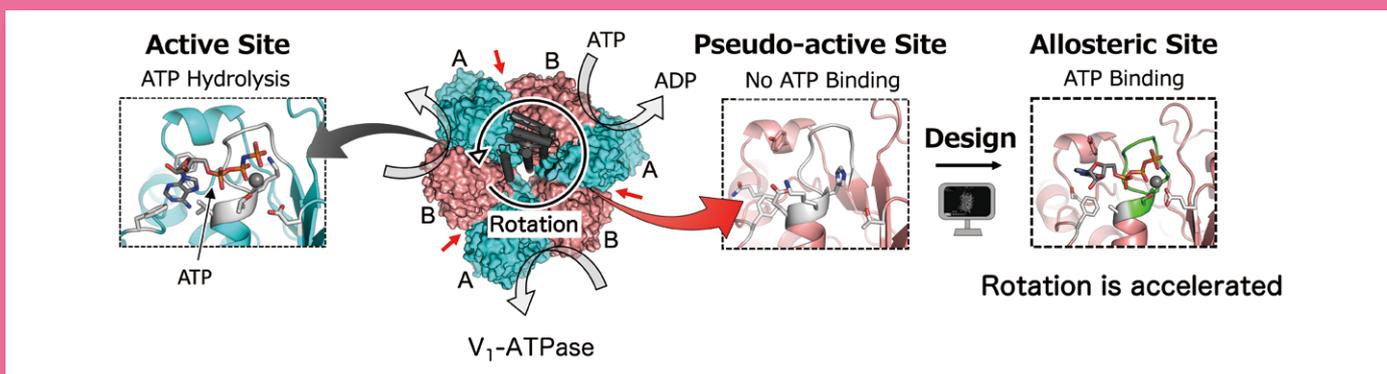
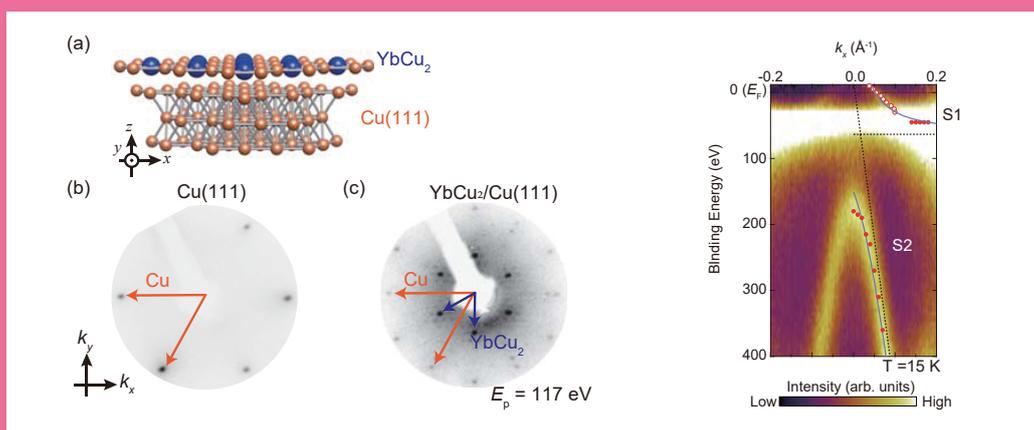
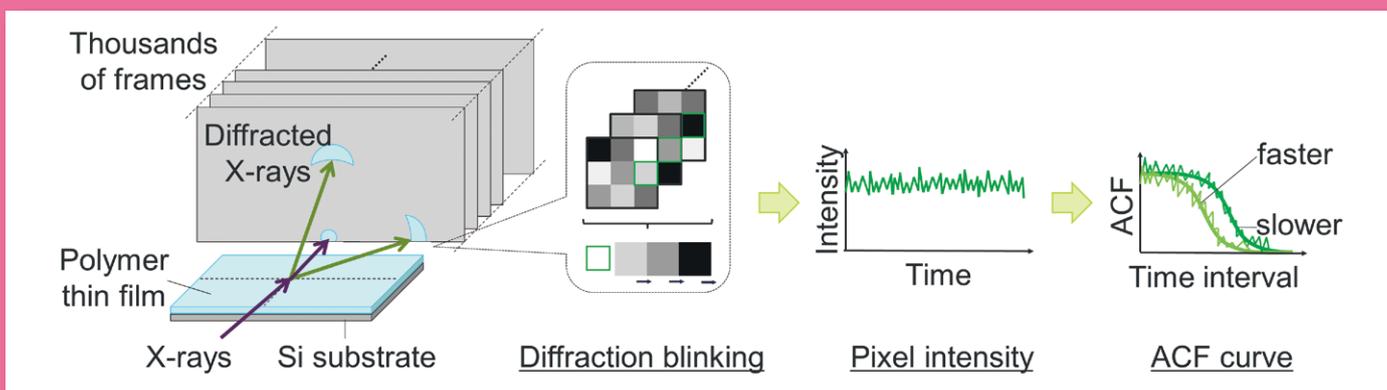


2022年度量子ビームサイエンスフェスタ 学生奨励賞受賞論文

- 回折X線明滅法を用いた結晶性高分子表面の分子動態計測
- 単原子層物質近藤格子における二次元重い電子状態
- 構造解析が導いたタンパク質の改造とその理解



目次

施設だより	五十嵐教之	1
PF-UA 新会長挨拶	近藤 寛	3
現 状		
入射器の現状	惠郷 博文	4
光源の現状	帯名 崇	6
放射光実験施設の現状	五十嵐教之	9
放射光科学第一, 第二研究系の現状	雨宮 健太	11
低速陽電子実験施設の現状	和田 健	14
最近の研究から		
回折 X 線明滅法を用いた結晶性高分子表面の分子動態計測 Measurement of Molecular Dynamics on Crystalline Polymer Surfaces Using Diffracted X-ray Blinking Method	稲益 礼奈, 新井 達也, 野澤 俊介, 三尾 和弘, 佐々木裕次	17
単原子層物質近藤格子における二次元重い電子状態 Two-dimensional heavy fermion in a monoatomic-layer Kondo-lattice	中村 拓人, 杉原 弘基, 木村 真一	21
構造解析が導いたタンパク質の改造とその理解 Structural Analysis for Engineering Protein and Interpreting its Mechanism	小杉 貴洋	26
プレスリリース		
磁場に対する円偏光活性をもつらせん導電性高分子の合成に成功		30
血液凝固因子の正常な分泌に必須なカーゴ受容体の全長構造をクライオ電子顕微鏡によって解明		30
多彩なスピン構造の間のトポロジカル数スイッチングに成功 超高密度な新しい情報担体としての活用に期待		30
ホテルの発光メカニズムを探れ! 炭素原子 X 線吸収計測でルシフェリン分子の構造変化を解明		31
カイラル結晶構造と反強磁気秩序の自発的出現 時間と空間の反転対称性が同時に破れた新奇構造を発見		31
研究会等の開催・参加報告		
2023 年度量子ビームサイエンスフェスタ第 15 回 MLF シンポジウム/第 41 回 PF シンポジウム開催報告	宮田 登, 熊井 玲児	32
2023 年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して 1	辻川 夕貴	33
2023 年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して 2	渋谷 昂平	33
2023 年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して 3	Xiaoni ZHANG	34
PF 研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開: 現状と展望のための討論会」開催報告	高木 秀彰, 奥田 浩司	34
PF 研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開: 現状と展望のための討論会」に参加して	菱田 真史	36
ユーザーとスタッフの広場		
Diary of staying at Photon Factory	Phakphananan Pakawani	37
光で制御するデバイス開発に一步 足立伸一理事らが「山崎貞一賞」を受賞		38
小菅 隆氏が日本放射光学会功労報賞を受賞		38
山本 将博氏, 内山 隆司氏が西川賞, 金澤 健一氏, 同時トップアップ入射開発グループ(代表 惠郷 博文氏)が諏訪賞を受賞		39
PF トピックス一覧(2 月~4 月)		39
PF-UA だより		
PF-UA の 3 年間(2021~2023 年度)の活動を振り返って	高橋 嘉夫, 阿部 善也	41
2023 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	北島 昌史, 大石 一城	42
令和 5 年度 第 2 回 PF-UA 幹事会 議事録		43
令和 5 年度 PF-UA 総会 議事録		43
PF-UA 幹事名簿, PF-UA 運営委員名簿		44
ユーザーグループ一覧		45
人 事		
人事異動		46
新人紹介		47
学術変革領域研究(A)「アシンメトリが彩る量子物質の可視化・設計・創出」に基づく研究員公募		48
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設教員公募について		49
お知らせ		
Photon Factory Activity Report 2023 ユーザーレポート執筆のお願い	奥山 大輔	50
「第 12 回対称性・群論トレーニングコース」基礎コース(英語講座・日本語講座)開催のお知らせ	五十嵐教之	50
総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻物質構造科学コース 大学院説明会及び学生募集のお知らせ	瀬戸 秀紀	51
2024 年度 後期フォトンファクトリー研究会の募集	五十嵐教之	52
予定一覧		52
運転スケジュール(Apr.~Jul. 2024)		53
掲示板		
放射光共同利用実験審査委員会速報	君島 堅一, 北島 義典	54
第 167 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		54
第 169 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		54
第 170 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		55
物構研コロキウム		55
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿		56
放射光共同利用実験審査委員会委員名簿(分科会別), 2024 年度 客員研究員一覧		57
2023 年度 PF 課題(PF-S, PF-G, PF-T) 一覧		58
2023 年度 PF 課題(PF-SBRC) 一覧(BINDS), 2023 年度 PF 課題(PF-CIQUS) 一覧		59
2023 年度 第 3 期配分結果一覧		60
編集委員会だより		
「PF ニュース」からのお知らせ		64
投稿のお願い		64
編集後記		64
巻末情報		65

〈表紙説明〉最近の研究から

- (上) 高分子表面の動態情報を取得する回折 X 線明滅法(DXB)の概念図(「回折 X 線明滅法を用いた結晶性高分子表面の分子動態計測」より)
- (中) 単原子層近藤格子の表面原子構造と ARPES により観測したバンド構造(「単原子層物質近藤格子における二次元重い電子状態」より)
- (下) タンパク質設計技術を用いて, 失われた機能を復活させてアロステリック部位を創ることで, 回転型分子モータータンパク質の回転能を向上(「構造解析が導いたタンパク質の改造とその理解」より)

放射光実験施設（PF）が正式な組織として再出発してから5年、新生放射光実験施設の2代目実験施設長に就任いたしました。施設長として「放射光科学の発展とPFの次期計画の実現」に向けて全力を尽くしたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。私は博士課程を修了してからすぐにPFに採用され、最初は構造生物ビームラインで研究と装置開発をやっていましたが、いつの間にかビームライン開発にメインで携わるようになり、他のビームライン建設にも参加するようになりました。10年ほど前からは先端基盤安全グループのグループリーダーを任じられ、PFの再出発からは、基盤技術部門の部門長としてPF全体の基盤技術開発を担当していました。このように現場叩き上げの人間ですので、現場をよく知っているという強みがあると思っています。反面、施設運営に関しては初め手探りになると思いますが、関係各所とよく相談しながら、現状の境界条件の中で学術基盤施設としてのPFの存在感を高め、放射光科学やPFの明るい未来に繋がるよう責任感を持ってあたりたいと思います。

PFの施設運営にあたっては、これまで小杉前物構研所長、船守前実験施設長（現物構研所長）が進めてきた、組織基盤を強固にするための体制強化、学術基盤施設の役割の明確化および次期計画検討基盤の確立などの取り組みを活かし、基本的な方針は継続しつつ、施設や機構内外の連携をさらに強化し、目的を達成するために施設としてプレずに取り組みを進めていきたいと考えています。また、今回は船守前施設長が物構研で初めて所内から所長に選出され、このような継続的な取り組みを進め易い状況にあると思いますので、物構研からの協力も得て、施設内の運営や、機構内外との連携の強化を図りたいと考えています。私も施設長として、現場をよく知っているという強みを活かし、放射光実験施設、放射光科学第一・第二研究系、加速器第六研究系の一体となった活動、加速器研究施設、共通基盤研究施設、管理局（機構事務本部）及び素粒子原子核研究所との機構内連携、および放射光コミュニティとの連携を強化することを重視して活動したいと考えています。また、KEKの機構長や理事も今年度刷新されましたので、新しい機構執行部との連携関係の構築は喫緊の課題だと思っています。こちらも関係各所と相談しながら、早期に連携関係が構築できるよう対応を進めます。

施設運営においては、運転時間の確保は重要な課題です。PFプロジェクトは基幹経費化されたものの、このところの電気代の高騰や施設工事の関係で、運転スケジュールの決定の遅れや最低運転時間が確保できないなど、ユーザーの皆さんには大変ご迷惑をおかけしました。しかし2024年度に関しては、機構からの支援を受け、少なくとも年間の運転時間（PF3600時間、PF-AR2400時間）を確保できることになり、大きな施設工事も少ないので、久しぶりに

スケジュール通りの運転ができそうなのは良いニュースです。今後も運転スケジュールの定常化に向けて努力したいと思います。一方、老朽化対策や基盤整備、放射光科学やPFの将来のための開発への投資も重要です。運転と整備をバランスよく実施しつつ、将来に向けたR&Dを並行して進めるのは大変難しいことですが、機構や物構研からの協力や外部資金の獲得による予算確保に加えて、必要な装置や設備などについて将来的な転用を考慮に入れる設計をするなど工夫して、開発や整備も着実に進められるようにしたいと考えています。

次期計画に関しても、これまで関係各所やユーザーの皆さまと進めてきた、新放射光源施設の構想を着実に煮詰めて具体的な建設提案を完成させるとともに、大学共同利用の使命や幅広いシーズ探索研究の重要性、それらを進める上でテーマとして掲げている「サイエンスの深化・融合・創成」の説明を強化し、機構内外での理解が広がるように活動したいと考えています。これまで機構内ではフォトンファクトリー計画推進委員会を設置、検討を重ね、ユーザーの皆さまとも2回にわたるPF研究会でサイエンスケースの検討を進めてきました。KEK-PIP2022でもKEKとして別枠で進めるべき課題であると位置付けられ、それをベースとして、一昨年に日本学術会議が募集した「学術の中長期研究戦略」に、マルチビームをキーワードとし、新放射光源施設を含めた統合型量子ビーム科学の施設計画がKEK機構長から提案されたこと、昨年文科省「学術研究の大型プロジェクトの推進に関する基本構想（ロードマップ2023）」にもKEK機構長から「研究分野を深化・融合・創成する放射光マルチビーム実験施設」が提案されたことは、新放射光源施設の実現に向けて非常に大きな一歩になりました。並行して概念設計をまとめたデザインレポートの第一弾（PF-HLS CDR ver.1）をまとめて公開しました（<https://www2.kek.jp/imss/pf/pf-hls/library/>）。今後、毎年度2回更新を目標に検討内容の充実化を図り、最終的な設計提案書を完成させたいと考えています。今年度後半には新放射光源施設に関するPF研究会の開催を予定しており、ユーザーや放射光コミュニティとのさらなるサイエンス検討や新施設に関する情報共有を図り、この概念設計に反映させたいと考えていますので、ユーザーの皆様方の積極的なご参加をどうぞよろしくお願いいたします。また、設計や計画の充実化を図ることはもちろんですが、国内の他の放射光施設の整備計画やKEKの他の分野の大型計画との調整も非常に重要です。PFは、大学共同利用機関である物構研の中核施設として科学研究と人材育成の拠点となること、また、世界有数の加速器の専門家組織を有するKEKに所属する強みを活かした開発研究の拠点となることが期待されていると思います。日本学術会議「第24期学術の大型研究計画に関するマスタープラン（マスタープラン2020）」で日本放射光学会から提案して重点大型研究

計画に選定された「放射光学術基盤ネットワーク」でも学術施設の役割の重要性と施設高度化の必要性が述べられていましたが、学術施設の計画を具体化していく上では、学術研究や大学共同利用の説明強化、学術施設間の役割分担の明確化が必須であると考えています。そのためにはまず、PFならではの取り組みやPFの強みを活かした役割をしっかりと説明することが重要だと思います。今後、施設内外の関係者と強く連携して、学術施設やPFの果たすべき役割を明確化し、学術施設だけでなく放射光コミュニティ全体で議論して広く理解を求めていきたいと考えています。非常に難しい課題だとは思いますが、ユーザーの皆さまと一体となり、この課題に当たりたいと思います。皆さまのご理解とご協力、そして応援を何卒よろしくお願い申し上げます。

先日、4年ぶりにPFで花見を開催しました。晴天のもと満開の桜を見ながらスタッフの皆さんと話をし、普段聞けないようなことを話せて非常に有意義でした。コロナ禍が始まってリモート会議が当たり前になり、ある部分は効率化が図れたと思いますが、一方通的な報告となりがちで、意見交換をしたくてもなかなか議論にならないことが多かったと感じています。最近少しずつ対面での会議も増えてきて、そうなると同様に多発的に議論が発生し、大小さまざま議論が実質的に進むことが多く、やはり意見を戦わせて物事を進めるためには対面での会議が必要だと実感しました。本稿でも連携、連携と書きましたが、強く連携するためには顔を突き合わせての議論が大事だと思います。特に難しい案件の議論では尚更だと思います。今後ユーザーの皆さんとも対面の会議の機会をなるべく設け、言いづらいうようなことでも腹を割って話せるようにすることで、よりよい施設運営や高度化、次期計画に反映できるようにしたいと思っていますので、皆さま、「放射光実験施設との連携」をどうぞよろしくお願いいたします。

この4月から高橋前会長の後を引き継がせていただきました慶應義塾大学の近藤と申します。至らない者ですが、どうぞ宜しくお願い申し上げます。



ご挨拶の機会をいただきましたので、初めに、簡単に自己紹介をさせていただきます。私の専門は表面科学、触媒科学で、主に軟X線を使ったオペランド計測をBL-13でさせていただいております。PF実験ホールに入っすぐのところにビームラインで実験させていただいておりますので、お見掛けくださった方もいらっしゃるのではないかと思います。PFとの関わりは学部の卒業研究以来になりますので、もう35年以上になります。卒業研究以来、ずっとPFに育んでいただいて、その結果として、今日の自分があると思っています。その意味で、どのような形であれ、PFのためにできることがあればやらせていただきたいと思っていますのでございまして、そのことが、今回、微力ではありますがPF-UAの会長をお引き受けさせていただいた理由の一つになります。

さて、PF-UAは、ご承知のように、放射光実験施設Photon FactoryのUser Associationで、その活動の目的は、基本的にはユーザーがより良い経験を得られるよう支援して、関連するPhoton Scienceや放射光技術の発展に貢献することにあると思います。特に、Photon Factoryにあつては、放射光実験施設ですから、より良い放射光実験ができるように支援するのが第1目標だと思います。そしてもう一つ大事なものは、PFは大学共同利用機関が運営する施設ですので、そこは本来、学びの場でもあることです。PF-UAは、ユーザーがより良い学びができるよう支援するのがもう一つの目標かと思えます。また、PFあつてのUAですから、放射光施設としてのPFの発展をユーザーサイドからできる限りのサポートをすることもUAの大事なミッションだと思います。

これらのことを頭に置きながら、次の3年間でどのようなことを大事にしながらUAの活動を進めるかについて述べさせていただきます。一つ目は、高橋前会長が施設や幹事の皆様方と一緒に進めてこられた新しい活動をしっかり継承していくことです。マルチビーム利用を想定したPF研究会や、PF-UA学生論文賞、PF-UAサマースクールなどこの3年で始めたPF-UAの活動をきちんと継続していきたいと思っています。二つ目はユーザーが施設を利用する環境をよりよくし、施設を利用するメリットを高めることです。これまで、施設のご尽力で利用環境は格段によくなりました大変感謝しているところですが、さらにユーザー間の相互交流を通してユーザーがPFにコミットす

る価値を高められればと思っています。その鍵の一つはユーザーグループの活動にあると思っております。コロナのためにユーザーグループの活動がだいぶ抑制的にならざるを得ない時期を過ごして参りましたが、その時期を終えて、これからユーザーグループの新たな活動を後押ししていきたいと思っています。三つ目はPFの大学へのアピールです。施設自身も努力をされていますが、その施設を使わせていただいている私たちユーザーがハッピーであることが大学に伝わるのが、新たなユーザーを増やし、様々なコラボレーションの機会を増やし、ユーザーコミュニティを活性化するのにつながると考えています。そのためにPF-UAがもつ器、例えばホームページやUAが主催する様々な行事を通して、大学へのアピールに用いることができると考えています。それによって、大学コミュニティとのより強い繋がりを築いていくことを目指せればと思っています。

以上、簡単ですがこれからの3年間に大事に進めたいことを書かせていただきましたが、どれもこれも、ユーザーと施設の皆様のご協力が不可欠です。私たちユーザーはPhoton Factoryという船に乗った乗組員と見ることもできます。お客として乗っているのではなく、施設の皆様と協力していろいろ努力することで、乗り心地を格段に良くしたり、船がより速くより遠くまで航海することを可能にすることができるかもしれません。そのような方向を目指して、ご一緒にこれからの3年間を歩んで参りたいと思います。皆様のご協力を心からお願いする次第です。何卒、宜しくお願い申し上げます。

入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 惠郷博文
(2024年4月14日付け)

運転状況

入射器は2023年12月28日に2023年度第2期の運転を終了し、2024年1月14日まで冬期メンテナンスを行なった。1月15日に第3期入射器立ち上げを行い、運転再開される SuperKEKB メインリングを含めた4リング同時トップアップ入射に必要な50 Hz 運転に切り替えた。50 Hz 運転でのサイクロン レンジング (クライストロン電源内大電流スイッチの調整)、高周波パルス圧縮器の運転周波数・パルス幅調整を行なって大電力高周波出力の最適化をした後、1月28日までビーム加速とエミッタンスの調整を行なった。1月29日より SuperKEKB へ、PF リングは2月5日よりビーム入射を開始した。3月5日からは PF リングの運転がハイブリッドモードに変更され、入射条件を切り替えた。PF-AR は2月13日より5 GeV にてビーム入射を開始、2月28日より6.5 GeV 入射に切り替えて運転を行った。3月18日に PF-AR、3月25日に PF リングへのビーム入射運転を終了、SuperKEKB はビーム入射を継続して、2024年度第1期運転に移行している。PF リングは4月22日、PF-AR は5月9日よりビーム入射を再開する。インターロックダウンによる運転停止頻度はリングへの入射を始めた2月初旬、約300回/週あったが、その後、加速管運転電圧の調整やコンディショニング効果で高周波系の反射異常が改善され、現在では60回/週程度まで減少している。

ビーム研究の進展

・電子ビーム

PF リングへ入射している電子ビームの軌道と電荷量を図に示す。電子ビームは熱電子銃で生成され、入射器内で2.5 GeV まで加速される。入射器出口電荷量は安定的に0.4 nC を供給する。PF リングのビームトランスポート (PF-BT) で電荷量変動が生じる場合、ビーム加速位相やエネルギーノブの調整を実施するが、PF-BT ラインの機器状態によって電荷量が減少している場合もある。ビーム安定化において光源リング側と協調を進めるため、昨年より、加速器第六研究系の下崎氏を中心として、PF リング、PF-AR、入射器の運転関係者で情報共有を定期的に行なっている。これにより光源リングへのビーム入射に関する問題点を深いレベルで共有できるようになった。今後は、入射効率改善および安定化に向けた種々の共同ビームスタディを進める予定である。

SuperKEKB 電子リング用 RF 電子銃のカソード材質として Ir_7Ce_2 を使用している。このカソードは長寿命で量子効率が高く、レーザー片側ラインで4 nC 以上の電荷量を発生することができる。冬期メンテナンスにおいて、レーザースポット径を口径8 mm にする光学素子 (DOE: アルゴンガス封入) を導入した。これにより、レーザースポットがカソード全域をカバーするため、カソード出力電子の空間電荷効果を抑えることができ、今後のビームスタディ

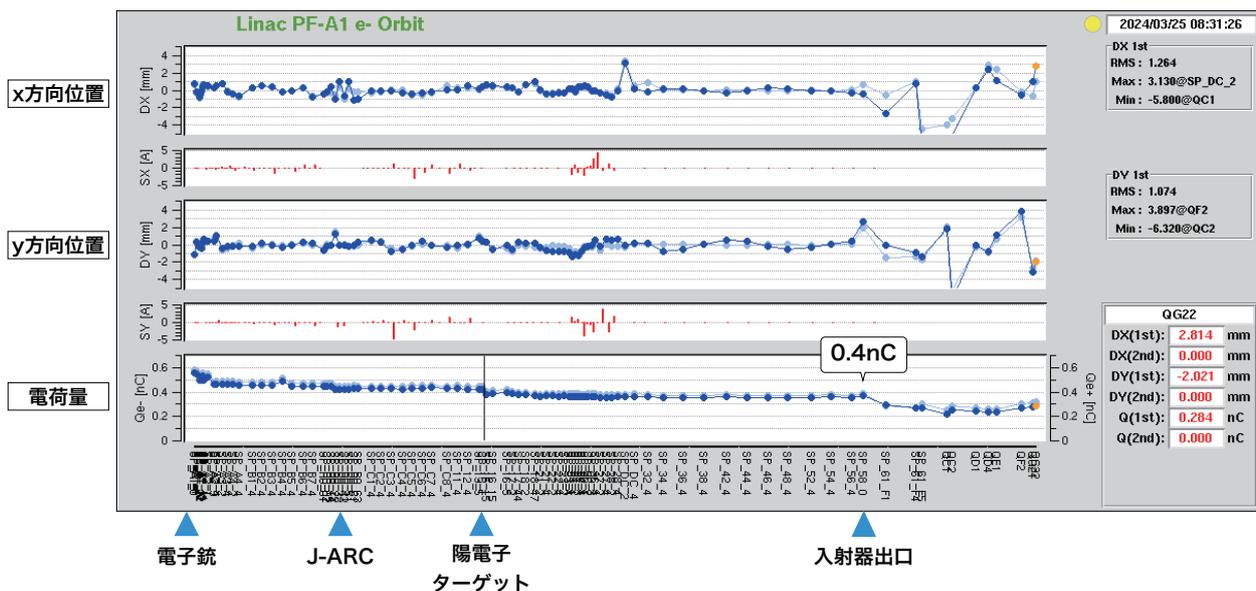


図 PF リング入射電子ビームの入射器内軌道と電荷量

を経て大電荷出力時のエミッタンス向上を目指す。試験では1stレーザー、2ndレーザー、それぞれ片打ちで、6 nC、3.5 nCの出力を確認した。1st側レーザー導入窓の劣化は小さく、照射方向を変えても出力電荷量の変化はなかった。しかしながら、2nd側の窓は劣化しているため、生成量は1st側に比べて少なく、照射方向によっても出力電荷量が増える。ただし、現状必要な出力電荷量は2 nCであるため、電荷量に関して運転の問題はない。一方、レーザーは斜め方向からカソード全面に照射されるため、電子放出時間差が生じてバンチ長が若干伸びる。電子銃下流に設置したシケインでのスリットにてビームテールを一部取り除いて、ビーム形状を整形した状態でビーム加速を行なっている。

前期後半よりRF電子銃内で放電が発生するようになり、3-4時間に1回程度の頻度で運転が数分中断している。ビーム運転継続によるコンディショニング効果により、停止頻度は減少傾向にあるが、抜本的対策としては、電子銃加速空洞の内部構造を改善したものに交換する必要がある。この放電の原因となっているチョーク構造を取り除いた電子銃空洞を製作中で今夏のメンテナンス期間に入れ替えを行なう。

入射器立ち上げ当初、入射器からSuperKEKB-HERへのビームトランスポート部(BT)での電子ビームのエミッタンスは60 μm 程度で、垂直方向にテールを引いたビーム形状をしていた。BTに設置されている放射光モニタ(SRM)のビームスポットを確認しながら、ステアリング電磁石やビーム加速位相の調整を進めることによって30 μm 程度まで改善されている。しかしながら、BTの途中よりエミッタンスが大きく悪化しており、リングへの入射効率に影響を及ぼしている。2024年度第1期運転の停止前に行なう入射器単独運転スタディにて、この原因を調査する。

2バンチ運転において第1バンチ、第2バンチの短期的な電荷量変動に差はないが、第1バンチにおいて長期的な電荷量変動を生じさせていた。2023年第2期に行なったパルススタッキング試験運転で第1バンチの電荷量をポッケルセルのタイミングで調整していたが、そのジッターが今期の運転に影響しており、そのタイミングの再調整にて電荷変動量を減少させることができた。現在、バンチ電荷量はレーザー出力を調整するフィードバックにて2 nCに維持させている。

エミッタンス改善のため、3-5セクターにかけてビーム軌道フィードバックを適用している。SRM測定結果からビーム軌道にオフセットを設けて加速管ウェイク場の影響を低減させ、エミッタンス悪化を抑えるものである。原理的には2箇所SRM信号があれば(現在は1箇所)、安定に非破壊でフィードバック制御ができる。今後、SRMの増設を検討していく。

・陽電子ビーム

陽電子生成とビーム転送に係る高周波加速位相、

100台以上のステアリング電磁石、四極電磁石に対して機械学習を用いた自動調整を行なっている。前回報告したように、2バンチ同時に5 nCを超えるビーム生成に成功している。入射器で生成された陽電子ビームは、第2セクターから分離されてダンピングリングに入射され、ダンピングリング内での放射減衰によりエミッタンスは水平76 μm 、垂直0.3 μm 程度まで向上する。しかしながら、ダンピングリングから出射され、入射器に戻された陽電子は第3セクター以降からSuperKEKB-LERリングへのビームトランスポート部にかけて、エミッタンスが水平150 μm 、垂直30 μm 程度まで大きく悪化する。

エミッタンス増大の原因究明スタディを行なった結果、BT第三アークにある偏向電磁石の多極成分がエミッタンス悪化を引き起こしていることがわかった。この電磁石の磁場測定値を入れたシミュレーションの結果、エミッタンス悪化の状態を再現した。今後、この偏向電磁石の多極成分対策が必要である。水平方向エミッタンスはダンピングリングから入射器までのビームトランスポート(RTL)を経て入射器出口まで加速させる過程でも悪化しており、この原因の調査も今後行なっていく。

光源リングの運転状況

図1に2023年度第3期(2月5日9:00～3月25日9:00まで)のPFリングの蓄積電流値およびビーム寿命の推移を示す。2月7日20:46頃、Linacにあるパルスベンドの設定が出来なくなるトラブルが発生した。入射器の制御ネットワーク異常が引き金になった可能性が高い。2月15日3:56入射用キッカー電源(K4)がOilFlowインターロックで停止した。リセットして復旧できたため4:23に入射を再開した。原因不明である。その後も再発はしていないが注視している。施設部エネルギーセンター管理のリン

グ圧空の補給頻度が上がっているため、経路のどこかで漏れている可能性が高い。PF運転停止後にリング内およびLinacメンテ時に調査したが原因となる場所が発見できていないため、今後も調査を続ける。3月18日9:17頃、火災報知器が発報したが非火災であることが確認できた。

図2に、PF-ARにおける2月13日9:00～3月18日9:00までの蓄積電流値の推移を示す。2月24日の深夜3:05、6極マグネット電源の通信不良によりビームダンプ。最終的にはインターフェースのリセットで復旧した。その後電磁石の初期化をおこなって入射したが、その直後にビ

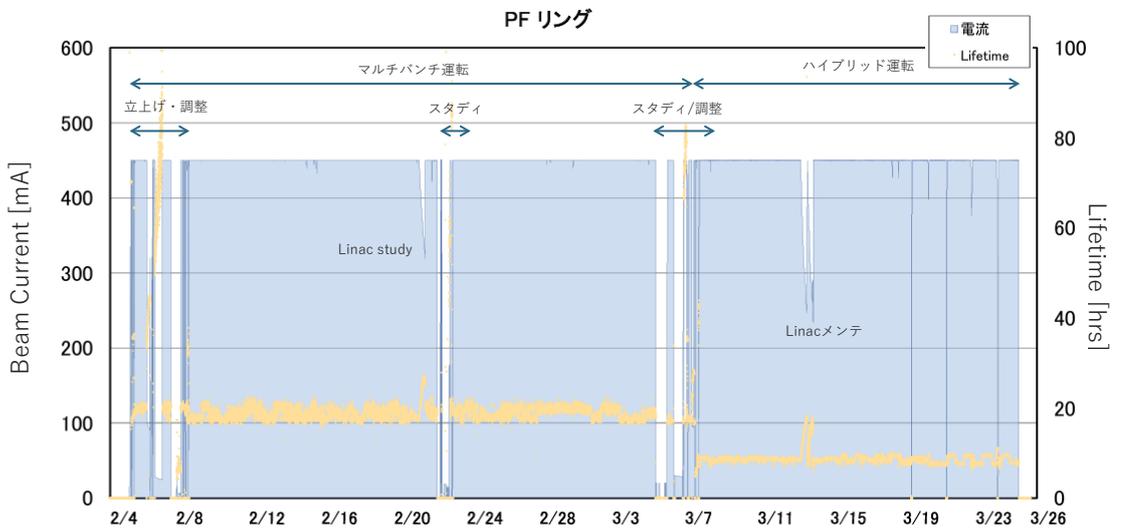


図1 PFリング2月5日9:00～3月25日9:00までの蓄積電流値の推移(グラフ横軸は2月4日～3月26日としている)。

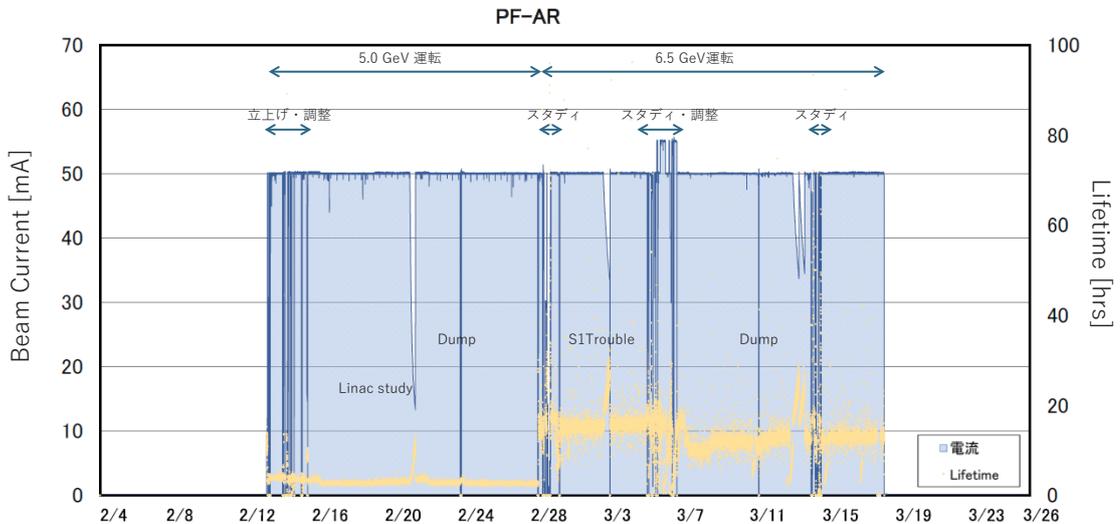


図2 PF-AR 2月13日9:00～3月18日9:00までの蓄積電流値の推移(グラフ横軸はPFリングのプロットに合わせて2月4日～3月26日としている)。

ームライン側の Channel Ready インターロックのためビームダンプした。ビームライン NW14 を一時閉鎖扱いとして再入射をおこない、ユーザーランに復帰した。3月2日および3月11日の2回にわたって、セプタム電磁石の冷却水量インターロックのため入射を停止した。リング内に入域して流量調整をおこなって復帰している。

2023 年度の運転まとめ

表 1 に 2021 年度から 2023 年度まで 3 年間の PF リングの運転統計を示す。図 3 は過去 15 年間のグラフである (2009 年～ 2020 年度の統計数値は昨年度の PF News に記載している)。近年では PF 3,600 時間、PF-AR 2,400 時間のユーザー運転時間を目標としてきたが、2023 年度は前年度から延期していた線形加速器の加速管更新作業時間を確保するため、夏期停止期間を例年より長くとりこととなった。そのため例年より短い PF 約 3,100 時間、PF-AR 約 2,100 時間程度という実績になっている。

表 1 2021~2023 年度までの 3 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)
2021 (R03)	4,368.0	624.0	3,720.8	23.2	220.2
2022 (R04)	4,128.0	512.0	3,590.2	25.8	144.6
2023 (R05)	3,648.0	536.8	3,096.0	15.2	172.0

故障時間は前年度よりさらに少ない約 15.2 時間、故障率は約 0.5%、平均故障間隔 (MTBF) は約 172.0 時間で、いずれも良好な値を維持できている。故障の内訳を調べてみると 2023 年度は入射システム関連が約 35.9%、制御モニター系が 33.2% となりこの 2 つが大部分を占めている。これは第 1 期にキッカー電源故障が起きたことが主要因であり、モニター関係も同様に老朽化が進んでいることが要因であった。RF 関連による故障率は 4.2% と前年度と同様に非常に低く、RF システムはほとんどトラブルなく安定に稼働したことが分かった。今後も各グループとも老朽化対策を推進していく。このとき、単なる故障品の交換ではなく、性能・機能向上をともなった更新を心がけていく。

表 2 に PF-AR の過去 3 年間の運転統計数値を、図 4 に過去 15 年間の運転統計をグラフにしたものを示す。2023 年度のユーザー運転時間は 2,154 時間となり、PF リングと同様の理由で例年に比べると少ない状況であった。故障

表 2 2021~2023 年度までの 3 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)
2021 (R03)	2,976.0	560.0	2,404.7	11.3	241.6
2022 (R04)	3,000.0	560.0	2,418.3	21.7	143.5
2023 (R05)	2,760.0	576.0	2,154.0	30.3	136.5

PF リング運転統計

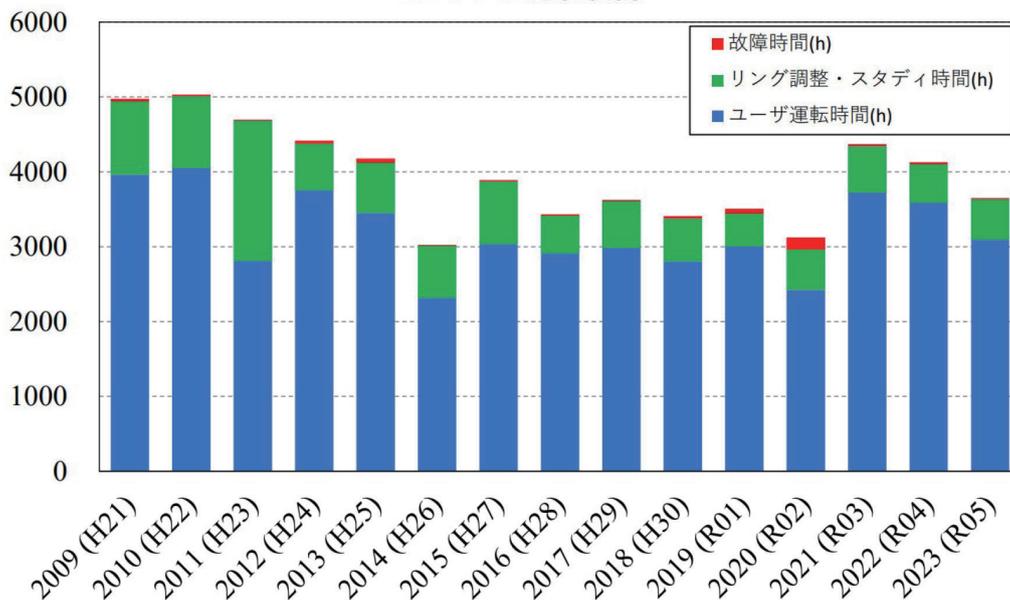


図 3 PF リング過去 15 年間分の運転統計

PF-AR運転統計

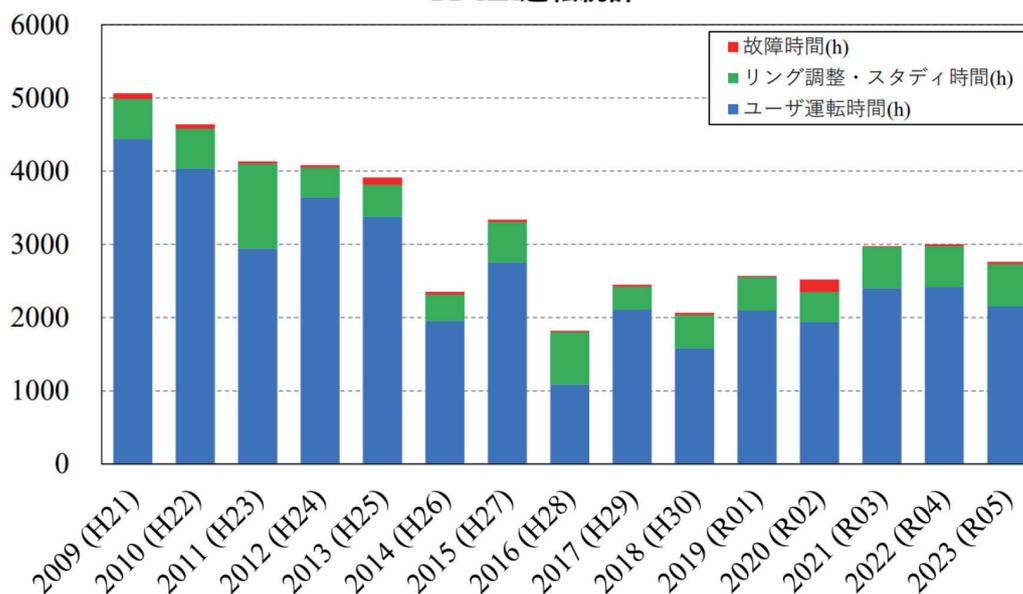


図4 PF-AR 過去 15 年間分の運転統計

時間は約 30.3 時間、故障率も 1.4% で昨年度にくらべると少し悪化している。これは蓄積電流増加に向けた入射調整に時間がかかったほか、セプタム電磁石の冷却水トラブルやビームライン関係のトラブル、バンチ純化システムのトラブルも発生したことに起因している。MTBF は約 136 時間で故障回数は例年度と同じ程度であった。故障の内訳は約 62.5% がビーム入射関連であった。

加速器第 6 研究系内の人の動きについて

2024 年 3 月 31 日をもって坂中章悟さんが定年退職となりました。坂中さんは RF グループの一員として各種の研究開発から現場での作業に至るまで幅広く活躍されてこられました。また、グループリーダーとして長年にわたって後進の指導にもあたり、KEK の RF 関係者を数多く育成されてこられました。これまでの貢献に深く感謝するとともに今後も特別教授として引き続き御指導・ご鞭撻いただきます。

新人採用については、2023 年 11 月に篠原智史さんが助教として採用されました。光源第 6 グループに所属してパルス電源開発や多極キッカー電磁石開発などで活躍いただくほか、これまでと同様に多くのビーム実験に参加・尽力いただく予定です。2023 年 12 月 1 日付けで博士研究員として BIAN Baoyuan さんが中国・合肥から光源系に着任されました。真空グループに所属して関連する研究開発をおこなうほか、次期光源のインピーダンス評価などの研究も進めていただく予定です。

昇任については、2023 年 11 月 1 日付けで宮内洋司さんが教授に昇任されました。これまで同様に既存光源の安全系をはじめとする保守・維持・管理はもちろん、ビームチャ

ネルグループのグループリーダーとしての活躍を期待します。あわせて次期光源の安全系（機器安全および放射線安全等）に関連する幅広い分野で中心的な役割を担っていただきます。技術職員については、4 月から濁川和幸さんが技術調整役となり、KEK の技術職員全体を主導する重責を担うことになりました。長橋進也さんには加速器六系の技術副主幹を務めていただきます。塩澤真未さんは技術員から准技師に昇任されました。これまで同様に関連する装置の保守・管理・維持、ならびに技術開発を担当していただきます。

最後に、坂中さんの退職にともなって今年度から RF グループリーダーは山本尚人さんに努めていただきます。運転に直結する維持管理はもちろん、次期光源の研究開発にもこれまで同様に尽力いただく予定です。

これまでの放射光実験施設の現状で何度か報告していますが、開発研究多機能ビームライン (BL-11) および広波長軟X線ビームライン (BL-12A) の建設状況について報告します。

開発研究多機能ビームライン BL-11 の建設 (プロジェクト責任者：若林大佑)

加速器やビームラインの高度化、次期光源計画を見据えた長期的な基盤技術の開発を行うため、PFリングのBL-11 サイトにて開発研究多機能 (R&D) ビームラインの建設を進めています。2023年度はビームラインの設計、コンポーネントの発注、建設に向けた環境整備、及び基幹部の建設作業を進めてきましたが、2024年春からいよいよビームライン部の建設作業がスタートしました。2023年度第3期の運転終了直後から測量を開始し、メインハッチやテストチェンバー等のメイン部の機器の設置・調整や配管・配線を進め、続いてインターロック回路敷設、ベキング作業、放射線遮蔽作業を行いました。2024年度第1期の運転開始までに各種検査を完了し、運転開始時のスタンバイ時間に光導入試験を実施、メインハッチ部までの焼出し作業が順調に進められています。運転停止期間が短い中、建設チームはもちろん、その他のスタッフや業務委託メンバーが一丸となって協力することで、ほぼ予定通りに進めることができている。R&D ビームラインでは、完成すればビーム条件の異なる5つの実験スペースを確保できる予定ですが、今回の建設作業で、メインハッチ内のBe窓なし非集光白色ビームを利用できるR&D実験スペースが完成しました。2024年度第1期の運転では、このR&D実験スペースで、低炭素ミラーチャンバR&Dや第一ミラー光電子遮蔽R&Dを進める計画で、その後、近接ビームの分離・白色モニタR&D等を実施する予定です。夏以降は、主に運転停止期間を利用して、硬X線と軟X線 (および白色) の2つのブランチの建設を進める計画です。2025年度には完成させ、基幹部、光学系、光学素子、実験手法、実験装置など、様々なR&Dを実施できるようになる予定です (建設スケジュールは各種の要因で変更になる可能性があります)。特に、硬X線ブランチの実験ハッチ内では、硬X線と軟X線の2つの光軸を同一試料位置に導き、次期光源計画の特長の一つでもある2ビーム同時利用のR&Dを進める予定となっています。ビームラインのR&D利用制度の検討も並行して進めており、ユーザーの皆様にもR&Dに参加していただけるようになる予定ですので、ぜひ積極的なR&D利用提案をお待ちしています。



図1 (上) BL-11 メインハッチとインターロック制御ラック
(下) BL-11 メインハッチ内に設置された R&D テストチェンバー

広波長域軟X線ビームライン BL-12A の建設 (プロジェクト責任者：大東琢治)

旧 BL-11A, 11B, 11D の機能を持つビームラインとして、BL-12A で広波長域軟X線ビームラインの建設を進めています。上流のミラーで低エネルギー用パス (S パス) と高エネルギー用パス (T パス) の2つの光路を切り替えることにより、同一試料位置で 50 ~ 5000 eV という広いエネルギー領域をカバーできるのが特徴で、次期光源計画で提案されている Energy Switchable 光源の利用 R&D を実施する予定となっています。S パスは不等間隔平面回折格子分光器、T パスは二結晶分光器をそれぞれ備え、S パスは 50 ~ 2000 eV、T パスは 1700 ~ 5000 eV の利用が可能です。S パスの建設作業は完了しており、2024年度第1期の運転からビーム調整作業が開始されています。T パスについ

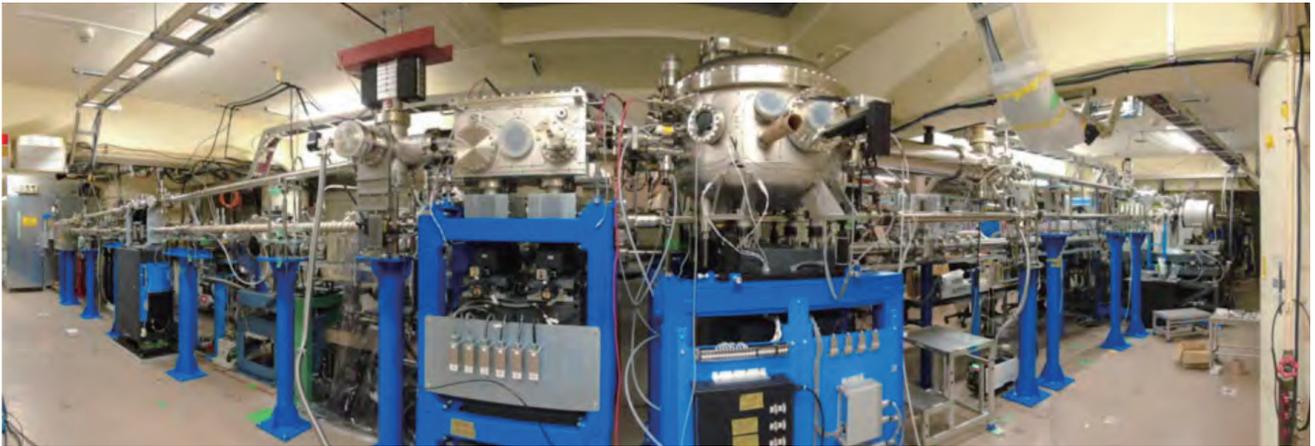


図2 広波長域軟X線ビームライン BL-12A

ては、Vol.41, No.4 で報告している通り、幾つかのコンポーネントに問題が見つかっており、2024 年夏の停止期間中に解決するべく作業を進めています。2024 年秋からは S パス、T パス両方を使った利用実験が可能になる予定ですので、こちらも広波長域軟X線の特徴を活かした利用提案をぜひお願いいたします。

運転・共同利用関係

施設だよりも書きましたが、2024 年度は機構の支援を受けて年間の運転時間（PF3600 時間、PF-AR2400 時間）を確保できるようになりました。しかし、KEK 内の変電設備工事のため第3期の運転開始が遅れる可能性があることから、PF の第1期運転開始を昨年同様4月下旬から運転開始としました。PF は4月22日に、PF-AR は5月9日から運転を開始しています。PF-AR は6月21日まで、PF は7月8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11日から開始で、運転終了まで継続となります。PF-AR は夏の熱負荷も考え、6.5 GeV で運転を開始して、6月5日以降を5 GeV で運転します。第2期の運転はこれから検討となりますが、10月上旬の運転開始を目指す予定です。

PF-PAC の全体会議が、3月29日に Web 会議方式で開催され、課題の進捗状況評価や重要課題の発掘等について審議されました。詳細については、本誌記事をご参照ください。この PF-PAC 全体会議は、3年任期の委員会の最終回でした。委員の皆様、本当にありがとうございました。次回の PF-PAC 全体会議は7月に開催を予定しており、課題審査がメインとなりますが、新たに3年任期の委員会となります。委員をお引き受けいただいた皆様、これから3年、どうぞよろしくをお願いいたします。PF-PAC 全体会議につきましても、今後できるだけ対面方式での開催を検討したいと思っています。皆さま大変お忙しいとは思いますが、ご協力のほど何卒よろしくお願い申し上げます。

人事異動

最後に、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、平野馨一さんが准教授から教授に、宇佐美徳子さんが講師から特別教授に、内田佳伯さんが専門技師から前任技師に、松岡亜衣さんが准技師から技師に、片岡竜馬さんが技術員から准技師に昇任されました。皆様のより一層の活躍を期待しています。同日付で、大下宏美さんが物構研 CIQuS の博士研究員から運営部門の特別助教に着任しました。運営部門では安全を担当することになり、これまでの研究活動とは異なる業務にはなりますが、持ち前の明るさとまじめさで積極的に安全業務に取り組み始めています。また、同日付で、小菅隆さんが技術調整役を退任されました（後任は加速器第六研究系の濁川和幸前任技師）。技術職員をとりまとめる大変な役職でしたが、本当にお疲れ様でした。今後は PF 専任となるので、業務だけでなく後進の指導により一層力を注いでいただくことを期待しています。さらに同日付で、技師の金子直勝さんが中性子科学研究系所属から放射光実験施設所属に異動となりました。中性子での豊富な経験を活かして、業務や後進の指導に尽力していただくことを期待しています。最後に、3月31日付で、清水伸隆さんが理化学研究所放射光科学研究センターに異動されました。2011年に JASRI から PF に異動してきてから小角散乱ビームラインを中心に活発に活動し、2019年からは新生放射光実験施設の測定装置部門長を務めていました。PF での経験を活かして新天地でのさらなる活躍をお祈りするとともに、今後も各所でご協力をお願いできればと思っています。

はじめに

今年度は3年に一度、KEK全体の体制が更新される年にあたります。放射光科学第一研究系は私が、第二研究系は千田俊哉さんが、引き続き研究主幹を務めます。また、構造生物学研究センター、量子ビーム連携研究センターについても引き続き、千田さんと私がそれぞれセンター長を務めます。改めて3年間よろしく願いいたします。さて、放射光科学第一，第二研究系は放射光をはじめとする量子ビームを駆使して、先端的な物質・生命研究を行うことを主なミッションとしています。2023年度第3号のPFニュースでは、表面科学研究部門のメンバーが中心となって実施しているマルチプローブ利用研究を紹介しましたので、今回は固体物理学研究部門におけるマルチプローブ利用研究をいくつか紹介します。

多彩なスピン構造の間のトポロジカル数スイッチングの観測

磁気スキルミオンは電子のスピンが渦巻き型に配列しているためにトポロジーによって保護されて粒子としての性質を有しています。その大きさは数～数百ナノメートルと非常に小さく、いわゆる磁壁と比べると非常に小さな閾値電流によって駆動できることから、これまでの磁気メモリに比べて超高密度・超低消費電力の新世代磁気記憶・演算デバイスへの応用が期待されています。東大の吉持氏らは、

正方格子構造を有し空間反転対称な希土類合金 GdRu_2Ge_2 に着目して研究を行い、積層方向に外部磁場をかけていくと多段階に磁気構造が相転移することを見出しました(図1)。その中でもII, IVと呼ばれる2種類の磁気相はホール抵抗率に増大が生じることから大変興味深く、磁気スキルミオン格子の形成によるトポロジカルホール効果が生じていると考えられます。そこで、J-PARC MLFのHRC(BL12)において短波長中性子散乱実験を、フォトンファクトリーのBL-3Aにおいて共鳴X線散乱実験を、協奏的に実施することによって、マイクロナスピン配列を直接的に観測しました。その結果、II及びIVの磁気相においては、直径2.7ナノメートルのスキルミオンが格子を組んだ状態で安定化していることが明らかになりました。また、本物質では外部磁場に応じて多段階の磁気構造相転移が生じており、特にII, III, IVの磁気相では、「楕円形スキルミオン」や「メロン-アンチメロン分子」、「円形スキルミオン」といった多彩なトポロジカルスピン構造が実現することが明らかになりました。この成果は極小サイズのスキルミオンに関する新たな物質設計指針を与えるとともに、外部磁場による多値メモリ動作といった新しいデバイス応用の可能性を示しています[H. Yoshimochi *et al.*, *Nat. Phys.* (2024), プレスリリース: <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/04/pr20240401.pdf>].

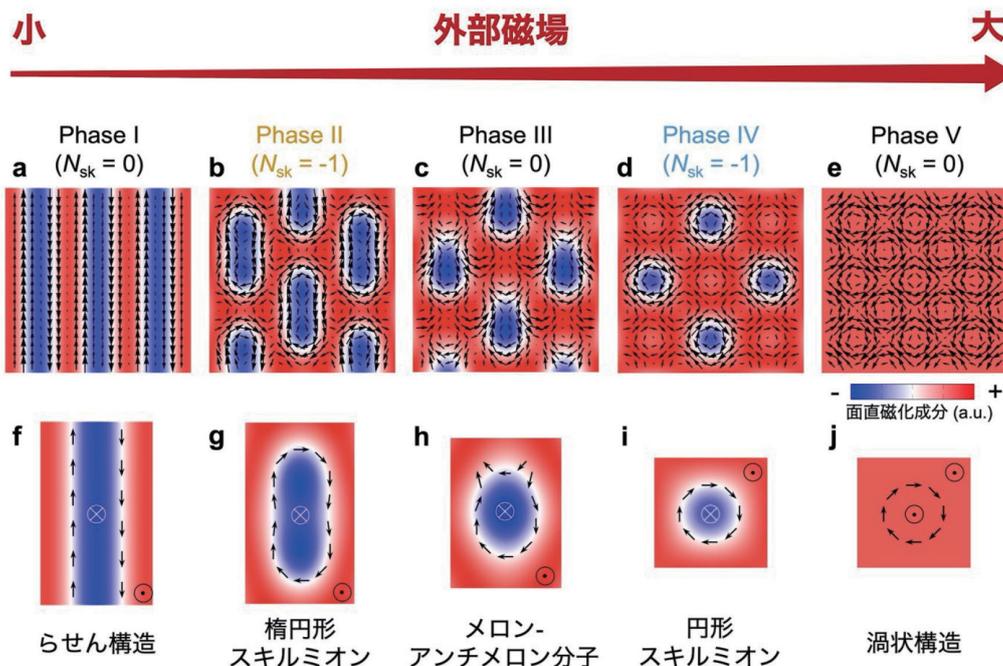


図1 希土類合金 GdRu_2Ge_2 における各磁気相における磁気構造 (a-e) および、それぞれのスピン構造についての概念図 (f-j)。 N_{sk} はスキルミオンを特徴付けるトポロジカル数であり、スキルミオンおよびアンチスキルミオンは整数値、メロンとアンチメロン半整数値になる。

広い波長領域での共鳴 X 線散乱研究

マルチプローブ利用という点、放射光と中性子のような異なる量子ビームを使った研究がよく取り上げられますが、同じ放射光でも波長によって、あるいは測定手法によって、異なる側面からの情報が得られます。ここでは広い意味でのマルチプローブ利用研究として、PF の複数ビームラインにおいて、実験装置も変えつつ測定した例を紹介いたします。この研究では共鳴 X 線散乱 (RXS) を用いました。RXS は、回折・散乱の空間相関の観測と X 線吸収分光や X 線磁気円二色性 (XMCD) といった電子・磁気状態の観測を組み合わせた手法で、吸収端を選択することで、元素・軌道選択的にこれら電子・磁気状態の秩序構造の決定ができます。したがって、観測したい元素・軌道が決まると、その吸収端エネルギーでの実験が必要となり、広い波長領域での実験が必須になります。

以下に、金属絶縁体転移 ($T_M \sim 63$ K) を示す $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ の RXS 研究の例を示します。絶縁化の起源を明らかにするために、構成する元素ごとの吸収端エネルギーで測定した 100 反射強度のエネルギー依存性を図 2 に示します。硬 X 線の $\text{Pr } L_3$ 端は BL-3A で、軟 X 線の $\text{Pr } M_{4,5}$ 端は BL-16A で、軟 X 線でも比較的エネルギーの高い P K 端、 $\text{Ru } L_3$ 端は BL-11B で測定した結果です。非共鳴信号強度で規格化

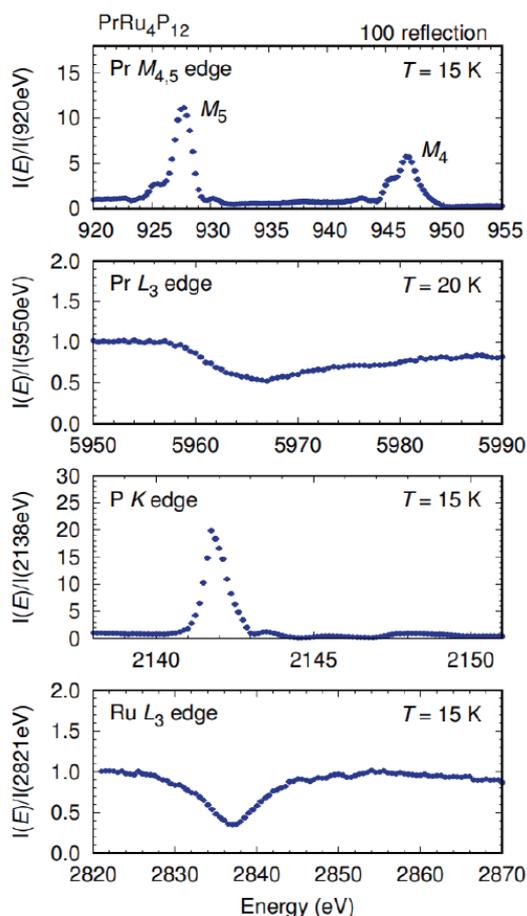


図 2 $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ に対して元素ごとの吸収端エネルギーで測定した 100 反射強度のエネルギー依存性。

した散乱強度は、 $\text{Pr } M_{4,5}$ 端、P K 端で 10 を超え、絶縁化の背後に Pr の 4f と P の 3p の変調構造の出現があることが一目瞭然です。

この系の研究が始まった頃には軟 X 線用の回折計はなかったため、強い共鳴信号が得られない $\text{Pr } L_3$ 端の測定のみで、相転移の起源をめぐる議論が行われていたことは感慨深いものがあります。なお、この広い波長領域を利用した RXS 研究は、放射光 **34, 55** (2021) に紹介されていますので、興味があればご覧ください。

このような広い波長領域を利用した研究は、PF の次期計画である PF-HLS (PF Hybrid Light Source) の SR シングルビーム実験に相当します。ここで紹介した実験は、BL-11B での測定後、回折計に試料が入ったまま BL-16A に移動して実験した結果です。次期光源を見据えて今からできる実験の可能性は数多くあり、ユーザーの方々と協力して実験をすることで、当初予想もしなかった成果が得られると信じています。

有機強誘電体の構造とダイナミクス

誘電性は磁性・導電性と並ぶ重要な物性のひとつであることから、基礎科学的な観点のもとより、不揮発メモリやセンサー、アクチュエーターなど広範な用途をもち、応用的な側面でも興味を持たれています。現在、電子、光学、機械デバイスなど、強誘電体の応用は、セラミックスをはじめとする無機材料が中心です。特に PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) やチタン酸鉛などは、有害な鉛を高い濃度で含みながらも、その特性の高さゆえに幅広く用いられています。一方、軽元素のみからなる有機強誘電体は、有害元素を含まず、軽量かつフレキシブルという従来の材料にない特徴をもち、新たな誘電体材料としての利用や、純有機デバイスの開発の上で注目されています。また、非鉛系誘電体の開発でしばしば用いられる希少元素を含まない有機材料は環境調和・省資源といった SDGs の観点からも開発が急務となっています。

分子性有機物と強誘電体の関わりは 1920 年代のロッシュェル塩 (酒石酸カリウムナトリウム) に端を発しますが、チタン酸バリウムの発見以降、無機材料による強誘電体の開発が盛んに行われ、その後有機材料による誘電体の発見例は少数にとどまっていました。我々は、水素結合系超分子集合体や、電荷移動錯体などを用いた新たな誘電体設計指針に基づき、有機強誘電体の開発を行ってきました。これら新規の強誘電体では、分子そのものは極性を持たないものの、集合化によってはじめて誘電性を示すものも多く、その結晶構造は分極の起源を解明する上で必須といえます。なかでも水素結合系強誘電体とよばれる物質群では、X 線 (放射光) による精密構造解析に加え、水素の原子核であるプロトンの位置を正確に決めることができる中性子構造解析を相補的に利用することでその全体像を捉え、より正確な構造情報を得ることが可能です [R. Kumai *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 129, 12920 (2007)].

一方、極性をもつ分子あるいは置換基が回転することに

よって分極反転を示す強誘電体も数多く知られています。置換基や分子自身がもつ大きな極性を利用することで、従来広く用いられていた高分子材料による強誘電体よりも大きな分極を示すものも近年報告されています [S. Horiuchi, R. Kumai, S. Ishibashi, *J. Mater. Chem. C* **9**, 13739 (2021)]。これらのなかで、TAPA(tris(4-acetylphenyl)amine) という物質は、キュリー温度 (408 K) 以下ではアセチル基が秩序化しているため、結晶全体に極性を持ち、電場によって置換基が回転することで分極の向きが反転して強誘電性を示すと考えられます。キュリー温度と同時に構造相転移が起こり、置換基が無秩序化して極性を示さない構造となっていることが放射光を用いた結晶構造解析からわかっています。最近、ミュオンを用いたこの物質の観察を行いました。水素の軽い同位体とみなせるミュオニウムがアセチル基近傍に一時的に安定に位置できることを利用して、ミュオンスピン回転 (μ SR) シグナルの温度変化から、転移温度以下の 350 K 近傍から置換基が大きな揺らぎを示すことが明らかになりました [J.G. Nakamura, R. Kumai, R. Kadono *et al.*, submitted]。放射光とミュオンを相補的に利用することで、静的な構造と動的な性質の解明に迫ることができ、他の系への適用も今後検討しています。

人事異動

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。4/1 に、構造生物学研究部門の研究機関講師の山田悠介さんが東北大学に准教授として、研究員の長瀬里沙さんが農林水産省に、KEK 日本学術振興会特別研究員の藤田雅也さんが長岡技術大学に助教として、それぞれ異動されました。また、材料科学研究部門の特任助教の深谷亮さんが東京大学に特任助教として異動されました。所内での動きとしては、量子ビーム連携研究センターの博士研究員の大下宏美さんが放射光実験施設運営部門の特別助教として、FAN Dongxiao さんが材料科学研究部門の研究員として、それぞれ採用されました。材料科学研究部門の特任教授の山本樹さんは、研究員として引き続き研究を継続されます。新規採用としては、量子ビーム連携研究センターの博士研究員として三木宏美さんが、材料科学研究部門の KEK 日本学術振興会特別研究員として吉田一貴さんが、それぞれ 4/1 に着任されました。なお、三木さんは 5/1 に中性子科学研究系の特別助教として採用されます。

はじめに

低速陽電子実験施設 (Slow Positron Facility, SPF) では、専用リニアックで加速された電子ビーム (~50 MeV, ~530 W) で生成した高強度低速陽電子ビームを共同利用実験に供給している。物質最表面および表面直下の原子配列の解明、陽電子やポジトロニウム (Ps), Ps 負イオンといったエキゾチック粒子の基礎物理実験や、それらの粒子と物質との相互作用の解明を目的に、全反射高速陽電子回折 (TRHEPD, トレプト), 低速陽電子回折 (LEPD, レプト), 汎用ステーションにおける実験 (現在は Ps のレーザー冷却実験を実施中), Ps 飛行時間 (Ps-TOF) 測定などの共同利用実験を実施している。TRHEPD は電子による反射高速電子回折 (RHEED) の陽電子版, LEPD は低速電子回折 (LEED) の陽電子版である。施設の名称にもなっている「低速陽電子」は、負の仕事関数を使う特殊な方法でエネルギーを単色化した陽電子の名称で、その後に加速した場合もこの名称で呼ばれる。TRHEPD のビームも同様であるが、この場合だけは RHEED と名称を揃えて「高速」陽電子回折と呼ばれる。さらに「全」反射と呼ばれるのは、電子にはない全反射が陽電子には起きるためである。

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 SPF と PF によってなされている。共同利用は放射光共同利用実験の一環として行っており、2023年度の共同利用実施課題数は17課題、有効課題のユーザー数は54名、ユーザー実験の配分時間は3,368時間であった。

ビームラインの状況

実験装置の高度化が進んだことから、ビーム強度やビーム位置の微妙な変化に対する実験への影響が徐々に顕在化してきた。特に精緻な光学系を用いている LEPD 実験において、ビーム強度のランダムな変動が観測されたことから調査を進めたところ、原因として低速陽電子生成ターゲット部の電位の変動とパルスストレッチャー用の出口ゲート電極の電位変動が疑われた。ターゲット部の高電圧フローティング電源 (特注) における陽電子モデレータへの出力電圧の時定数を計算した所、330秒と非常に長く、チャージアップ時の正常電位への回復が遅れていることが推測されたため、電源内部の抵抗の交換によって時定数を3.3秒にした。また、陽電子コンバータ部に対しても、ターゲット部そばに既設の30 nF程度のキャパシタに並列に120 MΩのシャント抵抗を追加することで、220秒だった時定数を4.2秒にした。パルスストレッチャーのゲート電極に対しては、47 MΩのシャント抵抗をつけた。これによりビーム強度のランダムな変動が抑えられたと共に、異なる実験ステーションへのビーム供給パラメータの切り替え後

すぐにビームが安定するようになった。以前は安定するまでに数時間要していた。

また、SPFの短パルスモード (繰り返し50 pps, 幅10 ns) における低速陽電子ビーム強度に10 Hzと25 Hzの1~2%程度の強度変動 (強度の2値化) があることが、ポジトロニウムのレーザー冷却実験のデータ解析から判明した。SPFのある入射器棟内の他の加速器モジュール由来の電源ノイズによるものと思われる。SPFの専用加速器のタイミングを入射器棟メインリニアックに対して相対的に8.0 ms遅らせると共に、クライストロンの加速電圧を上げることでこのビーム強度の2値化の問題が解決された。この問題に関する調査と対策にあたっては、SPFユーザーおよび入射器のRFグループの方々の多大なご協力をいただいた。

2022年6月18日にSPFで漏電があり、これによって同じ入射器棟内のメインリニアックのマグネット用電源が落ちてSuperKEKB, PF, PF-ARへの連続入射が中断した可能性が高いという指摘があった。このことをきっかけに、漏電を起こさないよう注意をより徹底すると共に、仮に漏電があった場合にも上流側の電気系統に影響を与えないようSPFで対策を進めることになった。PFでは既に漏電遮断器の効果的活用によって、漏電事象 (上流側の漏電警報機の発報) が1/30程度に激減したとのことで、その詳細をPFの電気安全担当者からご指導いただき、SPFにも同様の対策の導入を進めた。まず、最も漏電の可能性の高いベキング用に漏電遮断器を導入し、ベキング時には必ずこれらの漏電遮断器を利用することを周知徹底し、運用を開始した。また、各実験盤の下流側の全ての電源ラインに30 mA以下の漏電遮断器を入れることを基本とすることにした。漏電遮断器を入れる位置は、停止すると他への影響の大きな真空機器関連は各機器の直前とし、真空インターロックは他と独立とする方針とした。それ以外は次の(1)~(3)のいずれかの対策を行った。(1) 子実験盤の各端子台の過電流遮断器を過電流漏電遮断器に変更, (2) 電源タップを漏電遮断器付きのものに変更, (3) 電源プラグへの簡易漏電遮断器の導入。2023年度夏の停止期間の停電時にこれら全ての対策を終えた。

SPF-A3 (TRHEPDステーション) では、回折パターンを観測に使用しているMCPの劣化が確認され、新品に交換した。2020年の低速陽電子生成部の改良に伴うビーム強度の向上により、TRHEPDの回折ビームでMCPの劣化が急速に進み得ることは予想されていた。現状の低速陽電子ビームの時間平均強度は典型的な電子ビームによる実験と比較して6桁程度弱く、その強度増大は喫緊の課題である。ところが、20 ms毎に1 μsのパルス幅のビームで供給されるため、パルス中では時間平均強度に対して20,000

倍もの瞬間強度になっており、現状の TRHEPD の回折ビームでも MCP の許容検出レートを超えると考えられていた。すぐに可能な当座の対策として、TRHEPD に限ってはビーム強度を意図的に弱めて共同利用を行っていたが、予想より早く MCP の劣化が進んだ。これに対する本質的な対策のために、LEPD 用に開発し稼働中のパルスストレッチャーを TRHEPD でも使用できるよう、開発をあらかじめ進めてきた。パルスストレッチャーで使用している Penning-Malmberg トラップの電極は、真空配管内の長さ約 6 m のトラップ電極およびその両端のゲート電極と接地電極から構成されており、現在は 5.0 keV の 1 μ s のパルスビームを 5.2 keV の準 DC ビームに変換して LEPD 実験に供給している。TRHEPD に必要な 15 keV の準 DC ビームを供給できるようにするためには、15 kV を超える電圧の印加のための特殊パルス電源の開発と、各電極の放電対策を進める必要がある。このための特殊電源を開発し、放電対策の評価用試験電極を作成し、電圧印加試験を行った。特殊電源については、入口ゲート電極用のパルス電源回路へのコンデンサの追加と、電極に接続した場合のインピーダンス整合をとりかつ電極で放電が起こった時の電源保護のための抵抗を追加すれば必要とする性能が達成できることが確認できた。試験結果は概ね良好であり、予算の目途さえ立てば、TRHEPD に必要な 15 keV の準 DC ビームを供給できる Penning-Malmberg トラップ電極への交換を行うことで、従来の 10 倍の強度での実験を開始できると見込んでいる。また、ビーム強度を上げるかわりに、TRHEPD ビームのコヒーレンス長をより長くしていくことも可能となり、近年ニーズが高まっている超長周期表面構造を持つ試料への TRHEPD 実験の対応への期待にも応えることができるようになることを期待している。

また、陽電子回折実験でより高強度ビームでの実験を可能にするため、磁場によって輸送した低速陽電子ビームを非磁場領域にビームを引出してから透過型減速材（透過型リモデレータ）に高効率にビームを収束するシステムの改良の開発を進めている。この開発研究で得られた知見は、ポジトロニウムのレーザー冷却実験におけるポジトロニウム生成材料への低速陽電子ビーム入射にも応用されている。

2023 年度は、ビームラインの加速器フェンス上流側におけるステアリングコイルで地絡（配線の接地電位への接触）が続発した。これらは全て同タイプのもので、かつて KEKB の陽電子用リングに導入されたものと同タイプのソレノイドコイルの内部に設置された、ビーム輸送用真空配管の上下方向および左右方向に磁場を発生させるステアリングコイルである。低速陽電子は磁場の向きにガイドされていくが、ステアリングコイルは、地磁気によるビーム軌道偏向の補正あるいはビーム軌道の調整に用いている。地絡部の接触抵抗の変動によりビーム位置が安定せず、低速陽電子回折のような精緻な光学系を用いた実験に著しい影響が出た。問題のステアリングコイルは、熱による膨張と収縮によって固定治具のエッジで被覆がはがれてきて同時

期に次々地絡しはじめたのではないかと推測しているが、ソレノイド内部をファイバースコープで観測したものの、どこで地絡をしているかは判別がつかなかった。これらのステアリングコイルの交換にはビームラインの解体が必要となるためそれは行わずに、ソレノイドコイル外側から新たにステアリングコイルを 6 セット設置した。

2024 年 2 月 11 日未明に、ビーム強度の著しい低下の報告がユーザーからあった。調査した所、最上流から 2 番目のビーム輸送用ソレノイドコイルへの配線で地絡が見つかった。問題のコイルのみをバイパスしビーム調整を試みた所、1/10 程度の強度であればビームが輸送できることがわかった。問題のコイルはコンクリートシールド内部にあって、これ以上の調査と対策はシールドを大規模に開けて中に入っている作業が必要だが、それも加速器停止から 1 ヶ月程度線量が下がるのを待つ必要があることから、このまま予定されていたユーザー運転終了日の 3 月 25 日まで 1/10 のビーム強度で運転を継続した。3 月末にシールドを大規模に開けて 4 月に調査したところ、コイルへの配線が地絡の原因となっている可能性が最も高かったため、シールド内の近隣のコイルも含めた 4 つのコイルへの配線を新しいものと交換した。ソレノイドコイルへの配線のトラブルは初めての事例だが、運転中は現場近辺の線量が高くなることから、配線の劣化が原因として考えられる。現場ではガラス被覆熱電対線の劣化が少なかったため、新しいコイル用配線として、ポリイミドテープ巻きガラス編組電線を導入した。配線交換後は問題が無く、現在は以前の正常なビーム強度を回復している。

各ステーションの状況

現在、SPF では 4 つの実験ステーションが稼働している。地下テストホールの 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 である。

SPF-A3 の全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) ステーションでは、表面構造解析の共同利用実験が行なわれている。2023 年度は、準フリースタANDING 単層グラフェン (quasi-freestanding monolayer graphene, QFMLG) と呼ばれる H 終端 SiC 基板上のグラフェンの構造解析が行なわれた。原子スケールで平坦なグラフェンシートを高品質・大面積に工業的規模で作製するためのさまざまなアプローチの中でも、QFMLG はハイパワーまたは高周波エレクトロニクスにとって特に有望視されている。6H-SiC(0001) 上に成長した QFMLG の構造を、TRHEPD を用いて調べた結果、グラフェンと基板間の層間距離 ($d_{\text{QFMLG}}=4.18\pm 0.06$ Å) は、垂直入射 X 線定在波 (NIXSW) 法や高分解能 X 線反射率 (XRR) 法による従来研究による値 ($d_{\text{QFMLG}}=4.22\pm 0.06$ Å) と比較するとわずかに小さい値となり、第一原理計算の結果 ($d_{\text{QFMLG}}=4.16$) とよりよく一致した。

また、TRHEPD により、Co(001) 基板とその上のグラフェンの間に貴金属原子を挿入 (インターカレーション) したときの積層構造の変化が調べられた。下地基板を利用し

てグラフェンの物性を制御する試みは、グラフェン材料開拓研究における新たな自由度をもたらすものである。Co上グラフェンと基板との層間距離 (2.04 Å) は、Ag, Au原子挿入により、3.24 Å (Ag), 3.32 Å (Au) へと広がり、デバイ温度は 430 K (Co) から 320 K (Ag), 368 K (Au) に変化した。これは、インターカレーションの結果、ファンデルワールス相互作用を介して準フリースタンディングのグラフェンに変化したことを示している。銀の場合は、700°Cまでさらに熱処理することで、銀の脱インターカレーションによってグラフェンの高さやデバイ温度が元の状態に戻ることが確認された。即ち、下地基板と強く相互作用しているCo上グラフェンを、貴金属原子の挿入によりフリースタンディングな状態との間でリバーシブルに作り換えられることが示された。

SPF-A4の低速陽電子回折 (LEPD) ステーションでは、ビーム強度の増大と、基本的な実験環境の整備が進んだことで、2桁強い回折強度が得られるようになり、Cu(001)表面で高品位な回折パターン1枚を1分で取得できるようになった。得られたLEPDのデータの解析を行っているが、LEEDよりもさらに表面敏感であることが明らかになりつつある。

SPF-B1の汎用ステーションでは、Psレーザー冷却実験を行っている。SPF低速陽電子ビームの大強度かつ短パルスである特性が、Psレーザー冷却に必要なパルスレーザーの時間特性と合致しており、レーザー光と同期した実験が可能となっている。短パルスモードの低速陽電子ビームを、レーザー冷却用に作成したシリカエアロゲルと呼ばれるシリカナノ微粒子が3次元ネットワーク構造を形成した物質に入射してPsを生成している。シリカエアロゲル表面から陽電子ビーム上流側の真空中に放出されたPsに、トリプレットの1S-2P遷移に相当する243 nmの紫外レーザー光を照射し、Psレーザー冷却やPs温度測定を行っている。2023年に世界に先駆けてポジトロニウムのレーザー冷却に成功したことを関連国際会議で発表し、現在論文を投稿中である。

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およびPs生成媒質の研究のための共同利用実験が行われている。現在、試料を冷却しながらのPs-TOF測定が行なわれている。

その他

2次元物質の構造決定に用いられる複数の先端量子ビーム計測技術向けの汎用データ解析ソフトウェア“2DMAT (ツーディマツト)”において、並列モンテカルロ型ベイズ推定などの解析手法を駆使して、TRHEPDやX線回折などの複雑なデータ構造の中に潜む「真の解」 (= 正しい原子配列) を効率的に高信頼に見つけ出すことが可能となっている。また、決定した表面構造の情報を用いて第1原理計算 (QUANTUM EXPRESSO) による電子状態の計算などをシームレスにできるようになっている。最近、LEED/

LEPDの構造解析への拡張が進みPCやスーパーコンピュータによるこれらの計算も開始された。さらに、LEED/LEPDによる深さ方向の感度解析や、この複数の手法を組み合わせた解析などの試みも開始されている。

人事異動

SPF施設長を兼務されていた小杉信博 前物構研所長が2024年3月末で退職されました。2024年4月からは両宮健太 物構研副所長にSPF施設長を兼務いただいております。

回折 X 線明滅法を用いた結晶性高分子表面の分子動態計測

稲益礼奈^{1,2}, 新井達也¹, 野澤俊介³, 三尾和弘⁴, 佐々木裕次^{1,4}¹東京大学 大学院新領域創成科学研究科, ²ダイキン工業 株式会社, ³高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所, ⁴産業技術総合研究所

Measurement of Molecular Dynamics on Crystalline Polymer Surfaces Using Diffracted X-ray Blinking Method

Rena INAMASU^{1,2}, Tatsuya ARAI¹, Shunsuke NOZAWA³, Kazuhiro MIO⁴, Yuji C. SASAKI^{1,4}¹Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, ²DAIKIN INDUSTRIES, LTD.,³IMSS, High Energy Accelerator Research Organization, ⁴National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Abstract

高分子表面は異種相と接しているためバルクとは異なる分子鎖構造をとり、撥水性や接着性など多様な機能性を示す。機能性発現のメカニズム解明のためには表面分子運動性の計測が重要であるが手法は限られており、特に秒スケール以下で計測する手法はなかった。そこで高分子表面について秒スケール以下の短い時間分解能で分子運動性を検出する微小角入射 X 線回折明滅 (Grazing Incidence Diffracted X-ray Blinking : GI-DXB) 法を提案したので紹介する。

1. はじめに

高分子表面はバルクとは異なる分子鎖構造をとり、撥水性や接着性などの機能性を発揮することが知られている。この機能性発現のメカニズムを解明するためには、高分子表面における分子鎖凝集構造や相分離などの高次構造の動態を計測することが重要である。例えば撥水性高分子の一種であるフルオロアルキルアクリレート高分子は、フルオロアルキル側鎖が長く結晶性を有するとき撥水性が高く、側鎖が短く結晶性を示さないときは撥水性が低いことが報告されている [1]。つまり、分子運動性がその物性に影響を及ぼすことから、高分子表面を時分割計測し分子運動性を評価することは機能性表面を設計する上で非常に有用であると考えられる。高分子表面の高次構造を計測する手法としては、微小角入射 X 線回折 (GIXRD) 法や微小角入射 X 線散乱法などが用いられているが、秒スケール以下の短い時間分解能で高分子表面を計測する手法は報告されていなかった。

近年、生物物理学の分野でタンパク質 1 分子の運動性を観察する手法が開発されている。2018 年に提案された回折 X 線明滅 (DXB: Diffracted X-ray Blinking) 法 [2] は、計測対象のタンパク質を金ナノ粒子でラベルしその X 線回折強度揺らぎを検出することで、nm レベルの空間分解能とミリ秒スケール以下の時間分解能でタンパク質 1 分子の運動性を可視化する手法である。現時点では 890 ナノ秒を最高速度とする時分割計測が報告されている [3]。DXB 法は単色 X 線を用いて計測するため、放射光施設のみならずラポの X 線光源でも計測可能であり、マシンタイムの制限なく安価で簡便に計測を実施できる利点がある。さらにはラ

ベルを使用せずに、結晶性タンパク質 [4] や結晶性無機材料 [5]、および結晶性高分子 [4] の回折からも各結晶構造の運動性を算出できる。加えて最近では小角散乱領域においても同様の方法で運動性情報が得られることも示唆されている [6]。

本研究では GIXRD 法と DXB 法を組み合わせ、秒スケール以下の短時間分解能で高分子表面の分子運動性を計測する手法として GI-DXB 法を提案した [7] ので報告する。

2. 実験方法

2-1. サンプル調製

測定サンプルには撥水性を示す結晶性高分子として poly{2-(perfluorooctyl)ethyl acrylate} (PC8FA) (モノマーを東京化成工業から購入し、ラジカル重合にて得た) を選択した。PC8FA の構造式を Fig. 1 に示す。溶液をそれぞれポリイミドフィルム上とシリコン基板上にスピコートし、前者をバルクの測定試料に、後者を表面の測定材料とした。

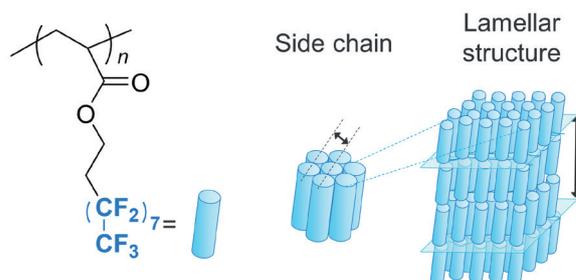


Figure 1 Schematic chemical structure of PC8FA

また試料は PC8FA の融点 (75°C) 以上である 120°C で 10 分間アニールした。

2-2. X線装置のジオメトリと計測条件

X線回折測定は PF-AR NW14A の他, ラボ X線光源 (MicroMax-007 HF, $\lambda = 1.54 \text{ \AA}$) を用いて行った。1 フレームあたりの露光時間は 500 ms に設定し, 2000 フレームの回折像を連続取得した。バルクの測定 (Fig.2 (A)) は, 従来の DXB 測定と同様にサンプルに X線を透過させて測定した。今回提案する GI-DXB 法 (Fig.2 (B)) では, 薄膜表面の情報を得るため GIXRD のジオメトリにした。GIXRD は X線の全反射現象を利用しており, 臨界角以下で X線を試料に入射すると境界面に生じるエバネッセント波により表面のみの情報を得る測定手法である。今回 GI-DXB 法では入射角を制御するため二軸ゴニオメーターを用いて, 試料表面すれすれに X線を入射し薄膜試料の表面分子運動性を計測した。PC8FA の全反射臨界角は密度から 0.18° と見積もり, 表面および薄膜全体に関する情報を得るために, それぞれ入射角を約 0.07° と 0.22° に設定して測定を実施した。

2-3. 回折 X線明滅法 (DXB)

Fig. 3 で DXB 測定の解析手順を示す。回折像を連続撮影すると, 結晶部の回転運動によって回折輝点が明滅する。本研究の DXB 測定では, 500 ms の時間分解能で 2000 枚の回折画像を連続取得して, この回折強度揺らぎを計算した。画像群を ImageJ に取り込み各ピクセルの回折強度を抽出し, 入射光強度 (I_0) で補正した。補正後の強度揺らぎについて, 自己相関関数 (ACF: Autocorrelation Function)[6]

を算出した。

$$ACF = \frac{\langle I(t)I(t+\tau) \rangle}{\langle I(t)^2 \rangle}$$

ここで $\langle \rangle$ は時間平均を示し, $I(t)$ は回折強度と τ は遅延時間を示す。ACF に対して以下の指数関数曲線でフィッティングして減衰定数を求めた。この際, 定数 $y_0 > 0$, 振幅 $A > 0$, および減衰定数 $T > 0$ の条件についてフィッティングを行った。

$$f(t) = y_0 + A \exp(-Tt)$$

運動特性は減衰定数 T の分布によって評価され, 大きな減衰定数は速い分子運動性を, 小さな減衰定数は遅い分子運動性を示す。全ピクセルの減衰定数をヒストグラムに表しガウス分布でフィッティングし, そのピーク位置を比較値に用いた。

3. 実験結果

Fig. 4 に 500 ms/frame を 2000 フレームで積算した PC8FA の二次元回折像を示す。Fig. 4 の広角側側の回折リング ($2\theta = 18^\circ$: $d = 0.5 \text{ nm}$) は, フルオロアルキル側鎖の hexagonal packing に由来し, 低角付近の回折 ($2\theta = 5.5^\circ$: $d = 1.6 \text{ nm}$) はラメラ構造に対応している [9]。また GI-DXB 測定では面内方向に側鎖由来の, 面外方向にラメラ構造由来の回折パターンが観測された。側鎖由来の回折パターンについて ACF 解析を行ったところ, DXB (バルク) では減衰定数は $2.63 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ であり, GI-DXB では入射

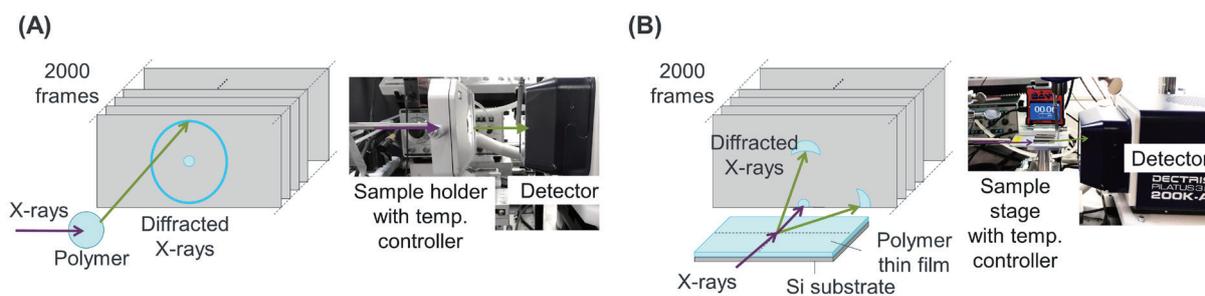


Figure 2 Schematic images of DXB(A) and GI-DXB(B).

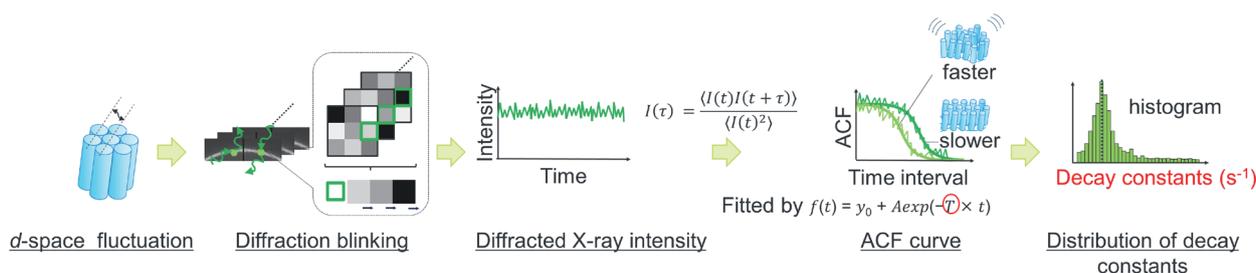


Figure 3 Schematic images of the analysis procedure of DXB.

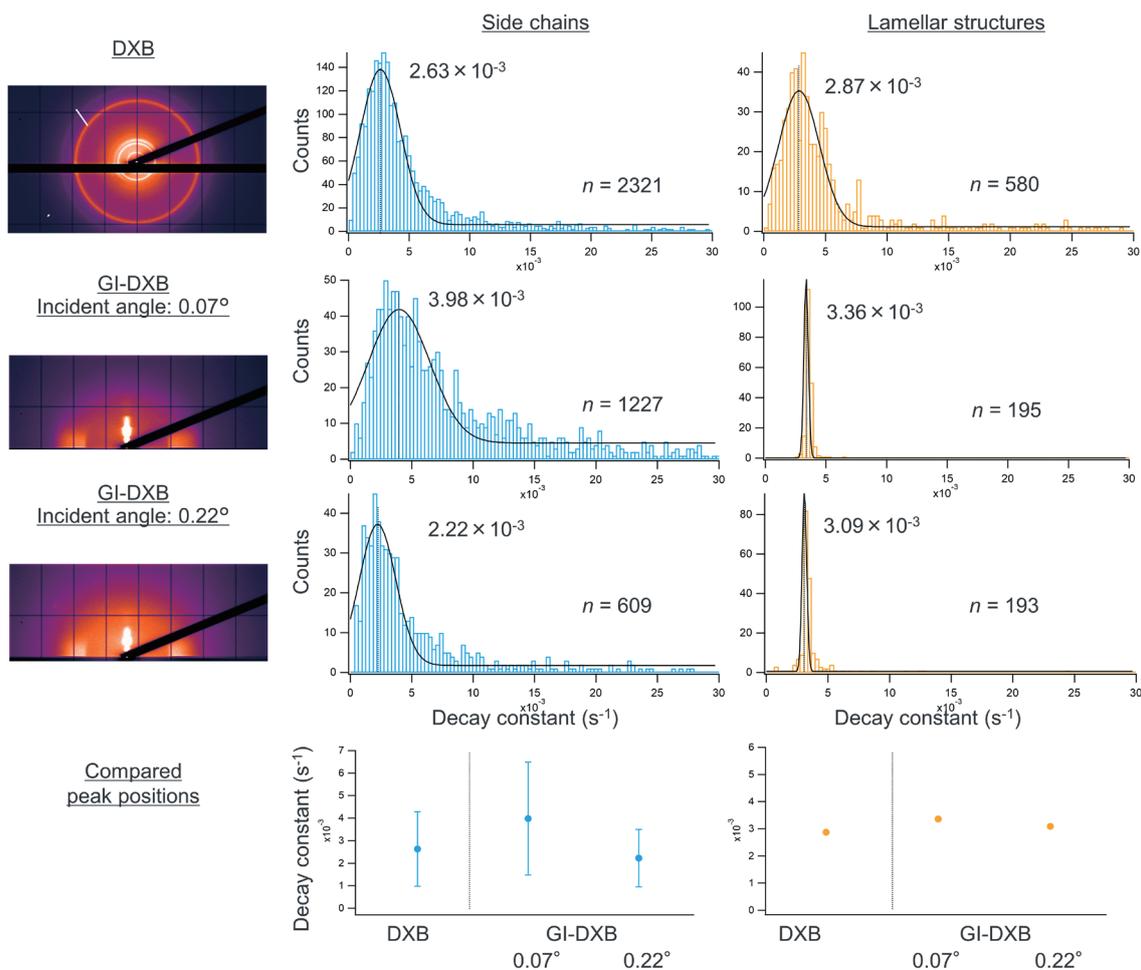


Figure 4 2D diffraction images and the results of decay constants. n means the number of pixels used for ACF curve fitting.

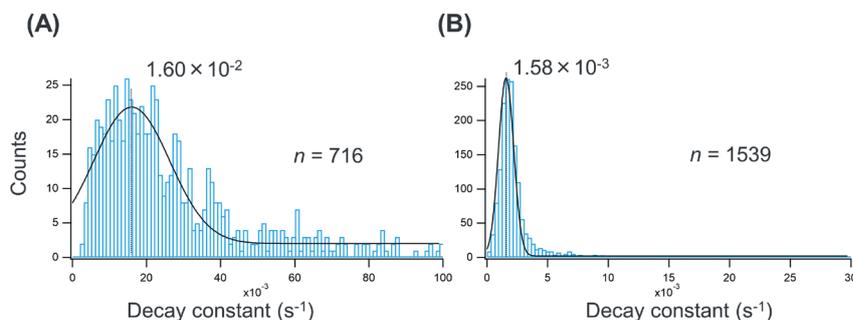


Figure 5 The results of decay constants at 50 ms (A) and at 1 s (B) correspond to the PC8FA side chains.

角 0.07° (表面) のとき $3.98 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, 入射角 0.22° (薄膜全体) のとき $2.22 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ であった。これにより側鎖について PC8FA 表面の運動性はバルクまたは薄膜全体よりも大きいことが示唆された。本結果はこれまで報告されている高分子表面がバルクよりも大きな運動性を示す傾向 [10] と一致した。また、同様にラメラ構造由来の回折に対して ACF 解析を行ったところ、DXB (バルク) では減衰定数は $2.87 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, GI-DXB では入射角 0.07° (表面) のとき $3.36 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, 入射角 0.22° (薄膜全体) のとき $3.09 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ であった。この時 GI-DXB 測定時には減

衰定数の分布幅が極端に小さくなっており、これは高分子表面のラメラ構造がバルク状態に比べてより規則的な構造を形成していることを示唆している。(ただしラメラ構造は解析できるピクセル数が $n < 200$ と少なく更なる検討が必要であるため、エラーバーは記載していない。)

このように本手法は、一種類の回折像から複数の高次構造についてそれぞれの分子動態を求めることができる。また、温度制御ユニットを使用することで分子運動性の温度依存性も計測可能である。また、同様に 50 ms/frame や 1 s/frame の露光時間で 2000 枚フレーム撮影し解析した

ところ、側鎖凝集構造に関して減衰定数はそれぞれ $1.60 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ と $1.58 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ であった(Fig. 5)。これらの結果は、ラボX線光源を用いて幅広い時間スケールで分子の運動性を簡単に評価できることを示している。

4. まとめ

本論文では、X線の全反射現象をDXB計測に適用することで、500 ms/frameという短い時間分解能で結晶性高分子薄膜の分子鎖凝集構造の運動性を観察した。GI-DXB法は高分子表面に特化した運動性を算出できるため、今後様々な高分子材料表面での物性発現メカニズム解明に用いることで機能性表面の設計に大きく貢献することが期待される。

謝辞

本研究で実施した放射光実験はPF-ARの共同利用実験課題(課題番号:2021G576)で行われた。PF-ARスタッフの皆様には深く御礼申し上げます。

引用文献

- [1] K. Honda, M. Morita, H. Otsuka, and A. Takahara, *Polym. J.* **38**, 5699 (2005).
- [2] H. Sekiguchi, M. Kuramochi, K. Ikezaki, Y. Okamura, K. Yoshimura, K. Matsubara, J-W. Chang, N. Ohta, T. Kubo, K. Mio, Y. Suzuki, L. M. G. Chavas, and Y. C. Sasaki, *Sci. Rep.* **8**, 17090 (2018).
- [3] M. Kuramochi, H. J. Kirkwood, J. C. P. Koliyadu, R. Letrun, R. de Wijn, C. Kim, T. Masui, K. Mio, T. Arai, H. Sekiguchi, H. Kishimoto, A. P. Mancuso, T. Sato, and Y. C. Sasaki, *App. Phys. Lett.* **123**, 101601 (2023).
- [4] T. Arai, R. Inamasu, H. Yamaguchi, D. Sasaki, A. Sato-Tomita, H. Sekiguchi, K. Mio, S. Tsuda, M. Kuramochi, and Y. C. Sasaki, *Struct. Dyn.* **8**, 044302 (2021).
- [5] M. Kuramochi, H. Omata, M. Ishihara, S. Ø. Hanslin, M. Mizumaki, N. Kawamura, H. Osawa, M. Suzuki, K. Mio, H. Sekiguchi, and Y. C. Sasaki, *Sci. Rep.* **11**, 4097 (2021).
- [6] T. Arai, K. Mio, H. Onoda, L. M. G. Chavas, Y. Umena, and Y. C. Sasaki, *Int. J. Mol. Sci.* **24**, 16640 (2023).
- [7] R. Inamasu, H. Yamaguchi, T. Arai, J-W. Chang, M. Kuramochi, K. Mio, and Y. C. Sasaki, *Polym. J.* **55**, 703 (2023).
- [8] H. Yakabe, K. Tanaka, T. Nagamura, S. Sasaki, O. Sakata, A. Takahara, and T. Kajiyama, *Polym. Bull.* **53**, 213 (2005).
- [9] K. Honda, H. Yakabe, T. Koga, S. Sasaki, O. Sakata, H. Otsuka, and A. Takahara, *Chem. Lett.* **34**, 1024 (2005).
- [10] M.D. Ediger and J.A. Forrest, *Macromolecules* **47**, 471 (2014).

(原稿受付:2024年3月18日)

著者紹介

稲益礼奈 Rena INAMASU



東京大学大学院 新領域創成科学研究科
物質系専攻 博士課程3年

〒277-8561 千葉県柏市柏の葉5-1-5 基盤棟609(7H8号室)

e-mail: 4283416845@edu.k.u-tokyo.ac.jp

略歴:2017年東京大学大学院理学系研究科化学専攻修士課程修了,同年ダイキン工業株式会社入社,2021年東京大学大学院新領域創成科学研究科物質系専攻博士課程入学。

最近の研究:X線を用いた結晶性高分子材料の運動解析。

趣味:旅行と旅行計画を考えること。

新井達也 Tatsuya ARAI



東京大学大学院 新領域創成科学研究科
物質系専攻 助教

(現所属:北海道大学 大学院先端生命科学
研究院 先端融合科学研究部門 助教)

e-mail: t.arai@elms.hokudai.ac.jp

略歴:2019年北海道大学生命科学院博士課程修了(生命科学博士)。

最近の研究:X線を用いた高分子材料の運動解析,不凍タンパク質の構造機能解析。

趣味:お酒,旅行。

三尾和弘 Kazuhiro MIO



産業技術総合研究所 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ
ラボチーム長

〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-2-3

e-mail: kazu.mio@aist.go.jp

略歴:1990年東北大学大学院理学研究科動物発生学博士課程前期修了,博士(理学)。ライオン株式会社研究員,UCSF訪問研究員を経て2009年4月より産業技術総合研究所。研究テーマ:電子顕微鏡構造解析,X線分子運動解析。趣味:島キャンプ。子供たちを山海留学に出している吐噶喇列島でハマりました。

佐々木裕次 Yuji C. SASAKI



東京大学大学院 新領域創成科学研究科
物質系専攻 教授

〒277-8561 千葉県柏市柏の葉5-1-5 基盤棟609(7H8号室)

e-mail: ycsasaki@edu.k.u-tokyo.ac.jp

略歴:1991年東北大学大学院工学研究科博士課程修了(工学博士)。

最近の研究:X線,電子線,そして中性子を用いた新規1分子計測法の考案と学融合研究。

趣味:メジャー雑誌に投稿して落ちまくること,科学啓蒙活動及び執筆。

単原子層物質近藤格子における二次元重い電子状態

中村拓人^{1,2}, 杉原弘基², 木村真一^{1,2,3}

¹大阪大学 大学院生命機能研究科, ²大阪大学 大学院理学研究科, ³分子科学研究所

Two-dimensional heavy fermion in a monoatomic-layer Kondo-lattice

Takuto NAKAMURA^{1,2}, Hiroki SUGIHARA², Shin-ichi KIMURA^{1,2,3}

¹FBS, Osaka University, ²Department of Physics, Osaka University, ³Institute for Molecular Science

Abstract

固体中において、局在的な f 電子と伝導電子との混成によって電子の有効質量が自由電子の数百倍から数万倍にも増大する重い電子状態は、非フェルミ液体や非従来型超伝導などの様々な新奇強相関物性発現の起源となる。重い電子系では、混成の大きさに加えて、系の次元性も量子臨界性に密接に関わるため重要なパラメータである。三次元的な重い電子系はよく研究されてきたにも関わらず、二次元重い電子系は候補物質の少なさからほとんど研究されてこなかった。本研究では、Cu(111)単結晶表面に単原子層の YbCu_2 を作製し、その電子状態を放射光角度分解光電子分光 (ARPES) により調べた。その結果、フェルミ準位近傍で局在的な f 電子と伝導電子が混成し、重い電子状態が実現していることを見出した。さらに、放射光の光エネルギーを掃引した励起光エネルギー依存 ARPES により、混成バンドが二次元的であることを確認した。この結果は単原子層 YbCu_2 が二次元重い電子系物質であることを示している。

1. はじめに

固体中における伝導電子と局在電子との多体相互作用は、磁性や超伝導といった強相関物性の起源の一つであり、多くの研究者を魅了してきた研究分野である。希土類化合物では、伝導電子と希土類元素の f 軌道の局在電子との混成 (c - f 混成) により多彩な物性を示す [1]。この物性の変化は、Doniach によって提唱された1つの相図 (Fig. 1(a)) で表される [2]。この図で示すように、混成 J_{c-f} が小さい場合は、伝導電子を媒介とした Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida (RKKY) 相互作用により隣接磁性原子間のスピン方向を揃えるため磁気秩序が生じる。一方で混成が大きい場合は、近藤効果により伝導電子と局在電子間のスピ

ンが反平行となる近藤一重項を形成することで局在電子の磁気モーメントが遮蔽される一方で、キャリアの有効質量が自由電子の数百倍から数万倍にも達する重いフェルミ液体状態となる。これら二つの状態が競合する領域では、反強磁性的な量子臨界点が存在し、その近傍において非フェルミ液体的振る舞いや非従来型超伝導といった量子臨界現象が発現する [3]。

重い電子系における典型的なバンド構造を Fig. 1(b) に示す。簡単のために、Ce 系のように f 軌道には電子が1つのみ占有している場合を考える。 f 軌道はよく局在しており、ほとんど分散を持たない。近藤効果によって伝導バンドと局在バンドが混成することで、2つのバンド (c - f 混

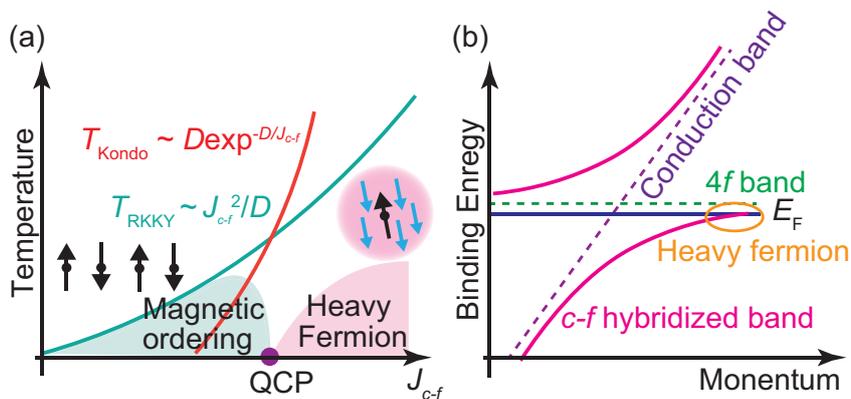


Figure 1 (a) Doniach phase diagram and (b) Schematic band structure of a heavy fermion system.

成バンド)を形成する。この際、電気伝導に寄与するフェルミ準位を横切るバンドは、 f 軌道と混成したことにより非常に平坦な分散を持ち、有効質量が増大する。角度分解光電子分光 (ARPES) は、このようなバンド構造を実験的に直接観測できる極めて強力な手法である。特に、軟X線放射光を用いた光電子分光は、希土類の $4f$ 軌道に対する光イオン化断面積を大きくすることが可能であり、放電管 (He-I 共鳴線: 21.2 eV) やパルスレーザー (6 eV) などの実験室光源などと比べて、高い S/N で $4f$ 軌道に由来する重い電子状態を観測できる。また、希土類元素の内殻共鳴を用いることで、混成バンドの特徴を元素・軌道選択的に抽出できる [4]。加えて、希土類元素の内殻光電子スペクトルを観測することで、重い電子状態に密接に関わる希土類イオン価数を同定することができる。以上のように、希土類化合物の電子状態研究において、軟X線放射光は切り離せない存在である。

近藤格子系の研究では、これまで精力的に研究されてきたバルクの三次元希土類金属間化合物に加えて、近年ではより低次元系である二次元近藤格子が注目されている。低次元系では、次元性の低下に伴う磁気揺らぎの増大や電子相関の増大により、低次元量子臨界現象などの新奇電子物性の発現が期待できる。低次元近藤格子としては、 CeIn_3 と LaIn_3 を交互積層した薄膜超構造に関する研究がよく知られている [5]。そこでは、 CeIn_3 層の膜厚減少に伴い、 CeIn_3 層の反強磁性的秩序が抑制され、電子の有効質量が増大することが報告された。これは、近藤格子の次元性あるいは膜厚が、重い電子状態の形成に大きく寄与することを表している。さらにごく最近では、バルク重い電子系物質である URu_2Si_2 表面における表面量子井戸形成に伴う重い電子の二次元閉じ込めや [6]、遷移金属ダイカルコゲナイド MoTe_2 と WSe_2 を積層した二原子層物質 [7, 8] や van der Waals 系物質 CeSiI [9,10] の重い電子状態など、新しい

二次元近藤格子物質が相次いで報告され、急速な盛り上がりを見せている。また、二次元重い電子系の特徴として、圧力や磁場等の典型的な外場に加えて、外部からのキャリアドーピングにより伝導電子数を直接制御できるため、元素置換等の代わりにキャリア制御により量子臨界現象を研究できる点がある [9]。実際に、前述した MoTe_2 と WSe_2 二層積層構造を組み込んだ重い電子状態を示すデバイスで、ゲート電圧変調による重い電子制御が報告されている [8]。

二次元近藤格子における物性を詳細に調べるには、厚さが原子一層から構成される完全な二次元物質、すなわち単原子層物質を利用した研究が有効である。これまで、様々な系で磁性元素が周期的に配列した低次元近藤格子が作製されてきたが、単原子層物質における重い電子状態を直接観測した例はほとんどない。そこで筆者らは、完全な単原子層物質からなる重い電子状態を示す近藤格子を実現するために、ボトムアップ的に作製できる貴金属単結晶 (111) 表面上の単原子層合金に着目した。Fig. 2(a) に表面原子構造を示す。この系は、原子レベルで平坦な貴金属 (111) 表面に異種原子を吸着することで、最表面で貴金属-異種原子間が合金化することを利用している。基板と吸着原子の組み合わせにより実に多彩に物性を実現可能である [11, 12]。この系を利用すれば、構造として単原子層の重い電子系物質を実現可能ではないかと推察される。そこで、基板として貴金属 $\text{Cu}(111)$ 単結晶、吸着元素として 13~14 個の $4f$ 電子 (0~1 個の $4f$ ホール) を持つ Yb を選ぶことで、二次元的な重い電子状態を示す単原子層近藤格子の作製を目指した。

2. 実験方法

実験は BL-2A MUSASHI にて、試料作製から光電子分光測定まで一貫して超高真空下で行った。基板の $\text{Cu}(111)$

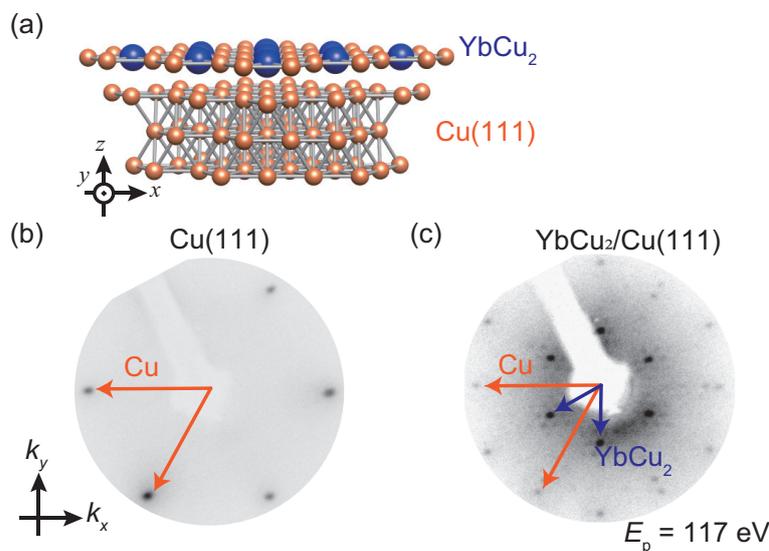


Figure 2 (a) A surface atomic structure of $\text{YbCu}_2/\text{Cu}(111)$. (b) LEED pattern of $\text{Cu}(111)-(1 \times 1)$ substrate taken at the primary energy of 150 eV (c) Same as (b) but for $\text{YbCu}_2/\text{Cu}(111)-(3 \times 3)\text{R}30^\circ$. Both LEED patterns were taken at the temperature of 70 K.

単結晶は、Ar スパッタリング（加速電圧：1 kV）とアニール（温度：350°C）を繰り返すことで表面清浄化を行い、低速電子回折（LEED）にて清浄な表面が得られたことを確認した。YbCu₂/Cu(111)は、Ybを自作のKセルを用いて基板温度 320°C に保持した Cu(111) 上に数 Å 蒸着することで作製した。光電子分光測定は、15 K の低温にて行った。エネルギー分解能は、価電子帯 ARPES と Yb 3d 内殻光電子分光でそれぞれ 20 meV と 150 meV 程度である。

3. 実験結果

3-1. 構造評価

Figs. 2(b) と 2(c) に LEED により測定した Cu(111) 清浄面及び Yb 吸着後の表面回折パターンを示す [13]。赤の矢印が Cu(111) の単位格子を示している。Yb 吸着後は、Cu(111) のスポットに加えて、周期が 1/√3 倍で面に 30° 回転したスポットが出現している。この LEED パターンの特徴は他の貴金属上の表面合金と一致しており [11, 12]、表面に YbCu₂ 層が形成したことを表している。さらに、YbCu₂ 整数次のスポットに加えて、その周囲にサテライトスポットが観測されているが、これは基板の Cu(111) と表面の YbCu₂ 間のわずかな格子定数の違いを反映した Moiré パターンである。二層間の干渉パターンである Moiré パターンの存在は、最表面の YbCu₂ に加えて、二層目の Cu(111) 層もよく配列していることを反映しており、本物質が高品質な単原子層薄膜であることを示している。

3-2. ARPES による電子状態観測

Fig. 3 は、ARPES により観測した YbCu₂/Cu(111) の電子状態である。結合エネルギー 100 meV よりフェルミ準位近くに平坦な Yb²⁺ 4f_{7/2} 準位が、Γ 点を対称としたフェルミ準位を横切るホールバンド (S1) と結合エネルギー 200 meV 近傍を頂点に持つホールバンド (S2) の 2 つの伝導バンドが観測されている [13]。一般に、ARPES により得られた近藤効果による c-f 混成バンドは、周期的アンダーソンモデル (PAM) を用いて詳細に解析することが可能である [14]。周期的アンダーソンモデルで 4f 電子間に働くオンサイトクーロン相互作用の大きさ U を 0 または ∞ とした場合のバンド分散は

$$E_k^\pm = \frac{\epsilon_c + \epsilon_f \pm \sqrt{(\epsilon_c - \epsilon_f)^2 - 4V_k^2}}{2}$$

で表される。ここで、 ϵ_c と ϵ_f はそれぞれ伝導バンドと 4f バンド、 V_k は混成強度である。ARPES イメージから運動量分散曲線とエネルギー分散曲線のピーク位置を追跡することで得られたバンド分散の形状を図中点で示している。この分散形状に合うように ϵ_c と ϵ_f 、 V_k をフィッティングパラメータとしてフィットした結果が紫色の曲線であり、分散形状をよく再現している。フィッティングにより得られた混成強度 V_k は 120 meV である。さらに、 $V_k = 0$ meV として推定した c-f 混成がない場合のバンドを黒点線で示しており、非常に急峻なホール型の伝導バンド

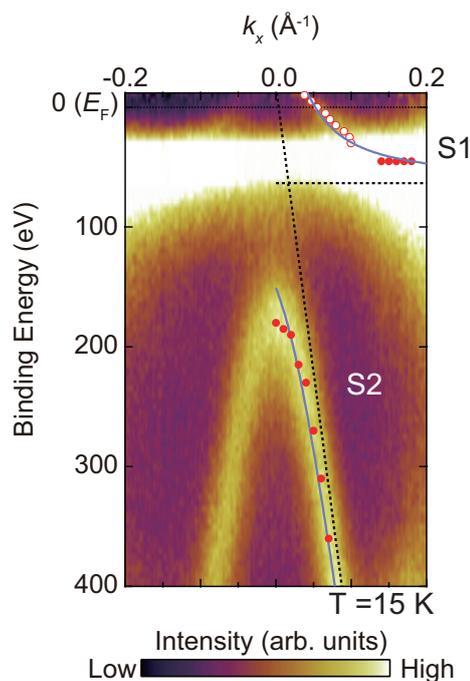


Figure 3 ARPES image near the Γ point taken with circularly polarized 35-eV photons at 15 K. ARPES intensities are divided by the Fermi–Dirac distribution function convolved with the instrumental resolution. The filled and break lines indicate the simulated band dispersions E^\pm with $V_k = 120$ meV and 0 meV by the PAM. The open and filled circles indicate the peak positions from energy distribution curves (EDCs) and MDCs, respectively.

だったものが、c-f 混成によりやや平坦なバンドとなったことがわかる。また、フェルミ波数 k_F 及びフェルミ速度 $v_F = |dE/dk|_{k=k_F}$ を用いて、有効質量 $m^* = \hbar k_F / v_F$ を導出することができる。この式から、バンド S1 の有効質量は c-f 混成により 5.65×10^{-33} kg から 6.56×10^{-31} kg まで約 120 倍に増大していることが分かった。上述の ARPES の結果より、c-f 混成した伝導バンドがフェルミ準位上に存在することが明らかとなった。

この c-f 混成バンドが単原子層に由来するのであれば、二次元面内を伝導するはずなので、混成バンドは二次元的であるはずである。ARPES において励起光エネルギー依存性は面直方向の波数依存性を観測していることに対応する。そこで、励起光エネルギーを掃引した ARPES 測定により伝導バンドの次元性の決定を行った。Fig. 4 は Fig. 3 に示した 2 つのホールバンド S1 および S2 に対応する、 Γ 点近傍の $E = E_F$ (フェルミ準位) および $E - E_F = 250$ meV の結合エネルギーにおける運動量分散曲線の分散の励起光エネルギー依存性である。どちらのバンドも励起光エネルギーの変化に対して波数が変化しておらず、これは面直方向に分散がないことを示している。つまり、混成バンドは二次元的なバンドであり、たしかに c-f 混成した二次元電子状態が存在することが明らかとなった。これは、単原子層 YbCu₂ が二次元重い電子系物質であることを明確に示している。

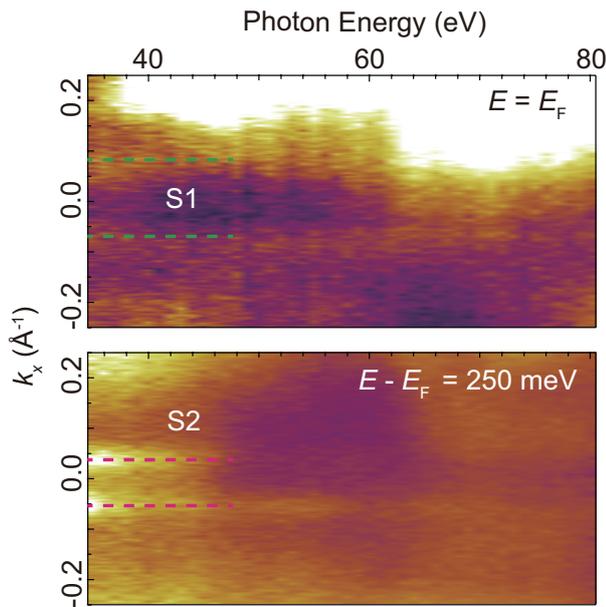


Figure 4 Photon-energy dependence of MDCs at the normal emission at binding energies of 0 eV (upper panel) and 250 meV (lower panel) with the energy windows of ± 10 meV. Dashed lines indicate the guide of the MDC peak position by eye.

3-3. 内殻光電子分光による Yb イオン価数の決定

近藤格子における、伝導電子と局在電子の混成は、希土類イオンの価数にも強く反映される。結晶中の Yb イオンは $4f$ 軌道が閉殻になり非磁性である Yb^{2+} ($4f^{14}$) と磁気モーメントを持つ Yb^{3+} ($4f^{13}$) の 2 つの状態を取りうる。重い電子状態は $c-f$ 混成によって $4f$ 軌道が不安定になる状態であり、そのような性質を反映して一般に希土類のイオン価数は整数値からずれた値をとる。そのため、希土類の価数は、重い電子系の基本的な物理量になる。一方で、結合エネルギーが 1500 eV を超える Yb $3d$ 内殻光電子スペクトルを精度よく観測するには、励起光のエネルギーは 1600 eV 程度が必要であるが、実験室で通常用いられる X 線光源の Al $K\alpha$ 線 (1486.6 eV) や Mg $K\alpha$ 線 (1253.6 eV) では、励起光エネルギーが足りず不可能である。そのため、Yb イオン価数の決定には、さらに高いエネルギーの放射光が必須となる。それに加え、本研究で対象とする単原子層物質は大気中で不安定であるため、表面試料を調製可能な試料清浄化環境および、ユーザー持ち込みの蒸着源が取り付け可能な試料準備槽が必須である。このような装置と、1600 eV を超える高エネルギー放射光を用いた電子状態観測が同一環境下で行えるエンドステーションは、海外の 3 GeV 光源には数多く設置されているが、国内では極めて少なく、PF の BL-13B や本研究で利用した BL-2A MUSASHI にほぼ限られる。また、高分解能な真空紫外光も同時に利用可能であるため、Fig. 3 に示した二次元重い電子状態が実現している試料について完全に同一環境で価数を決定可能であるのも、これら BL の特徴である。

Fig. 5 に $\text{YbCu}_2/\text{Cu}(111)$ の Yb $3d$ 内殻光電子スペクトルを示す。 Yb^{2+} と Yb^{3+} のどちらのピークも観測されている。

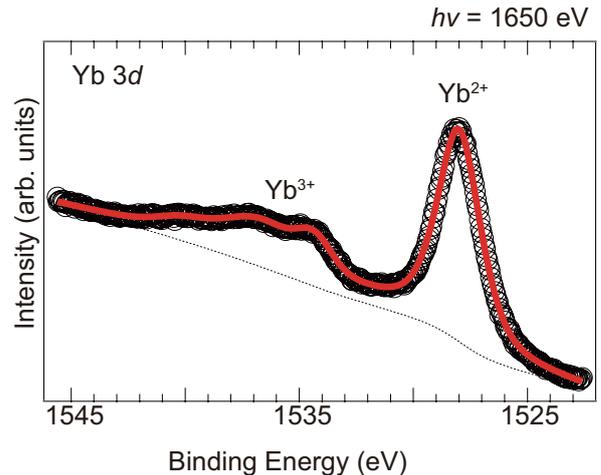


Figure 5 Yb $3d$ core-level spectrum of $\text{YbCu}_2/\text{Cu}(111)$ taken with 1650-eV photons at the temperature of 15 K. Black circles and red lines represent the raw data and fitted curve, respectively. The dotted line indicates the Shirley-type background.

バックグラウンド (点線) を差し引いたのちに両者のピーク強度比からイオン価数を見積ると、 2.41 ± 0.01 となった。 $\text{YbCu}_2/\text{Cu}(111)$ 単原子層には、非等価な Yb サイトは存在しないため、 Yb^{2+} と Yb^{3+} の二つの価数を持つ混合原子層状態であることがわかった。

4. まとめ

単原子層近藤格子 $\text{YbCu}_2/\text{Cu}(111)$ について、BL-2A MUSASHI にて、幅広い励起光エネルギーを用いた光電子分光測定が可能という特色を生かし、ARPES および内殻光電子分光測定を行った。ARPES から、フェルミ準位極近傍で局在的な $4f$ 準位と伝導バンドが混成し、重い電子状態が実現していることを見出した。また、周期的アンダーソンモデルによるバンド構造の解析から、混成により有効質量が 100 倍程度重くなっていることを確認した。さらに、励起光エネルギー ARPES により混成バンドが二次元的であることがわかった。内殻光電子分光から、Yb イオンは混合原子層状態であることを明らかにした。この結果は単原子層 YbCu_2 が二次元重い電子系であることを示している。同物質は原子一層という最小単位で重い電子状態を示す初の物質であり、今後、キャリア数制御などを用いて低次元量子臨界現象の研究が進むことが期待される。

謝辞

本研究は、陳奕同、湯川龍、大坪嘉之、田中清尚、北村未歩、組頭広志の各氏との共同研究によるものである。この場を借りてお礼申し上げる。本研究は、科研費 (課題番号: 22K14605, 20H04453, 23H00090) の補助を受け、KEK 放射光実験施設共同利用実験 (課題番号: 2022G513) により行われた。

引用文献

- [1] P. Coleman, C. Pépin, Q. Si, and R. Ramazashvili, J. Phys.: Condens. Matter **13**, R723 (2001).
- [2] C. Pfleiderer, Rev. Mod. Phys. **81**, 1551 (2009).
- [3] S. Donicah, Physica B+C **91**, 231 (1977).
- [4] H. J. Im, T. Ito, H.-D. Kim, S. Kimura, K. E. Lee, J. B. Hong, Y. S. Kwon, A. Yasui, and H. Yamagami, Phys. Rev. Lett. **100**, 176402 (2008).
- [5] H. Shishido, T. Shibauchi, K. Yasu, T. Kato, H. Kontani, T. Terashima, and Y. Matsuda, Science **327**, 980 (2010).
- [6] E. Herrera, I. Guillamón, V. Barrena, W. J. Herrera, J. A. Galvis, A. L. Yeyati, J. Ruzs, P. M. Oppeneer, G. Knebel, J. P. Brison, J. Flouquet, D. Aoki, and H. Suderow, Nature **616**, 465 (2023).
- [7] V. Vaño, M. Amini, S. C. Ganguli, G. Chen, J. L. Lado, S. Kezilebieke, and P. Liljeroth, Nature **599**, 582 (2021).
- [8] W. Zhao, B. Shen, Z. Tao, Z. Han, K. Kang, K. Watanabe, T. Taniguchi, K. F. Mak, and J. Shan, Nature **616**, 61 (2023).
- [9] B. G. Jang, C. Lee, J.-X. Zhu, and J. H. Shim, npj 2D Materials and Applications **6**, 80 (2022).
- [10] V. A. Posey, S. Turkel, M. Rezaee, A. Devarakonda, A. K. Kundu, C. S. Ong, M. Thinel, D. I. G. Chica, R. A. Vitalone, R. Jing, S. Xu, D. R. Needell, E. Meirzadeh, M. L. Feuer, A. Jindal, X. Cui, T. Valla, P. Thunström, T. Yilmaz, E. Vescovo, D. Graf, X. Zhu, A. Scheie, A. F. May, O. Eriksson, D. N. Basov, C. R. Dean, A. I. Rubio, P. Kim, M. E. Ziebel, A. J. Millis, A. N. Pasupathy, and X. Roy, Nature **625**, 483 (2024).
- [11] C. R. Ast, J. Henk, A. Ernst, L. Moreschini, M. C. Falub, D. Pacilé, P. Bruno, K. Kern, and M. Grioni, Phys. Rev. Lett. **98**, 186807 (2007).
- [12] M. Ormaza, L. Fernández, M. Ilyn, A. Magaña, B. Xu, M. J. Verstraete, M. Gastaldo, M. A. Valbuena, P. Gargiani, A. Mugarza, A. Ayuela, L. Vitali, M. Blanco-Rey, F. Schiller, and J. E. Ortega, Nano Lett. **16**, 4230 (2016).
- [13] T. Nakamura, H. Sugihara, Y. Chen, R. Yukawa, Y. Ohtsubo, K. Tanaka, M. Kitamura, H. Kumigashira, and S. Kimura, Nat. Commun. **14**, 7850 (2023).
- [14] A. N. Tahvildar-Zadeh, M. Jarrell, and J. K. Freericks, Phys. Rev. Lett. **80**, 5168 (1998).

(原稿受付日 :2024 年 3 月 21 日)

著者紹介

中村拓人 Takuto NAKAMURA



大阪大学大学院生命機能研究科 助教

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-3

e-mail: nakamura.takuto.fbs@osaka-u.ac.jp

略歴：2021 年大阪大学大学院理学研究科博士課程修了，2021 年大阪大学大学院生命機能研究科 助教。博士（理学）。

最近の研究：固体表面における新しい希土類原子層物質の作製と放射光を用いた強相関電子物性研究

趣味：釣り，華道

杉原弘基 Hiroki SUGIHARA



大阪大学大学院理学研究科 博士前期課程 学生

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-3

e-mail : sugihara@fbs.osaka-u.ac.jp

略歴：2022-2024 年 大阪大学理学研究科博士前期課程 学生

最近の研究：固体表面に作製した希土類原子層薄膜の強相関電子物性

趣味：読書，麻雀

木村真一 Shin-ichi KIMURA



大阪大学大学院生命機能研究科 教授，自然科学研究機構分子科学研究所 教授（クロスアポイントメント）

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-3

e-mail: kimura.shin-ichi.fbs@osaka-u.ac.jp

略歴：1991 年 東北大学理学研究科博士課程修了，理学博士，2013 年 大阪大学 教授，2020 年 分子科学研究所 教授

最近の研究：強相関電子系のプランクスケーリングと新規分光法開発

趣味：ポタリング，料理

構造解析が導いたタンパク質の改造とその理解

小杉貴洋

自然科学研究機構 分子科学研究所

Structural Analysis for Engineering Protein and Interpreting its Mechanism

Takahiro KOSUGI

Institute for Molecular Science, National Institutes of Natural Sciences

Abstract

我々は、計算機を用いて回転型分子モータータンパク質を改造しアロステリック部位を設計することで、その回転能を加速・制御することに成功した (Fig. 1) [1]。この研究において、これまでにすでに得られている多くのタンパク質の構造情報や、我々自身が Photon Factory において行った改造タンパク質の構造解析が重要な役割を果たしたので、構造解析によりもたらされた成果を中心に報告させていただきたい。また、近年登場した深層学習を用いたタンパク質構造予測法は、タンパク質構造解析にも大きな影響をもたらした [2]。我々の研究を通して感じたタンパク質構造解析の変わらない重要性についてもお伝えしたい。

1. はじめに

近年、計算機を用いたタンパク質の設計技術が急速に発展してきており、天然には全く存在しないようなタンパク質が主鎖構造から設計できるようになってきた [3]。同時に、それらの技術を用いて、天然のタンパク質を望んだ機能を果たすように改造することも可能になってきている。我々も、回転型分子モータータンパク質の改造をはじめ、様々なタンパク質の設計・改造を行っている [1]。そのような研究の中で、タンパク質の構造解析が非常に大きな役割を果たしている。

2. 天然タンパク質の改造には構造情報が必要だった

我々が天然タンパク質を改造する際、ターゲットとなる天然タンパク質の三次元構造をもとにして改造を行う。つまり、ターゲットとなるタンパク質の構造情報が必要であ

る。幸いにも、回転型分子モータータンパク質 V_1 -ATPase を改造した際には、すでに天然 V_1 -ATPase の結晶構造が明らかになっていた [4] (Fig. 2(a))。もし、構造情報が存在しなければ、ターゲットのタンパク質構造を解くところから研究を始めなければならなかったため、より一層困難であったであろう (そもそも、構造情報が存在しなかった場合には、それを改造しようとは考えなかっただろう)。

我々は V_1 -ATPase の改造において Pseudoenzyme (擬似酵素) に着目した。擬似酵素は、進化の過程で酵素活性に重要なアミノ酸を失っており、酵素活性を持たない酵素のホモログである。この擬似酵素に関して、タンパク質複合体に含まれる擬似酵素の多くが、複合体の機能をアロステリックに制御していることが報告されている。 V_1 -ATPase は、二つのタンパク質 (A subunit, B subunit) が3つずつ交互に並んだ6量体の中で軸となるタンパク質が回転す

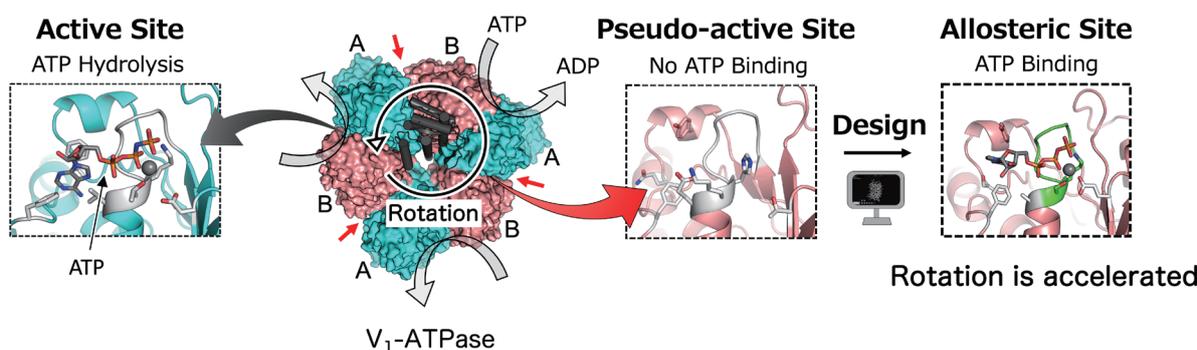


Figure 1 Allosteric sites in a rotary molecular motor, V_1 -ATPase, were created by restoring lost functions (ATP binding ability) of the pseudo-active sites which are predicted to have been lost during the evolution.

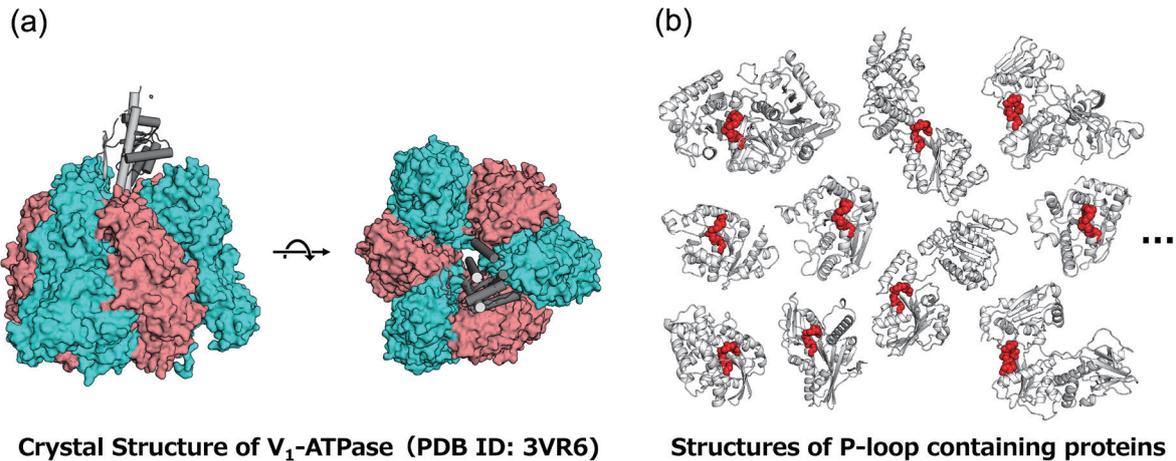


Figure 2 (a) Three dimensional structure of our target protein is necessary for redesigning it. We designed allosteric sites based on the crystal structure of *Enterococcus hirae* V_1 -ATPase. (b) To characterize the P-loop motif, many known P-loop containing structures were needed. We analyzed P-loop containing protein structures which were collected from protein structure database. P-loop motifs are shown as red spheres.

る。そして、A subunit 側では ATP を加水分解するが、B subunit 側では ATP を結合すらしないことが知られている。我々はこの B subunit が A subunit の擬似酵素であることに気づいた。そして、B subunit を改造することでアロステリックに回転を制御できるのではないかと考え、B subunit において加水分解活性を持っていたと予想される部位 Pseudo-active Site (擬似活性部位) に ATP 結合能を復活させることにした (Fig. 1)。

ATP 結合能の設計は、多くの ATP 加水分解酵素に共通して含まれるモチーフ構造である P-loop モチーフを、擬似活性部位に創ることにより行った。P-loop モチーフを設計するために、まずは P-loop を持つタンパク質を構造情報データベースから集め、それらを解析し、P-loop モチーフがどのような特徴を持っているのかを調べた。ここで、P-loop モチーフを持つ構造が多数解かれていたことが重要であった (Fig. 2(b))。つまり、これまでの構造解析研究の成果を利用できたため、今回の研究が進んだことになる。この解析により、我々は P-loop モチーフが持ついくつかの特徴を見つけ出し、それらの特徴を持ったループ構造を擬似活性部位に構築した。そして、さまざまな構造の ATP 分子を用いて結合状態を探索しながら、周りのアミノ酸配列を最適化することで、ATP 結合部位の設計を行った。それらの候補となる設計タンパク質の中で、最も ATP 結合能を持つ可能性が高いと予想された改造 V_1 -ATPase に対して、実験により ATP 結合能や回転能を測定することで、アロステリック部位が設計できているかどうかを検証することにした。

3. 結晶構造解析が改造タンパク質の理解に大きな役割を果たした

最初に、大腸菌を用いて改造した B subunit を A subunit と発現・精製し、それらが 6 量体構造を形成していることを確認した。次に、設計部位への ATP 結合能を測定しようとしたが、ATP 加水分解活性を持つ A subunit が存在す

るため、その確認は非常に困難であった。というのも、A subunit に ATP が結合しないように、その活性部位のアミノ酸に変異を導入すると、複合体を形成しなくなってしまうのである。そこで、結晶構造解析により、設計部位に ATP (あるいはそれに類似する核酸) が結合していることを確かめることにした。天然の V_1 -ATPase の結晶構造が得られていることもあり、結晶化はそれほど難しくはなかったが、設計部位に核酸が結合している構造を得るには大変苦労した。何度も条件を変えながら結晶を準備し Photon Factory での測定を繰り返すことにより、ついに設計部位に ADP が結合している構造を得ることができた (Fig. 3(a))。これにより、核酸結合能を設計できていることが確認された。この結晶構造が得られていなければ、その確認がなされなかったため、この研究において非常に重要な結果であった。

さらに、一分子実験により回転能を調べると、天然の V_1 -ATPase より回転が速くなっていることが明らかとなった。そして、一分子実験の詳細な解析により、回転の加速は ATP 加水分解過程において ADP が乖離する際に起こっていることが明らかとなった。我々は、ADP 乖離が加速されるメカニズムを明らかにするために、ADP の結合数が異なるいくつかの結晶構造を解いた。その結果、設計部位に ATP が結合すると、活性部位に構造変化が起こり、ADP の乖離が速くなっていることが明らかとなった (Fig. 3(b))。つまり、当初より目指していたアロステリーによる加速が実現できていると確認された。このメカニズムの解明にも、結晶構造解析が必須であった。

回転型モーターの改造では、(1)天然 V_1 -ATPase の構造の存在、(2)P-loop を含んだ多くの既知構造の存在といったこれまでに解析された構造情報が必要であった。また、(3)ATP 結合能が設計できているのか確認、(4)加速メカニズムの解明において、新たに行った構造解析が重要な役割を果たした。研究を進めていくにあたり、多くの場面で結晶構造解析の重要性を強く感じた。

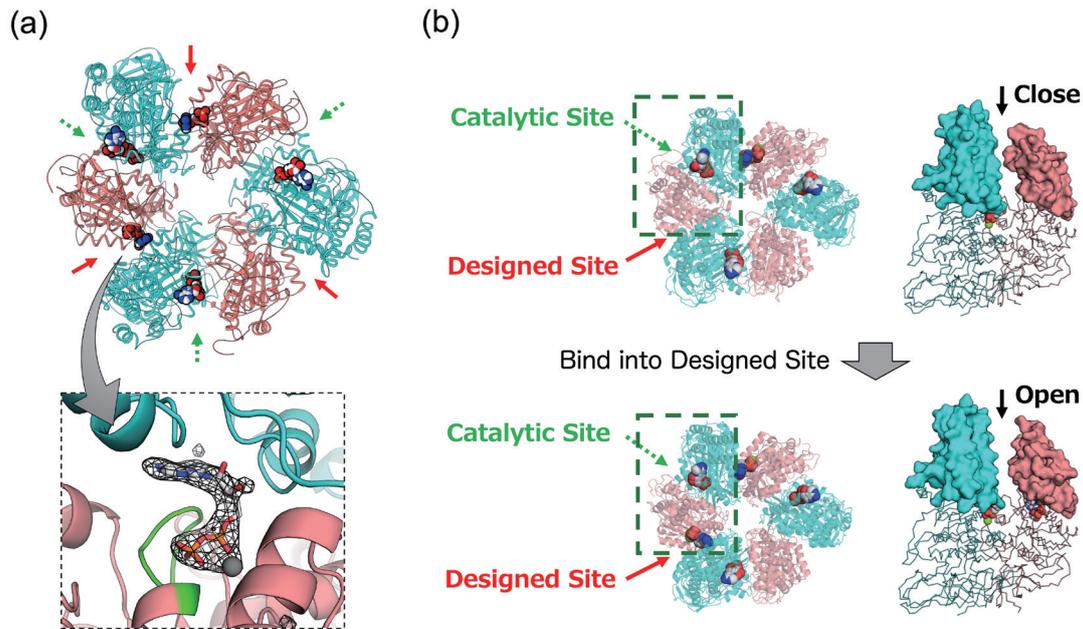


Figure 3 (a) Crystal structure of the designed V_1 -ATPase with ADP molecules was solved. This structure revealed that our designed site has nucleotide binding ability. Green dot and red straight arrows indicate the catalytic and non-catalytic interfaces, respectively. ADP molecules are shown as spheres (top) or stick (bottom). (b) Crystal structures of the designed V_1 -ATPase with 4 or 5 ADP molecules were solved. Comparing these structure elucidated the allosteric mechanism: binding a nucleotide into the designed site induces the conformational change of the neighboring catalytic site, facilitating the ADP-release there.

4. 構造予測技術が発展してもタンパク質の設計・改造において構造解析の重要性は変わらないだろう

もちろん既知構造が存在しなくても、計算機により予測された構造を用いて、構造の改変が可能な場合もあると考えている。実際に、我々は細胞の環境への応答と寿命に重要な役割を果たすトア (TOR: Target of Rapamycin) 複合体について、予測構造に基づいて特定の複合体状態を取らないように改造し、これまで同じだと考えられていた二つの

複合体状態が異なる役割を果たすことを示すことに成功した [5] (Fig. 4)。これにより、我々のタンパク質複合体改造技術が、細胞生物学にも貢献できることを示すことができたと考えている。近年、深層学習を用いたタンパク質の構造予測手法の出現により、高い精度で構造が予測できるようになったと言われている。我々の研究では、まだ深層学習を用いた構造予測技術は用いていないが、構造予測技術が発展したことにより、より精度の高い予測構造が得ら

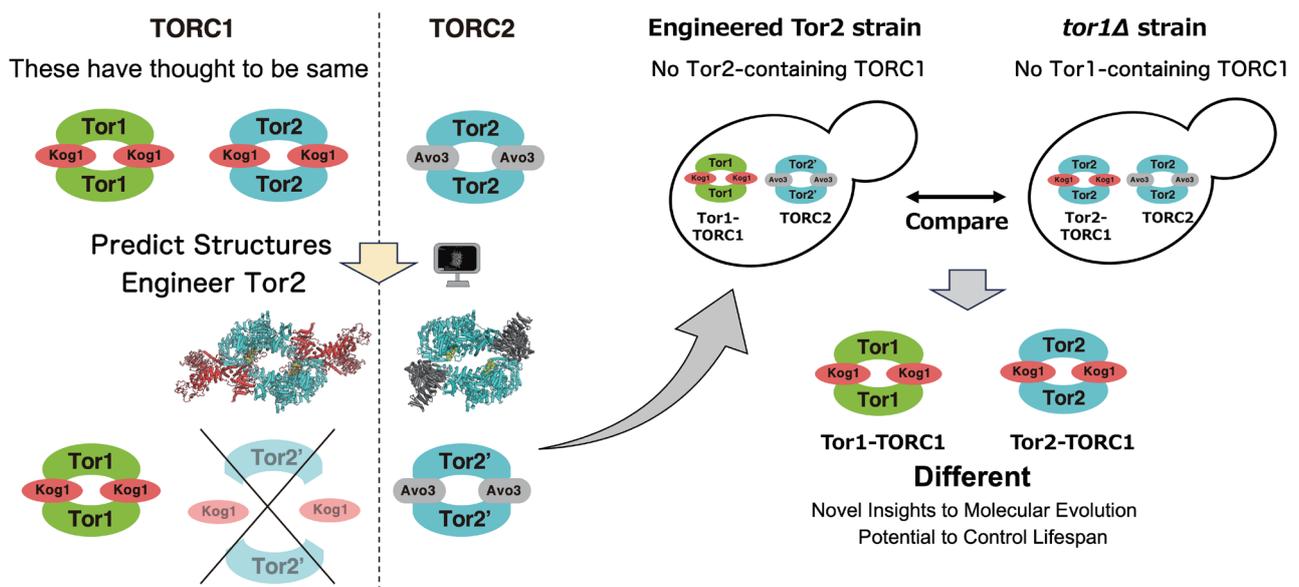


Figure 4 We developed an advanced molecular cell biology approach by integrating computational redesigning of protein complexes based on the predicted three-dimensional structure into yeast genetics. By the approach, it was revealed that two types of yeast TORC1 complexes, which were thought to have the same function, play distinct roles in cellular environmental response and life span.

れるため、より複雑な問題へのアプローチも可能になっていくことが期待できる。

ただし、構造予測技術が発展したからといって、実験による構造解析の重要性が変わるわけではないと考えている。そもそも、構造予測技術の発展は、実験構造データが蓄積されてきたことにより成し遂げられた。これまでに構造解析により得られた多くの構造データがあったからこそ、深層学習の発展に合わせて、構造予測技術は発展することができた。今後、新たなデータの供給無くして構造予測技術のさらなる発展も難しいだろう。例えば、これまで自然界には存在しなかった人工設計タンパク質のような既知の構造とは構造が大きく異なることが予想される構造は、正しく予測できないことが多いと言われている。そのため、新たなタンパク質を創り出した際にも、これまでに明らかになっているものとは全く異なる構造を持つ天然タンパク質に対しても、実験的に構造を明らかにする必要がある。そのようなタンパク質の構造データを得て、それらを含めたデータベースを用いて改めて学習することで、構造予測技術もさらに発展していこう。

回転型分子モーターの改造では、実験構造をもとにして改造を行った。ターゲットの構造を予測構造に置き換えることは可能であるが、実際には予測構造と実験構造では細かい点で異なる場合も多い。もし改造したい部分に大きな違いがある際には、もちろん精度の高い実験構造に基づいて改造した方が良い結果が得られると予想される。また、我々は回転加速メカニズムを明らかにするために、結晶構造解析により低分子結合に伴う構造変化を見出した。低分子化合物の結合による構造変化のように、わずかな条件の違いで構造状態が変わるものの構造を明らかにすることは、タンパク質の機能発現メカニズムを解明するために重要である。しかしながら、そのような構造変化の予測は、現在の構造予測技術では難しいと考えられている。そのため、今後もメカニズムの解明には、分子シミュレーションなどのその他の技術とともに実験による構造解析は必須であるだろう。

まとめ

これからも、実験によるタンパク質の構造解析、タンパク質の設計・改造技術、そしてタンパク質の構造予測技術はそれぞれの利点を活かしながら、共に発展していくのではないかと考えている。そういった中で、我々のタンパク質設計・改造技術は、構造解析技術の恩恵を受け続けるであろう。今回紹介したのは、結晶構造解析についての例だけであったが、クライオ電子顕微鏡による単粒子解析の発展により、大きな構造が次々と報告されている。予測構造はあくまで予測であり、実験構造は事実である。構造予測技術を取り入れていくのはもちろん、発展を続ける実験による構造解析技術も積極的に取り入れていきたい。

謝辞

本研究は、多くの共同研究者の皆さまのおかげで成し遂げることができました。分子科学研究所/生命創生探究センター古賀 G において恵まれた研究環境の中で自由に研究を行わせてくださった古賀信康教授(現所属:大阪大学)、V₁-ATPase の研究を共に行った分子科学研究所の飯野亮太教授、飯田龍也大学院生(現所属:理化学研究所)、物質構造科学研究所の田辺幹雄特任准教授、トア複合体の研究を共に行った基礎生物学研究所の鎌田芳彰助教、大坪瑠子研究員(現所属:東京大学)、山下朗兼任准教授(現所属:東京大学)、長浜バイオ大学の梅田知晴大学院生、向由起夫教授、名古屋大学の太塚北斗助教らに、深く感謝申し上げます。

また本研究は、新学術領域「発動分子科学」、さきがけ「高次構造体」などの支援を受けて行われました。この場を借りて深くお礼申し上げます。

本研究における構造解析は、主に AMED の課題番号 JP20am0101071 (サポート番号 BINDS0471) の支援を受けて行われました。また、Photon Factory の放射光共同利用実験(課題番号 2017G141)としても行われました。田辺幹雄特任准教授や Photon Factory のスタッフの方々には大変お世話になりました。ありがとうございました。

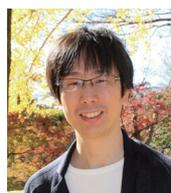
引用文献

- [1] T. Kosugi, T. Iida, M. Tanabe, R. Iino, and N. Koga, *Nat. Chem.* **15**, 1591 (2023).
- [2] J. Jumper *et al.*, *Nature* **596**, 583 (2021).
- [3] P.-S. Huang, S. E. Boyken, and D. Baker, *Nature* **537**, 320 (2016).
- [4] S. Arai, S. Saijo, K. Suzuki, K. Mizutani, Y. Kakinuma, Y. Ishizuka-Katsura, N. Ohsawa, T. Terada, M. Shirouzu, S. Yokoyama, S. Iwata, I. Yamato, and T. Murata, *Nature* **493**, 703 (2013).
- [5] Y. Kamada, C. Umeda, Y. Mukai, H. Ohtsuka, Y. Otsubo, A. Yamashita, and T. Kosugi, *J. Cell Sci.* **137**, jcs261625 (2024).

(原稿受付日: 2024 年 3 月 22 日)

著者紹介

小杉貴洋 Takahiro KOSUGI



自然科学研究機構分子科学研究所 助教
〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38 番地

e-mail: takahirokosugi@ims.ac.jp

略歴: 2012 年京都大学大学院理学研究科博士課程修了, 2012 年ワシントン大学博士研究員, 2015 年自然科学研究機構分子科学研究所助教。博士(理学)。

最近の研究: 計算機によるタンパク質機能設計とその応用

磁場に対する円偏光活性をもつらせん導電性高分子の合成に成功

2024年2月22日
筑波大学, 高エネルギー加速器研究機構

近年, 半導体分野においては, 磁場を担うスピン(電子の自転)を制御することで電子機器の制御を行うなど, 通信を担う技術としてスピントロニクスへの期待が高まっています。しかしながら, 研究の多くは無機磁性体を対象としており, 導電性高分子を基盤とした有機エレクトロニクス分野においては, スピントロニクスの研究はほとんどなされていません。本研究グループは1990年代後半よりトポロジ的な磁性の研究を進め, 半導体分野のスピントロニクスに資する物質として, 新規有機磁性体をいくつか報告してきました。

本研究では, これまでの有機磁性体(らせん導電性高分子)の開発の知見に基づき, らせん磁気活性導電性高分子の開発に成功しました。これにあたって, 医療分野で移植手術や免疫不全に対する重要な薬剤であるシクロスポリンAを用いることを着想しました。シクロスポリンAは天然の菌類より抽出され, 大きならせん誘起力をもつために, これを用いて合成した導電性高分子は極めて高いらせん構造を有すると考えられます。得られた導電性高分子について, シンクロトン放射光により微細構造を調べたところ, シクロスポリンAと同様のらせん構造を有していることが分かりました。また, マイクロ波領域で電子スピン活性を示し, 磁場方向に対する異方性が認められました。このような性質は有機高分子では初めてであり, ポリマースピントロニクスの第一歩となるものです。

本研究成果は2024年2月22日, 科学誌 The Journal of Physical Chemistry に掲載されました(この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/03/pr20240222.pdf> をご覧ください)。

血液凝固因子の正常な分泌に必須なカーゴ受容体の全長構造をクライオ電子顕微鏡によって解明

2024年3月29日
東北大学, 九州大学, 東京大学大学院理学系研究科,
高エネルギー加速器研究機構

血液凝固因子などの分泌タンパク質は, 細胞内の小胞体において合成された後, 積荷(カーゴ)として特異的なカーゴ受容体によって認識され, 効率よく細胞外へと分泌されています。カーゴ輸送の異常は, 血液性疾患などの様々

な遺伝性疾患の原因となることが知られています。カーゴ輸送の中心を担うカーゴ受容体として, ERGIC-53 とその補助因子 MCFD2 が約40年前に同定され, ERGIC-53 の糖鎖を認識する領域(ドメイン)を中心に構造機能研究が進められてきました。しかしその全長構造は未決定で, 全長において多様なカーゴを認識し輸送する仕組みは未解明のままでした。

東北大学多元物質科学研究所の渡部聡助教, 稲葉謙次教授らの研究グループは, クライオ電子顕微鏡単粒子解析を用いて, 全長 ERGIC-53 と補助因子 MCFD2 との複合体の立体構造を世界で初めて決定しました。構造解析の結果, 全長構造はヘッド領域, ストック領域, 膜貫通領域で構成されており, 四葉のクローバーに類似した全体構造をとることが分かりました。また, ERGIC-53 の全長構造のダイナミックな構造変化の様子の可視化にも成功し, 柔軟な構造変化を利用したカーゴ認識機構が明らかになりました。また, ERGIC-53-MCFD2 複合体のヘッド領域を高分解能で構造決定し, 四量体形成の詳細な分子基盤が明らかになっただけでなく, MCFD2 において新たに亜鉛結合部位があることが分かり, 分泌経路下流におけるカーゴの解離が亜鉛によって促進される機構が示唆されました。

本研究成果は, 2024年3月16日に科学雑誌 Nature Communications に掲載されました。

研究成果は東京大学大学院理学系研究科の木瀬孔明特任准教授, 濡木理教授, および高エネルギー加速器研究機構(KEK)物質構造科学研究所の米澤健人研究員(現: 奈良先端科学技術大学院大学), 清水伸隆教授らとの共同研究により得られたものです(この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/03/pr20240329.pdf> をご覧ください)。

多彩なスピン構造の間のトポロジカル数スイッチングに成功—超高密度な新しい情報担体としての活用期待—

2024年3月29日
東京大学, 理化学研究所, 北海道大学,
J-PARC センター, 高エネルギー加速器研究機構,
科学技術振興機構

東京大学大学院工学系研究科の吉持遥人 大学院生, 高木里奈 助教(研究当時), 関真一郎 准教授らの研究グループは, 同大学物性研究所の中島多朗 准教授, 北海道大学大学院理学研究院の速水賢 准教授らとの共同研究を通じて, $GdRu_2Ge_2$ という希土類合金において, 外部磁場の大きさを変化させることで, 「楕円形スキルミオン」や「メロン-アンチメロン分子」, 「円形スキルミオン」といった

多彩なスピン構造を観測することに成功しました。

磁性体で見られる電子スピンの渦構造である磁気スキルミオンは、トポロジーに保護された安定な粒子として振る舞うことから、次世代の情報担体の候補として注目を集めています。スキルミオンは従来、対称性の低い結晶構造を有する物質のみで発現すると考えられてきました。しかしながら、近年では新しい形成機構によって、対称性の高い物質において直径数ナノメートル (nm, 1 nm は 10 億分の 1 メートル) の極小サイズのスキルミオンが報告されています。

そこで本研究では、希土類合金 $GdRu_2Ge_2$ を対象として研究を行った結果、本物質では直径 2.7 ナノメートルの極小サイズのスキルミオンが実現しており、さらに外部磁場の大きさに応じて複数の多彩なスピン構造が発現することを明らかにしました。本成果は、極小サイズのスキルミオンにまつわる新しい物質設計指針を与える結果であることに加え、本物質で見られるスキルミオンとメロン-アンチメロン分子は異なるトポロジカル数によって特徴付けられることから、外部磁場による多値メモリ動作といった新たな応用展開につながる可能性を秘めています。

本研究成果は 2024 年 4 月 1 日 (英国夏時間) に英国科学誌「Nature Physics」オンライン版に掲載されます (この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2024/04/pr20240401.pdf> をご覧ください)。

ホタルの発光メカニズムを探れ！ 炭素原子 X 線吸収計測でルシフェリン分子の構造変化を解明

2024 年 4 月 12 日

群馬大学, 高エネルギー加速器研究機構,
分子研科学研究所, SOKENDAI, 静岡大学

群馬大学大学院理工学府・工藤優斗 (2022 年度修士卒), 樋山みやび准教授, 板橋英之教授, 高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所・熊木文俊博士研究員, 足立純一講師, 分子科学研究所 (総合研究大学院大学)・長坂将成助教, 静岡大学・野口良史准教授, 名古屋大学・古賀伸明名誉教授による共同研究グループは、炭素原子の X 線吸収の計測および理論計算による分析を通じて、ホタル生物発光の発光色に大きく関わるホタルルシフェリンのフェノール性水酸基からの脱プロトン化が pH の変化により生じる様子を明らかにすることに成功しました。

本研究成果は 2024 年 1 月 5 日に「The Journal of Physical Chemistry A」に掲載されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202404121400> をご覧ください)。

カイラル結晶構造と反強磁気秩序の自発的出現 時間と空間の反転対称性が同時に破れた新奇構造を発見

2024 年 4 月 26 日

茨城大学, 高エネルギー加速器研究機構,
総合科学研究機構, 日本原子力研究開発機構,
J-PARC センター, 静岡大学

茨城大学大学院理工学研究科の下田愛海さん (研究当時大学院生), 茨城大学原子科学研究教育センターの岩佐和晃教授を中心とするグループは、茨城大学大学院理工学研究科の桑原慶太郎教授, 高エネルギー加速器研究機構 (KEK) 物質構造科学研究所の佐賀山基准教授と中尾裕則准教授, 総合科学研究機構中性子科学センターの石角元志副主任技師と中尾朗子副主任研究員, J-PARC センターの河村聖子研究副主幹と村井直樹研究員と大原高志研究主幹, 東北大学金属材料研究所・高等研究機構の南部雄亮准教授の協力のもと, Remeika 相化合物のうちネオジム・ロジウム・錫 (スズ) を含む $Nd_3Rh_4Sn_{13}$ が示す結晶構造相転移と磁気秩序の詳細を明らかにし, 空間反転と時間反転の対称性が逐次的・自発的に破れる相転移を発見しました。

結晶中の原子配列の対称性は物質の性質を決定づける因子です。例えば, 原子が存在する物質領域とその外側の真空の境界で空間反転対称性が破れた場合, 物質内部が絶縁体であっても, 境界表面では電流が生じるというディラック電子状態が知られています。また, 右手と左手, あるいは右ネジと左ネジのような対掌性の関係にある構造は, 鏡に映る実像と虚像の関係にありますが, 右と左それぞれは反転対称性が失われています。このようなカイラル対称性においてもワイル電子と呼ばれる特殊な電子状態が現れ, 実効的には質量のない電子が運動する半金属状態が期待されています。

本研究グループは, このような空間反転対称性の破れた結晶構造に自発的に相転移し, さらに磁気秩序によって時間反転対称性も破れうる物質を開拓すべく, Remeika 相化合物 $Nd_3Rh_4Sn_{13}$ を詳しく調べました。その結果, この物質がカイラル対称結晶構造に相転移し, さらに反強磁気秩序化することを明らかにしました。特に, ネオジムイオンの一次元鎖状格子の磁気モーメントが反強磁気状態を取りつつ, 隣接する一次元鎖と三角格子を介して連結して三次元構造をとるという特徴を明らかにしました。このような対称性の破れは新たなトポロジカル電子状態を示唆するものと期待できます。

本成果は, Physical Review B 誌の Editors' Suggestion として 2024 年 4 月 16 日付で公開されました (この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/press/202404261400> をご覧ください)。

2023年度量子ビームサイエンスフェスタ 第15回 MLF シンポジウム／第41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 宮田登
実行副委員長 熊井玲児

2024年3月5, 6, 7日に 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 利用者懇談会が主催する量子ビームサイエンスフェスタが開催されました。今回の量子ビームサイエンスフェスタは6年ぶりに水戸で行われ, 2023年7月にオープンした水戸市民会館で対面を主体とした開催となりました。初日の3月5日には PF シンポジウムが行われ, 午前中は施設の現状, ビームラインの整備・高度化の報告に続いて, 今回から新たにプログラムに加えられた課題進捗報告が, S2 型, T 型, PF-S 型課題の課題責任者から行われ, その後, 建設が進められている開発研究多機能ビームラインの検討・建設報告がありました。午後は PF-UA による総会と昨年度より設立された「PF-UA 学生論文賞」の授賞式と記念講演が行われました。午後の後半は PF の次期光源計画に関するセッションがあり, 全体計画の説明のあと, 検討が進められている加速器技術についての報告が行われ, その後の総合討論で次期光源計画に加えて PF の運営や研究開発に関して, ユーザーと施設スタッフの間での意見交換が繰り返されました。また, PF シンポジウム終了後には低速陽電子実験施設 (SPF) の施設報告が行われ, 稼働中の4つのステーションの高度化と, 共同利用の成果について報告がありました。2日目の3月6日の量子ビームサイエンスフェスタでは, 午前中は出口茂氏 (海洋研究開発機構) から, 「深海インスパイアード化学: 物質化学からアプローチする持続可能な海洋利用」, 大竹淑恵氏 (理化学研究所)

から, 「理研小型中性子源システム RANS - 広がる中性子利用ならびに小型 - 大型連携 - 」と題した基調講演が行われ, 続いて, 来賓・主催者代表による挨拶が行われました。午後の前半はユーザー及び施設による260件のポスター発表が行われました。後半は3会場で平行での口頭発表が行われ, 電池, 生命科学, デバイス・手法開発, ソフトマター, 磁性・強相関, 材料・触媒の6つのセッションで18件の講演がありました。3日目の3月7日には MLF シンポジウムが行われ, 施設報告に引き続き, 「1 MW までの道, 1 MW からの道。」というテーマで, 加速器, 中性子源, 中性子利用, ミュオン施設, 産業利用, 計算科学・情報科学の観点からそれぞれ発表がありました。会場とな



図2 基調講演での出口茂氏 (海洋研究開発機構) と大竹淑恵氏 (理化学研究所) (左より)

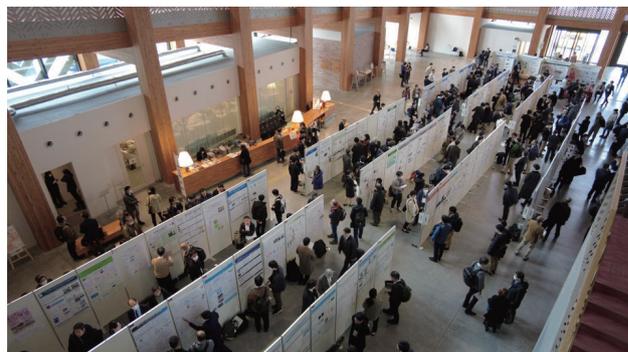


図3 ポスター会場



図1 PF シンポジウムの会場の様子



図4 集合写真 (量子ビームサイエンスフェスタ会場にて)

った水戸市民会館には470人の参加があり、PFシンポジウムなど、一部のセッションはハイブリッド（オンライン参加約40人）でも配信しました。期間中にはPF-UAユーザーグループミーティングが行われ、会期終了後にもサテライト研究会が水戸市民会館で開催されました。

2015年度から始まった量子ビームサイエンスフェスタは、施設スタッフとユーザーの情報交換の場であるだけでなく、異なるプローブを用いる、あるいは異なる分野の研究者間の交流を通じて新たな研究の発展に繋がる場でもあります。対面主体の開催となり、5年ぶりに懇親会も行われた今回の量子ビームサイエンスフェスタが新たな研究に繋がるきっかけとなれば幸いです。

2023年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して1

東京大学大学院理学系研究科 辻川夕貴

昨年度から対面での量子ビームサイエンスフェスタの開催が再開されましたが、私はT課題の責任者として共同研究員となり3年目で、はじめて水戸で開催される量子ビームサイエンスフェスタに参加できました。水戸もはじめて。会場の美しさに驚きつつも、広い会場に集まった多くの人で改めてKEKで実験を行っている人の多さを実感いたしました。他の学会や研究会は自身の近い分野の話が行われることがほとんどだと思いますが、同じ実験施設を利用しているという繋がりですら専門と少し異なる話を聞く機会に恵まれるのが、このフェスタの一つの利点であるように感じます。

私は三年前にT課題（2021T002）を取り、最終年度の現在まで三回、各年度でポスターにて成果報告を行ってきました。T課題は学生主体での課題実験であり、学生主体で実験を進めることが出来ませんが、G課題にはない自己評価書の提出やポスター発表、口頭発表などの負担がありません。近年、G課題でも博士課程の学生が申請を行えるようになり、T課題でなくとも経験のある学生が課題責任者として実験を進めることも可能になりました。そのような中で、T課題として実験を進める利点の一つに大学とPFから共同で指導・支援をもらえることがあります。三年間の成果報告を振り返ると、一見、負担に思える量子ビームサイエンスフェスタでの成果報告もこのような指導の一環として重要な役割を担っているように思います。年に一度、決まった報告の場のために実験結果をまとめ審査員に報告する、というだけで自身の研究の進捗を落ち着いて振り返る機会になります。一年はあっという間に過ぎもう三年も終わるので、このようにきっちり成果を報告する機会を一年ごとに頂けたのは、自身の研究のために非常に良かったです。また、ポスター発表で人が集まって話をたくさん聞いてくれる機会は意外とありません。研究が上手く行けば褒めてもらえる（かもしれない）。自身の研究室

やビームラインで閉じがちな研究が、年に一度は同じように放射光を使う他の専門家の目に留まり、意見をもらえるというのは博士課程の研究においても、その後の研究人生においてもよい経験になったと感じます。何より自身の研究に興味をもってもらえるというのは嬉しいものです。来年はポスターの義務はなくなりますが、私の発表を聞いてくださった皆様の恩返しのためにも、頑張る学生さんたちの発表を聞きに行こうかと思えます。三年間、大変お世話になりました。今後もPF、SPFを使わせていただきますので、何卒どうぞよろしくお願いたします。

2023年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して2

東京大学大学院理学系研究科 渋谷昂平

博士課程1年生から通算2年目となるT型課題のポスター発表による進捗報告を行うために量子ビームサイエンスフェスタに参加しました。初年度の報告となった昨年と同様、T型課題の進捗報告とその審査に加えて学生奨励賞としての審査も含まれているというてんこ盛りの場となりました。T型課題を持っていると量子ビームサイエンスフェスタでの進捗報告が義務なので、自動的に参加することになりますが、T型課題を取得する人は学生なので学生奨励賞の審査もあるということになり、ポスター作成時に誰に向けた書き口にすればよいのかともややした気持ちになるのが恒例となりつつあります。

量子ビームサイエンスフェスタの参加は2度目でしたが、昨年同様ポスターの数の多さと会場のきれいさに吃驚しました。近頃はオンラインの場合もありましたが、オンラインの場合には大学のキャンパスの一部や放射光施設の一部を会場としたものに参加する事が多かったため、今回の水戸市民会館や前回のつくば国際会議場のような今風な建築物にはあまり縁がなく、初参加の昨年に至ってはそもそも量子ビームサイエンスフェスタが施設報告メインの会でポスターの数も少ない小規模なものだと思っていました。実際の量子ビームサイエンスフェスタは”量子ビーム”と名がつく通り、放射光はもちろん中性子やミュオン、低速陽電子に関連した多種多様な発表が一度に、大規模に行われる会であり、今回も昨年同様会場は活気にあふれていました。私は装置開発分野での発表であり、周りを見渡すと（何の装置か私にはわかりませんが）試行錯誤の末に行きついたと感じさせる洗練されたデザインの装置が描かれたポスターが並び、発表の時間には緻密な議論が行われていました。

私の発表はというと、昨年は初のT型課題の報告ということもあってかPF内部の方を中心にかなり多くの方に話を聞きに来ていただいたのですが、今回は審査員を除くと数人程度と少なめでした。ただ、前年同様、各審査員の方々はまさに私のいる軟X線分野、さらに細かく吸収分光

の分野を深くご存じなので、軟X線領域で確認される現象や使用しているビームラインの特徴を踏まえて議論していただき、大変貴重な場となりました。私は正直学会発表が得意な方ではなく、準備が億劫なものあって発表の機会を避ける悪い癖があるのですが、そんな私でもまた参加したいと思えるような学会でした。

量子ビームサイエンスフェスタ主催者の皆さま、会場設営をしていただいた皆さま、発表の場をいただきありがとうございます。来年もよろしく願いいたします。

2023年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して3

東大物性研 Xiaoni ZHANG

Although it has been almost 3 years after I participated experiments in KEK, this is the first time I participated Quantum Beam Science Festa. Besides, it is also the first time I participated in the KEK activity as a graduate student having T-Proposal.

I was surprised at the wide range of topics covered. Our laboratory are focusing on soft X-ray spectroscopies to unveil the electronic states for various two-dimensional materials, I myself also am currently conducting experiments at the Photon Factory utilizing micro-focused photoelectron spectroscopy. Before participating in the on-site Quantum Beam Science Festa, I did not have such a direct impression that the synchrotron facility has been utilized by a wide variety of fields, from the understanding particle physics to exploring astrophysics.

I am already a D2 student and I have participated in many conferences and workshops, but most time I have chosen the sections related to my field. However, in Quantum Beam Science Festa, the talks given in the morning sessions on Day 2 were totally beyond my fields, and I was totally attracted by the interesting topic and wise logic, even though I am not a Japanese native. These speakers opened a new view of wide ranges of researches. By participating in such a festa, I gained not only the understanding for my own research, but also received a wider range of new knowledge.

As a student with T-class proposal, I needed to make a poster presentation based on my first year achievement utilizing the synchrotron facility of the Photon Factory. As a foreigner, my presentation is always in English which limits my opportunities of communication in Japanese conferences. This time in the Quantum Beam Science Festa, many people came to discuss with me about my research and progress, which was very impressed. People in synchrotron facility shows impressive enthusiasm to new topics. All these professors and students I directly talked to were so nice and provided me much encouragement.

By exchanging diverse opinions and perspectives, you can expand the scope of your research. I hope that I will be able

to continue to make new discoveries and interact with others through participation in academic conferences.

PF 研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」開催報告

放射光実験施設 高木秀彰

小角散乱ユーザーグループ代表 京都大学 奥田浩司

「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」と題した PF 研究会を 2024 年 3 月 26 日（火）、27 日（水）の 2 日間にわたって 4 号館セミナーホールで開催した。小角散乱ユーザーグループが主導して PF 研究会を開催したのは 2018 年 12 月以来、約 5 年ぶりとなった。その間、手法や施設を取り巻く環境は大きく変化した。東北大学の敷地内に軟 X 線を得意とする NanoTerasu が建設され、KEK では次期放射光源施設として、エネルギー選択式蓄積リングと超伝導ライナックを組み合わせたハイブリッド光源の計画を立ち上げた。さらに、PF では BL-11 を BL-12A に移設し、BL-11 の跡地には 2 つの放射光ビームが同時利用できる 2 ビームラインの建設が進行している。

小角 X 線散乱法 (SAXS) はポリマー、液晶、コロイドなどのソフトマテリアルや金属・無機材料のハードマテリアルといった物質科学や、タンパク質などの生命科学など多岐に渡る分野で利用されている。PF では、2 ビーム利用が可能な開発研究多機能ビームラインの建設も進み、従来の小角散乱手法にとらわれない新しい利用方法の検討も進んでいる。そこで本研究会では、小角散乱法の発展的研究の可能性を探ることで、より先進的な放射光利用による小角散乱研究の今後の展望について議論することを目的に開催した。本研究会では 7 件の依頼講演、8 件の一般口頭発表、12 件のポスター発表があった。

初日は大雨で足元が悪い中での開催となった。午後から研究会が開始し、最初の講演では KEK 物構研の若林大佑助教から PF で建設中の BL-11 の紹介と建設状況について説明があった。現在建設中の BL-11 の最大の特徴は 2 つの放射光ビームを利用できることであり、その 2 つのビーム性能と実際の試料部でどのようにビームが交差するのかなどの説明があった。質疑応答では SAXS と 2 ビーム利用に関して活発な議論が行われ、2 ビームを使用したポリマー材料の劣化過程の追跡など実際のサイエンスを交えた議論となった。2 件目の依頼講演は分子研の岩山洋士助教から軟 X 線を使った共鳴散乱法の紹介があった。UVSOR の BL3U で利用できる共鳴散乱装置の紹介とそれらを使用した液晶構造の研究成果が説明された。また PF で開発中の共鳴軟 X 線散乱装置が紹介され、従来 SAXS 法で利用されてきた硬 X 線とは違う利用方法が説明された。3 件目の発表は群馬大の高橋浩教授によりリン脂質からなるモデ

ル生体膜を使った、コレステロールに関する研究が紹介された。分子の膜内でのつまり具合はコレステロール、酸化コレステロール、ラノステロールの順になることが分かり、膜の機械的強度増強、バリア機能強化の観点からはコレステロールが最も優れていることが示された。

4件目の発表は京都工繊大の櫻井伸一教授による天然ゴムの二軸伸長による結晶化の複雑性の研究成果が発表された。二軸延伸機を使用した SAXS 実験から二軸延伸ひずみと結晶発生の有無の相関を作製したところ天然ゴムのひずみ誘起結晶化の複雑性が存在することが明らかにされた。また発表の最後に小角散乱の 2 ビーム利用のサイエンスの紹介がされた。続いて東京理科大の菱田真史准教授により高分子ミセルの凝集構造と水和状態および曇点の相関性の研究成果の発表がされた。SAXS とテラヘルツ分光法を利用して高分子ミセル内の親水鎖の状態と水和量を評価した。親水鎖の水和量が低下することで、脱水和が進みやすくなり、曇点が低下したと説明された。6件目は筑波大の赤田圭史助教により高速時間分解 Rheo-SAXS によるシアッキング流体の構造解析の研究発表がされた。シアッキング現象のメカニズムを解明するために高輝度放射光による高速時分割 SAXS を行った。SAXS プロファイルを解析した結果、定常せん断では等方的に溶解するのに対し、衝撃せん断ではクラスター構造を保ちながら溶解することを示した。続いて岡山大の墨智成准教授が共溶媒溶液の小角散乱データを用いたタンパク質構造への共溶媒効果の解析というタイトルで講演を行った。SAXS を利用して共溶媒を加えたタンパク質溶液の相反する共溶媒効果の分子メカニズムの解明を目的に研究を行った。SAXS を詳細に解析した結果、共溶媒及び水がタンパク質の構造に与える影響の結果を示した。

その後、夕方からはポスター発表が 4 号館セミナーホール前で行われた。ポスター発表では学生の発表も多く行われた。また施設側から PF の SAXS ビームラインの現状の紹介や、X 線ではなく中性子施設での小角中性子散乱 (SANS) 装置やサイエンスを紹介するポスター発表もあり非常に活発な議論が行われた。初日最後に懇親会が開かれ、お酒と料理を楽しみながら引き続き交流が行われた。

2 日目は初日の大雨とかわり快晴に恵まれた。2 日目最

初は京都工繊大の丸林弘典准教授から X 線回折・散乱法による結晶性ソフトマテリアルの構造とダイナミクスというタイトルで講演が行われた。放射光 SAXS を用いてバイオプラスチックの結晶構造解析や、結晶性 - 結晶性ブロック共重合体の結晶化過程の in-situ SAXS 測定結果の紹介が行われた。トポロジーを変化させたブロック共重合体のマイクロ相分離構造に関する研究成果の発表もされた。続いて名工大の山本勝宏准教授から SAXS と SANS を利用した親一疎水性ランダム共重合体の構造評価を行った研究発表がされた。SAXS とコントラスト変調による SANS 実験から構造解析を進め、親一疎水性ランダム共重合体の構造について説明がされた。3 件目は千葉大の森田剛准教授から超臨界ゆらぎの観測と高分子ナノ粒子間相互作用場の評価に関する研究成果の発表がなされた。異常分散 SAXS を利用した超臨界状態での二成分混合溶液のゆらぎ構造に関する研究と、高分子鎖が水溶液中で自己集合し形成される高分子ナノミセル間の相互作用場に関する研究を紹介された。続いて東工大の石毛亮平准教授により剛直性高分子を膜面垂直方向に配向制御する研究発表があった。従来の研究手法では剛直性高分子を膜面に対して垂直に立たせるのは困難であったが、液晶やクレイをうまく利用することで構造制御を行い、斜入射 SAXS を利用して構造評価した研究の発表がなされた。

休憩をはさんだ後、量研機構の新井栄揮上席研究員により小角散乱法によるタンパク質の磁場応答性と磁覚の研究展開というタイトルで講演が行われた。一部の鳥類は磁場の情報を感知して知覚化する能力である磁覚を有しており、渡り・帰巣などの行動に利用されている。磁覚に関与していると考えられているタンパク質に磁場を与えどのように構造が変化するのか SAXS を利用した研究成果が紹介された。6 件目は京大の井上倫太郎准教授により X 線・中性子溶液散乱によるマルチドメインタンパク質の溶液構造解析に関する講演が行われた。SAXS と計算機解析からマルチドメインタンパク質内の内部運動に関する研究成果の紹介があった。タンパク質を重水素化させ、SAXS、SANS と計算機解析を駆使した一連の研究成果が紹介された。昼食後に東北大学の星野大樹准教授の講演が行われ、X 線光子相関分光 (XPCS) 法を利用してコロイド系相転移ダイナミクスを評価した研究成果が発表された。ロッド状および円盤状のコロイド液晶系の静的・動的な振る舞いについて XPCS 法を利用し、円盤状コロイド液晶系はロッド状粒子系とは異なる振る舞いを示すことを示した。最後の発表は長浜バイオ大の今村比呂志助教から SEC-SAXS 法を利用した抗体の変性構造に関する研究発表がなされた。SEC-SAXS を利用することで凝集体を除去し、単量体みの構造解析を行った。その結果酸変性した抗体のサイズは減少し、従来の定説とは逆の結果になることを説明した。

2 日目最後にはユーザーグループ代表の奥田浩司教授が司会となり総合討論会が実施された。群馬大平井光博名誉教授から本研究会のタンパク質溶液散乱研究の総論がなされ、京都工繊大の櫻井伸一教授からソフトマター散乱研究



図 1 会場の様子



図2 集合写真

の総評が行われた後に討論会が開始した。2ビーム利用も議題となり、施設側スタッフや2022年に行われた2ビーム利用のPF研究会でサイエンスを紹介した先生方と討論が進んだ。2ビームを利用した材料の劣化過程や破壊過程の研究などのサイエンスケースについて討論が行われた。従来のSAXS手法にとらわれない自由な発想で議論できたことは非常に意義のある研究会となったことと思われる。

本報告の最後に、本研究会の開催にあたって、開催に多大なご支援をいただいた物構研PF執行部の皆様ならびに事務局として尽力頂いたPF事務室の高橋良美さん、加世田薫さん、PF小角散乱ビームライン秘書の佐々木明由実さん、会場設営等をお手伝い頂いたPF小角散乱ビームラインの業務委託メンバーの皆さんには多大なご協力を頂いたことに対し、お礼の言葉を述べたい（研究会ホームページ：<https://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20240326/>）。

PF研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」に参加して

東京理科大学 菱田真史

2024年3月26日～27日に行われたPF研究会「物質・生命研究における小角散乱法の展開：現状と展望のための討論会」に参加しました。本研究会はPFの小角散乱ユーザーズグループが主催するものであり、コロナ禍を経て、5年ぶりの対面開催となりました。7件の依頼発表では、2ビーム利用に向けた取り組みや、共鳴軟X線散乱、中性子散乱といった小角X線散乱と相補的になる実験手法の紹介が多く企画されており、小角X線散乱測定が他の手法と交わることで、研究に大きな広がりが見られることを感じさせるものでした。最新の実験手法の発展を学ぶことができ、大変ためになる企画でした。この学びを活かし、今後我々も2ビーム利用や軟X線利用を考えていきたいと考えております。企画発表以外にも、一般口頭発表が8件、ポスター発表も12件あり、ソフトマター科学を中心に、様々な

分野からの研究紹介がありました。大学院生や学部生など若い方からの発表も多く、休憩時間も含めて各所で非常に活発に議論がなされ、小角散乱の明るい未来を感じさせるものでありました。また最後には、今後の小角散乱利用や2ビーム利用に関する全体討論の時間があり、いくつかの案が提示されました。このような未来に向けた密な議論ができたのは、小規模な研究会ならではだと思えます。懇親会での新たな出会いも含め、やはり研究会は対面に限るなど改めて感じさせられるものとなりました。

Diary of staying at Photon Factory

Thai Synchrotron Phakkhananan Pakawanit

Hello everyone, my name is Phakkhananan Pakawanit from Thai Synchrotron. I had the opportunity to join as a short-term invited fellow of the High Energy Accelerator Research Organization (KEK) in December 2023. I had so much fun; every morning, I would ride a bike to work, and at noon, I would go back to the apartment for lunch and then ride back to work again. I didn't have to worry about my safety; I enjoyed the view and fresh air. Besides the cold weather that we don't have in Thailand, the sense of colored leaves on the way to the photon factory is so beautiful.



I learned many things from Asist. Prof. Dr. Shohei Yamashita, from the beginning to the advancement of the scanning transmission X-ray microscopy (STXM) technique. He worked hard, and at the same time, he told me to balance life with sports. During my visit, I met the STXM users, for example, Prof. Dr. Hikaru Yabuta from the Department of Earth and Planetary System Science, Hiroshima University. Besides working at STXM beamline about cosmochemistry, she could speak Thai words and showed me the Indian food around KEK. Asist. Prof. Dr. Yohei Nakanishi from the Institute for Chemical Research Polymer Materials Science, Kyoto University, taught me about his polymer. Sometimes, he came to STXM beamline with the industrial users. Prof. Dr. Yoshio Takahashi is from the Department of Earth and Environmental Science at the University of Tokyo; he told me about a good place where I could see Mount Fuji at KEK. I remember I asked him where his hotel was, he pointed at the couch at beamline 19. Everyone works hard but still has a big smile during the beamtime.

Asist. Prof. Dr. Shohei also told me to enjoy my weekend



Fig. 1 Beamline work at BL-19A/B.

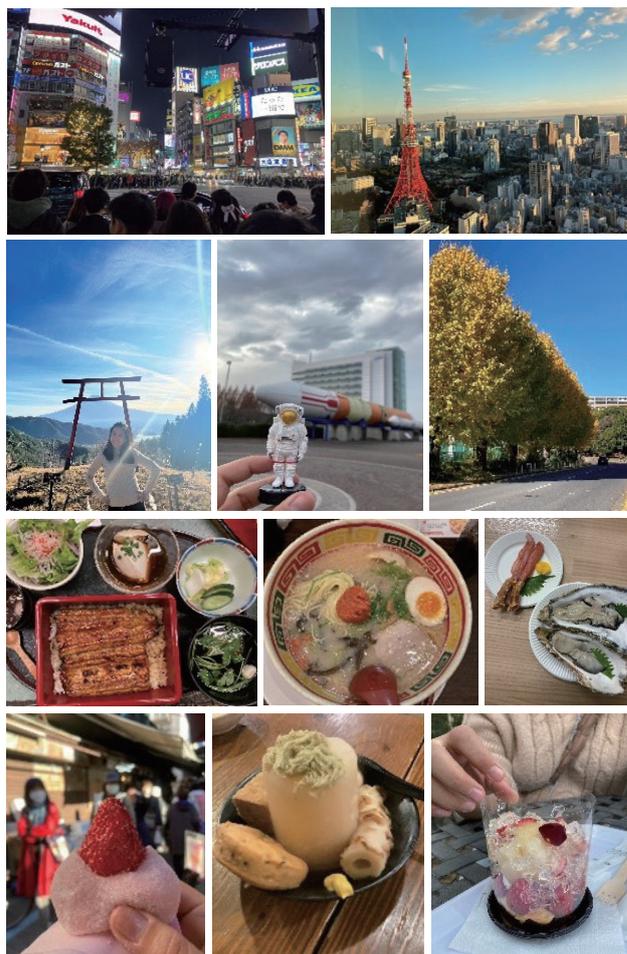


Fig. 2 I visited many places and enjoyed Japanese food.

in Japan. So why not? I will not inform you how many places I went there, see all the pictures!

I would like to say thanks to everyone and to this program. I appreciate everything and hope when we are planning to build the STXM beamline I can go back and visit everyone again.



Fig. 3 During the KEK experience, I also met up with old and new Thai friends who worked at Tsukuba University, National Institute for Materials Science and National Institute of Advanced Industrial Science and Technology.

光で制御するデバイス開発に一歩 足立伸一理事らが「山崎貞一賞」を受賞

KEK トピックス
2024年2月26日

材料科学技術の先駆的な研究を表彰する2023年度の「山崎貞一賞」が発表されました。「計測評価分野」では、光で制御するメモリ開発などにつながる業績でKEKの足立伸一理事ら3人の受賞が決まり、2月28日の贈呈式で賞状と賞金300万円が贈られます。



「超高速動的構造観測装置開発と光機能物質開拓への応用」の業績で共同受賞するのは、足立理事と東京工業大学理学院化学系の腰原伸也教授、筑波大学数理物質系エネルギー物質科学研究センターの羽田真毅（はだ・まさき）准教授です。

実用化されているコンピューターのメモリなど電子デバイスの多くは、電場や磁場をかけて物質の状態を変化させて制御します。しかし腰原さんは「同じことが光でできないわけがない」と考え、光が当たると物質全体の構造や性質が劇的に変わる「光誘起相転移」と呼ばれる現象を1991年に見つけました。

この現象の実験では、パルス状のレーザー光と、やはりパルス状の放射光を試料の同じ場所に超光速で当て、構造や性質の時間変化を観察します。放射光は加速器から生まれる極めて強い光のことで、この実験ではレーザー光の1万分の1ほどの波長を持つ硬X線を使います。パルス状の放射光は、超高速で点滅するストロボのような役割を果たします。

放射光を使う構造科学の専門家である足立さんは、腰原さんと協力し、この手法をKEK フォトンファクトリー・アドバンストリング（PF-AR）での実験で確立しました。

フェムト秒（1000兆分の1秒）程度という短いパルス幅のパルスレーザー光で起きた変化を、加速器施設で作った100ピコ秒（100億分の1秒）程度の放射光で撮影していくという画期的な取り組みで、2人はレーザーを当てた直後のごく短い時間だけ出現する物質の新しい構造を世界に先駆けて発見しました。

足立さんらはこの手法を生命機能分子や光触媒材料にも幅広く適用し、有用性・実用性を示してきました。羽田さんは腰原さんと協力し、ごく短いパルス状の電子線を使ってこの分野を発展させました。

足立さんらの成果は、光で制御するメモリなど新しいデバイスの開発につながるものです。

足立さんは「我々の計測が成功するためには、光源加速器が常に安定に運転されていることが必須であり、多くの研究者、技術者に支えられています。KEKの物質構造科

学研究所および加速器研究施設の研究・技術スタッフ、理化学研究所のX線自由電子レーザー施設SACLAの関係スタッフに心より感謝申し上げます」と述べています。

本研究に関連して、足立さんはKEKの野澤俊介准教授とともに「放射光X線による分子動画法の開発」により、第33回つくば賞を受賞しています。

山崎貞一賞は、東京電気化学工業（TDKの前身）の2代目社長を務め、磁性材料として広く使われているフェライトの事業化を行った山崎貞一氏にちなむものです。2001年に創設され、材料科学技術振興財団が毎年発表しています。

山崎貞一賞の表彰対象は「材料」「半導体及びシステム・情報・エレクトロニクス」「計測評価」「バイオ・医科学」の4分野で、2023年度は「計測評価」「バイオ・医科学」が対象でした。

小菅 隆氏が日本放射光学会功労報賞を受賞

物構研トピックス
2024年3月12日

物質構造科学研究所 放射光実験施設 技術調整役の小菅隆（こすげ たかし）主任技師が、第11回日本放射光学会功労報賞を受賞しました。この賞は、個人の放射光利用技術・支援の長年にわたる功に報いて授与される賞で、1月10日に姫路市で開催された第33回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムにおいて授賞式が行われました。

小菅氏は、フォトンファクトリー（PF）が初めて光を発生した直後の1982年4月にKEK（当時 高エネルギー物理学研究所）に着任して以来、PFのビームライン管理システムや制御システムの開発・運用・管理・利用支援・高度化に関わってきました。また、各種サーバー、ネットワークなどのITインフラの整備、放射線安全、ビームラ



授賞式でのスピーチの様子

イン安全検査などに携わり、長年施設を支えてきました。

数多くの業績の中でも特筆すべき業績として、安全に放射光実験を行うためのビームラインインターロックシステムの開発、そしてその開発を通じてネットワーク型の制御システム STARS (Simple Transmission and Retrieval System) を独自に開発したことが挙げられます。PF に共同利用実験に訪れる研究者は、年間 3000 名にものぼり、所属も研究対象もさまざま、研究手法も多岐にわたっています。小菅氏の開発した STARS は、OS やプログラミング言語に依存せず、シンプルで、誰でも自由にダウンロードして使用することができ、システムの共通化に大きく貢献しました。その汎用性の高さから、ビームラインの制御だけでなく、実験室のモニタリングや、装置のリモート操作などにも応用されています。利用するユーザーのことを一番に考えた心配りを垣間見ることができこのソフトウェアは、現在では PF や PF-AR (アドバンスリング) の 30 ものビームラインに導入されているだけでなく、国内の放射光関連施設においても広く使われています。

また、技術交流会の主催や国際会議への協力、DESY (ドイツ電子シンクロトロン) との共同研究など、人材育成や国際協力、加速器技術の普及活動などへの貢献も高く評価されました。若手の教育にも熱心で、ムードメーカーの小菅氏の周りにはいつも人が絶えません。

小菅氏からひとこと

加速器のことも放射光のことも何もわからない状態で KEK に着任し、PF のインターロックを担当することになり、周りの方からいろいろなことを教わりながらやってきました。

その頃、「君が作った装置をみんなが使ってくれるのって、いいでしょ」と言われ、それがずっと技術者としての強いモチベーションとなっています。インターロックについては、安全上非常に大切なものなので、妥協は絶対にしないように心がけてきました。今はこのスピリッツを若い人になんとか伝えようとしているところです。2002 年ごろからはビームラインの制御系もさせていただき、多くの方に使っていただけるようになりました。決して自分だけの力ではなくて、皆さまの支えがあって、やっとここまで来られたと思っています。とても感謝しています。

山本 将博氏、内山 隆司氏が西川賞、金澤 健一氏、同時トップアップ入射開発グループ (代表 惠郷 博文氏) が諏訪賞を受賞

加速器トピックス
2024 年 3 月 12 日

KEK 加速器研究施設の山本 将博 (やまもと・まさひろ) 准教授、内山 隆司 (うちやま・たかし) 専門技師が西川賞を、金澤 健一 (かなざわ・けんいち) 名誉教授、同時トップ



受賞した山本 将博氏 (左)、内山 隆司氏 (右)

アップ入射開発グループ (代表 惠郷 博文 (えごう・ひろやす) 教授) が諏訪賞を受賞しました。

(財) 高エネルギー加速器科学研究奨励会は、加速器科学の研究を奨励し、その発展を図るために、優れた業績をあげた研究者やグループを表彰しており、西川賞は、高エネルギー加速器ならびに加速器利用に関する実験装置の研究において、独創性に優れ、国際的にも評価の高い業績を上げた研究者及び技術者に、また諏訪賞は、加速器科学の発展上、長期にわたる貢献など特に顕著な業績があった研究者や研究グループに授与されます。先日、都内にて授賞式が行われ、幅代表理事より表彰盾が手渡されました。

受賞した研究テーマは以下のとおりです。

2023 年度 西川賞

山本 将博氏、内山 隆司氏

「エネルギー回収型線形加速器 (ERL) のための高輝度電子銃の開発研究および長期安定運転の実証」

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。

2024 年 2 月～4 月に紹介された PF トピックス一覧

- 2. 21 【KEK トピックス】分子の並びの違いを体感 - 「物理で美味しくチョコレイト・サイエンス」を開催しました
- 2. 22 【プレスリリース】磁場に対する円偏光活性をもつらせん導電性高分子の合成に成功
- 2. 26 【KEK トピックス】光で制御するデバイス開発に一步 足立伸一理事らが「山崎貞一賞」を受賞
- 3. 12 【物構研トピックス】小菅 隆氏が日本放射光学会功労報賞を受賞

- 3.12 【加速器トピックス】山本将博氏, 内山隆司氏が西川賞, 金澤健一氏, 同時トップアップ入射開発グループ(代表 惠郷博文氏)が諏訪賞を受賞
- 3.22 【物構研トピックス】白金(プラチナ)電極の粗面化や溶出を抑制する新しい手法を発見 ~活性と耐久性を両立する電極触媒開発に期待~【千葉大学プレスリリース】
- 3.29 【物構研トピックス】2023年度量子ビームサイエンスフェスタを開催しました
- 3.29 【プレスリリース】多彩なスピン構造の間のトポロジカル数スイッチングに成功 - 超高密度な新しい情報担体としての活用に期待 -
- 3.29 【KEK トピックス】KEK 広報誌「KEK Stories」を創刊しました
- 4.10 【トピックス】小杉信博 物構研所長の退職記念最終講義が行われました
- 4.12 【プレスリリース】ホタルの発光メカニズムを探れ! 炭素原子X線吸収計測でルシフェリン分子の構造変化を解明
- 4.26 【プレスリリース】カイラル結晶構造と反強磁気秩序の自発的出現 時間と空間の反転対称性が同時に破れた新奇構造を発見

PF-UA の3年間（2021～2023年度）の活動を振り返って

PF-UA 会長：高橋 嘉夫（東大・院理）
PF-UA 庶務幹事：阿部 善也（電機大・工）

2021～2023年度の3年間、PF-UAの運営を担当させて頂きました。ご協力を頂いた幹事、運営委員、会員の皆様に深く感謝致します。また、小杉信博 物構研所長、雨宮健太 同副所長、船守展正 PF 施設長をはじめとする施設の皆様にも多大なご支援を賜りましたことを改めて感謝致します。ここでは最後の仕事ということで、3年間の活動を振り返り、今後の活動の参考になればと考えております。

2021～2023年度の期間は、コロナ禍から徐々に日常を回復していった期間であり、初年度である2021年度は、幹事会・運営委員会、量子ビームサイエンスフェスタおよびPF-UA総会などはいずれもオンラインでの実施となりました。初年度開始に当たって、PF-UA会長としての所信において以下の3点を掲げさせて頂き、初年度はこれらの議論を進めました。

- (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の1つが若手人材育成です。PFで学生が実際に装置に触りながらデータを出すことが、その成長に大きな役割を果たしており、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が貢献できればと考えてました。幸いPF-UAにはこれまでに蓄積された繰越金がありましたので、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ことを考えましたが、より直接的に若手研究者の支援に繋がればとの考えから、優れた論文を発表した博士課程学生に対する賞（学生論文賞）を創設することとしました。
- (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あり、自分が使うビームラインの隣のビームラインは何をしているのかを知ることがその第一歩になると考えました。結果的に、これは各手法の特徴や応用研究を知る機会であるPF-UAサマースクール開催の契機となりました。
- (3) 中期的な計画への対応：これがある意味ではPF-UAで最も重要な役割でした。我々がPF-UAを担当し始めた2021年の時点では「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、今期の役割と考えられましたが、小杉所長および船守施設長の次期計画への熱意もあり、2ビーム利用および2.5/5.0 GeV利用新光源の議論が急速に進んだ結果、この新光源を主眼とする将来計画に関する

研究会をPF-UA主催で開催することになりました。

これらの方針に従い、2022年度にPF-UA学生論文賞を創設し、多数の応募者の中から2名の博士課程学生に賞を授与することになり、2023年3月14日開催の第40回PFシンポジウム（2022年度量子ビームサイエンスフェスタ）において受賞講演を行いました。またこのシンポジウムでは、朝倉清高 戦略・将来計画担当幹事（北大）からの発案で「PF-UA特別企画：T型課題10年」を企画しました。これはPF-UAからの提案を基に設立されたT型課題が設置10年の節目を迎えたことで開催されました。博士課程学生のencourageという共通した観点を持つ2つの企画が同時に議論された点でも意義深かったものといえます。また、2022年度にはコロナ禍も収束に向かい、2023年1月開催の日本放射光学会年会における「PF-UAの集い」は対面での実施を再開し、2023年度も継続しました。これらの量子ビームサイエンスフェスタおよび日本放射光学会年会での活動においては、行事幹事を務められた北島昌史先生（東工大）・藤井健太郎先生（QST）に大変お世話になりました。

同じ2022年度に上記のPF研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用」（主催：PF-UA, PF, UVSOR, HiSORの1団体3施設）を11月6日（オンライン）および1月5～6日（対面+オンライン）の2回に渡って開催しました。この研究会には、250名を超える参加登録者があり、2ビームを用いた複数手法の利用に関して興味深い議論が多数行われ、新光源の実現への強い期待が多くユーザーから寄せられました。詳細な議論は、KEK Proceedings 2022-6にてご覧頂けます（https://www.i-repository.net/il/meta_pub/G0000128Lib_202225006）。またこの新光源については、年に2回開催されるフォトンファクトリー計画推進委員会という公開の場で継続的に議論されており、ユーザーの皆様には是非これにご参加頂き、是非活発にボトムアップ的な意見を施設側にお伝え頂きたいと思えます。

2023年度には、上記PF研究会を通じて盛り上がった多分野連携への興味を背景として、吉田真明 教育担当幹事（山口大）のリーダーシップにより、第1回PF-UAサマースクール「放射光分析手法の初学者向け勉強会」（オンライン）を主催しました。ここでは、PFにおいて様々な手法を展開する研究者の方々に、これらの基礎となる部分をご紹介頂き、2ビーム利用に向けたユーザーのアイデアをさらに発展させることを企図しました。この勉強会にも100名近くの参加登録があって非常に盛況であり、2ビーム利用を中心とするPFの新光源への期待を改めて示すものとなりました。この中の発表の一部はYou Tubeで公開されており、初学者にとってよい教材になると思いますので、是非ご覧下さい（<http://pfwww2.kek.jp/pfua/>

katsudo/20230629.htm)。

また、前年度に一定の成功を見た学生論文賞では、募集要項を一部改定し、受賞者数も2名から最大3名に増やしました。結果的にそれに見合う応募者数を頂き、前年度よりさらに発展したものと考えています。学生論文賞については、修士課程の学生まで対象を増やしてはどうかという提案も頂いております。その実現には、選考方法の検討などの課題が残されているものの、今後の発展がさらに期待されるに至りました。

これらの活動については、2024年3月5日開催の第41回PFシンポジウム(2023年度量子ビームサイエンスフェスタ)において総括を行い、新会長の近藤寛先生(慶應大)をはじめとする新体制になんとかバトンをお渡すことができました。

以上の活動において、常に幹事・運営委員・その他ご協力を頂いた皆様のご負担を考えながら、いかに活発な活動を維持するかを意識して参りました。結局は、皆さんのPFにおける研究やその次期計画への熱意が何よりの拠り所であり、3年間の活動を無事に終えられたこと自体が、ユーザーのPFへの大きな期待を示す事実だったといえるでしょう。同時に、施設側との日頃からの情報交換(船守施設長の前所属が高橋と同じ東大院理・地惑であったことが大きかった)は不可欠で、それを通じて多くのことを学び、共通の目標を持つことができました。またPF-UA担当の事務方(林陽子さん、石川裕子さん、加世田薫さん)の存在も大きかったと考えています。これらの方々に改めて感謝申し上げます。

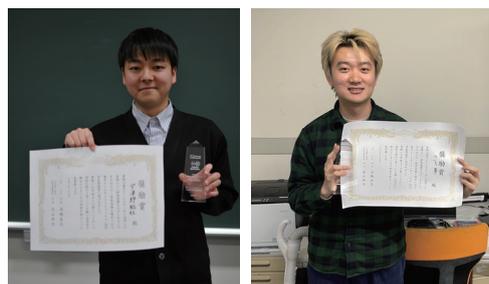
しかしながら、この3年間の活動において、もっと何かできたのではないかという後悔もあります。Photon Factoryは、KEK傘下の物構研の1施設ではありますが、3,000名を超えるユーザーを抱え、最先端研究と次世代育

成教育の場という2つの重要なミッションを同時に果しえる貴重な施設です。この火をさらに大きくし次世代に渡すために、個々のユーザーが果たす役割は非常に大きく、1ユーザーとして何ができるかを今後とも継続して考えていきたいと思っております。そして、これらの個々の力を束ねる組織としてのPF-UAが益々発展することを願っています。今後とも皆様方の一層のご協力をお願い申し上げます。

2023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

PF-UA 行事幹事 北島昌史
J-PARC MLF 利用者懇談会行事担当幹事 大石一城

2024年3月5日(火)～7日(木)に、2023年度量子ビームサイエンスフェスタが、第15回MLFシンポジウムと第41回PFシンポジウムと合わせて開催されました。今回は2018年3月以来になる久しぶりの水戸での開催となり、ポスター発表は全て対面での発表となりました。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。本年度も昨年度に続き67件もの多数の学生奨励賞への応募がありました。お礼を申し上げます。審査は、3月6日(水)のポスターセッションの時間内に76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6名に奨励賞が授与されました。受賞者は下記の方々です。本年度は久しぶりに開催された懇親会にて授賞式が行



奨励賞受賞者の皆さん【集合写真左から：高橋嘉夫 PF-UA 会長(東京大学 教授)、小宮山陽太氏(理化学研究所/上智大学)、箕輪一希氏(東京都市大学)、河村しほり氏(名古屋大学)、大山研司 J-PARC MLF 利用者懇談会長(茨城大学 教授)、宇津野魁杜氏(茨城大学、写真左上)、Zijun Wei 氏(東京大学、写真右上)、神田龍彦氏(東北大学、写真下)は都合により欠席。】

われ、高橋嘉夫 PF-UA 会長ならびに大山研司 MLF 利用者懇談会会長より受賞者に賞状とトロフィーが贈呈されました。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くと共に各発表を非常に丁寧にご審査いただき、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、大石一城(J-PARC MLF 利用者懇談会/CROSS)、北島昌史(PF-UA/東工大)が担当致しました。

<学生奨励賞受賞者>

◆ Zijun Wei (東京大学)

「Spin dynamics in easy-plane antiferromagnet CsFeCl₃ in magnetic fields」

◆ 小宮山陽太 (理化学研究所/上智大学)

「Fe を置換した Bi-2201 系銅酸化物の超過剰ドーパ領域におけるスピンゆらぎ」

◆ 神田龍彦 (東北大学)

「SrTi_{1-x}V_xO₃ 量子井戸構造における強相関量子化状態の研究」

◆ 宇津野魁杜 (茨城大学)

「ミュオン周波数シフト測定による Na 吸蔵ゼオライト LSX の研究 II」

◆ 箕輪一希 (東京都市大学)

「硬軟 X 線を用いたアルキルジアミドアミン吸着材の分離性能評価」

◆ 河村しほり (名古屋大学)

「¹⁸²Ta のガンマ線部分幅を用いた複合核の統計性の研究」

令和 5 年度第 2 回 PF-UA 幹事会 議事録

日時：令和 6 年 3 月 5 日 (火) 12:00 - 13:00

2023 年度量子ビームサイエンスフェスタ /

第 41 回 PF シンポジウム内で開催

場所：ハイブリッド方式 (水戸市民会館小会議室 305 + Zoom 会議)

出席者：(下線はリモート参加)

[幹事] 高橋 嘉夫 (会長), 阿部 善也, 植草 秀裕 (庶務), 北島 昌史, 藤井 健太郎 (行事), 朝倉 清高 (戦略・将来計画), 田中 万也 (推薦・選挙管理), 清水 敏之 (共同利用), 上野 聡, 吉田 真明 (教育) [同委任状] 久保 友明, 若林 裕助, 山崎 信哉, 上久保 裕生

船守 展正 (施設長), 佐藤 友子 (前会計幹事)

・定足数確認 (阿部 幹事)

【総会の次第について】

同日 13:15 より開催される PF-UA 総会の次第について確認した。

令和 5 年度 PF-UA 総会 議事録

日時：令和 6 年 3 月 5 日 (火) 13:15 - 13:45

2023 年度量子ビームサイエンスフェスタ /

第 41 回 PF シンポジウム内で開催

場所：ハイブリッド方式 (水戸市民会館大会議室 (3 階) + Zoom ミーティング)

総会の定足・成立確認 (阿部 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。事前に提出された委任状は 79 通であった。

・議長選任

会則に基づき、会員の互選により本会の議長を選出した。会場内からの推薦により、横谷 明徳会員が総会議長に選任された。

・会長挨拶 (高橋 会長)

【報告事項】

・会計報告 (代読：阿部 庶務幹事)

2022 年度の PF-UA 会計決算について報告した。単年度収支は 261,988 円の黒字となった。

・庶務幹事報告 (阿部 幹事)

2023 年度の活動および PF-UA 学生論文賞の応募・審査結果について報告した。

・行事小委員会報告 (北島・藤井 幹事)

第 37 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムおよび 2023 年度量子ビームサイエンスフェスタの開催について報告した。

・戦略・将来計画検討小委員会報告 (代読：阿部 庶務幹事)
次期 PF 計画への協力として、UVSOR における 2 ビーム同時利用の実例に関する研究会の調整状況を報告した。

・推薦・選挙管理小委員会報告 (田中 幹事)

2023 年度に実施された次期 PF-UA 運営委員選挙の結果について報告した。

・共同利用小委員会報告 (清水 幹事)

UG からの活動報告書と継続趣意書の提出状況について報告した。

・教育担当幹事報告 (吉田 幹事)

第 1 回 PF-UA サマースクール「放射光分析手法の初学者向け勉強会」の開催について報告した。

【総合討論】 (高橋 会長)

現体制の発足当初に掲げた目標とその達成状況を振り返った。また、今後の課題として PF 将来計画のさらなる進展への寄与と協力を呼びかけた。

・次期会長挨拶 (慶應義塾大学 近藤 寛)

閉会后、PF-UA 学生論文賞の授与式および講演を行った。

PF-UA 幹事名簿

会長：近藤 寛（慶應義塾大学）
庶務幹事：吉田 真明（山口大学）
名簿管理担当庶務副幹事：武市 泰男（大阪大学）
書記担当庶務副幹事：阿部 善也（東京電機大学）
会計幹事：田中 信忠（北里大学）
行事幹事：藤井 健太郎（量子科学技術研究開発機構）
 高草木 達（北海道大学）
編集・広報担当幹事
編集幹事：高橋 真（JFE テクノリサーチ株式会社）*
広報幹事：植草 秀裕（東京工業大学）
戦略・将来計画担当幹事：横谷 明德
 （量子科学技術研究開発機構）
 高橋 嘉夫（東京大学）
推薦・選挙管理担当幹事：山崎 信哉（筑波大学）
 栗栖 美菜子（東京大学）
共同利用担当幹事：鍵 裕之（東京大学）
 米山 明男
 （九州シンクロトロン光研究センター）
教育担当幹事：長坂 将成（分子科学研究所）

任期：2024年4月1日～2027年3月31日
 （*編集幹事の任期は1年）

PF-UA 運営委員名簿

任期：2024年4月1日～2027年3月31日

朝倉 清高	立命館大学 総合科学技術研究機構
阿部 善也	東京電機大学 工学研究科
植草 秀裕	東京工業大学 理学院
鍵 裕之	東京大学 大学院理学系研究科
久保 友明	九州大学 大学院理学研究院
組頭 広志	東北大学 多元物質科学研究所
栗栖 美菜子	東京大学 大気海洋研究所
栗林 貴弘	東北大学 大学院理学研究科
小林 寿夫	兵庫県立大学 大学院理学研究科
齋藤 智彦	東京理科大学 先進工学部
篠崎 彩子	北海道大学 大学院理学研究院
武市 泰男	大阪大学 大学院工学研究科
谷田 肇	日本原子力研究開発機構
玉田 太郎	量子科学技術研究開発機構
手塚 泰久	弘前大学 大学院理工学研究科
西脇 芳典	高知大学 教育研究部
八方 直久	広島市立大学 情報科学研究科
彦坂 泰正	富山大学 学術研究部教養教育学系
伏信 進矢	東京大学 大学院農学生命科学研究科
森田 剛	千葉大学 大学院理学研究院
山本 勝宏	名古屋工業大学 生命・応用化学教育類
横谷 明德	量子科学技術研究開発機構
横山 英志	東京理科大学 薬学部
吉田 真明	山口大学 大学院創成科学研究科
米山 明男	九州シンクロトロン光研究センター
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
帯名 崇	加速器 加速器第六研究系
北島 義典	物構研 放射光実験施設
五十嵐 教之	物構研 放射光実験施設

ユーザーグループ一覧

2024年4月1日現在

1	XAFS	武市 泰男	大阪大学
2	タンパク質結晶 構造解析	橋本 博	静岡県立大学
3	小角散乱	山本 勝宏	名古屋工業大学
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	大村 彩子	新潟大学
7	構造物性	岩佐 和晃	茨城大学
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	彦坂 泰正	富山大学
11	核共鳴散乱	北尾 真司	京都大学
12	位相計測	米山 明男	九州シンクロトロ ン光研究センター
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	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	栗林 貴弘	東北大学
22	産業利用	村尾 玲子	日本製鉄株式会社
23	原子力基盤研究	岡本 芳浩	日本原子力研究開 発機構

人 事

人事異動

	発令年月日	氏 名	現 職	旧 職
(定年退職)	2024. 3. 31	坂中章悟	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
(辞職)	2024. 3. 31	清水伸隆	理化学研究所 グループディレクター	物構研 放射光実験施設 教授
	2024. 3. 31	山田悠介	東北大学 准教授	物構研 放射光科学第二研究系 研究機関講師
	2024. 3. 31	長瀬里沙	農林水産省	物構研 放射光科学第二研究系 研究員
(任期満了)	2024. 3. 31	山本 樹	物構研 放射光科学第二研究系 研究員	物構研 放射光科学第二研究系 特任教授
	2024. 3. 31	深谷亮	東京大学 特任助教	物構研 放射光科学第二研究系 特任助教
	2024. 3. 31	藤田雅也	長岡技術大学 助教	物構研 放射光科学第二研究系 KEK 日本学術振興会特別研究員
(昇任)	2024. 4. 1	船守展正	物構研 所長	物構研 放射光実験施設 教授
	2024. 4. 1	平野馨一	物構研 放射光実験施設 教授	物構研 放射光実験施設 准教授
	2024. 4. 1	内山隆司	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
	2024. 4. 1	内田佳伯	物構研 放射光実験施設 前任技師	物構研 放射光実験施設 専門技師
	2024. 4. 1	松岡亜衣	物構研 放射光実験施設 技師	物構研 放射光実験施設 准技師
	2024. 4. 1	片岡竜馬	物構研 放射光実験施設 准技師	物構研 放射光実験施設 技術員
	2024. 4. 1	塩澤真未	加速器研究施設 加速器第六研究系 准技師	加速器研究施設 加速器第六研究系 技術員
(採用)	2024. 4. 1	宇佐美德子	物構研 放射光実験施設 特別教授	物構研 放射光実験施設 講師
	2024. 4. 1	大下宏美	物構研 放射光実験施設 特別助教	物構研 放射光科学第二研究系 博士研究員
	2024. 4. 1	FAN, Dongxiao	物構研 放射光科学第二研究系 研究員	物構研 量子ビーム連携研究センター 博士研究員
	2024. 5. 1	三木宏美	物構研 中性子科学研究系 特別助教	物構研 量子ビーム連携研究センター 博士研究員
(配置換)	2024. 4. 1	小野寛太	物構研 新領域開拓室 特別教授	物構研 量子ビーム連携研究センター 特別教授
	2024. 4. 1	金子直勝	※大阪大学とのクロスアポイントメント 物構研 放射光実験施設 技師	物構研 中性子科学研究系 技師

新人紹介

吉田 一貴 (よしだ かずき)



1. 2024年4月1日
2. 物構研 放射光科学第二研究系
KEK-JSPS 特別研究員
3. 東北大学大学院 環境科学研究科
4. 固体地球科学
5. PF ならではの実験・分析手法を習得・活用することで、ユニークな研究を進めていきたいです。
7. 旅行, 写真, ボードゲーム

GENOVESO, Michelle Jane Clemeno (出身: Philippines)



1. April 16, 2024
2. Researcher (IMSS, SBRC)
3. Researcher (University of Tsukuba)
4. Infection biology, cell biology, protein structure analysis, cryo-EM single particle analysis
5. To contribute to the scientific community in gaining a deeper understanding of life through the integration of cell biology and protein science.
6. Small steps lead to big journeys.
7. Cooking, watching movies and TV series, traveling

PYATENKO, Elizaveta (出身: Russia 日本生まれ日本育ち)



1. April 1, 2024
2. Researcher (IMSS/Synchrotron Radiation Science Div. 2)
3. PhD student at Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Photon Science and Synchrotron Radiation (IPS)
4. Femtosecond time-resolved photoemission electron microscopy (TR-PEEM), X-ray absorption spectroscopy(XAS), photoelectron spectroscopy (PES)
5. To broaden my horizons by learning different experimental techniques and methods, and produce new and interesting scientific results.
6. Be open to different perspectives.
7. Travel, photography, piano

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)

学術変革領域研究(A)「アシンメトリが彩る量子物質の可視化・設計・創出」に基づく研究員公募

1. 公募職種・人員研究員 1 名
2. 研究（職務）内容
物質構造科学研究所 放射光科学第一研究系に所属し、[学術変革領域研究\(A\)「アシンメトリが彩る量子物質の可視化・設計・創出」](#)（領域代表：鬼丸孝博教授(広島大学)）における計画研究 A01「量子ビームによるアシンメトリ量子物質のマイクロ解析」の研究推進に協力していただける研究者を募集する。具体的には、A01 班の物質構造科学研究所 中尾裕則准教授及び茨城大 岩佐和晃教授と協力し、物性・機能の源である固体の電子自由度（アシンメトリ量子）の秩序や揺らぎを、放射光と中性子を主要とする量子ビームを駆使して可視化する研究を推進する。
3. 応募資格
応募時点で博士の学位を有する者、あるいは着任までに博士号の学位取得見込みの者。
4. 着任時期
採用決定後できるだけ早い時期(遅くとも 2025 年 4 月 1 日まで)
5. 任期
単年度契約で、最長 2028 年 3 月 31 日まで更新可能
※契約の更新は次により判断する。
(1)勤務成績、勤務態度 (2)労働者の能力 (3)契約期間満了時の業務量(4)従事している業務の必要性 (5)予算状況
6. 勤務地
〒305-0801 茨城県つくば市大徳 1 番地 1
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 つくばキャンパス
7. 待遇等
原則として専門業務型裁量労働制を適用する。(みなし勤務時間：1 日 7 時間 45 分) 給与 年収：400 万円～500 万円
※給与及び手当は本機構の規則によるが、経験、能力、実績に応じて決定要件を満たせば、通勤手当、住居手当を支給可能
KEK 職員宿舎(単身)貸与可(空室状況による)
文部科学省共済組合(健康保険)、厚生年金、労災保険、雇用保険 加入
8. 公募締切
2024 年 7 月 12 日(金)
応募状況によっては締切前に打ち切ることがあります。
9. 選考方法
書類選考、ならびに面接による
10. 提出書類
(1)履歴書
(学歴、職歴、受賞歴、電子メールアドレス、着任可能時期)
(2) 発表論文リスト
(学術論文、総説・解説、著書、特許)
(3) これまでの研究概要と成果 (1,000～2,000 字程度)
(4) 今後の研究に関する抱負 (1,000～2,000 字程度)
(5) 応募者について所見を伺える方 2 名の氏名・所属・連絡先(電話番号・e-mail アドレス)
11. 提出方法
Web システムを利用して提出してください。
※個人ごとにアップロード用のパスワード等を発行しますので、応募される方は下記問い合わせ先に電子メールでご連絡ください。(Subject は「**研究員 24-5**」とし、本文に所属、氏名及び電話番号を記載してください。)
※応募に係るファイルは、PDF でお願いします。
※Web システムでのアップロードが困難な場合は、下記問い合わせ先までお問い合わせください。
※電子メールでのファイル添付による応募は受け付けることができませんので、ご注意ください。
12. 問い合わせ先
物質構造科学研究所 中尾裕則
TEL：029-864-5200 + (4868)
e-mail：hironori.nakao@kek.jp
13. 個人情報の取扱い
応募書類により取得する個人情報は、採用者の選考及び採用後の人事・給与・福祉関係に必要な手続きに利用するものであり、この目的以外で利用又は提供することはありません。また、ご提供頂いた関係書類は原則として返却いたしません。
本機構における個人情報取扱いは、以下をご覧ください。
<https://www.kek.jp/ja/compliance/personalinformationprotection/>
14. その他
(1) 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。
男女共同参画推進室 <http://www2.kek.jp/geo/>
(2) 仕事と家庭生活の両立を図ることなどを目的とした在宅勤務制度があります。

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
加速器研究施設教員公募について

本機構では、下記のとおり特定有期雇用職員として博士研究員を公募いたします。

記

公募番号 加速器24-8

1. 公募職種及び人員

博士研究員(常勤) 若干名(任期:単年度契約で2年)

博士研究員とは「専攻分野について高度な研究能力を持つ若手研究者で、一定期間にわたり共同研究プロジェクト推進のために雇用される者」である。

※契約の更新は次により判断する。

(1)勤務成績、勤務態度 (2)労働者の能力 (3)契約期間満了時の業務量 (4)従事している業務の必要性 (5)予算状況

2. 研究(職務)内容

加速器研究施設では、J-PARC 陽子加速器、SuperKEKB コライダー、放射光源加速器(PF と PF-AR)、及び電子陽電子入射リニアックの設計・建設・運転・性能向上に関連する加速器の研究を行うとともに、次世代光源、リニアコライダーなどの将来計画に向けた加速器技術開発、産業・医療応用、加速器理論等の加速器に関する広範な研究を進めている。採用後は、加速器研究施設が進めているいずれかのプロジェクトに属して、加速器の開発研究を行う。勤務地はつくばキャンパスまたは東海キャンパスである。

3. 応募資格

応募締切時点で博士の学位を有する者、または着任までに博士学位取得が確実な者。これまでの研究分野は問わない。

4. 給与等

基準年俸額3,960,000円(事業年度の途中で採用された場合は、採用時期に見合った額)、及び各種手当(本機構の規則による)。

5. 勤務形態

原則として専門業務型裁量労働制を適用する。(みなし勤務時間:1日7時間45分)

6. 公募締切

2024年8月6日(火)正午必着

7. 着任時期

採用決定後、できるだけ早い時期

8. 選考方法

書類選考の上、面接を行う。

面接予定日:決まり次第機構Webサイトに掲示します。(対象となる方には追って詳細をお知らせいたします。)

9. 提出書類

(1)履歴書——KEK指定様式(<https://www.kek.jp/ja/career> よりダウンロードしてください。)

※KEK指定様式以外の履歴書を使用する場合は、通常の履歴事項の後に必ず応募する公募番号(2件以上の場合はその順位)、電子メールアドレス及び可能な着任時期を明記すること。

(2)研究歴

(3)発表論文リスト——和文と英文は別葉とすること。また、**主要なもの(5編以内)についてはリストに○印を付し、Webポインタ(URL, DOIなどを記載すること。(Webポインタを記載できない主要論文については、別刷を提出すること。))**

(4)着任後の抱負

(5)本人に関する推薦書または参考意見書(宛名は加速器研究施設長 小関 忠 とすること)

※研究歴・抱負の記述においては、必ずしも加速器を専門としない人事委員も含まれることから、特殊な略号の未定義な使用は控えること。

※上記の書類は、すべてA4判横書きとし、それぞれ別葉として各葉に氏名を記入すること。

※2件以上応募の場合、内容が同じ場合の提出書類は一部で良いが、内容が異なる場合は提出書類を別々に用意すること(推薦書等も同様とする)。

※応募の際は必ず加速器研究施設長 小関 忠 に連絡し、研究内容等について問い合わせること。

10. 書類送付

(1)応募資料(「9. 提出書類」(1)-(4))

以下のURLから当機構公募管理システムにアクセスし、応募フォームに必要情報をご入力の上、提出書類をアップロードしてください。

【応募フォーム】 <https://kek Kobokanri.powerappsportals.com/ja-JP/oubo/?id=85b33bad-e001-ef11-9f89-6045bd62f86d>

※応募に係るファイルは、PDFとし、「9. 提出書類」に記載している順に1つに結合してください。

※電子メールでのファイル添付による応募は受け付けることができませんので、ご注意ください。

※選考過程において、当機構公募管理システム<jini-kobokanri@kek.jp>から、応募フォームにご入力いただいた連絡先メールアドレスへ連絡を行います。上記メールアドレスが受信できるように設定をお願いします。

(2)推薦書または参考意見書

推薦者ご自身により、以下の推薦フォームからPDFファイルにてご提出ください。

【推薦フォーム】 <https://kek Kobokanri.powerappsportals.com/ja-JP/suisen/?id=85b33bad-e001-ef11-9f89-6045bd62f86d>

注)上記(1)、(2)の各フォームでのアップロードが困難な場合、または、ご提出されてから数時間以内にメールが届かない場合、ご利用のメールサービスの受信設定を確認の上、人事第一係<jini1@ml.post.kek.jp>宛てご連絡ください。応募受付状況を確認しご連絡致します。

11. 問い合わせ先

(1)研究内容等について

加速器研究施設 施設長 小関 忠 TEL: 029-864-5229 (ダイヤルイン) e-mail: tadashi.koseki@kek.jp

(2)提出書類について

総務部人事・職員課人事第一係 TEL: 029-864-5118 (ダイヤルイン) e-mail: jini1@ml.post.kek.jp

12. その他

(1)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。

男女共同参画推進室(<http://www2.kek.jp/geo/>)

(2)仕事と家庭生活の両立を図ることなどを目的とした在宅勤務制度があります。

Photon Factory Activity Report 2023 ユーザーレポート執筆のお願い

Photon Factory Highlights 2023
Photon Factory Activity Report 2023
編集委員長 奥山大輔 (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 (PFACR)」を毎年度発行しています。つきましては、2023 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 2023 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 2023 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、2023 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 PFACR 2023: 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/2023/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：2024 年 6 月 30 日 (日)>

「第 12 回対称性・群論トレーニングコース」 基礎コース (英語講座・日本語講座) 開催のお知らせ

物質構造科学研究所 五十嵐教之

結晶学は物質科学研究の柱であるにもかかわらず、研究分野の細分化や解析ツールの進化に伴いブラックボックス化しているところがあります。本トレーニングコースでは、「空間群や対称性と結晶構造の関係がピンとこない」、「構造解析の後にもう一步議論を深めたい」と日頃感じの方々に、結晶学と直結する対称性や群論の知識を学んでいただくことを目的とし、結晶学で重要な根本原理と幾何学との関係を軸に、講義と演習を繰り返しながら進行します。

今回も日本語コースだけでなく英語講座も開催予定となっておりますので、お近くに興味をお持ちの方がおりましたらご周知をお願い致します。

なお、当コースは総合研究大学院大学の他大学開放科目(科目名『結晶の対称性・群論-基礎コース』)でもあります。

<開催概要>

開催日：基礎コース

(英語講座) 2024 年 7 月 22 日 (月) ~ 7 月 26 日 (金)

(日本語講座) 2024 年 7 月 29 日 (月) ~ 8 月 2 日 (金)

開催場所：高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス
4 号館セミナーホール

参加申込：ホームページの参加申込フォームよりお申し込み下さい(参加申込開始：5 月 14 日 (火) 10 時)。

参加費：無料。但し交通費宿泊費は自己負担。

希望者は KEK ドミトリーを利用可。

定員：各講座とも 35 名程度

講師：ネスポロ・マッシモ氏 (フランス・ロレーヌ大学
結晶学教室教授, 国際結晶学連合理論結晶学委員会
前委員長, 総研大授業担当講師)

プログラム：

線形代数学, 抽象代数学, ステレオ投影,
点群, 部分群, 剰余類・共役部分群・正規部分群,
らせん軸と並進鏡面,
計量テンソル, 対称操作の行列表現,
軸変換による空間群記号の変更,
正規化群, 対称性と対掌性,
消滅則の幾何学的解釈, ワイコフ位置と結晶軌道,
群と部分群

ホームページ：<http://pfwww.kek.jp/trainingcourse/>

総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻物質構造科学コース 大学院説明会及び学生募集のお知らせ

物質構造科学コース長 瀬戸秀紀

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。

物質構造科学コースは先端学術院先端学術専攻に属し、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年一貫制博士課程と3年次に編入する博士後期課程があり、博士の学位を目指す学生を受け入れています。物質構造科学コースでは、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・先端学術院先端学術専攻・物質構造科学コース（5年一貫制博士課程および博士後期課程）の学生募集（2024年10月入学および2025年4月入学）について下にまとめました。KEK受入れの総研大・3コースの中には粒子加速器とその関連装置の原理から設計・製作にかかわる様々な科学技術を学び研究を行う加速器科学コースもありますので、詳しくは総研大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、ぜひ勧めして下さい。

物質構造科学コースのHP：

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

総合研究大学院大学のHP：

<https://www.soken.ac.jp/>

大学院説明会開催のお知らせ

KEKではKEK受入れの総研大・3コースの大学院説明会を毎年3回開催しています。本説明会では、総研大およびKEK3コースの案内や各コースで取り組んでいる研究内容の紹介等を行います。

- ・2024年度第2回大学院説明会（オープンキャンパス）

日時：6月10日（月）

※詳細は決定次第ホームページ（<https://www.kek.jp/ja/education/graduate/sokendai/>）にてお知らせします。

総研大物質構造科学コース学生募集

2024年10月入学生及び2025年4月入学生募集概要

1. 募集人数

入学課程	募集人数	
	2024年10月入学	2025年4月入学
博士課程（5年一貫制）	若干名	2名程度
博士後期課程	若干名	1名程度

2. 願書受付期間・試験日程

<5年一貫制博士課程>

	願書受付期間	入試	合格発表
第1回 2024年10月入学 2025年4月入学	5月30日（木） ～6月5日（水）	7月9日（火） ～7月10日（水）	8月上旬
第2回 2024年10月入学 2025年4月入学	6月27日（木） ～7月3日（水）	8月21日（水） ～8月23日（金）	9月中旬
第3回 2025年4月入学	12月5日（木） ～12月11日（水）	1月21日（火） ～1月22日（水）	2025年 2月中旬

※願書の受付時間は、期間中の平日9:00～12:00、13:00～17:00とします。

<博士後期課程>

	願書受付期間	入試	合格発表
第1回 2024年10月入学 2025年4月入学	6月27日（木） ～7月3日（水）	8月21日（水） ～8月23日（金）	9月中旬
第2回 2025年4月入学	12月5日（木） ～12月11日（水）	1月21日（火） ～1月22日（水）	2025年 2月中旬

※願書の受付時間は、期間中の平日9:00～12:00、13:00～17:00とします。

※博士後期課程への出願は、出願資格を満たしている者に限られます。詳しくは募集要項をご確認ください。

3. 選抜の方法

書類選考と面接試験

4. 募集要項請求先

以下のいずれかにご請求下さい。

- * 〒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

2024 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 五十嵐教之

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ご応募下さいますようお願いいたします。

記

1. 開催期間 2024年10月～2025年3月
2. 応募締切日 2024年6月21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 事務室
Email:pf-office@pfqst.kek.jp

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。

予 定 一 覧

2024年

6月10日	総合研究大学院大学 先端学術院 先端学術専攻物質構造科学コース 2024年度第2回大学院説明会（オープンキャンパス）
6月21日	2024年度後期フォトンファクトリー研究会公募締め切り
6月16日	PF、PF-AR 2024年度第一期ユーザー運転終了
7月22～26日	第12回対称性・群論トレーニングコース（基礎コース・英語）
7月29～8月2日	第12回対称性・群論トレーニングコース（基礎コース・日本語） （KEK つくばキャンパス・4号館セミナーホール）
8月3～4日	つくばキャンパス全所停電

※最新情報は <http://pfwww.kek.jp/spice/getschtxt> をご覧下さい。

運転スケジュール(Apr. ~Jul. 2024)

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

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

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
北島義典

2024年3月29日（金）に、第62回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制度の改正など実験施設運営に関する重要事項の報告と協議が行われました。

報告事項（抜粋）

- 放射光実験施設報告（船守実験施設長）
2024年度の体制、運転計画、新放射光源施設計画検討の状況などについて報告がありました。
- 次期PF-PAC委員について
2024年度からの委員が物質構造科学研究所運営会議で承認されたことについて報告がありました。
- ユーザーグループ運営ステーション・装置について
3年毎の評価委員会を開催したユーザーグループ運営ステーション（BL-18C, BL-4B2, BL-6C, BL-10A, BL-3B）を継続すること、2023年度まで大学等運営ステーションであったBL-20Aが新たにユーザーグループ運営ステーションとなることについて報告がありました。

審議事項（抜粋）

- 課題の進捗状況評価について
第41回PFシンポジウム（2023年度量子ビームサイエンスフェスタ）で実施したS2型及びT型課題の中間評価／最終評価について評価報告書を決定しました。
- 第4分科結晶準備状況ファイルについて
2024年度後期課題申請から第4分科ビームラインへの課題申請については、タンパク質に限らず全ての試料について「結晶準備状況一覧」の添付を必須とすることを決定しました。
詳しいことは課題公募要項 <https://www2.kek.jp/imss/pf/use/proposal/#proposal> をご参照下さい。
- 生物試料を用いる場合の制限事項について
生物試料を用いる場合の動物実験委員会等の許可、倫理委員会等の承認などについて明確化するための文言について審議し、概要を決定しました（詳細についてはPF内の生物安全担当者と運営部門で詰めることとしました）。
詳しいことは「課題申請書の作成について」<https://www2.kek.jp/imss/pf/use/proposal/guide.html> をご覧下さい。

協議事項（抜粋）

今回が今期の最後となることから「PFの特長としての人材育成への貢献のあり方」「共同利用実験に関する旅費」「PFの次期計画推進」等について意見交換しました。

- 次回PF-PAC全体会議は2024年7月の開催を予定しています。

第167回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：2024年1月26日（金） 15:10～
場所：高エネルギー加速器研究機構3号館1階会議室＋ウェブ（Zoom）併用

- 【1】所長報告
- 【2】審議
 - 教員公募（物構研・准教授1名・放射光）
 - 2024年度前期放射光共同利用実験課題審査結果について
- 【3】報告
 - 人事異動
 - 博士研究員の選考結果について
 - 研究員の選考結果について
 - 2023年度通期放射光共同利用実験課題審査結果について
 - 2024年度マルチプローブ共同利用実験課題審査結果について
- 【4】研究活動報告（資料配布のみ）
 - 物質構造科学研究所報告
 - 素粒子原子核研究所報告
 - 加速器研究施設報告
 - 共通基盤研究施設報告

第169回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：2024年2月26日（月） 10:00～
場所：高エネルギー加速器研究機構管理棟大会議室＋ウェブ（Zoom）併用

- 【1】第162回・第163回議事要録の確認について
- 【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（物構研 23-4・教授 1 名・放射光）
- (4) 教員人事（物構研 23-5・特別准教授または特別助教 1 名・放射光）
- (5) 教員人事（特定人事・特別教授 1 名・中性子・JAEA とのクロアポ）
- (6) 教員人事（特定人事・学術研究フェロー 1 名・放射光）
- (7) 教員人事（特定人事・特別教授 1 名・新領域・大阪大学とのクロアポ）
- (8) 客員研究員の選考について
- (9) 名誉教授候補者について
- (10) 2024 年度中性子共同利用 S1 型実験課題審査結果について
- (11) 2024 年度前期ミュオン共同利用 S 型実験課題審査結果について

【3】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

第 170 回 物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：2024 年 3 月 25 日（月） 10:00 ～

場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室＋ウェブ（Zoom）併用

【1】議事要録の確認について

【2】審議

- (1) 放射光共同利用実験審査委員会委員の改選について
- (2) 2024A 期 J-PARC/MLF における大学共同利用中性子実験課題（一般・産業利用）の審査結果について
- (3) 2024A 期 J-PARC/MLF における大学共同利用ミュオン実験課題（一般）の審査結果について
- (4) 教員人事（物構研 23-7・特別助教若干名・中性子）

【3】報告

- (1) 2024 年度前期放射光共同利用実験課題審査結果について（条件解除）
- (2) 2023 年度放射光共同利用実験課題審査結果について（P 型）

【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：2024 年 2 月 19 日（月） 16:00 ～（ハイブリッド形式 4 号館 2 セミナーホール＋オンライン（Zoom））

題名：#60 ガスハイドレートのガス貯蔵メカニズム解明を目指して

講師：竹谷敏氏（客員教授 / AIST 上級主任研究員）

日時：2024 年 3 月 18 日（月） 16:00 ～（オンライン（Zoom））

題名：#61 μ SR データ解析への凡密度関数の応用国際共同研究を通じて感じた日本の研究戦略

講師：渡邊功雄氏（客員教授 / 理化学研究所 専任研究員）

日時：2024 年 5 月 8 日（月） 15:00 ～（4 号館セミナーホール＋Zoom）

題名：#62 アト秒レーザー科学によって拓かれるサイエンス

講師：山内薫氏（東京大学アト秒レーザー科学研究機構）

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	朝倉 大輔	産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門・上級主任研究員
	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
	一柳 光平	高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター・研究員
	井上 倫太郎	京都大学 複合原子力科学研究所・准教授
	植草 秀裕	東京工業大学 理学院・准教授
	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
	片山 真祥	高輝度光科学研究センター 分光推進室・主幹研究員
	北島 昌史	東京工業大学 理学院・准教授
	久保 友明	九州大学 理学研究院・教授
	近藤 次郎	上智大学 理工学部・教授
	近藤 寛	慶應義塾大学 理工学部・教授
	佐藤 文菜	自治医科大学 医学部・講師
	島雄 大介	大阪物療大学 保健医療学部・教授
	島田 賢也	広島大学 放射光科学研究所・所長
	白澤 徹郎	産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門・主任研究員
	高山 あかり	早稲田大学 理工学術院先進理工学部・准教授
	武市 泰男	大阪大学 大学院工学研究科・助教
	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
	戸木田 雅利	東京工業大学 物質理工学院・教授
	橋本 博	静岡県立大学 薬学部・教授
	保倉 明子	東京電機大学 工学部・教授
本田 充紀	日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター・マネージャー	
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	
山崎 裕一	物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門・主任研究員	
若林 裕助	東北大学 大学院理学研究科・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
	* 五十嵐 教之	物質構造科学研究所 放射光実験施設・実験施設長
	* 帯名 崇	加速器研究施設 加速器第六研究系・研究主幹
	恵郷 博文	加速器研究施設 加速器第五研究系・研究主幹
	北島 義典	物質構造科学研究所 放射光実験施設・特別教授
	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
平野 馨一	物質構造科学研究所 放射光実験施設・教授	

任期：2024年4月1日～2027年3月31日 * 役職指定

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
石坂 香子	松村 武	一國 伸之	橋本 博	森田 剛	矢代 航
高山 あかり	白澤 徹郎	片山 真祥	藤間 祥子	小川 紘樹	島雄 大介
本田 充紀	植草 秀裕	武市 泰男	近藤 次郎	井上 倫太郎	大村 彩子
北島 昌史	若林 裕助	保倉 明子	佐藤 文菜	戸木田 雅利	一柳 光平
山崎 裕一	熊井 玲兒	朝倉 大輔	千田 俊哉	五十嵐 教之	久保 友明
雨宮 健太		木村 正雄			平野 馨一

2024年度 客員研究員一覧

氏名	所属・職名	名称
小笠原 諭	千葉大学 国際高等研究基幹／大学院理学研究院・特任准教授	客員准教授
加藤 政博	広島大学 放射光科学研究センター・特任教授 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
木原 大亮	Purdue University・教授	客員教授
熊谷 教孝	大阪大学 産業科学研究所・招聘教授	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
杉山 正明	京都大学 複合原子力科学研究所・教授	客員教授
高雄 勝	元（公財）高輝度光科学研究センター・特別嘱託研究職員	客員教授
竹谷 敏	産業技術総合研究所 エネルギープロセス研究部門・上級主任研究員	客員教授
羽島 良一	量子科学技術研究開発機構 関西光量子科学研究所・部長	客員教授
花木 博文	あいちシンクロトロン光センター・アドバイザー	客員教授
濱 広幸	東北大学 電子光理学研究センター・名誉教授／研究教授	客員教授
星 健夫	自然科学研究機構 核融合科学研究所・教授	客員教授
堀場 弘司	量子科学技術研究開発機構 次世代放射光施設 整備開発センター・上席研究員	客員教授
真栄城 正寿	北海道大学 大学院工学研究院・准教授	客員准教授
簗原 誠人	産業技術総合研究所 研究戦略企画室・企画主幹	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

2023年度 PF 課題 (PF-S, PF-G, PF-T) 一覧

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	実施ビームタイム
2021PF-S002	足立純一	PF	多目的軟X線時間分解計測システムの開発	2, 13, 16, 19	2, 13, 16, 19 各期いずれかのフリーポートにて 実働3日間程度	7.7日
2021PF-S003	中尾裕則	PF	軟X線領域のコヒーレンスを利用したイメージング手法の技術開発	13A, 16A, 19A/19B, 3A, 4C, 8A, 8B	16A, 13A, 19A/19B (12日) 3A, 4C (4日) 8A, 8B (2日) (各期の利用予定)	16A,19A/19B : 23.2日 4C : 6日
2023PF-G001	阿部仁	PF	スピンコートしたTiO ₂ 系光触媒の表面反応のin situ測定	9A,9C	各期 9A:24h 9C:24h	72h
2023PF-G002	阿部仁	PF	全反射X線分光法(TREXS)の固液界面への展開	9C	各期 24h	144h
2023PF-G003	深谷亮	PF	時間分解X線回折による電子強誘電体の電子秩序変調ダイナミクスの観測	NW14A 3A/4C 13A/16A/19B	NW14A・4日/各期 3A/4Cのいずれか・3日/各期 13A/16A/19Bのいずれか・4日/各期	NW14A : 9日 4C : 17日 8A/8B : 6日 19B : 3日
2023PF-G004	平野馨一	PF	高純度人工ダイヤモンド結晶のデジタルX線トポグラフィによる評価	14B	各期 3日間	4日
2023PF-G005	山下翔平	PF	特殊サンプルの軟X線顕微分光測定のための予備実験	19A/B	各期 48h	84h
2023PF-G006	雨宮健太	PF	平面結像型回折格子を用いた蛍光選別EXAFSのテスト	7A, 16A	7A:3日間 16A:2日間	7A : 36h 16A : 16h
2023PF-G007	大東琢治	PF	結像型X線顕微鏡を用いたナノバブルのトラッキング観察	NW2A	24h	24h
2023PF-G008	亀沢知夏	PF	結晶干渉計高度化のための調整と評価	14C	各期 2日間	1日
2023PF-G009	田中宏和	PF	軟X線パルスセレクターの調整法の改善	2B	各期 1日間	2日
2023PF-G010	小澤健一	PF	SES2002光電子分光装置のユーザー利用に向けた整備	2B	各期 24h	24h
2023PF-G011	足立純一	PF	生体構成分子の高分解能真空紫外光電子分光実験の試み	20A, 28B	20A : 5日間 28B : 3日間	28B : 4.5日
2023PF-G012	平野馨一	PF	X線マイクロCTの整備 II	14B, 14C	14B : 2週間程度 14C : 1週間程度	14B : 24h
2023PF-G013	権田幸祐	東北大	疾患モデルマウス由来の組織・臓器の結晶干渉法によるX線位相コントラストイメージング	14C	1日間	1日
2023PF-G014	西村龍太郎	PF	SOIPIX検出器のX線干渉計への応用試験	14C	2週間程度	2日
2023PF-G015	柴崎裕樹	PF	ズーム顕微鏡の高圧実験利用に向けた装置開発	NE1A	2週間程度	6日
2023PF-G016	柴崎裕樹	PF	ビームスプリッターによるX線ステレオ撮像の測定試験	20B	1週間程度	10.7日
2023PF-G017	佐々木裕次	東大	時分割回折X線明滅法を用いた木材・ナノセルロース内の分子動態計測の予備実験	NW12A	2日間	9.6日
2023PF-G018	足立純一	PF	原子蛍光偏光計の開発	20A	3日間	5.5日
2023PF-G019	阿部仁	PF	接合金属界面領域の局所構造解析	9A	48h	72h
2023PF-G020	田尻恭之	福岡大	反強磁性体NiOナノ粒子の構造と粒子サイズの相関解明	4C	24h	24h
2023PF-G021	岩佐和晃	茨城大フロンティアセンター	カイラル構造相転移で生じるドメインの可視化に向けた軟X線共鳴散乱	19B	36h	36h
2023PF-G022	佐藤友子	PF	フラットパネル検出器とメンブレンDACを用いたシリカガラスの圧力誘起相転移カイネティクス観察	18C	2週間程度	8日
2023PF-G023	柏木隆成	筑波大学	高温超伝導体デバイスの性能向上に向けた材料評価手法の開発	19B	36h	24h
2023PF-G024	松垣直宏	PF	大気曝露下で常温測定を可能とするタンパク質結晶ナノスポット測定法の開発	5A	3日間	30h
2023PF-G025	丹羽尉博	PF	タイ国放射光施設との分光関連ビームライン技術開発	12C, 9A	12C:12h 19A:12h	12C : 12h 19A : 12h
2023PF-G026	君島堅一	PF	XAFS測定用冷却溶液セルの開発	12C, 9A	12C:36h 9A:36h	72h
2023PF-G027	丹羽尉博	PF	タイ国放射光施設との分光関連ビームライン技術開発 その2	9C	12h	12h
2023PF-G028	西村龍太郎	PF	SOIPIX検出器および読出しシステムの性能評価試験	14A, 14B	14A,14B: 各3~4日	14A : 3日 14B : 4日
2023PF-T001	Angelo Rillera	SOKENDAI	Microbeam XAFS studies and XRF mapping on ceramics containing Ti and Fe which show a variety of pale blue colors	9A, 15A1	各期 9A:24h 15A1:72h	15A1 : 168h
2023PF-T002	Mayrene UY	SOKENDAI	XAFS studies on Ce-doped fluoride crystals with various luminescent centres	9A (or 9C, 12C) and NW10A	各期 9A (or 9C, 12C):24h NW10A:24h	24h
2023PF-T003	Nguyen Thi My Le	SOKENDAI	Characterization of ultrafast structural dynamics of film revealed by Time-resolved X-ray diffraction	NW14A	4日間	6日
2023PF-T004	横谷明徳	量子科学技術研究開発機構	ユーザー運営ビームライン(BL-27A)における新大学院生に対する生体分子の光電子分光実習	27A	72h	48h
2023PF-T005	Angelo Rillera	SOKENDAI	2D imaging XAFS studies on ceramics containing Ti and Fe which show a variety of pale blue colors	NW2A	各期 24h or 12h	24h
2023PF-T006	阿部仁	PF	茨城大学XAFS BL実習	9A, 9C	12h	12h
2023PF-T007	松垣直宏	PF	大阪医科薬科大学・医学部生を対象としたタンパク質結晶構造解析データ収集の演習	5A又はNE3A	7.5h	7.5h
2023PF-T008	北島昌史	東京工業大学	放射光科学実習 (2023年度)	20A	120h	120h

2023年度 PF 課題 (PF-SBRC) 一覧 (BINDS)

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	実施ビームタイム
2023PF-B001	松垣 直宏	KEK-PF	BINDS事業におけるビームライン技術開発	1A	125	125
2023PF-B002	藤山 敬介	理化学研究所 環境資源科学研究センター	テルペン合成酵素の構造解析	1A	46.5	46.5
2023PF-B003	鎌田 祥太郎	昭和薬科大学	PPAR受容体結晶構造解析	NW12A	15	15
2023PF-B004	郷田 秀一郎	創価大学	溶血性レクチンの膜孔形成機構の解明	10C, 15A2	10C : 24 15A2 : 24	10C : 24 15A2 : 24
2023PF-B005	中村 颯	学習院大学	ペプチド性抗生物質合成タンパク質の構造解析	1A	30	30
2023PF-B006	宮川 拓也	京都大学	植物特異的DOF転写因子の転写制御機構の解明に向けた構造解析	NE3A, 1A	54	54
2023PF-B007	佐々木 大輔	和歌山県立医科大学	凝集性ペプチドの構造解析	1A	15.5	15.5
2023PF-B008	加藤 悦子	東洋大学	歯周病細菌の増殖因子PgAckと活性阻害物質複合体のX線構造解析	5A	15.5	15.5
2023PF-B009	露口 正人	KEK-PF	糖アルコールリン酸修飾のバイオロジー	1A	7.5	7.5
2023PF-B010	佐々木 大輔	和歌山県立医科大学	神経変性疾患因子の構造解析	1A	15.5	15.5
2023PF-B012	千田 美紀	KEK-PF	セサミン代謝酵素の構造解析	1A	15.5	15.5
2023PF-B013	藤山 敬介	理化学研究所 環境資源科学研究センター	アブシジン酸生成・代謝に関わる酵素群の構造解析	1A	7.5	7.5
2023PF-B014	松垣 直宏	KEK-PF	BINDS事業における初心者向け講習会	5A	15	15
2023PF-B015	石田 英子	慶應義塾大学	Keap1-Nrf2のPPI阻害剤の合理的分子設計を目指した新規PPI阻害剤とKeap1の複合体のX線結晶構造解析	NE3A	15	15
2023PF-B016	藤城 貴史	埼玉大学	PLP酵素を利用したアミノ酸型阻害剤の開発	1A	7.5	7.5

2023年度 PF 課題 (PF-CIQuS) 一覧

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	実施ビームタイム
2021PF-Q001	佐賀山基	CIQuS	マテリアルDX連携課題ーナノ構造誘起規則化法における磁性合金の面直配向評価ー	8B	144h	120h
2023PF-Q002	佐賀山基	CIQuS	PILATUS3_1Mを用いた重元素を含む無機物質結晶の単結晶構造解析システムの構築	14A	336h	1208h
2023PF-Q003	AHMED Rezwan	CIQuS	Structure determination of Plumbene on Pd(111) using TRHEPD and LEPD measurement	SPF, 13B	SPF : 各期4日程度 13B : 各期1日程度	SPF : 9日
2023PF-Q004	丸山龍治	JAEA	マルチプローブで探索する Fe/Cr 多層膜の自発磁化発現過程におけるスピン密度波の影響	7A	半日×3回	7A : 1日 16A : 半日
2023PF-Q005	梅垣 いつみ	CIQuS	ミュオン特性X線イメージングのためのSOI検出器開発	14A	24h	48h
2023PF-Q006	芳野遼	東北大	磁気・電気化学特性を組み込んだ機能性錯体格子の単結晶構造解析	5A	3日	46h
2023PF-Q007	佐賀山基	CIQuS	マテリアルDX連携課題ーナノ構造誘起規則化法における磁性ナノロッドの配向評価ー	8A,8B	8A : 1日 8B : 1日	8A : 1日 8B : 1日

2023 年度第 3 期配分結果一覽

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/5	2/6	2/7	2/8	2/9	2/10	2/11
	T/M	T/M	T/M	T/M	E	E	E
1A					調整	23PF-B001 松重 博	
2A/2B					21PF-S002 足立 純一	22T001 神田 浩	
3A					22G551 巖 正輝	23G611 H	
3B							
3C					23G152 山口 博隆		
4A					22G826 中尾 嘉博	22G619 松浦 晃洋	
4B2							
4C					調整	23G670 柏木 隆成	
5A					調整	22G 22G523 中 22G099	
6A					調整	23G154 巖野 崇之	22G112 湯口 重典
6C					22G573 木村 耕治	22G048 林 孝	
7A					23G032 長坂 将成	23G069 興林 真	23G0
7C					23G059 熊井 玲児		
8A					23G158 奥山 大輔		
8B					22G556 佐賀山 基		
9A					調整	22G074 藤井 博久	23P008 樋上 慎二
9C					調整	23G149 岩本 伸博	23G141 畠山 隆
10A					調整		23G540 吉朝 朝
10C					調整	22G823 藤井 伸	23G629 藤井 伸
12C					調整	22G525 藤金 清亮	22G648 藤金 明子
13A/13B					23G099	21S2-00	23G099
14A					調整		
14B					22G122 岡本 博之		
14C					調整	23PF-G014 藤村 博	23G633 檀田 幸祐
15A1							
15A2							
16A					23G070	22G552	22G5 22G552 岡 22G5 22G552 岡
17A					調整	22G 23G 23G 22G5	
18C					23G659 柴崎 裕樹		
19A/19B					調整	22G587	22G072 上野 智博
20A					調整		
20B					調整		
27A						22G092 坂口 佳史	
27B					調整	23G067 岡本 芳浩	
28A/28B					22G652 相馬 清吾		
NE1A	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP
NE3A							
NE5C							
NE7A							
NW2A							
NW10A							
NW12A							
NW14A							
SPF					23G157 石田 明		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/12	2/13	2/14	2/15	2/16	2/17	2/18
	E	E	B	E	E	E	E
1A	23G 22G 23C202	22G	23G 23G	3 3		23G 22G130 村 22G	23U002
2A/2B	22T001 神田	21S2-002 組頭 広志	23G634 北村 永希	21S2-002 組頭 広志			
3A	23G611 HIRSCHBERGER	23G043 林 浩章					
3B	23G160 前島 尚行		23G160 前島 尚行				
3C	23G159 渡辺 紀生					23G138 早希	
4A	22G619 松浦 晃洋		調整		22G126 高橋 嘉夫		
4B2							23G526 植塚
4C	22G636 深谷 亮		23PF-G003 深谷 亮				
5A		23Y	23G	22G621 阿部 正樹	22G 22G 22G	23G106	
6A	23G567 竹下 崇	22G100 日野 和之	調整	22G542 小泉 増治	23G501 小泉 増治	23G121 藤野 崇	23G079 上野 智博
6C	22G048 林 孝	23G074 福川 伸也				22G079 北浦 守	
7A	23G032 長坂 将成	22G511 境 誠司		調整			
7C	23G059 熊井 玲児			23G104 熊井 玲児			
8A	23G158 奥山	23G577 曾根 会亨	22G551 巖 正輝	22G066 二瓶 雅之			
8B	22G556 佐賀山 基		23G104 熊井 玲児				
9A	22G011 久藤 本也	23PF-G019 阿部 博	22G576 高草木 達				
9C	23G141 畠山	23G054 AUGIE AT	22G527 泉 龍雄	22G061 BAL Raju	22G644 岩島 昌一	22G501 興村 和	
10A	23G540 吉朝 朝			22G505 吉朝 朝			
10C	23G529 藤田 真央	22G137 三宅 高介	23G097 永澤 直人	3	22G667 新井 高一	23G574 藤野 拓哉	22G138 星号 昌一
12C	23G119 高橋 嘉夫		23Y006		22G512 藤本 悠平	22G676 藤野 拓哉	23G682 栗林
13A/13B	21S2-00	21S2-00	21S2-00	21S2-00	21S2-00	21S2-00	21S2-00
14A	調整	23PF-G028 西村 龍太郎		調整			23G146 坂本
14B		22G503 橋 永昭					22G064 河野
14C	23G633 檀田 幸祐	23G089 藤木 大樹	22G604 高松 大郎		22G662 藤元 祐司	22G611 奥山 明男	
15A1	調整	23P004 塩見 雄毅	22G116 西脇 芳典	23G119 高橋 嘉夫			
15A2							
16A	22P020 山根 治起	21PF-S	22T002 渋谷 昂平	21P 22G036 東	21P 22G511 橋	21P 22G511 橋	21PF-S 22G552
17A	23G 22G5	金首輪剛亮	23Y003	22G6 23G604 佐藤 剛次	23Y	23G1	23G 23G612 坂
18C	23PF-G022 佐藤 友子	23G145 藤 裕之		23G580 飯塚 理子		23G571 中野	
19A/19B	23G119 高橋 嘉夫	23L 23G062	23G119 高橋 嘉夫	23Y034		23S2-001 高橋 嘉夫	
20A	調整						
20B	調整				23G152 山口 博隆		
27A	22G092 坂口	23G666 横谷 明徳	23G087 奥平 幸司			22G633 藤野 拓哉	
27B	22G618 松浦 治明	22G632 岡本 悠成	22G065 本田 亮紀		調整		
28A/28B	22G6 21S2-001 佐藤 宇史		21S2-00	22G077 大隅 太輔	22G650 小林 正樹		
NE1A	STOP	T/M	T/M	T/M	E/M	E/M	E/M
NE3A					22G110 池田 修悟		
NE5C					調整	23Y002	
NE7A					23G659 柴崎 裕樹		
NW2A					22G672 荒川 悦雄		
NW10A					調整		
NW12A					調整	23G163 23G116	
NW14A					調整	23P 23G	
SPF					23G647 KIM Youngmin		
					23G594 深谷 有喜	23G018 望月 出海	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/19	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25
	E	E	B	M	E	E	E
1A	23U002 HAN 2311	23G5			22G 23G 22G9		
2A/2B	21S2 23G164	23G662 西久保 博	23G164 高松 真由		23G164 富依 勇佑	23G083 湯川 龍	
3A	22G657 俣野 和明				23G525 岡 真一郎		
3B	23G160 前島						
3C	23G138 早稲田 篤				23G138 早稲田 篤		
4A	22G126 高橋	22G038 石橋 秀巳			22G564 三河内 岳		
4B2	23G526 植草 秀裕						
4C	23PF-G003	22G016 若林 裕助			22G016 若林 裕助		
5A	22G643 井口 弘	23Y1			22G		
6A	22G999 上野 隆	23G101 奥山 健太	23G502 金子 文典		23G919 中川 誠太	23G082 米持 慎也	23G099 林 幹大
6C	22G079 北沢	22G029 山本 篤史郎			22C206		
7A	調整				23G069	22G113 新倉 大輔	
7C	23G104 熊井 玲児				23G104 熊井 玲児	23G582 藤野 英明	
8A	23PF-Q001 佐賀山 基				23G059 熊井 玲児		
8B	23G598 真島 豊	22G131 嶋山 佑典			22G655 菅野 暁	23G104 熊井	
9A	22G576 高野	23G536 藤原 優子	22G676 野澤 俊介		22G595 宮原 剛	22G676 野澤 俊介	
9C	22G514 西井 謙之	22G100 日野 朝之	23G598 河野 正樹		23Y027	22G581 22G625	
10A	22G505 吉朝 朗	23G142 山根 峻			23G142 山根 峻		
10C	23G167 丸林 弘典	調整			23G117 石毛 高平	22G620 中沢 真史	調整
12C	23G682 栗林	23Y118	22G090 今田 早紀		22G090 今田 早紀	22G106 藤 直樹	
13A/13B	23G128 23G522	21S2 21S2-00	22G568 21S2-00		22G568 23G641	22G568 23G641	23G6
14A	23G146 坂倉 輝俊				23PF-Q002 佐賀山 基		
14B	22G064 河野 智朗				調整		
14C	23G098 Thet Thet LWIN				23G544 山田 重人		
15A1	23G119 高橋	23G517 奥田 浩司	23G591 城戸 大貴		23G591 城戸 大貴		
15A2							
16A	22G516 永沼 博	23G670 松	22G634 伊藤 幸典		22G634 伊藤 幸典	21PF-S003 中尾 裕	22G553
17A	3	23G5 金自開晴定			22G596 堀本 幸也	22G 23G015 鶴	
18C	23G571 中野 智志				23G570 遊佐 斉		
19A/19B	23PF-G005 山下 真	22S2-00 22C212			23G119 高橋 嘉夫	23S2-00 23G614	
20A		23G553 星野 正光			23G553 星野 正光		
20B	23G152 山口 博隆				23G152 山口 博隆	22G093 加藤 有香子	
27A		22G548 杉田 剛			23G136 刀根 雅也		
27B	23G523 鈴木 理雄	23G103 大原 麻希			23G655 秋山 大輔	23G592 永井	
28A/28B	21S2-00	22G665 岩澤 英明	23T001 ZHANG X		23T001 ZHANG X	23MP-E003 松田 康	
	E	E	B	E	E	E	E
NE1A	22G110 池田 修悟	22G125 河智 史朗					22G111 北尾
NE3A		調整		22G			
NE5C	22G088 鈴木 昭夫						
NE7A	22G672 荒川 悦雄						
NW2A	22G059 武市 泰男		22C206		調整	22S2-001 木	
NW10A	23G583 真藤 大	23Y006	23Y033	23G119 高橋 嘉夫	22G581 奥村 朝	22G676 野澤 俊介	23G539 北野 啓明
NW12A	23PF-G017 佐々木 裕次	調整		23G132 斎藤 昌男			
NW14A	23G084 佐々木 裕次			23G135 隈谷 亮		23PF-G003	
SPF	23G	22G087 石田 明				22G615 高山 あかり	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/26	2/27	2/28	2/29	3/1	3/2	3/3
	E	E	B	E	E	E	E
1A	23Y1	23C202	22G 23G	23PF-B009 22G			23G
2A/2B	23G083 湯川 龍	23G528 相馬 拓人	23G631 中辻 寛		21S2-00	22G675 志賀 大亮	
3A	23G525 岡 真	22G520 中村 翔太		23G029 DU Chao-Hung			
3B		23G087 奥平 幸司					
3C	23G138 早稲田 篤						
4A	22G641 佐竹 涉		22G126 高橋 嘉夫			22G648 藤倉 明子	
4B2		22G658 籠宮 功					
4C	22G016 若林 裕助		22G551 巖 正輝			23G550 岩崎	
5A	23Y1	23PF	23PF	23G	23G		23G
6A	23G124 武井 龍子	23G001 矢野 健二	22G607 藤本 文典	22G115 尾本 弘之	22G555 藤野 辰也	調整	22G091 戸田 賢典
6C	22C206		22G045 八方 直久			22G601 STELLHORN Jer	
7A	23G641 森村 直樹	22C206	23G069 岡林 剛	22C206			
7C	調整	23G627 川又 透		23G581 山根 峻		23G613 徳田 誠	
8A	23G059 熊井 玲児		23G550 岩佐 和晃		22G556 佐賀山 基		
8B	23G104 熊井 玲児			23G044 奥野 健	23G158 奥山 大輔		
9A		22G085 龍川 浩代	23P010 戸澤 新入	22G648 藤倉 明子	22G090 今田 早紀	22G138 藤倉 大輔	22G090 今田 早紀
9C	23Y010				22G033 本倉 健	23G131 市原 文彦	
10A	23G142 山根 峻		23G568 栗林 貴弘				
10C	調整	調整	22G137 三宅 高介		23G034 山口 雅也	23G589 藤田 巧	23G053 上ノ
12C	23G673 黒田 康博	23G064 越前 為		23G119 高橋 嘉夫		23G119	22G090 今田 早紀
13A/13B	23G630 中辻	23G	22G134 宮崎 秀樹	22G545 藤川 伸也	23G628	23G531 藤川 伸也	22G628 北浦 守
14A	23PF-Q002 佐賀山 基						
14B	22G626 砂口 尚輝				23G663 島雄 大介		
14C	23G544 山田 重人			23G609 KIM Jong Ki		22G530 松下 昌之助	
15A1	23PF-T001 RILLERA Ang						
15A2					調整		
16A	22G582 藤倉 健太	23G070	21PF-S003 中尾 裕	22T002 渡谷 早平	22G123 藤倉 達雄	23PF-Q	22G552 22G
17A	23G604 佐藤 康太		23Y003	23G	22G	23G	22G
18C	23G618 松石 清人			23PF-G022 佐藤 友子		22G073 石井 順祐	
19A/19B	23G621 藤倉 大輔	23C203	23Y035	23G088	23G127 PATANE	23S2-001 高橋 嘉	21PF-S
20A							
20B	22G093 加藤 有香子		23G642 水野 薫				
27A	23G666 横谷 明徳		22G092 坂口 佳史		23G666 横谷 明徳		23G674 関口
27B	23G592 永井	23G067 岡本 秀雄	23G040 増野 敬徳		22G660 中瀬 正彦		23G067 岡本 秀雄
28A/28B	23MP-E003 松田 康	23PF-G011 足立	23G108 三石 夏樹		23PF-G011 足立	23G503 CHEN CH	
	E	E	M	M	E	E	E
NE1A	22G111 北尾 真司				調整	23G571 中野 智志	
NE3A					22G	23Y002	
NE5C						23G063 大高 理	
NE7A	22G672 荒川 悦雄					22G673 久保 友明	調
NW2A	22S2-001 木村 正雄				調整	調整	調整
NW10A	22G199	22G061	22G033 本倉 健			22G648 藤倉 明子	22G075 池本 弘之
NW12A							23PF-G017
NW14A	23PF-G003 隈谷 亮					23PF-T003 NGUYEN Le	22G647 剛也
SPF	22G615 高山 あかり		23G137 平川 力			23PF-Q003 AHMED Rezw	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10
	E	M	M	M	HB	HB	HB
1A	23G559 遊佐 青				23G 23G		
2A/2B	23G559 遊佐 青				23PF-G 23G115 小田切 丈		
3A	23G029 DU				調整	22G132 道村 真司	
3B					21S2-003 小澤 健一		
3C	23G138 早野 謙				23G138 早稲田 篤		
4A						22G619 松浦 晃洋	
4B2							22G014 上原 政智
4C	23G550 岩佐 崇				21PF-S003 中尾 裕則		
5A	23Y				23G 23G	22G621 阿野 正樹	23G 23G106 松
6A	23G078 中沢 寛光				23G645 藤田 剛	23G657 中原 直樹	23G168 大庭 新入
6C	22G601 STE				23G575 大山 研司		
7A	22MP001 山田 龍				23G089	23G087 奥平 幸司	
7C	23G613 植田 隆				23G628 手塚 泰久		
8A	22G556 佐野 謙				23G639 神戸 高志		
8B	23G158 奥山 大輔				23G158 奥山 大輔		
9A	23G077 22G581				23G058 北嶋 守	23G077	
9C	23PF-G				23G559 宮永 康史	22G514 白井 謙之	
10A	23G568 栗林 貴弘				22G624 栗林 貴弘		
10C	23G053 上久 隆				23G166 小畑 剛	23G091 Li Xiang	調整
12C					23G116 菅野 孝史		23G539 北野 康明
13A/13B	21S2-003 小澤 健一				23G033 23MP-E	23G033 23MP-E	22G522 23MP-E
14A	調整				23PF-Q002 佐賀山 基		
14B	23G663 島崎 隆				23PF-G028 西村 龍太郎		
14C	22G530 松丁 隆				22G612 柴山 明男	23G110 藤宮 紳人	23G648 竹谷 浩一
15A1							
15A2	23G530 金子 文男				23G091 Li Xiang	23G661 中曾 健治	22G010 山本 謙治
16A	22G 22G552 岡				21PF-S003 中尾 裕	23G664 石井 祐太	
17A	23G562 CHA Sur				23Y 23Y	23G064 佐藤 謙之	23G 23G
18C	22G532 藤崎 孝子				22G617 久米 健二	22G678 平山 朋子	
19A/19B	23G555 藤原 健之				23Y010 23S2-00	21S2-004 山崎 裕一	
20A					23G552 北島 昌史		
20B	23G642 水原 隆				23G030 橋 勝		
27A	23G674 関口 隆				23G674 関口 智弘		
27B	22G632 藤倉 直樹				23G066 岡本 芳浩		
28A/28B	23G503 CH				22G518 渡川 貴司		
NE1A	23G571 中野 重明	M	M	E	E	E	E
NE3A				22G049 松本 凌		23G659 柴崎 裕樹	
NE5C				23Y		23Y002	
NE7A	22G088 鈴木 剛太			調整	22G037 淵崎 真弘		
NW2A				22S2-001 木村 正雄			
NW10A	23G583 奥村 大			23Y010		22G097 平山 朋子	
NW12A	23F			22G127	23G132 倉持 昌男		
NW14A	22G647 則色 隆			調整		22G133 野澤 俊介	
SPF	23PF-Q003	23MP-E003 松田 巖		21T002 辻川 夕貴		23G660 周 健治	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	3/11	3/12	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17
	HB	HB	B(HB)	HB	HB	HB	HB
1A	22G		調整		22G 22G	23G 22G	23G
2A/2B	23G 22G105 吉田 鉄平		23G080 和田 真	23G080 和田 真	22G652 相馬 清吾		21S2-00
3A	21S2-004 山崎 裕一				23G689 SUTURIN Sergey Michailovik		
3B					21S2-003 小澤 健一		
3C					22G503 橋 永昭	23G152 山口 博隆	
4A					22G619 松浦 晃洋		22G126 高橋
4B2							22G014 上原 政智
4C	21PF-S003 中尾 裕則				23G605 鈴木 真雄子		
5A	23G 22G	22G	調整	22G 22G523 中	23Y 22G 23G		22G621 阿野 正樹
6A	調整	22G535 奥野 雅夫	22G001 中沢 寛光	調整	23G588 櫻井 伸一		22G541 渡岡 定典
6C					22G501 坂井 伸行	23G613 植田 誠	
7A					23G087 奥平 幸司	23G147 遠藤 理	23G089 岡林 剛
7C					23G628 手塚 泰久		22G629 岩佐 俊明
8A					23G510 寺田 典樹	調整	23G005 幸田 友志
8B					23G158 奥山 大輔	23G104 熊井 玲児	22G655 菅野 暹
9A	23Y005		22G676 野澤 俊介	22G090 今田 早紀		23G088 23G598	
9C	23G644 白藤 敬典	22G085 網谷 理輔	23PF-G002 阿部 隆	23L009		23G005 原田 雅史	
10A					22G624 栗林 貴弘	23G618 松石 清人	
10C	23G654 高橋 浩	23G102 小畑 智子	22G536 高橋 浩	22G025 木下 祥典	22G537 矢野 史規	23G596 東原 二郎	23G547 矢野 史規
12C	23C203	23G163 22G081	23G134 SOE_Nyein Cha	23G566	23G090 今田 早紀		
13A/13B	22G522 23MP-E	22G522 23MP-E	23G032 23T001	23G032 23T001	23G032 23T001	23G655 23T001	23G655 23T001
14A					23PF-Q002 佐賀山 基		23G146 坂浦
14B					23PF-G028 西村 龍太郎		23C213
14C	23G648 竹谷 浩一	22G124 渡田 尚志			22G585 藤 浩一		
15A1							
15A2	23G573 中川 慎太郎		22G550 高橋 浩		23G538 菅野 貴博	22G010 山本 謙治	調整
16A	23G664 石井 祐太				22G571 鈴木 真樹	21S2-004 山崎 裕一	
17A	23G 23G525 宮	金島 隆樹	調整	23Y003	23G6 佐藤 謙之	22G 22G	
18C	23G065 関根 ちひろ				23G042 二村 竜祐	23G010 阿部	
19A/19B	21S2-004 山崎 裕一	23Y 調整			21PF-S003 中尾 裕	23S2-00	23G678 21PF-S003 中尾 裕
20A	23G552 北島 昌史				22G107 小田切 丈		
20B	23G030 橋 勝				23G139 谷口 弘三		
27A	23G674 関口 隆				22G065 本田 充紀	調整	23G592 永井 謙之
27B	23G066 岡本 芳浩	23G138 刀根 雅也			22G065 本田 充紀	調整	23G128 黒子 隆夫
28A/28B	22G598 副島 浩一				23G088 坂野 昌人		22G007 菅原 克明
NE1A	23G659 柴崎 裕樹	23G570 遊佐 青		M	23G570 遊佐 青	23G021 小野 重明	
NE3A	22G 23G 23C202	22G 22G	23PF-B015		金島 隆樹	22G 23Y002	
NE5C	調整					23G606 山田 明寛	
NE7A	23G508 小野 重明					22G088 鈴木 剛太	23G668 藤 謙之
NW2A	22S2-001 木村 正雄					23Y014	調整
NW10A	23G131 23G054	23C203	22G527 23G540			23G023 原田 雅史	22G599 22G644 23G598
NW12A	23F 23G		23G056			23G132 倉持 昌男	23G675
NW14A	22G133 野澤 俊介					22G133 野澤 俊介	
SPF	23G660 周 健治			23G619 中島 伸夫			調整

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	3/18	3/19	3/20	3/21	3/22	3/23	3/24
	HB	HB	B(HB)	HB	HB	HB	HB
1A	23Y 33	22G 22G	調整	22G 23G 22G	23Y 22G 23P		23PF-B001 松尾
2A/2B	23G587 朝倉 大輔		22G006 溝川 貴司		23G587 朝倉 大輔 22G094 朝倉 大輔		
3A	23G689 SUTJ 23G616 筒井 智嗣			23G518 中村 将志			
3B	23G087 眞平 幸司						
3C	23G152 山口 博隆		23G625 ZHANG Xiaowei				
4A	22G126 高橋						
4B2	22G554 藤井 孝太郎			23G514 齊藤 馨			
4C	23G605 鈴木 23G670 柏木 隆成		23G577 吉松 公平		23G681 村井 直樹		
5A	23G 23P	22G	調整	22G592 藤 晃晃		23G 22G140 MA 23G 22P 22G	
6A	23G118 藤倉 雄平	23G107 藤倉 雄平	23G537 清水 祥一		調整	23G024 松原 善	22G533 藤田 雅史
6C	23G613 徳田 誠		23G569 杉山 和正				
7A	23G147 遠藤 理		23G069 岡村 真	23G147 遠藤 理		23P006 田中 雄大	
7C	22G629 岩住 俊明						
8A	22G556 佐賀山 基		23G635 後藤 秀和				
8B	23G059 熊井 玲児				23G027 田原 幸之	23G513 美藤 正樹	
9A	調整	22G512 藤永 優平	22G074 植竹 雄大	23G119 高橋 嘉夫		23G682	22G561 池本 弘之
9C	23G023 藤田 雅史	23G114 田中 万寿		23PF-G002 阿部 友	23Y006	23PF-G026 若島 聖一	
10A	23G618 松石 清人		調整				
10C	23G057 若下 実樹	22G040 藤本 康	22G056 今村 比呂	22G047 本多 智		23G530 金子 文樹	23G167 丸林 弘典
12C	22G599 金子 千穂	23Y010	22G599 金子 千穂		23G040 増野 敬樹	22G512 藤永 優平	
13A/13B	23G651 21S2-00 21S2-00	21S2-00 21S2-00	21S2-00 21S2-00	21PF-S 21S2-00	21PF-S 21S2-00	21PF-S 23G003	21PF-S 23G003
14A	23G146 坂倉 舞優						
14B	23C213	22G651 砂口 尚輝			23G535 YI Eunjue		
14C	22G585 森 浩一		22G580 松下 昌之助				
15A1							
15A2	調整 23G022 冨澤 健		調整		22G531 小川 敬樹	22G008 山本 勝宏	
16A	21S2-004 山崎 裕一		22G562 南宮 雄大	21S2-004 山崎 裕一			
17A	23G506 LEE Byun		調整	23Y 3 23C202	23G0 23G 23Y002	22G666 蓮	
18C	23G010 阿部 隆		23G060 小松 一生				
19A/19B	23S2-001 高橋 嘉	23G170 東川 康樹	22G638	23S2-00 22G638	23G682	22G636 深谷 亮	
20A	22G107 小田 切丈				調整		
20B	23G139 谷口 弘三			調整	23PF-G016 柴崎 裕樹		
27A		22G065 本田 充紀		22G633 藤井 成樹	22G507 中川 貴子	23G045 冨田 雅典	
27B	22G507 中川 貴子	23G103 大原 麻希		23G067 岡本 芳樹	23G020 齊藤 裕巳	23G040 増野 敬樹	
28A/28B	22G007 菅原 21S2-001 佐藤 宇史						
NE1A	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP
NE3A							
NE5C							
NE7A							
NW2A							
NW10A							
NW12A							
NW14A							
SPF	調整			23G626 花田 貴			

「PF ニュース」からのお知らせ

平成 24 年度の 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、どうぞご登録下さい。PF ニュースウェブページにフォームを掲載しています。

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、どうぞご投稿下さい。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 : 029-879-6196 FAX : 029-864-2801
Email : pf-news@pfqst.kek.jp
URL : <https://www2.kek.jp/imss/pf/pfnews/>

編集後記

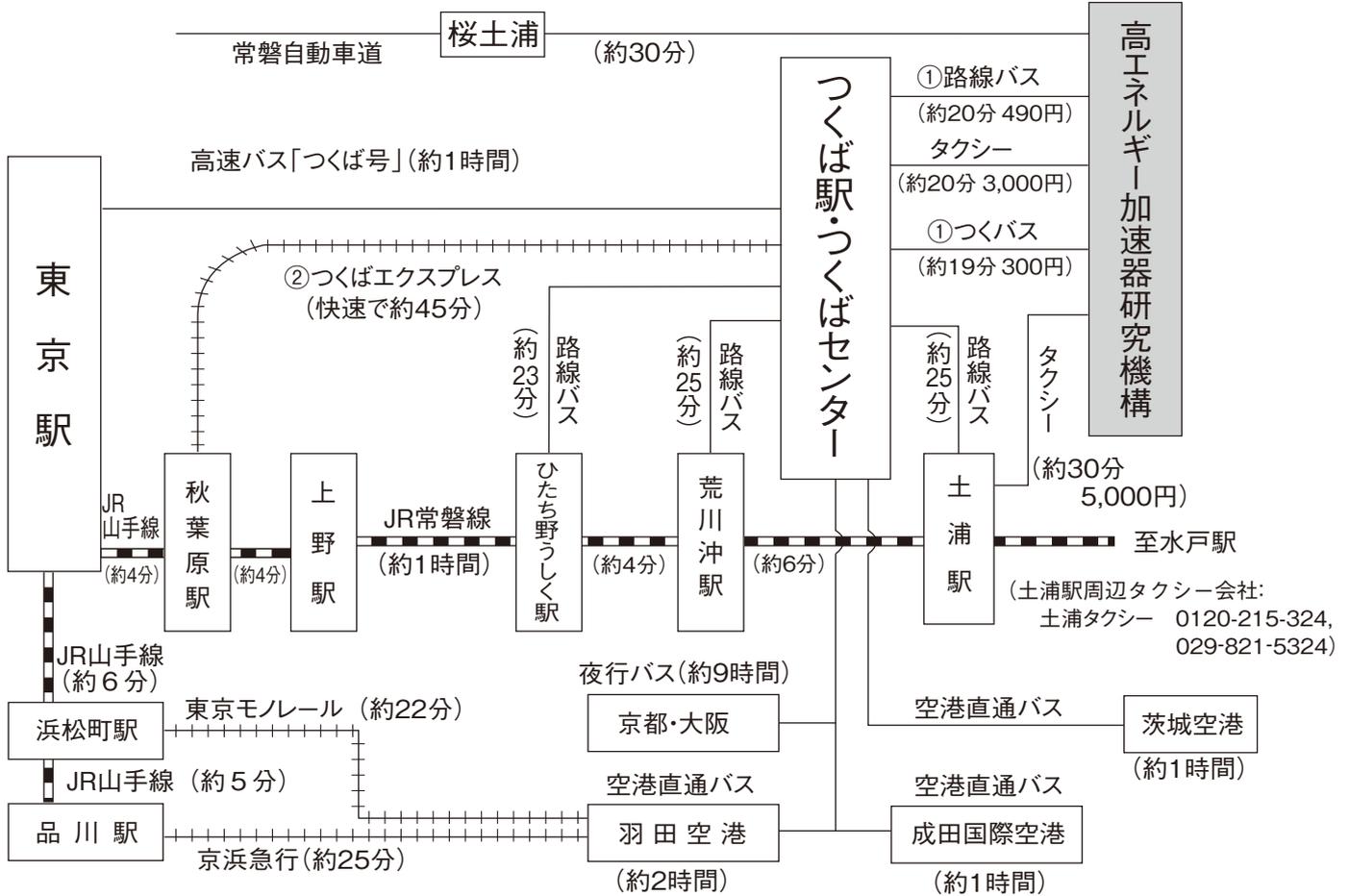
今年の桜は、例年よりも遅い開花だったらしいです。たしかに、いつもは卒業式のときに咲いている桜が、入学式のときに咲いていたように思います。そんな今年は、上京して初めて満開の桜を見に行くことができました。都内に桜の名所はたくさんありますが、有名どころは人が多く、なかなか赴く気にはなりません。以前、人が少ないだろうと踏んで、散り際の目黒川の桜を日が暮れてから見に行ったことがあります。夜にも関わらず交通整理が必要なほどの人出でびっくりしました。それ以降は都内で桜を見に行くのは諦めていたのですが、最近になって散歩でよく通る道が桜並木であることを知りました。この道は大通りから少し離れたところにあり、人通りの少ない場所です。ここならゆっくり桜が見られると思い、今年は開花のニュースを楽しみにして春を迎えました。ちょうど満開の時期と週末が重なったため、見頃の桜をゆっくりと眺めながら散歩することができました。有名などころばかりに注目せず、身近なところに目を向ければより良い発見があることを学びました。研究でも、流行りの分野にとらわれず、身近な発見を見落とさないようにしたいです。(R.N.)

* 2024 年度 PF ニュース編集委員 *

委員長	小澤 健一	物質構造科学研究所			
副委員長	高橋 真	JFE テクノリサーチ株式会社			
委員	宇佐美徳子	物質構造科学研究所	川端 庸平	酪農学園大学 農食環境学群	
	熊井 玲児	物質構造科学研究所	佐賀山 基	物質構造科学研究所	
	鈴木真粧子	群馬大学 大学院理工学府	高木 宏之	加速器研究施設	
	武田 崇仁	広島大学 先進理工系科学研究科	永田 隆平	東京大学 大学院理学系研究科	
	長谷川慎吾	横浜国立大学 大学院工学研究院	引田 理英	物質構造科学研究所	
	平川 力	産業技術総合研究所	山下 翔平	物質構造科学研究所	
	山根 峻	東北大学 金属材料研究所	和田 健	物質構造科学研究所	
事務局	高橋 良美	物質構造科学研究所			
	加世田 薫	物質構造科学研究所			

KEK アクセスマップ・バス時刻表

※ご利用の際には
事前にご確認下さい。



KEK周辺タクシー会社：大曾根タクシー 0120-000-302, 029-864-0301
 (受付：5時～25時※配車は6:00～ 早朝の利用は事前予約推奨)
 松見タクシー 029-851-1432 (24時間)

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 (2024年4月1日改定)

関東鉄道バス 所要時間 約20分 運賃 490円 (KEK-土浦駅間の料金は830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)
 HAのつくばセンター行きは10分程度早着することもありますのでご注意ください。

☆は大型バスのため大穂窓口センター通過

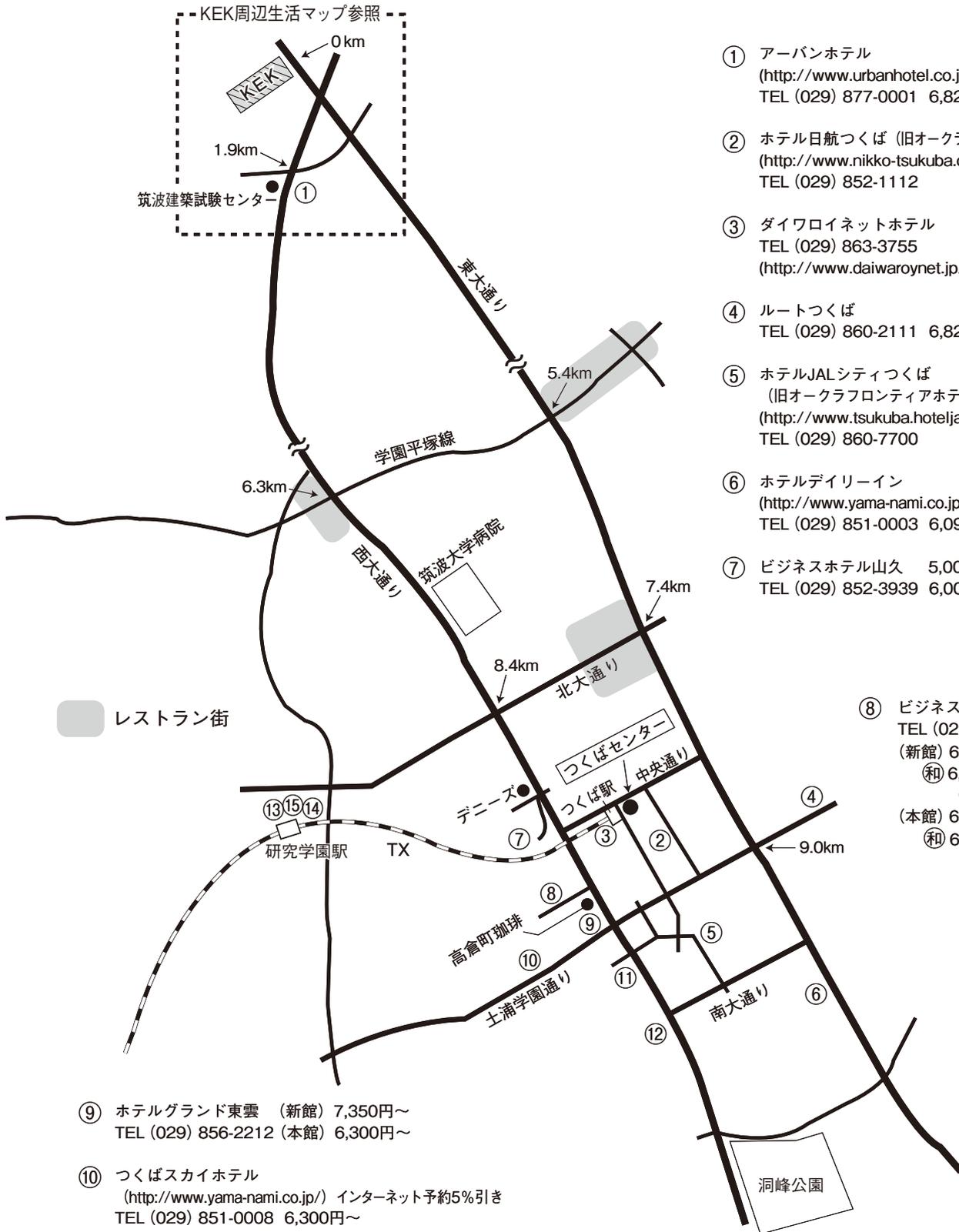
【平日】下り

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	6:55	7:17	C8A	10:00	10:16	HB	14:00	14:22	HB	18:10	18:32
HB	7:20	7:42	71	10:05	10:26	HB	14:35	14:57	C8	18:30	18:45
C8	7:20	7:42	HB	10:10	10:32	HB	15:20	15:42	HB	18:50	19:12
HB	7:50	8:12	HB	10:45	11:07	HB	16:10	16:32	71	19:13	19:34
C8	7:50	8:12	71	11:00	11:21	C8	16:25	16:40	HB	19:30	19:52
C8	8:12	8:27	HB	11:25	11:47	71	16:43	17:04	HB	20:05	20:27
HB	8:25	8:47	HB	11:50	12:12	C8	17:00	17:15	HB	21:05	21:27
HB	9:15	9:37	HB	12:25	12:47	HB	17:10	17:32	HB	21:45	22:07
HB	9:40	10:02	HB	13:00	13:22	C8	17:55	18:10	HB	22:20	22:42

18系統の土浦駅東口→つくばセンターは20分間です。

つくば市内宿泊施設

※料金は参考値です。



- ① アーバンホテル
(<http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html>)
TEL (029) 877-0001 6,825円～
- ② 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
- ③ ダイワロイネットホテル
TEL (029) 863-3755
(<http://www.daiwaroynet.jp/tsukuba/>)
- ④ ルートつくば
TEL (029) 860-2111 6,825円～ (朝食付)
- ⑤ 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
- ⑥ 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
- ⑦ 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)

- ⑧ 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)

- ⑨ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑩ 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～
- ⑪ 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://breezbay-group.com/tsukuba-hills/>)
TEL (029) 851-3011 6,878円～
- ⑫ 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)

- ⑬ ホテルベストランド
(<http://www.hotel-bestland.co.jp>)
TEL (029) 863-1515
- ⑭ 東横イン
(<http://www.toyoko-inn.com/hotel/00228/>)
TEL (029) 863-1045
- ⑮ 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

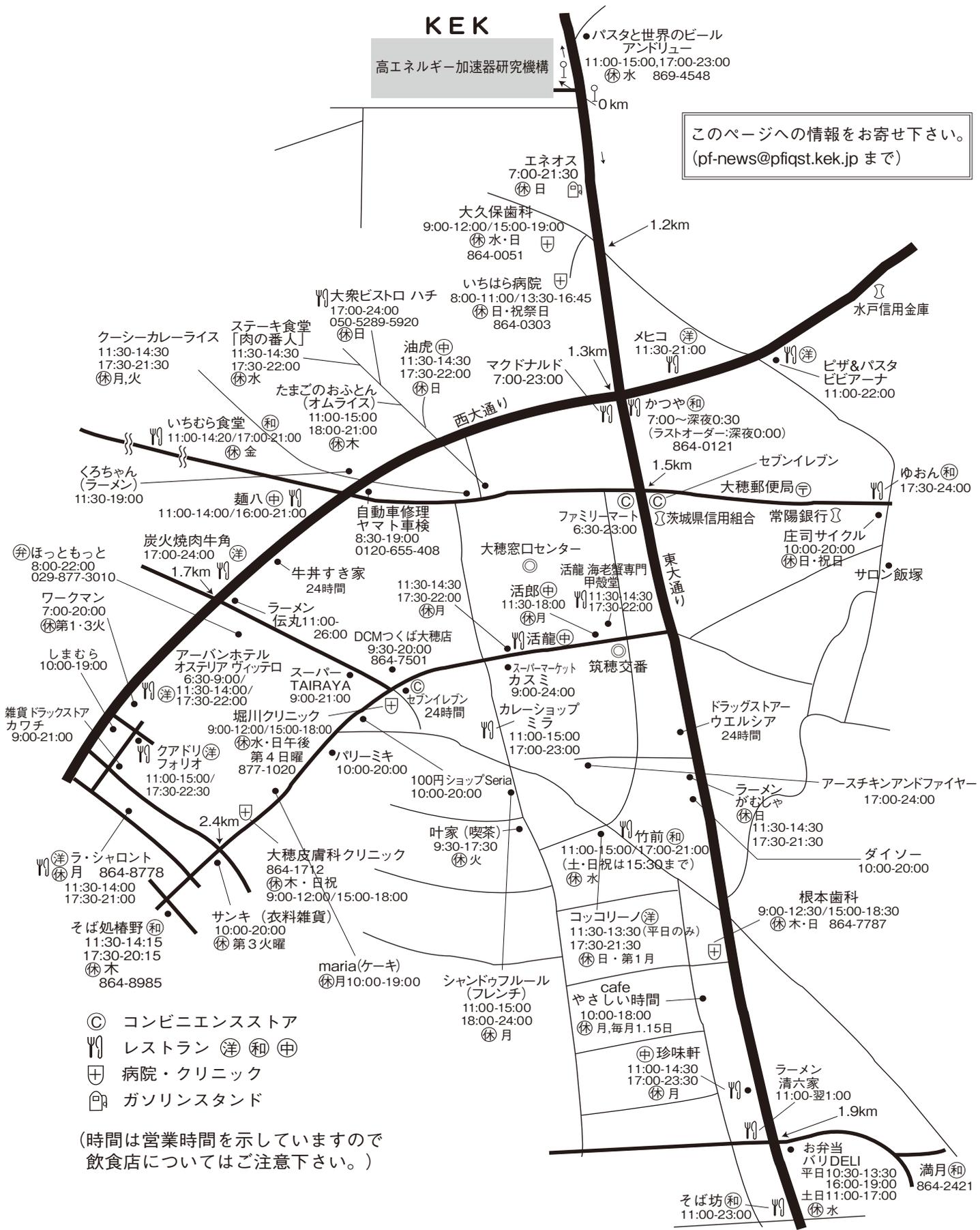
放射光実験施設研究棟，実験準備棟より正面入口までは約 800 m

KEK

高エネルギー加速器研究機構

●パスタと世界のビール
アンドリュウ
11:00-15:00, 17:00-23:00
☎水 869-4548

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



- ◎ コンビニエンスストア
- ☎ レストラン (洋) (和) (中)
- ⊕ 病院・クリニック
- ☎ ガソリンスタンド

(時間は営業時間を示していますので
飲食店についてはご注意ください。)

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。

- 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
・3号棟, 4号棟 2,600円
・5号棟 3,100円
シングルバス・トイレなし 2,100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。
 - 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 8:30～12:00/13:00～17:00
（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 17:30～18:30
 - 喫茶室 Suzu Cafe（スズカフェ）（内線 3910）
ユーザーの少ない閑散期は平日昼食のみ（11:30～14:00）。ただし、PFユーザー運転期間中は以下のとおり。
- 【平日】
- 朝食 8:00～9:30まで（完全予約制 注1）
 - 昼食 11:30～15:00まで（ラストオーダー14:30）
 - 夕食 18:00～21:00まで（ラストオーダー20:30）
- 【土・日・祝日】
- 朝食 8:00～9:30まで（完全予約制 注1）
 - 昼食 11:30～15:00まで（ラストオーダー14:30）
 - 夕食 18:00～20:00まで（ラストオーダー19:30）

（注1）朝食の予約について

朝食については、完全予約制となり、予約がない場合は閉店となります（5名単位での予約受付）。

*予約は前日17時までに、ご連絡ください。

なお、土日祝及び休み明けの朝食については、直前の平日17時までにご連絡ください。

- 売 店（いいじま）（内線 2987）
弁当、パン、食料品、軽食、菓子類、日用品、雑誌、切手等、KEKオリジナルグッズの販売、宅配便（ヤマトのみ）等。
月～金 8:30～18:00（国民の祝日、年末年始、夏季一斉休業日は除く）
土（運転期間中のみ） 11:00～14:00

※PF研究棟1階ユーザー控室近くで、PayPay等のキャッシュレス決済で支払いができる無人販売があります。

- 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）。
- ★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にお願いします。

- 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 (2024. 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	大東	
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	大東	
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	●★ 真空紫外光電子分光ステーション	小澤	櫻井 (筑波大) 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	高木 (秀)	
BL-6A	● X線小角散乱ステーション	高木 (秀)	
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	奥山	
BL-8A	● 多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	奥山	
BL-8B	● 多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	奥山	
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	高木 (秀)	
BL-10A	●★ 垂直型四軸X線回折装置	熊井	栗林 (東北大)
BL-10C	● X線小角散乱ステーション	高木 (秀)	
BL-11	B M	若林	
BL-11A	○ 開発研究多機能ビームライン (建設中)		
BL-11B	○ 開発研究多機能ビームライン (建設中)		
BL-12	B M	大東	
BL-12A	○ 広波長域軟X線ビームライン	大東	
BL-12C	● XAFS (ハイスループット) 実験ステーション	城戸	
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	丹羽	
BL-15A1	● XAFS (セミマイクロビーム) 実験ステーション	丹羽	
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		引田
BL-17A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	引田	
BL-18		B M		熊井
BL-18B(インド・DST)	◇●	Multipurpose Monochromatic Hard X-ray Station	熊井	Mrinmay Mukhopadhyay (SINP)
BL-18C	●★	超高压下粉末X線回折計	柴崎	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
BL-20A	●★	3 m直入射型分光器	足立	彦坂 (富山大)
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		小澤
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	小澤	
PF-AR				
AR-NE1		E M P W		柴崎
AR-NE1A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	柴崎	
AR-NE3		U		松垣
AR-NE3A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
AR-NE5		B M		柴崎
AR-NE5C	●	高温高压実験ステーション /MAX80	柴崎	
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		城戸
AR-NW10A	●	XAFS (高エネルギー) 実験ステーション	城戸	
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	

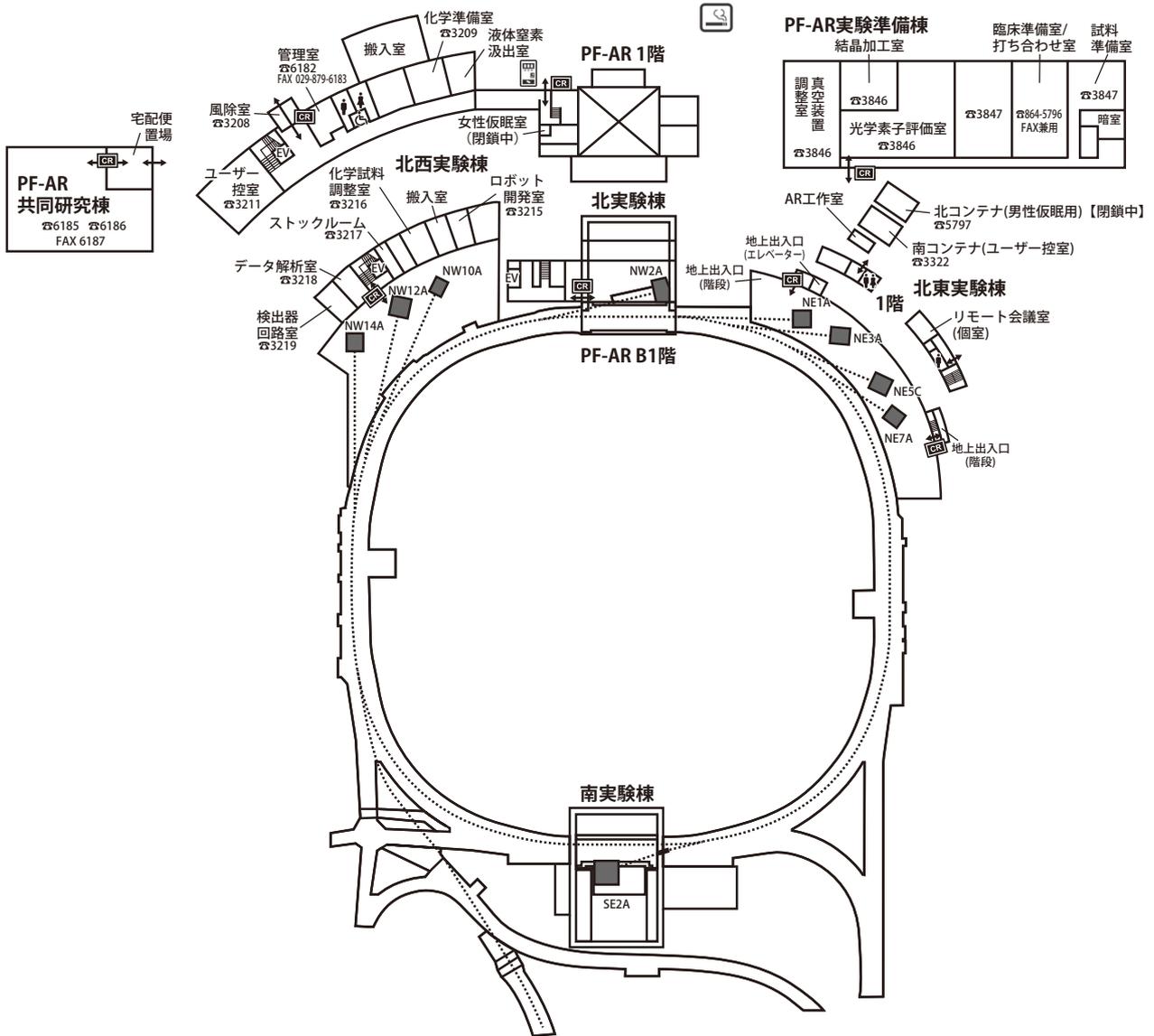
【UG 運営装置】 AR-NE7A 高温高压実験装置 (MAX-III) 久保友明 (九州大)

【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 DST Mrinmay Mukhopadhyay 029-879-6237 [2628] mrinmay.mukhopadhyay@saha.ac.jp

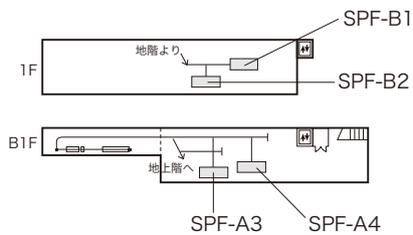
【共同利用ユーザーに関するその他設備の担当者一覧】

【共通設備】		【支援業務】		【安全管理】	
X線準備室	熊井 (4977)	ストックルーム	真空部品 菊地 (4420)	安全全般	北島 (4279)
生物試料準備室	宇佐美 (4581)		電気部品 豊島 (4381)	化学薬品・特殊ガス	北島 (4279)
生理試料準備室	高木(秀) (2688)	ユーザー控え室	菊地 (4420)	ボンベ	内田 (4599)
結晶準備室・低温室	引田 (4901)	リモート会議室	小山 (4362)	液体窒素・液体ヘリウム	森 (4361)
蒸着室	菊地 (4420)	仮眠室	菊地 (4420)	放射線安全	仁谷 (4900)
暗室	杉山 (4421)	女子更衣室	宇佐美 (4581)	サーベイメータ	斉藤 (4462)
化学試料準備室	丹羽 (4942)			トラック	斉藤 (4462)
工作室	PF 森 (4361)			クレーン・フォークリフト	菊地 (4420)
	PF-AR 柴崎 (4359)				

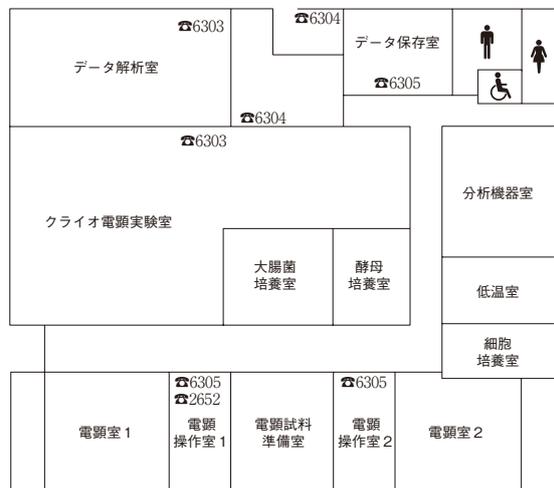
PF-AR 平面図



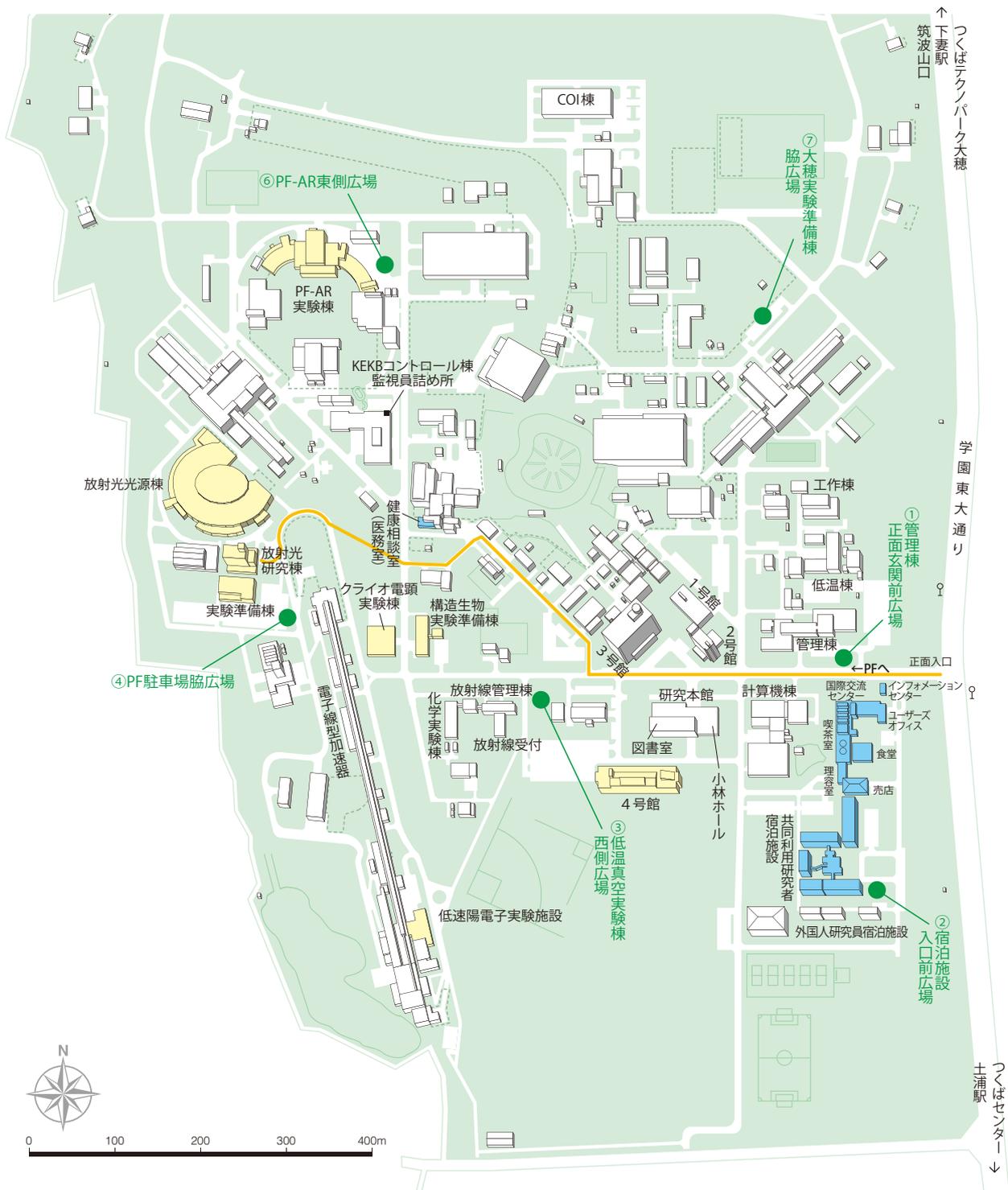
低速陽電子実験施設平面図



クライオ電顕実験棟平面図



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 (<https://www2.kek.jp/imss/pf/>)

Vol.42 No.1 2024 TEL:029-864-1171(機構代表)

