

入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 惠郷博文
(2026年4月8日付け)

運転状況

2025年12月24日に2025年度第2期の運転を終了し、2026年1月6日まで冬期メンテナンスを実施した。1月26日に運転開始する SuperKEKB へのビーム入射調整に対応するため、保守作業はトラブル対応（冷却水流量低下を軽減させる配管内エア抜き、不具合電源の交換など）、および、ビーム運転再開に大きく影響しない作業（電磁石電源通信改良など）にとどめた。1月7日から第3期運転の入射器立ち上げを行った。PFリングには SuperKEKB と同様に1月26日よりビーム入射を開始、2月27日からハイブリッドモードに入射運転を切り替えた。PF-AR は2月2日より6.5 GeV にてビーム入射を開始した。メンテナンス期間にビームライン大気開放や機器改造などの作業を行わなかったため、インターロックによる運転停止頻度は立ち上げ当初から少なく、大電力高周波系の反射異常は100回/週未満となっている。PF-AR へのビーム入射は3月2日に停止、PFリングと低速陽電子加速器の運転は3月10日に停止して2025年度の光源系加速器への入射運転は終了となった。一方、SuperKEKB へのビーム入射は年度を跨ぎ、継続運転を行なっている。

今期の大きなトラブルとして、1月31日に入射器上流の加速管冷却水の温度異常（図1）によって約6時間のビームロスタイムが生じた。冷却水の精密温度測定を行っている水晶温度計の測定器が経年劣化により故障し、水温を自動調整している三方弁の制御が不能になったことが原因である。当座の対応として熱交換器上流のバイパス弁での手動制御を行なったが、水温の安定度が低く、ビーム運転に大きく影響した。調査検討を行い、機種が異なる測定器を使った応急処置を実施した。温度計との校正ができていないため、水温の絶対値は不正確であるが、温度変動には追従できたため、三方弁の自動制御を回復させることができ

た。根本的な対処は夏期メンテナンスにて実施予定である。また、別系統冷却水の流量変動も生じており、冷却水圧力制御弁調整や配管内のエア抜きで対応した。このように施設インフラ関係機器の経年劣化も入射器の安定運転の障害になることが増えてきている。

2025年度の運転記録

月間機器保守に要した35時間を除くと入射器の総運転時間は6,541時間、ビーム加速に必要な大電力高周波出力時間は6,428時間であった。総運転時間が6,500時間を超えるのは、17年ぶりである。

PFリングへの入射時間は774時間、PF-AR へは233時間であった。マシンダウンタイムは273時間で故障率は4.2%、ビームロスタイムは175時間で停止率は2.7%となった。図2にマシンダウンタイム（上）とビームロスタイム（下）の内訳を示す。2025年5月に約86時間に及ぶ入射器運転停止の原因となった高周波加速管の水漏れ故障がダウンタイムの主因となった。詳細は Vol.43 No.2 に報告しているが、PF型加速管の経年劣化により本体の組立接合部に亀裂が生じて真空状態の加速管内部へ水漏れが生じたことによる。現在、この加速管は撤去されてダミー真空配管に置き換えられている。そのため、この加速管を駆動していたRFユニットは停止状態のままである。3年かけて製作した新型加速管を本年の夏期メンテナンス期間に、このユニットへインストールする予定である。2024年度は電子ビームを生成する入射部の異常がダウンタイムの主要因であったが、昨夏に交換設置した新型RF電子銃が安定に動作するようになっており、ダウン時間は半減した。

1982年から、これまでの入射器運転統計を図3に示す。故障率、停止率は正確な記録を取り始めた年度からの記載である。SuperKEKB への高電荷量低エミッタンスビーム

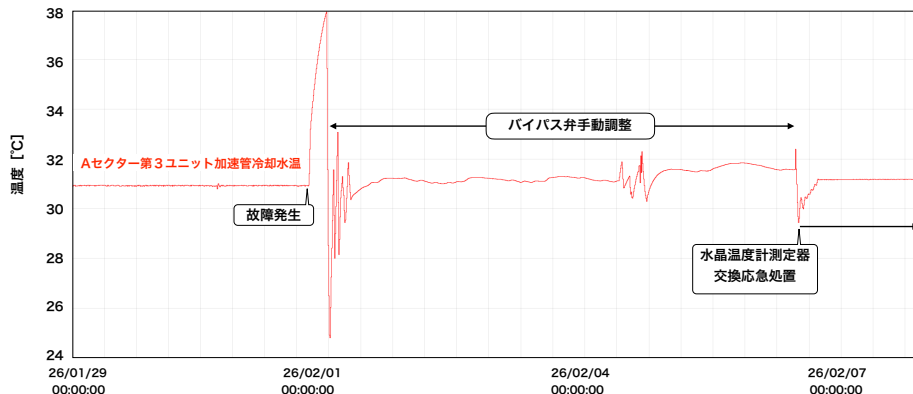


図1 入射器上流加速管冷却水温度異常の推移

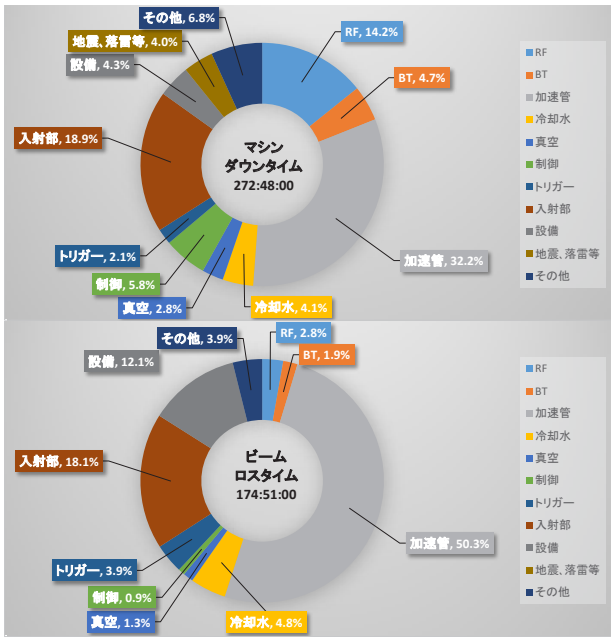


図2 2025年度マシンダウンスタイム(上)とビームロスタイム(下)の発生原因内訳

生成に対応するための入射器改造後、故障率は4%で高止まりしており、停止率も約3%近くまで増加している。入射器内の主要機器老朽化が主因であるため、その対策として交換が必須となっている。新開発・近代設計によって高性能化された加速管、クライストロン、高圧電源などに置き換えて、安定度を高めたビーム入射運転を実現していく。

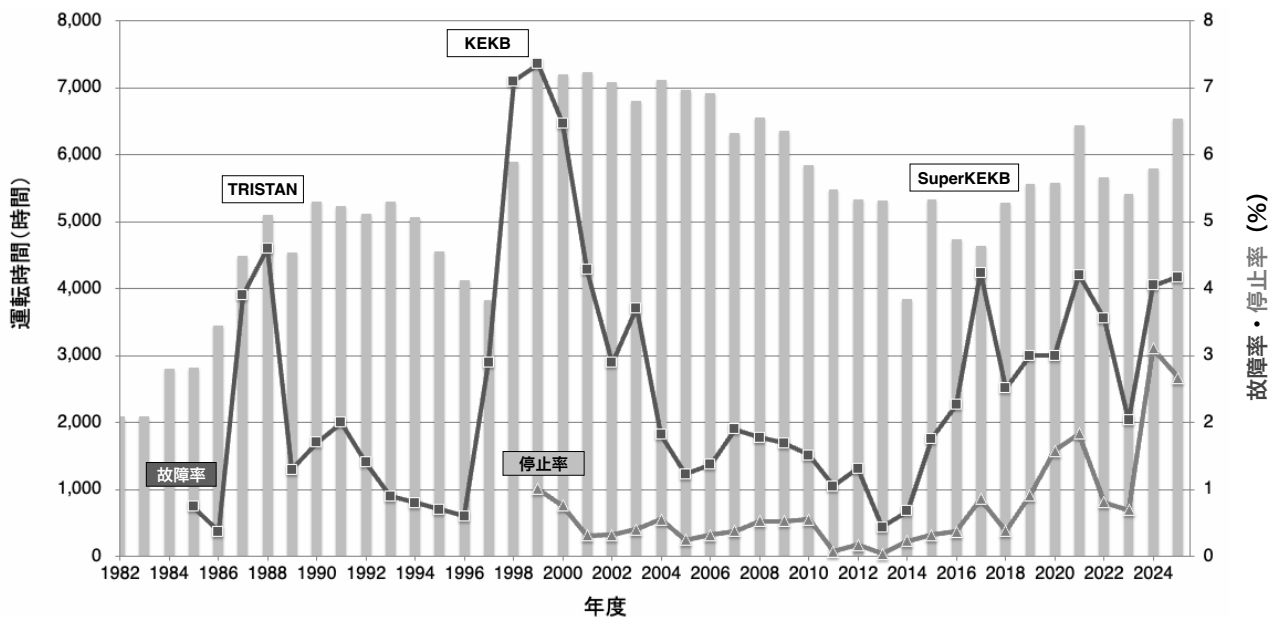


図3 年間運転時間(棒グラフ)と故障率・停止率(折れ線グラフ)の推移

PF リングおよび PF-AR の第 3 期運転の概要

PF リングは 2026 年 3 月 10 日、PF-AR は 3 月 2 日に第 3 期の運転を終了した。大きなトラブルとして、PF リングでは運転開始直前に偏向電磁石電源 (B 電源) のモジュール故障が発生したほか、4 極磁石電源のトラブルも発生した。PF-AR では 2 月 14 日に入射不調が発生し、約 12 時間にわたりビーム蓄積が困難な状態が継続した。以下では各リングの運転状況と春期シャットダウン期間における更新作業について詳細を述べる。

PF リング運転状況

図 1 に PF リング第 3 期の運転状況 (ビーム電流およびビーム寿命) のグラフを示す。

1 月 19 日の週から電源の総合動作試験を開始し、1 月 23 日の第 2 回試験中に偏向電磁石電源のチョッパーモジュールが故障した。予備モジュールへの交換を業務委託および職員により実施し、メーカーと情報共有・協議の上、運転再開に問題ないと判断した。本故障は 2025 年 6 月に発生した事例と同様であり、B 電源では合計 8 台のチョッパーモジュールを使用していることから、今後も同様の故障が発生する可能性がある。メーカーからは修理不可との見解が示されており、対応策として、専門業者による部品取り再生や、機構内の陽子シンクロトロン (PS) で使用されていた同型モジュールの流用などを検討している。

1 月 26 日の立ち上げ中には QFD 電源のダウンが発生した。内部モジュールの入れ替えでは復旧せず、翌日にメーカー対応を実施した。並行して予備電源への切り替え準備を進めていたが、実負荷接続時の調整中に予備電源でも故

障が発生した。最終的に故障モジュールを交換し、1 月 28 日 4 時頃に復旧、同日 9 時過ぎに入射を開始した。

立ち上げ時、ビーム蓄積中の約 30 mA 付近から進行方向の不安定性が発生し、従来の個別バンチフィードバックパラメータでは抑制できなかった。このため低電力系のパラメータを大きく変更し、1 月 30 日朝までに不安定性を抑制可能な条件を確立した。ビーム不安定の成長時間は従来と同程度であったことから、フィードバック系の減衰性能低下が原因と推定され、ハイパワー系 (アンプおよびサーキュレーター) の劣化が要因と考えられる。根本対策として大電力系の強化が必要であり、SPring-8 ブラックアウト対応の観点からも重要課題である。

ユーザー運転開始後の 1 月 31 日には、PF エネルギーセンターの冷却水トラブルにより入射器からのビーム供給が停止し、トップアップ入射が中断した。この間、ビーム電流は約 180 mA まで低下したが、新たなビーム不安定の発生は見られなかった。

2 月 4 日には水平方向の軌道乱れが発生し、原因はビーム位置モニターの一部で使用している NIM ビン電源の故障であることが判明した。このためユーザーモードを中断して対処を実施した。この際、BL-6 のメインビームシャッターが 100 秒以内に閉動作せずニュートラル状態となったため、手でビームを廃棄しリング内の確認作業を行った。現行の CHANNEL PERMIT モードでは自動ビーム廃棄が行われない仕様であり、安全性向上の観点から、今後はモードに依らず廃棄する仕組みが望まれる。まずはソフトウェア監視による対応を行い、将来的には PLC 安全系への組み込みを予定している。

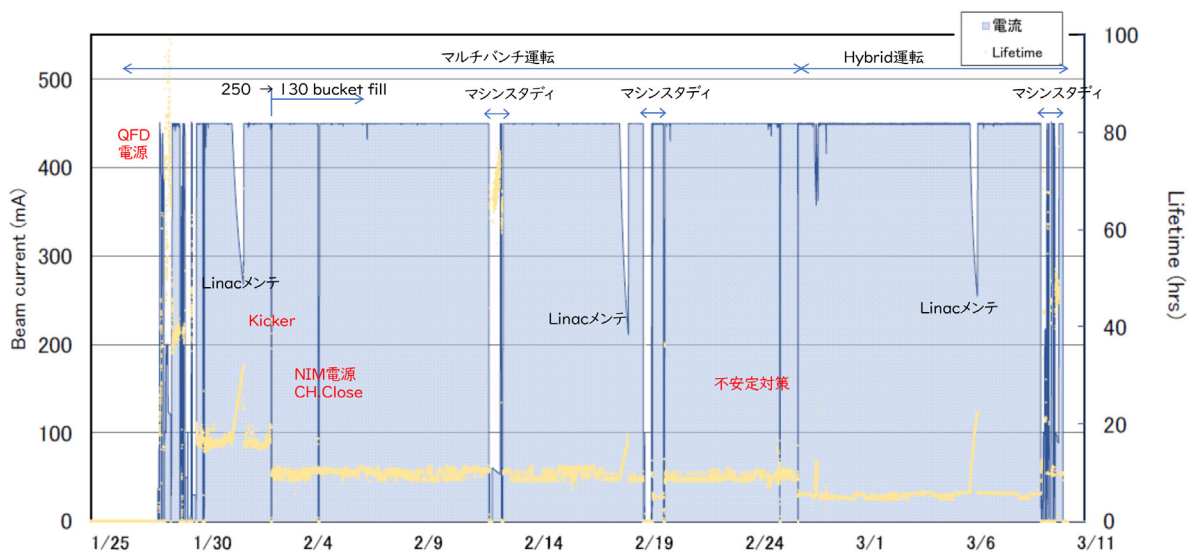


図 1 PF リングの第 3 期運転状況。

2月27日より400 mA + 50 mAのハイブリッドバンチ運転に移行し、運転終了までユーザー運転中断に至るトラブルは発生しなかった。3月9日9時にユーザー運転を終了し、翌日9時までをマシンスタディ時間とした。今後もユーザー運転終了後に調整時間を確保するスケジュールとする方針である。

PF-AR 運転状況

図2に第3期のビーム電流および寿命の履歴を示す。2026年2月2日から立ち上げビーム調整を開始し、夜間には真空焼き出し運転を実施した。2月5日20:30にはRFの反射インターロックによりビームダンプ。リセット後に再入射しているが、その後も大きなトラブルはなく、テストビームラインの収量も安定していた。

一方で、2月14日14:47頃からビームロスが多発してユーザー運転が維持できない状況が約12時間にわたって継続した。電磁石、RF、真空に異常は見られず、この日は日中の気温が高めだったもののトンネル内温度やRF空洞の水温にも異常は見られなかった。積み上げ入射の際、ある電流値で不安定になることがあり、何らかのビーム不安定性が発生していたものと思われる。最終的に加速電圧を16 MVから14 MVに下げたところ、50 mAを維持できたためこの状態でひとまずは運転継続とし、その後、入射率改善を目的として2月20日のユーザーランからは加速電圧を15 MVまで上げた運転とした。2月24日18:43と19:09の2回にわたって東RF空洞2番で真空インターロックが働いてビームダンプが発生した。これは加速電圧を下げたことによりマルチパクターを起しやすいた電力域に入ってしまったことが原因と考えられる。対策として2月26日マシンスタディ時にRFエージングを実施した。その後は運転終了まで問題は起きていない。

2025年度の運転まとめ

表1に2023年度から2025年度までの3年間のPFリングの運転統計を示す。図3には過去17年間の推移を示す(2009年～2022年度の統計はPFNews Vol.41-1号 https://www2.kek.jp/imss/pf/pfnews/41_1/genjo.pdf を参照)。2025年度は、近年の目安であったPF 3,600時間、PF-AR 2,400時間のユーザー運転時間を達成している。

PFリングの故障時間は42.8時間、故障率は約1.1%、平均故障間隔(MTBF)は約156.7時間であり、良好な水準ではあるが、ここ数年と比較するとやや悪化している。故障の内訳としては電磁石関係が約半数を占めており、主に老朽化に起因する電源故障の増加が要因である。

年間を通じて、老朽化対応が重要な課題であることが改めて示された。今後は老朽機器の計画的な更新に加え、各種トラブル発生時の復旧時間を最小化するための準備を進める。超伝導ウィグラーの液体ヘリウム移送管の故障による停止は、ユーザーへの影響が大きい事象であった。一方で、クライストロンの新造が完了したことは今後のRF運転計画にとって重要な改善要素である。

運転面では低エミッタンス化に向けたスタディが進展しているほか、年度末に実施したセプタムダクト更新は、入射効率改善および放射線レベル低減に寄与することが期待される。ビーム安定化はSPring-8のブラックアウト対応に向けた最重要課題と位置付けて対応を進めている。

表2にPF-ARの過去3年間の運転統計数値を、図4に過去17年間の運転統計をグラフにしたものを示す。令和7年度のユーザー運転時間は2,453時間となり、PFリングと同様に目安を達成できている。故障時間は約19.4時間、故障率も0.8%、平均故障間隔(MTBF)は約274.7時間でいずれも非常に良好な状態を達成できた。故障の内訳はRFが約75%を占めており、これはHOMケーブル発熱への対処作業などである。そのほか、少ないもののチューン補正や入射軌道の自動補正に伴うトラブルなどがあつた。

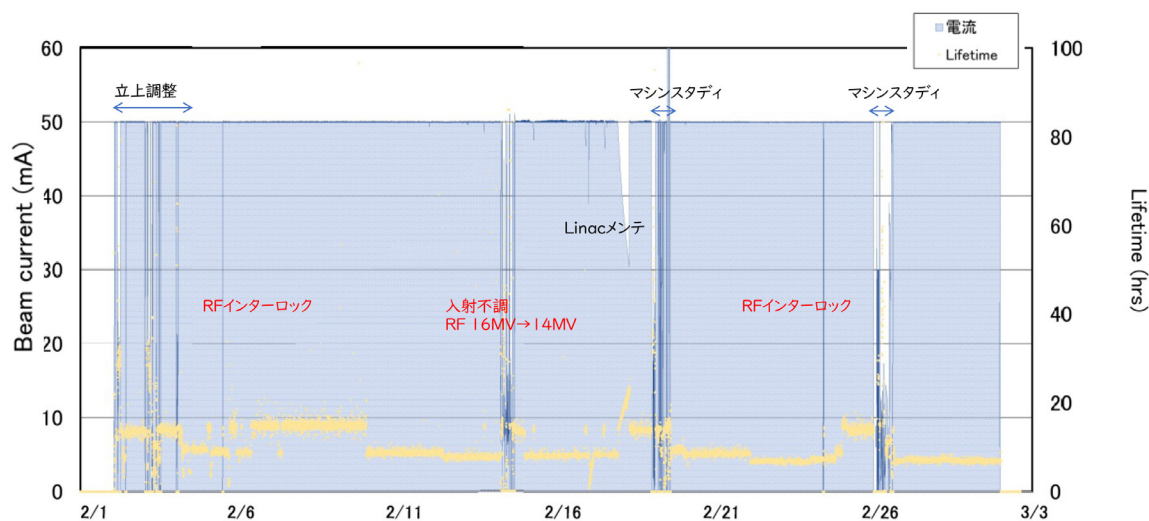


図2 PF-ARの第3期運転状況。

表1 2023~2025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)	ユーザー運転時間 (h)	故障時間 (h)	平均故障間隔 (MTBF)(h)
2023(R05)	3,648	552	3,081	15.2	172.0
2024(R06)	4,440	592	3,820	27.5	192.4
2025(R07)	4,932	632	3,717	42.8	156.7

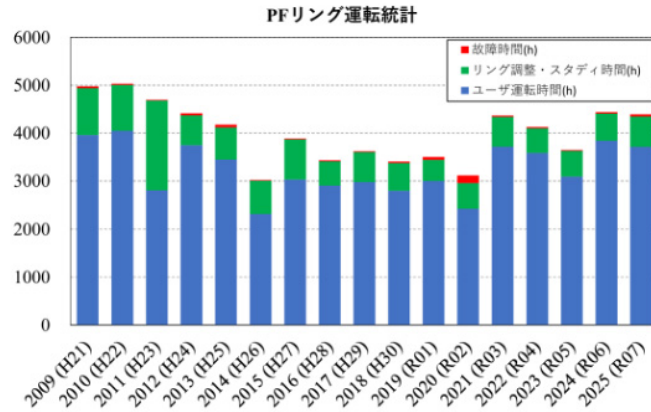


図3 PFリング過去17年間分の運転統計。縦軸は時間 [Hour] 単位である。

表2 2023~2025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)	ユーザー運転時間 (h)	故障時間 (h)	平均故障間隔 (MTBF)(h)
2023(R05)	2,760	576	2,154	30.3	136.5
2024(R06)	2,976	552	2,413	10.8	173.1
2025(R07)	3,024	552	2,453	19.4	274.7

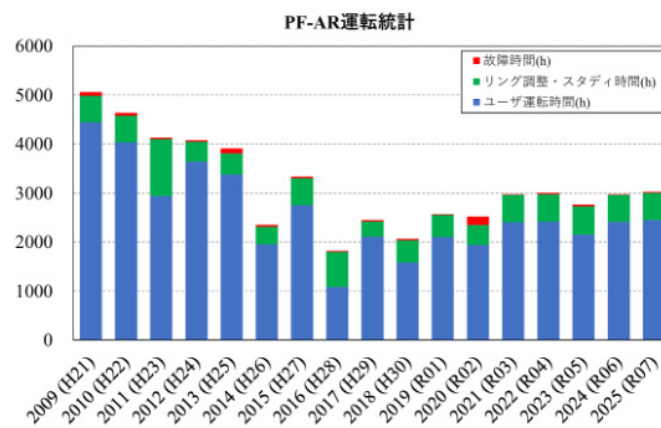


図4 PF-AR 過去17年間分の運転統計。縦軸は時間 [Hour] 単位である。

加速器第6研究系内の人の動きについて

濁川和幸氏が技術調整役を退任し、長橋進也氏が技術副主幹から技術調整役に就任、内山隆司氏が技術副主幹に着任した。

特別教授を退職された坂中章悟氏は研究員として、シニアフェローを退職された高橋毅氏は研究支援員として、それぞれRFグループにおいて関連装置の保守・維持管理業

務を担当いただきます。

また、長年にわたり光源加速器に貢献されてきた多田野幹人氏、芳賀関一氏の両名が、定年後の再雇用期間を満了しKEKを離れることとなった。これまでのご貢献に深く感謝いたします。

開発研究多機能 (R&D) ビームライン BL-11

開発研究多機能 (R&D) ビームライン BL-11 については、前号で担当者より詳細に報告したとおり、2025年秋に完成、共同利用を開始し、2ビーム同時利用実験への挑戦が始まっています。現在は、残る軟X線フリーポートブランチの建設準備を進めています。このブランチでは大面積平行ビームが利用できる予定で、イメージングやコヒーレンス利用、また強集光光学素子や直入射光学素子などのR&Dが可能です。2026年夏の停止期間中の建設完了に向け、準備を加速させています。こちらのブランチに興味をお持ちの方や利用提案をお考えの方は、ぜひ担当者までご連絡ください。一方、ビームライン担当の若林大佑准教授(4月1日より現職)は、長期海外派遣制度を利用し、2026年度末までの予定でアメリカのLCLS-II (SLAC 国立加速器研究所) に滞在することになりました。期間中、BL-11の利用には多少の制限が生じますが、皆さまのご理解とご協力を何卒よろしくお願い申し上げます。

共同利用実験旅費制度の変更について

PF News や PF シンポジウム等でお伝えしているとおり、共同利用実験のための旅費制度が今年度より大きく変更されました。物構研共通の制度として運用するための詳細調整に時間を要し、ユーザーの皆さまへのご案内が遅れましたことを深くお詫び申し上げます。申請受付は、支給基準3および支給基準2については4月17日と4月22日に、支給基準1については4月30日に募集を開始いたしました。それぞれの支給基準の説明など制度の詳細は以下のページをご参照ください。

<https://www2.kek.jp/imss/guide/ryohi.html>

なお、支給基準1については、7月のPF-PAC全体会議で、候補者を決定して、物構研運営会議で採否を決定、ご連絡する予定です。大幅な制度変更に伴い、当初はご不便や審査等でお手数をおかけすることと存じますが、人材育成の観点から学生や若手研究者を中心に支援を行う重要な取り組みです。皆さまのご理解とご協力を重ねてお願い申し上げます。

運転・共同利用関係

2025年度の運転は、機構の支援により年間運転時間(PF3600時間、PF-AR2400時間)を確保できました。施設工事や加速器改造等の影響も少なく、定常のスケジュールで運用できました。2026年度の運転に関しても、同様に定常運転を目指します。2026年度の第1期運転については、PFは運転停止期間中にセプト真空ダクトの更新やRFクライストロンの交換作業を実施しました。これに伴い、真空焼き出しおよび調整作業を前倒しで進めることと

し、4月20日から運転を開始、5月1日にユーザー利用運転を開始しました。PFは6月29日まで運転を継続し、6月5日から終了まではハイブリッドモード運転を行う予定です。PF-ARは5月11日に運転を開始し、6月19日まで継続する予定です。現在は6.5 GeVで運転していますが、6月4日以降は5 GeVでの運転を予定しています。第2期の運転スケジュールは現在検討中ですが、PFは10月初旬から、PF-ARは10月下旬からの開始を目指しています。

PF-PAC全体会議が3月19日にハイブリッド方式で開催され、放射光実験施設報告やP型課題報告、ユーザーグループ運営ステーション評価委員会の報告等が行われました。また、量子ビームサイエンスフェスタでの評価対象課題の進捗状況評価、「結晶準備状況一覧」ファイルの改訂、共同利用実験旅費の審査方法などが審議されたほか、次期施設計画である量子マルチビーム施設(MB-LINQ)計画についても協議されました。詳細は本誌記事をご参照ください。

人事異動

最後に、放射光実験施設の人事異動を報告します。

■昇任・着任・就任

3月1日付で、運営部門の佐藤友子さんが任期制の特別准教授から定年制の准教授に移行しました。引き続き戦略的広報を担当されます。また前述のとおり、基盤技術部門・光学系チームの若林大佑さんが4月1日付で准教授に昇任されました。筑波大学で学位を取得したのちインドネシア大学で働いていたOktariza, Lingga Ghufiraさんが測定装置部門・光電子分光グループの特別助教として着任しました。山口大学大学院博士課程を修了した原田一輝さんが技術員として着任し、基盤技術部門の光学系・制御系チームにて活動を開始しています。また同日付で、松垣直宏さんが測定装置部門長に就任し、菊地貴司さんが前任技師に、田中宏和さんが専門技師に、それぞれ昇任しました。現場のまとめ役や、各グループ・ビームライン群を牽引する役割が期待されています。

■転出・定年・その他

一方、3月31日付で、時間分解チームの熊本文俊さんが慶應義塾大学へ転出されました。引き続き放射光利用研究に従事されます。同日付で間瀬一彦教授と杉山弘助教が定年を迎えられましたが、今後はそれぞれ特別教授およびシニアフェローとして勤務されます。4月1日付でシニアフェローの金子直勝さんが安全衛生推進室(つくば)へ異動されました。皆様のご今後のご活躍をお祈り申し上げます。

放射光科学第一，第二研究系の現状

放射光科学第一研究系研究主幹 雨宮健太
(2026年4月20日付け)

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。確立された実験手法を利用するだけでなく，研究のために必要な新しい実験手法の開発も行うことで，PFならではの研究を展開しています。したがって，言うまでもないことですが，研究系のメンバーは単にユーザーとしてPFやSPF，MLFといった施設のビームラインを利用して研究を行っているわけではありません。いくつかのビームラインを担当者として運営していますし，放射光実験施設のメンバーが担当するビームラインでも，必要に応じて一緒に実験手法の開発等を行っています。今回は，主に放射光科学第一研究系におけるビームラインの活用について紹介します。

2019年4月に物構研つくばキャンパスの組織が改編され，従来の研究系に加えて放射光実験施設と低速陽電子実験施設が設置されました。研究系は，直接的にはビームラインとは対応していませんが，利用する実験手法の観点から，表面科学研究部門はVUV・軟X線ビームライン群（第1分科），固体物理学研究部門はX線回折・散乱ビームライン群（第2分科）と深く関係しています。組織改編の時点で，第1分科のビームライン12本（SPFを除く）のうちの5本，第2分科のビームライン10本のうちの8本を，研究系のメンバーが担当していました。その後，放射光実験施設の人事が進み，新たに着任したメンバーが担当するビームラインが増えた結果，現在では第1分科，第2分科のうちそれぞれ2本を研究系のメンバーが担当しています。なお，ビームラインの再構築により，第1分科のビームラインは10本になっています。また，放射光科学第二研究系（材料科学研究部門，構造生物学研究部門）のメンバーが担当しているビームラインは，第3，第4，第6分科それぞれにおいて，4本，2本，1本となっています。

一例として，表面科学研究部門では，BL-7A（偏向電磁石光源）とBL-16A（挿入光源）を担当しています。BL-16Aは，PFの中でも最も競争率の高いビームラインの一つで，複数のポートを活かして多くの実験装置を入れ替えて設置し，新しい実験手法の開発を含めた特色ある研究が展開されています（有効課題数は約40件）。常設の装置は，最大磁場5Tの超伝導電磁石と最大磁場1.2Tの常伝導電磁石を用いたX線磁気円二色性（XMCD）装置2台で，10件程度の実験課題が実施されています。フリーポートは大まかには2か所ありますが，それぞれ上流，下流で使い分ける場合もあり，全体として10台程度の実験装置に利用されています。これらのうち，深さ分解軟X線吸収分光装置と波長分散型軟X線吸収分光装置は，表面科学研究部門として開発・運用しているもので，自らの研究に活

用するとともに共同利用も行っています。また，共鳴軟X線散乱装置は，固体物理学研究部門のメンバーが中心になって運営し，研究および共同利用を展開しています。一方BL-7Aは，常設の常伝導電磁石XMCD装置（東京大学所有）の下流にフリーポートがあり，ビームラインのメインの装置として表面科学研究部門が管理し，研究・共同利用に活用している軟X線吸収分光装置（電子収量，蛍光収量，深さ分解の同時測定が可能）の他に，放射光実験施設のメンバーやユーザーが管理する5台程度の実験装置が入れ替えて利用されています。BL-7Aは偏向電磁石光源ですので，ここで萌芽的な開発・研究を行った上でBL-16A等で本格的に展開するといった使い方もしています。

このような開発的な研究を展開するにあたり，ビームラインを担当しているということには大きなメリットがあります。多くの装置群を，どのポートに設置し，どのタイミングで事前準備や実験を実施するか，実験がうまくいかなかった時にどうバックアップするか，といったきめ細かな対応が行えることで，開発・研究の効率が大きく向上します。もちろん，多くのユーザーの希望や日程的な都合等を考慮してこれらをアレンジするには多大な労力を要しますが，それを補って余りあるメリットだと感じています。また，多くのユーザーと接する中で，新たな研究展開へのヒントが得られることもあります。今後も，研究系と実験施設で協力・分担しながら，ビームライン群を活用してPFならではの開発・研究を進めていきたいと考えています。

人事異動

新年度を迎えるにあたって，今年も多くの人事異動がありました。その中から，放射光科学第一，第二研究系に関連するものを紹介します。昨年度末をもって，材料科学研究部門の部門長・教授の木村正雄さんと，構造生物学研究部門の准教授の加藤龍一さんが定年を迎えました。長年にわたる多大な貢献に感謝するとともに，今後のご活躍をお祈りします（それぞれ特別教授，特別准教授として引き続き物構研に在籍されます）。4/1に，材料科学研究部門の部門長・教授として為則雄祐さんが着任されました。新領域開拓室では，東京大学とのクロスアポイントメントによる特別教授（物構研が20%）として，板谷治郎さんと益田隆嗣さんが着任されるとともに，特任教授として篠原武尚さんが着任されました。一方で，材料科学研究部門の研究員のKim, Youngminさん，CIQuSの博士研究員の安部美季さん，新領域開拓室の特任専任URAの藤井恵美さんが転出されました。また，大阪大学の小野寛太さんは，クロスアポイントメント（物構研では新領域開拓室の特別教授）が終了となりました。新任の方，転出された方ともに，今後の益々の活躍を期待しています。

はじめに

低速陽電子実験施設 (Slow Positron Facility, SPF) では、専用の S バンドリニアックで加速された電子ビーム (エネルギー約 50 MeV, 加速電子パワー約 900 W) によって高強度低速陽電子ビームを生成し共同利用実験に供給している。共同利用実験では、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), 低速陽電子汎用実験 (現在はポジトロニウム (Ps) のレーザー冷却を実施中), ポジトロニウム飛行時間 (Ps-TOF) 測定の 4 つの実験ステーションが利用されている。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。なお「低速陽電子」とは、負の陽電子仕事関数をもつ物質を利用してエネルギーを単色化した陽電子を指す呼称である。TRHEPD でも低速陽電子ビームを加速して用いるが、この実験手法の呼称については、歴史が長い RHEED と名称を揃えて「高速」陽電子回折と呼ばれる。さらに「全」反射が追加されているのは、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 が行っている。共同利用は放射光共同利用実験の一環として実施されており、2025 年度の共同利用実施課題数は 22 課題、有効課題の実ユーザー数は 49 名、ユーザー実験の配分時間は 4,024 時間であった。なお、SPF では、ビームタイム毎のタイムシェア方式で共同利用実験に供している (ビームを同時に複数の実験ステーションに供給することはできない)。

ビームラインの状況

2025 年度第 1 期には、立ち上げ作業中の 4 月 23 日に低速陽電子専用リニアックの熱電子銃カソードのヒーター電流が流れないトラブルが発生した。原因はカソード内部の接触不良と判断され、加速器研究施設の迅速な対応により、カソード交換、ベーキング、シールド復旧および再立ち上げ作業が実施された。その後、2025 年度第 1 期のユーザー運転を開始することができた。

真空インターロック関連では、2024 年度第 3 期末の 3 月 20 日に SPF-B1, 2025 年度第 1 期の 5 月 23 日に SPF-A4 において、真空ゲージ信号の不具合によりゲートバルブが開かなくなるトラブルが発生した。SPF-B1 では真空ログ用に新規設置したモジュールの配線のピン抜け、SPF-A4 ではゲージコントローラの老朽化が原因であった。いずれも PF インターロックグループの迅速な対応により復旧し、共同利用実験への大きな影響はなかった。

低速陽電子生成ターゲット部の電位条件に依存したわず

かなビーム強度変動が確認されたが、原因の特定には至っていない。2025 年度は、この変動が実験遂行上大きな問題とならない実験条件での共同利用実験が実施された。今後、変動の影響を受ける可能性のある実験の立ち上げ時に、あらためて調査を行うこととした。

SPF の低速陽電子ビームラインでは、低速陽電子生成ターゲット部に高電圧を印加し、それで決まるエネルギーの陽電子を接地電位のビームラインに引き出して輸送している。この方式では、実験ステーション側を接地電位に保ったまま、実験に必要なエネルギーの陽電子ビームを利用できる。しかし、リニアックからの電子ビーム入射時に、ターゲット部に一時的な電位変動が生じ得る。この電位変動は陽電子ビームの輸送エネルギーに影響するため、その低減を目的として、ターゲット部には大容量キャパシタを接続している。2025 年度には、運転中の高放射線環境下での長期使用を考慮し、従来の高電圧用フィルム/フォイルキャパシタから高電圧セラミックキャパシタへの交換を行った。従来のキャパシタは劣化により毎年の交換が必要だった。新たに導入したセラミックキャパシタ・ユニットは 2024 年度から開発を進めてきたものであり、2025 年度にはユニットの設置およびターゲット部への配線作業を実施した。

低速陽電子生成ターゲット部付近のビーム軌道調整用ステアリングコイルに接続する、電源電圧が最大 10V の電気配線において、運転中の放射線被曝による絶縁被覆の劣化により導体が接地電位部と接触し、ステアリングコイルに電流を流せなくなるトラブルが発生した。2025 年度第 1 期の運転は、当該ステアリングコイルを使用せず継続した。2025 年度夏の停止期間にターゲット部のシールドを開放し、劣化箇所の確認と対策を行った。劣化箇所は特定できたものの、周辺の作業空間が狭く、ケーブル交換は別の不具合を引き起こす可能性があった。このため、既設ケーブルの外側をガラス繊維スリーブチューブで覆う保護処置を施し、ステアリングコイルへの通電を復旧した。

1F のクライストロンギャラリ実験室のステーションでは、新たに設置した電源レールから電源を供給している一部の海外製測定器において、動作安定性に問題があることが確認された。調査の結果、当該海外製測定器は入力電圧許容範囲の下限値が高く、単相 100 V 系の供給電圧が低下した際に動作が不安定になる場合があることが判明した。使用している単相 100 V 系の配線は安全上および仕様上の問題はなかったが、当該海外製測定器の動作条件に合わせて電圧降下を抑えるため、より太いケーブルに交換して敷設した。これにより測定器の安定運用が可能となった。

実験ステーションの状況

SPF-A4 では、金属表面を対象とした低速陽電子回折 (LEPD) による構造解析の検証を進めた。LEPD の解析には、LEED 用に開発された多重散乱回折計算コードを陽電子入射に対応させたものを用いている。陽電子の場合、電子と電荷の符号が異なることに加えて、入射粒子と結晶中電子との交換項が存在しない。そのため、直接項とハートリー項からなる単純なマフィン・ティン型クーロンポテンシャルを用いた計算を出発点とした。この計算でも LEED による解析を上回る水準の実験 I-V 曲線と計算 I-V 曲線の高い一致が得られていたが、2025 年度には陽電子と物質中の電子とのエネルギー依存相関項を導入し、さらなる高精度計算が可能となった。また、6 種類の金属基板表面について LEPD 実験データを取得し、いずれも実験と計算の高い一致を確認している。解析コードの整備は最終段階にあるが、実験データの不確かさを考慮した解析など、論文執筆に向けた慎重な確認を進めている。

1F クライストロンギャラリー実験室南側では、レーザーブースとしての本格的な運用が開始された。同レーザーブース内の SPF-B1 では、Ps の 3 次元冷却実験に向けた実験ステーションの全面刷新が完了し、実験が開始された。また、SPF-B2 におけるポジトロニウム飛行時間 (Ps-TOF) 測定でも、レーザーを用いた新たな観測方法の試行が開始された。

SPF-A3 における全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) 実験も、引き続き順調に実施されている。

人事異動

物構研の協力研究員として長年ご協力いただいていた兵頭俊夫先生 (東京大学名誉教授)、一宮彪彦先生 (名古屋大学名誉教授)、水野清義先生 (九州大学名誉教授) は、KEK における規則変更に伴い、2025 年度末をもって協力研究員としての活動を終了されることとなった。なお、兵頭俊夫先生については、低速陽電子実験施設の寄付金を財源として新たに研究員として雇用され、また、ご自身の科研費課題の研究期間を延長して研究を継続されることとなった。