

PFN

PHOTON FACTORY NEWS

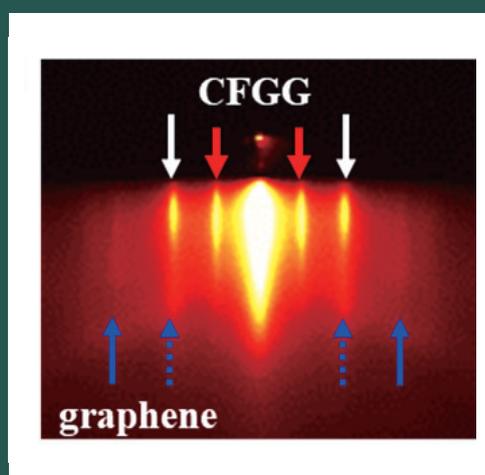
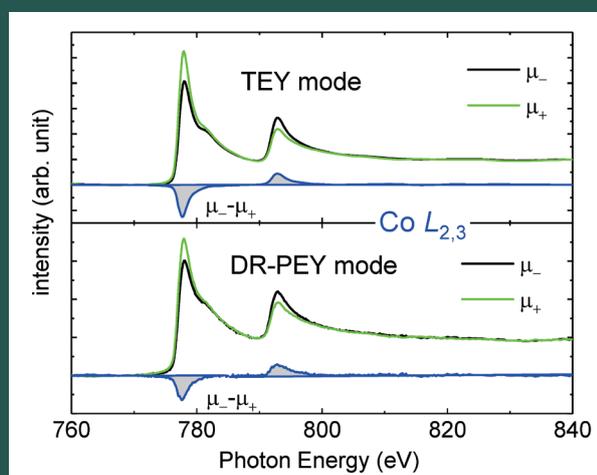
ISSN 0916-0604

<http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>



MAY 2021
Vol.39 No.1

- スピン流の高効率制御を可能にする革新的グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造
- NEGコーティング – 次世代放射光源に不可欠な超高真空技術 –



目次

施設だより	船守 展正	1
PF-UA 新会長挨拶	高橋 嘉夫	2
現 状		
入射器の現状	古川 和朗	4
光源の現状	小林 幸則	6
放射光実験施設の現状	船守 展正	12
放射光科学第一、第二研究系の現状	雨宮 健太	13
低速陽電子実験施設の現状	和田 健	14
PF ユーザー向け e-learning 開始について	佐波 俊哉	15
最近の研究から		
スピン流の高効率制御を可能にする革新的グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造 A Novel Graphene/Heusler Alloy Heterostructure for Advanced Spintronics 李 松田, Konstantin V. LARIONOV, 雨宮 健太, 圓谷 志郎, Pavel. V. AVRAMOV, 桜庭 裕弥, 植本 洋, Pavel B. SOROKIN, 境 誠司		16
NEG コーティング - 次世代放射光源に不可欠な超高真空技術 - NEG Coating: An Ultra-high Vacuum Technology Essential for Next Generation Light Sources 谷本 育律, 金 秀光, 山本 将博, 本田 融, 野上 隆史, 内山 隆司		21
プレスリリース		
Beyond 5G に資する低環境負荷な物質・デバイス商用化技術の創出 Society 5.0 for SDGs に資するキーテクノロジー 電場に迫近した強誘電体の電子状態のリアルタイム観測に成功 ~鉛を使わない環境に優しい強誘電体材料開発に道筋~		28
研究会等の開催・参加報告		
「2020 年度量子ビームサイエンスフェスタ 第 12 回 MLF シンポジウム第 38 回 PF シンポジウム」開催報告	松垣 直宏	29
ユーザーとスタッフの広場		
日本放射光学会 学生発表賞を PF で研究中の学生が W 受賞		31
日本化学会賞・学術賞を MLF および PF のユーザーが受賞しました		31
フォトンファクトリーの技術職員 丹羽尉博さんと小山篤さんが 文部科学大臣表彰 研究支援賞を受賞		32
総研大 物構専攻の原野 貴幸さんが高エネルギー加速器科学研究科長賞を受賞		35
科学技術分野の文部科学大臣表彰各賞を物構研ユーザーが受賞		36
PF トピックス一覧 (2 月~4 月)		36
PF-UA だより		
3 年間の活動を振り返って	清水 敏之, 植草 秀裕	37
2020 年度量子ビームサイエンスフェスタ 学生奨励賞について	中野 岳仁, 北島 昌史	38
表面界面構造ユーザーグループ紹介	近藤 敏啓	38
核共鳴散乱ユーザーグループの紹介	小林 寿夫	39
令和 2 年度 第 2 回 PF-UA 幹事会・運営委員会 議事録		41
令和 2 年度 PF-UA 総会 議事録		42
人 事		
人事異動・新人紹介		44
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構技術職員公募について		47
お知らせ		
PF ユーザー (低速陽電子実験施設を含む) の安全教育について		49
線量計の KEK 外への持ち出しにご注意ください!	KEK 放射線管理室	49
「フォトンファクトリーの礎を築いた先生方を記念する講演会」開催のお知らせ	雨宮 慶幸	49
Photon Factory Activity Report 2020 ユーザーレポート執筆のお願い	間瀬 一彦	50
総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科大学院説明会及び学生募集のお知らせ	熊井 玲児	50
2021 年度後期フォトンファクトリー研究会の募集	船守 展正	51
予定一覧		52
運転スケジュール (May. ~ Aug. 2021)		53
掲示板		
放射光共同利用実験審査委員会速報	君島 堅一, 兵藤 一行	54
第 129 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		54
物構研コロキウム		55
2021 年度 客員研究員一覧		55
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿 (分科会別)		55
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿		56
施設留保 (R) ビームタイム採択課題一覧 (2020 年度)		57
施設留保 (RP) ビームタイム採択課題一覧 (2020 年度)		58
内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧 (2020 年度)		60
2020 年度第 3 期配分結果一覧		62
編集委員会だより		
「PF ニュース」からのお知らせ		66
投稿のお願い		66
編集後記		66
巻末情報		67

〈表紙説明〉 最近の研究から

(上段) グラフェン/ホイスラー合金 (CFGF) 界面からの反射高速電子線回折像 (右) と界面近傍の CFGF の状態を示す X 線吸収・磁気円二色性スペクトル (左)
「スピン流の高効率制御を可能にする革新的グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造」より
(下段) マグネトロンスパッタ法による NEG コーティング製膜中のプラズマ発光 (左: 一般真空容器用, 右: ビームダクト用) 「NEG コーティング - 次世代放射光源に不可欠な超高真空技術 -」より

放射光実験施設長としての二期目がスタートしました。PFの組織化に1年を要したため、一期目は2年間の任期でしたが、今期は3年間となります。PFの使命である「世界の放射光科学を先導する新技術と若手人材の供給、および、物質と生命に関わる多様な利用研究の推進」のため、引き続き、全力で取り組んで参りますので、どうぞよろしくお願いいたします。

PFの使命を長期にわたって遂行していくためには、學術利用に適した、自由度を格段に向上させた新光源施設の実現が不可欠です。一期目がスタートした際、PFの施設運営にあたって「連携」を重視する考えを述べました。これまで、具体的にどのような連携を進めてきたかについては、放射光実験施設長が担当するPFニュース5月号と11月号の『施設だより』で紹介していますが、放射光コミュニティにおける連携が中心であったと総括することができます。文科省の量子ビーム利用推進小委員会が2021年2月4日付で公表した『我が国全体を俯瞰した量子ビーム施設の在り方(とりまとめ)』では、諸施設的良好事例が示されています。PFに関連では、放射光学術基盤ネットワーク計画、開発研究専用ビームラインの整備計画、新光源施設の候補であるHybridリングの概念設計の推進が取り上げられていますが、良好事例も計画で終わらずに実現してこそ真に意義あるものになります。開発研究専用ビームラインについては、放射光学術基盤ネットワークを形成するUVSORとHiSORに技術面での検討に加わってもらい、今年度、整備に着手することにしました。

一方、予算規模の大きい新光源施設の実現には、放射光コミュニティにとどまらない、様々な連携が求められます。特に、高エネルギー加速器研究機構における各組織が連携して、実現に向けた取り組みを進めることは必須です。この点に関して、最近、とても嬉しいニュースが入ってきましたので紹介したいと思います。4月30日に開催された機構の役員所長懇談会で、「フォトンファクトリー計画推進委員会(仮称)」の設置準備を進めることが決まったというものです。まもなく公表される見通しのKEKロードマップ2021に記載されている新光源施設の計画を推進するためのKEKとしての体制に相当します。委員会規程の詳細な検討はこれからですが、理事、所長・施設長、管理局部長、研究主幹・センター長、機構外の研究者などで構成され、機構長の求めに応じて活動すると規定されることとなります。これまで、PFの将来計画等を検討する委員会は、物質構造科学研究所(もしくは同研究所運営会議のもと)に設置されてきましたが、本推進委員会は、SuperKEKBのBファクトリー計画推進委員会やILCのリニアコライダー計画推進委員会と同様に機構に設置され、PFの現行計画と将来計画を機構内外に見える形で強力に推進するものと期待されます。

新光源施設(長期計画)の実現に向けた環境作りは、着実に進んでいると自己評価していますが、各所で説明しているように、諸事情を勘案するとPFの稼働から50年となる2030年代前半までに建設することが目標になると考えています。それまでの間は、老朽化した機器を更新して現行施設の性能向上を図ることになります。光源については、長期の運転停止の予防の観点から更新の優先順位を決め、性能向上に加え、新光源施設での活用も考慮して導入する機器の仕様を策定しています。これらの更新は、PF Upgrade 2020(短期計画)として紹介してきたもので、昨年度より、機構長の裁量予算と実験施設のプロジェクト予算によって進めています。ビームラインについても、遠隔・自動測定機能の強化や前述の開発研究専用ビームラインの整備、そして特長あるビームライン群への再整備を進めていきます。

皆さんとPFの関わりは様々だと思いますが、PFを大事と思う気持ちは一致しているものと確信しています。8月28日には、PF同窓会の主催による「フォトンファクトリーの礎を築いた先生方を記念する講演会」が企画されていると聞いています。現役の放射光実験施設長としては、建設当初の情熱に想いをはせ、PFの将来、放射光科学の将来、自然科学の将来に向けて、PF関係者の連携を深める機会となることを楽しみにしています。

最後になりますが、皆さんからお預かりしている大事なPFの運営を、放射光実験施設長としての2年間とその前の1年間、経験不足の私でも何とか務めることができたのは、機構内外の極めて多くの皆さんのご尽力の賜物と感謝しています。本誌記事でも紹介されていますが、放射光共同利用実験審査委員会(PF-PAC)とPFユーザーアソシエーション(PF-UA)は、機構・研究所・実験施設と同じタイミングで委員と会長・幹事・運営委員が交代になりました。それぞれ、新任の方、留任の方、退任の方とおられますが、改めて、心よりの感謝と引き続きのご協力をお願い申し上げます。

2021年4月よりPF-UAの会長を仰せつかりました東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻の高橋嘉夫です。前任の清水敏之会長に比べてPF-UAでの経験が浅く力不足ではありますが、新PF-UA幹事、運営委員の皆様と共に、PFの発展のために微力を尽くしたいと思います。そのためにも、是非ユーザーの皆様から忌憚のなきご意見を頂き、それをシーズとして様々な面に活かすことで、PFがよりよく変わっていくお手伝いができればと思っております。



現在、PFおよびその母体である物質構造科学研究所（物構研）は、小杉信博物構研所長、船守展正施設長を中心に、様々な改革や諸課題への対応が進められ、将来の発展への強い意気込みを感じています。一方、国内の放射光分野の状況としては、東北放射光の建設が進められ、SPring-8でも次世代計画が進むなど、PFを取り巻く状況は大きなうねりの中にあります。そうした中で、アカデミアの研究者の利用が多く、人材育成の拠点であるPFがさらに存在感を増し、人材育成と学術の継承に貢献することが、この分野の持続的な発展にとって極めて重要であると確信します。そして、ユーザーが着実に成果を挙げ、また斬新なアイデアを提供することが、PFが「研究者が集い、時代を先導する施設」であり続ける上で不可欠なことと思います。垢ぬけない研究が、PFを利用して頂くことで珠玉の研究に生まれ変わることを何度も経験している身としては、大学共同利用機関法人としてPFがいかに重要であるかをもっと世の中の人に分かって頂ければと願います。

そのためにも、PFのアクティビティを積極的に発信することは、施設にとってもユーザーにとっても非常に大事なことだと考えます。PFが所属する物構研は、素核研と並んでKEKを構成する二本柱の1つです。素核研は、物質や宇宙の始まりに関する「究極の真理や根源」を加速器を利用して追究しています。これに対してPFは、47ものビームラインが同時に稼働し、物質と生命の探究に関わる様々な分野の研究を産生する光の工場です。ただ、それだけにまとまって何を目指しているか分かりにくい側面もあります。人類は今、環境・気候変動・資源・エネルギー・食糧・人口爆発・飢餓などの様々な問題に直面し、「持続可能な社会の実現」が急務です。これは発展のみを考えてきた人類の歴史の中で、(コロナ以上に)最も困難な問題と言えます。そんな時代だからこそ、PFでの多くの研究が、広義の「持続可能な社会の実現」に関わることをアピールすべきと考えます。2050年には100億の人口を数える人類が平等に暮らすためには、原始時代に戻ることはできず、高効率な社会の実現が必須です。こうした社会を

現する新規デバイス・材料・触媒などの開発、人々の健康を保証する薬学・生物学・医学、食糧生産を支える農学、エネルギー・資源や環境・気候変動の研究などと、それらの基盤となる物理・化学・生物・地学の基礎科学がPFで展開されていることが、KEK全体の社会との関わりにおいても重要と考えます。物構研・PFがそれらを担うことで、KEK全体が、加速器を利用して人類の「夢」と「安全安心（持続可能社会の実現）」の両方に貢献できる、今後の日本や世界にとって不可欠な組織になるといえるのではないのでしょうか（PFでは「夢」の研究も担っている点も重要）。PF-UAとしても、こうした成果の創出と社会へのアピールに貢献できればと考えます。

最終的には、こうした活動が現実的に大きな課題となっている運転時間の減少の流れを断ち切ることにつながればと思います。2021年は施設側の努力により、年間の運転時間が2割ほど増加することになりました。我々ユーザーは、こうした施設側の努力を無にせず、次につながられるように、1つでも多くよい研究を進め、その成果を発信していかなければなりません。そしてこれらを基盤として、施設とPF-UAが一体となって、関係各所にPFが学術の成果創出と人材育成に果たしている役割をアピールすることで、運転時間の確保や長期的計画の推進について理解が得られればと思います。

これ以外の具体的な施策として、以下のようなことが考えられるかと思えます。

(1) 博士課程学生の研究の奨励: PFが日本の関連分野に無くてはならないものである理由が、教育への効果です。PFで学生が実際に装置に触りながら自分のデータを紡ぎ出すことが、その学生の成長に大きな役割を果たすことを我々は何度も目の当たりにしてきました。こうした学生(特に博士課程の学生)の後押しをすることにPF-UAがわずかでも貢献できればと思います。具体的にどのようなことができるか、皆様からご意見を頂ければと思いますが、幸いPF-UAには、これまでに蓄積された繰越金が少しあるようです。個人的なアイデアとしては、これを活用して、例えばPFを用いた研究を博士課程学生が論文化し投稿する際の英文校閲費用や投稿費をサポートする、などのことを考えても良いと思っています。

(2) 他分野との連携: 「ユーザーコミュニティ同士の連携」もPF-UAの活動の重要な役割です。これについては、PF-Newsでの各ユーザーグループの紹介などの活動を継続すると共に、物構研の特徴である中性子、ミュオン、低速陽電子などの他のプローブを用いた研究の紹介なども進め、マルチプローブ研究を奨励する素地が築ければと考えます。

(3) 中期的な計画への対応: PF は、今後の長期的計画を進めることを念頭に、運転と整備をバランスよく進める方針を示されています。特に私の任期中の 2020 年代前半では、「老朽化対策を実施しながら、PF リングの高度化と R&D ビームラインの整備を進めること」が示されています。これらの過程でユーザーからのインプットが必要な場合には、ユーザーからの意見をとりまとめ、施設側と連携していくことが重要です。

これ以外にも、PF-UA としての課題は多くあるかと思えます。是非、ユーザーの皆様、施設の方々、そしてこれをお読み頂いたあらゆる人と意見交換をし、PF のユーザー組織としての PF-UA の今後の活動に忌憚のなきご意見を頂ければと思います。どうぞよろしくお願い致します。そして、何よりユーザーとして大事なことは、施設側と連携し、学生もどんどん実験に参加してもらいながら、PF でよい研究を展開し、それを発信していくことです。皆様のご協力のほど、どうぞよろしくお願い致します。

入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 古川和朗
(2021年3月26日付け)

概要

2021年1月の複数の作業の一部として、劣化した加速管4本の交換が実施され、25日には設置場所における初めての大電力投入試験が無事終了した。今後数年で交換される合計16本（総数のうちの7%）の加速管の先駆けとなり、ビームによる性能確認も進んでいる。2月2日から入射器全体の立ち上げ・調整作業を進め、15日からPFリング、16日からSuperKEKB、17日からPF-ARにそれぞれ入射を開始した。放射光施設向けには3月末まで、SuperKEKB向けには7月5日まで連続で入射運転を行う予定である。SuperKEKBの昨年秋の運転において、リングの黒鉛コリメータによるインピーダンスの課題が判明したが、その交換により今期は蓄積電流と衝突性能の向上が期待されており、入射ビームの改善も予定されている。これまでのところ大きな障害は無いが、長期安定運転のためには、RF電子銃空洞の放電対策、さらにはさまざまな装置やビームの安定化機構とその自動監視の充実も進めているところである。

低速陽電子実験施設

低速陽電子実験施設は2019年にあらためて体制が整備され、物質構造科学研究所の下で共同利用実験を推進しており、放射光、中性子、ミュオンを含むマルチプローブ共同利用実験の一つのプローブとしても取り入れられている。1992年から入射器関係者が中心となって低速陽電子実験の活動を開始してから、現在もその加速器部分は一貫して入射器が担当しているので、これまでの活動を概観してみたい。

電子陽電子入射器施設においては、電子線形加速器を用いて1982年からPFリング入射、1986年からTRISTAN入射を行っていたが、さらに電子線形加速器が基礎科学に貢献できる領域を拡大する試みを探していた。実際、入射器では原子核研究などの可能性を考慮し、その終端部の第3ビームスイッチヤードは余裕を持って建設されていた。そして、このスイッチヤードを利用して、これまでに、ビームダンプにおけるアクション粒子探索実験、陽電子ビームによるチャネリング効果の研究、マイクロ波アンジュレータの開発、SSC加速器向けカロリメータ検出器の開発、結晶標的内チャネリング効果による陽電子生成機構の開発研究、などの様々な実験研究が行われてきた。さらには、第1スイッチヤードや第2スイッチヤードから電子ビームを引き出し、真空紫外領域の放射光施設を建設する計画もあったようだが、これについては残念ながら陽の目を見ず、第2スイッチヤードはSuperKEKB向けダンピングリング

のビーム接続点として利用された。

電子は物質構造研究の典型的なプローブであるが、原子核が正電荷を持つことから、負の電荷を持つ電子ではなく、正の電荷を持つ陽電子をプローブとして用いることで、研究領域を大きく拡大できる可能性がある。また、素粒子物理学に対しても電子と陽電子の対称性の研究機会を提供できる可能性がある。TRISTAN実験が行われていた頃、PF入射は1日2回程度、TRISTAN入射は2時間に1回程度行われていたが、入射が行われない時間も、いつでもビームが加速できるように入射器は待機していた。その時間を利用した貢献として低速陽電子源の開発の概算要求が行われ、1992年から第3スイッチヤードにおいて低速陽電子実験施設の建設が行われた。

最近関係者の努力で、この施設での低速陽電子の初ビーム観測の日が調査され、1992年12月18日であったことが公式に確認された。その後も整備が続けられ、図1のような構成を持つ第一世代の施設を用いた共同利用実験が

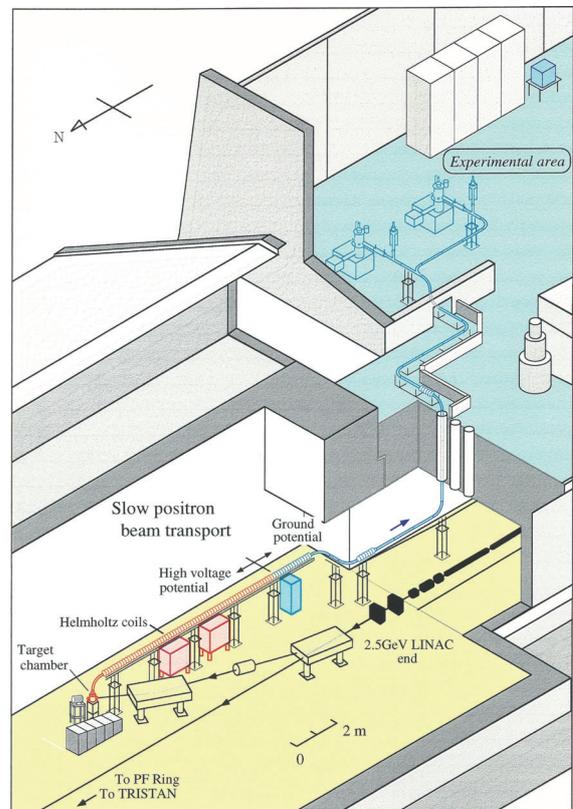


図1 地下トンネル第3スイッチヤード内の低速陽電子発生装置とクライストロン・ギャラリ北端の測定設備、そしてそれらを結ぶソレノイド陽電子輸送路の鳥瞰図（白川明広氏提供）。

1994年から1996年まで行われた。特にポジトロニウムの飛行時間測定実験や、稀崩壊観測実験などに成果を上げた。

しかし、TRISTAN 実験の後、素粒子物理実験分野において B ファクトリ KEKB 実験計画が認められ、KEKB 実験が頻繁なビーム入射を必要とすることが予想されたため、第3スイッチヤードにおける第一世代の低速陽電子実験は、残念ながら1996年に終了することになった。そこで、既に確立しつつあった低速陽電子実験の可能性を失わないために、KEKB 建設時期には、主線形加速器の上流 B セクタ部の脇に短い線形加速器を併設し、トンネルの南端に低速陽電子生成標的を設置し、実験が計画された。ここでさらに残念なことには、この第二世代の低速陽電子施設の加速管内で漏水が起り、KEKB の入射ビーム開発のために数週間トンネルへの入域ができない事情により、加速管を劣化させてしまった。この事情から、本格的な低速陽電子実験を行うためには、低速陽電子用加速器を KEKB 入射も行う主線形加速器トンネル内に併設して共存させることは現実的ではないことがわかった。

KEKB 計画向けに拡張された主線形加速器の B セクタと C セクタに囲まれた部分に屋根を掛けることによって、低速陽電子専用の加速器と測定設備を整備できることがわかり、KEKB 向けの入射器建設が終わった後、2001年に第3世代の低速陽電子実験施設の移設・建設が行われ、現在までに図2のように発展してきた。このころまでは、低速陽電子研究は入射器研究系が推進してきたが、さらなる発展を期待して、一次電子用加速器部分を入射器が担当し、低速陽電子発生標的部から実験測定装置は物構研にお願いすることになった。

2003年からは本格的な共同利用実験を開始し、リニアック加速器部分は加速器研究施設の第五研究系に、ビームライン・測定器は物質構造科学研究所に分担され、実験課題審査は放射光実験課題審査の一部として運用されている。測定装置も、地下部・地上部の双方に複数整備され、最近は特に全反射高速陽電子回折法による多数の成果が得られている。

既に世界的にも強度の高い低速陽電子施設として成果を挙げているが、さらに利用者の期待に答えるために、増強も計画されている。現在も専用加速器は、主線形加速器で60ユニット用いられているものとはほぼ同じ加速ユニットを使用しているが、この加速ユニットを増設することにより、低速陽電子の収量を数倍から数十倍に増強することが可能となる。北側には拡張可能な空間があるので、予算を獲得して加速器を拡張する計画を立案しているところである。得られる研究成果を考えると、対費用効果は非常に高いとも考えられ、支援を期待したいと考える。

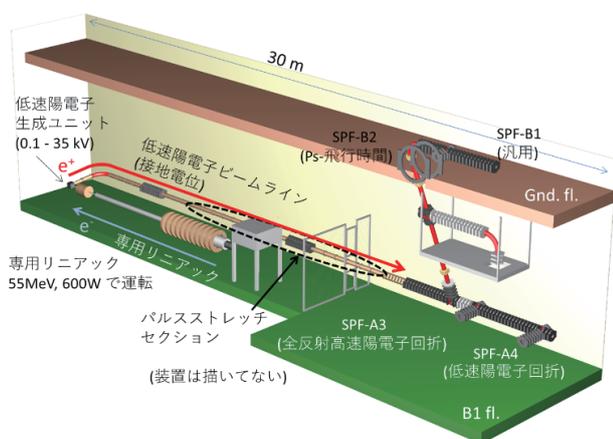


図2 低速陽電子専用の地上・地下の空間に建設された実験設備の鳥瞰図 (和田健氏提供)。

光源リングの運転状況

図1に、PFリングにおける2月15日9:00～4月1日9:00までの蓄積電流値の推移を示す。2月15日9:00に第3期の運転を開始した。立ち上げ調整は概ね順調に進み、2月19日9:00からの光軸確認後マルチバンチモードでのユーザ運転となった。2月22日17:13 水平方向の軌道変動が発生した。瞬間的に最大200 μm程度の変動が起き、この変動は10～15分かけて元の位置に戻るといった現象であった。原因がすぐに特定できなかったためしばらく様子を見ていたが、起き始めた当初は1日3-4回の頻度が、徐々に頻度が増加し、3月3日13時過ぎには数分おきに発生したため、最も変動の大きいビーム位置モニター (BPM#123) を、Slow Orbit FB から外した。3月4日のマシンスタディ時には念のためFast Orbit FB (垂直方向のみのFBであるが) からも除外した。この操作を実施してからは、1日1回以下の頻度に減ったものの、完全には変動がなくなっていないことから、他の要因を特定するため引き続き様子を観察していた。なお、リング電磁石電源等には異常は見つかっていなかった。3月1日17:00にFast Orbit FBの補正電磁石電流値が最大電流値に近づいてきたため、チャンネルをクローズして、電流値をリセットする操作を行った。15分後にチャンネルをオープンして再開した。3月2日13:43に、突発的に進行方向のビーム不安定性が発生し、ビームが50 mAほど削れた。個別バンチフィードバックの調整やRF位相変調による対処を行ったが、不安定性は抑制されないため、一旦ビームを落として再入射を実施することとした。ところが再入射時にセプタ

ム電磁石2のタイミングモジュールの使用チャンネルの故障が判明したため、別の空チャンネルに変更・調整作業を行った。タイミングが復旧して450 mAまで蓄積した時点で、ビーム不安定性が抑制されていることから、17:48にユーザ運転を再開した。なお、3月4日のマシンスタディ時に、セプタム電磁石の該当タイミングモジュールは予備品と交換した。また、運転停止まで、このビーム不安定性は再発しなかった。

PFリングは、3月15日9:00までマルチバンチモードによる運転を行い、3月15日のマシン調整日にハイブリッドモードに切り替えて、翌日3月16日9:00からユーザ運転となった。2月に発生していた水平方向の軌道変動は、最も変動の大きいビーム位置モニター (BPM#123) を、Slow Orbit FBから外した後は頻度が減り、3月9日と10日一回ずつ発生して以降は全く発生しなくなった。結局、軌道変動の原因は特定できなかった。3月12日5:42パルス偏向電磁石 (通称パルスバンド) 電源がファン異常でダウンし、入射が停止した。電源を確認したが、このときは特に異常は確認されなかったため、すぐに運転を再開した。3月20日18:10つくば市震度4の地震が発生した。ビームを落として、地下機械室、電源棟、リングトンネル内を点検し、異常がないことを確認して、20:27にユーザ運転を再開した。3月21日1:50頃シングル後方の純化がアンプ切り替え器の不具合により停止した。3:00の時点でシングルバンチの純度が 10^{-4} のレベルにまで悪化した (通常は 10^{-6} レベル)。9:09にアンプ切り替え器の電源リセットにより純化が可能となり復旧した。オペレータから担当職員

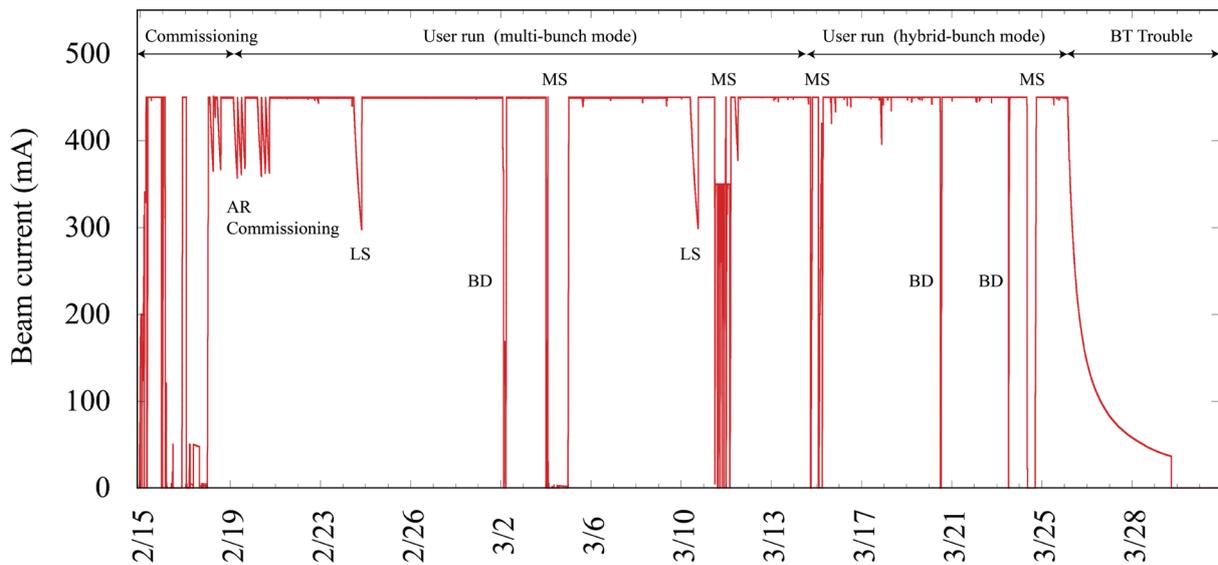


図1 PFリングにおける2月15日9:00から4月1日9:00までの蓄積電流値の推移を示す。LSは入射器調整、MSはリング調整、BDはビームダンプを示す。

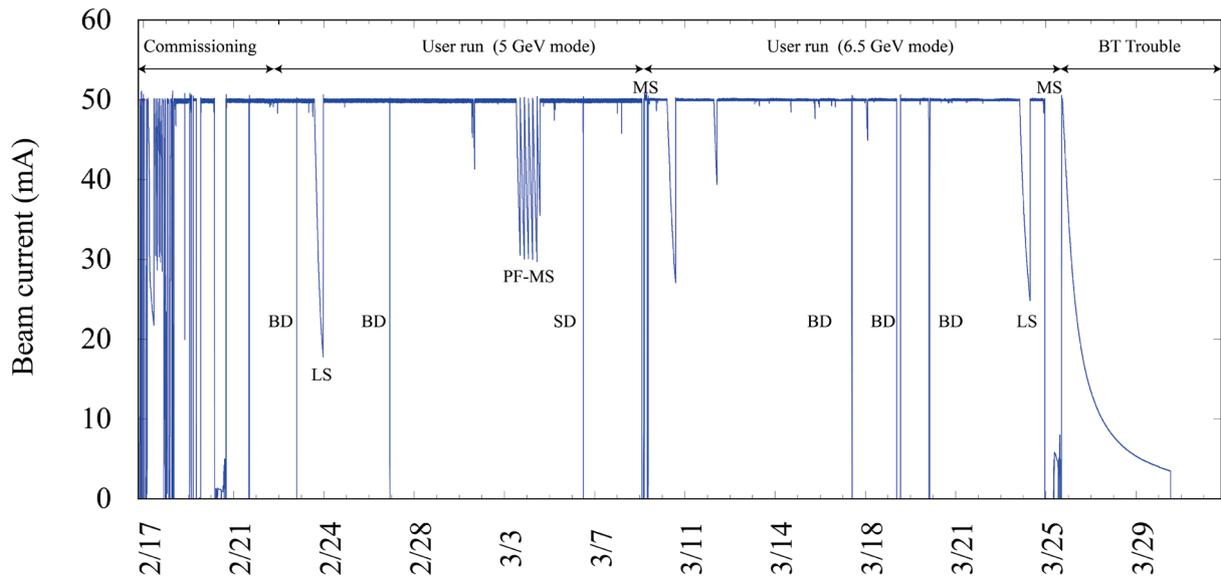


図2 PF-ARにおける2月17日9:00から4月1日9:00までの蓄積電流値の推移を示す。LSは入射器調整、MSはリング調整、BDはビームダンプ、SDはビーム寿命急落による再入射を示す。

への連絡が遅れ、原因特定までに時間がかかってしまった。今後は迅速な連絡ができるよう対応の改善を行うこととした。3月23日14:29にビームダンプが発生した。原因はノイズによる入射用キッカー電磁石によるミスファイヤーと判明した。リセットにより入射が可能となり、16:14にユーザ運転を再開した。3月26日1:44パルスベンド電源が、インターロックが動作してダウンし、入射が停止した。電源を確認したところ若干異臭がするが場所が特定できないという状況であった。担当者が調査したところ重故障と判断、メーカーを呼んで故障の原因を調査することとした。この故障については別途記述するが、ユーザ運転が予定されていた4月1日9:00までに電源の復旧は見込めないと判断、3月30日9:00で運転を停止することとなった。

図2に、PF-ARにおける2月17日9:00～4月1日9:00までの蓄積電流値の推移を示す。2月17日の立ち上げは6.5 GeVで行ったが、その日のうちに5 GeVに切り替え作業を実施した。その後各種調整を行って、2月22日9:00光軸確認後ユーザ運転となった。2月21日18:28偏向電磁石の冷却水流量インターロックが動作して電源がOFF、ビームダンプとなった。インターロック状況を確認したところ、B_SW09とB_SE02 Water赤表示が出ていたが、B_SW09は自然に消えた。AR西電源棟のインターロック中継盤で確認したところ、B_SE2が赤表示であったが、リセットで赤表示が消えた。電源の立ち上げが可能となったので、19:14にユーザ運転を再開した。今回はインターロックリセットで復旧したため、突発的流量低下と想定されたが、再発したらリング内調査を実施する予定であったが、再発はしなかった。2月23日15:53ビーム寿命が急落してビームロスが発生した。寿命急落の原因は不明だが、再入射して復旧した。ただし、同時刻ビーム位置モニターBPM (SW10)で値の飛びを確認したため、念のためそのBPMをCOD補正から除外した。3月7日0:55にもビーム

寿命急落が発生した。回復しないため、再入射することとした。1:27寿命が回復したことを確認し、ユーザ運転を再開した。

PF-ARは、3月9日にビームエネルギーを5 GeVから6.5 GeVに切り替え、3月11日9:00から光軸確認を行ってユーザ運転を再開した。3月17日17:00に入射調整を実施したが、調整中にメインバンチの隣接バケットにビームが入ってしまったため、一旦ビームを落として再入射を行った。3月20日18:00つくば市震度4の地震が発生した。PFリングと同様に点検を行って異常のないことを確認して、19:48ユーザ運転を再開した。3月26日1:44に発生したパルスベンド電源の故障は、この電磁石がPFリングとPF-ARの入射に共通する電磁石であるため、PF-ARにもビームを入射することができなくなった。結果的にPFリングと同様、3月30日9:00でPF-ARも運転を停止した。

PFリングのID13トラブルに関する経過報告

2020年11月14日から始まったPFリングのユーザ運転は同年12月22日に停止した。PFリングの運転停止日の翌日12月23日に、PF-ID13(図3)の底部リング外側磁石列(A3列)がビーム軌道方向(位相方向)に動かないことを発見した。その後ID13の動作ログを精査し、A3列の位相動作異常が12月19日に始まっていることを突き止めた。なお、12月9日にはBL12(図3)側の冷却水配管からの漏水トラブルが発生し、当該駆動系にも冷却水が降りかかっていたことは認識していた。ただし、漏水トラブル直後の動作確認では異常は確認されず、翌日より運転を再開している。2021年1月13日、ID架台組み立てメーカーから作業員が来所し、最初の復旧作業を行い、故障部品の特定を行った(復旧作業1)。さらに1月27日～28日に行った2回目の復旧作業(復旧作業2)で故障部品を取り外し、故障部品の調査・修理のため1月29日に部品製



図3 アンジュレータ ID13 および放射光利用ビームライン BL12 周辺

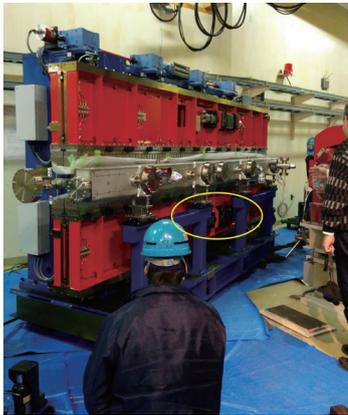


図4 設置前のアンジュレータ ID13。黄色線で囲んだ部分が故障した位相駆動系。

作メーカー工場へ送付した。部品故障の修理作業日程に関する部品製作メーカーとの事前協議において、次の PF リングの運転開始日である 2 月 15 日までの復旧が困難であることが判明した。このことを踏まえて、2 月 3 日に BL 担当者と打ち合わせを行い、復旧までの当面の PF-ID13 の運転は水平偏光、最小ギャップ（最小基本光子エネルギー）に固定することを決定した。

PF-ID13 は、2015 年 2 月に PF リングに設置したアンジュレータで、総重量 10 トンを超える架台に長さ 3 m の磁石列を 4 列とビームダクトを備えた（図 4）、大型のシンクロトロン光発生装置である。磁石列を垂直方向（ビーム軌道から離れる方向）と各磁石列の位相方向（ビーム進行方向）の計 5 軸方向に動かすことができ、磁石列の配置を変えることでシンクロトロン光の偏光とエネルギーを制御し、ユーザ実験に必要な光を作り出す。動作異常は A3 列位相方向の 1 箇所（図 4）のみで発生していたため、故障箇所を A3 列位相駆動系に絞り込んで 1 月 13 日の復旧作業 1 を開始した。

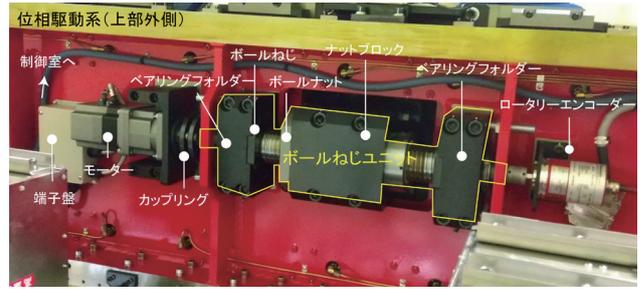


図5 位相駆動系の構成（写真は上部外側のもの）。底部外側と同様の構成。

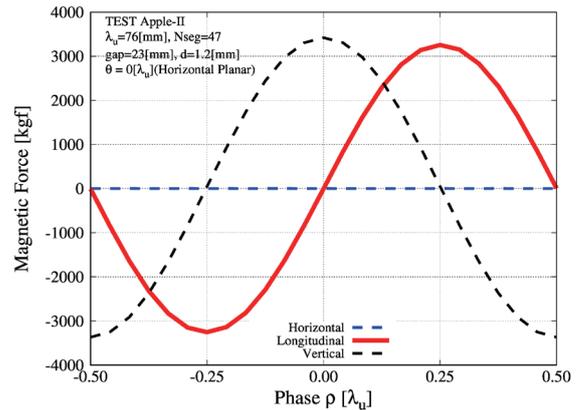


図6 上部磁石列から底部磁石列に働く磁気力（実線が位相方向）

位相駆動系（図 5）は制御器からの信号でモーターを動かす、カップリングを介して接続したボールねじユニットに力を伝える。ボールねじユニットは磁石列と架台ピラー部とを接続し、モーターの回転力はボールねじユニットを介して位相方向の駆動力に変換される。位相動作では、3 トンを超える力で磁石列同士が吸引反発するため（図 6）、大型のボールねじユニットを使用している。

部品を個別に捜索し、ボールねじユニットに故障箇所を絞り込み、さらにボールねじユニットを分解して捜索を続け、ボールねじとボールナットの固着が異常動作の原因として絞り込んで作業を終えた。

なお、放射光利用ビームラインとアンジュレータ架台の間の、限られたスペースでの作業だったため、アクセスできる人員や工具が限られ、多大な労力を要した。しかしながら、現場での作業を断念した場合には装置の移設にともなう長期の運転停止が必須となるため、可能な限り現場での作業を実施した。

1 月 27 日～28 日の復旧作業 2 は、安全を確保するため磁石列を垂直方向の間隔を空けるとともに、底部磁石列は互いに治具で締結したうえで開始した。固着の原因調査のため、ボールねじユニットを架台から取り外すことにしたが、1 日では取り外せず 2 日を要した。取り外したボールねじユニットを PF リング加速器室通路に搬出し、固着を再度確認した後、ボールナット内のグリースを入れ換えた（図 7）。再度固着の確認を行うとボールねじの固着は解消したが、固着の原因となるような膨潤したグリースや他の



図7 グリースガンによるボールナット内グリースの入れ換え作業

異物などは確認されなかったため、ボールねじ製作メーカーへ輸送し、修理及び原因の調査を依頼することとした。調査の結果、動作不具合の原因は錆によるものであることが判明した。錆はやはり漏水トラブルで、冷却水がボールねじに降りかかってしまったことによると推測される。修理として錆の除去は行うものの、メーカーとしては長期的な安定動作は保証できないとのことから、新規のボールねじを平行して調達することとした。納期的には厳しい状況であったが、4月26日に納品、4月29日まで4日間で新規ボールねじの設置作業および動作確認を行う予定である。うまく動作すれば、5月6日のPFリングの運転から、従来通りの5軸駆動が可能になる。

パルスバンド電源故障の経過報告

3月26日（金）深夜2時頃、入射器リニアックの終端部にあるPFリングおよびPF-ARのための電子ビーム振り分けパルス偏向電磁石[1]（図8）の励磁電源[2]（図9）で、「充電器異常」-「オーバークレント」インターロックが発報し停止した。インターロックは現場で解除できたが、わずかに異臭がするなどの現場の状況から、トップアップ連続入射でのユーザ運転中であったが、電源は重故障と判断し、ビーム入射を停止、翌朝メーカーによる調査を依頼した。PFリングおよびPF-ARのユーザ運転は、これ以降トップアップ連続入射無しでの利用となり、4月1日9:00の

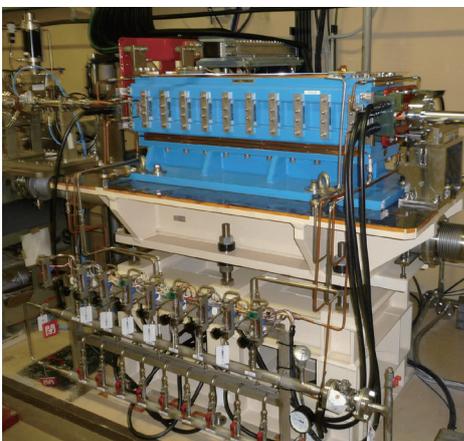


図8 入射器リニアックの終端部第3スイッチヤードに設置されているPFリングおよびPF-ARのための電子ビーム振り分けパルス偏向電磁石の写真



図9 入射器リニアックの終端部第3スイッチヤードに設置されているPFリングおよびPF-ARのための電子ビーム振り分けパルス偏向電磁石の写真



図10 故障した高電圧ユニット。背面にある高周波整流部が焼損。



図11 焼損部（高圧ユニット背面）。奥側のコンデンサーが焼損している。コンデンサー下部はダイオードとヒートシンク。

運転停止を待たずに3月30日（火）9:00で終了した。

3月29日（月）からメーカーによる調査を行った結果、高電圧ユニット背面にある高周波整流コンデンサーが破裂し焼損していることが分かった。図10に故障した高電圧ユニット、図11にその背面の焼損部を示す。コンデンサー、および、ダイオードの損傷は、IGBT素子の故障に起因すると思われることから、IGBTも全数交換することになった。

幸い焼損した整流部の複合ユニット（ダイオード、コ

ンデンサー、ヒートシンクなど)やIGBTなど長納期部品の予備品があること、他の部品も早期に調達できたことから、4月12日に焼損部の修理作業を開始し、4月15日には通電試験を実施した。今回の復旧作業では仕様安定度(1×10^{-3})までには調整できず、安定度が 2×10^{-3} 程度にとどまったものの、それ以外は正常に動作することを確認した。5月6日からのPFリングの運転は可能となった。なお、仕様安定度(1×10^{-3})までの調整は、夏期の停止期間に実施する予定である。

- [1] M. Tawada, M. Kikuchi, T. Mimashi, S. Nagahashi, and A. Ueda, “Development of pulsed bending magnet for simultaneous top-up injection to KEKB and PF ring”, Proceedings of PAC09, Vancouver, BC, Canada, (2009)175.
- [2] T. Mimashi, K. Furukawa, N. Iida, K. Kakihara, M. Kikuchi, T. Miyajima, S. Nagahashi, M. Sato, M. Tawada, A. Ueda, T. Kubo, K. Iwamoto, S. Kodama, A. Sasagawa, N. Ishii, H. Mori, “The pulsed magnet system for the simultaneous injection of KEK-PF and KEKB ring”, Proceedings of PAC09, Vancouver, BC, Canada, (2009)172.

令和2年度の運転のまとめ

表1に平成21年度から令和2年度までのPFリングの運転統計を示し、それらのデータを棒グラフにしたものを図12に示す。令和2年度のユーザ運転時間は2426.0時間となり、大幅に3000時間を下回った。これは第1期の運転において、新型コロナウイルス感染防止対策により約1ヶ月間運転を停止したためである。また、故障時間も昨年度より大幅に増加して約160時間、故障率も6.1%に上昇した。これらの増加は、第3期運転の後半に発生したパルスバンド電源の重故障により、ユーザ運転ができなくなったことによる。ただし、平均故障間隔時間(MTBF)は約172時間となり、故障回数としては例年通りであった。故障の内訳を調べると、令和2年度はビーム入射によるトラブルが約96%を占めている。つまり、パルスバンド電源の重故障以外の電磁石電源やRFによる故障時間はそれほど多くなかったということである。

表2と図13にPF-ARの運転統計を示す。令和2年度のユーザ運転時間は1944.0時間となり、昨年度に比べて約160時間の減少にとどまった。PF-ARは新型コロナウイルス感染防止対策により、第1期の運転は実施しなかったが、当初予定されていなかった第3期の運転を行うことで、運転時間を取り戻したためである。しかし、PFリングと同様のユーザ運転3000時間の水準にはほど遠い状況にあることは変わらない。昨年度に比べ故障時間は、約170時間、故障率は約8.0%と大幅に上昇した。この理由は、PFリングと同様にパルスバンド電源の重故障によるものである。ただし、平均故障間隔(MTBF)は約151時間で故障回数は例年度同じ程度であった。故障の内訳は、約90%がビーム入射関連(パルスバンド電源故障)、4.8%がRF関連、3.6%が電磁石関連によるものであった。

表1 平成21年度～令和2年度までの12年間のPFリングの運転統計

年度	リング 運転時間 (h)	リング 調整・ スタディ 時間 (h)	ユーザ 運転 時間 (h)	故障 時間 (h)	平均故障 間隔 (MTBF) (h)
2009 (H21)	4,976.0	979.5	3,961.9	34.5	167.0
2010 (H22)	5,037.0	958.7	4,050.8	22.5	226.7
2011 (H23)	4,696.0	1,875.1	2,809.2	11.7	157.3
2012 (H24)	4,416.0	624.0	3,752.9	39.1	164.9
2013 (H25)	4,176.0	672.0	3,451.4	52.6	159.3
2014 (H26)	3,024.0	696.0	2,316.6	11.4	155.2
2015 (H27)	3,888.0	839.6	3,034.0	14.4	132.5
2016 (H28)	3,432.0	504.0	2,910.7	17.3	162.7
2017 (H29)	3,624.0	624.4	2,983.0	16.6	214.3
2018 (H30)	3,408.0	576.0	2,803.6	28.4	166.6
2019 (R01)	3,504.0	440.0	3004.1	59.9	153.2
2020 (R02)	3,120.0	535.6	2426.0	158.4	172.3

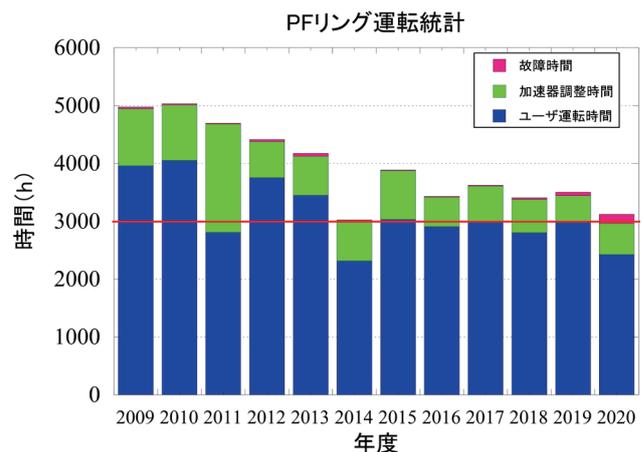


図12 平成21年度～令和2年度までの12年間のPFリングの運転統計の棒グラフ

表2 平成21年度～令和2年度までの12年間のPF-ARの運転統計

年度	リング 運転時間 (h)	リング 調整・ スタディ 時間 (h)	ユーザ 運転 時間 (h)	故障 時間 (h)	平均故障 間隔 (MTBF) (h)
2009 (H21)	5,063.0	542.5	4,445.7	74.8	107.1
2010 (H22)	4,638.5	542.5	4,037.5	58.5	54.5
2011 (H23)	4,131.5	1,162.0	2,941.5	28.0	59.3
2012 (H24)	4,080.0	408.0	3,643.2	28.8	111.3
2013 (H25)	3,912.0	434.0	3,378.4	99.6	74.0
2014 (H26)	2,352.0	360.0	1,955.0	37.0	90.5
2015 (H27)	3,336.0	552.0	2,753.0	31.0	154.7
2016 (H28)	1,821.0	717.0	1,085.7	18.3	84.9
2017 (H28)	2,448.0	312.3	2,111.0	24.7	38.8
2018 (H30)	2064.0	456.0	1581.6	26.4	64.3
2019 (R01)	2568.0	456.0	2099.7	12.3	264.0
2020 (R02)	2520.0	407.9	1944.0	168.1	150.9

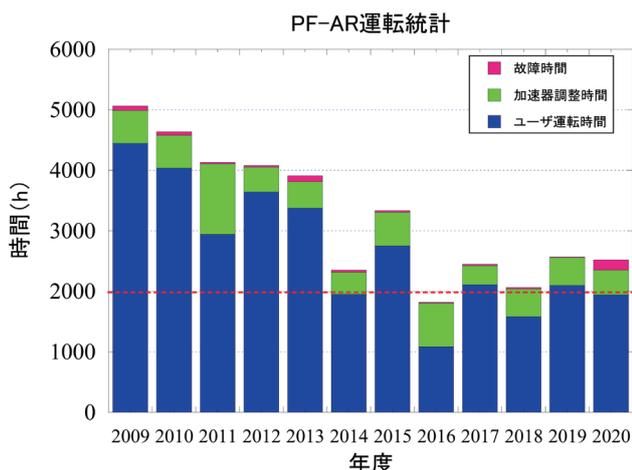


図13 平成21年度～令和2年度までの12年間のPF-ARの運転統計の棒グラフ

加速器第6研究系内の人の動きについて

まず退職者ですが、1名の教員、1名の特別教員、2名の技術職員、1名シニアフェローの計5名が3月31日付で退職となりました。教員の退職者は、光源第1グループの中村典雄教授です。中村さんには長年にわたり、光源第1グループリーダーとしてグループを牽引して頂きましたが、4月1日からは特別教授として引き続き同グループにおいて軌道解析やビームダイナミックスの開発研究および電磁石・電磁石電源の保守・維持・管理を中心に業務を担当して頂くとともに、さらにあと2年間グループリーダーも担って頂くことになりました。特別教員の退職者は、芳賀開一特別准教授です。芳賀さんには研究員として引き続き光源第5グループにおいて、安全システムの保守・維持・管理の業務を担当して頂きます。

技術職員の1人目の退職者は、光源第2グループの高橋毅先任技師です。高橋さんにはシニアフェローとして引き続き高周波加速空洞システムの保守・維持・管理ならびに技術開発を中心に業務を担当して頂きます。2人目の退職者は、光源第4グループの多田野幹人技術副主幹・先任技師です。多田野さんには、長年にわたり技術副主幹として技術職員のまとめ役および研究主幹の業務を支えて頂きました。今後はシニアフェローとして、所属グループの所掌業務であるビーム診断システムの保守・維持・管理ならびに技術開発に専念して頂きます。シニアフェローの退職者は、塩屋達郎シニアフェローです。塩屋さんには、研究支援員として引き続き光源第7グループに所属して頂き、挿入光源の保守・維持・管理の業務を担当して頂きます。

採用関連ですが、3名の新人職員が採用されました。1人目は、大阪大学大学院理学研究科で素粒子実験の研究をされていた篠原智史さんです。4月16日付で研究員として光源第1グループに配属されました。篠原さんには主にパルス電磁石電源の開発研究を行って頂く予定です。2人目は、茨城大学大学院理工学研究科で物性研究をされていた塩澤真未さんです。4月1日付で技術員として光源第4グループに配属になりました。塩澤さんには、ビーム診断システムの保守・維持・管理ならびに技術開発を中心に業務を担当して頂く予定です。3人目は、4月1日付で契約課総括契約係から異動されました北野有希子さんです。北野さんには、加速器第6研究系主幹秘書業務を担当して頂きます。

昇任関係ですが、2名の教員が昇任となりました。1人目は光源第7グループの土屋公央准教授です。4月1日付で教授に昇任されました。土屋さんには、引き続き挿入光源の保守・維持・管理ならびに開発研究を中心に業務を担当して頂くとともに、グループリーダーとしてグループのまとめ役を担って頂きます。2人目は、光源第1グループの東直特別助教です。4月1日付で助教に昇任されました。東さんには、引き続き軌道解析やビームダイナミックスの開発研究および電磁石・電磁石電源の保守・維持・管理を中心に業務を担当して頂きます。

2019年4月の組織改編で、放射光実験施設が再誕生してから、毎号、放射光実験施設の『現状』の原稿を担当してきました。これまで、放射光実験施設内に設置された運営部門、基盤技術部門、測定装置部門の概要と構成メンバー、組織としての放射光実験施設の機能を維持・向上させるための課題、などを紹介してきました。今年度は、少し趣向を変えて、実験施設として推進しているプロジェクトについて、次号以降、プロジェクト責任者に協力してもらい原稿を準備しようと考えています。本号は、実験施設の運営に関する現状を報告したいと思います。

利用者の皆さんには、引き続き、COVID-19への対策を取りながらの実験にご協力をお願いすることになります。PF利用者安全ガイドラインの順守をお願いします。ガイドラインは、随時、実験施設の安全担当が見直しを行っています。最新版をご確認ください。関連して、放射線業務従事前教育訓練を含む全ての安全教育がe-learning化されました。放射線科学センター長による本誌紹介記事をご参照ください。受講には、押印のされた「放射線作業従事承諾書(様式10)」が放射線管理室に受理されていることが必要です。休日対応はできませんので、ご注意をお願いします。

昨年度の後半には、幾つかの大きな装置トラブルがあり、ご不便とご迷惑をお掛けしました。主なものは、入射用パルス偏向電磁石電源の故障、ID13(BL-13)のギャップ変更機構の故障、MAX80(AR-NE5)の大型プレスの故障、です。現在までに復旧しており、2021年度第1期の運転には支障のない見通しです。なお、『施設だより』でも説明していますが、老朽化対策を実施することで長期停止の可能性を低減させながら、性能向上を図っていくことにしています。

今年度、プロジェクト経費の約10%の回復があったことはすでにご報告している通りです。運転時間の確保と老朽化対策・機能強化のための整備の両方とも重要と考えていますが、当然、優れた成果を創出することが、将来の予算の増額のために重要です。近年は、予算不足のため、PF 3000時間、PF-AR 2000時間の利用運転としてきましたが、あまりにも少なく、学術施設として推進すべき自由な発想に基づく研究が、大きく制限(自主規制)されてきた印象をもっています。今年度については、予算の10%増に対して、運転は20%増となるPF 3600時間、PF-AR 2400時間を計画しています。運転時間の増加分の有効活用をお願いします。

運転・共同利用関係

2021年度第1期の運転ですが、PFは連休明けの5月6

日に運転を開始しました。PF-ARは5月13日に運転を開始する予定になっています。ともに7月5日まで運転を継続します。PFのハイブリッドモードは6月15日から最後までです。PF-ARは5 GeVで運転を開始して、6月11日以降を6.5 GeVで運転します。COVID-19拡大への対策の徹底にご協力をお願いします。なお、2021年度第2期の運転は、6月上旬ごろに決定する予定です。

新委員会となって初めてのPF-PACは、7月26日にWeb会議方式による開催が予定されています。2021年度後期放射光共同利用実験課題の評点と採否の審議に加え、放射光実験施設の運営に関する検討事項(次回以降の審議事項)の確認と意見交換などが行われます。

人事異動

放射光実験施設に関する人事異動を報告します。4月1日付で、片岡竜馬さんが技術員に着任しました。今年3月に電気通信大学の修士課程を修了、放射光実験施設・基盤技術部門に採用され、光学系チームのメンバーとして活動を開始しました。真空系チームを兼務します。また、同日付で、小山恵史さんが清水伸隆教授のグループに研究員として加わりました。九州大学大学院工学府の研究室の前職では、SAGA-LSを利用してパイオ製錬の研究を展開していたとのこと。お二人の活躍を期待しています。一方、3月31日付で、宇佐美徳子講師のグループで研究員をされていた大原麻希さんが量子科学技術研究開発機構(QST)に異動されました。BL-27の所外担当でもある横谷明徳さんのグループの研究員として、引き続き、放射光利用研究に従事されます。また、同日付で岸本俊二教授と小山篤先任技師・技術調整役が定年となりました。引き続き、放射光実験施設の特別教授とシニアフェローとして勤務しています。なお、2020年度の1年間、放射光実験施設・運営部門にご協力を頂いた事務系シニアフェローの中山光昭さん、長年、PF秘書室・事務室に勤務された山崎多鶴子さんが退職されました。ご健康とご多幸をお祈り申し上げます。

最後に、3月31日付で物質構造科学研究所量子ビーム連携研究センターを定年退職された村上洋一教授(2012~2017年度のPF施設長)から「今後は、自由な立場で、ゆっくりと物理学に向き合いたい」との趣旨のお話を伺ったことを報告させていただきます。第二の学者人生におけるご活躍をお祈り申し上げます。

はじめに

2021年度より物構研の体制が新しくなりましたが、放射光科学第一，第二研究系については引き続き、私と千田俊哉教授がそれぞれの主幹を務めます（私は物構研副所長を兼任）。研究系は、ある物質群や現象（サイエンス）をターゲットとし、放射光はもちろん、低速陽電子、中性子、ミュオンなどの様々な手法を駆使して物質・生命科学を先導することをミッションとしています。このミッションと深く関連する組織として、構造生物学研究センターと量子ビーム連携研究センターがあり、それぞれ千田教授と私が引き続きセンター長を務めます。

放射光科学第一研究系・表面科学研究部門の近況

放射光科学第一研究系には二つの研究部門（表面科学研究部門，固体物理学研究部門）がありますが、今回はそれらのうち表面科学研究部門の近況を報告します。表面科学研究部門は、表面および界面に特有の機能に着目し、それらの機能の発現機構を解明するとともに、新たな機能性物質を創成することを目指しています。この目的を達成するためには、放射光をはじめとする様々なプローブを用いた実験手法を駆使する必要がありますが、その際、単に既存の手法を利用するだけでなく、新たな表面観察手法の開発が必須になります。そこで表面科学研究部門では最近、主に軟X線吸収分光法を用いて、デバイス等が動作している状態で表面付近の化学状態や電子状態を（できれば時間軸も含めて）観察するための手法開発を進めています。具体的には、蛍光収量法による波長分散型軟X線吸収分光法とその深さ分解法への展開，X線励起可視発光を利用した薄膜の軟X線吸収分光法とその波長分散型への拡張などです。また、放射光を含めた様々なプローブの様々な測定手法を複合的に利用した表面科学研究を行うために、真空を保ったままで試料を搬送できる横断型試料搬送システムの開発も進めており、現在までに光電子分光，軟X線吸収分光（磁気円二色性を含む），および偏極中性子反射率に対応しています。

今年度は表面科学研究部門における研究体制にも大きな変化がありました。従来、私と堀場准教授がそれぞれ研究グループを形成して研究・開発を行ってきましたが、後述のように堀場さんが転出し、組頭さんのクロスアポイントメントも終了するのに伴い、私と助教の北村さん、博士研究員の阪田さんの3名で研究グループを形成し、客員教員、協力研究員、連携大学院生、特別共同利用研究員などと連携して研究・開発を進める体制になります。これまで、二つのグループがそれぞれに得意な研究対象や研究手法を持っていましたが、これらを合わせることで、より多面的な表面科学研究を進めることができると期待しています。

人事異動

最後に、放射光科学第一，第二研究系に関連する人事異動を報告します。2021年3月末に、量子ビーム連携研究センターの村上洋一教授が定年を迎えられました。村上教授は、主に構造物性分野において、放射光をはじめとする量子ビームを駆使した研究を先導されてきました。また、2009年に構造物性研究センターを立ち上げ、初代センター長としてマルチビーム利用研究を強力に推進されました。この実績が現在の量子ビーム連携研究センターの礎となっていることは言うまでもありません。さらに、2012年から6年間、放射光科学研究施設（当時）の施設長としてPFを率いるとともに、PFのみならず日本の放射光科学の将来のために尽力されました。村上教授の長年にわたる研究および運営における多大な貢献に、改めて感謝いたします。

新年度に際して多くの人事異動がありました。放射光科学第二研究系・材料科学研究部門に所属し、物構研副所長を務められていた足立伸一さんが、物構研を離れてKEKの理事に就任されました。放射光科学第一研究系・表面科学研究部門では、堀場弘司准教授が量子科学技術研究開発機構に異動され、組頭広志特別教授（東北大学教授）のクロスアポイントメントが終了しました。放射光科学第二研究系・構造生物学研究部門の研究員の米澤健人さんと阿久津誠人さんが、それぞれ奈良先端大学院大学、慶應義塾大学に異動され、量子ビーム連携研究センターの研究員の松本宗久さんが信越化学工業に転出されました。中性子科学研究系の助教の山田悟史さんが量子ビーム連携研究センターの准教授として着任されました。放射光科学第二研究系・材料科学研究部門の研究員の高木壮大さんと構造生物学研究部門の研究員の伊藤道俊さんが、日本学術振興会の特別研究員として採用され、引き続き物構研で研究を行います。また、構造生物学研究部門では、研究員として于宏洋さんと池田聡人さんが着任されるとともに、特別研究員として藤田雅也さんを受け入れました。量子ビーム連携研究センターの博士研究員として大下宏美さんとFAN, Dongxiaoさんが、それぞれ着任されました。また、野澤俊介准教授が放射光実験施設・測定装置部門から放射光科学第二研究系・材料科学研究部門に異動となりました。皆さんの今後の一層の活躍を期待しています。

はじめに

低速陽電子実験施設 (Slow Positron Facility, SPF) では、専用電子リニアックで約 50 MeV に加速した電子を Ta ターゲット (コンバータ) に当てて電子・陽電子対生成によって得られる陽電子を、W 薄膜 (モデレータ) を用いて単色化し、最大 35 keV で磁場輸送して共同利用実験に供しています。専用リニアックの管理・運転は加速器研究施設第 5 研究系によってなされ、低速陽電子生成部から下流側の管理・運転は物構研 PF と SPF によってなされています。共同利用は放射光共同利用実験の一環として行っています。

ビームラインの状況

2020 年度夏の停止期間中に、低速陽電子生成部を 10 年ぶりに交換しました。真空チェンバー内のコンバータとモデレータへの電圧導入端子からの真空漏れの危険性があったのですが、構造上導入端子だけを交換することができなかったため、コンバータとモデレータを含む低速陽電子ビーム生成ユニット全体を交換しました。交換にあたり、低速陽電子への変換効率を上げるべく、モデレータの構造を変更しました。交換後、50 MeV、550 W、長パルスモード (パルス幅 1 μ s) のリニアックの運転で、以前は 10^7 e^+/s の半ば以下だったビーム強度が 10^8 e^+/s の大台にのりました。

2020 年度冬の停止期間中に、低速陽電子ビーム生成ユニットに電圧を供給している 4 出力の高電圧 (35 kV) フローティング電源を交換しました。以前使用していたものは、1 つの出力が失われており、本来のビーム強度が出ていない状況が続いていたためです。また、コンバータに接続されたコンデンサ (容量 30 nF、耐圧 50 kV) は放射線による劣化のため毎年度交換が必要ですが、その交換頻度を下げることが目的に、放射線耐性の高いセラミックコンデンサを複数並列に接続したユニットの導入を検討中です。これは SuperKEKB 用フラックスコンセントレータで使用中的のものと同様のコンデンサです。リニアック運転中の放射線の影響を評価するために、候補となる小型のセラミックコンデンサ 3 つを専用リニアックのシールド内の運転中の線量が異なる場所に設置しました。2021 年度夏の停止期間中にシールドを開けた際に放射線の影響を評価する予定です。

2019 年度第 2 期の運転中に SPF 専用リニアックが真空悪化によりビームダウンし、その後の同期の共同利用実験が中止になりました。状況証拠から、原因はビームライン末端の実験ステーションからの真空リークと、ビームライン真空悪化時に動作すべき即断バルブのセンサ不良の 2 つが重なったためと考えられます。そこで、再発防止のために、PF 基盤技術部門のインターロックチームにより、大幅に強化した真空インターロックの導入が 2 ヶ年計画で開

始されました。SPF にはリモート制御が可能なゲートバルブが 2 つあるので、2020 年度はその 2 つを活かして、その上流と下流の両側の真空度と連動したインターロックを導入しました。2021 年度夏には、地下と地上の 2 つのフロアの分岐直後と、4 つのエンドステーションの直前の手動バルブをリモート制御が可能なゲートバルブに交換し、より強化した真空インターロックの運用を開始する予定です。

各ステーションの状況

現在、SPF では 4 つのステーションが稼働しています。地階テストホールの SPF-A3、SPF-A4 と、地上階クライストロンギャラリー実験室の SPF-B1、SPF-B2 です。

SPF-A3 の全反射高速陽電子回折 (TRHEPD, トレプト) ステーションでは、回折図形観測用の大口径 ($\phi 77$ mm) のマイクロチャンネルプレート (MCP) の一部分のゲイン低下によって均質なデータが得られなくなりましたので、春の停止期間に新しいものに交換しました。

SPF-A4 の低速陽電子回折 (LEPD, レプト) ステーションでは、新しく導入した検出器 (HEX-LEED/LEPD) の改良とそれを用いた LEPD パターンの取得試験を行なっています。

SPF-B1 の汎用ステーションでは、ポジトロニウムのレーザー冷却の共同利用実験が行われています。

SPF-B2 のポジトロニウム飛行時間法 (Ps-TOF) ステーションでは、試料表面からの Ps 放出のエネルギー分布を通じての表面研究が行われています。

その他

鳥取大学星健夫准教授らの協力を得て、陽電子回折データ解析システムの整備が進んでいます。2019 年度に TRHEPD に特化したソフトが完成し、ユーザーによって使用されていますが、2020 年度には、他の回折実験の解析も視野に入れたシステムが東京大学物性研究所計算物質科学研究センターに 2DMAT という名称で登録されました。2021 年度には講習会などが開催されます。

人事異動

永井康介 SPF 教授 (東北大とのクロスアポイントメント)、長嶋泰之客員教授 (東京理科大学)、兵頭俊夫ダイヤモンドフェローは 2020 年度にて終了致しました。星健夫客員准教授 (鳥取大学)、および協力研究員として、兵頭俊夫東大名誉教授 (新規)、一宮彪彦名古屋大名誉教授 (継続)、水野清義元九大教授 (新規) の受入を開始しました。また、量子ビーム連携研究センターの Rezwan Ahmed 博士研究員が 2020 年 11 月から SPF で活動を開始しました。

PF ユーザー向け e-learning 開始について

KEK 共通基盤研究施設
放射線科学センター長 佐波俊哉

2021 年度 4 月より PF ユーザー向けの e-learning が開始されました。これにより、これまで、年度初めの来所後に受講をお願いしていた放射線業務従事前教育訓練が、来所前に受講をお願いしていた一般安全教育と同時に受講することが可能になりました。本稿では、この e-learning の実施検討から運用開始までの経緯について説明します。

KEK では、ユーザーの登録・管理を、異なる部署で異なるシステムを用いて行っています。ユーザーの登録はシステム管理係が構築しユーザーズオフィスが運用する「共同利用者支援システム (KRS)」において行い、放射線業務従事者の登録は、放射線管理室が構築・運用する「放射線業務従事者登録システム (従事者システム)」で行っています。一般安全は pfwww サーバーで実施しています。これはそれぞれのシステムが対象とするデータや管理の担当、設置の目的が異なるためです。

KRS ではユーザーの個人情報登録することから、システムベンダーによるセキュリティを厳重に固めながら、ユーザーが機構外部から登録アクセスすることを実現するシステムになっています。登録対象はユーザーであり、放射線業務の手続きのみならず、宿泊予約などのユーザーに供する各種手続きが可能になっています。

これに対して従事者システムはユーザーが外部からアクセスすることを想定していません。このシステムにはユーザーの他に外来業者も加えた、機構外部からの放射線業務従事者が登録されており、放射線管理室の職員・委託業者が、放射線管理業務のために用いています。

そして、一般安全教育を行う pfwww はこれらとは独立に動作していました。pfwww はユーザーへの情報提供を目的としており、KRS や従事者システムとは全く異なるものです。今回の e-learning はこれらのシステムを連携させ、動作させることにより実現されました。

連携にはあたっては、この 3 つのシステムを運用する、情報基盤管理課 (仲島課長)、放射線科学センター (波戸センター長 [当時])、放射光実験施設 (船守施設長) の 3 つの部署が協力する必要がありました。それぞれのシステムの目的も対象範囲も異なることから、これらを統合した複雑で管理の難しいシステムを新たに構築することは選ばず、それぞれのシステムでやりとりするデータとその手順を十分に検討し、システムの独立性を生かしながら、e-learning を実現する方向を選択しました。これにより、システムの責任範囲を明確化し、一部の機能が損なわれても他に影響を及ぼさない、という独立性を維持しつつ、安価な費用で e-learning を実現することができました。

連携の手順の検討には、教育訓練の本人確認と、教育の不徹底によるハッチ閉じ込めなどの重大事故をいかに防ぐか、について議論を行い、PF 小菅氏による KRS の本人確

認情報に基づく暗号化個別 URL での教育訓練受講に加え、現場受付時にハッチ閉じ込めの重大性を再度確認してサインする、という手法が導入されました。教育内容は PF 北島氏により全面的に見直され、KEK の申し合わせに定める教育訓練時間に合うように PF 仁谷氏によって再編集されました。受講後に出力される教育訓練受講票は 2 次元コードを含んでおり、従事者システムに接続されている PF 監視員の受付端末でこれを読み込むことにより、データの確認、カードと線量計の貸し出しがスムーズに行えるように、放射線管理室豊田氏がシステムの改修を行いました。この受付のスピードアップは COVID-19 対策も兼ねています。PF 管理区域責任者の岸本氏が導入した Airwait による受付システムを併用し、密を避けて受付を行うことができるようになりました。

以上の変更を、3 月末に終え、システム管理課小林氏によりダミーアカウントが用意され、2 回のシステム通し試験をおこない、4 月 8 日より運用を開始しました。同日 11 時には第 1 号の e-learning を済ませたユーザーが手続きを行うことができました (写真下)。写真上は、この変更を行うことを合意し、実現した 3 つの部署の長、波戸センター長 [当時]、船守施設長、仲島課長と佐波が PF 実験ホールの前で撮影を行ったものです。

これまでも、KEK のそれぞれの部署が、それぞれの役割を果たすことにより、共同利用が実施されてきたのですが、今回の e-learning はこれを一歩進め、部署間の連携を行い実現したものです。今後もそれぞれが役割を果たすとともに、連携と相互理解を深めることにより、さらなるユーザーの利便性の向上と、円滑な共同利用の実現ができるものと思います。よろしくお祈いします。



図 (上) 右から波戸前放射線科学センター長 (現共通基盤研究施設長)、船守放射光実験施設長、仲島情報基盤管理課長、佐波放射線科学センター長
(下) 第 1 号の e-learning を済ませたユーザー (QST 研究員大原麻希さん)

スピン流の高効率制御を可能にする革新的グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造

李松田¹, Konstantin V. LARIONOV², 雨宮健太³, 圓谷志郎¹, Pavel. V. AVRAMOV⁴, 桜庭裕弥⁵, 楢本洋¹, Pavel B. SOROKIN², 境誠司¹

¹量子科学技術研究開発機構, ²国立科学技術大学 (MISIS), ³高エネルギー加速器研究機構,

⁴国立慶北大学, ⁵物質・材料研究機構

A novel graphene/Heusler alloy heterostructure for advanced spintronics

Songtian LI¹, Konstantin V. LARIONOV², Kenta AMEMIYA³, Shiro ENTANI¹, Pavel. V. AVRAMOV⁴, Yuya SAKURABA⁵, Hiroshi NARAMOTO¹, Pavel B. SOROKIN², and Seiji SAKAI¹

¹National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, ²National University of Science and Technology MISIS

³High Energy Accelerator Research Organization, ⁴Kyungpook National University, ⁵National Institute for Materials Science

Abstract

単層グラフェンとホイスラー合金磁性薄膜からなるヘテロ構造の界面物性を、深さ分解X線磁気円二色性分光により調べた。その結果、グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造では、界面においてもホイスラー合金の磁気モーメントの大きさが薄膜内部と同程度に保たれていることやグラフェンの π バンドの状態が保たれていることが明らかになった。さらに、第一原理計算の結果、グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造では、界面近傍でもホイスラー合金の高いスピン偏極率が失われていないことや、グラフェンのスピン伝導を司るディラックコーンが維持されていることが示された。これらの結果から、グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造がスピン流の効率的制御に適した性質を持つことが明らかになった。

1. 背景

「夢の素材」と呼ばれるグラフェンは、厚さが究極的に薄くしなやかで強く、ユニークな物理、光学、電気的性質を持つため、様々な分野で応用に関する研究開発が進められている。中でも、ディラックコーンと呼ばれる特徴な電子バンド構造に起因してキャリアの移動度が極めて高いことやスピン拡散長が長いことなど、スピン流の輸送に適した性質から、グラフェンは超高記録密度磁気メモリやスピロジック回路など次世代の省エネ・高集積スピントロニクスデバイスへの応用に特に有望な材料として注目されている [1-3]。しかし、これまでに研究されたグラフェンを用いたスピントロニクスデバイスでは、上記から期待されるような高い特性は実現されておらず、応用の発展に向けた道筋は定かでない。このようにグラフェン本来の優れた性質の発現が妨げられている要因として、従来のグラフェンスピントロニクスデバイスでは、デバイス内でグラフェンと積層して用いられる磁性体の種類が、組成が単純でグラフェンとの積層時に炭化物の形成や炭素の拡散が生じ難い一般的な磁性材料（ニッケルやコバルト等）に限られてきたことがあげられる。これら磁性材料は、グラフェンとのヘテロ構造の作製は容易であるが、伝導電子のスピン偏極率が低いため、グラフェンのスピン流を効率的に制御することができない。これに対して、我々は、グラフェンスピントロニクスデバイスにおけるスピン流の効率

的制御を可能にする新たなアプローチとして、ハーフメタリックなバンド構造を持ち高いスピン偏極率を示すホイスラー合金に着目して研究を行っている。

今回、単層グラフェン (SLG) とホイスラー合金の中でも特に高いスピン偏極率を示す $\text{Co}_2\text{FeGe}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}$ (CFGG) 合金 [4] を積層化したヘテロ構造の作製に世界で初めて成功した。この新たに作製された SLG/FGG ヘテロ構造界面に対し、原子層スケールの分解能を持つ深さ分解X線磁気円二色性 (XMCD) 分光と第一原理計算を用いて電子、磁気状態の調査を行った [5]。

2. グラフェン/ホイスラー合金ヘテロ構造の創製

SLG/CFGG ヘテロ構造は、超高真空マグネトロンスパッタリング法と超高真空化学気相成長 (UHV-CVD) 法を用いて作製した [5]。はじめに、マグネトロンスパッタリング法により $\text{MgO}(001)$ 単結晶基板上に CFGG(001) 薄膜 (厚さ: 40 nm) をエピタキシャル成長した。次に、UHV-CVD 法により 650°C に保持した CFGG 薄膜にメタノールガスを曝露することで CFGG 表面全体を覆うように SLG を成長させた。SLG/CFGG 界面の結晶性等に関する質的評価は、反射高速電子線回折 (RHEED) とラマン分光を用いて行った。RHEED では、SLG/CFGG 界面付近の CFGG と SLG の各結晶格子に由来する鋭いストリーク状の回折パターンが観察された (Fig. 1a)。CFGG については、高い規則度 (L_2

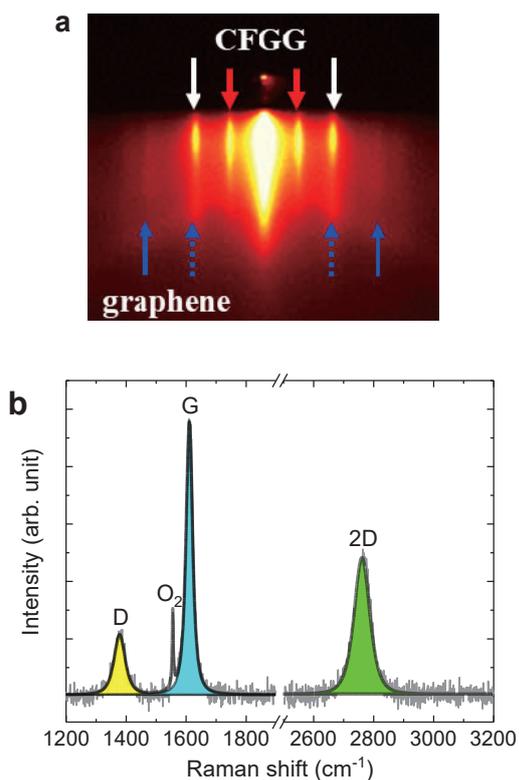


Figure 1 (a) RHEED images of single layer graphene(SLG)/Co₂FeGe_{0.5}Ga_{0.5}(CFGG) heterostructure on MgO(001) substrate. The downward and upward arrows denote the reflection pattern from CFGG and SLG, respectively. The downward red-arrows denote the 1/2-order superlattice diffraction of CFGG caused by L₂₁ structure; (b) Raman spectrum of SLG/CFGG heterostructure. The G and 2D peaks are characteristic of the graphene lattice. The D peak originates from defects in graphene. The crystalline quality of graphene can be evaluated from the intensity ratio of the G peak and the D peaks.

構造)を有する場合に特有な超格子反射による回折線も観測された。これらの結果から、CFGGとSLGは原子レベルで急峻な界面を形成していることや、CFGGは界面でも高い結晶性を保っていることが明らかになった。ラマン分光では、グラフェンに特有なラマンピーク(Gピーク、2Dピーク)と欠陥由来のピーク(Dピーク)が観察された(Fig. 1b)。Gピークの鋭さやGピークに対するDピークの相対強度の弱さからSLGの高い結晶性が明らかになった。また、Gバンドに対する2Dバンドの強度比がノンドープの場合(2以上)と比較して著しく小さいこと等から、CFGGによるSLGへの電荷ドーピングが生じていることが示唆された。

3. 深さ分解XMCD分光による界面物性の解明

高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリーBL-7Aにおいて、SLG/CFGGヘテロ構造の深さ分解XMCD分光の実験を行った。X線吸収(XAS)では、試料表面に対して垂直な方向に放出される電子に比べて、斜め方向に放出される電子は試料内部を通過する距離が長くなるため散乱の影響を強く受ける。つまり、試料表面に対

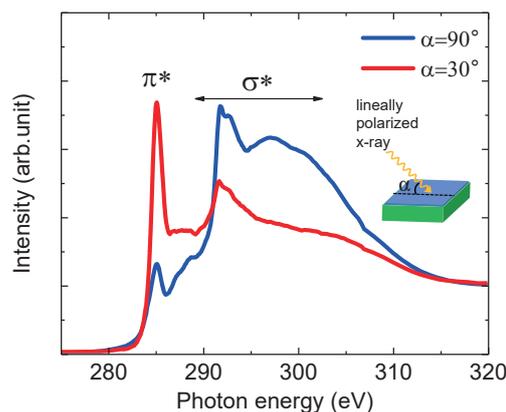


Figure 2 C K-edge XAS spectra measured at incident angles of $\alpha = 30^\circ$ (red solid line) and $\alpha = 90^\circ$ (blue solid line).

して垂直に近い角度で検出される電子は比較的深い領域までの情報を含むのに対して、試料表面に平行に近い角度で検出される電子ほど表面に近い浅い領域の情報が占める割合が増える。深さ分解XMCD分光では、この特徴を利用して、異なる検出角度におけるXAS信号やXMCDを計測することで、一原子層に匹敵する高い深さ分解能で試料表面からの深さに応じた電子、磁気状態の情報を得ることができる[6]。

はじめに、SLG/CFGGヘテロ構造におけるSLGの電子状態をXAS分光で調べた。Fig. 2に、X線の入射角度 α が 30° (斜め入射)と 90° (垂直入射)の条件で、直線偏光を用いて部分電子収量(PEY)法により測定したC K吸収端のXASスペクトルを示す。グラフェンの π^* 共鳴(C1s- π^* 遷移)に起因するピーク(285 eV)と、 σ^* 共鳴(C1s- σ^* 遷移)に起因するピーク(290~300 eV)が観察された[7]。なお、SLGは試料の表面だけに存在するため、検出角度により検出深さを変化してもスペクトルの様相は変化しなかった。斜め入射時の π^* ピーク強度の著しい増加は、SLGの原子層がCFGG表面と平行であることを示しており、このことはRHEEDの結果とも一致する。SLG/CFGGヘテロ構造の π^* 共鳴は、グラファイトやSLG/Cuヘテロ構造と類似の鋭い単一ピークであり、SLG/Rh(111), Ru(0001), Ni(111)等、多くのSLG/金属ヘテロ構造について報告されているようなグラフェン-金属間の結合形成に伴うピークのブロード化や分裂は見られない[8-10]。本結果から、SLG/CFGGヘテロ構造には、SLGとCFGGの間にグラフェンの π バンドの状態を大きく変化させるような強い結合が存在しないことが明らかになった。

次に、SLG/CFGG界面の磁気状態を深さ分解XMCD分光で調べた。Fig. 3a, bに、全電子収量(TEY)法(平均検出深さ $\lambda_p \sim 5$ nm)と深さ分解PEY法($\lambda_p \sim 0.2$ nm)で得られたCFGGのバルク領域とSLG/CFGG界面近傍($\lambda_p \sim 4$ Å)のCo, Fe L_{2,3}吸収端XASスペクトルとXMCDスペクトルを示す。SLG/CFGG界面近傍のXASスペクトルはバルク領域のスペクトルと特徴が一致することから、界面に炭化物や酸化物などは存在しないことが確か

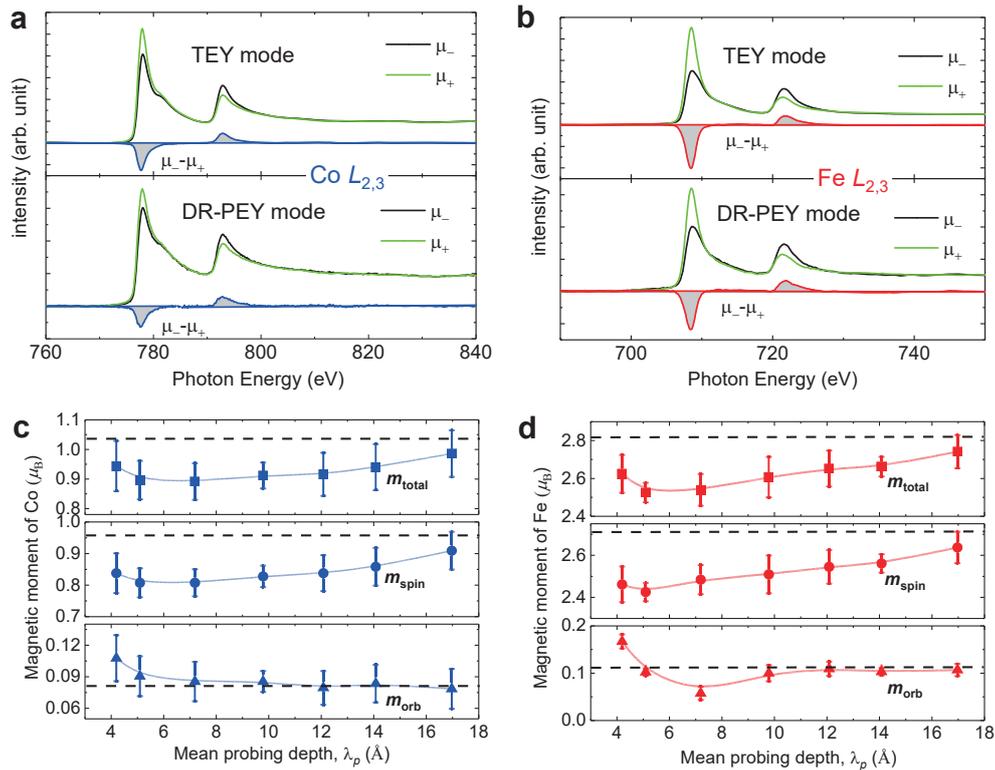


Figure 3 (a, b) Comparison of XAS and XMCD spectra of SLG/CFGG heterostructure at Co and Fe $L_{2,3}$ -edges obtained in total electron yield (TEY) and depth-resolved partial electron yield (DR-PEY) modes. (c, d) Plots for the orbital magnetic moment (m_{orb}), spin magnetic moment (m_{spin}), and total magnetic moment ($m_{total} = m_{orb} + m_{spin}$) of Co, and Fe vs. mean probing depth (λ_p). The DR-PEY spectra in (a) and (b) are at $\lambda_p = 4$ Å. The dashed lines in (c) and (d) indicate the magnetic moments in the bulk region evaluated from the TEY XMCD spectra.

められた。さらに、異なる検出角度で計測した一連の深さ分解 XMCD スペクトルを解析して、スピン磁気モーメント (m_{spin})、軌道磁気モーメント (m_{orb})、および、総磁気モーメント (m_{total}) の検出深さ依存性を調べた (Fig. 3c, d)。Co および Fe の総磁気モーメントは、 λ_p が減少して検出領域が SLG/CFGG 界面に近づくにつれて僅かに低下するが、界面近傍 ($\lambda_p \sim 4$ Å) でもバルク領域 (破線) の 90% 程度の高い磁気モーメントが維持されていることが明らかになった。このような SLG/CFGG 界面の磁気的なロバストネスは、SLG/Fe、SLG/Ni ヘテロ構造 [11, 12] など他のグラフェン/磁性金属ヘテロ構造で報告されている界面における磁気モーメントの大幅な減少とは様相が大きく異なっている。

4. 第一原理計算による理論的考察

深さ分解 XMCD 分光等の実験結果を踏まえて、SLG/CFGG 界面の電子、磁気状態やそれら微視的機構について第一原理計算による考察を行った [5]。SLG/CFGG 界面で SLG と接する CFGG(001) 表面には、Co 原子および Fe, Ge, Ga 原子に終端された組成が異なる 2 種類の終端面 (Co 終端, FeGeGa 終端) の存在が考えられる。これら異なる終端面を持つ SLG/CFGG ヘテロ構造について計算を行った結果、Co 終端, FeGeGa 終端の両場合とも SLG と CFGG の間に化学的な結合は存在せず、SLG と CFGG は主にファンデルワールス相互作用により弱く結合している

ことが示された。

SLG/CFGG 界面の電子状態について、Fig. 4a, b に Co 終端および FeGeGa 終端された SLG/CFGG ヘテロ構造における SLG の電子状態密度 (DOS) の計算結果を示す。SLG/CFGG 界面の相互作用の弱さを反映して、フェルミ準位の付近に位置する π バンドはグラフェンに固有な線形のディラックコーンの形状を良く保っている。また、SLG/CFGG 界面の電荷密度分布 (Fig. 4a, b の挿入図) から、グラフェンと金属原子 (Co, Fe) の間での電気分極 ($\sim 10^{-4}$ 電子/Å³) とそれに伴う弱い静電相互作用の存在が示唆された。これらの計算結果は、C K 吸収端 XAS におけるグラファイト類似の π^* ピーク形状やラマン分光における電荷ドーピングの示唆など SLG の電子状態に関する実験結果と符合する。このように、SLG/CFGG ヘテロ構造では、他のグラフェン/磁性金属ヘテロ構造のようなディラックコーンの破壊が生じないことから、グラフェンの特徴である高いキャリア移動度や長いスピン拡散長など優れたスピン輸送性が維持されていることが期待できる。

SLG/CFGG 界面の磁気状態について、CFGG を構成する Co と Fe の全磁気モーメントの大きさは、SLG-CFGG 間の弱い界面相互作用を反映して、終端面によらず界面近傍までバルク領域と同程度に保たれることや、CFGG 表面における局所的な電子状態の変化に起因して、SLG と接する界面の金属原子 (Co 終端の場合には Co 原子, FeGeGa 終端の場合には Fe 原子) のスピン磁気モーメントと軌道磁

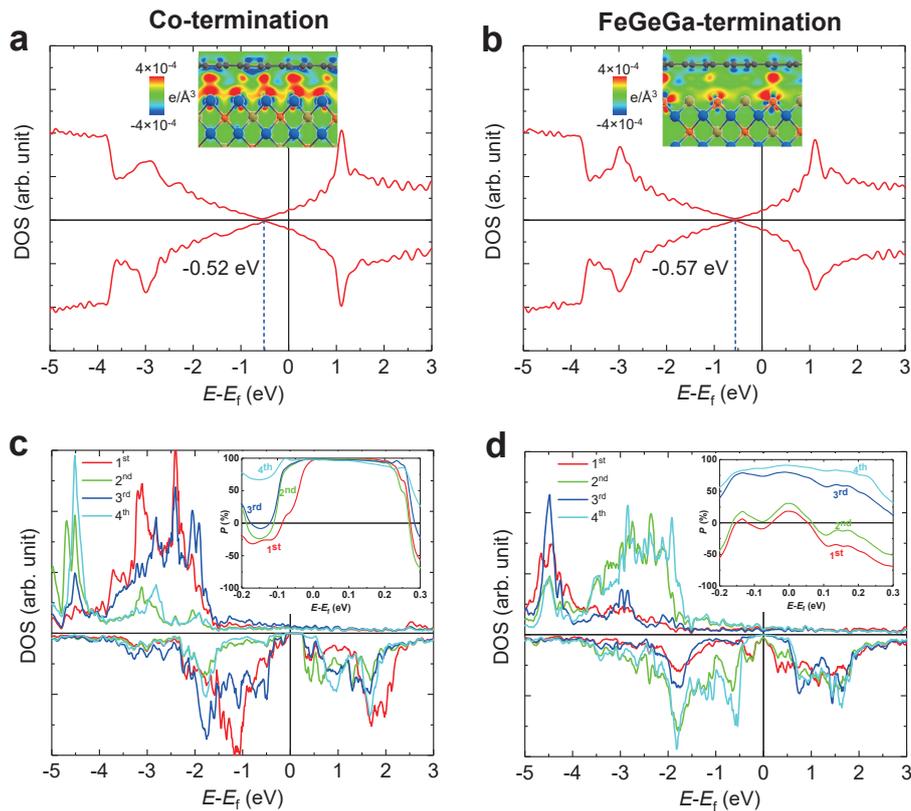


Figure 4 (a, b) DOS of SLG and (c, d) layer-resolved DOS of CFGG in SLG/CFGG heterostructures with (a, c) Co- and (b, d) FeGeGa-termination of CFGG(001) surface. The insets in (a) and (b) show the slices of the differential charge density between the SLG/CFGG heterostructures and the freestanding SLG and CFGG. The insets in (c) and (d) show the spin polarization of CFGG in the SLG/CFGG heterostructures near the Fermi level.

気モーメントが共に増加することなど、深さ分解 XMCD 分光の実験結果 (Fig. 3c, d) を裏付ける結果が得られた [5]。また、理論計算の結果を踏まえると、深さ分解 XMCD 分光で界面近傍 ($\lambda_p \sim 4 \text{ \AA}$) における磁気モーメントの増大 (Fig. 3c, d) が Co と Fe の両方で生じる理由として、本研究で作製した SLG/CFGG ヘテロ構造には Co 終端された界面と FeGeGa 終端された界面が混在する可能性が考えられる。

SLG/CFGG ヘテロ構造における CFGG のスピン偏極状態について、Fig. 4c, d に CFGG の DOS とそのスピン偏極率の界面からの深さ (原子層数) による変化を示す。Co 終端された SLG/CFGG 界面の場合、CFGG のハーフメタル性の根源である少数スピンバンドのエネルギーギャップは、SLG と直に接する原子層 (第 1 層) からより深い原子層 (第 2-4 層) まで全体にわたり維持されている。一方、FeGeGa 終端された界面の場合、少数スピンバンドのギャップは第 1 層、第 2 層では消失しており、第 3 層目から回復する。Co 終端された界面における CFGG のハーフメタリックなバンド構造の維持は、グラフェンへの高スピン偏極電子の注入などスピン流の制御に理想的といえる。FeGeGa 終端された界面の場合でも、ハーフメタリックなバンド構造はスピン拡散長 ($\sim 2 \text{ nm}$) よりも十分に短い距離 ($\sim 3 \text{ \AA}$) で回復することから、本研究の SLG/CFGG ヘテロ構造のように界面の終端構造を制御しない状態であ

っても、グラフェンの優れたスピン輸送性と CFGG の高スピン偏極率に基づくスピン流の効率的制御の実現が期待できる。

5. まとめと今後の展望

単層グラフェン (SLG) と高スピン偏極ホイスラー合金 $\text{Co}_2\text{FeGe}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}$ (CFGG) からなる新規ヘテロ構造について、深さ分解 XMCD 分光と第一原理計算による研究を行った。SLG/CFGG ヘテロ構造は、グラフェンと磁性金属が化学的に結合している他のグラフェン / 磁性金属ヘテロ構造とは異なり、グラフェンと CFGG はファンデルワールス相互作用により弱く結合していること、それにより SLG/CFGG 界面近傍の CFGG はバルク領域に近い磁性を有し、SLG はディラックコーンなどグラフェンに固有な π バンドの状態が保たれていることを明らかにした。さらに、CFGG はそのハーフメタリックなバンド構造や高スピン偏極率が界面付近まで保たれていることが示された。今回、SLG/CFGG ヘテロ構造の電子、磁気状態に関する研究結果からホイスラー合金のグラフェンスピントロニクスデバイス用の磁性材料としての有用性が初めて明らかになったことで、今後はデバイス応用に関する研究開発が進むことが期待できる。我々の研究プロジェクトでも、現在、グラフェン / ホイスラー合金積層材料を用いた磁気抵抗素子の開発を進めている。

6. 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 17H07376, 18K13985 の助成および QST 未来ラボ, 萌芽的研究の助成を受けて行った。深さ分解 XMCD 分光は、課題番号 2017G030, 2018P016 により実施した。

引用文献

- [1] S. Datta and B. Das, Appl. Phys. Lett. **56**, 665 (1990).
- [2] H. Dery, P. Dalal, L. Cywiński, and L. J. Sham, Nature **447**, 573 (2007).
- [3] W. Han, R. K. Kawakami, M. Gmitra, and J. Fabian, Nat. Nanotechnol. **9** 794 (2014).
- [4] S. Li, Y. K. Takahashi, T. Furubayashi, and K. Hono, Appl. Phys. Lett. **103**, 042405 (2013).
- [5] S. Li, K. V. Larionov, Z. I. Popov, T. Watanabe, K. Amemiya, S. Entani, P. V. Avramov, Y. Sakuraba, H. Naramoto, P. B. Sorokin, and S. Sakai, Adv. Mater. **32**, 1905734 (2020).
- [6] K. Amemiya, Phys. Chem. Chem. Phys. **14**, 10477 (2012).
- [7] W. Hua, B. Gao, S. Li, H. Ågren, and Y. Luo, Phys. Rev. B **82**, 155433 (2010).
- [8] A. B. Preobrajenski, M. L. Ng, A. S. Vinogradov, and N. Mårtensson, Phys. Rev. B **78**, 073401 (2008).
- [9] A. Dahal and M. Batzill, Nanoscale **6**, 2548 (2014).
- [10] Y. Matsumoto, S. Entani, A. Koide, M. Ohtomo, P. V. Avramov, H. Naramoto, K. Amemiya, T. Fujikawa, and S. Sakai, J. Mater. Chem. C **1** 5533 (2013).
- [11] W. Q. Liu, W. Y. Wang, J. J. Wang, F. Q. Wang, C. Lu, F. Jin, A. Zhang, Q. M. Zhang, G. van der Laan, Y. B. Xu, Q. X. Li, and R. Zhang, Sci. Rep. **5**, 11911 (2015).
- [12] G. Bertoni, L. Calmels, A. Altibelli, V. Serin, Phys. Rev. B **71**, 075402 (2005).

(原稿受付日: 2021 年 3 月 19 日)

著者紹介

李松田 Songtian LI



量子科学技術研究開発機構 主任研究員
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233
e-mail: li.songtian@qst.go.jp

略歴: 2012 年信州大学大学院総合工学研究科博士課程修了, 博士(学術)取得, 2012 年物質・材料研究機構博士研究員, 2017 年量子科学技術研究開発機構博士研究員, 2019 年量子科学技術研究開発機構主任研究員。

最近の研究: 二次元物質の物性とスピントロニクス素子への応用に関する研究

趣味: スノーボード

境誠司 Seiji SAKAI



量子科学技術研究開発機構
プロジェクトリーダー
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233
e-mail: sakai.seiji@qst.go.jp

略歴: 2001 年筑波大学大学院工学研究科博士課程修了, 博士(工学)取得, 2002 年日本原子力研究所(現, 日本原子力研究開発機構)入所, 2016 年量子科学技術研究開発機構入所。

最近の研究: 二次元物質のスピントロニクス, スピンフォトニクスへの応用に関する研究, 量子ビームを用いた物性計測技術の開発

趣味: コーヒーと音楽

NEG コーティング – 次世代放射光源に不可欠な超高真空技術 –

谷本育律^{1,2}, 金秀光^{1,2}, 山本将博^{1,2}, 本田融^{1,2}, 野上隆史¹, 内山隆司¹

¹ 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設 加速器第六研究系,

² 総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科 加速器科学専攻

NEG Coating: An Ultra-high Vacuum Technology Essential for Next Generation Light Sources

Yasunori TANIMOTO^{1,2}, Xiuguang JIN^{1,2}, Masahiro YAMAMOTO^{1,2}, Tohru HONDA^{1,2},
Takashi NOGAMI¹, Takashi UCHIYAMA¹

¹ Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

² School of High Energy Accelerator Science, Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI)

Abstract

真空容器の内壁を真空ポンプとして機能させる非蒸発型ゲッター (NEG) コーティングが普及しつつある。特に最近の高輝度光源加速器ではビームダクトの小口径化が進んでおり、ダクトに沿った分布排気と低い光刺激脱離特性を兼ね備える NEG コーティングが広く採用されている。また、加速器以外の真空装置への応用も望まれており、さらなる性能向上や応用範囲の拡大に向けた研究が KEK を始め世界各国で進められている。本稿では、NEG コーティング技術の概要に加え、最近の研究や今後の展望の紹介を行う。

1. はじめに

真空装置を使用している方の中には「運転中の到達圧力を下げたいけど、真空ポンプを付けるスペースがない」という思いを抱いている方も多いのではないだろうか。NEG コーティングはこのような状況の改善に適した超高真空技術であり、とりわけ真空ポンプの設置が困難な装置において排気速度を向上させる最も効果的な手段となる。例えば、PF リングのような光源加速器の場合、運転中のビームダクト内の圧力は放射光照射による光刺激脱離 (Photon Stimulated Desorption; PSD) ガスによって上昇するが、電子ビームとの散乱を抑えるために 10^{-8} Pa の超高真空が求められている。しかも、近年の高輝度光源のようにビームダクトの口径が 20 mm 程度まで小さくなると、この PSD ガスを従来のようにビームダクトを通して真空ポンプに導く方法では超高真空を達成することができず、ビームダクトに沿って真空ポンプを配備させる分布排気方式が不可欠となる。このため、ビームダクトの内壁を真空ポンプとして利用できる NEG コーティングが最も有効な排気手段となっている。

さらに、NEG コーティングは運転初期の PSD ガス放出が一般的な金属表面よりも数桁小さい (光焼出しの枯れが速い) という特性を持っており、加速器の立上げ (コミッションング) 期間の短縮化にも貢献する。この他にも装置がシンプル化できて、動作コストも低減できるという利点があり、加速器以外でも放射光ビームラインや電子顕微鏡、各種分析装置など、運転圧力の低減が装置性能の向上

に直結する真空システムにおいて有望な超高真空技術として徐々に普及が進みつつある。

ただし、このような NEG コーティングの性能をうまく発揮させ、それを長期間にわたって維持させるためには適切な準備操作や運転環境が必要であり、NEG コーティングの特性に関する知識が役に立つ場合が多い。本稿では、前半で NEG コーティングの基本的な特性を解説し、後半は KEK を始め世界中で進められている NEG コーティング開発の現状や今後の展開を紹介する。

2. NEG コーティングの概要

NEG コーティングは非蒸発型ゲッター (Non-Evaporable Getter) コーティングの略称で、気体分子に対して吸着作用をもつ NEG 材を真空装置内壁に 1 μm 程度製膜した真空ポンプである。「ゲッター」という用語は化学吸着による真空排気作用を指し、ゲッターポンプは貴ガスやメタンなどの不活性ガスを除く気体分子の排気を得意としている。「非蒸発型」と呼ばれるのは、PF リングや PF-AR の主要ポンプでもあるチタンサブリメーションポンプが蒸発 (「フラッシング」や「ゲッターを焚く」ともいう) によって活性な化学吸着作用を得るポンプに対して、NEG ポンプは NEG 材を蒸発させずに昇温のみで排気作用を活性化させるためである。

NEG コーティングは、元々は 1990 年代後期に欧州原子核研究機構 (CERN) において大型ハドロンコライダ (LHC) の真空システムに向けて開発された技術である

[1,2]。開発直後の 2000 年代初期から ESRF [3], ELETTRA [4], LCLS [5], SOLEIL [6] などの第 3 世代光源に採用され始め、2015 年以降には MAX IV [7], SIRIUS [8], SLS 2.0 [9], PETRA IV [10] のように、ほとんど全周のビームダクトに NEG コーティングを施した加速器が建設や設計されている。

国内では KEK で 2013 年に建設された小型エネルギー回収型加速器 (cERL) において超伝導空洞周辺の圧力低減が不可欠なビームダクトから採用され始め [11], 2018 年に PF リングに設置された BL-19 用アンジュレータの扁平ビームダクトにも採用されている [12]。

2.1 NEG ポンプの動作原理

NEG コーティングを含め、一般に NEG ポンプは活性な金属表面が吸着分子で覆われるにしたがって排気速度が低下する。購入時など大気に触れていた場合は表面が酸化層で覆われている (当然, 排気作用がない)。ここでは NEG ポンプの動作原理として、活性化とよばれる排気作用を回復させるプロセスを中心に解説する。

NEG 材の表面において、活性ガスは高い吸着確率で捕獲され、多くの場合自発的に解離吸着して金属と強く共有結合する [13]。そして、ステンレスなどの一般金属とは対照的に、真空準位よりもバルク内に拡散するポテンシャルの方が低い [14], 吸着分子 (原子) は昇温によって脱離ではなく NEG 材内部へ拡散し、その結果、新鮮な金属表面が生成される。この拡散プロセスの度合いは、X 線光電子分光法 (XPS) やオージェ電子分光法 (AES) を用いて、昇温前後での酸素の結合状態や吸着量の変化を観察することで正確に判定できる [15,16]。

活性ガスのうち水素だけは常温でもバルク内に拡散し、表面からも脱離する。水素と NEG 材との反応は次式のように可逆的であり、活性化中に放出されるガスのほとんど (99% 以上) は水素が占めている。



活性化中、左辺の水素平衡圧は右辺の NEG 材内部の溶解度の 2 乗に比例するというジーベルツ則に従うため [17,18], 気相の水素分子をターボ分子ポンプでできるだけ効果的に系外に排出させて NEG 材内部の水素含有量を減らすことが活性化後の高い排気速度や排気容量を得るのに有効である。

以上をまとめると、NEG ポンプの性能をうまく引き出すには適切な活性化を行うことが重要であり、具体的には、1) NEG 材毎に規定されている温度と時間を守って表面の酸素を十分に内部拡散させること、2) 高い実効排気速度で粗排気を働かせて NEG 材の水素含有量を十分に低減させること、の 2 つの目的を達成させることである。

2.2 NEG コーティングの構造

一般的な NEG ポンプは真空中で 500°C 程度に 1 時間保持させて活性化させるものが多いのに対し、NEG コーテ

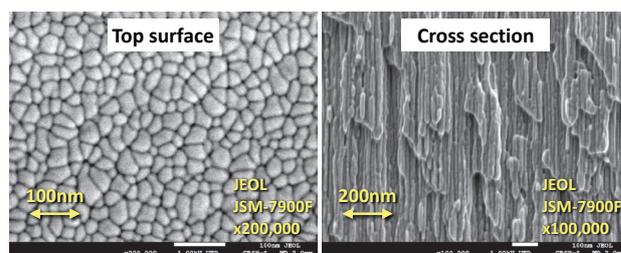


Figure 1 SEM images of a TiZrV film coated by SAES Getters for the PF-ring Undulator #19 [12].

ィングは比較的低温な 160 ~ 200°C で 24 時間保持させることで活性化される。これは、チェンバをベーキングするときの許容温度以下で NEG を活性化させる必要があるためであり、まさにこの点が NEG コーティングの開発における主要課題であった。CERN の開発チームは様々な材料を試験した結果、TiZrV の 3 元合金をマグネトロンスパッタ法で製膜することで、低温活性化条件を満たす NEG コーティングが得られることを見出した [19]。

活性化温度の低温化に対しては、酸素に対する溶解度が高いことが重要で、この点において第 4 族の Ti, Zr, Hf が優れており、NEG 材の主元素として広く利用されている。NEG コーティングの場合はこの Ti と Zr に第 5 族の V を追加して拡散性を向上させている [20]。これは、酸素の内部拡散のパスとして結晶の粒界が有効に働くため [21], 結晶構造や格子定数の異なる元素の添加により結晶を微細化させることが低温活性化に寄与すると考えられているためである。Fig. 1 は TiZrV 薄膜の SEM 画像の例であり、10 ~ 20 nm の細かい結晶粒が確認できる。スパッタ法の利点である柱状に製膜できることも深さ方向の拡散に有利であると考えてられている [22]。結晶粒内のより微細な構造の観察として、X 線回折 (XRD) を用いると結晶子サイズが 2 nm 以下であることが多く [23], また、PF での広域 X 線吸収微細構造 (EXAFS) 観察の結果からは結晶単位胞を有していないことが確認されている。

2.3. NEG コーティングの排気性能

NEG ポンプの排気性能は排気速度と排気容量の 2 種類で規定される。さらに、排気容量の方は、活性化のたびに再生される表面排気容量と、ポンプ自体の寿命に関係するバルク排気容量の 2 種類がある。ここでは排気速度の方について解説する。

NEG コーティングの場合、排気速度は表面積や温度、ガス種によって異なるので、分子の立場でみた吸着確率、すなわち個々の気体分子が表面に入射したときに吸着される確率の平均で表す方が普遍的で便利である。吸着確率の例としては、超高真空領域での主要な残留ガス成分である水素に対して 0.001 ~ 0.01 程度、一酸化炭素に対して 0.2 ~ 0.5 程度である。これを常温での排気速度に換算すれば、それぞれ 1 cm² 当たり 0.04 ~ 0.4 L/s と 2.4 ~ 5.9 L/s に相当し、広範囲に製膜することでかなり大きな実効排気速度

が得られることになる。

ビームダクトのような長尺のNEGコーティングに対する排気速度は、一般的なポンプ開口面の排気速度を測定する手法は適用できず、ダクト内部の状態を評価する必要があるため、通過法とよばれる特殊な方法で測定する。ダクトの一端から測定したいガスを低流量で導入し、ダクトの両端に設置した真空計での圧力増加 Δp を測定して、その比を取ることでダクト内面の吸着確率を得ることができる。その際、吸着確率と両端の圧力比との相関関係を、予め Molflow+ などのモンテカルロシミュレーション [24] で取得しておいて実測値と比較する。Fig. 2 に長さ 480 mm、内径 23 mm の円筒型 NEG コーティングダクトに対して CO の吸着確率を測定した例を示す。ガス導入初期の圧力比は $\Delta p_1/\Delta p_2 = 2650$ であり、この場合の CO に対する吸着確率は 0.33 と測定される。流量 $3 \times 10^{-7} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ の CO 導入によって手前側の圧力 p_1 は 10^{-5} Pa 台まで上昇したのに対し、反対側の p_2 は NEG コーティングの排気性能により 10^{-8} Pa 台に留まり、ほとんど変化していないことがわかる。

もう一つ、NEG コーティングの排気に関する事例を紹介しよう。NEG コーティングダクトを設置した真空システムを残留ガス分析計 (RGA) で監視していたところ、実験で使用していない Ar が突如上昇し始めて驚いたことがある。調査の結果、RGA に対して NEG コーティングをはさんだ反対側で大気リークが起こっており、大気に含まれる Ar だけが NEG コーティングを通過して、このような特異な現象として観測されたことが判明した(ある意味、

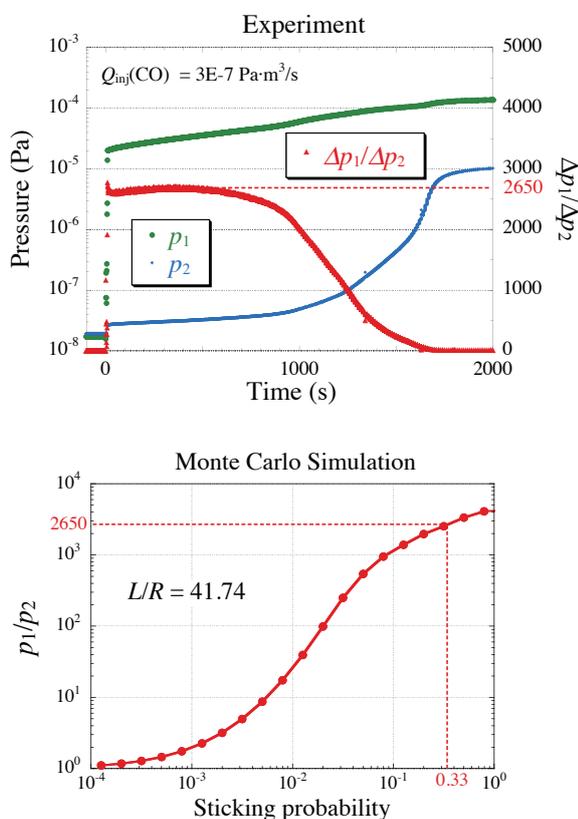


Figure 2 Sticking probability measurement by transmission method.

NEG コーティングがあたかも貴ガス精製器のように振る舞い、うまく活性化ガスを排気していたことが確認できたといえる)。

2.4 NEG コーティングの PSD 特性

上述のように、光源加速器では電子ビーム蓄積によりビームダクト内の圧力が上昇し、そのほとんどが放射光照射による PSD ガス放出によるものである。規模の大きな改造直後の運転では 3~4 桁上昇することもあり、改造前の状態に回復するまでに 1 週間~1 か月の光焼出し期間が必要になる。この枯れの度合いを表す指標として PSD 係数 (molecules/photon) が用いられ、照射光子 1 個当たりに放出される気体分子数で定義される。そして、Fig. 3 に示したように、活性化された NEG コーティングは PSD 係数の初期値が一般的な清浄金属表面よりも 2~3 桁低いという特性を持つ。

近年、加速器の真空システムの設計では Synrad+ と Molflow+ という放射光と圧力の 3 次元分布シミュレータ [24] を利用するのが一般的であり、この PSD 係数の変化をビームダクトの各微小面素ごとに適用することでコミッション中の枯れの進行や到達圧力が精度良く模擬できるようになっている。我々光源真空グループでは、PF の BL-21 を用いて、加速器の様々な条件に応じて NEG コーティングの PSD 係数を測定し [25, 26], PF や KEK-LS などの加速器の真空システム設計に役立てている [10, 12, 27]。

また、NEG コーティングは PSD だけでなく電子照射による脱離 (Electron Stimulated Desorption; ESD) によるガス放出特性も低いことが確かめられており [28], 例えば電子顕微鏡のように ESD による圧力上昇が性能に影響する装置への応用も期待されている。さらに、光や電子の飛び交う環境下ではガス放出だけでなく、電子放出 (光電子や 2 次電子) も低い [29]。このことは、素粒子実験用の陽子加速器や陽電子加速器においてビーム性能を劣化させる電子雲形成の抑制に役立つ。

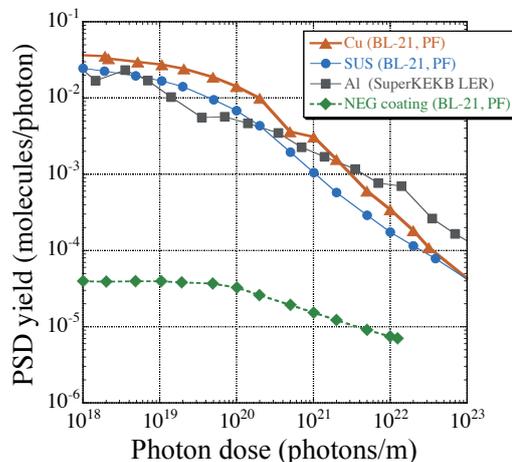


Figure 3 PSD yields of various materials [12].

3. 最近の研究紹介

最近の NEG コーティングの研究開発項目を大きく 3 つの方向性に分けて示すと Fig. 4 のようになる。ここでは、それぞれの方向性について最近の研究を簡潔に解説する。

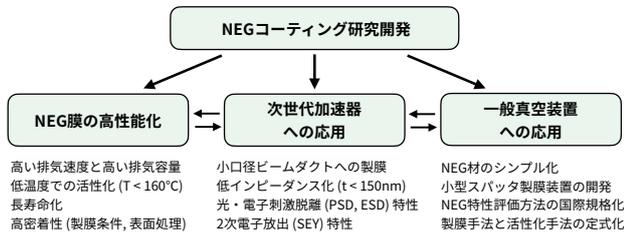


Figure 4 NEG-coating R&Ds: Present directions and their outlook.

3.1 NEG 膜の高性能化

3.1.1 高い排気速度と高い排気容量

高い表面排気容量をもつ NEG 膜は表面が飽和しにくく、高い排気速度を長期に維持できるという利点がある一方、大気開放を繰り返すと表面排気容量が高い分、バルク排気容量の飽和 (寿命) に達しやすくなる。また、高いバルク排気容量をもつ NEG 膜を得るには、内部拡散性に優れた柱状構造をもたせることが有効とされている。膜厚を厚くすることも有効であるが、 $3\ \mu\text{m}$ 辺りを超えると剥がれやすくなるためあまり好ましくない。したがって、NEG コーティングは使用環境に応じて最適な膜質や膜厚のものを採用することになる。

スパッタ法はこれらの膜構造の制御 [30] に加え、膜の密着性にも適した製膜手法であり、光源真空グループは Fig. 5 にあるように PF 光源棟地下機械室に 2 台のマグネトロンスパッタ装置 (ソレノイド寸法: 内径 31 cm-長さ 100 cm と内径 15 cm-長さ 50 cm) および通過法による排気性能測定装置を用いて、NEG 膜の真空特性と膜構造との相関を探求している。具体的には、グロー放電発光表面分析 (GDS) やエネルギー分散型 X 線分析 (EDS) による膜内元素の深さ分布、活性化過程の分子の挙動が排気性能に与える影響についての研究 [31] などである。近年の他施設での研究例としては、製膜中のガス圧力や印加電圧を変えて柱状や緻密な膜構造を制御する研究 [22] が行われている。

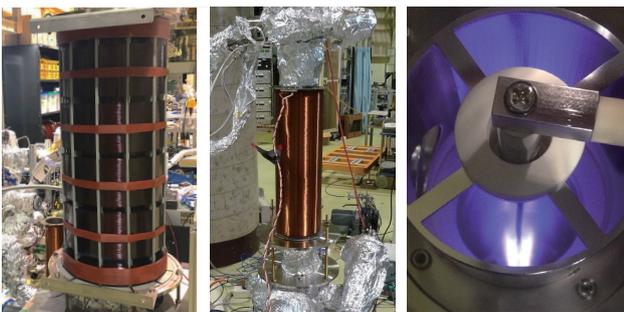


Figure 5 NEG coating devices being operated at KEK-PF, and plasma emission during NEG film deposition.

3.1.2 低温度での活性化 ($T < 160^{\circ}\text{C}$)

TiZrV 膜が活性化し始める 160°C よりも低い温度で活性化できる膜は、真空装置のベーキングを簡素化できるという利点がある。その開発例として、スパッタターゲットとして一般的な 3 種の純金属ツイストワイヤではなく TiZrV 合金を用いる方法 [32] や、TiZrV に Hf を加えた 4 元合金の NEG 材を製膜する方法 [33, 34] で、それぞれ 160°C と 150°C での活性化が実証されている。

3.1.3 長寿命化

運用面での長寿命化対策はやはり、できるだけ圧力の低い状態で運転し、かつ大気開放の回数を減らすことである。短時間の大気開放ならパージガスに貴ガスを用いると真空引き後に再活性化しなくても排気性能が回復するため、CERN などでは高純度の Ne を用いて真空作業を行っている [35]。Ar でも同様な効果が得られるが、高価な Ne を用いる理由は上述のように Ar が真空装置内に存在するとリークを疑う必要があるためである。

NEG コーティングの低いバルク排気容量の弱点を根本から克服する手段として、Pd 膜を利用する方法が注目されている。一般に貴金属は酸化膜を形成せず、また比較的低温での加熱により吸着ガスを放出する。中でも Pd は超高真空における主要な残留ガス成分である水素や一酸化炭素を吸着し、またバルク内に水素を取り込みにやすいという性質をもっている。NEG 膜の上に数 10 nm 程度の薄い Pd を付加的に製膜することで、原理的に無限に活性化できる NEG コーティングが得られるが、従来の NEG 膜よりも不利な点として、水素の再放出により到達圧力が高くなることや、二酸化炭素を排気できないこと、また、Pd 表面から Ti などの NEG 母材側への水素拡散に障壁があることなどが挙げられる。拡散性の改善に向けて、Pd に Ag を添加する手法 [36] や、Ti 界面での酸化膜の形成を抑制した無酸素 Pd/Ti 膜 [37] が開発されている。光源真空グループも Pd/TiZrV 膜の排気特性や PSD 特性を調べており、良好な結果が得られつつある [38]。

3.2 次世代加速器への応用

3.2.1 小口径ビームダクトへの製膜

次世代加速器では内径 10 mm クラスの小口径ビームダクトに適用させる必要があり、これまでに内径 6 mm のビームダクトへの製膜が、NEG ポンプに関して多くの開発と供給の実績を有するサエスゲッター社により実証されている [39]。また、従来の発想を転換して、まずアルミパイプの外周に NEG コーティングを施し、その外側に銅パイプを電鍍法で形成し、その後芯のアルミを化学エッチングで取り除く手法が CERN により開発されている [40]。この手法により、スパッタ製膜が困難な細い銅ダクトの内面にも NEG コーティングが施せるようになる。

3.2.2 低インピーダンス化

ビームダクトの内面には周回ビームの誘起電磁場に対す

る良好な導電性が求められており、小口径化が進むとその影響がより顕著になる。この点においては無酸素銅製ビームダクトが最適であるが、比較的電気抵抗の高い TiZrV を製膜すると、膜厚が 1 μm であってもビーム不安定性の原因になりうる。

光源真空グループでは、CERN と共同で 150 nm の薄い NEG コーティングの PSD 特性を BL-21 で調査しており、大気開放と活性化を 10 回繰り返しても PSD 係数に劣化は見られないという結果が得られている。また、CERN のグループは、90 nm の薄い NEG コーティングに対して同様な活性化サイクルを繰り返して、内部拡散した酸素の分布を深さ方向の XPS 観察し、4 回の活性化ですでにバルク排気容量に達していることを確認している [41]。すなわち、90 nm の膜厚では 5 回目以降は活性化による排気性能の回復は見込めないことを意味する。その状況でも低い PSD 特性を有しているのは、低 PSD 特性の特徴である清浄な薄い酸化膜が NEG 表面で形成されているためと考えられる。

今後、次世代加速器でダクト内面の低インピーダンス化が必須条件となる場合は、膜厚を薄くして排気性能を犠牲にしても低い PSD 特性を重要視するという設計方針が採用されていく可能性がある。その一例として、SLS 2.0 ではビームダクトの一部に膜厚 200 nm の薄い NEG コーティングを施すとのことである [9]。

3.3 一般真空装置への応用

3.3.1 NEG 材のシンプル化

最近の研究で、Zr だけをマグネトロンスパッタで製膜することで、十分な低温活性化や低 ESD 特性が得られることが確かめられている [42]。この方法は、必ずしも TiZrV のような高性能が必要でなく、シンプルに NEG コーティングを適用したい場合に有効な手段になると期待される。

3.3.2 小型スパッタ製膜装置の開発

CERN 方式の NEG コーティングは長尺なビームダクトの形状に最適化された製膜手法であり、このためリング全周の多様なチェンバに NEG コーティングを隈なく施すには限界がある。また、真空は気体分子数がログスケールで変化する世界なので、コーティングなしで PSD 係数が 2 桁高い表面が 1% でもあれば、残りの 99% と同程度のガスを放出することになり、せっかくの努力の成果が半減してしまうことになる（真空装置のベーキングで全体を温めることが大事な理屈と同じ）。

そこで、光源真空グループでは複雑な形状をもつ真空チェンバやコンポーネントにも NEG コーティングを施すことができるように、真空フランジ上に NEG 材と磁石を組み込んだ小型の DC マグネトロンスパッタ装置の開発を進めている。これまでに国内の金属メーカー（大阪アサヒメタル）の尽力により TiZrV 合金の製造方法を確立し、2020 年に ICF114 型プロトタイプを用いて DC マグネトロンスパッタでの製膜に成功している（Fig. 6）。本装置は 2021

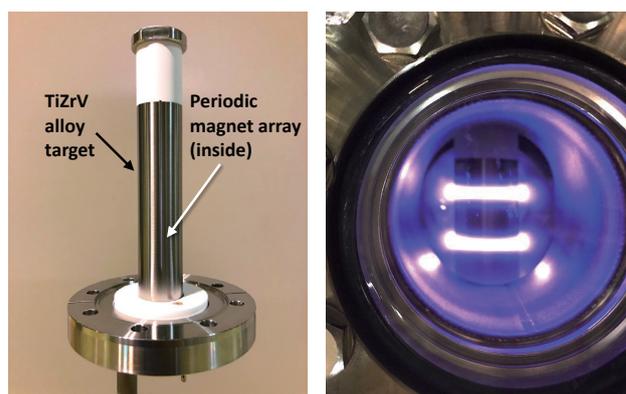


Figure 6 Compact NEG-coating device and plasma emission during NEG film deposition.

年 4 月現在、特許申請中である。

この小型製膜装置は加速器以外の一般真空装置にも応用が可能であり、今後は普及に向けた開発を進めていく予定である。スパッタ方式の製膜というと敷居が高いと思われるかもしれないが、この装置はユーザーが真空装置に必要な数を組み込み、1 Pa 程度の Kr（または Ar）を導入して -500V 程度の電圧を印加するだけで TiZrV を製膜できるようにするものである。

3.3.3 NEG 特性評価方法の国際規格化

2018 年頃までは KEK も含めて、NEG コーティングの応用や供給を目的とした製膜装置の設置には CERN からのライセンス供与と技術移転が必要であったが、開発後 20 年以上が経過した現在は特許が失効しているとのことである。今後、多様な NEG コーティングが普及してきたとき、ユーザーが安心して利用できるようにするためには、特性評価方法がしっかり規定されていることが重要となる。現在、産業技術総合研究所計量標準総合センターが中心となって、日本からの提案で NEG ポンプの性能評価方法を ISO 規格化する取り組みがなされている [43]。

4. おわりに

NEG コーティングは真空チェンバの壁自体を真空ポンプとして機能させることができ、光や電子照射下でのガス放出や電子放出も少ないことから、多様な真空システムの性能向上を可能にする有望な真空技術として注目されている。一方、これらの性能を十分に発揮させるには NEG 材の特性を理解しておくことが大切である。ご自身の装置への導入や運転操作でお困りの方は、著者までご連絡をいただければ少しはお役に立てることがあるかもしれない。PF では放射光実験施設の間瀬一彦准教授のグループでも NEG コーティングの研究開発が精力的に進められている。NEG コーティングについてさらに詳しくお知りになりたい方は、日本表面真空学会主催で毎年、真空夏季大学応用技術講座として NEG コーティングの講習を開催しており、ぜひそちらの受講をお勧めしたい（ただし、コロナ禍での開催は未定）。

5. 謝辞

これまでの光源真空グループでの研究開発では、費用を含めた研究環境を加速器 6 系の小林幸則主幹と放射光実験施設の船守展正施設長に整備していただいています。また、加速器 3 系の宮島司准教授にはソレノイド電磁石の設計と製作をしていただきました。さらに、NEG 膜の表面や構造の分析では、仁谷浩明助教、武市泰男助教、堀場弘司准教授（現：量子科学技術研究開発機構）、間瀬一彦准教授らの支援をいただいています。この場を借りてお礼申し上げます。

引用文献

- [1] C. Benvenuti, P. Chiggiato, F. Cicoira, and Y. L'Aminot, *J. Vac. Sci. Technol. A* **16**, 148 (1998).
- [2] C. Benvenuti *et al.*, *Vacuum* **60**, 57 (2001).
- [3] R. Kersevan, Proc. 8th European Particle Accelerator Conf. (EPAC2002) 2565.
- [4] F. Mazzolini *et al.*, Proc. 8th European Particle Accelerator Conf. (EPAC2002) 2577.
- [5] M.J. Ferreira O.R. Ferraz, H.G. Filho, and M.B. Silva, Proc. 21st Particle Accelerator Conf. (PAC2005) 2807.
- [6] C. Herbeaux *et al.*, Proc. 11th European Particle Accelerator Conf. (EPAC2008) 3711.
- [7] M. Grabski *et al.*, Proc. 4th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2013) 3385.
- [8] L. Liu *et al.*, Proc. 11th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2020) 11.
- [9] M. Dehler *et al.*, Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2019) 1662.
- [10] N. Plambeck, DESY-M-19-01.
- [11] Y. Tanimoto *et al.*, Proc. 4th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2013) 3315.
- [12] Y. Tanimoto *et al.*, Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2019) 1276.
- [13] 福谷克之, 小倉正平, 大野哲, *真空* **59**, 145 (2016).
- [14] B.M. Shipilevsky and V.G. Glebovsky, *Vacuum* **41**, 126 (1990).
- [15] M.P. Lozano and J. Fraxedas, *Surf. Interface Anal.* **30**, 623 (2000).
- [16] C. Benvenuti *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. A* **19**, 2925 (2001).
- [17] R. J. Knize, J. L. Cecchi, and H. F. Dylla, *J. Vac. Sci. Technol.* **20**, 1135 (1982).
- [18] A. Rossi, Proc. 10th European Particle Accelerator Conf. (EPAC2006) 1444.
- [19] A. E. Prodromides, C. Scheuerlein, and M. Taborelli, *Vacuum* **60**, 35 (2001).
- [20] P. Chiggiato and P. Costa Pinto, *Thin Solid Films* **515**, 382 (2006).
- [21] O. B. Malyshev *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. A* **27**, 521 (2009).
- [22] O. B. Malyshev, R. Valizadeh, and A. N. Hannah, *J. Vac. Sci. Technol. A* **34**, 061602 (2016).
- [23] 金秀光 他, 第 16 回加速器学会年会プロシーディングス 619 (2019).
- [24] Synrad+ and Molflow+ are Monte Carlo codes developed at CERN by R. Kersevan and M. Ady. website: cern.ch/molflow
- [25] M. Ady *et al.*, Proc. 6th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2015) 3123.
- [26] M. Ady, PhD dissertation, <https://cds.cern.ch/record/2157666/files/CERN-THESIS-2016-047.pdf>
- [27] KEK 放射光 Conceptual Design Report (Accelerator).
- [28] O. B. Malyshev, A.P. Smith, R. Valizadeh, and A. Hannah, *J. Vac. Sci. Technol. A* **28**, 1215 (2010).
- [29] B. Henrist, N. Hilleret, C. Scheuerlein, and M. Taborelli, *Appl. Surf. Sci.* **172**, 95 (2001).
- [30] Benvenuti *et al.*, *Vacuum* **71**, 307 (2003).
- [31] 金秀光, 谷本育律, 内山隆司, 本田融, 表面と真空, in press.
- [32] R. Valizadeh *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. A* **28**, 1404 (2010).
- [33] O. B. Malyshev, R. Valizadeh, and A. N. Hannah, *Vacuum* **100**, 26 (2014).
- [34] Xiaoqin Ge *et al.*, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A* **967**, 163864 (2020).
- [35] G. Lanza *et al.*, Proc. 2nd Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC2011) 1557.
- [36] C. Benvenuti *et al.*, *Vacuum* **73**, 144 (2004).
- [37] T. Miyazawa *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. A* **37**, 021601 (2019).
- [38] X.G. Jin, Y. Tanimoto, T. Uchiyama, and M. Okano, *Vacuum*, submitted.
- [39] T. Porcelli *et al.*, *Vacuum* **138**, 157 (2017).
- [40] L. L. Amador *et al.*, *J. Vac. Sci. Technol. A* **36**, 021601 (2018).
- [41] E. Belli *et al.*, Proc. 62nd ICFA ABDW on High Lumi. Circular e+e- Colliders (eeFACT2018) 234.
- [42] R. Širvinskaitė *et al.*, *Vacuum* **179**, 109510 (2020).
- [43] 吉田肇, VACUUM2020 真空展 ONLINE 規格標準報告会, 2020 年 10 月 14 日 - 11 月 13 日.
(原稿受付日: 2021 年 4 月 6 日)

著者紹介

谷本育律 Yasunori TANIMOTO



KEK 加速器研究施設
加速器第六研究系 准教授
〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
e-mail: yasunori.tanimoto@kek.jp
略歴：1995 年名古屋大学理学研究科物理学専攻修士課程修了，動力炉・核燃料開発事業団 研究員，1997 年 10 月 KEK 物質構造科学研究所 助手，2010 年 11 月～2011 年 8 月 CERN Unpaid Associate（総研大若手教員海外派遣事業），2012 年 4 月 KEK 加速器研究施設 准教授，博士（理学）。最近の研究：NEG コーティング。PF-ring と PF-AR と cERL の真空システムの高性能化。
趣味：テニス，バドミントン。

金秀光 Xiuguang JIN



KEK 加速器研究施設
加速器第六研究系 助教
〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
e-mail: jinxg@post.kek.jp
略歴：2010 年名古屋大学工学研究科博士課程修了，博士（工学），2010 年名古屋大学高等研究院特任助教，2014 年高エネルギー加速器研究機構特別助教，2018 年高エネルギー加速器研究機構助教。
最近の研究：NEG コーティング，スピン偏極電子源
趣味：サッカー

山本将博 Masahiro YAMAMOTO

KEK 加速器研究施設 加速器第六研究系 准教授
〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
e-mail: masahiro.yamamoto@kek.jp
略歴：2004 年名古屋大学大学院理学研究科助教，2009 年

高エネルギー加速器研究機構加速器研究施設特別助教，2010 年同施設助教，2019 年同施設准教授。理学博士。2019 年度より筑波大学数理学系准教授を兼任。専門は超高真空，電子銃に関する研究。KEK では極低エミッタンス光陰極高電圧電子源の開発，PF 及び PF-AR の輸送路改造のための真空設計，cERL のビーム運転，RI 製造などの真空設計および照射実験なども行っている。

本田融 Tohru HONDA



KEK 加速器研究施設
加速器第六研究系 教授
〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
e-mail: tohru.honda@kek.jp
略歴：1984 年東京大学工学部物理工学科卒業，1985 年東京大学生産技術研究所助手，1992 年高エネルギー物理学研究所助手，博士（工学），2005 年高エネルギー加速器研究機構准教授，2013 年より現職。2016 年総研大高エネルギー加速器科学研究科加速器科学専攻長，2020 年より同研究科副研究科長を兼任。
最近の研究：放射光源加速器の真空機器の設計開発
趣味：ボウリング，四十の手習いから経歴 20 年。

野上隆史 Takashi NOGAMI

KEK 加速器研究施設 加速器第六研究系 技師

内山隆司 Takashi UCHIYAMA

KEK 加速器研究施設 加速器第六研究系 技師

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

e-mail: takashi.uchiyama@kek.jp

最近の研究：真空計の較正，ガスケット性能試験，真空到達試験，真空装置組立

趣味：サッカー，バドミントン，家庭菜園

Beyond 5G に資する低環境負荷な物質・デバイス商用化技術の創出 Society 5.0 for SDGs に資するキーテクノロジー

2021年2月3日
東北大学電気通信研究所
信越化学工業株式会社
高エネルギー加速器研究機構
東北大学多元物質科学研究所
高輝度光科学研究センター
情報通信研究機構

■概要

次世代無線通信システム (Beyond 5G) は、来るべき社会、持続可能性を担保しつつ、必要な人に必要なモノ・サービスが必要なだけ届く快適な社会 (Society 5.0 for SDGs, 一般社団法人日本経済団体連合会 (経団連) 提唱) の基盤インフラとなるものです。

本研究グループは、グラフェンを用いた低環境負荷かつ超高速なデバイスの革新的な製造法を創出しました。本法は世界最高水準品質を保ちつつコストを 1/100 以下にすることを可能にし、さらに、グラフェン・デバイスが従来抱えていた弱点を克服することで Beyond 5G に不可欠な THz 帯で動作するデバイスの商用化を可能にするものです。

本研究は、東北大学電気通信研究所の吹留博一准教授らの研究グループと信越化学工業、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、高輝度光科学研究センター、情報通信研究機構 (NICT) との産官学連携共同研究の成果です。

本研究成果は、2月4日に MDPI の科学誌「Nanomaterials」に掲載されます (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/02/PR20210204.pdf> をご覧ください)。

電場に追従した強誘電体の電子状態のリアルタイム観測に成功 ~鉛を使わない環境に優しい強誘電体材料開発に道筋~

2021年3月4日
広島大学
東京工業大学
静岡大学
高エネルギー加速器研究機構

■概要

広島大学大学院先進理工系科学研究科の加藤盛也大学院生 (博士後期課程 1 年)、中島伸夫准教授らは、東京工業

大学科学技術創成研究院の安井伸太郎助教、同大学物質理工学院の安原颯助教、静岡大学大学院総合科学技術研究科の符徳勝教授、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の足立純一研究機関講師、仁谷浩明助教、武市泰男助教、ラトビア大学のアンドリス・アンスボックス主任研究員らと共同で、チタン酸バリウム薄膜に交流電場をかけた際に引き起こされる電子状態変化のリアルタイム観測に初めて成功しました。

物質に電場をかけた際に、物質を構成する原子間の結合がどのように変化するのか、その場観察することは困難でした。放射光 X 線を用いた元素選択的な測定と、高速信号処理が可能な半導体 X 線検出器を組み合わせることにより、この困難を克服し、バリウムイオンとチタンイオンの静電相互作用を実験により初めて明らかにしました。古くから知られているチタン酸バリウムは、人体に有害な鉛を使わない強誘電体として再注目されており、本研究により、この物質を使った材料開発に新たな道筋を見出しました。

本研究の成果は、材料学で権威のある雑誌 Acta Materialia に 1 月 21 日付でオンライン掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2021/03/PR20210304imss.pdf> をご覧ください)。

「2020年度量子ビームサイエンスフェスタ 第12回 MLF シンポジウム 第38回 PF シンポジウム」開催報告

量子ビームサイエンスフェスタ実行委員長 松垣直宏

2020年度量子ビームサイエンスフェスタ、第12回 MLF シンポジウム、第38回 PF シンポジウムは、KEK 物質構造科学研究所、J-PARC センター、総合科学研究機構 (CROSS)、PF ユーザーアソシエーション (PF-UA)、J-PARC MLF 利用者懇談会 (MLF 利用懇) の共同主催で、茨城県、つくば市、東海村の後援と21の学術団体の協賛のもと、2021年3月9日(火)～11日(木)の3日間にわたってオンラインで開催されました。

2015年度から始まった量子ビームサイエンスフェスタは、PF および MLF 施設スタッフとユーザーとの情報交換の場であるだけでなく、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子といった異なるプローブを用いる研究者間の交流を通して、将来の量子ビーム利用研究のあり方を考える場となることを目指して開催されて参りました。

昨年度のサイエンスフェスタは水戸会場での開催が予定されていましたが、新型コロナウイルス感染拡大のために中止となりましたことはご存じのとおりです。その状況はしばらく続くことが見込まれたため、今年度はオンライン開催前提で準備が進められました。日程をフレキシブルにできる利点を生かし、PF および MLF シンポジウムの日程を完全に分け、両シンポジウムに参加しやすい構成としました。また、ユーザーグループ等の会合の場もフェスタ前後の期間に提供し、それぞれ都合の良い日程において開催されました (PF-UA グループミーティング：9件、MLF 利用懇研究会：1件)。例年会場でブースを設けて行われる企業展示に関しては、PF-UA、MLF 利用懇による特設ホームページ (<http://qbsf-pfua-mlfus.jp>) を設け、そこで各企業の紹介を行う形としました。加えて PF、MLF シンポジウム中にウェビナーを行っていただくことで出展企業を募りました (出展企業；4社)。

オンライン開催の中、サイエンスフェスタを通じての参加者数は、例年と同等程度の614名でした (事前の参加登録者は733人)。それぞれの量子ビームの特徴を生かしたサイエンスはもちろん、複数の量子ビーム利用によるマルチプローブ研究など、サイエンスフェスタならではのテーマで盛んな研究発表、議論が行われました。以下、概略を報告いたします。

3/9 (火) : MLF シンポジウム

曾山和彦 J-PARC センター研究主席による開会挨拶に続いて、施設報告が行われました。その後「コロナ禍での

MLF の取り組み」というセッションで、コロナ禍における施設運転やユーザー実験への影響、施設としての感染対策などが報告されました。午後は MLF 利用懇総会から始まり、「ユーザーからの要望、アンケート結果報告」の後、企業2社によるウェビナーが行われました。続いて MLF 中長期計画の報告があり、柴山充弘 CROSS センター長からの挨拶により閉会しました。

3/10 (水) : 量子ビームサイエンスフェスタ

小杉信博物構研所長の開会挨拶の後、基調講演としてお二人の先生にご講演いただきました。

KEK 物構研の村上洋一先生には「量子ビームの協奏的利用による構造物性研究—軌道自由度を中心として—」と題してご講演いただきました。構造情報を様々な種類、測定領域、分解能で得るには特徴を持った複数の量子ビームと測定手法を密接に連携させる、すなわち協奏的利用により相乗効果が得られるということ、共鳴 X 線散乱法の開発による遷移金属酸化物の軌道秩序の観測や水素置換型鉄系超電導体におけるマルチプローブ研究を例に、明快にご説明いただきました。

国立歴史民俗博物館の齋藤努先生からは「負ミュオンによる文化財の完全非破壊調査—内部分析と深さ方向分析—」というタイトルでのご講演でした。銅鏡や経筒の由来と北宋銭の関係、江戸時代の金貨、丁銀の金属組成や色付け技術の進歩などに関しまして、非破壊で深さ方向の情報が得られる負ミュオン特性 X 線分析により明らかになった事実を、歴史的背景を交えてご解説いただきました。自然科学的なアプローチで人文科学を考察する文理融合研究の興味深いお話でした。



図1 基調講演中の村上洋一教授 (KEK 物構研) (上) と 齋藤努教授 (国立歴史民俗博物館) (下)。

来賓として、文部科学省・量子研究推進室の河原卓室長にご挨拶を賜りました（ご都合により基調講演の間の時間に急遽予定変更となりました）。山内正則 KEK 機構長、三浦幸俊 JAEA 理事には、予定通り基調講演後にご挨拶いただきました。また、五十嵐立青つくば市長、山田修東海村長からは、それぞれ挨拶動画、挨拶文が寄せられ、オンライン会場ページに掲載させていただきました。

午後にはポスターセッションとパラレルセッションが行われました。ポスターセッションでは量子ビーム科学の多岐にわたる分野から 273 件の発表がありました。今回オンラインでのポスターセッションを行うにあたり、ZOOM のブレイクアウトルーム機能によって各ポスター発表者が参加者と対話できるような環境を用意しました。その目的自体は良かったのですが、30 分間のコアタイムや入室の分かりづらさで、発表や対話時間が不足していると感じた参加者が多くいたのも事実です。次回オンラインで行う場合は、この反省を生かすようにしたいと思います。

学生奨励賞への応募があったポスター発表については、PF-UA, MLF 利用懇による審査が行われました。オンライン開催ということで「審査室」を設け、そこで発表してもらうという審査形式をとりました。53 件の応募があり、優秀な発表が 4 件、奨励賞として選出され、即日フェスタのホームページ上に掲載されました。迅速に受賞者を決定いただき、審査委員をお引き受け頂いた方々に感謝いたします。残念ながら授賞式の場を設けることができず、表彰および記念品の授与は、ホームページへの掲載と郵送で代えさせていただきました。

続くパラレルセッションではサイエンスの分野をもとにテーマ分けを行い、8 つのセッションが開催されました。特に今年度は量子ビーム連携研究センター (CIQuS) 発足の年度ということで CIQuS のセッション (A1・A2) を設けました。平行して「物性」(B1・B2)、「バイオ」(C1)、「材料科学」(D1)、「ソフトマター」(C2)、「技術開発」(D2) の各セッションにおいて、様々な量子ビームの利用研究や技術開発に関する発表が行われ、活発な議論がかわされました。



図2 セッション「CIQuS-2」での記念撮影
上段左から KEK 物構研 岡部博孝 研究員、佐賀山基 准教授、山田悟史 助教、下段左から 東北大学 石井祐太 助教、KEK 物構研 門野良典 教授、雨宮健太 CIQuS センター長

3/11 (木) : PF シンポジウムおよび低速陽電子施設報告

PF シンポジウムでは、清水敏之 PF-UA 会長の開会挨拶に続き、まず PF の施設報告が行われました。午前後半には PF-UA 総会が開催され、それに続くかたちで昼食休憩前に企業 2 社によるウェビナーが行われました。午後は、施設報告の後半として PF で開発を進めているトピックスに関する講演から始まり、PF の将来計画に関する短期および長期計画の報告および総合討論と進みました。小杉物構研所長による挨拶により PF シンポジウムは閉会となり、引き続き、小杉施設長の挨拶から低速陽電子施設の施設報告が行われました。

今回のサイエンスフェスタは初のオンライン開催であったことから、準備作業や当日の運営に例年の経験が生かせないことが多くありました。仕事量の見積もりが難しく、特定の人々（特に事務局）に過度の負担がかかってしまったと同時に、開会直前に仕事が集中して、割り振る余裕もなく片端から処理していくという状態になってしまいました。当日もいくつか想定外のトラブルがあり、PF が運転中であったことも忙しさに拍車をかけたようでした。来年度のサイエンスフェスタは 2022 年 3 月に開催の予定ですが形式は未定です。もしオンライン開催となった場合は、今年度の経験と反省を踏まえ、オンライン開催の良さを生かすべく改善したいと思います。引き続き量子ビーム科学研究の発展のために本サイエンスフェスタが貢献できるよう、PF, MLF スタッフ一同で協力して参りますので、今後ともよろしくお願いいたします。

最後になりましたが、準備から当日まで長期にわたって活動していただいた実行委員の方々、そして、事務手続きおよび運営全般を円滑に進めて頂き、本サイエンスフェスタを献身的に支えて下さいました事務局の皆様深く御礼申し上げます。

2020 年度サイエンスフェスタホームページ：

<http://qbs-festa.kek.jp/2020>

物構研トピックス：

<https://www2.kek.jp/imss/news/2021/topics/0309qbs-festa>

※原稿中の図はこちらのウェブページより転載しました。



図3 PF シンポジウムにて
上段左から KEK 物構研 清水伸隆 教授、兵藤一行 教授、中段左から KEK 加速器第六系 小林幸則 研究主幹、物構研 PF 船守展正 施設長、東京大学 清水敏之 教授、下段 名古屋工業大学 山本勝宏 准教授

日本放射光学会 学生発表賞を PF で研究 中の学生が W 受賞

物構研トピックス
2021年3月3日

1月8日～10日にオンライン開催された第34回日本放射光学会年会において、フォトンファクトリー（PF）での実験の成果を発表した2名がJSR2021学生発表賞を受賞しました。日本放射光学会の学生発表賞は、年会において将来性・独創性のある優秀な発表を行った学生を顕彰するものです。

JSR2021 学生発表賞

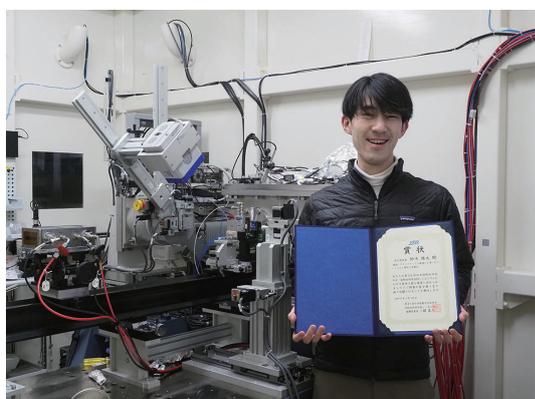
第1分野 X線領域の回折・散乱・分光など

「ブラックボックス最適化を用いたリートベルト解析の自動化」
総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究所 物質
構造科学専攻 鈴木雄太さん（物構研 放射光科学第一研究
系・量子ビーム連携研究センター）

[鈴木さんのコメント]

この研究は「ブラックボックス最適化」という数理最適化の技術を材料解析に応用した学際研究です。その着想は、長い友人であり共同研究者でもある尾崎嘉彦さん（グリー株式会社 / 産業技術総合研究所 人工知能研究センター）との雑談から生まれました。材料科学の問題を数理最適化の視点から捉えることで、シンプルな解決策を見つけて研究にまとめることができ、学際研究のおもしろさを実感すると共に、学びに溢れた機会となりました。

引き続き、共同研究者の皆様のご協力をいただきながら、「AI-assisted な物質・材料の理解」という自らのテーマの実現に向け、研究に取り組んでいきたいと思っております。



鈴木 雄太さん PF BL-15にて

JSR2021 学生発表賞

第2分野 VSX 領域の固体・原子分子など

「VO₂ 極薄膜における電子・結晶構造の膜厚依存性」
東北大学 多元物質科学研究所 志賀大亮さん
(KEK- 東北大連携大学院生)

[志賀さんの指導教官 組頭広志教授（物構研 特別教授）のコメント]

この研究は、PFのビームライン BL-2A の特長を活かした先端計測と酸化物ナノ構造作製を高いレベルで両立させたオリジナリティーのある研究です。

大学院生 T 型課題および KEK- 東北大連携大学院生と志賀大亮さん PF BL-2A にてしてつくばに常駐することで達成できた、全国共同利用施設ならではの成果だと思っております。



日本化学会賞・学術賞を MLF および PF のユーザーが受賞しました

物構研トピックス
2021年3月29日

物構研のユーザーが第73回日本化学会賞および第38回学術賞を受賞し、3月19日～21日にオンライン開催された日本化学会 第101春季年会において、受賞講演が行われました（ここではPFのユーザーについてピックアップします。全文は <https://www2.kek.jp/imss/news/2021/topics/0319CSJprize/> をご覧下さい）。

第38回学術賞

「in situ XAFS による動的触媒表面解析の確立」

朝倉清高 教授

(北海道大学 触媒科学研究所 触媒表面研究部門)

日本化学会学術賞は、化学の基礎または応用のそれぞれの分野において先導的・開拓的な研究業績をあげ、授賞対象となる分野で誌発表実績があるなどの条件を満たす日本化学会会員に授与される賞です。

朝倉教授は、X線吸収微細構造（X-ray Absorption Fine Structure : XAFS ザフス）を化学へ応用し、特に固体触媒表面の動的構造を原子レベルで解き明かすための新たな解析法として確立すべく長年にわたりこの研究領域を先導し



(上) 北大-KEK 連携シンポジウムで挨拶する朝倉 清高 教授 (2019年3月撮影) (下) 共同利用実験中の PF-AR NW-10A (2021年3月撮影)

てきました。なかでも触媒が実際に働いている最中の触媒構造変化を追跡する in situ XAFS 解析手法の開発を通じて触媒反応の本質的理解とこれに基づく触媒機能設計に新たな道を切り拓きました。また、単結晶酸化物表面に分散した金属の3次元立体構造を決定できる in situ 偏光全反射蛍光 XAFS 法 (Polarization-Dependent Total Reflection Fluorescence -XAFS: PTRF-XAFS) を開発し、金属担体相互作用の化学結合様式や担体上で金属種が単原子分散を起こす原理を明らかにしました。

これらの技術開発の多くは、KEKの放射光実験施設フォトンファクトリー (PF) を駆使して行われたものです。朝倉教授は、PF創設の頃から XAFS 装置の立ち上げに参画し、現在までの約40年間にわたり上述のさまざまな手法を開発し、解析法として確立させました。日本 XAFS 研究会を立ち上げて会長を務め、現在は国際 XAFS 学会の副会長を務めるなど、国内外の XAFS 分光法の発展にも尽力されています。2006年度にユーザー利用を開始したフォトンファクトリーアドバンスリング (PF-AR) NW-10A は、日本の XAFS 研究者コミュニティの要望を元に朝倉教授が中心となって提案し、建設されたビームラインです。

朝倉教授は、2010～2011年度に当時の PF ユーザー団体であった PF 懇談会の会長を勤め、東日本大震災からの復旧のための署名活動や2012年からの PF ユーザーアソシエーション (PF-UA) への改組など、XAFSにとどまらず多くの PF ユーザーをまとめ上げ、PF や物構研を支えてくださっています。

フォトンファクトリーの技術職員 丹羽尉博さんと小山篤さんが文部科学大臣表彰 研究支援賞を受賞

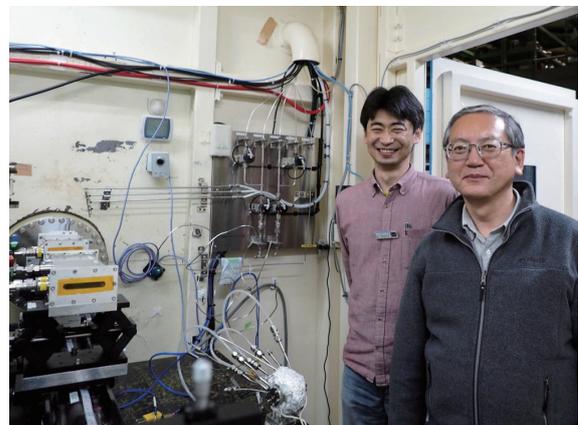
物構研ハイライト
2021年4月8日

物構研 放射光実験施設 (フォトンファクトリー) の丹羽尉博 (にわやすひろ) 技師と、小山篤 (こやまあつし) シニアフェローが、令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 研究支援賞を受賞しました。研究支援賞とは、科学技術の発展や研究開発の成果創出に向けて、高度で専門的な技術的貢献を通じて研究開発の推進に寄与する活動を行い、顕著な功績があったと認められる個人又はグループに贈られる賞です。2名は長年にわたりフォトンファクトリーにおける研究開発を支援してきた KEK の技術職員であり、「放射光ビームライン高度化による触媒反応実験の実現への貢献」が認められ受賞となりました。

放射光による物質の分析方法には、X線回折、X線吸収分光 (X-ray Absorption Fine Structure : XAFS, ザフス)、イメージングなどがありますが、反応の進行に伴い固体から液体など物質の相が変わるようなサンプルのその場 (in situ) 観察には XAFS 法が適しています。その場観察は材料などの機能発現機構の解明に有効な手法で、これまでも自動車排ガス浄化触媒など固体触媒の動作環境下での観察や、鉄の酸化還元反応の観察などが実施されてきました。

フォトンファクトリー (PF) には現在47 (フォトンファクトリー・アドバンスリング PF-AR も含む) のビームラインがありますが、これらはいっぺんに出来上がったわけではなく、研究者と技術者が協力しながら必要に応じて丁寧に設計され、1本ずつ完成していったものです。ビームラインが廃止され、その場所に新しいビームラインが建設されることもあります。

PFには1982年の共同利用実験開始直後から触媒を調べたい学術分野の研究者が集まっていました。XAFS ビームラインで触媒を研究するユーザーが、X線での観察を行い



左から丹羽尉博技師、小山篤シニアフェロー (PF BL-9C 実験ハッチ内のガス配管とともに2021年4月撮影)

ながらサンプルの温度を上げたい、サンプル容器にガスを注入して反応を見たい、と思うのは当然のことでした。

PFの硬X線XAFS専用ビームラインはすべて小山氏と野村昌治名譽教授が中心となって設計、建設されたビームラインです。その中のひとつであるBL-9Cは2000年に日本電気株式会社からPFに寄贈され、再整備されたもので、近年ではユーザーのニーズに応える形で、その場 (*in situ*) 反応実験を行いやすいよう整備が進められてきました。

XAFS測定では、様々な波長のX線が含まれる放射光から特定の波長のX線を取り出し、波長を次々に変えて、XAFSスペクトルと呼ばれるデータをとります。特定の波長を取り出す、つまり分光のための装置を分光器とよびますが、分光器内の分光結晶を回転させX線の入射角を変えることで波長を切り替えます。それまでのXAFSビームラインでは必要な波長で分光器の動作を止めてデータを取得し、次の波長に移動することを繰り返していたため、ひとつのXAFSスペクトルを得るのに数分から数十分を要していました。その場観察を実施するためには、その反応の速さに応じた高速のXAFS測定が必要になります。そのため、小山氏らは、XAFS測定の際に分光器の動きを一切止めずにスペクトルを取得できるQuick XAFS (QXAFS)を導入しました。これにより、条件によりますが、数秒から数分でXAFSスペクトルが取得できるようになりました。今ではPFの硬X線XAFS専用ビームライン6本にQXAFSシステムが導入されており、その場観察実験の利用拡大と測定時間短縮による高効率化に大きく貢献しました。

手作りのガス制御装置

2009年からそれぞれのビームライン担当者と共にXAFSビームライン運営を行うことになったのが丹羽技師です。ガスを使って反応させる実験を行うには、的確なタイミングで所定の流量のガスをサンプル容器に送り込むことと、確実な温度制御が必要です。それまでは実験を行いたいユーザーがそれぞれ自前のガス制御装置一式を持ち込んでいましたが、丹羽技師は、ユーザーが必要なときに使えるXAFSビームライン用のガス制御装置を手作りしました。ガス種ごとに入り口、出口があって、ガスの混合もできます。制御装置はキャスターがついた台に載せられていて必要に応じてXAFSビームラインに持ってきて、ガスポンペを繋ぎ、制御装置から実験ハッチ内にガスを通してサンプル容器に繋ぎ、さらにサンプル容器からの排ガスを実験ハッチの外のガス浄化装置に誘導するための配管が必要でした。実験ハッチとは、放射線による被曝を防ぐための部屋のことで、安全のため部屋から出て鍵をかけないとX線が出ない仕組みになっています。

慣れると作業時間は短縮されるものの、実際にガスを接続するのは実験するそれぞれのユーザーなので、時間がかかるのが常でした。配管後には漏れても害のないヘリウムガスを流し、ガス検出器などを使ってガス漏れチェックをします。配管はその都度違うので、ヘリウムが検出された場合、どこから漏れているのかを特定するのに時間も



手作りのガス制御装置（左上）と装置を移動している丹羽技師

かかります。可燃性ガスや毒性ガスを扱うので、実験準備完了後にはPFの安全担当者が現場の安全確認を行う必要がありますが、約束の時刻を過ぎても準備が終わらず、やむなく翌日に持ち越しというケースもありました。大学などの実験室と違い、ビームラインを占有できる時間は限られているので、実験準備にかかる時間が長いほど、実験ができる時間は減ってしまいます。

また、何度もつけたり外したりをしているうちに、ガスパイプの繋ぎ目にも摩耗や緩みが出てきます。丹羽技師は、配管後のチェックでガス漏れが報告されるたびに修理し、実験中にガス漏れを起こすことのないよう細心の注意を払っていました。

効率的で安全なガス反応制御システムの構築

丹羽技師は、安全性を高め、ユーザーの負担を減らして効率的に、より正確な実験を行ってもらうため、ガス反応を自動で制御するシステムの構築を計画しました。反応ガス雰囲気や試料温度などの触媒反応条件を遠隔制御することができ、ガス漏れ・過昇温・大地震等が起きたら、迅速かつ安全にガス供給を停止するシステムです。ガスボンベからガス制御装置を経て実験ハッチ内のサンプル直近までと、サンプル直近からガス除害装置までは、備え付けの配管とし、安全の責任は施設側が持ちます。これでユーザーは実験前の配管作業から解放されます。また、手作業の配管によるガス漏れの心配もなくなり、安全性が高まります。さらに、ガス種を選択と流量およびサンプル温度はコンピュータによる制御とし、サンプルは900°Cまで昇温できます。それまで、温度制御装置は実験ハッチ内のサンプル近くに置いて監視カメラで状況を把握していましたが、サンプルを替える必要がない限り、実験ハッチを開ける必要がなくなり、実験の効率がよくなります。

丹羽技師は、ガスの制御装置も扱っているガス販売会社と相談しながら、これまで人が五感と測定器を使って行ってきたガスの制御を自動で行うための仕組みを予算内で実現する方法を考え抜きました。既存の同様のシステムも参



(左上) ガス反応制御システムのガスポンベ部分 (PF BL-9C にて)。この中で可燃性ガス、支燃性ガスごとの混合が行われ、実験ハッチ内へ運ばれる。(右下) ガス反応制御システムのサンプル直近の配管のようす (PF-AR NW10A 実験ハッチ内にて)。

考にしましたが、結局、独自のシステムを考えだすしかなかったそうです。

ガス制御に問題が生じたときや大きな地震のときにガスバルブを閉じるなどの一般的な安全対策はもちろんのこと、実験に合わせた特殊な制御をどう行うかは、研究者に極めて近い丹羽技師の経験とセンスがものをいうところで。丹羽技師には、実験の精度を高めるための独自のアイデアもありました。

安全上、可燃性ガスと支燃性ガスは別の配管で運ぶ必要がありますが、研究者が希望するその場観察実験では、瞬時に可燃性ガスと支燃性ガスの切り替えをする必要があります。例えば、自動車の排ガスを浄化する触媒の効果を観察する場合には前処理として可燃性ガスでサンプルを還元させた後、迅速に反応ガスである支燃性ガスを供給する場合があります。ガスポンベに近い位置でガス種の切り替えを行うと、ポンベからサンプルまでの配管の分だけ、次のガスがサンプルに到達するまでに遅れが生じてしまいます。

丹羽技師は、可燃性および支燃性ガスをサンプル直近で混合する配管を設置しました。また混合する位置の直前に、それぞれの配管から直接ガス除害装置に向かうパスを作り、サンプルの直近まで次に必要なガスも到達している設計とし、必要なタイミングでバルブを瞬時に切り替えることで流れてくるガスを切り替えるという方法を採用しました。一見すると不思議な配管ですが、訳を聞くと納得の仕組みです。

そんな丹羽技師も「予算の制約もあり、できるだけガス検知器や流量計を使わずにガス管に想定通りのガスが流れていることを確認するにはどうしたらいいか、にはとても悩んだ」と振り返ります。

また、900℃の高温に耐えられる専用の実験用サンプル容器「XAFS 測定用触媒反応セル」も製作し、PF の全ての XAFS ビームラインで必要なユーザーが使えるようになっています。

ガス反応制御システム完成後には

ガス反応制御システムは 2014 年の初めに BL-9C に導入され、同年の共同利用実験からユーザーが利用できるようになりました。それまでサンプルを加熱しガスを流すようなその場観察を行っていたユーザーが利用したことはもちろんですが、そのシステムがあるなら、と触媒反応実験のハードルが下がり多くの新規ユーザーが利用するようになりました。フォトンファクトリーで XAFS 法を用いる触媒分野の実験件数はシステム導入前の 5 倍以上になりました。特にアンモニア合成触媒、自動車排ガス浄化触媒など、試料温度やガス雰囲気制御が必要な系の動作環境下での XAFS 実験件数が増加しました。中にはガスは使わないが昇温したい、昇温はしないがガスを使いたいと利用するユーザーもいるそうです。このシステムを利用した実験で得られた研究成果は 100 編を超える査読付き論文に掲載されました。

主に触媒の実験を想定して作られたガス反応制御システムでしたが、鉄の酸化還元反応のその場観察にも使える、と従来とは全く異なる分野の産業界からのユーザーが増えたことも特徴的でした。PF は学術目的の利用は無償ですが、産業界を対象にした成果非公開の有償の利用も行って、PF の安定的な運営にも貢献したことになります。

丹羽技師は、システム導入後もほぼ毎年微修正を重ね、より使いやすいものに仕上げていきました。2017 年には、バージョンアップ版をフォトンファクトリー・アドバンス トリング (PF-AR) NW10A にも導入しました。その後も、主にソフトウェアの修正を続け、やっと納得する形になったのは 2019 年だったそうです。

また、ガス反応制御システムの一部として開発したガス除害装置にもこだわりがあります。既存の小型除害装置では納得できるものがなく、大型プラントのガス除害装置を扱う会社に掛け合い、小型のものを特注しました。フィルターでガスを吸着する方式ではなく、触媒を使ってガスを分解する方式をとっています。触媒の実験を扱う丹羽技師ならではの目の付けどころと言えます。この方式のガス除害装置はメンテナンスフリーで寿命が半永久であり、丹羽技師の発注がきっかけで生まれた小型装置は、その後、放



PF-AR NW10A に設置されたガス反応制御システム

射光施設を含む5つの公的研究機関と民間企業1社で導入されました。

安全などの観点からこのガス反応制御システムでは予め決められたガスしか使用できない仕様とし、触媒の研究でよく使われる一酸化窒素 NO と一酸化炭素 CO の他、水素 H₂ と酸素 O₂ を選びました。尚、希釈ガスとしてヘリウム He と窒素 N₂ も使えます。

システムで対応できないガスを使いたいというユーザーは、従来通り手作りのガス制御装置を使って、ユーザー自身で配管作業を行います。丹羽技師の今の悩みは、システムで扱えないガス種の使用を希望するユーザーが少なくないことです。その機能を他のガス種でも使えないか、という問い合わせもあると言いますが、すぐに応じられる相談ではなく難しい課題です。

常に新しいことに挑戦していく研究開発の世界で、様々なユーザーがやってくる共同利用機関において、実験のための装置に完璧ということはないのかもしれませんが。研究者たちのああしたい、こうしたいに同時に応えることは難しいことですが、物構研の技術職員は、経験を活かしながら変わっていくニーズに柔軟に対応し研究を支え続けています。

総研大 物構専攻の原野 貴幸さんが高エネルギー加速器科学研究科長賞を受賞

物構研トピックス
2021年4月8日

国立大学法人 総合研究大学院大学（総研大）高エネルギー加速器科学研究科 物質構造科学専攻の原野貴幸（はらの たかゆき）さんが、高エネルギー加速器科学研究科長賞を受賞しました。研究科長賞は総研大在学中に特に優れた学位論文を提出した学生を表彰するもので、3月24日にオンラインで開催された総研大の学位記授与式の後、高エネルギー加速器科学研究科の磯 暁 研究科長より賞状が授与されました。

原野さんの学位論文のタイトルは「Nano-scale heterogeneity of carbon chemical structures in structural materials studied by scanning transmission X-ray microscopy(走査型透過X線顕微鏡による構造材料中炭素の化学構造の不均一性に関する研究)」です。炭素繊維のように炭素から構成されるもの、あるいは鉄鋼材料のように炭素を含有する構造材料の双方について、炭素の化学状態の不均一性が特性を支配するメカニズムをフォトンファクトリー（PF）のX線顕微鏡を用いて解明しました。さらにそれらの成果を炭素繊維と鉄鋼材料それぞれの分野の学術論文にまとめたことも評価されました。

炭素繊維を用いた複合材料として炭素繊維強化樹脂（CFRP）があり、航空機や燃料電池車用水素タンクの構

造材料として注目されています。原野さんの研究により、CFRP 材料中の炭素の化学状態の分布は均一ではなく同じ性質をもつかたまりが分布していること（ドメイン構造）が明らかになり、機械的強度や寿命の高性能化のための重要な材料設計指針につながる事が期待されています。また、鉄鋼材料は炭素が主成分ではありませんが、材料を強くするために少量添加することは古くから行われていました。経験的に何をどのように加えれば効果が出るかは知られていましたが、化学状態の詳細な観察は従来の手法では難しく、放射光を使ったX線顕微鏡による研究でようやく明らかになったものです。

原野さんは、民間企業の研究員という職を持つ総研大高エネ研究科でもあまり例がない社会人学生でしたが、総研大で身に付けた視野と独創性を実業的な学術研究に活かして活躍されることでしょう。

原野さんの指導を担当した物質構造科学専攻の木村正雄教授は、「原野さんは、その人柄・行動力を活かして、PFだけでなく様々な放射光施設や計測機器を活用して研究を進めてくれました。だからこそ、PFの走査型透過X線顕微鏡（STXM）観察による知見がより意味があるものとなり、研究推進につながっていきました。また、取り組んでいる材料を実社会で活用していくための視点をもって取り組んでくれたので、得られた知見が実際の材料設計やイノベーションにつながっていくことが期待できます。」と話しています。

原野さんからは、以下のようなコメントをいただきました。

「このような栄誉ある賞をいただき大変恐縮しつつも嬉しく思っております。指導教員の木村正雄先生、武市泰男先生をはじめ、一緒に実験させていただいた山下翔平先生、若林大佑先生など多くの方々にご指導いただきました。

私は高エネ研に学部生からお世話になっております。学部3年生でサマーチャレンジ（3期生）に参加させていただき、修士からはずっとPFで実験させていただいています。

総研大では、原理原則に立脚した論理性、世界最先端の計測技術を身につけさせていただきました。それに加え、総研大時代に得た皆様との縁を大切にして、産業界から放射光業界に貢献することで、研究者として育てていただいたPFと高エネ研に恩返ししたいです。」



磯 研究科長から原野さんへ研究科長賞賞状の授与

科学技術分野の文部科学大臣表彰各賞を物構研ユーザーが受賞

物構研トピックス
2021年4月26日

令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者が決定し、J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF) やフォトンファクトリー (PF) など物構研の実験施設を利用する多数のユーザーが受賞しました。

この賞は、科学技術に携わる者の意欲の向上を図り科学技術の水準の向上に寄与することを目的として、文部科学省が、研究開発・理解増進等において顕著な成果を収めた方を顕彰するものです。科学技術賞、若手科学者賞、研究支援賞の表彰式は4月14日に文部科学省にて行われました（ここではPFのユーザーについてピックアップします。全文は<https://www2.kek.jp/imss/news/2021/topics/0426MEXTaward/> をご覧ください）。

◆科学技術賞 研究部門

日本の科学技術の発展等に寄与する可能性の高い独創的な研究又は開発を行った方が対象となる賞で、応募件数186件、授賞件数45件（57名）でした。

「ゲノム DNA 機能を制御するクロマチン構造基盤の研究」

胡桃坂仁志 東京大学 定量生命科学研究所 教授

胡桃坂教授は、PFのタンパク質結晶構造解析ビームラインやクライオ電子顕微鏡を利用するユーザーです。

「次世代燃料電池への応用を目指した革新的高分子薄膜の研究」

犬飼潤治 山梨大学大学院 総合研究部 教授

受賞筆頭者は、宮武健治教授です。

犬飼教授は、J-PARC MLFのBL02, 16, 22およびPFのBL-3Aを利用するユーザーです。

◆若手科学者賞

萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた40歳未満の若手研究者が対象の賞で、応募者数377名、授賞者数97でした。

「微生物からの医薬品骨格生合成酵素の発掘と利用に関する研究」

淡川孝義 東京大学大学院 薬学系研究科 准教授

淡川准教授は、PFのタンパク質結晶構造解析ビームラインやクライオ電子顕微鏡を利用するユーザーです。

「太陽系小天体における有機物の形成と進化の研究」

癸生川陽子 横浜国立大学大学院 工学研究院 准教授

癸生川准教授は、PFのBL-19などを利用するユーザーで、量子ビーム連携研究センターの連携メンバーです。

PF トピックス一覧 (2月～4月)

PFのホームページ (<https://www2.kek.jp/imss/pf/>) では、PFに関係する研究成果やイベント、トピックスなどを順次掲載しています。各トピックスの詳細はPFホームページをご覧ください。

2021年2月～4月に紹介されたPFトピックス一覧

- 2.2 【トピックス】KEK ウィンター・サイエンスキャンプ2020をオンラインで開催
- 2.3 【プレスリリース】Beyond 5Gに資する低環境負荷な物質・デバイス商用化技術の創出 Society 5.0 for SDGsに資するキーテクノロジー
- 3.3 【物構研トピックス】日本放射光学会 学生発表賞をPFで研究中の学生がW受賞
- 3.4 【プレスリリース】電場に追従した強誘電体の電子状態のリアルタイム観測に成功～鉛を使わない環境に優しい強誘電体材料開発に道筋～
- 3.15 【物構研トピックス】フォトンファクトリーから遠隔授業
- 3.16 【物構研ハイライト】低速陽電子実験施設のターゲット部更新
- 3.25 【そのた】【動画】茨城大学-KEK Day「フォトンファクトリーのオンライン見学」
- 3.26 【物構研トピックス】2020年度量子ビームサイエンスフェスタをオンライン開催しました
- 3.29 【物構研トピックス】日本化学会賞・学術賞をMLFおよびPFのユーザーが受賞しました
- 3.31 【物構研トピックス】令和2年度物構研退職記念最終講義が行われました
- 4.1 【物構研トピックス】物質構造科学研究所 新体制について
- 4.8 【物構研ハイライト】フォトンファクトリーの技術職員 丹羽尉博さんと小山篤さんが文部科学大臣表彰 研究支援賞を受賞
- 4.8 【物構研トピックス】総研大 物構専攻の原野貴幸さんが高エネルギー加速器科学研究科長賞を受賞
- 4.21 【トピックス】KEK50周年記念オープニングセレモニーを行いました
- 4.23 【加速器トピックス】加速器研究施設の技術職員 山岡広氏、吉本伸一氏、照井真司氏、片桐広明氏、長橋進也氏が、令和3年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 研究支援賞を受賞
- 4.26 【物構研トピックス】科学技術分野の文部科学大臣表彰各賞を物構研ユーザーが受賞
- 4.28 【トピックス】カソクキッズ KEK50周年記念特番 第1話：フォトンファクトリー
- 4.28 【物構研トピックス】科学技術週間 KEK 春のキャンパス公開でSBRCの紹介を行いました

3年間の活動を振り返って

PF-UA 会長 清水敏之
PF-UA 庶務幹事 植草秀裕

この3年間、PF-UAの運営を、幹事、運営委員、会員の皆様方に支えていただき、心より感謝申し上げます。また、小杉所長、足立副所長、船守施設長をはじめとします施設スタッフの皆様にご支援頂きましたことを改めて感謝いたします。

過去の議事録を見返してみても最初の2年間は大きな問題もなく、主に残されていたPF-UAの懸案事項であった会則・細則の整備、外国会員のための会則・細則およびホームページの英語化に取り組んできました。またPF-UAの剰余金の有効利用（旅費の補助など）を検討してまいりました。

残りの1年間は日本のみならず世界を一変させた新型コロナ一色でした。放射光施設での実験も中止が余儀なくされ、PF-UAの会議や量子ビームサイエンスフェスタもオンラインのみという予想だにしていなかった事態となり、今でもその状況が続いています。

以下にこの3年間のPF-UAの活動の経緯を簡単にまとめます。

■平成30年度

会則・細則については時代に合わせて個人情報の取り扱いを規定し、また会員資格や会員期間を明確にする改定を行いました。さらに念願であったKRSシステムとの連携を実現しました。その他の改定項目では、用語や項目を活動の実態に合わせました。今回の改定により長らく懸案であった会則・細則に関する問題点が解消されました。改定にあたっては、平成30年度に4回のPF-UA運営委員会を開催し、さらに会員への意見聴取を行うなど検討を重ねました。

■平成31年～令和元年度

PF-UAとIMSSは継続して覚書を締結し良好な協力関係の構築について定めています。PF-UA予算の有効な活用として、研究会活動に資金支援を行う内規を定め、第1号としてPF研究会に旅費支援を行いました。2020年3月に予定していた総会は新型コロナウイルス感染症拡大のため延期となりました。運営委員会はリモートで開催しました。

■令和2年度

PFは第I期運転を6月後半の二週間(6/15-7/1)のみとし、PF-UAはその重い決断を理解し賛同しました。延期していた令和元年度総会を2020年9月のPFシンポジウム内でリモート開催しました。2回の運営委員会もリモート開

催でした。PFユーザーの多様化により会則・細則やホームページの英語化が必要となりました。広報・編集委員会によりデザインが提案され、英文ホームページの作成が進んでいます。その他の活動として、リモート会議に関する内規制定、ユーザーグループ継続の審議、次期会長、次期機構外運営委員の選挙を行いました。総会を2021年3月に量子ビームサイエンスフェスタPFシンポジウム内にてリモートで開催しました。

コロナの影響が拡大する中、2020年6月に運転時間の確保のため放射光学会と連携して機構長に要望書を提出しました。機構長もPFの状況は良く理解されており、運転時間の確保にご尽力をいただいております。

先日量子ビームサイエンスフェスタの日程中に行われたPFシンポジウム(2021年3月)では人材育成・教育のことが自由討論のとき話題となりました。大学共同利用機関法人KEKは研究以外に教育という大事なミッションがありユーザーの共通認識だと痛感しました。この点は他の放射光施設とは大きく異なるところでもあります。特にコロナ禍の中、実験におけるリモート化の促進やDX(デジタルトランスフォーメーション)の推進が行われつつあることも事実です。リモート測定などが進むと教育という点が懸念される場所ですが、次世代を育てるための教育は工夫しながらもやっていかなければなりませんし、また学ばなければならないことは多々ありますのでそちらのほうに注力することも重要だと思われま

す。PFの将来計画が徐々に固まりつつあります。将来的には新光源施設の設置を目指すものの、引き続き現施設の整備を実施しつつ施設の高度化を目指しより高いアクティビティを目指そうというものです。PF-UAとしても是非協力していきたいと思

います。4月からは、再任された小杉所長、船守施設長およびあらたに就任される雨宮副所長が加わって研究所および施設側の執行部体制が出発します。一方、PF-UA側は4月から新会長の高橋嘉夫先生、庶務幹事の阿部善也先生のもと、新たな幹事・運営委員の体制で出発いたします。施設、研究所、機構側とPF-UA、PF利用者との厚い信頼関係を継続的に維持・強化するためにも、今後とも皆様方の一層のご協力を切にお願い申し上げます。

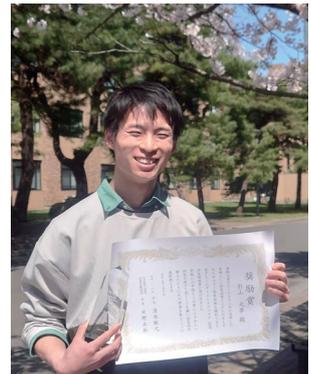
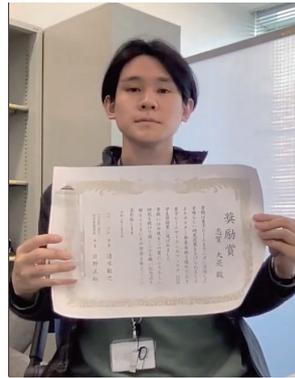
2020年度量子ビームサイエンスフェスタ 学生奨励賞について

J-PARC MLF 利用者懇談会事務局担当幹事 中野岳仁
PF-UA 行事幹事 北島昌史

2020年度量子ビームサイエンスフェスタが2021年3月9日(火)～11日(木)に、第12回MLFシンポジウムと第38回PFシンポジウムと合わせて、開催されました。今回は初めてのオンライン開催となりましたが、これまで通り、ポスター形式の発表を含めた形でプログラムが生まれ、多くの発表・討論が行われました。PF-UAとJ-PARC MLF利用者懇談会では、本年度も「学生が筆頭著者のポスター発表」で、PF、KENS、MSL、MLFおよび低速陽電子のいずれかを利用した研究成果のうち優秀な研究発表に対して「学生奨励賞」を授与することと致しました。本年度も非常に多くの応募を頂き、学生奨励賞応募ポスター発表数は53件となりました。お礼を申し上げます。本年度はオンライン開催でしたので、応募者は決められた時間に審査員室(ブレイクアウトルーム機能を利用)に入室してポスター発表を行う方式で審査が行われました。審査には43名の審査員にご協力いただき、発表を丁寧に審査していただきました。いずれの発表も甲乙つけ難く、審査結果も僅差となりましたが、中でも特に優秀であると認められた4名に奨励賞が授与されました。受賞者は下記の方々です。本年度は懇親会が開催されなかったため、残念ながら、授賞式は行われませんでした。受賞者と発表タイトルをホームページに掲載するとともに、受賞者には後日、賞状とトロフィーが郵送されました。審査員の先生方にはお忙しい中、広い分野にまたがったの審査をお引き受けいただき、各発表を非常に丁寧に審査いただき、大変感謝しております。また、事務局の方々にも大変お世話になりました。なお、本学生奨励賞はPF-UAとJ-PARC MLF利用者懇談会の共催で、中野岳仁(J-PARC MLF利用者懇談会/茨城大)、北島昌史(PF-UA/東工大)、大井元貴(JAEA)、巽一徹(JAEA)、仁谷浩明(KEK)、山田悠介(KEK)、山崎大(JAEA)が担当致しました。

<学生奨励賞受賞者> (※所属は開催当時)

- ◆P3-2019T0014 志賀大亮(東北大学多元物質科学研究所)
「バナジウム酸化物デバイス界面に出現する新たな電子相の解明と制御」
- ◆P3-054F 中村恭子(千葉大学大学院工学研究科)
「XAFSを用いた担持MnO_xナノクラスター触媒の活性構造に関する研究」
- ◆P4-064G 清水啓史(慶應義塾大学院理工学研究科)
「大気圧極端軟X線転換電子収量XAFS測定システムの開発」
- ◆P3-125L 影山大夢(東北大学大学院生命科学研究科)
「新規レクチン様タンパク質の結晶構造解析と糖との結合解析」



賞状とトロフィーを手にした受賞者の皆さん
(上段左から)志賀大亮さん(東北大)、中村恭子さん(千葉大)
(下段左から)清水啓史さん(慶応大)、影山大夢さん(東北大)

表面界面構造ユーザーグループ紹介

お茶の水女子大学 近藤敏啓

はじめに

本ユーザーグループは、放射光利用表面X線回折散乱法を駆使して、それまで主として真空中における固体表面の構造を研究してきた「表面構造グループ」と、主として固液界面の構造を研究してきた「界面構造グループ」を、東大物性研の高橋敏男先生が2011年に合体・設立されたPF懇談会ユーザーグループです。この分野は測定対象が固体表面や固液界面のみならず、超格子、多層膜、超薄膜などに広がりを持ち、それぞれの対象にあった測定法・解析法も進展し、さらにはX線検出器の進歩と相まって迅速測定・同時測定も可能になってきました。測定対象が多岐にわたることから、それぞれのユーザーで発表する学会が異なり、また本ユーザーグループがメインで使っているKEKのビームライン(BL-3A & BL-4C)の担当者である中尾裕則先生がそれぞれのユーザーのニーズに的確に答えてくれることもあり、これまではユーザー同士でコミュニケーションをとるといふより、それぞれ個々の研究グループが独自性の高い研究を進めてきました。筆者は2015年より本ユーザーグループの代表者を仰せつかっておりますが、ここでは、本ユーザーグループ内でも特にアクティビティの高い若いお2人の最近の成果について紹介させていただきます。

最近の研究成果 1

若林裕助先生（現東北大学教授）は学生時代から放射光実験に携わり、KEK でもビームライン担当者として色々と我々の実験の世話をさせていただき、筆者もたくさんの有益な助言をいただいています。

それまでは詳細な構造決定が困難であった、東大新領域の竹谷先生らが作製した有機単分子層および二分子層の詳細な分子配列とそれに付随する分子形状が、若林先生のX線反射率の測定結果から明らかとなりました (Yamamura, A. *et al.*, Sub-molecular structural relaxation at a physisorbed interface with monolayer organic single-crystal semiconductors, *Commun. Phys.* **3**, 20 (2020).)。さらに、単分子層と二分子層とで分子配列・分子形状が異なることから、電子構造が異なり、その結果二分子膜では単分子膜よりも電子移動度が40%も高く、実用的な有機半導体として十分使える機能をもつことを、XAFS や DFT 計算から明らかにしています。

若林先生は上記の有機物だけでなく、もちろん無機物も高度な技術を使って構造決定しています。遷移金属酸化物のカチオン分布は、それらの物理的特性と密接に関係します。これまで、正確に求めることは難しかった複数の遷移金属元素を含む金属酸化物（ここでは逆スピネル NiCo_2O_4 薄膜）のそれぞれのカチオンの原子配置を、若林先生は共鳴X線回折法を採用することで、それぞれのカチオン（ここではNiとCoイオン）の配置を正確に求めることに成功しました (Shen, Y. *et al.*, Tuning of ferrimagnetism and perpendicular magnetic anisotropy in NiCo_2O_4 epitaxial films by the cation distribution, *Phys. Rev. B* **101**, 094412 (2020).)。この正確な構造決定によって、薄膜作成時の酸素分圧とカチオン分布の関係が定量的に判明し、それが薄膜の磁気特性の重要なパラメータであることがわかりました。

最近の研究成果 2

白澤徹郎先生（現産総研主任研究員）は、本ユーザーグループの初代代表者である高橋敏男先生の下で助教をされ、真空中から大気中・溶液中まで幅広い雰囲気下での、金属・半導体から超電導シートまでの表面・界面の原子配列を表面X線回折法によって明らかにしてきました。最近、それまで理論計算でのみ示されていたSi(111)上のInの配列構造を、試料表面の色々な方向に伸びる回折・散乱X線の強度分布（これをCrystal Truncation Rod (CTR)と呼んでいます。上記の反射率も試料表面垂直方向に伸びるCTRの1つです。）の詳細測定から、Si(111)- $\sqrt{7} \times \sqrt{3}$ -In構造であると決定し、その被覆率が10/7 MLであることを明らかにしました (T. Shirasawa *et al.*, Structure determination of the Si(111)- $\sqrt{7} \times \sqrt{3}$ -In atomic-layer superconductor, *Phys. Rev. B* **99**, 100502 (2019).)。また白澤先生は近年、極短時間でのCTR測定を可能とするシリコン湾曲結晶とピクセルアレー検出器を組み合わせたシステムや、マルチビームX線光学系と複数の投影画像を同時に高速取得可能な検出システムを組み合わせた高速マルチビームX線イメージン

グなど、新しい測定手法の開発にも積極的に取り組み、成果をあげられています。

おわりに

ここに示させていただいたのは本グループの成果の一部であり、紙面の関係上すべてを紹介できずに大変申し訳なく思います。他にも素晴らしい成果をあげている研究グループがまだまだおりますことを、末尾ながらお伝え致します。これまでは、それぞれの研究者が個々に活躍されてきましたが、この4月からのグループ代表者を上述の若い白澤徹郎先生にお願いし、今後はユーザー間のより密接な連携をもちながら研究を進めていければと願っております。

核共鳴散乱ユーザーグループの紹介

兵庫県立大学大学院 小林寿夫

1. はじめに

放射光を用いた原子核の共鳴散乱は、1958年にR.L. Mössbauerにより放射性同位元素を用いて発見された反跳を伴わない原子核の共鳴発光及び吸収(メスバウアー効果)現象を基としています。1971年に放射光を用いた無反跳核共鳴励起の提案がなされて、その13年後の1984年に放射光による核共鳴ブラッグ散乱が明確に観測されました。核共鳴散乱の測定には5 keV程度以上の高エネルギーで大強度放射光が必要とされるために、国内の放射光施設においてはPF-ARとSPring-8以外の施設では研究が行われていません。一方、放射性同位体線源を用いたメスバウアー分光法は、 ^{57}Fe 原子核のメスバウアー効果(共鳴エネルギー14.4 keV)測定が比較的容易なため、鉄化合物・合金研究のための実験手法として物理、化学や地球科学の分野で大きく発展してきました。大強度放射光施設の利用が可能となった現在、今までの放射性同位体線源を用いるメスバウアー分光法では測定困難な元素(核種)や、実現不可能であった測定手法(核共鳴準弾性・非弾性散乱など)も可能となるなど、多くの可能性を秘めた研究分野です。

PF-ARで行われている時間領域での放射光核共鳴散乱測定手法では、シングルバンチもしくはバンチ間隔が十分に広いセベラルバンチ運転が必要とされます。これは、現在のX線分光技術では、核共鳴条件下においても原子核によるX線散乱強度は電子によるそれに比較して数桁以上小さいためです。そのため、核共鳴散乱では放射光の短パルス性とX線散乱過程での固有時間スケールの違いを利用することで原子核による散乱成分のみを測定しています。PF-ARは、常にバンチ間隔1.2 μs のモードで運転が行われているため、 ^{57}Fe (寿命: $\tau_0=141$ ns)や ^{119}Sn ($\tau_0=25.6$ ns)といった寿命の長い原子核励起状態を用いた電子状態の研究(核共鳴前方散乱法)に適した国内外でも数少ない施設となっています。また、時間領域での核共鳴前方散乱法においては、原子核と電子との超微細相互作用により変化し

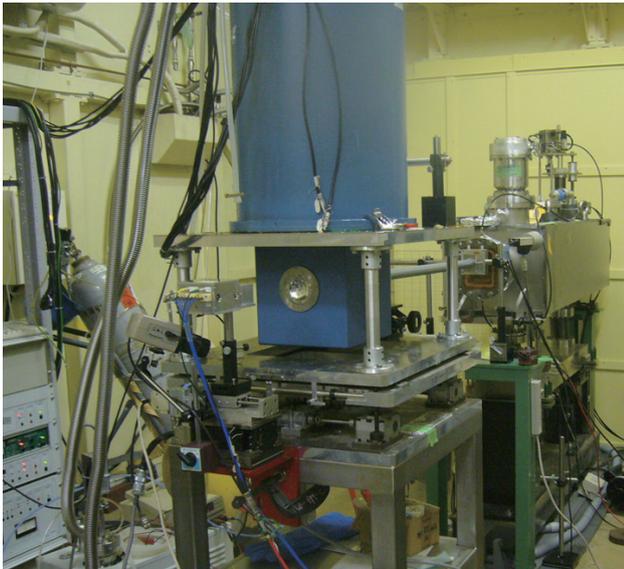


図1 超伝導マグネットとKBミラー

た原子核のエネルギー準位からの共鳴散乱光子 (γ 線) のエネルギー差に対応した量子ビートを観測します。そのためには高い時間分解能を持つ検出器の使用が不可欠です。現在は Si アバランシェフォトダイオード (APD) を用いてその検出は行われています。

2. どのビームラインを使って、どのような測定環境で研究を行っているのか

PF-AR では、AR-NE1A の核共鳴散乱専用ビームラインとしての利用は、2008 年をもって終了となりました。その後、2009 年からは AR-NE1A で核共鳴散乱法が利用できるようになっています。このステーションでは、これまでの凝縮系の研究だけでなく地球惑星科学的研究のための実験環境も整備されてきています。一方、核共鳴散乱への応用を想定した、高エネルギー X 線検出用高速シンチレーション検出器と、検出効率の向上などを旨とした Si-APD リニアアレイ検出器の開発研究は BL-14A で行われています。

現在の AR-NE1A ステーションでは、KB ミラーを用いたビーム集光により超伝導マグネットと加圧装置であるダイヤモンド・アンビル・セル (DAC) を組み合わせた (図 1) 低温・高圧力・強磁場という多重極限環境下での ^{57}Fe 核共鳴前方散乱測定が可能となっています。

3. どのような研究が繰り広げられているのか

AR-NE1A ステーションでは、集光した入射 X 線を用いることが可能であるため、核共鳴散乱法を用いた凝縮系研究でのキーワードは極限環境・状態です。具体的には、高圧力や強磁場などの環境変数を変えることによる多重極限環境下と、固体の表面や界面などの次元性の低下による極限状態での元素選択した電子状態の研究を行っています。一方、BL-14A においては、核共鳴散乱実験の高度化に向けた APD 検出器測定系の開発実験を行っています。

1) 多重極限環境下での核共鳴前方散乱法による鉄系化合物の軌道秩序の直接観測

鉄系超伝導体に代表される強相関電子系化合物の多彩な物性の起源として、軌道が関与する相互作用が注目されています。鉄原子 3d 電子空間分布の変化 (軌道秩序) を通常核共鳴前方散乱実験から観測するためには、電気的九重極相互作用による原子準位の分裂に伴うエネルギーの異なる光子間の干渉 (量子ビート) から電場勾配テンソルの最大主軸方向など超微細相互作用の対称性に関する情報を得ることが必要になります。しかし、一般的に金属状態の鉄化合物における九重極分裂エネルギーは非常に小さいため、3d 電子空間分布の変化を精度良く観測することは困難です。

この困難を、単結晶試料と磁気モーメントを揃えた (強磁性) 金属鉄とを同時に測定することで克服し、多重極限環境下における鉄の 3d 電子空間分布の変化を直接観測することを目指しています。完全偏光した入射 X 線に対して金属鉄の磁気モーメント (磁区) を揃えると ^{57}Fe 核遷移を選択して共鳴励起させることが可能です。さらに、散乱される γ 線の偏光状態も揃っています。したがって、原子核レベルでエネルギーの揃った状態の完全偏光した基準 γ 線を得ることができます。この基準 γ 線と単結晶試料からの散乱 γ 線を同時に測定することで、それらの干渉効果により試料からの γ 線のエネルギーの絶対値及び偏光状態を決定することが出来ます。その結果、超微細相互作用の対称性から 3d 電子空間分布を得ることが可能となります。集光した入射 X 線を用いることが可能な AR-NE1A では、DAC と超伝導マグネットを用いて、2 K、6 T、20 GPa までの多重極限環境下で測定を行えます。

現在では金属鉄から完全 σ 及び π 偏光基準 γ 線を得ており、それらを用いて典型的な鉄系超伝導体 SrFe_2As_2 の圧力下の電子状態について研究を行っています。 SrFe_2As_2 は、常圧力下において 200 K で正方晶から斜方晶への構造相転移と Fe サイトの反強磁性転移を同時に示します。この相転移温度は圧力印加により減少し、消失する近傍の圧力 5 GPa 以上において、転移温度が約 30 K の超伝導状態が発現することが報告されています。そこで、5.5 GPa、4 K における単結晶 SrFe_2As_2 と磁場で磁気モーメントを揃えた金属鉄について核共鳴前方散乱の同時測定を行いました。その結果、観測された時間スペクトルは、正方晶の Fe サイトの 4 回対称性を持つ局所対称性から期待される電場勾配テンソルでは再現することができませんでした。つまり、低温・圧力下の SrFe_2As_2 の 3d 電子空間分布は、正方晶の 4 回対称性が無い、軌道秩序状態であると考えられます。今後は、鉄系超伝導体以外の様々な鉄化合物に対して電子状態と軌道の相関について研究を行っていく予定です。

2) 固体の表面や界面などの次元性の低下での元素選択した電子状態の研究

固体の表面や界面では、対称性の低下や界面での異種原

子との相互作用にともない、しばしばバルクとは異なる物性が発現し、ナノ構造やヘテロ薄膜で重要となります。興味ある例として、表面・界面に引き起こされるノンコリニア磁気構造があります。表面・界面では磁気異性がバルクとは異なるため、表面・界面とバルク内部で磁化方向が異なり、空間的に磁化方向が変化したノンコリニアな磁気構造が現れる場合があります。このような磁気構造を詳細に観測する手法として、我々のグループでは⁵⁷Feデルタドープ試料を用いたメスバウアー分光法を確立しました。⁵⁷Feと⁵⁶Feを蒸着源として備え、特定の深さに⁵⁷Feをデルタドープした薄膜を作製可能な成膜装置を開発し、作製した試料を、AR-NE1Aにおける核共鳴散乱測定法を用いて解析することで、原子層ごとに深さ分解して磁化方向・大きさを観測可能にしました。MgO(100)上の鉄薄膜について実験を行い、⁵⁷Fe層を界面にデルタドープした場合は垂直磁化を示すのに対して、薄膜内部にデルタドープした場合には面内磁化を示し、鉄薄膜がノンコリニアな磁気構造を持つことを明らかにしました(PF Highlight 2016, p30-31)。またマグネタイト単結晶試料については、表面に⁵⁷Fe₃O₄エピタキシャル膜を作製することで、表面の磁化をサイトごとに測定し、表面では反強磁性的に結合した2サイトのスピンの完全な反平行からずれていることを示しました。

3) 核共鳴散乱実験の高度化に向けた APD 検出器測定系の開発

BL-14Aにおいては、核共鳴散乱実験の高度化に向けたAPD検出器測定系の開発実験を行っています。核共鳴散乱実験では、高い時間分解能を持つ検出器が必要不可欠ですが、検出する立体角を大きくして検出効率を向上させるために多素子化した検出器を開発しています。また、APDのシグナルの波高は入射エネルギーに比例しており、エネルギー情報の取得も可能であることを用いて、入射時刻と波高を同時に測定できる新たな測定系を開発しています。ここでは、高い時間分解能を有したまま波高測定を実現するため、波高-時間変換器(ATC)を用いて、波高を時間情報として記録する方法を用い、シグナルごとに、入射時刻と波高情報を時刻データとして蓄積することで、測定後においても任意の時間領域、エネルギー領域を設定してスペクトルを再構築することができます。この測定系により、多様な応用実験が可能になります。例えば、時間依存する外部変動に対する、時間応答の測定が容易になります。また、不要なエネルギーを選別することで、ノイズを除去して時間分解能を向上させたり、エネルギーにより得られる情報が異なる場合に、エネルギー領域ごとに抽出したりすることが可能になります。

4. おわりに

核共鳴散乱の研究では、純度の高いシングルバンチ構造を必要としています。2018年度に入射用キッカー電磁石によるPF-ARでのバンチ純度の向上がなされました。さ

らに、多くの運転時間でTopUp運転が実施されたことにより高分解能モノクロ・メータの安定性の向上という大きな恩恵を受けています。加速器グループの方の努力に深く感謝いたします。この記事をきっかけに、多くの皆様に原子核の共鳴散乱手法に興味を持っていただければ幸いです。

令和2年度第2回PF-UA幹事会・運営委員会議事録

日時：令和3年3月9日 18:00 - 19:20

場所：Zoom会議

出席者：[幹事会] 清水敏之(会長)、植草秀裕*(庶務)、田中信忠(会計)、伏信進矢、北島昌史(行事)、阿部善也(推薦・選挙管理)、山本勝宏(広報)、平井光博(戦略)、上久保裕生(共同利用)、奥田浩司*(教育)、高橋嘉夫(次期会長)[同委任状] 和田敬広、市川創作、[*運営委員兼任][運営委員会] 一國伸之、植草秀裕、奥田浩司、鍵裕之、腰原伸也、小林寿夫、齋藤智彦、佐藤友子、佐藤衛、志村考功、鈴木昭夫、手塚泰久、松村浩由、宮脇律郎、山口博隆、横谷明德、足立伸一、雨宮健太、千田俊哉、船守展正、[同委任状] 佐々木聡

・会長挨拶(清水会長)、定足確認(植草庶務幹事)

【報告事項】

- ・広報報告(山本幹事)
PF-UA だより(PF ニュース)進行、英文ホームページ作成について報告した
- ・行事報告(伏信幹事)
2019、2020年度量子ビームサイエンスフェスタ開催、企業ウエビナーについて報告した
- ・会計報告(田中幹事)
2019年度PF-UA会計最終報告を行い承認した。2020年度会計の途中報告をした。
- ・推薦・選挙管理報告(阿部幹事)
次期PF-UA機構外運営委員選挙結果について報告した
- ・庶務報告(植草幹事)
2020年度PF-UAの活動について報告をした
- ・施設報告(船守施設長)
PF施設報告、PF将来計画について報告した
- ・次期幹事報告(高橋次期会長)
次期幹事について報告した

【協議事項】

- ・PF-UA総会の次第を確認した

日時：令和3年3月11日 10:45 - 11:45

場所：第38回 PF シンポジウム内 Zoom webinar

総会の定足・成立確認（植草庶務幹事）

本総会は会則による定足数を満たしており、総会が成立していることを確認した。近藤寛会員を総会議長に選任した。

- ・会長挨拶（清水会長）

【報告事項】

- ・会計報告（植草幹事）
2019年度 PF-UA 会収支決算報告を報告した
- ・広報報告（山本幹事）
PF-UA だより（PF ニュース）進行、英文ホームページ作成について報告した
- ・行事報告（伏信幹事）
2019, 2020年度量子ビームサイエンスフェスタ開催、企業ウェビナーについて報告した
- ・庶務報告（植草幹事）
2020年度 PF-UA の活動について報告をした
- ・推薦・選挙管理報告（阿部幹事）
次期 PF-UA 機構外運営委員選挙結果について報告した
- ・次期幹事報告（高橋次期会長）
次期幹事について報告した

【総合討論】（清水会長）

PF ユーザーの PF 利用体制などについて総合討論を行った。

会長：高橋嘉夫（東京大学）

庶務幹事：阿部善也（東京電機大学）

名簿管理担当庶務副幹事：田中信忠（北里大学）

書記担当庶務副幹事：植草秀裕（東京工業大学）

会計幹事：佐藤友子（広島大学）

行事幹事：北島昌史（東京工業大学）

藤井健太郎（量子科学技術研究開発機構）

編集・広報担当幹事

編集幹事：古賀舞都（産業技術総合研究所）*

広報幹事：山本勝宏（名古屋工業大学）

戦略・将来計画担当幹事：朝倉清高（北海道大学）

若林裕助（東北大学）

推薦・選挙管理担当幹事：田中万也

（日本原子力研究開発機構）

山崎信哉（筑波大学）

共同利用担当幹事：清水敏之（東京大学）

上久保裕生（奈良先端科学技術大学）

教育担当幹事：上野聡（広島大学）

吉田真明（山口大学）

任期：2021年4月1日～2024年3月31日

(* 編集幹事の任期は1年)

ユーザーグループ一覧

2021年4月1日現在

1	XAFS	田渕 雅夫	名古屋大学
2	タンパク質結晶構造解析	海野 昌喜	茨城大学
3	小角散乱	奥田 浩司	京都大学
4	放射線生物	横谷 明德	量子科学技術研究開発機構
5	粉末回折	植草 秀裕	東京工業大学
6	高圧	高橋 博樹	日本大学
7	構造物性	有馬 孝尚	東京大学
8	表面科学	吉信 淳	東京大学
9	固体分光	齋藤 智彦	東京理科大学
10	原子分子科学	小田切 丈	上智大学
11	核共鳴散乱	小林 寿夫	兵庫県立大学
12	位相計測	高野 秀和	東北大学
13	低速陽電子	長嶋 泰之	東京理科大学
14	医学利用	松下昌之助	筑波技術大学
15	X線発光	手塚 泰久	弘前大学
16	表面界面構造	白澤 徹郎	産業技術総合研究所
17	X線顕微分光分析ユーザーグループ	宇尾 基弘	東京医科歯科大学
18	物質物理	八方 直久	広島市立大学
19	X線トポグラフィー	小泉晴比古	広島大学
20	動的構造	中村 一隆	東京工業大学
21	鉱物・合成複雑単結晶	吉朝 朗	熊本大学
22	産業利用	米山 明男	(株) 日立製作所 中央研究所
23	原子力基盤研究	岡本 芳浩	日本原子力研究開発機構

PF-UA 運営委員名簿

任期：2021年4月1日～2024年3月31日

朝倉 清高	北海道大学 触媒科学研究所
阿部 善也	東京電機大学 工学研究科
一國 伸之	千葉大学 大学院工学研究院
稲田 康宏	立命館大学 生命科学部 応用化学科
今井 英人	株式会社 日産アーク
植草 秀裕	東京工業大学 理学院
海野 昌喜	茨城大学 大学院理工学研究科
奥田 浩司	京都大学 大学院工学研究科
鍵 裕之	東京大学 大学院理学系研究科
金安 達夫	九州シンクロトロン光研究センター
北島 昌史	東京工業大学 理学院
久保 友明	九州大学 大学院理学研究院
小林 寿夫	兵庫県立大学 大学院物質理学研究科
近藤 寛	慶應義塾大学理工学部
齋藤 智彦	東京理科大学 理学部第一部
佐藤 友子	広島大学 大学院先進理工系科学研究科
清水 敏之	東京大学 大学院薬学系研究科
田渕 雅夫	名古屋大学 シンクロトロン光研究センター
手塚 泰久	弘前大学 大学院理工学研究科
橋本 博	静岡県立大学 薬学部
平井 光博	群馬大学
山口 博隆	産業総合研究所
横谷 明德	量子科学技術研究開発機構
吉田 鉄平	京都大学 大学院人間 環境学研究科
米山 明男	株式会社 日立製作所
雨宮 健太	物構研 放射光科学第一研究系
千田 俊哉	物構研 放射光科学第二研究系
小林 幸則	加速器 加速器第六研究系
兵藤 一行	物構研 放射光実験施設 運営部門
清水 伸隆	物構研 放射光実験施設 測定装置部門

人事異動・新人紹介

	発令年月日	氏 名	現 職	旧 職
(定年退職)	2021. 3. 31	村上洋一	物構研 協力研究員	物構研 量子ビーム連携研究センター 教授
	2021. 3. 31	岸本俊二	物構研 放射光実験施設 特別教授	物構研 放射光実験施設 教授
	2021. 3. 31	中村典雄	加速器研究施設 加速器第六研究系 特別教授	加速器研究施設 加速器第六研究系 教授
	2021. 3. 31	小山 篤	物構研 放射光実験施設 シニアフェロー	物構研 放射光実験施設 前任技師／技術調整役
	2021. 3. 31	多田野幹人	加速器研究施設 加速器第六研究系 シニアフェロー	加速器研究施設 加速器第六研究系 前任技師／技術副主幹
	2021. 3. 31	高橋 毅	加速器研究施設 加速器第六研究系 シニアフェロー	加速器研究施設 加速器第六研究系 前任技師
(辞職)	2021. 3. 31	足立伸一	高エネルギー加速器研究機構 理事	物構研 放射光科学第二研究系 教授
	2021. 3. 31	永井康介	東北大学金属材料研究所 教授	物構研 低速陽電子実験施設 教授
	2021. 3. 31	堀場弘司	量子科学技術研究開発機構 主幹研究員	物構研 放射光科学第一研究系 准教授
(任期满了)	2021. 3. 31	組頭広志	東北大学 多元物質科学研究所 教授	物構研 放射光科学第一研究系 特別教授
	2021. 3. 31	阿久津誠人	慶應義塾大学 専任講師	物構研 放射光科学第二研究系 研究員
	2021. 3. 31	大原麻希	量子科学技術研究開発機構 研究員	物構研 放射光実験施設 研究員
	2021. 3. 31	松本宗久	信越化学工業	物構研 量子ビーム連携研究センター 研究員
(配置換)	2021. 3. 31	米澤健人	奈良先端科学技術大学院大学 特任助教	物構研 放射光科学第二研究系 研究員
	2021. 4. 1	野澤俊介	物構研 放射光科学第二研究系 准教授	物構研 放射光実験施設 准教授
(昇任)	2021. 4. 1	土屋公央	加速器研究施設 加速器第六研究系 教授	加速器研究施設 加速器第六研究系 准教授
	2021. 4. 1	東 直	加速器研究施設 加速器第六研究系 助教	加速器研究施設 加速器第六研究系 特別助教
	2021. 4. 1	濁川和幸	加速器研究施設 加速器第六研究系 前任技師	加速器研究施設 加速器第六研究系 専門技師
	2021. 4. 1	菊地貴司	物構研 放射光実験施設 専門技師	物構研 放射光実験施設 技師

(採用)

山田 悟史 (やまだ のりふみ)



1. 2021年4月1日
2. 物構研 量子ビーム連携研究センター・准教授
3. 物構研 中性子科学研究系・助教
4. 中性子/X線散乱・ソフトマター物理
5. 放射光についてもっと勉強すると共に、中性子をもっと身近に感じてもらえるように頑張りたいと思いますのでよろしくお願いいたします。

片岡 竜馬 (かたおか りょうま)



1. 2021年4月1日
2. 物構研 放射光実験施設・技術員
3. 電気通信大学情報理工学研究科基盤理工学専攻・学生(修士)
4. 物理化学
5. 放射光技術のプロフェッショナルと
なれるよう日々精進いたします。
6. 勝つまでやる。
7. ジャズピアノ

塩澤 真未 (しおざわ まみ)



1. 2021年4月1日
2. 加速器研究施設 加速器第六研究系・技術員
3. 茨城大学大学院 理工学研究科
4. 物性物理
5. 大好きなPFで貪欲に学びたいです。
6. 失敗は成功のもと。
7. ドライブ, キャンプ, 温泉

大下 宏美 (おおした ひろみ)



1. 2021年4月1日
2. 物構研 量子ビーム連携研究センター・博士研究員
3. 甲南大学 理工学部機能分子化学科・助教
4. 生物無機化学・錯体化学
5. マルチプローブ研究者になる!
6. Happiness is loving your enemies.
7. 猫をもふもふする。

Fan Dongxiao (樊 東曉, ファン ドンシャオ) (出身:中国)



1. April 1st, 2021
2. IMSS Center for Integrative Quantum Beam Science (CIQuS)・Postdoctoral Fellow
3. PhD student (Hiroshima University).
4. Synchrotron Radiation, Functional Materials (Phosphors, Ferroelectrics, Perovskite Solar Cell)
5. Master time-resolved experiments, understanding the dynamic mechanism of the functional materials.
6. Passion drives progress.
7. Yoga, Running, Finishing

小山 恵史 (おやま けいし)



1. 2021年4月1日
2. 物構研 放射光実験施設 測定装置部門・研究員
3. 九州大学大学院工学研究院 地球資源システム工学部門・博士研究員
4. 環境微生物学, 資源処理工学
5. 放射光に関しては初心者ですが、小角散乱の専門家となるべく努めてまいりますので、よろしくお願いいたします。
6. 勝つことは偶然じゃない
7. フットサル, 釣り

池田 聡人 (いけだ あきひと)

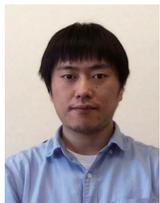


1. 2021年4月16日
2. 物構研 放射光科学第二研究系 構造生物学研究センター・研究員
3. 東京理科大学基礎工学部生物工学科 西野研究室・研究補助員
4. 構造生物学(他に生化学, 細胞生物学)
5. 新しい知識と技術を早く身につけて、チームに貢献したい。
6. 仲間と楽しく成果を出す。
7. TRPG, サイクリング

于 宏洋 (YU HONGYANG)

1. 2021年4月1日
2. 物構研 構造生物学研究センター・研究員
3. 総合研究大学院大学
4. 構造生物, 酸化還元
5. 早く論文を出せるように頑張ります。
7. 旅行

篠原 智史 (しのはら さとし)



1. 2021年4月16日
2. 加速器研究施設 加速器第六研究系・研究員
3. 大阪大学理学研究科・特任研究員
4. 加速器電源
5. 新しい分野での研究になるので、色々と吸収しつつ、着実に研究を進めています。
6. 楽しむ
7. 野球観戦, ゴルフ

高木 壮大 (たかぎ そうた)



1. 2021年4月1日
2. 日本学術振興会・特別研究員 PD
3. 物構研 放射光科学第二研究系・研究員
4. 鉱物理学・時間分解実験・衝撃実験
5. 頑張ります。
6. 継続は力なり
7. 漬物

藤田 雅也 (ふじた まさや)



1. 2021年4月1日
2. 物構研 構造生物学研究センター 日本学術振興会・特別研究員 PD
3. 長岡技術科学大学・博士研究員
4. 応用微生物学
5. 良い成果を出せるように頑張ります！
6. とりあえずやってみる。
7. 散歩, 美味しいものを食べること, お酒

伊藤 道俊 (いとう どうしゅん)



1. 2021年4月16日
2. 慶應義塾大学環境情報学部・訪問研究員 (日本学術振興会) (物構研 構造生物学研究センター・協力研究員)
3. 物構研 構造生物学研究センター・研究員
4. 生命科学, 質量分析
5. 半年間働いてようやく慣れてきました。所属が変わりましたので心機一転してさらに研究を進めていきたいと思えます。
7. テニス, ピアノ, 低温調理

(入学)

中島 優作 (なかじま ゆうさく)



1. 2021年4月1日
2. 総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科 物質構造科学専攻・D1
3. 旭川工業高等専門学校 専攻科 応用化学専攻
4. 有機化学 ロボティクス
5. KEK は研究環境が非常に充実していますので、これからの研究が楽しみです！
7. お菓子作り

- | |
|--|
| 1. 着任日 2. 現在の所属・職種 3. 前所属・職種
4. 専門分野 5. 着任に当たっての抱負 6. モットー
7. 趣味 (写真, 5番~7番の質問は任意) |
|--|

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構技術職員公募について

本機構では、下記のとおり技術職員を公募いたします。

記

公募番号 機構技術 21-3

1. 公募職種及び人員

技師，准技師又は技術員 若干名

- ・本機構の技術職員の職名は，主任技師，前任技師，専門技師，技師，准技師及び技術員である。
- ・本機構の技術職員の定年は 60 歳である。

2. 職務内容／勤務地

- ・高エネルギー加速器研究機構の各研究所・研究施設に所属し，研究課題に関する技術及び関連技術の開発を行うとともに，各研究所・研究施設が行う装置の運転・管理業務に従事する。
- ・採用時の勤務地は，茨城県つくば市，東海村，埼玉県和光市である。
- ・なお，各研究所・研究施設の職務内容は以下の通り。詳細については「9. 問い合わせ先」にご連絡ください。

素粒子原子核研究所

- ・素粒子原子核実験のための検出器・装置，およびその制御システムに関する技術開発・運転

物質構造科学研究所

- ・放射光実験施設，または物質・生命科学実験施設における実験装置の技術開発，建設，運転，保守・維持管理

加速器研究施設

- ・加速器を構成する装置の電磁石・高周波源・加速空洞・真空・モニタ・制御等のグループに所属し，担当の装置及びそれに付随する電源・制御装置等の技術開発，運転

共通基盤研究施設

- ・放射線科学センター，計算科学センター，超伝導低温工学センター，機械工学センターのいずれかに所属し，放射線安全に係るシステム，環境（化学）安全に係るシステム，計算機・情報ネットワークに係るシステム，極低温冷媒供給および超伝導電磁石開発実験に係るシステム等の構築・運転・維持管理，実験装置の設計・加工・製造，およびそれらに係る技術開発

3. 着任時期

2022 年 4 月 1 日

4. 応募資格

- (1) 高等専門学校または理工系大学の卒業生（2022 年 3 月卒業見込を含む）。
- (2) 高等専門学校または理工系大学の卒業生，あるいはこれと同等程度以上の能力を有する者で，大学・研究所または民間企業等において，上記の職務内容に関連する業務経験を有する者。

5. 応募受付期間

下記指定期間中にお申込みください。※本機構 Web システムにて応募受付する関係で，下記 2 段階で締切といたします。

応募申込連絡期間

2021 年 6 月 1 日（火）9 時～2021 年 7 月 9 日（金）12 時

※ Web システムの URL 等を発行します。

申込方法の詳細は「8. 応募方法」をご覧ください。

提出書類受付期間

2021 年 6 月 1 日（火）9 時～2021 年 7 月 9 日（金）17 時

6. 選考方法

- (1) 一次選考：書類選考
一次選考合格者には 8 月 2 日（月）までに原則として電子メールアドレス宛てに二次選考の詳細を通知する。
- (2) 二次選考：面接試験
（日 時）2021 年 8 月 6 日（金）（予定）
（場 所）高エネルギー加速器研究機構 つくばキャンパス

略歴、業務歴（在学生の場合は、卒業研究の内容）、および志望の動機と抱負についてプレゼンテーションを行っていただきます。

※ 二次選考の詳細は、合格者のみに連絡いたします。

※ 新型コロナウイルス感染症の感染拡大状況により、試験日程・実施方法が変更となる場合があります。変更があった際は、速やかにご連絡いたします。

※ 面接試験の際の交通費は自己負担となります。また、状況によりオンライン面接へ変更となる場合がありますが、オンライン面接に係る通信料等は自己負担となります。

7. 提出書類

(1) 履歴書

・通常の履歴事項の後に以下の項目を明記すること

- ① 応募する公募番号
- ② 希望する研究所・研究施設の名称（複数ある場合は希望順位）
- ③ 電子メールアドレス

(2) これまでの仕事の概要

- ・ これまでに経験した業務（研究）について、どのような装置・設備に関するものか、また、その中で担当した役割やアピールしたい点を具体的に記述すること。
- ・ 在学生の場合は、卒業研究の内容。

(3) 志望の動機及び抱負（A4用紙1枚以内）

※ ご本人の適性等を審査のうえ、希望した研究所・研究施設以外から採用となる場合もあります。

※ 上記書類は履歴書用紙を除きすべて A4 横書きとし、それぞれ別葉として各葉に氏名を記入すること。

8. 応募方法

・本機構 Web システムにて受付いたします。

応募希望の旨を人事第二係宛に電子メールでご連絡ください。

メール受付後、システム URL、アップロード用のパスワードをお知らせします。

【応募時の注意】

・2021年7月9日（金）12時までに応募希望の旨を連絡すること。

・メールの件名は「機構技術 21-3 応募希望」とし、本文に

- (1) 氏名
- (2) 現職（在学生の場合は学校名および学部・研究科名）
- (3) 電話番号を記載すること。

・「7. 提出書類」は、必ず PDF 形式にすること。

《応募連絡先》

総務部人事労務課人事第二係 E-mail：jinji2@ml.post.kek.jp

※ 電子メールは様々な理由により受信できない可能性があります。

数日以内に返信がない場合には、別メールアドレスや電話等によりご連絡ください。

※ Web システムでの応募が困難な場合は、事前にご相談ください。

9. 問い合わせ先

(1) 業務内容について

素粒子原子核研究所 技術調整役 山野井 豊 E-mail：yutaka.yamanoi@kek.jp

(2) 提出書類・応募方法について 総務部人事労務課人事第二係

E-mail：jinji2@ml.post.kek.jp TEL：029-864-5117（ダイヤルイン）

10. その他

(1) 受験申込者から取得する個人情報は、高エネルギー加速器研究機構職員採用の目的を達成するために利用するものであり、高エネルギー加速器研究機構職員以外の第三者には提供又は公表しません。

(2) 本機構は、男女共同参画を推進しており、「男女共同参画社会基本法」の趣旨に則り、業績（研究業績、教育業績、社会的貢献等）及び人物の評価において優劣をつけがたい最終候補者（男女）がいた場合、女性を優先して採用します。

PF ユーザー（低速陽電子実験施設を含む）の安全教育について

2021 年 4 月 12 日

2021 年度から、「PF 一般安全講習」と「放射線安全教育」が統合され、来所前に全て受講していただけるようになりました。共同利用者支援システム（KRS）で年度更新をされてから安全教育受講のシステム運用開始までお待ちいただき、大変ありがとうございました。

以下の説明に従って、「PF ユーザー向け安全教育」をオンラインで受講して下さい。

●「PF ユーザー向け安全教育」を受講できるのは「放射線業務従事者」として所属機関で認定されていて、KEK に「外来放射線作業者」として登録されていないとなりません。具体的には、以下の手順となります。

1. 共同利用者支援システムで、今年度の用務を登録して下さい。
2. 共同利用者支援システムの【利用申請手続】から「放射線作業従事承諾書（様式 10）（つくば地区）」を登録して下さい（印刷した原本を KEK 放射線科学センター放射線管理室に提出することが必要です）。
3. KEK 放射線管理室が様式 10 の受理を確認すると、2. と同じ【利用申請手続】> 1. 登録済み実験・研究用務 で【安全教育】の「PF ユーザー向け安全教育 2021 年度」のところに「受講（メール送信）」の表示が現れるようになります（様式 10 の受理が確認されるまでは、「放管確認待」と表示され、安全教育を受講することはできません）。これをクリックすると、安全教育受講案内のメールが送信されますので、その説明に従って「PF ユーザー向け安全教育」を受講して下さい（受講はメール送信から 12 時間以内に完了して下さい。12 時間以上経過した場合は、再度「受講（メール送信）」をクリックして受講案内のメールを受信して下さい）。
4. 安全教育は、ビデオ視聴（日本の機関に所属している方は約 40 分、海外機関に所属している方は「日本の法令」を追加して約 50 分）の後、理解度確認のためのテストに移ります。テストに合格すると「PF 外来者放射線安全教育 受講記録票」を印刷できるようになりますので、これを印刷し、署名してから、PF 実験ホール入口の監視員室に持参して下さい。

不具合がありましたら、PF 秘書室（Email：pf-sec ★ pfqst.kek.jp ★を@に変えてご利用ください）までお知らせください。

線量計の KEK 外への持ち出しにご注意ください！

KEK 放射線管理室

最近、国内の空港でも従来の透過型 X 線手荷物検査装置に加え、X 線 CT タイプの手荷物検査装置が導入されています。この X 線 CT タイプの検査装置は従来の透過型 X 線装置に比べ 10 倍以上の X 線量を手荷物に照射します。KEK に来所された実験者のかたには、来所時に線量計をお渡しして、実験ホール（放射線管理区域）で実験していただいておりますが、まれに、この線量計を KEK 外に持ち出してしまう方がおられます。今年の 4 月までに 2 例、線量計を持ち出し、そのまま国内線に搭乗した際に、手荷物検査で X 線 CT タイプの検査機が使用されていたために、KEK で貸与した線量計に 1 mSv を超える線量が記録されていた例がありました。

線量計に有意な値が出た場合は、その値が実験によるものか、他の要因によるものかについて調査を行うために、ご本人に連絡・行動範囲を聞き取り調査し、共同実験者の方の線量計の確認を行うことになります。また、その結果を所属元の放射線取扱主任者に連絡することになります。このようなことをしなくてよいように、線量計は KEK 外に持ち出さないようにお願いします。KEK を離れる場合は線量計を PF 監視員室に預けてください。よろしくお願いします。

「フォトンファクトリーの礎を築いた先生方を記念する講演会」開催のお知らせ

フォトンファクトリー同窓会
代表世話人 雨宮慶幸

「フォトンファクトリーの礎を築いた先生方を記念する講演会」をフォトンファクトリー同窓会主催で開催させていただくことになりました。講演会の詳細につきましては、別途、情報提供をさせていただきます。皆様のご参加を心よりお待ち申し上げます。

日時：2021 年 8 月 28 日（土）午後（オンライン会議）

Photon Factory Activity Report 2020 ユーザーレポート執筆のお願い

Photon Factory Highlights 2020
Photon Factory Activity Report 2020
編集委員長 間瀬一彦 (KEK 物構研)

Photon Factory では、施設スタッフや PF を利用されたユーザーの皆様の Activity をまとめ、サイエンスのハイライト記事を中心とする「Photon Factory Highlights (PF-Highlights)」および当該年度に実施された実験課題の結果報告集である「Photon Factory Activity Report (PF-ACR)」を毎年度発行しています。つきましては、2020 年度に PF, PF-AR, 低速陽電子実験施設にて実施した実験について、ユーザーレポートの寄稿をお願いいたします。

すでに PF Highlights 2020 の編集作業を開始し、皆様から頂いた推薦に基づいてハイライト記事の選定作業を行っております。オンライン版での発刊は 9 月を予定しており、11 月頃には冊子として国内外の主要機関へ配布する予定です。また、Activity Report のためのユーザーレポートは随時投稿を受け付けています。基本的には 2020 年度に PF で実験を行なったユーザーにその報告を寄稿して頂きますが、データの解析に時間を要する等の事情により提出が遅れている場合は、2020 年度以前の実験に関する報告でも結構です。使用言語は、英語もしくは日本語となります。このユーザーレポートは、2014 年度より共同利用実験課題の終了届を兼ねるものとなりましたので、課題の有効期限に合わせて 1 報以上ご提出下さい。

ユーザーレポートの原稿や電子ファイルの準備・投稿要領は PF-ACR 2020: User's Reports への投稿案内のホームページ https://www2.kek.jp/imss/pf/science/publ/acr/2020/acr_submission_jp.html に掲載しておりますのでご覧下さい。

<ユーザーレポート提出締切: 2021 年 6 月 30 日 (金)>

総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科大学院説明会及び学生募集のお知らせ

物質構造科学専攻長 熊井玲児

総合研究大学院大学 (総研大) は、「大学共同利用機関」の高度な研究環境を活用した大学院大学です。学部を持たない大学院だけの大学で、独創的・国際的な学術研究の推進や先導的学問分野の開拓に対応する研究者の養成を目的としています。

物質構造科学専攻は高エネルギー加速器科学研究科に属し、基盤共同利用研究機関としては、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所が対応しています。5 年一貫性博士課程 (3 年次編入も可能) があり、博士の学位を目指す学生を受け入れています。物質構造科学専攻では、

物質構造科学研究所において、世界最先端のビームの発生と加工に関する技術開発研究や新しい利用研究手法の開発、先端的利用研究を行っている研究者の指導の下に、その将来を担い、かつその発展に貢献する有為の人材の養成を目的としています。新しいことにチャレンジし、世界に飛び出していく意欲のある方の参加を期待しています。

総合研究大学院大学・高エネルギー加速器科学研究科・物質構造科学専攻 (5 年一貫制および 3 年次編入学博士課程) の学生募集 (2021 年 10 月入学および 2022 年 4 月入学) について下にまとめました。詳しくは高エネルギー加速器科学研究科のホームページをご参照下さい。皆様の周りに将来の放射光科学を担う人材として該当する学生の方々がおられましたら、ぜひ勧めてください。

物質構造科学専攻の HP :

<https://www2.kek.jp/imss/education/sokendai/>

高エネルギー加速器科学研究科の HP :

<http://kek.soken.ac.jp/sokendai/>

大学院説明会開催のお知らせ

下記の通り高エネルギー加速器科学研究科大学院説明会およびオープンキャンパスを開催いたします。総研大物構専攻博士課程 (5 年一貫制)、博士課程 (3 年次編入学) に興味をお持ちの方は是非ご参加ください。

2021 年度 第 1 回大学院説明会

日時: 6 月 5 日 (土) 13:00 ~ 16:00

新型コロナウイルス感染拡大防止のため、web にて LIVE 配信の予定です。

参加は事前登録制です。参加希望の方は、「お名前」「連絡先」「所属」「興味のある専攻, 研究分野」(出願予定の専攻, ご興味の研究分野などが決まっておりましたら記載ください) を記載の上、6 月 2 日 (水) までに kyodo2@mail.kek.jp へご連絡ください。また、あらかじめお聞きになりたい質問事項がございましたらこちらも併せてご記載ください。プログラム等詳細は <http://kek.soken.ac.jp/sokendai/admission/setsumeikai/> をご覧下さい。

2021 年度 第 2 回大学院説明会 (オープンキャンパス)

日時: 7 月 2 日 (金)

※詳細は決定次第ホームページ (<http://kek.soken.ac.jp/sokendai/admission/setsumeikai/>) にてお知らせします。

総研大物質構造科学専攻学生募集

2021 年 10 月入学学生及び 2022 年 4 月入学学生募集概要

1. 募集人数

入学課程	募集人数	
	2021 年 10 月 入学	2022 年 4 月 入学
博士課程 (5 年一貫制)	若干名	3 名
博士課程 (3 年次編入学)	若干名	若干名

2. 願書受付期間・試験日程

<博士課程（5年一貫制）>

	願書受付期間	入試	合格発表
第1回 2021年10月入学 2022年4月入学	5月27日(木) ~6月2日(水)	6月28日(月) ~6月29日(火)	7月中旬
第2回 2021年10月入学 2022年4月入学	7月8日(木) ~7月14日(水)	8月18日(水) ~8月20日(金)	9月中旬
第3回 2022年4月入学	12月9日(木) ~12月15日(水)	2022年 1月25日(火) ~1月26日(水)	2022年 2月中旬

<博士課程（3年次編入学）>

	願書受付期間	入試	合格発表
第1回 2021年10月入学 2022年4月入学	7月8日(木) ~7月14日(水)	8月18日(水) ~8月20日(金)	9月中旬
第2回 2022年4月入学	12月9日(木) ~12月15日(水)	2022年 1月25日(火) ~1月26日(水)	2022年 2月中旬

3. 選抜の方法

書類選考と面接試験

※新型コロナウイルス感染症の影響により、入学者選抜の方法および日時を変更する可能性があります。これらについて変更する場合は、総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科ホームページ <http://kek.soken.ac.jp/sokendai/> に公表しますので、随時確認してください。

4. 募集要項請求先

以下のいずれかにご請求下さい。

(今年度要項については出来次第送付します。)

- * 〒240-0193 神奈川県三浦郡葉山町（湘南国際村）
総合研究大学院大学 学務課学生係
TEL 046-858-1525 又は 1526 gakusei@ml.soken.ac.jp
- * 〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
高エネルギー加速器研究機構 研究協力課大学院教育係
TEL 029-864-5128 kyodo2@mail.kek.jp

2021年度後期 フォトンファクトリー研究会の募集

放射光実験施設長 船守展正

物質構造科学研究所放射光実験施設（フォトンファクトリー）では放射光科学の研究推進のため、研究会の提案を全国の研究者から公募しています。この研究会は放射光科学及びその関連分野の研究の中から、重要な特定のテーマについて1~2日間、高エネルギー加速器研究機構のキャンパスで集中的に討議するものです。年間6件程度の研究会の開催を予定しております。

つきましては研究会を下記のとおり募集致しますので応募下さいませようお願いします。

記

1. 開催期間 2021年10月~2022年3月
2. 応募締切日 2021年6月18日(金)
〔年2回（前期と後期）募集しています〕
3. 応募書類記載事項（A4判、様式任意）
 - (1) 研究会題名（英訳を添える）
 - (2) 提案内容（400字程度の説明）
 - (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
 - (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
 - (5) 開催を希望する時期
 - (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名
4. 応募書類送付先（データをメールに添付して送付）
放射光実験施設 PF 秘書室

Email: pf-sec@pfqst.kek.jp TEL: 029-864-5196

なお、旅費、宿泊費等については実施前に詳細な打ち合わせのうえ、支給が可能な範囲で準備します（1件当たり上限30万円程度）。開催日程については、採択後、放射光実験施設長までご相談下さい。また、研究会の報告書をKEK Proceedingsとして出版していただきます。

※感染症対策として、開催時期の変更やビデオ会議での開催をお願いする場合も考えられます。予めご承知おき下さい。

予 定 一 覧

2021 年

- | | |
|------------------|---|
| 6 月 5 日 | 総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科大学院 2021 年度第 1 回説明会
(web にて LIVE 配信) |
| 6 月 18 日 | 2021 年度後期フォトンファクトリー研究会公募締め切り |
| 7 月 2 日 | 総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科大学院 2021 年度第 2 回説明会 (オープン
キャンパス) |
| 7 月 5 日 | PF, PF-AR 2021 年度第一期ユーザー運転終了 |
| 7 月 31 日～8 月 1 日 | つくばキャンパス全所停電 |
| 8 月 12～16 日 | つくばキャンパス一斉休業 |
| 8 月 28 日 | 「フォトンファクトリーの礎を築いた先生方を記念する講演会」(オンライン) |
| 11 月 8 日 | KEK 50 周年記念式典・祝賀会 |
| 11 月 9～10 日 | KEK 50 周年記念シンポジウム |

※最新情報は <http://pfwww.kek.jp/spice/getschtxt> をご覧下さい。
新型コロナウイルスの感染拡大状況により予定が変更になる場合もあります。

運転スケジュール(May~Aug 2021)

E : ユーザー実験 B : ボーナスタイム
M : マシンスタディ T : 立ち上げ
MA : メンテナンス HB : ハイブリッド運転
I : 産業利用促進日

5月	PF	PF-AR	6月	PF	PF-AR	7月	PF	PF-AR	8月	PF	PF-AR
1(土)			1(火)	E	E (5GeV)	1(木)			1(日)		
2(日)			2(水)	B	B (5GeV)	2(金)		M	2(月)		
3(月)			3(木)	M		3(土)	HB	E (6.5GeV)	3(火)		
4(火)	STOP	STOP	4(金)			4(日)			4(水)		
5(水)			5(土)			5(月)			5(木)		
6(木)			6(日)	E	E (5GeV)	6(火)			6(金)		
7(金)			7(月)			7(水)			7(土)		
8(土)	T/M		8(火)			8(木)			8(日)		
9(日)			9(水)	B	MA	9(金)			9(月)		
10(月)			10(木)		M	10(土)			10(火)		
11(火)	E		11(金)	E		11(日)			11(水)		
12(水)	B		12(土)	E		12(月)			12(木)		
13(木)			13(日)		E (6.5GeV)	13(火)			13(金)		
14(金)			14(月)	M		14(水)			14(土)		
15(土)		T/M	15(火)			15(木)	STOP	STOP	15(日)	STOP	STOP
16(日)	E		16(水)		B (6.5GeV)	16(金)			16(月)		
17(月)			17(木)			17(土)			17(火)		
18(火)		E (5GeV)	18(金)	HB	E (6.5GeV)	18(日)			18(水)		
19(水)	B	B (5GeV)	19(土)			19(月)			19(木)		
20(木)	M		20(日)			20(火)			20(金)		
21(金)			21(月)			21(水)			21(土)		
22(土)			22(火)			22(木)			22(日)		
23(日)	E	E (5GeV)	23(水)	MA	B (6.5GeV)	23(金)			23(月)		
24(月)			24(木)		M	24(土)			24(火)		
25(火)			25(金)			25(日)			25(水)		
26(水)	B	B (5GeV)	26(土)			26(月)			26(木)		
27(木)	M	M	27(日)	HB	E (6.5GeV)	27(火)			27(金)		
28(金)			28(月)			28(水)			28(土)		
29(土)			29(火)			29(木)			29(日)		
30(日)	E	E (5GeV)	30(水)		B (6.5GeV)	30(金)			30(月)		
31(月)						31(土)			31(火)		

スケジュールは変更されることがありますので、最新情報はPFホームページ(<https://www2.kek.jp/imss/pf/>)の「運転スケジュール」(<https://www2.kek.jp/imss/pf/apparatus/schedule/>)をご覧ください。

放射光共同利用実験審査委員会速報

放射光実験施設運営部門 君島堅一
兵藤一行

2021年3月25日(木)に、放射光共同利用実験審査委員会(PF-PAC)全体会議が、オンライン会議形式で開催されました。放射光実験施設報告やPF-PAC制度など実験施設運営に関する重要事項の報告・議論・審議がなされました。今回は、2020年度第4回目の全体会議になります。

報告事項

1. 放射光実験施設報告(船守実験施設長)

運転日程、2021年度の放射光実験施設組織の体制、予算及び運転時間、ビームラインの再整備検討、PF高度化計画、PFにおけるコロナウイルス感染症防止対応等について説明がありました。今期のPF-PACで検討された、学部生を課題メンバーとするための制度改正、課題申請者からのレフェリーの推薦と忌避の要望を反映させるのは技術的に困難なことが報告され、制度改正等は当面見送りたいとの提案があり、了承されました。

2. 次期PF-PAC委員について

次期委員を選出した手順が説明され、分科会別に委員の紹介がありました。

審議事項

1. 課題の進捗状況評価について

3月9日～11日に開催された2020年度量子ビームサイエンスフェスタ(第12回MLFシンポジウム/第38回PFシンポジウム)において、S1・S2・T型課題及びマルチブローブ課題の2020年度進捗状況に関する年次評価を実施した旨の説明がありました。評価内容について審議を行ない、了承されました。

2. PF-PAC委員改選に伴う委員長不在期間の委員長職務について

PAC委員改選の年の7月に開催される最初の全体会議まで、PAC委員長が不在となる期間について、放射光実験施設長が委員長代理を務めることをPAC(の内規)として決定したいとの説明があり、審議の結果、了承されました。

3. S2型課題について

過去にも議論されてきたS2型課題の規約・運用について、S2型課題へのビームタイム配分について他の課題とのバランスを考慮して配分をおこなう運用案をベースに今後意見交換を進め、2021年度中に決定したいとの提案があり、引

き続き、提案に関して検討を進めることになりました。

4. その他

今期の最後の全体会議であることから、委員から自由に意見を述べていただきました。

最後に、船守委員長から、2年の任期中の課題審査と制度改革への貢献に対して謝辞が述べられるとともに、引き続きPFの活動への理解と支援をいただきたい旨が述べられました。

次回PF-PAC全体会議は2021年7月の開催を予定しています。

第129回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：2021年2月17日(水) 13:30～

開催方法：Web会議

【1】第128回議事要録について

【2】審議

- (1) 次期副所長等の選考について
- (2) 次期技術調整役等の選考について
- (3) 教員人事(特定人事・放射光・特任教授1名)
- (4) 教員人事(特定人事・中性子・特別教授1名, JAEA クロアボ)
- (5) 特別教授の職位呼称付与について(特定人事・放射光)
- (6) 客員研究員の選考について(物構研)
- (7) 教員公募(教授1名:放射光)
- (8) 教員公募(助教1名:ミュオン 女性)
- (9) 2021年度ミュオン共同利用S1型実験課題審査結果について

【3】報告事項

- (1) 人事異動
- (2) 2020年度放射光共同利用実験課題審査結果について(U型, P型)
- (3) 放射光実験施設報告
- (4) 低速陽電子実験施設報告

【4】研究活動報告(資料配布のみ)

- (1) 物質構造科学研究所報告
- (2) 素粒子原子核研究所報告
- (3) 加速器研究施設報告
- (4) 共通基盤研究施設報告

物構研コロキウム

日時：2021年4月12日（月） 16:30～（オンライン）
 題名：#32 膜タンパク質の大量精製システムと構造解析について
 講師：村田武士（千葉大学大学院理学研究院）

日時：2021年5月31日（月） 16:00～（オンライン）
 題名：#33 宿主内環境を支配する寄生蜂の生存戦略：寄生蜂毒の同定と機能解析に向けて
 講師：丹羽隆介（筑波大・生存ダイナミクス研究センター）

2021年度 客員研究員一覧

氏名	所属・職名	名称
朝倉 清高	北海道大学 触媒科学研究所・教授	客員教授
池田 修悟	兵庫県立大学理学部・特任准教授	客員准教授
岩崎 憲治	筑波大学 生存ダイナミクス研究センター・教授	客員教授
大熊 春夫	大阪大学 核物理研究センター・特任教授	客員教授
小澤 健一	東京工業大学理学院・助教	客員助教
加藤 政博	広島大学 放射光科学研究センター・教授 自然科学研究機構 分子科学研究所・特任教授併任	客員教授
上久保裕生	奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科・教授	客員教授
熊谷 教孝	高輝度光科学研究センター・研究顧問	客員教授
栗木 雅夫	広島大学大学院先端物質科学研究科・教授	客員教授
佐々木茂美	広島大学 放射光科学研究センター・名誉教授	客員教授
佐藤 友子	広島大学大学院先進理工系科学研究科・准教授	客員准教授
鈴木真粧子	群馬大学大学院理工学府・准教授	客員准教授
高橋 嘉夫	東京大学大学院理学系研究科・教授	客員教授
羽島 良一	量子科学技術研究開発機構 量子ビーム科学研究部門・上席研究員	客員教授
丹羽 隆介	筑波大学 生存ダイナミクス研究センター・教授	客員教授
濱 広幸	東北大学 電子光理学研究センター・センター長	客員教授
星 健夫	鳥取大学大学院工学系研究科・准教授	客員准教授
村田 武士	千葉大学大学院理学研究科・教授	客員教授
山崎 裕一	物資・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門・主任研究員	客員准教授
米山 明男	九州シンクロトロン光研究センター・主任研究員	客員教授

放射光共同利用実験審査委員会委員名簿（分科会別）

第1分科会	第2分科会	第3分科会	第4分科会	第5分科会	第6分科会
吉田 鉄平	岩佐 和晃	田渕 雅夫	伏信 進矢	上久保裕生	鍵 裕之
小田切 丈	河野 正規	一國 伸之	橋本 博	小川 紘樹	島雄 大介
石坂 香子	松村 武	保倉 明子	藤間 祥子	森田 剛	矢代 航
高山あかり	白澤 徹郎	片山 真祥	有田 恭平	山本 勝宏	大村 彩子
小澤 健一	熊井 玲児	山添 誠司	千田 俊哉	清水 伸隆	佐藤 文菜
雨宮 健太		木村 正雄			兵藤 一行

放射光共同利用実験審査委員会委員名簿

	氏 名	所 属 ・ 職 名
機 構 外	有田 恭平	横浜市立大学生命医科学研究科・教授
	石坂 香子	東京大学大学院工学系研究科・教授
	一國 伸之	千葉大学大学院工学研究院・教授
	岩佐 和晃	茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター・教授
	大村 彩子	新潟大学理学部・准教授
	小川 紘樹	京都大学化学研究所・准教授
	小澤 健一	東京工業大学理学院・助教
	小田切 丈	上智大学理工学部・教授
	鍵 裕之	東京大学大学院理学系研究科・教授
	片山 真祥	立命館大学総合科学技術研究機構・准教授
	上久保裕生	奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科・教授
	河野 正規	東京工業大学理学院・教授
	佐藤 文菜	自治医科大学医学部・講師
	島雄 大介	北海道科学大学保健医療学部・教授
	島田 賢也	広島大学放射光科学研究センター・教授
	白澤 徹郎	産業技術総合研究所物質計測標準研究部門・主任研究
	高橋 嘉夫	東京大学大学院理学系研究科・教授
	高山あかり	早稲田大学先進理工学部・准教授
	田淵 雅夫	名古屋大学シンクロトン光研究センター・教授
	藤間 祥子	奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科・准教授
	橋本 博	静岡県立大学薬学部・教授
	伏信 進矢	東京大学大学院農学生命科学研究科・教授
	保倉 明子	東京電機大学工学部・教授
	松村 武	広島大学大学院先進理工系科学研究科・教授
	森田 剛	千葉大学大学院理学研究院・准教授
矢代 航	東北大学国際放射光イノベーションスマート研究センター・教授	
山添 誠司	東京都立大学理学部・教授	
山本 勝宏	名古屋工業大学大学院工学研究科・准教授	
吉田 鉄平	京都大学大学院人間環境学研究科・教授	
機 構 内	* 雨宮 健太	物質構造科学研究所・副所長／放射光科学第一研究系・研究主幹
	* 千田 俊哉	物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系・研究主幹
	* 伊藤 晋一	物質構造科学研究所 中性子科学研究系・研究主幹
	* 下村浩一郎	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系・研究主幹
	* 船守 展正	物質構造科学研究所 放射光実験施設長
	* 小林 幸則	加速器研究施設 加速器第六研究系・研究主幹
	* 古川 和朗	加速器研究施設 加速器第五研究系・研究主幹
	木村 正雄	物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系・教授
	熊井 玲児	物質構造科学研究所 放射光科学第一研究系・教授
	清水 伸隆	物質構造科学研究所 放射光実験施設・教授
兵藤 一行	物質構造科学研究所 放射光実験施設・教授	

任期：2021年4月1日～2024年3月31日 * 役職指定

施設留保 (R) ビームタイム採択課題一覧 (2020 年度)

課題番号	申請者	所属	カテゴリー	課題名	希望ステーション	希望ビームタイム (h)	実施ビームタイム (h)
2020R-01	山田悟史	物構研中性子	g	中性子反射率測定と斜入射小角 X 線散乱による薄膜評価テスト実験	BL-6A	12	12
2020R-02	大山研司	茨城大学	g	希土類絶縁体 YbTS ₂ (T=Ag, Cu) での単結晶構造解析	BL-8B	96	96
2020R-03	佐賀山基	物構研 PF	g	Fe の二本足梯子をもつ Ba ₆ Fe ₈ Si ₁₅ の結晶構造の研究	BL-8B	72	72
2020R-04	矢島健	東京大学	g	新規遷移金属酸水素化物の結晶構造解析	BL-8B	24	24
2020R-05	佐賀山基	物構研 PF	g	マルチフェロイック CaBaCo ₄ O ₇ の精密構造解析	BL-8A	120	120
2020R-06	雨宮健太	物構研 PF	g	XMCD を用いたキラル磁性体 FeCoSi の軌道角運動量の見積もり	BL-16A	24	24
2020R-07	佐賀山基	物構研 PF	g	トポロジカル磁気超構造体 Gd ₂ PdSi ₃ の結晶構造とその圧力変化	BL-8B	72	72
2020R-08	阿部仁	物構研 PF	f	茨城大学 BL 実習	BL-9C	12	12
2020R-09	亀沢知夏	物構研 PF	g	3 次元 X 線エラストグラフィのための撮影条件の検討	BL-14C	48	48 ----- 96
2020R-10	北島昌史	東京工業大学	g	放射光科学実習 (2020 年度)	BL-20A	48 ----- 24	48 ----- 24
2020R-11	清水伸隆	物構研 PF	e	タンパク質 X 線溶液散乱講習会でのトライアルユース	BL-10C	24	24
2020R-12	宇佐美徳子	物構研 PF	f	細胞核周辺部へのマイクロビーム照射法のテスト	BL-27B	48	48
2020R-13	宇佐美徳子	物構研 PF	g	リン内殻吸収により誘発される細胞間シグナル伝達の予備的検討	BL-27A	24	24
2020R-14	大山研司	茨城大学	g	希土類絶縁体 YbTS ₂ (T=Ag, Cu) での単結晶構造解析	BL-8A	96	72
2020R-15	谷口耕治	東北大学	g	有機・無機ハイブリッド化合物 (R-(CH ₃ C ₆ H ₅ C ₂ H ₃ NH ₃) ₂ Cu(Br _{1-x} Cl _x) ₄) の精密構造解析	BL-8A ----- BL-8B	72 ----- 72	72 ----- 72
2020R-16	平野馨一	物構研 PF	e	CUPAL 講習会 (X 線イメージング) BL-14B	BL-14B	96	88
2020R-17	杉山弘	物構研 PF	e	CUPAL 講習会 (X 線イメージング) BL-20B	BL-20B	24	24
2020R-18	阿部仁	物構研 PF	e	CUPAL 事業による XAFS 講習会 BL 実習デモンストラーション	BL-12C	12	12

施設留保 (RP) ビームタイム採択課題一覧 (2020年度)

課題番号	申請者	所属	カテゴリー	課題名	希望 アッシュン	希望 ビームタイム (h)	実施 ビームタイム (h)
2020RP-01	有田恭平	横浜市大	g	DNA 維持メチル化を制御するマルチドメインタンパク質 UHRF1 のリガンド結合による高次構造変化の解析	BL-10C	48	48
2020RP-02	湯澤賢	東京大学	g	SEC-SAXS によるポリケチド合成酵素の構造解析	BL-15A2	24	24
2020RP-03	小川覚之	東京大学	g	BINDS 1133 / 微小管関連タンパク質の X 線結晶解析支援	BL-15A2	24	24
2020RP-04	松垣直宏	物構研 PF	b	BINDS 事業におけるビームライン技術開発	BL-1A	453.5	453.5
2020RP-05	織田昌幸	京都府立大	g	金属イオン結合によりヘリックスバンドル構造をとるペプチドの動的構造解析	BL-10C	24	24
2020RP-06	田辺幹雄	物構研 PF	g	新奇ロドプシタンパク質 SyHR の結晶構造解析	BL-1A	23	23
2020RP-07	角田大	医療創生大	g	ApPCNA ₂ の溶液中における複合体形成の解析	BL-10C	24	24
2020RP-08	近藤次郎	上智大学	g	新しいタイプの核酸医薬品の開発を目的とした X 線結晶解析	BL-1A BL-17A	15.5 15.5	15.5 15.5
2020RP-09	藤橋雅宏	京都大学	g	結晶構造中のリンの同定	BL-5A BL-1A	7.5 30.5	7.5 30.5
2020RP-10	小林淳	物構研 PF	g	ヒト型抗体酵素の X 線結晶構造解析	BL-1A	46	46
2020RP-11	渡部聡	東北大学	g	小胞体タンパク質品質管理に関わる膜タンパク質群の溶液構造解析	BL-15A2	48	48
2020RP-12	西野達哉	東京理科大	g	好熱性細菌由来デオキシシチジンデアミナーゼの構造解析	BL-10C	24	24
2020RP-13	千田美紀	物構研 PF	g	SARS-CoV-2 3CL Protease と高活性阻害剤 YH-53 の X 線共結晶解析	BL-17A	7.5	7.5
2020RP-14	鈴木花野	千葉大学	g	回転軸のない V 1 モーターが非対称構造を形成する分子機構の解明	BL-1A	15.5	15.5
2020RP-15	清水伸隆	物構研 PF	g	ヘテロクロマチンタンパク質の SAXS による構造解析	BL-15A2 BL-10C	24 24	24 24
2020RP-16	藤城貴史	埼玉大学	g	鉄硫黄クラスター生合成系 PLP 酵素選択的阻害剤の探索と構造に基づくドラッグデザイン	BL-17A NW12A	7.5 23	7.5 23
2020RP-17	飯島洋	日本大学	g	化合物による酵素の生成物阻害の解除機構の解明	BL-1A BL-5A	22.5 7.5	22.5 7.5
2020RP-18	清水伸隆	物構研 PF	g	BINDS2627/ 脂質代謝酵素 DGK α の結晶構造解析および X 線小角散乱による溶液構造の解析	BL-10C	48	48
2020RP-19	鎌田祥太郎	昭和薬科大	g	PPAR 受容体結晶構造解析	BL-17A BL-5A	7.5 7.5	7.5 7.5
2020RP-20	清水伸隆	物構研 PF	g	イネ PDI の多量化構造の解明	BL-15A2	24	24
2020RP-21	小田隆	立教大学	g	自然免疫の回避に関わるセンダイウイルス C 蛋白質の分子基盤の解析	BL-15A2 BL-10C	24 24	24 24
2020RP-22	庄村康人	茨城大学	g	[NiFe] ヒドロゲナーゼ活性部位形成中間体の構造解析	BL-15A2	24	24

2020RP-23	永田隆平	東京大学	g	Native-SAD 法を用いたタンパク質構造決定	BL-1A	15.5	15.5
2020RP-24	藤間祥子	奈良先端科学技術大	g	BINDS1587/ 核内受容体と核内輸送受容体複合体の高分解能結晶構造解析	BL-17A	15.5	15.5
2020RP-25	宮原郁子	大阪市立大	g	BINDS1541/ 特異的糖鎖遊離酵素の構造解析	BL-10C	24.0	24.0
2020RP-26	安武義晃	産業技術総合研究所	g	BINDS0010/ 改変 HIV 逆転写酵素薬剤複合体の単結晶 X線回折データ収集	BL-1A	15.5	15.5
2020RP-27	田中良和	東北大学	g	生理活性レクチンの金属の同定	BL-17A	15.5	15.5
2020RP-28	大志田達也	物構研 PF	g	BINDS0523/ リン酸化ペプチド認識抗体 pSEGFR_10 の構造解析	BL-17A	7.5	7.5
2020RP-29	千田美紀	物構研 PF	g	BINDS0426/ リグニン生合成経路の改変を狙ったコニフェリルアルデヒド二重結合還元酵素の蛋白質工学的改変	NE3A	7.5	7.5
2020RP-30	廣田毅	名古屋大学	g	哺乳類の概日時計機構の構造生物学的解析	BL-17A	7.5	7.5
2020RP-31	仙石徹	横浜市立大	g	BINDS1698/ ペプチドプレニル化酵素の構造解析	BL-1A	15.5	15.5

- a) マシン、ビームラインの故障等に対するビームタイムの補填。
- b) ビームライン・実験装置の性能向上をスピーディにする。
- c) 早期に成果を創出するために、やり残した実験を実施する。
- d) U型課題の受付をし、重要な研究の計画から成果公表までの時間を短縮する。「既配分課題を排除する程の重要性」ではなくても緊急かつ重要な U型研究課題を実施する U型申請、審査は従来通り行うが、留保枠、未配分 BT 内で実施すべきものかはレフェリーの意見を参考に PF-PAC 委員長が判断する。
- e) 講習会、実習等や有望な新規ユーザーを開拓する。
※利用経験者による新しい研究提案は U型課題として処理する。
- f) 教育用ビームタイムの時間確保。
- g) 施設、ビームラインの運営に対する柔軟性を増し、一層の成果拡大に対して工夫する自由度を作る。外国の放射光施設職員等の来所時にテスト実験を行う等運用上の柔軟性を確保する。

内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧（2020年度）

課題番号	申請者	所属	課題名	希望 ステーション	希望 ビームタイム (h)	実施 ビームタイム (h)
2020PF-01	中尾裕則	物構研 PF	偏光解析装置の立ち上げ実験	BL-11B	96	0
2020PF-02	三木宏美	総研大	放射光単色 X 線を用いた関節軟骨の撮像方法の検討	BL-14B	73	0
2020PF-03	雨宮健太	物構研 PF	準大気圧波長分散軟 X 線 XAFS 法の開発	BL-7A, 16A	96	0
2020PF-04	北村未歩	物構研 PF	マルチフェロイック材料 Ba ₂ MnGe ₂ O ₇ における軌道磁気モーメント評価	BL-16A	36	0
2020PF-05	西村龍太郎	物構研 PF	10Gb SiTCP プロトタイプシステムによるイメージング試験 2	BL-14A	48	0
2020PF-06	熊井玲児	物構研 PF	角度依存性軟 X 線吸収分光による結晶中の有機分子の配向決定	BL-11B	24	0
2020PF-07	若林大佑	物構研 PF	FZP を用いた X 線結像ズーム顕微鏡の CT 試験測定	20B	120	120
2020PF-08	杉山弘	物構研 PF	BL20B における Be 窓スペックル散乱の X 線トポグラフィへの影響	20B	48	48
2020PF-09	山本涼輔	東大	位置分解オペランド観察法による合金触媒機能と表面構造の関係性の観察	BL-16A, 7A	48	0
2020PF-10	北村未歩	物構研 PF	太陽電池への応用を目指した半導体デバイスのバンドアライメント評価	BL-2A	24	0
2020PF-11	原野貴幸	総研大	炭素材料及び鉄鋼材料中 C の化学状態イメージング	BL-19A/B	72	0
2020PF-12	山下翔平	物構研 PF	大気非暴露 STXM および大気遮断システムの動作試験と予備実験	BL-19A/B	48	0
2020PF-13	中尾裕則	物構研 PF	偏光解析装置の立ち上げ実験	BL-11B, 16A	144	11B:96 16A:36
2020PF-14	北村未歩	物構研 PF	太陽電池への応用を目指した半導体デバイスのバンドアライメント評価	BL-2A	24	24
2020PF-15	三木宏美	総研大	放射光単色 X 線を用いた関節軟骨の撮像方法の検討	BL-14B	72	96
2020PF-16	原野貴幸	総研大	炭素材料及び鉄鋼材料中 C の化学状態イメージング	BL-19A/B	72	24 24
2020PF-17	若林大佑	物構研 PF	2 枚の FZP を用いた X 線結像ズーム顕微鏡の試験測定	BL-20B	144	216
2020PF-18	杉山弘	物構研 PF	非対称反射を利用したビーム圧縮による光子密度の増大	BL-20B	96	144
2020PF-19	熊井玲児	物構研 PF	角度依存性軟 X 線吸収分光による結晶中の有機分子の配向決定	BL-11B	24	24
2020PF-20	若林大佑	物構研 PF	10 keV 領域における X 線結像ズーム顕微鏡の試験測定	AR-NE1A	240	240
2020PF-21	西村龍太郎	物構研 PF	10Gb SiTCP プロトタイプシステムによるイメージング試験 2a	BL-14A	48	48
2020PF-22	雨宮健太	物構研 PF	反射型ズーム軟 X 線顕微鏡の開発	BL-16A	24	24
2020PF-23	渋谷昂平	物構研・学際理学	準大気圧軟 X 線吸収分光法による TiO ₂ 光触媒反応の operando 観察	BL-16A	72	48

2020PF-24	熊木文俊	総研大	溶液系試料の時間分解軟X線分光のための機器動作試験	BL-11A	72	72
2020PF-25	山本涼輔	物構研・学際理学	位置分解オペランド観察法による合金触媒機能と表面構造の関係性の観察	BL-16A, 7A	48	48
2020PF-26	原野貴幸	総研大	炭素材料及び鉄鋼材料中Cの化学状態イメージング	BL-19A/B	48	48
2020PF-27	三木宏美	総研大	放射光単色X線を用いた関節軟骨のCT撮影法の検討	BL-14B	72	72
2020PF-28	渋谷昂平	物構研・学際理学	軟X線吸収分光法によるTiO ₂ 光触媒反応のoperando観察	BL-16A	72	0
2020PF-29	君島堅一	物構研 PF	蛍光 XAFS 測定用温度制御溶液セルの開発	BL-12C	48	0
2020PF-30	山下翔平	物構研 PF	蛍光収量 STXM および転換電子収量 STXM の測定試験	BL-19A/B	24	12
2020PF-31	北村未歩	物構研 PF	逆スピネル酸化物の組成傾斜薄膜における遷移金属イオンの深さ分解価数決定	BL-16A	48	24
2020PF-32	柴崎裕樹	物構研 PF	真空下 XRD 測定装置の試験および整備	AR-NE1A	72	0
2020PF-33	西村龍太郎	物構研 PF	10Gb SiTCP プロトタイプシステムによるイメージング試験	BL-14A	48	48
2020PF-34	若林大佑	物構研 PF	集光ビームによるX線結像ズーム顕微鏡の試験測定	AR-NE1A	360	144
2020PF-35	熊木文俊	総研大	時間分解軟X線分光用の差動排気動装置の動作試験	BL-11A	120	120
2020PF-36	雨宮健太	物構研 PF	反射型軟X線顕微鏡におけるズーム機構の実証	BL-16A	48	24
2020PF-37	杉山弘	物構研 PF	チャンネルカット型非対称反射素子を利用したビーム圧縮による光束密度の増大	BL-20B	96	96
2020PF-38	山本涼輔	東京大学	反射率測定を用いた空間分解オペランド XAFS 測定法の開発	BL-16A, 7A	7A: 48 16A: 48	24 40
2020PF-39	佐野亜沙美	物構研 中性子	2 段式加圧セルの開発	AR-NE7	48	0

物構研職員および物構研に籍を置く大学院生及びユーザーグループ（または大学等）運営ステーションのワーキンググループメンバーは、次に掲げる項目の実験を行うために、下記手続きを経て優先的にビームタイムを使用できる。

- (1) 新しい実験手法のテスト（装置開発など）
- (2) 試料のテスト（興味深い試料の予備実験など）
- (3) 大学院生の研究指導
- (4) 新しい研究の予備実験

<補足>

- 予備的段階が終了して、本格的に研究を行う場合は物構研職員等も PAC に課題申請する。
ポスドク、総研大生についても可能な限り速やかに、受入教員またはポスドク本人が共同利用課題申請を行うこと。
- 1ステーションあたり、優先ビームタイムの配分は年間運転の20%程度までとする。
- 2020PF-01～06, 09～12に関しては、新型コロナウイルス感染症対策として2020年度第1期の運転をキャンセルしたため未実施。
- 2020PF-28, 29, 32, 39に関しては、加速器のトラブルにより運転をキャンセルしたため未実施。

2020年度第3期配分結果一覽

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
	2/15	2/16	2/17	2/18	2/19	2/20	2/21
	T/M	T/M	T/M	T/M	E	E	E
1A					調整		
2A/2B					18S2-004 組頭広志		
3A					19G056 清水亮太		
3B					19G129 櫻井岳暁		
3C							
4A					調整 20G529 宇原昌弘	19G602 西藤芳典	
4B2							
4C					18S2-006 山崎裕一		
5A					調整	調整	調整
6A					調整 19G579 藤野裕也	19G113 米澤聖人	
6C					19G636 山本篤史郎		
7A					19S2-003 兩宮健太		
7C					20G117 鈴木秀士		
8A					20S2-001 熊井玲児		
8B					19G039 田尻昌之	19G033 奥野正樹	19G115 興野純
9A					調整 19T002 鈴木真	19G042 鈴木温史	
9C					調整	20G676 泉麻雄	
10A					調整		
10C					調整 20RP-25 宮原夢子	20G071 山本勝史	
11A					19G601 志岐成友		
11B					20G072 田端千哉		
11D					20 調整	調整	20G587 伊藤
12C					調整	20G608 倉成明子	20G561 駒増航一
13A/13B					18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2		
14A					19G678 木村宏之		
14B						20G506 秋本	
14C					調整		
15A1					調整		
15A2							
16A					19G553 中尾裕則	20G537 東誠樹	
17A					調整 20Y001		
18B					運営	20-IB-06	
18C					20G635 巖裕之		
19A/19B					立上調整 18S1-001 高橋嘉夫		
20A					20G086 藤坂綱一		
20B					19G642 羽多野忠		
27A					調整 20G589 藤谷志郎	20G038 坂口健史	
27B					調整 19G057 岡本芳尚	19G032 尾崎裕祐	
28A/28B					調整		
NE1A	STOP	STOP	T/M	T/M	T/M	T/M	T/M
NE3A							
NE5C							
NE7A							
NW2A							
NW10A							
NW12A							
NW14A							
SPF					19G684 深谷有喜		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat			
	2/22	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	2/28		
	E	E	B	E	E	E	E		
1A	19G 20G 19G5 20RP-04 飯塚直隆	20Y014	20R 20RP-10 小	19G 20G018 村	20G 19G 19G6 19G 19G150 藤				
2A/2B	18S2-004 組頭広志	19G645	18S2-005	18S2-006	20V001				
3A	19G056 清水	18S2-006 山崎裕一			20G526 若林裕助				
3B					19G129 櫻井岳暁				
3C					20G647 渡辺紀生	20G585 橋本			
4A	19G602 西藤	20G126 松浦晃洋			調整	20G081 高橋嘉夫			
4B2									
4C	18S2-006 山	20G614 佐久間博		19G120 清水憲一					
5A	20Y 19S	調整 19S	20G 19S	20G 20G	20G	19G			
6A	19G118 米澤聖人	19G034 小田隆	19G160 中川敬太	19G565 金子文典	19G110 島田崇	20G659 上野聡	19G894 上野聡		
6C	20G018 林好一	20G581 木村耕治			20G020 八方直久				
7A	19C211	19S2-003 兩宮健太	19C202		19G641 奥平幸司	19G028			
7C					20G117 鈴木秀士	20G600 岩住俊明			
8A		19G572 佐藤聖人	19G566 山本聖	20G628 佐賀山誠	20S2-001 熊井玲児				
8B	19G534 真島	20G660 菅野暹	20S2-001 熊井玲児		19G005 後藤				
9A	20G006 藤野裕太	20G657 三藤余登	18S2-00 19G133	20Y026	調整	20G081 高橋嘉夫			
9C	19G619 BAL Rajar	20G039	19G668	20G033 木島雄	20G033				
10A					19G517 吉朝朗	20G535 吉朝朗			
10C	19G002 矢野健二	20G111 藤号純一	20G567 矢野史規	19G673 石橋亮平	20R-11	19G537 早井光博	20G003 新井規博		
11A	19G601 志岐成友			18S2-003 足立純一					
11B					20G072 田端千哉				
11D					20G587 伊藤雅英				
12C	20G597 藤澤俊介	19G660 花咲健亮	20Y007	20G597		20G051 真鍋昌博	20G608 20G081		
13A/13B	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2	18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2 18S2		
14A					19G678 木村宏之	19G044 玉川徹	19G566 山崎		
14B					20G506 秋本晃一	19G606 西村龍太郎	19G598 島雄大介	20G565 安藤	
14C					20Y02	20G556 米山明男	19G040 TheThe		
15A1	調整	20G081 高橋嘉夫		19G569 岡本敬		19G093 坂田			
15A2									
16A					19G553 中尾裕則	20V007	18S2-006 山崎裕一	18S2-003 青木健之	
17A	19G 19G051 倉田 全島陽司	20G504 秋野太郎	20Y012 20C203	19G 20G9 19G 19G539 渡	20G 19G 19G0				
18B					20-IB-06	20-IB-23	20-IB-05		
18C					20G635 巖裕之	19G550 川村幸裕	19G132 佐藤友子		
19A/19B					18S1-001 高 19C211 18S1-00 20Y017	18S1-001 高橋嘉夫	20G639 18S1-00 20G639 18S1-00		
20A					20G086 藤坂綱一				
20B					20PF-37 杉山弘	19G103 橋本			
27A					20G589 藤谷志郎	19G032 尾崎裕祐	20G043 本田充紀	調整	
27B					20G043 本田充紀	20G041 後藤明徳	20R-12 宇佐美健子	調整	19G057 岡本
28A/28B					調整		18S2-001 佐藤宇史		
NE1A	E	E	B	E	E	E	E		
NE1A	19S2-001 小林寿夫								
NE3A	調整 20G	調整	19G 調整	20Y009	全島陽司				
NE5C					20G572 須崎真弘	20G073 鈴木昭夫			
NE7A					20G001 湯浅哲也				
NW2A					調整				
NW10A					調整 20G597 藤澤俊介	19G503 北野俊明	20Y017 20Y021 20G039 20G597 20G676 泉麻雄		
NW12A					調整 18S2-002 佐藤文策	19G	20RP-16 藤 19G151 佐		
NW14A					20G028 一柳光平	20G584 高木杜大			
SPF					19G540 望月出海	調整	19G599		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6	3/7
	E	E	B	M	E	E	E
1A	19G 19G	20RP-04 松尾直也	20RP-26 勢		20Y 19G	19G	19G 19G
2A/2B	19G683 大友明	18S2-004 組頭広志			20G634 石塚香子	19T004 志賀大亮	
3A	20G526 若林	19G670 中村将志			19G670 中村	20G655 川本敏平	
3B	19G129 櫻井岳暁				18S2-005 小澤健一		
3C	20G585 橋永昭				20G094 加藤有香子		
4A	20G081 高橋	20G008 石橋秀巳			20G534 伊藤敏	20G661 渡光マコ	
4B2					20G663 籠宮功		
4C	20G506 秋本晃一	18S2-006 山崎健			18S2-006 山	19G557 岩佐和晃	
5A	20Y011	19G	20G 19G 19G		19G018 勢	19G 19G 20G	
5A	19G162 上野隆	20G520 藤井伸一	20G077 今村比呂		19G521 松澤隆	19G009 藤岡勇一	調整
6C	20G627 白方祥				20G613 北浦守	19G635 細川	
7A	19G029	19G603 宮崎康典			20G047 境誠司		
7C	20G600 岩佐俊明				19G591 手塚泰久		
8A	19G558 岩佐和晃				18G558 岩佐和晃	20R-15 谷口耕治	
8B	19G005 後藤博正	20S2-001 熊井玲児			20S2-001 熊井玲児	20G598 下野	
9A		19C211	19G093 坂田昂平		18G093 坂田昂平	19G689 原田誠	
9C	19G668 増田卓也	19G655 今岡孝雄			20G621 奥村和	20G539	19G141 島藤雄
10A	20G535 吉朝朗				19G585 中塚晃彦		
10C	20R-11 清水伸徳	調整	調整		20G011 三宅高介	20G014 高橋裕	20G110 島本弘之
11A	18S2-003 足	20PF-35 熊木文俊			20PF-35 熊木文俊		
11B	20G072 田端千敏				20G051 高岡昌輝	19G111 沼	
11D			20G130 江島文雄		20G130 江島文雄		
12C	19G111 沼子千弥	20G597 野澤俊介	20R-18			19G575 島田真司	
13A/13B	18S2-00	20G619	18S2-00	20G619	18S2-00	20G619	20G619
14A	19G566 山本孟				19G566 山本孟	19G576 高田英治	
14B	20G565 安藤	20G583 砂口尚輝			20G583 砂口尚輝		
14C	20G032 高松大郊				20G108 矢代航		
15A1	19G093 坂田	20C202	19G662 原田誠		19G662 原田誠	19G107 西脇芳典	
15A2							
16A	18S2-006 山崎	18S2-003 南宮	18S2-003 足立純一		18S2-003 足立純一	18S2-003 足立純一	20Y004
17A	20Y008	全自動調整	20G 19G		19G008 勢	20G 20R 20RP-27 田	19G 20G0
18B	20-IB-05	20-IB-17			20-IB-17	20-IB-25	
18C	19G132 佐藤友子				19G664 宮川仁		
19A/19B	調整	18S1-001 高橋嘉夫			20Y019	18S1-00	19C202
20A	20G074 小田切文				20G074 小田切文		
20B	19G103 橋勝				19G103 橋勝		
27A	19G032 長嶋裕治	20G062 中瀬正彦				20G038 櫻口豊史	
27B	19G057 岡本	19G519 永井崇之			20G100 田中万也	20G558 渡部誠	20G606 松清
28A/28B	18S2-001 佐藤守史				19G525 齋藤智彦		
	E	E	B	E	E	E	E
NE1A	19S2-001 小林寿夫						
NE3A		調整	全自動調整	20Y001			
NE5C	20G073 鈴木昭夫		19G628 亀井川卓美	20G640 若林			
NE7A	20G004 矢野陽子						
NW2A			19S2-002 木村正雄				
NW10A	20G597 野澤俊介	20G621	20G597	19G659	20G033 本倉健	20G539	
NW12A	19G151 佐々	19G 20G				20G533 豊	19G097 勢
NW14A	19P014 岸村浩明	調整			20G022 野澤俊介		
SPF	19G599 和田健					20G631 石田明	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12	3/13	3/14
	E	E	B	M	E	E	E
1A	20Y009	20C203	20G	20RP-06 勢	19G	20G	20G 19G
2A/2B	19T004 志賀	20Y002		19G649	18S2-00	20G120	18S2-00 20G120 18S2-00 20G120 20G542 20G120
3A	20G655 川本	20S2-002 中村智樹			20S2-002 中村智樹	調整	
3B	18S2-005 小澤健一				18S2-005 小澤健一		
3C	20G094 加藤						
4A	19G602 西脇芳典				20G513 光延聖	20G650 佐竹渉	
4B2	20G663 籠宮功				19G552 植草秀裕		
4C	19G557 岩佐和晃				20G517 田中悟		
5A	19G 20G	20Y	20G	19G5	20G	20G	
6A	20G067 木下祥典	20G645 大藤研人	19G691 藤原隆		19G667 林幹大	20G102 渡辺賢	19G623 中原直樹
6C	19G635 細川	19G568 細川伸也			19G558 岩佐和晃		
7A	20G0	19G029 藤林剛	20G047 境誠司		20PF-38 山本悠策	20G054 朝倉大輔	
7C	19G591 手塚泰久				19G646 川又遼		
8A	20R-15 谷口	20G628 佐賀山基			20G666 神戸高志		
8B	20G598 下野聖矢	19G511 小杉祥嘉			19G511 小杉祥嘉	20R-15 谷口耕治	
9A	19G689 原田	調整	19G111 沼子千弥		20G105 堀川龍代	19G088 中山翔太	
9C			19C211		19G649 山本悠策	19G133 堀野健樹	
10A	19G585 中塚晃彦				19G084 吉朝朗		
10C	20G015 藤本聖	20G674 新井晃一	20RP-15 清水伸徳			20G064 上久保裕生	
11A			20G049 椎名達雄		20G049 椎名達雄		
11B	19G111 沼子千	19P013 西嶋雅彦			調整		
11D	20G130 江島文雄				20G130 江島文雄	20G013 小嶋理人	
12C	19G054 田中孝	20P001 長谷川拓海	19G655		20L005	20G081 高橋嘉夫	
13A/13B	18S2-00	19G607	19G618 小森文夫	20Y0	20G542 堀	20G 18S2-00 18S2-00 18S2-00 18S2-00	
14A	19G142 坂倉輝俊				19G142 坂倉輝俊		
14B	20PF-27 三木宏美	20G555 橋永昭			20G585 橋永昭		
14C	20G108 矢代航				20G549 松下昌之助		
15A1	調整	19G093	19G093 坂田昂平				
15A2						20G668 真塚健正	
16A	20 18S2-003 足立純一				19G590 石井裕太	20G022 18S2-00 20G022 18S2-00	
17A	19G 19G 20G	全自動調整	19G 19G 19G		20Y012	20G	3
18B	20-IB-25	20-IB-18			20-IB-16		
18C	19G563 遊佐斉				19G605 籠裕之	20G544 門林宏和	
19A/19B	19C202	18S1-001 高橋嘉夫			20Y016	19G093 坂田昂平	18S1-00 18MP001 小野寛太
20A	19G520 星野正光				19G520 星野正光		
20B		19G571 水野薫			19G571 水野薫		
27A			19G641 奥平幸司		20G589 藤原直樹	19G032 長嶋裕治	20G019 籠谷明樹
27B	20G606 松清	20G589 藤原直樹	19G658 岡本芳雄		20G536 今岡孝雄	20G041 籠谷明樹	19G651 鈴木雅雄
28A/28B					18S2-003 足立純一		
	E	M	M	E	E	E	E
NE1A	19S2-001 小			20G543 福谷克之			
NE3A	19G663 尾崎智二			全自動調整	20R	20G	
NE5C	20G640 若林			20G640 若林大佑	調整		
NE7A	20G004 矢野			20G075 山崎大輔	20G672 久保		
NW2A	19S2-002 木			調整	19G663 尾崎智二	20G053 井口私章	
NW10A	19G619 BALRaj			20V008	20Y007	20G006 藤竹裕太	20G608 真倉朝子
NW12A	19G			19G			
NW14A	20G022 野澤			19G140 IHEEHyotcherl	19G053 CA		
SPF	20G631 石田明	19G684 栗谷有喜		20G101 石田明			

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21
1A	M	HB	HB	HB	HB	HB	HB
2A/2B		20RP-04 橋田雄志		20Y	20G	20G	20RP-31 藤
3A		20Y002	20G120	20G669 相馬清吾		18S2-003 足	
3B		18S2-006 山崎裕一				20G034 杉	
3C		18S2-005 小澤健一			18S2-005 小澤健一		
4A		19G092 早稲田篤					
4B2		20G611 三河内岳	20G081 高橋嘉夫			20G668 鎌倉明子	
4C		19G665 八島正知				20G547 藤井	
5A		20G671 増田卓也		19G584 近藤敏啓			
6A		20G	19G	20G	20Y	20R	19G
6B		20G515 藤田雄史	20G044 日野和之	20G649 REEBH	19G112 丸神基典	19G128 武野聖之	19G055 LIXiang
6C		19G616 手塚泰久	20G020 八方直久	20G503 坂井伸行			
7A		19G621 遠藤理		19G028 岡林潤	19G6		
7C		20S2-001 藤井玲児					
8A		20G666 神戸高志	20R-14 大山研司			20G628 佐野	
8B		20R-15 巻口雄治	20S2-001 藤井玲児		調整		
9A		19T002 藤本浩	19G127 打越雄仁	20P004	19G589	20Y020	19G668 増田卓也
9C		20G646 高草孝光	19G105 郷次智	19G125 島山龍清			
10A		20G586 栗林貴弘					
10C		20G579 尾本賢一郎	19G532 東藤二郎	19G523 齊尾智英	20RP-21 小田隆	19G666 新井	
11A		調整	19G111 沼子千弥	19G641 奥平幸司			
11B				20G534 伊藤敏			
11D		20	20G013 小池雅人	19G642 羽多野忠			
12C		19G093 坂田昂平		20G081 高橋嘉夫	20Y017	19G504 藤永敏平	
13A/13B		18S2-00	18S2-00	18S2-00	18S2-00	18S2-00	18S2-00
14A		20G052 岸本俊二	20PF-33 西村龍太郎	20G045 岸本俊二			
14B		19G103 橋本	19G522 平野馨一				
14C		20G578 竹谷敏		20G557 米山明男	20C211		
15A1							
15A2		19G156	20R-11 清水伸雄	20RP-11 藤原聡	20G610 三輪洋平	20G512 藤井伸一	
16A		19G590 石井祐太	20G586	18S2-006 山崎裕一	19G622 笠田	18S2-006 山崎裕一	
17A		全自動調整	調整	3	20Y006	20G5	19G051 藤
18B		運営		20-IB-19		20-IB-22	20-IB-24
18C		20G544 門林宏和	20G545 平井寿子	20G562 藤崎彩子	19G6		
19A/19B		18S1-001 高橋嘉夫		20C212	20PF-33	19G066	18S1-001 高橋嘉夫
20A		調整	20G609 北島昌史				
20B		19G571 水野薫		20G094 加藤有香子			
27A		20G050 堀史哉	20G062 中瀬正彦	19G519 永井			
27B		20G109 岩瀬彰宏		20G589 藤原聡	20G038 坂口龍史	20G035 藤原聡	
28A/28B		18S2-001 佐藤宇史					
NE1A	E	E	B	E	E	E	E
NE1A	20G543 藤原其之	調整	19G563 道佐青		19G580 中野智志		
NE3A	20Y013	20C203		全自動調整	20Y001		
NE5C	調整		調整				
NE7A	20G672 久保友明		20G073 鈴木昭夫		19G638 飯嶋		
NW2A	20G588 河野正規		調整		20G505 白澤徹郎		
NW10A	19G105 郷次智		20Y023	20G081	19G117 大津博雄	19G141 奥藤隆	19G543 藤原誠人
NW12A	20G570 藤原文彦		18S2-002 藤原文彦	20G	19G	19G151 佐々木裕次	
NW14A	19G053 CANTONSophie	20G620 KIMTaeKyU		20G088 UEMURAYohei			
SPF	20G101 石田明		20G625 高山あかり			19G123	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
	3/22	3/23	3/24	3/25	3/26	3/27	3/28
1A	HB	HB	MA/HB	HB	HB	HB	HB
2A/2B	20G	20G	20C203	20G	19G	20RP	20G
3A	18S2-003 足立純一		19G632 小森文夫	20G112 小林正起			20RP-04 松
3B	20G034 松村武		20G582 比嘉野乃花	20G103 道村真司			
3C	18S2-005 小澤健一		18S2-005 小澤健一				
4A	20G662 原田誠		20G126 松浦晃洋			20G081 高橋	
4B2	20G547 藤井孝太郎		調整	20G098 上原政智			
4C	20G526 若林裕助		20G526 若林裕助	19G634 柏木隆成			
5A	19G	20G514		20Y011	19G	20G	19G
6A	19G116 菅水将一	調整	19G624 山	19G538 水多智	19G524 竹下俊樹	19G164 ALEXAND	19G065 金子文貴
6C	20G503 坂井伸行		19G087 杉山和正				20G638 藤田
7A	19G671 遠藤理		19G671 遠藤理	19S2-003 雨宮健太			
7C	20S2-001 藤井玲児		20S2-001 藤井玲児				
8A	20G628 佐賀山基		20S2-001 藤井玲児				
8B	調整	20S2-001 藤井玲児	20S2-001 藤井玲児		調整		
9A	20G643 高草木達				20Y020		
9C			19G087 杉	19G067 藤原雄史	19G052 原田雅史		
10A	20G586 栗林貴弘		19G062 栗林貴弘				
10C	19G666 新井	20RP-15 藤永敏平		19G589 藤井伸一	20P006 藤井誠人	19G073 山口雄道	19G515 夏田真史
11A	19G641 奥平	19P017 岡野純		19P013 西嶋雅彦			
11B	20G534 伊藤			20G615 中島正道			
11D				20G636 渡辺紀生			
12C	19G023 藤原	19P010		19G003 北野敬明	19G117 大津博雄	19G093 坂田昂平	
13A/13B	18S2-00	19G607	18S2-00	19G607	18S2-00	20G623	18S2-00
14A	20G045 岸本	19G606 西村龍太郎		19G606 西村龍太郎		20G097 北尾真司	
14B	20R-16 平野馨一			20R-16 平野馨一			
14C	19G597 安藤正海		19G597 安藤正海	20G678 藤浩一			
15A1							
15A2	19G617 藤井伸一	20G516 藤井伸一		19G585 金子文貴	20G555 島山龍清	19G012 藤田潤	調整
16A	20PF-31 北野敬明	20PF-36 藤原誠太		18S2-003 雨宮健太	20PF-38 山本流輔	20G589	18S2-003
17A	20G	19G	全自動調整	調整	19G	19G	19G
18B	20-IB-24	20-IB-12		20-IB-12		運営	
18C	19G605 藤裕之		調整	19G026 藤原誠	19G085 武田圭生	19G580 中野	
19A/19B	18S1-001 高	20V002		18S2-002 高	19G093 坂田昂平	20PF-26 藤原貴博	19G068
20A	20G609 北島昌史		20G609 北島昌史				
20B	調整		調整	20R-17 杉山弘	20G094 加藤有香子		
27A	19G519 永井	20G589 藤原聡		19G032 鳥嶋裕治	20G062 中瀬正彦	20G038 坂口龍史	
27B	19G032 鳥嶋裕治	20P005 山崎博雄		20G536 今岡雄道	20G041 藤原明樹	19G030 小嶋光明	19G651 藤永敏平
28A/28B	18S2-001 佐藤宇史		18S2-001 佐藤宇史				
NE1A	E	E	B	M	E	E	E
NE1A	19G580 中野	20PF-34 若林大佑			20PF-34 若林大佑		
NE3A	20G021 藤				全自動調整	20Y001	
NE5C	調整				19G143 浦川啓		
NE7A	19G638 飯塚理子				19G638 飯塚理子	19G516 小野重明	
NW2A	20G505 白澤徹郎				調整		
NW10A	20G657 三浦泰幸	20G653 西政康			20G673 藤原誠太	20G090 池本弘之	
NW12A		18S2-002 藤原文彦			18S2-002 藤原文彦	19G	
NW14A	20G656 丹羽剛樹	19G637 佐々木裕次			19G637 佐々木裕次	20G592 則包恭央	
SPF	19G123 高山あかり		20G040 李松田				

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	
	3/29	3/30	3/31	4/1	4/2	4/3	4/4
	HB	HB	HB	STOP	STOP	STOP	STOP
1A	20RP-04 松						
2A/2B	18S2-003 足立橋						
3A	20G103 道村						
3B	18S2-005 小						
3C							
4A	20G081 高橋						
4B2	20G098 上原						
4C	19G553 中尾梅原						
5A	19G						
6A	19G687 中尾五郎						
6C	20G638 徳田						
7A	19S2-003 雨						
7C	20S2-001 熊						
8A	20G628 笠置山基						
8B	熊						
9A	20G081						
9C							
10A	19G062 栗村						
10C	熊						
11A							
11B	20G615 中尾						
11D	20G636 渡辺						
12C	19G543 熊野誠人						
13A/13B							
14A	20C213						
14B	20PF-27 三木実典						
14C	20G678 森清						
15A1							
15A2	20G065 山本剛史						
16A	20G630 堂井伸次						
17A	20Y013						
18B	20-IB-21						
18C	19G580 中野						
19A/19B	18S1-001 高橋基秀						
20A	20G609 北島						
20B	20G094 加藤						
27A							
27B	19G057 岡本芳浩						
28A/28B							
	E	E	E	STOP	STOP	STOP	STOP
NE1A	20PF-34 若林						
NE3A	19G 20C						
NE5C	19G143 清川						
NE7A	19G516 小野						
NW2A							
NW10A	20C202						
NW12A							
NW14A	18S2-003 足立橋						
SPF	19G692 兵頭俊夫						

(注釈)

パルス偏向電磁石電源故障のため PF・PF-AR への入射が不可能になり、2020 年度第 3 期中の復旧の目処が立たないため、3 月 30 日 9 時に両リングの運転を停止、残り 2 日間の予定されていたビームタイムを中止しました。

「PF ニュース」からのお知らせ

平成 24 年度からの PF-UA の発足に伴い、PF ニュースはウェブが主体となりましたが、引き続きご愛読を賜り感謝致します。今後も新しい企画記事の連載など誌面の充実につとめ、PF ニュースをより魅力あるものにしていきます。PF ニュースウェブページには、冊子版では白黒となっている図等もオリジナルのカラーのものを掲載しています。ウェブ版もお楽しみ頂ければと思います。

ウェブ掲載時にはメールでお知らせするシステムも運用しています。希望される方は、どうぞ登録下さい。PF ニュースウェブページにフォームを掲載しています（※ KEK の共同利用者支援システムでユーザー登録をされた皆様には、PF メルマガが配信され、そちらにも PF News 発行のお知らせが載りますので、その方はお知らせメールの登録は必要ありません）。

PF ニュース編集委員一同

投稿のお願い

【最近の研究から】

PF で行われた実験、研究の成果をお寄せ下さい。

【建設・改造ビームラインを使って】

特にビームラインの改良点、他のビームラインとの比較、要望等を是非お聞かせ下さい。

【ユーザーとスタッフの広場】

PF での実験の成果等が認められ受賞された方、海外放射光施設に滞在、訪問された方、国際会議等に参加された方、修士論文等、どうぞ投稿下さい。また PF に対するご意見等がありましたら是非ご投書下さい。

詳細は事務局または PF ニュース HP をご覧下さい。

宛 先

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所 放射光実験施設内
PF ニュース編集委員会事務局
TEL : 029-864-5196 FAX : 029-864-3202
E-mail : pf-news@pfqst.kek.jp
URL : <http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/>

編集後記

編集委員として PF News に携わらせていただくようになり 1 年が経ちました。この間、新型コロナウイルス感染症の拡大により生活は一変してしまい、本原稿を執筆している今現在も第 4 波への警戒が高まっており、未だ先行き不透明な状況が続いております。このような中で、社会全体としてテレワーク等の働き方改革が進み、本誌の編集委員会に関してもオンラインで行われるようになりました。PF での実験においても、リモート・自動測定の運用が始まり、遠隔地からでも実験を行える環境が構築されてきています。一方で、現地で直接言葉を交わすからこそ生まれるアイデアや意見もあるため、今後の課題としては、安全かつ効率的に研究を進めていけるよう、オン・オフラインの各利点を理解し、それぞれを上手く活用していくことが重要になってくるのではないのでしょうか。PF News に関しても、直接手に取ることのできる“冊子体”と、いつでも・どこでもアクセスできる“Web 版”の異なる媒体で刊行されています。両媒体には各々異なる魅力がありますので、残り 1 年の任期となりましたが、それらを読者の皆様に届けられるよう引き続き努めてまいりたいと思います。(H.K.)

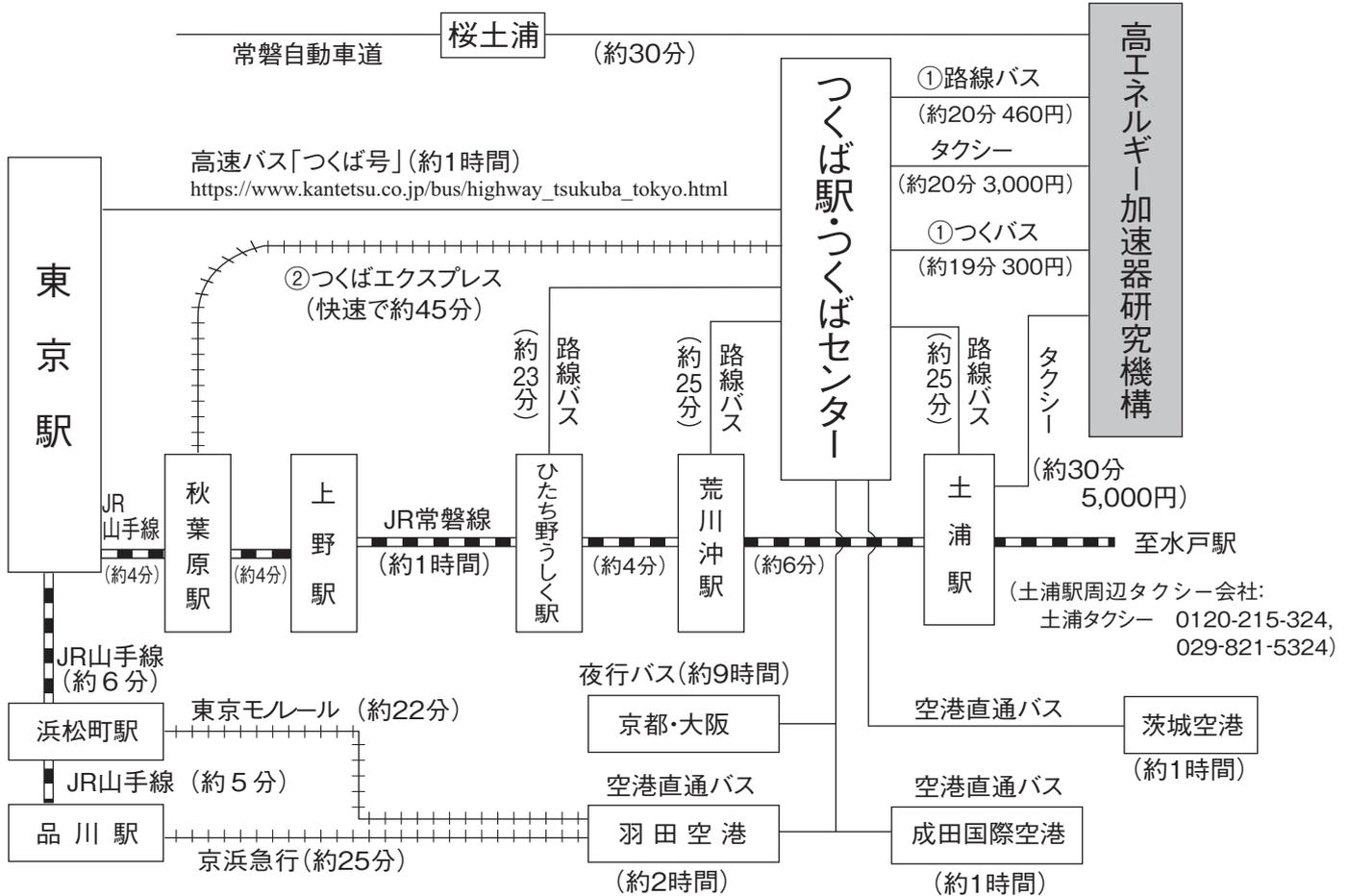
* 2021 年度 PF ニュース編集委員 *

委員長	清水 伸隆	物質構造科学研究所			
副委員長	古賀 舞都	産業技術総合研究所			
委員	井口 翔之	東京工業大学物質理工学院	石田 明	東京大学大学院理学系研究科	
	岩波 睦修	ENEOS (株) 中央技術研究所	岩野 薫	物質構造科学研究所	
	宇佐美徳子	物質構造科学研究所	小野 寛太	物質構造科学研究所	
	門林 宏和	物質・材料研究機構	北村 未歩	物質構造科学研究所	
	芝田 悟朗	東京理科大学理学部	高木 宏之	加速器研究施設	
	中村 顕	学習院大学理学部生命科学科	野澤 俊介	物質構造科学研究所	
	引田 理英	物質構造科学研究所	山崎 信哉	筑波大学数理物質系	
事務局	高橋 良美	物質構造科学研究所			

新型コロナウイルスの影響により、運休、運転時刻や営業時間の変更があるので、必ず直前に確認して下さい。

巻末情報

KEK アクセスマップ・バス時刻表



(KEK周辺タクシー会社：大曾根タクシー 0120-000-302, 029-864-0301)

つくば～空港直通バス：
<https://www.bus-ibaraki.jp/hwbus/highway.html>

①つくばセンター ↔ KEK (2020年12月19日改定)

関東鉄道バス 所要時間 約20分 運賃 460円 (KEK～土浦駅間の料金は800円) つくばセンター乗り場5番

18系統：土浦駅東口～つくばセンター～KEK～つくばテクノパーク大穂 C8系統：つくばセンター～KEK～つくばテクノパーク大穂
71系統：つくばセンター～(西大通り)～KEK～下妻駅 (筑波大学は経由しません)

つくバス 所要時間 約20分 運賃 300円 つくばセンター乗り場3番
HB/HA (北部シャトル)：つくばセンター～KEK～筑波山口 (筑波大学には停まりません)

下り (×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK
HB	7:05	7:25	HB	10:20	10:40	HB	15:50	16:10	HB	19:30	19:50
C8	×7:20	×7:35	HB	10:50	11:10	C8	×16:25	×16:40	HB	20:10	20:30
HB	7:25	7:45	C8	×10:55	11:10	HB	16:30	16:50	HB	20:30	20:50
C8	×7:50	×8:05	71	11:00	11:21	71	×16:35	16:56	HB	21:20	21:40
HB	7:50	8:10	HB	11:50	12:10	C8	×17:00	17:15	HB	21:50	22:10
18	×8:12	×8:34	HB	12:20	12:40	HB	17:10	17:30	HB	22:30	22:50
HB	8:20	8:40	HB	12:50	13:10	HB	17:50	18:10			
71	8:50	9:11	HB	13:20	13:40	71	17:50	18:11			
71	×9:07	×9:28	C8	×14:00	×14:15	C8	×17:55	×18:10			
HB	9:25	9:45	HB	14:10	14:30	HB	18:10	18:30			
HB	9:45	10:05	HB	14:50	15:10	C8	×18:30	×18:45			
71	×9:55	×10:16	71	15:15	15:36	HB	18:55	19:15			
C8A	×10:00	×10:15	HB	15:20	15:40	71	×19:10	19:31			

18系統の土浦駅東口～つくばセンターは20分間です。

上り (×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター
HA	6:19	6:55	71	10:18	10:45	HA	15:44	16:20	HA	20:34	21:10
71	× 6:28	× 6:55	C8	× 10:55	× 11:19	HA	16:24	17:00	HA	21:04	21:40
HA	6:39	7:15	HA	10:59	11:35	HA	16:54	17:30	HA	21:44	22:20
HA	7:04	7:35	HA	11:29	12:05	71	16:58	17:25			
HA	7:04	7:40	C8	× 11:50	12:10	C8	× 17:20	× 17:45			
71	○ 7:28	○ 7:55	HA	11:59	12:35	HA	17:24	18:00			
71	× 7:28	× 8:00	HA	12:24	13:00	C8	× 17:50	× 18:15			
HA	7:34	8:10	HA	13:24	14:00	71	× 17:58	× 18:30			
HA	8:39	9:15	HA	13:54	14:30	HA	18:09	18:45			
C8	× 8:50	× 9:14	HA	14:24	15:00	HA	18:44	19:20			
HA	8:59	9:35	71	14:28	14:55	C8	× 18:45	× 19:15			
C8	× 9:25	× 9:49	C8	× 14:50	× 15:10	HA	19:24	20:00			
HA	9:24	10:00	HA	14:54	15:30	18	× 19:30	× 19:50			
HA	10:04	10:40	71	× 15:28	× 15:55	HA	19:44	20:20			

18系統のつくばセンター→土浦駅東口は22分間です。

②つくばエクスプレス

(2020年3月14日改定)

所要時間 つくば駅-秋葉原駅(快速)約45分 [1,210円]

普通回数券(11枚綴り), 昼間時回数券(12枚綴り), 土・休日回数券(14枚綴り)あり

詳細はホームページ <http://www.mir.co.jp/> をご参照下さい。

秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
* 5:08	6:06	9:13	10:06	19:19	20:14
* 5:30	6:28	○ 9:29	10:14	△ 19:30	20:21
○ 5:50	6:36	9:43	10:36	19:40	20:36
6:05	6:58	○ 10:00	10:45	19:49	20:44
6:16	7:09	10:13	11:06	△ 20:00	20:51
○ 6:27	7:12	○ 10:30	11:15	20:10	21:06
* 6:29	7:27	10:43	11:36	20:19	21:15
6:40	7:34	(10時~16時まで同じ)		△ 20:30	21:20
6:50	7:45	○ 17:00	17:45	20:40	21:35
7:00	7:54	17:10	18:04	20:49	21:45
7:06	8:02	17:19	18:13	○ 21:00	21:47
7:16	8:12	△ 17:30	18:21	21:16	22:11
7:24	8:22	17:40	18:36	21:29	22:24
7:36	8:31	17:49	18:45	21:41	22:36
7:43	8:40	△ 18:00	18:51	○ 22:00	22:46
7:56	8:51	18:10	19:06	22:16	23:11
8:01	8:58	18:19	19:14	22:30	23:25
8:13	9:09	△ 18:30	19:21	22:45	23:40
8:23	9:21	18:40	19:36	○ 23:00	23:46
8:36	9:31	18:49	19:44	23:16	0:10
○ 8:47	9:34	△ 19:00	19:51	23:30	0:23
9:01	9:56	19:10	20:06	* 23:45	0:43

つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:06	5:59	8:46	9:39	18:10	19:04	22:29	23:22
○ 5:26	6:11	8:58	9:51	○ 18:28	19:13	* 22:42	23:40
5:32	6:25	○ 9:22	10:07	18:32	19:26	22:58	23:51
5:50	6:45	9:28	10:23	18:41	19:34	* 23:14	0:12
6:02	6:55	* 9:41	10:40	○ 19:00	19:45		
6:12	7:05	9:51	10:44	19:02	19:55		
6:23	7:20	○ 10:11	10:56	19:11	20:04		
6:33	7:32	10:20	11:13	○ 19:30	20:15		
6:40	7:41	○ 10:41	11:26	19:32	20:25		
6:52	7:51	10:50	11:43	19:41	20:35		
7:01	7:58	(10時~15時まで同じ)		○ 20:01	20:46		
7:09	8:08	○ 16:11	16:56	20:03	20:56		
7:18	8:15	16:20	17:13	○ 20:30	21:15		
7:27	8:25	16:31	17:26	20:38	21:31		
7:36	8:34	16:41	17:35	20:50	21:43		
7:45	8:44	16:50	17:43	○ 21:09	21:54		
7:52	8:49	17:02	17:55	21:12	22:06		
7:59	8:57	17:11	18:04	21:25	22:19		
* 8:07	9:09	17:20	18:13	21:40	22:33		
8:17	9:12	○ 17:42	18:27	21:52	22:45		
8:27	9:20	17:50	18:43	22:02	22:55		
8:36	9:31	18:02	18:56	22:17	23:10		

秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
* 5:08	6:06	8:45	9:38	○ 23:00	23:45
* 5:30	6:28	○ 9:00	9:45	23:15	0:08
○ 5:50	6:35	9:13	10:06	23:30	0:23
6:04	6:57	○ 9:30	10:15	* 23:45	0:43
6:16	7:09	9:43	10:36		
○ 6:30	7:15	○ 10:00	10:45		
6:45	7:38	10:13	11:06		
○ 7:00	7:45	○ 10:30	11:15		
7:15	8:08	10:43	11:36		
○ 7:30	8:15	(10時~21時まで同じ)			
7:45	8:38	○ 22:00	22:45		
○ 8:00	8:45	22:15	23:08		
8:15	9:08	22:30	23:23		
○ 8:30	9:15	22:45	23:38		

つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:06	5:59	7:28	8:21	○ 10:11	10:56	21:46	22:39
○ 5:26	6:11	○ 7:45	8:30	10:20	11:13	○ 22:10	22:55
5:32	6:25	7:50	8:43	○ 10:41	11:26	22:15	23:09
5:51	6:44	8:04	8:57	10:50	11:43	22:30	23:24
6:02	6:56	○ 8:25	9:10	○ 11:11	11:56	* 22:41	23:39
6:13	7:07	8:32	9:25	11:20	12:13	22:58	23:52
6:25	7:18	8:47	9:40	○ 11:41	12:26	* 23:14	0:12
6:38	7:32	○ 9:11	9:56	11:50	12:43		
○ 6:57	7:42	9:18	10:11	(11時~20時まで同じ)			
7:02	7:56	○ 9:41	10:26	○ 21:11	21:56		
○ 7:24	8:09	9:50	10:43	21:20	22:13		

○: 快速

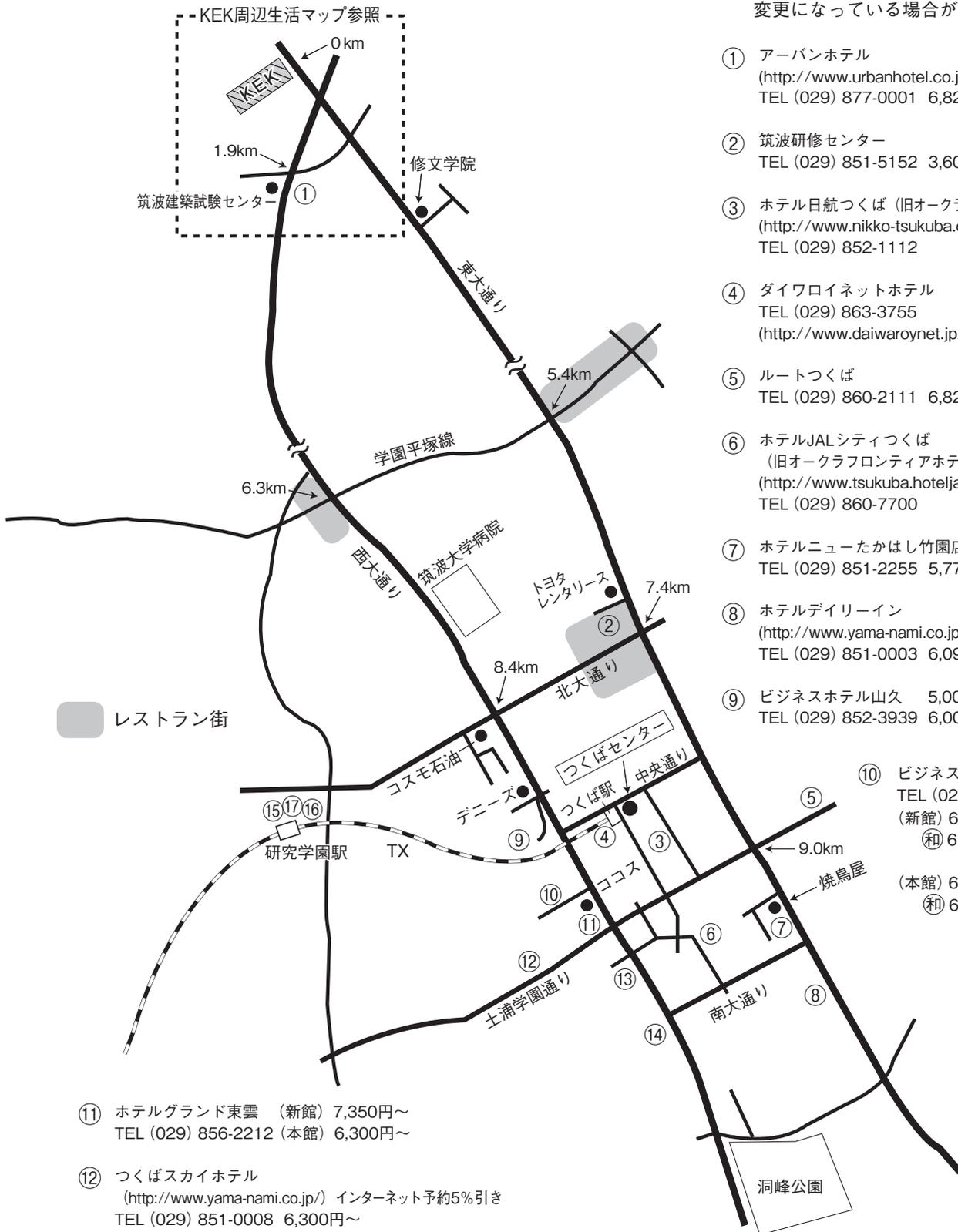
△: 通勤快速(研究学園駅にも停まります。)

無印: 区間快速 * : 普通

つくば市内宿泊施設

※料金は参考値です。

※新型コロナウイルスの影響により、情報が変更になっている場合があります。



- ① アーバンホテル
(<http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html>)
TEL (029) 877-0001 6,825円～
- ② 筑波研修センター
TEL (029) 851-5152 3,600円～
- ③ ホテル日航つくば (旧オークラフロンティアホテルつくば)
(<http://www.nikko-tsukuba.com>)
TEL (029) 852-1112
- ④ ダイワロイネットホテル
TEL (029) 863-3755
(<http://www.daiwaroyonet.jp/tsukuba/>)
- ⑤ ルートつくば
TEL (029) 860-2111 6,825円～ (朝食付)
- ⑥ ホテルJALシティつくば
(旧オークラフロンティアホテルつくばエポカル)
(<http://www.tsukuba.hoteljalcity.com>)
TEL (029) 860-7700
- ⑦ ホテルニューたかはし竹園店
TEL (029) 851-2255 5,775円～
- ⑧ ホテルデイリーイン
(<http://www.yama-nami.co.jp/>)インターネット予約5%引き
TEL (029) 851-0003 6,090円
- ⑨ ビジネスホテル山久 5,000円～(2食付・1室2人)
TEL (029) 852-3939 6,000円～(2食付・1室1人)

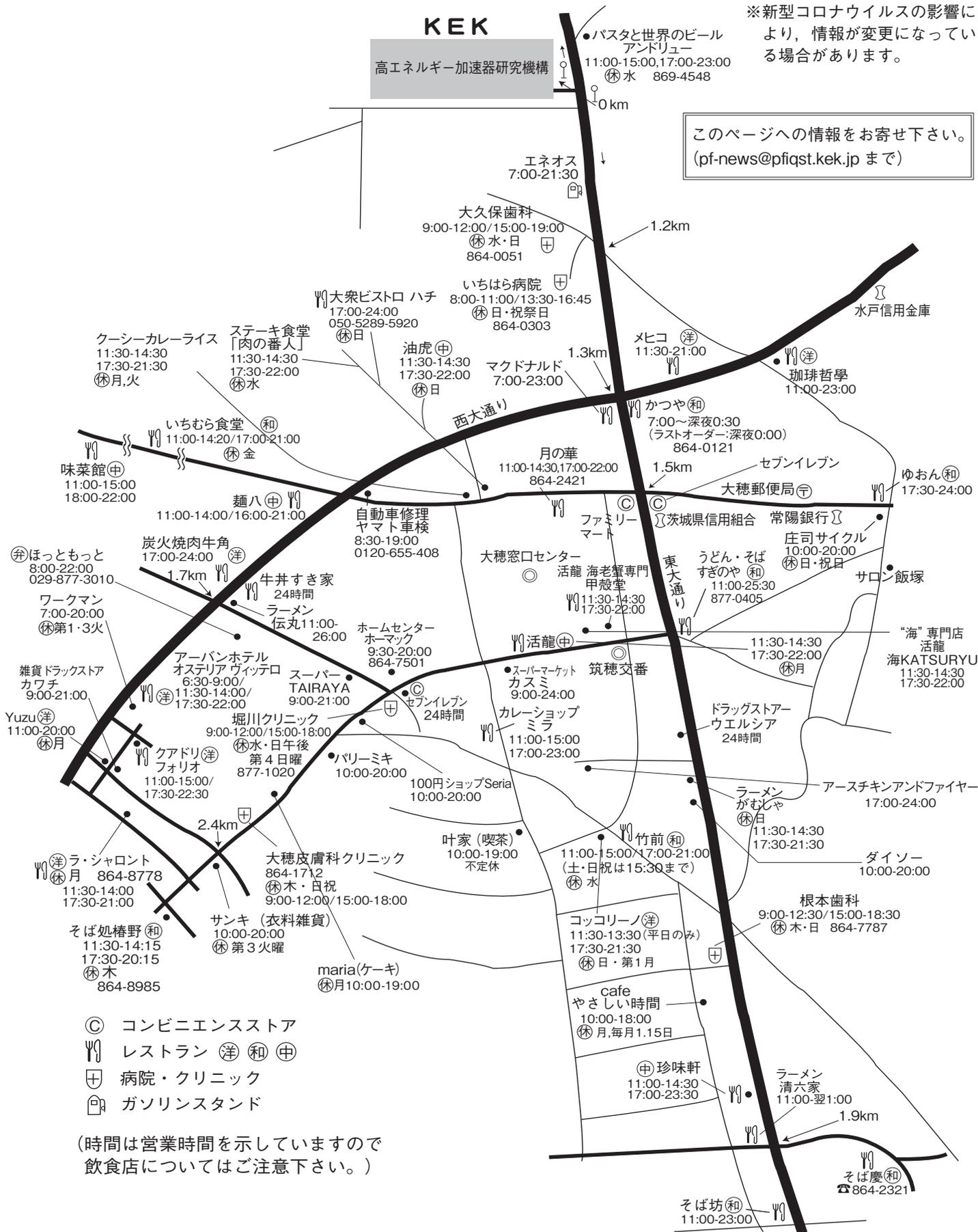
- ⑩ ビジネスホテル松島
TEL (029) 856-1191
(新館) 6,500円～
(和) 6,800円 (3人～)
(風呂・2食付)
(本館) 6,000円～
(和) 6,300円(3人～)(2食付)
- ⑪ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑫ つくばスカイホテル
(<http://www.yama-nami.co.jp/>) インターネット予約5%引き
TEL (029) 851-0008 6,300円～
- ⑬ ホテルつくばヒルズ学園西大通り店 (旧学園桜井ホテル)
(<https://breezabay-group.com/tsukuba-hills/>)
TEL (029) 851-3011 6,878円～
- ⑭ ビジネス旅館二の宮
TEL (029) 852-5811 5,000円～
(二人部屋のみ 2食付)
- ⑮ ホテルベストランド
(<http://www.hotel-bestland.co.jp>)
TEL (029) 863-1515
- ⑯ 東横イン
(<http://www.toyoko-inn.com/hotel/00228/>)
TEL (029) 863-1045
- ⑰ ホテルマークワン
(<http://www.mark-1.jp/>)
TEL (029) 875-7272

KEK 周辺生活マップ

放射光実験施設研究棟，実験準備棟より正面入口までは約 800 m

※新型コロナウイルスの影響により，情報が変更になっている場合があります。

このページへの情報をお寄せ下さい。
(pf-news@pqjst.kek.jp まで)



KEK内福利厚生施設

ユーザーの方は、これらの施設を原則として、機構の職員と同様に利用することができます。各施設の場所は裏表紙の「高エネルギー加速器研究機構平面図」をご参照下さい。

＜新型コロナウイルスの影響により、営業時間等が変更になる場合がありますので、ご注意ください。＞

●共同利用研究者宿泊施設（ドミトリー）

（管理人室 TEL/FAX:029-864-5574 PHS:2920）

シングルバス・トイレ付き 2,200円

シングルバス・トイレなし 1,700円

- ドミトリーは夜の22時から朝の8時までは施錠されます。また、この時間帯は管理人が不在ですので、22時以降にドミトリーに到着される方はインフォメーションセンター（029-864-5572, PHS:3398）でドミトリーの部屋の鍵を受け取って下さい。
- 支払いはユーザーズオフィスにて、現金の他、クレジットカード、デビットカードが利用可能です。また宿泊が週末等になり、ユーザーズオフィスで支払えない場合は銀行振込または管理人による現金での領収（土、日、祝のみ）も可能です。

●図書室（研究本館1階 内線3029）

開室時間：月～金 9:00～17:00

閉室日：土、日、祝、年末年始、夏季一斉休業日
機構発行のIDカードがあれば開室時間以外でも入館可能。詳しくは下記URLをご覧ください。

(<https://www2.kek.jp/library/riyou/>)

●健康相談室（医務室）（内線 5600）

勤務時間中に発生した傷病に対して、応急処置を行うことができます。健康相談も行っていますので、希望者は事前に申し込んでください。

場 所 先端計測実験棟

開室時間 8:30～17:00（月曜日～金曜日）

●食 堂（内線 2986）

営 業 月～金 ただし祝日及び年末年始は休業

昼食 11:30～13:30 夕食 17:30～19:00

●喫茶室 Suzu Cafe（スズカフェ）（内線 3910）

5月10日（月）から7月4日（日）までの間、下記のとおり営業時間となります。

【平日】

朝食 8:00～9:30まで（完全予約制）

昼食 11:30～15:00まで

夕食 18:00～21:00まで（ラストオーダー20:30）

※つくば市が感染拡大市町村に指定されている間は20時までの営業となります。

【土・日・祝日】

朝食 8:00～9:30まで（完全予約制）

昼食 11:30～15:00まで

夕食 17:00～20:00まで（ラストオーダー19:30）

営業時間等は変更となる場合もあります。

●売 店（ニューヤマザキデイリーストア）（内線 2989）

弁当、パン、食料品、軽食、菓子類、日用品、タバコ、お酒、雑誌、切手等、KEKオリジナルグッズの販売等。

5月10日（月）から7月4日（日）までの間、下記のとおり営業時間となります。

月～金 8:00～19:00

土 10:00～15:00

日・祝 休業日

●宅配便（宅配荷物室はPF研究棟1階）

★荷物は基本的に置配となります（冷蔵便・冷凍便含む）。

★shipping@pfqst.kek.jp宛のご連絡は不要となりました。

★荷物の発送はご自身でお願いいたします。

宅配荷物室に設置したファイルで、業者への発送依頼方法を必ずご確認ください。

★伝票の記載方法

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

高エネルギー加速器研究機構 放射光実験施設

【PFで荷物を受け取る場合】PF宅配荷物室

BL-〇〇（ステーション名）+受取人名

【PF-ARで荷物を受け取る場合】PF-AR共同

研究棟 N〇〇〇（ステーション名）+受取人名

※電話番号は、受取人の携帯電話番号等を記入してください。

PF事務室の電話番号は記入しないようお願いいたします。

●自転車貸出方法（受付〔監視員室〕内線3800）

・貸出は実験ホール入口の監視員室で行う。

・貸出は一往復とし、最長でも半日とする。

・使用後は所定の自転車スタンドへ戻し、鍵は監視員室へ速やかに戻す。

（PF-ARでも自転車を10台用意していますので利用したい方はビームライン担当者または運転当番〔PHS 4209〕に連絡して下さい。）

ユーザーズオフィスでも自転車の貸出を行っています（約50台）。

●郵便ポスト（計算機棟正面玄関前）

収集時間：10:30（平日・土曜）、10:00（休日）

●ユーザーズオフィスについては、<https://www2.kek.jp/usersoffice/>をご覧ください。

Tel : 029-879-6135, 6136 Fax : 029-879-6137

Email : usersoffice@mail.kek.jp

ビームライン担当一覧表 (2021. 5. 1)

ビームライン	光源	BL担当者
ステーション	形態 ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ◇所外, ☆教育用BL, ★UG運営ST)	担当者 担当者 (所外)
BL-1	U	松垣
BL-1A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
BL-2	U	北村
BL-2A/B	● MUSASHI: 表面・界面光電子分光, 広エネルギー帯域軟X線分光	北村
BL-3	U (A) / B M (B, C)	中尾
BL-3A	● 極限条件下精密単結晶X線回折ステーション	中尾
BL-3B	●★ VUV 24m球面回折格子分光器 (SGM)	間瀬 枝元 (立教大) 吉信 (東大)
BL-3C	● X線光学素子評価/白色磁気回折ステーション	平野
BL-4	B M	中尾
BL-4A	●★ 蛍光X線分析/マイクロビーム分析	丹羽 宇尾 (東京医科歯科大)
BL-4B2	●★ 多連装粉末X線回折装置	中尾 植草 (東工大)
BL-4C	● 精密単結晶X線回折ステーション	中尾
BL-5	M P W	松垣
BL-5A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
BL-6	B M	五十嵐
BL-6A	● X線小角散乱ステーション	五十嵐
BL-6C	●★ X線回折/散乱実験ステーション	中尾 八方 (広島市大)
BL-7	B M	雨宮 (岡林: 東大)
BL-7A	◇● 軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション (東大・スペクトル)	雨宮 岡林 (東大)
BL-7C	● 汎用X線ステーション	杉山
BL-8	B M	佐賀山
BL-8A	● 多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	佐賀山
BL-8B	● 多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	佐賀山
BL-9	B M	阿部
BL-9A	● XAFS (高強度) 実験ステーション	阿部
BL-9C	● XAFS (その場) 実験ステーション	阿部
BL-10	B M	清水
BL-10A	●★ 垂直型四軸X線回折装置	熊井 吉朝 (熊本大)
BL-10C	● X線小角散乱ステーション	清水
BL-11	B M	北島
BL-11A	● 軟X線斜入射回折格子分光ステーション	北島
BL-11B	● 軟X線2結晶分光ステーション	北島
BL-11D	● 軟X線光学素子評価装置用ステーション	間瀬
BL-12	B M	仁谷
BL-12C	● XAFS (ハイスループット) 実験ステーション	仁谷
BL-13	U	間瀬
BL-13A/B	● 表面化学研究用真空紫外軟X線分光ステーション	間瀬
BL-14	V W	平野
BL-14A	● 単結晶構造解析・検出器開発ステーション	佐賀山
BL-14B	● 精密X線光学実験ステーション	平野
BL-14C	● X線イメージングおよび汎用X線実験ステーション	平野
BL-15	U	五十嵐
BL-15A1	● XAFS (セミマイクロビーム) 実験ステーション	武市
BL-15A2	● 高輝度X線小角散乱実験ステーション	高木 (秀)
BL-16	U	雨宮
BL-16A	● 可変偏光軟X線分光ステーション	雨宮

BL-17		U	山田
BL-17A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
BL-18		B M	熊井
BL-18B(インド・DST)	◇●	Multipurpose Monochromatic Hard X-ray Station	熊井 SAHA, Pinku (JNCASR)
BL-18C	●★	超高压下粉末X線回折計	船守 鍵 (東大)
BL-19		U	山下
BL-19A/B	●	軟X線顕微鏡/分光実験ステーション	山下
BL-20		B M	足立 (純)
BL-20A	☆●	3 m直入射型分光器	足立 (純) 北島 (東工大)
BL-20B	●	白色・単色 X線トポグラフィ/X線回折実験ステーション	杉山
BL-27		B M	宇佐美
BL-27A	●★	放射性試料用軟X線実験ステーション	宇佐美 横谷 (量研機構)
BL-27B	●★	放射性試料用X線実験ステーション	宇佐美 岡本 (原研機構)
BL-28		H U	北村
BL-28A/B	●	可変偏光 VUV・SX 不等間隔平面回折格子分光器 高分解能角度分解光電子分光実験ステーション	北村
PF-AR			
AR-NE1		E M P W	船守
AR-NE1A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	船守
AR-NE3		U	山田
AR-NE3A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
AR-NE5		B M	船守
AR-NE5C	●	高温高压実験ステーション /MAX80	船守
AR-NE7		B M	平野
AR-NE7A	●	X線イメージングおよび高温高压実験ステーション	平野
AR-NW2		U	丹羽
AR-NW2A	●	時間分解 DXAFS / X線回折実験ステーション	丹羽
AR-NW10		B M	仁谷
AR-NW10A	●	XAFS (高エネルギー) 実験ステーション	仁谷
AR-NW12		U	引田
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	引田
AR-NW14		U	野澤
AR-NW14A	●	ピコ秒時間分解 X線回折・散乱・分光	野澤
低速陽電子			和田
SPF-A3	●	全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) ステーション	和田
SPF-A4	●	低速陽電子回折 (LEPD) ステーション	和田
SPF-B1	●	汎用低速陽電子実験ステーション	和田
SPF-B2	●	ポジトロニウム飛行時間測定ステーション	和田

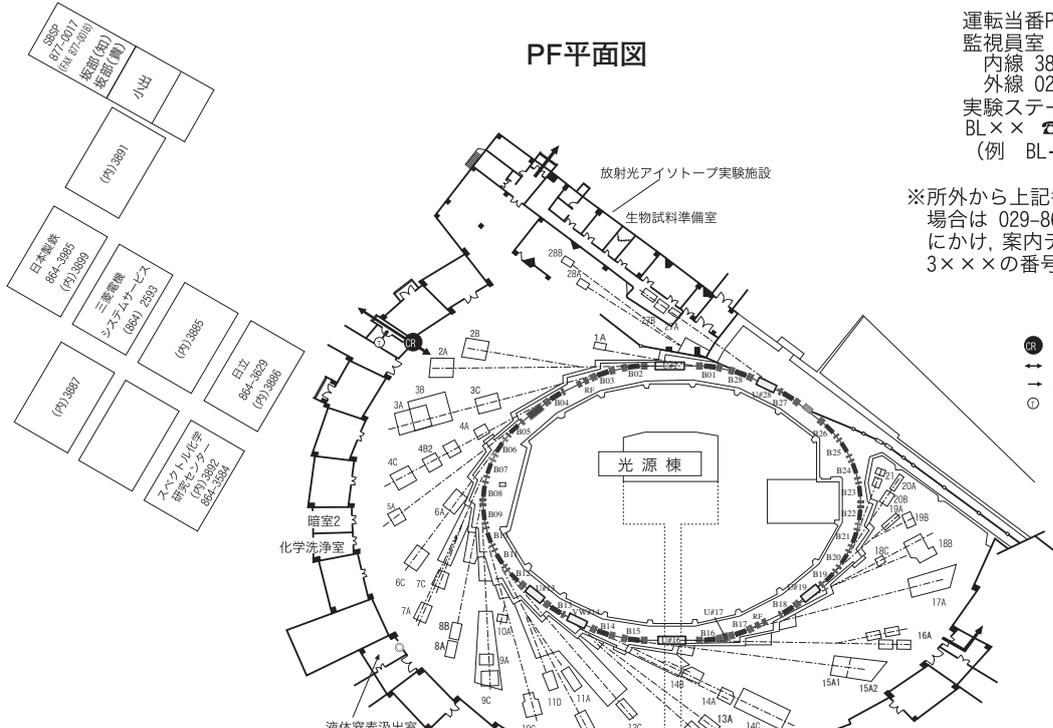
【UG 運営装置】 AR-NE7A 高温高压実験装置 (MAX-III) 久保友明 (九州大)

【所外ビームライン】 BL-7A 東大 RCS 岡林 潤 (東大) jun@chem.s.u-tokyo.ac.jp
 BL-18B インド JNCASR SAHA, Pinku 029-879-6237 [2628] pinkusaha1990@gmail.com

PF平面図

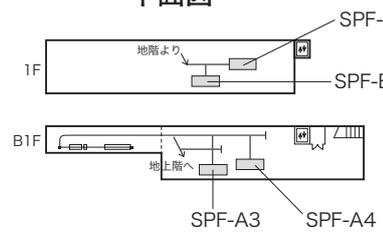
運転当番PHS 4209
 監視員室
 内線 3800
 外線 029-864-5778
 実験ステーション
 BL×× ☎38××
 (例 BL-6 ☎3806)

※所外から上記番号にアクセスする
 場合は 029-864-5200 (代表番号)
 にかき、案内テーブルの後に4×××、
 3×××の番号を押して下さい。



- IDカードリーダー
- 出入口
- ⇄ 非常口
- 便所

低速陽電子実験施設 平面図



電源棟

☎3881	原田(健)	山口(孝)
☎3880	東(佐々木)	尾崎
☎5630		

実験準備室

実験準備室7 ☎5709	実験準備室5 ☎3874 図面室 ☎5708	実験準備室3 仮眠室(男子) ☎3873	実験準備室1 談話室2 ☎3858
		実験準備室4 ☎5650	実験準備室2 日本アクセス ☎3872

0 25M

PF-AR平面図

PF-AR共同
研究棟

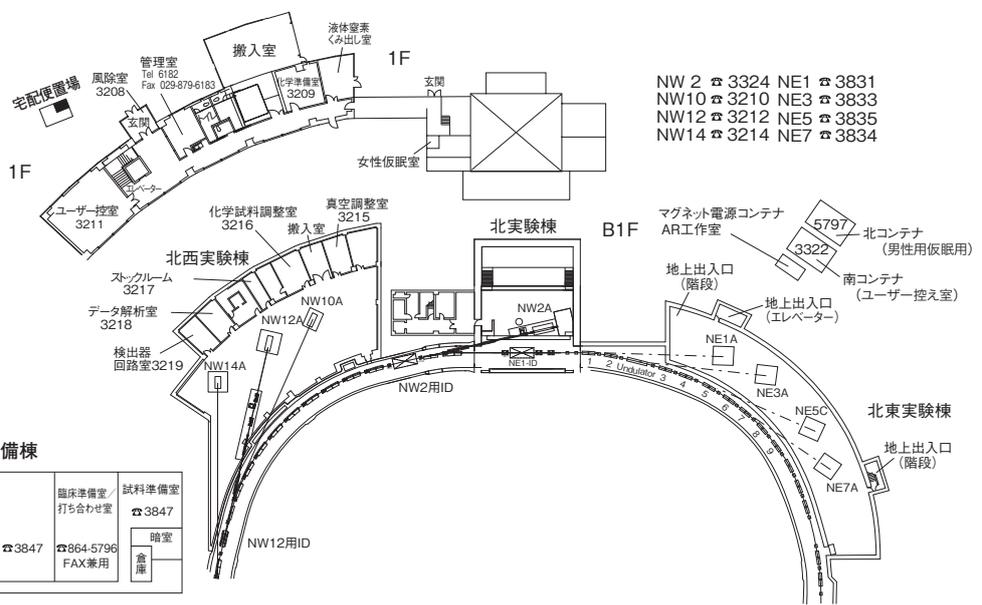
深谷、福本、
 高木(社)、一柳、
 阿部(裕)、金澤、FAN
 6185、6186
 Fax 6187

PF-ARコンテナ

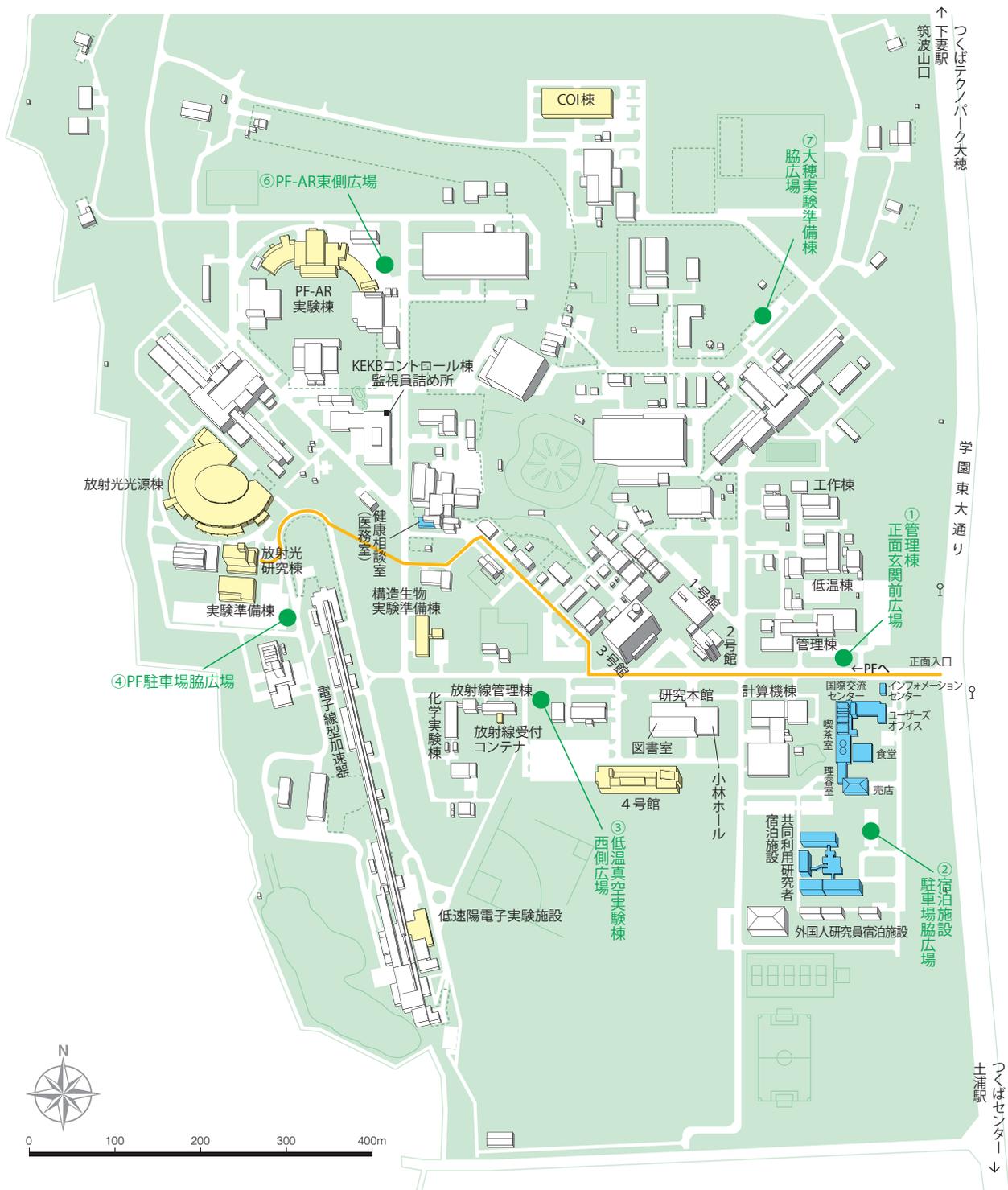
北コンテナ	南コンテナ
男子仮眠室/ 物品倉庫 ☎5797	ユーザー控室/ 打ち合わせ室 ☎3322

PF-AR実験準備棟

真空装置 調整室 ☎3846	結晶加工室 ☎3846	光学素子評価室 ☎3846	臨床準備室/ 打ち合わせ室 ☎3847 ☎864-5796 FAX兼用	試料準備室 ☎3847	暗室 倉庫
----------------------	----------------	------------------	---	----------------	----------



高エネルギー加速器研究機構平面図



— 歩行者・自転車用ルート

● 緊急時避難場所 Emergency Assembly Area

非常の際は、運転当番 4209 インフォメーションセンター 3399

発行 PHOTON FACTORY NEWS 編集委員会(TEL:029-864-5196)

〒305-0801 茨城県つくば市大棟1-1

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光実験施設 (<https://www2.kek.jp/imss/pf/>)

Vol.39 No.1 2021 TEL:029-864-1171(機構代表)

