

# SPring-8/SACL A

INFORMATION 利用者情報



ISSN 1341-9668 SPring-8 Document D2022-006

**Vol.27 No.2**  
Spring 2022

## SPring-8/SACLA Information

### 目次 CONTENTS

理事長室から Giver or Taker ? - 相克から相補へ Message from President Giver or Taker ? - Transformation of Conflict to Complementary Relation -	(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	79
1. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH Novel Features of Liquid Dynamics: Improved Rigor in meV-Resolution Inelastic X-Ray Scattering	(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター 物質ダイナミクスグループ / (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 Materials Dynamics Laboratory, RIKEN SPring-8 Center / Precision Spectroscopy Division, CSR, JASRI	Alfred Q. R. BARON 石川 大介 ISHIKAWA Daisuke	80
新分野創成利用課題報告 固液界面構造解明と可視化および溶媒溶質相関 Structure of Solid-Liquid Interface and Material Correlating Phenomena	関西学院大学 工学部 School of Engineering, Kwansai Gakuin University	藤原 明比古 FUJIWARA Akihiko	86
長期利用課題報告 高エネルギーX線2次元検出器を用いた高度物質構造科学研究 Materials Science Using High Energy X-Ray and Two Dimensional Detector	筑波大学 数理物質系 Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba 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 オーフス大学 化学科 Department of Chemistry, Aarhus University	西堀 英治 NISHIBORI Eiji 黒岩 芳弘 KUROIWA Yoshihiro Bo IVERSEN Jacob OVERGAARD	91
2. ビームライン / BEAMLINES 間接型 X 線画像検出器の開発と供用 Development Status of Lens-Coupled X-Ray Imaging Detectors Equipped with Diffusion-Free Transparent Scintillator	(公財) 高輝度光科学研究センター XFEL 利用研究推進室 / (国) 理化学研究所 放射光科学研究センター XFEL Utilization Division, JASRI / RIKEN SPring-8 Center	亀島 敬 KAMESHIMA Takashi 初井 宇記 HATSUI Takaki	98
順応型フィードフォワード制御による偏光スイッチング型アンジュレータが引き起こす軌道変動の抑制 Adaptive Feedforward Control for Suppression of Orbit Fluctuation Caused by Fast Helicity-Switching Undulators	(公財) 高輝度光科学研究センター 加速器部門 Accelerator Division, JASRI	正木 満博 MASAKI Mitsuhiro	103
3. 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT SACLA Users' Meeting 2022 Report on SACLA Users' Meeting 2022	(公財) 高輝度光科学研究センター XFEL 利用研究推進室 XFEL Utilization Division, JASRI	大和田 成起 OWADA Shigeki	107
SPRUC 第4回 BLs アップグレード検討ワークショップ報告 Brief Report of SPRUC 4th Workshop on BLs Upgrade	SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 行事幹事 / 筑波大学 数理物質系 Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba	西堀 英治 NISHIBORI Eiji	109
第14回放射光装置技術国際会議 (SRI2021) 報告 The 14th International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation (SRI2021) Report	(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 散乱・イメージング推進室 Scattering and Imaging Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI (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 (公財) 高輝度光科学研究センター ビームライン技術推進室 Beamline Division, JASRI (公財) 高輝度光科学研究センター XFEL 利用研究推進室 XFEL Utilization Division, JASRI	上杉 健太郎 UESUGI Kentaro 保井 晃 YASUI Akira 湯本 博勝 YUMOTO Hirokatsu 中嶋 享 NAKAJIMA Kyo	116
4. SPring-8/SACLA 通信 / SPring-8/SACLA COMMUNICATIONS 2022B 期 SPring-8 利用研究課題募集について Call for 2022B SPring-8 Research Proposals	登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター Registered Institution for Facilities Use Promotion, JASRI		123
2022B 期 SACLA 利用研究課題の募集について Call for 2022B SACLA Research Proposals	登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター Registered Institution for Facilities Use Promotion, JASRI		124

2022B 期 SACLA 試験利用の募集について Call for Proposals for 2022B SACLA Feasibility Study Program 登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター Registered Institution for Facilities Use Promotion, JASRI	125
第 48 回 (2022A) SPring-8 利用研究課題の採択について The Proposals Approved for Beamtime in the 48th Research Term 2022A 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	126
2022A 期 採択大学院生提案型課題 (長期型) の紹介 Brief Description of Long-term Graduate Student Proposals Approved for 2022A (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	131
第 47 回共同利用期間 (2021B) において実施された SPring-8 利用研究課題 2021B Proposal and User Statistics 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	132
2018B 期 採択「新分野創成利用」における研究グループの事後評価について Post-Project Review of Epoch-Making Initiatives Projects Starting in 2018B (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	138
2019A 期 採択長期利用課題の事後評価について - 1 - Post-Project Review of Long-term Proposals Starting in 2019A -1- (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	141
2021B 期において実施された SACLA 利用研究課題 (共用課題) について The SACLA Public Proposals and User Statistics in 2021B 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	143
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	144
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	146
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	150
2021B 期における SPring-8/SACLA ユーザー要望等について SPring-8/SACLA User Requests in 2021B 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	175
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 物質分析・解析チーム Activity Reports - Materials Characterization 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 本間 徹生 HONMA Tetsuo 大淵 博宣 OFUCHI Hironori 安野 聡 YASUNO Satoshi	177
5. 談話室・ユーザー便り/USER LOUNGE・LETTERS FROM USERS SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長に就任して Inauguration Address from the President of SPRUC SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長/筑波大学 数理物質系 Faculty of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba 西堀 英治 NISHIBORI Eiji	183
6. 告知板/ANNOUNCEMENTS 「SPRUC 2022 Young Scientist Award」の実施について SPRUC 2022 Young Scientist Award - Call for Nominations -	184
第 6 回 SPring-8 秋の学校 開催のご案内 SPring-8 Autumn School 2022	185

## Giver or Taker ? —相克から相補へ—

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

JASRI の研究者のミッションは、ユーザーの研究支援と各自の研究テーマの遂行で、この2つを両立することが求められています。この2つは決して相克関係ではなく、相補関係にあることを確信しているものの現実的には挑戦的な課題です。

最近、この挑戦的な課題を考える上で大変に参考になる書籍<sup>1)</sup>に興味深く読んだので、ここで紹介します。この本では、giver=人に惜しみなく与える人、taker=真っ先に自分の利益を優先させる人、と定義されていて、成功する人は giver、即ち、人に惜しみなく与える「他者志向の giver」だと言うのです。世知辛い現代にあって、理想的にはそうありがたいが、現実的には難しいという、理想と現実のギャップに苦悶する日々なので、一気に読みました。「きれいごと」の理屈ではなく、豊富な事例とデータに基づく説得力ある、人生の「逆説的な発展法則」と言ってもよい内容に感動しました。是非、一読されることをお勧めします。

ここでは、ポイントとなる図だけを引用します。この図で重要なことは、相克すると思われがちな他者利益と自己利益が2次元直交系でプロットしてあることです。即ちお互いに独立であり相克ではないということです。もし、2つの軸を1次元プロットした場合、それらは互いに反対方向を向き打ち消し合う関係になり、これがまさしく相克関係です。この2次元プロットを見て、「多次元化による相克関係から相補関係への思考進化」という言葉を私が勝手に命名しました。

このプロットを JASRI の職務に適用すると、ユーザー支援だけで各自の研究を怠る自己犠牲的な giver や、各自の研究ばかりでユーザー支援を怠る自己中心的な taker に陥ることなく、目指すべきは、「他者志向の giver」になることだと言えます。大学における教育と研究の関係も同様であり、相克的ではなく相補的に考えるべきです。

この図を見て、光の干渉と吸収の関係に似ていると思いました。入射波と散乱波が干渉する場合は2つの波の位相差は90度、吸収する（打ち消し合う）場合は180度の関係があります<sup>2)</sup>。2つの波の関係が相補的か相克的かは、90度か180度かの違い、即ちその関係が1次元か2次元かの違いです。

現在、世界的な現象として随所に見られる分断化・分極化の傾向は、現象を相克的に捉える唯物弁証法的思考の悪影響ではないかと強く感じます。現象を多次元的に捉えて、相克的ではなく相補的に考える思考習慣と文化の構築の必要性を感じます。

私はこの図に更に次元を1つ追加して3次元に拡大して考えるべき時代であると考えます。その新たな軸は、環境利益への関心です。その3軸は、自己利益と他者利益と環境利益になります。これはSDGsの考え方でもあるのではないのでしょうか。

- 1) 「Give & Take 「与える人」こそ成功する時代」 アダム・グラント著、楠木建監訳、三笠書房 (2012)
- 2) 正確に言えば、入射波と散乱源の位相の差は干渉の場合はゼロ、吸収の場合は90度。フレネル回折により散乱波の位相は90度遅延するので、結果としての位相差は、干渉の場合は90度、吸収の場合は180度になる。

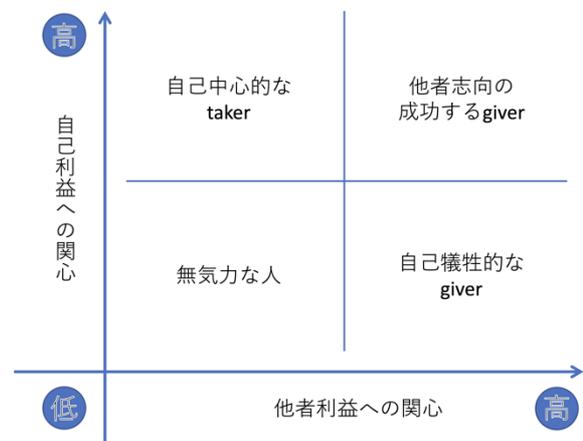


図 他者志向の成功する giver

# Novel Features of Liquid Dynamics: Improved Rigor in meV-Resolution Inelastic X-Ray Scattering

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 物質ダイナミクスグループ

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

Alfred Q. R. BARON、石川 大介

## Abstract

We describe how improvements in methodology and instrumentation for meV-resolved inelastic x-ray scattering (IXS), coupled with a fresh examination of older theory, allow identification of interaction between the quasi-elastic and acoustic phonon modes in liquid water. This helps explain a decades old controversy about the appearance of additional modes in water spectra, and provides a strong base from which to discuss new phenomena in liquids on the mesoscale.

## 1. Introduction

Liquid dynamics on the mesoscale - over  $\sim$ nm correlation lengths - is where a transition from continuum behavior to atomistic behavior should occur. It is a fascinating subject, but also frustrating. Early work, through the 70's and 80's, was comprehensive and painted an excellent qualitative picture of the dynamics of liquids ([1-3] and references there-in), spurred, in part, by the invention of the laser and the light-scattering experiments that thereby became possible. However, as shorter wavelength probes began to be used - first neutrons, and then, later, x-rays - results from earlier work were discarded, or morphed into complex formalisms, possibly driven by a desire

to offer something new. While new things do appear on short length scales, older models also make predictions for the mesoscale. It is then important to understand the range of validity of the previous work to be able to determine where new science may emerge. Particular subjects of interest for liquids, for example, include the often observed change in the dispersion of acoustic modes as their frequency exceeds the inverse relaxation time of the liquid, the huge increase in quasi-elastic scattering that is sometimes observed relative to measurements at long wavelengths, and the appearance, or not, of transverse or shear modes, that are forbidden in liquids on longer length scales, *etc.*

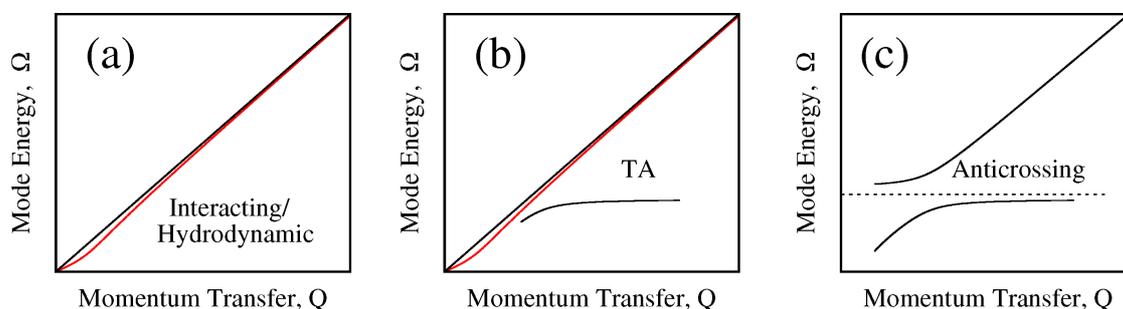


Figure 1 Schematic representation of several possible models for acoustic mode dispersion that may be indicated by choosing different approaches to fitting measured spectra (see text). A hydrodynamic model, (a), which includes interaction between quasi-elastic scattering and the acoustic mode, provides better fits to high-resolution spectra than models with an assumed transverse-acoustic (TA) mode (b) or an anti-crossing (c), even while it has the smallest number of degrees of freedom<sup>[5]</sup>. The red lines in (a) and (b) qualitatively show how the dispersion may be modified by viscoelasticity (see the discussion at the end of the article). (For simplicity of display, the sound velocity used for the black lines is the fast or high-frequency sound velocity appropriate at larger momentum transfers.)

The mesoscale dynamics of liquid water is a case in point. Given the importance of water, it has been the subject of many investigations, including both inelastic neutron scattering (INS) and inelastic x-ray scattering (IXS) ([4-9] are a few references relevant to the present discussion - the field is large). While the data in similar conditions looks consistent, there is a surprising disparity of interpretation (see figure 1): some authors suggest the mesoscale data (momentum transfers of  $Q \sim 1$  to  $4 \text{ nm}^{-1}$  corresponding to correlation lengths,  $2\pi/Q$ , from  $\sim 6$  to  $1.5 \text{ nm}$ ) supports the appearance of a propagating transverse mode<sup>[5]</sup>, others suggest the presence of an anti-crossing similar to that seen in solids<sup>[6,8]</sup>, and still other work (even by some of the same authors) suggests there is nothing anomalous<sup>[7]</sup>. These viewpoints have never been reconciled, but there has been a tendency to favor an interpretation in terms of the appearance of a propagating transverse mode<sup>[9]</sup>. This issue becomes especially important given the prominent position that the presence, or not, of propagating transverse dynamics can sometimes take in discussion of microscale fluid dynamics.

## 2. Improved Technique

At the RIKEN Quantum NanoDynamics Beamline, BL43LXU<sup>[10,11]</sup>, see figure 2, we have been working to improve understanding of liquids on the mesoscale. This is experimentally non-trivial as it combines the need to measure at small angles (small momentum transfers) where backgrounds can be large, with a need for the best energy resolution as energy scales are small, with a relatively low count rate, as the

dynamical signal typically scales as the square of the momentum transfer. Experimental and methodological improvements at BL43LXU include reducing the energy resolution to  $0.8 \text{ meV}$ <sup>[12]</sup> - the best level now available for IXS - improving the momentum resolution<sup>[13]</sup>, and improving the measurement of the full resolution function, including its tails<sup>[14]</sup>, all in a stable and high-flux setup. The present discussion brings these together to demonstrate a feature of liquid dynamics, built into even elementary theory<sup>[3]</sup>, that has not been previously recognized: in addition to a diffusive/relaxation component, and in addition to intrinsically broad acoustic modes, the dynamical response of a liquid fundamentally includes an interaction between the quasi-elastic component and the acoustic mode<sup>[15]</sup>.

## 3. How are liquids different?

Liquids are one of several phases of matter which are often investigated, and it is useful to compare these phases from the viewpoint of their dynamical response. In (most!) crystalline solids, the atoms vibrate about fixed average positions and a simple harmonic, or ball and spring (also called a Born-von Karman) model, is often a shockingly good approximation. The level of complexity increases when one considers phonons interacting with other phonons or other (electronic, magnetic) systems, which may cause the phonons to develop complex line-shapes. While, rigorously speaking, such interaction requires solution of the full interacting Hamiltonian, in fact for interpretation of phonon spectra an approximation is often made: non-harmonic phonon lines are modelled with what is



Figure 2 The high-resolution spectrometer at BL43LXU. Samples are placed on the stages at the far right and the meV analyzers are in the chamber at the far left. Two scientists (A. Baron, left, and D. Ishikawa, right) are shown for scale.

called a damped harmonic oscillator (DHO) line-shape, which is the lowest order approximation to the imaginary part of the relevant interacting Green's function with the correct symmetry, and allows for a finite linewidth<sup>[11,16]</sup>.

The dynamics of glasses can be more complicated than that of crystals. Like crystals, atoms in a glass also vibrate about fixed positions (on the time scale of IXS measurements<sup>1</sup>). However, the lack of long-range order in a glass means the mathematical technique, Bloch's theorem, used for periodic crystals no longer applies, and simple solutions to the dynamical problem in glasses are not available. However, practically, one can often approximate the dynamical response on the nm length scale as the sum of an elastic line from the static disorder and a broad acoustic mode modelled as a DHO. Thus, while there are many interesting questions related to, e.g., the momentum dependence of the linewidth, or the ratio of phonon scattering to elastic scattering (the "non-ergodicity" parameter) *etc.*, a simple line shape, the sum of an elastic peak and a DHO acoustic mode, often provides a very good approximation to meV-scale spectra of glasses at small momentum transfers.

The atomic dynamics of liquids is different than glasses, as liquids are not only disordered, but that disorder changes on the time scale of the atomic vibrations: the time scale of atomic diffusion/structural relaxation is similar to that of acoustic mode vibrations. This is immediately clear in the finite quasi-elastic linewidth of liquid spectra on the meV scale, which is the most obvious feature distinguishing the dynamical spectral of liquids and glasses on the mesoscale. However, could there be something more?

#### 4. Hydrodynamical Interaction

A starting point to understand the meso-scale dynamics of a liquid is classical hydrodynamics. The Navier-Stokes equation that governs the macroscopic dynamics of liquids with well-defined thermodynamic parameters - thermal conductivity, thermal expansion, diffusivity, heat capacity, and viscosity - can be extended to short length scales by assuming small

fluctuations from equilibrium values. This leads to a hydrodynamical solution for the dynamic structure factor,  $S(Q, \omega)$  (the quantity measured in IXS and INS, where  $Q$  is the momentum transfer and  $\omega$  the energy transfer) which can be found in texts (e.g. [3,17]). This solution is a "Rayleigh-Brillouin triplet" with a quasi-elastic Rayleigh peak at zero energy transfer bracketed by the Stokes and anti-Stokes peaks of the dispersing longitudinal acoustic, Brillouin, mode, and is given by eqn. 1 (equivalent to eqn. 5.3.15 of [3])<sup>2</sup>.

$$S(Q, \omega) = \frac{S(Q)}{\pi} \left[ I_0 \frac{z_0}{\omega^2 + z_0^2} + I_1 \frac{2z_1 \Omega^2}{(\omega^2 - \Omega^2)^2 + 4z_1^2 \omega^2} + I_0 z_0 \frac{\Omega^2 - \omega^2}{(\omega^2 - \Omega^2)^2 + 4z_1^2 \omega^2} \right] \quad (1)$$

The quasi-elastic peak at zero energy transfer, the first term in the brackets in eqn. 1, is a Lorentzian, as one expects for simple diffusion or relaxation. However, the side peaks from the second and third terms are neither Lorentzian, nor DHOs: the second term in eqn. 1 is a conventional DHO but the third term creates an asymmetric response about the acoustic mode frequency. The physical origin of the asymmetry has not been clear, and, perhaps because of that, the asymmetry was dropped from the discussion of liquid water<sup>[4,6,8,9]</sup>, and the default model for fitting spectra in the frequency domain became the L+DHO model (dropping the third term in the brackets of eqn. 1), sometimes augmented by an additional DHO mode of arguable origin (e.g. [5,6,8,9]) leading to an L+2DHO model.

#### 5. Results and Discussion

Motivated by a long-standing interest in the form of the response function for liquids, and by experimental improvements at BL43LXU, we returned to measure water again, with better energy and momentum resolution than previously used. The results were quite striking: we found that for all the spectra between  $0.8 < Q < 4.2 \text{ nm}^{-1}$  the data were significantly better fit with the full hydrodynamic form of the response, eqn. 1, than with the L+DHO. An example is shown

<sup>1</sup>Glasses have long range motion on long ( $> \sim 100 \text{ s}$ ) time scales, but that motion is effectively static over the time scales investigated by IXS.

<sup>2</sup>The quantities in the equation are the widths of the quasi-elastic and acoustic modes,  $z_0$  and  $z_1$ , the intensities of those modes,  $I_0$  and  $I_1$ . The acoustic mode frequency is  $\Omega$ , so the sound speed is  $\Omega/Q$ , while  $S(Q)$  is the energy integral of  $S(Q, \omega)$ , so that one requires  $I_0 + I_1 = 1$ .

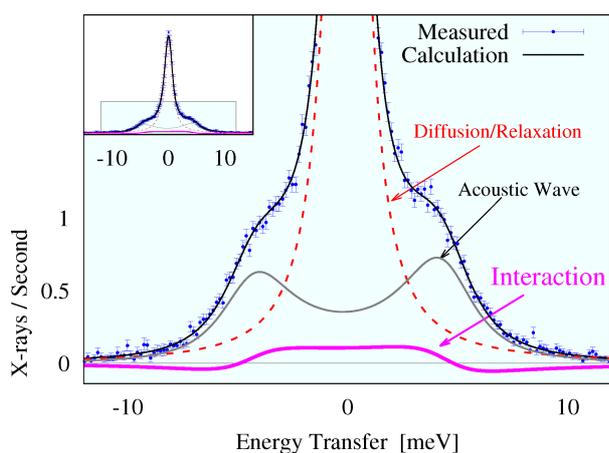


Figure 3 A spectrum from pure water at 301 K for a momentum transfer of  $Q = 2.5 \text{ nm}^{-1}$ . The various contributions are as indicated. A fit with the full interacting model (black line) gives small residuals (reduced chi-squared 0.92, probability  $> 0.5$ ) while a fit without interaction (reduced chi-squared 1.56, probability  $< 10^{-5}$ ) gives larger and highly correlated residuals. See text and [15].

in figure 3, where each term is plotted. In fact, even including a second DHO mode, an L+2DHO model (allowing three additional free parameters relative to the L+DHO) the fits were, *at best*, comparable to the fits with eqn. 1, and sometimes significantly worse (see discussion in the supplemental materials for [15]). Considering the support by theory, and Ockham's razor (choose the simplest explanation that fits the data), there is then excellent reason to use eqn. 1 to fit spectral data from ambient water on the mesoscale<sup>[15]</sup>.

It then becomes a question how to interpret the third term in eqn. 1. Here we are aided by several things. First, and most obviously, direct inspection shows the 3rd term responds to not only the parameters of the acoustic line, but also the parameters of the Lorentzian quasi-elastic line - thus it represents some interplay between the acoustic and quasi-elastic response. Second, the asymmetry is reminiscent of the Fano profile seen when a resonant response overlaps a continuum background - here the acoustic mode is the resonance and the tail of the quasi-elastic mode acts as the continuum. Finally, eqn. 1 can be converted to a form previously used to describe coupling between different dynamical modes<sup>[18]</sup>. Thus we have very good incentive to consider the additional term as being due to the interaction of the quasi-elastic and acoustic modes<sup>[15]</sup>.

The use of the correct form for the response has significant implications for the interpretation of data. In particular, one of the interesting aspects of liquid dynamics is the phenomenon of “positive dispersion” or “fast sound”. This refers to the fact that the acoustic mode energy in a liquid often increases (disperses) faster with increasing momentum transfer than expected from the macroscopic sound velocity. This is very different than what is usually observed in a solid, where the acoustic mode energy increases at, or more slowly than, the macroscopic sound velocity. Positive dispersion in a liquid is often discussed as being due to a solid-like response of the liquid appearing as the acoustic mode frequency exceeds the (inverse) relaxation time of the liquid: the liquid does not have an opportunity to relax on the time scale of the acoustic vibration so it behaves more stiffly. This can be made more formally exact in a viscoelastic model of liquid response (e.g. [2,3]).

Figure 4 shows the speed of sound determined when either the full interacting model of eqn. 1 is used, or the, rather more poorly fitting, L+DHO form. The red straight line indicates the macroscopic sound velocity, 1.5 km/s, for ambient water, while the saturated fast sound velocity in each case is given by the other lines. The difference in the two models is significant, and in fact becomes fractionally quite large as one moves into the transition region, with the difference in positive dispersion (the sound velocity increase relative to the macroscopic value) being nearly a factor of two at  $\sim 1 \text{ nm}^{-1}$ . One also notes that the saturation of the sound velocity occurs at different momentum transfers for the two models. This indicates the importance of using a correct model when discussing liquid properties.

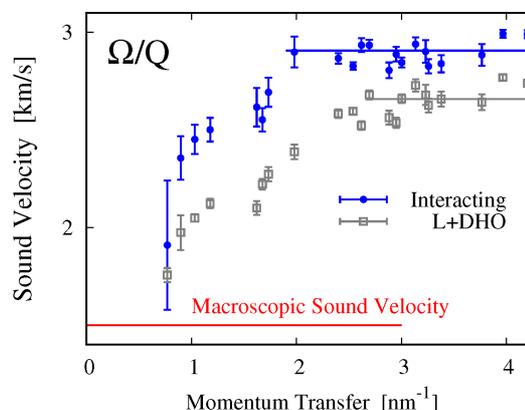


Figure 4 Sound velocity as determined using either the interacting model or a L+DHO model. The differences are significant. See text for discussion.

Finally, we discuss the extremely large intensity of the quasi-elastic peak in the spectra (see the inset of figure 3), as this is perhaps the most surprising aspect of the water spectra from the viewpoint of results using longer wavelength probes. In light scattering at small momentum transfers ( $Q \sim 0.02 \text{ nm}^{-1}$ ), the quasi-elastic peak is only about 3% of the phonon peak intensity<sup>[19]</sup>, in agreement with a well known relationship that the intensity ratio  $I_0/I_1$ , called the Landau-Placzek ratio, is given by the difference of the ratio of specific heat capacities from unity as  $I_0/I_1 = C_p/C_v - 1$ . Meanwhile, the quasi-elastic peak in figure 3 is nearly 300% of the acoustic mode intensity for IXS - a dramatic change. Returning to older theoretical work (e.g. [2]) one finds that, when the fast sound velocity is large, and the heat capacity ratio is near unity, as it is for ambient water, the quasi-elastic intensity is dominated by the relaxation causing the fast sound. In fact, a relation for the relative intensity of the quasi-elastic peak in terms of the magnitude of the fast sound<sup>[2]</sup> is in good agreement with the observed fast sound<sup>[15]</sup>, suggesting that indeed the increased quasi-elastic scattering is due to the structural relaxation causing the fast sound.

## 6. Conclusion

Using the improved capabilities of BL43LXU, we re-investigated the properties of ambient water with better energy and momentum resolution than used before. Re-examining also the theory, we find, different than previous work, that it is very important to consider the full (to second order) response predicted by hydrodynamics, *including* a term related to the interaction of the acoustic and quasi-elastic scattering. This implies the previous treatments suggesting additional modes may be present, corresponding to either a propagating transverse mode or an anti-crossing in the mesoscale region, might be reconsidered. Furthermore, we are able to quantitatively associate the huge quasi-elastic peak with the relaxation process that leads to fast sound. Taken together, the experimental improvements coupled with careful modelling are then expected to provide a good basis for additional analysis. This is an important and necessary step toward clearly identifying where new dynamical properties of liquids may emerge.

## Acknowledgements

AB is grateful to Masanori Inui of Hiroshima University for comments on an earlier version of this paper. The meV IXS measurements were made at the RIKEN Quantum NanoDynamics Beamline, BL43LXU, of the RIKEN SPring-8 Center.

## References

- [ 1 ] L. D. Landau and E. M. Lifshitz: *Fluid Mechanics*, Second Edition (Elsevier, Oxford, 1959).
- [ 2 ] R. D. Mountain: *J. Res. Natl. Bur. Stand. -A. Phys. Chem.* **70A** (1966) 207.  
(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31823990/>)
- [ 3 ] J. P. Boon and S. Yip: *Molecular Hydrodynamics* (Dover Publications, Mineola, New York, 1980).
- [ 4 ] J. Teixeira, M. C. Bellissent-Funel, S. H. Chen and B. Dorner: *Phys. Rev. Lett.* **54** (1985) 2681.  
(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.54.2681>)
- [ 5 ] F. Sette, G. Ruocco, M. Kirsch, C. Mascivecchio, R. Verbini and U. Bergmann: *Phys. Rev. Lett.* **77** (1996) 83.  
(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.78.976>)
- [ 6 ] C. Petrillo, F. Sacchetti, B. Dorner and J.-B. Suck: *Phys. Rev. E* **62** (2000) 3611.  
(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.62.3611>)
- [ 7 ] G. Monaco, A. Cunsolo, G. Ruocco and F. Sette: *Phys. Rev. E* **60** (1999) 5505.  
(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.60.5505>)
- [ 8 ] F. Sacchetti, J.-B. Suck, C. Petrillo and B. Dorner: *Phys. Rev. E* **69** (2004) 61203.  
(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevE.69.061203>)
- [ 9 ] A. Cunsolo, C. N. Kodituwakku, F. Bencivenga, M. Frontzek, B. M. Leu and A. H. Said: *Phys. Rev. B* **85** (2012) 174305.  
(<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.85.174305>)
- [10] A. Q. R. Baron: *SPring-8 Inf. Newsl.* **15** (2010) 14.  
(<http://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=3138>)
- [11] A. Q. R. Baron: in *Synch. Light SrCs. & FELS* (Springer International Publishing, Cham, 2016) 1643-1757.  
(<https://arxiv.org/abs/1504.01098>)
- [12] D. Ishikawa, D. S. Ellis, H. Uchiyama and A. Q. R. Baron: *J. Synch. Rad.* **22** (2015) 3.  
(<https://doi.org/10.1107/S1600577514021006>)
- [13] A. Q. R. Baron, D. Ishikawa, H. Fukui and Y. Nakajima: *AIP Conf. Proc.* **2054** (2019) 20002.

- (<https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5084562>)
- [14] D. Ishikawa and A. Q. R. Baron: *J. Synch. Rad.* **28** (2021) 804.  
(<https://doi.org/10.1107/S1600577521003234>)
- [15] D. Ishikawa and A. Q. R. Baron: *J. Phys. Soc. Japan* **90** (2021) 83602.  
(<https://doi.org/10.7566/JPSJ.90.083602>)
- [16] B. Fak and B. Dörner: *ILL Rep.* **92** (1992) FA008S.
- [17] N. H. March and M. P. Tosi: *Atomic Dynamics in Liquids* (Dover Publications, New York, 1976).
- [18] K. H. Michel and J. Naudts: *J. Chem. Phys.* **68** (1978) 216.  
(<https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.435485>)
- [19] C. L. O'Connor and J. P. Schlupf: *J. Chem. Phys.* **47** (1967) 31.  
(<https://doi.org/10.1063/1.1711865>)

Alfred Q. R. BARON

(国) 理化学研究所  
放射光科学研究センター 物質ダイナミクスグループ  
(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  
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802 ext 3883  
e-mail : baron@spring8.or.jp

石川 大介 ISHIKAWA Daisuke

(国) 理化学研究所  
放射光科学研究センター 物質ダイナミクスグループ  
(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  
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802 ext 3779  
e-mail : disikawa@spring8.or.jp

# 新分野創成利用課題報告

## 固液界面構造解明と可視化および溶媒溶質相関

関西学院大学 工学部  
藤原 明比古

### Abstract

SPRUC 分野融合型研究（実用）グループを母体とし、新分野創成利用課題「固液界面構造解明と可視化および構成物質間のダイナミクス」（2016B-2018A）で構築した分野融合型研究をさらに推進するために新分野創成利用課題「固液界面構造解明と可視化および溶媒溶質相関」（2018B-2020A）を実施した。固液界面をサイエンスの核とし、実用に直結している腐食とメッキを個別テーマとして、「課題」、「計測」、「素過程」、「理論」の役割を担うチームを融合することで研究を推進した。実用課題の理解としては、腐食やメッキの反応過程のモデル化に成功した。また、分野融合によって新たに形成される研究グループの組織化として SPRUC 研究会「固液界面研究会」を設置し、今後の研究推進母体を創成した。

### 1. はじめに

出発点から連続的な進歩で到達できる到着点の予測は比較的容易であり、それ故に到達できる範囲は限られている。一方で、到達すべき真のゴールがその範囲にあるとは限らない。急速、かつ、多様に変化する現代社会が抱える課題を解決し、持続可能な社会を実現するためには、革新的で不連続な飛躍が重要な役割を担う。こうした中、SPring-8 ユーザー協団体（SPRUC）は、SPring-8 での研究開発が固定化したコミュニティの集まりで閉塞することなく新陳代謝を活性化するために、未踏の研究領域を発掘する活動母体として「分野融合型研究グループ」を創設した<sup>[1]</sup>。

SPRUC 分野融合型研究グループの一つである実用グループは、高尾正敏博士（大阪大学特任教授（当時））をプログラムオフィサーに招聘し、実用材料の開発加速に向けて、実用上未解明の技術ボトルネックに真正面から取り組むために、背景のサイエンスをきちんと研究解明すること、そのために最先端の放射光装置を徹底的に使いこなすことを基本精神とした組織作りを目指した<sup>[2]</sup>。

研究対象は、実用課題におけるサイエンスの深化という基本精神を踏まえ、固液界面の構造と機能をサイエンスの核となるシンボリックテーマとし、個別課題として腐食とメッキとした。実用材料の課題解決であることから、研究のアプローチは、ゴールである課題

解決から出発し、課題解決に必要な手法、その手法を実現する研究組織というようにバックキャスト型研究スタイルとなる（図 1）。このような mission-oriented research の組織形成は、curiosity-driven research で自然発生的に形成される研究グループとは異なり、役割を担えるメンバーが異分野から参画する必要があり、分野融合型研究と親和性が高い。一方で、組織形成から始める研究推進は必然的に長期的取り組みとなる。

SPRUC 分野融合型研究（実用）グループは、その実践の場として、高尾プログラムオフィサーが代表責任者となり、新分野創成利用課題に「固液界面構造解明と可視化および構成物質間のダイナミクス」を申請し、2016B 期から 2018A 期の 4 期 2 年間の課題

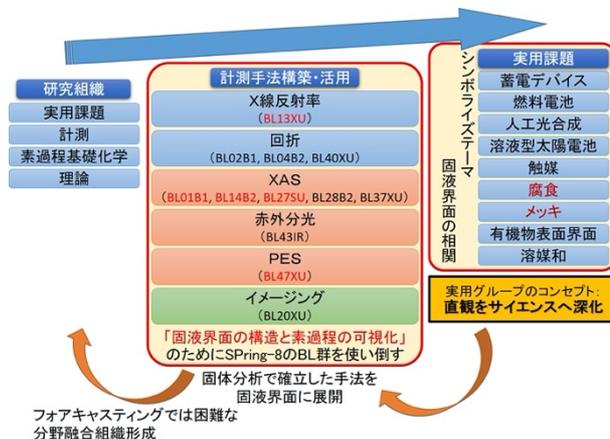


図 1 研究テーマとバックキャスト型研究の概要。

(以下、高尾課題)<sup>13)</sup>が採択された。本報告では、実質的に高尾課題の継続課題として、藤原が代表責任者として申請し、2018B 期から 2020A 期の 4 期 2 年間の課題として採択された「固液界面構造解明と可視化および溶媒溶質相関」(以下、本課題)の取り組みと今後の展望について概観する。

## 2. 研究組織でのチーム構成とその融合

腐食とメッキの個別課題を解決しながら固液界面の構造・機能の本質に迫るためのバックキャスト型アプローチでは、図 1 に示した通り 4 つの役割を担うチームが必要であり、解決すべき産業界の課題を持つ「実用課題」チーム、その課題に関する計測手法を有する「計測」チーム、固液界面で起こる現象を理解する「素過程基礎化学」チーム、現象を体系的に理解する「理論」チームが組織された(図 2)。

組織は高尾課題中に再構築したチーム構成と同様であるが、代表責任者・分担責任者の一部で若年化を図った。「実用課題」チームには、耐腐食金属開発の課題を持つ日本製鉄の土井教史と新規メッキ開発の課題を持つ日産化学の中島淳一を分担責任者に留任とした。「計測」では、散乱・回折計測を担う大阪大学(採択時)・東北大学(課題終了時)の若林裕助を分担責任者に留任、分光計測は東京大学の原田慈久に代わり山添康介を分担責任者として抜擢した。「素過程基礎化学」チームにおいても東京都立大学の山添誠司に代わり京都大学の朝倉博行を分担責任者として

抜擢した。さらに、京都大学の高谷光を触媒反応の理解の分担責任者として新たに招聘した。「理論」チームは高尾課題から継続して東京大学の松浦弘泰が研究会での議論に加わった。

SPRUC 分野融合型研究(実用)グループの第 1 回ワークショップは 2016 年 3 月に開催され、組織、課題申請の検討を開始した。このため、2016B 期から開始した高尾課題は、分担責任者がそれぞれの実験を推進するところから始まった。課題期間中に開催した研究会で測定結果の共有と課題解決手段の理解を行い、異分野の研究者が 1 つの課題に対して多方面から議論することで相互理解が深まった。このように、高尾課題で築き上げた分野融合型組織を基盤にし、本課題では、腐食課題と散乱・回折計測、メッキ課題と分光計測の融合による現象理解へと研究フェーズを進め、課題解決と新分野創成への展開を図った(図 3)。



図 2 チーム構成と主な参考メンバー。

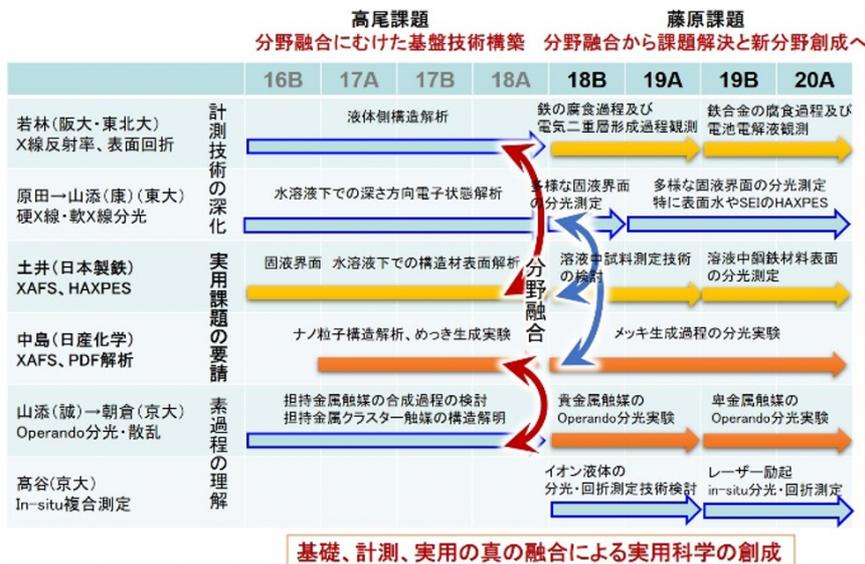


図 3 高尾課題と本課題のチーム構成と役割。

3. 各チームの推進課題の手法と貢献

土井チームは、X線吸収分光 (X-ray Absorption Spectroscopy: XAS)、特にX線吸収微細構造 (X-ray Absorption Fine Structure: XAFS)、X線発光分光 (X-ray Emission Spectroscopy: XES)、硬X線光電子分光 (HARD X-ray PhotoElectron Spectroscopy: HAXPES) を主な手法として、若林チームと連携しながら、水溶液下で電位制御しながらの分光分析技術の確立と鉄鋼材料表面変化における添加剤、吸着の効果を明らかにした。

中島チームは、XAS、高エネルギーX線回折 (High-Energy X-Ray Diffraction: HEXRD) を主な手法として、朝倉チームと連携しながら、メッキ生成中の触媒粒子表面の吸脱着反応、合金化反応を明らかにした。

若林チームは、X線結晶トランケーションロッド (Crystal Truncation Rod: CTR) 散乱、X線反射率を主な手法として、鉄・SUSの不動態形成過程の観測、ならびに電解液の構造を明らかにした。実用課題「腐食」に計測側から応えた。

山添チームは、XAS、XES、HAXPESを主な手法として、実用材料の固液界面での分光実験による化学状態観測技術を構築した。固液界面分光、および、それに必要なセルなど基盤技術を提供した。

朝倉チームは、XAS、高エネルギー分解能蛍光検出X線吸収分光 (High-Energy Resolution Fluorescence Detected X-ray Absorption Spectroscopy: HERFD-

XAS)、HEXRDを主な手法として、貴金属ナノ粒子、卑金属ナノ粒子、クラスター触媒を対象としたOperando複合計測による酸化還元挙動を解明した。実用課題「メッキ」に素過程理解側から応えた。

高谷チームは、XAS、XRD、X線Computed Tomography (CT) を主な手法として、溶液を対象とした分光、散乱、イメージング実験から溶質の構造・化学状態を解明した。液体の関わる多様な現象理解から実用課題の理解に向けた学理提供を行った。

本課題で実施したビームラインと利用シフト数を表1に示す。

4. 実用課題の成果

本課題における特筆すべき研究成果は、対象とした実用課題である腐食とメッキのそれぞれにおいて、反応過程のモデル化に成功したことである。

腐食課題では、pHおよび電位制御可能な試料環境制御を行い、25 msの時間分解能でX線反射率プロファイルを測定することで (図4)、腐食を防ぐ不動態層の形成が、被膜成長の初期過程では緩衝溶液から固体側への酸素供給が律速となっており、その後の遅い過程では鉄と酸化被膜の界面での酸化反応が律速となっているモデルを構築した (図5)<sup>[4,5]</sup>。

表1 利用ビームラインとシフト数。

	2018B	2019A	2019B	2020A	計(シフト)
BL01B1 (XAFS)	15	12	9	9	45
BL02B1 (単結晶XRD)	6	-	-	-	6
BL04B2 (PDF)	-	9	-	-	9
BL13XU (表面回折)	12	12	6	6	36
BL14B2 (XAFS)	6	18	9	6	39
BL20XU (イメージング)	6	6	-	6	18
BL27SU (SX-XAFS)	18	18	6	-	42
BL28B2 (D-XAFS)	6	6	6	6	24
BL37XU (XAFS)	6	6	9	6	27
BL40XU ( $\mu$ XRD)	6	6	6	6	24
BL43IR (IR)			6	6	12
BL47XU (HXPES)	12	12	9	-	33
計(シフト)	93	105	66	51	315

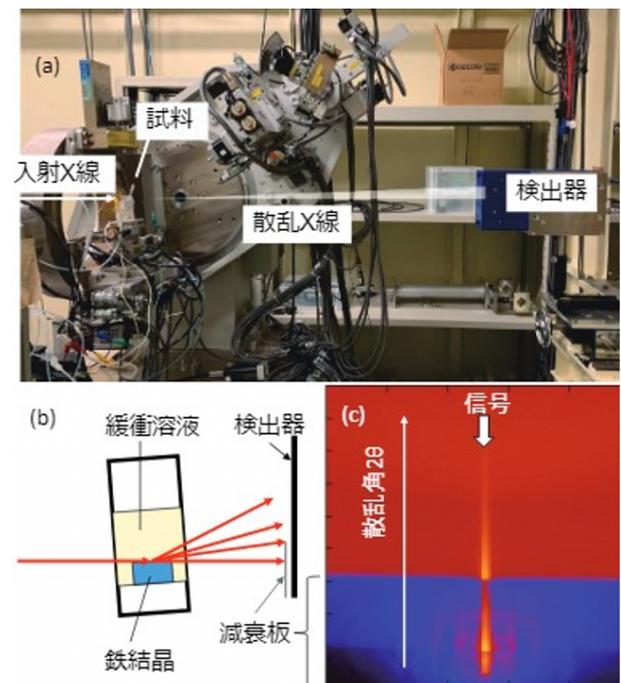


図4 (a) 測定セットアップ、(b) 同側面図、(c) 測定結果の例。

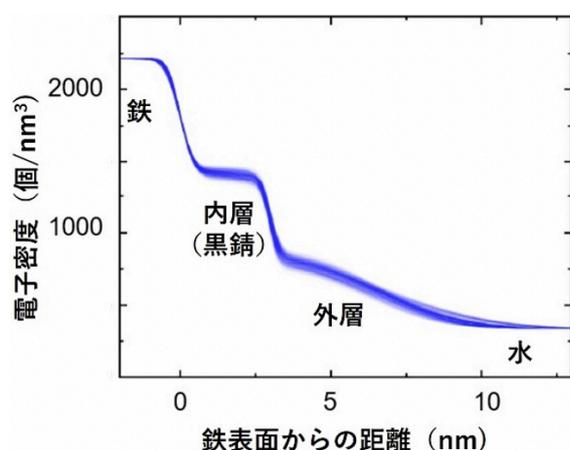


図5 X線反射率プロファイルのベイズ推定によるフィットで得られた鉄-水界面付近の電子密度。鉄表面の被膜は緻密な内層（黒錆）と、隙間のある外層の2層構造を形成している。

メッキ課題では、Pd ナノ粒子触媒を用いる無電解Niメッキにおいて、メッキ液に含まれるNi、Pや触媒中のPd、ClのXANESの結果に基づき、Pdナノ粒子触媒を用いる無電解Niメッキの反応は、次亜リン酸イオン（還元剤）と塩化物イオン（触媒由来）のイオン交換、亜リン酸イオンへの酸化を経て、Niへの還元が進行するモデルを構築した。また、大気暴露の測定によるメッキ表面の酸化を避けるために、同一触媒での連続的な測定が可能なin situ XAFS測定用のセルを設計し、大気非暴露での連続測定を実現した。その結果を従来法（二液法）との比較へ応用し、両者は概ね同等であると推定した<sup>6)</sup>。

## 5. 展望と課題

新分野創成利用課題を実施したSPRUC分野融合型研究グループとして、研究成果に加え、定常的に活動する研究組織編成も大きなミッションの一つである。本グループの主要メンバーがコアとなり、SPRUC第5期研究会「固液界面研究会」<sup>7)</sup>へと発展させた。「1.はじめに」で示した通り、分野融合、新分野創成ともに長期的な取り組みである。固液界面研究会が今後この活動を担っていく。

最後に、不連続型イノベーションを目指し、産・学から参画を得て推進した本研究で課題となった項目について触れる。いずれもこれまでに指摘されていることではあるが、この類の課題は研究成果と直接的に

関わらないため、形として残ることが少ないと感じたため、示しておきたい。

1. 異分野の研究者はバックグラウンドが大きく異なるため、相互に知を提供し合うことでこれまでになかった研究開発が期待できる。一方で、同じ現象でもとらえ方や表現が異なり、相互理解には壁を取り払った自由な議論が必要である。
2. 異分野融合、異分野の研究者間の協業は自然発生的には起こりづらいものの完全なトップダウンで押し付けると持続性が弱くなる。融合による新しい研究開発の場は提供しつつ、その研究開発は自然に、自発的に進むような環境にしなければならない。
3. 学術と産業の共同研究では、必ず、公開部分と非公開部分の境界設定のバランスが鍵となる。公開部分を大きくし過ぎれば産業界が距離を置き、非公開の部分ばかりになると、知の共有が阻まれ融合が生まれない。
4. 計測技術ノウハウについても産学連携と同様の課題が存在する。特殊な計測手法や試料セルの開発などでノウハウや技術を共有することで、同様の開発を個別に行う必要がなくなり、全体としての開発コストは下がるが、開発者のエフォートに対する適切な還元が必要となる。

新分野創成利用課題を実施したSPRUC分野融合型研究グループの研究では、高尾プロジェクトオフィサーのマネジメントでこれらの課題がクリアされたり、今後の解決につながったりした。今後も方向性はガイドしつつ個々の進捗は自発的に起こる仕組み作りをするリーダーが鍵となる。

## 謝辞

新分野創成利用研究課題を含むSPRUC分野融合型研究（実用）グループの研究推進にあたり、SPRUC執行部、顧問会議、分野融合研究のアドバイザーの先生方より、組織設計からテーマ設定まで有用なご助言をいただきました。お礼申し上げます。課題実施に際しては、JASRI 為則雄祐博士、隅谷和嗣博士ならびに利用推進部の皆様には施設の整備状況の情報提供からビームライン、ビームタイムの調整までお世話になりました。ありがとうございました。

強い信念とリーダーシップでSPRUC分野融合型研究（実用）グループを牽引されてきた高尾正敏先生が2021年9月22日にご逝去されました。分野融合、新分野創成という不連続型イノベーションを創出するためには高尾先生の強いリーダーシップが不可欠でした。高尾先生はその任を一手に引き受けて下さり、プロジェクトの要として、マネジメントを自ら体現されることで、我々にチャレンジングな取り組みのオンザジョブトレーニング（On the Job Training: OJT）の場を提供して下さり、貴重な経験の機会をいただきました。高尾先生にお礼を申し上げ、安らかにご永眠されますようお祈りいたします。

#### 参考文献

- [1] 中川敦史: SPring-8/SACLA 利用者情報 **20** (2015) 145-150.
- [2] [http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/SG\\_SPRUC\\_info/practical\\_app.html](http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/SG_SPRUC_info/practical_app.html)
- [3] 高尾正敏: SPring-8/SACLA 利用者情報 **24** (2019) 263-268.
- [4] H. Fujii, Y. Wakabayashi and T. Doi: *Phys. Rev. Materials* **4** (2020) 033401.
- [5] 日刊工業新聞: 2020年3月5日朝刊 23面
- [6] 中島淳一、野上哲平、梶原佑紀、近間克己、山添誠司: 「*in situ* XAFS による無電解ニッケルめっき反応の解析」 日本分析化学会第70年会 (2021年9月) P2106.
- [7] [http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/SG\\_SPRUC\\_info/solid\\_liquid.html](http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/SG_SPRUC_info/solid_liquid.html)

藤原 明比古 FUJIWARA Akihiko

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

## 長期利用課題報告

## 高エネルギーX線2次元検出器を用いた高度物質構造科学研究

筑波大学 数理物質系 西堀 英治  
 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 黒岩 芳弘  
 オーフス大学 化学科  
 Bo IVERSEN、Jacob OVERGAARD

## Abstract

本長期利用課題は、これまでにパートナーユーザー（PU）として SPring-8 BL02B1 で単結晶構造解析、時分割実験、高圧実験を進めてきた研究グループが、2018 年度から納入された CdTe-PILATUS 検出器と大型湾曲 IP カメラの両者を効率的に利用し、構造研究の成果を上げつつ利用方法を各方面で高度化することを目的とした。利用研究としては、精密電子密度計測、時分割測定、高圧構造物性研究に加えて3次元差分二体分布関数測定を行うこととした。期間中、He ガスの供給に関する問題とコロナ禍により当初の計画とはかなり異なった形での課題実施となったが、得られた成果を中心に述べる。

## 1. はじめに

本長期利用課題は、これまでにパートナーユーザー（PU）として SPring-8 BL02B1 で単結晶構造解析、時分割実験、高圧実験を進めてきた研究グループが、2018 年度から納入された CdTe-PILATUS 検出器と大型湾曲 IP カメラの両者を効率的に利用し、構造研究の成果を上げつつ利用方法を各方面で高度化することを目的とした。APS、PETRA-III での当該検出器の利用経験を有するデンマーク・オーフス大学のグループから海外での利用状況の情報も取り入れつつ高度利用を目指した。BL02B1 での2次元検出器を利用した高エネルギー利用実験として、これまでPUで進めてきた、精密電子密度計測、時分割測定、高圧構造物性研究に加えて3次元差分二体分布関数（3D $\Delta$ PDF）測定を行うことを目指した。後述するように、コロナ禍など当初は全く想定しなかった要因により当初の計画とは全く異なる形で課題を実施せざるを得なかった部分がある。ここでは、成果の中で、CdTe-PILATUS 検出器を利用した電子密度解析のための測定・解析法の研究、時分割に向けた電場印可構造解析、3D $\Delta$ PDF の利用研究について紹介する。これら以外にも、環境にやさしい元素からなる熱電変換材料の低

温超格子構造<sup>1)</sup>の成果も得られているが、この成果については、引用文献として示すにとどめる。

## 2. CdTe-PILATUS 検出器の性能評価と電子密度解析におけるその効果的利用法

本課題で最も重要で優先度が高かったのは、BL02B1 に2018年に設置された CdTe-PILATUS 検出器の性能評価と利用法の確立である。Dectris 社製の CdTe センサーを使用した検出器は、世界的に見ても、課題が始まった当初は新しいものであった。この検出器は各素子がフォトンカウンティングを可能にし、ノイズフリーであることが特徴である。しかしながら、我々のグループメンバーの海外の他施設および SPring-8 での本課題までの研究では、精密な電子密度解析を行うことはできていなかった。このため、この検出器の性能を正確に把握することは重要な課題であった。

ちょうど本課題が開始された2019年7月にドイツのゲッチンゲンで行われた第1回の International Charge Density Meeting (ICDM2019) に、筆者とオーフス大学のメンバー複数名が参加し、その時点での状況を報告した。この会議に Dectris 社の研究者が CdTe-

PILATUS 紹介の発表のために参加していたため、極めて活発な議論が会場で行われた。Dectris 社側としても我々の利用状況を正確に把握し、問題があるならその問題を詳しく知りたいとのことであった。最終的には、本課題に Dectris 社の研究者をメンバーとして加え、SPring-8 での実験に参加してもらった。その際の写真を図 1 に示す。2020 年 1 月のマシンタイムである。この時点で Dectris 社の最新の CdTe 検出器 Eiger を持ち込み、我々が感じていた問題点が最新の検出器で解決可能かも含めて実験が行われた。なおこの後、持ち込まれた Eiger 検出器は、SPring-8 の複数のビームラインで試行利用された。全く想定していなかったが本課題で SPring-8 の複数のビームラインに最新検出器を試す機会を提供したことになった。

高分解能な電子密度分布を得るためには、強度が非常に強い反射から非常に弱い反射までの全ての Bragg 反射の高い精度と確度を持った強度測定が不可欠となる。これを達成するために、以下の 2 点について検証した。1) 測定可能な光の量に制限があるのか？あるとすれば上限はどこか？、2) 非常に弱い強度の反射をどう測定するか？

1) は、検出器のダイナミックレンジに関連する。カタログによる性能は 100 万 photon 毎秒まで線形の観測が可能で、それを超えても補正により計測が可



図 1 2020 年 1 月に CdTe-Eiger 検出器とともに SPring-8 を訪れた Dectris 社の研究者

能と記されている。実際のデータを使って単結晶 X 線回折データで検証したところ、線形領域を超えた強度の補正を行うことは現実的に不可能なことが分かった。理由は、単結晶 X 線回折の場合、回折は限られた角度範囲で瞬間的に起こるためである。これは、積分型検出器である CCD 検出器では後から係数をかけた補正が可能なおとは対照的である。これは、電気信号が起こってからどの時点でカウントに変換されるかに関係している。

例えば、非常に強い強度が  $0.5^\circ$  の幅で現れる場合を考える。この範囲を  $0.2^\circ$  ごとのステップで測定したとする。この領域内で瞬間的に検出器のピクセルに入る光の量は非常に大きくなる。検出器内では 1 枚のフレームにおいてピクセル当たりの平均強度を用いた補正が行われる。大強度の入った時間が瞬間的な場合、この補正によって強度は著しく低い値に補正される。このことにより、強度の強い反射の強度は極端に弱められる。この様子を図 2 に示す。入射 X 線強度を 12% に弱めた場合と 100% の場合の強度の比率を示している。緑の枠内の部分を見ると分かるように、入射 X 線を 12% に弱めた場合の回折強度が、100% の場合より強度が強くなるに依り強くなっている。強度が増加するに伴いその強度の減衰は消衰効果が起こったようになる。これを避けるために、 $0.01^\circ$  ステップ、0.01 秒以下の露光時間での強い強度の反射の測定などを試みましたが、完全に排除する方法はないというのが結論である。

結局のところ、この問題の解決法はアッテネータを用いて入射 X 線強度を下げることになる。Dectris 社の研究者のアドバイスもありステップを細かくして大量のフレームに分割する方法も試みましたが、データ転送や試料の回転速度の精度など他の技術的な問題が生じ現実的ではないことが分かった。

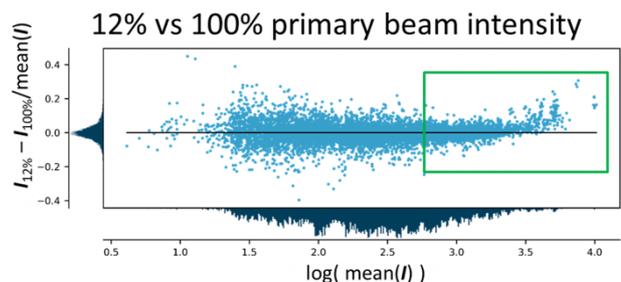


図 2 入射 X 線強度を 12% に弱めた場合と 100% の場合の強度の比率

2) の問題については、一般的なソフトウェアに搭載される積分強度の抽出のアルゴリズムを複数検証した。問題となるのはバックグラウンドの取り扱いである。大強度の問題から典型的な測定は  $0.1^\circ$  ステップの1秒以下の露光時間のため、バックグラウンドのカウントは非常に低く0であることもしばしば見られる。Box sum や Profile Fitting に基づく最適平面決定など複数のアルゴリズムを検討した結果、1982年にHowardにより提案された複数のフレームの平均を用いる recurrence method が最適であることが分かった。この方法は、複数のフレームを使うため係数統計に有意性がある。この方法では、Profile Fitting に基づく最適平面決定が弱い反射の強度を過小評価する欠点を補正できることが分かった。

以上述べてきたように、強い強度、弱い強度の反射両者を適切に取り扱って電子密度分布解析での性能をイメージングプレートデータと比較した。図3にその結果を示す。赤がマイナス、青がプラスの多極子モデルからの残差を示している。単純な分子性物質であり、ほぼ多極子モデルからの差分がゼロになることが

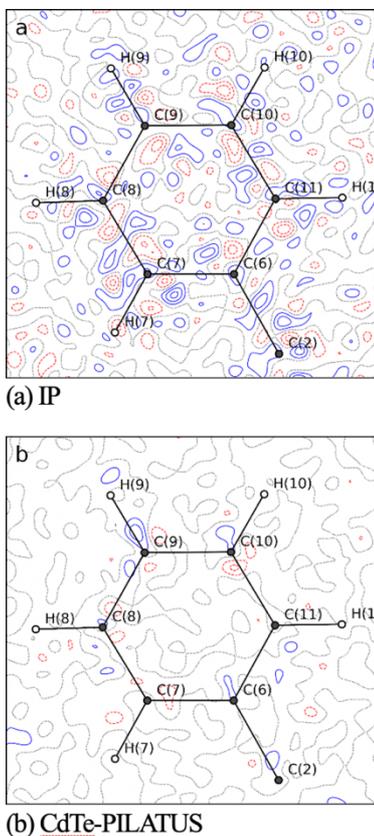


図3 (a) IP、および、(b) CdTe-PILATUS で求めたルブレンの残差電子密度

期待される物質である。CdTe-PILATUS のデータはほぼ残差が見られず、IP 検出器以上の電子密度解析の性能を示していることが分かる。以上のように、CdTe-PILATUS の電子密度計測での利用法を確立した。なお、この成果については原著論文として発表し、論文登録済みである<sup>[2]</sup>。

### 3. ペロブスカイト型誘電体材料の電場印加下での構造計測

ペロブスカイト型強誘電体 ( $ABO_3$ ) について、プロトタイプ構造 (立方晶) に静電場を印加した場合、A サイトに鉛を含む場合と含まない場合で原子変位パターンにソフトモード由来の異なる特徴的なパターンが現れることを見出した<sup>[3]</sup>。また、新規に合成した擬立方晶非鉛材料が優れた強誘電性・圧電性を示す仕組みを明らかにした<sup>[4]</sup>。ここでは鉛イオンの有無によるペロブスカイト型酸化物の立方晶での電場誘起構造について紹介する。

BaTiO<sub>3</sub> (BT) と、Pb(Mg<sub>1/3</sub>Nb<sub>2/3</sub>)-30%PbTiO<sub>3</sub> (PMN-PT) のプロトタイプ構造 (立方晶) において、結晶軸方向に電場を印加した状態で単結晶構造解析を行った (図4)。電場誘起相転移しない温度・電場範囲で実験を行った。ともに、電歪効果により誘起構造 (正方晶) に変化した。一般に、誘電体結晶に電場を印加すると、陽イオンは負電極側に、陰イオンは正電極側にわずかに変位し、イオン分極を生じる。BT の場合、この予想通りのイオン変位パターンが観測された。しかし、PMN-PT では、B サイトの陽イオンと酸素イオンが同じ方向に変位した。PMN-PT で観測された特異

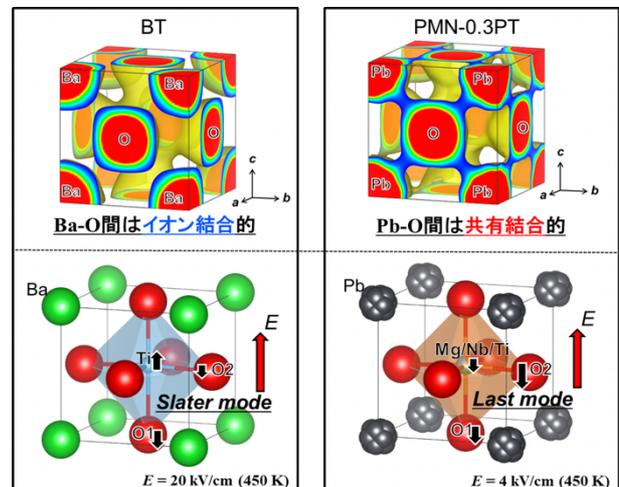


図4 BT と PMN-0.3PT の電子密度分布と結晶構造

なイオン変位パターンは、Pb-O 間の共有結合形成により、酸素八面体全体が電場とは逆向きに変位するためである。鉛を含む材料に優れた強誘電性・圧電性を示すものが多いのは、鉛 2 価イオンと酸素イオンが共有結合を形成するためであり、鉛イオンの元来の特異な電子状態に起因することを明らかにした。

#### 4. 3D $\Delta$ PDF による PbTe の局所構造

PILATUS 検出器と 50 KeV の X 線を使って、質の高い PbTe の散漫散乱を測定し、フォノンのソフト化と局所双極子について解析した<sup>[4]</sup>。PbTe は単純な NaCl 型構造を持つ有名な熱電変換材料であるが、その構造から予測されるよりはるかに低い熱伝導度を持つ。PbTe の散漫散乱を 30–622 K の広い温度範囲でこれまでにない質の高いデータ測定を行い、光学フォノンのソフトモードと局所双極子形成を温度の関数として解析した。図 5(a)の左半分に例として室温で測定した散漫散乱データの HK0 面を示す。強い散漫散乱の線が観測されている。これは面内の原子の動きの強い相関を意味する。強い線の間に変位相の変位を示す

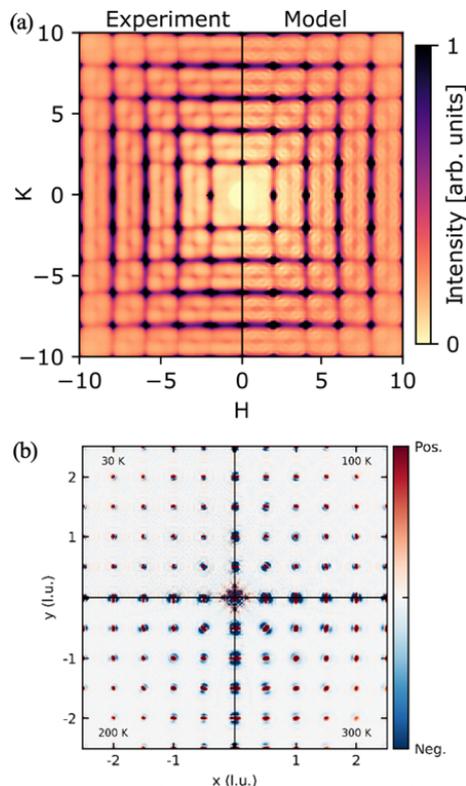


図 5 (a) 室温の PbTe の HK0 面の散漫散乱の測定 (左)、計算値 (右)、(b) PbTe の 3D $\Delta$ PDF の測定値、温度の違いを図の上下、左右で示している。

2 次の弱い線も観測されている。原子の動きの相関は Yell ソフトウェアを用いて解析された。解析結果のモデルによる散漫散乱が図 5(a)の右半分に示されている。

図 5(b)は、測定した散漫散乱のフーリエ変換により求めた 3 次元の差分二体相関関数 (3D $\Delta$ PDF) の温度変化を示す。これは、平均結晶構造から局所構造の差分を示す。それは、動きの相関を直接含んでいる。

モデル計算によるデータへの当てはめは変位相関パラメータのデータからの抽出を可能にする。結晶軸に沿った縦方向の変位の相関を図 6 に示す。相関はスムーズに減少せず、階段状の減少を示す。これは、強い逆位相の変位によるゾーンセンターの光学フォノンのソフト化を示す。このような逆位相変位は奇数次の近接原子間で負、偶数次の近接原子間で正の相関を与え、その結果が階段状の減衰となる。もし、ソフト光学モードがなければ、スムーズな減衰が予測され、それは、同じ構造を持つ KCl の結果で図 6 の左側に示されている。

同位相と逆位相変位の相対比の温度変化を見るために、相関の第一近接、第二近接の比を図 7 の左に示す。比が小さいとき逆位相の比率が同位相より大きい。図のように、比率は低温で低い。これは光学フォノンのソフト化の直接の兆しである。局所双極子の絶対量を調べるために、逆位相変位の絶対量を見積もった。図 7 の右に動的な双極子の量を示す。過去の報告にあるように、動的な双極子は温度に伴い増加していることが分かる。

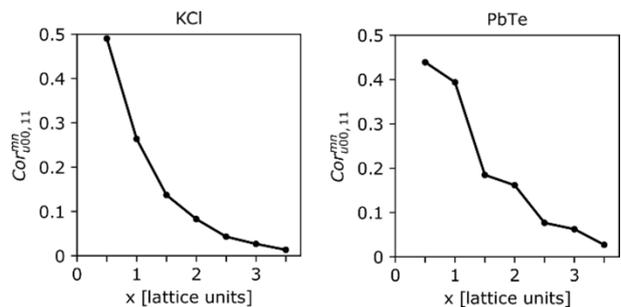


図 6 KCl と PbTe の相関パラメータ

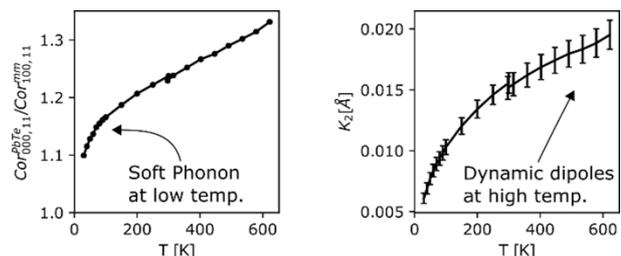


図 7 逆位相変位の相関 (左) と、動的な双極子形成 (右)

30–622 K の広い温度範囲で測定された極めて高品質なデータは、PbTe の低温における光学フォノンモードのソフト化と、高温における局所双極子形成を明らかにした。これは同じ結晶構造を持ち逆位相相関が顕著に見られなかった KCl と対照的である。PbTe における強い逆位相相関と光学モードのソフト化の相関は、Pb の不対電子と関連付けられ得る。

これらの結果は、BL02B1 の新しい PILATUS 検出器は 3 次元の完全な散漫散乱を非常に高い精度で測定でき、それは 3D $\Delta$ PDF に十分利用可能であることを示している。他の 3D $\Delta$ PDF の研究と比較して、BL02B1 のデータの質は十分に高い。これは、50 KeV の安定した X 線と 2 $\theta$  軸に取り付けられた PILATUS 検出器が広い範囲の散乱ベクトル空間をカバーできることによると考えられる。

#### 5. マキシマムエントロピー法による電子密度解析と 3D $\Delta$ PDF による InTe の 1 次元ディスオーダー構造の発見

同様の 3D $\Delta$ PDF と検出器の効率的利用法を用いた研究として InTe の研究<sup>9)</sup>について述べる。この研究は、後述する筑波大学—オーストラリアのコロナ禍の状況での DX などを駆使した共同研究によって得られたものである。

原子が無秩序に配列したディスオーダー構造や欠陥は通常、電子やフォノンなど準粒子の散乱の中心として働き、物質の輸送特性に影響を及ぼす。ディスオーダー構造は特にフォノンを散乱し、低い熱伝導率を生じさせることから、遮熱コーティングや熱電 (TE) エネルギー変換などの研究にとって重要である。熱を電気に直接変換する熱電技術においては、熱伝導率を減らすことが、性能指数  $zT = \alpha^2 \sigma T / \kappa$  ( $\alpha$  は Seebeck 計数、 $\sigma$  は電気伝導率、 $T$  は絶対温度、 $\kappa$  は熱伝導率) を向上させるための基本的な戦略となっている。一般に、ディスオーダー構造が見られるのは、構成元素が多い複雑な結晶構造の場合が多く、単純な結晶構造ではほとんど見られていなかった。

最近、SnSe、 $Tl_3VSe_4$ 、BaTiS など多くの単純な結晶構造を持つ無機結晶固体がアモルファスやガラス極限に近いかそれよりも低い、非常に低い熱伝導率を示すことが発見され、注目を集めている。また、最新

の理論は、ディスオーダーを考慮することで、こうした低くて温度依存性が弱い熱伝導をモデル化することに成功した。しかし、単純な結晶固体のディスオーダー構造を実験で測定することは難しく、ディスオーダー構造を有する証拠の報告はほとんどなかった。

本研究では、構造が単純な TlSe 型の熱電変換材料 InTe における構造ディスオーダーを調べるために、BL02B1 で測定した温度変化単結晶 X 線回折データをマキシマムエントロピー法と 3D $\Delta$ PDF により解析した。

解析の結果から、図 8 に示すように In が占めるサイトの一部が欠損していることを発見した。また、一部が欠損した In サイトの周りに 2 つの In が部分占有するサイトが観測され、これらの In サイトが結晶の c 軸に沿った 1 次元的なディスオーダーをした In の鎖を形成することが分かった。

この 1 次元構造の温度による変化を調べたところ、高温では、ディスオーダーサイトを占めていた In 原子が結晶内を拡散する静的—動的転移を起こし、結晶構造の c 軸が動的になった In の拡散経路となることが観測された。第一原理分子動力学シミュレーションから、この拡散経路の形成は、c 軸に沿って  $In^{+}$  イオンが移動しても物質全体のエネルギー変化が小さいことに起因することも分かった。

更に理論計算による考察から、発見されたディスオーダー構造の 1 次元鎖と静的—動的相転移は他の多くの TlSe 型化合物の一般的な特徴であることが分かった。また、3D $\Delta$ PDF による単結晶散漫 X 線散乱の解析から、静的—動的転移は、鎖の中で原子が規則正しく配列している割合と関係することも解明された。

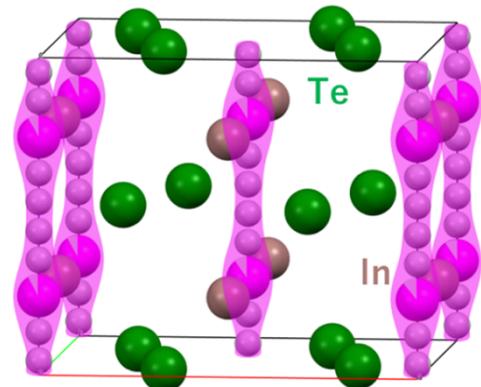


図 8 観測されたディスオーダー構造。マゼンタの半円とともに示されている球は占有率約 90% のサイト、その上下の小さい白色の球は占有率約 2% のサイトを示す。

これまでの研究で実験証拠なしに広く言及されていたディスオーダー構造が、本研究により実験的に観測された。このことは、多くの単純な構造で低い熱伝導度を持つ熱電変換材料を理解するための証拠を提供し、TlSe 型熱電変換材料の理論モデルの開発に重要な貢献をすると考えられる。SPRING-8 を用いた高精度な単結晶 X 線回折データの電子密度解析、散漫散乱解析による研究は、実験的証拠がなかったディスオーダー構造を検出し、物質特性の本質的な理解に貢献していくことが期待される。

## 6. おわりに

本課題の実施中には、コロナウイルス感染症対策に伴うユーザー利用の停止など、課題申請・採択時に予想されていなかった状況への対応を強いられた。本課題では、それらにできる限り対応し、課題の実施に影響が出ないように努めた。大きな案件は、2019 年 3 月に担当者よりアナウンスされたヘリウム (He) ガスの規制に伴う、70 K 以下の低温実験の中止と、2020 年 4 月から 6 月末のコロナウイルス感染症対策に伴うユーザー利用の停止、2020 年 4 月から現在 (2021 年 6 月) まで続いている外国人ユーザーの入国制限である。本課題では、主に、代表者のグループが中心となり上述した状況にできる限り柔軟に対応してきた。その対応策を中心に経緯についてここで述べる。

採択された 2019A の課題開始直前の 2019 年 3 月、ビームライン担当者からヘリウム吹付低温実験の中止に関する連絡が届いた。本課題の中で電子密度観測の研究は、原則 25 K でのデータ測定を計画しており、研究実施を阻止されかねない重大な影響が懸念された。その後の調査で、He ガスは日本国内の地区ごとに確保分が設定されており、代表者が所属するつくば地区で確保できれば、それを購入して SPRING-8 に送れることが分かった。2021 年まで 4 回にわたり、のべ約 30 本の He ガスボンベを SPRING-8 に送り、2020 年 1 月以降は 25 K の低温実験をほぼ予定通りに進めることができた。この体制の継続は現在も続いており、電子密度観測の研究ができる体制を整えている。

2020 年 4 月から現在 (2021 年 6 月) まで続いている外国人ユーザーの入国制限への対応は、すぐに代表者がオーフス大学のグループと協議し、当面の間は、

オーフス大学から筑波大学にサンプルを送り、筑波大学グループで代わりに測定することで対応した。最初は、1 期のみでの予定であったが、結局 1 年以上の期間、この体制を継続した。税関での確認による試料受領の遅れなどを避け、マシンタイムを効果的に利用するための手順を筑波大学とオーフス大学の両方で構築した。この期間にオーフス大学で構築が進められていた、CdTe-PILATUS 測定最適化用ソフトウェアの筑波大学への提供や 3D  $\Delta$ PDF 測定の方法や検討事項が筑波大学グループに伝えられ、筑波大学グループの実験技術の向上と、筑波大学グループにおける散漫散乱の新しいテーマの発案へとつながった。

## 参考文献

- [1] V. R. Hathwar, A. Nakamura, H. Kasai, K. Suekuni, H. I. Tanaka, T. Takabatake, B. B. Iversen and E. Nishibori: *Crystal Growth & Design* **19** (2019) 3979-3988.
- [2] L. Krause, K. Tolborg, T. B. E. Grønbech, K. Sugimoto, B. B. Iversen and J. Overgaard: *Journal of Applied Crystallography* **53** (2020) 635-649.
- [3] S. Kim, S. Noda, T. Abe, Y. Yokoi, Y. Nakahira, C. Moriyoishi and Y. Kuroiwa: *Japanese Journal of Applied Physics* **59** (2020) SPPA05.
- [4] Y. Kuroiwa, S. Kim, I. Fujii, S. Ueno, Y. Nakahira, C. Moriyoishi, Y. Sato and S. Wada: *Communications Materials* **1** (2020) 71.
- [5] K. A. U. Holm, N. Roth, C. M. Zeuthen, K. Tolborg, A. A. Feidenhansl and B. B. Iversen: *Physical Review B* **102** (2020) 024112.
- [6] J. Zhang, N. Roth, K. Tolborg, S. Takahashi, L. Song, M. Bondesgaard, E. Nishibori and B. B. Iversen: *Nature Communications* **12** (2021) 6709.

### 西堀 英治 NISHIBORI Eiji

筑波大学 数理物質系  
〒305-8571 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
TEL : 029-853-6118  
e-mail : nishibori.eiji.ga@u.tsukuba.ac.jp

### 黒岩 芳弘 KUROIWA Yoshihiro

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一丁目 3 番 1 号  
TEL : 082-424-7397  
e-mail : kuroiwa@hiroshima-u.ac.jp

Bo IVERSEN

Department of Chemistry, Aarhus University  
Langelandsgade 140, 8000 Aarhus C, Denmark  
TEL : +4527782887  
e-mail : bo@chem.au.dk

Jacob OVERGAARD

Department of Chemistry, Aarhus University  
Langelandsgade 140, 8000 Aarhus C, Denmark  
TEL : +4525881826  
e-mail : jacob@chem.au.dk

## 間接型 X 線画像検出器の開発と供用

公益財団法人高輝度光科学研究センター XFEL 利用研究推進室

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

亀島 敬、初井 宇記

### Abstract

マイクロメートル～サブマイクロメートル領域の空間分解能を持つレンズ結像型の間接変換 X 線画像検出器の開発状況について概説する。近年、本撮像方式の課題であったシンチレータ内で生じる光拡散による解像性能低下は、光学ガラス級の光学品質を備えた薄膜シンチレータを用いることで大きく改善された。これにより、顕微鏡光学系が本来持つ回折限界に近い解像性能を得るに至っている。一方で、X 線 CT や、小片化できない試料、または動的に変化する大型の試料の撮像等のアプリケーションにおいては、空間分解能だけでなく試料全体を同時に撮像できる広い視野サイズが求められる。以上を踏まえ、SPring-8 において透過 X 線を等倍撮像する条件の下、近回折限界性能を保持しつつ X 線ビームサイズと同程度の数 mm～数 10 mm まで視野を拡張し、供用することを計画している。

### 1. はじめに

我々は、SPring-8-II<sup>1)</sup>に向けた研究開発を行っている。検出器に関しては、波及効果が大きな X 線画像検出器に着目し、X 線回折・散乱用の検出器 CITIUS と透過 X 線用の検出器 Diffusion-free transparent scintillator 検出器 (DIFRAS)<sup>2)</sup>の研究開発を進めている。本稿では DIFRAS 検出器について概説する。

マイクロメートル～サブマイクロメートル領域の構造を持つ透過 X 線像の計測にはシンチレータ・顕微鏡光学系・イメージセンサから構成されるレンズ結像型 X 線画像検出器が一般的に用いられる。本検出方式にはシンチレータ内の光学的欠陥から生じる光拡散が原因で、顕微鏡光学系が本来持つ回折限界に近い空間分解能が得られないという課題があった<sup>3)</sup>。また、必要とする視野サイズは、SPring-8 で等倍撮像する条件下において、プローブである X 線ビームサイズと同程度の数 mm～数 10 mm である。これに対して、1 マイクロメートルの空間分解能を持つ光学構成とした時の視野サイズは 1 mm 程度が限度となる。利用できる科学計測用 CMOS イメージセンサの解像度 2 k × 2 k に制限され、空間分解能に対するサンプリング数を 2 とした場合、1000 以上の空間分解能・視野比を得ることができないためである。

以上の理由から、X 線画像検出器の空間分解能の向上および、その空間分解能と広視野を両立できる技術

が望まれている。本稿では、高解像度化を目的としたシンチレータ光学系の開発と、14 k × 11 k の高解像度 CMOS イメージセンサを導入した広視野レンズ結像型 X 線画像検出器の開発について紹介する。

### 2. DIFRAS 検出器の開発

我々は本課題に対する最初の取り組みとして、レンズ結像型 X 線画像検出器の解像性能を回折限界レベルまで高めるために、神島化学工業株式会社との共同研究で光学ガラス級の光学品質を備えた透明セラミック薄膜シンチレータの開発を行った。同一ホスト材料から生成されたシンチレータと支持基板を直接接合後にシンチレータ層を顕微鏡光学系の被写界深度程度に薄化している。空隙の無い完全緻密構造・サブ nm 結晶粒界サイズを有するコンポジットを形成し<sup>4)</sup>、シンチレータ光に対して連続的な屈折率を持つため光拡散フリーな像伝送が可能となっている。本シンチレータを Diffusion-free transparent scintillator (DIFRAS) と呼ぶ。ルテチウムアルミニウムガーネット (Lutetium Aluminum Garnet: LuAG) を材料として DIFRAS を組み込んだレンズ結像型 X 線画像検出器の開発に成功し、シンチレータが発する蛍光波長と高解像度顕微鏡光学系の開口数 (NA) で定まる回折限界に近い 200 nm line & space (L&S) パターンを解像できる性能に到達している<sup>5)</sup>。

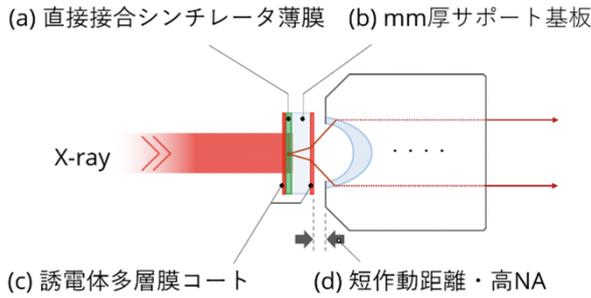


図1 DIFRAS 検出器シンチレータ光学系の概略

DIFRAS 検出器は近回折限界性能に加えて、極めて高いX線耐性を有している。図1はDIFRASの光学配置の概略図となる。開発されたシンチレータはダメージフリーな直接接合(図1(a))で形成されていることに加えて、サポート基板部分がX線の遮蔽体として機能する(図1(b))。1mm厚の無添加LuAG基板で10keVのエネルギーを有したX線を遮蔽する場合、その強度は $\sim 10^{43}$ レベルまで減衰するので、X線光軸上に設置される対物レンズやイメージセンサをX線損傷から守ることができる。また、シンチレータ光伝送効率の向上と迷光侵入の抑止のためにシンチレータX線照射面に反射膜を、逆の面に反射防止膜を有している(図1(c))。強度の高い誘電体多層膜で形成しており、SACLA/SPring-8のフルパワーX線ビームの照射にも耐えられる。これらの放射線耐性・遮蔽能力を備えたシンチレータ光学系を用いることで、高NAを持つ作動距離の短い対物レンズをX線光軸上に配置することを可能とし(図1(d))、長時間かつ安定な高解像度撮像・メンテナンスフリーな検出器運用を実現している。

### 3. 間接型X線画像検出器の性能を決める因子

間接型X線画像検出器の性能指標として、空間分解能と検出量子効率(DQE)の2つがある<sup>17)</sup>。空間分解能はレーリー基準である、

$$\delta = 0.61 \times \lambda / NA \dots (1)$$

等の顕微鏡光学系が持つ解像性能を指標とすることができる。 $\lambda$ はシンチレータ発光波長、NAは顕微鏡光学系の開口数である。実際には、シンチレータ内の光学的欠陥や放射線ダメージから生じる光拡散で空間分解能が低下する。本研究ではこの回折限界に近い性能を得るためにDIFRASを使用している。DQEは間接型X線検出器のカスケードノイズ伝搬をモデルとした、

$$DQE = \eta_{xqe} \left( 1 + \frac{1}{\eta_{ly} \cdot \eta_{ce} \cdot \eta_{vqe}} \right)^{-1} \dots (2)$$

の式で見積もることができる<sup>18,9)</sup>。 $\eta_{xqe}$ はX線量子効率(シンチレータ吸収効率)、 $\eta_{ly}$ はX線1光子に対して生成される可視光子数(Light yield)、 $\eta_{ce}$ は光学系の光回収効率、 $\eta_{vqe}$ はイメージセンサのシンチレータ発光波長に対する量子効率である。式(2)括弧内の第1項はX線ショットノイズからの影響を、第2項はシンチレータ光ショットノイズからの影響を示している。 $\eta_{xqe}$ はシンチレータ材料の質量減弱係数 $\mu_m$ と密度 $\rho$ ・シンチレータ厚 $d$ から、

$$\eta_{xqe} = 1 - e^{-\mu_m \rho d} \dots (3)$$

で表せる。デフォーカス光による像の劣化を防ぐためにシンチレータ厚を顕微鏡光学系のNAに応じた被写界深度程度に薄くする必要がある。適切なシンチレータ厚は、イメージセンサを搭載した顕微鏡用に拡張されたBerekの式、

$$d = \frac{\lambda \cdot n_s}{NA^2} + \frac{n_s}{M \cdot NA} p \dots (4)$$

を用いて得られる。 $n_s$ はシンチレータ屈折率、 $M$ は光学倍率、 $p$ はイメージセンサのピクセルサイズに相当する。第1項は波動光学被写界深度、第2項は幾何光学被写界深度と呼ばれる<sup>10)</sup>。Light yieldである $\eta_{ly}$ は光子エネルギーに対して線形に応答すると仮定して算出できる。例えばCe添加LuAG(LuAG:Ce)を用いる場合、1MeV光子に対するLight yieldは16,000 photonsなので<sup>11)</sup>、10keVのX線を利用する際は160 photonsのシンチレータ光子に変換される。光学系の光回収効率 $\eta_{ce}$ はレンズ開口数NA・シンチレータ屈折率 $n_s$ ・光学系透過率 $t$ ・シンチレータ反射膜の反射率 $r$ を用いて、

$$\eta_{ce}(NA) = \frac{1}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - (NA/n_s)^2} \right) \cdot t(1+r) \dots (5)$$

で表される。第1因子 $(1 - \sqrt{1 - (NA/n_s)^2})/2$ は対物レンズに入射するシンチレータ発光の立体角 $2\pi(1 - \cos \theta)$ srを全立体角 $4\pi$ srで割ることで得られる。 $\theta_s$ はシンチレータ内の開口角である。NAが小さい値の場合、

$$\eta_{ce}(NA) = \frac{NA^2 \cdot t(1+r)}{4n_s^2} \dots (6)$$

に近似できる。

4. 広視野設計と供用を計画している検出器

我々は開発したDIFRAS検出器の広視野化を計画している。透過X線を等倍撮像する条件において、横方向で最大50mmの視野が要求されている。また、SPRING-8-II計画で高強度化が見込まれる30~200keV領域の高感度化が求められている。DQEを高める必要があるため、NAを大きくした光学系が望ましい。一般的に1xより高い倍率を持つ拡大光学系はNAを大きくした光学設計が可能である。以上を踏まえると、

- 1) センサピクセルサイズ > 50/Nmm
  - 2) シンチレータ発光波長に対する高量子効率
- がセンサに対する要求仕様となる。Nは横方向のピクセル数であり、1)を満たすことで1x以上の倍率で光学設計が可能となる。これらの要求を満たし、市場で入手可能な最大級の解像度を有するイメージセンサを導入し、シンチレータと顕微鏡光学系の最適化を行う。我々はSONY IMX411<sup>[12]</sup>の採用を決定した。イメージフォーマット14,192 × 10,640、3.76 μm pixels、チップサイズ53.3 × 40 mm<sup>2</sup>、16 bit階調の裏面照射型CMOSイメージセンサである。量子効率はLuAG:Ceのピーク発光波長520nmに対して95%を超える。センサ対角は66.7mmであり、これに応じた顕微鏡光学系イメージサークル・実効視野と同等サイズの薄膜シンチレータが必要となる。

イメージセンサの読出ノイズがショットノイズより十分に小さい条件下において、DQEはシンチレータ厚とNAの大きさで決まる。レンズ結像型X線画像検出器はこれに当てはまるケースが多いので本稿では読出ノイズの影響を考慮しない。NAを大きくすると、レンズの光回収効率η<sub>ce</sub>は大きくなるが、被写界深度に応じてシンチレータ厚を薄くする必要があるためη<sub>xqe</sub>は小さくなる。つまり、η<sub>xqe</sub>とη<sub>ce</sub>はトレードオフの関係にある。以上を踏まえ、DQEを最大とするNAを決定する。式(4)を拡張し、ピクセルサイズの代わりに幾何光学で定まる空間分解能：許容錯乱円を代入すると空間分解能Rを得る上で許容される被写界深度は、

$$d = \begin{cases} \frac{\lambda \cdot n_s}{NA^2} + \frac{n_s}{NA} \sqrt{R^2 - \delta^2}, & \text{for } p < \sqrt{R^2 - \delta^2} \\ \frac{\lambda \cdot n_s}{NA^2} + \frac{n_s}{NA} p, & \text{for } p > \sqrt{R^2 - \delta^2} \end{cases} \dots (7)$$

となる。ここで√(R<sup>2</sup> - δ<sup>2</sup>)は許容錯乱円の半径を示している。δは式(1)のレーリー基準の回折限界空間分解

能：エアリーディスク半径である。空間分解能R、X線エネルギーEを固定値として入力し、式(2),(3),(7)からDQEのNA依存性を、

$$DQE(R, E, NA) = \frac{\eta_{xqe}(R, E, NA)}{1 + \frac{1}{\eta_{ly}(E) \cdot \eta_{ce}(NA) \cdot \eta_{vqe}}} \dots (8)$$

で定義できる。図2はR = 2 μm (1 μm L&S)と定めた時のDQE曲線である。横軸はNA、縦軸はDQEを示しており、5~200keVの光子エネルギー毎にプロットしている。式(1)からNA = 0.1586がR = 2 μmを得られる最小のNAであるので、NA < 0.1586のデータはプロットしていない。NAを大きくすることで光回収効率η<sub>ce</sub>を高め、シンチレータ光のショットノイズの影響を抑えることができる。図2(a)の5、10 keVにおいてNA > ~0.5にDQEピークを持つように、この効果は特に発光効率η<sub>v</sub>が小さい低エネルギー光子を用いる際に顕著となる。一方で、図2(b)に示すように50~200 keVの高いエネルギー領域では小さいNAでDQEピークが得られる。小さいNAは光学系の被写界深度が深く、シンチレータを厚くできるのでX線に対する阻止能η<sub>xqe</sub>が大きくなる。この効果はDQEに対し50 keV以上で高いウェイトを持つことを示している。

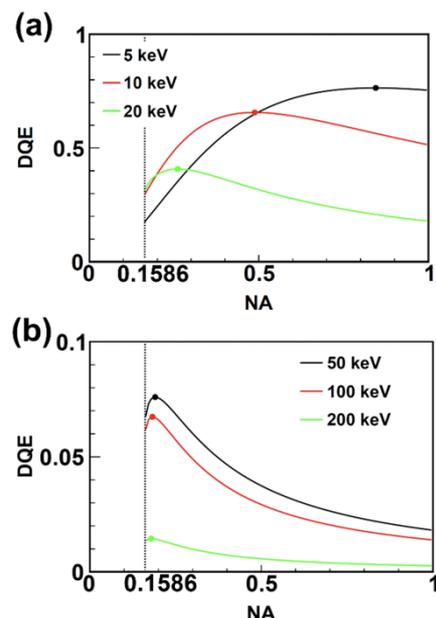


図2 空間分解能R = 2 μm (1 μm line & space)におけるレンズ結像型X線画像検出器DQEのX線エネルギー・NA依存性。各X線エネルギーにおけるDQE最大値に円をプロットしている。

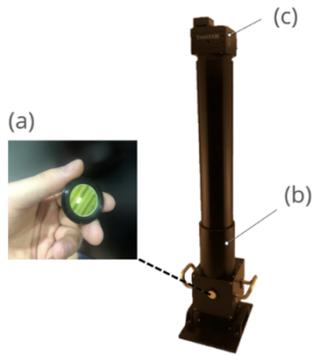


図3 Lens A4を搭載したDIFRAS 検出器。(a)50 μm厚・φ22 LuAG:Ceシンチレータ、(b) Lens A4、(c) SVS-VISTEK shr411 カメラ。

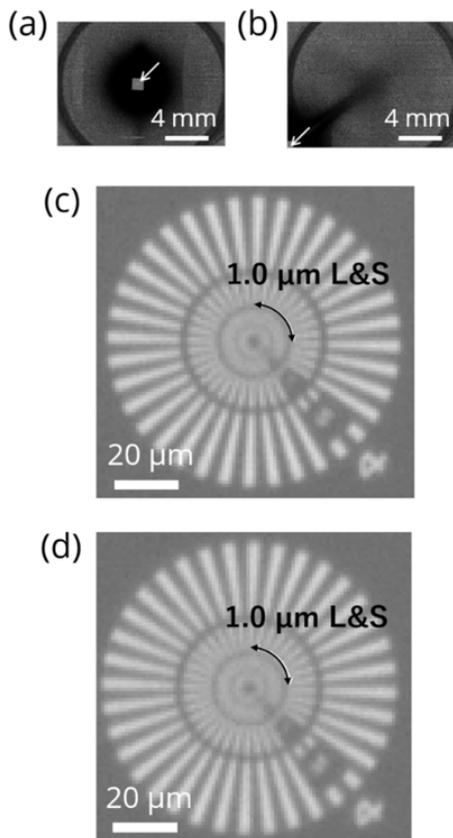


図4 試作機で撮像したテストチャート X 線透過像。(a) 視野中心にチャートを配置時の全視野像、(b) 視野左下隅にチャートを配置時の全視野像、(c) (a)のチャート部を拡大した像、(d) (b)のチャート部を拡大した像。

本モデルをベースとして、目標の空間分解能・光子エネルギーを定め、2~50 mm 視野範囲を対応できるように 5 つのレンズパラメータを選定し光学設計を行った。表1 は供用を計画している広視野 DIFRAS 検出器の性能一覧となっている。それぞれで、近回折限界性能に加えて、ターゲットとなる光子エネルギー領域でピーク付近の DQE が得られるように設計した。Lens A1 に関しては、該当する市販レンズがないためカスタムで製作が必要である。光学シミュレーションの結果、技術的に実現可能な光学性能と分かっている。

Lens A4 を搭載したレンズ結像型 X 線画像検出器の構築を行った (図 3)。被写界深度に合わせた 50 μm 厚・FOV 15 × 11 mm<sup>2</sup> 全面を十分にカバーできる φ22 を有した LuAG:Ce シンチレータの製作に成功した。SONY IMX411 センサを搭載したカメラ shr411IMXGE (SVS-VISTEK GmbH) を検出器に組み込んだ。シンチレータ径・光学系イメージサークル・センサ対角が全てマッチした設計としている。その性能評価を BL29XU にて実施した。X 線ビームパラメータは光子エネルギー7.0 keV、フラックスが  $7.7 \times 10^{11}$  photons/sec (シンチレータ面上で) であり、高調波カットミラー、拡散板を用いてビーム強度プロファイルのフラット化を行い試料に照射を行った。計測試料は NTT-AT 社製のタンタル X 線テストチャートを用いた。図 4 が取得した X 線透過像データとなる。像は 150 ms の露光時間で得られたデータにフラットフィールド補正を行い、像内の X 線強度を規格化している。図 4(a),(b)は検出器の全視野像であり、矢印が挿す位置に試料が映るように検出器を配置して取得した。最も光学性能が高い視野中心および最も光学性能が低い視野隅の解像力を確認することで視野全体の性能を評価した。シンチレータ波長 520 nm と Lens A4 の NA で定まる回折限界性能 1.0 μm L&S に近い、1.2 μm L&S

表1 供用を計画している検出器性能一覧

		A1 <sup>a</sup>	A2	A3	A4	A5
空間分解能	[μm L&S]	~0.2	0.45	0.6	1.0	3.8
光子エネルギー	[keV]	≤ 10	10	10	50	200
視野	[mm <sup>2</sup> ]	2.6 × 1.9	7.6 × 5.7	10 × 7.7	15 × 11	53 × 40
NA		-	0.35	0.27	0.159	0.083
シンチレータ厚	[μm]	-	10	20	50	500
DQE		-	0.41	0.47	0.071	0.10

<sup>a</sup>調査した限りでは、レンズ A1 の性能を満たす市販レンズは見つかっていない。専用レンズ製作することで技術的に実現可能な光学パラメータである。

パターンを視野中心 (図 4(c)) および視野左下隅 (図 4(d)) で解像できている。この結果は、視野全体で近回折限界性能の解像力を持つことを示している。

## 5. まとめ

本稿では SPring-8/SACLA で供用している DIFRAS 検出器の開発・整備状況について紹介を行った。Photo-diffusion-free な透明シンチレータを採用することで顕微鏡光学系が本来持つ近回折限界の性能に到達し、これを安定的に利用実験に提供することができる状況にある。本撮像方式のもう一つの課題であった、シンチレータおよび顕微鏡光学系の X 線ダメージによる像質の劣化を解決し、メンテナンスフリーな検出器運用を行っている。本技術はシグマ光機株式会社に移転済みで、SPring-8/SACLA のみならず、他の施設でも導入可能となっている。

また、レンズ X 線画像検出器の性能指標について概説を行った。紹介した DQE モデルを用いることで、空間分解能・X 線エネルギー毎に最大の DQE を得る光学パラメータを特定し、実験系に応じた最適な検出器設計を行うことができる。

SPring-8-II 計画に向けて、DIFRAS 検出器の高度化を進めており、広視野化・高エネルギー X 線領域の感度向上を満たすため、150 M pixels の高解像度イメージセンサの導入および広視野顕微鏡光学系パラメータの最適化を実施した。光学倍率 20x、7x、5.2x、3.5x、1x の 5 つの倍率で構成し、SPring-8 ビームサイズ 2 ~ 50 mm をカバーする。DIFRAS、広視野 3.5x 光学系、150 M pixels イメージセンサから構成されるレンズ結像型 X 線画像検出器は近回折限界性能である  $1.2 \mu\text{m}$  L&S に到達し、視野  $15 \times 11 \text{ mm}^2$  の視野中心および視野隅で同等の性能を示した。他の倍率構成を持つ残りの 4 つにおいても本コンセプトは機能すると考えている。これらを性能評価完了後に SPring-8/SACLA で順次展開していく予定である。

## 謝辞

神島化学工業株式会社の皆様に薄膜シンチレータを製作していただきました。シグマ光機株式会社の皆様にイメージングユニットの構築、顕微鏡光学系の設計、シンチレータのコーティングをしていただきました。

SVS-VISTEK GmbH の皆様、株式会社アド・サイエンスの皆様には 150 M pixels のカメラの実装をサポートしていただきました。謹んで感謝申し上げます。ここで紹介した研究は、JSPS 科研費 JP19K12640 の助成を受けたもので、理化学研究所 SPring-8 利用研究課題 (Proposal No. 20210067) として行われました。

## 参考文献

- [1] SPring-8-II Conceptual Design Report, (RIKEN SPring-8 Center) <http://rsc.riken.jp/pdf/SPring-8-II.pdf>
- [2] T. Kameshima *et al.*: *Opt. Lett.* **44** (2019) 1403.
- [3] H. Graafsma and T. Martin: *Advanced tomographic methods in materials research and engineering* (2008) 277-302.
- [4] H. Yagi *et al.*: *Jpn. J. Appl. Phys.* **45** (2006) 133.
- [5] H. Yagi *et al.*: *Opt. Mater.* **29** (2007) 1258-1262.
- [6] 村松克洋他: *OPTRONICS* **31** (2012) 123-126.
- [7] T. Martin and A. Koch: *J. Synchrotron Rad.* **13** (2006) 180-194.
- [8] M. Stapanoni *et al.*: *Nucl. Inst. and Meth. A* **491** (2002) 291-301.
- [9] U. W. Arndt and D. J. Gilmore: *J. Appl. Cryst.* **12** (1979) 1-9.
- [10] S. Inoué: *Video Microscopy* (Plenum Press, New York, 1986).
- [11] T. Yanagida *et al.*: *IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Rec.* (2010) 1612-1614.
- [12] SONY IMX411 Product Information ([https://www.sony-semicon.co.jp/products/common/pdf/IMX411ALR\\_AQ\\_R\\_Flyer.pdf](https://www.sony-semicon.co.jp/products/common/pdf/IMX411ALR_AQ_R_Flyer.pdf))

## 亀島 敬 KAMESHIMA Takashi

(公財) 高輝度光科学研究センター XFEL 利用研究推進室  
(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0992  
e-mail : kameshima@spring8.or.jp

## 初井 宇記 HATSUI Takaki

(国) 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 XFEL 利用研究推進室  
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0900  
e-mail : hatsui@spring8.or.jp

# 順応型フィードフォワード制御による 偏光スイッチング型アンジュレータが引き起こす軌道変動の抑制

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
加速器部門 正木 満博

### Abstract

SPRING-8 蓄積リングには、高速キッカーシステムを搭載した偏光スイッチング型アンジュレータと呼ばれる挿入光源が実装されている。この偏光スイッチングのためのキッカー駆動が、蓄積リングの電子ビーム軌道に周期的な摂動を与え、その結果、光源の安定度が劣化してユーザー実験の支障となっていた。この問題を解決するために加速器グループでは、順応型フィードフォワード制御 (Adaptive Feedforward Control) による新たな軌道補正システムを導入した。これにより、キッカーの駆動を実験ユーザーが気付かないレベルにまで、軌道の安定状態を保持することができるようになった。本稿では、この新しい軌道補正システムの概要を紹介する。

### 1. はじめに

SPRING-8 蓄積リングに設置されている高速偏光スイッチング型アンジュレータは、ID23 と ID25 の 2 台である。それらは図 1 に示すようなツインヘリカルアンジュレータシステム<sup>[1,2]</sup>となっており、右回り円偏光と左回り円偏光を生成するヘリカルアンジュレータがそれぞれ上下流に並んでタンデム配置されている。右回り、左回りの円偏光スイッチングは、5 台の高速キッカーを用いて電子ビーム軌道に動的な局所バンブ軌道(図 1 の Orbit bump A と Orbit bump B)を生成し、それらを周期的に切り替えることで実現している。スイッチング周波数は、ID23 については 1 Hz、ID25 については 1 Hz または 0.1 Hz である。電子ビーム軌道が Orbit bump A にスイッチされている時、上流側アンジュレータからの右偏光放射光は水平に軸外しとなり、フロントエンドアブソーバーにより止められる。一方、下流側アンジュレータからの左

偏光放射光はビームライン光軸に沿って伝播し、実験ステーションまで到達する。電子ビーム軌道が Orbit bump B にスイッチされている時は、状況は逆となる。このように 2 つの軌道 A と B を交互に切り替えることで、実験ユーザーに左右円偏光の放射光を交互にスイッチして提供している。軌道 A と B における放射光ビームの空間的な分離角は、ID23 については 300  $\mu\text{rad}$ 、ID25 では 100  $\mu\text{rad}$  である。

局所バンブ軌道 A 及び B は、ID セクションの中だけで閉じているのが理想的であるが、実際には高速キッカーにキック誤差があるため、その外側の軌道にも若干漏れ出している。このバンブ軌道の漏れによる軌道変動を補正するために、ID23 及び ID25 セクションの両端には空芯コイルからなる高速補正ステアリング電磁石が設置されており、キッカー駆動と同期したフィードフォワード軌道補正が、挿入光源グループによって元々実装されていた。しかしながら、この

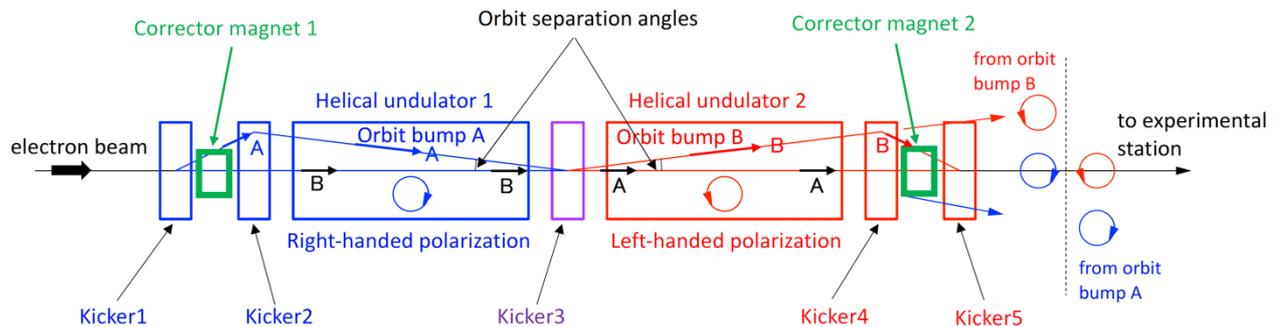


図 1 ツインヘリカルアンジュレータシステム

フィードフォワード補正は、時間経過とともに補正精度が徐々に劣化し、キッカー駆動に同期した周期的な軌道変動が、補正テーブル調整後から次第に増加していく傾向にあった。いわば一度調整した補正テーブルがすぐに有効期限切れになってしまうような状況であった。この劣化の原因は挿入光源グループによって長年調査されてきたが<sup>3)</sup>、様々な要因が複雑に関係しており、原因を取り除くには至らなかった。このような状況を解消するために、軌道補正精度劣化の原因除去は一先ず脇に置き、キッカー駆動による周期的軌道変動パターンを常時検出し、その変動パターンからフィードフォワード補正テーブルを動的にアップデートする、いわゆる順応型フィードフォワード制御 (Adaptive Feedforward Control: AFC) による軌道補正システムの導入に舵を切った。この新しい AFC 補正システムは加速器グループで開発され、現在ユーザー運転で実運用されている。この AFC システムの詳細については、参考文献[4]の論文を参照して頂くとして、本記事では簡単に概要のみを紹介する。

## 2. 軌道補正スキーム

偏光スイッチングのための局所バンパ軌道は水平方向に生成されるため、キッカー駆動時に誘起される軌道変動の主成分は水平方向である。従って、AFC による軌道補正は水平方向に対して適用している。開発した AFC 補正システムは、キッカー駆動時のビーム

振動パターンを高速 BPM により一定の時間間隔で測定し、そのビーム振動パターンを打ち消すための ID23 及び ID25 両端の空芯補正ステアリングにフィードするカウンターキックパターンをリアルタイムに算出する。このカウンターキックパターンを元のフィードフォワード補正テーブルに逐次加算して補正テーブルを動的にアップデートすることにより、キッカー駆動時でも軌道変動が抑制された状態を常時保持するものである。図 2 に AFC 補正システムの全体概略図を示す。このシステムをうまく機能させるために、設計上考慮した点を以下に述べる。

### 1) 高速 BPM

軌道変動はキッカー駆動の繰り返し (1 Hz or 0.1 Hz) に同期して周期的に発生するが、1 周期中の変動パターンには数十 Hz の周波数成分が含まれている。従って、この変動パターンを正確に捉えるために、10 kHz の高速サンプリングレートでデータ取得が可能な MTCA.4 ベースの専用 BPM<sup>5)</sup> をリングの 4 箇所に設置した。キッカー駆動に同期した BPM データを取得するために、ID23 及び ID25 用の VME からそれぞれ独立に出力されるキッカーパターントリガー信号を MTCA.4 のデジタイザボードに入力し、制御ネットワークを介してそれらのパターントリガー信号の入力タイミングのタイムスタンプと 4 箇所の BPM データを紐付けし、駆動に同期したデータを抽出する仕組みとなっている。

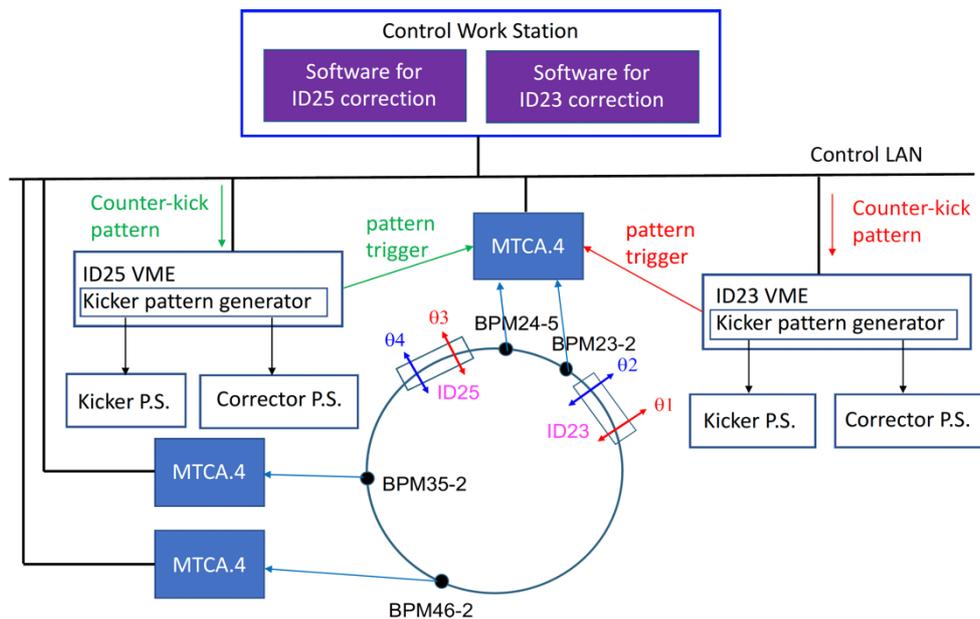


図 2 AFC 補正システムの全体概略図

## 2) BPM 配置

BPM の配置は、ID23 及び ID25 でのエラーキックに対する応答が大きい場所、つまりキッカー駆動によるビーム振動の検出感度が高い（振動の腹に近い）場所を 4 箇所選択した。選択した BPM は、ID23 でのエラーキックに対して感度が高い BPM23-2（23 セルの 2 番目）と BPM46-2（46 セルの 2 番目）、及び ID25 でのエラーキックに対して感度が高い BPM24-5（24 セルの 5 番目）と BPM35-2（35 セルの 2 番目）の合計 4 箇所である。また、選択した BPM 間のベータロン位相の関係は、ID23 と ID25 のキッカーが同じ繰り返し周波数 1 Hz で同時駆動している場合でも、それぞれに対するカウンターキックが分離よく抽出できる位相関係となっている。つまり、ID23 に対して感度が高い BPM23-2、BPM46-2 と、ID25 に対して感度が高い BPM24-5、BPM35-2 の位相差は、理想的な条件の直交関係に近くなっている。

## 3) データ処理

4 台の BPM で測定されたビーム振動パターンから、ID23/25 におけるエラーキックに起因する成分のみを高精度かつ効率的に抽出することも肝となる。BPM データのランダムノイズが、計算されるカウンターキックの誤差に直結し補正性能をリミットしてしまうからである。従って、BPM データの S/N 比を向上させるための適切なフィルタリング処理が必須である。キッカー駆動による軌道変動は、駆動の繰り返しに同期した周期的変動という特徴を持つ。その周期性を利用して効率的に目的の振動成分のみを高 S/N 比で抽出する。そのためにまずキッカー駆動中の BPM データを数十周期分取得し、それを FFT 演算により周波数領域に変換する。その周波数スペクトルにはキッカー駆動の繰り返し周波数とそのハーモニクス周波数に応じたピークが現れる。これらピークは駆動により誘起されたビーム振動成分のみの情報を持っているので、高周波ノイズを除去するための適当なカットオフ周波数のローパスフィルタ演算を施した上で、ピークのみを拾い上げて逆 FFT 演算し、時間領域に戻すことで S/N 比が向上した 1 周期のビーム振動パターン（取得した周期数分の BPM データが 1 周期の時間幅に折り畳まれ平均化されたパターン）が得られる。

1 Hz でのキッカー駆動の場合、60 周期分の BPM データを取得し FFT 演算をする。得られた FFT スペクトルに 100 Hz カットオフのローパスフィルタ演算を施し、1 Hz とそのハーモニクス周波数のピーク値のみを拾い上げ、逆 FFT 演算することにより、1 周期長に折り畳まれたビーム振動パターンを得る。この振動を打ち消すためのカウンターキックパターンを計算し、ID 両端に配置された空芯補正ステアリングにフィードする。これら一連の処理を一定時間間隔で繰り返すことで、軌道変動が抑制された状態を維持している。

## 3. 軌道変動の抑制とその効果

AFC 補正の効果を示すために、ID23 キッカーが 1 Hz 駆動している場合を例として取り上げる。図 3 は、2020 年 1 月に実施した AFC 補正のビーム試験において、ID23 のギャップが 15.3 mm の時に蓄積リング 15 セルアーク部のビーム振動監視用 BPM で観測されたデータである。AFC 補正適用前の状態では、キッカー駆動時の水平ビーム振動が peak-to-peak で 16  $\mu\text{m}$  程度観測されていたが、AFC 補正適用後には劇的にビーム振動が減少し、キッカー駆動時でも停止状態とほぼ同レベルにまで変動が抑制されていることが分かる。

このビーム振動を各 ID 光源点での振動レベルに相当する量に換算し、水平方向の光源位置変動と光軸角度変動（peak-to-peak）の推定値を求めたものを図 4 に示す。エラーキックのソースである ID23 とのベータロン位相の関係で、ID によって影響の度合いが異なるが、AFC 補正適用前では光源位置変動が最大 60  $\mu\text{m}$  (p-p)、光軸角度変動が最大 2  $\mu\text{rad}$  (p-p) に達していたビームラインがあったと考えられる。この光源振動は、AFC 補正によって 1 桁以上低減させる

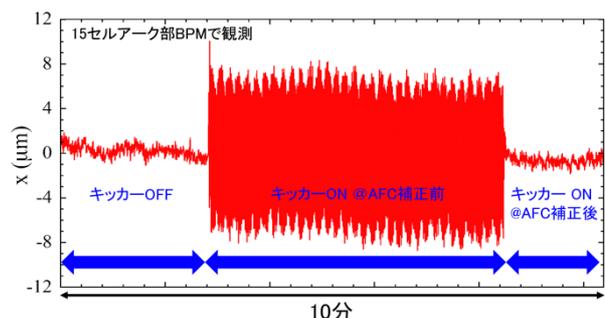


図3 ID23 キッカー1 Hz 駆動時に、15 セルアーク部 BPM で観測した AFC 補正前後での水平ビーム振動。

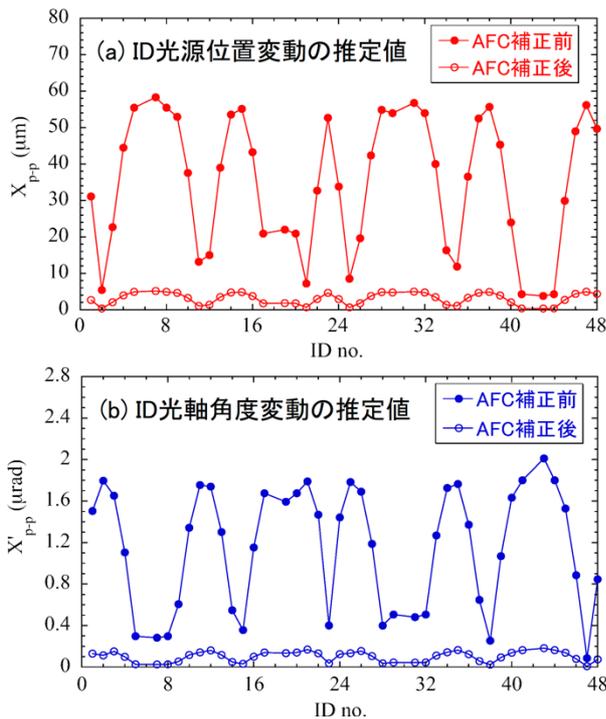


図4 ID23 キッカー駆動時における AFC 補正適用前後での各ID光源の水平振動 (peak-to-peak) の推定値。(a)は光源位置変動、(b)は光軸角度変動を示す。

ことができ、かつその状態を常時維持することができる。ID25 キッカー駆動においても、エラーキックとの位相関係により影響の大きいビームラインが ID23 の場合と異なるが、同様に AFC 補正によって光源振動が低く抑えられることが確認できている。また ID23 と ID25 の両方のキッカーが同時に駆動している状況でも、この AFC 補正がうまく機能することがビーム試験やユーザー運転中の運用において確認できている。

図4に示した AFC 補正適用前の ID 光源位置変動及び光軸角度変動の大きさは、ID 中心での水平方向の光源サイズ約 1.3 mm (p-p)、アンジュレタ放射の典型的な角度発散 (例えば、X 線波長 1 Å、ID 長 4.5 m の場合、13 μrad (p-p)) に比べて十分に小さく、実験に支障をきたすレベルの変動ではないようにも思える。しかしながら、ビームラインに設置された狭いスリットを仮想光源に見立て、フレネルゾーンプレート (FZP) 等の光学素子で X 線を集光するような実験セットアップにおいては、光源の位置変動が FZP 焦点面での光軸角度変動となって現れる。例えば ID23 キッカー駆動時に、図4(a)に示すように光源位

置が 60 μm (p-p) で変動した場合、実験試料上に入射する X 線の光軸角度は、数 μrad (p-p) のオーダーで 1 Hz 変動することになり、精密な X 線散乱実験等の支障となり得る。AFC 補正適用後には、この角度変動が 1 桁以上抑制され、実験に悪影響を与えないレベルに安定化された。

#### 4. まとめ

開発された順応型フィードフォワード制御 (AFC) による軌道補正システムは、ユーザー実験の支障となっていた ID23/25 の偏光スイッチングキッカー駆動に起因する軌道変動の問題を解消し、ユーザーにその駆動をほとんど意識させないレベルまで軌道安定状態を保持できている。SPRING-8-II 等の次世代放射光源の性能を最大限に生かすためには、究極の軌道安定化が求められる。今回のケースのように、軌道変動を引き起こすエラーソースの場所とその特性が明確に分かる場合は、標的となるエラーキックをその直近で常時正確に打ち消すことができる AFC システムを導入することで、高効率かつ高精度の軌道補正を実現することができ、次世代放射光源においても非常に有効な軌道安定化ツールの一つとして活用が期待できる。

#### 参考文献

- [1] T. Hara *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **5** (1998) 426-427.
- [2] T. Hara *et al.*: *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **498** (2003) 496-502.
- [3] R. Kinjo *et al.*: *Proceedings of PASJ* (2018) 366-370.
- [4] M. Masaki *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **28** (2021) 1758-1768.
- [5] H. Maesaka *et al.*: *Proceedings of IBIC* (2019) 471-474.

#### 正木 満博 MASAKI Mitsuhiro

(公財) 高輝度光科学研究センター 加速器部門  
 (旧) : (公財) 高輝度光科学研究センター 光源基盤部門  
 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
 TEL : 0791-58-0886  
 e-mail : masaki@spring8.or.jp

# SACLA Users' Meeting 2022

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
XFEL 利用研究推進室 大和田 成起

## 1. はじめに

2022年3月2日から3日にかけて、SACLA Users' Meeting 2022が開催された。COVID-19の影響により、前回に引き続き「Zoom」を利用したオンラインのみでの開催となった。当日は、最新のSACLAの性能に関する情報共有や、XFEL利用研究の将来のあり方について、施設とユーザーコミュニティおよび利用者同士で議論が行われた。

## 2. 会議の内容

第1日目は、米田仁紀教授（電気通信大学、SACLAユーザー協体会長）および、石川哲也 RSC センター長による開会挨拶に続いて、“Facility”セッションとして、本会議の概要説明、施設の現状報告、次世代検出器 CITIUS 開発状況の報告が行われた。施設の現状報告では、恒例の課題申請状況や施設高度化報告に加えて、海外の研究グループによる、SACLA では初となるリモート実験が行われたことが報告された。

“Scientific Talks”では、尾崎典雅准教授（大阪大学）による高強度レーザーを用いた高圧物性科学、松田巖教授（東京大学）による軟 X 線 FEL を用いた非線形分光に関する招待講演が行われた。

第1日目午後にはブレイクアウトセッション A として、2つのテーマによるセッションが同時並行で開催された。1つ目のテーマである、“High-resolution and high accuracy femtosecond crystallography”セッションでは、結晶構造学分野での実験において、より高分解能のデータを得るために 20 keV 付近の利用や次世代検出器などに関する議論が行われた。“New perspectives using the coupling between high-power nanosecond laser and XFEL at SACLA”セッションでは、高強度ナノ秒レーザーを用いた実験において、今後求められる XFEL や実験装置の性能についての議論が行われた。

第2日目午前は、まず2021年度のSACLA基盤開発プログラムの進捗報告（前編）として、Mark Dean 博士（Brookhaven National Laboratory、採択課題名：“Time Resolved Resonant Inelastic X-Ray Scattering Beyond Iridium”）、池田暁彦助教（電気通信大学、採択課題名：“ポータブルパルス超強磁場発生装置 PINK による XFEL-100 テスラ共用実験”）、松山智至准教授（名古屋大学、採択課題名：“新規結像ミラーに基づいた sub-10 nm XFEL 集光装置の開発”）の3件の講演が行われた。

続くブレイクアウトセッション B では、前日同様に2つのセッションが同時に開催され、“Recent achievements and future perspectives in materials science at SACLA”セッションでは、物質科学研究での軟 X 線 (BL1) および硬 X 線 (BL3) FEL 利用がテーマとなった。BL1 については FEL や共用装置の開発・高度化、BL3 については中赤外から THz 領域の励起光源の高度化と利用に関する内容を中心に議論が行われた。もう一方の、“Nanofocusing XFEL: 100 nm- and 10 nm-focusing capabilities at SACLA”セッションでは、100 nm 集光装置 (100 exa) および Sub-10 nm 集光装置の現状と、ナノ集光された X 線パルスを、どのように実験に用いるかなどについての議論が行われた。

第2日目午後は、「若手研究者と共に考える30年後のX線利用研究」と題する特別セッションが開催された。本セッションは、SACLA 供用開始10周年を迎える節目の年において、さらなるSACLAの発展形を考え、それを活用した研究について議論する場として企画された。施設・利用者から合計6名の若手研究者が、それぞれの想像する30年後のSACLAについて講演した。現状を手堅く発展させた内容から、非常に独創的な内容まで、それぞれの講演者の個性を強く反映した大変面白いセッションとなった。

続いて、SACLA 基盤開発プログラム進捗報告（後編）が行われ、岩田想教授（京都大学、採択課題名：「生体分子動画測定装置の開発」）、江川悟博士（理化学研究所、採択課題名：「回転体結像ミラーの瞳分割による軟 X 線多波長イメージングシステムの開発」）、宮脇淳博士（量子科学技術研究開発機構、採択課題名：「広ダイナミックレンジ・高速読み出し軟 X 線用 CMOS 検出器の開発」）の 3 件について、今年度の進捗報告がなされた。

最後のクロージングセッションでは、全参加者で本会議にて議論された情報を共有し、米田会長の挨拶をもって本会議は閉会となった。

### 3. まとめ

SACLA Users' Meeting は、一般的な学術発表のための会議ではなく、利用者と施設および利用者間の情報共有と意見交換を主な目的として開催され、今回で通算 7 回目の開催となる。前回に続き対面での開催はかなわずオンラインのみとなったが、各セッションにおける議論などを通じて、その目的は果たせたように思える。今後も、利用者からの要望に対する施設側の対応や、施設側からの情報を活かした SACLA 利用研究の展開などに注目していただきたい。2022 年度以降も、SACLA Users' Meeting は開催される予定となっている。次回については詳細が決まり次第、SACLA のホームページ (<http://xfel.riken.jp>) などでの情報が公開される予定である。

今回の SACLA Users' Meeting も盛況のうちに終わることができたのも、国内外の多くの利用者の方々に参加いただき、活発に議論していただいたことに尽きると思われる。本会議に関わった皆様に厚く御礼を申し上げ、SACLA Users' Meeting 2022 の報告とさせていただきます。

大和田 成起 *OWADA Shigeki*

（公財）高輝度光科学研究センター X FEL 利用研究推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0992  
e-mail : [osigeki@spring8.or.jp](mailto:osigeki@spring8.or.jp)

# SPRUC 第4回 BLs アップグレード検討ワークショップ報告

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 行事幹事  
筑波大学 数理物質系 西堀 英治

## 1. 概要

SPRUC 第4回 BLs アップグレード検討ワークショップが、2022年3月14日に SPring-8 放射光普及棟大講堂における講演と Webex Events を利用したオンラインとのハイブリッドにて開催されました。本ワークショップ (WS) の目的は、第3回までの WS や SPring-8 シンポジウム 2019、2020、2021 での議論を踏まえ、それ以降の技術開発動向やビームライン (BL) アップグレードの具体的なプラン、更には、検討事項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です。344名 (施設関係 131名、SPRUC 会員他 213名) の参加登録があり、320名以上が参加しました。ちょうど新型コロナウイルス感染症の第6波と重なったため、ほとんどのユーザーがオンライン参加となりました。

## 2. オープニングと概要セッション

最初に、SPRUC 木村昭夫会長 (写真1) より挨拶が行われました。最初に WS の概要とその目標を説明されました。その後、今回の WS の全体のスケジュールについて述べられ、共同主催者の高輝度光科学研究センター (JASRI)、理化学研究所 (理研) への謝辞を述べて、挨拶を終えられました。

続いて、JASRI 雨宮慶幸理事長より挨拶が行われました。JASRI は研究支援をする。支援をするためには同じことを繰り返すのではなく常に変化し、前進することが日常的に行われることが重要であり、そのため



写真1 SPRUC 木村昭夫会長

にはユーザーとの意思の統合が必要とのお考えを述べられました。共用開始から25周年を迎える SPring-8 の本格的なアップグレードに向けた準備体操をする必要があると言われました。現在は東北の次世代放射光施設を立ち上げるフェーズである、それが終わった後に SPring-8-II ということを考えなければならないとのことでした。その後、プログラム全体への言及があり、積極的な意見交換を行っていただきたいとの要望で挨拶を終えられました。

次に、文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課 萩谷遥平様より、来賓の挨拶をいただきました。まず、国の大型研究施設をめぐる状況について説明がありました。SDGs に向けての放射光施設への期待について述べられました。SPring-8 の効率的な運営が求められていること、令和4年度は令和3年度並みの運転時間が確保できたことを説明されました。コロナで始まった研究のデジタルトランスフォーメーションの流れが加速していくと考えていること、今後は、SPring-8 だけでなく様々な施設のデータを繋いでいくことが要望されているとのことでした。東北の次世代放射光施設についてもその安定的な稼働を期待しているとの意見を述べられました。最後に、SPring-8 として変化、深化を続けていくことを期待するとして挨拶を終えられました。

概要の最初の講演として、理研/JASRI 矢橋牧名グループディレクター (写真2) より近況サマリーの報告がありました。最初に、発表のそれぞれの項目について説明がありました。東北3 GeV、ESRF のアップグレードなど国内外の情勢、BL の再編・高度化、データセンターの整備、要素技術の開発、ユーザーニーズの反映、SPring-8-II に向けて、来年度の運転の各項目について簡単な概略が示されました。BL の更新については、ルーチン計測 (measurement)、テイラーメイド実験 (experiment)、装置手法の開発 (development)



写真2 理研/JASRI 矢橋牧名グループディレクター

の3つの分類について述べられました。海外でのレビューで、“measurement と experiment を区別しろ”とよく言われるとのことでした。施設側として、リソース配分は、measurement 60%、experiment 30%、development 10%を目安として進めようとしているとのことでした。その後、2019年から始まったBL更新の年次進展の説明がありました。大改造と実験装置改造・DX化の2種類の方法で進めているとのことでした。SACLA/SPRING-8 基盤開発プログラムについても説明があり、このプログラムは、利用者の個々のアイデアを施設に直接伝えるチャンネルとしても考えているとのことでした。

次にBL再編の概要について、JASRI 放射光利用研究基盤センター 坂田修身副センター長(写真3)より講演がありました。再編にかかわる共用BLの現状について報告がありました。BL09XUの更新について、分光結晶の高熱負荷耐性向上など多くの光源系の更新により、これまでのビーム位置変動などの多くの問題点が解決されたこと、実験時間が1/10にまで短縮したとの説明がありました。実験装置についても説明があり、施設内の英知を集約した装置開発によって、実験ハッチ1、2ともに大幅な性能向上があったとのことでした。次に、BL20B2の更新について話があり、光源のアップグレードについては実測フラックスが数百倍になったとのことでした。BL35XUについても光学系の大幅な性能向上について説明がありました。性能だけでなく、分光器の切替なども整備され、強度、エネルギー分解能ともに2倍以上の性能になったとのことでした。続けて、BL13XUの説明がありました。新規の回折計と自動機器の説明がありました。BL28B2に納入される自動CT装置の話がありました。ユーザーは試料を送れば自動装置で測定できるようになるとのことでした。試料準備に関する装置の説明

があり、キャピラリー充填装置、XAFSの試料自動調整装置が報告されました。最後に、持ち込み装置用の実験ハッチについて説明がありました。

次に利用制度について、JASRI 後藤俊治部門長(写真4)より報告がありました。最初に背景として国の中間評価のコメントの紹介、現状の問題点、BLの高度化、再編との関連について説明がありました。2022A期からの実施状況として、緊急・特別課題の設定、時期指定課題(時間単位利用)の設定、大学院生提案型課題(長期型)の設定の報告がありました。2022B期以降に導入される制度として、年6回募集の拡大について説明がありました。具体的にこの制度が実施されるBLが示されました。また、産業利用BLの運用が変更され、それぞれの手法の分科会で審査可能となるとのことでした。2023A期以降の計画として、長期間有効な利用課題の改正の説明がありました。長期利用やパートナーユーザーなどの課題の改正や、新たな成果公開方法を導入し、部分成果公開利用を設定するとのことでした。利用料金体系の改正については、「入口課金」、「出口課金」を設定していくとのことでした。長期間有効な課題については、現状の長期利用などの制度は取りやめ、抜本的に改良するとのことでした。長期の受け皿の一部として、大学院生提案型課題の長期型、パートナーユーザーの受け皿として理研基盤開発プログラム、長期の成果公開優先利用の設定、重点研究課題の設定などを行い、これまでの課題を受け持つ



写真3 JASRI 坂田修身副センター長



写真4 JASRI 後藤俊治部門長

とのことでした。入口課金については科学審査を免除し、出口課金は、審査を受け、課題実施後に成果専有、公開、部分公開を選べる形にするとのことでした。金額についても、改正案が示されました。最終的に新制度によって整理された課題全体の分布が示されました。質問のセッションでは、BL再編について研究会からの提案はどうやって施設側に相談すればいいのかという質問がありました。坂田氏より、SPRUCの動向調査報告書に記述すること、また、研究会内にJASRI、理研のメンバーがいる場合にはその人達に相談してほしいとの話がありました。出口課金での公開の判別の仕方について質問がありました。後藤氏より具体的な内容についてはこれからの議論になるとのことでした。

### 3. BL再編の進捗状況

次のセッションでは、現在進められているBL再編の進捗状況について施設側からの報告がありました。最初に、“回折・散乱BL群及びBL13XUのアップグレード”と題して、理研/JASRI 玉作賢治室長(写真5)より講演がありました。最初にBL13XUの光学ハッチについての説明がありました。Si311の使用が可能になり、高エネルギーX線利用が強化されるとのことでした。続けて実験ハッチについて、最初にハッチ3の片付けの説明がありました。実験ハッチ1、2、3が全て空になり新しい装置が入る(すでに入った)とのことでした。実験ハッチ1にはBL46XUの多軸回折計が移設されているとのことでした。産業利用の装置でしたが今後は学術利用でも使用可能になるとのことです。多軸回折計で利用可能な試料環境装置について、多数の施設保有の共用装置とユーザー持ち込み装置の両方が示されました。ハッチ2では、大型の試料環境装置を設置可能な回折装置が設置され、検出器は6軸のロボットアームに搭載されるとの説明がありました。この装置の利用例としてその場観察やプロセス観察を考えているとのことでした。また、CITIUS検出器の性能と整備計画についても報告があり、BL13XUに納入予定とのことでした。ハッチ3は高分解能粉末回折装置が納入されるとの説明がありました。既存のBL02B2の粉末回折系との性能比較が表として示され、ほぼ全ての点でBL02B2の装置を大幅に上回るとのことでした。ハッチ4については、これ

まで通りのナノビームを用いたX線回折が可能との説明がありました。次に、BL13XUのリモート実験への対応について紹介がありました。リモートデスクトップを使った遠隔実験が将来的に可能になるとのことでした。また、BL13XUは2022B期より年6回募集に移行するという利用制度の変更の話がありました。最後にBL04B2のPDF装置の高度化及びBL08Wのハッチ改良の説明がありました。

次に、“分光BL群及びBL39XUのアップグレード”と題して、JASRI 為則雄祐室長(写真6)より講演がありました。今年度の報告としてXAFSとHAXPESについて報告するとの説明がありました。HAXPESのBLについては、装置をBL09XUに集約したとの報告がありました。先端光学系の利用と外部制御系の整備が進められているとのことでした。ユーザー利用の例として、エネルギーを変えながらのHAXPES測定が可能になったとの報告がありました。また強度が10倍になり、分解能も高まっているとの報告がありました。BL46XUの再編の状況についても2023年からのに向けた状況の説明がありました。BL09XUとBL46XUの利用制度については分科会の見直しが行われていることの紹介と2022Aでの課題審査・採択状況の報告がありました。

硬X線分光BLのアップグレードの検討状況の報告がありました。BL37XUとBL39XUについて分野別利用状況の紹介があり、この2本のBL整備の方向性



写真5 理研/JASRI 玉作賢治室長



写真6 JASRI 為則雄祐室長

についての説明がありました。BL37XU については、時分割を強化するとの話がありました。BL39XU については発光分光を中心に整備を予定しているとのことでした。この目的のためにハッチ3の増設、光学系の改良を2023年夏を目標に計画しているとのことでした。その後、軟X線BLの検討状況について報告がありました。BL27SUの軟X線の発光分光器については、100倍の明るさの分光器を検討しているとのことでした。BL25SUの高分解能軟X線顕微鏡については、次世代放射光施設への移設が検討されているため、入れ替わりの別の新しい装置の設置を計画しているとのことでした。BL39XUのハッチ増設のスケジュールについて質問があり、夏期点検調整期間だけでは間に合わず、もう少し時間がかかるとの話がありました。BL37XUに溶液界面の装置を設置している研究会から今後どうなるのかという質問があり、持ち込み装置を全て排除する訳ではないので今後相談をしていきたいとのことでした。BL27SUのエネルギー領域について質問があり、まだ具体的には検討中とのことでした。BL37XUのエネルギーの下限について質問があり、下限を伸ばす予定はなく、別のBLでカバーする考え方で進めているとの返答がありました。

次に、“イメージング・SAXS BL群のアップグレード”と題して、JASRI 登野健介室長代理(写真7)より講演がありました。最初に方針と、対象BLについての説明がありました。イメージングBLの状況についてBL20B2のアップグレードの説明がありました。多層膜ミラー分光器の導入により、40 KeVと110 KeVのX線のフラックスが数百倍から1000倍になったとの説明がありました。なお、Siの分光器も引き続き利用可能とのことでした。フラックスの増強されたCTの撮影結果や高速撮影の結果の報告がありました。BL28B2のX線マイクロCT自動測定装置の導入について説明がありました。自動測定により数多くの試



写真7 JASRI 登野健介室長代理

料を人の手を介さず測定できるとのことでした。現状の計画されている装置のスペックが紹介され、広視野測定、高分解能測定の2モードで利用可能になるとのことでした。この装置については時間当たり9万円程度の依頼測定を計画しているとのことでした。小角散乱(SAXS)BLの現状について説明があり、問題点が示され、今後のアップグレード計画が説明されました。BL40XUについてはBLの基幹部を含めた大幅改造が予定され、将来的にはSAXS専用のBLとして運用されていくとのことでした。BL40XUへのCITIUS検出器の設置計画についての説明やイメージング、散乱同時計測ユニットの設置計画について説明がありました。同時計測ユニットについてはプロトタイプでの測定がすでに行われているとのことでした。BL40B2の溶液散乱の自動化を進めているとの報告もありました。試料チェンジャーの設置により自動化が進んでいるとのことでした。最後に、BL群の高度化のスケジュールが示されました。

最後のディスカッションでは、次世代放射光施設とのすみ分けについての質問がありました。施設側からは、性能で分ける訳ではなく、次世代にもSPRING-8にも必要な装置は設置していくように考えているとの意見がありました。ユーザーから国内の施設全体のポートフォリオを議論する場がないため、こうした場がそれに利用できればいいとの意見がありました。ユーザーから自動CT装置のデータフォーマットについて質問があり、施設側から、今後、関係研究会の方々と議論していきたいとの説明がありました。

#### 4. 新装置・手法の開発

昼食休憩をはさみ、次の新装置・手法の開発のセッションでは、3件の講演がありました。最初に、“High-energy test bench (05XU)の進捗”と題した講演が、理研 林雄二郎チームリーダー(写真8)より行われま



写真8 理研 林雄二郎チームリーダー

した。最初に、課題として国際競争力の維持が挙げられました。高エネルギーの利点として、試験片から実部品へという産業利用の例が示されました。2020年度に多層膜分光器を光学ハッチ 1 に納入してフラックスを確保したこと、2021年度に光学ハッチ 2 に多層膜KB配置の集光ミラーを導入したことの紹介がありました。学術から産業にわたるトライアルユース実験が行われているとの説明があり、3DXRDの研究例についての報告がありました。プリント基板上のはんだの方位マッピングに世界で初めて成功した例や 10 mm  $\phi$  以上のサイズの鉄の方位マッピングの成功例の報告があり、ハウジングに覆われた部品の実験が可能になるとのことでした。また、1  $\mu\text{m}^3$  の分解能が可能になるとの報告がありました。

次に、“2021年度 SPring-8 基盤開発プログラム 1”と題して愛媛大学の河野義生氏から講演がありました。最初に、高圧化の液体・非晶質研究の科学的な物理・化学・地球科学分野でのモチベーションについて説明がありました。次に、海外の高圧化の液体・非晶質研究の現状がAPSとESRFを中心に例が紹介されました。その後、この研究で実現した実験条件が説明され、到達した温度、圧力の紹介がありました。この実験の要点は 100 KeV の高エネルギーとピンクビームによる高フラックスにあるとのことでした。装置の説明の後、1 GPa (大気圧) と 10 GPa (高圧) の  $\text{GeO}_2$  ガラスの測定データが示されました。どちらもほぼ遜色のないデータで  $Q < 28 \text{ \AA}^{-1}$  の世界最高分解能のデータが得られているとのことでした。海外の同等の施設をはるかに超えたデータを得られるようになったとのことでした。

続けて、“2021年度 SPring-8 基盤開発プログラム 2”と題して群馬大学の鈴木宏輔氏より講演がありました。自動車の脱酸素化におけるオペランド測定的重要性の説明がありました。次に、既存のBL08Wでの電池のオペランドコンプトン散乱イメージングの例が示されました。その中で現状の問題点として、検出効率の低さと測定対象に制限があることが説明されました。新しいコンプトン散乱イメージングとしてマルチピンホール化の符号化開口を提案し、基盤開発プログラムに応募したとのことでした。実際の実験時の配置が示され、Cu ブロックを使って性能を評価したところ、BL05XUで実験可能なことが示されました。

実際の電池を利用しての実験結果も示されました。マルチピンホール化の実験の現状についても説明があり、ピンホールと検出器のアライメントが今後の検討課題との説明がありました。

## 5. データ

データのセッションでは、理研/JASRI 初井宇記氏 (写真9) より、“SPring-8 データセンター構想”についての講演がありました。データ増大に関する類型化と課題、検討中の機能について説明がありました。試料当たりのデータ量は 1 試料当たり 1 TB が現状のSACLAなどの状態であるとの説明がありました。1日当たりの試料数については 100 試料が現状で今後は 10000 へと進んでいくとのことでした。1 試料当たりの大量データを大量高精細データと称し、その検討状況について説明がありました。この種のデータについては解析律速があり、計算が遅いこと、解析手法に問題があることが原因になっているとのことでした。解析フローの提案として、並列計算を使って多条件の解析を並列に進めることが提案されました。SPring-8 データセンター構想について、ネットワークの 100 G 化を施設内外で進め、ネットワークを高速化すること、圧縮技術を高めることなどの整備が進められているとのことでした。データの管理について国立情報学研究所(NII)のシステムが紹介され、SPring-8 データセンターも連携していくことを計画しているとのことでした。多数の試料を測定する多数試料系については、データの流通基盤を提供することを検討しているとのことでした。企業内サーバ、商用クラウドでのデータ利用については、現在ヒアリングと R&D を進めているとのことでした。2023 年の夏には共用利用が進められるように計画が進んでいるとのことでした。2022 年度には試行利用が進められるため、要望や意見と試行利用への参加を希望するとのことでした。



写真9 理研/JASRI 初井宇記氏

## 6. 総合討論

休憩をはさみ、SPRUC 木村会長をモデレーターとして、総合討論が行われました。施設側から、理研/JASRI 矢橋氏、JASRI 坂田氏、JASRI 後藤氏、理研/JASRI 玉作氏、JASRI 為則氏、JASRI 登野氏が会場でカメラに映る位置に着席し、ユーザーからの質問に答える形で進められました。

SPRUC の研究会の複数名から討論での発言がありました。放射光構造生物学研究会 大阪大学 栗栖源嗣氏から、“生命科学における構造生物学の位置付けから”と題してスライドを利用した意見がありました。実験空間と情報空間を繋ぐのが構造生物学であるとの説明が最初にありました。研究者の裾野の広がりから SPring-8 には非専門家でも使える研究基盤であってほしいとのことでした。SPring-8 には Google Earth のようなマルチスケールで多様な情報が得られる場所であってほしい、そうなれば鬼に金棒との意見がありました。その後、SPring-8 のタンパク質構造解析環境として Cryo-TEM も含めた各BLがそれぞれの特徴とともに説明されました。複数の手法を組み合わせで解析した時にどうすればいいかが現在の問題になってきているとの問題提起がありました。具体的には同じものの計算の構造、X 線の高分解能の構造、TEM の中分解能の構造をどう評価するか問題になってきているとのことでした。こうした問題を今後、施設側と議論しながら進めたいとのことでした。不規則系機能性材料研究会 NIMS 富中悟史氏から、データの種類の分類について、計測後の処理に違いがあり、処理から先がどうなるかが今回の再編計画では見えにくいとの指摘がありました。データを測定した段階から処理プロセスが多いものと少ないもので違いがあり、どこまでを施設側がやってくれて、どこからは研究会がやることを考えればよいかの判断ができないとのことでした。施設側からは、IT 化を進め、解析コードを使いこなせるように進めていく方向に仕組みを作りたいとのことでした。ただし、施設がどこまでやるかは切り分けが難しく、今後とも検討を進めたいとのことでした。構造解析については、市販品がある場合には各 BL に導入済みで解析可能、PDF については、S (Q) を出すところまでは施設として進めるとのことでした。コンプトン散乱研究会 群馬大学 櫻井

浩氏からコンプトン散乱研究会の活動についてスライドを使って説明がありました。次に、BL08W のハッチの改造による効率化とユーザー利用の現状の話がありました。続けて各ハッチを利用した研究について研究会での検討が示されました。施設からは、研究会から提案のあったハッチの穴の拡大は難しく、今の穴と変わらないサイズになるとのことでした。また、その他の点についてはユーザーの方々との意見交換を進めたいとのことでした。固液界面研究会 東京大学 原田慈久氏から、固液界面研究での X 線利用について説明がありました。硬 X 線の例として、ESRF の 78 KeV での固液界面の表面回折の研究例が示されました。最先端の研究例としてコヒーレンスを使った固液界面のスペックル実験の例が示されました。軟 X 線については液体側を見るのがフロンティアであり、今後の放射光が目指す方向の一つであるとの説明があり、将来 BL が目的とするスペックが示されました。施設側からは、液体は重要な分野で SPring-8 でも継続して進めていく予定との話がありました。高圧物質科学研究会 広島大学 石松直樹氏から高圧のユーザーが利用している BL について、高圧物質科学と地球惑星科学研究会に対して行ったアンケート結果が示され、SPring-8 で約 20 の多くの BL が利用されていることが示されました。次に高圧物質科学からの提言として、1) マイクロビームとサブマイクロビームの重要性、2) 検出器の高度化への期待、3) イメージング測定との融合、4) XRD と XAFS の同時測定の充実、5) 硬 X 線領域の XMCD の継続の 5 つの項目について説明がありました。X 線スペクトロスコーピー研究会 京都大学 内山智貴氏からは、データフォーマットを SPring-8、PF、Aichi、SAGA、立命館、分子研などで共通化してほしいとの要望がありました。データの利用に関するルール作りが必要との意見がありました。ex-situ 硬 X 線 XAFS 実験はすでに人間律速になっている。持ち込み装置と計測装置が同期できるようにしてほしいとの要望がありました。BL39XU の XES、HERFD、XAS はぜひ進めてほしい、3d と 4d の吸収端を同時に計測できるようにしてほしいとの要望がありました。利用制度について、1 課題で複数 BL を利用できるようにして欲しいとのことでした。X 線発光・非弾性 X 線散乱スペクトロスコ

ピー研究会 東京大学 高橋嘉夫氏から、4.9~55 KeV までの 100 nm ビームを用いた SPring-8 ならではの BL37XU の利用例が示されました。BL39XU については、微量試料の XANES 解析について 0.42 ppm の Eu の価数分析の利用例が示されました。BL の高エネルギー分解能化は微量元素分析にも役立つとのことでした。最後に TES という高エネルギー分解能検出の説明があり、SDD の 25 倍の分解能を有すること、SDD では見えないスペクトルが見えることが示されました。最後に地球惑星科学研究会 岡山大学 芳野極氏から研究会の活動について説明がありました。今後の展開として、XRD、イメージング、XFR の複合測定の時分割、2次元、3次元スキャンが、必要となるとの提言があり、高圧プレスの配置をアップグレードの際に検討してほしいとの意見がありました。施設側からは利用課題の複数 BL 利用については、分科会の区分など、すぐには難しいとのことでした。まずは、成果公開優先利用において 1 課題で複数 BL を可能にしていきたいとの意見がありました。

## 7. クロージング

最後のクロージングセッションでは理研放射光科学研究センター 石川哲也センター長 (写真 10) よりまとめとして閉会の挨拶をいただきました。日本のコミュニティとして足りないものが何かが段々分かってきて今後を考えるのに役立っているとの話がありました。一方で、エネルギーの費用が増加しており、今後どうするか問題になってきている、今後もユーザーと意見交換して進めていきたいとのことでした。

以上、今回は 1 日の WS でしたが、実際にアップグレードが進められる中で、研究会からも活発な意見が見られる有意義な場であったと思います。



写真 10 理研 石川哲也センター長

## SPRUC 第 4 回 BLs アップグレード検討ワークショッププログラム

3月14日(月)	
<オープニング> (座長 SPRUC 利用委員長 田中義人)	
9:00- 9:15	主催者挨拶 (SPRUC 会長 木村昭夫) 主催者挨拶 (JASRI 理事長 雨宮慶幸) 来賓挨拶 (文部科学省 科学技術・学術政策局 研究環境課 萩谷遥平)
<概要> (座長 SPRUC 利用委員長 田中義人)	
9:15-10:15	近況サマリー (理研/JASRI 矢橋牧名) BL 再編の概要 (JASRI 坂田修身) 利用制度について (JASRI 後藤俊治) ディスカッション
10:15-10:20	休憩
<BL 再編の進捗状況> (座長 SPRUC 幹事 西堀英治)	
10:20-12:05	回折・散乱 BL 群及び BL13XU のアップグレード (理研/JASRI 玉作賢治) 分光 BL 群及び BL39XU のアップグレード (JASRI 為則雄祐) イメージング・SAXS BL 群のアップグレード (JASRI 登野健介) ディスカッション
12:05-13:00	昼食休憩
<新装置・手法の開発> (座長 SPRUC 幹事 藤原秀紀)	
13:00-13:45	High-energy test bench (05XU) の進捗 (理研 林雄二郎) 2021 年度 SPring-8 基盤開発プログラム 1 (愛媛大学 河野義生) 2021 年度 SPring-8 基盤開発プログラム 2 (群馬大学 鈴木宏輔)
<データ> (座長 SPRUC 幹事 藤原秀紀)	
13:45-14:10	SPring-8 データセンター構想 (理研/JASRI 初井宇記)
14:10-14:30	休憩
<総合討論> (モデレーター SPRUC 会長 木村昭夫)	
14:30-16:00	総合討論
<クロージング>	
16:00-16:10	まとめ (閉会挨拶) (理研放射光科学研究センター長 石川哲也)
16:15-17:10	SPRUC 特別総会

### 西堀 英治 *NISHIBORI Eiji*

筑波大学 数理物質系  
〒305-8571 茨城県つくば市天王台 1-1-1  
TEL : 029-853-6118  
e-mail : nishibori.eiji.ga@u.tsukuba.ac.jp

## 第14回放射光装置技術国際会議 (SRI2021) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 散乱・イメージング推進室  
上杉 健太郎

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 保井 晃

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
ビームライン技術推進室 湯本 博勝

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
XFEL 利用研究推進室 中嶋 享

### 1. はじめに

2022年3月28日~4月1日の期間、ドイツの Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) 主催にて第14回放射光装置技術国際会議 (SRI2021) <sup>[1]</sup>が開催された。従来は3年ごとの開催であるが、前回の SRI2018 以降新型コロナウイルス感染症の影響で半年程延期されてしまった。また、告知当初は現地とオンラインのハイブリッド開催とのことで、筆者も久しぶりのドイツ訪問かと期待したが、感染拡大の影響によりすべてオンライン化となった。口頭発表は Zoom システムを使用し、ポスターは gather.town を使用した。参加者数は1,200名以上 (20カ国)。発表数は、Key note talk 3件、Plenary talk 11件、口頭発表 260

件、ポスター発表 400 件のエントリーとなっており、SRI2018<sup>[2]</sup>よりも若干増加している。

図1にタイムテーブルを示した。オンライン開催のためサイトツアーなどが省かれており、全体的に圧縮された印象がある。特に口頭発表は9つのパラレルセッションのため、若干不便かもしれない。ポスター発表は4つに分けられ、それぞれが morning と evening の2回開催となっている。発表者はどちらか好きな方 (あるいは両方) をコアタイムに設定できる。これはおそらく時差に配慮したものであろう。また、時差および多数のパラレルセッションに配慮したためか、会議後に講演の録画を視聴することが可能となっている (2週間の期間限定)。これもまた面白い試みである。

Time in CET*	Monday, 28.3.2022	Tuesday, 29.3.2022	Wednesday, 30.3.2022	Thursday, 31.3.2022	Friday, 1.4.2022
11:30-12:45		Poster session 1.2	Poster session 2.2	Poster session 3.2	Poster session 4.2
13:00-13:45	Opening session	F. Sette	T. Gorkhover	K. Yamauchi	M. Takata
13:45-14:15	A. Pacareanu	F. Meirer	C. Masciovecchio	H. Tjeng	Z. Liu
14:15-14:45	B. Boyd	D. Robin	A. Ros	A. Sakdinawat	M. Liebi
15:00-17:00	Parallel session (PS 1.1) Spectroscopies and Time Resolved Spectroscopies	Parallel session (PS 1.2) Spectroscopies and Time Resolved Spectroscopies	Parallel session (PS 1.3) Spectroscopies and Time Resolved Spectroscopies	Parallel session (PS 1.4) Spectroscopies and Time Resolved Spectroscopies	Awards session FELs of Europe Award: Jérémy Rouxel
	(PS 2.1) Facility updates and new facilities: Synchrotron Radiation	(PS 2.2) Facility updates and new facilities: Synchrotron Radiation	(PS 2.3) Facility updates and new facilities: Synchrotron Radiation	(PS 2.4) Facility updates and new facilities: Synchrotron Radiation	Kai-Siegbahn-Prize: Yulin Chen
	(PS 3.1) X-ray optics	(PS 3.2) X-ray optics	(PS 3.3) X-ray optics	(PS 3.4) X-ray optics	Poster awards
	(PS 4.1) Imaging, Coherence and Scanning	(PS 4.2) Imaging, Coherence and Scanning	(PS 4.3) (PS 4.4) Imaging, Coherence and Scanning	(PS 4.5) (PS 4.6) Imaging, Coherence and Scanning	Closing session
	(PS 5.1) Crystallography and Structural Biology	(PS 5.2) Crystallography and Structural Biology	(PS 14.1) Sample environment & delivery systems	(PS 14.2) Sample environment & delivery systems	
	(PS 6.1) Beamline innovation	(PS 10.1) FEL: New facilities and scientific opportunities	(PS 10.2) FEL: New facilities and scientific opportunities	(PS 10.3) FEL: New facilities and scientific opportunities	
	(PS 7.1) Beam and optics diagnostics	(PS 11.1) Detectors	(PS 11.2) Detectors	(PS 11.3) Detectors	
	(PS 16.1) New opportunities in high-pressure research	(PS 6.2) Beamline innovation	(PS 6.3) Beamline innovation	(PS 15.2) Data, automation & remote access	
	(PS 9.1) Novel lattices and ID's	(PS 7.2) Beam and optics diagnostics	(PS 15.1) Data, automation & remote access	(PS 8.1) Diffraction and Scattering for Material Science	
17:10-18:25	Poster session 1.1	Poster session 2.1	Poster session 3.1	Poster session 4.1	

\* Please note: CET= UTC +2

図1 タイムテーブル。時間は中央ヨーロッパ夏時間 (CEST) であり、日本との時差は7時間。



図2 gather.townによるポスターセッションの様子。自分のキャラクターを作成し、カーソルを使用して会場内を移動させる。濃い茶色のポスターゾーンに入り、キーボード操作をすると画面上にポスターが映し出される。また、キャラクター同士が近づくと自動的に画面が開き近づいた相手の顔が見えるようになる(カメラをオンにしている場合)。

口頭発表は次の14のセッションが開催された。

- Spectroscopies and Time Resolved Spectroscopies
- Facility updates and new facilities: Synchrotron Radiation
- X-ray Optics
- Imaging, Coherence and Scanning
- Crystallography and Structural Biology
- Beamline Innovation
- Beam and Optics Diagnostics
- Diffraction and Scattering for Material Science
- Novel Lattices and ID's
- FEL: New Facilities and Scientific Opportunities
- Detectors
- Sample Environment & Delivery Systems
- Data, Automation & Remote Access
- New Opportunities in High-Pressure Research

Opening sessionでは4名の来賓の方からの挨拶があった。40年ぶりにハンブルグでのSRI開催を祝いつつ、放射光・XFELともども様々な研究分野に対する重要なツールであることから、今後も強力に研究開発を推進していくことが期待されていた。その一方、現在進行中のウクライナ問題に関しては異口同音に強い口調でロシアを非難していた。

## 2. Spectroscopies and Time Resolved Spectroscopies

本セッションでは、主に非弾性X線散乱とX線吸収分光(XAS)、光電子分光、および、それらの時間分

解測定について、4日間で計28件の発表があった。今回の主催がDESYであったこともあり、PETLA IIIでの開発・研究の成果発表が大きな割合を占めていた。

H. Gretarsson氏(DESY)は、PETLA IIIのP01ビームラインに構築したテンドーX線領域の共鳴非弾性散乱(RIXS)計測装置について紹介した。現状、Ru L<sub>3</sub>端(2.84 keV)やU M<sub>5</sub>(3.55 keV)端を含むエネルギー領域での測定が可能である。SrRu<sub>2</sub>O<sub>6</sub>に対して、Ru L<sub>3</sub>端でのRIXS測定の例を紹介した。マグノン分散が150 meVの分解能で観測できること、また分散から最近接Ruスピン間のハイゼンベルグ相互作用が65 meVとの解析結果を示していた。更なる高エネルギー分解能化を実現する“RIXS Spectrograph”が現在コミッショニング中であることを紹介した。モンテルミラーとGe(111)の非対称反射の組み合わせによる分光器を利用することで、これまでのローランドタイプの分光器のエネルギー分解能の限界を超えることができること、また、その分光器と非対称反射の高エネルギー分解能モノクロメータを組み合わせることで、35 meV以下のエネルギー分解能でRu L端のRIXS測定が可能であるとのことであった。

本セッションの光電子分光関係では、差動排気型アナライザーを利用した準大気圧測定の講演が5件と目立った。その中で、P. Loemker氏(Stockholm University)は、PETLA III P22ビームラインのPOLARISエンドステーションで開発中である、大気圧を超える圧力での硬X線光電子分光(HAXPES)計測技術について紹介した。このエンドステーションでは、1気圧以上の雰囲気下での触媒反応研究が常時利用できる。さらに、PETLA IVでは10気圧を超える圧力でのHAXPES測定を可能にするとのことであった。スリットで細分化したビームを試料に照射するとともに、アナライザー先端のアパーチャー部もマルチスリット構造にすることで、チャンバー圧力を向上させるとともに効率よく光電子をアナライザーに取り込むことを考えていた。

O. Mueller氏(Stanford Linear Accelerator Center: SLAC)は、Stanford Synchrotron Radiation Lightsourceで展開されているXAS計測のリモート制御技術について紹介した。彼らは“WebXAS”という名前のWebブラウザベースのユーザインタフェース(UI)を開発

した。そのソフトウェアから試料やイオンチェンバーのガス、検出器などを操作できる。さらに、試料に関してはロボットにより自動的に試料交換が行われる。ただし、試料位置および、ビームライン条件の自動最適化に関しては今後の開発事項である。測定データはSFTPによる読み込み専用アクセスで取得できるとのことであった。紹介されたUIは非常に作り込まれており、メイン画面から測定に用いる各機器へ直感的にアクセスでき制御できるなど、使いやすそうな印象を持った。今後、リモート測定を実現していく上で非常に参考になった。

### 3. X線光学素子関連

L. Alianelli氏 (Diamond Light Source: DLS) より、Diamondのアップグレード後の光源性能と、それに対応した光学素子の設計例が示された。例えば、I04 MXビームラインでは、Ru/B<sub>4</sub>C多層膜分光器やSi二結晶分光器(DCM)を用い、13 keVにおいてフラックスが20~25倍増強され、Beレンズによる集光と組み合わせることで、1  $\mu\text{m}$  ビームは720倍にフラックス密度が向上する。I14 Nanoprobeビームラインでは、12 keVにおいて60倍のフラックス向上と、 $<30\text{ nm}$ の新しいナノビームの導入が計画されている。

L. Ducotte氏 (ESRF) より、ESRFのDCMの設計と評価結果が示された。高いビーム位置精度と安定性を得るために、高い機器の剛性と熱的安定性を特に意識し新しい設計コンセプトに基づいて開発された。メトロロジーフレームを基準とした変位センサをDCMステージ構成に組み込むことで第一結晶と第二結晶間の平行度をアクティブに補正することができる配置とし、インライン計測によるリアルタイム構成法が示された。約10~70度のブラッグ角において、ロール0.04  $\mu\text{rad}$  (rms)、ピッチ0.02  $\mu\text{rad}$  (rms)の2結晶間の相対関係が補正された。ID21ビームラインにおいて実装され、 $<17\text{ W}$ の熱負荷下ではあるが、10~75度の角度範囲で、ダイレクトビームの出射位置が10  $\mu\text{m}$  (DCMから約11 m下流で観察)の安定性、走査型X線顕微鏡においてブラッグ角が36~52度(3.35~2.5 keV)のスキャンにおいて、100 nm以下の集光ビーム位置ずれ(ピッチ $<0.42\ \mu\text{rad}$ 、ロール $<1.1\ \mu\text{rad}$ 相当)が達成された。

J. Sutter氏 (DLS) より、高速形状計測と高速電源を用いた高速形状フィードバックシステムを搭載したバイモルフミラーが報告された。ミラー基板の両サイドに圧電素子を貼り付けた構造とすることで、従来の圧電素子積層型のバイモルフ構造に見られるスロドリフトが回避できる。10秒程度で0.5  $\mu\text{rad}$  (rms)の精度で高速形状変化し、集光サイズの調整ができることを示した。

T. Inoue氏 (大阪大学) は、advanced KB配置、アダプティブ集光光学系を用いたsub-5 nm集光システムを報告した。形状可変ミラーは0.5 nmPVの精度で調整でき、集光波面を60 radから1.2 rad PVに改善した。さらに、4.3 nm集光ビームを与える波面精度を、7時間の安定性を持って可能であることを示した。

S. Bajt氏 (DESY) より、Extreme focusing of X-raysの題名で招待講演が行われた。Ptychographic X-ray Speckle Tracking法を用いることで波面回復し、 $1.1\ \lambda \times 0.91\ \lambda$ の波面精度が示され、これにより交差配置Multilayer Laue Lens (MLLs)で4.3 nm  $\times$  4.5 nm集光サイズが計算されることを示した。さらに位相プレートによる波面修正や、apochromatic lensとMLLを組み合わせた色収差補正による3 nm集光への将来展望と計算結果が示された。

C. David氏 (Paul Scherrer Institute: PSI) から、XFELのための屈折X線光学素子について招待講演が行われた。ダイヤモンドゾンプレート、スペクトル計測時に使用するダイヤモンドビームスプリッタ、集光波面のロンキーテスト用のダイヤモンドグレーチング、split-and-delay line用のダイヤモンドグレーチング、ビームsplitと集光を同時に行うゾンプレートなど数多くのアプリケーションが紹介された。

J. Yamada氏 (理化学研究所: 理研) より、SACLAの $10^{22}\text{ W/cm}^2$ の超高強度集光を達成したWolter III型の交差配置光学系について示された。グレーチング干渉計を用いた波面計測後に、波面を修正することで $\lambda/3$ から $\lambda/15\text{ rms}$ の2次元波面精度が得られた。タイコグラフィにより、7 nm集光が達成されたことが示された。また、波面誤差の次数展開を用いた自動アラインメントシステムを実装し、さらに10時間のビーム安定性を示した。

E. Nazaretski氏 (National Synchrotron Light Source

II: NSLS-II) より、NSLS-II における MLL の開発結果について示された。MEMS で作製したアライナを用いて、交差配置 MLL の直交度や距離を調整する仕組みにより、13.6 keV において  $13 \text{ nm} \times 14 \text{ nm}$  集光サイズがタイコグラフィーにより示された。

F. Seiboth 氏 (DESY) により、位相板を用いた波面補正を行い、集光波面誤差  $0.27 \lambda$  から  $0.17 \lambda$ 、ストレーラ比  $0.71$  から  $0.93$  への改善が得られた。また位相板を用い軌道角運動量を持つ光学渦ビーム形成の応用例を示した。

W. Voegeli 氏 (東京学芸大学) により、白色ビームと Si 単結晶による回折を利用した複数ビームの試料照射による高速 CT が実演された。薄い Si ブレードが配置された基材を双曲面状にベントすることで、マルチビームを試料に一度に照射する。例としてタングステン  $50 \mu\text{m}$  ワイヤが、 $-73.5^\circ \sim 77.9^\circ$  までの 32 投影像により、1 ms 露光時間で再構成された。数  $\text{mm}^3$  の視野において約  $65 \mu\text{m}$  の分解能が得られた。

K. Yamauchi 氏 (大阪大学) により、Kye Note Talk が行われ、X 線ミラー光学素子の開発状況が紹介された。EEM 加工法と形状計測法 (RADS) を用いた、X 線ミラーの  $1 \text{ nm}$  (PV) 精度の超精密作製法が説明された。形状可変ミラーによる波面補正システムを用いた世界初の  $\text{Sub-10 nm}$  サイズを達成した  $7 \text{ nm}$  集光光学系、SACLA における  $10^{20} \text{ W/cm}^2$  の超高密度集光光学系、Wolter III 型光学系を用いた高安定な  $\sim 10^{22} \text{ W/cm}^2$  の超高密度集光光学系などに加えて、Catalyst referred etching (CARE) と呼ばれるケミカルポリッシング法により、 $0.1 \text{ nmRMS}$  の超高精度表面が Si(001)面のウェットケミカルエッチングによってステップテラス構造を持ちつつ実現でき、この X 線ミラーや回折素子への応用性が紹介された。

本稿の著者である H. Yumoto (Japan Synchrotron Radiation Research Institute: JASRI) から、SPring-8 BL05XU における高熱負荷、高エネルギー X 線素子の開発状況が示された。多層膜分光器を用いた  $100 \text{ keV}$ 、 $1\%$  バンド幅、 $3 \times 10^{13} \text{ photon/s}$  の超高強度ビームと、多層膜集光ミラーによる  $0.3 \mu\text{m}$  光学系、デモ実験が示された。

J. Gutekunst 氏 (Karlsruhe Institute of Technology: KIT) により、液体屈折レンズが提案された。ノズルか

ら出射される液体の断面形状が X 線レンズとして作用し、交差配置で 2 次元集光する。X 線照射域の流体が流れ去ることで X 線レンズへのダメージは蓄積されず、高フラックス光学系への利用が期待できる。LIGA プロセスでノズル形状を実際に製作し、液体を出射する様子がポスターで示された。エタノールやメタノール、水、リチウムのノズルからの出射形状や、X 線集光特性が検討された。

#### 4. XFEL およびデータ・オートメーション・リモートアクセス関連

##### 4-1 XFEL 関連

“FEL: New Facilities and Scientific Opportunities” というタイトルで 3 つのセッションが設けられた。合計 20 件の講演がプログラムされ、7 件は European XFEL に関連する発表、4 件は LCLS (-II) に関連する発表であった。ここでは、Invited Talks を紹介する。

European XFEL 関連では、G. A. Geloni 氏 (European XFEL) が、超伝導加速器の特色を生かして開発してきた様々な XFEL 技術の成果を報告した。特に SASE2 における Hard X-ray Self-Seeding (HXRSS) システムでは、2019 年 9 月のコミッショニング開始後 2021 年 3 月までに  $6 \sim 18 \text{ keV}$  の複数の光子エネルギーでテストが行われ、ユーザー実験も開始されたことを報告した。また、A. Madsen 氏 (European XFEL) は、European XFEL に整備された Materials Imaging and Dynamics (MID) instrument について報告した。これは、散乱およびイメージングの多用途の装置であり、2019 年 3 月に運転が開始された。MHz の X-ray Photon Correlation Spectroscopy (XPCS) やコヒーレント・フォノンの超高速 X 線散乱の実験結果も紹介された。さらに、U. Eichmann 氏 (Max-Born-Institute) は、非線形 X 線物理学との関連で Photon-Recoil Imaging (PRI) について報告を行った。Stimulated X-ray Raman scattering (SXRS) において散乱中性原子を検出し、個々の原子レベルでの基本的な過程を解明するもので、European XFEL で行った Ne 原子での実験結果についても紹介があった。

LCLS 関連では、A. Marinelli 氏 (SLAC) が、ピーク・パワーがテーブル・トップの HHG 光源より約 6 桁大きい Linac Coherent Light Source (LCLS) のア

ト秒 XFEL パルスを活用したサイエンスに関する報告を行った。LCLS で行われた、Auger-Meitner decay における coherent electron motion の測定やアト秒ポンプ・プローブ実験などを紹介した。また、D. Fritz 氏 (SLAC) は、超伝導 RF 線形加速器に代表される LCLS-II アップグレードについて報告した。加速管は数週間前に 5.1 K に到達し、引き続き冷却を進めるとのことであった。また、2 つの新しい variable gap undulator は、常伝導の加速管での試運転でよい性能が達成できているとのことであった。新しく設置された instrument についても紹介があった。

また、I. Inoue 氏 (理研) は、XFEL パルスと物質の相互作用の理解を進めるために transient XFEL-matter interaction を観察することができる、SACLA で開発された 2 つの XFEL パルスを使用する X 線ポンプ-X 線プローブ法について報告を行った。この方法を使って測定されたダイヤモンド、酸化アルミニウム、および有機分子の XFEL によるフェムト秒構造変化が紹介された。また、L. Rivkin 氏 (Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne: EPFL/PSI) は、League of European Accelerator-based Photon Sources (LEAPS) について報告を行った。LEAPS は、ヨーロッパの 13 の放射光施設と 6 つの FEL 施設からなる戦略的研究コンソーシアムであり、ユーザーコミュニティとともに、施設の技術的課題の向上を図っていることを紹介した。さらに、I. Nam 氏 (Pohang Accelerator Laboratory: PAL) は、PAL-XFEL においてなされた HXRSS による FEL パルスの生成に関する報告を行った。光子エネルギー 9.7 keV におけるピーク輝度はこれまでで最も高い値 ( $3.2 \times 10^{35}$  photons/s/mm<sup>2</sup>/mrad<sup>2</sup>/0.1% BW) が得られ、5~11 keV における帯域幅は、0.2~0.5 eV (FWHM) が実現したことを紹介した。

このように、セルフ・シードやアト秒パルス、ツイーン・パルスなどをはじめとして、より高度な XFEL パルスの生成とその特色を活用した利用実験が各施設で進み、なおかつ今も進められていることが実感できるセッションであった。

#### 4-2 データ・オートメーション・リモートアクセス関連 “Data, Automation & Remote Access” というタイ

トルで 2 つのセッションが設けられた。ヨーロッパ、米国、アジアの広範な地域の施設における取り組みを中心に合計 14 件の講演がプログラムされた。まず、Invited Talks について紹介する。

米国からは、S. Leemann 氏 (Lawrence Berkeley National Laboratory: LBNL) が、Advanced Light Source (ALS) で行われている機械学習に基づくビームサイズの安定化の取り組みについて報告した。ビームサイズの安定性 0.2  $\mu$ m rms (0.4%) を実現した、オンラインでの再学習を取り入れたニューラル・ネットワークによるフィード・フォワード補正について紹介をした。また、D. Olds 氏 (Brookhaven National Laboratory: BNL) は、NSLS-II における、リモート操作や自動化の進展に伴って期待が高まる機械学習や人工知能を採用した新しい方法による取り組みについて具体的な事例を報告した。ビームライン制御ソフトウェア Bluesky を用いた AI 支援のアライメントの事例などが紹介された。さらに、M. Rakitin 氏 (BNL) は、NSLS-II において最近更新されたネットワークやコンピューティング基盤と、そこでの Bluesky や次世代のデータ・アクセス・サービス Tiled などのソフトウェアについて紹介した。C. Yoon 氏 (SLAC) は、LCLS、特に LCLS-II に向けて、高スループットでデータの可変性に対応しつつも高速なフィードバックも可能にするデータ解析パイプラインの取り組みについて報告した。

ヨーロッパからは J. Wojdyla 氏 (PSI) が、Swiss Light Source (SLS) の Macromolecular Crystallography (MX) ビームラインにおける全自動のデータ収集について報告した。Smart Digital User (SDU) と呼ばれる新たなソフトウェアを開発して、標準的なビームサイズにおけるスループットとして 1 時間あたり 12~20 サンプルを達成したことが報告された。また、L. Dunnett 氏 (DLS) は、DLS で行われている創薬研究のためのフラグメント・スクリーニング・プログラム XChem に関して報告した。現在使用しているビームライン I04-1 と、Diamond-II へのアップグレードに向けて 2023 年からの建設が計画されているビームライン K04 における高スループット化の取り組みも紹介した。

アジアからは、A. Sepe 氏 (Shanghai Synchrotron

Radiation Facility: SSRF) が、SSRF に設置された Big Data Science Center (BDSC) に関する報告を行った。このセンターは実験ユーザーのために常時運用されていて、ビッグデータのリアルタイム解析や AI の活用などによって SSRF における科学的な生産性が促進されていることが報告された。

なお、このセッションでは国内から 2 件の発表があった。T. Hiraki 氏 (理研) は、開発が進められている高速 X 線イメージング検出器 CITIUS において、最大の構成では約 1.4 TB/秒のピーク・データ・レートがあるものの、統計情報を失うことのない圧縮アルゴリズムを前処理と組み合わせて画像データに適用することにより、約 0.01 TB/秒にまで削減することが可能であることなどを報告した。また、本稿の著者である K. Nakajima (JASRI/理研) からは、SPRING-8 の将来のビームライン実験に向けて開発が行われているビームライン機器制御プラットフォーム BL-774 について報告した。特に、頑健性と柔軟性の双方に配慮した開発フローと具体的な実践事例に関する紹介を行った。

これらのセッションでは、放射光・XFEL 施設が直面している課題には、ある程度共通したものがあることが改めて示された。そして、データフローやデータ解析、機器の制御などの段階において、機械学習や AI の採用、ロボットや FPGA の活用といった多様な取り組みが、類似はしているものの、各施設の特色を反映しつつ進んでいることを知る事ができるものであった。

## 5. Imaging, Coherence and Scanning

A. Pacareanu 氏 (ESRF) による Plenary talk は、“Hard X-ray bioimaging at the nanoscale” というタイトルで行われ、ESRF ID16A で運用されている nano-holotomography による研究成果を中心に発表された。P. Cloetens 氏 (ESRF) らが 20 年以上取り組んでいる holotomography は高いコントラストの CT 像を得られる特徴があり、K-B mirror による拡大投影光学系と組み合わせることで、nano-holotomography となった。マウス脳の CT 像は透過電顕 (TEM) による TEM-CT に近い描像を示していた。光学素子や試料がすべて真空中に配置され 1 試料あたり 2.5 時間の計測時間を必要とするため、静的な観察に特化しているといえる。しかし、nanotomography 装置としては非

常に高い性能を有していることがわかる。データ解析に関しては、他の施設と同様にノイズ除去やセグメンテーションにおいて機械学習化に取り組んでいるとのことであった。拡大投影型の利点を生かし、試料サイズや空間分解能の調整は比較的行きやすいものの、2 k 画素では不十分なケースも出てきており、検出器の高精細化 (まずは 6 k 検出器) を検討しているとのことであった。

P. Cloetens 氏からは、nano-holotomography 装置の詳細について発表があった。装置としては Cryo-TEM を強く意識した作りになっており、試料作製からクライオリンクシステムが構成されており、計測時の試料位置まで大気非暴露かつ 110 K を維持したまま輸送と計測ができるようになっている。選択可能なエネルギーは 17 keV と 33.6 keV の 2 種類で、K-B ミラーによる焦点サイズは 25~35 nm とのことである。現状の懸念点としては、ミラーへのダメージを避けるために、フルパワービームを投入できておらず、その 1/10 の  $1.2 \times 10^{12}$  ph/s 程度での実験となっていることである。

M. Holler 氏 (PSI) らは SLS-cSAXS ビームラインにおいて、Ptycography と Laminography を組み合わせたシステムの開発を行った。空間分解能は 19 nm 程度を達成しており、IC チップの回路をきれいに描出している様子が示された。ただ、使用エネルギーが 6.2 keV とかなり低いため、試料厚みを 20  $\mu\text{m}$  程度にすることが必要とのこと。ここは若干物足りなさを感じた。

M. Stampanoni 氏 (PSI) からは SLS2.0 に伴う TOMCAT のアップグレードに関する発表があった。これまでの研究成果も示され、1000 CT/s の超高速撮影やマルチスケール計測など目覚ましいものがあるが、これらの実験をさらに性能を上げていこうとしている。具体的には S-TOMCAT と I-TOMCAT と 2 本のビームラインに分割展開する。S-TOMCAT では 5 T の Superbend を光源とし、high throughput と high energy を、I-TOMCAT では undulator 光源を導入し、nanotomography と high-speed tomography を実施する。2022 年夏に分光器を入れ替え、コミッションを開始するとのことであった。また、アップグレードに際して、80 keV 程度までを視野に入れた計算をしていることが印象に残った。

A. Stevenson 氏 (Australian Nuclear Science and Technology Organisation: ANSTO) から、Australian Synchrotron に新設されるマイクロ CT (MCT) ビームラインに関する進捗報告があった。分光器なし・多層膜分光器 ( $\Delta E/E$  は 3% 程度)・1 回反射の全反射ミラーの 3 パターンを実験に応じて選択可能になるとのことである。エネルギー範囲は 8~40 keV で、ビームサイズは 32 m 地点にて 64 mm × 9.6 mm 程度になる。CT の技術としては、吸収・propagation base の位相計測・タルボ干渉計を利用した位相計測・FZP による X 線顕微鏡光学系を使用したナノ CT 計測が採用予定である。2022 年中にユーザー利用を開始する。

## 6. おわりに

Closing session は、R. Feidenhans'l 氏と E. Weckert 氏により進行された。まずは、Award の発表である。Award は 2 件。Kai-Siegbahn-Prize は Y. Chen 氏が受賞し、“Visualize and Control Electronic Structures of Topological Quantum Materials” というタイトルで受賞記念講演を行った。FELs of Europe Award は J. Rouznel 氏が受賞し、“Ultrafast X-ray Spectroscopies and Diffractions” というタイトルで受賞記念講演を行った。Poster Award は、S. Matsumura 氏 (Engineering/technical result)・M. Hoock 氏 (Scientific result)・J. Gutekunst 氏 (Scientific/technical result) ら 3 名が受賞した。

次回の SRI2024 は、ハンブルグでの開催と決定された。2024 年 8 月 26 日~30 日の日程である。もともと第 1 回の SRI が 1982 年にハンブルグで開催され、今回はちょうど 40 年ぶりに開催というタイミングであったが、残念ながらオンラインでの実施となってしまった。今度こそ“in person”という意気込みが感じられた。

## 参考文献

- [ 1 ] <https://www.sri2021.eu/>
- [ 2 ] <https://www.conf.tw/site/page.aspx?pid=901&sid=1157&lang=en>

## 上杉 健太郎 UESUGI 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 散乱・イメージング推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0802 ext 3928  
e-mail : ueken@spring8.or.jp

## 保井 晃 YASUI Akira

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

## 湯本 博勝 YUMOTO Hirokatsu

(公財) 高輝度光科学研究センター ビームライン技術推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0831  
e-mail : yumoto@spring8.or.jp

## 中嶋 享 NAKAJIMA Kyo

(公財) 高輝度光科学研究センター XFEL 利用研究推進室  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0992  
e-mail : kyo.nakajima@spring8.or.jp

## 2022B 期 SPring-8 利用研究課題募集について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

2022B 期 SPring-8 利用研究課題の募集を開始しました。募集対象の課題種や申請の際の注意事項等の詳細につきましては、SPring-8 User Information HP 上の「現在募集中の SPring-8 利用研究課題」(<https://user.spring8.or.jp/?p=22799>) よりご確認ください。2022B 期に関しましても、新型コロナウイルス感染症によるビームタイムキャンセルの影響を軽減するための運用が適用されますので、必ず「2022B 期における利用研究課題及びビームタイムの運用について」(<https://user.spring8.or.jp/?p=40710>) もご確認ください。

- 2022B SPring-8 利用研究課題募集要項
- 2022B 構造生物学分野の課題の運用について
- 2022B クライオ電子顕微鏡の共用について
- 2022B SPring-8 における“SACLA、J-PARC MLF または「京」/「富岳」を含む HPCI と連携した利用を行う課題”の募集について
- 2022B 大学院生提案型課題（長期型）の募集について  
応募締切：2022 年 5 月 18 日（水）午前 10:00 JST（提出完了時刻）
- 2022B 成果公開優先利用課題の募集について  
応募締切：2022 年 5 月 31 日（火）午前 10:00 JST（提出完了時刻）
- 2022B 一般課題の募集について  
応募締切：2022 年 6 月 14 日（火）午前 10:00 JST（提出完了時刻）
- 2022B 大学院生提案型課題の募集について  
応募締切：2022 年 6 月 14 日（火）午前 10:00 JST（提出完了時刻）

### <特記>

緊急・特別課題、成果専有時期指定課題（時間単位利用を含む）、測定代行課題は、随時募集しています。

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

- 初めて利用申請を考えている方へ  
(<https://user.spring8.or.jp/?p=18832>)

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961 FAX : 0791-58-0965  
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp

## 2022B 期 SACLA 利用研究課題の募集について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

2022B 期 SACLA 利用研究課題の募集を開始しました。

■ 一般課題（成果非専有利用、成果専有利用とも）

応募締切：2022 年 5 月 25 日（水）午前 10:00 JST（提出完了時刻）

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

なお、成果を公表しない成果専有利用のうち、定期的な募集の締切によらず応募・受付される時期指定課題の申請も随時受け付けています。申請された時期指定課題は順次迅速に審査されます（ビーム使用料は通常の成果専有利用の 5 割増しとなります）。

また、新型コロナウイルス感染症の関連研究を支援するための緊急課題の申請も随時受け付けています。各々詳細につきましては、上記リンクよりご確認ください。

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961 FAX : 0791-58-0965  
e-mail : [sacla.jasri@spring8.or.jp](mailto:sacla.jasri@spring8.or.jp)

## 2022B 期 SACLA 試験利用の募集について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター

2022B 期 SACLA 試験利用の募集を開始しました。SACLA 試験利用は、今後の科学的価値の高い実験の実施を目指して、予め SACLA を試験的に利用していただくもので、2021A 期より開始しました。

応募締切：2022 年 5 月 25 日（水）午前 10:00 JST（提出完了時刻）

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

なお、SACLA 試験利用は、利用研究課題との併願も可能です。

申請にあたり、ご不明な点がございましたら下記までお問い合わせください。

[問い合わせ先] 〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部 共用推進課  
TEL : 0791-58-0961 FAX : 0791-58-0965  
e-mail : [sacla.jasri@spring8.or.jp](mailto:sacla.jasri@spring8.or.jp)

## 第 48 回 (2022A) SPring-8 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

公益財団法人高輝度光科学研究センター (JASRI) では、SPring-8 利用研究課題審査委員会 (PRC) において SPring-8 の利用研究課題を審査した結果を受け、SPring-8 選定委員会の意見を聴き、以下のように第 48 回共同利用期間 (2022 年 4 月 11 日～2022 年 8 月 2 日 (放射光利用 270 シフト、1 シフト＝8 時間)) における利用研究課題を採択しました。ただし、産業利用 I、II および III ビームライン (BL19B2、BL14B2 および BL46XU) は 2022A を 3 期に分けて募集しており、これらのビームラインについては第 1 期の 2022 年 4 月 11 日～5 月 16 日 (69 シフト) における課題を採択しました。表 1 に利用研究課題公募履歴を示します。

### 1. 募集、審査および採択の日程

#### [募集案内公開と応募締切]

2021 年 10 月 29 日 SPring-8 ホームページで主要課題の募集案内公開  
(利用者情報 2021 年秋号に募集案内記事を掲載)

11 月 18 日 成果公開優先利用課題応募締切  
12 月 2 日 一般課題、大学院生提案型課題  
応募締切

#### [課題審査、選定、採択および通知]

2022 年 1 月 14 日～27 日  
各分科会による課題審査

1 月 31 日 SPring-8 利用研究課題審査委員会 (PRC) による課題審査

2 月 8 日 SPring-8 選定委員会の意見を聴取  
2 月 8 日 JASRI として採択決定し、応募者に審査結果を通知

### 2. 応募および採択状況

2022A の新規応募課題数は 812、採択課題数は 582 でした。表 2 に 2022A 期の利用研究課題の課題種別の応募課題数および採択課題数と採択率 (%) を示します。また、表 3 に成果非専有課題としての科学審査の対象となる課題 (成果非専有一般課題、大学院生提案型課題) への応募 736 件について、ビームラインご

との応募課題数、採択課題数、採択率および配分シフト数、並びに採択された課題の 1 課題あたりの平均配分シフト数を示します。表 4 には全応募 812 課題について、申請者の所属機関分類と課題の研究分野分類の統計を示します。このうち、所属機関および研究分野について全体に対する割合をそれぞれ図 1 および図 2 に示します。SPring-8 における“SACLA、J-PARC MLF または「京」/「富岳」を含む HPCI と連携した利用を行う課題”として、SPring-8 には 10 件の応募があり、うち 6 件が採択されました。なお本記事の統計には、産業利用ビームラインの第 2 期および第 3 期分、並びに期中に随時募集する成果専有時期指定課題 (測定代行課題、産業利用準備課題含む) 等は含まれていません。

### 3. 採択課題

2022A 期の採択課題の一覧は、SPring-8 User Information に掲載しています。以下をご覧ください。  
ホーム > SPring-8 利用申請 > 採択・実施課題一覧  
<https://user.spring8.or.jp/?p=37038>

表 1 利用研究課題 公募履歴

利用期	利用期間	ユーザー 利用シフト*	応募締切日**	応募課題数	採択課題数
第 1 回 : 1997B	1997 年 10 月 - 1998 年 03 月	168	1997 年 01 月 10 日	198	134
第 2 回 : 1998A	1998 年 04 月 - 1998 年 10 月	204	1998 年 01 月 06 日	305	229
第 3 回 : 1999A	1998 年 11 月 - 1999 年 06 月	250	1998 年 07 月 12 日	392	258
第 4 回 : 1999B	1999 年 09 月 - 1999 年 12 月	140	1999 年 06 月 19 日	431	246
第 5 回 : 2000A	2000 年 02 月 - 2000 年 06 月	204	1999 年 10 月 16 日	424	326
第 6 回 : 2000B	2000 年 10 月 - 2001 年 01 月	156	2000 年 06 月 17 日	582	380
第 7 回 : 2001A	2001 年 02 月 - 2001 年 06 月	238	2000 年 10 月 21 日	502	409
第 8 回 : 2001B	2001 年 09 月 - 2002 年 02 月	190	2001 年 05 月 26 日	619	457
第 9 回 : 2002A	2002 年 02 月 - 2002 年 07 月	226	2001 年 10 月 27 日	643	520
第 10 回 : 2002B	2002 年 09 月 - 2003 年 02 月	190	2002 年 06 月 03 日	751	472
第 11 回 : 2003A	2003 年 02 月 - 2003 年 07 月	228	2002 年 10 月 28 日	733	563
第 12 回 : 2003B	2003 年 09 月 - 2004 年 02 月	202	2003 年 06 月 16 日	938	621
第 13 回 : 2004A	2004 年 02 月 - 2004 年 07 月	211	2003 年 11 月 04 日	772	595
第 14 回 : 2004B	2004 年 09 月 - 2004 年 12 月	203	2004 年 06 月 09 日	886	562
第 15 回 : 2005A	2005 年 04 月 - 2005 年 08 月	188	2005 年 01 月 05 日	878	547
第 16 回 : 2005B	2005 年 09 月 - 2005 年 12 月	182	2005 年 06 月 07 日	973	624
第 17 回 : 2006A	2006 年 03 月 - 2006 年 07 月	220	2005 年 11 月 15 日	916	699
第 18 回 : 2006B	2006 年 09 月 - 2006 年 12 月	159	2006 年 05 月 25 日	867	555
第 19 回 : 2007A	2007 年 03 月 - 2007 年 07 月	246	2006 年 11 月 16 日	1099	761
第 20 回 : 2007B	2007 年 09 月 - 2008 年 02 月	216	2007 年 06 月 07 日	1007	721
第 21 回 : 2008A	2008 年 04 月 - 2008 年 07 月	225	2007 年 12 月 13 日	1009	749
第 22 回 : 2008B	2008 年 10 月 - 2009 年 03 月	189	2008 年 06 月 26 日	1163	659
第 23 回 : 2009A	2009 年 04 月 - 2009 年 07 月	195	2008 年 12 月 11 日	979	654
第 24 回 : 2009B	2009 年 10 月 - 2010 年 02 月	210	2009 年 06 月 25 日	1076	709
第 25 回 : 2010A	2010 年 04 月 - 2010 年 07 月	201	2009 年 12 月 17 日	919	665
第 26 回 : 2010B	2010 年 10 月 - 2011 年 02 月	210	2010 年 07 月 01 日	1022	728
第 27 回 : 2011A	2011 年 04 月 - 2011 年 07 月	215	2010 年 12 月 09 日	1024	731
第 28 回 : 2011B	2011 年 10 月 - 2012 年 02 月	195	2011 年 06 月 30 日	1077	724
第 29 回 : 2012A	2012 年 04 月 - 2012 年 07 月	201	2011 年 12 月 08 日	816	621
第 30 回 : 2012B	2012 年 10 月 - 2013 年 02 月	222	2012 年 06 月 28 日	965	757
第 31 回 : 2013A	2013 年 04 月 - 2013 年 07 月	186	2012 年 12 月 13 日	880	609
第 32 回 : 2013B	2013 年 10 月 - 2013 年 12 月	159	2013 年 06 月 20 日	905	594
第 33 回 : 2014A	2014 年 04 月 - 2014 年 07 月	177	2013 年 12 月 12 日	874	606
第 34 回 : 2014B	2014 年 10 月 - 2015 年 02 月	230	2014 年 06 月 19 日	1030	848
第 35 回 : 2015A	2015 年 04 月 - 2015 年 07 月	207	2014 年 12 月 11 日	1030	685
第 36 回 : 2015B	2015 年 09 月 - 2015 年 12 月	198	2015 年 06 月 11 日	974	632
第 37 回 : 2016A	2016 年 04 月 - 2016 年 07 月	216	2015 年 12 月 10 日	907	699
第 38 回 : 2016B	2016 年 09 月 - 2016 年 12 月	198	2016 年 06 月 02 日	977	637
第 39 回 : 2017A	2017 年 04 月 - 2017 年 07 月	210	2016 年 12 月 08 日	947	678
第 40 回 : 2017B	2017 年 10 月 - 2018 年 02 月	240	2017 年 06 月 08 日	1000	761
第 41 回 : 2018A	2018 年 04 月 - 2018 年 08 月	228	2017 年 12 月 07 日	931	719
第 42 回 : 2018B	2018 年 10 月 - 2019 年 02 月	234	2018 年 06 月 07 日	982	744
第 43 回 : 2019A	2019 年 04 月 - 2019 年 07 月	222	2018 年 12 月 06 日	957	681
第 44 回 : 2019B	2019 年 09 月 - 2020 年 02 月	234	2019 年 06 月 21 日	1011	729
第 45 回 : 2020A	2020 年 04 月 - 2021 年 02 月	336	2019 年 12 月 05 日	1460	1044
第 46 回 : 2021A	2021 年 04 月 - 2021 年 07 月	216	2020 年 12 月 08 日	838	687
第 47 回 : 2021B	2021 年 09 月 - 2022 年 02 月	228	2021 年 06 月 10 日	1105	797
第 48 回 : 2022A	2022 年 04 月 - 2022 年 08 月	216	2021 年 12 月 01 日	(812)	(582)

\*ユーザー利用へ供出するシフト (1シフト=8時間) で全ビームタイムの 80%

\*\*一般課題の応募締め切り日

応募・採択課題数について : 2006B 以前は応募締め切り日\*\*の値である。

2007A 以降は、期終了時の値 (産業 2 期募集、生命科学等分科会留保課題、時期指定課題、緊急課題を含む) を示す。

2022A は今後、産業利用ビームラインの第 2・3 期分、期中随時募集の成果専有時期指定課題等があるため現在の値は括弧内に示す。

表2 2022A SPring-8 利用研究課題の課題種別応募および採択課題数と採択率

決定課題種	応募課題数	採択課題数	採択率 (%)	採択課題のシフト充足率 (%) ***
一般課題 (成果非専有) *	667	468	70.2	93.0
一般課題 (成果専有)	31	31	100.0	92.1
大学院生提案型課題	69	38	55.1	97.6
成果公開優先利用課題	45	45	100.0	96.9
総計	812	582	71.7	93.6
科学審査対象課題**のみの合計	736	506	68.8	93.3

\*一般課題等のうちSPring-8におけるSACLA, JPARC MLFまたは「京」/「富岳」を含むHPCIと連携した利用を行う課題は、SPring-8では応募10課題のうち6課題を採択。  
 \*\*成果専有課題と優先利用課題を除いた課題。  
 \*\*\*PX-BL 課題 (期中に配分シフトを決定する生命科学/タンパク質結晶構造解析分野関係課題) を除く。

表3 2022A ビームラインごとの審査対象課題\*の採択状況

ビームライン	応募課題数計	採択課題数計	採択率 (%)	配分シフト数計* *	1 課題あたり 平均配分シフト* *
BL01B1: XAFS	49	26	53.1	179	6.9
BL02B1: 単結晶構造解析	29	22	75.9	150	6.8
BL02B2: 粉末結晶構造解析	70	37	52.9	189	5.1
BL04B1: 高温高圧	15	11	73.3	114	10.4
BL04B2: 高エネルギーX線回折	28	23	82.1	183	8.0
BL05XU: 施設開発 ID	3	3	100.0	15	5.0
BL08W: 高エネルギー非弾性散乱	25	16	64.0	200	12.5
BL09XU: HAXPES	24	24	100.0	210	8.8
BL10XU: 高圧構造物性	28	21	75.0	156	7.4
BL13XU: 表面界面構造解析	20	8	40.0	52	6.5
BL14B2: 産業利用 II	12	5	41.7	44	8.8
BL17SU: 理研 物理科学 III	6	4	66.7	48	12.0
BL19B2: 産業利用 I	4	3	75.0	12	4.0
BL19LXU: 理研 物理科学 II	6	4	66.7	48	12.0
BL20B2: 医学・イメージング I	27	19	70.4	156	8.2
BL20XU: 医学・イメージング II	18	10	55.6	93	9.3
BL25SU: 軟X線固体分光	29	18	62.1	204	11.3
BL26B1: 理研 構造ゲノム I***	4	4	100.0	31	7.8
BL26B2: 理研 構造ゲノム II***	-	-	-	-	-
BL27SU: 軟X線光化学	25	18	72.0	174	9.7
BL28B2: 白色X線回折	9	8	88.9	87	10.9
BL29XU: 理研 物理科学 I	-	-	-	-	-
BL32XU: 理研 ターゲットタンパク***	-	-	-	-	-
BL35XU: 非弾性・核共鳴散乱	21	14	66.7	216	15.4
BL36XU: 理研 物質科学 II	2	2	100.0	24	12.0
BL37XU: 分光分析	24	10	41.7	133	13.3
BL38B1: 理研 構造生物学 I***	-	-	-	-	-
BL39XU: 磁性材料	22	17	77.3	179	10.5
BL40B2: 構造生物学 II	48	36	75.0	204	5.7
BL40XU: 高フラックス	34	23	67.6	198	8.6
BL41XU: 構造生物学 I***	1	1	100.0	3	3.0
BL43IR: 赤外物性	29	27	93.1	218	8.1
BL43LXU: 理研 量子ナノダイナミクス	2	2	100.0	21	10.5
BL44B2: 理研 物質科学 I	1	1	100.0	2	2.0
BL45XU: 構造生物学 III***	1	1	100.0	8	8.0
BL46XU: 産業利用 III	18	10	55.6	90	9.0
BL47XU: マイクロCT	42	18	42.9	179	9.9
PX-BL (BL41XU, 45XU, 26B1, 26B2, 32XU, 38B1)	60	60	100.0	-	-
総計	736	506	68.8	3,820	7.5

\*成果非専有一般課題、大学院生提案型課題  
 \*\*1シフト=8時間  
 \*\*\*PX-BL 対象 BL (PX-BL 運用以外の対象課題の課題数およびシフト数)  
 産業利用ビームラインの第2・3期募集分等は含まず。

表 4 SPring-8 2022A 応募・採択結果の機関および研究分野分類

機関分類	課題分類		生命科学		医学応用		物質科学・材料科学		化学		地球・惑星科学		環境科学		産業利用		その他*		総計		採択率 (%)
	決定課題種	課題数/シフト数	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	
大学等教育機関	一般課題 (非専有)	課題数	73	66	8	5	229	169	120	86	20	14	4	2	25	13	4	2	483	357	73.9
		シフト数	246	182	60	36	2048	1442	892	620	204	138	42	15	204	115	45	27	3741	2575	68.8
	一般課題 (専有)	課題数													1	1			1	1	100.0
		シフト数													1	1			1	1	100.0
	大学院生提案型課題	課題数	5	5			30	19	13	5	6	4	4		8	4	1	1	67	38	56.7
		シフト数					234	150	75	30	51	36	38		51	24	6	6	455	246	54.1
	成果公開優先利用課題	課題数	2	2			13	13	9	9					3	3			27	27	100.0
		シフト数	5	5			81	78	78	76					13	12			177	171	96.6
	合計	課題数	80	73	8	5	272	201	142	100	26	18	8	2	37	21	5	3	578	423	73.2
		シフト数	251	187	60	36	2363	1670	1045	726	255	174	80	15	269	152	51	33	4374	2993	68.4
国公立研究機関等	一般課題 (非専有)	課題数	9	9	4	2	44	31	9	9	10	4	3	1	11	3	8	6	98	65	66.3
		シフト数	18	18	30	18	426	299	73	60	132	60	16	6	120	27	78	57	893	545	61.0
	一般課題 (専有)	課題数	2	2															2	2	100.0
		シフト数																	0	0	-
	成果公開優先利用課題	課題数			2	2	2	2						1	1	1	1		6	6	100.0
		シフト数			15	15	12	12						3	3	12	6		42	36	85.7
合計	課題数	11	11	6	4	46	33	9	9	10	4	4	2	12	4	8	6	106	73	68.9	
シフト数	18	18	45	33	438	311	73	60	132	60	19	9	132	33	78	57	935	581	62.1		
産業界	一般課題 (非専有)	課題数					1	1							25	16		26	17	65.4	
		シフト数					6	6							269	161		275	167	60.7	
	一般課題 (専有)	課題数	2	2			3	3	2	2					18	18			25	25	100.0
		シフト数					21	21	4	4					75	67			100	92	92.0
	成果公開優先利用課題	課題数							4	4					8	8			12	12	100.0
		シフト数							55	55					108	108			163	163	100.0
合計	課題数	2	2	0	0	4	4	6	6	0	0	0	0	51	42	0	0	63	54	85.7	
シフト数	0	0	0	0	27	27	59	59	0	0	0	0	452	336	0	0	538	422	78.4		
海外機関	一般課題 (非専有)	課題数	9	6	2	2	40	15	3	1	5	4			1	1			60	29	48.3
		シフト数	108	39	27	27	378	140	39	12	54	45			24	24			630	287	45.6
	一般課題 (専有)	課題数	2	2											1	1			3	3	100.0
		シフト数																	0	0	-
	大学院生提案型課題	課題数					2												2	0	0.0
		シフト数					24												24	0	0.0
合計	課題数	11	8	2	2	42	15	3	1	5	4	0	0	2	2	0	0	65	32	49.2	
シフト数	108	39	27	27	402	140	39	12	54	45	0	0	24	24	0	0	654	287	43.9		
合計	課題数	104	94	16	11	364	253	160	116	41	26	12	4	102	69	13	9	812	582	71.7	
	シフト数	377	244	132	96	3230	2148	1216	857	441	279	99	24	877	545	129	90	6501	4283	65.9	
採択率 (%)	課題数	90.4		68.8		69.5		72.5		63.4				67.6		69.2		71.7			
	シフト数	64.7		72.7		66.5		70.5		63.3				62.1		69.8		65.9			

\*ビームライン技術、素粒子・原子核科学、考古学、鑑識科学、安全管理

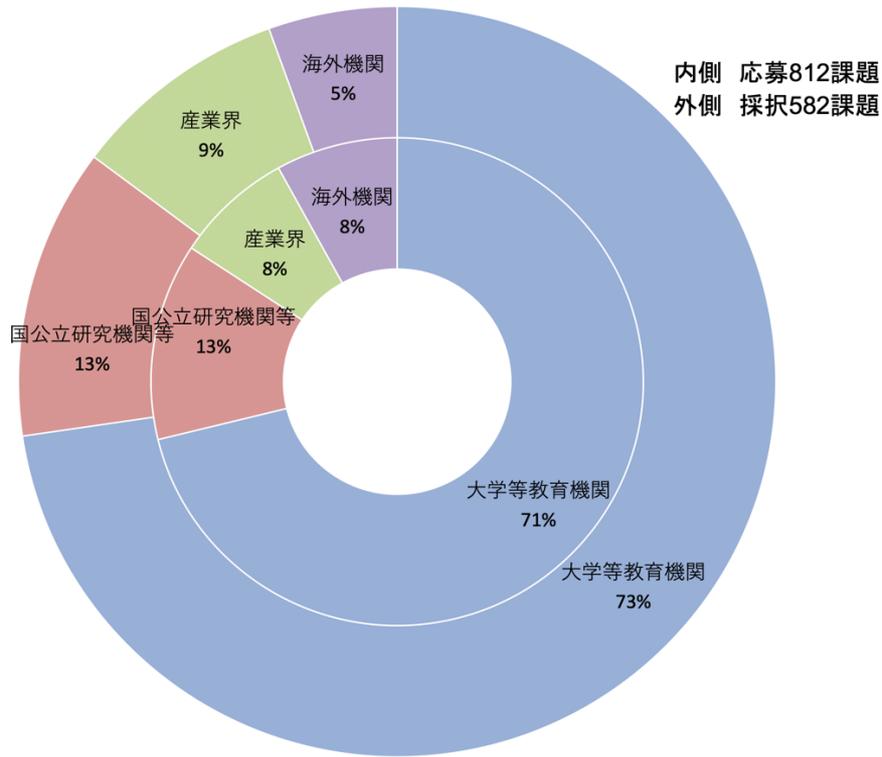


図1 2022A 所属機関別 応募/採択課題数割合

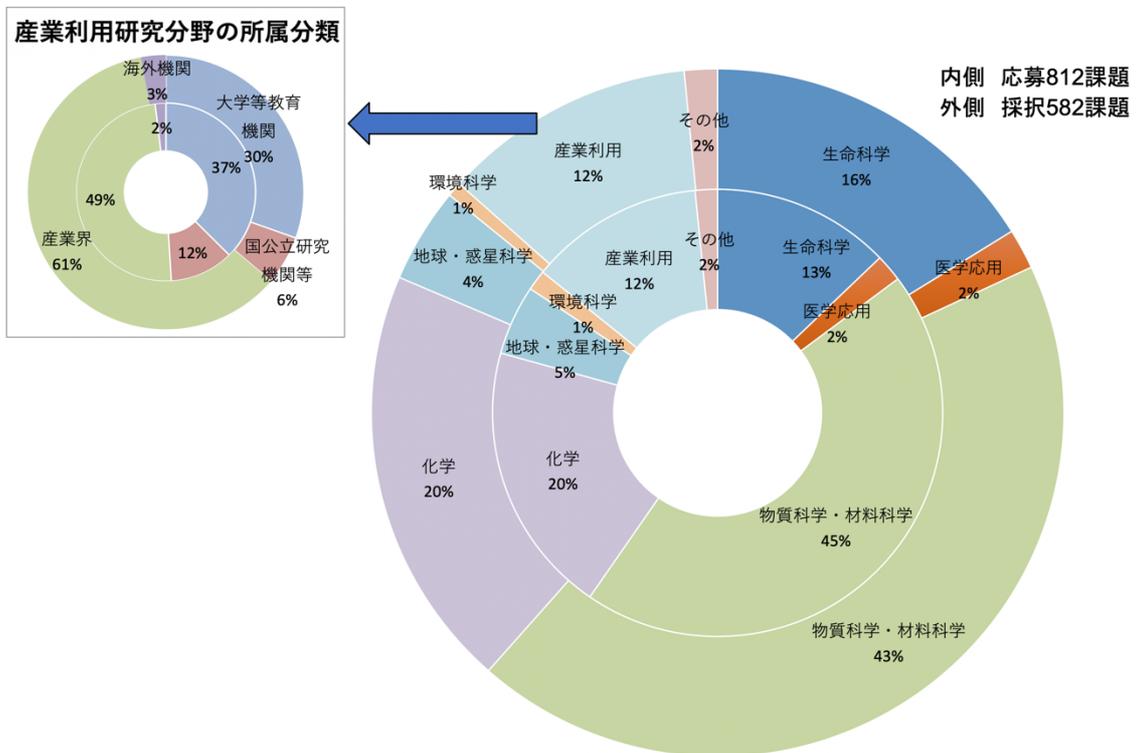


図2 2022A 研究分野別 応募/採択課題数割合

## 2022A 期 採択大学院生提案型課題（長期型）の紹介

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用推進部

2022A 期より、放射光科学を支え、更に発展させる人材の育成に資することを目的として、新たに大学院生提案型課題（長期型）を設定しました。2022A 期は 17 課題の応募があり、長期型という特性をいかした、学生自らの独創的、挑戦的、意欲的な課題という観点に主眼をおき、3 課題を採択しました。

## [募集案内公開と応募締切]

2021 年 9 月 30 日 SPring-8 ホームページで募集案内公開  
12 月 1 日 応募締切

## [課題審査、選定、採択および通知]

2021 年 12 月 1 日～13 日  
書面審査  
12 月 23 日 大学院生利用審査委員会による課題審査（面接審査）  
2022 年 2 月 8 日 SPring-8 選定委員会の意見を聴取  
2 月 8 日 JASRI として採択決定し、応募者に審査結果を通知

## － 採択課題 1 －

課題名	In-situ XAFS 測定を用いた高性能アルカン脱水素合金触媒の局所構造解析
実験責任者名（所属）	中谷 勇希（北海道大学）
採択時の課題番号	2022A0302
ビームライン	BL01B1

## － 採択課題 2 －

課題名	強相関分子性導体の物性解明を目指した価電子密度解析手法の確立
実験責任者名（所属）	原 武史（名古屋大学）
採択時の課題番号	2022A0304
ビームライン	BL02B1

## － 採択課題 3 －

課題名	地球核の組成解明を目指した Fe-H-Si 三成分系の相図の推定並びに水素誘起体積膨張係数の決定
実験責任者名（所属）	森 悠一郎（東京大学）
採択時の課題番号	2022A0314
ビームライン	BL04B1

## 第47回共同利用期間（2021B）において実施された SPring-8 利用研究課題

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

第47回共同利用期間（2021B）におけるSPring-8の共同利用は、2021年9月から2022年2月にかけて実施されました。この期間の放射光利用は、ビームライン1本あたり285シフト [1シフト=8時間] でした。

2021Bでは26本の共用ビームライン（共用施設）と、11本の理研ビームラインにおけるビームタイムの一部が共用に供されました。産業利用に特化した3本の共用ビームライン BL14B2、BL19B2 および BL46XU は、2021B 第1期（2021年9月～11月上旬）、第2期（同年11月上旬～12月中旬）および第3期（2022年1月中旬～2月上旬）と、利用期を3期に分けて課題募集・選定が行われました。専用ビームライン（専用施設）については、2021B期の稼働数は16本でした。

表1に、SPring-8 共用施設の2021B 課題種別の課題数と実施シフト数を示します。表2に、SPring-8 専用施設の2021B 実施課題数とシフト数を示します。表3に、2021B にSPring-8 共用施設で実施された利用研究課題の課題数とシフト数について実験責任者の所属機関分類および研究分野分類を示します。表4に、1997B-2021B 課題種別実施課題数の推移を示します。

表2 SPring-8 専用施設の2021B 実施課題数とシフト数

課題種	実施課題数合計	実施シフト数合計
専用ビームライン（成果非専有）	232	3175.375
専用ビームライン（成果専有）	38	145.125
合計	270	3320.5

表1 SPring-8 共用施設<sup>(注1)</sup>の2021B 課題種別の課題数と実施シフト数

課題種	応募課題数	採択課題数	課題採択率 (%)	採択課題の実施数	非応募課題 <sup>(注2)</sup> の実施数	実施課題数合計	実施シフト数合計
一般課題（成果非専有）	791	532	67.3	505	31	536	4539.125
一般課題（成果専有）	67	67	100.0	59	8	67	332.125
大学院生提案型課題	88	51	58.0	51	1	52	313.5
緊急課題	1	1	100.0	1	-	1	0.5
時期指定課題	26	26	100.0	25	-	25	73.5
測定代行課題 <sup>(注3)</sup>	43	43	100.0	43	-	43	29.375
産業利用準備課題	3	3	100.0	3	-	3	0.75
成果公開優先利用課題	78	71	91.0	71	-	71	560
長期利用課題	8	3	37.5	3	6	9	173.625
重点パートナーユーザー課題	(2021B期は新規公募なし)				-	-	-
合計	1105	797	72.1	761	46	807	6022.5

(注1) 理研ビームラインからの一部共用供出ビームタイムの利用を含む。

(注2) 既に採択等された課題で、当該期の応募・採択等プロセスを要しないもの。

(注3) BL14B2、BL19B2、BL46XU で実施。

表3 2021BにSPring-8共用施設<sup>(注1)</sup>で実施された利用研究課題の所属機関分類および研究分野分類

機関分類	課題分類	課題数/ シフト数	研究分野							計	
			生命科学	医学応用	物質科学・ 材料科学	化学	地球・惑星 科学	環境科学	産業利用		その他 <sup>(注2)</sup>
大学 等 教育 機関	一般課題（成果非専有）	課題数	61	5	172	82	25	1	56	4	406
		シフト数	386.375	38.875	1537.5	597.75	248.25	12	340.5	56.875	3218.125
	一般課題（成果専有）	課題数							3		3
		シフト数							3		3
	大学院生提案型課題	課題数	3		20	8	2	1	14	2	50
		シフト数	8		110.625	44.875	20.5	6	81.625	18	289.625
	時期指定課題	課題数			1	1					2
		シフト数			2	2					4
	緊急課題	課題数	1								1
		シフト数	0.5								0.5
	測定代行課題	課題数			2				6		8
		シフト数			0.75				1.5		2.25
	産業利用準備課題	課題数							1		1
		シフト数							0.25		0.25
成果公開優先利用課題	課題数	1		10	13			17		41	
	シフト数	3		65.625	119.25			76		263.875	
長期利用課題	課題数	2		1	1	5				9	
	シフト数	53.875		15	9	95.75				173.625	
計	課題数	68	5	206	105	32	2	97	6	521	
	シフト数	451.75	38.875	1731.5	772.875	364.5	18	502.875	74.875	3955.25	
国 立 研 究 機 関 等	一般課題（成果非専有）	課題数	12	3	32	6	6	3	10	6	78
		シフト数	186.375	30	340.375	54	56.375	35	96.375	65.5	864
	一般課題（成果専有）	課題数	3								3
		シフト数	64								64
	時期指定課題	課題数			1						1
		シフト数			13						13
	測定代行課題	課題数							3		3
		シフト数							2.25		2.25
	成果公開優先利用課題	課題数	1	2	2				2		7
		シフト数	26.75	12	21				12		71.75
計	課題数	16	5	35	6	6	3	15	6	92	
	シフト数	277.125	42	374.375	54	56.375	35	110.625	65.5	1015	
産 業 界	一般課題（成果非専有）	課題数			1				22		23
		シフト数			12				191.125		203.125
	一般課題（成果専有）	課題数	7		2				49		58
		シフト数	39.75		6.875				176		222.625
	時期指定課題	課題数			2	4			15		21
		シフト数			4	20			32		56
	測定代行課題	課題数							30		30
		シフト数							23.875		23.875
	産業利用準備課題	課題数							2		2
		シフト数							0.5		0.5
成果公開優先利用課題	課題数				6			17		23	
	シフト数				107.375			117		224.375	
計	課題数	7		5	10			135		157	
	シフト数	39.75		22.875	127.375			540.5		730.5	
海 外 機 関	一般課題（成果非専有）	課題数	7		15	5		2		29	
		シフト数	61.375		160.625	27.875			4		253.875
	一般課題（成果専有）	課題数	2						1		3
		シフト数	34						8.5		42.5
	大学院生提案型課題	課題数			1					1	2
		シフト数			17.875					6	23.875
	時期指定課題	課題数	1								1
		シフト数	0.5								0.5
	測定代行課題	課題数							2		2
		シフト数							1		1
計	課題数	10		16	5			5	1	37	
	シフト数	95.875		178.5	27.875			13.5	6	321.75	
課題数合計			101	10	262	126	38	5	252	13	807
シフト数合計			864.5	80.875	2307.25	982.125	420.875	53	1167.5	146.375	6022.5

(注1) 理研ビームラインからの一部共用供出ビームタイムの利用を含む。

(注2) 素粒子・原子核科学、考古学、ビームライン技術他。

2021B の延べ利用者数は、共用施設 5,134 人、専用施設 2,313 人でした。表 5 に、SPring-8 共用施設および専用施設利用実績の推移を示します。表 5 の値を利用シフト数合計と共に示したものが図 1 です。利用シフト数合計は、表 5 の「利用時間」に利用した共用・専用ビームラインの数（理研ビームラインの一部共用への供出分を含む。但し、理研ビームラインは共用供出割合で換算）を掛けた数値となっています。図 2 には、SPring-8 共用施設の利用研究課題の応募・採択数の推移実績を採択率と共に示します。応募・採択課題数は、2006B 以前は一般課題締め切り時、2007A 以降は期の途中で申請・採択される成果専有時期指定課題、測定代行課題および産業利用ビームラインの第

2 期および第 3 期申請分を含めた、期の終わりの値を示します。利用シフト数合計は、上記と同様に表 5 の「利用時間」に利用した共用ビームラインの数を掛けた数値となっています。

図 3 に年度ごとのユニーク利用者数を示します。ユニーク数の算出方法は、2012 年度の SACLA 供用開始に伴い、2012 年度以降については延べ利用者数よりユニーク数を算出（2011 年度までは放射線業務従事者登録データより算出）しています。また、過去 5 年間に於いて 1 度も施設利用のための来所がない利用者を新規と定義（2011 年度までは過去 1 度も放射線業務従事者登録がない場合を新規と定義）しています。

表 4 SPring-8 1997B-2021B 課題種別実施課題数の推移

課題種	1997B~2013A	2013B	2014A	2014B	2015A	2015B	2016A	2016B	2017A	2017B	2018A	2018B	2019A	2019B	2020A	2021A	2021B	合計
一般課題 (成果非専有)	12022	384	444	611	457	476	489	459	502	570	524	537	507	563	661	470	536	20212
緊急課題	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	40
一般課題 (成果専有)	701	55	34	55	36	37	42	47	35	48	41	46	38	52	88	36	67	1458
時期指定課題 (除く測定代行)	206	4	4	2	8	8	6	10	7	16	6	16	8	20	17	14	25	377
測定代行 (時期指定課題の一環)	336	47	41	54	37	46	32	48	29	46	37	60	29	40	65	42	43	1032
産業利用準備課題													3	10	5	6	3	27
長期利用課題	254	16	13	13	26	23	28	25	28	25	13	14	15	14	11	10	9	537
被災量子ビーム施設ユーザー支援課題	94																	94
大学院生提案型課題 (旧名称：萌芽的研究支援課題 [~2015B])	364	32	38	58	45	54	65	52	29	53	53	58	41	52	53	43	52	1142
成果公開優先利用課題	383	27	24	30	18	28	35	37	39	52	34	43	33	33	53	52	71	992
重点タンパク 500 課題 (タンパク 3000)	489																	489
重点ナノテクノロジー支援課題	928																	928
重点産業トリアルユース課題	112																	112
SPring-8 戦略活用プログラム課題	332																	332
重点産業利用課題	1000																	1000
重点産業化促進課題	45	13																58
産業分野支援課題			10	14	12	14	11	4	6	4								75
放射光施設構築産業利用課題											5	3	6	4				18
先進技術活用による産業応用課題													5	4	8			17
重点メディカルバイオ・トリアルユース課題	57																	57
重点拡張メディカルバイオ課題	51																	51
重点グリーン/ライフ・イノベーション推進課題	101	24																125
スマート放射光活用イノベーション推進課題			12	17	18	14												61
社会・文化利用課題					11	16	17	19	19	14	14	13						123
重点戦略課題 (12 条戦略課題)	64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
重点パワーユーザー課題	118	7	1	1														127
重点パートナーユーザー課題			3	3	6	6	7	7	8	8	7	7	8	8	11	5	0	94
新分野創成利用課題						4	6	11	16	21	21	25	24	9	8	0	0	145
合計	17692	610	624	858	674	726	738	719	718	857	755	822	717	809	984	678	807	29788

備考 長期利用課題、重点パートナーユーザー課題、新分野創成利用課題は BL ごとに 1 課題としてカウント。  
空白は制度なし。

実施課題の課題名をホームページの以下の URL で  
公開しています。成果専有課題は「公表用課題名」  
が表示されています。

<https://user.spring8.or.jp/?p=37038>

成果非専有課題の利用課題実験報告書 (SPring-8

Experiment Summary Report) は以下の URL で閲  
覧できます。

<http://user.spring8.or.jp/uisearch/expreport/ja>

成果は、3年以内に、論文またはSPring-8/SACLA  
利用研究成果集等で公開されます。

表 5 SPring-8 共用施設および専用施設利用実績の推移

	利用期間		利用時間	共用施設		専用施設	
				実施課題数	延べ利用者数	実施課題数	延べ利用者数
第 1 回	1997B	1997 年 10 月-1998 年 03 月	1,286	94	681	-	-
第 2 回	1998A	1998 年 04 月-1998 年 10 月	1,702	234	1,252	7	-
第 3 回	1999A	1998 年 11 月-1999 年 06 月	2,585	274	1,542	33	467
第 4 回	1999B	1999 年 09 月-1999 年 12 月	1,371	242	1,631	65	427
第 5 回	2000A	2000 年 02 月-2000 年 06 月	2,051	365	2,486	100	794
第 6 回	2000B	2000 年 10 月-2001 年 01 月	1,522	383	2,370	88	620
第 7 回	2001A	2001 年 02 月-2001 年 06 月	2,313	474	2,915	102	766
第 8 回	2001B	2001 年 09 月-2002 年 02 月	1,867	488	3,277	114	977
第 9 回	2002A	2002 年 02 月-2002 年 07 月	2,093	545	3,246	110	1,043
第 10 回	2002B	2002 年 09 月-2003 年 02 月	1,867	540	3,508	142	1,046
第 11 回	2003A	2003 年 02 月-2003 年 07 月	2,246	634	3,777	164	1,347
第 12 回	2003B	2003 年 09 月-2004 年 02 月	1,844	549	3,428	154	1,264
第 13 回	2004A	2004 年 02 月-2004 年 07 月	2,095	569	3,756	161	1,269
第 14 回	2004B	2004 年 09 月-2004 年 12 月	1,971	555	3,546	146	1,154
第 15 回	2005A	2005 年 04 月-2005 年 08 月	1,880	560	3,741	146	1,185
第 16 回	2005B	2005 年 09 月-2005 年 12 月	1,818	620	4,032	187	1,379
第 17 回	2006A	2006 年 03 月-2006 年 07 月	2,202	724	4,809	226	1,831
第 18 回	2006B	2006 年 09 月-2006 年 12 月	1,587	550	3,513	199	1,487
第 19 回	2007A	2007 年 03 月-2007 年 07 月	2,448	781	4,999	260	2,282
第 20 回	2007B	2007 年 09 月-2008 年 02 月	2,140	739	4,814	225	1,938
第 21 回	2008A	2008 年 04 月-2008 年 07 月	2,231	769	4,840	232	1,891
第 22 回	2008B	2008 年 10 月-2009 年 03 月	1,879	672	4,325	217	1,630
第 23 回	2009A	2009 年 04 月-2009 年 07 月	1,927	669	4,240	238	1,761
第 24 回	2009B	2009 年 10 月-2010 年 02 月	2,087	722	4,793	275	2,144
第 25 回	2010A	2010 年 04 月-2010 年 07 月	1,977	685	4,329	293	2,483
第 26 回	2010B	2010 年 10 月-2011 年 02 月	2,094	744	4,872	325	2,812
第 27 回	2011A	2011 年 04 月-2011 年 07 月	2,131	740	4,640	309	2,773
第 28 回	2011B	2011 年 10 月-2012 年 02 月	1,927	730	4,576	319	2,769
第 29 回	2012A	2012 年 04 月-2012 年 07 月	1,972	637	4,304	285	2,692
第 30 回	2012B	2012 年 10 月-2013 年 02 月	2,184	771	5,072	314	3,181
第 31 回	2013A	2013 年 04 月-2013 年 07 月	1,837	633	4,053	275	2,835
第 32 回	2013B	2013 年 10 月-2013 年 12 月	1,571	610	3,770	286	2,723
第 33 回	2014A	2014 年 04 月-2014 年 07 月	1,768	624	4,129	292	2,710
第 34 回	2014B	2014 年 10 月-2015 年 02 月	2,290	858	5,766	331	3,573
第 35 回	2015A	2015 年 04 月-2015 年 07 月	2,053	674	4,560	271	2,960
第 36 回	2015B	2015 年 09 月-2015 年 12 月	1,981	726	4,863	281	2,898
第 37 回	2016A	2016 年 04 月-2016 年 07 月	2,150	738	5,174	301	3,130
第 38 回	2016B	2016 年 09 月-2016 年 12 月	1,976	719	4,824	298	2,985
第 39 回	2017A	2017 年 04 月-2017 年 07 月	2,101	718	4,835	326	3,228
第 40 回	2017B	2017 年 10 月-2018 年 02 月	2,377	857	5,885	355	3,659
第 41 回	2018A	2018 年 04 月-2018 年 08 月	2,254	755	5,009	323	3,231
第 42 回	2018B	2018 年 10 月-2019 年 02 月	2,306	822	5,468	361	3,303
第 43 回	2019A	2019 年 04 月-2019 年 07 月	2,205	717	4,579	331	2,911
第 44 回	2019B	2019 年 09 月-2020 年 02 月	2,333	809	5,378	344	3,102
第 45 回	2020A	2020 年 04 月-2021 年 02 月	4,309	984	5,906	337	3,265
第 46 回	2021A	2021 年 04 月-2021 年 07 月	2,155	678	4,156	241	1,877
第 47 回	2021B	2021 年 09 月-2022 年 02 月	2,272	807	5,134	270	2,313
合 計			97,235	29,788	192,803	10,659	96,115

注：長期利用課題、重点パートナーユーザー課題、新分野創成利用課題をビームラインごとに 1 課題とカウント。  
共用施設には理研ビームライン等からの供出ビームタイムの利用者を含む。

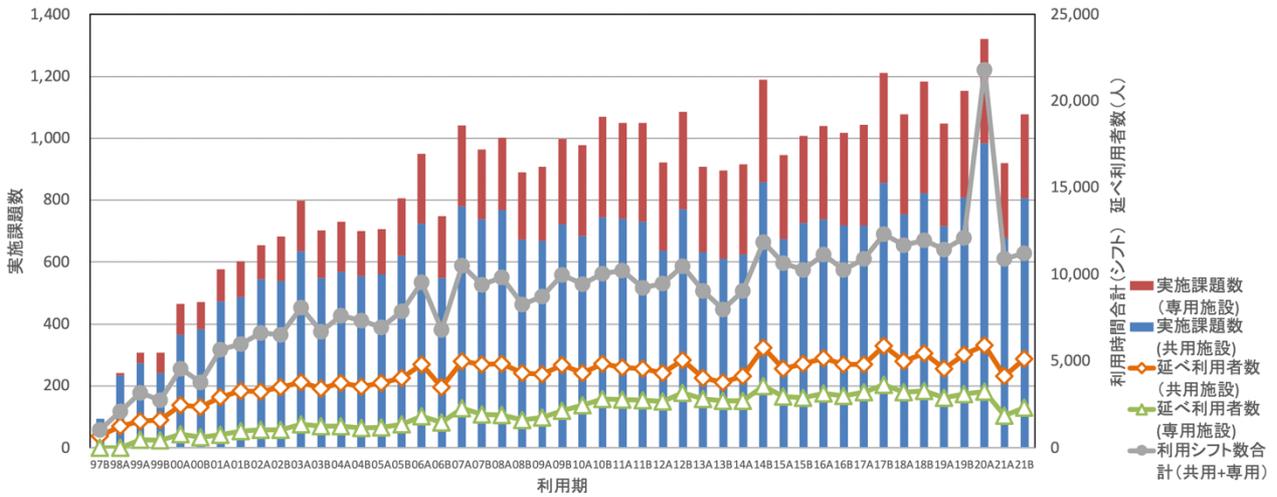


図1 SPring-8 共用施設および専用施設の利用実績の推移

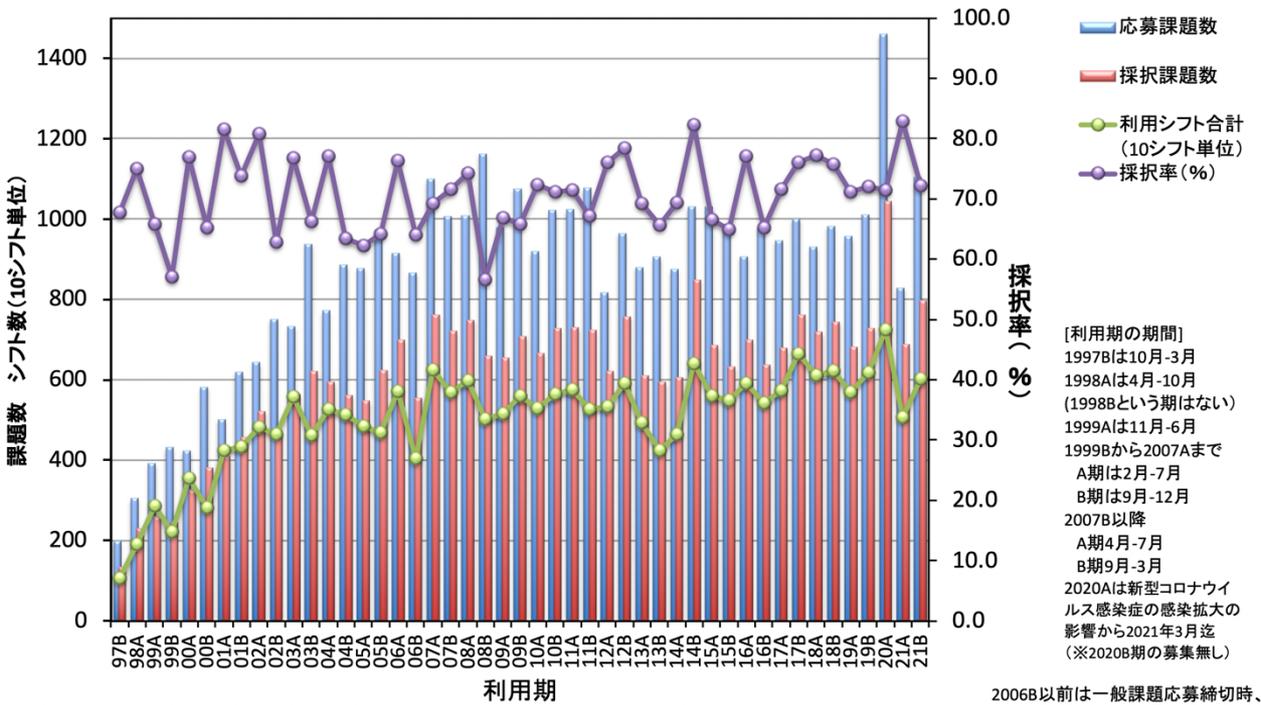


図2 SPring-8 共用施設の応募・採択課題数の推移実績

2006B以前は一般課題応募締切時、  
2007A以降は期の終了時の値。

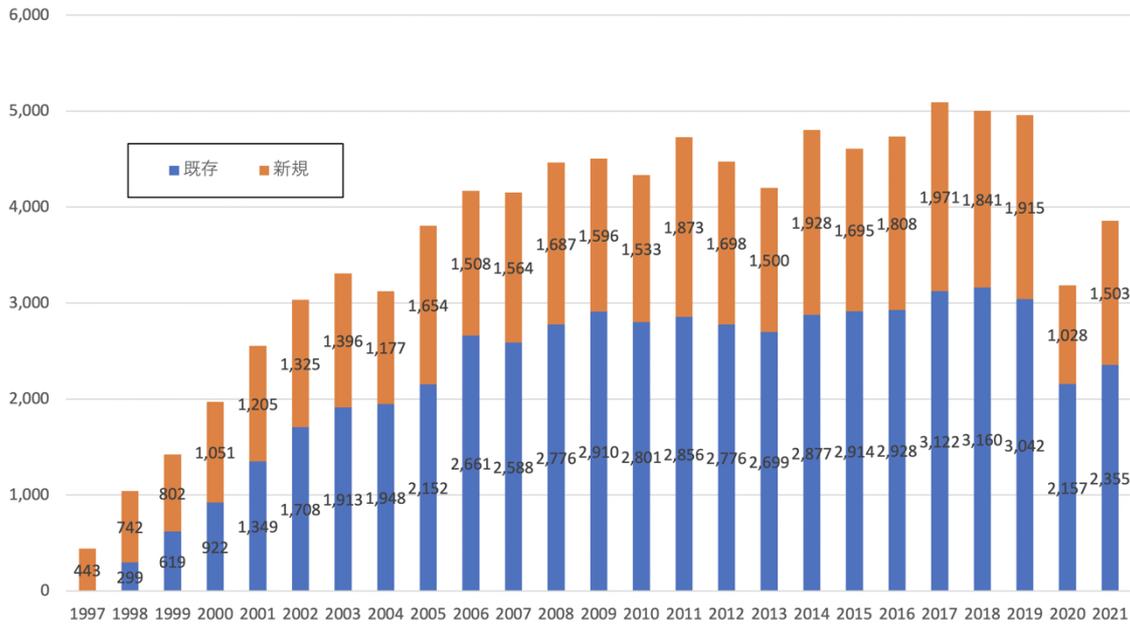


図3 SPring-8の年度ごとのユニーク利用者数

## 2018B 期 採択「新分野創成利用」における 研究グループの事後評価について

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用推進部

「新分野創成利用」は、SPring-8 の利用研究成果創出を質的・量的に飛躍させるために、既存の研究分野の枠を超えた複合・融合領域等における未踏分野の開拓・創成およびそれに伴う利用の裾野を拡大することを目的として、2015B 期より運用しています。採択された研究グループは、代表責任者の裁量により有効期間（2 年間）内に各分担責任者が複数ビームラインで「新分野創成利用課題」を実施することも可能となり、また、ビームタイムも認められた範囲内で期ごとに任意に配分（但し審査あり）することができます。

「新分野創成利用」における研究グループの事後評価は、新分野創成利用審査委員会における研究グループ終了報告書に基づいた代表責任者による発表と質疑応答により行われます。事後評価の着目は、研究グループとしての、1) 目標達成度、2) 研究成果（①科学技術的価値、新しい研究領域・手法の開拓、産業基盤技術の向上、②科学技術的波及効果、③情報発信）、3) 「新分野創成利用」の趣旨との合致性（①新分野が創生され今後もその分野の発展が期待できるか、②実施にあたってマネジメントは妥当であったか）です。

今回は、2018B 期に採択された研究グループ（有効期間：2018B～2020A 期）について、事後評価（2021 年 12 月 10 日開催）を行いました。

以下に新分野創成利用審査委員会がとりまとめた評価結果等を示します。研究内容については本誌の「最近の研究から」に「新分野創成利用」研究グループによる紹介記事を掲載しています。

プロジェクト名	固液界面構造解明と可視化および溶媒溶質相関
代表責任者(所属)	藤原 明比古 (関西学院大学)
分担責任者(所属)	若林 裕助 (大阪大学) 山添 康介 (東京大学) 土井 教史 (新日鐵住金) 中島 淳一 (日産化学) 朝倉 博行 (京都大学) 高谷 光 (京都大学)

課題番号	2018B0938 ほか
ビームライン	BL01B1、BL02B1、BL04B2、BL13XU、BL14B2、BL20XU、BL27SU、BL28B2、BL37XU、BL40XU、BL43IR、BL47XU
利用期間/配分総シフト	2018B～2020A/324シフト (BL27SU:51シフト、BL01B1:45シフト、BL14B2:39シフト、BL13XU:36シフト、BL47XU:33シフト、BL37XU:27シフト、BL28B2:24シフト、BL40XU:24シフト、BL20XU:18シフト、BL43IR:12シフト、BL04B2:9シフト、BL02B1:6シフト)

※所属は申請時

### 〔評価結果〕

この研究は「固液界面の科学」を課題解決型の手法によらず課題設定型の手法によって展開し新分野を確立しようとしたものである。ここでは、固液界面研究の代表例として腐食とメッキの実用課題を取り上げ、構造と化学の面からそれらのメカニズムを解明しようとした戦略はうまく機能し、放射光の測定技術を持つグループと実用材料を持つグループをマッチングさせることにより、それぞれの分野での問題点を徹底的に理解できるようにした。当面の課題に対し測定法を発展開発し、周辺の研究者の知見を集め分析していった手法は課題設定型の新分野開拓という意味より実用分野の課題解決型の成功モデルとして評価できる。腐食、メッキといった古くからある分野に新しい研究者を巻き込んで活性化したという意味において成果を上げられたと思う。同様の手法はほかの実用課題に適用することができ、本研究の手法をより確立されていない界面へ展開していくことにより、電池などの広範なターゲットをカバーできるようになるとと思われる。

しかしながら、今回取り上げた腐食とメッキについてそれぞれどのような問題を課題設定型の目標とし

て設定したかについては明確でなく、課題設定の達成目標がメンバーに明確に意識されていないようで曖昧になっている。その結果、今問題になっていることを解決する課題解決型の研究になっているきらいがある。新分野開拓という意味よりも、腐食、メッキといった古くからある分野に新しい研究者を巻き込んで活性化するという意味において、成果を上げられたと思う。分野融合、新分野創成利用グループというより、異分野専門家の連携利用グループと考えた方がもっともらしく思われる。研究の遂行に当たっては、学術と産業界を上手く融合させ巧みなマネジメントが行われたと評価できる。個々の研究というよりは、研究スタイルの波及効果があるように思われる。

この研究グループは「固液界面の科学」を課題設定型のモデル課題として提起したが、研究はまだ端緒にすぎたばかりである。申請書にはメゾスコピック構造という表現があるが、これは単に研究対象がマクロ構造とマイクロ構造の間にあるということを言っているに過ぎず、本研究は腐食とメッキの現象を、放射光技術を駆使してマイクロな視点から解明したものであって、メゾスコピック構造とその物性を主要な概念として取り上げ、その解明を新分野形成の根幹として位置づけようとする観点はほとんど見受けられない。固液界面においてメゾスコピック系の構造として何が本質であるかはまだ解明されていない。

情報発信については、これまで SPRUC を中心に情報発信が行われている。学術的成果に加えて、産官学連携の進め方などについても蓄積された成果があるので、それらについても SPRUC をはじめとして広く発信し活用していただきたい。いくつかの重要な論文が発表されており、企業からの発信もある点は評価したい。論文発表数は十分であるが、本グループのテーマを考えると、もう少しプレスリリースがあってもよいように思われる。

#### [成果リスト]

(査読付き論文)

- [1] SPring-8 publication ID = 37634  
M. Hülsley *et al.*: "In situ Spectroscopy-Guided Engineering of Rhodium Single-Atom Catalysts for CO Oxidation" *Nature Communications* **10** (2019) 1330.
- [2] SPring-8 publication ID = 37840  
H. Fujii *et al.*: "Kinetics of Iron Passivation Studied by Sub-Second Resolution Realtime X-ray Reflectivity Technique" *Journal of the Electrochemical Society* **166** (2019) E212-E216.
- [3] SPring-8 publication ID = 39596  
H. Fujii *et al.*: "Early Stages of Iron Anodic Oxidation: Defective Growth and Density Increase of Oxide Layer" *Physical Review Materials* **4** (2020) 033401.
- [4] SPring-8 publication ID = 40029  
Y. Negishi *et al.*: " $\gamma$ -Alumina-supported Pt<sub>17</sub> Cluster: Controlled Loading, Geometrical Structure, and Size-Specific Catalytic Activity for Carbon Monoxide and Propylene Oxidation" *Nanoscale Advances* **2** (2020) 669-678.
- [5] SPring-8 publication ID = 40030  
W. Kurashige *et al.*: "Activation of Water-Splitting Photocatalysts by Loading with Ultrafine Rh-Cr Mixed-Oxide Cocatalyst Nanoparticles" *Angewandte Chemie International Edition* **59** (2020) 7076-7082.
- [6] SPring-8 publication ID = 41591  
T. Matsuyama *et al.*: "Effect of Ligand on Electronic State of Gold in Ligand-Protected Gold Clusters Elucidated by X-ray Absorption Spectroscopy" *The Journal of Physical Chemistry C* **125** (2021) 3143-3149.
- [7] SPring-8 publication ID = 41593  
S. Hayashi *et al.*: "Base Catalytic Activity of [Nb<sub>10</sub>O<sub>28</sub>]<sup>6-</sup>: Effect of Counteraction" *The Journal of Physical Chemistry C* **124** (2020) 10975-10980.
- [8] SPring-8 publication ID = 41603  
R. Agata *et al.*: "Iron-Catalyzed Cross Coupling of Aryl Chlorides with Alkyl Grignard Reagents: Synthetic Scope and Fe<sup>II</sup>/Fe<sup>IV</sup> Mechanism Supported by X-ray Absorption Spectroscopy and Density Functional Theory Calculations" *Bulletin of the Chemical Society of Japan* **92** (2019) 381-390.
- [9] SPring-8 publication ID = 41689  
H. Asakura *et al.*: "Recent Applications of X-ray Absorption Spectroscopy in Combination with High Energy Resolution Fluorescence Detection" *Chemistry Letters* **50** (2021) 1075-1085.
- [10] SPring-8 publication ID = 41745  
Y. Aoki *et al.*: "Ligand-Free Iron-Catalyzed C-F Amination of Diarylamines: A One-Pot Regioselective Synthesis of Diaryl Dihydrophenazines" *Organic Letters* **21** (2019) 461-464.
- [11] SPring-8 publication ID = 41748  
Y. Okuma *et al.*: "Rotational Isomerism of the Amide Units in Rotaxanes Based on a Cyclic Tetraamide and

- Secondary Ammonium Ions" *Organic Chemistry Frontiers* **6** (2019) 1002-1009.
- [12] SPring-8 publication ID = 41752  
T. Nakamura *et al.*: "Rotaxanes Comprising Cyclic Phenylenedioxydiacetamides and Secondary Mono- and Bis-dialkylammonium Ions: Effect of Macrocyclic Ring Size on Pseudorotaxane Formation" *Organic Chemistry Frontiers* **7** (2020) 513-524.
- [13] SPring-8 publication ID = 41754  
M. Ueda *et al.*: "A Five-layer  $\pi$ -Aromatic Structure Formed through Self-assembly of a Porphyrin Trimer and Two Aromatic Guests" *Chemistry - An Asian Journal* **15** (2020) 2212-2217.
- [14] SPring-8 publication ID = 41757  
T. Kimura *et al.*: "Locking the Dynamic Axial Chirality of Biphenyl Crown Ethers through Threading" *Chemistry - An Asian Journal* **15** (2020) 3897-3903.
- [15] SPring-8 publication ID = 41758  
S. Kondo *et al.*: "Amphoteric Homotropic Allosteric Association between a Hexakis-Urea Receptor and Dihydrogen Phosphate" *Chemistry - A European Journal* **25** (2019) 16201-16206.
- [16] SPring-8 publication ID = 41759  
H. Kobayashi *et al.*: "Separation of Saccharides using Fullerene-Bonded Silica Monolithic Columns via  $\pi$  Interactions in Liquid Chromatography" *Scientific Reports* **10** (2020) 13850.
- [17] SPring-8 publication ID = 41761  
B. L. Ouay *et al.*: "Controlling the Packing of Metal-Organic Layers by Inclusion of Polymer Guests" *Journal of the American Chemical Society* **141** (2019) 14549-14553.
- [18] SPring-8 publication ID = 41765  
Y. Kanazawa *et al.*: "Pd/Cu-Catalyzed Dehydrogenative Coupling of Dimethyl Phthalate: Synchrotron Radiation Sheds Light on the Cu Cycle Mechanism" *ACS Catalysis* **10** (2020) 5909-5919.
- [19] SPring-8 publication ID = 41879  
K. Fujita *et al.*: "Oxygen Release and Storage Property of Fe-Al Spinel Compounds: A Three-Way Catalytic Reaction over a Supported Rh Catalyst" *ACS Applied Materials & Interfaces* **13** (2021) 24615-24623.
- [20] SPring-8 publication ID = 42712  
Y. Wakabayashi *et al.*: "Time Evolution of Iron Oxide Growth Clarified by the High-speed X-ray Reflectometry" *Isotope News* **773** (2021) 47-50.
- [21] SPring-8 publication ID = 42718  
K. Akada *et al.*: "Hydrogen-Bonded Structure of Water in the Loop of Anchored Polyrotaxane Chain Controlled by Anchoring Density" *Frontiers in Chemistry* **9** (2021) 743255.
- [22] SPring-8 publication ID = 42719  
R. Watanabe *et al.*: "Ion Selectivity of Water Molecules in Subnanoporous Liquid-Crystalline Water-Treatment Membranes: A Structural Study of Hydrogen Bonding" *Angewandte Chemie International Edition* **59** (2020) 23461-23465.
- [23] SPring-8 publication ID = 42724  
H. Asakura *et al.*: "Self-Regeneration Process of Ni-Cu Alloy Catalysts during Three-Way Catalytic Reaction—An Operando Study" *ACS Applied Materials & Interfaces* **12** (2020) 55994-56003.
- [24] SPring-8 publication ID = 42725  
H. Asakura *et al.*: "Fe-Modified CuNi Alloy Catalyst as a Nonprecious Metal Catalyst for Three-Way Catalysis" *Industrial & Engineering Chemistry Research* **59** (2020) 19907-19917.
- [25] SPring-8 publication ID = 42910  
H. Maeda *et al.*: "Self-Assemblies of Anionic-unit-introduced Anion-responsive  $\pi$ -electronic Molecules" *Organic & Biomolecular Chemistry* **19** (2021) 7369-7373.

## 2019A 期 採択長期利用課題の事後評価について - 1 -

公益財団法人高輝度光科学研究センター  
利用推進部

2019A 期に採択された長期利用課題について、2021A 期に 2 年間の実施期間が終了したことを受け、第 70 回 SPring-8 利用研究課題審査委員会長期利用分科会（2021 年 6 月 30 日開催）による事後評価が行われました。

事後評価は、長期利用分科会が実験責任者に対しヒアリングを行った後、評価を行うという形式で実施し、SPring-8 利用研究課題審査委員会で評価結果を取りまとめました。以下に評価を受けた課題の評価結果を示します。研究内容については本誌の「最近の研究から」に実験責任者による紹介記事を掲載しています。

なお、2019A 期に採択された長期利用課題 3 課題のうち 2 課題の評価結果は、次号以降に掲載する予定です。

課題名	高エネルギー X 線 2 次元検出器を用いた高度物質構造科学研究
実験責任者(所属)	西堀 英治 (筑波大学)
採択時課題番号	2019A0159
ビームライン	BL02B1
利用期間/実施総シフト	2019A~2021A/153 シフト

### [評価結果]

新 2D 検出器である CdTe-PILATUS の特性の評価、利用法検証という長期利用課題の中での重要な目標をおおむね達成できている。単結晶回折に CdTe-PILATUS を利用する際には数え落としが問題となりうる点を見出してメーカーと協力して整備を進めただけでなく、その技術的な成果を利用して精密な電子密度分布計測、時分割測定、3D-PDF を用いて物性構造科学研究に展開し、一定の水準の成果を得たことは十分に評価できる。また、CdTe-PILATUS の使い方に関してという限定的な側面はあるが、その検出器を利用する国内外の他のユーザーに対しては有意義な成果と認められる。

研究成果は査読付き論文 4 報と量的には多くないが、電子密度分布解析の分野では意義のある成果を含んでおり評価できる。

一方、高圧下測定など未達の項目も少なからずあり、その結果、具体的な物質の構造解析に関してはやや物足りない成果であった。これは、ヘリウム供給不足、および、COVID-19 感染症拡大に伴う不測の事態が生じたことが直接の原因と考えられるが、研究計画自体が個々の研究グループの技術に強く依存した立て方になっていたことなども影響した可能性がある。

以上の通り、不測の事態もあり、半分程度の目標が未達となったが、CdTe-PILATUS 検出器を評価したうえで、使用法を丹念に確立し、各種構造物性研究が実施できる目標を達成し、いくつかの応用例を示せたことから、長期利用課題としてはある一定の水準にあると評価する。反面、革新的な発見や研究成果が出ているような印象は受けなかった。本長期利用課題に関する複数の論文発表を予定しているとのことなので今後の成果に期待する。最後に、同じビームラインで同じ時期に行われていたパートナーユーザー課題との検出器評価に関する活動の重複や、個別並列的な課題の調整について、本長期利用課題採択時の審査委員会のコメントを考慮した形跡が見られなかった点は残念であった。

### [成果リスト]

(査読付き論文)

- [ 1 ] SPring-8 publication ID = 38680  
V. Hathwar *et al.*: “Low-Temperature Structural Phase Transitions in Thermoelectric Tetrahedrite,  $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ , and Tennantite,  $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ” *Crystal Growth & Design* **19** (2019) 3979-3988.
- [ 2 ] SPring-8 publication ID = 39895  
L. Krause *et al.*: “Accurate High-Resolution Single-Crystal

- Diffraction Data from a Pilatus3 X CdTe Detector”  
*Journal of Applied Crystallography* **53** (2020) 635-649.
- [ 3 ] SPring-8 publication ID = 40356  
S. Kim *et al.*: “Electric-Field-Induced Structural Changes for Cubic System of Lead-Free and Lead-Based Perovskite-Type Oxides” *Japanese Journal of Applied Physics* **59** (2020) SPPA05.
- [ 4 ] SPring-8 publication ID = 41214  
K. Holm *et al.*: “Temperature Dependence of Dynamic Dipole Formation in PbTe” *Physical Review B* **102** (2020) 024112.
- [ 5 ] SPring-8 publication ID = 42699  
J. Zhang *et al.*: “Direct Observation of One-dimensional Disordered Diffusion Channel in a Chain-like Thermoelectric with Ultralow Thermal Conductivity” *Nature Communications* **12** (2021) 6709.

## 2021B 期において実施された SACLA 利用研究課題（共用課題）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

2012 年 3 月より供用運転が開始された SACLA では、第 19 回目の利用期である 2021B 期の利用研究課題（共用課題）が、2021 年 9 月 29 日から 2022 年 2 月 27 日にかけて実施されました。

この期間において、ビームライン BL1、BL2 または BL3 にて計 46 の利用研究課題が実施され、ビームタイムは計 253.833 シフト（1 シフト＝12 時間）が利用されました。

実施課題は、一般課題（成果非専有利用）として、それぞれ表 1 のとおり国内外機関所属の実験責任者により実施されました。成果専有利用制度である一般課題（成果専有利用）及び時期指定課題（成果専有利用のみ）の利用、また、緊急課題の利用はありませんでした。

なお、これらのほか、同ビームラインにおいて JASRI スタッフによるインハウス課題が計 2 課題実施され、ビームタイムは計 14 シフトが利用されました。

実施課題の課題名は、以下の Web サイトに掲載しています。

### ◆ SACLA User Information

> SACLA Guide > 採択課題／実施課題

> 実施課題一覧 > 2021B

[http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla\\_performed\\_proposal\\_2021b\\_j.pdf](http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla_performed_proposal_2021b_j.pdf)

また、利用課題実験報告書（Experiment Summary Report：成果非専有利用のみ）は、以下の Web サイトに掲載しています。

### ◆ SACLA User Information

> 成果等検索 > 利用課題実験報告書検索

<https://user.spring8.or.jp/uisearch/expreport/ja>

成果は、課題実施期終了後 3 年以内に、査読付き原著論文等で公開されます。

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

表 1 2021B 期 SACLA 利用研究実施課題

課題種	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		
	実施課題数	実施シフト数	実施課題数	実施シフト数	実施課題数	実施シフト数	実施課題数	実施シフト数	実施課題数	実施シフト数	
一般課題	(成果非専有利用)	1	4	22	113.5	11	69	12	67.333	46	253.833
	(成果専有利用)										
時期指定課題（成果専有利用）											
緊急課題											
合計		1	4	22	113.5	11	69	12	67.333	46	253.833

○実施課題を実験責任者の所属（産学官 海外）で区分。

○延べ利用者数は計 468 人。

## 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

### ◎2022年1～2月の運転実績

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サイクルの運転を実施した。第5サイクルではSR RF\_Dst. Cav 反射異常のインターロック (RF ダウン) によるビームアボートがあったが、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5サイクルは約0.1%であった。

#### 1. 装置運転関係

##### (1) 運転期間

第5サイクル (1/14 (金) ～2/13 (日))

##### (2) 運転時間の内訳

第5サイクル

運転時間総計	約 721 時間
①装置の調整およびマシンスタディ等	約 121 時間
②放射光利用運転時間	約 599 時間
③故障等による down time	約 0.5 時間
④フィリング変更時間	約 0.5 時間

総放射光利用運転時間 (ユーザータイム = ② + ③ + ④) に対する down time の割合 (\*1) 約0.1%

##### (3) 運転スペック等

第5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)
- ・ 入射は電流値優先モード (2～3 分毎 (マルチバンチ時) もしくは 20～40 秒毎 (セベラルバンチ時)) の SACLA 入射、Top-Up モードで実施。
- ・ 蓄積電流 8 GeV、～100 mA

#### (4) 主な down time の原因

- ・ SR RF\_Dst. Cav 反射異常によるアボート (MTCA の不具合)

#### 2. 利用関係 (JASRI 利用推進部 集計)

##### (1) 放射光利用実験期間

第5サイクル (1/17 (月) ～2/12 (土))

##### (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	17 本
理研ビームライン	14 本

第5サイクル (暫定値)

共同利用研究実験数	326 件
共同利用研究者数	1,222 名
専用施設利用研究実験数	236 件
専用施設利用研究者数	609 名

### ◎2022年2～3月の運転実績 (停止期間)

SPRING-8は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った。

(年度末点検調整期間中の主な作業 (計画))

##### (1) 入射器関係 (XSBT/SSBT)

- ・ XSBT スクリーンモニター点検、動作確認
- ・ XSBT ビーム電荷モニター回路モジュール交換
- ・ SR 四極電磁石絶縁改良
- ・ SSBT 偏向電磁石ホース交換
- ・ XSBT 系電磁石用冷却水配管の漏水修理

(2) 蓄積リング関係

- ・運転前連続通電作業 (4/1～)
  - ・電磁石、電磁石電源等定期点検
  - ・C2 補正キッカー電磁石撤去作業
  - ・真空機器 ILK 自主検査
  - ・CRAB 交換作業／ベーキング (セル2、4、5)
  - ・収納部内制御ケーブル補修作業 (真空)
  - ・カルマン渦式流量計設置作業 (真空)
  - ・SIP 高圧ケーブル交換 (セル35～41)
  - ・真空系作業及び点検 (保守、メンテナンス等)
  - ・マスターオシレータ入替
  - ・RF コンディショニング運転 (4/1)
  - ・SR モニター機器のトリガータイミング系更新
  - ・MTCA.4 BPM 信号処理回路装置の較正作業
  - ・モニター系作業及び点検作業
  - ・データベース関連作業
  - ・機器保護インターロック改造
  - ・機器制御関連作業
  - ・BL 制御ネットワーク用光ファイバ敷設
  - ・入退管理システム関連作業
  - ・BL インターロック劣化対策及び検査
  - ・ID 定期メンテナンス及びID 測量
  - ・真空内冷却水管交換 (ID29、46)
  - ・BL48XU\_FE 整備
  - ・FE 関連作業 (定期検査、保守作業)
  - ・FE 運転前検査 (全周) 及び駆動系検査
  - ・BL インターロック検査 (後期)
  - ・BL 再編工事関係 (BL05、13、15、28B2、46、47)
  - ・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
- (3) 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
- (4) 安全管理関係
- ・運転停止後の残留サーベイ
  - ・特例区域設置 (2/14～3/25)
  - ・放射線監視設備更新工事
  - ・SPring-8/XSBT\_ILK 自主検査 (後期)

(5) その他

- ・実験動物維持施設パッケージエアコン更新
- ・LED 化更新 (外灯、中央管理棟、中尺ビームライン実験施設の一部)
- ・空調機等間引き運転 (長期停止期間節電対策)
- ・消防設備等 (放送、自動火災報知) 更新
- ・実験ホール及び収納部内クレーン修理
- ・施設建屋関連及び構内道路小工事等

◎2022 年 4～5 月の運転予定

- (1) SPring-8 は 4 月 6 日から 4 月 28 日までセベラルバンチ運転で第1サイクルの運転を予定している。
- (2) 4 月 29 日から 5 月 7 日まで春の点検調整期間とし、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等を予定している。
- (3) 春の停止期間後の運転再開は 5 月 8 日からの予定で 7 月 8 日まで第2サイクルの運転を予定している。第1～2サイクルの運転実績については次号にて掲載する。

◎2022 年度 SPring-8 運転計画

SPring-8 では 2022 年度の運転計画を以下のように計画している。

(1) 運転計画予定表

SPring-8 の WWW にて公開している。

(2) 運転計画の内訳

①運転時間 (統計/加速器の運転時間)  
約 5,184 時間の運転を予定している。

②運転時間 (総放射光利用運転時間)  
約 4,440 時間の運転を予定している。

③サイクル数

合計 5 サイクルの運転を予定している。

(\*1) down time の割合に④フィリング変更時間は含まない。

# 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 (2022年3月31日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	556	74	92	75	87	94	82	86	105	83	12	1346
		Technical Journal		1											1
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	170	36	42	36	44	40	30	48	50	51	7	554
	BL02B2	Powder Diffraction	1999.9	646	96	71	82	95	80	74	79	106	69	22	1420
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	212	20	19	16	16	15	17	19	13	11	4	362
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999.9	245	28	33	38	43	30	42	39	59	30	15	602
		Technical Journal			1							1			2
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	167	15	13	19	16	16	14	10	18	25	4	317
	BL09XU	HAXPES	1997.10	136	15	15	18	16	19	28	14	10	14	3	288
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	355	21	30	28	30	28	26	33	33	21	5	610
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001.9	172	16	21	24	36	27	32	33	30	24	6	421
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007.9	111	53	53	61	53	58	67	81	87	67	11	702
		Technical Journal		1	1	1						1	3		7
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	231	59	63	66	64	69	60	57	59	56	6	790
		Technical Journal		1	1	1	2			2	1	1			9
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999.9	241	28	25	35	26	28	32	28	40	23	9	515
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001.9	185	40	45	44	37	34	31	43	32	37	4	532
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998.4	329	24	31	20	19	25	20	23	30	22	4	547
		Technical Journal		2											2
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998.5	331	41	35	25	36	27	26	16	41	17		595
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999.9	121	21	18	21	19	25	20	15	26	14	3	303
	BL35XU	Inelastic and Nuclear Resonant Scattering	2001.9	95	14	13	16	15	15	14	8	21	17	2	230
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	133	32	28	35	29	29	29	24	33	18	1	391
		Technical Journal				1									1
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	460	59	48	65	60	38	30	30	29	27	5	851
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	213	20	25	19	24	30	20	19	29	20	1	420
	BL40B2	Structural Biology II	1999.9	425	70	55	55	60	54	55	63	53	63	14	967
		Technical Journal			1		1					1			3
	BL40XU	High Flux	2000.4	120	37	21	32	42	30	35	50	30	35	10	442
		Technical Journal									1				1
BL41XU	Structural Biology I	1997.10	763	65	55	60	68	58	53	41	46	31	4	1244	
BL43IR	Infrared Materials Science	2000.4	88	10	11	17	14	23	10	21	28	20	4	246	
BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	137	38	28	56	51	50	45	55	40	54	4	558	
	Technical Journal						1	1			1			3	
BL47XU	Micro-CT	1997.10	275	36	36	31	29	37	28	33	33	20	5	563	
	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)		47		1								48	
	BL15XU	WEBRAM (2002.9 - 2012.2)		34		1								35	
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005.9	21	11	12	5	2	3	5	8	6	4	78	
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002.9	5		1	1	2	5	7	2	2	7	32	
	BL22XU	JAEA Actinide Science I (2004.9 - 2012.2)		5	1									6	
	BL23SU	JAEA Actinide Science II (1998.6 - 2012.2)		48	3	2						1	1	55	
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009.4	11	2	9	6	15	15	23	29	32	21	4	167
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009.4	6	3	5	7	11	8	9	8	6	1	1	65
		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	10	8	9	16	8	16	16	13	13	6		115
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics	2020.8											1	1
	BL44B2	RIKEN Materials Science I	1998.5	14				6	5	2	6	4	1		38
BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	99	7	9	13	20	10	6	15	19	21	5	224	
Subtotal				7243	1003	976	1043	1095	1043	994	1056	1173	939	177	16742

Beamline Name		Public Use Since	~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	14	24	21	14	17	23	9	19	20	12	2	175
		Technical Journal		35	42	39	36	33	31	28	28	34	24		330
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	12	10	13	12	19	19	15	21	13	13	3	150
		Technical Journal									1				1
	BL08B2	Hyogo BM	2005.9	5	7	9	5	6	11	5	7	11	10	1	77
		Technical Journal		7	1	18	7	4	4	1	3			1	46
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		95	16	14	8	20	20	15	19	13	17	2	239
	BL12B2	NSRRC BM	2001.9	169	22	21	29	38	34	36	34	18	13	2	416
	BL12XU	NSRRC ID	2003.2	70	11	18	19	18	25	19	24	24	9	2	239
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		138	10	15	19	17	23	20	19	22	26	6	315
	BL15XU	WEBRAM (2001.4 - 2021.9)		240	61	57	48	63	57	54	47	55	33	10	725
	BL16B2	SUNBEAM BM	1999.9	55	3	6	4	10	9	6	10	12	21	6	142
		Technical Journal		20	15	14	8	15	21	15	10	8	4	2	132
	BL16XU	SUNBEAM ID	1999.9	42	2	3	4	11	9	9	17	20	22	7	146
		Technical Journal		20	19	14	14	21	18	12	8	9	5	1	141
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		81	14	19	15	14	15	26	23	16	21	6	250
		Technical Journal												1	1
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		195	17	29	19	26	16	24	22	25	18	6	397
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	145	8	5	4	5	6	8	2	13	12	3	211
		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	1	59	
	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	51	4	4	2	2	3	5	2				73	
BL33XU	TOYOTA	2009.5	8	2	8	4	10	16	6	9	18	16	2	99	
	Technical Journal		7	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	4	74	
BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000.2	330	59	50	65	54	61	48	52	58	42	7	826	
	Subtotal		1677	274	309	283	345	367	325	346	362	296	70	4654	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		87	3	8	5	8	5		1	6	1	124	
	BL19LXU	SR Physics		97	12	13	9	5	6	1	4	1	1	149	
	BL26B1	Structural Genomics I		172	7	4	5	4	4	1		1		198	
	BL26B2	Structural Genomics II		111	13	4	3	7	10	2	2	2		154	
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		180	15	9	10	15	9	8	4	7	2	259	
	BL32XU	Targeted Proteins		11	8	8	7	13	4	3	1	3	3	61	
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics			1		1	1				2		5	
	BL44B2	Materials Science I		234	19	16	20	16	18	14	10	3	2	1	353
	BL45XU	Structural Biology I		200	11	9	13	13	8	5	2	5	3		269
		Subtotal		1092	89	71	73	82	64	34	24	30	12	1	1572

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
	BL1	SXFEL	2016.3								7	5	9	7	1
BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012.3	1	13	28	37	47	42	34	49	58	44	14	367	
Hardware / Software R & D				545	67	13	33	46	53	49	34	26	9	1	876
NET Sum Total				9006	1202	1104	1194	1290	1268	1141	1208	1291	1031	204	19939
Technical Journal				93	80	97	67	74	71	54	48	50	30	4	668

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 2022 年 3 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。

Beamline Name		Public Use Since	~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	14	24	21	14	17	23	9	19	20	12	2	175
		Technical Journal		35	42	39	36	33	31	28	28	34	24		330
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	12	10	13	12	19	19	15	21	13	13	3	150
		Technical Journal									1				1
	BL08B2	Hyogo BM	2005.9	5	7	9	5	6	11	5	7	11	10	1	77
		Technical Journal		7	1	18	7	4	4	1	3			1	46
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		95	16	14	8	20	20	15	19	13	17	2	239
	BL12B2	NSRRC BM	2001.9	169	22	21	29	38	34	36	34	18	13	2	416
	BL12XU	NSRRC ID	2003.2	70	11	18	19	18	25	19	24	24	9	2	239
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		138	10	15	19	17	23	20	19	22	26	6	315
	BL15XU	WEBRAM (2001.4 - 2021.9)		240	61	57	48	63	57	54	47	55	33	10	725
	BL16B2	SUNBEAM BM	1999.9	55	3	6	4	10	9	6	10	12	21	6	142
		Technical Journal		20	15	14	8	15	21	15	10	8	4	2	132
	BL16XU	SUNBEAM ID	1999.9	42	2	3	4	11	9	9	17	20	22	7	146
		Technical Journal		20	19	14	14	21	18	12	8	9	5	1	141
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		81	14	19	15	14	15	26	23	16	21	6	250
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		195	17	29	19	26	16	24	22	25	18	6	397
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	145	8	5	4	5	6	8	2	13	12	3	211
		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	1	59
	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	51	4	4	2	2	3	5	2				73	
BL33XU	TOYOTA	2009.5	8	2	8	4	10	16	6	9	18	16	2	99	
	Technical Journal		7	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	4	74	
BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000.2	330	59	50	65	54	61	48	52	58	42	7	826	
Subtotal			1677	274	309	283	345	367	325	346	362	296	70	4654	

RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		87	3	8	5	8	5		1	6	1		124
	BL19LXU	SR Physics		97	12	13	9	5	6	1	4	1	1		149
	BL26B1	Structural Genomics I		172	7	4	5	4	4	1		1			198
	BL26B2	Structural Genomics II		111	13	4	3	7	10	2	2	2			154
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		180	15	9	10	15	9	8	4	7	2		259
	BL32XU	Targeted Proteins		11	8	8	7	13	4	3	1	3	3		61
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics			1		1	1				2			5
	BL44B2	Materials Science I		234	19	16	20	16	18	14	10	3	2	1	353
	BL45XU	Structural Biology I		200	11	9	13	13	8	5	2	5	3		269
	Subtotal			1092	89	71	73	82	64	34	24	30	12	1	1572

SACLA

Beamline Name	Public Use Since	~2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	
BL1	SXFEL	2016.3						7	5	9	7	1	29	
BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012.3	1	13	28	37	47	42	34	49	58	44	14	367

Hardware / Software R & D	545	67	13	33	46	53	49	34	26	9	1	876
---------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	---	---	-----

NET Sum Total	9006	1202	1104	1194	1290	1268	1141	1208	1291	1031	204	19939
Technical Journal	93	80	97	67	74	71	54	48	50	30	4	668

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 2022 年 3 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 (2022年3月31日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	1347	66	89	1502
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	554	14	32	600
	BL02B2	Powder Diffraction	1999.9	1420	41	85	1546
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	362	7	48	417
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999.9	604	13	59	676
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	317	10	48	375
	BL09XU	HAXPES	1997.10	288	15	34	337
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	610	22	61	693
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001.9	421	19	39	479
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007.9	709	11	39	759
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	799	47	94	940
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999.9	515	90	89	694
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001.9	532	106	151	789
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998.4	549	15	61	625
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998.5	595	21	39	655
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999.9	303	17	23	343
	BL35XU	Inelastic and Nuclear Resonant Scattering	2001.9	230	5	13	248
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	392	24	52	468
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	851	11	66	928
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	420	17	80	517
	BL40B2	Structural Biology II	1999.9	970	15	120	1105
	BL40XU	High Flux	2000.4	443	24	70	537
	BL41XU	Structural Biology I	1997.10	1244	4	101	1349
	BL43R	Infrared Materials Science	2000.4	246	15	60	321
BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	561	20	42	623	
BL47XU	Micro-CT	1997.10	564	93	134	791	
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	78	1	29	108
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002.9	32		3	35
	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	167		9	176
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009.4	66		11	77
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002.9	22		1	23
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	115		5	120
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics	2020.8	1			1
	BL44B2	RIKEN Materials Science I	1998.5	38		3	41
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	224	5	20	249
Subtotal			16773	774	1845	19392	

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterial	2009.11	505		16	521
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	151		11	162
	BL08B2	Hyogo BM	2005. 9	123			123
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		239	8	39	286
	BL12B2	NSRRC BM	2001. 9	416	1	2	419
	BL12XU	NSRRC ID	2003. 2	239	7	6	252
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		315	14	69	398
	BL15XU	WEBRAM (2001. 4 - 2021. 9)		725	14	60	799
	BL16B2	SUNBEAM BM	1999. 9	274	12	75	361
	BL16XU	SUNBEAM ID	1999. 9	287	8	60	355
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		251	4	44	299
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		397	45	110	552
	BL24XU	Hyogo ID	1998.10	245	19	62	326
	BL28XU	Advanced Batteries	2012. 4	60			60
	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	123	5	35	163
	BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell (2013. 1 - 2020. 3)		74		6	80
	BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000. 2	826		45	871
Subtotal			5364	160	646	6170	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		124	4	13	141
	BL19LXU	SR Physics		149	8	27	184
	BL26B1	Structural Genomics I		198	2	19	219
	BL26B2	Structural Genomics II		154	1	13	168
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		259	14	37	310
	BL32XU	Targeted Proteins		61		4	65
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics		5			5
	BL44B2	Materials Science I		353	2	16	371
	BL45XU	Structural Biology I		269	5	45	319
	Subtotal			1572	36	174	1782

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total
	BL1	SXFEL	2016. 3	29			29
	BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012. 3	367	4	15	386

Hardware / Software R & D	876	554	471	1901
---------------------------	-----	-----	-----	------

NET Sum Total	20607	1368	2428	24403
---------------	-------	------	------	-------

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 III)

・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、2022 年 1 月～3 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 2022 年 1 月～3 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	11	Acta Crystallographica Section D	4
Nature Communications	8	Biochemical and Biophysical Research Communications	4
Japanese Journal of Applied Physics	7	Chemical Communications	4
Scientific Reports	7	Chemical Science	4
Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	6	Journal of Applied Physics	4
		The Journal of Physical Chemistry C	4
Acta Crystallographica Section F	5	Langmuir	4
Inorganic Chemistry	5	Physical Chemistry Chemical Physics	4
Journal of the American Chemical Society	5	Polymer	4
Journal of the Physical Society of Japan	5	RSC Advances	4

他全 177 誌、計 314 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
42922	Mitsuru Tsukagoshi	105 (2022) 014428	2019A3786	BL22XU	松村 武	Competition between Helimagnetic and Ferroquadrupolar Ordering in a Monoaxial Chiral Magnet DyNi <sub>2</sub> Ga <sub>9</sub> Studied by Resonant X-ray Diffraction
42943	T. Fukasawa	103 (2021) 205405	2018B3843	BL23SU	平原 徹	Absence of Ferromagnetism in MnBi <sub>2</sub> Te <sub>4</sub> /Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> down to 6 K
			2019B3843	BL23SU	平原 徹	
			2020A3843	BL23SU	平原 徹	
43011	Kou Takubo	104 (2021) 205110	2018B7579	BL07LSU	Zhang Yujun	6-GHz Lattice Response in a Quantum Spin-orbital Liquid Probed by Time-resolved Resonant X-ray Scattering
			2018B7577	BL07LSU	田久保 耕	
			2015A7401	BL07LSU	松田 巖	
43014	Kento Katagiri	105 (2022) 054103	2020A8048	BL3	奥地 拓生	Hugoniot Equation-of-State and Structure of Laser-Shocked Polyimide C <sub>22</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			2020A8033	BL3	尾崎 典雅	
43103	Hiroaki Tanaka	105 (2022) L121102	2020A1181	BL25SU	黒田 健太	Large Anomalous Hall Effect Induced by Weak Ferromagnetism in the Noncentrosymmetric Antiferromagnet CoNb <sub>3</sub> S <sub>6</sub>
43111	Jack Binns	99 (2019) 220101(R)	2017A1062	BL10XU	Howie Ross	Reactivity of Lithium and Platinum at Elevated Densities
			2018A1041	BL10XU	Howie Ross	
43115	Manabu Shiomi	105 (2022) L041103	2020A1059	BL04B2	片山 尚幸	Charge-ordered State Satisfying the Anderson Condition in LiRh <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Arising from Local Dimer Order
			2019B1072	BL04B2	片山 尚幸	
			2019B1073	BL02B2	片山 尚幸	
			2019A1218	BL04B2	片山 尚幸	
43116	Alexander B. Shick	103 (2021) 125136	2019A3811	BL23SU	藤森 伸一	UTe <sub>2</sub> : A nearly Insulating Half-filled $j = 5/2$ 5f <sup>3</sup> Heavy-fermion Metal
43120	Ikuto Kawasaki	104 (2021) 165124	2019B3811	BL23SU	藤森 伸一	Electronic Structure of the Intermediate-valence Compound EuNi <sub>2</sub> P <sub>2</sub> Studied by Soft X-ray Photoemission Spectroscopy
43169	Satoshi Ishizaka	105 (2022) L121103	2019B1341	BL25SU	木村 昭夫	Evidence for Dirac Nodal-line Fermions in a Phosphorous Square-net Superconductor
			2020A0803	BL25SU	木村 昭夫	
			2021A1329	BL25SU	木村 昭夫	
43204	Shin-ichi Fujimori	105 (2022) 115128	2015B3820	BL23SU	藤森 伸一	Electronic Structure of ThPd <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> : Impact of the U 5f States on the Electronic Structure of UPd <sub>2</sub> Al <sub>3</sub>

Nature Communications-1

42833	Sonomi Yamaguchi	11 (2020) 858	2018A0153	BL41XU	濡木 理	Crystal Structure of <i>Drosophila</i> Piwi
			理研	BL32XU		
42834	Seiichi Hirano	10 (2019) 1968	2018A0153	BL41XU	濡木 理	Structural Basis for the Promiscuous PAM Recognition by <i>Corynebacterium diphtheriae</i> Cas9
42919	Tomoyuki Yoshida	12 (2021) 1848	2014A1294	BL41XU	深井 周也	Canonical Versus Non-canonical Transsynaptic Signaling of Neuroligin 3 Tunes Development of Sociality in Mice
			2014B1357	BL41XU	深井 周也	
			2015A1107	BL41XU	深井 周也	
			2016A2556	BL41XU	深井 周也	
43090	Kenshi Matsumoto	13 (2022) 1047	2018A1666	BL13XU	松本 憲志	Inter-element Miscibility Driven Stabilization of Ordered Pseudo-binary Alloy
			2016B0908	BL01B1	若林 裕助	
			2018B1119	BL01B1	高畑 遼	
			2018B1422	BL01B1	山添 誠司	
			2020A1547	BL01B1	高畑 遼	
			2020A1571	BL04B2	松本 憲志	
			2020A1596	BL02B2	佐藤 良太	
			2021A1506	BL01B1	高畑 遼	
			2021A1380	BL01B1	高畑 遼	
			2021B1708	BL02B2	佐藤 良太	
43210	Hui Zhang	12 (2021) 4151	2018A2531	BL41XU	Wu Beili	Structural Basis for Chemokine Recognition and Receptor Activation of Chemokine Receptor CCR5
			2018A2527	BL41XU	Zhao Qiang	
			2019A2543	BL41XU	Wu Beili	
			2019A2541	BL41XU	Zhao Qiang	
43211	Tong Chen	11 (2020) 1208	2018A2527	BL41XU	Zhao Qiang	Structural Basis of Ligand Binding Modes at the Human Formyl Peptide Receptor 2
			2018A2531	BL41XU	Wu Beili	
			2019A2543	BL41XU	Wu Beili	
43213	Tingting Tang	12 (2021) 737	2019A2543	BL41XU	Wu Beili	Structural Basis for Ligand Recognition of the Neuropeptide Y Y <sub>2</sub> Receptor
			2019A2541	BL41XU	Zhao Qiang	

**Nature Communications-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
43263	Zhujun Zhang	13 (2022) 1499	2020A1208	BL04B2	立川 貴士	Binary Dopant Segregation Enables Hematite-based Heterostructures for Highly Efficient Solar H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Synthesis
			2020A1209	BL01B1	立川 貴士	
			2021A1113	BL01B1	立川 貴士	
			2021A1114	BL04B2	立川 貴士	

**Japanese Journal of Applied Physics**

42999	Takuma Nanjo	61 (2022) SC1015	2019B5130	BL16XU	今澤 貴史	Design and Demonstration of EID MOS-HEMTs on Si Substrate with Normally Depleted AlGaIn/GaN Epitaxial Layer
			2020A5131	BL16XU	今澤 貴史	
			2021A5130	BL16XU	今澤 貴史	
43024	Yoshihiro Saito	61 (2022) 031005	2019A5030	BL16XU	齋藤 吉広	XPS and HAXPES Analyses for Pre-sputtered InP Surface and InP/Pt Interface
			2019B5030	BL16XU	上村 重明	
43108	Yutaka Hoshina	61 (2022) 046501	2021A5032	BL16XU	徳田 一弥	Non-destructive Depth Profile Evaluation of Multi-layer Thin Film Stack using Simultaneous Analysis of Data from Multiple X-ray Photoelectron Spectroscopy Instruments
43123	Yasushi Nanishi	61 (2022) SA0810	2018B3590	BL11XU	山口 智広	Plasma-excited MBE—Proposal and Achievements through R&D of Compound Semiconductor Materials and Devices
			2018A3590	BL11XU	山口 智広	
			2017B3583	BL11XU	山口 智広	
43171	Masaya Morita	61 (2022) SC1071	2016B4602	BL15XU	長田 貴弘	Effect of Reactive Gas Condition on Nonpolar AlN Film Growth on MnS/Si (100) by Reactive DC Sputtering
			2017B4601	BL15XU	長田 貴弘	
			2019A4601	BL15XU	長田 貴弘	
			2020A4602	BL15XU	長田 貴弘	
43172	Alexandra Papadogianni	61 (2022) 045502	2018A4601	BL15XU	長田 貴弘	The Electrical Conductivity of Cubic (In <sub>1-x</sub> Ga <sub>x</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Films (x ≤ 0.18): Native Bulk Point Defects, Sn-doping, and the Surface Electron Accumulation Layer
			2018B4600	BL15XU	長田 貴弘	
			2019B4602	BL15XU	長田 貴弘	
43261	Wakana Takeuchi	61 (2022) SC1072	2020A1478	BL13XU	竹内 和歌奈	Visualization of Local Strain in 4H-SiC Trench Metal-oxide-semiconductor Field-effect Transistor using Synchrotron Nanobeam X-ray Diffraction
			2021A1453	BL13XU	竹内 和歌奈	

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

42877	Shyam R. Iyer	118 (2021) e2022379118	2016B1136	BL09XU	Solomon Edward	Direct Coordination of Pterin to Fe <sup>II</sup> Enables Neurotransmitter Biosynthesis in the Pterin-dependent Hydroxylases
			2017A0137	BL09XU	Solomon Edward	
42896	Shin Kawano	106 (2009) 14403-11407	2008B1273	BL38B1	河野 慎	Structural Basis of Yeast Tim40/Mia40 as an Oxidative Translocator in the Mitochondrial Intermembrane Space
42916	Yuko Fukuta	118 (2021) e2022580118	2020A2613	BL45XU	深井 周也	LG11-ADAM22-MAGUK Configures Transsynaptic Nanoalignment for Synaptic Transmission and Epilepsy Prevention
43019	Keqiong Ye	106 (2009) 13808-13813	2007A1433	BL41XU	Ye Keqiong	Structural Organization of Box C/D RNA-guided RNA Methyltransferase
43067	Toshiaki Hosaka	119 (2022) e2117433119	2017A8028	BL3	白水 美香子	Conformational Alterations in Unidirectional Ion Transport of a Light-driven Chloride Pump Revealed using X-ray Free Electron Lasers
			2017B8023	BL2	白水 美香子	
			2018A8012	BL2	白水 美香子	
			2018B8073	BL2	白水 美香子	
			2019A8034	BL2	白水 美香子	
			2017A8019	BL3	岩田 想	
			2017B8022	BL2	岩田 想	
			2018A8023	BL2	岩田 想	
43166	Yu Zhang	119 (2022) e2119616119	2017B8066	BL3	Bergmann Uwe	Generation of Intense Phase-stable Femtosecond Hard X-ray Pulse Pairs

**Scientific Reports-1**

42881	Hideki Hashimoto	12 (2022) 516	2016A0130	BL04B2	小原 真司	Structure of Alumina Glass
42998	Tetsuo Narita	12 (2022) 1458	2018B5370	BL16B2	山口 聡	Identification of Type of Threading Dislocation Causing Reverse Leakage in GaN p-n Junctions after Continuous forward Current Stress
			2019A5370	BL16B2	山口 聡	
			2019B5370	BL16B2	山口 聡	
			2020A5370	BL16B2	山口 聡	
			2019B1042	BL20B2	兼近 将一	
			2020A1039	BL20B2	兼近 将一	
43075	Mitsuharu Yonemura	12 (2022) 2237	2018A8003	BL3	米村 光治	Fine Microstructure Formation in Steel under Ultrafast Heating and Cooling
			2018B8013	BL3	米村 光治	
			2019A8005	BL3	米村 光治	
			2019B8004	BL3	米村 光治	
			2020A8001	BL3	米村 光治	

### Scientific Reports-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
43101	Yuta Saito	11 (2021) 4782	2019B1324	BL01B1	Fons Paul	Dimensional Transformation of Chemical Bonding during Crystallization in a Layered Chalcogenide Material
			2017A1383	BL01B1	Fons Paul	
43254	Michal W. Kupa	12 (2022) 5349	2019B1570	BL40XU	富崎 孝司	Acoustic Levitation and Rotation of Thin Films and Their Application for Room Temperature Protein Crystallography
			2019A1189	BL40XU	富崎 孝司	
			2018B1220	BL40XU	富崎 孝司	
43280	Yu Bai	11 (2021) 15870	2017B1891	BL46XU	辻 伸泰	Unique Transition of Yielding Mechanism and Unexpected Activation of Deformation Twinning in Ultrafine Grained Fe-31Mn-3Al-3Si Alloy
			2016A1520	BL46XU	國峯 崇裕	
			2018A1031	BL46XU	辻 伸泰	
			2021A1039	BL46XU	辻 伸泰	
			2021A1618	BL46XU	辻 伸泰	

### Inorganic Chemistry

42885	Kentarō Aoki	60 (2021) 16029-16034	2019A1180	BL02B1	北川 宏	Synthesis and Magnetic Properties of a Dimerized Trinuclear Ni String Complex, $[\text{Ni}_6\text{Cl}_2(\text{dpa})_6](\text{Is})_2 \cdot 0.25\text{I}_2$ (dpa <sup>-</sup> = 2,2'-Dipyridylamide Anion)
			2019B1380	BL02B1	北川 宏	
			2020A1199	BL02B1	北川 宏	
42898	Yoshiyuki Inaguma	61 (2022) 1728-1734	2019A1544	BL02B2	稲熊 宜之	Exploratory Synthesis for Complex Metal Fluorides Using Solid-State Fluorine Sources
			2019B1549	BL02B2	植田 紘一郎	
			2020A1393	BL02B2	稲熊 宜之	
			2021B1409	BL02B2	稲熊 宜之	
42928	Daiki Umeyama	61 (2022) 1697-1703	2016B1110	BL04B2	富中 悟史	Postsynthetic Defect Formation in Three-Dimensional Hofmann-Type Coordination Polymers and Its Impact on Catalytic Activity
			2021A1025	BL04B2	富中 悟史	
42991	Tomoya Taguchi	60 (2021) 3585-3592	2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	Emergence of a Pressure-Driven Superconducting Phase in $\text{Ba}_{0.77}\text{Na}_{0.23}\text{Ti}_2\text{Sb}_2\text{O}$
			2019A4131	BL12B2	久保園 芳博	
43068	Hitoshi Yusa	61 (2022) 2568-2575	2018B4503	BL15XU	遊佐 斉	High-Pressure Synthesis of Light Lanthanide Dodecaborides ( $\text{PrB}_{12}$ and $\text{CeB}_{12}$ ): Effects of Valence Fluctuation on Volume and Formation Pressure
			2018B1201	BL04B2	遊佐 斉	
			2019B1230	BL10XU	遊佐 斉	
			2019B4504	BL15XU	遊佐 斉	
			2019B1231	BL04B2	遊佐 斉	
			2020A1379	BL10XU	遊佐 斉	
			2020A0636	BL10XU	遊佐 斉	
			2016B1260	BL04B2	遊佐 斉	
2018B1200	BL10XU	遊佐 斉				

### Journal of the Physical Society of Japan

42860	Shigenori Ueda	91 (2022) 024801	2018B4606	BL15XU	上田 茂典	Polarization-dependent Bulk-sensitive Valence Band Photoemission Spectroscopy and Density Functional Theory Calculations: Part III. 5d Transition Metals
			2019A4604	BL15XU	上田 茂典	
			2019B4606	BL15XU	上田 茂典	
43058	Junya Kogo	91 (2022) 034702	2016A3832	BL23SU	藤原 秀紀	Mn $L_{2,3}$ -edge EXAFS and Magnetic EXAFS Studies on the Halfmetallic Ferromagnet $\text{Co}_2\text{MnSi}$
43118	Shin-ichi Fujimori	90 (2021) 015002	2019A3811	BL23SU	藤森 伸一	Core-Level Photoelectron Spectroscopy Study of $\text{UTe}_2$
43119	Ikuto Kawasaki	89 (2020) 044704	2019A3811	BL23SU	藤森 伸一	Electronic Structure of Trivalent Compound $\text{EuPd}_3$ Studied by Soft X-ray Angle-resolved Photoemission Spectroscopy
43131	Kazuo Soda	91 (2022) 044702	2018B1060	BL43IR	曾田 一雄	Synchrotron-Radiation Infrared Microspectroscopy of Marcasite-Type $\text{NiIn}_2$

### Chemical Communications

42968	Koki Chida	57 (2021) 6007-6010	2020A1604	BL14B2	丸山 純	Force-responsive Ordered Carbonaceous Frameworks Synthesized from Ni-porphyrin
			2020A1254	BL01B1	神谷 和秀	
43023	Masahiro Hayakawa	58 (2022) 2548-2551	2018A1167	BL40XU	笹森 貴裕	Late-stage Modification of $\pi$ -electron Systems Based on Asymmetric Oxidation of a Medium-sized Sulfur-containing Ring
			2018B1084	BL40XU	笹森 貴裕	
			2019A1057	BL02B1	笹森 貴裕	
			2019B1129	BL02B1	笹森 貴裕	
			2019B1784	BL02B1	早川 雅大	
			2020A0557	BL02B1	菅又 功	
			2020A1056	BL02B1	笹森 貴裕	
43146	Shinichiro Kawano	58 (2022) 3274-3277	2021A1232	BL43IR	河野 慎一郎	Mesogenic Discrete Metallofoldamer for Columnar Liquid Crystal
			2021B1127	BL43IR	河野 慎一郎	
43240	Hiroki Iwaizumi	57 (2021) 13700-13703	2020A1660	BL02B2	岩泉 滉樹	Electron Transfer Phase Transition and Oxidization Process in $\text{Na}_x\text{Co}_{0.44}\text{Mn}_{0.56}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{0.90}$ ( $0.00 \leq x \leq 1.60$ )
			2020A1061	BL02B2	守友 浩	

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
42972	Hiroki Narita	13 (2022) 1484-1491	2021B1833	BL02B1	成田 皓樹	Fully Fused Boron-doped Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Their Synthesis, Structure–property Relationships, and Self-assembly Behavior in Aqueous Media
43207	Yuya Domoto	13 (2022) 4372-4376	2020A0168	BL26B1	藤田 誠	Amplification of Weak Chiral Inductions for Excellent Control over the Helical Orientation of Discrete Topologically Chiral $(M_3L_2)_n$ Polyhedra
			2021B1246	BL26B1	堂本 悠也	
43218	Michael Mara	13 (2022) 1715-1724	2019B8022	BL3	Mara Michael	Unveiling Ultrafast Dynamics in Bridged Bimetallic Complexes using Optical and X-ray Transient Absorption Spectroscopies
43262	Shusaku Shoji	10 (2019) 3701-3705	2015B4605	BL15XU	長田 実	Topologically Immobilized Catalysis Centre for Long-term Stable Carbon Dioxide Reforming of Methane
			2016A4607	BL15XU	阿部 英樹	
			2016B4600	BL15XU	阿部 英樹	
			2017A4602	BL15XU	阿部 英樹	
			2017B4605	BL15XU	阿部 英樹	
			2018A4600	BL15XU	阿部 英樹	
			2018B4601	BL15XU	阿部 英樹	

Journal of Applied Physics

42850	Takuto Tsukahara	130 (2021) 243904	2019A4254	BL12XU	石渡 洋一	Correlation between Ferromagnetism and Dopant 3d Metal-Oxygen Hybridized State Lying at the Bottom of Conduction Band in ZnO-based Diluted Magnetic Semiconductor System
			2019B4129	BL12B2	石渡 洋一	
42872	Tomoya Sato	131 (2022) 035301	2018B4900	BL15XU	舟窪 浩	Domain Structures Induced by Tensile Thermal Strain in Epitaxial PbTiO <sub>3</sub> Films on Silicon Substrates
			2019B4905	BL15XU	舟窪 浩	
42942	Yuuki Kitagawa	129 (2021) 183104	2019B1764	BL02B2	新井 一功	Difference of Eu <sup>3+</sup> Luminescent Properties in YOCl and YOBr Oxyhalide Hosts
43137	Masaki Mito	131 (2022) 105903	2019B1496	BL04B1	堀田 善治	Achieving Superconductivity with Higher $T_c$ in Lightweight Al–Ti–Mg Alloys: Prediction using Machine Learning and Synthesis via High-pressure Torsion Process

The Journal of Physical Chemistry C

42911	Yuta Yasui	126 (2022) 2383-2393	2021A1599	BL02B2	安井 雄太	Oxide-Ion Occupational Disorder, Diffusion Path, and Conductivity in Hexagonal Perovskite Derivatives Ba <sub>3</sub> WNbO <sub>8.5</sub> and Ba <sub>3</sub> MoNbO <sub>8.5</sub>
42932	Bing Hu	126 (2022) 1006-1016	2019B7904	BL36XU	朝倉 清高	Abnormal Metal Bond Distances in PtAu Alloy Nanoparticles: <i>In Situ</i> Back-Illumination XAFS Investigations of the Structure of PtAu Nanoparticles on a Flat HOPG Substrate Prepared by Arc Plasma Deposition
			2019A7905	BL36XU	朝倉 清高	
			2018B7903	BL36XU	朝倉 清高	
42992	Huan Li	125 (2021) 20617-20625	2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	Pressure Dependence of Superconducting Behavior of 4d and 5d Transition Metal Compounds CaRh <sub>2</sub> and CaIr <sub>2</sub>
			2019A4131	BL12B2	久保園 芳博	
43222	Morihsa Saeki	126 (2022) 5607-5616	2018A3655	BL14B1	佐伯 盛久	Dispersive XAFS Study on the Laser-Induced Reduction of a Rh <sup>3+</sup> Ion Complex: Presence of a Rh <sup>+</sup> Intermediate in Direct Photoreduction
			2018B3655	BL14B1	佐伯 盛久	
			2019A3655	BL14B1	佐伯 盛久	
			2019B3655	BL14B1	佐伯 盛久	

Journal of the American Chemical Society

42878	Martin Smec	142 (2020) 18886-18896	2019B1103	BL19LXU	Solomon Edward	Nuclear Resonance Vibrational Spectroscopic Definition of the Facial Triad Fe <sup>M</sup> =O Intermediate in Taurine Dioxxygenase: Evaluation of Structural Contributions to Hydrogen Atom Abstraction
			2011B1267	BL09XU	Solomon Edward	
42900	Kazuhiro Hikima	144 (2022) 236-247	2017B7610	BL28XU	松原 英一郎	Reaction Mechanism of Li <sub>2</sub> MnO <sub>3</sub> Electrodes in an All-Solid-State Thin-Film Battery Analyzed by Operando Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy
			2018A7608	BL28XU	松原 英一郎	
			2018A7610	BL28XU	松原 英一郎	
			2018B7610	BL28XU	松原 英一郎	
			2019A7616	BL28XU	安部 武志	
2019B7616	BL28XU	安部 武志				
43086	Dongshuang Wu	144 (2022) 3365-3369	2020A1162	BL02B2	北川 宏	Noble-Metal High-Entropy-Alloy Nanoparticles: Atomic-Level Insight into the Electronic Structure
			2020A0528	BL02B2	北川 宏	
			2020A4952	BL15XU	草田 康平	
			2020A4905	BL15XU	草田 康平	
43087	Quan Zhang	144 (2022) 4224-4232	2021A1204	BL02B2	草田 康平	Crystal Structure Control of Binary and Ternary Solid-Solution Alloy Nanoparticles with a Face-Centered Cubic or Hexagonal Close-Packed Phase
			2020A1162	BL02B2	北川 宏	

### Langmuir

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
42930	Jiayun Han	(2021) Online publication Sep. 23, 2021	2020A0750	BL40B2	佐藤 尚弘	Phase Separation Behavior of Aqueous Poly( <i>N</i> -isopropylacrylamide) Solutions Studied by Scattering Experiments
			2018B1155	BL40B2	佐藤 尚弘	
42955	Daiki Murakami	38 (2022) 1090-1098	2018A7561	BL07LSU	村上 大樹	Hydration Mechanism in Blood-Compatible Polymers Undergoing Phase Separation
			2018B7576	BL07LSU	村上 大樹	
43079	Tsukasa Morita	38 (2022) 156-163	2014A1456	BL40B2	吉村 倫一	Effect of Spacer Structures on the Interfacial Adsorption and Micelle Properties of Quaternary Ammonium Salt-Based Gemini Surfactants
			2014B1502	BL40B2	吉村 倫一	
43106	Takuhiro Kakiuchi	38 (2022) 2642-2650	2018B3832	BL23SU	垣内 拓大	Oxidation Mechanisms of Hafnium Overlayers Deposited on an Si(111) Substrate
			2019A3832	BL23SU	垣内 拓大	
			2019B3832	BL23SU	垣内 拓大	
			2020A3832	BL23SU	垣内 拓大	

### Physical Chemistry Chemical Physics

42986	Keisuke Shigenobu	23 (2021) 2622-2629	2020A0533	BL04B2	藤井 健太	Anion Effects on Li Ion Transference Number and Dynamic Ion Correlations in Glyme-Li Salt Equimolar Mixtures
			2016A1375	BL04B2	上野 和英	
42993	Yanan Wang	23 (2021) 23014-23023	2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	Superconducting Properties of BaBi <sub>3</sub> at Ambient and High Pressures
			2019A4131	BL12B2	久保園 芳博	
43138	Zhendong Liu	24 (2022) 4136-4146	2018A0155	BL04B2	脇原 徹	Revealing Scenarios of Interzeolite Conversion from FAU to AEI through the Variation of Starting Materials
43223	Huan Li	24 (2022) 7185-7194	2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	Pressure Dependence of Superconductivity in Alkali-Bi Compounds KBi <sub>2</sub> and RbBi <sub>2</sub>
			2019A4131	BL12B2	久保園 芳博	

### Polymer

42940	Jia Yang	214 (2021) 123346	2019B1375	BL40B2	佐藤 尚弘	Transition from the Random Coil to the Flower Necklace of a Hydrophobically Modified Pullulan in Aqueous Solution by Changing the Degree of Substitution
43100	Kairi Miyata	245 (2022) 124671	2018B1454	BL40B2	深尾 浩次	Dielectric Relaxation and Glassy Dynamics in Poly(diisopropyl fumarate) and its Copolymers with Acrylate Segments
			2019A1301	BL40B2	深尾 浩次	
			2017B1119	BL40B2	深尾 浩次	
			2019B1226	BL40B2	深尾 浩次	
43235	Yuya Fukata	234 (2021) 124225	2020A7223	BL03XU	岩田 忠久	Manufacture of Strong Melt-spun Fibers Derived from α-1,3-glucan Esters and Determination of Their Crystal Structures and Crystalline Elastic Moduli
			2019B7270	BL03XU	岩田 忠久	
			2019B1081	BL40B2	岩田 忠久	
			2019A7234	BL03XU	岩田 忠久	
			2019A1213	BL40B2	岩田 忠久	
43257	Ayaka Takazawa	241 (2022) 124528	2019B1347	BL40XU	上原 宏樹	Effect of Blending Small Amount of High-density Polyethylene on Molecular Entanglements during Melt-drawing of Ultrahigh-molecular-weight Polyethylene
			2021B1263	BL40XU	上原 宏樹	

### RSC Advances

42914	Cheng Xie	11 (2021) 37604-37611	2019B2719	BL41XU	山中 優	Experimental and Theoretical Study on Converting Myoglobin into a Stable Domain-swapped Dimer by Utilizing a Tight Hydrogen Bond Network at the Hinge Region
			2021A2732	BL45XU	山中 優	
			2018A2722	BL38B1	長尾 聡	
42967	Takashi Yamamoto	12 (2022) 3774-3782	2018A5380	BL16B2	榊 篤史	Hydrothermally Synthesized Poorly-crystalline Binary Oxides with ZrW <sub>2</sub> O <sub>8</sub> Composition: Preparation, Structural Analysis, and Catalytic Activity for the Alkylation of Anisole with Benzyl Alcohol
			2018B5380	BL16B2	榊 篤史	
43004	Yuichi Okazaki	12 (2022) 5094-5104	2018B1769	BL14B2	山田 幾也	Highly Active Postspinel-structured Catalysts for Oxygen Evolution Reaction
			2019A1476	BL02B2	山田 幾也	
			2019A1650	BL14B2	山田 幾也	
43139	Yuki Sada	11 (2021) 23082-23089	2020A0687	BL04B2	脇原 徹	Tracking the Crystallization Behavior of High-silica FAU during AEI-type Zeolite Synthesis using Acid Treated FAU-type Zeolite

### ACS Applied Materials & Interfaces-1

42965	Ibrahim Gueye	13 (2021) 50481-50490	2019B4601	BL15XU	Gueye Ibrahim	Chemical and Electronic Investigation of Buried NiO <sub>1-δ</sub> , PCBM, and PTAA/MAPbI <sub>3-x</sub> Cl <sub>x</sub> Interfaces Using Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy and Transmission Electron Microscopy
43001	Tomooki Hosaka	12 (2020) 34873-34881	2018B1613	BL46XU	駒場 慎一	Development of KPF <sub>6</sub> /KFSA Binary-Salt Solutions for Long-Life and High-Voltage K-Ion Batteries

ACS Applied Materials & Interfaces-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
43127	Hirosuke Matsui	14 (2022) 6762-6776	2018A7801	BL36XU	岩澤 康裕	Operando Imaging of Ce Radical Scavengers in a Practical Polymer Electrolyte Fuel Cell by 3D Fluorescence CT-XAFS and Depth-Profiling Nano-XAFS-SEM/EDS Techniques
			2018A7804	BL36XU	岩澤 康裕	
			2018A7840	BL36XU	岩澤 康裕	
			2018B7801	BL36XU	岩澤 康裕	
			2018B7804	BL36XU	岩澤 康裕	
			2018B7820	BL36XU	唯 美津木	
			2018B7840	BL36XU	岩澤 康裕	
			2019A7801	BL36XU	岩澤 康裕	
			2019A7804	BL36XU	岩澤 康裕	
			2019A7820	BL36XU	唯 美津木	
			2019A7840	BL36XU	岩澤 康裕	
			2019B7801	BL36XU	岩澤 康裕	
			2019B7804	BL36XU	岩澤 康裕	
			2019B7820	BL36XU	唯 美津木	
2019B7840	BL36XU	岩澤 康裕				

ACS Omega

42970	Mitsuhiro Hirai	5 (2020) 10815-10825	2019A1698	BL40B2	味戸 聡志	Short-Distance Intermolecular Correlations of Mono- and Disaccharides in Condensed Solutions: Bulky Character of Trehalose
43022	Masashi Tanaka	7 (2022) 6375-6380	2020A0846	BL47XU	片岡 範行	Synthetic Route of Layered Titanium Nitride Chloride TiNCl Using Sodium Amide
43129	Koki Hayashida	6 (2021) 26814-26820	2021A3801	BL23SU	吉越 章隆	Revisit of XPS Studies of Supersonic O <sub>2</sub> Molecular Adsorption on Cu(111): Copper Oxides
			2020A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2019B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2019A3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2019A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2018B3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2018B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2018A3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2018A3801	BL23SU	吉越 章隆	
2017A3801	BL23SU	吉越 章隆				

Acta Crystallographica Section D

42837	Andrea Cellini	77 (2021) 1001-1009	2019A8007	BL2	Schmidt Marius	The Three-dimensional Structure of <i>Drosophila melanogaster</i> (6-4) Photolyase at Room Temperature
42888	Ryo Suzuki	78 (2022) 196-203	2016B1976	BL38B1	馬場 清喜	Radiation-induced Defects in Protein Crystals Observed by X-ray Topography
			2017A1854	BL38B1	馬場 清喜	
			2017A2562	BL26B1	馬場 清喜	
			2017A2562	BL38B1	馬場 清喜	
			2018A2537	BL26B1	馬場 清喜	
			2018A2537	BL38B1	馬場 清喜	
			2017B1990	BL41XU	水野 伸宏	
			2018A2075	BL41XU	水野 伸宏	
42975	Dong-Gyun Kim	77 (2021) 1460-1474	2019A6974	BL44XU	Kim Hyoun Sook	Structural Basis for SdgB- and SdgA-mediated Glycosylation of Staphylococcal Adhesive Proteins
			2019B6974	BL44XU	Kim Hyoun Sook	
			2020A6574	BL44XU	Kim Hyoun Sook	

Acta Crystallographica Section F-1

42848	Hironori Suzuki	64 (2008) 974-977	2006A2695	BL41XU	若槻 壮市	Crystallization and X-ray Diffraction Analysis of N-terminally Truncated Human ALG-2
42852	Yasunobu Wada	64 (2008) 8-13	2006A6501	BL44XU	月原 富武	The Structure of Melon Necrotic Spot Virus Determined at 2.8 Å Resolution
			2006B6501	BL44XU	月原 富武	

Acta Crystallographica Section F-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
42926	Min Fey Chek	77 (2021) 427-434	2019B2727	BL41XU	Chek Min Fey	Crystal Structure of N-terminal Degron-truncated Human Glutamine Synthetase
			2020A2559	BL45XU	Chek Min Fey	
			2021A2733	BL45XU	金 善龍	
			2015A1086	BL41XU	森 智行	
			2015A6549	BL44XU	森 智行	
			2015B6549	BL44XU	森 智行	
			2016A2510	BL41XU	森 智行	
			2016B2519	BL41XU	平野 良憲	
			2016A6648	BL44XU	森 智行	
			2016B6648	BL44XU	森 智行	
			2017A2502	BL41XU	森 智行	
			2017A6759	BL44XU	森 智行	
			2017B6759	BL44XU	森 智行	
			2018A2503	BL32XU	森 智行	
			2018A2503	BL41XU	森 智行	
			2018A2529	BL41XU	村瀬 浩司	
			2018A2540	BL41XU	平野 良憲	
			2018A6855	BL44XU	森 智行	
			2018B6855	BL44XU	森 智行	
			2019A2516	BL41XU	森 智行	
2019A2576	BL45XU	平野 良憲				
2019A6955	BL44XU	森 智行				
2019B6955	BL44XU	森 智行				
2020A2543	BL45XU	金 善龍				

Applied Physics Letters

42867	Yoshiharu Ito	120 (2022) 022903	2019A1383	BL13XU	坂田 修身	Polar-axis-oriented Epitaxial Tetragonal (Bi,K)TiO <sub>3</sub> Films with Large Remanent Polarization Deposited Below Curie Temperature by a Hydrothermal Method
			2018B4900	BL15XU	舟窪 浩	
			2019B4905	BL15XU	舟窪 浩	
			2019B4700	BL15XU	坂田 修身	
			2019A4503	BL15XU	坂田 修身	
2020A4703	BL15XU	坂田 修身				
42978	Yuta Yamamoto	120 (2022) 052905	2020A1546	BL13XU	林 好一	Significant Displacement of Calcium and Barium Ions in Ferroelectric (Ba <sub>0.9</sub> Ca <sub>0.1</sub> )TiO <sub>3</sub> Revealed by X-ray Fluorescence Holography
			2019B1388	BL13XU	林 好一	
			2019A1221	BL13XU	林 好一	
43010	Masae Takahashi	120 (2022) 051104	2018A1198	BL43IR	高橋 まさえ	Terahertz Frequency Shifts Due to Multiphonon Scattering in Thiamin Crystals Containing Hydrated Ions

Biochemical and Biophysical Research Communications

42862	Mayu Yoshida	593 (2022) 73-78	2019A6913	BL44XU	木下 誉富	Identification of a Novel Target Site for ATP-independent ERK2 Inhibitors
42964	Naoki Furubayashi	568 (2021) 131-135	2020A6554	BL44XU	森本 幸生	Dynamic Interactions in the L-lactate Oxidase Active Site Facilitate Substrate Binding at pH4.5
			2021A6645	BL44XU	森本 幸生	
			2019A6956	BL44XU	森本 幸生	
			2019B6956	BL44XU	森本 幸生	
43202	Shigeyuki Matsumoto	565 (2021) 85-90	2017A2583	BL38B1	河村 高志	Oncogenic Mutations Q61L and Q61H Confer Active Form-like Structural Features to the Inactive State (State 1) Conformation of H-Ras Protein
			2016A2515	BL38B1	熊坂 崇	

Chemistry Letters-1

43122	Shuhei Ogata	48 (2019) 593-596	2018B1817	BL02B1	長谷川 美貴	Strong Luminescent Europium Complexes Induced by the Unprecedented Anti-chelate Effect of Acyl Groups on a N <sup>6</sup> -Hexadentate Ligand
			2017A1380	BL02B2	石井 あゆみ	
			2017A1648	BL02B2	尾形 周平	
			2017B1268	BL02B2	石井 あゆみ	
			2016A1336	BL02B2	長谷川 美貴	
			2016A1333	BL02B2	石井 あゆみ	
			2016B1342	BL02B2	石井 あゆみ	
			2016B1706	BL02B2	尾形 周平	
			2014B1316	BL02B2	長谷川 美貴	
43164	Shun Tsunekawa	51 (2022) 50-53	2019A1386	BL01B1	吉田 真明	Development of a MnOOH Mineral Electrocatalyst for Water Splitting by Controlling the Surface Defects of a Naturally Occurring Ore
			2020A1360	BL01B1	吉田 真明	

### Chemistry Letters-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
43252	Toshihiro Kondo	(2022) Online published Mar. 18, 2022	2017A4505	BL15XU	近藤 敏啓	<i>In situ</i> Grazing Incidence Surface X-ray Diffraction Study of Li <sub>2</sub> O Ultra-thin Film Formation on Li and Its Effect of Suppressing Dendrite Formation during Charging and Discharging
			2017B4501	BL15XU	近藤 敏啓	
			2018A4500	BL15XU	近藤 敏啓	
			2018B4500	BL15XU	近藤 敏啓	

### The Journal of Physical Chemistry Letters

42944	Shota Fujii	12 (2021) 6464-6468	2020A1228	BL40B2	櫻井 和朗	Structural Analysis of an Octameric Resorcinarene Self-Assembly in Toluene and its Morphological Transition by Temperature
			2019B1207	BL40B2	櫻井 和朗	
			2018B1396	BL40B2	櫻井 和朗	
43113	Miriam Pena-Alvarez	12 (2021) 5738-5743	2019A1260	BL10XU	Howie Ross	Pressure-Induced Synthesis and Properties of an H <sub>2</sub> S-H <sub>2</sub> Se-H <sub>2</sub> Molecular Alloy
43114	Miriam Pena-Alvarez	12 (2021) 4910-4916	2019A1260	BL10XU	Howie Ross	Synthesis of Weaire-Phelan Barium Polyhydride
			2018A1041	BL10XU	Howie Ross	

### Journal of the Ceramic Society of Japan

42831	Kengo Oka	130 (2022) 35-38	2018A1227	BL02B2	岡 研吾	Site Preference of Fluoride Anion and Potential Ionic Conductivity in Fluorapatites A <sub>5</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> F (A = Pb, Sr, and Ba)
42966	Yuta Shuseki	130 (2022) 225-231	2018B2095	BL04B2	尾原 幸治	Structural Analyses of Amorphous Calcium Carbonate before and after Removing Strontium Ions from an Aqueous Solution
			2019B1562	BL01B1	正井 博和	
			2019B2091	BL04B2	尾原 幸治	
43078	Hitoshi Ojima	130 (2022) 290-293	2019B1885	BL14B2	小島 均	Evaluation of Valencies and Local Coordination Structures of Fe in Kasama Celadon Glazes

### Physical Review Materials

42951	Shogo Hatayama	5 (2021) 085601	2020A1240	BL47XU	須藤 祐司	Understanding the Low Resistivity of the Amorphous Phase of Cr <sub>2</sub> Ge <sub>2</sub> Te <sub>6</sub> Phase-change Material: Experimental Evidence for the Key Role of Cr Clusters
43173	Alexandra Papadogianni	6 (2022) 033604	2019B4602	BL15XU	長田 貴弘	Molecular Beam Epitaxy of Single-crystalline Bixbyite (In <sub>1-x</sub> Ga <sub>x</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Films (x ≤ 0.18): Structural Properties and Consequences of Compositional Inhomogeneity
43255	Tetsuya Kimata	6 (2022) 035801	2015B3609	BL14B1	松村 大樹	Activity Enhancement of Platinum Oxygen-reduction Electrocatalysts using Ion-beam Induced Defects
			2017B3654	BL14B1	八巻 徹也	
			2018A3654	BL14B1	八巻 徹也	
			2018B3654	BL14B1	出崎 亮	
			2019A3654	BL14B1	出崎 亮	
			2019B3654	BL14B1	出崎 亮	
			2020A3654	BL14B1	出崎 亮	
			2021A3654	BL14B1	出崎 亮	

### Polymer Journal

42936	Nikesh Narang	53 (2021) 1413-1424	2019B1375	BL40B2	佐藤 尚弘	Liquid-liquid Phase Separation and Self-Assembly of a Lysine Derivative Fmoc-L-lysine in Water-DMSO Mixtures
43062	Masato Arakawa	54 (2022) 243-248	2019A7215	BL03XU	内田 公典	Spatial Inhomogeneity of Chain Orientation Associated with Strain-Induced Density Fluctuations in Polyethylene
			2019B7264	BL03XU	内田 公典	
			2020A7213	BL03XU	内田 公典	
			2021A7213	BL03XU	内田 公典	
			2019A1634	BL19B2	竹中 幹人	
43142	Takahiro Sato	54 (2022) 403-412	2019B1375	BL40B2	佐藤 尚弘	Micellar Structure of Hydrophobically Modified Polysaccharides in Aqueous Solution
			2016B1088	BL40B2	寺尾 憲	
			2015A1179	BL40B2	寺尾 憲	
			2014B1715	BL40B2	高橋 倫太郎	
			2014B1087	BL40B2	寺尾 憲	

### Science

42835	Shinichiro Akichika	363 (2019) eaav0080	2018A0153	BL41XU	濡木 理	Cap-specific Terminal N <sup>6</sup> -methylation of RNA by an RNA Polymerase II-associated Methyltransferase
42836	Hiroshi Nishimasu	361 (2018) 1259-1262	2018A0153	BL41XU	濡木 理	Engineered CRISPR-Cas9 Nuclease with Expanded Targeting Space
42977	Dongmei Cao	375 (2022) 403-411	2020A2605	BL45XU	Wang Sheng	Structure-based Discovery of Nonhallucinogenic Psychedelic Analogs
			2021B2746	BL45XU	Wang Sheng	

### ACS Catalysis

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
43030	Lingcong Li	12 (2022) 2639-2650	2021A1615	BL14B2	安村 駿作	Continuous CO <sub>2</sub> Capture and Selective Hydrogenation to CO over Na-Promoted Pt Nanoparticles on Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
43141	Katsutoshi Sato	11 (2021) 13050-13061	2018B1345	BL01B1	佐藤 勝俊	Barium Oxide Encapsulating Cobalt Nanoparticles Supported on Magnesium Oxide: Active Non-Noble Metal Catalysts for Ammonia Synthesis under Mild Reaction Conditions

### ACS Materials Letters

42842	Yuta Yabuuchi	4 (2022) 205-211	2021A1580	BL40B2	藪内 湧太	Dynamics of Preaggregation and Film Formation of Donor-Acceptor $\pi$ -Conjugated Polymers
43059	Genya Uzurano	4 (2022) 378-384	2021A1580	BL40B2	藪内 湧太	Orientation Control of 2D Perovskite in 2D/3D Heterostructure by Templated Growth on 3D Perovskite

### AIP Advances

43027	Hiroyuki Kumazoe	11 (2021) 125013	2020A3648	BL14B1	清水 亮太	Bayesian Sparse Modeling of Extended X-ray Absorption Fine Structure to Determine Interstitial Oxygen Positions in Yttrium Oxyhydride Epitaxial Thin Film
43109	Kumiko Konishi	12 (2022) 035310	2019A5400	BL16B2	米山 明男	Nucleation Sites of Expanded Stacking Faults Detected by <i>in operando</i> X-ray Topography Analysis to Design Epitaxial Layers for Bipolar-degradation-free SiC MOSFETs
			2019B5400	BL16B2	米山 明男	
			2020A5400	BL16B2	米山 明男	
			2021A5400	BL16B2	米山 明男	

### Applied Physics Express

42997	Tomoyuki Shoji	14 (2021) 114001	2019A5370	BL16B2	山口 聡	Analysis of Intrinsic Reverse Leakage Current Resulting from Band-to-Band Tunneling in Dislocation-Free GaN p-n Junctions
			2019B5370	BL16B2	山口 聡	
			2020A5370	BL16B2	山口 聡	
			2019B1042	BL20B2	兼近 将一	
			2020A1039	BL20B2	兼近 将一	
43231	Yoriko Tominaga	15 (2022) 045504	2018A1439	BL02B2	富永 依里子	Crystalline Quality of GaAs <sub>1-x</sub> Bi <sub>x</sub> Grown Below 250°C using Molecular Beam Epitaxy

### Applied Surface Science

43121	Jiayi Tang	587 (2022) 152797	2018A7559	BL07LSU	坂田 修身	Hydrogen Absorption and Diffusion Behaviors in Cube-shaped Palladium Nanoparticles Revealed by Ambient-pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy
			2020A7473	BL07LSU	唐 佳藝	
			2018B3839	BL23SU	唐 佳藝	
			2019A3839	BL23SU	唐 佳藝	
			2019B3839	BL23SU	唐 佳藝	
			2020A3839	BL23SU	唐 佳藝	
			2021A3839	BL23SU	唐 佳藝	
43203	Atsushi Izumi	589 (2022) 152967	2019B1901	BL46XU	首藤 靖幸	XAFS and HAXPES Analyses of the Oxidation State of a Copper Surface Buried under a Phenolic Resin Nanofilm
			2020A1738	BL46XU	首藤 靖幸	
			2021A1679	BL46XU	首藤 靖幸	
			2021B1957	BL46XU	首藤 靖幸	

### Bulletin of the Chemical Society of Japan

42876	Toshifumi Takahashi	94 (2021) 2727-2738	2016A1549	BL14B2	倉橋 拓也	Ni-Catalyzed Dearomative Cycloaddition of Alkynes to 10 $\pi$ Aromatic Benzothiophenes: Elucidation of Reaction Mechanism
			2018B1594	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019B1842	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1624	BL14B2	倉橋 拓也	
			2020A1766	BL14B2	倉橋 拓也	
			2021B1720	BL14B2	倉橋 拓也	
			2019A1712	BL14B2	高橋 俊文	
43126	Yoshihiro Kishida	95 (2022) 559-565	2017B3213	BL24XU	岸田 佳大	<i>In Situ</i> Strain Distribution Measurement of Polyphenylene Sulfide-Aluminum Injection-Molded Direct Joints Using Synchrotron Radiation Microbeam X-Ray Diffraction
			2018B3213	BL24XU	岸田 佳大	
			2019B3213	BL24XU	岸田 佳大	
			2020A3213	BL24XU	梅本 和彦	

### ChemCatChem

42963	Masami Fujita	14 (2022) e202101709	2015B1275	BL01B1	吉田 寿雄	Hydrogen Adsorption/Desorption Isotherms on Supported Platinum Nanoparticles Determined by <i>in-situ</i> XAS and $\Delta$ XANES Analysis
			2018A1497	BL01B1	吉田 寿雄	
			2018A1490	BL28B2	山本 旭	
			2018B1458	BL28B2	山本 旭	
43215	Yu Cao	13 (2021) 191-195	2018B1042	BL02B2	小林 洋治	Vanadium Hydride as an Ammonia Synthesis Catalyst

### ChemElectroChem

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
42962	Ryoichi Tataru	8 (2021) 4345-4352	2019B1850	BL46XU	久保田 圭	Effect of Substituted Styrene-Butadiene Rubber Binders on the Stability of 4.5 V-Charged LiCoO <sub>2</sub> Electrode
43085	Yadan Ren	8 (2021) 4605-4611	2020A1828	BL14B2	内山 智貴	CaMn <sub>7</sub> O <sub>12</sub> Quadruple Perovskite Oxides Proceed by Two-Active-Site Reaction Mechanism for the Oxygen Evolution Reaction
			2019B1014	BL01B1	内本 喜晴	
			2019A1024	BL08W	内本 喜晴	
			2018B1037	BL46XU	内本 喜晴	
			2019A1820	BL14B2	内山 智貴	
			2019B1855	BL14B2	内山 智貴	
			2019B1899	BL14B2	内山 智貴	
			2018A1749	BL14B2	内山 智貴	
			2018A1750	BL19B2	内山 智貴	
2018B1616	BL19B2	内山 智貴				
2019A1763	BL14B2	内山 智貴				

### Chemistry of Materials

42980	Ruilin Zheng	34 (2022) 1599-1610	2020A0701	BL08W	篠崎 健二	In Situ Growth Mechanism of CsPbX <sub>3</sub> (X = Cl, Br, and I) Quantum Dots in an Amorphous Oxide Matrix
43099	Hiroshi Itahara	34 (2022) 422-429	2021A5371	BL16B2	小坂 悟	Synthesis of Carbon-Supported Intermetallic Pt <sub>5</sub> Ce Compound Nanoparticles via a Water-Based Impregnation Route
			2021A5070	BL16XU	高橋 直子	

### The EMBO Journal

42994	Yukimatsu Toh	28 (2009) 3353-3365	2005A0565	BL41XU	富田 耕造	Mechanism for the Definition of Elongation and Termination by the Class II CCA-adding Enzyme
43081	Manatsu Morikawa	41 (2022) e108899	2018A2552	BL41XU	小川 覚之	A Neuropathy-Associated Kinesin KIF1A Mutation Hyper-stabilizes the Motor-Neck Interaction during the ATPase Cycle

### The FEBS Journal

42985	Takashi Fujishiro	288 (2021) 6752-6768	2020A6545	BL44XU	藤城 貴史	Crystal Structure of <i>Escherichia coli</i> Class II Hybrid Cluster Protein, HCP, Reveals a [4Fe-4S] Cluster at the N-terminal Protrusion
			2019A6945	BL44XU	藤城 貴史	
43015	Takayoshi Tagami	289 (2022) 1118-1134	2017B2725	BL38B1	田上 貴祥	Structural Insights Reveal the Second Base Catalyst of Isomaltose Glucohydrolase

### Geophysical Research Letters

42949	Fang Xu	48 (2021) e2021GL093977	2019A1473	BL04B1	Antonangeli Daniele	Low Velocity Zones in the Martian Upper Mantle Highlighted by Sound Velocity Measurements
			2019B1305	BL04B1	Antonangeli Daniele	
			2019A0069	BL04B1	河野 義生	
43034	Takayuki Ishii	47 (2020) e2020GL087490	2020A1309	BL10XU	新名 良介	Discovery of New-Structured Post-Spinel MgFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : Crystal Structure and High-Pressure Phase Relations

### Investigative Ophthalmology & Visual Science

42952	Kehao Wang	62 (2021) 23	2016A1096	BL20B2	Pierscionek Barbara	Aquaporins Have Regional Functions in Development of Refractive Index in the Zebrafish Eye Lens
			2017A1197	BL20B2	Pierscionek Barbara	
			2018A1105	BL20B2	Pierscionek Barbara	
			2019A1115	BL20B2	Pierscionek Barbara	
42953	Catherine Cheng	63 (2022) 2	2018A1105	BL20B2	Pierscionek Barbara	EphA2 Affects Development of the Eye Lens Nucleus and the Gradient of Refractive Index
			2019A1115	BL20B2	Pierscionek Barbara	

### IUCrJ

42839	Dongqing Pan	9 (2022) 134-145	2015B8042	BL3	岩田 想	Crystal Structure of CmABC1 Multi-drug Exporter in Lipidic Mesophase Revealed by LCP-SFX
			2016A8047	BL3	中津 亨	
			2016A2503	BL41XU	中津 亨	
42874	Nobutaka Numoto	8 (2021) 954-962	2015B2082	BL38B1	沼本 修孝	Coarse Snapshots of Oxygen-dissociation Intermediates of a Giant Hemoglobin Elucidated by Determining the Oxygen Saturation in Individual Subunits in the Crystalline State
			2016A2513	BL38B1	沼本 修孝	

### JACS Au-1

42884	Kazuya Otsubo	2 (2022) 109-115	2018A1428	BL02B2	大坪 主弥	A Preinstalled Protic Cation as a Switch for Superprotonic Conduction in a Metal–Organic Framework
			2019A1132	BL02B2	大坪 主弥	
			2020A1206	BL02B2	大坪 主弥	
			2021A1296	BL02B2	大坪 主弥	

### JACS Au-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
42979	Daisuke Takei	2 (2022) 394-406	2019A1784	BL14B2	山口 和也	C-H Bond Activation Mechanism by a Pd(II)-(μ-O)-Au(0) Structure Unique to Heterogeneous Catalysts
			2019B1820	BL14B2	山口 和也	
			2020A1803	BL14B2	山口 和也	
			2021A1620	BL14B2	山口 和也	

### The Journal of Chemical Physics

42879	Yuki Mizuno	156 (2022) 034503	2016A1637	BL04B2	水野 勇希	Intermolecular Correlations of Liquid and Glassy CS <sub>2</sub> Studied by Synchrotron Radiation X-ray Diffraction
			2017A1506	BL04B2	山室 修	
			2017B1729	BL04B2	水野 勇希	
43003	Hiroshi Fukui	156 (2022) 064504	2019B1240	BL10XU	福井 宏之	Equation of States for Dense Ice up to 80 GPa at Low-Temperature Conditions
			2020A1539	BL10XU	福井 宏之	
			2020A0623	BL10XU	福井 宏之	

### Journal of Magnetism and Magnetic Materials

42938	Andres Martin Cid	538 (2021) 168308	2017A1558	BL25SU	佐川 真人	Effect of Hydrogenation-Disproportionation-Desorption-Recombination Powder Processing on the Demagnetization Process of Nd-Fe-B Sintered Magnets Analyzed by Soft X-ray Magnetic Circular Dichroism Microscopy
			2017B1578	BL25SU	佐川 真人	
43132	Daisuke Ogawa	552 (2022) 169188	2018A3582	BL11XU	高橋 有紀子	Temperature Dependence of Site-resolved Fe Magnetic Moments in ThMn <sub>12</sub> -type Sm(Fe <sub>1-x</sub> Co <sub>x</sub> ) <sub>12</sub> Compounds Studied via Synchrotron Mössbauer Spectroscopy
			2018B3582	BL11XU	高橋 有紀子	
			2019A3582	BL11XU	高橋 有紀子	
			2019B3582	BL11XU	高橋 有紀子	

### Journal of Materials Chemistry A

43000	Tomooki Hosaka	8 (2020) 23766-23771	2018B1613	BL46XU	駒場 慎一	KFSA/glyme Electrolytes for 4 V-class K-ion Batteries
43016	Lusheng Liang	10 (2022) 3409-3417	2021A1689	BL46XU	柴山 直之	Face-on Oriented Hydrophobic Conjugated Polymers as Dopant-free Hole-transport Materials for Efficient and Stable Perovskite Solar Cells with a Fill Factor Approaching 85%

### Journal of Nuclear Materials

43029	Youko Takahatake	556 (2021) 153170	2020A3715	BL22XU	渡部 創	Structural Characterization by X-ray Analytical Techniques of Calcium Aluminate Cement Modified with Sodium Polyphosphate Containing Cesium Chloride
43243	Akihiro Uehara	559 (2022) 153422	2016A1693	BL01B1	佐藤 修彰	Speciation on the Reaction of Uranium and Zirconium Oxides Treated under Oxidizing and Reducing Atmospheres
			2016B1805	BL01B1	佐藤 修彰	
			2017B1470	BL01B1	佐藤 修彰	

### Journal of Physics: Condensed Matter

42990	Ai Suzuki	33 (2021) 135702	2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	Superconductivity in Topological Insulator β-PdBi <sub>2</sub> under Pressure
			2019A4131	BL12B2	久保園 芳博	
43009	Kazuhiro Fuchizaki	33 (2021) 365401	2015B3781	BL22XU	淵崎 眞弘	The Microscopic Transition Process from High-Density to Low-Density Amorphous State of Sn <sub>4</sub>
			2000A0056	BL04B2	大村 彩子	
			2000B0381	BL04B2	大村 彩子	

### Macromolecules

42832	Daniel Salatto	54 (2021) 11032-11046	2017A1374	BL20XU	増井 友美	Structural and Dynamical Roles of Bound Polymer Chains in Rubber Reinforcement
42939	Jia Yang	53 (2020) 7970-7979	2019B1375	BL40B2	佐藤 尚弘	Micellar Structure of a Hydrophobically Modified Pullulan in an Aqueous Solution

### Nature

42875	Artem Chanyshv	601 (2022) 69-73	2017B1078	BL04B1	桂 智男	Depressed 660-km Discontinuity Caused by Akimotoite-Bridgmanite Transition
			2018B1218	BL04B1	桂 智男	
			2018B1209	BL04B1	桂 智男	
			2019A1353	BL04B1	桂 智男	
			2019B1133	BL04B1	桂 智男	
42895	Elyse Schriber	601 (2022) 360-365	2019A8074	BL3	Hohman James	Chemical Crystallography by Serial Femtosecond X-ray Diffraction

**Physica Status Solidi 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
43224	Koki Takahashi	(2022) Online published 04 Mar. 2022	2021A1461	BL01B1	宮崎 秀俊	Local Structure of Heusler-Type $\text{Fe}_2\text{V}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Al}$ Thermoelectric
			2019A1469	BL02B2	宮崎 秀俊	Materials Studied by X-Ray Absorption Fine-Structure
			2019B1645	BL02B2	宮崎 秀俊	Spectroscopy
43225	Katarina Pussi	(2022) Online published 04 Mar. 2022	2021B1305	BL04B2	Kamali-Moghaddam Saeed	Structural Properties of Nanometer-Sized Gold Nanoparticles on a Silicon Substrate

**Physical Review Research**

43061	Masahiro Suzuki	4 (2022) 013139	2018A3841	BL23SU	小林 正起	Magnetic Anisotropy of the van der Waals Ferromagnet $\text{Cr}_2\text{Ge}_2\text{Te}_6$ Studied by Angular-Dependent X-ray Magnetic Circular Dichroism
43244	Taito Osaka	4 (2022) L012035	2019A8048	BL3	大坂 泰斗	Hard X-ray Intensity Autocorrelation using Direct Two-photon Absorption

**Proceedings of SPIE**

42901	Shunya Yokomae	11837 (2021) 1183709	2021A1607	BL25SU	横前 俊也	Development of Figure Correction System for Axisymmetric X-ray Mirrors
43242	Franklin D. Fuller	11838 (2021) 118380V	2018B8083	BL3	Fuller Franklin	Analytic von Hamos Geometry Optimization and Calibration

**X線分析の進歩 (Advances in X-ray Chemical Analysis, Japan)**

43241	Akihiro Uehara	53 (2022) 223-229	2020A3659	BL14B1	上原 章寛	Fundamental Study for Decorporation of Plutonium by Chelating Agents: Coordination Analyses of Simulated Plutonium with Chelating Agents by X-ray Absorption Spectroscopy
			2021B3662	BL14B1	上原 章寛	
43245	Daisuke Ohsawa	53 (2022) 127-138	2019B1426	BL20B2	武田 志乃	Feasibility Study on Three-Dimensional Visualization and Quantification of Uranium migrated into Rat Femur Using SR- $\mu\text{CT}$
			2021A1011	BL20B2	武田 志乃	

**自動車技術会論文集 (Transactions of the Society of Automotive Engineers of Japan)**

43136	Emi Mukai	53 (2022) 453-458	2016B3273	BL24XU	高尾 直樹	Analysis of Mechanical Properties and Structure of PPS Resin Welding Interface Effected by the Vibration
43167	Yasuhiro Matsumura	51 (2020) 888-893	2019B3054	BL24XU	住田 弘祐	Study on the NO <sub>x</sub> Reduction Mechanism of Precious Metal Single-Nano Sized Catalyst during the Acceleration and Deceleration Region
			2020A3389	BL08B2	住田 弘祐	

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

42830	Makoto Takeuchi	86 (2022) 1-7	2018B2099	BL25SU	小谷 佳範	Magnetic Domain Structure Observation for Initial Magnetization and Demagnetization Processes of a Nd-Fe-B Hot-Deformed Magnet Using Soft X-ray Magnetic Circular Dichroism Microscopy
			2018B1026	BL25SU	岡本 聡	
42841	Mitsuki Sugeoi	85 (2021) 399-404	2017B1836	BL46XU	菅生 三月	The Characterization of the Oxide Film Formed on Brightly Annealed Al-Added 18%Cr Steel

**ACS Applied Bio Materials**

43168	Jin-hyeok Hong	3 (2020) 7363-7368	2019A7220	BL03XU	小池 淳一郎	Design of a Bioinert Interface Using an Amphiphilic Block Copolymer Containing a Bottlebrush Unit of Oligo(oxazoline)
-------	----------------	--------------------	-----------	--------	--------	---

**ACS Applied Electronic Materials**

42973	Benjamin Meunier	21 (2021) 5555-5562	2018A4915	BL15XU	Renault Olivier	Unraveling the Resistive Switching Mechanisms in $\text{LaMnO}_{3+\delta}$ -Based Memristive Devices by <i>Operando</i> Hard X-ray Photoemission Measurements
-------	------------------	---------------------	-----------	--------	-----------------	---

**ACS Applied Polymer Materials**

43236	Taku Omura	3 (2021) 6479-6487	2021A7204	BL03XU	岩田 忠久	Elastic Marine Biodegradable Fibers Produced from Poly[(R)-3-hydroxybutyrate-co-4-hydroxybutyrate] and Evaluation of Their Biodegradability
			2020A7223	BL03XU	岩田 忠久	

**ACS Earth and Space Chemistry**

43035	Luca Bindi	5 (2021) 2124-2130	2020A1309	BL10XU	新名 良介	Discovery of Elgoresyite, $(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_2\text{O}_9$ : Implications for Novel Iron-Magnesium Silicates in Rocky Planetary Interiors
			2021A1281	BL10XU	新名 良介	
			2021B1331	BL10XU	新名 良介	

### ACS Energy Letters

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
42927	Satoshi Tominaka	6 (2021) 3858-3863	2017A1207	BL08W	富中 悟史	Dynamic Symmetry Conversion in Mixed-Halide Hybrid Perovskite upon Illumination
			2018A1304	BL08W	尾原 幸治	
			2018B2095	BL04B2	尾原 幸治	

### ACS Macro Letters

43219	Yuta Miyamori	10 (2021) 978-983	2019B1135	BL40XU	松下 裕秀	Triply Helical Giant Domain with Homochirality in a Terpolymer Blend System
-------	---------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### Advanced Functional Materials

42909	Michitaka Fukumoto	32 (2022) 2110832	2020A0827	BL13XU	福本 通孝	Ligand Field-Induced Exotic Dopant for Infrared Transparent Electrode: W in Rutile SnO <sub>2</sub>
-------	--------------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### American Mineralogist

43237	Saori Kawaguchi	(2022) am-2021-7924	2014A0080	BL10XU	廣瀬 敬	Density Determination of Liquid Iron-Nickel-Sulfur at High Pressure
			2014A1127	BL10XU	Morard Guillaume	
			2016A1846	BL10XU	河口 沙織	
			2016B1954	BL04B2	河口 沙織	
			2016B1955	BL10XU	河口 沙織	
			2017B1977	BL10XU	河口 沙織	
			2018A2062	BL10XU	河口 沙織	
			2018B2109	BL10XU	河口 沙織	
			2019A1381	BL10XU	河口 彰吾	
			2019B2086	BL02B2	河口 彰吾	
2019B2094	BL10XU	河口 彰吾				

### Analytical Sciences

43221	Moriyoshi Saeki	36 (2020) 1371-1378	2016A3609	BL14B1	松村 大樹	Application of an Augmentation Method to MCR-ALS Analysis for XAFS and Raman Data Matrices in the Structural Change of Isopolymolybdates
			2017A3609	BL14B1	松村 大樹	

### Antimicrobial Agents and Chemotherapy

43165	Masayuki Amano	66 (2022) e01715-21	2014A1001	BL41XU	山本 雅貴	Fluorine Modifications Contribute to Potent Antiviral Activity against Highly Drug-Resistant HIV-1 and Favorable Blood-Brain Barrier Penetration Property of Novel Central Nervous System-Targeting HIV-1 Protease Inhibitors <i>In Vitro</i>
-------	----------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

### APL Materials

42844	Mitsuhiro Okada	9 (2021) 121115	2021A7422	BL07LSU	永村 直佳	Growth of MoS <sub>2</sub> -Nb-doped MoS <sub>2</sub> Lateral Homojunctions: A Monolayer <i>p-n</i> Diode by Substitutional Doping
			2018B7580	BL07LSU	永村 直佳	
			2019A7451	BL07LSU	永村 直佳	
			2020A7471	BL07LSU	細野 英司	
			2020A7486	BL07LSU	張 文雄	

### Applied Physics A

43074	Kodai Fukuta	128 (2022) 184	2018B1397	BL02B2	宮崎 秀俊	Improving Thermoelectric Performance of Fe <sub>2</sub> VAl-based Heusler Compounds via High-pressure Torsion
			2019A1469	BL02B2	宮崎 秀俊	

### APS Applied Energy Materials

42889	Takeshi Uyama	5 (2022) 214-226	2019A1476	BL02B2	山田 幾也	Positive and Negative Synergistic Effects of Fe-Co Mixing on the Oxygen and Hydrogen Evolution Reaction Activities of the Quadruple Perovskite CaCu <sub>3</sub> Fe <sub>4-x</sub> Co <sub>x</sub> O <sub>12</sub>
			2020A0583	BL02B2	山田 幾也	
			2021B1726	BL14B2	山田 幾也	

### Biochemistry

43083	Seiji Okazaki	48 (2009) 941-950	2007A6940	BL44XU	山根 隆	The Novel Structure of a Pyridoxal 5'-Phosphate-Dependent Fold-Type I Racemase, $\alpha$ -Amino- $\epsilon$ -caprolactam Racemase from <i>Achromobacter obae</i>
-------	---------------	----------------------	-----------	--------	------	--

### Biochemistry and Biophysics Reports

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
42988	Masahiro Kuramochi	29 (2022) 101224	2018A1477	BL40XU	倉持 昌弘	Dynamic Motions of Ice-binding Proteins in Living <i>Caenorhabditis elegans</i> using Diffracted X-ray Blinking and Tracking
			2019B1312	BL40XU	倉持 昌弘	
			2020A1541	BL40XU	倉持 昌弘	
			2016B1699	BL40B2	岡田 璃生	
			2016B1325	BL40XU	佐々木 裕次	
2020A2018	BL40XU	関口 博史				

### Biomacromolecules

42947	Shin Takano	22 (2021) 1186-1196	2018B1396	BL40B2	櫻井 和朗	Phosphorylcholine-Grafted Molecular Bottlebrush-Doxorubicin Conjugates: High Structural Stability, Long Circulation in Blood, and Efficient Anticancer Activity
			2019B1207	BL40B2	櫻井 和朗	
			2020A1228	BL40B2	櫻井 和朗	

### Biophysical Journal

42920	Yanjun Li	120 (2021) 3355-3362	2018A2557	BL41XU	深井 周也	Structural Basis for Specific Recognition of K6-linked Polyubiquitin Chains by the TAB2 NZF Domain
-------	-----------	-------------------------	-----------	--------	-------	--

### Carbon

42899	Bagautdin Bagautdinov	191 (2022) 75-83	2016A1836	BL04B2	Bagautdinov Bagautdin	High-energy X-Ray Diffraction Study of Multiwalled Carbon Nanotubes Fabricated by Arc Discharge Plasma Process
-------	-----------------------	---------------------	-----------	--------	-----------------------	--

### Catalysis Science & Technology

42917	Takayoshi Hara	12 (2022) 2061-2070	2018B1470	BL02B2	原 孝佳	Specific Lift-Up Behaviour of Acetate-Intercalated Layered Yttrium Hydroxide Interlayer in Water: Application for Heterogeneous Bronsted Base Catalysts toward Knoevenagel Reactions
			2019A1349	BL02B2	原 孝佳	
			2018A1004	BL02B2	笹井 亮	
			2019A0068	BL02B2	森吉 千佳子	
			2018A1416	BL02B2	藤村 卓也	

### Cell Reports

42925	Norihiko Yokoi	37 (2021) 110107	2020A2613	BL45XU	深井 周也	14-3-3 Proteins Stabilize LGI1-ADAM22 Levels to Regulate Seizure Thresholds in Mice
-------	----------------	---------------------	-----------	--------	-------	---

### Cement and Concrete Research

43199	Ippe Maruyama	144 (2021) 106429	2014B7251	BL03XU	坂本 直紀	Hinderance of C-S-H Sheet Piling during First Drying using a Shrinkage Reducing Agent: A SAXS Study
-------	---------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### ChemBioChem

42873	Toshifumi Fujioka	23 (2022) e202100435	2017A2584	BL26B1	沼本 修孝	Varying the Directionality of Protein Catalysts for Aldol and Retro-Aldol Reactions
			2018B2536	BL38B1	沼本 修孝	

### Chemical and Pharmaceutical Bulletin

42846	Yoshiyuki Miyasaka	70 (2022) 52-56	2020A1076	BL40B2	橋崎 要	Effect of the Physicochemical Properties of Liquid Paraffin on the Phase State and Rheological Properties of Lecithin Reverse Wormlike Micelles
-------	--------------------	--------------------	-----------	--------	------	---

### Chemistry - A European Journal

42995	Junichi Usuba	27 (2021) 16127-16134	2019A1057	BL02B1	笹森 貴裕	Thiophene-Fused 1,4-Diazapentalene: A Stable C=N-Containing $\pi$ -Conjugated System with Restored Antiaromaticity
			2020A1650	BL02B1	薄葉 純一	

### ChemNanoMat

43128	Hirosuke Matui	8 (2022) e202200008	2016B7821	BL36XU	唯 美津木	Variation of Local Structure and Reactivity of Pt/C Catalyst for Accelerated Degradation Test of Polymer Electrolyte Fuel Cell Visualized by Operando 3D CT-XAFS Imaging
			2017A7820	BL36XU	唯 美津木	
			2017B7820	BL36XU	唯 美津木	
			2018A7820	BL36XU	唯 美津木	
			2018B7820	BL36XU	唯 美津木	

### ChemSusChem

43006	Kazuyuki Iwase	15 (2022) e202102340	2021B1204	BL01B1	神谷 和秀	Copper Aluminum Layered Double Hydroxides with Different Compositions and Morphologies as Electrocatalysts for the Carbon Dioxide Reduction Reaction
-------	----------------	-------------------------	-----------	--------	-------	--

### Colloid and Polymer 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
42933	Knezo Yamada	300 (2022) 95-102	2019B1375	BL40B2	佐藤 尚弘	Dispersion States of Lecithin-Soybean Oil Mixtures in Water
			2020A0750	BL40B2	佐藤 尚弘	

### Communications Biology

43206	Migiwa Takeda	5 (2022) 247	2011B2084	BL38B1	馬場 清喜	Metagenomic Mining and Structure-Function Studies of a Hyper-Thermostable Cellobiohydrolase from Hot Spring Sediment
			2011B2104	BL38B1	馬場 清喜	
			2012A1834	BL38B1	馬場 清喜	
			2012B1910	BL38B1	馬場 清喜	

### Computational and Structural Biotechnology Journal

42976	Jang Dongman	20 (2022) 745-756	2020A6574	BL44XU	Kim Hyoun Sook	Structural Insights into Apoptotic Regulation of Human Bcl-2 as a Novel Bcl-2 Family Member
			2021A6674	BL44XU	Kim Hyoun Sook	

### Condensed Mater

42829	Kosuke Suzuki	7 (2022) 4	2020A0648	BL08W	鈴木 宏輔	Magnetic Compton Scattering Study of Li-Rich Battery Materials
-------	------------------	---------------	-----------	-------	-------	--

### CryoLetters

43265	Kosuke Kondo	41 (2020) 291-296	2018B1619	BL19B2	原 賢二	Detection of the Metastable Ice Phase during Water Crystallization
			2019A1657	BL19B2	原 賢二	
			2019B1852	BL19B2	原 賢二	

### Crystals

42996	Yoshihisa Suzuki	12 (2022) 129	2017A6726	BL44XU	鈴木 良尚	Precipitant-Free Crystallization of Lysozyme and Glucose Isomerase by Drying
			2017B6726	BL44XU	鈴木 良尚	
			2018A6826	BL44XU	鈴木 良尚	
			2018B6826	BL44XU	鈴木 良尚	
			2019A6925	BL44XU	鈴木 良尚	
			2019B6925	BL44XU	鈴木 良尚	
			2020A6523	BL44XU	鈴木 良尚	
			2021A6622	BL44XU	鈴木 良尚	
2021B6622	BL44XU	鈴木 良尚				

### Cyborg and Bionic Systems

43214	Tat Thang Vo Doan	(2022) 9780504	2015A1502	BL45XU	鈴木 団	A Cyborg Insect Reveals a Function of a Muscle in Free Flight
			2015B1449	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2016A1169	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2016B1492	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2017A1087	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2017B1464	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2018A1087	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2018B1261	BL40XU	佐藤 裕崇	

### Dalton Transactions

43033	Shuto Asano	51 (2022) 2656-2659	2021A1602	BL10XU	浅野 秀斗	High Pressure Synthesis and the Valence State of Vanadium Ions for the Novel Transition Metal Pernitride, CuAl <sub>2</sub> -type VN <sub>2</sub>
-------	-------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

### e-Journal of Surface Science and Technology

43266	Yuta Yamamoto	19 (2021) 99-103	2020A1675	BL13XU	山本 裕太	X-ray Fluorescence Holography Measurement of Oxynitride Thin Film of CaTaO <sub>2</sub> N
-------	------------------	---------------------	-----------	--------	-------	---

### Engineering Fracture Mechanics

43031	Gaoge Xue	263 (2022) 108308	2020A0172	BL20XU	中村 孝	Initiation and Propagation of Small Fatigue Crack in Beta Titanium Alloy Observed through Synchrotron Radiation Multiscale Computed Tomography
-------	-----------	----------------------	-----------	--------	------	--

### The FASEB Journal

42950	Kehao Wang	34 (2020) 5552-5562	2016A1096	BL20B2	Pierscionek Barbara	Optical Development in the Zebrafish Eye Lens
			2017A1197	BL20B2	Pierscionek Barbara	
			2018A1105	BL20B2	Pierscionek Barbara	

### FEBS Letters

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
42913	Yoshiki Tanaka	595 (2021) 1902-1913	2018A2542	BL32XU	塚崎 智也	Crystal Structures of a Nicotine MATE Transporter Provide insight into its Mechanism of Substrate Transport
			2019A2518	BL32XU	塚崎 智也	
			2020A2564	BL32XU	塚崎 智也	

### Foods

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
43133	Masafumi Hidaka	11 (2022) 730	2019B2043	BL20B2	小眞坂 行也	High-Resolution X-ray Phase-Contrast Imaging and Sensory and Rheometer Tests in Cooked Edamame
			2020A1866	BL14B2	駒井 三千夫	

### Frontiers in Cell and Developmental Biology

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
42969	Koichi Matsuo	9 (2021) 800455	2019A1300	BL37XU	松尾 光一	Bilaterally Asymmetric Helical Myofibrils in Ascidian Tadpole Larvae
			2019B1404	BL20XU	竹内 晃久	

### Frontiers in Neurorobotics

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
43239	Ryuta Mizutani	(2022) 851471	2018A1164	BL20XU	水谷 隆太	Schizophrenia-Mimicking Layers Outperform Conventional Neural Network Layers
			2018B1187	BL37XU	水谷 隆太	
			2019A1207	BL20XU	水谷 隆太	
			2019B1087	BL37XU	水谷 隆太	
			2020A0614	BL20XU	水谷 隆太	
			2020A1163	BL20XU	水谷 隆太	
			2021A1175	BL37XU	水谷 隆太	
			2021B1258	BL47XU	水谷 隆太	
			2011A0034	BL20XU	水谷 隆太	
			2014A1057	BL37XU	水谷 隆太	
			2014B1083	BL20XU	水谷 隆太	
			2015A1160	BL20XU	水谷 隆太	
			2015B1101	BL20XU	水谷 隆太	
2016B1041	BL20XU	水谷 隆太				
2017A1143	BL37XU	水谷 隆太				

### Frontiers in Physiology

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
42880	Mark Waddingham	12 (2022) 766818	2017A1470	BL20B2	上杉 健太郎	Using Synchrotron Radiation Imaging Techniques to Elucidate the Actions of Hexarelin in the Heart of Small Animal Models
			2018A1193	BL20B2	Pearson James	
			2018A1242	BL28B2	Pearson James	
			2018B1086	BL40XU	Waddingham Mark	
			2018B1190	BL28B2	Pearson James	
			2019A1077	BL28B2	Pearson James	

### Geochimica et Cosmochimica Acta

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
43233	Megumi Matsumoto	323 (2022) 220-241	2018B1298	BL47XU	土山 明	Three-dimensional Microstructure and Mineralogy of a Cosmic Symplectite in the Acfer 094 Carbonaceous Chondrite: Implication for its Origin

### Glycobiology

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
43220	Shun Maruyama	32 (2022) 171-180	2020A2553	BL26B2	伏信 進矢	Substrate Complex Structure, Active Site Labeling and Catalytic Role of the Zinc Ion in Cysteine Glycosidase
			2014B2015	BL26B1	伏信 進矢	
			2016B2714	BL26B1	伏信 進矢	
			2017A2540	BL26B1	伏信 進矢	
			2018B2528	BL26B2	伏信 進矢	
			2019B2556	BL45XU	伏信 進矢	

### Green 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
42828	Makito Yamada	23 (2021) 8131-8137	2019B1907	BL14B2	山田 真希人	Product Selective Reaction Controlled by the Combination of Palladium Nanoparticles, Continuous Microwave Irradiation, and a Co-existing Solid; Ligand-free Buchwald-Hartwig Amination vs. Aryne Amination

### IEEE Transactions on Magnetics

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
43130	Jun'ichi Ieda	(2022) Online published: 25 Jan. 2022	2017A3731	BL22XU	岡根 哲夫	The Damage Analysis for Irradiation Tolerant Spin-driven Thermoelectric Device Based on Single-crystalline Y <sub>3</sub> Fe <sub>5</sub> O <sub>12</sub> /Pt Heterostructures
			2019A3731	BL22XU	小島 雅明	
			2019B3731	BL22XU	小島 雅明	
			2020A3731	BL22XU	小島 雅明	

### International Journal of Ceramic Engineering & 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
43250	Fumito Toda	4 (2022) 123-129	2020A0583	BL02B2	山田 幾也	High-pressure Synthesis, Crystal Structure, and Magnetic Property of LaCo <sub>9</sub> O <sub>11</sub>

### International Journal of Molecular Sciences

42974	Jang Dongman	22 (2021) 8488	2020A6574	BL44XU	Kim Hyoun Sook	Structural Basis of Inhibition of DCLK1 by Ruxolitinib
			2021A6674	BL44XU	Kim Hyoun Sook	

### International Journal of Plasticity

42864	Le Li	148 (2022) 103144	2021A1529	BL02B1	乾 晴行	Tensile and Compressive Plastic Deformation Behavior of Medium-Entropy Cr-Co-Ni Single Crystals from Cryogenic to Elevated Temperatures
			2018B1321	BL02B1	乾 晴行	

### International Journal of Radiation Biology

43089	Yusaku Terao	(2021) Published online: 23 Aug. 2021	2019A3851	BL23SU	横谷 明德	X-ray Induced Luminescence Spectroscopy for DNA Damaging Intermediates Aided by a Monochromatic Synchrotron Radiation
			2019B3851	BL23SU	横谷 明德	
			2018B3851	BL23SU	横谷 明德	
			2018A3851	BL23SU	横谷 明德	
			2017B3851	BL23SU	横谷 明德	

### ISIJ International

43073	Takuya Mori	(2022) Online published Feb. 5, 2022	2020A5320	BL16B2	横溝 臣智	Direct Visualization of Structures of Atmospheric Corrosion Products on the Steel Surfaces by Two-dimensionally X-ray Absorption Fine Structure
-------	-------------	--	-----------	--------	-------	---

### Journal of Applied Crystallography

42847	Hiroki Ogawa	54 (2021) 1784-1792	2019B7252	BL03XU	小川 紘樹	Artifact Removal in the Contour Areas of SAXS-CT Images by Tikhonov-L1 Minimization
			2019A2030	BL03XU	加部 泰三	
			2020A7210	BL03XU	船城 健一	

### Journal of Applied Polymer Science

43217	Thitipat Chongcharoenchaikul	(2022) Online published 22 Mar. 2022	2018B1274	BL40XU	Poompradub Sirilux	Synergistic Effect of Cuttlebone Particles and Non-Rubber Components on Reinforcing Ability of Natural Rubber and Synthetic Isoprene Rubber Composites
-------	---------------------------------	--	-----------	--------	-----------------------	--

### The Journal of Biological Chemistry

43163	Naoki Shibata	285 (2010) 26484-26493	2008B1402	BL38B1	虎谷 哲夫	Crystal Structures of Ethanolamine Ammonia-lyase Complexed with Coenzyme B <sub>12</sub> Analogs and Substrates
			2008A1465	BL38B1	虎谷 哲夫	
			2008A1452	BL41XU	虎谷 哲夫	
			2007B1368	BL38B1	虎谷 哲夫	

### Journal of Bioscience and Bioengineering

43066	Atsushi Okawa	133 (2022) 213-221	2017A6722	BL44XU	志波 智生	Characterization and Application of L-methionine $\gamma$ -lyase Q349S Mutant Enzyme with an Enhanced Activity toward L-Homocysteine
			2017B6722	BL44XU	志波 智生	
			2018A6820	BL44XU	志波 智生	
			2018B6820	BL44XU	志波 智生	

### The Journal of Comparative Neurology

43279	Takanori Ikenaga	530 (2022) 1231-1246	2018A1186	BL20XU	池永 隆徳	Morphological Analysis of the Cerebellum and its Efferent System in a Basal Actinopterygian Fish, <i>Polypterus senegalus</i>
-------	---------------------	-------------------------	-----------	--------	-------	---

### Journal of Materials Chemistry C

42957	Tatsuya Mori	9 (2021) 13090-13093	2020A0825	BL40B2	森 達哉	An S-shaped Thienoacene Semiconductor Forming Unique Cruciform Lamellar Packing via a 2D Interaction Network of $\pi$ -stacking and Chalcogen Bonding
			2020A1647	BL40B2	森 達哉	
			2021A1163	BL40B2	森 達哉	

### Journal of Molecular Biology

42861	Yumiko Takai	381 (2008) 634-644	2006A2740	BL41XU	箱嶋 敏雄	Structural Basis of the Cytoplasmic Tail of Adhesion Molecule CD43 and Its Binding to ERM Proteins
			2006A6711	BL44XU	北野 健	

### Journal of Non-Crystalline Solids

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
43251	Rikiya Kado	539 (2020) 120070	2019B3645	BL14B1	矢野 哲司	Structural Significance of Nickel Sites in Aluminosilicate Glasses
			2020A3645	BL14B1	矢野 哲司	

### Journal of Nuclear Science and Technology

42958	Tomoaki Kato	59 (2022) 580-589	2018B1002	BL01B1	大貫 敏彦	Chemical Species of Iodine during Sorption by Activated Carbon -Effects of Original Chemical Species and Fulvic Acids
			2017B1779	BL14B2	大貫 敏彦	

### Journal of Oleo Science

43226	Ichiro Hatta	70 (2021) 1181-1199	2018A1388	BL40B2	中沢 寛光	Stratum Corneum Function: A Structural Study with Dynamic Synchrotron X-ray Diffraction Experiments
			2019B1283	BL40B2	中沢 寛光	

### The Journal of Physical Chemistry B

42945	Takuma Kanamaru	125 (2021) 7251-7261	2018A1454	BL40B2	櫻井 和朗	First Observation of the Hydration Layer around Polymer Chain by Scattering and Its Relationship to Thromboresistance: Dilute Solution Properties of PMEA in THF/Water
			2018B1396	BL40B2	櫻井 和朗	
			2019B1207	BL40B2	櫻井 和朗	
			2020A1228	BL40B2	櫻井 和朗	
			2019A1327	BL40B2	秋葉 勇	

### Journal of Physics and Chemistry of Solids

42853	Seiya Shimono	163 (2022) 110568	2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	Structural Phase Transition in Cobalt Oxyfluoride $\text{Co}_3\text{Sb}_4\text{O}_6\text{F}_6$ Observed by High-resolution Synchrotron and Neutron Diffraction
			2018A1385	BL02B1	久保田 佳基	

### Journal of Polymer Research

43179	Yasushi Kadowaki	29 (2022) 137	2015A7207	BL03XU	山竹 邦明	Crystallization Behavior of Biodegradable Poly(L-lactic acid) (PLLA)/poly(butylene succinate) (PBS) Blends Based on in situ Simultaneous Wide-angle X-ray Diffraction/Small-angle X-ray Scattering Techniques and Thermal Analyses
			2015B7257	BL03XU	山竹 邦明	

### Journal of Polymer Science

43209	Satoshi Kometani	60 (2022) 766-773	2020A0774	BL40XU	平井 智康	Preferred-handed Helical Conformation in Organic-inorganic Hybrid Block Copolymers with Well-controlled Stereoregularity
			2020A0627	BL40B2	平井 智康	
			2020A1135	BL40B2	平井 智康	
			2021A1162	BL40B2	平井 智康	

### Journal of Power Sources

42845	Akihiko Kato	521 (2022) 230951	2019A7032	BL33XU	山口 聡	Mechanistic Insights into Water Transport in Polymer Electrolyte Fuel Cells with a Variation of Cell Temperature and Relative Humidity of Inlet Gas Elucidated by Operando Synchrotron X-ray Radiography
			2019B7032	BL33XU	山口 聡	

### Journal of Power Source Advances

43093	Maria Yokota	12 (2021) 100078	2018B7035	BL33XU	原田 雅史	Effect of Roll Press on Consolidation and Electric/Ionic-path Formation of Electrodes for All-Solid-State Battery
			2019A7035	BL33XU	松永 拓郎	
			2019B7035	BL33XU	松永 拓郎	

### Journal of Solid State Chemistry

43071	Masatsugu Oishi	309 (2022) 122968	2017A1347	BL01B1	大石 昌嗣	Enhanced Quantum Efficiency of a Self-organized Silica Mixed Red Phosphor $\text{CaAlSiN}_3\text{:Eu}$
			2017B1307	BL04B2	大石 昌嗣	
			2017B1437	BL01B1	大石 昌嗣	

### Journal of Solid State Electrochemistry

42863	Chiaki Ishibashi	26 (2022) 663-682	2019A1760	BL19B2	井手本 康	First-principles Calculations of Stable Local Structures and Electronic Structures of Magnesium Secondary Battery Cathode Materials, $\text{MgCo}_{2-x}\text{Mn}_x\text{O}_4$ ( $x=0, 0.5$ ), in Second Charged State after First Discharge
			2019A1137	BL19B2	井手本 康	
			2018A1040	BL04B2	井手本 康	

### Journal of the European Ceramic Society

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
42893	Maria Rita Cicconi	42 (2022) 1762-1775	2018A1222	BL13XU	早川 知克	Nucleation Mechanisms in a SiO <sub>2</sub> -Li <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -ZrO <sub>2</sub> Biomedical Glass-Ceramic: Insights on Crystallisation, Residual Glasses and Zr <sup>4+</sup> Structural Environment
			2018B1406	BL13XU	早川 知克	
			2019A1691	BL13XU	Brehl Martin	
			2019B1800	BL13XU	Brehl Martin	

### Macromolecular Chemistry and Physics

43107	Yasuhito Suzuki	222 (2021) 2100124	2019A1152	BL40B2	鈴木 祥仁	Characteristic Features of $\alpha$ and $\beta$ Relaxations of Poly(diethyl fumarate) as the Poly(substituted methylene)
			2019B1210	BL40B2	鈴木 祥仁	

### Macromolecular Rapid Communications

42948	Shota Fujii	42 (2021) 2100285	2018B1396	BL40B2	櫻井 和朗	Polymer Micelles Composed of Molecular-Bottlebrush-Based Surfactants: Precisely Controlling Aggregation Number Corresponding to Polyhedral Structures
			2019B1207	BL40B2	櫻井 和朗	
			2020A1228	BL40B2	櫻井 和朗	

### Magnesium Technology 2022

43069	Hiroshi Okuda	(2022) 149-153	2016B1279	BL45XU	奥田 浩司	In Situ Measurements on Formation and Development of LPSO-like Nanostructures in Dilute MgYZn and MgGdZn Alloys
			2021A1241	BL40B2	奥田 浩司	

### Materials Advances

43096	Taishun Manjo	3 (2022) 3192-3198	2021A1575	BL43LXU	萬條 太駿	Do Electron Distributions with Orbital Degree of Freedom Exhibit Anisotropy?
			2020A0835	BL43LXU	萬條 太駿	
			2019A0070	BL02B1	澤 博	

### Materials Science and Engineering A

42921	Hua Jiang	815 (2021) 141251	2018B1574	BL46XU	渡邊 千尋	Effects of Strain Rate on Mechanical Properties of Heterogeneous Nano-structured SUS316LN Stainless Steel: Revealed by in-situ X-Ray Diffraction at Synchrotron Radiation Facility
			2017A1765	BL46XU	宮嶋 陽司	
			2019B1884	BL46XU	宮嶋 陽司	

### Materials Today Communications

43080	Ross Colman	31 (2022) 103275	2012B1420	BL10XU	Prassides Kosmas	Pressure Effects on the Crystal Structure of the Cubic Metallofullerene Salt [Li@C <sub>60</sub> ][PF <sub>6</sub> ] to 12 GPa
-------	-------------	---------------------	-----------	--------	------------------	--

### Molecular Cell

43020	Jingqi Duan	34 (2009) 427-439	2007A1433	BL41XU	Ye Keqiong	Structural Mechanism of Substrate RNA Recruitment in H/ACA RNA-Guided Pseudouridine Synthase
-------	-------------	----------------------	-----------	--------	------------	--

### Nano Futures

42903	Koichi Murata	5 (2021) 045005	2018B1198	BL37XU	三木 一司	Activation of Two Dopants, Bi and Er in $\delta$ -doped Layer in Si Crystal
			2018B1179	BL25SU	三木 一司	
			2018B1178	BL13XU	三木 一司	
			2017B1248	BL39XU	三木 一司	
			2016A1373	BL13XU	三木 一司	
			2012B1664	BL37XU	村田 晃一	
			2012A1546	BL37XU	村田 晃一	
			2011B1692	BL37XU	村田 晃一	

### Nanoscale

43077	Hui Luo	14 (2022) 910-918	2019B3783	BL22XU	榊 浩司	Structural Evolution of Carbon Dots during Low Temperature Pyrolysis
-------	---------	----------------------	-----------	--------	------	--

### National Science Review

43216	Qiang Li	(2022) Online published 21 Mar. 2022	2018B1045	BL04B2	Xing Xianran	Chemical Order-Disorder Nanodomains in Fe <sub>3</sub> Pt Bulk Alloy
			2021A1060	BL08W	Li Qiang	

### Nature Catalysis

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
43018	Ailong Li	5 (2022) 109-118	理研	BL44B2		Enhancing the Stability of Cobalt Spinel Oxide towards Sustainable Oxygen Evolution in Acid
			2021A2013	BL14B2	足立 精宏	

### Nature Chemical Biology

43212	Xuefeng Zhang	17 (2021) 1230-1237	2019A2543	BL41XU	Wu Beili	Structures of the Human Cholecystokinin Receptors Bound to Agonists and Antagonists
			2019A2541	BL41XU	Zhao Qiang	

### Nature Materials

43032	Shinichiro Seki	21 (2022) 181-187	2018A2067	BL39XU	鈴木 基寛	Direct Visualization of the Three-dimensional Shape of Skyrmion Strings in a Noncentrosymmetric Magnet
			2019B1173	BL39XU	関 真一郎	
			2020A2057	BL39XU	鈴木 基寛	

### Nature Structural and Molecular Biology

42918	Takaharu Sakuragi	28 (2021) 825-834	2017A2510	BL41XU	長田 重一	The Tertiary Structure of the Human Xkr8-Basigin Complex that Scrambles Phospholipids at Plasma Membranes
			2019B2538	BL41XU	長田 重一	

### npj Materials Degradation

43060	Toru Kitagaki	6 (2022) 13	2018B3721	BL22XU	菖蒲 敬久	Dissolution and Precipitation Behaviors of Zircon under the Atmospheric Environment
			2019A3721	BL22XU	菖蒲 敬久	
			2019B3721	BL22XU	菖蒲 敬久	
			2020A3724	BL22XU	北垣 徹	

### Optical Review

42946	Yutaka Matsumoto	29 (2022) 7-12	2019B8050	BL2	木村 隆志	An Arrayed-Window Microfluidic Device for Observation of Mixed Nanoparticles with an X-ray Free-Electron Laser
			2020A8044	BL2	木村 隆志	
			2021B8063	BL2	木村 隆志	

### Organic & Biomolecular Chemistry

42910	Hiromitsu Maeda	19 (2021) 7369-7373	2015A0114	BL40XU	高谷 光	Self-assemblies of Anionic-unit-introduced Anion-responsive $\pi$ -electronic Molecules
			2018B0938	BL40XU	若林 裕助	
			2018B1563	BL40XU	前田 大光	
			2019A1508	BL02B1	羽毛田 洋平	

### Physical Review E

42912	Makina Saito	105 (2022) L012605	2018A1137	BL09XU	瀬戸 誠	Microscopic Observation of Hidden Johari-Goldstein- $\beta$ Process in Glycerol
			2018B1161	BL09XU	瀬戸 誠	
			2019B1299	BL09XU	瀬戸 誠	
			2021A2087	BL35XU	依田 芳卓	

### Physical Review Letters

43256	Takashi Konishi	128 (2022) 107801	2017A1497	BL40B2	小西 隆士	Kinetics of Polymer Crystallization with Aggregating Small Crystallites
			2018A1083	BL40B2	小西 隆士	
			2018B1377	BL40B2	小西 隆士	
			2018B1454	BL40B2	深尾 浩次	
			2019A1301	BL40B2	深尾 浩次	
			2019B1318	BL40B2	小西 隆士	
			2020A1111	BL40B2	小西 隆士	
			2020A1113	BL40B2	小西 隆士	
2021A1413	BL40B2	小西 隆士				

### Physics and Chemistry of Glasses: European Journal of Glass Science and Technology B

42851	Hiroyuki Inoue	62 (2021) 105-112	2014A1670	BL04B2	岡村 康平	Structure of $\text{AlPO}_4\text{-AlF}_3\text{-CaF}_2\text{-BaF}_2$ Fluorophosphate Glass
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	---

### Physics and Chemistry of Minerals

42971	Sergey V. Goryainov	48 (2021) 36-47	2018A1281	BL10XU	Tse John	In situ X-ray Diffraction Study of Chrysotile at High P-T Conditions: Transformation to the 3.65 Å Phase
-------	---------------------	--------------------	-----------	--------	----------	--

### Polymers

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
42937	Jia Yang	13 (2021) 1237	2019B1375	BL40B2	佐藤 尚弘	Characterization of the Micelle Formed by a Hydrophobically Modified Pullulan in Aqueous Solution: Size Exclusion Chromatography

### Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics

43082	Kosuke Oda	90 (2022) 912-918	2017A2715	BL38B1	坂口 剛正	Crystal Structure of <i>O</i> -ureidoserine Racemase Found in the D-cycloserine Biosynthetic Pathway
			2019B6908	BL44XU	小田 康祐	
			2020A6508	BL44XU	小田 康祐	
			2021A6607	BL44XU	小田 康祐	

### Reaction Chemistry & Engineering

43140	Tatsushi Yoshioka	6 (2021) 74-81	2018A0155	BL04B2	脇原 徹	Ultrafast and Continuous-flow Synthesis of AFX Zeolite via Interzeolite Conversion of FAU Zeolite
-------	-------------------	-------------------	-----------	--------	------	---

### Science Advances

43084	Hoyoung Jang	8 (2022) eabk0832	2017B8059	BL3	野尻 浩之	Characterization of Photoinduced Normal State through Charge Density Wave in Superconducting YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>6.67</sub>
			2019B8001	BL2	Lee Jun-Sik	
			2020A8012	BL2	Lee Jun-Sik	

### Science and Technology of Advanced Materials

42865	Tetsuya Hamada	22 (2021) 373-385	2018B1066	BL02B1	乾 晴行	Phase Equilibria among $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> Al <sub>3</sub> and Its Higher-ordered Phases
			2019B1352	BL02B1	乾 晴行	
			2020A0763	BL02B1	乾 晴行	

### Science and Technology of Advanced Materials: Methods

42843	Tarojiro Matsumura	1 (2021) 45-55	2018B7580	BL07LSU	永村 直佳	Spectrum Adapted Expectation-conditional Maximization Algorithm for Extending High-throughput Peak Separation Method in XPS Analysis
			2019A7451	BL07LSU	永村 直佳	
			2015A7482	BL07LSU	吹留 博一	
			2014B7472	BL07LSU	吹留 博一	
			2013B7451	BL07LSU	吹留 博一	
			2013A7443	BL07LSU	吹留 博一	
2012B7402	BL07LSU	堀場 弘司				

### Solid State Ionics

43076	Yoichiro Tsuji	357 (2020) 115502	2018B1437	BL37XU	折笠 有基	Surface Analysis of Lanthanum Strontium Cobalt Oxides under Cathodic Polarization at High Temperature through <i>Operando</i> Total-Reflection X-ray Absorption and X-ray Fluorescence Spectroscopy
			2019A1287	BL37XU	折笠 有基	
			2019B1289	BL37XU	折笠 有基	
			2019B1295	BL01B1	折笠 有基	
			2019B1363	BL37XU	折笠 有基	

### Structure

43072	Tsukasa Kusakizako	27 (2019) 293-301	2018A2544	BL32XU	石谷 隆一郎	Structural Basis of H <sup>+</sup> -Dependent Conformational Change in a Bacterial MATE Transporter
			2012B1146	BL32XU	塚崎 智也	
			2013A1128	BL32XU	塚崎 智也	
			2013A1168	BL32XU	瀧木 理	

### Zeitschrift fur Naturforschung B

42883	Akira Yoshiasa	76 (2021) 591-597	2014B1043	BL04B2	吉朝 朗	High-temperature Diffraction Experiments and Phase Diagram of ZrO <sub>2</sub> and ZrSiO <sub>4</sub>
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	------	---

### 日本磁気学会論文特集号 (Transaction of the Magnetism Society of Japan Special Issues)

42923	Ken Masuzawa	(2022) Online published 25 Jan. 2022	2020A1119	BL17SU	小桐 真人	Analysis of the Coercivity Mechanism of YIG Based on the Extended Landau Free Energy Model
			2021A1447	BL17SU	小桐 真人	
			2021B1430	BL17SU	小桐 真人	
			2019B1181	BL17SU	小桐 真人	
			2019A1175	BL17SU	小桐 真人	

日本複合材料学会誌 (Journal of the Japan Society of Composite 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
43017	Ryosuke Shoya	47 (2021) 186-193	2020A0655	BL20XU	高橋 航圭	In-situ Tensile and Fatigue Testing for Detection of Interfacial Debonding between Carbon Fibers and Epoxy Matrix by Synchrotron Radiation X-ray Nano-CT

博士論文 (大阪大学)

42931	Masato Anada	(2020)	2012B4901	BL15XU	若林 裕助	Structural Condensed Matter Physics Study of Strongly Correlated LaMO <sub>3</sub> (M = Mn, Ni) Interfaces
			2013A4901	BL15XU	若林 裕助	
			2019A1113	BL13XU	若林 裕助	
43208	Yu Tomofuji	(2022)	2017B1062	BL40B2	寺尾 憲	The Conformational Transformation of Multi-Stranded Helical Polysaccharides and Complexation with Nanoparticles in Aqueous Media
			2018A1124	BL40B2	寺尾 憲	
			2018B1088	BL40B2	寺尾 憲	
			2019A1072	BL40B2	寺尾 憲	
			2019B1113	BL40B2	寺尾 憲	
			2020A1132	BL40B2	寺尾 憲	
			2020A0529	BL40B2	寺尾 憲	
			2021A1092	BL40B2	寺尾 憲	
43238	Sitanan Sartyoungkul	(2020)	2018B1419	BL02B1	焼山 佑美	Properties of Triazasumanene and Related Cyclic Triamides

博士論文 (University of Warwick)

42886	Daniel O'Neill	(2021)	2018B1528	BL08W	Duffy Jonathan	Studies of Electronic Structure of Novel Phenomena using Magnetic Compton Scattering
			2018A1432	BL08W	Duffy Jonathan	
			2016A0131	BL08W	Duffy Jonathan	
42897	David Kersh	(2016)	2012B0045	BL08W	Duffy Jonathan	Electronic Structure Studies of Exotic Phenomena using Magnetic Compton Scattering

博士論文 (京都大学)

43104	Shin Ryu	(2021)	2016B1008	BL01B1	今井 英人	Structural Studies of Pt-Based Electrocatalysts for Polymer Electrolyte Fuel Cells
			2016B1012	BL37XU	今井 英人	
			2019B1016	BL37XU	内本 喜晴	
			2019B1015	BL02B2	内本 喜晴	
43267	Lavakumar Avala	(2021)	2021A1039	BL46XU	辻 伸泰	Microstructural and Mechanical Nature of Low Alloy Multiphase Steel Composed of Ferrite, Martensite, and Austenite
			2021A1618	BL46XU	辻 伸泰	
			2019A1783	BL46XU	辻 伸泰	
			2019B1030	BL46XU	辻 伸泰	
			2020A1021	BL46XU	辻 伸泰	
			2020A1854	BL46XU	辻 伸泰	

博士論文 (Charite - University Medicine Berlin)

42989	Luisa Sauthof	(2021)	2018B8076	BL2	Orville Allen	Structural Investigation of the Photocycle of the Bacterial Bathy Phytochrome Agp2 PAiRFP2
-------	---------------	--------	-----------	-----	---------------	--

博士論文 (Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf)

42987	Anja Schuster	(2021)	2018B8090	BL3	Kraus Dominik	Recovery of Nanodiamonds from Dynamically Shock-compressed Graphite and Hydrocarbon Samples
-------	---------------	--------	-----------	-----	---------------	---

博士論文 (University of Edinburgh)

43112	Veronika Afonina	(2018)	2016B1404	BL10XU	Howie Ross	Optical Studies of Diatomic Molecules at Extreme Conditions
-------	------------------	--------	-----------	--------	------------	---

博士論文 (九州大学)

43105	Makoto Miyajima	(2022)	2018A1560	BL46XU	土井 教史	Study on Structural Analysis of Tribofilms Formed from Sulfur Extreme Pressure Additives
			2018B1771	BL46XU	土井 教史	
			2019B1691	BL46XU	宮島 慎	

博士論文 (東京大学)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
43102	Kohei Yamamoto	(2022)	2017A8048	BL1	松田 巖	Photo-induced Spin Dynamics of Ferro- and Antiferromagnetic Thin Films Studied by Synchrotron Radiation
			2017B8060	BL3	和達 大樹	
			2017B8088	BL3	久保田 雄也	
			2018A7402	BL07LSU	山崎 裕一	
			2018A8011	BL1	山崎 裕一	
			2018B8026	BL1	山崎 裕一	
			2018B7402	BL07LSU	山崎 裕一	
			2018B8040	BL1	小嗣 真人	
			2018B8052	BL1	松田 巖	
			2019A7402	BL07LSU	山崎 裕一	
			2019A8020	BL1	山崎 裕一	
			2019B7402	BL07LSU	山崎 裕一	
2019B8059	BL1	山本 航平				
2020A8122	BL1	山本 航平				

博士論文 (東京工業大学)

42929	Takahiro Ogino	(2022)	2020A1139	BL13XU	平山 博之	Interface Effect on Two-dimensional Superconductivity of $\sqrt{7}\times\sqrt{3}$ -In-rect on Si(111) $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -B
-------	----------------	--------	-----------	--------	-------	---

博士論文 (東京理科大学)

43170	Ryohei Tsuruta	(2021)	2018B1865	BL19B2	鶴田 諒平	有機分子間ヘテロエピタキシャル接合の構造と成長メカニズムに関する研究
			2018A1755	BL46XU	鶴田 諒平	
			2019A1715	BL19B2	鶴田 諒平	
			2019B1908	BL19B2	鶴田 諒平	
			2015A1685	BL46XU	中山 泰生	
			2015B1624	BL46XU	中山 泰生	
			2016B1612	BL46XU	中山 泰生	
			2017A1570	BL46XU	中山 泰生	
			2017A1815	BL19B2	中山 泰生	
			2017B1624	BL46XU	中山 泰生	
2020A1627	BL19B2	中山 泰生				

博士論文 (三重大学)

43002	Akinori Nakano	(2021)	2019A1595	BL40B2	鳥飼 直也	Studies on Condition and Mechanism of $\alpha$ -gel Formation Exhibiting Pearl Luster
			2020A1581	BL40B2	鳥飼 直也	

課題以外の成果として登録された論文

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
42984	Keisuke Sakurai	65 (2009) 80-83		BL41XU	Substrate Binding Induces Structural Changes in Cytochrome P450cam
				BL44XU	
43098	Mayumi Kanagawa	66 (2010) 893-898	理研	BL26B2	Structures of Hypoxanthine-guanine Phosphoribosyltransferase (TTHA0220) from <i>Thermus thermophilus</i> HB8

The Journal of Biochemistry

42902	Hiroko Ikushiro	146 (2009) 549-562		BL38B1	Structural Insights into the Enzymatic Mechanism of Serine Palmitoyltransferase from <i>Sphingobacterium multivorum</i>
43110	Yoshinori Matsuura	148 (2010) 449-458	理研	BL28B2	Remarkable Improvement in the Heat Stability of CutA1 from <i>Escherichia Coli</i> by Rational Protein Design

Journal of Molecular Biology

42891	Tsuyoshi Shirai	391 (2009) 390-403		BL38B1	Structure of Rhamnose-binding Lectin CSL3: Unique Pseudo-tetrameric Architecture of a Pattern Recognition Protein
43021	Masayuki Okuyama	392 (2009) 1232-1241		BL41XU	Catalytic Mechanism of Retaining $\alpha$ -Galactosidase Belonging to Glycoside Hydrolase Family 97

### 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
43064	P. Gayathri	65 (2009) 847-857		BL44XU	Biochemical and Structural Characterization of Residue 96 Mutants of Plasmodium falciparum Triosephosphate Isomerase: Active-site Loop Conformation, Hydration and Identification of a Dimer-interface Ligand-binding Site

### Biochemical and Biophysical Research Communications

43117	Takashi Matsumoto	400 (2010) 369-373	理研	BL26B2	Crystal Structures of MKK4 Kinase Domain Reveal that Substrate Peptide Binds to an Allosteric Site and Induces an Auto-inhibition State
-------	-------------------	-----------------------	----	--------	---

### Biochimica et Biophysica Acta - Proteins and Proteomics

43134	Mary Rose G. Tandang-Silvas	1804 (2010) 1432-1442		BL38B1	Conservation and Divergence on Plant Seed 11S Globulins Based on Crystal Structures
-------	-----------------------------	--------------------------	--	--------	---

### BMC Structural Biology

42894	Takuji Oyama	9 (2009) 2		BL40B2	Atomic Structures and Functional Implications of the Archaeal RecQ-like Helicase Hjm
				BL41XU	

### The FEBS Journal

42892	Yasuyuki Kawashima	276 (2009) 2547-2556		BL38B1	Molecular Design of a Nylon-6 Byproduct-degrading Enzyme from a Carboxylesterase with a $\beta$ -lactamase Fold
				BL41XU	

### Journal of Biological Inorganic Chemistry

43095	Osami Shoji	15 (2010) 1331-1339	理研	BL26B1	Understanding Substrate Misrecognition of Hydrogen Peroxide Dependent Cytochrome P450 from Bacillus Subtilis
-------	-------------	------------------------	----	--------	--

### Journal of the American Chemical Society

43065	Takashi Hayashi	131 (2009) 1398-1400		BL44XU	A Role of the Heme-7-Propionate Side Chain in Cytochrome P450cam as a Gate for Regulating the Access of Water Molecules to the Substrate-Binding Site
-------	-----------------	-------------------------	--	--------	---

### Nature

42849	Eiji Obayashi	454 (2008) 1127-1131		BL41XU	The Structural Basis for an Essential Subunit Interaction in Influenza Virus RNA Polymerase
-------	---------------	-------------------------	--	--------	---

### Nature Structural and Molecular Biology

42983	Xu Zhang	16 (2009) 89-90		BL41XU	Crystal Structure of TIPE2 Provides Insights into Immune Homeostasis
-------	----------	--------------------	--	--------	--

### Nucleic Acids Research

42982	Sung Chul Ha	37 (2009) 629-637		BL41XU	The Structures of Non-CG-repeat Z-DNAs Co-crystallized with the Z-DNA-binding Domain, hZ $\alpha$
-------	--------------	----------------------	--	--------	---

### Physical Review X

42954	Daisuke Takegami	12 (2022) 011017		BL12XU	CaCu <sub>3</sub> Ru <sub>4</sub> O <sub>12</sub> : A High-Kondo-Temperature Transition-Metal Oxide
-------	------------------	---------------------	--	--------	---

### Protein Science

42890	Taku Ohki	18 (2009) 1662-1673		BL38B1	Two Alternative Modes for Optimizing Nylon-6 Byproduct Hydrolytic Activity from a Carboxylesterase with a $\beta$ -lactamase Fold: X-ray Crystallographic Analysis of Directly Evolved 6-aminohexanoate-dimer Hydrolase
				BL41XU	

### Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics

43135	Han-Woo Kim	78 (2010) 496-500		BL38B1	Structure of Hyperthermophilic Endocellulase from <i>Pyrococcus horikoshii</i>
-------	-------------	----------------------	--	--------	--

### Review of Scientific Instruments

42840	Gota Yamaguchi	92 (2021) 123106	光学系	BL1	Copper Electroforming Replication Process for Soft X-ray Mirrors
-------	----------------	---------------------	-----	-----	--

### Scientific Reports

42882	Shinji Kohara	11 (2021) 22180		BL04B2	Relationship between Diffraction Peak, Network Topology, and Amorphous-forming Ability in Silicon and Silica
-------	---------------	--------------------	--	--------	--

## 2021B 期における SPring-8/SACLA ユーザー要望等について

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

SPring-8 および SACLA では、各ビームタイム終了後に実験グループごとに「ビームタイム終了届」を提出いただいております。ビームタイム終了届には、次の利用者へのアドバイスや施設に対する要望、提案等を記入いただいております。

2021B 期における要望等の状況は下記のとおりです。これら要望等と、それに対する施設側の回答（内容により、必ずしも全てではありません）につきましては、User Information で公開されています。

### 1. 2021B 期 要望等全体概要

2021B 期	実施課題数	利用実験数 (報告書数)	うち、要望等コメントがある <sup>*1</sup> 報告書数		
			技術的 要望等	施設他 要望等	その他 (お礼)
SPring-8 共用 BL	807	1,249	21	24	159
SACLA 共用 BL	46	50	8		

<sup>\*1</sup> 「なし」「None」等のコメントを除く。

#### <SPring-8 共用 BL 技術的要望等 (計 21 件) の研究分野/手法<sup>\*2</sup> 別内訳>

分野 手法	生命科学 医学応用	物質科学 材料科学	化学	地球・ 惑星科学	環境科学	産業利用
X線回折	4	1	3	1		1
X線散乱		1				
X線非弾性散乱		2				
X線・軟X線吸 収分光					1	1
光電子分光		1				
X線イメージ ング	2		1	1		
その他						1

<sup>\*2</sup> 課題申請時の利用者申告ベース。

### 2. 2021B 期 要望等の内容 (一部抜粋)

#### (1) 技術的要望等

○お陰様で計画通り全ての試料の測定を行うことができました。測定時間計算 (予測) プログラムは重宝しています。もしもできるのであれば、SSD の高エネルギー領域での高感度化、SSD の数を増やした高角度領域までの同時測定が望まれます。

【物質科学・材料科学/光電子分光】

○なんとか、高温測定 (~200°C くらい) ができるようになりませんかでしょうか。

【化学/X線回折】

○今回の測定とは直接関係がありませんが、今回の結果を踏まえた先の実験として SEC-SAXS の測定が行いたいと考えていて、その際に多状態が混合した状態を測定する必要があります。多状態の成分分析をするために SEC-SAXS で吸収スペクトル (単波長での吸光度測定ではなく) が測定できると SEC-SAXS の有効性が上がると思います。ご検討頂ければ幸いです。

【生命科学/X線散乱】

○高分解能コンプトン散乱に関する有益な測定ができた。現状では全く問題はなかったが、ビームライン担当者より今後検出器等の老朽化による故障の可能性も示唆されたので、継続的に課題申請が可能ないように設備更新を望む。

【物質科学・材料科学/X線非弾性散乱】

#### (2) 施設その他要望等

○ファミリーマートが施設内にあるのは嬉しいが、営業時間をもう少し長くしてほしい。午前中が 10:30 からなので、ビームタイム開始 10:00 に間に合う 9:00 からだと嬉しい。公共の交通機関で来るので、空港のような大きい台車・カートが警備室付近で借りれたら、バス下車後から宿舎まで、宿舎からビームラインまでの移動が楽である。郵送する手段もあるが、実験器具や装置はギリギリまで大学で使用するので郵送は難しく、いつもキャリーバックに詰めて大荷物で来ている。

○液体窒素置き場から小分けして使用するための容器の断熱が悪いものが多い気がします。

○携帯電話の電波がビームラインで使えず、エリアの拡張をお願いしてきているところですが、今回、24 時頃の夜の時間帯、BL26B1 ビームラインの外側でも電波が届かず、かなり不便でした。周辺ビームラインのユーザーの利便性のためにも改善をお願いします。携帯電話が使えない共同利用施設があるなどは、大学や研究者が思うはずもなく、ちゃんと説明すればするほど、SPring-8 の実験のイメージダウンにつながっています。

○ディスカッション用のホワイトボードがあった方が、実験をよりスムーズに遂行することができますのでご検討宜しくお願い致します。

3. 要望等及び施設側回答の公開場所

SPring-8/SACLA User Information のいずれからも検索・閲覧ができます。

[検索・閲覧手順]

- ① 「ビームタイム終了届 (ビームタイム利用報告書) (要望・回答) 検索」
- ② 利用期、ビームライン番号等を入力
- ③ 「検索」

The first screenshot shows the homepage of the SPring-8/SACLA User Information system. A red box highlights the '情報' (Information) icon in the navigation menu. A red arrow points from this icon to the second screenshot.

The second screenshot shows the '情報' (Information) page. A red box highlights the link 'ビームタイム終了届 (ビームタイム利用報告書) (要望・回答) 検索' in the 'ユーザーからの成果報告' (User Reports) section. A red arrow points from this link to the third screenshot.

The third screenshot shows the search results for 'ビームタイム利用報告書検索'. The table below contains the search results.

期	ビームライン	お問い合わせに関するお問い合わせ内容に関する要望、回答	SPring-8/SACLA 対応内容
2020年	BL4882	施設側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。 システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。 システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	管理職が利用できるように、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL1882	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL1382	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL2881	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL4781	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL2881	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL0481	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL2882	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL2781	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL1482	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。
2020年	BL4882	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。	調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。システム側からの依頼や申請の進捗状況から、調整スケジュール等管理職への入力の改善が実施されています。

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 物質分析・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

本間 徹生、渡辺 剛、大淵 博宣、安野 聡

1. はじめに

産業利用・産学連携推進室、物質分析・解析チームは、産業利用・産学連携ユーザーの利用促進および利用支援をミッションとしている。本チームが活動を行っているビームラインおよび分析手法は BL14B2 (XAFS) および BL46XU (HAXPES) であり、分光技術を担当している。主に産業界ユーザーの利便性の向上を目的とした自動化などによる高能率化および実用材料の動作環境下における電子状態・局所構造解析を行うためのその場測定の実環境整備などを行っている。また、解析に役立つ標準試料などのデータベース構築に取り組んでいる。本稿では、自動化、その場測定環境整備、データベース構築などに関する活動状況について報告する。

2. XAFS 測定自動化/BL14B2

BL14B2 では広範な産業界ニーズへ応えるために、高能率で XAFS 測定を実施することが求められている。我々はこれまでに、この目標を達成するために多くの技術開発に取り組んできた。本節では、この開発の主要素である自動試料交換装置について紹介する。

BL14B2 に設置されている自動試料交換装置「HummingBird」の概略写真を図 1 示す<sup>[1]</sup>。HummingBird は、初代の自動試料交換装置「Sample Catcher」<sup>[2]</sup>の後継機として、2019 年度より稼働を開始している 2 代目の自動試料交換装置である。HummingBird の装置構成は、大別すると、①試料装填部および②試料搬送部に分けられる。①試料装填部では試料ホルダーラックに、市販スライドマウントなどに固定された試料およびホルダーを並べる。HummingBird では、一度に装填できる試料ホルダー

数は 120 個となっている。このためユーザーは、ハッチの入退出なしで多くの試料を短時間で XAFS 測定することが可能となっている。一方、②試料搬送部は、試料を保持する試料保持部、試料の回転を行う回転ステージ、4 台のリニアステージによる並進動作機構で構成されている。これら機構を組み合わせることで HummingBird は、迅速に試料ホルダーを所定の X 線照射位置まで運搬・保持することが可能となっている。

HummingBird を用いて XAFS 測定を行う場合、ユーザーは図 2 に示す Excel シートに測定条件を記入し、さらに Excel シートを計測プログラムに読み込ませることで連続測定を開始することができる。

BL14B2 では本節で紹介した自動試料交換装置だけでなく、自動光学調整、自動 XAFS 測定データ変換プログラムが整備されている<sup>[2-4]</sup>。これらの開発の結果、BL14B2 では XAFS 測定経験が少ない産業界のユーザーでも、高能率で XAFS 測定が実施できる環境が整備されている。

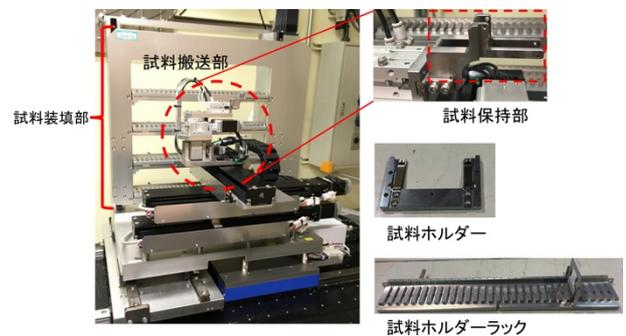


図 1 自動試料交換装置 HummingBird。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	測定条件	アップロード														
2	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
3	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
4	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
5	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
6	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
7	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
8	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名
9	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名	試料名

図 2 HummingBird で XAFS 測定を行う際の測定条件を記入する Excel シート。

### 3. XAFS 標準試料データベース/BL14B2

XAFS 標準試料データベースは、BL14B2 にて測定した標準試料の XAFS スペクトルデータを収集し、系統的に整理し提供するデータベースである。XAFS スペクトルを解析する際、結晶構造が既知である標準試料の XAFS スペクトルを比較・参照することで構造が未知である試料の XAFS スペクトルを解析することがよく行われている。しかしながら、全てのユーザーが解析に適切な標準試料を準備できるとは限らない。加えて、標準試料の調製や測定に時間がかかるため、限られたビームタイム内でこれらの作業を行うことが時間的な手間となることが多い。

本データベースには、SPring-8 産業利用・産学連携推進室ホームページ内にある BL14B2 XAFS 標準試料データベース (BENTEN<sup>15,6)</sup>版) の Web サイト<sup>7)</sup>から接続することができる (図3)。この Web サイトには本データベースの利用方法や登録試料、注意事項についての情報が記載されている。本データベースを利用するには SPring-8 User Information のアカウント (ユーザーカード番号) が必要であったが、2022 年 1 月から個人のメールアドレスを所有している人なら誰でも利用できるようになった (図4)<sup>8)</sup>。ユーザーカード番号またはメールアドレスにて正常にログインが行われると、メールアドレス認証 (二要素認証) に関する画面 (図5) が表示されるので、メール送信ボタンを押すことによりメールアドレスに BENTEN 認証に関するメールが送信される。送られたメール内容に従って BENTEN 利用の承認手続きを進めることで本データベースを利用できるようになる。

本データベースに登録されている標準試料はいずれも市販品で、純度や組成などの情報が入手可能な試薬を用いている。これまでに 36 元素、720 試料、1604 スペクトルの XAFS スペクトルデータが収録されている (図6、2022 年 2 月 1 日現在)。また、標準試料を測定する際に図7のような配置にて参照試料を同時に測定したスペクトルデータの登録を 2022 年 1 月より開始した。参照試料には大気中で安定な金属箔や酸化物を使用した。例えば、Pb 端では Pb 箔、Eu 端では Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を参照試料として測定に用いている。これにより、参照試料のスペクトルを比較することで、各標準試料、測定日、測定施設などの違いに対するスペクトルの



図3 BL14B2 XAFS 標準試料データベース Web サイト。



図4 メールアドレスでのログイン画面。

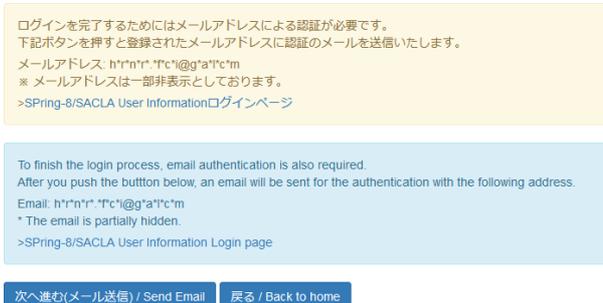


図5 メールアドレス認証 (二要素認証) に関する画面。

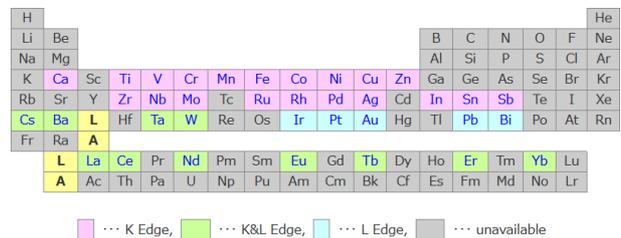


図6 データベースに登録されている元素 (2022 年 2 月 1 日現在)。



図7 標準試料および参照試料、検出器の配置。

エネルギー軸のずれを補正することができる。ただし、一般的に測定日や測定施設の違いによってエネルギー分解能が異なるため、スペクトル形状に違いが生じる。

本データベースは前述のように未知試料の XAFS スペクトルを解析する際の比較・参照データとして活用する以外に、XAFS 測定の事前検討、他施設のデータとの比較に用いることができる。また、機械学習を含む情報処理技術を用いて材料開発を行うマテリアルズ・インフォマティクスへの活用が期待される。

#### 4. 反応性ガス供給排気装置および試料調製環境整備 /BL14B2

排ガス処理触媒などの環境触媒や有機合成反応に使われる工業触媒における反応過程をその場測定するためには、反応性ガスを安全に供給し、かつ環境基準を満たすように処理し蓄積リング棟外の大気中に排気する設備が必要である。BL14B2 では反応性ガス雰囲気下におけるその場 XAFS 測定を行うための環境整備を行ってきた。

反応性ガスを利用するための設備として反応性ガス供給排気装置 (図8) を整備した<sup>[2]</sup>。この装置は、可燃性ガスを爆発下限界濃度以下にするためのガス希釈処理装置、および毒性ガスを許容濃度以下に処理する除害装置を備え、水素、メタンなどの可燃性ガス、酸素などの支燃性ガスだけではなく、一酸化炭素、アンモニア、硫化水素、一酸化窒素などの毒性ガスも利用可能である。また、各種ガスを混合して流すためのガス混合装置、高温下で測定を行うための in-situ セル、反応後のガス成分を分析するためのガス分析装置なども整備している。ビームラインにおいて水素、酸素、



図8 反応性ガス供給排気装置。

一酸化炭素、一酸化窒素、窒素およびヘリウムガスボンベを所有しているため、これらのガスを利用した XAFS 測定を行う場合、測定試料のみ持参するだけで反応性ガス雰囲気下その場 XAFS 測定が可能となっている。これら設備の詳細については、産業利用・産学連携推進室のホームページ (ガス供給排気装置関連)<sup>[9]</sup>において紹介している。反応性ガス供給排気装置は、主な用途として装置の導入当初に予定していた排ガス処理触媒のみならず燃料電池の電極材料、二酸化炭素からメタノールを合成する触媒、脱石油化学を志向した有機合成触媒など、世界規模で重要な課題となっている環境・エネルギー問題を解決するための多様な技術の開発に利用されている。

また、ユーザーが触媒試料などの前処理や有機合成反応を行うにあたって化学薬品を使用する際、および XAFS 測定用試料の調製を行う際に、安全かつ効率的に操作が行えるようにするための設備を BL14B2 測定準備室に整備した。その設備は、用途に応じて酸・アルカリ用と有機溶剤用の2基のヒュームフード、実験台、ステンレス製流し台、グローブボックスで構成される。ヒュームフードは、試料処理に用いる塩酸などの酸、水酸化ナトリウムなどのアルカリおよびトルエンなどの有機溶媒を内部で安全に使用し、ヒュームフード内のガスをスクラバーで処理後、蓄積リング棟外の大気中に安全に排気する機能を持つ。実験台およびステンレス製流し台は、安全かつ効率的に XAFS など測定用試料の調製や試料調製に使用した乳鉢などの洗浄に使用する。グローブボックスは、Ar などの不活性ガス (99.999%以上) を還元銅触媒とモレキュラー



図9 BL14B2 測定準備室内に設置されたグローブボックス、ヒュームフードおよび実験台。

シーブによって酸素および水分を除去精製しグローブボックス内を循環させることによって、グローブボックス内の酸素および水分値を 1 ppm 以下にする機能を有している。図 9 に BL14B2 測定準備室内に設置されたグローブボックス、ヒュームフード、実験台の写真を示す。このような試料調製環境整備によって、これまでほとんど利用されることがなかった金属錯体触媒の反応溶液中の構造解析が容易に実施できるようになっている。

### 5. 硬 X 線光電子分光法 (HAXPES) /BL46XU

BL46XU には Scienta Omicron 製の R4000L1-10 kV を光電子エネルギー分析器として備える HAXPES 装置が設置されている<sup>[10]</sup>。試料深部における非破壊結合状態分析の特徴を活かし、これまでに産業界を中心として二次電池、半導体、触媒、金属など広範な研究分野での利用が進んでいる。

一方で、HAXPES は基礎的なデータや公表された測定事例が少なくデータの解釈 (ケミカルシフト、組成定量) に必要なデータベースが確立されていない課題があり、更なる普及拡大の妨げとなっている。このため、我々は HAXPES の実用的な分析手法としての定着化とユーザーの利便性向上を目的としたデータベース開発に関する取り組みを行ってきた。これまでに、ケミカルシフトの参考となるスペクトルデータについて金属を中心とした 32 元素 300 スペクトル程度を収集し、2020 年より SPring-8 実験データ転送システム BENTEN<sup>[5,6]</sup>を用いた Web 上でのデータ公開を開始し

ている (図 10)。その他、組成定量の際に必要な相関感度係数について、Wagner らが軟 X 線光電子分光法で提唱している化合物を使った相対感度係数の評価方法<sup>[11]</sup>をもとにした検討を行ってきた。具体的には O 1s を基準にした実測の相対感度係数 (O 1s ピーク強度に対する各元素の内核励起ピーク強度) の結合エネルギー依存性を評価し、光イオン化断面積と光電子の非弾性平均自由行程の理論計算値から見積もった相対感度係数との比較から同手法の妥当性を実証した。図 11 には、励起エネルギー 7.94 keV で測定した 2p<sub>3/2</sub> ピークの実測値と理論計算値の相対感度係数を比較した結果を示す。おおむね傾向の良い一致が見られており、O 1s を使った取得方法の適用が妥当であることが示されている。その後、励起エネルギー依存性および内核励起ピーク依存性の検討を進め、これまでに各元素の 1s、2p、3d、4f 軌道における各励起 X 線エネルギー

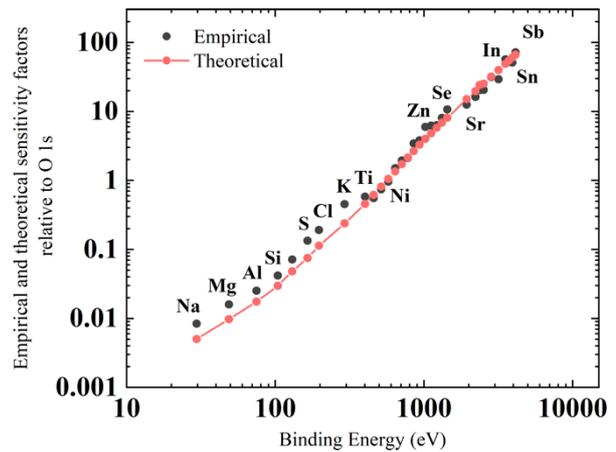


図 11 各元素の 2p<sub>3/2</sub> ピークにおける相対感度係数の実測値と理論計算値の比較結果。

#### Ti Metal (Z=22) (Ar<sup>+</sup> sputtering)

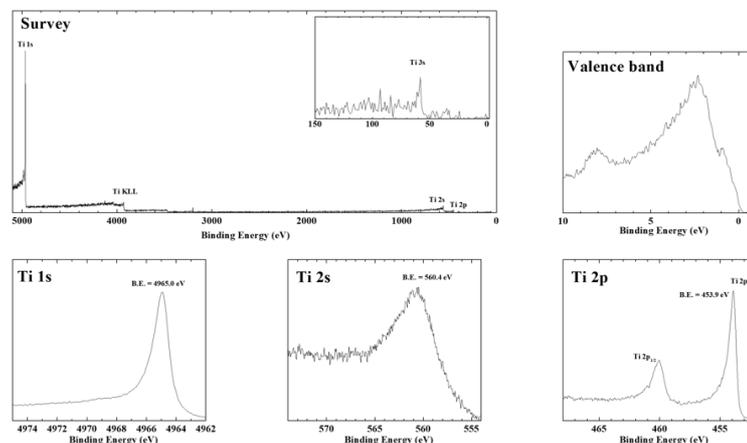


図 10 HAXPES スペクトルデータベースの例。

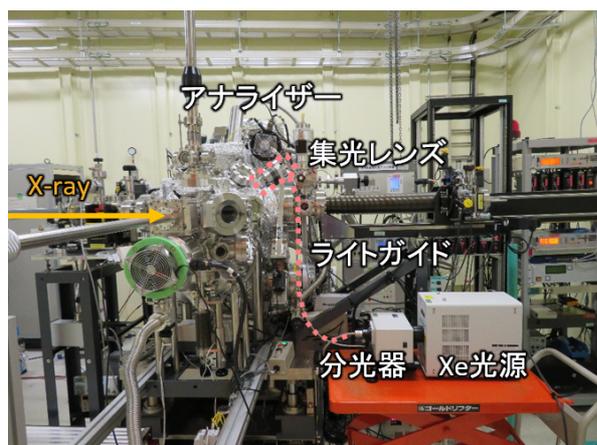


図 12 BL46XU に設置されるバンドギャップ光励起 HAXPES 装置。

(5.95、7.94、9.92 keV) の相対感度係数のテーブルデータを公開し、ユーザーでの利用も進んでいる<sup>[12,13]</sup>。

その他、多層膜構造など実際のデバイスに近い構造におけるバンドアライメントの定量的評価を可能とすることを目的として、HAXPES 装置をベースにバンドギャップ光励起による表面光起電力 (SPV; Surface photo-voltage) を応用した電子状態評価技術を開発した<sup>[14]</sup>。図 12 に本装置の外観写真を示す。Si や SiC の多層膜構造における半導体デバイスのバンドアライメントの評価の他、波長依存性を応用したバンドギャップ評価、光が誘起する材料の劣化現象などを観測することに成功した。本評価技術が半導体材料の評価に限定されず、光が関係する広範な材料、現象へ応用展開できることを見出した。

## 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。XAFS では BL01B1 と BL14B2、HAXPES では BL09XU と BL46XU の一体運用が検討されている。BL14B2 (XAFS) と BL46XU (HAXPES) において、課題申請における審査分野がこれまでは産業利用のみであったが、産業利用以外の分野からの申請が、2022A 期から BL46XU で可能となっている。また、2022B 期から BL14B2 においても可能となる。今後の計画として、BL14B2 では XAFS 分析の更なる高能率化を目指し、試料調製、反応性ガス供給排気装置などの自動化を軸とした技術開発を予定している。BL46XU では近年の共用 HAXPES 全体における高い

競争率の緩和を目指した自動計測 HAXPES 装置によるハイスループット化と環境制御 HAXPES 装置による非真空下測定技術の 2 つの技術開発を軸としたビームラインの改造を予定している。

## 参考文献

- [1] K. Osaka *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **1741** (2016) 030003.
- [2] T. Honma *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **1234** (2010) 13-16.
- [3] T. Honma *et al.*: *SPring-8 • SACLA Annual Report FY2009* (2010) 60-62.
- [4] T. Honma *et al.*: *SPring-8 • SACLA Annual Report FY2010* (2011) 62-64.
- [5] T. Matsumoto *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **2054** (2019) 060076.
- [6] 実験データ転送システム BENTEN (<https://benten.spring8.or.jp/>)
- [7] BL14B2 XAFS 標準試料データベース [BENTEN 版] ([http://support.spring8.or.jp/xafs/standardDB\\_02/standardDB.html](http://support.spring8.or.jp/xafs/standardDB_02/standardDB.html))
- [8] BENTEN Guest Login ([https://benten.spring8.or.jp/guest\\_login/](https://benten.spring8.or.jp/guest_login/))
- [9] ガス供給排気装置関連 ([https://support.spring8.or.jp/xafs/in-situ\\_02/gas\\_system.html](https://support.spring8.or.jp/xafs/in-situ_02/gas_system.html))
- [10] S. Yasuno *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **1741** (2016) 030020.
- [11] C. D. Wagner *et al.*: *Surf. Interface Anal.* **3** (1981) 211-225
- [12] S. Yasuno *et al.*: *Surf. Interface Anal.* **50** (2018) 1191-1194.
- [13] S. Yasuno *et al.*: *Surf. Interface Anal.* **52** (2020) 869-874.
- [14] 安野聡: *SPring-8/SACLA 利用者情報* **24** (2021) 22-28.

## 本間 徹生 HONMA Tetsuo

(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 : 0791-58-0924  
e-mail : honma@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 : 0791-58-0924  
e-mail : t5511001@spring8.or.jp

大淵 博宣 OFUCHI Hironori

(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 : 0791-58-0924  
e-mail : ofuchi@spring8.or.jp

安野 聡 YASUNO Satoshi

(公財) 高輝度光科学研究センター  
放射光利用研究基盤センター 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 : 0791-58-0924  
e-mail : yasuno@spring8.or.jp

## SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長に就任して

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長  
筑波大学 数理物質系 西堀 英治

2022年1月13日に開催されたSPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 2021年度第3回評議員会で、評議員の互選により、第6期のSPRUC会長に選出されました。これまで雨宮慶幸第1期会長、高原淳第2期会長、中川敦史第3期会長、水木純一郎第4期会長、木村昭夫第5期会長により発展してきた基盤を継承し、更なる発展的な活動ができるよう取り組んでいきますのでご支援よろしくお願ひいたします。

各幹事は、下記の方々をお願いすることにいたしました。

庶務幹事	鈴木 基寛 (関西学院大学)
広報・渉外幹事	竹中 幹人 (京都大学)
利用幹事	小林 正起 (東京大学)
利用幹事	松田 巖 (東京大学)
行事幹事	杉本 邦久 (近畿大学)
行事幹事	松下 智裕 (奈良先端科学技術大学院大学)
行事幹事	松村 大樹 (日本原子力研究開発機構)
編集幹事	南後恵理子 (東北大学)
会計幹事	久保田佳基 (大阪公立大学)
企画幹事	永村 直佳 (物質・材料研究機構)

上記各幹事の他に、会長を補佐していただくために学術界のSPring-8担当として原田慈久氏(東京大学)、SACLA担当として米田仁紀氏(電気通信大学)、産業界から谷山明氏(日本製鉄)に副会長をお引き受けいただきました。また、各研究会の全体を取りまとめる利用委員会の委員長は、原田慈久氏に副会長と兼任いただき、企画委員会の委員長は、矢代航氏(東北大学)にお引き受けいただきました。

SPring-8 シンポジウムだけでなく、SPring-8 秋の学校やBLs アップグレード検討ワークショップなど、年々増加しているSPRUCが主催する行事を円滑に進めるために、全体を取りまとめる行事委員会を新たに

設置しました。行事委員会委員長は、前利用委員長である田中義人氏(兵庫県立大学)にお引き受けいただきました。

ここ1、2年で新型コロナウイルス感染症の影響とも相まって進んだSPring-8、SACLAの自動化・遠隔化のDXの取り組みや、SPring-8-IIに向けたビームラインのアップグレード、Sustainable Development Goals (SDGs) やカーボンニュートラルの実現に向けたSPring-8のグリーンファシリティ宣言、SPring-8 データセンター構想や利用制度の変更などによって、ユーザーから見たSPring-8利用が急激に変化していると感じています。このような状況の下で、SPring-8、SACLAの全利用者から構成されるSPRUCが、研究分野や利用形態・利用頻度の異なる多種多様なユーザーの要望や意見を拾い上げ、施設に届ける取り組みを進めたいと考えています。SPRUCの主要行事である、SPring-8シンポジウムとBLsアップグレード検討ワークショップをそのための重要行事と位置付け、新設した行事委員会によりこの取り組みを強化していきます。

SPring-8、SACLAの外側に目を向けると、東北に建設中の次世代放射光施設やJ-PARCなどの中性子施設など、SPRUC会員と関連する共用の大型研究施設の建設や利用の活発化が進んでいます。SPRUCでも第5期研究会より放射光・中性子連携利用研究会が立ち上がり活動が進められています。10,000人を超えるSPRUC会員の研究活動の効果的な推進に向けた、ユーザーグループ間の連携についても議論を始めたいと考えています。



西堀 英治 Nishibori Eiji

筑波大学 数理物質系  
〒305-8571 茨城県つくば市天王台1-1-1  
TEL : 029-853-6118  
e-mail : nishibori.eiji.ga@u.tsukuba.ac.jp

## 「SPRUC 2022 Young Scientist Award」の実施について

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) では今年度で 11 回目となる「SPRUC 2022 Young Scientist Award」を実施いたします。

つきましては、以下の募集要項にてご推薦いただきますようよろしくお願いいたします。

### 記

#### SPRUC 2022 Young Scientist Award 募集要項

1. 目的：将来の放射光科学を担う優秀な若手会員の研究を奨励し、SPring-8 ユーザー協同体をより活性化するために本賞を設ける。  
※募集にあたっての選考委員会からのコメント  
本賞は、SPring-8/SACLA の利用法や解析手法の開発に顕著な成果を創出した若手研究者、あるいは測定手法や解析手法は確立された方法であったとしても、SPring-8/SACLA の特徴を活用し測定対象の分野にとって顕著な成果を創出した若手研究者に与えられる賞である。なお、学術以外に、事業化や製品化につながる成果や産業応用に資する成果も対象とする。
2. 人数：2 名以内
3. 対象：SPring-8/SACLA を利活用し、2022 年 3 月 31 日までの間に優れた研究成果をあげた 35 歳以下（2022 年 4 月 1 日現在）の個人会員（グループでの応募は不可）。  
産業界からの積極的なご推薦もお待ちしております。
4. 募集期間：2022 年 4 月 1 日（金）から 6 月 3 日（金）まで
5. 推薦要領：推薦（自薦）理由書に被推薦者自身の自己アピールを必ず記載し、業績（以下 HP 別紙記載事項参照）と合わせて e-mail で送付してください。
6. 書類送付先：SPring-8 ユーザー協同体事務局（users@spring8.or.jp）
7. 選考方法：SPring-8 ユーザー協同体に選考委員会を設け、厳正な審査と選考を行います。
8. 発表等：7 月中旬頃に受賞者の公表及び通知を行い、SPring-8 シンポジウム 2022（開催方法、日時未定）において本賞の表彰式および受賞講演を行います。SPRUC からの旅費補助可能（海外からの渡航費上限 20 万円）。
9. 担当幹事：行事幹事 杉本邦久  
応募に際してご質問等あれば事務局までお願いします。

詳細（過去の受賞者情報含む）は以下の SPRUC の HP をご覧ください。

[http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/YSA\\_SPRUC\\_2022.html](http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/YSA_SPRUC_2022.html)

[問い合わせ先] SPring-8 ユーザー協同体事務局  
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1  
TEL : 0791-58-0970 FAX : 0791-58-0928  
e-mail : users@spring8.or.jp  
<http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/>

## 第6回 SPring-8 秋の学校 開催のご案内

### SPring-8 秋の学校 趣意：

SPring-8 秋の学校は、次世代の放射光科学に貢献する人材の発掘と育成を目的として、SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) と高輝度光科学研究センター (JASRI) が中心となり、大学や関係諸機関と協力して開催するものです。夏の学校とは異なり、放射線業務従事者登録がない方でも参加できることが最大の特徴です。SPring-8 で活躍する最前線の研究者による基礎講義と、個別テーマについてのビームライン見学・原理説明・模擬実習からなる少人数でのグループ講習を組み合わせることで、放射光の原理と利用研究の基礎を学ぶと共に、実験手法やデータ解析を体験できるようにカリキュラムが準備されています。また、SPring-8 のキャンパス内に設置されている X 線自由電子レーザー施設 SACLA についても学ぶことができます。基礎講義とグループ講習は、大学 3 年生が十分に理解できる水準に設定されており、卒業研究や大学院進学を控えた方々が進路を考える最適な機会になります。また、放射光に興味があり、これから利用を考えている大学院生や企業研究者の方々にも適しています。もちろん、すでに SPring-8 利用経験がある方の参加も大いに歓迎します。

昨年度は新型コロナウイルス禍の影響で、当初 9 月に予定していたものを 12 月に延期して実施しましたが、本年度は 2019 年度までの日程に戻して、9 月に開催します。感染対策には万全を期します。

**開催日：**2022 年 9 月上旬の 4 日間 (予定)

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

**カリキュラム概要：**基礎講義／グループ講習

**募集定員：**80 名程度 (受入れ予定人数を超える応募があった場合は参加登録の内容をもとに選考を行う)

**参加費：**20,000 円 (但し学生は免除、宿泊費・交通費等は自己負担)

**対象：**SPring-8 を用いた研究に関心を持つ者  
(但し理系大学 3 年生レベルの講義内容を理解できること)  
※ 放射線業務従事者登録は必要なし

**主催：**SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC)  
(公財) 高輝度光科学研究センター (JASRI)

※ 後援等につきましては関係諸機関への依頼を準備中

以上

## SPring-8/SACLA 利用者情報 編集委員会

委員長	木下 豊彦	放射光利用研究基盤センター
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	構造生物学推進室
	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	情報技術推進室
	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	加速器部門
	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	ビームライン技術推進室
	(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.2 Spring 2022

### SPring-8/SACLA Information

発行日 2022年5月13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)



Cafeteria 春色に彩られリニューアル

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/>