

# SPring-8/SACL A

INFORMATION 利用者情報



ISSN 1341-9668 SPring-8 Document D2022-003

**Vol.27 No.1**  
**Winter 2022**

## SPring-8/SACLA Information

### 目次 CONTENTS

理事長室から 一隅を照らす ー高輝度光源と照らし合わせてー Message from President Life to Illuminate a Corner - in Reference to Low-Emittance Light Sources -	(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 保湿剤の肌ナノ構造への作用メカニズム解明と製品化 Elucidation of the Mechanism of Moisturizers on Skin Nanostructures and Commercialization of Moisturizers	阪本薬品工業 (株) 研究所 Research & Development Center, Sakamoto Yakuhin Kogyo Co., Ltd.	山田 武 YAMADA Takeshi	
	(公財) 名古屋産業科学研究所 研究部 Department of Research, Nagoya Industrial Science Research Institute	羽深 朱里 HABUKA Akari 八田 一郎 HATTA Ichiro	2
希少な元素を使わずにアルミニウムと鉄で水素を蓄える Hydrogen Storage by Earth-Abundant Aluminum and Iron	(国) 量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学部門 Quantum Beam Science Research Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology	齋藤 寛之 SAITOH Hiroyuki	6
2. ビームライン / BEAMLINES SACLA からの低エミッタンスビーム入射 Low-Emittance Beam Injection from SACLA	(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター XFEL 研究開発部門 XFEL Research and Development Division, RIKEN SPring-8 Center	原 徹 HARA Toru	11
3. 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT 第 62 回高圧討論会 Report on the 62nd High Pressure Conference of Japan	(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	大石 泰生 OHISHI Yasuo	15
Materials Research Meeting (MRM) 2021 報告 Report on Materials Research Meeting (MRM) 2021	(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 Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	木下 豊彦 KINOSHITA Toyohiko	
	坂田 修身 SAKATA Osami	櫻井 吉晴 SAKURAI Yoshiharu	
	(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	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 精密分光推進室 Precision Spectroscopy Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	内山 裕士 UCHIYAMA Hiroshi	
	(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 Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	水牧 仁一朗 MIZUMAKI Masaichiro	
	(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	20
第 5 回 SPring-8 秋の学校を終えて The 5th SPring-8 Autumn School	SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 行事幹事 (秋の学校担当) / (国) 日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター Materials Sciences Research Center, Japan Atomic Energy Agency	松村 大樹 MATSUMURA Daiju	30
フロンティアソフトマター開発専用ビームライン第 11 回研究発表会 The 11th 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 Advanced Softmaterial Beamline (FSBL)	松野 信也 MATSUNO Shinya	
		竹中 幹人 TAKENAKA Mikhito	35
4. SPring-8/SACLA 通信 / SPring-8/SACLA COMMUNICATIONS 2022A 期 SACLA 利用研究課題の採択について The SACLA Public Proposals Approved for Beamtime in 2022A Research Term	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		38



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	40
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	42
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	46
専用ビームラインにおける評価・審査の結果について Review Results of Contract Beamlines	(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	65
利用系活動報告 放射光利用研究基盤センター 産業利用・産学連携推進室 材料構造解析チーム Activity Reports - Structure Analysis Team, Industrial Application and Partnership Division	(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 産業利用・産学連携推進室 Industrial Application and Partnership Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	
	小金澤 智之 大坂 恵一 梶原 堅太郎 OSAKA Keiichi KAJIWARA Kentaro ロシヤンタ クマーラ 渡辺 剛 ROSANTHA Kumara WATANABE Takeshi	69
5. 談話室・ユーザー便り / USER LOUNGE・LETTERS FROM USERS SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 四季報 SPRUC Communications	SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 会長 / 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University	木村 昭夫 KIMURA Akio
		75
6. 告知板 / ANNOUNCEMENTS SACLA Users' Meeting 2022		76
SPRUC 第 4 回 BLs アップグレード検討ワークショップ開催のご案内 SPRUC 4th Workshop on BLs Upgrade		77
第 30 回 SPring-8/SACLA 施設公開のご案内 Announcement of SPring-8 & SACLA Open House		78

## 一隅を照らす —高輝度光源と照らし合わせて—

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



標題の言葉は、比叡山延暦寺（天台宗）の開祖・最澄の言葉で、人材教育の重要性を説いた一説とされています。昨年末に、書写山にロープウェイで登り、歩き始めると直ぐ目の前に現れた石碑にこの言葉が記されていました。以前にも何度か目にした言葉ですが、何か心に響き、共鳴するものがありました。「放射光は高輝度だから全体を照らす光ではなく、一隅を照らす光。だからこそ、測定対象である物質の本質を捉えることができる」という思いが共鳴したのだと思います。その後、圓教寺を参拝し食堂（じきどう）で書写して下山しました。その時に標題の言葉を心の中で反復しながら感じたことを皆さんと共有したいと思います。

まずは、「照らす生き方」または「照らされる生き方」の選択に関してです。どちらが幸福な生き方なのかという問題です。自分が他者から認められ注目される生き方＝他者から照らされる生き方、を願っているのではないかという自問です。この生き方は、よく考えてみると、受動的・他者依存的な生き方で、自分の努力では如何ともし難いままならない生き方なのでは？と考えさせられます。結局は、「照らす生き方」の方が幸福な生き方ではないかということです。とはいうものの、「照らす生き方」をしても、照らされることが無ければ持続しないというのも事実です。しかし、他者が光を完全に吸い取ってしまうブラックホールでない限り、必ず何らかの反射光が帰ってくるので、「照らす生き方」は「照らされる生き方」に通じるというのが宇宙の法則、というのが結論でした。

次に、「一隅を照らす」または「全体を照らす」の選択に関してです。放射光やレーザーは、ビーム発散が小さい「一隅を照らす」光源なので、科学技術や工学には適しています。しかし、新聞を読むには太陽や電球のようなビーム発散が大きい「全体を照らす」光源の方が適しています。では、人の生き方としてはどちらなのかという問題です。ニーチェは、太陽的な神々に心引かれ太陽的な生き方をする「超人」に憧れました。彼は「キリスト教の神を殺したい」と考え、それに替わって「人類を支配するような存在」としての「超人」に憧れたようです。ニーチェの考え方には逞しさを感じるものの、独善的な傾向が強いという印象を免れ得ません。人の生き方としては、「一隅を照らす」生き方のほうが、健全であり真摯で謙虚なプロフェッショナルな善き生き方である、が結論でした。

最後に、「一隅を照らす」生き方は、光の当たらない他の場所をなおざりにすることにはならないかという懸念が頭をよぎりました。人類にはお互いに協力し合える高次の能力が与えられているので、お互いが相補的に能力を発揮して協力し合えば、「全体を照らす」ことができるようになる、と考え納得しました。そのためには、お互いの違いを認め合う「多様性」が尊重されるべきだと思います。

「一隅を照らす」という言葉を日常生活で応用する場合は、「〇〇の一隅を照らす」というように、〇〇に入る文言を考えることが必要だと感じます。例えば、職場、家庭、研究分野、コミュニティ、地域、等々。

標題の言葉は、人材教育の重要性を説いた一説のことですが、私自身の自己研鑽に役立つ言葉であると痛感しています。

## 保湿剤の肌ナノ構造への作用メカニズム解明と製品化

阪本薬品工業株式会社 研究所

山田 武、羽深 朱里

公益財団法人名古屋産業科学研究所 研究部

八田 一郎

## Abstract

代表的な保湿剤のグリセリンは保湿効果に優れるが、実際の皮膚への作用メカニズムは解明されていない。本研究では、ヒト角層に保湿剤を作用し乾燥時の構造変化を X 線構造解析法にて評価した。構造の動的振舞いを 30 秒ごとに追跡することで、角層中の僅か 0.1% 程度の構造変化が評価可能となり、保湿剤の分子レベルでの作用メカニズムが明らかとなった。その結果、グリセリンが角層中の角層細胞に入りソフトケラチン構造に作用し水を蓄える機能を高め、また細胞間脂質の炭化水素鎖の充填構造を安定化し水分量を制御する機能を高めることを見出した。これまでグリセリンの保湿機序は、脂質モデル系の実験から液晶状態が誘起されることが因子とされていたが、これとは異なる機序であることを明らかにした。また、ジグリセリンは細胞間脂質の安定化に強く作用するため、グリセリン/ジグリセリン混合系が保湿能をさらに高めることが分かった。

## 1. はじめに

人の皮膚最外層には厚さ約 20  $\mu\text{m}$  の角層と呼ばれる組織が存在している。角層は角層細胞とそれを取り囲むような細胞間脂質がレンガ・モルタルのように積み重なって構成されており、水を蓄え体内からの過剰な水分蒸散を制御する機能を持つ。しかし、低湿度な乾燥条件に長く晒されることで、角層の水分が失われ乾燥肌が誘発される。この乾燥肌の改善を目的に、保湿剤を配合した化粧品が用いられる。

グリセリンは安全性が高く、角層の水分量を高める効果を示すため、古くから保湿剤として化粧品や外用剤に経験的に配合されてきた<sup>1)</sup>。しかし、汎用の保湿剤のグリセリンでさえ、実際の皮膚への作用メカニズムは十分に解明されておらず、ナノレベルでの保湿剤

の作用メカニズムの解明と保湿効果に優れた保湿剤の開発が望まれていた。

角層の水のほとんどは、ソフトケラチンと呼ばれるタンパク質が詰まった角層細胞内に蓄えられており、角層細胞は角層内の水を保持する上で重要な役割を果たすと考えられている。細胞間脂質はセラミドを主成分とする両親媒性の脂質であり、ラメラ構造と呼ばれる層状の分子集合体を形成し、長軸方向の繰り返し周期間隔が異なる長周期ラメラ構造および短周期ラメラ構造で構成されている<sup>2)</sup>。これらのうち短周期ラメラ構造には水層が存在し、角層の水分調節に重要な役割を果たすとされている。ラメラ周期方向に直交する横断面では炭化水素鎖の充填構造として 0.42 nm の六方晶および 0.42 nm と 0.37 nm の直方晶の格子

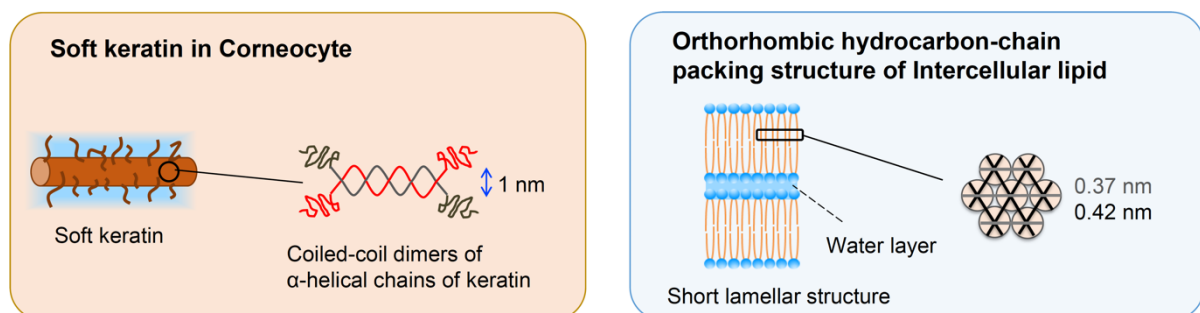


図1 水が作用することにより変化する構造。ここに示した角層構造の水が入る部分にグリセリン水溶液およびジグリセリン水溶液が入る。

定数が広角 X 線回折によって観測される<sup>[3]</sup>。これらの炭化水素鎖の充填構造のうち直方晶系は、短周期ラメラ構造と同じドメインに由来することが報告されている<sup>[4]</sup>。これまでにヒト角層を用いた研究において角層細胞内のソフトケラチン構造は、角層の水分量に応じて変化する報告があり、細胞間脂質が形成する短周期ラメラ構造の層間の僅かな水に関しても、角層の水分制御に重要な役割を果たすと考えられている(図1)。しかし保湿剤の作用メカニズムに関しては未だ明らかとなっていない<sup>[5]</sup>。

本研究では、角層細胞と細胞間脂質中にある2つの構造に着目し、角層への保湿剤の作用メカニズムを検討した(図1参照)。角層のナノ構造の解析には高輝度放射光施設 SPring-8 の X 線回折装置を用い、新たな評価方法を開発することで、従来の方法では検出が難しかった微細な角層構造の変化についての観察を可能とした。具体的には、これまで角層の溶液の湿潤評価に使われていた溶液セル<sup>[6]</sup>を応用し、保湿剤で湿潤した角層試料の乾燥過程における時間ごとの構造変化を動的に追跡した。

## 2. 実験方法

ここに示す X 線回折実験は SPring-8 のビームライン BL40B2 と BL19B2 にて実施した。角層試料は、乾燥したヒト皮膚角層を  $1 \text{ cm}^2$  に切り出し、八田らによって開発された溶液セルに無配向となるように充填した<sup>[6]</sup>。溶液セル中の角層試料は、ファイバーガラス製フィルターで固定し、セルの前面と背面をポリエーテルエーテルケトンフィルムで角層試料を挟み封入した。角層試料への溶液処理は、溶液セルに保湿剤の水溶液または精製水を注入し、角層を 120 分間浸漬した。角層の乾燥過程では、 $0.3 \text{ Lmin}^{-1}$  の乾燥窒素ガスを溶液セルに通して、溶液処理した角層を乾燥させた。乾燥工程中の角層の構造変化の検出には、2次元半導体検出器 PILATUS 2M を用いた。BL40B2 での測定条件として X 線波長は  $0.083 \text{ nm}$ 、サンプルから検出器までの距離は約  $570 \text{ mm}$ 、X 線照射時間を 20 秒に設定し 30 秒間隔の時間分解にて角層の構造変化を観察した。保湿剤の水溶液には、阪本薬品工業製のグリセリンまたはジグリセリンの  $10 \text{ wt}\%$  水溶液を用いた。

## 3. 実験結果と考察

水和した角層の X 線散乱プロファイルの乾燥時の変化を図2に示す。角層細胞中のソフトケラチン由来するブロードなピークが  $6 \text{ nm}^{-1}$  に観察された。これはソフトケラチンを構成する2つのケラチンの  $\alpha$ ヘリックス鎖の間隔 ( $\sim 1 \text{ nm}$ ) と考えられている<sup>[5,7]</sup>。また、細胞間脂質が形成する短周期ラメラ構造の直方晶系炭化水素鎖の充填構造(格子定数  $0.42$  および  $0.37 \text{ nm}$ ) に起因する2つの鋭いピークが  $15 \text{ nm}^{-1}$  付近に観察された。

水処理した角層の角層細胞中のソフトケラチンの  $\alpha$ ヘリックス鎖の約  $1 \text{ nm}$  間隔の変化を図3(a)に示す。水和により拡大したソフトケラチン由来の構造の間隔は、乾燥の開始とともに急速に減少が見られた。乾燥により角層の水分が減少し、 $\alpha$ ヘリックス鎖間隔が収縮したと考えられる。一方、グリセリン水溶液で処理した角層においてもソフトケラチンの間隔は乾燥により減少が見られたが、水で処理した角層の傾きよりも緩やかに減少した(図3(b))。また、ジグリセリン水溶液で処理したものは水と同様に急激な現象が見られた。これらの結果は、水やグリセリンが角層細胞に浸透していることを裏付けており、グリセリンは角層細胞内からの水の蒸散を防ぐのに重要な役割を果たすことが示唆された。

細胞間脂質が構成するラメラ構造の炭化水素鎖の充填構造の変化を解析した。角層を用いた X 線構造解析において細胞間脂質の炭化水素鎖の充填構造は、これまで着目されてこなかったが、本研究で見出した乾

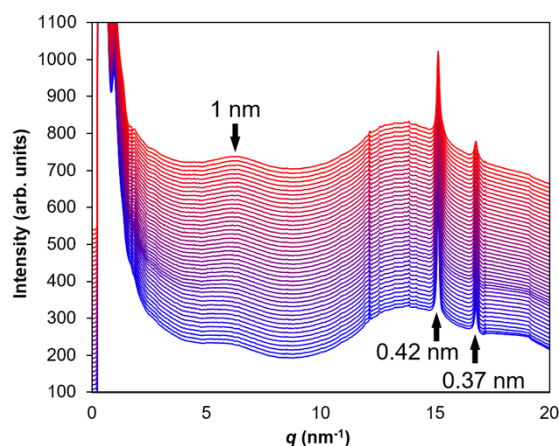


図2 X 線散乱プロファイル。ソフトケラチン由来の構造 ( $1 \text{ nm}$ ) と直方晶の炭化水素鎖の充填構造 ( $0.42 \text{ nm}$ ,  $0.37 \text{ nm}$ )。



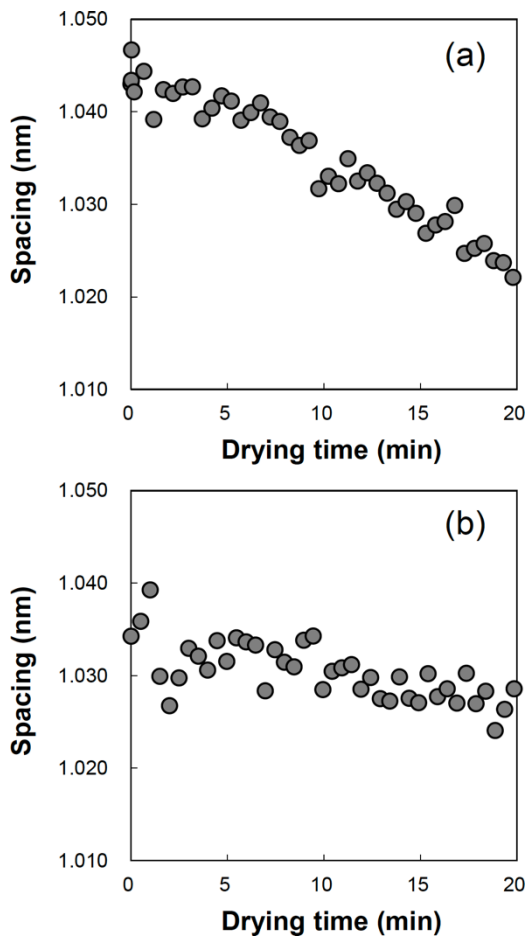


図3 (a) 水処理した角層、および、(b) グリセリン水溶液処理した角層の $\alpha$ ヘリックス鎖の間隔。

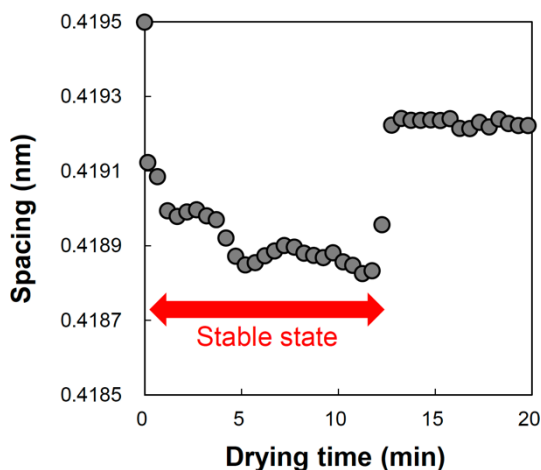


図4 水処理した角層の炭化水素鎖の充填構造の格子定数

表1 炭化水素鎖の充填構造が安定な状態の持続時間

溶 液	安定状態の 持続時間 (min)
水	12.8
10 wt% グリセリン	13.5
10 wt% ジグリセリン	16.3

乾燥時の構造変化の動的な評価法を用いることで、僅か0.1%程度ではあるが、水の影響により特徴的な変化をすることを見出した。

格子定数0.42 nmと0.37 nmのピークは同様の振舞いであったため、代表として格子定数0.42 nmの結果を以下に示す。水処理した角層の炭化水素鎖の充填構造の格子定数の変化を示す(図4)。水和により拡大した充填構造の格子定数は、乾燥により急激に縮小し、縮小した状態を保ち、さらに乾燥すると増大した状態に変化した。また、格子定数0.42 nmのピークの半値全幅は、格子定数が縮小した状態において狭く、格子定数の増大に伴い広くなることが確認されたことより、乾燥時に見られた細胞間脂質の構造が縮小した状態は、秩序性が高い安定な構造であると考えられる。細胞間脂質が形成するラメラ構造は、その水層に適度な水が存在することで細胞間脂質の極性頭部に作用し安定化すると考えられている。また、ラメラ構造の安定化により過剰な水分蒸散が抑えられると考えられることから<sup>6)</sup>、角層の乾燥時における細胞間脂質の安定な構造の保持は、乾燥条件下においても皮膚の水分を正常に保つ仕組みがあることを意味する。

角層中の水分を正常に保つと考えられる、充填構造が安定な時間について、水、グリセリンおよびジグリセリンの影響を比較した(表1)。充填構造が安定な時間は、水<グリセリン<ジグリセリンの順に長くなった。また、保湿剤で処理したものでは、格子定数が縮小し安定した状態からの変化が緩やかになった<sup>8)</sup>。この結果より、保湿剤のグリセリン、特にジグリセリンは短周期ラメラ構造の水層間で細胞間脂質に作用することで短周期ラメラ構造を安定化し、角層が持つ水分を制御する機能を高めたと考えられる。ジグリセリンは炭素骨格がグリセリンよりも長く、やや疎水的な構造であり、細胞間脂質のより多くの極性頭部に作用できるため充填構造を安定化したと推察する。

#### 4. まとめ

本研究では、保湿剤のグリセリンとジグリセリンがヒト角層にどのように作用するかをX線回折装置で検討した。結果、保湿剤のグリセリンは角層細胞内に浸透し、ソフトケラチンに作用し角層細胞の水を蓄える機能を増強したと考えられる。また、グリセリ



ンやジグリセリンは細胞間脂質の構造を安定化させ、角層の水分を制御する機能を高めると考えられた。これまでグリセリンの保湿機序は、脂質モデル系の実験から液晶状態が誘起されることが因子であるという保湿メカニズムが支持されてきた<sup>[9]</sup>。しかし、角層による結果はこれと大きく異なることを明らかにした。また、本報告では詳しく触れなかったが、細胞間脂質に強く作用する保湿剤のジグリセリンをグリセリンと組み合わせた混合系は、相乗的に保水機能を高めることを裏付ける結果も得ている<sup>[9]</sup>。実際にグリセリンとジグリセリンの混合系を塗布した肌は高い角層水分量を保持することから、高機能な保湿剤として製品化に至った。これを応用することで科学的根拠に基づいた保湿効果の高い化粧品を開発することが期待できる。

#### 謝辞

放射光実験は SPring-8 一般課題 課題番号 2016A1508、2016B1578、2017A1559、2017A1821、2017B1607、2017B1910、2018A1542、2018B1601、2019B1720 として行われました。測定および解析にご支援をいただいた BL40B2 の太田昇博士、BL19B2 の大坂恵一博士に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- [ 1 ] M. Lodén: *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol* **19** (2005) 672-688.
- [ 2 ] J. A. Bouwstra, G. S. Gooris, J. A. van der Spek and W. Bras: *J. Invest. Dermatol.* **97** (1991) 1005-1012.
- [ 3 ] J. A. Bouwstra, G. S. Gooris, M. A. S. Vries, J. A. van der Spek and W. Bras: *Int. J. Pharm.* **84** (1992) 205-216.
- [ 4 ] I. Hatta, N. Ohta, K. Inoue and N. Yagi: *Biochim. Biophys. Acta* **1758** (2006) 1830-1836.
- [ 5 ] H. Nakazawa, N. Ohta and I. Hatta: *Chem. Phys. Lipids* **165** (2012) 238-243.
- [ 6 ] I. Hatta, H. Nakazawa, Y. Obata, N. Ohta, K. Inoue and N. Yagi: *Chem. Phys. Lipids* **163** (2010) 381-389.
- [ 7 ] J. C. Garson, J. Doucet, G. Tsoucaris and J. L. Leveque: *J. Soc. Cosmet. Chem.* **41** (1990) 347-358.
- [ 8 ] T. Yamada, A. Habuka and I. Hatta: *International Journal of Cosmetic Science* **43** (2021) 38-47.

- [ 9 ] C. L. Froebe, F. A. Simion, H. Ohlmeyer, L. J. Rhein, J. Mattai, R. H. Cagan and S. E. Friberg: *J. Soc. Cosmet. Chem.* **41** (1990) 51-65.

#### 山田 武 YAMADA Takeshi

阪本薬品工業(株) 研究所  
〒594-1157 大阪府和泉市あゆみ野 3-1-62  
TEL : 0725-51-3317  
e-mail : yamada@sy-kogyo.co.jp

#### 羽深 朱里 HABUKA Akari

阪本薬品工業(株) 研究所  
e-mail : habuka@sy-kogyo.co.jp

#### 八田 一郎 HATTA Ichiro

(公財)名古屋産業科学研究所 研究部  
e-mail : ichirohatta@gmail.com

# 希少な元素を使わずにアルミニウムと鉄で水素を蓄える

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構  
量子ビーム科学部門 齋藤 寛之

## Abstract

エネルギー保障と地球温暖化の問題を同時に克服する切り札として水素エネルギーの利用が期待されているが、常温常圧で気体の水素は体積あたりのエネルギー密度が低いという課題があり、効率的な水素貯蔵技術の開発が求められている。筆者らは原子状固体で水素を蓄える水素吸蔵合金に着目し、従来の探索指針の枠を超えて高温高圧下での新規材料探索を進めてきた。最近、SPring-8の高輝度放射光 X 線を用いた高温高圧その場観察技術を使うことで、アルミニウムと鉄という低コスト金属の組み合わせからなる合金が水素化物を形成すること、および、得られた水素化物が熱力学的には水素を常圧付近でも吸蔵する可能性を有していることを見出したので報告する。

## 1. はじめに

水素は様々な一次エネルギーから変換可能であり、かつ、エネルギーを利用する際に二酸化炭素を排出しないという特長を有する。このためエネルギー保障と地球温暖化の問題を同時に克服する切り札となり得ると期待されている。一方で、水素は私達が生活している温度と圧力の条件では気体であるため、体積あたりのエネルギー密度が低い、すなわち嵩張るという問題がある。水素を効率良く蓄える方法の開発が水素利用社会実現に向けた課題の一つとなっている。

水素吸蔵合金は原子状水素を合金中に固体の状態に蓄えるため、体積水素密度が高いという特長がある。一方で、現在得られている水素吸蔵合金はレアメタルを含み合金自体も重い、コスト高や重量水素密度が低いという課題も残されている。材料探索による課題解決が望まれる一方で、従来の水素吸蔵合金の探索指針“水素との親和性が高い金属と低い金属を組み合わせる”のもとでは、新規材料の実現が難しい状況であった。

筆者らは数万気圧の高圧水素の反応性が極めて高くなることを利用し、従来の水素吸蔵合金の探索指針に従わない、水素との親和性が低い金属のみから構成される合金の水素化物探索を進めている。最近、アルミニウム (Al) と鉄 (Fe) という水素親和性が低い金属ながら、私達の身近に存在し低コストな金属から構成される合金が水素化物を形成することを見出した<sup>1)</sup>。

さらに、得られた水素化物は常圧付近でも熱力学的に安定である可能性が示されたので、それらの結果について紹介する。

## 2. 実験

はじめに、高圧下で水素を吸蔵させる可能性を有する Al-Fe 合金を常圧付近で作製した。Al と Fe の小片を  $\text{Al}_3\text{Fe}_4$  の組成となるように秤量し、アーク炉を用いて溶解法により合金を作製した。得られた合金は実験室系の粉末 X 線回折装置と走査型電子顕微鏡エネルギー分散型 X 線分光装置により、既知の  $\text{Al}_3\text{Fe}_4$  合金であることを確認した。次に得られた合金のインゴットをめのう製の乳鉢と乳棒を使って粉碎し、粒径数十  $\mu\text{m}$  以下の合金粉末を作製した。得られた合金粉末を直径 1 mm、高さ 0.4 mm の円筒状に整形し、高温高圧実験の出発物質とした。高温高圧実験後の試料は SPring-8 BL22XU において粉末 X 線回折測定を、J-PARC NOVA において粉末中性子回折測定をそれぞれ行いリートベルト解析により構造精密化を行った。また、熱天秤-質量分析装置 (TG-MS) を用いて加熱による水素放出プロファイルの測定を行った。

$\text{Al}_3\text{Fe}_4$  合金の高温高圧水素化実験には、キュービク型マルチアンビルプレスと呼ばれる高温高圧発生装置を用いた。装置の外観の写真を図 1 に示す。この装置は 180 トンの荷重を発生可能な油圧シリンダー、および、2 個の金属金型、4 個のくさび形のサイドブロー

ック、6個のピラミッド形状のピストンから構成される。金属金型は45°の斜面を4個有しており、この斜面にサイドブロックをセットして、上から金型で圧縮する。サイドブロックの先端には上述ピストンが取り付けられており、くさびの動きにより4個のピストンが同期して装置の中心位置に向かって進行する。また、上下の金型にもピストンが取り付けられているため、最終的には6個のピストンが直交する3軸の方向から中心に向かって同期して進行する。このとき立方体の中心に穴を空けて試料をセットしたもの（以降、高圧セルと呼ぶ）を装置の中心位置にセットしておく、立方体の6つの面がピストンで圧縮され、高圧セル中

心の試料位置に超高圧を発生させることが可能となる。高圧セルの一边の長さはピストンの長さの1.5倍程度に設定する。このようにすることでピストンによる加圧の際に、高圧セルの圧力媒体部分がピストンとピストンの隙間に挟み込まれ、ガスケットの役割を果たす。

高圧セルの中には試料の他に加熱のためのヒーターや高温高圧下での水素化に必要な部材を組み込む必要がある。高圧セルの構成を示した模式図を図2に示す。立方体圧力媒体を圧縮するピストンは金属であるため、上下のピストンと高圧セル内の電極を通してヒーターに電流を流すことが可能である。ヒーターからのジュール熱により試料が加熱される。キュービック型マルチアンビルプレス自体の性能では2000°C以上の高温発生が可能であるが、金属水素化実験用のセルでは、使われるパーツの融点の制約から、おおよそ、10 GPa、1000°Cが圧力と温度の上限となる。

ヒーターの内部には高温高圧下で水素を放出する内部水素源と水素を試料まわりに閉じ込めておくための水素封止カプセルがセットされる。高温高圧下での水素化実験で問題となるのが、水素をどのようにして試料位置に導入するか、および、散逸能が高い高温高圧水素をいかにして試料まわりに閉じ込めておくかである。これらの課題に対して1980年代に深井らは高温高圧下で水素を放出する水素化物を水素源として用い、NaClで作製したカプセルを水素封止に使用することで、高温高圧下での水素化実験を可能にした<sup>2)</sup>。この技術は高温高圧下での金属の水素化挙動の研究や新規水素化物の高温高圧合成に広く用いられており<sup>3)</sup>、筆者らも同じ技術を利用して研究を行っている。

水素化のための工夫をもう少し詳しく説明する。本研究では内部水素源として $\text{AlH}_3$ を使用している。この水素化物は熱力学的安定性が低いため、高圧をかけても到達可能な温度範囲で分解して水素を取り出すことができる(10 GPaにおいて650°C付近で分解)。加えて、水素放出反応がシンプルな一段の反応であるため、分解後に含まれている水素のほぼ全量が利用可能であること、および、水素放出後のアルミニウムがセル内に残存する酸素と反応して酸化アルミニウムを形成し、温度を下げてても容易には逆反応が起きないため、内部水素源として非常に優れた特性を有していると言える。一方、合成には複雑なメタセシス反応を

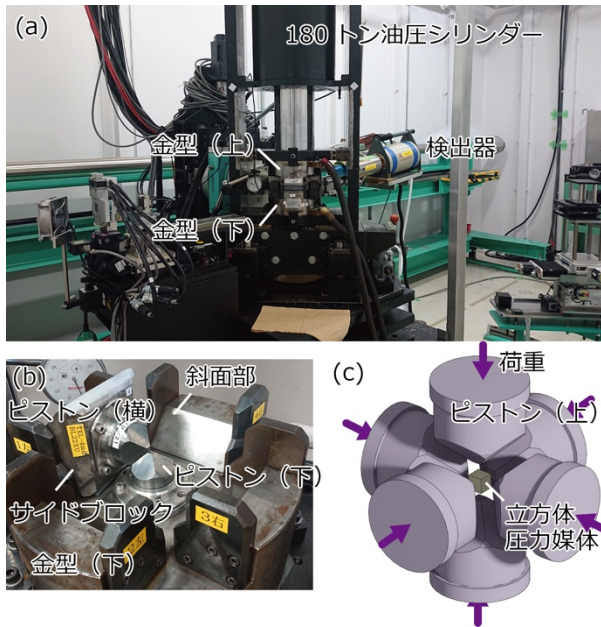


図1 (a) 実験に用いた高温高圧発生装置の外観。(b) 金型の内部とサイドブロック。(c) 圧力発生の様子を表す模式図。

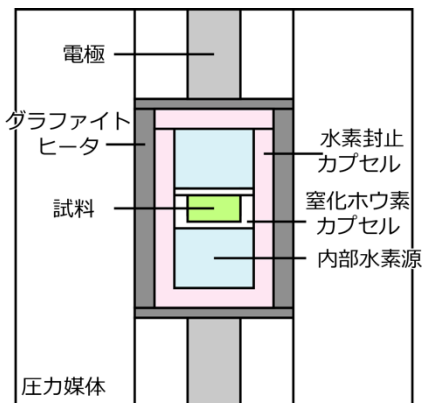


図2 高圧セルの構成を示す模式図。立方体形状の圧力媒体の一边の長さが6 mmの時、試料はディスク形状で直径1.0 mm、高さ0.4 mmとなる。

経なければならず、現在は市販されていないため、入手が困難というデメリットもある。最近ではアンモニアボレイン ( $\text{NH}_3\text{BH}_3$ ) が使いやすい内部水素源として、国内外で利用されている。

水素封止カプセルは NaCl で作製する。カプセルを直接圧縮成型するか、圧縮成型したブロックから切削加工により作製する。高温高压の水素流体がなぜ NaCl のカプセルで封じ込められるのか、そのメカニズムは明らかになっていないが、48 時間程度の高圧処理でも水素を封じ込められることを確認している。

水素封止カプセル中に内部水素源と試料のみをセットすると、水素放出後の内部水素源の残部と試料の意図しない反応が進行する可能性がある。これを防ぐために試料と内部水素源の間に窒化ホウ素 (BN) で作製した薄いディスクを挿入する。高温高压水素は BN を透過することができるが、その他の物質は BN を透過することができないため、試料と水素のみの反応が実現される。

試料の水素反応の様子は、SPring-8 BL14B1 に設置された高温高压粉末 X 線回折システムによりその場観察することができる。高輝度の放射光 X 線でも炭化タングステン製のピストンを透過させて X 線回折測定を行うことはできない。上述のとおり、ピストンと

ピストンの隙間には圧力媒体が挟まれてガスケットの役割をしているので、このピストンとピストンの隙間に X 線を照射し、試料に X 線を当てて、反対側の隙間から出てくる回折 X 線を検出器で検出する。

X 線回折は白色 X 線とエネルギー分解能を有するゲルマニウム半導体検出器を組み合わせたエネルギー分散法により測定する。通常の X 線回折は単色の X 線を入射光として、試料からの回折 X 線の強度と回折角の関係からブラッグの式を使って結晶構造の情報を得る。これに対し、エネルギー分散法では回折角を固定し、回折 X 線のエネルギーと強度の関係から結晶構造の情報を得る。エネルギー分散法は、回折角を固定して測定できるため、入射線側と回折線側の最低 2 点の X 線透過パスがあれば X 線回折が測定可能となる。従って、高温高压実験のような幾何学が大きく制限されている実験との相性が良い。

以上に説明したシステムを用いることで、高温高压下での試料の水素化反応の様子を粉末 X 線回折法にてその場観察することが可能となる。これにより、試料が水素化する温度圧力条件を迅速に決定できるだけでなく、反応過程を調べたり、水素放出温度圧力条件を決定することで新規水素化物の熱力学的安定性を評価したりすることが可能となる。

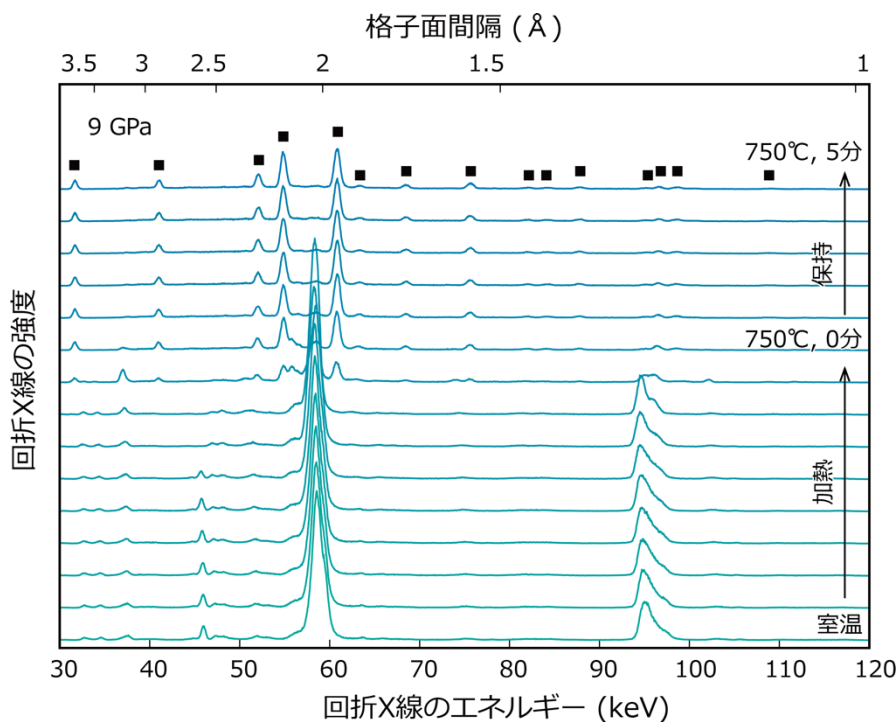


図3  $\text{Al}_{13}\text{Fe}_4$  合金を 9 GPa、750°C で水素化した時の放射光その場観察結果。四角で示したピークは  $\text{Al}_3\text{FeH}_4$  からのブラッグピーク。



### 3. 結果と考察

$\text{Al}_3\text{Fe}_4$ 合金を9 GPa、750°Cで水素化した時の放射光その場観察の結果を図3に示す。出発物質は室温での9 GPaまでの加圧では構造変化しなかった。9 GPaで加熱を開始すると600°C付近で内部水素源の $\text{AlH}_3$ から水素が放出され、それとほぼ同時にX線回折プロファイルの変化が観察された。750°Cに到達した後も変化は継続し、約5分経過後に出発物質からの回折線が消失した。ここで現れているピークは後で述べる新規水素化物である $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の単位格子で全て指数付けすることが可能で、9 GPa、750°Cの圧力温度条件で $\text{Al}_3\text{Fe}_4$ 合金が水素化できることが明らかになった。水素化した試料は9 GPaで温度を室温まで下げ、その後常圧まで減圧したところ、水素放出することなく常圧常圧下に取り出すことが可能であった。

常圧常圧下に取り出した試料を常圧下で加熱して水素が放出されるかを確認した。TG-MSによる水素放出プロファイルの測定を行ったところ、約150°Cから水素の放出が観察された。水素放出に伴う重量減少量から水素化物中の重量水素密度を算出したところ2.9 wt.%と算出された。この値は、典型的な吸蔵合金である $\text{LaNi}_5$ やTiと同程度の値である。なお、水素放出温度が150°Cと若干高い値を示したが、これは熱力学的な分解温度ではなく、速度論的な影響を受けているものと考えられる。すなわち、適切な触媒などを用いると水素放出温度は下がる可能性が高い。

放射光その場観察により得られた $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の生成反応の平衡曲線を図4に示す。この図から2点重要なこ

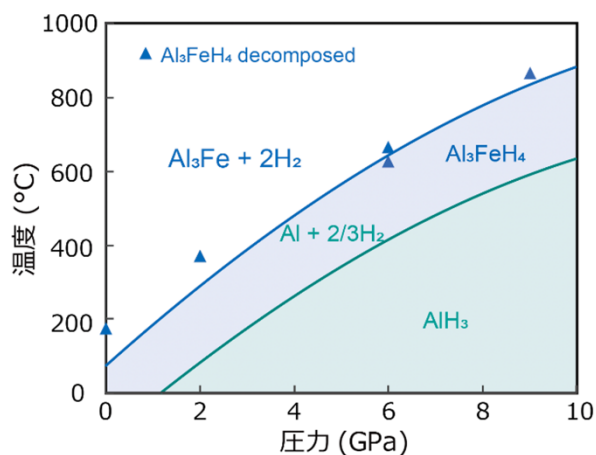


図4  $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ と $\text{AlH}_3$ の生成反応の平衡曲線。三角は放射光その場観察で $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の分解が確認された温度圧力条件。

とが分かる。1つ目は高压で得られた分解温度の外挿から常圧付近での分解温度を予測すると室温付近となり、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ は常温常圧近傍でも熱力学的に安定である可能性を有していることである。言い換えると、熱力学的には $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ を得るために高压は必ずしも必要ないということである。しかし、現実には $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ を得るためには現時点で7 GPa以上の高压が必要である。これは、Al合金表面に普遍的に存在する化学的に安定な自然酸化膜が、水素と合金内部の反応を阻害しているためと考えられる。酸化膜の影響を抑えることで水素化圧力の低減が可能になると期待できるため、現在研究を進めている最中である。

2つ目はAlとFeの組み合わせからなる水素化物であるにもかかわらず、Al、および、Fe単体の水素化物よりも高い熱力学的安定性を示していることである。Fe単体は数GPa領域で金属原子と水素原子のモル数の比(H/M)が1に近い水素化物を形成するが、それらは熱力学的に不安定で常圧常圧下に回収することはできない。また、Al単体は $\text{AlH}_3$ という本研究で内部水素源として用いている水素化物を形成するが、内部水素源として用いていることから明らかな通り $\text{AlH}_3$ が分解して水素を放出したのちに $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ が生成するため、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の熱力学的安定性は明らかに $\text{AlH}_3$ より増加している。従来の探索指針に基づく水素化物では構成元素単体の水素化物のちょうど中間的な熱力学的安定性が実現され、それゆえに水素放出温度などの調整が可能となっていた訳であるが、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ は従来型の水素化物とは異なる安定化機構が働いている可能性がある。そこで、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の安定化機構を調べるために、水素位置も含めた結晶構造の決定を試みた。

リートベルト解析により水素位置も含めた結晶構造を決定するためには重水素(D)化物の合成が不可欠である。そこで内部水素源をアルミニウム重水素化物( $\text{AlD}_3$ )に置き換え、合成温度圧力条件の若干の再最適化を行うことで $\text{Al}_3\text{FeD}_4$ を得た。得られた重水素化物についてSPring-8 BL22XUにおいて粉末X線回折を、J-PARC NOVAにおいて粉末中性子回折測定を行い、得られたデータについてリートベルト解析により構造精密化を行った。得られた結晶構造を図5に示す。



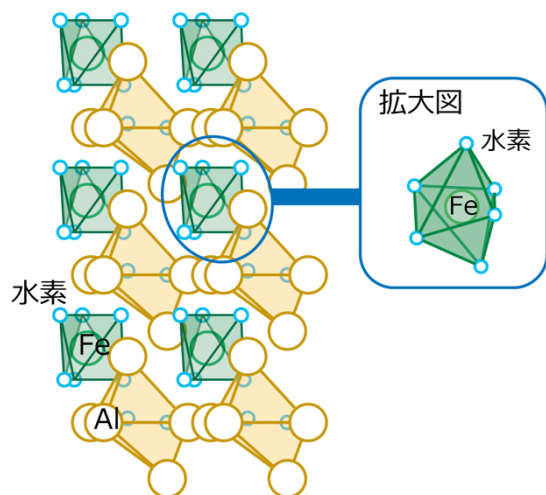


図5  $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の結晶構造の模式図。Feのまわりに6個の水素サイトが存在し1/3の部分占有となっている。

Feまわりの重水素（標記の簡略化のため以下では単純に水素と記述）について見てみる。Feまわりには6個の水素サイトが存在し八面体を形成している。この形状とFe-H間の結合距離は、 $\text{Mg}_2\text{FeH}_6$ や $\text{Li}_4\text{FeH}_6$ などの錯体水素化物中の $[\text{FeH}_6]^{+}$ 錯イオンと類似していることが分かった。一方、錯体水素化物中のFeまわりの水素はそのサイトを完全に占有しているが、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ 中のFeまわりの水素サイトは占有率が1/3であった。また錯体水素化物中の錯イオンは正八面体であるのに対し、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ 中の水素サイト位置は正八面体から歪んでいる。ここで形成しているFe-Hの構造ユニットは $\text{LaMg}_2\text{Ni}$ の水素化過程で現れる、水素錯体構成途中の中間体と類似したもの<sup>[4]</sup>と考えている。

Feの価数状態や、実際にFeとH間に共有結合が形成されているのかの実験的な解明は、今後の課題となっている。放射光を利用した分光学的な手法で化学状態の解明を行い、 $\text{Al}_3\text{FeH}_4$ の安定化メカニズムについても明らかにしていきたいと考えている。

#### 4. まとめ

本稿ではアルミニウムと鉄という、最も身近な金属2種を組み合わせた合金を使って水素を蓄えるという研究の成果を紹介した。本文中でも説明した通り、合金に水素を取り込ませるためには、現在は数万気圧以上の超高压が必要であるが、材料が持つ性質からは、常圧付近で水素を取り込む可能性があると考えられ、より低い圧力での水素吸蔵を目指して研究開発を進

めている最中である。新しい水素化物が実現しやすい高圧下で新材料を探して、有用な材料についてはより低い圧力での水素化を目指す、という方針で新しい水素貯蔵材料の実現を目指した研究を進めている。また、私達が研究している水素化物は、従来の水素科学の定石では「水素化物を形成しない」と考えられる物質群であり、その安定化機構も従来の水素化物の分類には該当しない、特殊なものとなっている。このようにして得られる水素化物の中には、従来知られていなかったような性質や機能性を有するものが含まれることも期待できる。水素吸蔵、および、新規機能性探索を目的としてアルミニウム合金を中心とした、難水素化金属合金の水素化物探索研究をさらに加速していきたいと考えている。その際に、高温高圧下での材料の結晶構造の変化をその場観察できる高温高圧放射光X線回折技術が非常に重要となる。

#### 謝辞

本成果は、科研費新学術領域研究“ハイドロジェノミクス” (JP18H05513、JP18H05518)、東北大学金属材料研究所における共同研究 (19K0049、20K0022、202012-RDKGE-0066)のもとで実施して得られたものです。放射光その場観察実験は SPring-8 BL14B1において実施されました (2016A3652、2018A3651、2018B3651、2019A3651、2019B3651、2020A3651)。

#### 参考文献

- [1] H. Saitoh, T. Sato, M. Tanikami, K. Ikeda, A. Machida *et al.*: *Mater. Des.* **208** (2021) 109953.
- [2] Y. Fukai and N. Okuma: *Jpn. J. Appl. Phys.* **32** (1993) L1256.
- [3] 亀川厚則：高圧力の科学と技術 **26** (2016) 225-231.
- [4] T. Sato, K. Ikeda, M. Matsuo, K. Miwa, T. Otomo *et al.*: *Int. J. Hydrogen Energy* **42** (2017) 22449-22453.

齋藤 寛之 SAITOH Hiroyuki

(国) 量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学部門  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-1014  
e-mail : saito.hiroyuki@qst.go.jp

## SACLA からの低エミッタンスビーム入射

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  
XFEL 研究開発部門 原 徹

### Abstract

SPring-8 では、SACLA 線型加速器から蓄積リングへのビーム入射を 2020 年 9 月より本格的に開始した。将来の SPring-8-II 計画を見据えた時、従来の入射器である 8 GeV シンクロトロンはエミッタンスが 200 nm-rad と大きく、入射ビームアクセプタンスが小さい SPring-8-II には対応できない。また XFEL 運転と並行して SACLA からビーム入射を行うことで、老朽化が進む専用入射器にかかっていた設備更新費用や運転経費、電力消費を削減することができる。そこで SPring-8-II に先駆けて、SACLA の低エミッタンスビームを現状の SPring-8 蓄積リングへ入射するシステムを構築し、ビーム入射を実現した。本稿では、SACLA から SPring-8 蓄積リングへのビーム入射の概要を紹介する。

### 1. はじめに

現在世界各国で進められている次世代低エミッタンス放射光施設の蓄積リングでは、マルチバンドで強い集束力をもつ電子ビーム光学系が採用されている<sup>[1-3]</sup>。このため光学系の非線形性が強くなり、入射ビームに対するアクセプタンスが小さい。小さいアクセプタンスに対応するため、電子バンチをリング周回バンチに対してビーム進行方向にずらして入射する longitudinal injection、周回バンチと入射バンチを完全に入れ替える swap-out injection などの on-axis 入射がこれまで提案されてきた<sup>[4,5]</sup>。これに対し SPring-8 の次期アップグレード計画である SPring-8-II では、従来の off-axis 入射を踏襲しつつ、SACLA 線形加速器を用いた入射ビームの低エミッタンス化、真空封止パルスセパタムによる入射ビームコヒーレント振幅の低減で小さな入射アクセプタンスに対応する<sup>[6,7]</sup>。

SACLA 線型加速器を用いたビーム入射は、入射ビームの低エミッタンス化だけでなく、設備更新費用や運転経費、消費電力削減の面からも利点がある。1 GeV 線型加速器と 8 GeV シンクロトロンで構成される SPring-8 蓄積リングの従来の専用入射器は、建設から 20 年以上が経ち受電設備などの老朽化が進んでいた。SACLA を入射器として活用することで、まず老朽化した専用入射器設備の更新費用やメンテナンス費用が不要になる。更に専用入射器の場合、ビーム入射だけのために常に加速器を運転状態に保つ必要がある

が、SACLA 線型加速器は並行して XFEL ユーザー運転を行っているため、一部の電子バンチを入射に振り分ければ追加の電力消費やメンテナンス費用が発生しない。

SACLA からの低エミッタンス電子ビームの入射は、SPring-8-II 計画に先駆けて現状の SPring-8 蓄積リングを用いて開始した。2017 年に制御系とタイミング系の開発と実装、2018 年から 2019 年にかけてビーム入射試験を行い、2020 年 9 月よりトップアップ運転を含めユーザータイム中の全てのビーム入射を SACLA 線型加速器に切り替えた<sup>[8]</sup>。その後、2021 年 3 月末に従来の専用入射器はシャットダウンしている。

### 2. SACLA からのビーム入射スキーム

SPring-8 キャンパスの全体写真を図 1 に示す。現在 SACLA のアンジュレータホールには、軟 X 線 FEL である BL1 と、硬 X 線 FEL (XFEL) である BL2 と BL3 の合計 3 本のビームラインが設置されている<sup>[9]</sup>。このうち BL1 は、SACLA のプロトタイプであった SCSS 試験加速器を移設し、エネルギーを 800 MeV に増強した専用の線型加速器で運転されている<sup>[10,11]</sup>。BL2 と BL3 は、SACLA 線型加速器で加速した電子ビームを、加速器終端にあるキッカー電磁石で振り分け同時稼働を実現している<sup>[12,13]</sup>。電子ビームの繰り返しは 60 Hz であるため、2 本のビームラインを同時稼働させると、XFEL パルスの繰り返しは各 30 Hz となる。

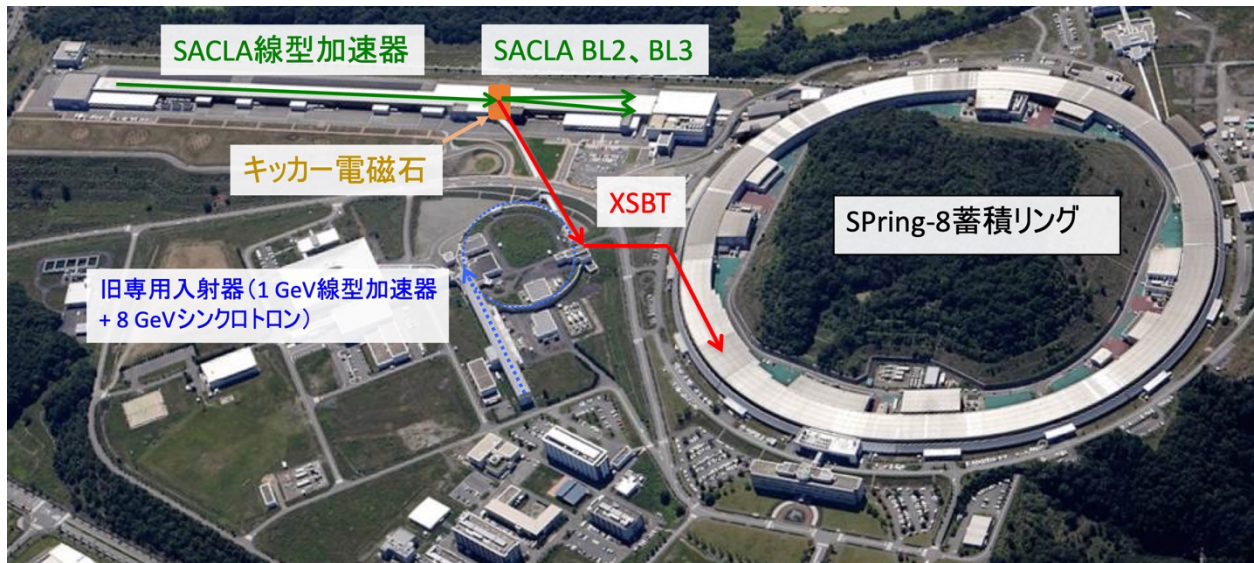


図1 SPring-8 キャンパスの全体写真

SPring-8 蓄積リングへのビーム入射時は、電子ビームをキッカー電磁石でBL2と逆のSPring-8側へ曲げ、XSBT (XFEL to Storage ring Beam Transport) と呼ばれるビーム輸送路を通して蓄積リングへ入射する (図1)。SACLA 線型加速器と8 GeV シンクロトロン出口までのXSBT前半部はSACLA建設時に新たに整備され、XSBT後半部は従来の専用入射器ビーム輸送路をそのまま利用している。

XFELユーザー運転では、実験毎に異なるX線波長のレーザーが求められるため、電子ビームエネルギーなどの加速器パラメータを頻繁に変えなければならない。一方SPring-8へのビーム入射は、8 GeVにエネルギーを固定しておく必要がある。XFEL運転とビーム入射を両立させるため、SACLA線型加速器ではビームの分配先に応じて電子バンチ毎に加速器パラメータを変える制御システムを構築している<sup>[14]</sup>。

60 Hzの電子バンチは、2本のXFELビームラインとSPring-8ビーム入射に分配される。電子バンチの分配先は、1秒分(60個)のパターンを予めテーブルにしてマスターコントローラに格納し、このパターンに従ってマスターコントローラは、次のバンチの分配先をreflective memoryネットワークを介してRFユニットやキッカー電磁石などの機器に送信する。各機器にはバンチの分配先に対応したパラメータがプリセットされており、各機器は次のバンチ分配先の情報を受けて、それに対応したパラメータで動作する<sup>[15,16]</sup>。

トップアップ運転時は、入射要求を蓄積リングから受け取ると、マスターコントローラは次の1秒間の分配先パターンをビーム入射を含むテーブルに入れ替え、ビーム入射が行われる。

SPring-8の基準クロックは508.58 MHzであるが、SACLAの基準クロックは238 MHzから生成されており、両加速器の基準クロックは通倍関係にない。このままだと蓄積リングの入射したいRFバケットに対して、入射ビームのタイミングが最大で238 MHzの半周期分( $\pm 2.1$  ns)ずれてしまう。そこで両加速器のタイミングを合わせるため、最大リング40周回時間分(197  $\mu$ s)入射を遅らせ、ずれが小さくなるタイミングを待つ。入射を遅延させることで、タイミングのずれを105 ps以下に抑えることができる。更に入射に合わせてSACLAの238 MHzクロックをわずかに周波数変調することで、最終的な入射タイミングのずれを3.8 ps (RMS)以下にまで合わせ込む<sup>[17]</sup>。これはSPring-8のバンチ長10 ps (RMS)に比べ十分小さい。

### 3. 低エミッタンスビーム入射

SACLAからのビーム入射時のリング蓄積電流の変化を図2に示す。0 mAから10 Hzで積み上げ入射を行った後トップアップ入射に切り替え、蓄積電流は99.5 mAに保たれている。これまで1 Hzだった蓄積リングへの積み上げ入射は10 Hzで行えるようになり、



0 mA から 100 mA までに必要な入射時間は約 10 分に短縮されている。10 Hz 積み上げ入射は通常 1 週間に 1 回程度のバンチフィリングパターン変更時に行われるが、この間 XFEL ユーザー運転は中断して入射する。一方トップアップ入射は、蓄積電流減少に応じてリングから出される入射要求のタイミングで実施

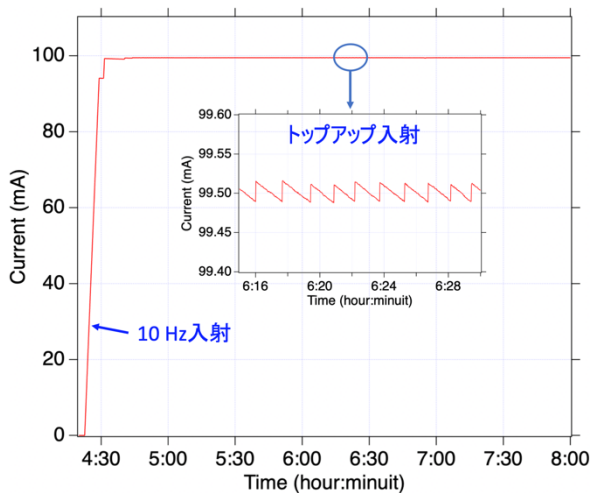


図2 SACLA から SPring-8 へビーム入射時の蓄積電流の変化

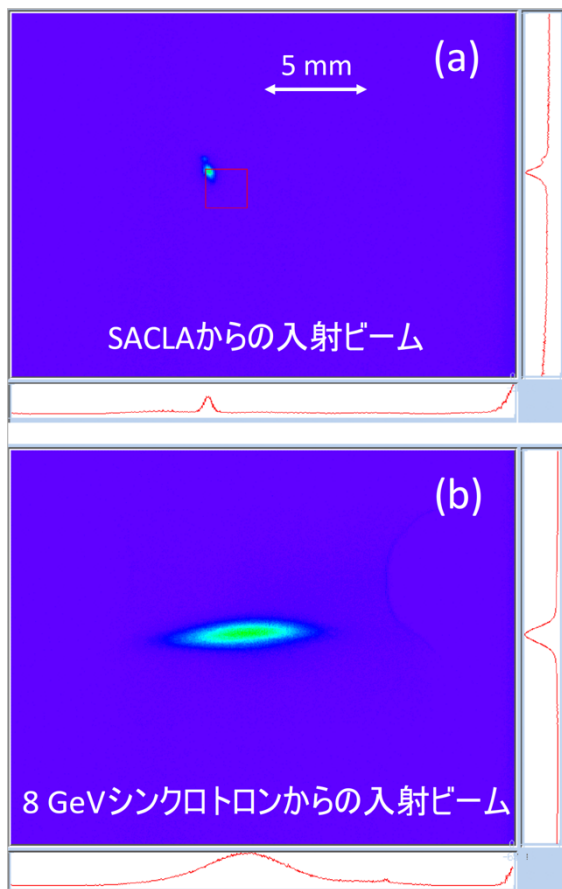


図3 SPring-8 蓄積リング入射点付近の電子ビームサイズ、(a) SACLA、(b) 旧 8 GeV シンクロトロン。

され、XFEL ユーザー運転と並行して行っている。トップアップ入射の頻度は、蓄積リングのフィリングパターンや挿入光源の稼働状態などに依存するが、概ね 1 分間に 2~3 回程度である。

図 3 は、SPring-8 蓄積リング入射点近くのスクリーンで観測した入射電子ビームのプロファイルである<sup>[18]</sup>。SACLA からの入射ビームは、従来の専用入射器 8 GeV シンクロトロンに比べはるかに小さく、入射ビームの低エミッタンス化が実現されていることがわかる。

SPring-8 では、核共鳴散乱実験などでバックグラウンドノイズを低減するため、 $10^{-8}$ ~ $10^{-10}$  のバンチ純度が求められている<sup>[19]</sup>。即ち、空であるべき RF バケツに入る不純電子数が小さくしなければならない。当初 SACLA からのビーム入射時に、入射した RF バケツから 9 つ後ろのバケツに電子が観測され、バンチ純度が  $10^7$  台まで悪化する現象が起きた。調べてみると、SACLA 線型加速器入射部の L-band 加速管で一部の電子が減速逆流し、上流にある 476 MHz 空洞で再び加速され下流に進んでいるということが判明した。即ち L-band 加速管と 476 MHz 空洞の間を一往復して 8 GeV まで加速される電子があるため、往復時間分遅れて 9 つ後の RF バケツに入射され、バンチ純度を悪化させていた。そこでバンチ純度の悪化を防ぐため、以下の 2 つの手法を採用することにした。

- (1) パルス電磁場を印可するスイーパーを SACLA 線型加速器入射部の 476 MHz 空洞と L-band 加速管の間に設置し、逆流する電子を除去する。
- (2) 蓄積リングを周回する不純電子に対して RF 電磁場を印可する RF ノックアウトを導入し、入射された不純電子を定期的に除去する。

この 2 つの手法により、 $10^{-10}$  のバンチ純度を現在達成している。

#### 4. まとめ

2020 年 9 月より SACLA 線型加速器は XFEL ユーザー運転だけでなく、SPring-8 蓄積リングの入射器としても利用されている。当初ビーム入射時のタイミング信号変動による XFEL 利用実験用同期レーザーへの影響や、キッカー電磁石の磁場ヒステリシスによる XFEL パルスのポインティングスタビリティの悪化な

どの問題があったが、タイミング系の改善やヒステリシス補正を行うことで解消した。

XSBT後半部のビーム輸送路光学系の設計が古いため、SACLA 加速器出口では 0.1 nm-rad 程度であるビームエミッタンスは、蓄積リング入射点では 1 nm-rad まで悪化してしまう。しかしながら従来の入射器のエミッタンス 200 nm-rad に比べれば約 2 桁小さく、SPring-8-II で要求される 10 nm-rad を十分満たした低エミッタンス入射ビームが得られている。

原 徹 HARA Toru

(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター  
XFEL 研究開発部門  
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : toru@spring8.or.jp

#### 参考文献

- [ 1 ] P. F. Tavares *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **25** (2018) 1291.
- [ 2 ] P. Raimondi: *Proceedings of IPAC2016 Busan Korea May 2016* (2016) 2023.
- [ 3 ] L. Liu *et al.*: *Proceedings of IPAC2020 Caen France May 2020* (2020) 11.
- [ 4 ] M. Aiba *et al.*: *Phys. Rev. ST Accel. Beams* **18** (2015) 020701.
- [ 5 ] K. Harkay *et al.*: *Proceedings of IPAC2019 Melbourne Australia May 2019* (2019) 3423.
- [ 6 ] H. Tanaka *et al.*: *Proceedings of IPAC2016 Busan Korea May 2016* (2016) 2867.
- [ 7 ] S. Takano *et al.*: *Proceedings of IPAC2019 Melbourne Australia May 2019* (2019) 2318.
- [ 8 ] T. Hara *et al.*: *Phys. Rev. Accel. Beams* **24** (2021) 110702.
- [ 9 ] T. Ishikawa *et al.*: *Nature Photon.* **6** (2012) 540.
- [ 10 ] T. Shintake *et al.*: *Nature Photon.* **2** (2008) 555.
- [ 11 ] S. Owada *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **25** (2018) 282.
- [ 12 ] T. Hara *et al.*: *Phys. Rev. Accel. Beams* **19** (2016) 020703.
- [ 13 ] C. Kondo *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **89** (2018) 064704.
- [ 14 ] T. Hara *et al.*: *Phys. Rev. Accel. Beams* **16** (2013) 080701.
- [ 15 ] T. Fukui *et al.*: *Proceedings of IPAC2019 Melbourne Australia May 2019* (2019) 2529.
- [ 16 ] H. Maesaka *et al.*: *Proceedings of IPAC2019 Melbourne Australia May 2019* (2019) 3427.
- [ 17 ] T. Ohshima *et al.*: *Proceedings of IPAC2019 Melbourne Australia May 2019* (2019) 3882.
- [ 18 ] S. Takano *et al.*: *Proceedings of DIPAC2005 Lyon France June 2005* (2005) 72.
- [ 19 ] K. Tamura and T. Aoki: *Proceedings of the 1st Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan and the 29th Linear Accelerator Meeting in Japan (in English) Funabashi Japan August 2004* (2004) 581.



## 第 62 回高圧討論会

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 大石 泰生

### 1. 高圧討論会、現地開催に至る経緯

日本高圧力学会が主催する第 62 回高圧討論会が、2021 年 10 月 18 日 (月) ~20 日 (水) に兵庫県姫路市の「アクリエひめじ」を会場とする現地対面形式にて開催された<sup>1)</sup>。筆者は実行委員長として本討論会を運営する立場であったが、本稿を研究会報告として掲載させていただく。

2020 年初頭以来、新型コロナウイルス感染症については何度も感染拡大ピークや変異株の発生を繰り返し、2 年余りを経過した現在においても、収束に向けて未だ見通しを立てることが困難な状況にある。当初は人々の間の接触を絶つ以外に対策を見出せない状況で、学会関連は中止、またはオンライン開催に追い込まれてきた。遠隔での間接的体験のみが続く状況は、特に研究者を志す若い世代や学生への悪影響は甚大であったかと想像される。実行委員会としては、以前のような対面形式の学会・討論会がこれを打開するための重要な転機になると考え、現地開催実現に向けて尽力してきた。

筆者が今回の高圧討論会の現地実行委員長に指名されたのは 2019 年秋である。新型コロナウイルスの影響もない時期であり、よもやこういった難しい状況に陥るとは想像できなかった。2021 年夏、当時最悪の第 5 波感染ピークが発生する一方、東京 2020 オリンピックが多大な制約を受けつつも無事開催され、感染防止対策指針がかなり明確となって何よりワクチン接種が急拡大して能動的対策・克服への道筋が見え始めた。現地実行委員会としては時間をかけて状況を慎重に見守ってきた中、ついに現地開催を決断するに至った。

昨年度は全面オンライン形式であったが、今回は現地対面講演をメインとして、オンライン機能を付属させるハイブリッド形式で開催された。総参加者 321 名のうち約 7 割の 225 名が現地参加を選択して会場に参集した。また、会場にはブースを設営して企業・団

体の広告展示を行った。感染拡大防止策が施される中、静かな雰囲気ではあるものの熱心な議論が展開され、現地参加者には心なしか対面再会の喜びが感じられる討論会となった。講演総数は 227 件 (口頭発表 123 件、ポスター発表 104 件) であった。特に当地ということで、SPring-8 と SACLA の利用を主旨とする JASRI-SPRUC-高圧力学会の共同開催による 3 件のシンポジウムが併催された。

なお、懇親会については中止された。

### 2. 高圧討論会について

本高圧討論会を主催する日本高圧力学会は、高圧力の発生からその利用まで広範な研究対象を網羅し、高圧力を利用した物質合成を始めとする材料科学やそれらの機能・機構解明を行う物性物理学に加え、化学、地球惑星科学、生命科学、食品化学、衝撃圧縮科学等、超高圧力に関連するあらゆる学問分野での発展に参与してきた。とりわけ近年、基礎科学的研究から“新物質合成”の応用研究への進展は目覚ましく、超高圧力に加えて超高温や極低温等の試料環境制御技術を駆使した超伝導物質、超硬材料、超耐熱材料等の合成と特性評価が進んでいる。



図 1 JR 姫路駅中央口 (北) に掲げられた案内板

高圧討論会の参加者は、自身の研究対象に関連する学会（日本化学会、日本物理学会、応用物理学会、日本地球惑星連合、生命科学や食品関連等多数）に所属しながら、本討論会において高圧力をキーワードに、自身の専門性とは異なる観点から議論を行っている。高圧討論会は、圧力効果の観点から新奇物質合成や新機能探索を始め、材料や生命関連物質の構造物性や機能、そして圧力発生技術、圧力下物性測定技術についての議論や意見交換、問題解決に重きを置いているところに特色がある。また例年、本討論会における学生会員の参加者の割合は、30%強と若手の活躍が顕著であることも強調しておきたい。

本討論会の一般講演は、後述する7つの学術分野を平行4会場で口頭発表が行われる。口頭発表では、他の学会の一般的な講演時間よりも長い20分/件が配分され、十分な説明と深い議論への配慮がなされている。さらに異分野横断的で、より自由で時間制限の少ないポスター発表形態を設けることで、活発でキメ細かい議論を促す配慮もなされている。

### 3. オンサイト・オンライン併催

#### (1) 会場と感染防止対策

本討論会においては、公益社団法人日本青年会議所が提案するカンファレンス開催ガイドラインに基づいて、対面での現地開催実現に必要な感染防止計画を策定した。事前に兵庫県新型コロナウイルス感染症対策本部に相談を行い、同感染防止対策が適切であり、ガイドラインを逸脱することがないとの判断をいただいた。HP上に今回の新型コロナウイルス感染予防対策を掲示して現地参加者への周知と徹底した協力を依頼し、可能な限り低リスクでの討論会実施に努めた。

現地会場「アクリエひめじ」では、参加人数の2倍以上の定員を想定した会場が確保された。HP上には、兵庫県新型コロナウイルス感染症対策本部への提出書類一覧、チェックリスト、事前相談票、会場レイアウトと各種対策等が掲載されているので、ご興味ある方はご参照いただきたい<sup>[2]</sup>。

#### (2) 口頭発表、対面とオンライン配信

今回の口頭発表は、定例通りに4会場で平行セッション形式で行われた。「アクリエひめじ」会場に

は基本的にWi-Fi接続設備が整備されておらず、実行委員会側から4G回線を利用したポケット型Wi-Fiアクセスポイントと光回線を引き込んでブロードバンドルータに接続するアクセスポイントの、2系統の通信網をレンタルにより配備した。

ポケット型Wi-Fiは口頭発表や広告展示対応専用で、200端末が接続可能な光回線アクセスポイントはポスター発表用とした。いずれのWi-Fi設備も数百を超えるような端末の同時アクセスを抱えるには非力であり、ご自身の講演時以外での会場内Zoom接続利用をご遠慮いただいた。Zoomに関しては、300名まで参加できるミーティングをホスト可能なBusinessプランを10ライセンス契約し利用した。

各会場には音響用ウェブキャストミキサーと会場投影用スクリーンに接続されたホストPCが設置され、外部へのオンライン配信が行われた。同ミキサーには発表者と会場用のマイクが集結され、ホストPCと会場音響システムに音声が行き届いていた。発表者は各自PCから同Zoomに参加し、画面共有しながら講演を行った。

発表者自身のPCはミュート状態として実際の音声はホストPCに接続するマイクから拾われた。すなわちオンライン上の参加者は、発表者PCからの講演資料を見ながらホストPCからの音声を聴講していたことになる。外付けカメラが接続されたPCが会場全体の様子をZoomに配信することで、オンライン上の聴衆は会場風景と雰囲気を感じることができるよう工夫されていた。現地参加の座長はご自身のPCで会場からZoom参加する形であった。

オンライン参加者からの口頭発表や質疑コメントは通常のZoom会議そのままであった。口頭発表は4G回線で賄われていたため、通信の品質に不安があ



図2 小ホールでの口頭発表風景



ったが、大方問題なく行われた。むしろスペックの低いPCにより発表が行われた際にトラブルが多かったように思われた。

### (3) 現地ポスター発表とオンライン対応

昨年度の高圧討論会では、Zoomのブレイクアウトルーム機能(BORと略)を用いて、ポスター発表が行われたが、やはりポスター会場での幅広い議論の場を再現することは困難であり、今回は従来通りの対面でのポスター掲示・発表を敢行した。感染防止策として発表者聴講者を合わせてポスター前に集うのは3名以内とされたが、随分な盛況を呈しておりこれを守ることは難しそうであった。

事前に全発表者のポスターデータがDrop Boxに提出・集約され公開されており、Slackも併用して、発表者と参加者間で討論会以前・以降の議論や情報共有やコミュニケーションの機会を増やすことも配慮されていた。さらにオンライン参加者への対応として、昨年と同じく各発表者にBORを設定して質疑応答や議論可能なシステムが構築されていた。しかしながらやはり、現地参加の発表者は対面での説明・議論に集中しがちであり、BORに対応できた発表者は10名程度に限られ、それと同じくオンラインでのポスター講演聴講者も少なかった様子であった。

日本高圧力学会からは討論会において優秀なポスター発表をした学生会員に対して、現地及びオンライン参加の全登録者を対象とする投票の下、ポスター賞が学生発表者5名に授与された。今回は同賞にエントリーされた学生諸氏がアピールする機会として、まとめて2分間のショートプレゼンテーションのセッションが設けられていた。



図3 ポスター会場発表風景

### (4) 広告展示とオンライン接続

主に企業からの参加を期待する広告展示については、HPと参加登録者に公開されるWeb要旨集への掲載、及び現地会場での9社3団体が参加したブース設営による対面式対応が行われた。ブース展示を選択された企業・団体の皆様に対しては、Zoom-BORを設定してオンライン参加者との対応や各企業本社・支社との接続による複数懇談が可能な環境が整備されていた。

加えて各口頭発表会場において、休憩時間を利用したスライドループ上映による各社の宣伝も行われた。また、感染防止対策による展示アピール機会の制約に対して少しでも広告機会を確保するため、各社・団体ロゴを印刷したチラシと不織布マスクのセットが作成され現地参加者に配布されていた。

## 4. 分野別講演内容の紹介

### (1) 高圧装置・技術

最近の超高圧力環境下或いは低温や磁場等の複合環境下で、検出器系の発展に裏付けられた先端的技術要素を取り入れたその場物性計測の進展に関する報告が数多く見られた。圧力媒体や圧力スケールに対する継続的進展も報告された。

### (2) 固体物性

後述するシンポジウムの一つでもテーマとなった超高圧力下での水素と水素化合物に関する研究が大きな比重を占めた。数々の実験的アプローチの他、理論研究からの物性現象解釈や超伝導物質の探索等に関する進展が報告された。その他鉄系超伝導体、カルコゲナイト半導体系や層状錯体系等に関する伝導性・磁性の圧力応答等に関する研究報告が行われた。

### (3) 材料科学・固体反応

高圧プレスを用いた材料合成に加えて、高圧電気化学処理、超巨大歪み等の合成・プロセス研究の進展が報告されていた。また、ダイヤモンドアンビルセルを利用したレーザー加熱による新奇材料合成研究の目覚ましい増加が見られた。超硬材料や機能性材料、エネルギー材料、鉱物を対象とする研究報告が数多く行われた。

(4) 流体物性・流体反応・溶液

高圧流体の構造解析・相転移や物性、反応機構や圧力応答等、学術的或いは工学的応用範囲の幅広い分野での研究報告が行われていた。報告数は少なかったが他分野・会場でも同テーマが展開されており、プログラム構成次第で大きな分野に発展していたはずである。

(5) 生物・食品

タンパク質や脂質、酵素等に関する高圧下でのX線結晶構造解析や圧力応答解析等に関する数多くの研究報告が行われていた。実際の生体試料（心筋細胞）に対して超高圧研究が展開されたことにも注目が集まった。食品の高圧処理に関する研究も活発に議論され順調に推移していた。

(6) 地球科学

高圧力条件下にある地殻から地球内核に至る幅広い空間領域での固体地球科学テーマに関して、それぞれ学術的・計測技術的に先端的で興味深い研究発表が展開されていた。個人的印象で申し訳ないが、SPring-8のような新しい施設の出現や学術変革研究等、多くの研究者が集い注力するテーマの出現が望まれる。

(7) 衝撃圧縮

火薬銃や軽ガス銃による平面衝撃圧縮法を用いた合金やセラミックス材料の研究報告が行われた。一方、数年前までは手法開発が中心であったレーザー衝撃圧縮法の応用展開が目覚ましく、隕石衝突をテーマとする研究や新奇材料合成研究が報告された。特にこのテーマに関して集中的に議論を行うため、後述するシンポジウムが開催されていた。

(8) 日本高圧力学会受賞講演、学会総会、若手の会

長年、衝撃圧縮技術及び計測手法開発と高圧研究に携わって来られた、熊本大学産業マテリアル研究所の真下茂教授に対して高圧力学会賞が授与された。討論会の2日目には真下教授による「衝撃圧縮を用いた弾-塑性転移、高圧相転移、状態方程式の研究」というタイトルで学会賞受賞講演があった。その他、功労賞とポスター賞の表彰式が行われた。総会においては執行部からの学会活動報告の他、会誌等の紙媒体廃止案

が説明された。夕刻からの「若手の会」では前述のポスター受賞者からの5分間の「口頭発表」の他、海外からのオンライン発表を含めた“諸先輩”からのキャリア形成に関する講演があった。

5. 先端シンポジウムの併催

(1) 第66回 SPring-8 先端利用技術 WS/シンポ1  
「高圧科学と水素」

10月18日(月)13時10分~19時10分まで開催され、多様な分野の水素関連先端研究に関する14件の講演が行われた。高圧下の水素関連研究の多くは放射光と中性子が利用されており、これら手法を利用した先端的な研究成果に関する講演が行われ、その有効性が改めて示された。

水素材料科学、惑星科学、核融合関係材料に関わる3名の招待講演者からは、それぞれ普段聴くことが少ない研究を紹介していただいた。物質中の水素の存在状態等に関する質疑により得られた知見は、今後の研究発展に寄与するものと期待される。

参加者はオンライン44名、現地約30名であった。

(2) 第67回 SPring-8 先端利用技術 WS/シンポ2  
「パワーレーザー/XFEL 利用研究の最新動向」

同19日(火)13時10分~16時50分まで開催され、SACLA及びEuropean XFELの関連ビームライン担当者やSACLA利用者によって、パワーレーザーとXFELを組み合わせた研究における最近の成果と各施設の将来計画に関する10件の講演が行われた。超高圧物性や衝突物理、天体衝突や系外惑星内部を再現する地球惑星科学応用と、XFEL利用の新しい診断技術の研究を交えた幅広い討論が行われた。

参加者はオンライン31名、現地約30名であった。

(3) 第68回 SPring-8 先端利用技術 WS/シンポ3  
「放射光X線を用いた高圧科学の現在」

同20日(水)13時10分~16時50分まで開催され、SPring-8で高圧科学を推進する放射光ユーザーから最新の研究成果8件が講演された。また欧州放射光施設(ESRF-EBS)から2件、それぞれの高圧ビームライン責任者からの高度化の現状についてオンラインで講演された。高圧科学に放射光が不可欠であること

を参加者間で再認識すると同時に、今後のレベルアップには高圧発生技術、放射光光源、計測技術の相互の発展が必要であることを示すシンポジウムとなった。

参加者はオンライン37名、現地約24名であった。

## 6. まとめと謝辞

今回の高圧討論会では、参加者の選択肢として対面とオンラインの併用の講演体制で実施されたが、結果的には現地参加者が7割程度を占める結果となった。やはり対面での学会活動が重要視され、その開催が期待されていることが実感された。一方、感染防止対策の面だけではなく、オンライン形式を併用させることは、環境や個人の都合によって現地での参加ができない方、遠方・海外からの参加希望の方々に対して、多くの利便性が叶えられたように思う。今後の討論会・学会のあり方として、今回のような併用開催は持続されるべき形態なのかも知れない。

高圧討論会開催に当たって、SPring-8 サイト内スタッフで構成された現地実行委員、プログラム委員の皆様、日本高圧力学会幹事及び事務局の皆様、当日運営を支えていただいたアルバイト学生の皆さんとご対応くださった教官の皆様に感謝させていただく。JASRI 利用推進部からの物的・人的支援なくして、本会は成立しなかったことも付け加えておく。実行委員長として、平時ではなかったオンライン発表併設準備と感染防止対策のため、各位の多大な労力とご負担に申し訳なく思う。

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構の片山芳則氏にはプログラム委員長をお願いした。JASRI の肥後祐司氏は会計管理と姫路市コンベンションビューロー及び JASRI 利用推進部との協力、平尾直久氏は現地会場設営全般、福井宏之氏と丹下慶範氏はオンライン環境構築発案と整備全般、河口沙織氏は広告及び感染防止対策、量研機構の町田晃彦氏は企業広告展示とシンポジウム幹事としてご尽力いただいた。

最後に「アクリエひめじ」会場設備管理をいただいた株式会社コンベンションリンケージ、本討論会運営を支援していただいた公益社団法人姫路観光コンベンションビューローの皆様にお礼を申し上げます。また、本討論会を助成いただいた公益財団法人村田学術振興財団に感謝いたします。

## 参考文献

- [ 1 ] <https://highpressure.jp/new/62forum/>
- [ 2 ] <https://highpressure.jp/new/62forum/covid19.html>

## 大石 泰生 OHISHI Yasuo

(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 : 0791-58-0838  
e-mail : ohishi@spring8.or.jp



## Materials Research Meeting (MRM) 2021 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

木下 豊彦、坂田 修身、櫻井 吉晴

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 今井 康彦

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 精密分光推進室 内山 裕士

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 水牧 仁一郎

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. 会議の概要

2021年12月12～16日に、横浜市のパシフィコ横浜ノース（図1）を会場とし、Zoomを利用したオンライン会議とのハイブリッド形式の開催で、標記の国際会議が実施された<sup>[1]</sup>。

前回の第1回の開催は2019年の12月であり、その詳細は、本誌で紹介しているので参照していただきたい<sup>[2]</sup>。本来であれば、2020年の12月に同会議場で開催予定であったが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、国際会議としての開催は断念され、1年延期された。したがって今回は2回目の開催となる。昨年は、同会議の中止に伴い、日本語によるMRM Forum 2020が開催され、その様子も本誌で紹介されている<sup>[3]</sup>。



図1 会場となったパシフィコ横浜ノース

今回のMRMも、前回同様東京工業大学の細野秀雄名誉教授が、組織委員長を務められ、実務は横浜国立大学の鈴木淳史教授が責任者として活躍された。我が国の材料科学系の学会、成果創出が縮小傾向にある中、分野横断的に関連学会の協力を仰ぎ、この会議を起爆剤に日本の材料科学の発展を促したいという目的は前回同様である。オミクロン株の感染拡大防止のため、原則として海外からの入国が制限されていたため、現地での参加者はほとんど国内からで限られていたものの、約1,600名の参加登録があった。6名のPlenary講演者が招待されたが、その中でも印象に残ったものはJilin大学のY. Ma博士の講演で、計算によって様々な材料設計を行っている様子が紹介された。特に最近話題の水素化物による室温超伝導の予測に関する結果は興味を引かれた。

会場内では18部屋ほどが貸切られており、A～Hまでの8クラスター、各クラスターの中には4～5個のシンポジウムが企画された。MRMでは、少し異なる分野間での連携を促進することもその目的とされており、同一クラスターでは、Keynote speakerを推薦して合同セッションを行う形式である。また、各シンポジウムは、それぞれ独立に口頭発表、およびポスター発表を設けた。

今回、(公財)高輝度光科学研究センター(JASRI)が

中心となり、D4 (Synchrotron Radiation Based Materials Research: Present and the Future) と E3 (Advanced Analysis for Fuel Cell Materials and Technologies) の2つのシンポジウムを企画した。それぞれ、D (Frontiers of Advanced Electronic Materials) と E (Energy Science and Technologies) クラスタに含まれるシンポジウムである。D クラスタの Keynote speaker は5名いたが、そのうち、放射光関係の招待者として Diamond Light Source の T.-L. Lee 博士が、“X-ray spectroscopies of transition metal oxides”と題し、Si 基板上の遷移金属酸化物薄膜との界面の間のエネルギー状態について、HAXPES や XAS を用いた詳細な解析結果、また遷移金属化合物の Mott 転移、さらには Li 電池電極の話題を紹介した。E クラスタでは3名が Keynote talk を行ったが、E3 からは London 大学の P. Shearing 博士が、“Understanding the interplay of electrode microstructure, crystallography and performance using advanced X-ray and correlative imaging methods”と題し、様々な imaging 手法で電池電極の様子を観察し、実際の開発に役立っている様子が紹介された。

また、今回の MRM2021 では本会議と並行して、日本の MRS-J 学術講演会、また昨年に引き続き、MRM Forum 2021 も開催された。MRM Forum では、会議初日の12日に全部で8コマのチュートリアルが開催され、初学者向けに、本会議の講演を理解する助けとなるような講義が日本語で実施された。JASRI からは木下が講師として演壇に立ち、放射光利用の実例、SPring-8 への利用申請の実際、また MRM 本会議で開催されている関連シンポジウムの D4 と E3 (図2) で取り扱われる話題について紹介した。また、MRM 最



図2 E3セッション会場の様子

終日の午前中には Forum のプログラムとして総合討論が実施された。テーマは、「日本の材料系学協会の現状と課題・その連携強化の糸口を探る」というものであった。日本学術会議連携会員若手アカデミーの川口慎介氏 (海洋研究開発機構: JAMSTEC) が統計データに基づいて、材料系の各学会の現状分析を行うとともに、コロナ禍、その後のあり方に向けての私見を述べられた。以降、金属学会 (熊本大学 河村能人教授) および、軽金属学会 (日本大学 久保田正弘教授) から国際交流についての紹介があり、また材料系の国内雑誌である *Materials Transactions* (九州大学 堀田善治名誉教授) および、*Science and Technology of Advanced Materials* (物質・材料研究機構: NIMS 内藤昌信博士) の現状と課題が報告された。欧米、また最近では中国に比べるとどうしても外からの visibility が小さい国内雑誌の問題点が議論された。最後に文科省 NISTEP (National Institute of Science and Technology Policy) の林和弘氏からも分析についてオープンサイエンスの流れの状況とともに示された。パネル討論では上記の講演内容をもとに、学会同士、雑誌同士の合同プロモーションの必要性、人材交流を通しての育成の重要性が議論された。現地での参加者は少なかったが、その中でも学部4年生が研究者のキャリア形成に関する質問をしていたのが印象的であった。

現地での参加者はやはり少なく、懇親会なども実施はされたものの、感染拡大防止に配慮するためお弁当形式であり、寂しいものとなってしまった。しかし、講演内容は非常に充実していたように思う。また、ポスター発表 (図3) も現地開催と、オンライン開催の2本立てで行われた。オンラインによるポスターは、Zoom の Breakout room 機能を利用して行



図3 ポスター会場

われたが、どうしても参加者など寂しい印象はぬぐえなかった。一方で、現地開催のポスターは数こそまばらであったが、新型コロナウイルス感染症拡大前と同様の雰囲気活発な議論が展開されていた。

新型コロナウイルス感染症の影響で、当初の意図のように MRM を国際的にもステータスの高いものにしていきたい、という目標にはまだ達していないように思われるが、次回開催の時にはさらに活発な会議となることを期待したい。2023 年の 12 月 11 日から京都国際会館で開催される予定である。

次章以下では JASRI が主体となって企画した、D4 および E3 シンポジウムの内容を紹介する。

## 2. D4 シンポジウム (Synchrotron Radiation Based Materials Research: Present and the Future)

D4 では、放射光による散乱・回折、インフォマティクスの放射光解析への応用、硬 X 線光電子分光 (HAXPES)、その他のトピックスで、計 4 個のオーラルセッションおよびポスターセッションを開催した。

### [D4-O2]

12 月 13 日午後には、「The current progress in materials research using synchrotron radiation. --- Local strain, phonon and related phenomena---」というタイトルで、オーラルセッション D4-O2 が開催された。このセッションは、放射光 X 線の「回折・散乱」に焦点を当てたプログラム編成となっている。具体的には、放射光利用技術の進展で得られた、(1) 100 nm オーダーに集光した X 線を使った回折実験、(2) neV-meV エネルギー分解能を持つ散乱実験 (非弾性 X 線散乱分光や放射光メスbauer分光) を中心として、最新の研究成果が発表された。これらの研究で得られた物質の局所的な情報は、高性能な次世代材料やデバイス開発の効率化に大きく貢献すると考えられる。参加人数はオンラインが 20 名強、オンサイトが 10 名強、合計で 30 名強であった。

講演に先立って、木下と内山 (JASRI) が、D4 シンポジウム全体の紹介、および、本セッションの紹介を行った。続いて、最初の講演として C.-Y. Chiang 氏 (National Synchrotron Radiation Research Center: NSRRC、台湾) らが、台湾放射光施設 (TPS) の

Nanodiffraction ビームライン 21A での取り組みについて報告を行った。様々な試料に対して多くの測定がなされているが、多結晶系の微小領域に多く関心があるように見受けられた。発表後、コロナ禍における TPS でのビームライン運営について質問があり、同氏からリモートでの取り組みなどが案内された。次に Y. Hayashi 氏 (大阪大学) らによって、ナノスケールでパターン形成されたサファイア基板上に成長させた AlN 薄膜の評価について報告が行われた。XRD で Pt 線を用いた深さ解析が可能となっており、パターン付きサファイア基板-AlN 薄膜界面付近での薄膜の結晶歪み、ナノボイドによる結晶性の改善の様子が報告された。続いて A. Sakai 氏 (大阪大学) らが、AlGaIn/GaN MOS HEMT デバイスを対象としてポンプ-プローブ法を用いて AlGaIn の逆圧電効果の時分割測定について発表を行った。この研究では高繰り返し X 線チョッパーで切り出したシングルバンチからの X 線をプローブとして電圧印加後の結晶歪みの時間変化を追っている。続いて R. Yokogawa 氏 (明治大学) らは、IV 族半導体の歪みとフォノンについて報告された。Ge 基板上的  $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$  薄膜が作る Ge の結晶歪みが回折実験から明らかになり、非弾性 X 線散乱測定から  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$  のフォノン分散に通常の化合物では見られないフォノン分枝があることが報告された。休憩を挟んで、B. Saha 氏 (Jawaharlal Nehru Centre、インド) らが、非弾性 X 線散乱分光を用いて明らかにした、MgO 基板上的 HfN-ScN (金属-半導体) 超格子のフォノン構造について講演された。面内方向のフォノン分散は、HfN と ScN の重ね合わせで説明できることが報告された。T. Mitsui 氏 (量子科学技術研究開発機構: QST) らからは、放射光メスbauer分光法を用いて鉄表面のスピンの構造を明らかにした研究成果が報告された。メスbauer分光法で検知できる安定同位体  $^{57}\text{Fe}$  を異なる層に挿入することにより、最表面から各層毎のスピンの状態を観測を実現し、それが振動しているということが示された。最後に T. Tohyama 氏 (東京理科大学) らから、Mott 絶縁体において時間分解共鳴非弾性 X 線散乱を行うと、スピン構造に振動が見られるとの理論的予測が発表された。

報告者にとって、オンライン+オンサイトのハイブリッド会議の座長を行うのは初めての経験であった。

ハイブリッド会議では、オンラインのみの会議やオンラインのみの会議に比べて気を配る点が多く、時間配分など座長 1 名で対応しきれなかった部分があった。タイムキーパーなどを受け持つスタッフがもう 1 名いるともう少し運営が楽だったかもしれない。

#### [D4-O3]

12 月 14 日午前には、「Frontier of Informatics Applications to Advanced Measurement Technique using Synchrotron Radiation」というタイトルで、オーラルセッション D4-O3 が開催された。本セッションは近年発展が目覚ましい情報科学の技術を用いた解析法やデータを解釈するための新しい概念を用いた研究成果に焦点を絞った編成を行った。参加人数は 20 名程度であった。

最初は、M. Okada 氏（東京大学）らで、ベイズ計測という計測対象を考慮に入れた解析方法について講演された。ベイズの定理に基づくスペクトル分解について紹介され、間接物理量の推定値の精度が評価できること、ベイズ自由エネルギーを用いることでモデル選択が可能であることを示された。次の K. Nagata 氏（NIMS）らも、ベイズ計測に関する講演であったが、ノイズのモデルを測定原理に基づき設定することが非常に重要であることを明らかにされた。また Sr 化合物の混合物の X 線光電子分光スペクトルから、混合物に含まれる複数の化合物の存在比率をベイズ推定により推定可能であることを示された。続いて、H. Kumazoe 氏（熊本大学）らは、スパースモデリングを用いた EXAFS 解析を  $\text{YO}_2\text{H}_2$  薄膜に関して講演を行った。通常の LASSO に加えてスパース度を表すハイパーパラメータの最適化をベイズ推定を用いて行う新しい手法を開発し、侵入する酸素が四面体サイトを占めることを明らかにした。続いて T. Aonishi 氏（東京工業大学）らは、リチウムイオン電池の充放電過程を Co-K 吸収端でその場観察した 2 次元透過 XAFS 画像データに対して、非負値行列因子分解を行い、充放電過程の不均一性を抽出することに成功した研究について紹介された。不均一性をセグメンテーションし、それぞれの領域でのスペクトルを抽出し、さらにベイズ推定を用いて、そのスペクトルの差異が Co-3d の電子状態の違いであることを導き出した。続いて R. Murakami 氏（電

気通信大学）らは、Portilla-Simoncelli texture statistics (PSS) を用いた磁区パターンの解析により、PSS 特徴量を算出し、その特徴量による主成分分析を行うことで、迷路状磁区と島状磁区の尺度を作り上げた。これまでの定性的分析を超えて定量的分析を可能とした。続いて T. Nakamura 氏（産業技術総合研究所: AIST）らは、高分子鎖のもつれたリング構造の詳細な幾何的性質をパーシステントホモロジーを用いた解析により明らかにした研究を紹介された。このリング構造は高分子の性質に強く関連していると考えられており、この幾何構造を明らかにすることは重要である。これまでの解析では分子鎖の微小な動きがパーシステントホモロジー解析を困難にしていたが、これを解決する方法を開発し、高分子鎖のもつれたリング構造に適用し、もつれの複雑さを明らかにした。最後の講演は Y. Mototake 氏（統計数理研究所）により行われ、深層学習を用いたハミルトン系の対称性の抽出に関する研究を紹介された。この深層学習器は、将来的にはハミルトン系にとどまらず、その他の力学系や量子力学系への適用が可能となっていくであろうと、深層学習の奥深さを提示された。

#### [D4-O4/D4-O5]

12 月 14 日の午後に、「State of the art technology development of hard X-ray photoelectron spectroscopy」というタイトルで、2 つのセッション D4-O4、D4-O5 が開催され、HAXPES に関連した成果についての講演が行われた。HAXPES は主に 4 keV 以上の励起光を用いた X 線光電子分光 (XPS) を指し、通常の低エネルギーの XPS と比べ検出深度が深く、バルクの状態を検出できる点に強みがある。また、放出される光電子のエネルギーも高いため周囲の環境の影響も受けにくく、通常の XPS に比べて、様々な状態での測定を行うことができ、応用範囲が広い手法である。SPring-8 ではビームライン再編の一環として BL47XU と BL09XU で行われていた HAXPES のアクティビティを BL09XU に集約し、2021 年秋より HAXPES 専用ビームラインとして HAXPES 実験のユーザー利用を再開した。SPring-8 に限らず、HAXPES が利用可能なビームラインは世界中にあり、広く利用されている測定手法である。



セッション D4-O4 では、3 件の一般講演と 1 件の招待講演が行われ、休憩を 30 分挟んだ後のセッション D4-O5 では 4 件の招待講演が行われた。各講演で出入りはあったが、参加人数は両セッションともオンラインで 10 名強、会場でも同じく 10 名強で合計 25 名前後であった。

D4-O4 では、最初の講演で MDPA Shakya 氏 (Kelaniya 大学、スリランカ) らから電着した酸化銅表面の濡れ性について XRD や HAXPES を用いて解析した結果について報告があり、次に同じく Kelaniya 大学の M. M. Udawatta 氏らから *Bambusa vulgaris* (泰山竹) から作製したバイオ炭のココナッツ酢による活性化について IR や HAXPES を用いて解析した結果について報告があった。ともに SPring-8 の NIMS のビームライン BL15XU の HAXPES 装置を用いての結果である。特に後者の研究は自然由来の材料を対象としており、昨今の環境問題とも関連し非常に興味深いものであった。続いて、オンサイトでの講演で S. Ueda 氏 (NIMS) らがモット型スピン検出器を組み込んだ小型の試料ホルダーを用いた鉄薄膜のスピン分解測定について報告された。ホルダーにスピン検出器を組み込むことで従来の分光器に手を加えることなく、高効率でスピン分解されたスペクトルを得ることができ、非常に応用範囲の広い手法であるとともに今後の展開が期待される結果であり大変興味深かった。前半のセッション最後は、招待講演の T. Yokoyama 氏 (分子科学研究所) から、SPring-8 の BL36XU にある大気圧 HAXPES 装置を用いた燃料電池電極のオペランド計測について報告があった。ガス雰囲気や溶液下でも HAXPES 測定が可能であり、電池電極の劣化における硫黄の影響についての解析や、電極への電圧印加の繰り返しによる電極反応の時間分解測定について解説された。

後半のセッション D4-O5 では、4 件の招待講演が行われ、国内外の全ての登壇者がオンラインでの講演であった。最初に S. Watanabe 氏 (九州工業大学) が、共鳴 HAXPES の理論について報告された。共鳴 HAXPES を用いると希土類化合物における非従来型超伝導や非フェルミ液体を理解する上で重要なパラメータである 5d-4f 電子間のクーロン相互作用  $U_d$  を直接実験的に評価することができ、現在 SPring-8 の BL09XU で測定が進められている試料に加え、準結晶試料の測定の重要性

を解説された。続いて A. Yasui 氏 (JASRI) らにより、2021 年秋からユーザー利用を開始した SPring-8 の HAXPES 専用ビームライン BL09XU についての報告があった。光学系がアップグレードされ高性能なビームが利用でき、さらに異なる仕様の 2 台の HAXPES 装置がタンデムに設置されていて必要に応じて装置を使い分ける形になっている。また SPring-8 における 2 つ目となる HAXPES 専用ビームライン BL46XU の計画も紹介され、この 2 本のビームラインで SPring-8 における HAXPES 測定の需要の多くを満たすようにすることであった。次に K. Mimura 氏 (大阪府立大学) らが、SPring-8 の BL09XU で進めてきた共鳴 HAXPES 測定技術の開発について報告された。また共鳴 HAXPES によって実際に Ce122 系 ( $\text{CeCu}_2\text{Ge}_2$ 、 $\text{CeCu}_2\text{Si}_2$ 、 $\text{CeRu}_2\text{Si}_2$ ) について  $U_d$  を実験的に求めた結果について報告された。そしてセッションの最後に C. Schlueter 氏 (Deutsches Elektronen-Synchrotron: DESY、ドイツ) らから、ドイツのハンブルグにある放射光施設 PETRA-III の HAXPES 専用ビームライン P22 についての報告があった。P22 には通常の HAXPES 装置、飛行時間 (TOF) 型モーメント顕微鏡、大気圧 HAXPES、硬 X 線光電子顕微鏡の 4 つの装置があり、それぞれの装置から得られた成果を紹介された。さらに、現在では装置を入れ替えて実験を行っているが、今後のビームラインのアップグレードとして後方にハッチを増設し各装置を常設する計画について報告があった。P22 は HAXPES 専用ビームラインとしてアクティビティも高く非常に興味深い発表であった。

本セッションでは海外からオンラインで 3 名の方が講演されたが、音声や映像もクリアであり、講演や質疑応答に関しても滞りなく進められ、特に大きな不満はなかったと思う。一方で、やはり海外の参加者に対しては時差の問題が出てくる。今回はスリランカとドイツからの参加であったので、前者はセッションの前半で 14:00 からの講演に振り分け、後者はセッションの最後の 17:30 からの講演であった。講演自体の時間は問題なかったが、後日、時差の関係で他の講演を全て聴くのは難しく残念だったと伺った。オンラインで国際会議を行う場合にはどうしようもないところでもあるが、全ての参加者に満足いただけるためには工夫が必要なかもしれない。

[D4-O6]

12月15日午前に行われたD4-O6は、最後のセッションとして5名が発表し、3名が現地会場で登壇した。

Y. J. Li氏(岡山大学)らは、Sn添加したLa(O,F)BiS<sub>2</sub>超伝導体をX線光電子ホログラフィを用いて調べ、SnはBiサイトにあることを発表した。N. Hasegawa氏(東北大学)らは、 $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001)上にエピタキシャル成長させたTi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を分光の線形2色性で調べ、金属-絶縁体転移機構は、バルクと薄膜で同じであるが、それぞれの格子パラメータには違いがあることを報告した。O. Seo氏(JASRI)らは、3元触媒反応下のCeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>に担持されたPdRu固溶体ナノ粒子の酸化、還元をDXAFSで調べ、反応温度と原子配列構造の関係を議論した。L. S. R. Kumara氏(JASRI)らは、水素含有量の異なる3種類のa-IGZO膜をHEXRD、XANES、EXAFSで調べ、その原子配列構造の特徴の違いを発表した。S. Hiroi氏(JASRI)らは、リチウムイオン電池のLi<sub>2</sub>VO<sub>2</sub>F正極をX線全散乱で調べ、充電過程で生じる非晶相の構造情報を抽出し、Vイオン間の距離の増加と4配位サイト占有率の増加を報告した。

### 3. E3 シンポジウム (Advanced Analysis for Fuel Cell Materials and Technologies)

カーボンニュートラルに向けた取り組みの一つとして、水素の利活用や燃料電池の開発が世界的な規模で進められている。燃料電池の開発を推進する上で、その材料・部材の評価や燃料電池内部の物質挙動の解析に用いる先進計測手法が必要不可欠になっている。このような背景のもと、E3 シンポジウムは、燃料電池と計測手法の研究分野間の相互理解を促進するために開催された。本シンポジウムでカバーする計測手法は、放射光X線、中性子、電子顕微鏡である。

E3 シンポジウムは、JASRI、SPring-8 利用推進協議会、日本放射光学会、SPring-8 ユーザー協同体、中性子科学会、中性子産業利用推進協議会、燃料電池実用化推進協議会、燃料電池開発情報センターの支援・後援を受けての開催であった。クラスターEの合同シンポジウムを含めて、12月13日午前から12月15日午前に至る2日半の開催であり、シンポジウムKeynote2件、招待講演5件、口頭発表15件、ポス

ター発表10件、合計で32件の講演・発表があった。現地参加とオンラインの双方によるハイブリッド形式で開催された本シンポジウムは、会期中を通して、常時、約15名の現地参加者と約15名のオンライン参加者があった。燃料電池と量子ビームの新しい融合分野であることもあり、各講演においては、若手参加者からの質問に対する応答の場面が多く見られた。

シンポジウムのプログラムは、国内発表者の講演で多くを占められていたが、欧米を中心に海外から4名の招待講演者をお招きしていたこともあり、海外との情報交換ができたという印象を強く持った。カーボンニュートラルは世界規模の取り組みであることから、燃料電池開発に関する国際連携の枠組みの構築が進められている。E3 シンポジウム・オーガナイザーのR. Mukundan氏(Los Alamos National Laboratory: LANL)は、国際連携を進める米国の立役者であるが、後日談として、同氏は「材料分析・解析の切り口で国際相互理解(特に日米間)が進んだシンポジウムであった」と感想を述べていた。また、放射光X線関係では、Swiss Light Source、European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)、SACLAから招待講演者を招き、最新の施設情報や研究成果を紹介していた。

以下に、各セッションの概要を示す。

[E3-O1]

12月13日午前のE3シンポジウムは、K. Amemiya氏(FC-Cubic)らのシンポジウムKeynote講演(“NEDO’s FC-Platform - A Novel frameworks specialized in Analysis and Evaluation for PEFCs”) (PEFC: 固体高分子型燃料電池)で始まった。カーボンニュートラルの目標達成に向けて、水素・燃料電池戦略技術開発戦略が策定され、各種課題共有フォーラムなどで顕在化した産業界の共通課題を産学官の連携体制で解決する国家事業が2020年度に始まった。この事業の柱の一つとして、NEDO事業のもと、標準化した手法で燃料電池を評価・解析するプラットフォーム(NEDO’s FC-Platform)が技術研究組合FC-Cubicを中心に新設された。本プラットフォームは、マネジメントGr、マテリアルズ・インフォマティクスGr、材料分析・解析Gr、シミュレーションGr、電気化学的特性測定Gr

で構成され、材料開発グループおよび産業界と強い連携のもと活動を行っている。本講演では、評価解析プラットフォームの概要とワークパッケージの内容、燃料電池車 MIRAI の材料解析、さらに欧米との国際連携の取り組みなどについて紹介があった。

引き続き 3 件の一般講演があった。N. Ozawa 氏 (東北大学) らは、PEFC 触媒層の構造シミュレーションの成果について報告した。ナフィオン/水/Pt ナノ粒子/カーボン担体で構成される触媒層の構造は電池性能を決める重要なファクターである。本講演では、細孔を持つカーボン担体上の Pt ナノ粒子、ナフィオン、液水の配置構造に関する分子動力学シミュレーションの結果を報告した。J. Suzuki 氏 (総合科学研究機構: CROSS) らは、小角および広角中性子散乱を用いた触媒層の構造研究について報告した。カーボンとアイオノマーの分散構造は電子・プロトン伝導に影響を与え、細孔は酸素拡散などの影響を与えることが知られている。各種カーボン担体について、アイオノマー・炭素重量比を変えた試料の測定結果と解析について報告をした。T. Hirai 氏 (大阪工業大学) らは、X 線小角散乱を用いた電解質膜の構造研究について報告した。劣化ナフィオンと劣化前ナフィオンについて、引張り試験を行いながら測定し、劣化メカニズムについて議論した。

[E3-PV21]

12 月 13 日午後、E3 シンポジウムのポスターセッション (オンライン) が開催された。10 件の発表があり、口頭発表とは異なり納得がいくまで議論できる場であった。発表は以下の通りである。

“Synchrotron Radiation X-ray Diffraction Studies on Liquid and Glassy CS<sub>2</sub>” Y. Mizuno (JASRI) *et al.*

“Cross-sectional image of liquid water in gas diffusion layer by Compton scattering imaging” N. Tsuji (JASRI) *et al.*

“High Resolved Visualization of Liquid Water in Gas Diffusion Layer using X-ray Nano Computed Tomography” T. Watanabe (Kyoto Univ.) *et al.*

“Visualization of spatio-temporal oscillation of electrode reaction in a large electrochemical cell using operando Compton scattering imaging” K.

Suzuki (Gunma Univ.) *et al.*

“Monitoring the Development of ORR Active Sites for Fe-N-C Catalysts Using High Temperature In-Situ Techniques” A. Mufundirwa (JASRI) *et al.*

“Thermal effect on Oxygen Reduction Reaction Kinetics for Pd Core - Pt Shell Catalyst with different core size” H. Tsuji (JASRI) *et al.*

“Effect of alcohol/water ratio in dispersion on proton transport and morphology of cast perfluorinated sulfonic acid ionomers thin films” K. Yamamoto (Kyoto Univ.) *et al.*

“Isolation and polyphasic characterization of ‘Desulfuromonas versatilis’ sp. nov., an electrogenic bacteria capable of versatile metabolism isolated from a graphene oxide reducing enrichment culture” L. Xie (Nagoya Institute of Technology) *et al.*

“In-situ HERFD-XANES and RIXS measurements of oxygen and sulfur species adsorbed on Pt cathode catalysts in polymer electrolyte fuel cells” T. Uruga (Univ. Electro-Communications) *et al.*

“Synchrotron radiation analysis platform for characterization of polymer electrolyte fuel cells at SPring8 in NEDO project” T. Uruga (JASRI) *et al.*

また、現地でのポスターセッションは 12 月 14 日の午後に開催された。

[E3-O3]

12 月 14 日午前のセッションは、D. A. Cullen 氏 (Oak Ridge National Laboratory: ORNL) らのシンポジウム招待講演 (“Automating Electron Microscopy Characterization of Fuel Cell Catalysts and electrodes”) で始まった。燃料電池の Pt あるいは Pt 合金触媒はカーボン粒子に担持され、酸化還元反応の主役を演じる。近年、長距離輸送用トラックなどへの燃料電池の利用が検討されるようになり、触媒粒子の劣化メカニズムや劣化速度の理解が重要になってきている。触媒粒子の劣化を検討するには、触媒粒子径や組成の変化を計測することが重要である。Cullen 氏は、走査型電子顕微鏡観察と粒径分布解析のオートメーション化について講演し、耐久試験後の燃料電池触媒層において、触媒粒子サイズ分布が触媒層の厚さ方向の

場所に依存していることを示した。データ解析のオートメーション化の重要性を気付かせてくれる講演であった。

引き続き4件の一般講演があった。A. Kuwabara氏（ファインセラミックスセンター: JFCC）らは、高角散乱環状暗視野走査透過顕微鏡による触媒単粒子の研究について報告した。Pt合金粒子の表面構造は触媒活性を理解する上で重要な情報を与える。本講演において、表面におけるPt原子の変位を可視化した研究例を示した。M. Matsumoto氏（日産アーク）らは、カーボン担体上の官能基の研究について報告した。カーボン担持触媒上の官能基は燃料電池性能に影響を与えることが知られている。本講演において、HAXPESとXPSの測定例と官能基の寄与を識別する取り組みが報告された。S. Lyth氏（九州大学）らは、PtフリーのFe-N-C触媒の研究について報告した。FeをCoやSnに置換した触媒材料の開発も行っている。これらの試料について、その場XAFS測定の研究例を示した。T. Matsumoto氏（JASRI）らは、BENTENシステムによる実験データ・インフラについて報告した。本システムは、前述のNEDO's FC-Platformの放射光データ管理に採用されている。これは、XAFS、XRD、PDF、SAXS、HAXPESの測定・解析データを共通フォーマットで管理する基盤システムであり、マテリアルインフォマティクス向けのデータ転送インターフェイス機能も担っている。

#### [E3-O4]

12月14日午後Iのセッションは、S. Kato氏（豊田中央研究所）らのシンポジウムKeynote講演（“Synchrotron X-ray and pulsed neutron imaging of liquid water formation and transport in polymer electrolyte fuel cells”）で始まった。触媒層で発生した水をマイクロポーラス層、ガス拡散層を通して燃料電池セル外に効率的に放出する液水マネジメントは、燃料電池の高出力化にとって重要な課題である。本講演では、階層性の視点から、放射光X線とパルス中性子を使い分けた研究例が紹介された。X線CTによるマイクロポーラス層の液水可視化、時分割X線CTによるマイクロポーラス層の液水移動の可視化と効率的な液水流路の決定、さらにエネルギー分解中性子イ

メージングによるフルサイズ燃料電池セル中の液水／氷の識別可視化の研究例が示された。

引き続き4件の一般講演があった。H. Nishiyama氏（山梨大学）らは、オペランド・時分割CARS（Coherent Anti-Stokes Raman Scattering）分光の報告を行った。本分光手法では、空間分解能： $5\ \mu\text{m}$ 、時間分解能：0.5秒の観察が可能である。電流がジャンプする過程でのカソード側電解質膜中の液水量の時間変化を示した。K. Ito氏（日本原子力研究開発機構: JAEA）らは、準弾性中性子散乱の結果を報告した。カソード触媒層内の液水を測定し、水分子について3つの運動形態（不動、低速拡散、高速拡散）があることを明らかにし、それぞれの存在比の温度変化を示した。T. Kawamoto氏（山梨大学）らは、中性子反射率測定の結果を報告した。電解質膜や触媒層におけるアイオノマーと水分子の形態の理解は、効率的で高耐久のアイオノマーを設計する上で重要である。測定温度と湿度を制御した条件下で電解質膜の測定を行い、液水分布を評価した研究例を紹介した。Y. Kakizawa氏（山梨大学）らは、ガス拡散層内における酸素分圧のオペランド測定を報告した。燃料電池において、安定した発電は重要である。本実験により、マイクロポーラス層のないガス拡散層において、セル電圧と連動した酸素分圧の振動を観測し、液水挙動との関連性を議論した。

#### [E3-O5]

12月14日午後IIのセッションでは、3件のシンポジウム招待講演と1件の一般講演があった。

最初は、F. N. Buechi氏（Paul Scherrer Institut: PSI）らによるシンポジウム招待講演（“Tomographic analysis of water management in PEFC porous materials”）であった。燃料電池のガス拡散層内の液水マネジメントは、エネルギー密度をさらに向上させる上で重要である。X線断層撮影顕微鏡は、動作している燃料電池のガス拡散層の構造と液水挙動を観察する手法として確立されている。近年、 $0.5\text{--}5\ \mu\text{m}$ の空間分解能、0.1秒の時間分解能で、ガス拡散層内の液水挙動の可視化が可能になっている。本講演では、空間分解能より小さいサイズの液水も含めた液水量の評価方法を開発し、マイクロポーラス層内に適用した研究例を示した。



次は、J. Drnec 氏 (ESRF) によるシンポジウム招待講演 (“Towards Holistic Understanding of Electrochemical Energy Conversion and Storage Systems Using High Energy X-rays”) であった。100 keV の高エネルギー X 線は、その場・オペランドの電気化学計測に適したプローブであり、近年は、測定の高速度も進んでいる。透過モードでの表面敏感な高分解能測定も行われている。本講演では、リートベルト解析と PDF 解析を併用する高エネルギー X 線回折実験、X 線回折と小角散乱を組み合わせる実デバイスの断層構造観察などの研究例とマルチスケール観察の将来展望を報告した。

3 番目は、I. Inoue 氏 (理化学研究所) によるシンポジウム招待講演 (“Materials Science with X-ray free-electron laser SACLA”) であった。SACLA は 10 フェムト秒の超短パルス、ほぼ完全な横コヒーレンス、 $10^{20}$  W/cm<sup>2</sup> のエネルギー密度の X 線を発生し、研究フロンティアを開拓している。材料科学分野は SACLA で最も盛んな研究分野の一つである。本講演では、ダメージフリーな構造決定、ポンプ-プローブ実験による物質の高速光学応答、コヒーレント X 線散乱による分子の動的挙動、などの研究例が紹介された。SPring-8 などでの集光した放射光 X 線では、燃料電池の電解質膜の照射損傷が顕著になるケースがあり、SACLA の X 線レーザーを活用したダメージフリー測定の研究も進んでいる。

引き続き 1 件の一般講演があった。Y. Nishino 氏 (北海道大学) らは、SACLA を活用したコヒーレント X 線散乱の研究例を報告した。アイオノマーの被覆状態の観察において、電子顕微鏡観察では電子線照射ダメージの影響があることが知られている。本講演では、ダメージフリーのコヒーレント X 線回折測定から得られたカーボン担持 Pt 触媒の再構成像が示された。

#### [E3-O6]

12 月 15 日午前のセッションは、D. J. Myers 氏 (Argonne National Laboratory: ANL) らのシンポジウム招待講演 (“Synchrotron X-ray Spectroscopy, Scattering, and Tomography of Proton Exchange Membrane Fuel Cell Catalysts and Electrodes”) で始まった。燃料電池の実環境と同じ条件で、触媒反応

を原子レベルで分析評価する手法として、X 線吸収分光と小角 X 線散乱 (異常小角 X 線散乱も含む) が広く用いられている。これらの手法ほどではないが、より大きなスケールの構造観察には X 線断層像観察法が用いられている。本講演では、これらの放射光 X 線手法を用いて、Pt あるいは Pt 合金触媒の劣化機構を解明する研究例が示された。触媒層の作成時の劣化、発電による劣化、触媒・アイオノマー・インクの組成がカソード触媒層の構造に与える影響に関する議論があり、Fe-N-C 触媒の活性サイトに関する報告があった。

引き続き 3 件の一般講演があった。Y. Orikasa 氏 (立命館大学) らは、顕微蛍光 X 線分析の最新成果を報告した。セリウムは、電解質膜の劣化を抑えるために、ラジカルクエンチャーとして燃料電池内に導入される。本講演では、200 nm の集光 X 線を用いた蛍光 X 線分析により、発電セル中のセリウム移動をマッピングした研究例を示した。H. Matsui 氏 (名古屋大学) らは、オペランド XAFS の報告をした。硫黄被毒とその回復は、燃料電池の高耐久化において重要な課題である。本発表では、硫黄被毒前後の試料について XAFS 測定を行い、硫黄が活性サイトに吸着し触媒性能を低下させることを示した。T. Uchiyama 氏 (京都大学) らは、アイオノマーが触媒活性に与える影響を報告した。アイオノマー・カーボン担体比が異なる Pt 触媒について、Pt 5d 軌道の空孔数の電圧依存性を XAFS 計測により評価し、その結果を示した。

以上が、各セッションの概要である。

最後に、E3 シンポジウムは、今井英人 (日産アーク)、内本喜晴 (京都大学)、大友季哉 (高エネルギー加速器研究機構: KEK)、V. Honkimaki (ESRF)、R. Mukundan (LANL)、櫻井吉晴 (JASRI) のオーガナイザー (敬称略) で開催された。また、開催準備にあたっては、辻庸一郎氏 (FC-Cubic) から多大な助言をいただいた。

#### 参考文献

- [1] <http://mrm2021.jmru.org>
- [2] SPring-8/SACLA 利用者情報 **25** (2020) 33-37.
- [3] SPring-8/SACLA 利用者情報 **26** (2021) 42-43.

木下 豊彦 KINOSHITA Toyohiko

(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 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0803  
e-mail : toyohiko@spring8.or.jp

坂田 修身 SAKATA Osami

(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 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0803  
e-mail : SAKATA.Osami@spring8.or.jp

櫻井 吉晴 SAKURAI Yoshiharu

(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 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0803  
e-mail : sakurai@spring8.or.jp

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 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 : imai@spring8.or.jp

内山 裕士 UCHIYAMA Hiroshi

(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 精密分光推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : uchiyama@spring8.or.jp

水牧 仁一朗 MIZUMAKI Masaichiro

(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 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : mizumaki@spring8.or.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 : 0791-58-0802  
e-mail : ytakagi@spring8.or.jp

## 第5回 SPring-8 秋の学校を終えて

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 行事幹事 (秋の学校担当)  
 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
 物質科学研究センター 松村 大樹

### 秋の学校概要

2021 年度の第5回 SPring-8 秋の学校が、12月19日(日)～12月22日(水)の4日間の日程で開催されました。秋の学校は当初9月上旬での開催を予定しており、8月上旬に参加募集をメ切った段階において80名を超える多くの方からの申込をいただいております。しかしながら、夏になってから新型コロナウイルスの感染者が徐々に増加していき、8月16日にはSPring-8を含む地域がまん延防止等重点措置対象区域に指定されたと共に、秋の学校の開催日程には緊急事態宣言対象区域になる見込みとなった事もあり、8月17日に関係者の方々に秋の学校の開催延期を連絡いたしました。12月に変更された新しい日程では、共催大学以外からの追加募集は行わず、当初の日程で応募いただいた申込者の方に新しい日程での参加案内を行いました。30名を超える申込者が、新たな日程では都合が合わずにやむなく参加をキャンセルされました。参加申込された皆様には、日程が延期になった事に伴い、多くのご不便をお掛けしました事をお詫び申し上げます。また、基礎講義及びグループ講習の講師の皆様におかれましては、日程が延期になったにも関わらず、新しい日程でも大変多くの方にご協力いただき、改めて感謝申し上げます。他にも多くの関係者のお力添えをいただきました。

第5回 SPring-8 秋の学校は、SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) と高輝度光科学研究センター (JASRI) が主催し、理化学研究所放射光科学研究センター、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、岡山大学からの共催をいただき、関係諸機関の後援を受けて行われました。校長には SPRUC 会長の木村昭夫先生 (広島大学教授) が就任し、事務局は JASRI 利用推進部にご担当いただきました。共催大学においては、SPring-8 秋の学校を大学/大学院の単位として認定しております。

SPring-8 秋の学校が目的とするところは、幅広い観

点からの SPring-8 ユーザー及び今後の放射光科学に関わる人材の発掘であります。SPring-8 では夏の学校も開かれ、毎年多くの参加者を数えておりますが、夏の学校との最大の違いは、SPring-8 秋の学校では放射線業務従事者登録が必要ない事です。そのため、今回の参加者におかれましては、大学1年生の方もいれば社会人経験10年以上の方もおり、多様な方に対して放射光を学ぶ機会を提供する場となっております。

秋の学校のもう1つの特徴は、SPRUCが主催団体に入っており、SPRUCの評議員や各研究会からグループ講習のテーマ及び講師の推薦を受けている事です。今回も多くの SPRUC の皆様から講師としてご協力いただき、バリエーション豊富で魅力的なグループ講習が行われました。遠方からお出でになった講師の方も多く、講師の皆様には深く感謝申し上げます。

最終的に、18校12社から59名の参加を得ました。内訳は次の通りです。学生45名(学部1年生1名、学部3年生11名、学部4年生17名、博士課程前期(修士)1年12名、博士課程前期(修士)2年3名、博士課程後期2年1名)、社会人14名(企業9名、大学教員3名、国研等2名)。男性43名、女性16名。放射線業務従事者登録のない方は35名でした。

### カリキュラムについて

カリキュラムは、1日目に3講座、2日目に4講座の基礎講義を行い、3日目と4日目の2日間で4テーマのグループ講習を行いました。グループ講習に関しては、参加者は以下の「グループ講習について」で示す18テーマから希望する4テーマを選択し、受講しました。また、2日目には、SPring-8 実験ホール及び SACL A 外部の見学が行われました。コロナ禍である状況を鑑み、昨年度と同様に懇親会は中止としました。参加者の交流を深めるため、1日目の最後に自己紹介の時間を設けました。

第5回 SPring-8 秋の学校 日程表

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12/19 (日)		~10:30 受付	~11:00 開校式 [Spring-8 紹介]	11:00 - 12:30 「基礎講義 1」 放射光発生の基礎 正木 満博 (JASRI)	12:30 - 13:30 昼食	13:30 - 15:00 「基礎講義 2」 ビームライン 仙波 泰徳 (JASRI)	集合 写 休 真 憩 撮 影	15:30 - 17:00 「基礎講義 3」 X線検出器の基礎 上杉 健太朗 (JASRI)	17:00 - 18:00 自己紹介	18:00~ Check-in 夕食	
12/20 (月)	9:00 - 10:20 「講義 4」 X線自由電子レーザー入門 久保田 雄也 (理化学研究所)	休憩	10:30 - 11:50 「基礎講義 5」 X線イメージング 籠島 靖 (兵庫県立大学)	11:50 - 13:00 昼食	13:00 - 15:00 Spring-8東棟ホール SACLA見学	休憩	15:10 - 16:30 「基礎講義 6」 X線回折入門 高橋 功 (関西学院大学)	休憩	16:40 - 18:00 「基礎講義 7」 XAFSの基礎 伊奈 稔哲 (JASRI)	18:00~ 夕食	
12/21 (火)	移動	9:30 - 13:00 グループ講習 1	13:00 - 14:00 昼食	14:00 - 17:30 グループ講習 2	17:30~ 夕食						
12/22 (水)	移動	9:30 - 13:00 グループ講習 3	13:00 - 14:00 昼食	14:00 - 17:30 グループ講習 4	17:30-18:00 機与物返却 /チケット 回収						

基礎講義について

基礎講義内容と担当者は以下の通りです。どの講義も工夫が凝らされており、参加者にとって有意義な講義であったと思われます。参加者からの講義後の質問がとても活発で多くあり、時間が大幅に押し延びました。参加者の熱量をこちらが見誤っていた次第でした。来年度の開催においては質問の時間をより長く確保する所存です。

基礎講義 1. 放射光発生の基礎

正木満博 (高輝度光科学研究センター)

基礎講義 2. ビームライン

～光源と実験ステーションを繋ぐもの～  
仙波泰徳 (高輝度光科学研究センター)

基礎講義 3. X線検出器の基礎

上杉健太朗 (高輝度光科学研究センター)

基礎講義 4. X線自由電子レーザー入門

久保田雄也 (理化学研究所)



図1 講義風景

基礎講義 5. X線イメージング

籠島靖 (兵庫県立大学)

基礎講義 6. X線回折入門

高橋功 (関西学院大学)

基礎講義 7. XAFSの基礎

伊奈稔哲 (高輝度光科学研究センター)

グループ講習について

グループ講習のテーマと担当者は以下の通りです。多くの皆様のご協力により、18 テーマを準備する事ができました。秋の学校は放射線業務従事者登録が必要ない代わりに、放射光そのものを利用した講習はできないのですが、実際の装置やデータを手に取って疑似的測定や解析を進める事で、多くの参加者にとって刺激的な講習になったと思われます。

1. 単結晶構造解析

橋爪大輔 (理化学研究所 CEMS)

足立精宏 (理化学研究所 CEMS)

2. 粉末X線回折によるその場観測の実際

下野聖矢 (防衛大学校)

中平夕貴 (東京都立大学)

3. タンパク質結晶構造解析

水島恒裕 (兵庫県立大学)

河村高志 (高輝度光科学研究センター)

4. 小角X線散乱

増永啓康 (高輝度光科学研究センター)

関口博史 (高輝度光科学研究センター)



5. PDF法を用いたガラスの構造解析  
尾原幸治 (高輝度光科学研究センター)  
山田大貴 (高輝度光科学研究センター)  
廣井慧 (高輝度光科学研究センター)
6. 応力・ひずみ解析  
菖蒲敬久 (日本原子力研究開発機構)  
富永亜希 (日本原子力研究開発機構)  
城鮎美 (量子科学技術研究開発機構)
7. X線回折・散乱を用いた薄膜構造評価  
小金澤智之 (高輝度光科学研究センター)
8. X線吸収分光法  
細川三郎 (京都工芸繊維大学)  
別府孝介 (龍谷大学)  
伊奈稔哲 (高輝度光科学研究センター)
9. 軟X線オペランド計測の最前線  
原田慈久 (東京大学)  
木村隆志 (東京大学)
10. 赤外分光分析  
池本夕佳 (高輝度光科学研究センター)  
岡村英一 (徳島大学)
11. 光電子分光 (HAXPES)  
保井晃 (高輝度光科学研究センター)  
高木康多 (高輝度光科学研究センター)
12. メスバウアー分光入門  
藤原孝将 (量子科学技術研究開発機構)
13. 結像型X線顕微鏡による顕微CT  
高山裕貴 (兵庫県立大学)
14. 高圧力の発生と高圧下の物質科学  
石松直樹 (広島大学)  
町田晃彦 (量子科学技術研究開発機構)
15. ドーパント原子配列解析  
松下智裕 (奈良先端科学技術大学院大学)
16. GeV光ビームの生成とサブアトム科学  
與曾井優 (大阪大学)  
村松憲仁 (東北大学)
17. ソフト界面の構造解析  
谷田肇 (日本原子力研究開発機構)  
矢野陽子 (近畿大学)  
西直哉 (京都大学)
18. (磁気)コンプトン散乱測定  
小泉昭久 (兵庫県立大学)  
辻成希 (高輝度光科学研究センター)

昨年度に続きコロナ禍での秋の学校の開催となり、時期もそれまでの9月から12月に延期しての開催となりましたが、多くの参加申込をいただき、最終的に59名の参加を得て開催する事ができました。当日も大きなトラブルはなく、参加後に体調を崩された報告も受けておらず、無事に秋の学校を終える事ができました。

昨年度からの変更点として、グループ講習をそれまでの3テーマから4テーマ選択できるようにしました。これまでのアンケート結果を見ても、グループ講習の満足度が高く、参加者により多くのグループ講習を体験できるようにしたものです。今回の参加者のアンケート結果を見ると、グループ講習の満足度はとても高いものでした。一方、グループ講習の講師の方の負担とはバランスをとらなければならないと考えております。先に記しました通り、グループ講習のテーマ・講師はSPRUC研究会からの推薦を受けています。参加者・講師のどちらの満足度も高くなる形を目指して、今後ともグループ講習の形を考えていきたいと思っております。



図2 グループ講習風景

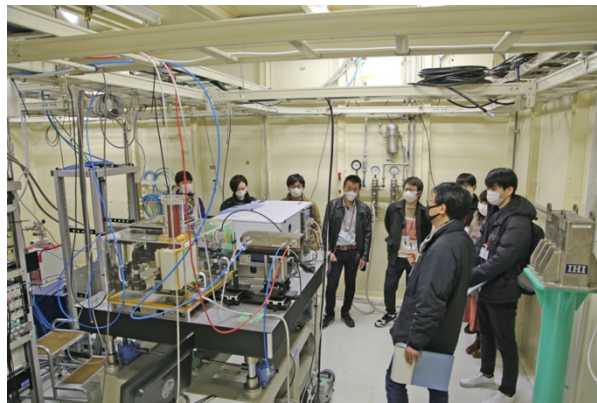


図3 見学風景

SPRUC は SPring-8 秋の学校の主催機関であります。今後秋の学校をどのように発展させていくか、会員の皆様の忌憚のないご意見を賜る事ができれば幸いです。

SPring-8 秋の学校を実施するにあたりまして、講師の皆様を始めとして、多くの関係者の方々に大変お世話になりました。深く感謝申し上げます。より良い秋の学校にしていく事ができるよう、今後ともご指導の程どうぞよろしくお願いいたします。

松村 大樹 MATSUMURA Daiju

(国) 日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター  
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0975  
e-mail : daiju@spring8.or.jp

第5回 SPring-8 秋の学校に参加して

日本ロレアル株式会社  
リサーチ&イノベーションセンター  
松藤 慎一

私はロレアル (L'Oreal) というフランスに本社を置く化粧品会社の日本法人で、物理化学の観点から粉体や油脂並びに乳化系の新規技術をメイクアップやスキンケアに応用する研究に従事しております。化粧品という製品の特性上、機器測定にしても五感で確認し得るもの (見た目、触感、匂いなど) への評価が多いのですが、製品や処方または原料を理解する上で紫外線や X 線のような人間の目では見えない光を用いて実験・解析する事も少なくありません。私自身は X 線解析の専属オペレーターという訳ではないのですがデータを活用する機会も多いため、上司らの勧めもあって同僚 2 名と共に秋の学校に参加させていただきました。

さて今回、秋の学校ではなく時期的には冬の学校となりましたが、晴天にも恵まれ気持ちの良い環境の中で非常に濃密な 4 日間を過ごす事ができました。社会人のみ参加費 2 万円との事ですが、講義内容から考えましてもとてもお得だったと思います。特に SPring-8 内をじっくり見学できたりビームライン前でグループ講習 (実習) を受けられた事はオンラインでは得られない実際に現地に来たからこそそのメリットだと感じました。またビームライン毎に部品の組み合わせ方や検出器の位置、光軸合わせ、またはハンドメイドによる治具設置など様々な工夫がなされているのが垣間見れ、とても勉強になりました。

3 日目の夜には補講という形で先生方が時間を取って下さり、他の参加者の方達ともお話する事ができました。その中で SPring-8 立ち上げ時のお話などを聞いた事がとても心に残っています。

X 線解析や SPring-8 にご興味のある方は積極的に参加される事をお勧めします。また SPring-8 のデカさをより強く体感したい方は SPring-8 の外周を歩いてみられる事もお勧めします。時計回りに進みますと左手に SACLA も見えなかなか素晴らしい景観でした。

スケジュールや講義内容は前年までのものを踏襲

したものだと思います。違いはグループ講習を4つまで選べるようになった事のようにです。個人的には初日の基礎講義に最も感銘を受けました。全体を通してメッセージのようなものを受けたと感じたからです。初日の3講義を私自身の言葉で言い換えますと、「放射光って何?」「ビームラインの仕組み」「検出器の特性を理解する事」になります。つまり基礎の基礎、光を発生させ、それを目的の所まで持っていき分光しサンプルに当て検出する、という簡単な話です。ですがそれら一つひとつを細かく見ていきますと理解すべき原理や種々の工夫がなされており、それらに対する理解度の深さがまさに測定結果に影響するのだと感じました。

私がまだ社会人駆け出しの頃にロリアルに転職する以前の話ですが、当時の先輩からこのように言われた事があります。「何かを測れば何らかのデータは出てくるけど、それがどういう意味かよく考えないといけないよ」と。私は「そうですよね、よく分かります」と答えてつつ内心は「何を当たり前を言ってるんだろうか、この人は・・・」と思っておりました。しかし社会人研究者として長く勤めているうちに先輩の言いたかった事が当時よりは理解できるようになりました。

時として観察目的を正しく設定し測定するのは難しい場合があります。SPring-8は素晴らしいツールです。ですがどう使いこなすかは結局私たち次第です。実際SPring-8を用いた実験においてもその目的や測定条件、結果についての議論があるのを目にする事があります。私達としましてはそうした先人たちのご経験に敬意を払いつつ各ビームラインご担当者様と都度都度よくご相談する事が肝要だと感じます。以上のような事を初日の講義を通して考えておりました。

秋の学校に参加でき、以前よりは知識が深まったと思いますが同時に知らない事、理解できていない事が沢山ある事も知りました。いただいた資料を度々見返し続けて勉強したいと思います。

また私の同僚らも得難い経験を得たと申しておりました。私どもだけでなく他の参加者の皆様もそれぞれ何か大きなものを得た事と思います。気づきであったり新しい友であったり。

最後になりましたが、このような素晴らしい機会を与えていただき講師の先生方、職員の皆様、並びに秋の学校事務局の皆様には厚くお礼申し上げます。第6回も無事に開催できる事をお祈りします。また今後ともどうぞよろしく願いいたします。



図4 集合写真（放射光普及棟前にて撮影）

# フロンティアソフトマター開発専用ビームライン 第11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 松野 信也  
運営委員長 竹中 幹人

## 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11回研究発表会を2022年1月11日に開催した。

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。FSBLは、(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を設置した。2010年4月より供用を開始し、2019年9月に第一期の活動を終了した。現在、FSBLは2019年10月より第二期となり、活動を継続させている。FSBLはビームラインにおいて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。今回の第11回研究発表会は第二期FSBLとして最初の研究発表会となった。第11回研究発表会は、新型コロナウイルスの感染状況を鑑み、昨年に引き続きオンラインでの開催とした。

今回はオンラインミーティングツールとして多くの人が利用している Zoom を利用し開催した。

以下にその概要を示す。

## 2. 開会の挨拶

FSBL 代表 松野信也(旭化成) より、研究発表会の開会が宣言され、4名の来賓より挨拶を頂戴した。

まず、文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課 古田裕志課長より、産学連携での新たな取り組みで多くの成果が創出されており、今後の活動にも更な

る期待が寄せられていることなど、挨拶のお言葉をいただいた。続いて、(国研) 理化学研究所 放射光科学研究センター 石川哲也センター長より、第一期の10年間で産学連携により特徴のある有意義な成果が多く創出されてきたが、今後は更なる飛躍のためにも、FSBLがこれまでの体制を見直し、新たな形への変革を成し遂げることを期待していることなど、挨拶のお言葉をいただいた。

さらに、(公財) 高輝度光科学研究センター 雨宮慶幸理事長より第一期の10年で多くの成果が得られたが、今後は新たな取り組みを行うことは必要であることなど、挨拶のお言葉をいただいた。最後に、FSBL 企画戦略アドバイザーで、(一財) 光科学イノベーションセンター 高田昌樹理事長より、さまざまな困難を乗り越えて設立したFSBLの更なる発展を期待しているとの挨拶のお言葉をいただいた。

引き続き、FSBL 運営委員会委員長 竹中幹人(京都大学) より、FSBL の概要、沿革、最近の活動についての紹介を行った。

## 3. 講演会第1部

FSBL 副代表 小島優子(三菱ケミカル)を座長とし、研究発表会講演会第1部を開始した。

「コヒーレント X 線を用いたナノ構造可視化技術の開発と産業利用」と題して、兵庫県立大学 大学院理学研究科 X 線光学分野 高山裕貴助教に特別講演を行っていただいた。ご講演では、コヒーレント回折イメージング (CDI) 法およびその走査型であるタイコグラフィシステムによる、機能環境下での構造変化や劣化過程も含めた可視化の BL24XU における実施状況をご紹介いただいた。



次に、FSBL メンバーのクラレグループ (三重大学 鳥飼直也教授) より、「一次粒子径の異なる親水性フェムドシリカの混合添加による高分子コンポジットの粒子分散と粘弾性特性」と題し発表が行われた。高分子コンポジットについて、特性が異なる固体粒子を混合添加することによる、粒子の分散・凝集状態およびコンポジットの粘弾性特性に及ぼす影響についての報告がなされた。

引き続き、三菱ケミカルグループ (三菱ケミカル 小林貴幸氏) より、「エポキシ樹脂の架橋構造解析」と題し発表が行われた。熱硬化性樹脂の一つであるエポキシ樹脂 (DGEBA (ビスフェノール A 型エポキシ樹脂) と DGEBF (ビスフェノール F 型エポキシ樹脂)、これらに比べてエポキシ当量が小さく架橋密度の高い構造を形成すると推定される GAN (グリシジルアニリン)) の架橋構造を溶媒膨潤 SAXS 法で解析したところ、GAN の硬化物には架橋密度の不均一性の存在が示唆され、溶媒膨潤 SAXS 法の有効性を確認したことが報告された。

講演会第 1 部終了後は、Zoom の機能の一つであるブレイクアウトルームを利用し、ポスター発表が行われた。ポスターは FSBL メンバーの 15 グループと 2020 年度に実施したアドバンス課題 6 課題の発表で、それぞれのブレイクアウトルームでポスター発表が行われ、聴講者との議論が活発に行われた。

#### 4. 講演会第 2 部

講演会第 2 部においては、FSBL 運営副委員長 山本勝宏 (名古屋工業大学准教授) を座長とし、九州大学 大学院工学研究院 田中敬二教授の特別講演および 4 つの FSBL からの講演が行われた。

田中先生による特別講演は、「界面マルチスケール 4 次元解析による革新的接着技術の構築と放射光への期待」と題し、(国研) 科学技術振興機構 (JST) の未来社会創造事業大規模プロジェクト「界面マルチスケール 4 次元解析による革新的接着技術の構築」の研究事例を交えた進捗状況の紹介と産学連携の進め方についてのご講演を賜った。

次に、FSBL メンバーの住友化学グループ (住友化学 板東晃徳氏) より、「FSBL を活用した環境負荷低減に対する取り組み」と題し、(1) 樹脂の薄肉化・強

靱化に関する検討と、(2) 乾式ポリプロピレン (PP) セパレータの加工条件最適化について、マイクロビーム SAXS 測定による樹脂の高次構造の解析や延伸過程の時分割 SAXS/WAXS 測定による製造工程の最適化を進めることにより、環境負荷の低減を進めていることが報告された。

続いて、東洋紡グループ (京都大学 小川紘樹准教授) より、「Tikhonov 正則化による SAXS-CT イメージ上のアーティファクト除去」と題して、SAXS-CT 法を用いた試料測定後の再構築した CT 像に発現する強いアーティファクトを Tikhonov 正則化を用いて除去する解析法を確立したことについての報告がなされた。

特別講演と FSBL メンバーからの報告は以上となり、引き続きビームライン担当者より BL03XU の整備状況についての報告がなされた。

2020 年度に実施された BL03XU のハイスループット化により、測定性能や設備の安全性能が向上し、2021 年度はさらに実験条件の変更などによる調整をより効率的に実施するため、試料と検出器との距離 (カメラ距離) 変更の全自動化および試料周りの空間を容易に変更できるシステム整備が実施され、その内容についての報告がなされた。

最後に FSBL アドバンスチャレンジ課題の中から、すでに論文化され、高い評価が得られた課題の実績報告がなされた。

FSBL では 2017 年度より、全グループにとって重要かつ本ビームラインで着手される機会のなかった斬新な課題を、FSBL 共用ビームタイムである「アドバンスチャレンジビームタイム」で、FSBL 全メンバーより課題を募集し産学連携将来高度化委員会にて審査され、採択された課題を実施している。今回は 2019B 期に採択され、その後 *Macromolecules* 誌に掲載された「スピコート中における対称性 PS-*b*-P2VP 薄膜の転移過程に及ぼす分子量の影響」について、課題責任者 小川紘樹准教授 (京都大学 化学研究所) より報告がなされた。

#### 5. 総括

FSBL 学術諮問委員会 金谷利治委員長 (京都大学名誉教授) ならびに FSBL 堀江賞選定委員会・産学連携将来高度化委員会 田代孝二委員長 (豊田工業大学名

誉教授)より、引き続き活発な活動がFSBLで実施されるとともに、多くの成果が創出されることを祈念する言葉をいただき、閉会とした。

## 6. まとめ

今回もオンライン開催となり、発表の時間をうまく知らせることができなかつたり、ポスター発表については発表者側も聴講者側も参加しづらい点があったなど運営側で多くの反省点があったが、参加登録者数206名、最大同時接続者数181名となり、FSBLの活動を広く多くの方々に報告することができた。

## 謝辞

FSBL第11回研究発表会は、以下の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
- ・(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)
- ・電気自動車用革新型蓄電池開発 (京大ビームライン)
- ・東京大学 放射光連携研究機構 (東大ビームライン)
- ・(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)

松野 信也 *MATSUNO Shinya*

竹中 幹人 *TAKENAKA Mikihiro*

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  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-1911  
e-mail : fsbl@spring8.or.jp

## 2022A 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 20 期目に当たる 2022A 期（2022 年 4 月～2022 年 8 月）の利用研究課題応募 71 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 49 課題を採択しました。

### 1. 募集、審査及び採択等の日程

2022A 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。

(2021 年)

9 月 27 日 ホームページで募集案内公開

10 月 29 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 15 日 第 22 回 SACLA PRC（総合審査）

12 月 24 日 第 25 回 SACLA 選定委員会（審査結果の意見聴取）

(2022 年)

1 月 7 日 JASRI として採否決定、結果通知

4 月 12 日 2022A 期利用開始予定

### 2. 応募、採択及びビームタイム配分状況

2022A 期の応募課題数は 71、採択課題数は 49 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 49 課題に対しビームタイムは計 249 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 49 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 利用案内 > 採択課題／実施課題

> 採択課題一覧 > 2022A

[https://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla\\_approved\\_proposal\\_2022a\\_j.pdf](https://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla_approved_proposal_2022a_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			4	3	4	2	4	2	12	7	69%
BL2/BL3	1	1	19	13	9	9	30	19	59	42	
合計	1	1	23	16	13	11	34	21	71	49	

表 2

(単位：シフト数)

課題種	A	B	C	C/A	C/B
	応募課題 (71 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (49 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (49 課題) の 全配分シフト数	配分率 (採択配分/ 応募要求)	配分率 (採択配分/ 採択要求)
一般課題 (成果非専有)	438	282	249	57%	88%
一般課題 (成果専有)	-	-	-	-	-
合計	438	282	249	57%	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



## 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

### ©2021 年 9～12 月の運転実績

SPring-8 は 9 月 24 日から 12 月 14 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 サイクルでは六極電磁石電源 Fan Stop による電源 OFF (ビーム軌道変動による) ビームアポート等があったが、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 0.4% であった。

#### 1. 装置運転関係

##### (1) 運転期間

第 4 サイクル (9/24 (金) ～12/14 (火))

##### (2) 運転時間の内訳

第 4 サイクル

運転時間総計 約 1,945 時間

①装置の調整およびマシンスタディ等 約 265 時間

②放射光利用運転時間 約 1,673 時間

③故障等による down time 約 6 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 0.4%

##### (3) 運転スペック等

第 4 サイクル (セベラルバンチ運転)

- ・ 11 bunch train × 29 (C)
- ・ 406 × 11/29-bunches + 1 bunch (H)
- ・ 203 bunches (A)
- ・ 203 bunches (A)
- ・ 1/14 filling + 12 bunches (F)
- ・ 11 bunch train × 29 (C)
- ・ 11 bunch train × 29 (C)
- ・ 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

- ・ 六極電磁石電源 Fan Stop による電源 OFF (ビーム軌道変動によるアポート)
- ・ BL10XU/FCS 作動によるアポート
- ・ SR RF Ast.Kly 真空異常のインターロックによるアポート

#### 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 (9/29 (水) ～12/13 (月))

##### (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	16 本
理研ビームライン	14 本

第 4 サイクル (暫定値)

共同利用研究実験数	909 件
共同利用研究者数	3,869 名
専用施設利用研究実験数	659 件
専用施設利用研究者数	1,694 名

### ©2021 年 12 月～2022 年 1 月の運転実績 (停止期間)

SPring-8 は 12 月 15 日から 1 月 13 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 (計画))

(1) 蓄積リング関係

- ・運転前連続通電作業 (1/11~)
- ・電磁石、電磁石電源等定期点検
- ・SR 四極電磁石絶縁改良、SSBT 偏向電磁石ホース交換
- ・QLP・SLP リップル測定、QP 電源対地間抵抗測定
- ・地盤微小振動測定装置デジボル交換
- ・真空系作業及び点検 (保守、メンテナンス等)
- ・CRAB 交換作業/ベーキング、NEG 活性化 (セル9)
- ・PDAB1 大気開放作業 (セル48)
- ・中継端子盤内ケーブル補修作業 (セル45)
- ・マスターオシレータ E8257D 交換
- ・Ast.クライストロンイオンポンプ調査
- ・RF テストスタンド大電力運転
- ・モニター系定期点検及び保守、動作確認試験
- ・トリガータイミング系更新
- ・508 MHz 配信用位相調整機器変更
- ・タイミング伝送用光ファイバー融着部分補修
- ・バンチ純化装置用信号処理回路ファームアップ  
デート、パワー出力試験
- ・ネットワーク及びデータベース関連作業
- ・SR モニター系温湿度データ収集移行・集約
- ・BL 制御ソフトウェアバージョンアップ
- ・BL インターロックシステム高度化
- ・ID 関連作業/ID チラー交換
- ・FE 作業及び冷却系/圧空系保守作業
- ・FE\_BL48XU 整備作業
- ・BL 関連作業 (BL13XU、47XU 再編工事)
- ・光学系・輸送チャンネル関係作業
- ・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
- ・空調用設備保守点検及び整備作業
- ・天井クレーン月次点検作業
- ・消防用設備等点検整備作業 (放送設備等)

(3) 安全管理関係

- ・運転停止後の残留サーベイ
- ・特例区域設置 (12/15~1/13)

・放射線監視設備定期点検

・放射線モニタ更新工事

(4) その他

- ・構造生物学研究棟及び動力棟受変電設備更新工事 (停電作業)
- ・給水施設棟上水工水ポンプ更新 (上水工水断水作業)
- ・空調機等間引き運転 (長期停止期間節電対策)
- ・施設建屋関連小工事等

◎2022 年 1~2 月の運転予定

SPring-8 は 1 月 14 日から 2 月 13 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。

2 月 14 日から 4 月 5 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。

第 5 サイクルの運転実績については次号にて掲載する。

◎2021 年度運転計画の変更について

2021 年度 (第 5 サイクル) の運転について、当初計画においては、2 月 7 日 (月) 10 時/ユーザータイム終了、2 月 8 日 (火) 蓄積リング運転停止と計画していたが、2 月 12 日 (土) 10 時/ユーザータイム終了、2 月 13 日 (日) 蓄積リング運転停止と変更する。  
(ユーザータイム: 15 シフト延長)

変更理由としては、次期 2022A 期の加速器立上げを 3 月 27 日 (日) から 4 月 6 日 (水) とすることによる変更となる。

2022A 期の SPring-8 運転スケジュールは SPring-8 の WWW にて公開している。

(\*1) down time の割合に④フィリング変更時間は含まない。

## 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 (2021年12月31日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	~2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	491	65	74	92	75	87	94	82	86	104	78	1328
		Technical Journal			1										1
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	152	18	36	42	36	44	40	30	47	49	47	541
	BL02B2	Powder Diffraction	1999.9	587	59	96	71	82	95	80	74	78	106	66	1394
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	196	16	20	19	16	16	15	17	19	13	11	358
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999.9	217	28	28	33	38	43	30	42	39	59	22	579
		Technical Journal				1							1		2
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	148	19	15	13	19	15	16	14	10	18	22	309
	BL09XU	HAXPES	1997.10	123	13	15	15	18	16	19	28	14	10	12	283
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	327	28	21	30	28	30	28	25	32	32	17	598
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001.9	166	6	16	21	24	36	27	32	33	29	21	411
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007.9	75	36	53	53	61	53	58	67	81	87	63	687
		Technical Journal			1	1	1						1	3	7
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	178	53	59	63	66	64	69	60	57	58	54	781
		Technical Journal			1	1	1	2			2	1	1		9
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999.9	206	35	28	25	35	26	28	32	28	39	22	504
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001.9	164	21	40	45	44	37	34	31	43	32	34	525
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998.4	307	22	24	31	20	19	25	20	23	30	19	540
		Technical Journal			2										2
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998.5	313	18	41	35	25	36	27	26	16	41	17	595
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999.9	110	10	21	18	21	19	25	20	15	26	14	299
	BL35XU	Inelastic and Nuclear Resonant Scattering	2001.9	87	8	14	13	16	15	15	14	8	21	18	229
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	119	14	32	28	35	29	29	29	24	32	15	386
		Technical Journal					1								1
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	392	60	59	48	65	60	38	30	30	29	24	835
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	192	21	20	25	19	24	30	20	19	29	19	418
	BL40B2	Structural Biology II	1999.9	380	44	70	55	55	60	54	55	63	50	50	936
		Technical Journal				1		1					1		3
	BL40XU	High Flux	2000.4	102	18	37	21	32	42	30	35	50	30	33	430
		Technical Journal										1			1
BL41XU	Structural Biology I	1997.10	696	53	65	55	60	68	58	52	39	44	23	1213	
BL43IR	Infrared Materials Science	2000.4	77	11	10	11	17	14	23	10	21	28	20	242	
BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	122	15	38	28	56	51	50	45	55	38	47	545	
	Technical Journal							1	1			1		3	
BL47XU	Micro-CT	1997.10	258	17	36	36	31	29	37	28	33	33	20	558	
	Technical Journal									1				1	
Public Use at Other Beamlines	BL05XU	R&D-ID	2017.4								3	7	9	8	27
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I (1999.3 - 2012.2)		13											13
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II (1998.4 - 2012.2)		46	1		1								48
	BL15XU	WEBRAM (2002.9 - 2012.2)		33	1		1								35
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005.9	15	6	11	12	5	2	3	5	8	6	4	77
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002.9	5			1	1	2	5	7	2	2	6	31
	BL22XU	JAEA Actinide Science I (2004.9 - 2012.2)		5		1									6
	BL23SU	JAEA Actinide Science II (1998.6 - 2012.2)		46	2	3	2						1	1	55
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009.4	3	8	2	9	6	15	15	23	29	32	21	163
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009.4	1	5	3	5	7	11	8	9	8	6	1	64
		Technical Journal							1						1
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002.9	13			1	1	2	2	3				22
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	5	5	8	9	16	8	16	16	12	13	4	112
	BL44B2	RIKEN Materials Science I	1998.5	14					6	5	2	6	4	1	38
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	93	6	7	9	13	20	10	6	15	19	17	215
Subtotal				6477	742	1003	976	1043	1094	1043	992	1050	1159	851	16430

Beamline Name		Public Use Since	~2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	6	8	24	21	14	17	23	9	19	19	8	168
		Technical Journal			35	42	39	36	33	31	28	28	34		306
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	6	6	10	13	12	19	19	15	21	13	10	144
	BL08B2	Hyogo BM	2005.9	2	3	7	9	5	6	11	5	7	10	10	75
		Technical Journal			7	1	18	7	4	4	1	3			45
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		82	13	16	14	8	20	20	15	19	13	17	237
	BL12B2	NSRRC BM	2001.9	144	25	22	21	29	38	34	36	34	18	9	410
	BL12XU	NSRRC ID	2003.2	56	14	11	18	19	18	25	20	25	24	8	238
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		127	11	10	15	19	17	23	20	19	20	24	305
	BL15XU	WEBRAM (2001.4 - 2021.9)		199	41	61	57	48	63	57	54	46	54	31	711
	BL16B2	SUNBEAM BM	1999.9	51	4	3	6	4	10	9	6	10	12	20	135
		Technical Journal			2	18	15	14	8	15	21	15	10	8	4
	BL16XU	SUNBEAM ID	1999.9	40	2	2	3	4	11	9	9	17	20	22	139
		Technical Journal				20	19	14	14	21	18	12	8	9	5
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		71	10	14	19	15	14	15	26	23	16	19	242
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		175	20	17	29	19	26	16	24	22	24	12	384
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	138	7	8	5	4	5	6	8	2	12	12	207
		Technical Journal			11	3	10	3	1	4		1	1		34
	BL28XU	Advanced Batteries	2012.4			3	9	5	5	6	4	8	11	7	58
		Technical Journal											1		1
BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10				1		3	2	1	3	2		12	
BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002.9 - 2012.3)		27					1				1		29	
BL33LEP	Laser-Electron Photon	2000.10	47	4	4	4	2	2	3	5	2			73	
BL33XU	TOYOTA	2009.5	3	5	2	8	4	10	16	6	9	18	15	96	
	Technical Journal			2	5	4	5	3	4	1				24	
BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell (2013.1 - 2020.3)				1	7	6	7	12	15	8	10	4	70	
BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000.2	265	59	59	50	65	54	61	48	52	58	37	808	
Subtotal			1439	232	274	309	283	345	367	326	346	355	265	4541	

RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		73	14	3	8	5	8	5		1	6	1	124
	BL19LXU	SR Physics		86	11	12	13	9	5	6	1	4	1	1	149
	BL26B1	Structural Genomics I		163	8	7	4	5	4	4	1		1		197
	BL26B2	Structural Genomics II		90	19	13	4	3	7	10	2	2	2		152
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		164	16	15	9	10	15	9	8	4	7	2	259
	BL32XU	Targeted Proteins		2	9	8	8	7	13	4	3	1	2	3	60
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics				1		1	1				2		5
	BL44B2	Materials Science I		221	13	19	16	20	16	18	14	10	3	2	352
	BL45XU	Structural Biology I		191	9	11	9	13	13	8	5	2	5	3	269
Subtotal			990	99	89	71	73	82	64	34	24	29	12	1567	

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	~2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
	BL1	SXFEL	2016.3									7	5	9	7
BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012.3		1	13	28	37	47	42	34	49	58	40		349

Hardware / Software R & D	489	56	67	13	33	46	53	49	34	26	8				874
---------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	--	--	--	-----

NET Sum Total	8048	931	1202	1104	1194	1289	1268	1140	1203	1273	931				19583
Technical Journal		4	89	80	97	67	74	71	54	47	50	6			639

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ビームラインでカウントした。

共用・専用・理研の変更があった下記のビームラインについては、変更前のカテゴリに含めた。

BL15XU（現：RIKEN Materials Science III）、BL32B2（現：理研BL R&D-BM）、BL36XU（現：RIKEN Materials Science II）、BL38B1（現：RIKEN Structural Biology I）、BL45XU（現：共用BL Structural Biology III）

このデータは論文発表等登録データベース（<https://user.spring8.or.jp/uisearch/publication2/>）に2021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ビームライン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 (2021 年 12 月 31 日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	1329	66	89	1484
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	541	14	32	587
	BL02B2	Powder Diffraction	1999. 9	1394	41	85	1520
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	358	7	48	413
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999. 9	581	13	59	653
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	309	10	48	367
	BL09XU	HAXPES	1997.10	283	15	34	332
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	598	22	61	681
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001. 9	411	19	39	469
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007. 9	694	11	38	743
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	790	47	94	931
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999. 9	504	90	89	683
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001. 9	525	106	150	781
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998. 4	542	15	61	618
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998. 5	595	21	38	654
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999. 9	299	17	23	339
	BL35XU	Inelastic and Nuclear Resonant Scattering	2001. 9	229	5	13	247
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	387	24	52	463
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	835	11	66	912
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	418	17	80	515
	BL40B2	Structural Biology II	1999. 9	939	15	120	1074
	BL40XU	High Flux	2000. 4	431	24	70	525
	BL41XU	Structural Biology I	1997.10	1213	4	101	1318
	BL43R	Infrared Materials Science	2000. 4	242	15	60	317
	BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	548	20	42	610
	BL47XU	Micro-CT	1997.10	559	93	133	785
Public Use at Other Beamlines	BL05XU	R&D-ID	2017. 4	27			27
	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	77	1	29	107
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002. 9	31		3	34
	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	163		9	172
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009. 4	65		11	76
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002. 9	22		1	23
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	112		5	117
	BL44B2	RIKEN Materials Science I	1998. 5	38		3	41
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	215	5	20	240
Subtotal			16461	774	1841	19076	

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	474		14	488
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	144		11	155
	BL08B2	Hyogo BM	2005. 9	120			120
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		237	8	38	283
	BL12B2	NSRRC BM	2001. 9	410	1	2	413
	BL12XU	NSRRC ID	2003. 2	238	7	6	251
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		305	14	69	388
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4 - 2021. 9)		711	14	60	785
	BL16B2	SUNBEAM BM	1999. 9	265	12	75	352
	BL16XU	SUNBEAM ID	1999. 9	279	8	60	347
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		242	4	43	289
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		384	45	110	539
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	241	19	62	322
	BL28XU	Advanced Batteries	2012. 4	59			59
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10	12			12
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9 - 2012. 3)		29		3	32
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	2000.10	73	23	3	99
	BL33XU	TOYOTA	2009. 5	120	5	35	160
	BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell (2013. 1 - 2020. 3)		70		6	76
	BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000. 2	808		45	853
Subtotal			5221	160	642	6023	

RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		124	4	13	141
	BL19LXU	SR Physics		149	8	27	184
	BL26B1	Structural Genomics I		197	2	19	218
	BL26B2	Structural Genomics II		152	1	13	166
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		259	14	37	310
	BL32XU	Targeted Proteins		60		4	64
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics		5			5
	BL44B2	Materials Science I		352	2	16	370
	BL45XU	Structural Biology I		269	5	45	319
	Subtotal			1567	36	174	1777

### SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total
	BL1	SXFEL	2016. 3	28			28
	BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012. 3	349	4	15	368

Hardware / Software R & D	874	554	471	1899
---------------------------	-----	-----	-----	------

NET Sum Total	20222	1368	2423	24013
---------------	-------	------	------	-------

Refereed Papers : 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、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等はそれぞれのビームラインでカウントした。

共用・専用・理研の変更があった下記のビームラインについては、変更前のカテゴリに含めた。

BL15XU (現: RIKEN Materials Science III)、BL32B2 (現: 理研BL R&D-BM)、BL36XU (現: RIKEN Materials Science II)、BL38B1 (現: RIKEN Structural Biology I)、BL45XU (現: 共用BL Structural Biology II)

- ・SPring-8 または SACLA での成果を論文等にする場合は必ずビームライン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、2021 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。課題番号は最初の 4 文字が「year」、次の 1 文字が「term」、後ろの 4 文字が「proposal no.」となっていますので、この情報から以下の URL で公表している、各課題の英文利用報告書 (SPring-8 User Experiment Report) を探してご覧いただくことができます。

[http://www.spring8.or.jp/ja/news\\_publications/publications/user\\_exp\\_report/](http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/publications/user_exp_report/)

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 2021 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	7	Acta Crystallographica Section F	4
Scientific Reports	7	Bulletin of the Chemical Society of Japan	4
Inorganic Chemistry	6	Dalton Transactions	4
Chemistry of Materials	5	Journal of Materials Chemistry A	4
Journal of Applied Physics	5	Journal of Synchrotron Radiation	4
The Journal of Biological Chemistry B	5	Journal of the American Chemical Society	4
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	5	Journal of the Physical Society of Japan	4
ACS Catalysis	4	Nature Communications	4

他全 142 誌、計 244 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

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
42482	Koji Kimura	104 (2021) 144101	2018B1297	BL02B2	木村 耕治	Element-selective Local Structural Analysis around B-site Cations in Multiferroic Pb(Fe <sub>1/2</sub> Nb <sub>1/2</sub> )O <sub>3</sub> using X-ray Fluorescence Holography
			2019A1457	BL13XU	木村 耕治	
42533	H. Nishiyama	104 (2021) 115111	2018B1279	BL43IR	藤岡 淳	Variation of Charge Dynamics upon Antiferromagnetic Transitions in the Dirac Semimetal EuMnBi <sub>2</sub>
			2019B1219	BL43IR	藤岡 淳	
			2019B1158	BL43IR	上田 健太郎	
42551	Munisa Nurmamat	104 (2021) 155133	2019A1548	BL25SU	木村 昭夫	Bulk Dirac Cone and Highly Anisotropic Electronic Structure of NiTe <sub>2</sub>
			2019B1341	BL25SU	木村 昭夫	
42636	Takashi Kono	104 (2021) 195112	2018B1465	BL25SU	木村 昭夫	Three-dimensional Bulk Fermi Surfaces and Weyl Crossings of Co <sub>2</sub> MnGa Thin Films Underneath a Protection Layer
			2019A1548	BL25SU	木村 昭夫	
42667	Takamasa Hirai	104 (2021) 134401	2017B0921	BL39XU	壬生 攻	Modification of Interfacial Spin-orbit Torque in Co/Pt/oxide Hybrid Structures
42706	Jun Okabayashi	103 (2021) 104435	2020A3551	BL11XU	境 誠司	Perpendicular Magnetic Anisotropy at the Fe/Au(111) Interface Studied by Mössbauer, X-ray Absorption, and Photoemission Spectroscopies
			2019A3551	BL11XU	境 誠司	
			2019B3551	BL11XU	境 誠司	
42784	Shun Asano	104 (2021) 214504	2016A1603	BL01B1	浅野 駿	Distinct Variation of Electronic States due to Annealing in T <sup>-</sup> -type La <sub>1.8</sub> Eu <sub>0.2</sub> CuO <sub>4</sub> and Nd <sub>2</sub> CuO <sub>4</sub>
			2017B3611	BL14B1	辻 卓也	
			2018B3657	BL14B1	石井 賢司	

Scientific Reports

42449	Yoshiyuki Okuda	11 (2021) 19471	2019B1740	BL10XU	奥田 善之	Low-spin Ferric Iron in Primordial Bridgmanite Crystallized from a Deep Magma Ocean
			2017B1730	BL10XU	末広 翔	
42522	Ziyue Zhang	10 (2020) 6239	2018A2507	BL32XU	服部 素之	Structure-based Engineering of Anti-GFP Nanobody Tandems as Ultra-High-Affinity Reagents for Purification
			2019A2514	BL32XU	服部 素之	
42552	Petr Dolezal	11 (2021) 20878	2018A1676	BL35XU	Dolezal Petr	Lattice Dynamics in CePd <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> and LaPd <sub>2</sub> Al <sub>2</sub>
			2018B1705	BL35XU	Dolezal Petr	
42569	Hiroki Matsukawa	9 (2019) 15151	2018B8024	BL3	野澤 俊介	Fast and Stable Vapochromic Response Induced through Nanocrystal Formation of a Luminescent Platinum(II) Complex on Periodic Mesoporous Organosilica
42644	Stephen M. Keable	11 (2021) 21787	2018B8089	BL2	Yano Junko	Room Temperature XFEL Crystallography Reveals Asymmetry in the Vicinity of the Two Phytylquinones in Photosystem I
42676	Shinya Ota	11 (2021) 6237	2017B0921	BL25SU	壬生 攻	Strain-induced Modulation of Temperature Characteristics in Ferrimagnetic Tb-Fe Films
42720	Gen-ichiro Yamamoto	11 (2021) 22876	2021A3737	BL22XU	興野 純	Temperature Dependence of Amorphous Magnesium Carbonate Structure Studied by PDF and XAFS Analyses

Inorganic Chemistry

42466	Yanshan Lu	60 (2021) 15024-15030	2018A3784	BL22XU	神 浩司	Nanostructural Perspective for Destabilization of Mg Hydride Using the Immiscible Transition Metal Mn
			2019A3783	BL22XU	神 浩司	
42475	Susanne Linn Skjaervo	60 (2021) 7632-7640	2018A1442	BL08W	Einarsud Marit-Ann	Understanding the Hydrothermal Formation of NaNbO <sub>3</sub> : Its Full Reaction Scheme and Kinetics
			2018B2095	BL04B2	尾原 幸治	
			2018B1140	BL08W	鈴木 賢紀	
42521	Kazumasa Miyazaki	60 (2021) 15751-15758	2018B1149	BL39XU	山本 隆文	High-Pressure and High-Temperature Synthesis of Anion-Disordered Vanadium Perovskite Oxyhydrides
			2019B1166	BL02B2	山本 隆文	
42601	Ming-Hsi Chiang	60 (2021) 555-559	2018B1379	BL19LXU	Wang Hongxin	High-Frequency Fe-H and Fe-H <sub>2</sub> Modes in a <i>trans</i> -Fe(η <sup>2</sup> -H <sub>2</sub> )(H) Complex: A Speed Record for Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopy
			2019A1259	BL19LXU	Wang Hongxin	
42635	Chengchao Zhong	60 (2021) 15667-15674	2020A1669	BL02B2	加藤 大地	Bi <sub>4</sub> AO <sub>6</sub> Cl <sub>2</sub> (A = Ba, Sr, Ca) with Double and Triple Fluorite Layers for Visible-Light Water Splitting
			2020A1687	BL02B2	鐘 承超	
42726	Ryosuke Usui	60 (2021) 15101-15105	2019B1130	BL02B1	砂田 祐輔	Triangular Palladium Cluster from Activation of the Si-Si Bond in a Disilane with Phosphine Pendants

Chemistry of Materials-1

42464	Keitaro Iguchi	33 (2021) 2218-2228	2020A1742	BL46XU	但馬 敬介	N-type Semiconducting Polymers Based on Dicyano Naphthobisthiadiazole: High Electron Mobility with Unfavorable Backbone Twist
-------	----------------	------------------------	-----------	--------	-------	---



### Chemistry of Materials-2

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
42567	Kenta Watanabe	32 (2020) 10524-10537	2018B8024	BL3	野澤 俊介	New Visible-Light-Driven H <sub>2</sub> - and O <sub>2</sub> -Evolving Photocatalysts Developed by Ag(I) and Cu(I) Ion Exchange of Various Layered and Tunneling Metal Oxides Using Molten Salts Treatments
42711	Tsubasa Mikie	33 (2021) 8183-8193	2019B1129	BL02B1	笹森 貴裕	Extended $\pi$ -Electron Delocalization in Quinoid-Based Conjugated Polymers Boosts Intrachain Charge Carrier Transport
			2019B1784	BL02B1	早川 雅大	
			2020A1742	BL46XU	但馬 敬介	
			2020A1875	BL46XU	佐伯 昭紀	
42762	Qi Xue	33 (2021) 5422-5429	2020A1088	BL02B2	Lo Benedict	Guest-Anion-Induced Rotation-Restricted Emission in UiO-66-NH <sub>2</sub> and Advanced Structure Elucidation
			2020A0565	BL01B1	Lo Benedict	
			2018B1081	BL02B2	Lo Benedict	
42788	Masakuni Takahashi	33 (2021) 4907-4914	2018B1033	BL28B2	内本 喜晴	Investigation of the Suppression of Dendritic Lithium Growth with a Lithium-Iodide-Containing Solid Electrolyte
			2019A1019	BL20XU	内本 喜晴	
			2019A1023	BL28B2	内本 喜晴	
			2019B1025	BL20XU	内本 喜晴	
			2019B1348	BL28B2	内本 喜晴	
			2020A1013	BL27SU	内本 喜晴	
			2020A1014	BL27SU	内本 喜晴	
			2020A1015	BL20XU	内本 喜晴	
2020A1016	BL08W	山本 健太郎				

### Journal of Applied Physics

42480	Kento Sugawara	130 (2021) 113901	2018B3557	BL11XU	稲見 俊哉	Bulk-sensitive Magnetic Microscope Utilizing X-ray Magnetic Circularly Polarized Emission
			2018B3585	BL11XU	中田 崇寛	
			2019A3556	BL11XU	稲見 俊哉	
			2019B3556	BL11XU	稲見 俊哉	
			2019B3585	BL11XU	中田 崇寛	
			2020A3556	BL11XU	稲見 俊哉	
42497	Yuichi Akahama	129 (2021) 135902	2008B1247	BL10XU	赤浜 裕一	High-pressure Stability of bcc-vanadium and Phase Transition to a Rhombohedral Structure at 200 GPa
			2018B1144	BL10XU	赤浜 裕一	
			2020A1194	BL10XU	赤浜 裕一	
42534	Yuta Kawahira	130 (2021) 084101	2019A1713	BL46XU	山王堂 尚輝	Epitaxial Pillar-matrix Nanocomposite Thin Films of Bi-Ti-Fe-O and CoFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Grown on SrTiO <sub>3</sub> (110)
			2018B1808	BL46XU	山王堂 尚輝	
			2016A1757	BL46XU	小金澤 智之	
			2016A1513	BL46XU	小金澤 智之	
42615	Kumiko Konishi	130 (2021) 145703	2018A5400	BL16B2	米山 明男	<i>In-operando</i> X-ray Topography Analysis of SiC Metal-Oxide-Semiconductor Field-effect Transistors to Visualize Stacking Fault Expansion Motions Dynamically during Operations
			2018B5400	BL16B2	米山 明男	
			2019A5400	BL16B2	米山 明男	
			2019B5400	BL16B2	米山 明男	
			2020A5400	BL16B2	米山 明男	
42827	Mamoru Kitaura	130 (2021) 245105	2019A1064	BL01B1	北浦 守	Local Structure Analysis of Sb, Bi, and Ag Dopant Atoms in Mg <sub>2</sub> Si Semiconductor by X-ray Absorption Spectroscopy and First-Principles Calculation
			2019B1526	BL01B1	北浦 守	
			2019B1079	BL25SU	北浦 守	
			2020A1504	BL01B1	北浦 守	

### ACS Catalysis

42605	Alessandro Piovano	11 (2021) 13782-13796	2018B1074	BL04B2	和田 透	Formation of Highly Active Ziegler-Natta Catalysts Clarified by a Multifaceted Characterization Approach
			2019A1143	BL04B2	和田 透	
			2020A1231	BL04B2	和田 透	
42657	Takehiro Matsuyama	11 (2021) 13745-13751	2021A1620	BL14B2	山口 和也	Heterogeneously Catalyzed Selective Decarbonylation of Aldehydes by CeO <sub>2</sub> -Supported Highly Dispersed Non-Electron-Rich Ni(0) Nanospecies
42672	Surya Pratap Singh	11 (2021) 13768-13781	2020A1316	BL01B1	山本 旭	A Pd-Bi Dual-Cocatalyst-Loaded Gallium Oxide Photocatalyst for Selective and Stable Nonoxidative Coupling of Methane
42792	Masaru Kato	12 (2022) 259-264	2018A7903	BL36XU	加藤 優	Structural Transformation of Pt-Ni Nanowires as Oxygen Reduction Electrocatalysts to Branched Nanostructures during Potential Cycles
			2019A7903	BL36XU	加藤 優	
			2019B7903	BL36XU	加藤 優	

### Bulletin of the Chemical Society of Japan-1

42462	Kodai Yamanaka	94 (2021) 2019-2027	2020A1742	BL46XU	但馬 敬介	Effect of Ester Side Chains on Photovoltaic Performance in Thiophene-Thiazolothiazole Copolymers
			2021A1558	BL46XU	尾坂 格	

Bulletin of the Chemical Society of Japan-2

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
42468	Tsubasa Mikie	93 (2020) 949-957	2019A1765	BL46XU	尾坂 格	Effect of Spacer Length in Naphthobispyrazine-Based $\pi$ -Conjugated Polymers on Properties, Thin Film Structures, and Photovoltaic Performances
42469	Yoshikazu Teshima	93 (2020) 561-567	2019A1765	BL46XU	尾坂 格	Dithiazolylthienothiophene Bisimide-Based $\pi$ -Conjugated Polymers: Improved Synthesis and Application to Organic Photovoltaics as P-Type Semiconductor
42817	Kento Kimura	94 (2021) 2493-2497	2015B1770	BL14B2	黒田 大樹	Catalytic Aerobic Oxidation of Alkenes with Ferric Boroperoxo Porphyrin Complex; Reduction of Oxygen by Iron Porphyrin
			2016A1680	BL14B2	前田 和輝	
			2016B1766	BL14B2	高橋 俊文	
			2017A1700	BL14B2	前田 和輝	
			2017B1748	BL14B2	冨藤 玲	
			2018A1690	BL14B2	高橋 俊文	
			2019A1712	BL14B2	高橋 俊文	
			2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也	
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也				
2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也				

Journal of Materials Chemistry A

42642	Naohiro Ikeda	9 (2021) 15963-15967	2020A1830	BL19B2	藪内 直明	Why is the O3 to O1 Phase Transition Hindered in LiNiO <sub>2</sub> on Full Delithiation?
42695	Tsung-Yi Chen	8 (2020) 21756-21770	2018B4133	BL12B2	Chen Han-Yi	<i>In operando</i> Synchrotron X-ray Studies of a Novel Spinel (Ni <sub>0.2</sub> Co <sub>0.2</sub> Mn <sub>0.2</sub> Fe <sub>0.2</sub> Ti <sub>0.2</sub> ) <sub>3</sub> O <sub>4</sub> High-entropy Oxide for Energy Storage Applications
42696	Shao-Chu Huang	8 (2020) 21623-21633	2018B4133	BL12B2	Chen Han-Yi	Keplerate-type Polyoxometalate {Mo <sub>72</sub> Fe <sub>30</sub> } Nanoparticle Anodes for High-energy Lithium-ion Batteries
42740	Wenrui Zhang	8 (2020) 25085-25093	2017A1803	BL19B2	藤井 孝太郎	Dion-Jacobson-type Oxide-ion Conductor CsLa <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> NbO <sub>10.5</sub> without Phase Transitions
			2017B1265	BL02B2	藤井 孝太郎	
			2018A1259	BL02B2	藤井 孝太郎	
			2018B1056	BL02B2	藤井 孝太郎	
			2019A1052	BL02B2	藤井 孝太郎	

Journal of the American Chemical Society

42545	Haobo Li	143 (2021) 17517-17525	2020A1092	BL25SU	Li Haobo	Dehydration of Electrochemically Protonated Oxide: SrCoO <sub>2</sub> with Square Spin Tubes
			2021A1122	BL25SU	Li Haobo	
			2020A2143	BL25SU	小谷 佳範	
42602	Vladimir Pelmenschikov	143 (2021) 8237-8243	2018B1379	BL19LXU	Wang Hongxin	Vibrational Perturbation of the [FeFe] Hydrogenase H-Cluster Revealed by <sup>13</sup> C-H-ADT Labeling
42619	Ariel Benjamin Jacobs	143 (2021) 16007-16029	2011B1267	BL09XU	Solomon Edward	Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopic Definition of the Fe(IV) <sub>2</sub> Intermediate Q in Methane Monooxygenase and Its Reactivity
			2012A1295	BL09XU	Solomon Edward	
			2013B0105	BL09XU	Solomon Edward	
			2017A0137	BL09XU	Solomon Edward	
			2018B1046	BL19LXU	Gee Leland	
2019A1275	BL09XU	Solomon Edward				
42722	Masato Goto	143 (2021) 19207-19213	2020A1137	BL02B2	後藤 真人	Geometrical Spin Frustration and Monoclinic-Distortion-Induced Spin Canting in the Double Perovskites Ln <sub>2</sub> LiFeO <sub>6</sub> (Ln = La, Nd, Sm, and Eu) with Unusually High Valence Fe <sup>5+</sup>
			2020A1671	BL02B2	Koedtrud Anucha	
			2021A1146	BL02B2	後藤 真人	

Journal of the Physical Society of Japan

42554	Daiki Ootsuki	90 (2021) 114705	2015A1798	BL43IR	大槻 太毅	Pressure Induced Spectral Redistribution due to Te <sub>2</sub> Dimer Breaking in AuTe <sub>2</sub>
			2016B1687	BL43IR	後藤 貴之	
42671	Hitoshi Yamaoka	90 (2021) 124801	2018A4258	BL12XU	辻井 直人	Direct Observation of Pressure-induced Yb Valence Transition in YbInCu <sub>4</sub>
			2019B4252	BL12XU	辻井 直人	
			2020A4263	BL12XU	辻井 直人	
			2020A4269	BL12XU	山岡 人志	
			2018A4141	BL12B2	辻井 直人	
42697	Kun Zhang	90 (2021) 113702	2019A1179	BL02B2	佐藤 宗太	Giant Optical Anisotropy in High Temperature Superconducting Cuprate Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> CaCu <sub>2</sub> O <sub>8+δ</sub>
42779	Ryosuke Kiyama	89 (2020) 064702	2019A1101	BL02B2	後藤 陽介	Bulk Superconductivity Induced by Se Substitution in Self-Doped BiCh <sub>2</sub> -Based Compound CeOBiS <sub>2-x</sub> Se <sub>x</sub>
			2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	

### Nature 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
42504	Nagakumar Bharatham	12 (2021) 5400	2018A6500	BL44XU	山下 栄樹	Structure and Function Relationship of Oqx <sub>B</sub> Efflux Pump from <i>Klebsiella pneumoniae</i>
			2018B6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2018B6700	BL44XU	中川 敦史	
			2019A6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2019A6700	BL44XU	中川 敦史	
			2019B6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2019B6700	BL44XU	中川 敦史	
			2020A6500	BL44XU	山下 栄樹	
2020A6700	BL44XU	中川 敦史				
42562	Joyce Woodhouse	11 (2020) 741	2015A8031	BL3	Weik Martin	Photoswitching Mechanism of a Fluorescent Protein Revealed by Time-Resolved Crystallography and Transient Absorption Spectroscopy
42699	Jiawei Zhang	12 (2021) 6709	2014A0078	BL02B1	Iversen Bo	Direct Observation of One-dimensional Disordered Diffusion Channel in a Chain-like Thermoelectric with Ultralow Thermal Conductivity
			2019A0159	BL02B1	西堀 英治	
42741	Wenrui Zhang	11 (2020) 1224	2017A1803	BL19B2	藤井 孝太郎	Oxide-ion Conduction in the Dion–Jacobson Phase CsBi <sub>2</sub> Ti <sub>2</sub> NbO <sub>10-δ</sub>
			2017B1265	BL02B2	藤井 孝太郎	
			2018A1259	BL02B2	藤井 孝太郎	
			2018B1056	BL02B2	藤井 孝太郎	
			2019A1052	BL02B2	藤井 孝太郎	

### ACS Applied Materials & Interfaces

42472	Yoshikazu Teshima	11 (2019) 23410-23416	2018A1747	BL46XU	尾坂 格	Dithiazolythienothiophene Bisimide: A Novel Electron-Deficient Building Unit for N-Type Semiconducting Polymers
42656	Takashi Ohata	13 (2021) 54570-54578	2016B1862	BL19B2	牧浦 理恵	Uniaxially Oriented Electrically Conductive Metal–Organic Framework Nanosheets Assembled at Air/Liquid Interfaces
			2017A1569	BL19B2	牧浦 理恵	
			2017B1899	BL19B2	牧浦 理恵	
			2018A1559	BL19B2	牧浦 理恵	
			2018A2065	BL19B2	渡辺 剛	
			2018A2066	BL19B2	渡辺 剛	
			2018B1802	BL19B2	渡辺 剛	
			2019A1771	BL19B2	大畑 考司	
			2019B1860	BL19B2	大畑 考司	
			2019B1857	BL46XU	渡辺 剛	
2018B1840	BL19B2	牧浦 理恵				
42724	Hiroyuki Asakura	12 (2020) 55994-56003	2017A1256	BL01B1	朝倉 博行	Self-Regeneration Process of Ni–Cu Alloy Catalysts during a Three-Way Catalytic Reaction—An <i>Operando</i> Study

### Catalysis Today

42598	Artur Braun	(2021) Online published 27 Apr. 2021	2018A1033	BL35XU	Wang Hongxin	From Inert Gas to Fertilizer, Fuel and Fine Chemicals: N <sub>2</sub> Reduction and Fixation
42700	Tsai-Te Wang	(2020) Online published 24 Nov. 2020	2018B4267	BL12XU	Lin Yan-Gu	Hydrogenation Engineering of Bimetallic Ag–Cu-modified-titania Photocatalysts for Production of Hydrogen
42704	Ndumiso Vukile Mdlovu	(2021) Online published 18 Mar. 2021	2019A4135	BL12B2	Lin Yan-Gu	Formulation and Characterization of W-doped Titania Nanotubes for Adsorption/Photodegradation of Methylene Blue and Basic Violet 3 Dyes

### Dalton Transactions

42566	Ryota Yano	50 (2021) 8696-8703	2018A8054	BL3	野澤 俊介	Vapochromic Behaviour of a Nickel(ii)-quinonoid Complex with Dimensional Changes between 1D and Higher
42713	Yasuyuki Yamada	50 (2021) 16775-16781	2019A1488	BL02B1	山田 泰之	Synthesis of a Monocationic μ-nitrido-bridged Iron Porphycene Dimer and its Methane Oxidation Activity
			2019B1168	BL02B1	山田 泰之	
			2020A1077	BL02B1	山田 泰之	
			2021A1105	BL02B1	山田 泰之	
42794	Anna Carissa San Esteban	50 (2021) 14730-14737	2020A1213	BL02B1	吉成 信人	A Chromotropic Pt <sup>II</sup> Pd <sup>II</sup> Co <sup>II</sup> Coordination Polymer with Dual Electrocatalytic Activity for Water Reduction and Oxidation
			2019B1107	BL02B2	吉成 信人	

### Hyperfine Interactions

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
42604	Satoshi Tsutsui	242 (2021) 21	2020A2024	BL09XU	筒井 智嗣	Application of Synchrotron-radiation-based Mössbauer Spectroscopy to <sup>199</sup> Ir 73 keV Transition
			2020A2078	BL09XU	筒井 智嗣	
42698	Satoshi Tsutsui	242 (2021) 32	2007B1351	BL39XU	水牧 仁一朗	Sm Valence Determination of Sm-based Intermetallics using <sup>149</sup> Sm Mössbauer and Sm L <sub>III</sub> -edge X-ray Absorption Spectroscopies
			2012B1538	BL01B1	東中 隆二	
			2014B1139	BL01B1	東中 隆二	
			2015B1947	BL01B1	筒井 智嗣	
			2016A1413	BL09XU	筒井 智嗣	
			2017A1060	BL09XU	筒井 智嗣	
			2017B1275	BL09XU	筒井 智嗣	
			2018A1534	BL09XU	筒井 智嗣	
			2018B2038	BL35XU	筒井 智嗣	
			2019A1226	BL09XU	筒井 智嗣	
			2020A1346	BL09XU	筒井 智嗣	
			2020A2025	BL01B1	筒井 智嗣	
2020A2131	BL01B1	筒井 智嗣				
2021A2052	BL39XU	筒井 智嗣				
42786	Makina Saito	242 (2021) 58	2019B1442	BL09XU	間下 亮	Effect of Silica-nanoparticle Fillers on the Johari-Goldstein-β Process in Polymer Nanocomposites
			2019A1514	BL09XU	間下 亮	
			2018B1161	BL09XU	瀬戸 誠	
			2018A1137	BL09XU	瀬戸 誠	
			2018B1105	BL09XU	間下 亮	
			2017B1397	BL09XU	間下 亮	
			2016A3366	BL08B2	岸本 浩通	
2015A1397	BL09XU	金谷 利治				

### Journal of Alloys and Compounds

42499	Xin Fu Tan	867 (2021) 159031	2017B1519	BL20XU	Salleh Arif	Rapid Fabrication of Tin-Copper Anodes for Lithium-ion Battery Applications
			2019A1149	BL20XU	野北 和宏	
			2019B1185	BL20XU	野北 和宏	
			2019B1618	BL20XU	Salleh Arif	
42505	Shintaro Kobayashi	892 (2022) 162188	2019B1004	BL02B2	廣澤 哲	Diagram of Constituent Crystalline Phases in a Nd-Fe-B-Cu Sintered Magnet by <i>in-situ</i> High-temperature Synchrotron X-ray Diffraction and its Thermodynamic Interpretation
			2020A1299	BL02B2	小林 慎太郎	
			2020A1345	BL02B2	小林 慎太郎	
			2021A1019	BL02B2	廣澤 哲	
42553	Reina Utsumi	893 (2022) 162300	2016A3652	BL14B1	齋藤 寛之	In situ Synchrotron Radiation X-ray Diffraction Measurements of Fe-Mo Alloy Hydrides Formed under High Pressure and High Temperature
			2018A3651	BL14B1	齋藤 寛之	
			2018B3651	BL14B1	齋藤 寛之	
			2019A3651	BL14B1	齋藤 寛之	
			2019B3651	BL14B1	齋藤 寛之	
2020A3651	BL14B1	齋藤 寛之				

### Journal of Synchrotron Radiation

42614	Akio Yoneyama	28 (2021) 1966-1977	2019A5400	BL16B2	米山 明男	Advanced X-ray Imaging at Beamline 07 of the SAGA Light Source
			2019B5400	BL16B2	米山 明男	
42624	Noritake Isomura	28 (2021) 1820-1824	2021A5070	BL16XU	高橋 直子	A Practical Method for Determining Film Thickness using X-ray Absorption Spectroscopy in Total Electron Yield Mode
			2021A5371	BL16B2	小坂 悟	
42631	Takuo Ohkouchi	28 (2021) 1729-1736	2016A1317	BL17SU	大河内 拓雄	Multilateral Surface Analysis of the CeBs Electron-gun Cathode used at SACLA XFEL
			2016B1446	BL47XU	池永 英司	

### Macromolecules

42463	Yoshikazu Teshima	54 (2021) 3489-3497	2020A1727	BL46XU	小金澤 智之	Bithiazole Dicarboxylate Ester: An Easily Accessible Electron-Deficient Building Unit for π-Conjugated Polymers Enabling Electron Transport
42465	Masahiko Saito	53 (2020) 10623-10635	2017A1771	BL46XU	尾坂 格	Significantly Sensitized Ternary Blend Polymer Solar Cells with a Very Small Content of the Narrow-Band Gap Third Component That Utilizes Optical Interference
			2017B1831	BL46XU	尾坂 格	
			2018A1747	BL46XU	尾坂 格	
42785	Daigo Kabata	54 (2021) 10723-10729	2009A1049	BL40B2	寺尾 憲	Chain Alignment of a Rigid Ring Polymer in the Lyotropic Liquid Crystal Phase: Cyclic Amylose Tris( <i>n</i> -butylcarbamate) in Tetrahydrofuran and Ethyl Lactate
			2018A1124	BL40B2	寺尾 憲	
			2018B1088	BL40B2	寺尾 憲	
			2019A1072	BL40B2	寺尾 憲	
			2019B1113	BL40B2	寺尾 憲	

### ACS Applied Nano 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
42645	Taiki Hirakawa	4 (2021) 10613-10622	2019B1909	BL14B2	平川 大希	Activity-Composition Relationships of Fe-Ni-Cu Ternary Nanoparticles Supported on Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> as Three-Way Catalysts for NO Reduction
			2021A1657	BL14B2	平川 大希	
42734	Ryunosuke Nakamura	4 (2021) 9938-9944	2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	Critical Length for Lattice Expansion of SnO <sub>2</sub> Nanorods and Nanosheets: Implications for Lithium-Ion Batteries
			2019A0068	BL02B2	森吉 千佳子	

### ACS Omega

42474	Kristine Bakken	6 (2021) 9567-9576	2018A1442	BL08W	Einarsrud Mari-Ann	Structures and Role of the Intermediate Phases on the Crystallization of BaTiO <sub>3</sub> from an Aqueous Synthesis Route
			2018B1164	BL08W	Einarsrud Mari-Ann	
42623	Keisuke Ichijo	6 (2021) 28421-28431	2018B1714	BL02B1	水口 敬	Crystal Structures and Optical Properties of Cyanine Dyes Depending on Various Counter Anions
			2019A1704	BL02B1	水口 敬	
			2019A1211	BL40XU	山門 陵平	

### Acta Crystallographica Section F

42448	Takeshi Murakawa	77 (2021) 356-363	2018A8023	BL2	岩田 想	Microcrystal Preparation for Serial Femtosecond X-ray Crystallography of Bacterial Copper Amine Oxidase
			2020A8013	BL2	村川 武志	
			2021A8013	BL2	村川 武志	
42758	Setsu Nakae	77 (2021) 459-464	2014A6929	BL44XU	多田 俊治	Structure of Mitogen-activated Protein Kinase Kinase 1 in the DFG-out Conformation
			2014B1452	BL38B1	多田 俊治	
			2015A1018	BL38B1	多田 俊治	
			2015B2092	BL38B1	中江 撰	
			2014B6929	BL44XU	多田 俊治	

### Advanced Energy Materials

42467	Masahiko Saito	10 (2020) 1903278	2017A1771	BL46XU	尾坂 格	Impact of Noncovalent Sulfur-Fluorine Interaction Position on Properties, Structures, and Photovoltaic Performance in Naphthobisthiadiazole-Based Semiconducting Polymers
			2018A1747	BL46XU	尾坂 格	
42495	Xueyan Hou	11 (2021) 2101005	2019B1441	BL27SU	中村 崇司	Lattice Oxygen Instability in Oxide-Based Intercalation Cathodes: A Case Study of Layered LiNi <sub>1/3</sub> Co <sub>1/3</sub> Mn <sub>1/3</sub> O <sub>2</sub>
			2019B1450	BL27SU	中村 崇司	

### Angewandte Chemie International Edition

42703	Mengjun Wang	60 (2021) 11190-11195	2019B4271	BL12XU	Lin Yan-Gu	An Efficient Interfacial Synthesis of Two-Dimensional Metal-Organic Framework Nanosheets for Electrochemical Hydrogen Peroxide Production
42719	Ryusuke Watanabe	59 (2020) 23461-23465	2018B7401	BL07LSU	原田 慈久	Ion Selectivity of Water Molecules in Subnanoporous Liquid-Crystalline Water-Treatment Membranes: A Structural Study of Hydrogen Bonding
			2017B7403	BL07LSU	和達 大樹	

### Applied Surface Science

42637	Noritake Isomura	575 (2022) 151610	2020A5071	BL16XU	高橋 直子	Depth-resolved Analysis of Local Atomic Structures via X-ray Absorption Spectroscopy through the Detection of Energy-loss Auger Electrons
			2021A5070	BL16XU	高橋 直子	
42702	Chi-Jung Chang	546 (2021) 149106	2019A4259	BL12XU	Lin Yan-Gu	Ionic Liquid/Surfactant-hydrothermal Synthesis of Dendritic PbS@CuS Core-shell Photocatalysts with Improved Photocatalytic Performance

### Catalysis Science & Technology

42694	Chiu-Ping Huang	10 (2020) 893-903	2018B4255	BL12XU	Hwang Bing Joe	Engineering Heterometallic Bonding in Bimetallic Electrocatalysts: towards Optimized Hydrogen Oxidation and Evolution Reactions
			2018B4268	BL12XU	Hwang Bing Joe	
42824	Akira Oda	(2022) Online published 1 Dec. 2021	2019B1263	BL01B1	織田 晃	Rational Design of ZSM-5 Zeolite Containing a High Concentration of Single Fe Sites Capable of Catalyzing the Partial Oxidation of Methane with High Turnover Frequency

### Chemical Communications

42640	Raizo Umezawa	57 (2021) 2756-2759	2019B1685	BL19B2	藪内 直明	P2-type Layered Na <sub>0.67</sub> Cr <sub>0.33</sub> Mg <sub>0.17</sub> Ti <sub>0.5</sub> O <sub>2</sub> for Na Storage Applications
42684	Tsubasa Omoda	57 (2021) 12159-12162	2021A1200	BL01B1	増田 晋也	Decorating an Anisotropic Au <sub>13</sub> Core with Dendron Thiolates: Enhancement of Optical Absorption and Photoluminescence



### Chemical 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
42730	Yasutaka Kuwahara	12 (2021) 9902-9915	2018B1185	BL01B1	桑原 泰隆	A Quasi-stable Molybdenum Sub-oxide with Abundant Oxygen Vacancies that Promotes CO <sub>2</sub> Hydrogenation to Methanol
			2019A1050	BL01B1	桑原 泰隆	
42761	Qi Xue	13 (2022) 50-58	2020A1088	BL02B2	Lo Benedict	Controlled Synthesis of Bi- and Tri-nuclear Cu-oxo Nanoclusters on Metal-organic Frameworks and the Structure-reactivity Correlations
			2020A0565	BL01B1	Lo Benedict	

### Chemistry - A European Journal

42621	Qing-Feng Xu-Xu	27 (2021) 17952-17959	2021A1630	BL14B2	植竹 裕太	Synthesis of Benzoiselenazolones via Rh(III)-Catalyzed Direct Annulative Selenation Using Elemental Selenium
42793	Tatsuhiko Kojima	27 (2021) 15981-15985	2018B1481	BL02B1	小島 達弘	A Pseudorotaxane System Containing $\gamma$ -Cyclodextrin Formed via Chiral Recognition with an Au <sub>5</sub> Ag <sub>3</sub> Cu <sup>II</sup> Molecular Cap
			2018B1296	BL02B2	吉成 信人	

### Chemistry - An Asian Journal

42547	Zi Lang Goo	16 (2021) 2641-2647	2015B1237	BL02B1	吉成 信人	Heterometallation of Photoluminescent Silver(I) Sulfide Nanoclusters Protected by Octahedral Iridium(III) Thiolates
			2018B1304	BL02B1	吉成 信人	
			2020A0603	BL02B1	吉成 信人	
			2020A1213	BL02B1	吉成 信人	
			2021A1242	BL02B1	吉成 信人	
42818	Kento Kimura	16 (2021) 3615-3618	2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也	Aerobic Direct Dioxxygenation of Terminal/Internal Alkynes to $\alpha$ -Hydroxyketones by an Fe Porphyrin Catalyst
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
			2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也	
			2015B1770	BL14B2	黒田 大樹	
2019A1712	BL14B2	高橋 俊文				

### Chemistry Letters

42494	Takayuki Yamamoto	51 (2022) 34-37	2018A1585	BL46XU	入山 恭寿	Control of Chemical Structure and Lithium-ion Conductivity of Amorphous Lithium Phosphate Thin Film Deposited by Pulsed Laser Deposition
			2018B1608	BL46XU	入山 恭寿	
			2019A1756	BL46XU	山本 貴之	
			2019B1869	BL46XU	山本 貴之	
42819	Rei Tomifuji	50 (2021) 2018-2021	2017B1748	BL14B2	冨藤 玲	FeBr <sub>3</sub> -catalyzed Fully Intermolecular [2+2+2] Cycloaddition of Alkenes
			2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也	
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
			2015B1770	BL14B2	黒田 大樹	
			2016A1680	BL14B2	前田 和輝	
			2016B1766	BL14B2	高橋 俊文	
			2017A1700	BL14B2	前田 和輝	
			2018A1690	BL14B2	高橋 俊文	
			2019A1712	BL14B2	高橋 俊文	
2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也				

### Crystal Growth & Design

42596	Artem D. Charyshev	18 (2018) 3016-3026	2015A1496	BL04B1	Dymshits Anna	High-Pressure-High-Temperature Study of Benzene: Refined Crystal Structure and New Phase Diagram up to 8 GPa and 923 K
42735	Tomoki Fujita	20 (2020) 5589-5595	2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	Ion Product Scale for Phase and Size Selective Crystal Growth of Zirconia Nanoparticles
			2019A0068	BL02B2	森吉 千佳子	

### Crystals-1

42599	Hongxin Wang	11 (2021) 909	2018A1033	BL35XU	Wang Hongxin	Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopy: A Modern Tool to Pinpoint Site-Specific Cooperative Processes
			2018A1409	BL19LXU	Wang Hongxin	
			2018B1379	BL19LXU	Wang Hongxin	
			2019A1259	BL19LXU	Wang Hongxin	

### Crystals-2

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
42717	Shinobu Aoyagi	11 (2021) 1419	2017A1036	BL13XU	青柳 忍	Time-Resolved Nanobeam X-ray Diffraction of a Relaxor Ferroelectric Single Crystal under an Alternating Electric Field
			2017A1465	BL13XU	青柳 忍	
			2017B1476	BL13XU	青柳 忍	
			2018B1529	BL02B1	青柳 忍	
			2018B1534	BL13XU	青柳 忍	
			2019A1308	BL13XU	青柳 忍	
			2020A0690	BL02B1	青柳 忍	
2020A1511	BL02B1	青柳 忍				

### Frontiers in Chemistry

42718	Keishi Akada	9 (2021) 743255	2018A7401	BL07LSU	原田 慈久	Hydrogen-Bonded Structure of Water in the Loop of Anchored Polyrotaxane Chain Controlled by Anchoring Density
			2018B7401	BL07LSU	原田 慈久	
			2020A7488	BL07LSU	原田 慈久	
42780	Masanori Nagao	8 (2020) 44	2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	Flux Growth and Superconducting Properties of (Ce,Pr)OBiS <sub>2</sub> Single Crystals

### Geophysical Research Letters

42458	Chunyin Zhou	48 (2021) e2021GL093499	2010A0082	BL04B1	入船 徹男	Sound Velocity of MgSiO <sub>3</sub> Majorite Garnet up to 18 GPa and 2000 K
42492	Longjian Xie	48 (2021) e2021GL094507	2019A1315	BL04B1	Xie Longjian	Direct Viscosity Measurement of Peridotite Melt to Lower-Mantle Conditions: A Further Support for a Fractional Magma-Ocean Solidification at the Top of the Lower Mantle
			2018A1637	BL04B1	Xie Longjian	
			2017B1686	BL04B1	Xie Longjian	

### High Pressure Research

42643	Ryo Tsuruoka	41 (2021) 379-391	2018A1234	BL10XU	鎌田 誠司	Density and Elastic Properties of Liquid Gallium up to 10 GPa using X-ray Absorption Method Combined with Externally Heated Diamond Anvil Cell
			2018A1673	BL10XU	前田 郁也	
			2018B1405	BL10XU	鎌田 誠司	
			2018B1701	BL10XU	前田 郁也	
			2018B3781	BL22XU	寺崎 英紀	
			2019A1526	BL10XU	寺崎 英紀	
			2019B1587	BL10XU	寺崎 英紀	
42798	Chao Liu	(2021) Online publication 13 Dec. 2021	2015B1187	BL04B1	芳野 極	Exploration of the Best Reference Material on Anelastic Measurement by Cyclic Loading under High Pressure
			2016B1091	BL04B1	芳野 極	
			2017B1175	BL04B1	芳野 極	
			2018B1071	BL04B1	芳野 極	
			2021A1072	BL04B1	芳野 極	
			2019B1071	BL04B1	芳野 極	
			2021B1164	BL04B1	芳野 極	

### The Journal of Physical Chemistry C

42558	Satoshi Yasuda	125 (2021) 22154-22162	2015B3622	BL14B1	八木 一三	Electrochemically Driven Specific Alkaline Metal Cation Adsorption on a Graphene Interface
			2016B3637	BL14B1	八木 一三	
			2017A3638	BL14B1	八木 一三	
			2017B3638	BL14B1	八木 一三	
			2019A3638	BL14B1	八木 一三	
42732	Yuxiao Zhang	125 (2021) 20887-20895	2018B1082	BL01B1	森 浩亮	Hybrid Phase MoS <sub>2</sub> as a Noble Metal-free Photocatalyst for Conversion of Nitroaromatics to Aminoaromatics
			2018B1185	BL01B1	桑原 泰隆	

### Materials Letters

42501	Nurul Razliana Abdul Razak	291 (2021) 129520	2019A1149	BL20XU	野北 和宏	<i>In-situ</i> Observation of High-temperature Pb-free Electric Interconnections by Synchrotron Microradiography
42721	Gen-ichiro Yamamoto	308 (2022) 131125	2020A3736	BL22XU	興野 純	Thermal Decomposition Process of Dypingite Mg <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> ·5H <sub>2</sub> O

### Physical Review Letters

42520	Ichiro Inoue	127 (2021) 163903	2019B8012	BL3	井上 伊知郎	Shortening X-Ray Pulse Duration via Saturable Absorption
			2020A8021	BL3	井上 伊知郎	
42772	Can B. Uzundal	127 (2021) 237402	2019B8066	BL1	Schwartz Craig	Polarization-Resolved Extreme-Ultraviolet Second-Harmonic Generation from LiNbO <sub>3</sub>

### Review of Scientific Instruments

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
42493	Longjian Xie	92 (2021) 103902	2017B1078	BL04B1	桂 智男	Simultaneous Generation of Ultrahigh Pressure and Temperature to 50 GPa and 3300 K in Multi-anvil Apparatus
			2018B1209	BL04B1	桂 智男	
42630	Okkyun Seo	92 (2021) 113905	2016B4500	BL13XU	坂田 修身	Total X-ray Scattering Setup for Crystalline Particles at SPring-8 BL15XU NIMS Beamline
			2017A4501	BL15XU	坂田 修身	
			2017B4503	BL15XU	坂田 修身	
			2018A4506	BL15XU	坂田 修身	
			2018B4504	BL15XU	坂田 修身	
			2019A4905	BL15XU	草田 康平	
			2019B4700	BL15XU	坂田 修身	
			2019B4901	BL15XU	草田 康平	
			2020A4553	BL15XU	Seo Okkyun	
			2020A4703	BL15XU	坂田 修身	
			2020A4900	BL15XU	草田 康平	
			2020A4951	BL15XU	草田 康平	
			2018A4504	BL15XU	Kim Jaemyung	
			2019A1383	BL13XU	坂田 修身	
2020A1416	BL04B2	坂田 修身				
2020A0622	BL04B2	Kumara L. S.				

### Synlett

42820	Tasuku Inami	32 (2021) 1948-1952	2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也	A New Synthetic Route to (Trifluoromethyl)quinolines: Nickel-Catalyzed Insertion of an Alkyne into an Aromatic C-S Bond by Formation of a Thianickelacycle and Thermal Desulfidation
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
			2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也	
42821	Rei Tomifuji	32 (2021) 1943-1947	2017B1748	BL14B2	冨藤 玲	Multiple Activation Catalyst for Asymmetric [4+2] Cycloaddition of Aldehydes with Dienes
			2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也	
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也				

### 日本結晶学会誌 (Journal of the Crystallographic Society of Japan)

42678	Seiya Shimono	62 (2020) 112-117	2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	Structural Phase Transitions of Spinel Compounds by High-Resolution Powder Diffraction
			2017B1973	BL02B2	河口 彰吾	
42679	Shogo Kawaguchi	63 (2021) 121-128	2017A1856	BL02B2	河口 彰吾	Development of Sub-Second Synchrotron Powder Diffraction Measurement System Under Various Gas Atmospheres
			2019B2094	BL10XU	河口 彰吾	
			2020A2132	BL02B2	河口 彰吾	

### Accounts of Materials & Surface Research

42665	Tomooki Hosaka	6 (2021) 139-150	2016A1384	BL02B2	駒場 慎一	Sodium and Potassium Insertion into Prussian Blue Analogues for Rechargeable Battery Applications
-------	----------------	---------------------	-----------	--------	-------	---

### ACS Applied Electronic Materials

42826	Goon Tan	2 (2020) 2084-2089	2018A1562	BL46XU	神野 伊策	<i>In Situ</i> XRD Observation of Crystal Deformation of Piezoelectric (K,Na)NbO <sub>3</sub> Thin Films
			2019A1753	BL46XU	神野 伊策	

### ACS Applied Energy Materials

42742	Keisuke Hibino	4 (2021) 8891-8900	2017B1265	BL02B2	藤井 孝太郎	Experimental Visualization of the Interstitialcy Diffusion of Anions in the LaO <sub>F</sub> -Based Oxyfluoride La <sub>0.9</sub> Sr <sub>0.1</sub> O <sub>0.45</sub> F <sub>2</sub>
			2018A1259	BL02B2	藤井 孝太郎	

### ACS Applied Polymer Materials

42473	Masahiko Saito	1 (2019) 1257-1262	2015A1952	BL46XU	尾坂 格	Understanding Comparable Charge Transport Between Edge-on and Face-on Polymers in a Thiazolothiazole Polymer System
			2015B1904	BL46XU	尾坂 格	

### ACS Materials Au

42727	Dongshuang Wu	(2021) Online published Nov. 15, 2021	2014B1382	BL02B2	北川 宏	Phase Control of Solid-Solution Nanoparticles beyond the Phase Diagram for Enhanced Catalytic Properties
			2015A1586	BL02B2	草田 康平	
			2016A1483	BL02B2	草田 康平	

### ACS Nano

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
42693	Tamene Simachew Zeleke	13 (2019) 6720-6729	2018B4134	BL12B2	Hwang Bing Joe	Immobilized Single Molecular Molybdenum Disulfide on Carbonized Polyacrylonitrile for Hydrogen Evolution Reaction
			2018B4136	BL12B2	Hwang Bing Joe	

### ACS Sustainable Chemistry & Engineering

42568	Kenta Watanabe	7 (2019) 9881-9887	2018A8054	BL3	野澤 俊介	Effects of Coapplication of Rh-Doping and Ag-Substitution on the Band Structure of $\text{Li}_2\text{TiO}_3$ and the Photocatalytic Property
-------	----------------	-----------------------	-----------	-----	-------	--

### Acta Materialia

42498	Syeda Mehreen	220 (2021) 117295	2019A1149	BL20XU	野北 和宏	Peritectic Phase Formation Kinetics of Directionally Solidifying Sn-Cu Alloys within a Broad Growth Rate Regime
			2019B1185	BL20XU	野北 和宏	

### Advanced Functional Materials

42459	Chihiro Yamamoto	31 (2021) 2008092	2018A4701	BL15XU	井手 啓介	Double Charge Polarity Switching in Sb-Doped SnSe with Switchable Substitution Sites
			2018B4701	BL15XU	井手 啓介	

### Applied Physics Letters

42775	Kota Matsumoto	116 (2020) 191901	2019A0068	BL02B2	森吉 千佳子	Increased Electrical Conduction with High Hole Mobility in Anti-ThCr <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> -type La <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Bi via Oxygen Intercalation Adjacent to Bi Square Net
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	--------	--

### Applied Sciences

42674	Wataru Yashiro	11 (2021) 8868	2020A0559	BL28B2	矢代 航	Exploring Frontiers of 4D X-ray Tomography
			2015B1263	BL28B2	矢代 航	
			2016A1258	BL28B2	矢代 航	
			2016B1229	BL28B2	矢代 航	
			2017A1438	BL28B2	矢代 航	
			2017B1278	BL28B2	矢代 航	
			2018A1100	BL28B2	矢代 航	
			2018B1078	BL28B2	矢代 航	
			2019A1212	BL28B2	矢代 航	
			2019B1074	BL28B2	矢代 航	
2020A0176	BL28B2	矢代 航				

### Asian Journal of Organic Chemistry

42451	Toshiaki Murai	8 (2019) 1102-1106	2018B1389	BL40XU	行本 万里子	2-(2-Hydroxyphenyl)-5-aminothiazoles: Synthesis and Properties Involving Dual Emissions
			2018A1167	BL40XU	笹森 貴裕	
			2018A1405	BL40XU	箕浦 真生	
			2018B1084	BL40XU	笹森 貴裕	
			2018B1275	BL40XU	箕浦 真生	

### Biochemical and Biophysical Research Communications

42709	Hong-Hsiang Guan	551 (2021) 33-37	2017B6600	BL44XU	Chen Chun Jung	Structural Basis for the Interaction Modes of Dihydroorotase with the Anticancer Drugs 5-fluorouracil and 5-aminouracil
			2017A6600	BL44XU	Chen Chun Jung	
			2017A4000	BL12B2	Chen Chun Jung	

### Biochemistry

42737	Leland B. Gee	60 (2021) 2419-2424	2019A1259	BL19LXU	Wang Hongxin	NRVS and DFT of MitoNEET: Understanding the Special Vibrational Structure of a [2Fe-2S] Cluster with (Cys) <sub>3</sub> (His) <sub>1</sub> Ligation
			2018B1379	BL19LXU	Wang Hongxin	
			2018A1409	BL19LXU	Wang Hongxin	

### Bioinorganic Chemistry and Applications

42710	Hong-Hsiang Guan	(2021) 2572844	2017A6600	BL44XU	Chen Chun Jung	Complexed Crystal Structure of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Dihydroorotase with Inhibitor 5-Fluoroorotate Reveals a New Binding Mode
			2017B6600	BL44XU	Chen Chun Jung	
			2017A4000	BL12B2	Chen Chun Jung	

### Biomolecular NMR Assignments

42690	Naoto Iwakawa	13 (2019) 59-62	2018B6805	BL44XU	大木 出	Backbone and Side-chain Resonance Assignments of the Methyl-CpG-binding Domain of MBD6 from <i>Arabidopsis thaliana</i>
-------	---------------	--------------------	-----------	--------	------	---

### Condensed Matter

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
42781	Kazuhisa Hoshi	5 (2020) 81	2019A1114	BL02B2	三浦 章	Structural Phase Diagram of $\text{LaO}_{1-x}\text{F}_x\text{BiSbSe}$ : Suppression of the Structural Phase Transition by Partial F Substitutions
			2019B1195	BL02B2	後藤 陽介	
			2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	

### CrystEngComm

42795	Supatra Somsri	24 (2022) 33-37	2021A1203	BL02B1	小島 達弘	Inclusion of Cyclodextrins in a Metallosupramolecular Framework <i>via</i> Structural Transformations
			2020A1210	BL02B2	吉成 信人	

### Data in Brief

42731	Tomohiro Oku	39 (2021) 107462	2017A1464	BL02B2	小菅 厚子	Dataset of the Crystal Structures, Electrical Transport Properties, and First-principles Electronic Structures of GeTe-rich $\text{GeTe-Sb}_2\text{Te}_3$ Thermoelectric Materials
			2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	
			2019A1463	BL02B2	小菅 厚子	

### Energy Material Advances

42641	Takuro Sato	2021 (2021) 9857563	2019B1685	BL19B2	藪内 直明	Efficient Stabilization of Na Storage Reversibility by Ti Integration into O'3-Type $\text{NaMnO}_2$
-------	-------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

### Energy Storage Materials

42707	Kazuhiko Mukai	44 (2022) 547-556	2020A7037	BL33XU	宇山 健	Unveiling Scale Differences in the Two-phase Transformation of $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ <i>via operando</i> X-ray Absorption and Diffraction Studies
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	------	---

### EPJ Web of Conference

42597	Masaru Yosoi	199 (2019) 01020	2018B6102	BL31LEP	新山 雅之	Recent Results from LEPS and Status of LEPS2
-------	--------------	---------------------	-----------	---------	-------	--

### The FEBS Journal

42518	Nobutoshi Ito	274 (2007) 1340-1351	2003B0229	BL41XU	伊藤 晋敏	Molecular Basis for the Subunit Assembly of the Primase from an Archaeon <i>Pyrococcus horikoshii</i>
			理研	BL44B2		

### Frontiers in Materials

42606	Sohei Sukenaga	8 (2021) 753746	2017B1400	BL04B2	助永 壮平	Thermal Conductivity of Sodium Silicate Glasses and Melts: Contribution of Diffusive and Propagative Vibration Modes
-------	----------------	--------------------	-----------	--------	-------	--

### Genes to Cells

42519	Yumiko Takai	12 (2007) 1329-1338	2006A2740	BL41XU	箱嶋 敏雄	Structural Basis of PSG1-1 Binding to ERM Proteins
-------	--------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

### Industrial & Engineering Chemistry Research

42725	Hiroyuki Asakura	59 (2020) 19907-19917	2018B0938	BL01B1	若林 裕助	Fe-Modified CuNi Alloy Catalyst as a Nonprecious Metal Catalyst for Three-Way Catalysis
			2018B0938	BL14B2	若林 裕助	

### Inorganics

42612	Shogo Morisako	9 (2021) 75	2018A1167	BL40XU	笹森 貴裕	Facile Synthesis and Redox Behavior of an Overcrowded Spirogermabifluorene
			2018B1668	BL02B1	菅原 知紘	
			2018B1179	BL25SU	三木 一司	
			2019A1057	BL02B1	笹森 貴裕	
			2019A1677	BL02B1	鈴木 文陽	
			2019B1129	BL02B1	笹森 貴裕	
			2019B1784	BL02B1	早川 雅大	
			2020A1056	BL02B1	笹森 貴裕	
			2020A1644	BL02B1	潘 楊	
			2020A1650	BL02B1	薄葉 純一	
2020A0834	BL02B1	西野 龍平				

### Insect Systematics & Evolution

42685	Mamoru Takahashi	(2021) Online Publication 2 Nov. 2021	2018B1688	BL47XU	小川 直記	Functional Morphology and Phylogenetic Significance of the Forewing Base Structure in Ensifera (Orthoptera)
			2018B1725	BL20B2	小川 直記	

### International Journal of Hydrogen Energy

42753	Mami Osozawa	47 (2022) 2433-2441	2020A1626	BL14B2	大島 一真	Improvement in Ammonia Synthesis Activity on Ruthenium Catalyst using Ceria Support Modified a Large Amount of Cesium Promoter
-------	--------------	------------------------	-----------	--------	-------	--



### International Journal of Molecular Sciences

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
42823	Peng Lu	22 (2021) 13010	2017B6733	BL44XU	永田 宏次	Rosmarinic Acid and Sodium Citrate Have a Synergistic Bacteriostatic Effect against <i>Vibrio</i> Species by Inhibiting Iron Uptake
			2018B6831	BL44XU	永田 宏次	
			2020A6528	BL44XU	永田 宏次	

### iScience

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
42524	Yichen Huang	24 (2021) 102370	2019A2514	BL32XU	服部 素之	Identification and Mechanistic Analysis of an Inhibitor of the CorC Mg <sup>2+</sup> Transporter

### IUCrJ

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
42536	Hongjie Li	8 (2021) 431-443	2018B8055	BL2	菅 倫寛	Capturing Structural Changes of the S <sub>1</sub> to S <sub>2</sub> Transition of Photosystem II using Time-resolved Serial Femtosecond Crystallography
			2019A8019	BL2	菅 倫寛	
			2019B8020	BL2	菅 倫寛	
			2020A8003	BL2	菅 倫寛	
			2016A8033	BL3	沈 建仁	
			2016B8066	BL3	沈 建仁	
			2017A8041	BL3	沈 建仁	
			2017B8025	BL2	沈 建仁	
			2018A8037	BL2	沈 建仁	
2018B8029	BL2	沈 建仁				

### Japanese Journal of Applied 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
42822	Yasuhiro Yoneda	60 (2021) SFFA08	2019A1217	BL22XU	米田 安宏	Nanoscale Structural Analysis of Bi <sub>0.5</sub> Na <sub>0.5</sub> TiO <sub>3</sub> in High-temperature Phases
			2019A3607	BL14B1	米田 安宏	
			2019B1194	BL04B2	米田 安宏	
			2021A3701	BL22XU	米田 安宏	
			2021A1134	BL04B2	米田 安宏	

### Journal of Analytical and Applied Pyrolysis

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
42701	Hung-Chih Kuo	153 (2021) 104991	2018B4129	BL12B2	Lin Yan-Gu	FeN@N-doped Graphitic Biochars Derived from Hydrothermal-Microwave Pyrolysis of Cellulose Biomass for Fuel Cell Catalysts

### The Journal of Biological 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
42677	Tomoyuki Mori	283 (2008) 29602-29612	2005B0070	BL38B1	箱嶋 敏雄	Structural Basis for CD44 Recognition by ERM Proteins
			2006A1740	BL38B1	箱嶋 敏雄	
			2006B1644	BL38B1	箱嶋 敏雄	

### The Journal of 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
42796	Niloofer Esmaeildoost	155 (2021) 214501	2018A8063	BL3	Kim Kyung Hwan	Anomalous Temperature Dependence of the Experimental X-ray Structure Factor of Supercooled Water

### Journal of Electronic 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
42502	Syeda U. Mehreen	50 (2021) 881-892	2016B1319	BL20B2	野北 和宏	Effect of Ni, Zn, Au, Sb and In on the Suppression of the Cu <sub>3</sub> Sn Phase in Sn-10 wt.%Cu Alloys
			2019A1149	BL20XU	野北 和宏	
			2019B1185	BL20XU	野北 和宏	

### Journal of Environmental Chemical Engineering

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
42791	Yurina Sekine	9 (2021) 105114	2018A3609	BL14B1	松村 大樹	Carbonated Nanohydroxyapatite from Bone Waste and its Potential as a Super Adsorbent for Removal of Toxic Ions
			2018B3609	BL14B2	松村 大樹	
			2019A3609	BL14B2	松村 大樹	
			2019B3609	BL14B2	松村 大樹	

### Journal of Geophysical Research: Biogeosciences

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
42538	Yajuan Zheng	126 (2021) e2020JG006102	2018B1742	BL47XU	小宮 剛	Characterization of the Multicellular Membrane-Bearing Algae From the Kuanchuanpu Biota (Cambrian: Terreneuvian)

### Journal of Geophysical Research: Solid Earth

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
42765	Hongzhan Fei	126 (2021) e2021JB022437	2019B1136	BL10XU	桂 智男	Pressure Destabilizes Oxygen Vacancies in Bridgmanite

### Journal of Luminescence

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
42525	Hirokazu Masai	241 (2022) 118481	2020A1878	BL14B2	正井 博和	<sup>252</sup> Cf -induced Luminescence of Cerium-doped Lithium Silicate Glasses

### Journal of Materials Chemistry C

42546	Masayuki Fukuda	9 (2021) 13981-13990	2020A0793	BL02B2	藤田 晃司	Topochemical Synthesis of Perovskite-type CuNb <sub>2</sub> O <sub>6</sub> with Colossal Dielectric Constant
			2021A1530	BL02B2	藤田 晃司	

### Journal of Molecular Biology

42517	Kazuhiko Ishikawa	366 (2007) 857-867	2005B6701	BL44XU	石川 一彦	The First Crystal Structure of L-Threonine Dehydrogenase
-------	-------------------	-----------------------	-----------	--------	-------	--

### The Journal of Organic Chemistry

42537	Shinya Sugiura	84 (2019) 8886-8898	2018A1679	BL40B2	笹野 力史	Ion-Pairing Assemblies Comprising Anion Complexes of $\pi$ -Extended Anion-Responsive Molecules
			2018B1698	BL40B2	笹野 力史	

### The Journal of Physical Chemistry B

42515	Tatau Shimada	125 (2021) 11534-11539	2018B7574	BL07LSU	崔 藝濤	Soft X-ray Emission Studies on Hydrate-Melt Electrolytes
			2017B7548	BL07LSU	崔 藝濤	

### The Journal of Physical Chemistry Letters

42723	Kana Takahashi	12 (2021) 11430-11437	2020A1627	BL19B2	中山 泰生	Quasi-Homoepitaxial Junction of Organic Semiconductors: A Structurally Seamless but Electronically Abrupt Interface between Rubrene and Bis(trifluoromethyl)dimethylrubrene
-------	----------------	--------------------------	-----------	--------	-------	---

### Journal of Physics Communications

42776	Kazuhiisa Hoshi	4 (2020) 095028	2018B1246	BL02B2	後藤 陽介	Two-fold Symmetry of in-plane Magnetoresistance Anisotropy in the Superconducting States of BiCh <sub>2</sub> -based LaO <sub>0.9</sub> F <sub>0.1</sub> BiSSe Single Crystal
			2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	

### Journal of Physics: Condensed Matter

42479	Masanori Inui	33 (2021) 475101	2017A1173	BL35XU	乾 雅祝	Low Energy Excitation in Liquid Sb and Liquid Bi Observed in Inelastic X-ray Scattering Spectra
			2011B1314	BL35XU	乾 雅祝	

### Journal of Power Sources Advances

42561	Manabu Kodama	12 (2021) 100076	2020A1035	BL20XU	兒玉 学	Nanoscale Pore Measurements in an All-solid-state Lithium-ion Battery with Ultra-small-angle X-ray Scattering (USAXS)
			2020A1781	BL20XU	兒玉 学	
			2021A1016	BL20XU	兒玉 学	

### Journal of The Electrochemical Society

42456	Hiroyuki Fujimoto	168 (2021) 090515	2016A7602	BL28XU	小久見 善八	Analysis of Intercalation/De-Intercalation of Li Ions Into/From Graphite at 0 °C via Operando Synchrotron X-ray Diffraction
			2016B7603	BL28XU	松原 英一郎	
			2017A7603	BL28XU	松原 英一郎	
			2017B7603	BL28XU	松原 英一郎	
			2018A7603	BL28XU	松原 英一郎	
			2019A7613	BL28XU	安部 武志	
2019B7613	BL28XU	安部 武志				

### Langmuir

42560	Daiki Katsube	37 (2021) 12313-12317	2017A3832	BL23SU	大野 真也	Oxidation of Anatase TiO <sub>2</sub> (001) Surface Using Supersonic Seeded Oxygen Molecular Beam
			2017B3832	BL23SU	大野 真也	
			2018A3832	BL23SU	阿部 真之	
			2018B3838	BL23SU	阿部 真之	
			2019A3838	BL23SU	阿部 真之	
			2020A3838	BL23SU	阿部 真之	
			2021A3838	BL23SU	阿部 真之	
			2017A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2017B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2018A3801	BL23SU	吉越 章隆	
2018B3801	BL23SU	吉越 章隆				

## 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
42516	Masakazu Kobayashi	14 (2021) 5570	2017B1404	BL20XU	小林 正和	High-Resolution Mapping of Local Photoluminescence Properties in CuO/Cu <sub>2</sub> O Semiconductor Bi-Layers by Using Synchrotron Radiation
			2018B1329	BL20XU	小林 正和	

## Materials Science and Engineering: A

42454	Isshin Ando	828 (2021) 142112	2018B1263	BL20XU	尾崎 由紀子	Elucidation of Pore Connection Mechanism during Ductile Fracture of Sintered Pure Iron by Applying Persistent Homology to 4D Images of Pores: Role of Open Pore
-------	-------------	----------------------	-----------	--------	--------	---

## Materials Transactions

42531	Shan Lin	62 (2021) 1673-1676	2018B1043	BL40XU	奥田 浩司	Nondestructive Nanostructure Analysis of Al/Al-Zn Interdiffusion Layer by Quantitative SAXS Tomography
			2020A7224	BL03XU	奥田 浩司	

## Microscopy

42748	Tomofumi Kurogane	70 (2021) 536-544	2014B1225	BL20B2	唐原 一郎	Visualization of Arabidopsis Root System Architecture in 3D by Refraction-contrast X-ray Micro-computed Tomography
			2016A1390	BL47XU	峰雪 芳宣	
			2016B1371	BL20B2	山内 大輔	
			2017B1225	BL20B2	山内 大輔	
			2018B1182	BL20B2	山内 大輔	
			2019A1130	BL20B2	山内 大輔	
			2019B1339	BL20B2	山内 大輔	
2020A1264	BL20B2	山内 大輔				

## Molecular Sciences

42708	Hong-Hsiang Guan	22 (2021) 6861	2017B6600	BL44XU	Chen Chun Jung	Plumbagin, a Natural Product with Potent Anticancer Activities, Binds to and Inhibits Dihydroorotase, a Key Enzyme in Pyrimidine Biosynthesis
			2017A6600	BL44XU	Chen Chun Jung	
			2016B6600	BL44XU	Chen Chun Jung	
			2016A6600	BL44XU	Chen Chun Jung	

## MRS Communications

42675	Chika Kamezawa	11 (2021) 46-50	2020A0560	BL28B2	矢代 航	Dynamic X-ray Elastography: A New Tool for Characterizing Soft Materials
-------	----------------	--------------------	-----------	--------	------	--

## Nature Catalysis

42790	Takashi Niwa	4 (2021) 1080-1088	2020A1732	BL14B2	植竹 裕太	Lewis Acid-mediated Suzuki-Miyaura Cross-coupling Reaction
			2020A1871	BL14B2	植竹 裕太	

## Nature Energy

42825	Guoji Huang	6 (2021) 1176-1187	2019B1362	BL02B2	山口 大輔	Overcoming Humidity-induced Swelling of Graphene Oxide-based Hydrogen Membranes using Charge-compensating Nanodiamonds
-------	-------------	-----------------------	-----------	--------	-------	--

## Nature Neuroscience

42783	Zhangcheng Chen	25 (2022) 39-49	2019B2715	BL45XU	Wang Sheng	Structure-based Design of a Novel Third-generation Antipsychotic Drug Lead with Potential Antidepressant Properties
			2020A2605	BL45XU	Wang Sheng	

## Nature Structural & Molecular Biology

42460	Hiroto Shimada	27 (2020) 645-652	2017B2733	BL41XU	日野 智也	The Structure of Lipid Nanodisc-reconstituted TRPV3 Reveals the Gating Mechanism
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

## Nucleic Acids Research

42453	Keisuke Oki	(2021) Online published 27 Sep. 2021	2021A2719	BL45XU	大山 拓次	Family D DNA Polymerase Interacts with GINS to Promote CMG-helicase in the Archaeal Replisome
			2017A2530	BL26B1	大山 拓次	
			2018A2558	BL38B1	大山 拓次	

## Open Ceramics

42476	Kristine Bakken	7 (2021) 100147	2018B1164	BL08W	Einarsrud Mari-Ann	<i>In situ</i> X-ray Diffraction Studies of the Crystallization of K <sub>0.5</sub> Na <sub>0.5</sub> NbO <sub>3</sub> Powders and Thin Films from an Aqueous Synthesis Route
-------	-----------------	--------------------	-----------	-------	--------------------	---

### Open Research Europe

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
42610	Sayantika Bhowal	1 (2021) 132	2018A1091	BL08W	Collins Stephen	Anti-symmetric Compton Scattering in LiNiPO <sub>4</sub> : Towards a Direct Probe of the Magneto-electric Multipole Moment

### Optical Materials

42526	Hirokazu Masai	121 (2021) 111631	2020A1878	BL14B2	正井 博和	Correlation between Luminescence of Cerium and Chemical Compositions in Lithium Silicate-based Glasses
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

### Optics Express

42512	Tatsunori Shibuya	29 (2021) 33121-33133	2018A8024	BL1	錦野 将元	Independent Contribution of Optical Attenuation Length in Ultrafast Laser-induced Structural Change
			2018B8042	BL1	錦野 将元	
			2019B8033	BL1	坂上 和之	

### Organic Letters

42666	Daisuke Mishima	23 (2021) 7921-7926	2020A1056	BL02B1	笹森 貴裕	Domino Cross-Scholl Reaction of Tetracene with Molecular Benzene: Synthesis, Structure, and Mechanism
			2019B1129	BL02B1	笹森 貴裕	
			2019A1057	BL02B1	笹森 貴裕	
			2019A1677	BL02B1	鈴木 文陽	
			2018B1668	BL02B1	菅原 知紘	
			2018A1167	BL40XU	笹森 貴裕	

### OSA Continuum

42673	Sébastien Harasse	4 (2021) 2813-2820	2020A0176	BL28B2	矢代 航	Regularized Phase Shift Estimation in X-ray Grating Interferometry
			2021A1083	BL28B2	矢代 航	
			2020A0559	BL28B2	矢代 航	
			2020A0560	BL28B2	矢代 航	
			2019A1212	BL28B2	矢代 航	
			2019B1074	BL28B2	矢代 航	

### Physica C

42777	Rajveer Jha	576 (2020) 1353731	2019A1101	BL02B2	後藤 陽介	Improvement of Superconducting Properties by Chemical Pressure Effect in Eu-doped La <sub>2-x</sub> Eu <sub>x</sub> O <sub>2</sub> Bi <sub>8</sub> Ag <sub>0.6</sub> Sn <sub>0.4</sub> S <sub>6</sub>
			2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	

### Physical Chemistry Chemical Physics

42543	Takafumi Miura	23 (2021) 23280-23287	2017B1082	BL01B1	吉田 真明	Assessing Nickel Oxide Electrocatalysts Incorporating Diamines and Having Improved Oxygen Evolution Activity using <i>Operando</i> UV/Visible and X-ray Absorption Spectroscopy
			2019A1386	BL01B1	吉田 真明	
			2020A1360	BL01B1	吉田 真明	

### Physical Review Materials

42746	Takanori Mimura	5 (2021) 114407	2019A4700	BL15XU	清水 荘雄	Thickness Dependence of Phase Stability in Epitaxial (Hf <sub>x</sub> Zr <sub>1-x</sub> )O <sub>2</sub> Films
-------	-----------------	--------------------	-----------	--------	-------	---

### Physical Review Research

42500	Resta A. Susilo	3 (2021) 043028	2018A1374	BL39XU	Susilo Resta	Impacts of Pressure to the Structural, Electronic and Magnetic Properties of Dirac Semimetal EuMnBi <sub>2</sub>
			2018B1310	BL10XU	Susilo Resta	
			2018B1314	BL39XU	Susilo Resta	
			2019A1412	BL39XU	Susilo Resta	

### Polymer Journal

42766	Yuya Doi	53 (2021) 1361-1369	2018B1103	BL40B2	土肥 侑也	Preparation and Distorted Cylindrical Morphology of Block Copolymers Consisting of Flexible and Semiflexible Blocks
			2019A1278	BL40B2	土肥 侑也	

### Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America

42797	Akinobu Niozu	118 (2021) e21111747118	2016A8057	BL3	上田 潔	Crystallization Kinetics of Atomic Crystals Revealed by a Single-shot and Single-particle X-ray Diffraction Experiment
			2016B8077	BL3	上田 潔	

### Processes

42716	Wataru Michida	8 (2020) 1555	2018B1424	BL40B2	櫻木 美菜	Fluorescence Emission Behaviors of the L-Cysteine/Au(I) Complex in a Cyclodextrin-Based Metal-Organic Framework
			2018A1671	BL40B2	永井 杏奈	

### Radiation Physics and 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
42705	Seiko Nakagawa	192 (2022) 109884	2019B3852	BL23SU	藤井 健太郎	Dense Radical Formation in L-alanine-3,3,3-d3 and L-alanine-d4 by 1.5 keV Soft X-ray Irradiation
			2020A3852	BL23SU	藤井 健太郎	

### RSC Advances

42620	Kengo Kasama	11 (2021) 35342-35350	2021A1630	BL14B2	植竹 裕太	Chemo- and Regioselective Cross-dehydrogenative Coupling Reaction of 3-hydroxycarbazoles with Arenols Catalyzed by a Mesoporous Silica-supported Oxovanadium
-------	--------------	--------------------------	-----------	--------	-------	--

### Science Advances

42523	Yichen Huang	7 (2021) abe6140	2018A2507	BL41XU	服部 素之	Structural Basis for the Mg <sup>2+</sup> Recognition and Regulation of the CorC Mg <sup>2+</sup> Transporter
			2019A2514	BL32XU	服部 素之	
			2017A2523	BL41XU	服部 素之	

### Soil and Sediment Contamination: An International Journal

42452	Yoshito Nakashima	30 (2021) 978-997	2001B0501	BL20B2	中島 善人	Use of Triple-Exposure X-ray Computed Tomography for Nondestructive Identification of Heavy Elements in Soil Samples
-------	-------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

### Solid State Communications

42729	Sho Kakizawa	340 (2021) 114542	2020A3685	BL14B1	柿澤 翔	Revised $\alpha/\epsilon$ - $\gamma$ Phase Boundaries for the Fe-H System
			2019B1329	BL04B1	柿澤 翔	

### Solvent Extraction and Ion Exchange

42769	Yuki Ueda	39 (2021) 491-511	2020A1311	BL01B1	徳永 紘平	A Fluorous Phosphate for the Effective Extraction of Ln <sup>III</sup> from Nitrate Media: Comparison with A Conventional Organic Phosphate
-------	-----------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### 材料と環境 (Zairyo-to-Kankyo)

42714	Masato Yamashita	70 (2021) 327-333	2019A5351	BL16B2	出口 博史	Corrosion Behavior of Carbon Steel Coated with a Zinc-Rich Paint Containing Aluminum Sulfate and Barium Oxide under Wet and Dry Cyclic Conditions
			2019A5050	BL16XU	出口 博史	
			2020A5351	BL16B2	出口 博史	
			2020A5050	BL16XU	出口 博史	

### 作物研究 (Journal of Crop Research)

42514	Tatsuya Inamura	66 (2021) 13-19	2017A1716	BL20B2	稲村 達也	Morphology of the Unhulled Rice Contained in the Rice Seed Aggregate of the Yayoi Period Excavated from the Remains in Nara, Tottori, and Tokyo
			2017B1754	BL20B2	稲村 達也	
			2014B1063	BL20B2	稲村 達也	
			2015B1816	BL20B2	稲村 達也	
			2016B1797	BL20B2	稲村 達也	

### 日本調理科学会誌 (Journal of Cookery Science of Japan)

42763	Miki Yoshimura	54 (2021) 266-273	2017B3201	BL24XU	高山 裕貴	Effects of Crystalline Cellulose on the Physical Properties and Structure of Frozen and Thawed Noodles
			2018B3282	BL24XU	藤井 義貴	

### 薬学雑誌 (Journal of the Pharmaceutical Society of Japan)

42506	Tamaki Miyazaki	142 (2022) 65-74	2016A1014	BL19B2	合田 幸広	Detection and Analysis of Drug Crystals in Medical Transdermal Patches by using X-ray Diffraction Measurement
-------	-----------------	---------------------	-----------	--------	-------	---

### 博士論文 (東北大学)

42491	Satoshi Matsuzawa	(2019)	2017B8059	BL3	野尻 浩之	Development and Applications of X-FEL Diffraction and Spectroscopy in Pulsed Magnetic Fields
			2018A8067	BL3	野尻 浩之	
42540	Naoki Sannodo	(2021)	2018B1808	BL46XU	山王堂 尚輝	Study on Vapor-Liquid-Solid Method for Growth of Silicon Carbide Epitaxial Films
			2019A1713	BL46XU	山王堂 尚輝	

### 博士論文 (Charles University)

42559	Petr Dolezal	(2021)	2018A1676	BL35XU	Dolezal Petr	Vibron States in Cerium Crystalline Compounds
			2018B1705	BL35XU	Dolezal Petr	



博士論文 (Massachusetts Institute of 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
42782	Reed Kopp	(2021)	2018B1262	BL47XU	Cohen Estelle	X-ray Micro-Computed Tomography and Deep Learning Segmentation of Progressive Damage in Hierarchical Nanoengineered Carbon Fiber Composites

博士論文 (University of Hamburg)

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
42774	Tae Kyu Choi	(2021)	2019A8042	BL3	Bauer Matthias	Ultrafast Dynamics in Light-Harvesting Molecules with Optical and X-ray Spectroscopies

課題以外の成果として登録された論文

The Journal of Biological Chemistry

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42541	Masamichi Nagae	282 (2007) 18497-18509		BL41XU	Structural Basis of the Catalytic Reaction Mechanism of Novel 1,2- $\alpha$ -L-Fucosidase from <i>Bifidobacterium bifidum</i>
42638	Tomomitsu Hatakeyama	282 (2007) 37826-37835		BL44XU	C-type Lectin-like Carbohydrate Recognition of the Hemolytic Lectin CEL-III Containing Ricin-type $\beta$ -Trefold Folds
42768	Satoshi Hirano	283 (2008) 6459-6466	理研	BL41XU BL44B2	Crystal Structure of VioE, a Key Player in the Construction of the Molecular Skeleton of Violacein
42787	Hiroko Shibata	283 (2008) 998-1007		BL41XU	Creation and X-ray Structure Analysis of the Tumor Necrosis Factor Receptor-1-selective Mutant of a Tumor Necrosis Factor- $\alpha$ Antagonist

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

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42532	Jinzhong Lin	104 (2007) 14640-14645		BL41XU	Crystal Structure of Human MitoNEET Reveals Distinct Groups of Iron-Sulfur Proteins
42625	Hiromasa Yagi	104 (2007) 11233-11238		BL44XU	Structures of the Thermophilic F <sub>1</sub> -ATPase $\epsilon$ Subunit Suggesting ATP-regulated Arm Motion of its C-terminal Domain in F <sub>1</sub>
42639	Nicolas Rouhier	104 (2007) 7379-7384		BL44XU	Functional, Structural, and Spectroscopic Characterization of a Glutathione-ligated [2Fe-2S] Cluster in Poplar Glutaredoxin C1
42647	Hideaki Mizuno	105 (2008) 9227-9232	理研	BL26B1 BL44B2	Light-dependent Regulation of Structural Flexibility in a Photochromic Fluorescent Protein

Acta Crystallographica Section D

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42549	Sagar Chittori	63 (2007) 197-205		BL44XU	Structure of the Putative Mutarotase YeaD from <i>Salmonella typhimurium</i> : Structural Comparison with Galactose Mutarotases
42550	Gayathri Pananghat	63 (2007) 206-220		BL44XU	Structure of Triosephosphate Isomerase (TIM) from <i>Methanocaldococcus jannaschii</i>
42648	Haruhiko Sakuraba	64 (2008) 696-699	理研	BL26B1	Structure of an Archaeal Alanine:Glyoxylate Aminotransferase

Acta Crystallographica Section F

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42544	Ella Czarina Magat Juan	63 (2007) 900-907		BL44XU	The Structures of Pyruvate Oxidase from <i>Aerococcus viridans</i> with Cofactors and with a Reaction Intermediate Reveal the Flexibility of the Active-site Tunnel for Catalysis
42627	Sangwoo Kim	63 (2007) 274-279		BL44XU	Structure of <i>Physarum polycephalum</i> Cytochrome b <sub>5</sub> Reductase at 1.56 Å Resolution

Journal of Molecular Biology

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42507	Atsushi Izumi	370 (2007) 899-911		BL38B1	Structure and Mechanism of HpcG, a Hydratase in the Homoprotocatechuate Degradation Pathway of <i>Escherichia coli</i>
42511	Seiji Negoro	370 (2007) 142-156		BL41XU	Nylon-oligomer Degrading Enzyme/Substrate Complex: Catalytic Mechanism of 6-Aminohexanoate-dimer Hydrolase

Physical Review Special Topics - Accelerators and Beams

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42622	Toshihiko Hiraawa	24 (2021) 114001	加速器		Formulation of Electron Motion in a Storage Ring with a Betatron Tune Varying with Time and a Dipole Shaker Working at a Constant Frequency
42773	Toru Hara	24 (2021) 110702	加速器		Low-emittance Beam Injection for a Synchrotron Radiation Source using an X-ray Free-electron Laser Linear Accelerator

### AIP Conference Proceedings

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
42600	Sun-Young Ryu	2249 (2020) 030024	装置&技術		Current Status of the LEPS2 Experiment and Commissioning of the Solenoid Spectrometer

### Angewandte Chemie International Edition

42747	Keisuke Fujiyama	60 (2021) 22401-22410	理研	BL32XU	Molecular Basis for Two Stereoselective Diels–Alderases that Produce Decalin Skeletons
-------	------------------	--------------------------	----	--------	--

### Biochemistry

42767	Yuki Takayama	47 (2008) 9405-9415		BL41XU	Strategic Roles of Axial Histidines in Structure Formation and Redox Regulation of Tetraheme Cytochrome $c_3$
-------	---------------	------------------------	--	--------	---

### Biophysical Journal

42542	Hitoshi Nakamichi	92 (2007) L106-L108		BL41XU	Photoisomerization Mechanism of Rhodopsin and 9- <i>cis</i> -Rhodopsin Revealed by X-ray Crystallography
-------	-------------------	------------------------	--	--------	--

### Dalton Transactions

42743	Sanna Sommer	49 (2020) 13449-13461	理研	BL44B2	Probing the Validity of the Spinel Inversion Model: a Combined SPXRD, PDF, EXAFS and NMR Study of $ZnAl_2O_4$
			理研	BL26B2	

### The EMBO Journal

42510	Takuma Sugi	26 (2007) 2192-2205		BL38B1	Crystal Structures of Autoinhibitory PDZ Domain of Tamalin: Implications for Metabotropic Glutamate Receptor Trafficking Regulation
-------	-------------	------------------------	--	--------	---

### Glycobiology

42626	Hideyuki Iihara	17 (2007) 455-466		BL44XU	Crystal Structure of Mammalian $\alpha$ 1,6-fucosyltransferase, FUT8
-------	-----------------	----------------------	--	--------	--

### The Journal of Biochemistry

42548	Masaya Kitamura	141 (2007) 459-468		BL44XU	Determination of the Role of the Carboxyl-terminal Leucine-122 in FMN-binding Protein by Mutational and Structural Analysis
				BL40B2	

### Journal of Physics: Condensed Matter

42733	Keiji Itoh	33 (2021) 274001		BL04B2	Atomic-level Characterization of Free Volume in the Structure of $Cu_{67}Zr_{33}$ Amorphous Alloy
-------	------------	---------------------	--	--------	---

### Journal of Synchrotron Radiation

42771	Masahiro Koizumi	15 (2008) 308-311		BL41XU	Complex of Human Neutrophil Elastase with 1/2SLPI
-------	------------------	----------------------	--	--------	---

### Molecular Immunology

42770	József Kardos	45 (2008) 1752-1760		BL41XU	Revisiting the Mechanism of the Autoactivation of the Complement Protease C1r in the C1 Complex: Structure of the Active Catalytic Region of C1r
-------	---------------	------------------------	--	--------	--

### Nucleic Acids Research

42503	Masaru Tsunoda	35 (2007) 4289-4300		BL38B1	Structural Basis for Recognition of Cognate tRNA by Tyrosyl-tRNA Synthetase from Three Kingdoms
-------	----------------	------------------------	--	--------	---

### PLoS Pathogens

42728	Bonsu Ku	4 (2008) e25		BL41XU	Structural and Biochemical Bases for the Inhibition of Autophagy and Apoptosis by Viral BCL-2 of Murine $\gamma$ -Herpesvirus 68
-------	----------	-----------------	--	--------	--

### Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics

42646	Dhirendra K. Simanshu	70 (2008) 1379-1388	理研	BL26B1	Crystal Structures of <i>Salmonella typhimurium</i> Propionate Kinase and its Complex with $Ap_4A$ : Evidence for a Novel $Ap_4A$ Synthetic Activity
-------	-----------------------	------------------------	----	--------	--

### Structure

42508	Toyoyuki Ose	15 (2007) 577-586		BL38B1	Structural Basis for Dynamic Interdomain Movement and RNA Recognition of the Selenocysteine-Specific Elongation Factor SelB
-------	--------------	----------------------	--	--------	---

## 専用ビームラインにおける評価・審査の結果について

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 に設置されている専用ビームラインは、登録施設利用促進機関である JASRI の専用施設審査委員会において、「放射光専用施設の設置計画の選定に関する基本的考え方」に基づき、評価・審査等を実施し、その評価・審査の結果は、SPring-8 選定委員会に諮った後に通知・公表されます。

以下の 2 機関 2 本の専用ビームラインについては、2021 年 11 月に専用施設審査委員会（以下、本委員会という）で評価・審査を実施し、その評価審査の結果を 2022 年 2 月に開催しました SPring-8 選定委員会に諮り、承認されましたので以下、報告します。

### 記

#### 中間評価

- ・生体超分子複合体構造解析ビームライン (BL44XU)  
(設置者：大阪大学蛋白質研究所)
- ・豊田ビームライン (BL33XU)  
(設置者：株式会社豊田中央研究所)

大阪大学蛋白質研究所が設置した生体超分子複合体構造解析ビームライン (BL44XU) および株式会社豊田中央研究所が設置した豊田ビームライン (BL33XU) は、前回 2018 年の審査結果から次期計画が承認され 6 年間で契約を更新しており、このたび 3 年が経過したことから本委員会で中間評価を実施しました。評価結果は、ともに今後の運用を「継続」することとなりました。

評価・審査結果の詳細については、以下、各施設の報告書を参照ください。

#### 生体超分子複合体構造解析ビームライン (BL44XU)

##### 中間評価報告書

設置者である大阪大学蛋白質研究所から提出された書類および口頭による報告発表に基づき、ビームラインとステーションの構成と性能、施設運用および利用体制、利用成果および今後の計画について、11 月 2 日に開催した第 34 回専用施設審査委員会で評価および審査を行った。その結果、施設運用は順調で、機器整備もほぼ計画通りに実施、利用成果の公開も進んでおり、今後の計画からの成果創出に関しても期待ができる。以上のことから、今期計画の残り 3 年間について「継続」を勧告することとする。

一方で、生体超分子複合体の構造解析を謳うビームラインとしては、研究分野として過渡期にあることもあって、その特長を十分に示すには至っておらず、SPring-8 内の同種のビームラインとのデマケーションにやや課題があること、またそれらを満たすための今後の開発において、来年度以降の資金的な裏付けや人員規模に懸念があると指摘があった。

以下、項目ごとの評価、審査結果の詳細を記載する。

#### 1. ビームラインとステーションの構成と性能

本ビームラインは挿入光源の BL44XU からなる。SPring-8 にはタンパク質結晶回折実験に用いられるビームラインとして、共用に使われているいわゆる PX-BL も含め他に 6 本あって、それぞれが特徴的な試

料を対象とする棲み分けが進んでいる。他方、ユーザーインターフェースは理研・JASRIにて開発されたシステムが導入され、設置機器の違いはあるものの全体としてよく統一されており、目的に応じてビームラインを使い分けることに支障がない環境を提供している。

本ビームラインは当初よりタンパク質のなかでも巨大な分子（超分子複合体）を標的とし、回折点間隔が狭くなる大きな単位格子を有する結晶に適用するため、発散角が小さい平行度の高いビームを提供できる特長を有する。一方で、集光比が小さく光子密度も低いため、近年進展が著しい微小結晶の測定にはやや不向きで、露光時間も長くなる傾向がある。しかし、近年実施された縦集光ミラーの導入で光子密度の向上、2018年のPAD（Dectris Eiger X 16M）の導入で測定時間の大幅な短縮、また2016年にサンプル交換ロボットの大容量化で効率的な実験環境を実現した。こうした試料への対応を目的にした高度化により、当該BLの特長はやや失われつつあるが、長格子結晶の測定への最適化をさらに進めるための可動式ビームストッパーや検出器傾斜架台の導入、さらに近年の多軸ゴニオメータの導入で精度の高いデータ測定のみならずタンパク質結晶へのDAFS法の適用も始めている。こうしたことから、特色を損なわずに汎用化を進めることにも成功している。

## 2. 施設運用および利用体制

ビームタイムの運用については、研究所内の利用のほかに、従来どおり蛋白質研究共同利用・共同研究拠点の理念に基づき共同利用課題を受け付けており、主として国内のアカデミアの利用者に広く、また柔軟な実験時間配分により門戸を開いている。この課題枠として40%程度のビームタイムを用意する一方、台湾NSRRCとの連携協定下での利用とAMED-BINDSの支援ビームタイム利用はそれぞれ10%程度の時間配分となっている。また、第1期以来のユニークな運用として、生体超分子複合体に関する課題の採択に有利となる制度も運用し、当該領域の研究の推進を行っている。一方、やや利用者が固定化されているほか、産業界からの利用については、共同研究ベースの案件に留まり、利用制度の整備も含めた対応は引き続き課題の一つといえる。

利用状況については、前回審査時に述べたとおり高性能化に伴う測定の効率化で、2012年以降の採択課題数は年間80件程度を推移し、それ以前と比べて倍増した。しかし、来所利用が中心となっていることから、2020年からのコロナ禍にあつて利用時間数が減少している。この対応として、ビームラインスタッフによる受託測定を実施したほか、一部のPX-BLで運用されている遠隔実験環境も整備し2021B期から利用を始めている。

運用体制は、責任者である中川敦史教授1名のほか、SPring-8サイトに常駐するスタッフは2名（准教授1名、博士研究員1名）となっており、常駐者は近年1名減員の状態が続いている。理研およびJASRI、SPring-8の台湾ビームラインとの連携により、研究開発や機器設置に関する協力が得られる状況にあるとはいえ、自動化等への対応についてやや遅れも見られる。前回審査時にも人員に関する懸念が示されたが、残念ながらその後の改善は見られていない。

安全衛生面については、十分に配慮された運営がなされている。JASRI安全管理室による立入検査においても特段の問題点は見いだされておらず、今後とも安全に配慮した実験の実施をお願いしたい。

## 3. 利用成果

大阪大学蛋白質研究所内からの研究成果として、NADHデヒドロゲナーゼ様複合体、光化学系I-フェレドキシン複合体、ファージテールファイバー、Wnt-Frizzledシグナル伝達複合体など、本ビームラインの設置の目的の一つである複合体形成によって機能を発揮する蛋白質群の解析で優れた成果を引き続き創出している。

発表論文数においても、2011-2012年以降、年間60-80報前後の原著論文が発表されている。インパクトファクターの高い学術誌に掲載された成果も多く報告されている。この成果は、引き続きSPring-8の他のタンパク質結晶解析ビームラインと比較しても遜色なく、当該ビームラインの特長を活かした成果と相まって、その研究成果は高く評価できる。

## 4. 今後の計画

本ビームラインの特徴として掲げる生体超分子複合体構造解析は、近年の透過型クライオ電子顕微鏡（CryoTEM）による単粒子解析の進展で転換期を迎

えており、分子量に制限がない結晶解析の独壇場であった様相は変化しつつある。その一方で、同所の有する計測技術として、CryoTEM や核磁気共鳴法 (NMR) と放射光を連携させる取り組みを今まで以上に進めていく提案がなされた。タンパク質の構造科学的理解は多方面に進んでいるが、本ビームラインの特長を生かした超分子複合体の動的な離合集散に基づく分子ネットワークの理解に取り組む試みは、次世代の構造生命科学を見据えており、その取り組みは前回同様概ね評価された。また、同研究所の機能である大学共同利用施設として、これらの普及に取り組むことが盛り込まれていることも評価できる。

しかし、これらの提案は一般ユーザーが利用する SPring-8 の共用 PX-BL にも共通しているものも多い。当該 BL 同様に生体超分子複合体の構造解析を得意とする CryoTEM による単粒子解析が急速に進展している昨今の状況を踏まえると、CryoTEM と当該 BL の研究成果が重複して両者を連携させる取り組みに対しては多少の異論もあり、当該 BL の特長を十分活かした将来計画が必要である。したがって、従来担ってきた役割からの転換を早急に模索する必要がある。

その点において、ビームライン高性能化は主として 2017 年度から導入された大型外部資金 AMED-BINDS プロジェクトにて実施されてきたが、今年度に終了する。継続プロジェクトに関する議論も始まっているが、現時点では未定であるため、これをふまえた提案はなされなかった。以上のことから、今後の計画、特に中長期的な計画の策定について、他のビームラインとの役割分担もふまえて検討は急務である。また、大学が設置するビームラインとして、後進の育成にも取り組んでいただくことはこれまでどおり期待したい。

以上のように、全般的な取り組みは評価できる。ただし、運用の体制と中長期的な計画については、過渡期にある本研究分野の現状も踏まえた該当コミュニティと議論、また SPring-8 内の同種のビームラインとのデマケーションについては施設との議論も踏まえ、さらなる検討を進めていただきたい。

以上

## 豊田ビームライン (BL33XU) 中間評価報告書

豊田ビームライン (BL33XU) は、トヨタグループの研究開発を、原理原則に基づき材料からシステムまで幅広く支え先導していく (株) 豊田中央研究所 (以下、豊田中研) が管理・運営するビームラインである。豊田中研は 1999 年より産業用専用ビームライン建設利用共同体 (サンビーム) に参画して放射光の利用を開始し、2009 年より専用ビームライン BL33XU を運用している。その後、2018 年までの 10 年間の第 1 期を終え、2018~2024 年の 6 年間の第 2 期を進めている。

トヨタ自動車は 2015 年に持続可能な社会の実現に貢献するため「トヨタ環境チャレンジ 2050」を発表し、新車平均走行時 CO<sub>2</sub> 排出量の 90% 削減 (2010 年比) を目標として掲げており、第 2 期ではハイブリッド車 (HEV)、プラグインハイブリッド車 (PHEV)、電気自動車 (BEV)、燃料電池自動車 (FCEV) 等の電動車に係る技術開発に重点化した取り組みを進めている。

今回、提出された豊田ビームライン (BL33XU) の中間評価報告書と口頭による報告発表に基づき、ビームラインとステーションの構成と性能、施設運用及び利用体制、利用成果、及び次期計画の 4 項目について 11 月 2 日に開催した第 34 回専用施設審査委員会 (以下、本委員会) で評価・審査を行った。その結果、X 線発光分光/X 線ラマン散乱分光計測システムや X 線マイクロ CT/ラミノグラフィ計測システム、非破壊 3D 構造解析、オペランド解析等、第 1 期から開発してきた技術も含め、本ビームラインの第 2 期の計画に適した機器整備により、新型 MIRAI に向けた燃料電池内で生成するマイクロな水の可視化を実現し、その水を効率的に排水するガス流路の設計に繋げるなどの大きな成果が得られており、本委員会は、第 2 期後半も当該ビームラインの設置と運用を「継続」することを勧告することが妥当であると判断した。

以下、項目毎の評価・審査結果の詳細を記載する。

### 1. 「装置の構成と性能」に関する評価

豊田ビームラインでは、国内外の放射光施設を利用して研究を行ってきた経験を活かし、第 1 期では共用



ビームラインやサンビームでの実施が難しい、排ガス浄化触媒や二次電池等の機能性材料のオペランド解析と金属や複合材料の非破壊内部構造解析の二つについて重点的な整備を進めており、第2期ではこれらを応用した電動車に係る技術開発に重点化した取り組みの中で、大学や理研、JASRI との共同研究も活用しながら技術を向上し完成度を高めている。実用材料やシステムに関わる他のBLには見られない未踏X線解析技術、特にオペランド解析技術に関しては、軽元素分析や複数の計測技術によるオペランド環境の深化における進捗が見られている。また、AI 利用によるデータ解析で画像の高品質化を実現するなど、製品開発にフィードバックする目的に直結した取り組みも進展しつつある。新たな先進的技術が開発されているとは言えないかもしれないが、第2期は6年という短い期間で、成果の創出時期と捉えれば、適切な進め方と考えられる。

## 2. 「施設運用及び利用体制」に対する評価

このビームラインは一社専用のビームラインであり、第1期から引き続き、社内の設備と同等に位置付けて安全管理され、常駐者も配置されて着実な運営が進められている。企業から見ると遠地の研究拠点ではあるが、期初にはRA（リスクアセスメント）、各作業前にKY（危険予知）活動を行うという企業内で徹底されている安全活動がこのビームラインでも実施されており、課題ごとに安全担当者を配置し課題実験開始時に1時間の実験引継ぎ、実験責任者による安全活動を実施する等、安全活動の取り組みは模範的である。また、前回指摘された事項に対応し、ビームタイムの運用では緊急時の課題に対応する仕組みを設けることや、実施後の成果公開課題に対しての成果報告トレースも進めるなどの管理が行き届いたビームラインであることが評価できる。

何よりも、重点化した電動車に関する課題に対しては、製品開発者との共同研究体制によりトヨタグループ内での緊密な連携を進め、実験結果を製品の開発や品質向上に資すると共に、委託業務（依頼分析）にも対応する体制で運営されていることは、今後の大きな事業成果につながるものと期待されることから大いに評価できる。

一方で、第2期前半の期中で年次毎に論文登録数と成果専有利用料の双方とも増加傾向にあるが、成果専有利用と成果非専有利用の適切な運用は引き続きお願いしたい。

## 3. 「研究課題、内容、成果」に対する評価

第2期前半の成果として、燃料電池スタックの高出力化に向けてガス流路の設計改良で高出力化を達成して新型MIRAIの開発に貢献したことや、触媒コート層の細孔を制御した排ガス浄化触媒の実用化へ貢献するなど、実用化における成果が得られただけでなく、走査型3次元X線回折顕微鏡法の開発に成功し2019年に*Science*誌に掲載されたことや、2020年度文部科学大臣表彰を受賞した人工光合成の実証研究ではFeを用いた高活性酸化触媒の触媒活性メカニズムの解明に放射光解析で貢献するなど、顕著な学術成果も得られている。その他、成果公開利用の成果指標としての査読付き論文数も第2期前半の期中で年次毎に増加していることも評価できる。

## 4. 「今後の計画」に対する評価

豊田ビームライン第2期は、トヨタグループの放射光解析ニーズに即して第1期から開発してきた技術を活用し、電動化モビリティ普及を加速することを重点計画としたトヨタグループの事業に貢献すると共に人工光合成やCO<sub>2</sub>還元触媒開発など、カーボンニュートラルの実現に向けた先見的取り組みを支援することが目的であり、引き続き後半もこの方針で進められる。得られるデータが2次元化で膨大になり、その処理などのDX化を進めることは妥当性がある。現時点では新規な測定・計測技術を導入する具体的な計画はないものの、第2期の計画並びに期間が6年と短いことから妥当な計画であると評価する。放射光だけでなく、ラボ装置のような既存技術、中性子やミュオン等の先端技術と併せて実際の製品開発や生産活動に貢献し、その成果を論文だけでなく積極的に見える化を進めて頂くことを期待する。

以上

利用系活動報告

放射光利用研究基盤センター  
産業利用・産学連携推進室 材料構造解析チーム

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 産業利用・産学連携推進室

小金澤 智之、大坂 恵一、梶原 堅太郎

ロシャンタ クマール、渡辺 剛

1. はじめに

産業利用・産学連携推進室、材料構造解析チームは、SPring-8の産業利用・産学連携利用の促進をミッションとしている。産業界が抱える多様な課題の解決のために、利用技術開発、利用支援を行い、最適な分析技術を提供すること、またそれらの普及啓発が活動の中心となる。活動の場は表1にまとめているように、3本の産業利用ビームライン BL14B2・BL19B2・BL46XUにおける、X線回折・散乱測定技術、X線イメージング測定技術の利用技術開発および利用支援である。本稿では過去5年程度のチームの活動状況について紹介する。

2. 粉末X線回折装置 (BL19B2)

高輝度・大強度の放射光X線を利用した粉末回折は、極微量の検体でも良好なデータを取得できるため、学術のみならず、産業界、ものづくりの分野においても利用されてきた。主な利用用途は、新奇材料開発の指針となる構造解析や、微量物質の検知などである。その際、多数の検体の測定はルーチン化され、さらにそれが人手を介さずに自動化されることは、産業界ユーザーにとって重要である。BL19B2(産業利用I)の粉末回折装置は、試料交換ロボットを利用した測定自動化をいち早く進めた実験技術である。2017年度に第1実験ハッチに設置した新型粉末回折装置「Polaris」<sup>1)</sup>は、フォトンカウンティング型Si半導体1次元オンライン検出器 MYTHEN を多連装化して広角の粉末回折プロファイルを測定できる(図1)。Polarisでは、従前の大型デバイセラーカメラ(2017年度で共用終

了)において開発した試料交換ロボット「JukeBox」を発展させ導入した。試料自動センタリング機構や吹付温度変化装置(100–1000 K)と組み合わせることによって、最大100検体の完全自動測定を実現させ、ビームタイムの効率的な運用につながっている。

測定の高効率化だけでなく、高品質データの創出にも力を注いでいる。回折ピークのプロファイルをより

表1 産業利用・産学連携推進室、材料構造解析チームが担当するビームラインと装置

BL名	光源	ハッチ	装置
BL14B2 (産業利用II)	BM	EH1	X線イメージング装置
BL19B2 (産業利用I)	BM	EH1 EH2 EH2-3	粉末X線回折装置 多目的6軸回折計 小角・超小角散乱装置
BL46XU (産業利用III)	ID	EH1 EH1 EH1	多目的6軸回折計 X線イメージング装置 オープンスペース

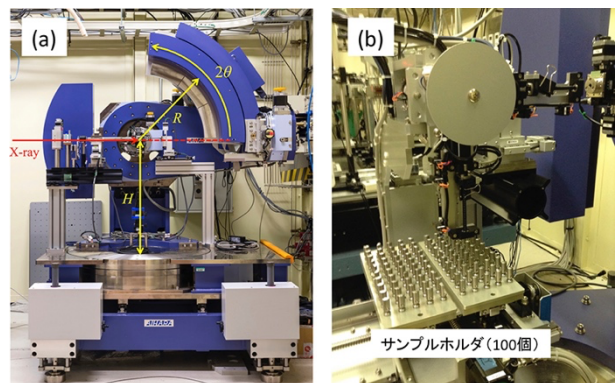


図1 (a) BL19B2の粉末X線回折装置 Polaris、  
(b) 粉末回折試料交換ロボット JukeBox。

正確に測定するために、検出器の微動機構を利用して高角度分解能のデータを取得する方法を開発した<sup>[2]</sup>。また、多くの実用材料に見られる多結晶試料からの回折強度を平均化して、精密な粉末回折データを測定するための多軸試料揺動機構を利用できるようにした<sup>[3]</sup>。今後は、実用材料の生成過程と関わりの深い 1000 K 以上の環境下で粉末回折を測定するための新しい高温吹付温度変化装置を導入し、新規ユーザーの開拓につなげていきたいと考えている。

### 3. 小角・超小角散乱装置 (BL19B2)

実用材料の性能には、原子レベルの構造だけではなく、それよりも大きいナノスケールの分子集合体や析出物などのサイズや形状および分散状態も大きく関わってくる。これらを評価する際に、電子顕微鏡などによる直接観察に加え、小角散乱を利用した平均構造評価も有用である。BL19B2 では、第 3 実験ハッチに設置した Si 半導体 2 次元検出器 PILATUS 2M を利用した小角 X 線散乱 (SAXS) 装置を共用している。この装置は、第 2 および第 3 実験ハッチを一体化させてカメラ長約 41 m の長大な小角散乱カメラを構成し、サブミクロンスケールに対応する  $q$  領域を観測する「超小角 X 線散乱 (USAXS) 装置」として利用できるのが特徴である。

BL19B2 の SAXS・USAXS のもう一つの特徴は、試料交換ロボット「*HummingBird*」<sup>[4]</sup>である (図 2)。多数の試料を比較するような測定が多い SAXS・USAXS 測定の高効率化に大きく貢献している。様々な形態の試料 (薄膜、バルク、繊維、液体など) に対応できるようなアタッチメントの工夫も施されている。当初、USAXS 装置は仮設で運用していたが、USAXS の  $q$  領域の解析ニーズが高まって、稼働率が高くなった。これを受けて、現在は USAXS 装置を第 2 実験ハッチに常設化し、さらに SAXS 装置用の *HummingBird* を追加導入<sup>[2]</sup>、SAXS・USAXS の測定はロボット 2 台体制で運用している (2019 年度～)。これによって、SAXS・USAXS の両セットアップを切り替えて利用し、幅広い  $q$  領域のデータを測定するユーザーが増加する傾向にある。

今後は、他の SAXS ビームラインと比較して貧弱であった試料環境の多様化を進める一環として、試料温

度変化装置を整備していく。また、XAFS など他の実験と組み合わせた複合測定技術の発展も期待できる。

### 4. 多目的多軸 X 線回折計 (BL19B2、BL46XU)

BL19B2 第 2 実験ハッチと BL46XU 第 1 実験ハッチには HUBER 社製 6 軸回折計が設置されている。この装置では粉末 X 線回折装置のような試料形状や測定内容がある程度定型になっている装置では対応できないような回折・散乱測定を受け入れている。偏向電磁石光源である BL19B2 と挿入光源である BL46XU の両光源のビームラインにほぼ共通の回折計を設置していることや、検出器には 0 次元 (シンチレーションカウンター)、1 次元 (6 連装 MYTHEN)、2 次元検出器 (PILATUS 300K、2M) を整備しており、ユーザーの測定試料や測定目的に応じて光源・検出器を選択することができる。また試料周辺の比較的広い空間を活かして、各種のその場観察測定が実施可能であり、利用者の多様な課題の解決のために最適な回折・散乱技術を提供することを目指している。以下では多目的 6 軸回折計の代表的な利用例を紹介する。

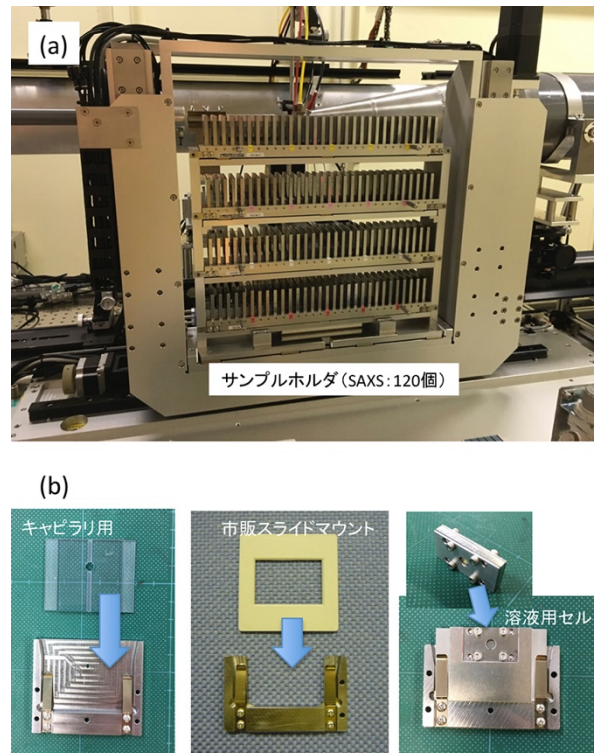


図 2 (a) BL19B2 の小角・超小角 X 線散乱測定用試料交換ロボット *HummingBird* (写真は第 3 実験ハッチ小角散乱用)、(b) 様々な形態の試料に対応した各種試料ホルダアタッチメント。



#### 4-1 引張変形中の *in-situ* X 線回折

鉄鋼や非鉄金属中の転位挙動を評価するには、引張変形中の *in-situ* X 線回折は有望なアプローチである。バルクの引っ張り変形中の組織変化情報を得るために、透過配置で X 線回折を短時間で測定する必要があることから、放射光の高エネルギー・高輝度 X 線の利用が必須となる。この引張変形中の *in-situ* X 線回折技術の環境整備を、BL19B2 と BL46XU の多目的 6 軸回折計において行ってきた (図 3)。

引張試験機は回折計のゴニオメータに設置し、試料である試験片は回折計の中心に位置する。試料からの回折線は、6 つのモジュールが 1 列に並んだ 6 連装 MYTHEN で検出する。典型的な測定条件は、試験片の厚さ 0.3~0.5 mm、X 線エネルギーが 30 keV、試料-検出器間距離が 700 mm、回折プロファイル測定時間は約 1 秒である。

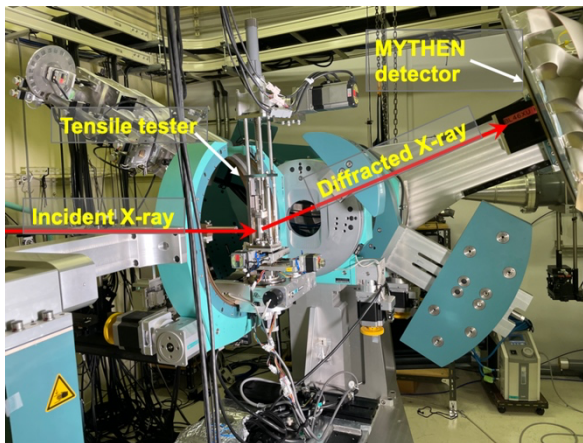


図 3 回折計に取り付けた引張試験機と 6 連装 MYTHEN

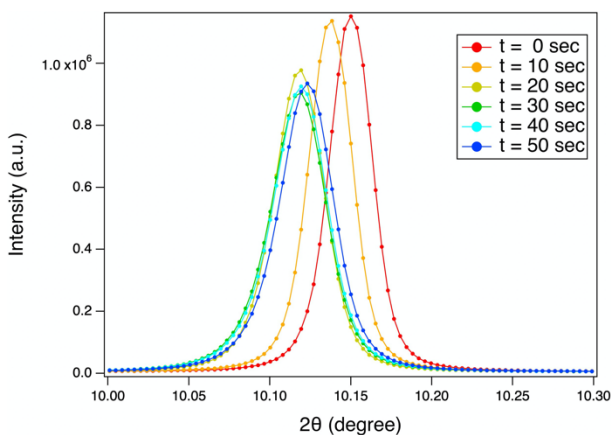


図 4 Al 合金 (組成 Al-0.8Fe-0.05Si (mass%)) の 111 回折ピークプロファイルの経時変化 (X 線エネルギー = 30 keV)

本測定系で得られる結果の一例として、Al 合金 (組成 Al-0.8Fe-0.05Si (mass%)) の試験片の測定結果を示す。図 4 は Al 合金の 111 回折ピークの経時変化の様子である。このような回折ピークプロファイルについて複数の指数の回折ピーク幅から Williamson-Hall 法を用いて試験片の結晶組織中の不均一歪みを求める。この不均一歪みから変形中の転移密度の変化を推定することによって、マクロな変形挙動とミクロな結晶組織変化 (転位挙動) の相関を評価することが可能となる<sup>[58]</sup>。本技術は高温加熱中の変形挙動の研究に応用するため、引張試験機と組み合わせることができる窒素ガス吹付試料加熱装置も整備している。このように今後、本技術の応用を広げて金属材料などの構造材料分野のニーズに応えるために、当該分野のユーザーと協力して技術開発を進めていく予定である。

#### 4-2 X 線打ち下ろし型微小角入射 X 線回折測定の新技術開発

最近、気液界面に形成される金属有機構造体などの薄膜結晶を微小角入射 X 線回折 (GIXD) 測定で評価したいという要望が寄せられていた。液体表面に形成された薄膜結晶を対象に GIXD 測定を行う場合、固体試料のように試料を傾けて入射角を制御することができない。そのため上記の要望へ応えるには、何らかの方法で入射 X 線を打ち下ろすような測定システムの整備が必須となる。

そこで我々は、図 5(a),(b)に示すような X 線打ち下ろし型 GIXD 測定システムを構築した。この測定システムでは、入射 X 線強度モニター用の電離箱の下流に Ge 単結晶ミラーを設置した。入射 X 線をこの Ge 単結晶ミラーで全反射させることにより、試料への X 線打ち下ろしが実現する。さらに Ge 単結晶ミラーの下流では、バックグラウンドを低減するための 4 象限スリット、真空パス、手差しスリットが設置されている。また受光側は、2 基の 4 象限スリットまたはソーラスリットを通じて回折 X 線を検出器に導く構成とした。この技術開発によって、気液界面に形成された薄膜結晶からの回折を高 S/B 比で取得することが可能となっている<sup>[9,10]</sup>。

現在、このシステムに X 線吸収分光 (X-ray absorption spectroscopy, XAS) 測定技術を組み合わせた GIXD、XAS 複合測定システムの開発を実施して

いる。これによって、薄膜試料の結晶構造だけでなく化学状態を検討することが可能となり、より詳細な知見獲得が実現すると考えている。

#### 4-3 薄膜 X 線回折

スマートフォン、タブレット、パソコン、ディスプレイ、通信機器などの電子デバイスを細かく分解していくと薄膜に辿り着く。薄膜とはシリコン基板やガラ

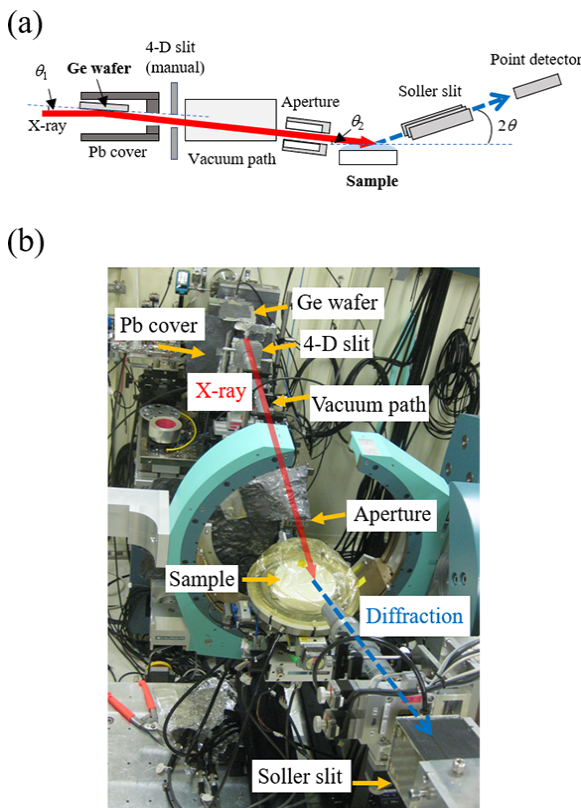


図5 打ち下ろし型 GIXD 測定システムの、(a) 概略図と、(b) 写真。

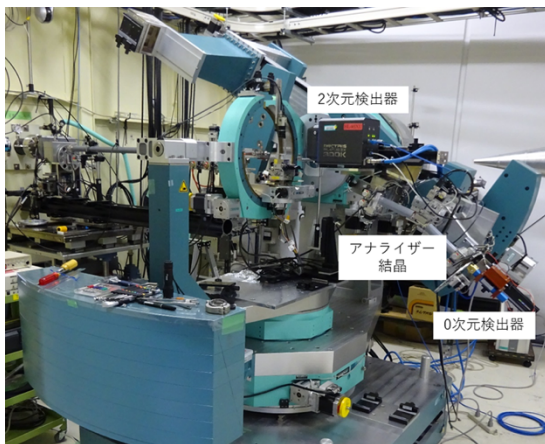


図6 0次元検出器と2次元検出器を併用したハイブリッド検出システム

ス基板など平坦な基板に原子や分子を堆積させたもので、その膜厚は数 nm から数  $\mu\text{m}$  である。この薄膜において電子増幅、電子スイッチング、光電変換など、様々な機能が発現している。このような薄膜の構造評価には高輝度放射光が強力な武器となる。BL19B2、BL46XU に設置されている多軸 X 線回折計において薄膜 X 線回折・散乱測定環境を整備してきた。薄膜はバルク結晶とは異なる結晶構造を持つことが多く、測定時にはどこに回折線が出現するのか分からない。また異方性を持つことが多いため、2次元検出器で回折線を観察することが有効となる。一方、ピーク位置やピーク幅の精密決定にはダブルスリット光学系やアナライザ結晶光学系を採用した 0 次元検出器の利用も欠かすことはできない。異なる検出光学系を効率的に切り替えて測定を行うために、回折計検出器軸に2種類の光学系を併用したハイブリッドシステムを整備し、ユーザー利用に共用している (図6)。

また放射光の高輝度 X 線を活かした、*in-situ* 測定も数多く実施されている。高温・低温、電圧印加、光・レーザー照射、ガス雰囲気、湿度制御、溶液塗布乾燥過程、薄膜製膜過程、トランジスタ動作中など、ビームライン保有機器あるいはユーザー持ち込み装置で実施されている。*in-situ* 測定は放射光への期待が高いため、今後もユーザーと協力して測定環境整備に努めていきたい。

#### 4-4 オープンスペース利用

BL46XU 第1 実験ハッチの下流側は、機器を常設とはせずオープンスペースとして運用している。ここでは後述する X 線イメージング測定に加えて、産業利用・産学連携推進室メンバーが新しい測定技術開発にチャレンジする場所として運用している。例えば、多目的6 軸回折計では試料回りや検出器軸の空間・耐荷重の制限のために実施できないような回折・散乱測定技術を提供している。マイクロビーム X 線回折による天然ゴム亀裂先端の XRD マッピング解析<sup>[11]</sup>、GISAXS による高分子薄膜中の相分離構造評価<sup>[12]</sup>、金属ハライドペロブスカイト製膜過程のリアルタイム X 線回折<sup>[13]</sup> などを実施してきた。2020 年度には試料ステージとしてヘキサポッドを採用した回折装置を導入し、大型の持ち込み装置への対応力強化を目指している。



5. X線イメージング装置 (BL14B2、BL46XU)

産業利用・産学連携推進室では BL14B2 および BL46XU において X 線イメージング実験を実施している。それぞれのビームラインの光源の特徴を活かして試料ごとにビームラインを使い分けており、BL14B2 は試料サイズ 10 mm 以下の比較的大きな試料を評価対象とし、BL46XU では空間分解能 1 μm 程度の高分解能観察が必要な試料を評価対象としている。表 2 に X 線イメージング装置の主だった性能の一覧を示す。両ビームラインにおいて実験装置の構成はほぼ同一である。装置が互換性を持つことで一方のビームラインで実験経験を有するユーザーが他方のビームラインでも容易に実験を実施することが可能である。

近年はこれまであまり利用がなかったユーザー層の分野開拓を目的とした活動を行っている。具体的な開拓の候補の一つは複合材料として学会などでニーズ調査を行った。複合材料は運輸部門の二酸化炭素

表 2 BL14B2 と BL46XU における X 線イメージング装置の特徴

	BL14B2	BL46XU
光源	偏向電磁石	アンジュレータ
画素サイズ[μm]	2.86	0.37
視野サイズ[mm]	11 × 3	1.4 × 0.5(12.4keV)- 0.8 × 0.5(37keV)
測定時間[ms/画像]	数10-数100	数10-数100
X線のエネルギー[keV]	6-37	6-37
測定技術	測定方法: X線ラジオグラフィ、CT、ラミノグラフィ 画像コントラスト: X線吸収コントラスト、屈折コントラスト 試料環境: 冷凍装置、赤外線加熱など	

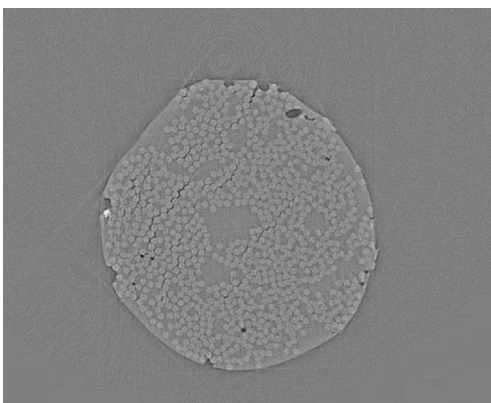


図 7 圧縮試験中における炭素繊維強化プラスチックの断面像の例<sup>14)</sup>。試料の直径は約 0.2 mm。

排出量削減を目的として自動車や航空機などの軽量化のために用いられている。学会においてまずは発表を行い、放射光で得られる結果をより正確に認識してもらうことに努めた。発表内容は、放射光イメージングの特徴の一つは高分解能かつ高速測定であることを主張した。これは実験室のイメージング装置でも高分解能観察は可能であるが測定に時間がかかることに対する差別化を図るためである。

学会発表後参加者から問い合わせがあり、圧縮試験中の CT 測定を行う課題を申請していただいた。図 7 は測定された炭素繊維強化プラスチックの断面像の例である。個々の炭素繊維とエポキシ樹脂の界面に生じた亀裂も観察されている。実験室の CT 装置では測定に時間がかかり CT 測定中に圧縮状態の試料が動いてしまうことが問題点であったが放射光では数分で測定が可能であるため試料が動くことなく CT 測定を行うことができた<sup>14)</sup>。また、この圧縮試験中の CT 測定とは別の課題において複合材料を 3D プリントしながら実時間で炭素繊維の分布をラジオグラフィ観察することも行っている<sup>15)</sup>。

一方で高分解能かつ高速測定の特徴を活かすべく高精細かつ高フレームレートのカメラである浜松ホトニクス社製 ORCA-Lightning の導入も行った。

今後はユーザーが実験結果を学会発表や論文にすることで更なるユーザー数の増加を期待するとともに、新たな分野の調査も併せて行っていく予定である。

6. 今後の展開

現在 SPRING-8 ではビームライン再編、利用制度改革が進められている。分散している測定手法を集約し、また産業利用ビームラインを中心とした産業利用推進から全共用ビームラインでの産業利用推進へ転換される。2022A 期からは BL46XU 第 1 実験ハッチで運用していた多目的 6 軸回折計は BL13XU へ、また X 線イメージング装置は BL47XU へ移設され、2022B 期からは産業利用のみでなく学術ユーザーも対象とした利用支援となる。支援対象が広がることになるが、産業利用ビームラインで培った利用支援体制を継続させていきたい。今後は他推進室と協力し、利用技術開発、利用支援を行い、最適な分析技術を提供することおよび普及啓発を推進していく所存である。



参考文献

- [ 1 ] K. Osaka *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **2054** (2019) 050008.
- [ 2 ] K. Osaka and T. Koganezawa: *SPring-8・SACLA Annual Report FY2019* (2020) 40-42.
- [ 3 ] K. Osaka: *SPring-8・SACLA Annual Report FY2020*, to be published.
- [ 4 ] K. Osaka *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **1741** (2016) 030003.
- [ 5 ] H. Adachi *et al.*: *Mater. Trans.* **56** (2015) 671-678.
- [ 6 ] G. K. Williamson and W. H. Hall: *Acta Metall.* **1** (1953) 22-31.
- [ 7 ] Y. Miyajima *et al.*: *Philos. Mag. Lett.* **96** (2016) 294-304.
- [ 8 ] T. Ungár and A. Borbély: *Appl. Phys. Lett.* **69** (1996) 3173.
- [ 9 ] T. Ohata *et al.*: *ACS Appl. Mater. Interfaces* **13** (2021) 54570-54578.
- [10] 利用課題実験報告書 (<https://user.spring8.or.jp/apps/experimentreport/detail/29571/ja>)
- [11] M. Tosaka *et al.*: *Journal of the Society of Rubber Science and Technology, Japan* **90** (2017) 359-362.
- [12] P. Chen *et al.*: *ACS Appl. Mater. Interfaces* **9** (2017) 4758-4768.
- [13] T. Miyadera *et al.*: *ACS Appl. Mater. Interfaces* **13** (2021) 22559-22566.
- [14] 利用課題実験報告書 (<https://user.spring8.or.jp/apps/experimentreport/detail/23781/ja>)
- [15] 利用課題実験報告書 (<https://user.spring8.or.jp/apps/experimentreport/detail/25630/ja>)

ロシャンタ クマール ROSANTHA Kumara

(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 産業利用・産学連携推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : rosantha@spring8.or.jp

渡辺 剛 WATANABE Takeshi

(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 産業利用・産学連携推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : t5511001@spring8.or.jp

小金澤 智之 KOGANEZAWA Tomoyuki

(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 産業利用・産学連携推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : koganeza@spring8.or.jp

大坂 恵一 OSAKA Keiichi

(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 産業利用・産学連携推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : k-osaka@spring8.or.jp

梶原 堅太郎 KAJIWARA Kentaro

(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 産業利用・産学連携推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802  
e-mail : kajiwara@spring8.or.jp

## SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 四季報

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長  
 広島大学 大学院先進理工系科学研究科  
 木村 昭夫

## 1. はじめに

先日のSPring-8 シンポジウムでは、その将来像を設定した上で、バックキャストするという観点で議論が繰り広げられました。その中で、やはり若手人材育成の重要性が議論の中に随所に現れておりました。一方で、放射光科学の分野にいかにして優秀な若手を引き込むかということを考えることも必要と思います。話は変わりますが、私は現在大学の物理学科におりますが、毎年新入生を迎え自己紹介をしていただくと、おおよそ8割の学生が宇宙や素粒子の分野に憧れて入学したことが分かります。そこに超伝導ましてや放射光という言葉は出てきません。しかし、3年生の終わり頃に研究室配属に向け希望調査をしますと、物性系と素粒子・宇宙系を希望する学生はうまく均等に分かれます。この20年を振り返りますと、3年生の必修になっている実験授業をきっかけに物性物理学分野の面白さを知る学生が相当数いるようです。その実験授業はX線回折、分光、電気抵抗・ホール効果、放射線検出というように物性実験の割合が多くなっています。実験授業では、比較的専門性の高い内容を扱っているため、長い時間をかけて1つのテーマに取り組みますが、その過程で、学生は教員やティーチングアシスタントの大学院生と交流しながら実験・解析を進めます。学生は、実験の内容だけでなく、研究生活について聞いたりする良い機会でもあるようです。このように、学生と教員・大学院生が交流する中で物性物理学への興味を抱き、研究室を選ぶ学生が多くいるようです。昨年12月に「SPring-8 秋の学校」が開催されました。一昨年と同様にコロナウイルス感染症拡大防止のため3ヶ月遅れの開催になりましたが、59名の参加がありました。講義の様子を現地で拝見しましたところ、参加者の熱意の高さを肌で感じることができました。また、アンケートによりますと、講習で講師の先生方と交流を持てたことが良かったという回答が多くありました。秋の学校は、SPring-8 停止期間中に行われるた

め、放射光を使って実験することはできませんが、逆に放射線従事者登録をしていない学部3年生でも参加できるという大きなメリットがあります。その意味では、これから研究室を決めるという学生も参加できるのです。これは我々にとっても放射光科学の魅力を伝える絶好の機会と言えるでしょう。これからも継続して進めていきたいと強く思います。秋の学校の詳細は、本誌に松村大樹行事幹事による報告がありますのでぜひ一読いただければと思います。

## 2. 第4回BLsアップグレード検討WSのご案内

さて、今年度も第4回BLsアップグレード検討ワークショップを開催いたします。前回のワークショップでは「回折・散乱」について基盤的な分析装置群の高性能化や産学連携のさらなる促進を目指した再編計画の紹介があり、それに基づいてユーザーと施設との意見交換がありました。その前後に研究会からもいくつか要望を出し、すでに現在再編が始まっております。このように、ユーザーの意見を明確にし、反映させる絶好の機会ですので、今回もたくさんの会員に参加いただきたく思います。

## 3. おわりに

時が経つのは早いもので、私の会長としての任期がこの3月で終わります。次期会長は3月14日の総会で皆様にお知らせいたします。引き続きSPRUCへのご協力をどうぞよろしくお願いいたします。2年間ご協力いただいた会員の皆様、そして幹事の皆様には大変お世話になりありがとうございました。

木村 昭夫 *KIMURA Akio*

広島大学 大学院先進理工系科学研究科  
 〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1  
 TEL : 082-424-7400  
 e-mail : akiok@hiroshima-u.ac.jp

## SACLA Users' Meeting 2022

The annual SACLA Users' Meeting provides unique opportunities for our user community to learn about SACLA's new capabilities, promote networking among the community, and discuss future research. This meeting also allows the SACLA team to receive constructive feedback from the users on the direction for upgrades to the facility.

Since launching user operations in March 2012, SACLA has regularly expanded its research capabilities and opportunities for users. Remarkable achievements over the last ten years are outcomes of the close collaboration between the facility and the user community. Your input during the meeting is essential for supporting continuous progress in scientific research at SACLA.

- 【Scope】**
- Facility updates and future capabilities
  - Featured researches
  - New instrument and experimental capability developments
  - Future directions of science at SACLA

**【Date】** March 2 and 3, 2022

**【Style】** Virtual

**【Meeting Webpage】** <http://xfel.riken.jp/usersmeeting2022/>

**【Contact】** SACLA Users Community Office  
e-mail : [saclauc@spring8.or.jp](mailto:saclauc@spring8.or.jp)

## SPRUC 第 4 回 BLs アップグレード検討ワークショップ 開催のご案内

### 【趣旨抜粋】

SPring-8のビームラインの在り方や各種計測手法の方向性について、SPring-8シンポジウム、および、第1～3回BLsアップグレード検討ワークショップにて議論を進めてきました。SPring-8-IIを見据えながら、共用・理研・専用施設を含むビームライン全体の再編の議論が進んでいます。

SPring-8ユーザー協同体（SPRUC）としては、技術開発動向を十分理解した上で、ユーザーの要望を施設側に伝える必要があります。一方、施設側としても利用者の総意をまとめられるSPRUCからのニーズのインプットを必要としています。このため、SPRUC会員全体で施設側と最新情報を共有するとともに、これまで以上に掘り下げた議論の場を設けることを目的として、本ワークショップを開催します。今回は、今までのBLsアップグレード検討ワークショップやSPring-8シンポジウムでの議論を踏まえ、BLアップグレードのプラン、新装置・手法の開発、データセンター計画などを共有するとともに、今後の継続的なBLアップグレードに向けた議論を行うことを目的とします。

【主 催】 SPring-8 ユーザー協同体  
（公財）高輝度光科学研究センター  
理化学研究所 放射光科学研究センター

【開 催 日】 2022年3月14日（月）

【会 場】 オンライン開催

【参 加 費】 無料

【詳細情報】 <http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/2022/220314/>  
プログラム等随時更新します。

【問い合わせ先】 SPring-8 ユーザー協同体事務局  
e-mail : [users@spring8.or.jp](mailto:users@spring8.or.jp)

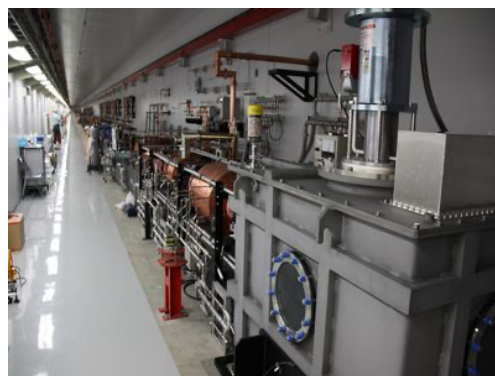
## 第 30 回 SPring-8/SACLA 施設公開のご案内

新型コロナウイルス感染拡大防止の為、昨年に引き続き 2022 年もオンラインで 4 月に開催予定です。詳細が決まり次第 SPring-8 ホームページ等でご案内しますので是非ご覧ください。

昨年は SPring-8 と SACLA を学べる動画を公開し、研究施設や実験手法の紹介、研究成果の解説などを行いました。アーカイブページも公開していますので、是非ご覧ください。

※2021 年第 29 回オンライン施設公開（アーカイブページ）

<https://new.spring8.or.jp/openhouse2021-arcv/>



## SPring-8/SACLA 利用者情報 編集委員会

委員長	木下 豊彦	利用推進部
委員	内山 裕士	精密分光推進室
	大和田成起	XFEL 利用研究推進室
	奥村 英夫	タンパク質結晶解析推進室
	竹田 幸治	SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC)
		編集幹事 (日本原子力研究開発機構)
	肥後 祐司	回折・散乱推進室
	平岡 裕治	情報処理推進室
	平山 明香	利用推進部
	本間 徹生	産業利用・産学連携推進室
	正木 満博	光源基盤部門
	松本 悠史	安全管理室
	宮松 誠	利用推進部
	森脇 太郎	分光推進室
	安武 正展	散乱・イメージング推進室
	山口 由紀	企画室
	山崎 裕史	光源基盤部門
	(以上、敬称略五十音順)	
事務局	富松 亮介	利用推進部
	坂尻佐和子	利用推進部
	山本 律	利用推進部

## SPring-8/SACLA 利用者情報

Vol.27 No.1 Winter 2022

### SPring-8/SACLA Information

発行日 2022年2月15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)





冬木立雪華ちりばめデコレーション

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/>