286
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	467	24	52	543
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	968	11	66	1045
	BL39XU	X-ray Absorption and Emission Spectroscopy	1997.10	479	17	80	576
	BL40B2	SAXS BM	1999. 9	1136	15	122	1273
	BL40XU	High Flux	2000. 4	531	26	73	630
	BL41XU	Macromolecular Crystallography I	1997.10	1465	4	103	1572
	BL43IR	Infrared Materials Science	2000. 4	309	15	64	388
BL46XU	HAXPES II	2000.11	697	21	47	765	
BL47XU	Micro-CT	1997.10	643	93	139	875	
Public Use at Other Beamlines	BL05XU	R&D-ID I	2017. 4	40			40
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I	(1999. 3 - 2012. 2)	13	2	2	17
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II	(1998. 4 - 2012. 2)	48	1	11	60
	BL15XU	WEBRAM	(2002. 9 - 2012. 2)	35	19	7	61
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005. 9	90	1	29	120
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002. 9	42		5	47
	BL22XU	JAEA Actinide Science I	(2004. 9 - 2012. 2)	6			6
	BL23SU	JAEA Actinide Science II	(1998. 6 - 2012. 2)	55	4	15	74
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009. 4	242		9	251
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009. 4	78		11	89
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002. 9	26		1	27
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	143		5	148
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics	2020. 8	2			2
	BL44B2	RIKEN Materials Science I	1998. 5	64		4	68
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	293	5	20	318
Subtotal			19767	783	1904	22454	



Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	602		19	621
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	(2009.11 - 2022.8)	188		12	200
	BL08B2	Hyogo BM	2005. 9	145			145
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		283	8	44	335
	BL12B2	NSRRC BM	2001. 9	486	1	2	489
	BL12XU	NSRRC ID	2003. 2	298	7	6	311
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		388	20	88	496
	BL15XU	WEBRAM	(2001. 4 - 2021. 9)	784	14	60	858
	BL16B2	SUNBEAM BM	(1999. 9 - 2024. 3)	322	12	79	413
	BL16XU	SUNBEAM ID	(1999. 9 - 2024. 3)	341	8	64	413
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		328	4	48	380
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		434	45	110	589
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	280	19	64	363
	BL28XU	Advanced Batteries	2012. 4	75		1	76
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10	14			14
	BL32B2	Pharmaceutical Industry	(2002. 9 - 2012. 3)	31		3	34
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	(2000.10 - 2023.3)	75	23	3	101
	BL33XU	TOYOTA	2009. 5	167	5	51	223
	BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell	(2013. 1 - 2020. 3)	92		6	98
	BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000. 2	1032		49	1081
Subtotal			6365	166	709	7240	

RIKEN Beamlines	BL05XU	R&D-ID I		10	6		16
	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		137	4	13	154
	BL19LXU	SR Physics		153	8	27	188
	BL26B1	Structural Genomics I		240	2	19	261
	BL26B2	Structural Genomics II		204	1	13	218
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		269	14	38	321
	BL32XU	Targeted Proteins		108		4	112
	BL38B2	Diagnosis Beamline I		2	6		8
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics		5			5
	BL44B2	Materials Science I		366	2	16	384
	BL45XU	Structural Biology I		278	5	45	328
	Subtotal			1772	48	175	1995

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total
	BL1	SXFEL	2016. 3	52			52
BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012. 3	508	4	18	530	

Hardware / Software R & D			926	554	475	1955
---------------------------	--	--	-----	-----	-----	------

NET Sum Total			25945	1377	2519	29841
---------------	--	--	-------	------	------	-------

Refereed Papers : 査読有りの原簿論文、査読有りのプロシーディングと博士論文、SPring-8/SACLA 利用研究成果集、公開技術報告書

Proceedings : 査読なしのプロシーディング

Other Publications : 発表形式が出版で、上記の 2 つに当てはまらないもの (総説、単行本、賞、その他として登録されたもの)

NET Sum Total : 実際に登録されている件数 (本表に表示していない実績以外に関する文前を含む)

複数ビームライン (BL) からの成果からなる論文等はそれぞれの BL でカウントし、共用・専用・理研の変更があった次の BL については、変更前のカテゴリに含めた。

BL07LSU、BL15XU、BL16XU、BL16B2、BL32B2、BL33LEP、BL36XU、BL38B1 (以上、現理研BL)、BL45XU (現共用BL)

・SPring-8 または SACLA での成果を論文等にする場合は必ず BL 名および課題番号の記述を入れて下さい。

## 最近 SPring-8 もしくは SACLA から発表された成果リスト

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用推進部

SPring-8 もしくは SACLA において実施された研究課題等の成果が公表された場合は JASRI の成果登録データベースに登録していただくことになっており、その内容は以下の URL (SPring-8 論文データベース検索ページ) で検索できます。

[http://www.spring8.or.jp/ja/science/publication\\_database/](http://www.spring8.or.jp/ja/science/publication_database/)

このデータベースに登録された原著論文の内、2024 年 10 月～12 月に登録されたものを以下に紹介します。論文の情報 (主著者、巻、発行年、ページ、タイトル) に加え、データベースの登録番号 (研究成果番号) を掲載していますので、詳細は上記検索ページの検索結果画面でご覧いただくことができます。また実施された課題の情報 (課題番号、ビームライン、実験責任者名) も掲載しています。課題番号は、以下の URL で検索することによりその課題の情報を閲覧することが可能です。

<https://user.spring8.or.jp/uisearch/expreport/ja/?criteria.institution=0>

今後も利用者情報には発行月の 2 ヶ月前の月末締めで、前号掲載分以降に登録された論文情報を掲載していく予定です。なお、データベースは毎日更新されていますので、最新情報は SPring-8 論文データベース検索ページでご確認ください。なお、実験責任者の方には、成果が公表されましたら速やかに登録いただきますようお願いいたします。

SPring-8 研究成果登録データベースに 2024 年 10 月～12 月に登録された論文が掲載された主な雑誌と掲載論文数

掲載雑誌	登録論文数	掲載雑誌	登録論文数
Physical Review B	8	Japanese Journal of Applied Physics	5
Angewandte Chemie International Edition	7	ACS Applied Materials & Interfaces	4
Chemistry Letters	7	Acta Materialia	4
Proceedings of SPIE	7	Journal of the American Chemical Society	4
Dalton Transactions	6	Lamguir	4
Nature Communications	6	Scientific Reports	4
The Journal of Physical Chemistry C	6	他全 156 誌、計 263 報	

(注意) グループ課題として設定されている課題群については、その論文がグループ課題の中の複数の課題の成果である場合でも、代表課題となっている課題番号のみ表示しています。グループ課題に複数のビームラインの課題が含まれる場合、代表課題が複数のビームラインで実施されたように表示されています。

## 課題の成果として登録された論文

## Angewandte Chemie International Edition

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47580	Yuto Maruyama	64 (2025) e202415135	2021B1828	BL40B2	杉浦 慎哉	Ion-Pairing Chromonic Liquid Crystals via Alternately Stacked Assembly of Amphiphilic Charged $\pi$ -Electronic Systems
			2022A1689	BL40B2	杉浦 慎哉	
			2022B1546	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2023A1331	BL40B2	羽毛田 洋平	
47732	Hao Liang	63 (2024) e202400162	2022A1252	BL02B1	北川 宏	A Three-Dimensionally Extended Metal – Organic Ladder Compound Exhibiting Proton Conduction
			2022A1260	BL02B2	大坪 主弥	
			2022B1815	BL02B2	大坪 主弥	
			2022B1889	BL02B1	北川 宏	
47733	Xiaohui Deng	64 (2025) e202414786	2022A1369	BL01B1	北川 宏	Platinum-Group Metal High-Entropy Selenides for the Hydrogen Evolution Reaction
			2023B2005	BL13XU	北川 宏	
			2024A1874	BL13XU	北川 宏	
			2022B0510	BL01B1	北川 宏	
			2021B1217	BL39XU	北川 宏	
			2023A2383	BL04B2	山田 大貴	
			2023A2341	BL08W	Tseng Jochi	
47771	Eisuke Tsunekawa	64 (2025) e202416442	2023B1200	BL26B1	堂本 悠也	A Discrete Four-Stranded $\beta$ -Sheet through Catenation of $M_2L_2$ Metal–Peptide Rings
47845	Masakazu Murase	(2024) Online published 28 Nov. 2024	2022B7038	BL33XU	坂本 直柔	Electrochemical CO <sub>2</sub> Fixation and Release Cycle Featuring a Trinuclear Zinc Complex for Direct Air Capture
			2023A7038	BL33XU	坂本 直柔	
			2023B7038	BL33XU	坂本 直柔	
			2024A7038	BL33XU	坂本 直柔	
47864	Xuze Guan	63 (2024) e202410457	2021A1695	BL14B2	Guan Xuze	Subsurface Single-Atom Catalyst Enabled by Mechanochemical Synthesis for Oxidation Chemistry
47896	Yoshiyuki Kagawa	63 (2023) e202403485	2023A2730	BL45XU	氷見山 幹基	Redox Engineering of Myoglobin by Cofactor Substitution to Enhance Cyclopropanation Reactivity

## Chemistry Letters

47646	Masashi Yatomi	53 (2024) upae020	2022B0305	BL01B1	疋野 拓也	Swelling Ability and Lewis Acidity of Layered Octosilicate Modified with Isolated Dialkyltin Species
47685	Naoto Kitamura	53 (2024) upae117	2021B1873	BL19B2	井手本 康	Effect of Heat Treatment on Positive Electrode Properties and Crystal Structures of Mo-modified $MgMn_2O_4$
			2023A1699	BL19B2	井手本 康	
			2022A1771	BL14B2	井手本 康	
47715	Sodai Nishino	53 (2024) upae111	2023B1989	BL14B2	倉橋 拓也	Nickel-photoredox-catalyzed <i>E</i> - and <i>Z</i> -stereoconvergent Coupling of Alkenyl Halides and Phenols
			2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
47716	Sodai Nishino	53 (2024) upae088	2023B1989	BL14B2	倉橋 拓也	Ni-photoredox-catalyzed Amide Arylation Reaction using Amidyl Radical Formation via PCET
			2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
47781	Amika Takada	53 (2024) upae074	2022B1196	BL40XU	櫻木 美菜	Deformation of Transfersomes Dispersed in Hydrated Deep Eutectic Solvent in Stratum Corneum
47876	Munenori Numata	52 (2023) 602-610	2023A1348	BL43IR	沼田 宗典	Supramolecular Chemistry of a Moving Solution: Flow Drives New Non-Covalent Bond Formation
			2023A1336	BL40B2	沼田 宗典	
			2023B1398	BL43IR	沼田 宗典	
			2023B1368	BL40B2	沼田 宗典	
47877	Chisako Kanzaki	52 (2023) 37-40	2021B1267	BL40B2	沼田 宗典	Charge-dependent Self-assembly of a Water-soluble Porphyrin in a Variety of Dimensions
			2020A0845	BL40B2	神崎 千沙子	
			2021A1591	BL40B2	神崎 千沙子	
			2022A1728	BL40B2	神崎 千沙子	

Physical Review B

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47669	Koji Kimura	110 (2024) 134314	2020A1392	BL35XU	林 好一	Ca-induced Phonon Softening in BaTiO <sub>3</sub> Revealed by Inelastic X-ray and Neutron Scattering
			2021A1376	BL37XU	林 好一	
			2021B1381	BL37XU	林 好一	
			2022B1392	BL39XU	木村 耕治	
47679	Kenta Iwamatsu	110 (2024) 134115	2021B0181	BL10XU	廣瀬 敬	Observation of Hot Dense H <sub>2</sub> O Phases through Non-time-resolved and Time-resolved X-ray Diffraction Measurements in a Laser-heated Diamond Anvil Cell
47717	Jie Zhou	110 (2024) 165204	2024A1608	BL10XU	Zhong Wei	Absence of Metallic Ground State Across the Spin State Transition in Crystalline MnS <sub>2</sub> under Pressure
47718	Binbin Yue	110 (2024) 144515	2024A1608	BL10XU	Zhong Wei	Pressure-induced Superconductivity in Quasi-one-dimensional ZrS <sub>3</sub>
			2023B1412	BL10XU	Zhong Wei	
47728	Yanna Chen	110 (2024) 134323	2019A8092	BL3	Chen Yanna	Transient Energy Dissipation at the Fermi Velocity in a Magnetocaloric Metal
			2019B8077	BL3	Chen Yanna	
47738	Koomok Lee	110 (2024) 024422	2022A1685	BL39XU	李 邱穆	High-spin Co <sup>3+</sup> as a Trigger of Weak Ferromagnetism in Co-substituted BiFeO <sub>3</sub>
			2009A4253	BL12XU	水牧 仁一朗	
			2007A2019	BL02B2	東 正樹	
			2013B3615	BL14B1	東 正樹	
47933	Hiroshi Watanabe	110 (2024) 245133	2019A7453	BL07LSU	木村 真一	Photoinduced Phase Transition on Black Samarium Monosulfide
			2019B7455	BL07LSU	木村 真一	
			2022A1097	BL19LXU	木村 真一	

Proceedings of SPIE

47569	Riko Shimizu	13103 (2024) 1310308	2022B1477	BL20B2	成影 典之	Evaluation of a CMOS Sensor for Solar Flare Soft X-ray Imaging Spectroscopy Onboard the Sounding Rocket Experiment FOXSI-4
			2023A1476	BL20B2	成影 典之	
47570	Yoshiaki Sato	13093 (2024) 130936X	2022B1477	BL20B2	成影 典之	Development and Evaluation of a Metal 3D Printed Pre-collimator for FOXSI-4 Sounding Rocket Experiment
			2023A1476	BL20B2	成影 典之	
47571	Takahiro Minami	13093 (2024) 130932A	2022B1477	BL20B2	成影 典之	Hard X-ray Focal Plane Detectors Onboard the FOXSI-4 Sounding Rocket for Solar Flare Observation
			2023A1476	BL20B2	成影 典之	
47582	Haruki Kuramoto	12679 (2023) 126791B	2021A1214	BL20B2	前田 良知	Characterization of the X-ray Telescope after the First Flight of XL-Calibur
47741	Kentaro Uesugi	13152 (2024) 131520G	2024A1343	BL47XU	上杉 健太郎	Development of Micro/Nano-tomography System at SPring-8 BL47XU
			2022B1386	BL47XU	上杉 健太郎	
			2022A1387	BL47XU	上杉 健太郎	
			2019B1588	BL47XU	上杉 健太郎	
47742	Kentaro Uesugi	13152 (2024) 131521S	2022B2125	BL28B2	上杉 健太郎	Development of Fully Automatic High-energy X-ray Tomography System at SPring-8 BL28B2
47772	Akihisa Takeuchi	13152 (2024) 131521R	2022A2084	BL20XU	竹内 晃久	Hierarchical Three-dimensional Imaging using X-ray Micro-/Nano-tomography at BL20XU of SPring-8
			2022B1272	BL20XU	竹内 晃久	
			2023A1327	BL20XU	竹内 晃久	
			2023A1206	BL47XU	竹内 晃久	
			2023B1431	BL20XU	竹内 晃久	
			2023B1432	BL37XU	竹内 晃久	

Dalton Transactions

47594	Hajime Yamamoto	53 (2024) 16195-16201	2023B2037	BL02B2	東 正樹	ZnVO <sub>3</sub> : an Ilmenite-type Vanadium Oxide Hosting Robust V-V Dimers
			2023B1635	BL02B2	山本 孟	
			2023A1728	BL02B2	山本 孟	
47645	Masashi Yatomi	52 (2023) 18158-18167	2022B0305	BL01B1	疋野 拓也	Immobilization of Isolated Dimethyltin Species on Crystalline Silicates through Surface Modification of Layered Octosilicate
47729	Taishi Kobayashi	53 (2024) 18616-18628	2021B3620	BL14B1	小林 大志	Dissolution of Zirconium-Cerium Oxide Solid Solution in an Aqueous System
47731	Yasuyuki Yamada	53 (2024) 6556-6567	2020A1077	BL02B1	山田 泰之	Effect of Porphyrin Ligands on the Catalytic CH <sub>4</sub> Oxidation Activity of Monocationic $\mu$ -nitrido-bridged Iron Porphyrinoid Dimers by using H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> as an Oxidant
			2021A1105	BL02B1	山田 泰之	
			2022A1134	BL02B1	山田 泰之	
47783	Asato Seshita	53 (2024) 14830-14838	2022B0559	BL02B2	山下 愛智	High Entropy Effect on Thermoelectric Properties of the Nonequilibrium Cubic Phase of AgBiSe <sub>2-2x</sub> S <sub>x</sub> Te <sub>x</sub> with x = 0-0.6
			2023A1897	BL02B2	山下 愛智	
47834	Takuma Kuroda	54 (2025) 951-956	2024A1851	BL02B1	吾郷 友宏	Control of the Electronic and Optical Properties of Aminoxyl Radicals via Boron Complexation

## The Journal of Physical Chemistry C

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47572	Tomoki Kanazawa	127 (2023) 7546-7551	2021A8034	BL3	野澤 俊介	Influence of the Hydride Content on the Local Structure of a Perovskite Oxyhydride BaTiO <sub>3-x</sub> H <sub>x</sub>
47750	Jun Maruyama	127 (2023) 1855-1862	2022A1769	BL14B2	丸山 純	Oxygen Evolution Reaction on an Fe-N-C Catalyst Model in Water-in-Salt Electrolytes
47778	Xiao Gao	128 (2024) 8025-8033	2024B1104	BL40B2	高 嘯	Annealing-Induced Heterogeneous Crystallization of Topologically Confined SPEEK Thin Films
47815	Xu Li	128 (2024) 20238-20243	2018A1021	BL25SU	大門 寛	Schematic Structural Analysis of Honeycomb Structure Ultrathin Ce-Ti-O Films on Pt(111) Using Photoelectron Holography and Ab Initio Calculation
			2018A1504	BL25SU	大門 寛	
			2020A1170	BL25SU	吉越 章隆	
			2020A1372	BL25SU	筒井 一生	
			2021B1506	BL25SU	橋本 由介	
47874	Keita Hiromori	128 (2024) 21767-21775	2019A1092	BL25SU	小澤 健一	Electronic Origin of Enhanced Photocatalytic Activity at the Anatase/Rutile Boundary: A Case of Acetic Acid on the TiO <sub>2</sub> Surface
			2023B1720	BL17SU	廣森 慧太	
47899	Saki Sawayama	128 (2024) 19134-19141	2023A1289	BL04B2	藤井 健太	Role of Anion Flexibility on Graphite Electrode Reactions in Bis(fluorosulfonyl)amide-Based Ionic Liquid Electrolytes for Lithium-Ion Batteries
			2023B1359	BL04B2	直井 勝彦	
			2023B1328	BL04B2	藤田 正博	

## Nature Communications

47574	Takahiro Sakai	14 (2023) 7807	2021B2534	BL45XU	廣田 俊	Structural and Thermodynamic Insights into Antibody Light Chain Tetramer Formation through 3D Domain Swapping
47601	Ivica Zivkovic	15 (2024) 8587	2022B3596	BL11XU	Ronnow Henrik	Dynamic Jahn-Teller Effect in the Strong Spin-orbit Coupling Regime
47612	Sumirtha Balaratnam	12 (2021) 5856	2020A2568	BL45XU	中島 崇	A Chemical Probe Based on the PreQ <sub>1</sub> Metabolite Enables Transcriptome-wide Mapping of Binding Sites
			2019B2580	BL45XU	中島 崇	
			理研	BL32XU		
47668	Haozhou Yang	15 (2024) 7703	2023A1698	BL14B2	Yang Haozhou	Potential-driven Structural Distortion in Cobalt Phthalocyanine for Electrocatalytic CO <sub>2</sub> /CO Reduction towards Methanol
47862	Cong-Xiao Wang	15 (2024) 8290	2021A1387	BL01B1	Wang Feng	Hydroxylated TiO <sub>2</sub> -induced High-density Ni Clusters for Breaking the Activity-selectivity Trade-off of CO <sub>2</sub> Hydrogenation
47868	Kenichi Fujita	15 (2024) 455	2015A1063	BL26B1	三上 文三	Structural Differences between the Closely Related RNA Helicases, UAP56 and URH49, Fashion Distinct Functional Apo-complexes
			2017B6750	BL44XU	三上 文三	

## Japanese Journal of Applied Physics

47681	Souliman El Moussaoui	63 (2024) 09SP25	2021B8011	BL1	山本 航平	Evolution from Ultrafast Demagnetization to Magnetization Reversal at the Fe Sites in Gd <sub>23</sub> Fe <sub>67</sub> Co <sub>10</sub> with Laser Fluence, Observed by the Element-selective Magneto-optical Kerr Effect using an X-ray Free Electron Laser
			2018B8052	BL1	松田 巖	
			2017A8048	BL1	松田 巖	
47761	Xiaoqian Wang	63 (2024) 03SP38	2023A1863	BL09XU	曲 勇作	Nucleation and Grain Growth in Low-temperature Rapid Solid-phase Crystallization of Hydrogen-doped Indium Oxide
			2023A1864	BL01B1	曲 勇作	
47762	Yuzhang Wu	63 (2024) 076504	2023A1863	BL09XU	曲 勇作	High-mobility and High-reliability Zn-incorporated Amorphous In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -based Thin-film Transistors
			2023A1864	BL01B1	曲 勇作	
47796	Yajun Li	62 (2023) 125001	2020A0734	BL25SU	横谷 尚睦	Photoelectron Holographic Evidence for the Incorporation Site of Se and Suppressed Atomic Displacement of the Conducting Layer of La(O,F)BiSSe
			2020A1598	BL25SU	横谷 尚睦	
			2022A1363	BL25SU	横谷 尚睦	
			2022A1362	BL25SU	横谷 尚睦	
47913	Yasuhiro Yoneda	63 (2024) 09SP12	2024A1215	BL04B2	米田 安宏	Local and Electronic Structures of NaNbO <sub>3</sub> , AgNbO <sub>3</sub> , and KNbO <sub>3</sub>
			2022A1192	BL04B2	米田 安宏	
			2023B3701	BL22XU	米田 安宏	
			2024A3701	BL22XU	米田 安宏	
			2021A3701	BL22XU	米田 安宏	
			2021B3701	BL22XU	米田 安宏	

ACS Applied Materials & Interfaces

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47625	Masanori Inaba	16 (2024) 10295-10306	2022B5070	BL16XU	高橋 直子	Synthesis of a Mesoporous SnO <sub>2</sub> Catalyst Support and the Effect of Its Pore Size on the Performance of Polymer Electrolyte Fuel Cells
			2022B5371	BL16B2	小坂 悟	
			2023A5070	BL16XU	高橋 直子	
			2023A5371	BL16B2	小坂 悟	
47632	Shu Hsuan. Su	16 (2024) 24122-24131	2019A4251	BL12XU	Huang Jung Chun	Large Tunable Spin-to-Charge Conversion in Ni <sub>10</sub> Fe <sub>20</sub> /Molybdenum Disulfide by Cu Insertion
			2019B4262	BL12XU	Huang Jung Chun	
47803	Junichi Nomoto	16 (2024) 64113-64122	2020A1876	BL46XU	野本 淳一	Key Sputtering Parameters for Precursor In <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Films to Achieve High Carrier Mobility
47809	Katsuhiro Yamamoto	16 (2024) 66782-66791	2019A1779	BL46XU	伊藤 恵利	Surface Depth Analysis of Chemical Changes in Random Copolymer Thin Films Composed of Hydrophilic and Hydrophobic Silicon-Based Monomers Induced by Plasma Treatment as Studied by Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy and Neutron Reflectivity Measurements
			2019B1871	BL46XU	伊藤 恵利	
			2019B1910	BL46XU	伊藤 恵利	
			2020A1639	BL46XU	伊藤 恵利	
			2020A1741	BL46XU	伊藤 恵利	
2021A1566	BL46XU	伊藤 恵利				

Acta Materialia

47630	Koji Kimura	281 (2024) 120439	2019A1458	BL35XU	木村 耕治	Thermal Insulation Enhanced by the Dopant-induced Phonon Softening Discovered in Thermoelectric Heusler Compounds
			2018A1400	BL35XU	木村 耕治	
			2018A1763	BL35XU	木村 耕治	
			2017B1531	BL35XU	木村 耕治	
			2016A1097	BL35XU	木村 耕治	
			2012B1768	BL02B2	宮崎 秀俊	
			2014A1485	BL27SU	宮崎 秀俊	
			2013A1515	BL02B2	宮崎 秀俊	
47672	Hiroyuki Toda	281 (2024) 120412	2021A1470	BL20XU	平山 恭介	Multimodal Assessment of Mechanically Induced Transformation and Damage in TRIP Steels using X-ray Nanotomography and Pencil-beam Diffraction Tomography
			2021B1602	BL20XU	平山 恭介	
			2022A1222	BL20XU	戸田 裕之	
			2022B1158	BL20XU	戸田 裕之	
			2023A1005	BL20XU	戸田 裕之	
			2023B1011	BL20XU	戸田 裕之	
47842	Hiroyuki Toda	281 (2024) 120391	2019B2046	BL20XU	戸田 裕之	Surrogate Model-based Assessment of Particle Damage Behaviour of Al-Zn-Mg Alloy
			2020A1084	BL20XU	戸田 裕之	
			2020A1796	BL20XU	戸田 裕之	
			2021A1002	BL20XU	戸田 裕之	
			2021B1123	BL20XU	戸田 裕之	
2022A1005	BL20XU	戸田 裕之				
47918	Shinya Hosokawa	284 (2025) 120616	2020A1500	BL04B2	細川 伸也	Structural and Dynamical Changes in a Gd-Co Metallic Glass by Cryogenic Rejuvenation
			2021A1292	BL35XU	市坪 哲	
			2021B1111	BL35XU	細川 伸也	

Journal of the American Chemical Society

47765	Teerat Watcharatpong	146 (2024) 23412-23416	2022A1666	BL14B2	高橋 一輝	Alloying One-Dimensional Coordination Polymers To Create Ductile Materials
			2023A1273	BL05XU	堀毛 悟史	
			2022A1161	BL04B2	堀毛 悟史	
47806	Jinghan Li	146 (2024) 30380-30387	2023A1269	BL44B2	Lin Kun	High-Entropy Magnet Enabling Distinctive Thermal Expansions in Intermetallic Compounds
			2023B1810	BL02B2	Yu Chengyi	
			2024A1556	BL02B2	Lin Kun	
47820	Rikuto Kanno	146 (2024) 30848-30859	2023B1232	BL40B2	領木 研之	Multicomponent Self-Assembly and Self-Sorting of Polymer Micelles in Water: Selective and Switchable Association by Kinetic or Thermodynamic Control
47837	Naoki Shida	146 (2024) 30212-30221	2023B1663	BL14B2	井口 翔之	Electrocatalytic Hydrogenation of Pyridines and Other Nitrogen-Containing Aromatic Compounds

Langmuir

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47592	Kota Sagawa	40 (2024) 20755-20762	2020A0529	BL40B2	寺尾 憲	Complex Formation of Gold Nanoparticles with Collagen in Aqueous Media Studied by X-ray Scattering and Absorption Spectroscopy
			2021B1138	BL40B2	寺尾 憲	
			2021B1139	BL40B2	寺尾 憲	
			2022A1083	BL40B2	寺尾 憲	
			2022B1119	BL40B2	寺尾 憲	
47662	Keita Namba	40 (2024) 22614-22626	2022B7251	BL03XU	廣澤 和	Nanoscale Structures of Tough Microparticle-Based Films Investigated by Synchrotron X-Ray Scattering and All-Atom Molecular-Dynamics Simulation
			2023A7201	BL03XU	廣澤 和	
47727	Yuji Higaki	40 (2024) 19612-19618	2022A7439	BL07LSU	檜垣 勇次	Pronounced Cold Crystallization and Hydrogen Bonding Distortion of Water Confined in Microphases of Double Zwitterionic Block Copolymer Aqueous Solutions
47952	Shan Wang	40 (2024) 27028-27039	2018B1509	BL40B2	吉村 倫一	Worm-like Micelle Formation of Sugar-Based Nonionic Surfactant with Multibranched Methyl Chains
			2021B1652	BL40B2	吉村 倫一	

Scientific Reports

47616	Akira Hasegawa	14 (2024) 23582	2017A0072	BL10XU	廣瀬 敬	Inversion of the Temperature Dependence of Thermal Conductivity of hcp Iron under High Pressure
47751	Kazuhiko Mukai	14 (2024) 26307	2018B3682	BL14B1	向 和彦	In situ X-ray Diffraction Studies on Nominal Composition of C <sub>2</sub> Li under High Pressure and Temperature
			2019A3682	BL14B1	向 和彦	
47754	Michelle K.Croughan	14 (2024) 17807	2022B1169	BL20XU	Donnelley Martin	Correcting Directional Dark Field X-ray Imaging Artefacts using Position Dependent Image Deblurring and Attenuation Removal
47757	Masaki Mito	14 (2024) 965	2022A1393	BL04B1	堀田 善治	Superconductivity of Barium with Highest Transition Temperatures in Metallic Materials at Ambient Pressure
			2022B1391	BL04B1	堀田 善治	

ACS Catalysis

47578	Takeshi Murakawa	13 (2023) 12403-12413	2021A6606	BL44XU	岡島 俊英	Neutron Crystallography of a Semiquinone Radical Intermediate of Copper Amine Oxidase Reveals a Substrate-Assisted Conformational Change of the Peptidyl Quinone Cofactor
			2022A6705	BL44XU	岡島 俊英	
47836	Yuka Furutani	14 (2024) 8922-8929	2023B1663	BL14B2	井口 翔之	Electrocatalytic Oxidation of Primary Alcohols at the Triple-Phase Boundary in an Anion-Exchange Membrane Reactor with Nickel, Cobalt, and Iron Catalysts
47897	Shinya Masuda	14 (2024) 17123-17131	2021B1183	BL01B1	高野 慎二郎	Substrate-Dependent Role of a Pd Dopant in PdAu <sub>12</sub> Catalysts in the Oxidation of <i>p</i> -Substituted Benzyl Alcohols: Promotion of Hydride Abstraction and Reductive Activation of O <sub>2</sub>
			2021B1415	BL01B1	増田 晋也	

Applied Physics Express

47730	Norihiro Hoshino	13 (2020) 095502	2016B3321	BL08B2	鎌田 功穂	Reduction in Dislocation Densities in 4H-SiC Bulk Crystal Grown at High Growth Rate by High-temperature Gas-source Method
			2017A3321	BL08B2	鎌田 功穂	
			2017B3321	BL08B2	鎌田 功穂	
			2018A3321	BL08B2	鎌田 功穂	
			2018B3321	BL08B2	鎌田 功穂	
			2019A3321	BL08B2	鎌田 功穂	
			2019B3321	BL08B2	鎌田 功穂	
			2020A3321	BL08B2	鎌田 功穂	
47835	Masato Hoshino	17 (2024) 116502	2022A1239	BL20B2	星野 真人	Development of the 1-D X-ray Beam Diffuser for Multilayer Monochromator and Its Application to X-ray Phase Tomography
			2022B1310	BL20B2	星野 真人	
			2022B1309	BL20B2	星野 真人	
			2023A1270	BL20B2	星野 真人	
47908	Atsushi Momose	17 (2024) 122003	2022B1356	BL20XU	百生 敦	Signal Enhancement in X-ray Talbot Interferometry with a Pair of Concave and Convex Parabolic Phase Gratings

Biochemical and Biophysical Research Communications

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47755	Daisuke Imai	734 (2024) 150617	2018B2536	BL38B1	沼本 修孝	Structural Basis for the Full and Partial Agonist Activities of Retinoid X Receptor $\alpha$ Ligands with an Iso-butoxy and an Isopropyl Group
47785	Takahiro Mori	711 (2024) 149891	2021B2553	BL45XU	寺本 岳大	Crystal Structure of Activating Sulfotransferase SgdX2 Involved in Biosynthesis of Secondary Metabolite Sungeidine
			2018A2577	BL38B1	角田 佳充	
			2017A2536	BL38B1	角田 佳充	
			2014A6913	BL44XU	角田 佳充	
2013A1350	BL38B1	角田 佳充				
47867	Yuki Odagaki	733 (2024) 150728	2024A2758	BL26B1	三上 文三	Unveiling the Reaction Mechanism of Arginine Decarboxylase in <i>Aspergillus oryzae</i> : Insights from Crystal Structure Analysis

Catalysis Science & Technology

47768	Shohei Tada	14 (2024) 5909-5917	2023B1576	BL14B2	多田 昌平	High-pressure <i>in situ</i> X-ray Absorption Fine Structure Measurements for Hydrogenation of CO <sub>2</sub> to Methanol over Zn-doped ZrO <sub>2</sub>
			2024A1517	BL14B2	多田 昌平	
47838	Takeshi Inada	14 (2024) 391-396	2022B1621	BL01B1	寺村 謙太郎	Fourteen-membered Macrocyclic Cobalt Complex for the Electrolysis of Low-concentration Gaseous Carbon Dioxide with High Faradaic Efficiency toward Carbon Monoxide
47839	Takechi Nakamoto	13 (2023) 4534-4541	2022B1885	BL14B2	井口 翔之	Mg-doped SrTiO <sub>3</sub> Photocatalyst with Ag-Co Cocatalyst for Enhanced Selective Conversion of CO <sub>2</sub> to CO using H <sub>2</sub> O as the Electron Donor

Chemical Communications

47584	Masaki Fujita	60 (2024) 4190-4193	2022A1483	BL40XU	前田 大光	Substitution-pattern- and Counteranion-dependent Ion-pairing Assemblies of Heteroporphyrin-based $\pi$ -electronic Cations
			2022B0595	BL02B1	羽毛田 洋平	
			2022B1754	BL02B1	田中 宏樹	
			2023A1645	BL02B1	藤田 雅輝	
47789	Yoshifumi Hashikawa	60 (2024) 1261-1264	2021B1298	BL43IR	橋川 祥史	Open-[60]fullerenols with Water Adsorbed both Inside and Outside
			2022A1285	BL43IR	橋川 祥史	
			2022B1138	BL43IR	橋川 祥史	
47861	Kousuke Takahashi	60 (2024) 968-971	2021B1438	BL40B2	秋葉 勇	Delivery of External Proteins into the Cytoplasm using Protein Capsules Modified with IgG on the Surface, Created from the Amphiphilic Two Helix-bundle Protein OLE-ZIP
			2022B1329	BL40B2	秋葉 勇	

Interactions

47610	Ryo Mashita	245 (2024) 314	2018B1105	BL09XU	間下 亮	Quasi-elastic $\gamma$ -ray Scattering Study of $\alpha$ Process under Stretching in Crosslinked Rubber Filled with Silica via Mössbauer Time-domain Interferometry
			2019A1514	BL09XU	間下 亮	
			2019B1442	BL09XU	間下 亮	
			2020A0567	BL09XU	間下 亮	
			2020A1164	BL09XU	間下 亮	
			2021B1326	BL35XU	間下 亮	
47766	Shinichi Nakamura	245 (2024) 324	2022A3583	BL11XU	中村 真一	Development of Synchrotron Mössbauer Diffractometer and its Possible Application to Industry
			2022B3583	BL11XU	中村 真一	
			2023A3583	BL11XU	中村 真一	
			2023B3583	BL11XU	中村 真一	
			2024A3583	BL11XU	中村 真一	
47767	Ryoga Moroboshi	245 (2024) 349	2023A1274	BL35XU	齋藤 真器名	High-efficiency Energy-domain Multiline Gamma-ray Quasi-elastic Scattering Spectroscopy using Triple Absorbers
			2023B1336	BL35XU	齋藤 真器名	
			2024A1294	BL35XU	齋藤 真器名	



Journal of Materials Chemistry C

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47780	Yoshiaki Uchida	13 (2025) 54-60	2016B1189	BL17SU	内田 幸明	Low-Temperature Liquid-Crystalline Nitroxide Radical
			2017A1220	BL17SU	内田 幸明	
			2017B1236	BL17SU	内田 幸明	
			2018A1183	BL17SU	内田 幸明	
			2018B1075	BL17SU	内田 幸明	
			2018A1404	BL17SU	大河内 拓雄	
2018B1096	BL17SU	大河内 拓雄				
47798	Waner He	12 (2024) 18282-18290	2023B1123	BL40B2	松本 英俊	A Facile Membraneless Method for Detecting Alkali-metal Cations using Organic Electrochemical Transistors
47826	Wenxiong Zhang	13 (2025) 61-67	2022A7450	BL07LSU	張 文雄	Facet-dependent Photocatalytic Performance and Electronic Structure of Single-crystalline Anatase TiO <sub>2</sub> Particles Revealed by X-ray Photoelectron Spectromicroscopy
			2022A7452	BL07LSU	Samarai Mustafa	

Journal of the Ceramic Society of Japan

47619	Manami Goto	132 (2024) 267-274	2022A1493	BL02B2	山田 幾也	Near Zero Thermal Expansion and Electrocatalysis for Quadruple Perovskite Oxides CaCu <sub>3</sub> Fe <sub>4-x</sub> Mn <sub>x</sub> O <sub>12</sub>
			2022B1619	BL14B2	山田 幾也	
			2022B1816	BL19B2	山田 幾也	
			2022B1826	BL02B2	山本 孟	
47620	Asuka Ochi	132 (2024) 690-698	2022A1493	BL02B2	山田 幾也	Composition Dependent Synergistic Effects on Oxygen Evolution Reaction Catalysis for CaFe <sub>1-x</sub> Mn <sub>x</sub> O <sub>3</sub>
			2022B1619	BL14B2	山田 幾也	
			2022B1816	BL19B2	山田 幾也	
			2022B1826	BL02B2	山本 孟	
47737	Shuya Sato	132 (2024) 427-433	2022A1458	BL04B2	北村 尚斗	Synthesis of Hyperordered Permanently Densified Silica Glasses by Hot Compression above the Glass Transition Temperature
			2022B1274	BL04B2	小野寺 陽平	
			2023A1344	BL04B2	小野寺 陽平	
			2024A1006	BL04B2	小原 真司	
2022A1002	BL04B2	小原 真司				

Materials Transactions

47688	Kyosuke Hirayama	65 (2024) 1384-1389	2019A1235	BL40B2	奥田 浩司	Analysis of Microstructure Formation Process of MgCoY Amorphous Ribbon by TEM Observation and <i>In-Situ</i> Small Angle Scattering Measurement
			2019B1298	BL40B2	奥田 浩司	
			2022A1327	BL40B2	奥田 浩司	
			2023A1178	BL40B2	奥田 浩司	
47735	Shono Yaegashi	65 (2024) 85-92	2022A1113	BL20XU	清水 一行	Growth Behavior of Pores and Hydrogen Desorption Behavior in Pure Aluminum and A6061 Aluminum Alloys
			2021B1124	BL20XU	清水 一行	
			2021B1123	BL20XU	戸田 裕之	
			2021A1002	BL20XU	戸田 裕之	
2020A1531	BL20XU	清水 一行				
47811	Kouki Itamoto	65 (2024) 1560-1565	2021B1742	BL27SU	福士 英一	Compositional and Structural Analysis of Iron Phosphate Conversion Coatings by Soft X-ray Emission Spectroscopy
			2022A1644	BL27SU	福士 英一	

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A

47675	Tsubasa Tamba	1067 (2024) 169589	2021B1542	BL20B2	小高 裕和	Imaging Reconstruction Method on X-ray Data of CMOS Polarimeter Combined with Coded Aperture
			2020A1343	BL20B2	小高 裕和	
			2019B1369	BL20B2	小高 裕和	
47676	Toshiya Iwata	1065 (2024) 169487	2021B1542	BL20B2	小高 裕和	Development of the X-ray Polarimeter using CMOS Imager: Polarization Sensitivity of a 1.5 μm Pixel CMOS Sensor
			2020A1343	BL20B2	小高 裕和	
			2019B1369	BL20B2	小高 裕和	
			2022B1477	BL20B2	成影 典之	
2023A1476	BL20B2	成影 典之				
47682	Ayumi Shiro	1069 (2024) 169931	2021B3660	BL14B1	城 鮎美	Irradiation System for Biological Experiments on BL14B1 at SPring-8
			2022A3660	BL14B1	城 鮎美	
			2022B3660	BL14B1	城 鮎美	
			2023A3660	BL14B1	城 鮎美	
			2023B3660	BL14B1	城 鮎美	
			2023A3653	BL14B1	平山 亮一	
2023B3653	BL14B1	平山 亮一				

Physical Chemistry Chemical Physics

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47773	Zhiyan Zhang	26 (2024) 28234-28243	2023A1335	BL39XU	久保園 芳博	Structure of Bi <sub>2</sub> Rh <sub>3</sub> Se <sub>2</sub> above and Below Charge Density Wave Transition Determined by Bi L $\alpha$ and L $\gamma$ X-ray Fluorescence Holography
			2024A1298	BL37XU	久保園 芳博	
47840	Kazuki Shun	26 (2024) 28525-28532	2023A1933	BL01B1	俊 和希	Effects of Oxide Platforms on the Dynamics and Reduction Characteristics of Hydrogen Spillover
47937	Millena Logrado	26 (2024) 27348-27362	2021B1368	BL04B1	山田 明寛	Densification of Sodium and Magnesium Aluminosilicate Glasses at Ambient Temperature: Structural Investigations by Solid-state Nuclear Magnetic Resonance and Molecular Dynamics Simulations
			2024B1317	BL04B1	山田 明寛	

Scripta Materialia

47724	Yuan Yuan Tan	255 (2025) 116381	2020A1470	BL37XU	Dai LanHong	Chemical Short-range Ordering Accompanies Shear Band Initiation in CrCoNi Medium Entropy Alloy
			2020A1466	BL40XU	Dai LanHong	
47843	Yafei Wang	255 (2025) 116383	2023B1011	BL20XU	戸田 裕之	Role of Retrogression and Reaging in Suppressing Hydrogen-induced Transgranular Cracking in 7xxx Al Alloys
			2024A1072	BL20XU	戸田 裕之	
47924	Sukyoung Hwang	249 (2024) 116183	2018B1760	BL46XU	辻 伸泰	Mechanism of DSA Effect Correlating to the Macroscopic PLC Banding in High-Mn Austenitic Steel

ACS Applied Energy Materials

47670	Tomiko M.Suzuki	7 (2024) 9689-9705	2017A7034	BL33XU	野中 敬正	Ni-Doped $\beta$ -FeOOH Hyperfine Nanorods Surface-Modified with Ni Species Catalyzing Water Oxidation at Neutral pH: Strained FeOOH Core and Phase-Changing Ni(OH) <sub>2</sub>
			2019A7034	BL33XU	野中 敬正	
			2020A7034	BL33XU	野中 敬正	
			2024A7038	BL33XU	坂本 直柔	
47946	Kohta Asano	7 (2024) 11644-11651	2023A3782	BL22XU	榊 浩司	Distortion and Destabilization of Mg Hydride Facing High Entropy Alloy Matrix
			2023B3788	BL22XU	浅野 耕太	

ACS Applied Nano Materials

47921	Hirotaka Ashitani	7 (2024) 23466-23473	2022B1057	BL13XU	河口 彰吾	Extended Unit Cell Model Employing Two Vectors for Crystal Structure Analysis in IrPd Nanoparticles for Catalysis
			2022B1779	BL13XU	河口 彰吾	
			2022B1972	BL13XU	河口 彰吾	
			2022B1026	BL39XU	河村 直己	
			2022B1965	BL01B1	河村 直己	
			2022B1062	BL46XU	高木 康多	
			2022B1973	BL09XU	高木 康多	
			2022B1783	BL46XU	高木 康多	
			2023A0201	BL13XU	坂田 修身	
			2023A0201	BL39XU	坂田 修身	
			2023A0201	BL09XU	坂田 修身	
			2023A0201	BL46XU	坂田 修身	
47923	Hidetaka Kasai	7 (2024) 26698-26705	2022B0513	BL13XU	笠井 秀隆	Reaction Pathway in the Hydrothermal Synthesis of Metal Nanoparticles Using Formic Acid
			2022B0516	BL02B2	笠井 秀隆	
			2022B1683	BL02B2	笠井 秀隆	
			2022B1946	BL02B2	Zheng Yanyan	
			2023A1569	BL13XU	笠井 秀隆	
			2023A1881	BL13XU	笠井 秀隆	
			2023A1907	BL02B2	笠井 秀隆	
			2023B1744	BL13XU	高橋 聖弥	
2023B1770	BL13XU	笠井 秀隆				

ACS Physical Chemistry Au

47775	James Unwin	4 (2024) 620-631	2022B8048	BL1	Warne Emily	Time-Resolved Probing of the Iodobenzene C-Band Using XUV-Induced Electron Transfer Dynamics
47791	Yoshifumi Hashikawa	4 (2024) 143-147	2021B1298	BL43IR	橋川 祥史	Molecular CO <sub>2</sub> Storage: State of a Single-Molecule Gas
			2022A1285	BL43IR	橋川 祥史	
			2022B1138	BL43IR	橋川 祥史	

Acta Crystallographica Section D

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47599	Hang Wang	79 (2023) 585-595	2021A2756	BL45XU	于 健	Structural Insights into the Substrate Specificity and Activity of a Novel Mannose 2-epimerase from <i>Runella slithyformis</i>
			2022A2753	BL45XU	姚 閔	
47677	Yusuke Nakamichi	79 (2023) 895-908	2021A2720	BL45XU	渡邊 真宏	Structural Basis for the Allosteric Pathway of 4-amino-4-deoxychorismate Synthase
			2018A6863	BL44XU	渡邊 真宏	
			2018B6863	BL44XU	渡邊 真宏	
			2019A6930	BL44XU	中道 優介	
			2019B6930	BL44XU	中道 優介	
			2020A6529	BL44XU	中道 優介	
			2021A6626	BL44XU	中道 優介	
			2021B6626	BL44XU	中道 優介	
			2022A6722	BL44XU	中道 優介	
2022B6722	BL44XU	中道 優介				

Applied Physics Letters

47661	Yuan Liang	125 (2024) 162201	2024A1751	BL02B2	Gao Qilong	Negative and Near-zero Thermal Expansion Driven by Cooperative Jahn-Teller Effect in Fe <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
47831	Kazuki Nakamura	125 (2024) 223902	2021A1357	BL08W	鈴木 宏輔	Operando Li-ion Distribution Measurement of All-solid-state Batteries by Compton-scattered X Rays
			2021B1501	BL08W	鈴木 宏輔	
			2022A1440	BL08W	鈴木 宏輔	
			2022B1494	BL08W	鈴木 宏輔	
			2023A1404	BL08W	鈴木 宏輔	
2020A0849	BL08W	宇都野 太				

Ceramics International

47900	Xuan Liang	50 (2024) 53099-53106	2023A1496	BL02B2	Belik Alexei	B-site Ordered and Disordered Phases in A-site Columnar-ordered Quadruple Perovskites Nd <sub>2</sub> MnMn(Mn <sub>4-x</sub> Sb <sub>x</sub> )O <sub>12</sub>
			2023B1676	BL02B2	山浦 一成	
47902	D.V. Karpinsky	50 (2024) 44806-44813	2023A1496	BL02B2	Belik Alexei	Evolution of Magnetization of Bi <sub>1-y</sub> Sm <sub>y</sub> Fe <sub>1-x</sub> Ti <sub>x</sub> O <sub>3</sub> Ceramics at the Morphotropic Phase Boundary Attested by Multistep Magnetization Measurements, Time Aging and Electric Field

Chemical Science

47579	Soh Ishikawa	15 (2024) 7603-7609	2016A1360	BL40B2	前田 大光	Norcorroles as Antiaromatic $\pi$ -electronic Systems that Form Dimension-controlled Assemblies
			2016B1498	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2020A1586	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2020A1664	BL40B2	杉浦 慎哉	
			2021A1479	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2021B1828	BL40B2	杉浦 慎哉	
			2022A1689	BL40B2	杉浦 慎哉	
			2022B1546	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2023A1331	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2023B1409	BL40B2	羽毛田 洋平	
			2021A1597	BL02B1	田中 宏樹	
47909	Wataru Suzuki	15 (2024) 18896-18902	2021A1339	BL40XU	前田 大光	Quantitative Analysis of Air-oxidation Reactions of Thiolate-protected Gold Nanoclusters
			2021B1632	BL01B1	高畑 遼	
			2022B1504	BL27SU	高畑 遼	
2022A1583	BL01B1	高畑 遼				

ChemPhysChem

47678	Fumihiko Ozaki	24 (2023) e202300477	2021B7432	BL07LSU	吉信 淳	Hydrogen-induced Sulfur Vacancies on the MoS <sub>2</sub> Basal Plane Studied by Ambient Pressure XPS and DFT Calculations
			2020A7481	BL07LSU	吉信 淳	
			2021A7426	BL07LSU	吉信 淳	
47951	Kazutaka Sonobe	25 (2024) e202400583	2022A3751	BL22XU	町田 晃彦	Experimental Elucidation of a Cubane Water Cluster in the Hydrophobic Cavity of UiO-66

### ChemPlusChem

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47744	Akihiro Nakayama	(2024) Online published 11 Oct. 2024	2022A1786	BL14B2	中山 晶皓	Preparation and Catalytic Properties of Gold Single-Atom and Cluster Catalysts Utilizing Nanoparticulate Mg-Al Layered Double Hydroxides
			2023A1643	BL14B2	中山 晶皓	
47879	Kae Yamashita	88 (2022) e202200254	2021B1267	BL40B2	沼田 宗典	Automated Supramolecular Polymerization in a Microflow: A Versatile Platform for Multistep Supramolecular Reactions

### Composites Science and Technology

47659	Kosuke Takahashi	258 (2024) 110900	2021B1554	BL20XU	高橋 航圭	Decreasing Propagation Rate of Interfacial Debonding between a Single Carbon Fiber and Epoxy Matrix under Cyclic Loading
			2021B2020	BL20XU	高橋 航圭	
47667	Kosuke Takahashi	258 (2024) 110918	2022B1030	BL20XU	高橋 航圭	In situ Analysis of Three-dimensional Microcrack Propagation in Cross-ply Laminates using Synchrotron Radiation X-ray Computed Tomography

### Environmental Science: Nano

47628	Adrian A.Schiefler	10 (2023) 2224-2231	2018B1486	BL47XU	Tobler Dominique	Time Resolved Pore Scale Monitoring of Nanoparticle Transport in Porous Media using Synchrotron X-ray $\mu$ -CT
47629	Adrian A.Schiefler	9 (2022) 3439-3455	2018B1486	BL47XU	Tobler Dominique	Retention of Sulfidated nZVI (S-nZVI) in Porous Media Visualized by X-ray $\mu$ -CT - the Relevance of Pore Space Geometry

### Inorganic Chemistry

47568	Keishiro Tahara	63 (2024) 19087-19097	2017B1170	BL02B1	田原 圭志朗	Synthetic, Electrochemical, DFT, and Synchrotron X-ray Charge-Density Studies on Oxo-centered Triruthenium Clusters Supported by Electron-Withdrawing Carboxylates
			2019A1489	BL02B1	田原 圭志朗	
			2020A1278	BL02B1	阿部 正明	
			2021A1209	BL02B1	阿部 正明	
			2022A1303	BL02B1	田原 圭志朗	
			2022B1599	BL02B1	田原 圭志朗	
47774	Zhiyan Zhang	63 (2024) 21531-21540	2022B4126	BL12B2	久保園 芳博	Structural and Superconducting Properties of $\text{Bi}_2\text{Rh}_3(\text{Se}_{1-x}\text{S}_x)_2$ ( $x = 0-1.0$ )
			2023A4135	BL12B2	久保園 芳博	
			2023B4135	BL12B2	久保園 芳博	
			2024A4131	BL12B2	久保園 芳博	

### International Journal of Plasticity

47666	Hu Li	165 (2023) 103612	2021A3740	BL22XU	魏 代修	Deformation Mechanism of a Strong and Ductile Maraging Steel Investigated using <i>in-situ</i> X-ray Synchrotron Diffraction
47917	Shilei Liu	183 (2024) 104162	2022B1896	BL19B2	魏 代修	Deformation Mechanism of a Metastable Medium Entropy Alloy Strengthened by the Synergy of Heterostructure Design and Cryo-pre-straining

### ISIJ International

47590	Atsushi Ito	64 (2024) 361-371	2021A1559	BL19B2	鳥塚 史郎	Effect of Dislocation Behavior on High Strength and High Ductility of Low Carbon-2%Si-5%Mn Fresh Martensitic Steel
			2019B1029	BL46XU	鳥塚 史郎	
			2021A1043	BL46XU	鳥塚 史郎	
			2017B1626	BL19B2	鳥塚 史郎	
			2018A1590	BL19B2	鳥塚 史郎	
			2018B1586	BL19B2	鳥塚 史郎	
			2019A1027	BL46XU	鳥塚 史郎	
			2019A1807	BL46XU	鳥塚 史郎	
			2017B1934	BL14B2	鳥塚 史郎	
47609	Masanori Suzuki	64 (2024) 2156-2166	2021B1324	BL08W	鈴木 賢紀	Structure Design and Phase Stability Analysis of $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ -Based Solid-Solution Crystal in Molten Slag
			2023B1159	BL04B2	鈴木 賢紀	

## Journal of Alloys and Compounds

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47634	Tarou Kuwano	966 (2023) 171624	2021A1098	BL13XU	谷口 博基	Re-estimation of Maxwell-Wagner Relaxation for Novel Absorbers via (Ta+Ga)-doped Rutile-type TiO <sub>2</sub> Ceramics with Various Valence Proportions and Sintering Temperatures
47784	Asato Seshita	1004 (2024) 175679	2022B0559	BL02B2	山下 愛智	Stabilization and High Thermoelectric Performance of High-entropy-type Cubic AgBi(S, Se, Te) <sub>2</sub>
			2023A1897	BL02B2	山下 愛智	

## The Journal of Physical Chemistry B

47736	Naoki Yamamoto	126 (2022) 10797-10812	2022A1265	BL40B2	山本 直樹	Tracking the Structural Development of Amyloid Precursors in the Insulin B Chain and the Inhibition Effect by Fibrinogen
47936	Yara Hellen Firmo Gomes	128 (2024) 3508-3520	2019B1364	BL04B1	山田 明寛	Structural Aspects of Ambient-Temperature Densification of Highly Crack-Resistant Borosilicate and Aluminoborosilicate Glasses: Two Case Studies Examined by Solid-State NMR
			2021B1368	BL04B1	山田 明寛	

## Journal of The Electrochemical Society

47635	Riku Takayama	171 (2024) 101502	2023B2312	BL46XU	西本 昌史	Clarifying the Relationship Between Chemical States of P in Fe-P Alloys and Pitting Corrosion Resistance
			2022B2034	BL46XU	西本 昌史	
47788	Wataru Fujita	171 (2024) 106504	2022B1609	BL01B1	吉田 真明	Oxygen-Deficient Ruthenium Oxide for Selective Oxygen Evolution in Additive-Free Brine Electrolysis

## Macromolecules

47740	Koki Nishida	57 (2024) 7745-7754	2022A1682	BL43IR	河合 優作	Relation between the Water Content and Mechanical Properties of Hydrogels with Movable Cross-Links
47804	Akihiro Ohara	57 (2024) 3687-3695	2020A1835	BL19B2	小椎尾 謙	X-ray Scattering Analyses on an Aggregation Structure of Poly(ethylene terephthalate) Films under Bending Deformation
			2020A1618	BL19B2	小椎尾 謙	

## Materials Science and Engineering A

47925	Myeong-heom Park	916 (2024) 147301	2021B1853	BL46XU	辻 伸泰	Effect of Martensite Hardness on Mechanical Properties and Stress/Strain-partitioning Behavior in Ferrite + Martensite Dual-phase Steels
47934	Tomoki Matsuda	923 (2025) 147692	2021B1282	BL47XU	松田 朋己	Evaluation of Thermal Anisotropic Evolution in the Sinter Structure of Direct Sinter Joining to Silicon via Coupled Microstructural Characterizations
			2022A1184	BL47XU	松田 朋己	

## Molecules

47597	Warapom Auiewiri-yanukul	28 (2023) 3109	2020A2555	BL45XU	姚 閔	Alteration of Substrate Specificity and Transglucosylation Activity of GH13_31 $\alpha$ -Glucosidase from <i>Bacillus</i> sp. AHU2216 through Site-Directed Mutagenesis of Asn258 on $\beta \rightarrow \alpha$ Loop 5
			2021A2756	BL45XU	于 健	
47901	Alexei A. Belik	29 (2024) 5488	2019A4501	BL15XU	辻本 吉廣	B-Site-Ordered and Disordered Structures in A-Site-Ordered Quadruple Perovskites RMn <sub>3</sub> Ni <sub>2</sub> Mn <sub>2</sub> O <sub>12</sub> with R = Nd, Sm, Gd, and Dy
			2019B4500	BL15XU	山浦 一成	
			2020A4501	BL15XU	Belik Alexei	

## Proceedings of 2024 Powder Metallurgy World Congress &amp; Exhibition

47932	Naoto Kitamura	(2024) 1299-1303	2021B1353	BL04B2	北村 尚斗	Composition Dependencies of Positive Electrode Properties and Local Structures of Li <sub>1+x</sub> Nb <sub>x</sub> Fe <sub>1-2x</sub> O <sub>2</sub> with a Disordered Rocksalt Structure
			2024A1017	BL04B2	北村 尚斗	
47948	Kazushi Hayashi	(2024) 1207-1213	2021A5320	BL16B2	横溝 臣智	Application of Warm Isostatic Pressing to Densification of All Solid-State Composite Cathode Electrodes in All Solid-State Lithium-Ion Batteries
			2021B5320	BL16B2	横溝 臣智	
			2022A5320	BL16B2	福田 一徳	
			2022B5320	BL16B2	福田 一徳	
			2023A5320	BL16B2	林 和志	
2023B5320	BL16B2	林 和志				

### Small Methods

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47763	Prashant R. Ghediya	9 (2025) 2400578	2023A1863	BL09XU	曲 勇作	Reliable Operation in High-Mobility Indium Oxide Thin Film Transistors
			2023A1864	BL01B1	曲 勇作	
47911	Seiya Suzuki	(2024) Online published 9 Sep. 2024	2022A3801	BL23SU	吉越 章隆	Germanene Reformation from Oxidized Germanene on Ag(111)/Ge(111) by Vacuum Annealing
			2022B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2023A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2023B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2024A3801	BL23SU	吉越 章隆	

### 2024 IEEE 52nd Photovoltaic Specialist Conference (PVSC)

47873	Yoshio Ohshita	(2024) 0913-0915	2022A1787	BL46XU	原 知彦	Properties of Defects and Charge Centers in the SiO <sub>2</sub> /Si of CSC Solar Cells Induced by Reactive Plasma Deposition
-------	----------------	---------------------	-----------	--------	------	---

### ACS Applied Polymer Materials

47914	Takenori Nakayama	6 (2024) 15150-15161	2023B1013	BL40B2	今井 英人	Polymer Electrolyte Membranes of Polystyrene with Directly Bonded Alkylphosphonate Groups on the Side Chains
			2023B2354	BL40B2	岩本 裕之	
			2024A1008	BL40B2	今井 英人	

### ACS Macro Letters

47641	Mizuki Okuda	13 (2024) 1383-1389	2023B1375	BL40B2	川口 大輔	Highly Alternating Copolymer of [1.1.1]Propellane and Perfluoro Vinyl Ether: Forming a Hydrophobic and Oleophobic Surface with <50% Fluorine Monomer Content
-------	--------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

### ACS Medicinal Chemistry Letters

47617	Hidetomo Yokoo	12 (2021) 236-241	2019A6903	BL44XU	有竹 浩介	Development of a Hematopoietic Prostaglandin D Synthase-Degradation Inducer
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### ACS Organic & Inorganic Au

47827	Shun Hayashi	4 (2024) 705-711	2024A1763	BL14B2	足立 精宏	Ligand-Functionalized Organometallic Polyoxometalate as an Efficient Catalyst Precursor for Amide Hydrogenation
			2024A1918	BL14B2	足立 精宏	

### ACS Sustainable Chemistry & Engineering

47828	Lin Liu	12 (2024) 17613-17620	2022A1761	BL14B2	中村 龍平	Polymorph $\gamma$ -MnO <sub>2</sub> with Optimal Phase Composition for Stable Oxygen Evolution Reaction in Acid
			2022A1776	BL14B2	足立 精宏	

### Advanced Energy Materials

47684	Eun Jeong Kim	12 (2021) 2102325	2021B1587	BL27SU	Duda Laurent	Importance of Superstructure in Stabilizing Oxygen Redox in P3-Na <sub>0.67</sub> Li <sub>0.2</sub> Mn <sub>0.8</sub> O <sub>2</sub>
-------	---------------	----------------------	-----------	--------	--------------	--

### Advanced Engineering Materials

47760	Zenji Horita	26 (2024) 2400282	2022A1393	BL04B1	堀田 善治	<i>In Situ</i> Electrical Resistance Measurement of Pure Titanium During Severe Plastic Deformation by High-Pressure Sliding
			2022B1391	BL04B1	堀田 善治	

### Advanced Functional Materials

47912	Mariya Aleksich	(2024) Online published 1 Dec. 2024	2022A8066	BL2	Schriber Elyse	Ligand-Mediated Quantum Yield Enhancement in 1-D Silver Organothiolate Metal–Organic Chalcogenolates
-------	-----------------	--	-----------	-----	----------------	--

### Advanced Science

47859	Meng Zeng	11 (2024) 2406529	2023A1187	BL25SU	Liu Chang	Observation of Spin Splitting in Room-Temperature Metallic Antiferromagnet CrSb
-------	-----------	----------------------	-----------	--------	-----------	---

### Angewandte Chemie

47851	Weibo Hua	135 (2023) e202214880	2021B2006	BL08W	Tseng Jochi	Long-Range Cationic Disorder Induces two Distinct Degradation Pathways in Co-Free Ni-Rich Layered Cathodes
-------	-----------	--------------------------	-----------	-------	-------------	--

### Applied and Environmental Microbiology

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47586	Kampachiro Urasaki	90 (2024) 00563-24	2019A1598	BL47XU	諸野 祐樹	Nondestructive and Three-dimensional Visualization by Identifying Elements using Synchrotron Radiation Microscale X-ray CT Reveals Microbial and Cavity Distributions in Anaerobic Granular Sludge
			2018B1471	BL47XU	諸野 祐樹	
			2018B1475	BL20XU	諸野 祐樹	
			2019B1652	BL47XU	諸野 祐樹	
			2020A1512	BL20B2	諸野 祐樹	
			2020A1514	BL47XU	諸野 祐樹	
			2021B1395	BL47XU	諸野 祐樹	
2023B1245	BL47XU	諸野 祐樹				

### Astroparticle Physics

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47581	Mio Aoyagi	158 (2024) 102944	2021A1214	BL20B2	前田 良知	Systematic Effects on a Compton Polarimeter at the Focus of an X-ray Mirror
			2019B1221	BL20B2	前田 良知	
			2020A0746	BL20B2	前田 良知	
			2020A1298	BL20B2	前田 良知	
			2022B1255	BL20B2	前田 良知	
			2023A1469	BL20B2	前田 良知	

### Bioconjugate Chemistry

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47894	Tomoki Himiyama	34 (2023) 764-771	2022A2712	BL45XU	氷見山 幹基	Unnaturally Distorted Hexagonal Protein Ring Alternatingly Reorganized from Two Distinct Chemically Modified Proteins
			2022A6729	BL44XU	氷見山 幹基	

### Carbohydrate Polymers

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47664	Can Hou	347 (2025) 122287	2024A1606	BL40B2	Hou Can	Structure and Rheology of Carboxymethylcellulose in Polar Solvent Mixtures

### Carbon

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47749	Koki Chida	201 (2023) 338-346	2022A1769	BL14B2	丸山 純	Bimetallic Ordered Carbonaceous Frameworks from Co- and Cu-porphyrin Bimolecular Crystals

### ChemCatChem

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47576	Ayumi Fujiwara	15 (2023) e202300777	2021A1548	BL14B2	芳田 嘉志	Dynamic Change of Rh Oxidation State During Lean-Rich Perturbation and Light-Off of Three-Way Catalysis Analysed using <i>In Situ</i> Diffuse Reflectance UV-vis Spectroscopy

### Chemical Engineering Journal

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47770	Sehun Oh	500 (2024) 157106	2024A1861	BL46XU	Yong Kijung	Mn Doped Hierarchical Water Splitting Electrocatalyst: Synthesis, Surface Analysis and Application to AEMWE

### Chemistry - A European Journal

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47583	Rio Kugizaki	30 (2024) e202401932	2021A1597	BL02B1	田中 宏樹	Ion-Pairing Assemblies of Anion-Responsive $\pi$ -Electronic Systems That Have Noncovalently Assisted Expanded Planar Region
			2021B1703	BL40XU	前田 大光	
			2022A1483	BL40XU	前田 大光	
			2023B1390	BL40XU	前田 大光	
			2021B1808	BL02B1	田中 宏樹	
			2023B1755	BL02B1	藤田 雅輝	

### Chemistry - An Asian Journal

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47614	Tomoyuki Tobe	19 (2024) e202400686	2020A2133	BL02B1	中村 唯我	Investigation of the Temperature Coefficients of Perovskite Solar Cells for Application in High-Temperature Environments
			2021A2085	BL02B1	中村 唯我	
			2022A2078	BL02B1	中村 唯我	
			2022B2110	BL02B1	中村 唯我	
			2023A2358	BL02B1	中村 唯我	
			2023B1655	BL19B2	柴山 直之	
			2023B1687	BL02B1	柴山 直之	
			2023B1887	BL19B2	柴山 直之	
			2023B1889	BL02B2	柴山 直之	
			2023B1977	BL02B1	柴山 直之	
2023B2056	BL19B2	柴山 直之				
2023B2318	BL02B1	中村 唯我				

### Chemistry of Materials

47814	Takashi Koida	36 (2024) 6838-6848	2022A1778	BL46XU	野本 淳一	Sustainable Transparent Conducting Oxides: Insights from Amorphous SnO <sub>x</sub> Thin Films via Oxygen Stoichiometry Control
-------	---------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

### ChemSystemsChem

47875	Akira Kaneyoshi	6 (2024) e202400031	2021B1267	BL40B2	沼田 宗典	Photostimuli Reach a Selective Intermediate in a Microflow: One-Shot Transformation from a Supramolecular Co-Polymer to a Micro-Disk Structure
			2023A1348	BL43IR	沼田 宗典	
			2023A1336	BL40B2	沼田 宗典	

### Chinese Journal of Catalysis

47719	Kaining Li	64 (2024) 66-76	2023B1804	BL01B1	桑原 泰隆	Poly(ethylenimine)-assisted Synthesis of Hollow Carbon Spheres Comprising Multi-sized Ni Species for CO <sub>2</sub> Electroreduction
-------	------------	--------------------	-----------	--------	-------	---

### Corrosion Science

47841	Yafei Wang	240 (2024) 112471	2023A1006	BL20XU	戸田 裕之	Advancing the Hydrogen Tolerance of Ultrastrong Aluminum Alloys via Nanoprecipitate Modification
			2023A1298	BL20XU	清水 一行	

### Crystallography Reports

47596	C. Suzuki	68 (2023) 57-61	2020A2555	BL45XU	姚 閔	Expression, Purification, and Preliminary X-ray Crystal Diffraction Analysis of the <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Phosphomevalonate Kinase
			2020A2561	BL45XU	尾瀬 農之	

### Current Applied Physics

47920	Sanjith Unithrattil	70 (2025) 76-80	2019B1235	BL13XU	Cho Chi Yong	Nanosecond Electric Pulse-induced Ultrafast Piezoelectric Responses in Co <sup>3+</sup> Substituted BiFeO <sub>3</sub> Epitaxial Thin Films
-------	---------------------	--------------------	-----------	--------	--------------	---

### ECS Transactions

47637	Yumi Katasho	114 (2024) 3	2022B1338	BL28B2	片所 優宇美	<i>In-Situ</i> X-ray Diffraction/Fluorescence Analysis of Dy-Cu Electrochemical Alloying and Dealloying in Molten LiCl-KCl-DyCl <sub>3</sub>
-------	--------------	-----------------	-----------	--------	--------	--

### Electron

47852	Xiaoxia Yang	2 (2024) e18	2022B1508	BL08W	Tseng Jochi	Unveiling the Correlation between Structural Alterations and Enhanced High-voltage Cyclability in Na-deficient P3-type Layered Cathode Materials via Li Incorporation
-------	--------------	-----------------	-----------	-------	-------------	---

### Energy & Environmental Science

47817	Jaekun Lim	17 (2024) 8209-8218	2020A2133	BL02B1	中村 唯我	Ultra-uniform Perovskite Crystals Formed in the Presence of Tetrabutylammonium Bistriflimide Afford Efficient and Stable Perovskite Solar Cells
			2021A2085	BL02B1	中村 唯我	
			2023A1922	BL19B2	柴山 直之	
			2023A1914	BL02B1	柴山 直之	



### Energy Storage Materials

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47723	Fengcheng Tang	72 (2024) 103746	2020A1079	BL20XU	Sun Fu	Exploring Optimal Li Composite Electrode Anodes for Lithium Metal Batteries through <i>In Situ</i> X-ray Computed Tomography

### The FEBS Journal

47931	Kosuke Oda	291 (2024) 5486-5505	2019B6908	BL44XU	小田 康祐	Copper Inactivates DcsB by Oxidizing the Metal Ligand Cys86 to Sulfenic Acid
			2020A6508	BL44XU	小田 康祐	
			2021A6607	BL44XU	小田 康祐	
			2021B6607	BL44XU	小田 康祐	
			2022A6706	BL44XU	小田 康祐	
			2022B6706	BL44XU	小田 康祐	
			2023B6806	BL44XU	小田 康祐	

### Food Bioscience

47598	Wataru Saburi	61 (2024) 104516	2020A2555	BL45XU	姚 閔	Molecular Mechanism for the Substrate Specificity of <i>Arthrobacter globiformis</i> M6 $\alpha$ -glucosidase CmmB, Belonging to Glycoside Hydrolase Family 13 Subfamily 30
			2020A2561	BL45XU	尾瀬 農之	

### Frontiers in Plant Science

47829	Soushi Matsumoto	15 (2024) 1374937	2022B1143	BL20B2	唐原 一郎	CT Image-based 3D Inflorescence Estimation of <i>Chrysanthemum seticuspe</i>
			2018B1182	BL20B2	山内 大輔	

### IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems

47832	Yusuke Asagoe	(2024) 10639840	2023A1133	BL28B2	清水 啓史	Microfluidic Device for Diffracted X-ray Tracking Method to Measure the Conformational Change of Ion Channel in Response to Chemical Stimuli
			2023B1314	BL28B2	清水 啓史	

### Il Nuovo Cimento C

47739	Masayuki Niiyama	47 (2024) 239	2022A6102	BL31LEP	新山 雅之	Status and Prospects of the LEPS2 Solenoid Spectrometer
			2022B6102	BL31LEP	新山 雅之	
			2023A6102	BL31LEP	新山 雅之	
			2021B6102	BL31LEP	新山 雅之	

### International Journal of Biological Macromolecules

47756	Nobutaka Numoto	281 (2024) 136597	2019B2704	BL45XU	沼本 修孝	Structural Dynamics of the Ca <sup>2+</sup> -regulated Cutinase towards Structure-based Improvement of PET Degradation Activity
			2021A2739	BL45XU	沼本 修孝	

### International Journal of Molecular Sciences

47600	Meirong Chen	21 (2020) 5509	2018A2538	BL41XU	姚 閔	Flexible NAD <sup>+</sup> Binding in Deoxyhypusine Synthase Reflects the Dynamic Hypusine Modification of Translation Factor IF5A
-------	--------------	-------------------	-----------	--------	-----	---

### The ISME Journal

47752	Hinako Takamiya	18 (2024) wrae207	2023A1334	BL17SU	鈴木 庸平	Genome-resolved Metaproteogenomic and Nanosolid Characterization of an Inactive Vent Chimney Densely Colonized by Enigmatic DPANN Archaea
			2022B1531	BL17SU	鈴木 庸平	

### Journal of Agricultural and Food Chemistry

47895	Makoto Ihara	72 (2024) 17626-17632	2022A6729	BL44XU	氷見山 幹基	Crystal Structure of the Native Chromoprotein from <i>Pleurotus salmoneostramineus</i> Provides Insights into the Pigmentation Mechanism
			2022A2712	BL45XU	氷見山 幹基	
			2023A2730	BL45XU	氷見山 幹基	

### Journal of Applied Crystallography

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47903	Hidetaka Kasai	57 (2024) 1852-1858	2022A1231	BL02B2	笠井 秀隆	Position-independent Product Increase Rate in a Shaker Mill Revealed by Position-resolved <i>in situ</i> Synchrotron Powder X-ray Diffraction
			2022B1946	BL02B2	Zheng Yanyan	
			2022B0516	BL02B2	笠井 秀隆	
			2023A1571	BL02B2	笠井 秀隆	
			2023A1881	BL13XU	笠井 秀隆	
2023B1672	BL02B2	笠井 秀隆				

### Journal of Applied Glycoscience

47595	Wataru Saburi	70 (2023) 43-52	2017A6713	BL44XU	加藤 公児	Function and Structure of <i>Lactocaseibacillus casei</i> GH35 $\beta$ -Galactosidase LBCZ_0230 with High Hydrolytic Activity to Lacto-N-biose I and Galacto-N-biose
			2017B6713	BL44XU	加藤 公児	
			2016A6611	BL44XU	加藤 公児	

### Journal of Catalysis

47863	Ruoyu Xu	416 (2022) 311-321	2019B1438	BL01B1	Wang Feng	Improving the ORR Performance by Enhancing the Pt Oxidation Resistance
-------	----------	-----------------------	-----------	--------	-----------	--

### The Journal of Chemical Physics

47687	Hiroshi Matsui	161 (2024) 164901	2021B1199	BL43IR	松井 広志	Proton Transfer Driven by the Fluctuation of Water Molecules in Chitin Film
			2022B1134	BL43IR	松井 広志	
			2023B1204	BL43IR	松井 広志	

### Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena

47746	Yoko Takeo	267 (2023) 147380	2022A7413	BL07LSU	志村 まり	Development of Soft X-ray Ptychography and Fluorescence Microscopy System using Total-reflection Wolter Mirror and Application to Measurement of Drug-treated Mammalian Cells
			2021A7402	BL07LSU	木村 隆志	
			2021B7402	BL07LSU	木村 隆志	
			2022A7402	BL07LSU	木村 隆志	

### Journal of Electronic Materials

47846	Takahiro Yoshikawa	54 (2025) 1131-1140	2021B7619	BL28XU	安部 武志	In Situ Observation at the Zinc-Anode/KOH Electrolyte Interface by Grazing Incident X-ray Diffraction
			2022A7619	BL28XU	安部 武志	
			2022B7619	BL28XU	安部 武志	
			2023A7619	BL28XU	安部 武志	

### Journal of Geophysical Research: Solid Earth

47613	Wentian Wu	129 (2024) e2024JB029734	2022B1238	BL04B1	西原 遊	Crystallographic Preferred Orientation of Phase D at High Pressure and Temperature: Implications for Seismic Anisotropy in the Mid-mantle
			2023A1297	BL04B1	西原 遊	
			2023B1305	BL04B1	西原 遊	
			2024A1310	BL04B1	西原 遊	
			2021A1116	BL04B1	西原 遊	
			2021B1431	BL04B1	西原 遊	
			2022A1317	BL04B1	西原 遊	

### Journal of Hazardous Materials

47898	Yohey Hashimoto	484 (2025) 136580	2018B1191	BL37XU	橋本 洋平	Unveiling the Potential Mobility and Geochemical Speciation of Geogenic Arsenic in the Deep Subsurface Soil of the Tokyo Metropolitan Area
			2021A1634	BL14B2	橋本 洋平	
			2023B1103	BL37XU	橋本 洋平	

### Journal of Luminescence

47575	Kenji Shinozaki	276 (2024) 120859	2019A1551	BL08W	篠崎 健二	High Quantum Yield Luminescence and Scintillation Properties of High-Ce-doped MgF <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Glasses and Their Glass Structure
			2022B1778	BL14B2	篠崎 健二	

### Journal of Materials Science: Materials in Engineering

47787	Yushi Tamaki	19 (2024) 40	2021B1941	BL14B2	植竹 裕太	Synthesis and Characterization of Titanium Oxynitride Catalyst via Direct Ammonia Nitridation of Titanium Polyacrylate for Oxygen Reduction Reaction
			2022B1890	BL14B2	植竹 裕太	

Journal of Oleo Science

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47782	Sabrina Binti Mohamed Hasnol	73 (2024) 1411-1422	2022A1123	BL40B2	櫻木 美菜	A Study on Bicellar Structural Characteristics and Skin Permeabilities across the Stratum Corneum of Arginine-Modified Peptide-induced Bicelles as a Potential Transdermal Drug Carrier
			2022B1196	BL40XU	櫻木 美菜	

The Journal of Physical Chemistry A

47790	Yoshifumi Hashikawa	128 (2024) 2782-2788	2021B1298	BL43IR	橋川 祥史	Water Adsorption on $\pi$ -Surfaces of Open-Fullerenes
			2022A1285	BL43IR	橋川 祥史	
			2022B1138	BL43IR	橋川 祥史	

The Journal of Physical Chemistry Letters

47935	Millena Logrado	14 (2023) 4471-4481	2019B1364	BL04B1	山田 明寛	Densification of Sodium Borosilicate Glasses at Ambient Temperature: Structural Investigations by Solid-State Nuclear Magnetic Resonance and Raman Scattering
-------	-----------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

Journal of Physical Society of Japan

47953	Naoyuki Katayama	93 (2024) 111004	2018B1128	BL04B2	片山 尚幸	Molecular Formation and Precursory Local Distortion in Layered LiVX <sub>2</sub> (X = O, S, Se)
			2018B1145	BL04B2	片山 尚幸	
			2019A1218	BL04B2	片山 尚幸	
			2020A1063	BL02B2	片山 尚幸	
			2020A1093	BL37XU	片山 尚幸	
			2021A1111	BL10XU	片山 尚幸	
			2021A1112	BL04B2	片山 尚幸	
			2021A1117	BL44B2	片山 尚幸	
			2021B1119	BL04B2	片山 尚幸	
			2021B1136	BL02B2	片山 尚幸	
			2022A1167	BL02B2	片山 尚幸	
			2022A1361	BL13XU	片山 尚幸	
			2023A1110	BL04B2	片山 尚幸	
2023B1215	BL36XU	片山 尚幸				

Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics

47776	Tiffany Walmsley	57 (2024) 235101	2022B8048	BL1	Warne Emily	Distinguishing the XUV-induced Coulomb Explosion Dynamics of Iodobenzene using Covariance Analysis
-------	------------------	---------------------	-----------	-----	-------------	--

Journal of Solid State Electrochemistry

47673	Reona Miyazaki	26 (2022) 1577-1583	2021B1403	BL04B2	宮崎 怜雄奈	Improvement of Li <sup>+</sup> Conductivity in Ball-milled Lil and the Local Structure Analysis by Pair Distribution Function Based on X-ray Total Scattering
-------	----------------	------------------------	-----------	--------	--------	---

Journal of Synchrotron Radiation

47949	Hiroo Tajiri	32 (2025) 125-132	2018A1054	BL13XU	田尻 寛男	Diffractometer for Element-specific Analysis on Local Structures using a Combination of X-ray Fluorescence Holography and Anomalous X-ray Scattering
			2018B1068	BL13XU	田尻 寛男	
			2020A1458	BL13XU	Qiao Xusheng	
			2021B1231	BL13XU	脇原 徹	
			2022A1345	BL47XU	林 好一	
			2022A1359	BL47XU	林 好一	
			2022A2002	BL47XU	林 好一	
			2022B1017	BL47XU	小原 真司	
			2022B1397	BL47XU	林 好一	
			2022B1400	BL47XU	林 好一	
			2022B2018	BL47XU	林 好一	
			2023A1346	BL47XU	林 好一	
			2023A1353	BL47XU	林 好一	
			2023A2302	BL47XU	林 好一	
			2023B2309	BL47XU	林 好一	
			2024A2323	BL47XU	林 好一	

### Journal of the Physical Society of Japan

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47779	Takanori Taniguchi	93 (2024) 124706	2022A1257	BL39XU	谷口 貴紀	Field-Induced Criticality in YbCu <sub>4</sub> Au

### The Journal of Toxicological Sciences

47847	Akihiro Uehara	49 (2024) 543-548	2020A1538	BL37XU	武田 志乃	Monitoring Method for Uranium Concentration and Chemical Form in the Droplet of Rat Serum
			2021B1026	BL37XU	武田 志乃	
			2022A1013	BL37XU	武田 志乃	

### Journal of Vascular and Interventional Radiology

47848	Hiroki Nakamura	36 (2025) 340-346	2020A1521	BL20B2	中村 博貴	Microembolization Effects of Imipenem/Cilastatin In Vivo Depicted by Monochromatic Synchrotron X-ray Microangiography
-------	-----------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### Materials Horizons

47642	Zhao Pan	11 (2024) 5394-5401	2023B1575	BL02B2	Pan Zhao	Mixed Anion Control of Enhanced Negative Thermal Expansion in the Oxysulfide of PbTiO <sub>3</sub>
			2024A1506	BL02B2	Pan Zhao	

### Materials Today Catalysis

47907	Okkyun Seo	7 (2024) 100078	2018B1018	BL28B2	坂田 修身	Atomic Behaviors in PdRu Solid-solution Nanoparticles on CeO <sub>2</sub> -ZrO <sub>2</sub> Support for the Three-way Catalytic Reaction
			2018B1143	BL01B1	坂田 修身	
			2019A1002	BL28B2	坂田 修身	
			2019B1271	BL01B1	坂田 修身	
			2019B1278	BL28B2	坂田 修身	
			2020A1141	BL01B1	坂田 修身	
			2020A1142	BL28B2	坂田 修身	

### Mechanical Systems and Signal Processing

47807	Masami Matsubara	205 (2023) 110875	2022A1396	BL20XU	松原 真己	In-situ Measurement of Dynamic Micro X-ray CT and Dynamic Mechanical Analysis for Rubber Materials
-------	------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

### Microstructures

47808	Jixuan Su	4 (2024) 2024049	2023A1269	BL44B2	Lin Kun	Longitudinal Zero Thermal Expansion in Re-Fe (R = Tb, Er) Eutectic Alloys with High Fracture Resistance
			2023A1849	BL14B2	Lin Kun	
			2024A1556	BL02B2	Lin Kun	

### Nanoscale

47786	Kosuke Sakamoto	16 (2024) 20608-20616	2023A1635	BL14B2	坂本 光翼	Carbon-supported Au <sub>25</sub> Cluster Catalysts Partially Decorated with Dendron Thiols: Enhanced Loading Weight and Durability for Hydrogen Evolution Reaction
			2023B2004	BL01B1	増田 晋也	

### Nature

47857	Yu-Peng Zhu	626 (2024) 523-528	2023A1187	BL25SU	Liu Chang	Observation of Plaid-like Spin Splitting in a Noncoplanar Antiferromagnet
-------	-------------	-----------------------	-----------	--------	-----------	---

### Nature Materials

47680	Vladimir A.Stoica	23 (2024) 1394-1401	2019B8019	BL3	Wen Haidan	Non-equilibrium Pathways to Emergent Polar Supertextures
-------	-------------------	------------------------	-----------	-----	------------	--

### npj Materials Degradation

47649	Wataru Yoshimune	8 (2024) 106	2024A7032	BL33XU	吉宗 航	Simultaneous Accelerated Stress Testing of Membrane Electrode Assembly Components in Polymer Electrolyte Fuel Cells
-------	------------------	-----------------	-----------	--------	------	---

### npj Quantum Materials

47858	Xiangrui Liu	9 (2024) 85	2023A1187	BL25SU	Liu Chang	Observation of Floating Surface State in Obstructed Atomic Insulator Candidate NiP <sub>2</sub>
-------	--------------	----------------	-----------	--------	-----------	---

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47591	Kaori Oguri	556 (2024) 165516	2023B1589	BL01B1	徳永 紘平	Characterization of Mineral Composition using PIXE and EXAFS Analyses to Elucidate the Barium Adsorption Mechanism

Organic Letters

47714	Sodai Nishino	26 (2024) 4049-4054	2023B1989	BL14B2	倉橋 拓也	Nickel-Photoredox-Catalyzed Stereoconvergent Coupling of Alkenyl Halides and Nitrogen-Containing Heterocycles
			2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2018A1690	BL14B2	高橋 俊文	
			2017B1748	BL14B2	富藤 玲	
			2016B1766	BL14B2	高橋 俊文	
			2016A1680	BL14B2	前田 和輝	
2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也				
2017A1700	BL14B2	前田 和輝				

Physical Review Materials

47910	Hirofumi Suto	8 (2024) 114408	2021A1300	BL13XU	桜庭 裕弥	Negative Spin Polarization and Effect of Composition on the Atomic Order and Electronic Structure of Mn <sub>2</sub> VAl Heusler Alloy Thin Films
			2023A1563	BL13XU	桜庭 裕弥	

Physical Review X

47650	Yijing Huang	14 (2024) 041010	2017B8046	BL3	Reis David	Nanometer-Scale Acoustic Wave Packets Generated by Stochastic Core-Level Photoionization Events
-------	--------------	---------------------	-----------	-----	------------	---

Polymer

47615	Ren Tomisawa	312 (2024) 127605	2021A7211	BL03XU	中田 克	Effects of Drawing Stress on the Molecular-chain Extension in Fiber Structure Formation of Poly(ethylene terephthalate)
-------	-----------------	----------------------	-----------	--------	------	---

Precision Chemistry

47745	Zheng Zhou	3 (2025) 27-34	2018B1394	BL38B1	佐藤 宗太	Stepwise Chemical Reduction of [4]Cyclo[4]helicenylene: Stereo Transformation and Site-Selective Metal Complexation
			2021B1517	BL45XU	佐藤 宗太	

Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America

47865	Lu Chen	121 (2024) e2404830121	2022B1758	BL14B2	Guan Xuze	Thermally Stable High-loading Single Cu Sites on ZSM-5 for Selective Catalytic Oxidation of NH <sub>3</sub>
-------	---------	---------------------------	-----------	--------	-----------	---

Publications of the Astronomical Society of Japan

47674	Toshiya Iwata	76 (2024) 923-939	2021B1542	BL20B2	小高 裕和	Multi-epoch X-ray Spectral Analysis of Centaurus A: Revealing New Constraints on Iron Emission Line Origins
-------	------------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

Royal Society Open Science

47589	Satoshi Kuretani	11 (2024) 231995	2020A0754	BL40B2	内本 喜晴	Small-angle X-ray Scattering Analysis of Poly(amic acid) Dispersed in a Liquid Matrix to Understand the Size Control of Polyimide Nanoparticles
			2020A0627	BL40B2	平井 智康	
			2021A1012	BL40B2	今井 英人	
			2021B1014	BL40B2	今井 英人	

RSC Medical Chemistry

47621	Yuki Murakami	13 (2022) 1495-1503	2021A6603	BL44XU	有竹 浩介	Structure-activity Relationship Study of PROTACs against Hematopoietic Prostaglandin D <sub>2</sub> Synthase
-------	------------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

RSC Pharmaceuticals

47860	Kousuke Takahashi	1 (2024) 786-796	2023B1380	BL40B2	秋葉 勇	Target-selective Cytosolic Delivery of Cargo Proteins using the VHH-presented OLE-ZIP Capsules
-------	----------------------	---------------------	-----------	--------	------	--

### Science Advances

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47624	Aleksandra Krajewska	10 (2024) eadn3880	2020A3657	BL14B1	石井 賢司	Nearly Linear Orbital Molecules on a Pyrochlore Lattice

### Science and Technology of Advanced Materials: Methods

47665	Houichi Kitano	4 (2024) 2403964	2022A1096	BL20XU	柳樂 知也	Development of a Method to Evaluate Strain in Weld Solidification using in-situ Observations with High-brightness Synchrotron X-rays
			2022B1003	BL20XU	柳樂 知也	
			2023A1131	BL20XU	柳樂 知也	
			2023B1201	BL20XU	柳樂 知也	

### The Science of Nature

47825	Tomoki Hirose	111 (2024) 48	2022A1201	BL20XU	吉澤 和徳	Discovery of a Novel Ejaculation Mechanism in Danceflies (Diptera: Empididae), with Implications for Genital Elongation
			2023A1173	BL20B2	松村 洋子	

### Sensors and Materials

47611	Akinobu Yamaguchi	8 (2024) 3465-3477	2021B1171	BL17SU	山口 明啓	Consideration of Experiment to Introduce MEMS Devices into Spectroscopic Systems for Bending and Three-point Tension Tests
			2021A1414	BL17SU	山口 明啓	

### Small

47816	Shun Tian	20 (2024) 2406929	2022B0599	BL19B2	柴山 直之	Enhancing the Efficiency and Stability of Perovskite Solar Cells Using Chemical Bath Deposition of SnO <sub>2</sub> Electron Transport Layers and 3D/2D Heterojunctions
			2022B1906	BL19B2	柴山 直之	
			2023A1922	BL19B2	柴山 直之	
			2023A1914	BL02B1	柴山 直之	

### Small Science

47588	Maria Bokova	5 (2025) 2400371	2017A1067	BL04B2	Bychkov Evgeny	Rigidity-Driven Structural Isomers in the NaCl-Ga <sub>2</sub> S <sub>3</sub> System: Implications for Energy Storage
			2017B1771	BL04B2	Bychkov Evgeny	
			2021B1197	BL04B2	Bychkov Evgeny	

### Soft Matter

47663	Anish Gulati	20 (2024) 8610-8620	2024A1203	BL40B2	Gonzalez Lopez Carlos	Influence of Counterion Type on the Scattering of a Semiflexible Polyelectrolyte
-------	--------------	------------------------	-----------	--------	-----------------------	--

### Solids

47813	Takayuki Ishii	5 (2024) 394-403	2020A1309	BL10XU	新名 良介	Synthesis and Crystal Structure of Ilmenite-Type Silicate with Pyrope Composition
			2021A1281	BL10XU	新名 良介	
			2021B1331	BL10XU	新名 良介	
			2022B1312	BL10XU	新名 良介	
			2023A1146	BL10XU	新名 良介	

### Sustainable Materials and Technologies

47671	Asato Kondo	42 (2024) e01140	2023A5360	BL16B2	沖 充浩	Direct Recycling of Anode Active Material from Li-ion Batteries using TiNb <sub>2</sub> O <sub>7</sub> Anode
			2023B5360	BL16B2	沖 充浩	

### Wood Science and Technology

47627	Hiroaki Horiyama	58 (2024) 1991-2006	2019B1176	BL40B2	今井 友也	Combined Analysis of the Microstructure of Wood Swollen by Water and/or Ethanol through Dynamic Mechanical Analysis and Small-angle X-ray Scattering
			2020A1592	BL40B2	今井 友也	
			2021A1384	BL40B2	今井 友也	

### 軽金属 (Journal of Japan Institute of Light Metals)

47734	Shono Yaegashi	73 (2023) 212-217	2022A1113	BL20XU	清水 一行	高純度アルミニウムおよび A6061 アルミニウム合金におけるポアの成長挙動と水素脱離挙動
			2021B1124	BL20XU	清水 一行	
			2021A1002	BL20XU	戸田 裕之	
			2020A1531	BL20XU	清水 一行	
			2021B1123	BL20XU	戸田 裕之	

高圧力の科学と技術 (The Review of High Pressure Science and Technology)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47830	Yu Nishihara	34 (2024) 81-88	2020A0571	BL04B1	西原 遊	Pressure Effect on Thermocouple Electromotive Force: Experimental Studies using Multi-anvil Apparatus and Synchrotron Radiation
			2020A0619	BL04B1	松影 香子	
			2020A2147	BL04B1	丹下 慶範	
			2019A0069	BL04B1	河野 義生	

鉄と鋼 (Tetsu to Hagane)

47947	Taka Narumi	(2024) Online published 26 Dec. 2024	2020A1542	BL20B2	鳴海 大翔	Equiaxed Solidification of Metastable Ferrite in Fe-22mass%Mn-0.7mass%C-0.3mass%Ti Alloy Nucleating on Ti Carbonitride
			2021B1514	BL20B2	鳴海 大翔	
			2021B1537	BL20B2	鳴海 大翔	
			2023B1423	BL20B2	鳴海 大翔	

日本金属学会誌 (The Journal of the Japan Institute of Metals and Materials)

47950	Megumi Kawasaki	89 (2025) 93-105	2018B1219	BL02B1	Liss Klaus Dieter	Synchrotron High-Energy X-ray & Neutron Diffraction, and Laser-Scanning Confocal Microscopy: <i>In-Situ</i> Characterization Techniques for Bulk Nanocrystalline Metals
-------	-----------------	---------------------	-----------	--------	-------------------	---

日本シミュレーション学会英文誌 (Journal of Advanced Simulation in Science and Technology)

47726	Ryosuke Ueda	11 (2024) 188-200	2022B1533	BL28B2	上田 亮介	Single Shot Machine Learning Based Phase Retrieval for the X-ray Phase Imaging
			2021B1341	BL28B2	百生 敦	

日本鉄鋼協会 第 179 回大会 (春季) 要旨集

47648	Manako Tanaka	(2020) 70	2019A1519	BL28B2	田中 真奈子	Nondestructive Study on Traditional Japanese Swords using Synchrotron X-ray CT to Clarify the Characteristics of Sword-making Techniques
			2018B1745	BL28B2	田中 真奈子	
			2019B1543	BL28B2	田中 真奈子	

ふえらむ (Bulletin of the Iron and Steel Institute of Japan)

47606	Shiro Torizuka	27 (2022) 882-890	2021A1621	BL46XU	鳥塚 史郎	Characteristics of Structure, Dislocation Density, and Mechanical Properties of 3D-fabricated Ni Alloys by Selective Laser Powder Bed Fusion Method
			2021A1669	BL46XU	鳥塚 史郎	

文化財保存修復学会 第 41 回大会 研究発表要旨集

47647	Manako Tanaka	(2019) 28-29	2017A1718	BL28B2	田中 真奈子	Nondestructive Study of Articulated Iron Lobster to Clarify its Material Characteristics and Manufacturing Techniques
			2017B1867	BL37XU	田中 真奈子	

文化財保存修復学会 第 43 回大会 研究発表集

47658	Yoshinari Abe	43 (2021) 78-81	2018A1705	BL20B2	阿部 善也	Development of Synchrotron Radiation X-ray Absorption Edge Subtraction Radiography as a New Nondestructive Element Imaging Technique for Oil Paintings
			2018B1744	BL20B2	阿部 善也	
			2019B1216	BL20B2	阿部 善也	
			2020A1593	BL20B2	塚田 全彦	

放射光 (Journal of the Japanese Society for Synchrotron Radiation Research)

47587	Megumi Matsumoto	37 (2024) 238-252	2018B1526	BL20XU	松野 淳也	Asteroid Ryugu's History Recorded in Hayabusa 2 Returned Samples
			2018A1373	BL47XU	松野 淳也	

博士論文 (大阪大学)

47769	Yasuhiro Yamauchi	(2023)	2020A1871	BL14B2	植竹 裕太	Synthesis and Reactivity of Metal Complexes Bearing <i>N</i> -phosphine Oxide-substituted Imidazolylidenes
			2021A1630	BL14B2	植竹 裕太	
			2021B1717	BL14B2	植竹 裕太	
			2022A1767	BL14B2	植竹 裕太	

博士論文 (東北大学)

47602	Masaki Abe	(2024)	2023B1244	BL27SU	高橋 幸生	Development of Tender X-ray Ptychography Method and its Application to High-resolution Chemical State Imaging of Sulphur
			2023A1247	BL27SU	高橋 幸生	
			2022B1269	BL27SU	高橋 幸生	
			2022A1465	BL27SU	高橋 幸生	
			2021B1595	BL27SU	高橋 幸生	
			2020A0629	BL27SU	高橋 幸生	
2019A0164	BL27SU	高橋 幸生				

博士論文 (兵庫県立大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47753	Serina Tanaka	(2024)	2022A1693	BL27SU	田中 芹奈	放射光を用いた自動車パネル用 Al-Mg-Si 合金中におけるナノクラスター形成挙動の解明

博士論文 (広島大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
			2019B4906	BL15XU	井野 明洋	
			2018A4800	BL15XU	井野 明洋	
47743	Satoshi Ishizaka	(2022)	2017B4801	BL15XU	井野 明洋	Experimental Determination of Electronic Structures of Superconductors $ZrP_{2-x}Se_x$ and $Nb_3Y$ ( $Y = Al, Sn$ )

博士論文 (山口大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
			2021A1237	BL04B2	片山 祐	
47577	Asuka Morinaga	(2024)	2020A0568	BL04B2	片山 祐	Development of Highly Active Copper-Based Catalysts via Local Structure Optimization

博士論文 (早稲田大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
47644	Masashi Yatomi	(2024)	2022B0305	BL01B1	疋野 拓也	Preparation of Crystalline Nanostructured Materials by Modification of Layered Silicates Using Organoalkoxysilanes and Organotin Compounds

課題以外の成果として登録された論文

Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
47608	Ichiro Inoue	57 (2024) 192501	XFEL		Perspective for in-volume Machining of Solid Materials by Undersurface Focusing of X-ray Pulses
47777	Akinobu Niozu	57 (2024) 235604	装置&技術		Nanoplasma Formation and Expansion Ignited by an Intense FEL: a Study using Pump-probe Electron Spectroscopy

Materialia

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
47915	Shuntaro Takazawa	39 (2025) 102311	光学系	BL29XU	<i>In situ</i> Heating Coherent X-ray Diffraction Imaging for Visualizing Nanometer-scale Structural Changes in Metallic Materials

Microscopy and Microanalysis

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
47603	Naru Okawa	30 (2024) 836-843	装置&技術	BL29XU	Three-Dimensional Nanoscale Imaging of SiO <sub>2</sub> Nanofiller in Styrene-Butadiene Rubber with High-Resolution and High-Sensitivity Ptychographic X-ray Computed Tomography

Molecules

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
47954	Hayata Imamura	29 (2024) 6049		BL28B2	Raman Spectroscopic Analysis of Molecular Structure and Mechanical Properties of Hypophosphatasia Primary Tooth

Optica

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
47922	Masaki Abe	11 (2024) 1708-1715	光学系	BL29XU	Guided-image-filtering-assisted Phase Retrieval for Amplitude Reconstruction in Single-frame Coherent Diffraction Imaging

Physical Review B

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
47607	Ichiro Inoue	110 (2024) L100102	装置&技術	BL3	Interplay of Thermal and Nonthermal Effects in X-ray-induced Ultrafast Melting



## SPring-8 食堂リニューアル後の状況報告

国立研究開発法人理化学研究所  
播磨事業所 研究支援部 総務課

### 1. 経緯

2024年10月22日、SPring-8 食堂の委託業者を変更し、リニューアルオープンを実施しました。

SPring-8 食堂は、構内勤務者への福利厚生のみならず、外来のビームラインユーザー（ユーザー）へ快適な滞在環境を提供するという重要な役割を担っています。特に数日間の滞在を伴うユーザーにとって、質の高い食事とリラックスできる空間の提供は、日々の研究に集中するための重要な要素と考えています。

一方で、昨今の物価高や人件費高騰という悪条件も重なり、近年はクオリティ、メニュー、価格面において利用者から不満の声が多く寄せられ、客数も大きく減少しました。そのため、「適正価格で利用者に満足していただける美味しい料理の提供」を目指して検討を行ってききましたが、この度委託業者を変更する形でリニューアルに至りました。

### 2. リニューアル後の来客数等について

昨年度と比較すると、ユーザータイム中の来客数は1～2割程度増加し、客単価も1割程度増加しました。しかし、ビームライン運転停止期間になるとユーザーの食堂利用が無くなり、所内スタッフのみの利用となるため、来客数は昨年度並みにとどまっています。持続的な食堂運営のために、利用者増のための取り組みを引き続き実施していきます。

### 3. 利用者アンケートの実施

リニューアル後、食堂利用者アンケートを実施し多くの利用者からご意見・ご要望・ご感想をいただきました。

(1) 集計期間：2024年10月22日～2024年12月27日

(2) アンケート項目

必須：属性、満足度

任意：氏名、メールアドレス、自由記述

### 4. アンケート結果報告

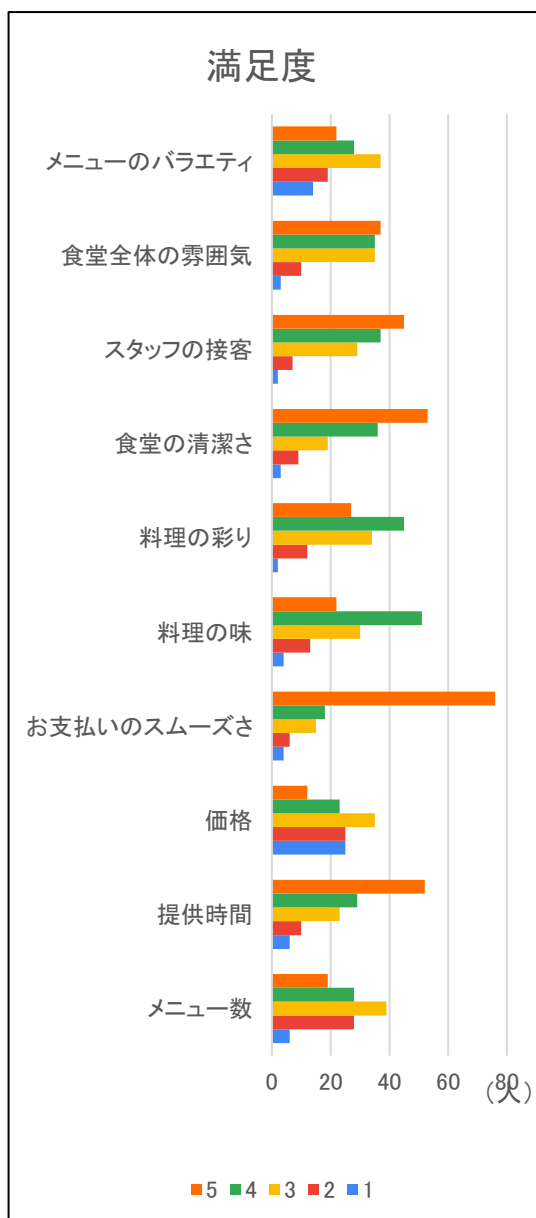
(1) 回答者数：120名

(所内スタッフ39名、ユーザー80名、見学者1名)

(2) 満足度

5段階評価形式で実施しました。

(5 = 非常に満足 1 = 非常に不満)



(3) ご意見・ご要望

自由記述項目につきまして、多くいただいたご意見を抜粋します。

<p><b>【良かった（満足）と思う点】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・以前より美味しくなった。</li> <li>・定食の小鉢も充実していて良かった。</li> <li>・ボリュームもあってコスパも良くなった。</li> <li>・バラエティ豊かで飽きずに通える。</li> </ul>
<p><b>【不満に思われる、改善してほしい点】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・麺類や丼ものも大盛があると嬉しい。</li> <li>・定食の小鉢が少ないセットも検討してほしい。</li> <li>・漬物やふりかけ、マヨネーズを置いてほしい。</li> <li>・フルーツやデザートも提供してほしい。</li> </ul>
<p><b>【今後食べてみたい、提供してほしいメニュー】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地場産品を使ったメニュー。</li> <li>・SPring-8の独自メニュー。</li> <li>・鍋などの季節に則した料理。</li> </ul>
<p><b>【その他】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・美味しかったので、また食堂を利用したい。</li> <li>・中庭に出られるようになり、嬉しい。</li> <li>・学生にとっては、少し価格が高い。</li> <li>・可能であれば、営業時間を延ばしてほしい。</li> </ul>

いただいたご意見・ご要望の中で、対応可能なものについては、速やかに改善を実施しています。

また、提供メニューにつきましても、利用者からのご要望をできる限り反映させられるよう努めていきます。

5. 今後の方針等について

食堂リニューアルに際して、定食(セットメニュー)を導入しました。定食としてライス・メイン・小鉢・汁物とセットにすることで、お得に栄養バランスの取れた食事を提供することができるようになりました。

今後の食堂課題としましては、提供メニューのさらなる充実が求められていると考えています。具体的には、以下3点の実現を目指していきます。

<ul style="list-style-type: none"> <li>・定食セットの選択肢増加（小鉢の数 増減）</li> <li>・新規メニューの提供（要望の多いメニュー等）</li> <li>・麺類・丼もの大盛の提供</li> </ul>
---

これらの実現には、食堂の体制整備が必要なため、

すぐに実現するのは困難かもしれませんが、委託業者と協力し、検討を重ねていきたいと考えています。

ぜひ食堂をご利用いただき、ご意見をお寄せください。

6. アンケートページ等

以下の URL、もしくは二次元バーコードからアンケートページにアクセスいただけます。



<https://forms.gle/p1ox9QHVTdypf6YQA>

【参考】

■ユーザーインフォメーション

食堂ご案内ページ

<https://user.spring8.or.jp/?p=20699>

アンケート結果掲載ページ

<https://user.spring8.or.jp/?p=52294>

## SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 四季報<sup>[1]</sup>

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長  
藤原 明比古

### 1. はじめに (秋号以降の動向)

SPring-8/SACLA 利用者情報秋号 (前号) の SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 四季報<sup>[2]</sup> 以降、主に NanoTerasu のユーザー共同体との融合に向けて調整をしてきました。本号では、NanoTerasu のユーザー共同体との融合と BLs アップグレードワークショップの準備状況について、状況をご説明したいと思います。

### 2. NanoTerasu のユーザー共同体との融合

NanoTerasu が 3 月に供用開始することを受け、新ユーザー協同体を 3 月 1 日に設置する準備を進めてきました。近年、SPRUC 特別総会は BLs アップグレードワークショップ期間中に開催してきましたが、この状況を踏まえ、評議員会、特別総会を 1 月の放射光学会期間中に開催しました。また、NanoTerasu ユーザー共同体との合同総会を開催し、皆様のご理解、ご協力と建設的なご意見を頂き、3 月 1 日に「特定放射光施設ユーザー協同体」として新たな組織として出発することが承認されました (図 1)。

今後は、特定放射光施設で実施される実験を大局的に見渡し、我が国における先端放射光研究の成果最大化に向けた議論を進める組織へと発展させていきたいと考えております。

### 3. BLs アップグレードワークショップ

これまで BLs アップグレードワークショップは SPring-8-II へのアップグレードに向けた情報共有と議論を行ってきました。3 月に特定放射光施設ユーザー協同体が設置されると、ワークショップは SPring-8、SACLA、NanoTerasu という 3 つの特定放射光施設の利用者が集う場となります。そこで、今回のワークショップでは、SPring-8-II に向けた議論ならびに NanoTerasu の理解を深化し、今後の展開について議論したいと考えています。今回は、初日に SPring-8 をテーマとするセッション、2 日目に NanoTerasu をテーマとするセッションとしていますが、将来的には、例えば軟 X 線ビームラインについては施設に関わりなく一つの土俵で議論するなど、日本の先端放射光施設がより良くなるための総合的な議論を進めていく場にしたいと考えております。



図 1 合同総会後の記念写真。

### 4. おわりに

SPring-8 シンポジウム期間中に開催された評議員会、総会において、NanoTerasu ユーザー共同体との融合に関する基本的方向性が承認されてから新年の評議員会、特別総会まで光陰矢の如しでした。その間、評議員や幹事、事務局の皆様、また、NanoTerasu 関係者の皆様の継続的な取り組みにより特定放射光施設ユーザー協同体を設置する準備が整いました。関係者の皆様のお力添えにお礼申し上げます。

特定放射光施設ユーザー協同体はこれまで以上に、日本の放射光利用研究を総合的に議論する組織として発展していくものと信じております。会員の皆様におかれましては、より良い放射光利用研究の環境整備に向け、ご意見、ご要望等ありましたら、ご連絡を頂ければ幸いです。よろしく願いいたします。

### 参考文献

- [1] 本記事発行時 (2025 年 3 月) には新ユーザー協同体が設置され、BLs アップグレードワークショップは開催済みの予定ですが、原稿執筆は 1 月のため SPRUC 会長からのメッセージとしています。
- [2] <https://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=43605>

藤原 明比古 FUJIWARA Akihiko

関西学院大学 工学部  
〒669-1330 兵庫県三田市学園上ヶ原 1 番  
TEL : 079-565-9752  
e-mail : akihiko.fujiwara@kwansei.ac.jp

## 第 25 回 SPring-8 夏の学校 開催のご案内 —最先端の放射光科学を学ぶ—

**開催日**：2025 年 7 月 6 日（日）～ 9 日（水）

**場 所**：大型放射光施設 SPring-8（兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1）

**カリキュラム概要**：基礎講義／ビームライン実習

**募集定員**：80 名程度

**参加費**：無料（但し宿泊費・交通費等は自己負担）

**対 象**：■大学院修士（博士前期）課程の学生。※人数に余裕があれば学部 4 年生も受け入れ可

■SPring-8 における放射線業務従事者等の登録手続きが必要。

■主催大学の推薦枠あり。

**参加登録 受付期間**：4 月 7 日（月）10:00 ～ 5 月 14 日（水）12:00 まで（予定）

**参加登録**：WEB でのオンライン登録による参加申し込み

応募者多数の場合は参加登録の内容をもとに選考させていただきます。

詳しくは SPring-8 ウェブサイト（<http://www.spring8.or.jp/ja/>）をご覧ください。

**参考 URL**：

[http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/seminar/sp8summer\\_school/ss2024/](http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/seminar/sp8summer_school/ss2024/)

（※第 25 回 SPring-8 夏の学校 Web サイトは 3 月下旬頃にオープン予定です）

**主 催**：兵庫県立大学理学部・大学院理学研究科

関西学院大学理学部・工学部・生命環境学部・大学院理工学研究科

岡山大学

大阪大学光科学連携センター・蛋白質研究所・核物理研究センター

茨城大学大学院理工学研究科

東京大学シンクロトロン放射光連携研究機構

島根大学

理化学研究所 放射光科学研究センター

日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター

量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所

高輝度光科学研究センター

**後 援**（予定）：特定放射光施設ユーザー協同体

問い合わせ先：SPring-8 夏の学校事務局

高輝度光科学研究センター 利用推進部 普及情報課

TEL：0791-58-2785

e-mail：2025summerschool@spring8.or.jp

## NanoTerasu 共用運転開始のお知らせ

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

平素より特定放射光施設「Spring-8/SACLA 及び NanoTerasu」の利用促進等の業務におきまして多大なるご支援とご協力を賜り感謝申し上げます。

さて、2025年3月3日（月）より、3GeV 高輝度放射光施設「NanoTerasu」（以下「NanoTerasu」）の共用運転が開始されましたことをお知らせいたします。

昨年2024年4月1日付けで、当財団は、「NanoTerasu」の登録施設利用促進機関として選定されて以来、これまで、利用制度の構築や、ユーザー向け情報 Web サイトの制作、システムの見直しなど、ユーザーの方々がより利用しやすい環境づくりを進めてまいりました。

昨年9月より2025A期（2025年3月～9月）の利用研究課題の募集を開始し、2025年1月半ばに実施課題が決定され、そして3月からの共用運転を迎えることができました。

募集期間中には多くのご申請をいただき、皆様のご興味、ご関心をお寄せいただきましたこと、心より感謝、御礼申し上げます。

また、次回2025B期（2025年10月～2026年3月）の利用研究課題募集は2025年4月より開始される予定です。前期同様、引き続き User Information サイト (<https://user.nanoterasu.jp>) にて最新情報を更新いたしますので、随時ご確認いただきますようよろしくお願いいたします。

なお、お問い合わせにつきましては以下をご参照ください。

(※メールアドレスにございます#は、@に置き換えてください。)

### 【利用研究課題募集について】

JASRI 利用推進部 共用推進課

TEL : 0791-58-0961

e-mail : ntjasri#jasri.jp

### 【来所の手続きについて】

JASRI ナノテラス事業推進室 研究業務課

TEL : 050-3502-3043

e-mail : ntjasri#jasri.jp

### 【NanoTerasu 放射光の利用・研究に関すること（全般）】

JASRI ナノテラス事業推進室 利用研究推進グループ

TEL : 050-3496-8910

e-mail : honma#jasri.jp

## 2025B 期 NanoTerasu 利用研究課題募集について

登録施設利用促進機関  
公益財団法人高輝度光科学研究センター

2025B 期 NanoTerasu 利用研究課題の募集を以下の日程で行います。(予定)

### ■ 一般課題

募集開始：2025 年 4 月中旬

応募締切：2025 年 5 月下旬

課題の申請や、申請の際の注意事項等の詳細につきましては、下記、NanoTerasu User Information 上の「現在募集中の課題」よりご確認ください。

### ■ 現在募集中の課題

(<https://user.nanoterasu.jp/project-apply/52/#i-5>)

初めて NanoTerasu の利用をお考えの方は、申請の前に以下の Web サイトをご確認ください。

### ■ 初めてご利用の方へ

(<https://user.nanoterasu.jp/first-time/57/>)

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961  
e-mail : ntjasri@jasri.jp

### 【参考情報】

2025A 期 NanoTerasu 利用研究課題 一般課題 応募・採択状況

ビームライン	応募	採択	採択率
BL02U	25	10	40.0%
BL06U	26	12	46.2%
BL13U	24	16	66.7%
合計	75	38	50.7%

なお、2025A 期 NanoTerasu 利用研究課題の採択結果につきましては、下記よりご確認ください。

<https://user.nanoterasu.jp/project-apply/52/#i-9>

## SPring-8/SACLA 利用者情報 編集委員会

委員長	木村 滋	利用推進部
委員	朝倉 博行	SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 編集幹事 (近畿大学)
	池本 夕佳	利用推進部
	大野 花菜	利用推進部
	大和田成起	XFEL 利用研究推進室
	河村 高志	構造生物学推進室
	下野 聖矢	回折・散乱推進室
	竹内 晃久	散乱・イメージング推進室
	成山 展照	ビームライン光学技術推進室
	西野 玄記	研究 DX 推進室
	深見 健司	加速器部門
	福井 宏之	精密分光推進室
	森脇 太郎	分光推進室
	山口 由紀	企画人材部
	渡辺 剛	産業利用・産学連携推進室

(以上、敬称略五十音順)

事務局	岡澤 貴裕	利用推進部
	松末恵理子	利用推進部

## **SPring-8/SACLA 利用者情報** Vol.30 No.1 MARCH 2025

### **SPring-8/SACLA Information**

発行日 2025年3月5日

編集 SPring-8/SACLA 利用者情報編集委員会

発行所 公益財団法人高輝度光科学研究センター  
TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965

(禁無断転載)



中央管理棟からの雪景色

JASRI

公益財団法人 高輝度光科学研究センター  
Japan Synchrotron Radiation Research Institute

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都<sup>こうと</sup>1-1-1  
[研究支援部] TEL 0791-58-0950 FAX 0791-58-0955  
[利用推進部] TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965  
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp  
SPring-8 Web Site : <http://www.spring8.or.jp/>