

SPring-8/SACLA

INFORMATION 利用者情報



ISSN 1341-9668 SPring-8 Document D2020-003

Vol.25 No.1
Winter 2020

SPring-8/SACLA Information

目次 CONTENTS

理事長室から ー新年の抱負と健康長寿の心身の生活習慣ー Message from President - Let's Share New Year Resolutions having Lifestyle for Mentally- and Physically-Healthy Longevity - (公財) 高輝度光科学研究センター 理事長 President of JASRI	雨宮 慶幸 AMEMIYA Yoshiyuki	1
1. 最近の研究から／FROM LATEST RESEARCH		
パーキンソン病患者の剖検脳を用いた脳内凝集体に対する微細構造解析にて新たな疾患概念を提唱 Fine Structural Analysis of Aggregates in Autopsy Brains of Parkinson's Disease Patients 大阪大学 大学院医学系研究科 神経内科学 Department of Neurology, Graduate School of Medicine, Osaka University (公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター タンパク質結晶解析推進室 Protein Crystal Analysis Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI	荒木 克哉 ARAKI Katsuya 望月 秀樹 MOCHIZUKI Hideki 八木 直人 YAGI Naoto	2
SPring-8 を拠点とした新学術領域研究「3D 活性サイト科学」報告 Report of the JSPS Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas "3D Active-Site Science" which had a base in SPring-8 新学術領域研究「3D 活性サイト科学」領域代表／(公財) 豊田理化学研究所 Toyota Physical and Chemical Research Institute 名古屋工業大学 大学院工学研究科 Department of Physical Science and Engineering, Nagoya Institute of Technology 奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学領域 Division of Materials Science, Nara Institute of Science and Technology (NAIST)		
	大門 寛 DAIMON Hiroshi 林 好一 HAYASHI Koichi 松下 智裕 MATSUSHITA Tomohiro	6
世界初極端紫外領域における「超蛍光」の観測 First Observation of 'Superfluorescence' at Extreme Ultra-Violet Wavelengths (国) 量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門 Quantum Beam Science Research Directorate, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (国) 理化学研究所 東原子分子物理研究室 Atomic, Molecular and Optical Physics Laboratory, RIKEN 自然科学研究機構 分子科学研究所 極端紫外光研究施設 UVSOR Synchrotron Facility, Institute for Molecular Science, National Institutes of Natural Sciences		
	James R. HARRIES 久間 晋 KUMA Susumu 岩山 洋士 IWAYAMA Hiroshi	12
2. ビームライン／BEAMLINES		
SACLA の大出力レーザーシステムについて High-Power Laser System 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		
	数内 俊毅 YABUCHI Toshinori 富樫 格 TOGASHI Tadashi 富澤 宏光 登野 健介 TOMIZAWA Hiromitsu TONO Kensuke (国) 理化学研究所 放射光科学研究センター RIKEN SPring-8 Center 末田 敬一 SUEDA Keiichi 宮西 宏併 MIYANISHI Kohei 矢橋 牧名 YABASHI Makina	16
3. 研究会等報告／WORKSHOP AND COMMITTEE REPORT		
第 32 回ヨーロッパ結晶会議 (ECM32) 報告 Report on the 32nd European Crystallographic Meeting (ECM32) (公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 回折・散乱推進室 Diffraction and Scattering Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI		
	井上 (稲葉) 理美 INABA-INOUE Satomi	21
第 17 回加速器と大規模物理実験制御システムに関する国際会議 (ICALEPCS2019) 報告 Report on ICALEPCS2019 (The 17th International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems) (公財) 高輝度光科学研究センター 光源基盤部門 Light Source Division, JASRI		
	清道 明男 KIYOMICHI Akio	25
64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM2019) 報告 Report on 64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室 Spectroscopy and Imaging Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI		
	大河内 拓雄 OHKOCHI Takuo	29

Materials Research Meeting (MRM) 2019 報告
Report on Materials Research Meeting (MRM) 2019

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部/放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室
User Administration Division / Spectroscopy and Imaging Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI
(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター
Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI
(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 産業利用推進室
Industrial Application Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI

木下 豊彦
KINOSHITA Toyohiko
櫻井 吉晴
SAKURAI Yoshiharu
廣沢 一郎
HIROSAWA Ichiro 33

4. SPring-8/SACLA 通信/SPring-8/SACLA COMMUNICATIONS

2020A 期 SACLA 利用研究課題の採択について

The SACLA Public Proposals Approved for Beamtime in 2020A Research Term

登録施設利用促進機関 (公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部

Registered Institution for Facilities Use Promotion, User Administration Division, JASRI 38

SPring-8 運転・利用状況

SPring-8 Operational Status

(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター

RIKEN SPring-8 Center 40

論文発表の現状

Statistics on Publications Resulting from Work at SPring-8

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部

User Administration Division, JASRI 42

最近 SPring-8 もしくは SACLA から発表された成果リスト

List of Recent Publications

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部

User Administration Division, JASRI 46

「専用ビームラインの再契約」について

Renewal of Contract Beamline Agreement

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部

User Administration Division, JASRI 71

利用系グループ活動報告

放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室 イメージンググループ

Activity Reports - Imaging Group, Spectroscopy and Imaging Division

(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室

Spectroscopy and Imaging Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI

上杉 健太郎
UESUGI Kentaro 74

5. 談話室・ユーザー便り/USER LOUNGE・LETTERS FROM USERS

ESRF-EBS Workshop on X-ray Emission Spectroscopy 会議報告

Report on the ESRF-EBS Workshop on X-ray Emission Spectroscopy

(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室

Spectroscopy and Imaging Division, Center for Synchrotron Radiation Research, JASRI

河村 直己
KAWAMURA Naomi 77

SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 四季報

SPRUC Communications

SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) 会長/関西学院大学 研究開発センター

Center of Research Initiative, Kwansei Gakuin University

水木 純一郎
MIZUKI Jun'ichiro 81

6. 告知板/ANNOUNCEMENTS

SPRUC 第2回 BLs アップグレード検討ワークショップ開催のご案内

SPRUC 2nd Workshop on BLs Upgrade 83

第28回 SPring-8/SACLA 施設公開のご案内

Announcement of SPring-8 & SACLA Open House 84

SPring-8/SACLA 利用研究成果集 最新号の発行

Latest Issue of SPring-8/SACLA Research Report

(公財) 高輝度光科学研究センター 利用推進部

User Administration Division, JASRI 85

新年の抱負と健康長寿の心身の生活習慣

公益財団法人高輝度光科学研究センター
理事長 雨宮 慶幸



令和初の正月、オリンピックイヤーの正月、皆さんはどのような抱負を立てられたでしょうか。辞書を引くと、「抱負」とは、願望、決意、計画と記されています。しかし、漢字は、(腹に)抱きかかえ(背に)負う、です。このことに正月に気が付き、新たな発見をした気持ちになりました。抱負を立てることは、自分の願望を念じるのではなく、負荷を腹に抱きかかえ、かつ、背にも荷を負うことを覚悟すること、であると。同時に、「人の一生は重荷を負うて遠き道を行くが如し。…」という徳川家康の有名な言葉を思い出しました。結論として、正月の私の発見は、抱負＝主体的に自分の荷のみならず他の荷を背負う覚悟とその志、という等式が減り立つのではないか、ということでした。

私達が負うべき荷とは何か。それは、世界最先端のSPRING-8/SACLAの研究支援とそのため研究開発を行うという、JASRIに与えられたMissionです。この荷の重さを私達の腹で、そして、背でしっかりと受け止めることが、私達の誇りであり、仕事のやり甲斐の源泉であることを、新年にあたって、皆さんと共有したいと思います。

抱負を持って歩むには、すなわち、荷を腹に抱きかかえ背に負って歩むには、体力・元気・健康が必要です。医学の進歩で平均寿命が延び、日本では、男性81.2歳、女性87.3歳です。しかし、平均寿命以上に大切なのが健康寿命。年末のラジオ番組で、健康長寿のための三つの秘訣が紹介されていました。それは、1. 動くこと、2. 楽しむこと、3. (他を)喜ばせること。私はこの三つの秘訣に大変共感したので、これを今年の抱負を実現するための心身の生活習慣にすることに決めました。この三秘訣は健康長寿のため、と紹介されていたのですが、私が共感したのは、これは仕事の流儀、プロフェッショナルの極意に通じるところからです。1. 動くこと、2. 楽しむこと、3. (他を)喜ばせること。これは、イチローを

始め、プロで活躍している人々に共通する心身の生活習慣だと思うからです。このことは、昨年盛り上がったラグビーにおける日本チームの活躍にも通じます。3. (他を)喜ばせることは、働く＝端業＝端を業にさせる、という日本の天職(calling)観に通じます。この三つの生活習慣を、皆さんと是非、共有したいと願っています。そして、各自が健康で、各自のパフォーマンスを、仕事面でもプライベート面でも遺憾なく発揮して頂きたいと願っています。働き方改革、SDGsという視点でも、最先端のJASRIを目指しましょう！

補足ですが、今年のラグビーでは、“One for All, All for One”という言葉が有名になりました。この意は、「一人はみんなのために、みんなは一人のために」と誤解されがちですが、本当の意味は、「一人はみんなのために、みんなは一つの目的のために」です。一人ひとりの果たすべき役割は異なっていること、その異なっている各自の役割を楽しみながら責任を持って果たし、他者の役割を尊重して、一つの目的に向かっていくことがチームプレーの極意です。JASRI、理研を始めとする、このサイトで研究活動に携わる全ての人々は、同じ目的を共有する一つのチームです。

1. 動くこと、の私自身の実践として、今年は可能な限り実験ホールを歩き回りたいと思っています。そこで皆さんとの会話を楽しみ(←邪魔をしないように気を付けます)、皆さんの抱負と近況を共有したいと思っています。理事長室の扉は開けてありますので、是非、気軽に立ち寄って下さい。皆さんとの会話を楽しみたいと思っています。

参考までに、上記で引用した徳川家康の言葉の続きを付記します。

「人の一生は重荷を負うて遠き道を行くが如し。急ぐべからず。不自由を常と思えば不足なし。ここに望み起こらば、困窮したる時を思い出すべし。堪忍は無事長久の基、怒りは敵と思え。勝つ事ばかり知りて、負くること知らざれば、害その身に至る。己を責めて人を攻むるな。及ばざるは過ぎたるより勝されり。」

パーキンソン病患者の剖検脳を用いた脳内凝集体に対する 微細構造解析にて新たな疾患概念を提唱

大阪大学 大学院医学系研究科 神経内科学

荒木 克哉、望月 秀樹

公益財団法人高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター タンパク質結晶解析推進室

八木 直人

Abstract

パーキンソン病はアルツハイマー病に次いで2番目に多い神経変性疾患であり、その発症機序はいまだ不明であり、進行を抑制する根本的治療も存在しない。古くからパーキンソン病患者の脳内にはレビー小体という特徴的な異常凝集体が見られることがわかっており、病態解明の重要な手がかりであると考えられてきた。近年、この凝集体がプリオンのように脳内を伝播するという報告が次々となされた。しかしながら、それらの報告は人工的に作成したアミロイド線維の断片を細胞や動物に接種した実験であり、患者の脳内でそのような現象が実際に起こっているという十分な証拠はない。そこで、我々は顕微赤外分光やX線マイクロビームを用いて、パーキンソン病患者剖検脳内のレビー小体に対する微細構造解析を行い、患者の脳内でも異常凝集体が伝播していることを支持する重要な証拠を得るとともにパーキンソン病の新たな疾患概念を提唱するに至った。

1. はじめに

医師は、患者から症状を聴取し、身体所見をとり、血液や画像の検査結果から診断を下し、それに対して治療を行う。この一連の医療行為は今も昔も不変ではあるが、近年、癌の治療はその表面マーカーの違いによって決定され、ある種の疾患は疾患特異的な抗体の有無で診断されるといった具合に蛋白質レベル、分子レベルでの診断や治療がなされるようになってきた。このような分子レベルでの医学的アプローチは、抗体を利用することで遂行されることがほとんどであるが、抗体によってもたらされる構造情報は限定的であり、蛋白質レベルでの構造変化が病態に深く関与している疾患では十分な情報を得ることはできない。生体

試料に対する微細構造解析は容易ではないが、医学をさらに次のステージへと発展させていくためには克服せねばならない障壁であり、それを実現し得るツールの開発は不可欠と思われる。放射線の応用により、生体内の非侵襲的可視化が実現され、診断や治療技術は大きく進歩してきた。レントゲンの発見から120年余り経過した今日、あらためて放射光が次世代の医学的ツールとなり得るポテンシャルを備えているのではないかと思う。

2. アミロイドとは？

本研究の要点を理解しやすくするために「アミロイド」の定義を確認しておきたい(図1)。生物物理学的な定義では、アミロイド線維とはクロスβ構造という特徴的な構造をもった不溶性の蛋白質の線維である。クロスβ構造は繰り返し構造を持ち、蛋白質の種類によらずアミロイド線維に共通する特徴的な構造とされている。1935年にAstburyらにより初めて報告された蛋白質の基本構造の一つで、その基本単位は線維軸に対して垂直に積み重なったβストランドが

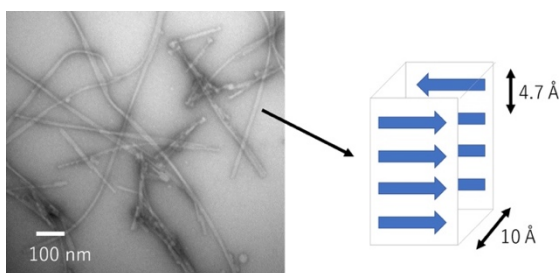


図1 アミロイド線維とは？

形成するβシートの層から成っている。アミロイド線維にX線を照射すると、各βストランド間の距離に対応する4.7 Åの反射と隣り合ったβシート間の距離に対応する約10 Åの反射を示すため、それらを用いてその存在を確認できる。

一方、病理学的なアミロイドの定義は、古典的かつ曖昧であり、実用的にはコンゴレッドで染色される、または電子顕微鏡で特徴的な線維構造を呈する細胞外沈着物とされている。

3. レビー小体

レビー小体はパーキンソン病患者の脳内に見られる直径10 μm前後の特徴的な異常凝集体である。レビー小体を構成する主たる成分はαシヌクレインという蛋白質であることがわかっており、その遺伝子変異がパーキンソン病を発症させることもわかっていることから、αシヌクレインが発症の重要な鍵を握っていると考えられている。近年、人工的に作成したαシヌクレインのアミロイド線維の断片を動物や細胞に接種すると伝播したとする報告が多くなされ、αシヌクレインがプリオンである可能性が示唆されている^[1-3]。同時にこのαシヌクレインの凝集や伝播を抑制することで進行を遅らせようとする根本治療の開発も進められており、欧米では治験も開始されている。

しかしながら、同様の現象がパーキンソン病患者の体内で起こっているという証拠はなく、αシヌクレインがプリオンか否かという構造学的な検討も十分にはなされていないのが現状である。もし、患者の脳内でも実験と同様の伝播現象が起こっているのであれば、脳内にクロスβ構造をもったアミロイド線維が検出されるはずである。そこで、我々はパーキンソン病患者剖検脳内のレビー小体に対して、放射光を用いた微細構造解析を行うことで、伝播実験の正当性について検討することとした。

4. 顕微赤外分光

SPring-8のBL43IRにおいて、顕微赤外分光によるレビー小体の構造解析を行った^[4]。10 μmにスライスした脳切片をフッ化カルシウム基板にのせ、レビー小体を同定するために抗αシヌクレイン抗体で免疫染色し、測定までに乾燥させた。レビー小体を含む30 μm × 30 μm程度の領域を3 μmステップで2次元スキャンして測定した。各点から得られた吸収スペクトルのアミドI結合に注目し、蛋白質の2次構造を反映するとされる代表的な4つのピークでカーブフィッティングを行い、βシート構造の割合を算出した(図2、詳細は文献[4]を参照)。その結果、レビー小体では正常脳組織よりもβシート構造の割合が高いことがわかった。

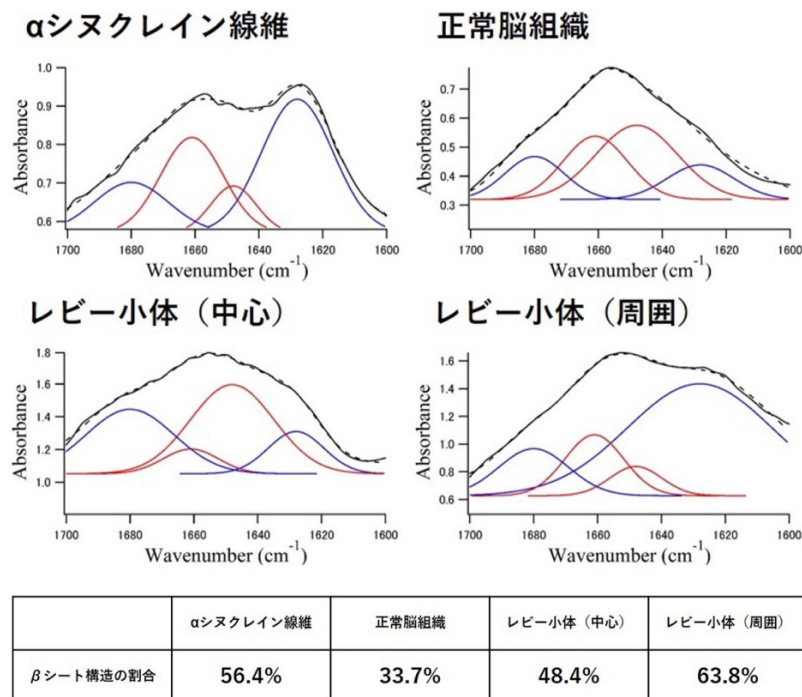


図2 βシート構造の割合

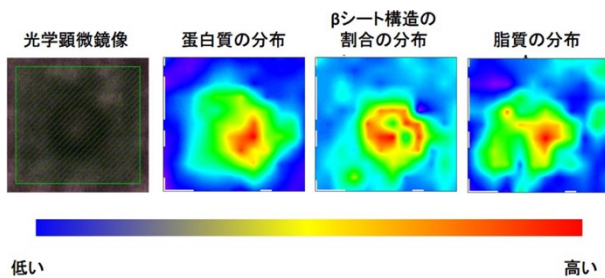


図3 レビー小体の2次元マッピング

さらにβシート構造の割合は中心部分(コア)よりも周囲部分(ハロー)でその割合が高いことがわかり、これは電子顕微鏡による観察でハローに線維状構造物が多くみられるというこれまでの結果と合致するものであった(図3)。ここで、電子顕微鏡では線維状構造物が存在することがわかって生物物理学的な定義を満たすアミロイド線維かどうかはわからないということに注意が必要である。今回の我々の研究によって、線維状構造物におけるβシート構造の割合が高いであろうことが初めて示されたのである。一方、脂質に着目した解析結果からは、コアに多くの脂質を含んでいることがわかったが、最近になって、パーキンソン病と脂質の関連に注目が集まっていることは興味深い。

5. マイクロビームX線回折

Spring-8のBL40XUにおいて、マイクロビームを用いたX線回折によるレビー小体の構造解析を行った¹⁵⁾。30 μmにスライスした脳切片をカプトン膜にのせ、抗αシヌクレイン抗体で免疫染色し、測定までに乾燥させた。レビー小体を含む50 μm × 50 μm程度の領域を5 μmステップで2次元スキャンして測定した。人工的に作成したαシヌクレインのアミロイド線維やアルツハイマー病モデルマウスの脳内凝集体(老人斑)ではクロスβ構造に特徴的な回折パターンが容易に得られたが、パーキンソン病患者剖検脳のレビー小体においてはその特徴的なパターンがなかなか

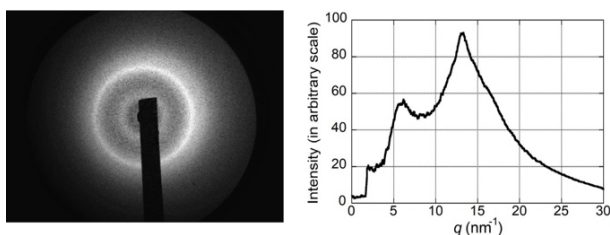


図4 レビー小体におけるX線回折像

得られなかった。試行錯誤の末、いくつかのレビー小体がクロスβ構造を有していることが確認され、動物や細胞を用いた伝播実験と同じような現象が患者の体内でも起こっている可能性があることを示す重要な証拠が得られた(図4)。

6. パーキンソン病はアミロイドーシスか?

「アミロイドーシス」という疾患をご存知だろうか?日本アミロイドーシス学会の定義によると、アミロイドーシスは、「線維状蛋白であるアミロイド細線維が細胞外へ沈着する疾患の総称」とのことである。どの臓器にアミロイド線維が沈着するかにより、さまざまな症状を呈する難病の一つである。意外と知られていないが、アルツハイマー病はアミロイドβ蛋白のアミロイド線維が脳内の神経細胞外に蓄積することがわかっているため、アミロイドーシスの定義を満たし、限局性アミロイドーシスの一種とされる。トランスサイレチンの異常が原因の家族性アミロイドーシスではアミロイド線維の凝集を阻害することで進行を抑制できることが示され、2019年11月現在、日本においても保険適応で治療が可能である。同様の発想で、アルツハイマー病に対しても凝集抑制治療の開発が盛んに行われているが実用化には至っていない。

ところで、パーキンソン病は安静時振戦、筋強剛、動作緩慢、姿勢反射障害などの運動症状を特徴とする神経変性疾患であるが、近年、便秘や嗅覚障害、発汗異常などの非運動症状も呈することがわかってきており、それらの症状に対応する各臓器においてレビー小体も見出されることが報告されている。このような病像は、全身にアミロイド線維が沈着して、さまざまな症状を呈する全身性アミロイドーシスと類似している。

では、レビー小体を有するパーキンソン病はアミロイドーシスの定義を満たすのだろうか?本研究成果が得られるまでは、以下の2つの点で定義を満たさないと考えられた。

- ①レビー小体はもちろんとして、パーキンソン病患者の体内にアミロイド線維の存在が証明されなかった点
- ②レビー小体は神経細胞内(外ではなく)の沈着物である点

しかしながら、今回の我々の研究によって、パーキンソン病患者の体内にはアミロイド線維の沈着があることが示されたことから、①は修正されることとなった。一方、②については、細胞“外”と定義することに本質的な意義はないように思われる。臨床の現場においては、コンゴレッド染色でアミロイドを同定するのだが、単に細胞外沈着物が染色されやすかったことに由来しているのではないかと推察される。今回の我々の研究によって、細胞内にアミロイド線維が蓄積する疾患が存在することが証明された以上、アミロイドーシスの定義から、“細胞外”という文言を削除すべきではないかと私は考える。診断基準というものは治療や予防を意識して人為的に作られたものなので、必ずしも病態の本質をうまくとらえているとは限らない。全身の臓器にアミロイド線維が蓄積するという共通の病態を重視すれば、「パーキンソン病はアミロイドーシスの一種である」と考える方が自然ではないだろうか。

7. 最後に

今回の研究成果は非常に単純ではあるが、*in vitro* 実験はもちろんとして実験動物や培養細胞でもなく、パーキンソン病患者の剖検脳内に実在する直径 10 μm 程度の微小構造物を本来の姿にほぼ近い形で構造解析できたという意味で革新的である。また、すべての結果を得るまでには5年以上の時間を要しており、試行錯誤しながら、何とか測定システムを生体試料に対する微細構造解析ツールとして確立できたという意義も大きいと考えている。我々は取り扱いの難しい脳組織に対する測定に成功していることから、他臓器への流用は容易であると思われ、本研究手法が次世代の病理学的観察ツールとして発展していくことが期待される。

謝辞

本研究を開始するにあたり、私が SPring-8 で研究を行うきっかけを与えてくださった大阪大学大学院生命機能研究科の難波啓一先生、アミロイド科学についてご指導くださった大阪大学蛋白質研究所の後藤祐児先生、患者試料をご提供くださった国立病院機構大阪刀根山医療センターの藤村晴俊先生に深く感謝申し上げます。

放射光実験はすべて SPring-8 で行われ、顕微赤外分光は BL43IR、マイクロビーム X 線回折は BL40XU で行われた（課題番号 2013A1671、2013B1737、2014A1711、2014A1712、2014B1747、2014B1811、2015A1765、2015A1858、2015B1688、2016B1234、2016B1235、2017B1074、2017B1281、2018A1115、2018A1117）。ビームライン担当者の青山光輝氏、池本夕佳氏、森脇太郎氏にはこの場を借りて深くお礼申し上げます。

なお、本研究の大部分は科学研究費補助金等の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] K. C. Luk *et al.*: *Science* **338** (2012) 949-953.
- [2] M. Masuda-Suzukake *et al.*: *Brain* **136** (2013) 1128-1138.
- [3] S. B. Prusiner *et al.*: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **112** (2015) E5308-5317.
- [4] K. Araki *et al.*: *Sci. Rep.* **5** (2015) 17625.
- [5] K. Araki *et al.*: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **116** (2019) 17963-17969.

荒木 克哉 *ARAKI Katsuya*

大阪大学 大学院医学系研究科 神経内科学
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-2
TEL : 06-6879-3571
e-mail : araki@neuro.med.osaka-u.ac.jp

望月 秀樹 *MOCHIZUKI Hideki*

大阪大学 大学院医学系研究科 神経内科学
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-2
TEL : 06-6879-3571
e-mail : hmochizuki@neuro.med.osaka-u.ac.jp

八木 直人 *YAGI Naoto*

(公財) 高輝度光科学研究センター
放射光利用研究基盤センター 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 : 0791-58-0908
e-mail : yagi@spring8.or.jp

SPring-8 を拠点とした新学術領域研究「3D 活性サイト科学」報告

新学術領域研究「3D 活性サイト科学」領域代表

公益財団法人豊田理化学研究所

大門 寛

名古屋工業大学 大学院工学研究科

林 好一

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学領域

松下 智裕

Abstract

科研費新学術領域「3D 活性サイト科学」は、孤立原子周辺の立体原子配列をホログラフィーの手法で解明して局所物性科学の創出と応用を目指したプロジェクトである。平成 26 年度 (2014 年度) に開始され、5 年後の 2019 年 3 月に多くの成果を得て無事に終了した。SPring-8、PF、J-PARC という大型施設を利用するという特徴的な新学術領域であった。5 年間の領域メンバーの努力により、無機物質から触媒、有機物質、タンパク質まで、300 近い試料の活性サイトの測定を行い、当初の目的は達成された。予想できないような構造も実験的に得られ、その表記法も確立し、新しい機能を生み出す活性サイトも提案されるなど、領域の目指す新しい学理「局所機能構造科学」が生まれつつある。領域終了後も領域内で培われた共同研究が続いており、本領域の分野は今後も益々発展していくと思われる。

1. 領域の目的

機能材料の中で機能発現に重要な役割を担っている局所構造を「活性サイト」と呼ぶ。活性サイトは並進対称性を持たないために X 線回折などで構造解析ができず、正確な局所構造も分からず、統一的に理解する学理も存在していなかった。しかしながら、高度な先端材料分野における熾烈な国際競争を勝ち抜くには、ドーパント・界面構造・ナノ構造体などの活性サイトの正確な 3D 構造評価に基づく物質デザインが必要不可欠である。これらの局所構造を選択的に狙い、3 次元原子配列を正確に決定できる 3D 原子イメージング技術が最近日本で次々に開発され、この分野では日本が世界をリードして独走状態になっている¹⁾。この機運を捉え、組織的に推進する科研費新学術領域研究「3D 活性サイト科学」²⁾を立ち上げた。

本領域の 3D 原子イメージング技術は、①光電子ホログラフィーと蛍光 X 線ホログラフィー：着目原子から放射される光電子と蛍光 X 線の角度分布 (ホログラム) を利用してその原子周りの 3D 原子配列を直視するホログラフィー、②表面・界面ホログラフィー：基板からの回折 X 線を利用して表面・界面の原子配列を再生するホログラフィー、③ナノ構造体イメージング：電子回折パターンに位相回復法を適用してナノ構造の

原子配列を再生する手法、である。これらの手法を駆使して、触媒、太陽電池、スピントロニクス材料、タンパク質分子など、極めて幅広い試料対象において、新学術研究として組織的に集中的に取り組んで「活性サイト」を解明し、それらがどのように周辺原子と協調して 3 次元的に機能発現しているのかを理解する新たな学理「局所機能構造科学」を創出し、新規デバイス創成の道筋を切り拓くことが目的であった。

2. 組織とその役割

当領域の研究者数は、計画研究代表者・分担者・連携研究員を合わせて 95 名、公募研究者を加えると 120 名程の大きなプロジェクトであった。公募班の数も、予想を超えた応募数のために前後期とも計画募集数より増加した (平成 27-28 年度期で 15 件 (計画より+4 件)、平成 29-30 年度期で 16 件 (計画より+2 件))。

領域全体として、次のような組織構成で推進した。実績のある無機物質からチャレンジングなバイオ試料までを試料班 (A01: 計画研究代表者 福村知昭、野村琴広、山田容子、佐々木裕次) が用意し、手法班 (A02: 林好一、木下豊彦、若林裕助、郷原一寿) が適切な 3D 原子イメージング技術によって活性サイト構造を解明し、理論班 (A03: 森川良忠、小林伸彦、鷹野優、松

下智裕)が第一原理計算を駆使して活性サイトの機能解明を行う。得られた知見を統合し、新たな革新材料に対する提言を、応用班(A04:筒井一生)を中心に挙げる。計画研究では応用班が手薄だったため、公募班で重点的に補った。

総括班は、これら計画班と公募班が連携して領域としての成果を出せるように統括するとともに、共通の大型装置の建設と整備を行った。奈良先端科学技術大学院大学とSPring-8に領域の拠点室(図1)を設けて円滑な利用を図った。2年次からは国際活動支援班を設け、海外研究者との交流や海外施設利用も含む共同研究も推進して、海外において主導的な役割を果たせるようにした。産業界とも連携して学術領域としての成果を国内外の学界・産業界へ発信することにより、日本の科学技術の大幅な向上・強化を行う世界拠点を形成することとした。

3. 共用プラットフォームの整備

研究を効率的に進めるため、SPring-8において、領域研究共用で利用する装置を整備した。導入した装置は、領域内研究者による利用の後、期間終了後はSPring-8のユーザーにも開放されている。光電子ホログラフィーG(グループ)では、既存設備も含めて合計6種類の2次元表示型の光電子アナライザーの整備を行った。ほとんどは既製品でなく、本領域で開発したものである。嫌気性サンプルを含む多様な測定に対



図1 新学術領域研究「3D 活性サイト科学」SPring-8 拠点室の開所式(2015年3月2日)。前列右から、来賓の野田健治 JASRI 常務理事、土肥義治 JASRI 理事長、石川哲也 理研放射光科学総合研究センター長、大門寛 奈良先端科学技術大学院大学教授、籠島靖 兵庫県ナノテクセンター長、高田昌樹 JASRI 利用研究促進部門長、坂田修身 物質・材料研究機構 技術開発・共用部門 高輝度放射光ステーション長(役職は2015年当時)。

応するため、グローブボックスや超高真空スーツケース(スイスフェロバック社)(図2)などの設備を導入した。また、低温測定用のクライオスタットなども導入した。蛍光X線ホログラフィーGでは、SPring-8において新規の装置を開発した。また、X線カメラ(Quantum Detectors社)も整備することにより、測定時間を格段に短縮することが可能となった。また、マイクロビームを用いた数 μm 程度の微小領域測定にも有用である。また、円筒状グラファイト分光結晶など、海外での実験を行うための整備も行った。

4. 課題目標とその達成度

領域発足当時に、次の4つの課題目標を設定した。

- ①1つの試料に対して複数の3D原子イメージング手法を適用し、より望ましい3D局所構造をデザインする指針を与える。
- ②困難なソフト及びバイオ系材料の計測と、高速時分割計測を実践する。
- ③活性サイト原子構造データベースを構築する。
- ④公募研究を含め、タンパク質分子、有機太陽電池、触媒、スピントロニクス材料などの多くの機能材料に対して計測を行い、新しい材料創製に向けた知見を提供する。

上記の4つの研究項目の達成度は以下の通りである。

- ①トポロジカル絶縁体や超伝導グラファイト層間化合物にターゲットを絞り、光電子・蛍光ホログラフィー、電子顕微鏡による多面測定を行い、詳細な構造決定を行うことができた。As 高濃度ドープ Si 及び ZnSnAs₂系強磁性半導体については、機能改善に繋がる具体的改善案を提案することができた。
- ②タンパク質や有機分子などは測定系の工夫により、放射線損傷を抑えて活性サイトを世界で初めてイメージ



図2 SPring-8の光電子ホログラフィー装置DIANAに取り付けたUHVスーツケース。

ングすることに成功した。触媒反応時 XAFS、ポンププローブによるシリセンの時分割光電子回折、XFEL によるガス分子の光電子回折などで、時分割の研究が大きく進んだ。

- ③光電子・蛍光 X 線ホログラフィー解析プラットフォーム「3D_AIR_IMAGE」を開発し、Web で公開した¹³⁾。ダウンロード数は世界中から 1,800 回以上ある。ホログラムのデータベースもその中で公開している。表面・界面ホログラフィーについても自動解析ソフトウェアを開発し、応用が進められている。
- ④領域内において合計 300 以上の試料を 3D 原子イメージングによって観測し、多くの新たな知見を材料開発者に提供できた。また、富士電機との界面不活性化処理の共同研究や、日亜化学工業との InGaN 量子井戸層における In の超格子構造の共同研究など、産学連携についても成果があった。

5. 代表的な研究成果

非常に多くの研究成果が得られた¹⁴⁾が、ここでは無機物質とバイオ物質の 2 つの典型例を紹介する。

- 「高濃度 As ドープ Si におけるサイト選択解析と活性化向上のための共ドープ法の提案」(A04 筒井 G、A02 木下 G、A03 森川 G、A03 松下 G)¹⁵⁾

高濃度ドーピング技術の確立はシリコンデバイスの微細化・高効率化のために欠かせない課題である。高濃度 As ドープ Si に対し、As の光電子スペクトルの 3 成分 (図 3 の赤、緑、青) それぞれの光電子ホログラムを選別して測定することに成功した。解析の結果、赤は置換サイトで活性であった。緑と青は電気測定と

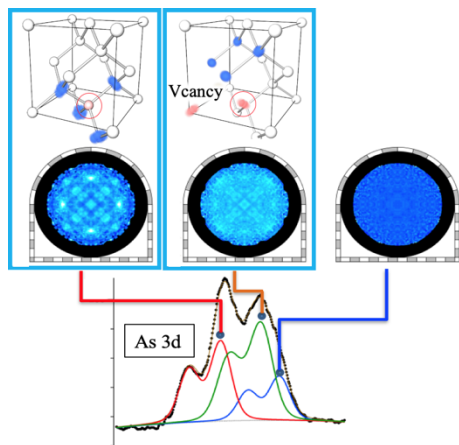


図 3 高濃度 As ドープ Si 中の As の 3 成分の光電子ホログラフィー解析¹⁵⁾。

の対応からも不活性サイトと結論付けられた。緑は、理論と組み合わせた精密構造解析の結果、空孔 (V) 周辺に As が集まる As_nV 型と呼ぶクラスター構造を有していることが分かった。特筆すべきは、不活性 As サイトの構造が解明され、これを活性化させるための具体的な方策 (B との共ドープ) が第一原理計算を駆使して提案された¹⁶⁾ことである。シリコンデバイス微細化に向けた明確な指針を得ることができた。これは、本領域の大目標に合致した大きな前進であり、応用班がその提案をプロセスに取り入れ実践している。

- 「サイト選択蛍光 X 線ホログラフィーの開発と生体分子活性サイトのイメージング」(A01 佐々木 G、A02 林 G、A03 鷹野 G、A03 松下 G、公募 梅名 G)
- 有機分子やたんぱく質分子などのソフトマテリアルは X 線照射による損傷が激しいため難易度が高く、多くのメンバーの連携と工夫が必要であった。合計 4 名の分担者の補強を行い、放射光ビームタイムも合計 100 日以上確保して実験を進めた。液体窒素吹き付け装置や、試料ホルダーからの散乱を避けるための透過型回転ステージを組み込むことによって、安定して測定できるシステムを開発し、ヘモグロビンのヘムの原子像再生を達成できた¹⁷⁾ (図 4(a))。さらに、光化学系 II (PSII) のたんぱく質における金属含有活性サイトについて、価数選択蛍光 X 線ホログラフィーを適用し、その活性サイトである Mn_4CaO_4 クラスタ (図 4(b)) における Mn^{3+} 及び Mn^{4+} の立体配位の評価を進めている¹⁸⁾。

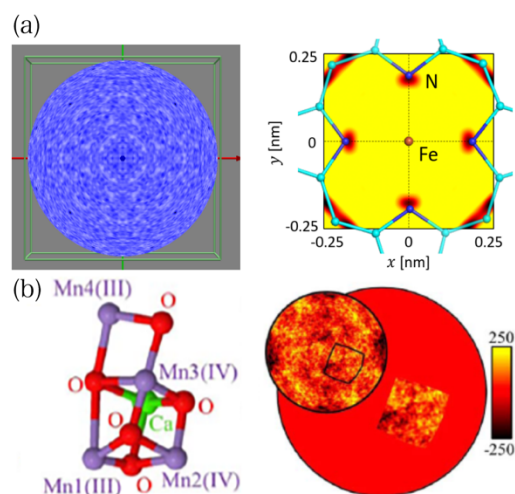


図 4 (a) ヘモグロビンのヘムの蛍光 X 線ホログラフィー解析¹⁷⁾と、(b) 光化学系 II (PSII) の活性サイトの価数選択蛍光 X 線ホログラフィー¹⁸⁾。

6. 「局所機能構造科学」学理の構築

ドーパントが入るサイトについては、これまで実験できなかったため、実験的根拠なしにもっともらしいサイトが想像されてきた。しかしながら、本領域の研究の結果、予測は不可能で、実験をしなければ分からないことが多いことが示された。熱電材料である B ドープ Mg_2Si では、観測の結果、理論的な予測に反し、B が Si サイトではなく Mg サイトに入ることが明らかになった。また、酸化物高温強磁性半導体で観測された亜酸化ナノ構造体や、理論的に高活性を予測された Si 中の As-B ナノ構造体などは、実験結果を基にして理論解析することで初めて得られた構造である。このように、高機能材料の開発には、本学理の構築が必須であることが示された。

さらに、本学理では特性の改変や向上に関する指針を出すことができることが示された。具体的な成果として、①Si 中の不活性 As サイトを活性化するための具体的な方針が得られた、②触媒合成においては、表面上に固定した Rh 錯体からなるモデル触媒表面の構造解析を基に Pd 錯体と有機強塩基 DABCO をシリカ表面上に固定した高効率の触媒開発に成功した、③室温強磁性半導体である Mn ドープ $ZnSnAs_2$ のドーパントの種類を変えることによって、より高いキュリー温度の強磁性半導体が作製できることが示された、などがある。

無機・触媒・有機・生体材料には様々な性格の異なる「活性サイト」があるが、「一様な環境中に生じたナノメートルオーダーの局所的な分子構造・電子構造の時間変化（ゆらぎ）や構造変化（ずれ）」が活性を生じるという統一的な見解を見出すことができた。この議論を基に、活性サイトの表記法として活性中心と取り巻く環境を用いたものを提案した¹¹⁾。また、「活性サイト

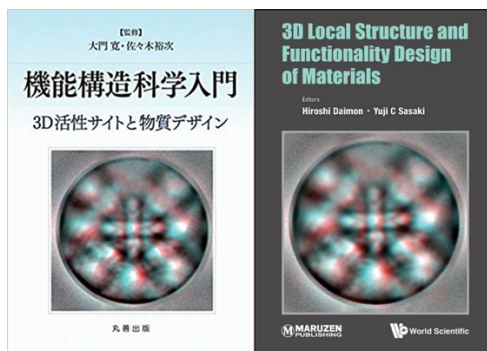


図5 「機能構造科学入門—3D活性サイトと物質デザイン」及びその英語版。

原子構造データベース」及び解析ソフトウェア¹²⁾を公開して活性サイトの学理の共有化を図っている。

この学理の日本語と英語の教科書「機能構造科学入門—3D活性サイトと物質デザイン」（丸善、2016年7月）と、“3D Local Structure and Functionality Design of Materials”（World Scientific Pub. Co. Inc., 2019年1月）（図5）を発刊した。また、欧文誌の特集号も3つ発刊した（*Z. Phys. Chem.*¹⁹⁾、*J. Phys. Soc. Jpn.*¹¹⁰⁾、*JJAP-STAP*¹⁴⁾）。

7. 国際展開

「3D活性サイト科学」を世界的に普及させることを目的とし、国際シンポジウム・ワークショップを計4回行った（図6-9）。外国人研究者に多く参加してもらうために、これらの国際会議は全て海外で行ったことが特徴である。これらは、多くの国際共同研究や「3D活性サイト科学」の海外拠点の足掛かりになった。



図6 2015年4月、ドイツ・ボン。



図7 2016年6月、スイス・チューリッヒ。



図8 2017年10月、スウェーデン・ルンド。



図9 2019年2月、イギリス・ロンドン。

8. 若手研究者育成

毎年初夏に、1泊2日で春の学校を開催し、若手研究者や学生を対象に本領域の基盤技術について講義とチュートリアルを実施した(図10)。国際的に活躍できる若手の育成のため、成果報告会のポスター発表では、合計20名の若手研究者や学生にポスター賞を授与し、国際会議の旅費を支援した。また博士後期課程の学生を、海外研究所に短期滞在させ、共同研究を推進させた。また、コンピューテーショナル・マテリアルズ・デザイン(CMD)ワークショップでは200名近い参加者に講義した。アウトリーチは、JST主催のサイエンスアゴラなどに毎年領域として参加し、小学生を中心とする多くの参加者に結晶の科学の面白さと奥深さを伝えた。

本領域に参画した若手研究者(39歳以下)の昇進は、教授への昇任1名(40歳以上は11名)、准教授昇任5名(40歳以上は6名)、講師3名、助教着任9名、ポスドク着任13名(研究員からの異動を含む)と目覚ましく、また公的研究機関内での研究員の昇任も3名に上った。また、海外拠点である放射光施設スウェーデンMAX-IVでは、光電子ホログラフィーを習得した博士後期課程学生が採用されてビームラインスタッフとして活躍している。



図10 2015年度奈良春日野国際フォーラムにおいて開催された春の学校。

領域での研究の成果により、延べ94名の若手研究者や学生が表彰された。文部科学大臣表彰若手科学者賞2件、日本化学会進歩賞1件、触媒学会優秀論文賞1件、触媒学会奨励賞1件、東京工業大学挑戦的研究賞1件、大阪大学総長奨励賞1件、第6回ヤマト科学賞1件、学生も含めた学会での口頭発表賞19件、ポスター賞33件、*J. Appl. Phys.*誌、*Appl. Phys. Lett.*誌などの一流国際誌のEditor's pickなどの論文賞7件、各大学での卒業研究や大学院終了時の発表会での最優秀賞など23件、と若手の活躍が際立っている。

9. 総括班評価者による評価

学術界からは東京大学名誉教授・東北大学WPI-AIMR元事務部門長の塚田捷先生、分子科学研究所所長の川合眞紀先生、茨城大学特命研究員(元東北大学教授、元JAEA研究主幹)の新村信雄先生、産業界からは日本シエンタオミクロン社長の大岩烈様に総括班評価者となっていただき、領域の報告会や総括班会議に参加していただき、助言と評価をいただいた。

評価では、「粒子線ホログラフィー法を用いる画期的な局所構造計測手法を構築し、それを実現する実験方法と解析手法を確立することに成功したこと、大きなインパクトのある多数の成果を挙げることに成功した。3D活性サイトという新概念によって新規な応用研究を創始させる多くの可能性を開いた。発足当時は、それぞれの専門を束ねただけで心配したが、数年後には有機的に研究が展開された。毎年海外での研究会も、国際的な認知度を高める上で大変有効だった。本領域の活動は、今後益々強化されてしかるべきなので、SPRING-8やJ-PARCなどの施設で半恒久的なサポートを期待したい。タンパク質結晶ホログラフィーにおいて、他の手法では大変困難な、金属タンパク質の活性金属の周りの構造が見えた意義は大きい。中性子ホログラフィーにおいて、即発ガンマ線(NPG)を利用してNPGを放出する原子の周囲の原子構造まで決められる全く新しい手法を開発した歴史的意義は大変高く、専用のビームラインを準備すべきくらいの価値ある成果である。このプロジェクトを成功へと導いたのは企画コンセプトである。班と班との連携の成果がプロジェクトを成功へと導いた。また、当初から目指してきた「新しい局所物性学の新領域」も「機能構造科学入門

「3D 活性サイトと物質デザイン」の刊行によって開拓された。」などと好評のお言葉をいただいた。

10. おわりに

領域メンバーが 100 名以上という大規模な研究組織であるため、構成員の意識を領域の意識と一元化することに苦心した。当初は、計画研究代表者・総括班の各担当の長から 3 ヶ月に 1 回の報告書の提出を義務付け、総括班会議で議論を頻繁に行った。但し、3 ヶ月の報告書については負担にならぬようにという指摘が中間評価にあり、十分役割を果たしたと判断したため 4 年目を以降は中止した。相互理解を深めるためのサイトビジットについても合計 9 回行い、領域代表者立ち合いの下、グループ個別に連携研究の強化についてきめ細かく話し合いを行った。

大型放射光実験施設における実験については、安定したビームタイムの確保が課題であった。総括班内の大型施設コーディネーターが主導して、SPring-8 の長期利用課題と PF の S 課題を獲得し、また SPring-8 の成果公開優先利用課題も総括班予算で年間 10 日程取得した。一般課題については、公募班も含め過去 5 年間に SPring-8 に 292 件の申請を行い、221 件が採択された。SPring-8 全体の平均的な採択率 6 割程度を大きく上回っており、提案書作成の指導が奏功した結果と言える。

このような多くの努力によって、多くの活性サイトの構造が解明され、新しい学理が構築された。若手の育成や国際的な認知度も上がり、装置的にもソフト的にも使いやすいプラットフォームが構築できて、新しい領域の創成に成功したものと考えている。これは、5 年間にわたる構成員の献身的な努力と SPring-8、PF、J-PARC などの施設及びビームラインスタッフのご協力と、総括班評価者と学術調査官の適切な助言の賜物であり、この場をお借りして皆様のご尽力ご協力に深く感謝申し上げる。「3D 活性サイト科学」という新学術のプロジェクトは終了したが、そこで培われた共同研究は今も続いているため、ここで開拓された手法や学理は今後も益々発展し、文字通りの新しい学術領域に育っていくものと確信しているし、期待している。

参考文献

- [1] H. Daimon: *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) 010504.
- [2] <http://www.en.3d-activesite.jp/>
<https://kaken.nii.ac.jp/ja/grant/KAKENHI-AREA-2604/>
- [3] <https://ja.osdn.net/projects/tmcoca/releases/p14436>
- [4] H. Daimon, K. Hayashi, T. Kinoshita and K. Tsutsui: *Jpn. J. Appl. Phys.* **79-80** (2019-2020), *STAP Reviews*, “Frontier of active-site science: new insights on material functions”. (https://iopscience.iop.org/journal/1347-4065/page/Frontier_of_active_site_science)
- [5] K. Tsutsui, T. Matsushita, K. Natori, T. Muro, Y. Morikawa *et al.*: *Nano Lett.* **17** (2017) 7533-7538.
- [6] K. Tsutsui and Y. Morikawa: *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) 010503. (doi: 10.7567/1347-4065/ab603e)
- [7] A. Sato-Tomita, N. Shibayama, N. Happo, K. Kimura, T. Okabe *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **87** (2016) 063707.
- [8] A. K. R. Ang *et al.*: *Jpn. J. Appl. Phys.* **59** (2020) 010505.
- [9] *Z. Phys. Chem* (2015). ISSN (Online) 2196-7156 (Print) 0942-9352. (doi: 10.1515/zpch-2015-0671)
- [10] *J. Phys. Soc. Jpn.* **87** (2018), Special Topics: Advances in Local Structure Science by Three-Dimensional Atomic Images.

大門 寛 DAIMON Hiroshi

(公財) 豊田理化学研究所
〒480-1192 愛知県長久手市横道 41 番地 1
TEL : 0561-57-9517
e-mail : daimon@toyotariken.jp

林 好一 HAYASHI Koichi

名古屋工業大学 大学院工学研究科
〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町
TEL : 052-735-5308
e-mail : hayashi.koichi@nitech.ac.jp

松下 智裕 MATSUSHITA Tomohiro

奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学領域
〒630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5
TEL : 0743-72-6020
e-mail : t-matusita@ms.naist.jp

世界初極端紫外領域における「超蛍光」の観測

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門

James R. HARRIES

国立研究開発法人理化学研究所 東原子分子物理研究室 久間 晋

自然科学研究機構 分子科学研究所 極端紫外光研究施設 岩山 洋士

Abstract

SACLAの軟X線ビームラインBL1を用いて、世界で初めて極端紫外領域(EUV, extreme ultra-violet)における「超蛍光」の観測に成功した¹⁾。励起状態にある複数の原子(又は分子等)が協調し発光をする現象「超蛍光」は、基礎的な量子光学現象として注目を浴びる一方、コヒーレンス性の高い光源としての利用や、感度の高い検出法として期待されている。可視光領域では多くの実用例はあるが、今回初めて短波長領域への展開に成功した。ここでは今回の観測の詳細について紹介し、今後の期待を簡単に述べる。

1. 「超放射」、 「超蛍光」

「超蛍光」を含む「超放射」関連の現象は、60年余りの歴史を持つ根本的な量子光学現象である。1954年にDicke氏によって初めて紹介された²⁾。Dicke氏の思考実験では、複数の2準位系(原子、分子、中性子等、以下「原子」)の脱励起ダイナミクスを考慮する。2準位間の遷移のエネルギーに相当する光の波長を λ にすると、原子間の平均距離 d が λ よりはるかに大きい場合($d \gg \lambda$)、それぞれの原子が独立的に脱励起をし、離れた検出器でその発光を検出すると時刻 t 後には $e^{-t/\tau}$ に比例する検出確率の曲線が描かれる(τ は脱励起過程の「寿命」であり、EinsteinのA係数の逆数である)。これに対し、全ての原子が空間的に λ より小さい領域に存在すると(空間領域の大きさを代表する長さ $D < \lambda$)、全ての原子の脱励起過程を同時に量子力学的に取り扱う必要がある。全ての原子の波動関数を考えると、結果として原子が協調的に脱励起し、その脱励起が独立した原子の脱励起レートと比べ励起原子の数 N の2乗の倍数で加速されることをDicke氏が予測した。

Dicke氏はこの現象をsuperradiance(超放射)と名付けた。この「Dicke超放射」を実験的に実現するためには、 $d < \lambda$ の原子集団を、瞬間的かつコヒーレントに励起する必要があるため、技術的に難しい。又、 $D < \lambda$ の条件を満たすと、励起原子の数 N に制限があり、発光の強度や脱励起レートの加速度も制限され

る。Dicke超放射の観測例³⁾はあるものの、多くの観測と応用例はより条件が厳しくない「超蛍光」である。

Dicke氏の予測の後、最初に報告された実験的観測はSkribanowitz *et al.*によるレーザーで励起したHF気体における発光である⁴⁾。マイクロ波領域において N^2 に比例する発光の観測に成功した。しかしDicke氏の予測と異なり、励起と発光の間に「遅延時間」も観測され、 $D < \lambda$ の条件も実験的には満たしていなかった。それなのに超放射のような現象が起こる理由はBonifacioとLugiatoによって説明された⁵⁾。最初の励起がコヒーレントでなくても、通常の発光過程(励起原子と真空電磁波との相互作用で生じる現象)によって、励起状態密度に反比例する遅延時間で巨視的な双極子モーメントが発生し、超放射同様の発光の加速が起こることと、その発光の伝搬によって $D > \lambda$ の領域を通してコヒーレントな発光につながることを、両氏が説明した。Dicke超放射と区別をつけるために、「超蛍光: superfluorescence」と名付けた。

その後、「超蛍光」は様々な2準位系で観測されてきたが⁶⁾、殆どの観測はマイクロ波や可視光領域であった。

2. SCSSを用いた可視光超蛍光の観測

明るい超蛍光を実現するためには、励起原子数 N を大きくするための高強度な励起光が必要である。又、脱励起が始まる前に多くの原子を励起させる必要が

あるため、その励起光が極短パルスである必要もある。そのためパルスレーザーが利用される。可視光領域における実用例が多いのに対し、レーザーライクな光源が少ない EUV 領域や X 線領域には観測例は 2011 年時点でなかった。我々は、SACLA の試験機であった SCSS 試験加速器を用いて、世界に先駆けて初めて EUV 光励起に伴う超蛍光のヘリウム原子での観測に成功した⁷⁾。波長 53.7 nm の励起光で、高密度 (最大 $\sim 10^{22}$ He 原子 m^{-3}) のガスを「1s3p」の電子励起状態にあげて、その後起こる 1s3p 状態から 1s2s 状態の間における超蛍光 (波長 502 nm、緑色) を高速ストリークカメラで観測した。超蛍光特有の N^2 に比例する発光レートの加速と、 N^1 に比例する発光パルスの幅および遅延時間を観測できた。

3. より短波長へ

可視光領域ではリモートセンシング等、様々な応用例や応用の提案があるものの、超蛍光等を EUV 領域や軟 X 線領域まで展開できればそれぞれの波長領域で可能になる元素選別性等も活用でき、新しい解析法や量子光学の展開が期待できる。しかし超蛍光を可視光より短い波長で実現するためにはより密度の高い試料 ($d < \lambda$ 条件) も必要となり、又、その波長領域の原子遷移の選択が必要になる。原子の内殻の遷移を用いることも考えられるが、内殻の電子を励起させると多くの場合フェムト秒オーダーで起こる Auger 過程が起り、超蛍光の発展を防げる。そこで我々は多価イオンの利用を提案した。原子をイオン化すると外

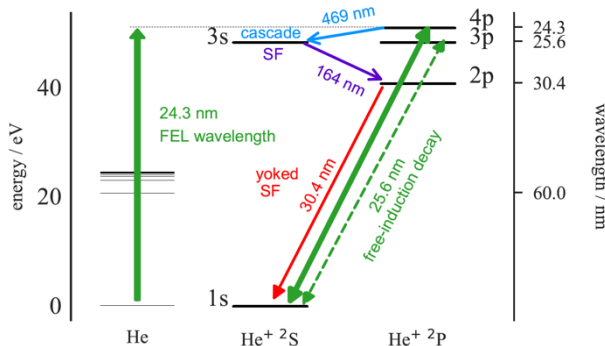


図1 ヘリウム原子 (左) とイオン (右) の電子状態 (一部)。波長 24.3 nm の FEL パルスで中性原子のほぼ全てをイオン化し、イオンを基底状態 1s から励起状態 4p に励起する。4p-3s-2p-1s ルートで段階的な「超蛍光」を観測した。

殻の遷移でも EUV 領域や X 線領域に入る。例えばヘリウム原子をイオン化させると、中性水素原子と同じレベル図を持つ「水素様」になるが、状態間のエネルギー差が水素原子の 4 倍になる。低密度の多価イオン試料を用意するため様々な手法は存在するものの、量子光学が必要とする高密度な試料生成には向いていない。一方、自由電子レーザーの高強度を用いると、気体試料の原子をほぼ全て、瞬間的にイオン化させることができる。さらに自由電子レーザーパルスの波長を、イオンの励起状態に合わせると、高密度の励起状態イオン試料が用意できる。

4. ヘリウムイオンにおける「超蛍光」

我々は、波長 24.3 nm のパルスを提供できる SACLA BL1 を用いて、同一パルスでのヘリウムイオン化および励起の実験を試みた。より短い波長の超蛍光を実現するため、ヘリウムの瞬間密度 $10^{23} m^{-3}$ を供給できるパルスガスセルを開発した (EUV 領域では窓が使えないため、数ステージの差動排気が必須)。図1で見取れるように、この波長では He イオンを「4p」状態に励起できる。十分な密度に達すると、4p からの脱励起に伴う超蛍光が期待できる。

実験結果 (図2) では、高強度の、指向性の高い発光を 469 nm、164 nm、25.6 nm、30.4 nm の波長で観測した。通常の (超蛍光ではない) 蛍光であれば

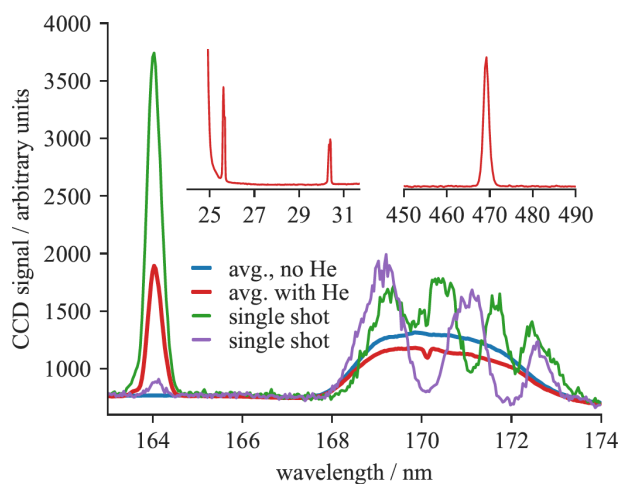


図2 可視光と斜入射分光器で検出された発光のスペクトル。170 nm 付近では励起光の 7 次回折光の SASE スペクトル (平均とワンショット) も見て取れる。イオン化と励起による吸収が平均スペクトルで確認できる。

A 係数の大きい 121.5 nm (4p-2s) の発光も観測されるはずなのに観測されなかったことから、これらの発光は通常蛍光ではないことが言える。超蛍光の特徴である、i) 指向性、ii) パルス性、iii) 励起原子の数 N の 2 乗に比例するピーク強度、iv) N^1 に比例するピーク幅および遅延時間を確認できれば、観測された波長の発光が超蛍光であることの説明ができる。

469 nm の発光の時間構造を高速フォトダイオードで調べてみたところ、発光がパルス性を持つことがわかった。さらに、パルスの幅と FEL 励起からの遅延時間が励起原子の数 N に対して N^1 に比例することも証明できたことから、469 nm の発光は確実に「超蛍光」であることと結論できた。その他に観測された波長では十分な感度と時間分解能を持つ検出器の用意が現状では難しいため、数値計算と比較した (図 3)。励起光と脱励起ダイナミクスを、空間分布を持つ試料で取り扱うため、空間間隔 $\Delta z = 3$ nm、時間間隔 $\Delta t = 6.5$ as の Maxwell-Liouville 式を用いた計算を、JAEA

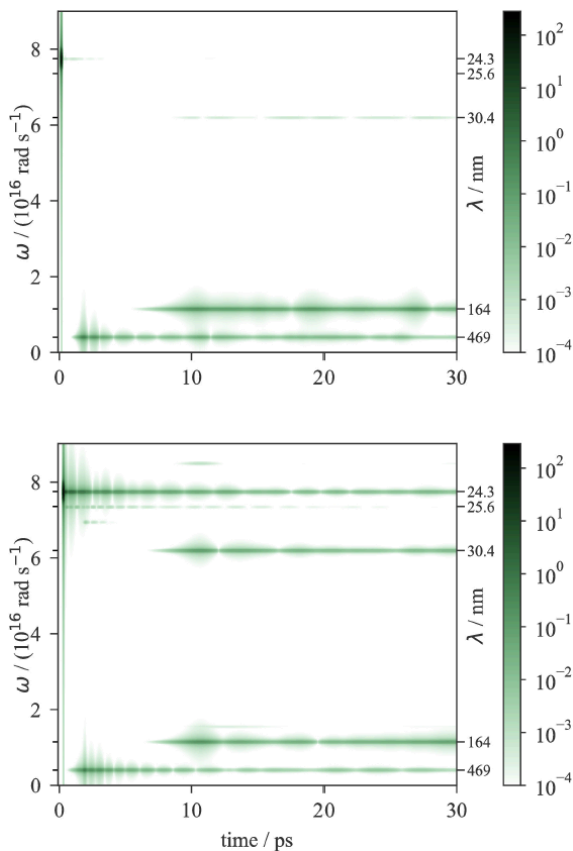


図 3 数値計算結果の例。FEL パルスの 50 μm の He^+ 試料中の伝搬を計算した。この図では試料の「入り口」(上)と「出口」(下)での電場のフーリエ変換を 20 fs 刻みで示している。

のスパコンで行った。計算結果と実験結果を比べてみると、数 ps の遅延時間と数 ps のパルス性を持つ 469 nm の発光が計算で再現されている。25.6 nm の発光は「発光」ではなく、FEL パルスのバンド幅が広いことにより励起および脱励起の繰り返しに伴う 1s-3p 間の光だという説明ができる。この「自由誘導減衰」と呼ばれている現象は励起波長の 24.3 nm においても計算で予測される。計算でみられる 164 nm および 30.4 nm の発光は遅延時間を持つパルスで現れるため、「超蛍光」であることを示す。数値計算では、469 nm の発光よりも数 ps 遅れて起こる 164 nm と 30.4 nm の発光が確認できる。 He^+ のレベル図 (図 1) と比較してみると、これらの遷移はそれぞれ 3s-2p と 2p-1s に相当することがわかる。励起過程では 3s 状態にも 2p 状態にも占有率は生じないが、469 nm の 4p-3s の超蛍光過程によって高密度の 3s 状態イオンが生じ、段階的な「カスケード超蛍光」に繋がる。このような過程は可視光励起の報告も多く存在し、我々も中性ヘリウムで観測している¹⁸⁻¹⁰。しかし 30.4 nm の発光は通常のカスケード超蛍光として説明できない。その理由としてはまず、超蛍光はレーザーの基本現象である誘導放射同様、反転分布が必要なことがある。今回の実験では、1s 状態にあるイオンの半分程度^{*1}を 4p 状態に励起するため、4p:3s 間には反転分布が生じる。占有率が 4p から 3s に移ると、3s:2p 間においても反転分布が生じる。しかし励起過程によって全てのイオンを 4p 状態に励起することは不可能である。3s から 2p へと占有率が移るとしても、2p:1s 間には反転分布が生じないため、段階的な超蛍光は期待できない。ここまでの話では励起光のコヒーレンス性を考慮せずに議論してきたが、励起によって 1s 状態と 4p 状態の間にコヒーレンスが生じることを仮定すると、反転分布がなくても 2p-1s の間に超蛍光のような過程の観測が説明できる。これは、原子をコヒーレントに励起すると、遅延時間を持たない Dicke 超放射のような過程が起るからである (今回の実験ではこの発光が自由誘導減衰として現れる)。今回の実験で 1s:4p 間に

*1 高強度なレーザー励起だと励起と脱励起が繰り返し起こり、パルスシェープ等の特別な技術を用いない限り 1 個 1 個の原子が励起状態にあがるか、基底状態に残るかの確率が 0.5 になる。

コヒーレンスが生じたとしても、4p:3s 間にはコヒーレンスが最初からないため、発光は遅延時間を持つ超蛍光になる。3s:2p 間においても初期段階でコヒーレンスがいないため、次の過程は新たな遅延時間を伴う超蛍光になる。しかし超蛍光の過程で最初の 1s:4p 間のコヒーレンスも段階的に 4p-3s-2p に移ると、結果的には 2p:1s 間にコヒーレンスが生じるため、超蛍光（超放射）が起こる。結果的に、3s-2p 間と 2p-1s 間の蛍光が同時に起きて「ヨーク」*2される^[11]。数値計算ではこの同時発光が確認できる。「上」(3s-2p)と「下」(2p-1s)の遷移において発光が同時に起こることと他に、もう一つの「ヨーク」超蛍光の特徴としては前・後の指向性があげられる。通常の超蛍光は指向性が高いが、試料の前方向と後方向にも生じる。図3では 469 nm の蛍光も、164 nm の蛍光も、試料の両方から出る予測が見て取れる。これに対し、ヨーク超蛍光のみとして可能な 30.4 nm の蛍光は励起光と同じ方向にしか出ないことが見て取れる。これは、ヨーク超蛍光が起こるためにはコヒーレンスの「フェーズマッチング」が必要だからである。

「ヨーク」超蛍光は、可視光領域で確認されており、励起光のコヒーレンス性によって起こる現象であるが、今回の実験では初めての短波長領域の観測である。又、可視光レーザーを用いた研究と異なり、今回の励起光は複数モードを持つ「部分的コヒーレント」な SASE 光源を励起光として使っている。それでも十分な状態間コヒーレンスが生じることが特に興味深いことである。

5. おわりに

超蛍光のような過程を用いると、様々な波長領域において時間構造を制御したレーザーライクなコヒーレント光の生成が期待できる。例えば今回の系 (He⁺) で 469 nm のトリガーレーザーを使うと、FEL 光と 164 nm や 30.4 nm の発光のポンププローブ法の開発が可能になる。X 線へのさらなる展開のためには適切な原子系の選択が必要になる。凝縮体と同じ密度を持つクラスターや液滴というナノ粒子の利用を計画している。

*2 Yoke : くびき。2 つの遷移がコヒーレンスによって結び付けられ、独立的に発展できない。

謝辞

本研究は上智大学の東善郎教授の研究グループとの共同研究である。研究計画や実施にあたり、故永園充博士、繁政英治、笹尾登教授、宮本祐樹、大饗千彰、井上伊知郎、大和田成起、富樫格各氏の協力に感謝します。本研究は、SACLA 2016B8042、2017A8012、2017B8083、2018A8013 課題にて実施された。

参考文献

- [1] J. R. Harries *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **121** (2018) 263201.
- [2] R. H. Dicke: *Phys. Rev.* **93** (1954) 99-110.
- [3] R. G. DeVoe *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **76** (1996) 2049-2052.
- [4] N. Skribanowitz *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **30** (1973) 309-312.
- [5] R. Bonifacio *et al.*: *Phys. Rev. A* **11** (1975) 1507-1521.
- [6] M. G. Benedict: *CRC Press* (Bristol, Philadelphia, 1996).
- [7] M. Nagasono *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **107** (2011) 193603.
- [8] C. Ohae *et al.*: *J. Phys. Soc. Jpn.* **85** (2016) 034301.
- [9] J. R. Harries *et al.*: *J. Phys. B At. Mol. Opt. Phys.* **48** (2015) 105002.
- [10] K. Nakajima *et al.*: *J. Phys. Soc. Jpn.* **84** (2015) 054301.
- [11] J. H. Brownell *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **75** (1995) 3265-3268.

James R. HARRIES

(国) 量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-1046
e-mail : harries@spring8.or.jp

久間 晋 KUMA Susumu

(国) 理化学研究所 東原子分子物理研究室
〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1
TEL : 048-467-9562
e-mail : susumu.kuma@riken.jp

岩山 洋士 IWAYAMA Hiroshi

自然科学研究機構 分子科学研究所
極端紫外光研究施設
〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町西郷中 38
TEL : 0564-55-7403
e-mail : iwayama@ims.ac.jp

SACLA の大出力レーザーシステムについて

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

藪内 俊毅、犬伏 雄一、富樫 格

富澤 宏光、登野 健介

国立研究開発法人理化学研究所 放射光科学研究センター

末田 敬一、宮西 宏併、矢橋 牧名

Abstract

X線自由電子レーザー (x-ray free electron laser; XFEL) の特性を利用した代表的な研究手法の一つに、短パルス光学レーザーをポンプとしたポンプ・プローブ計測がある。本報告で紹介する大出力レーザーも短パルスレーザーの一種であるが、その出力は数百 TW ($\sim 10^{14}$ W) 級と非常に大きい。このような大出力レーザーのパルスを微小な空間領域に集光して試料に照射することで、非常に高いエネルギー密度状態を作り出すことができる。高エネルギー密度状態下での物質状態や物理現象を XFEL により超高速に診断することを主な利用目的として、SACLA に大出力レーザー (最大出力 500 TW) を備えた実験基盤 (BL2 EH6) が整備され、そのユーザー供用が 2018 年度に開始された。本報告では、この実験基盤の整備・開発状況と今後の展望について紹介する。

1. はじめに

XFEL と光学レーザーを利用したポンプ・プローブ実験は、生物学、超高速化学、物質科学といった幅広い研究分野で行われており、多くの目覚ましい成果が報告されている。これらに用いられる光学レーザーは、大きくとも数百 GW 級の出力を持った比較的エネルギーが小さな短パルスレーザーであることが多い (例えば、エネルギー 10 mJ、パルス幅数十 fs のもの)。SACLA^[1]でも、汎用的に利用可能な比較的小型の光学レーザーが整備されている^[2]。

一方で、より高エネルギーで、数十 TW から PW とした出力を持つ短パルス光学レーザーを用いて研究が行われてきた学術分野に、プラズマ科学、宇宙・地球惑星科学、粒子加速研究などの高エネルギー密度科学やそれに関連した分野がある。これらの実験の多くでは、高い時間及び空間分解能を備えた手法によりシングルショットで測定対象を診断することが求められる。従来は短パルスの光学レーザーまたはレーザー駆動量子源 (X線や荷電粒子及び中性子) をプローブとして用いるか、高時間分解能または高空間分解能を有する検出器を用いるなどの手法が採用されてきた。しかし、これらの診断手法では、プローブ光源や計測系の技術的な制約により、直接に診断できない場面が

多く見られた。このような状況において、これまでの技術的な制限を超えるための非常に魅力的な診断ツールとして、短パルス、高輝度、高コヒーレンスな XFEL に期待が寄せられ、世界的にも大出力のレーザーと XFEL を同時利用できる実験基盤の開発が求められていた。

このような背景のもと、SACLA では 2014 年度から大出力レーザーの整備を開始した。この大出力レーザーを利用可能な実験基盤を 2018 年度から SACLA BL2 EH6 にて一般ユーザー利用研究に供している^[3]。大出力の短パルス光学レーザーの整備が行われている他の XFEL 施設としては、米国 LCLS^[4]と欧州 European XFEL^[5]がある。

2. SACLA BL2 EH6 整備

2.1 概要

SACLA にある 2 つの硬 X 線ビームラインの 1 つである BL2 の最下流に設置されている実験ハッチが EH6 である (図 1)。この EH6 は SACLA 実験研究棟と SPring-8 蓄積リング棟の間にある XFEL-SPring-8 相互利用実験施設内にある。BL2 の最下流であるため、ビームライン上に大型の実験用真空チャンバー (1.4 × 3.0 × 1.6 m) を常設可能であり、BL2 の他の実験



図1 (a) SACLA BL2 EH6 の概要。(b) 実験用真空チャンバーの内観。

ハッチで実験が行われている間も EH6 内で大出力レーザーを用いた調整作業を行うことができる。

整備された大出力レーザーシステムは、最大出力が 500 TW のレーザー装置 2 台で構成されている。これらを XFEL と組み合わせて使うことで、2 つの大出力レーザーと XFEL を同時に利用可能となる。ただし、当面は実験基盤の安定運用や基本機能の高度化をユーザー実験の遂行と両立させるため、1 台の大出力レーザー装置を最大 200 TW (8 J/40 fs) の出力に制限して運用している。

2.2 XFEL 光学系整備

現在、SACLA の通常の実験モードでは、加速器を 60 Hz で運転し、電子ビームを BL2 と BL3 の 2 つのビームラインに均等に振り分けている⁹⁾。自己増幅自発放射 (self-amplified spontaneous emission; SASE) 方式の運用では、BL2 と BL3 はおおよそ同等の XFEL 特性を有している。BL2 で通常利用される光子エネルギーは 4~15 keV の範囲であり、例えば光子エネルギー 10 keV の典型的なオペレーションでは、パルス幅は 10 fs 以下、パルスエネルギーは 500 μ J 程度である。このパルスのバンド幅は、典型的には $\Delta E/E \sim 5 \times 10^{-3}$ 程度であるが、二結晶分光器を用いることで、 1×10^{-4} 程度まで単色化して利用することも可能である。

EH6 では、XFEL はベリリウム製の複合屈折レンズ (compound refractive lens; CRL) を利用することで、光軸上の所望の位置に集光して利用できる。非集

光のコリメートビームの場合はビーム径が 1 mm 程度であるが、二次元放物面型の CRL を利用することで、サンプル位置で最小数ミクロンまで集光できる。ここで、EH6 の整備にあたっては、基本的な考え方として、サンプル位置は実験によらずに固定するという方針を採用している。これは、後述する大口径の大出力レーザーの輸送や集光調整に必要な測定・監視システムの配置を固定し、安定的にレーザーを調整するためである。この方針に則り、反射光学系である Kirkpatrick-Baez (KB) ミラー光学系ではなく、XFEL 光軸を同一に保ったまま集光ビームサイズを変更できる CRL の集光光学系を採用した。

2.3 大出力レーザー整備

EH6 で利用する大出力のレーザーパルスは、相互利用実験施設に隣接して建設されたレーザーハッチ 6 (LH6) から輸送される。チャープパルス増幅法でエネルギー増幅された Ti:Sapphire レーザーパルスは、LH6 から相互利用実験施設へ輸送された後に、回折格子により数十 fs 程度までパルス圧縮される。LH6 内の最終段の増幅器において、レーザーの繰り返し周波数は 1 Hz となる。レーザーシステムの概要を図 2 に示す。

パルス圧縮されたレーザー光は、複数の輸送用ミラーを経て最終的に軸外し放物面鏡 (off-axis parabolic mirrors; OAP) で実験用真空チャンバー内のサンプル上に集光される。パルス圧縮部以降は真空内を伝搬させ、非線形効果によるパルスの劣化を防いでいる。

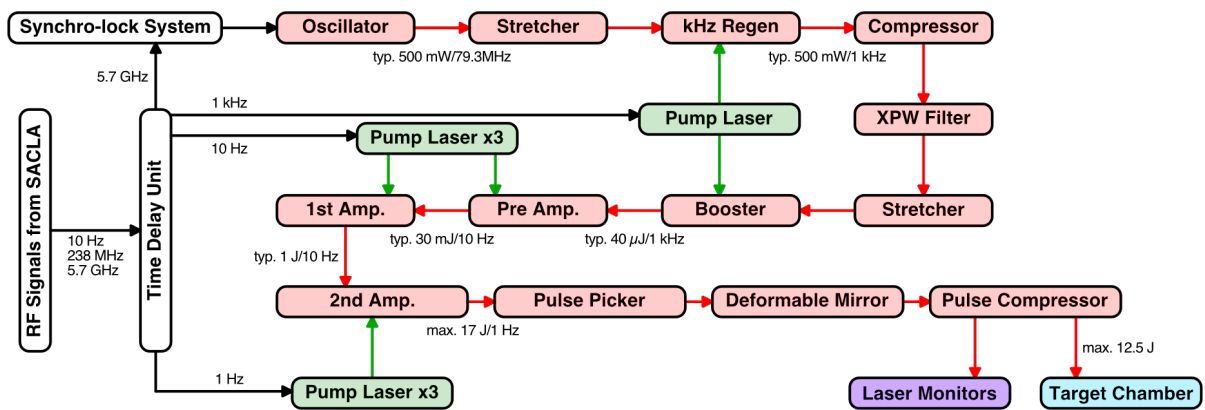


図2 大出力レーザーシステムのシステム概要 (1 ビーム分)

加えて、大出力のレーザーパルスによる光学素子の損傷を防ぐために輸送中のレーザー光の直径は約 12 cm と大きく、それに伴って大型の光学素子を使用する必要がある。実験用真空チャンバーが大型であるのは、このような大口径のレーザーパルスと光学素子を取り扱うためである。

実験基盤の開発整備段階において、OAP でサンプル上に集光されたレーザー光の強度は、 $2 \times 10^{18} \text{ W/cm}^2$ を十分上回ることを複数の手法で確認した。具体的には、低エネルギーのレーザーパルスの集光スポットを直接顕微鏡でモニタする手法と、高強度レーザーがサンプルと相互作用することによって生成する高エネルギー電子のエネルギー分布を測定する手法の 2 つを利用しており、両者間で矛盾のない結果を得ている。Ti:Sapphire レーザーのような波長 800 nm 程度のレーザーパルスにおいては、 $2 \times 10^{18} \text{ W/cm}^2$ を超えるような高強度で物質と相互作用した場合には、プラズマ化した物質の持つ電子とレーザー光の電磁場の相互作用現象において、相対論的効果を見逃すことが知られている。この閾値を十分上回ることは、高強度レーザーを利用した高エネルギー密度科学研究を行うためにレーザーが満たすべき重要な指標の一つとされている。

2.4 XFEL と大出力レーザーの重ね合わせ

XFEL と大出力レーザーの同時利用実験を行う際の重要な課題として、これらのレーザーの空間及び時間の重ね合わせがある。いずれのレーザーもスポット径とパルス幅は大きくても数十 μm や数十 fs 程度である。精密な実験を行うためには、これらの相対関係を

必要十分な精度で調整し、また、長時間の揺らぎを十分抑制することが求められる。

空間に関しては、XFEL の変動は大出力レーザーのそれに対して非常に小さく無視できる程度であるので、大出力レーザーのポインティング揺らぎを如何に抑制するかが鍵となる。これまでの実績では、サンプル位置での水平、垂直の大出力レーザーのポインティング変動量の σ は 5 μm 以下を達成している。

時間に関しては、60 Hz で駆動する XFEL のシステムに対して、大出力レーザーシステム側で同期する必要がある。大出力レーザーの発振器には、SACLA の C バンド加速器駆動高周波信号 (5.7 GHz RF 信号) を参照基準信号として同期するシステムを採用している。このシステムでは、発振器からのレーザーパルスストレイン (79.3 MHz) と参照基準信号の位相差を光-マイクロ波バランス位相検出器⁷⁾で検出し、レーザーパルスタイミングを基準信号と高精度に同期させる。

こうして発生した大出力レーザーと XFEL を、各々 10 Hz に間引き、サンプル位置での到達時刻揺らぎを測定した結果を図 3 に示す。この測定は空間デコーディング法と呼ばれる手法⁸⁾を用いて行った。ヒ化ガリウム (gallium arsenide; GaAs) 基板を光学レーザーに垂直になるようサンプル位置に設置し、適度に集光した XFEL を大きな入射角で GaAs に照射する。XFEL が照射された領域では、XFEL の照射に伴って波長 800 nm の光学レーザーの GaAs 透過率が急速に変化する。このような空間配置をとることで、XFEL が GaAs に到達する時刻が試料面内で異なるため、XFEL と光学レーザーが同時に試料に到達した時刻情報を位置情報に焼き直して取得することが可能となる。

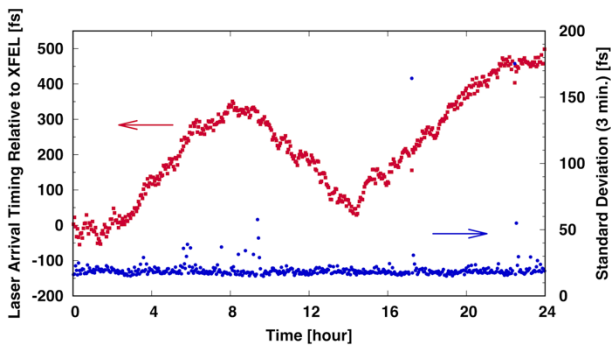


図3 XFELと大出力レーザーのサンプルへの到達時刻の時間変動。XFELを基準とした大出力レーザーのサンプル位置への到達時刻(赤点)。青点は、各時刻における到達時刻の揺らぎ(3分間)を表す。

この時、到達時刻の変動は透過率の空間分布の変動となって記録される。

これまでの調整で、短時間の時間揺らぎはおよそ20 fs (rms) 程度まで抑制できている。これは、2つのパルスの時間揺らぎが、現在ユーザーに提供している大出力レーザーのパルス幅(半値幅で~40 fs)内の揺らぎで収まっていることを意味している。一方、図から分かるように、長時間では数百 fs を超えるようなドリフトが見られる。これについては、装置の安定性の改善、また、常時ドリフトを監視する手法の開発などに引き続き取り組んでいるところである。

2.5 XFELと大出力レーザーの同時利用環境の整備

この種の大出力レーザーを用いた実験では、レーザー照射に伴って、サンプルは容易に破壊される。例えば固体サンプルの場合、その損傷領域はレーザー照射領域より格段に広く、数 mm 程度に及ぶ。そのため、いわゆる破壊型のシングルショット測定を行い、その都度サンプルをレーザー照射位置に供給する必要がある。EH6の真空チャンバーには、サンプルの位置調整のための汎用のサンプル駆動ステージや光学監視システムを備え付けている。

これまでのユーザー実験の経験から、如何に効率よくサンプルを真空チャンバー内に供給し、また設置調整するかが、ショットレートを最大化する上で非常に重要であることが明確となってきた。現在のシステムでは、1日の最大ショット数は真空チャンバー内に一度にセットできるサンプル数で制約されており、具合的には100~120ショット程度である。この制約を改

善するために、サンプル供給機構の高度化を進めている。

シングルショットのポンプ・プローブ実験では、1 Hz で稼働する大出力レーザーと30 Hz で稼働するBL2 XFELから、それぞれ1パルスのみ切り出してサンプルに照射する。従来のレーザー実験施設においては、このような大出力レーザーのサンプル照射をユーザー自身が操作して行うことはほとんどない。これに対し、EH6ではSACLAの他の実験と同様のツールを用いて、安全なショットをユーザー自身が行えることを目指して環境を構築してきた。現状では、ユーザー自身で端末を操作し、XFELとレーザーの照射時間差を希望する値に変更しながらショットを行うことが可能となっている。

3. ユーザー供用後と今後の展望

SACLA BL2 EH6における大出力レーザーとXFELを同時利用した実験基盤は、ユーザー利用が始まってから間もなく2年が経とうとしている。供用開始後、2019A期までに6件のユーザー利用実験が行われており、2019B期も2件が採択されている。これらは大出力レーザーの持つ高いパルスエネルギーまたは集光強度を活用した実験であり、SACLAに由来からある同期レーザーでは実現できなかった物質状態下でのXFEL利用研究である。今日まで、これらのユーザー実験で得られた知見も反映させながら、継続的にレーザー装置、実験環境の開発研究を進めてきた。

このような大出力のレーザーを利用できる実験基盤は、国内ではレーザー単体であっても非常に限られており、XFELと組み合わせることで利用できる装置としては世界的にも貴重である。一方で、海外のXFEL施設で類似の基盤が整備されつつある状況を鑑みると、SACLAからのタイムリーな成果創出が求められる。今後もユーザー実験を安定的に実施していくとともに、国内外のユーザー、ポテンシャルユーザーとも密接な関係を構築し、一層の高度化を進める計画である。

謝辞

本実験基盤の整備では、大阪大学の兒玉了祐氏、羽原英明氏にご協力いただいた。この場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- [1] T. Ishikawa *et al.*: *Nat. Photonics* **6** (2012) 540-544.
- [2] K. Tono *et al.*: *New J. Phys.* **15** (2013) 083035.
- [3] T. Yabuuchi *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **26** (2019) 585-594.
- [4] B. Nagler *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **22** (2015) 520-525.
- [5] M. Nakatsutsumi *et al.*: *Plasma Phys. Control. Fusion* **59** (2017) 014028.
- [6] K. Tono *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **26** (2019) 595-602.
- [7] J. Kim, F. X. Kartner and M. H. Perrott: *Opt. Lett.* **29** (2004) 2076-2078.
- [8] T. Sato *et al.*: *Appl. Phys. Express* **8** (2015) 012702.

宮西 宏併 MIYANISHI Kohei

(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-0802 ext 9751
e-mail : miyanishi@spring8.or.jp

矢橋 牧名 YABASHI Makina

(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-0802 ext 3811
e-mail : yabashi@spring8.or.jp

藪内 俊毅 YABUUCHI Toshinori

(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 7885
e-mail : tyabuuchi@spring8.or.jp

犬伏 雄一 INUBUSHI Yuichi

(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 3374
e-mail : inubushi@spring8.or.jp

富樫 格 TOGASHI Tadashi

(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 3661
e-mail : tadashit@spring8.or.jp

冨澤 宏光 TOMIZAWA Hiromitsu

(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 3546
e-mail : hiro@spring8.or.jp

登野 健介 TONO Kensuke

(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 3321
e-mail : tono@spring8.or.jp

未田 敬一 SUEDA Keiichi

(国) 理化学研究所 放射光科学研究センター
〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-0802 ext 9618
e-mail : sueda-k@spring8.or.jp

第 32 回ヨーロッパ結晶会議 (ECM32) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター 回折・散乱推進室

井上 (稲葉) 理美

1. はじめに

ヨーロッパ結晶学会が主催する 32nd European Crystallographic Meeting (ECM32) が、2019 年 8 月 18 日~23 日の日程で、音楽の都としても有名なオーストリアの首都ウィーンにて開催された^[1]。会場となったウィーン大学は、ヴォディーフ教会、市庁舎、国会議事堂といった歴史的な建築物が立ち並ぶ優雅な立地に位置する。

ECM32 の前日程には、ウィーン工科大学においてサテライトミーティングとして、様々な分野のワークショップも行われていた^[2]。筆者は ECM32 に加え、タンパク質の構造解析ツールである CCP4^[3]に関するワークショップ (CCP4 Structure Solution Workshop)、および結晶学を専門とする若手研究者のためのサテライト会議 (Young Crystallographers Satellite Meeting) にも参加したので、これらについても簡単に紹介する。

なお、筆者の専門は生物物理学・タンパク質科学分野であり、会議中に聴講したシンポジウムも生物系の研究が多い。一度に 6 つの Microsymposia が並行して進行していたこともあり、報告内容分野が偏ってしまっている点にはご容赦いただきたい。



図 1 会場となったウィーン大学のエントランス

2. ECM32 会議内容

ECM32 の開会式では管楽器重奏によるファンファーレから始まり、実行委員長や IUCr の会長、来賓による挨拶が行われた。引き続いて Max Perutz Award の授賞式および受賞講演が行われ、Oxford University の Professor Elspeth Garman が受賞された。賞の名称になっている Max Perutz といえば、オーストリア出身の化学者であり、重原子置換法を用いてヘモグロビンの X 線結晶構造を決定し、1962 年ノーベル化学賞を受賞されたことは特に有名である (ちなみにウィーン大学には Max Perutz Labs という研究所がある)。Garman 教授の功績としては、生体分子の結晶構造学へ大きく貢献したことが評価された。具体的には、試料に対する放射性損傷について精力的に研究され、タンパク質結晶構造解析における放射線量 (Dose) 限界値を実験的に見積もったこと (Garman Limit)、そして放射線損傷量を見積もるツールの開発や放射線損傷メカニズム解明に大きく貢献されている。これらは、高輝度化が進む大型放射光施設では、タンパク質結晶・回折実験において重要な指標となっている。また、タンパク質結晶構造解析ビームラインでは自動測定を導入している放射光施設も多いが、その際に X 線照射条件を決定する指標にもなるこのことである。現在では放射光 X 線結晶構造解析のみならず、XFEL や溶液散乱 (X 線小角散乱)、材料系でも試料へのダメージを考慮する指標として用いられるようになってきた。この他にも、X 線回折実験に使用するクライオピンなどのハンドツールの開発にも貢献し、現在も広く利用されている例などが紹介された。

2 日目以降は、午前・午後の両方に Plenary もしくは 2 件の Keynote および、6 つの Microsymposia (12 セッション/1 日、計 48) が分野のバランスが考慮されて組まれていた。Microsymposia は、5 つの Focus Area

(1. Biological and Macromolecular Crystallography, 2. Materials and Minerals, 3. Physical Including Fundamental Crystallography, 4. Chemical Crystallography, 5. Experimental and Computational Techniques) および 1 つの General Interest から構成され、全体的な印象としては施設関連 (手法開発)、解析手法関連 (ソフトウェア)、利用研究関連 (試料調製や機能解析) と専門分野が多岐にわたっていたように感じた。また、近年飛躍的に進んでいるクライオ電子顕微鏡を利用した研究や解析手法の開発に関する発表も多数みられた。以下、会議で印象に残った内容をテーマごとに分けてピックアップした。

大型施設関連については、主にヨーロッパの放射光施設からいくつかのビームラインに関する発表があった。現在、第 2 フェーズアップグレード中の ESRF (-EBS) では、加速器や光源性能の計画と合わせて、いくつかのエンドステーションに関する紹介があった。また European XFEL では、MHz 高繰返しパルスを生かしたポンプ・プローブ実験の紹介があった。一つの例として、時分割シリアルフェムト秒 X 線結晶構造法 (TR-SFX) において、ポンプ光の後一定時間後に連続で XFEL パルスを照射しピコ秒スケールの構造変化を追跡するというものであった。さらに、refocusing CRL (Compound Refractive Lens) を利用して、2 つタンデムに並べた実験ステーションを設置予定とのことである。同じくドイツの PETRA-III では、EMBL-Hamburg が管理運営する P13 および P14 の MX ビームラインの紹介があった。P14 ではマイクロビームモードにおけるシリアル結晶構造解析に加え、CRL の設置、さらに、第 2 ハッチではポンプ・プローブの時分割実験専用のステーション T-REXX (Time-resolved experiments with crystallography) が整備されている。結晶構造だけでなく、高エネルギー位相差イメージング (トモグラフィー) も測定できるようにしているとのことであった。MAX-IV では、BioMAX と MicroMAX (設置予定) についてのビームライン紹介があり、前者はモノクロメーターと KB ミラーを使用したシンプルなビームラインで 2017 年に利用開始され、既に多くのユーザーが使用しているとのことである。一方、MicroMAX では、1-10 ミクロンのビームサイズを目指して設置計画されており、

ビームラインとしてはモノクロメーター、多層膜ミラーを用いる計画で、2022 年の利用開始を目指して建設中である。また、高速サンプルチェンジャー (試料交換時間 18 秒) や 30 近くのユニパックを設置することで、ハイスループット化を進める予定であるとのことであった。シリアル結晶学を利用したセッションでは、Diamond Light Source や SACLA などからの発表もあり、XFEL では主に SFX を、放射光でも固定ターゲット X 線結晶構造法を行うステーションを整備しているとのことであった。各放射光施設における MX ビームラインの傾向として、大きく 2 つの方針で進めており、一つは従来の結晶構造解析についてはハイスループット化を進め、もう一つはマイクロビーム X 線を用いたシリアル結晶構造解析や時分割測定を実施するビームラインを整備しているようであり、どこも共通しているように感じた。

ソフトウェア関連では、CCP4 をベースに開発されたという内容が多く見受けられ、結晶構造のみならずクライオ電子顕微鏡で得られたデータ解析ソフトウェアの開発も活発に進められているようであった。また、大容量のデータを処理したり、保存したりするためのクラウドやデータベースに関する発表もあった。試料調製法にフォーカスを当てた発表も多く見られた。筆者も登壇したシンポジウム「MS03: Crystallisation and Biophysical Characterisation」では、タンパク質の結晶化に先駆けて、他の手法を利用して安定性などの評価を行い、その結果に基づいて戦略を立てるという発表があった。反射の良い (品質の良い) 結晶を作製するためには、優れた物性のタンパク質を調製する必要があり、その評価方法としては熱安定性や光散乱を利用した形状解析が主流のようで



図 2 懇親会が開催されたシェーンブルン宮殿

ある。膜タンパク質では、GFP の蛍光融合として単離精製することで、微量でもスクリーニングがかけられること、また脂質キュービックフェーズ (LCP) や界面活性剤の選択においてもこれらの手法が有用であることなどが示されていた。さらに、安定性から結晶化スクリーニングまで、一連の解析を自動化したパイプラインの紹介もあった。

会議4日目の夜には、ウィーン・ハプスブルグ家の居城であり、世界遺産としても有名なシェーンブルン宮殿にて懇親会が開催された。弦管楽器のウェルカムファンファーレに続いて、着席フルコースの食事が提供された。

3. CCP4 Structure Solution Workshop

ECM32 のサテライト会議として、2019年8月17日にウィーン工科大学で開催された CCP4 Structure Solution Workshop に参加した。CCP4 (Collaborative Computational Project Number 4) は、X線結晶構造の解析時に用いられるソフトウェアの集合体を指す。CCP4 は、英国 Diamond Light Source に隣接する Research Complex at Harwell にて開発され、タンパクの質結晶構造解析に広く利用されている⁴⁾。今回のワークショップでは、ネットワークを利用してクラウド上にデータを上げて利用する方法が紹介された。これによって、出張先やタブレット端末でも、インターネット接続環境が整っていればいつでもどこでも解析できるようになったとのことである。使用の流れは従来と大きく変わりはないとのことであったが、Protein Data Bank へのデポジットは容易になったとのことであった。



図3 Young Crystallographers Satellite Meeting の集合写真

4. Young Crystallographers Satellite Meeting

ヨーロッパ結晶連合 (ECA) の若手研究者が主催した、Young Crystallographers Satellite Meeting が2019年8月18日にウィーン工科大学にて開催された。この研究会は、PhD candidate やポスドクといったキャリアの浅い研究者が、国際会議で口頭発表する機会を設けるために2013年から始めたとのことである。参加者の多くは、ECA に所属しているようであり、ECA 以外では、筆者の他にも台湾や南アフリカの若手研究者が参加していた。9件の口頭発表に加え、ポスター発表も数件行われていた。発表分野としては材料・化学系が多い印象であったが、シミュレーションとの併用や、近年着目されている結晶化スポンジ法の利用、ビームラインの紹介など内容も多岐にわたっていた。中でも、タンパク質の結晶を Art (芸術) と見立てて、結晶学と芸術との融合分野を開拓しようとする若手 PI からの発表は興味深く印象に残った。

5. おわりに

ECM 会議のプログラム最終日には閉会式が開催され、本会議の参加状況などについて報告があった。事前参加登録者は1000人を超え、ポスター発表が518件、招待講演が96件、口頭発表 (selected) が145件、基調講演が16件とのことであった。今回の ECM では、講演者のバランスも考慮され、シンポジウムの座長や招待講演では女性研究者が多く登壇していたことも印象的であった。引き続き、トラベルアワード、ポスターアワード、若手研究者講演賞の各種授賞式が行われた。最後に、IUCr2020 がチェコのプラハで2020年8月22日~30日に開催され⁵⁾、次回の ECM33 はフランスのベルサイユで2021年8月24日~28日に開催されることが述べられ、各実行委員長の挨拶や暫定プログラムの発表、熱意のこもった開催地宣伝が行われた。そして実行委員長や IUCr/ECA 会長らの挨拶を以って、ECM32 は幕を閉じた。

参考文献

- [1] <https://www.ecm2019.org/home/>
- [2] <https://www.ecm2019.org/satellites/>
- [3] <http://www.ccp4.ac.uk/index.php>

[4] M. D. Winn *et al.*: *Acta. Cryst. D* **67** (2011) 235-242.

[5] <https://www.xray.cz/iucr/>

井上 (稲葉) 理美 INABA-INOUE Satomi

(公財) 高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター 回折・散乱推進室

〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1

(現所属)

(独法) 日本学術振興会 海外特別研究員

Department of Life Sciences, Imperial College London

Research Complex at Harwell, Rutherford Appleton Laboratory

Harwell Oxford, Didcot, Oxfordshire, OX11 0FA, UK

e-mail : s.inoue@imperial.ac.uk

第 17 回加速器と大規模物理実験制御システムに関する国際会議 (ICALEPCS2019) 報告

公益財団法人高輝度光科学研究センター
光源基盤部門 清道 明男

1. はじめに

ICALEPCS2019 (17th International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems) が、2019年10月7日から11日まで、米国ニューヨーク・ブルックリンにて開催された(図1)。ICALEPCSは加速器施設と大規模物理実験の制御システムに関する国際会議である。隔年開催でヨーロッパ、アメリカ、アジア(含むオセアニア)地域を巡回しており、今回は米国の Brookhaven National Laboratory (BNL) 主催で行われた。

本会議には507名の参加があり、素粒子原子核物理学実験や放射光、中性子源の加速器施設からの参加のみならず、大強度レーザー、核融合、電波天文台、重力波といった大規模実験から参加があった。SPring-8/SACLAからは5名(理研:福井、JASRI:増田、杉本、松本、清道)が出席した。その他、日本からは理研 RIBF、KEK、J-PARC といった施設や京都大、広島大などの参加があった。

2. 会期前ワークショップ

会議に先立って10月5、6日の2日間は特定の話題について集中して議論するためのワークショップが開催された。テーマはEPICS、TANGO、Jupyter、



図1 会場となった NY Marriott at The Brooklyn Bridge。ホテル前の道を歩くと、数々の映画の舞台となったブルックリン橋にたどり着く。

FPGA、PLC、Motion Control、Machine Learning、Sardana、Timing、MicroTCA、Cyber Security、Container と全部で12件あり320名の参加があった。SPring-8/SACLAからの参加者も分担してワークショップに参加したので、幾つか紹介する。

・Data Science and Machine Learning

今回のワークショップの中では最も盛況で、他のテーマの3倍の部屋を使用して立ち見ができるほどであった。最近の機械学習の流行が垣間見られる。画像認識を題材としたチュートリアルの開講と各施設の利用事例の紹介があった。利用事例では Beam Steering の調整 (BNL) や Collimator アライメント (CERN) に機械学習を適用することで、調整時間の短縮に繋がる可能性が示された。各国で大型の予算が付けられている様子であり、様々な試行が行われている。

・MicroTCA

高速シリアルインターフェースを持つモジュール型プラットフォームの1つである MicroTCA は、加速器・物理実験向けの拡張規格(4番目の拡張規格で、通称 MTCA.4)を策定していることから多くの加速器施設で採用されている。ワークショップでは DESY、CERN、ESS、KEK といった施設での利用状況が報告された。加速器コンポーネントにおいて、主に高速・広帯域処理が必要な Low Level RF (LLRF)、ビーム位置モニタ (BPM)、タイミング系機器で使用され、利用可能なモジュールの種類も増えた。拡張規格の話題では RF バックプレーンを追加した MTCA.4.1 が策定されたことに加えて、PCI Express (PCIe) の次世代規格に対応したより広帯域のサポートやスロットの電力増強を行った次世代拡張規格 (MTCA.4.x) の策定計画について報告があった。

・Cyber Security

加速器や大規模実験の制御システムのセキュリティ

ィについて知見を共有することがワークショップの開催趣旨である。ネットワークの分離が重要であるが、Internet of Things (IoT) の普及によりネットワーク接続デバイスが増え単純に分離できなくなってきた。セキュリティにより一層の注意が必要になった。BNL や LLNL などの米国 DoE 研究所は NIST SP800 シリーズ (セキュリティ規格) 準拠が要求され、欧州でも GDPR (General Data Protection Regulation : 一般データ保護規則) があり、各施設の対応状況が報告された。また、最近の侵入事例として LLNL で起きたセキュリティ事案の発生とその対応について紹介があった。

3. 本会議

ICALEPCS2019 会議は以下に示す 14 のプログラムトラックで構成され、全部で 119 の口頭発表と 249 のポスター発表が行われた。図 2 に集合写真を示す。

General

- Project Status Reports
- Control System Upgrades
- Device Control and Integrating Diverse Systems
- Experiment Control

Hardware

- Hardware Technology
- Timing and Synchronization
- Control System Infrastructure

Software

- Software Technology Evolution
- User Interfaces, User Perspective, and User Experience (UX)
- Data Management
- Data Analytics

Subsystems

- Systems Engineering, Collaborations, Project Management
- Functional Safety Systems for Machine Protection, Personnel Safety
- Feedback Control and Process Tuning

SPring-8/SACLA からは 4 件の口頭発表 (福井、杉本、松本、清道) と 3 件のポスター発表 (増田、岡田、石井) があった。会議の内容は多岐にわたるため、こ

こではハードウェア、ソフトウェアに大別して報告する。会議の Web サイト^[1]には発表資料が公開されているので、さらに詳しい内容を知りたい方はそちらを参照していただきたい。

• 制御ハードウェア関連

加速器制御のハードウェアプラットフォームは、高速・広帯域が必要な機器は MicroTCA、遅くてもよいものは EtherCAT や PLC を採用するといった棲み分けが進んでいる。全体として PLC の利用が多く、PLC に EPICS を載せて制御系を作った、という発表が多かった。PLC のロジック開発はラダー言語ではなく Open PLC で Structured Text 言語を使用して開発環境の共通化を進めている。EtherCAT の発表も増えており、その殆どは PLC ベースであった。

高速・広帯域が必要な機器は MicroTCA の採用が増えている。ワークショップでも報告があった LLRF、BPM、タイミングといった機器に加えて Machine Protection System (MPS) での使用例や、新規開発モジュールの発表があった。Hardware Technology のトラックにおいて、福井が SACLA の低エミッタンス電子ビームを SPring-8 蓄積リングへ入射するアップグレード計画での MTCA.4 モジュール開発について報告し、ポスターでは石井の EtherCAT を使用した制御システムの報告を行った。Device Control のトラックでは清道が SACLA-SPring-8 蓄積リングビームトランスポートラインにおける BPM 読み出し系更新や新規の GigE カメラシステムの導入などのモニター制御系構築について報告した。

Timing and Synchronization トラックでは加速器や実験におけるタイミングと同期の課題に焦点を当てている。加速器のタイミングシステムは Micro Research



図 2 本会議の集合写真

Finland (MRF) 社製のタイミングモジュールが SuperKEKB を始めとした多くの施設で使われている。会期前ワークショップのなかでも MRF ユーザワークショップが開催されており、各施設での利用や開発モジュールの報告があった。元々PCIe や VME をサポートしていたが、MTCA.4 ベースのイベントジェネレータを開発したことが報告された。これにより既に開発済のイベントレシーバーと合わせて、MicroTCA システムで MRF が利用可能となった。

ネットワークを介したタイミングシステムの発表もあり、CERN が進めている White Rabbit を用いたトリガ信号分配や、現在 IEEE で規格の制定が進んでいる“Time-sensitive Networking (TSN)”を利用したトリガ信号分配の開発についての発表があった。後者はドイツのメーカー-HIT が、策定前の TSN に代えて PTP (Precision Time Protocol) を用いた試験で PPS (Pulse Per Second) 信号出力のジッター ± 25 ns を達成したことを報告した。

ソフトウェアにおける“Open Source”の考え方をハードウェアに広げた“Open Hardware”があり、CERN を中心にコラボレーションが進められている。各種 I/O ボードを始めとするハードウェアの開発に必要なデータを全て公開する取り組みで、成果の代表例が White Rabbit である。増田がポスターで発表したタイミング分配システムも White Rabbit を利用したものである。他にも、長く運用している施設の古い機器の更新や低コストでシステムを組む目的で、VME や CompactPCI-Serial プラットフォーム用の高速 I/O モジュールを Open Hardware で開発する事例も報告された。

・制御ソフトウェア関連

制御システムはハードウェアを組み合わせれば動くものではなく、ソフトウェアによる橋渡しを行う制御フレームワークが重要な役割を担っている。SPring-8/SACLA で開発・運用している MADOCA およびその発展系も制御フレームワークの 1 つである。Control System Upgrades のトラックで杉本が SACLA/SPring-8 および新 3 GeV 放射光計画の制御システムのステータス報告を行い、ポスターでは岡田のオンデマンド振り分け用データベースシステムについて報告した。

大規模施設において採用が多い制御フレームワークは、米国 Argonne National Laboratory を中心に開発された EPICS と、欧州の ESRF、ELETTRA などの施設が協力して開発している TANGO であるが、これらは会期前ワークショップでそれぞれ User Meeting を開いた。本会議では米国開催ということもあるためか、EPICS の利用を前提とした開発・整備の発表が多かった。例えば PLC に EPICS の IOC を載せて制御システムを構築する、といった報告が多くあったが、各施設において似たようなツールをバラバラに開発して制御フレームワークとしての統一感が欠ける印象であった。

前回の ICALEPCS2017 で Data Analysis のトラックが新設されたが、今回は主に機械学習の話題が増加しており、特に加速器の調整時間の短縮に繋がることを期待して進められている。ワークショップも盛況であったが、試行してみたという発表が多く必ずしも機械学習である必要性を感じられないものも散見された。まだ実用には至っておらず様々な試行を行っている段階であるが、今後の発展が期待される。

Data Management では所外からの実験データアクセスを行いたいユーザの要望に応える形での取り組みが議論された。主に放射光施設・中性子施設での需要が高い。SPring-8 の例では松本が実験データ転送システム BENTEN について発表した。欧州では施設間でコラボレーションを結成して、自前のクラウドを用いたオープンサイエンス基盤を構築している。また、J-PARC ではアマゾンの AWS Cloud を用いた遠隔モニタリング・データアクセス環境を構築した。J-PARC は原子力施設である JAEA の敷地にあるため、外部から施設内計算機への直接アクセスの制約が厳しい。そこで、外部のクラウド環境を積極的に活用したとのことである。

ソフトの開発環境をハードウェアに左右されないよう固定化する目的や、様々なソフトウェアを効率的に稼働させるために、仮想化技術 (Virtual Machine、Container) を使用した例が数多くあった。

4. BNL ツアー

会議の最終日には BNL の施設見学が行われた。ブルックリンから東へ 65 マイル (100 km)、片道 2 時

間のバスの旅であった。ここでは相対論的重イオン衝突型加速器 RHIC、加速器部門 (Collider-Accelerator Department: C-AD)、そして放射光施設の NSLS-II を見学した。

RHIC では STAR 実験の制御室及び検出器を見学した。RHIC は稼働から 20 年で、STAR 実験は 200 GeV 金金衝突および 500 GeV 偏極陽子陽子衝突の実験を行っている。原子核同士を衝突させることで、ビッグバン直後の宇宙に存在していたとされるクォークグルオンプラズマ (QGP) の存在やその物性の解明に向けた研究を進めている。その検出器は図 3 にもありおり巨大なものである。実験開始から 20 年ということもあり、制御機器は VME と NIM を中心とした構成で、一部に新しい機器が混在していた。制御室には Windows 2000 が稼働している古い PC もあった。

加速器群は、陽子は LINAC から、重イオンは Tandem または EBIS から、Booster と AGS を経由して RHIC に入射する。C-AD の中央制御室では稼働から 40 年になる Tandem から最新の EBIS まで 6 つの加速器を一括して制御している。中央制御室は数年前に大幅な改修が行われており、整然としていた。



図 3 RHIC-STAR 実験検出器 (左) と C-AD 中央制御室 (右)。筆者は約 20 年前に STAR と双壁をなす RHIC-PHENIX 実験で博士課程の研究を進めており、BNL は懐かしいものであった。



図 4 NSLS-II のビームライン (左) と加速器の中央制御室 (右)。

NSLS-II は 2014 年から稼働している新しい放射光施設で、C-AD とは独立に運転している。図 4 に写真を示す。ビームラインは約 60 のうち 28 ラインが運用を開始しており、そのうち Coherent Hard X-ray のビームラインを見学した。リング内の移動用に自転車が用意されているなど、SPring-8 のビームラインと似ている部分が多々見受けられた。また、管理区域外には議論できるスペースなどが十分広く取られている。加速器制御室はコンパクトにまとまっており、少人数でのオペレーションも行いやすい様子であった。

5. おわりに

次回 2021 年は SSRF 主催で中国・上海において開催予定である。そして次々回 2023 年は南アフリカ・ケープタウンでの開催が発表された。アフリカ大陸での ICALEPCS 会議は初の開催とのことである。

会議が終了して、帰国便は 10 月 12 日に出発の予定であったが、ちょうど日本に台風 19 号が直撃した日であり、成田・羽田に向かう便は全て欠航、日本からの参加者の多くが影響を受けた。我々も多くが成田か羽田経由伊丹行きで復路で、しかも当日未明に欠航が決まったことから JFK 空港でチケット変更の列に並ぶこと 10 時間。その後、翌朝まで空港のターミナルで過ごし 20 時間かけて中国経由で関空に到着と、なかなか厳しい帰路であった。空港ターミナルでの一晩のサバイバルは 24 時間営業のドーナツ屋やフリーの充電スポットの存在、そして KEK や広島大の仲間がいたことが救いであった。

参考文献

[1] <https://icalepcs2019.bnl.gov>

清道 明男 KIYOMICHI Akiyo

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

64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM2019) 報告

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

1. はじめに

11月4日から8日にかけて、米国ネバダ州のラスベガス市で開催された64th Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials (MMM2019) について報告する¹⁾。

本会議は、磁気物理や磁性材料に関連した分野を網羅する、今回で64回目を迎える歴史ある研究会である。米国の各地で毎年開催されるアメリカ国内の学会会議であるが、古くから日本をはじめ海外からも多く磁性研究者が集い、国際会議の様相を呈している。具体的な参加者数は把握しきれないが、発表数を概算したところ、オーラル、ポスター含めておよそ1,500件と非常に規模が大きな会議となっている。それでも発表応募者を全て受け入れられないようで、特に応募者の多い回では、発表の採択率が2倍以上になることもあるという。筆者も当初は口頭発表で応募したが、惜しくも発表枠に入ることができず、ポスターでの成果発表となった。

今回の開催地となったラスベガス市の Rio All-Suite Hotel & Casino は、マッカラン国際空港からタクシーで約20分とアクセスがよい立地で、ホテル、会議場に加え、カジノ、バー、カフェ、レストラン、スパや専門店街などがひとつの敷地内に集約された



図1 会議場となったホテル(Rio All-Suit & Casino)

複合施設となっている(図1)。各セッションが執り行われた会議室はいずれも広々としており快適であった。市内には同様の施設が連立していて、ラスベガスを訪れる観光客は、滞在するホテル内の施設で一通りの娯楽を体験できるようになっている。初日のレセプションも、施設内のプール付きの中庭で優雅に開催された。

2. 会議報告

本会議は、磁性に関連した数多くの分野のセッション群で構成されている。セッション名やその規模はその時代における研究のトレンドを反映するが、特に公演数で目立ったものとして、“Antiferromagnetic Spintronics (反強磁性体のスピントロニクス)”、“Spin-Orbit Torques (スピン-軌道トルク)”、“Magnetization Dynamics (磁化ダイナミクス)”、“Damping, Interfaces, and Anisotropy (ダンピング、界面および異方性)”、“Skyrmions in Multilayers (多層膜中のスキルミオン)”などが挙げられる。10年以上前のトレンドであった磁気多層膜、巨大磁気抵抗効果、磁性微粒子、メスバウアー分光などと比べると大きく様変わりしており、例えば当時、最先端の技術であったマイクロ～ナノの微細加工は現在では当たり前前の技術であり、また、高周波や光パルスに対する応答といった微小時間におけるダイナミクスは、当時は強磁性共鳴(FMR)などごく限られた現象であったが、現在は複数の分野にまたがった重要な研究対象となっている。また、これまであまり注目されてこなかった、反強磁性体やスピン-軌道相互作用やヘテロ接合を巧みに利用したエレクトロニクス的な研究の増加も特筆すべきである。磁性研究における放射光の役割としては、元素選択性を持つ X 線磁気円二色性

(XMCD)分光をはじめとして当時から息長く活躍しており、現在も、ナノ集光ビームや時分割測定など、さらに進展した技術が盛んに利用されているが、本会議内の分類として、放射光という独立のセッションが昔も今も存在しないのは少し残念なところである。しかしこれは逆に、放射光が研究分野を問わず、標準的なツールとして満遍なく浸透していることの証であるのかも知れない。

具体的なセッション内容としては、初日の11月4日に plenary なチュートリアル講演があり(筆者は不参加)、11月5~8日の4日間が招待講演と一般公演(口頭・ポスター)からなるプログラムとなっていた(図2)。口頭発表の持ち時間は招待講演では36分(質疑応答を含む)だが、一般公演では12分(質疑応答含む)で、発表者が持ち時間ぎりぎりまで話した場合や質問が出ない場合には質疑応答が完全に省かれることもある。また、平均的な質疑数も1~2件と簡素で、一つ的话题を掘り下げて討議するというよりは、短時間でたくさんの情報を一気に収集することを前提とした構成になっている。口頭セッションは半日の間に平均9セッションが並行して行われ、うち1セッションが招待講演のみで構成される Symposia となっていた。ポスターも、半日あたり約8セッション分(100件以上)のポスターが4日目の午後を除き連日の午前と午後に入れ替わりで掲示されていたが、口頭

セッションが少し早い時間(午前は11時過ぎ頃、午後は16時過ぎ頃)に終了するスケジュールとなっていたため、口頭セッション聴講後の1時間程度、ポスター会場に寄って情報収集することが可能であった。なお、ポスター発表者は掲示時間の3時間のうち最初と最後の1時間は常にポスターの前で説明のために待機する必要があり、時折、数人のセッションチェアが待機時間を守っているか、内容をきちんと説明できるかをチェックに回っていた。条件を満たさなかった場合は no show となり、発表は行われなかった扱いとなる。

以下、筆者が聴講したセッションを中心に、内容と感想を紹介する。“Spin-orbit torque”(スピン軌道トルク)は、磁性体薄膜と接合された非磁性重金属膜の持つ強いスピン・軌道相互作用を利用して、磁性層のスピンの流れを(磁場でなく)電流により生み出すという、近年注目されているスピントロニクス(略してスピントロニクスと呼ばれる)の中でも特に精力的に研究が進められている分野である。このセッションでは、異常ホール効果と類似の効果を利用して、単一の強磁性体薄膜中にスピンのねじれを生み出す anomalous spin-orbit torques (異常スピン軌道トルク)という新規現象の話題が特に興味を引いた。また、界面での酸化物層の影響や利用など、材料学的な視点での評価・探索に関する発表件数が多かった。

“Antiferromagnetic spintronics”は、反強磁性体材料として利用したスピントロニクス分野のセッションである。反強磁性体は正味の磁化が打ち消しあっているため、漏れ磁場や磁気擾乱がなく安定であることや、高周波資源としてまだ利用の少ない THz 域に磁気共鳴周波数を持つことから、反強磁性の磁壁や磁区構造を電気的に制御することによりこれまでになく高速・安定な磁気デバイスの開拓が期待されている。このセッションでは理論・実験に関する話題がバランスよく配分されており、双方ともお互いを意識した建設的な議論が交わされた。反強磁性という正味の磁化が相殺されており、通常の磁気検出法では検出できないため、X線磁気線二色性(XMLD)を利用できる放射光にこれまで強みがあったが、今回の報告では Optical Birefringence effect というレーザーの光学効果を用いた斬新な顕微分光手法による NiO の反強



図2 口頭発表(上)およびポスター発表(下)の会場の様子

磁性磁区の観察の報告があり¹⁴、相補利用の観点で注視すべき内容であった。また、およそ 370 K に強磁性と反強磁性の点移転を持つ FeRh を用いて、p ドープと n ドープの FeRh の 2 層ナノピラーに電圧を印加することにより強磁性と反強磁性の実効的な界面を変化させ、正味の磁気特性と電気特性を任意に変調させるという手法もとてもユニークであった。その他の発表として、これまでこの分野では反強磁性材料として、磁気構造の比較的良好に知られた NiO がよく用いられていたが、Cr₂O₃ や Fe₂O₃ など、複雑な磁気構造をもった反強磁性体を利用する動きも散見され、その磁区構造を直接可視化できる放射光 XMLD による光電子顕微鏡 (PEEM) 観察が近い将来、活躍する予感もした。

“Machine Learning in Magnetism”は、近年、どの研究分野においても将来的に必須の解析ツールとなると考えられている機械学習の、磁性分野における動向報告である。本セッションは招待講演のみの構成であったが、多元系合金の合金形成と磁性発現の可能性に関する予測マッピングの創製、放射光分光型顕微鏡によって得られた 2 次元スペクトルデータの解析の汎用化、また、レアメタルを抑制した永久磁石材料の開発を目指した、人工的な微粒子構造と磁気特性の相関を計算した報告など、いずれも緻密な解析プロセスによって得られた素晴らしい結果であった。この機械学習分野は、これまで普通の物質研究を行っていた実験的・理論的研究者の一部がインフォマティクスというトレンドに乗って始めた仕事で報告されているのが現状であるように見受けられたが、将来的にどの研究分野にとっても普遍的かつ汎用的な解析ツールとして機能するためには、(研究者だけでなく) 専門の技術スタッフの充足化、ソフトウェアや計算機システムの共通化・一般化など、まだまだ多くの課題が待ち受けていると考えられる。その意味では、インフォマティクスを専門としたセッションや研究会においては、個別の成果報告だけでなく、その運用を目指した将来計画に関する討議がなされることも重要なものかもしれない。いずれにしても今後の動向に関して目が離せない分野である。

“Ultrafast control of magnetism”は、GdFeCo などのフェリ磁性薄膜の磁化方向を、フェムト秒レーザーを用いて高速に制御できるという報告¹⁵が発端とな

って発展した研究分野が中心となったセッションである。このセッションの話題からの印象では、フェリ磁性とフェロ磁性の薄膜を接合させてその系内でレーザーパルス誘起のスピンを発生させて所望の磁化のコントロールを行うなど、現在は主に材料学的な観点での地道な研究が進められているようである。その一方で、フェムト秒分解磁気ダイナミクス解析を指向した European XFEL での磁気ホログラフィック測定を試みや、レーザーの波長 1 サイクル内 (数フェムト秒内) での磁気励起現象 (光電場の振動によって引き起こされた電荷反跳によるスピン軌道の角運動量の授受) を、数 100 アト秒分解で観測した磁気円二色性測定など、斬新な成果もあった。

“Spin waves: propagation & detection”のセッションでは、スピン波と音波との結合を利用した磁気伝達の制御法に関する話題が多く、著者の関係チームでも類似の試みがなされている内容で興味深かったが、その他にも、スピン軌道トルクを利用して DC 電流のみでスピン波を発生させる機構などユニークな報告もあり、全体的に理論計算との整合性も良かったため、学術的な興味と実用への期待が高まる内容であった。

また、部分的に聴講した“Interfaces: Perpendicular anisotropy and DMI”のセッションでは、筆者の担当チームを利用しているユーザーグループの修士学生が口頭発表で奮闘する姿も見ることができた。

以上の他にも、本稿では紹介しきれない興味深い内容が盛り沢山であった。また、小角 X 線共鳴磁気回折によるカイラル磁性の構造決定や、3 次元磁気トモグラフィによる磁気特異点の実空間同定など、セッション時間の重複のために残念ながら聴講することのできなかった話題もいくつかあったが、本研究会のホームページが開設されている間は予稿集をフリーアクセスで閲覧することができるため¹⁶、引き続き情報収集に活用したいと考えている。

3. おわりに

筆者として、本 MMM 会議は博士課程の学生の頃に参加して以来 2 度目、14 年ぶりであった。近年は所内業務の多忙さもあり、小規模な研究会への参加にとどまることが多かったが、このような大規模な学術

会議に参加し、普段関連が少ない分野も含めて情報や知識を広く収集できたことは大いに刺激になった。特に、スピン波やスキルミオン、超高速磁化ダイナミクスなど、放射光の活用により実験室系の成果では得られない直接的な情報が期待される分野では、現在の放射光利用例を知るだけでなく、今後の開発によって可能性のある放射光測定がどういったものかを想像しながら情報収集をしていくと、今後の装置開発の策定やユーザー拡大に大いに役立つはずである。

次回のMMM2020は、フロリダ州で2020年11月2～6日に開催されると告知があった。

参考文献

- [1] <https://magnetism.org/>
- [2] J. Xiu *et al.*: *Phys Rev B* **100** (2019) 134413.
- [3] C. D. Stanciu *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **99** (2007) 047601.
- [4] <https://www.magnetism.org/storage/app/media/docs/2019%20MMM%20Final%20Abstract%20Book%2020191028.pdf>

大河内 拓雄 OHKOCHI Takuo

(公財) 高輝度光科学研究センター
放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-0802 ext 3924
e-mail : o-taku@spring8.or.jp

Materials Research Meeting (MRM) 2019 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

放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室

木下 豊彦

公益財団法人高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター

櫻井 吉晴

公益財団法人高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター 産業利用推進室 廣沢 一郎

1. 会議全体について

12月10～14日に、横浜山下公園近くの産業貿易センターの横浜シンポジウムなど複数会場で Materials Research Meeting 2019 (MRM2019) が開催された。この会議は日本のMRS-J (Materials Research Society of Japan) の30周年記念行事として企画され、今回が第1回である。MRS-J会長の東工大細野秀雄教授が音頭をとり、同教授がこの国際会議のChairも務められた。

MRS-Jのホームページ(<https://www.mrs-j.org/info/index.php>)の会長挨拶でも触れているが、最近日本では、世界的な発展動向に反し材料系の学会が縮小しつつあることに危惧があり、分野横断的に関連の学会、研究者などに協力を仰ぎ、1,000名を超える規模の会議にしたいということ呼びかけられたものである。ゆくゆくはアメリカのMRSのような会議にしたいとの希望があり、この会議を起爆剤に日本の材料科学の発展を促したいという、組織委員会やアドバイザーに名を連ねておられる先生方の強い希望があったと伺っている。国内でJST、元素戦略、新学術領域などの大型資金プロジェクトの代表者、SPRING-8やJ-PARCなどの大型共用施設に呼びかけがあり、2018年9月頃から準備が始まった。

筆者の元には会議の国際アドバイザーである福山秀敏教授や細野教授からSPRING-8でシンポジウムを企画してくれないかとの依頼があり、財団内での議論の結果、以下に報告のある、F4: Synchrotron X-ray Probes for Nanoscale Materials Science および G5:

Synchrotron X-ray Characterization of Function Material Thin Films and Fine Particles の2つのシンポジウムを企画した。講演者の招待やシンポジウムの企画など、ほとんどが各提案者に運営が委ねられ、スポンサーを募るところから作業を始めた。

会議では、大型施設や計算化学に関するチュートリアルが開催され、初学者、学生、企業の参加者などを対象に、様々な紹介が行われた。筆者も放射光並びにSPRING-8の紹介を行った。当初の参加登録の段階では200名を超える参加者が期待されていたが、実際には数十名の参加にとどまった。チュートリアルの参加のために別途登録料が必要であったためではないかと推察されており、今後の会議での改善に期待したい。

本体会議では各シンポジウムがいくつか集まってクラスターを作り、共通セッション中でそれぞれのシンポジウムから推薦されたキーノートスピーカーの講演が企画され、分野を横断した情報交換に気が配られていた。また、会議全体では世界的に著名な7名のプレナリースピーカーが、触媒、半導体、デバイス、蓄電池、磁気材料、計算化学など、材料科学の重要な話題に関する講演を行った。35カ国から1,800名余りの参加者があり、講演数は1,600を超えた。ただ、日本からの講演者が84%余りを占めており、今後、アジアを中心とした諸国からの参加が期待されている。

2020年も同様の会議が企画されており、みなとみらい地区で、12月7日から開催予定とのことである。

以下にJASRIが中心として企画した2つのシンポジウムの様子を紹介する。

2. シンポジウム

“F-4: Synchrotron X-ray Probes for Nanoscale Materials Science”

シンポジウム“F-4: Synchrotron X-ray Probes for Nanoscale Materials Science”は2019年12月13日（金）に、国の重要文化財である横浜市開港記念会館の一室で開催された。F-4シンポジウムは、MRM2019のFクラスター（テーマ：Energy）の1つのシンポジウムとして開催された。

物質・材料の機能発現はメゾスケール（ナノからミクロンのスケール領域）の複雑性に大きく依存し、このスケール領域の構造とダイナミクスは物質・材料科学の共通研究テーマになっている。例えば、永久磁石の保持力は欠陥や粒界に依存し、蓄電池電極中のリチウムイオン伝導度は構成材料の混合状態に左右され、材料破壊の発生と進行はメゾスケール領域の組成と構造に左右される。一方で、放射光X線光学技術と計測方法の最近の進歩により、その場・オペランド条件下でメゾスケール領域の構造とダイナミクスの観察が可能になってきた。このような状況下で、本シンポジウムは材料科学と放射光科学のさらなる協調を目指して開催された。

オープニングセッションにおいて、MRM2019 チェアパーソンの細野秀雄氏は、（メゾスケールの複雑性を有する）構造因子を通して材料機能と構成元素の新しい対応関係を確立することが重要であると指摘し、



写真1 横浜市開港記念会館

材料機能と構造因子は計算科学が重要な役割を果たし、構造因子と構成元素の間の橋渡しは先端評価技術が担うことを強調していた。F-4シンポジウムはこの先端評価技術の1つのテーマとして開催された。

本シンポジウムは、12日午後に開催されたFクラスター全体の合同シンポジウムのキーノート講演1件を含め、10件の招待講演、2件の口頭発表、13件のポスター発表の構成であった。

Fクラスター合同シンポジウムでは2件のキーノート講演があった。高橋幸生氏（東北大学）は、硬X線スペクトロ・タイコグラフィの手法開発とPt/Ce₂Zr₂O₇触媒粒子への応用を発表した。特に、得られた3次元化学（価数）マップを機械学習を用いて解析することにより、酸素吸蔵時の不均質な酸素拡散状態およびその構造を明らかにした。また、今後の展望として、次世代3 GeV放射光源により、分解能と計測効率が大幅に向上できる可能性を示唆した。もう1つのキーノート講演はY. S. Meng氏で、次世代リチウムイオン電池の部材として注目されるリチウム金属に関連する材料科学の講演があった。エネルギーロスに繋がる不活性リチウム金属の定量化に関する技術として、クライオ電子顕微鏡などの活用例について発表があった。

F-4シンポジウムの招待講演と口頭発表は、3つのオーラル・セッションに分かれて行われた。

最初のオーラル・セッション（Oral Session 7）では、矢橋牧名氏（RIKEN）が回折限界光源の可能性と次世代放射光源において用いられるX線光学技術と周辺技術の高度化について講演した。世界の動向が回折限界光源に向かう中、硬X線のコヒーレントとナノ集光の活用がメゾスケール材料科学の発展において不可欠になってきている。続いて、P. Cloetens氏（ESRF, France）はESRFにおけるナノ・イメージングの現状について講演した。走査型顕微鏡と相補的な手法であるホログラフィック・ナノトモグラフィ技術と多種多様な3次元観察例を紹介した。ESRFのアップグレードが進められている中、本シンポジウムの1週間前に、新リングESRF-EBSの電流蓄積に成功したとのニュースがあった。N. Shirato氏（ANL, USA）は、APSで建設を進めている放射光X線走査型トンネル顕微鏡のXTIPビームラインについて講演した。

同顕微鏡は物質・材料表面の化学、磁気、電子状態をオングストロームの空間分解能でマッピングできる技術であり、デモンストレーションとして Ni クラスターのマッピング例が示された。J. Park 氏 (Institute for Basic Science, Korea) は、 Li_2RuO_3 において 550 K で転移するダイマー相の研究について報告した。Diamond Light Source における共鳴 X 線発光分光の実験により、ダイマー相における Ru L_{III} 、 L_{II} 端での角度依存性の異常を見出した。また、Korean XFEL を用いたポンプ・プローブ実験により、ダイマー相の異常に長い回復時間について研究を行っている。

Oral Session 8 では、材料科学からの講演が 4 件あった。内本喜晴氏 (京都大学) は時分割 X 線回折実験により正極材 LiFePO_4 の Li 挿入離脱過程を観察し、格子ミスマッチが少ない中間相が生成されることを見出した。このことから、Zr や Si で置換することで格子ミスマッチをより少なくすることにより、より充放電レート性能に優れたオリビン系正極材の開発に成功している。Yan-Gu Lin 氏 (NSRRC, Taiwan) は、電気化学コンデンサや関連電気化学デバイスの材料研究において、放射光 X 線を利用した時分割 X 線吸収分光が元素選択的時分割局所構造計測の手段として有用であることを示し、X 線吸収スペクトルに含まれる電気化学的情報について議論した。Shik Chi Edman Tsang 氏 (Univ. of Oxford, UK) は X 線回折と EXAFS を用いた構造解析により、ゼオライトにトラップされたタングステートの活性サイトについて議論し、高輝度放射光と X 線検出器の空間・時間分解能の向上により、触媒化学の未解明部分の解明に有用であることを示した。B. Berbiellini 氏 (LUT, Finland) は電荷コンプトン散乱と磁気コンプトン散乱による実験結果と第一原理計算の併用により、リチウムイオンバッテリー正極材料 ($\text{Li}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$) の酸化・還元軌道の可視化を行い、O 2p 軌道の寄与が大きいことを報告した。

Oral Session 9 は放射光利用技術に関する 4 件の講演があった。H. Simons 氏 (TUD, Denmark) は暗視野 X 線顕微鏡を利用した結晶歪と構造の可視化について講演した。同手法を用いてシリコン中の転移のマッピングを行うと同時に、対物レンズの配置を変えることにより空間分解能を数 μm から 70 nm まで



写真 2 F-4 シンポジウムの様子

変えることができることを示した。また、最近の応用例として、強誘電結晶、セラミクス、薄膜中のドメイン壁、粒界、転移周辺の歪み場のマッピングを報告した。林雄二郎氏 (豊田中央研究所) は、高エネルギー X 線を利用した走査型 3DXRD 法の開発と同手法を用いた低炭素鋼の粒方位と粒内応力マッピングの例を報告した。冷間圧延低炭素鋼において、引張強度を超える粒内残留応力を観測した。高エネルギー X 線を用いた走査型 3DXRD は遠視野法やブラッグ・コヒーレント回折イメージングと組み合わせることによりバルク材料のマルチスケール 3D プローブとして活用できる。高山裕貴氏 (兵庫県立大学) は同視野の構造ダイナミクスを観察する Multi-shot CDI について報告した。10 keV の X 線を用いて 500 nm 厚タンタルテストチャートの測定を行い、1 画像 1 秒の露光時間で位相像の取得に成功している。竹内晃久氏 (JASRI) は全視野 X 線顕微鏡をベースとしたナノ CT について報告した。空間分解能として 200 nm を達成し、直接投影のマイクロ CT で得られた 3 次元像の関心領域を拡大して観察することができる。測定例として、Ti-6Al-4V 合金の内部クラックの観察が示された。

3. シンポジウム

“G-5: Synchrotron X-ray Characterization of Function Material Thin Films and Fine Particles”

産業化を目指した材料研究における最新の放射光利用成果について議論することを目的として、シンポジウム“G-5: Synchrotron X-ray Characterization of Function Material Thin Films and Fine Particles”を開催した。現在、SPring-8 の産業利用の分野は、従来

から利用が盛んだった工業触媒に加えて食品やコンクリートなどの建設資材にまで拡大しているが、今回は表面・界面・薄膜と微粒子を対象とした放射光利用に焦点を当てた。薄膜や表面・界面を対象とした放射光利用研究は複数の薄膜を積層して形成される LED や LSI などの電子デバイスを筆頭に、燃料電池の電極触媒や金属腐食など多岐に渡っているが、研究対象が異なった分野間での技術や情報の交流が十分には行われていない。そこで、多様な研究分野で行われている薄膜や表面・界面を対象とした研究成果の発表を通じて研究分野間の交流促進を目指して本シンポジウムを企画した。

12月13日午後2時から6時まで途中20分の休憩をはさんで前半7件（座長 JASRI 佐野コーディネーター）、後半5件（座長 JASRI 渡辺研究員）の計12件の口頭発表が行われた。途中で聴講者の出入りはあったが、前半、後半ともにどの講演も聴講者は35名程度であった。なお、口頭講演のうち4件は民間企業による発表でシンポジウムの目的をある程度達成できたと考えている。

前半は散乱・回折技術を中心とした講演で4件の招待講演と3件の一般講演を行った。最初の招待講演では BL13XU で実施された新分野創生利用課題の成果例を東北大学の若林氏にご講演いただいた（写真3）。時分割反射率測定で測定試料の特徴を最大限に活用した 25 ms 間隔の時分割反射率測定の実現により液中での電圧印加時の表面反応過程が原子層単位で明らかにされた印象的なご講演であった。関西学院大学の藤原氏には非晶質半導体材料 In-Si-O を対象に「結晶性材料の高機能化では必須となる結晶性制御から解放」という非晶質材料の魅力と、非晶質物質の構造



写真3 シンポジウム G-5 での口頭発表の様子

評価手法としての X 線全散乱の特徴と有用性を分かり易くご紹介いただいた。機能性薄膜開発では、回折ピークのないブロードなハローパターンが観測された時点で測定データ検討を終了してしまう例が多いが、ハローパターンからも豊富な知見が得られることが示されたことは、非晶質薄膜分野の研究者のみならず結晶性薄膜を扱っている研究者にとっても示唆に富むものであった。岩手大学の吉本氏には BL19B2 での長期利用課題で開発した有機半導体薄膜の成長過程その場観察技術と測定例に加えて、有機分子の骨格に付加したアルキル鎖長による結晶構造への影響、および電荷移動度にもみられる規則性に関する最新の成果にも触れていただいた。本講演は G-5 のシンポジウムにおける有機物を対象とした唯一の講演であったが、会場から結晶構造と電気伝導の関係について質問が出るなど、分野外の研究者にも興味深かったと思われる。前半のセッション最後の招待講演は、名古屋大学の中塚氏に両側面が GeSn 膜に挟まれた幅 30 nm の Ge 層の格子歪を BL13XU でのマイクロビーム回折で定量的に測定した例をご紹介いただいた。材料開発においては微細構造を透過型電子顕微鏡 (TEM) で評価することが広く行われているが、TEM は測定のための試料加工が必要な上に格子面間隔の微妙な違いを評価することは難しいが、マイクロビーム X 線回折は微細な構造の格子歪を非破壊かつ高感度で検出できることを参加者に理解してもらえたと思う。

前半で行われた3件の一般講演の1つは BL35XU での X 線非弾性散乱による SiGe 単結晶の phonon の分散関係測定の報告であり、他の手法と比較して材料研究者への認知度が高くない X 線非弾性散乱の成果が SPring-8 利用者から紹介されたことをうれしく思った。この他、KEK-PF で行われた熱処理による PtCo 薄膜構造変化の X 線回折測定と、マテリアルインフォマティクスの構築を目指して兵庫県ビームラインで測定した 2 次元 XAFS データの多変量解析による組成分布検討の試みが紹介された。

後半のセッションは分光技術を中心に 4 件の招待講演と 1 件の一般講演が行われた。日産アークの今井氏に代わって同社の沓氏が講演したが、同氏は最近 BL14B2 で行った Ru ナノシートの結果も含めて同社の XAFS による貴金属触媒評価を報告した。引き続き

で行われた Ambient HAXPES の招待講演も Scienta-Omicron 社の Eriksson 氏に代わって同社の Lundwall 氏が行った。同氏は講演の中で数年前に BL36XU で成功した大気圧下 HAXPES 測定を引用していたが、PETRA-III に設置した HAXPES 装置は気体噴出ノズル付きレンズを備え、最高 2 bar での HAXPES 測定を実現していること、(大変驚いたことに) 精密な位置調整が必要なため HAXPES 装置全体が Hexapod に載せられていることが紹介された。山梨大学の犬飼氏には BL19B2 などでも実施した CTR により明らかになった PtCo 合金単結晶表面近傍の組成の深さ分布や X 線回折線幅に注目した燃料電池運転による Pt 触媒の粗粒化や溶出、開発中の HAXPES 用電気化学セルなど SPring-8 での多岐に渡る燃料電池触媒研究の取り組みを幅広くご講演いただいた。最後の招待講演は豊田中研の野中氏で第 15 回産業利用報告会において最優秀発表賞を受賞した X 線ラマン散乱による Li 電池炭素電極の化学状態その場観察をご紹介いただいた。ラマン散乱という名称が印象深いためか、会場から「格子振動も測定できるのか」との質問があった。セッションの最後は CNR-IOM の藤井氏の一般公演で、TiO₂ 表面の長周期構造に由来する金属的な電子状態が Elettra と Diamond で測定した ARPES スペクトルの励起 X 線エネルギー依存から Ti⁴⁺ の 2p 軌道と強く相関していることが美しい実験結果により見事に示されていた。

以上のように多種多様な材料、分野における放射光利用の有効性を示す 12 件の講演が 2 セッションで行われたが、どの講演も内容が濃く各講演の時間を長くにとって 3 セッションで構成することでより深い議論ができたのではないかと感じている。なお、後半のセッションでは藤井氏の他にもう 1 件の一般講演を予定していたが、発表者の希望によりポスター発表に変更となった。

ポスター発表は口頭講演終了後の 13 日午後 7 時より 8 時 30 分まで行われた。海外施設から投稿された 2 件がキャンセルとなり、口頭発表から変更になった 1 件を加えて合計 9 件の発表があった。このうち軟 X 線吸収分光が 2 件、HAXPES を含む電子分光が 4 件、回折・散乱が 2 件、XAFS が 1 件であった。SPring-8 産業利用報告会では XAFS の発表が最も多いが、電子

分光の発表が多かったことは KEK-PF やタイの SLRI を利用した成果が発表されたためと考えている。

シンポジウム G-5 は産業分野への応用を目指した材料科学の放射光利用を主体としていたことから、あいちシンクロトロン光センターや佐賀県立九州シンクロトロン光研究センターを利用した成果の発表も期待していたが、これらの施設の利用者への告知が不十分だったためか残念ながら発表がなかった。その一方で、海外施設の利用成果の発表が複数あり薄膜や表面・界面分野での放射光利用研究が幅広く行われていることを改めて認識することができた。

4. まとめ

以上のように第 1 回の MRM シンポジウムは無事終了した。終わってみると反省すべきことも多いように思われるが、今後国内外の材料研究者とともに大型施設が連携することを示すことの格好の機会となることに期待が持たれている。JASRI としても来年の企画にも積極的に関わっていきたいと考えている。

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 (兼)
放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-0961
e-mail : toyohiko@spring8.or.jp

櫻井 吉晴 SAKURAI Yoshiharu

(公財) 高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-2742
e-mail : sakurai@spring8.or.jp

廣沢 一郎 HIROSAWA Ichiro

(公財) 高輝度光科学研究センター
放射光利用研究基盤センター 産業利用推進室
〒679-5198 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1
TEL : 0791-58-2804
e-mail : hirosawa@spring8.or.jp

2020A 期 SACLA 利用研究課題の採択について

登録施設利用促進機関

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用推進部

高輝度光科学研究センター（JASRI）の SACLA 利用研究課題審査委員会（SACLA PRC）において、SACLA の供用運転開始以降第 17 期目に当たる 2020A 期（2020 年 3 月～2020 年 7 月）の利用研究課題応募 65 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 50 課題を採択しました。

1. 募集、審査及び採択等の日程

2020A 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。

(2019 年)

9 月 24 日 ホームページで募集案内公開

10 月 30 日 応募締切

～この間、審査基準に即した各課題の個別審査を実施～

12 月 9 日 第 18 回 SACLA PRC（総合審査）

12 月 23 日 第 20 回 SACLA 選定委員会（審査結果の意見聴取）

(2020 年)

1 月 9 日 JASRI として採否決定、結果通知

3 月 3 日 2020A 期利用開始予定

2. 応募、採択及びビームタイム配分状況

2020A 期の応募課題数は 65、採択課題数は 50 でした。また応募課題は全て一般課題/成果非専有利用でした。ビームライン別・申請者所属別の応募・採択課題数を表 1 に、採択された課題の要求シフト数および配分シフト数を表 2 に示します。

採択 50 課題に対しビームタイムは計 262 シフト（1 シフト＝12 時間）が配分されました（フィジビリティチェックビームタイム（FCBT）0.5 シフトを含む）。配分シフト数を含む採択 50 課題の一覧は、以下の Web サイトに掲載しています。

◆ SACLA User Information

> SACLA 利用案内 > 採択課題/実施課題

> 採択課題一覧 > 2020A

http://sacla.xfel.jp/wp-content/uploads/sacla_approved_proposal_2020a_j.pdf

表 1

(単位：課題数)

ビームライン	産業界		大学等 教育機関		国公立試験 研究機関等		海外機関		合計		採択率
	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	応募	採択	
BL1			5	5	1	0			6	5	77%
BL2/BL3	2	1	17	13	10	10	30	21	59	45	
合計	2	1	22	18	11	10	30	21	65	50	

表 2

(単位：シフト数)

課題種	A		B		C		C/A 配分率 (採択配分/ 応募要求)	C/B 配分率 (採択配分/ 採択要求)
	応募課題 (65 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (50 課題) の 全要求シフト数	採択課題 (50 課題) の 全配分シフト数					
一般課題 (成果非専有)	423.5	323.5	262			62%	81%	
一般課題 (成果専有)	-	-	-			-	-	
合計	423.5	323.5	262			62%	81%	

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

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

SPRing-8 運転・利用状況

国立研究開発法人理化学研究所
放射光科学研究センター

◎2019年9～12月の運転実績

SPRing-8は9月25日から11月8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、11月11日から12月13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した。第5～6サイクルでは真空インターロック発報によるビームアボート等があったが、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5サイクルは約0.5%、第6サイクルは約0.4%であった。

1. 装置運転関係

(1) 運転期間

- 第5サイクル (9/25 (水) ～11/8 (金))
- 第6サイクル (11/11 (月) ～12/13 (金))

(2) 運転時間の内訳

第5サイクル	
運転時間総計	約1,056時間
①装置の調整およびマシンスタディ等	約168時間
②放射光利用運転時間	約883時間
③故障等による down time	約4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0.5%
第6サイクル	
運転時間総計	約768時間
①装置の調整およびマシンスタディ等	約72時間
②放射光利用運転時間	約693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0.4%

(3) 運転スペック等

- 第5サイクル（セベラルバンチ運転）
 - ・11/29 filling + 1 bunch (H)
 - ・203 bunches (A)
 - ・11 bunch train × 29 (C)
 - ・1/14 filling + 12 bunches (F)
- 第6サイクル（セベラルバンチ運転）
 - ・4/58 filling + 53 bunches (G)
 - ・203 bunches (A)
 - ・11/29 filling + 1 bunch (H)
 - ・11 bunch train × 29 (C)
- ・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

(4) 主な down time の原因

- ・冷却水温度測定用熱電対断線による真空インターロックの発報
- ・BL32XU安全インターロックによるアボート

2. 利用関係（JASRI 利用推進部 集計）

(1) 放射光利用実験期間

- 第5サイクル (9/30 (月) ～11/8 (金))
- 第6サイクル (11/12 (火) ～12/12 (木))

(2) ビームライン利用状況

稼働ビームライン		
共用ビームライン		26本
専用ビームライン		19本
理研ビームライン		12本

第5サイクル (暫定値)

共同利用研究実験数	455 件
共同利用研究者数	2,017 名
専用施設利用研究実験数	296 件
専用施設利用研究者数	1,144 名

第6サイクル (暫定値)

共同利用研究実験数	363 件
共同利用研究者数	1,616 名
専用施設利用研究実験数	246 件
専用施設利用研究者数	936 名

◎2019年12月～2020年1月の運転実績(停止期間)

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

(冬期点検調整期間中の主な作業 (計画))

(1) 線型加速器関係

- ・Gun1 モジュレータ コンデンサ調査
- ・H0、M18 モジュレータ モニター調査調整
- ・M18 ステアリング電源交換
- ・冷却水流量調整
- ・その他作業及び定期点検

(2) シンクロトロン関係

- ・Sy 出射キッカーチェンバーの真空計フィラメント調査
- ・その他作業及び定期点検

(3) 蓄積リング関係

- ・RF エージング
- ・電磁石、電磁石電源等定期点検
- ・四極電磁石電源 QP6 不具合原因調査
- ・XSBT 偏向電磁石電源 IPM 更新
- ・電磁石冷却水ホース交換
- ・真空系作業及び冷却水調整
- ・LLRF (Micro TCA) 制御ファームウェア更新
- ・モニター、タイミングケーブル更新
- ・入射損失電荷積算計入替
- ・ID/FE 作業及び点検、FE 改造 (BL05XU)
- ・制御系計算機更新、データベース更新

- ・BL05XU 改造工事
 - ・BL 制御系更新
 - ・BL インターロック (ソフトウェア高度化)、検査
- (4) ユーティリティ関係
- ・電気設備保守点検
 - ・冷却水設備保守定期点検
 - ・空調用設備保守点検
 - ・消防設備等点検
- (5) 安全管理関係
- ・放射線監視設備定期点検
 - ・特例区域設置
 - ・その他作業及び点検
- (6) その他
- ・蓄積リング棟他 LED 化更新工事
(クライストロン室、RF 電源室等)
 - ・特別高圧第 2 変電所関連改修工事
 - ・蓄積リング棟屋根及び外壁塗装改修工事 (III 期)
 - ・蓄積リング棟付属施設 (W 棟) 外壁塗装改修工事
 - ・実験動物維持施設外壁塗装改修工事

◎2020年1～2月の運転予定

Spring-8 は 1 月 17 日から 2 月 22 日までセベラルバンチ運転で第 7 サイクルの運転を予定している。

2 月 23 日から 3 月 26 日まで年度末点検調整期間とし、加速器やビームラインに係わる機器の改造・点検作業、電気・冷却設備等の機器の点検作業を行う予定である。

第 7 サイクルの運転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 (2019年12月31日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	~2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	357	58	76	65	74	92	75	87	93	76	64	1117
		Technical Journal				1									1
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	121	19	12	18	36	42	36	43	38	28	37	430
	BL02B2	Powder Diffraction	1999.9	438	67	82	59	96	71	82	95	79	72	66	1207
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	153	21	22	16	20	19	16	16	15	16	16	330
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999.9	166	28	23	28	28	33	37	43	30	40	36	492
		Technical Journal					1								1
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	116	12	20	19	15	13	19	15	16	14	11	270
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering	1997.10	101	9	13	13	15	15	18	16	19	28	13	260
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	260	35	32	28	21	30	29	30	28	22	22	537
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001.9	121	18	27	6	16	21	24	36	27	31	28	355
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007.9	18	25	32	36	53	53	61	53	58	65	67	521
		Technical Journal				1	1	1							4
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	125	18	35	53	59	63	65	64	66	57	53	658
		Technical Journal				1	1	1	2				2	1	8
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999.9	165	17	24	35	28	25	35	26	28	29	23	435
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001.9	101	36	27	21	40	44	43	37	32	29	39	449
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998.4	261	21	25	22	24	31	20	19	25	20	20	488
		Technical Journal				2									2
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998.5	258	24	31	18	41	35	25	36	27	23	15	533
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999.9	86	9	15	10	21	18	21	19	25	17	11	252
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering	2001.9	66	9	12	8	14	13	16	15	15	14	7	189
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	74	22	23	13	32	28	35	29	29	27	18	330
		Technical Journal							1						1
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	281	48	48	60	59	48	65	60	38	30	27	764
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	158	15	19	21	20	25	19	24	30	20	20	371
	BL40B2	Structural Biology II	1999.9	292	44	42	43	70	54	55	59	54	54	63	830
		Technical Journal					1		1						2
	BL40XU	High Flux	2000.4	78	11	13	18	37	21	32	42	30	34	39	355
	BL41XU	Structural Biology I	1997.10	524	66	66	53	65	55	60	67	56	48	35	1095
BL43IR	Infrared Materials Science	2000.4	63	6	8	11	10	11	17	15	23	10	17	191	
BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	80	20	22	15	38	28	56	51	49	45	44	448	
	Technical Journal								1	1				2	
BL47XU	HXPES・MCT	1997.10	200	27	31	17	36	36	31	29	37	28	24	496	
	Technical Journal										1			1	
Public Use at Other Beamlines	BL05XU	RIKEN Diagnosis Beamline I	2017.4										3	4	7
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I	1999.3	13											13
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II	1998.4	41	3	2	1		1						48
	BL15XU	WEBRAM	2002.9	31	1	1	1		1						35
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005.9	7	1	7	6	11	12	5	2	3	5	7	66
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002.9	5					1	1	2	5	6	2	22
	BL22XU	JAEA Actinide Science I	2004.9	5				1							6
	BL23SU	JAEA Actinide Science II	1998.6	44	2		2	3	2						53
	BL26B1	RIKEN Structural Genomics I	2009.4			3	8	2	9	6	15	15	21	26	105
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009.4		1		5	3	5	7	11	8	9	8	57
		Technical Journal								1					1
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002.9	13					1	1	2	2	3		22
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10			5	5	8	9	16	8	15	15	6	87
	BL44B2	RIKEN Materials Science	1998.5	14							6	5	2	4	31
BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	76	8	9	6	7	9	13	20	10	5	14	177	
Subtotal				4912	701	807	740	1003	974	1041	1092	1030	946	886	14132

Beamline Name		Public Use Since	~2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials	2009.11		1	5	8	24	21	14	17	21	9	16	136
		Technical Journal					35	42	39	36	33	31	28		244
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11		1	5	6	10	13	12	19	19	15	21	121
	BL08B2	Hyogo Prefecture BM	2005.9		1	1	3	7	9	5	5	9	2	5	47
		Technical Journal					7	1	18	7	4	4	1	1	43
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		67	9	6	13	16	14	8	20	20	13	15	201
	BL12B2	NSRRC BM	2001.9	103	28	13	25	22	21	29	37	33	35	27	373
	BL12XU	NSRRC ID	2003.2	31	15	10	14	11	18	19	18	25	19	17	197
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		93	18	16	11	10	15	19	17	23	20	18	260
	BL15XU	WEBRAM	2001.4	113	35	51	41	61	57	48	63	57	49	37	612
	BL16B2	Sunbeam BM	1999.9	37	8	6	4	3	6	4	10	9	6	10	103
		Technical Journal		2			18	15	14	8	15	21	15	9	117
	BL16XU	Sunbeam ID	1999.9	32	6	2	2	2	3	4	11	9	9	16	96
		Technical Journal					20	19	14	14	21	18	12	8	126
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		46	15	10	10	14	19	15	14	15	25	18	201
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		138	15	22	20	17	28	19	26	16	23	22	346
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID	1998.10	126	5	6	7	8	5	4	5	6	7	2	181
		Technical Journal					11	3	10	3	1	4			32
	BL28XU	RISING II	2012.4					3	9	5	5	5	4	7	38
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10						1		3	2		1	7
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002.9 - 2012.3)		22	2	3				1					28
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	2000.10	35	8	4	4	4	4	2	2	3	2		68
	BL33XU	Toyota	2009.5			3	5	2	8	4	10	16	6	9	63
		Technical Journal				2	5	4	5	3	4	1			24
	BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell	2013.1					1	7	6	7	12	14	7	54
	BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000.2	174	21	49	59	59	50	64	54	61	45	41	677
Subtotal			1017	188	212	232	274	308	282	343	361	303	289	3809	

RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		51	12	10	14	3	8	5	8	5		1	117
	BL19LXU	SR Physics		70	7	9	11	12	13	9	5	6	1	2	145
	BL26B1	Structural Genomics I		136	15	7	8	7	4	5	4	4	1		191
	BL26B2	Structural Genomics II		51	19	18	19	13	4	3	7	10	2	2	148
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		140	16	8	16	15	9	10	14	9	8	3	248
	BL32XU	Targeted Proteins				2	9	8	8	7	13	4	3	1	55
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics						1		1	1				3
	BL44B2	Materials Science		192	10	13	13	19	16	20	16	18	14	4	335
	BL45XU	Structural Biology I		173	8	9	9	11	9	13	13	8	2		255
	Subtotal			813	87	76	99	89	71	73	81	64	31	13	1497

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	~2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
	BL1	SXFEL	2016.3											7	3
BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012.3				1	13	28	37	47	42	33	40	241	

Hardware / Software R & D	412	39	37	56	67	13	33	45	53	44	21	820
---------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

NET Sum Total	6117	886	961	930	1202	1101	1193	1283	1249	1073	1001	16996
Technical Journal	2		2	89	80	97	67	74	71	54	16	552

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 2019 年 12 月 31 日までに登録されたデータに基づいており、今後変更される可能性があります。

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

成果発表出版形式別登録数 (2019年12月31日現在)

SPring-8

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Public Beamlines	BL01B1	XAFS	1997.10	1118	66	88	1272
	BL02B1	Single Crystal Structure Analysis	1997.10	430	14	31	475
	BL02B2	Powder Diffraction	1999.9	1207	41	83	1331
	BL04B1	High Temperature and High Pressure Research	1997.10	330	7	48	385
	BL04B2	High Energy X-ray Diffraction	1999.9	493	13	55	561
	BL08W	High Energy Inelastic Scattering	1997.10	270	10	48	328
	BL09XU	Nuclear Resonant Scattering	1997.10	260	15	34	309
	BL10XU	High Pressure Research	1997.10	537	22	61	620
	BL13XU	Surface and Interface Structure	2001.9	355	19	36	410
	BL14B2	Engineering Science Research II	2007.9	525	11	36	572
	BL19B2	Engineering Science Research I	2001.11	666	47	90	803
	BL20B2	Medical and Imaging I	1999.9	435	88	88	611
	BL20XU	Medical and Imaging II	2001.9	449	106	121	676
	BL25SU	Soft X-ray Spectroscopy of Solid	1998.4	490	15	61	566
	BL27SU	Soft X-ray Photochemistry	1998.5	533	21	38	592
	BL28B2	White Beam X-ray Diffraction	1999.9	252	16	23	291
	BL35XU	High Resolution Inelastic Scattering	2001.9	189	5	13	207
	BL37XU	Trace Element Analysis	2002.11	331	24	45	400
	BL38B1	Structural Biology III	2000.10	764	11	64	839
	BL39XU	Magnetic Materials	1997.10	371	17	79	467
	BL40B2	Structural Biology II	1999.9	832	15	117	964
	BL40XU	High Flux	2000.4	355	24	69	448
	BL41XU	Structural Biology I	1997.10	1095	4	97	1196
	BL43IR	Infrared Materials Science	2000.4	191	15	60	266
	BL46XU	Engineering Science Research III	2000.11	450	20	35	505
	BL47XU	HXPES・MCT	1997.10	497	93	124	714
Public Use at Other Beamlines	BL05XU	RIKEN Diagnosis Beamline I	2017.4	7			7
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I	1999.3	13	2	2	17
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II	1998.4	48	1	11	60
	BL15XU	WEBRAM	2002.9	35	19	7	61
	BL17SU	RIKEN Coherent Soft X-ray Spectroscopy	2005.9	66	1	29	96
	BL19LXU	RIKEN SR Physics	2002.9	22		3	25
	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	105		8	113
	BL26B2	RIKEN Structural Genomics II	2009.4	58		10	68
	BL29XU	RIKEN Coherent X-ray Optics	2002.9	22		1	23
	BL32XU	RIKEN Targeted Proteins	2010.10	87		4	91
	BL44B2	RIKEN Materials Science	1998.5	31		3	34
	BL45XU	RIKEN Structural Biology I	1997.10	177	5	19	201
Subtotal			14155	771	1756	16682	

Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total	
Contract Beamlines	BL03XU	Advanced Softmaterials	2009.11	380		14	394
	BL07LSU	The University-of-Tokyo Outstation Beamline for Materials Science	2009.11	121		11	132
	BL08B2	Hyogo Prefecture BM	2005.9	90			90
	BL11XU	QST Quantum Dynamics I		201	8	37	246
	BL12B2	NSRRC BM	2001.9	373	1	2	376
	BL12XU	NSRRC ID	2003.2	197	7	5	209
	BL14B1	QST Quantum Dynamics II		260	12	69	341
	BL15XU	WEBRAM	2001.4	612	14	53	679
	BL16B2	Sunbeam BM	1999.9	220	12	69	301
	BL16XU	Sunbeam ID	1999.9	222	8	53	283
	BL22XU	JAEA Actinide Science I		201	4	42	247
	BL23SU	JAEA Actinide Science II		346	44	108	498
	BL24XU	Hyogo Prefecture ID	1998.10	213	19	61	293
	BL28XU	RISING II	2012.4	38			38
	BL31LEP	Laser-Electron Photon II	2013.10	7			7
	BL32B2	Pharmaceutical Industry (2002.9 - 2012.3)		28		3	31
	BL33LEP	Laser-Electron Photon	2000.10	68	23	3	94
	BL33XU	Toyota	2009.5	87	5	26	118
	BL36XU	Catalytic Reaction Dynamics for Fuel Cell	2013.1	54		3	57
	BL44XU	Macromolecular Assemblies	2000.2	677		43	720
Subtotal			4395	157	602	5154	
RIKEN Beamlines	BL17SU	Coherent Soft X-ray Spectroscopy		117	4	13	134
	BL19LXU	SR Physics		145	8	27	180
	BL26B1	Structural Genomics I		191	2	19	212
	BL26B2	Structural Genomics II		148	1	13	162
	BL29XU	Coherent X-ray Optics		248	14	37	299
	BL32XU	Targeted Proteins		55		3	58
	BL43LXU	Quantum NanoDynamics		3			3
	BL44B2	Materials Science		335	2	16	353
	BL45XU	Structural Biology I		255	5	45	305
	Subtotal			1497	36	173	1706

SACLA

Public Beamlines	Beamline Name		Public Use Since	Refereed Papers	Proceedings	Other Publications	Total
	BL1	SXFEL	2016.3	10			10
	BL2/BL3	XFEL2/XFEL1	2012.3	241	4	14	259

Hardware / Software R & D	820	554	463	1837
---------------------------	-----	-----	-----	------

NET Sum Total	17548	1362	2321	21231
---------------	-------	------	------	-------

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、2019 年 10 月～12 月に登録されたものを以下に紹介します。論文の情報 (主著者、巻、発行年、ページ、タイトル) に加え、データベースの登録番号 (研究成果番号) を掲載していますので、詳細は上記検索ページの検索結果画面でご覧いただくことができます。また実施された課題の情報 (課題番号、ビームライン、実験責任者名) も掲載しています。課題番号は最初の 4 文字が「year」、次の 1 文字が「term」、後ろの 4 文字が「proposal no.」となっていますので、この情報から以下の URL で公表している、各課題の英文利用報告書 (SPring-8 User Experiment Report) を探してご覧いただくことができます。

http://www.spring8.or.jp/ja/news_publications/publications/user_exp_report/

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 2019 年 10 月～12 月に登録された論文が掲載された主な雑誌と掲載論文数

掲載雑誌	登録論文数	掲載雑誌	登録論文数
Physical Review B	15	Macromolecules	5
Japanese Journal of Applied Physics	12	Nature Communications	5
Journal of Synchrotron Radiation	7	Physical Chemistry Chemical Physics	5
Scientific Reports	7	The Journal of Physical Chemistry C	5
Chemical Communications	5	Angewandte Chemie International Edition	4
Journal of the American Chemical Society	5	Journal of Hazardous Materials	4
Journal of the Physical Society of Japan	5	Polymer	4

他全 176 誌、計 297 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

Japanese Journal of Applied Physics-1

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
38923	Yanan Wang	58 (2019) 110603	2019A4131	BL12B2	久保園 芳博	Preparation and Characterization of Superconducting Ba _{1-x} Cs _x Ti ₂ Sb ₂ O ₈ , and Its Pressure Dependence of Superconductivity
			2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	
38928	Toyohiko Kinoshita	58 (2019) 110503	2016A1844	BL25SU	室 隆桂之	Progress in Photoelectron Holography at SPring-8
			2014B1498	BL25SU	Kozina Xeniya	
			2014B2048	BL25SU	大沢 仁志	
			2015A1485	BL25SU	大沢 仁志	
			2014A7462	BL07LSU	大門 寛	
			2016A1319	BL39XU	田口 宗孝	
			2017B1348	BL13XU	田口 宗孝	
			2015B7498	BL07LSU	加藤 有香子	
38930	Fumihiko Matsui	58 (2019) 110602	2016A1032	BL25SU	松井 文彦	Chemical and Magnetic Properties of Polycrystalline Iron Surface Revealed by Auger Electron Holography, Spectroscopy, and Microscopy
			2011B1583	BL25SU	大門 寛	
39050	Mamoru Kitaura	58 (2019) 120602	2017B1282	BL13XU	北浦 守	Local Environment of W and Mo Atoms in CaW _{1-x} Mo _x O ₄ (x = 0.12) Solid Solution Studied by X-ray Structural Analyses
			2017B1061	BL01B1	北浦 守	
39058	Shinya Hosokawa	58 (2019) 120601	2019A1591	BL39XU	細川 伸也	Valence-Selective Local Atomic Structures in Inorganic Materials by X-ray Fluorescence Holography
			2018B4132	BL12B2	細川 伸也	
			2018A1214	BL39XU	細川 伸也	
			2015B1005	BL13XU	細川 伸也	
39071	Koji Arafune	58 (2019) 125502	2014A1548	BL19B2	新船 幸二	Effect of Post-Deposition Annealing on Electrical Properties and Structures of Aluminum Oxide Passivation Film on a Crystalline Silicon Substrate
39083	Hiroshi Sekiguchi	58 (2019) 120501	2014B1507	BL20XU	関口 博史	Dynamic 3D Visualization of Active Protein's Motion using Diffracted X-ray Tracking
			2013A1301	BL28B2	佐々木 裕次	
			2013A1353	BL40XU	養王田 正文	
			2013B1429	BL40XU	養王田 正文	
			2014A1188	BL40XU	養王田 正文	
			2014B1205	BL40XU	関口 博史	
			2015A1229	BL40XU	関口 博史	
			2015A1219	BL40XU	養王田 正文	
			2015B1195	BL40XU	養王田 正文	
			2015B1200	BL40XU	関口 博史	
			2016B1901	BL40B2	関口 博史	
			2013B1380	BL20XU	関口 博史	
39084	Artoni Kevin Roquero Ang	59 (2020) 010505	2016B1099	BL39XU	中村 照也	X-ray Fluorescence Holography for Soft Matter
			2016A1320	BL39XU	久保 稔	
			2016B1393	BL39XU	久保 稔	
			2016A1391	BL39XU	佐々木 裕次	
			2016B1328	BL39XU	佐々木 裕次	
			2017A1382	BL39XU	佐藤 文菜	
			2017A1137	BL39XU	佐々木 裕次	
			2017B1444	BL39XU	佐藤 文菜	
			2017B1450	BL39XU	林 好一	
			2017B1355	BL39XU	梅名 泰史	
			2018A1155	BL37XU	佐藤 文菜	
			2018A1097	BL39XU	梅名 泰史	
			2018A1229	BL37XU	林 好一	
			2018B1490	BL39XU	佐藤 文菜	
			2018B1153	BL39XU	梅名 泰史	
			2019A1230	BL39XU	梅名 泰史	

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
39135	Kotohiro Nomura	58 (2019) 100502	2015B1308	BL01B1	山添 誠司	Direct Observation of Catalytically Active Species in Reaction Solution by X-ray Absorption Spectroscopy (XAS)
			2016A1455	BL01B1	野村 琴広	
			2016B1509	BL01B1	野村 琴広	
			2017A1512	BL01B1	野村 琴広	
			2018B1335	BL01B1	野村 琴広	
39166	Noboru Ohashi	58 (2019) 121004	2017A0136	BL46XU	宮寺 哲彦	Evaluation of Exciton Diffusion Length in Highly Oriented Fullerene Films of Fullerene/p-Si(100) Hybrid Solar Cells
39241	Seiji Nakashima	59 (2020) 010602	2019A1296	BL39XU	中嶋 誠二	Atomic Structure Stabilization in BiFeO ₃ Thin Film by Mn Doping
			2018B1456	BL13XU	中嶋 誠二	

Physical Review B

38785	Tong He	100 (2019) 094525	2017B1336	BL10XU	久保園 芳博	Pressure-Induced Superconductivity in Bi _{2-x} Sb _x Te _{3-y} Se _y
			2017B4133	BL12B2	久保園 芳博	
			2018A4132	BL12B2	久保園 芳博	
			2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	
38827	Takashi Kono	100 (2019) 165120	2018B1019	BL25SU	木村 昭夫	Element-Specific Density of States of Co ₂ MnGe Revealed by Resonant Photoelectron Spectroscopy
			2018B3842	BL23SU	木村 昭夫	
38929	Hasnan Hafiz	100 (2019) 205104	2014B1335	BL08W	鈴木 宏輔	Identification of Ferrimagnetic Orbitals Preventing Spinel Degradation by Charge Ordering in Li ₃ Mn ₂ O ₄
			2015B1171	BL08W	鈴木 宏輔	
38961	S. Yamada	100 (2019) 195137	2018A1016	BL13XU	宝野 和博	Experimental Verification of the Origin of Positive Linear Magnetoresistance in CoFe(V _{1-x} Mn _x)Si Heusler Alloys
			2018A2052	BL13XU	田尻 寛男	
			2017B0921	BL13XU	壬生 攻	
38986	Hidekazu Okamura	100 (2019) 195112	2009A0089	BL43IR	岡村 英一	Contrasting Pressure Evolution of <i>f</i> -electron Hybridized States in CeRhIn ₅ and YbNi ₃ Ga ₅ : An Optical Conductivity Study
			2013B1159	BL43IR	大原 繁男	
38988	Mikhail Feygenson	100 (2019) 054306	2015B1176	BL01B1	Sikolenko Vadim	Manifold of Spin States and Dynamical Temperature Effects in LaCoO ₃ : Experimental and Theoretical Insights
39036	Yi-Ying Chin	99 (2019) 184407	2016B4255	BL12XU	Huang Di-Jing	Local Spin Moments, Valency, and Long-Range Magnetic Order in Monocrystalline and Ultrathin Films of Y ₃ Fe ₅ O ₁₂ Garnet
			2017A4251	BL12XU	Chainani Ashish	
39070	James McNulty	100 (2019) 094441	2014B1310	BL39XU	Trodahl Joe	Tunable Magnetic Exchange Springs in Semiconductor GdN/NdN Superlattices
39104	Jack Binns	97 (2018) 024111	2017A1062	BL10XU	Howie Ross	Formation of H ₂ -rich Iodine-Hydrogen Compounds at High Pressure
39105	Jack Binns	98 (2018) 140101(R)	2017A1062	BL10XU	Howie Ross	Synthesis of Ni ₂ H ₃ at High Temperatures and Pressures
			2018A1041	BL10XU	Howie Ross	
39161	Yasuhiro H. Matsuda	100 (2019) 214105	2017B3787	BL22XU	松田 康弘	High Magnetic Field X-ray Diffraction Study of the α Phase of Solid Oxygen: Absence of Giant Magnetostriction
			2017A3786	BL22XU	松田 康弘	

Scientific Reports

38781	Kotaro Matsumoto	9 (2019) 13275	2018B3658	BL14B1	安田 良	Destruction of Tumor Mass by Gadolinium-Loaded Nanoparticles Irradiated with Monochromatic X-rays: Implications for the Auger Therapy
			2019A3658	BL14B1	安田 良	
38809	Masae Takahashi	9 (2019) 13104	2017A1354	BL43IR	高橋 まさえ	Assessment of the VDW Interaction Converting DMAPS from the Thermal-Motion Form to the Hydrogen-Bonded Form
			2018A1198	BL43IR	高橋 まさえ	
			2016B1321	BL43IR	松井 広志	
38876	Takafumi Itoh	9 (2019) 14870	2016B2722	BL26B1	伊藤 貴文	Structural and Biochemical Characterisation of a Novel Alginate Lyase from <i>Paenibacillus</i> sp. str. FPU-7
			2017A2528	BL26B2	伊藤 貴文	
			2018A2545	BL38B1	伊藤 貴文	
38916	Chih Ming Lin	8 (2018) 1284	2016A4136	BL12B2	Lin Chih Ming	Pressure Effect on Impurity Local Vibrational Mode and Phase Transitions in <i>n</i> -type Iron-Doped Indium Phosphide
38951	Wataru Yashiro	9 (2019) 14120	2014B1185	BL20XU	矢代 航	Probing Surface Morphology using X-ray Grating Interferometry
			2015A1251	BL20XU	矢代 航	
			2015A1244	BL20XU	矢代 航	
			2015B1255	BL20XU	矢代 航	
39139	Makoto Minohara	7 (2017) 9516	2010B1696	BL47XU	Hwang Harold	Dielectric Collapse at the LaAlO ₃ /SrTiO ₃ (001) Heterointerface under Applied Electric Field
39234	Akio Yoneyama	9 (2019) 18831	2017A5400	BL16B2	米山 明男	Novel Z_{eff} Imaging Method for Deep Internal Areas using Back-Scattered X-rays
			2017B5400	BL16B2	米山 明男	
			2018A5400	BL16B2	米山 明男	
			2018B5400	BL16B2	米山 明男	

Chemical 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
38966	Maki Torimoto	55 (2019) 6693-6695	2018B1759	BL14B2	関根 泰	Enhanced Methane Activation on Diluted Metal-Metal Ensembles under an Electric Field: Breakthrough in Alloy Catalysis
			2018A1728	BL14B2	関根 泰	
38972	Wiyanti F. Simanullang	55 (2019) 13999-14002	2017A5071	BL16XU	高橋 直子	Highly Active and Noble-Metal-Alternative Hydrogenation Catalysts Prepared by Dealloying Ni-Si Intermetallic Compounds
			2017B5070	BL16XU	小坂 悟	
39138	Norifumi Muraki	55 (2019) 13864-13867	2015B6548	BL44XU	村木 則文	Structural Basis for the Heme Transfer Reaction in Heme Uptake Machinery from Corynebacteria
			2016A6647	BL44XU	村木 則文	
			2016B6647	BL44XU	村木 則文	
			2014B6955	BL44XU	村木 則文	
			2015A6548	BL44XU	村木 則文	
2017A6757	BL44XU	村木 則文				
39213	Koto Hirano	55 (2019) 15033-15036	2019A1146	BL01B1	高野 慎二郎	Asymmetric Aerobic Oxidation of Secondary Alcohols Catalyzed by Poly(<i>N</i> -Vinyl-2-Pyrrolidone)-Stabilized Gold Clusters Modified with Cyclodextrin Derivatives
			2018B1123	BL01B1	高野 慎二郎	
39217	Tsuyoshi Nishikawa	55 (2019) 14950-14953	2018B1084	BL40XU	笹森 貴裕	Hydrophobicity and CH/π-Interaction-Driven Self-Assembly of Amphiphilic Aromatic Hydrocarbons into Nanosheets
			2018B1275	BL40XU	箕浦 真生	

The Journal of Physical Chemistry C

38830	Takahiro Matsuoka	123 (2019) 25074-25080	2016B1242	BL10XU	松岡 岳洋	Hydrogen-Storing Salt NaCl(H ₂) Synthesized at High Pressure and High Temperature
			2017A1218	BL10XU	松岡 岳洋	
			2014A1320	BL10XU	松岡 岳洋	
			2017B1492	BL10XU	松岡 岳洋	
38967	Hikaru Saito	123 (2019) 26272-26281	2019A1743	BL14B2	関根 泰	Dehydrogenation of Ethane via the Mars-van Krevelen Mechanism over La _{0.8} Ba _{0.2} MnO _{3-δ} Perovskites under Anaerobic Conditions
			2018B1759	BL14B2	関根 泰	
39090	Keisuke Itoh	123 (2019) 13467-13471	2017B1190	BL40B2	伊藤 桂介	Structural Alternation Correlated to the Conductivity Enhancement of PEDOT:PSS Films by Secondary Doping
			2016A1617	BL40B2	本間 優太	
			2015B1694	BL40B2	本間 優太	
39157	Ching-Tien Chen	123 (2019) 20304-20313	2018A0155	BL04B2	脇原 徹	Zeolite Crystallization Triggered by Intermediate Stirring
39158	Hiroki Yamada	123 (2019) 28419-28426	2015A0115	BL04B2	脇原 徹	Structural Evolution of Amorphous Precursors toward Crystalline Zeolites Visualized by an in Situ X-ray Pair Distribution Function Approach
			2017A1319	BL08W	脇原 徹	
			2017A1217	BL08W	尾原 幸治	
			2017B1452	BL08W	脇原 徹	
			2018A0155	BL04B2	脇原 徹	

Journal of Synchrotron Radiation

38953	Noritake Isomura	26 (2019) 1936-1939	2018B1824	BL46XU	高橋 直子	Thickness of Carbon Coatings on Silicon Materials Determined by Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy at Multiple Photon Energies
38954	Noritake Isomura	26 (2019) 1951-1955	2018B5071	BL16XU	高橋 直子	Local Atomic Structure Analysis of GaN Surfaces via X-ray Absorption Spectroscopy by Detecting Auger Electrons with Low Energies
			2019A5071	BL16XU	高橋 直子	
38969	Yuki Sekiguchi	24 (2017) 1024-1038	2014A8033	BL3	中迫 雅由	A Protocol for Searching the Most Probable Phase-Retrieved Maps in Coherent X-ray Diffraction Imaging by Exploiting the Relationship between Convergence of the Retrieved Phase and Success of Calculation
			2014B8052	BL3	中迫 雅由	
			2015A8051	BL3	中迫 雅由	
			2016A8048	BL3	中迫 雅由	
			2016B8064	BL3	中迫 雅由	
39035	Yi-Wei Tsai	26 (2019) 819-824	2015A4263	BL12XU	Chang Shih Lin	Time-Resolved X-ray Reflection Phases of the Nearly Forbidden Si(222) Reflection under Laser Excitation
			2015B4259	BL12XU	Chang Shih Lin	
			2016A4253	BL12XU	Chang Shih Lin	
			2016A4263	BL12XU	Chang Shih Lin	
			2017A4261	BL12XU	Chang Shih Lin	
39115	Ichiro Inoue	26 (2019) 2050-2054	2018B8023	BL3	井上 伊知郎	Determination of X-ray Pulse Duration via Intensity Correlation Measurements of X-ray Fluorescence

Journal of the American Chemical Society

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38814	Shinjiro Takano	141 (2019) 15994-16002	2018B1123	BL01B1	高野 慎二郎	Efficient and Selective Conversion of Phosphine-Protected (MAu ₆) ²⁺ (M = Pd, Pt) Superatoms to Thiolate-Protected (MAu ₁₂) ⁶⁺ or Alkynyl-Protected (MAu ₁₂) ⁴⁺ Superatoms via Hydride Doping
39042	Takuo Wakisaka	142 (2020) 1247-1253	2016B1506	BL02B2	北川 宏	Rational Synthesis for a Noble Metal Carbide
			2017A1165	BL02B2	北川 宏	
			2017A4910	BL15XU	草田 康平	
			2017B4908	BL15XU	草田 康平	
39130	Motoya Yamagami	140 (2018) 8644-8647	2018A0154	BL38B1	藤田 誠	Synthetic β -Barrel by Metal-Induced Folding and Assembly
			2015A0120	BL38B1	藤田 誠	
39171	Tomoki Nishimura	142 (2020) 154-161	2017B1089	BL40B2	西村 智貴	Substrate-Sorting Nanoreactors Based on Permeable Peptide Polymer Vesicles and Hybrid Liposomes with Synthetic Macromolecular Channels
			2018A1141	BL40B2	西村 智貴	
			2018B1171	BL40B2	西村 智貴	
39208	Takumi Nishikubo	141 (2019) 19397-19403	2017B3751	BL22XU	町田 晃彦	Enhanced Negative Thermal Expansion Induced by Simultaneous Charge Transfer and Polar-Nonpolar Transitions
			2018A1636	BL02B2	西久保 匠	
			2018A1667	BL09XU	西久保 匠	
			2018B3751	BL22XU	町田 晃彦	
			2017B1721	BL47XU	西久保 匠	
			2018B1672	BL47XU	尾形 昂洋	
2019A1688	BL02B2	西久保 匠				

Journal of the Physical Society of Japan

38854	Naoki Ishimatsu	88 (2019) 114601	2013B1297	BL39XU	鬼丸 孝博	Pressure-Induced Collapse of the Guest Eu Off-Centering in Type-I Clathrate Eu ₈ Ga ₁₆ Ge ₃₀
			2015B1253	BL01B1	石松 直樹	
			2014A0078	BL02B1	Iversen Bo	
			2016A1415	BL39XU	石松 直樹	
			2017A1296	BL39XU	石松 直樹	
38878	Chun Lin	88 (2019) 115004	2016A1210	BL47XU	藤森 淳	Nature of Carrier Doping in T'-La _{1.8-x} Eu _{0.2} Sr _x CuO ₄ Studied by X-Ray Photoemission and Absorption Spectroscopy
			2018A1073	BL47XU	藤森 淳	
38921	Shin-ichi Fujimori	88 (2019) 103701	2019A3811	BL23SU	藤森 伸一	Electronic Structure of UTe ₂ Studied by Photoelectron Spectroscopy
38952	Harushige Nakao	88 (2019) 123701	2016A1615	BL10XU	中尾 敏臣	Superconductivity of Pure H ₂ S Synthesized from Elemental Sulfur and Hydrogen
			2017B1711	BL10XU	中尾 敏臣	
			2018A0149	BL10XU	清水 克哉	
39101	Noriyuki Kataoka	88 (2019) 104709	2018B1283	BL25SU	横谷 尚睦	μ -PES Studies on TiNCl and Quasi-two-dimensional Superconductor Na-intercalated TiNCl
			2018B1369	BL25SU	横谷 尚睦	

Macromolecules

38874	DongChan Kim	52 (2019) 7806-7811	2016B1088	BL40B2	寺尾 憲	Lyotropic Liquid Crystallinity of Linear and Cyclic Amylose Derivatives: Amylose Tris(<i>n</i> -octadecylcarbamate) in Tetrahydrofuran and 2-Octanone
			2017A1082	BL40B2	寺尾 憲	
			2017B1062	BL40B2	寺尾 憲	
38884	Muhammad Ilyas	50 (2017) 8169-8177	2016B1430	BL40B2	野々山 貴行	Water-Triggered Ductile-Brittle Transition of Anisotropic Lamellar Hydrogels and Effect of Confinement on Polymer Dynamics
39004	Kazuaki Rikiyama	52 (2019) 7188-7196	2018B1385	BL40B2	真田 雄介	Unimer Structure and Micellization of Poly(ethylene oxide)-Stereocontrolled Poly(<i>N</i> -isopropylacrylamide) Alternating Multiblock Copolymers in Aqueous Solution
39011	Yuji Matsumoto	52 (2019) 8266-8274	2016B1424	BL40B2	春藤 淳臣	Effect of the Heterogeneous Structure on Mechanical Properties for a Nanocellulose-Reinforced Polymer Composite
			2016B1659	BL40B2	大野 正司	
			2016A1592	BL40B2	大野 正司	
39064	Yuji Kinose	52 (2019) 8733-8740	2016B1208	BL40B2	榊原 圭太	Main-Chain Stiffness of Cellulosic Bottlebrushes with Polystyrene Side Chains Introduced Regioselectively at the C-6 Position
			2017B1727	BL40B2	黄瀬 雄司	

Nature Communications-1

38782	Daisuke Morita	7 (2016) 10356	2014A1279	BL26B1	三上 文三	Crystal Structure of the N-myristoylated Lipopeptide-Bound MHC Class I Complex
			2014A1308	BL26B1	三上 文三	
			2014A1841	BL26B2	三上 文三	
			2014B1274	BL26B1	三上 文三	

Nature Communications-2

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38987	Ziqian Xue	10 (2019) 5048	2018B1728	BL14B2	荻原 直希	Missing-Linker Metal-Organic Frameworks for Oxygen Evolution Reaction
39106	Philip Dalladay-Simpson	10 (2019) 1134	2018A1041	BL10XU	Howie Ross	Band Gap Closure, Incommensurability and Molecular Dissociation of Dense Chlorine
39160	Rui Lang	10 (2019) 234	2011B1974	BL14B2	崔 藝濤	Non Defect-Stabilized Thermally Stable Single-Atom Catalyst
39230	Sheng Dai	10 (2019) 440	2016B4133	BL12B2	Chen Tsan Yao	Platinum-Trimer Decorated Cobalt-Palladium Core-Shell Nanocatalyst with Promising Performance for Oxygen Reduction Reaction
			2017A4134	BL12B2	Chen Tsan Yao	
			2017B4145	BL12B2	Chen Tsan Yao	
			2017B4137	BL12B2	Chen Tsan Yao	

Physical Chemistry Chemical Physics

38815	Daehyun You	(2019) Online published 16 Aug. 2019	2016B8076	BL1	福澤 宏宣	Multi-Particle Momentum Correlations Extracted using Covariance Methods on Multiple-Ionization of Diiodomethane Molecules by Soft-X-ray Free-Electron Laser Pulses
			2017A8005	BL1	福澤 宏宣	
			2017B8065	BL1	高梨 司	
38859	Akihiro Suzuki	(2019) Online published 15 Aug. 2019	2016A8049	BL3	西野 吉則	Design of a Liquid Cell toward Three-Dimensional Imaging of Unidirectionally-Aligned Particles in Solution using X-ray Free-Electron Lasers
			2016B8065	BL3	西野 吉則	
			2017A8006	BL2	西野 吉則	
			2017B8061	BL2	西野 吉則	
38883	Ahmed Ismail	(2019) Online published 16 Oct. 2019	2019A7592	BL07LSU	De Groot Frank	Direct Observation of the Electronic States of Photoexcited Hematite with Ultrafast 2p3d X-ray Absorption Spectroscopy and Resonant Inelastic X-ray Scattering
39212	Daisuke Asakura	21 (2019) 26351-26357	2014A7464	BL07LSU	朝倉 大輔	Operando Soft X-ray Emission Spectroscopy of the Fe ₂ O ₃ Anode to Observe the Conversion Reaction
			2014B7475	BL07LSU	朝倉 大輔	
			2015A7483	BL07LSU	朝倉 大輔	
			2015B7495	BL07LSU	朝倉 大輔	
			2016A7511	BL07LSU	朝倉 大輔	
2016B7517	BL07LSU	朝倉 大輔				
39223	Chia-Shuo Hsu	19 (2017) 8681-8693	2016A4129	BL12B2	Chen Hao-Ming	Valence- and Element-Dependent Water Oxidation Behaviors: <i>in situ</i> X-ray Diffraction, Absorption and Electrochemical Impedance Spectroscopies
			2016B4129	BL12B2	Chen Hao-Ming	

Journal of Hazardous Materials

38820	Yawen Liu	366 (2019) 538-544	2016B1534	BL01B1	高岡 昌輝	Insight into the Low-Temperature Decomposition of Aroclor 1254 over Activated Carbon-Supported Bimetallic Catalysts Obtained with XANES and DFT Calculations
			2015B1830	BL01B1	高岡 昌輝	
39055	Liang-Ching Hsu	296 (2015) 230-238	2014A4127	BL12B2	Liu Yu-Ting	Comparison of the Spectroscopic Speciation and Chemical Fractionation of Chromium in Contaminated Paddy Soils
			2014B4139	BL12B2	Chen Jin-Ming	
39170	Daisuke Kawamoto	378 (2019) 120593	2013A1820	BL14B2	大橋 弘範	A New and Practical Se(IV) Removal Method using Fe ³⁺ Type Cation Exchange Resin
			2014A1534	BL14B2	大橋 弘範	
			2016B1560	BL14B2	川本 大祐	
39232	Sang-Ho Lee	384 (2020) 121223	2018A1228	BL01B1	徳永 紘平	Selective Immobilization of Iodide onto a Novel Bismuth-Impregnated Layered Mixed Metal Oxide: Batch and EXAFS Studies
			2018B1801	BL14B2	高橋 嘉夫	
			2017A1798	BL05XU	高橋 嘉夫	
			2018A0148	BL37XU	高橋 嘉夫	
			2018A0148	BL01B1	高橋 嘉夫	

Polymer

38867	Hongyi Gan	172 (2019) 7-12	2017A7232	BL03XU	加部 泰三	Crystal Structures and Crystalline Elastic Modulus of Paramylon Esters
			2017B7281	BL03XU	加部 泰三	
			2018A7232	BL03XU	加部 泰三	
38926	Takuya Matsumoto	119 (2017) 76-82	2011B3255	BL24XU	西野 孝	Molecular Weight Effect on Surface and Bulk Structure of Poly(3-hexylthiophene) Thin Films
			2012A4803	BL15XU	松井 純爾	
			2012B4803	BL15XU	松井 純爾	
38933	Yu Tomofuji	185 (2019) 121944	2018A1124	BL40B2	寺尾 憲	Single-Chain Conformation of Carboxylated Schizophyllan, a Triple Helical Polysaccharide, in Dilute Alkaline Aqueous Solution
38956	Atsushi Izumi	182 (2019) 121857	2017A1813	BL19B2	加々良 剛志	In situ Residual Stress Analysis in a Phenolic Resin and Copper Composite Material during Curing
			2017B1893	BL19B2	和泉 篤士	
			2018A1751	BL19B2	和泉 篤士	
			2018B1575	BL19B2	和泉 篤士	

Angewandte Chemie International Edition

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38779	Misaki Ueda	58 (2019) 14673-14678	2016A1432	BL02B1	吉成 信人	Structurally Precise Silver Sulfide Nanoclusters Protected by Rhodium(III) Octahedra with Aminothiolates
			2016B1076	BL02B2	吉成 信人	
			2017A1282	BL02B2	吉成 信人	
			2017B1203	BL02B2	吉成 信人	
			2019A1362	BL01B1	吉成 信人	
38880	Sanjog S. Nagarkar	56 (2017) 4976-4981	2016B1231	BL02B2	堀毛 悟史	Enhanced and Optically Switchable Proton Conductivity in a Melting Coordination Polymer Crystal
38962	Tianxiang Chen	59 (2020) 1093-1097	2018B1081	BL02B2	Lo Benedict	Differential Adsorption of L- and D-Lysine on Achiral MFI Zeolites as Determined by Synchrotron X-ray Powder Diffraction and Thermogravimetric Analysis

Chemical Physics Letters

38860	Chris Hull	736 (2019) 136811	2017B8072	BL3	Saykally Richard	Early Time Dynamics of Laser-Ablated Silicon using Ultrafast Grazing Incidence X-ray Scattering
38896	Mitsuo Shoji	730 (2019) 416-425	2016B8066	BL3	沈 建仁	Elucidation of the Entire Kok Cycle for Photosynthetic Water Oxidation by the Large-Scale Quantum Mechanics/Molecular Mechanics Calculations: Comparison with the Experimental Results by the Recent Serial Femtosecond Crystallography
			2017A8041	BL3	沈 建仁	
			2017B8025	BL2	沈 建仁	
			2018A8037	BL2	沈 建仁	
			2018B8029	BL2	沈 建仁	
38963	Shota Manabe	711 (2018) 73-76	2018A1728	BL14B2	関根 泰	Theoretical Investigation on Structural Effects of Pt-Mn Catalyst on Activity and Selectivity for Methylcyclohexane Dehydrogenation

Dalton Transactions

38918	Malte Fugel	48 (2019) 16330-16339	2015A1329	BL02B1	Grabowsky Simon	Complementary Bonding Analysis of the N-Si Interaction in Pentacoordinated Silicon Compounds using Quantum Crystallography
			2016B1204	BL02B1	Grabowsky Simon	
39033	Hiroaki Ito	48 (2019) 12272-12278	2019A1114	BL02B2	三浦 章	An Electronic Structure Governed by the Displacement of the Indium Site in In-S ₆ Octahedra: LnOInS ₂ (Ln = La, Ce, and Pr)
			2017B1211	BL02B2	三浦 章	
			2018B1246	BL02B2	後藤 陽介	
39228	Chia-Jui Chang	48 (2019) 7122-7129	2018A4254	BL12XU	Chen Hao-Ming	Revealing the Structural Transformation of Rutile RuO ₂ via <i>in situ</i> X-ray Absorption Spectroscopy during the Oxygen Evolution Reaction
			2018B4126	BL12B2	Chen Hao-Ming	

Geochemical Journal

39001	Akiko Yamaguchi	52 (2018) 415-425	2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	Discovery of Ion-Adsorption Type Deposits of Rare Earth Elements (REE) in Southwest Japan with Speciation of REE by Extended X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy
			2017A1798	BL05XU	高橋 嘉夫	
			2015A0118	BL27SU	高橋 嘉夫	
			2015A0118	BL37XU	高橋 嘉夫	
39052	Kazuya Tanaka	53 (2019) 329-331	2018A0148	BL01B1	高橋 嘉夫	Application of M _V -edge XANES to Determination of U Oxidation State in Zircon
39136	Yoko Kebukawa	53 (2019) 53-67	2015A1899	BL43IR	藪田 ひかる	STXM-XANES Analyses of Murchison Meteorite Samples Captured by Aerogel after Hypervelocity Impacts: A Potential Implication of Organic Matter Degradation for Micrometeoroid Collection Experiments

The Journal of Physical Chemistry B

38786	Yasushi Imamoto	123 (2019) 9134-9142	2016A1427	BL40B2	今元 泰	Conformational Differences among Metarhodopsin I, Metarhodopsin II, and Opsin Probed by Wide-Angle X-ray Scattering
			2016B1258	BL40B2	今元 泰	
			2012A1263	BL40B2	今元 泰	
			2013A1136	BL40B2	今元 泰	
			2014A1247	BL40B2	今元 泰	
38877	Hikari Watanabe	123 (2019) 6244-6252	2016B1219	BL04B2	梅林 泰宏	Possible Proton Conduction Mechanism in Pseudo-Protonic Ionic Liquids: A Concept of Specific Proton Conduction
			2016B1053	BL04B2	関 志朗	
			2012B1709	BL04B2	土井 寛之	
			2012A1682	BL04B2	上野 和英	
39057	Takeshi Usuki	123 (2019) 10260-10266	2016A1277	BL04B2	Bychkov Evgeny	Dimeric Molecular Structure of Molten Gallium Trichloride and a Hidden Evolution toward a Possible Liquid-Liquid Transition

Nature

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
38902	Takahiko Masuda	573 (2019) 238-242	2014A1334	BL09XU	吉村 浩司	X-ray Pumping of the ²²⁹ Th Nuclear Clock Isomer
			2014B1524	BL09XU	吉村 浩司	
			2015B1380	BL09XU	吉村 浩司	
			2016A1420	BL09XU	吉村 浩司	
			2016B1232	BL09XU	吉村 浩司	
			2017B1335	BL09XU	吉村 浩司	
			2018A1326	BL19LXU	吉村 浩司	
			2018B1436	BL19LXU	吉村 浩司	
38905	Steeve Greaux	565 (2019) 218-221	2015A0075	BL04B1	入船 徹男	Sound Velocity of CaSiO ₃ Perovskite Suggests the Presence of Basaltic Crust in the Earth's Lower Mantle
39140	Reiya Taniguchi	548 (2017) 356-360	2015A1057	BL32XU	西澤 知宏	Structural Insights into Ligand Recognition by the Lysophosphatidic Acid Receptor LPA ₆
			2015A1024	BL32XU	石谷 隆一郎	
			2016A2527	BL32XU	石谷 隆一郎	

New Journal of Physics

38828	Kazuki Sumida	21 (2019) 093006	2017A3842	BL23SU	木村 昭夫	Magnetic-Impurity-Induced Modifications to Ultrafast Carrier Dynamics in the Ferromagnetic Topological Insulators Sb _{2-x} V _x Te ₃
38950	Xiaofan Yang	21 (2019) 113010	2017B1336	BL10XU	久保園 芳博	Superconducting Properties of (NH ₄) ₂ Li _x FeSe _{0.5} Te _{0.5} under Pressure
			2018A4132	BL12B2	久保園 芳博	
			2018B1265	BL02B1	久保園 芳博	
			2018B4140	BL12B2	久保園 芳博	
39089	Kohei Yamamoto	21 (2019) 123010	2017B8060	BL3	和達 大樹	Ultrafast Demagnetization of Pt Magnetic Moment in L1 ₀ -FePt Probed by Magnetic Circular Dichroism at a Hard X-ray Free Electron Laser
			2017B8088	BL3	久保田 雄也	
			理研	BL19LXU		

RSC Advances

38932	Toshiharu Ohnuma	9 (2019) 35655-35661	2014A5350	BL16B2	野口 真一	X-ray Absorption Near Edge Structure Simulation of LiNi _{0.5} Co _{0.2} Mn _{0.3} O ₂ via First-Principles Calculation
			2014B5350	BL16B2	野口 真一	
			2015A5350	BL16B2	野口 真一	
			2015B5350	BL16B2	野口 真一	
			2016A1567	BL14B2	小林 剛	
			2016A5350	BL16B2	野口 真一	
			2016B5350	BL16B2	野口 真一	
			2018A1596	BL14B2	小林 剛	
			2018B5350	BL16B2	野口 真一	
			2019A1818	BL14B2	小林 剛	
			2019A5350	BL16B2	野口 真一	
2018B1593	BL14B2	小林 剛				
39172	Yuto Tamura	8 (2018) 35237-35245	2017A1779	BL19B2	鈴木 充朗	Improvement in Interlayer Structure of p-i-n-type Organic Solar Cells with the Use of Fullerene-Linked Tetrabenzoporphyrin as Additive
39222	Tsan Yao Chen	6 (2016) 72607-72615	2014A4137	BL12B2	Chen Tsan Yao	Shell Thickness Effects on Reconfiguration of NiO _{core} -Pt _{shell} Anodic Catalysis in a High Current Density Direct Methanol Fuel Cell
			2014B4137	BL12B2	Chen Tsan Yao	
			2015A4127	BL12B2	Chen Tsan Yao	
			2015A4140	BL12B2	Chen Tsan Yao	
			2015B4131	BL12B2	Chen Tsan Yao	

ACS Applied Energy Materials

38904	Hidenori Kuroki	1 (2018) 324-330	2016B5390	BL16B2	今井 英人	Refined Structural Analysis of Connected Platinum-Iron Nanoparticle Catalysts with Enhanced Oxygen Reduction Activity
			2017A5390	BL16B2	今井 英人	
39074	Ikuma Takahashi	2 (2019) 8118-8124	2014B5094	BL16XU	高橋 伊久磨	Mechanism of Structural Change and the Trigger of Electrochemical Degradation of Li-Rich Layered Oxide Cathodes during Charge-Discharge Cycles
			2015A5391	BL16B2	高橋 伊久磨	
			2016A5093	BL16XU	高橋 伊久磨	
			2016A7602	BL28XU	小久見 善八	
			2016B7610	BL28XU	松原 英一郎	
			2017A7610	BL28XU	松原 英一郎	

ACS Catalysis

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38964	Tomohiro Yabe	8 (2018) 11470-11477	2018A1728	BL14B2	関根 泰	Ni-Mg Supported Catalysts on Low-Temperature Electrocatalytic Tri-reforming of Methane with Suppressed Oxidation
38982	Takanori Koitaya	9 (2019) 4539-4550	2015B7496	BL07LSU	吉信 淳	CO ₂ Activation and Reaction on Zn-Deposited Cu Studied by Ambient-Pressure X-ray Photoelectron Spectroscopy
			2016A7401	BL07LSU	吉信 淳	

Acta Crystallographica Section D

39107	Yang Tai	75 (2019) 1096-1106	2015B2033	BL41XU	竹田 一旗	X-ray Crystallographic Studies on the Hydrogen Isotope Effects of Green Fluorescent Protein at Sub-ångström Resolutions
			2015B1037	BL41XU	竹田 一旗	
			2016A6624	BL44XU	竹田 一旗	
			2016A2536	BL41XU	竹田 一旗	
			2017A6728	BL44XU	竹田 一旗	
			2017A2542	BL41XU	竹田 一旗	
			2017B6728	BL44XU	竹田 一旗	
			2018A6827	BL44XU	竹田 一旗	
			2018B2705	BL41XU	竹田 一旗	
			2019A2560	BL41XU	竹田 一旗	
2016B6624	BL44XU	竹田 一旗				
39249	Shigeki Arai	76 (2020) 73-84	2014B1315	BL38B1	新井 栄揮	Catalytic Mechanism and Evolutionary Characteristics of Thioredoxin from <i>Halobacterium salinarum</i> NRC-1

Acta Materialia

38889	Hiroyuki Okazaki	181 (2019) 530-536	2015A1007	BL02B2	廣澤 哲	Quantitative Identification of Constituent Phases in a Nd-Fe-B-Cu Sintered Magnet and Temperature Dependent Change of Electron Density of Nd ₂ Fe ₁₄ B Studied by Synchrotron X-ray Diffraction
			2015A1326	BL02B2	上野 若菜	
			2016A1009	BL02B2	廣澤 哲	
			2017A1010	BL02B2	廣澤 哲	
			2018A1009	BL02B2	廣澤 哲	
38890	Satoshi Okamoto	178 (2019) 90-98	2017B1028	BL25SU	岡本 聡	Temperature Dependent Magnetization Reversal Process of a Ga-doped Nd-Fe-B Sintered Magnet Based on First-Order Reversal Curve Analysis
			2017A1022	BL25SU	廣澤 哲	
			2015B1998	BL25SU	小谷 佳範	
			2015A2042	BL25SU	小谷 佳範	

American Mineralogist

38995	Mayumi Jige	103 (2018) 1126-1135	2017A1798	BL05XU	高橋 嘉夫	Fe-Kaolinite in Granite Saprolite Beneath Sedimentary Kaolin Deposits: A Mode of Fe Substitution for Al in Kaolinite
39131	Helene Breton	104 (2019) 1781-1787	2018B1464	BL10XU	駒林 鉄也	Static Compression of Fe ₄ N to 77 GPa and its Implication for Nitrogen Storage in the Deep Earth

Atomization and Sprays

39147	Rubby Prasetya	29 (2019) 59-78	2014B0111	BL40XU	文 石洙	X-ray Phase Contrast Imaging of Cavitation and Discharged Liquid Jet in Nozzles with Various Sizes
			2018A0145	BL40XU	文 石洙	
39148	Rubby Prasetya	29 (2019) 123-141	2014B0111	BL40XU	文 石洙	In-Nozzle Cavitation and Discharges Liquid Jet during Transient Injection Process
			2018A0145	BL40XU	文 石洙	

Bulletin of the Chemical Society of Japan

39041	Chiaki Ishibashi	92 (2019) 1950-1959	2016A1509	BL19B2	井手本 康	Crystal and Electronic Structures of MgCo _{2-x} Mn _x O ₄ as Cathode Material for Magnesium Secondary Batteries Using First-Principles Calculations and Quantum Beam Measurements
			2016B1859	BL19B2	井手本 康	
			2018A1040	BL04B2	井手本 康	
39146	Ryo Sasai	92 (2019) 1986-1992	2018A1416	BL02B2	藤村 卓也	Development of a Novel Time-Resolved Synchrotron-Radiation X-ray Diffraction Measurement System for In Situ Observation of Crystal Structure in Aqueous Solution during Chemical Reaction: Application to the Anion-Exchange Reaction of a Layered Double Hydroxide from Chloride to Nitrate
			2017B1196	BL02B2	藤村 卓也	
			2017A1483	BL02B2	藤村 卓也	
			2018A1004	BL02B2	笹井 亮	
			2015A0074	BL02B2	森吉 千佳子	

Catalysis Science & 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
39117	Takao Gunji	9 (2019) 6577-6584	2019A1316	BL01B1	松本 太	Electrocatalytic Conversion of Carbon Dioxide to Formic Acid over Nanosized Cu ₆ Sn ₅ Intermetallic Compounds with a SnO ₂ Shell Layer
39245	Yuta Nabae	10 (2020) 493-501	2017A1035	BL14B2	今井 英人	Magnetic Purification of Non-Precious Metal Fuel Cell Catalysts for Obtaining Atomically Dispersed Fe Centers

Chemistry - A European Journal

38837	Hidetoshi Ohta	25 (2019) 14762-14766	2017A1576	BL14B2	村山 美乃	Surface Modification of a Supported Pt Catalyst Using Ionic Liquids for Selective Hydrodeoxygenation of Phenols into Arenes under Mild Conditions
			2018A1736	BL14B2	村山 美乃	
39243	Li Hong	25 (2019) 12842-12848	2017B1309	BL02B2	Sun Hong-Tao	Defective [Bi ₂ O ₂] ²⁺ Layers Exhibiting Ultrabroad Near-Infrared Luminescence

Communications Physics

39069	Jonathan Pellicciari	2 (2019) 139	2014A3502	BL11XU	石井 賢司	Reciprocity between Local Moments and Collective Magnetic Excitations in the Phase Diagram of BaFe ₂ (As _{1-x} P _x) ₂
			2014B3502	BL11XU	石井 賢司	
39256	Thanh-Hung Dinh	2 (2019) 150	2016B8006	BL1	錦野 将元	Controlled Strong Excitation of Silicon as a Step towards Processing Materials at Sub-Nanometer Precision
			2017B8004	BL1	錦野 将元	
			2018A8024	BL1	錦野 将元	
			2017A8026	BL1	木下 博雄	

European Journal of Inorganic Chemistry

38866	Haibo Yin	2019 (2019) 3745-3752	2017A1063	BL01B1	桑原 泰隆	RuPd Alloy Nanoparticles Supported on Plasmonic H ₂ MoO _{3-y} for Efficient Photocatalytic Reduction of <i>p</i> -Nitrophenol
			2018B1185	BL01B1	桑原 泰隆	
39006	Jun Maruyama	2019 (2019) 4117-4121	2016A1027	BL14B2	丸山 純	Nanoscope Combination of Edge and Flat Planes in the Active Site for Oxygen Reduction and Evolution

High Pressure Research

39215	Miu Kousa	(2019) Published online 12 Dec. 2019	2017B1304	BL39XU	石松 直樹	Element-Selective Elastic Properties of Fe ₆₅ Ni ₃₅ Invar Alloy and Fe ₇₂ Pt ₂₈ Alloy Studied by Extended X-ray Absorption Fine Structure
			2017B1974	BL39XU	河村 直己	
			2018B1355	BL39XU	石松 直樹	
			2019A1530	BL39XU	石松 直樹	
39238	Keitaro Kuramochi	(2019) Published online 17 Dec. 2019	2018B1361	BL39XU	石松 直樹	An Application of NPD to Double-Stage Diamond Anvil Cells: XAS Spectra of Rhenium Metal under High Pressures above 300 GPa
			2018B2091	BL39XU	河村 直己	
			2018B1380	BL10XU	境 毅	
			2019A1520	BL39XU	石松 直樹	

Inorganic Chemistry Frontiers

38807	Hajime Toriumi	6 (2019) 1587-1597	2016B1036	BL01B1	青木 芳尚	High-Valence-State Manganate(V) Ba ₃ Mn ₂ O ₈ as an Efficient Anode of a Proton-Conducting Solid Oxide Steam Electrolyzer
			2017B1288	BL01B1	青木 芳尚	
38935	Jinyu Hu	6 (2019) 3146-3151	2018A1210	BL44B2	Lin Kun	A Case of Multifunctional Intermetallic Compounds: Negative Thermal Expansion Coupling with Magnetocaloric Effect in (Gd,Ho)(Co,Fe) ₂
			2018B1515	BL44B2	Lin Kun	

IUCrJ

38861	Tadeo Moreno Chicano	6 (2019) 1074-1085	2017B8014	BL2	Hough Michael	High-Throughput Structures of Protein-Ligand Complexes at Room Temperature using Serial Femtosecond Crystallography
39114	Toshiyuki Nishiyama	7 (2020) 10-17	2014A8038	BL3	八尾 誠	Refinement for Single-Nanoparticle Structure Determination from Low-Quality Single-Shot Coherent Diffraction Data

The Journal of Biochemistry

39076	Takafumi Itoh	166 (2019) 503-515	2018A2545	BL26B2	伊藤 貴文	Structural and Functional Characterization of a Glycoside Hydrolase Family 3 β-N-acetylglucosaminidase from <i>Paenibacillus</i> sp. str. FPU-7
			2017A2528	BL38B1	伊藤 貴文	
			2016B2722	BL26B1	伊藤 貴文	
			2018A2545	BL38B1	伊藤 貴文	
39096	Tomoki Himiyama	166 (2019) 89-95	2017A2513	BL38B1	中村 努	Distinct Molecular Assembly of Homologous Peroxiredoxins from <i>Pyrococcus horikoshii</i> and <i>Thermococcus kodakaraensis</i>
			2018A2521	BL38B1	中村 努	

The Journal of Biological Chemistry

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38780	Do Hwan Ahn	292 (2017) 18832-18847	2016A6662	BL44XU	Lee Bong Jin	Structural Analyses of the MazEF4 Toxin-Antitoxin Pair in <i>Mycobacterium tuberculosis</i> Provide Evidence for a Unique Extracellular Death Factor
39118	Haruka Seki	294 (2019) 17143-17154	2018A2528	BL26B2	伏信 進矢	Structural Basis for the Specific Cleavage of Core-Fucosylated N-glycans by Endo-β-N-acetylglucosaminidase from the Fungus <i>Cordyceps militaris</i>
			2017A2540	BL26B1	伏信 進矢	
			2016B2714	BL26B1	伏信 進矢	

The Journal of Immunology

38783	Yukie Yamamoto	202 (2019) 3349-3358	2016A2575	BL26B1	三上 文三	Identification and Structure of an MHC Class I-Encoded Protein with the Potential to Present N-Myristoylated 4-mer Peptides to T Cells
			2017A6750	BL44XU	三上 文三	
39066	Kimiko Kuroki	203 (2019) 3386-3394	2011B1411	BL41XU	尾瀬 農之	Structural and Functional Basis for LILRB Immune Checkpoint Receptor Recognition of HLA-G Isoforms

Journal of Physics: Condensed Matter

38924	Xiaofan Yang	32 (2020) 025704	2017A4138	BL12B2	久保園 芳博	Superconducting Behavior of a New Metal Iridate Compound, SrIr ₂ , under Pressure
			2017B4133	BL12B2	久保園 芳博	
			2018A4132	BL12B2	久保園 芳博	
38984	Kenji Shinozaki	32 (2020) 055705	2018B1408	BL04B2	篠崎 健二	Structural Origin of High-Density Gd ₂ O ₃ -MoO ₃ -B ₂ O ₃ Glass and Low-Density β'-Gd ₂ (MoO ₄) ₃ Crystal: a Study Conducted using High-Energy X-ray Diffraction and EXAFS at High Temperatures
			2019A1424	BL01B1	篠崎 健二	

Materialia

38774	Wei-Yu Kai	5 (2019) 100194	2016A4126	BL12B2	Chen Shi-Wei	Formation Mechanism of Ni ₂ Ti ₄ O _x in NITI Shape Memory Alloy
38857	Yosuke Kurosaki	7 (2019) 100374	2018A5100	BL16XU	米山 明男	Effects of Ge Addition on Thermoelectric Properties in a Nanocomposite of MnSi _y and SiGe Thin Films

Materials Science and Engineering: A

39045	Meysam Hassanipour	751 (2019) 351-362	2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	Assessment of Predominant Microstructural Features Controlling 3D Short Crack Growth Behavior via a Surrogate Approach in Ti-6Al-4V
39046	Meysam Hassanipour	766 (2019) 138264	2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	Effects of 3D Microstructural Distribution on Short Crack Growth Behavior in Two Bimodal Ti-6Al-4V Alloys

Nucleic Acids Research

38872	Takehito Tanzawa	46 (2018) 3232-3244	2017A2551	BL26B1	加藤 公児	The C-Terminal Helix of Ribosomal P Stalk Recognizes a Hydrophobic Groove of Elongation Factor 2 in a Novel Fashion
			2018A2508	BL41XU	加藤 公児	
			2016A6611	BL44XU	加藤 公児	
39078	Akira Hirata	47 (2019) 10942-10955	2013B1272	BL45XU	平田 章	Structure of tRNA Methyltransferase Complex of Trm7 and Trm734 Reveals a Novel Binding Interface for tRNA Recognition
			2014A1246	BL38B1	平田 章	
			2014A1063	BL26B1	梶田 哲哉	
			2015B2047	BL26B2	平田 章	
			2016A2547	BL38B1	平田 章	

Organometallics

39133	Kotohiro Nomura	38 (2019) 4497-4507	2017A1512	BL01B1	野村 琴広	Solution XAS Analysis for Exploring Active Species in Syndiospecific Styrene Polymerization and 1-Hexene Polymerization Using Half-Titanocene-MAO Catalysts: Significant Changes in the Oxidation State in the Presence of Styrene
			2018A1245	BL01B1	野村 琴広	
			2019A1233	BL01B1	野村 琴広	
39134	Masaharu Kuboki	38 (2019) 1544-1559	2018B1335	BL01B1	野村 琴広	(Arylimido)niobium(V) Complexes Containing 2-Pyridylmethylamido Ligand as Catalyst Precursors for Ethylene Dimerization That Proceeds via Cationic Nb(V) Species

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
38911	Michihiro Suga	366 (2019) 334-338	2016B8070	BL3	吾郷 日出夫	An Oxy/Oxo Mechanism for Oxygen-Oxygen Coupling in PSII Revealed by an X-ray Free-Electron Laser
			2017A8040	BL3	吾郷 日出夫	
			2017B8015	BL2	菅 倫寛	
			2017B8028	BL2	吾郷 日出夫	
			2018A8009	BL2	吾郷 日出夫	
			2018A8010	BL2	菅 倫寛	
			2016A2542	BL41XU	沈 建仁	
			2016B6621	BL44XU	菅 倫寛	
			2017A2535	BL41XU	沈 建仁	
			2017A6724	BL44XU	菅 倫寛	
			2017B6724	BL44XU	菅 倫寛	
2018A2530	BL41XU	沈 建仁				
2018B6822	BL44XU	菅 倫寛				
39240	Yujiro Hayashi	366 (2019) 1492-1496	2015A7002	BL33XU	林 雄二郎	Intragranular Three-Dimensional Stress Tensor Fields in Plastically Deformed Polycrystals
			2015B7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2016A7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2016B7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2017A7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2017B7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2018A7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2018B7002	BL33XU	林 雄二郎	
			2019A7002	BL33XU	林 雄二郎	
2019B7002	BL33XU	林 雄二郎				

Solid State Ionics

38991	Kazuhiro Mori	344 (2020) 115141	2014A1413	BL04B2	森 一広	Structural and Electrochemical Features of $(\text{Li}_2\text{S})_x(\text{SiS}_2)_{100-x}$ Superionic Glasses
			2015A1372	BL04B2	森 一広	
39040	Naoya Ishida	343 (2019) 115080	2016A1509	BL19B2	井手本 康	Crystal Structure and Cathode Properties of Delithiated $\text{Li}_{1-x}\text{Mn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$ for Mg Rechargeable Batteries
			2016B1859	BL19B2	井手本 康	
			2016A1510	BL14B2	井手本 康	
			2016B1852	BL14B2	井手本 康	

軽金属 (Journal of Japan Institute of Light Metals)

39043	Kyosuke Hirayama	69 (2019) 223-227	2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	Influence of Hydrogen on Stress Corrosion Cracking Behavior in Al-10Mg Alloy
39044	Hiro Fujihara	69 (2019) 186-193	2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	Hydrogen Desorption Behavior in Al-8%Zn-1%Mg Alloy

分析化学 (Bunseki Kagaku)

38971	Satoru Kosaka	68 (2019) 801-804	2013B5071	BL16XU	野崎 洋	Determination of Trace Amount of Bromine Adsorbed on Aluminium Plate by Synchrotron Radiation XRF
			2014A5071	BL16XU	高橋 直子	
			2014B5070	BL16XU	小坂 悟	
			2015A5070	BL16XU	小坂 悟	
			2015B5070	BL16XU	小坂 悟	
39010	Seika Onozaki	68 (2019) 757-768	2018A1704	BL37XU	阿部 善也	Investigation of Physical and Chemical Characteristics of Radioactive Aerosols Emitted from Reactor Unit 1 by Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident
			2018B1748	BL37XU	阿部 善也	
			2017B1757	BL37XU	中井 泉	
			2017A1719	BL37XU	中井 泉	
			2016B1811	BL37XU	中井 泉	
2016A1705	BL37XU	中井 泉				

2019 30th Annual SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference (ASMC)

38808	Murugesan Mariappan	(2019) 1-5	2019A1540	BL47XU	Mariappan Murugesan	500 nm-sized Ni-TSV with Aspect Ratio 20 for Future 3D-LSIs_A Low-Cost Electroless-Ni Plating Approach
-------	---------------------	---------------	-----------	--------	---------------------	--

ACS Applied Materials & Interfaces

38818	Katsuyoshi Kakinuma	11 (2019) 34957-34963	2016A1007	BL14B2	犬飼 潤治	Electronic States and Transport Phenomena of Pt Nanoparticle Catalysts Supported on Nb-Doped SnO_2 for Polymer Electrolyte Fuel Cells
			2017A1777	BL46XU	犬飼 潤治	
			2015B5092	BL16XU	今井 英人	
			2016A5090	BL16XU	今井 英人	
			2016B5091	BL16XU	今井 英人	

ACS Applied Nano Materials

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38903	Daisuke Takimoto	2 (2019) 5743-5751	2016B5091	BL16XU	今井 英人	Two-Dimensional Effects on the Oxygen Reduction Reaction and Irreversible Surface Oxidation of Metallic Ru Nanosheets and Nanoparticles
			2017A1035	BL14B2	今井 英人	
			2017B3397	BL08B2	今井 英人	
			2017B1612	BL14B2	今井 英人	

ACS Earth and Space Chemistry

38998	Shitong Yang	3 (2019) 29-38	2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	Comparison of Arsenate and Molybdate Speciation in Hydrogenetic Ferromanganese Nodules
			2015A0118	BL27SU	高橋 嘉夫	
			2018A0148	BL37XU	高橋 嘉夫	

ACS Materials Letters

39244	Ju-Ping Ma	1 (2019) 185-191	2017B1309	BL02B2	Sun Hong-Tao	Defect-Triggered Phase Transition in Cesium Lead Halide Perovskite Nanocrystals
-------	------------	---------------------	-----------	--------	--------------	---

ACS Omega

39132	Kotohiro Nomura	4 (2019) 18833-18845	2016A1455	BL01B1	野村 琴広	XAS Analysis of Reactions of (Arylimido)vanadium(V) Dichloride Complexes Containing Anionic NHC That Contains a Weakly Coordinating B(C ₆ F ₅) ₃ Moiety (WCA-NHC) or Phenoxide Ligands with Al Alkyls: A Potential Ethylene Polymerization Catalyst with WCA-NHC Ligands
			2016B1509	BL01B1	野村 琴広	
			2017A1512	BL01B1	野村 琴広	
			2018A1245	BL01B1	野村 琴広	
			2018B1335	BL01B1	野村 琴広	

ACS Sustainable Chemistry & Engineering

38793	Kengo Nakajima	7 (2019) 6522-6530	2017B1245	BL01B1	宍戸 哲也	Highly Efficient Supported Palladium-Gold Alloy Catalysts for Hydrogen Storage Based on Ammonium Bicarbonate/Formate Redox Cycle
			2017B1326	BL27SU	三浦 大樹	

Advanced Energy Materials

39227	Ching-Wei Tung	9 (2019) 1901308	2017A4257	BL12XU	Chen Hao-Ming	Light-Induced Activation of Adaptive Junction for Efficient Solar-Driven Oxygen Evolution: In Situ Unraveling the Interfacial Metal-Silicon Junction
			2018A4125	BL12B2	Chen Hao-Ming	
			2018A4130	BL12B2	Chen Hao-Ming	
			2018B4137	BL12B2	Chen Hao-Ming	
			2018A4254	BL12XU	Chen Hao-Ming	

Advanced Optical Materials

39242	Li Hong	(2019) Online published 19 Dec. 2019	2017B1309	BL02B2	Sun Hong-Tao	Theory-Guided Defect Tuning through Topochemical Reactions for Accelerated Discovery of UVC Persistent Phosphors
-------	---------	--------------------------------------	-----------	--------	--------------	--

AIP Advances

39122	Yoichi Nishino	9 (2019) 125003	2014B1809	BL02B2	宮崎 秀俊	Effects of Off-Stoichiometry and Ti Doping on Thermoelectric Performance of Fe ₂ VAl Heusler Compound
			2018A1445	BL02B2	宮崎 秀俊	

Applied Catalysis A: General

38965	Hirofumi Seki	581 (2019) 23-30	2018B1759	BL14B2	関根 泰	Effect of Ba Addition to Ga- α -Al ₂ O ₃ Catalyst on Structure and Catalytic Selectivity for Dehydrogenation of Ethane
-------	---------------	---------------------	-----------	--------	------	---

Applied Microbiology and Biotechnology

39231	Hsi-Ho Chiu	100 (2016) 8411-8424	2015A4000	BL12B2	Chen Chun Jung	Three Important Amino Acids Control the Regioselectivity of Flavonoid Glucosidation in Glycosyltransferase-1 from <i>Bacillus Cereus</i>
-------	-------------	-------------------------	-----------	--------	----------------	--

Applied Physics A

39080	Kung-Liang Lin	122 (2016) 117	2015A4130	BL12B2	Lin Chih Ming	Structural Properties of Pressure-Induced Structural Phase Transition of Si-doped GaAs by Angular-Dispersive X-ray Diffraction
			2014B4142	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2014A4134	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2013B4129	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2013A4131	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2012B4125	BL12B2	Lin Chih Ming	

Applied Sciences

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
39113	Toshiyuki Nishiyama	9 (2019) 4932	2014A8038	BL3	八尾 誠	Multispectroscopic Study of Single Xe Clusters Using XFEL Pulses

The Astrophysical Journal

38974	Tao Xiong	885 (2019) 163	2018A4269	BL12XU	Zhu LinFan	Oscillator Strengths for the Lyman and Werner Bands of Molecular Hydrogen Studied by the Dipole (γ, γ) Method
			2018B4263	BL12XU	Zhu LinFan	

Batteries and Supercaps

39009	Takashi Nakamura	2 (2019) 688-694	2016B1194	BL37XU	雨澤 浩史	Operando Observation of Formation and Annihilation of Inhomogeneous Reaction Distribution in a Composite Electrode for Lithium-Ion Batteries
			2017A1484	BL37XU	雨澤 浩史	
			2017B1509	BL37XU	雨澤 浩史	
			2016A1310	BL37XU	雨澤 浩史	
			2014B1301	BL01B1	雨澤 浩史	
			2015A2059	BL37XU	寺田 靖子	
			2015B1389	BL37XU	雨澤 浩史	
			2015B1991	BL37XU	新田 清文	
			2016B1143	BL01B1	中村 崇司	
2016B1968	BL37XU	新田 清文				

Beilstein Journal of Organic Chemistry

38912	Runa Kono	15 (2019) 2204-2212	2019A1110	BL40XU	内田 欣吾	Aggregation-Induced Emission Effect on Turn-off Fluorescent Switching of a Photochromic Diarylethene
-------	-----------	------------------------	-----------	--------	-------	--

Biochemical and Biophysical Research Communications

38873	Yuxin Ye	519 (2019) 186-191	2017A2551	BL26B1	加藤 公児	The pH-Dependent Conformational Change of Eukaryotic Translation Initiation Factor 5: Insights into Partner-Binding Manner
			2018A2508	BL41XU	加藤 公児	

Biochemistry

38832	Takumi Kuwata	58 (2019) 2318-2325	2017A1403	BL45XU	池口 雅道	Structure, Function, Folding, and Aggregation of a Neuroferritinopathy-Related Ferritin Variant
-------	---------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics

39120	Jannina Preissler	1859 (2018) 8-18	2014B1032	BL09XU	Wang Hongxin	Enzymatic and Spectroscopic Properties of a Thermostable [NiFe]-hydrogenase Performing H ₂ -driven NAD ⁺ -reduction in the Presence of O ₂
-------	-------------------	---------------------	-----------	--------	--------------	---

Biochimica et Biophysica Acta - General Subjects

39082	Siqin Bala	1864 (2020) 129418	2018B6815	BL44XU	神田 大輔	Crystal Contact-Free Conformation of an Intrinsically Flexible Loop in Protein Crystal: Tim21 as the Case Study
			2018A6815	BL44XU	神田 大輔	
			2017B6718	BL44XU	神田 大輔	
			2017A6718	BL44XU	神田 大輔	
			2016B6617	BL44XU	神田 大輔	
			2016A6617	BL44XU	神田 大輔	

Biochimie

38871	Wataru Saburi	144 (2018) 63-73	2017A6713	BL44XU	加藤 公児	Biochemical and Structural Characterization of <i>Marinomonas mediterranea</i> D-mannose Isomerase Marne_2490 Phylogenetically Distant from Known Enzymes
			2017B6713	BL44XU	加藤 公児	
			2016A6611	BL44XU	加藤 公児	

Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters

39255	Masato Tsuyuguchi	30 (2020) 126837	2018A6814	BL44XU	木下 誉富	Structural Insights for Producing CK2 α 1-Specific Inhibitors
			2018B6814	BL44XU	木下 誉富	

Biophysical Reviews

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
38833	Daisuke Sato	11 (2019) 449-455	2012A1217	BL45XU	池口 雅道	Mechanisms of Ferritin Assembly Studied by Time-Resolved Small-Angle X-ray Scattering
			2012B1114	BL45XU	池口 雅道	
			2013B1392	BL45XU	池口 雅道	
			2015A1374	BL45XU	池口 雅道	
			2016B1217	BL45XU	池口 雅道	
			2017A1403	BL45XU	池口 雅道	
			2017B1308	BL45XU	池口 雅道	
			2018A1262	BL45XU	池口 雅道	
			2018B1404	BL45XU	池口 雅道	
			2018A1062	BL45XU	佐藤 大輔	
2011A1133	BL45XU	池口 雅道				

Carbohydrate Polymers

39054	Akari Okugawa	231 (2020) 115663	2016A1098	BL40B2	山根 千弘	Relaxation Phenomenon and Swelling Behavior of Regenerated Cellulose Fibers Affected by Water
			2016B1072	BL40B2	山根 千弘	

Chem

39214	Satoshi Tominaka	(2019) Published online 9 Dec. 2019	2017A1207	BL08W	富中 悟史	Geometrical Frustration of B-H Bonds in Layered Hydrogen Borides Accessible by Soft Chemistry
			2018A1304	BL08W	尾原 幸治	

ChemElectroChem

39053	Shoutai Hitomi	6 (2019) 5070-5079	2014A1543	BL46XU	駒場 慎一	Application of Acrylic-Rubber-Based Latex Binder to High-Voltage Spinel Electrodes of Lithium-Ion Batteries
			2016B1581	BL46XU	駒場 慎一	

Chemical Geology

39002	Masanobu Sakakibara	522 (2019) 121-134	2014A1277	BL01B1	高橋 嘉夫	Redistribution of Zn during Transformation of Ferrihydrite: Effects of Initial Zn Concentration
			2014B1348	BL01B1	高橋 嘉夫	

Chemical Science

39226	Naoki Ando	10 (2019) 7816-7821	2017B1179	BL40XU	笹森 貴裕	Near-Infrared Fluorescein Dyes Containing a Tricoordinate Boron Atom
-------	------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

Chemistry of Materials

38772	Miwa Murakami	31 (2019) 7704-7710	2015A1013	BL02B2	小久見 善八	High Anionic Conductive Form of $Pb_xSn_{2-x}F_4$
			2015B1014	BL02B2	小久見 善八	

Chemosphere

38997	Sang-Ho Lee	211 (2018) 903-911	2018A0148	BL01B1	高橋 嘉夫	Enhanced Adsorption of Arsenate and Antimonate by Calcined Mg/Al Layered Double Hydroxide: Investigation of Comparative Adsorption Mechanism by Surface Characterization
-------	-------------	-----------------------	-----------	--------	-------	--

Communications Biology

38894	Norifumi Muraki	2 (2019) 385	2017A6757	BL44XU	村木 則文	Structural Characterization of HypX Responsible for CO Biosynthesis in the Maturation of NiFe-Hydrogenase
			2017B6757	BL44XU	村木 則文	
			2018A6853	BL44XU	村木 則文	
			2018B6853	BL44XU	村木 則文	

Comptes Rendus Geoscience

38913	Tetsuo Irifune	351 (2019) 260-268	2015A0075	BL04B1	入船 徹男	High Pressure Generation in Kawai-type Multianvil Apparatus using Nano-Polystalline Diamond Anvils
-------	----------------	-----------------------	-----------	--------	-------	--

Construction and Building Materials

39211	Sungchul Bae	237 (2020) 117714	2017A3782	BL22XU	裴 晟哲	Analysis of Atomistic Structural Deformation Characteristics of Calcium Silicate Hydrate in 53-Year-Old Tricalcium Silicate Paste using Atomic Pair Distribution Function
-------	--------------	----------------------	-----------	--------	------	---

Contributed Papers from Materials Science and Technology 2019 (MS&T19)

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
39056	Yoshikazu Nakai	(2019) 822-829	2016B1589	BL46XU	牧野 泰三	Initiation and Propagation of Rolling Contact Fatigue Cracks Observed by Laminography Using Ultra-Bright Synchrotron Radiation X-ray
			2018A1548	BL46XU	牧野 泰三	
			2018B1612	BL46XU	牧野 泰三	
			2019A1635	BL46XU	牧野 泰三	

Crystals

39108	Tomohiro Yamaguchi	9 (2019) 631	2015A3512	BL11XU	山口 智広	In Situ Synchrotron X-ray Diffraction Reciprocal Space Mapping Measurements in the RF-MBE Growth of GaInN on GaN and InN
			2016A3562	BL11XU	山口 智広	
			2017A3587	BL11XU	山口 智広	

CrystEngComm

39142	Tsan Yao Chen	18 (2016) 5860-5868	2014A4139	BL12B2	Liu Yu-Ting	Self-Aligned Synthesis of a NiPt-Alloy _{core} @Pt _{shell} Nanocrystal with Contrivable Heterojunction Structure and Oxygen Reduction Activity
			2014A4127	BL12B2	Liu Yu-Ting	

ECS Transactions

38862	Yuta Nabae	92 (2019) 621-625	2016B7907	BL36XU	難波江 裕太	<i>In-Situ</i> XAFS Study to Monitor the Degradation of an Fe/N/C Cathode Catalyst in PEMFC
			2017A1035	BL14B2	今井 英人	
			2018A7840	BL36XU	岩澤 康裕	
			2018B7907	BL36XU	難波江 裕太	

Electrochemistry

39219	Satoshi Hashigami	87 (2019) 357-364	2017B5050	BL16XU	立松 正幹	Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy Analysis of Surface Chemistry of Spray Pyrolyzed LiNi _{0.5} Co _{0.2} Mn _{0.3} O ₂ Positive Electrode Coated with Lithium Boron Oxide
			2018A5050	BL16XU	立松 正幹	
			2018B5050	BL16XU	出口 博史	

Electrochimica Acta

38985	Lakmini Jayasingha	329 (2020) 135177	2017B1539	BL04B2	Jayathilaka Charith	Nanoporous Cu ₂ O Nanotube/Nanorod Array Electrodes for Non-Enzymatic Glucose Sensing with High Sensitivity and Very Low Detection Limit
-------	--------------------	----------------------	-----------	--------	---------------------	---

Engineering Fracture Mechanics

39047	Kazuyuki Shimizu	216 (2019) 106503	2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	Hydrogen Partitioning Behavior and Related Hydrogen Embrittlement in Al-Zn-Mg Alloys
-------	------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

Enzyme and Microbial Technology

38784	Teisuke Takita	130 (2019) 109363	2018B6848	BL44XU	三上 文三	Increase in the Thermostability of GH11 Xylanase XynJ from <i>Bacillus</i> sp. Strain 41M-1 using Site Saturation Mutagenesis
			2018A2533	BL26B1	三上 文三	

FEBS Letters

38870	Warapom Auiewiriyankul	592 (2018) 2268-2281	2016A2562	BL41XU	加藤 公児	Function and Structure of GH13_31 α -glucosidase with High α -(1 \rightarrow 4)-glucosidic Linkage Specificity and Transglucosylation Activity
-------	------------------------	-------------------------	-----------	--------	-------	--

Frontiers in Materials

38891	Orkun Furat	6 (2019) 145	2015A1580	BL20XU	Krill Carl	Machine Learning Techniques for the Segmentation of Tomographic Image Data of Functional Materials
-------	-------------	-----------------	-----------	--------	------------	--

Geochemistry, Geophysics, Geosystems

39253	Ryoichi Nakada	20 (2019) 5319-5333	2016B1452	BL27SU	中田 亮一	Variation of Iron Species in Plagioclase Crystals by X-ray Absorption Fine Structure Analysis
			2017A1091	BL27SU	中田 亮一	

Geochimica et Cosmochimica Acta

39000	Hai-Bo Qin	257 (2019) 110-130	2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	Enrichment Mechanisms of Antimony and Arsenic in Marine Ferromanganese Oxides: Insights from the Structure Similarity
			2015A0118	BL27SU	高橋 嘉夫	
			2017A1798	BL05XU	高橋 嘉夫	
			2018A0148	BL37XU	高橋 嘉夫	
			2018B1801	BL14B2	高橋 嘉夫	

Geophysical Research 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
39014	Shigehiko Tateno	46 (2019) 11944-11949	2015B1367	BL10XU	館野 繁彦	Fe ₂ S: The Most Fe-Rich Iron Sulfide at the Earth's Inner Core Pressures
			2017A1372	BL10XU	館野 繁彦	
			2017A0072	BL10XU	廣瀬 敬	

Hyperfine Interactions

39187	Ryo Masuda	240 (2019) 120	2017B3581	BL11XU	瀬戸 誠	Synchrotron-Radiation-Based Mössbauer Absorption Spectroscopy with High Resonant Energy Nuclides
			2018A3581	BL11XU	瀬戸 誠	
			2018B3581	BL11XU	瀬戸 誠	
			2019A3581	BL11XU	瀬戸 誠	

Icarus

39059	Masayuki Nishi	338 (2020) 113539	2016A1476	BL10XU	西 真之	New Aluminium Hydroxide at Multimegabar Pressures: Implications for Water Reservoirs in Deep Planetary Interiors
			2017B1110	BL10XU	西 真之	

Industrial & Engineering Chemistry Research

38939	Shohei Tada	58 (2019) 19434-19445	2018B1788	BL14B2	多田 昌平	Effects of Cu Precursor Types on the Catalytic Activity of Cu/ZrO ₂ toward Methanol Synthesis via CO ₂ Hydrogenation
-------	-------------	--------------------------	-----------	--------	-------	--

Inorganic Chemistry

38934	Yili Cao	58 (2019) 13742-13745	2018B1306	BL02B2	Xing Xianran	Neutron Diffraction Study of Unusual Magnetic Behaviors in the Ho ₂ Fe ₁₁ Al ₆ Intermetallic Compound
			2018B1515	BL44B2	Lin Kun	

Inorganica Chimica Acta

38875	Masahiko Maekawa	497 (2019) 119088	2016B1508	BL02B1	杉本 邦久	Self-assembly of Cu(I) Metallomacrocyclic and Coordination Polymers with 2,2':5',4''-terpyridine Directed by Anions and Solvents
			2017A1866	BL02B1	杉本 邦久	
			2018B1819	BL02B1	前川 雅彦	

Internal Journal of Hydrogen Energy

38968	Misato Kosaka	45 (2020) 738-743	2019A1743	BL14B2	関根 泰	Low-Temperature Selective Dehydrogenation of Methylcyclohexane by Surface Protonics over Pt/Anatase-TiO ₂ Catalyst
-------	---------------	----------------------	-----------	--------	------	---

International Journal of Adhesion and Adhesives

38925	Megumi Komada	84 (2018) 173-177	2011B3255	BL24XU	西野 孝	Enhancement of Adhesion by Applying Amine Primer to <i>isotactic</i> Polypropylene and Open Time Dependence of Primer Effect
			2012A4803	BL15XU	松井 純爾	
			2012B4803	BL15XU	松井 純爾	

International Journal of Hydrogen Energy

39019	Hirotsu Watanabe	44 (2019) 24028-24035	2017B1412	BL27SU	渡部 弘達	Structural Evolution of Carbon Deposition on a Ni/YSZ Cermet of a SOFC Analyzed by Soft X-ray XANES Spectroscopy
-------	------------------	--------------------------	-----------	--------	-------	--

iScience

38960	Takahiro Yoshinaka	19 (2019) 1065-1078	2018A1003	BL41XU	山本 雅貴	Structural Basis of Mitochondrial Scaffolds by Prohibitin Complexes: Insight into a Role of the Coiled-Coil Region
-------	--------------------	------------------------	-----------	--------	-------	--

Journal of Alloys and Compounds

39229	E-Wen Huan	792 (2019) 116-121	2016A4136	BL12B2	Lin Chih Ming	Deviatoric Deformation Kinetics in High Entropy Alloy under Hydrostatic Compression
			2016B4132	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2017B4131	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2018A4131	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2018B4138	BL12B2	Lin Chih Ming	

Journal of Applied Crystallography

39116	Yoshiaki Shimazu	52 (2019) 1280-1288	2014A8032	BL3	岩田 想	High-Viscosity Sample-Injection Device for Serial Femtosecond Crystallography at Atmospheric Pressure
			2014B8050	BL3	岩田 想	
			2015A8048	BL3	岩田 想	
			2015B8042	BL3	岩田 想	
			2016A8041	BL3	岩田 想	
			2016B8060	BL3	岩田 想	

Journal of Applied Physics

研究成果番号	主著者	雑誌情報	課題番号	ビームライン	実験責任者	タイトル
38869	T. Matsuda	125 (2019) 194301	2016B1535	BL13XU	石川 史太郎	Strain Deformation in GaAs/GaAsBi Core-Shell Nanowire Heterostructures

Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems

38868	Hisamitsu Awaki	5 (2019) 044001	2016B1291	BL20B2	粟木 久光	Effect of Barrier Layer on Moisture Absorption of Thin Carbon-Fiber-Reinforced Plastic Mirror Substrates
			2017B1098	BL20B2	粟木 久光	

Journal of Catalysis

39065	Ibrahim Gueye	380 (2019) 247-253	2013A4908	BL15XU	北川 宏	Investigation of Selective Chemisorption of fcc and hcp Ru Nanoparticles using X-ray Photoelectron Spectroscopy Analysis
			2018A4506	BL15XU	坂田 修身	
			2018B4504	BL15XU	坂田 修身	
			2018A1351	BL04B2	坂田 修身	

The Journal of Chemical Physics

39103	Mengnan Wang	148 (2018) 144310	2017A1062	BL10XU	Howie Ross	High Pressure Synthesis and Stability of Cobalt Hydrides
-------	--------------	----------------------	-----------	--------	------------	--

Journal of Chemical Theory and Computation

38895	Hiroshi Isobe	15 (2019) 2375-2391	2016B8066	BL3	沈 建仁	Spin, Valence, and Structural Isomerism in the S ₃ State of the Oxygen-Evolving Complex of Photosystem II as a Manifestation of Multimetallic Cooperativity
			2017A8041	BL3	沈 建仁	
			2017B8025	BL2	沈 建仁	
			2018A8037	BL2	沈 建仁	
			2018B8029	BL2	沈 建仁	

Journal of Colloid and Interface Science

39169	Jure Cerar	560 (2020) 730-742	2018A1132	BL04B2	Temleitner László	Structural, Rheological and Dynamic Aspects of Hydrogen-Bonding Molecular Liquids: Aqueous Solutions of Hydrotropic <i>tert</i> -butyl Alcohol
-------	------------	-----------------------	-----------	--------	-------------------	--

Journal of Geophysical Research

38892	Masayuki Nishi	124 (2019) 10231-10239	2010A0082	BL04B1	入船 徹男	Solid Solution and Compression Behavior of Hydroxides in the Lower Mantle
			2015A0075	BL04B1	入船 徹男	

Journal of Magnetism and Magnetic Materials

39145	Hayato Miyagawa	476 (2019) 213-217	2012B1071	BL39XU	宮川 勇人	Origin of Magnetization in Diluted Magnetic Semiconductor GaGdAs Monolayer and Superlattice
-------	-----------------	-----------------------	-----------	--------	-------	---

Journal of Materials Chemistry A

39220	Jeng Han Wang	4 (2016) 17848-17856	2014B4137	BL12B2	Chen Tsan Yao	Local Heterojunctions of Atomic Pt Clusters Boost the Oxygen Reduction Activity of RuCore@Pdshell Nanocrystallites
			2015A4127	BL12B2	Chen Tsan Yao	
			2015B4131	BL12B2	Chen Tsan Yao	

Journal of Molecular and Cellular Cardiology

38920	Mark Waddingham	137 (2019) 119-131	2010B1243	BL28B2	Pearson James	Diastolic Dysfunction is Initiated by Cardiomyocyte Impairment Ahead of Endothelial Dysfunction Due to Increased Oxidative Stress and Inflammation in an Experimental Prediabetes Model
			2010B1372	BL40XU	Pearson James	
			2011A1105	BL28B2	Pearson James	
			2014B1445	BL40XU	Pearson James	
			2015B1533	BL40XU	Pearson James	
			2016B1070	BL40XU	Pearson James	

Journal of Molecular Liquids

39005	Koji Yoshida	293 (2019) 111477	2018B1385	BL40B2	真田 雄介	The Effect of Alkyl Ammonium Ionic Liquids on Thermal Denaturation Aggregation of β -Lactoglobulin
-------	--------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

Journal of Nuclear Materials

39246	Takayuki Kumada	528 (2020) 151890	2017B3722	BL22XU	大場 洋次郎	Anomalous Small-Angle X-ray Scattering (ASAXS) Study of Irradiation-Induced Nanostructure Change in Fe-Ion Beam Irradiated Oxide Dispersion-Strengthened (ODS) Steel
			2018A3722	BL22XU	大場 洋次郎	

The Journal of Organic 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
39173	Eunjeong Jeong	85 (2020) 168-178	2018B1774	BL19B2	鈴木 充朗	Orbital-Energy Modulation of Tetrabenzoporphyrin-Derived Non-Fullerene Acceptors for Improved Open-Circuit Voltage in Organic Solar Cells
			2017A1779	BL19B2	鈴木 充朗	

Journal of Power Sources

39254	Takeshi Kobayashi	450 (2020) 227597	2013B1562	BL27SU	小林 剛	HBO ₂ as an Adhesive Agent for the Multi-Step Fabrication of All-Solid-State Sodium Batteries
			2014A1538	BL46XU	小林 剛	
			2014A1585	BL27SU	小林 剛	
			2014A5350	BL16B2	野口 真一	
			2014B1633	BL27SU	小林 剛	
			2014B1930	BL46XU	小林 剛	
			2014B1919	BL46XU	小林 剛	
			2014B5350	BL16B2	野口 真一	
			2015A5350	BL16B2	野口 真一	
			2015B1395	BL27SU	小林 剛	
			2015B1642	BL46XU	小林 剛	
			2015B5350	BL16B2	野口 真一	
			2016A1443	BL27SU	小林 剛	
			2016A1567	BL14B2	小林 剛	
			2016A5350	BL16B2	野口 真一	
			2016B1521	BL27SU	小林 剛	
			2016B5350	BL16B2	野口 真一	
			2018A1496	BL27SU	小林 剛	
			2018A1596	BL14B2	小林 剛	
			2018A5350	BL16B2	野口 真一	
			2018B1469	BL27SU	小林 剛	
			2018B1593	BL14B2	小林 剛	
			2018B5350	BL16B2	野口 真一	
2019A1375	BL27SU	小林 剛				
2019A1818	BL14B2	小林 剛				
2019A5350	BL16B2	野口 真一				
2019B1100	BL27SU	小林 剛				
2019B1538	BL27SU	小林 剛				
2019B5352	BL16B2	小林 剛				

Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry

38994	Akiko Yamaguchi	317 (2018) 545-551	2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	Local Structure of Strontium Adsorbed on 2:1 Clay Minerals and its Comparison with Cesium by XAFS in Terms of Migration of Their Radioisotopes in the Environment
			2018A0148	BL37XU	高橋 嘉夫	

Journal of Solid State Chemistry

38865	Tetsuhiro Katsumata	279 (2019) 120919	2016B1400	BL02B2	勝又 哲裕	Synthesis of New Perovskite-Type Oxyfluorides, BaInO ₂ F and Comparison of the Structure among Perovskite-Type Oxyfluorides
			2016B3636	BL14B1	勝又 哲裕	

Journal of Surface Analysis

38976	Satoshi Yasuno	26 (2019) 202-203	2018A1563	BL46XU	安野 聡	Charge Compensation in Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy by Electron Beam of Several Kilo-electron-volts
			2018A1695	BL46XU	池野 成裕	
			2018A1745	BL46XU	安野 聡	
			2018B1589	BL46XU	安野 聡	
			2019A1640	BL46XU	安野 聡	
			2019A1754	BL46XU	安野 聡	

Journal of the Ceramic Society of Japan

39111	Yohei Onodera	127 (2019) 853-863	2016A0130	BL04B2	小原 真司	Understanding Diffraction Pattern of Glassy, Liquid and Amorphous Materials via Persistent Homology Analyses
			2016A4502	BL15XU	小原 真司	

Journal of Wood 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
39016	Suyako Tazuru	65 (2019) 60	2016B1794	BL20XU	田鶴 寿弥子	Wood Identification of Japanese Shinto Deity Statues in Matsunoo-taisha Shrine in Kyoto by Synchrotron X-ray Microtomography and Conventional Microscopy Methods
			2017B1761	BL20XU	田鶴 寿弥子	
			2011B1239	BL20XU	田鶴 寿弥子	

Laboratory Investigation

39012	Takeshi Matsumoto	100 (2020) 72-83	2013B1731	BL20B2	松本 健志	In vivo Monitoring of Bone Microstructure by Propagation-Based Phase-Contrast Computed Tomography using Monochromatic Synchrotron Light
			2014A1725	BL20B2	松本 健志	

Life Science Alliance

38917	Manabu Toyoshima	2 (2019) e201900478	2018A2552	BL41XU	小川 寛之	Enhanced Carbonyl Stress Induces Irreversible Multimerization of CRMP2 in Schizophrenia Pathogenesis
			2018A1003	BL41XU	山本 雅貴	
			2018B1011	BL41XU	山本 雅貴	

Materials

39221	Chih Ming Lin	9 (2016) 561	2013B4129	BL12B2	Lin Chih Ming	Structural Transitions in Nanosized Zn _{0.97} Al _{0.03} P Powders under High Pressure Analyzed by in Situ Angle-Dispersive X-ray Diffraction
			2013A4131	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2014A4134	BL12B2	Lin Chih Ming	
			2014B4133	BL12B2	Lin Chih Ming	

Materials Chemistry Frontiers

39039	Ikuya Yamada	3 (2019) 2696-2701	2019A1476	BL02B2	山田 幾也	Various Magnetic States for Novel Layered Cobalt Oxides CaCo ₆ O ₁₁ and BaCo ₆ O ₁₁
-------	--------------	-----------------------	-----------	--------	-------	---

Metallomics

39155	Naoki Fukuda	(2019) Online publication 4 Dec. 2019	2005B0743	BL37XU	中井 泉	Visible Cellular Distribution of Cadmium and Zinc in the Hyperaccumulator <i>Arabidopsis halleri</i> ssp. <i>gemmifera</i> Determined by 2-D X-ray Fluorescence Imaging using High-Energy Synchrotron Radiation
			2007A1256	BL37XU	中井 泉	
			2007A1667	BL37XU	北島 信行	
			2007A1947	BL37XU	北島 信行	

Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science

39048	Kazuyuki Shimizu	51 (2020) 1-19	2016A1199	BL37XU	戸田 裕之	Local Deformation and Fracture Behavior of High-Strength Aluminum Alloys Under Hydrogen Influence
			2016B1081	BL37XU	清水 一行	
			2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	

Metals

38992	Tomokazu Sano	9 (2019) 1192	2016A3783	BL22XU	佐野 智一	Improving Fatigue Performance of Laser-Welded 2024-T3 Aluminum Alloy Using Dry Laser Peening
			2015B3782	BL22XU	佐野 智一	
			2016B3786	BL22XU	佐野 智一	
			2017A3788	BL22XU	佐野 智一	
			2017B3737	BL22XU	佐野 智一	
2019A3737	BL22XU	佐野 智一				

Microporous and Mesoporous Materials

39156	Peidong Hu	288 (2019) 109594	2018A0155	BL04B2	脇原 徹	Synthesis and Characterization of MFI-type Zincosilicate Zeolites with High Zinc Content using Mechanochemically Treated Si-Zn Oxide Composite
-------	------------	----------------------	-----------	--------	------	--

Minerals

38993	Tsetsgee Solongo	8 (2018) 288	2018A0148	BL37XU	高橋 嘉夫	Distribution and Chemical Speciation of Molybdenum in River and Pond Sediments Affected by Mining Activity in Erdenet City, Mongolia
			2015A0118	BL01B1	高橋 嘉夫	

Molecular Catalysis

38839	Zhenzhong Zhang	475 (2019) 110502	2017A1780	BL14B2	村山 美乃	The Additive Effect of Amines on the Dihydroxylation of Buta-1,3-diene into Butenediols by Supported Pd Catalysts
			2014B1897	BL14B2	大橋 弘範	
			2016A1521	BL14B2	村山 美乃	

Molecular Cell

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
39031	Wei Sun	76 (2019) 938-952	2017B2711	BL26B1	Wang Yanli	Structures of <i>Neisseria meningitidis</i> Cas9 Complexes in Catalytically Poised and Anti-CRISPR-Inhibited States
			2018A2581	BL41XU	Wang Yanli	

Molecular Chemistry and Physics

38927	Jian Shen	218 (2017) 1700197	2015A7210	BL03XU	和泉 篤士	Mechanical, Thermal, and Electrical Properties of Flexible Polythiophene with Disiloxane Side Chains
			2015B7260	BL03XU	和泉 篤士	
			2016A7210	BL03XU	和泉 篤士	
			2016B7260	BL03XU	和泉 篤士	

Nano Letters

39091	Masaki Nakano	19 (2019) 8806-8810	2018A3843	BL23SU	和達 大樹	Intrinsic 2D Ferromagnetism in V_5Se_7 Epitaxial Thin Films
-------	---------------	------------------------	-----------	--------	-------	---

Nature Plants

39141	Yongchan Lee	3 (2017) 825-832	2016B2717	BL32XU	西澤 知宏	Structure of the Triose-Phosphate/Phosphate Translocator Reveals the Basis of Substrate Specificity
			2015A1057	BL41XU	西澤 知宏	
			2016A2527	BL41XU	石谷 隆一郎	
			2015A0119	BL41XU	瀧木 理	

NPG Asia Materials

39201	Yohei Onodera	11 (2019) 75	2016A1499	BL04B2	滝本 康幸	Origin of the Mixed Alkali Effect in Silicate Glass
			2016A0130	BL04B2	小原 真司	

OPMR2016-Opportunities in Processing of Metal Resources in South East Europe

39013	Kozo Shinoda	(2016) 235-239	2014A1800	BL14B2	篠田 弘造	Local Structure Analysis using High Temperature in situ XAS of Halide Molten Salts for Ta Recovery by Electrolytic Process
			2015B1588	BL01B1	篠田 弘造	
			2016A1752	BL14B2	篠田 弘造	
			2016B1585	BL14B2	篠田 弘造	

Organic Letters

38973	Susumu Oda	21 (2019) 1770-1773	2017A1132	BL40XU	畠山 琢次	Tetracoordinate Boron-Fused Double [5]-Helicenes as Cathode Active Materials for Lithium Batteries
			2017B1073	BL40XU	畠山 琢次	
			2018A1114	BL40XU	畠山 琢次	
			2018B1125	BL40XU	畠山 琢次	
			2016B1059	BL40XU	畠山 琢次	
			2016A1052	BL40XU	畠山 琢次	

Photosynthesis Research

39143	Keisuke Kawakami	142 (2019) 195-201	2014B6969	BL44XU	川上 恵典	Four Distinct Trimeric Forms of Light-Harvesting Complex II Isolated from the Green Alga <i>Chlamydomonas reinhardtii</i>
-------	------------------	-----------------------	-----------	--------	-------	---

Physical Review C

38981	Norihiro Muramatsu	100 (2019) 055202	2015A6101	BL31LEP	村松 憲仁	Measurement of Neutral Pion Photoproduction off the Proton with the Large Acceptance Electromagnetic Calorimeter BGOegg
			2015B6101	BL31LEP	村松 憲仁	
			2016A6101	BL31LEP	村松 憲仁	
			2016B6101	BL31LEP	村松 憲仁	
			2017A6101	BL31LEP	村松 憲仁	
			2017B6101	BL31LEP	村松 憲仁	

Physical Review Letters

39123	Hyeonjun Lee	123 (2019) 217601	2017A1361	BL13XU	Cho Chi Yong	Electric-Field-Driven Nanosecond Ferroelastic-Domain Switching Dynamics in Epitaxial Pb(Zr,Ti)O ₃ Film
			2018A1337	BL13XU	Cho Chi Yong	

Physical Review Materials

38885	Yong-Chang Lau	3 (2019) 104419	2017A1048	BL39XU	藤森 淳	Giant Perpendicular Magnetic Anisotropy in Ir/Co/Pt Multilayers
			2018A1058	BL39XU	藤森 淳	

Physics and Chemistry of Minerals

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
38893	Masayuki Nishi	45 (2018) 995-1001	2015A0075	BL04B1	入船 徹男	Thermal Equation of State of MgSiO ₄ Phase H Determined by in situ X-ray Diffraction and a Multianvil Apparatus

Physics of the Earth and Planetary Interiors

39159	Yu Nishihara	298 (2020) 106348	2015A0075	BL04B1	入船 徹男	Effect of Pressure on Temperature Measurements using WRe Thermocouple and its Geophysical Impact
-------	--------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

PLoS One

39038	Sayoko Oiki	14 (2019) e0224753	2012A1317	BL38B1	橋本 涉	Streptococcal Phosphotransferase System Imports Unsaturated Hyaluronan Disaccharide Derived from Host Extracellular Matrices
			2016A2574	BL38B1	橋本 涉	

Polymer Journal

38829	Saki Ishida	51 (2019) 1181-1187	2015B1100	BL40B2	寺尾 憲	Complex Formation of a Triple-helical Peptide with Sodium Heparin
			2016A1053	BL40B2	寺尾 憲	
			2016B1088	BL40B2	寺尾 憲	

Proceedings of MicroTAS 2019

39008	Kazuma Mawatari	(2019) 1026-1027	2017B3784	BL22XU	馬渡 和真	Structural Analysis of Water Confined in Nanochannels
			2018A3785	BL22XU	馬渡 和真	
			2018B1360	BL04B2	馬渡 和真	

Proceedings of the 10th International Symposium on Cavitation (CAV2018)

39153	Rubby Prasetya	(2018)	2014B0111	BL40XU	文 石洙	X-Ray Imaging of Transient Cavitation Motion in Nozzles under Steady Injection Condition
-------	----------------	--------	-----------	--------	------	--

Proceedings of the 14th Triennial International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems (ICLASS 2018)

39149	Kazuuya Kotani	(2018) ID200	2014B0111	BL40XU	文 石洙	X-Ray High Speed Visualization and Measurement of Cavitation Flow in a Nozzle under Transient Injection Condition
			2018A0145	BL40XU	文 石洙	

Proceedings of the 29th International Symposium on Space Technology and Science

39137	Yuichiro Ogata	(2013) 2013-r-51p	2012B1042	BL43IR	藪田 ひかる	Hypervelocity Capture of Murchison Meteorite Particles in Aerogel: Ground-based Experiment for the Cosmic Dusts Capture at the International Space Station
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	--------	--

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

38817	Hiroshi Fukui	116 (2019) 21385-21391	2014B4250	BL12XU	福井 宏之	Electronic Structure of Dense Solid Oxygen from Insulator to Metal Investigated with X-ray Raman Scattering
			2015A4252	BL12XU	福井 宏之	
			2015B4253	BL12XU	福井 宏之	
			2016A4267	BL12XU	福井 宏之	
			2017A4266	BL12XU	福井 宏之	
			2017B4250	BL12XU	福井 宏之	
			2017B4265	BL12XU	福井 宏之	
			2018A4268	BL12XU	福井 宏之	
			2015B1144	BL10XU	福井 宏之	

Progress in Nuclear Science and Technology

38922	Shin-ichi Fujimori	5 (2018) 82-85	2015A3820	BL23SU	藤森 伸一	Electro Structure of URu ₂ Si ₂ Studied by Photoelectron Spectroscopy
			2015B3820	BL23SU	藤森 伸一	
			2016A3810	BL23SU	藤森 伸一	
			2016B3811	BL23SU	藤森 伸一	

Protein and Peptide Letters

38980	Kunpei Yamanishi	26 (2019) 792-797	2014A1035	BL38B1	柴田 直樹	Head-to-Tail Complex of Dishevelled and Axin-DIX Domains: Expression, Purification, Crystallographic Studies and Packing Analysis
			2017A2538	BL38B1	柴田 直樹	
			2017A6723	BL44XU	柴田 直樹	
			2017B6723	BL44XU	柴田 直樹	
			2017A2538	BL26B1	柴田 直樹	

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
39095	Yuya Hanazono	88 (2019) 251-259	2014B1975	BL26B1	竹田 一旗	Characterization of Perdeuterated High-Potential Iron-Sulfur Protein with High-Resolution X-ray Crystallography
			2015B1041	BL41XU	竹田 一旗	

Pure and Applied Chemistry

38834	Milos Krbal	91 (2019) 1769-1775	2012A1187	BL01B1	Krbal Milos	Investigation of the Oxidation Process in GeTe-based Phase Change Alloy using Ge K-edge XANES Spectroscopy
-------	-------------	------------------------	-----------	--------	-------------	--

Radiation Physics and Chemistry

38838	Haruno Murayama	(2019) Available online 4 Feb. 2019	2016B1573	BL14B2	村山 美乃	Structure Analysis of Supported Ruthenium Catalysts under Asymmetric Hydrogenation Reaction
-------	-----------------	-------------------------------------	-----------	--------	-------	---

Science and Technology of Advanced Materials

38773	Norihiro Okamoto	20 (2019) 543-556	2016B1096	BL02B1	岡本 範彦	Crystal Structure of η'' -Fe ₃ Al _{7+x} Determined by Single-Crystal Synchrotron X-ray Diffraction Combined with Scanning Transmission Electron Microscopy
			2017A1243	BL02B1	岡本 範彦	
			2019A1568	BL02B1	岡本 範彦	

Science Signaling

39235	Kunpei Yamanishi	12 (2019) eaaw5505	2014A1035	BL38B1	柴田 直樹	A Direct Heterotypic Interaction between the DIX Domains of Dishevelled and Axin Mediates Signaling to β -catenin
			2017A2538	BL38B1	柴田 直樹	
			2017A6723	BL44XU	柴田 直樹	
			2017B6723	BL44XU	柴田 直樹	
			2017A2538	BL26B1	柴田 直樹	

Surface Science

39216	Takuhiro Kakiuchi	693 (2020) 121551	2016B3832	BL23SU	垣内 拓大	Initial Oxidation Processes of Ultrathin Hafnium Film and Hafnium Disilicide Islands on Si(100)-2 × 1 Surfaces Studied using Core-Level X-ray Photoelectron Spectroscopy
-------	-------------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

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

39079	Hideki Tsuruta	68 (2019) 599-606	2017A1547	BL20XU	鶴田 秀樹	Quantitative Evaluation of Creep Voids in Mod.9Cr-1Mo Steel Welded Joints with X-Ray Micro-Tomography
			2017B1586	BL20XU	鶴田 秀樹	

鉄と鋼 (Tetsu to Hagane)

39093	Hiroyuki Toda	105 (2019) 240-253	2015A0076	BL20XU	戸田 裕之	Optimization of Mechanical Properties in Aluminum Alloys via Hydrogen Partitioning Control
-------	---------------	-----------------------	-----------	--------	-------	--

日本接着学会誌 (Journal of the Adhesion Society of Japan)

39218	Takeshi Kakara	55 (2019) 421-426	2017A1813	BL19B2	加々良 剛志	In Situ Residual Stress Analysis in a Glass-Fiber-Reinforced Phenolic Resin and Copper Composite Material during Curing
			2017B1893	BL19B2	和泉 篤士	
			2018A1751	BL19B2	和泉 篤士	
			2018B1575	BL19B2	和泉 篤士	

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

39121	Natsuki Hosoda	52 (2019) 386-394	2017B3201	BL24XU	高山 裕貴	Physical Properties and Structure of Wheat Noodles after Various Storage Periods
-------	----------------	----------------------	-----------	--------	-------	--

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

39068	Chikashi Toyoshima	31 (2018) 212-218	2018A0144	BL41XU	豊島 近	Dynamics of Membrane Protein and Phospholipid Interactions Revealed by X-ray Contrast Modulation
			2009B0025	BL41XU	豊島 近	
			2012B1486	BL41XU	豊島 近	
			2013A0049	BL41XU	豊島 近	

博士論文 (奈良先端科学技術大学院大学)

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
39174	Yuto Tamura	(2018)	2017A1779	BL19B2	鈴木 充朗	Covalent Approach toward Optimum Bulk Hetero-junction Morphology in Organic Solar Cells
			2015A1683	BL19B2	鈴木 充朗	
			2015B1769	BL19B2	高橋 功太郎	
			2014B1655	BL19B2	吉本 則之	
39175	Takuya Okabe	(2018)	2017A1779	BL19B2	鈴木 充朗	Interior and Exterior Shaping of Organic Molecular Dyes for Optoelectronic Applications
			2017B1817	BL46XU	山口 裕二	
			2015A1683	BL19B2	鈴木 充朗	

博士論文 (大阪大学)

38938	Yasutaka Tsuda	(2019) 1-184	2019A3831	BL23SU	岡田 美智雄	Oxide Formation Process and Stereodynamics of Chemical Reaction in the Initial Stage of Oxidation on Copper Alloy Surfaces
			2019A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2018B3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2018B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2018A3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2018A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2017B3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2017B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2017A3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2017A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2016B3831	BL23SU	岡田 美智雄	
			2016B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2016A3820	BL23SU	岡田 美智雄	
			2016A3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2015B3870	BL23SU	岡田 美智雄	
			2015B3801	BL23SU	吉越 章隆	
			2015A3870	BL23SU	岡田 美智雄	
			2014B3870	BL23SU	岡田 美智雄	
2014A3870	BL23SU	岡田 美智雄				
2013B3870	BL23SU	岡田 美智雄				
2013A3870	BL23SU	岡田 美智雄				

博士論文 (神戸大学)

39154	Rubby Prasetya	(2016)	2014B0111	BL40XU	文 石洙	Cavitation in Nozzle of Fuel Injector and Its Effect on Discharged Liquid Jet
-------	----------------	--------	-----------	--------	------	---

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
38812	M. Kriener	95 (2017) 224418	理研	BL44B2	Enhanced Ferromagnetic Transition Temperature Induced by a Microscopic Structural Rearrangement in the Diluted Magnetic Semiconductor $Ge_{1-x}Mn_xTe$
38863	Daisuke Takegami	99 (2019) 165101		BL12XU	Valence Band Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy on 3d Transition-Metal Oxides Containing Rare-Earth Elements
39032	Amol Singh	98 (2018) 235136		BL12XU	Electronic Structure Investigation of a Charge Density Wave Coupled to a Metal-to-Metal Transition in $Ce_3Co_4Sn_{13}$
39034	W.-J. Gannon	98 (2018) 075101		BL12XU	Intermediate Valence in Single Crystalline Yb_2Si_2Al

Journal of Synchrotron Radiation

38970	Ryota Kinjo	23 (2016) 751-757	装置&技術	BL23SU	Spectrum Splitting for Fast Polarization Switching of Undulator Radiation
38975	Pavle Juranic	26 (2019) 2081-2085	XFEL		Transmission Measurement at the Bernina Branch of the Aramis Beamline of SwissFEL

Angewandte Chemie International Edition

38864	Alfred Amon	58 (2019) 15928-15933		BL12XU	Interplay of Atomic Interactions in the Intermetallic Semiconductor Be_3Pt
-------	-------------	--------------------------	--	--------	--

Applied Sciences

研究成果番号	主著者	雑誌情報		ビームライン	タイトル
39239	Eriko Nango	9 (2019) 5505	装置&技術	SACLA	Pump-Probe Time-Resolved Serial Femtosecond Crystallography at SACLA: Current Status and Data Collection Strategies

Catalysis Science & Technology

39077	M. Yamauchi	9 (2019) 6561-6565	理研	BL44B2	Catalytic Enhancement on Ti-Zr Complex Oxide Particles for Electrochemical Hydrogenation of Oxalic Acid to Produce an Alcoholic Compound by Controlling Electronic States and Oxide Structures
-------	-------------	-----------------------	----	--------	--

Chemistry - A European Journal

38979	Taizen Den	25 (2019) 11512-11520	理研	BL44B2	Solid-Gas Phase Synthesis of Coordination Networks by Using Redox-Active Ligands and Elucidation of Their Oxidation Reaction
-------	------------	--------------------------	----	--------	--

Energy & Fuels

39021	Hirotsu Watanabe	32 (2018) 4248-4254		BL20B2	X-ray Computed Tomography Visualization of the Woody Char Intraparticle Pore Structure and Its Role on Anisotropic Evolution during Char Gasification
-------	------------------	------------------------	--	--------	---

Japanese Journal of Applied Physics

38858	Takuo Ohkouchi	58 (2019) 118001	理研	BL17SU	Present Status of Photoemission Electron Microscope Newly Installed in SPring-8 for Time-Resolved Nanospectroscopy
-------	----------------	---------------------	----	--------	--

Journal of Materials Chemistry C

39224	Cheng Dai	6 (2018) 3089-3096	その他	BL12B2	Developed One-Pot Synthesis of Dual-Color CdSe Quantum Dots for White Light-Emitting Diode Application
-------	-----------	-----------------------	-----	--------	--

Journal of Power Sources

39225	Po-Han Lee	374 (2018) 31-39	その他	BL12B2	The Storage Degradation of an 18650 Commercial Cell Studied using Neutron Powder Diffraction
-------	------------	---------------------	-----	--------	--

Journal of X-ray Science and Technology

38955	Nobuteru Nariyama	24 (2016) 343-351	加速器		Photon Source Term after Single Collision in Targets of Silicon, Copper and Lead for 50-500 keV X-ray Beams
-------	-------------------	----------------------	-----	--	---

Physical Review X

39037	Chun-Fu Chang	8 (2018) 021004		BL12XU	c-Axis Dimer and Its Electronic Breakup: The Insulator-to-Metal Transition in Ti_2O_3
-------	---------------	--------------------	--	--------	---

Physics of Plasmas

38831	Masahiro Yano	26 (2019) 093108	XFEL	over all	Effects of Hole-Boring and Relativistic Transparency on Particle Acceleration in Overdense Plasma Irradiated by Short Multi-PW Laser Pulses
-------	---------------	---------------------	------	----------	---

Proceedings of SPIE

38816	S. Egawa	11108 (2019) 1110804	XFEL		An Optical Design of Twin Wolter Mirrors for Focusing and Imaging Experiments with Soft X-ray Free Electron Lasers
-------	----------	-------------------------	------	--	--

Progress in Nuclear Science and Technology

38957	Nobuteru Nariyama	4 (2014) 257-260	加速器		Radiation Shielding in SPring-8 Linear Accelerator Tunnels for Safety Interlock System Upgrade
-------	-------------------	---------------------	-----	--	--

Radiation Physics and Chemistry

38959	Nobuteru Nariyama	75 (2006) 1719-1722	理論		Photon-Produced Electron Fluence Calculated with Photoelectron Angular Distribution of Sauter Expression
-------	-------------------	------------------------	----	--	--

「専用ビームラインの再契約」について

公益財団法人高輝度光科学研究センター
利用推進部

SPring-8 に設置されている専用ビームラインは、登録施設利用促進機関である JASRI の専用施設審査委員会において、「放射光専用施設の設置計画の選定に関する基本的考え方」に基づき、評価・審査等を実施し、その結果は SPring-8 選定委員会で審議されます。2020 年 2 月に開催しました SPring-8 選定委員会において、以下の専用ビームラインについて、2019 年 11 月に開催した専用施設審査委員会（以下、本委員会という）での評価・審査結果を審議し、承認されましたので報告します。

利用状況等評価／次期計画審査

・ NSRRC BM・ID ビームライン (BL12B2・12XU)

(設置者：台湾 NSRRC)

台湾の NSRRC (National Synchrotron Radiation Research Center：国家同步輻射研究中心) が設置した「NSRRC BM ビームライン (BL12B2) および NSRRC ID ビームライン (BL12XU)」は、契約上の設置期間満了 1 年前に「再契約」の意思表示があったことから、本委員会で利用状況等評価および次期計画審査を実施しました。

評価・審査の結果は、再契約は承認するものの、次期計画については、3 年後を目処に中間評価を行うことが妥当との判断となりました。契約期間については、6 年程度が妥当と思われませんが、今後 NSRRC と協議の上、決定することとなりました。

評価・審査結果の詳細については、以下、「Contract Beamline NSRRC BM and ID (BL12B2, BL12XU) Term-end Review Results Report and Review Results of the Future Plan for the Next Phase」を参照ください。

Contract Beamline NSRRC BM and ID
(BL12B2, BL12XU)

Term-end Review Results Report and
Review Results of the Future Plan for the Next Phase

General statement

National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC) in Taiwan constructed BL12B2 and BL12XU at SPring-8, which were launched in June 2000 and March 2001, respectively. In 2011, the contract with SPring-8 was renewed for another 10 years. This is the term-end review of the 10-year contract, and evaluation for the renewal of the 3rd 10-year contract.

Comments on the specified issues

1. Facility Status and Developments

The Taiwan Contract Beamlines at SPring-8, BL12XU and BL12B2, have been well maintained and actively used by researchers from Taiwan, Japan, and other countries. In 2016, a new 3 GeV low-emittance storage ring, the Taiwan Photon Source (TPS), has started user operation. Standard experiments such as X-ray absorption (XAS), X-ray diffraction (XRD), and protein crystallography (PX) are now mostly performed in TPS. Therefore, the direction of the Taiwan Contract Beamlines in SPring-8 has been reconsidered after the interim review in 2016. They have made efforts to extend their activities of inelastic X-ray scattering (IXS) to the higher energy region and execute unique and challenging experiments such as in-situ/operando experiments and experiments in complicated environments. New directions are assumed to be compatible with the beamlines at TPS, and other facilities operated by the NSRRC. Therefore, the importance of the Contract Beamlines at SPring-8 remains unchanged.

In accordance with new directions, several developments have been done since the interim review in 2016. BL12XU mainline is designed for IXS experiments to explore frontier research on various forms of samples. The mainline includes high-resolution monochromator (4-bounce channel-cut Si crystals with 20 meV resolution) to provide various bandwidths. For high pressure researches of the samples

confined in a small volume in a diamond anvil cell (DAC), small beam size is required. The K-B mirror system is installed and improved to achieve a beam size 10(V) × 30(H) μm suitable for high-pressure experiment with a DAC. To study dichroism study, the diamond phase retarder has been introduced. The end-station of BL12XU mainline is equipped with unique three types of spectrometers for non-resonant IXS (NIXS) and resonant IXS (RIXS) measurements. A Si array detector with 32 channels was developed to be used with the spectrometer. A new spectrometer with a bent Laue analyzer optimized around 20 keV has been developed for NIXS in higher photon energy region.

BL12XU sideline is developed for Hard X-ray Photoemission Spectroscopy (HAXPES) in collaboration with the Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids. BL12XU sideline employs a diamond beam splitter. It has a high-resolution channel-cut crystal and K-B mirrors. This design enables simultaneous operation of two experimental stations. The HAXPES end-station has two electron analyzers to efficiently run polarization-dependent experiments, which is very powerful to distinguish orbital characters of wave functions in materials. The upgrades of the sample manipulator for the in-situ/operando sample stage that allows to apply a bias to devices should be noted.

BL12B2 provides multiple research capabilities in XAS, powder XRD, and PX. After the opening of TPS in 2016, many experiments have become possible at TPS. The main part of PX has been transferred to the TPS and BL44XU at SPring-8 operated by the Institute for Protein Research (IPR), Osaka University, based on the close collaboration between NSRRC and IPR. Now more focus has been put on the in-situ/operando XAS and XRD experiments of energy-storage materials. The beamtime allocation of PX has been reduced from 50% to 10% and in-situ experiments have taken over the opened beamtime.

2. Operation and Management

The user supports have been done by the 5 NSRRC staffs and 2 staffs from external companies. The budget for maintenance and management of the two beamlines is

ensured. The Radiation & Operation Safety Division and Experimental Safety Review Committee of NSRRC are examining proposals for the safety at the beamlines. Users are further requested to follow the safety regulations of SPring-8. The safety examination at the beamlines is regularly conducted. Thus, the beamlines have a proper system to ensure safety during user experiments. The selection of the research proposals by the NSRRC Proposal Evaluation Committee (PEC) is fair and successfully functioning.

The beamlines are open for both domestic and international users and producing high impact outcomes. After the TPS operation, the number of Taiwanese users for BL12B2 is reduced from the period 2010-2014 to the period 2015-2019. However, BL12XU has enhanced the number of domestic users for the period 2015-2019. Furthermore, number of international users has increased for the period 2015-2019, showing high international interest and reputation.

3. Research Activities

At BL12XU, the total number of papers is almost the same between the periods 2010-2014 and 2015-2019. The number of papers produced by HAXPES measurements has increased. It is expected that more application-oriented publications will appear from the HAXPES station in the future. While the instrumentation of BL12B2 is standard, it is actively producing number of excellent publications with high scientific significance.

4. Future Plan for the Next Phase

As for the future plan, NSRRC carefully considered the directions of the beamlines at SPring-8 making them distinct and/or complimentary to the beamlines at TPS. The Taiwan funding agency expects more domestic proposals.

NSRRC presented three directions and upgrades for the next phase of Taiwan Contract Beamlines at SPring-8; (1) in-situ/operando measurements to attract Taiwanese researchers studying catalysts or battery materials, (2) experiments using intense high energy photons from SPring-8, (3) experiments in complicated environments. These

directions are found to be reasonable and effective to enhance research opportunities for domestic and international users.

We expect continued efforts to attract users not only from domestic users but also international users and encourage them to publish papers. Use of the upgraded spectrometers for IXS is expected to produce publications with high quality. The HAXPES station will attract users in materials science and is expected to produce application-related papers.

Conclusion

Taiwanese scientists have learned synchrotron radiation science and techniques in high-energy region by the use of BL12B2 and BL12XU at SPring-8. The accumulated expertise has been helpful for the construction of the beamlines and end-stations in TPS.

The future plans presented by NSRRC are appropriate for renewal of the contract. As the important upgrades will be completed in 3 years, the Review Committee suggests an interim review in around 3 years to evaluate the achievements and adjust the future directions.

It is recommended to prepare for the SPring-8-II project in the near future. Upgrade of the undulator will be required.

To secure the safe operation of the beamlines, the committee recommends NSRRC to continue to take effective measures to promote the share of the experience and knowledge obtained in the safety management of the beamlines among the personnel involved in the beamline operation.

利用系グループ活動報告

放射光利用研究基盤センター
分光・イメージング推進室 イメージンググループ

公益財団法人高輝度光科学研究センター

放射光利用研究基盤センター 分光・イメージング推進室

上杉 健太郎

1.はじめに

イメージンググループは2018年4月の旧利用研究促進部門の改組により発足した。2019年4月からは、分光・イメージング推進室に設置された1つのグループとして活動している。このグループは3つのチームで構成される。X線顕微鏡チーム・先端画像計測チーム・放射光位相画像計測チームである。X線顕微鏡チームと先端画像計測チームにより通常の業務を行っている。放射光位相画像計測チームは東北大学の百生教授が代表者である、ERATO 百生量子ビーム位相イメージングプロジェクトの受け皿として機能しており、プロジェクト最終年度の2019年度で終了予定である。

本グループとして中心に据えているのは、放射光X線画像計測法の性能向上とユーザーへの利用展開である。グループメンバーはビームラインの特性を最大限に生かした装置開発から、ユーザー利用における企画からサポートまでを担う。グループにはJASRIとしての業務を担う2つのチームがあるものの、明確な棲み分けはなされておらず、メンバーそれぞれの専門

性を持ちつつもお互いの技術や経験を共有する関係にある。これにより、突発的なトラブルにもある程度の自由度を持って対応可能な体制を維持している。

2. 活動概要

本グループが主体的に関わるビームラインは、BL20XU、BL20B2、BL28B2、BL47XUの4本である。BL20XUとBL20B2は全長210m以上の中尺ビームラインである。BL28B2とBL47XUは蓄積リング棟内に収まるビームラインであり、この2つに関しては他のグループと共同運用している。図1に各ビームラインの棲み分け状況、つまりどのようにビームラインを使い分けているかを示した。横軸は空間分解能を、縦軸は使用可能なエネルギー領域を示している。カラースケールは1ショットあたりに要する代表的な露光時間を示している。視野は空間分解能の約1,000倍が一般的である。点線の囲みは代表的な計測手法を表現しており、投影型(図中ではProjection-type)・結像型(図中ではImaging-type)・回折格子干渉計を利用し

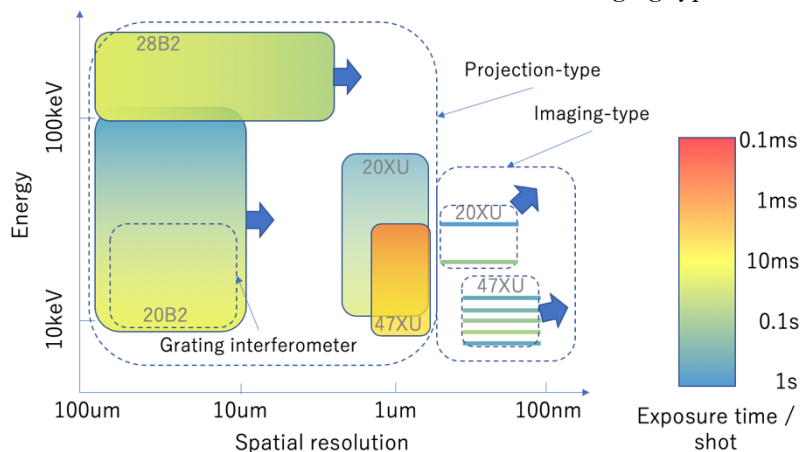


図1 イメージンググループが担当しているビームラインとその棲み分け状況。矢印は開発の方向性。測定時間は短縮する(図では赤くなる)方向に進める。

た位相計測法¹⁾(図中では Grating interferometer、本稿では単に位相計測とする)の3つが示されている。

投影型は4つすべてのビームラインで実施される最も基本的かつ応用範囲の広い手法で、疑似平行光を利用した単純投影による吸収コントラスト像もしくは試料と検出器の距離を調節することで、屈折コントラスト像を得る計測手法である。これは空間分解能で100ミクロン程度から1ミクロン程度まで、エネルギー範囲で7 keV から200 keV 程度までをカバーしている。結像型はBL20XU とBL47XU で実施されており、X線画像において1ミクロンよりも高い空間分解能を達成するための計測方法である。このためにX線顕微鏡光学系を利用するが、照明・対物および状況に応じて位相計測用の光学素子を必要とする。標準的には、電子線リソグラフィーなどの微細加工技術により製作されたフレネルゾーンプレート(FZP)を光学素子として利用する。図1で結像型の対応するエネルギーが連続的でないのは、運用の問題とこれらの光学素子の制限による。位相計測は主にBL20B2で実施されている。試料と検出器の間の適切な位置に2つの透過型回折格子を配置することで、試料での位相シフト量の積算値を定量的に求めることができる。

各装置の光源を除いた構成要素は、分光器(あるいは金属フィルター)^{2,3)}・精密ステージ・X線光学素子・X線画像検出器である。次に主要要素技術について説明する。

X線画像検出器はレンズカップルもしくはファイバーカップルを利用した可視光変換型⁴⁾を基本としている。図2にレンズカップル式の模式図を示す。検出器は、蛍光面・ミラー・レンズ・撮像素子により構成されている。途中に配置されるミラーにより、レンズや撮像素子にX線が直接照射されることを防いでい

る。蛍光面は密度・形状・発光波長により特性が異なり、使用エネルギーや必要とする空間分解能あるいは時間分解能により最適なものを使い分けている。レンズはタンデムレンズ系を構成しており各レンズの焦点距離の比により拡大率を変化させることができる。これは可視光顕微鏡の無限遠補正光学系も同様である。撮像素子に関してはここ数年は浜松ホトニクスORCA Flash 4.0 や pco edge に代表されるような高ダイナミックレンジ・高フレームレートという特性を持つ Scientific CMOS (sCMOS) が主に使用されている。この撮像素子を交換するだけで高精細型あるいは超高速型検出器に変更可能となる。以上のように、レンズカップル式は非常に自由度が高く、X線イメージングにおける有用性は高いと言える。本グループでは、これらの検出器を評価し、実験ごとに変化する最適な条件にあわせた検出器開発を行っている^{5,6)}。特に最近では30 keV 以上の高エネルギーX線の利用や高精細画像の取得がトレンドとなっており、正確な評価とテンポの速い開発が求められている。

結像型システムの根幹であるX線顕微鏡光学系は高い空間分解能のX線画像を得るための手法で、本グループのメンバーのほとんどがJASRI 着任後に多かれ少なかれ関わっている。図3に現行のX線顕微鏡光学系の模式図を示す。Zernike 位相板もしくは回折格子干渉計を配置した位相計測も実施されているが、こ

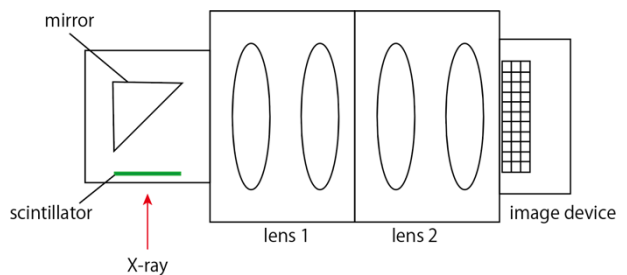


図2 レンズカップル式画像検出器の模式図。

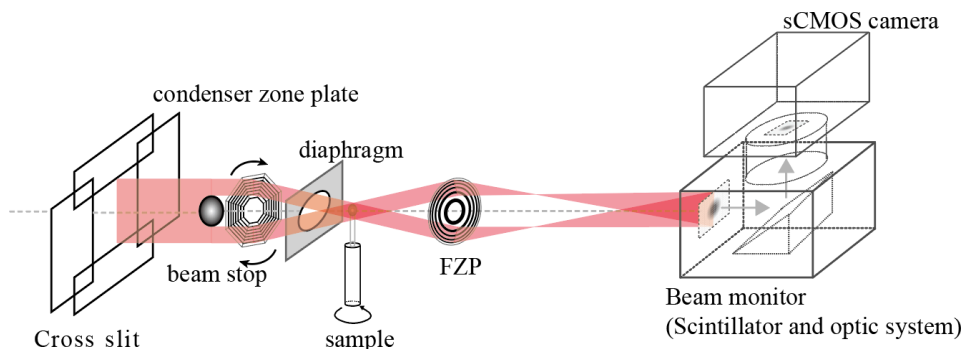


図3 X線顕微鏡光学系の模式図。

ここでは省略している。2000年ごろの開発当初は、分光器からのX線をそのまま試料に照射する準平行照明であったが⁷⁾、画質改善と撮影時間の短縮を目的として、コンデンサーゾーンプレート(CZP)を導入した⁸⁾。さらに画質を上げるためにCZPを回転させるという技術開発を行った⁹⁾。これと並行して高分解能型や高効率型FZPの開発も進められた。特筆すべきはApodization型FZPの開発であろう¹⁰⁾。これは電子線リソグラフィによるFZPの製造工程の弱点を利用した構造をしており、メーカーとしては半信半疑の製作だったようである。結果としては、開発目的であるX線画像の高画質化がなされ、さらにFZPの利用可能エネルギー領域を拡大する道筋もつけられた¹¹⁾。ただし、X線エネルギーが上がると焦点距離が長くなるため、現時点では20 keV以上の高エネルギー領域の計測は中尺BLのBL20XUでのみ実施されている。

次にいくつかの計測技術について現状報告を行う。参考文献[9]にも挙げたが、結像型と投影型をあわせたマルチスケールCT計測の装置開発がBL20XUとBL47XUで進められている。開発当初、大きな試料中の一部の領域のX線CT像を得るには、不完全再構成や照射X線エネルギーの最適値の問題などがあったが、結像型における位相計測の利用である程度回避できることが明らかとなった。さらに、この入れ替えにはX線顕微鏡光学系一式の動作が必要となる。計測時の安定性と位置の再現性が達成可能な構成を見出し、結像型と投影型は約2分で自動入れ替えが可能となった。これを利用した研究も成果を上げつつある¹²⁾。

X線画像から分かるのは、物体によるX線の吸収もしくは位相シフト量(換算して屈折率あるいは密度とすることも可能)である。X線画像は高精細な空間的情報を持つが、物質科学的には物体の鉱物相やその方位(X線回折)、あるいは元素の情報(蛍光X線)などが同時に取得できるとさらに利用価値が高まる。特に材料の変形破壊、あるいは凝固時の相転移現象はX線その場観察でないと分からないことが多く、実際マルチモード計測を目的とした装置開発が進められている¹³⁻¹⁵⁾。そのような装置では、X線画像用の検出器の他に、回折像取得用の大面積検出器や蛍光X線分析用のSDDが試料を取り囲むように設置され、非常に混雑した構成になっている。

3. 今後の課題など

X線イメージングは生体組織や動物のin-vivo計測、金属材料・高分子材料・岩石鉱物・歴史遺産、さらには電池やデバイスのoperando計測など適用分野が広い。それ故に図1に示したような広い範囲にわたる利用がなされ、時間・空間分解能に対する要求性能は高まるばかりである。この図に表されない性能としては、超高精細画像の取得や濃度コントラスト性能の向上も重要な取り組みである。またその際既存の画像処理技術だけでは対処できない問題も生じる可能性がある。その場合は外部専門家のサポートを得ながら取り組むことが必要になろう。

本グループとしては、これらの要求に応えるだけでなく、実験室光源はもちろん他の放射光施設では取得できないような画像情報を得るため、SPRing-8の光源性能を生かした技術開発を進めていく。

参考文献

- [1] A. Momose *et al.*: *Jpn. J. Appl. Phys.* **42** (2003) L866.
- [2] M. Yabashi *et al.*: *Proceedings of SPIE* **3773** (1999) 2.
- [3] M. Hoshino *et al.*: *AIP Advances* **7** (2017) 105122.
- [4] K. Uesugi *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* **18** (2011) 217.
- [5] M. Hoshino *et al.*: *J. Synchrotron Rad.* (2020) accepted.
- [6] K. Uesugi *et al.*: *Journal of Physics: Conf. Series* **849** (2017) 012051.
- [7] A. Takeuchi *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **73** (2002) 4246.
- [8] A. Takeuchi *et al.*: *J. Phys. Conf. Series* **186** (2009) 012020.
- [9] Y. Suzuki *et al.*: *AIP Conf. Proc.* **1365** (2011) 160-163.
- [10] A. Takeuchi *et al.*: *Journal of Physics: Conf. Series* **849** (2017) 012055.
- [11] A. Takeuchi *et al.*: *Microsc. Microanal.* **24** (2018) 108-109.
- [12] G. Ohkuma *et al.*: *Scientific Reports* **9** (2019) 11595.
- [13] H. Su *et al.*: *Acta Materialia* **159** (2018) 332.
- [14] H. Yasuda *et al.*: *Nat. Commun.* **10** (2019) 3183.
- [15] J. M. Dake *et al.*: *PNAS* **113** (2016) E5998.

上杉 健太郎 UESUGI Kentaro

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

ESRF-EBS Workshop on X-ray Emission Spectroscopy 会議報告

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

1. はじめに

2019年12月3日～5日の期間、ヨーロッパ放射光施設（ESRF）において、次期光源（Extremely Brilliant Source: EBS）である ESRF-EBS の特性を理解し、それを活かしたサイエンスを X 線発光分光（X-ray Emission Spectroscopy: XES）という手法によって展開することを目的としたワークショップが開催された。ESRF-EBS は、2015年から2022年にかけて150 M€の予算で順次更新されていく予定で、2019年12月から2020年3月に蓄積リングのコミッショニングが始まり、2020年8月25日からユーザー利用が再開される。この新しく生まれ変わる ESRF-EBS を最大限に活かし、サイエンス強化を目的とした ESRF-EBS Workshop が2019年から2020年にかけて、全部で16ワークショップが計画されており、これまでの参加者は各回60～100人とのことである。本 XES ワークショップでは18カ国から約100人の参加があり、企画されたワークショップの中では大盛況であったと言える。なお、日本からの参加者は私1人であった。

本稿では、ワークショップで議論された内容について簡単に紹介する。内容の一部については、筆者の知識不足によって間違っている部分もあるかも知れないが、その点についてはご容赦いただきたい。

2. フランス・グルノーブル

筆者が ESRF を訪れるのは、学生の時に ESRF ID12 で実験を行って以来、実に22年ぶりのことになる。フランスへの渡航は今回で4回目であるが、うち3回グルノーブルを訪れている。グルノーブルは、フランスの南東に位置する街で、パリからは高速鉄道 TGV を利用して約3時間で到着できる。それほど大きい街ではなく、人口は15.8万人（2017年統計）、面積は18.1 km²（兵庫県芦屋市より小さい程度）で

ある。街の大ききの割に人口が多いため、人口密度は比較的高い（兵庫県尼崎市よりも低い程度）。ちなみに、1968年に冬季オリンピックが開催されている。

グルノーブルで有名なのは、バステュー要塞とそこへ行くためのロープウェイであろう。図1の写真のような丸い形で4連に連なっているロープウェイが、町を流れるイゼール川を跨ぐようにバステュー砦へと続いている。ちなみに、この山頂にあるバステュー要塞へは歩いて登ることもできる。何回もグルノーブルに行かれる方は、一度試してみても如何だろうか。

グルノーブルはクルミ（フランス語で NOIX）の名産地としても有名である。殻付1 kgあたり6.5 €で売られていたが、これが一般的な相場として安いのかは、普段、クルミをそのような買い方をしないのでわからない。これが5 kgのネットに入るとまるで枕のようで壮観であった（図2）。クルミに関する珍しいものがないかとスーパーマーケット（Cagino が有名）を見渡すと、クルミオイル、クルミペースト、クルミ入りチョコなど、クルミ関連のものがいろいろ見つかって面白い。



図1 山頂のバステュー要塞へ繋がるロープウェイ。丸い形状が特徴で、その形状から「シャボン玉」という愛称で呼ばれている。



図2 八百屋のような店に積み重ねられていた殻付きクルミのネット。1袋の重量は5 kgである。

22年前にはなかったものが、グルノーブルの街の中を縦横無尽に走るトラムである。このトラムは実に便利で、グルノーブル駅から ESRF までは B ラインで行くことができる。トラムの料金は距離に関係なく 1 回の乗車で 1.6 € であるが、10 回分をまとめて購入すると、1 回の乗車あたりの単価が下がる (1.45 €) ので、必要に応じてまとめて購入しておくとお得である。筆者は、今回、関西国際空港から シャルル・ド・ゴール空港経由でリヨン空港へと降り立ち、リヨン空港からグルノーブル駅までバスで移動した。バス乗り場は、空港到着ロビーの外に出ですぐの場所にあるので、迷うことはない。このバスは意外と人気なので、事前にインターネットで予約しておくことをお勧めする。

3. ESRF-EBS Workshop の概略

本ワークショップは、3 日間に亘って開催され、初日の夜のポスターセッションを含めて全部で 9 つのセッションに分けられて行われた。プログラムの詳細はワークショップのホームページ¹⁾を参照していただくこととして、主に装置関連のセッションが 2 つ、物質関連が 2 つ、アクチノイド化合物が 1 つ、環境関連が 1 つ、理論計算が 2 つという構成であった。最初に ESRF の Research Director である H. Reichert 氏から ESRF-EBS の概略およびワークショップ開催の主旨についての説明があり、ESRF-EBS では 4 ビームラインを新規に建設すること、検出器や計測装置、サイエンスとしてのデータ解析を重点

項目として掲げるとの内容であった。また、ESRF-EBS では 7-Bend Achromat を採用することでエミッタンスが 4 nm-rad から 100 pm-rad となり、蓄積リングの電子エネルギーが 6 GeV、蓄積電流 200 mA の運転によって輝度が 12 keV で約 100 倍、70 keV で約 230 倍になるとのことであった。ESRF-EBS の極低エミッタンス化によって、2~70 keV で nm から mm オーダーのビームサイズを使うことができる、と主張していた (詳細は[2]を参照)。

ワークショップの主催者である P. Glatzel 氏の冒頭の挨拶 (図 3) に引き続き、初日の装置関連のセッションでは、ESRF 以外の欧米諸国の XES スペクトロメーターの装置とその特性の紹介が 8 件行われた。その中には、独逸ベルリンの BLIX に設置されているラボベースの XES スペクトロメーターや、米国の LCLS、独逸の Eu-XFEL などの X 線自由電子レーザーに設置されているスペクトロメーターの紹介もあった。XES スペクトル計測方法としては、ローランド円に沿ってアナライザー結晶と検出器を動かすステップスキャン方式 (Rowland 型) と、円筒面上にアナライザー結晶を、円筒の軸上に検出器を設置するエネルギー分散方式 (von Hamos 型) が存在するが、XFEL では XES スペクトルの時間分解計測を目指しているため、後者の方式を採用している。スペクトロメーターの紹介以外では、アナライザー結晶作製に関する報告もあった。ESRF では、研究所内にアナライザー結晶を開発するラボラトリー (Crystal Analyzer Laboratory: CAL) が存在し、そこで様々な湾曲方式 (球面湾曲、円筒面湾曲、ダイス型、ストリップ型など)



図3 ワークショップの冒頭で開催の挨拶を行う P. Glatzel 氏。ESRF ID26 の主担当であり、グループリーダーでもある。

や異なる曲率の結晶の開発を行っている。また、装置関連のセッションということもあり、アナライザー結晶の作製・販売を行っている仏国 SAINT GOBAN 社と米国 XRStech 社から製品の紹介が行われた。オーラルセッション終了後には、32 件のポスターセッションが行われ、フランス産のワインとチーズとともに熱い議論が交わされた。

余談になるが、3 日間を通して、ESRF の食堂での昼食付は有難かった。個人的には肉をその場で焼いてくれるシチュエーションが気に入っている。バイキング形式であるが、どれだけ取っても無料なのか気がなった。日に日に少しずつ量を増やしてみたが、特に追加の請求はなく、その結論は得られなかった。

2 日目の午前中は物質科学と錯体化学のセッションが行われた。Fe、Cu、Mo 錯体に対する XES を用いた高エネルギー分解能 X 線吸収 (HERFD-XAS)、および価電子帯からの発光 (VtC-XES) が主体であった。X 線分光を利用する研究者の大半は、化学系の研究に従事していることもあってか、配位子との結合状態に関する知見が得られる HERFD-XAS や $K\beta_{2.5}$ 線、 $K\beta''$ 線、または $K\beta_4$ 線といった VtC-XES を用いた研究が主体であった。特に VtC-XES は、その強度が微弱であるため、各国で開発が進められているアナライザー結晶のマルチ化の威力を発揮することができ、本手法の今後の利用者の増加が期待される。セッションの後半では、次世代リチウム (Li) イオン電池として期待されるリチウム-硫黄 (Li-S) 電池に対する S K 吸収端での XES および HERFD-XAS の話題もあった。ちなみに、午前中のコーヒースタンドの際に、図 4 のような集合写真の撮影が行われた。



図 4 XES ワークショップでの集合写真。2 日目の午前中に撮影された。

午後からは、ウランを中心としたアクチノイド化合物のセッション、および環境科学のセッションが行われた。MOX 燃料を含むアクチノイド酸化物の研究が多かったが、アクチノイドに対する研究自体もそれほど多くないためか、スペクトルと化学状態との関連性の研究が主体であったように思われる。環境科学の分野は、全般的に地球科学分野に近い研究という意味合いが強く、高温・高圧環境下での XES を中心に、鉱物系の発表が主体であった。動物に含まれる水銀 (Hg) 量に着目した分類学的な研究は、蛍光 X 線の感度を重視した装置開発要素も含まれていた³⁾上に、内容も非常に興味深く面白かったが、講演者が時間を無視して延々と喋り続け、最後は座長が止めに入る始末であった。

2 日目終了後には Banquet が開催され、ESRF からトラムに乗ってグルノーブルの街へと移動した。Restaurant L' Epicurien という店で、店自体あまり大きくなかったため、ほぼ貸し切り状態で行われた。前菜、メイン、デザートを各 3 種類から選べるスタイルで、選べる喜びの反面、個人的には選ぶのに時間がかかってしまう問題がいつも生じる。筆者は知らなかったのだが、フランスの伝統料理の一つであるステックアッシュという牛の赤身肉 100%をミンチにして形を整え焼き上げ、それをハンバーガーにしたものをいただいた。これは、見た目はハンバーガーであるが、マクドナルドなどで食べるハンバーガーとは全く異なるもので、表面を焼いただけでは (生の) 赤いままであり、味は素朴であった。Banquet では、本ワークショップ開催にあたって、事務的な作業で多大なる貢献をさせていただいた 2 人の女性へ感謝の意を述べるとともに、XES 実験にとって重要なアナライザー結晶をメダルにしたものを贈呈するという、粋な計らいがあった。ただ、そのメダルを収めていたケースに“BAD”と記載しているオチ (要するに、アナライザー結晶としての質が悪い、を意味する) もあったが...

最終日は午前中だけであったが、データ解析と理論のセッションが行われた。このセッションを 2 次行うことから、ESRF としては理論計算の重要性を認識しているのがわかる。最近の分光理論計算では、固体の電子状態のバンド構造を取り込むことが基本

的なスタンスとなっており、そのような計算では実験で得られたスペクトル形状をかなり精度良く再現することに成功している¹⁴。一方、内殻軌道間発光 (CtC-XES) の実験データと多重項計算を組み合わせ、30 以上もの Fe を含む試料による実験データから定性的な説明を可能とする検量線の導出を試みているものもあった¹⁵が、すべての結果に対する傾向を説明しきれておらず、さらなる理論計算の発展とその必要性を強調していた。本ワークショップの最後の発表は、少しだけ内容が異質であった。NSLS-II の ISS ビームラインにおいて、モノクロメーターを高速に動かしながら、X 線パルスに同期させて X 線吸収量を計測し、XAFS スペクトルを構築していた¹⁶。将来的には時間分解計測を目指しているようであるが、光学系や試料位置などの安定性が悪い場合には、不均一な試料には不向きと思われる。この手法の XES への展開を目指すかは不明だが、面白い取り組みと言える。

4. ワークショップを終えて

本ワークショップでは、XES を利用したサイエンスの議論だけでなく、装置開発や理論計算に関する議論も 3 日間に亘って活発に行われ、筆者は参加者の XES を用いた研究への意欲の高さに刺激を受けた。一方で、次期光源である ESRF-EBS のワークショップであるが、EBS の特性を活かしたサイエンスの議論はなされていない印象であった。マルチベントアクロマットによる低エミッタンス光源は、空間コヒーレンスの向上、ナノビームの形成に最適であるが、コヒーレンスと分光 (特に発光分光) の相性の悪さも相まって、コヒーレンスの話は皆無であった。ナノビームにしても、そこまで積極的に利用したい意向は感じられなかった。ナノビーム利用に関しては、別のワークショップなどで議論される可能性も考えられる。

ワークショップ全体を通して、(1) SPring-8 が苦手とするテングー X 線領域 (2~5 keV) の研究、(2) アナライザー結晶の開発、(3) XES や HERFD-XAS の理論計算の進展、が強く印象に残った。特に、(2) の開発においては、XES 計測における高感度化を目指す場合、立体角を稼ぐ必要があるが、その方法と

してアナライザー結晶の数量を増やすだけでなく、結晶の曲率半径を小さくすることで実現している。また (3) においては、日本でも X 線分光理論はかなり進展しているが、計算を実施するコミュニティが小さいのが残念なところであろう。

今回の ESRF の訪問期間中、蓄積リングのコミッショニング中のため、ESRF 実験ホールへの立ち入りは安全系のスタッフのみ可能で、ビームライン担当者すら許可されておらず、久しぶりの ESRF 実験ホールの見学ができなかったのは残念である。ただ、私が帰路についた 12 月 6 日に、ESRF-EBS の蓄積リングに電子を蓄積することに成功したとの報告があり、また、12 月 15 日には電子バンチの水平方向のエミッタンスを 308 pm-rad まで小さくすることに成功したとのことで、ESRF-EBS は順調に立ち上がっているようである。次世代リングで今後、どのようなサイエンスが展開されていくか、同じ放射光施設に携わる人間として非常に楽しみである。

謝辞

ESRF-EBS Workshop 参加にあたり、事務手続きにおいて、ESRF 実験部門の秘書である Claudine Roméro 氏には大変お世話になりました。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] <https://www.esrf.eu/xes-workshop>
- [2] <https://www.esrf.eu/about/upgrade>
- [3] M. Rovezzi *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **88** (2017) 013108.
- [4] O. Bunău and Y. Joly: *J. Phys.: Condens. Matter* **21** (2009) 345501.
- [5] S. Lafuerza *et al.*: *Phys. Rev. B* **96** (2017) 045133.
- [6] H. Singh *et al.*: *Rev. Sci. Instrum.* **89** (2018) 045111.

河村 直己 KAWAMURA Naomi

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

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 四季報

SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC) 会長
 関西学院大学 研究創発センター

水木 純一郎

2020 年最初の四季報です。今年も SPring-8 が国際的に注目される成果を創出し、ユーザーにとっても利用しやすい施設となるように様々な SPRUC の活動を計画しています。皆様の積極的なご参加を期待しています。

先程、第 33 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムから帰ってきました。今回特に印象に残ったのは、動き出した次世代放射光計画（これまで東北放射光計画 (Slit-J) として取り組まれていた）を担当している組織やビームライン検討委員会からの進捗状況に関する発表でした。自らの努力が新しい利用に繋がり、それが実現に近づいてきているというダイナミックな熱気を感じました。ご承知のように SPring-8-II に向けたビームライン (BL) の再編やアップグレード (UG) に関する議論が始まっています。我々 SPRUC 会員も UG に向けた議論に積極的に関わり、SPring-8 から様々なイノベーション創出を実現したいと思います。今回の四季報では、日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム期間中に開催された評議員会、特別総会、また 2019 年 12 月 24 日に持ちました 3 者会合の内容を中心に報告します。

1. 評議員会

評議員会は、2020 年 1 月 10 日の 11 時～12 時まで行われました。ここでは 2019 年 12 月に行われました評議員選挙の結果、また評議員会での報告事項の中で強調したい事項をご報告し、懇談事項に関しては、3 者会合のところでご報告いたします。

I. 評議員選挙結果

評議員 30 名の内、15 名が改選され、新しく以下の 15 名の方が評議員に選ばれました (学術研究機関

から 10 名、産業機関から 5 名)。足立伸一、雨宮健太 (高エネルギー加速器研究機構)、内海渉 (量子科学技術研究開発機構)、岡島敏浩 (あいちシンクロトロン光センター)、尾嶋正治 (東京大学)、北川進 (京都大学)、坂田修身 (物質・材料研究機構)、高田昌樹 (東北大学)、田中義人 (兵庫県立大学)、水木純一郎 (関西学院大学)、北村祐二 (ブリヂストン)、黒岡和巳 (パナソニック)、鈴木孝尚 (豊田中央研究所)、林和志 (神戸製鋼所)、宮川篤 (DIC) (敬称略)。2020 年 4 月から 2 年間よろしく願いいたします。

II. SPring-8 シンポジウム 2020 開催計画

2020 年度の SPring-8 シンポジウムは、2020 年 9 月 18～19 日につくば国際会議場で開催されることが決まりました。木村昭夫 (広島大学) 次期会長の組織委員長の下、具体的な計画が進み出しましたので、皆様におかれましては日程の確保をお願いいたします。

III. 第 2 回 BLs アップグレード検討 WS の開催計画

2019 年 3 月に開催しました第 1 回に引き続き、第 2 回目を 2020 年 2 月 21～22 日の 1.5 日間の日程で BLs アップグレード検討 WS を開催いたします。趣旨に関しましては、本号の告知板をご覧ください。

本記事の冒頭にも述べましたが、SPring-8 が今後とも国際的な競争力、科学技術の牽引力を発揮するためには、ユーザーの要望を施設側にしっかりと伝え、施設側と議論し、それらの結果が UG に反映されることが重要です。すでに施設側も BL の再編、および、硬 X 線分光 BL (XAFS や HAXPES) に対する検討が始まっており、第 1 回目の WS ではそれらについての報告、および議論がありました。第 2 回目の WS では、これら BL の具体的な UG 案を含め、

核共鳴散乱 (NRS)、非弾性 X 線散乱 (IXS) の BL についての再編、UG の具体的な検討に向けた討論を中心に議論を進めていく予定です。以降、検討した BL が再編、UG が実行フェーズに入れば、継続的に次の BL 再編、UG の具体的な検討、議論を展開するという方法で進めていくことを考えています。

2.3 者会合

今回の会合では、主に (1) 第 2 回 BLs アップグレード検討 WS の進め方、(2) Science Promotion Board (SPB)、(3) SPring-8 シンポジウムでの企業展示、について懇談しました。

(1) については、先に記述しましたように HAXPES、NRS、IXS について、BL 再編、UG の具体的な検討が始まり、利用者との個別議論も開始されています。今後の WS では、その次の BL 再編、UG 対象の洗い出しを行えるようにすると効率よく BL 再編、UG の検討、議論が進むであろうことを確認しました。(2) については、設置目的とその意義について前号で述べました。しかし、SPB から有効な助言を得るためには、設置の目的を具体化した方が良く、また、その目的に合った名称を検討してはどうか、SPRUC 内の組織としてどのような位置付けにするか明確化するように SPB 内で議論したほうが良い、有意義に且つ持続可能となるような仕組み作りも重要である、などの助言、意見がありました。以上の懇談内容を受け、SPRUC 第 2 回 BLs アップグレード検討 WS 後にキックオフ会議を開催し、組織の意義、目的も含めて議論を開始いたします。以下に SPB メンバーをご紹介します。

生命科学分野：栗栖源嗣（大阪大学）

物質科学分野：有馬孝尚（東京大学、利用委員長）、
常行真司（東京大学）、水木純一郎（関西学院大学）

産業分野：本間穂高（日本製鉄）、佐野雄二（東芝、
JST、分子科学研究所）

J-PARC 関係：金谷利治（J-PARC：MLF）

（敬称略）

また、オブザーバーとして施設側から、石川哲也センター長（理化学研究所）、雨宮慶幸理事長（JASRI）にも参加していただきます。さらにできるだけ顧問

の先生方にもご出席いただきご意見を伺えればと考えています。

(3) については、以前から SPRUC の財政的な自立の必要性を課題として代表機関会議でも懇談しましたが、数社から SPring-8 シンポジウムで企業展示をしたいという申し出がありました。SPRUC 内のシンポジウム関係者では試験的導入を検討していることを報告しましたが、懸念事項として展示企業の重複も予想される放射光学会等に迷惑がかからないような配慮が必要、過剰な収入重視にならないような注意が必要、などがあげられました。これらの懇談内容を受け、SPring-8 シンポジウムの委員会で検討することにしました。

本号で私が担当する四季報は最後になり、次号からは木村昭夫次期 SPRUC 会長が担当いたします。

SPring-8 をより利便性の高い施設にしていくために、SPRUC を通して多くの会員が声を上げていくことが大切です。そのためにも SPRUC の活動をアップデートしていくことが重要と考え、この四季報を始めました。会員の皆様に役に立つ記事になったかどうか不安なところもありますが、私自身のために非常に役に立ちました。原稿の締め切りは 3 ヶ月毎です。筆の遅い私には少し苦痛ではありましたが、会長として SPRUC の活動を日記のごとく頭を整理し、考えるいい機会を与えてくれるものとなりました。木村次期会長にもこのメリットを伝授してバトンタッチすることにいたします。

水木 純一郎 MIZUKI Jun'ichiro

関西学院大学 研究開発センター
〒669-1337 兵庫県三田市学園 2 丁目 1 番
TEL : 079-565-7433
e-mail : mastery@kwansei.ac.jp

SPRUC 第 2 回 BLs アップグレード検討ワークショップ 開催のご案内

【趣旨抜粋】

SPring-8 のビームラインの在り方や各種計測手法の方向性については、SPring-8 シンポジウム 2017、2018、2019、および、SPRUC 第 1 回 BLs アップグレード検討ワークショップでの機会に議論を深化させてきました。施設側では、SPring-8-II も見据えながら、共用・理研・専用施設を含むビームライン全体の再編の議論が始まっています。

SPring-8 ユーザー協団体 (SPRUC) としては、技術開発動向を十分理解した上で、ユーザーの要望を施設側に伝える必要があります。一方、施設側としても利用者の総意をまとめられる SPRUC からのニーズのインプットを必要としています。このため、SPRUC 会員全体で施設側と最新情報を共有するとともに、これまで以上に掘り下げた議論の場を設けることを目的として、本ワークショップを開催します。今回は、第 1 回 BLs アップグレード検討ワークショップや SPring-8 シンポジウム 2019 での議論を踏まえ、それ以降の技術開発動向や BL アップグレードの具体的なプラン、更には、検討事項を共有するとともに、今後の継続的な BL アップグレードに向けた議論を行うことを目的とします。今回の議論は、今後の研究会の議論や SPring-8 シンポジウム 2020 のパネルディスカッションでさらに深化させる予定です。

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

【開催期間】 2020 年 2 月 21 日 (金) ~ 22 日 (土)

【会 場】 大型放射光施設 SPring-8 (兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1)

【参 加 費】 無料 (但し、意見交換会は実費負担)

【詳細情報】 <http://www.spring8.or.jp/ja/science/meetings/2020/200221/>
プログラム等随時更新します。

【問い合わせ先】 SPring-8 ユーザー協団体事務局
e-mail : users@spring8.or.jp

第 28 回 SPring-8/SACLA 施設公開のご案内

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の日本国内での感染拡大リスクが高まっていることから、ご参加の皆さまおよび関係者の健康面への影響を考慮し、予定をしておりました本イベントは、中止とすることを決定いたしました。
何卒ご了承ください。

理化学研究所播磨地区では下記の通り施設公開を実施いたします。
科学講演会などのイベントも開催いたしますので是非お越しください。

(入場無料、予約不要)

記

- ◎日 時 : 2020年4月29日(水・祝)
9:30 ~ 16:30 (受付終了 15:30)
- ◎場 所 : 理化学研究所 播磨地区 (兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1)
- ◎アクセス : 山陽新幹線、JR 山陽本線相生駅から神姫バス「SPring-8」行き乗車
SPring-8 北管理棟前下車 (約 40 分)

【問い合わせ先】

SPring-8/SACLA 施設公開実行委員会事務局

TEL : 0791-58-0808 (理化学研究所播磨地区代表)

以 上



前回の施設公開の様子

SPRING-8/SACLA 利用研究成果集 最新号の発行

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/SACLA 利用研究成果集の最新号 Vol.8 No.1 が、2020 年 1 月 22 日に発行されました。

<http://user.spring8.or.jp/resrep/>

本成果集は、SPRING-8/SACLA で行われた利用研究課題の成果を公開するものであり、JASRI が査読を行った Refereed Journal で、各論文は以下のセクションに分類されています。

Vol.8 No.2 は、2020 年 8 月頃公開予定です。

- セクション A：学術研究成果 ---- 22 論文
- セクション B：産業利用成果 ---- 14 論文
- セクション C：技術開発成果 ---- 5 論文

SPRING-8/SACLA 利用研究成果集 Vol.8 No.1 掲載論文

セクション- ページ番号	第一著者	所属	課題番号	ビームライン	タイトル
A-1	Yasufumi Umena	Okayama University	2011A1286	BL38B1	Determination of the Mn Valence in Oxygen-Evolving Photosystem II
			2011B1311		
			2012A1791		
A-5	Naohisa Happo	Hiroshima City University	2011B1142	BL25SU	Atomic Arrangement Analysis of Ferromagnetic Semiconductor $\text{Ge}_{0.6}\text{Mn}_{0.4}\text{Te}$ by Photoelectron Holography
A-10	Shintaro Yasui	Tokyo Institute of Technology	2012A1064	BL13XU	Clarification of Field-induced Phase Transition in Ferroelectric-Antiferroelectric Morphotropic Phase Boundary
			2013A1529		
			2013B1452		
A-13	Hiroshi Arima	CROSS	2012A1132	BL04B2	Structural Analyses up to the Melting Point of ZrO_2 using High-Temperature X-ray Diffraction with Aerodynamic Levitation Furnaces
A-17	Hyunjeong Kim	AIST	2012A3615	BL14B1	Unusual Volume Reduction in $\text{CaLi}_{2-x}\text{Mg}_x$ by Hydrogen Uptake
A-21	Hiroshi Nishioka	University of Hyogo	2012B1457	BL01B1	XAFS Studies of Cesium Local Structure in a Novel Tobermorite-type Adsorbent
A-25	Tatsuo Gejo	University of Hyogo	2013B1196	BL27SU	The Measurement of XAFS of Amino Acid in Water Submicron Particles
A-29	Yuki Morono	JAMSTEC	2014A1363	BL43IR	Domain-level Single Cell Identification of Prokaryotic Cells by Micro-FTIR Spectroscopy – Application to Subseafloor Biosphere and Exploration of Life-specific Signal in Natural Sediment Samples
A-33	Chitoshi Kitamura	University of Shiga Prefecture	2014A1420	BL02B1	Single Crystal Analysis of Micro-Crystalline Lycopene by High-Energy X-ray
A-37	Haruo Sugi	Teikyo University	2014B1062	BL45XU	Studies on the Structure of Linkages between Myosin Head and Actin Filament during Contraction in Skeletal Muscle
A-41	Takao Miyajima	Meijo University	2014B1184	BL01B1	Analysis on Local Structure around Sb Atoms in MOCVD-grown Sb-doped GaN by using X-ray Absorption Fine-Structure Measurements
A-45	Atsushi Funatsuki	Mie Prefectural Police H. Q.	2015A1206	BL27SU	Estimation for Running Distance of Tire Rubber Left in a Traffic Accident Site Based on the Sulfur Species
A-49	Hidekazu Takano	Tohoku University	2015B1108	BL20XU	Image Characterization of X-Ray Microscope Using Phase Modulator for the Microscope Objective
A-53	Takeshi Yajima	The University of Tokyo	2016A1068	BL02B2	Structural Analysis of Novel Layered Oxychalcogenides
A-58	Koshiro Toriumi	University of Hyogo	2016A1270	BL40XU	X-ray Micro-Beam Crystal Structure Analyses of the Epitaxial Growth Single Crystals from Solutions

セクション- ページ番号	第一著者	所属	課題番号	ビームライン	タイトル
A-62	Dirk Müter	University of Copenhagen	2016A1398	BL47XU	X-ray Tomography of Echinoid Functional Biomineralized Materials
A-66	Ryota Hashiguchi	Kyoto University	2016A1667	BL10XU	Investigation of Crystal Structure and Charge Ordering of Ghost-leg like 2D Nickel Nanosheet under High Pressure and High Temperature Conditions
A-71	Tomohiko Sasaki	Kyoto University	2016A1692	BL20B2	Non-destructive Visualization of Microstructures in Primate Teeth
A-75	Koji Nishikawa	University of Hyogo	2016A2752	BL26B1	Elucidation of Catalytic Mechanism in the [NiFe] Hydrogenase
A-79	Toshihide Okajima	Osaka University	2016A6608	BL44XU	Exploring the Binding Site for Angucycline Antibiotics on Histidine Kinases
A-84	Saori Ikebuchi	Osaka University	2016A6633	BL44XU	Preliminary X-ray Diffraction Studies for the Mutants and Functional Insights for the N-terminal Cupredoxin Domain of Hexameric Copper Nitrite Reductase
A-88	Satoshi Iguchi	Tohoku University	2018A0073	BL43IR	Improvement of Magneto Optical Station in BL43IR
B-93	Shin Imada	Ritsumeikan University	2011B1751	BL25SU	Effect of Mo Cap Layer on Element Specific Hysteresis Measurement by Soft X-Ray Magnetic Circular Dichroism
B-97	Yoshihisa Harada	The University of Tokyo	2011B3576	BL11XU	Relationship between the Electron Density of States of Platinum Valence Band and the Catalytic Activity of Pt based Cathode Catalyst in Polymer Electrolyte Fuel Cells
			2012B3215		
B-101	Katsuyuki Morii	Nippon Shokubai Co., Ltd.	2012A1758	BL46XU	Degradation Analysis on Hybrid Organic-Inorganic LED by HAXPES (II)
B-104	Yoshihisa Harada	The University of Tokyo	2013A3514	BL11XU	Study on the Oxygen Binding Energy by the Observation of the Valence Electronic Structure of the Surface of Pt Nano Particle Catalysts with Different Diameters Applied for Polymer Electrolyte Fuel Cells
			2014A3512		
B-108	Tomohiro Ikeda	Honda R&D Co., Ltd.	2014A1566	BL14B2	Analysis of Automotive Catalyst Pd/αAl ₂ O ₃ for XAFS
B-111	Soichiro Okubo	Sumitomo Electric Industries, Ltd.	2015A1726	BL27SU	XAFS Analysis of Fe and C Atoms Property at Carburizing from Oxidized High Purity Fe Foil in High Temperature Hydrocarbon Gas
B-115	Hiroyuki Imura	Mitsubishi Chemical Corporation	2015A3386	BL08B2	Studies of Memory Effects at the Temperature Much Higher than Melting Point and Melt Structures in Isotactic Polypropylene (II)
B-121	Satoshi Morooka	Tokyo Metropolitan University (present affiliation: JAEA)	2015B1268	BL19B2	Microstructural Analysis of Weld Heat Affected Zone in Steels by Small-angle X-ray Scattering Method
B-126	Ryo Abe	NAIST	2015B1778	BL19B2	Analysis of Crystal Structure with Temperature Modulation for Organic Thin Films Exhibiting the Giant Seebeck Effect
B-131	Ayumi Murakami	Noritake Co., Ltd.	2017A1567	BL14B2	<i>In-situ</i> XAFS Analysis of Low Temperature Active Ceria-Zirconia
B-136	Noriyuki Fukuzumi	Daicel Corporation	2017B1809	BL14B2	Analysis of Local Structure of Catalysts for Selective Hydrogenation of Carboxylic Acid by XAFS
B-139	Tomoyoshi Yamashita	Mitsubishi Chemical Corporation	2017B7268	BL03XU	Studies of Memory Effects at the Temperature Much Higher than Melting Point and Melt Structures in Isotactic Polypropylene (I)
B-145	Hiroaki Adachi	Nippon Menard Cosmetic Co., Ltd.	2018A1556	BL19B2	Development of an Evaluation Method of Dermal Fiber-like Structures produced by Fibroblasts
B-149	Keiko Fujii	Toshiba Corporation	2018B5060	BL16XU	Electric Potential Analysis for Next-generation Memory by Bias Applied Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy
C-154	Motohiro Suzuki	JASRI	2014A1889	BL39XU	Development of a Tandem Nano-Focusing Optics with X-ray Refractive Lens and Kirkpatrick-Baez Mirror
C-159	Naruki Tsuji	JASRI	2014A1890	BL02B2	Development of High Temperature Powder X-ray diffraction by Graphite Heater
			2015B2000		
C-163	Hiroyuki Iwamoto	JASRI	2015B2008	BL40XU	New Types of X-ray Optics Made of Low Melting-Temperature Alloy
C-167	Hirokatsu Yumoto	JASRI	2016A1839	BL39XU	Evaluation of Stabilized Si Double-crystal Monochromator with Liquid-nitrogen Cooling System and High Flux KB Focusing Mirror Optics
C-172	Takashi Hashimoto	JASRI	2016A1851	BL20B2	Discrimination of Soil by the Classification of the Primary Mineral Particles using X-ray CT

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	吾郷日出夫	SPring-8 ユーザー協同体 (SPRUC)
		編集幹事 (理化学研究所)
	大河内拓雄	分光・イメージング推進室
	大和田成起	XFEL 利用研究推進室
	奥村 英夫	タンパク質結晶解析推進室
	関口 博史	回折・散乱推進室
	西川 健一	利用推進部
	平山 明香	利用推進部
	本間 徹生	産業利用推進室
	松本 崇博	情報処理推進室
	松本 悠史	安全管理室
	山鹿 光裕	光源基盤部門
	山口 由紀	企画室
	渡部 貴宏	光源基盤部門

(以上、敬称略五十音順)

事務局	富松 亮介	利用推進部
	坂尻佐和子	利用推進部
	山本 律	利用推進部

SPring-8/SACLA 利用者情報

Vol.25 No.1 Winter 2020

SPring-8/SACLA Information

発行日 2020年2月14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)



葉のヴェール散り、冬の舞台に二つの鞠たち残されて

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1-1-1
[研究支援部] TEL 0791-58-0950 FAX 0791-58-0955
[利用推進部] TEL 0791-58-0961 FAX 0791-58-0965
e-mail : sp8jasri@spring8.or.jp
SPring-8 Web Site : <http://www.spring8.or.jp/>