

1. 施設運営

1-1. 組織

フォトンファクトリー（PF）は、大学共同利用機関法人・高エネルギー加速器研究機構（KEK）・物質構造科学研究所放射光実験施設が、同研究所放射光科学第一研究系・第二研究系、加速器研究施設加速器第六研究系、その他の機構内の各組織とともに運営する放射光施設である。各組織の概要は以下の通りである。詳細は第二章から第四章に記載されている。

放射光実験施設には、運営、基盤技術、測定装置の3部門を置き、利用制度の整備と運用、安全管理、施設間連携を主導するとともに、加速器第六研究系と協力して放射光

ビームの安定供給と高性能化を、放射光科学第一・第二研究系と協力してビーム利用の高度化を推進している。

放射光科学第一研究系には、表面科学研究部門、固体物理学研究部門の2部門を、放射光科学第二研究系には構造生物学研究部門、材料科学研究部門の2部門を置き、放射光を利用した物質・生命科学研究を推進している。

光源加速器の整備・高度化は、加速器研究施設の加速器第六研究系が担当している。また、将来光源につながる加速器科学研究や技術開発を推進している。光源第1グループから第7グループまで、7つのグループが置かれている。

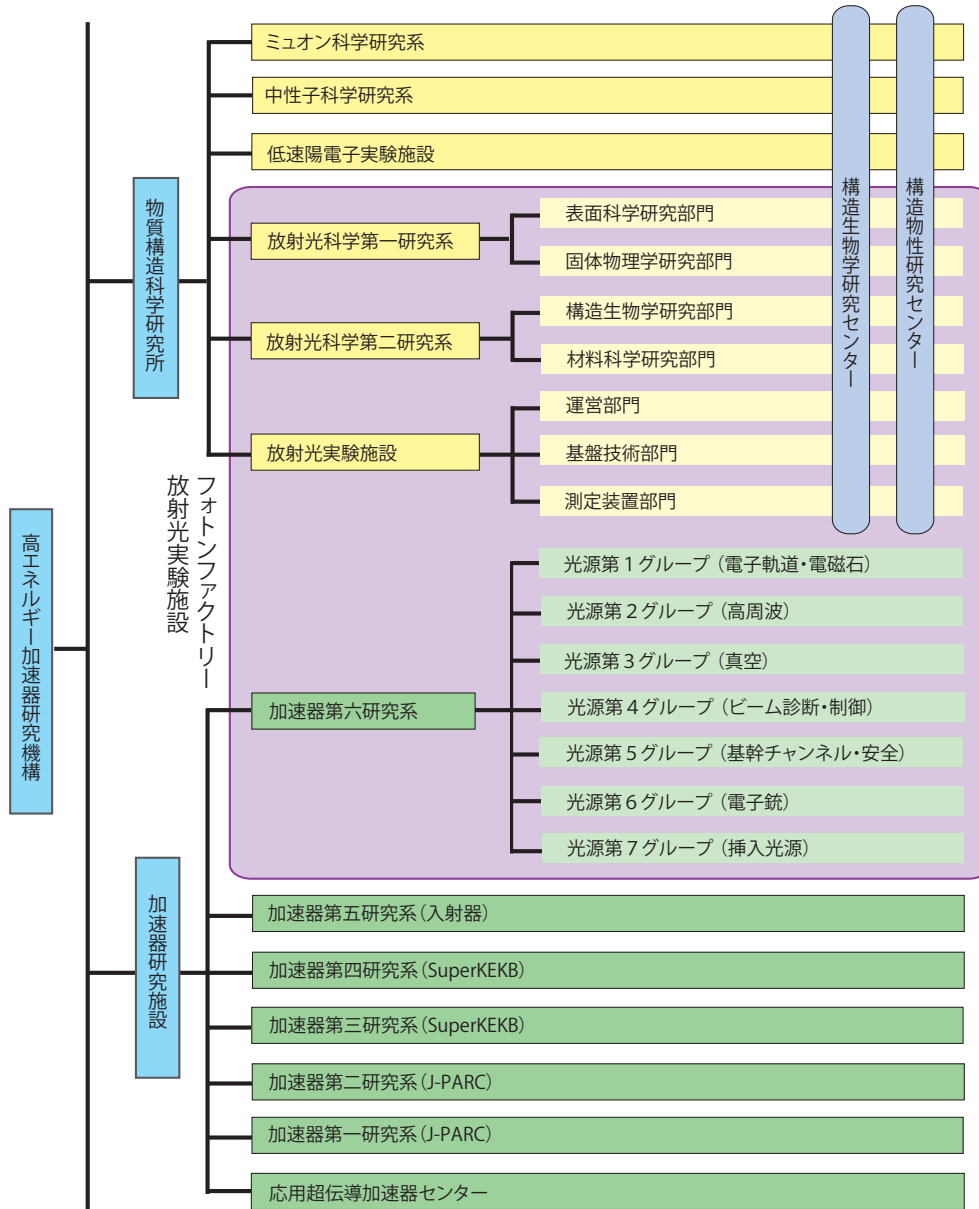


図 1-1 放射光実験施設 フォトンファクトリーの組織図

1-2. 予算

大学共同利用機関法人・高エネルギー加速器研究機構 (KEK) における放射光実験研究予算（放射光プロジェクト経費）は、運営費交付金および先端研究推進費補助

金をその財源としている。2019年度の両経費の合算額は1,635,000千円であった。過去のプロジェクト経費の配分額の推移を図1-2に示す。

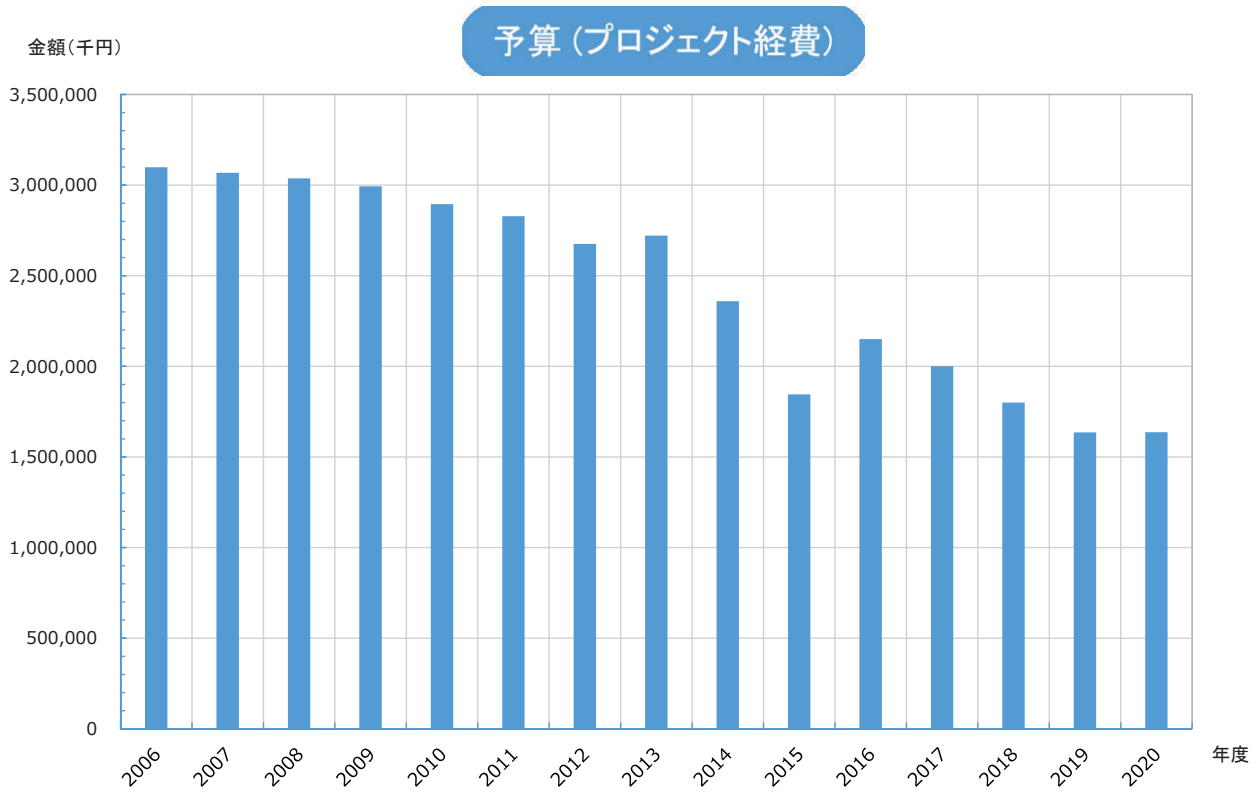


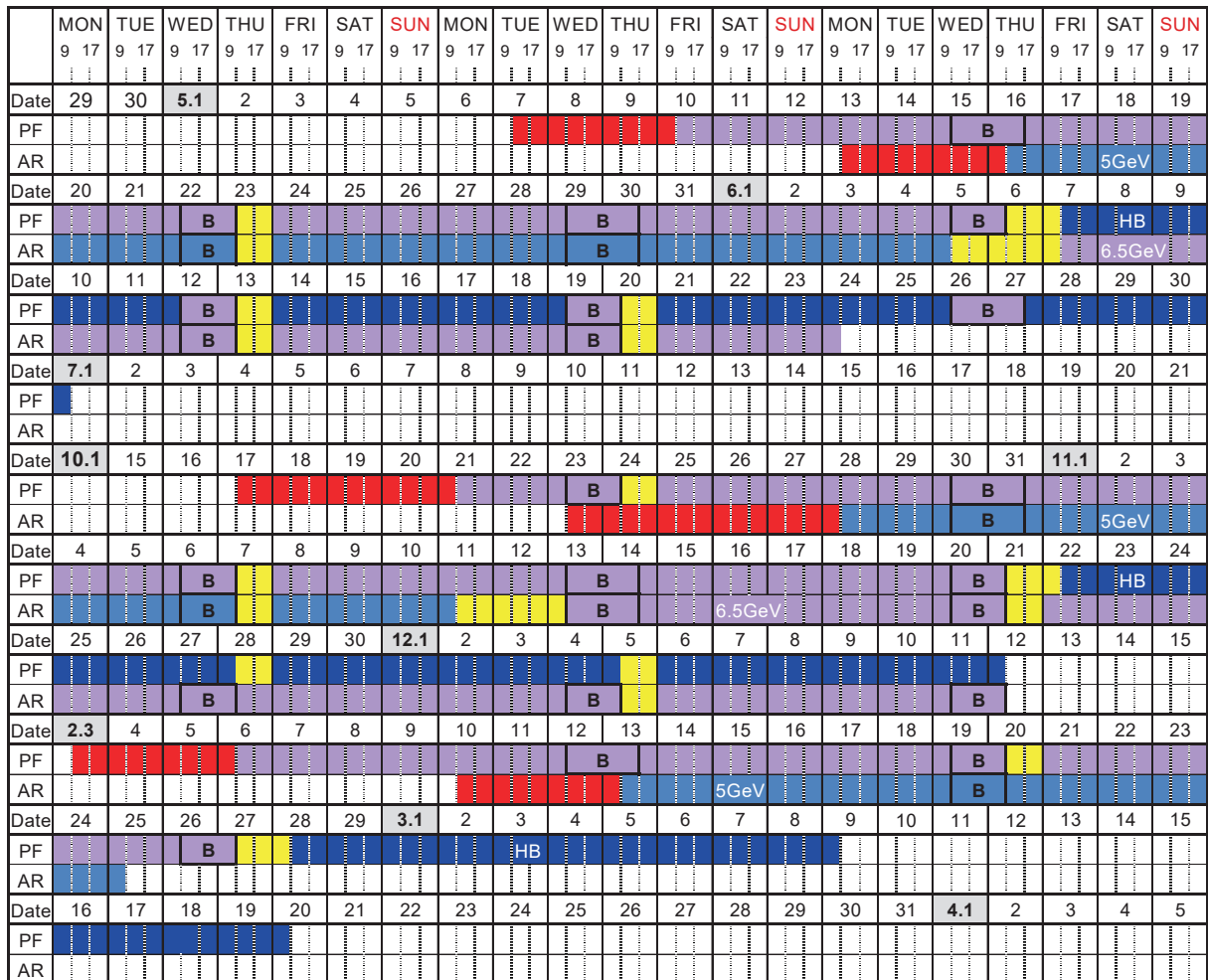
図 1-2 放射光プロジェクト経費の推移

1-3. 運転

2019年度のフォトンファクトリーの2つの放射光リングPF (2.5 GeV) および PF-AR (6.5 GeV) の運転スケジュールを図 1-3 に示す。放射光実験研究予算(放射光プロジェクト経費)が減額される状況で、PFの年間運転時間は前年度とほぼ同等とした。一方、PF-ARについては、消費電力量を低減して運転時間を確保するための方策として、5 GeVでの運転期間を設けている。運転時間の約半分を6.5 GeV運転、残り半分を消費電力量が低い5 GeV運転とすることで2019年度の年間運転時間は前年度より約500時間増加した。年間の全加速器運転時間は、PFが3504時間、PF-ARが2568時間であった。これに対して、

全加速器運転時間のうちユーザー実験に供された運転時間はPFが3064時間、PF-ARが2112時間であった。表 1-1, 1-2にPFおよびPF-ARの過去の運転時間統計を示す*。また図 1-4に過去のユーザー運転時間の統計のグラフを示す。

東日本大震災後の最近数年間のユーザー運転時間は、プロジェクト経費の減額を反映してPF、PF-ARともに減少傾向にあり、年間の登録論文数の減少傾向にも影響を及ぼしている(図 1-6)。ここ数年は、PFの運転時間は3000時間前後を維持、PF-ARの運転時間は2000時間前後を確保しており、登録論文数も増加に転じている。



PF: PF ring

AR: PF-AR

- Tuning and ring machine study
- Short maintenance and /or machine study
- 5GeV Operation
- Ring machine study
- Experiment using SR
- B Bonus
- Hybrid Mode Operation

図 1-3 2019年度のPFおよびPF-ARの運転スケジュール

表 1-1 PF の運転時間統計

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
総運転時間 (時間)	5272	5104	5000	4976	5064	4728	4416	4176	3024	3888	3432	3624	3408	3504
計画ユーザー実施時間 (時間)	4248	4296	4032	4008	4080	2832	3792	3504	2328	3048	2928	3000	2832	3064
故障回数	25	23	18	24	18	18	23	15	15	23	18	14	17	20
総故障時間 (時間)	44.6	91.1	23.8	42.7	29.2	14.9	37.6	11.4	11.4	14.4	17.3	16.6	28.4	59.9
MTBF (時間)	169.9	186.8	224.0	167.0	226.7	157.3	164.9	155.2	155.2	132.5	162.7	214.3	183.5	153.2
MDT (時間)	1.8	4.0	1.3	1.8	1.6	0.8	1.6	0.8	0.8	0.6	1.0	1.2	1.7	3.0

表 1-2 PF-AR の運転時間統計

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
総運転時間 (時間)	5016	4561	4969	5063	4608	4080	4080	3912	2352	3336	1821	2448	2064	2568
計画ユーザー実施時間 (時間)	4032	3624	4344	4392	4032	2904	3672	3478	1992	2784	1104	2136	1608	2112
故障回数	51	60	40	41	74	49	33	47	22	18	13	55	25	8
総故障時間 (時間)	55.1	45.2	41.7	91.0	73.7	38.7	29.7	99.6	37.0	31.0	18.3	24.7	26.4	12.3
MTBF (時間)	79.1	60.4	106.6	107.1	54.5	59.3	111.3	74.0	90.5	154.7	84.9	38.8	64.3	264.0
MDT (時間)	1.1	0.8	1.0	2.2	1.0	0.8	0.9	2.1	1.7	1.7	1.4	0.4	1.1	1.5

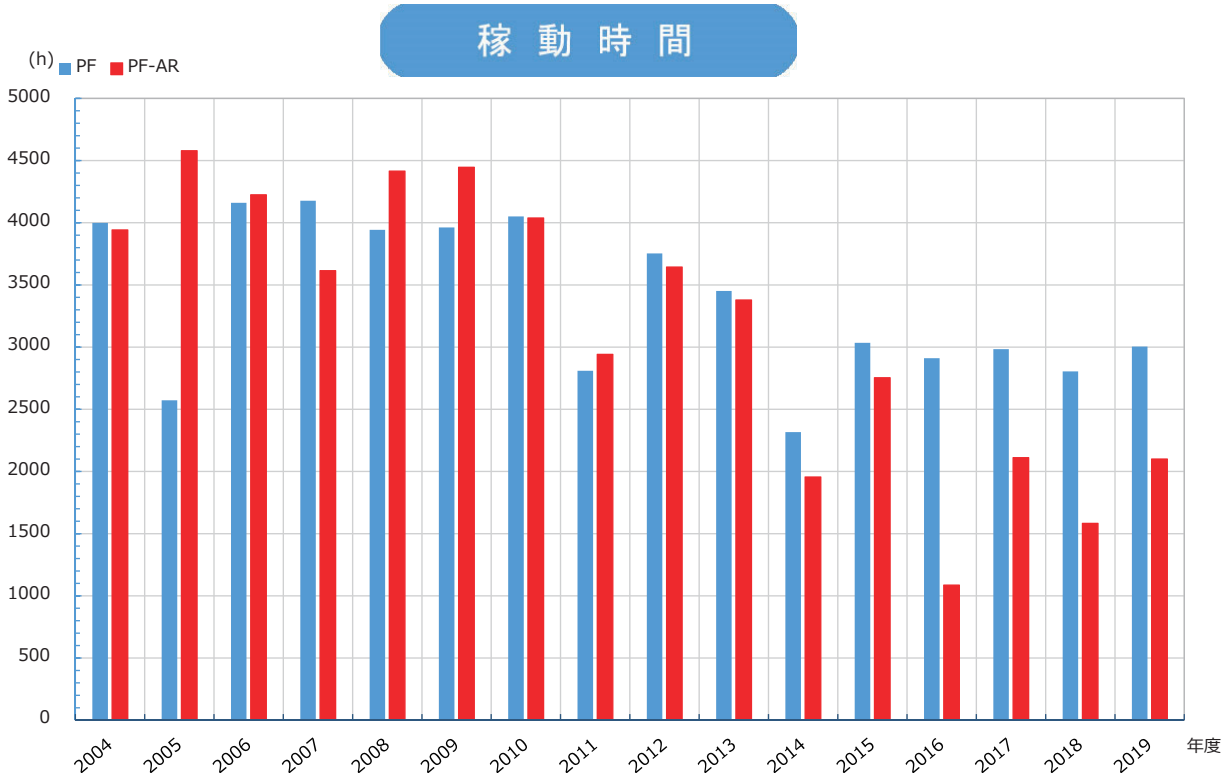


図 1-4 ユーザー実験に供された運転時間統計

表 1-1, 1-2 の MTBF (mean time between failure) は、故障なくユーザー実験のための加速器運転を実施できた時間の平均値、MDT (mean down time) は、故障から復帰するために要した時間の平均値であり、どちらも加速器運転の信頼度を示す数値である。

2011 年度の PF ユーザー運転時間減少は東日本大震災による被災と復旧作業によるもの、2014 年度の減少はプロジェクト経費の減額と電気料金の高騰によるものである。

2016 年度の PF-AR ユーザー運転時間の減少は、PF-AR 直接入射路工事によるものである。

※備考：

2018 年度の PF リングの運転時間は、2018 年度 PF 年報の報告値と異なる。これは、運転時間の統計集計上の齟齬があったためであり、正確な PF 運転時間は 3408.0 時間、ユーザー運転時間は 2803.6 時間であった。

1-4. 共同利用

(1) 放射光共同利用実験審査委員会

放射光共同利用実験審査委員会 (PF-PAC) は、2019 年度から新しい委員 (任期は 2 年間) となり、7 月 25 日に開催された定例の全体会議において、規約により委員の互選で船守展正 放射光実験施設長が PF-PAC 委員長に選出された。実験課題審査とともに放射光を用いる研究計画に関する重要事項を審議するために委員会開催回数を増やすこととし、10 月、2020 年 1 月 (定例会議)、3 月に PF-PAC を開催することになり、10 月 2 日、2020 年 1 月 30 日に対面での会議を実施した。2020 年 3 月の全体会議は新型コロナウイルス感染症対策のために書面審議を実施した。

現在の実験課題審査等の制度に関して大学共同利用機関としての放射光実験施設の役割 (人材育成、共同利用推進、挑戦的課題推進など) がより明確になるような制度の再構築という観点から、以下の項目について意見交換、審議を実施した。

PF-PAC 分科会の最適化

PF から「放射光実験施設 測定装置部門を中心に、測定手法によって区分されるグループとその幾つかのグループの集合であるビームライン群を設置すること (2020 年度から運用開始予定)、PF-PAC 分科会は群と対応させて、実験課題申請は希望するビームラインが含まれる群に対して行なうこと、実験課題審査は従来通り学問的価値の観点から選定したレフェリーによる審査を実施すること (2021 年度から運用開始)」の提案がなされた。測定装置部門の活動 (PF 内部でのビームライン再編) は 2020 年度から開始すること、新しい PF-PAC 分科会での課題審査については、分科会の設定および各ビームラインと分科会の対応について、広く意見を集めながら、引き続き、検討を進めることになった。また、申請実験課題の複数分科会での審査についても並行して検討することになった。

評点決定方法 (評価基準) について

PF から申請実験課題への評点付与に関して、以下の提案がなされた。「学問」の評価は開発研究の要素を考慮したものとすること、レフェリーは「技術」点と「組織」点およびコメントを参考情報として PF-PAC に提出し、分科会は「学問」を最重要視しつつ、レフェリーおよびビームライン担当者からの「技術」と「組織」に関する情報を考慮して審議して全体会議に評点を提案する。また、課題審査をより公平で正確なものにすることを目的として審査手続きと評価基準を変更し、2020 年度から運用することになった。

イエローカード制度の運用が変更された。PF から「論文の登録が少ない実験責任者に対する審査基準、評点の減点基準に関して、学術研究はすぐに成果が出なくても最終

的に良い成果が出ることを期待して推進するものであるという考えから、制度を見直す」ことが提案された。制度は継続するが、評点減点に関しては PF-PAC として柔軟に対応することとして、2020 年度から新しい基準で運用することになった。

課題制度の運用の最適化

・P 型課題の対象について

PF から「放射光のユーザーとしてより定着してもらえようような仕組みにするため P 型課題の設定を変更する」ことの提案がなされた。新規放射光利用者を奨励するために P 型課題を初心者向け課題に特化すること、評点決定方法 (評価基準) の変更を行い 2020 年度から運用することになった。

・T 型課題の申請締切日変更について

PF から「事務的負担や審査スケジュールの観点から T 型課題申請締切日を G 型課題、S2 型課題と統一する」ことの提案がなされた。2020 年度から新しい申請締切設定で運用することになった。

・無償利用プログラムの整理と審査方法の最適化

PF から「ビームライン毎の状況に合わせてビームタイムを柔軟に配分できるようにすることで、多様な観点からの成果の最大化に資することを目的とし、従来のスタッフ優先ビームタイムと施設留保ビームタイムの見直しも含めて 2021 年度から新しい PF 内部課題を運用する」ことの提案がなされた。PF 内部課題を設けることの方向性は了承され、具体的な運用について PF 側で検討することになった。

旅費支給基準について

PF から「学生教育の観点を考慮して、原則として課題責任者が外部資金を得ている課題には KEK への旅費申請を辞退していただき、辞退分は外部資金がない研究室の学生に付加支給する」ことの提案がなされた。具体的な運用については放射光実験施設で検討し、2020 年度から新しい基準で運用することになった。

(2) 利用実験課題の採択状況

年 2 回 (5 月および 11 月) の共同利用実験課題募集では、一般的な実験 (G 型)、特別型 (S1, S2 型)、大学院生奨励課題 (T 型) のカテゴリーがあり、それぞれ特徴のある共同利用実験を対象としている。また、年間を通して、初心者による実験や予備実験 (P 型)、緊急かつ重要な実験 (U 型) の随時募集を受付けている。またマルチプローブ実験課題 (MP 型) は、放射光だけでなく、物質構造科学研究所が管轄する、低速陽電子、中性子、ミュオンといっ

た複数の量子ビームを利用して先端的な研究成果を創出することを目的とした実験課題であり、年1回募集を行なっている。

一方、共同利用実験以外の有償利用課題として、民間等との共同研究課題（C型）、一般施設利用課題（Y型）、国家プロジェクト外部資金による優先施設利用課題（V型）、試行施設利用課題（L型）がある。先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業によるトライアルユース課題（I型）は元となる事業の終了に伴い2015年度で終了した。過去の利用課題数の統計を表1-3に示す。

また、2017年度より新たに試行的に開始した制度である、「産業利用促進運転日」を2019年度も設定した。通常の大学共同利用のための運転経費は放射光実験研究予算

（放射光プロジェクト経費）から賄われているが、この産業利用促進運転日の運転経費は企業等による有償利用（一般施設利用課題（Y型）および国家プロジェクト外部資金による優先施設利用課題（V型））による施設利用料収入から賄うことを目的としている。2019年度は、6月24日から7月1日までの7日間（168時間）を産業利用促進運転日として設定し、施設利用への便宜を図ることにより、産業界からの利用の促進を図った（その詳細については、「産業利用」の報告を参照のこと）。産業利用促進運転日中の利用を通常の利用と区別するために、その期間中の施設利用課題をWY型、国家プロジェクト外部資金による優先施設利用課題をWV型とした。

表 1-3 過去の利用課題数の統計

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
S1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S2	6	1	4	6	3	2	4	5	4	7	6	1	6	3
U	1	7	3	2	2	0	4	1	0	1	0	0	0	0
G	386	403	402	397	407	415	454	447	407	361	372	392	321	350
P	22	14	14	14	16	11	18	18	5	16	10	16	16	18
T									6	4	3	3	2	3
MP										3	0		1	
C	25	24	18	12	15	19	20	20	25	24	19	21	21	22
I				9	17	13	17	13	16	11	終了			
V+WV							1	2	2	2	4	4	10	7
Y+WY	23	23	22	29	31	30	30	41	22	33	39	30	39	37
L												3	7	15

(3) 登録ユーザー数と有効実験課題数

2019年度に、利用実験課題でユーザー登録した全登録ユーザー数は2840名であり、有効実験課題数は721件であった。共同利用実験課題のうち最も課題数の多いG型課題（一般課題）は、有効期間が2年間であることから、

前年と本年に採択された実験課題の総数を本年度の有効実験課題数としてカウントしている。他の課題カテゴリについても同様に有効期間を加味した課題数である。年間の登録ユーザー数と有効実験課題数の推移を図1-5に示す。

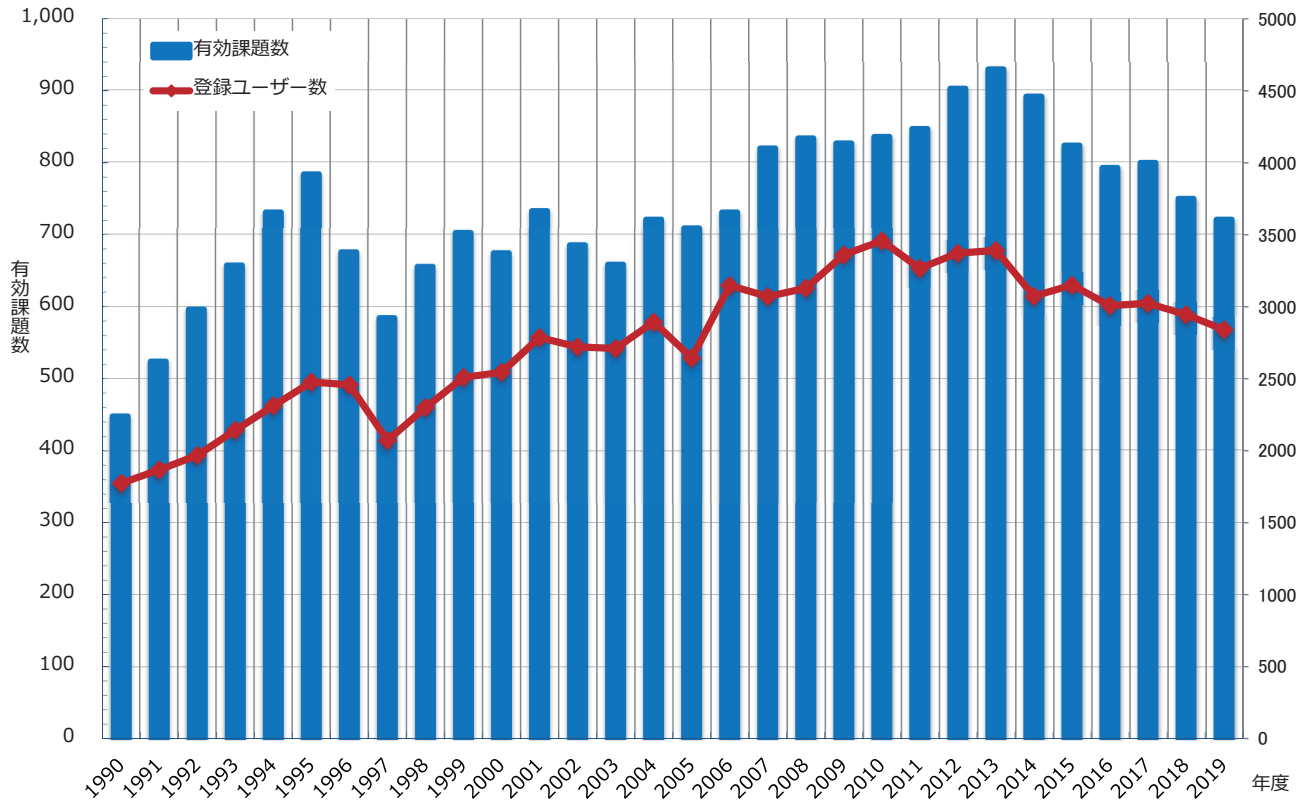


図 1-5 年間の有効実験課題数と登録ユーザー数の推移

(4) 利用実験による研究成果（学術論文と学位論文登録状況）

PF を利用して 2019 年に学術誌等に掲載された登録論文数は、2020 年 11 月現在の集計で、606 報である。PF の研究成果として登録された論文数の年度推移を図 1-6 に示す。最近数年間の登録論文数は、図 1-4 に示したユーザー

運転時間の推移に対応して減少傾向にある。

また PF を利用してまとめられた博士および修士の学位論文数（合算数）の年度推移を図 1-7 に示す。近年の年間学位論文登録数は、250~300 件程度を推移している。2019 年度は 291 件であった。

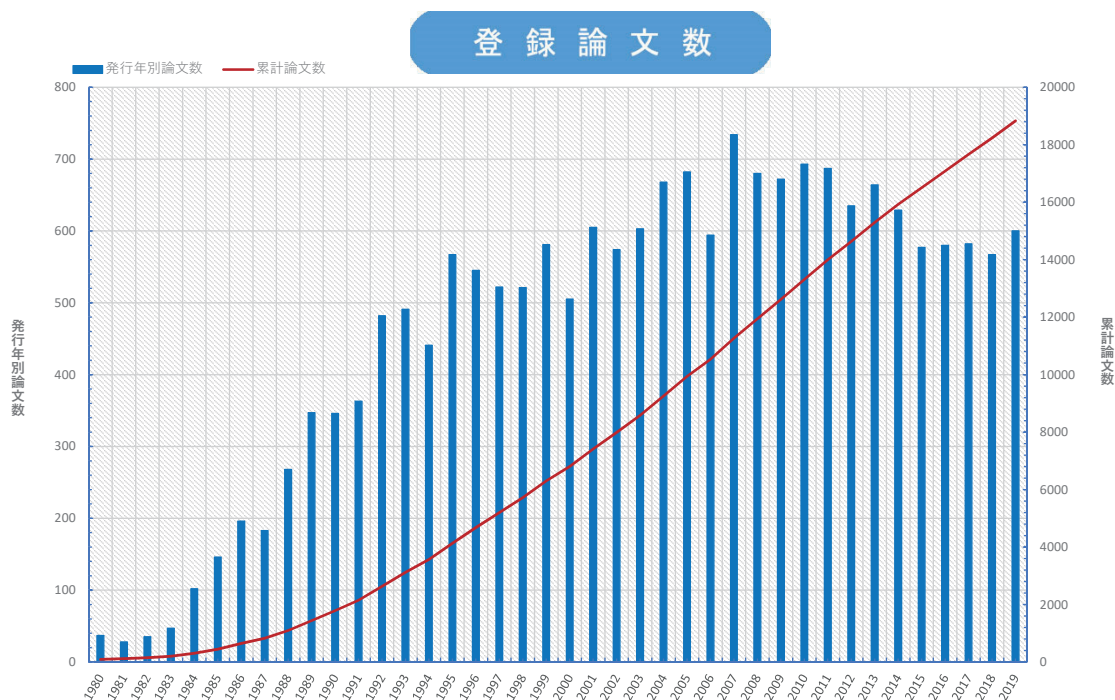


図 1-6 登録論文数の推移（単年度と累計）

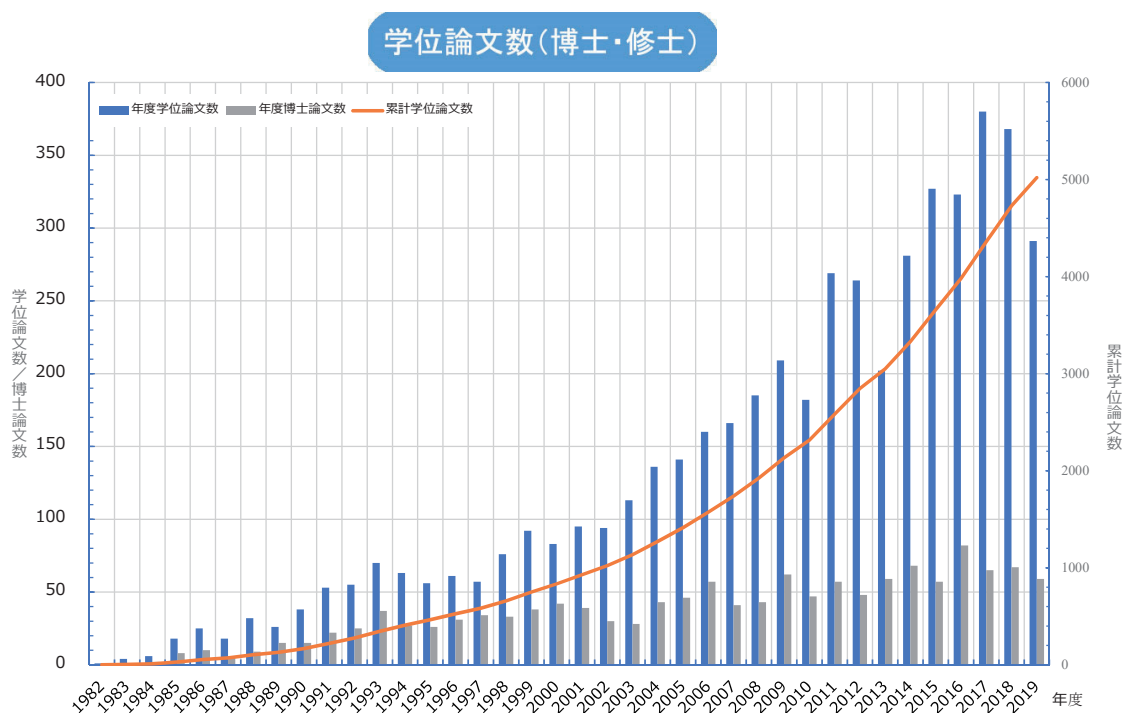


図 1-7 学位論文数（博士・修士）の推移（単年度と累計）

2019年の登録論文596報※のうち、チームライン毎の登録論文数を図1-8に示す（※解析処理を行なった時点での論文数）。複数のチームラインを利用した成果については、それぞれのチームラインについて1件の登録論文があったとして取り扱っている。

(5) チームタイムの配分状況

2019年度に有効であった共同利用実験課題の評点分布（5点満点）と、チームライン毎のチームタイムの配分状況の詳細については、「付録PFの活動に関する統計データ」にまとめた。

2019年出版 チームラインごとの登録論文数（総数596報）

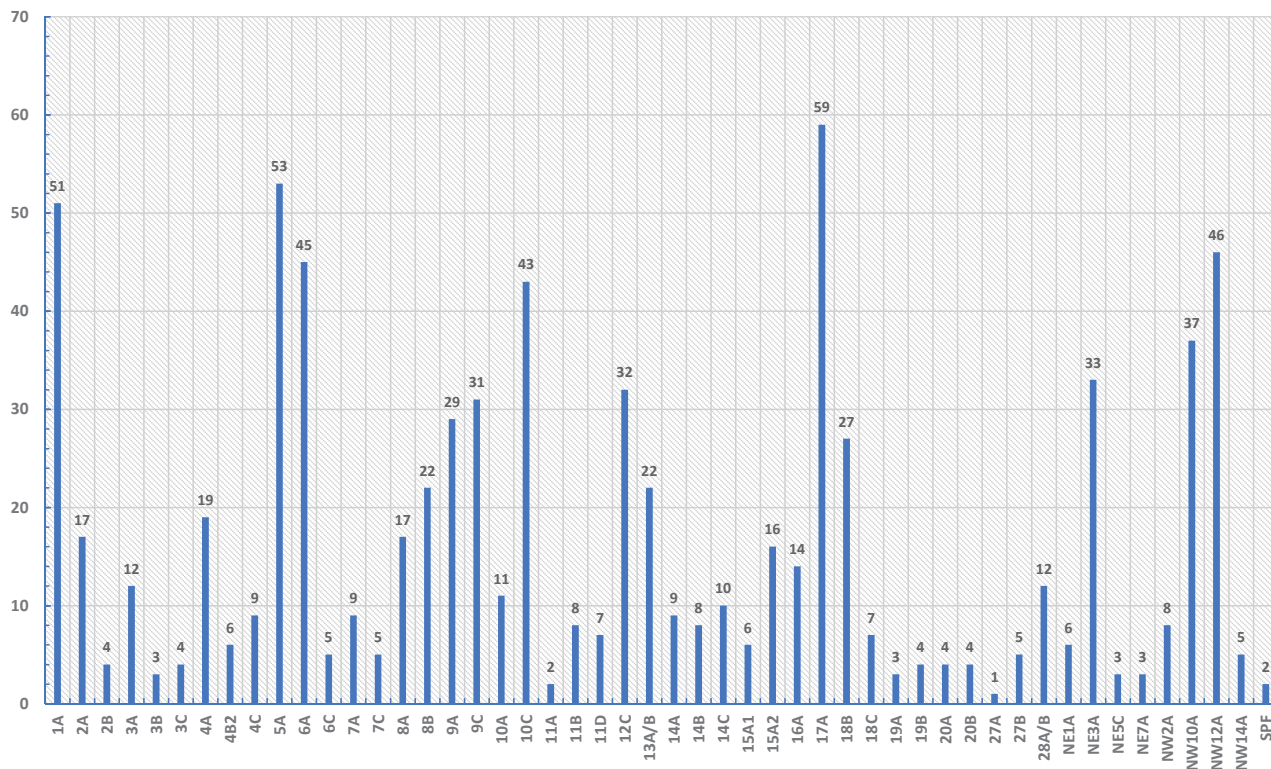


図1-8 チームライン毎の登録論文数

(6) ユーザーグループ (UG) 運営ステーション

フォトンファクトリー (PF) では、施設により運営される通常のステーション群以外に、ユーザーグループ (UG) または大学の部局等によって運営されるステーションおよび装置があり、それぞれユーザーグループ (UG) 運営ステーション、ユーザーグループ (UG) 運営装置、大学等運営ステーションと呼んでいる。

1) ユーザーグループ (UG) 運営ステーションおよび運営装置

UG 運営ステーションは、放射光利用実験における UG の活動を尊重し、PF 全体の研究活動の活性化に資するとともに、ユーザーグループの積極的な施設運営への参加協力により、PF スタッフのマンパワー不足を補うことを目的としており、特定のステーションを UG と PF との共同で運営している。手続きとしては、まず対象となる実験ステーションまたは装置の運用に関して UG から提出された計画書を基に、物構研と UG との間で覚書を取り交わし、ステーション等の運営を物構研から UG に委嘱する。当該 UG は、所内担当グループと協議の上、代表者および若干名からなる運営ワーキンググループ (以下運営 WG) メンバーを選任し、ステーションの運営の実務を行う。運営 WG メンバーに対しては KEK の共同研究研究員を委嘱し、一方、PF 側は当該ステーション等の担当職員を指名して運営 WG との連絡調整を行うとともに、ビームライン調整等のための旅費のサポートを行っている。UG 運営ステーションの有効期間は最長3年間とし、更新に際しては当該期間のユーザーグループの活動内容に関する協議を行うこととしている。2019年度に、BL-27A/B は、ビームライン建設当時から運営に関与してきた日本原子力研究開発機構 (JAEA) が所有装置の大部分を KEK に移管して、放射線生物 UG および原子力基盤研究 UG による UG 運営ステーションに移行した。

2019年度は、以下の7つのステーションがユーザーグループにより運営された (表1-4)。

表1-4 ユーザーグループ (UG) 運営ステーション一覧

運営 WG 名	ステーション名	代表者	有効期間
高圧	BL-18C	高橋 博樹 (UG, 日本大学) 鍵 裕之 (運営 WG, 東京大学)	2018/4 ~ 2021/3
粉末回折	BL-4B2	植草 秀裕 (東京工業大学)	2018/4 ~ 2021/3
物質物理	BL-6C	八方 直久 (広島市立大学)	2018/4 ~ 2021/3
鉱物・合成複雑単結晶	BL-10A	吉朝 朗 (熊本大学)	2018/4 ~ 2021/3

表面科学	BL-3B	吉信 淳 (UG, 東京大学) 枝元 一之 (運営 WG, 立教大学)	2018/4 ~ 2021/3
X線顕微分光分析	BL-4A	高橋 嘉夫 (東京大学)	2017/4 ~ 2020/3
放射線生物, 原子力基盤研究	BL-27A/B	横谷 明徳, (量研機構) 岡本 芳浩 (原研機構)	2019/4 ~ 2022/3

上記と同様な考え方で、実験ステーションに常設されている特定の試験装置を UG と PF が共同運営する場合には、ユーザーグループ (UG) 運営装置として UG 運営ステーションと同様の手続きで運用を行なっている。

表1-5 ユーザーグループ (UG) 運営装置一覧

運営 WG 名	ステーション名	運営 WG 代表者名	有効期間
高圧	AR-NE7A / 高温高圧実験装置 (MAX-III)	高橋 博樹 (UG, 日本大学) 鈴木 昭夫 (運営 WG, 東北大学)	2019/4 ~ 2022/3

2) 大学等運営ステーション

大学等運営ステーションは、放射光科学の教育・研究推進に関する合意書を PF と大学の部局との間で締結し、ステーションの運営を PF から大学に委嘱する仕組みである。ステーションの運営形態は UG 運営ステーションにほぼ準ずるが、大学の教育・実習等にビームタイムが活用されている点が特徴的である。

BL-20A は、東京工業大学と PF の合意書に基づき、両者が共同で運営する大学等運営ステーションである (表1-6)。このステーションでは、東京工業大学の教員が PF スタッフと協力して大学院教育および一般の共同利用に関わるステーション運営の実務を行っており、2019年度は、東京工業大学大学院修士課程の演習科目が実施された。

表1-6 大学等運営ステーション一覧

運営 WG 名	ステーション名	運営 WG 代表者名	有効期間
東京工業大学理学院化学系	BL-20A	北島 昌史 (東京工業大学)	2018/4 ~ 2021/3

1-5. 産業利用

(1) 概況

2019年度現在、PFの産業利用は、成果専有・非公開の一般施設利用（Y課題）と成果公開を基本とする民間等共同研究（C課題）の2つの有償利用制度を中心に運用されている。それに加えて、2017年度から本格的に立ち上がった試行施設利用制度（L課題）と若干の無償・成果公開の共同利用課題（G課題等）が実施されている（表1-7）。試行施設利用制度は、2007年度（平成19年度）から9年間続いた文部科学省補助事業による無償利用制度（トライアルユース、TU制度）が2015年度末で終了したことを契機に、新規ユーザー・手法開拓のために立ち上げられた制度である。

産業利用の実験課題数及び実験時間数を図1-9及び1-10に示す。実験課題数を前年比で評価すると、施設利用および共同研究の課題数は増加した。実験時間数は、施設利用は微減し、共同研究によるものは増加して全体として5312時間であった。

(2) 普及活動，利用支援体制

PFの改組に伴い、産業利用推進グループは廃止された。有償利用制度の整備などは放射光実験施設・運営部門が主に担当している。民間企業等の利用支援体制としては、各ビームラインのスタッフが対応している。利用普及活動としては、広報活動やセミナーの開催、産業利用のパンフレットの更新を行なった。

試行利用制度の2019年度の利用件数は、15課題であり、制度開始以降着実に増加している。特に、2019年度から本格的にユーザー利用が開始された軟X線顕微鏡／分光実験

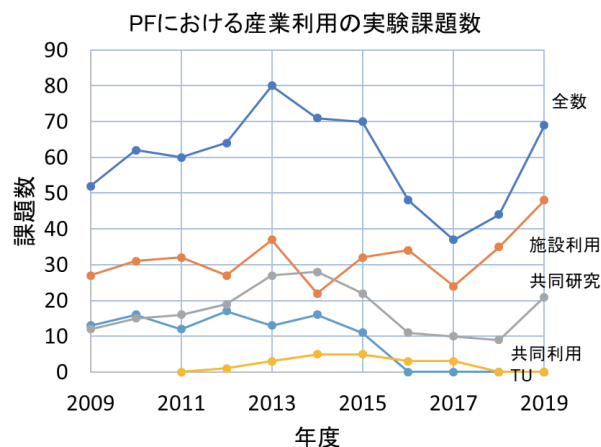


図1-9 産業利用の実験課題数

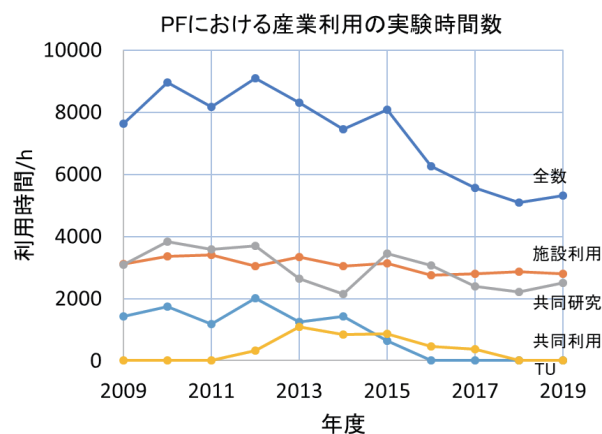


図1-10 産業利用の実験時間数

表1-7 フォトンファクトリーの利用制度

制度	利用料	有効期間	募集/年	成果の取扱	備考・利用料等
一般施設利用	有償 ^{※1}	—	随時	成果専有 非公開可	通常ライン：27,800円/時 高性能ライン：54,500円/時
試行施設利用 ^{※2}	有償	—	随時	成果専有 非公開可	通常ライン：12,800円/時 高性能ライン：25,600円/時
民間等共同研究	有償	半年～複数年	随時	公開	
共同利用	無償	2年(基本)	2回	公開	応募資格に制限有り ^{※3}
優先施設利用	有償	年度内	随時	公開	応募資格に制限有り ^{※4} 通常ライン：12,800円/時 高性能ライン：25,600円/時

※1：一部の手法（ビームライン）ではオプションとして、利用支援、代行測定・解析なども用意されています。

※2：試行施設利用は初めてのご利用を対象としたものです。

※3：学術目的の実験課題であること。

※4：国又は国が所管する機関のプロジェクトで採択された研究課題であること（科研費を含む）。

※ 高性能ライン：アンジュレーター、マルチポールウィグラー等を光源とするライン。

(BL-1, 2, 3A, 5, 13, 15, 16, 17, 19, 28, NE1, NE3, NW12, NW14)

※ 消費税率改定に伴い、施設利用料は2019年10月に改定された。

表 1-8 フォトンファクトリーの実験・解析支援、コンサルティング制度

制度	利用料	対象利用制度	備考・利用料等
コンサルタント業務	有償	施設利用 ^{※1}	10,000 円/時 (利用時間は、ビームタイムと独立に設定)
測定解析補助・指導業務	有償	施設利用	30,000 円/時 (利用時間は、ビームタイムと独立に設定)

※ 1：一般施設利用・優先施設利用との併用を前提とする。

表 1-9 フォトンファクトリーの代行測定・解析制度

制度	利用料	対象利用制度	備考・利用料等
代行測定・解析業務	有償	一般施設利用 ^{※1}	・利用料金は作業の内容により異なる ・実施実験手法：タンパク質結晶構造解析、X 線小角散乱、硬 X 線吸収分光(XAFS)、粉末 X 線回折

※ 1：優先施設利用は対象としない。

ステーション（主な手法は STXM）である BL-19A/B の件数が半分以上を占めている。また、2016 年度下期に有償支援制度が制定され、2017 年度のビームタイムから利用が進んでいる。従来は十分な対応が困難であった実験支援・解析支援やコンサルティングを確実に実施できるようになり民間企業による産業利用の様々なニーズに、よりきめ細かく対応する制度体系がつけられている（表 1-8）。その他に、一般施設利用のオプションとして一部のビームラインでは、代行測定・解析制度を実施している。今後、対応可能な手法が増える見込みである（表 1-9）。

産業利用促進運転日（産促日）を実施した。産促日は、従来の機構の予算による運転とは別に施設利用等の利用料収入を用いた放射光加速器の運転であり、産業利用の推進を主な目的に運転時間の延長を行なうものである。2019 年度は、6 月 24 日午前 9:00～7 月 1 日午前 9:00 の 7 日間（168 時間）、PF リングの産業利用可能な全ビームラインで実施した（PF-AR は含まれない）。この期間は施設利用料収入で運転経費を賄い、有償利用による実験を優先した。一部のビームラインでは、随時利用が可能になるように実施期間を分散させて運用した。実施実績は、11 社・4 団体（15 課題）で、8 ビームタイム / のべ 249 時間の利用があり、その利用料収入の 80% が運転経費に充当された。2019 年度は、前年の試行結果を基に、対象の利用制度を拡大して、新たに試行施設利用制度でも実施できるようにするなど、利用しやすい制度に修正された。ユーザーの立場からは、通常の施設利用との区別、対象の利用制度の制限などや、利用手続きが煩雑になるなどの問題が指摘され、また、利用料収入配分の問題など、継続的に実施するには更なる検討が必要である。有償施設利用の希望がなかったビームライン・ビームタイムでは大学共同利用一般課題（G

課題・S 課題等）にビームタイムが配分され、PF 全体として、大学共同利用を圧迫することなく企業等による有償施設利用の時間の確保と共に、企業の PF 利用による大学共同利用への還元につながった。

（3）光ビームプラットフォームの活動

2016 年度から始まった先端研究基盤共用促進事業において、光ビームプラットフォームが共用プラットフォームの一つとして採択され、5 年計画の委託事業として活動を進めている。KEK は 1 期に引き続き、代表機関として事業の取りまとめや円滑な推進の任を負うこととなった。また、2016 年度からは、『共用』は本来業務の一部として行う整理とし、プラットフォームの活動は施設間の連携に重点化することとなった。具体的には、標準化やラウンドロビンを含む放射光の高度利用推進、施設間連携や複数施設活用の推進、地域発課題の積極的な推進、レーザーと放射光の融合領域の拡大、および人材育成を中心に活動を展開した。

1-6. 教育・人材育成

フォトンファクトリー（PF）では、全国の大学院に所属する多くの大学院学生を共同利用ユーザーとして受け入れている。2019年度の大学院生ユーザーの登録数は、1,151名であり、フォトンファクトリーを利用する年間のユーザー登録数（2,840名）の約4割を占める。また大学の学部学生および高等専門学校の本科学4年生以上に在籍する学生については、共同利用ユーザーとしてではなく、実習生として放射光実験参加への門戸を開いている。2019年度の実習生の登録数は343名であった。また独自の大学院教育システムとして、大学共同利用機関4機関が運営する総合研究大学院大学（総研大）の高エネルギー加速器科学研究所・物質構造科学専攻の中で、放射光関連の研究教育講座を担当しており、他の大学院にはない、放射光施設のオンサイトでのユニークな大学院教育を推進している。さらに国立、公立及び私立の大学の要請に応じ、全国の大学院学生を特別共同利用研究員として受け入れ、研究指導を行っている。2014年度からは、大学院学生が実験課題責任者となって共同利用実験を行う新しい課題カテゴリーとして、大学院生奨励課題（T型課題）を実施している。

（1）大学共同利用における人材育成

PFの共同利用において、大学院生ユーザーの放射光の共同利用実験への参画は、国内外の大学における教育と研究の推進に資するのはもちろんのこと、企業、大学、研究機関において先端的な大型研究施設を活用する若手研究人材を育成するという観点からも、極めて重要である。図1-7に、PFの研究論文成果として登録された学位論文数（修士論文と博士論文の合計）の年度推移を示す。2019年度は291件の学位論文が登録された。これまでの累計では、フォトンファクトリーでの共同利用実験により、5020件の学位論文が発表・登録されており、フォトンファクトリーの際立った特徴となっている。

（2）総合研究大学院大学

総合研究大学院大学（総研大）は、1988年に国立大学（現在は国立大学法人）として創立された大学院大学である。各専攻は、4つの大学共同利用機関に直結して設置されており、学術研究の新しい流れに先導的に対応できる視野の広い創造性豊かな研究者を養成することを目指している。物質構造科学専攻では、先端的加速器から得られる放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子などの量子ビームを利用した最先端の科学研究を行っている。その分野は物理学や、化学をはじめ、ナノテクノロジー、生命科学、医学応用、環境科学、地球物理学などの極めて広範囲かつ最先端の研究分野に亘る。また量子ビームの利用研究だけに留まらず、量子ビームの発生・利用技術の一層の高度化の研究を進めることにより、物質の新たなフロンティアの開拓

に寄与することを目指している。2019年度にフォトンファクトリー内の講座に所属する総研大大学院生は8名であった。

（3）T型課題と特別共同利用研究員

大学院生奨励課題（T型課題）は、大学院学生が課題責任者となって共同利用実験を行うことのできる放射光共同利用実験課題のカテゴリーとして、2014年度にスタートした。T型課題は書類及び面接審査を経て課題の採否が決定される。採択された場合には、大学院学生が課題責任者として主体的に放射光研究を展開することができる。課題責任者の大学院生には、特別共同利用研究員としてPFに在籍することを義務付けており、所属大学の指導教員とPF内の受入教員の両方から研究指導を受けながら、PFの実験現場で博士課程の研究を進めることができる。2019年度のT型課題の採択件数は3件であった。

特別共同利用研究員の制度は、KEKで他大学の大学院生を受け入れる仕組みである。総研大とは別に、国立、公立及び私立大学の要請に応じて、KEK内の教員が受入教員となり、全国の大学院学生を受け入れる制度を整備して研究指導を行っている。2019年度にフォトンファクトリー内で受け入れた特別共同利用研究員は7名であった。フォトンファクトリーの総研大大学院生および特別共同利用研究員の受け入れ状況の年度推移を表1-10に示す。

表1-10 総研大大学院生および特別共同利用研究員の受け入れ状況の年度推移

FY	総研大大学院生	特別共同利用研究員
2003	15	7
2004	14	5
2005	13	6
2006	9	10
2007	6	13
2008	6	10
2009	6	9
2010	5	10
2011	4	5
2012	3	6
2013	4	7
2014	3	7
2015	3	6
2016	6	7
2017	7	10
2018	9	11
2019	8	7

(4) 加速器科学技術支援事業の活用による CUPAL 講習会

文科省の科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業によって実施されてきた若手人材育成のための取り組みであるナノテクキャリアアップアライアンス(NanotechCUPAL)は2018年度末で終了した。これを継承する形で2019年度からは加速器科学技術支援事業の補助を受けて、PFの自主施策としてCUPAL講習会を開始した。放射光科学入門コース(2日間の講義・実習,年2回開催)と放射光科学上級コース(定員3名,通年でのマンツーマン指導を支援)の2つの枠組みとし,2019年度の入門コースはX線回折と小角散乱の2つのテーマで行った。

1-7. 機関連携

(1) 大学等連携

フォトンファクトリー（PF）では、物質科学、生命科学、量子ビーム科学、加速器科学、などの研究領域の推進を図るとともに、大学における人材の育成、大学・研究機関との人材交流を発展させ、世界第一線で先導的な役割を果たすべく、国内の大学をはじめとする教育・研究機関との間で教育・研究開発の連携・協力を積極的に推進している。これらの目的を達成するために、KEK と各大学との間で連携協力協定が締結され、PF が連携推進を実施する主体となり、他機関との連携による成果創出を進めている。

2019 年度に KEK との間で連携協力協定を締結している大学は、東京大学、名古屋大学、佐賀大学、広島大学、東京理科大学、東北大学、筑波大学、北海道大学、京都大学、九州大学、お茶の水女子大学、大阪大学、岩手大学、茨城大学である。

1) 放射光学術基盤ネットワーク

日本放射光学会から、拡大放射光施設代表者会議や評議員会での議論を経て、日本学術会議のマスタープラン 2020 に「放射光学術基盤ネットワーク」計画が提出された。PF と分子科学研究所 UVSOR、広島大学 HiSOR の学術 3 施設の連携と高度化を中心とした計画であり、大型研究計画として採択されている。

2) 北海道大－KEK 第 10 回連携協議会を開催

2020 年 3 月 24 日、北海道大学 -KEK 連携協力協定に基づく連携協議会が開催された。第 10 回目となる今回は新型コロナウイルス感染拡大防止のため、テレビ会議システムでの開催となった（図 1-11）。

両機関における相互の研究開発能力及び人材を活かし、物質科学研究、生物科学、量子ビーム科学、触媒化学、などの個別研究領域の推進を図るとともに、人材の育成、人材交流を発展させ、世界第一線で先導的な役割を果たすべく、異分野融合型の研究開発の連携・協力を積極的に推進していくことが本会の目的である。



図 1-11 第 10 回連携協議会の様子

まず、北大の西井 準治 理事・副学長、KEK の岡田安弘 理事らから、挨拶並びに互いの現況報告があった。次に KEK 物質構造科学研究所 小杉信博所長から、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子の 4 つの量子ビームを備えた世界的にもユニークな物質構造科学研究所のメリットを生かした「量子ビーム連携研究センター」を新設する計画の紹介があった。続いて北海道大学 触媒科学研究所 朝倉清高教授から、これまでの物質・材料－環境科学研究を、数理科学・データ科学－計算化学を武器とする「新しいアプローチ」で再構築し、新たな物質・材料・化学反応の創造を介して Society 5.0 の実現を可能とする人材を育てるプログラムの説明がなされた。

さらに、その後の意見交換では、お互いの連携について活発な協議が行われ、今後、両機関の結びつきがさらに深まり、物質科学をはじめとする研究活動がより一層促進されると期待されるような協議会となった。

3) 千葉大 -KEK 連携第 2 回 合同シンポジウムを開催

2020 年 1 月 31 日、KEK にて千葉大 -KEK 第 2 回合同シンポジウムが開催された（図 1-12, 13）。千葉大学では多くの研究者や大学院生等が、KEK において放射光や加速器を用いた研究・実験を行っているが、連携強化の一環と



図 1-12 合同シンポジウムの様子



図 1-13 放射光施設の見学

表 1-11 大学との協定・覚書一覧

大学	協定・覚書等の名称
東京大学	放射光科学の研究推進について（学術研究交流の推進）
東京大学 物性研究所	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と東京大学物性研究所との放射光実験施設利用に関する覚書
東京大学 物性研究所	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と国立大学法人東京大学物性研究所との研究連携協力に関する協定
東京大学 理学部	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と東京大学理学部附属スペクトル化学研究センターとの共同研究に関する覚書
佐賀大学 シンクロトロン光応用研究センター	高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と佐賀大学シンクロトロン光応用研究センターにおける学術研究交流に関する覚書
広島大学	国立大学法人広島大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との連携・協力に関する協定 連携・協力に関する協定の有効期限の延長に関する合意書
名古屋大学	国立大学法人名古屋大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との間における連携・協力の推進に関する基本協定
東京理科大学	東京理科大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との間における連携・協力の推進に関する基本協定書 連携・協力の推進に関する基本協定の変更に関する合意書
東北大学	国立大学法人東北大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との連携・協力に関する協定
筑波大学	国立大学法人筑波大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との連携・協力に関する協定 連携・協力の推進に関する基本協定の変更に関する合意書
北海道大学	国立大学法人北海道大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との間における連携協力の推進に係る協定書 / 変更契約書
京都大学	国立大学法人京都大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との間における連携・協力の推進に関する基本協定書
九州大学	国立大学法人九州大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との連携・協力に関する協定
お茶の水女子大学	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構と国立大学法人お茶の水女子大学との連携・協力の推進に関する協定書
大阪大学	国立大学法人大阪大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との連携及び協力に関する協定
岩手大学	国立大学法人岩手大学と大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構との連携・協力に関する協定
茨城大学フロンティア 応用原子科学研究センター	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所と国立大学法人茨城大学フロンティア応用原子科学研究センターとの量子ビームによる生命・物質科学の研究推進に関わる連携協力協定

して互いの理解を一層深めるため、2018年度に続き、今回のシンポジウムが開催され、両機関の教職員が相互理解を深めるとともに、今後の連携強化に向けた取り組みの検討が行われることとなった。

(2) 国際協力

フォトンファクトリー（PF）では、海外9カ国、17の大学および研究機関との間で協定を結び、放射光科学・加

速器科学分野における研究協力、研究者の交流、研究所間の相互訪問と情報交換等を実施している。協定の詳細について、表 1-12 にまとめた。

2019年度には、以下の通り国際協力に関連する視察対応を実施した。

1) 中国湖北省人民政府一行

中華人民共和国湖北省の陳 安麗 副省長を始めとする湖北

省人民政府関係者が5月17日 KEK つくばキャンパスを訪問した。中国と KEK との協力状況，湖北省の研究機関・大学との協力の可能性，大型研究施設の運営・維持・共同利用体制，研究学園都市づくりなどについて活発な意見交換が行われ，今後の湖北省と KEK の協力関係構築についての期待が寄せられた。その後，一行は PF を視察し，放射光実験施設の規模や利用形態などについて説明を受けた。



図 1-14 陳 副省长（前列中央）ら湖北省人民政府一行と KEK 関係者

2) ニジェール大統領夫人

10月21日アイサタ・イスフ ニジェール共和国大統領夫人の一行が、KEK つくばキャンパスを訪問した。アイサタ・イスフ大統領夫人は、22日に行われた即位礼正殿の儀に同国大統領と共に参列するために訪日し，その機会に日本の科学技術や高等教育について理解を深め，自国の当該分野のさらなる強化，発展に活かしたいとの理由から KEK を訪れフォトンファクトリー等の施設を視察した。



図 1-15 アイサタ・イスフ・マハマドゥ大統領夫人（前列中央）らニジェール共和国一行と KEK 関係者

表 1-12 海外研究機関との協定一覧

	機関	協定名称
中国	高能物理研究所 (IHEP)	KEK と IHEP との間における学術交流に関する協定
	上海高等研究院 (SARI)	KEK と SARI の学術交流に関する覚書
韓国	韓国基礎科学研究院 (IBS)	KEK と IBS との間における研究協力に関する協定
インド	インド原子力庁 (DAE)	KEK と DAE との間における，素粒子物理実験，測定器開発，放射光科学，加速器科学等における共同研究開発に関する覚書
	インド政府科学技術局 (DST)	科学的・技術的協力に関する覚書の締結
	インド工科大学ボンベイ校 (IITB)	KEK と IITB との間における学術交流に関する覚書
	インド工科大学ハイデラバード校 (IITH)	KEK と IITH との間における学術交流に関する覚書
	パナース・ヒンドウー大学 (インド・ヴァラナシ/BHU)	KEK と BHU との間における加速器科学分野での研究協力に関する覚書
タイ	タイ放射光施設 (SLRI)	KEK と SLRI との間における学術交流に関する協定
台湾	台湾放射光研究センター (NSRRC)	KEK と NSRRC との間における先端加速器技術の開発及び応用に関する覚書
	清華大学 (NTHU)	KEK と清華大学との間における学術交流に関する覚書
米国	SLAC 国立加速器研究所 (SLAC)	外部ユーザーを受け入れる際の指針に関する協定
	アルゴンヌ国立研究所 (ANL)	KEK/IMSS と ANL との間における放射光科学分野の国際広報グループに関する覚書
	ブルックヘブン国立研究所 (BNL)	国立シンクロトロン光源プロジェクト II (NSLS- II) に関する覚書
ドイツ	ドイツ電子シンクロトロン研究所 (DESY)	KEK と DESY との間における学術交流に関する協定
スイス	ポール・シェラー研究所 (PSI)	KEK/IMSS と PSI との MX ビームラインのビームタイム相互利用に関する覚書
フランス	国立科学研究センター (CNRS)	KEK と CNRS との間における高エネルギー，天体粒子，原子核物理並びに物質科学に関する分野の協力関係に関する協定

1-8. 研究会・講習会

(1) PF 研究会

フォトンファクトリー（PF）では、放射光科学における幅広い研究分野の推進を目的として、PF 研究会の開催提案を全国の研究者から年2回公募している。この研究会は、放射光科学及びその関連分野から、タイムリーで重要な特定のテーマを選定し、KEK つくばキャンパスで集中的に討議するものである。開催にあたっては、一定の予算枠内で参加者の旅費等のサポートを実施している。2019年度は表1-13に示す4件のPF研究会の提案を採択し、開催した。この他に、「X線干渉計と縦型ウィグラーを用いた超高感度画像計測の現状と将来展望」が採択されていたが、新型コロナウイルス感染症の流行拡大に伴い延期となった。2020年度中の開催を計画している。

(2) PF シンポジウム

PF シンポジウムはPFを利用するユーザーが年1度集い、PFでの研究成果、施設運営、共同利用、将来計画等について報告・議論する場である。2019年度のPFシンポジウムは、2020年3月12～14日に予定されていた量子ビームサイエンスフェスタ（於：ザ・ヒロサワ・シティ会館（茨城県立県民文化センター；水戸市））の3日目に開催され

る予定であった。しかしながら、新型コロナウイルス感染症の流行拡大に伴い、PFシンポジウムを含めた量子ビームサイエンスフェスタにおける全てのプログラムが中止された。2020年度の早い時期に、オンライン開催の可能性も含めてPFシンポジウムの開催を計画している。

(3) 講習会

フォトンファクトリーでは、利用ユーザーの比較的多い計測分野を中心に、放射光計測に関連する講習会を定期的に開催している。2019年度に開催した講習会のリストを表1-14に示す。

タンパク質結晶構造解析およびクライオ電子顕微鏡の講習会は、PF-UAタンパク質結晶構造解析ユーザーグループ、創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム（BINDS）と物質構造科学研究所の連携による講習会である。特にクライオ電子顕微鏡の講習会は、今回が初めての開催となる。

文科省の科学技術人材育成のコンソーシアムの構築事業ナノテクキャリアアップアライアンス（NanotechCUPAL）は2018年度末で終了した。これを継承する形で、PFの自主施策としてCUPAL講習会を開始した。放射光科学入門コース（2日間の講義・実習、年2回開催）と放射光科学上級コース（定員3名、通年でのマンツーマン指導を支援）の2つの枠組みとし、2019年度の入門コースはX線回折と小角散乱の2つのテーマで行った。

対称性・群論トレーニングコースは、2014年の世界結晶年（IYCr2014）を契機として、物構研の主催（第2回より日本結晶学会と共同主催）で開催している講習会であり、2019年度で8回目の開催となる。講師のネスポロ・マッシモ教授（フランス・ロレーヌ大学結晶学教室）による講義はすべて日本語で行われ、資料も全て日本語で作成されている。

表1-13 PF研究会リスト

日程	題名	参加人数
2019年9月11-12日	BioSASが拓く生体高分子の分子間相互作用解析の最前線	63
2019年10月3-4日	X線分光理論の新展開：構造・電子状態解析から磁性研究まで	59
2019年12月17-18日	XAFS・X線顕微鏡分光分析分野でのIMSS、PF戦略的利用に関する研究会	40
2020年1月28-29日	量子ビームを活用した食品科学	71

表1-14 講習会リスト

実施日	講習会	参加人数	企業参加	内容
2019年7月2日	BINDS セミナー	20	可	講義
2019年7月22-26日	第8回対称性・群論トレーニングコース（英語コース）	16	可	講義
2019年7月29-8月2日	第8回対称性・群論トレーニングコース（日本語コース）	46	可	講義
2020年2月10日	SBRC International Cryo-EM Seminar6	26	可	講義
2020年2月25日	第3回クライオ電顕解析初心者講習会～データ処理～	42	可	講義

1-9. 広報・アウトリーチ

フォトンファクトリー（PF）は、学術研究や産業振興、研究人材育成に幅広く貢献しており、その成果の広報・普及活動は施設としての重要な責務である。PFに関連する広報、アウトリーチは、物質構造科学研究所の広報室が中心となって活動を行っている。2019年度は、パンフレット・フライヤーの作成、ウェブサイトの整備・更新、SNS（Facebook, Twitter）による情報発信、グッズやポスター等のデザインなどの通常の広報業務に加えて、以下に示す活動を行った。

（1）報道機関向け発表（プレス発表）

2019年度は、PFの研究成果（PFスタッフによる研究で、PFを利用しない研究も含まれる）等に関連して、以下の14件のプレス発表を行った（うち1件はイベントの告知）。

2019年

- 4月19日 機械学習によりX線吸収スペクトル解析の自動化が可能に～データの類似度に着目し定量的なスペクトルの解析を実現～
- 5月23日 衝撃破壊の瞬間、材料に何が起るのか～パルスX線の応用でナノ秒間に起る現象の目撃に成功～
- 8月5日 ナノ磁気渦形成の定説を覆す物質の開発に成功～磁気フラストレーションを利用して創発電磁気応答を巨大化～
- 8月9日 超高速の分子振動の高精度観測に成功～原子レベルの時空間分解能で分子動画を作成～
- 9月18日 室温で磁場により電気が100倍流れ易くなる物質を発見
- 9月30日 「ストライプ照射」だと放射線の影響は軽減される～放射線の当たり方が一様でない場合、従来の単純な予測は当てはまらない～
- 10月31日 遺伝情報の読み取りを強化するtRNAのメチル化の仕組みを構造解析と生化学解析により解明
- 11月14日 アルミでコンピュータメモリを省電力化する～アルミ酸化膜を用いた新しい不揮発メモリの動作メカニズムを解明～
- 11月15日 チョコレイト・サイエンス5周年記念イベント チョコレイト学入門 開催のお知らせ
- 12月2日 電子スピンを自在に操ることができる積層材料の開発に成功～日常生活の情報化を支える超高記録密度・省エネ磁気メモリの実現に大きく前進～
- 12月17日 航空機用構造材料（CFRP）の破壊はどこから始まるか～放射光X線顕微鏡を用いたナノレベル観察～

2020年

- 1月17日 筋ジストロフィー症に関わる糖鎖を合成する仕組みを解明
- 1月24日 基板に吸着するだけで、100兆個以上の分子の「形状」が一斉に変化～世界初、有機半導体の電子状態を物理吸着で制御することに成功～
- 2月20日 乳癌における乳頭温存乳腺全摘術のリスク低減へ！～CTで乳頭内乳管の可視化に成功～

4月24日には、BL-19A、PF-AR NW2AのX線顕微鏡を報道関係者に公開した。NHK、ACCSで放映、読売新聞、マイナビニュースに記事が掲載されるなど、反響が大きかった。

（2）KEK一般公開・春のキャンパス公開

毎年9月上旬に行われているKEK一般公開では、例年PF独自のテーマを設定した展示を行っている。2019年度は9月1日に一般公開が実施され、PFでは2019年が国際周期表年であることから「にゃんともふしぎな？周期表の世界へようこそ！！」と題した展示を実施した。放射光分析の特徴である「元素が識別できる」手法をわかりやすく説明する展示・体験企画などを準備した。人気企画「元素鑑定団」では、千葉大学の沼子千弥准教授に協力いただき、蛍光X線分析により来訪者の私物に含まれる元素を鑑定した。PFの来場者は約2100名で、年々増加の傾向にあり、アンケートから窺える満足度も非常に高い。

講演企画でも、小野寛太准教授による講演「周期表150周年～レアメタルってココがすごい！～」、武市泰男助教によるサイエンスカフェ「色つきめがねでモノをみる」（参加者にはBL-19限定ツアーの特典付き）と、周期表や元



図 1-16 KEK 一般公開に参加したスタッフ集合写真

素に関するテーマを実施した。元素記号の組み合わせで「No cats, no life」を表現した一般公開スタッフTシャツは反響が非常に大きく、つくば経済新聞の取材を受けた。また、後に株式会社ビー・シー・シーにより商品化され、通信販売や全国の科学館で販売されることとなった。

一般公開に次ぐ大きな施設公開イベントとして、KEKでは毎年4月の科学技術週間の週末に春のキャンパス公開を行なっている。2019年度は、4月20日に春のキャンパス公開を実施した。「試して実感、家庭の科学：初級編～“焼き入れ”と“墨流し”のヒミツを体験してみよう！～」と題したサイエンスカフェを開催し、木村正雄教授が研究者になるきっかけとなったという「墨流し」や現在の研究テーマに通じる金属の「焼き入れ」を来場者と一緒に体験した。このキャンパス公開では施設見学ツアーの一環としてPFを公開しており、今年度も8グループの見学対応を実施した。

(3) 科学イベント

5月26日、東京都西東京市の多摩六都科学館にて、実験イベント「イマドキの生物学者になってみよう」を開催した。構造生物学研究センターの長瀬里沙研究員ら6名が講義とリゾチームの結晶化の実験を指導した。

2019年5月にキログラムの定義が改定されたことを受け、7月6日に産業技術総合研究所の早稲田篤主任研究員を講師に、サイエンスカフェ「キログラムの定義改定に貢献した超精密放射光実験とは？」を実施した。トークの後に、Siの格子定数の精密測定に用いられたビームラインBL-3Cの見学を行った。

2014年に総研大「科学と社会」教育促進事業としてスタートした科学ワークショップ「チョコレート・サイエンス」は、毎年科学館や教育機関などから依頼をいただく人気イベントである。2019年は開始から5年目にあたることから、PFユーザーでチョコレート・サイエンスの監修者でもある広島大学の上野聡教授に協力いただき「チョコレート・サイエンス5周年記念 チョコレート学入門」を12月14日に広島大学学生会館にて開催した。上野教授および株式会社明治の古谷野哲夫大阪工場長、佐藤清隆広島大学名誉教授というチョコレートの専門家を招いて、講演とワークショップを組み合わせたイベントとして実施し、



図 1-17 「チョコレート学入門」ワークショップの様子

約140名の方に参加いただいた。チョコレート・サイエンスは、女子小中学生の理系への関心を高める取り組みとして高く評価され、日産財団よりリカジョ賞・第2回準グランプリを授与され、7月24日に贈呈式が行われた。結晶構造の作り分けという高度な内容を、チョコレートを題材とすることにより飽きさせずに学ばせる洗練されたプログラム、と講評をいただいた。

その他に、2019年度は以下の日程でチョコレート・サイエンスを実施した。

- ・2019年7月31日：茨城県立水戸農業高等学校
- ・2020年2月2日：つくばエキスポセンター
- ・2020年2月11日：日立シビックセンター科学館

(4) 小・中学生、高校生向けアウトリーチ

PFでは未来を担う青少年の科学技術に対する関心を高めるために、若い世代に向けてのアウトリーチ活動を実施している。

2020年1月26日には、筑波大学が主催する科学技術人材育成プログラム「つくばSKIPアカデミー」の小中学生35名と「筑波大学GFEST」の中高校生4名が、構造生物学研究センタースタッフの指導のもと実習を行なった。PFや構造生物学研究センターの見学、タンパク質の結晶化実習などを体験した。

KEKが主催するTYLスクール理系女子キャンプ、ウィンター・サイエンスキャンプといった高校生向けのイベントにも協力している。4月3、4日に開催されたTYLスクール理系女子キャンプでは、総研大の亀沢知夏さんが「理系女子の先輩」としてパネルディスカッションに参加した。また、「加速器体感ツアー」のメニューの一つとしてPFの見学を実施した。ウィンター・サイエンスキャンプでは、4つのコースの1つである「回折で小さなものを見てみよう」を担当し、光の波長程度の大きさの物質構造を調べる実習を行なっている。

KEKの事業である「KEKキャラバン」では、小中学校・高校や一般団体への出前授業を実施している。2019年度は、PF関連では、7月29日に宇佐美徳子講師による「加速器とライフサイエンス」および女子高校生との座談会「働く女性のキャリアパス」が山形県立米沢興譲館高等学校で実施された。



図 1-18 理系女子キャンプで自身の経験について話す亀沢知夏さん

この他に、KEK で年間 20 件程度実施されている、中学・高校生を対象とした実習受入にも、実習・講義・見学等で協力している。

(5) 外部機関主催イベントへの出展等

文部科学省の後援により毎年秋に開催されている大学共同利用機関シンポジウムは、2019 年度は 10 月 20 日に日本科学未来館で開催され、今年度は KEK が幹事機関を務めた。PF 関連では、蛍光を用いた元素マッピングに関する実演展示を行った。

2020 年 1 月 24 日に、つくば国際会議場において開催された「SAT テクノロジーショーケース 2020」において、つくば発注目研究ポスターとして足立伸一物構研副所長が「衝撃破壊の瞬間、材料に何が起こるのか ～破壊の一瞬を X 線で観測する～」、一般ポスターとして間瀬一彦准教授が「電力をほとんど使わない真空ポンプの開発」を発表した。つくば発注目研究ポスターにはつくばサイエンス・アカデミーの江崎玲於奈会長より感謝状を授与された。

2020 年 1 月 29～31 日に東京ビッグサイトで開催された nano tech 2020 に、オープンイノベーションプラットフォーム「TIA」が出展し、ブース内で PF の共同利用・産業利用を紹介した。TIA のブースは「nano tech 大賞 2020 産学連携賞」を受賞した。

この他に、真空展、日本放射光学会年会、TIA10 周年記念シンポジウムなどに施設報告ポスターを出展した。毎年施設報告を行なっている量子ビームサイエンスフェスタは、2019 年度は新型コロナウイルス感染拡大のため中止となった。

(6) 一般見学への対応

見学対応は PF スタッフが持ち回りで行っており、2019 年度は約 160 件の団体見学、実習やイベントに伴う見学も含めると約 210 件の見学に対応した。なお、2 月 27 日以降に予定されていた見学は全て新型コロナウイルス感染拡大のため中止になった。

(7) 取材などの対応

取材・撮影等への対応は随時行っている。

5 月 5 日、日本経済新聞朝刊 8 面にスキルミオンに関する解説記事が掲載された。この記事には、中尾裕則准教授らが開発した透過型共鳴軟 X 線小角散乱装置の写真を提供し、記事中でも PF がこの分野に力を入れていることが言及された。

11 月 2 日には、はやぶさ 2 の帰還に向けた本格飛行開始に関連して、BL-19 で実験中の広島大学菟田ひかる教授が取材を受け、PF で実験をしている様子が NHK ニュースで放映された。

1-10. 外部資金

フォトンファクトリー（PF）では、文部科学省科学研究費（科研費）を積極的に獲得して放射光施設を活用した学術研究を推進している。また同時に、国家プロジェクトに基づく大型外部資金等を獲得し、課題解決型の取り組み

を推進しつつ、実験ステーション等の整備・高度化を進めている。2019年度のフォトンファクトリー関連の外部資金獲得状況は、以下の通りである。受託研究については、受託代表機関からの再委託を含む。

表 1-15 文部科学省科学研究費（科研費）

研究種目	件数		
	新規	継続	合計
新学術領域研究	1	1	2
基盤研究（S）		1	1
基盤研究（A）	1	1	2
基盤研究（B）	3	2	5
基盤研究（C）	5	7	12
若手研究（A）		1	1
若手研究	2	3	5
挑戦的研究（開拓）		1	1
挑戦的研究（萌芽）	1	1	2
研究活動スタート支援	1		1
計			32

表 1-16 国からの受託研究

事業名	研究題名	研究代表者	新規・継続
未来社会創造事業	マイクロアンジュレータ研究開発	足立 伸一	新規
未来社会創造事業	革新的な知や製品を創出する共通基盤システム・装置の実現」（数理工学を活用したマルチスケール・マルチモーダル構造解析システム）	小野 寛太	新規
二国間交流事業	韓国（NRF）との共同研究：超高速X線光電子回折による光科学反応の分子イメージング	小野 寛太	新規
科学技術試験研究委託事業	光ビームプラットフォーム	小杉 信博	継続
国家課題対応型研究開発推進事業「元素戦略プロジェクト」	東工大元素戦略拠点（TIES）（放射光・中性子・ミュオンを用いた材料評価・解析）	村上 洋一	継続
国家課題対応型研究開発推進事業「元素戦略プロジェクト」	元素戦略磁性材料研究拠点（中性子・X線 in-situ 解析）	小野 寛太	継続
次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発	共通基盤技術の開発	小野 寛太	継続
次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発	レアアースを使わない新磁石の開発	小野 寛太	継続
次世代がん医療創成研究事業	ピロリ菌感染微小環境が誘導する発がんシグナルとその遮断による胃がんの制圧：CagA-SHP2 結合阻害の構造情報を基にした低分子化合物の最適化	千田 俊哉	継続

戦略的創造研究推進事業「CREST (チーム型研究)」	強相関係における光・電場応答の非摂動型解析と機構解明	岩野 薫	継続
鉱物資源開発の推進のための探査等事業	AIを活用したマルチスケール・マルチモーダル構造解析システムの具体化、構築のインパクト、実現可能性の調査	小野 寛太	新規
戦略的創造研究推進事業「CREST (チーム型研究)」	X線マイクロビーム照射による細胞生物学的変化解析とエクソソーム分析	宇佐美徳子	継続
光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)	先端レーザーイノベーション拠点「次世代アト秒レーザー光源と先端計測技術の開発」(④ g. 光電子顕微鏡の開発)	足立 伸一	継続
戦略的創造研究推進事業「CREST (チーム型研究)」	ナノ集光系の開発と材料の電子状態評価	組頭 広志	継続
戦略的創造研究推進事業「CREST (チーム型研究)」	塗布型電子材料の高度結晶構造解析	熊井 玲児	継続
戦略的イノベーション創造プログラム (SIP 第2期)「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」	AI 援用積層最適化による CFRP 設計・製造自動化技術の開発	木村 正雄	継続

表 1-17 機関補助金

事業名	研究題名	研究代表者	新規・継続
平成 30 年度医療研究開発推進事業費補助金 (創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業)	創薬等ライフサイエンス研究のための相関構造解析プラットフォームによる支援と高度化 (PF におけるタンパク質立体構造解析の支援と高度化, 相関構造解析への展開)	千田 俊哉	継続
平成 30 年度医療研究開発推進事業費補助金 (創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業)	全自動大規模結晶スクリーニングシステムを用いた X 線結晶構造解析の支援と高度化	加藤 龍一	継続

表 1-18 その他の公的資金による受託研究

事業名	研究題名	研究代表者	新規・継続
知の拠点あいち重点研究プロジェクト	2 次電池の材料開発 / 寿命評価用データベース構築と AI/IoT 応用	伴 弘司	新規
知の拠点あいち重点研究プロジェクト	地域先端計測基盤と AI の統合による機能材料探索の新展開	小野 寛太	新規

1-11. 将来計画

フォトンファクトリー（PF）では、2015年度から2017年度までの3年間、KEK放射光計画の検討を進めた。電子エネルギー3 GeV、エミッタンス0.13 nmrad、周長570 mの最新型ラティスによる蓄積リング型光源の建設を目指す計画であり、PFのユーザー団体であるPF-UAの組織したKEK放射光検討委員会等の協力により700ページを超える概念設計報告書（CDR）も作成されている。しかしながら、2018年度に官民地域パートナーシップによる量子科学技術研究開発機構と光科学イノベーションセンターによる次世代3 GeV光源が仙台に建設されることが決まったことから、短期計画としてKEK放射光計画で検討した技術要素を活用してPFリングとビームラインの高度化を進め、長期計画として10年先を見据えた新光源の検討とR&Dを行う方針に転換した。計画の概要については、本年報の「巻頭言」に述べられている。

2015年度から2017年度に計26回開催されたKEK放射光検討会は、2018年度からは、KEK将来光源検討会と名称を変更して、年4回の定期開催となった。2019年度には、第5回から第8回までの4回が開催された。放射光共同利用実験審査委員会(PF-PAC)の全体会議やPF-UAの幹事会・評議員会の他、2019年度には、フォトンファクトリー新体制発足記念講演会～PF REBORN 2019～において、将来計画についての報告と議論が行われた。一方、第38回PFシンポジウムは、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で延期となった。

第100回KEK研究推進会議では、2020年度に予定されるKEKロードマップ改定に向けたPFの将来計画の発表と質疑が行われた。短期計画のPFリング高度化（PF Upgrade 2020）に加えて、長期計画の候補として、Hybridリングを中核とした放射光コンプレックスなど、許容度を格段に向上させることのできる光源を検討していることが紹介された。Hybridリングは、汎用性と先端性を共存させた可変光源で、第三世代性能バンチ（SR：ストレージ）と超高性能バンチ（SP：シングルパス）のハイブリッド運転を行う。SRバンチは万能性が高く、高度な利用を広く支える。SPバンチの当初性能としては、エミッタンス100 pmrad/バンチ長50 fsを想定している。両バンチからの放射光を同時に利用することも可能である。

将来計画に関する主な発表、その他

- ・ フォトンファクトリー新体制発足記念講演会～PF REBORN 2019～（2019/7/20）「PFの使命と将来構想」
- ・ 第34回文部科学省量子ビーム利用推進小委員会（2020/1/28）「フォトンファクトリーの現状～使命と役割～」
- ・ 第100回KEK研究推進会議（2020/2/3）「フォトンファクトリーの将来計画」

- ・ 日本学術会議大型研究計画「放射光学術基盤ネットワーク」（日本放射光学会提案）採択