

1. 施設報告

放射光科学研究施設長 村上 洋一

1-1. 全体報告

2016年度のフォトンファクトリー（Photon Factory, PF）の現状、将来計画等について報告する。

1. PFの現状

1982年に運転開始、1983年に共同利用を開始して以来、PFは長年にわたって放射光を供給してきた。特にこの十年間は、重点的に支援すべき研究分野に関して議論を行い、それに基づいてビームラインの改編・統廃合を進めてきた。2005年のラティス改造で作成した4つの短直線部に、短周期アンジュレーターを導入して、BL-1A, 3A, 15A, 17AというX線ビームラインを整備し、またこの数年間は、長直線部にアンジュレーターを装備して、VUV/軟X線ビームラインBL-2A/B, 13A/B, 16A, 28A/Bで、国際競争力を保つようにした。この間、ユーザー数と有効課題数は増え続け、2016年度はユーザー数3008名、総有効課題数793件に達している。しかし2011年以來、ユーザーに十分なビームタイムを供給することが難しい状況が続いており、競争倍率の高いビームラインでは、ビームタイム配分率が3割を切るところも出ている。これは、慢性的なPFプロジェクト経費の減少と電気単価の値上がりなどによる加速器運転時間の減少が大きな原因である。2016年度のPFプロジェクト経費も厳しい状況であったが、2015年度

並みの運転時間（PFでユーザー運転時間を3000時間）を確保した。そのため2016年度は、従来のビームライン・装置の維持費、旅費などを運転経費に一部転用することで、運転時間の減少に対応した。

一方で、施設利用・受託研究・共同研究・各種国家プロジェクトを積極的に行うことにより、自己収入を得て、ビームライン・実験環境の維持・増強を行った。特に2016年度より、コンサルティングや依頼測定・解析などのオプションを増やした施設利用制度を導入することにより、放射光の産業利用を促進した。このような活動を通じて自己収入を増やし、実験装置の整備や運転時間の増加により、PFの本来のミッションである大学共同利用にも良い影響が及ぶようにしたいと考えている。さらには、大学・国研とのより強い連携を図ることにより、ある分野においては産業界との連携まで発展させていくことを検討している。また今後、ユーザーと協力して、様々な競争的資金獲得を目指す。

2. PFの将来計画

2016年度の大きな目標は、「PF将来計画の確定と具体化」であったが、これに関しては大きな進展があった。将来計画に関する経緯は以下の通りである。

2014年10月に物構研運営会議の下に設置されたPF将来計画検討委員会が計10回開催され、2016年3月には物構研運営会議において最終報告書が提出、承認された。その報告書の要旨は、以下の通りである。

- ・ 短・中期計画として、蓄積リング型高輝度放射光施設の実現を目指して、その運営も含めた詳細検討を早急に進める。
- ・ 長期計画として、ライナック型回折限界光源のための加速器技術のR&Dを開始する。具体的な長期計画については、短・中期計画の進捗や国内外の情勢なども踏まえつつ策定する。

これに並行して、PF内部では蓄積リング型高輝度放射光光源の検討を進め、2016年3月14日のPF-UA拡大ユーザーグループミーティングと同年3月16日のPFシンポジウムにおいて、その検討結果を公開した。また、2016年3月29、30日に開催された放射光科学研究施設の国際諮問委員会（PF-Science Advisory Committee: PF-SAC）においても、PF将来計画について集中的な議論が行われた。

従来から放射光次期計画として推進してきたエネルギー回収型ライナック（Energy Recovery Linac, ERL）計画については、これまでの活動を総括するために、外部委員からなるERL総括委員会を機構長の依頼の下に設置し、2016年7～9月に開催して、ERL計画の中止に至る経緯における課題を指摘いただくとともに、次期計画の検討に向けた助言をいただいた。

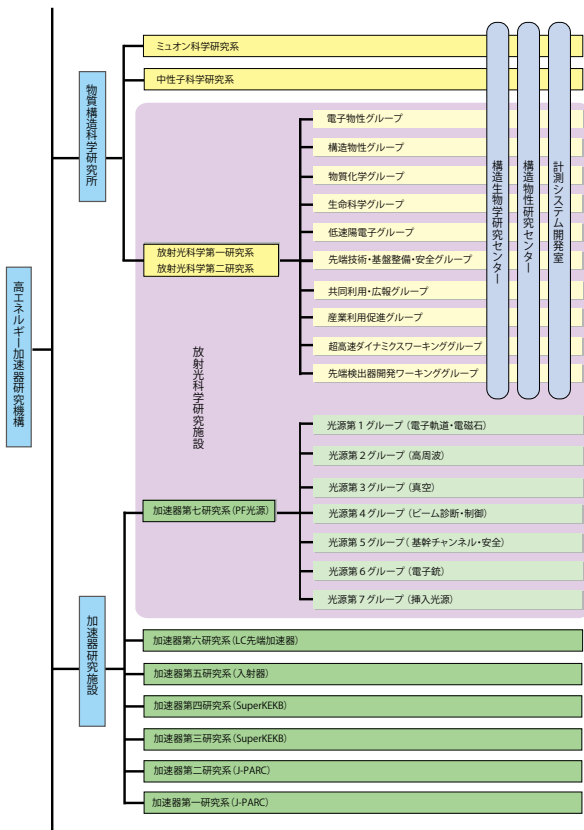


図 1-1 放射光科学研究施設の組織図

2016年10月には、蓄積リング型高輝度放射光光源計画（KEK放射光計画）の概念設計書（CDR: Conceptual Design Report）を完成し、PFホームページに公開した。CDRの作成に際しては、PF User Association（PF-UA）の検討委員会から多大なるご協力を頂いた。ご尽力を頂いた皆様には、心より感謝を申し上げたい。

一方で、2016年度中には、国内の放射光施設、放射光学会等の関係者の間で、国内での3 GeVクラスの蓄積リング型高輝度放射光光源の実現に向けて、国内で並立する計画を調整するための議論が行われ、その議論を踏まえて、KEKとして以下の3つの方針を表明した。

- KEKは、我が国に3 GeV級高輝度光源が存在しない状況を鑑み、SLiT-J建設に向けての平成30年度予算への概算要求に賛同し、SLiT-Jの実現に協力する。
- 放射光学会の小委員会などでの議論により、PF、PF-ARの今後の在り方や、KEK放射光計画等を含む日本の放射光科学のグランドデザインを作る必要がある。ただし、この計画はSLiT-J計画の進捗を妨げるものであってはならない。
- KEKは、KEK放射光計画の検討をさらに進め、その実現に向けて最大限の努力をする。

この方針を踏まえて、今後、KEKでは、オールジャパン体制の中で国内の蓄積リング型高輝度放射光光源の実現に向けた活動を行うと同時に、KEKにおける次期放射光計画の検討を継続する予定である。

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。2016年度の両経費の合算額は2,150,000千円であった。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。

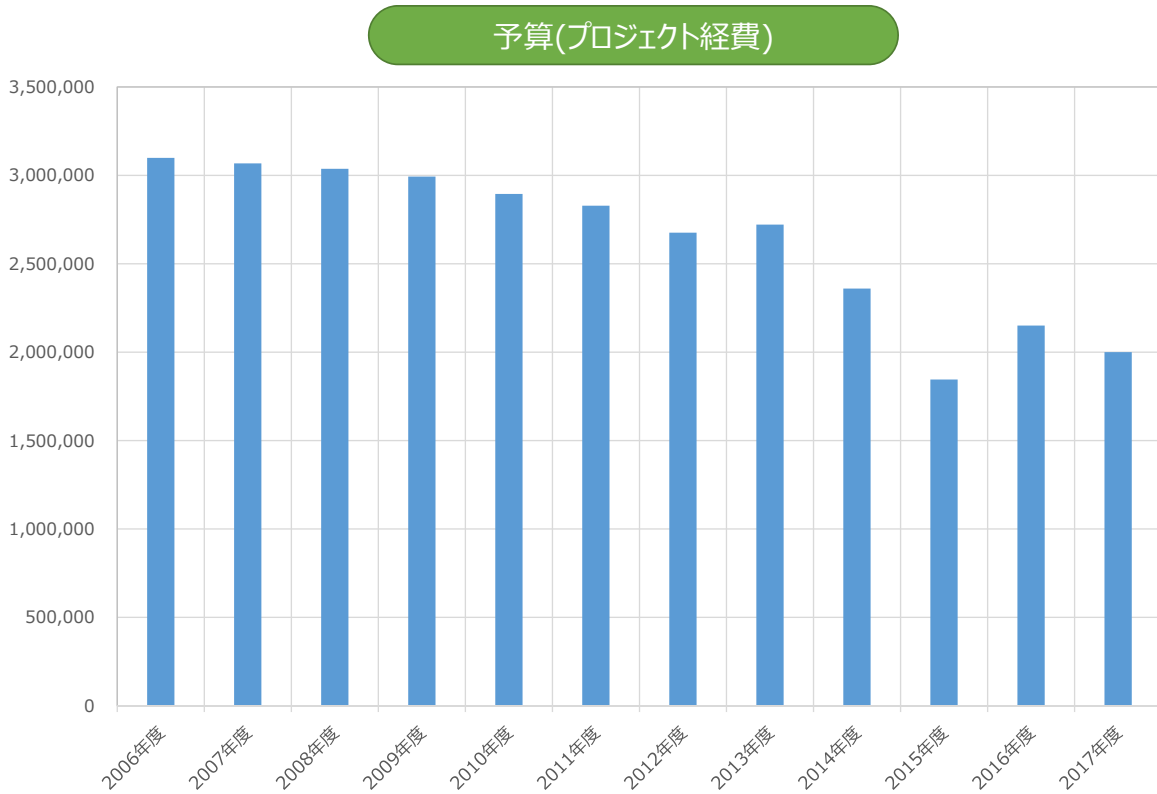


図 1-2 放射光プロジェクト経費の推移

1-3. 組織

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。また光源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。光源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。

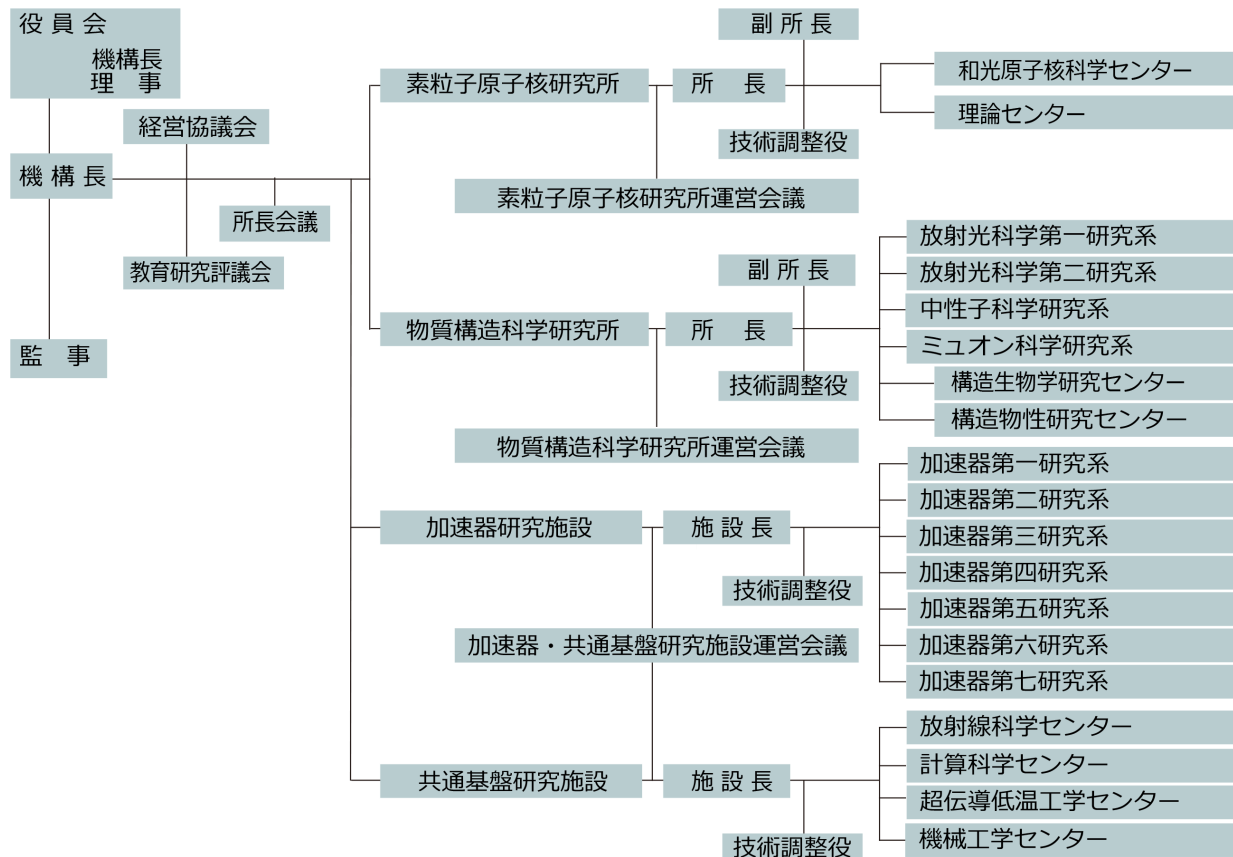


図 1-3 KEK の組織図

1-4. 運転状況

2016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3432時間、PF-ARが1821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2928時間、PF-ARが1104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)。

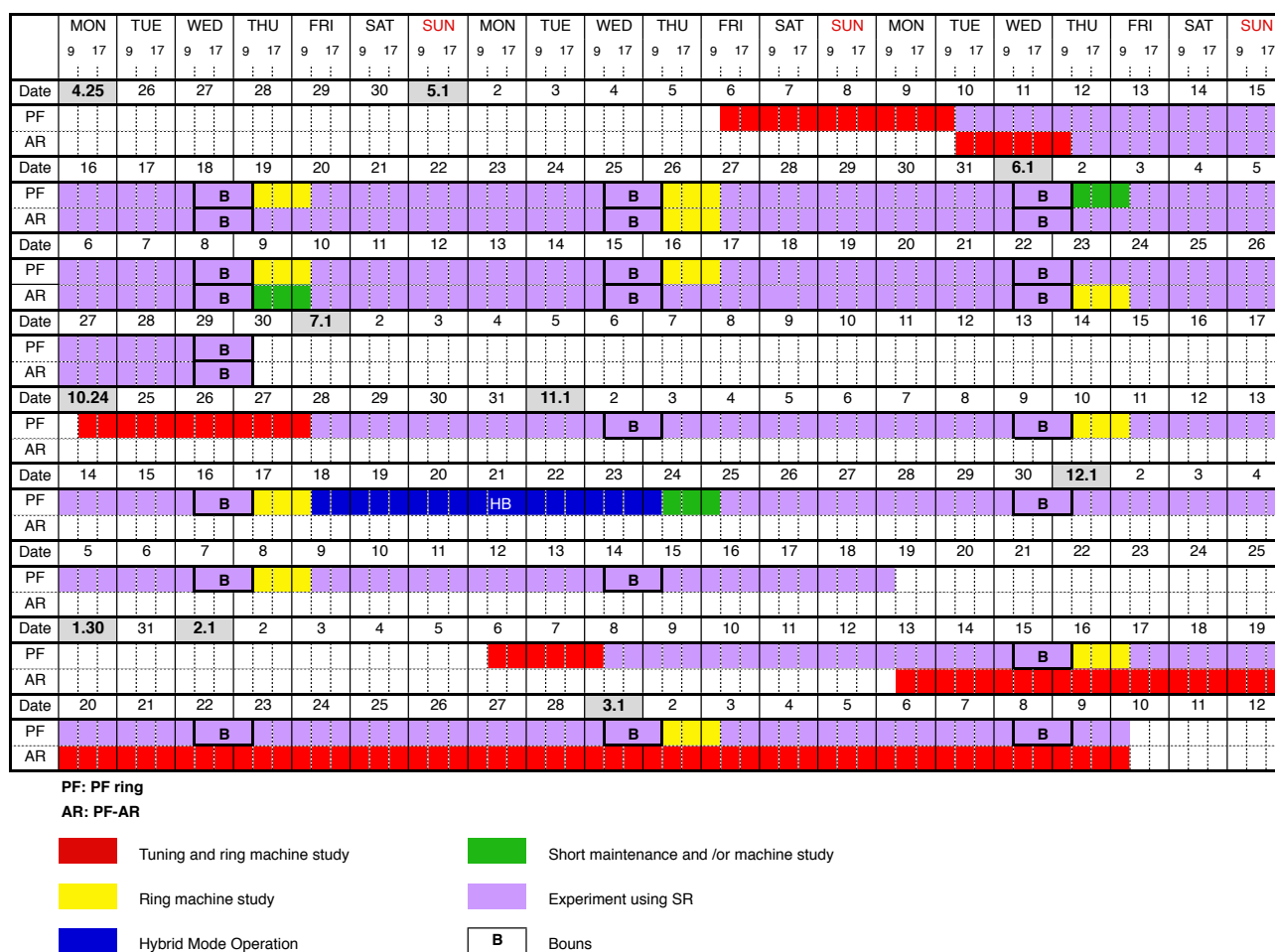


図1-4 2016年度のPFおよびPF-ARの運転スケジュール

表 1-1 PF の運転時間統計

年度	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
総運転時間 (時間)	5272	5104	5000	4976	5064	4728	4416	4176	3024	3888	3432
計画ユーザー実施時間 (時間)	4248	4296	4032	4008	4080	2832	3792	3504	2328	3048	2928
故障回数	25	23	18	24	18	18	23	15	15	23	18
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
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
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

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

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。

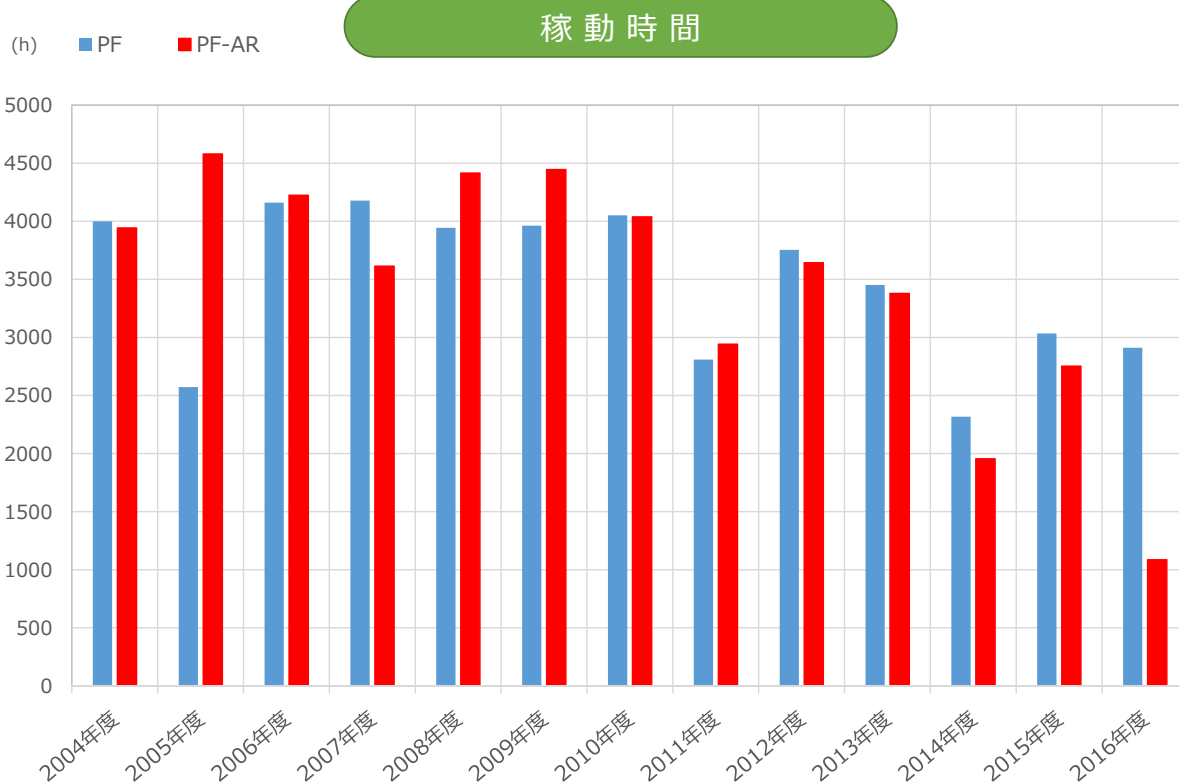


図 1-5 ユーザー実験に供された運転時間統計

1-5. 利用状況

(1) 利用実験課題の採択状況

大学や公的研究機関による学術利用（共同利用実験）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 категория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）、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	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
S1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	3	6	1	4	6	3	2	4	5	4	7	6
U	0	1	7	3	2	2	0	4	1	0	0	0
G	310	386	403	402	397	407	415	454	447	407	361	372
P	10	22	14	14	14	16	11	18	18	5	16	10
T										6	4	3
MP											4	0
C	28	25	24	18	12	15	19	20	20	25	24	37
I					9	17	13	17	13	16	11	終了
V								1	2	2	2	4
Y	2	23	23	22	29	31	30	30	41	22	33	39

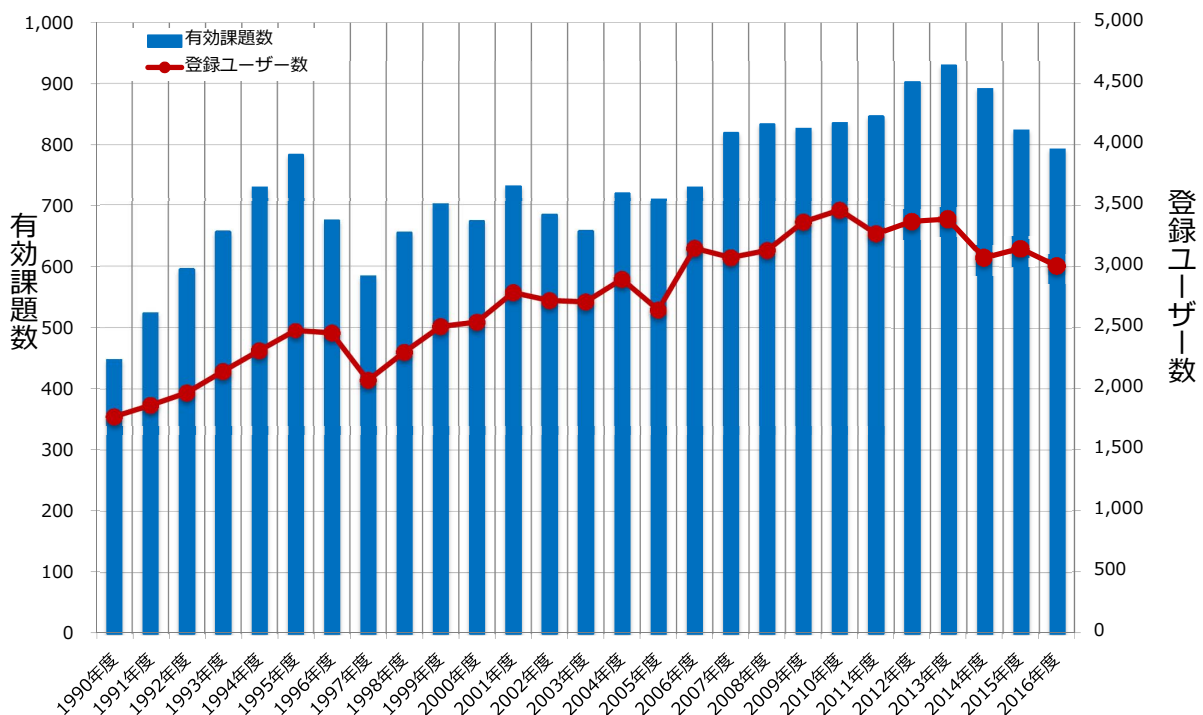


図 1-6 年間の有効実験課題数と登録ユーザー数の推移

(2) 登録ユーザー数と有効実験課題数

2016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2016年に学術誌等に掲載された登録論文数は、2017年8月31日現在、496件である。PFの研究成果として登録された論文数の年度推移を図1-7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

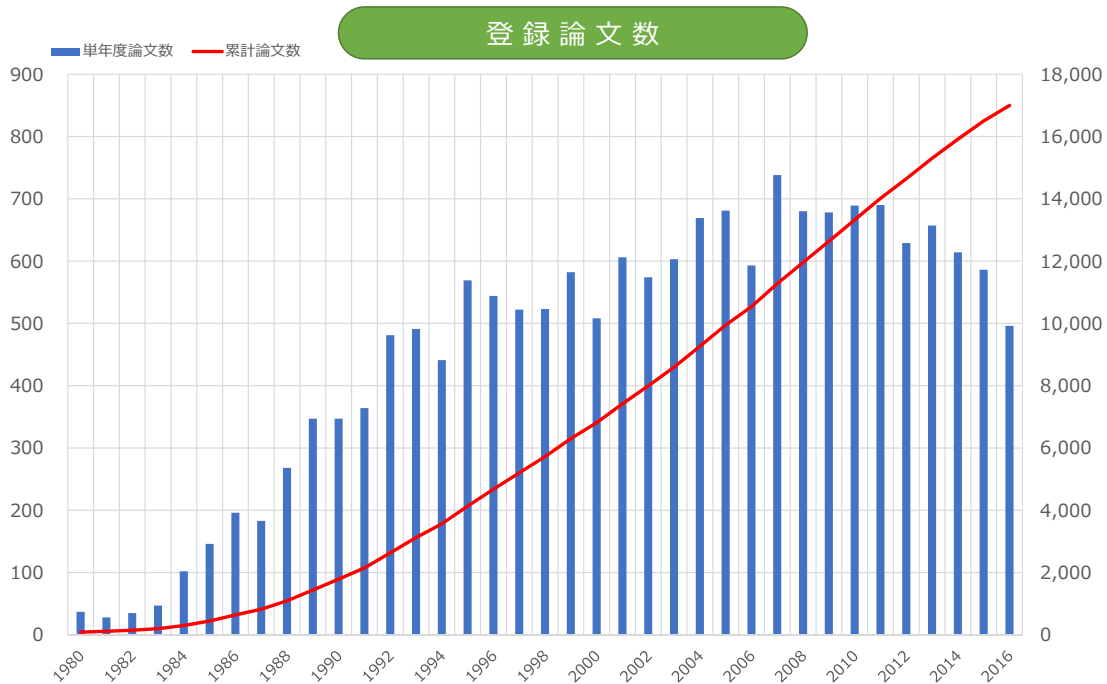


図1-7 登録論文数の推移(単年度と累計)

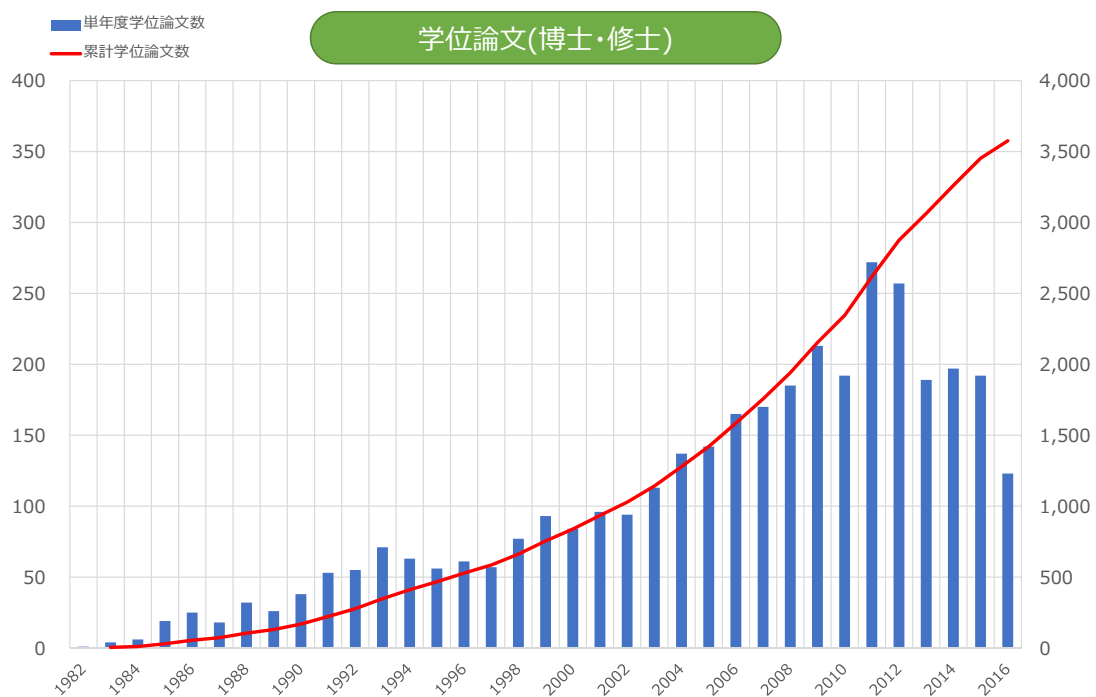


図1-8 学位論文数(博士・修士)の推移(単年度と累計)

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。年間の学位論文登録数は、2011 年度をピークとして年間 200 件程度を推移していたが、2016 年度は 126 件であった。

2016 年の登録論文 496 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処理している。

2016年出版 論文数（総数496報）

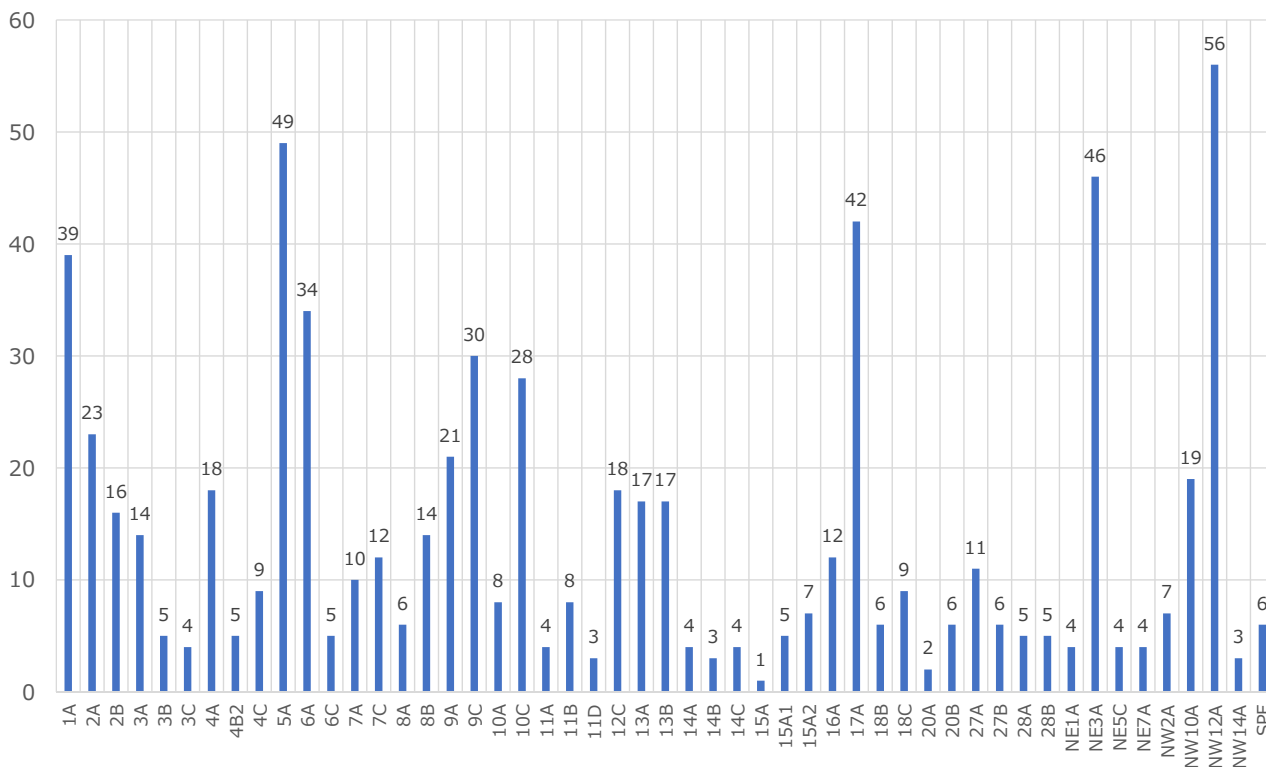


図 1-9 ビームライン毎の登録論文数（2016 年度）

(4) ビームタイムの配分状況

2016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(2016/5-6月, 2016/10-12月, 2017/2-3月)に分けて配分しており、期毎の配分状況を示す。

なお、第2期及び第3期は、AR直接入射路工事に伴いAR運転を停止したため、ARのビームラインにおけるビームタイム配分を行わなかった。

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、ビームタイム配分率は軒並み60%を下回っており、極めて競争率が高い状況と

VUV-SX and Slow Positron Beamlines (2016)

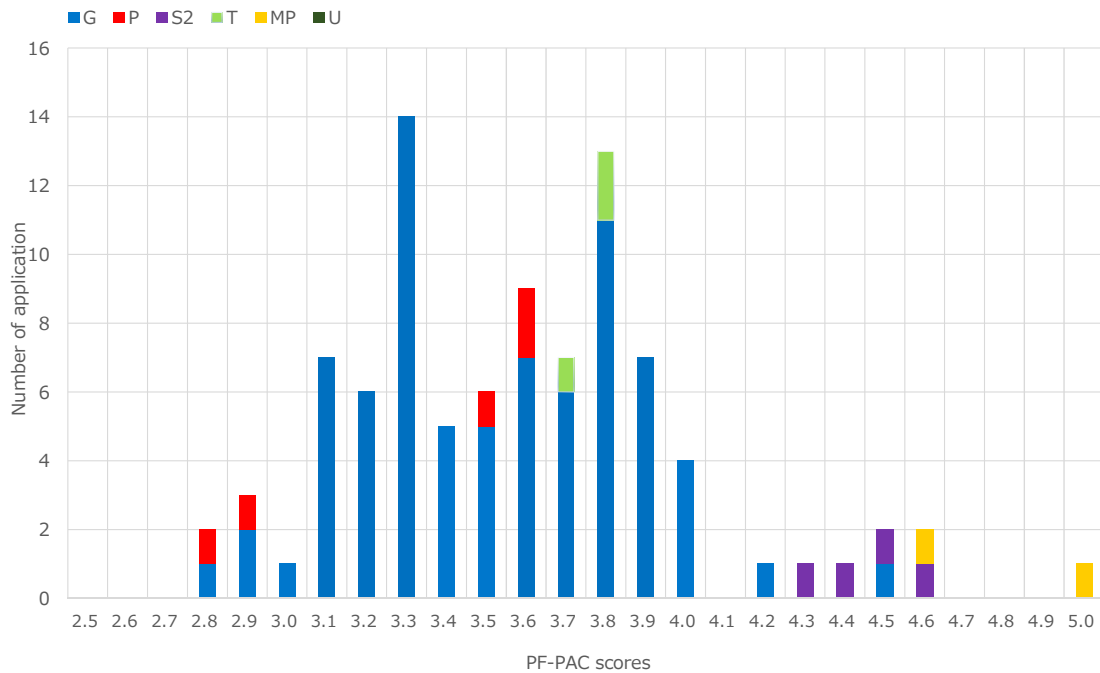


図 1-10 2016年度の有効共同利用実験課題の評点分布
真空紫外・軟X線ビームラインおよび低速陽電子ビームライン

表 1-4 2016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	2017/2-3			2016/10-12			2016/5-6		
		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	34	28%	3.7	34	43%	3.4	30	39%	3.6
BL-13A,B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	U	47	47%	3.7	45	57%	3.5	40	53%	2.9
BL-16A (Soft X-ray spectroscopy)	U	43	44%	3.3	40	45%	3.3	35	54%	3.0
BL-28A,B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	U	18	62%	3.8	18	55%	3.5	16	53%	3.5
BL-3B (VUV and Soft X-ray spectroscopy)	BM	16	104%	3.3	15	70%	3.3	15	100%	3.3
BL-11A (Soft X-ray spectroscopy)	BM	22	100%	3.1	20	100%	3.1	20	100%	3.1
BL-11B (Soft X-ray spectroscopy)	BM	24	96%	3.0	22	100%	3.0	21	100%	3.1
BL-11D (VUV and SX optics)	BM	8	103%	2.7	8	93%	2.7	7	100%	3.2
BL-20A (VUV spectroscopy)	BM	6	77%	3.6	6	75%	3.5	6	82%	3.5
SPF (Slow positron facility)	SP	11	58%	3.5	11	84%	3.5	8	91%	3.7

なっている。低速陽電子ビームラインでは、2016年度までにビームラインの整備が進み、利用ユーザーの増加と同期して、注目される利用研究成果が報告されつつある。

2) 構造物性分野（硬X線回折・散乱および多目的のビームライン）

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。また時間分解X線測定用のビームライン（NW14A）は、特徴的な実験を可能とすることから競争率が高く、ビームタイム配分率は40%程度となっている。

X-ray Diffraction and Multipurpose Beamlines (2016)

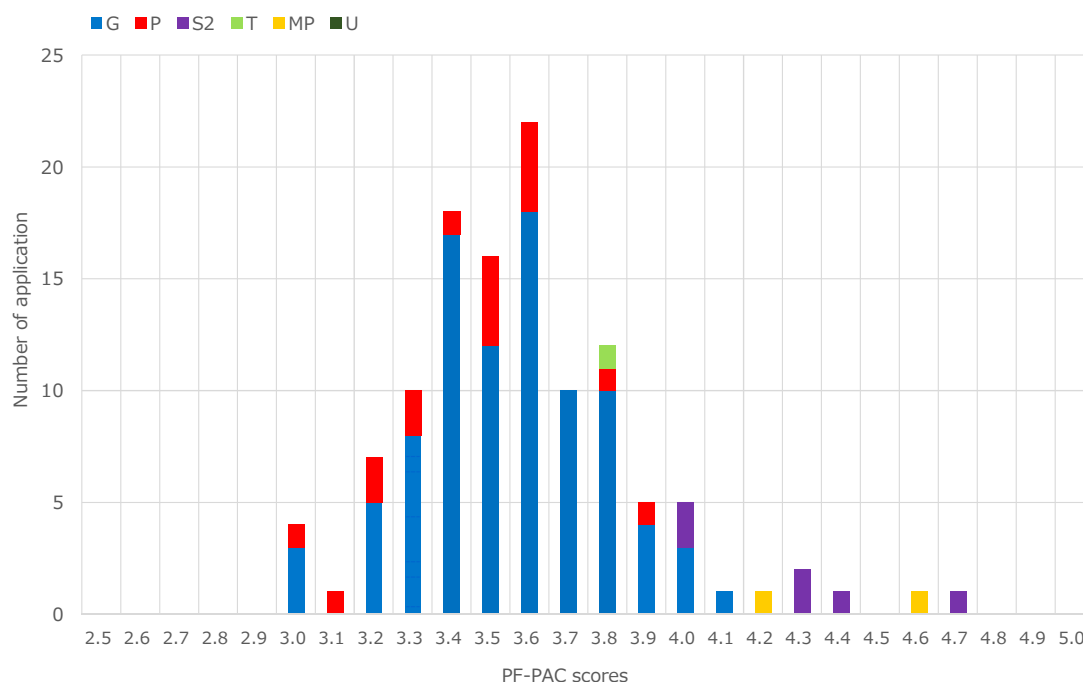


図 1-11 2016 年度の有効共同利用実験課題の評点分布
硬X線回折・散乱および多目的のビームライン

表 1-5 2016 年度 3 期分のビームタイム配分率
硬X線回折・散乱および多目的のビームライン

X-ray Diffraction and Multipurpose Beamlines										
Beamline	Light Source	2017/2-3			2016/10-12			2016/5-6		
		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	29	69%	3.4	29	73%	3.6	28	81%	3.4
AR-NW14A (Time resolved experiment)	U	-	-	-	-	-	-	18	39%	3.8
AR-NE1A (High pressure science)	MPW	-	-	-	-	-	-	20	100%	3.2
BL-14A (X-ray diffraction and detector studies)	VW	-	-	-	11	100%	3.4	14	100%	3.4
BL-14B (X-ray optics)	VW	-	-	-	15	100%	2.8	13	86%	2.8
BL-3C (Multipurpose)	BM	9	75%	3.4	9	100%	3.4	9	98%	3.3
BL-4B2 (X-ray powder diffraction)	BM	9	100%	3.0	8	100%	3.4	8	100%	3.4
BL-4C (X-ray diffraction)	BM	28	68%	3.2	27	76%	3.2	25	78%	3.2
BL-6C (X-ray diffraction)	BM	14	61%	3.0	14	87%	3.0	15	77%	3.0
BL-7C (Multipurpose)	BM	14	65%	3.3	15	80%	2.7	14	81%	3.1
BL-8A,B (X-ray diffraction)	BM	32	83%	3.2	31	74%	3.4	31	86%	3.4
BL-10A (X-ray diffraction)	BM	14	82%	3.3	14	75%	3.2	16	79%	3.2
BL-18C (High pressure science)	BM	14	77%	3.0	14	85%	3.0	20	100%	3.0
AR-NE5C (High pressure science)	BM	-	-	-	-	-	-	8	94%	3.3
AR-NE7A, high pressure experiment only	BM	-	-	-	-	-	-	10	87%	3.3

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 120 ~ 140 件程度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。2016 年度のビームタイム配分率は 60 ~ 80% であり、競争率が高い状況となっている。

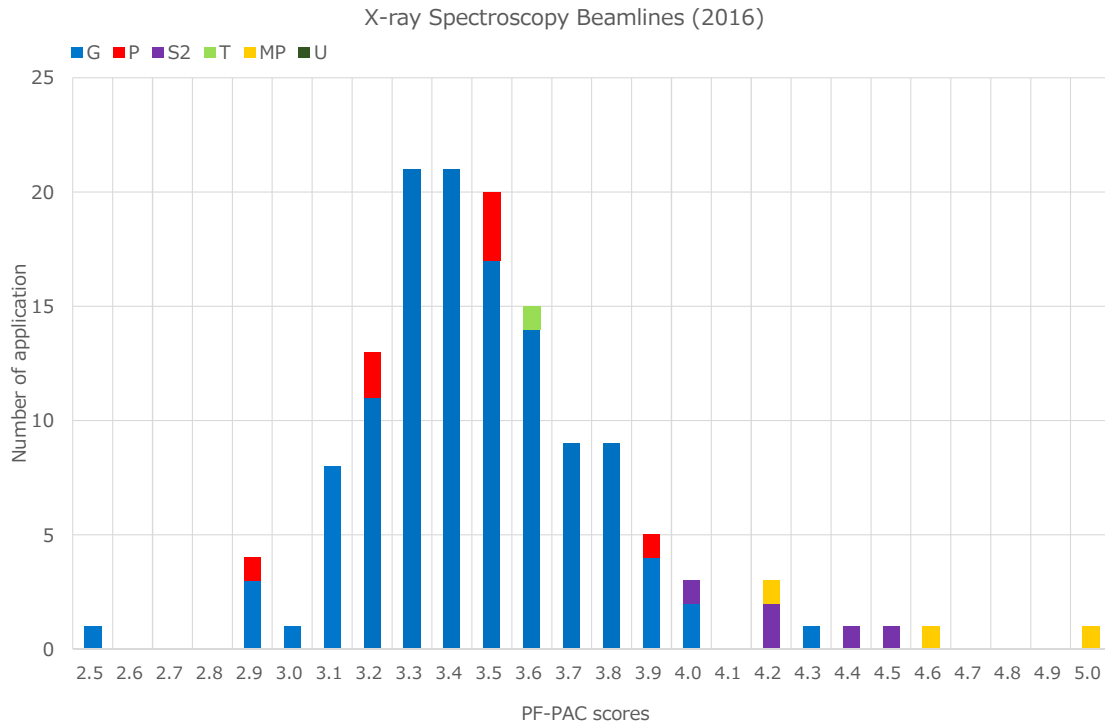


図 1-12 2016 年度の有効共同利用実験課題の評点分布
硬 X 線分光ビームライン

表 1-6 2016 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	2017/2-3			2016/10-12			2016/5-6		
		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	22	100%	3.9	20	100%	3.3	15	100%	3.3
AR-NW2A (Time resolved XAFS and XRD)	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beamlines for XAFS (BL-9A, 9C, 12C)	BM	129	60%	3.3	129	70%	3.2	138	82%	2.8
AR-NW10A (High energy XAFS)	BM	-	-	-	-	-	-	62	100%	2.9
BL-4A (X-ray fluorescence and microbeam)	BM	17	98%	3.4	17	98%	2.7	16	100%	3.1

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，90%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70～90%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。

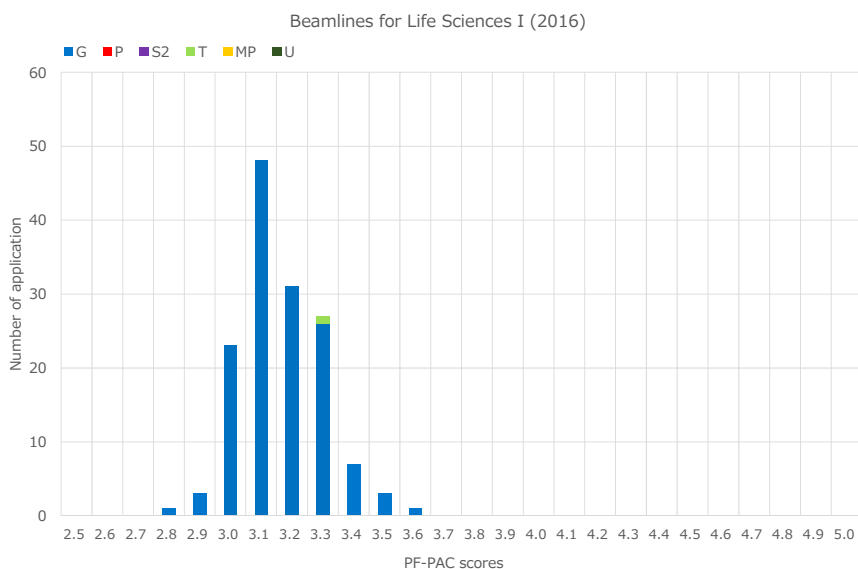


図 1-13
2016年度の有効共同利用実験課題の評点分布（タンパク質結晶構造解析ビームライン）

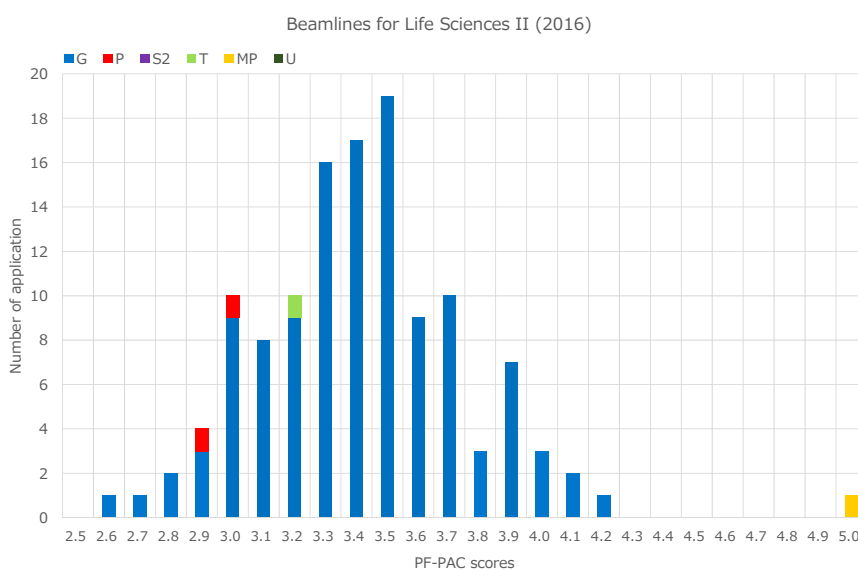


図 1-14
2016年度の有効共同利用実験課題の評点分布（小角散乱，医学イメージング，放射線生物ビームライン）

表 1-7 2016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。)

Beamline	Light Source	2017/2-3			2016/10-12			2016/5-6		
		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	204	62%	3.2	202	71%	3.0	227	92%	3.0
Beamlines for SAXS (BL-6A, 10C, 15A2)	BM, SGU	109	90%	3.0	113	75%	3.2	110	78%	3.2
BL-14C (X-ray imaging)	VW	-	-	-	21	94%	3.1	24	69%	3.4
BL-20B (X-ray topography and diffraction)	BM	8	112%	3.0	8	112%	2.9	10	100%	3.0
AR-NE7A without high pressure experiment (X-ray imaging)	BM	-	-	-	-	-	-	10	71%	3.2
BL-27A (Radiation biology and XPS for radioactive samples)	BM	17	85%	2.9	17	89%	2.9	20	68%	2.7
BL-27B (Radiation biology and XAFS for radioactive samples)	BM	24	76%	2.7	24	87%	2.7	22	100%	2.9

(5) ユーザーグループ運営・大学等運営ステーション

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。

2016年度は、以下の6つのステーションと1台の装置がユーザーグループにより運営された (表 3-8)。

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	運営 WG 代表者名/ 担当者	有効期間
高圧物性	BL-18C	高橋博樹 (日本大学)	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
表面 ARPES, 表面化学	BL-3B	枝元 一之 (立教大学)	2015/4 ~ 2018/3
マイクロビーム X線分析応用	BL-4A	高橋 嘉夫 (東京大学)	2017/4 ~ 2020/3
高圧物性	AR-NE7A /高温高圧 実験装置 (MAX-III)	高橋博樹 (日本大学) /鈴木昭夫 (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、2016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 化学コース	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9カ国、19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。

2016年度には、上記協定に関連する研究協力、行事等として、以下の通り実施した。

(1) スイス・PSI (ポール・シェラー研究所) SLS 施設、スウェーデン・MAX IV 研究所視察

2016年5月8日から11日に、山内正則機構長、野村昌治理事によるヨーロッパの最先端放射光施設、SLS (Swiss Light Source) 施設、MAX IV 研究所の視察が行われ、村上洋一放射光科学研究施設長、放射光科学第一研究系・船守展正教授、加速器研究施設加速器第七研究系・原田健太

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	浦項工科大学 (POSTECH)	KEK と POSTECH との間における学術交流に関する協定	1995 ~ 2016 年
	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
	ラジャ・ラマナ先端工学センター (RRCAT)	KEK と RRCAT との間における放射光・中性子源等の分野における共同研究に関する覚書	2006 ~ 2016 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	2016 ~ 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)
	ローレンスバークレー国立研究所 (LBNL)	外部ユーザーを受け入れる際の指針に関する協定	2011 ~ 2016 年
	コーネル大学加速器利用研究教育機関 (CLASSE)	KEK と SLASSE との間における先端加速器技術と ERL (Energy Recovery Linac) を利用した放射光科学における研究協力に関する覚書	2007 ~ 2017 年
スイス	ポール・シェラー研究所 (PSI)	KEK/IMSS と PSI との間におけるミュオン・中性子・放射光科学分野における共同研究に関する覚書	2012 ~ 2017 年
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 CEA 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

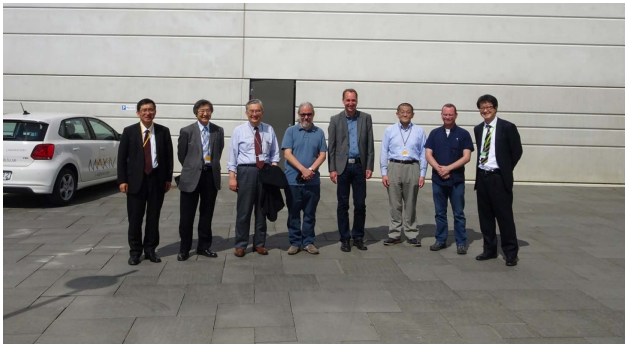


図 1-15 MAX IV での集合写真

郎准教授が同行した。

2001年にユーザー運転を開始したSLS施設は、世界初の「新」第3世代光源と言われている。真空封止短周期挿入光源を利用することで、電子ビームのエネルギー割に高いエネルギーのX線まで高輝度に発生させることができるようになった点が特徴である。視察時には、SLS施設長のGabriel Aeppli氏によるSLS全体の紹介、加速器部門のAndreas Streun氏によるSLSアップグレード計画の紹介が行われた後、SLS実験ホールの見学を行った。

MAX IV研究所は世界初の第4世代蓄積リング型放射光源であり、現在コミッシング中である。視察では、所長のChristoph Quitmann氏による研究所紹介の後、振動対策ワーキンググループのリーダーで副技師長のBrian Norsk Jensen氏から地盤安定化や振動対策に関して講演して頂いた。施設見学は、加速器部門長のPedro Fernandes Tavares氏とJesper N.Andersen氏にお話を伺った。

(2) スウェーデン代表团が KEK を訪問

2016年10月5日、スウェーデン王国ルンド大学のビクター・オーボル(Prof. Viktor Öwall)工学部長らをはじめとするMIRAIプロジェクトの代表团がKEKを訪れた。「MIRAIプロジェクト」とは、スウェーデンと日本の17の大学が形成する国際コンソーシアムで、両国の研究協力の振興、若手研究者の育成・交流を目的として、共同でのセミナーやワークショップ開催、研究者の交流プログラムや博士課程教育などの実施を予定しており、その協力分野には、大型研究施設を用いた研究及び物質科学に関する研究も含まれる。

一行はまず、岡田安弘・野村昌治両理事や山田和芳物質構造科学研究所長らと会談した後、スウェーデンと日本と



図 1-16 スウェーデン代表团一行と KEK 関係者

の研究協力について意見交換を行った。

またオーボル工学部長から、ルンド市ではルンド大学MAX-IV研究所が運営する放射光施設や同市に建設中の欧州核破砕中性子源(ESS)を中核として、サイエンスビルレッジ・スカンジナビアという学術研究地区が形成されつつあることが紹介された。

意見交換終了後、一行は、筑波実験棟のBelle II測定器と放射光科学研究施設(フォトンファクトリー)を見学した。

(3) 駐日インド大使が KEK を訪問、インドビームライン第二期開始を祝う

2016年12月19日、スジャン・チノイ(H.E. Mr.Sujan R. Chinoy)駐日インド大使及びブルニマ・ルパル(Dr. Purnima Rupal)駐日インド大使館科学技術参事官が放射光科学研究施設(フォトンファクトリー)に設置されたインドビームライン運営委員会の開催に合わせて、KEKを訪問された。

チノイ大使らは、KEKの山内正則機構長、野村昌治理事、岡田安弘理事らと会談され、インドビームライン運営委員会出席のため来日中の5名のインド側研究者も同席した。インドビームラインは、KEKとインド科学技術庁(DST)の間で2008年に締結した覚書に基づき、DSTの資金貢献により設置された。昨年の覚書の更新により、2016年から2020年まで、第二期として更に5年間協力を続けることが合意されている。



図 1-17 インドビームラインにて



図 1-18 チノイ大使(中央)、ルパル参事官(左から5人目)と KEK 及びビームライン関係者)

他にも、KEK はインドの研究機関との間で様々な研究協力を行っており、Belle/Belle II 実験に対するインド研究者グループの貢献や、インドで建設中の Delhi Light Source に関する協力、若手研究者に対するスクール開催などについて紹介がなされた。さらに、その後、インドビームラインと建設中の Belle II 測定器などを実際に見学した。

見学を終えて、チノイ大使は「インドビームラインが第二期に入り、研究活動が順調に進んでいることにお祝いを申し上げる。また、その他の分野においても日本とインドが相互に協力している現場を拝見できて大変興味深かった。科学技術は両国の発展に非常に重要なものであり、今後も良好な協力関係が続くよう大使館としても協力したい」と述べられた。

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。

2016 年度に KEK との間で連携協力協定を締結している大学は、九州大学、北海道大学、筑波大学、名古屋大学、東京大学、東北大学、広島大学、京都大学、大阪大学他である。

フォトンファクトリーでは、筑波大学との間で連携セミナー「生命の機能とかたち」を開催しており、第1回は2016年7月12日に、第2回は2017年3月6日に、それぞれ筑波大学において開催した。第1回、第2回とも6名の研究者がそれぞれのキーワードをもとに講演し、また、実際に連携して進めている研究の経緯や成果も発表しました。参加者は、各分野の研究者だけでなく、筑波大学の学生の参加も多く見受けられた。



図 1-19 セミナー（第2回）会場の様子

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 ~ 2017/3/31
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tron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tron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	2006/7/21 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2017/3/31

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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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 ~ 2018/3/31
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。2016年度は、パンフレットの作成、見学者対応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。2016年度は、PFの研究成果に関連して、以下の17件のプレス発表を行った。

2016年

- 5月31日 光センサータンパク質の構造を原子レベルで解明
- 6月3日 太陽光による水分解を高効率化するナノコンポジット結晶を開発
- 6月8日 金属強磁性体 SrRuO₃ を用いて電子状態の量子力学的な位相をスピンの運動として初めて観測
- 6月30日 永久磁石材料の内部磁気構造を定量評価する手法を開発
- 6月30日 充放電しているリチウム電池の内部挙動の解析に成功—中性子線を用い非破壊かつリアルタイム観測により実現—
- 8月4日 筋ジストロフィー症発症の新たな仕組みを発見
- 9月6日 オンデマンド光機能酸化物ヘテロ構造の合成に成功
- 9月13日 新材料ゲルマネンの原子配置に対称性の破れ
- 9月16日 ビタミンD受容体の不活性型と活性阻害型の構造を解明
- 10月8日 低温で高活性なアンモニア合成新触媒を実現
- 11月15日 新しい結合の形成を伴う固体のスピンクロスオーバー現象を観測
- 12月12日 フェムト秒X線光電子回折法により強レーザー電場中の分子の構造を決定
- 12月22日 分子の自己集合現象の解明に迫る物質群の存在を発見

2017年

- 2月20日 新しい単原子シート「ポロフェン」の中に質量ゼロ粒子を発見
- 3月8日 光で強誘電体中の水素原子を動かし、分極を高速に制御～理論と実験の発展的融合～
- 3月14日 1つの金属原子に9つもの水素が結合した新

たな物質の誕生

- 3月21日 コバルト酸鉛の合成に世界で初めて成功し、新規の電荷分布を発見

(2) 「一家に1枚」ポスター「水素」を発行し、関連するサイエンスカフェを実施

文部科学省は、国民が科学技術にふれる機会を増やし、科学技術に関する知識を適切に捉えて柔軟に活用してもらうことを目的に「一家に1枚」ポスターを製作している。2016年度の科学技術週間（4月18日～24日）にあわせて、KEK物質構造科学研究所の大友季哉教授、宇佐美徳子講師および広報コーディネーター餅田円氏、大島寛子氏の4名から成るチームが提案したポスターとして「水素」が発行され、全国の小中高等学校、協力科学館などから約24万枚配布された。またこのポスター発行に合わせて、4月3、17、23、24日に、一家に1枚ポスター「水素」を、より深く読み解くためのサイエンスカフェを実施した。

(3) 餅田円氏、大島寛子氏、KEK機構長特別賞を受賞（2016年6月14日）

KEK物質構造科学研究所広報室の餅田円氏、大島寛子氏が機構長特別賞を受賞した。

両氏は、大友季哉KEK物構研教授、宇佐美徳子KEK物構研講師と共に、文部科学省が主催する科学技術週間「一家に一枚」ポスターの平成28年度公募に「水素」をテーマとして応募、企画制作をした。水素を「最もシンプルな元素」、「すべての源である元素」、「変幻自在な元素」の視点からとらえ、応用面のみならず基礎科学の側面からも、その面白さを表現する提案を行い、水素の多様性と普遍的な面白さをサイエンスとして訴える独創的なポスターを完成させた。この他、物質科学の面白さを体験するワークショップ「チョコレイト・サイエンス」などの実績、広報活動が認められた。

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生を共同利用ユーザーとして受け入れている。2016年度の大学院生ユーザーの登録数は、約1,000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(3,000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、2016年で第10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。2016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事、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。2011年度は250件を超える学位論文登録があったが、その後の登録数は減少しており、2016年度は123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、3576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、2016年度は365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。2016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6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

表1-12 総研大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
2002	13	13
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

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。2016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1-12に示す。

(4) サマーチャレンジ2016

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、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サマースクールを8月に開催している。第10回目となる今回は「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。本サマースクール最大の特徴は、少人数のグループに分かれた実験演習にある。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。そして最終日には成果を発表、議論を交わすという、研究の一連の流れを体験した。加速器施設等の見学、先輩研究者達との研究生活に関する談話会等を含め、参加学生が寝食を共にし、科学に目覚め"研究者になる"ユニークなサマースクールである。

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12日、13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12日(土)、13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。時にはうまく行かないこともあり、その原因も皆で考えながら解決して実験をすすめ、取得したデータを解析し議論することで、さらに理解を深めることができたようである。8月の実習からさらに成長し、少し研究者らしくなった実習生の姿を見ることができた。



図1-20 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。2016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 2, 公募 1
基盤研究 (S)	1	
基盤研究 (A)	4	
基盤研究 (B)	4	
基盤研究 (C)	12	
挑戦的萌芽研究	7	
若手研究 (A)	1	
若手研究 (B)	8	
研究活動スタート支援	2	
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化)	1	
計	43	

表 1-14 受託研究

事業名	研究題名	研究代表者
国際科学技術共同研究推進事業 (戦略的国際共同研究プログラム)	イリジウムを代替するホイスラー合金	小野 寛太
X線自由電子レーザー重点戦略課題	凝縮系光反応フェムト秒X線分子動画観測技術の開発	足立 伸一
X線自由電子レーザー重点戦略課題	創薬ターゲット蛋白質の迅速構造解析法の開発 (細胞内でのタンパク質結晶の生産および構造解析技術開発)	湯本 史明
希少金属資源開発推進基盤整備事業	放射光を用いたイオン吸着鉱中のレアアース存在形態の解析	小野 寛太
7 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
重要知財集約活用制度 (スーパーハイウェイ)	スーパー抗体酵素の抗がん・抗ウイルス活性と分子構造 (結晶構造解析) との関連性の解明	加藤 龍一
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
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
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
戦略的創造研究推進事業 (さきがけ)	転写基本因子 TFIIID の結晶構造解析を介したクロマチン転写制御機構の解明	安達 成彦
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
戦略的創造研究推進事業 (ACCEL)	触媒反応のその場観察による構造解析	阿部 仁
研究成果展開事業 「産学共創基礎基盤研究プログラム」	磁気構造可視化に基づく保磁力モデルの構築	小野 寛太
先端研究基盤共用促進事業	光ビームプラットフォーム	野村 昌治
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抑制: 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

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
戦略的創造研究推進事業 (CREST)	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
戦略的創造研究推進事業 (CREST)	データ駆動型計測・解析手法の明確化	小野 寛太
戦略的創造研究推進事業 (ACCEL)	TR-PEEM によるキャリアダイナミクス、および正孔ダイナミクス観察手法の検証	足立 伸一

表 1-15 機関補助金

事業名	研究題名	研究代表者
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)	創薬等支援のためのタンパク質立体構造解析総合技術基盤プラットフォームによる支援と高度化	千田 俊哉
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)	大規模自動結晶化システムによる解析パイプラインの支援と高度化	加藤 龍一
平成 28 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」	足立 伸一

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。2016年度は6件のPF 研究会を採択し、開催した(表 1-16)。

表 1-16 PF 研究会リスト

日程	題名	参加人数
2016年 8月1-2日	次世代に向けたタンパク質結晶構造解析の自動化・高効率化	160
2016年 9月20-21日	CMRC 研究会「量子ビームを用いた多自由度強相関物質における動的交差相関物性の解明」とPF 研究会「共鳴軟X線散乱を用いた構造物性研究の進展」の合同ワークショップ	44
2016年 10月14日	福島環境回復を目指した放射光研究の現状と今後の課題	24
2016年 11月11日	高エネルギーX線・縦偏光を用いる先端研究の現状と将来の展望	43
2017年 1月16-17日	PF 挿入光源ビームライン BL-19 の戦略的利用に関する研究会	41
2017年 1月19日	測定しているけど見えていない情報を引き出すためには? ~不可逆反応、不均一反応での情報科学/計算科学×計測技術の融合~	39

(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としている。2016年度のPF シンポジウムは第34回目となり2017年3月14、15日に開催された量子ビームサイエンスフェスタの中で、2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の報告とユーザーを交えた総合討議が行われた。

(3) ワークショップ、研究会等

PF の活動に関わるワークショップや研究会が開催された。これらを表 1-17 にまとめて示す。

表 1-17 ワークショップ、研究会等のリスト

日程	題名	参加人数
2016年 9月11-12日	第1回 KEK 放射光ワークショップ	210
2016年 9月30日	IMSS Workshop SAXS and SANS on Soft Matter	40
2016年 11月15日	第2回光・量子融合連携研究開発プログラム合同研究会「放射光・レーザー連携による物質ダイナミクス研究」	36
2017年 1月20日	科研費・TIA 研究会「陽電子回折研究会」	31
2017年 3月13日	第2回 KEK 放射光ワークショップ	180



図 1-21 第2回放射光ワークショップ

(4) 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（タンパク質結晶構造解析，X線溶液散乱，XAFS等）を中心として、定期的に講習会を開催している。2016年度に開催した講習会のリストを表1-18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の中核機関となり、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、2016年度はXAFSの実習(講義は2016年3月)及びX線イメージングの講義・実習を開催した。

タンパク質及び溶液散乱関連の都合3回の講習会は創薬等支援技術基盤プラットフォーム事業と物質構造科学研究所の連携による実施である。



図1-22 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

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、結晶学に関する対称性・群論の基礎知識を集中して学習する講座としてスタートした。その後、回を重ね、2016年8月には第1回アドバンストコースを開催した。

表1-18 講習会リスト

実施日	講習会	参加人数	企業参加	内容
2016年6月2-3日	ナノテクキャリアアップアライアンス 第3回KEK放射光利用技術入門コース(XAFS)	17	可	実習
2016年6月24日	第1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 (今更聞けないビームラインの使い方)	78	可	講義
2016年8月1-5日	対称性・群論トレーニングコース(第1回アドバンストコース)	30	可	講義
2016年8月31日, 2016年12月14-15日	ナノテクキャリアアップアライアンス 第4回KEK放射光利用技術入門コース(X線イメージング)	9	可	講義, 実習
2016年11月1日	タンパク質X線溶液散乱ミニ講習会	5	可	実習
2016年12月5日	タンパク質X線溶液散乱ミニ講習会	4	可	実習
2017年3月6-10日	対称性・群論トレーニングコース(第5回基礎コース)	41	可	講義

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(トライアルコース, TU)が2015年度末で終了となった。これにより2016年度におけるPFの産業利用は, 成果占有・非公開の施設利用と成果公開の共同研究の2つの制度が中心となり, そこに若干量の共同利用が加わる形となった。産業利用の実験課題数及び実験時間数を図1-23及び1-24に示す。実験課題数を前年比で評価すると, 施設利用は増えたものの共同研究が減り, 全体として大きく減少した。実験時間数を前年比で評価すると, 施設利用も共同研究も微減となり, 全体として8000時間強あった実験時間が6000時間程度まで落ち込み, ビームタイム基準の産業利用率は2016年度は5.4%となった。

産業利用全体での企業のユニークユーザー数(共同研究, 施設利用, 共同研究の重複利用を除いた企業の数)は33となり, 2015年度は51機関(企業50+公益財団法人1)あったユーザーも減少を示した。原因としては, トライア

ルコース(TU)の終了や施設の運転時間の減少が考えられた。

(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)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, 各ビームラインの教員の協力を得てユーザーに対応している。

普及活動としては, 広報活動やセミナーの開催がある。2016年度は, 産業利用のパンフレットを刷新するとともに, 第8回TIAシンポジウム(10月11日), nanotech2017(2月15-17日, TIAとしての出展), 量子ビームサイエンスフェスタ(3月14-15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を立上げて第1回セミナーを実施した(8月29日)。今後半期毎に継続して実施する予定である。

その他, TUの終結を契機にして施設利用の初回の利用料を半額にする試行利用制度, 従来は不足感が強かった実験・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制度を2016年度下期に制定した。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作った(表1-18)。

(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2期目の活動が始まった。KEKは1期に引き続き, 代表機関として事業の取り纏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, 等を中心にして活動を展開した。

PFにおける産業利用の実験課題数

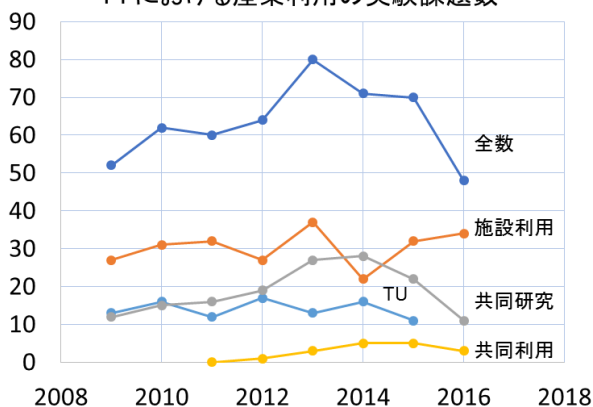


図1-23 産業利用の実験課題数

PFにおける産業利用の実験時間数

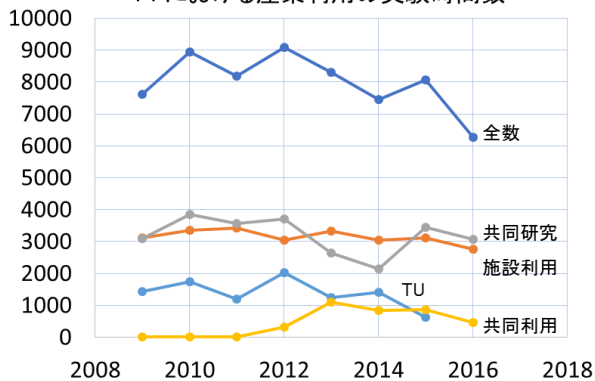


図1-24 産業利用の実験時間数

表 1-19 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
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}
優先利用	有償	年度内	随時	公開	応募資格に制限有り ^{※4} 標準性能BL: 12,600円/時 高性能BL: 25,200円/時

※1：一部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（科研費を除く）。