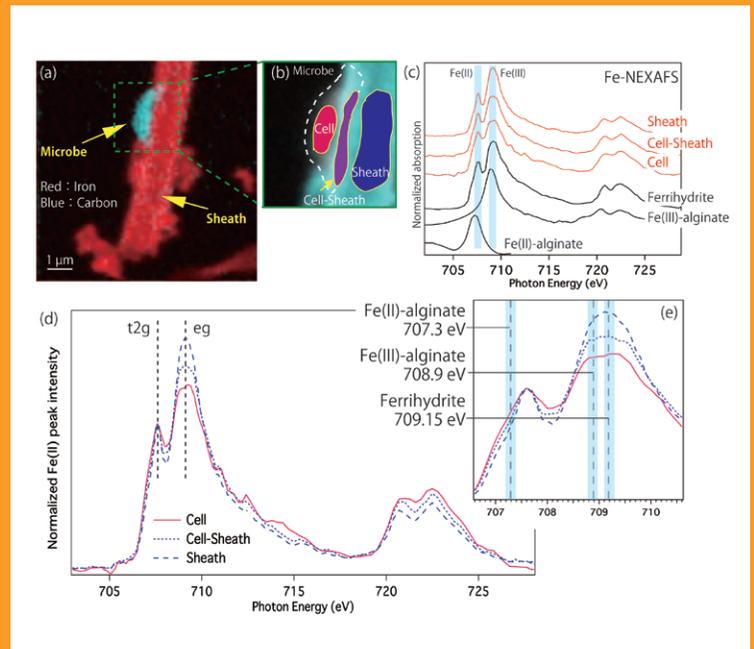
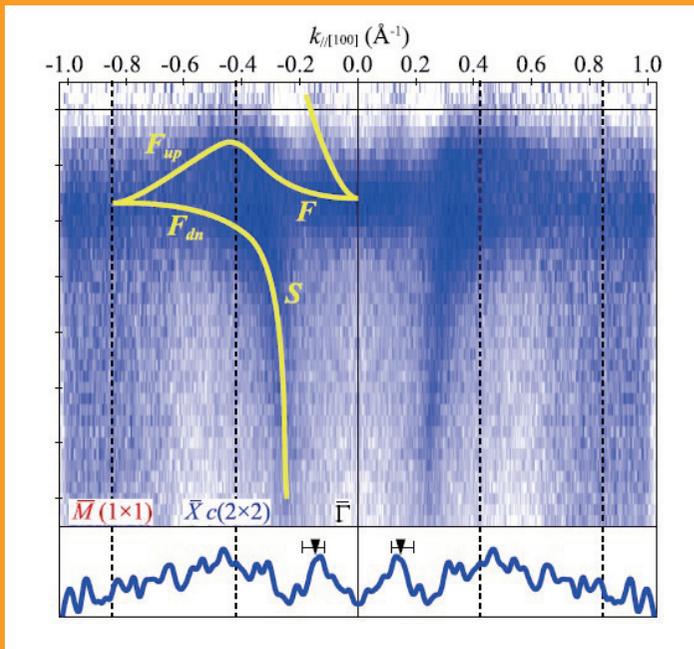
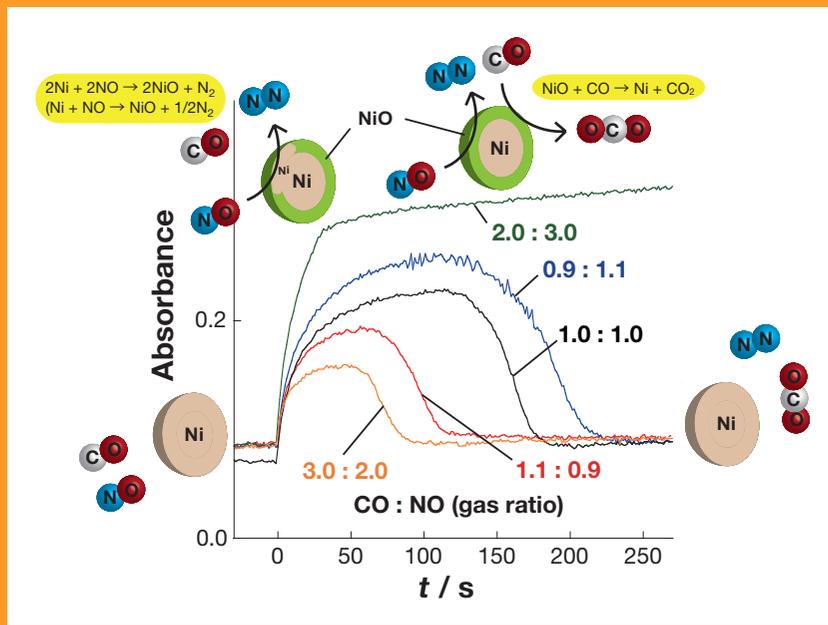


- 時間分解DXAFS法によるCO-NO反応におけるSiO<sub>2</sub>担持Ni化学種の動的解析
- 近藤絶縁体YbB<sub>12</sub>の非自明な金属表面状態
- STXMが明らかにした微生物-代謝生成物境界における鉄化学種の変化



# 目次

施設だより	村上 洋一	1
現 状		
入射器の現状	古川 和朗	2
光源の現状	小林 幸則	4
放射光科学第一, 第二研究系の現状	足立 伸一	6
ERL計画推進室報告	河田 洋	7
KEK研究実施計画 (KEK Project Implementation Plan) について	村上 洋一	9
最近の研究から		
時間分解 DXAFS 法による CO-NO 反応における SiO <sub>2</sub> 担持 Ni 化学種の動的解析	山下翔平, 松岡哲也, 片山真祥, 稲田康宏	10
Dynamic Analysis of Ni Species Supported on Silica under CO-NO Reaction Conditions by Means of Time-Resolved DXAFS Technique		
近藤絶縁体 YbB <sub>12</sub> の非自明な金属表面状態		
萩原健太, 大坪嘉之, 岸 潤一郎, 松波雅治, 出田真一郎, 田中清高, Julien Rault, Patrick Le Fèvre, Françoise Bertran, Amina Taleb-Ibrahimi, 湯川 龍, 小林正起, 堀場弘司, 組頭広志, 伊賀文俊, 木村真一		15
Non-Trivial Metallic Surface State of a Kondo Semiconductor YbB <sub>12</sub>		
STXM が明らかにした微生物 - 代謝生成物境界における鉄化学種の変化		
菅 大暉, 菊池早希子, 武市泰男, 宮本千尋, 井波暢人, 間瀬一彦, 小野寛太, 宮原正明, 高橋嘉夫		20
Iron Speciation at the Microbe - Metabolite Interface using STXM		
プレスリリース		
光センサータンパク質の構造を原子レベルで解明-神経細胞内の情報伝達物質を光で操作し, 軸索の成長促進に成功; 再生医療や新薬開発への貢献を期待		27
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		27
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		28
研究会等の開催・参加報告		
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) 開催報告	藤橋 雅宏	29
ユーザーとスタッフの広場		
SLS, MAX IV 視察記	原田健太郎	30
PFユーザーから多数受賞文部科学大臣表彰		32
高木秀彰氏, 繊維学会奨励賞を受賞		33
PFトピックス一覧 (5月~7月)		33
PF-UA だより		
PF-UA 報告 (今年度の活動)	近藤 寛	34
KEK放射光ワークショップ開催のお知らせ	平井 光博, 村上 洋一	34
PF-UA 戦略・将来計画小委員会報告	腰原 伸也	34
連絡事項: 「東北放射光計画」に関して	平井 光博	35
PF-UA 幹事会・運営委員会メール審議報告	近藤 寛	35
平成28年度 第1回PF-UA幹事会, 第2回戦略・将来計画小委員会合同委員会議事録		36
運営形態検討委員会準備会議事録		37
ビーム利用検討委員会準備会議事録		37
人 事		
人事異動・新人紹介		38
お知らせ		
2016 年度量子ビームサイエンスフェスタ (第 8 回 MLF シンポジウム / 第 34 回 PF シンポジウム)		
開催のお知らせ	堀場 弘司, 鬼柳 亮嗣	39
PF 研究会「共鳴軟X線散乱を用いた構造物性研究の進展」	佐賀山 基, 中尾 裕則	39
Photon Factory Activity Report 2016 ユーザーレポート執筆のお願い	佐賀山 基	40
防災・防火訓練のお知らせ	野澤 俊介, 松岡 亜衣	40
平成29年度前期共同利用実験課題公募について		41
平成29年度前期フォトン・ファクトリー研究会の募集	村上 洋一	41
KEK 一般公開のお知らせ	船守 展正, 武市 泰男, 阿達 正浩	41
予定一覧		42
第30 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム開催要項		43
運転スケジュール (Sep.~Dec. 2016)		47
掲示板		
PAC 速報	兵藤 一行, 宇佐美徳子	48
平成28年度後期放射光共同利用実験採択課題一覧(G)		51
平成28年度前期からこれまでに採択されたP型課題		55
第76回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		56
第80回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		56
第81回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		56
物構研談話会		56
平成28年度第1期配分結果一覧		57
編集委員会だより		61
巻末情報		62
(表紙説明) (上) 「時間分解 DXAFS 測定によって追跡した CO および NO の混合ガス雰囲気下における Ni 化学種の動的変化。」(最近の研究から「時間分解 DXAFS 法による CO-NO 反応における SiO <sub>2</sub> 担持 Ni 化学種の動的解析より」)		
(中) 「YbB <sub>12</sub> (001) 表面状態のバンド分散」(最近の研究から「近藤絶縁体 YbB <sub>12</sub> の非自明な金属表面状態」より)		
(下) 「BIOS 中の微生物・細胞外多糖・代謝生成物のそれぞれに吸着した鉄の主要な化学種に違いを確認した。」(最近の研究会「STXM が明らかにした微生物 - 代謝生成物境界における鉄化学種の変化」より)		

残暑が続いておりますが、皆様には国際学会への出席や貯まった論文の執筆など、お忙しい日々を過ごされていることと存じます。PF および PF-AR では、6月30日に今年度第1期の運転を予定通り終えることができました。今期も SuperKEKB の立ち上げが重なったため、PF は蓄積モードでの運転となり、ご不便をお掛けしました。一方「KEK 研究実施計画」は、約1年間の研究推進会議での議論を経て、6月末に策定を完了しました（「現状」の最後にその内容を報告します）。同時に、この研究実施計画に整合するように、「KEK ロードマップ 2013」の放射光科学に関する改訂が行われましたので、その内容を紹介します。下記の URL にロードマップ改訂の日本語版と英語版が、「KEK 研究実施計画」と共に掲載されていますので、ご興味のある方はご参照下さい。http://www.kek.jp/ja/About/OrganizationOverview/Assessment/Roadmap/

## KEK ロードマップ 2013 の改訂

KEK の研究推進の指針とするために、「KEK ロードマップ 2013」が 2013 年 5 月に公表されました。その後、放射光コミュニティからの意見を受け、ロードマップのフォトンサイエンスに関する部分に、以下の附記が 2013 年 10 月に付けられました。「KEK は長期計画として 3 GeV ERL 計画を掲げているが、そこに至るまでの中期期間において、放射光コミュニティから強い要望のある蓄積リング型高輝度光源の実現に向けて先導的役割を果たす。このため KEK はオールジャパン体制を考慮しつつ具体的検討を開始した。この高輝度光源は、広範な学術分野・産業分野において不可欠な最先端研究ツールとなるもので、我が国は未整備であり、近未来に必須の放射光源である。」

一方、物構研では 2014 年 10 月に PF 将来計画検討委員会が物構研運営会議の下に設置され、約 1 年半におよぶ議論を経て、最終報告書が提出されました。この議論を踏まえて策定された PF 将来計画は、今年 3 月の PF-UA 拡大ユーザーグループミーティングや PF シンポジウムで公開され、ユーザーの方々との議論がスタートしました。また、3 月末に開催された放射光科学研究施設諮問委員会でも PF 将来計画について集中的に議論が行われました。その後、PF 将来計画に関する KEK 内外での集中的な議論を経て、「KEK ロードマップ 2013」の放射光科学部分の改訂が行われました。

KEK ロードマップ 2013 改訂版の第 1 章「はじめに」のところに、各プロジェクトの研究戦略の概要が書かれています。その放射光科学の部分を以下に抜粋します。

### 「フォトンサイエンス（放射光科学）」

PF および PF-AR の安定な運転を継続し、放射光科学を推進するとともに、3 GeV クラスの蓄積リング型高輝度光源施設の具体的計画を早急に策定し、関係機関と連携しながら、早期の実現を図る。」

次に第 2 章では KEK に関連する研究分野の長期的な展望と、その中で KEK が果たすべき役割について記述されています。第 3 章では各プロジェクトについて 2014 年から 5 年間の研究戦略が書かれています。第 3 章の放射光将来計画に関する部分を以下に抜粋します。

「KEK はコンパクト ERL を建設・運転することにより、将来の放射光源としての ERL の R&D に取り組み、ERL の実現可能性を探ってきた。しかし最近の加速器技術の進歩で、3 GeV クラスの蓄積リング型高輝度光源により、ERL で期待されていた放射光科学への貢献の多くは、早期に実現が可能となることが分かってきた。そこで KEK は、将来の放射光源としての ERL 計画の検討を中止し、蓄積リング型高輝度光源の早期実現を目指すことを決定した。

3 GeV クラスの蓄積リング型高輝度光源施設では、ナノメーターの空間分解能とミリ電子ボルトのエネルギー分解能を実現することにより、現状では研究が困難な不均一な物質系における構造・電子状態、さらには揺らぎを含めたダイナミクス・化学反応や細胞制御機構の解明などを目指した、新しい研究が可能になる。これらの研究を含む放射光科学を推進するために、大学や他放射光施設との連携を柱とし、コンソーシアムを創るなど、密接な共同研究を行う。このような共同研究の中で、人事交流を積極的に行いながら、手法開発や人材育成を行うことにより、最先端放射光科学を創出するとともに、放射光を利用した幅広い学術領域の研究を支え続ける。

これらの状況を鑑み、KEK は 2016 年度から蓄積リング型高輝度光源の詳細設計を開始し、早期の実現を図る。その先の長期計画に関しては、改めて検討する。」

このように KEK では、次期光源計画としての ERL 計画の検討を中止し、蓄積リング型高輝度光源の早期実現を目指すことになりました。このような大きな見直しに際して、これまでの ERL 計画の総括を行う委員会も開催されています。本委員会からご提出頂く報告書を、今後の KEK 放射光計画の推進に役立てて参りたいと思っています。

現在 KEK では、PF- ユーザアソシエーション (PF-UA) を中心に、多くの放射光ユーザーの皆様からのご協力を頂き、KEK 放射光計画の Conceptual Design Report (CDR) をまとめつつあります。今後、放射光コミュニティで我々の提案する KEK 放射光計画の CDR を精査・評価して頂きたいと考えています。これを機会に、日本全体の放射光科学のグランドプランに関する議論を行い、その中で KEK の果たすべき役割を明らかにしていきたいと思っております。

## 入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 古川 和朗

### 概要

今期の放射光施設への電子入射については、5月初旬から6月末まで順調に推移した。SuperKEKBのフェーズ1コミッシュニングと呼ばれる最初のリング試験運転に関しては、1月末から入射器の調整の後、短期の停止を除いて6月末まで電子・陽電子の入射を継続し、電子(HER)/陽電子(LER)両リングの真空焼き出し、ビーム光学開発や各装置の較正などを進めることができた。その際KEKB計画での経験を活かし、思った以上の成果を上げることができた。また、真空焼き出しが適切に進行しリングでのビーム寿命が長いため、入射器は25 Hz以下の運転を行い、電力費用を節約することができた。フェーズ1期間中には低エミッタンスの入射ビームは必要なかったが、RF電子銃の諮問委員会の助言に沿って、RF電子銃によるメインリング入射にも成功し、10日間の入射を行った。今後は、PF-AR直接入射路の建設やSuperKEKB向けの入射器改造の重要部分の設置作業が控えており、残念ながら放射光施設入射への影響も小さくないと予想される。

### RF電子銃によるHER入射

SuperKEKB計画においては、衝突性能を向上させるために、入射する電子陽電子についても電流を増やすと同時に、低エミッタンスのビームが必要とされる(図1)。来年度の後半に予定されているフェーズ2コミッシュニングに備えて、フェーズ1コミッシュニングの期間中にも、開発中のRF電子銃の試験入射を行い、機能の確認を行うことにした。

低エミッタンスではない大電流ビームを生成するためには、これまで熱電子銃を使ってきたが、品質の高い、大電

流低エミッタンスのビームを生成するためには、光陰極のRF電子銃が必要となり、高強度レーザー・高耐性光陰極・高電界マイクロ波空洞のそれぞれに工夫を凝らして開発を行なっている。

高強度レーザーは、大きく分けてファイバー・レーザー発振器、ファイバー・レーザー増幅器、光パルス整形装置、固体結晶レーザー増幅器、波長変換装置などから構成されている。レーザー媒体としてはイッテルビウム(Yb)やネオジウム(Nd)を含んだYAG結晶を使用しており、低エミッタンスのビームに適切な約20 psの長さの高強度レーザー光を生成する。

生成された紫外光は高耐性光陰極に照射されて、電子を大量に生成する。使用している陰極はイリジウム・セリウムの合金で、電子の生成効率が非常に高いわけではないが、真空度などの外的要因に大きく左右されずに電子を生成することができる(図2)。東日本大震災において、旧熱電子銃の真空が破れ、大きな影響を受けたことが、高耐性合金陰極を選択したひとつの要因になっている。

マイクロ波空洞の加速電界が低いと、空間電荷効果により低エミッタンスを実現することができないので、電界の高いサイドカップル型擬似進行波空洞と呼ぶ空洞を使用している(図3)。

RF電子銃によって、SuperKEKBリングに入射するためには、適切なタイミングで電子を発生させてリングのマイクロ波と30 ps以下の精度で同期させる必要がある。ところが、高強度レーザーを発生させるための初段のファイバー・レーザー発振器はファイバーの輪を周回して光を増幅

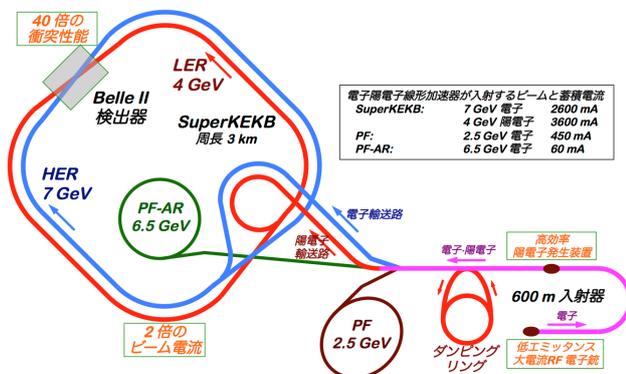


図1 電子陽電子加速器群の模式図。電子陽電子入射器は約600 mの長さを持ち、SuperKEKBリング加速器は約3 kmの周長を持つ。

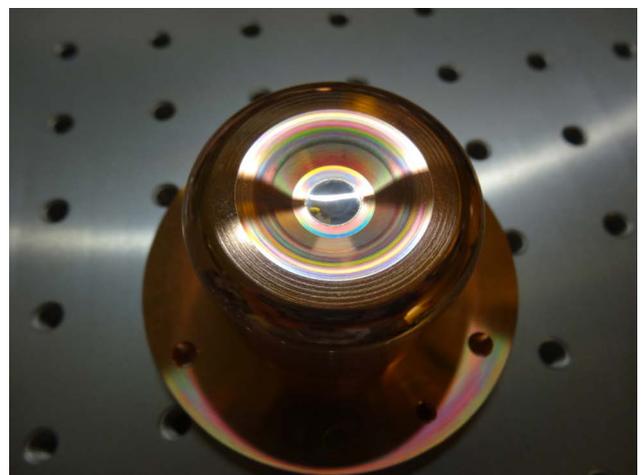


図2 マイクロ波空洞に取り付けるために、銅製のブロックに嵌めこまれた銀色のイリジウム・セリウム合金の光陰極。

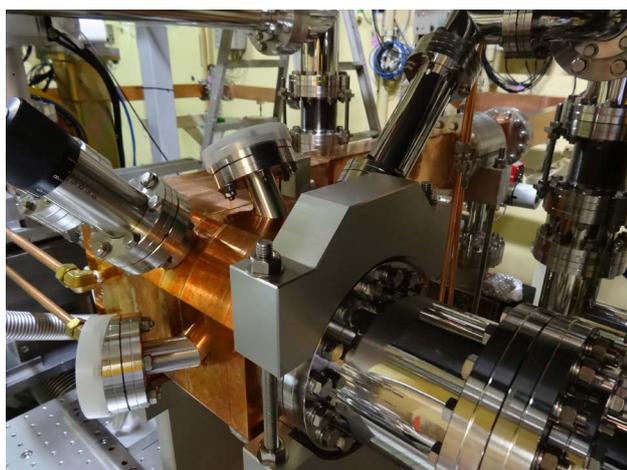


図3 生成された電子を直ちに加速するサイドカップル擬進行波型マイクロ波空洞（銅色の部分）と真空装置。

するため、独自の周期を持っている。そのため、高度な電子回路が必要となる。このようなさまざまな機器の調整を経て、5月31日にはSuperKEKBの電子メイン・リングへの入射に初めて成功した（図4）。

さらに、ビームバンチ圧縮によってビーム品質を改善し、電子入射と陽電子入射の切り替えの調整を行った後、6月8日からは、RF電子銃からの入射を10日間継続した。

現在のところ、エミッタンスとしてはフェーズ2コミッションの要求値を満足しているわけではなく、600 mの入射器で加速する間にエミッタンスが増大してしまっている。しかし、加速器のアライメントやビーム制御の整備

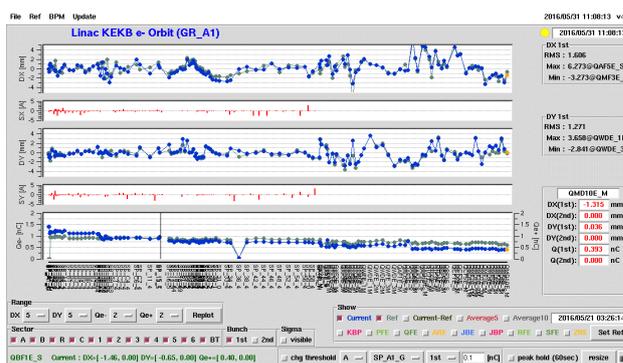


図4 RF電子銃で生成された電子（青）と比較対象の熱電子銃から生成された電子（緑）について、水平方向位置（上）、垂直方向位置（中）、電荷（下）の電子銃からビーム輸送路終端までの、情報プロット。この時点では、バンチ圧縮を行っていないので、途中でビーム損失がある。

も並行して進めており、必要とするビーム品質を満足できるようにする予定である。

### 昨年度の入射器運転統計

2015年度の運転統計によると、総運転時間は5296時間で前年度比+54%であったが、この増加は前年の予算配分が少なかったためである（表1）。故障率は1.76%で前年度比+0.86ポイントとなり、この上昇は、SuperKEKBの試験運転が本格化してきた際の新しい機器やソフトウェアの調整不足が原因と考えられる。KEKBの運転開始時には故障率が大幅に悪化したため、注視している。

表1 近年の入射器の運転統計

	運転時間		延故障時間		延故障回数		平均故障間隔時間 (MTBF)		平均故障時間 (MTTR)		故障率 故障/x (%)
	x (時間)	y (時間)	x-y (時間)		z		x/z(分)		(x-y)/z(分)		
			故障	RF Trip	故障	RF Trip	故障	RF Trip	故障	RF Trip	
1999年度	7,297	6,499	537	261	1,888	69,994	232	6	17	0.22	7.36
2000年度	7,203	6,577	466	160	2,401	39,380	180	11	12	0.24	6.47
2001年度	7,239	6,839	310	90	1,304	21,420	333	20	14	0.25	4.28
2002年度	7,086	6,813	205	68	1,424	17,372	299	24	9	0.23	2.89
2003年度	6,815	6,500	253	62	2,259	17,462	181	23	7	0.21	3.71
2004年度	7,117	6,936	129	52	2,323	12,956	184	33	3	0.24	1.81
2005年度	6,988	6,846	86	56	1,752	12,467	239	34	3	0.27	1.23
2006年度	6,927	6,777	95	55	1,665	13,064	250	32	3	0.25	1.37
2007年度	6,322	6,148	120	54	1,914	12,684	198	30	4	0.26	1.90
2008年度	6,556	6,390	117	49	1,536	11,228	256	35	5	0.26	1.78
2009年度	6,362	6,193	108	61	1,316	13,443	290	28	5	0.27	1.70
2010年度	5,847	5,721	89	37	1,027	8,079	342	43	5	0.27	1.52
2011年度	5,492	5,301	58	133	766	38,258	430	9	5	0.21	1.06
2012年度	5,331	5,191	69	71	859	14,893	372	21	5	0.29	1.29
2013年度	5,315	5,172	23	120	1,127	22,135	283	14	1	0.33	0.43
2014年度	3,448	3,235	31	182	1,243	30,583	166	7	1	0.36	0.90
2015年度	5,296	5,087	93	116	1,437	21,042	221	15	4	0.33	1.76

光源リング運転状況

PF リングは5月6日9:00 から運転を再開した。立ち上げ調整は順調に進み、5月10日9:00 から光軸確認を行い、ユーザ運転を開始した。図1上に立ち上げ時のPFリングの蓄積電流値の推移を示す。今期はバンチ数を188から220に増やし、進行方向2極振動のビーム不安定性の発生を250 mA以下することができるようになったことから、1日3回の入射頻度でユーザ運転を行うこととした（前期は1日6回入射）。ユーザ運転開始間もない5月10日15時頃、小型電源の制御系に異常が発生し軌道が乱れた。すぐに症状は治まったものの、16:30に一端ビームをダンプして調査することとした。これまでもたまたま異常が起ってはいたが、しばらくすると症状が治まり原因を特定するまでには至っていなかった。今回はVMEのエクステンダーユニットの動作が不安定であることを疑い、2台のユニットを入れ替え交換して、症状が変わるかどうか様子を見ることとした。作業は一時間弱で終了し、ただちにユーザ運転を再開した。5月16日21:23つくば市で震度4の地震が発生した。北東シールド扉のインターロックが動作し、ビームがダンプした。震度4であったため、リング内およ

び周辺を点検し異常が認められなかったため、ユーザ運転を再開した。5月22日3:50 RF#4のトラブルで、ビームがダンプした。クライストロン制御盤内のDC24V電源の故障が判明して予備品と交換して復旧した。5月30日12:13ビームトランスポートの偏向電磁石電源(BTBM)のインターロックが働きダウンするとともに、入射モードであったためチャンネルがクローズした。リングの運転モードを入射モードから蓄積モードに切り替えて17:30まで運転を継続した。17:30になりビームをダンプして、ビームトランスポートの現場を調査したところ、第3スイッチヤードのBH12電磁石において著しい冷却水流量の低下が見つかった。ストレーナを清掃することで流量が回復し、復旧した。6月27日朝PF電源棟巡視点検中に電磁石電源一台のフィルターが、電源内部側にめくれていることを発見した。そのまま放置しておく危険性があるため、フィルターの取り出しおよび交換が必要と判断した。ユーザ運転中であったため、一端運転を中断して作業を行なうこととした。作業は約1時間程度ですみ、終了後直ちにユーザ運転を再開した。

PF-ARは5月10日9:00にリングの運転を再開した。図

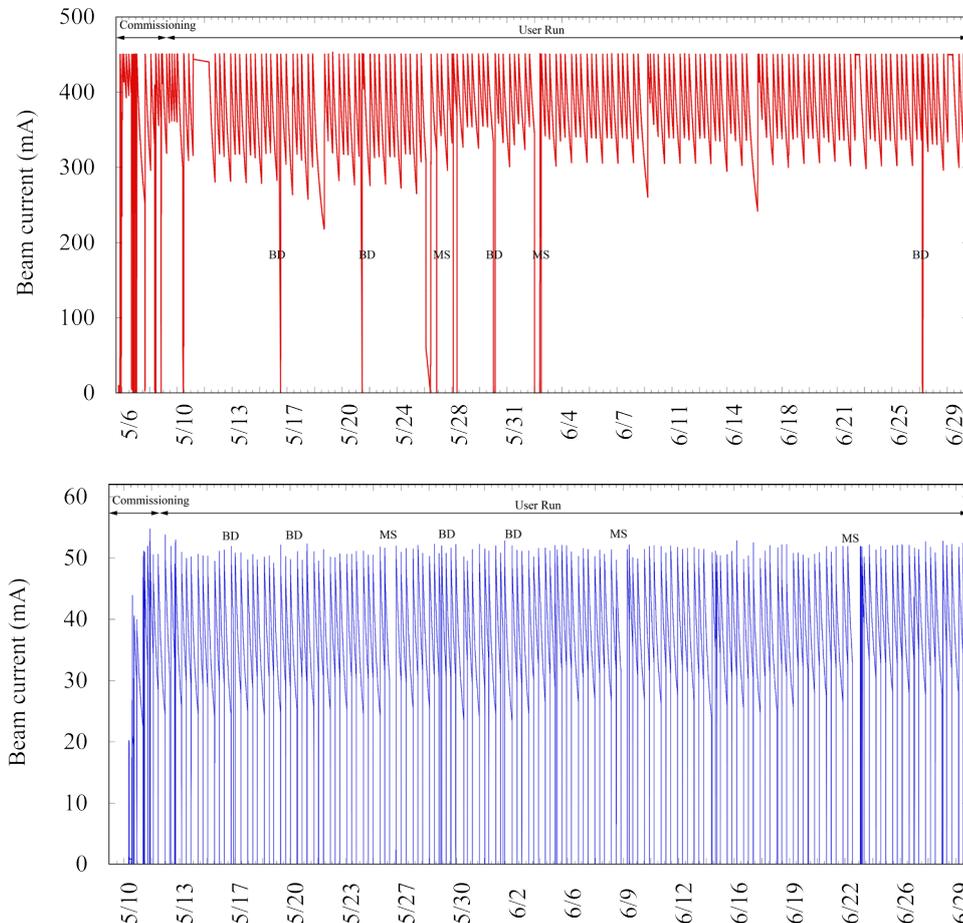


図1 PFリング(上図)とPF-AR(下図)の蓄積電流値の推移を示す。MSはマシン調整、BDはビームダンプを示している。

1下に蓄積電流を示す。入射加速調整は順調に進み、5月12日9:00からユーザ運転を開始した。運転開始後まもなく、PF-AR北棟空調用チラ3台中1台が重故障で運転不可能、2台運転を行っていたものの、そのうち1台も空調冷却能力が落ちているが判明した。冷却能力低下の原因調査を行ったが、その原因特定には至らず様子を見ながらの運転となった。PF-ARでは、5月16日に発生した震度4の地震ではビームダンプしなかったが、運転を中断して、リング内および周辺を点検した。異常ないことを確認し、直ちに運転を再開した。その後、電磁石電源とRFに関連するトラブルでビームダンプが3回ほど発生したものの、今期はきわめて順調に運転が行われた。

PFリング、PF-ARともに、超伝導ウィグラーの断熱真空悪化のトラブルやPF-AR北棟実験棟空調用チラの冷却能力低下等のトラブルはあったものの、リングの運転自体は例年比べて概ね順調に行われ、6月30日9:00に予定通り運転停止した。

### PFリング超伝導垂直ウィグラー断熱真空悪化のトラブルについて

PFリング超伝導垂直ウィグラーについては、昨年度1月の立ち上げ前に応急措置を施して運転に入ったものの、その後断熱真空の悪化傾向が続き、液体ヘリウムの消費量も通常の2倍以上に増加した。そのまま運転は継続したが、この状態で夏まで運転するのは厳しいと判断した。そこで、3月14日の運転終了後にすぐに昇温して、室温で



図2 超伝導垂直ウィグラーの断熱真空リーク対処作業の写真。

リーク止め作業を行う方針とした。4月に入り室温になったところで、液体シール剤を用いてリーク止め作業を試みた。図2に作業の様子、図3に作業時の真空の変化のグラフを示す。シール剤を注入開始した直後は徐々に悪化したが、400ccほど入れたところで真空が下がり始め、その約2分後には真空度が1桁程度改善した。しかし、リークは完全には止まっておらず、リーク対処前の $5 \times 10^{-6} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ からは大幅に減少しているが、 $3.1 \times 10^{-10} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ のリークがある。

今回は応急的な処置である。しかし、この真空度が維持できればなんとか夏まで持ちこたえるのではないかと予想して、連休明け5月10日から冷却を試みた。冷却は順調に進み、約2週間後の5月26日マシンスタディ時にリング内でウィグラー周辺の種々の調査を行った結果、特に異常は認められなかった。そこで予定どおりウィグラーの励磁を行い、翌日5月27日からBL-14の運転を再開した。

### PF-AR 直接入射路関連作業開始

PF-ARでは運転を停止した6月30日9:00から、直ちにPF-AR直接入射路関連作業を開始した。図4上の写真は現ビーム入射路に設置してある偏向電磁石の一部である。既設の電磁石はすべて再利用するため、図4下に示すように入射路近接の南東側直線部(SE12-13間)の真空ダクトをはずして、リング内通路への搬入路を確保し、新トンネルへの運搬を行う。この一連の作業は来年1月末まで行われる予定である。



図4 写真はPF-AR現ビーム入射路に設置してある偏向電磁石の一部(左)、南東直線部(SE12-13間)の真空ダクトをはずし、運搬路を確保した様子(右)。

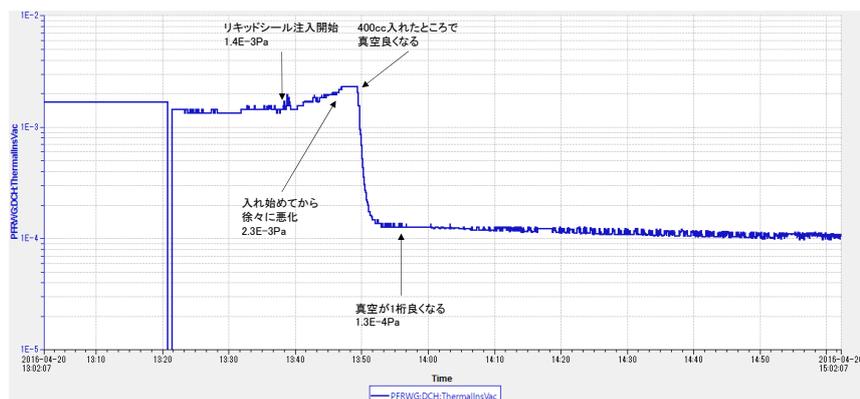


図3 液体シール剤を注入する作業中の断熱真空の様子。4/20 13:38 シール剤を注入開始(真空度  $1.4 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ )、直後は徐々に真空が悪化するが、13:49に400cc注入したところで真空が改善し、13:55 650ccで注入終了した(真空度  $1.3 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ )。14:04 シール剤を抜き始める。翌日4/21 13:50の真空度は  $8.2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$  となり、シール剤注入前に比べ約1桁以上断熱真空が改善した。

### 運転、共同利用関係

PF および PF-AR の 2016 年度第 1 期（5～6 月）の運転は、予定通り 6 月 30 日（木）に終了しました。この期間は、前年度第 3 期に引き続き SuperKEKB の立ち上げが行われたため、PF リングは Top-up モードではなく、1 日 3 回入射の蓄積モードでの運転でした。2016 年度第 2 期の PF 運転は、夏期の加速器関連作業の終了後、10 月 24 日（月）に開始し、12 月 19 日（月）までの予定です。

今年度第 2 期（10 月～12 月）以降の PF の Top-up 運転予定についてお知らせします。今年 3 月の時点では、今夏中に Top-up 運転再開に必要な作業を完了し、第 2 期から PF の Top-up 運転を再開することを想定していました。しかし、今年度予算の不足等の影響により、PF と SuperKEKB への同時入射向け機器設置を見送らざるを得ないことがわかり、PF の Top-up 運転と SuperKEKB のための入射器コミッションの両立が困難となりました。従いまして、第 2 期以降も引き続き、PF リングの Top-up 運転は行わず、SuperKEKB の立ち上げと PF リングの状況を見ながら 1 日 3 回程度の入射を行う蓄積モード運転となる予定です。PF の Top-up 連続入射運転の時間帯を可能な範囲内で増やすように、入射器グループとの調整を行います。2016 年秋期の Top-up 連続入射スケジュールにつきましては、確定次第ホームページ等にて告知させていただきます。なお、2016 年 11 月 18-24 日の PF ハイブリッドモード運転については、Top-up 連続入射を実施します。

また PF-AR につきましては、電子入射器から PF-AR への 6.5 GeV 直接入射を実現する為に、PF-AR 直接入射路の建設と PF-AR の繋ぎ込み工事を 2016 年 7 月～11 月末に行います。そのため、2016 年度第 2 期中は PF-AR の運転を停止します。この工事により、PF-AR への 6.5 GeV 直接入射が実現するだけでなく、SuperKEKB の本格的な運転開始後も PF-AR および PF との同時入射が実現することになります。また将来的には PF-AR の 6.5 GeV での Top-up 入射も視野に入れていきます。工事後の今年度第 3 期（2017 年 1-3 月）につきましては、工事部を含む加速器の立ち上げおよび放射線変更申請等の作業が続くため、この時期の PF-AR の運転は立ち上げ運転のみとし、ユーザー・ビームタイムの配分は行わない予定です。PF-AR ユーザーの皆様にはご迷惑をおかけすることをお詫びいたします。PF-AR の環境整備の一環として何卒ご理解ください。なお、各課題の有効期間中に全体運転時間の短縮があっても、その補填は行わない運用をさせていただいております。

すでにホームページ等でお知らせしておりますが、縦偏光した高エネルギー X 線を供給している BL-14 垂直偏光超伝導ウイグラー（VW#14）は超伝導電磁石冷却用液体ヘリウム 断熱真空部の真空度が悪化したため、3 月 14 日朝の運転終了後から応急処置を行なうため昇温を開始し

ました。加速器 7 系担当者による周到な準備作業ののち、真空封止剤を溶剤に溶かして真空漏れが疑われる場所全体を満たす漏れ止め作業を 4 月 20 日に開始しました。その結果、断熱真空部の真空度が 1 桁以上改善しリーク発生前の真空度と同等となりました。これによりウイグラーの立上げは可能となり、6 月 3 日から 6 月 30 日までユーザー利用実験を実施しました。BL-14 ユーザーのみなさまには、今回のトラブルにより多大な迷惑をおかけしたことをお詫びいたします。今回の真空トラブル対応はあくまでも応急処置で微小リークは残っており、再発の危険があります。今後の対策については引き続き検討いたします。

### ビームライン改造等

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」のもとで XAFS-CT 法を開発し、50 nm 程度の分解能で三次元的な XAFS イメージングを実現することを目指しています。この装置を導入するために、現在、実験ハッチの拡張工事を行っています。上述の通り PF-AR は第 2 期および第 3 期のユーザー運転を行いませんので、NW2A に関しては長期のシャットダウンになってしまいますが、最先端の実験装置の導入のため、ご協力をお願いします。

### 将来計画に関する議論

施設だよりに詳しく記載されている通り、KEK の放射光次期計画への取り組みが、PF 内外で進行しています。特に PF 内部では、3 月の PF シンボジウム以降も引き続き、放射光科学第一、第二系と加速器第七研究系を中心として蓄積リング型の高輝度光源、ビームライン、サイエンスケースの検討を進めてきました。4 月 27 日には蓄積リング型高輝度放射光（KEK 放射光：仮称）の暫定スペックを更新し、6 月 8 日には KEK 放射光概念設計書（CDR）暫定版の光源加速器に関する部分をホームページ上に公開しました。これに引き続いて、サイエンスケース、ビームライン、運営等に関する部分の公開に向けて準備中です。また、来る 2016 年 9 月 11、12 日の 2 日間には、KEK 放射光に関するワークショップを、PF-UA と PF で共同開催します。このワークショップは、KEK 放射光計画の現状について、施設の利用が想定されるユーザーとの情報共有を行うとともに、KEK 放射光のサイエンスケースについて分科会形式での議論を行い、サイエンスケースの全体像を取りまとめることを目的としています。ユーザーの皆様には、是非、積極的なご参加をお願いいたします。

### 人事関連

6 月 1 日付で宮本きみさんが研究支援員として着任されました。PF-UA 事務局や PF 研究会等を担当して頂きます。

## はじめに

昨年から機構内で議論されて来ましたが、KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP) の国際諮問委員会が4月に行われ、それを受けて KEK 執行部が正式に KEK-PIP を表明しました。その中に明確に ERL の次期放射光源としての位置付けは取りやめ、次期放射光源の位置付けは「3GeV 高輝度リング」に移行したこと、一方、ERL のアクティビティーに関しては、基盤経費を用いて進めてきているプロジェクトの一つとして以下のように記述されています。

### 3-2. Other research projects carried out using general funds of KEK

The following projects have up to now been conducted mainly using general funds of KEK. They will be continued on the condition that greater efforts are made to obtain external funding.

- Simulation studies with the existing supercomputer (only up to summer of 2017)
- Industrial application of ERL technology
- Participation in CERN LHC/ATLAS
- Research carried out in the Detector Technology Project
- Research in the Japan-US cooperation program
- Projects under the Toshiko Yuasa Laboratory (TYL)
- Small-scale research projects conducted in KEK institutes

以上のように、「ERL 技術の産業応用」を目指して、出口戦略を作ることが今後求められています。前号でも紹介しましたように、この努力の一つとして「半導体リソグラフィ用の大強度 EUV 光源開発」に関して、1年ほど前から企業と大学の関係研究者からなる「EUV-FEL 光源産業化研究会」を立ち上げて活動を開始しています。また、この出口は、将来、放射光の先端光源である CW-XFEL に向かうとした場合を想定しても、同じ方向性の開発方針を持っています。放射光利用の皆様方もどうぞご理解下さい。

### cERL に関する進捗状況

5月31日に4号館2階輪講室でcERLミニワークショップを開催しました(図1)。このワークショップでは、「cERLでどこまで達成できて何が残されているか?また、今後CW-FELやEUV-FELに展開するにはどのような開発が必要か?」を明確にすることを目的として、一日かけて発表と議論の場を持ちました。1mAの運転の確立、5pC/バンチ運転での電子ビーム輝度測定、10mA運転の目途も見えてきていること、バンチ圧縮の確認、超伝導空洞の劣化対策の知見の確保、CW-FELに向けた超伝導空洞の開発方針、500kV印加電子銃の性能とその開発の継続、冷凍設備の整備、レーザーコンプトン散乱X線の状況と今後の見通し等々に関する話題提供のもとに議論を行いました。下のURLに発表スライドを含めて掲載していますの



図1 cERL ミニワークショップの会場の様子。

で、ご興味のある方はご覧ください([http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/cERL\\_miniWorkshop.html](http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/cERL_miniWorkshop.html))。プログラムは下の通りです。

- 10:00-10:20 ビーム調整 (宮島 司)
- 10:20-10:35 エミッタンス測定 (島田 美帆)
- 10:35-10:55 1 mA CW 運転・ビームロス (帯名 崇)
- 10:55-11:15 ビームハロー (田中 オリガ)
- 11:15-11:30 バンチ圧縮オブティクス (島田 美帆)
- 11:30-13:30 [昼食]
- 13:30-13:50 cERL 電子銃 (1号機) の現状と課題 (西森 信行・東北大学)
- 13:50-14:10 入射器クライオモジュール, および, 主加速器クライオモジュールにおける空洞性能の低下現象と性能回復の方策 (許斐 太郎)
- 14:10-14:30 EUV 光源用 ERL/FEL における超伝導空洞の技術的課題と開発の進展状況 (梅森 健成)
- 14:30-14:50 冷凍機の不具合の原因とその対策 (本間 輝也)
- 15:00-15:20 レーザーコンプトン散乱X線・今回の達成状況と今後の展開 (赤木 智哉)
- 15:20-15:40 電磁石の進捗: バンチ圧縮用6極電磁石とラスタリングシステム (原田 健太郎)
- 15:40-16:00 cERL ビーム運転中の真空系の運用について (野上 隆史)

一方、cERLの総合運転は今年度から休止状態となっていますが、cERLの根幹の加速器技術要素の一つである、高輝度DC電子銃(図2)の原子力機構(主に西森信行研究員(現在、東北大学准教授))とKEK(主に山本将博助教)の共同開発は継続して進めています。電子銃単体の開

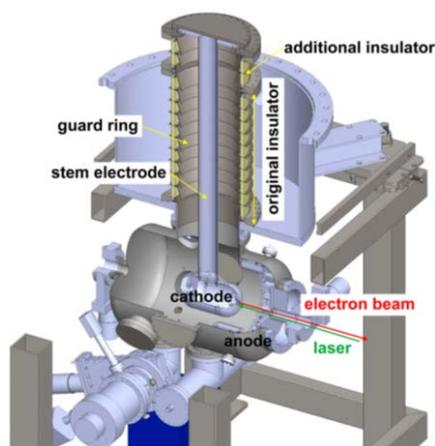


図2 cERLの根幹の加速器技術要素の一つである、高輝度 DC 電子銃

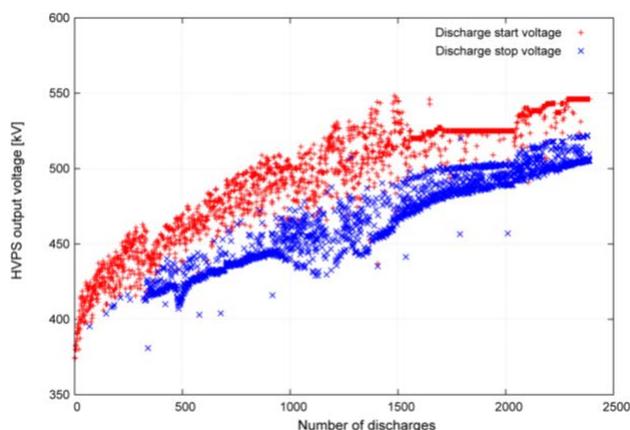


図3 500 kV まで印加したエージングでの放電開始電圧 (赤色・薄い色) と放電停止電圧 (青色・濃い色) のプロット。(ウェブ版ではカラー原稿を掲載しています。)

発運転を継続し、最大 500 kV (目標印加電圧) まで、安定な運転ができるようにエージングを継続することと、その時の電子銃単体の電子ビームの輝度を測定することを目的に進めてきました。今回、エージングを4月以降も行い、安定に 500 kV まで印加できることを確認しました。そのエージングのプロセスで、放電開始電圧 (赤色) と放電停止電圧 (青色) を整理してプロットすると (図3)、明確なそれぞれの閾電圧が存在することが判り、さらに放電停止電圧が安定電圧印加の重要な閾電圧となっていることも実験的に明らかにすることが出来、その放電プロセスについての考察を含めて、APPLIED PHYSICS LETTERS **109**, 014103 (2016) に論文として掲載されています。現在 WEB でも見ることができますので、ご興味のある方は以下のサイトをご覧ください (<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/apl/109/1/10.1063/1.4955180>)。

### ERL 技術の新たな応用に向けて

ERL 開発の出口戦略として、2 年ほど前から開始している「半導体リソグラフィー用の大強度 EUV 光源開発」に向けて、その利用者となる EUV リソグラフィー露光装置

会社やそのユーザーからの確実なコミットメント形成の作業が重要と理解しています。そのために「TIA 連携プログラム探索推進事業」である「かけはし」に「自由電子レーザーの産業化に向けた技術および国際動向の調査研究」という題目で応募し、「主に半導体リソグラフィ用 EUV 露光光源としてコーヒーレント放射光である EUV 自由電子レーザーの実用化可能性を産業 (業界) 動向 / ニーズや技術的見地から調査研究する。さらには、その調査研究を踏まえ、産業用光源としてあるべき姿と産業化プランを世界に向け提示し、世界的なコンセンサスの形成を図ることを目指す。」という内容で申請し採択を頂いています。この調査研究の一環として、12 月中旬ごろに「EUV-FEL ワークショップ (仮称)」を都内で開催する準備を開始しています。詳細が決まりましたら WEB でご案内いたしますので、ご興味のある方はご参加下さい。

一方、国際会議、ワークショップでの情報発信とコンセンサス作りの一環として、6 月 13 -16 日に米国で開催される EUVL Workshop (<http://campaign.r20.constantcontact.com/render?m=1101919912805&ca=a5ae487c-345e-41b0-80ed-8eccb435be28>) で、KEK 加藤龍好教授が「Design and Development of a 10-kW Class EUV-FEL Project in Japan」の講演を行っています。さらに、10 月 24-26 日に広島で開催される「EUVL Symposium 2016」(<http://euvl2016.org/>) では、中村典雄教授と私が講演を申し込み、中村氏からは加速器技術の検討結果報告の立場で、私のほうからは、この実現に向けた取り組みという立場で、話題提供する予定で、半導体のエンドユーザーへの大強度光源の実現に向けたコンセンサス作りの歩みを開始しようとしています。また一方で、cERL で開発してきている「大電流先端加速器の要素開発」が、単に半導体リソグラフィーの EUV 大強度光源という産業化の切り口だけではなく、医学応用小型高精細 X 線源や核医学検査用 RI ( $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) 製造という『新しいイノベーションを見据えた加速器要素開発』という切り口でアピールできる可能性を検討し、関係機関への働きかけを検討しています。

## KEK 研究実施計画 (KEK Project Implementation Plan) について

放射光科学研究施設長 村上洋一

KEK は大学共同利用機関法人として、素粒子物理・原子核物理・物質科学・生命科学という基礎科学分野の研究を推進しています。そのために最先端の加速器を開発・建設・運転し、我が国の加速器科学の中核施設として、また世界の加速器研究の拠点としての役割を果たしてきました。KEK の研究推進の指針とするために 2013 年 5 月に公表された「KEK ロードマップ 2013」は、このような KEK の役割をさらに発展させ、世界の基礎科学研究を先導する研究成果をあげることを目指して作成されたものです。

このロードマップ 2013 に挙げられた研究計画を具体的に進めるにあたっては、財源と優先順位を明確にした実施計画を策定することが必要であり、特に予算規模が大きな計画については新規の予算要求が必要となるため、KEK としての成果を最大にする観点からの優先順位づけが必要です。この目的のためにまとめられたのがこの KEK 研究実施計画 (KEK project implementation plan, KEK-PIP) です。この実施計画は今後 6 年間で視野に入れたものですが、計画の達成状況や KEK 内外の新たな研究結果によって適宜見直しを加える必要があると考えられています。

KEK-PIP の策定にあたっては、専門的な見地から助言を受けるために、高エネルギー加速器を使った研究をしている世界の研究所又は大学の研究者 12 人 (国内 4 人) から成る「KEK-PIP 諮問委員会」が今年 5 月 22、23 日に開催され、検討作業が進められてきました。諮問委員会からの報告書を参考にして策定された KEK-PIP は、8 月 2 日付けで下記のところに公開されていますのでご参照下さい。  
<http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20160802141100/>  
ここでは、以下にその概要と放射光施設に関連する部分を紹介します。

KEK-PIP では、その経緯や目的が簡単に紹介された後、現在 KEK で行われている 3 つの中核プロジェクト (J-PARC, SuperKEKB, 放射光施設における研究) について述べられています。それぞれが文部科学省から研究プロジェクトとして認められ、研究を遂行するための予算が毎年措置されており、計画を着実に実施し、高い成果に結びつけることが求められています。放射光施設に関する部分のポイントを以下に箇条書きで示します。

- PF はこれまで多くの共同利用による研究成果を挙げてきた。
- 今後も大学や他研究機関との連携に基づく先端的な共同研究を推進する一方、物質・生命科学における必須のツールである放射光を安定に供給し、これを利用した広範囲の研究領域を支え続ける。
- PF と PF-AR において整備されてきたビームライン・

実験装置を駆使して、先端的な物質・生命科学研究を行う。

- 現有の施設は老朽化やこれに伴う競争力の低下が顕著であり、次期放射光計画を進めることが急務である。
- このプロジェクトに関わるプロジェクト経費の範囲では、運転時間の確保を優先しつつ、最低限の老朽化対策、装置開発・解析手法開発を行う。

次に国際リニアコライダー計画などを含む「主に一般経費を用いて進める研究計画」についての記述があり、その後、KEK-PIP の本題である「新規に予算要求が必要となる研究計画」が述べられています。「新しい放射光施設」に関してはその最初のセクションに、優先順位が付けられた他のプロジェクトとは別枠で書かれています。KEK-PIP は英語版でのみの公開となっています。内容を正確にお伝えするために、その部分の英文をそのまま引用します。

### 4-1. New light source facility

With the existing light sources deteriorating and losing their competitive edge, it has become urgent to proceed with plans for the next light source facility. The KEK long-term plans have up to now called for a 3 GeV Energy Recovery Linac (ERL). This was made obsolete by the invention of the multi-bend achromat lattice as a synchrotron light source. As an alternative to ERL, a 3 GeV-class storage ring-type high-brightness light source is seen as an appropriate replacement for the PF. This next-generation light source will achieve spatial resolution of the order of nanometers and energy resolution of the order of meV. It will make possible previously unachievable new research in several areas such as studies of the structural and electronic properties of heterogeneous substances, and clarification of chemical reaction dynamics that include fluctuations. KEK is starting specific consideration of an all-Japan effort to realize the high-brightness light source, which will become an indispensable tool for leading-edge research in a wide range of academic and industrial fields.

このように、KEK における放射光将来計画は、3 GeV ERL から 3 GeV クラスの蓄積リング型高輝度光源に大きく舵が切られました。施設だよりで述べましたように、「KEK ロードマップ 2013」の中の放射光科学の部分も、この KEK-PIP と整合するように大幅に改訂されました。今後 KEK は、この KEK-PIP に沿って、All Japan 体制の基に関係機関と連携しながら、3 GeV 蓄積リング型高輝度光源施設の早期実現を図ることになります。この高輝度光源施設では、KEK の主たるミッションである学術研究と人材育成を行うと共に、産業利用を充実させイノベーションを育むことも重要であると思います。今後、放射光コミュニティの中で、3 GeV 蓄積リング型高輝度光源施設に関する将来計画を十分に議論して頂き、それに基づいて柔軟に KEK 放射光計画を進めていく必要があると考えています。

時間分解 DXAFS 法による CO-NO 反応における SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 化学種の動的解析

山下翔平, 松岡哲也, 片山真祥, 稲田康宏  
立命館大学生命科学部応用化学科

### Dynamic Analysis of Ni Species Supported on Silica under CO-NO Reaction Conditions by Means of Time-Resolved DXAFS Technique

Shohei YAMASHITA, Tetsuya MATSUOKA, Misaki KATAYAMA, Yasuhiro INADA  
Department of Applied Chemistry, College of Life Sciences, Ritsumeikan University

#### Abstract

CO および NO 雰囲気下における SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 化学種の化学状態変化について XAFS 法を用いて観測し、熱力学的観点と速度論的観点からその特徴を解析した。CO および NO による担持 Ni 化学種の酸化還元反応は、873 K において定量的かつ可逆的に進行する。CO-NO 反応中の金属 Ni 粒子は、NO による酸化反応によってその一部が NiO に変化しつつ、引き続き CO による還元反応によって再び金属 Ni 粒子を再生する挙動の観測に成功した。CO および NO の混合ガスの組成の違いによって反応中に生成する NiO 量が増減し、それが触媒反応速度に影響を及ぼす要素であることを明らかにした。

#### 1. はじめに

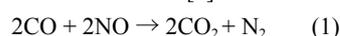
SiO<sub>2</sub> や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などの酸化物担体に担持された不均一系触媒は、活性中心となる金属化学種が高分散担持された状態でその機能を発現する。このような不均一系触媒を用いた気固界面での触媒反応において、触媒反応環境下における担持金属化学種の化学状態を知り、触媒活性種と反応ガスとの反応挙動に関する知見を得ることは、触媒反応の詳細なメカニズムを知る上で必要不可欠であると同時に、より高性能な触媒反応系の設計へ向けての重要な指針となる。

担持 Ni 触媒は、メタンの水蒸気改質や二酸化炭素改質などに活性を有し、水素や合成ガスの製造への応用が期待されている [1-3]。Ni は貴金属に比べて埋蔵量が多く、コストの面で優れるため、貴金属の代替材料としても注目される。一方で、反応ガスや生成ガスによって触媒反応中に炭素堆積が生じ易く、活性種の被覆による失活を引き起こすことや、高温域での Ni 粒子の凝集化による影響など、安定かつ長時間使用することが困難な問題を抱えているため、性能改善を目指した研究が進められている [3,4]。

触媒性能の向上や新規触媒開発を目指すためには、触媒反応メカニズムを理解することが必須であり、そのためにも反応条件下における触媒活性種の化学状態の理解が重要である。筆者らは、X線吸収微細構造法 (XAFS 法) を用いて不均一系触媒の反応機構を解明することを目的に研究を展開している。これまで、SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 触媒について酸素および水素雰囲気下における Ni 化学種の化学状態変化を明らかにした。さらに、動的過程の XAFS 測定が可能な分散型時間分解 XAFS 法 (DXAFS 法) を用いて、酸素あ

るいは水素ガス雰囲気下での Ni 化学種の状態変化を動的に観測し、速度論的な解析から酸化還元反応のメカニズムを解明した (Fig. 1 参照) [5,6]。本稿では、これまでの知見を基に、触媒反応としてより実用的な CO-NO 反応条件下における Ni 化学種の状態変化についての解析結果を紹介する。

式 (1) で表される CO-NO 反応は、CO の酸化と NO の還元を同時に達成することで、有害ガスを無害化させる有用な触媒反応系である [7]。



CO-NO 反応は幅広く研究されてきた触媒反応の一つであり、Pt や Pd を始めとする貴金属が高い活性を示すことで

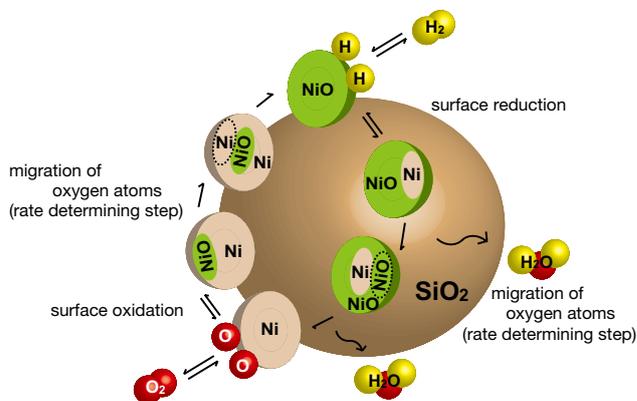


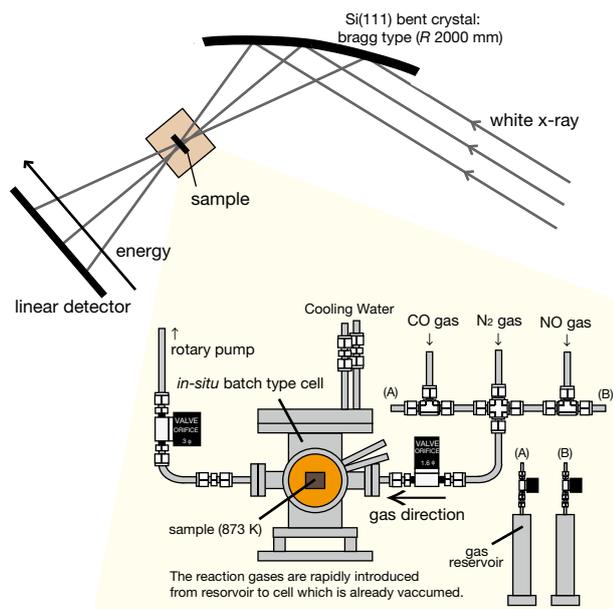
Figure 1 The redox mechanisms of the Ni species supported on SiO<sub>2</sub> at 873 K under the H<sub>2</sub> or O<sub>2</sub> environment.

知られている。Pt, Pd, Rh の 3 種の貴金属を使用した三元触媒は、ガソリン自動車などからの有害な排気ガスを高効率で浄化するために広く利用されてきた [8,9]。また、ペロブスカイト型の酸化物に担持した Pd 触媒では、触媒の劣化要因である貴金属粒子の凝集化を抑制し、貴金属の使用量を削減することに成功している [8]。現在、Ni や Co, Cu など、貴金属以外の遷移金属上で、CO や NO が反応した際の触媒の働きに関する研究が幅広く行われている [7, 10-15]。しかしながら、CO や NO が共存する条件下での触媒活性種の化学状態という最も基本的な点については、十分に理解されていないのが現状である。そこで本研究では、資源的に優れている Ni を用いた SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 触媒を対象に、CO 及び NO 雰囲気下における担持 Ni 化学種の化学状態変化について XAFS 法を用いて解析し、その反応特性の理解と CO-NO 反応への利用の可能性について検討した。CO もしくは NO 雰囲気下での昇温過程における Ni 化学種の化学状態を解析し、その特性を明らかにした。そこで得られた知見を基に、DXAFS 法を用いて CO と NO の混合ガス雰囲気下での Ni 化学種の化学状態の動的変化を追跡し、その反応過程における Ni 化学種の動的挙動について明らかにした。

## 2. 実験

含浸法を用いて 10 wt% の SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 触媒を調製した。Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O を溶かした水溶液中に SiO<sub>2</sub> (JRC-SIO-10, 富士シリシア) を加えて攪拌し、343 K で十分に乾燥させた後、空気下において 873 K で 3 h 焼成した。

焼成後の触媒試料の CO による昇温還元ならびに NO による昇温酸化過程について、Ni-K 吸収端での *in-situ* XAFS 測定を行った。測定は高エネルギー加速器研究機構の PF



**Figure 2** Concept of the DXAFS optics in the Bragg-type configuration, *in-situ* Batch-type observation cell, and reaction gas injection system for the DXAFS measurements.

BL-9C において行った。ガスフロー型反応セル内に所定量の試料を配置し、反応ガスをフローさせながら 10 K/min で昇温した。1 スペクトルの測定時間を 1 min とし、2 min 間隔での測定を行った。反応ガスは He によって 1 vol% に希釈し、昇温およびその後の放冷中の室温から 423 K までの低温度域では、He のみの雰囲気下に置くことで、毒性の高い Ni(CO)<sub>4</sub> の生成が進行しない条件で実験を行った [16]。始めに CO/He によって 1023 K まで昇温還元し、放冷した後、引き続いて NO/He による 973 K までの昇温酸化を行った。

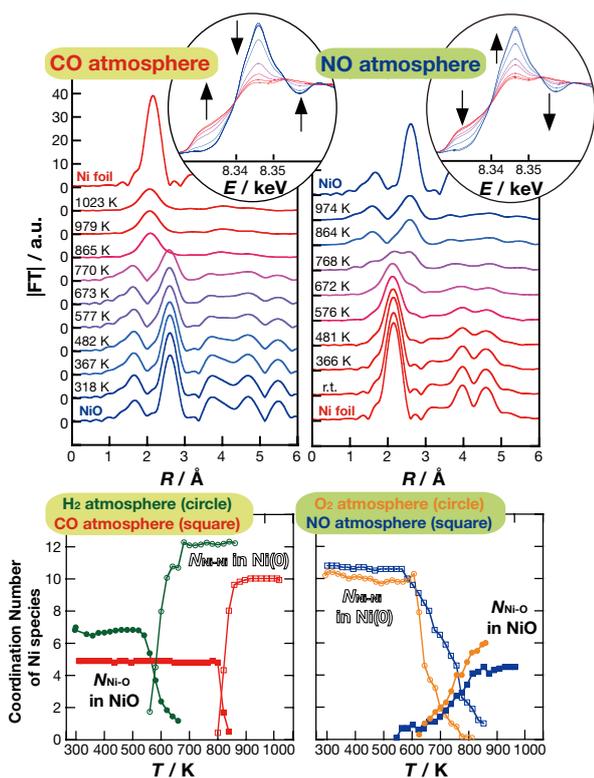
DXAFS 法によって、CO と NO の混合ガス雰囲気下における SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 触媒の化学状態の動的解析を観測した。測定は高エネルギー加速器研究機構の PF-AR NW2A で行った [17]。Fig. 2 中の金属容器 (A) および (B) に純 CO および純 NO をそれぞれ所定圧で一旦分取した後、それらを混合させた。予め真空排気したセル内に混合ガスを迅速導入して反応を開始させ、その後の XAFS スペクトルを約 1 s の時間間隔で連続測定した。なお、全ての実験操作は実験ハッチ外から制御可能であり、使用後のガスは全て排ガス処理装置を通して処理した。

## 3. CO または NO 雰囲気下における Ni 化学種の化学状態変化

Fig. 3 に示した XANES スペクトル変化から、CO 雰囲気下での昇温還元過程では、始めに存在した NiO 化学種が温度上昇に伴い金属 Ni へと還元されることがわかった。また、その後の NO 雰囲気下での昇温過程では、生成した金属 Ni が再び NiO の状態まで酸化した。両過程において、反応の開始および終了時の XANES スペクトルは NiO または金属 Ni に一致し、その間の変化に明確な等吸収点が観測されたことから、NiO と金属 Ni 間での酸化還元反応が定量的かつ可逆的に進行することが示された。

EXAFS 振動をフーリエ変換して得られた動径構造関数も、XANES スペクトルと同様に、CO による還元反応では 770 K 付近から、NO による酸化反応では 576 K 付近から大きくピークが変化した。得られた構造パラメータについては、約 5 であった NiO の最近接 Ni-O の平均配位数 ( $N_{Ni-O}$ ) が消失する変化が 770 K 付近に観測され、その間に金属 Ni の最近接 Ni-Ni の平均配位数 ( $N_{Ni-Ni}$ ) が約 10 にまで増加した。その後の NO による酸化反応時では、576 K から 873 K にかけて  $N_{Ni-O}$  の増加および  $N_{Ni-Ni}$  の低下が確認された。以上の結果は、CO および NO を用いた酸化還元反応が 873 K において定量的かつ可逆的に進行することを意味している。

また、H<sub>2</sub> および O<sub>2</sub> を同一試料に対してフローしながら昇温した実験結果と比較すると、その反応特性に大きく 2 つの違いが現れた。1 つは、反応温度が CO と H<sub>2</sub>、および、NO と O<sub>2</sub> 間で異なることであり、CO と H<sub>2</sub> 間では約 200 K、NO と O<sub>2</sub> 間では約 100 K の温度差が現れた。これは、反応剤の持つ還元力もしくは酸化力の強さが影響すると考えられ、H<sub>2</sub> よりも還元力の弱い CO、O<sub>2</sub> よりも酸化力の弱



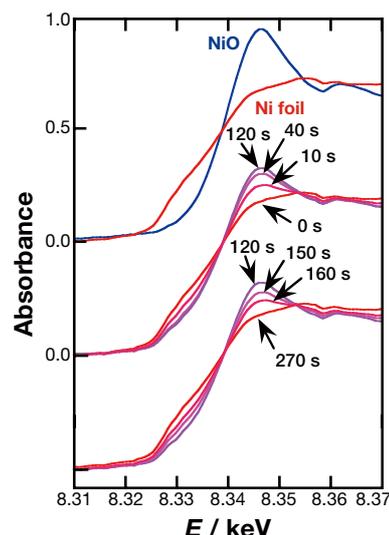
**Figure 3** XANES spectra and Fourier transform functions, average coordination number change of the Ni species as a function of temperature during the heating processes under CO or NO atmosphere. The optimized values of  $N_{\text{Ni-O}}$  and  $N_{\text{Ni-Ni}}$  for the Ni species under CO or NO atmosphere are compared with those under  $\text{H}_2$  or  $\text{O}_2$  atmosphere.

いNOによって、いずれも比較的高温域で反応が進行したと解釈される。もう一つは、 $\text{H}_2$  および  $\text{O}_2$  での酸化還元反応よりも、CO および NO を用いた実験で、 $N_{\text{Ni-O}}$  および  $N_{\text{Ni-Ni}}$  がより小さい値をとることである。先行研究において、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  に担持した Rh 金属粒子と CO を反応させた場合、Rh 金属表面に CO 分子が吸着し、Rh 金属間の結合が切れ、Rh 金属粒子が分散化されることが報告されている [18]。Ni の場合においても、反応ガスに用いた CO 分子によって金属 Ni 原子の結合が切断され、Ni 粒子の分散化が促進された可能性が示唆される。また、 $\text{O}_2$  雰囲気下と比べて NO 雰囲気下の方が  $N_{\text{Ni-O}}$  は約 1 小さく、NO による NiO 粒子の凝集化の抑制が示唆された。

#### 4. CO+NO 混合ガス雰囲気下における Ni 化学種の動的変化

前節の測定結果を基に反応温度を 873 K に設定し、CO と NO の混合ガスを Ni 試料に迅速導入することで開始させた反応過程についての DXAFS 測定を行った。等物質量比の CO と NO の混合ガスを迅速導入した際の XANES スペクトルの時間変化を Fig. 4 に示す。

混合ガスの導入直後から 70 s 間において、まずは金属 Ni から NiO への酸化反応が観測された。しかしながら、70 s 後の XANES スペクトルは完全には NiO に対応しておらず、標準試料との比較による組成解析から、金属 Ni の約 6 割が NiO へ酸化したことがわかった。興味深いことに、



**Figure 4** XANES spectral change after a rapid injection of the gas mixture of CO and NO to the metallic Ni catalyst measured at 873 K. The gas pressure ratio of CO:NO was 1.0:1.0, and the total gas pressure was set to 3.4 kPa.

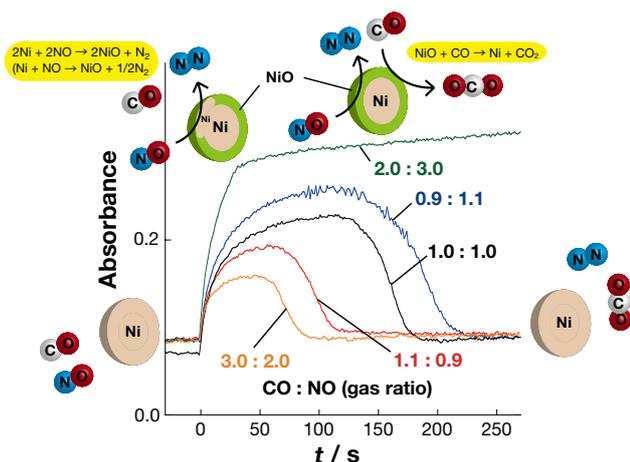
70~120 s の時間域ではそのスペクトルは形状を維持し、その後の時間域において先の酸化反応での変化が逆に進行し、270 s 後には再び金属 Ni を再生した。この一連のスペクトル変化から、CO および NO が共存する環境下での Ni 化学種は、まず NO が酸化剤として働くことで式 (2) の反応により NiO が生成し、その生成量の増加に伴い式 (3) の反応によって NiO が再び金属 Ni へと還元されると考えられる。双方の反応速度が一致することで定常状態に達し、見かけ上、一定の吸光度を示す時間域が現れたと解釈される。



ここで、 $\text{N}_2$  および  $\text{CO}_2$  の生成については、ガスクロマトグラフィーによるガス分析によって確認した。また、XANES スペクトル変化が金属 Ni と NiO 間での等吸収点を有していたことから、混合ガス導入時においても金属 Ni と NiO の 2 成分系の化学状態変化であることがわかった。以上の結果より、CO と NO の混合ガス雰囲気下において、Ni 化学種は NO による酸化と CO による還元を繰り返すことにより、CO-NO 反応の触媒として作用することを明らかにした。

様々な混合比での CO と NO の混合ガスを 873 K において迅速導入した際の、8.346 keV における X 線吸光度の時間変化を Fig. 5 にまとめる。CO:NO = 2.0:3.0 を除いた条件では、部分的な NiO の生成を意味する吸光度の増大を示した後、再び元の値にまで戻ることから、Ni 化学種の酸化還元反応を介して CO-NO 反応が進行したことが明らかである。CO:NO = 2.0:3.0 の条件では、ガス導入から 10 min 経過後には約 8 割の金属 Ni が再生しており、反応ガス中の CO の物質量が低下したことで、金属 Ni を再生するまでに長時間を要したものと理解される。

反応ガスの混合割合に応じて、反応の過渡過程で一定値



**Figure 5** The X-ray absorbance change as a function of time after a rapid injection of the gas mixture of CO and NO at 873 K under various pressure ratio of CO:NO. The total pressure of the mixed gas was 3.4 kPa, and the proposed reaction scheme of the CO-NO reaction is drawn schematically.

をとる吸光度の値に違いが見られた。CO に対する NO の物質比の増加に伴い、NiO の生成量が增大する傾向があり、さらに、金属 Ni を再生するまでに要する時間が伸長した。定常状態において生成している NiO の存在割合は、CO:NO = 3.0:2.0 において約 4 割、0.9:1.1 では約 7 割と、酸化剤である NO の物質量の増加によって大きくなり、Ni 粒子の深部にまで酸化反応が進行すると考えられる。また、その再還元に時間を要することに加え、還元剤である CO の物質量が低下することで、NiO の還元反応速度の低下が引き起こされたと解釈される。以上の結果から、CO および NO の混合比は定常状態での Ni 化学種の化学状態に大きく影響し、それによって触媒反応速度にも影響を及ぼす重要な要素であることが明らかになった。

## 5. まとめ

CO および NO 雰囲気下での SiO<sub>2</sub> 担持 Ni 化学種の化学状態変化について XAFS 法を用いて観測し、熱力学的観点と速度論的観点から触媒活性化学種自身の反応を解析した。

CO 雰囲気下における還元過程と NO 雰囲気下における酸化過程の両者において、金属 Ni と NiO の 2 成分間の化学状態変化が観測され、CO 雰囲気下では NiO から金属 Ni へ、NO 雰囲気下では金属 Ni から NiO へと、873 K 以上において定量的かつ可逆的に酸化還元反応が進行することがわかった。CO と H<sub>2</sub> での還元過程を比較すると、CO 雰囲気下の方が約 200 K 高温側で金属 Ni へ還元され、粒子の小さい金属 Ni が生成することが明らかになった。その反応温度の差は、CO が H<sub>2</sub> に比べて還元力が弱いためであり、また、CO による Ni 粒子の分散化が促進されたと考えられる。NO 雰囲気下で生成する NiO の粒子が O<sub>2</sub> 下 に比べて小さいことも、NO による凝集化の抑制が原因と考えられる。

CO と NO の混合ガス導入後の Ni 化学種の化学状態変

化について DXAFS 法を用いて解析した結果、まず部分的に NiO へ酸化された後で再び金属 Ni が再生される動的変化の観測に成功した。これは、Ni 触媒の酸化還元反応を介して CO-NO 反応が進行したことを意味し、CO-NO 反応への Ni 触媒の利用の可能性を示す知見を得た。混合ガスの組成を変えると、反応中に生成する NiO の割合に違いが見られ、それに呼応して触媒反応速度も大きく変化することがわかった。

## 謝辞

本研究における高エネルギー加速器研究機構での XAFS 測定は、共同利用実験課題 (2013G596, 2015G544) によって実施された。XAFS 測定において、数多くのご協力を頂きました高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の丹羽尉博技師を始めとするスタッフの皆様にご心より感謝致します。

## 引用文献

- [1] M. A. Nieva, M. M. Villaverde, A. Monzon, T. F. Garetto, and A. J. Marchi, *Chem. Eng. J.*, **235**, 158 (2014).
- [2] A. R. S. Rad, M. B. Khoshgouei, and A. R. Rezvani, *J. Mol. Catal. A*, **344**, 11 (2011).
- [3] V. M. Gonzalez-Delacruz, R. Pereniguez, F. Ternero, J. P. Holgado, and A. Caballero, *ACS Catal.*, **1**, 82 (2011).
- [4] Y.-S. Oh, H.-S. Roh, K.-W. Jun, and Y.-S. Beak, *Int. J. Hydrogen Energy*, **28**, 1387 (2003).
- [5] S. Yamashita, M. Katayama, and Y. Inada, *J. Phys. Conf. Ser.*, **430**, 012051 (2013).
- [6] S. Yamashita, Y. Yamamoto, M. Katayama, and Y. Inada, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **88**, 1629 (2015).
- [7] A. Romero-Galarza, K. A. Dahlberg, X. Chen, and J. W. Schwank, *Appl. Catal. A*, **478**, 21 (2014).
- [8] Y. Nshihata, J. Mizuki, T. Akao, H. Tanaka, M. Uenishi, M. Kimura, T. Okamoto, and N. Hamada, *Nature*, **418**, 164 (2002).
- [9] H. S. Gandhi, G. W. Graham, and R. W. McCabe, *J. Catal.*, **216**, 433 (2003).
- [10] A. Beniya, N. Isomura, H. Hirata, and Y. Watanabe, *Surf. Sci.*, **613**, 28 (2013).
- [11] A. B. Hungria, J. J. Calvino, J. A. Andreson, and A. Martinez-Arias, *Appl. Catal. B*, **62**, 359 (2006).
- [12] J. G. Chen, W. Erley, and H. Ibach, *Surf. Sci.*, **227**, 79 (1990).
- [13] Y. Wang, A. Zhu, Y. Zhang, C. T. Au, X. Yang, and C. Shi, *Appl. Catal. B*, **81**, 141 (2008).
- [14] L. F. Liotta, G. Pantaleo, G. D. Carlo, G. Marci, and G. Deganello, *Appl. Catal. B*, **52**, 1 (2004).
- [15] L. Liu, J. Cai, L. Qi, Q. Yu, K. Sun, B. Liu, F. Gao, L. Dong, and Y. Chen, *J. Mol. Catal. A*, **327**, 1 (2010).
- [16] M. Mihaylov, K. Hadiivanov, and H. Knozinger, *Catal.*

Lett., **76**, 59 (2001).

[17] Y. Inada, A. Suzuki, Y. Niwa, and M. Nomura, AIP Conf. Proc., **879**, 1230 (2006).

[18] A. Suzuki, Y. Inada, A. Yamaguchi, T. Chihara, M. Yuasa, M. Nomura, and Y. Iwasawa, Angew. Chem. Int. Ed., **42**, 4795 (2003).

(原稿受付：2016年6月21日)

## 著者紹介

山下翔平 Shohei YAMASHITA



立命館大学生命科学部応用化学科  
助教

〒 525-8577

滋賀県草津市野路東 1-1-1

TEL: 077-561-4903

FAX: 077-561-2659

e-mail: yamasho@fc.ritsumei.ac.jp

略歴：2016年立命館大学生命科学研究科博士課程修了，2016年立命館大学生命科学部応用化学科助教。博士（理学）。

最近の研究：触媒反応ガス雰囲気下における活性種の動態解析。

趣味：献血，ソフトボール。

近藤絶縁体  $\text{YbB}_{12}$  の非自明な金属表面状態

萩原健太<sup>1</sup>, 大坪嘉之<sup>2,1</sup>, 岸潤一郎<sup>1</sup>, 松波雅治<sup>3</sup>, 出田真一郎<sup>3</sup>, 田中清尚<sup>3</sup>, Julien Rault<sup>4</sup>,  
Patrick Le Fèvre<sup>4</sup>, Françoise Bertran<sup>4</sup>, Amina Taleb-Ibrahimi<sup>4,5</sup>, 湯川龍<sup>6</sup>, 小林正起<sup>6</sup>, 堀場弘司<sup>6</sup>, 組頭広志<sup>6</sup>,  
伊賀文俊<sup>7</sup>, 木村真一<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup> 阪大院理, <sup>2</sup> 阪大院生命, <sup>3</sup> UVSOR, <sup>4</sup> SOLEIL, <sup>5</sup> UR1/CNRS-SOLEIL, <sup>6</sup> PF (KEK), <sup>7</sup> 茨城大理

Non-Trivial Metallic Surface State of a Kondo Semiconductor  $\text{YbB}_{12}$ 

Kenta Hagiwara<sup>1</sup>, Yoshiyuki Ohtsubo<sup>2,1</sup>, Jun-ichiro KIshi<sup>1</sup>, Masaharu Matsunami<sup>3</sup>, Shin-ichiro Ideta<sup>3</sup>, Kiyohisa Tanaka<sup>3</sup>,  
Julien Rault<sup>4</sup>, Patrick Le Fèvre<sup>4</sup>, Françoise Bertran<sup>4</sup>, Amina Taleb-Ibrahimi<sup>4,5</sup>, Ryu Yukawa<sup>6</sup>, Masaki Kobayashi<sup>6</sup>,  
Koji Horiba<sup>6</sup>, Hiroshi Kumigashira<sup>6</sup>, Fumitoshi Iga<sup>7</sup>, and Shin-ichi Kimura<sup>2,1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Graduate School of Science, Osaka University, <sup>2</sup>Graduate School of Frontier Biosciences, Osaka University,  
<sup>3</sup>UVSOR Facility, Institute for Molecular Science, <sup>4</sup>Synchrotron SOLEIL, <sup>5</sup>UR1/CNRS-Synchrotron SOLEIL,  
<sup>6</sup>Photon Factory, Institute of Materials Structure Science, KEK, <sup>7</sup>College of Science, Ibaraki University

## Abstract

近年、電子の強い相関と強いスピン軌道相互作用の協奏効果により現れる新たなトポロジカル物質（トポロジカル近藤絶縁体:TKI）が理論的に予測されている。TKIの候補として、 $\text{SmB}_6(001)$ が理論、実験の両面から精力的に研究されているが、その金属的な表面状態の起源については今なお結論が得られていない。今回我々は、別のTKI候補物質  $\text{YbB}_{12}$  を角度分解光電子分光測定し、表面金属状態を観測した。この表面状態は、バルクと同様に、近藤効果による温度依存性を示したが、低温でバルクは絶縁体であるにも関わらず、表面状態は依然金属的であった。また、表面ブリルアンゾーンの  $\bar{\Gamma}$  点を中心に閉じたフェルミ面を形成しており、これらの特徴はTKIとしての必要条件を満たすものであった。

## 1. はじめに

近年、重元素の強いスピン軌道相互作用を起源とする、トポロジカル絶縁体 (Topological Insulator: TI) などの非自明な表面電子構造 [1, 2] や半導体の巨大ラッシュバ分裂 [3-5] などが観測されている。一方、レアアースなどの  $4f$  開殻元素を含む金属化合物では、近藤効果による重い準粒子 [6] が観測されている。空間反転対象性がない場合では、近藤効果と巨大なスピン軌道相互作用の両者の協奏効果の出現によって、カイラル超伝導 [7] などの新しい物理的性質が期待されている。そのような化合物の候補として、近藤絶縁体があげられる。近藤絶縁体は、低温でフェルミ準位上に  $c-f$  混成に由来する微小なエネルギーギャップ (通常数十 meV) が開く物質である [8]。この  $c-f$  混成によるギャップの上下で、バンドのパリティ固有値が反転した非自明なトポロジカル秩序が実現している場合、トポロジカル絶縁体と同様の二次元的な金属状態が結晶端に必ず生じる。そのような物質はトポロジカル近藤絶縁体 (Topological Kondo Insulator: TKI) [9,10] として知られ、電子の強い相関と巨大なスピン軌道相互作用の協奏が生み出す新しい物理として近年非常に注目されている。

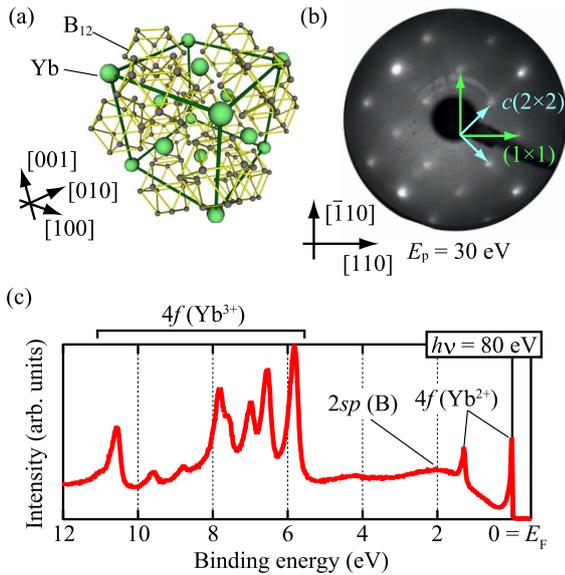
TKIの候補物質として、 $\text{SmB}_6$  が理論、実験の両面から研究が進められている [11-14]。トポロジカルに非自明な表面電子状態を観測したとの報告 [12,13] がある一方、金

属状態は巨大ラッシュバ分裂に由来する自明なものであるとの報告 [14] もあり、金属状態の起源について結論は得られていない。従って、近藤絶縁体の表面金属状態に関する新たな知見を得るため、別物質の研究が重要であった。

$\text{YbB}_{12}$  は Fig. 1 (a) に示すような NaCl 型の結晶構造を持つ典型的な近藤絶縁体である [15]。光学伝導度スペクトル [16] では、フェルミ準位上に 40 meV のギャップが観測されている一方、角度“積分”光電子分光では低温でフェルミ準位上に擬ギャップが開くものの、0 でない状態密度観測されている [17]。このフェルミ準位上の状態密度は表面が金属状態にあることに由来すると考えられ、電気輸送測定 [18] によっても確かめられている。さらにこの金属的な表面伝道の起源がトポロジカル表面状態であるという予測もある [19]。

しかしながら、 $\text{YbB}_{12}$  のバンド構造は角度分解光電子分光 (ARPES) のような運動量を分解した測定は極めて限られている [20]。その理由は、通常行われている劈開法では清浄表面を得られないからである。今回、我々は  $\text{YbB}_{12}$  の清浄化方法を確立し、ARPES測定を行うことに成功したのでここに報告する。

本稿では、近藤絶縁体  $\text{YbB}_{12}(001)$  清浄表面上の表面状態及びその温度依存性について議論する。観測された表面状態は  $k_x$  方向の分散がなく、表面局在性を示した。また



**Figure 1** (a) Crystal structure of  $\text{YbB}_{12}$  [23]. (b) A low-energy electron diffraction pattern of the  $\text{YbB}_{12}(001)$  clean surface at room temperature. Arrows indicate the surface unit vectors. (c) Angle-integrated photoelectron spectrum taken at 20 K with photon energies at 80 eV.

表面状態はフェルミ準位直下に局在する Yb の 4f 電子バンドと室温では混成しないが、低温では強い混成が見られた。さらに 20 K では c-f 混成によって再構成された金属的な表面状態が、近藤絶縁体のバルクバンドギャップ中を連続的に分散することから、この状態がトポロジカル表面状態 (Topological Surface State: TSS) であることを示唆する。

## 2. 実験

ARPES 測定は PF の BL-2A MUSASHI 及び他いくつかの放射光施設において行った。入射光のエネルギーは直線偏光の 15-1600 eV で、束縛エネルギーや ARPES 測定全体のエネルギー分解能は、試料に電氣的に接触したタンタルフォイルのフェルミ端から校正した。 $\text{YbB}_{12}$  の単結晶は、floating-zone 法 [15] によって作成され、(001) 面に切り出されたものである。その後、大気中で鏡面が出るまで研磨し、超高真空中で 1400°C の高温加熱を 10 秒ほど行った。マウントする際 SiC を基板として、その上に試料を配置することで SiC を直接電流で加熱し、その傍熱で試料を加熱した。

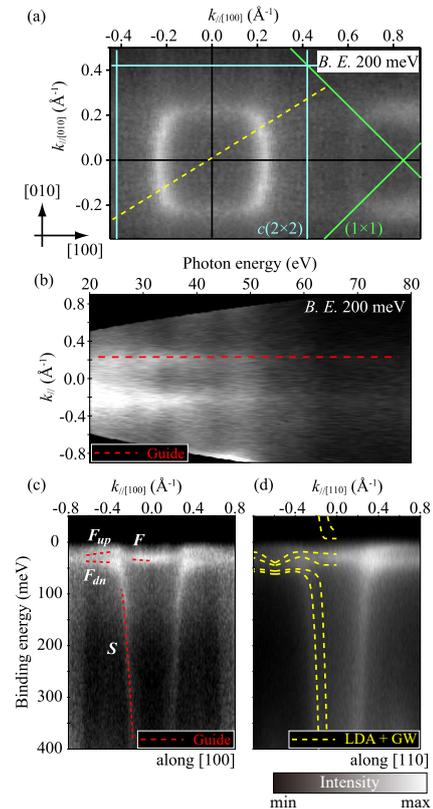
## 3. $\text{YbB}_{12}$ の表面原子構造

Fig. 1 (b) は清浄化の後得られた、試料の低速電子回折 (LEED) パターンである。低いバックグラウンドでシャープなスポットが観測されたため、良質な表面が作製できたと考えられる。また、格子定数に対応する整数次のスポットに加え、 $c(2 \times 2)$  に対応する分数次のスポットが観測できた。Fig. 1 (c) は入射光 80 eV で測定した価電子バンドである。 $\text{Yb}^{2+}$  や  $\text{Yb}^{3+}$  の 4f のピーク位置は先行研究 [17,19] と一致した。先行研究との大きな違いは、0.9 eV, 2.2 eV に  $\text{Yb}^{2+}$  の“表面成分”とされた電子構造が無い点である。こ

れは、清浄化の加熱プロセスで最表面の Yb 原子が全て脱離し、第 2 層目以下の Yb のみ観測されたことを示唆している。

## 4. $\text{YbB}_{12}$ のバンド分散と表面状態

Fig. 2 は 20 K で測定された ARPES データである。Fig. 2(a) は、束縛エネルギー 200 meV での等エネルギー面で、正方形の輪郭は結晶表面の四回対称性を反映していると考えられる。また、この等エネルギー面は  $c(2 \times 2)$  の表面構造に対応する折り返しがあり、束縛エネルギー 200 meV 付近の電子構造が表面由来であることを示唆するものであった。そこで入射光のエネルギーを変化させ、 $k_x$  方向の電子構造を測定した。Fig. 2 (b) がその結果である。点線が示すように、入射光のエネルギーを変えても入射平面内の波数は変化しない。従って、この電子構造は  $k_x$  分散を持たない二次元表面電子状態と言える。Fig. 2 (c) と (d) はそれぞれ [100] と [110] に沿ったバンド分散である。Fig. 2 (b) で表面状態と同定されたバンド (Fig. 2 (c) の S) は束縛エネルギー 100 meV 以下で速く分散する。点線は LDA +



**Figure 2** ARPES data taken below 20 K. (a) Constant energy contour at the binding energy of  $200 \pm 10$  meV ( $h\nu = 50$  eV). Thin lines represent surface Brillouin zone (BZ) boundary. Arrows indicate the Miller indices based on bulk crystal structure. Indexes used in the following part obeys this definition. (b) Momentum distribution curves along a dashed line in (a) at the binding energy of  $200 \pm 10$  meV as a function of photon energies. A dashed line is a guide to the eye. (c, d) ARPES intensity maps along (c) [100] and (d) [110] measured with  $h\nu = 53.5$  eV. Dashed lines in the left region of (c) indicate the observed bands named S, F, and  $F_{dn}$  and  $F_{up}$ . Those in (d) are calculated bulk bands around the X point of bulk BZ captured from Ref. [20].

Gutzwiller 法によって計算されたバルクのバンド分散である [21]。 $\bar{\Gamma}$ X 方向のバンド計算と比較し、 $\bar{\Gamma}$  はバルクブリルアンゾーンの X 点に対応することが分かった。S バンドは  $k_x$  方向に分散しないので明らかにバルクのバンドとは異なるのだが、ほとんど同様に分散している。そのようなバルクのバンドに沿った表面状態は、貴金属表面に現れるいわゆるショックレー状態 [21] や、半導体の表面近傍領域に局在した表面共鳴 [22] 等が知られている。そのような表面状態は、バルクのバンドを起源に持ちながらも、結晶の三次元性が打ち切られることで表面や表面最近傍に局在するために二次元的に観測されるものである。

このように早い分散の S バンドに加えて、束縛エネルギー 30 meV 付近に分散の遅い Yb<sup>2+</sup> 由来の 4f バンド (Fig. 2 (c) F) がある。F バンドは  $\bar{\Gamma}$  では一つのピークしか持たないよう見えるが、 $|k| > 0.4 \text{ \AA}^{-1}$  では二つのブランチ ( $F_{\text{up}}$  と  $F_{\text{down}}$ ) に分かれる。これらの状態は、 $k \sim 0.3 \text{ \AA}^{-1}$  付近で S バンドと交わり混成している。この混成は、アンダーソンモデルで記述される c-f 混成を示唆する。また他の近藤系とは異なり、表面電子状態 S との間で混成が起きており二次元的 c-f 混成が示唆される。c-f 混成及び、波数による F バンドの分裂の詳細は以降のセクションで議論する。

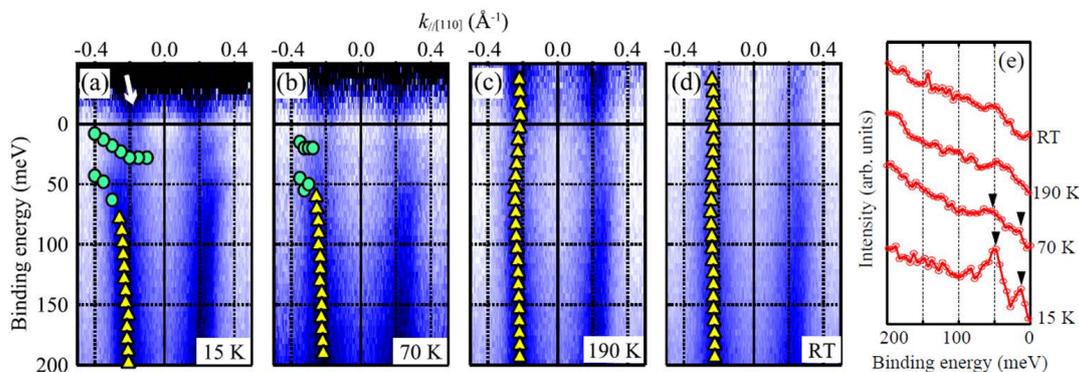
## 5. バンド分散の温度変化

Fig. 3 は入射光のエネルギー 16.5 eV で測定したバンド分散の温度変化である。それぞれのデータは、非占有状態を見やすくするためにフェルミ分布関数と装置分解能を畳み込んだ関数で規格化している。15 K で、明らかに分離した二つのバンドを観測した。Fig. 2 (c) と比較すると、 $\bar{\Gamma}$  と  $k_{\parallel} > 0.4 \text{ \AA}^{-1}$  で 4f の状態が見えないが、このエネルギー領域では 4f 電子状態の光電子放出断面積が小さいためである。一方、 $0.2-0.3 \text{ \AA}^{-1}$  で観測される理由は、Yb 5d 又は B 2<sub>sp</sub> バンドが 4f バンドと混成し、そのバンドが現れたためであると考えられる。70 K での分散は、ほとんど 15 K のものと変わらないが、上下のブランチが弱まっている。190 K では S バンドがフェルミ準位を横切る連続的な金属

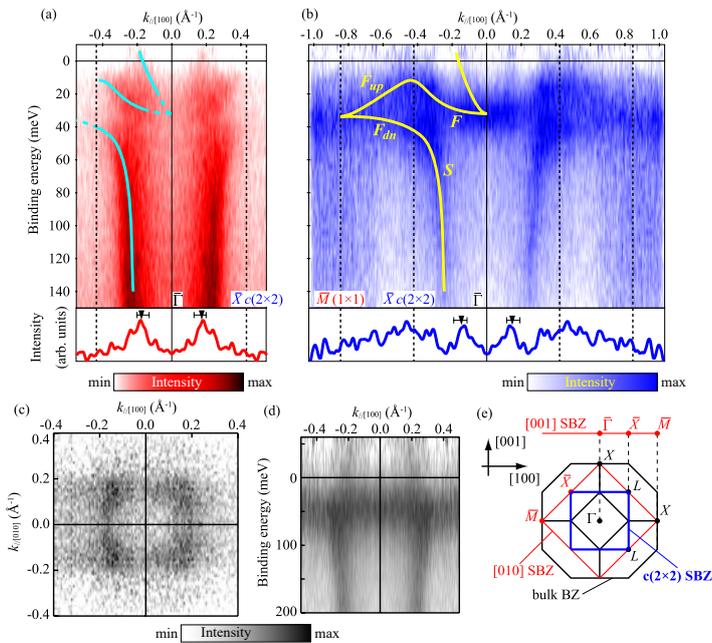
バンドになり、4f 状態はほとんど消失する。一方で、完全な伝導バンドにはなっておらず混成を示唆するバンドの曲がりが見られる。この曲がり、室温では小さくなるものの依然残っている。190 K で c-f 混成がほとんど消失するというバンドの温度依存性は、バルクの近藤温度が 220 K 付近であることと概ね一致する。加えて、室温における伝導電子バンドの曲がり、室温でも残る中赤外のピークに対応している [16]。これらの結果は、ARPES の結果とバルク電子状態の密接な関係を示唆するが、一方 Fig. 2 (b) は S バンドの二次元性を示唆している。これは、c-f 混成の性質が YbB<sub>12</sub>(001) 表面、バルクバンドの両者において同様であると解釈することができる。

## 6. 表面状態のトポロジカルな起源について

前章で議論した状態に加え、Fig. 3 (a) には白矢印で示されるフェルミ準位を横切るバンド分散が観測されている。ここでは、その状態に焦点を絞って議論を行う。Fig. 4 (a) と (b) はそれぞれ、入射光 16.5 eV と 53.5 eV で測定した [100] 方向のバンド分散である。どちらのエネルギーにも、 $k \sim 0.18 \text{ \AA}^{-1}$  付近にフェルミ準位を横切る新しい状態が観測されている。Fig. 4(d) に示すように、この状態は室温では消え Fig. 3(d) で観測されたバルクの伝導電子バンドと同様に分散する別の表面状態に変わる。この金属的な状態は、 $\bar{\Gamma}$  で 4f (F) 状態と縮退する。加えて、この 4f バンドはフェルミ準位と束縛エネルギー 40 meV の間を連続的に分散し、下の 4f ブランチと  $0.85 \text{ \AA}^{-1}$  (Fig. 4 (e) の M) で縮退する (Fig. 4 (b) の補助線)。このような特徴を持つ金属的な表面状態は、価電子帯と伝導帯間を連続的に接続し、フェルミ準位を横切ること、時間反転不変運動量 (TRIM) でクラマース縮退すること等、トポロジカル表面状態としての必要条件を満たしている。加えて Fig. 4 (c) のように、TRIM である  $\bar{\Gamma}$  点を囲む閉じた一重のフェルミ面を形成する。これらの結果は、本研究で得られた YbB<sub>12</sub>(001) 表面状態が TSS であることを示唆するものである。



**Figure 3** (a-d) ARPES intensity plots near  $E_F$  at different temperatures divided by the Fermi distribution function at each sample temperature convolved with the instrumental resolution. All the data were taken along [110] with  $h\nu = 16.5 \text{ eV}$ . Circle (triangle) marks are the peak positions from ARPES momentum (energy) distribution curves. White arrows in (a) indicates a state lying at  $E_F$  (e) ARPES energy distribution curves at  $k_{\parallel[110]} = 0.35 \text{ \AA}^{-1}$



**Figure 4**

(a, b) ARPES intensity plots along [100] near  $E_F$  taken with (a) 16.5 and (b) 53.5 eV photons and momentum distribution curves at  $E_F$  ( $\pm 10$  meV). Each data is divided by the Fermi distribution function at the sample temperature (20 K for (a) and 14 K for (b)) convolved with the instrumental resolution. Lines are guides to the eye. (c) Constant energy contour around  $E_F$  ( $\pm 10$  meV) taken with 16.5 eV photons at 14 K. (d) ARPES image with 53.5 eV photons measured at room temperature. (e) Schematic drawing of the 3D Brillouin zone of the  $\text{YbB}_{12}$  single crystal and its projection onto the (001) surface Brillouin zone.

## 7. 最後に

我々は、近藤絶縁体  $\text{YbB}_{12}(001)$  の ARPES 測定に成功し、表面金属状態を観測した。表面状態は、室温ではフェルミ準位直下の Yb 4f 状態と混成しないが、低温では強い混成を示すなど近藤効果による温度依存性を示した。また低温でバルクは絶縁体であるにも関わらず、表面状態は依然金属的であり、フェルミ準位とバルクのバンドギャップ中を連続的に分散し、また TRIM でのクラマース縮退が観測された。これらの特徴、及び表面ブリルアンゾーンの  $\Gamma$  点を囲む閉じたフェルミ面の形成は TKI としての必要条件を満たすものであった。これらの結果から、 $\text{YbB}_{12}$  は TKI 候補物質として電子相関と電子状態のトポロジーの協奏効果に関する研究において重要な対象となると考えられる。

## 8. 謝辞

日々ご指導頂いている木村教授、渡辺純二准教授、大坪助教、渡邊浩助教および研究室のメンバーに、この場を借りて厚く御礼申し上げます。また本稿は、2015 量子ビームサイエンスフェスタ・学生奨励賞を授賞した内容に基づいています。大変名誉ある賞に選出していただき本当にありがとうございました。最後になりますが、今回このような執筆の機会をいただきましたことに心より感謝いたします。ありがとうございました。

## 引用文献

[1] C. L. Kane and M. Z. Hasan, *Rev. Mod. Phys.* **82**, 3045 (2010).  
 [2] X. L. Qi and S. C. Zhang, *Rev. Mod. Phys.* **83**, 1057 (2011).  
 [3] K. Ishizaka *et al.* *Nat. Mater.* **10**, 521 (2011).  
 [4] A. Crepaldi *et al.* *Phys. Rev. Lett.* **109**, 096803 (2012).  
 [5] G. Landolt *et al.* *Phys. Rev. Lett.* **109**, 116403 (2012).

[6] T. Takabatake *et al.* *J. Magn. Magn. Mater.* **177-181**, 277 (1998).  
 [7] E. Bauer *et al.* *Phys. Rev. Lett.* **92**, 027003 (2004).  
 [8] T. Kumigashira, H. Takahashi, S. Yoshii, and M. Kasaya, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 067206 (2001).  
 [9] M. Dzero, K. Sun, V. Galitski, and P. Coleman, *Phys. Rev. Lett.* **104**, 106408 (2010).  
 [10] T. Takimoto, *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, 123710 (2011).  
 [11] H. Miyazaki, T. Hajiri, T. Ito, S. Kunii, and S. Kimura, *Phys. Rev. B* **86**, 075105 (2012).  
 [12] J. Jiang *et al.* *Nat. Commun.* **4**, 3010 (2013).  
 [13] J. D. Denlinger *et al.* *JPS Conf. Proc.* **3**, 017038 (2014) and references therein.  
 [14] P. Hlawenka *et al.* arXiv:1502.01542.  
 [15] F. Iga, N. Shimizu, T. Takabatake, *J. Magn. Magn. Mater.* **177-181**, 337 (1998).  
 [16] H. Okamura, T. Michizawa, Nanba, S. Kimura, F. Iga, & T. Takabatake, *J. Phys. Soc. Jpn.* **74**, 1954 (2005).  
 [17] T. Susaki *et al.* *Phys. Rev. Lett.* **77**, 4269 (1996).  
 [18] F. Iga (private communication).  
 [19] Y. Takeda *et al.* *Phys. Rev. B* **73**, 033202 (2006).  
 [20] H. Weng, J. Zhao, Z. Wang, Z. Fang, and X. Dai, *Phys. Rev. Lett.* **112**, 016403 (2014).  
 [21] S. D. Kevan and R. H. Gaylord, *Phys. Rev. B* **36**, 5809 (1987).  
 [22] Y. Ohtsubo, K. Yaji, S. Hatta, H. Okuyama, and T. Aruga, *Phys. Rev. B* **88**, 245310 (2013).  
 [23] T. Saso, Crystal.exe ver.1.0, <http://sces.th.phy.saitama-u.ac.jp/~saso/crystal.html>.

(原稿受付日：2016年6月23日)

## 著者紹介

萩原健太 Kenta HAGIWARA



大阪大学大学院理学研究科 修士2年  
e-mail: hagiwara@fbs.osaka-u.ac.jp  
最近の研究：Rを用いた機械学習，近藤絶縁体の角度分解光電子分光。  
趣味：卓球，よくやる相手は岸君。ボードゲーム，ポーカー，コントラクトブリッジ。好きなバンドはAJs

大坪嘉之 Yoshiyuki OHTSUBO

大阪大学大学院生命機能研究科／大学院理学研究科 助教  
e-mail: y\_oh@fbs.osaka-u.ac.jp

岸潤一郎 Jun-ichiro KISHI



大阪大学大学院理学研究科 修士2年  
e-mail: u630459i@fbs.osaka-u.ac.jp  
最近の研究：低次元系の物理。  
趣味：卓球，よくやる相手は萩原君。スイーツ巡り，JAVAのサービス開発。

松波雅治 Masaharu MATSUNAMI

豊田工業大学 准教授  
e-mail: matunami@toyota-ti.ac.jp

出田真一郎 Shin-ichiro IDETA

分子科学研究所 UVSOR 助教  
e-mail: idetas@ims.ac.jp

田中清尚 Kiyohisa TANAKA

分子科学研究所 UVSOR 准教授  
e-mail: k-tanaka@ims.ac.jp

Julien Rault

Synchrotron SOLEIL Scientifique de ligne  
e-mail: julien.rault@synchrotron-soleil.fr

Patrick Le Fèvre

Synchrotron SOLEIL Co-reponsable de ligne  
e-mail: patrick.lefevre@synchrotron-soleil.fr

Françoisa Bertran

Synchrotron SOLEIL Co-reponsable de ligne  
e-mail: francois.bertran@synchrotron-soleil.fr

Amina Taleb-Ibrahimi

Synchrotron SOLEIL Scientifique Expert  
e-mail: amina.taleb@synchrotron-soleil.fr

湯川龍 Ryu YUKAWA

高エネルギー加速器研究機構 物構研 博士研究員  
e-mail: ryukawa@post.kek.jp

小林正起 Masaki KOBAYASHI

高エネルギー加速器研究機構 物構研 助教  
e-mail: masakik@post.kek.jp

堀場弘司 Koji HORIBA

高エネルギー加速器研究機構 物構研 准教授  
e-mail: horiba@post.kek.jp

組頭広志 Hiroshi KUMIGASHIRA

高エネルギー加速器研究機構 物構研 教授  
e-mail: hkumi@post.kek.jp

伊賀文俊 Fumitoshi IGA

茨城大学理学部 教授  
e-mail: fumitoshi.iga.sciphys@vc.ibaraki.ac.jp

木村真一 Shin-ichi KIMURA

大阪大学大学院生命機能研究科／大学院理学研究科 教授  
e-mail: kimura@fbs.osaka-u.ac.jp

## STXM が明らかにした微生物 - 代謝生成物境界における鉄化学種の変化

菅大暉<sup>1</sup>, 菊池早希子<sup>2</sup>, 武市泰男<sup>3</sup>, 宮本千尋<sup>4</sup>, 井波暢人<sup>3</sup>,  
間瀬一彦<sup>3</sup>, 小野寛太<sup>3</sup>, 宮原正明<sup>1</sup>, 高橋嘉夫<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> 広島大学院理, <sup>2</sup> 海洋研究開発機構, <sup>3</sup> KEK-PF, <sup>4</sup> 東京大学院理

## Iron speciation at the microbe – metabolite interface using STXM

Hiroki SUGA<sup>1</sup>, Sakiko KIKUCHI<sup>2</sup>, Yasuo TAKEICHI<sup>3</sup>, Chihiro MIYAMOTO<sup>4</sup>, Nobuhito INAMI<sup>3</sup>, Kazuhiko MASE<sup>3</sup>,  
Kanta ONO<sup>3</sup>, Masaaki MIYAHARA<sup>1</sup>, Yoshio TAKAHASHI<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth and Planetary Systems Science (DEPSS), Hiroshima University,

<sup>2</sup> Institute of Biogeosciences, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC),

<sup>3</sup> Institute of Materials Structure Science, High-Energy Accelerator Research Organization (KEK),

<sup>4</sup> Department of Earth and Planetary Science, The University of Tokyo

## Abstract

走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) を用いて, 広島大学ぶどう池に沈殿している微生物起源の鉄酸化物 (BIOS) を観察した。STXM による炭素・窒素・酸素・鉄の分布像および炭素・窒素・酸素の K 端 NEXAFS により, BIOS 中から微生物代謝物 (Sheath) 付近に存在する微生物を発見し, 鉄の L 吸収端 NEXAFS から微生物・微生物-Sheath 間・Sheath のそれぞれに存在する鉄の化学種の違いを確認した。本研究結果は, STXM が天然試料中の微生物 - 代謝生成物境界を化学種の観点から直接観測する際の強力なツールになることを示した。

## 1. はじめに

水酸化鉄は地球上の様々な場所に存在する [1]。加えて, 表面積の広さから高い元素 (イオン) 吸着能を持つため, 地球表層での微量元素の循環などに影響を与えられている [2]。天然に存在する水酸化鉄のほとんどは微生物 (鉄酸化細菌など) を含むため, 無機的な沈殿によって生成された水酸化鉄に加えて [3], 微生物代謝起源の水酸化鉄を含んでいると考えられている [4]。後者は微生物起源の鉄酸化物 (Biogenic/Bacteriogenic Iron Oxides: BIOS) と呼ばれ [1, 5], 現在において人類の鉄生産を支えている縞状鉄鉱層 (Banded Iron Formation: BIF) の起源の一つになった可能性が議論されている [6]。BIOS は, 微生物に加えて, 微生物 (主に鉄酸化細菌) の代謝によって作られた微細な酸化鉄と, 微生物由来の有機物 (EPS, Sheath, Stalk) から構成されている [7, 8]。EPS は細胞外多糖 (Extracellular Polysaccharide) の略称であり, Sheath と Stalk は鉄酸化細菌の代謝によって形成される代謝生成物の固有名詞である。Sheath は筒状, Stalk はツイスト状の構造をしている。上記のように, BIOS はマイクロメートルスケールでの不均一性をもつ有機-無機複合体であるため, BIOS への正確な元素吸着挙動を理解するには微生物や代謝生成物をその場環境に近い状態 (*semi-in-situ*) で直接観察して, これらへの元素吸着挙動を調べる必要がある。このような局所領域での *semi-in-situ* 化学種分析には, 高空間分解能 (数 10 nm) をもち, 微生物と鉱物双方の主構成元素のエネル

ギー領域 (例えば炭素 K 端と鉄の L 端) での NEXAFS が取得できる走査型透過 X 線顕微鏡 (Scanning Transmission X-ray Microscope: STXM) が最も適している。

本研究の目標は, STXM によって BIOS 中の微生物や代謝生成物などを見分けた後, それぞれに吸着 (あるいは共沈) した鉄の化学種を解明することである。これまでに, 無機的な水酸化鉄に対してと, BIOS に対してとでは幾つかの元素の吸着挙動が異なるとの報告もあり [9], 本手法を確立することで, いずれは天然 BIOS への正確な元素吸着挙動の解明に貢献できると考えている。BIOS のような微生物と鉱物を含んだ天然試料への STXM の応用は既に行われているが [10], 日本国内では STXM が 2012 年度まで存在しなかったため, 近年まで行われていない。加えて, 国外では培養された BIOS や, 天然の BIOS の STXM 観察は行われているが [11-13], 天然の BIOS 中の微生物 - 代謝生成物間での鉄の化学種に注目した研究は殆ど無い。本稿では, 実際に STXM で微生物代謝物 (Sheath) とその付近に存在する微生物を観察し [14], 微生物・微生物-Sheath 間・Sheath のそれぞれに存在する鉄から得た, 鉄の L 吸収端 NEXAFS に違いが確認されたことについて報告する。

## 2. STXM とは?

STXM を簡単に説明すると「数 10 nm スケールの空間分解能条件下で, NEXAFS のマップが取得できる透過型顕微鏡」である [15]。この NEXAFS のマップを取得するため,

エネルギーステップ毎の画像を取得した後に、特定の部位の NEXAFS スペクトルを抽出する「Image Stack」という手法を良く使用する。画像であれば位置のずれの補正も可能なため、1ピクセル単位から正確な位置情報を持ったスペクトルを得ることができる。そして一度「Image Stack」データを取得しておけば、その視野内から抽出したい任意の場所のスペクトルをいつでも抽出できる。

現在、世界の様々な放射光施設に広く普及しており、それぞれが特徴ある活躍をしている STXM であるが [16, 17]、日本では 2012 年度まで導入されていなかった（あくまで炭素などの軽元素領域をターゲットとした、いわゆる軟 X 線を FZP で集光して透過検出する一般的な STXM という意味であり、走査型 X 線顕微鏡自体は存在した [18]）。このような背景を受けて、2012 年に UVSOR に Bruker 社製の STXM が導入されて共同利用が始まった。時を同じくして、PF では日本独自に設計された compact STXM の開発が始まり、2013 年まで行なわれた。2013 年度からは S2 課題 (2013S2-003) のメンバーのみの使用ではあるが、研究への実質的な運用が始まった [19]。また今年度からは、PF にて「STXM 炭素学」と題して、炭素を通した材料-環境物質の総理解を目指した新たな S2 課題 (2016-S2002) が始まっている。

ここで、本研究で使用した日本独自開発の compact STXM の概略を Fig. 1 に示す。compact STXM の開発は以前本誌でも取り上げられた。詳細は参考文献 [20] をご覧いただくとして、以下に開発の主要な点を述べる。まず、新たに専用ビームラインを建設するスペースの無い PF 独自の改良として、「全軸小型ピエゾ制御ステージの使用による顕微鏡の小型化（ビームラインの移動が可能）」を行っている。加えて「四象限スリットによる STXM 仮想光源点を設置し、この仮想光源点から STXM チャンバを一枚の光学定盤に乗せることにより、測定に十分な除振を実現した機構の設計」や、「ステージの移動と位置制御や透過 X 線の検出などの機能を顕微鏡の制御 PC とは独立に field-programmable gate array (FPGA) 回路で制御することによる、高速スキャンの実現」、さらに「ユーザーフレンドリーなグラフィカルユーザーインターフェース (GUI) の作製」などの工夫が凝らされている [14, 20, 21]。現在までに、地球科学・環境科学分野 [22-24] のみならず、磁性材料分野、有機材料分野 [25] に加えて、企業による様々な材料物質分析など、多岐にわたる分野で成果が出ている。

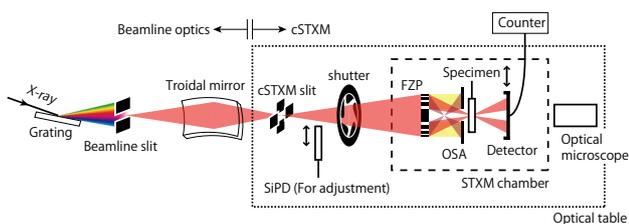


Figure 1 Schematic image of the compact STXM (reference from [14]).

### 3. なぜ STXM を使用するのか

現在、微生物と鉱物の混合物（や微生物）を観測する上で最も一般的な方法は、形態観察の出来る走査型電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope: SEM) 観察であろう [26]。また、透過型電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope: TEM) による構造観察も行われているが、電子線と高真空環境下での観察のため細胞の破壊や有機物の変質などが起こる可能性がある [11, 12]。細胞固定を行えばある程度はダメージを防げるが、本来の状態は観察していない。細胞固定ではタンパク質同士を架橋する際にアミノ基に作用すると言われているため、窒素の結合に影響が出る可能性があるためである。SEM/TEM-EDS による元素分析も行なわれているが、化学種までは明らかに出来ない。また、近年では微生物種の分布を明らかにするために蛍光顕微鏡 (例えば共焦点レーザー走査型顕微鏡: Confocal Laser Scanning Microscopy: CLSM) に DNA 染色を組み合わせた蛍光 *in-situ* ハイブリダイゼーション法 (Fluorescence *in-situ* Hybridization: FISH 法) も行なわれている [27]。FISH 法では目的の微生物のみを染色し発光させて観察することができ、天然試料中から微生物を発見して空間分布情報を得たり種類分けを行うことができる。しかし、検出感度が微生物の rRNA 含有量に依存するため、培養系などに比べ

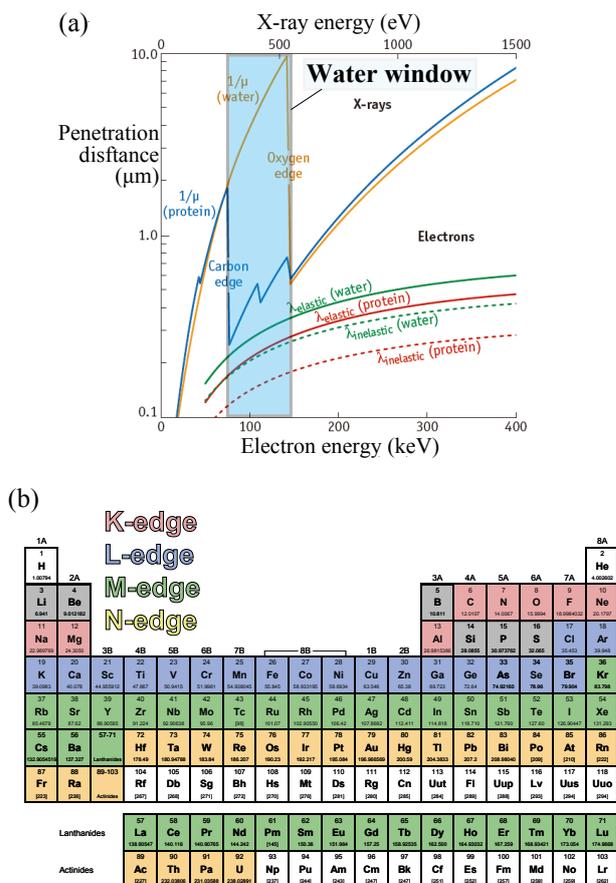


Figure 2 (a) Explanation of water window on the graph of photon energy vs penetration distance [29]. (b) Measurable elements by compact STXM (250-1600 eV). The grey elements cannot be measured by compact STXM.

て貧栄養な環境に存在する rRNA 含有量の少ない微生物に対しては十分な蛍光感度が得られないこともあり、天然の微生物や難培養性微生物に対しては有効でない場合も報告されている [28]。また、FISH 法では元素分析は出来ない。このように、上記の手法では本研究目的である天然 BIOS 中の各要素に吸着した鉄の化学種の解明は難しい。

そこで登場するのが、試料をそのままの状態（ある程度乾燥はさせてしまうが）で微生物の観測・元素分析・化学種同定が *semi-in-situ* で可能な STXM である。前述の SEM/TEM で使用する電子線では、試料を透過可能な厚さ（数百 nm）まで加工しなければ細胞小器官の観察は出来ないため、未処理の生体物質を直接観測することは難しい（Fig. 2(a) に電子線の透過深度を載せている）[29]。しかし X 線の場合は、生体の主成分元素である炭素・窒素・酸素の吸収端のあるエネルギー領域（285 eV- 548 eV、波長では 2.3-4.4 nm）において、一般的なタンパク質に比べて水の透過深度が約一桁大きい（Fig. 2(a)）[29, 30]。そのため、X 線で微生物を観測すると、未処理の生体試料に対しても、細胞質基質中の細胞小器官をハッキリと観測することが出来る。このエネルギー領域を「水の窓」と呼ぶ [15, 30]。また、透過 X 線顕微鏡 (Transmission X-ray Microscope: TXM) に比べて照射ダメージ（時間）が少ない点から本研究では STXM を用いた（TXM は立命館 SR にて稼働中 [31]）。

上記のような X 線と試料の関係以外の利点として、STXM では K 端に加えて L 端・M 端を含んで考えると、理論的には炭素からウランまでのほぼ全元素を検出し、その NEXAFS から化学種を明らかにすることが可能であることが挙げられる。参考までに PF の compact STXM のエネルギー領域：250-1600 eV で、理論的に検出可能な元素を Fig. 2(b) に載せている。この特徴を活かすと、BIOS のような有機物と無機物の混合体の測定を有意義に進めることができるだろう。もちろん、検出可能な元素は STXM ビームラインで使用できる光エネルギー領域に依存するため、ビームラインごとに異なっている。

加えて、STXM で使用する窒化シリコン膜付の TEM グリッドは（その他のグリッドも使用するが、基本的にそれらは TEM 用のものであるため）形状や強度などから、上記の電子顕微鏡観測や FISH 法との相補的な使用が可能であり [10]、それによって新しいサイエンスの展開が可能になる。

#### 4. 試料作製と分析方法

本研究で用いた BIOS 試料は広島大学東広島キャンパス内にある「ぶどう池」から採取した（Fig. 3）。この池には定常的に二価鉄に富む地下水が供給されており、供給域付近に深さ約 15 cm の鉄沈殿物（上部は BIOS）が形成されている。BIOS 形成場の水温は 15-22°C、pH は 6.2-6.5、溶存鉄濃度 288 μM・溶存酸素濃度 29-299 μM である [32]。また、DNA 解析からこの BIOS には鉄酸化細菌の存在も確認されている [33]。

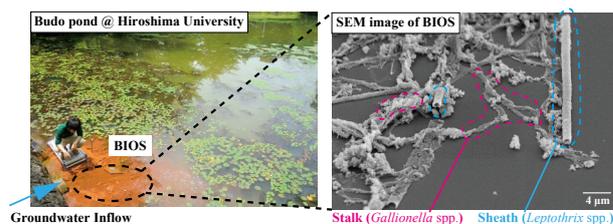


Figure 3 Budo pond and deposited BIOS in the Hiroshima University Higashi-Hiroshima campus. BIOS contained metabolite called sheath and stalk (shown in right side photo).

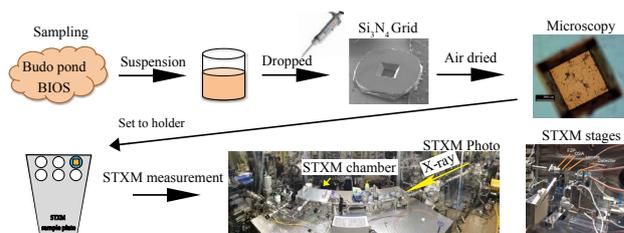
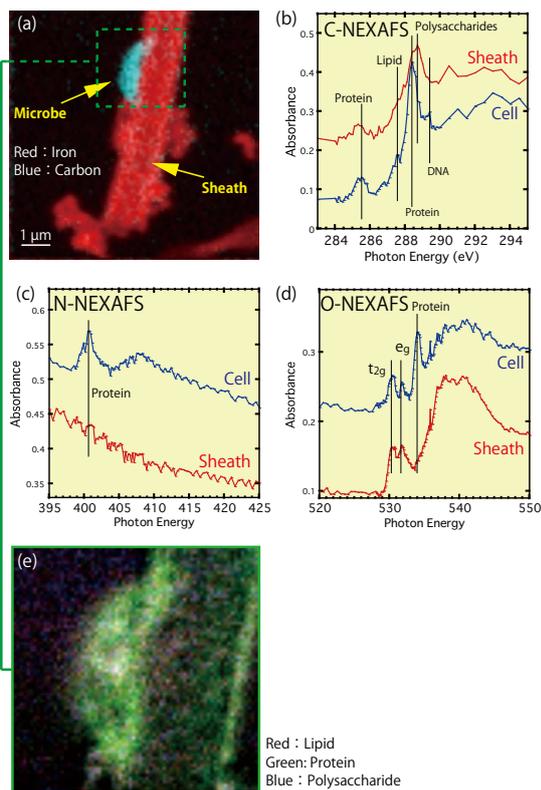


Figure 4 Sample preparation flow chart for the STXM measurement.

BIOS 中の有機物や鉱物の変成を防ぐため、試料採取から STXM 測定までの全工程を 36 時間以内に行った。広島からつくばまで運搬する際に採取したシリンジ底部に沈殿した BIOS は、その状態で再懸濁され、Si 製 TEM グリッドの穴部分（500 × 500 μm）に貼られた 50 nm 厚の窒化シリコン（Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>）膜上にピペットで添加した後、大気環境下で風乾させた。その後 STXM によって炭素・窒素・酸素の K 端および、鉄の L 端エネルギーでの観測を行った。使用した STXM は日本で初めて導入された UVSOR の BL-4U にある Bruker 社製の STXM と [34]、日本独自の設計で開発されて Photon Factory の BL-13A に設置された compact STXM である [14]。本稿で示す NEXAFS は主に Image Stack 法によって得られた。また画像解析および NEXAFS の取り出しは aXis2000 を使用し、NEXAFS の解析は REX2000 を使用した。試料作製から測定までの略図を Fig. 4 に示す。

#### 5. 結果と考察：微生物の観測

STXM による炭素と鉄の分布像を Fig. 5(a) に示す。この画像から桿菌状の構造が代謝生成物（Sheath）側面に存在していることがわかる。本研究では STXM/NEXAFS による微生物の同定を試みた。桿菌状の構造部分と Sheath 部分から得た炭素 K 端 NEXAFS を Fig. 5(b) に示す。今回の炭素・窒素・酸素および鉄の標準試料の NEXAFS は、Chan *et al.* および Mitsunobu *et al.* による報告されたものを元に議論していく [11, 23]。Sheath 付近に観測された桿菌状の構造から得た炭素の NEXAFS は 289.3 eV に DNA 特有のピークをもつ。一方で、Sheath には 289.3 eV のピークは確認できない。次に、炭素 NEXAFS と同じ領域から得た窒素と酸素の NEXAFS を Fig. 5(c, d) に示す。まず Fig. 5(c) の窒素の NEXAFS は、桿菌状の部分では 401 eV



**Figure 5** (a) Composition map of carbon (blue) and iron (red). Yellow arrow indicate microbe. (b) Carbon NEXAFS obtained from microbe (cell) and metabolite (sheath) region. (c, d) Nitrogen and oxygen NEXAFS of cell and sheath. Each spectrum obtained from about the same region of (b). (e) RGB image of functional groups of carbon. Lipid (red), protein (green), and polysaccharide (blue) were composited.

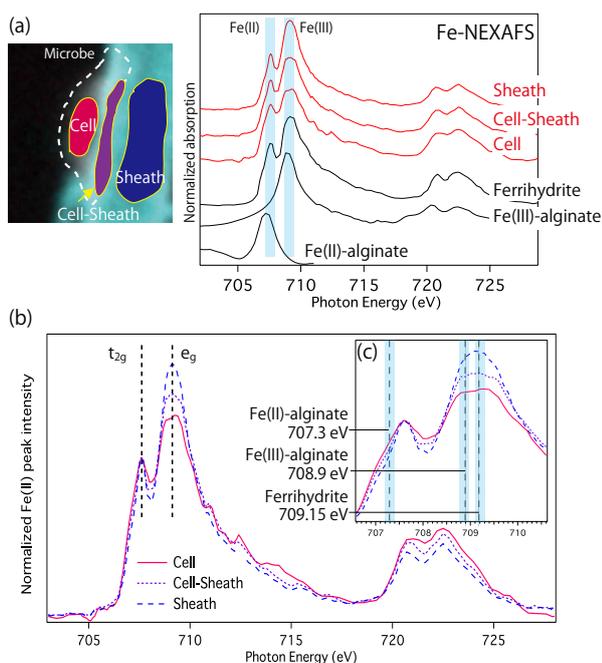
に微生物由来と考えられるタンパク質のピークを示すが、Sheath 部分では確認されない。続けて Fig. 5(d) 酸素 NEXAFS であるが、これは 525-535 eV の低エネルギー領域と、535 eV 以上の高エネルギー領域に分けることができる [35]。低エネルギー領域では、桿菌状の部分・Sheath 部分の両者に 530.7 と 532.1 eV のピークが確認された。これらは共に水酸化鉄の 3d 軌道電子の  $t_{2g}$  軌道と  $e_g$  軌道への遷移に由来すると考えられる。加えて、桿菌状の部分ではタンパク質に由来すると考えられる 534 eV のピークが確認された。以上の結果から、この桿菌状の構造は微生物であると解釈することが妥当であろう。この解釈は、STXM 分析後に行った SEM による二次電子像から（潰れた）微生物の形状を観測し、その範囲の XRF からリンのピークを検出したこととも整合する。

Fig. 5(e) に炭素の官能基別のイメージを示す。炭素の NEXAFS から分かる通り、微生物と Sheath の官能基組成は似ているため、全域が同じような色になっている。そして微生物部分の方が Sheath 部分よりも炭素に富むことがわかる。これは、それぞれの炭素 NEXAFS のバックグラウンドに対する吸収度とも整合的である。また、Sheath 部分に網目のような構造が確認できるが、これは Sheath を形成している網目状構造の炭素（既報論文ではネットワーク構造と呼ばれている）を観測したのであろう [36]。

ここまでの結果をまとめると、Sheath 側面に存在している微生物を発見し、酸素 NEXAFS から微生物部分より水酸化鉄の存在を確認した。そして、微生物内での官能基の特異的な分布は確認されなかった。まず Sheath 側面に微生物が存在していた理由として、鉄酸化細菌が Sheath を形成しようとする際、その初期段階では綿毛状の EPS をまとめて Sheath 側面に存在することが報告されており [37]、同じような状態の微生物を観測した可能性が高い。さらに微生物部分から鉄を検出したことに対してであるが、通常、微生物内の鉄濃度は 0.05-0.5  $\mu\text{M}$  以下であり、STXM での検出は難しい [38]。体内に鉄酸化物を含有する走磁性細菌も存在するが [39]、ぶどう池の DNA 解析では報告されていない [32, 33]。加えて、炭素の官能基分布から特異的な分布は確認されず、鉄の分布イメージからも微生物部分で特異的な鉄の分布も見られなかったため、微生物が体内に水酸化鉄を保持しているとは考えにくい。これらのことから、微生物の持つ EPS に水酸化鉄が吸着していると考えるのが妥当である。実際、鉄還元微生物である *Shewanella* 属の TEM 観測で、微生物の周囲に存在する EPS 中に 100 nm 以下の水酸化鉄から成るナノ粒子が確認された例もある [40]。

## 6. 結果と考察：微生物 - 代謝生成物間での鉄化学種の変化

前章で述べた通り、酸素 K 端 NEXAFS から微生物部分に水酸化鉄が存在していることが明らかとなった。そこで、鉄の L 端 NEXAFS を微生物・微生物-Sheath 間・Sheath の 3 箇所から取得して、それぞれの化学種の比較をした (Fig. 6(a))。取得した鉄 L 端 NEXAFS データは REX2000 によってバックグラウンド減算を行っている。標準物質と比較すると、3 箇所から取得した鉄の NEXAFS のすべてが、水酸化鉄の一つであるフェリハイドライトであることを示しており、主に Fe(II) の存在を示す 707.55 eV ( $t_{2g}$ ) と Fe(III) の存在を示す 709.15 eV ( $e_g$ ) の特徴的なピークが確認された (2つのピークの相対的な差: 1.6 eV は [25] を参照した)。これは微生物部分に水酸化鉄 (フェリハイドライト) が吸着していることを示唆しており、酸素 NEXAFS とも調和的な結果である。その後、それぞれの NEXAFS を 707.55 eV で規格化して比較すると、取得した場所ごとに  $e_g$  ピークの高さに違いが確認され、Sheath, 微生物-Sheath, 微生物の順にピーク高が減少していることが明らかとなった (Fig. 6(b))。また、酸素 NEXAFS でも同じ傾向が確認でき (Fig. 5(d))、これは微生物-Sheath の間で鉄の化学種に何らかの違いがあるためと考えられる。次に、Fig. 6(c) に鉄 NEXAFS の  $L_{III}$  吸収端の領域のみを拡大したものを示す。ここで、 $e_g$  ピークを見てみると、Sheath, 微生物-Sheath, 微生物の順に、 $e_g$  ピークが減衰するとともに、ピーク構造が変わり割れていることがわかる。この  $e_g$  ピークの減衰はそれぞれの領域での鉄化学種の変化を意味しており、割れから Fe(III)-多糖類の結合を示すピーク (708.9 eV) の存在度に起因する可能性がある。そして、微生物部分で最もその寄与が大きいことが示唆される。ま



**Figure 6** (a) Iron L-edge NEXAFS obtained from cell, cell-sheath interface, and sheath region. ferrihydrite, Fe(III)-alginate (one of the polysaccharides), and Fe(II)-alginate was shown as a standard spectra in the same graph. (b) Iron L-edge NEXAFS obtained from cell, cell-sheath interface, and sheath region (same spectra of (a)). These spectra was normalized Fe(II) peak intensity (at 707.55 eV). (c) Expansion graph of (b),  $L_{III}$  region.

た、Sheath から微生物に向かうにつれて、フェリハイドライトの割合は減少していると考えられる。

さらに、Fe(III) - 多糖類 (708.9 eV) から約 1.6 eV 低エネルギー側に存在する Fe(II)- 多糖類のピークが 707.3 eV がショルダーとして確認された。そして、このショルダーの高さ (NEXAFS 抽出部分の二価鉄の割合に関係) は、Sheath から微生物部分に向かうに連れて高くなっていることがわかる。このことは、Sheath に比べて微生物部分では Fe(II) の割合が高いことを意味し、Fe(II) と Fe(III) の比が連続的に変化していることを示唆している。前章の結果も踏まえて考察すると、これら検出した鉄のほとんどは微細な水酸化鉄として EPS に吸着しているが、一部の Fe(II)・Fe(III) は微生物の EPS に直接吸着した状態で存在していると考えるのが妥当である。このように、BIOS に含まれる微生物や代謝生成物の周囲で鉄の化学種が連続的に変化していることを直接観測した研究はなく、本研究で報告すべき成果の一つと言える。

## 7. まとめ

本研究の主な結果を以下に列挙する。

- (i) 天然試料中 (有機 - 無機複合体) から微生物を細胞固定や染色などの特殊な処理なく直接観察し、炭素と鉄の分布の様子を調べた。
- (ii) 微生物部分の鉄化学種は、EPS に吸着した状態とフェリハイドライトであり、Sheath 部分の鉄化学種はフェ

リハイドライトのみであった。

- (iii) 微生物 - 代謝生成物間にある EPS に含有された鉄も主にフェリハイドライトであったが、一部は細胞外多糖類に直接吸着した状態であり、代謝生成物から微生物に向かうほどフェリハイドライトの量は減少し、微生物の細胞外多糖類と Fe(II) および Fe(III) の直接吸着の寄与が大きくなることがわかった。

またこれらの結果に加えて、STXM によって天然 BIOS 試料中の微生物 - 代謝生成物間という数 10 nm スケールの局所領域での化学種分析が十分に可能であることを確認した。

## 8. おわりに

本研究を通して、微生物を細胞固定や染色などの特殊な処理なく、発見・直接観測出来る STXM が微生物や微生物 - 代謝生成物 (あるいは鉱物) での鉄化学種を把握するツールとして非常に有用であることを確認できた。このように局所領域での化学種解析の強力なツールとなり得る STXM ではあるが、装置の小ささ (現在は PF と UVSOR のみ)・認知度の低さなどから日本では十分に普及しておらず、発展途上の分析手法となっている。本稿を通して、少しでも多くの読者に STXM で可能な分析や、その魅力を知っていただければ幸甚である。また、現在 compact STXM が設置されている BL-13A では、同じビームラインに対して多様な実験課題・実験希望者が集中しているため、是非とも PF に STXM 専用ビームラインを建設して頂き、一般公募が可能な程度のマシンタイムの確保と、ビームラインサイエンティストおよび補助スタッフの充実を図っていただきたい。そして専用ビームラインには、PF の強みとなっている光学系の汚染炭素の除去機構も装備して頂き [41]、定常的に炭素の NEXAFS 測定が可能なラインとなることを期待する。最後に、STXM による局所領域での官能基分析・化学種解析が将来の地球微生物学や地球化学の試料分析の場において、より一層普及することを期待して、終わりの一文とする。

## 9. 謝辞

本研究は PF 研究課題 (2013S2-003) および、UVSOR 研究課題 (S-15-MS-2007) によって確保されたマシンタイムによって行なわれた。また、主な研究資金は日本学術振興会特別研究員奨励費 (No. 15J06471) および笹川科学研究助成 (26-635) により賄われた。本稿で使用した鉄の標準スペクトルは、愛媛大の光延聖准教授から許可をいただき使用した。そして UVSOR での STXM 測定の際には、大東琢治助教・稲垣裕一特任専門員の両名にご助力頂いた。

## 引用文献

- [1] K. O. Konhauser, Introduction to Geomicrobiology, Wiley-Blackwell, **Chapter 4** (2006).
- [2] R. M. Cornell and U. Schwertmann, The iron oxides: Structure, properties, reactions, occurrences and uses. Wiley-VCH. **Chapter 15** (2003).

- [3] F.J. Millero, *Mar. Chem.* **28**, 1 (1989).
- [4] D. Emerson, (2000). Microbial oxidation of Fe(II) and Mn(II) at circumneutral pH, in: Lovley, D.R. (Ed.), *Environmental metal-microbe interactions*. ASM Press, Washington, D.C., **Chapter 2** pp. 31-52.
- [5] L. Hallbeck, K. Pedersen, and J. Gen, *Microbiol.*, **137**, 2657 (1991).
- [6] D. Fortin and S. Langley, *Earth-Science Reviews*, **72**, 1 (2005).
- [7] T. Sakai, Y. Miyazaki, A. Murakami, N. Sakamoto, T. Ema, H. Hashimoto, M. Furutani, M. Nakanishi, T. Fujii, and J. Takada, *Org. Biomol. Chem.*, **8**, 336 (2010).
- [8] T. Suzuki, H. Ishihara, K. Toyoda, T. Shiraishi, H. Kunoh, and J. Takada, *Minerals*, **3**, 247 (2013).
- [9] I. A. Katsoyiannis, H.W. Althoff, H. Bartel, and M. Jekel, *Water Research*, **40**, 3645 (2006).
- [10] J. R. Lawrence, G. D. W. Swerhone, G. G. Leppard, T. Araki, X. Zhang, M. M. West, and A. P. Hitchcock, *Appl. Environ. Microbiol.*, **69**, 5543 (2003).
- [11] C. S. Chan, S. C. Fakra, D. Emerson, E. J. Fleming, and K. J. Edwards, *ISME J.* **5**, 717 (2011).
- [12] C. S. Chan, G. De Stasio, S. A. Welch, M. Girasole, B. H. Frazer, M. V. Neaterova, S. Fakra, and J. F. Banfield, *Science*, **303**, 1656 (2004).
- [13] C. S. Chan, S. C. Fakra, D. C. Edwards, D. Emerson, and J. F. Banfield, *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **73**, 3807 (2009).
- [14] Y. Takeichi, N. Inami, H. Suga, C. Miyamoto, T. Ueno, K. Mase, Y. Takahashi, and K. Ono, *Rev. Sci. Instrum.* **87**, 013704 (2016).
- [15] D. Attwood, *Soft X-Rays and Extreme Ultraviolet Radiation: Principles and Applications*, Cambridge university press, **Chapter 8** (2007).
- [16] A. L. D. Kilcoyne, T. Tyliszczak, W. F. Steele, S. Fakra, P. Hitchcock, K. Franck, E. Anderson, B. Harteneck, E. G. Rightor, G. E. Mitchell, A. P. Hitchcock, L. Yang, T. Warwick and H. Ade, *J. Synchrotron Rad.*, **10**, 125 (2003).
- [17] J. Raabe, G. Tzvetkov, U. Flechsig, M. Böge, A. Jaggi, B. Sarafimov, M. G. C. Vernooij, T. Huthwelker, H. Ade, D. Kilcoyne, T. Tyliszczak, R. H. Fink, and C. Quitmann, *Rev. Sci. Instrum.*, **79**, 113704 (2008).
- [18] Y. Suzuki, A. Takeuchi, H. Takano, T. Ohigashi, and H. Takenaka, *Jpn. J. Appl. Phys.* **40**, 1508 (2001).
- [19] <http://pfwww.kek.jp/outline/PF-S/PF2013S2-003.html>
- [20] [http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/32\\_4/32\\_4.html](http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/32_4/32_4.html)
- [21] N. Inami, Y. Takeichi and K. Ono, *J. Phys.: Conf. Ser.* **502**, 012011 (2014).
- [22] H. Suga, Q. Fan, Y. Takeichi, K. Tanaka, H. Kondo, V. V. Kanivets, A. Sakaguchi, K. Kato, N. Inami, K. Mase, K. Ono, and Y. Takahashi, *Chem. Lett.*, **43**, 1128 (2014).
- [23] S. Mitsunobu, M. Zhu, Y. Takeichi, T. Ohigashi, H. Suga, M. Jinno, H. Makita, M. Sakata, K. Ono, K. Mase, and Y. Takahashi, *Microbes Environ.*, **31**, 1, 63 (2016).
- [24] M. Asano, R. Wagai, N. Yamaguchi, Y. Takeichi, H. Suga, M. Jinno, K. Ono, and Y. Takahashi, *Photon Factory Activity Report 2014*, #32, B (2015).
- [25] Y. Moritomo, T. Yasuda, K. Yonezawa, T. Sakurai, Y. Takeichi, H. Suga, Y. Takahashi, N. Inami, K. Mase, and K. Ono, *Scientific Reports*, **5**, 9483 (2015).
- [26] L. Bergmans, P. Moisiadis, B. Meerbeek, M. Quirynen, and P. Lambrechts, *Int Endod J.*, **38**, 775 (2005).
- [27] R. Amann, W. Ludwig, and L. H. Schleifer, *Microbiol. Rev.*, **59**, 143 (1995).
- [28] A. Pernthaler, J. Pernthaler, M. Schattenhofer, and R. Amann, *Appl. Environ. Microbiol.* **68**, 5728 (2002).
- [29] J. E. Evans, P. Blackborow, S. F. Horne, and J. Gelb, *BioOptics worlds*, (2013).  
(本稿の Fig. 4 は上記論文にある J. Kirz, C. Jacobsen, and M. Howells, *Q. Rev. Biophys.*, **28**, 33 (1995). から引用して改変された図を引用した)
- [30] J. Kirz and C. Jacobsen, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **186**, 012001 (2009).
- [31] A. Hirai, K. Takemoto, K. Nishino, N. Watanabe, E. Anderson, D. Attwood, D. Kern, M. Hettwer, D. Rudolph, S. Aoki, Y. Nakayama and H. Kihara, *J. Synchrotron Rad.*, **5**, 1102 (1998).
- [32] S. Kato, S. Kikuchi, T. Kashiwabara, Y. Takahashi, K. Suzuki, T. Itoh, M. Ohkuma, and A. Yamagishi, *Geomicrobiol. J.*, **29**, 896 (2012).
- [33] Y. Takahashi, T. Hirata, H. Shimizu, T. Ozaki, and D. Fortin, *Chem. Geol.*, **244**, 569583 (2007).
- [34] T. Ohigashi, H. Arai, T. Araki, N. Kondo, E. Shigemasa, A. Ito, N. Kosugi, and M. Katoh, *J. Phys.: Conf. Ser.*, **463**, 012006 (2013).
- [35] S. Shen, J. Zhou, C. L. Dong, Y. Hu, E. N. Tseng, P. Guo, L. Guo, and S. S. Mao, *Scientific Reports*, **4**, 6627 (2014).
- [36] T. Suzuki, H. Hashimoto, H. Ishihara, T. Kasai, H. Kunoh, and J. Takada, *Appl. Environ. Microbiol.* **77**, 21, 7873 (2011).
- [37] M. Sawayama, T. Suzuki, H. Hashimoto, T. Kasai, M. Furutani, N. Miyata, H. Kunoh, and J. Takada, *Curr Microbiol.* **63**, 173 (2011).
- [38] J. L. Martinez, A. Delgado-Iribarren, F. Baquero, *FEMS Microbiol Lett.*, **75**, 45 (1990).
- [39] D. Faivre, and D. Schüler, *Chem Rev.* **108**, 4875 (2008).
- [40] S. Glasauer, S. Langley, and T. J. Beveridge, *Appl Environ Microbiol.*, **67**, 12, 5544 (2001).
- [41] A. Toyoshima, T. Kikuchi, H. Tanaka, K. Mase, and K. Amemiya, *J. Synchrotron Rad.* **22**, 1359 (2015).

(原稿受付：2016年7月6日)

## 著者紹介

菅大暉 Hiroki SUGA



広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻 博士課程後期2年

〒 739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1

TEL:082-424-7459 FAX:082-424-0735

e-mail: hiro-suga@hiroshima-u.ac.jp

略歴：2015年広島大学大学院理学研究科地球惑星システム学専攻博士課程

前期（修士）修了，同年から博士課程後期在学中，日本学術振興会特別研究員（DC-1），高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所来訪研究員。

最近の研究：隕石中有機物やBIOS中微生物のその場分析

趣味：フットサル，ボルダリング，スキューバダイビング，歌うこと，寝ること。

菊池早希子 Sakiko KIKUCHI

海洋研究開発機構 ポストドクトラル研究員

〒 237-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

TEL:046-867-9737

e-mail: skikuchi@jamstec.go.jp

略歴：2015年広島大学大学院地球惑星システム学専攻博士課程修了。

武市泰男 Yasuo TAKEICHI

高エネルギー加速器研究機構 物質科学研究所

放射光科学第二研究系 助教

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL:029-864-5200 内線 4909

e-mail: yasuo.takeichi@kek.jp

宮本千尋 Chihiro MIYAMOTO

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 修士課程2年

〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL:03-5841-4031 FAX:03-5841-8791

e-mail: chihimiya446@eps.s.u-tokyo.ac.jp

略歴：2015年 広島大学理学部地球惑星システム学科卒業，同年から東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻修士課程在学。

最近の研究：アイスコア試料中に保存されたエアロゾルの効率的な回収方法の確立および分析。

趣味：パン屋さんでのアルバイト。

井波暢人 Nobuhito INAMI

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

放射光科学第一研究系 特任助教

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL:029-864-5200 内線 4933

e-mail: nobuhito.inami@kek.jp

略歴：2008年北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科

博士課程修了。2008年東北大学工学系研究科応用物理学専攻研究員，2012年より現職。博士（材料科学）。

最近の研究：放射光，中性子を用いた磁性材料の研究。

趣味：プログラミング。

間瀬一彦 Kazuhiko MASE

高エネルギー加速器研究機構 物質科学研究所

放射光科学第一研究系 准教授

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL:029-879-6107 FAX:029-864-2801

e-mail: mase@post.kek.jp

略歴：1991年理化学研究所 基礎科学特別研究員，1992年岡崎国立共同研究機構分子科学研究所助手，1999年物質構造科学研究所助教授。

最近の研究：オージェ電子-光電子分光を用いた表面局所電子状態の研究。

小野寛太 Kanta ONO

高エネルギー加速器研究機構 物質科学研究所

放射光科学第一研究系 准教授

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL:029-864-5200 内線 4205

e-mail: kanta.ono@kek.jp

略歴：1996年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。

1996年東京大学大学院工学系研究科助手，2003年高エネルギー加速器研究機構助教授，准教授，現在に至る。博士（理学）。

最近の研究：量子ビームを用いた磁性材料研究。

趣味：海外での実験。

宮原正明 Masaaki MIYAHARA

広島大学大学院理学研究科 准教授

〒 739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1

TEL:082-424-7461 FAX:082-424-0735

e-mail: miyahara@hiroshima-u.ac.jp

略歴：2004年広島大学博士課程後期修了，2005年東北大学フェロー / 助手，2013年広島大学准教授。博士（理学）。

最近の研究：隕石から読み取る天体衝突現象の解明。

趣味：温泉。食べること。

高橋嘉夫 Yoshio TAKAHASHI

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻 教授

〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL:03-5841-4517 FAX:03-5841-8791

e-mail: ytakaha@eps.s.u-tokyo.ac.jp

略歴：1997年東京大学大学院理学系研究科博士課程修了，1998年広島大学助手，2000年広島大学助教授，2009年広島大学教授，2014年東京大学教授。博士（理学）。高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の客員教授も兼任。

最近の研究：分子環境地球化学。

**光センサータンパク質の構造を原子レベルで解明 - 神経細胞内の情報伝達物質を光で操作し、軸索の成長促進に成功；再生医療や新薬開発への貢献を期待 -**

2016年5月31日  
横浜市立大学  
高エネルギー加速器研究機構

これまで原子レベルでの構造・機能解明がされていなかった光活性化アデニル酸シクラーゼ (PAC) について、ランソウ (藍藻) 由来の PAC(OaPAC) を用いて構造を解明しました。また OaPAC を用いて動物・植物に普遍的な情報伝達物質 cAMP 生産を光操作し、マウス海馬の神経軸索の分枝・伸長の誘導に成功しました。

光活性化アデニル酸シクラーゼ (PAC) は光センサータンパク質で、光を感知すると cAMP を作るため、その生産量を光で制御できます。このため PAC は生体内での光スイッチとして医学的な応用が期待されています。PAC はミドリムシから発見され、以後、複数の原核生物からも相同遺伝子が見出されていましたが、これまで原子レベルでの構造・機能解明には至っていませんでした。本共同研究グループは OaPAC を用いることにより、世界で初めて PAC の構造解析に成功しました。これは、医学分野における光遺伝学 (optogenetics) のツール開発につながるため、新しい再生医療や新薬開発の基礎的研究への貢献が期待される成果です。

本研究成果は、アメリカ合衆国の学術雑誌『PNAS』(Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) (米国科学アカデミー紀要) (日本時間平成 28 年 5 月 31 日付) にオンライン掲載されました。(この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20160531100000/> をご覧下さい)。

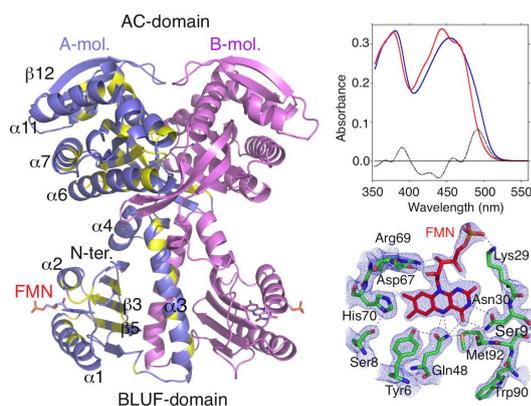


図 OaPAC は BLUF ドメインと III 型アデニル酸シクラーゼの特徴を持つ光応答性酵素。

**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**

2016年6月3日  
東京大学物性研究所  
名古屋大学  
高エネルギー加速器研究機構  
東京理科大学

東京大学物性研究所は、名古屋大学、高エネルギー加速器研究機構、東京理科大学とともに、金属ナノ柱状構造 (直径 5 nm, 長さ 20 nm) が酸化物の中に埋め込まれた「ナノコンポジット結晶」を簡便に作製するプロセスを新しく開発しました。このナノコンポジット構造を、太陽光の照射によって水を分解して水素を製造する光触媒として利用すると、その水分解光電極反応の効率が著しく向上することを見出しました。ナノ構造を持つコンポジット材料は、より高効率なエネルギー変換材料やデバイスとしての可能性があり、二酸化炭素を排出しないクリーンな水素社会の実現の貢献に繋がることが期待されます。なお、今回の研究成果は、英国科学誌「Nature Communications」のオンラインで公開予定です (この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20160603182000/>) をご覧下さい)。

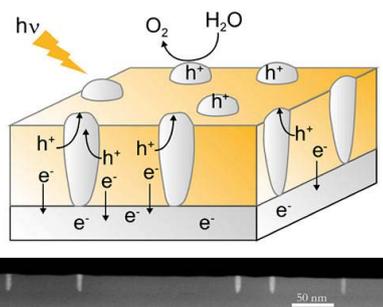


図 ナノコンポジット光電極の模式図と Ir 金属が自己組織化したナノ柱状結晶が埋め込まれた Ir:SrTiO<sub>3</sub> 半導体薄膜の断面 STEM 像。

## 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

2016年6月30日

国立研究開発法人物質・材料研究機構

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

国立研究開発法人物質・材料研究機構（NIMS）磁性・スピントロニクス材料研究拠点 元素戦略磁性材料研究拠点（ESICMM）の上野哲朗 NIMS ポスドク研究員と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の小野寛太准教授を中心とする研究チームは、中性子ビームを用いて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しました。

ハイブリッド自動車、電気自動車などのモーターに用いられるネオジウム-鉄-ホウ素（Nd-Fe-B）磁石に代表されるように、永久磁石材料は私たちの身の回りで広く用いられています。高い磁気特性をもつ永久磁石材料を用いることでモーターの高効率化、小型化、省エネ化を実現できます。磁気特性の高い永久磁石材料を開発するためには、材料内部の磁気構造を明らかにし、磁気特性との関連を調べる必要があります。これまでは偏光顕微鏡、磁気力顕微鏡などの顕微鏡を用いて材料表面の磁気構造を観察することは可能でしたが、材料内部の磁気構造を定量評価することができない実験手法がありませんでした。

本研究チームは、中性子小角散乱実験により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しました。中性子小角散乱実験とは、試料に中性子ビームを照射し、試料中で散乱された中性子の強度分布を検出することで試料中の数ナノメートルから数マイクロメートルの大きさにわたる微細構造を調べることができる実験手法です。中性子小角散乱の解析は、中性子が試料中の微細構造によって1回だけ散乱されることを仮定しています。しかし実際は、試料中で中性子が複数回散乱される「多重散乱」と呼ばれる現象が起きています。これまで永久磁石材料では、どのような条件で多重散乱が起きるのか明らかになっておらず、磁気構造を定量的に評価する際の妨げとなっていました。今回、Nd-Fe-B ナノ結晶磁石試料の厚さと中性子ビームの波長を系統的に変えた実験を行い、試料が厚く波長が長いほど中性子が顕著に散乱されることを明らかにしました。この結果をもとに、観測した中性子小角散乱強度から多重散乱の影響を排除して解析したところ、材料内部の磁気構造を定量評価することに成功しました。

今後、本手法を様々な永久磁石材料に適用することで、材料内部の磁気構造と磁気特性の関連を詳細に検討することが可能になり、永久磁石材料の高性能化へ向けた研究開発の加速化が期待できます。

本研究は文部科学省の委託事業である元素戦略磁性材料研究拠点（ESICMM）および高効率モーター用磁性材料技術研究組合（MagHEM）の支援のもと実施されました。

本研究成果は、英科学誌 Scientific Reports（オンライン版）に2016年6月20日18時（日本時間）に掲載されました（この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20160630144028/> をご覧ください）。

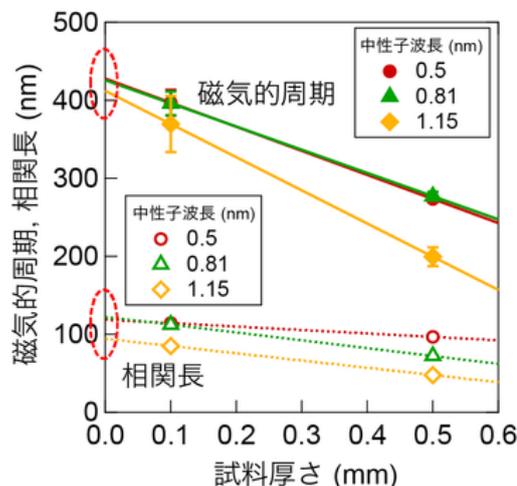


図 理論モデルによる解析から得られた、微細構造を特徴付けるパラメータ（磁気的周期と相関長）の試料厚さと中性子波長に対する依存性。試料厚さ 0 mm への外挿（赤い破線で囲った部分）が多重散乱の影響を排除したパラメータの値を表す。

### 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）開催報告

京都大学大学院理学研究科 藤橋雅宏

2016年6月24日（金）に、東京医科歯科大学湯島キャンパスを会場に、タンパク質結晶構造解析ビームラインの中級者を対象とした講習会を、2015年度より発足したPF-UAタンパク質結晶構造解析ユーザーグループ幹事会の主催で開催した。これまでに、初心者を対象としたタンパク質結晶構造解析ビームラインユーザー向けの講習会はたびたび行われてきたが、ある程度経験を積んだユーザーを対象とした講習会は無く、需要は大きいと考えて企画した。

会場に都心を選んだ効果もあってか、申込受付開始より多数の申込を頂き、最終的に79名が参加する盛況の講習会となった。参加者のタンパク質結晶構造解析の経験年数は平均8年強であり、学生から教授クラスまでの幅広い層の参加があった。講習内容としては、現在のPFで出来ることを学び、ユーザーがPFビームラインの現状を理解して、効率的に実験を進められるように手助けを行うことを目指した。このため、現在のビームラインで出来ることをスライド等で説明するだけでなく、会場からビームラインにリモート接続を行って実際の操作を見せるなど、中級ユーザーが実験を行う際のイメージを行いやすいようにした。また、最近のトピックとして、S-SADによる位相決定の実際や、全自動測定の実際などの講演も行った。世話人の不手際で、予定していた時間を大幅に超過してしまったが、参加者は熱心に聞いて、質問を重ねて下さった。

懇親会は講習会場から少し離れた、東京大学大学院薬学系研究科を会場に、講習会参加者の約2/3が参加して行われた。講習会での講演内容についての話題をはじめとした、活発な意見交換が行われた。



図2 懇親会の様子。

#### <プログラム>

「ビームラインおよび新型検出器の特性を生かしたデータ収集法」

松垣直宏（高エネ機構）

「リモート実験の準備と実演・X線による結晶センタリング」

藤橋雅宏（京大・院理）、沼本修孝（医科歯科大・難治研）、山田悠介（高エネ機構）

「S-SAD法による位相決定」

原田彩佳（総研大 / 高エネ機構）

「全自動測定のすすめ」

藤間祥子（東大・院薬）

#### <世話人>

藤橋雅宏（代表、京大・院理）、沼本修孝（医科歯科大・難治研）、藤間祥子（東大・院薬）、尾瀬農之（北大・院薬）、山田悠介、松垣直宏、引田理英、湯本史明、田辺幹雄（高エネ機構）



図1 講習会会場の様子。

## SLS, MAX IV 視察記

加速器第七研究系 原田健太郎

現在 KEK では、最先端の 3 GeV 蓄積リング型光源計画 (KEK 放射光計画) を推進することが決まっている。決定までの間には、PF 将来計画検討委員会による議論と物構研運営会議に対する報告書の提出と運営会議の承認、研究推進会議による ERL から 3 GeV リングへのロードマップの書き換え、PIP (Project Implementation Plan) 国際評価委員会 (5/21-22) による KEK 放射光計画に関する評価が行われた。その、PIP 国際評価委員会に先立ち、5/8-11 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, MAX IV の視察が行われ、村上洋一 PF 施設長、放射光科学第一研究系の船守展正教授と原田が同行した。ここでは、その視察についての報告を行う。

2001 年にユーザー運転を開始した SLS (Swiss Light Source) 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の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で「新」という。SLS では、2.4 GeV で 10 keV 程度までアンジュレータ光が利用可能であるが、真空封止なしなら、1 keV がギリギリである。真空封止アンジュレータの特徴は磁極列間のギャップを数 mm まで閉じて運転することであり、その状態で長時間の安定な運転、トップアップ入射を行うには、高度なビーム安定性と制御が必要となる。建物の設計から同じトンネルに配置したブースターリングに至るまで、考え抜かれたデザインは未だに様々な施設が手本としている。周長は約 290 m、電子ビームのエミッタンスは水平 5.5 nmrad、垂直 3 pmrad である。オプティクス、電磁石誤差の補正など、高度に設計、調整されている。加速器は 3 回対称で、TBA (Triple Bend Achromat) 12 セル、直線部も 12 本だが内 1 本が入射、2 本が RF で使われており、残り 9 カ所に挿入光源が設置されている。その内の 1 箇所は 3 倍波空洞と短い挿入光源が共有している。

PSI (ポール・シェラー研究所) はスイスにおける KEK のような複合加速器研究施設で、SLS の他に、中性子源やミュオン源としても使われている 590 MeV、1.3 MW の陽子加速器が存在し、同じ制御室から制御されている。また、Swiss FEL という、エネルギー 5.8 GeV で約 10 keV の X 線まで利用可能な常電導自由電子レーザーの建設がほぼ完了段階である。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、SLS 実験ホール見学の後、機構長は PSI で行われている日本との共同研究 MEG ( $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊) 実験を引き続き視察し、他の

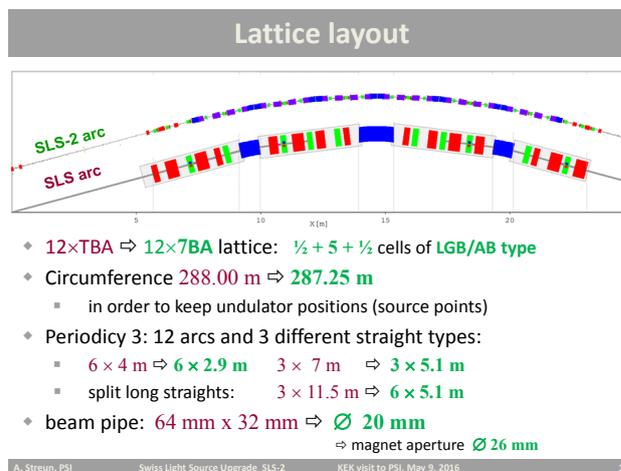


図 1 SLS アップグレードに関する Streun 氏の資料の抜粋。3 次高調波空洞ありで約 150 pmrad、逆バンドを含めた偏向電磁石の曲げ角は合計 585° である。

メンバーは Swiss FEL の広報施設を見学した。

SLS アップグレード計画は逆バンドを積極的に導入したオプティクス最適化とダンピング効果で、既存の SLS の置き換えながら、自然エミッタンス 137 pmrad を実現する計画である (IPAC2016 等でも発表されているので資料は web 検索でも手に入る)。Streun 氏によるとハードウェア的にまだ詰められていないとのことだが、2.4 GeV とはいえ、我々の KEK 放射光計画の半分の周長で 100 pmrad 台のエミッタンスというのは大いに驚かされた (エネルギー 3 GeV に換算すると 200 pmrad、ただし、挿入光源は 9 カ所で、直線部の長さは現状より短くなる)。

さて、山内機構長と野村理事は 5/8 成田発、現地同日午後後にコペンハーゲン着、乗り継いで午後 8 時頃にチューリッヒ着の予定であったが、乗り継ぎの飛行機が遅れ、午後 10 時くらいになってしまったとのことであった。村上さん、船守さんと原田は飛行機代 (1 日早いだけで値段が 2/3 になった) の為に、5/7 成田発チューリッヒ着の飛行機を利用した。PSI はチューリッヒから電車で 20 分程度のフリリゲンという場所にある。PSI で全員合流し、5/9 朝 9 時から午後 2 時まで PSI に滞在、その後、午後 5 時の飛行機でコペンハーゲンへ向かった。翌 5/10 朝に海底トンネルと橋でスウェーデンに渡り、MAX IV へと向かった。機構長と理事は 5/10 の内にコペンハーゲンから帰国、村上さんと原田は翌 5/11 にコペンハーゲンからチューリッヒ経由で帰国、船守さんは高圧関係の研究で有名なパイロイトと DESY の阪井さん (KEK から 1 年出張中、元加速器七系、一緒に将来計画検討を行ってきた仲である) を訪ねた後、デュッセルドルフ経由で帰国した。機構長と理事のスケジュールを計算してみると、研究所滞在 9 時間に対し飛行機 25 時間 45 分、村上施設長と原田は 12 時間 /27 時

間 45 分となり、ほとんど飛行機に乗りに行ったようなものだと言えなくもない。

MAX IV は世界初の第 4 世代蓄積リング型放射光源であり、現在コミッションング中である。3 GeV の LINAC, 1.5 GeV リング, 3 GeV リングからなり、3 GeV リングは周長 528 m, 7BA (Seven Bend Achromat) で直線部 20 本, 自然エミッタンス 328 pmrad である。電子銃はリングの積み上げ時には熱電子銃だが、フォトカソード RF 電子銃 (光陰極高周波電子銃) もあり、LINAC 端の挿入光源で 100 fs の短パルス光を発生させて実験を行うビームラインもある。ゆくゆくは挿入光源を増強し、レーザー発振させる計画とのこと。現状の自発放射のみの段階では光子数は FEL に比べれば桁違いに少ないのだが、バンチスライスをやっていた頃に比べると十分多いのだとか。

視察では、MAX IV 研究所長の 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 Jensen 氏に案内して頂いた。サイエンスについては利用部門長の Jesper N. Andersen 氏にお話をお伺いした。

Jensen 氏によると、MAX IV では当初、床を 70 cm 厚のコンクリートで考えていたが、それを 30 cm に減らし、代わりに 4 m 深く掘って、掘った土に石灰を混ぜて固化させる Lime stabilized soil という手法をとった。40 cm のコンクリートよりも 4 m の LIME 安定化土壌の方が値段は半額以下で、安定性 (曲がりにくさ) はずっと優れており、工法としても特殊なものではなく、空港や道路の建設でも広く使われている手法 (日本でも行われている)。MAX IV の地盤震動源は主に近くを通る高速道路で、3 ~ 18 Hz 付近に振動のピークがあるが、施設全体を堅い巨大な船のように作ることで、短波長、高周波数の波では揺れない、つまり、局所的に振動しない様になっている。全体を揺らす長波長、低周波では、施設全体が一体として揺れるので、



図 3 MAX IV のプロトタイプ電磁石の視察中の機構長、理事と施設長。Quitmann 氏には、我々は "Synchrotron Radiation Junkies" なのだ、君たちもそうだろう、がんばれ！と励まして頂いた。



図 4 スプリングを挟んだ冷却水ポンプの設置。台車に乗ったスクロールポンプなども含め、機械振動を引き起こすもの全てにスプリングが挟んであった。

## Civil Engineering

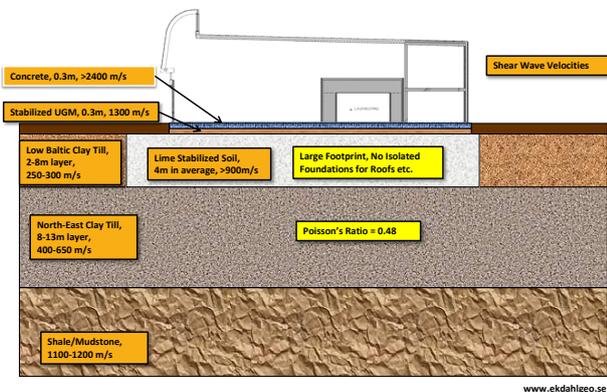


図 2 MAX IV の地盤に関する Jensen 氏の資料の抜粋。30 cm コンクリートに下に 4 m 分、土壌を石灰安定化してある。固い地盤は約 30 m 下だが、杭打ちはなし。

実験に影響しない。きちんと対策すれば、地盤振動はどこでも大きな問題にはならないだろうとのことであった。内部の震動源もきちんと対策されており、真空ポンプや冷却水ポンプ、チラーなど機械振動の原因となるものの下には必ずスプリングが設置されている。スプリングはわずか数百円で、効果は大きいとのこと。電磁石は架台とセットで数台分が一体の鉄から作られており、架台は石である。電磁石は想像よりもコンパクトにまとめられていた。

偏向電磁石ビームラインはなし、建屋にクレーンもなし、加速器シールドも解体できず、天井も開かない。床はすべて磨き上げられて段差がなく、重量物はエアパレットで運搬される。20 セルからなるが、各セルごとに建屋内側に搬入口が 1 カ所、トンネル上部に電源室がある。磁石や挿入光源はその 20 カ所の搬入口を使って設置された。真空

は NEG ポンプを採用，現場での再活性化はなし，ダクトは容易に曲がるほど細く薄い丸管……建物のコンセプトから加速器本体に至るまで，切り捨てられる部分をばっさり諦めることで，割り切ったシンプルな設計になっている。現在までに 120mA までの蓄積に成功，ビームライン焼き出しの都合で蓄積電流値を決めているそうである。

リング RF は 100 MHz で 3 倍波空洞が 300 MHz である (IPAC 等の情報では，100 MHz の空洞は高調波減衰型ではないので，120 mA ではビーム不安定性が発生しており，フィードバックの立ち上げなど解決を急いでいるとのこと)。屋上は緑化されており，雨水もいったん貯めてからゆっくり排水，加速器の廃熱はヒートポンプを通して付近施設の空調等に利用されているとのこと。新しい施設全体が居室部分も含めて明るく美しくスタイリッシュで，何を見てもどこへ行っても溜息しか出なかった。我々もそのような施設を目指したい。

KEK 放射光計画は KEK 全体として推進することが決まり，利用側を含めた CDR を 10 月までに完成させることが目標となっている。光源設計については，来年 3 月に予定されている Machine Advisory Committee (委員長は APS の Michel Borland 氏の予定) に向けて具体的な詳細検討が進められており，MAC 後には TDR (Technical Design Report) にまとめられる予定である。なお，原田は飛行機が非常に苦手な人で，やせるほど怖かった (普通の人にとっては別になんてことないのだが) ……。

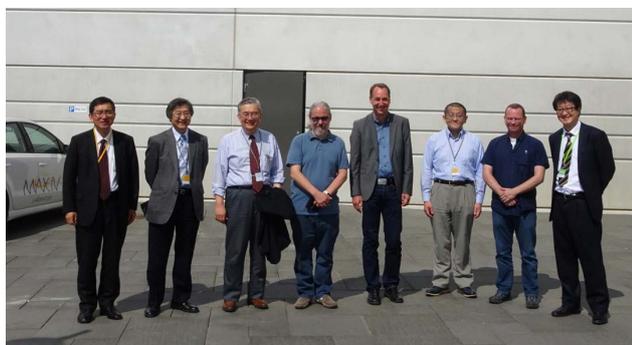


図 5 MAX IV での集合写真。左から，村上洋一施設長，野村昌治理事，山内正則機構長，Pedro Fernandes Tavares 加速器部門長，Christoph Quitmann 所長，筆者，Brian Norsk Jensen 副技師長，船守展正教授。

## PF ユーザーから多数受賞 文部科学大臣表彰

物構研トピックス  
2016 年 5 月 11 日

平成 28 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰が 4 月 20 日，文部科学省にて行われました。今年もフォトンファクトリー (PF) のユーザーから以下の方が PF 利用の成果により受賞されました。この賞は科学技術に関する研究開発，理解増進等において顕著な成果を収めた者について，その功績を讃えることにより，科学技術に携わる者の意欲の向上を図り，我が国の科学技術水準の向上に寄与することを目的に定められたものです。



文部科学大臣表彰の様子 (写真提供：文部科学省)

### 科学技術賞

・森 初果 (東京大学 物性研究所 教授)

電子とプロトンが関連した機能性有機物質の開発と物性研究過去の関連記事：

2014.8.26 プレスリリース電気伝導性と磁性が切り替わる純有機物質の開発

2013.1.9 プレスリリース金属状態を示す純有機単成分導体の発見

### 若手科学者賞

・中山 耕輔 (東北大学大学院理学研究科 助教)

鉄系高温超伝導体バルク及び原子層薄膜の電子構造の研究過去の関連記事：2015.11.5 トピックス PF ユーザーら，物理学会若手奨励賞を受賞

・橋口 隆生 (九州大学大学院医学研究院 准教授)

RNA ウイルスの細胞侵入と抗体による中和に関する研究過去の関連記事：2015.3.20 トピックス マールブルグウイルス・エボラウイルスの感染を阻害するメカニズムを解明

・山崎 優一 (東北大学 多元物質科学研究所 助教)

多重計測電子分光による電子波動関数の立体形状の研究過去の関連記事：2013.3.29 トピックス 山崎優一氏，日本物理学会若手奨励賞を受賞

## 高木秀彰氏、繊維学会奨励賞を受賞

物構研トピックス  
2016年6月16日

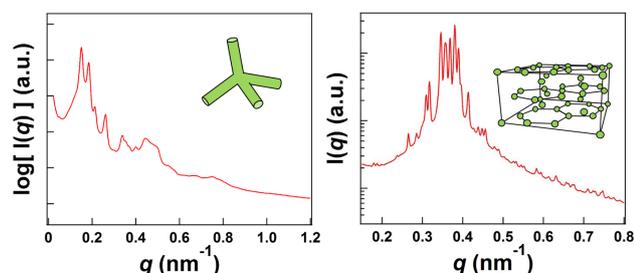
KEK 物質構造科学研究所の高木秀彰研究員が、第2回（平成27年度）繊維学会奨励賞を受賞しました。この賞は、繊維科学もしくは繊維技術全般について優秀な研究を行い、今後も継続して活躍が期待できる新進気鋭の研究者に授与されるものです。



授賞式の様子。左から、繊維学会会長 鞠谷雄士氏（東京工業大学大学院理工学研究科教授）、高木秀彰氏（KEK 物質構造科学研究所研究員）。

受賞対象となった研究は「放射光X線小角散乱法によるブロック共重合体/ホモポリマーブレンドが形成する新種マイクロ相分離構造に関する研究」です。高木氏は、種類の異なる高分子鎖の末端同士が結合したブロック共重合体と呼ばれる高分子化合物が作るマイクロな構造について、フォトンファクトリーの放射光X線小角散乱法（SAXS）を用いて研究しています。ブロック共重合体は、ナノメートルオーダーの非常に規則正しい構造を形成することが知られています。ブロック共重合体にホモポリマーを混合したときに形成する構造を高空間分解能 SAXS で詳細に調べることにより、ダブルダイヤモンド型のネットワーク構造（図1）や、準結晶の近似結晶として知られている $\sigma$ 相（図2）などの複雑な構造を形成することを発見しました。

ブロック共重合体による新材料は、従来の塊状の材料から切り出して加工する方法と比較して、非常に簡易な方法でナノメートルオーダーの微細な構造を形成できるため、次世代のリソグラフィや先端的なナノテク材料への応用が期待されています。こうした発見や測定手法は、従来の繊維高分子材料科学にとらわれない独創的な研究であるとして高く評価されました。これらは現在 PF の BL15A2 で利用が可能となっています。



(左) 図1 ダブルダイヤモンド型の構造の SAXS プロファイル。10 nm 程度のダブルダイヤモンド型のネットワーク構造が存在することを実証した。  
(右) 図2  $\sigma$  相の SAXS プロファイル。半径 7 nm の球が集まって複雑な格子を形成することが分かった。

## PF トピックス一覧（5月～7月）

KEK では 2002 年より「トピックス」、「ハイライト」、「プレスリリース」と題して最新の研究成果やプレスリリースなどを紹介していますが、PF のホームページ (<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>) でも、それらの中から、または PF 独自に記事を作成して掲載しています。各トピックスの詳細は「これまでのトピックス」(<http://pfwww.kek.jp/topics/index.html>) をご覧下さい。

### 2016年5月～7月に紹介されたPFトピックス一覧

- 5.11 【物構研トピックス】PF ユーザーから多数受賞 文部科学大臣表彰
- 5.23 【トピックス】TYL スクール理系女子キャンプ 2016 開催
- 5.24 【ハイライト】髪本来のハリコシを
- 5.31 【プレスリリース】光センサータンパク質の構造を原子レベルで解明 - 神経細胞内の情報伝達物質を光で操作し、軸索の成長促進に成功；再生医療や新薬開発への貢献を期待 -
- 6.1 【トピックス】G7 茨城・つくば科学技術大臣会合特別展に出展
- 6.3 【プレスリリース】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
- 6.16 【物構研トピックス】高木秀彰氏、繊維学会奨励賞を受賞
- 6.17 【物構研トピックス】分子進化の新たな解析法を発見
- 6.20 【物構研トピックス】精子と卵子を認識するタンパク質の構造を解明
- 6.30 【物構研トピックス】化学と数学でひもとくベルト状分子の構造
- 6.30 【プレスリリース】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
- 7.13 【トピックス】物構研の北村未歩氏、PF ユーザーの丹治裕美氏、ロレアル-ユネスコ女性科学者 日本奨励賞を受賞
- 7.19 【トピックス】PF で実験を行った福島成蹊高校が「日本水大賞文部科学大臣賞」を受賞

### PF-UA 報告（今年度の活動）

庶務幹事 近藤 寛（慶応義塾大学）

平成 28 年度がスタートして第 1 期ビームタイムの運転が終わりました。ご承知のように、3 月の PF シンポジウムに先立ち、KEK 次期光源計画として蓄積リング型高輝度放射光（KEK 放射光：仮称）の暫定スペックが公開されたことを受けて、PF-UA はこの次期計画を全面的に支持し、実現に向けてあらゆる努力を推し進めるべきであることを総会で確認いたしました。具体的な対応として、戦略・将来計画検討小委員会より暫定的に提案されました KEK 放射光装置検討専門委員会および利用検討専門委員会の立ち上げや次期計画に関する拡大 UG ワークショップの開催などが議論され、具体化する方向へ進むことになりました。

4 月から年度が新しくなり、早速、戦略・将来計画小委員会で、より具体的な方針が検討されました。小委員会報告にありますように、「KEK 放射光計画推進に関する PF-UA 検討委員会」として KEK 放射光運営形態検討委員会、KEK 放射光ビームライン検討委員会、KEK 放射光ビーム利用検討委員会の三つの委員会を立ち上げて、施設運営・技術・サイエンスのそれぞれの角度から KEK 放射光がとるべき姿を議論することになります。特に技術とサイエンスの尖ったシーズがユーザーグループから出てくることが期待されていますので、皆様の活発なご議論をお願いする次第です。この議論は委員会できりまとめまして、PF が 10 月を目途に作成を進めている次期計画の Conceptual Design Report (CDR) に反映させることになります。委員会のメンバーは PF の中だけに閉じずに、オールジャパンのメンバーで議論が行われる予定ですが、さらにユーザーコミュニティ全体に議論を広げるために、9 月には拡大ユーザーグループミーティングとして「KEK 放射光ワークショップ」を開催します。ここでの議論も CDR に活かされることになります。今年度の後半は、次年度の Technical Design Report (TDR) の作成に向けて KEK 放射光計画の中身をより具体化するプロセスになります。アンケートもお願いすることになると思います。来年の 3 月の PF シンポジウムのときには、明確な青写真を伴った魅力的な放射光施設の姿が浮かび上がることを目指していきたいと思っています。

一方、PF-UA は施設とユーザーをつなぎ、両者を支援する組織として、幾つも改革を迫られている点があることも事実です。前回の総会で議論をしました会員の入退会制度の整備やユーザーグループへの登録促進を初め、解決すべき課題を抱えています。KEK 放射光はマシンの設計性能としては世界最高の位置を占めています。そこに魂を入れ、生き生きと活動する施設にするのは施設スタッフとユ

ーザーです。素晴らしい施設の立ち上げを可能にする強靱かつフレキシブルな組織になるよう、できることから一つ一つ進めていく所存ですので、皆様の御支援と御協力を心よりお願い申し上げます。

### KEK 放射光ワークショップ開催のお知らせ

PF-UA 会長 / 群馬大学学術研究院 教授 平井光博  
高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所  
放射光科学研究施設 施設長 村上洋一

来る 2016 年 9 月 11、12 日の 2 日間にわたって、下記の通り、KEK 放射光に関するワークショップを、PF-UA と PF との共催で開催いたします。このワークショップは、PF が中心となって検討を進めている KEK 放射光計画の現状について、利用が想定されるユーザーとの情報共有を行うとともに、KEK 放射光の利用ケースについて分科会形式での議論を行い、利用ケースの全体像を取りまとめることを目的としています。

現在、PF-UA では、KEK 放射光について全日本体制で検討を進めるべく、運営形態、ビームライン、およびビーム利用に関する委員会の設置準備を進めています。今回のワークショップでは、これらの委員会のうち、ビーム利用検討委員会の委員から分科会の世話人を選出して、分科会でより有意義な議論を行うための議事案をまとめる予定です。

現在の PF のユーザーに限らず、放射光の利用に関心をもつ全ての皆さんのワークショップへの積極的なご参加をお待ちしております。プログラムや参加申込手続などの詳細については、<http://pf-form.kek.jp/kekls-ws2016/> をご覧ください。

**日時:** 2016 年 9 月 11 日 (日) 12:30 ~ 12 日 (月) 16:00 (予定)

**場所:** 高エネルギー加速器研究機構 小林ホール

### PF-UA 戦略・将来計画小委員会報告

戦略・将来計画担当幹事 腰原伸也（東京工業大学）

PF-UA 戦略・将来計画小委員会が下記の日程で開催された。

**日時:** 2016 年 4 月 25 日 (月) 10:00 - 12:00

**場所:** 東京大学柏の葉キャンパス駅前サテライト会議室

**出席者:** 腰原伸也（委員長）、平井光博、村上洋一、佐藤衛、雨宮慶幸、百生敦、朝倉清高、近藤寛（庶務幹事：オブザーバー）

3月PFシンポジウムでKEK放射光計画が公表され、PF-UA幹事会・運営委員会、PF-UA総会で、KEK放射光の推進に全面的に協力するための検討委員会の立ち上げ、及び、この計画に関係した拡大ユーザーグループミーティングの開催が承認された。

この決定を受けて、PF-UA戦略・将来計画小委員会が開催され、PFシンポジウムで整理された3分類（施設運営レイヤー、測定手法・技術レイヤー、利用目的レイヤー）に対応する3つの「KEK放射光計画推進に関するPF-UA検討委員会」（KEK放射光運営形態検討委員会、KEK放射光ビームライン検討委員会、KEK放射光ビーム利用検討委員会）の立ち上げと、各委員会の構成、ミッションなどが協議された。提案された各委員会の構成、ミッションは下記の通り。この方針に沿って委員構成を検討することとなった。

#### 【運営形態検討委員会】

**構成：**会長＋戦略小委員会＋白書検討委員＋施設＋ $\alpha$

**ミッション：**将来計画検討委員会で検討され最終報告書に記載された運用、利用形態の具体化の検討。先端施設に相応しく、かつユーザーにとって利用の多様性や利便性が高い新たな利用形態、運用体制に関して協議する。運転時間、BT配分、運転資金、人材育成などの問題も協議・検討を行う。

#### 【ビームライン検討委員会】

**構成：**UG代表orUGから1名の推薦＋UA幹事＋施設＋ $\alpha$

**ミッション：**将来計画検討委員会で検討され最終報告書に記載された3つのタイプのステーション、すなわち、KEK放射光の光源性能によって初めて可能となる「先端的研究ステーション」、現在のPFにおける研究を発展させることによって可能となる「高度化研究ステーション」、次世代放射光施設の整備・高度化に必要な「基盤機器開発ステーション」の設計に直接関与する施設スタッフとユーザーが一体となって、共通基盤的な技術を専門的な立場から具体的に検討する。CDR、TDR作成に貢献。

#### 【ビーム利用検討委員会】

**構成：**UG代表orUGから1名の推薦＋UA幹事＋施設＋ $\alpha$

**ミッション：**将来計画検討委員会で検討され最終報告書に記載されたサイエンスケースの詳細検討。材料・触媒科学、生命科学、ソフトマター科学、強相関電子系科学、表面・界面科学、原子・分子科学、極限物性科学、地球惑星・環境科学、X線光学などの各分野について、KEK放射光の光源性能によって初めて可能となるサイエンスを検討し、施設側が行う概算要求等に協力する。合わせて、KEK放射光利用研究の代表例（フラッグシップ的課題例）を選定する。

## 連絡事項：「東北放射光計画」に関して

PF-UA会長 平井光博（群馬大学）

東北放射光計画に関して、担当者からの説明が行われた。

**会場：**イオンコンパス東京八重洲会議室 RoomE

**日時：**5月22日（日）午後1～3時

**出席者：**（東北大学）高田昌樹、虻川匡司、矢代航  
（PF-UA）平井光博、近藤寛

東北放射光計画に関して、エンドステーションのデザインコンペが6月末から7月頃の公募開始を予定しており、コンペの概要と現在の計画状況の説明が行われた。coalitionコンセプトに基づき、特定企業＋特定学術関係者の1:1連携の集合体として運用が行われる予定。日本の放射光ユーザー全体からの参画を希望されているため、コンペ情報の連絡を受け次第、オールジャパンユーザーで構成されているPF-UAにも情報を速やかに公開することを申し合わせた。また、PF-UA拡大ユーザーグループミーティングなどの機会を利用して、東北放射光計画の説明を頂くことを承頂いた。

## PF-UA幹事会・運営委員会メール審議報告

庶務幹事 近藤寛（慶応義塾大学）

PF-UA幹事会・運営委員会のメール審議が行われた。

**日時：**2016年6月8日（水）

審議事項と協議結果は下記の通り。

#### 審議事項（1）

2016年4月25日PF-UA戦略・将来計画小委員会で協議された「KEK放射光計画推進に関するPF-UA検討委員会」の構成（KEK放射光運営形態検討委員会、KEK放射光ビームライン検討委員会、KEK放射光ビーム利用検討委員会）とそのミッション、各委員会委員に関して、意見聴取を行い、原案通り承認された。

#### 審議事項（2）

拡大ユーザーグループミーティングとして「KEK放射光ワークショップ」を9月11、12日の期間開催することが提案され、承認された。

## 平成 28 年度 第 1 回 PF-UA 幹事会、 第 2 回戦略・将来計画小委員会 合同委員会議事録

日時：平成 28 年 7 月 17 日 9:30-11:30

場所：エポカルつくば小会議室 405

出席者：[幹事会] 平井光博（会長）、近藤寛（庶務）、田中信忠（会計）、植草秀裕（書記）、清水敏之（行事）、片山真祥（編集）、山本勝宏（広報）、腰原伸也（戦略）、奥部真樹（推薦・選挙）、上久保裕生（共同利用）、  
[戦略・将来計画検討小委員会] 腰原伸也（委員長；幹事会）、佐藤衛、百生敦、村上洋一  
[オブザーバー] 足立伸一（運営委員）、雨宮健太（運営委員）、小林幸則、船守展正、本田融、藤森淳、兵頭俊夫

・平成 27 年度会計報告（最終）、平成 28 年度予算案が報告され承認された（会計幹事）。

・戦略・将来計画小委員会報告（第 1 回）（戦略・将来計画担当幹事）

3 月に開催された PF シンポジウムでの PF-UA 総会合意により、PF-UA は KEK 放射光計画を支持し、設計段階から全面的に協力する体制を構築し、実質的な貢献を行う。このため 4 月 25 日開催の小委員会では、運営形態検討委員会（運用、利用形態の具体化を検討する）、ビームライン検討委員会（ビームライン、エンドステーション、実験装置の具体化を検討する）、ビーム利用検討委員会（サイエンスケースを検討する）の発足を決定、各委員会の構成、ミッションを協議した。この方針と構成を幹事会・運営委員会のメール審議にて承認した（6 月 8 日）。

・施設報告（村上施設長）

共同利用関係として、今年度のビームタイム、課題採択やユーザー分布、運転計画が紹介された。将来計画関係として、計画の進捗の予定、KEK のプロジェクト実行計画（KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP)）の国際評価委員会で KEK 放射光計画が最優先課題の大型プロジェクトとして位置づけられ、KEK ロードマップの改訂が行われること、KEK 放射光計画の推進体制および CDR (Conceptual Design Report) 暫定版について、放射光計画の必要性や CDR 作成スケジュールを含めて紹介した。

・KEK 放射光計画に対する PF-UA の今後の活動方針（平井会長）

以下の各項について報告・協議を行った。

○ KEK 放射光計画に対する PF-UA の今後の活動方針（平井会長）

PF-UA は KEK 放射光計画に全面的に協力する委員会組織を構築し、オールジャパン体制での実質的な貢献を行う。戦略・将来計画検討小委員会報告（第 1 回）を踏まえた説

明が行われた。運営形態検討委員会、ビームライン検討委員会、ビーム利用検討委員会の構成とミッション、委員選定、各専門委員会のスケジュールについて報告があった。

○ KEK 放射光ワークショップのプログラム（平井会長）  
2016 年 9 月 11 日午後～12 日夕方に高エネルギー加速器研究機構 小林ホールにおいて、ワークショップを行う。ユーザーとの情報共有と議論を行い、利用ケースの全体像を取りまとめる。ビーム利用検討委員会から分科会の世話人を選出し、各分科会での議論の基礎となる話題の取りまとめを行う方向性とプログラム案が提案された。全体運営は共同利用幹事が担当し、プログラム・分科会企画はビーム利用検討委員会世話人が担当する。以上の提案について協議を行い承認した。

○ KEK 放射光計画に対する PF-UA の今後の活動状況の情報発信の方法（平井会長）

ホームページでリンクを作成する、PF News への掲載や臨時号の発行、随時メール配信を行うなど情報発信について協議を行った。また、KEK 放射光計画に関するアンケートを実施することが重要であり、適切な実施時期、内容を今後戦略・将来計画小委員会で検討することとした。

・その他協議事項（庶務幹事）

将来的に、PF-UA 登録・ユーザー情報使用承認手続きを KEK の「共同利用者支援システム」(KRS) で一本化する方向で継続して検討している。一方、暫定的に PF-UA ホームページを改良して情報利用承認だけを行う方法を検討している。その際には PF-UA の web サイトを外部に設置する方向で検討する。

KRS のユーザー登録が消えると PF-UA 登録も消えてしまう問題点を把握している。このため、PF-UA 会則を改定し、退会届を利用する方向で検討する。また個人情報に関する PF-UA 細則を整備し、ユーザーから事前に承諾をとることを検討する。これらを継続して検討する。

PF 職員が正会員 1 として自動的に登録されることが望ましい。このため、PF-UA 会則第 5 条から、PF 職員に関する文言を削除することを承認した。ただし、施設内委員として参加が可能のため、PF-UA 幹事・運営委員は外部ユーザーで構成する。関連する規定の但し書きを削除する。

## 運営形態検討委員会準備会議事録

日時：平成 28 年 7 月 17 日 12:30-14:25

場所：エポカルつくば小会議室 405

・KEK 放射光計画の進捗状況（村上施設長）  
計画の進捗，ロードマップの改訂，放射光計画に関する KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP)，KEK での組織体制，CDR (Conceptual Design Report) 暫定版について，放射光計画の必要性や CDR 作成スケジュールを含めて紹介があった。当委員会は CDR のスケジュールを意識するが，その後も引き続き検討を行う。

・KEK 放射光計画に対する PF-UA の今後の活動方針（平井会長）

3 月に開催された PF シンポジウムでの PF-UA 総会合意を受け，運営形態検討委員会（運用，利用形態の具体化を検討する。オールジャパン体制の構築に働きかける），ビームライン検討委員会（ビームライン，エンドステーション，実験装置の具体化を検討する。CDR，TDR (Technical Design Report) 作成に貢献する），ビーム利用検討委員会（サイエンスケース，サイエンスフラッグシップを検討する。CDR の作成に貢献する）が発足した。各委員会の構成メンバー，ミッションについて詳細な説明があった。

・委員会のミッションの確認（佐藤委員長）

フォトンファクトリー将来計画検討委員会最終報告書にある，次世代放射光施設の利用形態と運営体制について，具体的な検討を行い CDR 等に反映させる。企業・他組織からの参加など，構成メンバーを検討する。

KEK 放射光計画に対する PF-UA の活動経緯，今後の理想的な新放射光の運営体制について，これまでに行った提案について説明があった。

・次世代放射光施設の利用形態と運営体制に関する議論について（足立委員）

次の論点が紹介された。

- ◆ 学術，産業，など多くの視点から，更地からの実際のユーザーによる議論
- ◆ 物質構造科学分野の更なる進展への寄与
- ◆ 必要な機能のブラッシュアップ
- ◆ 大学，大学共同利用機関，大学以外の役割の整理
- ◆ ボトムアップとトップダウンの両方の視点
- ◆ 社会を意識した発信（運営，研究の議論）
- ◆ 大学共同利用の再定義に関する議論

・その他の議論（佐藤委員長）

企業，他組織からの委員の選定についての議論を行い，名前が出た方に委員を依頼する方向で検討することとした。運営体制として，客員研究系，サテライト研究室，オープンラボ的な企業利用などについて議論を行った。

## ビーム利用検討委員会準備会議事録

日時：平成 28 年 7 月 17 日 14:40-16:45

場所：エポカルつくば小会議室 405

・山田和芳 KEK 物構研所長から，「世界最高の放射光施設の実現に向けて」というご挨拶を頂いた。

・KEK 放射光計画の進捗状況（村上施設長）

計画の進捗，ロードマップの改訂，放射光計画に関する KEK Project Implementation Plan (KEK-PIP)，KEK での組織体制，CDR (Conceptual Design Report) 暫定版について，放射光計画の必要性や CDR 作成スケジュールを含めて紹介があった。

・委員会のミッションについて（近藤委員長）

フラッグシップ選定，CDR/TDR に掲載するサイエンスケースの編集，展開されるサイエンスによりビームライン検討委員会へ提案する，新しいサイエンスを目指す研究会の開催等のミッションが紹介された。直近には CDR，ワークショップに寄与する。

・委員会メンバーについて（近藤委員長）

現在の委員構成について承認した。企業や他組織からの委員は委員長が追加する。

・世話人について（近藤委員長）

フォトンファクトリー将来計画検討委員会最終報告書にあるサイエンス十分野，および施設から世話人を選定した。各分野のまとめ役となる。

・CDR に掲載するサイエンスケースについて（近藤委員長）

CDR に掲載するサイエンスケースの意義について，また，委員（サイエンス提案と査読）・UG 代表（UG の将来を見た提案）・世話人（テーマの選定・査読・フラッグシップの検討）の役割分担について説明があった。また，サイエンスケースの査読・編集について方法や日程案が説明された。関連する協議を行った。

・KEK 放射光ワークショップについて（近藤委員長）

9 月 11，12 日に小林ホールで開催という日程が紹介された。PF-UA から共同利用幹事が担当し，この委員会の世話人を中心に分科会の取りまとめをお願いしたい。1 日目にサイエンス分科会，2 日目に分科会のフラッグシップ発表と全体会議という日程を考えている。

・今後の予定（近藤委員長）

サイエンスケースの詳細を元に，対外的アピールであるサイエンスフラッグシップの作成，CDR/TDR の作成への寄与，ビームライン委員会への提案，ワークショップ分科会での議論を行う。直近には CDR テーマのタイトルと執筆者を委員より提案してもらう。

## 人事異動・新人紹介

(着任)

**西河 洋祐 (にしかわ ようすけ)**

1. 平成 28 年 5 月 16 日
2. 物構研 構造生物学研究センター 研究員
3. 大阪大学 蛋白質研究所 研究員
4. 蛋白質の X 線単結晶構造解析

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. 着任日</li><li>2. 現在の所属・職種</li><li>3. 前所属・職種</li><li>4. 専門分野</li><li>5. 着任に当っての抱負</li><li>6. モットー</li><li>7. 趣味 (写真, 5 番～7 番の質問は任意)</li></ol> |
|---|

## 2016年度量子ビームサイエンスフェスタ (第8回 MLF シンポジウム / 第34回 PF シンポジウム) 開催のお知らせ

PF シンポジウム実行委員会委員長 堀場弘司  
MLF シンポジウム実行委員会委員長 鬼柳亮嗣

2016年度量子ビームサイエンスフェスタ(第8回 MLF シンポジウム/第34回 PF シンポジウム)を2017年3月14日(火)~15日(水)の日程で開催する予定となりました。会場はつくば国際会議場(エポカルつくば)です。

このシンポジウムは、施設側スタッフ、ユーザーの皆様が一堂に会することのできる機会ですので、是非ご参加下さいませようお願い申し上げます。

また、例年通り、前日の3月13日(月)の夕方からユーザーグループミーティングを開催いただくことも可能です。

詳細が決まり次第ホームページやPFニュース等で皆様にお知らせ致します。

## PF 研究会「共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の進展」開催のご案内

放射光科学第二研究系 佐賀山基, 中尾裕則

強相関電子系物質では、電子相関により多彩かつ新奇性のある物性現象が次々と発見されており、その物性機構解明には電子状態や電子の持つ自由度である電荷・軌道・スピンの秩序状態を解明することが必要不可欠といえる。その有効な実験手法として、世界的に研究・開発が進められているのが、軟 X 線領域での共鳴 X 線散乱である。軟 X 線領域では 3d 遷移金属の  $L_{2,3}$  吸収端 ( $2p \rightarrow 3d$  遷移) を利用することで直接 3d 電子状態が観測でき、共鳴軟 X 線散乱は 3d 電子の詳細な電子状態やスピン状態を調べる手法として大きく発展している。フォトンファクトリーにおいても、構造物性グループを中心に軟 X 線散乱装置の整備が進められ、斜入射共鳴軟 X 線散乱によるコバルト薄膜の表面秩序状態の観測や、共鳴軟 X 線小角散乱による磁気スキルミオン格子の観測のような成果が上がりつつある。そこで本研究会では、共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の現状と、将来に向けた軟 X 線領域での構造物性研究の展開を議論したい。

一方構造物性研究センター(CMRC)では、センターで利用可能な放射光、ミュオン、中性子を活かし、複数の自由度が同時に状態を変化させる動的な交差相関特性を解明することを目的とした CMRC プロジェクト「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」が発足した。本プロジェクトの中でも、共鳴軟 X 線散乱を相補的に用いる研究計画が立てられており、測定手法(共鳴軟 X 線散乱)と研究対象(強相関物質)の双方の側面から同時に議論を行うことで、今後の研究の更なる発展が期待できる。そこで今回、PF 研究会と CMRC 研究会の合同でワークショップを開催することとした。

### <開催概要>

日時: 2016年9月20日, 21日

会場: 研究本館小林ホール

PF 研究会 提案代表者: 山崎裕一(東京大学/理研),  
藤田全基(東北大)

所内世話人: 佐賀山基(KEK 物構研),  
中尾裕則(KEK 物構研)

参加申込: 研究会ホームページ (<http://www2.kek.jp/imss/pf/workshop/kenkyukai/20160920/>) よりお申込下さい。

旅費のサポート: 希望者は 8/26(金)までにお申込下さい。予算に限りがあり、希望に添えない場合もありますので、予めご了承下さい。

ポスター発表: 発表希望者は奮ってお申込下さい。

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

### <プログラム>

9月20日(火)

<共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の現状と将来 1 >

13:30-14:00 共鳴軟 X 線散乱によるスピントクスチャの観測  
山崎裕一(東大/理研)

14:00-14:20 マルチフェロイック  $\text{Cu}_2\text{OSeO}_3$  におけるスキルミオン格子の電場制御  
岡村嘉大(東大工)

14:20-14:40  $\text{CrNb}_3\text{S}_6$  におけるカイラルソリトン格子の特異な磁場応答の観測  
本田孝志(KEK 物構研)

14:40-15:10 中性子・X 線・ミュオン相補利用による Mn125 系マルチフェロイック物質の磁性・構造研究  
木村宏之(東北大多元研)

15:10-15:30 Coffee break

<共鳴軟 X 線散乱を用いた構造物性研究の現状と将来 2 >

15:30-16:00 共鳴 X 線回折による多極子秩序観察と応用  
田中良和(理研)

16:00-16:30 時間分解軟 X 線回折・分光と SPring-8 BL07LSU での取り組み  
和達大樹(東大物性研)

- 16:30-17:00 共鳴軟X線散乱へ期待すること - 量子ビームの相補利用から -  
藤田全基 (東北大金研)
- 17:00-17:30 共鳴非弾性X線散乱の理論の現状と実験への期待  
遠山貴巳 (東理大)
- < KEK 放射光計画 >
- 17:30-18:00 KEK 放射光 (KEK-LS) 計画の加速器設計  
原田健太郎 (KEK-PF)
- 18:00-18:30 KEK 放射光で期待されるサイエンスの展開  
中尾裕則 (KEK-PF)
- 19:00- 懇親会, ポスターセッション

9月21日 (水)

< 多自由度強相関物質における動的交差相関物性 >

- 9:00-9:20 単結晶X線回折による軌道波動関数測定  
坂倉輝俊 (東北大多元研)
- 9:20-9:40 スピネル型酸化物  $MnV_2O_4$  におけるスピン軌道混成励起の観測  
松浦慧介 (東大新領域)
- 9:40-10:10 逆ファラデー効果による超高速磁化制御  
佐藤琢哉 (九大理)
- 10:10-10:30 Coffee break
- 10:30-11:00 テラヘルツ帯のエレクトロマグノン共鳴  
高橋陽太郎 (東大工)
- 11:00-11:30 偏極中性子非弾性散乱を用いたY型ヘキサフェライトのエレクトロマグノンの研究  
中島多朗 (理研)
- 11:30-12:00 多孔性遷移金属錯体集積体におけるリチウムイオン電池を用いた電氣的磁性制御  
谷口耕治 (東北大金研)
- 12:00- 最後に 佐賀山基 (KEK-PF)

## Photon Factory Activity Report 2016 ユーザーレポート執筆のお願い

PFACR2016 編集委員長 佐賀山基 (KEK・PF)

Photon Factory では、施設の活動報告の一環として毎年 Photon Factory Activity Report (PFACR) を公開しております。これは当該年度に実施された実験課題の結果報告集(ユーザーレポート)であり、広く国内外に配布し PF の研究活動についてお伝えしています。皆様のご協力をおもちして 2015 年度版の編集作業は順調に進み、2016 年秋には公開される予定です。

2016 年度版である PFACR2016 の編集作業を 8 月より開始いたしました。つきましては、皆様が 2016 年度に PF で行われた研究の成果をユーザーレポートとしてお送り下さるようお願い申し上げます。2016 年 4 月から 2017 年 3 月までに実施された実験について寄稿して頂くのが基本ですが、データの解析に時間を要する等が考えられますの

で、期間前の実験結果についての報告も歓迎しています。このユーザーレポートは、2014 年度より共同利用実験課題の終了届を兼ねることになりましたので、課題責任者は一課題につき一報以上をご提出することが求められています。

PFACR は PF が研究活動に関して評価を受ける際の重要な物差しの一つであり、皆様の寄稿は PF におけるユーザー支援、ひいては皆様の研究環境の改善に繋がります。積極的にご執筆頂ければ幸いです。

ユーザーレポートの原稿や電子ファイルの準備・投稿要領は PFACR2016 のホームページ ([http://www2.kek.jp/imss/pf/science/publ/acr\\_submission\\_jp.html](http://www2.kek.jp/imss/pf/science/publ/acr_submission_jp.html)) に掲載しておりますのでご覧下さい。執筆は英語もしくは日本語をお願いします。

<ユーザーレポート提出締め切り: 2017 年 6 月 30 日 (金) >

## 防災・防火訓練のお知らせ

放射光科学第二系 防火・防災担当 野澤俊介・松岡亜衣

高エネルギー加速器研究機構の本年度の防災・防火訓練が **2016 年 11 月 2 日 (水) 午後** に実施されます。

訓練では、緊急地震速報が発令された場合の対処、地震発生後の機構指定避難場所 (PF ニュース裏表紙参照) への避難・誘導、避難場所での職員・ユーザーの安否確認、対策本部への報告などを行います。訓練当日は、PF-AR は直接入射路建設作業のため運転停止中ですが、PF はボーナス運転を予定しており、実験を中断し訓練に参加していただく必要がございます。訓練では避難の際、MBS を閉じさせていただきますので、PF は約 1 時間実験ができなくなります。皆様のご理解とご協力をお願い致します。

さらに防災訓練の後、防火訓練を行います。防火訓練は毎年、各研究所が持ち回りで行ってはいますが、今年度は物構研が担当です。地震により PF 地区で火災が発生したことを想定した防火訓練、消防署にご指導いただく消火栓からの放水訓練などを行います。

東日本大震災が発生した日はその日の朝に運転が終了し、実験ホールにはユーザーの方はあまりいらっしゃいませんでしたが、これまで毎年ユーザーの皆様にもご協力いただき訓練を行っていたこともあり、ユーザー・職員は訓練どおりに避難し、安否確認なども迅速に行うことができました。実験装置の転倒、落下などの被害はあったものの、幸いにして人的被害が全くなかったことは、日頃のユーザーの皆様との防災意識と、毎年の防災・防火訓練に起因していると確信しております。

PF では多くのユーザーが閉じられた空間で実験を行っており、放射線や化学薬品、高圧ガスなども扱っていますので、非常時には迅速な対応が取れるよう、訓練が極めて重要と考えております。一人でも多くの方に参加していただけますようご協力をよろしくお願い致します。

## 平成 29 年度前期共同利用実験課題公募について

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所の放射光科学研究施設（フォトン・ファクトリー）は、電子蓄積リングから放出される放射光を用いて研究を行うための全国共同利用研究施設です。

一般（G 型）、特別 2（S2 型）、大学院生奨励（T 型）の今回の公募は 10 月上旬から受付開始し、締切は 11 月中旬を予定しております（低速陽電子実験施設の共同利用実験課題を併せて公募します）。緊急かつ重要（U 型）、予備実験・初心者（P 型）、特別 1（S1 型）については随時受付をしています。

申請は専用 Web ページ（<https://pmsweb.kek.jp/k-pas>）にアクセスして、必要事項を入力して下さい。これまで PF を利用されていない方は新規にユーザー登録が必要になりますので、余裕を持って申請ください。締切時間は Web システムで設定されており、少しでも締切時間をすぎますと受け付けられなくなりますので十分ご注意ください。2 月に審査結果の速報が電子メールで送られる予定です。採択された課題は平成 29 年 4 月に有効となり、実験が開始できます。

公募要項は「実験・研究公募要項（放射光共同利用実験）」（<http://www2.kek.jp/uskek/apply/pf.html>）をご覧ください。PF のホームページ「PF で放射光利用実験を行うには（利用プログラム）」（<http://www2.kek.jp/imss/pf/use/program/>）にも詳細を掲載しています。

不明な点は下記までお問い合わせ下さい。

**研究協力課 共同利用支援室 共同利用係**

**Tel: 029-864-5126 Fax: 029-879-6137**

**Email: kyodo1@mail.kek.jp**

## 平成 29 年度前期 フォトン・ファクトリー研究会の募集

放射光科学研究施設長 村上 洋一

物質構造科学研究所放射光科学研究施設（フォトン・ファクトリー）では放射光科学の研究推進のため、研究会の提案を全国の研究者から公募しています。この研究会は放射光科学及びその関連分野の研究の中から、重要な特定のテーマについて 1～2 日間、高エネルギー加速器研究機構のキャンパスで集中的に討議するものです。年間 6 件程度の研究会の開催を予定しております。

つきましては研究会を下記のとおり募集致しますのでご応募下さいますようお願いいたします。

### 記

**1. 開催期間** 平成 29 年 4 月～平成 29 年 9 月

**2. 応募締切日** 平成 28 年 12 月 16 日（金）  
〔年 2 回（前期と後期）募集しています〕

**3. 応募書類記載事項**（A4 判、様式任意）

- (1) 研究会題名（英訳を添える）
- (2) 提案内容（400 字程度の説明）
- (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
- (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
- (5) 開催を希望する時期
- (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名

**4. 応募書類送付先**（データをメールに添付して送付）

放射光科学研究施設 主幹秘書室 濱松千佳子

Email: pf-sec@pfqst.kek.jp TEL: 029-864-5196

なお、旅費、宿泊費等については実施前に詳細な打ち合わせのうえ、支給が可能な範囲で準備します（1 件当り上限 30 万円程度）。開催日程については、採択後に PAC 委員長と相談して下さい。また、研究会の報告書を KEK Proceedings として出版していただきます。

## KEK 一般公開のお知らせ

一般公開実行委員会

放射光科学第一・第二研究系 船守展正、武市泰男

加速器第七研究系 阿達正浩

今年度の KEK 一般公開は 9 月 4 日（日）に開催されます。普段は見ることのできない施設や装置が多数公開となるほか、第一線で活躍する研究者による講演、こども向け体験コーナーなど、様々な企画を用意してお待ちしております。

水素発見 250 周年の今年、PF では「あっちこっち、H（水素）！」をテーマに展示を行います。燃料電池に利用される水素、高温超伝導の発現が予測される高圧下の水素、体の中で活躍する水素の解説や実際のビームライン機器を使った放射光実験の解説など、楽しく見て触って学べる展示を PF スタッフ一丸となって準備中です。また、今年は 4 年ぶりに PF リングを公開します。1 周 187 メートルのリングに整然と並ぶ電磁石群や挿入光源などの実物を見学することが可能です。毎年好評をいただいている景品付きクイズラリーも実施予定です。他に PF サイトでは物構研展示コーナーも設置し、放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子それぞれのビームを利用した研究や J-PARC 施設の解説などを行います。また、山田和芳物構研所長による「物質の中の水素がつくるワンダーランド」、千田俊哉構造生物学研究センター長による「タンパク質のこと教えます。大きさ、形、働き、そしてガンとの関係」の二つの講演が予定されています。他に KEK の全体企画としては、霧箱

教室、小林誠杯クイズ王決定戦、おもしろ物理教室（今年度は、物構研の担当で「ポケット分光器を作ろう」）などが準備されており、お子さんからお年寄りまで楽しめるような企画が盛り沢山ですので、放射光ユーザーの皆様も普段とは異なる KEK を楽しんでいただけたらと思います。ご家族、ご友人お誘い合わせの上、KEK 一般公開にお越し頂きますよう職員一同心よりお待ち申し上げます。

一般公開当日はつくばセンター（つくばエクスプレス「つくば駅」下車すぐ）と KEK 間の無料送迎バスが運行されます。自家用車でお越しの方は、KEK 内に臨時駐車場を設置しますので直接 KEK までお越しください。KEK 内では無料の巡回バスを運行しますので構内の移動にご利用ください。KEK 一般公開に関する詳しい情報は <https://www2.kek.jp/openhouse/> をご参照ください。物構研特設サイト (<http://www2.kek.jp/imss/news/2016/topics/openhouse/>) もあります。

**1. 日時：**2016 年 9 月 4 日（日）9：00～16：30

**2. 公開施設：**フォトンファクトリー、電子陽電子入射器、SuperKEKB 加速器、BelleII 測定器、コッククロフト・ウォルトン型高電圧加速器、超伝導低温工学センター、計算科学センター、放射線科学センター、機械工学センター、先端計測実験棟、先端加速器試験棟（ATF）／超伝導リアック試験施設棟（STF）など

**3. 展示：**大強度陽子加速器（J-PARC）、ATLAS 実験、ニュートリノ振動実験、国際リニアコライダー計画、理論展示など

#### 4. 講演（小林ホール）：

◇ 10：00～10：45 千田俊哉（物質構造科学研究所構造生物学研究センター長）

「タンパク質のこと教えます。大きさ、形、働き、そしてガンとの関係」

◇ 11：15～12：00 山田和芳（物質構造科学研究所長）  
「物質の中の水素がつくるワンダーランド」

◇ 13：30～14：15 都丸隆行（共通基盤研究施設超伝導低温工学センター准教授）

「ついに発見！重力波で宇宙を観よう」

◇ 14：45～15：30 山中 将（共通基盤研究施設機械工学センター長）「超伝導加速空洞のつくりかた」

#### 5. サイエンスカフェ（1号館ホワイエ）：

◇ 10：45～11：30 高橋将太（KEK 素粒子原子核研究所広報コーディネーター）「素粒子のトリセツ」

◇ 12：30～13：15 藤本順平（KEK 素粒子原子核研究所講師）  
「国際リニアコライダー計画に関する話題（予定）」

◇ 14：00～14：45 文珠四郎秀昭（KEK 環境安全管理室長 / 共通基盤研究施設放射線科学センター教授）

「ミネラルウォーターと水道水—どこが違う、どう違う—」

◇ 15：15～16：00 山内 正則（KEK 機構長）

「加速器でわかったこと、わからないこと」

#### 6. その他の主な企画：○第 5 回小林誠杯クイズ王決定戦

○霧箱教室○ラジオを作ってみよう○おもしろ物理教室○科学おもちゃで遊ぼう！○なんでも質問コーナーなど。

---

## 予 定 一 覧

### 2016 年

9 月 4 日 KEK 一般公開（KEK つくばキャンパス）

9 月 11 日～12 日 KEK 放射光ワークショップ

9 月 20 日～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（KEK・小林ホール）

10 月 28 日 PF 平成 28 年度第二期ユーザー運転開始

11 月 2 日 防災・防火訓練

12 月 16 日 平成 29 年度前期フォトン・ファクトリー研究会公募締切

12 月 19 日 PF 平成 28 年度第二期ユーザー運転終了

### 2017 年

1 月 7 日～19 日 第 30 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム（神戸芸術センター）

3 月 14 日～15 日 2016 年度量子ビームサイエンスフェスタ 第 8 回 MLF シンポジウム／第 34 回 PF シンポジウム（エポカルつくば）

※最新情報は <http://pfwww.kek.jp/spice/getscht.txt> をご覧下さい。

## 第30回日本放射光学会年会・ 放射光科学合同シンポジウム開催要項

1. 開催日 2017年1月7日(土), 8日(日), 9日(月・祝)

2. 場所 神戸芸術センター(兵庫県神戸市中央区熊内橋通7-1-13)

3. 主催 日本放射光学会

共催 高輝度光科学研究センター、理化学研究所放射光科学総合研究センター、大阪大学蛋白質研究所、科学技術交流財団あいちシンクロtron光センター、九州大学シンクロtron光利用研究センター、高エネルギー加速器研究機構放射光科学研究施設、佐賀県立九州シンクロtron光研究センター、佐賀大学シンクロtron光応用研究センター、産業技術総合研究所分析計測標準研究部門、自然科学研究機構分子科学研究所極端紫外光研究施設、SPring-8ユーザー協同体(SPRUC)、東京大学物性研究所軌道放射物性研究施設、東京大学放射光連携研究機構、東京理科大学総合研究院赤外自由電子レーザー研究センター、東北七国立大学東北放射光施設推進室、名古屋大学シンクロtron光研究センター、日本原子力研究開発機構、日本大学電子線利用研究施設、PF-ユーザアソシエーション(PF-UA)、兵庫県立大学 New SUBARU、広島大学放射光科学研究センター、VUV・SX 高輝度光源利用者懇談会、UVSOR 利用者懇談会、立命館大学 SR センター、量子科学技術研究開発機構

4. 組織委員会 ([ ]は推薦団体, ( )は所属機関, ○は委員長)

吾郷日出夫[理研放射光セ]、虻川匡司[東北放射光施設推進室]、雨宮健太[KEK-PF]、石井賢司[量研機構]、石川哲也[学会会長(理研)]、植草秀裕[PF-UA(東工大)]、太田俊明[立命館大SR]、郭其新[佐賀大]、木村洋昭[副実行委員長(JASRI)]、熊坂崇[JASRI、副プログラム委員長]、解良聡[分子研]、後藤俊治[実行委員長(JASRI)]、瀬戸山寛之[SAGA-LS]、高嶋圭史[名大]、高原淳[九大]、竹田美和[AichiSR]、築山光一[東京理科大]、豊川弘之[産総研]、新部正人[兵庫県立大]、西堀麻衣子[SPRUC(九大)]、早川恭史[日大]、福井一俊[UVSOR 懇(福井大)]、松尾光一[HiSOR]、松下智裕[プログラム委員長(JASRI)]、宮脇淳[東大物性研]、矢板毅[原子力機構]、○矢代航[学会行事幹事(東北大)]、山下栄樹[阪大蛋白研]、和達大樹[東大放射光連携、VUV・SX 懇(東大物性研)]、渡部貴宏[学会会計幹事(JASRI)]

5. プログラム要綱

- ・ 7日午後に総会、特別講演を開催予定です。
- ・ 8日夕方に懇親会を開催予定です。
- ・ 8日、9日は企画講演、オールセッション、ポスターセッション、企業展示、施設報告等を行う予定です。

## 6. 参加費・懇親会費

### 参加費

区分		11月30日までに支払	12月1日以降 (現地での支払いを お願いいたします)
一般	放射光学会員	6,000円	7,000円
	共催団体(特別賛助団体)会員・職員	7,000円	8,000円
	共催団体(上記以外)会員・職員	8,000円	9,000円
	非会員	12,000円	13,000円
学生	放射光学会員	3,000円	4,000円
	共催団体会員	3,000円	4,000円
	非会員	4,000円	5,000円

### 懇親会費

区分	11月30日までに支払	12月1日以降 (現地での支払いを お願いいたします)
一般	6,000円	7,000円
学生	3,000円	4,000円

- ・ 発表申込時に参加登録を一緒に行っていただきます。その際、参加費および懇親会費の支払いの手続きも行ってください。事前の支払いは、クレジットカード払い、銀行振込が可能です。手続きの方法は、参加登録開始後放射光学会ホームページ上(<http://www.jsrr.jp>)でご確認ください。なお、参加をキャンセルされた場合の返金はいたしません。
- ・ 参加登録のみの場合も、同じく学会ホームページからできるだけ事前に行ってください。
- ・ 12月1日以降の参加登録、または、11月30日までに事前に支払手続きを行わない場合は、12月1日以降の参加費を現地受付でお支払いください。
- ・ プログラム(冊子)は当日現地受付にてお渡しいたします。また、予稿集については、今回からWeb公開のみとなりました(12月上旬公開予定、一つのPDFファイルにまとめたものも用意いたします)。11月30日までに支払を済まされた方には、公開時に閲覧のためのパスワードを送付いたします。会場には無線LANが届かない部屋もありますので、予めダウンロードいただくことをお勧めいたします。なお、会場でも貸出用USBメモリーから、ご自分のPCにコピーすることができます。

## 7. 発表者資格

日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムの一般講演・ポスターの発表者(一般講演の登壇者またはポスター発表の説明者)は、①主催団体の日本放射光学会会員、または、②共催団体の会員か職員に限ります。

- (1) 共催団体の会員または職員で日本放射光学会会員となっていない方は、放射光科学の発展に学会が果たしている役割をご理解いただき、ぜひ日本放射光学会への入会をご検討いただきたく存じます。

- (2) 発表を希望される方で、発表申込み時点で上記の資格を有しない方は、発表当日までに資格を取得する必要があります。上記①の資格を必要とする方は、日本放射光学会への入会申込み手続きを至急行ってください。
- (3) 発表者が日本放射光学会の会員、または共催団体の会員・職員である場合は、共同発表者の中に上記の資格を満たさない方が含まれていても差し支えありません。

## 8. 発表申込について

- ・ 受付開始:**2016年9月1日(木)**
- ・ 申込締切:**2016年10月3日(月) 17:00 厳守**  
申込方法:日本放射光学会ホームページ(<http://www.jssrr.jp>)を通して、発表申込、予稿集原稿提出、参加申込を行ってください。
- ・ ネットワークトラブル回避の為、締切日直前の申込みはなるべく避けて下さい。
- ・ 発表形式:オーラルとポスターがあります。希望される発表形式を選択して下さい。
- ・ 発表番号通知:2016年11月上旬に日本放射光学会ホームページ上で公開いたします。

## 9. 予稿集原稿について

- ・ PDFファイルで作成の上、発表申込の際に投稿してください。
- ・ 原稿形式 発表1件につき、予稿は1/1ページ(A4/縦置き)です。
- ・ A4(縦長)に下記の要領で文字を打ち込み、原稿を作成して下さい。
  - ①用紙の余白/上2.5 cm, 下1.5 cm, 左右2.5 cm
  - ②1行目左端… 実験を行った施設名(12ポイント)
  - ③2行目中央… 表題(18ポイント)
  - ④3行目… 空ける
  - ⑤4行目中央… 著者名・所属(14ポイント)
  - ⑥5行目代表著者のメールアドレス(E-mail: …の形式;14ポイント)
  - ⑦6行目… 空ける
  - ⑧7行目… 本文(14ポイント)
- ・ 文字化けを避けるために必ずフォントを埋め込んでファイルを作成して下さい。

## 10. プログラムの掲載

- ・ プログラムは、11月上旬に日本放射光学会ホームページ上に掲載いたします。
- ・ 日本放射光学会誌「放射光」**第29巻6号(2016年11月末発行予定)**に掲載いたします。

## 11. 企画講演の公募

前回と同様に、会員全体から企画講演を公募します。企画講演の形式や応募先・締切等は以下を参照ください。

- ・ 時間配分:1つの企画講演を、趣旨説明を含めて全体で120~180分で4枠予定されています。
- ・ 企画の提案者には、講演の最初に趣旨説明と会期終了後の報告書の提出をお願いします。
- ・ 応募先:日本放射光学会事務局([jssrr@jssrr.jp](mailto:jssrr@jssrr.jp))宛に電子メールで、①企画講演タイトル、②提案理由(200字程度)、③講演者および時間配分を明記し、応募してください。
- ・ 応募締切:**2016年8月29日(月) 9:00**

## 12. 会場へのアクセス, 交通のご案内

### ○新幹線を利用する場合

山陽新幹線 新神戸駅 から 徒歩約 5 分

### ○在来線・私鉄を利用する場合

JR 神戸線 三ノ宮駅、あるいは、阪急神戸線、阪神本線 神戸三宮駅 乗り換え  
市営地下鉄 三宮駅 → 新神戸駅 約 2 分

### ○神戸空港を利用する場合

ポートライナー 神戸空港駅 → 三宮駅 約 18 分  
市営地下鉄 三宮駅 → 新神戸駅 約 2 分

### ○大阪空港を利用する場合

リムジンバス 大阪空港 → 神戸三宮 約 40 分  
市営地下鉄 三宮駅 → 新神戸駅 約 2 分

### ○車を利用する場合

阪神高速 3 号神戸線生田川 I.C.から約 5 分

# 運転スケジュール(Sep. ~Dec. 2016)

E : ユーザー実験    B : ボーナスタイム  
 M : マシスタディ    T : 立ち上げ  
 MA : メンテナンス    HB : ハイブリッド運転

9月	PF	PF-AR	10月	PF	PF-AR	11月	PF	PF-AR	12月	PF	PF-AR
1(木)			1(土)			1(火)	E		1(木)		
2(金)			2(日)			2(水)	B		2(金)		
3(土)			3(月)			3(木)			3(土)	E	
4(日)			4(火)			4(金)			4(日)		
5(月)			5(水)			5(土)	E		5(月)		
6(火)			6(木)			6(日)			6(火)		
7(水)			7(金)			7(月)			7(水)	B	
8(木)			8(土)			8(火)			8(木)	M	
9(金)			9(日)			9(水)	B		9(金)		
10(土)			10(月)			10(木)	M		10(土)		
11(日)			11(火)			11(金)			11(日)	E	
12(月)			12(水)			12(土)			12(月)		
13(火)			13(木)			13(日)	E		13(火)		
14(水)			14(金)			14(月)			14(水)	B	
15(木)	STOP	STOP	15(土)	STOP	STOP	15(火)		STOP	15(木)		STOP
16(金)			16(日)			16(水)	B		16(金)		
17(土)			17(月)			17(木)	M		17(土)	E	
18(日)			18(火)			18(金)			18(日)		
19(月)			19(水)			19(土)			19(月)		
20(火)			20(木)			20(日)			20(火)		
21(水)			21(金)			21(月)	HB		21(水)		
22(木)			22(土)			22(火)			22(木)		
23(金)			23(日)			23(水)			23(金)		
24(土)			24(月)			24(木)	MA/M		24(土)		
25(日)			25(火)			25(金)			25(日)	STOP	
26(月)			26(水)	T/M		26(土)			26(月)		
27(火)			27(木)			27(日)	E		27(火)		
28(水)			28(金)			28(月)			28(水)		
29(木)			29(土)			29(火)			29(木)		
30(金)			30(日)	E		30(水)	B		30(金)		
			31(月)						31(土)		

スケジュールは変更されることがありますので、最新情報はPFホームページ(<http://www2.kek.jp/imss/pf/>)の「PFの運転状況／長期スケジュール」(<http://www2.kek.jp/imss/pf/apparatus/schedule/>)をご覧ください。

## PAC 速報

共同利用・広報グループ 兵藤一行  
宇佐美徳子

今回の放射光共同利用実験審査委員会（PFPAC）は、7月5日分科会（化学・材料）、7月11日分科会（生命科学 I）、7月19日分科会（電子物性、構造物性、生命科学 II）、7月20日全体会議の日程で開催されました。

審査の結果、p.51～p.55の実験課題が採択となりました。その後、7月25日の物質構造科学研究所運営会議の審議を経て最終決定となりました。

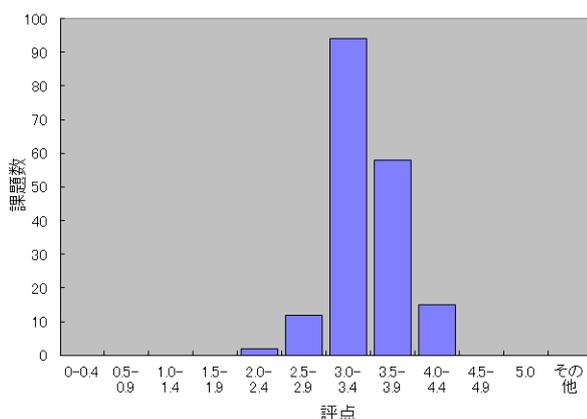
### 1. G型課題

5月10日に締め切られた平成28年度後期共同利用実験課題公募には181件の課題申請があり、審査の結果、採択課題166件、条件付き採択課題13件、不採択課題2件となりました。課題の採択基準は、全体会議での審議により評点2.5以上と設定されています。また、4件の課題については二分科会で審議がなされました。それぞれの分科会に対応した実験ステーションで実験を行う場合の評点がそれぞれ付与されます。

#### 「条件付き採択課題について」

条件付き採択課題は、申請者からの補足説明に対するPAC委員長の判断により条件が解除されて実施可能となります。今回も、この中には試料名、その安全性に関する記述が十分でないために条件付きとなった課題が多数ありました。試料の安全性や安全確保策がわかるように、申請書のVの欄に記述してください。条件付き採択課題となった課題の決定通知書には、条件に関する最初の返答（最終返答でなくても結構です）に関する期限を明記してあります。

平成28年度後期PAC 評点分布



それまでに回答が無い場合には不採択となりますのでご注意ください。

条件付き採択課題への条件の一例を下記に示します。今後の課題申請時の参考にしていただきますようお願いいたします。この他、課題名の再検討が条件となった課題もありました。

#### ＜条件付き採択課題の条件例＞

- 試料の病原性感染性の有無、それが組換え体であるかどうかについて、PAC委員長に報告してください。また、条件付きとははなくても、申請書のVの欄への記述が不十分な申請書が多く見られます。この欄には、上述のように実験に使用する試料名とその安全性について記入していただくことになっています。施設の安全担当者が判断しやすいように、この欄は必ず詳細を記述していただくように改めてお願いいたします。生命科学 I 分科会への申請課題等の生物由来の試料は、由来生物種も必ずご記入ください。

#### 「イエローカード方式について」

PFを利用して出版された論文の登録を促進するために、これまでに採択・実施された課題からの報告論文数が少ない課題申請者に対して調査をして、その結果を課題評価に加味してきました。このルール（イエローカード方式）は、今回から課題申請時に実験課題申請システムによる自動判定がなされ、論文の追加登録や論文が出版されなかった課題に関する理由書提出がなされた後で課題申請が可能となるように設定されています。理由書が提出された場合、下記に示すルール（「論文」は、修士論文、博士論文は除きます）に従い、その内容をPACで検討して評点を減点する場合もあります。

課題申請をする時、このようなことが起きないように論文出版時にはKEK研究成果管理システムからの論文登録を忘れず、かつ速やかにしていただきますよう改めてお願いします。PFで得られた研究成果の社会への還元という意味からも、PFへの積極的な論文登録をお願いします。また、PFを少しでも利用して記述された大学院生の修士論文、博士論文の登録も改めてお願いします。更に、2015年秋から稼働したKEK研究成果管理システムには、招待講演、特許、プレスリリース等の研究成果も登録していただけるようになりました。積極的な研究成果の登録をどうぞよろしくお願いします（<http://www2.kek.jp/imss/pf/use/result/>）。

#### 論文登録状況の条件について

申請課題の採択時から遡り、課題の有効期間が終了して1年から6年経過した課題（P型課題を除く）が3件以上ある場合について、

- 採択課題数の1/3以上の課題について論文が登録されて

いない実験責任者に事情を照会する（yellow card 調査対象）。

- 調査の回答に基づき、問題点の解析を行う。
- 回答がない実験責任者の申請課題は不採択とする。
- 論文登録の少ない実験責任者の申請については、実験責任者からの回答、該当期間の課題に関する論文登録状況、学位論文等の登録状況を考慮し、PAC 分科会で評点の減点を提案し、PAC で決定する。減点は以下の基準で行う。

\* 2/3 以上の課題について論文登録がない場合は、-1.0 を基準とする。

\* 1/3 を越える課題について論文登録がない場合は、-0.5 を基準とする。

## 2. S2 型課題

5月10日に締め切られた平成28年度後期共同利用実験課題公募には2件の課題申請があり、審査の結果、採択となりました。採択された課題は以下のとおりです。

課題番号：2016S2-005

課題名：新規スピントロニクス材料の薄膜・界面が示す特異な物性の多自由度軟X線分光

責任者：東京大学大学院理学系研究科 藤森 淳  
ビームライン：BL-4C, BL-7A, BL-12C, BL-16A

課題番号：2016S2-006

課題名：低速陽電子回折法による表面構造解析  
責任者：高エネルギー加速器研究機構 兵頭俊夫  
ビームライン：低速陽電子

## 3. T 型課題

5月20日に締め切られた平成28年度後期共同利用実験課題公募には2件の課題申請があり、審査の結果、採択となりました。採択された課題は以下のとおりです。

課題番号：2016T002

課題名：窒素含有芳香族有機分子と金属表面の界面における電子相互作用の測定  
責任者：総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科 宮澤徹也  
ビームライン：BL-3B, BL-13A/B

課題番号：2016T003

課題名：金属錯体の高酸化状態における構造および詳細な電子状態と反応性の相関  
責任者：茨城大学大学院 理工学研究科 大下宏美  
ビームライン：BL-9A, NW10A

今後この課題カテゴリーへの大学院生の積極的な応募を期待します。このT型課題は、ユーザーコミュニティ

(PF-UA)と数年にわたり議論を重ねて設置された課題区分であり、PFを高度に活用した優れた研究を主体的に推進する大学院生を、大学とPFが共同して指導、支援を行い、放射光科学の将来を担う人材の育成を行うことを目的としています。

## 4. MP 課題

5月10日に締め切られた平成28年度後期共同利用実験課題公募には1件の課題申請があり、物質構造科学研究所のPAC（放射光、中性子、ミュオン）で審議中です。

## 5. PF 研究会

今期は、以下の4件のPF研究会申請が採択されました。

「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～」

提案代表者：高エネルギー加速器研究機構  
木村正雄, 野澤俊介, 中尾裕則

開催予定時期：2016年12月

「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」

提案代表者：高エネルギー加速器研究機構  
組頭広志, 熊井玲児, 木村正雄

開催予定時期：(2016年10月以降) 早期開催検討中

「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」

提案代表者：日本原子力研究開発機構 下山巖  
量子科学技術研究開発機構 横谷明徳

開催予定時期：2016年10月

「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」

提案代表者：高エネルギー加速器研究機構 岸本俊二  
日立製作所 米山明男

開催予定時期：2016年10月

## 5. その他

以下の項目がPACで報告、審議されました。

報告事項（抜粋）

- PFの将来計画についてなど（村上施設長）、P型課題審査結果、施設留保ビームタイム採択課題、内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題についてなど（足立PFAC委員長）
- マルチプローブ共同利用実験課題に関する申合せの修正について  
審査会について、評価方法について、物質構造科学研

研究所内の PAC 委員長（放射光，中性子，ミュオン）間で検討が行われていることが報告されました。

審査会について：書類審査のみの参加を認める，テレビ会議での審査員参加を認める。

評価方法について：課題責任者はサイエンスフェスタのポスターとして発表する，課題評価者 3 名がポスターを審査し審査結果を各 PAC に報告する。このことに関連して，PF-PAC からは審査委員数 5 名を増やすという意見が出されていることが，再確認されました。

## 審議事項

各分科会にて意見交換がなされた以下の 2 件について，分科会からの報告，全体での意見交換がなされました。

### •PF-PAC の分科会，全体会議のあり方について

KEK として推進している開催会議を簡略化して実効的な運用を行うことや，最近の分科会，全体会議参加者の状況を考慮して，全体会議を放射光，低速陽電子利用等に関して全体に関わる議論を中心に行うこととし，全体会議の構成委員を変更する（分科会責任者と職務指定者で構成）ことが，PF 側から提案されました。このことに関して，分科会から幅広く意見を反映するためにも各分科会からの参加者は二名が望ましい，全体会議は放射光戦略会議としての役割もあるので現状の全体会議方式の方が望ましい，全体会議で議論することは事前に分科会で十分議論することが必要，などの意見が出されました。この件は，引き続き，検討事項となっています。

### •優先課題における科学研究費の扱いについて

利用者からの要望もあり，現在，優先課題の対象とされていない科学研究費での優先課題申請を可能とすることが，PF 側から提案されました。このことに関して，全分科会から了承する意向が示されましたが，具体的なチームタイム配分に関して PAC で審議される課題との関係（チームタイム配分の上限値設定など），PAC で審議されていない課題（施設利用，共同研究，優先利用など）間の関係について，全体の配分指針設定が必要ではないか，収入経費は実験ステーションにも還元して欲しい，放射光の利用に関する部分は審査が必要ではないか，研究成果は公開であり研究成果の評価も必要ではないか，などの意見が出されました。今回は優先課題設定の定義から，「ただし，科学研究費助成事業による研究課題を除く。」という文言を削除することは了承されましたが，運用については，引き続き，検討事項となりました。

### •その他

以下の事項に関する意見交換を行い，引き続き，検討を行うことになりました。

◆イエローカード方式での，修士論文，博士論文の取り扱いについて，また対象期間での出版論文数の取り扱いについて

◆ S2 型課題の設定，PF シンポジウムでのポスター発表に関する書式設定や評価結果の取り扱いについて

◆生命科学 I 分科会への実験課題申請時にタンパク質結晶の準備状況を一覧表で提出することについて

◆審査において過去の出版状況は別に考慮される（イエローカード方式）ことを，課題申請時に申請者にわかるように WEB 等に明記すること

◆ KEK での会議の議事公開について

会議開催に関する KEK の指針に関連して，本委員会では実験審査委員会であることを考慮して委員名簿と議事次第を公開することが管理局から提案され了承されました。

## 平成 28 年度後期放射光共同利用実験採択課題一覧 (G)

受理番号	課 題 名	所属	実験責任者	ビームライン
<b>1. 電子物性</b>				
2016G509	電場印加反応場における担持金属触媒の電子状態測定	早稲田大学	関根 泰	13A/B
2016G512	反射高速陽電子回折によるAg(100)上のバナジウム酸化物超薄膜の構造解析	立教大学	枝元 一之	低速陽電子
2016G521	超高分解能-電子Cold Collision実験	東京工業大学	北島 昌史	20A
2016G529	光電子分光によるゴム-真鍮接着劣化機構の解明	東京工業大学	小澤 健一	13A/B, 3B
2016G534	イオンビーム励起反応場により生成された固体内ナノ金属微粒子のXMCDによる磁性評価	大阪府立大学	岩瀬 彰宏	16A
2016G539	有機分子系のドーピングの機構解明：内殻、価電子帯、分子構造の相補的理解	筑波大学	山田 洋一	13A/B, 3B
2016G547	金属薄膜を用いた低エネルギーポジトロニウムビームの生成とその応用	東京理科大学	長嶋 泰之	低速陽電子
2016G555	高分解能ARPESによるトポロジカル半金属のバルク・表面電子構造の研究	東北大学	相馬 清吾	2A
2016G568	ゲルマニウム単結晶表面からのポジトロニウム放出プロセスの解明	東京理科大学	長嶋 泰之	低速陽電子
2016G569	界面酸化物を介した強誘電・強磁性接合の電界効果とサイト別磁気状態の観察	KEK物構研	酒巻 真粧子	12C, 16A
2016G582	X線ラマン散乱によるTi酸化物ナノ粒子の電子構造の研究	弘前大学	手塚 泰久	7C, 16A, 2B, 13A/B
2016G583	二硫化モリブデン成長過程のXAFS/PEEMによる研究	量子科学技術研究 開発機構	圓谷 志郎	27A
2016G584	ハイブリッド光電変換材料の電子構造評価	筑波大学	櫻井 岳暁	13A/B, 3B
2016G587	半導体基板上の有機薄膜へのガス吸着効果の検討	横浜国立大学	大野 真也	7A, 16A, 13A/B, 3B
2016G595	X線準結晶集光素子を用いた計測	筑波大学	伊藤 雅英	11D
2016G596	不純物誘起金属絶縁体転移を示す遷移金属酸化物ナノ結晶の共鳴非弾性X線散乱	佐賀大学	石渡 洋一	7C, 16A, 2B, 13A/B
2016G599	強いスピン軌道相互作用を有するキラル結晶におけるスピン偏極したバンド構造の研究	東京大学	坂野 昌人	28A/B
2016G601	X線発光分析によるTi <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ナノ粒子の電子状態の研究	物材機構	辻本 吉廣	16A
2016G602	新規2次元物質の高分解能光電子分光研究	東京大学	松田 巖	2A
2016G605	強磁性薄膜上有機ラジカルの磁気特性に関する研究	名古屋大学	江口 敬太郎	16A
2016G607	全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) 法による2層グラフェン層間化合物の表面構造解析	東京大学	高山 あかり	低速陽電子
2016G610	電子・電子・イオン同時計測による分子の光三重イオン化ダイナミクスの研究	上智大学	小田切 丈	16A, 28A/B
2016G611	遷移金属ダイカルコゲナイドにおける多様な相転移現象の研究	東京大学	石坂 香子	28A/B
2016G613	格子と軌道を制御した希土類遷移金属薄膜の垂直磁気異方性と磁化反転挙動	日本原研機構	安居院 あかね	16A
2016G615	5d電子系物質で開拓する強相関トポロジカル量子相	東京大学	近藤 猛	28A/B
2016G618	軟X線蛍光収量深さ分解XMCD法の開発と電界中における界面観察	KEK物構研	酒巻 真粧子	16A
2016G620	重質炭化水素中硫黄の形態分析	秋田大学	加藤 貴宏	11B
2016G621	Electronic-structure engineering of 2D electron gases in functional oxides	Universite Paris-Sud CSNSM	Andres F. SANTANDER -SYRO	2A
2016G622	カイラル反強磁性体におけるトポロジカルな強相関電子構造の研究	東京大学	黒田 健太	28A/B
2016G623	3d遷移金属添加AlNの電子バンド構造の解明	京都工芸繊維大学	圓田 早紀	2A
2016G626	角度分解光電子分光法を用いたFe <sub>2</sub> VAl合金の高温熱電特性のメカニズムの解明	名古屋工業大学	宮崎 秀俊	28A/B
2016G639	MnおよびFe酸化物の遷移金属 3s→2p <sub>1/2</sub> 軟X線発光スペクトルに観測される交換分裂	大阪府立大学	田口 幸広	16A, 2B, 13A/B
2016G656	放射光軟X線分光を用いた薄膜二次電池用材料の解析	産総研	細野 英司	7A, 2A, 2B
2016G660*	トイダル秩序を示す強相関5f電子系化合物における新奇電流磁気効果の微視的観測	KEK物構研	田端 千紘	4C, 8B, 11B, 16A, NE1A, 3A
2016G667	鉄系超伝導体Rb <sub>x</sub> Fe <sub>2-y</sub> Se <sub>2</sub> の角度分解光電子分光	岡山大学	横谷 尚睦	28A/B
2016G675	2価鉄を含むプルシアンブルー類似体の電子状態と構造の相関	大阪府立大学	岩住 俊明	7C, 11A
<b>2. 構造物性</b>				
2016G520	超重力下で変化したLiTaO <sub>3</sub> 単結晶の構造	熊本大学	吉朝 朗	10A
2016G523	水素ハイドレートの大メガバル以上での新奇な高压相の探査と構造進化の解明	立正大学	平井 寿子	18C
2016G524	ハイドロゲネットCa <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (H <sub>4</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> の圧力誘起構造転移による対称性変化	筑波大学	興野 純	10A
2016G533	静水圧条件下にある氷VII相の単結晶構造解析	東京大学	小松 一生	10A
2016G535	GaN結晶のメソスコピックなスケールでのひずみ場と表面再構成構造の研究	日本女子大学	秋本 晃一	4C, 14B, 20B, 3A
2016G542	ヘテロ芳香族化合物の圧力による分子間相互作用の変化と圧力誘起化学反応	名古屋大学	篠崎 彩子	18C, NE7A

2016G548	Structural study of the superconducting indium atomic layer by surface x-ray diffraction	産総研	徹郎 白澤	18B
2016G558	沈み込み帯における含水鉱物中の水素結合の挙動解明	東北大学	栗林 貴弘	10A
2016G565	ヘテロ積層した光機性能性ナノシートの構造解析	物質・材料研究機構	坂井 伸行	6C
2016G571	Al-Co-Pd系マッカイクラスタの精密構造解析	東北大学	杉山 和正	6C
2016G579	ナノ薄膜系から誘導した炭化物ナノシートの構造解析	京都大学	福田 勝利	6C
2016G585	蛍光X線ホログラフィーによるCe:GAGGシンチレータ結晶中カチオンサイト周囲の3D格子構造解析	山形大学	北浦 守	6C
2016G588	異種金属単結晶電極上への貴金属超薄膜形成過程のその場構造追跡	物質・材料研究機構	増田 卓也	3A
2016G590	炭素ナノ材料に閉じ込められたLennard-Jones型分子の構造物性	神奈川大学	客野 遥	8A, 8B
2016G592	蛍光X線ホログラフィーによるホイスラー型熱電材料の添加元素周囲3次元局所構造	名古屋工業大学	木村 耕治	6C
2016G593	放射光核共鳴散乱法を用いたB20型構造鉄ゲルマニウム合金薄膜表面・界面における磁気特性の解明	東京大学	福谷 克之	NE1A
2016G598	ポストペロブスカイト相転移カイネティクスと塑性変形の相互作用	九州大学	久保 友明	NE7A
2016G634	配向カーボンナノチューブおよびグラフェンの構造研究	首都大学東京	真庭 豊	8A, 8B
2016G641	ポストペロブスカイト型CaIrO <sub>3</sub> の原子変位挙動と弾性特性	山口大学	中塚 晃彦	10A
2016G644	新規ABC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 型およびA <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>3</sub> O <sub>14</sub> 型酸化物イオン伝導体の高温粉末X線結晶構造解析	東京工業大学	藤井 孝太郎	4B2
2016G660*	トイダル秩序を示す強相関5f電子系化合物における新奇電流磁気効果の微視的観測	KEK物構研	田端 千紘	4C, 8B, 11B, 16A, NE1A, 3A
2016G666	多層膜X線磁気回折実験システムによるFe/MgO多層膜の電子構造と磁化反転プロセスの解明	群馬大学	鈴木 宏輔	3C
2016G674	インパー合金の異方性熱膨張と局所構造	熊本大学	細川 伸也	6C, 12C
2016G677	Crystallographic Characterization of Advanced Zeolites Containing Materials with Scintillation Properties	Kyungpook National University, KOREA	Nam Ho HEO	5A
2016G684	Structural studies of interfaces in oxide heterostructures	Ioffe Physico-Technical Institute, RUSSIA	Nikolai Semenovich SOKOLOV	3A

### 3. 化学・材料

2016G506	FeRhPd合金における反強磁性-強磁性転移点近傍の局所構造および磁気構造変化	弘前大学	宮永 崇史	7A, 12C, NW10A
2016G511	ブルシアンブルー類似物形成における、拡散-反応過程のXANES解析	日本女子大学	林 久史	9C
2016G518	ブテン類から1,3-ブタジエンへの酸化脱水素触媒Bi-Mo複合酸化物の劣化に対する微細構造の影響	徳島大学	杉山 茂	9C, NW10A
2016G522	Pt, Ir, Os, As, Sb系白金族複雑鉱物の局所構造と鉱石沈殿メカニズム	熊本大学	吉朝 朗	9C, NW10A
2016G526	放射光XAFSによる希土類添加、Al共添加酸化物半導体薄膜の微細構造解析	東京理科大学	趙 新為	9A
2016G527*	アンモニア燃焼触媒としての酸ホウ酸塩担持酸化銅の局所構造解析	熊本大学	日隈 聡士	9A, NW10A
2016G530*	放射光XAFSによるMn添加酸化物磁性半導体薄膜の電子構造と微細構造解析	東京理科大学	趙 新為	11A, 27B
2016G531	偏光全反射蛍光XAFS法による単結晶基板上への機能性配位高分子薄膜構築過程の追跡	お茶の水女子大学	近藤 敏啓	12C
2016G536	高分解能XAFS法によるAu/TiO <sub>2</sub> ナノチューブの表面電子トラップと触媒活性の研究	広島大学	中島 伸夫	7C
2016G540	層状複水酸化物におけるMn及びNiの電子状態と酸素還元触媒能の相関性	北海道大学	三浦 章	9C
2016G543*	毛髪のコラーゲン・分子イメージング分析の病理診断への応用	東海大学	伊藤 敦	11B, 15A1, 4A
2016G546	高温メタン活性化触媒の構造と反応活性-InおよびNiP化合物を中心に	北海道大学	朝倉 清高	9C, NW10A
2016G551	極低温全反射蛍光XAFS法による多孔性配位高分子薄膜の構造決定	国際基督教大学	CHUN Wang Jae	12C
2016G557	MA回収用吸着材中における錯体構造解析	日本原研機構	渡部 創	27B
2016G569	界面酸化物を介した強誘電・強磁性接合の電界効果とサイト別磁気状態の観察	KEK物構研	酒巻 真粧子	12C, 16A
2016G572	ナノ粒子の形状とサイズがBiナノ粒子の原子相関に与える影響	富山大学	池本 弘之	12C
2016G573	In situ QXAFS-FTIR測定によるγパレロラクトン水素化脱酸素反応機構の解明	東京大学	高垣 敦	9C
2016G575	マイクロXAFS法による鉄の化学状態決定に基づく海洋地殻の生物風化機構の解明	愛媛大学	光延 聖	12C, 4A
2016G576	放射光マイクロXANESによる火星隕石中黒色カンラン石のFe価数測定	東京大学	三河内 岳	4A
2016G577	高圧CO <sub>2</sub> 光燃料化において特異な分圧依存性が生ずる理由のXAFSによる解明	千葉大学	泉 康雄	9A, 9C, NW10A
2016G580	植物細胞における希土類元素の蓄積機構の解明	東京電機大学	保倉 明子	9A, 12C, NW10A, 15A1, 4A

2016G581	XAFSによる酸性溶液中でプロトン化したポリモリブデン酸の構造研究	量子科学技術研究 開発機構	佐伯 盛久	27B
2016G586	ドーパ氷を利用した濃縮機構の解明	東京工業大学	原田 誠	4A
2016G603*	3d遷移金属添加AlNの局所的結晶構造・電子構造の研究	京都工芸繊維大学	園田 早紀	9A
2016G616	XAFS測定によるボイスラー型熱電材料におけるドーパント周囲局所構造	名古屋工業大学	木村 耕治	12C
2016G628	マイクロ領域位置分解XAFSを用いたPt/Co薄膜へのレーザー照射による磁気異方性変化の機構解明	KEK物構研	雨宮 健太	9A, 15A1
2016G632	化学種解析に基づくエアロゾル中の鉄の同位体比や水溶解性の理解：海洋への人為起源鉄の供給過程の解明	東京大学	高橋 嘉夫	9A, 12C, 15A1, 4A
2016G637	EXAFSによる赤城大沼水系におけるセシウムの動態解析	東京都市大学	松浦 治明	27B
2016G640	ブルー銅タンパク質のX線吸収スペクトル	茨城大学	高妻 孝光	9A
2016G642	「ひとみ」衛星搭載の軟X線スペクトロメーターに使用したBe窓(スぺア品)の透過率特性の詳細測定	立教大学	北本 俊二	7C, 11B
2016G643	人工光合成のための層状チタン酸塩光触媒における銀助触媒のXAFSによる状態解析	京都大学	山本 旭	12C, NW10A
2016G647	金属酸化物クラスターの集積化による革新的水分解触媒の創生に向けたオペランドXAFS観測	慶應義塾大学	吉田 真明	9A
2016G654	光析出法により調製した担持金属モデル触媒表面の3次元XAFS構造解析	北海道大学	高草木 達	9A
2016G661	準安定相水素チタン酸化物の結晶構造	産総研	片岡 邦光	12C
2016G663	光触媒反応による効率的な太陽光エネルギー変換実現のためのFe-K端XAFSによるFe錯イオン構造解明	産総研	三石 雄悟	9A
2016G670	温度可変その場XAFS分析によるリチウムイオン電池正極材料の劣化解析	日本自動車研究所	松田 智行	9A, 9C
2016G671	Time-stamp XAFS法の開発と電極反応ダイナミクス観測への応用	自然科学研究機構	上村 洋平	9A
2016G674	インバー合金の異方性熱膨張と局所構造	熊本大学	細川 伸也	6C, 12C
2016G676	XAFS investigation of antisite disorder on martensitic and magnetic properties of Mn rich magnetic shape memory alloys	Goa Univ., INDIA	PRIOIKAR Kaustubh	9C, NW10A
2016G679	X線吸収分光法によるホランダイト型電極材料の反応機構解明	産総研	木嶋 倫人	9C

#### 4. 生命科学 I

2016G501	放線菌由来インドールラクタム合成に関わる新規酸化酵素のX線結晶構造解析	東京大学	阿部 郁朗	1A, 17A
2016G502	藍建て発酵に関与するインジゴ還元酵素の構造解析	東海大学	米田 一成	5A
2016G507	植物由来アルキルキノロンの骨格形成に関わるポリケチド合成酵素のX線結晶構造解析	富山大学	森田 洋行	5A
2016G508	TRPチャネルアンキリンリピートドメインの高分解能構造解析	茨城大学	海野 昌喜	1A
2016G510	ヌクレオシド二リン酸キナーゼ融合蛋白質およびストレプトアビジン融合蛋白質のX線結晶解析	量子科学技術研究 開発機構	新井 栄揮	1A, 17A
2016G513	発がんに寄与する非受容体型チロシンキナーゼFerのX線結晶解析	名古屋大学	松浦 能行	17A
2016G514	白癬菌由来ケラチナーゼの構造解析	新潟薬科大学	古川 那由太	1A, NE3A
2016G515	クロマチンの構造変動によるDNA機能調節機構の解明	早稲田大学	胡桃坂 仁志	1A, 17A, NE3A
2016G516*	分子設計のための創薬標的タンパク質の結晶構造解析	量子科学技術研究 開発機構	安達 基泰	5A
2016G519	長波長X線結晶構造解析による有機硫黄化合物のC-S結合活性化及び硫黄転移の酵素反応機構の解明	埼玉大学	藤城 貴史	1A, 17A
2016G532*	細菌細胞壁の分解・構築に関与する酵素群のX線結晶解析	香川大学	神鳥 成弘	NW12A
2016G537	細菌の細胞骨格因子の立体構造解析	横浜市立大学	林 郁子	1A, 5A, NE3A, NW12A
2016G545	海産無脊椎動物由来新規レクチンの構造解析	長崎大学	海野 英昭	5A, 17A, NE3A, NW12A
2016G553	インフルエンザウイルスRNAプロモーターのX線結晶解析と創薬への応用	上智大学	近藤 次郎	17A
2016G554	感染症治療薬の開発に向けた標的タンパク質と阻害活性化合物の共結晶構造解析	千葉大学	星野 忠次	5A, 17A, NE3A, NW12A
2016G559	キネシンと阻害剤の複合体の構造解明	東京理科大学	横山 英志	1A, 17A
2016G562	アンチセンス核酸医薬品のStructure-Based Design	上智大学	近藤 次郎	17A
2016G564	結核菌由来nadRタンパク質の立体構造解析	国立感染症研究所	森 茂太郎	NW12A
2016G566	Ergothionaseの触媒反応メカニズム	東邦大学	後藤 勝	5A
2016G589	ケミカルセンサー複合体の結晶構造	東北大学	黒河 博文	1A, 5A, 17A, NE3A, NW12A
2016G591	未知遺伝子産物を含むレゾルシンノール代謝酵素群の反応機構と機能に関する構造研究	京都大学	藤井 知実	1A, 17A
2016G594	キナーゼ特異的阻害剤開発のためのDAPK基質選択性における分子認識機構の解明	茨城大学	田中 伊知朗	5A
2016G597	SmgGDSによる低分子量G蛋白質制御機構の構造生物学的研究	東京大学	藤間 祥子	1A, 17A

2016G600*	放射線抵抗性細菌由来DNA損傷応答タンパク質の機能制御機構の解明	宇宙航空研究開発機構	山田 貢	NW12A
2016G609	エビ白斑病ウイルス由来アタッチメントタンパク質VP37の構造解析	大阪大学	寒川 剛	1A, 5A
2016G617	人工設計蛋白質と蛋白質ナノブロック複合体のX線結晶構造解析、及び合理的結晶化を目指した改変体設計戦略	信州大学	新井 亮一	1A, 5A, 17A, NE3A, NW12A
2016G619	新規配列、新規活性を有する $\beta$ -1,2-グルカン分解酵素の構造解析	東京理科大学	中島 将博	5A, NW12A
2016G624	新規な $\beta$ -アミノ酸生合成酵素の構造機能解析	東京工業大学	宮永 顕正	5A, NE3A, NW12A
2016G629	筋ジストロフィーに関わる糖修飾酵素群の構造機能解析	KEK物構研	桑原 直之	1A, 17A, NE3A
2016G630	Structural studies on chromatin assembly	Korea Advanced Institute of Science and Technology	Ji-Joon SONG	1A
2016G631	Complex structures of L5-L11-MDM2	China Agricultural University	CHEN Zhongzhou	1A, 5A, NE3A
2016G635	DNA架橋損傷修復に関わる天然変性タンパク質の分子認識機構の解明	横浜国立大学	小田 隆	1A, 5A, 17A, NE3A, NW12A
2016G636*	イネ由来糖質加水分解酵素ファミリー18キチナーゼの構造と機能	近畿大学	大沼 貴之	1A, 17A, NE3A, NW12A
2016G638	CD28ファミリー分子とシグナル伝達タンパク質複合体の高分解能結晶構造解析	東京医科歯科大学	沼本 修孝	1A, 5A, 17A
2016G646	ナノ構造体エンカプスリンの構造化学的研究	東京農工大学	野口 恵一	1A, 17A, NE3A, NW12A
2016G648	植物ホルモン情報伝達におけるマスター転写調節因子のX線結晶構造解析	東京大学	田之倉 優	1A, 17A, NE3A, NW12A
2016G649	新規プロパノール発酵生産プロセスで機能する人工酵素のX線結晶構造解析	東京大学	田之倉 優	17A, NE3A
2016G650	TGF- $\beta$ シグナルの制御を担う転写因子複合体のX線結晶構造解析	東京大学	田之倉 優	1A, 17A, NE3A, NW12A
2016G651*	病原菌由来制限DNAグリコシラーゼのX線結晶構造解析	東京大学	田之倉 優	1A, 17A, NE3A, NW12A
2016G657	ブルー銅タンパク質における弱い相互作用の構造と機能	茨城大学	高妻 孝光	NW12A
2016G659*	蛋白質結晶の加圧による結晶性向上メカニズムの研究	名古屋大学	永江 峰幸	NW12A
2016G664	より長波長側におけるネイティブSADの先駆的研究への応用	Paul Scherrer Institute, SWITZERLAND	TOMIZAKI, Takashi	1A
2016G665	高選択性CK2a1阻害剤の創出に向けた構造基盤	大阪府立大学	木下 誉富	17A
2016G673	交流電場を用いた回折能の高い高品質タンパク質結晶育成技術の創出	東北大学	小泉 晴比古	17A, 20B
2016G678	Structural study of RavZ:LC3-PE complex	Korea University	SONG Hyun Kyu	NE3A, NW12A

## 5. 生命科学II

2016G505	分子鎖の結合様式および分子形状を切換え可能な有機・高分子ソフトマテリアルの構造解析	東京大学	本多 智	10C, 15A2
2016G517	成形加工中における高分子が持つエントロピー変化 $\Delta S$ の定量化	山形大学	松葉 豪	10C
2016G525	ブロック共重合体から成る柔らかな球が配列して作る最密充填格子	KEK物構研	高木 秀彰	6A, 10C
2016G538	ナノチェッカーボード状エラストマーの結晶化過程のその場観察	東京大学	中川 慎太郎	10C
2016G541	単スリットを用いた位相イメージング法の開発	島根大学	水野 薫	14B, 20B
2016G544	光架橋性ポリイミドの超高压下における分子間架橋に伴う凝集状態変化の広角X線回折測定に基づく定量解析	東京工業大学	安藤 慎治	10C
2016G549	日本刀断面のX線屈折コントラスト法による折り返し鍛造特性の評価	島根大学	水野 薫	14B
2016G550	光応答性超分子ポリマーの高次構造解析	千葉大学	矢貝 史樹	10C, 15A2
2016G552	外部電場によって誘起されるポリマー結合金ナノロッドのヘキサゴナル集合構造に対する時間分解SAXS測定	愛知教育大学	日野 和之	6A
2016G556	エレクトロスピンニングによるコンニャクグルコマンナン・ナノファイバー材料の開発	群馬大学	榎 靖幸	6A
2016G560	ウルトラファインバブルの構造特性評価による生体効果の分子機構の解明	群馬大学	平井 光博	10C, 15A2
2016G561	TenderX線領域のIn-situ斜入射小角散乱測定による高分子ブロック薄膜の転移過程のその場観察	京都大学	小川 紘樹	15A2
2016G563	1~2keV領域でのGISAXS表現による高精度深さ分解解析法の開発と自己組織化の表面効果	京都大学	奥田 浩司	6A, 11A, 15A2
2016G567	次世代パワー半導体酸化ガリウム(X線トポグラフィ測定および結晶欠陥エッチピット法)の開発	ファインセラミックスセンター	姚 永昭	14B, 3C
2016G570	ブロック共重合体のマイクロ相分離構造に対する添加高分子の化学構造の影響	三重大学	鳥飼 直也	6A
2016G574	ガスハイドレートの空隙分布の可視化	産総研	竹谷 敏	14C
2016G578	X線干渉イメージング法を用いた熱伝導の動的観察の試み	日立製作所	米山 明男	14C
2016G604	スメクティック液晶の電場誘起相転移における新規遷移相の局所共鳴X線散乱法による解析	KEK	飯田 厚夫	4A

2016G606	環境変化応答性人工蛋白質ナノブロックによる自己組織化超分子複合体形成プロセスのX線溶液散乱解析	信州大学	新井 亮一	10C
2016G608	二成分オルガノゲル化剤の自己集合構造における異常小角X線散乱研究	群馬大学	武野 宏之	10C
2016G612	昇降温で可逆に伸縮する熱可塑性液晶エラストマーのマイクロドメイン構造	東京工業大学	戸木田 雅利	6A
2016G614	ゾーンプレートX線顕微鏡による高分解能位相トモグラフィの開発と応用	筑波大学	渡辺 紀生	3C
2016G625	暗視野法X線CTを用いた組織学的構造の三次元再構築	国立病院機構	市原 周	14B
2016G627	双連結キュービック液晶相の光誘起挙動に対する構成分子の化学構造の影響	岐阜大学	杓水 祥一	6A
2016G633	アルカン膨潤イオン液体の構造解析	KEK物構研	根本 文也	6A
2016G645	放射光微小冠動脈造影を用いた微小冠動脈の機能評価と虚血性心疾患への応用	筑波技術大学	松下 昌之助	NE7A, 14C
2016G652	ナノラメラ中に拘束された嵩高い末端基を有するホモポリマーの結晶化挙動	東京工業大学	野島 修一	10C
2016G653	放射光微小血管撮影法を用いた肺高血圧症におけるエンドセリン拮抗薬の効果判定	筑波技術大学	松下 昌之助	NE7A, 14C
2016G655	宇宙X線観測用X線CCDとSOIの軟X線に対する応答の測定	東京理科大学	幸村 孝由	11A
2016G658*	出芽酵母転写抑制因子の相関構造機能解析	立命館大学	松村 浩由	10C, 15A2
2016G662	X線小角散乱による粘土鉱物中における核種のメソスコピックスケール収着挙動評価	KEK物構研	遠藤 仁	6A
2016G668	高密度光書込メモリ開発を目指したハイドロゲル固定化紫膜の配向構造の研究	名古屋大学	横山 泰範	10C
2016G669	クラミドモナス由来のCalredoxinの構造解析	大阪大学	田中 秀明	10C
2016G672	軟X線用高空間分解能撮像素子の評価	東北大学	江島 丈雄	11D
2016G673	交流電場を用いた回折能の高い高品質タンパク質結晶育成技術の創出	東北大学	小泉 晴比古	17A, 20B
2016G680	Solution scattering studies on deamidating and arginylating enzymes of N-end rule pathway	Korea University	Yang Ouk JUNG	10C
2016G682*	SAXS study of bacteriophage T5 capsid assemble step by step using mutant phages.	Institute of Protein Research, RUSSIA	Timchenko Alexandrov ALEXANDER	6A
2016G683	「匂い分子結合タンパク質」のリガンド結合に伴う構造変化と機能の関連	室蘭工業大学	岩佐 達郎	10C

課題名等は申請時のものです。\*印は条件付き採択課題。

## 平成 28 年度前期からこれまでに採択された P 型課題

受理番号	課 題 名	所属	実験責任者	ビームライン
<b>2. 構造物性</b>				
2015P017	高圧合成されたMg <sub>83</sub> Zn <sub>6</sub> Y <sub>9</sub> とMg <sub>97</sub> Zn <sub>1</sub> Yb <sub>2</sub> 合金中のシンクロLPSO相のXAFS測定	愛媛大学	松下正史	9A, NW10A
2015P018	トリウム229アイソマー極低エネルギー準位測定のための高時間分解能X線検出システムの開発	岡山大学	吉村浩司	14A
2016P001	液晶性ソフトクリスタルの自発的構造形成：鏡映対称性の破れの検証	早稲田大学	杉澤進也	8A
2016P002	八面体型金属錯体液晶内部で形成されるキラル超構造のX線解析	北里大学	吉田 純	8A
<b>3. 化学・材料</b>				
2016P001	液晶性ソフトクリスタルの自発的構造形成：鏡映対称性の破れの検証	早稲田大学	杉澤進也	8A
2016P002	八面体型金属錯体液晶内部で形成されるキラル超構造のX線解析	北里大学	吉田 純	8A
2016P003	蛍光XAFS測定による磁性半導体薄膜の局所構造評価と磁性との相関	筑波大学	黒田 眞司	9A

## 第76回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：平成28年3月9日（水） 13:30～15:30  
場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室

### 【1】審議事項

- ① 名誉教授候補者について
- ② 特定短時間勤務有期雇用職員の採用に係る人事委員会委員の選出について
- ③ 客員研究員の選考について
- ④ 平成28年度中性子共同利用S1型実験課題審査結果について
- ⑤ 平成28年度ミュオン共同利用S1型実験課題審査結果について
- ⑥ 産業利用課題の取扱いについて

### 【2】報告事項

- ① 人事異動
- ② 平成27年度放射光共同利用実験課題審査結果（P型）について（採否・条件付解除）
- ③ 平成28年度前期放射光共同利用実験課題審査結果について（条件解除）
- ④ 平成28年度前期フォトンファクトリー研究会採択状況について
- ⑤ PF将来計画検討委員会最終報告書について
- ⑥ 学会活動等により保有する個人情報の取り扱いについて
- ⑦ 覚書等の締結について（資料配付のみ）

### 【3】研究活動報告（資料配布のみ）

1. 物質構造科学研究所報告
2. 素粒子原子核研究所報告
3. 加速器研究施設報告
4. 共通基盤研究施設報告

## 第80回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：平成28年5月20日（水） 13:30～15:30  
場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室

### 【1】審議事項

- ① 特任助教の特定人事について
- ② 特別准教授に係る人事委員会委員について
- ③ 平成28年度マルチプローブ共同利用実験課題審査委員会について
- ④ 今年度の方針について
- ⑤ 「物構研からの提言」について

### 【2】報告事項

- ① 人事異動
- ② 研究員の選考結果について
- ③ 平成27年度放射光共同利用実験課題審査結果（P型）について
- ④ 協定等の締結について（資料配付のみ）

### ⑤ その他

### 【3】研究活動報告（資料配布のみ）

1. 物質構造科学研究所報告
2. 素粒子原子核研究所報告
3. 加速器研究施設報告
4. 共通基盤研究施設報告

## 第81回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：平成28年7月25日（月） 13:30～15:30  
場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室

### 【1】審議事項

- ① 教員人事（特定人事：特任助教）
- ② 教員公募（特任助教1名）
- ③ 人事公募文書における記載事項の変更について
- ④ 平成28年度後期放射光共同利用実験課題審査結果について
- ⑤ 「物構研からの提言」について

### 【2】報告事項

- ① KEK-PIPの策定について
- ② KEKロードマップ2013の一部改訂について
- ③ 平成28年度放射光共同利用実験課題審査結果（P型）について
- ④ 平成28年度後期フォトンファクトリー研究会採択状況について
- ⑤ 協定等の締結について（資料配付のみ）

### 【3】研究活動報告（資料配布のみ）

1. 物質構造科学研究所報告
2. 素粒子原子核研究所報告
3. 加速器研究施設報告
4. 共通基盤研究施設報告

※第74回，75回，77回，78回，79回はメール審議。

## 物構研談話会

日時：2016年4月27日（水）16:00～  
題名：重い電子系化合物  $URu_2Si_2$  および  $UAu_2Si_2$  における  $5f$  電子低温秩序状態の研究  
講師：田端千紘氏（KEK IMSS）

日時：2016年5月26日（火）16:00～  
題名：11C Protein micro-crystallography beamline of the Pohang Accelerator Laboratory  
講師：Prof. Suk-Youl Park (Pohang Accelerator Lab. Beamline scientist)

# 平成 28 年度第 1 期配分結果一覧

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	5/9	5/10	5/11	5/12	5/13	5/14	5/15
	TM	E	E	E	E	E	E
1A		調整			14G841 黒川	15G609 尾崎 達之	15G 調整
2A/2B		調整			16T001 三橋 大一		15S2-005 緒方
3A		15G639 中村 智樹			16G059 大綱 潤治		
3B		16G094 今村 元泰			14G516 小澤 健一		
3C		16G088 高橋 由美子			16G088 高橋 由美子	14G594 伊藤	
4A		15G081 松浦 晃洋	調整			16G008 宇尾 基弘	
4B2		15G660 植草 秀裕				15G684 西村 真一	
4C		15G556 和達 大樹	15G655 柳原 英人			15S2-009 若林 裕助	
5A	調整	16Y001	14G840 山本	16C205	16G03	15G 調整	14G530 宮本 雅彦
6A	調整	15G119 森田 剛	15G620 植草 正樹	15G708 中野 直樹	15G89	15G015	
6C		14G545 佐々木 聡					14G590 奥村
7A	15G090 岡林 真	15G562 遠藤 理					
7C	14G542 福田 康宏	15G575 杉山 和正					15MP00
8A	調整	15G092 橋本 亮	15G549 岩佐 和晃				
8B	調整	14G647 佐賀山 基	16G030 藤原 雅則	14G561 真庭 豊			
9A	調整	15G580 中島 伸夫					
9C	調整	15G551 阿部 仁	16S2-004 山浦 淳一	15G027 原田 龍夫			
10A		15G503 栗林 貴弘					
10C	調整		15G91 櫻井 伸一	16G027 藤岡	15G093 高橋 浩	16G192 木下 裕典	
11A	調整				16G060 奥田 浩司		
11B		15G066 田中 隆宏					
11D		15G667 羽多野 忠					
12C	調整	16C211	15 15G	14G573 池本 弘之	14S2-006 野原 泰		
13A/13B	調整	15S2	調整	15S2-007	調整	15S2-007	15S2
14A							
14B							
14C							
15A/15A2	調整						調整
16A	調整	15G509	調整	15G555	2013S2-004 兩宮 健太	16G066 藤原	
17A	調整				16Y010	16Y004	14G576 平田 貴博
18B							
18C		14G695 植崎 彰子	15G694 藤原 之	15G129 武田 産生			
19B		立ち上げ調整					
20A		14G518 北島 昌史					
20B		14G601 小泉 晴比古				15G714 丸山	
27A		15G068 Koswattage Kav	16G110 下山 巖	15G111 吉村 武	15G700 松井		
27B	調整	15G064 岡本 秀博	15G630 中野 正史	15G188 山口 智史	15G101 阿久津 賢	調整	
28A/28B		16G001 植坂 綱一	14G638 若原 香子	15S2-003 高橋 隆	15G096 BA		
NE1A	STOP	T/M	T/M	E	E	E	E
NE3A				16G193 池田 修悟			
NE5C				調整	15G679	16Y0	16G 16R-07 小
NE7A				15G705 若林 大佑			14G543 森
NW10A				15S2-009 若林 裕助			
NW12A				調整	16G056 宮永 崇史		
NW14A				調整	16G 14G537	15G 16G0170	14G714 Hyun K
SPF				15S2-006 一柳 光平			
		16G072 望月 出海		2013S2-005 長崎 崇之			

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	5/16	5/17	5/18	5/19	5/20	5/21	5/22
	E	E	B	M	E	E	E
1A	16R-06 道原 次郎	14G 16R-01 鮎川	16R 16G167 小		14G 15G645 藤	15G 調整	調整
2A/2B		15S2-005 緒	16G165 石坂 香子		16C214 調整	16C214 調整	16C214 16G093
3A		15G548 中尾 裕則				15S2-007 山崎 裕一	
3B		14G516 小澤 健一				14G592 大野 真也	
3C		14G594 伊藤 正久				14G666 ZHANG Xaowei	
4A		16G008 宇尾 基弘	15G081 松浦 晃洋			15G081 松浦 晃洋	
4B2		15G684 西村 真一	15G047 八島 正知			15G047 八島 正知	16G120 籠谷
4C		15G636 星 永宏				15S2-007 山崎 裕一	
5A	15G 15G633 及	16Y0	15G 15G094 野		16G 16R-04 島	15G 調整	15G 調整
6A	15G613 津本 浩平	16G062 松原 聖	14G643 奥田 浩司			16G195 西辻 祥之	15G571 佐野 聖
6C		14G590 奥部 真樹				14G546 杉山 和正	
7A		14G613 園田 早紀	15G563 遠藤 理			15G563 遠藤 理	
7C		15MP003 大友 季敏				15G634 藤枝 俊	14G630 今井
8A		15G549 岩佐 和晃	16S2-004 山浦 淳一			15T004 松浦 慧介	
8B		14S2-001 熊井 玲児	15G684 藤村 真一		15G709 花崎 修典	16Y013	14S2-00 16Y013
9A		15G580 中島 伸夫	15P017 松下 正史	15G515		2013S2-004 兩宮 健太	14S2-006 野原 泰
9C		15G022 藤原 雅則	16G112 岡部 善也	16C213		15G535 宮永 崇史	16G031 大久保 剛
10A		15G503 栗林 貴弘				15G503 栗林 貴弘	
10C	16G151 尾崎 達之	15G665 新井 宗仁			16G076 金子 文雄	15G658 杉山 正史	16G174 井上 健太
11A						16G098 伊藤 敬	
11B		14G531 今園 孝志				14G531 今園 孝志	
11D		15G667 羽多野 忠	16G144 小池 雅人			16G144 小池 雅人	
12C		15G545 福田 康宏				16Y003	16G067 大野 洋
13A/13B	調整	15S2	15MP004 小野 寛太	15S2	16S2-002	15S2	15G697 15S2
14A							
14B							
14C							
15A/15A2	調整	15G584 山田 智也			16G130 杉山 和正	16S2-002 高橋 隆	
16A		16G066 藤原 淳	15MP00		15MP00	15G690 永沼 博	
17A	16C208	16Y006	14G 15G043 島	16Y0	16 14 15G097	14T 15G008 藤	16G 調整
18B							
18C		15G512 川村 幸裕				15G098 林 純一	
19B		立ち上げ調整				立ち上げ調整	
20A		14G518 北島 昌史	16G001 植坂 綱一			16G001 植坂 綱一	
20B		15G714 丸山 美帆子				15G561 水野 薫	
27A		15G700 松井	15G673 成田 あゆみ			14G656 藤原 之	16G110 下山 巖
27B	15T001 神長 輝一	15G022 藤原 雅則	15G065 鈴木 雅博			16G064 岡本 秀博	15G516 岩崎 彰彦
28A/28B		15G096 BA	15S2-003 高橋 隆			15S2-003 高橋 隆	
NE1A		E	E	B	E	E	E
NE3A		14G504	16Y001	15G097	16G 16R-01 小	14G 16R-01 小	
NE5C		14G543 森 嘉久				15G524 鈴木 昭夫	
NE7A		15S2-009 若林 裕助				16G080 矢野 陽子	
NW10A	14S2-006 野原 泰	15P014	15G52	14G575 一柳 神之	16Y003	15G506 吉朝 朗	15G594 黒田
NW12A	16G 15G045	16G 16G199		14G 15G682	16G 15G683 野	15G 16G140 三	16G
NW14A		15S2-006 一柳 光平					
SPF		14G636 和田 健				16G164 湯川 龍	

※ PF リングは 5 月 6 日 (金) から T/M が開始されました。

※ BL-14 は、ウィグラー光源に関する真空リークの対応のため、6 月 3 日 (金) からユーザー利用が開始されました。

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	5/23	5/24	5/25	5/26	5/27	5/28	5/29
	E	E	B	M	E	E	E
1A	16R-01 飯塚 直樹		16Y 16Y006		14G	15G715 CHO Hyu 16G844 CHANG	
2A/2B	16C21 調整	16C214 15S2-00 16C214 15S2-00			16S2-00 16V002 16S2-00 16V002 15G977 15S2-00		
3A	15S2-007 山	16G154 有馬 孝尚			16G154 有馬 孝尚 15G121 近藤 敏啓		
3B	14G592 大野 真也				15G005 枝元 一之		
3C	14G666 ZHANG Xaowei				16S2-003 早稲田 篤		
4A	調整	16PF-03 高橋 嘉夫			14G709 伊藤 敏 14G716 Woranan 14G617 光福 聖		
4B2	16G120 籠宮 功					16G138 堀前	
4C	15S2-007 山	15MP004 小野 寛太			15MP004 小野 寛太 15S2-009 若		
5A	16G 14G593 山	15G	16G		15G599 田中 伊予 15G 調整 16G041 Soo Hyu		
6A	15G521 藤原 浩也 16G051 川崎 雄平 16G052 川崎 雄平				16G024 藤原 浩也 14G689 藤原 浩也 16G002 藤原 浩也		
6C	14G546 杉山	16G019 八方 直久			14G691 細川 伸也 15G526 細川		
7A	15C206	15G099 岡村 寛 15C206			2013S2-004 兩宮 健太		
7C	14G610 今井 洋輔				16G109 鈴木 秀士		
8A	15MP004 小野 寛	16G175 志賀 拓也			14S2-003 澤 博		
8B	14G647 飯塚 山	16S2-004 山浦 淳一			14S2-001 熊井 玲児		
9A	15G152 沼手 千弥 16C201	15P014 15G 15G			14G548 宮田 勇樹 14G600 上田 純司 14S2-006 野原 俊		
9C	15C206				15G544 福田 康宏		
10A	15G503 栗林	14G653 長瀬 敏郎			14G653 長瀬 敏郎		
10C	15G604 飯塚 直樹 16C203	15G146 池本 弘之			16R-12 宮田 敏子 14G657 平井 光雄 15G518 平井 光雄		
11A		16Y015			15G607 沼子 千弥		
11B	14G709 伊藤 敏				15G627 幸村 孝由		
11D	14G531 今園 孝志				14G531 今園 孝志 調整		
12C	16C201	14S2-006 野原 俊 15G150 駒橋 優一			16G114 中田 亮一 15G664 高橋 嘉夫		
13A/13B	15G697 山	15S2 15MP004 15S2 15MP004 15S2			15MP004 16G1 15MP004 16G1 16S2-002 16G1		
14A					調整		
14B					調整		
14C					調整		
15A1/15A2			16S2-002 高橋 嘉		16S2-001 木村 正雄		
16A	調整	2013S2-004 兩宮 健太			15MP004 15S2-007 山崎 裕一		
17A	15G 15G595 山	16Y0 14G645 山	16G 16G048 村		16G 16R-09 安 15G014 KIM Joo 14G 調整		
18B			立ち上げ実験 熊井 玲児		立ち上げ実験 熊井 玲児		
18C	15G565 中野 智志				15G565 中野 智志 15G691 久米 徹二		
19B	立ち上げ調整	立ち上げ調整			立ち上げ調整		
20A	16G001 藤坂 綱一				16G001 藤坂 綱一		
20B	15G561 水野 薫				16G133 山口 博隆		
27A	16G118 高見 聖	16G005 馬場 祐治			15G109 奥平 幸司		
27B	14G632 大貫 敏則	15G063 永井 崇之			16G124 永田 光雄 14G606 藤原 浩也 15G154 Cat		
28A/28B	15S2-003 高橋 隆				15G058 清川 貴司 15S2-003 高		
	E	E	B	M	E	E	E
NE1A	調整	15G621 遊佐 秀			15G621 遊佐 秀 15G004 小野 重明		
NE3A	16C205	16Y001	16G034			16G 15G510 山	16G
NE5C	15G705 若林 大佑				15G524 鈴木 昭夫		
NE7A	16G004 湯浅 哲也				16G004 湯浅 哲也 15G539 西田		
NW10A	15G594 黒	16G106 大久保 貴広			15G145 池本 弘之 15G664 高橋 嘉夫		
NW12A	16G 15G668 山	16G 14G692 山	15G		14G 16R-01 山	15G 16R-13 山	16R-01 山
NW14A	15G696 船守 辰正	15G688 佐々木 博			15G588 佐々木 裕次 15S2-007 山崎		
SPF	16G164 湯川 龍	16G017 三木 一司					

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	5/30	5/31	6/1	6/2	6/3	6/4	6/5
	E	E	B	MA/M	E	E	E
1A	16C205	調整			15G 16G167 小	調整	調整
2A/2B	15G577	15S2-005 組頭 広志			16C214 15S2-00 16C214 15S2-00 16C214 16G003		
3A	15G121 近藤	14G726 SOKOLOV Nikolai			14G726 SOKOLOV Nikolai		
3B	15G005 枝元 一之				15G005 枝元 一之		
3C	16S2-003 早稲田 篤				16S2-003 早稲田 篤		
4A	16G131 松浦 晃洋				16G112 岡崎 晋也 15G115 西脇 芳典		
4B2	16G138 堀前 陽一				15G637 大井 修吾		
4C	15S2-009 若林 裕助				16G067 佐久間 博		
5A	16G 16R-07 小	15G 14G645 山	15G 14G550 山			14G 調整	調整
6A	16PF-01 山田 健史	15G716 伊藤 聖三	15G073 橋山 実男			14G591 斎水 祥一	
6C	15G526 細川	15P005 北浦 守			16G190 白方 祥	15G589 佐々	
7A	2013S2-004 兩宮 健太				16G183 早川 鉄一郎		
7C	16G109 鈴木 秀士				15G672 手塚 泰久	16G054 佐藤	
8A	14S2-001 熊井 玲児				14S2-001 熊井 玲児		
8B	14S2-001 熊	15G654 岡野 純 15G528 藤原 浩也			14G670 岩野 達 14G561 真庭 豊		
9A	16G035 朝倉 清高				16R-03 19 15G 15P013 SUN ShiKuan		
9C	14G619 高塚 敏				16R-03 19 15G 16G136 中村 孝志		
10A	14G653 長瀬 敏郎	15G505 宮崎 剛			15G505 宮崎 剛		
10C	14G648 岩野 聖之	16R-11 島山 昌朗	14G570 金子 文彦		16PF-04 高木 秀夫 16G032 藤原 浩也 16G149 野原 篤史		
11A	調整				15G678 志岐 成友		
11B	15G627 幸村 孝由				15G627 幸村 孝由		
11D	調整	15G077 間瀬 一彦			15G077 間瀬 一彦		
12C	15G664 高橋	16G139 一原 泰子 15G107 山本 知史			16R-03 19 15G 2013S2-004 兩宮 健太		
13A/13B	16S2-002 15T0 16S2-002 15S2 16S2-002 高橋 嘉				15MP004 15T0 16S2-002 高橋 嘉夫 15S2-00		
14A	調整				16G191 藤原 健 16G047 岸本		
14B	調整				15G053 熊井 玲児 14G589 島雄 大介		
14C	調整				調整	15G574 高島 徹也	
15A1/15A2					調整	16G022 山崎	
16A	16G115 上野 智博	15G548 中尾 裕剛			14G677 松井 利 15G655 藤原 浩也 15T004 山		
17A	15G 14G588 山	16Y0	16Y0		調整		
18B	16-IB-03				16-IB-01		
18C	15G691 久米	15G083 阿部 洋			15P006 大越 誠人 15G124 船守 辰正		
19B	立ち上げ調整	立ち上げ調整			立ち上げ調整		
20A	16G001 藤坂 綱一	16G166 小田切 文			16G166 小田切 文		
20B	16G133 山口 博隆				15G142 橋 勝		
27A	14G624 園谷 志郎	15G611 八巻 徹也			15G516 岩野 彰志 16G037 岩野 彰志 16G198 池田		
27B	15G154 Cat	15G630 中田 正典 15G026 上原 孝男			調整	15G065 鈴木 雅昭	
28A/28B	15S2-003 高橋 隆				15G096 BAREILL 14G681 Walid M. 14G555 近藤		
	E	E	B	E	E	E	E
NE1A	15G012 山本 隆文	16G177 近藤 忠			16G075 大村 彰子		
NE3A	15G616 岩野 聖	16Y001			調整	15G 15G079 山	14G510 SONG
NE5C	15G705 若林 大佑	16G186 測崎 員弘			15G675 井上 徹		
NE7A	15G539 西田 圭佑				16G046 岸本 俊二 15G539 西田		
NW10A	14G716 Woranan	14G514	14S2-006 野原 俊 14G547 宮田 勇樹	15G525	14G631 藤原 浩也 14G549 高見 聖一		
NW12A	15G 15G534 山	16C205	15G 14G521 山		15G 15G017 山	14T 16G092 山	16G 16R-01 山
NW14A	15S2-007 山崎 裕一	14G627 沖本 洋一			15G130 IHEE Hyotcherl		
SPF	16G017 三木	14S2-004 齋谷 有喜					15G676 前川

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12
	E	E	B	M	E	E	E
1A	16G	16R-01 松			16Y9	15G122 千田 義樹 14G 調整	
2A/2B	16C214 16G183	16C214 16G183	16C214 16G183		16G015B 藤谷 尚徳	16G096 藤森 淳	
3A		15S2-009 若林 裕助			15S2-009 若林 裕助	調整 16G1	
3B		15G005 枝元 一之			15G057 金井 要		
3C		16S2-003 早稲田 篤			16S2-003 早稲田 篤		
4A		14G609 三河内 岳			16G131 松浦 晃洋	16G085 石橋	
4B2		15G637 大井 修吾				15G684 西村 真一	
4C		15G080 細野 英司	15S2-007 山崎 雅		15S2-007 山崎 裕一		
5A	調整					15G 調整	
6A	15G514 立崎 淳平 15G030 泉澤 直人 調整				14G662 上野 聡	16G113 上野 聡	15G686 上野 聡
6C	15G589 佐々木 15G671 山本 篤史郎				14G571 坂井 伸行		
7A	15G090 岡林 潤	16C213	15G698 小笠原 義之		14G616 赤村 直也	16G108 朝倉 大輔	
7C	16G054 佐藤 仁		15G635 細川 伸也		15G635 細川 伸也	15G672 手塚	
8A	14S2-001 熊 16S2-004 山浦 淳一				14G647 佐賀山 基		
8B	16G145 宮坂 茂樹				15G684 岡村 真一	14S2-001 熊井 玲児	
9A	調整	15P013 SUN SHIN	16G108 朝倉 大輔		14G539 吉田 真明		
9C			16C213		14 14 14 14G 15G086 岡林 潤	16G135 Yingjie Li	
10A	15G505 吉野 16G123 門馬 綱一				16G123 門馬 綱一		
10C	16R-08 調整	15G706 藤岡 博子 調整			16R-14 関口 隆也	16G076 金子 文樹	16G147 佐藤 信雄
11A	15G678 志岐 成友						
11B	15G601 近藤 寛						
11D	15G077 間瀬 一彦				15G077 間瀬 一彦		
12C		14G613 園田 早紀			16G074 前田 和之	16G078 柳次 智	
13A/13B	16S2-001 16S2-000 16S2-001 15T00 16S2-001 木村 正				15G141 中山 泰生	16S2-002 高橋 基	
14A	16G047 岸本 15G649 三好 敏喜				16G071 門叶 冬樹	16G045 岸本 俊二	
14B	14G589 島崎 16G088 高橋 由美子				16G088 高橋 由美子	16G189 岡本 博之	14G580 水野 重
14C	15G574 高島 健也	16C214			15G574 高島 健也	16G171 山田 重人	
15A/15A2	16G022 山本 14G643 奥田 浩司				調整	15G555 加藤 康	15G547
16A	15T0 15MP004 小野 夏	14G725 SOKOLOV			16G066 藤森 淳		
17A	調整		調整		16R 調整	15G021 Yueqi	
18B	16-IB-11		16-IB-04		16-IB-04		16-IB-05
18C	15G124 船守 展正				14G693 船守 展正		
19B	立ち上げ調整	立ち上げ調整			立ち上げ調整		
20A	16G166 小田切 文				16G166 小田切 文		
20B	15G142 橋 勝				14G655 水野 重		
27A	16G198 池浦 広美	14G656 渡邊 雅之			16G124 本田 亮紀	14G624 園谷	
27B	15T001 神長 輝一	15G028 後藤 明徳			16G064 岡本 芳浩	16G118 高見澤 悠	
28A/28B	14G555 近藤 16G096 藤森 淳				14G555 近藤 猛		
	E	E	B	MA/M	E	E	E
NE1A	16G177 近藤 忠		15G522 渡邊 大輔		15G522 渡邊 大輔	16G125 山口 周	
NE3A	16Y9 15G010	16Y001	15G628		調整	15G 調整	16R-01 調整
NE5C	15G675 井上 徹				15G524 鈴木 昭夫		
NE7A	15G539 西田 圭佑	15G001 小野 重明			15G501 小野 重明	15G646 後藤	
NW10A	14G554 齊藤 亮	15G585 田中 雅人	16Y012		15G607 沼子 千寿	16G078 柳次 智	15G712 BAL Raj
NW12A	15G 15G048	15G020	14G563		16C205	15G 16G087	16G 16R-01 調整
NW14A	15G130 IHEE Hyotcher	15G082 KIM Jeon			15G082 KIM Jeongho		
SPF	15G676 前川 雅樹				14S2-004 栗谷 有喜		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	6/13	6/14	6/15	6/16	6/17	6/18	6/19
	E	E	B	M	E	E	E
1A	16R-01 松垣 直宏		16G 16R-19 村		15G609 尾崎 昌之 14G 調整		調整
2A/2B	15S2-00 14G719	15S2-00 14G719	16C219 14G719				16C214
3A	16G159 松村 武				16G159 松村 武		16G178 道村 真司
3B	15G057 金井 要				15G057 金井 要		15T003 古池 晴徳
3C	16S2-003 早稲田 篤				16S2-003 早稲田 篤		14G594 伊藤 正久
4A	16G085 石橋 14G705 原田 誠				14G705 原田 誠	15G137 中田 亮一	
4B2	15G684 西村 真一				15G684 西村 真一		14G508 藤井 孝太郎
4C	15S2-007 山 15S2-005 船頭 広志				15S2-007 山 15S2-005 船頭 広志		15G689 下村 晋
5A	14G580 JIANG T	16Y9	14G		16G	15G003 横山 武志	14G509 中島 将典
6A	15G105 星 達也	15G651 赤井 俊生	15G519 奥田 浩司		15G139 16G148	14G690 高橋 浩	15G108 新井 密仁
6C	14G571 坂井 伸行				14G701 福田 勝利		
7A	15C206		15G090 岡林 潤		15G110 境 誠司		
7C	15G672 手塚 泰久				14S2-001 熊井 玲児		
8A	16S2-001 木村 正 14S2-001 熊井 玲児	15MP004 小野 夏			14S2-003 澤 穂		
8B	16G178 道村 真司	16G089 赤木 久典			14G561 真藤 豊	15G560 小村	
9A	14G539 吉田 真明	15G664 高橋 嘉夫			調整 16Y018	16S2-001 木村 正雄	
9C	16G135 Yingjie Li				15G679 中井 生央		
10A	15G531 宮脇 律郎				15G531 宮脇 律郎	15G049 興野 純	
10C	16PF-02 高木 芳樹	15G136 有田 幸司	15G006 木田 真也		16G049 池田 浩志	16R-17 玉田 太郎	14G583 松葉 菜
11A	16G126 山口 周				15G109 奥平 幸司	15G677 小村	
11B	15G601 近藤 寛				15G601 近藤 寛		
11D	15G077 間瀬 一彦				15G077 間瀬 一彦		
12C	15G573 小西 智也	16S2-004 山浦 淳一			15G070 朝倉 清高		
13A/13B	15S2-008 近藤 寛				16S2-002 15G6 15MP004 15S2 16S2-002 16S2		
14A	15G092 橋本 亮				16G045 岸本 俊二	14G595 坂本	
14B	14G698 橋澤 仁				16S2-001 木村 正雄		
14C	16C215				16S2-001 木村 正雄		
15A/15A2	15G547 16Y007 16R-08 16Y007	14G688 藤田 潤			15G572 高木 芳樹	15G502 大平 昭徳	15G092 橋本 亮
16A	2013S2-004 阿宮 健太				15MP004 15G672 15G635 細川 伸也	15G689 北本 吉典	
17A	16C205 14G555 15G	16Y9			16Y9 15G122	16G141 藤田	16G033 水野 晋
18B	16-IB-05	16-IB-06			16-IB-08		
18C	調整	14G652 余 環			14G652 余 環	16G107 鎌 亨	
19B	立ち上げ調整				立ち上げ調整		
20A	16G166 小田切 文	15G100 足立 純一			15G100 足立 純一		
20B	14G655 水野 重				14G553 秋本 晃一		
27A	14G624 園谷 15G673 成田 あゆみ				16G188 関口 哲弘		
27B	15G630 中田 正典	16G064 岡本 芳浩			15G516 岩瀬 彰志	16G037 岩瀬 彰志	15G516 岩瀬 彰志
28A/28B	15S2-003 高橋 隆	15G144 吉田 真明			15G144 吉田 真明	16G157 横谷 尚隆	
	E	E	B	E	E	E	E
NE1A	14G528 丹羽 健			16G177 近藤 忠		調整	14G6
NE3A	15G520 岡根 浩	16Y001	14G658	16G187 M	調整	15G 14T008	15G 16R-15 調整
NE5C	15G705 若林 大祐				15G031 関根 ちひろ		
NE7A	15G646 後藤 弘匡	14G695 船頭 彰志	16G016 西原 遊		14G644 松下 昌之助		
NW10A	16G086 船尾 浩	15G607 14S2-00 15G573 小西 智也	16G025 本倉 健	16R-05	15G027 藤田 雅典		
NW12A	15G 15G097	14G 16G173	14G	14G515 池野 秀	15G 14G599	16R 16R-26	14G586 渡邊 剛
NW14A	調整	15G542 朝倉 清高	15G541 横山 利彦		14S2-006 野澤 俊介		
SPF	14S2-004 栗谷 有喜	2013S2-005 長嶋 泰之					

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	6/20	6/21	6/22	6/23	6/24	6/25	6/26
	E	E	B	E	E	E	E
1A	16G 16R-23 堀	16R-27 宇	16R 16R-01 敏	16G 14G579 ZH	14G 14G641 藤	15G 調整	15G148 LEE KO
2A/2B	16C214	14G719 16G16 14G719	16G16 14G719	16G16 14G719	16G16 14G719	16G16 14G719	16C214 14G719
3A	15T004 松浦 慧介			15S2-007 山崎 裕一			
3B	15T003 吉池 晴信			調整	16S2-002 高橋 嘉夫		
3C	14G594 伊藤 16G133 山口 博隆				14G684 渡辺 紀生		
4A	14G638 飯田 厚夫			16G070 高西 陽一			
4B2	14G508 藤井 孝太郎			15G660 植草 秀裕			
4C	15G617 阿部 伸行	16R-29 深谷 亮			15G549 岩佐 和晃		
5A	16Y06 16Y017 16G 16G083 敏	14G 15G143 宮	16Y0 14G 15G530 野	15G 15G001 藤	15G 調整		
6A	14G538 日野 知之	15G076 丸林 浩司	15G58 15G584	16G058 岡 俊彦	14G635 島田 直也	16G153 新井 晃一	
6C	14G701 福田 勝利			15C206			
7A	15G110 埃 誠司			15G099 15G629	16G134 Yingjie LI	15G629 吉田	
7C	15S2-005 細田 忠	14S2-001 熊井 玲児					
8A	15MP004 小野 寛	16G175 志賀 拓也		14G507 守友 浩	14S2-001 熊井 玲児		
8B	15G560 小林	14S2-001 熊井 玲児			16P001 藤澤 達也	16R-16 藤崎 千穂	
9A	16Y013 15G584	15G581 飯東 恭子	15G515 岡藤 仁	14G552 高草 木 達			
9C	15G679 中井	15G071 中井 生央		16S2-001 木村 正雄			
10A	15G049 奥野 純			15G537 奥野 純			
10C	16R-08 調整	14G708 黄藤 慎也	15G036 山本 勝太	14G648 奥野 直之	14G570 金子 文樹	15G516 平井 光博	14G657 平井 光博
11A	15G677 小林			14G607 幸村 孝由			
11B	15G601 近藤 寛			16G021 高岡 昌輝	15G152 沼子		
11D	15G011 堀内 拓大						
12C	15G 15G597	15G709 花咲 徳亮	15G582 島山 直也	15G681 神戸 徹也	15G127 藤次 智		
13A/13B	16C211 15G9 16C211 15B2	16C209 15G109	16Y016	15G128 山口 周	16Y016	15C206	
14A	14G595 坂倉 輝俊			15G055 木村 宏之			
14B	16G050 平野 馨一			15G649 三好 敏喜	14G553 秋本 晃一		
14C	15MP004 小野 寛太			15G597 安藤 正海			
15A1/15A2	15G589 春本 真由	調整	16C209	16R-30 清水 神隆	16C209	15G572 高木 秀樹	
16A	15G672 手塚 順久	2013S2-004 雨宮 健太		15S2-007 山崎 裕一		15S2	
17A	15G 15G095 敏	14G 16G045 村	14G649 小	15G 16R-24 岡	15G 15G008 藤	15G006 藤中 健	
18B	16-IB-02			16-IB-09			
18C	16G107 熊 裕之			調整	15G091 富田 崇弘	調整	
19B	立ち上げ調整	立ち上げ調整					
20A	15G641 星野 正光			14G518 北島 昌史			
20B	14G553 秋本 晃一			16G148 加藤 有香子			
27A	15G110 埃 誠司			16G005 馬場 祐治	14G656 渡邊 直之	16G007 石山	
27B	15G611 八巻 健也	16G124 本田 光太	15G063 永井 潤之	15G566 松浦 治明	16R-18 宇佐美 豊	15G074 伊藤 敏	
28A/28B	16G079 寺嶋 健成	15S2-003 高橋 隆					
	E	E	B	M	E	E	E
NE1A	14G647 佐賀山 基		16S2-004 山浦 淳一		16S2-004 山浦 淳一	14S2-001 熊井 玲児	
NE3A	16C206	16Y001	16G117		調整	15G 15G079	16G 16R-20 藤
NE5C	15G031 關根 ちひろ				15G705 若林 大佑		
NE7A	16G016 西原 達				16G186 淵崎 員弘	14G680 久保 友明	
NW10A	15P017 藤下 直	16S2-004 山浦 淳一			14G716 Woranan	16G093 藤次 智	14G9 15G14
NW12A	16G 調整				16R 14G673	14G 14G512	15G 14G562
NW14A	14S2-006 野澤 俊介				14S2-006 野澤 俊介		
SPF	14G636 和田 健				14S2-004 深谷 有喜		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	6/27	6/28	6/29	6/30	7/1	7/2	7/3
	E	E	B	STOP	STOP	STOP	STOP
1A	16C206 16Y009	16R 16R-31 藤	16R-01 飯塚 龍彦				
2A/2B	16C214 14G719	16C214 14G719	16C214 14G719				
3A	15S2-007 山崎 裕一						
3B	16S2-002 高橋 嘉夫						
3C	14G684 渡辺 紀生						
4A	16G070 高西						
4B2	15G660 植草						
4C	15G549 岩佐	15G655 柳原 英人					
5A	16G 16R-07 小	16Y0 15G038 野	16Y0 18Y006				
6A	16R-28 清水 神隆	15G711 植谷 正徳	15G590 藤井 伸一				
6C	15C206						
7A	15G629 吉田 真明						
7C	14S2-001 熊井 玲児						
8A	14S2-001 熊井 玲児						
8B	16R-22 石川 真久	16S2-004 山浦 淳一					
9A	14G552 高草 木 達						
9C	16G069	15G551 阿部 仁					
10A	15G537 奥野 純	調整					
10C	16G077 上久保 裕生						
11A	14G607 幸村 孝由						
11B	15G152 沼子	16Y015					
11D	15G011 堀内 拓大						
12C	14G549 高見 誠	16C211	15 16Y				
13A/13B	16G119 藤	15B2 16G119 藤	15B2 16G078	16G200			
14A	15G055 木村 宏之						
14B	14G553 秋本 晃一						
14C	15G088 百生 敦						
15A1/15A2	16Y007	16R-32	16R-21 小川 寛之	15G502 大平 健博			
16A	15S2-005 細田	16G098 伊藤 敏	15G090 岡村				
17A	16Y010	16Y004	14G 14G700 島	14G 15G095 寺			
18B	16-IB-09						
18C	16G063 石井 陽祐						
19B	立ち上げ調整						
20A	14G518 北島 昌史						
20B	15G114 原田 俊太						
27A	16G007 石山 新太郎						
27B	15G065 鈴木 雅也	15G028 横谷 明徳	15T001 神長 輝一				
28A/28B	14G638 若林 大佑	14G663 下志万 貴博					
	E	E	B	STOP	STOP	STOP	STOP
NE1A	14S2-001 熊井 玲児						
NE3A	15G 15G638	16Y001	15G657				
NE5C	15G705 若林 大佑						
NE7A	14G680 久保 友明						
NW10A	調整	15G575 杉山 和正					
NW12A	16G 14G596	16G	16C206				
NW14A	14S2-006 野澤 俊介						
SPF	14S2-004 深谷 有喜						

### PF ニュースでは皆様の投稿をお待ちしています！

「ユーザーとスタッフの広場」では受賞記事やPFトピックスなどのPF側からの報告だけではなく、BLで実験の合間に楽しく読めるような、ユーザー側からの自由な記事も増やしていきたいと考えています。テーマは問いません。皆様からは気軽にどしどしご投稿いただき、PFニュースがより良い触れ合いの場になるように、是非ともご協力いただければと思います。

例えば、以下のようなアイディアが実際に提案されています。

- ◆ユーザーがPFに対する個人的な意見や思いをエッセイとして綴る。
- ◆編集委員がエッセイを持ち回りで執筆する。
- ◆エッセイの上手な人を探して推薦する。
- ◆A4で一枚ぐらいの分量でPFスタッフの新人が自己紹介をする。
- ◆ユーザーが同様に自己紹介をする。
- ◆チェーン式（友達の輪式？）に次の執筆者を推薦するエッセイ記事。意外な人間関係が見えたりして面白いのではないだろうか。
- ◆失敗談、苦労話。
- ◆匿名座談会を開催して記事にする。
- ◆PF創成期の雰囲気や苦労話を執行部の先生方に執筆してもらう。
- ◆過去の記事から、現在のユーザーが興味を持ちそうな記事をアーカイブとして掲載する。著者が現役の先生ならば現在の視点を加筆して載せるのも面白いのではないだろうか？

その他、PFについて思うこと、気が付いたこと、提案等、どしどしお寄せ下さい！自薦、他薦も問いません！積極的なご投稿をお待ちしております！

### 宛 先

〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1  
高エネルギー加速器研究機構  
物質構造科学研究所 放射光科学研究施設内  
PF ニュース編集委員会事務局  
TEL：029-864-5196 FAX：029-864-3202  
E-mail：pf-news@pfqst.kek.jp  
URL：http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/

### 編集後記

PFの研究施設を利用するようになって、7年近くが経ちます。右も左も分からない学生時代から助教の今に至るまで、一貫してPFでお世話になりました。実験には、PFの陽電子施設を利用して頂いていますが、当施設で得られるユニークな短パルスビームを用いることで研究が大きく発展し、今ではなくてはならない施設となっています。

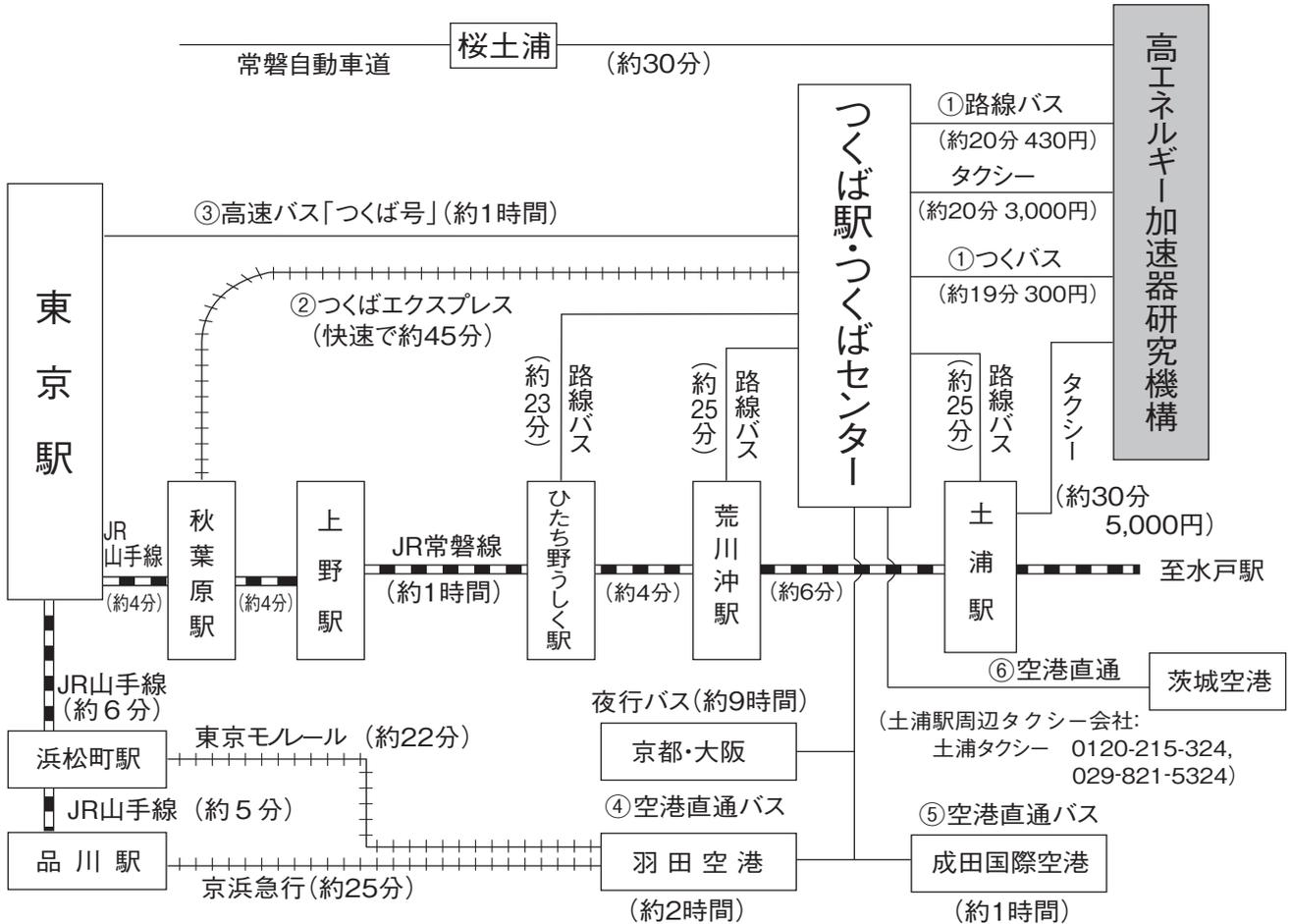
さて、PFニュースの編集委員を仰せつかり、早1年半が経ちました。ビームタイムの測定の合間に何気なく読んでいたPFニュースですが、編集委員会に参加するようになって、入念な準備と闊達な議論のもとで編集作業が行われていることを知りました。こうした編集の場に参加するのは初めてのことで、若輩の私にとって貴重な経験となっています。委員会ではなかなか発言できず反省することも多いのですが、PFの情報誌として愛されているPFニュースをより良いものにしていけるよう、今後は積極的にアイデアを出していけたらと思います。編集委員の任期は残すところ半年となりました。微力ではありますが、少しでも編集のお役に立てるように努めていきたいと思っています。(K.M.)

### \*平成 28 年度 PF ニュース編集委員\*

委員長	足立 純一	物質構造科学研究所
副委員長	片山 真祥	立命館大学 生命科学部
委員	安達 成彦	物質構造科学研究所
	阿部 善也	東京理科大学理学部第一部
	宇佐美德子	物質構造科学研究所
	丹羽 健	名古屋大学大学院工学研究科
	野澤 俊介	物質構造科学研究所
	兵藤 一行	物質構造科学研究所
	満汐 孝治	東京理科大学理学部第二部
事務局	高橋 良美	物質構造科学研究所

阿達 正浩	加速器研究施設
伊藤 孝憲	日産アーク株式会社
大川万里生	東京理科大学理学部
丹羽 尉博	物質構造科学研究所
原 幸大	静岡県立大学薬学部
間瀬 一彦	物質構造科学研究所
三輪 洋平	岐阜大学工学部

## KEK アクセスマップ・バス時刻表



(KEK周辺タクシー会社：大曾根タクシー 0120-000-302, 029-864-0301)

(確認日：2016. 7. 23)

### ①つくばセンター ↔ KEK (2014年11月1日改正)

関東鉄道バス 所要時間 約20分 運賃 440円 (KEK—土浦駅間の料金は780円) つくばセンター乗り場5番

18系統：土浦駅東口→つくばセンター→KEK→つくばテクノパーク大穂 C8系統：つくばセンター→KEK→つくばテクノパーク大穂  
71系統：つくばセンター→(西大通り)→KEK→下妻駅 (筑波大学は経由しません)

つくバス 所要時間 約20分 運賃 300円 つくばセンター乗り場3番  
HB/HA (北部シャトル)：つくばセンター→KEK→筑波山口 (筑波大学には停まりません)

下り (×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK	系統	つくばセンター	KEK
HB	6:55	7:13	HB	10:00	10:18	71	14:00	14:21	HB	18:25	18:43
C8	×7:20	×7:35	HB	10:25	10:43	HB	14:25	14:43	C8	×18:30	×18:45
HB	7:30	7:48	71	×10:30	×10:51	HB	14:55	15:13	HB	18:55	19:13
C8	×7:50	×8:05	C8	10:55	11:10	71	15:00	15:21	71	×19:10	×19:31
HB	7:55	8:13	HB	10:55	11:13	HB	15:25	15:43	HB	19:25	19:43
18	○8:10	○8:32	71	11:00	11:21	HB	15:55	16:13	71	○19:30	○19:51
18	×8:12	×8:34	HB	11:25	11:43	C8	×16:25	×16:40	71	×19:45	×20:06
HB	8:30	8:48	HB	11:55	12:13	HB	16:25	16:43	HB	19:55	20:13
71	8:50	9:09	71	12:00	12:21	71	16:35	16:56	C8	×20:05	×20:20
HB	8:55	9:13	HB	12:25	12:43	HB	16:55	17:13	HB	20:25	20:43
71	9:07	9:28	HB	12:55	13:13	C8	17:00	17:15	HB	20:55	21:13
HB	9:20	9:38	C8	○13:20	○13:35	HB	17:25	17:43	HB	21:25	21:43
C8	○9:35	○9:50	HB	13:25	13:43	71	17:30	17:51	HB	21:55	22:13
71	×9:55	×10:16	HB	13:55	14:13	C8	×17:55	×18:10	HB	22:20	22:38
C8A	×10:00	×10:15	C8	×14:00	×14:15	HB	17:55	18:13			

18系統の土浦駅東口→つくばセンターは20分間です。

上り (×は土曜・休日運休、○は土曜・休日運転)

系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター	系統	KEK	つくばセンター
HA	6:20	6:43	HA	10:15	10:38	C8	○14:20	○14:40	HA	18:15	18:38
71	×6:28	×6:50	71	○10:18	○10:42	71	14:28	14:52	71	○18:28	○18:52
HA	6:50	7:13	71	×10:18	×10:45	HA	14:45	15:08	HA	18:45	19:08
HA	7:15	7:38	C8	○10:25	○10:45	C8	×14:50	×15:10	C8	×18:45	×19:15
71	○7:28	○7:50	HA	10:45	11:08	HA	15:15	15:38	HA	19:15	19:38
71	×7:28	×7:56	C8	×10:55	×11:19	71	15:28	15:52	71	×19:18	×19:40
HA	7:45	8:08	HA	11:15	11:38	HA	15:45	16:08	C8	×19:30	×19:50
HA	8:10	8:33	71	11:28	11:52	HA	16:10	16:33	HA	19:45	20:08
71	○8:28	○8:50	HA	11:45	12:08	HA	16:35	16:58	HA	20:10	20:33
71	×8:28	×8:55	C8	11:50	12:10	71	16:58	17:22	HA	20:35	20:58
HA	8:45	9:08	HA	12:15	12:38	HA	17:10	17:33	18	×20:50	×21:10
C8	×8:50	×9:14	HA	12:45	13:08	C8	×17:20	×17:45	HA	21:10	21:33
C8	○9:05	○9:25	HA	13:15	13:38	HA	17:40	18:03	HA	21:40	22:03
HA	9:20	9:43	71	13:23	13:47	C8	×17:50	×18:15			
C8	×9:25	×9:49	HA	13:45	14:08	18	○17:55	○18:15			
HA	9:45	10:08	HA	14:15	14:38	71	×17:58	×18:27			

18系統のつくばセンター→土浦駅東口は22分間です。

## ②つくばエクスプレス

(2015年3月14日改定)

所要時間 つくば駅-秋葉原駅(快速)約45分 [1,190円]

普通回数券(11枚綴り), 昼間時回数券(12枚綴り), 土・休日回数券(14枚綴り)あり

詳細はホームページ <http://www.mir.co.jp/> をご参照下さい。

平日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
* 5:08	6:06	○10:30	11:15	20:10	21:05
* 5:28	6:26	10:45	11:38	20:26	21:20
* 5:45	6:43	(10時~16時まで同じ)		20:40	21:34
○ 6:04	6:49	○17:00	17:45	20:51	21:45
6:17	7:11	17:10	18:04	○21:00	21:47
○ 6:28	7:14	17:20	18:14	21:18	22:13
* 6:30	7:29	○17:30	18:16	21:34	22:29
6:45	7:38	17:40	18:34	21:50	22:43
○ 6:57	7:43	17:50	18:44	○22:00	22:46
○ 7:15	8:01	△18:00	18:49	22:15	23:08
7:27	8:22	18:11	19:05	22:30	23:24
7:45	8:40	18:21	19:16	* 22:43	23:42
○ 8:00	8:48	△18:30	19:19	○23:00	23:45
8:19	9:15	18:41	19:36	23:15	0:10
○ 8:30	9:18	18:51	19:45	* 23:30	0:28
8:42	9:39	△19:00	19:51	* 23:45	0:43
○ 9:00	9:46	19:07	20:01		
9:15	10:09	19:21	20:15		
○ 9:30	10:15	△19:30	20:20		
9:45	10:39	19:37	20:31		
○ 10:00	10:45	19:51	20:45		
10:15	11:08	○20:00	20:48		

平日・上り							
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:06	5:59	○9:24	10:09	17:13	18:07	21:25	22:19
○ 5:25	6:11	9:30	10:25	○17:27	18:14	21:40	22:34
5:31	6:25	○9:55	10:41	17:29	18:25	21:55	22:49
5:51	6:44	10:00	10:54	17:43	18:37	22:10	23:04
6:12	7:08	○10:25	11:10	○17:57	18:44	22:24	23:18
6:28	7:22	10:30	11:24	18:00	18:54	* 22:39	23:38
6:40	7:35	○10:54	11:40	○18:19	19:04	22:58	23:51
△ 6:51	7:42	11:01	11:55	18:21	19:15	* 23:14	0:12
6:54	7:51	○11:25	12:10	18:30	19:24		
7:03	8:00	11:30	12:24	○18:49	19:34		
7:11	8:08	○11:55	12:40	18:54	19:47		
△ 7:24	8:16	12:00	12:54	19:02	19:56		
7:27	8:24	○12:25	13:10	○19:23	20:09		
7:33	8:29	12:30	13:24	○19:37	20:22		
7:42	8:38	○12:55	13:40	○19:51	20:36		
△ 7:52	8:44	(12時~15時まで同じ)		19:58	20:53		
7:56	8:52	16:00	16:54	○20:20	21:06		
8:08	9:04	16:27	17:13	20:25	21:19		
△ 8:19	9:10	16:30	17:24	20:37	21:31		
8:27	9:24	16:43	17:36	20:50	21:44		
8:45	9:39	16:52	17:45	○21:08	21:53		
9:00	9:53	17:02	17:55	21:10	22:05		

土曜/休日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
* 5:08	6:06	9:45	10:38	(18時~21時まで同じ)	
* 5:28	6:26	○10:00	10:45	○22:00	22:46
* 5:45	6:43	10:15	11:09	22:15	23:09
○ 6:05	6:50	○10:30	11:15	22:30	23:24
6:18	7:13	10:45	11:38	22:45	23:39
○ 6:30	7:17	○11:00	11:45	○23:00	23:46
6:47	7:40	11:15	12:08	23:17	0:10
○ 7:00	7:45	11:30	12:15	* 23:31	0:29
7:15	8:09	○11:45	12:38	* 23:45	0:43
○ 7:30	8:16	(11時~15時まで同じ)			
7:45	8:39	○16:00	16:45		
○ 8:00	8:45	16:15	17:08		
8:15	9:10	○16:30	17:15		
○ 8:30	9:16	16:45	17:39		
8:43	9:40	○17:00	17:45		
○ 9:00	9:46	17:15	18:09		
9:15	10:09	○17:30	18:15		
○ 9:30	10:16	17:45	18:39		

土曜/休日・上り							
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:06	5:59	7:54	8:47	10:28	11:22	21:00	21:54
○ 5:27	6:13	8:04	8:58	○10:55	11:40	○21:28	22:13
5:31	6:25	○8:26	9:11	11:00	11:54	21:46	22:39
5:52	6:46	8:30	9:24	○11:25	12:10	○22:09	22:55
6:13	7:08	8:46	9:39	11:30	12:24	22:15	23:10
6:32	7:26	○9:08	9:54	○11:55	12:40	* 22:26	23:25
○ 6:54	7:40	9:16	10:10	12:00	12:54	22:39	23:33
6:58	7:52	9:30	10:24	○12:25	13:10	22:55	23:48
○ 7:23	8:10	○9:53	10:39	12:30	13:24	* 23:14	0:12
7:27	8:22	9:59	10:54	○12:55	13:40		
○ 7:49	8:35	○10:23	11:09	(12時~20時まで同じ)			

○: 快速

△: 通勤快速(研究学園駅にも停まります。)

無印: 区間快速 \* : 普通

### ③ 高速バス

### 高速バス発車時刻表 [つくば号]

(2014年4月1日改正)

運賃 東京駅 ↔ つくばセンター (← 筑波大学) : 1180円 (交通系電子マネー利用で下りは1130円, 上りは950円)  
 @ミッドナイトつくば号 東京駅 → 筑波大学 : 2100円  
 所要時間 東京 → つくば 65分~70分 つくば → 上野 90分 (平日) つくば → 東京 110分 (平日)  
 つくば → 東京 80分 (日祝日)

○ 6:50U	○ × 9:30U	○ × 14:30U	○ × 18:40U	× 21:30U
× 7:00U	○ × 10:00U	○ × 15:00U	○ × 19:00U	○ 21:40U
○ 7:20	○ × 10:30U	○ × 15:30U	○ 19:20U	○ × 22:00U
× 7:30U	○ × 11:00U	○ × 16:00U	× 19:30U	○ 22:20U
○ 7:40	○ × 11:30U	○ × 16:30U	○ 19:40	× 22:30U
○ × 8:00U	○ × 12:00U	○ × 17:00U	○ × 20:00U	○ 22:40U
○ 8:20U	○ × 12:30U	○ × 17:20U	○ × 20:20U	○ × 23:00U
× 8:30U	○ × 13:00U	○ × 17:40U	○ × 20:40U	○ 23:50U@
○ 8:40U	○ × 13:30U	○ × 18:00U	○ × 21:00U	× 24:00U@
○ × 9:00U	○ × 14:00U	○ × 18:20U	○ 21:20U	○ 24:10U@
			○ × 24:30U@	

○ 5:00U	× 8:40U	○ × 11:30U	○ 16:20U	○ 19:20U
○ × 5:30U	○ × 9:00U	○ × 12:00U	× 16:30U	× 19:30U
○ × 6:00U	○ 9:20	○ × 12:30U	○ 16:40	○ 19:40U
○ × 6:30U	× 9:20U	○ × 13:00U	○ × 17:00U	○ × 20:00U
○ × 7:00U	○ 9:40	○ × 13:30U	○ 17:20U	○ 20:20U
× 7:20U	× 9:40U	○ × 14:00U	× 17:30U	× 20:30U
○ 7:30U	○ × 10:00U	○ × 14:30U	○ 17:40U	○ 20:40U
× 7:40U	○ × 10:20U	○ × 15:00U	○ × 18:00U	○ × 21:00U
○ × 8:00U	○ 10:40	○ 15:20U	○ 18:20U	○ 21:20
× 8:20U	× 10:40U	× 15:30U	× 18:30U	× 21:30U
○ 8:30U	○ × 11:00U	○ 15:40U	○ 18:40U	○ 21:40U
		○ × 16:00U	○ × 19:00U	○ × 22:00U

※ ○: 平日 ×: 土日休日 @ミッドナイトつくば号

上りは, 平日・土曜のみ都営浅草駅, 上野駅経由

※ つくば市内のバス停 (上下便とも) 筑波大学, 大学会館, 筑波大学病院, つくばセンター, 竹園二丁目, 千現一丁目, 並木一丁目, 並木二丁目, 並木大橋, 下広岡

※ ミッドナイトつくば号の乗車券は乗車日の1カ月前から発売。

● 発売窓口: 学園サービスセンター (8:30~19:00) 東京営業センター (東京駅乗車場側/6:00~発車まで)

新宿営業センター (新宿駅南口JRバス新宿営業センター内/6:00~23:00)

● 電話予約: JRバス関東 03-3844-0489 (10:00~18:00) ● ネット予約: 決済 <http://www.kousokubus.net/> (高速バスネット)

### ④⑤⑥ 空港直通バス (つくばセンターバス乗り場: 8番)

#### 羽田空港 ↔ つくばセンター

所要時間: 約2時間 (但し, 渋滞すると3時間以上かかることもあります。) 運賃: 1,850円 (2014年4月1日改正)

国際線ターミナル	第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター
9:15	9:25	9:30	11:15
11:15	11:25	11:30	13:15
14:45	14:55	15:00	16:45
16:05	16:15	16:20	18:05
17:45	17:55	18:00	19:45
19:20	19:30	19:35	21:00
20:45	20:55	21:00	22:15
22:05	22:15	22:20	23:35

つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル	国際線ターミナル
4:40	6:17	6:22	6:29
6:00	7:47	7:52	7:59
8:00	9:57	10:02	10:09
9:30	11:27	11:32	11:39
12:30	14:07	14:12	14:19
14:30	16:07	16:12	16:19
17:30	19:07	19:12	19:19
18:35	20:02	20:07	20:14

※ 平日日祝日とも上記時刻表

※ 羽田空港乗り場: 1階到着ロビーバス乗り場13番, 国際線ターミナル6番

※ 上下便, つくば市内でのバス停: 竹園二丁目, 千現一丁目, 並木一丁目, 並木大橋

※ 問い合わせ: 029-836-1145 (関東鉄道) / 03-3765-0301 (京浜急行)

#### 成田空港 ↔ つくばセンター (土浦駅東口行) (AIRPORT LINER NATT'S)

運賃: 2,200円

(2015年11月16日改正)

圏央道と東関東自動車道を経由するルートに変更になり, 所要時間が最短で55分まで短縮されます。

乗車券購入方法 (成田空港行): 予約制。1カ月前から予約受付。乗車券は3日前までに購入。KEKの売店でも購入可。

予約センター電話: 029-822-5345 (月~土: 9:00~19:00)

つくばセンター方面土浦駅東口行: 成田空港1F京成カウンターにて当日販売

第3ターミナル	第2ターミナル	第1ターミナル	つくばセンター
7:30	7:35	7:40	8:40
8:30	8:35	8:40	9:35
9:30	9:35	9:40	10:50
10:30	10:35	10:40	11:50
11:30	11:35	11:40	12:35
13:00	13:05	13:10	14:20
14:40	14:45	14:50	15:45
16:00	16:05	16:10	17:20
16:50	16:55	17:00	18:00
17:50	17:55	18:00	19:10
18:50	18:55	19:00	19:55
20:30	20:35	20:40	21:50

つくばセンター	第2ターミナル	第1ターミナル	第3ターミナル
5:20	6:15	6:20	6:25
6:20	7:30	7:35	7:40
7:20	8:15	8:20	8:25
8:50	10:00	10:05	10:10
10:20	11:30	11:35	11:40
11:50	13:00	13:05	13:10
12:50	14:00	14:05	14:10
13:40	14:50	14:55	15:00
14:50	15:45	15:50	15:55
16:10	17:05	17:10	17:15
17:20	18:20	18:25	18:30
18:50	19:50	19:55	20:00

※ 平日日祝日とも上記時刻表

#### 茨城空港 ↔ つくばセンター

(2016年3月27日改正)

所要時間: 約1時間

運賃: 1,030円

問い合わせ 029-836-1145 (関東鉄道)

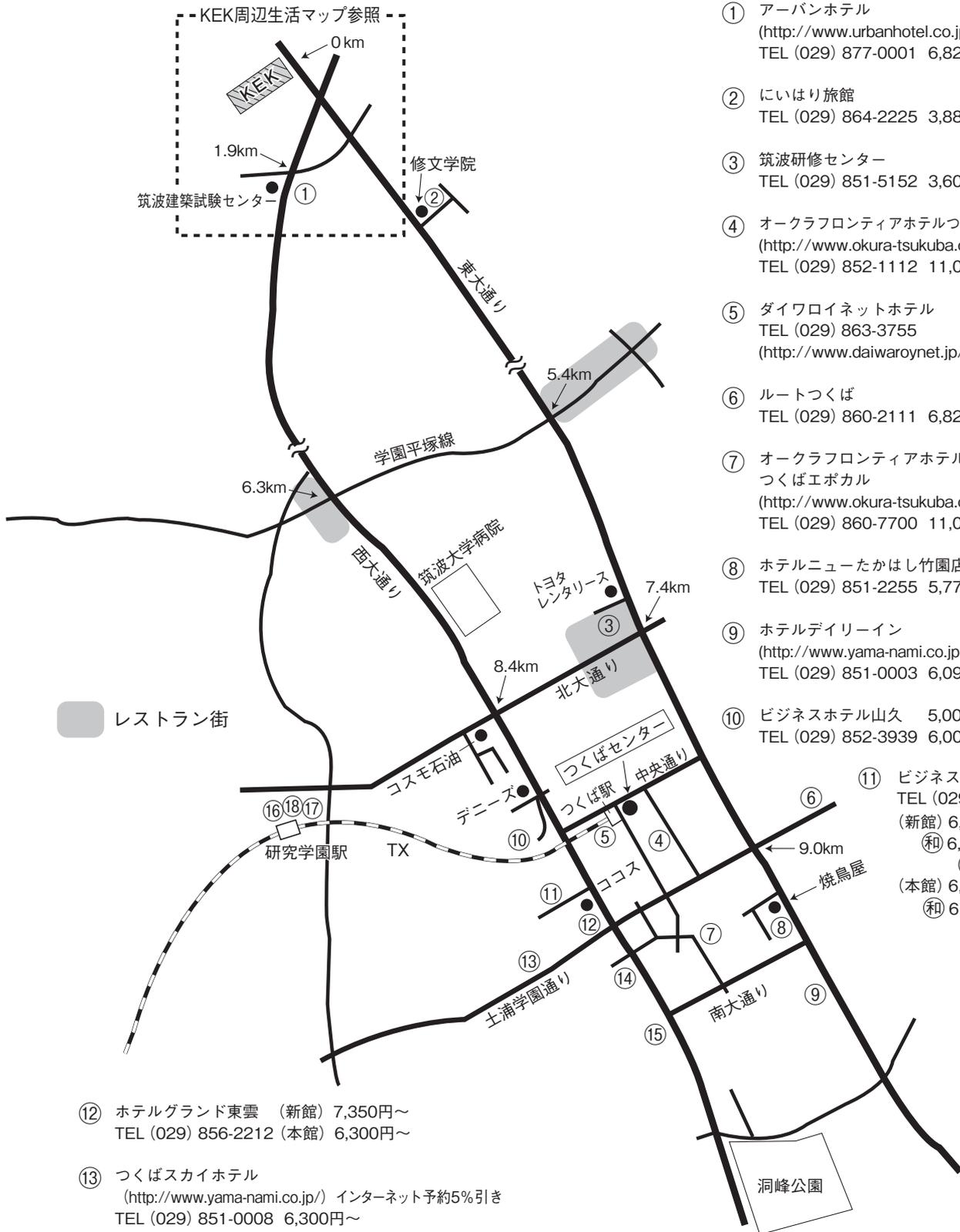
10:30	11:30
20:00	21:00

7:40	8:40
17:00	18:00

※ 航空便の運行状況によって, 運休/時刻変更の場合があります。

# つくば市内宿泊施設

(確認日:2016. 7. 23) ※ 料金は参考値です。



- ① アーバンホテル  
(<http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html>)  
TEL (029) 877-0001 6,825円～
- ② にいはり旅館  
TEL (029) 864-2225 3,885円～
- ③ 筑波研修センター  
TEL (029) 851-5152 3,600円～
- ④ オークラフロンティアホテルつくば  
(<http://www.okura-tsukuba.co.jp/>)  
TEL (029) 852-1112 11,088円～
- ⑤ ダイワロイネットホテル  
TEL (029) 863-3755  
(<http://www.daiwaroynet.jp/tsukuba/>)
- ⑥ ルートつくば  
TEL (029) 860-2111 6,825円～ (朝食付)
- ⑦ オークラフロンティアホテルつくばエポカル  
(<http://www.okura-tsukuba.co.jp/>)  
TEL (029) 860-7700 11,088円～
- ⑧ ホテルニューたかはし竹園店  
TEL (029) 851-2255 5,775円～
- ⑨ ホテルデイリーイン  
(<http://www.yama-nami.co.jp/>)インターネット予約5%引き  
TEL (029) 851-0003 6,090円
- ⑩ ビジネスホテル山久 5,000円～(2食付・1室2人)  
TEL (029) 852-3939 6,000円～(2食付・1室1人)
- ⑪ ビジネスホテル松島  
TEL (029) 856-1191  
(新館) 6,500円～  
(和) 6,800円 (3人～)  
(風呂・2食付)  
(本館) 6,000円～  
(和) 6,300円(3人～)(2食付)
- ⑫ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～  
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑬ つくばスカイホテル  
(<http://www.yama-nami.co.jp/>) インターネット予約5%引き  
TEL (029) 851-0008 6,300円～
- ⑭ 学園桜井ホテル  
(<http://www.gakuen-hotel.co.jp/>)  
TEL (029) 851-3011 6,878円～
- ⑮ ビジネス旅館二の宮  
TEL (029) 852-5811 5,000円～  
(二人部屋のみ 2食付)
- ⑯ ホテルベストランド  
(<http://www.hotel-bestland.co.jp/>)  
TEL (029) 863-1515
- ⑰ 東横イン  
(<http://www.toyoko-inn.com/hotel/00228/>)  
TEL (029) 863-1045
- ⑱ ホテルマークワン  
(<http://www.mark-1.jp/>)  
TEL (029) 875-7272

# KEK 周辺生活マップ

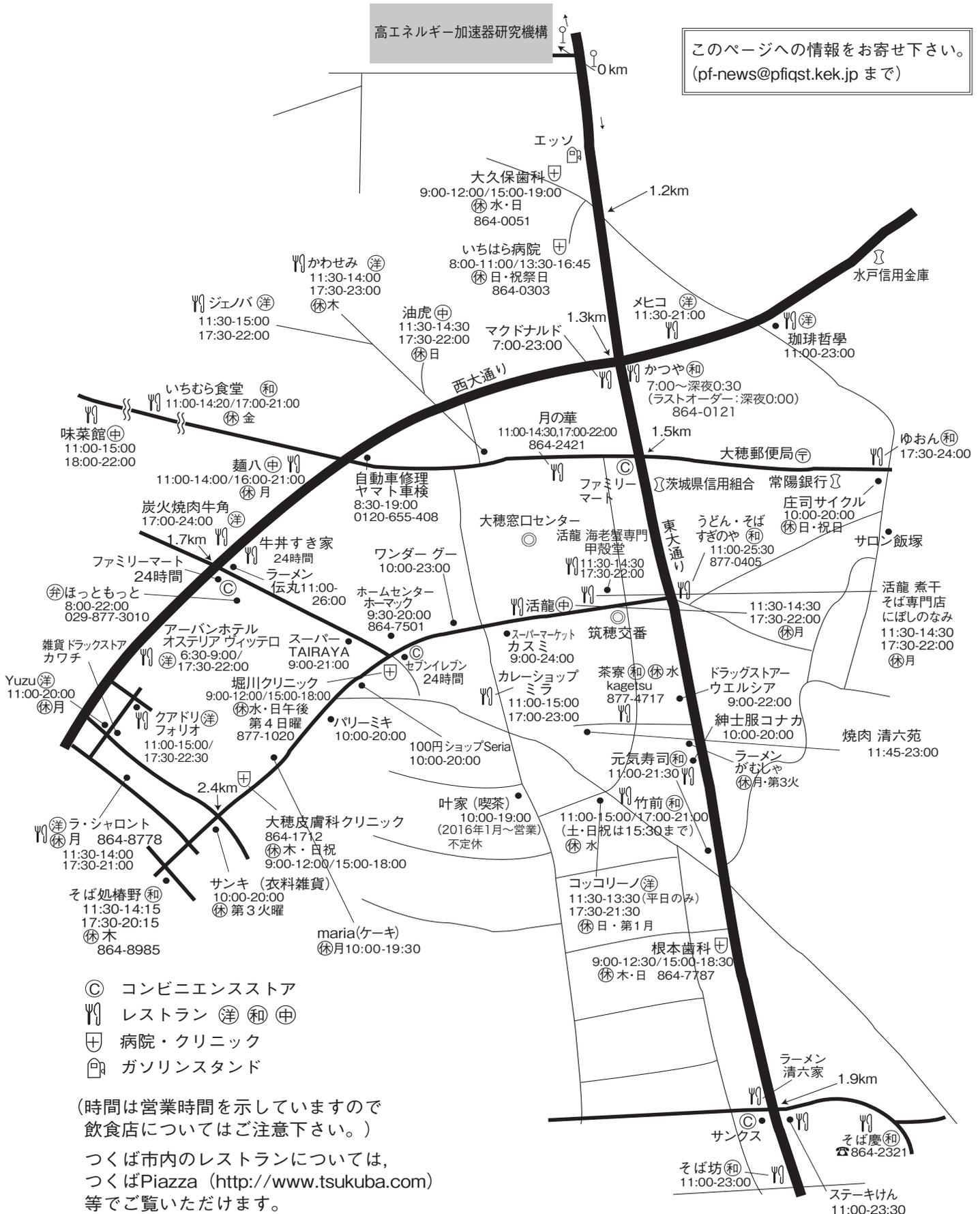
(確認日：2016. 7. 23)

放射光科学研究施設研究棟，実験準備棟より正面入口までは約 800 m

## KEK

高エネルギー加速器研究機構

このページへの情報をお寄せ下さい。  
(pf-news@pqst.kek.jp まで)



- ◎ コンビニエンスストア
- ㄗ レストラン (洋) (和) (中)
- ⊕ 病院・クリニック
- Ⓔ ガソリンスタンド

(時間は営業時間を示していますので  
飲食店についてはご注意ください。)  
つくば市内のレストランについては、  
つくばPiazza (<http://www.tsukuba.com>)  
等でご覧いただけます。

## KEK内福利厚生施設

ユーザーの方は、これらの施設を原則として、機構の職員と同様に利用することができます。各施設の場所は後出の「高エネルギー加速器研究機構平面図」をご参照下さい。

### ●共同利用宿泊者施設（ドミトリー）

（管理人室 TEL/FAX:029-864-5574 PHS:2920）

シングルバス・トイレ付き 2,000円

シングルバス・トイレなし 1,500円

- ドミトリーは夜の22時から朝の8時までは施錠されます。また、この時間帯は管理人が不在ですので、22時以降にドミトリーに到着される方はインフォメーションセンター（029-864-5572, PHS:3398）でドミトリーの部屋の鍵を受け取って下さい。
- 支払いはユーザーズオフィスにて、現金の他、クレジットカード、デビットカードが利用可能です。また宿泊が週末等になり、ユーザーズオフィスで支払えない場合は銀行振込または管理人による現金での領収（土、日、祝のみ）も可能です。

### ●図書室（研究本館1階 内線3029）

開室時間：月～金 9:00～17:00

閉室日：土、日、祝、年末年始、夏季一斉休業日  
機構発行のIDカードがあれば開室時間以外でも入館可能。詳しくは下記URLをご覧ください。

(<http://www-lib.kek.jp/riyou/index.html>)

### ●健康相談室（医務室）（内線 5600）

勤務時間中に発生した傷病に対して、応急処置を行うことができます。健康相談も行っていますので、希望者は事前に申し込んでください。

場 所 先端計測実験棟

開室時間 8:30～17:00（月曜日～金曜日）

### ●食 堂（内線 2986）

営 業 月～金 ただし祝日及び年末年始は休業

昼食 11:30～13:30 夕食 17:30～19:00

### ●レストラン（内線 2987）

2015年4月～は事前予約（5日前）による営業のみ。

### ●喫茶店「風来夢（プライム）」（内線 3910）

営 業 日：毎日（年末年始、夏季休業日を除く）

営業時間：8時00分～21時00分

ただし、H28年10月2日までの平日は8時～17時、土・日・祝は8時～19時。

（朝食）8時00分～9時30分

（昼食）11時30分～15時00分

（夕食）17時30分～19時00分（土・日・祝のみ営業）

上記以外は喫茶のみで営業。

（※清掃作業のため10時～11時は入店出来ません。）

### ●売 店（内線3907）

弁当、パン、食料品、菓子類、日用品、タバコ、お酒、雑誌、切手等、素粒子グッズの販売、クリーニング、DPE、宅配便の取次ぎ。

営 業 月～金 9:00～19:00

### ●宅配便情報

PFまたはPF-AR宛に宅配便で荷物を送る場合には、宅配便伝票の宛先に以下の項目を必ず記載してください。

#### 1. PF への荷物の宛先

PF 事務室気付 BL-〇〇〇（ステーション名）+ 受取者名

#### 2. PF-AR への荷物の宛先

PF 事務室気付 PF-AR 共同研究棟 N〇〇〇（ステーション名）+ 受取者名

荷物を発送した時に、以下の情報を [shipping@pfqst.kek.jp](mailto:shipping@pfqst.kek.jp) 宛てにメールでお送り下さい。

#### 宅配便発送情報

1. 発送者氏名
2. 所属
3. KEK 内での連絡先（携帯電話等）
4. 発送日
5. 運送業者
6. PF への到着予定日時（土日祝日、夜間等の受け取りは事務室では対応できません。確実に受け取れるよう、発送伝票に配達希望日時と携帯電話番号を明記して下さい）
7. 荷物の個数
8. ステーション名およびビームタイム

#### 注意

- 荷物の紛失や破損等が生じた場合の責任は負えませんので予めご了承ください。また、大切な物品等は受取人本人が直接宅配便業者から受け取るようにしてください。
- 土日祝日・夜間等の受け取りは、事務室では対応できません。

### ●自転車貸出方法（受付 [監視員室] 内線3800）

- 貸出は実験ホール入口の監視員室で行う。
- 貸出は一往復とし、最長でも半日とする。
- 使用後は所定の自転車スタンドへ戻し、鍵は監視員室へ速やかに戻す。

（PF-ARでも自転車を10台用意していますので利用したい方はビームライン担当者または運転当番 [PHS 4209] に連絡して下さい。）

ユーザーズオフィスでも自転車の貸出を行っています（約50台）。

### ●常陽銀行ATM

取扱時間：9:00～18:00（平日） 9:00～17:00（土）

日・祝日の取扱いはありません。常陽銀行以外の金融機関もカードのみの残高照会、引出しが可能です。

### ●郵便ポスト（計算機棟正面玄関前）

収集時間：10:30（平日・土曜）、10:00（休日）

●ユーザーズオフィスについては、<http://www2.kek.jp/usersoffice/> をご覧ください。

Tel : 029-879-6135, 6136 Fax : 029-879-6137

Email : [usersoffice@mail.kek.jp](mailto:usersoffice@mail.kek.jp)

## ビームライン担当一覧表 (2016. 8. 1)

ビームライン ステーション	形態	光源 ステーション/実験装置名	BL担当者 担当者	担当者 (所外)
		(●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ◇所外, ☆教育用BL, ★UG運営ST)		
<b>BL-1</b>		<b>U</b>	<b>松垣</b>	
BL-1A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
<b>BL-2</b>		<b>U</b>	<b>組頭</b>	
BL-2A	●	表面・界面光電子分光実験ステーション:MUSASHI	組頭	
BL-2B	●	広エネルギー帯域機能性材料解析ビームライン	組頭	
<b>BL-3</b>		<b>U (A) / B M (B, C)</b>	<b>中尾</b>	
BL-3A	●	六軸X線回折計/二軸磁場中X線回折実験ステーション	中尾	
BL-3B	●★	VUV 24m球面回折格子分光器 (SGM)	間瀬	枝元 (立教大) 吉信 (東大)
BL-3C	●	X線光学素子評価/白色磁気回折ステーション	平野	
<b>BL-4</b>		<b>B M</b>	<b>中尾</b>	
BL-4A	●★	蛍光X線分析/マイクロビーム分析	丹羽	高橋 (東大)
BL-4B2	●★	多連装粉末X線回折装置	中尾	植草 (東工大)
BL-4C	●	六軸X線回折計用実験ステーション	中尾	
<b>BL-5</b>		<b>M P W</b>	<b>松垣</b>	
BL-5A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
<b>BL-6</b>		<b>B M</b>	<b>五十嵐</b>	
BL-6A	●	X線小角散乱ステーション	五十嵐	
BL-6C	●★	X線回折/散乱実験ステーション	河田	奥部 (東北大)
<b>BL-7</b>		<b>B M</b>	<b>雨宮 (岡林: 東大)</b>	
BL-7A	◇●	軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション (東大・スペクトル)	雨宮	岡林 (東大)
BL-7C	●	汎用X線ステーション	杉山	
<b>BL-8</b>		<b>B M</b>	<b>佐賀山</b>	
BL-8A	●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	佐賀山	
BL-8B	●	多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	佐賀山	
<b>BL-9</b>		<b>B M</b>	<b>阿部</b>	
BL-9A	●	XAFS実験ステーション	阿部	
BL-9C	●	XAFS実験ステーション	阿部	
<b>BL-10</b>		<b>B M</b>	<b>清水</b>	
BL-10A	●★	垂直型四軸X線回折装置	熊井	吉朝 (熊本大)
BL-10C	●	溶液用小角散乱実験ステーション(酵素回折計)	清水	
<b>BL-11</b>		<b>B M</b>	<b>北島</b>	
BL-11A	●	軟X線斜入射回折格子分光器	北島	
BL-11B	●	軟X線2結晶分光ステーション	北島	
BL-11D	●	軟X線光学素子評価装置用ステーション	間瀬	
<b>BL-12</b>		<b>B M</b>	<b>仁谷</b>	
BL-12C	●	XAFS実験ステーション	仁谷	
<b>BL-13</b>		<b>U</b>	<b>間瀬</b>	
BL-13A/B	●	表面化学研究用真空紫外軟X線分光ステーション	間瀬	
<b>BL-14</b>		<b>V W</b>	<b>岸本</b>	
BL-14A	●	単結晶構造解析・検出器開発ステーション	岸本	
BL-14B	●	精密X線回折実験ステーション	平野	
BL-14C	●	X線イメージングおよび汎用X線実験ステーション	兵藤	
<b>BL-15</b>		<b>U</b>	<b>五十嵐</b>	
BL-15A1	●	セミマイクロビーム XAFS 実験ステーション	武市	
BL-15A2	●	高輝度X線小角散乱実験ステーション	清水	

<b>BL-16</b>		<b>U</b>	<b>雨宮</b>
BL-16A	●	可変偏光軟X線分光ステーション	雨宮
<b>BL-17</b>		<b>U</b>	<b>山田</b>
BL-17A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
<b>BL-18</b>		<b>B M</b>	<b>熊井</b>
BL-18B(インド・DST)	◇●	Multipurpose Monochromatic Hard X-ray Station	熊井 SINGH, Arnab (Saha)
BL-18C	●★	超高压下粉末X線回折計	亀卦川 鍵 (東大)
<b>BL-20</b>		<b>B M</b>	<b>足立 (純)</b>
BL-20A	☆●	3 m直入射型分光器	足立 (純) 河内 (東工大)
BL-20B	●	白色・単色 X線トポグラフィ/X線回折実験ステーション	杉山
<b>BL-27</b>		<b>B M</b>	<b>宇佐美</b>
BL-27A	●	放射性試料用軟X線実験ステーション	宇佐美
BL-27B	●	放射性試料用X線実験ステーション	宇佐美
<b>BL-28</b>		<b>H U</b>	<b>小野</b>
BL-28A/B	●	可変偏光 VUV・SX 不等間隔平面回折格子分光器 高分解能角度分解光電子分光実験ステーション	小野
<b>PF-AR</b>			
<b>AR-NE1</b>		<b>E M P W</b>	<b>亀卦川</b>
AR-NE1A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	亀卦川
<b>AR-NE3</b>		<b>U</b>	<b>山田</b>
AR-NE3A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
<b>AR-NE5</b>		<b>B M</b>	<b>亀卦川</b>
AR-NE5C	●	高温高压実験ステーション /MAX80	亀卦川
<b>AR-NE7</b>		<b>B M</b>	<b>兵藤</b>
AR-NE7A	●	X線イメージングおよび高温高压実験ステーション	兵藤
<b>AR-NW2</b>		<b>U</b>	<b>丹羽</b>
AR-NW2A	●	時分割 XAFS 及び時分割X線回折実験ステーション	丹羽
<b>AR-NW10</b>		<b>B M</b>	<b>仁谷</b>
AR-NW10A	●	XAFS 実験ステーション	仁谷
<b>AR-NW12</b>		<b>U</b>	<b>引田</b>
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	引田
<b>AR-NW14</b>		<b>U</b>	<b>野澤</b>
AR-NW14A	●	時間分解X線回折実験ステーション	野澤
<b>低速陽電子</b>			
SPF-A1	●	汎用陽電子実験ステーション	兵頭
SPF-A2	●	ポジトロニウム飛行時間測定ステーション	兵頭
SPF-B3	●	全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) ステーション	兵頭

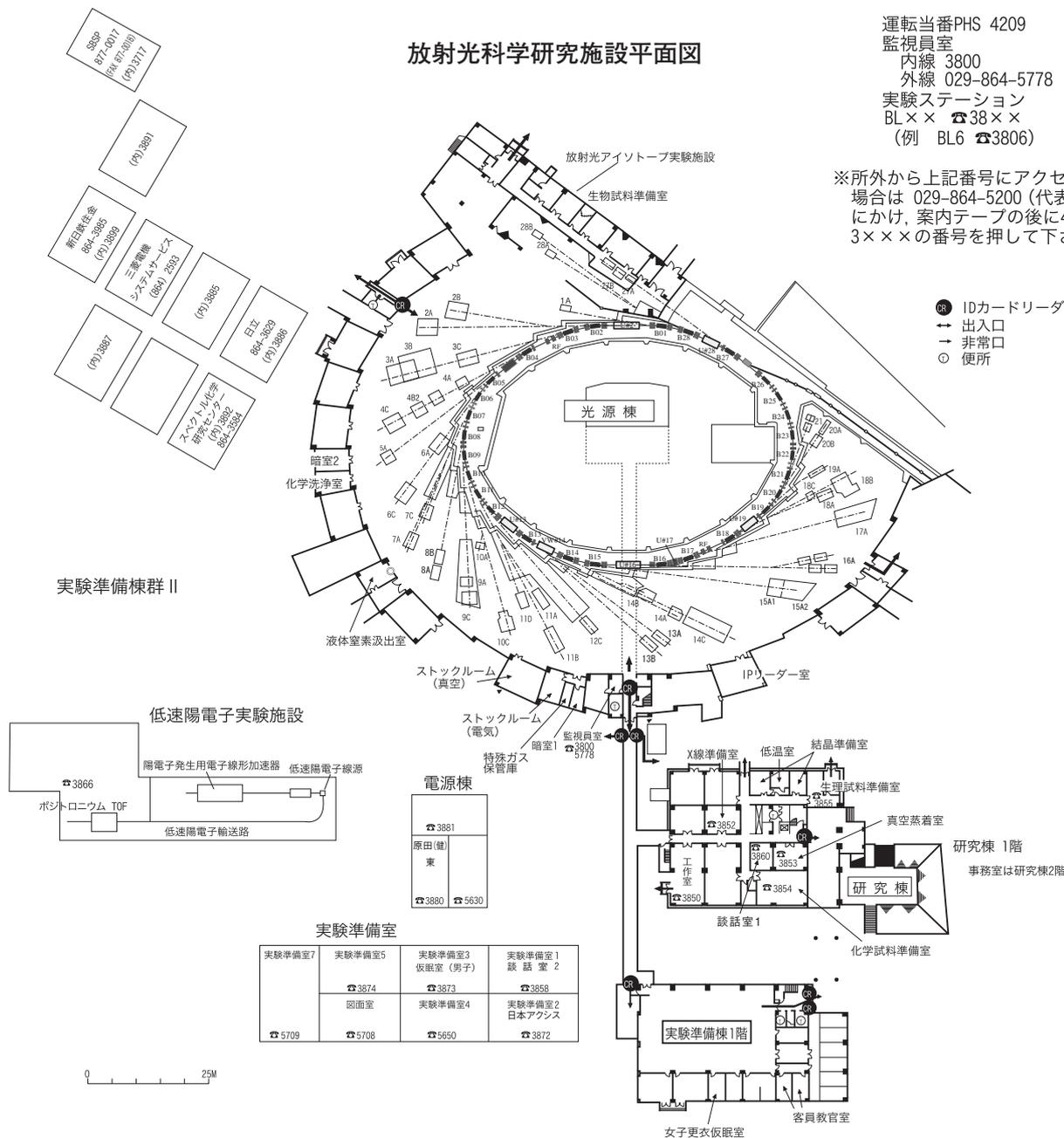
【所外ビームライン】 BL-7A 東大 RCS 岡林 jun@chem.s.u-tokyo.ac.jp  
 BL-18B インド Saha SINGH, Arnab 029-879-6237 [2628] arnabsingh@gmail.com

# 放射光科学研究施設平面図

運転当番PHS 4209  
 監視員室  
 内線 3800  
 外線 029-864-5778  
 実験ステーション  
 BL×× ☎38××  
 (例 BL6 ☎3806)

※所外から上記番号にアクセスする  
 場合は 029-864-5200 (代表番号)  
 にか、案内テープの後に4×××、  
 3×××の番号を押して下さい。

- IDカードリーダー
- 出入口
- ⇄ 非常口
- 便所



実験準備室7 ☎5709	実験準備室5 ☎5708	実験準備室3 仮眠室 (男子) ☎3873	実験準備室1 談話室2 ☎3858
	図面室 ☎5650	実験準備室4 ☎5650	実験準備室2 日本アクセス ☎3872

## PF-AR平面図

### PF-AR共同研究棟

一柳、深谷、福本、  
 高木(社)、阿部(協)  
 6185.6186  
 Fax 6187

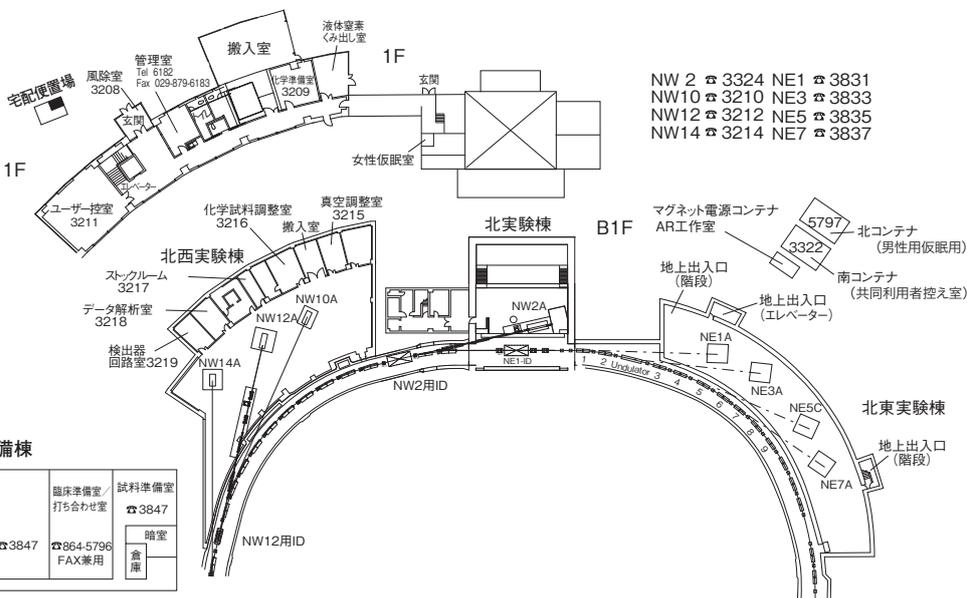
### PF-ARコンテナ

**北コンテナ**  
 男子仮眠室/  
 物品倉庫  
 ☎5797

**南コンテナ**  
 ユーザー控室/  
 打ち合わせ室  
 ☎3322

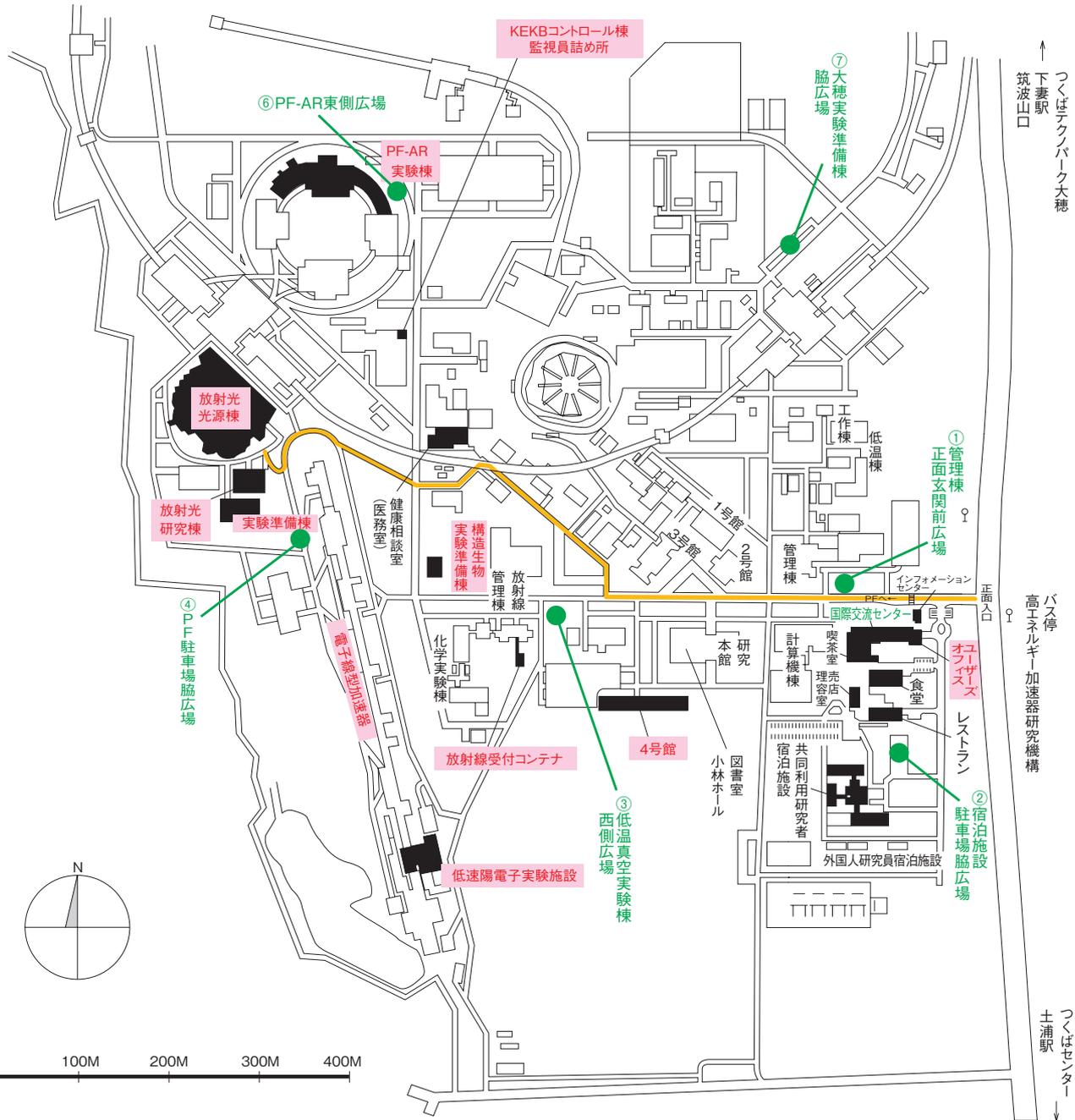
### PF-AR実験準備棟

真空装置 調整室 ☎3846	結晶加工室 ☎3846	臨床準備室/ 打ち合わせ室 ☎3847	試料準備室 ☎3847
	光学素子評価室 ☎3846	☎864-5796 FAX専用	倉庫



# 高エネルギー加速器研究機構平面図

(物質構造科学研究所 放射光科学研究施設関係分)



- 歩行者・自転車用ルート
- 緊急時避難場所 Emergency Assembly Area

非常の際は、運転当番 4209 インフォメーションセンター 3399

