

拡大物性委員会

2021年9月20日

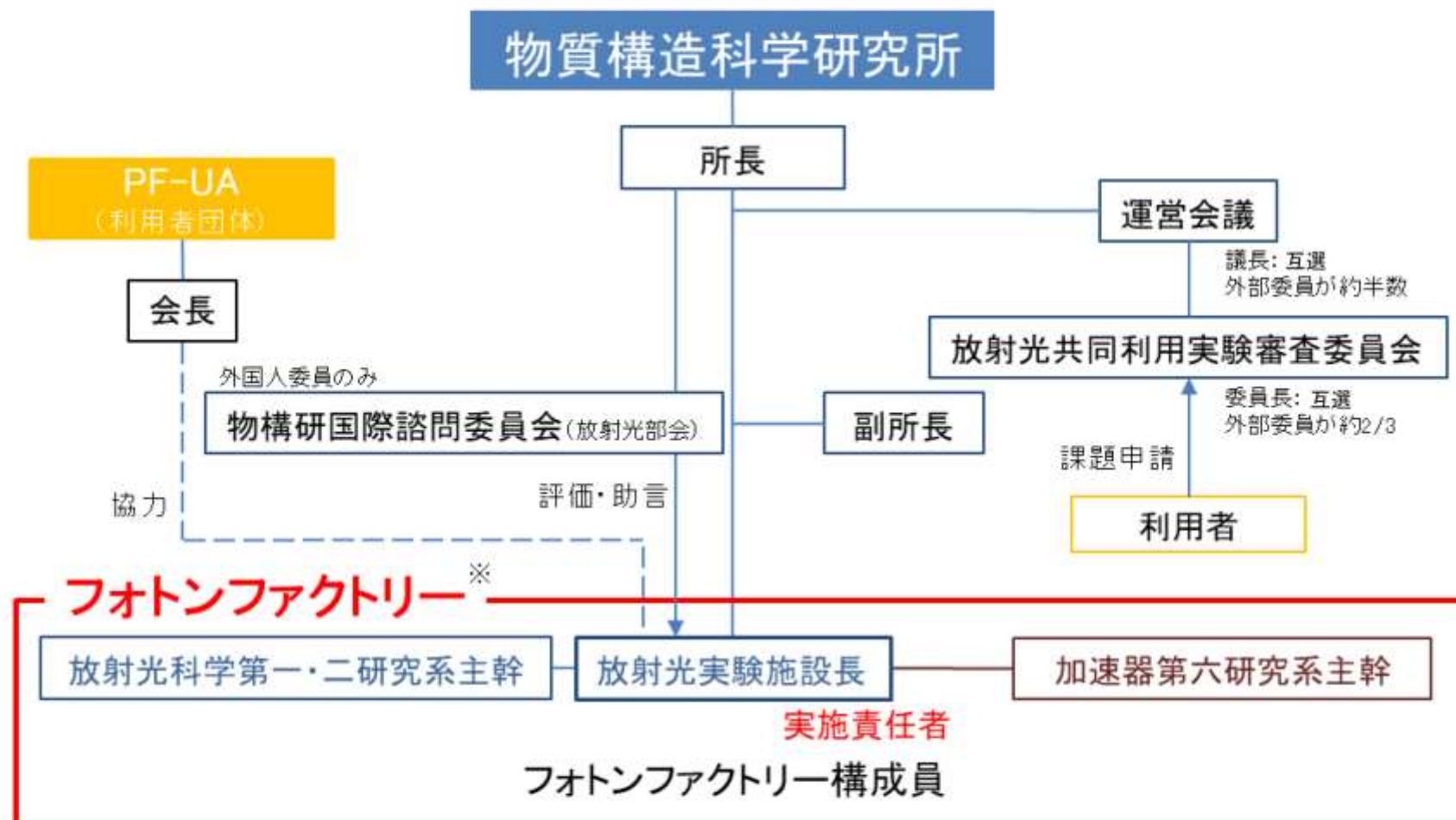
Photon Factory

KEK物質構造科学研究所

雨宮健太

プロジェクト実施体制

PF-PAC(7/26)
施設報告より



※フォトンファクトリーの運営は、放射光実験施設長を責任者として、放射光科学第一・第二研究系、加速器第六研究系を始めとするKEK内各組織との協力のもとに進められている。現在、理系大学院を有する国立大学の約80%からの教員・学生を含む国内外の共同利用実験者約2,400名、その他の利用者約500名を受け入れている。

プロジェクト実施体制

PF-PAC(7/26)
施設報告より

物質構造科学研究所

加速器研究施設

フォトンファクトリー

低速陽電子実験施設

マルチプローブ
連携研究

ミュオン科学研究系

中性子科学研究系

放射光科学第一研究系

利用研究

放射光科学第二研究系

放射光実験施設

運営
基盤技術
測定装置

加速器第六研究系

光源

加速器第五研究系

入射

加速器第四研究系

PF-AR
運転協力

加速器第三研究系

共通基盤研究施設(放射線、低温、計算機、機械)

KEK管理局(共同利用係/ユーザズオフィス、他)

プロジェクト実施体制

PF-PAC(7/26)
施設報告より

(任期:2021-23年度)

放射光実験施設長
放射光科学第一研究系主幹
放射光科学第二研究系主幹
加速器第六研究系主幹
(加速器第五研究系主幹)

船守展正
雨宮健太
千田俊哉
小林幸則
古川和朗)

物質構造科学研究所長
同副所長
同副所長
加速器研究施設長
共通基盤研究施設長

小杉信博
雨宮健太
大友季哉
小関 忠
波戸芳仁

足立伸一教授(前副所長)が、2021年4月1日付で、機構理事に就任

内部組織

PF-PAC(7/26)
施設報告より

物質構造科学研究所【所長：小杉信博】【つくばキャンパス副所長：雨宮健太】

放射光科学第一研究系 (研究主幹：雨宮健太)

表面科学研究部門 (部門長：雨宮健太)

雨宮健太 (教授)、北村未歩 (助教)、
阪田篤雄 (博研)

固体物理学研究部門 (部門長：熊井玲児)

熊井玲児 (教授)、佐賀山基 (准教)、
中尾裕則 (准教)、岩野 重 (研)、
山口麻蔵 (研)

放射光科学第二研究系 (研究主幹：千田俊哉)

構造生物学研究部門 (部門長：千田俊哉)

千田俊哉 (教授)、加藤健一 (准教)、
川崎政人 (准教)、安達成彦 (任准)、
田辺幹雄 (任准)、守屋俊夫 (任准)、
引田理菜 (助教)、山田悠介 (助教)、
千田美紀 (任助)、池田聡人 (研)、
大志田達也 (研)、小林 淳 (研)、
篠田 晃 (研)、露口正人 (研)、
長瀬望沙 (研)、于 宏洋 (研)

材料科学研究部門 (部門長：木村正雄)

木村正雄 (教授)、山本 樹 (任教)、
阿部 仁 (准教)、野澤俊介 (准教)、
橋本恵紀 (任准)、武市泰男 (助教)、
深谷 亮 (任助)、羽合孝文 (任助)、
一畑光平 (研)、金澤和器 (研)、
斎藤耕太郎 (研)、塚原 宙 (研)、
春木理恵 (研)

放射光実験施設 (実験施設長：船守展正)

運営部門 (部門長：兵藤一行)

船守展正 (教授)、兵藤一行 (教授)、
君島聖一 (特准)、宇佐美徳子 (講師)、
北島義典 (講師)

基盤技術部門 (部門長：五十嵐教之)

五十嵐教之 (教授)、間瀬一彦 (教授)、
岸本俊二 (特教)、平野馨一 (准教)、
足立純一 (研)、杉山 弘 (助教)、
仁谷浩明 (助教)、若林大佑 (助教)、
西村龍太郎 (博研)、小山恵史 (研)、
鈴木芳生 (研)、
小菅 隆 (先技/技術調整役)、
豊島章雄 (先技/技術副主幹)、
内田任伯 (専技/技術副主幹)、
菊地真司 (専技)、森 丈晴 (専技)、
斎藤裕樹 (技師)、田中宏和 (技師)、
丹羽耐博 (技師)、松岡重衣 (准技)、
石井曉乃 (技術員)、片岡竜馬 (技術員)、
永谷謙子 (特専)、小山 薫 (SF)

測定装置部門 (部門長：清水伸隆)

清水伸隆 (教授)、松崎直宏 (准教)、
高木秀彰 (助教)、山下翔平 (助教)、
柴崎裕樹 (特助)、亀沢知夏 (博研)、
亀野川卓美 (研)

加速器研究施設【施設長：小関 忠】

加速器第六研究系 (研究主幹：小林幸則)

光源第一グループ

○中村典雄 (特教)、小林幸則 (教授)、下崎義人 (准教)、
高木宏之 (准教)、原田健太郎 (准教)、清田史雄 (准教)、
島田美帆 (研)、O. TANAKA (助教)、南 直 (助教)、
尾崎俊幸 (研)、藤原智史 (研)、上田 明 (専技)、
長橋進也 (技師)

光源第二グループ

○坂中章悟 (教授)、内藤大地 (助教)、
山本尚人 (助教)、高橋 毅 (SF)

光源第三グループ

○本田 融 (教授)、谷本育律 (准教)、
山本将博 (准教)、金 秀光 (助教)、
佐々木洋征 (助教)、
野上隆史 (技師)、内山隆司 (技師)

光源第四グループ

○帯名 崇 (教授)、高井良太 (准教)、
下々横秀典 (技師)、
堀澤真未 (技術員)、多田野幹人 (SF)

光源第五グループ

○宮内洋司 (准教)、芳賀剛一 (研)、
瀧川和幸 (先技/技術副主幹)、
田原俊史 (専技)、佐藤佳祐 (SF)

光源第七グループ

○土屋公央 (教授)、阿達正浩 (助教)、
江口 純 (准技)

量子ビーム連携研究センター (センター長：雨宮健太)

構造生物学研究センター (センター長：千田俊哉)

◎グループリーダー

特教：特別教授、任教：特任教授、准教：准教授、特准：特別准教授、任准：特任准教授、研：研究機関講師、特助：特別助教、任助：特任助教、RF：学術フェロー、博研：博士研究員、研：研究員、先技：先任技師、専技：専門技師、
准技：准技師、特専：特別技術専門職、DF：ダイヤモンドフェロー、SF：シニアフェロー

フォトンファクトリー（KEKロードマップ2021）

学術先端基盤施設として、引き続き、稼働中の2光源による物質と生命の探究を進めるとともに、短期計画として、高度化により向上する光源性能を活用したオンリーワン・ナンバーワンのビームライン群とR&D専用ビームラインを整備し、最先端の利用研究と開発研究を展開する。また、長期計画の具体化に向けて、自由度を格段に向上させた新光源施設の概念設計と関連技術のR&Dを進める。

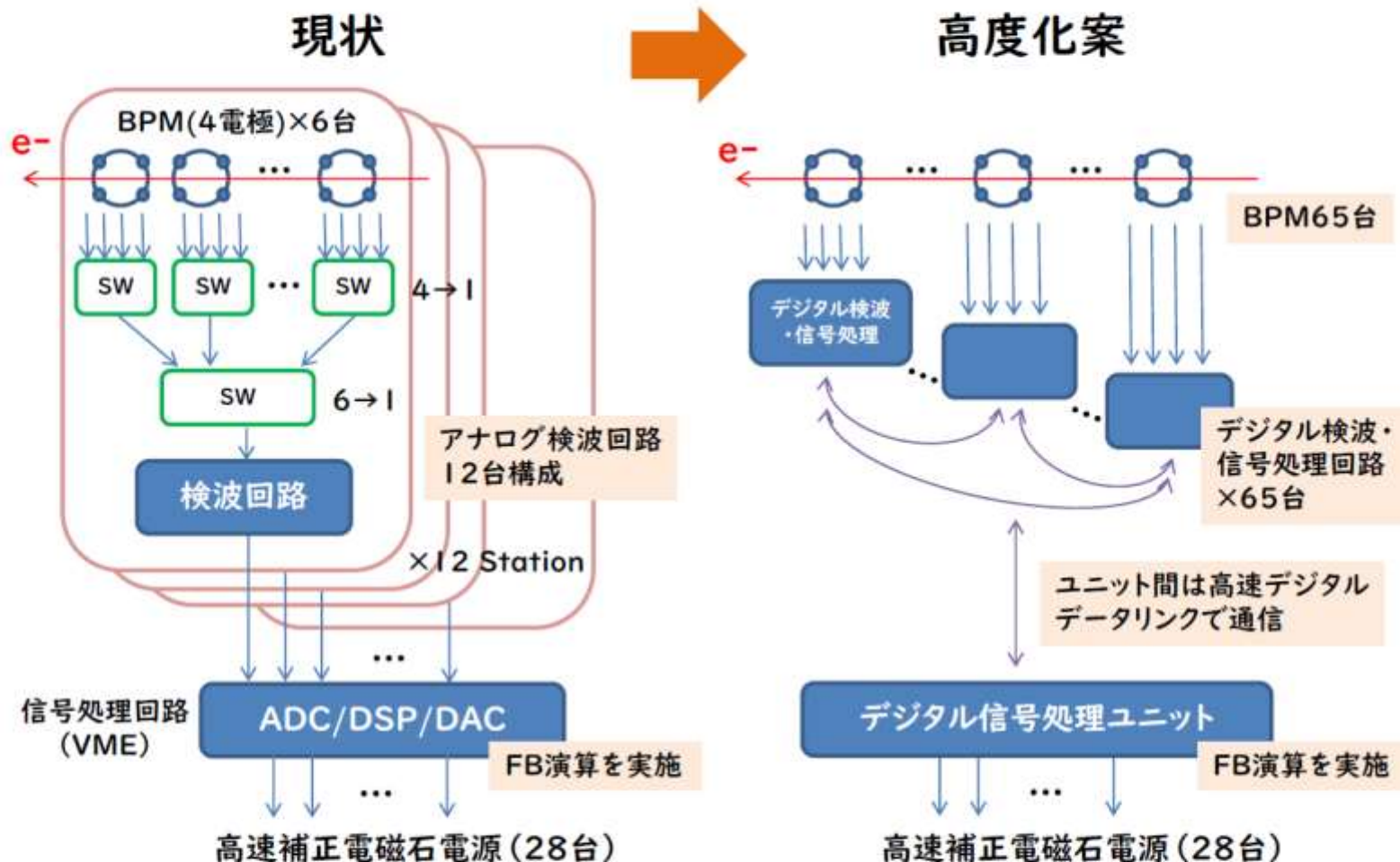
予算の増額を目指すとともに、長期的な視点に立ち、

- （1）運転と整備をバランスよく実施する
- （2）2020年代前半は、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
その際、長期計画での利用を想定した機器選定を行う
- （3）2020年代後半は、長期計画に向けたR&Dに重点を移す

2021年度のPFプロジェクト経費は、2020年度の約1割増となった。最低限の利用運転としてPF3000時間およびPF-AR2000時間を設定しているが、2021年度については2割増となる3600時間と2400時間を計画することとした。

ビーム診断系の高度化

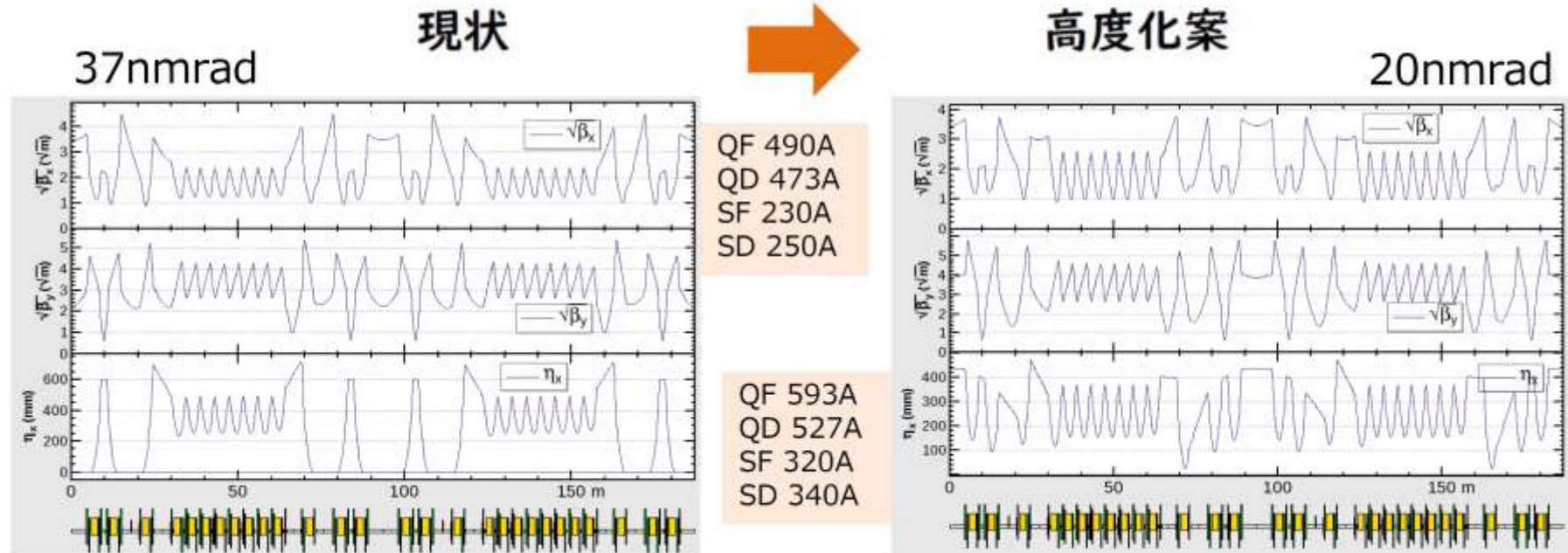
PF-PAC(7/26)
施設報告より



PF高度化計画の第一弾として、老朽化対策を兼ねたビームの安定化と高輝度化に必須のビーム診断系の高度化（帯域を1桁以上拡大）を実施する。2020年度の機構追加予算の配分を受け、高度化に着手した。

高精度大型電磁石電源の整備

PF-PAC(7/26)
施設報告より

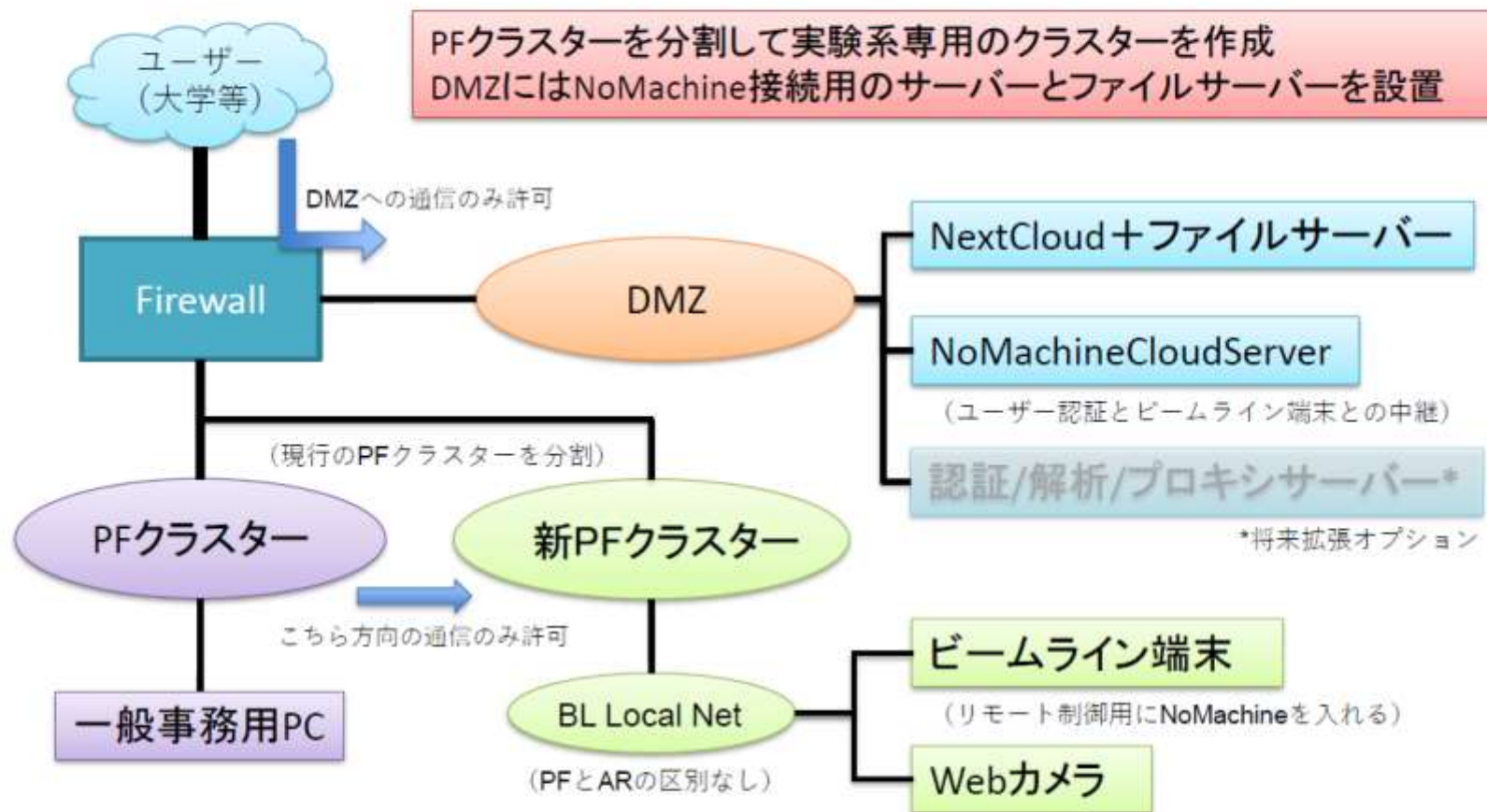


To improve emittance, the horizontal betatron phase advance of arc FODO section increases from 105 degree to 135 degree and the dispersion function of the straight section is optimized. Old quadrupole and sextupole power supplies made in 1990s are too old. For stable long-term user run with larger magnetic current, the quadrupoles and sextupoles power supplies needs to be replaced.

四極・六極の主電源を更新（増強）することで、低エミッタンス光学での運転が可能になる。これにより、多くのビームラインで輝度が3倍になる。2021年度の機構予算の追加配分を受け、準備を進めている。

通信ネットワーク機能の強化

PF-PAC(7/26)
施設報告より



KEKセキュリティ管理部会了承 (2020.12)

放射光実験の遠隔化・自動化とデータの集約化を目的とした広帯域ネットワーク・サーバーシステムを構築するとともに、セキュリティの強化も実現する。

次期計画について KEK-PIP 2022意見交換会(9/8)より

KEK-PIP 2022意見交換会

本機構では、我が国の加速器科学の総合発展の拠点としての研究推進及び国内外の研究者に対しての研究の場を提供するという目的を達成するため、今後本機構の取り組むべき研究の指針としてのKEKロードマップ、それを具体的に進めるための実施計画としての「KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP)」を策定しています。

2022年度から始まる第4期中期目標・中期計画期間に合わせて、2021年5月に「KEKロードマップ2021」が策定・公表されましたので、引き続き、KEK-PIP2022の策定へ向け、議論を開始しました。

本機構の研究推進会議において「KEK-PIP2022のアウトライン（たたき台）」を示し、各研究所、研究施設を通じて、関連研究者コミュニティの意見集約を依頼しているところです。

そこで、以下の要領で、KEK-PIP 2022意見交換会を開催いたします。機構内外の多くの研究者の皆様のご参加をお願いいたします。

開催日時

令和3年9月8日（水）9時00分～12時00分

KEKだけで実施できるもの(第4期中期計画期間中)

2

①【下村】透過型ミュオン顕微鏡(Hラインの物質構造科学ブランチ)

上流部はg-2実験と共通

②【和田】低速陽電子実験施設の大強度化(新たな大強度低速陽電子源)

ILCに向けてのR&Dを含む

③【千田】構造生物学研究センターの機能拡充(ナノからメソスケールへ)

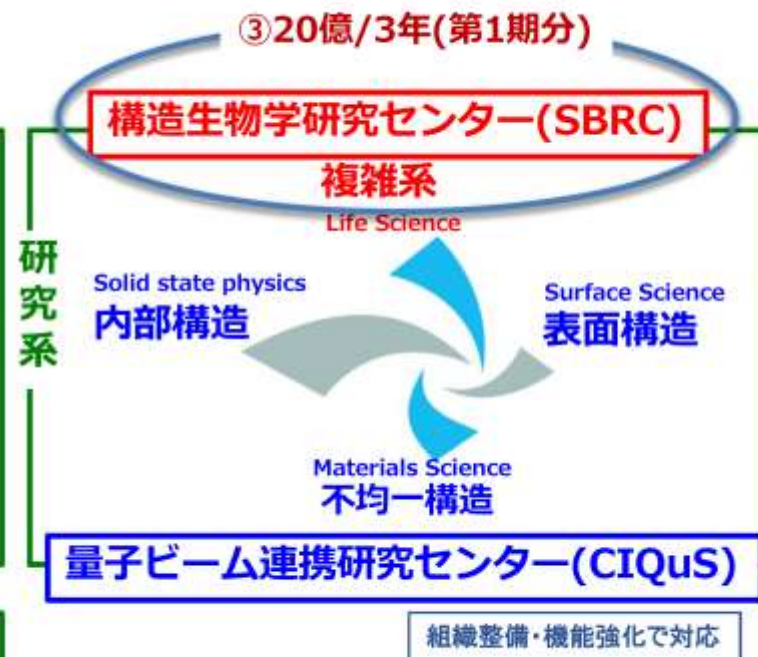
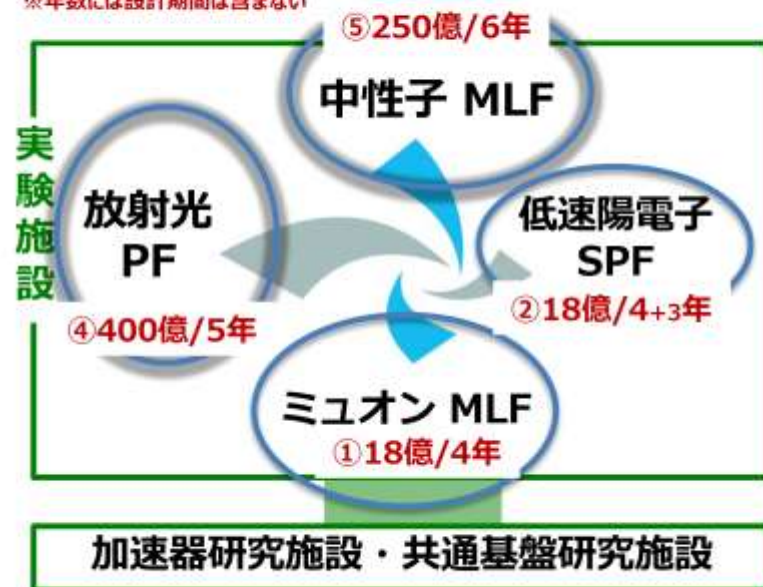
新世代の計測技術を先取り

KEKが要求するものの、他との調整が必要なもの(実現は第5期中期計画期間)

④【船守】次期放射光源施設計画(建屋含む) ※第4期中期計画期間はR&Dを進める(1割程度の予算)

⑤【大友】MLF第2標的計画(建屋含む) ※第4期中期計画期間はR&Dを進める(1割程度の予算)

※年数には設計期間は含まない



④次期放射光源施設 1/4

新次元マルチビームの実現

10

次期放射光源施設

KEKとして長期の将来計画を推進するための体制を構築して、関連施設・コミュニティとの連携を強化することで、PFの稼働から50年となる2030年代前半までに、自由度を格段に向上させた将来光源施設を建設する。長期計画の具体化に向けて、概念設計と関連技術のR&Dを進める。(KEKロードマップ2021)

放射光マルチビーム実験

PFは、X線域に及ぶ広範なエネルギーの放射光ビームの利用を可能にする専用施設として1982年に誕生、X線利用研究に革命をもたらした。その後継施設は、複数の放射光ビームの同時利用を可能にする専用施設として第二の革命をもたらす。

次期放射光源施設計画の推進を主目的とする委員会をKEKとして2021年度内に設置、続く第4期の6年間には、PFに開発研究多機能ビームラインを建設してマルチビーム利用のためのビームラインR&Dを進めるとともに、PFの光源加速器技術やILCの超伝導加速空洞技術を基盤として加速器R&Dを進め、次期放射光源施設のTDRを完成させる。



Two X-ray probes for a solar cell (left) and X-ray pump & probe for a spintronics device (right).

④次期放射光源施設 2/4

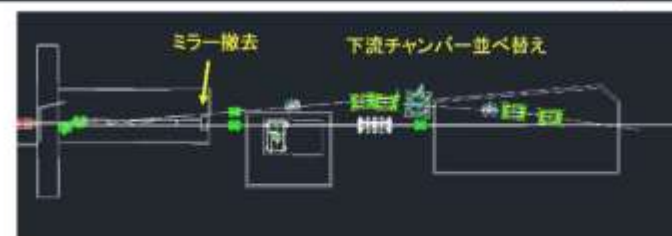
11

開発研究多機能ビームライン

フェイルセーフ機構を備え自在な実験アレンジが可能な新概念ビームラインをPFに建設、シングルビーム利用のR&Dと人材育成に加え、次期放射光源施設におけるマルチビーム利用のためのR&Dを推進する。

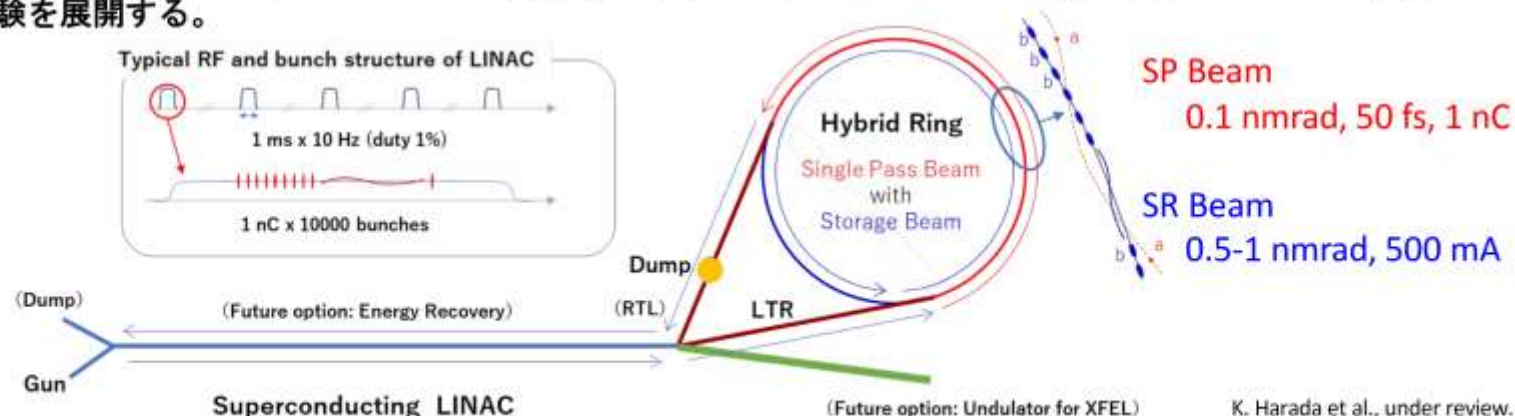


実験配置例 (上) 広いエネルギー領域の放射光技術開発に対応するSXブランチとHXブランチの2ブランチ構成の基本配置と(下) SXとHXの2ビームを同時に試料に照射するマルチビーム利用配置



Hybridリング

2種類のビームを共存させ、選択利用と同時利用が可能な新概念の放射光リング。次期放射光源の候補。超高性能のシングルパスビームと高性能・汎用のストレージビームを利用したマルチビーム利用実験を展開する。

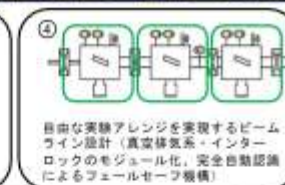
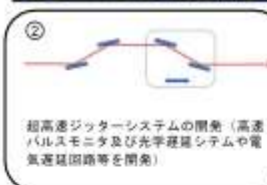


K. Harada et al., under review.

④次期放射光源施設 3/4

ビームラインR&D計画(第4期中期計画期間) 12

- 第4期の6年間で、開発研究多機能ビームラインを建設して、実機のビームラインにおいて必要なR&Dを進める。必要経費は、約15億円。
- 加速器研究施設、共通基盤研究施設、他の協力により実施する。
- R&Dの成果については、PF、AR、他施設に適用することで、既存の放射光ビームラインや測定手法の高度化にも貢献する。
- 試作要素については、既存ビームラインの性能向上、実機のビームラインへの移行などにより有効活用する。
- 並行して若手の教育を行い、将来の放射光科学を担う人材を育成する。



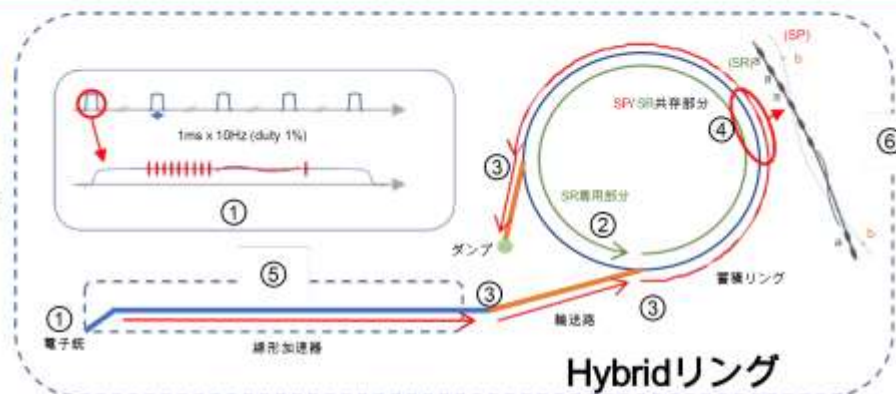
R&D項目	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	CDR/MAC			TDR/MAC		
① 2ビーム同時利用ビームライン光学系 ビームライン開発 光源と連携した高速自動フィードバックシステム	光学系の設計、最適化、環境整備 ハードウェア設計、試作			新BL建設、性能評価 新BLでの性能試験		
② 超高速ジッター調整システム 光学遅延システム 高速パルスモニタ・電気遅延回路	設計、光学素子・ステージ試作 方式検討、設計検討、試作			新BLでの性能試験 光学遅延システムとの統合、試験		
③ 2ビーム同時利用計測システム 高速高感度検出系・タイミング制御系 リアルタイムビーム診断系	方式検討と各システムの試作 方式検討、設計検討、試作			各システムの性能試験と改良 新BLでの性能試験、改良		
④ 自由な実験アレンジを実現するビームライン設計 真空排気系・インターロックのモジュール化 完全自動認識によるフェールセーフ機構	モジュール設計、1モジュール分試作 設計と最小単位での試作			BL設計へ取り込み、 製作、運用試験		
⑤ ビームライン高寿命化・低コスト化 再生可能な静的真空ポンプ開発 コンポーネントの小型化/絶対位置制御	高性能NEGポンプ開発、各真空機器試作、評価 各コンポーネントの設計検討			BL設計へ取り込み、 製作、運用試験		
⑥ 開発や測定の自動化・遠隔化・共有化 リアルタイム遠隔操作とオンデマンドデータ共有 ロボット等による各種実験操作の自動化	検証、設計、試作			各機器の試験 全体システム構築、性能試験 運用試験とシステム改修 新BLでの運用試験		

④次期放射光源施設 4/4

加速器R&D計画(第4期中期計画期間)

13

- 第4期の6年間で、PFの光源加速器技術やILCの超伝導加速空洞技術を基盤として、実機が建設可能になるようにR&Dを進める。必要経費は、約30億円。
- 物質構造科学研究所、共通基盤研究施設、他の協力により実施する。
- R&Dの成果については、PF、AR、他加速器に適用することで、既存の加速器の高度化にも貢献する。
- 試作要素については、既存加速器の性能向上、実機の加速器への移行などにより有効活用する。
- 並行して若手の教育を行い、将来の加速器科学を担う人材を育成する。



Modified from K. Harada et al., under review.

R&D項目	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	CDR/MAC			TDR/MAC		
① 究極の電子ビーム製造システム RF電子銃開発、テストスタンド整備 STF/eERLにおけるハードウェア、ビーム試験	電子銃、レーザーの設計、開発、環境整備			運用試験		実機設計
	基礎的試験、EuroFEL再現試験		ハード設置、運用試験		ビームダイナミクス試験	
② 蓄積リング孤立大電荷バンチ、水平展開BL光源システム 高調波空洞 真空、SCVW	高調波空洞試作 方式検討、設計検討、試作		運用試験		実機検討・設計 1セル試作、設置、性能試験	
③ 任意バンチフィル、アポートシステム 高速入出射、アポートキッカー、ビームダンプ 高速電源	方式検討、設計検討、試作 SiC基礎モジュール開発		負荷整合試験、測定		運用試験 設計改善、実機検討	
④ 安定かつ柔軟な2ビーム同時利用システム 挿入光源 電磁石、高速・高精度診断/補正系	磁場測定システム開発 ハードウェア設計、試作		要素試作、測定 測定、改善		1セル試作、設置、性能試験	
⑤ 長バルス超伝導線形加速器の大電流化 結合器、HOM対策、空洞開発 RF源、RF制御系	空洞システム設計、最適化 基礎モジュール設計、試作		運用試験 1モジュール試作、運転試験		実機検討・設計	
⑥ LINAC設計、放射線、インフラ、その他 LINACビーム力学的設計、最適化 放射線遮蔽、施設設計、MPS、PPS、タイミング系設計	入射部、LINAC力学設計 方式検討、設計検討、試作		性能向上の検討、ハードウェア設計の反映 運用試験		実機検討・設計	