

1. 施設報告

物質構造科学研究所 副所長 足立 伸一

1-1. 全体報告

2017年度のフォトンフォクトリー（PF）の現状と将来計画等について報告する。

PF の現状

2017年度は約5ヶ月に渡る大規模な入射器改造工事が行われたため、例年より早くPFは4月12日、PF-ARは4月14日からユーザー運転を開始し、ともに5月15日まで運転を行った。その後、改造工事のために5ヶ月間の長期シャットダウンに入り、改造工事の終了後、11月からユーザー運転を再開した。この改造工事件い、例年と比較して変則的な年間ビームタイムスケジュールとなった（図1-4）。

PFではこの十年間、ビームラインの改編・統廃合を進めてきた。PFリングにおいては、ラティス改造による直線部の増強を図り、短直線部への短周期アンジュレーター導入によって4本の硬X線ビームライン（BL-1A, 3A, 15A, 17A）を整備した。また長直線部のアンジュレーター更新によって、VUV/軟X線ビームライン（BL-2A/B, 13A/B, 16A, 28A/B）の改造と整備を行った。その結果、これらのアンジュレータービームラインを中心として、施設の競争力を保持している。一方、BL-14の超伝導ウィグラーにおいては、ビームダクトおよび超伝導電磁石を冷却する液体ヘリウム断熱真空部の2か所で真空リークが発生したため、PFリング全体の真空悪化による重大なトラブルを避けるために2016年12月の運転終了後より一時的にBL-14を閉鎖した。その後、2017年秋季の運転から真空リーク部の修理は無事完了し、共同利用を再開している。

PF-ARにおいては直接入射路が完成し、PF、PF-AR、SuperKEKB（HER, LER）の4リング同時入射が可能となった。これにより入射の自由度が増すと共に、PF-ARのTop-up入射も可能となった。この直接入射路工事による長期シャットダウン中、AR-NW2Aでは、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「革新的構造材料」プロジェクトの外部資金により、XAFS-CT法による3次元イメージングを実現するビームラインの整備が行われた。

一方、2017年度より大学共同利用機関法人に係る重点支援課題として「放射光施設ビームラインを活用した産業界等におけるイノベーション創出の推進」の提案が採択された。PFではこの運営費交付金予算を利用して、BL-19の全面的な更新（挿入光源、ビームライン、実験装置）を行うことを提案し、放射光共同利用実験審査委員会（PF-PAC）において承認された。このビームラインは軟X線領域の可変偏光アンジュレーターと入射スリットレスの可変偏角不等刻線間隔回折格子型分光器で構成され、2つのブランチのうちの一つに、産業界、学術界双方から需要の高い走査型透過X線顕微鏡（STXM）を設置し、もう一つのブランチにフリーポートを設置する。その後、2017年度開始の新学術領域研究として「水惑星学の創成」（領域代表者 東京大学・関根康人教授）が採択され、その計画研究「水惑星学創成に向けた分子地球化学分析」（研究代表者 金沢大学・福土圭介教授）の計画班に、放射光科学研究系のスタッフが参画して、BL-19のビームライン建設とSTXM装置設置を共同で進めることが決定し、ビームラインの建設スケジュールが約1年の前倒しとなった。この建設スケジュールに基づいて、2017年度はアンジュレーターの製作を行った。続く2018年度にアンジュレーターの設置とビームラインの建設を進め、ビームラインの立ち上げ調整を経て、共同利用実験を開始する予定である。

PF の将来計画

2016年10月末に、KEK放射光の概念設計書（Conceptual Design Report: CDR）を公開した後、パブリックコメントや新たな実験の提案の募集、PFマシンアドバイザーコミュニティ（PF-MAC）による評価、放射光学会の特別委員会での検討依頼などを行った。パブリックコメントで寄せられた意見や新たなサイエンスの提案、およびワークショップでの議論を反映させるとともに、半年間の様々な検討事項を踏まえてCDRを改訂し、CDR ver.1.1を作成した。一方、文科省科学技術・学術審議会の量子ビーム利用推進小委員会における高輝度放射光源（軟X線高輝度3 GeV級放射光源）の議論を踏まえて、KEKとしては高輝度放射光源の実現に協力しつつ、KEK独自の放射光計画の検討を進め、その実現に向けて努力するという立場で将来計画への取り組みを進めている。

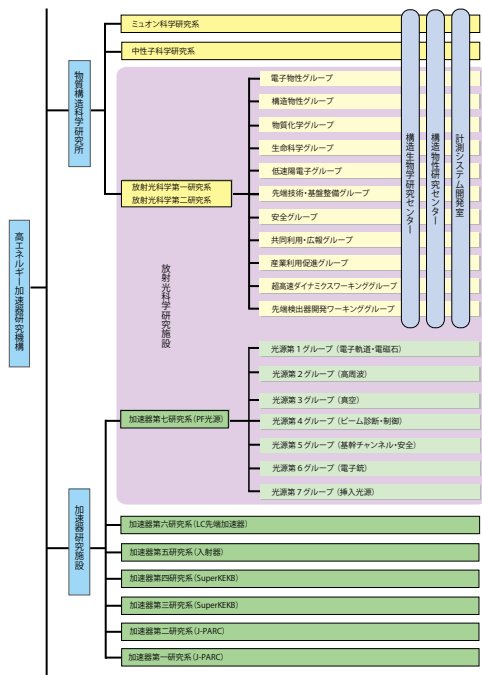


図1-1 放射光科学研究施設の組織図

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（機能強化経費）および先端研究

推進費補助金をその財源としている。2017 年度の両経費の合算額は 2,000,000 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。

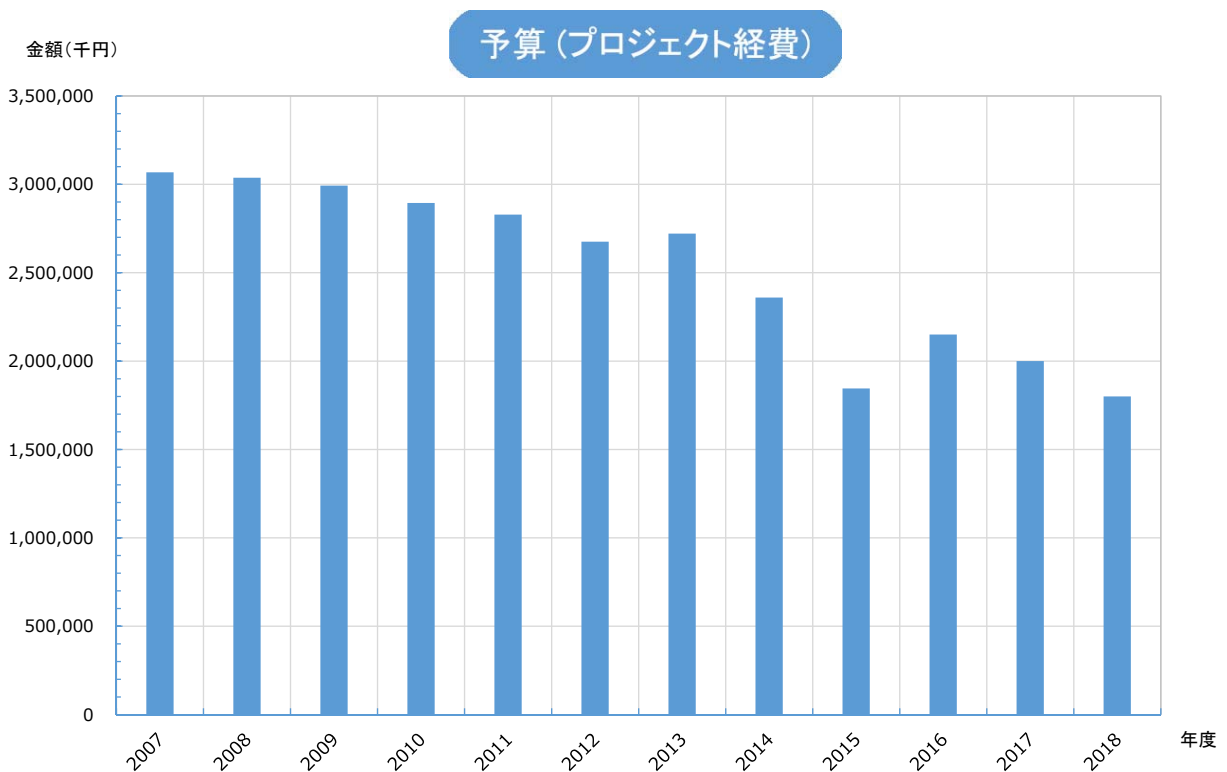


図 1-2 放射光プロジェクト経費の推移

1-3. 組織

放射光実験施設フォトンファクトリー（Photon Factory, 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）のつくばキャンパスに立地する放射光施設である。電子加速器から発生する放射光を利用して、物質・生命科学分野における構造・機能研究を推進している。PF リング（2.5 GeV）、アドバンスリング（PF-AR, 6.5 GeV）という2つの放射光専用の光源加速器とともに、低速陽電子実験施設を有し、KEK で培ってきた放射光技術・加速器技術により世界最先端の研究の場を提供している。

KEK における放射光実験研究は、KEK 内の複数の研究所・施設間の協力体制により実施・運営されている。KEK の組織図を図 1-3 に示す。PF および PF-AR の2つの光源加速器は、加速器研究施設の加速器第七研究系を中心として管理・運営を行っている。また光原加速器への入射器は、

同施設加速器第五研究系が管理・運営を行っている。また、光原加速器から供給される放射光の利用実験については、物質構造科学研究所の放射光科学第一および第二研究系が担当しており、ビームラインの整備・管理・運営を行っている。低速陽電子実験施設については、加速器第五研究系と放射光科学第一・第二研究系が連携して運転・管理・運営にあたっている。

また、物質構造科学研究所の特徴である、放射光、陽電子、中性子、ミュオンを横断的に利用した先端研究を推進するための組織として、構造生物学研究センターおよび、構造物性研究センターが設置されており、他大学、研究機関等と連携しながら、PF, PF-AR, 低速陽電子実験施設、J-PARC の物質生命科学実験施設（MLF）を利用した生命科学・物質科学研究を推進している。

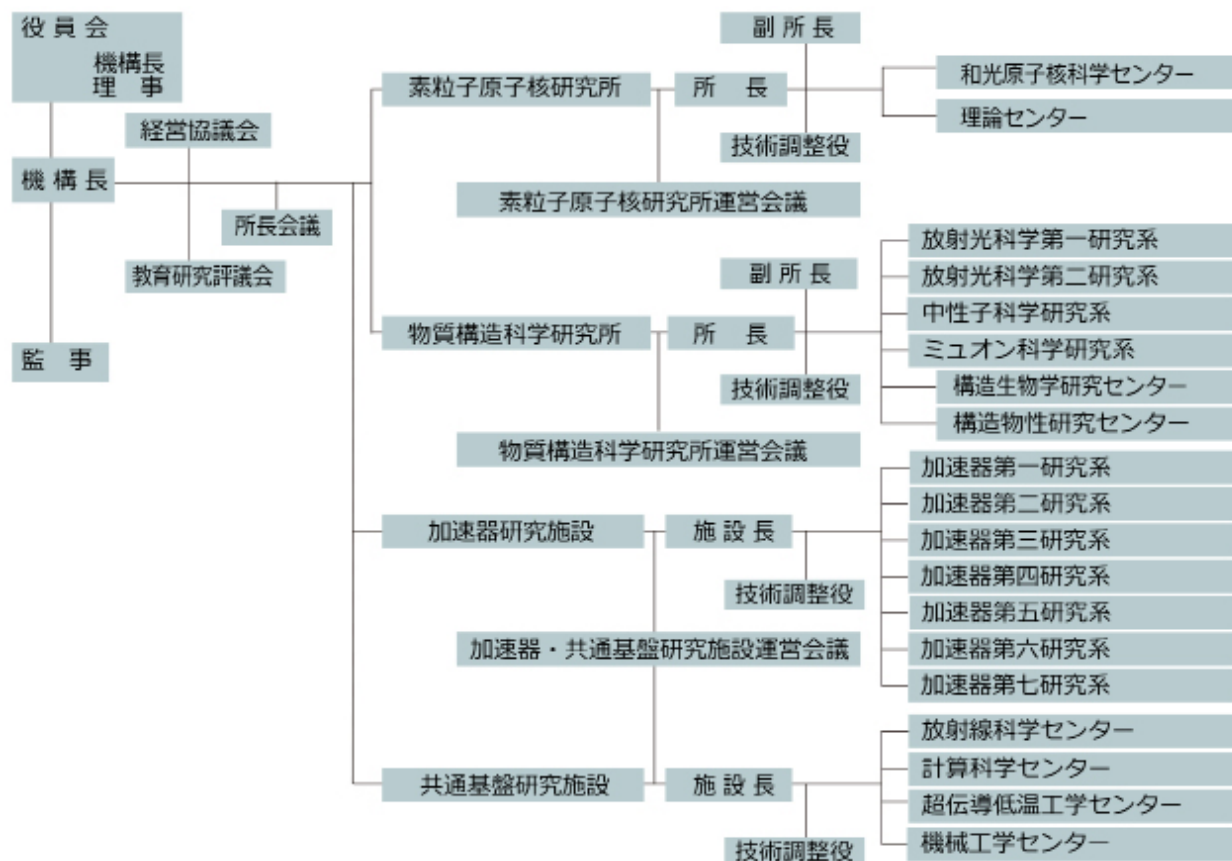


図 1-3 KEK の組織図

1-4. 運転状況

2017年度のPFおよびPF-ARの運転スケジュールを図1-4に示す。年間の全加速器運転時間は、PFが3624時間、PF-ARが2448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2983.4時間、PF-ARが2111.3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1-5に過去のユーザー運転時間の統計のグラフを示す。

2005年度のPFユーザー運転時間の減少は、PFリング高度化によるもの、2011年度の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、2016年度のARユーザー運転時間の減少は、AR直接入射路工事によるものである。

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、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1-7）。

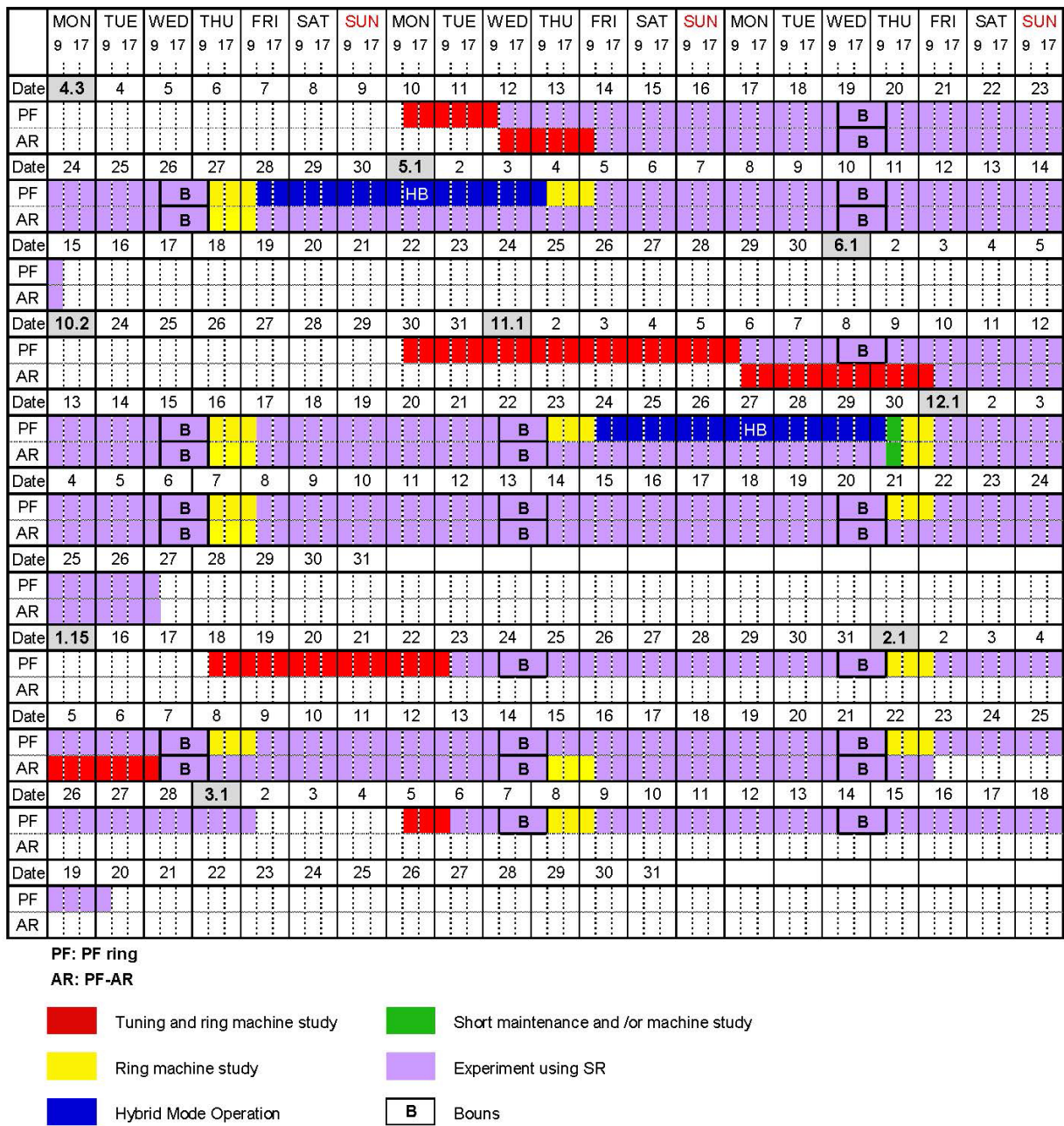


図1-4 2017年度のPFおよびPF-ARの運転スケジュール

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
総運転時間 (時間)	5272	5104	5000	4976	5064	4728	4416	4176	3024	3888	3432	3624
計画ユーザー実施時間 (時間)	4248	4296	4032	4008	4080	2832	3792	3504	2328	3048	2928	3000
故障回数	25	23	18	24	18	18	23	15	15	23	18	14
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
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
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

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
総運転時間 (時間)	5016	4561	4969	5063	4608	4080	4080	3912	2352	3336	1821	2448
計画ユーザー実施時間 (時間)	4032	3624	4344	4392	4032	2904	3672	3478	1992	2784	1104	2136
故障回数	51	60	40	41	74	49	33	47	22	18	13	55
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
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
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

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る。どちらも加速器運転の信頼度を示す数値である。

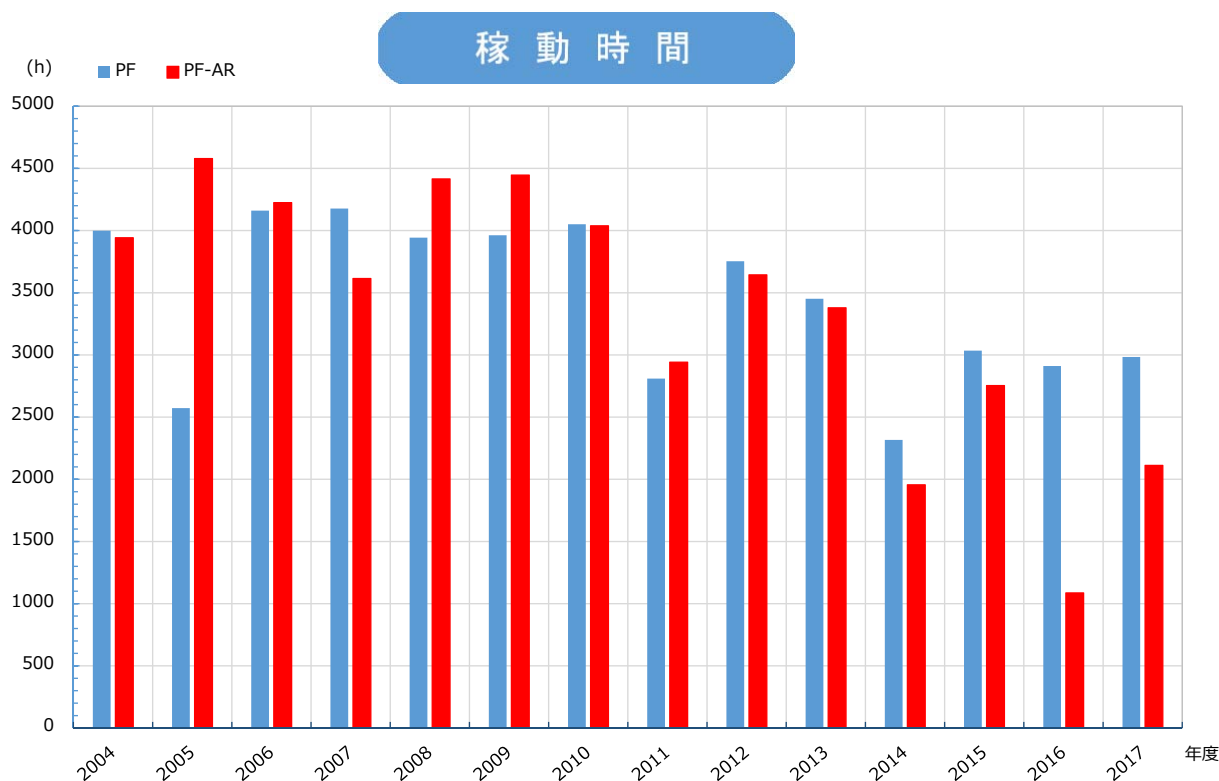


図 1-5 ユーザー実験に供された運転時間統計

1-5. 利用状況

(1) 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)、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)、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)、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利用課題(V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。

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
S1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	6	1	4	6	3	2	4	5	4	7	6	1
U	1	7	3	2	2	0	4	1	0	1	0	1
G	386	403	402	397	407	415	454	447	407	361	372	392
P	22	14	14	14	16	11	18	18	5	16	10	16
T									6	4	3	3
MP										4	0	
C	25	24	18	12	15	19	20	20	25	24	19	21
I				9	17	13	17	13	16	11	終了	
V							1	2	2	2	4	4
Y	23	23	22	29	31	30	30	41	22	33	39	30

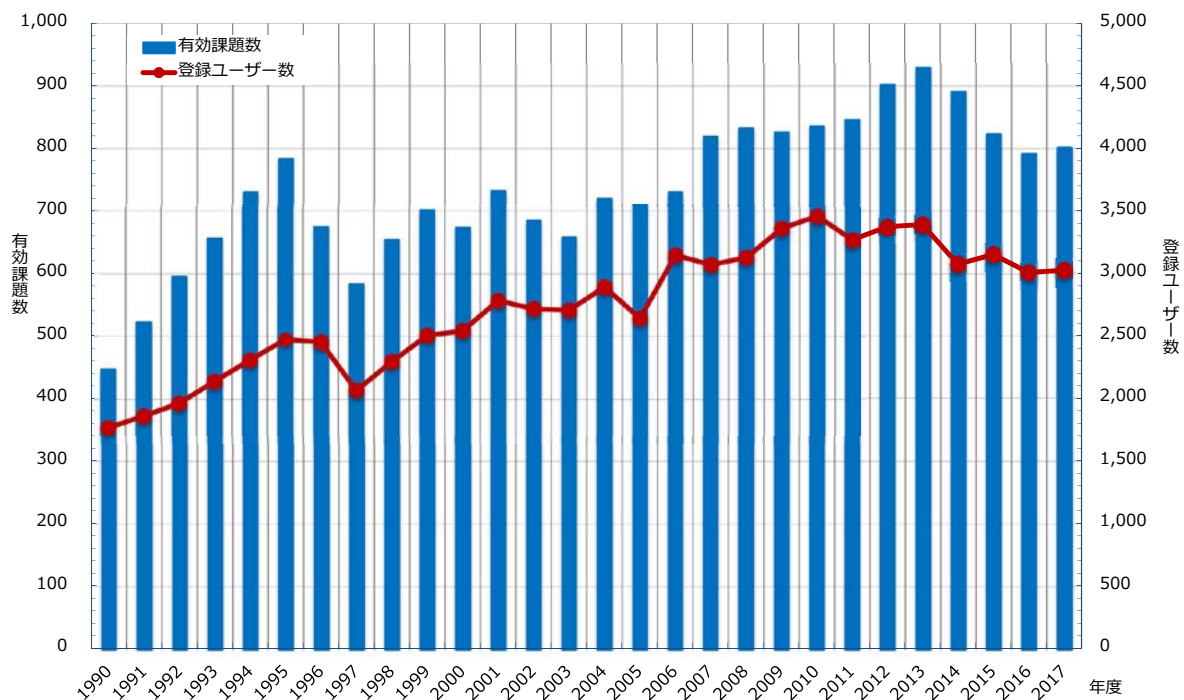


図 1-6 年間の有効実験課題数と登録ユーザー数の推移

（２）登録ユーザー数と有効実験課題数

2017 年度中に、利用実験課題でユーザー登録した全登録ユーザー数は約 3000 名であり、有効実験課題数は 800 件弱であった。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。他の課題カテゴリーに

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 1-6 に示す。

（３）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 2017 年に学術誌等に掲載された登録論文数は、2018 年 9 月 30 日現在の集計で、544 件である。PF

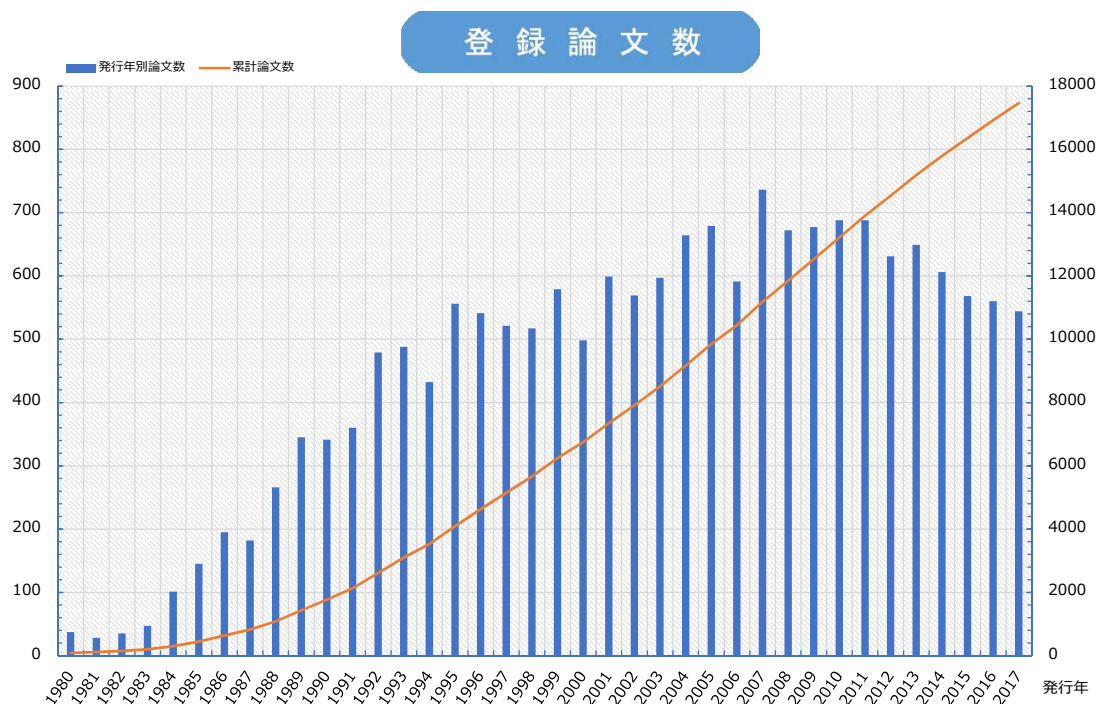


図 1-7 登録論文数の推移（単年度と累計）

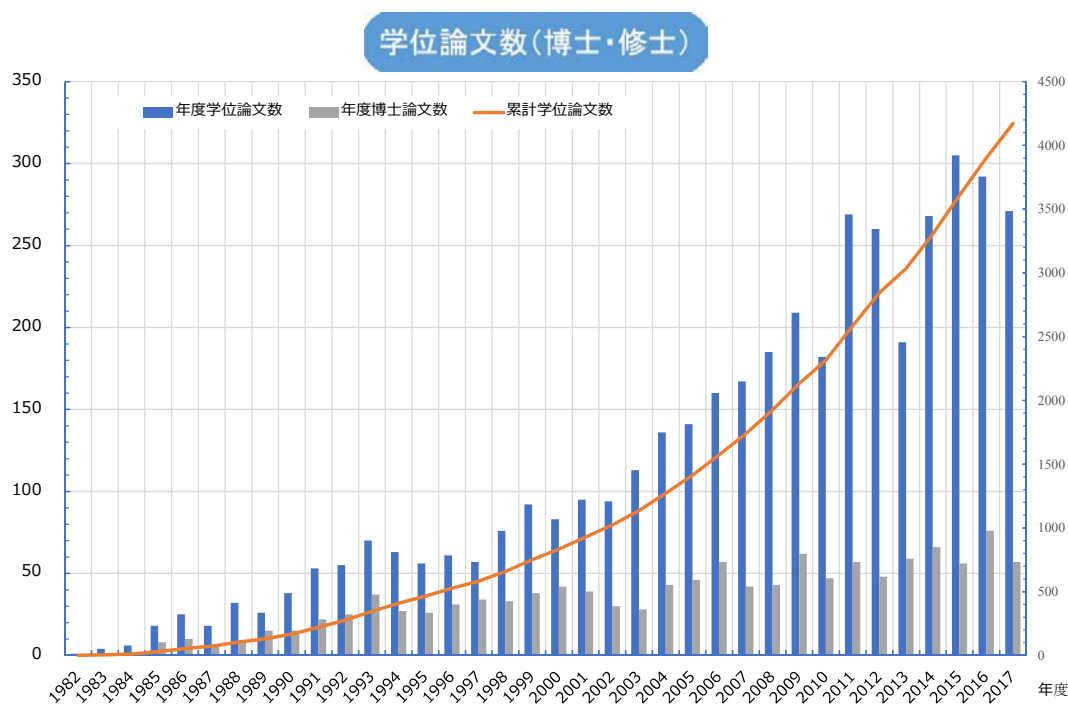


図 1-8 学位論文数（博士・修士）の推移（単年度と累計）

の研究成果として登録された論文数の年度推移を図 1-7 に示す。最近数年間の登録論文数は、図 1-5 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 1-8 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。2017

年度は 271 件であった。

2017 年の登録論文 544 件のうち、ビームライン毎の登録論文数を図 1-9 に示す。複数のビームラインを利用した成果については、それぞれのビ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。

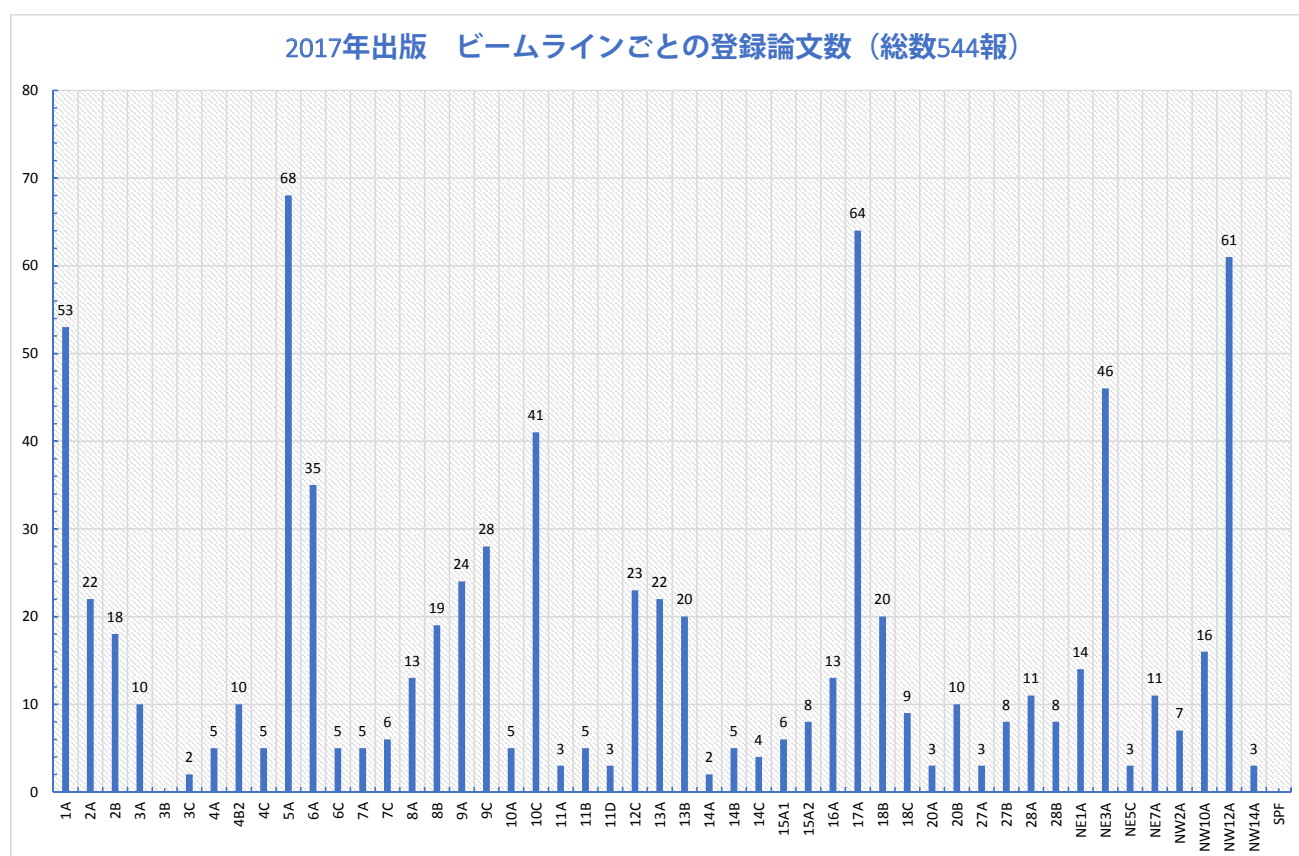


図 1-9 ビームライン毎の登録論文数（2017 年度）

(4) ビームタイムの配分状況

2017 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、ビームライン毎のビームタイムの配分状況を研究分野毎に示す。それぞれの研究分野において特徴的な利用ニーズがある。PF では、これらの利用ニーズの状況を踏まえて、新旧ビームラインのスクラップ・アンド・ビルド計画の立案・検討を進めている。評点分布では実験課題カテゴリー（G, P, T, S2, MP, U）毎に色分けして示している。ビームタイムは、年度を 3 期（2017/4-5 月, 2017/10-11 月, 2018/1-3 月）に分けて配分しており、期毎の配分状況を示す。

Allocated Beamtime(ビームタイム配分率) = (配分ビームタイムの総和) / (利用希望ビームタイムの総和)

Cutoff Score：ビームタイムの配分が可能であった最低の評点

1) 電子物性分野（真空紫外・軟 X 線ビームライン, 低速陽電子ビームライン）

電子物性分野は真空紫外・軟 X 線のエネルギー領域を対象としており、PF のリングエネルギーである 2.5 GeV の特徴を活かした真空紫外・軟 X 線分光測定等を用いる研究領域をカバーしている。特に PF の直線部増強により整備された 4 つの挿入光源ビームライン（BL-2, BL-13, BL-16, BL-28）の利用ニーズは高く、競争率が高い状況となっている。低速陽電子ビームラインでは、利用ユーザーの増加に同期して、注目される利用研究成果が報告されつつある。

VUV-SX and Slow Positron Beamlines (2017)

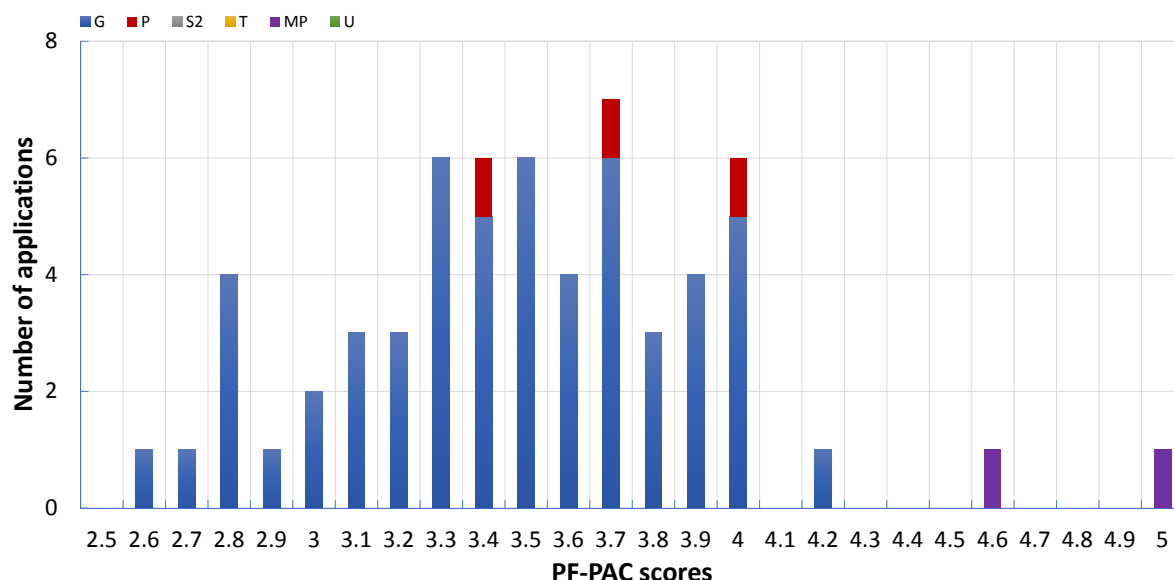


図 1-10 2017 年度の有効共同利用実験課題の評点分布
真空紫外・軟 X 線ビームラインおよび低速陽電子ビームライン

表 1-4 2017 年度 3 期分のビームタイム配分率
真空紫外・軟 X 線ビームラインおよび低速陽電子ビームライン

(配分率 0% は、この時期に立ち上げ中であったこと、100%を超える配分率は、利用希望時間が配分時間を下回っていたことを示す。)

VUV-SX and Slow Positron Beamlines										
Beamline	Light Source	2018/1-3			2017/10-11			2017/4-5		
		No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score
BL-2A,B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	U	40	53%	3.6	39	42%	3.6	37	32%	3.7
BL-13A,B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	U	39	62%	3.3	39	60%	3.4	44	52%	3.1
BL-16A (Soft X-ray spectroscopy)	U	49	54%	3.2	49	41%	3.6	45	38%	3.5
BL-28A,B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	U	17	100%	3.2	17	71%	3.5	19	52%	3.8
BL-3B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	BM	13	98%	3.3	13	100%	3.3	13	100%	3.3
BL-11A (Soft X-ray spectroscopy)	BM	22	100%	3.1	19	100%	2.7	18	100%	3.1
BL-11B (Soft X-ray spectroscopy)	BM	22	89%	2.5	19	100%	3.0	21	100%	3.1
BL-11D (VUV and SX optics)	BM	6	100%	2.7	6	100%	2.7	6	75%	2.7
BL-20A (VUV spectroscopy)	BM	4	83%	3.6	4	65%	3.4	5	63%	3.6
SPF (Slow positron facility)	SP	14	93%	3.7	14	81%	3.5	12	79%	3.5

2) 構造物性分野（硬X線回折・散乱および多目的ビームライン）

構造物性分野は硬X線エネルギー領域での回折・散乱実験を主な対象としており、硬X線を利用した単結晶構造解析、高圧力測定、イメージング測定、時間分解測定、検出器開発など多様な実験領域をカバーしている。特に単結晶

構造解析とX線回折測定用のビームライン（BL-3A, 4C, 8A, 8B）の利用ニーズが高く、それぞれ20～30件程度の実験課題を実施している。BL-14A,Bでは、光源である超伝導垂直ウィグラーの故障のため、2017年4-5月のユーザーランをキャンセルした。

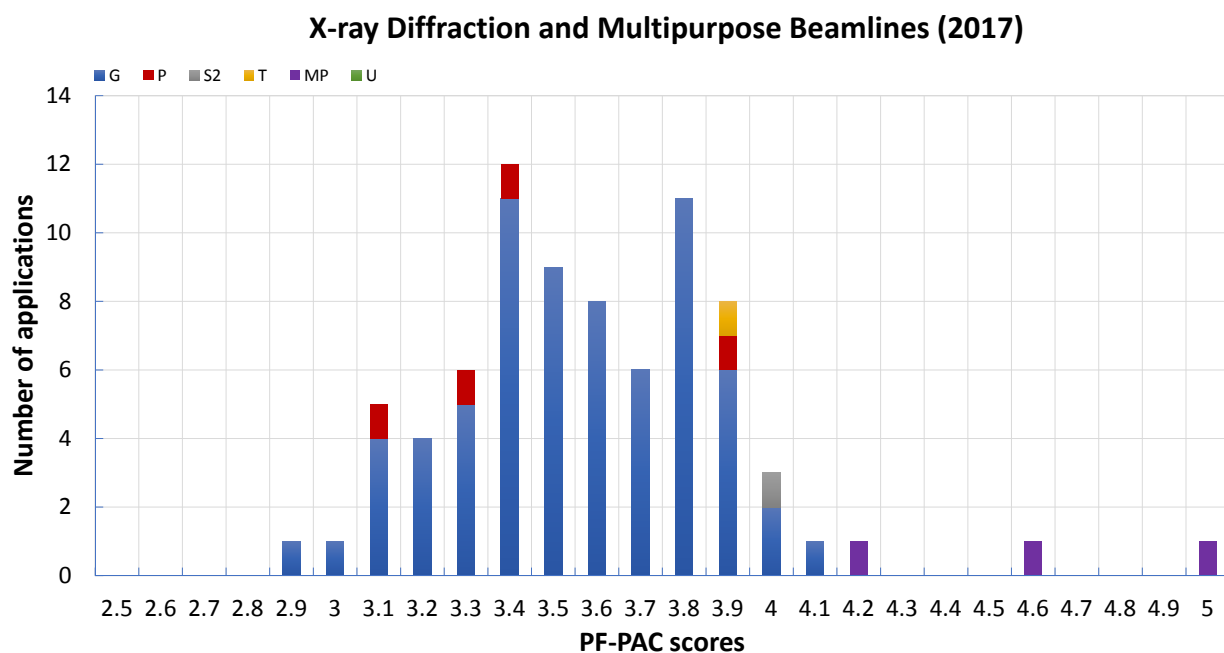


図 1-11 2017 年度の有効共同利用実験課題の評点分布
硬X線回折・散乱および多目的ビームライン

表 1-5 2017 年度3 期分のビームタイム配分率
硬X線回折・散乱および多目的ビームライン

X-ray Diffraction and Multipurpose Beamlines										
Beamline	Light Source	2018/1-3			2017/10-11			2017/4-5		
		No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score
BL-3A (X-ray diffraction)	SGU	30	77%	3.4	30	70%	3.5	29	63%	3.4
AR-NW14A (Time resolved experiment)	U	13	42%	3.9	14	78%	3.6	13	47%	3.9
AR-NE1A (High pressure science)	MPW	18	100%	3.2	18	100%	3.2	18	97%	3.2
BL-14A (X-ray diffraction and detector studies)	VW	12	100%	3.3	12	93%	3.3	-	-	-
BL-14B (X-ray optics)	VW	16	100%	2.6	16	100%	2.6	-	-	-
BL-3C (Multipurpose)	BM	9	100%	3.4	9	100%	3.4	9	100%	3.4
BL-4B2 (X-ray powder diffraction)	BM	7	100%	3.0	7	100%	3.0	8	100%	3.4
BL-4C (X-ray diffraction)	BM	31	79%	2.9	31	76%	2.9	30	76%	3.2
BL-6C (X-ray diffraction)	BM	15	71%	3.0	14	79%	3.0	14	57%	3.0
BL-7C (Multipurpose)	BM	16	88%	2.9	16	76%	2.9	17	59%	3.3
BL-8A,B (X-ray diffraction)	BM	35	90%	3.1	36	92%	3.1	37	100%	3.2
BL-10A (X-ray diffraction)	BM	11	77%	3.2	11	77%	3.2	15	89%	3.2
BL-18C (High pressure science)	BM	18	91%	3.0	18	75%	3.0	17	83%	3.1
AR-NESC (High pressure science)	BM	7	94%	3.3	7	100%	3.3	7	100%	3.3
AR-NE7A, high pressure experiment only	BM	18	63%	3.5	18	76%	3.5	18	46%	3.7

3) 化学・材料分野（硬X線分光ビームライン）

化学・材料分野は、硬X線分光測定による物質・材料の化学状態、分子構造の研究等を対象としており、対象となるビームライン群は学術・産業界の広範なユーザーに利用されている。特にX線吸収微細構造（XAFS）ビームラ

イン（BL-9A, 9C, 12C, NW2A, NW10A）は約150件の実験課題を実施しており、高い利用ニーズを有している。2017年度は、配分時期により競争率が高い状況となっている。

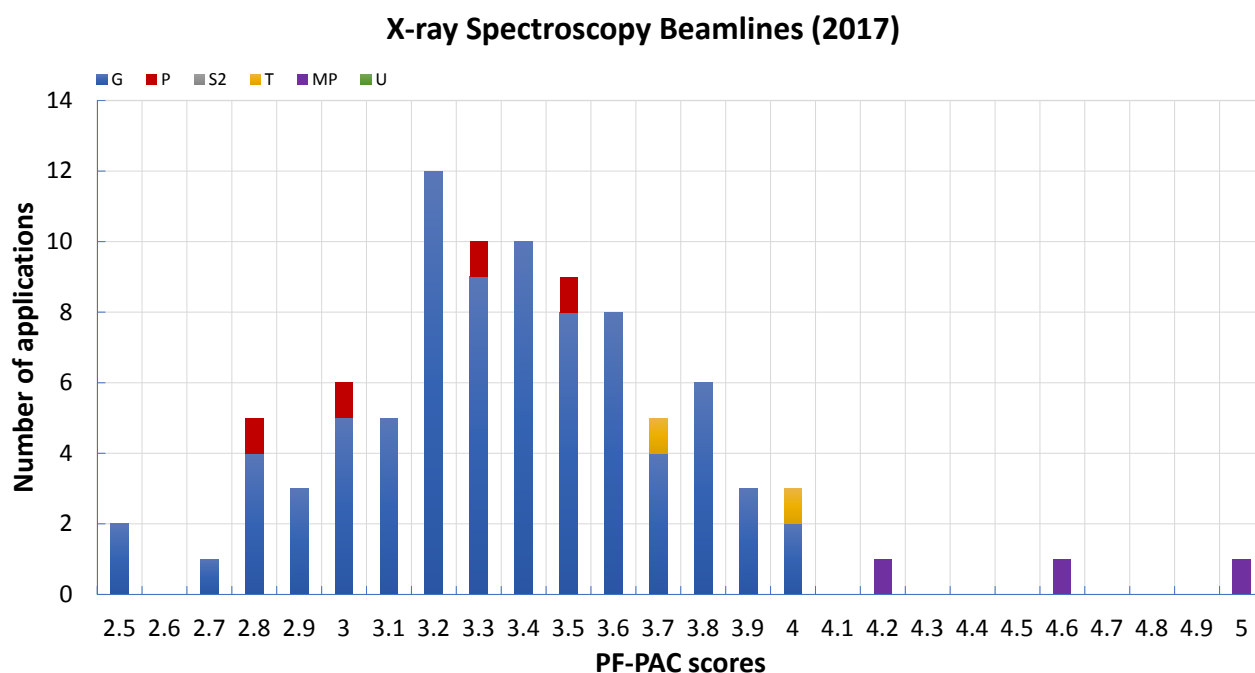


図 1-12 2017 年度の有効共同利用実験課題の評点分布
硬X線分光ビームライン

表 1-6 2017 年度 3 期分のビームタイム配分率
硬X線分光ビームライン

X-ray Spectroscopy Beamlines										
Beamline	Light Source	2018/1-3			2017/10-11			2017/4-5		
		No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score
BL-15A1 (Microbeam XAFS and XRD)	SGU	23	91%	3.4	12	51%	3.8	22	100%	3.7
AR-NW2A (Time resolved XAFS and XRD)	U	12	41%	4.0	12	84%	3.4	17	64%	4.0
Beamlines for XAFS (BL-9A, 9C, 12C)	BM	150	100%	2.8	150	86%	3.1	169	73%	3.1
AR-NW10A (High energy XAFS)	BM	48	41%	3.6	48	66%	3.4	60	85%	3.1
BL-4A (X-ray fluorescence and microbeam)	BM	17	100%	3.2	16	100%	3.2	14	100%	3.3

4) 生命科学分野（タンパク質結晶構造解析，小角散乱，医学イメージング，放射線生物ビームライン）

生命科学分野はタンパク質結晶構造解析，小角散乱，医学イメージング，放射線生物の研究分野を対象としている。タンパク質結晶構造解析ビームライン（BL-1A，5A，17A，NE3A，NW12A）は200件以上の実験課題を実施しており，PFで最もユーザーニーズの高いビームライン群である。タンパク質結晶構造解析の測定試料は規格標準化

が進めやすく，計測自動化により短時間で多くの実験課題を実施できる環境が整備されていることから，多くの実験課題を有しながら，80%程度のビームタイム配分率を保持している。

一方，小角散乱ビームライン（BL-6A，10C，15A2）も100件以上の実験課題を実施しており，ユーザーニーズが高い。こちらはビームタイム配分率が40～70%となっており，XAFS分野と同様に競争率が高い状況となっている。

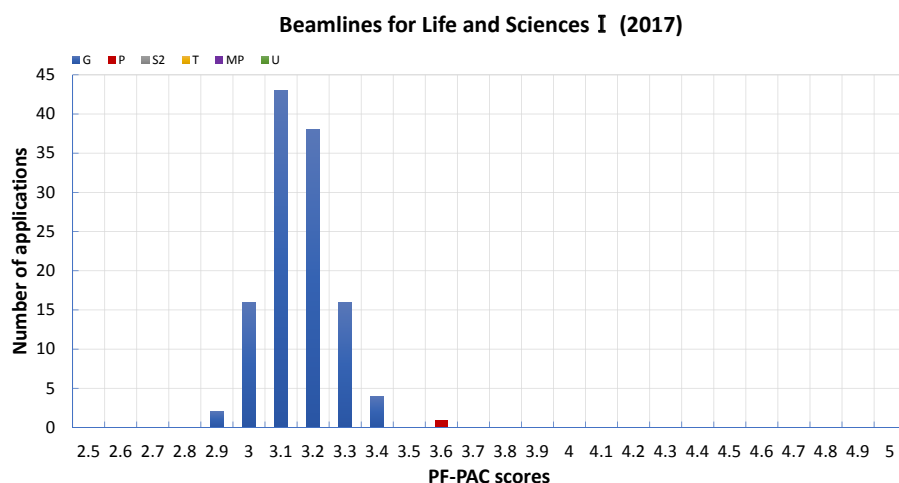


図 1-13
2017 年度の有効共同利用実験課題の評点分布（タンパク質結晶構造解析ビームライン）

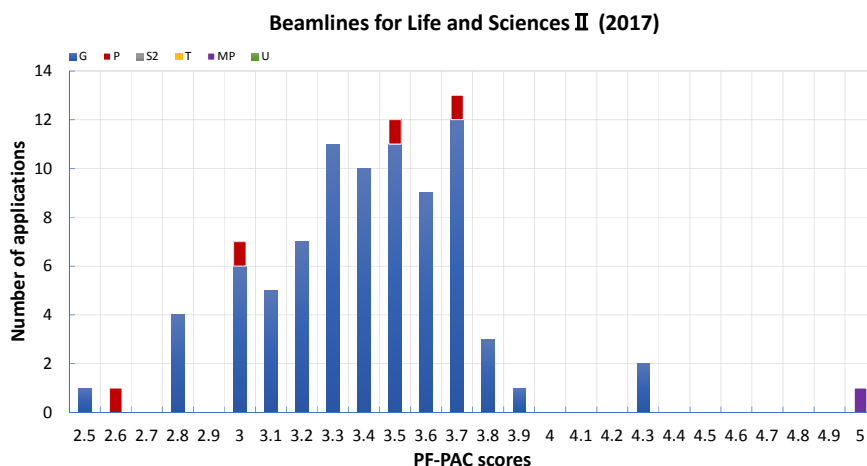


図 1-14
2017 年度の有効共同利用実験課題の評点分布（小角散乱，医学イメージング，放射線生物ビームライン）

表 1-7 2017 年度 3 期分のビームタイム配分率
タンパク質結晶構造解析，小角散乱，医学イメージング，放射線生物ビームライン
（100%を超える配分率は，利用希望時間が配分時間を下回っていたことを示す。）

Beamlines for Life and Medical Sciences										
Beamline	Light Source	2018/1-3			2017/10-11			2017/4-5		
		No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score	No. of Proposals	Allocated Beamtime	Cutoff Score
Beamlines for protein crystallography (BL-1A, 5A, 17A, NE3A, NW12A)	SGU, MPW, U	230	81%	3.0	225	100%	2.9	216	95%	2.8
Beamlines for SAXS (BL-6A, 10C, 15A2)	BM, SGU	115	91%	3.0	116	70%	3.2	117	90%	2.5
BL-14C (X-ray imaging)	VW	20	92%	2.8	21	92%	2.8	-	-	-
BL-20B (X-ray topography and diffraction)	BM	9	105%	2.9	9	102%	2.9	7	103%	2.9
AR-NE7A without high pressure experiment (X-ray imaging)	BM	18	63%	3.5	18	76%	3.5	18	46%	3.7
BL-27A (Radiation biology and XPS for radioactive samples)	BM	15	100%	2.9	15	100%	2.8	14	94%	2.9
BL-27B (Radiation biology and XAFS for radioactive samples)	BM	27	100%	2.7	27	100%	2.7	26	68%	2.7

(5) 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があり、それぞれユーザーグループ (UG) 運営ステーション、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

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、PF 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 PF 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。

2017年度は、以下の6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1-8）。

表1-8 ユーザーグループ (UG) 運営ステーション・装置一覧

運営 WG 名	ステーション名／装置名	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)	2015/4 ~ 2018/3
粉末回折	BL-4B2	植草 秀裕 (東京工業大学)	2015/4 ~ 2018/3
物質物理	BL-6C	奥部 真樹 (東北大学)	2015/4 ~ 2018/3
鉱物・合成複雑単結晶	BL-10A	吉朝 朗 (熊本大学)	2015/4 ~ 2018/3
X線顕微分光分析	BL-4A	高橋 嘉夫 (東京大学)	2017/4 ~ 2020/3
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)	2017/4 ~ 2020/3

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)	2016/4 ~ 2019/3
----	---------------------------------------	---	--------------------

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1-9）。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、2017年度は、東工大大学院修士課程の放射光科学実習(1単位・選択科目)と計測機器演習第1(1単位・選択必修科目)が実施された。

表1-9 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	河内宣之 (東京工業大学)	2015/4 ~ 2018/3

1-6. 国際協力

フォトンファクトリーでは、海外8カ国、15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1-10にまとめた。

2017年度には、以下の通り国際協力に関連する行事を実施した。

1. 中国科学技術大学国立放射光研究所長がKEKとJ-PARCを訪問

中国・安徽省（Anhui）合肥市（Hefei）にある中国科学技術大学国立放射光研究所（NSRL）のヤリン・リユー（Dr. Yalin Lu）所長とグオビン・ジャン副所長（Dr. Guobin Zhang）、中国科学技術大学のミンザン・リン教授（Dr.

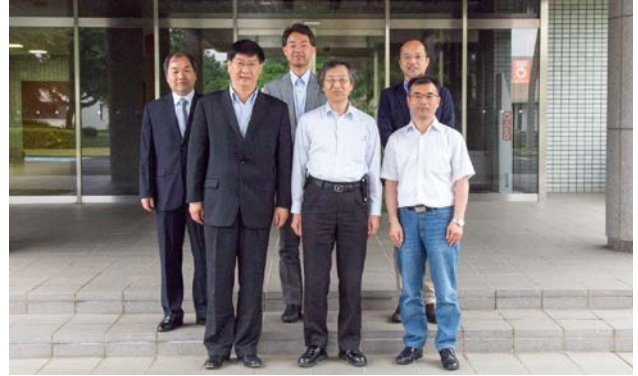


図1-15 つくばキャンパスにて。リユー所長（前列左側）、ジャン副所長（前列右側）、リン教授（後列左側）とKEK関係者

表1-10 海外研究機関との協定一覧

	機関	協定名称	期間
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	1994 ～ 2019 年
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	2013 ～ 2018 年
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	2012 ～ 2022 年
	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	2008 ～ 2021 年
	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	2012 ～ 2017 年
	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	2016 ～ 2021 年
	バナーラス・ヒンドゥー大学（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	2017 ～ 2022 年
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	2000 ～ 2021 年
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	2008 ～ 2019 年
		KEK と NSRRC との間における大電流ビーム加速用超伝導高周波空洞の研究開発に関する協定	2008 ～ 2020 年
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	2011 ～ 2021 年
	ジェファーソン研究所（Jlab）	KEK とジェファーソン研究所との共同研究に関する覚書	2000 ～ 期限の定めなし
	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	2005 ～ 期限の定めなし
	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	2008 ～ 2017 年（3年ごとに自動更新）
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	2005 ～ 2020 年
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	2004 ～ 2019 年

Mingzhang Lin) が5月25日に KEK つくばキャンパスを訪問し、放射光関係者との会合と、研究施設の視察を行った。

2. 第3回 IMASM 国際会議 / TIA-Fraunhofer 合同国際シンポジウムの見学会を開催

10月3日～6日、産総研にて、International Joint symposium of 3rd Innovative Measurement and Analysis for Structural Materials and TIA-Fraunhofer workshop が開催された。この国際会議は、KEK が参画するつくばイノベーションアリーナ (TIA) が中心となり、内閣府の国家プロジェクト SIP「先端計測拠点」の関連分野の研究者を招聘して行うもので、3回目をむかえる今回は、ドイツ最大の研究機関である Fraunhofer 研究所やイギリス・Bristol 大学の関係者が参加し、先端計測、非破壊検査、CFRP(繊維強化型プラスチック)、セラミックスコーティング等の分野についての議論が交わされた。最終日には、PF-AR のビームライン NW2A を訪れ、同 SIP プロジェクトで導入された X 線顕微鏡装置 (XAFS-CT) を見学し、実際のデータを囲んで熱い議論が行われた。

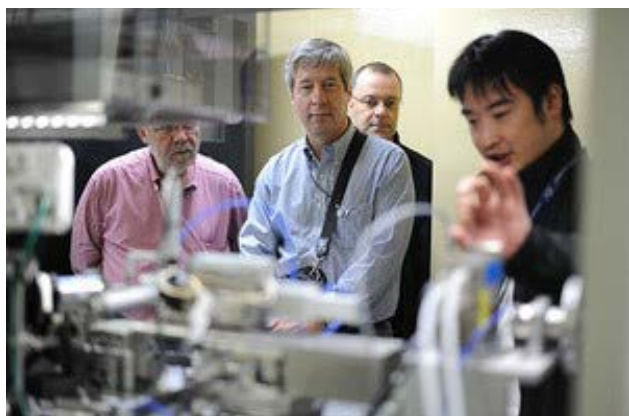


図 1-16 PF-AR のビームライン NW2A の SIP プロジェクトで導入された X 線顕微鏡装置 (XAFS-CT) を見学する関係者。

3. アフリカ光源加速器会議から招聘研究員受け入れ

物構研は、国際科学会議 (ICSU: International Council for Science) の資金による国際プロジェクト Lightsources for Africa, the Americas, Asia, and Middle East Project (LAAAMP) の参画機関として、アフリカ、アジアなどの地域の物性研究者を放射光施設で受け入れて研修を行うプログラムを実施している。このプログラムには International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP), International Union of Crystallography (IUCr), および世界の主要な放射光施設が参画しており、国内では PF が唯一の受け入れ機関となっている。

11月18日～12月15日までの4週間、アフリカ・ボツワナ共和国 Botswana International University of Science & Technology (BIUST) の Oladijo O. Philip 博士と、BIUST の大学院生 Keagisitswe Setswalo 氏を短期招聘研究員として PF で受け入れ、BL-8A, 8B において X 線回折実験と解析を行った。また、12月7日には、フォトンファクトリーでの実験結果についてのセミナーを実施した。

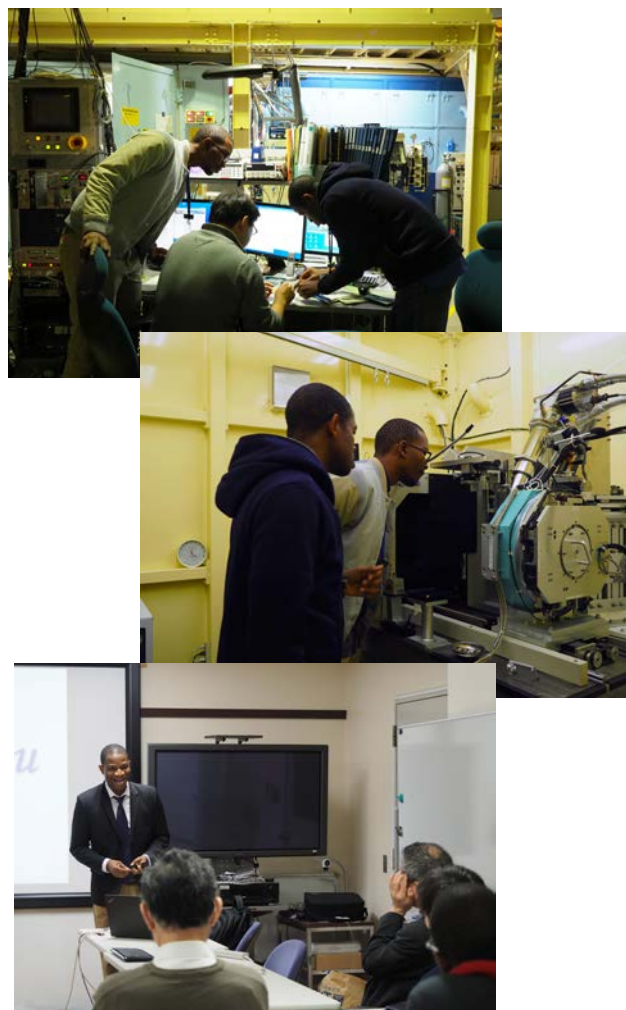


図 1-17 試料確認や粉末 X 線回折測定装置を見学する両氏 (上、中) とセミナーで講演中の Oladijo O. Philip 博士 (下)。

1-7. 大学連携

KEK では、国内の大学における加速器科学、物質科学、生命科学、量子ビーム科学などの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、国内の大学との間で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る。

2017 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. KEK と北海道大学との第 8 回連携協議会および連携シンポジウム開催

12 月 4 日、北海道大学にて、第 8 回連携協議会が開催された。協議会に先立ち、KEK の山内正則機構長が、北海道大学の名和 豊春（なわ とよはる）総長を表敬訪問した。連携協議会では互いの近況報告の後、北大における加速器利用の現状についての紹介があった。2016-2017 年度は、研究協力のほか、大学院連携、研究交流・人材交流の分野での連携事業が行われている。その後、今後の連携の進め方についての意見交換が行われた。特に、加速器利用研究での協力について、主に技術職員や若手人材の育成についての議論が交わされました。



図 1-18 （上）集合写真と（下）会議の様子

表 1-11 大学との協定・覚書一覧

大学	協定・覚書等の名称	期間
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	1986/10/1 ～ 2018/3/31
東京大学 物性研究所	覚書（真空紫外・軟 X 線領域高輝度光源研究施設の建設推進のための覚書）（附属書）高輝度光源研究施設の建設協力に関する申し合わせ	2000/12/12 ～無期限
佐賀大学 シンクロトロン光応用 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	2005/4/1 ～ 2021/3/31
東京大学 物性研究所	エネルギー回収リニアック放射光源（ERL）関連技術に関する研究	2010/4/1 ～ 2019/3/31
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）	2006/7/14 ～無期限
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	2008/2/19 ～ 2019/3/31
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	2008/7/14 ～ 2023/3/31
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	2009/1/15 ～ 2019/3/31

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	2009/2/29 ～ 2023/3/1
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・協力に関する協定の有効期間の延長に関する合意書	2010/2/1 ～ 2021/3/31
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	2010/7/1 ～ 2020/3/31
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	2011/3/1 ～ 2023/3/31
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	2013/5/16 ～ 2019/3/31
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	2014/3/3 ～ 2019/3/31
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	2014/7/31 ～ 2019/3/31
東京大学 物性研究所	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東京大学物性研究所との研究連携協力に関する協定	2014/10/1 ～ 2019/3/31
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	2014/12/19 ～ 2019/3/31
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	2015/4/1 ～ 2020/3/31

1-8. 広報・アウトリーチ活動

フォトンファクトリーは、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企画広報室が中心となって活動を行っている。2017年度は、パンフレットの作成、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）

PFを利用した研究成果のプレス発表には、共同利用ユーザーによる研究成果とともにPF内部のスタッフによる研究成果も含まれる。2017年度は、PFの研究成果に関連して、以下の16件のプレス発表を行った。

2017年

- 4月17日 量子ビーム実験・計算データをウェブ上で高速解析する可視化システムを開発
- 5月11日 世界初！光でほどけるらせん状人工ナノ線維の開発に成功
- 8月8日 電場・磁場中で薄膜の深さ方向ナノメーター分解能を実現
- 8月21日 世界初！白色中性子線を用いて微量な軽元素を含む物質の超精密原子像取得に成功
- 9月13日 細胞内骨格の賢い「解体屋」～微小管を解体する分子モーターが効率良く働く仕組みを解明～
- 9月15日 グラフェンの厚さの違いと電子の動きの関係を世界で初めて観察
- 9月20日 ピロリ菌がんタンパク質の1アミノ酸多型が日本人胃がん多発の背景に～ピロリ菌の発がん活性を規定する分子構造基盤～
- 9月29日 なぜ固体中の電子はガラス化するのか？その謎を初解明自然界に現れるガラス化現象の統一的理解に期待
- 10月25日 固体と液体の界面での原子の動きをリアルタイムに観察～燃料電池や蓄電池の性能に関わる固液界面現象の解明に期待～
- 12月28日 機能性材料の性質決定に不可欠な不純物の原子位置決定に世界で初めて成功～新規材料の開発に新たな指針～

2018年

- 1月9日 生物由来生合成酵素の分子構造情報に基づく新規生体触媒の開発～創薬に向けた合理的な生合成リデザイン的一步～
- 1月11日 ミラー対称性による新型トポロジカル絶縁体を発見～高効率電子デバイスの開発に光～

- 1月23日 貴金属を使わない高性能アンモニア合成触媒を開発～新しい窒素分子の活性化機構を示唆～
- 1月25日 機械学習により実験計画の自動決定が可能に～「学習」と「予測」でX線スペクトル測定の高効率化に成功～
- 2月26日 ミクロな見た目の「かたち」で材料の欠陥がわかる～放射光計測と応用数学による世界初の視点～（3月1日に秋葉原ジニアス会議室にて記者会見を実施）
- 3月22日 タンパク質結晶における動力学的回折現象の観察に成功～より高精度な構造解析法の確立に期待～

また、メディア向けの勉強会として、2月22日（木）に、第3回メディアサロン「大飯喰らいのがん細胞を兵糧攻めにする、要のタンパク質を発見～1mの100億分の1の正確さで分子を操るX線の眼、フォトンファクトリーの底力～」を開催した。

（２）KEK 一般公開

KEK 一般公開ではPFも施設を公開している。2013年からは毎年PF独自のテーマを設定した展示を行い、特設ウェブサイトから情報を発信している。2017年度は9月3日（日）に一般公開が実施され、PFは「スペクトル」をテーマとした展示を実施した。X線のスペクトルから持ち物の元素組成を鑑定する「元素鑑定団」など、さまざまな展示や体験企画を用意した。本部企画で実施されたおもしろ物理教室「ポケット分光器を作ろう」でも、PFのスタッフがポケット分光器の製作と体験のワークショップを行った。また、サイエンスカフェでは、千田美紀 特任助教が、



図 1-18 KEK 一般公開。可視光を使った自作の展示用分光器で、スペクトルの説明。



図 1-19 コーンスターチを使った実験の様子（多摩六都科学館）

タレントのたかはし ゆいさんをゲストに招いて、タンパク質に関するトークを行った。

（３）「やわらかい物質」についての科学イベントを開催

４月２２日（土）、第５８回科学技術週間に開催された春のキャンパス公開にて、「スイーツ対決！銃弾を止めるのはどれ？」と題したサイエンスカフェを開催し、物構研副所長の瀬戸秀紀教授が、やわらかいもの＝ソフトマターの不思議な性質について解説した。また、このキャンパス公開では施設見学ツアーの一環としてフォトンファクトリーを公開し、１０グループの見学対応を実施した。

６月１７日（土）多摩六都科学館にて、『『やわらかいモノ』を科学してみよう』を開催した。身の回りにあるソフトマターについて、粘性や弾性とは何か、クイズ形式のビデオを取り入れるなどして瀬戸教授が解説した。また、コーンスターチを使った実験では、ダイラタンシーという現象を体験した。

この他に、６月２３日（金）に岩手県の紫波町図書館にて、８月３０日（水）に広島大学附属高等学校にて、それぞれ講義を行った。これらは KEK キャラバンの一環で実施されたものである。また、８月２０日（日）に実施された J-PARC 施設公開においてもサイエンスカフェを午前と午後の２回実施した。

（４）サイエンスカフェ

毎週金曜日、つくば駅前にて開催されている「KEK サイエンス・カフェ」では、PF 関連の研究に関する話題提供も随時行っている。

７月は結晶をテーマに、前半の２回は熊井 玲児 教授が結晶の定義や作り方、調べ方（X線回折）について説明した。結晶成長の動画を見たり、顕微鏡を持ち込んでダイヤモンドなど結晶試料の観察を実施した。後半の２回は、油脂の結晶であるチョコレートについて、中性子科学研究系の山田 悟史 助教が解説した。特に月末の２８日はつくば市内の製菓メーカー東京フード株式会社のイベント「Chocosil」とのコラボとして、同社の路川 聡一 氏も登壇し、チョコ



図 1-20 ９月１２日の KEK サイエンス・カフェ（BiVi つくば）

レート原料の展示等も交えてトークを行った。

９月は「人工光合成で世界を救え！」と題して、野澤 俊介 准教授が、現在直面しているエネルギー問題と、それを解決しようとする「人工光合成」の効率化のために、分子構造や電子状態を動的に理解しようとする研究を、アニメーションなどを使って２回にわたって説明した。

１２月は、１月に開催される日本放射光学会・市民公開講座「放射光で輝く！女性研究者」のプレ企画として、放射光科学に携わる女性研究者によるカフェを３回にわたって開催した。１２月８日は「放射光科学へようこそ」と題して、宇佐美 徳子 講師が、放射光科学の魅力と市民公開講座の見どころを紹介した。１２月１５日は、加速器科学第七研究系の島田 美帆 研究機関講師が「未来の放射光を作る」と題し、放射光を「作る」側の開発研究について紹介した。１２月２２日には、市民公開講座のパネリストの１人である物質・材料研究機構の永村 直佳 研究員をゲストに迎え、酒巻 真粧子 助教とともに「放射光でミクロのキワを見る」というテーマでトークを繰り広げた。

１１月７日（火）の夜には、第２回 KEK サイエンスカフェ@青山「京の染師×構造生物学者 ～複雑さに魅せられた男たち～」を日本オラクル株式会社 本社 22F のカフェテリアにて開催した。京都の手染め職人、青木 正明氏（手染メ屋 店主）と千田 俊哉 教授が、藍染めの原理からエビ



図 1-21 サイエンスカフェ@青山（日本オラクル本社）

ジェネティクスまで、身近な現象を分子・原子レベルで解説するトークを行った。都内での夕刻からの開催ということで、仕事を終えた社会人の参加が多く見られた。

(5) チョコレイト・サイエンス

2013年度から物構研企画広報室が実施している科学イベント「チョコレート・サイエンス」を今年度も以下の日程で実施した。

- ・2018年1月20日 蒲郡市生命の海科学館
- ・2月3日 多摩六都科学館（午前・午後の2回実施）
- ・2月10日 つくばエキスポセンター

エキスポセンターでのイベントは、2017年11月18日～2018年3月18日に開催されたミニ企画展「チョコっとサイエンス」の一環として行われた。この企画展のパネル展示の企画および製作には物構研も協力を行った。イベントでは、東京フード株式会社の協力により、チョコレート製造に関する解説や、チョコレート原料の提供なども行われた。

(6) 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。

中学生・高校生の職場体験活動として、7月14日にはThe British School in Tokyoの高校生1名、8月11日にはつくば市立大穂学園中学校と下妻市立東部中学校の生徒2名を受け入れた。構造生物学研究センターにてタンパク質の結晶化実験や、研究者との対話など、研究生活の体験を実施した。

2018年2月18日（日）には、筑波大学が主催する小中学生を対象とした人材育成プログラム「つくば SKIP アカデミー」の小中学生32人を受け入れ、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。TYLスクール理系女子キャンプでは、



図1-22 物構研が協力したミニ企画展「チョコっとサイエンス」の展示（つくばエキスポセンター）



図1-23 つくば SKIP アカデミーの小中学生によるタンパク質結晶化実習

毎年「加速器体感ツアー」のメニューの一つとしてPFの見学やPFの女性スタッフとの対話を実施している。また、物質・生命科学分野の女性研究者として、2017年度は金属工学が専門の物質・材料研究機構の御手洗容子氏に講師として、構造生物学研究センター研究員の原田彩佳氏にTAとして、それぞれ協力をいただいた。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。

また、KEKの事業である「KEKキャラバン」として、小中学校・高校や一般団体への出前授業を実施している。PF関連では、前述した瀬戸教授のソフトマターに関する講義2件の他に、11月3日に「放射光で見る～最先端のX線検出器とは？」として、岸本 俊二 教授が沼津工業高等専門学校に派遣された。

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。

(7) 外部機関主催イベントへの出展等

10月8日に開催された「研究者に会いに行こう！大学共同利用機関シンポジウム2017」において、展示と講演を行った。PFからは阿部 仁 准教授が登壇し、研究内容を紹介した他、パネルや分光結晶などの展示を行った。

11月4、5日の2日間、筑波大学学園祭「雙峰祭」の本部企画「つくば研究紹介」に出展したKEKブース内で、PFと構造生物学研究センターの紹介と体験を実施した。つくば市の五十嵐市長も来訪された。

11月26日（日）にお台場のテレコムセンタービルで開催されたサイエンスアゴラにおいて、KEKの企画「どこへ向かうの？ビッグサイエンス」の登壇者の1人として、小野 寛太 准教授が物質科学におけるビッグデータの取り扱いや解析についての話題提供と議論に参加した。

2018年2月14～16日に東京ビッグサイトで開催された nano tech 2018 に、KEKも参画する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

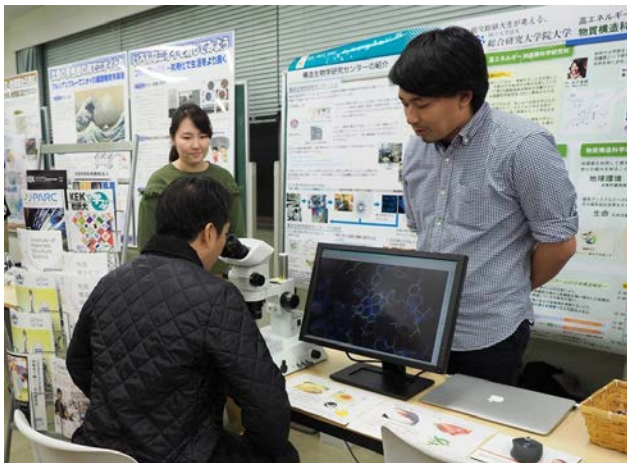


図 1-24 筑波大学学園祭「雙峰祭」で研究紹介。顕微鏡を覗いているのは五十嵐立青つくば市長

の共同利用・産業利用を紹介した。PF BL-17A の装置「タンパク質 X 線結晶構造解析装置」の 1/10 モデルを製作し、展示した。

この他に、真空展、日本放射光学会年会、量子ビームサイエンスフェスタ、TIA シンポジウム、TIA ワークショップなどに施設報告ポスターを出展した。

2018 年 1 月 8 日（月・祝）につくば国際会議場で開催された日本放射光学会市民公開講座「放射光で輝く！女性研究者」には、KEK が後援を、KEK 男女共同参画推進室が協力を行った。この講座は、宇佐美 徳子 講師、酒巻 真粧子 助教が企画を担当し、多くの PF ユーザーの女性研究者に講演やパネリストとして協力をいただいた。また、ポスター、ウェブサイト、ノベルティのデザインには大島 寛子 特別技術専門職が協力を行った。

（８）一般見学への対応

KEK では原則として 10 名以上の団体の見学を随時受け付けており、年間通じて多くの団体が PF を見学に訪れる。見学対応は PF スタッフが持ち回りで行っており、2017 年度は約 180 件の一般見学、実習やイベントに伴う見学も含めると約 230 件の見学に対応した。

（９）取材などへの対応

取材・撮影等への対応は随時行っている。

9 月には、外務省が開催する国際女性会議 the World Assembly for Women (WAW!) の広報用映像「STEM 分野で輝く女性の活躍推進」の撮影が 4 号館および PF BL-2A で行われ、外務省から委託を受けた英国 CNN の取材班が来訪した。北村 未歩 博士研究員が取材班のインタビューを受け、自身の研究テーマと女性の働きやすい社会について話した。映像は YouTube で公開されている。

（１０）深堀協子氏が KEK 物質構造科学研究所広報室に着任

KEK 物質構造科学研究所広報室の餅田円氏が東京大学

物性研究所広報室に異動したことに伴い、2017 年 3 月 1 日付で、新たに深堀協子氏が特別技術専門職として着任した。

1-9. 教育・人材育成

フォトンファクトリーでは、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。2017年度の大学院生ユーザーの登録数は、1,146名であり、フォトンファクトリーを利用する年間の全登録ユーザー（2,989名）の約1/3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。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科・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として、大学院生奨励課題（T型課題）をスタートさせた。

KEKのサマーチャレンジは、新しい知の枠組みの構築に挑戦する次世代の基礎科学を担う若者たちの育成を目指して、全国の大学3年生を主な対象としたスクールであり、2017年で第11回となる。フォトンファクトリーでは、物質・生命スクールを担当し、8月のサマースクールに加えて、11月には放射光を実際に用いた「秋の実習」を実施した。2017年度のそれぞれの活動の概要について以下に記載する。

（1）大学共同利用における人材育成

フォトンファクトリーの共同利用において、大学院生ユーザーは放射光ユーザー全体の約3割を占める。多くの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学術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1-8に、フォトンファクトリー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。2017年度は271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、4172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。一方、学部学生の実習については、2017年度は398件の実習を受け入れた。

（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

表 1-12 総研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	SOKENDAI	JPHD
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

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。2017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学院生は7名であった。

（3）T型課題と特別共同利用研究員

フォトンファクトリーで実施する放射光共同利用実験課題の新しいカテゴリとして、2014年度から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ことのできる、大学院生奨励課題（T型課題）がスタートした。T型課題に申請した大学院生は、書類及び面接審査を経て、課題が採択された場合には、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。T型課題責任者の大学院生は、特別共同利用研究員としてフォトンファクトリーに在籍することを義務付けており、出身大学の指導教員とフォトンファクトリー内の受入教員の両方から研究指導を受けながら、フォトンファクトリーの実験現場で博士課程の研究を進めることができる。T型課題の採択件数は、2014年度6件、2015年度4件、2016年度3件、2017年度3件であった。前述の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システムである。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内の教員が受入先となって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る制度を整備し、研究指導を行っている。2017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10名であった。フォトンファクトリーの総研大研究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1-11に示す。

(4) サマーチャレンジ2017

KEKでは、日本中間子科学会、高エネルギー物理学研究者会議、原子核談話会ならびにPF-ユーザーアソシエーション(PF-UA)の共催のもとに、次世代の基礎科学を担う若者たちの育成を目指して、全国の大学3年生を主な対象としたサマースクールを8月に開催している。第11回目となるサマーチャレンジ2017は「この夏、研究者になろう!」をテーマに、最前線で活躍する研究者による講演や講義を行った。全国の大学スタッフにより練り上げられた全12テーマ(素粒子・原子核7テーマ、物質・生命5テーマ)に分かれ、研究者が実際に使用している装置や機材等を使用し実験に取り組んだ。

フォトンファクトリーでは、物質・生命コースを担当し、8月18日から26日の夏期スクールに加えて、11月18日、19日の2日間、秋の実習を実施した。8月のスクール中は、加速器運転が停止しているため、放射光を使用しない演習を行ったが、より実際の放射光の利用研究に近い体験をするために、加速器の運転している時期を選び実習を行った。11月18日(土)、19日(日)の2日間、5つの班が再び集まり、夏の実習で作成し保存しておいた試料を放射光で測定する、組み立てた装置を実験ホールに持ち込んで分析するなど、実際の研究現場で実験を行った。



図1-25 特別講義の講師(梶田隆章東京大学宇宙線研究所長)を囲んで

1-10. 外部資金の獲得状況

フォトンファクトリーでは、文部科学省科学研究費補助金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。2017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。

表 1-13 科学研究費補助金

研究種目	件数	備考
新学術領域研究	3	計画 3
基盤研究 (S)	1	
基盤研究 (A)	4	
基盤研究 (B)	1	
基盤研究 (C)	12	
若手研究 (A)	1	
若手研究 (B)	5	
挑戦的研究 (開拓)	1	
挑戦的研究 (萌芽)	1	
挑戦的萌芽研究	4	
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化)	1	
計	34	

表 1-14 受託研究

事業名	研究題名	研究代表者
戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「革新的構造材料」	放射光を中心とした先端計測技術開発	木村 正雄
科学技術試験研究委託事業	光ビームプラットフォーム	野村 昌治
戦略的創造研究推進事業「ACCEL (イノベーション指向のマネジメントによる先端研究の加速・深化プログラム)」	触媒反応のその場観察による構造解析	阿部 仁
戦略的創造研究推進事業 (CREST)	シグナル攪乱複合体の結晶構造解析	千田 俊哉
国家課題対応型研究開発推進事業「光・量子融合連携研究開発プログラム」	レーザー・放射光融合による光エネルギー変換機構の解明	足立 伸一
国家課題対応型研究開発推進事業「光・量子融合連携研究開発プログラム」	中性子と放射光の連携利用によるタンパク質反応プロセスの解明 (電子伝達タンパク質の酸化還元状態依存的な親和性調節機構の解明)	千田 俊哉
国家基幹研究開発推進事業「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
国家基幹研究開発推進事業「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
革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)	マイクロアンジュレーターの開発	山本 樹
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
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
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
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
鉱物資源開発の推進のための探査等事業	放射光を用いたレアメタル鉱石中の元素存在形態の解析	小野 寛太

研究成果展開事業 地域産学バリュープログラム	Pd/Ti コーティングを利用した長寿命低活性化温度大排気速度非蒸発ゲッターポンプの開発	間瀬 一彦
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【東大からの再委託】）	クライオ電源による細胞内ネイティブ複合体構造解析	千田 俊哉
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

表 1-15 機関補助金

事業名	研究題名	研究代表者
平成 29 年度科学技術人材育成費補助金	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 Nanotech Career-up Alliance(Nanotech CUPAL)」	足立 伸一
平成 29 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
平成 29 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

1-11. 研究会・講習会

(1) PF 研究会

フォトンファクトリーでは、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。例年 6 回程度を採択し、開催している。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。2017 年度は下記の PF 研究会の提案を採択・開催した。

(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、フォトンファクトリーでの研究成果、施設運営、共同利用、将来計画等について議論する場であり、2018 年 3 月開催の PF シンポジウムで 35 回目を数えた。2017 年度の PF シンポジウムは、3 月 2～4 日に水戸において開催された量子ビームサイエンスフェスタの中で、3 日目に開催された。シンポジウムでは、施設および将来計画の現状について報告され、ユーザーを交えた総合討論が行われた。

(3) 講習会

フォトンファクトリーでは、比較的利用ユーザーの多い計測分野（タンパク質結晶構造解析、X 線溶液散乱、XAFS 等）を中心に、定期的に講習会を開催している。

表 1-16 PF 研究会リスト

日程	題名	参加人数
2017 年 10 月 5-6 日	次世代光源で拓かれる光電子分光研究の将来展望	72

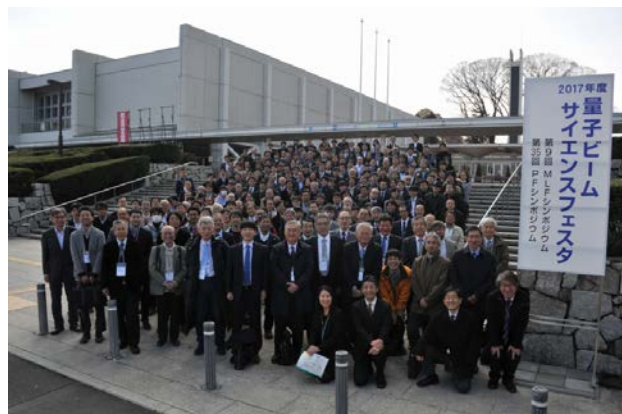


図 1-25 2017 年度量子ビームサイエンスフェスタにて

2017 年度に開催した講習会のリストを下表に示す。

ナノテクキャリアアップアライアンスは、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補助金によって支援されている取り組みである。2014 年度下期から開始されたこの事業は TIA の参画機関(KEK, 産総研, 物材機構, 筑波大)と京都大学ナノテクノロジーハブ拠点が中核機関となり、アライアンスを構成する 10 大学と連携して、我が国のナノテク研究人材のキャリアアップと流動性向上を目指す研究人材育成を進めている。フォトンファクトリーでは、放射光分析手法(XAFS, 小角散乱, 粉末X線回折, X線イメージング)の講義・実習による研修プログラムを組み、2017 年度は小角散乱と粉末X線回折の講義・実習を開催した。また、タンパク質結晶構造解析および溶液散乱関連の都合 3 回の講習会は、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実施である。

表 1-17 講習会リスト

実施日	講習会	参加人数	企業参加	内容
2017 年 4 月 19-21 日	ナノテクキャリアアップアライアンス 第 5 回 KEK 放射光利用技術入門コース (小角散乱)	11	可	講義, 実習
2017 年 7 月 31 日 - 8 月 4 日	対称性・群論トレーニングコース (第 6 回基礎コース)	42	可	講義
2017 年 10 月 5-6 日	タンパク質結晶構造解析初心者向け講習会	17	可	講義
2017 年 10 月 25 日	第 2 回タンパク質結晶構造解析ビームライン中級者向け講習会	133	可	講義
2017 年 12 月 12-13 日	タンパク質 X 線溶液散乱講習会	47	可	講義, 実習
2017 年 12 月 12-14 日	ナノテクキャリアアップアライアンス 第 6 回 KEK 放射光利用技術入門コース (粉末 X 線回折)	7	可	講義, 実習

1-12. 産業利用

(1) 概況

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。これにより 2017 年度における PF の産業利用は、成果占有・非公開の一般施設利用（Y 課題）と成果公開を基本とする共同研究（C 課題）の 2 つの有償利用の制度が中心となり、そこに若干の無償・成果公開の共同利用課題（G 課題等）が実施されているかたちとなっている（表 1-18）。産業利用の実験課題数及び実験時間数を図 1-26 及び 1-27 に示す。実験課題数を前年比で評価すると、施設利用の課題数は減少、共同研究件数は前年度から横ばいであり、全体としては減少した。一方、実験時間数は、施設利用・共同研究とも前年実績を維持し、全体として約 5500 時間であった。産業利用全体でのユーザー数も減少を示しているが、原因としては、トライアルユース（TU）制度の終了に伴う新規ユーザーの減少が一因として考えられる。一方で、利用時間が横ばいであることから、従来からのユーザーの利用は維持されている結果と考えられる。

(2) 支援体制、普及活動

産業利用の支援体制としては産業利用促進グループがあるが、その限られた要員（5 人。2017 年 4 月 1 日現在）だけで産業利用の実験実務の全体をカバーすることは実質的に不可能であることから、各ビームラインのスタッフと共同でユーザー対応にあたっている。

利用普及活動としては、広報活動やセミナーの開催がある。2017 年度は、産業利用のパンフレットを刷新すると

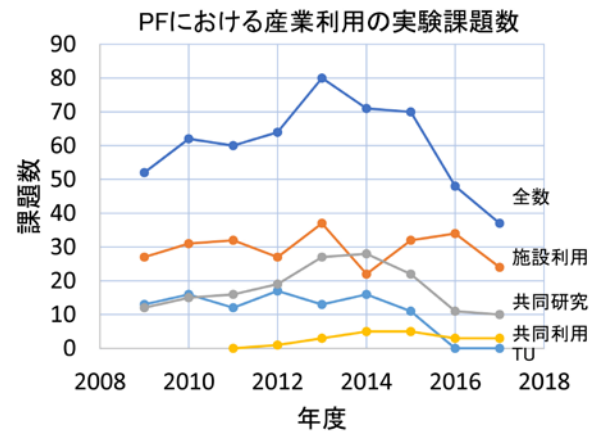


図 1-26 産業利用の実験課題数

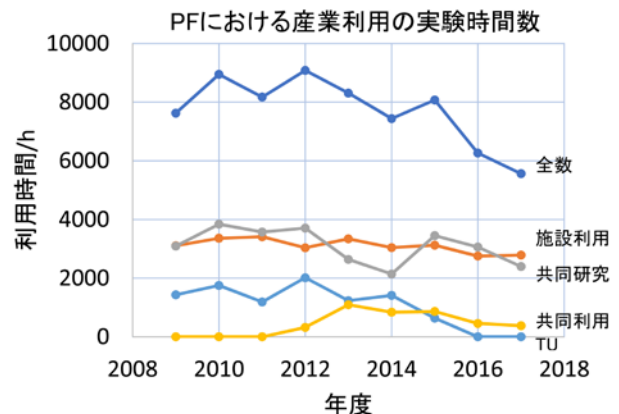


図 1-27 産業利用の実験時間数

表 1-18 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	成果占有 非公開可	通常ライン: 27, 300 円／時 高性能ライン: 53, 550 円／時
試行施設利用 ^{※2}	有償	—	随時	成果占有 非公開可	通常ライン: 12, 600 円／時 高性能ライン: 25, 200 円／時
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 BL: 12, 600 円／時 高性能 BL: 25, 200 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：科研費を申請できる機関で、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、マルチボ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, NW2, NW12, NW14

ともに、第9回 TIA シンポジウム（10月2日）、nano tech 2018（2月14-16日、TIA としての出展）、量子ビームサイエンスフェスタ（3月2-4日）などにおいて、PF の取組みの紹介とともに産業利用についてポスター発表を行い、普及促進に努めた。また企業団体向け個別セミナー（ナノテクノロジービジネス推進協議会（NBCI）-KEK 合同連携セミナー）を KEK で2回実施した。今後も半期毎を目処に継続して実施する予定である。

TU の終了を契機にして立ち上げられた新規ユーザー開拓のための試行利用制度が2017年度から本格的に立ち上がった。実際に3社の利用があり、その内の2社は試行利用後、一般施設利用での継続的な利用につながっている。また、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するための有償支援制度を2016年度下期に制定し、2017年度のビームタイムから利用が進んでいる。これらにより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をつくった（表1-19）。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、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1-20）。

産業利用の促進を目的に、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を検討している。2018年度に、「産業利用促進日」として PF の運転を延長して、施設利用料収入等による PF の運転可能性を検討することを計画している。

（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か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、複数施設を活用による高度なソリューションを提供する施設連携や地域発課題の積極的な推進、そして人材育成、レーザーと放射光の融合領域の拡大等を中心に活動する計画とし、活動を展開した。

表 1-19 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 ^{※2} (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 ^{※1}	30,000 円/時 ^{※2} (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。

※2：試行施設利用の場合は無償。

表 1-20 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。 ・実施ビームライン(研究グループ) ^{※2} タンパク質結晶構造解析、X線小角散乱

※1：優先施設利用は対象としない。

※2：2018/3/31 現在。