

SPring-8/SACL A

INFORMATION 利用者情報



ISSN 1341-9668 SPring-8 Document D2016-015

Vol.21 No.4
Nov. 2016

SPring-8/SACLA Information

目次 CONTENTS

理事長室から - 研究論文のオープンアクセス化にむけて - Message from President - Toward Open Access Publication of Research Articles -	(公財)高輝度光科学研究センター 理事長 President of JASRI	土肥 義治 DOI Yoshiharu	266
1. 最近の研究から / FROM LATEST RESEARCH			
長期利用課題報告 膜能動輸送体の結晶学的研究 Crystallographic Studies of Active Membrane Transporters	東京大学 分子細胞生物学研究所 Institute of Molecular and Cellular Biosciences, The University of Tokyo	金井 隆太 KANAI Ryuta 小川 治夫 OGAWA Haruo	267
[特集] 大型施設の連携利用			272
大型施設連携利用に向けて - 研究報告 (1) - 量子ビームと計算機シミュレーションの連携活用による先進タイヤの開発 The Advanced Tire Developed by the Complementary Use of Quantum Beam and Computer Simulation	住友ゴム工業株式会社 研究開発本部 Research & Development HQ., Sumitomo Rubber Industries, Ltd.	岸本 浩通 KISHIMOTO Hiroyuki	273
大型施設連携利用に向けて - 研究報告 (2) - 放射光・中性子・ミュオンで見た配列アルカリ金属ナノクラスターの磁気秩序 Magnetic Orderings of Periodically Arrayed Alkali-Metal Nanoclusters Studied by using Synchrotron Radiation Light, Neutron and Muon	大阪大学大学院 理学研究科 Graduate School of Science, Osaka University	中野 岳仁 NAKANO Takehito	280
2. 研究会等報告 / WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT			
第 65 回 テンパー X 線会議 (DXC2016) 報告 A Report on 65th Annual Conference on Applications of X-ray Analysis (Denver X-ray Conference, DXC2016)	(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 Research & Utilization Division, JASRI	櫻井 吉晴 SAKURAI Yoshiharu	285
International Conference on X-ray Microscopy (XRM2016) 会議報告 Report on the International Conference on X-ray Microscopy (XRM2016)	(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 Research & Utilization Division, JASRI	星野 真人 HOSHINO Masato	289
The 12th International Conference on Biology and Synchrotron Radiation (BSR2016) 会議報告 The 12th International Conference on Biology and Synchrotron Radiation Report	(公財)高輝度光科学研究センター タンパク質結晶解析推進室 Protein Crystal Analysis Division, JASRI	奥村 英夫 OKUMURA Hideo	293
SPring-8 シンポジウム 2016 報告 SPring-8 Symposium 2016 Report	SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 行事幹事 / 広島大学大学院 理学研究科 Graduate School of Sciences, Hiroshima University 九州大学大学院 総合理工学研究科 Faculty of Engineering Sciences, Kyusyu University	木村 昭夫 KIMURA Akio 西堀 麻衣子 NISHIBORI Maiko	297
第 3 回 大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウム - 最先端電池材料 - 報告 Report on The Third JASRI-CROSS-RIST Joint Symposium for Advanced Battery	(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 Research & Utilization Division, JASRI	尾原 幸治 OHARA Koji 宇留賀 朋哉 URUGA Tomoya	306
第 13 回 SPring-8 産業利用報告会 The 13th Joint Conference on Industrial Applications of SPring-8	(公財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室 Industrial Application Division, JASRI	大塚 隆彦 OOSAKA Takahiko	309
Joint SPring-8 - MAX IV Laboratory Workshop on New Light Sources and Biological Applications 会議報告 Report on Joint SPring-8 - MAX IV Laboratory Workshop on New Light Sources and Biological Applications	(公財)高輝度光科学研究センター タンパク質結晶解析推進室 Protein Crystal Analysis Division, JASRI	熊坂 崇 KUMASAKA Takashi	315
Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation (MEDSI2016) 会議報告 Report on MEDSI2016 (Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation)	(公財)高輝度光科学研究センター 光源・光学系部門 Light Source and Optics Division, JASRI	高橋 直 TAKAHASHI Sunao	318
第 16 回 APS-ESRF-SPring-8-DESY 三極ワークショップ報告 Report on the 16th APS-ESRF-SPring-8-DESY Three-way Meeting	(公財)高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI (公財)高輝度光科学研究センター 光源・光学系部門 Light Source and Optics Division, JASRI (公財)高輝度光科学研究センター 加速器部門 Accelerator Division, JASRI	木下 豊彦 KINOSHITA Toyohiko 大橋 治彦 OHASHI Haruhiko 早乙女 光一 SOUTOME Kouichi	321
3. SPring-8/SACLA 通信 / SPring-8/SACLA COMMUNICATIONS			
2017A 期 SPring-8 利用研究課題募集について Call for 2017A 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		330

2017A 期 SACLA 利用研究課題の募集について Call for 2017A 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	331
第 38 回 (2016B) SPring-8 利用研究課題の採択について The Proposals Approved for Beamtime in the 38th Research Term 2016B	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	332
2016B 期 採択「新分野創成利用」研究グループの紹介 2016B Newly Approved Research Groups for SPring-8 Epoch-Making Initiatives Projects	(公財)高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	337
第 37 回共同利用期間 (2016A) において実施された SPring-8 利用研究課題 2016A 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	339
2013A 期 採択長期利用課題の事後評価について - 2 - Post-Project Review of Long-term Proposals Starting in 2013A -2-	(公財)高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	344
2016B 期 SACLA 利用研究課題の採択について The SACLA Public Proposals Approved for Beamtime in 2016B 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	346
2016A 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 2016A 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	348
SPring-8 運転・利用状況 SPring-8 Operational Status	(公財)高輝度光科学研究センター 研究調整部 Research Coordination Division, JASRI	349
論文発表の現状 Statistics on Publications Resulting from Work at SPring-8	(公財)高輝度光科学研究センター 利用推進部 User Administration Division, JASRI	351
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	355
2016A 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 2016A	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	376
化学物質のリスクアセスメントについて About Risk Assessment of Chemicals	(公財)高輝度光科学研究センター 安全管理室 Safety Office, JASRI	378
SACLA におけるアライバルタイミングモニター解析システムの整備 Development of Analysis Systems for the Arrival Timing Monitor at SACLA	(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	中嶋 享 NAKAJIMA Kyo 382
4. 談話室・ユーザー便り/USER LOUNGE・LETTERS FROM USERS SPring-8 産業利用報告会に参加して Comments on the Joint Conference on Industrial Applications of SPring-8	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所 J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) J-PARC, Material and Life Science Division (MLF), Institute of Material Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)	金谷 利治 KANAYA Toshiji 387
5. 告知板/ANNOUNCEMENTS 特高第一変電所の設備更新に伴う停電について Notice of Power Outage due to Renewal Electrical Substation	国立研究開発法人理化学研究所 RIKEN SPring-8 Center	389
SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 研究会への登録のお願い Becoming a Member of SPRUC Research Group		390
International Conference on X-ray Optics and Application 2017 (XOPT'17)		391

研究論文のオープンアクセス化にむけて

公益財団法人高輝度光科学研究センター
理事長 土肥 義治

本誌の2015年11月号に、オープンサイエンス活動の国際的な拡がりについて紹介した。今回は、オープンアクセス論文が一般化しないわが国の学術的課題を指摘したい。オープンアクセスとは、言うまでもなく、無料で自由に論文にアクセスできる状況をいう。オープンサイエンス活動は、公的資金による基礎研究の成果を確実に広く社会に公開する活動であり、大学の発展を支える歴史的な変革の一断面でもある。

中世ヨーロッパの大学は、教育が中心であり、知の継承に重点があった。17世紀の科学革命は、大学内部から生じたものではなく、当時の自然界の理解に疑問をもった個人の研究活動に起因した。研究者らの実験経費は自費あるいは貴族からの支援によったために、研究成果は私蔵されるか支援者へ報告されるかのいずれかであり、多くの成果は貴族の館に眠っていた。その典型が、イギリス貴族のヘンリー・キャベンディッシュ (1731-1810) であり、豊富な資金を研究活動に使い、多くの画期的な成果を得ていたが、成果を世に発表することはなかった。キャベンディッシュの遺稿は、1879年にマクスウェルによって纏められ公表された。

教育と研究を結びつける新しい大学のモデルは、ベルリン・フンボルト大学 (1810年創設) から始まり、19世紀に世界へと拡がった。さらに、19世紀後半にジョンズ・ホプキンス大学において大学院が創案され、その制度によって研究活動を強化する大学モデルがアメリカに拡がった。研究を大学活動に取り込むことによって、成果を論文として学術誌に発表することが一般化した。専門学術誌の数が限られていた1990年頃までは、発表論文は世界の関連研究者によって広く読まれていた。しかしながら、電子ジャーナルが一般化した21世紀の初頭から学術誌の数は著しく増加して、関連する論文総数も年々増え続けている。さらに、電子ジャーナル購読料の高騰によって、個々の大学や研究機関が契約で

きる学術誌の数は制限されており、研究者が必要論文を全て読むのは困難な状況にある。今日、オープンアクセスできない論文の読者数は、限定的と考えてよい。SPRING-8やSACLAの利用者には論文発表の義務があるが、論文の多くは出版社のコンピュータに眠っているのではないかと心配している。

私事になるが、1980年代の初頭に研究分野を石油化学から生物資源化学に変更することを決意して、大学図書館で夜遅くまで文献を調査していた。当時は、まずアメリカ化学会発行のケミカル・アブストラクツで文献探索を行い、参照すべき論文を書棚の学術誌から見つけ、必要論文は大学の図書館で読むことができた。現在では、Google Scholarを用いて文献調査を行い、必要な論文にアクセスしている。欧米あるいは中国の著名大学の研究者らは、発表論文の本文ファイルを購入 (20万円程度) し、論文をオープンアクセス化している。したがって、Google Scholarから簡単に彼らの論文の全文を読むことができ、読者はそれらの論文を引用する。残念ながら、わが国においては論文ファイルの購入制度を利用している研究者が少ないために、論文の引用頻度が相対的に低いのではないかと思う。

本年4月から第5期科学技術基本計画が始まり、目標の一つが論文の質・量の増強にある。総論文数に占める被引用回数トップ10%の論文数割合は、欧米の主要国で12-16%、中国で10%、そしてわが国が8%である。この原因は、わが国研究者のオープンアクセス制度への意識の低さであろう。わが国において論文作成までの経費は、1編あたり約3千万円であり、世界でも最も高い研究単価と言われている。1編あたり20万円程度のオープンアクセス経費は、決して高いものではない。研究者の義務は、オープンアクセス可能な論文の公表までと考える必要がある。研究者の意識変革をお願いしたい。

長期利用課題報告

膜能動輸送体の結晶学的研究

東京大学 分子細胞生物学研究所
金井 隆太、小川 治夫、豊島 近

Abstract

細胞内外のイオン濃度勾配は、神経の電気信号や浸透圧調節、物質輸送のためのポテンシャルエネルギーに使われ、生命活動の基盤に必須のものである。ナトリウムポンプは、ATP1分子当たり3個の Na^+ を細胞内から細胞外へ、2個の K^+ を細胞外から細胞内へ能動輸送し、イオン濃度勾配を形成する膜蛋白質である。我々は、2009年に K^+ と結合した状態のナトリウムポンプの構造を決定したが、今回、 Na^+ と結合した状態の構造を2.8 Å分解能で決定し、3個の Na^+ が結合した様子を詳細に明らかにすることに成功した。その結果、どのようにしてナトリウムポンプが Na^+ を選択的に輸送できるのか、その巧妙な仕組みを明らかにすることができた。

1. はじめに

2013A期からBL41XUを利用して、長期利用課題「膜能動輸送体の結晶学的研究」を遂行した。この長期利用課題は、ポンプ蛋白質のイオン能動輸送機構の原子構造に基づいた完全な理解を目指すもので、具体的には以下の4つのテーマからなる。(i) 10年以上にわたって追及してきた筋小胞体カルシウムポンプの反応サイクルの全ての中間体の結晶構造を明らかにすること、また今やカルシウムポンプの大量発現・精製が可能になったので、その変異体、調節蛋白質との複合体、心筋カルシウムポンプの構造解析を進めること、(ii) 医学的にはより重要で、激しい国際競争が続いているナトリウムポンプの反応中間体や薬剤複合体の結晶解析を進めること、(iii) 植物のプロトンポンプであり、ATPの代わりにピロリン酸をエネルギー源とする H^+ -PPaseの構造研究を進めること、(iv) コントラスト変調法や重原子同型置換法を用いて膜蛋白質結晶の脂質二重膜を可視化すること、である。この4つのテーマに関していずれも大きな進展があったが、(ii)に関して Na^+ が結合した状態のナトリウムポンプの構造をNature誌に発表したの¹⁾、本稿ではその解説を行うことにしたい。

2. ナトリウムポンプとは

全ての細胞は脂質二重膜で外界と仕切られてお

り、イオンは脂質二重膜をほとんど透過できないので、細胞内外のイオン組成は大きく異なる。例えば、 Na^+ は細胞外に豊富（細胞内：5~15 mM、細胞外：145 mM）に存在し、 K^+ は細胞内に多く存在する（細胞内：140 mM、細胞外：5 mM）。細胞内外のイオン濃度勾配は神経の電気信号や浸透圧調節、細胞内外への物質輸送のためのポテンシャルエネルギーとして使われ、生命活動の基盤に必須である。そのイオン濃度勾配の形成を担うのがポンプ蛋白質である。ナトリウムポンプ (Na^+, K^+ -ATPase) は先に触れた Na^+ と K^+ の濃度勾配を形成するポンプ蛋白質で、筋収縮に重要な筋小胞体の Ca^{2+} の濃度勾配を形成するカルシウムポンプや胃の酸性pHを形成するプロトンポンプなどと同じP型ATPaseファミリーに属する。

P型ATPaseは、濃度勾配に逆らって物質を輸送するためにエネルギーを必要とする。そのエネルギーの源としては生体エネルギーの通貨であるATP（アデノシン三リン酸）が使われる。ナトリウムポンプはATP1分子当たり3個の Na^+ を細胞内から細胞外へ、2個の K^+ を細胞外から細胞内へ濃度勾配に逆らって輸送する（図1a）。イオン輸送の反応サイクルは、イオンの結合親和性が異なる2つの状態（E1、E2と呼ぶ。）から説明される。E1状態では Na^+ に対して高親和性で、イオン結合サイトは細胞質側を向いており、細胞外側ゲートは閉じてい

る。この状態では細胞質側ゲートは開いているので、ナトリウムポンプは細胞質にある Na^+ と結合する。この時、ATP も結合すると、ATP の γ 位の磷酸基は Asp 残基に転移され (磷酸基転移反応)、細胞質側ゲートが閉じる。ナトリウムポンプから ADP が遊離すると、直ちに E2 状態 (イオン結合サイトが細胞外側を向き、 Na^+ に対して低親和性で相対的に K^+ には高親和性な状態) に変化し、同時に細胞外

側ゲートが開く。こうして Na^+ は細胞外へ放出され、空いたイオン結合サイトに K^+ が結合する。すると、今度は磷酸化 Asp が加水分解され (脱磷酸化反応)、細胞外側ゲートは閉じる。磷酸が遊離し、再び ATP が結合すると、細胞質側ゲートが開くと同時に E1 状態に戻り、 K^+ は細胞内へ放出される。

ナトリウムポンプは、200 年以上前から心不全の治療薬として使用されているジギタリス類の標的

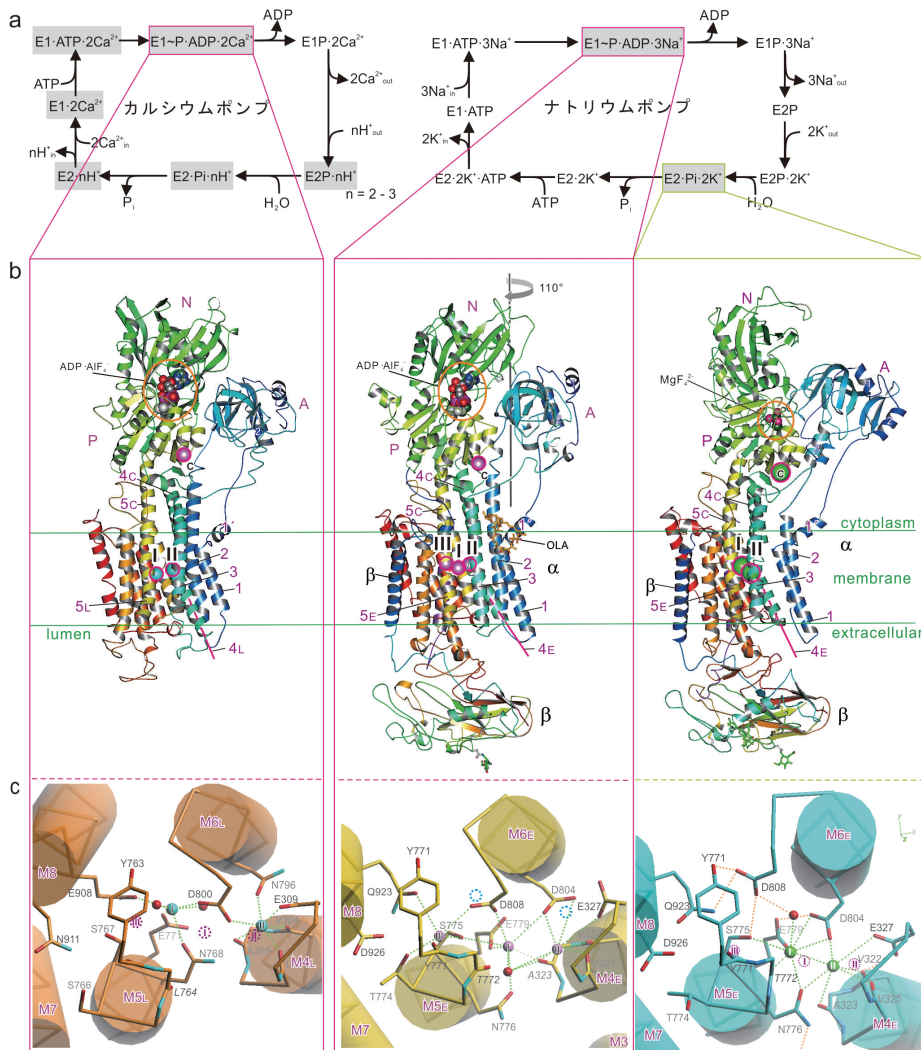


図 1 (a) ナトリウムポンプとカルシウムポンプの反応サイクル。(b) 今回決定した E1~P-ADP-3Na⁺ 状態 (中央) と既に明らかになっている E2~Pi-2K⁺ 状態 (右) のナトリウムポンプ、E1~P-ADP-2Ca²⁺ 状態のカルシウムポンプ (左) の全体構造。膜貫通領域に輸送のためのイオン結合サイト (I~III) がある他に、細胞質側の P-ドメインには安定化に関わる 1 価陽イオン結合サイト (C) がある。10 本ある膜貫通ヘリックス (M1-M10) のうち、M1-M5 は 1-5 でラベルした。ヘリックス番号後ろの “C” は細胞質側、“E” は細胞外側、“L” は筋小胞体内腔側を示す。この向きでは FXYP は α サブユニットの裏側に来るため見えない。(c) 膜貫通領域のイオン結合サイトを細胞質側から見た図。 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、水分子をそれぞれピンク、緑、シアン、赤色の球で示す。紫の点線の円はナトリウムポンプの Na^+ 結合サイトを、シアンの点線の円はカルシウムポンプの Ca^{2+} 結合サイトを表している。

蛋白質であり、また近年では多くの神経疾患やアルツハイマーとの深い関連も示唆されている。従って、ナトリウムポンプの構造研究は疾患のメカニズムの理解や薬剤開発に極めて重要である。ナトリウムポンプは Na^+, K^+ -ATPase と呼ばれるが、実は K^+ の代わりに様々な 1 価の陽イオンを細胞内に運ぶことができ、 Na^+ や有機陽イオンさえも運ぶことができる。従って、 K^+ はナトリウムポンプが働く上で必須ではない。一方、 Na^+ の代わりに細胞外へ運べるのは Li^+ と H^+ だけである。このようなことから Na^+, K^+ -ATPase は本質的にはナトリウムポンプである。興味深いのは、E1 状態であっても Na^+ に対する結合親和性は数 mM で低いにもかかわらず、厳密に Na^+ を選別し、かつ 3 個の Na^+ が結合した時にのみ磷酸基転移反応が進行して、細胞質側ゲートは閉じる。これまでにナトリウムポンプの E2 状態の結晶構造は既に明らかにされているが^[2-5]、ナトリウムポンプの本質というべき E1 状態の構造は報告されていない。一体、3 個の Na^+ 結合サイトはどのようなものであろうか？類似のカルシウムポンプは 3 個の Na^+ の代わりに 2 個の Ca^{2+} を運ぶ。 Ca^{2+} が結合した E1 状態のカルシウムポンプの構造は既に明らかになっており、 Ca^{2+} に配位するアミノ酸残基はナトリウムポンプでも見事に保存されている。従って、ナトリウムポンプの 3 個の Na^+ 結合サイトのうちの 2 個は、カルシウムポンプの Ca^{2+} 結合サイトと似ていると予測される。しかし、それらのイオン選択性は全く異なり、しかもカルシウムポンプの Ca^{2+} の結合親和性は $0.1 \sim 1 \mu\text{M}$ 程度で極めて高い。なぜ、このような性質の違いが生じるのであろうか？そして、3 個目のイオン結合サイトはどこにあるのだろうか？

そこで我々は Na^+ 、ADP、磷酸アナログ (AlF_4^- 、 Al^{3+} を中心に 4 個の F^- が平面四角形に配置したもので、遷移状態の磷酸基アナログ) 存在下で E1 \sim P-ADP- 3Na^+ 状態 (3 個の Na^+ が結合し、ATP から γ 位の磷酸基が Asp 残基に転移される直前の状態で、細胞質側ゲートは閉じている。) のナトリウムポンプを結晶化し、SPRING-8 のビームライン BL41XU にて 2.8 \AA の回折データを収集、構造決定に成功した。その結果、ナトリウムポンプは Na^+ を選択的かつ効率的に運ぶために驚くべき様々な仕組みを備えることが分かった。そして、それはカルシウムポンプの Ca^{2+} を運ぶ仕組みとは全く異なっていた。

3. ナトリウムポンプ E1 \sim P-ADP- 3Na^+ 状態の結晶構造解析

図 1b には今回明らかにした E1 \sim P-ADP- 3Na^+ 状態のナトリウムポンプの全体構造を示す。ナトリウムポンプはカルシウムポンプと相同である α サブユニット、高度に糖鎖修飾された β サブユニット、組織特異的調節因子 FXYP 蛋白質の 3 つからなる、分子量およそ 160 kDa の巨大膜蛋白質複合体である。単量体であるカルシウムポンプに比べて複雑で、しかも脂質として、phosphatidylserine やコレステロールを必要とするなど、結晶化はカルシウムポンプよりもはるかに困難であり、構造決定にはおよそ 3 年を要した。図 1b に示すように α サブユニットは 3 つ (A: アクチュエーター、N: ヌクレオチド結合、P: 磷酸化) の細胞質ドメインと 10 本の膜貫通ヘリックス (M1-10) からなる。 β サブユニットは細胞質側の短い N 末端領域と 1 本の膜貫通ヘリックス、細胞外側ドメインからなる。FXYP 蛋白質も 1 本の膜貫通ヘリックスを持ち、その前後に数 10 残基からなる N 末端、C 末端領域を持つ。

さて、 Na^+ 結合サイトに注目すると、カルシウムポンプの 2 個の Ca^{2+} 結合サイト I、II に相当する Na^+ 結合サイト I、II が存在し、その Na^+ 結合の cavity の一番奥にサイト III が位置していた (図 1c, 2)。この Na^+ 結合サイトの構造を詳細に解析すると、3 つの

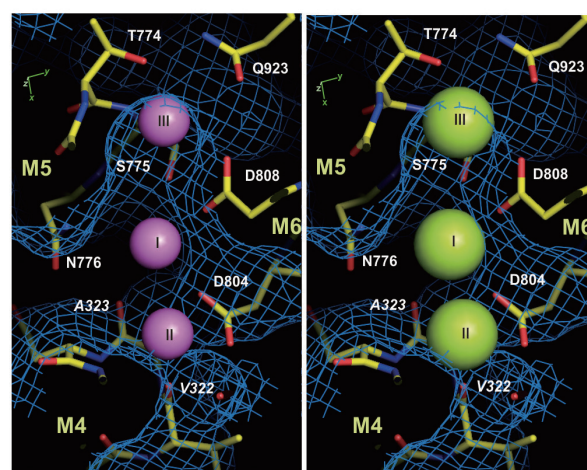


図 2 Na^+ 結合サイトの cavity を細胞質側から見た図。青のネットは Na^+ がアクセスできる蛋白質表面を表す。(左) ピンクの球は正しい大きさを示した Na^+ 。(右) 仮想的に Na^+ の代わりに K^+ を置き、 K^+ のイオン半径で表示 (緑の球)。 Na^+ は cavity に収まるのに対し、 K^+ は特にサイト II、III からはみ出すことが分かる。

重要な特徴が明らかになった。① Na^+ 結合サイトは小さく、かつ揺らぎが小さくなるようにデザインされており、小さなイオン、すなわち Na^+ (イオン半径 = 0.95 Å, K^+ は 1.33 Å。) しか入れない。② 3つの Na^+ 結合サイトは Na^+ 同士でないと結合できないように近接して配置されている。すなわち、 K^+ ではサイズが大きいため、 Ca^{2+} では静電的な反発力のために Na^+ のように近接して結合できない。ATP1 分子当たり 3 個の Na^+ を運ぶのは単に効率のためだけでなく選択性のためでもある。③ E2 状態の K^+ の結合と同様、最初の Na^+ は M5 ヘリックス (以下、M5 と記す。) のほどけた部分に結合する (サイト III)。M5 はポンプ蛋白質の背骨であり、3 つある細胞質ドメインの配置を制御している。正しい大きさである Na^+ が結合した時だけ M5C (M5 は膜中央付近でほどけており、M5 の細胞質側半分を M5C と呼ぶ。) の傾きは正しくなり、ATP からの磷酸基転移が可能ないように細胞質ドメインが配置する。ドメイン間のヒンジ部分にリガンドが結合した時のみ反応が起こるようにするのがアロステリック制御の主要な形であるが、ここではそれが正しい大きさのイオンの結合という極限の形で行われ、高い効率と特異性が生み出されていることが明らかになった。また、カルシウムポンプにはない、長い C 末端領域と β サブユニットが M5 の傾きの精確な制御に貢献していることも示された。

ナトリウムポンプではカルシウムポンプに比べて、より多くの主鎖カルボニルがイオン結合サイトに寄与している。しかも、カルシウムポンプで Ca^{2+} 結合サイト II に寄与している M4E (M4 も膜中央付近でほどけており、M4 の細胞外側半分を M4E と呼ぶ。ただし、筋小胞体カルシウムポンプは筋小胞体膜に局在し、細胞外ではなく、筋小胞体内腔側を向いているため、M4L と呼ぶ。) の主鎖カルボニルがナトリウムポンプでは Na^+ 結合サイト I と II 両方に寄与している。その結果、カルシウムポンプの Ca^{2+} 結合サイトはヘリックスバンドルの中央にあるのに比べて、ナトリウムポンプの Na^+ 結合サイトは M4E、M5 方向にずれている (図 1c) のだが、単にそれだけではない。1 つは、側鎖に比べて揺らぎが小さい主鎖カルボニルの寄与は、イオン結合サイトのサイズを厳密に制御するのに適していることである。もう 1 つは、M4E にある Ala323 の主鎖カルボニルが、サイト I の Na^+ 結合に寄与す

ることでサイト II がサイト I に近接したところに形成されることである。

このサイト I とサイト II の近接は、Ala323 のサイト I の Na^+ 結合だけでなく、M4E が膜に平行な方向により傾いていることにもよる (図 3)。これはナトリウムポンプでは M4E と M5E の間でより大きな側鎖の疎水性残基 (Phe316、Phe783) 同士がコンタクトしているからである。

M6 にある Asp804 側鎖はサイト I とサイト II の Na^+ に、M5 の Ser775 側鎖と M6 の Asp808 側鎖はサイト I とサイト III の Na^+ に配位している (図 1c)。1 個の側鎖が 2 個のイオン結合に寄与するのは特徴①のイオン結合サイトの大きさを制御し、揺らぎを小さくするのに重要であるだけでなく、3 個

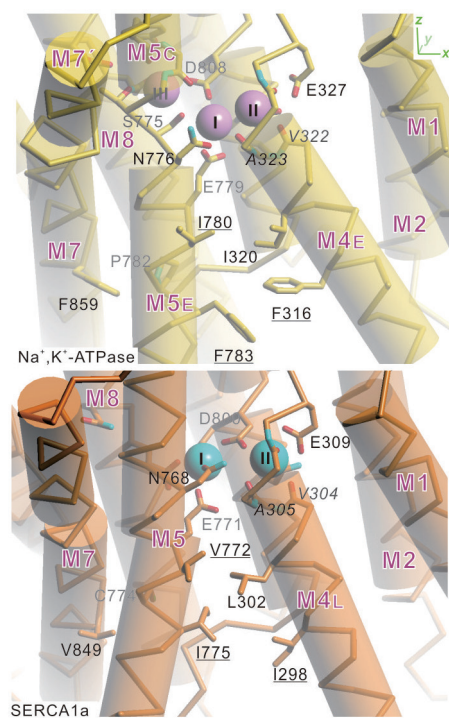


図 3 ナトリウムポンプ (上: 黄) とカルシウムポンプ (下: オレンジ) の膜貫通領域のイオン結合サイトと M4 の傾きの違い。膜に平行に見たもの。ナトリウムポンプの M5 は膜中央付近でほどけており、M5C と M5E に分かれているのに対し、カルシウムポンプの M5 は曲がっているものの、連続的な 1 本のヘリックスである。ナトリウムポンプの M4E と M5 の間では Phe316、Phe783 などの大きな側鎖を持つアミノ酸残基がコンタクトしており、M4E はカルシウムポンプに比べて傾き、サイト I と II を接近させている。

の Na⁺ 結合が段階的に、かつ協調的に起きる仕組みを説明するものである (図 4)。すなわち、サイト III に Na⁺ がやって来ると、Ser775 側鎖と Asp808 側鎖が配位すると同時に、サイト I が形成される。そこへ 2 個目の Na⁺ がやって来ると、Asp804 側鎖や Ala323 主鎖カルボニルが配位して、サイト II が形成される。そして、3 個目の Na⁺ がサイト II に結合すると、M4C の位置が変わり、P ドメインが曲がって Asp 残基はリン酸化されると考えられる。このようにナトリウムポンプは驚くべき緻密な仕組みで Na⁺ を厳密に選別し、効率的に輸送することが明らかになった。

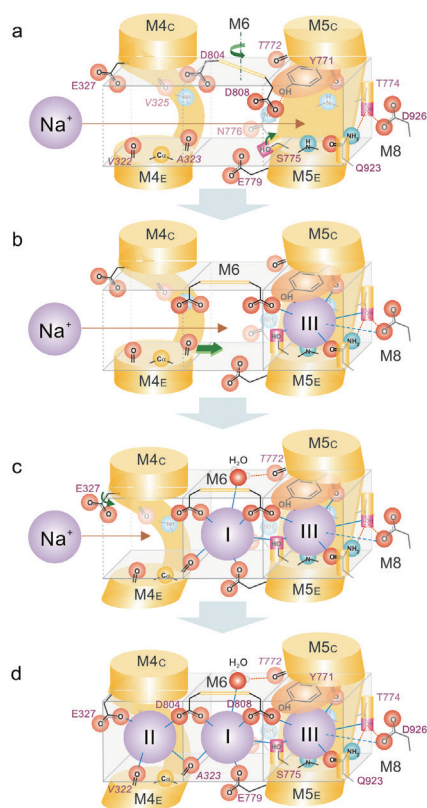


図 4 ナトリウムポンプによる段階的、協調的な Na⁺ 結合のメカニズム。

謝辞

本研究の回折データは全て SPring-8 BL41XU を利用して得られたものである。ビームラインスタッフの長谷川和也博士、奥村英夫博士にはこの場を借りて深くお礼申し上げる。

参考文献

- [1] R. Kanai, H. Ogawa, B. Vilsen, F. Cornelius and C. Toyoshima: *Nature* **502** (2013) 201-206.
- [2] J. P. Morth *et al.*: *Nature* **450** (2007) 1043-1049.
- [3] T. Shinoda, H. Ogawa, F. Cornelius and C. Toyoshima: *Nature* **459** (2009) 446-450.
- [4] H. Ogawa, T. Shinoda, F. Cornelius and C. Toyoshima: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **106** (2009) 13742-13747.
- [5] H. Ogawa, F. Cornelius, A. Hirata and C. Toyoshima: *Nat. Commun.* **6** (2015) 8004.

金井 隆太 KANAI Ryuta

東京大学 分子細胞生物学研究所
〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1
TEL : 03-5841-8942
e-mail : ryuta-kanai@iam.u-tokyo.ac.jp

小川 治夫 OGAWA Haruo

東京大学 分子細胞生物学研究所
〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1
TEL : 03-5841-1916
e-mail : haru@iam.u-tokyo.ac.jp

豊島 近 TOYOSHIMA Chikashi

東京大学 分子細胞生物学研究所
〒113-0032 東京都文京区弥生1-1-1
TEL : 03-5841-8492
e-mail : ct@iam.u-tokyo.ac.jp

[特集] 大型施設の連携利用

みなさまご承知の通り、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づき、SPring-8/SACLA、特定中性子線施設 J-PARC、特定高速電子計算機施設「京」では、それぞれの施設を利用する連携利用を行う課題募集を行っております。

2016年9月2日、東京秋葉原に於いて、(公財)高輝度光科学研究センター (JASRI)、(一財)総合科学研究機構 (CROSS)、(一財)高度情報科学技術研究機構 (RIST) 主催による、第3回大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウムが開催されました。2016年は、最先端電池材料をテーマとした、ハイレベルの連携利用研究事例や、今後の連携利用を見据えた実験側、計算側への研究内容紹介などが行われました。

今号では、必ずしも大型施設ではない事例を含め、以下のように、量子ビームの連携利用、計算機科学との連携などに関し、研究報告を2件、研究会報告を1件特集いたしましたので、是非ご一読ください。

それぞれの施設の特徴を生かすことで、どのような研究が可能になるのか、今後の連携研究が進むことを期待いたします。

【最近の研究から／FROM LATEST RESEARCH】

● 「量子ビームと計算機シミュレーションの連携活用による先進タイヤの開発」

住友ゴム工業株式会社 研究開発本部 岸本 浩通

URL : <https://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=34163>

● 「放射光・中性子・ミュオンで見た配列アルカリ金属ナノクラスターの磁気秩序」

大阪大学大学院 理学研究科 中野 岳仁

URL : <https://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=34139>

【研究会等報告／WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT】

● 「第3回大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウム -最先端電池材料- 報告」

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 尾原 幸治、宇留賀 朋哉

URL : <https://user.spring8.or.jp/sp8info/?p=34168>

大型施設連携利用に向けて — 研究報告 (1) —

量子ビームと計算機シミュレーションの連携活用による 先進タイヤの開発

住友ゴム工業株式会社 研究開発本部
岸本 浩通

Abstract

地球環境への配慮から低燃費タイヤの開発が求められている。しかし、低燃費性能と安全に大きく関わるグリップ性能は相反関係にあり、これら性能を高次元で両立させる技術の開発は極めて難しい課題である。さらに、世界的な自動車需要の増加に伴い重要となるのがゴムの高強度化や耐摩耗性能向上などの省資源化の技術となる。これら性能は相反関係にあるが、自動車分野における持続可能な発展を支えるには全ての性能を同時に向上させた先進タイヤの開発が必要となる。その鍵となるのが、ゴム中に形成された時空間階層構造を統合的に理解し、コントロールすることである。我々は、量子ビームと計算機シミュレーションを連携活用し、低燃費性能とグリップ性能を維持しながら耐摩耗性を200%に向上させたタイヤの開発に成功した。

1. はじめに

地球環境への国際的な関心と安全意識が高まる中、タイヤに求められる性能は多様化と高度化の一途をたどっている。タイヤが自動車の燃費に与える影響は20%もあることから、2050年までに地球温暖化ガス排出量を半減させることが合意された2008年のG8北海道洞爺湖サミットでは、IEA（国際エネルギー機関）により低燃費タイヤの普及に関する提言がなされた。現在においては、先進国だけでなく新興国においても非常に重要視されている。

タイヤの低燃費性能を向上させるためには、ゴムが変形した際のエネルギーロス（ヒステリシスロス）を低減させる必要があるが、安全性に関わるグリップ性能の向上には逆にエネルギーロスを大きくする必要があり、このように、相反関係にある低燃費性能とグリップ性能を同時に向上させる技術を開発することは非常に難しい課題となる。また、世界的な自動車需要の増加に伴い、持続可能社会形成に向け重要となるのが省資源化の技術となる。ゴム材料は我々の生活に欠かせない重要な材料であるが、世界で生産される新ゴム消費量のうち約80%がタイヤ生産で消費されることから、省資源化への取り組みは重要になってくると考えられる。タイヤにおいて省資源化を行うにはタイヤの寿命を伸ばす技術、

すなわち耐摩耗性能（耐破壊強度）を向上させることが必要となる。しかし、耐摩耗性能も低燃費性能およびグリップ性能と相反関係にある。分かりやすく例えると、よく消える消しゴム（摩擦力が大きい）はよく削れるのと同じことになる。このように、タイヤの三大性能である低燃費性能・グリップ性能・耐摩耗性能の全てを同時に向上させる技術を開発するためには、材料イノベーションが必要となる。

タイヤ用ゴムは、骨格となるポリマーに補強性を付与するためのフィラー（カーボンブラックやシリカ）、ポリマーを橋架けする架橋剤、シリカとポリマーを結合させるカップリング剤など、数10種類以上の素材から構成された複雑な系となっている。各素材単独の構造と物性が分かっているにもかかわらずタイヤゴムの特性を理解することはできない。その理由は、ゴムの内部構造は図1に示すように広い空間と時間スケールにおいて複雑な階層構造を形成し、その階層構造によりタイヤゴムとしての性能を発現しているためである。しかし、これまで多くの研究が行われてきたが、十分に理解はされていない。もし、ゴム内部の各階層の特性がどのように連結し、マクロ物性を発現しているのか統合的理解が進めば、タイヤ材料イノベーションに繋がると考えられる。

そこで我々は、ゴム内部の時空間階層構造の理解

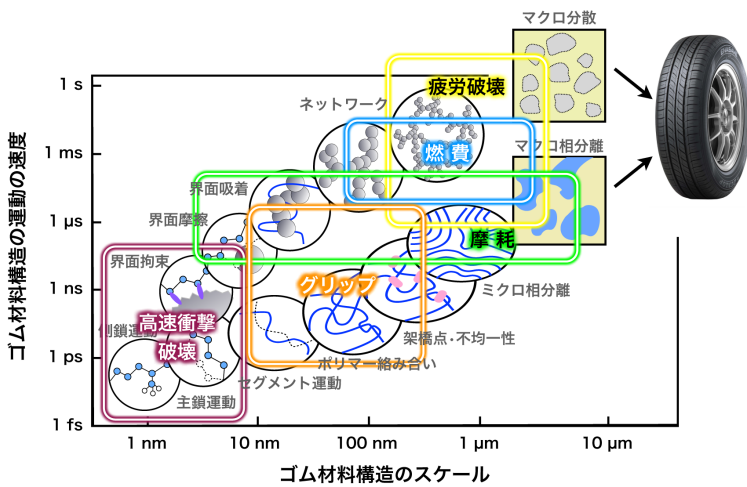


図1 タイヤ性能とゴム内部の時空間階層構造モデル。

を進め、タイヤゴムの低燃費性能、グリップ性能および耐摩耗性能の全ての性能を向上させる技術を開発するために、SPring-8・J-PARC・「京」の連携活用を行ってきた。その一例を紹介する。

2. シリカ界面ポリマーとシリカネットワークの構造ダイナミクス

ゴム中に配合されたフィラーはネットワーク的な階層構造を形成し、ゴムの補強効果と密接に関連していると考えられてきた。我々は、ナノメートルからマイクロメートルにわたりゴム中で形成されたシリカネットワーク構造を解析するために、SPring-8の高輝度X線を活用した2D-USAXS/SAXS（二次元極小角/小角X線散乱法）の技術開発と研究を実施してきた^[1-3]。その結果、サブマイクロメートルにおけるシリカ凝集構造がタイヤゴムの低燃費性能に関係していることを発見した。そこで、マルチスケールでの計算機シミュレーションにより分子設計することで新規変性ポリマーの開発を行い、エネルギーロスを約39%低減させた低燃費タイヤ用ゴムの開発に成功した^[4]。

一方、古くからフィラー界面近傍には束縛されたポリマーが存在し、そのフィラー界面ポリマーを介してネットワーク化することでゴムの力学物性を向上させていると考えられてきた。しかし、フィラー界面ポリマーの構造およびダイナミクスは未知なる領域だった。

我々は、タイヤゴム性能を向上させる技術を開発するために、シリカ界面ポリマーの構造ダイナミクス

スについてJ-PARC BL02 (DNA) および、BL14 (AMATERAS) を用いたQENS（中性子準弾性散乱）実験を実施し、さらにシリカネットワークのダイナミクスをSPring-8 BL03XUを用いたXPCS（X線光子相関分光法）実験から研究を行った。

中性子は軽水素との散乱断面積が大きいいため、QENS法はゴム中のポリマーのダイナミクスを調査するのに有力な手法となる。シリカ充填ゴムのQENS測定した一例を図2に示す。我々は、2つの運動モードが存在すると仮定して、2つのLorenz関数の和でフィッティングを行い、ジャンプ拡散理論^[5]

を用いて解析を行った。これら2つの運動モードは、ポリマーの空間的に制限された局在化した運動と、協同的なコンフォメーション遷移に対応すると考えている。今回、ポリマーにSBR（スチレン-ブタジエン共重合体）を用い、シリカ表面処理方法を変えたシリカ充填ゴムについて研究を進めた。遅い時定数の運動モードに関して解析した結果を図3(a)に示す。その結果、シリカ表面を改質することで、シリカ界面ポリマーのダイナミクスが大きく変化することが分かった。これまでシリカ表面処理は、疎水性のポリマー中で親水性のシリカを分散させる役割と、ポリマーとシリカを結合することによる補強性向上を目的に行われてきたが、本研究によりシリカの表面改質方法を変えることでシリカ界面ポリマーのダイナミクス、つまり粘弾性特性をコントロール

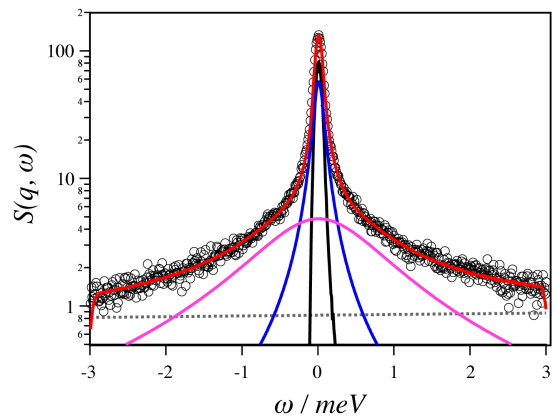


図2 QENS（中性子準弾性散乱）測定によって得られたシリカ充填ゴムの動的構造因子 $S(q, \omega)$ 、 $T = 300 \text{ K}$ 、 $q = 1.991 \text{ \AA}^{-1}$ 。

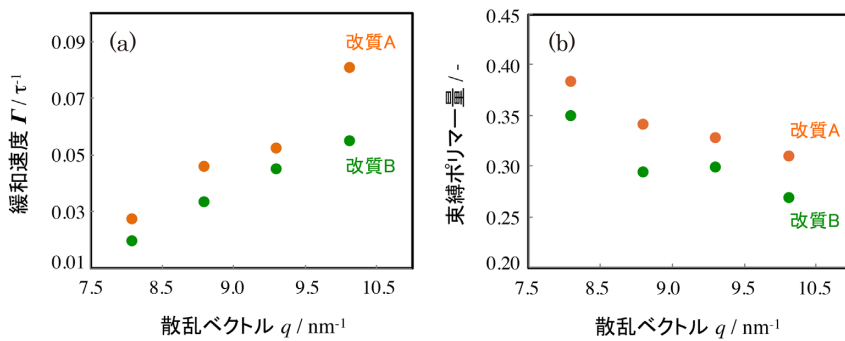


図3 QENS 解析結果。(a) 緩和速度 Γ の q 依存性、(b) シリカ界面での束縛ポリマー量。

できることが分かった。また、弾性散乱成分を解析した結果、シリカ表面改質方法によりシリカ界面に束縛されたポリマー成分量も変化することが分かった (図 3(b))。

詳細なシリカ界面ポリマー構造を調査するために、シリコン基板表面の酸化膜層はシリカ表面と同等であるとし、XR (X 線反射率測定) および、NR (中性子反射率測定) 法を用いて研究を行った。ポリマーはタイヤで汎用的に使用される SBR を部分重水素化したものを準備し、スピンコート法を用いてシリコン基板上に薄膜を形成させたものを用いた。NR 測定した結果を図 4 に示す。その結果、SBR 中のスチレン成分がシリカ表面と強く相互作用し、ゴムの補強性と関係するという新たな発見があった。これにより、シリカ表面と SBR の相互作用をコントロールするにはポリマー骨格中のスチレンの配置制御をすればよいということが分かった。

以上の結果により、シリカ表面処理はシリカの分

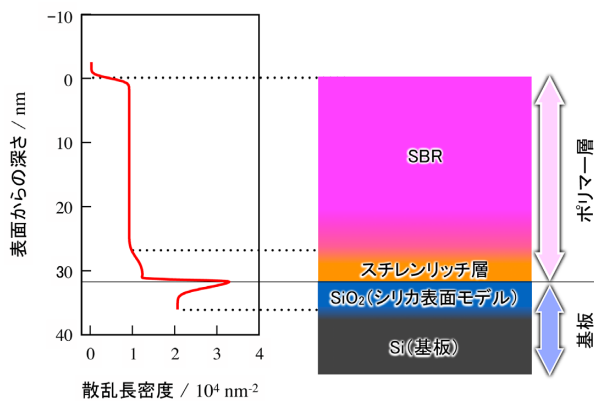


図4 NR (中性子反射率) 測定によって得られたシリカ界面ポリマー構造。

散を向上させるだけでなく、シリカ界面に束縛されたポリマーの粘弾性特性を変え、さらに SBR 中のスチレン配置によって相互作用も変化するという重要な知見を得ることに成功した。

一方、このようなナノスケールで発生するシリカ界面ポリマーの特性がゴムのマクロ物性に影響を与えるためには、シリカがネットワーク化し、連結して機能する必要がある。

そこで、先端的小角 X 線散乱実験法である XPCS 法を用いて、シリカネットワークのダイナミクスについて研究を行った。光学系を最適化し、コヒーレント X 線をゴム試料に照射すると図 5(a) に示すようなスペckル状の小角 X 線散乱パターンを得ることができる。このスペckル像のあるピクセルにおける X 線強度の時間相関を調べる方法が XPCS 法である。今回、QENS で用いた試料について SPring-8 BL03XU (FSBL) にて XPCS 実験を行った。XPCS の解析は、X 線強度の時間相関関数に対し、Compressed Exponential 関数にてフィッティングを行うことで緩和時間 τ を求めた。緩和時間 τ の散乱ベクトル q 依存性を図 5(b) に示す。その結果、シリカの表面改質を行うことで、シリカネットワークの運動性を変化させ、ゴムのマクロ物性に大きな影響を与えることが分かった。

このように、放射光 X 線と中性子の特徴を上手く活かした連携解析を行うことで、これまで未解明であったシリカ界面での束縛ポリマー、および、シ

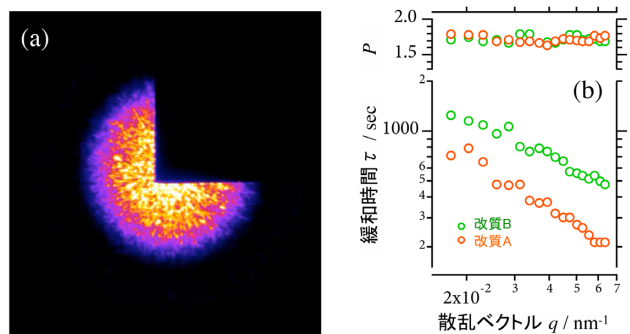


図5 XPCS 測定結果。(a) スペckル状の小角 X 線散乱像、(b) 緩和時間 τ の q 依存性。

リカネットワークの構造ダイナミクスに関する研究を行うことができた。また、シリカ界面で束縛されたポリマーの粘弾性特性と相互作用をコントロールすることで、ゴムの特性を制御できるという重要な素材開発指針を得ることができた。今回、シリカ系について述べたが、カーボンブラック系については SAXS 法、SANS (中性子小角散乱) 法および、NSE (中性子スピネコー) 法を用いて研究を実施しており参考文献をご覧ください^[6]。

3. 硫黄架橋の不均一構造

ゴムが変形し、元に戻る性質を付与するために硫黄架橋が用いられる。ゴムに配合される素材のうち、硫黄の配合量は僅か 1% 程度であるにも関わらずゴム物性に大きな影響を与える。ゴムの架橋点を構成する硫黄原子は、図 6 に示すように 1 個から最大 8 個までの長さ (個数) 分布を持っており、1 個の硫黄で架橋している場合は、C-S 結合の解離エネルギーが大きいため耐熱性能に優れるが、逆にゴムが変形した際に応力が集中しやすいため耐疲労性能が低下するという相反関係にある。逆に複数の硫黄で架橋している場合は耐疲労特性が向上するが、S-S 結合の解離エネルギーが小さいため、走行時に

発生する熱によって S-S 結合が切断され、別のポリマーと再架橋することによってゴムが硬くなるという経時劣化を起こす。しかし、これまでの方法では間接的にモノ結合 (C-S-C)、ジ結合 (C-SS-C)、ポリ結合 (C-S_x-C) に大別するしかできなかったため、実現象と合わない場合もあった。そこで、精密な硫黄架橋長さ分布を解析するために、S K-edge XAFS 法 (硫黄 K 殻 X 線吸収分光) に着目した。これまで、S K-edge における XANES (X-ray Absorption Near Edge Structure) に関する報告は多数あるが、EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure) に関する報告はほとんどない。我々は、SPring-8 BL27SU を活用し S K-edge XAFS 計測法の開発を進めてきた。その結果、図 7(a) に示すように S K-edge における EXAFS 振動を精度よく計測することに成功し、図 7(b) に示すような硫黄架橋長さ分布を得ることに成功した。

さらに、図 6 に示すように架橋不均一構造 (硫黄架橋点が空間的に不均一に存在している状態) が存在し、力学物性やゴム変形時に応力集中することで破壊の原因の一つになっていると考えられる。近年、ゴムを溶媒で膨潤させて SANS 測定することで、架橋不均一構造のサイズに関する情報が得られるよう

になってきた^[7]。しかし、ゴムの力学物性や破壊を考える上で重要となるのは、この架橋不均一構造がどの程度の架橋密度になっているのか (どの程度の弾性率を有するのか) 推定することである。そこで、我々は SPring-8 BL03XU および BL08B2 にて、膨潤状態における SAXS 測定を検討した。通常、ゴムを膨潤させる溶媒としてトルエンなどの良溶媒が選択される。しかし、ゴムとトルエンとの電子密度差が非常に小さいため、架橋不均一構造に関する情報を得ることが困難となる。我々は、良溶媒かつポリマーとの電子密度差が大きな溶媒の検討を進めた。その結果、図 8 に示すように、SANS 測定とほぼ同等のコントラストを有する SAXS 実験を可能とした。さらに、架橋不均一構造の

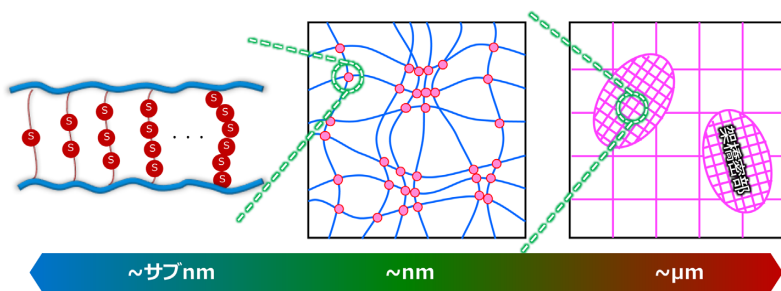


図 6 ゴム中に形成された硫黄架橋の階層構造モデル。

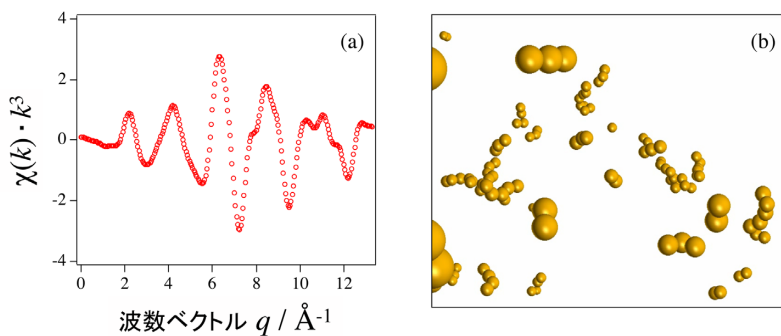


図 7 硫黄架橋ゴムの S K-edge XAFS 測定結果。(a) EXAFS 振動、(b) ゴム中の硫黄架橋長さ分布。

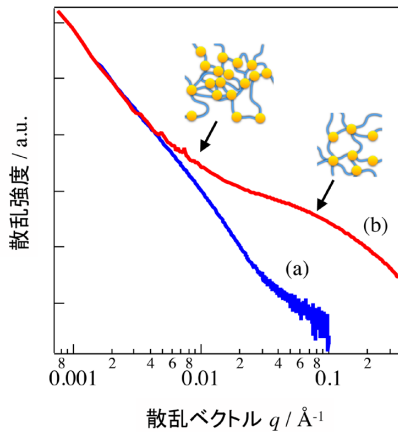


図 8 溶媒により膨潤させた硫黄架橋ゴムの SAXS 測定結果。(a) トルエン溶媒、(b) 新規検討溶媒。

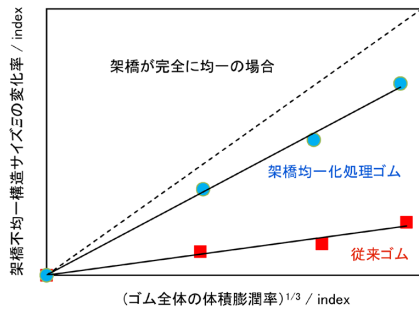


図 9 ゴム膨潤率と SAXS によって得られた架橋不均一構造サイズ Δ の関係。

架橋密度を調査するために、ゴムに添加する溶媒量を調整し、ゴムのマクロな膨潤率に対し、架橋不均一構造のサイズの関係調べればよいと考えた。その結果を図 9 に示す。もし、架橋不均一構造がマトリックス部分の架橋密度と同じであれば、マクロな膨潤率と架橋不均一構造のサイズ変化は同じになるはずである（実際には同じ架橋密度であれば不均一構造が存在しないのでデータとしては得られない）。力学物性的に架橋不均一構造が存在すると考えられる試料を測定したところ傾きが小さいことが分かった。一方、架橋構造が均一化していると考えられる試料では傾きが大きくなることが分かった。この結果より、ゴム中の架橋不均一構造における架橋密度の推定が可能となり、力学物性との関係だけでなく次項で述べる分子シミュレーションモデルを構築す

る上で重要な指針を得ることに成功した。

4. 大規模分子シミュレーションの応用

前項まで述べた内容は、我々が実施してきた放射光 X 線と中性子を用いた研究の一例であるが、このようにゴム材料における複雑な時空間階層構造を分解して研究が行えるようになってきた。しかし、実際のゴムはこれらが相互に関係して力学物性を発現している。このような複雑な関係を人間の力で考え、現象を理解することは非常に難しい問題であることは容易に想像できる。そこで、我々は「京」コンピュータを用いた大規模分子シミュレーションに着目した。図 10 に示すように、放射光 X 線と中性子解析で得られた情報をモデル化して、ゴム変形時における破壊現象について計算を行った。その結果、図 11 に示すようにゴム内部のどの材料構造に応力集中し、破壊が生じるのか分子レベルで解析できるようになった。

さらに、シミュレーションが有用となるのは、実際の実験では分離が不可能な因子を切り分けて解析することが可能となる点にある。例えば、通常の SAXS 実験でゴム破壊過程を調べた場合、シリカと破壊で生成した空隙（ポイド）の両方の構造からの散乱が重なるため解釈が難しくなる。一方、図 12 はシミュレーションで得られた結果からシリカ粒子を除いたポリマー部分のみをフーリエ変換することで、破壊過程における X 線散乱プロファイル変化について調べた結果であるが、ポリマー部分の破壊はスピノダル様破壊とバイノダル様破壊の 2 種類が存在するなど重要な知見が得られた。

このように、大規模分子シミュレーションの結果を詳細に解析することで、ゴム中のどの部分に応力が集中して破壊が生じるのか分かるようになってきた。さらに、シミュレーションを活用することで、具体的

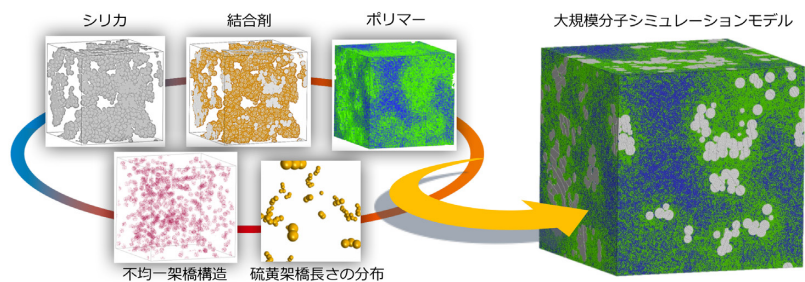


図 10 大規模分子シミュレーションモデル。

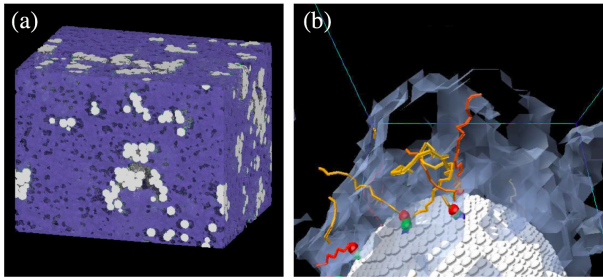


図 11 ゴム破壊現象における大規模分子シミュレーション結果。(a) 全体像、(b) シリカ表面を拡大。

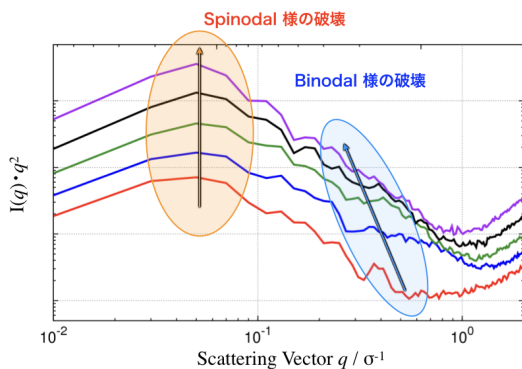


図 12 大規模分子シミュレーションのポリマー部分の構造のフーリエ変換によって得た散乱パターン。

にゴムの破壊を抑制するための分子設計が可能となり、効率的な新材料開発やプロセス提案が可能となった。

5. 高空間分解能 4 次元 X 線 CT 法を活用したゴムの耐破壊特性評価

新材料を設計・開発しても、本当に耐破壊特性が向上しているのか検証する必要がある。そこで、SPring-8 BL20B2 を用いてゴムを変形した際の破壊現象を観察するために高空間分解能 4D-CT (4 次元 CT) 法の開発を進めた。その結果、図 13 に示すように、従来のゴムに対して新規開発したゴムはボイドの発生を抑制させ耐破壊特性が向上していることが鮮明に観察された。

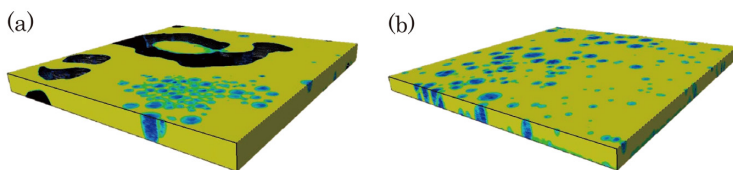


図 13 高空間分解能 4D-CT 観察結果。(a) 従来ゴム、(b) 新規開発ゴム。



図 14 ADVANCED 4D NANO DESIGN 技術により開発した耐摩耗 200% に向上させたコンセプトタイヤ。

6. 最後に

このように、ゴム内部の時空間階層構造を解析し、計算機シミュレーションを連携活用することで、新材料開発技術『ADVANCED 4D NANO DESIGN』を確立し、「低燃費性能とグリップ性能を維持しながら耐摩耗性能を 200% に向上させたコンセプトタイヤ」の開発に成功した (図 14)。本成果は、東京モーターショー 2015 にて発表を実施した^[8]。

当社は新材料開発を促進するために、量子ビームと計算機シミュレーションの連携活用を進めてきた。実験側の立場から考えると、計算機シミュレーションの利用は分野毎に様々な形態があるであろうし、どの使い方が正しいというものではないと考えられる。非常に精密な物質の計算機シミュレーションを実施し、先端実験施設で狙うべきターゲットと実験デザインを行うことで新しいサイエンスの発見に繋がる場合や、様々な因子が存在し、実験だけでは理解困難な現象を計算機シミュレーションから解明する場合もあると考えられる。後者の場合、必ずしも精密な計算が必要でなく、研究したいターゲットが明確であれば、着目部分や着目した現象が研究できる範囲内であれば、近似的に計算を行い、実験結果の理解促進に繋げることで、新たなイノベーションへと発展する場合もある。

実験と計算機シミュレーションのどちらの側面でも同じであるが、本質を見誤り、精密さや正確さだけが重要視され長期研究を余儀なくされるのでは時間ばかりを浪費し、逆に精密さや正確さが重要なのに曖昧な研究をしては何も解決しないと

いうこともある。このような状態では、実験と計算機シミュレーションの間に壁を作ってしまう可能性がある。重要なことは、研究には多様な分野とフェーズが存在することは当然であり、様々なレベルにある研究を単に否定するのではなく、傾聴し相互連携していくことが必要であろう。

謝辞

本研究は、以下の多くの方々のご協力により成し得たものです。厚くお礼申し上げます。

公益財団法人高輝度光科学研究センター 為則雄祐博士、上杉健太郎博士、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 J-PARC センター 中島健次博士、柴田薫博士、菊地龍弥博士、河村聖子博士、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 山田悟史助教、一般財団法人総合科学研究機構 富永大輝博士、山田武博士、東京大学大学院新領域創成科学研究科物質系専攻 雨宮慶幸教授、篠原佑也助教、名古屋大学ナショナルコンポジットセンター 増淵雄一教授、国立研究開発法人理化学研究所 放射光科学総合研究センター、公益財団法人高輝度光科学研究センター、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構、J-PARC センター、一般財団法人総合科学研究機構、国立研究開発法人理化学研究所 計算科学研究機構、一般財団法人高度情報科学技術研究機構、フロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体、兵庫県立大学産学連携・研究推進機構 放射光ナノテクセンター、株式会社 JSOL、光・量子融合連携研究開発プログラム（中性子とミュオンの連携による「摩擦」と「潤滑」の本質的理解、量子ビーム連携によるソフトマテリアルのグリーンイノベーション）。

参考文献

- [1] Y. Shinohara, H. Kishimoto and Y. Amemiya:
SPring-8 Research Frontiers 2004 (2005) 88-89.
- [2] H. Kishimoto, Y. Shinohara, Y. Suzuki, A. Takeuchi, N. Yagi and Y. Amemiya: *J. Synchrotron Rad.* **21** (2014) 1-4.
- [3] H. Kishimoto, Y. Shinohara, Y. Amemiya, K. Inoue, Y. Suzuki, A. Takeuchi, K. Uesugi and N. Yagi:
Rubber Chem. Tech. **81** (2008) 541-551.

- [4] http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2011/111212/
- [5] T. Kanaya, K. Kaji and K. Inoue: *Macromolecules* **24** (1991) 1826-1832.
- [6] N. Jiang, M. K. Endoh, T. Koga, T. Masui, H. Kishimoto, M. Nagao, S. K. Satija and T. Taniguchi: *ACS Macro Lett.* **4** (2015) 838-842.
- [7] Y. Ikeda *et al.*: *Macromolecules* **42** (2009) 2741-2748.
- [8] http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/press_release/2015/151112/

岸本 浩通 KISHIMOTO Hiroyuki

住友ゴム工業株式会社 研究開発本部
〒651-5198 兵庫県神戸市中央区筒井町2-1-1
TEL : 078-265-5688
e-mail : h-kishimoto.az@srigroup.co.jp

大型施設連携利用に向けて — 研究報告 (2) —

放射光・中性子・ミュオンで見た 配列アルカリ金属ナノクラスターの磁気秩序

大阪大学大学院 理学研究科
中野 岳仁

Abstract

アルミノ珪酸塩ゼオライトの一種であるソーダライト中に、1個の不对電子を持ったアルカリ金属クラスターを体心立方構造で配列させた系はモット絶縁体となり、反強磁性秩序が発現する。この系はいわゆる磁性元素を含んでおらず、アルカリ金属のs電子が磁気秩序を実現しているという新奇な磁性体である。このs電子磁性の起源を詳しく調べるべく、放射光メスbauer分光、中性子回折、ミュオンスピン回転/緩和法を活用した研究例を紹介する。アルカリ金属種が重くなるほどナノクラスターのs電子波動関数が空間的に広がる様子がこれらの実験手法により直接的に見えてきた。これにより交換相互作用が増強されてネール温度が上昇する。極めてシンプルなモット・ハバード模型のモデル物質がs電子で実現されていると言える。

1. はじめに

配列したナノ空間中のs電子が磁気秩序を示すという新奇な磁性材料に対して、放射光、中性子、ミュオンの3種類の量子ビームを磁気プローブとして活用した研究例を取り上げ、このような連携利用の利点をご紹介したい。逆空間のプローブである中性子回折で磁性の長距離秩序を観測すると共に、結晶中の異なる地点での局所磁場を2種類の実空間プローブ(ミュオンスピン回転/緩和法(μ SR)と放射光メスbauer分光)を併用して観測する。これらの情報を総合することで、ナノ空間中で磁性を担うs電子の「姿」が見えてくる。

2. ゼオライト結晶中に配列したアルカリ金属クラスターの磁気秩序

磁性材料は遷移金属元素や希土類元素を含んでいるのが普通である。これは局在性の高いd電子やf電子が磁気モーメントを担い、それらの間の交換相互作用により磁気秩序が実現されるためである。しかし、そのような常識を覆す物質群もこれまでに発見されてきた。p電子(π 電子)が磁気秩序を示す有機磁性体はその一例であり、また、本稿で紹介するs電子による磁気秩序はその最たるものであると言える。配列したナノ空間(ケージ構造)を有す

るゼオライト結晶にアルカリ金属を吸蔵することにより、ナノサイズのアルカリ金属クラスターを周期配列させることができる。この時、ケージに閉じ込められたs電子は、量子サイズ効果によって離散化した準位を占有し、さらに周期配列したクラスター間の交換相互作用により磁気秩序を示すケースがある。ゼオライトの結晶構造には様々な種類があり、それらとアルカリ金属の組合せによって、強磁性体、反強磁性体、フェリ磁性体などが見出されている^[1-5]。磁性とは最も縁遠いと思われるアルカリ金属のs電子が磁気秩序を示すという新奇な物質系である。本稿では、これらの中で最もシンプルな系であるソーダライト中のアルカリ金属クラスターが示す反強磁性秩序を取り上げる。

ソーダライトはアルミノ珪酸塩ゼオライトの一種であり、中でも最もシンプルな結晶構造を有する。図1(a)に示したように、Si-O-Alの共有結合ネットワークからなる切頂八面体型の β ケージ(内径約7 Å)が体心立方構造で配列している。この骨格はAl原子の数だけ負に帯電しており、アルカリ陽イオンがケージ内に分布することで電荷を補償している(図1(a)では陽イオンは省略している)。ケージ当たりの化学組成は $A_3Al_3Si_3O_{12}$ (A:アルカリ元素)である。ここに1個のアルカリ金属原子を吸蔵

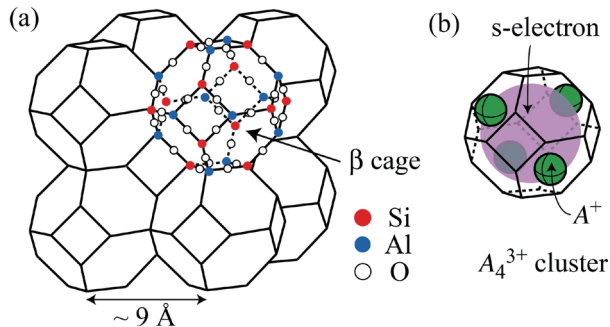


図1 (a) ソーダライトの結晶構造と、(b) β ケージ中に形成されたアルカリ金属クラスター A_4^{3+} の模式図。

すると、1 個の s 電子がケージに閉じ込められ、4 個の陽イオンに共有されて A_4^{3+} クラスターが形成される (図 1(b))。このクラスターは不対電子を持ち、全てのケージにクラスターを形成した試料では反強磁性秩序が発現する^[2]。反強磁性転移温度(ネール温度)は Na クラスター、K クラスターでそれぞれ約 50 K、72 K であり、アルカリ元素種に依存する^[6,7]。これらの試料は各サイト(ケージ)を 1 電子が占有した just-half filled のモット絶縁体となっており、ケージの窓を介した s 電子間の交換相互作用が磁気秩序の起源と考えられている。この系の特徴はナノサイズのクラスターに広がった s 電子が磁性の担い手となっていることである。従来の磁性体における d 電子や f 電子は基本的には既知の原子波動関数をベースに考えればよいのとは異なり、ナノクラスターの s 電子波動関数はその形状や空間的広がりがそもそも自明ではない。量子ビームを含めた種々のプローブを活用し、これらの点をなるべく詳しく調べて s 電子磁性の発現機構を明らかにしたいというのが研究の動機である。

3. 中性子回折、ミュオンスピン回転/緩和、放射光メスバウアー分光の実験結果

s 電子が磁性を示すと言うと、「それは本当にちゃんとした磁気秩序なのですか?」と良く聞かれる。長距離磁気秩序を最も直接的に証明できるのは中性子回折実験であろう。しかし、本研究の対象物質では数十原子あたりに 1 ボーア磁子の磁気モーメントしか存在せず、しかもそれがナノサイズに広がっている。このため、磁気散乱強度は大変弱い。3~4 グラムの試料を合成し、日本原子力研究開発機構の研究炉 JRR-3 (Japan Research Reactor-3) の 5G PONTA (Polarized Neutron Triple Axis

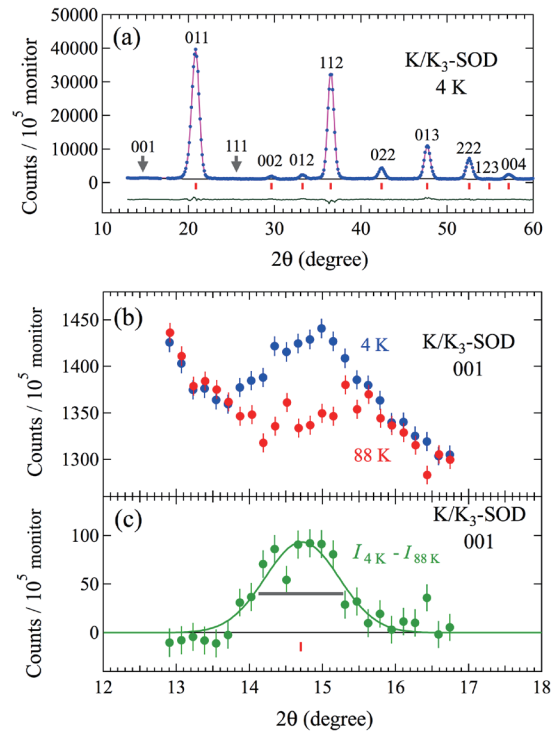


図2 (a) ソーダライト中の K クラスターの中性子回折パターン。(b) ネール温度の上下における 001 反射の拡大図と、(c) それらの差分プロファイル。

Spectrometer) を用い粉末中性子回折実験を行った。図 2 は K クラスターの実験結果である。ネール温度よりも低温においては、結晶構造では禁制の 001 反射が成長する。後に述べるが、Na クラスターでは 111 反射も同時に観測された。これらは磁気回折ピークと考えられ、立方格子の頂点位置と体心位置のクラスターの磁気モーメントが反平行に配列した磁気構造が推察される。これらの結果は s 電子の磁気秩序を中性子回折によって直接観測した初めての事例である^[8,9]。磁気散乱強度は核散乱強度のわずか 0.1% 程度でしかないが、より定量的な解析を試みた。図 3 に磁気散乱強度と核散乱強度の比から見積もった磁気形状因子の波数依存性を示す。磁気形状因子は電子スピン密度の空間分布のフーリエ変換に相当する。 β ケージの内径として 7 Å を仮定し、球形井戸形ポテンシャルに閉じ込められた電子の 1s 波動関数を用いて形状因子を計算した結果が破線で示されている。大きな波動関数を反映して、形状因子は波数に対して急激に減少するが、Na クラスターの実験結果はこの計算結果に良く一致する。すなわち、この系の磁性の担い手がまさしく図

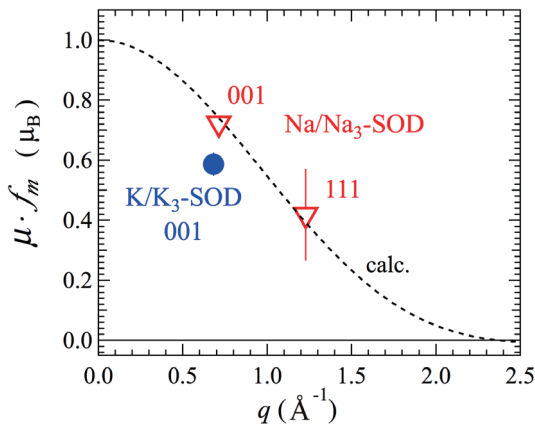


図3 中性子回折測定から求めたソーダライト中のNaおよびKクラスターの磁気形状因子。破線は球形井戸型ポテンシャル模型を用いた計算値。

1(b)のようにナノサイズのケージ内に広がった電子であることを示す結果である。中性子回折は当然、逆空間のプロブであるため平均構造しか見えない。つまり、例えばケージ毎の不均質があってもそれらは平均化される。それにもかかわらず、このように1ボーア磁子を仮定した計算と実験結果が良く一致するのは驚きである。想像以上にしっかりとした均質な磁気秩序がs電子によって実現されていると言える。一方、黒丸で示したようにKクラスターの形状因子は001反射の波数においてNaクラスターのそれよりも小さく、111反射は実験誤差の範囲で観測できなかった¹⁹⁾。Kクラスターの方が形状因子が速く減衰しており、s電子波動関数の空間的広がりがNaクラスターよりも大きいと考えられる。後に述べるが、このことはネール温度上昇の起源とも関連付けて理解される。

ミュオンは素粒子レプトンの一種でありスピン $s = 1/2$ を持つ。μSR 実験に用いる正ミュオン (μ^+) ビームは、陽子加速器を用いた炭素ターゲットの核破砕によって生成されたパイオン (π^+) が崩壊して得られる。この時に同時に生成されるニュートリノがヘリシティを持つおかげで、 μ^+ のスピンはビームの進行方向と逆向きに100%偏極している。従って、スピンを偏極させるための外部磁場が全く必要ない。このことと、プロトンの3倍も大きな磁気回転比のおかげで、μSRは極めて高感度な磁気プローブとなっている。筆者らは、ソーダライト中のNa、KクラスターおよびK-Rb合金クラスターの試料についてゼロ磁場μSR測定をPSI-μS (Paul Scherrer Institute, Swiss Muon

Source) のGPS (General Purpose Surface-Muon Instrument) 分光器を用いて行った。どの試料においても時間スペクトルにはミュオンスピンの歳差運動による信号が明瞭に観測され、均質な磁気秩序が実現していることが分かった¹⁶⁾。歳差運動の周波数から求めた内部磁場の温度変化を図4に示す。2次相転移の秩序変数に典型的な振る舞いが見られる。実線は現象論的な式によるフィッティング結果であるが、臨界指数は $\beta \sim 0.4$ 程度と見積もられ、ハイゼンベルグ型の反強磁性体と言える。低温での内部磁場はNa、K、K-Rbでそれぞれ約92、142、155 Oeとなっており、平均組成が重くネール温度が高い試料ほど内部磁場が強いことが分かった。

カリウムの同位体である⁴⁰Kはメスバウアー核であることが古くから知られている。しかし、⁴⁰Kの励起状態(29.83 keV)を形成する親核がこの世に存在しないため、放射性同位体線源を用いた従来型のメスバウアー測定は全く不可能である。このため中性子捕獲などの核反応を用いた実験が1960年代に数件行われたきりであった。近年、放射光を光源として様々な核種のメスバウアー吸収スペクトルを取得する新手法が瀬戸らによってSPring-8のBL09XUおよびBL11XUにおいて開発された¹¹⁰⁾。筆者らは⁴⁰Kを5%程度までエンリッチしたKクラスターをソーダライト中に作成し、この手法を適用することにより、⁴⁰K核のメスバウアー吸収スペクトルを放射光を用いて観測することに初めて成功し

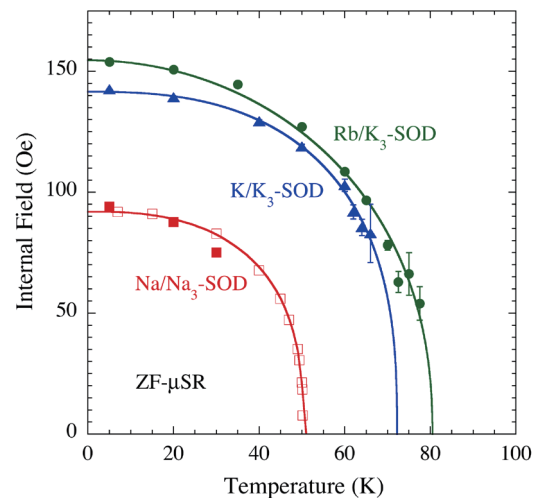


図4 ゼロ磁場μSR測定から得られたソーダライト中のNaクラスター、Kクラスター、K-Rb合金クラスターの内部磁場の温度依存性。

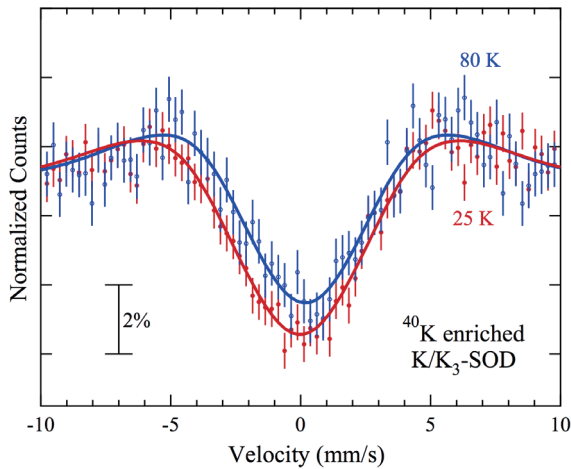


図5 ソーダライト中のKクラスターにおける⁴⁰K核の放射光メスバウアー吸収スペクトル。

た^[11]。代表的なスペクトルを図5に示す。ネール温度の72 Kより低温では吸収のディップが深くなるとともに幅も広がっている。⁴⁰Kの基底状態と励起状態の核スピンはそれぞれ、 $I = 4, 3$ であり、電子スピンとの hyperfine 相互作用によって吸収スペクトルは21本に分裂する。しかし実際のスペクトルではそれらを分離しては観測できていない。そこで、核共鳴散乱理論に基づいて厳密にスペクトル形状を計算することによってデータを解析した。その結果、電子スピンの反強磁性秩序により、測定最低温度の8 Kでは 92 ± 30 kOe の hyperfine 磁場が⁴⁰K核上で発生していることが分かった^[11]。

4. 考察

3種類の量子ビームを用いて得られた結果をまとめて考察してみたい。中性子回折では、この系の反強磁性がしっかりとした長距離磁気秩序であることが分かった。磁気形状因子の解析から、NaクラスターよりもKクラスターの方がスピン密度の空間分布が広がっていることが示唆される。これはKクラスターの方がネール温度が高いという事実と深く関係すると考えられる。重いアルカリ金属原子ほどイオン化エネルギーが低い上に電子格子相互作用が弱い。従って、クラスターのs電子に対するポテンシャルが浅くなり、s電子の空間的広がりが大きくなる。その結果、窓を介した隣接ケージへの電子遷移エネルギー*t*が増すことが期待される。同一ケージに2電子収容した時の電子間クーロン斥力エネルギー*U*は依然大きいので、($U > t$) モット絶縁体状態が実

現しているものの、 U/t が減少することによって反強磁性的な交換相互作用が増大したと考えられる。このようにモット・ハバード模型のパラメータをアルカリ金属種を換えることで制御できている系であると言える。一方、 μ SRでは平均組成が重くてネール温度の高い試料ほど系統的に内部磁場が強いという結果が得られた。試料中の電子スピンの数密度はいずれの試料においてもケージ当たり1個であるので、電子スピンの作る双極子磁場だけを考えていては、この結果は説明できない。 μ SRはゼロ磁場で使える極めて高感度の磁気プローブであるが、NMRやメスバウアー分光と比較した場合に、その最大の弱点は試料中でのミュオン静止位置が正確には分からないことである。しかし、 μ^+ の静止位置は主に静電ポテンシャルで決まり、一般的に酸化物では負電荷を帯びた酸素原子近くに止まると考えられている。そこで、ソーダライト結晶で最も負電荷（あるいは酸素原子）が集中している位置として、第二隣接ケージ間を繋ぐ4員環の窓をミュオン静止位置と考える（図6）。反強磁性秩序状態では、このサイトの両側のケージ内のスピンは強磁性的に配列している。そして、ミュオンが両ケージのs電子波動関数の裾野とフェルミ接触相互作用を起こしていると考えた。先の考察のように、重いアルカリ金属クラスターほどs電子波動関数の空間的広がりが増すと考えれば、このミュオン位置での局所磁場が系統的に上昇することが定性的にはうまく説明ができる。一方、⁴⁰K核のメスバウアー分光では、 μ SRよ

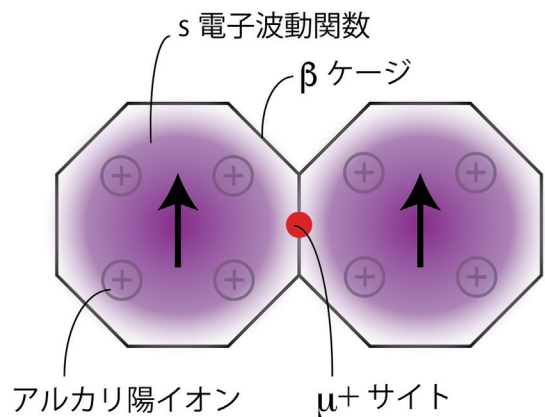


図6 アルカリ金属を吸蔵したソーダライトにおけるミュオン静止位置の予想図。第二隣接の β ケージ間をつなぐ4員環をミュオン静止位置と想定している。反強磁性秩序状態では、第二隣接の β ケージ中の電子スピンは平行（強磁性的）に配列している。

りも3桁近く高い hyperfine 磁場が観測された。図6に模式的に示したように、アルカリ陽イオンの原子核位置では、s電子波動関数の裾野に位置するミュオンサイトよりも遙かに電子スピン密度が高いことを意味している。なお、現状ではこれらの局所磁場の大きさや変化については定性的な理解にとどまっている。3つのプローブで得られた結果を全て満足するような波動関数を理論計算で構築してみることも、この系をより深く理解するための今後の課題として必要と思われる。

5. おわりに

ソーダライト中のアルカリ金属クラスターが示す反強磁性について、中性子回折、 μ SR、放射光メスバウアー分光を活用した研究を紹介させて頂いた。これらの手法の併用によって、磁性を担うs電子の波動関数に関して、一定の新たな知見を得ることができた。筆者はこのような新しい物質系の開発・合成と基礎物性の解明を本業としており、ここで紹介したどの量子ビームの専門家でもない。しかし近年の研究施設・設備の高度化とユーザーフレンドリー化、専門家の方々の手厚いサポートと、素人にもある程度手を出させて下さるという寛容さのおかげで、本稿で紹介させて頂いたような研究が可能となった。自分で開発・合成した試料を測定に専門家に単にお渡しするのではなく、できれば自分で色々測ってみたい。研究の分業化が進んでいるが、特に本稿でご紹介したようなある種「怪しげな」新物質の研究においては、様々なプローブを通して合成者が自分の目で一貫して見てみるのが重要と信じている。なお、この物質群で磁性以外の最近の興味としては、ポーラロン効果が強く効いた相における金属絶縁体転移とそれに伴うイオンのダイナミクスが挙げられる^[12,13]。放射光や中性子の非弾性散乱にも興味を持っており、節操もなくまた別のビームラインにもお邪魔させて頂きたい。なお、新物質を合成している方々がこの拙文を読まれて、複数の量子ビームの活用を思い立たれたら幸甚である。

謝辞

本稿で紹介した成果は、依田芳卓(JASRI)、瀬戸誠、小林康浩、増田亮(京大原子炉)、松浦直人(CROSS東海)、渡邊功雄(理研仁科センター)、Francis Pratt(RAL-ISIS)、Alex Amato(PSI-SμS)、花澤宏文、

末廣龍一、福田直起、三原基嗣、野末泰夫(大阪大学)各氏との共同研究によるものである。ここに深く感謝申し上げる。放射光メスバウアー分光の実験はSPRING-8の共用ビームラインBL09XUを利用して行った(課題番号:2011B1054、2012B1238)。また、本研究は科研費(No.19051009、No.24221005、No.24244059、No.26400334)、阪大G-COE(G10)、ひょうご科学技術協会奨励研究助成の支援を受けて行った。

参考文献

- [1] Y. Nozue, T. Kodaira and T. Goto: *Phys. Rev. Lett.* **68** (1992) 3789-3792.
- [2] V. I. Srdanov, G. D. Stucky, E. Lippmaa and G. Engelhardt: *Phys. Rev. Lett.* **80** (1998) 2449-2452.
- [3] T. Nakano *et al.*: *Physica B* **374-375** (2006) 21-25.
- [4] D. T. Hanh, T. Nakano and Y. Nozue: *J. Phys. Chem. Solids* **71** (2010) 677-680.
- [5] L. M. Kien, T. Goto, D. T. Hanh, T. Nakano and Y. Nozue: *J. Phys. Soc. Jpn.* **84** (2015) 064718-1-9.
- [6] T. Nakano *et al.*: *J. Phys. Soc. Jpn.* **79** (2010) 073707-1-4.
- [7] T. Nakano *et al.*: *Phys. Rev. B* **88** (2013) 174401-1-9.
- [8] T. Nakano *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **109** (2012) 167208-1-4.
- [9] T. Nakano *et al.*: *JPS Conf. Proc.* **8** (2015) 034011-1-6.
- [10] M. Seto *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **102** (2009) 217602-1-4.
- [11] T. Nakano *et al.*: *Phys. Rev. B* **91** (2015) 140101(R)-1-5.
- [12] M. Igarashi, P. Jeglic, A. Krajnc, R. Zitko, T. Nakano *et al.*: *Sci. Rep.* **6** (2016) 18682-1-8.
- [13] M. Igarashi, T. Nakano *et al.*: *Phys. Rev. B* **87** (2013) 075138-1-7.

中野 岳仁 NAKANO Takehito

大阪大学大学院 理学研究科
〒560-0043 大阪府豊中市待兼山町1-1
TEL : 06-6850-5534
e-mail : nakano@phys.sci.osaka-u.ac.jp

第 65 回デンバー X 線会議 (DXC2016) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門 櫻井 吉晴

デンバー X 線会議 (Denver X-ray Conference) が、2016年8月1日～5日の5日間、シカゴ・オヘア空港近くの会場 (The Westin O'Hare Hotel) で開催された。前半の2日間はワークショップとポスターセッション、後半の3日間は口頭発表のみのセッションで構成されていた。事前登録の参加者は237名、さらに企業からの参加者は160名、企業展示は45社であった。同会議はX線分析の応用をテーマとし、今回で第65回となる伝統ある会議である。大学等の実験室用装置と放射光を利用した装置の双方をバランスよくカバーし、材料を中心とした幅広い応用が報告されており、放射光利用のポテンシャルユーザー層と材料科学の方向性を探る上で有益な会議であった。放射光利用に関しては、Advanced Photon Source (APS) アップグレードに関連した講演があり、高エネルギーマイクロ X 線回折とコヒーレント X 線回折による Microscopy の可能性が示された。また、実験室用装置側からの視点として、放射光利用実験のビームタイムに限りがあることから、放射光を利用した装置を実験室用装置の高性能版と捉えた補完的利用が示されていた。近年、実験室用装置の性能向上が著しい上に、ユーザーニーズを的確に捉えた製品開発が進んでいる。放射光利用において、今後、実験室用装置との相補性や連携を考える必要がある。

以下、開催日程順にワークショップおよびプログラムを紹介し、各々参加したセッションでの発表について報告する。

初日のワークショップは、“Basic to Intermediate XRD I & II”、“Diffraction Contrast Imaging”、“Basic XRF”、“Synergies between Laboratory and Synchrotron X-ray Methods”、“Fundamentals of X-ray Absorption Spectroscopy”、“Rietveld for Beginners - Introduction to Rietveld fitting with GSAS-II”、“Energy Dispersive XRF”、“Trace

Analysis”のタイトルで開催された。

以下に、“Diffraction Contrast Imaging”のワークショップについて報告する。

最初に、APSのJ. S. Parkが、“Using Far Field High Energy Diffraction Microscopy to Characterize the State of Polycrystalline Materials”のタイトルで、APS 1-ID-E ステーションにおける高エネルギー X 線回折顕微鏡 (HEDM: High Energy X-ray Diffraction Microscopy) の研究例を紹介した。測定配置として近接場 (試料・検出器間距離: 10 mm) と遠距離場 (試料・検出器間距離: 1 m) の違いを説明した後、遠距離場配置での研究例を紹介した。80.725 keV の入射 X 線 (ビームサイズ: 1 mm × 100 μm) を用いた HEDM 測定の例として強化銅のマイクロメカニカル解析の例を示した。この研究は、回転ステージ上に置かれた多結晶試料内で回転軸上にあるマスターグレインを選び出して、その結晶歪解析を行うものである。また、マグネシウム合金の滑り強度の測定例が示された。それぞれの研究では、解析ツールとしてフリーソフトの FABLE と MIDAS が使用されている。現状では粒平均の情報しか得られていないが、将来的には粒内分布の計測へと発展するとのことである。材料科学では多結晶中の一結晶粒の観察とキャラクター化がホットトピックスである。引き続き、Los Alamos の R. Pokharel は、J. S. Park が紹介した研究例を詳細に報告し、さらに UO₂ 多結晶試料の弾性歪と結晶粒サイズの相関とその焼鈍による変化について示した。Xnovo Technology の E. Lauridsen は、回折コントラストトモグラフィーの紹介をし、放射光を利用した装置と実験室用装置の両方の結晶粒観察の結果を比較した。実験室用装置でも数100ミクロンの分解能であれば、十分なトモグラフィー像が得られている。

2日目のワークショップは、“Structure Solution

I & II”、“Two-dimensional Detectors”、“Micro XRF”、“Quantitative Analysis I & II”、“Amorphous & Disordered Materials I & II”、“Advanced Rietveld - Advanced use of GSAS-II”、“Sample Preparation of XRF”が開催された。

参加した“Two-dimensional Detectors”について報告する。

Organizer の T. Blanton 以外の3名の講演者はメーカー所属である。S. Speakman は、0次元検出器が2次元検出器になることにより X 線回折パターン測定効率化が進み、結晶粒状態の研究、特に応力分布の研究が飛躍的に発展したことを強調した。J. Ferrara はフィルム、イメージング・プレート、マルチワイヤ・プロポーションカウンタ、CCD、そしてハイブリッド・フォトンカウンティング検出器を説明し、自社のフォトンカウンティング検出器 (100 μm \times 100 μm 分解能) の紹介をした。B. He は X 線回折の概要を自社の製品の測定例を示しつつ、応力と多結晶試料の結晶粒分布の研究例を紹介した。自社製品の性能と測定例を併用しながら2次元 X 線検出器の基礎を説明するワークショップは検出器ユーザーにとって意義のあるものであった。

3日目の午前は、Plenary Session が設けられた。“Imaging at Current and Next Generation Synchrotrons”のセッション名で、APS の B. Toby が座長を務めた。コンファレンスチェアの挨拶といくつかある賞の受賞者の紹介に続いて、T. Fawcett (International Center for Diffraction Data) が、Debye-Scherrer Powder Method が確立されて100年を迎えることを記念して、“100 Years of Powder Diffraction”のタイトルで講演を行った。レントゲンによる X 線の発見に始まり、第1回デンバー X 線会議 (1941年) 以降の進歩として、粉末 X 線回折による化学分析、フィルムから X 線強度の数値化とプロファイル化、位置敏感 X 線検出器導入による時分割測定の導入、自動パターン指数付けがメインフレームから PC に移行したことなどが紹介された。

続いて、APS アップグレード (APS-U) と関連して、APS における X 線イメージングと X 線顕微蛍光分析の紹介があった。

F. De Carlo は、“X-ray Imaging at the Advanced Photon Source (APS) from Data Intensive to Data Driven: Opportunities with the APS Upgrade”のタイトルで講演した。現在の APS では、Parallel

Beam Imaging で1 μm の分解能、Transmission X-ray Microscopy で20 nm の分解能をそれぞれ達成しており、APS-U ではその分解能ギャップを埋める Projection Microscopy を目指すとしている。Parallel Beam Imaging の例として、Al リッチデンドライトの成長過程や疲労亀裂や腐食の観察を紹介した。APS-U では、測定時間と視野を犠牲にせず、1 μm 以下の分解能を達成することで、材料の階層的なキャラクタリゼーションを目指している。時分割計測としては、現在の24バンチ運転が48バンチ運転になり、さらに検出器の高性能化によりフレームレートの向上が見込まれるとしている。応用例として、XANES との併用による Additive Manufacturing (付加製造) や Self-Propagating High-Temperature Synthesis (自己伝播高温合成)、脳コネクトーム地図の作成などへの可能性が示された。

S. Vogt (APS) は、“X-ray Fluorescence Microscopy: Advances and Unique Opportunities”のタイトルで講演した。複雑系の階層構造に関連した機能解析として、X 線顕微蛍光分析の可能性について言及した。現状の APS で行われている例として、XANES を用いた n 型 Si 中の金属元素分布、生体内部の金属分布、Cr(III)、Cr(IV) の化学状態計測や、蛍光 X 線トモグラフィーによるゼブラフィッシュの胚発生期における体内金属分布測定例を紹介した。APS-U により硬 X 線顕微鏡技術が高速化し、材料科学、ソフトマターを始め多くの分野の重要な研究に利用されることとして締めくくった。また、講演の中で、ビッグデータの取り扱いの重要性が指摘された。

最後は、Hanawalt 賞受賞者の M. Leoni による受賞講演、“Detailed Microstructure Information from Powder Data: A Maze or Amazing?”で午前のセッションを終えた。

3日目の午後は、“High Energy X-ray Microscopy”、“Trace Analysis”、“Biological Application of X-ray Fluorescence Microscopy - Biomedical Applications”、“New Development in XRD & XRF Instrumentation I”、“X-ray Imaging I”の5つのパラレルセッションであった。

参加した“X-ray Imaging I”のセッションについて報告する。

C. Schroer (DESY) は、“High Resolution Microscopy with Coherent X-rays”のタイトルで

招待講演をした。ナノ集光を実現する複合屈折レンズを中心に説明し、タイコグラフィーの説明の後、触媒用ナノ粒子の再構成像の例を紹介した。この像では15 nmサイズの描画に成功している。その他の応用例として、ソーラーセルの層状構造の観察とナノエレクトロニクスデバイスの測定例を示した後、共鳴タイコグラフィー法の応用例として金粒子の測定例を示した。最後に、PETRA IIIのアップグレード計画であるPETRA IVプロジェクトを紹介した。本アップグレードによりコヒーレントフラックスが50倍以上に増強し、ナノスケールでのその場3次元顕微鏡が実現する。同プロジェクトは計画の段階であるが、PETRA IVは2026年から利用を開始するとのことである。

4日目は、“Rietveld”、“Industrial Applications of XRF”、“Biological Applications of X-ray Fluorescence Microscopy - Plant/Environmental/Microbial Science”、“New Developments in XRD & XRF Instrumentation II”、“Cultural Heritage”、“Applied Materials I”、“General XRD”、“General XRF”、“Biological Applications of X-ray Fluorescence Microscopy - Related Technique and Methods Development”、“X-ray Imaging II”のオーラルセッションがあった。

“X-ray Imaging II”のセッションでは、K. Janssensが、“Spectroscopic X-ray Imaging for Studying Alterations at and Below the Surface of Fine Art Painting, Stained Glass Windows and Illuminated Manuscripts”のタイトルで招待講演した。絵画「ムンクの叫び」の劣化の原因となる、絵の具に含まれる金属の酸化状態の研究例を始め、ステンドグラスや書物などの分光分析研究例を紹介した。最初は絵画などを放射光施設に持ち込んで観察を行っていたが、測定対象を広げるためにポータブルX線分析装置を開発している。続く、E. A. Willneffは、“Soft X-ray Imaging of Modern and Contemporary Artists' Materials”のタイトルで講演し、絵画修復と保存のために、絵具の材料を同定する研究例を紹介した。SEM、ATR-FTIR、XPS、目視などの既存の方法では難しい金属元素の価数状態の観測を行うために、NSLSでNEXAFSの測定を行っている。これらは社会文化に貢献している例であるが、単に測定で終わるのではなく、修復や保存に結びついていく点において一歩進んだ利用を行っている。

最終日は午前のセッションだけであった。“Stress Analysis”、“Applied Materials II”、“Quantitative Analysis”、“X-ray Optics”のセッションがあった。

“X-ray Optics”のセッションでは、S. Hayakawaが、“Spectromicroscopy Instrumentation and Techniques with Synchrotron and Laboratory X-ray Sources”のタイトルで招待講演した。ポリキャピラリー光学系を用いたエネルギー分散型マイクロXAFS (Micro dispersive XAFS) では10 μm の空間分解能を達成している。KBミラーを用いた光学系で1 μm の分解能を達成したマイクロXRF (蛍光分析) でGSR (Gun Shot Residue) や微小なガラス片の分析を紹介し、さらに微小片を探すマッピング法を紹介した。引き続き、J. Garrevoetは、“Three Dimensional Imaging at the P06 Hard X-ray Micro/Nano-Probe”のタイトルで招待講演し、PETRA IIIにおける研究例を紹介した。リチウムイオンバッテリーの電極で充電速度の違いによるNiの析出やクラックなどのスライス法によるイメージングを示した。また、Confocal XRFの例として、グラファイト負極内への正極材の構成元素であるNiやMnの局所析出のイメージングに成功している。続いて、エネルギー分解ができる2次元ピクセル検出器とマイクロ・シートビームを用いた3次元Full Field XRFの例を紹介し、Rice leaf、Venus fly trap trigger hair、Fluid Catalytic Cracking (FCC) の1ミクロン分解能での観測例やOn-the-fly タイコグラフィーの可能性を示して講演を終えた。

第65回デンバーX線会議は、実験室用装置と放



企業展示の風景

射光装置を相補的に活用することの重要性を認識する上で有意義な会議であった。本文中では述べなかったが、企業展示や企業セミナーで紹介された実験室用装置の中には、軽元素材料に限るがサブミクロン分解能の3次元イメージングが可能なX線顕微鏡装置が商用化している。今回の会議はシカゴで開催されたが、次回の第66回デンバーX線会議は2017年7月31日～8月4日に米国モンタナ州のビッグスカイで開催される。

櫻井 吉晴 SAKURAI Yoshiharu

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

TEL : 0791-58-0877

e-mail : sakurai@spring8.or.jp

International Conference on X-ray Microscopy (XRM2016) 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門 星野 真人

1. はじめに

今回で13回目の開催となるX線顕微鏡国際会議 International Conference on X-Ray Microscopy (XRM2016) が、イギリス・オックスフォードで開催された。X線顕微鏡国際会議の歴史は1983年（ドイツ・ゲッチンゲンにて開催）にまでさかのぼり、1987年から2008年までは3年毎に開催されていたが、それ以降は2年毎の開催となっている。今回の会議場となったのは、University of Oxford の The Mathematical Institute という建物で、歴史的な建造物が立ち並ぶオックスフォードの街中において近代的な外観の建物であった（図1上）。会議は、8月15日～19日まで開催され、夏休みシーズンということもあり、町の中心部は大勢の観光客で溢れていたが、学会には多くの研究者が参加しており、メイン会場はほぼ満員という盛況ぶりだった。主催者の発表によると、参加者は380人以上で、発表申し込みアブストラクトの本数は330報に及んだ。オーラル発表は、計22個のセッション（内14個の平行セッション）で65件の発表があり、258件のポスター発表が行われた。また、今回のポスター発表では、主に学生発表者を対象（ベストポスター賞の候補者を対象）とした2分間の「Flash Talk」という場が設けられ、ポスター発表に加えて発表内容のハイライトについてオーラルで聴衆の前で発表できる機会が与えられた。最終日の午後には、オックスフォードから車で30分程のところにある Diamond 放射光施設の見学ツアーが行われた。会期中は、イギリスにしては珍しく（?）、ほぼ好天に恵まれており、猛暑に見舞われていた日本に比べて気温25℃程度と非常に過ごしやすかった。また、一般的な学会であれば休憩時間は Coffee Break となるが、今回の会議ではイギリスという土地柄、Morning Tea や Afternoon Tea ということで、企業展示およびポスター発表会場となっている Exhibition ホールにおいて紅茶（もちろんコーヒーも）や菓子類が振舞われた（図1下）。

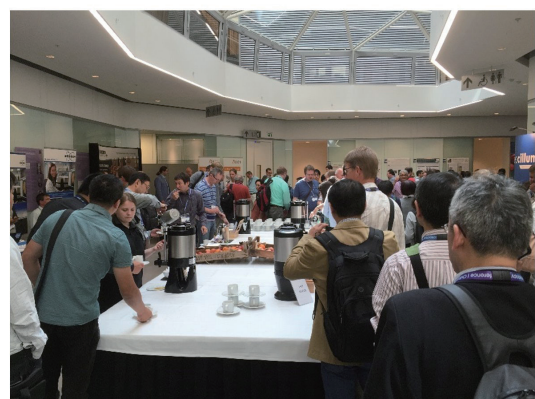


図1 (上) 会議会場となった University of Oxford, The Mathematical Institute の正面玄関。(中) メイン会場において Conference Summary を講演中の Ian McNulty 氏。(下) Exhibition ホールにおける Morning Tea の様子。

2. 会議報告

では本会議報告書の本題として、会議中のオーラル発表を中心に得られた、最近の X 線顕微鏡分野の研究動向や最新情報について報告する。

X 線顕微鏡の分野では、放射光光源に限らず、実験室系の X 線やレーザー励起 X 線など様々な光源が使用されている。当然として新しい X 線顕微鏡用光源 (New source) に関するセッションも設けられており、まずはスウェーデンの次世代放射光施設である MAX IV の稼動状況について、Lunds Universitet の Yngve Cerenius 氏により報告があった。特に X 線イメージング・顕微鏡に関係するビームラインに関しては、4 種類のビームラインを有することが発表され、それぞれ、① NanoMAX (硬 X 線ナノプローブを用いた計測：STXM、XRD、XRF、CDI など)、② MAXPEEM (LEEM、PEEM、XPEEM など)、③ SoftiMAX (軟 X 線ビームライン：STXM、Ptychography、CDI、Holography など)、④ DanMAX (in-situ & operando 計測用硬 X 線ビームライン：XRD、absorption-CT、phase-CT など) と計測種類別に分けられており (各ビームラインの通称に MAX が入っているのは個人的にはどうかと思うが、施設として統一感はある気がする)、2016 年度から 2018 年度にかけて、段階的にビームラインを commissioning していく計画が紹介された。ビームラインにおける計測技術を見てみると、次世代放射光光源として、光源の空間コヒーレンスを利用した測定技術 (ナノ集光や CDI、Ptychography など) を前面に押し出しているという印象を受けた。一方で、実験室規模の放射光光源として位置づけられた Munich Compact Light Source (MuCLS) の開発状況について、Technische Universität München の Martin Dierolf 氏によって紹介された。“How to shrinkage a synchrotron” というコンセプトのもと、ハイパワーレーザー逆コンプトン散乱を利用した高輝度 X 線光源として、Luminosity を最適化するための取り組み (衝突頻度の最大化、electron bunch charge の最大化、レーザーパワーの最大化、光源サイズの最小化) について紹介された。この光源により得られる X 線強度は、 3×10^{10} photons/sec 程度とのことである。用途としては、イメージング、マイクロビーム放射線治療、冠動脈血管造影、位相コントラストによる呼吸時の肺の観察などへの応用

ということである。

X 線光源と同じく、顕微鏡として高分解能計測を実現するために不可欠なものが X 線用の光学素子であり、その進歩についても重要な議論の対象と言える。X 線用の光学素子として、今日では一般的に利用されている Fresnel Zone Plate (FZP) の開発に関する発表はほとんど見られなくなってきたので、それ以外の光学素子に関する報告についていくつか紹介したい。まずは全反射ミラー製作技術において世界をリードしている大阪大学の山内和人氏より、同研究室で開発を行っているミラー結像システムの現状や、新たな試みとして Wolter III 型のミラーシステムの開発に関する発表があった。大阪大学では、以前より Advanced Kirkpatrick-Baez (KB) ミラー光学系において結像型 X 線顕微鏡の開発を行っているが、最近では monolithic のミラーの製作が可能となり、実際に結像実験を行うことで、50 nm の L&S まで解像できていることが報告された。ただし、Advanced KB ミラーにおける Wolter I 型の光学系配置だと焦点距離が長くなってしまったため、高倍率光学系を構成しようと思うと、光学系の長さ (試料-検出器間距離) が 45 m にもなってしまうという問題があった。高空間分解能イメージングを実現するためには、光学素子が持つ分解能も重要であるが、デジタル画像検出器を用いた計測における試料位置での実効画素サイズという観点からすると、高倍率光学系であることも重要な要素の一つである。これを解消する目的で、Wolter I 型光学系から Wolter III 型光学系配置を採用することで、焦点距離を短くすることができ、コンパクトな光学系において高倍率を達成することが期待されることなどが紹介された。現状では、結像光学系ではなく集光光学系の段階ではあるが、Wolter III 型光学系配置での集光を実現しているということである。また、JASRI の湯本博勝氏からも SPring-8 におけるミラー開発の現状として、100 nm 集光を目的とした楕円体ミラーの開発について報告があった。現状の技術で数 10 nm スケールの形状補正を容易に達成できることが紹介され、STXM の集光素子として用いることにより、50 nm の L&S まで解像できていることが報告された。

ミラー以外の光学素子としては、近年の XRM でその開発に大きな関心が寄せられていた Multilayer Laue Lens (MLL) の実用的利用として、20 nm の

空間分解能での硬 X 線イメージングの現状について、Brookhaven National Laboratory の Hanfei Yan 氏より報告があった。NSLS-II における硬 X 線ナノプローブを用いたマルチモダリティイメージングとして、バライト粒子の Spectroscopic イメージングや、銅ナノ粒子の細胞毒性メカニズム解明への応用、ナノトポグラフィーへの応用展開への可能性などについて報告があった。

光源や光学素子などの開発・進歩の状況が報告される一方で、計測ツールとして一般的に認知され、利用展開されている X 線顕微鏡の報告も数多く見られた。応用範囲は、Life Science (例えばアルツハイマー病への応用: XRF 顕微鏡によるサブ ppm レベルの Cu の検出への適用、Brookhaven National Laboratory, Lisa Miller 氏)、Biomedical (低線量かつ高コントラストで3次元空間分解能の改良を目的とした Confocal STXM や FIB-SXM への展開、Helmholtz Zentrum Berlin, Christoph Pratsch 氏)、Art (μ -XRD や μ -XRF, μ -XANES を用いた美術品における色の起源に関する研究への応用、ESRF, Marine Cotte 氏)、Material Science (Bragg coherent diffraction imaging を用いて 15 nm の空間分解能でのらせん転位測定や転位のオペランドトラッキングなどへの応用、Argonne National Laboratory, Andrew Ulvestad 氏) など多岐にわたる。また、従来の 2D (投影像) および 3D (CT 像) 計測から、例えば時系列情報を組み込んだ 4D (CT + 時系列情報) 計測といったような、多次元顕微鏡への展開を目的とした計測手法の開発も最近のトレンドとなっている印象を受けた。例えば、Paul Scherrer Institute の Marianne Liebi 氏は、小角散乱とテンソルトモグラフィーを組み合わせた SAXS tensor tomography の開発について紹介し、マクロな物体の内部微細構造にフォーカスして、ナノスケール構造の配向を 3次元で解析できることを示した。等方的な散乱であれば、散乱強度を積算することにより実空間で CT 再構成が適用できるが、異方性を持つ微細構造から生じる散乱の場合は、3次元フーリエ空間情報の再構成が必要であることを示し、そのための計測手法 (2軸回転法) やその再構成方法についての報告があった。ただし、現状の課題として 1 計測あたり 20 時間以上の測定を要することが挙げられ、計測時間の短縮が今後の課題と言える。また、光源のコヒーレンスを利用し

たスペックルベースのイメージングに関してもいくつか報告され、例えば Diamond Light Source の Hongchang Wang 氏は、sand paper によって生じるスペックル像走査と画像相互相関法を用いることにより、試料の配向を反映した暗視野イメージングを比較的簡単に行えることを紹介した。今後、空間コヒーレンスに優れた低エミッタンスビームの利用が増えてくると、このようなスペックルベースの計測も増えてくるのではないかと思われる。

一方で、時分割計測のような高速イメージングの場合、大容量データの高速読み込みや処理 (いわゆるビッグデータ) が重要な検討項目になってくるが、そのための取り組みとして、Paul Scherrer Institute の Christian Schlepütz 氏により SLS の TOMCAT ビームラインにおいて開発された GigaFRoST (Giga Fast Readout System for Tomography) についての報告があった。報告によると、2分間で 1 TB 分のデータ取得が可能とのことであり、火山の噴火プロセスを模擬した系の時系列測定 (3.7 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ の分解能で 1 CT 計測あたり 5 秒の計測を 10 秒おきに繰り返す) などに利用されているとのことである。また、多色光を併用することにより、30 keV 程度のエネルギーにおいて、1 CT 計測あたり 50 ms で行えることが紹介された (時間分解能 20 Hz)。この間に、試料は 600 rpm で回転しており、亀裂伝播のダイナミクスの定量解析に応用されているとのことである。一方で、不可逆変化のダイナミクスではなく、周期運動をする試料のダイナミックイメージングにおいては、ゲート式 CT を用いることで、kHz オーダーの時間分解能でハエの羽ばたきのメカニズムを 3次元で解析できていることが紹介された。その他に、Purdue University の Kadri-Aditya Mohan 氏により、超高速計測に頼らずとも、従来の計測手法に一工夫 (画像再構成手法の改良) 加えることで、成長過程の金属合金デンドライトの 3次元形態の可視化への応用について報告があった。

今回の会議では、単に一つの計測手法による測定ではなく、マルチモダルイメージングとして、on-the-fly Ptychography (100 nm 以下に集光したビームにより 1 点あたり数 10 ms の露光時間) と XRF を組み合わせた測定手法の開発に関する発表もいくつか見られた (Northwestern University の Junjing Deng 氏 や DESY Hamburg の Karolina

Stachnik 氏など)。発表の中では、回折限界放射光リングができれば、1 kHz での Ptychography & XRF 測定も可能になるであろうという発表者のコメントも見られた。

XRM では、新規デザインの光学素子や計測システムに関する提案・発表も歓迎されており、今回の会議で若手研究者の優秀発表に送られる The Werner Meyer-Ilse Memorial Award を受賞した Paul Scherrer Institute の Matias Kಾಗias 氏は、同心円状の微小パターンを2次元平面内に並べた新しい光学素子の提案を行い、シングルショットで試料からの全方位散乱を用いてイメージングすることが可能な計測手法の開発について報告を行った。従来方法では、透過型回折格子などを用いて、格子に直交する方向の散乱のみを検出して小角散乱イメージングに応用できることは知られていたが、今回の発表では光学素子のユニットセルを同心円の回折格子パターンにすることで、試料を面内回転させたり、回折格子の向きを変えたりすることなく、試料の微細構造の配向に依存した散乱イメージングが行えることを実証した。また、試料では入射 X 線の屈折が生じるので、従来の回折格子干渉計のように干渉縞のシフトが生じる。これは局所的な円形格子の結像面上でのシフトに相当するということであるので、そのシフト量を計測することにより、ある方向の微分位相像を抽出することも可能になるようである。

他にも、特筆すべき発表はいくつかあったが、本稿のスペースの関係上、省略させていただく。なお筆者は、XRM については XRM2010 以来の参加であったが、以前のように、“X 線顕微鏡で世界最高の空間分解能が達成された”といった主旨の発表件数は少なくなったという印象である。言い換えれば、数 10 nm~50 nm 程度の空間分解能での X 線顕微鏡イメージングは日常的となってきたおり、顕微鏡ツールとして応用利用のフェーズに入っているという印象である。しかしながら、回折限界 X 線イメージングが一般的になるという点についてはまだ課題も多く、今後の各方面における研究・加工技術・計測技術の進歩に期待したい。

3. おわりに

会期中には、スペシャルイベントとして、X 線顕微鏡の創成期を支えた3人の重鎮 (Janos Kirz 氏、Günter Schmahl 氏、Ronald Burge 氏) の長

年の功績を称え、Argonne National Laboratory の Chris Jacobsen 氏により、The Beetles の “Hey Jude” の替え歌として3氏の功績がユーモラスに紹介された。その最後のフレーズを記載しておく。

“Hey all, we see it now. But at first it was not so obvious. Remember to dream of what you might do. Imagination will make it better.”

なお、今回の XRM は、カナダの Saskatoon で 2018年8月19日~24日の日程で行われることがすでに決定している。また、今回の会議では次々回 (2020年) の XRM の開催地の決定が行われ、台湾とドイツ・ハンブルグが候補地として立候補し、投票の結果、台湾で開催されることが決定した。台湾での開催は、2005年の姫路、2012年の上海に次いで、アジアでは3回目の開催となる。



図2 XRM2016 Group Photo

※用語説明

- STXM: Scanning Transmission X-ray Microscope
- XRD: X-ray Diffraction
- XRF: X-ray Fluorescence
- CDI: Coherent Diffraction Imaging
- PEEM: Photo Emission Electron Microscope
- LEEM: Low Energy Electron Microscope
- SAXS: Small Angle X-ray Scattering
- FIB: Focused Ion Beam
- XANES: X-ray Absorption Near Edge Structure

星野 真人 HOSHINO Masato

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0833
e-mail : hoshino@spring8.or.jp

The 12th International Conference on Biology and Synchrotron Radiation (BSR2016) 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
タンパク質結晶解析推進室 奥村 英夫

今回で12回目となった International Conference on Biology and Synchrotron Radiation (BSR2016) が、2016年8月21日～24日の期間で、アメリカ合衆国カリフォルニア州メンローパークで開催された。日本ではまだまだ暑さの厳しい時期であったが、飛行機から降りたサンフランシスコでは上着があってもよいくらいの涼しさであった。サンフランシスコから南東へ約45 kmのメンローパークでは、会期中は、朝は必ず曇り、日中は快晴という日々であったが、夕方以降上着は手放せなかった。

会場となった SLAC 国立加速器研究所は、サンフランシスコからつながるカルトレイン（鉄道）のパロアルト駅から南へ下り、スタンフォード大学キャンパスを経た先に位置する。スタンフォード大学は実に広大なキャンパスをもっており、大学のランドマークであるフーバータワーや、その近くにビジターセンターがあり、ここを起点としたキャンパスツアーも行われている。また、キャンパス内にはメモリアルチャーチやコンサートホール、美術館、隣接してショッピングセンターまでもあり、先述のパロアルト駅からも出ている無料のマルガリータバスがキャンパス内で運行され、さながら一つの街の様



会場となった SLAC/Science & User Support Building

相を呈している。SLAC へはこのマルガリータバスを利用して行くこともできるが、駅からの直行便はなく、いささか遠いため、SLAC 敷地内のゲストハウスを利用することが推奨のようであった。

さて、今回の BSR2016 では、オーラル発表は SLAC 内の施設である Science & User Support Building の Panofsky Auditorium で行われた。パラレルセッションは行われず、すべてのオーラル発表がこの Panofsky Auditorium で行われた。各オーラルセッションは招待講演と一般講演で構成され、放射光や XFEL を用いた Biology 研究、また X 線と、他の測定・解析技術を複合的に利用した応用研究について講演が行われた。オーラル発表は全部で9つのセッションで構成され、セッションの最初に招待講演が行われ、引き続き一般講演が行われた。各セッションのテーマは次のとおりである。

Session 1: Membrane Proteins

Session 2: Macromolecular Complexes

Session 3: Hybrid Methods

Session 4: Bioinformatics and Computing

Session 5: Science with Upgraded SRS

Session 6: Industrial or Pharmaceutical

Applications

Session 7: X-ray/IR Imaging/SR-CDI

Session 8: Dynamics

Session 9: 7 Years of XFEL in Structural Biology

本稿では、これらの中からピックアップした、いくつかの口頭発表について報告を行う。

まず、オープニングトークでは、スタンフォード大学教授である若槻壯一氏より、BSR の歴史を中心とした講演がなされた。引き続き、RCSB PDB Director の Stephen Burley 氏、LCLS Directorate の Michael Dunne 氏、SSRL Director の Kelly Gaffney 氏より挨拶があった。

セッション1では、Membrane Proteins ということで、膜タンパク質の構造研究について6件の



Chair の若槻スタンフォード大学教授 (Panofsky Auditorium)

講演が行われた。上海科技大学 iHuman Institute の Zhi-Jie Liu 氏からは、細胞のシグナル伝達に重要であるヒト由来の G タンパク質共役受容体 (G protein-coupled Receptor: GPCR) について、その構造と機能に関する研究についての講演が行われた。ヒト由来 GPCR 構造の報告数が未だ少ないのは、その発現と結晶化の効率の悪さにある。そこでヒト由来 GPCR について、発現と結晶化効率の向上を目的として、意図的に変異でジスルフィド結合を導入し、GPCR の構造を安定化させて発現させる手法の研究が紹介された。またさらに、XFEL のフェムト秒レーザーを利用するシリアルフェムト秒結晶構造解析 (SFX) による構造決定において、タンパク質がもつ硫黄原子の異常分散を利用する単波長異常分散法 (S-SAD 法) による位相決定の高効率化への応用と展望も紹介された。

岡山大学の沈建仁氏からは、Photosystem II の構造解析について、SPRING-8 で測定された 1.9 Å の構造、および SACLA で比較的大きな結晶で利用される fixed-target crystallography 法を用いて、無損傷測定がなされた 1.95 Å の構造が紹介された。さらに、活性中心に存在する Mn クラスタと呼ばれる構造の、反応中間状態を明らかにするために、ポンプ・プローブ法を利用し、時分割 SFX によって得られた構造について、電子伝達経路などの詳細説明がなされた。

セッション 2 の Macromolecular Complexes では、タンパク質複合体について 6 つの講演がなされた。東京大学の濡木理氏からは、ゲノム編集ツール

として注目されている Cas9 タンパク質および Cpf1 タンパク質の構造解析とその機能について報告がなされた。先に報告された Cas9 では、2 本のガイド RNA と結合し、ガイド RNA の一部と相補的な 2 本鎖 DNA を見つけ出して狙った場所を切断するが、Cpf1 では 1 本鎖のガイド RNA と結合し、切断された末端が Cas9 の時のそれとは異なる切り口となることを、その構造解析の結果から説明がなされた。

セッション 3 の Hybrid Methods では、X 線/ニュートロン結晶学、電子顕微鏡単粒子解析、ラマン/吸収分光、表面プラズモン共鳴 (SPR) など複数の手法を複合的に用いることで、構造と機能をより詳細に研究する手法に主眼が置かれ、7 つの講演がなされた。University of Essex の Michael A. Hough 氏より、X 線結晶構造解析と単結晶分光測定を組み合わせた測定法について紹介がなされた。タンパク質の酸化還元状態や基質の結合状態を正確に見積もるためには、X 線回折測定中に分光測定による状態評価が有効であり、また溶液状態のデータと比較し、反応中間状態の特定も可能となる。本発表では X 線構造解析と分光測定により、ヘムタンパク質の温度依存性による構造と状態変化を捕捉した例や、銅結合タンパク質において、X 線照射により結合部位近傍が連続的に変化する様子の、温度による違いを、動画として再構成させた解析例の紹介がなされた。

セッション 4 の Bioinformatics and Computing では、解析計算法やバイオインフォマティクスによる classification について 6 つの講演がなされた。University College London の Christine Orengo 氏からは、CATH FunFams と呼ばれる、新しいタンパク質構造の分類法について紹介がなされた。アミノ酸配列・構造などにクラスタリングを適用して、分類が行われるのが CATH データベースであるが、新しい手法では、この CATH の各スーパーファミリーに、隠れマルコフモデルと呼ばれる解析手法を適用し、タンパク質の機能をベースとするクラスタリングを行うということであった。これにより、10,000 種の類似構造・機能をもつ分類 (CATH FunFams) が同定され、例えば、CATH FunFams で見出される保存された側鎖により、同じクラスタの構造で活性部位が特定できるとのことであった。

University of Liverpool の Dan Rigden 氏からは、分子置換法による解析が適用できない場合に、バイ

オインフォマティクスによって解を得るソフトウェアの開発が紹介された。本手法では AMPLE と呼ばれるソフトにより、目的のタンパク質のうち、小さい部分構造に対し、全体としては一致度が低くても部分的に類似している構造コアを見つけて部分置換を行うことで計算の成功率を上げる。AMPLE で試してみると良い目的タンパク質としては、あまり大きすぎない新規構造のもの、コイルドコイル構造をもつもの、既存の分子置換法が効かない複数の類似構造をもつものなどが挙げられるとのことであった。

セッション5の Science with Upgraded SRS では、放射光施設のアップグレードについて5つの講演がなされた。このうち、MAX IV Laboratory の Marjolein Thunnissen 氏からは、現在コミッショニング中の MAX IV について、現状とそのスペックの紹介がなされた。MAX IV は 1.5 GeV と 3 GeV のストレージリングから成り、3 GeV リングでは 19 本のビームラインが建設されている。Biology 関連のビームラインとして、多目的 SAXS のための CoSAXS beamline、2.4~40 keV のエネルギーに対応し、多様な核種が利用可能な (Bio)XAS/XES 測定用の Balder beamline、100 フェムト秒パルスを出す FemtoMAX、ハイスループット回折データ測定を目的とした BioMAX が説明された。

Northwestern University の Gayle Woloschak 氏からは、APS における X 線蛍光イメージング技術向上の試みについて報告がなされた。この分野では、ナノ粒子で修飾した生物試料（細胞、オルガネラ、細胞内外の分子）に対し、フォーカスした X 線で走査することにより、試料内での粒子の分布をモニタリングする技術が向上しているとのことであった。その研究例として、がん細胞の一種であるヒラ細胞に対し、Ti、Fe、Zn を導入し、異なるフォーカスサイズのビームを用いることで細胞の形状から、細胞内のナノ粒子の局在までスケールをまたがって観察される様子が示された。

セッション7の X-ray/IR Imaging/SR-CDI では、6つの講演がなされた。このうち、Paul Scherrer Institute の Andreas Menzel 氏より、X 線タイコグラフィーを利用した X 線イメージング研究の紹介がなされた。X 線タイコグラフィーはレンズを用いないイメージング技術であるコヒーレント X 線回折イメージング (Coherent X-ray Diffraction Imaging: CXDI) の 1 つとして分類され、走査型

CXDI とも呼ばれている。実施例として凍結した酵母細胞の 3D 密度マップが 150 nm 分解能で示され、脂質、でんぷん質、細胞質などが可視化されていた。3D 再構成はビームタイム中にすぐさま可能であり、フィードバックをかけることができるとのことである。また、放射線損傷の激しい試料に対応するため、OMNY と名付けられたクライオ環境で測定するための装置の開発が紹介され、マウス脳のクライオタイコグラフィーによるトモグラフ像の再構成の成功例が紹介された。

セッション8の Dynamics では、反応のメカニズムや時間依存の構造変化などに着目した6つの演題が講演された。このうち、University of Wisconsin の Marius Schmidt 氏より、LCLS を利用した、Photoactive Yellow Protein (PYP) の時分割 SFX について報告がなされた。Gas Dynamic Virtual Nozzle と呼ばれる装置で微結晶をインジェクションし、140 フェムト秒のパルスレーザーで励起、40 フェムト秒の X 線をプローブとしてデータを収集した結果、暗状態から励起状態 (250 フェムト秒)、PYP の発色団であるクマル酸のトランス体からシス体への異性化 (800 フェムト秒)、その後の熱的变化過程 (3~100 ピコ秒)、化学的变化過程 (1.7 ナノ秒~100 マイクロ秒)、そして元の暗状態へと反応の全過程を観測することに成功したことが説明された。本研究成果からさらに発展し、光感受性タンパク質のみならず、酵素の触媒反応への応用が期待される。

セッション9の 7 Years of XFEL in Structural Biology では、XFEL が利用開始されてからの構造生物学の発展に着目し、7つの講演がなされた。University of Gothenburg の Richard Neutze 氏からは、理研 SPring-8 センターの南後氏らとの共同研究により、SACLA で測定が行われた、光受容プロトンポンプタンパク質であるバクテリオロドプシンの時分割 SFX について報告された。LCP インジェクターで導入される bR 微結晶にポンプレーザーを照射し、フェムト秒 X 線レーザーでデータを収集した結果、初期反応の中間体である K 中間体構造をとる 16 ナノ秒から M2 中間体をとる 1,725 マイクロ秒までの時間スケールで構造解析に成功している。これにより、プロトン輸送反応の起点であるレチナル発色団近傍のリアルタイムでの構造変化が明らかとなり、プロトンの受け渡しをするシッフ塩

基の pKa 値の変化を示唆する構造変化と、その近傍に位置する水分子の重要性が明らかとなった。

Max Planck Institute for Medical Research の Ilme Schlichting 氏からは、SFX における位相計算の問題について紹介がなされた。ランダムな方位の微結晶に1回だけ X 線パルスを照射、破壊することを繰り返す SFX の手法では、データの完全性を高めるために数多くのイメージデータを必要とする。位相決定のためには精度の高いデータが要求されるが、計算手法の発展とともに、必要となるイメージの数は減少してきた。2014年にはガドリニウムを結合させたりゾチームの構造解析での位相計算に60,000枚もの回折イメージを必要としていたが、2016年には7,000枚のイメージから位相決定することに成功している。一方、重原子導入を必要としない S-SAD 法ではリゾチームで150,000枚のイメージを必要としており、現実的には低い異常分散シグナルが問題となっている。問題解決方法としては、解析技術の向上に合わせ、XFEL にて2波長データを同時に測定できる dual color mode 運転が考えられ、これにより少ないイメージで多波長異常分散法 (MAD 法) による位相決定が可能となった。

次回の BSR は、3年後の2019年に中国・上海にて、上海科技大学 iHuman Institute のオーガナイズで開催されるとのことである。

奥村 英夫 *OKUMURA Hideo*

(公財)高輝度光科学研究センター タンパク質結晶解析推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

TEL : 0791-58-0833

e-mail : okumurah@spring8.or.jp

SPring-8 シンポジウム 2016 報告

SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 行事幹事
 広島大学大学院 理学研究科 木村 昭夫
 九州大学大学院 総合理工学研究院 西堀 麻衣子

はじめに

去る8月29日、30日の2日間にわたり、関西学院大学神戸三田キャンパス(写真1)においてSPring-8シンポジウム2016が、SPring-8ユーザー協団体(以下、SPRUC)、高輝度光科学研究センター(以下、JASRI)、理化学研究所(以下、理研)、関西学院大学の4者の主催により開催されました。第5回目となった本年のシンポジウムは、「放射光が解く環境・エネルギー問題」と題し、持続可能な社会の実現に向けた科学技術の挑戦について、基礎科学の探求から産業応用までの幅広い放射光の利活用についての討論の場となりました。初日は台風の影響で大雨に見舞わ

れたにもかかわらず300人を越える参加者に恵まれ、メイン会場となったVI号館101講義室には熱気があふれました(写真2, 3)。学術界のみならず、産業界の研究者や技術者の参加により、将来のSPring-8の活性化に向けた活発な議論が繰り広げられました。



写真1 関西学院大学神戸三田キャンパス



写真3 メイン会場 VI号館101講義室



写真2 メイン会場 VI号館

Session I オープニングセッション

オープニングセッションでは、中川敦史 SPRUC 会長(写真4)の開会の挨拶に続いて理研の松本洋一郎理事(写真5)から挨拶がありました。SPring-8のユーザー数が年々増加する中、供用開始から19年が経過し老朽化対策を視野に入れる時期が来たと述べられ、



写真4 中川敦史 SPRUC 会長

施設の省エネ化を推進するとともに、ユーザーの負担を最小限にしつつ、放射光科学の発展を祈りたいと締めくくられました。続いて、JASRIの土肥義治理事長(写真6)より挨拶があり、SPring-8のユーザー数は研究者人口80万人の1%にもなり、毎年1,000報の論文が出ていること、論文が国際学術研究だけでなく、社会、産業、イノベーションに貢献できるよう努力していると



写真5 理研 松本洋一郎理事



写真6 JASRI 土肥義治理事長



写真7 関西学院大学 村田治学長

ころであると述べられました。続いて、関西学院大学の村田治学長(写真7)からは、SPring-8シンポジウムを関西学院大学にて開催されたことに歓迎の意を表され、127周年を迎えた同大学の設立経緯について紹介がありました。またSPring-8と連携協定を結んでいることに触れられ、同学理工学部が放射光科学と密接に関連していることを述べられました。セッション最後に、文部科学省 科学技術・学術政策局 研究開発基盤課 量子研究推進室の上田光幸室長からの来賓挨拶が代読され(写真8 ※代読の田畑さくら様)、SPring-8に科学技術イノベーションを支える基盤として、行政サイドでも放射光利用にますます期待する旨のメッセージをいただきました。



写真8 文部科学省 科学技術・学術政策局 研究開発基盤課 量子研究推進室 田畑さくら様

Session II 施設報告

最初に石川哲也理研放射光科学総合研究センター長(写真9)より、「SPring-8サイトの現状と展望」と題した報告が行われ、電気料金高騰の影響や、老朽化対策などについて詳しく説明されました。また国内では3 GeV 放射光施設の提案、海外でも放射光施設の新設やアップグレードが提案されている中、SPring-8が進んで行く方向性を示された上で、今後、国内の放射光科学が目指すべきところをユーザーコミュニティに問いかける形で報告を終えられました。次に、櫻井吉晴 JASRI 利用研究促進部門長(写真10)より、SPring-8の最新動向について報告があり、年間2,000 課題が実行され、海外からの利用は全体の6%、またSPring-8を利用して得られた成果に基づく論文は国内の1%を占めているということでした。また、高性能化へ向けた2016年度の重点実施項目が紹介されました。施設報告の最後は、JASRI

XFEL 利用研究推進室の登野健介氏(写真11)より、SACLA の最新動向について報告がありました。採択率は現状で50%であり、海外からの利用が25%を占めているとの報告をされ、各ビームラインの高度化計画について紹介されました。また、XFEL の海外動向に触れ、今後 XFEL の多極化の時代を迎える中、SACLA での挑戦的な研究の必要性を示されました。



写真9 石川哲也 理研放射光科学総合研究センター長



写真10 櫻井吉晴 JASRI 利用研究促進部門長



写真11 XFEL 利用研究推進室 登野健介氏

Session III ホットトピックス

紫綬褒章受章記念講演では、九州大学の堀田善治教授(写真12)が「巨大ひずみ加工を利用した材料組織制御と高機能化」と題して講演されました。堀田教授は材料組織制御学をご専門とされ、当該分野における多大なるご功績により、紫綬褒章を受けられました。ご講演では、巨大ひずみ加工についての詳細な解説の後、微細組織制御と材料高性能化に関わるご自身の研究の経緯を含め、最新の研究についても紹介され、放射光の役割について最後に述べられました。



写真12 九州大学 堀田善治教授

Session IV SPring-8が拓く持続可能な社会

本セッションは、シンポジウムの主題「放射光が解く環境・エネルギー問題」について議論するために企画されました。知的好奇心に基づく基礎研究のみならず、課題解決に向けた応用研究・開発に大きく貢献してきた SPring-8 について、関西学院大学での取り組みを例として話題を提供し、これまでの成果と今後の展望について議論する機会となりました。関西学院大学の水木純一郎教授(写真13)は、「環境・エネルギーの課題に立ち向かう放射光」と題して、「環境・エネルギーの課題に立ち向かう関西学院 at SPring-8」について紹介されました。講演では、エネルギーを「創る」、「蓄える」、「運ぶ」、「有効に使う」の4つの視点から、豊かで持続可能な社会に必要な材料の評価・開発に関する SPring-8 の成果を紹介されました。同じく関西学院大学の田中裕久教授(写真14)は、「もっとクルマにできること:暮らしに寄り添うFCV」と題して、ダイハツ工業株式会社が在職時代から推進している開発について講演されました。講演では、実験ハッチに塗料吹き付け装置を導入して、塗装プロセスをその場観察するなど、SPring-8 でしかできない分析について紹

介されました。また、希少な貴金属を使わずに、しかもポリタンクで持ち運びできる液体燃料から発電することで、日本全国津々浦々が便利で豊かな車社会になるような燃料電池車の開発コンセプトとその展望を紹介くださいました。



写真13 関西学院大学 水木純一郎教授



写真14 関西学院大学 田中裕久教授

Session V SPring-8ユーザー協同体 (SPRUC) 総会

SPring-8ユーザー協同体 (SPRUC) 総会では、2015年度決算報告および2016年度予算案についての説明、利用委員会関連の活動報告、2016年度利用者動向調査の内容(重点調査項目)と開示法(会員限定で公開する方針)についての説明がありました。続いて、SPRUC 2016 Young Scientist Award 授賞式が行われました(写真15)。授賞式では、冒頭に水木純一郎選考委員長(関西学院大学教授)より、7名の選考委員によって13名の応募者の中から2名が選ばれたことなどの選考過程の説明と受賞理由の紹介が行われ、その後、中川会長より加藤英明氏(米国スタンフォード大学)と林雄二郎氏((株)豊田中央研究所)

にそれぞれ賞状と楯が授与されました。授賞式の後、加藤氏と林氏による受賞講演が行われました。



写真15 SPRUC 2016 Young Scientist Award 授賞式

Session VI 次世代光源への期待と展望

このセッションでは、ユーザーからの SPring-8-II への期待について、施設側から新光源の位置付け、ねらい、新しい利用技術の可能性について説明がありました。全体として、ユーザーの光源に対する認識がより正確になり、新光源の利活用のために有意義になるだろうと感じた有意義なセッションでした。東京大学の有馬孝尚教授(写真16)は、「物質科学におけるグランドチャレンジと SPring-8-II への期待」と題して、高輝度化、短パルス化による物質科学の展開について講演されました。特に、1) 時間、空間、逆格子空間、エネルギーの8次元計測において、さらなる高空間分解能、高時間分解能測定が実現すると、不均一系、非周期系試料の実空間構造のダイナミクス測定と物理応答計測の進展をもたらすこと、2) X線強度測定と物理応答の同時測定は既に行われているものの、新光源では非弾性散乱+精密偏光解析+多点逆格子空間測定の組み合わせと光源のみならず検出器開発により、物理現象(例えばスピン)の時間変化の直接観測が可能となることなどを挙げられました。理研の田中均グループディレクター(写真17)は、「SPring-8-IIの加速器開発戦略—SACLAと相補的な Sustainable 高コヒーレンス光源を目指して—」と題して、現 SPring-8、将来の SPring-8-III、SACLA の中での SPring-8-II の位置付けと開発や R&D の現状について話されました。SPring-8-II は、SPring-8-III (リングタイプの CW-like X線レーザー) を見据えて開発されており、現 SPring-8 でできることすべて

が延長線上にあるわけではないことを指摘されました。開発のポイントとして、高コヒーレンス (100 prad (運転時) の性能目標)、SACLA とのインテグレーション (SPring-8-II と SACLA の協奏的利用によるシナジー効果)、高効率 (例えば、永久磁石ベースシステムへの置換による電力消費の削減) の3点を挙げられています。続いて理研の石川哲也放射光科学総合研究セ



写真16 東京大学 有馬孝尚教授



写真17 理研 田中均グループディレクター



写真18 石川哲也 理研放射光科学総合研究センター長

ンター長 (写真18) は、「SPring-8-II の光源性能：新しい光源での新しい利用技術は？」と題して、歴史が教える新しい光は新しいサイエンスを創ってきたこととこれまでの放射光光源から学んだことを振り返った上で、新光源開発の進め方とその特徴を活かした利用技術に関して話されました。既存の利用手法の展開と可能となる利用研究とを具体例を挙げて説明されました。例えば、前者では実験ハッチを基盤計測用と開発研究用に分ける、後者では、高エネルギー X 線を活用する例 (PDF, CDI・ブラッグタイコグラフィ、高分解能 X 線ラマン散乱測定) をリストアップされました。

Session VII 分野融合による新しい科学技術の創出

SPRUC では、現在、4つの分野融合研究グループが活動しています。本セッションではそのうち「ナノデバイス科学」と「実用」に関する2件の講演がありました。「ナノデバイス科学」については、大野英夫教授 (東北大学) の代理をお願いした名古屋工業大学の壬生攻教授 (写真19) より、磁気トンネル接合型の2端子素子と、スピン軌道トルクを用いた3端子高速スイッチング素子の開発、および、それに関わる放射光利用についての講演がありました。CoFeB 磁性体は MgO との接合により垂直磁化型となりますが、その機構の解明のために放射光で電子状態観測を行っていることや、磁化反転過程の解明のために、空間分解能 10 nm で磁化のピコ秒の時分割計測が期待されていることなどが紹介されました。「実用」については、大阪大学の高尾正敏特任教授 (写真20) より、実用材料の研究開発の現場でしばしば固液界面の問題に遭遇することが紹介されました。蓄電池、二次電池、燃料電池、触媒、メッキ、腐食といった様々な実用材料に関連する一方、計測手法の検討自体が必要である挑



写真19 名古屋工業大学 壬生攻教授

戦的な課題であり、グループとしてこの問題に絞って活動を開始する方針が示されました。



写真20 大阪大学 高尾正敏特任教授

Session VIII ポスターセッション

ポスターセッション(写真21)はアカデミックコモンズアクティブラーニングゾーンにおいて行われました。今年度の発表件数は、SPRUC研究会30件、施設・共用BL17件、理研・専用BL22件、JASRI高性能化15件、パートナーユーザー7件、長期利用課題19件の合計110件でした。今回の会場はラウンジが併設されているなど、比較的広いスペースが確保されており、例年以上に大勢の参加者による活発なディスカッションが行われていました。

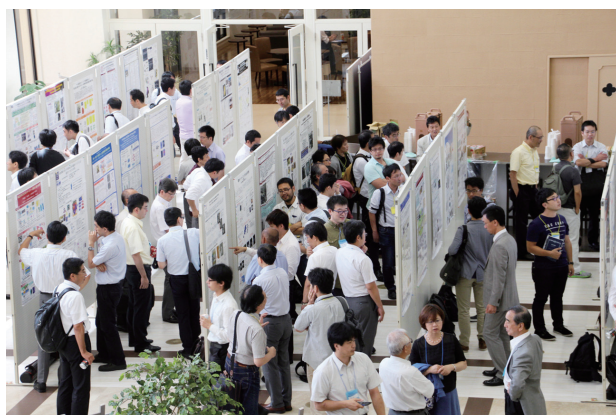


写真21 ポスターセッション

Session IX 先端利用成果 ～未来を拓く基礎科学～

最先端の放射光施設であるSPring-8は、社会や科学における課題解決を目指していますが、そのアプローチは様々であり、課題によっては「急がば回れ」で基礎から攻めていくことが必要です。このような観点から本セッションは、SPring-8で展開されている基

礎研究での目覚ましい成果が得られている理研の大隅寛幸専任研究員(写真22)と、京都大学化学研究所の高谷光准教授(写真23)からご講演をいただきました。大隅氏は、「X線顕微鏡による物質内部に隠された電子相の観察」と題して、電子系の相転移を利用した超低エネルギーで高速に動作する革新的デバイスの動作原理を発見することを目的とした電子系ドメイン観察の最近の研究成果を紹介されました。これは走査型X線顕微鏡に円偏光X線回折の実験技術を融合させることにより反強磁性ドメイン観察に成功したもので、メゾスコピック領域での機能発現の理解が進むことが期待されます。高谷氏は、「放射光で観る溶液中分子性触媒の構造と機能」と題して、元素戦略の観点から貴金属を含まない鉄触媒によるクロスカップリング反応機構を原子レベルで観察した研究を紹介されました。鉄錯体触媒は常磁性を示すためNMRを利用した反応機構研究は困難でしたが、SPring-8の高輝度性を利用した溶液中のX線吸収分光法によって熊田-玉尾-Comu型クロスカップリング反応の



写真22 理研 大隅寛幸専任研究員



写真23 京都大学化学研究所 高谷光准教授

触媒中間体の同定に成功し、長年議論が続いている鉄クロスカップリング反応について、直接観察による新機構を提案されました。

Session X SPring-8先端活用支援基盤

本セッションでは、JASRI より、最近の BL 装置の高性能化と、利用技術の進化の事例についての報告が4件ありました。宇留賀朋哉氏(写真24)は、「共用ビームラインの高性能化展望」と題して話され、数年来の BL の高性能化、特に、ビーム径を100 nm 程度まで絞ることと、時間分解能を上げる手段が多数の BL で実現して、供用に付されていることや、また今後 SPring-8-II を見据えた高性能化を行っていくことが示されました。中村哲也氏(写真25)からは、「永久磁石研究を例とした実用材料のマルチスケール分光解析」と題して、軟 X 線領域での XMCD で NdFeB 永久磁石の磁化反転の様子が、100 nm クラスのビーム径で観察できるようになってきた例を用いて、空間分解能が上がることにより、メゾスコピック領域でのデ



写真24 宇留賀朋哉 JASRI 利用研究促進副部門長



写真25 利用研究促進部門 中村哲也氏



写真26 産業利用推進室 渡辺剛氏

バイスの動作が実空間で確認・理解できるようになってきたことを報告されました。渡辺剛氏(写真26)は、「硬 X 線光電子分光による有機薄膜トランジスタのオペランド観察技術」と題して、最近注目されている有機エレクトロニクスデバイスの多層構造での深さ方向での電界分布などが、電界印加状態での光電子分光で見えるようになってきたことを話されました。馬場清喜氏(写真27)からは、「生のタンパク質を見る技術」として、タンパク質の構造解析において、凍結させずに、温度と湿度を制御しながら計測可能になったと報告されました。特に宇留賀氏からは、BL ファシリティで重要な検出器の進化のスピードが速く、今後 SPring-8-II において、加速器の性能が向上する分、BL 側も現在よりもさらにパフォーマンスを向上させるための検討が必要であることが示されました。さらに、検出器の性能が向上すれば、収集されるデータが、2D、3D ... と急激に増加し、ビッグデータ化していくため、データ蓄積管理、解析、さらには、世界的に議論されているオープンデータ/サイエンスへの対応を準備していく



写真27 タンパク質結晶解析推進室 馬場清喜氏

計画が示されました。最後の2つに関しては、SPRUCと議論を共有することも示されました。

Session XI クロージングセッション

クロージングセッションでは、主催者を代表して長峯純一関西学院大学副学長(研究推進・社会連携担当)(写真28)による閉会の挨拶がありました。会場となった神戸三田キャンパスは少し不便なところであるため学会などが開きにくいですが、本シンポジウムには多くの方に最初から最後まで参加していただいたことに敬意を表しますとのお言葉をいただきました。また、20年ほど前にSPring-8を訪れたことがあり、その頃から比べて利活用が進み、学際性の高い、産学連携の場となっていることに驚くとともに、西播磨テクノポリスの中核となってさらに発展していくことを期待しているとお言葉をいただきました。



写真28 長峯純一 関西学院大学副学長

おわりに

SPRUCが発足して5回目のシンポジウムを無事終えることができました。これも多くのユーザーの方々に参加いただき活発な議論をいただけたことに尽きると思います。また、JASRI、理研の事務局の方々には準備段階から深く関わっていただきましたことを心より感謝いたします。本報告書をまとめるにあたり、藤原明比古先生(関西学院大学)、雨宮慶幸先生(東京大学)、坂田修身先生(NIMS)、水木純一郎先生(関西学院大学)、高尾正敏先生(大阪大学)、中川敦史先生(大阪大学)にご協力いただきました。心より感謝いたします。

SPring-8シンポジウム2016プログラム

8月29日(月)

Session I オープニングセッション

座長:水木 純一郎 (SPring-8シンポジウム2016実行委員長、
関西学院大学 教授)

13:00-13:05 開会挨拶

中川 敦史 (SPRUC 会長、大阪大学 教授)

13:05-13:20 挨拶

松本 洋一郎 (理化学研究所 理事)

土肥 義治 (高輝度光科学研究センター 理事長)

村田 治 (関西学院大学 学長)

13:20-13:25 来賓挨拶

上田 光幸 (文部科学省 科学技術・学術政策
局 研究開発基盤課 量子研究推進室 室長)

※代理:量子研究推進室 田畑 さくら

Session II 施設報告

座長:雨宮 慶幸 (SPRUC 企画委員長、東京大学 教授)

13:25-13:40 SPring-8サイトの現状と展望

石川 哲也 (理化学研究所 放射光科学総合研
究センター長)

13:40-14:00 SPring-8の最新動向

櫻井 吉晴 (高輝度光科学研究センター 利用
研究促進部門 部門長)

14:00-14:20 SACLAの最新動向

登野 健介 (高輝度光科学研究センター XFEL
利用研究推進室)

14:20-14:30 休憩

Session III ホットトピックス

座長:壽榮松 宏仁 (SPRUC 顧問、東京大学 名誉教授)

14:30-15:10 紫綬褒章受章記念講演:巨大ひずみ加工を利 用した材料組織制御と高機能化

堀田 善治 (九州大学 教授)

15:10-15:20 休憩 (ティーブレイク)

Session IV SPring-8が拓く持続可能な社会

座長:藤原 明比古 (関西学院大学 教授)

15:20-15:40 環境・エネルギーの課題に立ち向かう放射光

水木 純一郎 (関西学院大学 教授)

15:40-16:10 もっとクルマにできること:暮らしに寄り添う FCV

田中 裕久 (関西学院大学 教授)

16:10-16:20 休憩 (ティーブレイク)

Session V SPRUC 総会

司会:杉本 宏 (SPRUC 庶務幹事、理化学研究所)

16:20-16:40 SPRUC 活動報告、2015年度決算・2016年 度予算報告等

- 16:40-16:50 SPRUC 2016 Young Scientist Award 授賞式
 16:50-17:10 SPRUC 2016 Young Scientist Award 受賞講演1
 オプトジェネティクスツールである光駆動性イオン輸送体の構造機能解析
 加藤 英明 (スタンフォード大学)
 17:10-17:30 SPRUC 2016 Young Scientist Award 受賞講演2
 走査型3DXRD 顕微鏡法の開発
 林 雄二郎 ((株)豊田中央研究所)
 17:40-19:30 懇親会

8月30日 (火)

Session VI 次世代光源への期待と展望

座長：坂田 修身 (SPRUC 副会長、物質・材料研究機構)

- 09:30-10:00 物質科学におけるグランドチャレンジとSPring-8-IIへの期待
 有馬 孝尚 (東京大学 教授)
 10:00-10:20 SPring-8-IIの加速器開発戦略 -SACLAと相補的な Sustainable 高コヒーレンス光源を目指して-
 田中 均 (理化学研究所 回折限界光源設計検討グループ グループディレクター)
 10:20-10:40 SPring-8-IIの光源性能：新しい光源での新しい利用技術は？
 石川 哲也 (理化学研究所 放射光科学総合研究センター長)

Session VII 分野融合による新しい科学技術の創出

座長：有馬 孝尚 (SPRUC 利用委員長、東京大学 教授)

- 10:40-11:10 先端集積スピントロニクス素子の将来展望
 大野 英男 (東北大学 教授)
 ※代理：壬生 攻 (名古屋工業大学 教授)
 11:10-11:40 現場課題からのバックキャストによる分野融合研究の試み
 高尾 正敏 (大阪大学 特任教授)

Session VIII ポスターセッション (アカデミックコモンズ アクティブラーニングゾーン)

- 11:40-13:50 SPRUC 研究会 30件
 施設・共用 BL 17件
 理研・専用 BL 22件
 JASRI 高性能化 15件
 パートナーユーザー 7件
 長期利用課題 19件
 ＊コアタイム：奇数番号 11:50-12:50、偶数番号 12:50-13:50
 (平行開催：12:00-13:00 第5回 SPRUC 代表機関会議)

Session IX 先端利用成果 ～未来を拓く基礎科学～

座長：水木 純一郎 (SPring-8シンポジウム2016実行委員長、関西学院大学 教授)

- 13:50-14:20 X線顕微鏡による物質内部に隠された電子相の観察
 大隅 寛幸 (理化学研究所 専任研究員)
 14:20-14:50 放射光で観る溶液中分子性触媒の構造と機能
 高谷 光 (京都大学 准教授)
 14:50-15:00 休憩 (ティーブレイク)

Session X SPring-8先端活用支援基盤

座長：高尾 正敏 (SPRUC 副会長、大阪大学 特任教授)

- 15:00-15:20 共用ビームラインの高性能化展望
 宇留賀 朋哉 (高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門 副部門長)
 15:20-15:40 永久磁石研究を例とした実用材料のマルチスケール分光解析
 中村 哲也 (高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門)
 15:40-16:00 硬X線光電子分光による有機薄膜トランジスタのオペランド観察技術
 渡辺 剛 (高輝度光科学研究センター 産業利用推進室)
 16:00-16:20 生のタンパク質を見る技術
 馬場 清喜 (高輝度光科学研究センター タンパク質結晶解析推進室)

Session XI クロージングセッション

座長：中川 敦史 (SPRUC 会長、SPring-8シンポジウム2016 組織委員長)

- 16:20 閉会挨拶
 長峯 純一 (関西学院大学 副学長)

木村 昭夫 KIMURA Akio

広島大学大学院 理学研究科
 〒739-8526 東広島市鏡山1-3-1
 TEL : 082-424-7471
 e-mail : akiok@hiroshima-u.ac.jp

西堀 麻衣子 NISHIBORI Maiko

九州大学大学院 総合理工学研究院
 〒816-8580 福岡県春日市春日公園6-1
 TEL : 092-583-7130
 e-mail : m-nishibori@mm.kyushu-u.ac.jp

第3回大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウム —最先端電池材料— 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用研究促進部門

尾原 幸治、宇留賀 朋哉

1. はじめに

本シンポジウムは、大型実験施設 SPring-8/SACLA、J-PARC/MLF とスーパーコンピュータ「京」の連携利用促進を目的として、(公財)高輝度光科学研究センター(JASRI)、(一財)総合科学研究機構(CROSS)及び(一財)高度情報科学技術研究機構(RIST)が主催実施しているものである。昨年に続き第3回目となる今回は、「最先端電池材料」をテーマとして、ポスト「京」重点課題5(エネルギーの効率的な創出、変換・貯蔵、利用の新規基盤技術の開発)も主催に加わり、2016年9月1日(木)、秋葉原UDXにて開催された。シンポジウムでは、最先端電池材料分野における大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用に関する講演のセッションと、「最先端電池材料の研究開発における計算科学と実験の連携」をテーマとしたパネルディスカッションが行われた。また副会場では、各施設の現状や研究事例紹介、利用方法の案内に関するポスター展示などが行われ、参加者は企業、大学、研究機関、上記登録機関の関係者など合計135名であった。

2. 講演セッション

午前中には、SPring-8/SACLA、J-PARC/MLF、「京(ハイパフォーマンス・コンピューティング・インフラ：HPCIを含む)」の施設現状に関するオーバービュー3件と、最先端電池材料研究に関する基調講演2件の講演が行われた。午後には連携利用の事例紹介について、4件の興味深い講演が行われた(写真1)。

1件目の基調講演「量子ビームを用いた蓄電池・燃料電池オペランド解析」(内本喜晴、京都大学)では、リチウムイオン電池の活物質粒子界面、燃料電池の触媒粒子表面の反応をとらえることと、様々なサイズの電池構成要素に対して、マルチスケール

計測をすることが重要であり、放射光計測と電気化学計測を同時にリアルタイム計測することによってそれらの解明が可能であることが示された。研究事例として、リチウムイオン電池活物質粒子の反応現象を捉えるため、X線回折(XRD)とX線吸収微細構造スペクトル(XAFS)の高速時間分解測定を実施した結果、準安定相の存在(二相共存反応)が高速充放電の要因であると判明したことが紹介された。また、リチウムイオン電池内の反応分布が電池特性の発現において重要なファクターであり、新規電池材料の開発では、電極の厚みや空孔率などのパラメーター制御が必要不可欠であることも示された。さらに、測定で得られた膨大なデータから欲しい情報を抽出する、解析プラットフォームの構築が不可欠との見解が示された。

2件目の基調講演「電気自動車高性能化への挑戦：放射光とスパコンが解き明かす電池の姿」(今井英人、日産アーク)では、大型実験施設利用のメリットとして、非破壊・リアルタイムで高精度分析が可能である点が挙げられた。研究事例としては、リチウムイオン充電時の電池正極からの電子放出量の元



写真1 講演セッション

素選択定量評価がXAFS測定により可能であることや、硬X線光電子分光(HAXPES)測定と第一原理計算による検討を通じて明らかにされた、負極表面の構造に依存する異なる被膜形成例などが紹介された。また、簡単な計算はPCでも可能であるものの、欠陥などを考慮した複雑な計算を行うにはスーパーコンピュータの利用が必須であることが示された。大型実験施設とスーパーコンピュータの連携利用により、ラボの分析では見えない「現象の理解」と「定量性」についての情報を得て、それらを有効に活用してものづくりの設計を進めていくこと、その上で事業へフィードバックしていくことが重要であるとの見解が示された。

午後の連携利用の1件目の事例紹介「燃料電池電解質膜の構造と物性に関する京とSPring-8の連携」(岡崎進、名古屋大学・分子科学研究所)では、エネルギーの高効率な創出、変換・貯蔵、利用の新規基盤技術の開発を課題とし、電解質膜のモルフォロジーをSPring-8の小角・広角散乱と分子動力学計算の連携から検証した事例が紹介された。第一原理MD計算と古典MD計算の双方から、大型実験施設のデータを総合的に理解することの重要性が示された。

「ミュオンで見る電池材料内のイオン拡散」(杉山純、豊田中央研究所)では、J-PARCの世界最高ミュオン源が優れた軽元素識別能を持ち、Liイオンの拡散係数計測が可能であること、さらに中性子やX線を相補的に利用することにより、材料物質の骨格(構造)・内臓(ダイナミクス)情報を得ることができると紹介された。

「計算科学との連携による新規高濃度電解液の開発」(山田裕貴、東京大学)では、電池電解液の開発において、電気化学・分光法の実験計測と「京」による第一原理MD計算の連携が極めて有効であり、様々な特異性を持つ高濃度電解液の設計・開発に成功した事例が紹介された。またリチウムイオン電池の高電圧化、高速充電の実現、革新的なりチウムイオン水系電池の新規開発など、今後の開発などへ向けた期待が述べられた。

「中性子・放射光の相補利用によるリチウムイオン電池材料の充放電過程における平均・局所構造および電子構造解析」(井手本康、東京理科大学)では、リチウムイオン電池材料、燃料電池材料、強誘電体酸化物の特性向上に向け、中性子・放射光X

線回折による平均構造(Rietveld)・局所構造(Pair Distribution Function: PDF)解析と、熱力学測定、第一原理計算などを相補的に用いた研究事例が紹介された。また、最終的には得られた情報をデータベース化し、材料物質の化学組成の変更にもなう構造・機能変化が瞬時に推定できるようなシステムの構築が目標だと述べられた。

これらの講演により、最先端電池の各構成材料やその材料間で起きている化学反応など素過程現象の解明には、SPring-8やJ-PARC/MLFを利用した実験計測と、「京」などのスーパーコンピュータを用いた大規模計算の連携が重要な役割を果たしていることが紹介された。特に、大型実験施設での高強度なビームを用いたオペランド測定と、「京」での第一原理MD計算を組み合わせることで解析することが極めて効果的であることが明らかにされ、更なる連携の深化によって、先端(次世代)電池材料開発が今後一層進展することが期待されていた。また、電解液に比べて理解の進んでいない電極材の理論計算の進め方や、電池の劣化に関する実験・理論を含む総合的な理解、拡散係数の計算的予測、オペランドPDF解析の実現など、計算・実験双方から様々な要望が提示された。

3. パネルディスカッション —最先端電池材料の研究開発における計算科学実験の連携—

パネルディスカッションは、内本喜晴京都大学教授と岡崎進名古屋大学教授による進行の下、パネラー(シンポジウム講演者)がキーワードに沿って意見を述べ、討議する形で進められた(写真2)。主な議論を以下に示す。



写真2 パネルディスカッション

(1) 連携利用研究により解明を求めるものは？

【計算サイドへの期待】

- ・大規模系・不均一系・オペランド系に対する計算
- ・電池の反応・劣化のシミュレーション、さらに進んで全電池シミュレーター
- ・リチウムイオンの拡散係数の予測
- ・固体界面での空間電荷量の計算

【実験サイドへの期待】

- ・デバイス開発に必要な空間・時間スケールによるオペランド測定
- ・電極界面に生成する物質の特定
- ・モデル試料ではなく実試料（汚い系、複雑系、劣化系）に対するオペランド測定

(2) 連携利用研究を始めたきっかけは？

- ・データを解析するにあたり解決したい課題があり、日頃お付き合いのある計算の先生に相談した。
- ・大型プロジェクトの会議で、計算の先生から声をかけられた。
- ・計算家は、実験家から話を持ちこまれ、提案されて連携研究を始めることがほとんどである。

(3) 連携利用研究を開始するにはどうすればよいか？

- ・開発の現場に携わる人同士が、研究会など顔を突き合わせて議論できる場を設け、濃密なつながり・関係を構築する必要がある。

(4) 今後の連携利用研究のあり方は？

- ・電池分野には様々な研究開発プロジェクトや各施設での研究があり、それらが連携して進められることが重要。
- ・特に、国家プロジェクトで取り組んでいるテーマに関しては連携を積極的に推進すべき。
- ・国家プロジェクトで得られた公共性のあるデータや試料（劣化情報・試料など）を共有して、大型研究施設と産官学で連携して問題解決に取り組むべき。
- ・「産学」だけでなく、「産学官」の連携を進めることが重要。
- ・連携研究を推進できるような仕組みづくりを、利用促進に係る登録機関、JASRI、CROSS、RISTの3者が中心となり検討することが重要。
- ・大型実験施設・計算施設は、多額の公的予算を費やしている点からも、社会的に意義のある課

題を解決することが重要。

4. おわりに

本シンポジウムを通して、大型実験施設とスーパーコンピュータを組み合わせた連携利用研究は、次世代電池の開発、特に新規材料設計を進める上で極めて有用であることが示された。更なる連携研究を通じて、より合理的な開発設計指針が提示されるよう期待される。本シンポジウムを契機として連携利用研究の有用性が広く認識され、特定先端大型研究3施設、SPring-8/SACLA、J-PARC/MLF、「京」の連携利用研究が、今後より一層活発になることが望まれる。

尾原 幸治 OHARA Koji

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-2750
e-mail : ohara@spring8.or.jp

宇留賀 朋哉 URUGA Tomoya

(公財)高輝度光科学研究センター 利用研究促進部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0833
e-mail : urugat@spring8.or.jp

第13回 SPring-8 産業利用報告会

公益財団法人高輝度光科学研究センター
産業利用推進室 大麻 隆彦

1. はじめに

産業用専用ビームライン建設利用共同体（サンビーム）、兵庫県、(株)豊田中央研究所、(公財)高輝度光科学研究センター（JASRI）、SPring-8利用推進協議会（推進協）の5団体の主催、およびフロンティアソフトマター開発専用ビームライン産学連合体（FSBL）、SPRUC 企業利用研究会、光ビームプラットフォーム、(一財)総合科学研究機構中性子科学センター（CROSS 東海）、(一財)高度情報科学技術研究機構（RIST）、茨城県、あいちシンクロtron光センターの協賛で、第13回 SPring-8産業利用報告会が9月7、8日に兵庫県民会館において開催された。また、第14回ひょうご SPring-8賞の表彰式および受賞記念講演が今年も併催された。

本報告会は、専用および共用のビームラインを産業利用に供する各団体がそれぞれの発表会（報告会）をジョイントして構成したもので、(1) 産業界における放射光の有用性を広報するとともに、(2) SPring-8の産業界利用者の相互交流と情報交換を促進する目的で、2004年より毎年開催されてきた。一方、「ひょうご SPring-8賞」は、SPring-8立地自治体の兵庫県が、SPring-8の社会全体における認識と知名度を高める目的で、2003年度より本賞を設置し、SPring-8の利用により社会経済全般の発展に寄与することが期待される成果を挙げた研究者らを顕彰してきた。

今回の総参加者数は248名で、口頭とポスターの各セッションでの活発な議論や、技術交流会（参加者118名）での情報交換など盛況を呈し、開催目的の達成とともに益々放射光の産業利用への貢献に期待の高まりが感じられ、今回も幅広い産業分野における SPring-8の産業利用に関する情報発信の最良の機会となった。

2. 口頭セッション（第1日目）

セッション1は、7日午後1時から9階けんみん

ホールにおいて始まり、第14回ひょうご SPring-8賞の表彰式と受賞記念講演が行われた。今回より自薦他薦やビームラインの利用形態、成果公開・非公開を問わず利用成果を募集する「公募制」を導入して実施され、住友ベークライト(株)の妹尾政宣氏が「超高引き裂き強度シリコンゴム開発への貢献」で受賞した。坂田選定部会長による選定理由と講評、井戸兵庫県知事による祝辞と賞状の授与に続き、妹尾氏の受賞記念講演が行われた。同社の主力事業分野のひとつであるカテーテルなどの医療用機器に用いられているシリコンゴムは引き裂き強度、引張強度といった機械的強度が課題であった。その対策としてシリコンゴムにナノシリカフィラーを分散させた複合材料による強度改善を図るにあたり、引張試験機で延伸しながら小角 X 線散乱 (SAXS) と極小角 X 線散乱 (USAXS) 測定を行い、ナノフィラー凝集体の分散状態の変化を調べた。その結果、引き裂き強度とフィラーの凝集構造、表面構造、混練過程での分散状態との関係を明らかにし、特性を大幅に改善した。本成果は医療用だけでなく機械部品や衣料品など幅広い分野への展開が期待される。



写真1 妹尾政宣氏による受賞記念講演

セッション2の開会挨拶では、主催5団体を代表してJASRIの土肥理事長より、SPring-8の状況として、(1) 利用開始から19年間で累積約20万人が利用し、強力な分析手段として20%近くが産業利用されていること、(2) 最近是他施設の利用も可能となり企業利用者の割合は減少しているが、国レベルでの放射光利用コンソーシアムもできて、選択肢が広がっている状況であること、(3) 日本から発表された論文の1%強がSPring-8からのものであり、学術的にも貢献していることが挙げられ、今後もSPring-8/SACLAで低炭素化、持続可能な社会実現に貢献できる成果につながる技術開発、支援を行っていくとの挨拶があった。続いてセッション司会のJASRI山川常務理事より、本報告会では優秀発表賞の選定(受賞者は後日、同報告会ウェブページにて発表)があることの告知、アンケートへの協力依頼があった。

セッション3は、「豊田ビームライン研究発表会」で、BL33XUにおける研究成果2件が発表された。

加藤氏による「X線吸収分光によるNO_x吸蔵還元型(NSR)触媒の時空間解析」では、自動車からの排ガスに含まれる窒素酸化物(NO_x)を還元により窒素ガスに無害化する浄化触媒金属Rhの反応管内での還元挙動の場所、時間による変化をXAFS測定および排出ガスの質量分析により捉え、NSR触媒内での吸着、還元反応の様子を明らかにした。続く妹尾与志木氏の「走査型3DXRD顕微鏡法の開発」は、多結晶金属試料内部の結晶方位とひずみを3次元でマッピングする3DXRDにおいて、複数の結晶からの回折斑点の重なりを避けるために、入射ビームを約2 μmに絞り試料を走査することで3次元のXRD測定ができる装置の開発と、それをを用いた冷間圧延鋼板の3次元方位マッピング結果の発表であった。測定時間はかかるが、実験データを基に計算機シミュレーションの検証、最適化を行い、計算による実験、解析を行っていく予定とのことである。

セッション4の「JASRI共用ビームライン実施課題報告会」では、JASRI産業利用推進室の廣沢室長による「2015年度産業利用ビームラインの利用状況」の報告の後、金属材料、電子材料から日用品まで多様な分野でのXRD、イメージング、小角散乱、硬X線光電子分光(HAXPES)など多岐に渡る手法を用いた5件の利用事例が紹介された。

最初の廣沢氏による報告では、放射光の産業利用

を実施する複数施設の稼動に伴う環境の変化への対応として、「利用者にとって最適な施設利用による産業利用発展に向けたAll Japan体制の構築」のため、(1) SPring-8の特長を生かした利用技術開発、(2) 課題解決に向けた利用技術の提供、が挙げられた。また2017A期以降に新たに提供予定の新サービス、装置やBL19B2での測定代行枠の5%増などの利用制度の紹介があった。

利用事例の発表では、まず東京工業大学の林氏より、「In-situ高温X線回折法を用いた耐熱合金上への保護性Al₂O₃スケール形成機構の解明」と題して、耐熱合金の高温の酸化、腐食環境下から合金を保護するための酸化物形成挙動を高温下でのXRDとTEM観察により調べ、アルミナの形成モデルを発表した。(株)IHIの鶴田氏からの、「放射光X線イメージングによる火力発電所ボイラ配管におけるクリープ損傷の定量評価」では、発電プラントなどで耐熱構造部材として用いられている高Cr鋼溶接継手のクリープボイドの発生、成長メカニズムを把握するために、クリープ損傷の進行度に伴うボイドの密度、サイズをX線マイクロトモグラフィーで3次元的に観察し、クリープボイドが成長と合体により粗大化していく様子を確認した。ボイド発生、成長を予測するシミュレーションによりクリープ寿命評価の高精度化が期待される。(株)DNPファインケミカルの米内氏による、「インク中における顔料界面近傍状態の解析」では、インクに用いる微細顔料の分散状態を分散剤、バインダーの量の異なる試料でSAXS、USAXSの測定を行った結果、顔料の凝集、解砕の状態と粘度や光学特性との相関が確認され、製品設計に有効な手段であることを示した。日本電気(株)の弓削氏からは、産総研と(株)田中化学研究所との共同で、「Fe及びNi置換Li₂MnO₃正極の充放電反応解析」と題して、リチウムイオン二次電池の充放電に伴う正極表面での電解質や電解液の分解生成物の形成や遷移金属の価数の変化を、X線吸収分光、軟X線吸収分光、硬X線光電子分光を用いて測定し、充放電や劣化のメカニズムを報告した。このセッション最後の講演は、クラシエホームプロダクツ(株)の稲益氏より、「ヒト毛髪内部浸透成分解析、及び、ヘアトリートメント効果評価」について、健康毛、ブリーチ毛、パーマ毛などダメージの異なる毛髪の顕微赤外吸収スペクトルの測定をBL43IRで行い、イメージマッピングで毛髪内部の化学組成

の違いを示し、毛髪の化学ダメージ評価に有効な手法であることを示した。



写真2 口頭発表会場の様子

3. 技術交流会

この後行われた技術交流会には、総参加者の約半分が集い、広い会場が熱気に包まれていた。例年同様に各産業分野、産官学各界より SPring-8 利用者の仲間たちが集まり、テーブルを移動しながら垣根を越えた情報、意見交換が賑やかに行われた。

4. 口頭セッション（第2日目）

2日目は午前9時30分よりセッション5として「兵庫県成果報告会」から始まった。最初に兵庫県立大学の籠島放射光ナノテクセンター長から、兵庫県ビームラインとニュースバルの概要報告の後、BL08B2、BL24XU、ニュースバルそれぞれの利用事例について、合わせて5件の発表があった。

本セッション最初の発表は、(株)住化分析センターの東氏より、「低温下におけるリチウムイオン電池の in-situ 分析」として、試料となるラミネートセルをペルチェ素子で冷却しながら共焦点レーザー顕微鏡での観察と XRD 測定を行い、電解液成分の凝固が低温での性能劣化の原因であることを明らかにした。(株)ミルボンの鈴田氏は、「X 線 CT を用いた各国人女性毛髪の観察とヘアケア製品への応用」の発表で、生活習慣の違う各国女性の毛髪のダメージについて X 線 CT 観察を行い、どの毛髪にも共通して毛先のほうが根元より空隙が多いことを見出し、空隙を埋めるため成分を探索した結果、シルク由来のペプチドの有効性を確認した。続いてマツダ(株)住田氏からは、「兵庫県 BL における NAP-

HAXPES 導入計画および産業利用」と題し、導入予定の低真空中での硬 X 線光電子分光が可能なシステムの紹介と、リチウムイオン電池の正極材料の評価事例、帯電中和銃の検討結果が報告された。兵庫県立大学の津坂氏による「多波近似条件下での前方透過型 X 線トポグラフィ」では、多波近似条件下での回折から特定の回折ベクトルを取り出すことができ、この方法によるサファイアやシリコンのトポグラフィを行い、明瞭な転位像や迅速なバーガスベクトルの決定ができることを示した。同じく兵庫県立大学の宮本氏からは、「New SUBARU ガンマ線源と高出力 EUV 光源の産業応用の可能性」として、レーザー・コンプトン散乱ガンマ線光源の紹介と、それを用いた核医学検査や材料欠陥検査、極紫外光を用いた半導体製造技術への応用に関する発表があった。

セッション6の「サンビーム研究発表会」は、午後のポスター発表をはさんで午後2時50分から、(株)豊田中央研究所の妹尾与志木氏による「サンビーム共同体趣旨説明」から始まり、5件の発表があった。妹尾氏はサンビーム共同体の設立趣旨、これまでの歩みとサンビーム研究発表会の目的が、当初は内部関係者、JASRI に向けたものから利用者同士の情報共有へ、そして最近是一般社会への成果公開へと変遷してきたとの説明があった。

関西電力(株)の向井氏は、「放射光 X 線回折法によるガスタービン動翼用 Ni 基超合金の損傷評価」と題し、クリープ損傷度の異なる材料の回折 X 線幅を測定し、その関係から実機部材の非弾性変形発生の有無が評価できることを報告した。(株)豊田中央研究所の高橋氏による、「HAXPES によるリチウム二次電池被膜の分析」では、黒鉛負極のリチウム脱挿入経路となるエッジ面と不活性なベサル面で、充放電に伴う被膜の状態が異なることを確認し、また放射光と実験室設備でのチャージアップダメージの違いや試料の大気暴露による影響も合わせて報告された。パナソニック(株)の浅野氏は、「Pt/Y:BaZrO₃ 界面における高プロトン濃度空間電荷層の自発的形成：ナノイオニクス効果」の発表で、電気化学インピーダンス測定と HAXPES 測定により、固体電解質と電極界面に電気二重層ができ、その正の空間電荷はプロトンであると結論付けた。日立金属(株)百生氏は、(株)日立製作所と共同での、「架橋ポリエチレン被覆材の銅拡散状態分布の解析」に

において、電線ケーブルの絶縁被覆材である架橋ポリエチレンの酸化による劣化を促進する銅イオンの拡散状態を1 μm × 1 μm 程度に集光したX線でCuの蛍光X線を試料断面でマッピング測定し、FTIRによるC=O結合の分布との比較から、銅による酸化劣化促進と銅害防止剤添加の効果を確認した。最後の講演は、「サンビームにおける多機能走査型X線顕微鏡の開発」と題して、(株)日立製作所の米山氏が、BL16XUにおいて整備してきた、X線をプローブとするX線顕微鏡の機能、性能と測定事例を紹介した。

最後のセッション7では、高エネルギー加速器研究機構の金谷利治氏より、「(1) 放射光の産業利用は経済効果や生活を豊かにする製品開発に貢献するために、当初は課題数を増やすことを目指してきたが、今後は数の時代ではなく産業利用の成果とは何であるかを示していかなくてはならない、(2) 発表レベルは高くなってきているが、得られた結果を次の製品開発につなげるためのシナリオまで考えたかった、(3) 学术界は産業応用面での厳しい議論も必要で、産学共同で研究開発や人材育成に取り組むべきである、(4) 「All Japan 体制」は多くの方法を利用したい産業界のほうが推進容易であり、期待している。」との講評があった。最後に山川常務理事から閉会の挨拶を述べ終了した。

5. ポスター発表

セッション5が終了後、昼食休憩の前後1時間づつのコアタイムを設けて2階大展示室においてポスター発表が行われた。主催のサンビーム27件、兵庫県20件、豊田中央研究所6件、JASRI 25件、および協賛のFSBLの2件を合わせて80件の研究成果のポスターに加えて、ひょうごSPring-8賞、SPRUC 企業利用研究会、光ビームプラットフォーム、RIST、CROSS 東海、茨城県、あいちシンクロトロン光センター、JASRI 産業利用推進室およびJASRI 利用研究促進部門から合わせて14件の施設紹介や利用制度、利用者動向などのポスターが掲示された。今年は(1) 資源・エネルギー、電気化学、(2) 触媒、(3) 有機材料、(4) 金属・構造材料、(5) 電子デバイス、(6) 食品・日用品、(7) 装置・技術等、(8) その他、の分類での展示であったが、各コーナーで熱気が漂い、混雑していた。2年前の第11回より分野別に配置されるようになってから、共通の話題

に興味を持つメンバーが集まりやすく、より充実した発表、意見交換の場となっている。

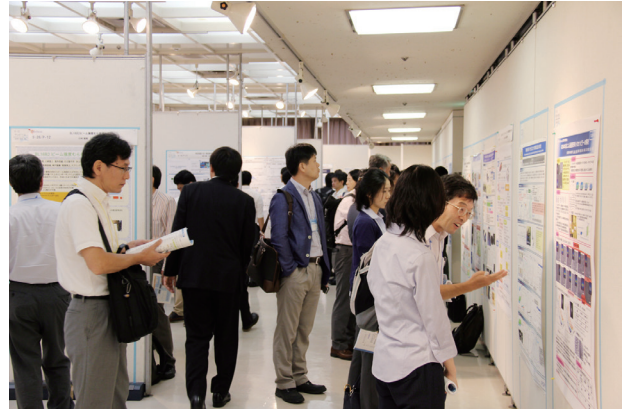


写真3 ポスター発表会場の様子

6. おわりに

こうして本年の産業利用報告会が無事、盛況のうちに終わることができた。準備段階から当日の会場運営、さらに事後のとりまとめなど、主催5団体の事務局のご尽力と共催団体の関係者各位のご協力にこの場を借りて感謝の意を表したい。

大麻 隆彦 OOASA Takahiko

(公財)高輝度光科学研究センター 産業利用推進室

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1

TEL : 0791-58-0978

e-mail : takahiko.ooasa@spring8.or.jp

第13回 SPring-8 産業利用報告会アンケート回答結果

開催日：2016年9月7日(水)～8日(木)

会場：兵庫県民会館

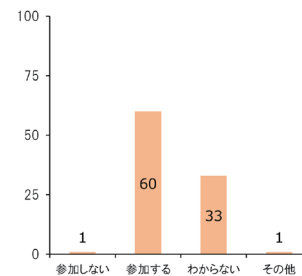
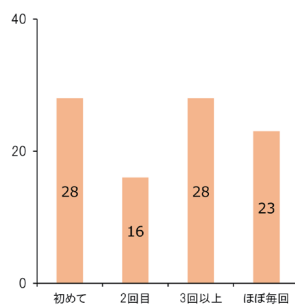
参加者：248名(産：149名、学：42名、官：36名、JASRI：21名)

回答者：95名(回答率38.3%)

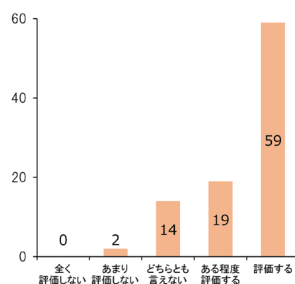
1. 報告会全体について

1-1) 過去の産業利用報告会への参加回数を教えてください
1-4) 次回以降の参加について

ください

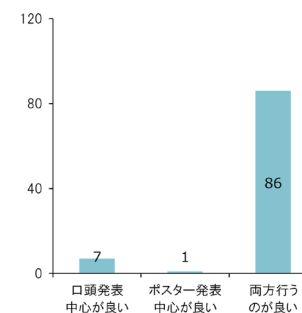


1-2) 開催場所(兵庫県神戸市)について



2. 一般発表内容について

2-1) 発表形式(口頭とポスターについて)

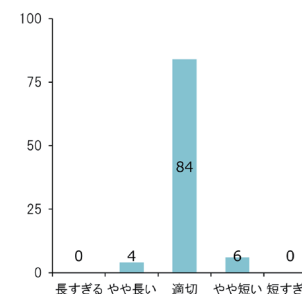
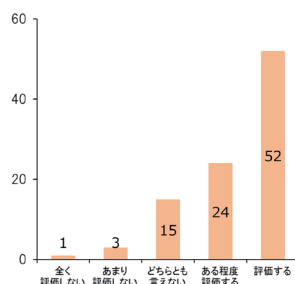


【参考】過去の開催場所

第1回～3回：SPring-8、第4回～7回：東京、
第8回：神戸、第9回：名古屋、第10回：神戸、
第11回：姫路、第12回：川崎、第13回：神戸

2-2) 口頭発表時間は適切でしたか

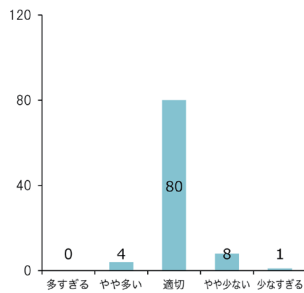
1-3) 実施時期について



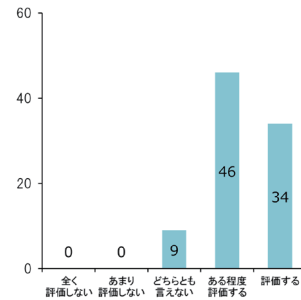
【参考】過去の開催時期

第7回(平成22年)東京：11月、それ以外は9月開催

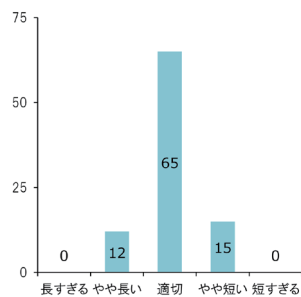
2-3) 口頭発表件数は適切でしたか



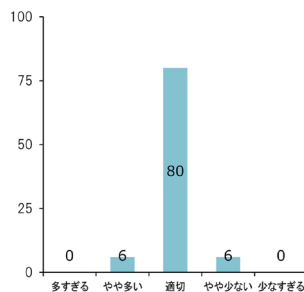
3-2) ポスター発表は参考になりましたか



2-4) ポスター発表時間は適切でしたか

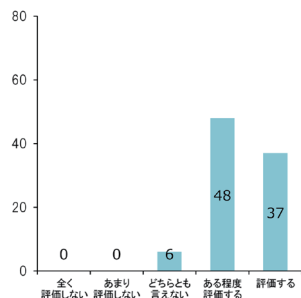


2-5) ポスター発表件数は適切でしたか



3. 発表内容 (口頭・ポスター) について

3-1) 口頭発表は参考になりましたか



4. その他

4-1) 参加目的 (発表者・動向調査など)[重複省略]

【動向調査の目的】

- ・産業利用
- ・電池関係
- ・放射光とその関連技術
- ・新技術 (CT)
- ・他社の研究
- ・材料の評価方法

【情報収集の目的】

- ・産業利用
- ・技術 PR
- ・最新分析技術
- ・応用例
- ・社内での SPring-8 活用のため適用事例
- ・他の研究成果

【可能性調査の目的】

- ・スパコンとの連携利用
- ・会社としての利用の可能性
- ・ラボの X 線回折装置で測定できるメニューの発掘

Joint SPring-8 - MAX IV Laboratory Workshop on New Light Sources and Biological Applications 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
タンパク質結晶解析推進室 熊坂 崇

日本とスウェーデンは、高輝度放射光やX線自由電子レーザーといった世界トップレベルのX線領域の光源技術を有している。これら次世代X線光源を利用した生命科学分野（特に、巨大分子結晶学：以下、MXと略）における新しい研究の可能性について議論することを目的とする本会議は、日本学術振興会（JSPS）と大阪大学蛋白質研究所で昨秋（2015年）に着想され、その後、Uppsala Univ. とMAX IVを擁するLund Univ.、さらにMAX IVと施設間で協定を結んでいるSPring-8（JASRI、RIKEN SPring-8 Center）の連携の下で実現した。会期は2016年9月8、9日の2日間、会場はMAX IV Laboratoryの4階Lecture Roomにて行われ、演者としては18名（内訳はスウェーデン10名、日本8名）が参加した（写真1）。

以下、講演の内容を中心に議論の様子を述べるが、一部講演順を無視して内容を考慮して並べ直している。プログラムはJSPSストックホルム研究連絡センターのウェブサイト（<http://jps-sto.com/>）に掲載されているので、そちらを参照されたい。

初日の12演題の進行役は、Jonas Hadju氏（Uppsala Univ.）が務めた。Opening remarkで、自身の構造生物学研究におけるPhoton Factoryでの実験とその折の日本人研究者との友誼についても触れ、日本とスウェーデンのこの分野における研究交流について紹介した。なお、2日目6演題について

は、MAX IVの構造生物学研究を束ねるMarjolein Thunissen氏（MAX IV）が座長を務めた。

MAX IVの現状については、所長を務めるChristoph Quitmann氏（MAX IV）が講演のトップバッターとして施設全体の報告を行った。MAX IIの利用開始以来、国内外の生命科学における硬X線利用を拡大し続けてきた自負とともに、“Making the invisible visible”をキャッチコピーとするこの最新施設を順調に立ち上げつつある。MAX IVは3 GeVの線型加速器に1.5 GeVと3 GeVの2つのSRリングが接するデザインとなっているが、現時点で硬X線用の3 GeV側に9本、軟X線およびUV用の1.5 GeV側に4本、そして線型加速器の末端に時分割解析用ビームライン1本の計14本の設置を検討している。2日目の午後には、MAX IV見学の時間が設けられたが、実験ホールの見学場所に置かれていたコンパクトなMulti-bend achromat latticeモジュール（写真2左）が印象的であった。

今回の話題の中心である生命科学について、MAX IVの取り組みは、先述のM. Thunissen氏が総括した。生物研究においては高輝度性と高コヒーレンス性を生かし、生きた動物から蛋白質分子の原子構造まで、幅広いスケールでの研究が期待されて

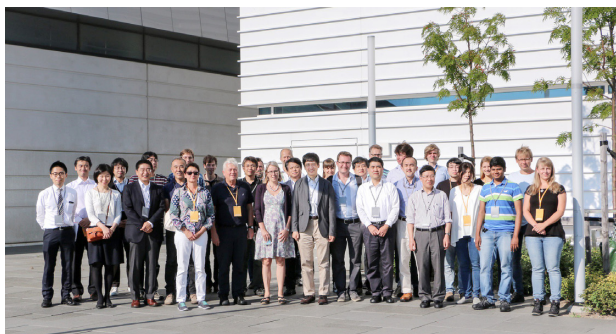


写真1 参加者集合写真

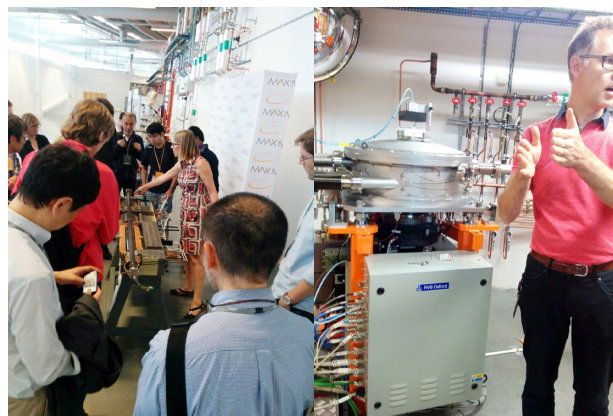


写真2 見学の様子。(左) 中央にMBA Lattice。(右) BioMAXの横置DCM。

おり、複数のビームラインでの対応を進めている。先行的に建設が進んでいる MX 用 BL の BioMAX は、実際に見学でも拝見したが、横置き二結晶分光器 (DCM: 写真2右) と KB ミラーで構成される特徴的かつシンプルな光学系からなる。建設も順調に進んでおり、すでに First beam を導いて Thaumatin の構造解析に成功していた。検出器には仮置きのパネル検出器 (PAD) が実験定盤に載っていたが、今後は自動測定を最終目標に、最新鋭の PAD と試料交換ロボットを含め、顕微分光、湿度調整、プレートスクリーニングなど一通り実験が可能な環境を整備する。最近進歩の著しい微小結晶測定については、Undulator からの Pink beam も利用できる MicroMAX が計画中 (2020年頃利用開始目標) で、いわゆるシリアル測定法に対応する。小角散乱 BL としては CoSAXS が多目的利用用途で2018年の共用開始を目指し、NMR との連携も視野に入れているようである。BalderBL は Wiggler を光源として S から La まで幅広い核種の (Bio)XAS/XES 測定に対応し、2017年の利用開始に向けて準備が進んでいる。そのほか、生きた動物など医療用イメージングへの応用を目指す MedMAX も建設が予定されている。

XFEL は SR に併設されることは多いものの、それらを連携利用する施設は限られている。MAX IV ではその SR の入射器が XFEL のそれを兼ねるデザインになっている。時分割測定用 BL の FemtoMAX については、Jörgen Larsson 氏 (Lund Univ.) が紹介した。線型加速器からの電子ビームをバンチ圧縮して挿入光源に通し、原子振動の解析に適したパルス長 100 fs の X 線を発生させる。単結晶の時分割測定はもちろん XAS や GISAX、AMO など多様な研究に対応する。また、さらにコヒーレントな光を発生させるため、SR 用の熱電子銃に加えて RF 電子銃を設置、線型加速器に Undulator を繋いで XFEL とする計画 MAX-FEL があり、Sverker Werin 氏 (MAX IV) が紹介した。軟 X 線 (0.25 – 1 keV) と硬 X 線 (1.2 – 9 keV: 専用の加速器を延長して設置し、5 (or 6) GeV まで加速) それぞれに対応したビームラインを設置する。詳細は理解が及ばなかったが、生命科学分野では CXDI や SAXS など軟 X 線の利用も狙っているようであった。一方、先行する SPring-8 と SACLA の現状については、山本雅貴氏 (理研) が、全体の概要として運転および利用状況、SACLA の開発状況を説明し、さらに構造生物学研究の現状として、SR

の MX ビームライン群の開発状況と SACLA での研究成果として CXDI を中心に紹介した。

放射光における測定技術についても複数の話題提供が行われた。筆者は試料雰囲気制御法である湿度調整法と、これによって明らかとなった蛋白質の動的構造を紹介し、構造多様性解析の可能性について議論した。渡邊信久氏 (名古屋大) は、数百 MPa の高圧条件での蛋白質の構造を調べ、酸解離定数の変化や水分子および分子空隙の挙動など機能発現との相関について議論した。Ida Lundholm 氏 (Uppsala Univ.) は、蛋白質結晶解析への THz 分光法の応用について紹介した。分子内の複数原子の協同的な運動は低振動数領域にも見られ、機能発現に深く関わっている。THz 光照射により α -ヘリックスの収縮も見られ、分子運動の制御の可能性も議論された。

精密構造や電子状態の解析は、酵素の反応機構解明にも重要である。三木邦夫氏 (京都大) は、SPring-8での 30 keV 付近の硬 X 線を用いた超高分解能構造解析を進め、蛋白質では初めて鮮明に描かれた鉄の 3d 電子の構造について紹介した。氏らは中性子回折も進めており X 線・中性子併用の意義も議論された。それに先立って、MAX IV に近接して建設中の中性子施設 European Spallation Source (ESS) について、Esko Oksanen 氏 (ESS/Lund Univ.) が報告した。ターゲットにタングステンを採用し、5 MW のパルスの長い陽子ビームで大線量を稼ぐ計画で、MX 用には TOF quasi-Laue 法で測定する回折計を設置することである。

放射光利用研究の話題としては、XFEL における最新の結果も報告された。岩田想氏 (理研/京都大) は、SACLA における試料インジェクターなどの装置とシリアルフェムト秒結晶構造解析法 (SFX) の開発について紹介した。これにより解析されたバクテリオロドプシンの光励起状態の時間分解構造では、このプロトンポンプの作動機構が詳細に示された。一方、スウェーデンからは Uppsala 大学の研究者が主に米国 LCLS を使って行った構造研究を紹介した。Marvin Seibert 氏 (Uppsala Univ.) が、LCLS の構造生物学と題して SFX の概要と現状を中心に説明、微小結晶構造解析の将来展望を述べた一方で、Filipe Maia 氏 (Uppsala Univ.) は、FEL を用いた単粒子イメージングの概要を説明した。特に Tapered Undulator によるさらなる Flux 向上とインジェクターの改良によるヒット率向上の必要性を強

調した。Gijs van der Schot 氏 (Uppsala Univ.) は、シアノバクテリア生細胞の解析の現状を示し、試料間の非同型性の克服を進めていると述べた。岡本健太氏 (Uppsala Univ.) は、XFEL に加え CryoEM を併用して、0.2 μm を超える超巨大ウイルス単粒子の解析を行っており、その進捗を紹介した。また日本からは、ホットな蛋白質の構造解析として、沈建仁氏 (岡山大) が、光合成反応において水分解にかかわる光化学系 II の結晶構造と反応機構の解析について、最近の SACLA を用いた反応中間体解析にも触れつつ紹介した。続いて清水敏之氏 (東京大) が、Toll 様受容体の構造を紹介し、自然免疫の活性化に必要な外来核酸の認識機構を示した。

以上、最新の低エミッタンス・省エネ SR である MAX IV にて開催された本会議は、MAX IV 計画に加えて生体高分子の立体構造解析が中心の話題であった。XFEL や CryoEM の最新の成果も含んだ盛りだくさんの内容で、どの講演についても討論時間や休憩、レセプションなどの時間に活発な議論と交流が行われた。また2日目午後の施設見学も含めて MAX IV の取り組みを知ることができたことは日本の参加者にとっても有意義であった。

両国の研究交流については、川窪百合子氏 (JSPS) より、JSPS の活動とストックホルムセンターの現状が講演された。両国間で毎年多くの会議が設定されていることが紹介され、盛んな交流が行われていることが理解できた。また、Opening/Closing remark や初日夜の懇親会でも、積極的な連携を模索したい旨、複数の発言があった。特に、今回の会合の実施に中心的な役割を果たした中川敦史氏 (大阪大) は、継続的なやりとりの重要性を強調されており、今後この機会を契機として、両施設を中心とした日本とスウェーデンの研究交流が深まることが期待される。

熊坂 崇 *KUMASAKA Takashi*

(公財)高輝度光科学研究センター タンパク質結晶解析推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0833
e-mail : kumasaka@spring8.or.jp

Mechanical Engineering Design of Synchrotron Radiation Equipment and Instrumentation (MEDSI2016) 会議報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
光源・光学系部門 高橋 直

1. はじめに

MEDSI (“メディシ”と発音) は、Mechanical Engineering Design of Synchrotron radiation equipment and Instrumentation の略で、加速器やビームラインの装置設計に関わる(主にメカニカル)エンジニアが集い、議論する会議であり、2000年から2年に1回の頻度で開催されている。2006年にはSPRING-8がホストを務めた。9回目の今回はALBAが主催母体となり2016年9月12日~16日までスペインのバルセロナで開かれ、SPRING-8からは青柳、高橋の2名が参加した。会場はバルセロナの繁華街から少し離れた新市街にある自然科学館(Cosmo Caixa)で、びっくりするほど精巧なインシュタイン(図1右)とダーウィンの人形がインフォメーションデスクで迎えてくれる。外観は煉瓦造りで歴史を感じさせるが、中に入ると一転モダンな造りでアマゾンの森を再現したジャングルやプラネタリウムが楽しめる。交通の便が悪いため、会場とホテル街とはシャトルバスでの移動となった。その他の国内施設からは、KEK/PF(5名)、UVSOR(2名)、東北大学(1名)の参加があった。



図1 会場となった Cosmo Caixa 入口のインフォメーションデスク。

2. 会議報告

初日の Tutorial は、パラレルセッションが午前・午後に各2.5時間ずつ生まれ、筆者は、“Advanced Computational Methods for Vacuum Technology with Application to Synchrotron Radiation Light Sources”と、“Finite Element Analysis in Design of Synchrotron Instrumentation”に参加した。前者は CERN の R. Kersevan 氏がまずガス放出、排気速度、コンダクタンス等、gas dynamics の基礎や光脱離ガス(PSD)について講義を行った後、SynRad や MolFlow+ 等のシミュレーションコードの説明があった。CAD を使った ray tracing から始まり、SynRad でフォトンアブソーバへのフラックスやパワー分布を求めた後、PSD を考慮した圧力分布計算を MolFlow+ で行うという一連の作業が紹介された。一方後者は ANL の B. Brajuskovic 氏が FEA (有限要素法) を機器設計に用いる際に注意すべき点として、特に現実を反映した境界条件の設定と解析結果の評価が重要である(決して結果を鵜呑みにしない)ことを説いていた。特に放射光分野で用いられる FEA コードとして一般的な ANSYS 社(<http://www.ansys.com>)がここ数年間で、ユーザーの裾野を拡げるために、3次元 CAD からモデルを直接取り込んでメッシング(要素分割)をほぼ自動で行い、境界条件の設定も GUI から手軽に行える Workbench 環境の整備に邁進した。PC 性能の向上も相まって一般の装置設計者が気軽に FEA を扱えるようになり、今回の会議でも FEA をメインとした発表が多数行われたが、その中には、不自然で歪な節点解の空間分布を示す結果がいくつか見受けられ、Brajuskovic 氏の指摘の重要性を再認識した。なお、その他の Tutorial として、“Optics and Mechanics of Mirror Benders”と、“Accelerator Physics”が企画された。

初日の夕方には IOC (International Organizing Committee) ミーティングに参加した。SPRING-8

とは異なり、海外のほとんどの放射光施設では Mechanical Engineering Division なる組織が存在し、基本的に加速器からエンドステーション周りまでのエンジニアリングワークを専門的に担当している。IOC メンバーのほとんども Mechanical Engineering Division に帰属しており、現在16名で構成されている。元々 MEDSI は SRI のような大規模な学会とは一線を画し、少々マニアックなエンジニアやアナリストが活発に議論する参加者100名程度のこぢんまりとしたワークショップ形式であった。ところが2012年に IOC 議長が交代した頃から拡大路線に舵を切り、今回の参加者は200名を超える規模となった。また今回からプロシーディングを Joint Accelerator Conference Website (JACoW) から発行することになり、さらにフォーマルな International Conference に成長している。ミーティングでは、事前に準備された MEDSI の組織運営のガイドラインの内容について議論し、今後新たな施設から IOC メンバーを招き入れ、21名まで増やすこと等が決まった。

2日目以降のオーラル発表は全てプレナリーセッションで行われた。オーラルのスロット数は42で、セッションタイトルとスロット数の内訳は以下の通りである（括弧内はスロット数を示す）。Precision Mechanics (10)、Facility Design & Upgrades (3)、Calculation, Simulation & FEA Methods(4)、Core Technology Developments(3)、Light Sources (7)、End Stations and Sample Environments (6)、Optics (8)。施設別に見ると、ANL/APS と ESRF が各7スロットで、DLS の5スロットと SLAC/LCLS の4スロットを合わせると全スロットの半分を超える。ESRFからはアップグレード計画である EBS (Extremely Brilliant Source) に関する発表が5件あった。まず、P. Marion 氏がプロジェクトの概要と Engineering Challenges について講演した。EBS は Hybrid 7 Bend Achromat ラティスで水平エミッタンスを現状の4,000 pmrad から140 pmrad まで減らす設計になっている。2014年6月にゴーサインが出され、2019年1月～12月に現リングの解体と新リングの建設が行われた後、2019年12月からは蓄積リングのコミッションが開始される予定とのことである。アップグレード予算は低コスト化を目指したため、100百万ユーロと現 ESRF の年間予算と同額であるとの報告

があった。Engineering Challenges として省スペース化、精度や安定性、Magnets tight tolerances (特にコンバインドマグネット) についての説明があり、磁石架台の振動安定性が現 ESRF よりも2.2倍要求される等の説明があった。続いて、F. Thomas 氏が EBS 用フォトンアブソーバについて発表を行った。設計基準として弾性範囲での使用に限定した点、材料を従来の Glidcop (アルミナ分散強化銅) ではなく CuCr1Zr を全面的に使用した点が注目された。当該材料については、NSLS-II の S. Sharma 氏が別途詳しくオーラル発表した。Glidcop は価格や納期の問題、また他材料との接合が容易でないことから CuCr1Zr をターゲットにしたとのこと。ただし、一旦高温に曝されると強度が極端に低下する欠点を考慮してロー付けや溶接を一切行わず、CuCr1Zr にコンフラットフランジのエッジ加工を施している。講演後に真空気密性についての懸念を質問したが、十分な試験を行い問題ないとの回答であった。この方式によるフォトンアブソーバ関連の研究はポスター発表でもいくつか見られ、台湾の TPS でも使われており、海外施設間同士の密な連携が見られた。

4日目の午後には、同時期にバルセロナで開催された IBIC16 (International Beam Instrumentation Conference) の参加者と合同で開催された ALBA への施設見学に参加した。20～30名を1グループとして、「制御室」(と言っても窓の外から覗き見る程度)、「マシン収納部」、「実験ホール」、「機械室 (Technical Building)」の4箇所各10分ずつ説明を受けるもので、駆け足での見学となった。ALBA は2012年から共用開始が始まった3 GeV の放射光



図2 ALBA のマシン収納部内。右側が蓄積リングで左側がブースターシンクロトロン。

リングで低エミッタンス化（水平エミッタンス:4.5 nmrad）が図られており（図2）、33本のビームラインの取り出しポートが準備されている。Phase IIIで新たに6本の建設が認められたとの説明があったが現状は8本しか設置されておらず実験ホールはがらんとした印象を受けた。今回珍しく電源や冷却水供給施設のある建屋が見学ルートに入っていることも MEDSI ならではの感想。

初日からの3日間は、プレナリーセッション終了後の17:00~18:00までの1時間がポスターセッションに割り当てられた。ポスター会場は企業展示会場（仮設のテント小屋）に併設され、またランチや coffee break もこの小屋で提供されるためかなり混雑していた。ポスター発表者は当日の午前10:50までに貼り終える義務があるため、終日ポスターを見られるようになっていた。なお、全ポスターからベストポスター賞（何と賞金1,000ユーロ）とベストヤング（30歳以下）ポスター賞が選ばれた。



図3 ポスター会場、兼企業展示会場。さらにこのテント小屋で昼食や coffee break のサービスを受けた。ランチでは2日間かなり美味なお寿司が提供され日本人参加者は大喜びだった。

Social Event として2日目にファブラ天文台で Welcome Reception が、4日目に海洋博物館で Gala Dinner が開催された。いずれも21:00頃から始まり、終わりが23:30過ぎと日本人の感覚では考えられない時間帯であったが、特にファブラ天文台で観た夜景は素晴らしく綺麗だった。



図4 Gala Dinner の開始前に、お洒落な庭でタパスをおつまみに Cava（スペインのスパークリングワイン）で乾杯。

3. おわりに

会議中に次回の開催地を決める IOC ミーティングが開かれ、APS（米国）、MAX IV（スウェーデン）、SOLEIL（フランス）が立候補した結果、SOLEIL が主催母体となり2018年10月にパリで開かれることになった。今回の報告は上流側のトピックスに重点を置いた内容となっているが、最近の MEDSI は SRI と同じく参加者や発表の割合が加速器から下流側に移っている傾向にあり、ビームライン側の機器開発に携わっている研究者／エンジニアの方でも MEDSI に興味を持った方がおられれば、是非参加をお願いしたい。

（MEDSI ホームページ：<https://medsi.lbl.gov/>）

高橋 直 TAKAHASHI Sunao

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

第 16 回 APS-ESRF-SPring-8-DESY 三極ワークショップ報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター 利用推進部
木下 豊彦
公益財団法人高輝度光科学研究センター 光源・光学系部門
大橋 治彦
公益財団法人高輝度光科学研究センター 加速器部門
早乙女 光一

1. はじめに

三極ワークショップは、1年半おきに、日本、欧州、米国の3地域（三極）に位置する4つの大型放射光施設（SPring-8、ESRF、PETRA-III、APS）の代表者が集まり、現状、将来などの情報交換を行う会議である。2016年は、9月14～16日にかけて、ドイツ、ハンブルグのDESYで開催された。会議に使われたDESYの講堂前での集合写真を図1に示す。

ちょうど、PETRA-IIIの拡張工事が終了し、これまでの実験ホールに加え、北と東に2棟の実験ホールが完成し、そこに、X線の研究で顕著な業績を示したEwaldとAda Yonath両氏の名前を冠するセレモニーが14日夜に開催されるのと合わせての会議となった。図2の写真は、Ada Yonathホールの前を歩いている会議参加者である。



図1 参加者の集合写真。



図2 拡張工事の終了した、PETRA-III 東実験棟 (Ada Yonath Hall) の前を歩く会議参加者。

2. X線光学ワークショップ

初日はまず、第10回三極X線光学ワークショップ(3-Way X-ray Optics Workshop: 3WOW)が開催された。三極ミーティングのサテライトとして2001年以降開催され、このたび4回目に入った。前回は2015年2月にSPRING-8で開催されたがPETRA-IIIの都合がつかず、ESRF、APS、SPRING-8からの参加であった。今回は直前に、ESRFの光学グループのスタッフに不慮の事故があり急遽欠席となり、PETRA-III、APS、SPRING-8からの12件の講演となった。プログラムは別添の通りである。最初にDESYのChristian Schroerが開幕の挨拶を行い、引き続き、今回の3WOWのOrganizerを務めた、Horst Schulte-Schrepping (DESY)、Lahsen Assoufid (APS) と大橋治彦 (SPRING-8) がそれぞれの施設のビームライン光学系の現状を報告した。以下、個別発表内容も交えて施設ごとにまとめて報告する。

APSでは、2015年3月に5ヵ年計画の策定が行われ、APSアップグレード(APS-U)に向けたOptics Advisory committee meetingで次のような提言がなされた。結晶ラボにおいて0.01度の精度の加工、研磨工程の高度化、アップグレードに

向けて光学系の最適化とビームラインでのR&Dが推奨されている。現在、OpticsグループはX-ray Science Divisionのもとにあり、18名が所属している。今回、3施設ともビームラインにおけるX線の振動計測結果を報告したが、APSでは、RMS0.2~0.4 μrad のレベルであった。“Development of coherence preserving mirrors project”がDOEにより予算化され、ANL、BNL、LBNL、SLACが参画している。これは、新たなactive cooling(ヒーターを併用し入熱に合わせて冷却制御)、at-wavelength計測や制御をFELやSR向けに開発する国家プロジェクトである。集光システムに関して、Deming ShuらによるFlexure stageを用いた20~50 nm集光サイズのKBミラーのアライメント調整機構や、6枚のゾーンプレートを重ねて27 keVで28%の効率の集光系が紹介された。結晶ラボでは、2013年と2016年にスタッフ交換プログラムを実施している。この春にはESRFの技術者1名がAPSに2週間程度滞在し、ピッチ研磨や結晶切断の技術を修得した。ダイヤモンド結晶に関して、Y. Shvydkoらを中心に、放物面形状のレンズ加工や、極薄完全結晶の製作、湾曲単結晶によるステレオグラフが紹介された。Thomas Gogは、共鳴非弾性散乱(RIXS)

光学系について発表した。Sub-10 meV 分解能を目指し、コリメータミラーと平板結晶による光学系を構築した。コリメータは Montel mirror (放物形状で、傾斜多層膜を積層したミラーを直交させて一体化) とし、平板結晶は Quartz(3,0,9) 面で、角度受け入れは 12 μ rad、11.215 keV(Ir L3 端) にて、9.5 meV の分解能を達成した。Ray Conley は、多層膜ラボのアップグレードで、モジュラー型の成膜システムの整備状況を報告した。1.5 m 長の大型ミラーの形状修正や、3次元傾斜多層膜素子の開発、低歪みの多層膜ミラー・分光素子の開発など多様な膜形成に役立てることを目的としている。成膜時のその場観察のため、フィゾー干渉計の参照面を真空内に配置する機構や、成膜時に形状をアクティブに調整可能な多段の小型アクチュエータをつけたスリットを紹介した。ミラー表面の形状計測法に関して、広範な角度範囲を計測できる Slope profiler の開発を L. Assoufid が報告した。ここ数年多くの施設で採用されている既製のオートコリメータを角度センサに用いる方式に加えて、レーザーペンシルビーム法への回帰を模索し始めている。Optics と Detector 用に 1-BM がテストビームラインであるが、新たに APS-U の R&D のために、2017 年第二四半期には ID ビームラインの一つにハッチの建設を目指している。

DESY では、PETRA-III extension が完了した。実験ホールを 2 ヶ所増築し、それぞれ 5 本ずつ計 10 本のビームラインが新たに整備され、そのうちビームライン P65 は、2016 年 4 月からユーザー利用が開始された。P21、P22、P23 はそれぞれスウェーデン、インド、ロシアのビームラインである。DESY には DORIS 時代の古い機材があるので、100 W までのパワーのビームラインに水冷の二結晶分光器 (DCM) として再利用している。Jan Horbach は、DCM の安定化のため SPring-8 と同じように液体窒素配管内部に平滑化を施し、導入分岐部の滑らかな接続、主軸のサーボ制御の停止により、RMS50~100 nrad の振動レベルを紹介した。主軸のダイレクトモータードライブが振動源であること、長期ドリフトが課題であることを報告した。Andreas Schropp は、ビームライン P06 のナノプローブ装置のアップグレードについて報告した。全長 98 m で、蛍光、小角散乱、広角散乱、吸収、タイコグラフィ、コヒーレント X 線回折など様々

な手法で顕微分析を行うビームラインである。ミラーで 25 nm、多層膜ラウエレンズ (MLL) で 8 nm、屈折レンズで 46 nm など多様なビームサイズを各種の素子で対応している。空間分解能を制約するような振動があり、この改善のためフレームやスキャナ、レンズアライメントシステムの改造に取り組んでいる。蛍光 X 線用に Vortex 検出器をほぼ直交方向に構え、後方に Eiger X-4M を配置する。チルトステージを工夫し、ラミノグラフィとトモグラフィを容易に切り替え可能とした。タイコグラフィで、触媒粒子 Pd、Pt などを 200 nm 分解能で、タンデムの太陽電池セルの ZnO を 40 nm で分離観察した例を示した。1 画像あたり 8.4 MB で、投影像あたり 924 GB に達するため、3次元のデータセットにすると圧縮しても 3 TB に達し、この処理が課題である。計測は 12 分ほどかかるが、その主因は $10^7 \sim 10^8$ ph/s のフォトンフラックスにあるようだ。Sasa Bajt は、DESY のラボで製作している非対称の多層膜回折格子について紹介した。多層膜を間隔 $d = 6.9$ nm で積層後、7.8 度でカットし、その端面を回折格子とする。刻線本数密度 20,000 本/mm の超高密度回折格子となり、波長 6~7.2 nm あたりで反射率 50% 程度を実現している。断面の電子顕微鏡写真や、表面の原子間力顕微鏡の写真が示された。表面粗さは、 $R_q = 0.53$ nm で、利用について触れることはなかったが、FLASH でのパルス圧縮などを念頭に置いているものと推察される。

SPring-8 からは、最初に液体窒素循環システムの液体窒素温度制御系の最適化により、33% (9 kW) の省エネ化と、従来の 1/10 の時間 (5 分) で、1/10 以下の温度安定性 (0.02 K) を実現したことを報告した。DCM の安定化への取り組みについて触れ、将来光源向けの定位置出射で高安定な分光器としてダブルチャンネルカット分光器 (DCCM) の可能性について述べた。チャンネルカット結晶の内面の高品質化には、大阪大学山内研究室で開発されたプラズマ化学気相マシーニング (PCVM) 法が有望である。引き続き、新たなミラー集光光学系を 3 種類紹介した。SPring-8 で開発している X 線用の深い楕円ミラーや部分回転楕円面の計測に関して、湯本博勝から、ステッチング干渉計と Chromatic-confocal センサーを用いたゼロメソッド走査型プローブプロファイラ (ZSP) の開発とその現状について報告した。100 mm 長さで 100 μ m の非球面形

状の深いミラーに対して、測定再現性 1.2 nmRMS を確認している。この計測装置を用いて、従来手法では困難な深いミラーの製作を現在、SPring-8内で進めている。軟 X 線用の新たな集光ミラーとして、東京大学三村研究室が開発した電鍍法による回転楕円ミラーとリング集光ミラーの SPring-8 における実験結果を紹介した。X 線ミラーを作り上げるように母材であるマンドレルをナノ精度で作り込み、その上に、低温でニッケル電鍍し、型を抜いたミラー内面の形状を波面エラー計測からイオンビームにより補正加工し仕上げる独創的なプロセスである。試作した回転楕円ミラーを BL25SU に整備した試験ステーションを用いて集光試験し、フォトンエネルギー 300 eV で試作ミラーにおいてほぼ回折限界に近い、縦 240 nm × 横 220 nm を実証した。回転楕円ミラーはその形状から全面照明したとき、中央部は素抜けになるため、ビームストップによりスルーポットをロスする。そこで前段にリング状の照明光をもたらすリング集光ミラーを配置すると有用である。300 eV できれいな円環の照明光が実現できている様子を示した。次に、大阪大学山内研究室が進められている Advanced KB (AKB) システムの優れた結像性能を示した。明瞭な 50 nm のラインアンドスペースのテストチャートが得られているが、全長 45 m と長い焦点距離を要し一般的とはいえない。そこで現在、同研究室の松山・山田らは Walter-III 型光学系を提案している。高い拡大倍率を有するため、全長 2.1 m に収めることができ、PSF (Point Spread Function) で 61 nm、 $\lambda/4$ の波面エラー以下が確認されている。SPring-8 からは前回の 3WOW に引き続き、ミラー光学系のダメージや汚染問題について取り上げた。汚染の形態を分類し、超高真空環境においても進行する軟 X 線領域の炭素汚染の原因とその対策について最近の進展を述べた。昇温刺激ガスクロマトグラフ質量分析 (TD-GC/MS) を用い、光学素子近傍に使用される真空材料の表面汚染有機物量を ng/cm^2 単位で調べ、清浄化したシュラウドを用いることで 1 年半の利用でも炭素の K 吸収端での汚染が進行していないことを報告した。多くの施設で同様の課題を抱えているためか、講演後も多数の質問を受けかなりの関心と呼んだ。小山貴久から、成膜ラボの現状とコーティング膜のダメージに関する最新の実験結果を発表した。25 mrad の入射角を有する深いミラーに傾

斜多層膜 (Cr/C) の成膜が進められている。4 keV で 100 nm の集光サイズを目指し、CDI 実験に用いる計画である。新たなクリーニングシステムの整備と合わせ、コーティング膜のダメージ問題では、石英基板上の金属膜のダメージ条件やその形状の詳細を調べ、シリコン基板の優位性について報告した。3WOW の最後に、Horst Schulte-Schrepping が、全体を通して簡単なまとめを行った。過去数回の 3WOW を通じて感じるのだが、学会とは異なり、互いの施設のビームラインや光学系の進展を定期的に交換するだけでなく、それぞれの抱えている技術的、組織的課題を垣間見ることができる貴重な機会であると再認識した。

3. 三極ワークショップ本会議

2 日目の本会議のオープニングは、DESY の所長である、Helmut Dosch 氏の挨拶で幕を開けた。その後、Stephen K. Streiffer (APS)、Francesco Sette (ESRF)、石川哲也 (SPring-8)、Edgar Weckert (DESY) の各氏から、各施設の現況報告や将来計画の紹介があった。また、それぞれの施設の成果のハイライト紹介は、Dennis Mills (APS)、Jean Susini (ESRF)、櫻井吉晴 (SPring-8)、Oliver Seeck (DESY) の各氏によって行われた。

APS では、年間 6,100 ほどの実験が実施されており、700 余りの研究所から 5,500 人のユニーク数のユーザー利用があるとのことである。課題の採択率は 57~64% 程度である。500 名程度のスタッフが所属しており、年間 2,000 報に迫る勢いで論文が発表されている。そのうち、高いインパクトファクターの雑誌に約 200 報の論文が発表されているとのことである。APS では超伝導アンジュレータの開発が進んでおり、より高エネルギー X 線の利用を目指している。年間 5,500 時間を超える運転が実現しており、12 時間程度のクエンチによるトラブルが起こっているとのことであった。そのほか、キッカー電磁石や高周波加速の話題が紹介された。また、最近ではビームラインで軌道をモニターし、軌道補正も実験ステーション側から行えるようになったとのことである。APS の次期計画は、6 GeV で、41 pmrad のエミッタンスで、200 mA の蓄積電流を目指すリングへの改造である。予算獲得には苦労しているようであるが、2022 年にはアップグレード工事を行いたいとのことであった。

APS の話題の中では、RIXS の高分解能ビーム

ラインが2015年に建設されたこと、最近、高速のショックウェーブを材料に与え、そのダイナミクス観察を回折やイメージングで観測するビームラインが建設されたことが紹介された。350 GPa までの高圧を瞬間的に発生させ、その力が材料の中を伝搬していく様子が紹介されていた。また、生命科学関係ではリオデジャネイロオリンピック前から世界の話題となっていた ZIKA 熱ウィルスの研究の話題が紹介されていた。放射光の照射下で、STM 実験を行い、数 nm の空間分解能で、元素選択的なイメージングを可能にしていることも最近の成果である。

ESRF では、年間2,200余りの課題が申請され、そのうちの960課題程度が採択されるとのことである。年間論文発表は約1,800報、そのうち、270余りが高いインパクトファクターの雑誌への掲載であるとのことである。産業利用も拡大してきており、100余りの企業から200万ユーロ程度の収入が入ってくるようになったとのことである。2009年から始まった第1期の改造計画は2015年に完了し、ナノビームサイエンスを志向したビームラインのアップグレードが行われた。ナノビーム以外でも、唯一の軟X線ビームラインでは、高エネルギー分解能を実現し、30,000を超える分解能でRIXS実験が可能になったことが最近の大きな話題である。

すでに第2期の改造計画がスタートしており、それは蓄積リングのアップグレードになる。85%のデザインが終了しており、いろいろなコンポーネントの契約を2016年中に完了することを目標にしているとのことである。

このように、次期計画が進行しているのは非常に印象深かった。年度内執行が原則の日本の予算の仕組みではなかなか難しいことであるが、ESRFでは次期計画のために、2018年を中心とした何年かは赤字予算を組み、それ以降は維持費に使用のお金を削って、その借金分を補う予算計画になっているとのことである。

改造が完了したビームラインからは、ナノメータサイズのビームを生かした成果がいくつか紹介された。GaNワイヤーのドメイン境界が、100 nmサイズのビームで回折像を取ることで研究されていたり、時間分解の小角散乱で筋肉の収縮過程を観察した様子の画像が示されていた。タンパクの構造解析ビームラインではオートメーション化が進み、インフルエンザの解析なども進められているようであ

る。また、古代エジプトの文化財のイメージングの結果も興味深かった。

SPring-8からは、2015年度より2年にまたがって実施されている電源工事、クライストロン置き換えなどのインフラ整備の話題、非球面集光ミラーの開発、低ノイズで高速、高ピクセル数の高性能検出器開発の状況のほか、日本国内の次期計画(3 GeV計画、SPring-8-II計画)に関する話題が紹介された。また、代表的な成果として、住友ゴム工業の高性能タイヤ、大阪大学を中心としたグループの高圧下で高いTcを示す超伝導体の研究、Ptフリーの排気ガス触媒、電池電極材料の開発、エンジン内のインジェクションの観察、元素戦略の成果である、Nd磁石のドメイン観察の結果などが紹介された。

DESYからは、2014年から行っていたPETRA-IIIの改造が終了し、徐々にアクティビティが増えてきている現状が紹介された。これまでは、1グループあたり、年間4日程度のビームタイムしか配分できず、課題採択の競争率もビームラインによっては5倍余りに達していたこと、これまで14本だったビームラインが今後35本にまで増え、いろいろ課題に対応できるようになること、などが説明された。現状では年間4,000時間運転だが、2018年には5,000時間まで回復予定とのことである。利用者の内訳は、ヨーロッパ58%、ドイツ38%、残り6%であり、分野別では、産業利用4%、応用26%、基礎科学70%である。年間250~300報の論文が発表されている。Extension Hallの工事が完了し、ビームラインの建設が進んでいる。SPring-8でも盛んに実施されている、HAXPESのアクティビティは東棟に移る予定である。尚、東棟では、ロシア、インド、スウェーデンの3カ国との共同出資によるビームラインも建設中である。

現状ではPETRA-IIIの拡張工事が終わり、ビームライン建設やアクティビティの回復拡大に努めているところであるが、2024~2025年頃を目指し、PETRA-IV計画も予定しているとのことである。5~6 GeVの加速エネルギーで、10~20 pmradのエミッタンスを目指し、さらにビームラインも30本程度増やしたいとのことである。当然実験ホールの増築も予定されている。

講演ではさらに新しく立ち上がった自由電子レーザーFLASH2、さらに建設の進んでいるEuroXFELの様子が紹介された。EuroXFELでは、

injectorでのビーム加速が2015年に成功し、2016年10月にはいよいよ超伝導空洞の冷却が開始されるとのことである。

PETRA-IIIのアクティビティでは、いろいろなExtreme conditionでの測定例の紹介が目についた。惑星科学、有機分子、プラズマなど、その分野は多岐にわたっている。例えば、原子分子の分光実験では炭素原子からのオージェ電子観察で、ダブルオージェ、トリプルオージェまでの観測に成功していた。また、超高压実験では、750 GPa条件でのOsの構造変化の様子が紹介され、また、強相関超伝導物質での16.5 Tの磁場下での分光実験の結果も紹介されていた。ほかの放射光施設同様、電池電極の研究にも力を入れているほか、水銀とNaFの固液界面の研究で、水銀に電圧をかけることで、その表面張力を制御するような試みがなされていたのは興味深かった。

2日目の午後には、データ関連、Sample environments & infrastructure、Nano-positioning & stability、加速器関連の4つに分かれてのセッションが開催された。

データ関連のセッションでは、大容量のデータを高速に取り扱う必要性から、その技術開発や整備の様子が紹介されたほか、オープンデータ、オープンサイエンスに関する各施設の取り組み、方向性などについて議論された。ESRFでは、オープンデータなど、データポリシーに関する議論がほぼ完了し、実際の運用に向けた取り組みが開始されていた。DIAMOND、SLS、BESSYなどとも協力しながら各施設で統一した方針でオープンデータを進めていくようである。実験終了後、50日経過後、実験責任者が了承すれば、データが、サーバーにアップロードされる仕組みを作っている。ビームラインごと、実験手法ごとなどデータのフォーマットをどうするかなどはまだ課題のようであるが、システムの大枠はすでに完成しているようである。10年間のデータ保存が原則とのことである。アメリカでは、DOEの方針もあり、(おそらく予算に対する費用対効果に対する疑問があるものと思われる)、データの責任は実験責任者にある、という方針以外は議論されていないようである。日本では、オープンサイエンスに関しては様々なところで推奨されているが、特にデータの公開に関する議論はまだコンセンサスが得られていない。今後各施設での議論が深まってい

くことが望まれる。

Sample environments & infrastructureのセッションでは、オペランド測定に向けたセル開発、放射光以外の関連研究施設との連携、SEM/EDXなどの電子顕微鏡、STM/AFMなどの電子顕微鏡、LEED/AES、XRD、FTIR、XPSなどの標準的なサンプル評価装置、dedicated sample environment、FIB、高圧環境、など様々な測定技術や環境を整えることに関する必要性が議論された。また構造生物学の分野では、ヨーロッパ内での連携がますます進んでいく様子である。

Nano-positioning & stabilityのセッションでは、今後ますます高度化していくマイクロコピーの技術革新についての議論がなされた。より小さなビームをより安定に供給すること、さらに精密にサンプル位置と合わせることで、場合によっては高速なスキャンも必要になるので、ステージの技術開発、非球面ミラーの開発など、様々な議論がなされた。3WOWに欠席だったESRFからも参加があり、高安定のナノ集光ビームラインの成果は印象的であった。

加速器関連のセッションでは、各施設のアップグレード計画に関する技術的な報告を中心に議論が進められた。機器の設計・製作はESRFが最も先行しているが、高磁場の磁石や真空機器を狭いスペースに精度良く設置するのに苦心している(もっともこれは各施設に共通する問題ではあるが)。SPring-8からは、電子ビームの非線形性制御とSACLAからのビーム入射について報告した。PETRA-IV計画のラティス設計案に興味深かったが、これはスキュー4極磁石を使って水平・垂直方向の電子ビームの運動をリングの2カ所で交互に入れ替えるというものであった。ビームの安定領域を保ちながら到達エミッタンスを小さくできるということであるが、実現に向けた詳細な検討が必要であろう。

2日目夜には、参加者によるハンブルグ港のボートツアーとバンケットが開催され、親睦を深めた。会議参加者のほか、DESYのスタッフも加わり、いろいろな情報交換の場ともなっていた。

最終日には、Euro XFELの開発状況が、Thomas Tschentscherから報告された。3つのビームライン、6ステーションを建設予定であり、年間200課題を実施予定とのことである。FEL本体のほか、検出器やサンプル周りの技術の開発も同時に進めており、本年9月に加速器建設は終了し、2017年春に

はX線を発生予定であり、最初のユーザーによる実験開始は2017~18年を目指しているとのことであった。

また、Chuck Dooze (APS) からは、APSの超伝導アンジュレータ (SCU) の開発状況について報告された。10名ぐらいのチームを組み、1999年頃から開発を開始していること、その後、いくつかの種類のアンジュレータの開発を行っており、来年はヘリカル SCUを開発予定であるとのことである。超伝導を利用するのは短周期磁石の field を高くするためであり、APSでは高次光を使い、140 keVを越えるエネルギーのX線発生を目指していることが説明された。如何にコイルを精密にまくかが鍵である。

最後の講演は、Serial crystallography の話題で、Henry Chapman (DESY) による発表であった。この手法は、主に FEL 施設で最近盛んになっている手法で、溶液中のタンパク結晶をジェットで噴射しつつ、そこにパルス X 線を照射して回折パターンを取得するものである。FEL ばかりでなく、通常の放射光でもいろいろなメリットのある手法であるように感じた。小さな結晶でも実験可能であること、室温での測定ができること、放射線損傷が避けられること (FEL の場合には損傷前のデータをフェムト秒の時間スケールで取得、放射光の場合は、100 ps の時間スケールであるものの、パルスあたりの光子は少ないので、損傷は少ない)、回折パターンがきれいであること、アラインメントの必要がないこと、ポンプ & プローブ法による時間分解測定が可能なことなどである。

最後のセッションでは、前日に開催された、4つのパラレルセッションの議論内容がそれぞれのセッションの代表者から紹介され、会議は終了した。今回は APS がオーガナイズを担当するとのことである。オブティクス、データに関して、各セッションを取りまとめた代表者からは、次回も引き続いて議論の場を設けてほしいとの要望が出された。

4. DESY 施設見学

会議終了後、大多数の参加者は、Euro XFEL の施設見学に出かけたが、大橋、木下の2名は、PETRA-III と FLASH を見学した。古くからの資産を生かしつつ、建屋やビームラインは、振動や空調など、ビームの安定性に最大限に配慮した施工がさ

れており、またキャンパスのスペースの活かし方などにも感銘を受けた。また、所内の技術者のスキルが高く、ナノ集光のためのゾンプレートのアセンブリなども自前で製作しているとのことであった。

早乙女は、Euro XFEL の見学に参加した。見学場所は、ワークショップ会場のある DESY サイトからおよそ 3 km 離れたユーザー実験施設のため車で往復した。建物の地上部分はほぼ完成しており、玄関に入って実験準備室などを見ながらエレベーターで地下に降り、実験ハッチを見学した。地下全体は一見してまだ工事現場という雰囲気である。ハッチの大部分もまだ建設途中であり、仮設の階段が組まれて建設資材が床に置いてあるという状況であった。しかし、先行して整備されたハッチのいくつかはすでに完成し、ハッチ内を清浄な状態に保つためにドアが閉鎖され、光学機器も置かれていた。試料の遠隔操作のためのロボットや地上と結ぶエレベーターも設置されていた。加速器トンネルには最下流部の扉から入室したが、光源や加速器のコンポーネントは遙か上流にあり、それらの見学は残念ながらできなかった。長いトンネルの中に、真っ直ぐなダクトだけが見渡す限り延々と続いているのが印象的であった。

5. 会議プログラム

Wednesday, 14 September 2016

Optics Workshop

8:30 Welcome

Christian Schroer (DESY)

8:45 Overview of Optics at SPring-8

Haruhiko Ohashi (SPring-8)

9:25 Overview APS

Lahsen Assoufid (APS)

10:05 Beamlines and Optics Overview DESY

Horst Schulte-Schrepping (DESY)

10:45 Coffee Break

11:15 Scanning Microscopy

Andreas Schropp (DESY)

11:45 Optical Metrology Updates

Lahsen Assoufid (APS)

12:15 Scanning probe profilometer for highly-sloped aspherical mirrors

Hirokatsu Yumoto (SPring-8)

12:45 Lunch

13:30 The Commissioning of the APS Modular Deposition System

Ray Conley (APS)

- 14:00 Development of thin film coatings at SPring-8
Takahisa Koyama (SPring-8)
- 14:30 Overview of the Multilayer Laboratory
Sasa Bajt (DESY)
- 15:00 Coffee Break
- 15:30 New approaches for inelastic scattering optics
Thomas Gog (APS)
- 16:00 Stability Studies
Jan Horbach (DESY)
- 16:30 Final Discussion
- 17:00 End of Workshop
- 17:30 Inauguration PETRA-III Extension experimental hall (for all)
Evening reception after Inauguration (for all participants)

Thursday, 15 September 2016

Three-Way Meeting (main part)

- 8:30 Welcome
Helmut Dosch (DESY)
- 8:45 Status Report APS
Stephen K. Streiffer (APS)
- 9:15 Status Report ESRF
Francesco Sette (ESRF)
- 9:45 Status Report SPring-8
Tetsuya Ishikawa (SPring-8)
- 10:15 Status Report PETRA-III
Edgar Weckert (DESY)
- 10:45 Coffee Break
- 11:15 Science Highlights APS
Dennis Mills (APS)
- 11:45 Science Highlights ESRF
Jean Susini (ESRF)
- 12:15 Science Highlights SPring-8
Yoshiharu Sakurai (SPring-8)
- 12:45 Science Highlights PETRA-III
Oliver Seeck (DESY)
- 13:15 Lunch

Parallel session 1: Data policy, big data, fast evaluation

- 14:45 APS Scientific Computing and Data Processing Strategies
Nicholas Schwarz (APS)
- 15:15 Central storage (gps)
Martin Gasthuber (DESY)
- 15:45 Implementation of the ESRF data policy
Alejandro de Maria Antolinos (ESRF)
- 16:05 Metadata management
Andrew Goetz (ESRF)
- 16:25 Discussion about Data Policy and Metadata
Andrew Goetz, all

- 16:45 Coffee Break
- 17:15 Computational toolkits for imaging and analysis
Doga Gursoy (APS)
- 17:45 Data acquisition and experiment control
Thorsten Kracht (DESY)
- 18:15 DAQ system and online analysis at SACLA
Kyo Nakajima (SPring-8)

Parallel session 2: Complementary laboratory infrastructure and special sample environments

- 14:45 Sample Environments for High-Energy X-ray Techniques
Jonathan Almer (APS)
- 15:15 Sample environment services for extreme conditions science
Gaston Garbarino (ESRF)
- 15:45 PETRA-III specific sample environments, labs, and detectors
Oliver Seeck (DESY)
- 16:15 Infrastructure for Electrochemical and Catalysis Experiments
Mali Balasubramanian (APS)
- 16:45 Coffee Break
- 17:15 DESY-Nanolab
Andreas Stierle (DESY)
- 17:45 Cryo EM infrastructure at SR facility
Koji Yonekura (SPring-8)
- 18:15 User support at the Partnership for Structural Biology (PSB)
Montserrat Soler-López (ESRF)

Parallel session 3: Nano positioning and stability

- 14:45 Fast scanning X-ray microscopy
Jan Garrevoet (DESY)
- 15:15 APS Velociprobe
Curt Preissner (APS)
- 15:55 Nano-positioning for fast in-situ scanning experiments: future requirements and perspectives regarding ESRF-EBS
Manfred Burghammer (ESRF)
- 16:05 The ID16A Nano-imaging endstation at the ESRF
Francois Villar (ESRF)
- 16:45 Coffee Break
- 17:15 Development of high-stability nan positioning stages for x-ray optics and instrumentation at APS
Deming Shu (APS)
- 17:45 High precision/stability mechanics for coherent X-ray applications
Hirokatsu Yumoto (SPring-8)
- 18:15 NFFA universal sample handling
Manuel Abuin (DESY)

Parallel session 4: Machine developments

- 14:45 PETRA-III machine development, bunch cleaning
Rainer Wanzenberg (DESY)
- 15:10 APS-U Accelerator Design and R&D Progress
Glenn Decker (APS)
- 15:35 Magnet design and fabrication for the ESRF-EBS
Joel Chavanne (ESRF)
- 16:00 PETRA-IV lattice studies
Ilya Agapov (DESY)
- 16:25 Coffee Break
- 17:00 Nonlinear Optimization for SPring-8 Upgrade
Kouichi Soutome (SPring-8)
- 17:25 Beam Injection scheme for SPring-8 Upgrade
Hitoshi Tanaka (SPring-8)
- 17:50 ESRF-EBS systems engineering
Jean-Claude Biasci (ESRF)
- 18:15 APS-U Beamlines and other experimental systems
Dean Haeffner (APS)
- 19:00 Transfer to Boat trip
- 19:30 Boat trip and conference dinner

大橋 治彦 OHASHI Haruhiko

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

早乙女 光一 SOUTOME Kouichi

(公財)高輝度光科学研究センター 加速器部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都1-1-1
TEL : 0791-58-0851
e-mail : soutome@spring8.or.jp

Friday, 16 September 2016**Three-Way Meeting (cont.)**

- 8:30 European XFEL
Thomas Tschentscher (European XFEL)
- 9:15 New developments in superconducting undulators
Chuck Dooze (APS)
- 10:00 Serial crystallography at X-ray FELs and SR sources
Henry Chapman (DESY)
- 10:45 Coffee Break
- 11:20 Summary Optics Workshop
- 11:40 Summary Parallel Session 1
- 12:00 Summary Parallel Session 2
- 12:20 Summary Parallel Session 3
- 12:40 Summary Parallel Session 4
- 13:00 Discussion
- 13:30 Lunch
- 14:00 Facility tours for interested colleagues

木下 豊彦 KINOSHITA Toyohiko

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

2017A 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

2017A 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 公式 HP 上の「現在募集中の SPring-8 利用研究課題」(http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/) よりご確認ください。

■ 2017A SPring-8 利用研究課題募集要項

■ 2017A 生命科学／タンパク質結晶構造解析分野の課題の運用について

■ 2017A SPring-8 における“SACLA、J-PARC MLF または「京」と連携した利用を行う課題”の募集について

■ 2017A 成果公開優先利用課題の募集について

応募締切：2016 年 11 月 21 日 (月) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

■ 2017A 長期利用課題の募集について

応募締切：2016 年 11 月 22 日 (火) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

■ 2017A 一般課題の募集について

応募締切：2016 年 12 月 8 日 (木) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

■ 2017A 大学院生提案型課題 (旧名：萌芽的研究支援課題) の募集について

応募締切：2016 年 12 月 8 日 (木) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

■ 2017A 一般課題 (産業利用分野) の募集について

応募締切：2016 年 12 月 8 日 (木) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

■ 2017A 産業新分野支援課題の募集について

応募締切：2016 年 12 月 8 日 (木) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

■ 2017A 社会・文化利用課題の募集について

応募締切：2016 年 12 月 8 日 (木) 午前 10:00 JST (提出完了時刻)

<特記>

1. 緊急課題、成果専有時期指定課題および測定代行課題 (一部共用ビームラインのみ対象) は、随時募集しています。
2. SPring-8 の連携利用対象施設 (J-PARC MLF、「京」) に SACLA を追加しました。

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。

■ SPring-8 利用研究課題募集の概要

(http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/call_for/summary)

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

2017A 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

2017A 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）

応募締切：2016 年 11 月 14 日（月）午前 10:00 JST（提出完了時刻）

■一般課題（成果専有利用）

応募締切：2016 年 11 月 14 日（月）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 利用案内 > 利用制度／募集案内 > 現在募集中の利用研究課題 の「2017A 期における SACLA 利用研究課題の募集について」（<http://sacla.xfel.jp/?p=1517>）よりご確認ください。

< 2017A 期の特記事項 >

○SPring-8、J-PARC MLF または「京」との連携利用について

2017A 期より SACLA において、大型放射光施設（SPring-8）、中性子線施設（J-PARC MLF）またはスーパーコンピュータ「京」と連携して利用する SACLA 課題（一般課題成果非専有利用）を受け付けます。

○重点戦略課題の募集終了について

前回（2016B 期）で募集を終了しました。

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（http://sacla.xfel.jp/?page_id=10937）。

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）。

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

第 38 回 (2016B) 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 38 回共同利用期間 (2016 年 9 月 15 日～12 月 19 日 (放射光利用 249 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 2016B を 2 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 2016 年 9 月 15 日～11 月 12 日 (153 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]

2016 年 4 月 25 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 2016 年 5 月号に募集案内記事を掲載)

5 月 19 日 成果公開優先利用課題応募締切

6 月 2 日 一般課題、大学院生提案型課題および領域指定型重点研究課題 (産業新分野支援課題および社会・文化利用課題) 応募締切

[課題審査、審査、採択および通知]

6 月 23 日～29 日
各分科会による課題審査

6 月 30 日 SPring-8 利用研究課題審査委員会 (PRC) による課題審査

7 月 11 日 SPring-8 選定委員会の意見を聴取

7 月 14 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

2016B の特記事項は下記のとおりです。

○成果専有利用の運用変更

従来の成果専有利用に対するビームタイムの配分上限 (全共用 BL のビームタイム全体の 10%)

に加え、BL ごと 16% (但し、産業利用 BL3 本は 25%、理研 BL 共用供出分は共用供出枠の 20%) の配分上限を設定しました。

これは、成果非専有利用を推進することで論文等成果の公表を促進することも極めて重要であることから、成果専有利用と成果非専有利用をバランス良く両立させるための運用変更です。

2016B の応募課題数は 851、採択課題数は 527 でした (新分野創成利用研究課題 [採択された新分野創成利用研究グループが実施する課題] は含まず)。表 2 に 2016B 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。2-1 に決定課題種、すなわち重点課題として応募された課題で一般課題として採択された課題の課題種を一般課題として整理した統計を示します。2-2 に本来の産業新分野支援課題および社会・文化利用課題の応募数と採択数を示します。成果非専有課題としての科学技術的妥当性の審査対象となる課題、すなわち、成果非専有一般課題、大学院生提案型課題、産業新分野支援課題、社会・文化利用課題への応募 780 件について、ビームラインごとの応募課題数、採択課題数および採択率ならびに配分シフト数と、採択された課題の 1 課題あたりの平均配分シフト数を表 3 に示します。また表 4 に、全応募 851 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とJ-PARCのMLFまたは「京」と連携して利用する課題として、Spring-8には15件の応募があり、うち11件が採択されました。なお本記事の統計には、産業利用チームラインの第2期分や、期中に随時募集する成果専有時期指定課題等は含まれていません。

3. 採択課題

2016B期の採択課題の一覧は、Spring-8ホームページに掲載しています。以下をご覧ください。

ホーム > 利用案内 > 研究課題 > 採択・実施課題一覧

<http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/list/>

なお、2016B期に新規で採択された新分野創成利用研究グループの紹介を本誌に掲載しています。

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*	応募締め日**	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	(851)	(527)

*ユーザー利用へ供出するシフト(1シフト=8時間)で全チームタイムの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。

2016Bは今後、産業利用チームラインの第2期分、期中随時募集の成果専有時期指定課題があるため現在の値は括弧内に示す。

表 2 2016B 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

2-1

決定課題種 *	応募課題数	選定課題数	採択率 (%)	採択課題のシフト充足率 (%) ****
一般課題 (非専有) **	637	387	60.8	93.9
一般課題 (成果専有)	36	36	100.0	93.9
大学院生提案型課題**	114	46	40.4	86.7
(重点) 産業新分野支援課題**	7	3	42.9	100.0
(重点) 社会・文化利用課題**	22	21	95.5	91.9
成果公開優先利用課題	35	34	97.1	97.9
長期利用課題 (年1回A期のみ募集のため、2016B期募集なし)	-	-	-	-
総計	851	527	61.9	93.4
科学審査対象課題***のみの合計	780	457	58.6	93.0

* 重点課題で応募のうえ一般課題として採択されたものは、それぞれ決定した課題種で応募数を表示。

** 一般課題等のうち J-PARC MLF または「京」を連携して利用する課題は、SPring-8 では応募 15 課題のうち 11 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。

2-2

応募課題種	応募課題数	重点課題としての採択課題数	一般課題としての採択課題数	重点課題としての採択率 (%)	課題採択率 (%)
(重点) 産業新分野支援課題	8	3	1	37.5	50.0
(重点) 社会・文化利用課題	24	21	2	87.5	95.8

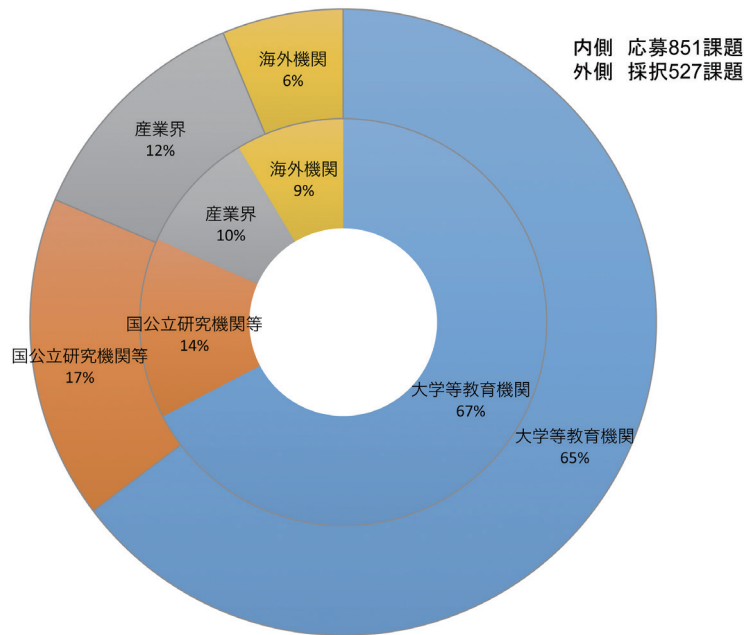
表 3 2016B ビームラインごとの審査対象課題*の採択状況

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	54	23	42.6	139	6.0
BL02B1: 単結晶構造解析	28	17	60.7	150	8.8
BL02B2: 粉末結晶構造解析	45	30	66.7	129	4.3
BL04B1: 高温高圧	16	13	81.3	147	11.3
BL04B2: 高エネルギー X 線回折	30	15	50.0	127	8.5
BL05SS: 加速器診断	4	4	100.0	27	6.8
BL08W: 高エネルギー非弾性散乱	16	9	56.3	135	15.0
BL09XU: 核共鳴散乱	27	10	37.0	174	17.4
BL10XU: 高圧構造物性	29	16	55.2	120	7.5
BL13XU: 表面界面構造解析	35	16	45.7	159	9.9
BL14B2: 産業利用 II	32	17	53.1	107	6.3
BL17SU: 理研 物理科学 III	7	5	71.4	45	9.0
BL19B2: 産業利用 I	28	20	71.4	110	5.5
BL19LXU: 理研 物理科学 II	1	1	100.0	21	21.0
BL20B2: 医学・イメージング I	35	22	62.9	149	6.8
BL20XU: 医学・イメージング II	36	17	47.2	158	9.3
BL25SU: 軟 X 線固体分光	25	8	32.0	83	10.4
BL26B1: 理研 構造ゲノム I***	0	0	0.0	0	0.0
BL26B2: 理研 構造ゲノム II***	0	0	0.0	0	0.0
BL27SU: 軟 X 線光化学	27	16	59.3	147	9.2
BL28B2: 白色 X 線回折	24	17	70.8	193	11.4
BL29XU: 理研 物理科学 I	0	0	0.0	0	0.0
BL32XU: 理研 ターゲットタンパク***	0	0	0.0	0	0.0
BL35XU: 高分解能非弾性散乱	20	14	70.0	198	14.1
BL37XU: 分光分析	22	11	50.0	135	12.3
BL38B1: 構造生物学 III***	6	5	83.3	21	4.2
BL39XU: 磁性材料	26	12	46.2	126	10.5
BL40B2: 構造生物学 II	54	31	57.4	183	5.9
BL40XU: 高フラックス	33	16	48.5	147	9.2
BL41XU: 構造生物学 I***	1	0	0.0	0	0.0
BL43IR: 赤外物性	25	19	76.0	168	8.8
BL44B2: 理研 物質科学	0	0	0.0	0	0.0
BL45XU: 理研 構造生物学 I	11	7	63.6	45	6.4
BL46XU: 産業利用 III	24	17	70.8	115	6.8
BL47XU: 光電子分光・マイクロ CT	24	14	58.3	147	10.5
PX-BL (BL38B1、41XU、26B1、26B2、32XU)	35	35	100.0	-	-
総計	780	457	58.6	3,605	7.9

* 成果非専有一般課題、大学院生提案型課題、重点 2 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及びシフト数) 産業利用ビームラインの第 2 期募集分等は含まず。



産業利用ビームライン 3 本は今後第 2 期分を募集するので、2016B 終了時には産業界の値が若干増加する見込み

図 1 2016B 所属機関別 応募/採択課題数割合

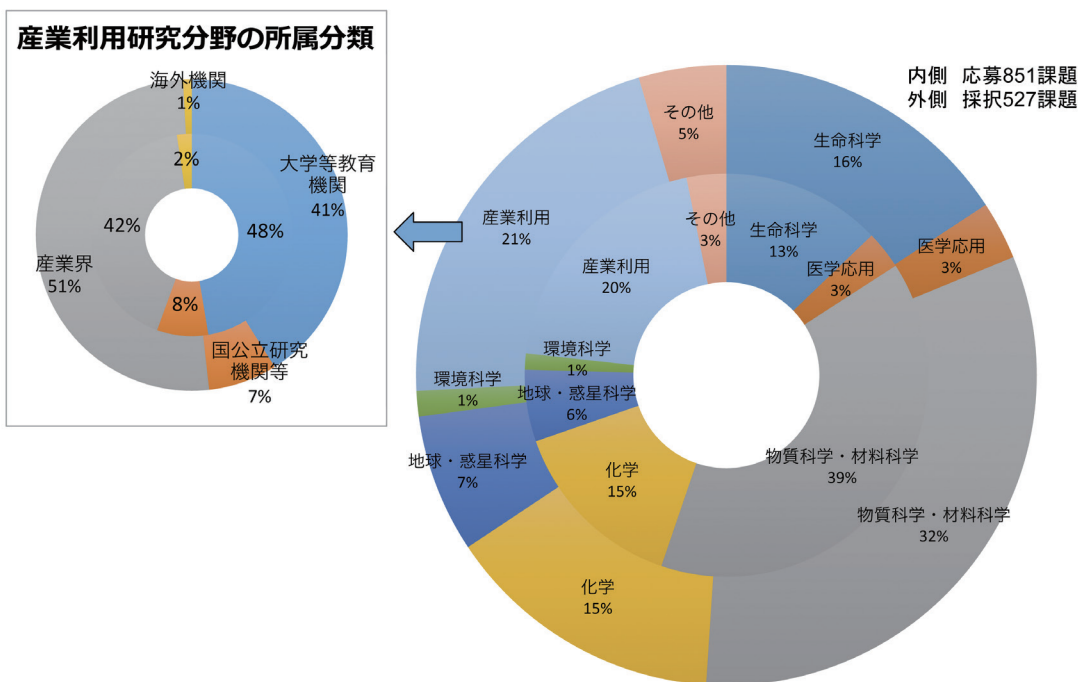


図 2 2016B 研究分野別 応募/採択課題数割合

表 4 SPring-8 2016B 応募・採択結果の機関および研究分野分類

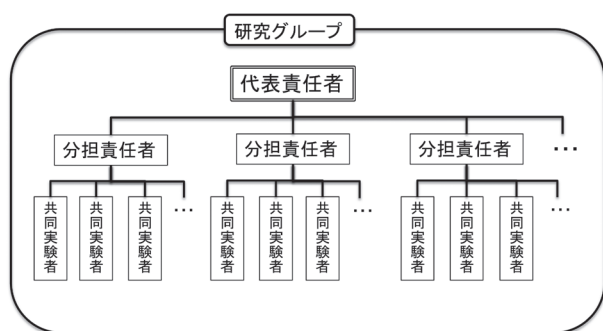
機関分類	課題分類		生命科学		医学応用		物質科学・材料科学		化学		地球・惑星科学		環境科学		産業利用		その他*		総計		採択率 (%)
	決定課題種	課題数/シフト数	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	
大学等教育機関	一般課題 (非専有)	課題数	73	55	7	2	181	98	73	43	27	23	5	4	56	35	5	4	427	264	61.8
		シフト数	453	212	69	21	1508	834	552	295	294	260	36	30	361	230	54	48	3327	1930	58.0
	大学院生提案型課題	課題数	5	2	1	0	55	19	20	11	6	4	3	1	19	8			109	45	41.3
		シフト数	36	3	9	0	496	187	143.5	78	54	36	30	9	114	46			882.5	359	40.7
	産業新分野支援課題	課題数													6	3			6	3	50.0
		シフト数													28	14			28	14	50.0
	社会・文化利用課題	課題数	1	1			3	3	1	1	1	0	1	1			6	6	13	12	92.3
		シフト数	8	6			19	18	6	6	6	0	12	18			30	24	81	72	88.9
	成果公開優先利用課題	課題数			2	2	8	8	7	7					1	1	1	0	19	18	94.7
		シフト数			9	12	75	72	45	45					24	24	6	0	159	153	96.2
合計	課題数	79	58	10	4	247	128	101	62	34	27	9	6	82	47	12	10	574	342	59.6	
	シフト数	497	221	87	33	2098	1111	746.5	424	354	296	78	57	527	314	90	72	4477.5	2528	56.5	
国公立研究機関等	一般課題 (非専有)	課題数	10	8	13	9	31	19	14	8	10	7	1	1	10	4	7	6	96	62	64.6
		シフト数	135	63	150	81	318	200	143	90	132	84	12	12	62	23	69	60	1021	613	60.0
	一般課題 (専有)	課題数	1	1			1	1	2	2					2	2			6	6	100.0
		シフト数	5	5			6	6	4	4					6	6			21	21	100.0
	社会・文化利用課題	課題数							1	1							8	8	9	9	100.0
		シフト数							6	3							43	39	49	42	85.7
	成果公開優先利用課題	課題数	1	1			7	7	1	1					1	1			10	10	100.0
		シフト数	30	24			45	45	3	3					3	3			81	75	92.6
	合計	課題数	12	10	13	9	39	27	18	12	10	7	1	1	13	7	15	14	121	87	71.9
		シフト数	170	92	150	81	369	251	156	100	132	84	12	12	71	32	112	99	1172	751	64.1
産業界	一般課題 (非専有)	課題数	2	0			1	0							44	30			47	30	63.8
		シフト数	18	0			6	0							342	233			366	233	63.7
	一般課題 (専有)	課題数	3	3	1	1	4	4							21	21			29	29	100.0
		シフト数	13	12	7	7	16	16							99	93			135	128	94.8
	産業新分野支援課題	課題数													1	0			1	0	0.0
		シフト数													6	0			6	0	0.0
	成果公開優先利用課題	課題数													6	6			6	6	100.0
		シフト数													48	48			48	48	100.0
	合計	課題数	5	3	1	1	5	4	0	0	0	0	0	0	72	57	0	0	83	65	78.3
		シフト数	31	12	7	7	22	16	0	0	0	0	0	0	495	374	0	0	555	409	73.7
海外機関	一般課題 (非専有)	課題数	12	11	2	2	39	10	4	3	5	4	1	0	4	1			67	31	46.3
		シフト数	117	90	18	18	489	153	60	36	54	33	15	0	36	3			789	333	42.2
	一般課題 (専有)	課題数	1	1															1	1	100.0
		シフト数	9	6															9	6	66.7
	大学院生提案型課題	課題数					5	1											5	1	20.0
		シフト数					60	9											60	9	15.0
合計	課題数	13	12	2	2	44	11	4	3	5	4	1	0	4	1	0	0	73	33	45.2	
	シフト数	126	96	18	18	549	162	60	36	54	33	15	0	36	3	0	0	858	348	40.6	
合計	課題数	109	83	26	16	335	170	123	77	49	38	11	7	171	112	27	24	851	527	61.9	
	シフト数	824	421	262	139	3038	1540	962.5	560	540	413	105	69	1129	723	202	171	7062.5	4036	57.1	
採択率 (%)	課題数	76.1		61.5		50.7		62.6		77.6		63.6		65.5		88.9		61.9			
	シフト数	51.1		53.1		50.7		58.2		76.5		65.7		64.0		84.7		57.1			

* 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

2016B 期 採択「新分野創成利用」研究グループの紹介

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用推進部

2015B 期より「新分野創成利用」の運用を開始しています。この利用は、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います。公募は、SPring-8で未踏分野の研究を展開しようとする研究グループ（構成は以下の図のとおり）を対象とします。採択されたグループは、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。



2016B 期は、1グループの応募があり、新分野創成利用審査委員会による審査の結果、採択されました。採択されたグループおよび新分野創成利用審査委員会からの審査結果を以下に示します。

[有効期間]

2016B 期から 2018A 期までの2年間

[採択された研究グループ]

代表責任者（所属）：高尾正敏（大阪大学）

・分担責任者1（所属、利用 BL[※]）

若林裕助（大阪大学、BL13XU）

- ・分担責任者2（所属、利用 BL[※]）
土井教史（新日鐵住金株式会社、BL27SU）
- ・分担責任者3（所属、利用 BL[※]）
長澤裕（立命館大学、BL 申請なし）
- ・分担責任者4（所属、利用 BL[※]）
中島淳一（日産化学工業株式会社、BL 申請なし）
- ・分担責任者5（所属、利用 BL[※]）
山添誠司（東京大学、BL01B1）
- ・分担責任者6（所属、利用 BL[※]）
原田慈久（東京大学、BL27SU）

※利用 BL は、採択時（2016B 期）のものを示す。2017A 期以降は、実験計画の進捗状況に応じ変遷する。

[プロジェクト名]

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

[審査コメント]

本提案を採択とする。なお、採択に当たって、以下のコメントを付す。

固液界面の構造とそこで繰り広げられる反応のダイナミクスを研究対象としている本提案は、古くて新しいテーマである。それ故に、2年という短期間で簡単には結果が出るとは期待されにくいテーマである。電池電極、メッキ、腐食など、電気化学反応における固液界面は、電子やイオンが激しく出入りしている大変アクティブな部分で、これらの反応を制御するためにはこの界面（電気二重層）の構造や電子状態、さらにはそれらのダイナミクスを解明する必要がある。本提案は、これらを回折・散乱法、分光法の最先端技術を駆使した SPring-8 の特徴を生かした手法により、液体側から立ち向かう野心的なものである。特に提案では、理想系を対象とした実験ではなく、実機を対象としたオペランド実験を計画しており、この点がこれまでの研究とは一味違

うものと期待される。ただ、その分、意味のあるデータ取得のためには困難も多くあることが容易に想像されるため、具体的な研究、実験の進め方に関しては、今後内部で掘り下げた議論をして進めていただきたい。また、本提案での固液界面を対象とした個別テーマは、それぞれは新分野とは言い難いが、本提案は、これまで共同研究や議論をしたことがないであろうメンバーが集まって新たな観点から課題を解決しようとするものであり、また、理論グループとの連携を強く意識していることなどから「新分野創成」として期待できる。この期待に応えるためには、研究を推進していくためのしっかりとしたマネジメント体制が確立していなければいけない。ぜひ提案代表者の情熱で若手研究者の力量が発揮される体制を構築し、これまでになく活発な新グループ形成を実現していただきたい。

以 上

第 37 回共同利用期間 (2016A) 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 37 回共同利用期間 (2016A) における Spring-8 の共同利用は、2016 年 4 月から 7 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 270 シフト [1 シフト = 8 時間] でした。

2016A では 26 本の共用ビームライン(共用施設) と、8 本の理研ビームラインおよび加速器診断ビームライン BL05SS 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、2016A 第 1 期 (2016 年 4 月～6 月中旬) および第 2 期 (同年 6 月下旬～7 月) と、利用期を 2 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、2016A 期の稼働数は前期より引き続き 19

本でした。

表 1 に、Spring-8 共用施設の 2016A 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 2016A 実施課題数とシフト数を示します。表 3 に、2016A 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-2016A 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 2016A 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)	288	4065.75
専用ビームライン(成果専有)	13	26.75
合計	301	4092.5

表 1 Spring-8 共用施設^(注 1) の 2016A 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 ^(注 2) の実施数	実施課題数合計	実施シフト数合計
一般課題 (非専有)	654	485	74.2	467	22	489	3992
一般課題 (専有)	43	43	100.0	42		42	128.125
大学院生提案型課題 ^(注 4)	98	64	65.3	64	1	65	427.75
時期指定課題	6	6	100.0	6		6	17.75
測定代行課題 ^(注 3)	32	32	100.0	32		32	14.25
産業新分野支援課題	16	11	68.8	11		11	61.875
社会・文化利用課題 ^(注 4)	17	17	100.0	17		17	115.125
成果公開優先利用課題	35	35	100.0	35		35	275.25
長期利用課題	5	5	100.0	5	23	28	489.625
重点パートナーユーザー課題	1	1	100.0	1	6	7	289.5
新分野創成利用課題 (新分野創成を行おうとする研究グループによる課題)	(2016A 期は新規公募なし)				6	6	95.375
合計	907	699	77.1	680	58	738	5906.625

(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、BL38B1、BL46XU で実施。

(注 4) 大学院生提案型課題かつ社会・文化利用課題は、大学院生提案型課題に分類。

表3 2016AにSPring-8共用施設^(注1)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 ^(注2)	
大学等 教育機関	一般課題（成果非専有）	課題数	78	3	122	49	25	1	41	4	323	
		シフト数	527.25	36	992.625	366.5	244.125	17.875	244.25	50.5	2479.125	
	大学院生提案型課題	課題数	3	1	27	9	5	3	16		64	
		シフト数	17	8.75	175	48	38.75	29.75	89.5		406.75	
	産業新分野支援課題	課題数								7	7	
		シフト数							47.875		47.875	
	社会・文化利用課題	課題数			2	4		2			3	11
		シフト数			8.625	28.75		12			15	64.375
	成果公開優先利用課題	課題数		1	11	8				3		23
		シフト数		6	56.875	54			38.875			155.75
長期利用課題	課題数	2		8	6	1	3				20	
	シフト数	28.875		179.5	51.75	36	39				335.125	
重点パートナーユーザー課題	課題数			4					2		6	
	シフト数			152.25				95.25			247.5	
新分野創成利用課題	課題数			6							6	
	シフト数			95.375							95.375	
計	課題数		83	5	180	76	35	7	67	7	460	
	シフト数		573.125	50.75	1660.25	549	426.125	86.625	420.5	65.5	3831.875	
国立 研究機関等	一般課題（成果非専有）	課題数	17	4	29	7	5	2	16	8	88	
		シフト数	140.625	47.125	303.625	50.75	56.875	18	114.75	77.625	809.375	
	一般課題（成果専有）	課題数	1		3	2			2		8	
		シフト数	4.875		7	4			4		19.875	
	測定代行課題	課題数			1				1		2	
		シフト数			0.5				0.75		1.25	
	社会・文化利用課題	課題数		1				1			4	6
		シフト数		11.875				8.875			30	50.75
	成果公開優先利用課題	課題数	1		3				2		6	
		シフト数	26.625		35.875				3		65.5	
長期利用課題	課題数			2				1		3		
	シフト数			26.5				36		62.5		
計	課題数	19	5	38	9	6	3	21	12	113		
	シフト数	172.125	59	373.5	54.75	65.75	18.75	157.75	107.625	1009.25		
産 業 界	一般課題（成果非専有）	課題数							37		37	
		シフト数							281.5		281.5	
	一般課題（成果専有）	課題数	2		2				29		33	
		シフト数	11.875		7				83.375		102.25	
	時期指定課題	課題数							6		6	
		シフト数							17.75		17.75	
	測定代行課題	課題数				2			28		30	
		シフト数				2			11		13	
	産業新分野支援課題	課題数							4		4	
		シフト数							14		14	
成果公開優先利用課題	課題数							6		6		
	シフト数							54		54		
計	課題数	2	0	2	2	0	0	110	0	116		
	シフト数	11.875	0	7	2	0	0	461.625	0	482.5		
海 外 機 関	一般課題（成果非専有）	課題数	16	3	10	3	7	1	1		41	
		シフト数	117.625	42	146.5	42	67.875	3	3		422	
	一般課題（成果専有）	課題数	1								1	
		シフト数	6								6	
	大学院生提案型課題	課題数			1						1	
		シフト数			21						21	
	長期利用課題	課題数	3		1		1				5	
		シフト数	59.125		23.875		9				92	
	重点パートナーユーザー課題	課題数			1						1	
		シフト数			42						42	
計	課題数	20	3	13	3	8	1	1	0	49		
	シフト数	182.75	42	233.375	42	76.875	3	3	0	583		
課題数合計			124	13	233	90	49	11	199	19	738	
シフト数合計			939.875	151.75	2274.125	647.75	568.75	108.375	1042.875	173.125	5906.625	

(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

2016Aの延べ利用者数は、共用施設5,174人、専用施設3,130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、理研ビームラインおよび以前の共用R&Dビームラインはそれぞれ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・採択される生命科学分科会留保課題(～2014Bまで。2015A期以降は生命科学/タンパク質結晶構造解析分野課題における運用)、

緊急課題、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。

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。

<http://www.spring8.or.jp/ja/users/proposals/list/>

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4 Spring-8 1997B-2016A 課題種別実施課題数の推移

課題種	1997B～2008A	2008B	2009A	2009B	2010A	2010B	2011A	2011B	2012A	2012B	2013A	2013B	2014A	2014B	2015A	2015B	2016A	合計
一般課題 (成果非専有)	7919	373	398	382	393	408	379	384	430	516	440	384	444	611	457	476	489	14883
緊急課題	34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
一般課題 (成果専有)	260	50	30	44	33	53	36	72	38	51	34	55	34	55	36	37	42	960
時期指定課題 (除く測定代行)	126	14	8	8	4	9	4	8	4	15	6	4	4	2	8	8	6	238
測定代行 (時期指定課題の一環)	17	20	5	25	31	38	31	37	35	48	49	47	41	54	37	46	32	593
長期利用課題	133	8	9	11	10	11	12	17	15	14	14	16	13	13	26	23	28	373
被災量子ビーム施設 ユーザー支援課題							91	3										94
大学院生提案型課題 (旧名称：萌芽的研究支援 課題 [～2015B])	143	13	18	24	22	17	14	14	32	40	27	32	38	58	45	54	65	656
成果公開優先利用課題	53	16	21	43	30	51	41	44	33	33	18	27	24	30	18	28	35	545
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	630	50	41	44	46	48	37	32										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	295	95	111	117	107	100	86	89										1000
重点産業化促進課題									13	19	13	13						58
産業新分野支援課題													10	14	12	14	11	61
重点メディカルバイオ トリアルユース課題	42	6	5	4														57
重点拡張メディカル バイオ課題	13	15	13	10														51
重点グリーン/ライフ・ イノベーション推進課題								21	29	27	24	24						125
スマート放射光活用イノ ベーション戦略推進課題													12	17	18	14		61
社会・文化利用課題															11	16	17	44
重点戦略課題 (12条戦略課題)	41	4	4	4	2	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	65
重点パワーユーザー 課題	50	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	1	1				127
重点パートナーユー ザー課題													3	3	6	6	7	25
新分野創成利用課題																4	6	10
合計	10689	672	669	722	685	744	740	730	637	771	633	610	624	858	674	726	738	21922

備考 長期利用課題はBLごとに1課題としてカウント。
空白は制度なし。

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
合 計			72,947	21,922	141,629	7,473	66,241

註：長期利用課題をビームラインごとに 1 課題とカウント（2008.7）
 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

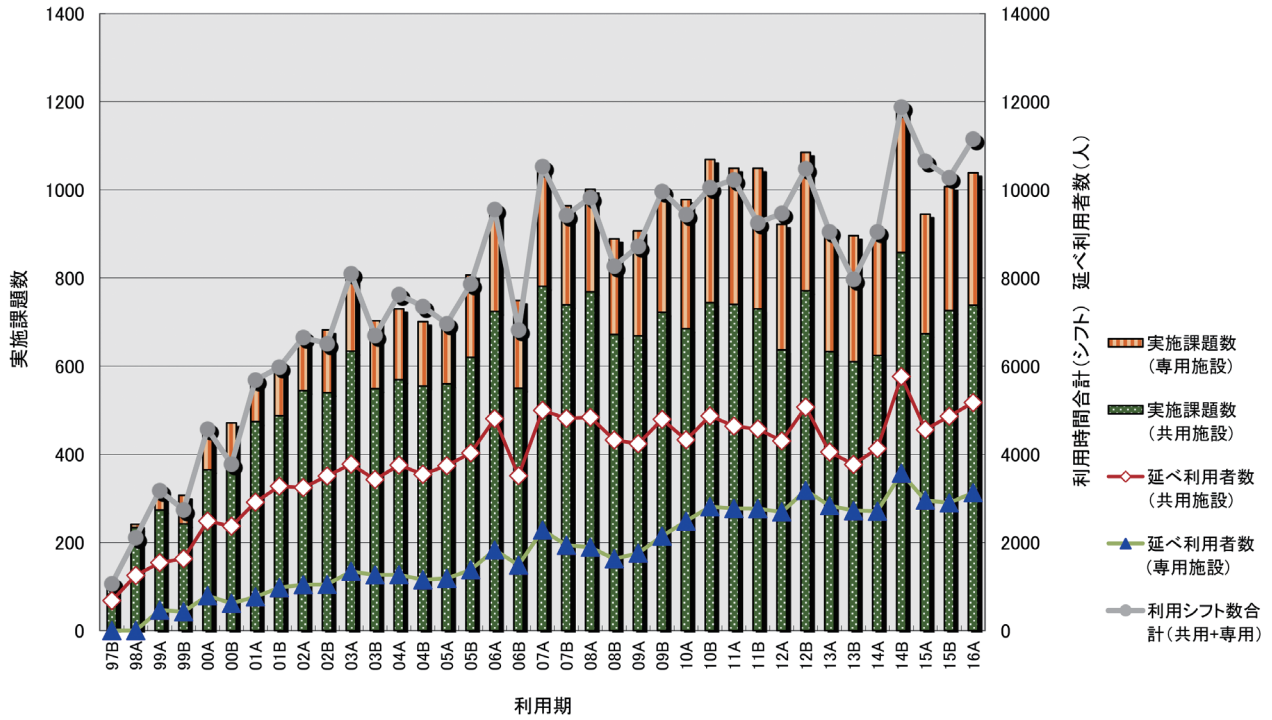


図1 Spring-8 共用施設および専用施設の利用実績の推移

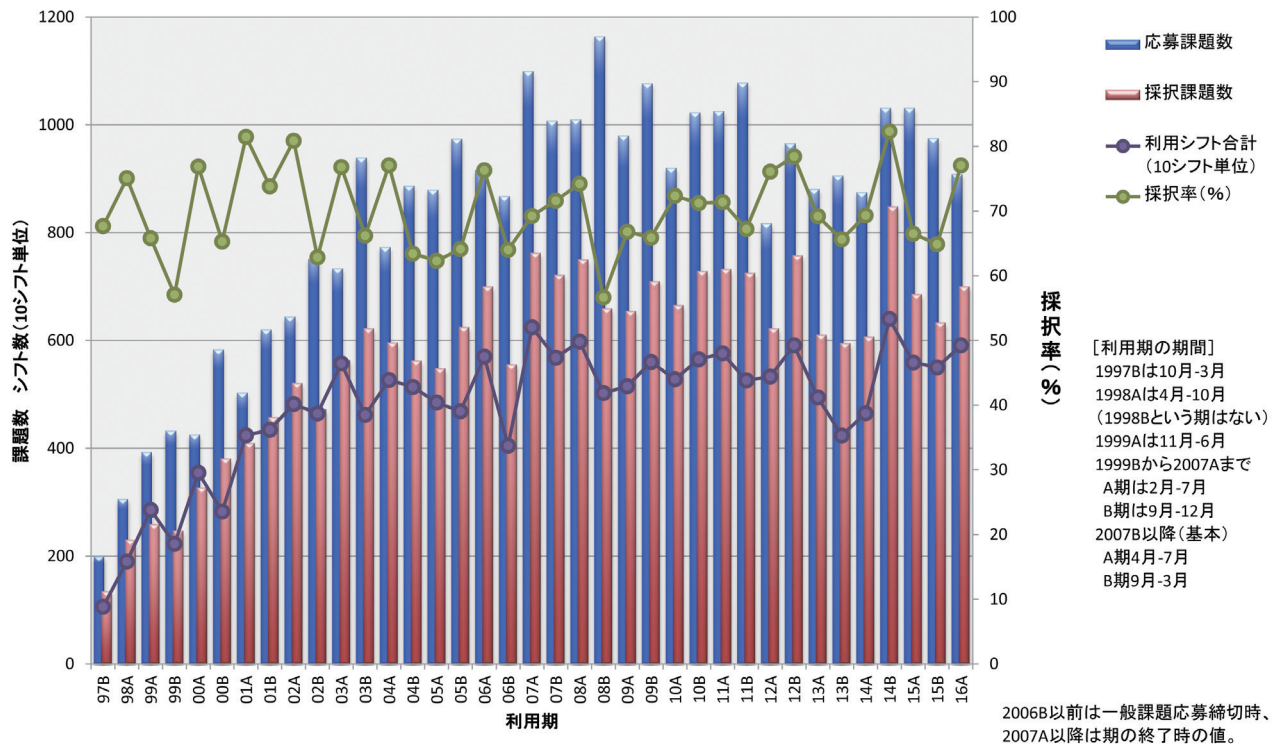


図2 Spring-8 共用施設の応募・採択課題数の推移実績

2013A 期 採択長期利用課題の事後評価について - 2 -

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用推進部

2013A 期に採択された長期利用課題について、2015B 期に3年間の実施期間が終了したことを受け、SPring-8利用研究課題審査委員会長期利用分科会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すが、当該課題の実験責任者は、同一研究テーマの課題を2016A 期からの長期利用課題として新たに申請したため、その面接審査と同時に最終期（2015B 期）終了前に当該課題のヒアリングを第55回長期利用分科会（平成27年12月）において行いました。その後、当該課題の最終期（2015B 期）が終了後、実験責任者より改めて提出された、全期間の研究成果をまとめた最終版の「長期利用課題終了報告書」およびヒアリングの結果を踏まえ、長期利用分科会による最終的な評価結果がとりまとめられました。

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267ページの「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、2013A 期に採択された長期利用課題2課題のうち残り1課題の評価結果については、「SPring-8/SACLA 利用者情報」Vol.21 No.3（2016年8月号）に掲載済みです。

課題名	膜能動輸送体の結晶学的研究
実験責任者(所属)	豊島 近(東京大学)
採択時課題番号	2013A0049
ビームライン	BL41XU
利用期間/配分総シフト	2013A~2015B/138シフト

[評価結果]

本課題では、反応サイクル全体にわたる中間体の結晶構造を高分解能で決定し、イオン勾配に逆らってイオンを輸送する（能動輸送）イオンポンプの作

動機序を詳細に明らかにすることを目的としている。対象とするイオンポンプは、1. Ca^{2+} -ATPase、2. Na^+ , K^+ -ATPase、3. H^+ -PPase の3つであるが、本課題ではさらに、4. 結晶中の脂質二重膜の可視化する手法の開発も試み、膜タンパク質が働く「場」として重要な脂質二重膜との相互作用解析も行った。

1. では、カルシウムポンプの反応サイクル全体をほぼカバーする10状態の中間体の立体構造を高分解能で決定し、イオンの能動輸送の大略を明らかにしてきた。2. では、 Na^+ , K^+ -ATPase がナトリウムポンプであること、 Na^+ に対する親和性は K^+ よりも低いのに Na^+ だけを厳密に選別して高効率で輸送する仕組み、 K^+ の輸送に β サブユニットが必要なことや、ほぼ同じ残基が使われているにもかかわらず、 Ca^{2+} -ATPase では K^+ が結合できない構造基盤、などを原子レベルで詳細に明らかにした。3. のピロリン酸 (PPi) を基質とするプロトンポンプであるプロトン輸送性ピロホスファターゼ (H^+ -PPase) では、PPi の非分解性アナログ PNP を結合した状態と PPi の分解産物である Pi 結合状態の結晶構造を高分解能で決定し、プロトン輸送を調節するゲートの開閉に関する初期的な構造基盤を得るのに成功した。また、4. については、これまで申請者が独自に開発してきたコントラスト変調剤を含む溶液に浸漬する方法に代わるさらなる新しい方法を開発し、期待できる成果が得られている。

以上のように、本課題では、1、2、3、4それぞれにおいて、大きな進歩が認められ、その成果は Nature などのインパクトの高いジャーナルに発表し、予想外の大きな発見と進展を見ることができた。そして、これら一連の結果は世界的にも非常に高く評価され、実験責任者に対して、紫綬褒章およびスウェーデン王立アカデミー協会の Gregori Aminoff 賞が授与され、長期利用課題の目的が十分に達せられたと判断される。

[成果リスト]

(査読付き論文)

[1] SPring-8 publication ID = 29588

H. Ogawa *et al.*: “Sequential Substitution of K^+ Bound to Na^+,K^+ -ATPase Visualized by X-ray Crystallography” *Nature Communications* **6** (2015) 8004.

[2] SPring-8 publication ID = 29706

M. Morita *et al.*: “Biselyngbyasides, Cytotoxic Marine Macrolides, are Novel and Potent Inhibitors of the Ca^{2+} Pumps with a Unique Mode of Binding” *FEBS Letters* **589** (2015) 1406-1411.

[3] SPring-8 publication ID = 30138

M. Habeck *et al.*: “Stimulation, Inhibition, or Stabilization of Na,K -ATPase Caused by Specific Lipid Interactions at Distinct Sites” *The Journal of Biological Chemistry* **290** (2015) 4829-4842.

2016B 期 SACLA 利用研究課題の採択について

登録施設利用促進期間
公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用推進部

高輝度光科学研究センター（JASRI）の SACLA 利用研究課題審査委員会（SACLA PRC）において、SACLA の供用運転開始以降、第 10 期目に当たる 2016B 期（2016 年 9 月～2017 年 3 月）の利用研究課題応募 85 課題を審査しました。

さらに、当該審査結果について SACLA 選定委員会の意見を聴き、JASRI として 42 課題を採択しました。

1. 募集、審査及び採択等の日程

2016B 期の課題募集、審査及び採択は、以下の

スケジュールを経て行われました。

(2016 年)

5 月 9 日 ホームページで募集案内公開

6 月 10 日 応募締切

～この間、審査基準に即した各課題の個別審査を実施～

7 月 26 日 第 11 回 SACLA PRC（総合審査）

8 月 5 日 第 13 回 SACLA 選定委員会（審査結果の意見聴取）

8 月 15 日 JASRI として採否決定、結果通知

9 月 23 日 2016B 期利用開始

表 1

(単位：課題数)

ビームライン	産業界		大学等 教育機関		国公立試験 研究機関等		海外機関		合 計		採択率
	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	
BL1			4	3	4	4			8	7	
BL2 / BL3	3	3	25	15	13	9	36	8	77	35	
合 計	3	3	29	18	17	13	36	8	85	42	49%

表 2

(単位：課題数)

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		採択率		
	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択			
一般課題（成果非専有）	2	2	9	6	10	8	23	4	44	20	45%		
一般課題（成果専有）	1	1							1	1	100%		
重点 戦略 課題 （成 果 非 専 有）	1. 生体分子の階層構造ダイナミクス				8	5	6	4	7	2	21	11	52%
	1- (1) 創薬ターゲット膜タンパク質のナノ結晶を用いた構造解析				2	0	3	2	1	0	6	2	
	1- (2) 細胞全体及びその部分の生きた状態でのイメージング				2	1			1	0	3	1	
	1- (3) 超分子複合体の一分子構造解析				1	1					1	1	
	1- (4) 一分子 X 線回折実験とスパコン解析を融合させたダイナミクス研究										0	0	
	1- (5) ポンププローブ法を適用した動的構造解析				3	3	3	2	5	2	11	7	
2. ピコ・フェムト秒ダイナミックイメージング				12	7	1	1	6	2	19	10	53%	
2- (1) 気相・液相・固相反応ダイナミクス				5	4	1	1	5	2	11	7		
2- (2) 界面反応の超高速過程										0	0		
2- (3) 電荷発生・電荷移動ダイナミクス				2	1					2	1		
2- (4) 極端条件下の超高速過程				5	2			1	0	6	2		
2- (5) 動的 X 線分光科学										0	0		
合 計		3	3	29	18	17	13	36	8	85	42	49%	

2. 応募、採択及びチームタイム配分状況

募集課題は一般課題（成果非専有利用または成果専有利用）と重点戦略課題（成果専有利用のみ）の2種類あり、前述のとおり、応募課題数全85課題の内42課題を採択（全体の採択率は49%）しました。一般課題の成果専有利用*は、当該期においては応募課題数全85課題のうち1課題が、また、採択課題数42課題のうち1課題が、それぞれ成果専有利用です。チームライン別・申請者所属別の応募・採択課題数を表1に、課題種別・申請者所属機関別の応募・採択課題数を表2に、さらに、採択された課題の要求シフト数および配分シフト数を表3に示します。

採択42課題に対し、チームタイムは計197.17シフト（1シフト＝12時間。0.17シフト＝2時間）が配分されました。配分シフト数を含む採択42課題の一覧は、以下のWebサイトに掲載しています。

なお、成果を公表しない成果専有課題のうち、定期的な募集の締切によらず、随時応募・受付される時期指定課題利用制度を2016B期より導入しました。当該課題は基本的に利用中に申請・審査のうえ実施されることから、申請・実施があった場合は、利用期終了後に結果として応募課題数・採択課題数に追加されます。

公益財団法人
高輝度光科学研究センター 利用推進部
TEL：0791-58-0961
e-mail：sacla.jasri@spring8.or.jp

◆ SACLA User Information

> SACLA 利用案内 > 採択課題／実施課題

> 採択課題一覧 > 2016B

http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla_approved_proposal_2016b_j.pdf

表3

(単位：シフト数)

課題種	A	B	C	C/A	C/B
	応募課題 (85課題)の 全要求シフト数	採択課題 (42課題)の 全要求シフト数	採択課題 (42課題)の 全配分シフト数	配分率 (採択配分/ 応募要求)	配分率 (採択配分/ 採択要求)
一般課題 (成果非専有)	284	139	101	36%	73%
一般課題 (成果専有)	0.17	0.17	0.17	100%	100%
重点戦略課題 (成果非専有)	280	176	96	34%	55%
合計	564.17	315.17	197.17	35%	63%

*申請者は当面日本国内に法人格を有する企業所属者に限る、実験の実施可能性・安全性・倫理性を審査（科学技術的妥当性・SACLAの必要性は審査対象外）、チームタイム配分は2時間(0.166... ≒ 0.17シフト)単位、当該利用に配分可能なチームタイムは共用に供するチームタイムの10%以内。

2016A 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

登録施設利用促進期間
 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 9 回目の利用期である 2016A 期の利用研究課題 (共用課題) が、2016 年 3 月 1 日から 7 月 23 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 34 の利用研究課題が実施され、ビームタイムは計 158.17 シフト (1 シフト = 12 時間。成果専有利用は 0.17 シフト = 2 時間単位) が利用されました。

実施課題は、一般課題 (成果非専有利用 / 成果専有利用) と重点戦略課題 (成果非専有利用のみ) の 2 種類あり、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。一般課題においては、2016A 期より成果専有利用制度を導入し、1 課題 / 0.17 シフト (上記 34 課題 / 158.17 シフトの内数) が実施されました。

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 3 課題実施され、ビームタイムは計 10 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。

http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla_performed_proposal_2016a_j.pdf

※ 2016A 期の実施課題は、2016 年 10 月 5 日に公開。

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>

※ 2016A 期の報告書は、2016 年 10 月 5 日に公開。

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

◆ SACLA User Information

> SACLA 利用案内 > 採択課題 / 実施課題

> 実施課題一覧 > 2016A

表 1 2016A 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	5	4	21	2	10	5	27	12	63
一般課題 (成果専有利用)	1	0.17							1	0.17
重点戦略課題 (成果非専有利用)			11	56	5	19	5	20	21	95
合計	2	5.17	15	77	7	29	10	47	34	158.17

○実施課題を実験責任者の所属 (産学官 海外) で区分。

○1 シフト = 12 時間、0.17 シフト = 2 時間。

○延べ来所者数は計 538 人。

SPring-8 運転・利用状況

公益財団法人高輝度光科学研究センター
研究調整部

◎平成 28 年 4～7 月の運転・利用実績

SPring-8 は 4 月 1 日から 4 月 28 日まで第 1 サイクルの運転を、5 月 6 日から 6 月 4 日まで第 2 サイクルの運転を、6 月 6 日から 7 月 2 日まで第 3 サイクルの運転を、7 月 4 日から 7 月 28 日まで第 4 サイクルの運転をセベラルバンチ運転で実施した。第 1～4 サイクルでは真空系冷却水流量異常等によるビームアポート等があったが、全体としては順調な運転であった。総放射光利用運転時間（ユーザータイム）内での故障等による停止時間（down time）は、第 1 サイクルは約 0.2%、第 2 サイクルは約 0.1%、第 3 サイクルは約 0.5%、第 4 サイクルは約 0.7% であった。

1. 装置運転関係

(1) 運転期間

第 1 サイクル (4/1(金)～4/28(木))
第 2 サイクル (5/6(金)～6/4(土))
第 3 サイクル (6/6(月)～7/2(土))
第 4 サイクル (7/4(月)～7/28(木))

(2) 運転時間の内訳

第 1 サイクル
運転時間総計 約 647 時間
①装置の調整およびマシンスタディ等 約 143 時間
②放射光利用運転時間 約 502 時間
③故障等による down time 約 1 時間
④フィリング変更時間 約 1 時間
総放射光利用運転時間(ユーザータイム = ② + ③ + ④)に対する down time の割合(*1) 約 0.2%

第 2 サイクル
運転時間総計 約 697 時間
①装置の調整およびマシンスタディ等 約 73 時間
②放射光利用運転時間 約 623 時間
③故障等による down time 約 1 時間

④フィリング変更時間 約 0 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%

第 3 サイクル
運転時間総計 約 625 時間
①装置の調整およびマシンスタディ等 約 73 時間
②放射光利用運転時間 約 549 時間
③故障等による down time 約 3 時間
④フィリング変更時間 0 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 0.5%

第 4 サイクル
運転時間総計 約 575 時間
①装置の調整およびマシンスタディ等 約 95 時間
②放射光利用運転時間 約 476 時間
③故障等による down time 約 3 時間
④フィリング変更時間 約 1 時間
総放射光利用運転時間(ユーザータイム = ② + ③ + ④)に対する down time の割合(*1) 約 0.7%

(3) 運転スペック等

第 1 サイクル (セベラルバンチ運転)
・ 203 bunches
・ 1/7-filling + 5 bunches

第 2 サイクル (セベラルバンチ運転)
・ 1/7-filling + 5 bunches
・ 11 bunch train × 29
・ 11 bunch train × 29

第 3 サイクル (セベラルバンチ運転)
・ 406 × 11/29-bunches + 1 bunch
・ 406 bunches

第4サイクル（セベラルバンチ運転）
 ・ 4 bunch train × 84
 ・ 2/29-filling + 26 bunches
 ・ 11/29-filling + 1 bunch
 ・ 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Top-Upモードで実施。
 ・ 蓄積電流 8 GeV、～100 mA
 ・ 第3サイクルおよび第4サイクルの一部の運転モードにおいて電子ビームの不安定性が確認された。このため、蓄積電流100 mAは確保しつつ運転モードを変更して実施。

(4) 主な down time の原因

- ・安全インターロックによるアボート
- ・真空系冷却水流量異常によるアボート

2. 利用関係

(1) 放射光利用実験期間

第1サイクル（4/6(水)～4/27(水)）
 第2サイクル（5/7(土)～6/4(土)）
 第3サイクル（6/7(火)～7/2(土)）
 第4サイクル（7/7(木)～7/27(水)）

(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	19本
理研ビームライン	9本
加速器診断ビームライン	2本

第1サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数	237件
共同利用研究者数	1,043名
専用施設利用研究実験数	157件
専用施設利用研究者数	613名

第2サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数	311件
共同利用研究者数	1,421名
専用施設利用研究実験数	211件
専用施設利用研究者数	875名

第3サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数	290件
-----------	------

共同利用研究者数	1,451名
専用施設利用研究実験数	185件
専用施設利用研究者数	873名

第4サイクル（暫定値）

共同利用研究実験数	276件
共同利用研究者数	1,255名
専用施設利用研究実験数	176件
専用施設利用研究者数	792名

◎平成28年7～9月の運転・利用実績

SPring-8は7月29日から9月7日まで夏期点検調整期間とし、加速器やビームラインに係わる機器の改造・点検作業、電気・冷却設備等の機器の点検作業を行った。

◎今後の予定

SPring-8は9月8日から10月15日までセベラルバンチ運転で第5サイクルの運転を行い、10月16日の停止をはさみ、10月17日から11月26日までセベラルバンチ運転で第6サイクルの運転を実施する。第5～6サイクルの運転・利用実績については次号にて掲載する。

(*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 (2016年9月30日現在)

Spring-8

Beamline Name		Public Use Since	~2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	205	35	54	59	57	75	65	73	90	68	36	817
		Technical Journal							1						1
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	86	10	9	12	19	12	17	36	40	32	24	297
	BL02B2	Powder Diffraction	1999. 9	252	46	65	65	66	81	57	95	67	70	63	927
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	100	15	14	18	20	21	16	15	18	13	12	262
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999. 9	81	39	17	26	28	22	28	28	31	34	25	359
		Technical Journal									1				1
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	76	15	8	10	12	20	19	13	13	18	8	212
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering	1997.10	63	12	11	9	8	13	13	15	14	12	9	179
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	154	34	32	24	34	30	28	19	28	20	18	421
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001. 9	54	22	27	16	18	22	6	16	20	22	22	245
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007. 9			2	16	25	31	35	50	53	59	31	302
		Technical Journal								1	1	1			3
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	60	19	22	20	18	35	52	56	58	60	42	442
		Technical Journal								1	1	1	2		5
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999. 9	105	15	25	14	16	25	33	28	25	31	8	325
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001. 9	34	20	24	24	35	27	20	40	42	36	18	320
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998. 4	165	42	24	21	20	24	21	23	25	19	12	396
		Technical Journal								2					2
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998. 5	172	25	36	13	21	31	16	40	31	22	25	432
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999. 9	37	16	15	14	9	15	9	20	16	19	12	182
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering	2001. 9	26	13	19	5	9	12	8	13	12	15	12	144
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	35	13	12	12	20	23	13	30	28	29	15	230
		Technical Journal										1			1
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	139	42	45	53	46	45	59	58	46	61	33	627
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	91	19	14	27	13	19	21	18	22	17	12	273
	BL40B2	Structural Biology II	1999. 9	187	47	24	30	43	41	41	70	54	50	42	629
		Technical Journal									1		1		2
BL40XU	High Flux	2000. 4	42	14	9	12	11	13	17	36	18	28	25	225	
BL41XU	Structural Biology I	1997.10	315	68	61	78	65	65	53	65	54	48	25	897	
BL43IR	Infrared Materials Science	2000. 4	32	8	13	10	5	8	10	8	11	17	11	133	
BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	34	12	18	12	19	22	15	34	24	45	27	262	
	Technical Journal											1		1	
BL47XU	HXPES・MCT	1997.10	114	27	22	27	25	27	16	34	34	20	16	362	
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	QST Quantum Dynamics I	1999. 3	8	1	4								13	
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II	1998. 4	27	7	3	3	3	2	1		1		47	
	BL15XU	WEBRAM	2002. 9	17	7	5	2	1	1	1		1		35	
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005. 9		1	3	2	1	7	6	11	10	5	2	48
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002. 9	5								1	1	1	8
	BL22XU	JAEA Actinide Science I	2004. 9	4		1					1				6
	BL23SU	JAEA Actinide Science II	1998. 6	25	13	4	2	2		2	3	2			53
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009. 4						3	6	2	6	3	8	28
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009. 4					1		5	3	4	4	4	21
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002. 9	6	2	4	1					1			14
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10						5	5	8	9	12	2	41
	BL44B2	RIKEN Materials Science	1998. 5	9											3
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	50	11	4	11	8	9	6	7	8	11	14	139
Subtotal				2810	670	650	648	678	786	720	968	917	901	617	10365

Beamline Name		Public Use Since	~2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials	2009.11				1	5	8	23	21	12	14	84	
		Technical Journal							35	42	39	36		152	
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11				1	5	6	10	10	11	11	54	
	BL08B2	Hyogo Prefecture BM	2005. 9				1	1	3	6	7	4	5	27	
		Technical Journal							7	1	18	7	1	34	
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		37	13	7	7	9	6	13	16	14	8	13	143
	BL12B2	NSRRC BM	2001. 9	79	8	9	7	28	13	25	22	21	17	12	241
	BL12XU	NSRRC ID	2003. 2	12	6	8	5	15	10	14	11	16	17	9	123
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		44	11	18	16	18	16	11	10	15	19	11	189
	BL15XU	WEBRAM	2001. 4	52	14	17	28	35	49	40	59	56	45	41	436
	BL16B2	Sunbeam BM	1999. 9	22	6	3	5	5	5	3	3	6	2	6	66
		Technical Journal				2				18	17	14	11	9	71
	BL16XU	Sunbeam ID	1999. 9	20	5	1	6	5	2	2	2	3	4	5	55
		Technical Journal								21	21	18	18	9	87
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		18	13	5	9	15	10	10	14	19	14	9	136
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		71	14	25	22	15	22	20	17	27	16	16	265
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID	1998.10	98	12	7	8	5	6	7	8	5	3	5	164
		Technical Journal								11	3	10	3		27
	BL28XU	RISING II	2012. 4								3	9	5	5	22
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10									1			1
BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9 - 2012. 3)		11	4	6	1	2	3				1		28	
BL33LEP	Laser-Electron Photon	2000.10	22	2	3	5	8	2	3	4	3			52	
BL33XU	Toyota	2009. 5						2	5	2	8	4	9	30	
	Technical Journal							2	5	4	5	2	4	22	
BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell	2013. 1								1	7	6	2	16	
BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000. 2	95	27	22	30	20	48	57	58	44	51	27	479	
Subtotal			581	135	131	149	183	205	227	269	292	239	200	2611	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		11	9	18	13	11	10	13	3	6	4	2	100
	BL19LXU	SR Physics		38	12	5	10	3	4	8	8	11	2	1	102
	BL26B1	Structural Genomics I		79	20	23	13	14	5	8	7	4	4	3	180
	BL26B2	Structural Genomics II		18	6	19	6	18	17	19	13	4	2	4	126
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		85	20	14	9	11	6	13	14	7	5	4	188
	BL32XU	Targeted Proteins							2	9	8	8	6	6	39
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics											1	1	2
	BL44B2	Materials Science		144	21	15	10	9	12	11	13	10	12	5	262
	BL45XU	Structural Biology I		131	14	16	9	8	7	5	6	6	2	1	205
	Subtotal			506	102	110	70	74	63	86	72	56	38	27	1204

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name	Public Use Since	~2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
BL3	XFEL1	2012. 3								14	23	33	27	97
Hardware / Software R & D			332	14	21	29	24	32	34	53	9	28	14	590
NET Sum Total			3585	793	786	785	838	920	886	1137	1021	999	713	12463
Technical Journal					2			2	90	84	100	72	20	370

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。

このデータは論文発表等登録データベース（<http://user.spring8.or.jp/?p=748&lang=ja>）に 2016 年 9 月 30 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 (2016年9月30日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	818	66	84	968
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	297	14	31	342
	BL02B2	Powder Diffraction	1999. 9	927	40	81	1048
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	262	7	45	314
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999. 9	360	13	48	421
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	212	10	39	261
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering	1997.10	179	15	32	226
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	421	22	60	503
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001. 9	245	18	33	296
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007. 9	305	10	33	348
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	447	45	85	577
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999. 9	325	87	86	498
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001. 9	320	100	108	528
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998. 4	398	16	56	470
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998. 5	432	21	33	486
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999. 9	182	16	22	220
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering	2001. 9	144	5	11	160
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	231	24	43	298
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	627	11	56	694
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	273	17	74	364
	BL40B2	Structural Biology II	1999. 9	631	13	104	748
	BL40XU	High Flux	2000. 4	225	20	67	312
	BL41XU	Structural Biology I	1997.10	897	4	96	997
	BL43IR	Infrared Materials Science	2000. 4	133	14	53	200
	BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	263	18	32	313
	BL47XU	HXPES・MCT	1997.10	362	93	112	567
Public Use at Other Beamlines	BL11XU	QST Quantum Dynamics I	1999. 3	13	2	2	17
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II	1998. 4	47	1	11	59
	BL15XU	WEBRAM	2002. 9	35	19	7	61
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005. 9	48	1	28	77
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002. 9	8		1	9
	BL22XU	JAEA Actinide Science I	2004. 9	6			6
	BL23SU	JAEA Actinide Science II	1998. 6	53	4	15	72
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009. 4	28		3	31
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009. 4	21	1	5	27
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002. 9	14		1	15
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	41		3	44
	BL44B2	RIKEN Materials Science	1998. 5	12		3	15
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	139	5	18	162
	Subtotal			10381	752	1621	12754

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials	2009.11	236		9	245
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	54		6	60
	BL08B2	Hyogo Prefecture BM	2005. 9	61			61
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		143	8	33	184
	BL12B2	NSRRC BM	2001. 9	241	1	2	244
	BL12XU	NSRRC ID	2003. 2	123	7	3	133
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		189	11	63	263
	BL15XU	WEBRAM	2001. 4	436	11	38	485
	BL16B2	Sunbeam BM	1999. 9	137	12	59	208
	BL16XU	Sunbeam ID	1999. 9	142	7	42	191
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		136	1	35	172
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		265	44	101	410
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID	1998.10	191	19	58	268
	BL28XU	RISING II	2012. 4	22			22
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10	1			1
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002. 9 - 2012. 3)		28		3	31
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	2000.10	52	23	3	78
	BL33XU	Toyota	2009. 5	52	5	11	68
	BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell	2013. 1	16			16
BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000. 2	479		39	518	
Subtotal			3004	149	505	3658	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		100	4	13	117
	BL19LXU	SR Physics		102	8	24	134
	BL26B1	Structural Genomics I		180	2	19	201
	BL26B2	Structural Genomics II		126	1	13	140
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		188	14	37	239
	BL32XU	Targeted Proteins		39		4	43
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics		2			2
	BL44B2	Materials Science		262	2	15	279
	BL45XU	Structural Biology I		205	5	41	251
Subtotal			1204	36	166	1406	

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total
	BL3	XFEL1	2012. 3	97	3	14	114
Hardware / Software R & D			590	501	452	1543	
NET Sum Total			12833	1286	2114	16233	

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、上記の二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。

・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/

このデータベースに登録された原著論文の内、平成 28 年 7 月～9 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/

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 2016 年 7 月～9 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
Scientific Reports	12	The Journal of Physical Chemistry C	4
Physical Review B	10	Journal of Synchrotron Radiation	4
Applied Physics Letters	8	Macromolecules	4
AIP Conference Series	7	Physical Chemistry Chemical Physics	4
Inorganic Chemistry	5	Review of Scientific Instruments	4
Japanese Journal of Applied Physics	5	RSC Advances	4

他全 139 誌、計 238 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

Scientific 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
31699	Sun-Yong Kim	6 (2016) 28488	2012A6738	BL44XU	平野 良憲	Structural Basis for Autoinhibition and its Relief of MOB1 in the Hippo Pathway
			2012B1205	BL41XU	平野 良憲	
			2012B6738	BL44XU	平野 良憲	
			2013A6844	BL44XU	平野 良憲	
			2013B6844	BL44XU	平野 良憲	
			2013B1288	BL41XU	平野 良憲	
			2015A1086	BL41XU	森 智行	
			2015A6549	BL44XU	森 智行	
			2015B6549	BL44XU	森 智行	
31807	Satoshi Misumi	6 (2016) 29737	2015B1463	BL01B1	日隈 聡士	A Nanometric Rh Overlayer on a Metal Foil Surface as a Highly Efficient Three-way Catalyst
31810	Yuta Nabae	6 (2016) 23276	2012A1823	BL14B2	原田 慈久	Pt-free Carbon-based Fuel Cell Catalyst Prepared from Spherical Polyimide for Enhanced Oxygen Diffusion
			2012B1947	BL14B2	原田 慈久	
			2014B1659	BL14B2	原田 慈久	
31817	Jinwang Li	6 (2016) 29682	2014B1817	BL04B2	李 金望	Hybrid Cluster Precursors of the LaZrO Insulator for Transistors: Properties of High-Temperature-Processed Films and Structures of Solutions, Gels, and Solids
			2015A1697	BL14B2	李 金望	
31829	Yujiro Higuchi	6 (2016) 26349	2012B1917	BL38B1	角田 佳充	A Rationally Engineered Yeast Pyruvyltransferase Pvg1p Introduces Sialylation-like Properties in Neo-Human-Type Complex Oligosaccharide
31903	Katsuya Araki	6 (2016) 30473	2014A1713	BL40B2	望月 秀樹	A Small-Angle X-ray Scattering Study of Alpha-Synuclein from Human Red Blood Cells
			2014B2042	BL40B2	関口 博史	
			2014B1812	BL40B2	望月 秀樹	
			2015A1859	BL40B2	望月 秀樹	
			2015B1794	BL40B2	望月 秀樹	
			2012A1842	BL40B2	八木 直人	
31932	Chulho Song	6 (2016) 31400	2013B1207	BL04B2	Kumara Rosantha	Size Dependence of Structural Parameters in fcc and hcp Ru Nanoparticles, Revealed by Rietveld Refinement Analysis of High-energy X-ray Diffraction Data
			2014A1321	BL04B2	坂田 修身	
			2014B1210	BL04B2	Kumara Rosantha	
			2015B1245	BL04B2	坂田 修身	
32026	Tung-Ju Hsieh	6 (2016) 29457	2015B4011	BL12B2	Lin ChunHung	Dual Thio-Digalactoside-Binding Modes of Human Galectins as the Structural Basis for the Design of Potent and Selective Inhibitors
			2014B4002	BL12B2	Lin ChunHung	
			2014A4011	BL12B2	Lin ChunHung	
32055	Hiroshi Fukui	6 (2016) 33337	2012B1196	BL35XU	米田 明	Effect of Cation Substitution on Bridgmanite Elasticity: A Key to Interpret Seismic Anomalies in the Lower Mantle
			2013A1047	BL35XU	米田 明	
			2013B1054	BL35XU	米田 明	
			2014B1290	BL35XU	米田 明	
			2013B0104	BL10XU	大谷 栄治	
			理研	BL43LXU		
32069	Takehiro Shinoda	6 (2016) 33632	2012A1329	BL41XU	篠田 雄大	Structural Basis for Disruption of Claudin Assembly in Tight Junctions by an Enterotoxin
			2013A1401	BL32XU	篠田 雄大	
			2013B1502	BL41XU	篠田 雄大	
			2014A1502	BL41XU	篠田 雄大	
32094	Takehiro Shinoda	6 (2016) 30442	2014A1502	BL41XU	篠田 雄大	Cell-free Methods to Produce Structurally Intact Mammalian Membrane Proteins
			2013B1502	BL41XU	篠田 雄大	
			2013A1401	BL32XU	篠田 雄大	
			2012A4614	BL15XU	長田 貴弘	
32133	Minseob Kim	6 (2016) 31594	2013A1291	BL10XU	Yoo Choong Shik	Pressure-Induced Transformation of Dense Carbonyl Sulfide to Singly Bonded Amorphous Metallic Solid

Applied Physics 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
31673	Takahisa Shiraishi	108 (2016) 262904	2014B1779	BL13XU	白石 貴久	Impact of Mechanical Stress on Ferroelectricity in (Hf _{0.5} Zr _{0.5})O ₂ Thin Films
			2014A1290	BL13XU	舟窪 浩	
			2013B4702	BL15XU	舟窪 浩	
			2014A4703	BL15XU	清水 荘雄	
			2014B4704	BL15XU	清水 荘雄	
			2015A4702	BL15XU	舟窪 浩	
31858	Takeo Ohsawa	107 (2015) 171604	2010B4607	BL15XU	大橋 直樹	Investigating Crystalline-Polarity-Dependent Electronic Structures of GaN by Hard X-ray Photoemission and <i>ab-initio</i> Calculations
			2011A4610	BL15XU	大橋 直樹	
			2011B4610	BL15XU	大橋 直樹	
			2012A4603	BL15XU	上田 茂典	
			2012A4612	BL15XU	大橋 直樹	
			2012B4612	BL15XU	大橋 直樹	
31876	Shigenori Ueda	109 (2016) 042404	2011B4600	BL15XU	上田 茂典	Electronic Structure and Magnetic Anisotropy L ₁₀ -FePt Thin Film Studied by Hard X-ray Photoemission Spectroscopy and First-Principles Calculations
			2012B4911	BL15XU	水口 将輝	
			2013A4903	BL15XU	水口 将輝	
31926	S. Li	108 (2016) 122404	2015B0903	BL13XU	壬生 攻	Large Enhancement of Bulk Spin Polarization by Suppressing Co _{Mn} Anti-Sites in Co ₂ Mn(Ge _{0.75} Ga _{0.25}) Heusler Alloy Thin Film
			2015B1978	BL13XU	田尻 寛男	
31931	B. Barbiellini	109 (2016) 073102	2013B1187	BL08W	鈴木 宏輔	Identifying a Descriptor for <i>d</i> -orbital Delocalization in Cathodes of Li Batteries Based on X-ray Compton Scattering
31996	Takanori Mimura	109 (2016) 052903	2014A4703	BL15XU	清水 荘雄	Formation of (111) Orientation-Controlled Ferroelectric Orthorhombic HfO ₂ Thin Films from Solid Phase via Annealing
			2014B4704	BL15XU	清水 荘雄	
			2015A4702	BL15XU	舟窪 浩	
			2015B4702	BL15XU	清水 荘雄	
32027	Kenichi Kaminaga	108 (2016) 122102	2015A0116	BL13XU	林 好一	A Divalent Rare Earth Oxide Semiconductor: Yttrium Monoxide
32039	Mika Hasegawa	109 (2016) 111604	2013A1660	BL17SU	吹留 博一	Inhomogeneous Longitudinal Distribution of Ni Atoms on Graphene Induced by Layer-Number-Dependent Internal Diffusion
			2013B1733	BL17SU	吹留 博一	
			2014B1303	BL17SU	吹留 博一	
			2015B1232	BL17SU	吹留 博一	

AIP Conference Proceedings-1

31874	Rosantha Kumara	1741 (2016) 050016	2014B1210	BL04B2	Kumara Rosantha	Structural Studies of Metal Nanoparticles using High-Energy X-ray Diffraction
			2013B1207	BL04B2	Kumara Rosantha	
			2014A1321	BL04B2	坂田 修身	
31891	Yasunori Senba	1741 (2016) 030044	2014B2050	BL25SU	仙波 泰徳	Upgrade of Beamline BL25SU for Soft X-ray Imaging and Spectroscopy of Solid Using Nano- and Micro-Focused Beams at SPring-8
			2015A2038	BL25SU	仙波 泰徳	
31897	Takamasa Nonaka	1741 (2016) 030043	2009A7001	BL33XU	広瀬 美治	Toyota Beamline (BL33XU) at SPring-8
			2009B7003	BL33XU	広瀬 美治	
			2010A7000	BL33XU	広瀬 美治	
			2009A7000	BL33XU	広瀬 美治	
31988	Junya Kase	1763 (2016) 050007	2012A1095	BL01B1	山本 知之	Local Environment Analysis of Fe Ions in BaMgSiO ₄
			2014A1444	BL01B1	山本 知之	
32016	Yasuhiko Imai	1741 (2016) 050014	2012A1372	BL13XU	今井 康彦	Characterization of Domain Structure in One-Dimensional SrRuO ₃ Nanostructure using Synchrotron X-ray Microdiffraction
32081	Satoshi Yasuno	1741 (2016) 030020	2014A1806	BL46XU	陰地 宏	Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy Equipment Developed at Beamline BL46XU of SPring-8 for Industrial Researches
			2014B1640	BL46XU	安野 聡	
			2014B1908	BL46XU	安野 聡	
			2014B1917	BL46XU	陰地 宏	
			2015A1701	BL46XU	安野 聡	

AIP Conference Proceedings-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
32082	Akifumi Higashiura	1741 (2016) 030028	2011A6500	BL44XU	山下 栄樹	SPring-8 BL44XU, Beamline Designed for Structure Analysis of Large Biological Macromolecular Assemblies
			2011B6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2012A6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2012B6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2013A6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2013B6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2014A6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2012B6700	BL44XU	大野 美恵	
			2013A6700	BL44XU	大野 美恵	
			2013B6700	BL44XU	大野 美恵	
			2014A6700	BL44XU	大野 美恵	
2014B6700	BL44XU	大野 美恵				
2015A6700	BL44XU	中川 敦史				

Physical Review B

31812	Takuji Nomura	94 (2016) 035134	2011B7420	BL07LSU	Jarrige Ignace	Resonant Inelastic X-ray Scattering Study of Entangled Spin-Orbital Excitations in Superconducting PrFeAsO _{0.7}
31894	Daisuke Kan	94 (2016) 024112	2015A1566	BL13XU	菅 大介	Interfacially Engineered Oxygen Octahedral Rotations and their Impact on Strain Relief in Coherently Grown SrRuO ₃ Films
			2015B1146	BL13XU	菅 大介	
31975	Tomofumi Susaki	94 (2016) 075311	2014B4702	BL15XU	神谷 利夫	Photoemission Study of LaAlO ₃ /SrTiO ₃ and LaAlO ₃ /Nb:SrTiO ₃ : Insulator-Insulator versus Insulator-Semiconductor Interface
			2014B4703	BL15XU	戸田 喜丈	
31997	Shogo Kawaguchi	94 (2016) 054117	2015B1448	BL02B2	河口 彰吾	Giant Thermal Vibrations in the Framework Compounds Ba _{1-x} Sr _x Al ₂ O ₄
			2015A1510	BL02B2	森 茂生	
			2015A2058	BL02B2	河口 彰吾	
32008	Yuichi Akahama	94 (2016) 064104	2013A1086	BL10XU	赤浜 裕一	Phase Stability and Magnetic Behavior of Hexagonal Phase of N ₂ -O ₂ System with Kagome Lattice under High Pressure and Low Temperature
			2013B1172	BL10XU	赤浜 裕一	
			2014A1245	BL10XU	赤浜 裕一	
			2014B1124	BL10XU	赤浜 裕一	
			2015A1297	BL10XU	赤浜 裕一	
32140	Atsushi Yamasaki	94 (2016) 115103	2014A3882	BL23SU	山崎 篤志	Three-Dimensional Electronic Structures and the Metal-Insulator Transition in Ruddlesden-Popper Iridates
			2015A3882	BL23SU	山崎 篤志	
			2015B3882	BL23SU	山崎 篤志	
			2016A1230	BL02B2	高瀬 浩一	
32142	C. S. Lue	93 (2016) 245119	2015B4127	BL12B2	Du Chao Hung	Comparative Study of Thermodynamic Properties Near the Structural Phase Transitions in Sr ₃ Rh ₄ Sn ₁₃ and Sr ₃ Ir ₄ Sn ₁₃

Inorganic Chemistry

31706	Wei Yi	54 (2015) 8012-8021	2011B4512	BL15XU	Belik Alexei	Sc ₂ NiMnO ₆ : A Double-Perovskite with a Magnetodielectric Response Driven by Multiple Magnetic Orders
			2012A4507	BL15XU	Belik Alexei	
31707	Yana Glazkova	54 (2015) 9081-9091	2015A4502	BL15XU	Belik Alexei	High-Pressure Synthesis, Crystal Structures, and Properties of CdMn ₇ O ₁₂ and SrMn ₇ O ₁₂ Perovskites
31709	Alexei Belik	55 (2016) 1940-1945	2015A4502	BL15XU	Belik Alexei	LiNbO ₃ -Type Oxide (Ti _{1-x} Sc _x)ScO ₃ : High-Pressure Synthesis, Crystal Structure, and Electronic Properties
31927	Kun Lin	55 (2016) 8130-8139	2015B1127	BL44B2	Lin Kun	Thermal Expansion Anomaly in TTB Ferroelectrics: The Interplay between Framework Structure and Electric Polarization
			2016A1060	BL44B2	Xing Xianran	
32010	Hirokazu Kobayashi	55 (2016) 7301-7310	2013A1473	BL02B2	北川 宏	Metal Nanoparticles Covered with a Metal-Organic Framework: From One-Pot Synthetic Methods to Synergetic Energy Storage and Conversion Functions
			2013A1292	BL02B2	小林 浩和	

Japanese Journal of Applied Physics-1

31763	Naoyuki Maejima	55 (2016) 085701	2012B1487	BL25SU	堀田 昌宏	Interfacial Atomic Site Characterization by Photoelectron Diffraction for 4H-AlN/4H-SiC(1120) Heterojunction
			2012A1548	BL25SU	前島 尚行	
			2013A1624	BL25SU	前島 尚行	
32003	Seiji Nakashima	55 (2016) 101501	2013A4905	BL15XU	中嶋 誠二	Strain Evolution of Epitaxial Tetragonal-like BiFeO ₃ Thin Films on LaAlO ₃ (001) Substrates Prepared by Sputtering and Their Bulk Photovoltaic Effect

Japanese Journal of Applied Physics-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
32064	Hidekazu Takano	55 (2016) 102401	2012A3203	BL24XU	高野 秀和	Development of Hard X-ray Dark-Field Microscope using Full-Field Optics
			2012B3203	BL24XU	高野 秀和	
32113	Shoichi Takeda	55 (2016) 10TC08	2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	Off-Centering of Rare-Earth Ion in (Ba,R)(Ti,Mg)O ₃ (R=Gd,Dy)
32128	Akitaka Yoshigoe	55 (2016) 100307	2012A3802	BL23SU	吉越 章隆	Detection of Molecular Oxygen Adsorbate during Room-Temperature Oxidation of Si(100)2×1 Surface: In situ Synchrotron Radiation Photoemission Study
			2012B3802	BL23SU	吉越 章隆	
			2013A3802	BL23SU	吉越 章隆	
			2013B3802	BL23SU	吉越 章隆	
			2015A3802	BL23SU	吉越 章隆	
			2015B3801	BL23SU	吉越 章隆	

The Journal of Physical Chemistry

31710	Alexei A. Belik	120 (2016) 8278-8288	2015A4502	BL15XU	Belik Alexei	Low-Temperature Structural Modulations in CdMn ₇ O ₁₂ , CaMn ₇ O ₁₂ , SrMn ₇ O ₁₂ , and PbMn ₇ O ₁₂ Perovskites Studied by Synchrotron X-ray Powder Diffraction and Mössbauer Spectroscopy
			2015B4504	BL15XU	辻本 吉廣	
31877	Tatsuro Yoshioka	120 (2016) 15729-15734	2015B1174	BL01B1	神谷 和秀	Electrocatalytic Reduction of Nitrate to Nitrous Oxide by a Copper-Modified Covalent Triazine Framework
			2015A1302	BL01B1	神谷 和秀	
			2014B1252	BL01B1	神谷 和秀	
31886	Kazuhiisa Tamura	120 (2016) 15691-15697	2013A3600	BL14B1	田村 和久	Study on the Behavior of Halide Ions on the Au(111) Electrode Surface in Ionic Liquids Using Surface X-ray Scattering
			2012A3600	BL14B1	田村 和久	
			2013B3600	BL14B1	田村 和久	
			2014A3600	BL14B1	田村 和久	
32004	Natsumi Ikeda	120 (2016) 19043-19048	2015B1630	BL19B2	齋藤 健一	Performance of Si/PEDOT:PSS Hybrid Solar Cell Controlled by PEDOT:PSS Film Nanostructure
			2014B1629	BL19B2	齋藤 健一	

Macromolecules

31943	Takashi Hiroi	49 (2016) 4940-4947	2014B7260	BL03XU	権藤 聡	Fabrication and Structural Characterization of Module-Assembled Amphiphilic Conetwork Gels
31958	Akihiro Kimura	49 (2016) 5831-5840	2015B1105	BL45XU	松本 英俊	ESA-CF Synthesis of Linear and Cyclic Polymers Having Densely Appended Perylene Units and Topology Effects on Their Thin-Film Electron Mobility
			2015B1690	BL45XU	長谷川 司	
31993	Ryohei Ishige	49 (2016) 6061-6074	2012B1218	BL40B2	高原 淳	Fully Liquid-Crystalline ABA Triblock Copolymer of Fluorinated Side-Chain Liquid-Crystalline A Block and Main-Chain Liquid-Crystalline B Block: Higher Order Structure in Bulk and Thin Film States
			2013A1470	BL40B2	高原 淳	
32136	Khasanah	49 (2016) 4202-4210	2015A7204	BL03XU	高橋 功	Evolution of Intermediate and Highly Ordered Crystalline States under Spatial Confinement in Poly(3-hydroxybutyrate) Ultrathin Films

Physical Chemistry Chemical Physics

31854	Maidhily Manikandan	18 (2016) 5932-5937	2012B4609	BL15XU	阿部 英樹	Tailoring the Surface-Oxygen Defects of a Tin Dioxide Support towards an Enhanced Electrocatalytic Performance of Platinum Nanoparticles
			2012A4607	BL15XU	阿部 英樹	
			2013A4600	BL15XU	阿部 英樹	
			2013B4602	BL15XU	阿部 英樹	
31973	Oleg Borodin	18 (2016) 23474-23471	2013A1295	BL04B2	Saboungi Marie-Louise	Effect of Water on the Structure of a Prototype Ionic Liquid
			2013A1333	BL04B2	Saboungi Marie-Louise	
			2014A1044	BL04B2	Saboungi Marie-Louise	
31989	Atsuomi Shundo	18 (2016) 22399-22406	2015A1315	BL40B2	春藤 淳臣	Hierarchical Spatial Heterogeneity in Liquid Crystals Composed of Graphene Oxides
32088	Shoji Iguchi	17 (2015) 17995-18003	2013A1615	BL01B1	井口 翔之	Effect of the Chloride Ion as a Hole Scavenger on the Photocatalytic Conversion of CO ₂ in an Aqueous Solution over Ni-Al Layered Double Hydroxides

RSC Advances-1

31890	Yuiko Tasaki-Handa	6 (2016) 71404-71408	2015A3516	BL11XU	半田 友衣子	Fabrication of a Monolithic Cryogel from the Cyclohexane Organogel of a Coordination Polymer Based on a Phosphoester
31928	Fu Du	6 (2016) 77059-77065	2015B1127	BL44B2	Lin Kun	Effect of Y ³⁺ on the Local Structure and Luminescent Properties of La _{3-x} Y _x Si ₆ N ₁₁ :Ce ³⁺ Phosphors for High Power LED Lighting
			2016A1060	BL44B2	Xing Xianran	

RSC Advances-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
31946	Masaaki Hirayama	82 (2016) 78963-78969	2014B1920	BL14B2	菅野 了次	Lithium Intercalation in the Surface Region of an $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ Cathode through Different Crystal Planes
32002	Hiroyuki Koshikawa	6 (2016) 85559-85563	2015B1174	BL01B1	神谷 和秀	Catalytic Methane Combustion over Iron/Nitrogen-Doped Silicon Carbide
			2016A1120	BL01B1	神谷 和秀	
			2016A1464	BL01B1	神谷 和秀	

62nd Symposium on Organometallic Chemistry, Japan

32100	Katsuhiro Isozaki	62 (2015) 119	2014B1815	BL40XU	高谷 光	Synthesis of Gold Nanoparticles Bearing Supramolecular Interface for Highly Efficient Catalysts
			2015A1388	BL40XU	高谷 光	
			2015A0114 (グループ課題)	BL02B1	高谷 光	
				BL27SU	高谷 光	
			2014B1300	BL27SU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2013B1736	BL40XU	高谷 光	
2014A1717	BL40XU	高谷 光				
32104	Sho Nakajima	62 (2015) 160	2014B1300	BL27SU	高谷 光	Synthesis, Structure and Reactivity of Aryliron Intermediates in Iron-Catalyzed Cross-Coupling Reaction
			2011B1418	BL27SU	高谷 光	
			2011B1945	BL14B2	高谷 光	
			2012A1595	BL14B2	高谷 光	
			2012A1636	BL27SU	高谷 光	
			2012B1797	BL27SU	高谷 光	
			2013A1685	BL27SU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2015A0114 (グループ課題)	BL02B1	高谷 光	
BL14B2	高谷 光					
32105	Shota Saito	62 (2015) 164	2014B1300	BL27SU	高谷 光	Iron-Catalyzed Enantioselective Carbometalation of Azabicyclic Alkenes with Organozinc Reagents
			2011B1418	BL27SU	高谷 光	
			2011B1945	BL14B2	高谷 光	
			2012A1595	BL14B2	高谷 光	
			2012A1636	BL27SU	高谷 光	
			2012B1737	BL14B2	高谷 光	
			2012B1797	BL27SU	高谷 光	
			2013A1685	BL27SU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2015A0114 (グループ課題)	BL02B1	高谷 光	
				BL14B2	高谷 光	
				BL27SU	高谷 光	
BL40XU	高谷 光					

Chemistry Letters

31678	Rina Maeda	45 (2016) 795-797	2013B5130	BL16XU	本谷 宗	Higher-order-structure Formation in Liquid Crystal Epoxy Thermosets Investigated by Synchrotron Radiation-Wide-angle X-ray Diffraction
			2012A5130	BL16XU	上原 康	
			2012B5130	BL16XU	上原 康	
32007	Ayumi Ishii	45 (2016) 1265-1267	2013A1020	BL02B2	長谷川 美貴	The Ethanol-Induced Interfacial Reduction of a Europium Complex on SiO_2 Nanoparticles
32084	Minako Kurisu	45 (2016) 970-972	2014A1277	BL01B1	高橋 嘉夫	Variation of Iron Isotope Ratios in Anthropogenic Materials Emitted through Combustion Processes
			2014B1348	BL01B1	高橋 嘉夫	
			2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	

Chemistry of 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
31984	Kengo Oka	28 (2016) 5554-5559	2015B1796	BL02B2	東 正樹	Temperature-Independent, Large Dielectric Constant Induced by Vacancy and Partial Anion Order in the Oxyfluoride Pyrochlore $Pb_2Ti_2O_{6-\delta}F_{2\delta}$
			2015A1788	BL02B2	松田 奈瑠美	
31985	Kiho Nakano	28 (2016) 6062-6067	2013B1748	BL02B2	岡 研吾	Glassy Distribution of $Bi^{3+}Bi^{5+}$ in $Bi_{1-x}Pb_xNiO_3$ and Negative Thermal Expansion Induced by Intermetallic Charge Transfer
32134	Koji Fujita	28 (2016) 6644-6655	2013B1742	BL02B2	藤田 晃司	LiNbO ₃ -Type InFeO ₃ : Room-Temperature Polar Magnet without Second-Order Jahn-Teller Active Ions
			2014A1683	BL02B2	河本 崇博	
			2014B1726	BL02B2	河本 崇博	
			2013B1662	BL04B1	河本 崇博	

Journal of Applied Physics

31925	Tatiana Pikuz	120 (2016) 035901	2015A8066	BL3	尾崎 典雅	Indirect Monitoring Shot-to-Shot Shock Waves Strength Reproducibility during Pump-Probe Experiments
31963	Tsukasa Katayama	120 (2016) 085305	2015B1799	BL47XU	近松 彰	Epitaxial Growth and Electronic Structure of Oxyhydride SrVO ₂ H Thin Films
31974	Satoshi Toyoda	120 (2016) 085306	2012A1172	BL47XU	豊田 智史	Thickness-Dependent Change in the Valence Band Offset of the SiO ₂ /Si Interface Studied using Synchrotron-Radiation Photoemission Spectroscopy
			2012B1088	BL47XU	豊田 智史	
			2011B1488	BL47XU	豊田 智史	

Journal of the Physical Society of Japan

31708	Akio Kotani	84 (2015) 033702	2009B4251	BL12XU	山岡 人志	Final-State Interaction in the L_{3} X-ray Absorption Spectra of Mixed-Valence Ce and Yb Compounds
			2009B4266	BL12XU	山岡 人志	
31832	Satoshi Tsutsui	85 (2016) 083704	2015B1947	BL09XU	筒井 智嗣	Synchrotron Radiation Mössbauer Spectroscopy Using ¹⁴⁹ Sm Nuclei
32062	Shin-ichi Fujimori	85 (2016) 062001	2005B3821	BL23SU	藤森 伸一	Electronic Structures of Uranium Compounds Studied by Soft X-ray Photoelectron Spectroscopy
			2006A3807	BL23SU	藤森 伸一	
			2006B3808	BL23SU	藤森 伸一	
			2007A3833	BL23SU	藤森 伸一	
			2008B3824	BL23SU	藤森 伸一	
			2009A3821	BL23SU	川崎 郁斗	
			2009A3824	BL23SU	藤森 伸一	
			2010A3820	BL23SU	川崎 郁斗	
			2010B3824	BL23SU	藤森 伸一	
			2011A3821	BL23SU	川崎 郁斗	
			2012B3820	BL23SU	藤森 伸一	
			2012B3821	BL23SU	岡根 哲夫	
			2013A3820	BL23SU	藤森 伸一	
			2014A3820	BL23SU	藤森 伸一	
			2014B3820	BL23SU	藤森 伸一	
2015A3820	BL23SU	藤森 伸一				
2015B3820	BL23SU	藤森 伸一				
2008B3821	BL23SU	大河内 拓雄				

Journal of Synchrotron Radiation

31674	Amane Kobayashi	23 (2016) 975-989	2013A8043	BL3	中迫 雅由	Specimen Preparation for Cryogenic Coherent X-ray Diffraction Imaging of Biological Cells and Cellular Organelles by using the X-ray Free-Electron Laser at SACLA
			2013B8049	BL3	中迫 雅由	
			2014A8033	BL3	中迫 雅由	
			2014B8052	BL3	中迫 雅由	
			2015A8051	BL3	中迫 雅由	
			2015B8049	BL3	中迫 雅由	
31820	Hidenori Fujiwara	23 (2016) 735-742	2014A1149	BL19LXU	関山 明	Polarized Hard X-ray Photoemission System with Micro-Positioning Technique for Probing Groundstate Symmetry of Strongly Correlated Materials
			2014B1305	BL19LXU	関山 明	
32083	Akifumi Higashiura	20 (2013) 989-993	2011A6500	BL44XU	山下 栄樹	High-Resolution X-ray Crystal Structure of Bovine H-protein using the High-Pressure Cryocooling Method
			2011B6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2012A6500	BL44XU	山下 栄樹	
			2012B6500	BL44XU	山下 栄樹	

Organic & Biomolecular 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
31716	Yasunori Mitsuoka	14 (2016) 6531-6538	2012B6701	BL44XU	青山 浩	Effect of an <i>N</i> -substituent in Sulfonamide-Bridged Nucleic Acid (SuNA) on Hybridization Ability and Duplex Structure
			2014A6902	BL44XU	青山 浩	
32099	Ryouta Yoshida	14 (2016) 7468-7479	2014B1300	BL27SU	高谷 光	ONO-Pincer Ruthenium Complex-Bound Norvaline for Efficient Catalytic Oxidation of Methoxybenzenes with Hydrogen Peroxide
			2012A1625	BL40XU	高谷 光	
			2012B1815	BL40XU	高谷 光	
			2013A1705	BL40XU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2013B1736	BL40XU	高谷 光	
			2014A1717	BL40XU	高谷 光	
			2014B1815	BL40XU	高谷 光	
			2015A1388	BL40XU	高谷 光	
32114	Yohei Haketa	14 (2016) 8035-8038	2014A1313	BL40B2	坂東 勇哉	Dipyrrolylpyrimidines as Anion-Responsive π -electronic Systems
			2014B1495	BL40B2	前田 大光	
			2015A1388	BL40XU	高谷 光	
			2015A0114	BL40XU	高谷 光	

Polymer

32057	Shiki Nojima	102 (2016) 256-265	2013A1453	BL02B2	高原 淳	Crystallization-Induced Structure Fluctuation of Crystallized Microdomain Structure Composed of Strongly Segregated Crystalline-Crystalline Diblock Copolymers
			2014B1776	BL40B2	能島 士貴	
			2015A1396	BL40B2	檜垣 勇次	
32137	Atsushi Izumi	103 (2016) 152-162	2014A7201	BL03XU	坂本 直紀	Cross-link Inhomogeneity in Phenolic Resins at the Initial Stage of Curing Studied by ¹ H-pulse NMR Spectroscopy and Complementary SAXS/WAXS and SANS/WANS with a Solvent-Swelling Technique
			2014A7210	BL03XU	権藤 聡	
			2014A7211	BL03XU	岡本 泰志	
			2014B7251	BL03XU	坂本 直紀	
			2014B7260	BL03XU	権藤 聡	
32139	Yasuyuki Shudo	103 (2016) 261-276	2015A7210	BL03XU	和泉 篤士	Large-Scale Molecular Dynamics Simulation of Crosslinked Phenolic Resins using Pseudo-Reaction Model
			2015B3330	BL08B2	和泉 篤士	

Review of Scientific Instruments

31899	Takahisa Koyama	87 (2016) 051801	2012B8052	BL3	小山 貴久	Damage Threshold of Coating Materials on X-ray Mirror for X-ray Free Electron Laser
			2013A8063	BL3	小山 貴久	
			2014A8051	BL3	小山 貴久	
			2014B8074	BL3	小山 貴久	
31942	Takumi Ono	87 (2016) 083106	2012A1463	BL08W	中原 光一	A Flow Cell for Measuring X-ray Compton Scattering of Liquid at Temperatures up to 623 K and Pressures up to 20 MPa
			2011B1258	BL08W	中原 光一	
			2010B1481	BL08W	中原 光一	
			2012B1600	BL08W	中原 光一	
			2013A1531	BL08W	中原 光一	
32144	Masato Hoshino	87 (2016) 093705	2014A1318	BL20B2	星野 真人	4D X-ray Phase Contrast Tomography for Repeatable Motion of Biological Samples
			2014B1329	BL20B2	星野 真人	
			2015A1400	BL20B2	星野 真人	

表面科学 (Journal of the Surface Science Society of Japan)

31977	Kaoru Okamoto	37 (2016) 386-391	2012B4913	BL15XU	岡本 薫	Analysis on Organic Thin-Layer Photovoltaic Cells by Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy
31981	Daisuke Asakura	37 (2016) 66-71	2012B7437	BL07LSU	朝倉 大輔	<i>Operando</i> Soft X-ray Emission Studies of Lithium-Ion Batteries
			2013A7445	BL07LSU	朝倉 大輔	
			2013B7460	BL07LSU	朝倉 大輔	
32093	Ryohei Tsuruta	37 (2016) 429-434	2015A1685	BL46XU	中山 泰生	Structural Determination of the Epitaxial C ₆₀ Overlayer on the Pentacene Single Crystal by Grazing Incidence X-ray Diffraction
			2015B1624	BL46XU	中山 泰生	
			2015B1903	BL46XU	小金澤 智之	

Acta Crystallographica Section F

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
31881	Kazuya Nishio	72 (2016) 619-626	2013A6852	BL44XU	水島 恒裕	Structural Analysis of a Function-Associated Loop Mutant of the Substrate-Recognition Domain of Fbs1 Ubiquitin Ligase
			2013B6852	BL44XU	水島 恒裕	
			2014A6952	BL44XU	水島 恒裕	
			2014B6952	BL44XU	水島 恒裕	
			2015A6544	BL44XU	水島 恒裕	
32095	Yuzo Watanabe	72 (2016) 627-635	理研	BL26B1		Crystal Structures of a Subunit of the Formylglycinamide Ribonucleotide Amidotransferase, PurS, from <i>Thermus thermophilus</i> , <i>Sulfolobus tokodaii</i> and <i>Methanocaldococcus jannaschii</i>
			2009B1639	BL38B1	河合 剛太	

Chemistry - A European Journal

31791	Eri Hatano	22 (2016) 12680-12683	2014A1048	BL02B1	内田 欣吾	Photosalient Effect of a Diarylethene Having Perfluorocyclohexene Ring
			2013A1219	BL02B1	内田 欣吾	
			2014B1098	BL02B1	内田 欣吾	
			2014B1082	BL40XU	内田 欣吾	
31825	Misa Numano	22 (2016) 11574-11577	2014B1815	BL40XU	高谷 光	Synthesis of Boronate-Based Benzo[fg]tetracene and Benzo[hi]hexacene via Demethylative Direct Borylation
			2015A1320	BL40XU	畠山 琢次	

Chemistry - An Asian Journal

32014	Eiichi Kayahara	11 (2016) 1793-1797	2015B1311	BL02B1	山子 茂	Size Dependence of [n]Cycloparaphenylenes (n=5-12) in Electrochemical Oxidation
32098	Katsuhiro Isozaki	11 (2016) 1076-1091	2015A1388	BL40XU	高谷 光	Synthesis and Applications of (ONOPincer)Ruthenium-Complex-Bound Norvalines
			2014B1300	BL27SU	高谷 光	
			2014B1815	BL40XU	高谷 光	
			2014A1717	BL40XU	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2013B1736	BL40XU	高谷 光	
			2013A1705	BL40XU	高谷 光	
			2012B1815	BL40XU	高谷 光	
			2012A1625	BL40XU	高谷 光	
			2015A0114 (グループ課題)	BL02B1	高谷 光	
				BL14B2	高谷 光	
				BL27SU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013A1685	BL27SU	高谷 光	
			2012B1797	BL27SU	高谷 光	
2010B1488	BL38B1	高谷 光				
2010A1455	BL38B1	高谷 光				
2011A1614	BL40B2	尾形 和樹				

Crystal Growth & Design

31956	Aya Sakon	16 (2016) 4635-4645	2013A4906	BL15XU	植草 秀裕	Powder Structure Analysis of Vapochromic Quinolone Antibacterial Agent Crystals
			2013B4907	BL15XU	植草 秀裕	
			2014B4907	BL15XU	植草 秀裕	
32000	Yousuke Hamasaki	16 (2016) 5214-5222	2015A4905	BL15XU	安井 伸太郎	Crystal Isomers of ScFeO ₃
			2013A4711	BL15XU	大橋 直樹	
			2016A4909	BL15XU	安井 伸太郎	

Electrochemistry

31844	Takao Gunji	83 (2015) 7-11	2009B4608	BL15XU	阿部 英樹	Enhanced Activity for Oxygen Reduction Reactions by Carbon-Supported High-Index-Facet Pt-Ti Nanoparticles
			2010A4609	BL15XU	阿部 英樹	
			2010B4606	BL15XU	角谷 正友	
31980	Daisuke Asakura	84 (2016) 529-533	2012B7437	BL07LSU	朝倉 大輔	軟 X 線分光による <i>Operando</i> 電子状態解析
			2013A7445	BL07LSU	朝倉 大輔	
			2013B7460	BL07LSU	朝倉 大輔	

FEBS Open Bio

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
31802	Yuya Hanazono	6 (2016) 687-695	2013A6850	BL44XU	三木 邦夫	Characterization of the Nqo5 Subunit of Bacterial Complex I in the Isolated State
			理研	BL44B2		
31950	Yohei Yamamoto	6 (2016) 751-764	2015A1219	BL40XU	養王田 正文	Characterization of Group II Chaperonins from an Acidothermophilic Archaeon <i>Picrophilus torridus</i>
			2014A1188	BL40XU	養王田 正文	

Geochimica et Cosmochimica Acta

31896	Yoko Togo	191 (2016) 165-186	2010A1612	BL01B1	柏原 輝彦	Age and Speciation of Iodine in Groundwater and Mudstones of the Horonobe Area, Hokkaido, Japan: Implications for the Origin and Migration of Iodine during Basin Evolution
			2010B1664	BL37XU	東郷 洋子	
			2011B1400	BL01B1	東郷 洋子	
			2011B1673	BL27SU	横山 由佳	
			2011B1517	BL17SU	高橋 嘉夫	
31995	Toru Matsumoto	187 (2016) 195-217	2013B1459	BL47XU	土山 明	Nanomorphology of Itokawa Regolith Particles: Application to Space-Weathering Processes Affecting the Itokawa Asteroid

Journal of Applied Crystallography

31892	Takanori Nakane	49 (2016) 1035-1041	2015B8029	BL3	菅原 道泰	Data Processing Pipeline for Serial Femtosecond Crystallography at SACLA
			2015B8042	BL3	岩田 想	
			2015B8046	BL3	中津 亨	
			2015B8047	BL3	溝端 栄一	
32141	W. -C. Liu	49 (2016) 1721-1725	2015A4138	BL12B2	Du Chao Hung	X-ray Multi-Beam Resonant Diffraction Analysis of Crystal Symmetry for Layered Perovskite YBaCuFeO ₅
			2014A4129	BL12B2	Du Chao Hung	
			2014A4253	BL12XU	Du Chao Hung	

The Journal of Chemical Physics

31979	Marian Krajci	145 (2016) 084703	2014A4900	BL15XU	小廣 和哉	Twinning in fcc Lattice Creates Low-coordinated Catalytically Active Sites in Porous Gold
			2014B4901	BL15XU	亀岡 聡	
			2015A4900	BL15XU	小廣 和哉	
			2015A4901	BL15XU	藤田 伸尚	
			2015B4900	BL15XU	亀岡 聡	
32056	Shuichi Ogawa	145 (2016) 114701	2015A3874	BL23SU	小川 修一	Enhancement of SiO ₂ /Si(001) Interfacial Oxidation Induced by Thermal Strain during Rapid Thermal Oxidation
			2015B3874	BL23SU	小川 修一	

Journal of Macromolecular Science, Part B-Physics

31792	Sadayuki Kobayashi	55 (2016) 229-250	2013A7215	BL03XU	岡田 一幸	Structure Development via Reaction-Induced Phase Separation in Polymer Mixtures: Analysis of Early- and Late-Stage Demixing and Computer Simulations at Non-Isoquench Depths
			2013B7263	BL03XU	中田 克	
			2014A7213	BL03XU	中田 克	
			2014B7263	BL03XU	中田 克	
			2015A7213	BL03XU	中田 克	
31866	Tooru Kitagawa	55 (2016) 774-792	2015A7212	BL03XU	船城 健一	A Novel Composite Poly- <i>p</i> -Phenylenebenzobisoxazole (PBO) Fiber Including Molecularly-Dispersed Copper Phthalocyanine in the Structure

Journal of Physics: Condensed Matter

32009	Keisuke Watarai	28 (2016) 436005	2014B4700	BL15XU	吉松 公平	Epitaxial Synthesis and Physical Properties of Double-Perovskite Oxide Sr ₂ CoRuO ₆ Thin Films
			2015A4700	BL15XU	吉松 公平	
32019	Masatoshi Yamazoe	28 (2016) 436001	2014B1253	BL08W	桜井 浩	Spin/Orbital and Magnetic Quantum Number Selective Magnetization Measurements for CoFeB/MgO Multilayer Films
			2015A1328	BL08W	桜井 浩	
			2015B0904	BL08W	壬生 攻	

Journal of Power Sources

31845	Takao Gunji	273 (2015) 990-998	2009B4608	BL15XU	阿部 英樹	Facile Route for the Preparation of Ordered Intermetallic Pt ₃ Pb-PtPb Core-Shell Nanoparticles and its Enhanced Activity for Alkaline Methanol and Ethanol Oxidation
			2010A4609	BL15XU	阿部 英樹	
			2010B4606	BL15XU	角谷 正友	
31948	Hideki Hashimoto	328 (2016) 503-509	2014B1558	BL04B2	橋本 英樹	Bio-inspired 2-line Ferrihydrite as a High-Capacity and High-Rate-Capability Anode Material for Lithium-Ion Batteries

Materials Transactions

研究成果番号	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
31862	Guowei Zhao	57 (2016) 1370-1373	2014A1408	BL02B2	菅野 了次	Synthesis, Crystal Structure, and the Ionic Conductivity of New Lithium Ion Conductors, <i>M</i> -Doped LiScO ₂ (<i>M</i> = Zr, Nb, Ta)
			2015A1778	BL02B2	渡邊 明尋	
			2014B1931	BL19B2	菅野 了次	
32015	Yu Shiratsuchi	57 (2016) 781-788	2011A1172	BL25SU	白土 優	Perpendicular Exchange Bias and Magneto-Electric Control Using Cr ₂ O ₃ (0001) Thin Film
			2014A0079	BL25SU	白土 優	

Nanoscale

31987	Tatsuya Higaki	8 (2016) 11371-11374	2015B1308	BL01B1	山添 誠司	Partially Oxidized Iridium Clusters within Dendrimers: Size-Controlled Synthesis and Selective Hydrogenation of 2-nitrobenzaldehyde
			2015A1590	BL01B1	山添 誠司	
			2014B1430	BL01B1	山添 誠司	
32005	Daisuke Kajiya	7 (2015) 15780-15788	2013B1588	BL19B2	齋藤 健一	Si-nanocrystal/P3HT Hybrid Films with a 50- and 12-fold Enhancement of Hole Mobility and Density: Films Prepared by Successive Drop Casting

Nature Communications

31991	Mason Jiang	7 (2016) 12291	2013A8038	BL3	Reis David	The Origin of Incipient Ferroelectricity in Lead Telluride
32102	Yu-Chuan Wang	7 (2016) 12481	2016A4009	BL12B2	Chou Shan-Ho	Nucleotide Binding by the Widespread High-Affinity Cyclic di-GMP Receptor MshEN Domain

Open Biology

31838	Naoki Horikoshi	6 (2016) 160127	2010A1206	BL41XU	胡桃坂 仁志	Crystal Structures of Heterotypic Nucleosomes Containing Histones H2A.Z and H2A
			2010B1375	BL41XU	胡桃坂 仁志	
			2011A1528	BL41XU	胡桃坂 仁志	
			2011B1133	BL41XU	胡桃坂 仁志	
			2012A1125	BL41XU	胡桃坂 仁志	
			2012B1048	BL41XU	胡桃坂 仁志	
			2013A1036	BL41XU	胡桃坂 仁志	
31839	Shinichi Machida	6 (2016) 160090	2013B1060	BL41XU	胡桃坂 仁志	Structural and Biochemical Analyses of Monoubiquitinated Human Histones H2B and H4
			2014A1042	BL41XU	胡桃坂 仁志	
			2014B1125	BL41XU	胡桃坂 仁志	

Protein Science

32036	Yayoi Nomura	(2016) Online published 14 Sep. 2016	2015A1104	BL41XU	野村 紀通	The Intervening Removable Affinity Tag (iRAT) Production System Facilitates Fv Antibody Fragment-Mediated Crystallography
			2016A2570	BL41XU	野村 紀通	
32122	Shigeki Arai	25 (2016) 1786-1796	2006A2700	BL41XU	黒木 良太	An Insight into the Thermodynamic Characteristics of Human Thrombopoietin Complexation with TN1 Antibody
			2015B1040	BL41XU	新井 栄揮	

Science Advances

31747	Tomoaki Kubo	1 (2015) e1500075	2011B1421	BL04B1	久保 友明	Curious Kinetic Behavior in Silica Polymorphs Solves Seifertite Puzzle in Shocked Meteorite
			2011A1489	BL04B1	久保 友明	
			2012A1470	BL04B1	久保 友明	
32120	Akihiko Nakamura	1 (2016) e1500263	2013A6802	BL44XU	五十嵐 圭日子	"Newton's Cradle" Proton Relay with Amide-Imidic Acid Tautomerization in Inverting Cellulase Visualized by Neutron Crystallography
			2013B6802	BL44XU	五十嵐 圭日子	

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

31915	Shinya Matsuno	45 (2014) 109-114	2012B1854	BL19B2	松野 信也	Structural Variation of C-S-H Gel during Tobermorite Formation Process (II) SAXS
			2013A1074	BL19B2	松野 信也	
32125	Masataka Hirao	47 (2016) 233-248	2013A1818	BL19B2	大坂 恵一	Construction of Forensic Soil Database of the Hokuriku Region in Japan by using Synchrotron X-ray Analysis and Evaluation of Validity toward the Practical Application

放射線化学 (Radiation 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
32034	Kentaro Fujii	(2016) 35-38	2013A3813	BL23SU	藤井 健太郎	Radiation Biology utilizing Synchrotron Radiation
			2014B3812	BL23SU	藤井 健太郎	
32035	Toshitaka Oka	(2016) 13-18	2010B3811	BL23SU	横谷 明徳	A Proposal of a Novel DNA Modification Mechanism Induced by Irradiation
			2011A3815	BL23SU	岡 壽崇	
			2011B3815	BL23SU	岡 壽崇	

ACS Applied Materials & Interface

31930	Muhua Luo	8 (2016) 20667-20674	2015B1083	BL01B1	森 浩亮	Shape and Composition Effects on Photocatalytic Hydrogen Production for Pt-Pd Alloy Cocatalysts
-------	-----------	-------------------------	-----------	--------	------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

ACS Omega

32123	Kouta Henmi	1 (2016) 476-482	2012B1701	BL40B2	辺見 幸大	Isothermal Crystallization Process of Poly(L-lactic acid)/ Poly(D-lactic acid) Blends after Rapid Cooling from the Melt
			2012A1107	BL40B2	松葉 豪	
			2013B1169	BL43IR	松葉 豪	

Acta Materialia

31880	Hiroshi Okuda	118 (2016) 95-99	2013B1383	BL04B2	奥田 浩司	Development of Microstructures in Rapidly-Quenched Mg ₉₅ Y ₉ Zn ₆ Alloy Ribbons during Heating at a Constant Speed Examined by Simultaneous Small- and Wide Angle Scattering Measurements
			2015A1448	BL04B2	奥田 浩司	
			2015B1458	BL45XU	奥田 浩司	

Advanced Materials

31671	Hui Jie Zhang	28 (2016) 4884-4890	2014B1131	BL40B2	中島 祐	Tough Physical Double-Network Hydrogels Based on Amphiphilic Triblock Copolymers
			2013A1091	BL40B2	黒川 孝幸	

Advanced Synthesis and Catalysis

31920	Naoyuki Hoshiya	358 (2016) 2449-2459	2013A1792	BL14B2	有澤 光弘	Self-Assembled Multilayer-Stabilized Nickel Nanoparticle Catalyst for Ligand-Free Cross-Coupling Reactions: <i>in situ</i> Metal Nanoparticle and Nanospace Simultaneous Organization
			2014A1786	BL14B2	有澤 光弘	
			2014B1247	BL27SU	有澤 光弘	

Advances in X-Ray Analysis

32012	Takashi Hashimoto	59 (2016) 169-175	2014B1827	BL40XU	橋本 敬	Single Crystal Structure Analysis of Drug Power Sample by Synchrotron Radiation Microbeam X-ray
-------	-------------------	----------------------	-----------	--------	------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

AIP Advances

31933	Tomoko Gowa-Oyama	6 (2016) 085210	2012B1471	BL27SU	大島 明博	Estimation of Resist Sensitivity for Extreme Ultraviolet Lithography using and Electron Beam
-------	-------------------	--------------------	-----------	--------	-------	----------------------------------------------------------------------------------------------

American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology

31935	Yi Ching Chen	311 (2016) R426-R439	2011B1324	BL28B2	Pearson James	Chronic Intermittent Hypoxia Accelerates Coronary Microcirculatory Dysfunction in Insulin-Resistant Goto-Kakizaki Rats
			2011B1588	BL28B2	Pearson James	
			2012B1536	BL28B2	Pearson James	
			2013A1267	BL28B2	Pearson James	

American Mineralogist

31999	Queenie H. S. Chan	101 (2016) 2041-2050	2014B0113	BL37XU	Zolensky Michael	Magnetite Plaquettes are Naturally Asymmetric Materials in Meteorites
			2015A1413	BL47XU	土山 明	

Applied Physics Express

32090	Ryohei Asahara	9 (2016) 101002	2015A3872	BL23SU	渡部 平司	Effect of Nitrogen Incorporation into Al-based Gate Insulators in AlON/AlGaN/GaN Metal-Oxide-Semiconductor Structures
			2015B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2015B3872	BL23SU	渡部 平司	

Biochemical and Biophysical Research Communications

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31826	Keiko Uechi	477 (2016) 383-387	2015A6559	BL44XU	渡邊 真宏	Crystal Structure of an Acetyl Esterase Complexed with Acetate Ion Provides Insights into the Catalytic Mechanism
			2015B6559	BL44XU	渡邊 真宏	

BioMed Research International

32129	Sayangku Nor Ariati Mohamad Aris	2014 (2014) 904381	2013A6864	BL44XU	Raja Abd Rahman Raja Noor Zaliha	Crystallographic Analysis of Ground and Space Thermostable T1 Lipase Crystal Obtained via Counter Diffusion Method Approach
-------	-------------------------------------------	-----------------------	-----------	--------	----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Biophysical Journal

32080	Toshiki Shimomura	111 (2016) 1295-1303	2015A1502	BL45XU	鈴木 団	A Beetle Flight Muscle Displays Leg Muscle Microstructure
			2015B1449	BL40XU	佐藤 裕崇	
			2016A1169	BL40XU	佐藤 裕崇	

Catalysis Today

31929	Yasutaka Kuwahara	(2016) Available online 28 May 2016	2014A1045	BL01B1	森 浩亮	Catalytic Transfer Hydrogenation of Biomass-Derived Levulinic Acid and its Esters to γ -valerolactone over ZrO ₂ Catalyst Supported on SBA-15 Silica
-------	----------------------	-------------------------------------------	-----------	--------	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cell Reports

31735	Akinori Yamasaki	16 (2016) 19-27	2005B1778	BL41XU	稲垣 冬彦	Structural Basis for Receptor-Mediated Selective Autophagy of Aminopeptidase I Aggregates
			2015A1001	BL41XU	山本 雅貴	

Chemical and Pharmaceutical Bulletin

31947	Mincen Xiao	64 (2016) 1154-1160	2011B1761	BL27SU	有澤 光弘	Development of a Sulfur-Modified Glass-Supported Pd Nanoparticle Catalyst for Suzuki-Miyaura Coupling
			2011B1952	BL14B2	有澤 光弘	
			2012A1621	BL27SU	有澤 光弘	
			2012A1770	BL14B2	有澤 光弘	
			2012B1751	BL27SU	有澤 光弘	
			2013A1792	BL14B2	有澤 光弘	
			2014A1786	BL14B2	有澤 光弘	
2014B1247	BL27SU	有澤 光弘				

Chemical Communications

31878	Ichiro Hisaki	52 (2016) 9781-9784	2014B1976	BL26B1	藤内 謙光	Alignment of Paired Molecules of C ₆₀ within a Hexagonal Platform Networked through Hydrogen-Bonds
			2015B1397	BL38B1	久木 一朗	
			2015B1685	BL38B1	中川 祥一	

Chemical Reviews

31811	Thomas Fransson	116 (2016) 7551-7569	2013B7403	BL07LSU	原田 慈久	X-ray and Electron Spectroscopy of Water
-------	--------------------	-------------------------	-----------	---------	-------	------------------------------------------

ChemistrySelect

31971	Masahiko Maekawa	1 (2016) 3812-3822	2015B2011	BL02B1	杉本 邦久	Structurally Diverse Polynuclear Copper(I) Complexes Bridged by Pyrimidine-, Pyrazine-, and Triazine-based Ligands with Several 2-Pyridyl Groups
			2016A1218	BL02B1	杉本 邦久	

ChemNanoMat

31998	Yuma Morimitsu	(2016) Online published 5 Sep. 2016	2015B1129	BL40B2	松野 寿生	Direct Correlation between Molecular Cross-Linking and Macroscopic Mechanical Properties for Green Solids of Deoxyribonucleic Acids
-------	-------------------	-------------------------------------------	-----------	--------	-------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ChemPhysChem

32135	Shigesaburo Ogawa	17 (2016) 2808-2812	2014A7204	BL03XU	高橋 功	Structural Insights into Solid-to-Solid Phase Transition and Modulated Crystal Formation in Octyl- β -D-Galactoside Crystals
-------	----------------------	------------------------	-----------	--------	------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Corrosion 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
31800	Chiradeep Gupta	111 (2016) 26-38	2011B1164	BL20XU	Gupta Chiradeep	State of 3-D Micro-Damage in Hydrogen Redistributed Regions of Precharged High Strength Aluminium Alloy

ECS Transactions

32101	Yuichi Konosu	75 (2016) 637-642	2016A1194	BL45XU	松本 英俊	Time-Resolved Nanostructural Analysis of Thin-Film Formation Process from Nafion Solution by Synchrotron X-Ray Scattering
-------	---------------	----------------------	-----------	--------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Electrochimica Acta

32126	Yutaka Moritomo	210 (2016) 963-969	2015B1076	BL01B1	守友 浩	Enhanced Battery Performance in Manganese Hexacyanoferrate by Partial Substitution
			2015B1077	BL02B2	守友 浩	

Extremophiles

32097	Emi Takeda	20 (2016) 733-745	2011B6630	BL44XU	中村 卓	Role of F225 in <i>O</i> -phosphoserine Sulphydrylase from <i>Aeropyrum pernix</i> K1
			2012A6733	BL44XU	中村 卓	
			2012B6733	BL44XU	中村 卓	

Faraday Discussions

31895	Roberto Alonso Mori	(2016) Published online 02 Jun. 2016	2014A8013	BL3	Yano Junko	Towards Characterization of Photo-Excited Electron Transfer and Catalysis in Natural and Artificial Systems Using XFELs
			2015A8007	BL3	Yano Junko	

FEBS Letters

31830	Yoshiro Kawaguchi	587 (2013) 3943-3948	2011A2014	BL38B1	角田 佳充	The Crystal Structure of Novel Chondroitin Lyase ODV-E66, a Baculovirus Envelope Protein
			2012B1583	BL38B1	角田 佳充	

Geophysical Research Letters

31938	Steeve Greaux	43 (2016) 4239-4246	2011B1372	BL04B1	Greaux Steeve	Sound Velocities of Aluminum-Bearing Stishovite in the Mantle Transition Zone
			2009A1300	BL04B1	Greaux Steeve	

High-Temperature Materials Technology for Sustainable and Reliable Power Engineering Proceedings

32067	Yasuhiro Mukai	(2015) 210-213	2013A5050	BL16XU	出口 博史	Creep Damage Evaluation of Ni-Base Superalloy Based on X-ray Diffraction Line Broadening
			2013B5050	BL16XU	出口 博史	
			2014A5050	BL16XU	出口 博史	
			2014B5050	BL16XU	林 利彦	

IEEE Transactions on Nuclear Science

32021	Choongjae Yoon	61 (2014) 2601-2607	2013A6001	BL33LEP	堀田 智明	Time-of-Propagation Counter for the LEPS
-------	----------------	------------------------	-----------	---------	-------	------------------------------------------

Inorganic Chemistry Communications

31801	Yusuke Kataoka	68 (2016) 37-41	2012B1828	BL19B2	川本 達也	Synthesis and Characterizations of a Paddlewheel-Type Dirhodium-Based Photoactive Porous Metal-Organic Framework
-------	----------------	--------------------	-----------	--------	-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Journal of Advances in Nanomaterials

32127	Yuya Fukuzumi	1 (2016) 39-48	2015B1077	BL02B2	守友 浩	Size Dependent Ion Diffusion in Na ₂ Ti ₃ O ₇ and Na ₂ Ti ₆ O ₁₃
			2013B1332	BL02B2	守友 浩	

Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena

31875	Daria Eiteneer	211 (2016) 70-81	2011A4606	BL15XU	小林 啓介	Depth-Resolved Composition and Electronic Structure of Buried Layers and Interfaces in a LaNiO ₃ /SrTiO ₃ Superlattice from Soft- and Hard- X-ray Standing-Wave Angle-Resolved Photoemission
-------	----------------	---------------------	-----------	--------	-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Journal of Hazardous Materials

32085	Keisuke Fukushi	304 (2016) 110-117	2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	Arsenate Sorption on Monohydrocalcite by Coprecipitation during Transformation to Aragonite
			2015A0118	BL37XU	高橋 嘉夫	

Journal of Macromolecular Science, Part A-Pure and Applied 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
32138	Tooru Kitagawa	53 (2016) 699-708	2015A7212	BL03XU	船城 健一	Spectroscopic Studies of Electron Spin Resonance and Raman Scattering on Novel Hybrid Poly- <i>p</i> -phenylenebenzobisoxazole (PBO) Fibers with Copper Phthalocyanine

Journal of Magnetism and Magnetic Materials

31879	Taizo Kawauchi	419 (2016) 43-49	2001B0419	BL09XU	岡野 達雄	Analysis of Quadrupole Splitting of Multiple Fe Sites Intermixed in Si(111) with Mössbauer Spectroscopy
-------	----------------	---------------------	-----------	--------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

Journal of Materials Chemistry A

31701	Donglin Han	4 (2016) 10601-10608	2013B1568	BL14B2	宇田 哲也	A High Temperature Reduction Cleaning (HTRC) Process: a Novel Method for Conductivity Recovery of Yttrium-Doped Barium Zirconate Electrolytes
			2015A5330	BL16B2	上村 重明	

Journal of Molecular Biology

31902	Kazuki Kawahara	428 (2016) 1209-1226	2012A1379	BL38B1	中村 昇太	Homo-trimeric Structure of the Type IVb Minor Pilin CofB Suggests Mechanism of CFA/III Pilus Assembly in Human Entero-toxicogenic <i>Escherichia coli</i>
			2012B1217	BL38B1	中村 昇太	
			2013A1251	BL38B1	中村 昇太	

Journal of Nanoparticle Research

31840	Yoshihiko Imanaka	18 (2016) 102	2015A5110	BL16XU	淡路 直樹	Nanoparticulate BaTiO ₃ Film Produced by Aerosol-type Nanoparticle Deposition
			2015A5410	BL16B2	淡路 直樹	
			2015B5110	BL16XU	淡路 直樹	
			2015B5410	BL16B2	淡路 直樹	

The Journal of Organic Chemistry

32013	Yasuhiro Kuroda	81 (2016) 3356-3363	2015B1311	BL02B1	山子 茂	Tetracyclo(2,7-carbazole)s: Diatropicity and Paratropicity of Inner Regions of Nanohoops
			2014B1203	BL02B1	山子 茂	

The Journal of Physical Chemistry B

31883	Yoko Nozaki	120 (2016) 5291-5300	2015B1192	BL40B2	深尾 浩次	Phase Transition and Dynamics in Imidazolium-Based Ionic Liquid Crystals through a Metastable Highly Ordered Smectic Phase
			2014A1230	BL40B2	深尾 浩次	
			2013A1173	BL40B2	深尾 浩次	

Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics

31921	Isao Suzuki	49 (2016) 165102	2014B1118	BL27SU	長岡 伸一	Molecular Cascade Auger Decays Following Si KL ₂₃ -L ₂₃ Auger Transitions in SiCl ₄
			2013A1045	BL27SU	長岡 伸一	

Journal of Physics D: Applied Physics

32059	Akira Sugawara	49 (2016) 425001	2013A5100	BL16XU	上田 和浩	Measuring Magnetisation Reversal in Micron-Sized Nd ₂ Fe ₁₄ B Single Crystals by Microbeam X-ray Magnetic Circular Dichroism
			2013B5100	BL16XU	上田 和浩	
			2014A5100	BL16XU	上田 和浩	
			2014B5100	BL16XU	上田 和浩	

Journal of Structural Biology

32063	Tsutomu Nakamura	195 (2016) 286-293	2015B6503	BL44XU	上垣 浩一	Substrate Recognition of N,N'-diacetylchitobiose Deacetylase from <i>Pyrococcus horikoshii</i>
			2015A1054	BL38B1	中村 努	
			2014B1325	BL38B1	中村 努	
			2014A6906	BL44XU	上垣 浩一	

Journal of the American Chemical Society

31816	Tetsuo Okujima	138 (2016) 7540-7543	2013A1104	BL38B1	久木 一朗	Template Synthesis of Decaphyrin without <i>Meso</i> -Bridges: Cyclo[10]pyrrole
			2014B1168	BL38B1	久木 一朗	
			2015A1174	BL38B1	久木 一朗	

Journal of The Electrochemical Society

31924	Tomokazu Sakamoto	163 (2016) H951-H957	2014A3616	BL14B1	坂本 友和	Mechanism Study of Hydrazine Electrooxidation Reaction on Nickel Oxide Surface in Alkaline Electrolyte by In Situ XAFS
			2014B3619	BL14B1	坂本 友和	
			2015A3616	BL14B1	坂本 友和	

Journal of the Magnetics Society of Japan

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31698	Ryota Goto	40 (2016) 87-90	2014B1272	BL25SU	岡本 聡	Simultaneous Magnetic and Chemical Imaging of Nd-Fe-B Thin Films by Means of XMCD-PEEM Technique

JPS Conference Proceedings

32124	Yohei Onodera	8 (2015) 031013	2013A1498	BL04B2	小野寺 陽平	Structure and Conductivity of Na-P-S Superionic Conducting Glasses Studied by Neutron and X-ray Diffraction
-------	---------------	--------------------	-----------	--------	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Langmuir

31990	Yohko Yano	32 (2016) 9892-9898	2012A1252	BL37XU	矢野 陽子	Hofmeister Anion Effects on Protein Adsorption at an Air-water Interface
			2012B1197	BL37XU	矢野 陽子	
			2013A1278	BL37XU	矢野 陽子	
			2014A1195	BL37XU	矢野 陽子	
			2014B1216	BL37XU	矢野 陽子	
			2015B1191	BL37XU	矢野 陽子	

Material Research Express

31814	Ryota Suto	3 (2016) 075004	2014B7472	BL07LSU	吹留 博一	Observation of Nanoscopic Charge-Transfer Region at Metal/MoS ₂ Interface
			2015A7482	BL07LSU	吹留 博一	

Materials Science and Engineering A

31797	Chiradeep Gupta	670 (2016) 300-313	2011B1164	BL20XU	Gupta Chiradeep	Quantitative Tomography of Hydrogen Precharged and Uncharged Al-Zn-Mg-Cu Alloy after Tensile Fracture
-------	-----------------	-----------------------	-----------	--------	-----------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------

Metals

31813	Klaus-Dieter Liss	6 (2016) 165	2013B1157	BL04B1	Liss Klaus Dieter	Hydrostatic Compression Behavior and High-Pressure Stabilized β -Phase in γ -Based Titanium Aluminide Intermetallics
-------	-------------------	-----------------	-----------	--------	-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Microelectronics Reliability

31986	Masanori Usui	63 (2016) 152-158	2015A7012	BL33XU	木村 英彦	Degradation of a Sintered Cu Nanoparticle Layer Studied by Synchrotron Radiation Computed Laminography
			2015B7012	BL33XU	木村 英彦	

Nanoscale Research Letters

31809	Hisao Kiuchi	11 (2016) 127	2014A1390	BL27SU	原田 慈久	Lewis Basicity of Nitrogen-Doped Graphite Observed by CO ₂ Chemisorption
			2014B1526	BL27SU	原田 慈久	
			2015A1591	BL27SU	原田 慈久	
			2013B7403	BL07LSU	原田 慈久	
			2014B7403	BL07LSU	原田 慈久	

New Journal of Physics

32143	Shu Han Lee	18 (2016) 093033	2012A4129	BL12B2	Du Chao Hung	Charge and Spin Coupling in Magnetoresistive Oxygen-Vacancy Strontium Ferrate SrFeO _{3-δ}
			2013A4128	BL12B2	Du Chao Hung	
			2013A4135	BL12B2	Du Chao Hung	
			2013B4136	BL12B2	Du Chao Hung	

Nucleic Acids Research

31937	Akira Hirata	44 (2016) 6377-6390	2012A1098	BL38B1	平田 章	Structural and Functional Analyses of the Archaeal tRNA m ² G/m ² G10 Methyltransferase aTrm11 Provide Mechanistic Insights into Site Specificity of a tRNA Methyltransferase that Contains Common RNA-binding Modules
			2013B1112	BL38B1	平田 章	
			2014A1246	BL38B1	平田 章	

Organic Letters

31815	Wakana Naito	18 (2016) 3006-3009	2015A1174	BL38B1	久木 一朗	Doubly <i>N</i> -Methylated Porphyrinoids
			2014B1815	BL40XU	高谷 光	
			2015A1388	BL40XU	高谷 光	
			2015A0114	BL40XU	高谷 光	

Philosophical Magazine 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
31970	Yoji Miyajima	96 (2016) 294-304	2014A1696	BL46XU	大久保 智	In-situ X-ray Diffraction during Tensile Deformation of Ultrafine-Grained Copper using Synchrotron Radiation
			2013B1858	BL46XU	奥村 浩樹	
			2013A1612	BL46XU	大久保 智	
			2012B1178	BL46XU	宮嶋 陽司	
			2012A1123	BL19B2	足立 大樹	

Physica C

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31905	Yoshihiro Kubozono	514 (2015) 199-205	2012B1692	BL25SU	蛇淵 泰平	Superconductivity in Aromatic Hydrocarbons

Physica Status Solidi A

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
32024	Hisato Yamaguchi	213 (2016) 2380-2386	2010A3874	BL23SU	高桑 雄二	Valence-band Electronic Structure Evolution of Graphene Oxide upon Thermal Annealing for Optoelectronics
			2010B3879	BL23SU	高桑 雄二	
			2014B3874	BL23SU	小川 修一	

Physical Review 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
31783	Munetaka Taguchi	115 (2015) 256405	理研	BL17SU		Temperature Dependence of Magnetically Active Charge Excitations in Magnetite across the Verwey Transition
			理研	BL29XU		
			2007B4909	BL15XU	田中 秀和	

Physical Review X

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
31893	Kiyonobu Nagaya	6 (2016) 021035	2012B8045	BL3	上田 潔	Ultrafast Dynamics of a Nucleobase Analogue Illuminated by a Short Intense X-ray Free Electron Laser Pulse

Physics of the Earth and Planetary Interiors

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
31778	Keisuke Nishida	257 (2016) 230-239	2012B1177	BL04B1	西田 圭佑	Towards a Consensus on the Pressure and Composition Dependence of Sound Velocity in the Liquid Fe-S System
			2013A1508	BL04B1	西田 圭佑	
			2013B1174	BL04B1	西田 圭佑	

PLoS One

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
32025	Tung-Ju Hsieh	10 (2015) e0125946	2014B4002	BL12B2	Lin ChunHung	Structural Basis Underlying the Binding Preference of Human Galectins-1, -3 and -7 for Gal β 1-3/4GlcNAc
			2014A4011	BL12B2	Lin ChunHung	
			2013B4000	BL12B2	Chen Chun Jung	

Polymer 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
31992	Tsukasa Hasegawa	7 (2016) 1181-1190	2014A1530	BL46XU	尾坂 格	An Ultra-Narrow Bandgap Derived from Thienoisindigo Polymers: Structural Influence on Reducing the Bandgap and Self-Organization

Polymer Journal

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31907	Kai Uramoto	48 (2016) 863-867	2011A1049	BL40B2	寺尾 憲	Local and Global Conformations of Flower Micelles and Flower Necklaces Formed by an Amphiphilic Alternating Copolymer in Aqueous Solution
			2011A1925	BL40B2	寺尾 憲	
			2012B1452	BL40B2	中村 洋	

Procedia Structural Integrity

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
32068	Yasuhiro Mukai	2 (2016) 895-902	2013A5050	BL16XU	出口 博史	X-ray Diffraction Study on Inelastic Deformation Behavior of Ni-base Single Crystal Superalloy
			2013B5050	BL16XU	出口 博史	
			2014A5050	BL16XU	出口 博史	
			2014B5050	BL16XU	林 利彦	

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

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
32112	Hsiang-Yi Wu	112 (2015) 11229-11234	2013A4013	BL12B2	Chan Nei Li	Structural Basis of Antizyme-Mediated Regulation of Polyamine Homeostasis

Progress in Earth and Planetary 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
31772	Itaru Ohira	3 (2016) 18	2011B1159	BL04B2	村上 元彦	Ultrahigh-Pressure Acoustic Wave Velocities of SiO ₂ -Al ₂ O ₃ Glasses up to 200GPa
			2011B1153	BL10XU	村上 元彦	

Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics

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
31796	Ryuuichi Takase	84 (2016) 934-947	2009A1179	BL38B1	橋本 渉	Structural Determinants in Bacterial 2-keto-3-deoxy-D-gluconate Dehydrogenase KduD for Dual-Coenzyme Specificity
			2010B1149	BL38B1	橋本 渉	
			2011A1186	BL38B1	橋本 渉	
			2011B2055	BL41XU	橋本 渉	
			2013B1260	BL38B1	橋本 渉	

Radiation Physics and Chemistry

32118	Tomohisa Okazaki	108 (2015) 1-6	2013A1745	BL01B1	久貝 潤一郎	Radiochemical Synthesis of a Carbon-Supported Pt-SnO ₂ Bicomponent Nanostructure Exhibiting Enhanced Catalysis of Ethanol Oxidation
			2014A1798	BL14B2	中川 貴	

Science and Technology of Advanced Materials

32017	Dongshuang Wu	17 (2016) 1221727	2013B1403	BL02B2	北川 宏	Recent Progress in the Structure Control of Pd-Ru Bimetallic Nanomaterials
			2013A1473	BL02B2	北川 宏	

Small

31719	Sota Sato	12 (2016) 3381-3387	2015A1312	BL02B2	佐藤 宗太	Carbon-Rich Active Materials with Macrocyclic Nanochannels for High-Capacity Negative Electrodes in All-Solid-State Lithium Rechargeable Batteries
			2015B1499	BL02B2	佐藤 宗太	

Soft Matter

31944	Kengo Nishi	12 (2016) 5334-5339	2014B7260	BL03XU	権藤 聡	Probe-SAXS on Hydrogels under Elongation
			2015A7210	BL03XU	和泉 篤士	

Soil Science Society of America Journal

31949	Mitsuhiko Furuya	80 (2016) 870-877	2014B1245	BL01B1	橋本 洋平	Time-Course Changes in Speciation and Solubility of Cadmium in Reduced and Oxidized Paddy Soils
			2015B1125	BL01B1	橋本 洋平	

Structure

31882	Masahiko Yamagishi	24 (2016) 1322-1334	2013B1310	BL38B1	仁田 亮	Structural Basis of Backwards Motion in Kinesin-1-Kinesin-14 Chimera: Implication for Kinesin-14 Motility
-------	--------------------	------------------------	-----------	--------	------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

Synthesis

32103	Ryosuke Agata	47 (2015) 1733-1740	2014B1300	BL27SU	高谷 光	Iron Fluoride/N-Heterocyclic Carbene Catalyzed Cross Coupling-between Deactivated Aryl Chlorides and Alkyl Grignard Reagents with or without β -Hydrogens
			2011B1418	BL27SU	高谷 光	
			2011B1945	BL14B2	高谷 光	
			2012A1595	BL14B2	高谷 光	
			2012A1636	BL27SU	高谷 光	
			2012B1797	BL27SU	高谷 光	
			2013A1685	BL27SU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2015A0114 (グループ課題)	BL14B2	高谷 光	
			BL27SU	高谷 光		

Tetrahedron Letters

32001	Kazunari Tagawa	57 (2016) 4079-4081	2014B1168	BL38B1	久木 一朗	Synthesis of Hexagonal Shape-Persistent Cyclophane with D_{2h} Symmetry
			2015A1174	BL38B1	久木 一朗	

Topics in Catalysis

32051	Shinobu Takao	(2016) First online 25 Aug. 2016	2014B7803	BL36XU	岩澤 康裕	Spatially Non-Uniform Degradation of Pt/C Cathode Catalysts in Polymer Electrolyte Fuel Cells Imaged by Combination of Nano XAFS and STEM-EDS Techniques
			2015A7804	BL36XU	岩澤 康裕	
			2015A7800	BL36XU	岩澤 康裕	
			2015A7840	BL36XU	岩澤 康裕	
			2015B7804	BL36XU	岩澤 康裕	

化学と工業 (Chemistry and Chemical Industry)

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
32108	Hikaru Takaya	69 (2016) 391-393	2014B1300	BL27SU	高谷 光	Solution-Phase Structure Analysis of Molecular Catalysts Based on X-ray Absorption Spectroscopy
			2011B1418	BL27SU	高谷 光	
			2011B1945	BL14B2	高谷 光	
			2012A1595	BL14B2	高谷 光	
			2012A1636	BL27SU	高谷 光	
			2012B1737	BL14B2	高谷 光	
			2012B1797	BL27SU	高谷 光	
			2013A1685	BL27SU	高谷 光	
			2013A1798	BL14B2	高谷 光	
			2013B1115	BL27SU	高谷 光	
			2015A0114 (グループ課題)	BL02B1	高谷 光	
BL14B2	高谷 光					
BL27SU	高谷 光					
			BL40XU	高谷 光		

コンクリート工学年次論文集 (Proceedings of the Japan Concrete Institute)

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
31821	Reiko Kikuchi	38 (2016) 1095-1100	2012A1146	BL28B2	梶原 堅太郎	Consideration of Leaching Phenomenon in Hydrated Cement System Near Crack using a Non-destructive Integrated CT-XRD Measurement
			2012B1282	BL28B2	杉山 隆文	
			2013B1511	BL28B2	杉山 隆文	
			2013B1594	BL28B2	梶原 堅太郎	
			2014A1512	BL28B2	人見 尚	
			2014A1559	BL28B2	杉山 隆文	
			2014B1010	BL28B2	杉山 隆文	
			2015A1002	BL28B2	杉山 隆文	
			2015A1709	BL28B2	人見 尚	

材料 (Journal of the Society of Materials Science, Japan)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
32060	Akihiro Tsuji	65 (2016) 665-671	2012B3722	BL22XU	張 朔源	In-Situ Measurement of Transitional Stress in Welds Metal of Steel Using Synchrotron Radiation
			2013A3721	BL22XU	葛蒲 敬久	
			2013A3722	BL22XU	葛蒲 敬久	
			2013A3723	BL22XU	張 朔源	
			2013B3722	BL22XU	張 朔源	

材料技術 (Material Technology)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31675	Naoto Kitamura	34 (2016) 51-58	2012B1736	BL14B2	井手本 康	Effects of ZnO Addition on Electrical-Conduction Property, Average and Local Structures of Ba(Zr, Y)O _{3-δ} -based Protonic Conductor
			2013B1549	BL14B2	井手本 康	
			2014B1932	BL14B2	井手本 康	

低温工学 (Journal of the Cryogenic Society of Japan)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
32020	Takashi Usami	51 (2016) 259-264	2015A1989	BL46XU	吉田 隆	Applied Strain Dependence of Critical and Internal Lattice Strain for BaHfO ₃ -doped GdBa ₂ Cu ₃ O _y Coated Conductors

電気学会論文誌 A (IEEJ Transactions on Fundamentals and 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
31672	Shin Takahashi	136 (2016) 462-463	2012B3801	BL23SU	寺岡 有殿	Diffusion of O Atoms at Ru(0001) Surface Induced by Collision of O ₂ with High Kinetic Energy
			2013A3801	BL23SU	寺岡 有殿	

日本化粧品技術者会誌 (Journal of the Society of Cosmetic Chemists of Japan)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
32049	Satoshi Inamasu	50 (2016) 209-217	2012B1450	BL43IR	稲益 悟志	Analysis of Human Hair Cross Section Using Infrared Microspectroscopy
			2012A1414	BL43IR	稲益 悟志	
			2013A1119	BL43IR	稲益 悟志	

日本結晶成長学会誌 (Journal of the Japanese Association for Crystal Growth)

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
31976	Hiroaki Tanaka	43 (2016) 110-116	2013A6808	BL44XU	太田 和敬	宇宙ならびに地上で生成したタンパク質結晶のX線回折能の不均一性
			2013B6808	BL44XU	太田 和敬	

燃料電池 (The Journal of Fuel Cell Technology)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31945	Tomoaki Kumeda	16 (2016) 89-94	2012A1208	BL13XU	中村 将志	The Oxygen Reduction Reaction on Single Crystal Electrodes of Ni Electrodeposited with a Few Pt Layers
			2015B1315	BL13XU	中村 将志	

粉体および粉末冶金 (Journal of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy)

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
31908	Yoshiteru Hosaka	63 (2016) 605-608	2012A1588	BL02B2	山田 まりな	A Layered Double Perovskite $\text{Ca}_2\text{FeMnO}_6$ with Unusually High Valence Fe^{4+} Obtained by Low-Temperature Topotactic Oxidation
			2012B1712	BL02B2	山田 まりな	
			2014B1770	BL02B2	保坂 祥輝	
			2013A1008	BL47XU	島川 祐一	
			2013A1009	BL27SU	島川 祐一	
			2013B1017	BL27SU	島川 祐一	
			2012B1978	BL39XU	水牧 仁一朗	

粉体工学会誌 (Journal of the Society of Powder Technology, Japan)

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
31827	Tohru Yamamoto	53 (2016) 142-148	2015B5350	BL16B2	野口 真一	XAFS Speciation Study of Selenium Compounds with Different Oxidation State in Soil and Combustion Ash
			2015A5350	BL16B2	野口 真一	
			2014B5350	BL16B2	野口 真一	
			2014A5350	BL16B2	野口 真一	
			2013B5350	BL16B2	野口 真一	
			2013A5350	BL16B2	野口 真一	

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
31904	Ryo Kamai	(2016)	2016A1464	BL01B1	神谷 和秀	Development of Highly Reaction-Selective Electrocatalysts Based on Covalent Organic Frameworks Modified with Single Platinum Atoms
			2016A1120	BL01B1	神谷 和秀	
			2015B1174	BL01B1	神谷 和秀	
			2015A1302	BL01B1	神谷 和秀	

博士論文 (名古屋大学)

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
31922	Takamasa Nonaka	(2007) 1-102	2005B5370	BL16B2	野中 敬正	X-ray Absorption Spectroscopy on Cathode Materials for Lithium-ion Batteries
			2006A5372	BL16B2	野中 敬正	
			C00B4013	BL16B2	岡本 篤彦	
			C01A3018	BL16XU	妹尾 与志木	

課題以外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		ビームライン	タイトル
31777	Masaki Uchida	84 (2011) 241109(R)	理研	BL17SU	Orbital Characters of Three-dimensional Fermi Surfaces in $\text{Eu}_{2-x}\text{Sr}_x\text{NiO}_4$ as Probed by Soft-X-ray Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy
31780	Preeti Bhobe	83 (2011) 165132	理研	BL17SU	Electronic Structure of an Antiferromagnetic Metal: CaCrO_3
31781	Ashish Chainani	89 (2014) 235117	理研	BL17SU	Electronic Structure of CeCuAs_2
			理研	BL19LXU	

IEEE Transactions on Electron Devices

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
31888	Ikuo Kurachi	62 (2015) 2371-2376	加速器		Analysis of Effective Gate Length Modulation by X-Ray Irradiation for Fully Depleted SOI p-MOSFETs
31900	Ikuo Kurachi	63 (2016) 2293-2298	装置&技術	SACLA	Tradeoff Between Low-Power Operation and Radiation Hardness of Fully Depleted SOI pMOSFET by Changing LDD Conditions

Applied and Environmental Microbiology

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
31686	Takeharu Tsuge	81 (2015) 8076-8083	理研	BL26B1	Contribution of the Distal Pocket Residue to the Acyl-Chain-Length Specificity of (<i>R</i>)-Specific Enoyl-Coenzyme A Hydratases from <i>Pseudomonas</i> spp.

Deep Earth: Physics and Chemistry of the Lower Mantle and Core

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
32115	Kei Hirose	(2016) 209-224	一般	BL10XU	Phase Transition and Melting in the Deep Lower Mantle

FEBS Open Bio

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
31867	Yoshihumi Fujii	6 (2016) 498-514	理研	BL32XU	Crystal Structure of Human Nucleosome Core Particle Containing Enzymatically Introduced CpG Methylation

IUCrJ

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
31889	Takaki Hatsui	2 (2015) 371-383	加速器		X-ray Imaging Detectors for Synchrotron and XFEL Sources

Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena

31779	Ashish Chainani	208 (2016) 116-120	理研	BL17SU	Electronic Structure of LaTe and CeTe
			理研	BL19LXU	

Journal of Physics: Conference Series

31887	Takahiro Tanaka	425 (2013) 072003	装置&技術	BL3	Absolute Radiant Power Measurement of the X-ray Free-Electron Laser at SACLA
-------	--------------------	----------------------	-------	-----	------------------------------------------------------------------------------

Journal of Synchrotron Radiation

31687	Miyuki Sakaguchi	23 (2016) 334-338	理研	BL26B2	A Nearly On-Axis Spectroscopic System for Simultaneously Measuring UV-visible Absorption and X-ray Diffraction in the SPring-8 Structural Genomics Beamline
-------	---------------------	----------------------	----	--------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Optics Express

31901	Taito Osaka	24 (2016) 9187-9201	装置&技術	SACLA	Wavelength-Tunable Split-and-Delay Optical System for Hard X-ray Free-Electron Lasers
-------	-------------	------------------------	-------	-------	---------------------------------------------------------------------------------------

Physical Review Letters

31782	Takumi Ohtsuki	106 (2011) 047602	装置&技術	BL15XU	Role of Ti 3d Carriers in Mediating the Ferromagnetism of Co:TiO ₂ Anatase Thin Films
			理研	BL17SU	
			理研	BL29XU	

Physical Review X

31784	Preeti Bhobe	5 (2015) 041004	理研	BL17SU	Electronic Structure Evolution across the Peierls Metal-Insulator Transition in a Correlated Ferromagnet
			理研	BL29XU	

Review of Scientific Instruments

31898	Takashi Hirano	87 (2016) 063118	装置&技術	BL3	Development of Speckle-Free Channel-Cut Crystal Optics using Plasma Chemical Vaporization Machining for Coherent X-ray Applications
-------	-------------------	---------------------	-------	-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2016A 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及び SACLA では、各ビームタイム終了後に実験グループごとに「ビームタイム利用報告書」を提出いただいております。この報告書には、その実験の概要、次回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。

2016A 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. 2016A 期 要望等全体概要

2016A 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 ¹⁾ 報告書数		
			技術的 要望等	食堂他 要望等	その他 (お礼)
SPring-8 共用 BL	738	1,114	77	28	111
SACLA 共用 BL	34	36	9		

¹⁾ 「なし」「None」等のコメントを除く。

< SPring-8 共用 BL 技術的要望等 (計 77 件) の研究分野/手法²⁾ 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	21		9	6	4		4
X線散乱	1		3				5
X線非弾性 散乱			3				
X線・軟X 線吸収分光			3	2	2		3
光電子分光			4				3
X線イメージ ング		1			1		1
特殊環境 実験					1		

²⁾ 課題申請時の利用者申告ベース。

2. 2016A 期 要望等の内容 (一部抜粋)

(1) 技術的要望等

- ハイスループット解析 (スクリーニング) する上で、高速データ収集可能な検出器 (Pilatus) などが、今後は望ましい。

【生命科学/X線回折】

- 核共鳴散乱時間スペクトル測定に不可欠な8素子 APD 検出器の素子が半数近く動作不良で、測定効率が落ちています。今後さらに多くの素子が劣化していく可能性がありますので、できましたら予備品の常備をお願いいたします。

【物質科学・材料科学/X線散乱】

- 温度制御セルをビームラインにセットしたまま、薬剤溶液を注入・薬剤溶液の除去を行える環境設定を希望致します。具体的には、温度制御セルを設置する外箱の上部・温度制御セルの上部に穴があいており、シリンジ等により薬剤溶液を注入あるいは除去できる構造が好ましい。

【産業利用/X線散乱】

- 今回行ったダイヤモンド位相子を用いた偏向依存 HAXPES 測定は電子構造研究に非常に有用なので、BL47XU や BL09XU など利用できるビームラインが増えるとユーザーとしてはうれしいです。

【物質科学・材料科学/光電子分光】

- 測定機器に関しては、万全に整備していただき、自動化も整備されて、人為的ミスが少ない測定環境が整備されているのは素晴らしい。但し、装置、機器の老朽化によるトラブルもおきつつある。これに関しては、BL 単位、すなわち、BL 担当者も全てを対応するのは、エフォート的にも予算的にも難しいと思われる為、別途、リプレースに関しては施設全体で取り組んでいって欲しい。

【物質科学・材料科学/X線散乱】

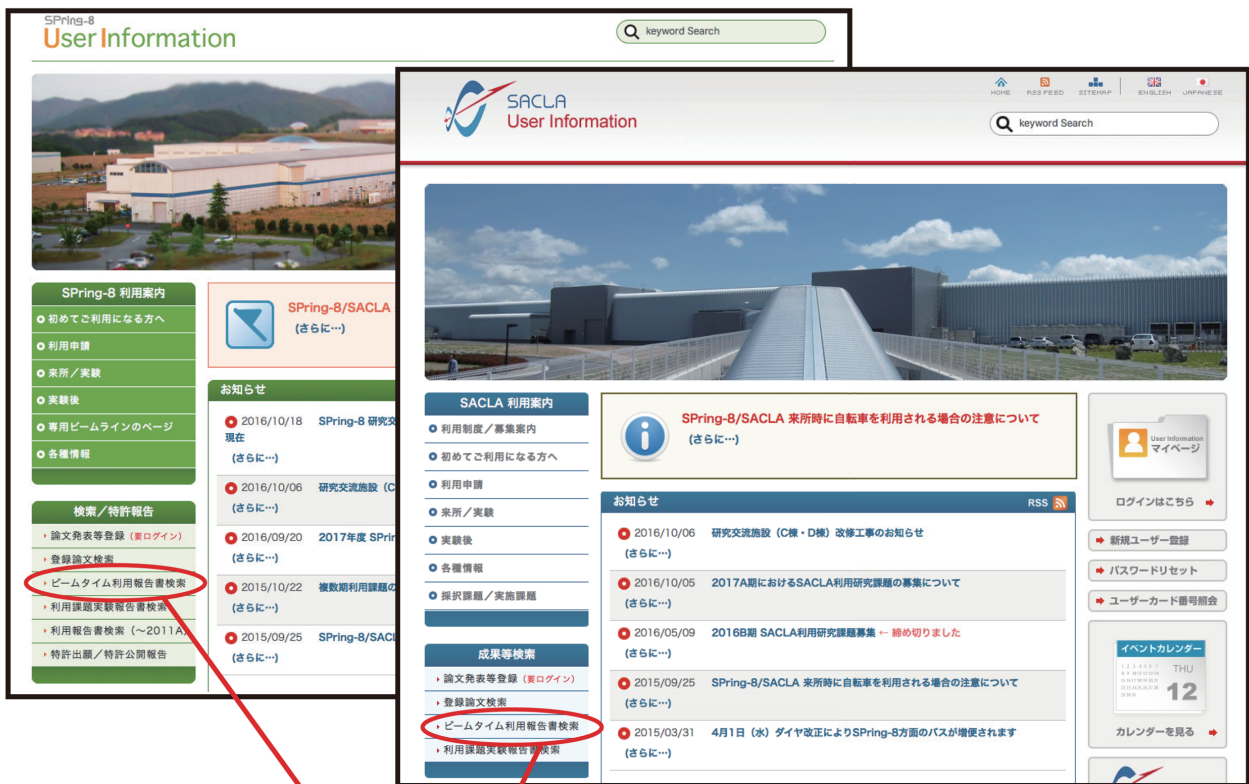
(2) 食堂その他要望等

- ビームタイムでの仕事が深夜まで及ぶため、食堂が午後7時半までで売店が午後8時まで、というのは、非常に不便であると感じました。もう少し時間を伸ばしていただけるか、パンやスナックの自販機を置いていただけると、みなさんが助かるのではないかと思います。

- 所内に ATM があると助かる、と共同研究者（海外からの）からの要望がありました。
- 施設に対する要望として、サイト入り口の施設名看板は夜間ライトアップして見えるようにした方が良いと思います。

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。



ビームタイム利用報告書検索

検索条件

期: 2016A サイクル: 利用施設: ビームライン: PX実施ビームライン: キーワード:

表示件数: 25 リセット 検索

検索結果 40 件中 1 - 25 件を表示

期	ビームライン	次回利用者に対するアドバイスや施設に対する要望、提案等	Spring-8/SACLA からの回答
2016A	BL19B2	・温度制御セルをビームラインにセットしたまま、薬液溶液を注入・薬液溶液の除去を行える機構設定を希望致します。具体的には、温度制御セルを設置する外筒の上部・温度制御セルの上部にパイプがいており、シリリング等により薬液溶液を注入あるいは除去できる構造が好ましい。 ・温度制御セルのサンプル試験部分の温度を測定する非接触温度計（赤外線エネルギー感知のようなもの）の取り付けを希望致します。	実験設備の改造につきましては、同様な実験のニーズが多くなれば、導入を検討いたします。
2016A	BL19B2	ゴム材料の測定について、応力印加用の治具を持ち込み測定させていただきましたが、手動であるため、いちいち実験ハッチ内に入りしなくてはならず、測定に時間がかかってしまいました。自動応力を印加（引っ張り応力）しながらSAXS測定ができる装置が、応力を印加した状態でオートサンブラーにセットできるサンプルホルダーがあるというへん便利だと思いました。今回の測定は、応力印加によるUSAXS測定時間がどの程度かかるか分前です。ユーザータイム中にも測定スケジュールを途中で変更するなど、ご迷惑をおかけしましたが、その程度で対応いただき、SAXS、USAXS双方で十分なデータを得ることができました。ありがとうございました。	応力印加状態の試料をオートサンブラーで搬送することは、治具の工夫をすれば可能だと思います。具体的には、サンプルホルダの仕様に合わせて、応力印加治具を設計し直す必要があります。詳しくはビームライン担当者にお問い合わせください。
2016A	BL02B2	施設に対する要望として、サイト入り口の施設名看板は夜間ライトアップして見えるようにした方が良いと思います。	提案により、夜間全域が航空管制成地帯の指定を受けているので、現在のところ消灯の運用とさせていただきます。ご理解のほどお願いいたします。

化学物質のリスクアセスメントについて

公益財団法人高輝度光科学研究センター
安全管理室

1. リスクアセスメントとは？

リスクアセスメントとは、「対象（化学物質等）の危険性または有害性等の調査」のことであり、職場の潜在的な危険性または有害性を見つけ出し、これを除去、低減するための手法である（以下、化学物質のリスクアセスメントを単にリスクアセスメントと記載）。

従来の労働災害防止対策は、発生した労働災害の原因を調査し、類似災害の再発防止対策を確立し、各職場に徹底していくという手法が基本であった。しかしながら、災害が発生していない職場であっても潜在的な危険性や有害性は存在しており、放置されると、いずれ労働災害が発生するという可能性を秘めている。また、技術の進展等により、多種多様な機械設備や化学物質等が生産現場で用いられるようになり、その危険性や有害性が多様化してきた。

すでに、国内機械安全の分野では、KY（危険予知）、HH（ヒヤリハット）運動として活動がされているが、化学物質管理という観点ではあまりなされてこなかった。この点においては、諸外国からも遅れを取っていた状況である。

日本では、2006年4月1日以降、リスクアセスメントの実施が労働安全衛生法第28条の2により努力義務化された。その後、2015年6月10日付で公布された労働安全衛生法の一部を改正する法律の施行期日を定める政令（平成27年政令第249号）に従って、2016年6月1日から施行された。

2. 法律改正の背景

今回（平成27年政令第249号）の改正の趣旨は、人に対する一定の危険性または有害性が明らかになっている化学物質について、起こりうる労働災害を未然に防ぐため、事業者及び労働者がその危険性や有害性を認識し、事業者がリスクに基づく必要な措置を検討・実施する仕組みを創設するものである。労働安全衛生法施行令別表第9に掲げる640の化学物質等について、譲渡または提供する際の容器また

は包装へのラベル表示、安全データシート（SDS）の交付及び化学物質等を取り扱う際のリスクアセスメント、これら3つの対策を講じることが本法令の柱となっている。すなわち、これらの化学物質等を取り扱う事業者は以下が義務付けられる。

- (1) 譲渡・提供元から提供される安全データシート（SDS）の内容等から化学物質等の危険性または有害性を特定し、特定された危険性または有害性によるリスクの見積りを行う。
- (2) その結果に基づきリスクを低減するための措置を検討するという一連の取り組みを行う。
- (3) 化学物質等を実際に取り扱う労働者が当該化学物質等の危険性または有害性を確実に認識できるよう、譲渡または提供する際には容器または包装に名称、標章その他の事項を表示する。

この改正の背景には、2012年5月の報道で大阪市のオフセット印刷工場の元従業員ら17人が胆管がんを発症し、うち9人が死亡した問題に端を発している。

3. 労災の相談から原因物質の規制に至るまで

胆管がんの事例に関する厚生労働省の発表を、主に労災の相談から原因物質の規制に至るまでを時系列にまとめたのが表1である。

表1 労災相談から原因物質の規制に至るまでの時系列

2011年3月	大阪で労働問題に取り組んでいるNGO「関西労働者安全センター」にほぼ同じ時期に同じ職場で働いていた印刷会社元従業員5人が胆管がんを発症し、そのうちの4人が死亡したという相談が持ち込まれる
2012年3月	労災請求を大阪中央労基署に提出
2012年5月17日	「同じ印刷会社で働いていた従業員たちが連続して胆管がんで死亡」という報道がされる
2012年5月21日	厚生労働省が胆管がんの調査に乗り出す（基安発 0521）

2012年7月12日	全国の印刷会社で胆管がん発覚、労災時効 ¹ 凍結、弾力的に判断
2012年9月5日	胆管がん新たに37人、計61人
2012年11月1日	胆管がん新たに7人が労災申請、計52人
2013年3月27日	大阪の印刷会社従業員ら16人に対し厚生労働省は労災と認定
2013年9月26日	大阪の印刷会社を書類送検
2013年10月1日	1,2-ジクロロプロパン ² 特別管理物質
2014年11月1日	ジクロロメタンが第2種有機溶剤から特定化学物質

胆管がんの事例では、化学物質のばく露による労災の危険性が事業者及び労働者に認識されないまま症状が出るまでに時間が経過し、その間労働者がばく露され続ける結果となっている。さらに事例の発症から原因物質の規制に至るまでに3年半という長い時間を要する。またこういった化学物質のばく露による労災は中小規模の事業所において発生しやすく、他の会社で同様の事例が発生している状況等を把握しにくいために、事業者が有害性を疑わず長時間経過し発症してしまうことが多い。今回の印刷工場の事案でも入社して6年経過後、健康診断で異常値が見つかり体調を崩すに至っている。場合によっては、体調悪化を期に退職するケースもあり、労災の認定につながらなくなるケースもあると思われる。

今後、国内へのリスクアセスメントの導入によって、労災発生件数の減少につながることを期待したいところである。

4. ユーザーへの展開

今回の法令改正により、全ての事業者がリスクアセスメントを実施するように義務付けられ、JASRI

は国内ユーザーにおいて課題で使用される化学物質のリスクアセスメントが行われることを前提として2016B期より国内及び海外ユーザーにリスクアセスメント結果の提出を実験責任者に求め安全審査の参考にしている。

提出された申請書にリスクレベルの記載がない場合は、安全管理室は課題安全審査において実験保留とし、実験責任者にリスクレベルの提示を通知しており、保留が続くと実験中止の恐れがあるためくれぐれも注意していただきたい。

課題申請時にリスクアセスメントを導入して以来、申請者から質問が殺到するといった混乱もなく、幸いスムーズに推移している。使用予定の試料が同一物質同量にもかかわらず、リスクレベルに違いが生じている例があるが、これは評価方法が異なるためと理解している。課題を申請する皆さんにはリスクアセスメントの方法（厚労省推奨の方法以外）を備考欄に記入していただくようくれぐれもお願いしたい。この場を借りてご協力いただいたユーザーの皆様にご感謝申し上げます。

5. JASRI 職員への展開

JASRIでは、2016年（平成28年）4月1日よりリスクアセスメントを導入することとした。全職員に対して3月中に数回に分けて説明会を開催した。参加者は合計121人であった。説明会では、化学薬品の購入時に担当者がリスクアセスメントした結果を伝票に添付するという事を説明した。

説明会を行った3月より提出があり、3月6件、4月7件、5月4件、6月5件、7月2件、8月1件と8月までの合計で25件の提出があったが、半年ほど

リスクアセスメント実施支援システム



図1 リスクアセスメント実施支援システム

経過した9月では、月に数件程度の提出である。購入件数自体が少ないことも要因ではあるが、同じ作業の場合には1度提出すればよいとしたためであると推察している。

また、25件の提出された内容については、87物質があり、そのほとんどが、インジウム化合物、エタノール、アセトンで半数以上を占めている。いずれも取扱量は少量(g, mL単位)~中量(kg, L単位)で大量(トン, kL単位)に扱うものはなかった。とはいえリスクアセスメントの結果は、4または4Sとなっており、リスク低減措置を講じる必要があるという評価であった。もちろん対応を検討するが、今回使用した厚生労働省の「コントロールバンディング」で行った場合、「取扱量の単位」が少量はmLが最小なので、μL等でも999 mLでも同じ評価結果となる、ばく露時間が入力できない等改善の余地はあるように思われる。ユーザーの課題申請時も含め評価方法を変えることも今後の検討課題である。

6. 最後に

JASRI 創立より今日に至るまで化学物質による労働災害は発生していない。今後も発生のないようにリスクアセスメントを継続していけるようにしていきたい。JASRIでもリスクアセスメントを導入して4ヶ月を経過して、提出件数は落ち着いてきている。今後は、提出された内容の評価方法や安全対策の検討をしていく等の課題があると考えている。

<参考> 課題申請時のリスクアセスメントの手順 (UIページより)

- 1) リスクアセスメントは、課題申請書毎に行ってください。
- 2) 法令で定める640物質については、リスクアセスメントが必要です。その他の化学物質について

でも、できるだけリスクアセスメントをお願いいたします。

- 3) リスクアセスメントは、持ち込む測定試料だけでなく、SPring-8/SACLA にすでに準備されている物質も含めて、実験で使用する全ての化学物質について行ってください。
- 4) 使用する化学物質が密封されており（例えばキャピラリー、ガラス瓶、あるいはジッパー袋に密封）、SPring-8/SACLA サイトに滞在中は密封試料を開封することなく実験及び作業を終了する場合は、人体へのばく露がありませんので、リスクアセスメントの対象外とします。
- 5) 各実験責任者の所属機関において行われたリスクアセスメントの結果を、課題申請書 (Web) に記入してください。「安全に対する記述、対策」に記載場所があります。
- 6) 所属機関でリスクアセスメントが行われていない場合は、簡単に評価できる方法として、職場の安全サイト（厚生労働省）リスクアセスメント実施支援システム (図1) を推奨します。
- 7) コントロールバンディング法では、固体・液体の場合しか評価できません。気体については、評価しなくても結構です。
- 8) リスクアセスメントの評価結果をリスクレベル欄のプルダウンメニュー（5段階または4段階の数字）から一つ選択してください。値の大きい方がリスクは高いとします。評価結果の意味は、紹介した厚生労働省のリスクアセスメント実施支援システムの場合は次の通りです。
 5：とても大きくて耐えられないリスク
 4：大きなリスク
 3：中程度のリスク
 2：許容可能なリスク
 1：些細なリスク

測定試料及びその物質 (持ち込み試料だけでなくSPring-8/SACLAにおいて準備されたものも含む)										
編集	物質名 [2]	形態 (形状) [3]	量と単位 [4]	危険性 [5]	使用目的 [6]	拡散防止及び処理方法	安全対策	リスクレベル [7]	備考	削除
								対象外 1/4 2/4 3/4 4/4 1/5 2/5 3/5 4/5 5/5 その他		

[2] 組成も記入すること。略称不可。
 [3] 形態とは持ち込むときの状態、形状とは中の物質の状態をいう (例：キャピラリー (粉末)、ボンベ (ガス)、プレート (結晶) など)。
 [4] g単位で記入。
 [5] 毒物、劇物、有機溶剤、特定化学物質、危険物など。使用する化学物質の分類や物性が不明な場合は、「事前手続き」から適切な外部サイトを参照してください。
 [6] 測定、洗浄、冷蔵、廃棄など。
 [7] 化学物質リスクアセスメント結果を入力。詳細はこちら。アセスメント対象外物質の場合は、プルダウンメニューの「対象外」を入力。

図2 課題申請：リスクレベルの入力画面

記入例								
測定試料及びその他物質 (持ち込み試料だけでなくSPring-8/SACLAにおいて準備されたものも含む)								
物質名 [2]	形態 (形状) [3]	量と単位 [4]	危険性 [5]	使用目的 [6]	拡散防止及び処理方法	安全対策	リスクレベル [7]	備考
水酸化ナトリウム	4%水溶液	100ml	無害	試料表面の洗浄	室温にてポリ瓶にて保管	特になし	1/5	&S 水酸化ナトリウムは、劇物であるが、5%以下は劇物対象外なので性質は「無害」とした。但し、1%以上なのでリスクアセスメントは行った。
塩化バリウム	粉体	100 g	劇物	測定	直射日光を避け、ジッパー袋で保管	秤量管理、施設管理を行い、盗難・紛失のないように厳重に管理する。	1/5	&S
マンガン重縮フェライト	固体	200mg	磁性体	測定	特になし	秤量の状態で測定する。	対象外	
酸化ニッケル	粉体	30mg	特定化学物質	測定	キャビラリーに密封	キャビラリーより取り出すことはなく、キャビラリー破損時には、全て回収する。	対象外	
アセトン	液体	500ml	第2種有機溶剤・第1石油類	脱脂洗浄	SPring-8ストックルームのアセトンを使用	化学試料準備室のフードにて洗浄し、保護手袋を使用して作業する。	その他	所属大学所定の方法による。3/3&S。大きなリスクおよび皮膚障害の可能性
クロロホルム	液体	3L	第1種有機溶剤、特定化学物質第2類物質、名称等を表示すべき危険物及び有害物、劇物	標本の固定液	標本を密封した状態で測定	保管管理を厳重にする。容器が破損した場合は、全て回収する。	対象外	
過塩素酸	液体	500ml	消防法危険物第6類 (酸化性液体)	測定	密封した状態で測定	水気・高温物質に近づけない。	対象外	
クリセリン	液体	300ml	消防法危険物第4類第3石油類	測定	密封した状態で測定	水気・高温物質に近づけない。	対象外	
一酸化炭素	気体	10ml	特定化学物質	測定	密封した状態で測定	ダイヤモンドアンビルセルに封入している	対象外	

[2] 組成も記入すること。銘柄不可。
 [3] 形態とは持ち込むときの状態、形状とは中の物質の状態をいう (例: キャビラリー (粉末)、ボンベ (ガス)、プレート (結晶) など)。
 [4] SI単位で記入。
 [5] 毒物、劇物、有機溶剤、特定化学物質、危険物など、使用する化学物質の分類や物性が不明な場合は、「事前手続き」から適切な外部サイトを参照していただけます。
 [6] 測定、洗浄、消毒、廃棄など。
 [7] 化学物質リスクアセスメント結果を入力。詳細はこちら。アセスメント対象外物質の場合は、プルダウンメニューの「対象外」を入力してください。

図3 記入例

- 9) プルダウンメニューに適切なものがない場合は、「その他」を選択し、備考欄に評価結果 (例: 7段階でレベルが3の場合は、“3/7”) をご入力ください。この場合も、値の大きい方が高リスクとします。評価対象外の場合は、「対象外」を選択してください (図2)。
- 10) 厚生労働省推奨のコントロールバンディング法以外で評価をした場合は、備考欄に評価方法の名称とその評価結果の内容 (危険性や示された対策等) を記載してください (図3)。
- 11) リスクアセスメントの結果、安全対策が必要な場合は、安全対策欄に対策を記載してください。
- 12) 化学物質の使用量が非常に少ない、あるいは作業時間が短い等、評価結果が高くても実際には低リスクが想定される場合は、その旨備考欄に記載してください。

<用語解説>

- *1 労働者災害補償保険法では、労災申請の請求期間は死後5年までと規定。
- *2 1,2-ジクロロプロパンとはオゾン層破壊物質の代替品として、主に1990年代中頃から2012年頃までに販売されたインク洗浄剤に含まれている。
用途の例: 金属用洗浄剤、印刷用洗浄剤、他の製剤の原料・中間体及び中間体含有物

<引用>

厚生労働省「リスクアセスメント実施支援システム」
 安全衛生情報センター「写真で見る労働災害ニュース及び安全衛生行政発表資料」

SACLA におけるアライバルタイミングモニター解析システムの整備

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. SACLA のアライバルタイミングモニター

X線自由電子レーザー (XFEL) 施設の SACLA では、XFEL パルスが持つ大強度・短時間幅の特性を活かし、ピコ秒以下の早い時間スケールでのポンプ・プローブ型実験が実現している。このポンプ・プローブ実験の時間分解能は、SACLA が供給する XFEL パルスと、実験ホール内に整備されている同期レーザーシステムからのフェムト秒レーザーパルスが標的試料に到達する時間差がパルスごとに現状約 250 fs (RMS) の変動 (ジッター) を持つことによる影響を受ける。このため、XFEL パルスと同期レーザーパルスの到達時間差の基準値からの増減をパルスごとに実測して、測定データの振り分けにより時間分解能を向上させる目的で、「アライバルタイミングモニター (arrival timing monitor)」^[1] と呼ばれているシステムが整備され、BL3での供用が2015年9月に開始されている。アライバル

タイミングモニターでは、光学素子によって横長な空間形状に成形した同期レーザーパルスと、XFEL パルスを GaAs の薄膜結晶に前者は垂直に、後者は斜め 45 度に時空間的にほぼオーバーラップするように照射させている。このような配置をとった上で、GaAs 結晶の背面から同期レーザーパルスの透過光の空間分布を CCD カメラで測定 (図 1(a)) する。XFEL パルスは GaAs 結晶に光学的性質の変化を誘起し、光透過率を一時的に低下させる。したがって、XFEL パルスの到達後に同期レーザーパルスが通過した領域は、測定される透過光量の減少として表れる。すなわち、アライバルタイミングモニターでは、パルスごとの到達時間差の変動を、標的結晶の光透過率の空間分布の変動として測定できる仕組みになっている。図 1(b) に測定対象の領域内の光強度を 1 次元に射影したスペクトルと、同期レーザーのみの照射で得られた光強度のベースライン

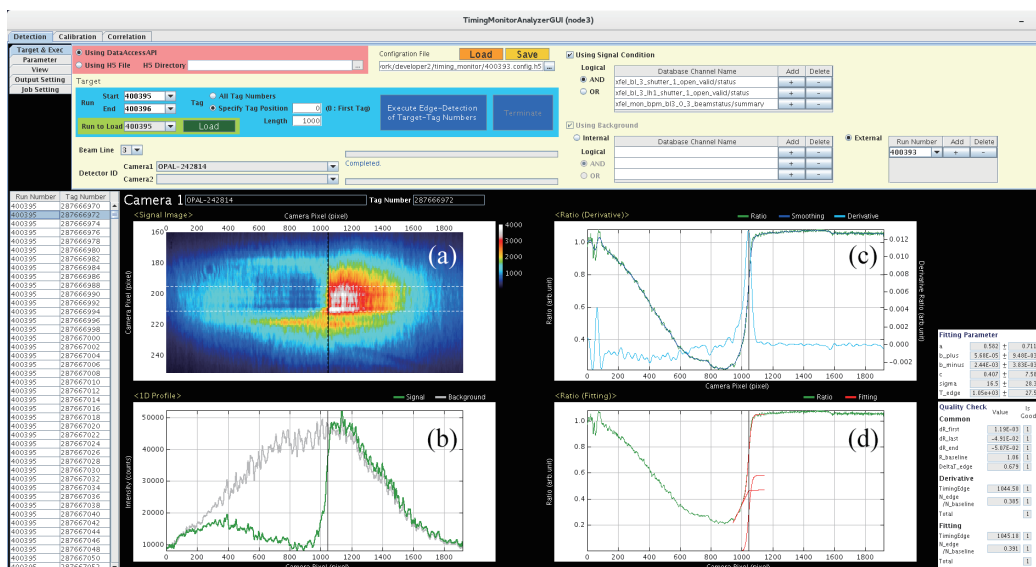


図 1 アライバルタイミングモニターのオフライン解析ツールのキャプチャ画像。(a) は特定のシングルパルスで取得された画像例。(b) はその測定対象領域内の光強度の 1 次元射影 (緑線) および光強度のベースラインとなるスペクトル (灰色線)。(c) は (b) の緑線を灰色線で割って得られた光透過率のスペクトル (緑線) とその平滑化されたスペクトル (青線)。青線の微分曲線を水色線で示す。(d) は (c) の緑線に対するフィッティング結果 (赤線)。

ペクトルを示す。また、これらから換算される光透過率の分布を図1(c)に示す。到達時刻差を表す指標として光透過率の微分が最大となる画像位置を用いている。画像のピクセル値から実際の時間単位への換算係数は、同期レーザー側の光路長をディレイステージで変化させながら画像を取得したときの遅延時間と到達時刻差を示す画像位置の関係から決定される。本稿では、実験ユーザーがアライバルタイミングモニターから到達時間差情報を取得して、他の解析等に再利用できるように整備されている解析用アプリケーションについて、SACLAにおけるデータ取得・解析環境^[2]の現状に触れながら紹介する。

2. SACLA のデータ取得・解析環境

SACLAでは、X線検出用のCCDカメラ(MPCCD^[3])のほか、アライバルタイミングモニターにも使われている可視光-近赤外光検出用の汎用CCDカメラなど、ビームラインで常用されているカメラの画像保存は、実験ステーションのユーザー端末に整備されている専用のアプリケーションを用いて行うことができるようになってきている。図2にこれらのカメラの画像が解析に用いられるまでの概略図を示す。カメラの画像データはそれぞれ対応する専用のサーバー(データハンドリングサーバー)によって常時連続的に取得されていて、メモリー上に暫くの時間保持されている。保存のプロセスが開始されると、メモリー上の画像データは高速キャッ

シュストレージに転送されて保存され、関連する情報からなるメタデータがデータベースサーバーに格納される仕組みになっている。保存のフレームレートはSACLAの運転周波数、すなわちXFELパルスの供給周波数に一致させることが多く、最大値は60 fpsである。また、一回の画像保存プロセスは、実験ユーザーの任意による一定時間の一続きのデータ群を単位として行われることになっていて、このデータ群の単位のことを「ラン(run)」と呼び、各ランには個別の識別番号(ラン番号)が割り振られ、その後の解析の際にデータ群を特定する識別子として使用される。さらに、SACLAのXFELパルスには個々に識別番号(タグ番号)が付与されることになっている。1枚1枚の画像データにも画像取得時に対応するXFELパルスのタグ番号が付与され、ラン番号とタグ番号の組み合わせで画像データが特定できる仕組みになっている。

この高速キャッシュストレージやアーカイブ用のストレージのディスク領域にある画像データの解析は、PCクラスタで構成されるデータ解析システム(HPCシステム)を用いて行うことができる。このHPCシステムには、画像データをHDF5フォーマットでファイルに出力するコマンドや、実験ユーザーの解析プログラムから画像データを読み込むためのAPI(Data Access API)など、解析を効果的に進めるための諸機能が整備されている。HPCシステムへのログインは、SACLAの実験ホールあるいは

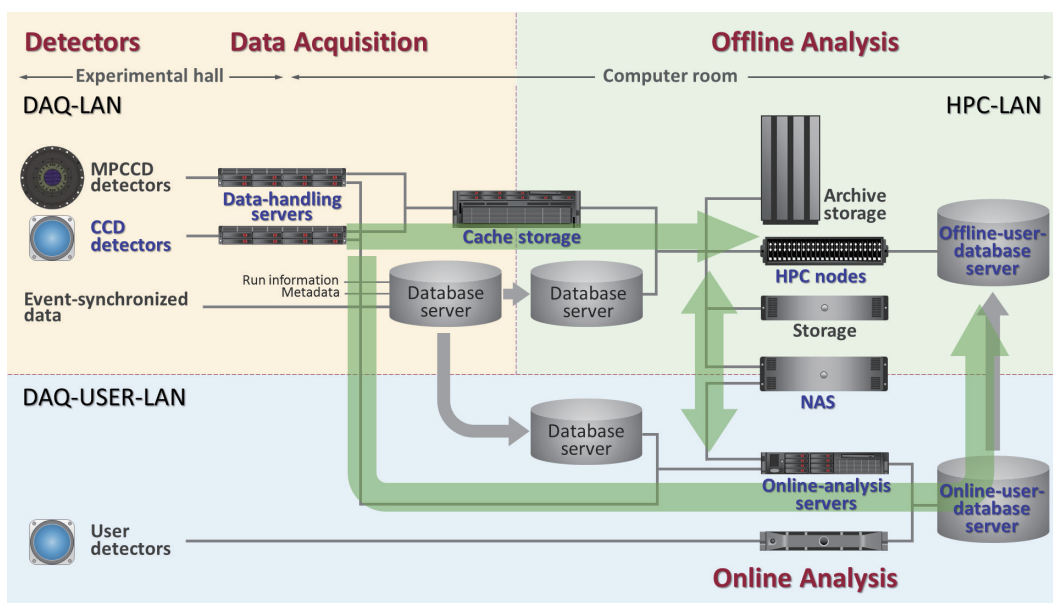


図2 SACLAにおけるデータ取得・解析システムの概略図。

解析ルームのユーザー端末から行うことができるほか、VPN 接続を通して施設外からも可能になっている。HPC システムでの画像データの読み込みは、ラン単位の保存が終了した段階で、そのランに帰属する全てのタグに対して可能になる仕組みになっている。したがって、一回のランの時間が数分間で終了する測定ではそれほどでもないが、数時間にわたる長い測定を行う場合には、このラン単位で行う解析にはオフライン解析の度合いが大きくなる。

一方、ビームタイム実験においては、限られた時間内に目的の測定を達成するために、画像データを保存しながらリアルタイムに解析を行って、有効なデータの蓄積状況をモニターしていくことも効果的となる。また、ポンププローブ型の測定の場合には、アライバルタイミングモニターの解析結果をリアルタイムに測定データの振り分けに反映させたいという要望も生じる。そこで、これらをオンライン解析の手法で実現するためのシステムも整備され、一部は既にユーザー実験に用いられている^{14,5)}。オンライン解析では、データハンドリングサーバーのメモリー上に一時的に保持されている画像データを、オンライン解析専用の計算サーバー（オンライン解析サーバー）から直接取得して解析を行い、解析結果をタグ番号と対応付けて、実験ユーザー専用で供用されているデータベースサーバー（User-Database: UDB）に格納できる仕組みになっている（図2下）。UDB では、施設の運転と連動している他のデータベースサーバーとは異なり、実験ユーザー自らがテーブルの作成や、値の格納を行えるように権限の提供を行っている。オンライン解析サーバーには、解析プログラムの中でオンライン画像データを取得するための API（Online API）や、データベースサーバーに関する特別な知識を必要とすることなく UDB と値の読み書きを行うことができる API（User-Database API: UDB-API）が整備されている。オンライン解析サーバーは実験ホールに設置されている機器と直接通信を行うため、安全面等から、実験ホール内のユーザー端末からのみログインして操作できるようにしている。そのため、限られたビームタイムを有効活用するため、解析プログラムを実験ホールに来る前にあらかじめ構築しておくことや、解析結果をビームタイム終了後に実験ホールの外から容易に読み出すことができるように、オンライン解析環境とオフライン解析環境のネットワーク的な連携を図っている。一つはそれ

ぞれの解析環境から読み書きすることができるようにした NAS であり、オンライン解析サーバーのホームディレクトリをここに配置し、HPC システムと同一のアカウント情報でログインできるようにした。こうして、実験ホールの外からであっても HPC システムを通してオンライン解析サーバーのディスク領域にアクセスし、独自の解析環境を構築できるようになっている。もう一つには、オンライン解析環境にある UDB のレプリケーションデータベースをオフライン解析環境に配置することにより、オンライン解析の結果を HPC システムから随時利用可能な仕組みを整えている。

3. アライバルタイミングモニターの解析ツール

アライバルタイミングモニターの解析用アプリケーション（Timing Monitor Analyzer: TMA）は、前述のオフライン解析環境とオンライン解析環境のそれぞれに整備されていて、保存された画像データを用いたラン単位の解析を行うことも、準リアルタイム的にタグ単位の追いかけて解析を行うことも可能になっている。さらに、それぞれについて、端末の画面表示を見ながら操作を行うことができるグラフィカルインタフェースと、実験ユーザー独自のスクリプトの中に埋め込むことができるコマンドラインインタフェースを用意している。いずれも画像データから到達時間差情報を取り出す解析プロセス自体は同一のアルゴリズムを使っていて、目的に応じて最適なツールを選択できるようになっている。以下、4つの解析ツールの特徴や用途について紹介する。

A. オフライン TMA のグラフィカルインタフェース

この解析ツールのキャプチャ画像が図1である。ここで、解析上の実行パラメーターである、解析対象とするラン番号の範囲やベースラインデータを取得するラン番号、適用する解析パラメーター、解析結果の出力ディレクトリなどの設定が行える。画像データの取得方法は、ストレージからの直接取得にも、HDF5フォーマットに変換したファイルからの取得にも対応していて、用途に応じて選択できる。解析パラメーターの調整は、特定のラン内に含まれる個別のタグを選択して解析過程のグラフ表示を見ながら行うことができる。解析パラメーターの設定においては、保存された画像データを用いて十分検討した値を使用することが望ましいとの観点か

ら、他の3つの解析ツールではいずれも、このグラフィカルインタフェースで最適化し、設定ファイルとして保存した値を読み取って使用する設計としている。解析対象とするラン番号に、既に画像データが存在するラン番号を指定して実行ボタンを押下した場合は、直ちに解析プロセスが開始される。一方、未だ存在しないラン番号を指定して実行した場合は、そのラン番号に対応する画像データが利用可能になるまで解析プロセスの待機状態に入り、ラン単位の追いかけて解析を行うことができる。ラン番号ごとの各タグに対する解析はHPCシステム上のマルチプロセスで実行され、集約された解析結果がCSVフォーマットでファイル出力されるほか、種々の統計情報がランサマリーとして画像表示され、解析状況を把握できるようになっている。ビームタイム中の実験ユーザーは所定の手続きにより、HPCシステム上で一定数の計算ノードを専有的に使用することができ、この場合には割り当てられたジョブクラスで解析を実行することをグラフィカルインタフェース上で選択できるようにしてある。なお、ランあたりの標準的な解析所要時間は、画像保存のフ

レームレートを30 fpsとした場合に、実験ユーザーが各ランに設定する測定所要時間の半分程度である。

B. オフライン TMA のコマンドラインインタフェース

この解析ツールでは、解析対象とするラン番号の範囲のほかは、グラフィカルインタフェースで保存した設定ファイルを引数で指定することにより、ベースラインデータを含む全ての実行パラメーターを再利用する仕様になっている。コマンドラインインタフェースからの出力は解析結果のCSVフォーマットファイルのみで、サマリープロットは作成せず、ランあたりの処理速度をさらに短縮させている。このため、実行パラメーターが確定した後に、対象とするランに対する解析プロセスを実験ユーザー自身のスクリプトから実行したい用途などに有効である。

C. オンライン TMA のグラフィカルインタフェース

この解析ツールの開発中のキャプチャ画像を図3に示す。実行パラメーターの設定では、オフラインTMAのグラフィカルインタフェースで保存した設

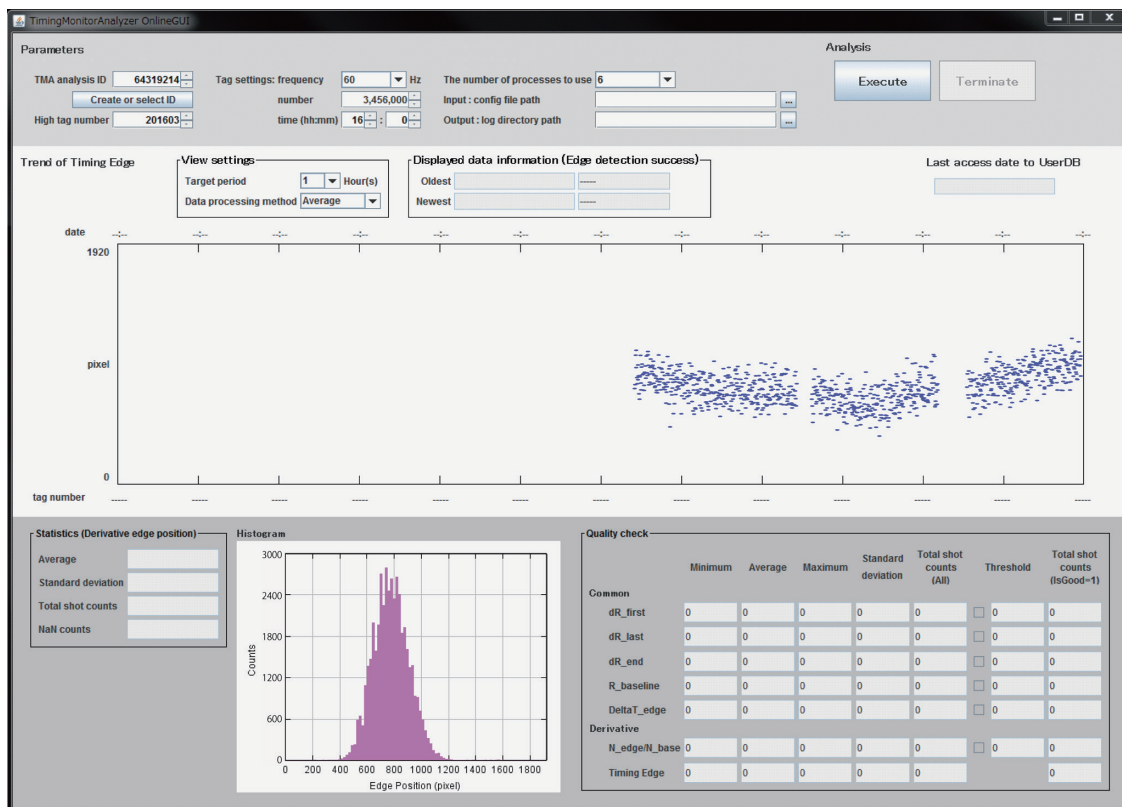


図3 アライバルタイミングモニターのオンライン解析ツールのキャプチャ画像。

定ファイル指定してベースラインデータを含む解析パラメーターを与えることで、そのほかはXFELパルスの繰り返し周波数や解析対象とする総タグ数などのオンライン解析に特化したパラメーターのみ指定すればよい設計にしている。また、解析結果の格納先として、UDBに新たなテーブルを作成することや、既存のテーブルを選択することもできる。所要のパラメーターを設定した後、実行ボタンを押下すると直ちにタグごとのオンライン解析が開始され、UDBに格納された解析結果は他の解析プログラムからUDB-APIを用いて準リアルタイム的に読み込んで再利用できるようになる。また、UDBに格納された値は画面上にトレンド表示され、種々の統計情報の更新表示とともに解析状況をモニターできるようになっている。さらに、UDBに格納された解析結果をオフライン解析において再利用する用途のために、CSVフォーマットやHDF5フォーマットに変換してファイル出力する機能も用意している。

D. オンライン TMA のコマンドラインインタフェース

この解析ツールでは、グラフィカルインタフェースで設定が必要な実行パラメーターは、オフラインTMAで保存した設定ファイルを含め、全て引数で指定することにしている。このため、やはり実験ユーザー自身のスクリプトからオンライン解析を実行したい用途などに有効である。

4. まとめと今後の展望

ここまで、SACLAのデータ解析環境上に構築してきたアライバルタイミングモニターの解析用アプリケーションTMAについて概要を紹介してきた。これらのうち、オフラインTMAについては2015年9月以降、順次リリースしており、オンラインTMAを含め今秋に全ての解析ツールが出揃う計画になっている。今後は、さらなる利便性の向上のために、ファイルやUDBに格納された解析結果に対するビューアー機能の追加も検討している。こうして、アライバルタイミングモニターでは、オフライン解析とオンライン解析のそれぞれや、また、それらのネットワーク的な連携を用いた組み合わせから、多様な利用法を選択できる環境が整いつつある。実験ユーザーの実験・解析の遂行に効果的に役立てていただくことができれば幸いである。

参考文献

- [1] T. Katayama *et al.*: *Struct. Dyn.* **3** (2016) 034301.
- [2] Y. Joti *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **22** (2015) 571-576.
- [3] T. Kameshima *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **85** (2014) 033110.
- [4] T. Nakane *et al.*: *J. Appl. Cryst.* **49** (2016) 1035-1041.
- [5] L. Foucar: *J. Appl. Cryst.* **49** (2016) 1336-1346.

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 : 0791-58-0802 ext 3399
e-mail : kyo.nakajima@spring8.or.jp

SPring-8 産業利用報告会に参加して

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 (KEK)
物質構造科学研究所
J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) 金谷 利治

SPring-8産業利用報告会が平成28年9月7日、8日に兵庫県民会館で開催された。今回は報告会の講評を依頼されたこともあり、2日間みっちり報告を聞かせていただいた。まず、産業界の研究レベル、発表レベルが以前に比べ非常に高くなったという印象を受けた。10年ほど前であろうか、SPring-8の産業利用分科の委員をさせていただき、多くの申請課題を読ませていただいたことがあったが、その時の産業界の放射光利用研究からの格段の進歩に驚かされた。報告会の最後に講評せよとのことであったが、講評と言えるほど質の高いものではなく、感想ということで少し話をさせていただいた。その内容について、簡単にまとめさせていただく。

放射光施設に限らず、いわゆる量子ビーム施設では産業利用が声高に叫ばれる。この理由は、多額の国費を投じて建設・運営している施設が国民のために役立っていることを示すためでもあると思われる。すなわち、放射光研究により国民生活の利便性を向上させる製品が生まれること、またそれによる経済効果を示し、国民からの納得を得るためである。しかし、放射光はあくまで解析手段であることを忘れてはならない。放射光を利用したからといって新たな経済効果のある製品がそう簡単に生み出せるものではない。では、産業利用の成果とは何なのであろう？一昔前は、課題申請数、実施課題数のような「数」が成果であった。なぜなら、申請課題数が多いということは、たくさん企業が放射光施設を使っていて、放射光は産業に役立つことを意味しているとの解釈である。しかし、すでに多くの企業が利用するようになり、「数」が成果という時代は終わった。もちろん新たな製品開発は大きな産業利用の成果であるが、そのような例は稀であり、それだけを産業利用成果と言っているのは産業利用の成果はほとんどないことになる。では一体何を以って産業利用の成果とするのであろうか？論文数、特許数、

経済効果、製品の品質保証、トラブルシューティングなど、どれもある意味の成果である。しかし、例えばトラブルシューティングなど企業にとっては外に出せる成果ではない。産業利用の評価軸が定まっていないのが現状である。報告会の中で、「産業利用課題の60%以上が成果専有課題である」との報告があった。これは、産業界がお金を払ってでも放射光を利用していることを意味しており、放射光が役に立っていることを示している。しかし、これでは各企業が自分のためだけに放射光施設を独占しているような印象を与え、多くの国民は納得しないであろう。多額の国費を投入した放射光施設を利用したのだから説明責任はある。これからの放射光の産業利用の発展を考える時、産業利用の評価軸の確立は大きな課題である。

次に2日間の発表を聞いた印象を書いてみたい。先にも述べたが、研究の内容や発表は以前に比べて格段にレベルアップした。研究内容に至っては学術界のレベルを凌ぐものも散見された。しかし、敢えて苦言を呈するなら、「～を測定しました」、「～の結果が得られました」、「～であることがわかりました」で終わる研究発表が多いことである。我々が産業利用に期待するものは、「だからどうした?」、「だから、その発見をどのように使うのか?」、「製品開発に向けて、測定結果からどんなシナリオを作れるのか?」である。新たな開発に向けた方向性やシナリオを聞きたいのである。もちろん、そこで出された方向性が絶対正しいとは思っていないが、その姿勢こそが産業利用であろう。

さらに思ったことは、学術界と産業界の付き合いについてである。学術界と産業界の放射光を用いた物質研究のレベルの差はほとんどなくなったが、産業界に比べて学術界の人は放射光の基礎的な原理や技術については多くの進んだ研究をしている。その知識、技術をもっと活用できないのか？場合によ

ては、産業界の方が基礎知識において勝っていることもあるように見えた。その場合には、もっと学術の結果に突っ込めばいいのではないか？産業界の人は良くも悪くも「大人」である。学問的、産業応用的には、もっと厳しい議論が必要であり、お互いを理解した共同研究（いや、協働研究）が望まれる。

報告会では測定代行制度が進んでいることを知った。これは労力、時間、経済性を考えると歓迎すべきことのようにあるが、この状態で企業は放射光を使う人材育成ができるのであろうか？それだけでなく、放射光の技術は急速な進展を遂げている。放射光の技術を習得した企業人材育成は大きな問題である。一方、学术界で育った人材が企業戦略を理解して研究を進められるだろうか？現状では、残念ながらそのような人材は育てていないし、学术界がそのような人材をすぐに育てれるとは思えない。報告会で提案されていた放射光施設の All Japan 体制は一般論としては正しいが、成功の一つの鍵は企業戦略を理解しながら基礎的・先端的な放射光技術を習得した人材の育成であらう。そのためには企業から放射光施設への人材の派遣制度など新たな仕組みを考えていく必要がある。

現在、著者は J-PARC の物質・生命科学実験施設 (MLF) で中性子とミュオンのお世話をさせていただいている。もちろんそこでも産業利用は大きな課題であり、茨城県が中心となり進めてきたが、まだまだ JASRI のそれに学ぶことは多い。今後、放射光、中性子、ミュオンさらにはスーパーコンピュータの連携は大きな課題であり、進めていくべきことである。制度、文化の異なる各施設間での連携がそれほど容易いことではないが、研究目標の明確な産業界ならその壁を乗り越えることができるのではないだろうか。施設を跨いだ人材の交流、企業戦略と量子ビーム技術を理解した人材の育成が鍵となろう。

金谷 利治 *KANAYA Toshiji*

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 (KEK)
物質構造科学研究所
J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF)
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方2-4
TEL : 029-284-4208
e-mail : tkanaya@post.kek.jp

特高第一変電所の設備更新に伴う停電について

国立研究開発法人理化学研究所

当研究所では、SPring-8の建設当初から運用している特高第一変電所および関連する受変電設備の老朽化対策を順次実施しており、昨年度は蓄積リング棟の各ブロックに付属する変電設備を対象に更新を行いました。

本年度は、特高第一変電所本体の設備更新を実施致しますが、これに伴い、同変電所から送電している各建物において停電が発生致します。工事の実施にあたり、関係する皆様方にご不便をお掛けすることとなりますが、ご理解・ご協力をお願い申し上げます。

○工事期間等

工事期間：平成28年12月23日(金) から 平成29年3月31日(金)

停電作業：平成28年12月23日(金) から 平成29年2月27日(月)

○停電対象建物・期間

① 中央管理棟

12月23日(金) 9:30 から 24日(土) 12:00

② 中尺ビームライン実験施設、LEPS2実験棟

12月24日(土) 9:30 から 25日(日) 12:00

③ 蓄積リング棟全ての建屋系電源(空調、照明等)、長尺ビームライン実験施設、横浜 DNA バックアップ施設、豊田ビームライン実験棟、RI 実験棟、W 棟

12月26日(月) 9:30 から 12:00

12月28日(水) 13:00 から 16:00

④ 食堂棟、放射光普及棟、北管理棟

12月29日(木) 9:30 から 30日(金) 12:00

⑤ 蓄積リング棟全てのマシン系電源(実験ホール内機器、側室等)

1月5日(木) 9:30 から 12:00

⑥ ①～⑤の建物

2月24日(金) 18:00 から 27日(月) 12:00

[予備日] 3月3日(金) 18:00 から 6日(月) 12:00

※ CVCF や一部の冷凍機等は、非常用発電機でのバックアップを行います。

○注意事項

上記は現時点の予定であり、天候および工程の調整等により期間の変更が生じる可能性があります。日程を変更する場合には、別途お知らせ致します。

○問い合わせ先

研究支援部総務課 濱田(Ext.7583)、田崎(Ext.2351)

(技術的事項：エンジニアリングチーム 片上(Ext.7823))

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 研究会への登録のお願い

SPRUC は SPring-8 の全ユーザー（現在約 12,000 名）が参加しており、その活動は「研究会」を中心に支えられています。学術機関や産業界からの SPring-8 のユーザーも多様化していることから、SPRUC には計 30 の研究会が現在設置されています。SPRUC 研究会は、各研究分野の利用技術開発や研究成果に関する情報交換を円滑に行う場を提供してくれます。また、利用分野の発展のために、将来必要とされる技術や高度化計画について、ユーザーの意見を汲み上げて施設管理者側（理研・JASRI）に提言し、SPring-8 のより効果的・効率的な利活用に貢献する役割を担っています。研究会の詳しい内容については、SPRUC のホームページ (<http://www.spring8.or.jp/ext/ja/spruc/>) をご覧ください。

現在の問題点として挙げられるのは、会員の研究会への所属率が 45% に留まっていることです。SPring-8 の今後の発展のためには、SPRUC への参加意識が向上し、SPRUC の研究会がユーザーである会員の声をより一層反映した組織として活動していくことが必要ですので、是非ともご協力ください。

登録方法

SPring-8 のユーザーの皆さんは、ユーザー登録した際に SPRUC 会員として自動登録されていますが、SPRUC 研究会へはご自身で登録する必要があります。SPring-8 User Information の Web サイト (<https://user.spring8.or.jp>) から「マイページ」にログインすれば、SPRUC 研究会のページでチェック・ボックスをクリックするだけで簡単に登録できますし、複数の研究会を選ぶこともできます。研究会ごとにメーリングリストがあり、関連するビームラインに関するワークショップなどの情報を受け取ることができます。ぜひ今すぐに登録をお願いいたします。



SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC)

会 長 中川 敦史
利用委員長 有馬 孝尚

International Conference on X-ray Optics and Application 2017 (XOPT'17)

本会議は、X線光学素子を中心とした要素技術から、それを応用したX線分析、X線イメージングにわたる広い領域を対象とし、最新の研究の成果について議論します。

本会議は、OPTICS & PHOTONICS International Congress 2017 (光とフォトニクスに関する国際会議：毎年開催) の12の専門国際会議の1つとして開催します。今回、第2回目となります。(参加者は他の専門国際会議への参加も可能です。)

学術分野と産業分野の関係者が一堂に会し、国際的に情報交換することにより、この分野の研究開発・応用・新たな展開を探り、その発展を促進することを目的としています。

開催日：2017年4月18日(火)から4月21日(金)

場 所：パシフィコ横浜

主 催：理化学研究所放射光科学総合研究センター

大阪大学大学院工学研究科附属超精密科学研究センター

参加登録について：講演申込み 期日 2016年12月12日(月)

参加登録 期間 2016年12月15日(木)から開始

下記 URL からお申し込みください。

参加登録は OPIC ウェブサイトから行っていただくことになります。

XOPT'17 ウェブサイト：<http://xopt.opicon.jp/>

OPIC2017 ウェブサイト：<http://opicon.jp/>

問い合わせ先 e-mail：xopt-conference@opicon.jp

We are pleased to announce XOPT'17 as part of the Optics and Photonics International Congress 2017 (OPIC2017) in Yokohama, Japan. XOPT covers the recent progress of X-ray science and technology with topics including X-ray optical components, X-ray detectors, X-ray sources, and method/applications. For this conference, we are inviting leading experts in these fields from around the world to exchange the latest status of the developments, and to discuss the future.

Date : April 18 (Tue) – 21 (Fri), 2017

Location : Pacifico Yokohama

Sponsor and Support : RIKEN SPring-8 Center

Osaka University Research Center for Ultra-Precision Science
and Technology

Important date : Abstract Submission December 12 (Mon), 2016

Early Registration Start December 15 (Thu), 2016

XOPT'17 web site : <http://xopt.opicon.jp/>

OPIC2017 web site : <http://opicon.jp/>

Contact : xopt-conference@opicon.jp

SPring-8/SACLA 利用者情報 編集委員会

委員長	木下 豊彦	利用推進部
委員	淡路 晃弘	利用推進部
	池本 夕佳	利用研究促進部門
	大橋 治彦	光源・光学系部門
	大端 通	制御・情報部門
	小金澤智之	産業利用推進室
	小瀬川奉久	研究調整部
	佐々木茂樹	加速器部門
	杉本 正吾	利用推進部
	田中 義人	SPring-8ユーザー協同体 (SPRUC) 編集幹事 (兵庫県立大学)
	丹下 慶範	利用研究促進部門
	長谷川和也	タンパク質結晶解析推進室
	松原 伸一	XFEL利用研究推進室
	松本 悠史	安全管理室
		(以上、敬称略五十音順)
事務局	小南 篤史	利用推進部
	前川 照夫	利用推進部
	山本 律	利用推進部

SPring-8/SACLA 利用者情報

Vol.21 No.4 NOVEMBER 2016

SPring-8/SACLA Information

発行日 平成28年(2016年)11月4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)



色づきはじめる、秋風のドロップ

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^{こうと}1-1-1
[総務部] 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/>