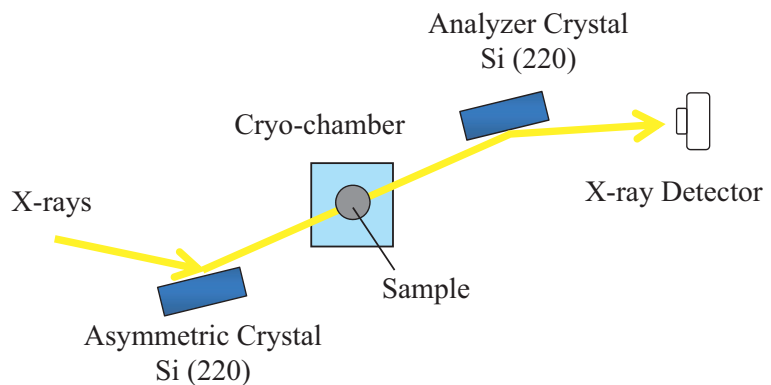
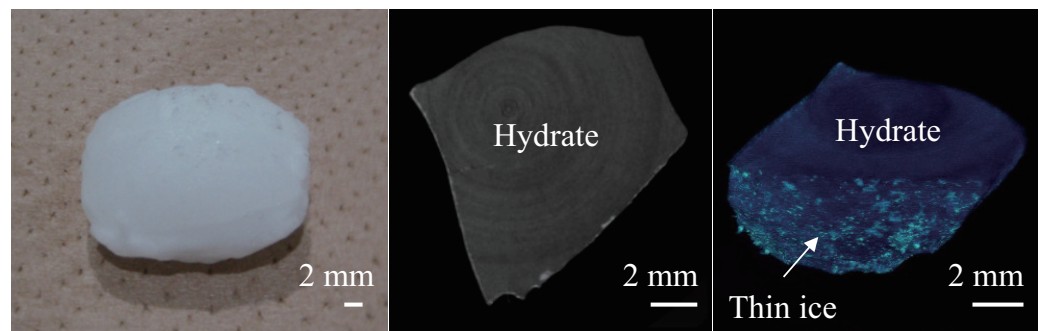
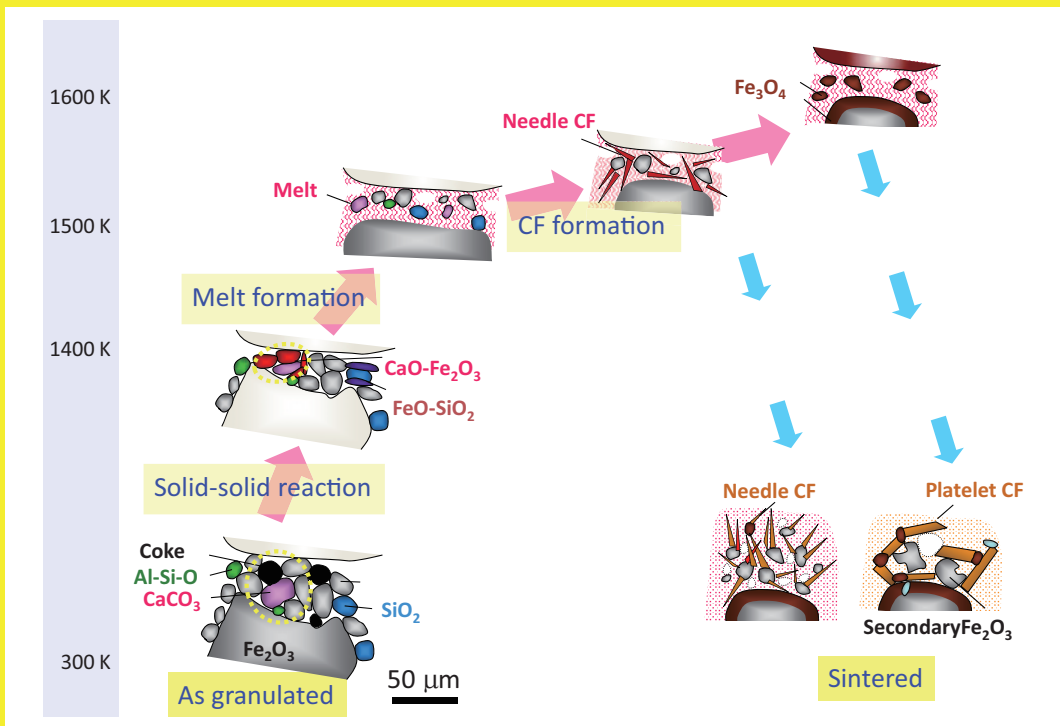


- 高温 *in situ* X線回折および高温組織観察を用いた焼結鉍プロセスの素反応解析
- 位相X線CTを利用したペレット状天然ガスハイドレートの内部構造解析



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	雨宮 健太	7
ERL計画推進室報告	河田 洋	8
2016年度のAR-NW2Aにおけるビームタイム縮減について	村上 洋一	10
最近の研究から		
高温 <i>in situ</i> X線回折および高温組織観察を用いた焼結鈹プロセスの素反応解析 村尾 玲子, 木村 正雄		11
Investigation on Reaction Schemes of Iron Ore Sinter Process by High Temperature <i>in situ</i> X-ray Diffraction and Micro-Texture Observation		
位相X線CTを利用したペレット状天然ガスハイドレートの内部構造解析 三町 博子, 竹谷 敏, 米山 明男, 兵藤 一行, 武田 徹		16
Internal Structure of Molded Natural Gas Hydrates by Phase Contrast X-ray Computed Tomography		
プレスリリース		
超高速光化学反応を可視化する「分子ムービー」の原理を実証—気体分子1つから得る光電子回折像の観測に成功—		20
低電圧でも動作する有機強誘電体メモリーの印刷製造技術を開発 —プリンテッドエレクトロニクスを高度化する新たなラインアップ—		20
研究会等の開催・参加報告		
PF研究会「X線顕微分析の新展開: STXM から硬 X線複合分析まで」の開催報告	高橋 嘉夫	21
16th International Conference on Small-Angle Scattering (SAS2015) 参加報告	斉藤耕太郎	23
ユーザーとスタッフの広場		
PFユーザーら, 物理学会若手奨励賞を受賞		26
PFユーザーの高橋嘉夫氏が日本地球化学賞を受賞		26
防災・防火訓練が実施されました	丹羽 尉博・山田 悠介・松岡 亜衣	26
PFトピックス一覧(8月~10月)		27
PF-UAだより		
ビームタイムアンケート(2015年前期)集計報告	平井 光博	28
量子ビームサイエンスフェスタでのPF-UA User Group Meeting 開催について	平井 光博	31
人 事		
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設教員公募について(依頼)		32
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所研究員公募		35
人事異動・新人紹介		35
お知らせ		
2015年度量子ビームサイエンスフェスタ(第7回MLFシンポジウム/第33回PFシンポジウム)開催のお知らせ 佐賀山 基・丸山 龍治		36
PF研究会「先進的放射光利用による原子分子科学」開催のお知らせ	足立 純一	36
PF研究会「放射光のオンリーワン計測と産業利用展開」開催のお知らせ	米山 明男	36
PF研究会「徹底討論!小角散乱の魅力~基礎・応用・産業利用」開催のお知らせ	五十嵐教之・清水 伸隆	37
「光ビームプラットフォーム報告会」開催のお知らせ	伴 弘司	37
総合研究大学院大学(SOKENDAI)高エネルギー加速器科学研究科物質構造科学専攻		
2016年4月入学博士課程(5年一貫制)二次募集のお知らせ	河田 洋	37
KEK研究成果管理システム運用開始のお知らせ		38
Photon Factory Activity Report 2015 ユーザーレポート執筆のお願い	清水 伸隆	38
平成28年度前期 フォトン・ファクトリー研究会の募集	村上 洋一	38
予定一覧		39
運転スケジュール(Dec. 2015~Mar. 2016)		40
掲示板		
第72回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		41
物構研談話会		41
編集委員会だより		42
巻末情報		43

(表紙説明)【上図】鉄鋼プロセスの初期原料である焼結鈹を製造するプロセスの反応メカニズムの模式図。熱力学的非平衡条件下での昇降温プロセスで、固体拡散、融体生成、結晶析出、といった素反応を経て、液相焼結が進行する。(最近の研究から「高温 *in situ* X線回折および高温組織観察を用いた焼結鈹プロセスの素反応解析」より)

【下図】(上)左図:天然ガスハイドレートペレットのデジタル写真,中央図:部分的に切り出した天然ガスハイドレートペレットの断層像,右図:部分的に切り出した天然ガスハイドレートペレットの三次元画像。(下)屈折法を利用した位相X線CTシステムの平面図(最近の研究から「位相X線CTを利用したペレット状天然ガスハイドレートの内部構造解析」より)

日に日に秋が深まる季節となりましたが、皆様には一層ご活躍のことと存じます。PF および PF-AR では 10 月より秋季運転が開始され、ほぼ順調な運転が行われています。この後 12 月 21 日まで運転を続け、年末年始の休みをさみ、2 月 18 日 (PF) 22 日 (PF-AR) から 3 月 14 日まで冬期ユーザー運転を行う予定です。昨年度は電気料金の値上げや予算不足等により、冬期に運転を確保することができず、皆様には大変なご不自由をお掛けしました。来年度以降も、十分なビームタイムを確保するように努力すると共に、課題実験が効率的に実施できるように、実験環境をハードとソフトの両面から整えていきたいと考えています。

さて、昨年度、物構研運営会議のもとに PF 将来計画検討委員会が設置され、次期光源計画、施設のあるべき運営形態などについて、真剣に議論をして頂いております。これに関連して、今回の施設だよりでは、今後の PF が果たすべき役割について考えてみたいと思います。

PF の役割

PF は X 線領域までカバーする日本初の放射光実験施設として 1982 年に運転を開始して以来、大学共同利用を中心とする放射光利用研究において重要な役割を果たしてきました。PF 将来計画検討委員会では、このような歴史を踏まえながらも厳しく現状を分析して、PF の役割として下記のような 4 つの観点を挙げ議論しています。

(1) 先端的研究：放射光科学を牽引する中核拠点として、国内外の優れた研究者を結集し、先端放射光利用研究を推進する。

(2) 共同利用：大学および企業などの研究者（含、技術者、学生）を対象に、使い易く便利な放射光利用サービスを提供するとともに、基礎科学の展開に源を発する形での応用分野の画期的な変化の種を生み出すべく、イノベーションを育むことのできる場を提供する。

(3) 人材育成：放射光利用研究を通して、基礎研究から応用研究まで、高度な研究活動を行うことのできる人材を育成する。

(4) 社会貢献：放射光利用研究による成果を様々な形で社会に公開し還元する。それにより、持続可能な社会の構築のための役割を果たし、日本社会、更には広く世界からの信頼と負託に応える。

私はこの 41 つの観点の中でも、日本の中で PF が今後果たすべき役割を考えると、大学等との連携により (1) の先端的研究を推進することと、(3) の科学技術を担う人材を育成することの 2 点が、特に重要であると考えています。先端的研究の創出、学术界・産業界で必要とされる人材育成のためには、何が必要で、どのような仕組みを導入すべきなのでしょう。現在の PF にその芽があるものは大いに伸ばし、ないものは新しく創っていく必要があります。私見になりますが、先端的研究を推進するためには、

大学や研究所群と密接に連携して、ボトムアップ型研究を強くサポートすることが重要であると考えています。そこで生み出される成果は、広範な放射光科学分野における研究レベルを引き上げ、その結果、産業界にもインパクトを与える真の科学技術イノベーションを生み出すでしょう。また、それは社会的要請に応えるトップダウン型研究のブレークスルーにも繋がっていくと思います。このような連携を推進するための仕組みとして、幾つかのサイエンスコンソーシアムを創り、密接な共同研究や人材交流を行うことのできる場を提供することは、施設の重要な役割ではないでしょうか。一方、これまで PF では年間 1500 名程度の大学院生が実験課題に参加し、大学院教育に貢献してきました。この経験を活かし、最先端研究の場を学生教育の場として捉え、特色ある教育プログラムを大学と共同して策定・実行していくことも、PF の特徴を活かす方法であると考えています。

PF のテーマを一言で言うと、物質と生命の機能発現のしくみを、構造の観点から探求するということですが、「不均質系」が、これからの物質・生命科学に共通した、機能解明の鍵であると言っても良いかと思えます。今後の最先端研究の多くが、「不均質系」における界面研究にあるように思えます。このような最先端の学術研究を行うためには、現在の PF および PF-AR の光源性能では限界があります。ナノメートルの空間分解能で局所構造を、ミリ電子ボルトのエネルギー分解能で電子状態を決定するためには、新たな先端放射光源が必須です。このために、PF は全日本の中で果たせる役割を早急に追求していきたいと考えています。

さて、PF の役割として先端的研究と人材育成を強調しましたが、一方で PF が多様な研究を支える国家として不可欠な先端基盤研究施設であることは疑いありません。PF は、先端的な材料開発、再生医療、創薬等、幅広い分野における研究成果創出のための基礎基盤施設です。この施設機能を更に発展させるためには、これまでの大学共同利用のシステムに加え、材料開発や創薬に繋がる研究課題を迅速に実行できる新たなシステム作りも欠かせないと考えています。実際の測定現場では、試料の取り扱いや測定手法に精通した担当者を配置し、効率的な研究成果の創出をサポートすることも必要です。一方で、ルーチン的に多数の試料の計測が必要なケースでは、試料を郵送して貰い、ロボットにより自動化されたビームラインで計測を行い、測定結果を返送するようなオプションも考えていきます。このような多角的な取り組みを進めることにより、PF は様々な研究分野に放射光利用を広げていき、産業利用等への貢献も果たしていきたいと考えています。

入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 古川 和朗

概要

2015年6月末まで順調にPF Ring及びPF-AR放射光施設への電子入射運転や低速陽電子施設の運転が行われた。上流部においては、新規開発のRF電子銃の補完として、主に陽電子発生用一次電子に使用する熱電子銃の放射線施設検査合格の後、再コミッションを進めた。

また、夏期停止期間は、2016年2月に迫ったSuperKEKB入射前の最後の長期停止期間として、建設作業が行われた。特に、大電流運転に備えて、既に報告した陽電子発生部の遮蔽の増強や、電子銃部、ビーム・コリメータ部の遮蔽の増強に時間が割かれた。

9月24日からは予定通り秋の立ち上げを行い、10月13日からはPFの入射も始まった。その直前のビーム調整予備日の休日を利用して、以下のチャネリング・ハイブリッド陽電子生成実験も行われた。

チャネリング・ハイブリッド陽電子生成実験

単結晶物質の結晶軸の方向に粒子ビームを入射すると、周期的な原子の作る電場によって、非結晶物質とは異なる粒子の挙動が観測される。これをチャネリングと呼ぶことがあるが、同時にそれらの相互作用により、周期的な原子配置をアンジュレータとするようなチャネリング放射光が図1のように発生する。例えば、物質に高エネルギーの電子を入射すると制動放射ガンマ線が発生するが、薄い単結晶を用いると、制動放射の数倍のチャネリング放射が発生する。このチャネリング放射を用いて対生成による陽電子発生をさせると、図2に示すように制動放射に比べ数倍の増強を観測することができる。

入射器においてはこれまでいくつかの目的で、チャネリング放射光の実験が行われている。1990年ごろには、

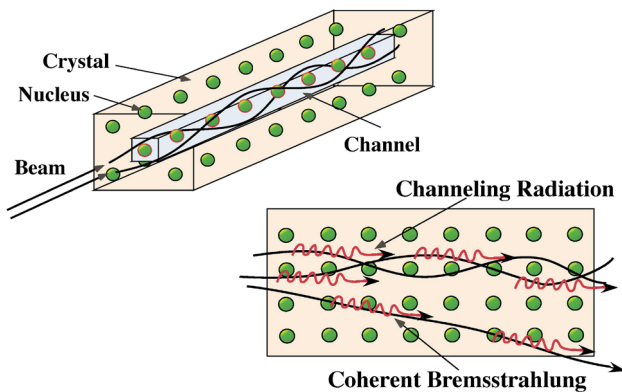


図1 単結晶中に入射した粒子の挙動と伴って発生するチャネリング放射。

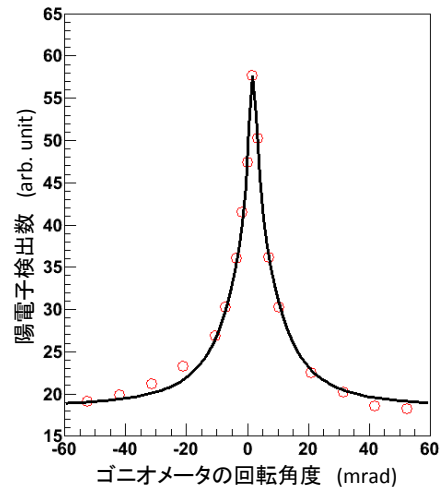


図2 薄い単結晶標的(1 mmのタングステン)を用いた場合に、入射電子角度を走査して、生成したガンマ線から対生成された陽電子を測定した、典型的なロッキングカーブ。裾野はチャネリングが起らず制動放射のみで、ピークはチャネリングの効果を観測している。

陽電子を入射粒子とするチャネリングの観測に成功した。1990年代後半からは東京大学原子核研究所での予備実験の結果を踏まえた上で、KEKBの陽電子生成効率を向上させることを狙って、単結晶標的の種類や厚さの最適化の実験を行ってきた。チャネリング効果自体は、例えば、高エネルギー粒子を大型の電磁石を用いずに曲げることができると、素粒子実験などで利用されることもあり、その観点の実験の期待もある。

入射器のビームラインにアクセスして実験を行うためには、全てのマイクロ波電源を停止させる必要があるなど、入射器内での実験には困難が伴う。それでも、高エネルギーのパルス電子が得られる施設は多くはないので、過去にも、初期のアンジュレータ放射光発生実験、アクシオン粒子探索実験、SSC向けのカリメータ検出器開発実験、初期の低速陽電子実験、などが入射器の第3スイッチヤードにおいて行われた。

KEKBに向けた陽電子生成に関しては、都立大、広島大や仏オルセー研究所、露トムスク大との共同研究として、複数回の実験において、シリコンやダイヤモンドも含めた標的の評価と、厚さの最適化を行った。単純な物性からは30 mmほどのダイヤモンドに期待もあったが、多重散乱のために効果が大きくないことがわかった。非結晶タングステンでは厚さ14 mmが陽電子生成に最適であり、通常運転でも用いられている厚さであるが、チャネリング放射を生成すると、そのために見かけの放射長も短く変わり、

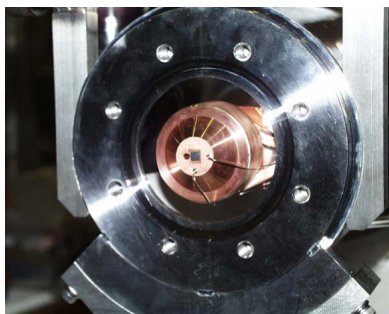


図3 設置された単結晶標的。銅の冷却ブロックの中央に設置された四角の単結晶タングステン標的。左の小さな穴は陽電子を生成しない時に電子を通す穴。

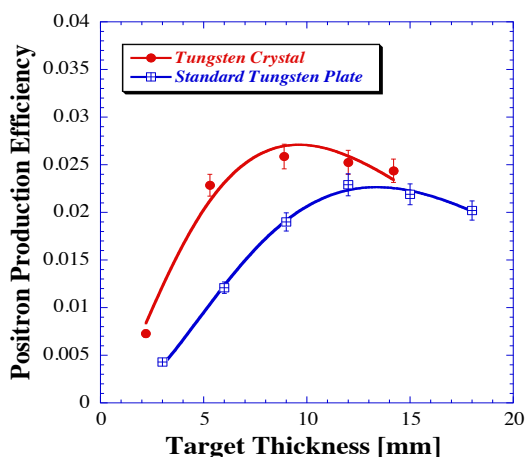


図4 非結晶と単結晶のタングステンについての、標的厚さに対する、陽電子生成効率のプロット。

タングステン結晶厚さは 10.5 mm が最も適していることがわかった。

確認されたこの条件を用いた単結晶陽電子標的を用いて、2006 年から 1 年間、チャネリング放射によって約 30% 向上した陽電子発生を行い、KEKB 運転に貢献することができた (図 3, 4)。その後は、SuperKEKB 向けの開発も始まり、1 mrad 以下の角度精度や冷却のリスクを考慮し、単結晶標的の運転での使用は行われていないが、将来 SuperKEKB 入射での利用の可能性もあり得ると考えている。

KEKB を目的とした陽電子生成においては、主に単バンチ大電流陽電子の生成効率の向上が課題であったが、例えばリニア・コライダのように陽電子の平均電流が大きい場合には、温度上昇や衝撃疲労による標的の破壊が課題になることが早くから指摘されていた。その解決策として、図 5 のようにガンマ線の生成と電子・陽電子対生成を分離するハイブリッド標的という考え方が提案された。ガンマ線の生成方法としては、アンジュレータを使用する方法が主要な方法として認識されているが、薄い重金属標的の制動放射や、チャネリング放射の利用も考えられる。

チャネリング放射のハイブリッド標的の実験も、図 5 のような配置で入射器において行われたが、結果をリニア・コライダの条件に外挿すると、やはり後段の対生成標的の発熱の問題は大きく、ILC (International Linear Collider) にお

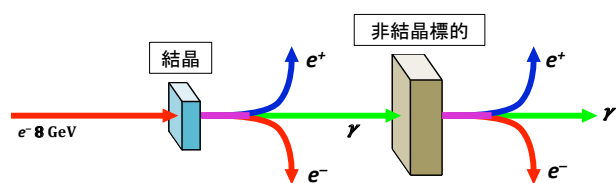


図5 初段の結晶標的はガンマ線の生成に使用し、同時に生成される電子陽電子対は電磁石等で排除する。後段の標的は陽電子の生成に用いるが、入射荷電粒子が無いために発熱が抑えられる。実験では、後段標的に粒状標的を用い、生成された陽電子を分析電磁石で検出器に導き、質・量の観測を行った。

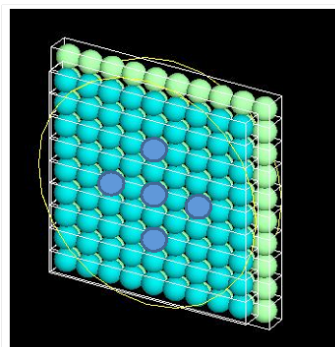


図6 2層にした粒状タングステン標的の例。今回は青い粒に熱電対を取り付け、陽電子発生効率とともに温度上昇を測定した。

いては 2013 年から正式な選択肢からは外れている。しかし、結晶標的のガンマ線生成効率の高さは魅力であるため、ヨーロッパ中心の CLIC (Compact Linear Collider) においては正式な選択肢の一つとなっており、さらに後段の陽電子生成標的に冷却の実績のある粒状標的を採用した実験を震災の 2011 年に予定していた。粒状標的は、バルクの金属に比べ粒の間でヘリウムによるガス冷却が可能となるために有利で、他の加速器実験でも用いられている。

残念ながら、その後震災の復旧を優先せざるを得ず、今期まで実験を行うことはできなかった。今期は、SuperKEKB の入射を前にして、高エネルギーの電子の使用が可能となってきたため、PF 入射直前のビーム調整予備日の休日を利用して、予定していた粒状標的を用いたハイブリッド標的の実験を行うことができた。

今回の実験は、実験装置の震災前の状態への回復に重点を置き、さらに図 6 のような粒状標的の温度上昇の測定を行った。実験は約 1 nC、7 GeV の電子を厚さ 1 mm のタングステン結晶に入射し、生成した電磁シャワーから荷電粒子を電磁石により排除し、ガンマ線のみをその後のタングステン粒状標的 3 種類に導き、生成された陽電子を分析電磁石とチェレンコフ測定器で観測した。

その結果、期待した結果を得ることができ、現在解析を急いでいるところである。今後、SuperKEKB や放射光への電子陽電子入射が密になると予想され、この共同実験を継続できるかどうかかわからないが、可能な範囲で共同研究の要望に答えていきたいと考えている。

夏期停止期間の作業

PF リング、PF-AR とともに保守的点検を含めて作業は順調に進んだ。今年の夏、PF-AR におけるフィードバックキッカーの移設・更新作業が行われた。

PF-AR では電子ビームを入射して蓄積電流を増加させていったとき、ある電流値を超えるとビーム不安定現象が発生して、それ以上蓄積できなくなる現象が発生してしまう。これを抑制するためのフィードバックシステムを構築して運用してきたが、既存のフィードバックキッカー（1.2 m の丸パイプ型ストリップライン電極）は、大電流を蓄積したときに中央サポート部分で放電が発生するという不具合が生じていた。これに対処するため、新しい形状のキッカー電極を設計・製作した。新キッカーは、長さ 460 mm のストリップライン 2 台を直列に接続することで、中央サポートを不要としている。また、従来と同等のキック力を得るために、丸パイプではなく端面を折り曲げた平板電極として、高周波回路シミュレータによって形状の最適化を実施した。製作 3D CAD 図を図 1（左図）に示す。製作完成後性能試験を実施、インピーダンス調整をした後、8月に PF-AR リング内に設置した（右写真：信号ケーブル配線前の状態）。



図 1 フィードバックキッカーの 3D CAD（左図）、リングに設置した写真（右図）

光源リングの立ち上げ・運転状況

PF リングは、10 月 13 日（月）9:00 に運転を再開した。リングの立ち上げおよび真空の焼きだしも順調に進み、10 月 19 日（月）9:00 からの光軸確認の後、ユーザ運転に入った。図 2（上）に立ち上げから約 3 週間の蓄積電流値の推移を、図 3（上）に光焼きだしの状況を示す。ユーザ運転は順調に経過しており、またリングの平均真空度も徐々に良くなり、11 月 2 日の時点で、ビーム寿命と蓄積電流値の積（ $I \cdot \tau$ ）は、約 500 A·min まで回復している。

PF-AR の立ち上げは 10 月 19 日（月）9:00 から行われた。今期から PF-AR への入射エネルギーは、入射器の事情で

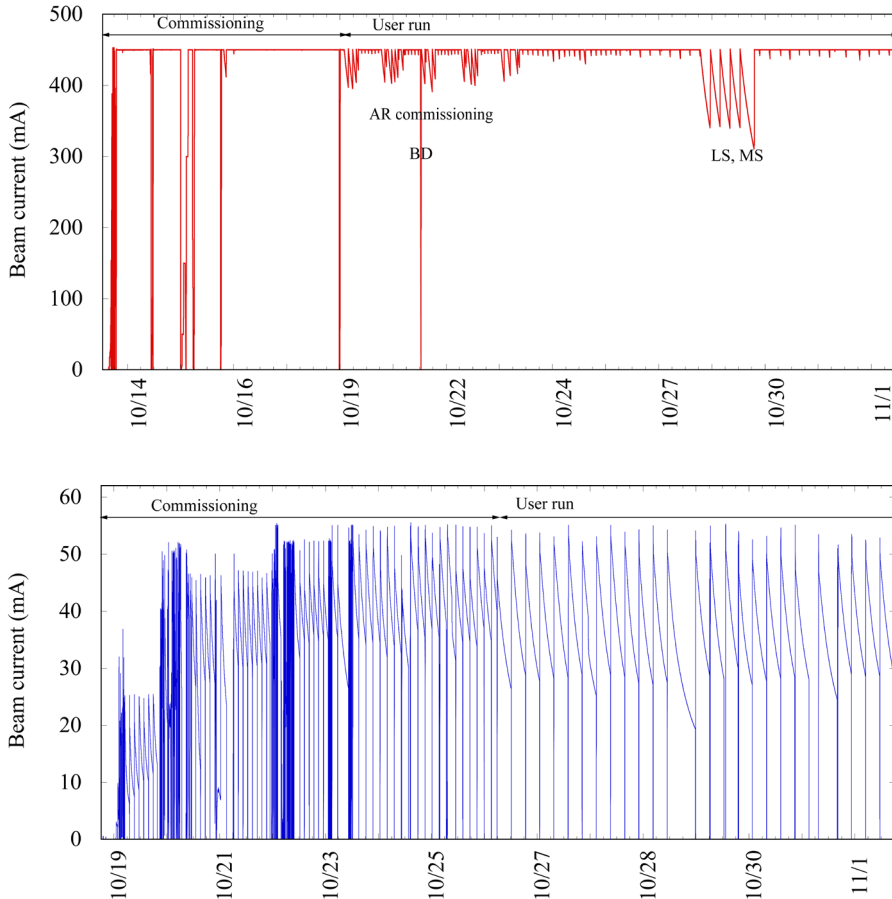


図 2 PF リング（上）と PF-AR（下）における蓄積電流値の推移を示す。LS は入射器調整、MS はリング調整、BD はビームダンプを示している。

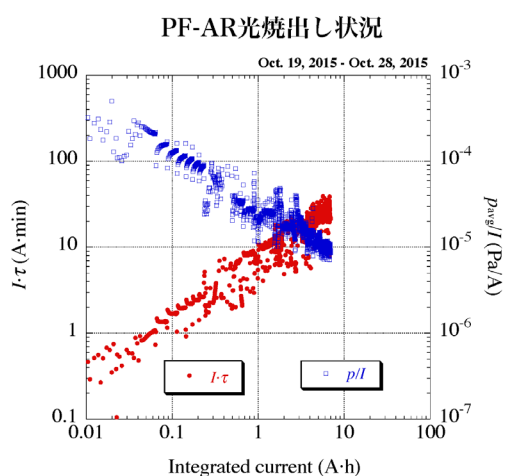
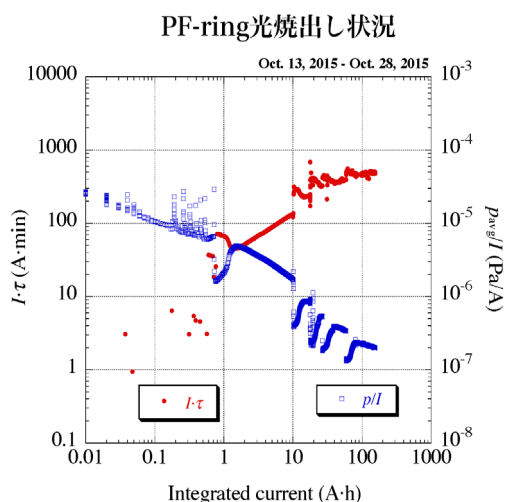


図3 PFリング（上）およびPF-AR（下）の光焼きだしの状況。横軸は積分電流値、縦軸はPFリングの平均真空度を蓄積電流値で割った値（ P_{av}/I ）と蓄積電流値とビーム寿命の積（ $I \cdot \tau$ ）を示す。

3.0 GeV から 2.85 GeV に下げることとなった。エネルギーを下げることによる様々な懸念があったものの、入射路のビーム通し、リングへの入射・蓄積は概ね順調に行われた。夏の停止期間に設置したフィードバックキッカーは正常に動作した。しかしながら、2.85 GeV ではビーム不安定性が厳しく、50 mA 以上の蓄積および 6.5 GeV への加速はなかなか困難であった。立ち上げから二日後の 10 月 21 日ようやく 50 mA を超えて 6.5 GeV へ加速できるようになり、10 月 26 日（月）9:00 からの光軸確認後ユーザ運転となった。PF-AR の方も、平均真空度が徐々にではあるが良くなってきており、 $I \cdot \tau$ も 20 A·min まで回復はしてきているものの、電流値の減少は通常より早いため、今のところ一日 4 回入射（6 時間間隔）を行っている。図 2（下）に立ち上げから約 2 週間の蓄積電流値の推移を、図 3（下）に光焼きだしの状況を示す。

PF-AR 直接入射路関連

PF-AR 直接入射路関連では、コンポーネントの製作もほぼ終わり、2016 年 7 月から始まる 3 GeV PF-AR ビーム



図4 PF-AR 直接入射路新トンネル下流部に設置された KEKB ビーム輸送路との境界領域を区切るフェンス。扉の左横の四角の部分がビーム輸送通過予定箇所。

輸送路の移設に向けての準備作業が行われた。今回の準備作業では、ビーム輸送路移設の工程の詳細を詰める作業、および機器の取り合いの確認作業を行うとともに、少しでもビーム輸送路移設の期間を短縮するための作業を行った。ビーム輸送路移設開始までに、直接入射路全域の電磁石架台と真空ダクト架台を設置するためのアンカーボルトの打設、新規製作の電磁石架台の設置（現行の 3 GeV PF-AR ビーム輸送路から電磁石および架台を移設して使用する予定なので新規のものしか準備作業では設置できない）、電力ケーブルの敷設等を行った。また、2016 年 2 月に予定されている SuperKEKB の運転に合わせて、放射線管理区域の設定が変わるため、直接入射路のトンネル内に境界領域を作るためのフェンス設置も行われた（図 4）。加速器機器については、電磁石の磁場測定も始まり、真空チャンバーおよびモニタについては調整作業が進んだ。

PF リング電磁石電源老朽化の現状

PF リングは 1981 年に建設され、その後、1990 年の 3 GeV 運転開始、1996 年の高輝度化、2005 年の直線部増強と、大規模な改造の度に電磁石電源の入れ替えが行われてきた。しかしながら、1979 年製造の偏向電磁石電源用 6.6 kV 受電盤は現在まで更新されることなく使われている（図 5 左）。また、建設当時迄はさかのぼらないが、高輝度化改造時に導入された 4 極及び 6 極電磁石電源、ステアリング及びビームトランスポート電源もまだ使われており、製造後約 20 年を経過したここ数年、故障が頻発するようになっている。特に、受電盤やメインの 4 極及び 6 極電磁



図5 PFリングの偏向電磁石電源の受電盤（左）と大型4極、6極電磁石電源（右）。

石電源は、1台でも故障したらリング全体の運転が止まってしまうという致命的かつ重要な装置である。それぞれについて詳細を述べる。

偏向電磁石電源の受電盤は6.6 kVという高電圧を直接受けているため、些細な故障が重大事故になりかねない危険な状況にある。メンテナンス時の調査によると、全体の絶縁耐圧を含めた性能は、長年の汚れや劣化等によって確実に低下してきており、コンタクタの経年劣化についても、いつまで異常なく使用できるのか誰も経験したことの無い経過年数になりつつあるとのことである。部品を交換しようにも高圧部品は高価なため、単年度予算では困難な状況である。さらに、製造中止部品がほとんどであるため、中途半端に部分改造を行って無理に取り付けることは、場合によっては危険性の増大につながりかねないことから、現時点では安全性・コストの面からも受電盤全体を新規に製造して交換するのが最も良いと判断している。

4極及び6極電磁石電源については、80年代製造の電源は、高輝度化時に約半数が、直線部増強時に残りの半数が更新された。とはいえ、高輝度化は約20年前であり、その時に導入された大型電源（SFF, SFD, QFD, Q2, SD, QFF, QAA, QAB, QDA, QD）10台の故障が、ここ数年頻発している。具体的には、電流リップルの経年劣化による増大や、サイリスタの劣化、制御素子の劣化に伴う3相400VのACに対する相間バランスの崩れなどがメンテナンス時の性能測定で分かっており、運転中もインターロックの誤検出やチューンの変動など故障がここ数年増加してきている。

偏向電磁石電源については、2001年製造でまだ14年“しか”経過していないとも言えるが、負荷が飛び抜けて大きく、電源自体の大きさも、他の大型電源4台分を優に超える電源である。特別な受電盤およびトランスが必要なのも、電源の容量が大きいためである。メンテナンスを行った製造業者の指摘では、消耗品である電解コンデンサの劣化が生じており、出力電流の安定性に悪影響が出そうとのことであった。ただし、コンデンサといっても缶ジュースサイズのコンデンサが100個以上必要で、単年度の予算での更新は困難な状況である（電源の部分的な解体作業が必要なので、数個ずつ毎年交換するのは非現実的である）。

リングの補正電磁石電源、スキュー4極電源、ビームトランスポートの4極及び補正電磁石電源については、高輝度化改造時に導入された約20年のものであり、台数も200台近い。電源自体は製造業者がすでに電源製造から撤退、制御系に関しても絶縁フォトカプラやAD/DA素子など、主要部品は既に製造中止で修理すらもできない状態である。その結果、故障時は電源、制御系ともに、手持ちの予備品（製造年代は同じ）に置き換えるしかなく、予備品が尽きたら数を減らしての運転に移行することで対処している。ここ数年、やはり故障が頻発しており、例えば、電流モニタが突然振り切れる、制御していないのに電流が流れ、実際にビームが蹴り落とされる、インターロックの誤検出などが頻発している。ビームを誤って蹴るのは極めて危険

で、例えば、真空封止短周期型アンジュレータというギャップ幅4 mmまで狭めてX線を発生させる装置がPFリングに4台導入されているのだが、垂直ステアリング電磁石の誤動作によって意図しない場所に放射光が照射されると、重大な真空事故が発生する可能性がある。実際、原因は故障ではなかったが、不用意に垂直にビームを蹴り、真空封止挿入光源U17の保護フィルムを溶解させる事故が発生している。小型電磁石電源の誤動作も重大な事故を引き起こす可能性が大きい為、一刻も早い更新が求められている。

人事公募

加速器研究施設ではフォトンファクトリー加速器（PFとPF-AR）や次世代放射光源における加速器開発などに意欲的に取り組んで頂ける若手研究者を求めています。これまでの研究分野は問いません。興味のある方は是非応募してください。詳細はp.32～34に掲載しています。

運転，共同利用関連

2015年度第2期のPF，PF-ARのユーザー運転は，それぞれ10月19日，10月26日より開始しており，ともに12月21日朝までの予定です。また，今年度は第3期にもユーザー運転を行います。PF，PF-ARと入射器を共有しているSuperKEKBの運転と歩調を合わせることで電気代を節約し，少しでも運転時間を長く確保するために，例年よりも遅い時期に設定しました。具体的にはPFは2016年2月18日から，PF-ARは2月22日から，それぞれユーザー運転を開始し，ともに3月14日の朝に終了する予定です。なお，2016年2月から6月にかけては，SuperKEKBの立ち上げのために入射器を長時間占有する必要があるため，PFのトップアップ運転を行うことができず，蓄積モードでの運転となる予定です。また，2016年7月から12月にかけてPF-AR直接入射路の工事を行うため，PF-ARの2016年度第2期の運転を停止することを予定しています。現在，PF-ARへの入射は3 GeV（2015年度第2期より2.85 GeV）で行い，入射後に6.5 GeVまで加速しているため，1日に2回，15分程度の時間をかけて入射を行っており，この間はPFおよびKEKBへの入射が停止しています。KEKBの後継機であるSuperKEKBではビーム寿命が極めて短くなるので，このような長時間の入射停止を避けるために，PF-ARへの新たな入射路を建設してPF，SuperKEKBとの同時入射を実現するのが今回の改造の目的です。また，この改造にともないPF-ARへの入射エネルギーが6.5 GeVとなりますので，将来的にはトップアップ入射が実現できる可能性があります。一つの入射器を共有しているというKEKの事情により，ユーザーの皆様には多大なご迷惑をおかけしますが，KEK内の各プロジェクトが協力しながら発展していくことが，互いの利益につながっていきますので，ご理解のほどよろしく願いいたします。

BL建設，改造関係

今年度の夏季シャットダウン中には，大規模なビームライン建設作業はありませんでしたが，いくつかのビームラインで改造，高度化が行われました。BL-13では2015年2月に新設したアンジュレータの光源点に合わせて，ビームラインのスリットの位置を変更する作業が行われました。秋の運転開始時に最終的な調整を行い，所期の性能が得られることを確認する予定です。BL-2は2台のアンジュレータをタンデムに配置し，斜入射回折格子分光器と二結晶分光器を切り替えることによって30 eVから4 keV程度の広いエネルギー範囲の光を利用できるビームラインとして整備を進めてきましたが（BL-2Aは斜入射回折格子分光器のみのため1.5 keV程度まで），2015年度第2期より斜入射回折格子分光器を用いた一部の実験について

共同利用を開始します。BL-17Aでは2015年1-4月にかけて行った高度化により，波長範囲0.9-2.1 Åにわたって径10-20 μmのビームが利用できるようになりました。2015年10月からは結晶化プレートに直接X線を照射してデータ収集する実験モードも一般に公開されます。

このようなビームラインの改造，高度化の詳細については，ウェブページ「ビームラインの最新整備状況」（<http://www2.kek.jp/imss/pf/apparatus/blupdate/>）に掲載されています。また，最新の進捗状況についてはメールマガジン等でも随時お知らせしていきます。

将来計画に対するPFスタッフの取り組み

PFの将来計画に関しては，現在，PF将来計画検討委員会および物構研運営会議における議論が大詰めを迎えておりますが，それと並行してPF内でも，測定器と光源のメンバーが一丸となって，スタッフ一人ひとりが次期光源計画を自分自身の問題として認識し，蓄積リング型の高輝度光源を用いてどのようなサイエンスが展開できるのか，最新技術の導入によってどれだけの性能を実現しうるのか，といったサイエンス，技術の両面からの検討・議論を行っております。ユーザーの皆様とも，日々のビームタイムなどの機会を利用して，さらには3月15，16日の量子ビームサイエンスフェスタの中で開催されるPFシンポジウム，およびその前日（3月14日）に予定されているPF-UAのミーティングにおいて，情報交換や議論を行っていきたいと考えております。

人事関連

最後に人事異動についてご報告します。構造物性グループの博士研究員として，共鳴X線散乱などのユニークな手法を用いてマルチフェロイクス物質の物性研究を行ってきた本田孝志さんが，物構研の中性子科学研究系に異動されました。今後も同じ物構研の一員として，中性子実験装置の先端的な利用により，機能性物質・材料の構造解析やダイナミクス研究を推進されます。低速陽電子グループの特別助教として，全反射高速陽電子回折や低速陽電子回折といった最先端の実験手法の開発と，それを用いた表面構造の研究を行っている和田健さんが，特別准教授に昇任されました。また，構造生物学研究センターの研究支援員として，斎藤朱峰さんと小粥ゆききさんが着任されました。

はじめに

前号に記載しましたように、新しい山内機構長は「現在のロードマップに記載されている機構内の数多くのプロジェクトに関して、現実的な実行プランを作る」という目的で、機構内の研究推進会議で各プロジェクトの今後の方針をヒアリングすることを進めています。これを受けて、8月31日の研究推進会議で、ERL 推進室の今後の方針を説明する機会が与えられました。まず、cERL の現状とその今後に向けての開発に関して紹介し、cERL の運転実績から、低電流、低バンチ電荷における加速器性能は当初の目的を実証できた事、一方で大電荷、大電流の性能に関しては、今後もたゆまぬ開発が必要であること、またその開発には、現在の 20 MeV の加速エネルギーを増強することにより、空間電荷効果の軽減が重要であることを述べました。そして、その増強により、現在、米国で既に建設が開始している LCLSII のような CW-FEL の加速器技術を KEK でも蓄積することが出来ると同時に、cERL の技術開発で 2 年ほど前から検討が開始されている大強度 EUV 光源の技術課題も解決でき、さらに、レーザーコンプトン散乱による医学応用のテストポートの役割も果たせると説明しました。

今回の研究推進会議での議論が機構内にどの程度伝わったかは答えは出ていませんが、今後も機構の執行部への働きかけを続けていく所存です。どうぞユーザーの皆様のご支援をよろしくお願いします。

cERL での進捗状況

cERL の運転は 6 月 26 日で終了し、その後、第 1DC 電子銃の高電圧印加のための改造作業が開始しました。第 1DC 電子銃は主に JAEA が中心となって建設され、cERL の運転が行われています。約 2 年半前に東海の JAEA キャンパスから KEK サイトに移設しました。この電子銃は電子ビームの高輝度化を実現するため、別の言葉でいえば空間電荷効果を軽減するために、500 kV の高電圧印加をその仕様としています。そして、500 kV の高電圧を実現するために 12 段のセラミック絶縁碍子を用いていますが、移設前には 500 kV の高電圧印加が可能でしたが、移転に伴う作業で、多段のセラミック絶縁碍子の上段部の 2 段の絶縁碍子に絶縁の不具合が発生し、そのため、500 kV の高電圧の印加を行わず、400 kV の電圧印加に留め、ビームテストを行ってきました。そのような判断をしたのは、400 kV でも、現在世界中で稼働している DC 電子銃の中で、最高電圧を安定して印加できる電子銃となっているからです。しかし、更なる高性能化を目指し、この夏から秋にかけての運転停止期を利用して、不具合が生じている絶縁碍子を用いなくても 500 kV の高電圧が印加できるように 2 段分のセラミック絶縁碍子を追加する作業を 7 月から開始

し、電極を取り除いた状態で 550 kV の高電圧を絶縁碍子に安定に導入できることを確認、そして、カソードロッドと電極を取り付ける作業を行い、10 月には電極がある状態で高電圧印加テストにたどり着きました。カソードロッドは、今まで使用していたカソードロッドに新たなロッドを接続する形で進めましたが、残念ながら、高電圧印加の結果は、180 kV 程度から放電が発生し、高電圧印加が進まない状況に遭遇しました。放電箇所を特定したところ、カソードロッドの接続場所に対応することが判り、現在、一体のカソードロッドの新規製作を進めているところです。カソードロッドの作製が終了する 11 月末から 12 月中旬にかけて電子銃の立ち上げ作業を行う方向でスケジュール調整を進め、1 月からの cERL の運転に間に合わせる段取りを進めています。

一方、PF-AR 南実験棟で整備を進めている第 2DC 電子銃は、既に電極がある状態で 550 kV までの高電圧がかけられることを確かめています。この電子銃を用いて大電流（最大 10 mA まで）の電子銃単体の試験を行えるようにしたいと計画しています。そのためには放射線の遮蔽体の増強が必須ですが、段階的に電流値を上げていく計画の元、遮蔽の設計について放射線科学センターと相談を開始しました。

PF-AR 東第 2 実験棟では、超伝導空洞の横測定がオフラインで行える設備を LC の開発グループと協力して建設してきています。KEK には、超伝導空洞の単体性能を評価する縦測定装置は整備されていますが、クライオモジュールに組み入れた状況での性能テストを行う横測定装置は整備されていませんでした。クライオモジュールへの組み込みの際に生じるダストの混入等の問題を解決するためには、この横測定装置が必須です。そのため昨年度、横測定用クライオスタットを設置し、その冷却システムの整備を 4 月から開始しています。7 月段階で減圧ポンプの整備も終了し、2 K まで温度を下げられることを確認し、現在冷却に伴う熱振動の対策を行い、12 月に再度冷却テストを行うべく作業を進めています。このように超伝導空洞の性能向上に向けて弛まぬ開発とその立ち上げの努力を関係者は進めています。

一方、電磁石グループはこの秋の停止期間に、周回部でバンチ圧縮するための 6 極電磁石をインストールするスケジュールで作業を進めています。来季の 2 月から 3 月の運転でその効果を確かめることが出来るでしょう。

9 月 1 日から 4 日に渡り、高エネルギー加速器セミナー OHO'15 「エネルギー回収型リニアックの加速器基盤技術と応用」の題目で恒例の若き加速器研究者向けのセミナーが行われました。参加者は総勢 85 名であり、講師 13 名の 4 日間にわたる講義に熱心に耳を傾けていました。講師陣は cERL の建設、運転の実績をもとに充実したテキストを

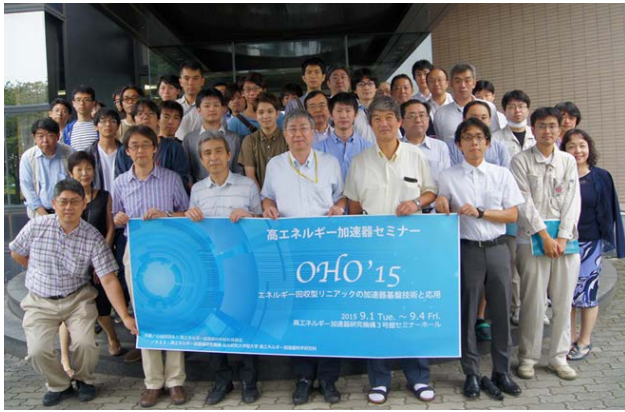


図1 OHO'15の講師，参加者の集合写真



図2 EUV-FEL 光源産業化研究会打ち合わせの様子。

準備し，内容の濃い講義をしてくださいました。図1はセミナー開始日に撮影したものです。また，夜話では，(株)東芝 S&S 社の内山貴之博士から「EUV 利用」というタイトルで，半導体向け EUV リソグラフィの概要と展望についてご講演頂き，東海大学 盛 英三教授から「cERL を線源とする病院設置型微小血管造影装置開発に向けて」というタイトルで，既存の X 線源を用いた微小血管造影装置開発の歴史と cERL を線源とする逆コンプトン散乱 X 線への期待のご講演を頂きました。講義内容をテキストも含めて以下のサイトに紹介してありますので，ご興味のある方は参照してください。<http://accwww2.kek.jp/oho/oho15/index.html>

EUV 大強度光源の検討に関して

今までに何度か大強度 EUV 光源開発が ERL の加速器技術を用いた新たな展開があることを報告してきました。その大強度 EUV 光源開発と，その関連材料(レジスト，マスク，多層膜ミラー等々)技術開発を共通の議論の場を持つことを目標とした，「EUV-FEL 光源産業化研究会」の立ち上げを開始しています。具体的には，第1回準備会(8月19日)に企業から15名(6社)，コンソーシアムから1名(1機関)，大学等から4名(3大学・1機関)，そして KEK から14名の関係者が参加しました。図2はその時の打合せの様子です。その後，9月24日に世話人会で今後の活動概要が議論され，10月21日の全体会議では，「EUV-FEL 光源の設計検討」，「EUV はなぜ 13.5 nm になのか」，「エンドユーザからの EUV-FEL 光源への要求」，「多層膜ミラーの現状と FEL での課題」，「関係学会最新情報」等の話題提供と意見交換が行われています。現在，7企業，1コンソーシアム，6大学・研究機関からの関係者が参加し，その規模が拡大してきています。

10月16日には時を同じくして二つの講演会で ERL-FEL による EUV 大強度光源の講演が行われました。一つはアルカディア市ヶ谷で開催された高エネルギー加速器科学研究奨励会が主催する特別講演会で，その中で(株)東芝・セミコンダクター&ストレージ社の内山貴之氏から「半導体向け EUV リソグラフィの現状と展望」，そしてこの展望

を受けて KEK の小林幸則主幹から「エネルギー回収型リニアック(ERL)を用いた高出力 EUV 光源の開発」の講演が行われました。一方，京都の木津にある関西光科学研究所で，日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究センター及び関西光科学研究所が主催する「第16回光量子科学研究シンポジウム」が10月15-16日に行われ，16日に私が「Feasibility study on high power EUV light source based on ERL-FEL」の講演を行ないました。それぞれの講演会，シンポジウムの詳細な情報は以下のサイトをご参照ください。<http://www.heas.jp/lecture/koen.html>

<http://www.wapr.kansai.jaea.go.jp/sympo16/index.html>

また，11月9-11日に Dublin で開催される「2015 International Workshop on EUV and Soft X-ray Sources」で，KEK の梅森健成准教授が，「Current Progress on Design Work of High Power EUV - FEL based on ERL」のタイトルで現時点での加速器設計検討・最新情報と，さらにそれに特化した超伝導加速空洞モジュールの概念設計の検討状況を報告します。少しずつですが ERL-FEL をベースにした大強度 EUV 光源の期待が広がってきていると想像しています。

情報発信その他

9月13-18日にカナダのバンクーバー郊外の Whistler Conference Centre で SRF2015 が開催されました。超伝導空洞をベースにした加速器の全体的な国際会議であり，KEK からも ERL，ILC をはじめ機械工学センターのアクティビティを含めて多くの方々が参加されました。会議全体で約350名の参加者の規模で，現在世界的に建設が進んでいる重イオン加速器用としての超伝導加速空洞，EURO-FEL での数々のアクティビティ，そしてこれから建設を開始する LCLSII 計画での検討状況で多くの講演が行われました。特に LCLSII 計画が CW 運転をベースにしていることもあり，超伝導空洞開発のトピックスが高加速勾配から High Q 開発へと移行しつつある状況を新鮮に目の当たりにした次第です。そして，この様な先端光源の開発を日本国内でも開始する，もしくは開始できる準備を着々と



図3 SRF2015での集合写真

進めることの重要性を実感した次第です。詳しい情報は、<http://srf2015.triumf.ca/> にプログラムが紹介されていますのでご参照ください。図3は最終日に撮影した全体写真です。

最後に非常に残念な報告です。ERL計画推進に当たり、ERL推進室が発足した当初から超伝導空洞開発でご尽力いただいた篠江憲治さん（当時は東大物性研のスタッフ）が、9月16日にご逝去されました。図4は2007年ごろに主加速空洞のシングルセル空洞テストを行った時に撮影された主加速部超伝導空洞グループの写真です。本当にERL計画推進の初期から、施設を超えてご尽力いただき、現在のcERLの運転にまでたどり着ける原動力となって支えてきてくださいました。ここに謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

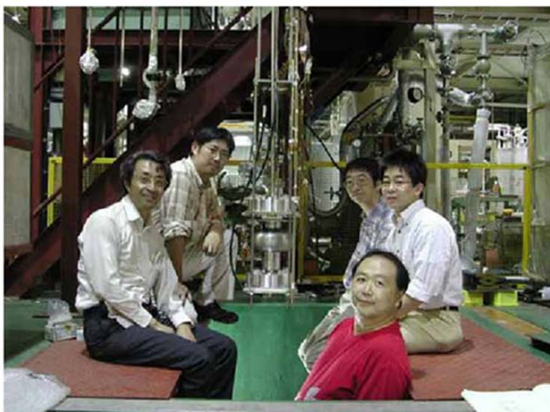


図4 2007年頃の篠江憲治さん（右側手前）。

2016年度のAR-NW2Aにおけるビームタイム縮減について

放射光科学研究施設 村上洋一

NW2Aでの実験ステーション拡張工事のため、2016年度のNW2Aのビームタイムが縮減される見込みですので、ユーザーの皆様にお知らせいたします。NW2Aでは来年度、以下の工事に伴う閉鎖が予定されています。

- (a) 2016年5月下旬～9月：SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）プロジェクト（KEK代表者：木村正雄）に係る大型設備導入のためのハッチ拡張工事（X線顕微鏡の導入）
- (b) 2016年度7月～11月末：PF-AR直接入射路工事(予定)

この結果、2016年度のNW2Aのビームタイムは、PF-AR全体として例年通りの運転があるとしても、下記の極めて短い時間となります。

2016年5月第2～3週頃

2017年2月～3月頃

(a)(b)の工期の短縮、PF-AR全体の運転時間の前倒し等のできるだけの努力をしておりますが、結果として皆様には多大なご迷惑をおかけすることをお詫び申し上げます。PF-ARの環境整備の一環として何卒ご理解を賜りますようお願い致します。

なお、各課題の有効期間中に全体運転時間の短縮や個々のビームライン閉鎖があっても、その補填は行わないことになっておりますので、ご注意ください。

【本件に関する問い合わせ先】

物質構造科学研究所

放射光科学研究施設

主幹秘書室

Email : pf-sec@pfqst.kek.jp

高温 *in situ* X線回折および高温組織観察を用いた焼結鉍プロセスの素反応解析

村尾玲子¹, 木村正雄^{2,3}

¹新日鐵住金(株)先端技術研究所, ²物質構造科学研究所, ³総合研究大学院大学

Investigation on reaction schemes of iron ore sinter process by high temperature *in situ* X-ray diffraction and micro-texture observation

Reiko MURAO¹, Masao KIMURA^{2,3}

¹Advanced Technology Research Laboratories, Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation

²Institute of Materials Structure Science, High Energy Accelerator Research Organization

³School of High Energy Accelerator Science, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies)

Abstract

焼結鉍製造プロセスにおける Ca-Fe-O 系融液の生成を伴う高温非平衡反応の解析を行うため, 高温 *in situ* X線回折およびレーザー顕微鏡を用いた高温組織観察を行った。冷却速度を変化させた場合の Ca-Fe-O 系融液からの酸化鉄およびカルシウムフェライト析出過程を観察し, 過冷却現象が冷却速度に依存することを定量的に解明した。得られたデータを基に, 焼結反応の連続冷却変態 (CCT) 図を作成した。

1. はじめに

焼結鉍は粉状の鉄鉍石を粒度 (5-50 mm) に塊成化したもので, アジア太平洋地区においては高炉挿入物の 70% 以上を占める主要な鉄源である。焼結鉍製造工程では, 鉄鉍石と石灰石フラックス, コークス粉を混合・造粒して得られた擬似粒子をコークス粉の燃焼により加熱し, CaO-Fe₂O₃ 系平衡状態図 [Fig. 1(a)][1] における共晶温度 (1478 K) よりも高温の 1450-1600 K の温度に数分間保持して焼結鉍を得ている。その反応過程において, 酸化物の相変態および相互拡散, Fe-Ca-O 系の液相の生成, 冷却過程でのカルシウムフェライトの析出, 気孔網の形成などが起こり, Fe₂O₃ 核粒子がカルシウムフェライトにより融着した焼結鉍が形成される。Fig. 1(b) に総説文献 [2-6] に基づく液相焼結の模式図を示す。カルシウムフェライトの結晶相の種類, 生成量, 微細組織は, 脈石成分量, 温度パターン, 酸素分圧などのプロセス因子により変化し, 焼結鉍の強度, 被還元性などの品質に影響する [2,4,7-9]。また, SiO₂, Al₂O₃ などの脈石成分が存在する場合, Fe, Ca, Si, Al を含む連続固溶型の複合酸化物である SFCA(Ca₂(Fe, Ca)₆(Fe, Al, Si)₆O₂₀) 相や SFCA-I((Ca, Fe)₄(Fe, Al)₁₆O₂₈) 相が生成することが知られている [10]。

焼結鉍の製造過程はごく短時間で起こる非平衡プロセスであり, そのメカニズム解明には多成分系の平衡状態図および高温反応の *in situ* 観察を組み合わせた解析が有効である。しかし, Ca-Fe-O 系融液の生成を伴う反応の *in situ* ダイナミック観察は, 高温 ($T > 1473$ K) かつ短時間反応 ($t < 2 \times 10^3$ s) であるという実験上の困難があったことから, これまでほとんど行われていない。SiO₂, Al₂O₃ を含む連続

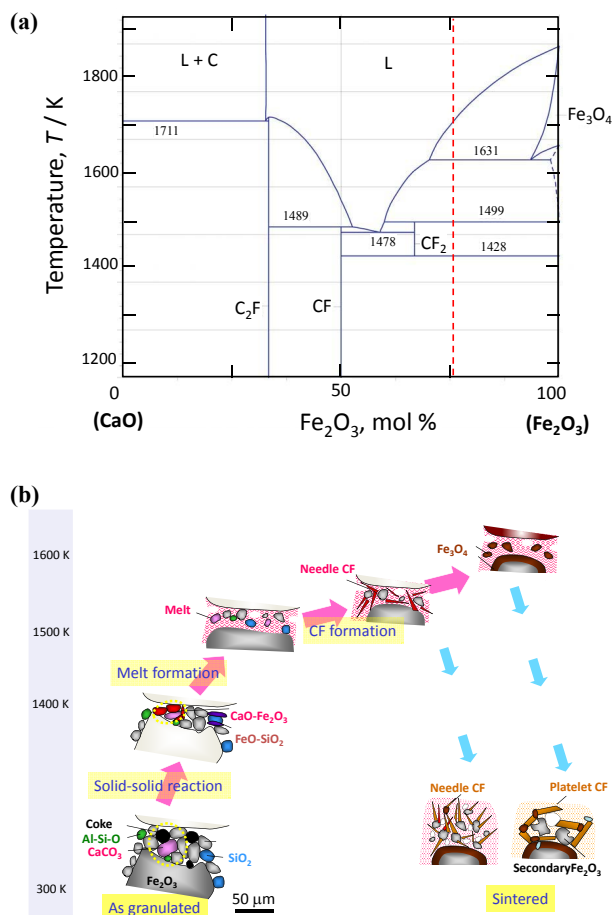


Figure 1 (a) Phase diagram of the quasi-binary Fe₂O₃-CaO system[1] and (b) schematic diagram of the sintering reaction on heating and cooling [14].

固溶体 SFCA 相の形成に関しては、走査電子顕微鏡 (SEM) [11] および *in situ* X線回折 (XRD) [12-13] の手法を用い研究されている。しかし、これらの研究は主に平衡状態における反応過程に着目しているため、実際の製造工程のような早い昇降温速度条件における反応過程の知見は少ない。また、焼結反応のメカニズム解明のためには重要であるにも関わらず、結晶構造と微細組織の両方の変化を観察した結果はこれまで報告されていない。

そこで、本研究ではリアルタイムでの CaO-Fe₂O₃ 系におけるカルシウムフェライトの生成過程を (a) 高温 XRD による結晶構造の変化の *in situ* 観察, (b) レーザー顕微鏡による微細組織の *in situ* 観察により調べた。また、これらの実験で得られた知見に基づき、焼結反応の連続冷却変態 (CCT) 曲線を提案する。

2. 実験

α -Fe₂O₃ (99.99%) と CaCO₃ (99.99%) 試薬粉末を α -Fe₂O₃:CaO が 90:10mass% 比 (Fe90Ca10) となるようにメノウ乳鉢とメノウ乳棒を用い混合した。Fe90Ca10 は製鉄で使用される典型的な焼結鉄の平均組成に相当する。実験に用いた α -Fe₂O₃ と CaCO₃ の粒子サイズはそれぞれおよそ 1-2 および 2-3 μ m である。実プロセスにおいては、大きな Fe₂O₃ 核粒子 (数 mm) は Fe₂O₃, CaCO₃, 脈石およびコークスの微粉に覆われている。融着層を形成する領域の化学組成はこれらの CaO や Fe₂O₃ の付着粉層が局所的に見て、どのように混合されているかに大きく依存する。今回の試料は、Fe₂O₃ 核粒子の周囲に存在する付着粉層の微粉サイズに相当し、実プロセスをできるだけ反映した反応が進行するように考慮した。

2-1. 高温 *in situ* X線回折測定

本研究で用いた高温 X線回折測定システム (Q-XRD) は (a) X線源, (b) 二次元ハイブリッドピクセルアレイ検出器, (c) 加熱炉により構成される。Fig. 2 に Q-XRD の光学系の模式図を示す。入射 X線源として Fig. 2(a) に示す実験室 X

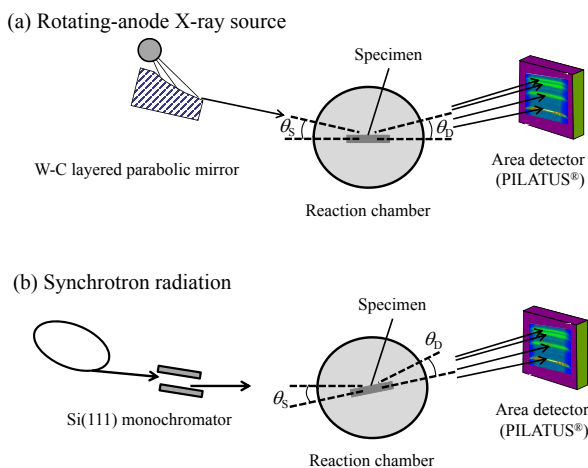


Figure 2 X-ray geometry of the Q-XRD system with X-ray sources of (a) a rotating-anode and (b) synchrotron radiation [14].

線源 (回転対陰極, Co $\lambda_{K\alpha 1}$ =0.17889 nm) あるいは Fig. 2(b) に示す放射光 (λ =0.17889 nm) を用いた。入射 X線のビームサイズは 0.5×2.0 ~ 0.5×1.0 mm² とした。放射光を用いた Q-XRD 測定は、高エネルギー加速器研究機構物質構造材料科学研究所放射光研究施設 (KEK, PF) の BL-6C で実施した。入射 X線は Si(111) 二結晶モノクロメータで単色化し、白金コートされた円筒湾曲ミラーを用いて集光した。回折計の中心に Pt ヒーター線を用いた加熱炉を設置した。加熱炉の窓材にはベリリウム窓を用い、窓付近は温度が約 350 K 以下になるように水冷している。炉体の周囲は多孔質アルミナの断熱材で覆い、断熱材の窓材には K β 除去フィルターを兼ねて厚さ 5 μ m のニッケル箔を用いた。回転対陰極 X線源を用いる場合には、試料が水平に保持されるように X線源および検出器を配置し、放射光を用いる場合には、入射 X線に対し加熱炉を 5° ~ 8° 程度傾けて設置した。熔融時の体積減少を抑えるため、粉末試料を圧粉成形して 18×10×11 mm の白金製箱型容器に充填した。試料は大気中で室温から 1773K まで昇温速度 5.0×10⁻¹ K/s で加熱し、冷却速度 -8.3×10⁻¹ K/s または -8.3×10⁻² K/s で 673 K まで冷却した。試料温度は試料容器側面に設置した R 型熱電対で測定し、Al₂O₃ 粉末試薬の格子定数の温度変化により試料表面温度との校正曲線を作成して、温度補正を行った。二次元ハイブリッドピクセルアレイ検出器, PILATUS100K® (ピクセルサイズ=0.172×0.172 mm², ピクセル数 487×195, 有効面積=83.8×33.5 mm²) [15-16] をカメラ長 200 mm の位置に設置し, 2 θ =23.5 ~ 46.5°, Debye-Scherrer リングの円弧角度 $\Delta\beta$ =10° の範囲の回折像を露光時間 10-20 秒で繰り返し撮影した。

2-2. 高温組織観察

1.5 kW ハロゲンランプを 2 基搭載した赤外加熱炉と共焦点レーザー走査顕微鏡を組み合わせた米倉製作所製の高温顕微鏡観察装置 [14] を用いて高温顕微鏡観察を行った。本装置は 1770 K までの試料加熱, \pm 500 K/min での昇降温速度制御および 0.3 μ m の位置分解能での組織観察が可能である。本研究では、Fe90Ca10 粉末試料 約 50 mg を 5 mm^φ×5 mm^H の Pt 製容器に充填し、Ar-O₂(20vol%) ガスフロー下で 1770 K まで加熱して試料を完全に融解したのち、降温速度 -5 ~ -200 K/min での冷却過程の組織観察を行った。試料近傍のガス流れを調整することにより、試料から発ガスする場合においても組織像の変化を明瞭に観察することが出来た。

3. 実験結果

3-1. 昇温過程における反応

Fig. 3(a) に Fe90Ca10 を昇温速度 5.0×10⁻¹ K/s で 300 K から 1773 K まで加熱した場合の昇温過程における XRD パターンの温度変化を示す。この昇温速度は実焼結プロセスの 1350-1600 K の温度範囲における昇温速度の 1/4 程度に相当する。昇温過程において、共晶温度以下では粒子間の固相拡散により反応が進行し、共存する相の種類と割合

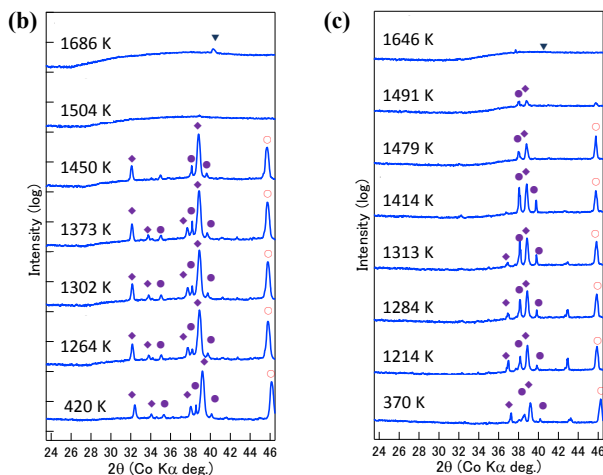
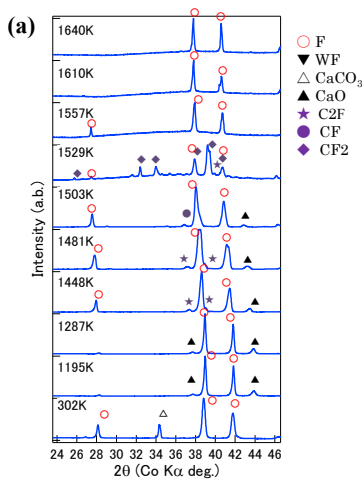


Figure 3 High temperature X-ray diffraction patterns measured by *in situ* Q-XRD for Fe90Ca10 (a) at heating process, at cooling process with rates of (b) -8.3×10^{-1} K/s and (c) -8.3×10^{-2} K/s, respectively [14]. Abbreviations of phases are F:Fe₂O₃, WF:Fe₃O₄, C2F:Ca₂Fe₂O₅, CF:CaFe₂O₄, CF2:CaFe₄O₇, respectively.

が変化する。 $T=1355$ Kにおいて、固相拡散の速度が十分に早くなり、安定相の CaFe₂O₄(CF)相が生成する。さらに昇温すると $T=1529$ Kにおいて CF相と α -Fe₂O₃(F)が反応し (CaFe₂O₄+Fe₂O₃→CaFe₄O₇)、CaFe₄O₇(CF2)相が生成する。また液相生成によるハローパターンも観測され、液相生成による拡散速度の増加が反応を促進すると考えられる。さらに昇温すると CF, CF2 および F相は互いに反応し、 $T=1557$ Kにおいては液相と F相の共存状態となった。CF+F→CF2 および CF+CF2→Liquid(L)の反応の過加熱温度はそれぞれ $\Delta T_{CF+F \rightarrow CF2}^a=85$ K および $\Delta T_{CF+CF2 \rightarrow L}^a=80$ Kであった。ここで、 $\Delta T_{A \rightarrow B}^Y$ は加熱あるいは冷却条件 Yにおいて、反応 A→Bが起こる温度と平衡温度のずれの大きさ(過加熱あるいは過冷却温度)を表している。さらに $T=1678$ Kにおいて F相は(WF)相に相転移したが、これは平衡状態よりも 47 K 高い温度である ($\Delta T_{F \rightarrow WF}^a=47$ K)。これらの過加熱温度は一般に昇温速度、出発物質の粒子サイズ、および粒子の混合状態に依存する。 α -Fe₂O₃ および CaCO₃の微粉末を十分に混合して用いた場合、拡散速度の影響は小さく過加熱温度はほぼ昇温速度により決まると考えられる。

3.2 冷却過程における結晶構造および組織の変化

融液の冷却によるカルシウムフェライトの形成過程について、Q-XRD および高温レーザー走査顕微鏡を用いた *in situ* 観察を行った。Fig. 3 (b) および (c) は出発組成 Fe90Ca10 について 1773 K で溶融後、冷却速度 (c) -8.3×10^{-1} K/s, (d) -8.3×10^{-2} K/s の条件で 300 K まで冷却した場合の冷却過程の *in situ* X線回折パターンである。CF, CF2 と F はほぼ同時に析出する (L+F→CF+CF2+F)。反応温度は冷却速度 -8.3×10^{-1} K/s では $T=1483$ K, 冷却速度 -8.3×10^{-2} K/s では $T=1491$ K であった。これらの反応温度は平衡条件での反応温度 (1499 K) と比較しそれぞれ -16 K, -8 K 低い結果であった。これらの冷却速度条件では、CF, CF2, F のすべてが酸化物融液からほぼ同時に生成していることから、CF が融液から直接析出する反応が、 $T < 1428$ K の領域で起こると考えられる固相反応 CF2→CF+F [Fig. 1(a)] よりも優勢であることを示唆している。また、析出した CF, CF2, F の存在比率は室温まで冷却しても変化が小さかった。焼結鉍の工業プロセスにおける典型的な冷却速度と比較し、本研究の冷却速度はほぼ同等のオーダーであることを考慮すると、Q-XRD による *in situ* 観察で得られた知見、即ち 1480 K-1500 K の温度領域でのカルシウムフェライト生成反応の過冷却現象が、量産プロセスで実際に得られる焼結鉍中に含まれる相の種類と割合に大きな影響を与えていると考えられる。

平衡状態において、L→L+WFの相変態は 1733 K で起こるが、冷却速度 -8.3×10^{-1} K/s および -8.3×10^{-2} K/s で酸化物融液を冷却した場合、それぞれ、1483 K, 1491 K よりも高温の領域では明瞭な回折線は得られなかった。この原因として、融液から析出する初晶の WF および F 相が微量で、検出限界以下であることがあげられる。従って、このように析出初期の微量の析出物を含む酸化物融液において、反応過程を解明するには例えば高温レーザー顕微鏡などを用いた *in situ* 組織観察技術を併用することが重要となる。本研究では、Q-XRD による結晶構造の変化と、高温レーザー顕微鏡による組織の変化の両方の *in situ* 観察結果を複合して、相転移の温度を決定した。

Fig. 4 は冷却速度 (i) -3.3 K/s および (ii) -8.3×10^{-1} K/s の条件で 1770 K から 300 K まで冷却する過程で観察した試料 Fe90Ca10 における組織画像の一部である。(i), (ii) の冷却速度は Fig. 5 中に示した点に対応している。Fe90Ca10 を冷却すると L→L+WF の反応により、最初に融液から WF の針状結晶が析出する。針状結晶は核から特定の角度に成長し、三角形を形成する。これはマグネタイトがスピネル型 fcc 構造であることと対応している。また、この結晶成長の特徴は L+WF 領域において、(006) 面からの回折線が観察された結果と対応している [Fig. 3(b) および (c)]。マグネタイト析出反応について、冷却速度 (i) -3.3 K/s の場合の過冷却温度 $\Delta T_{L \rightarrow L+WF}^i$, (ii) -8.3×10^{-1} K/s の過冷却温度 $\Delta T_{L \rightarrow L+WF}^{ii}$ はそれぞれ -63 K および -36 K であった。さらに冷却すると、L+WF→L+F の変態が起き、3-8 秒の間にマグネタイトの結晶が成長して、大きなヘマタイ

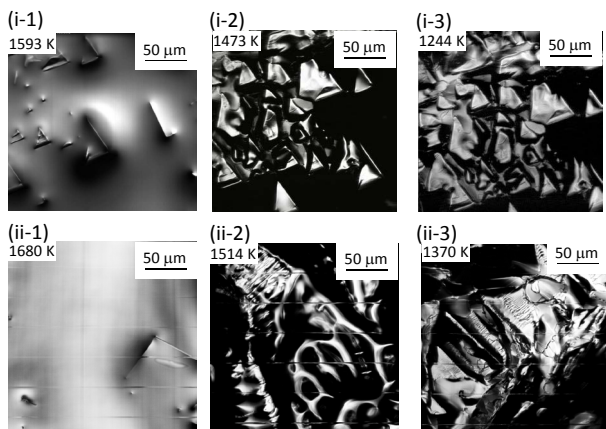


Figure 4 Typical microstructures obtained by *in situ* laser microscopy for the specimen Fe90Ca10, when cooled from 1773 to 300 K with rates of (i) -3.3 K/s and (ii) -8.3×10^{-1} K/s, where cross symbols with (i-1), (i-2), ... correspond to points shown in Fig. 5 [14].

トの結晶粒子が形成される [Fig. 4(i-2) および (ii-2)]。冷却速度が速い条件 (i) -3.3 K/s では, Fig. 4 (i-2) に示すように, 析出した結晶粒子の形状は三角形に近い。一方, 遅い冷却速度条件 (ii) -8.3×10^{-1} K/s で得られる結晶の形状は比較的ランダムな傾向が見られる。これは, 冷却速度が遅い場合, 析出したマグネタイトの形状がヘマタイトへの変態反応によって容易に変化し, さらに融液からの析出物が三角形の結晶粒の周囲に成長してランダムな形状の結晶を形成するためと考えられる。

さらに冷却が進行すると, 固相 - 固相反応 $CF_2 + F \rightarrow CF + F$ が進行する。この反応は前述の Q-XRD により明瞭に *in situ* 観察されている。この反応の過冷却温度は冷却速度 (ii) -8.3×10^{-1} K/s で -16 K, 冷却速度 (iii) -8.3×10^{-2} K/s で -8 K であった。

4. 焼結プロセスの CCT 図

in situ Q-XRD およびレーザー顕微鏡観察の結果より得られた焼結反応における過冷却現象は連続冷却変態 (CCT) 図の概念を用いて定量的に理解することが出来る。CCT 図は鋼材の熱処理の分野では広く用いられている [17]。得られたデータを基に焼結鉄の分野では初めての CCT 図を作成した。Fig. 5 に Fe90Ca10 の CCT 図を示す。冷却速度 (i) -3.3 K/s, (ii) -8.3×10^{-1} K/s, および (iii) -8.3×10^{-2} K/s における時間-温度曲線を図中に実線で示した。平衡状態における反応 $L \rightarrow L + WF$, $L + WF \rightarrow L + F$, $L + F \rightarrow CF_2 + F$, および $CF_2 + F \rightarrow CF + F$ の反応温度を点線 (青) で示した。 ΔT_x^Y は冷却速度 Y ($= i, ii, iii$) の条件で冷却した場合の過冷却温度を示している。破線 (赤) は本研究で決定した非平衡条件で冷却した場合の $L \rightarrow L + WF$ および $L + F \rightarrow CF_2 + CF + F$ の反応温度を示している。組織観察により求めた相境界は菱形で示した。尚, 十字は Fig. 4 に示した組織観察像に対応する反応時間-温度を示している。

今回作成した CCT 図は, (1) 特定の反応 X の過冷却

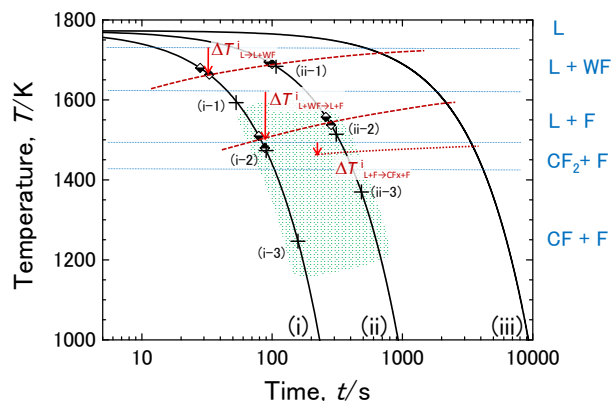


Figure 5 Continuous cooling transformation (CCT) diagram for sintering of specimen Fe90Ca10. Solid lines show the time-temperature curves for cooling rates: (i) -3.3 K/s, (ii) 8.3×10^{-1} K/s, and (iii) -8.3×10^{-2} K/s. Dotted thin lines (blue) show the temperatures of phase transformation at equilibrium: $L \rightarrow L + WF$, $L + WF \rightarrow L + F$, $L + F \rightarrow CF_2 + F$ and $CF_2 + F \rightarrow CF + F$. $\Delta T_{A \rightarrow B}^Y$ denotes the overcooling temperature of the reaction $A \rightarrow B$ when cooled down with a rate of Y ($= i, ii, \text{ or } iii$). Broken lines (red) show those of $L \rightarrow L + WF$ and $L + WF \rightarrow L + F$ under non-equilibrium cooling conditions determined in this study. The dotted bold line (red) shows that of $L + F \rightarrow CF_2 + CF + F$ under non-equilibrium cooling conditions determined in this study. Boundaries determined by laser microscopy are shown by diamonds. Cross marks show the time and temperature where typical microstructures obtained by *in situ* laser microscopy are shown in Fig. 4. Typical conditions for industrial sintering processes are shown by the hatching area (green) [14].

温度 (ΔT_x^Y) は冷却速度 Y が速くなるに伴い大きくなる傾向を示している。(2) 同一冷却速度における各反応 X の過冷却温度 ΔT_x^Y を比較すると, 次のような関係がある。
 $\Delta T_{L+F \rightarrow CF_2+CF+F}^Y \ll \Delta T_{L \rightarrow L+WF}^Y < \Delta T_{L+WF \rightarrow L+F}^Y$

Fig. 5 中に工業プロセスにおける一般的な冷却速度領域 [2-6] を網掛けで示した。この冷却速度領域では, $L + WF \rightarrow L + F$ および $L + F \rightarrow CF_2 + F$ の反応温度の冷却速度依存性が大きい。つまり, 冷却温度パターンのわずかな変化で共存相の割合と最終生成物の組織が変化すると予測される。従って, 目的とする組織を得るために CCT 図に基づいて, 実際の焼結プロセスの温度パターンを設計することが可能である。目標とする温度パターンがわかれば, 例えばコークス量や燃焼条件の制御などの手法により加熱・冷却条件を制御して焼結鉄を製造し, その組織が目的とするものに近いかどうかを確認することができる。

5. おわりに

近年の検出器系の発展などにより, 従来困難であった極短時間反応の解析が実現可能になりつつある。本研究で扱った焼結鉄は長年高炉操業に用いられているが, 脈石成分との反応過程や特性発現メカニズムに未解明の部分が多く, 今回用いた高温 *in situ* 観察技術はこれらの理解に役立つものである。放射光を用いた高温 *in situ* 観察は, 高輝度光源による短時間測定やエネルギー選択の自由度等の多くのメリットがある。

言うまでも無いが実プロセスのメカニズム解明には複数の相補的なアプローチが必要である。本研究でも、X線回折のみではなく、熱分析や熱力学計算などの解析手法を相補的に用い、それらの結果を総合的かつ定量的に理解するための方法・指標 (CCT 図) を提案することができた。こうした定量的な指標を提案・活用することで、焼結プロセスで最も重要な素反応のひとつである「擬似粒子間の液相焼結」の反応メカニズムの理解が進むと考える。その結果、焼結鈦の量産プロセスにおいて、複雑にからみあう反応条件 (温度, 酸素分圧, 粒子間の化学組成分布など) の関係を定量的に解明し、プロセスを最適化することにつながると期待できる。

謝辞

日鉄住金テクノロジー (株) の太田典明氏に実験のサポートいただきましたことを感謝します。Q-XRD およびレーザー顕微鏡を用いた実験は (株) リガクと (株) 米倉製作所の技術支援のもとに実施しました。KEK, PF, BL-6C での実験にあたり、東京工業大学の佐々木聡博士、奥部真樹博士の支援を頂きました。なお Q-XRD の放射光実験は、当社と高エネルギー加速器研究機構との共同研究により実施されました。関係者の皆様に感謝申し上げます。

引用文献

- [1] J. Gröbner, *et al.*, In Landolt-Börnstein - Group IV Physical Chemistry ed. Günter Effenberg and Ilyenko Svitlana (Springer-Verlag GmbH: Heidelberg, 2008).
- [2] T. Mukherjee and J.A. Whiteman, *Ironmaking Steelmaking*, **12**, 151 (1985).
- [3] M.I. Pownceby, J.M.F. Clout and M.J. Fisher-White, *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section C*, **no.3 C1-542**, 1 (1998).
- [4] G.O. Egundebi and J.A. Whiteman, *Ironmaking Steelmaking*, **16**, 379 (1989).
- [5] I. Ordavo, *et al.*, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, **654**, 250 (2011).
- [6] 大野光一郎, *et al.*, *鉄と鋼*, **95**, 821 (2009).
- [7] A.D. Pelton, *et al.*, *Metall. Mater. Trans. B*, **31**, 651 (2000).
- [8] M. Hillert, *J. Alloys Compd.*, **320**, 161 (2001).
- [9] L. Lu, R.J. Holmes and J.R. Manuel, *ISIJ Int.*, **47**, 349 (2007).
- [10] W.G. Mumme, J.M.F. Clout and R.W. Gable, *N. Jb. Miner. Abh.*, **173**, 93 (1998).
- [11] B.K. Teo: EXAFS : basic principles and data analysis. (Springer-Verlag, 1986).
- [12] B. Bergman, *J. Am. Ceram. Soc.*, **69**, 608 (1986).
- [13] P.G. Winchell and G.R. Speich, *Acta Metall.*, **18**, 53 (1970).
- [14] M. Kimura and R. Murao, *ISIJ Int.*, **53**, 2047 (2013).
- [15] B. Henrich, *et al.*, *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.*, **A607**, 247 (2009).

[16] P. Kraft, *et al.*, *J. Synchrotron Rad.*, **16**, 368 (2009).

[17] I. Reiche, *et al.*, *Anal. Chem.*, **85**, 5857 (2013).

(原稿受付日: 2015 年 9 月 25 日)

著者紹介

村尾玲子 Reiko MURAO



新日鐵住金株式会社技術開発本部先端
技術研究所解析科学研究部

主任研究員

〒 293-8511 千葉県富津市新富

TEL: 070-3514-8083

FAX: 0439-80-2746

e-mail: murao.5gg.reiko@jp.nssmc.com

略歴: 1999 年東北大学大学院理学研

究科博士前期課程修了, 1999 年 -2008 年株式会社山形富士通, 2011 年東北大学大学院工学研究科博士後期課程修了 2011 年新日本製鐵株式会社。2012 年 (合併のため) 新日鐵住金株式会社, 博士 (工学)。

最近の研究: 製鉄プロセスに関する高温反応解析。

趣味: 読書, 楽器演奏

木村正雄 Masao KIMURA



物質構造科学研究所 教授

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂

TEL: 029-864-5608

FAX: 029-864-2801

e-mail: masao.kimura@kek.jp

略歴: 1987 年京都大学工学研究科修
士課程修了, 1987 年新日本製鐵株式

会社, 2012 年 (合併のため) 新日鐵住金株式会社, 2013 年より現職。1993 年工学博士。

最近の研究: 放射光を用いて材料や反応の観察を行うこと, 特に「heterogeneity」「dynamics」「interface/surface」の三領域, <http://pfxafs.kek.jp/>。2014 年より SIP 「革新的構造材料」に参画し, 構造材料の放射光を軸として解析拠点構築を目指しています。

趣味: 山や街を歩いたり走ったりすること (登山, トレラン, ジョギング, マラソン)

位相 X 線 CT を利用したペレット状天然ガスハイドレートの内部構造解析

三町博子¹, 竹谷敏², 米山明男³, 兵藤一行^{4,5}, 武田徹⁶

¹三井造船株式会社, ²産業技術総合研究所, ³株式会社日立製作所

⁴物質構造科学研究所, ⁵総合研究大学院大学, ⁶北里大学

Internal Structure of Molded Natural Gas Hydrates by Phase Contrast X-ray Computed Tomography

Hiroko MIMACHI¹, Satoshi TAKEYA², Akio YONEYAMA³, Kazuyuki HYODO^{4,5}, Tohoru TAKEDA⁶

¹Mitsui Engineering and Shipbuilding Co., Ltd., ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

³Hitachi Ltd., ⁴Institute of Materials Structure Science,

⁵School of High Energy Accelerator Science, SOKENDAI, ⁶Kitasato University

Abstract

天然ガスの新たな貯蔵手段の一つの候補として注目される天然ガスハイドレートをペレット状に製造し、その内部構造を位相 X 線 CT により調べた。ペレット状の天然ガスハイドレートは、温度 253 K、大気圧の下で約 3 ヶ月間貯蔵した後でも重量比 70% の天然ガスハイドレートを保持していた。また、貯蔵中にペレットの表面は分解し、約 3 ヶ月で厚さ 100 μm 程度の氷膜が生じたが、内部に顕著な分解は確認されなかった。

1. はじめに

天然ガスは燃焼時の二酸化炭素排出量が石炭や石油に比べて少ないことからクリーンなエネルギーとして利用が拡大している [1]。天然ガスの供給はパイプラインや液化天然ガス (Liquefied Natural Gas: LNG) による輸送が主流であるが、近年は圧縮天然ガス (Compressed Natural Gas: CNG)、化学転換による液体燃料 (Gas to Liquids: GTL)、天然ガス液 (Natural Gas Liquids: NGL) 等の形態による輸送手段も検討されており、天然ガスハイドレートはそのうちの一つとして研究対象になっている [1-3]。

天然ガスハイドレートとは、水分子の作る籠構造の中にメタン、エタン、プロパン等の天然ガス分子が入った、氷に良く似た密度と外観を備えた包接水和物 (クラスレートハイドレート) である。一般的には低温、高圧の条件で水とガスから生成するため、地球上でも水深数千メートルの深海底面下や永久凍土層に存在し、特に包接するガスがメタンのみの場合はメタンハイドレートと呼ばれる。メタンハイドレートの場合、体積の約 160 倍のガスを包接し、例えば 273 K ではおよそ 2.6 MPa 以上の高圧条件下で安定である。しかし、「自己保存 (self-preservation)」あるいは「anomalous preservation」と呼ばれる現象により、大気圧の下、氷融点直下の温度域でも数か月以上もの間、準安定に存在することが知られている [4-5]。自己保存効果は、ガスハイドレートの一部が分解して生じた水が氷となって自身の表面を覆うことで発現すると考えられているが、その氷の詳細な分布状況については明らかになっていない。これは、メタンハイドレートや天然ガスハイドレートの密度

と氷の密度の差が小さいために、吸収型の X 線 CT では識別が困難であり、造影剤の添加や天然ガス成分の炭化水素ガスより分子量の大きいガスの使用が必要であることが要因である [6-8]。

位相 X 線 CT は、X 線が試料を透過する際に変化する位相から像を構成する非破壊観察手法である。試料が軽元素から構成される場合、位相 X 線 CT による測定の感度は強度変化すなわち吸収型の X 線 CT に比べて 1000 倍以上であり [9]、天然ガスハイドレートと氷のように密度差の小さい物質でも両者の識別が可能である [10-11]。

今回は、天然ガスの貯蔵を目的として連続製造プラントでペレット状の天然ガスハイドレートを製造し、その内部構造を位相 X 線 CT を適用して調べた。本手法によって、高い自己保存効果を示すペレット状天然ガスハイドレートにおける氷の分布を取得したので紹介する。

2. 実験方法

2-1. 天然ガスハイドレートの製造

天然ガスハイドレート試料の製造プロセスを Fig. 1 に示す。反応器に模擬天然ガス (メタン 91.5%, エタン 6.7%, プロパン 1.8%) と水を導入して、温度 278 K、圧力 5.5 MPa の下で天然ガスハイドレート重量比率 (ハイドレート率) 15% のスラリーを生成した。続いて、同温度、同圧力条件でスラリーを脱水して天然ガスハイドレート率を 40% に高めた後、成形して天然ガスハイドレート率 70 ~ 90%、25×20×16 mm のピロー型ペレット状の天然ガスハイドレートを製造した (Fig. 2)。なお、試料中の残り

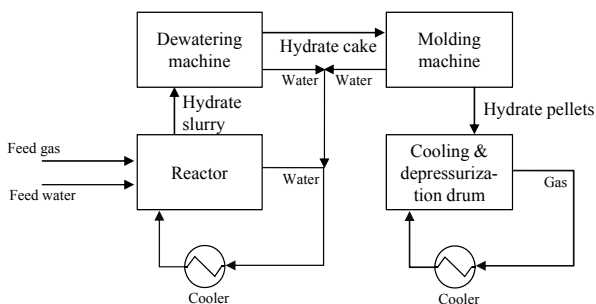


Figure 1 Production scheme of natural gas hydrate pellets.



Figure 2 Natural gas hydrate pellet at 253 K under atmospheric pressure.

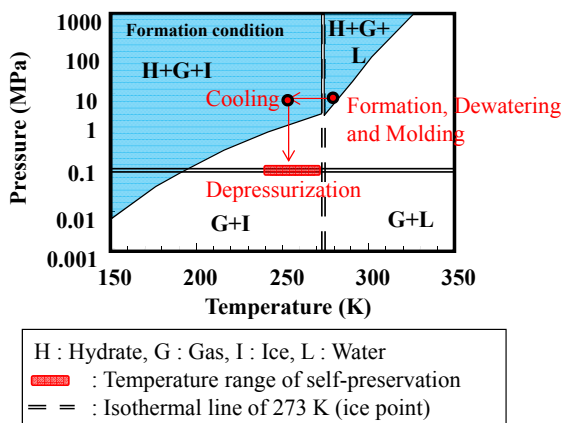


Figure 3 Operating conditions of natural gas hydrate pellets.

の10～30%は天然ガスハイドレート化していない水である。成形した天然ガスハイドレートは5.5 MPaの高圧状態で253 Kまで冷却し、その後、大気圧まで圧力を下げて製造装置から取り出した (Fig. 3)。

2-2. 天然ガスハイドレート貯蔵試料の採取及び組成分析

製造したペレット状の天然ガスハイドレートは、253 K、大気圧で製造装置から取り出した直後、また、同条件で2週間 (14日) 及び約3ヶ月間 (93日) 貯蔵した後にそれぞれ採取し、それ以降の試料の分解を避けるため、約85 Kの液体窒素蒸気雰囲気中で保管した。天然ガスハイドレートの包接ガス組成は、試料を室温で分解し、放出されたガスを回収してガスクロマトグラフィー (Micro GC CP4900, Varian社製) により分析した。自己保存の指標となる天然

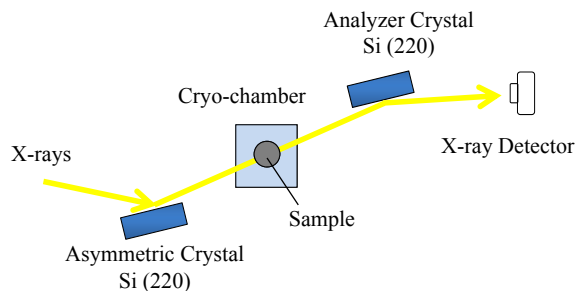


Figure 4 Operating conditions of natural gas hydrate pellets.

Table 1 Main measurement conditions of DEI.

Storage period	0 day	14 days	93 days
Field of view	50.1 × 33.0 mm	50.1 × 33.0 mm	16.6 × 14.0 mm
Pixel size	25 μm	25 μm	6.5 μm
Exposure time	1 s	1 s	0.5 s
Number of scans	11 points	15 points	11 points
Number of projections	510 projections / 360 degrees	510 projections / 360 degrees	510 projections / 360 degrees

ガスハイドレート率は粉末X線回折 (Ultima III, リガク社製) により123 Kにて、 $6^\circ < 2\theta < 60^\circ$ 、ステップ幅 0.02° で取得した [11, 13-14]。

2-3. 位相X線CTによる天然ガスハイドレート測定

ペレット状の天然ガスハイドレートの位相X線CTは、高エネルギー加速器研究機構フォトンファクトリーのBL-14Cに設置された Fig. 4に示す屈折イメージング (Diffraction Enhanced Imaging: DEI) システムにより実施した。本手法では、屈折角が位相シフトの空間的な微分の関数として与えられることに基づき、試料によって生じたX線の屈折角の検出とその空間的な積分から位相シフトを求めることが可能である。試料である天然ガスハイドレートは、不要な分解を防ぐため150 K以下の液体窒素蒸気の雰囲気中で加工した後、測定中の分解防止と試料表面に起因するアーチファクトの低減のため、 193 ± 1 Kの酢酸メチル液に浸して測定した。主な測定条件は Table 1に示す通りである。X線のエネルギーは35 keVとし、密度分解能 $\sim 0.01 \text{ g/cm}^3$ [15]、空間分解能0.04 mm [10]でペレット状の天然ガスハイドレートのDEI像を取得した。

3. 結果

3-1. ペレット状の天然ガスハイドレートの貯蔵性能

製造直後のペレット状の天然ガスハイドレートのガス組成は、メタン90.2%、エタン7.7%、プロパン2.1%であり、原料ガス組成と同等ガス組成の天然ガスハイドレートが製造されていることが確認された。また、253 Kで14日間、93日間の貯蔵を経たもののガス組成は製造直後の値に対し、メタン、エタン、プロパンそれぞれが1%point未満の誤差範囲に収まり、包接ガス組成は貯蔵期間中ほぼ一定であった。粉末X線回折から求めた製造直後の天然ガスハイドレート率は70%、14日後は70%、93日後は73%であった (Fig. 5)。天然ガスハイドレート率は各々別の個体のペ

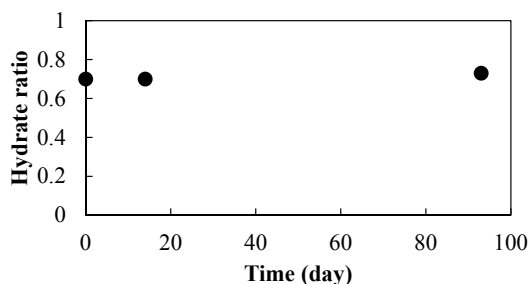


Figure 5 Variations of hydrate ratio with storage time at 253 K.

レットから求めたものであり、93日後の天然ガスハイドレート率がより貯蔵期間が短いものよりも若干高い点については、ペレットの個体差に起因すると考える。すなわち、253 K、大気圧の下でペレット状の天然ガスハイドレートを貯蔵した場合、約3ヶ月間は急激な分解はなく、試料重量の約7割の天然ガスハイドレートが貯蔵されたことが示された。

3-2. 位相X線CTによる氷の分布

3-1のとおり高い貯蔵性能を示したペレット状の天然ガスハイドレートの内部の構造は、DEI法を利用した位相X線CTにより取得した。Fig. 6は253 K、大気圧で0～93日間貯蔵したペレット状の天然ガスハイドレートの断層像である。ここでは密度の違いが色調に反映されており、概ね黒色が酢酸メチル液、灰色が天然ガスハイドレート、白色が氷を示し、色調が明るいほど密度の小さい物質となる。なお、Fig. 6bとFig. 6cに見られる年輪状の模様はリングアーチファクト（疑似像）であり、試料の密度分布に起因するものではない。それぞれの図中に矢印で示した縁は試料の未加工面、すなわち、製造後から貯蔵環境に曝された表面（オリジナル面）であり、それ以外の縁は測定直前に加工した面である。

天然ガスハイドレートは、分解するとガスが抜けてその場に水が残るため、本測定においては氷の分布が分解の指標になる。Fig. 6aより、製造直後の試料は全体の色調が均一であり、空隙を含まず密なペレットであることがわかった。14日後になるとオリジナル面に沿って氷が出現し(Fig. 6b)、93日後にはその厚さは100 μm程度になった (Fig.

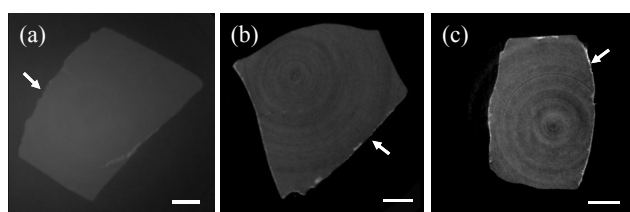


Figure 6 Cross-section images of a part of natural gas hydrate pellets. Storage periods of the samples at 253 K are (a) 0 day (just after formation), (b) 14 days and (c) 93 days. Scale bars show 2 mm in length. Arrows indicate original outer surfaces of the pellets. Ring patterns in the cross-section images are artifact of X-ray CT imaging.

6c)。製造直後には空間分解能以下であったオリジナル面の氷膜が貯蔵時間の経過とともに成長したものと考えられる。なお、Fig. 6aとFig. 6bでは内部にわずかに線状の氷が存在するが、これが製造の段階で存在していたものか、あるいは貯蔵中の分解や試料加工に起因するものであるかは明らかでない。しかしながら、試料内部のこれ以外の部分には明確な氷の存在は確認されず、確かに天然ガスハイドレートが保存されたことが重要である。

以上より、ペレット状の天然ガスハイドレートの表面には貯蔵時間の経過に伴い氷膜の厚さの増加が見られるものの、その厚さは約3ヶ月で100 μm程度にとどまり、内部の天然ガスハイドレートは保持されていることが位相X線CTによって明らかになった。

4. まとめ

天然ガスの貯蔵方法の一つとして天然ガスハイドレートに着目し、その貯蔵特性と構造を調べた。連続製造プラントにて、天然ガスを模擬したメタン、エタン、プロパンの混合ガスを包接するペレット状の天然ガスハイドレートを製造し、253 K、大気圧で貯蔵を行った。その結果、約3ヶ月後も重量比で7割の天然ガスハイドレートを保存することが可能であることが示された。このように高い保存性を示すペレット状天然ガスハイドレートの形態観察をDEI法を利用した位相X線CTで行ったところ、ペレットの表面は天然ガスハイドレートの分解により形成された厚さ100 μm程度の氷膜で覆われていることがわかった。一方、その内部は密に成形された天然ガスハイドレートが分解しないで保持されていることも明らかになった。本結果は、ペレット状の天然ガスハイドレートの自己保存効果とマクロな構造特性の相関を示すものであり、貯蔵の観点からの製造プロセスの妥当性を裏付けるものであると同時に、ガスハイドレートの自己保存効果に対する基礎的な知見としても意義あるものである。

謝辞

本研究におけるDEI法を利用した位相X線CTは課題番号2013C307、2014C305の下で行った。

引用文献

- [1] Exxon Mobil Corporation, The Outlook for Energy: A View to 2040, 2015.
- [2] J. S. Gudmundsson, US Patent 5,536,893A, Jul. 16, 1996.
- [3] G. Rehder, R. Eckl, M. Elfgén, A. Falenty, R. Hamann, N. Kähler, W. F. Kuhs, H. Osterkamp and C. Windmeier, *Energies* **5**, 2499 (2012).
- [4] V. S. Yakushev and V. A. Istomin, *Physics and Chemistry of Ice*, Hokkaido University Press, 136 (1992).
- [5] L. A. Stern, S. Circone, S. H. Kirby and W. B. Durham, *J. Phys. Chem. B* **105**, 1756 (2001).
- [6] M. M. Murshed, S. A. Klapp, F. Enzmann, T. Szeder, T. Huthwelker, M. Stampanoni, F. Marone, C. Hintermüller,

- G. Bohrmann, W. F. Kuhs and M. Kersten, Geophys. Res. Lett. **35**, L23612 (2008).
- [7] P. Kerkar, K. W. Jones, R. Kleinberg, W. B. Lindquist, S. Tomov, H. Feng and D. Mahajan, Appl. Phys. Lett. **95**, 024102 (2009).
- [8] Y. Jin, J. Nagao, J. Hayashi, W. Shimada, T. Ebinuma and H. Narita, J. Phys. Chem. C **112**, 17253 (2008).
- [9] A. Momose and J. Fukuda, Med. Phys. **22**, 375 (1995).
- [10] S. Takeya, A. Yoneyama, K. Ueda, K. Hyodo, T. Takeda, H. Mimachi, M. Takahashi, T. Iwasaki, K. Sano, H. Yamawaki and Y. Gotoh, J. Phys. Chem. C **115**, 16193 (2011).
- [11] S. Takeya, A. Yoneyama, K. Ueda, H. Mimachi, M. Takahashi, K. Sano, K. Hyodo, T. Takeda, Y. Gotoh, J. Phys. Chem. C **116**, 13842 (2012).
- [12] F. Izumi and K. Momma, Solid State Phenom. **130**, 15 (2007).
- [13] H. Mimachi, S. Takeya, A. Yoneyama, K. Hyodo, T. Takeda, Y. Gotoh and T. Murayama, Chem. Eng. Sci. **118**, 208 (2014).
- [14] H. Mimachi, M. Takahashi, S. Takeya, Y. Gotoh, A. Yoneyama, K. Hyodo, T. Takeda and T. Murayama, Energy Fuels **29**, 4827 (2015).
- [15] A. Yoneyama, J. Wu, K. Hyodo and T. Takeda, Med. Phys. **35**, 4724 (2008).

(原稿受付日: 2015年10月8日)

著者紹介

三町博子 Hiroko MIMACHI



三井造船株式会社 技術開発本部
千葉技術開発センター 主任
〒290-8531 千葉県市原市八幡海岸通1
TEL: 0436-41-1110 FAX: 0436-43-1785
e-mail: h-mimachi@mes.co.jp
略歴: 2006年3月大阪大学大学院原子

力工学専攻博士前期課程修了。2006年4月より現職。

最近の研究: 本号の内容

趣味: 旅行, カフェ巡り, 温泉

竹谷敏 Satoshi TAKEYA



国立研究開発法人産業技術総合研究所
物質計測標準研究部門 精密結晶構造
解析グループ 主任研究員
〒305-8565
茨城県つくば市東1-1-1 中央第5
TEL: 029-861-6006 FAX: 029-861-4845

E-mail: s.takeya@aist.go.jp

略歴: 2000年北海道大学大学院地球環境科学研究科博士課程修了。産業技術総合研究所に勤務, 組織改編を経て2015年より現職。

最近の研究: 温度制御下での軽元素材料の可視化

趣味: 旅行

米山明男 Akio YONEYAMA



株式会社日立製作所 研究開発グループ
主任研究員
〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪
1-280
TEL: 042-323-1111
E-mail: akio.yoneyama.bu@hitachi.com

略歴: 1994年東京農工大学大学院工学研究科博士前期課程修了。同年(株)日立製作所中央研究所に入社。2006年より現職。博士(学術)。

最近の研究: 放射光イメージング

趣味: 百名山に挑戦中 (25/100)

兵藤一行 Kazuyuki HYODO

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 准教授
〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1

TEL: 029-864-1171 FAX: 029-864-2801

E-mail: kazuyuki.hyodo@kek.jp

略歴: 筑波大学大学院博士課程医学研究科修了後, 高エネルギー物理学研究所勤務, 組織改編を経て2012年より現職。

武田徹 Tohoru TAKEDA



北里大学医療衛生学部 教授
〒252-0373
神奈川県相模原市南区北里1-15-1
TEL: 042-778-8312
E-mail: t.takeda@kitasato-u.ac.jp

略歴: 1985年筑波大学大学院医学研究科修了(医学博士)。同年筑波大学附属病院医員。1987年筑波大学臨床医学系講師。2004年筑波大学大学院人間総合科学研究科講師。2009年より現職。

最近の研究: 位相X線イメージング法の生体応用。特に, 認知症診断と癌領域診断。

趣味: 歴史研究, テニス

超高速光化学反応を可視化する「分子ムービー」の原理を実証 – 気体分子1つから得る光電子回折像の観測に成功–

平成 27 年 9 月 24 日
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 理化学研究所
公益財団法人 高輝度光科学研究センター

【概要】

高エネルギー加速器研究機構 (KEK)、東京大学、立命館大学、千葉大学、京都大学、日本原子力研究開発機構 (JAEA)、理化学研究所 (理研)、高輝度光科学研究センター (JASRI) は、X線自由電子レーザー (XFEL) 施設「SACLA」を用いて、向きを描えたヨウ素分子 (I₂) からの X線光電子回折像を観測することに成功しました。

光を照射することで物質に化学変化を起こす多くの光化学反応は、ピコ秒～フェムト秒の超高速で進行する反応なので、その超高速過程を光電子回折法で直接観測した例はこれまでありませんでした。研究グループは、気体ヨウ素分子の向きをレーザー電場で制御し、大強度・超短パルスである XFEL を用いることにより、ヨウ素分子から光電子が出る瞬間の分子構造を捉えることに成功しました。これは、超高速で起こる気相光化学反応を可視化する「分子ムービー」の原理を実証したことになります。

本研究は、KEK 物質構造科学研究所の柳下明シニアフェロー、中嶋亨特任助教 (現 JASRI 博士研究員)、和田健特別助教、東京大学の酒井広文准教授、峰本紳一郎助教、立命館大学の寺本高啓助教、千葉大学の藤川高志名誉教授、水流翔太 DC2、京都大学の間嶋拓也助教、JAEA の赤木浩研究副主幹、理研放射光科学総合研究センター・ビームライン研究開発グループの矢橋牧名グループディレクター、JASRI・XFEL 利用研究推進室の富樫格研究員らを中心とした共同研究グループの成果です。本研究は、SACLA のビームライン BL3 を利用して行われました。

本成果は、オンライン版の科学雑誌『Scientific Reports』の 9 月 15 日号 (現地時間) に掲載されました。(この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20150924143000/> をご覧下さい)。

低電圧でも動作する有機強誘電体メモリーの印刷製造技術を開発 – プリンテッドエレクトロニクスを高度化する新たなラインアップ –

平成 27 年 10 月 1 日
国立研究開発法人 産業技術総合研究所
国立研究開発法人 理化学研究所
大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構
国立研究開発法人 科学技術振興機構

【概要】

国立研究開発法人 産業技術総合研究所【理事長 中鉢 良治】(以下「産総研」という) フレキシブルエレクトロニクス研究センター【研究センター長 鎌田 俊英】フレキシブル材料基盤チーム 野田 祐樹 産総研特別研究員、堀内 佐智雄 研究チーム長、同センター 長谷川 達生 総括研究主幹らは、国立研究開発法人 理化学研究所【理事長 松本 紘】創発物性科学研究センター 動的創発物性研究ユニット 賀川 史敬 ユニットリーダー、大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構【機構長 山内 正則】物質構造科学研究所 構造物性研究センター 熊井 玲児 教授、国立研究開発法人 科学技術振興機構【理事長 中村 道治】と共同で低分子系有機強誘電体を用いた薄膜メモリー素子を、溶液をパターンニング塗布して製膜する印刷法により常温・常圧下で製造する技術を開発した。

有機強誘電体では、デバイス化に必須となる薄膜化が難しいことが課題となっていた。今回の技術は、溶液からの膜形成を促す新たな印刷手法により、きわめて均質性の高い強誘電体単結晶薄膜を形成するものである。この技術を用いて作製した薄膜素子は、各種の記録素子の標準的な動作電圧を下回るわずか 3 V の低電圧でメモリー動作する。今回開発した技術により、プリンテッドエレクトロニクスによる強誘電体メモリーや不揮発トランジスタなどの低消費電力デバイスの研究開発が大きく加速すると期待される。

なお、この成果の詳細はドイツの学術誌 Advanced Materials に、近くオンライン公開される(この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/20151001100000/#01> をご覧下さい)。

PF 研究会「X線顕微分析の新展開:STXMから硬X線複合分析まで」の開催報告

東京大学大学院理学系研究科 高橋 嘉夫

マイクロ～ナノメートルサイズのX線を用いたX線顕微鏡は、電子線と比較して空間分解能では劣るものの、高い感度の元素分析、X線吸収スペクトルによる化学状態分析、小さな試料ダメージなどの多くの利点を備えているため、X線領域の放射光施設の殆どで、何らかのX線顕微分析が展開されている。その応用分野は、材料科学、地球惑星科学、環境科学、生物科学などの極めて多岐に渡り、これら分野において、不均質な試料を分析する上で不可欠なツールとなっている。利用するX線のエネルギーは、対象とする元素の吸収端に依存して、軟X線領域から硬X線領域まで幅広く、それに応じてやや異なる手法を用いる。硬X線領域では、主に Kirkpatrick-Baez (K-B) ミラーで1ミクロン程度に集光したビームを用い蛍光X線を検出して元素分布を得る手法が主流であり、X線吸収微細構造(XAFS)測定と透過配置でのXRD測定などを組み合わせた複合分析もしばしば行われる(μ -XRF-XAFS-XRD)。一方、軟X線領域では、Fresnel Zone Plate (FZP)を用いた集光系が主で、しばしば50 nmを切る空間分解能での分析が行われ、薄い試料に対して透過配置で吸収をみる Scanning Transmission X-ray Microscopy (STXM) が頻繁に利用されている。この分析でも、元素分布とXAFSによる化学種解析が行われ、特に炭素の官能基マッピングなどに特徴がある。これらの手法において、これまで日本は世界の後塵を拝している感



図1 挨拶をする著者(上)と村上PF施設長(下)



図2 会場の様子

があったが、硬X線領域では SPring-8 の複数のビームラインでの先端的取組みに加え、Photon Factory においても BL-4A に加えて BL-15A でも μ -XRF-XAFS-XRD のような複合分析の取組みが進展している。さらに軟X線領域では、分子研 UVSOR と Photon Factory でほぼ同時に STXM が稼働し始め、ようやく世界に一步近づく状況になってきた。

このような時期を捉えて、今回、PF 研究会「X線顕微分析の新展開:STXMから硬X線複合分析まで」を企画した。この発案とプログラム編成には、PF の物質化学グループの皆様(グループリーダー:木村正雄教授)、電子物性グループの小野寛太准教授らのグループ、PF-UA の XAFS ユーザーグループ(代表:田淵雅夫教授(名大))、マイクロビームX線分析応用ユーザーグループ(代表:高橋嘉夫)の協力を得た。研究会の開催日は10月2日の1日であり、87名の方の参加を得て、朝9:20から夜19:00過ぎまで、終日活発な議論が行われた。講演は口頭のみであり、以下にプログラムに沿って、討論の内容を振り返る。

プログラムの大きな流れは、冒頭の高橋による趣旨説明と足立伸一主幹のご挨拶に続き、午前中には主に STXM の国内での展開と応用に関する講演を配し、午後の最初に顕微分析への期待を込めた特別講演を小野先生に依頼し、その後に硬X線を用いた顕微複合分析の話題へと移っていくというものであった。さらに最終盤では、3 GeV 蓄積リングの到達点や PF-UA による新光源への期待などが語られるという、非常に盛り沢山の内容となった。

午前中前半では、武市泰男氏(PF)が、独自開発したコンパクト STXM (cSTXM) の特徴や性能と今後の展望を述べた。短時間で応用分析まで到達したことは驚嘆に値する。続く大東琢治氏(UVSOR)は、UVSOR に導入された STXM の稼働状況と研究展開を披露すると共に、試料周りのセルに関わる様々な工夫について興味深い講演を行った。次の高橋は、ユーザーの視点から PF での STXM が実現するまでの経緯と、それを利用した S2 型課題「走査型透過X線顕微鏡(STXM)を用いたサステナブル科学の推進」で進められている研究を紹介した。また武市氏と高橋のいずれの講演においても、現在の cSTXM が抱える問

<プログラム> 10月2日 (金)		
09:20-09:25 「開会挨拶」高橋嘉夫 (東大)	顕微分析の新展開【座長：木村正雄 (KEK)】	
09:25-09:30 「挨拶」足立伸一 (KEK 物構研)	14:40-15:05 「固体高分子形燃料電池に対する 2D/3D 顕微 XAFS イメージング計測」 関澤 央輝・宇留賀朋哉・唯 美津木・岩澤 康裕 (電通大・JASRI・名大)	
STXM の現状【座長：田淵雅夫 (名大)】		
09:30-09:55 「PF における STXM の開発とその現状, そして将来」 武市 泰男 (KEK 物構研)	15:05-15:30 「蓄電池電極反応の時間・空間分解解析」 稲田 康宏・片山 真祥 (立命館大)	
09:55-10:20 「UVSOR における STXM ビームラインの現状」 大東 琢治 (UVSOR)	15:30-15:55 「SPRing-8 における新しい顕微 XAFS」 新田 清文 (JASRI/SPRing-8)	
10:20-10:40 「PF-STXM を応用したサステナブル科学：環境・資源科学における STXM の必要性」 高橋 嘉夫 (東大院理)	BL-15 の現状とマイクロ XRF-XAFS の応用研究【座長：木村正雄 (KEK)】	
STXM 応用研究【座長：高橋嘉夫 (東大)】		
10:50-11:10 「有機薄膜太陽電池の STXM」 守友 浩 (筑波大)	16:10-16:35 「PF BL-15A1 でのセミマイクロビームによる XAFS/XRF/XRD 複合分析システムの現状」 仁谷 浩明 (KEK 物構研)	
11:10-11:30 「STXM を利用した土壌の肥沃度および炭素隔離メカニズム研究」 和穎 朗太 (農環研)・浅野 真希 (筑波大)・山口 紀子 (農環研)	16:35-16:55 「微小部 XRF・XAFS の生物試料分析への応用と BL-15A への期待」 和田 敬広・宇尾 基弘 (東京医科歯科大)	
11:30-11:50 「STXM を応用した微生物-鉱物相互作用の解明」 光延 聖 (静岡県立大)	16:55-17:15 「ドープ氷中に含まれる金属塩のキャラクタリゼーション」 原田 誠・徳増 宏基・岡田 哲男 (東工大院理工)	
11:50-12:10 「走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) を用いた隕石中の有機物分析」 癸生川陽子 (横国大)	トピックス	
12:10-12:30 「STXM による隕石や微生物の観測：若手からの声を含めて」 菅 大暉 (広大)	17:15-17:30 「PF における高圧 XAFS の現状と今後の展望」 若林 大佑・船守 展正 (KEK 物構研)	
12:30-12:50 「都市ごみ焼却灰に対する STXM の適用：POPs の生成・抑制の理解を目指して」 藤森 崇 (京大)	X 線分光の将来像【座長：稲田康宏 (立命館)】	
顕微分析の将来像【座長：高橋嘉夫 (東大)】		
14:00-14:40 「X 線顕微鏡による物質科学研究の将来像」 小野 寛太 (KEK 物構研)	17:30-18:00 「材料の 5D イメージングへの期待」 木村 正雄 (KEK 物構研)	
	18:00-18:30 「最先端 3 GeV 蓄積リングの設計と光源性能」 原田 健太郎・土屋 中央 (KEK 加速器)	
	18:30-19:00 「PF-UA と新光源への期待」 朝倉 清高 (北大)	

題点 (高次光除去の必要性, マンパワーとビームタイムの不足の問題) が指摘され, その解決のためには STXM 専用ビームラインの建設が望まれることが確認された。

休憩をはさみ, 上記 S2 課題で行われている STXM を利用した研究の紹介が続いた。守友浩氏 (筑波大) は, 有機薄膜太陽電池中の有機物の混合状態を STXM で解明した研究を紹介した。この研究は, STXM の特徴を生かしたユニークな研究であり, 大きな注目を集めた。次に和穎朗太氏 (農環研) は, 土壌中の有機物が鉱物・無機物との相互作用により安定化するプロセスを STXM で調べた研究を紹介し, 地球温暖化問題や炭素循環の研究における土壌の重要性を指摘した。引き続き光延聖氏 (静岡県立大) は, 鉱物界面で微生物が分泌した化合物による鉱物の溶解現象を STXM で観察したユニークな研究を紹介した。さらに癸生川陽子氏 (横国立大) は, 隕石中に存在する高分子有機物の生成過程の解明に STXM が威力を発揮することを示した。cSTXM の利用研究の最後として, 菅大暉氏 (広島大) は STXM を用いた多彩な研究を紹介すると共に, 学生として他の STXM ユーザーのサポートに奔走している現状を紹介し, 改めて PF-STXM のマンパワー・ビームタイム不足の問題や今後の展開に対する懸念が浮き彫りになった。最後に藤森崇氏 (京大) は, ALS の STXM を利用して行った, 都市ごみ焼却灰に対する STXM 分析の結

果を紹介し, 焼却灰中で芳香族炭素が濃集する現象があることが明らかにされた。

昼食をはさみ小野氏 (PF) は, X 線顕微鏡による物質科学研究の将来像を熱く語り, STXM を用いた磁区観察や, それを一歩進めた局所的な磁氣的相互作用の定量的可視化について解説すると共に, 中性子などの他のプローブと組み合わせた研究の重要性を指摘した。

これ以降の午後のセッションは, 硬 X 線領域の顕微分析の研究紹介となり, まず関澤央輝氏 (電通大) は, SPRing-8 BL36XU における 2D/3D 顕微 XAFS イメージング計測を用いた最先端の顕微 X 線分光分析研究を紹介した。続いて稲田康宏氏 (立命館大) は, 二次元検出器と非集光 X 線を用いたイメージング XAFS システムの開発と, 蓄電池電極反応を数 10 μm の空間分解能と 10 ms オーダーの時間分解能を持って分析した例を紹介した。また新田清文氏 (SPRing-8) は, コヒーレントな光源の特性を生かしたコヒーレント回折イメージング (CDI) 法と XAFS 法を組み合わせた CD-XAFS 法を紹介し, 10 nm を切る空間分解能での XAFS 分析の展望が述べられた。

休憩をはさんで, PF におけるセミマイクロビームを用いた複合分析ビームラインとして大きな期待を集めている BL-15A の紹介が仁谷浩明氏 (PF) からなされた。続いて 2 題は, 現在は BL-4A を利用しているが, 将来的に BL-



図3 終了後の集合写真

15Aでの展開も考えられる硬X線顕微分析の研究紹介で、和田敬広氏（東京医科歯科大）からは口腔内の種々の金属修復物や歯科矯正用金属材料から口腔粘膜に溶出・蓄積した金属元素の分布測定と化学状態評価について、原田誠氏（東工大）からは μ -XRF-XAFSを用いた氷中の金属元素の分布と水溶液に残存する金属イオンの化学形について、興味深い発表があった。またXAFS分析のトピックスとして、船守展正氏（PF）から、最近開発されたPFでの高圧下でのXAFS分析装置の紹介が行われ、ここでもXRDとXAFSを複合的に利用した活発な利用研究の展開が期待される。

最後のセッションは、村上洋一PF施設長のご参加も得て、今後の展望にも重きをおいたセッションとなった。まず木村正雄氏（PF）から、今後の材料科学において、材料のheterogeneityを考慮し、3Dの空間分解能を持ち、時分割と機能発現のパラメータの分解能（=2D）をも含めた“5Dイメージング”の必要性が述べられた。次に原田健太郎氏（加速器七系）から、世界最先端の放射光源の現状紹介と周長約440 m、3 GeV、500 mAの光源で、十分なエミッタンスと輝度を持ち、既存の新第3世代光源を上回る光源の構築が可能であることが述べられた。最後に、お忙しい中講演30分前にかけて下さった朝倉清高氏（北大）は、PF-UA執行部としてのお立場から、現在の蓄積リング型光源の急速な進歩に鑑み、次世代光源として新蓄積リング型光源がPF-UAから提案されていること、その実現のためにはユーザーの熱意とそれを汲み取る旗頭が必要であることを述べられた。

今回の研究会は、これまで別々に議論されることの多かった軟X線領域と硬X線領域のX線分光研究を、X線顕微鏡という共通項の下で同時に議論する稀有な機会となった。図らずも研究会が1日で行われたため、これまで互いに議論をする機会に恵まれなかった人たちが一堂に会することで、多くの新たな発見があったものと思う。また最後に朝倉先生のご参加も得て、実現が期待される次世代放射光光源についての議論も行われ、今回討議したX線顕微鏡

に寄せる期待が、次世代光源で大きく花開くことを願って、閉会となった。

最後に、本研究会の運営を支えて下さったPFの物質化学グループおよび電子物性グループの皆様、秘書室の高橋良美さん他の皆様に深く感謝いたします。有難うございました。

16th International Conference on Small-Angle Scattering (SAS2015) 参加報告

放射光科学第一研究系 斉藤耕太郎

9月13日から18日にかけてベルリン工科大学にて開催された第16回小角散乱国際会議SAS2015に参加してきた。公式ウェブサイトによると、発表申請が514件、口頭発表129件、ポスター発表336件、参加者424名となっており、特定の実験手法の会議にしては大きいなという印象を持った。国際結晶学連合IUCrの一部門としての扱いから、参加者急増に伴いIUCrのSAS委員会がIUCrの大会から独立した国際会議を運営するように至ったという経緯があるようである（<http://asrc.jaea.go.jp/kisonote/kagaku/25kagaku/25tansin.pdf>）。参加者数上位10カ国はドイツ121名、アメリカ45名、日本43名、フランス33名、デンマーク17名、イギリス16名、オーストリア15名、オーストラリア14名、ロシア13名、スウェーデン13名となっており、小角散乱コミュニティでは日本勢のプレゼンスがかなり高いことがうかがえる。これは京都にて開催されたSAS2006が欧米以外での初めての開催であったことから推察できる。推察になってしまうのは、私が永久磁石材料研究の一環で2013年から中性子小角散乱(SANS)を使い始めたばかりの新規ユーザーだからである。本報告は物性物理出身で応用材料研究に携わる小角散乱コミュニティの新参者の視点に基づいていることをご承知いただきたい。

小角散乱という名前とは裏腹に、この手法は生体物質、

ソフトマター、金属組織、磁性材料などかなり広い研究分野で活用されている。小角散乱から得られる構造情報が、マテリアルサイエンスの中でも機能的重要度の高いナノメートルからマイクロメートルオーダーの階層であることを考えると当然であろう。ただ、発表者の内訳はやはりコロイド、ポリマー、バイオマテリアルといった生物、ソフトマター関連に占められ、我々のように固い無機物を対象にしているのは圧倒的少数派であった。このように広い研究分野を対象とした学会を少数派として楽しむには、研究上の興味のある数少ないセッションに参加している時間以外は自分の研究と全く関係のない分野のポスターを素人として眺めるという方法がよい。幸いなことに、各種ポリマーやコロイド、界面活性剤といった説明がないと要点の掴みにくい発表に混ざって（これらのテーマがつまらないと思っているわけではない）、髪の毛、イカの吸盤、ウニのトゲといった印象的な試料に関する発表を見つけた。イカの吸盤についている環歯と呼ばれる小さなギザギザは非常に丈夫で熱加工の容易なバイオプラスチックになる可能性があり、その特異な材料的特性には複数のたんぱく質が織りなす階層構造が重要な役割を担っているという。テクノロジー系ブログが好きそうなネタである。調べてみるとやはり、さらに驚きの自己修復に関する続報が Engadget に取り上げられていた (<http://gizmodo.com/2015/09/03/squid-teeth-self-healing-material/>)。対象分野の広い学会はなかなか深い議論ができないのが難点だが、このような発見があるのが面白い。

イカの吸盤から酸化鉄ナノ粒子まで様々な研究発表がある一方で、ほぼ全ての発表においてパッと見ただけでは違いを見出すのが難しい測定データが示されているのが小角散乱国際会議の一つの特徴であろう。明確なピークを示す試料も一部あるが、実験室X線、放射光X線、中性子といったプローブの種類に関係なく大抵どれも似たような右肩下がりの両対数プロットなのである。粉末・単結晶回折も

ぱっと見では同じようなデータばかりだが、ピークがたくさんあるので実は違いは明確であり、解析の際もそれら大量のピークの位置と強弱をばっちり再現できていれば納得もしやすい。しかし、多くの小角散乱で得られるようなピークのないほぼ単調減少の両対数プロットで議論できるのは傾き＝減衰指数や肩の位置くらいである（初めてのSANS 実験で両対数プロットのデータを目の前にしたときに「こんなにのっぺりしたデータから何かわかるのだろうか…」と心配になったことをよく覚えている）。様々な単位構造・階層的構造を持った多種多様な試料の情報がこれらわずかな特徴に凝縮しているということは、小角散乱のデータ解析がモデルに強く依存することを意味する。この点に関して、ある plenary lecture の質疑応答で印象的な場面を見かけた。講演は、牛乳中でカルシウムを内包するカゼインというタンパク質の micell の構造について数十年続く議論に決着をつけたという内容であった。Ca の L2 端を使った元素選択的な SAXS 及び長年の研究によって蓄積された傍証に基づき三つの特徴的スケールを持つモデルを構築し、これまで複数の仮説によって説明が試みられていた小角散乱プロファイルを見事に再現していた。これに対し質疑応答にてある研究者が「こんなパラメーターの多い解析は学生には到底見せられたものではない」とコメントした。確かにわずかに肩がある程度の単調減少曲線を三分割してフィッティングすれば実験結果と一致する可能性は非常に高くなるが、講演者の用いたモデルは他の手法で得られた情報を考慮した上で構築された妥当なものであり、パラメーターを増やしてとりあえず測定と合わせただけという雑な解析ではないように私には思えた。講演者もそのように回答し座長もフォローしたためか議論にまでは発展はしなかったが、他の手法で得られた情報と照合しないとモデル依存性の高さに足をすくわれてしまうのが小角散乱データ解析の難しさであることを示すシーンであった。

前述の通り、本会議の発表タイトルをざっと見る限り



図1 ポスター会場となったベルリン工科大自慢のアトリウム。弦楽四重奏の生演奏つきウェルカムレセプションもここで開催された。美しいタイルの床は現在私の iPhone の壁紙である。

小角散乱コミュニティは広い研究分野をカバーしている一方で研究者数の分布にはかなり偏りがある。まずX線(SAXS)と中性子(SANS)というプローブで大まかに分類を試みると、実験室系X線も使えるSAXSに関する発表がSANSの三倍弱あることが分かる。口頭発表の数で見ると、装置や解析環境の開発を除くとソフトマター、ポリマー、コロイド、バイオマテリアルがほとんどを占めており、無機物を対象にしている研究自体が非常に少ない。これら手法と分野の比率を合わせて考えてみるだけで、我々のようにSANSを使って永久磁石材料の研究をしている研究者がいかにか少数派であるかが分かる。実際、私たちの他にはルクセンブルク大学のグループしかない(そもそもSANSの磁気散乱を活用している研究者自体が非常に少ない)。今回のポスター発表は、長年永久磁石研究において無視されてきた部分をSANSによって実験的に明らかにできたという成果を小角散乱コミュニティにも知らせたいと思い申し込んだものであるが、ポスターの見栄えが悪かったのか、ルクセンブルク大のグループと長い時間話し込んでしまったのが悪かったのか、なかなか輪の外にアピールする機会を持てなかった。薄々気づいてはいたが、今自分たちが立っているのは群衆ひしめき合う中で抜きん出て到達する類の最先端ではない。ひと気のない事実上の最先端で、群衆を抜き去ったトップランナーが味わう孤独とは異なる単純な孤独を感じているだけである。しかし、ここがいつまでもただの事実上の最先端であるとは思っていない。今後、物性物理では局所、時分割という"きれいな系"で時空間をさらに細かく調べるキーワードと同時に、非平衡と不均一というこれまで"きたない系"として忌避されてきたキーワードが重要になってくるはずであり、これは物性物理と応用材料の接点となる。バルク試料内部のマルチスケールな構造情報を得られるSANSや放射光を用いた元素選択SAXSは非常に重宝されるだろう。その時に備えて、せめて現在の事実上の最先端の足場を整える程度の貢献はしておきたい。

最後に、本会議のカンファレンスディナーの特筆すべき

素晴らしさについて記したい。カンファレンスディナーのショーといえばダンスや演奏がお馴染みだが、SAS2015のショーは一味違った。即興劇である。あらかじめディナー出席者に「職場でよく言う／聞くセリフ」というあるあるネタを紙切れに書いてもらい、それをステージにばらまいておく。ベルリンを拠点として活動するDie Gorillasという即興劇グループの役者三人が「孫娘と久しぶりに会った祖父」といった大まかな設定のなかで「おばあちゃんはよくこう言っていたよ」などのフリに続いてランダムにその紙切れを拾って読み上げる。書いてみるとこれだけなのだが、仕事上の多くの事情を共有できる特定の実験手法のユーザーコミュニティの特徴を活用したアイデアと彼らの即興劇を作り上げる瞬発力のおかげで、ランダムに選ばれたあるあるネタと劇中の状況が時にはチグハグに時にはドンピシャに合わさり、ドイツワインで上機嫌になった参加者には終始大ウケであった(「お母さんはいつも言っていたね…ビームダンプの最新情報は一時間後に更新しますってね」、「昨夜何か異常はあったかね?」「リアクターがリークしています」などなど)。また、Guinier prize受賞者のplenary lectureの概要をオペラ調にして歌い上げるというパフォーマンスも見事だった。世界最大規模の芸術大学を有し、現代芸術の盛んな街ベルリンならではのショーだったと言える。

次回のSAS2018はアメリカ・ミシガン湖畔のワインの街トラバースである。3年後にどこで何をやっているか全く分からないが、まだ小角散乱に関わっていれば論文の一本でもひっさげてワイナリー巡りも含めて参加したい。



図2 講義室の背もたれに書かれた落書き。どこの学生もやることは同じである。

PF ユーザーら、物理学会若手奨励賞を受賞

2015年11月5日

フォトンファクトリー (PF), 旧 KENS を利用した成果によって, ユーザーの下記 4 名に第 10 回 (2016 年) 物理学会若手奨励賞が決定しました。この賞は, 将来の物理学を担う優秀な若手研究者の研究を奨励し, 学会を活性化するために設けられた賞で, 3 月に行われる日本物理学会年次大会にて授賞式が行われる予定です。

領域 5: 和達 大樹 (東京大学物性研究所)

領域 6: 田原 周太 (琉球大学理学部物質地球科学科)

領域 7: 堤 潤也 (産業技術総合研究所フレキシブルエレクトロニクス研究センター)

領域 8: 中山 耕輔 (東北大学大学院理学系研究科物理学専攻)

受賞内容等詳細は「物構研トピックス」<http://www2.kek.jp/imss/news/2015/topics/1105JPSJ-Wakate-Awd/#pub-list> をご覧下さい。

PF ユーザーの高橋嘉夫氏が日本地球化学賞を受賞

2015年11月6日

フォトンファクトリーを長年利用し, 数々の業績を収めてきた高橋嘉夫教授 (東京大学) が 2015 年の日本地球化学会の学会賞を受賞しました。この賞は, 地球化学の分野で特に優秀な業績を収めた研究者に与えられるものです。

受賞対象は「XAFS 法などによる化学種解析に基づく環境地球化学的研究」です。高橋氏は, X 線吸収微細構造法



図 1 受賞した高橋嘉夫教授 (左) と川幡穂高学会長 (右) (写真: 日本地球化学会)

(XAFS: ザフス) を利用して, 微量に含まれる元素の化学状態や構造を知ることによって, 地球化学, 環境化学の研究を進めてきました。特に XAFS で特定できる化学状態は, 地球で起こる化学反応を知る上で重要な情報となります。高橋氏はフォトンファクトリー, SPring-8 を利用した XAFS, 蛍光 X 線分析などを組み合わせることにより, 元素ごとの化学種をマッピングし, 原子・分子レベルの反応から地球規模の環境変化などマクロな現象をつなぐ, 分子環境地球化学という分野を開拓, 推進してきました。これまで, 大気中を浮遊する微粒子「エアロゾル」による雲形成のしくみや, 微生物の細胞表面でレアアースが濃縮されるメカニズムを解明するなどしています。また, 近年では PF の BL-13 に設置された X 線顕微鏡 (STXM) を利用し高空間分解能で化学状態を含む官能基をマッピングしたイメージングと XAFS を組み合わせた研究も行っています。

こうした手法を天然試料へ適用したことは画期的であり, 地球規模での環境変化や循環のしくみの解明は, 学術的のみならず社会的意義も非常に高いものとして評価されました (「物構研トピックス」<http://www2.kek.jp/imss/news/2015/topics/1106geochem-Awd/> より転載)。

防災・防火訓練が実施されました

放射光科学第二研究系 丹羽尉博・山田悠介・松岡亜衣

2015 年度の KEK 防災・防火訓練が 10 月 29 日 (金) に実施されました。PF リングはマシンスタディで PF-AR のみユーザー運転している中での実施でした。今回も PF-AR では訓練開始とともに MBS が閉じられ, ユーザーの皆様には実験を中断して避難訓練にご参加頂きました。PFに残っていらっしゃるユーザーの皆様にも各自の作業を中断して頂きご参加頂きました。

例年は訓練開始時刻を事前に周知しておりましたが, 今年度は訓練開始時刻が伏せられ, いつ訓練地震が来るか分からない状況が作られました。これはほとんどの PF スタッフも同様でした。13 時 15 分頃に緊急地震速報 (訓練) が発報され訓練が開始されました。多くの方が想定より早く始まったことに多少戸惑った様子でしたが, 皆様使用中の機器の電源を切るなど適切な対応をして頂き, その後迅速に避難を開始して頂きました。避難場所においても人員確認にご協力頂きました。昨今の大変厳しいチームタイム事情の中, 貴重なチームタイムを中断することに関してお叱りを受けることも覚悟しておりましたが, そのようなご意見は一つも出ず, アンケートでは「年に 1 回程度ユーザーも参加して実施するべき」というご意見を多く頂きました。KEK のような共同利用施設の安全文化の醸成はス



図1 (上) 避難場所での様子。(下) 消化班 (PF スタッフ) による放水訓練。

タッフだけでなく、皆様の協力なくしては決して成り立たないものです。今後とも訓練のみならず日頃のチームタイムなどでも防災、安全に関してご協力をお願い致します。

最後になりましたが、作業を中断して訓練にご参加頂いたユーザーの皆様にご迷惑を借ります。本紙面を借りて御礼申し上げます。どうもありがとうございました。

PF トピックス一覧 (8月～10月)

PF のホームページ (<http://www2.kek.jp/imss/pf/>) では、PF に関係する研究成果やイベント、トピックスなどを順次掲載しています。各トピックスの詳細は PF ホームページをご覧ください。

2015年8月～10月に紹介されたPF関連トピックス一覧

- 8.18 【物構研トピックス】「第3回対称性・群論トレーニングコース」を実施
- 8.21 【物構研トピックス】天野浩博士、フォトンファクトリーをご見学
- 8.24 【物構研トピックス】硬組織と軟組織の両方を鮮明に捉えるX線イメージング
- 8.31 【カソクキッズ】第34話 博士たちの反省会
- 9.9 【トピックス】つくばキャンパスでKEK一般公開2015を開催
- 9.16 【物構研トピックス】人工タンパク質ナノブロック

により、自己組織化ナノ構造の創出に成功

- 9.24 【プレスリリース】超高速光化学反応を可視化する「分子ムービー」の原理を実証—気体分子1つから得る光電子回折像の観測に成功—
- 9.28 【物構研トピックス】3, 2, 1! で重たくなる電子
- 9.30 【カソクキッズ】第35話 科学のグランドチャレンジ2
- 10.1 【プレスリリース】低電圧でも動作する有機強誘電体メモリーの印刷製造技術を開発—プリンテッドエレクトロニクスを高度化する新たなラインアップ—
- 10.2 【トピックス】東村山第六中学校の生徒がKEKで職場体験
- 10.5 【トピックス】並木中学校の生徒がKEKで職場体験
- 10.5 【高校生等実習受入事業】夏期に10機関 延べ399名の高校生らを受入
- 10.9 【物構研トピックス】高強度マグネシウム合金を強くする構造の形成過程を解明
- 10.27 【物構研トピックス】オンオフ自在の双方向高速光スイッチ

新しく博士課程に進級された学生さんへ PF ニュースであなたの修士論文を紹介しませんか？ 博士論文も歓迎します！

PF ニュースでは、新しく博士課程に進級された学生さんの修士論文の研究内容を紹介するコーナーを設けております。PF で頑張っておられる博士課程の学生さん自身の紹介、また、その研究内容をアピール出来る場です。我こそはという博士課程の学生さんは、ぜひ下記のフォーマットに従い、あなたの修士論文の研究を紹介して下さい。また今年、修士課程から博士課程へと進学する学生さんが所属される研究室の指導教員の方は、積極的に学生さんに PF ニュースへの投稿を勧めて頂ければ幸いです。

【投稿資格】PF/PF-AR のビームラインを利用した研究に関する修士論文を執筆し、修士を取得した方。

【投稿フォーマット】

1. 修士論文タイトル
2. 現所属、氏名、顔写真
3. 連絡先メールアドレス (希望者のみで可)
4. 修士号取得大学、取得年月
5. 実験を行ったビームライン
6. 論文要旨 (本文 1000 文字以内)
7. 図 1 枚

【原稿量】

図とテキストで刷り上り 1 ページ (2 カラム)。

【提出物・提出方法】

文字データと図表データをメール添付で PF ニュース編集委員会事務局・高橋良美 (pf-news@pfqst.kek.jp) までお送り下さい。

ビームタイムアンケート（2015 年前期） 集計報告

PF-UA 会長 平井光博（群馬大学大学院理工学府）

7 月末に締切りましたビームタイムアンケートの結果を報告致します。

皆様のご協力により、登録ユーザ数（3400 名）のほぼ 1/3 に相当する 1031 件の回答をいただきました。心より感

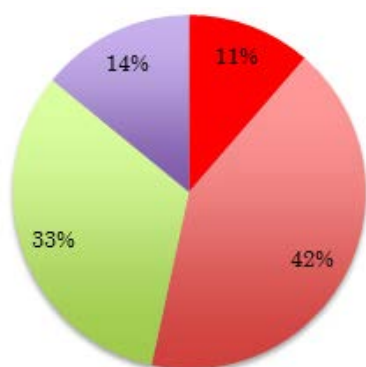
謝申し上げます。

昨年度のビームタイム減少の影響に関しては、研究、教育両面に置いて大変大きな影響があった事が伺えます。今年度前期に関しては、昨年度と比較して、研究面では 6 割、教育面では 8 割程度が満足であるとの回答が得られています。必要な年間ビームタイム配分回数に関しては、年 4 - 5 回、年 2 - 3 回の希望が最多で、6 回以上も 2 割程度あり、加重平均は 4.6 回/年であり、ビームタイム激減前の配分回数（およそ年 3 回）よりかなり多い配分回数の希望があ

1：昨年度のビームタイム急減に関して、研究面での影響を伺います。

昨年度の影響（研究）

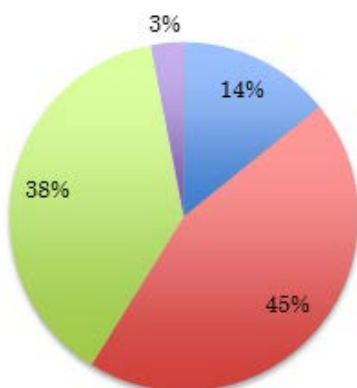
■ 決定的な影響を受けた ■ 大きな影響を受けた
■ 少し影響があった ■ おおむね影響はなかった



3：まだ始まったばかりですが、今年度の現在までのビームタイム配分に関して、研究面での満足度を伺います。

今年度の満足度（研究）

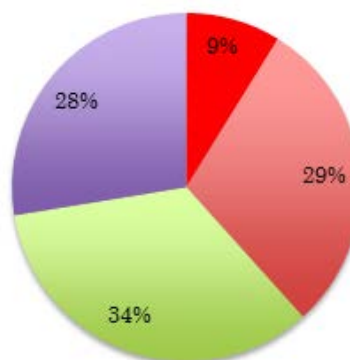
■ 例年以上に満足している ■ 例年通りであり、満足している。
■ やや不満。 ■ かなり不満である。



2：昨年度のビームタイム急減に関して、教育面（学位取得や学生の教育・訓練）での影響を伺います。

昨年度の影響（教育）

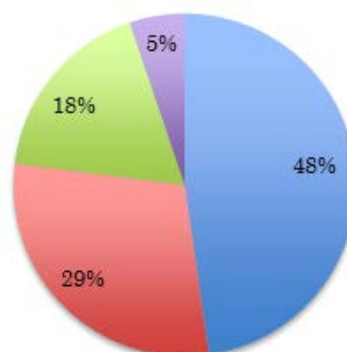
■ 決定的な影響を受けた ■ 大きな影響を受けた
■ 少し影響があった ■ おおむね影響はなかった



4：まだ、始まったばかりですが、今年度の現在までのビームタイム配分に関して、教育面（学位取得や学生の教育・訓練）での影響を伺います。

今年度の満足度（教育）

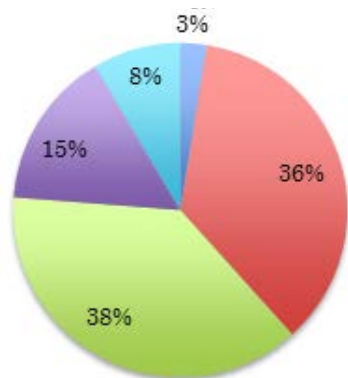
■ 例年以上に満足している ■ 例年通りであり、満足している。
■ やや不満。 ■ かなり不満である。



5：研究を進めるために、年間に必要なビームタイムの配分回数（実験の機会）は何回ですか。

ビームタイムの配分回数／年

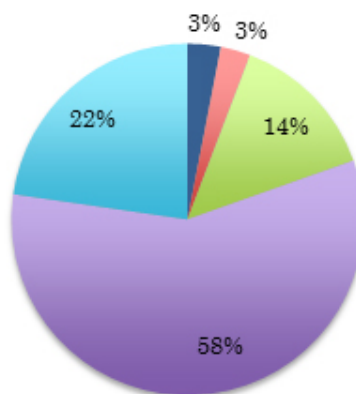
■年1回 ■年2-3回 ■年4-5回 ■年6-9回 ■年10回以上



6：研究を進めるために、年間に必要な運転時間（期間）はどの程度と考えますか。

必要な運転時間（期間）／年

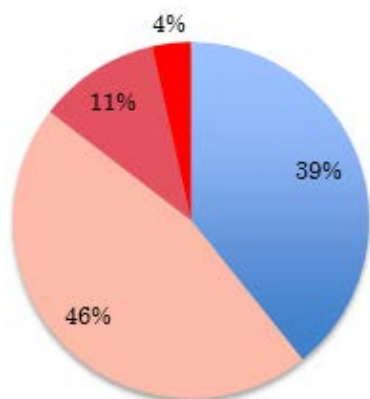
■2400時間（100日）以下で充分
 ■2400-3000時間（100-125日）
 ■3000-3600時間（125-150日）
 ■3600-4800時間（150-200日）
 ■4800時間（200日）以上



7：高エネルギー加速器研究機構長への要望書の必要性について。

要望の必要性

■その必要性はあまり感じない ■賛成である
 ■強く賛同する ■必要ならば協力する



ります。これに相応して、必要な運転時間は、年間 3600-4800 時間（150-200 日）は 6 割程度となっており、加重平均は 4107 時間（171 日）です。マシンスタディー等がユーザー実配分時間に含まれないことを考えると、海外の大型放射光施設の標準的な稼働時間 5000 時間程度の確保をユーザーが希望している状況が判ります。そのため、6 割以上が機構に対して運転時間の増加の要望すべきとの回答が得られています。

また、今回のアンケートでは基本情報の入力をお願いしました。回答者の PF-UA 所属グループとしては、タンパク結晶、XAFS、小角散乱、構造物性の順で多くの回答が寄せられました。複数のグループの選択も重複してカウン

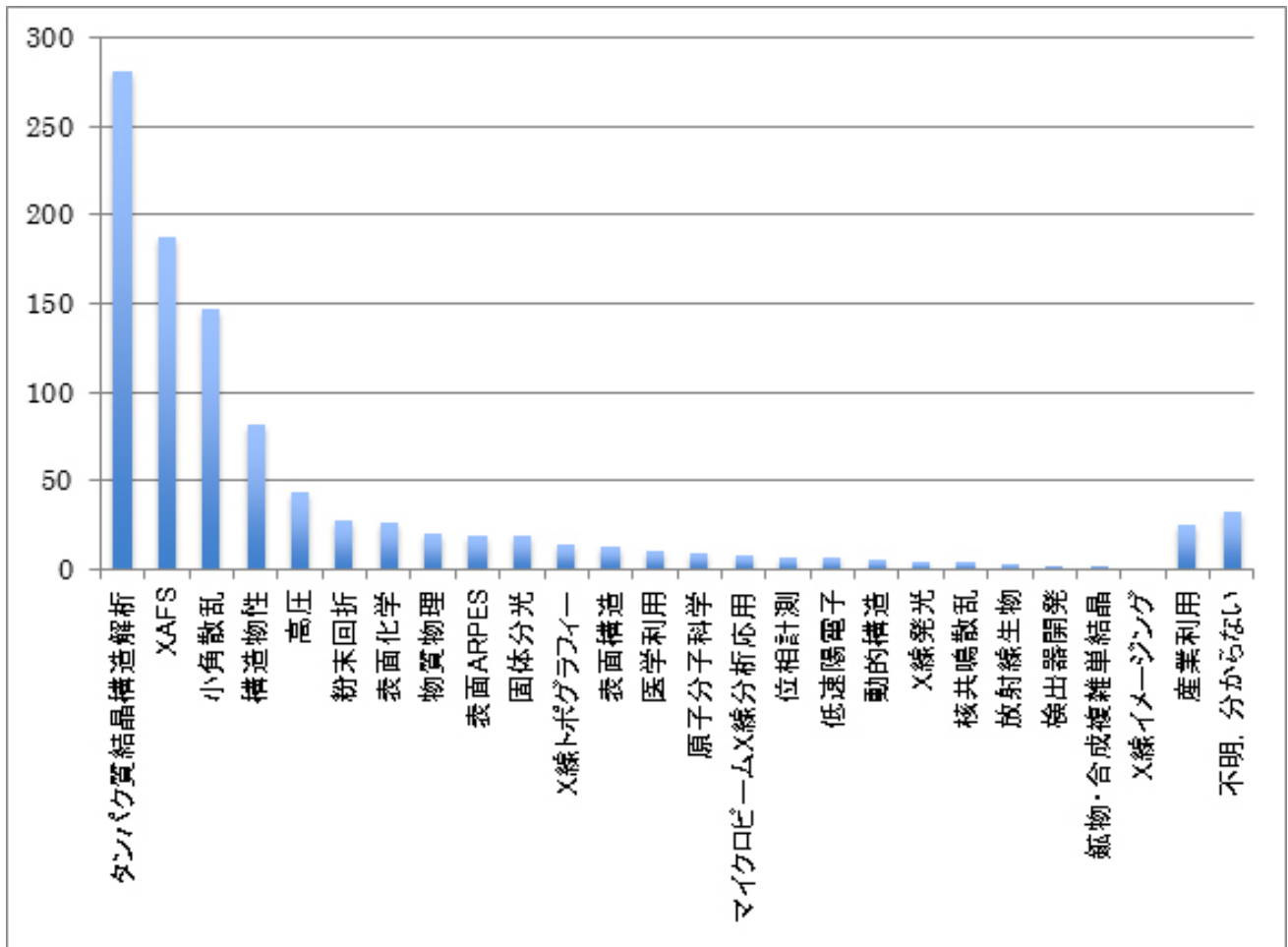
トしています。回答者の所属は、78%が大学関係、8%が企業関係、7%が国立研究所関係、6%が大学・国研の博士研究員、その他となっています。回答ユーザの居住地に関しては、関東 56%、関西 14%、中部 8%、東北 6%、九州・沖縄 5%、中国・四国 4%、北陸 2%となっています。東西日本の区分は明確ではなく、愛知・岐阜・福井以東、愛知・岐阜・信越以東、静岡・長野・新潟以東とする場合や、電源周波数、NTT や JR の営業分類など様々であるため、中部・北陸の回答数 10% を東西日本で 1/2 ずつに分けると、72% の回答者が東日本になっています。性別では、未回答者の大半が女性と推定すると、女性 16%、男性 84% の比率になっています。回答者の年齢層は、20-39 歳までの若手が 62%（20 歳代 36%、30 歳代 26%）、40-49 歳の中堅が 23%、50 歳以上のシニアが 14% となっています。

まとめとして、今年度前期の時点でのビームタイム配分に関しては、昨年度との比較で満足度は大幅に上昇しているが、年当りの配分回数、運転時間に関しては大震災以前を上回る希望が大半を占めていること。大学関係のユーザが 8 割程度、若手・中堅のユーザが 8 割強であり、PF が放射光科学の研究と人材育成に多大な貢献をしていること。東日本ユーザが 7 割、特に関東地域で 5 割強を占めており、ユーザの棲み分けが顕著であることなどが上げられます。女性のユーザがまだまだ少なすぎる様に思われます。

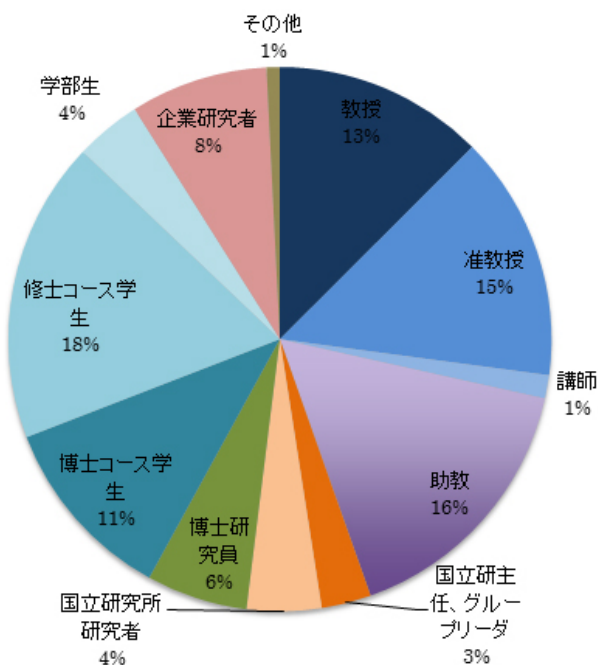
今回のアンケート方式に関しては、概ね賛同が得られましたが、研究所等によっては、アンケート Web サイトにアクセスが不許可の場合もあったので、今後、改善をはかりたいと考えております。

現在、物質構造科学研究所では、昨年 11 月から今年 7

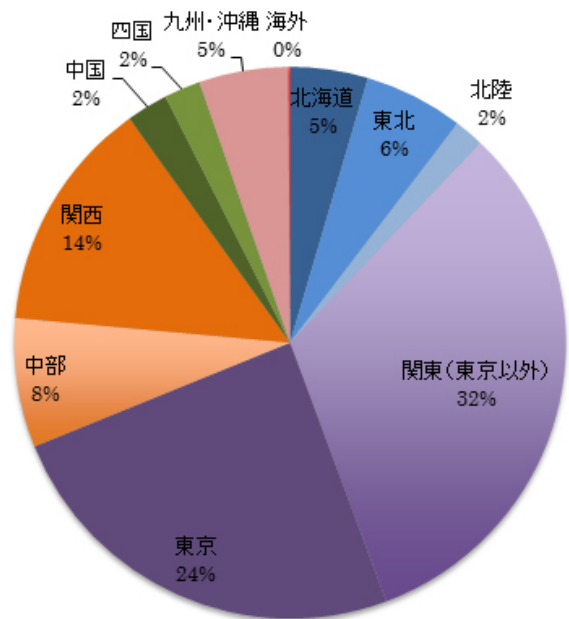
基本情報（1）：PF-UA 所属グループ



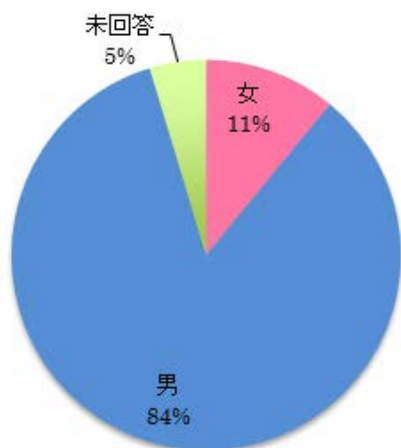
基本情報（2）：回答者の身分



基本情報（3）：居住地域

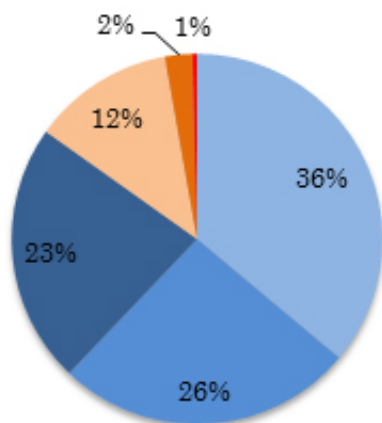


基本情報（４）：性別



基本情報（５）：年齢層

■ 20-29歳 ■ 30-39歳 ■ 40-49歳
■ 50-59歳 ■ 60-69歳 ■ 70歳以上



月まで6回にわたって開かれたPF将来計画検討委員会(委員長：前PF-UA会長佐藤衛先生)でまとめられた「PF将来計画検討委員会報告書-中間まとめ案-」に関して、物構研運営会議に於ける2度の説明を経て、PF将来計画-中間まとめ-の最終的な取りまとめの慎重な審議が進行中です。取りまとめ終了後、ご報告とアンケートを実施する予定です。

PF-UAはユーザの意思・要望を反映させ、放射光科学・利用にかかわる研究の展開、そのための人材育成を行うためのボトムアップの組織です。回答頂きましたユーザの皆様に改めて感謝致しますとともに、今後とも、PF-UA幹事・運営委員、各ユーザグループ代表に対して、率直なご意見・ご要望をお寄せ頂き、各種アンケート等に関しても積極的なご協力の程宜しくお願い致します。

量子ビームサイエンスフェスタでのPF-UA User Group Meeting 開催について

PF-UA 会長 平井光博 (群馬大学大学院理工学府)

来年の3月15日、16日につくば国際会議場(エポカルつくば)にて量子ビームサイエンスフェスタが開催されます。3月14日の夕方は、サイエンスフェスタ会場でUser Group meeting用の部屋を確保してもらう予定です。また、複数のユーザーグループが一同に会する、拡大ユーザーミーティングの企画も検討中です。この機会にPF-UA User Group meetingの企画をお願い致します。

部屋の割り振り等がございますので、User Group meetingを希望されるUser Groupの方は、2016年1月12日(火)までにPF-UA庶務幹事近藤先生(kondoh@chem.keio.ac.jp)およびPF-UA事務局(pfua-office@pfuqst.kek.jp)まで、以下の情報をお知らせ下さい。

- User Group 名：
- 代表者所属：
- 代表者名：
- 参加予定人数(概数で結構です)：
- 使用機材の要(プロジェクター、スクリーン、レーザーポインター)・不要：

なお、量子サイエンスフェスタに参加される方で、旅費支給を希望される方には旅費のサポートがあります。1月末が締切(予定)となっておりますので、早めにお手続きください。量子ビームサイエンスフェスタのHPは12月中旬にオープン予定です。

加速器 15-5, 15-6, 15-7 は加速器研究施設からの助教, 特別助教, 博士研究員の公募です。フォトンファクトリー加速器(PF と PF-AR) や次世代放射光源における加速器開発などに意欲的に取り組んで頂ける若手研究者を求めています。これまでの研究分野は問いません。興味のある方は是非応募してください。

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設教員公募について(依頼)

本機構では、教員を下記のとおり公募いたします。

記

公募番号 加速器 15-5

1. 公募職種及び人員

助教 若干名 (任期なし)

本機構の教員の職名は、教授、准教授、講師、研究機関講師、及び助教であるが、機構の性格から、大学における講座制とは異なる運営が行われる。また、本機構の教員の定年は63歳である。

2. 研究(職務)内容

加速器研究施設では、J-PARC 陽子加速器、SuperKEKB コライダー、フォトンファクトリー加速器(PF と PF-AR)、及び電子陽電子入射リニアックの設計・建設・運転・性能向上に関連する加速器の研究を行うとともに、次世代光源、リニアコライダーなどの将来計画に向けた加速器技術開発、加速器理論等の加速器に関する広範な研究を進めている。採用後は、加速器研究施設が進めているいずれかのプロジェクトに属して、加速器の運転、維持、開発研究を行う。

3. 公募締切

平成27年12月18日(金)17:00必着

*応募者は複数の公募に応募可能である。応募に際しては希望優先順位を明示する事。

4. 着任時期

平成28年4月1日以降、できるだけ早い時期

5. 選考方法

書類選考の上、面接を行う。

決まり次第機構 Web サイトに掲示します。(対象となる方には追って詳細をお知らせいたします。)

6. 提出書類

(1) 履 歴 書----- KEK指定様式 (http://www.kek.jp/ja/Jobs/post_2.html よりダウンロードしてください。)

※KEK指定様式以外の履歴書を使用する場合は、通常の履歴事項の後に必ず応募する公募番号(2件以上応募の場合はその順位)、電子メールアドレス及び、可能な着任時期を明記すること。

(2) 研 究 歴

(3) 発 表 論 文 リ ス ト----- 和文と英文は別葉とすること。

(4) 着 任 後 の 抱 負

(5) 論 文 別 刷----- 主要なもの、5編以内

(6) 本人に関する推薦書または参考意見書(宛名は加速器研究施設長 山口 誠哉 とすること)

※研究歴・抱負の記述においては、必ずしも加速器を専門としない人事委員も含まれることから、特殊な略号の未定義な使用は控えること。

※上記の書類は、すべてA4判横書きとし、それぞれ別葉として各葉に氏名を記入すること。

(可能であれば、(1)から(5)までの提出書類をPDFファイルに変換のうえCD-RもしくはUSBメモリに保存し、提出書類とともに送付願います。※パスワード設定は解除してください。)

※推薦書・参考意見書は電子メールでも結構です。(jnjl@ml.post.kek.jp)

※2 件以上応募の場合であって内容が同じ場合の提出書類は一部で良いが、内容が異なる場合には提出書類を別々に用意すること(推薦書等も同様とする)。

※原則として、提出書類(CD-R、USBメモリ含む)は返却いたしませんので、あらかじめご了承ください。

※ 応募の際は必ず加速器研究施設長 山口 誠哉 にご連絡し、研究内容等について問い合わせること。

7. 書類送付

送付先 〒305-0801

茨城県つくば市大穂1-1

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

総務部人事労務課人事第一係

封筒の表に「教員公募関係」「公募番号」を朱書きし、郵送(書留)または持参すること。

8. 問い合わせ先

(1) 研究内容等について

加速器研究施設 施設長 山口 誠哉 TEL: 029-864-5689 (ダイヤルイン) e-mail: seiya.yamaguchi@kek.jp

(2) 提出書類について

総務部人事労務課人事第一係 TEL: 029-864-5118 (ダイヤルイン) e-mail: jnjl@ml.post.kek.jp

9. その他

本機構は、男女共同参画を推進しており、女性研究者の積極的な応募を歓迎します。

男女共同参画推進室 (<http://www2.kek.jp/geo/>)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
加速器研究施設教員公募について(依頼)

本機構では、教員を下記のとおり公募いたします。

記

公募番号 加速器 15-6

1. 公募職種及び人員

特別助教 若干名 (任期 平成32年3月31日まで)

本機構の教員の職名は、教授、准教授、講師、研究機関講師、及び助教であるが、機構の性格から、大学における講座制とは異なる運営が行われる。

2. 研究(職務)内容

加速器研究施設に属し、以下のいずれかのプロジェクト:

- ・J-PARC 陽子加速器
- ・SuperKEKB コライダー(リングおよび電子陽電子リニアック)
- ・放射光源加速器(PF/PF-AR/cERL)

において、建設・運転維持・性能向上に従事するとともに、関連する加速器の将来計画に向けた開発研究を進める。

3. 公募締切

平成27年12月18日(金)17:00必着

*応募者は複数の公募に応募可能である。応募に際しては希望優先順位を明示する事。

4. 着任時期

平成28年4月1日以降、できるだけ早い時期

5. 選考方法

書類選考の上、面接を行う。

決まり次第機構 Web サイトに掲示します。(対象となる方には追って詳細をお知らせいたします。)

6. 提出書類

(1) 履 歴 書----- KEK指定様式 (http://www.kek.jp/ja/jobs/post_2.html よりダウンロードしてください。)

※KEK指定様式以外の履歴書を使用する場合は、通常の履歴事項の後に必ず応募する公募番号(2件以上応募の場合はその順位)、電子メールアドレス及び、可能な着任時期を明記すること。

(2) 研 究 歴

(3) 発 表 論 文 リ ス ト ----- 和文と英文は別葉とすること。

(4) 着 任 後 の 抱 負

(5) 論 文 別 刷 ----- 主要なもの、5編以内

(6) 本人に関する推薦書または参考意見書(宛名は加速器研究施設長 山口 誠哉 とすること)

※研究歴・抱負の記述においては、必ずしも加速器を専門としない人事委員も含まれることから、特殊な略号の未定義な使用は控えること。

※上記の書類は、すべてA4判横書きとし、それぞれ別葉として各葉に氏名を記入すること。

(可能であれば、(1)から(5)までの提出書類をPDFファイルに変換のうえCD-RもしくはUSBメモリに保存し、提出書類とともに送付願います。※パスワード設定は解除してください。)

※推薦書・参考意見書は電子メールでも結構です。(jinji1@ml.post.kek.jp)

※2 件以上応募の場合であって内容が同じ場合の提出書類は一部で良いが、内容が異なる場合には提出書類を別々に用意すること(推薦書等も同様とする)。

※原則として、提出書類(CD-R、USBメモリ含む)は返却いたしませんので、あらかじめご了承ください。

※ 応募の際は必ず加速器研究施設長 山口 誠哉 に連絡し、研究内容等について問い合わせること。

7. 書類送付

送付先 〒305-0801

茨城県つくば市大穂1-1

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構

総務部人事労務課人事第一係

封筒の表に「教員公募関係」「公募番号」を朱書きし、郵送(書留)または持参すること。

8. 問い合わせ先

(1) 研究内容等について

加速器研究施設 施設長 山口 誠哉 TEL: 029-864-5689 (ダイヤルイン) e-mail: seiya.yamaguchi@kek.jp

(2) 提出書類について

総務部人事労務課人事第一係 TEL: 029-864-5118 (ダイヤルイン) e-mail: jinji1@ml.post.kek.jp

9. その他

本機構は、男女共同参画を推進しており、女性研究者の積極的な応募を歓迎します。

男女共同参画推進室 (<http://www2.kek.jp/geo/>)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
加速器研究施設教員公募について (依頼)

本機構では、下記のとおり特定有期雇用教員として、博士研究員を公募いたします。

記

公募番号 加速器 15-7

1. 公募職種及び人員
博士研究員 (常勤) 若干名 (任期 単年度契約で2年)
博士研究員とは「専攻分野について高度な研究能力を持つ若手研究者で、一定期間にわたり共同研究プロジェクト推進のために雇用される」者である。
2. 研究 (職務) 内容
加速器研究施設では、J-PARC 陽子加速器、SuperKEKB コライダー、フォトンファクトリー加速器 (PF と PF-AR)、及び電子陽電子入射リニアックの設計・建設・運転・性能向上に関連する加速器の研究を行うとともに、次世代光源、リニアコライダーなどの将来計画に向けた加速器技術開発、加速器理論等の加速器に関する広範な研究を進めている。採用後は、加速器研究施設が進めているいずれかのプロジェクトに属して、加速器の開発研究を行う意欲的な若手研究者を求めている。
3. 応募資格
応募締切時点で博士の学位を有する者、または着任までに学位取得が確実な者。これまでの研究分野は問わない。
4. 公募締切
平成27年12月18日 (金) 17:00 (必着)
*応募者は複数の公募に応募可能である。応募に際しては希望優先順位を明示する事。
5. 着任時期
平成28年4月1日以降、できるだけ早い時期
6. 給与
基準年俸額 3,960,000円 (事業年度の中で採用された場合は、採用時期に見合った額) および、通勤手当
7. 選考方法
書類選考の上、面接を行う。
決まり次第機構 Web サイトに掲示します。(対象となる方には追って詳細をお知らせいたします。)
8. 提出書類
(1) 履歴書——KEK指定様式 (http://www.kek.jp/ja/jobs/post_2.html よりダウンロードしてください。)
※KEK指定様式以外の履歴書を使用する場合は、通常の履歴事項の後に必ず応募する公募番号 (2件以上応募の場合はその順位)、電子メールアドレス及び、可能な着任時期を明記すること。
(2) 研究歴
(3) 発表論文リスト和文と英文は別業とすること。
(4) 着任後の抱負
(5) 論文別刷——主要なもの、5編以内
(6) 本人に関する推薦書または参考意見書 (宛名は加速器研究施設長 山口 誠哉とすること)
※研究歴・抱負の記述においては、必ずしも加速器を専門としない人事委員も含まれることから、特殊な略号の未定義な使用は控えること。
※上記の書類は、すべてA4判横書きとし、それぞれ別業として各業に氏名を記入すること。
(可能であれば、(1)から(5)までの提出書類をPDFファイルに変換のうえCD-RもしくはUSBメモリに保存し、提出書類とともに送付願います。パスワード設定は解除してください。)
※推薦書・参考意見書は電子メールでも結構です。 (jinji@ml.post.kek.jp)
※2件以上応募の場合であって内容が同じ場合の提出書類は一部で良いが、内容が異なる場合には提出書類を別々に用意すること (推薦書等も同様とする)。
※原則として、提出書類 (CD-R、USBメモリ含む) は返却いたしませんので、あらかじめご了承ください。
※応募の際は必ず加速器研究施設長 山口 誠哉 に連絡し、研究内容等について問い合わせること。
9. 書類送付
送付先 〒305-0801
茨城県つくば市大徳1-1
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
総務部人事労務課人事第一係
封筒の表に「教員公募関係」「公募番号」を朱書きし、郵送 (書留) または持参すること。
10. 問い合わせ先
(1) 研究内容等について
加速器研究施設 施設長 山口 誠哉 TEL 029-864-5689 (ダイヤルイン) e-mail: seiya.yamaguchi@kek.jp
(2) 提出書類について
総務部人事労務課人事第一係 TEL 029-864-5118 (ダイヤルイン) e-mail: jinji@ml.post.kek.jp
11. その他
本機構は、男女共同参画を推進しており、女性研究者の積極的な応募を歓迎します。
[男女共同参画推進室](#)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 研究員公募

内閣府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」の先端計測ユニットの研究を担当する研究員1名を公募する。（研究代表者：木村正雄，平成26－30年度）

1. 公募人員

物質構造研究所に所属する研究員1名（単年度契約，平成31年3月まで更新可能）

2. 研究内容

SIP 国プロ「革新的構造材料」の各研究グループと連携して，航空機用の構造材料における亀裂発生～進展メカニズムについて高度先端解析技術の観点から研究を行う。放射光実験の経験の有無は問わないが，構造材料（CFRP，セラミックス，鉄鋼等）の機械的特性評価，X線分光法による化学状態解析，X線CT等による材料解析，のいずれかの経験があることが望ましい。

3. 応募資格

着任時点で博士の学位を有する者，または学位取得が確実な者

4. 着任時期

平成28年4月1日以降できるだけ早い時期

5. 待遇等

給与月額25万円～35万円程度（経歴による）

6. 公募締切

平成28年1月29日（金）（適任者が見つかれば次第締切）

7. 選考方法

書類選考の上，面接を行う（交通費は自己負担）。

適任者不在の場合には採用は見合わせます。

8. 提出書類

- (1) 履歴書（着任可能時期を明記すること） (2) 研究歴 (3) 研究の抱負 (4) 発表論文リスト
(5) 本人に関する意見を述べることのできる方2名の氏名および連絡先

9. 書類送付先

〒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 木村正雄

（注）封筒に「SIP 研究員公募書類在中」と朱書きの上，簡易書留で送付のこと。

10. 問い合わせ先

物質構造科学研究所 木村正雄 masao.kimura@kek.jp

人事異動・新人紹介

	発令年月日	氏名	現職	旧職
（辞職）	H27.10.15	本田 孝志	物構研 中性子科学研究系 助教	物構研 放射光科学第二研究系 博士研究員
（採用）	H27.10.16	和田 健	物構研 放射光科学第一研究系 特別准教授	物構研 放射光科学第一研究系 特別助教

2015年度量子ビームサイエンスフェスタ (第7回 MLF シンポジウム / 第33回 PF シンポジウム) 開催のお知らせ

2015年度量子ビームサイエンスフェスタ

実行委員長 佐賀山基
実行副委員長 丸山龍治

KEK 物質構造科学研究所(物構研)とJ-PARC 物質・生命科学実験施設(MLF)はともに茨城県内にあり、直線距離にして60km弱と比較的に近くに位置しています。両研究所・施設ではその「地の利」を生かし、放射光、陽電子、中性子、ミュオンを、それぞれの特徴を生かした形により密接に連携させて新しいサイエンスを展開することを目指しています。

物構研とMLFによる合同サイエンスフェスタは、今年度から名称を「量子ビームサイエンスフェスタ」に変更し、2016年3月15日(火)～16日(水)の日程で開催することになりました。量子ビームサイエンスフェスタは、単に各施設におけるスタッフとユーザーの成果発表の場であるだけでなく、異なるプローブを用いる研究者間の交流の場です。すなわち、各々のプローブの専門家が互いに連携するためのサロンであり、美しい協奏的研究の成果を披露する舞台であり、競争し刺激を与え合う土俵でもあります。

開催概要は下記のとおりです。詳細が決まり次第、ホームページ等により皆様にお知らせいたします。是非多くの方々にご参加いただき、それぞれに新しい量子ビーム科学研究の種を持ち帰っていただければ幸いです。

<開催概要>

主催: 物質構造科学研究所, J-PARC センター, 総合科学研究機構 (CROSS), PF-UA, MLF 利用者懇談会

会期: 2016年3月15日(火), 16日(水)

会場: つくば国際会議場(エポカルつくば)
茨城県つくば市竹園 2-20-3

問い合わせ先: 量子ビームサイエンスフェスタ事務局
Email: imss-festa@pfiqst.kek.jp

2015年度量子ビームサイエンスフェスタ実行委員:

安達成彦(KEK-PF), 伊藤晋一(KEK-中性子), 岩瀬裕希(CROSS), 植草秀裕(PF-UA/東工大), 大石一城(MLF利用者懇談会/CROSS), 大井元貴(JAEA), 蒲沢和也(CROSS), 小嶋健児(KEK-ミュオン), ◎佐賀山基(KEK-PF), 篠原武尚(JAEA), 高木宏之(KEK-加速器), 武市泰男(KEK-PF), 中谷健(JAEA), 堀場弘司(KEK-PF), ◎丸山龍治(JAEA), 森丈晴(KEK-PF), 若林大祐(KEK-PF)(◎委員長, ◎副委員長, 50音順, 敬称略)

PF 研究会「先進的放射光利用による原子分子科学」開催のお知らせ

放射光科学第一研究系 足立純一

近年、放射光源の時間的、空間的コヒーレンスの向上、および、要素実験技術の発展に伴い、原子分子科学においてもこれまでにない新しいサイエンスが展開できる可能性が高まってきた。一方、研究分野の特性上、基盤となる実験技術は多岐にわたっており、個々の研究者は独立に技術開発を行っている現状にある。近い将来に期待される放射光源の性能を視野に入れながら、研究・実験内容に対する相互理解の機会を設けることにより、相補的技術利用による発展的研究の可能性を探るとともに、先進的な放射光利用による今後の展望を議論したい。

<開催概要>

会期: 2016年1月12日(火)

会場: 4号館セミナーホール

提案代表者: 足立純一(物構研PF),
小田切丈(上智大学理工学部)

申込方法: ホームページにある参加フォームにてお申し込み下さい。

ホームページ: 現在準備中、決まり次第告知する。

問い合わせ先: 事務局 pf-sec@pfiqst.kek.jp

PF 研究会「放射光のオンリーワン計測と産業利用展開」開催のお知らせ

日立製作所(株) 米山明男

放射光は単色・平行・大強度という特徴を持ち、X線をプローブとする各種計測法における理想的な光源です。この特徴を活かして、Photon Factoryでは実験室系で実現できないような様々な極限オンリーワン計測法が加速器技術との連携により実現されています。例えば、位相情報を用いた超高感度なX線イメージング、光源の高速スイッチングを利用した磁気計測、軟X線の特徴を利用した分解能10nmの元素マッピング、XAFSとX線の同視野マッピング、電池や溶接のオペランドX線回折など。こうした技術は、Photon Factoryでは共同研究など利用体制の整備により、産業活動にも幅広く利用されています。

本研究会ではこれらオンリーワン計測技術の産業利用にフォーカスし、民間企業のユーザーを中心に最近の活用事例についてご紹介頂き、情報交換の場とします。さらに産業利用という観点から、次世代放射光施設におけるオンリ

ワン計測及び利用システムについての将来像を展望したく考えております。

PF 実験ホールの見学や、各ビームラインでの担当者との利用相談なども予定しております。筑波おろしの寒い時期ですが、奮ってご参加頂ければ幸いです。

<開催概要>

日時: 2016年1月19日(火)～20日(水)

会場: 4号館1階セミナーホール

提案代表者: 米山明男(日立製作所(株))

申し込み方法: ホームページにある参加フォームにてお申し込み下さい。

ホームページ: 現在準備中、決まり次第告知する。

交流会: 1月19日に予定しております。

問い合わせ先: 事務局 pf-sec@pfqst.kek.jp

PF 研究会「徹底討論！小角散乱の魅力～基礎・応用・産業利用」開催のお知らせ

放射光科学第一研究系 五十嵐教之
放射光科学第二研究系 清水 伸隆

小角散乱は、ハードマター・無機・金属関連分野、生物関連分野、高分子・ソフトマター関連分野において無くてはならないツールとなっている。PFでも近年ビームラインや装置の高度化を重点的に進め、最先端の小角散乱測定ができるツールを、よりユーザーフレンドリーな環境で使えるよう整備してきており、ユーザーの裾野が大きく広がりを見せている。PFの小角散乱ユーザーグループ(小角散乱UG)も統合されてから3年が経過し、2015年にUG代表、副代表が交代したところであり、小角散乱を取り巻く環境が大きく変わってきている。この機会に、基礎・応用・産業利用の観点から小角散乱の研究動向を徹底的に討議し、研究・実験内容に対する相互理解を進めるとともに、小角散乱になじみの浅いユーザーの方々などにも小角散乱の魅力を知って頂き、相補的技術利用による発展的研究の可能性を探ることで、より先進的な放射光利用による小角散乱研究の今後の展望について議論したい。

<開催概要>

会期: 2016年3月30日(水)～31日(木)

会場: 研究本館小林ホール

提案代表者: 櫻井伸一(京都工芸繊維大学)

所内世話人: 清水伸隆、五十嵐教之(物構研PF)

申込方法、ホームページ等: 現在準備中、決まり次第告知する。

問い合わせ先: 事務局 kobari@post.kek.jp

「光ビームプラットフォーム報告会」開催のお知らせ

先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業
光ビームプラットフォーム担当 伴 弘司

光ビームプラットフォームは、平成25年に開始された文部科学省先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業に基づいて形成された、6放射光施設と2大型レーザー施設からなるネットワーク(※)であり、各施設が産学官のユーザーに向けて実施する共用事業の高度利用支援を推進しています。

この光ビームプラットフォームの活動状況について、実施機関の合同による報告会を2016年1月25日(月)に開催します。各機関の共用事業の代表的な成果事例を交え、3年間のプラットフォーム事業を俯瞰すると共に今後の方向性をご報告します。

プログラムや詳細に関しては12月までに光ビームプラットフォームのホームページにて公開し、申込み受け付けを開始する予定です。積極的なご参加をよろしく御願ひ致します。なお、参加費は無料です。

日時: 2016年1月25日(月) 13:00～17:30

場所: ソラシティカンファレンスセンター ホール West
JR御茶ノ水駅徒歩1分(東京都千代田区神田駿河台)

主催: 光ビームプラットフォーム

ホームページ: <http://photonbeam.jp/>

問合せ先: contact@photonbeam.jp
会場の席数に限りがあるため、事前登録を御願ひ致します。

※ KEK PF(代表機関)、SAGA-LS、兵庫県立大ニユースバル、立命館大SR、あいちSR、JASRI SPring-8(連携機関)、大阪大学レーザー研、東京理科大学FEL-TUS

総合研究大学院大学(SOKENDAI) 高エネルギー加速器科学研究科 物質構造科学専攻

2016年4月入学博士課程(5年一貫制) 二次募集のお知らせ

専攻長 放射光科学第二研究系 河田 洋

物質構造科学専攻では、2016年4月入学の博士課程(5年一貫制)の二次募集を行ないます。願書は12/11(金)～12/17(木)必着で、試験日は1/25(月)筆記試験、1/26(火)面接試験です。興味のある方は是非ご検討下さい。詳細は応募要項(<http://www.soken.ac.jp/wordpress/wp-content/uploads/2013/12/2804kek-5-year-2nd-web1.pdf>)をご覧ください。

KEK 研究成果管理システム運用開始のお知らせ

PF では、これまで、PF を利用した研究成果を含む発表論文、学位論文のデータベースを独自に構築し、ユーザーの方に登録をお願いしてきました。このたび、KEK 研究成果管理システムの運用開始にともない、論文を含む研究成果の登録は本システムからに変更になりますので、お知らせいたします。登録システムの変更により、ユーザーの皆様にはご不便をおかけすることになるかと存じますが、何卒ご容赦くださいますようお願いいたします。

旧 PF 論文データベース、旧学位論文データベースに登録していただいた論文は本システムに順次移行しておりますが、最近 2 ヶ月中に登録されたものは一部移行作業中のものがあり、新しいシステムに反映されるのに時間がかかることがあります。恐れ入りますが、しばらくの間お待ちください。

新しい KEK 研究成果管理システムは、実験課題毎の研究成果を一括して管理することを目的として設計されています。皆様に登録していただいた研究成果は、施設としての研究成果の把握、研究分野の動向調査や資料作成等に有意義に利用させていただきますので、どうぞこれまでどおり、登録にご協力をお願いいたします。

なお、Photon Factory Activity Report の投稿は、当分の間、本システムからではなく、従来の Users' Report 寄稿ページの投稿をお願いします。詳しくは Activity Report 投稿案内のページをご覧ください。

Photon Factory Activity Report 2015 ユーザーレポート執筆のお願い

PFACR2015 編集委員長 清水伸隆 (KEK・PF)

物質構造科学研究所・放射光科学研究施設 (Photon Factory) では、施設の活動報告集として Photon Factory Activity Report (PFACR) を年度ごとに発行しております。PFACR は、放射光科学研究施設の概要、年間の運転状況、新設ビームラインの紹介、光源加速器の R&D で得られた成果等についての報告書であるとともに、PF でユーザーが当該年度に実施した実験課題で得た新しい結果の報告の場でもあり、広く国内外に配布して PF の活動を伝えて参りました。

2015 年度 (2015 年 4 月 -2016 年 3 月) の成果をまとめる PFACR 2015 は、2016 年秋頃の発行を予定して編集作業を開始いたしました。つきましては、皆様が過去 1 年程度の間 PF で行われた研究をユーザーレポートとして収集したいと考えておりますので、是非お送り下さいますようお願い申し上げます。

PFACR は PF でのユーザー活動を広く知ってもらう媒体の一つであり、PF への支援ひいては皆様の研究環境

の改善にも繋がるものであると考えております。PFACR は、Part-A の Highlights and Facility Report と Part-B のユーザーの皆様からのユーザーレポートからなっておりますが、Part-A は英語、Part-B は英語もしくは日本語とし、日本語で書かれたユーザーレポートも受け付けています。PFACR 2015 のユーザーレポートは、2015 年度に PF で実験を行ったユーザーの方にレポートを寄稿していただくのが基本ですが、データの解析に時間を要する場合等、必ずしも 2015 年度に限定せず、それ以前の実験結果の報告でも結構です。また、この Part-B は、2014 年度より共同利用実験課題の終了届を兼ねるものとなりましたので、課題の有効期限に合せて 1 報以上ご提出下さい。Part-B に関しては、投稿を随時受け付けております。

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 PFACR 2015 のホームページ 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。

<原稿提出締め切り：2016 年 7 月 1 日 (金)>

また、Part-A には出版物と学位論文のリストを付けています。これは PF で行われた研究を基に執筆された論文リストであると共に、PF の活動のバロメータでもあります。未登録の出版物は <http://www2.kek.jp/imss/pf/science/pubdb/> から、学位論文は <http://www2.kek.jp/imss/pf/science/pubdb/thesis.html> を参照して投稿して下さい。過去の未登録の論文も、登録頂ければ幸いです。過去の PFACR に関しては、PF の Web <http://www2.kek.jp/imss/pf/science/publ/acrpubl.html> からご覧になれますので、こちらでも活用ください。

平成 28 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 28 年 4 月～平成 28 年 9 月
2. 応募締切日 平成 27 年 12 月 18 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 50 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。

予 定 一 覧

2015 年

- 12 月 11 日～ 17 日 総合研究大学院大学 物質構造科学専攻 2016 年 4 月入学の博士課程 (5 年一貫制) 二次募集願書受付
- 12 月 18 日 平成 28 年度前期フォトン・ファクトリー研究会応募締切
- 12 月 21 日 PF, PF-AR 平成 27 年度第二期ユーザー運転終了

2016 年

- 1 月 9 日～ 11 日 第 29 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム (東京大学柏の葉キャンパス)
- 1 月 12 日 PF 研究会「先進的放射光利用による原子分子科学」(KEK・4 号館セミナーホール)
- 1 月 19 日～ 20 日 PF 研究会「放射光のオンリーワン計測と産業利用展開」(KEK・4 号館セミナーホール)
- 1 月 25 日 光ビームプラットフォーム報告会 (ソラシティカンファレンスセンター・御茶ノ水)
総合研究大学院大学 物質構造科学専攻 2016 年 4 月入学の博士課程 (5 年一貫制) 二次募集筆記試験
総合研究大学院大学 物質構造科学専攻 2016 年 4 月入学の博士課程 (5 年一貫制) 二次募集面接試験
- 1 月 26 日
- 2 月 18 日 PF 平成 27 年度第三期ユーザー運転開始
- 2 月 22 日 PF-AR 平成 27 年度第三期ユーザー運転開始
- 3 月 1 日 Nanotech CUPAL 第 3 回放射光利用技術入門コース (XAFS) 講習会 (エポカルつくば)
- 3 月 14 日 PF, PF-AR 平成 27 年度第三期ユーザー運転終了
- 3 月 15 日～ 16 日 2015 年度量子ビームサイエンスフェスタ (エポカルつくば)
- 3 月 30 日～ 31 日 PF 研究会「徹底討論! 小角散乱の魅力～基礎・応用・産業利用」(KEK・研究本館小林ホール)

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

運転スケジュール(Dec. 2015～Mar. 2016)

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

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

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。

第72回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：平成27年10月1日（木） 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（物構研14-11：助教1名）
- ② 教員人事（物構研15-2：助教1名）
- ③ 教員人事（特定人事：特別准教授1名）
- ④ 平成27年度ミュオン共同利用S1/S2型実験課題審査結果について
- ⑤ ミュオン共同利用実験審査委員会の委員構成について

【2】報告事項

- ① 低速陽電子将来計画に関する報告について
- ② 放射光将来計画検討委員会の中間まとめの取り扱いについて
- ③ 人事異動
- ④ 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
- ⑤ 平成27年度後期放射光共同利用実験課題審査結果について（条件解除）
- ⑥ 平成27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
- ⑦ 構造物性センター新規プロジェクト審査結果について
- ⑧ 量子ビーム支援事業採択課題について
- ⑨ その他
 - ・今後の研究機関講師の取り扱いについて
- ⑩ 覚書等の締結について（資料配布のみ）

【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70回、第71回は書面審議でした。

物構研談話会

日時：9/3（火）11:00～
題名：SmX(X=S,Se,Te)の圧力誘起価数転移におけるSm L₃端XASの理論
講師：小谷章雄氏（KEK協力研究員）

日時：9/11（金）13:30～

題名：Molecular Gate Locations in Potassium Channels
講師：Dr. Crina Nimigean（Cornell University）

日時：9/28（月）16:00～
題名：High-Energy X-ray Studies of Structural Materials at the Advanced Photon Source
講師：Dr. Jonathan Almer（X-ray Science Division, Argonne National Lab）

日時：10/14（水）16:00～
題名：梯子型銅酸化物のキャリアコヒーレンス制御による絶縁体—金属双方向高速光スイッチング
講師：深谷 亮氏（KEK 物構研）

日時：11/4（水）13:00～
題名：A Brief History of Macromolecular Crystallography
講師：Dr. Alexander Wlodawer（National Cancer Institute, Frederick）

「PF ニュース」からのお知らせ

平成 24 年度からの PF-UA の発足に伴い、PF ニュースはウェブが主体となりましたが、引き続きご愛読を賜り感謝致します。今後も新しい企画記事の連載など誌面の充実につとめ、PF ニュースをより魅力あるものにしていきます。PF ニュースウェブページには、冊子版では白黒となっている図等もオリジナルのカラーのものを掲載しています。ウェブ版もお楽しみ頂ければと思います。

ウェブ掲載時にはメールでお知らせするシステムも運用しています。希望される方は、どうぞ登録下さい。PF ニュースウェブページにフォームを掲載しています（※ KEK の共同利用者支援システムでユーザー登録をされた皆様には、PF メルマガが配信され、そちらにも PF News 発行のお知らせが載りますので、その方はお知らせメールの登録は必要ありません）。

PF ニュース編集委員一同

投稿のお願い

【最近の研究から】

PF で行われた実験、研究の成果をお寄せ下さい。

【建設・改造ビームラインを使って】

特にビームラインの改良点、他のビームラインとの比較、要望等を是非お聞かせ下さい。

【ユーザーとスタッフの広場】

PF での実験の成果等が認められ受賞された方、海外放射光施設に滞在、訪問された方、国際会議等に参加された方、修士論文等、どうぞ投稿下さい。また PF に対するご意見等がありましたら是非ご投書下さい。

詳細は事務局または PF ニュース HP をご覧下さい。

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

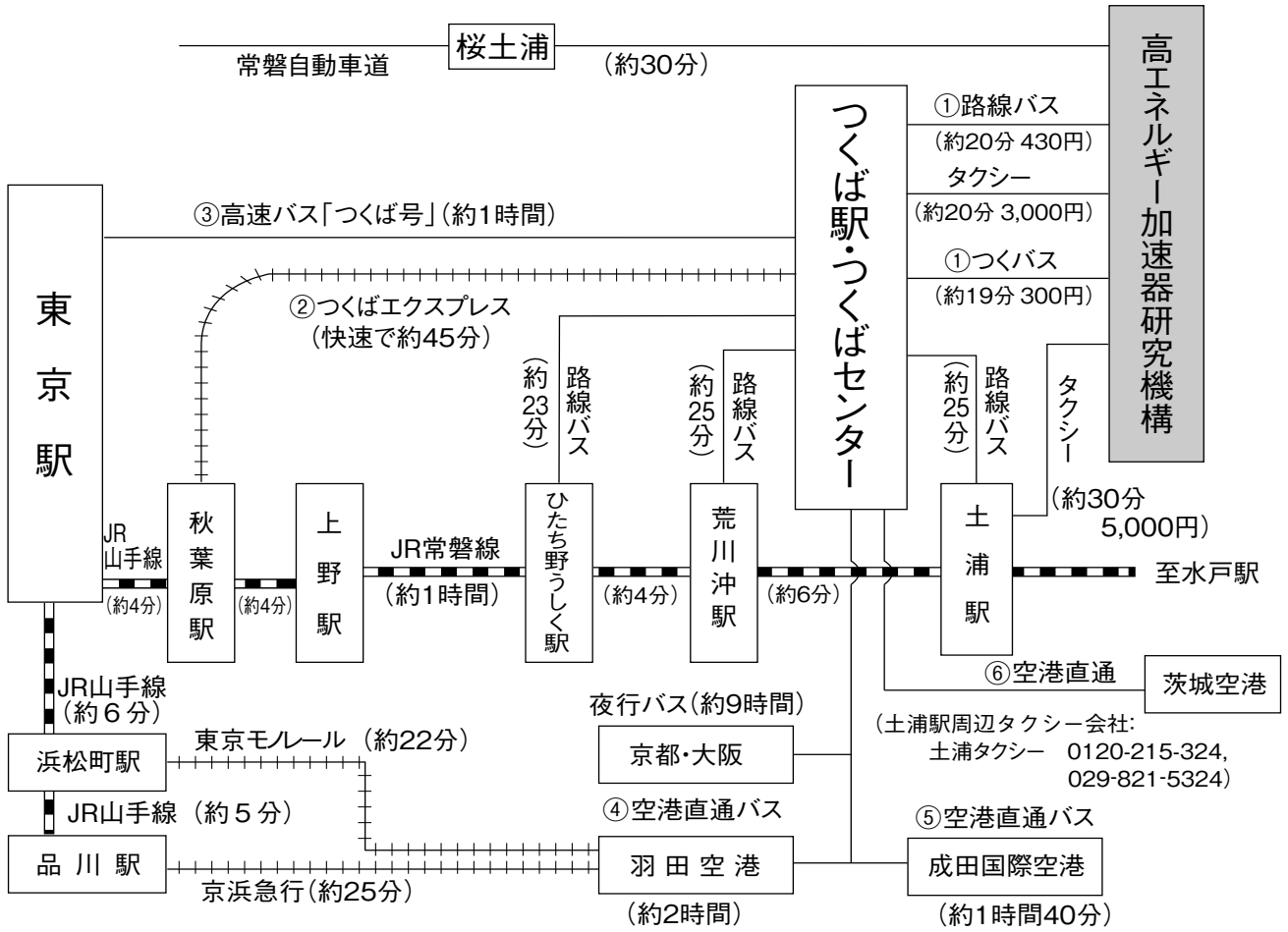
現在、夜中の 3 時。SPring-8 にて実験中です。この実験が終われば、明後日からは愛しの PF。こういった徹夜実験のスタイルにはもう慣れたもので、通常生活の中でも、気合の入らない時は、敢えて徹夜してスイッチを入れることさえあります。これも青春時代をずっと放射光で過ごしてきたからでしょうか。ちなみに、妻とは PF で出会ったようなものです。私の人生に、色とりどりの経験を与えている放射光施設と、そこで働くスタッフの皆様には感謝してもしきれません。

施設ごとにそれぞれ違った良さがありますが、PF について私が好きなのは、人との距離感が近く、なんだか温かく教育的な雰囲気が漂っているところです。昨年からは PF ニュースの編集委員になり、BL でなんとなく手に取っていたこの冊子の背後にも、編集委員の先生方や Y.T. さんの優しい顔が浮かぶようになりました（次回の編集委員会には出席しなければ、という罪悪感とともに..）。さて、そんな編集委員会では、PF ニュースをもっと良くするために、実験の合間に読める柔らかい記事を増やしましょうとか、リレー形式のエッセイを載せましょうとか、色々なアイデアが議論されています。いいアイデアをお持ちの方は、いつでもお気軽にお寄せください。（T.K.）

平成 27 年度 PF ニュース編集委員

委員長	吉田 鉄平	京都大学大学院人間・環境学研究所		
副委員長	佐賀山 基	物質構造科学研究所		
委員	足立 純一	物質構造科学研究所	安達 成彦	物質構造科学研究所
	伊藤 孝憲	AGC セイメキカル株式会社	宇佐美徳子	物質構造科学研究所
	大村 彩子	新潟大学研究推進機構超域学術院	柏原 輝彦	海洋研究開発機構
	片山 真祥	立命館大学 生命科学部	土屋 公央	加速器研究施設
	丹羽 尉博	物質構造科学研究所	野呂 篤史	名古屋大学大学院工学研究科
	原 幸大	静岡県立大学薬学部	兵藤 一行	物質構造科学研究所
	間瀬 一彦	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		

KEK アクセスマップ・バス時刻表



高エネルギー加速器研究機構

(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: 2015. 10. 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 (3枚綴り回数券3200円, 上り専用3枚綴りで2000円)
 @ ミッドナイトつくば号 東京駅 → 筑波大学 : 2100円 (回数券は使用不可)
 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日改定)

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: 2,600円 (平成28年3月31日まではキャンペーンで2,000円)

(2015年11月16日改定)

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: 8:30~19:00)

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

(2015年10月25日改定)

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)

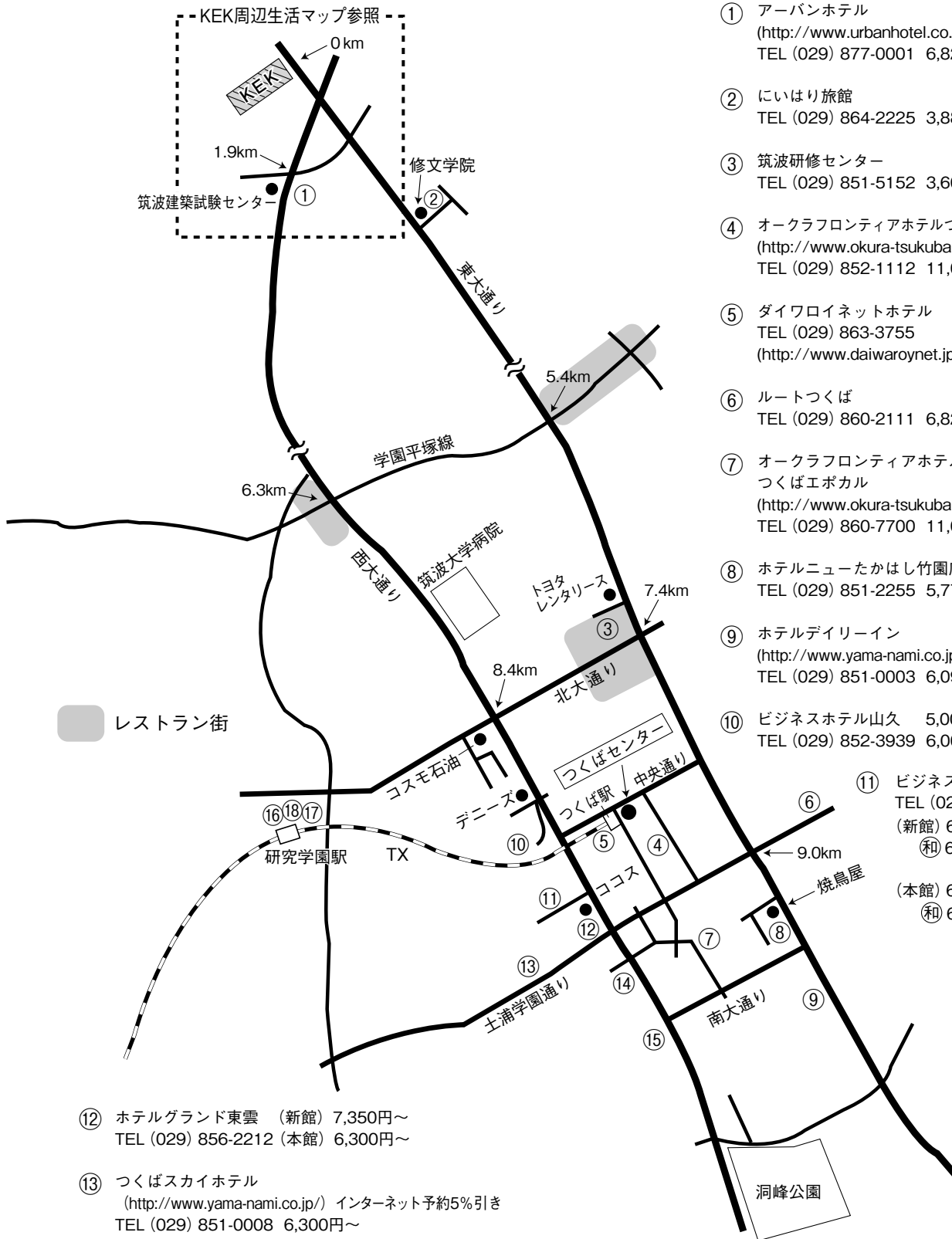
10:30	11:30
20:50	21:50

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:2015. 10. 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

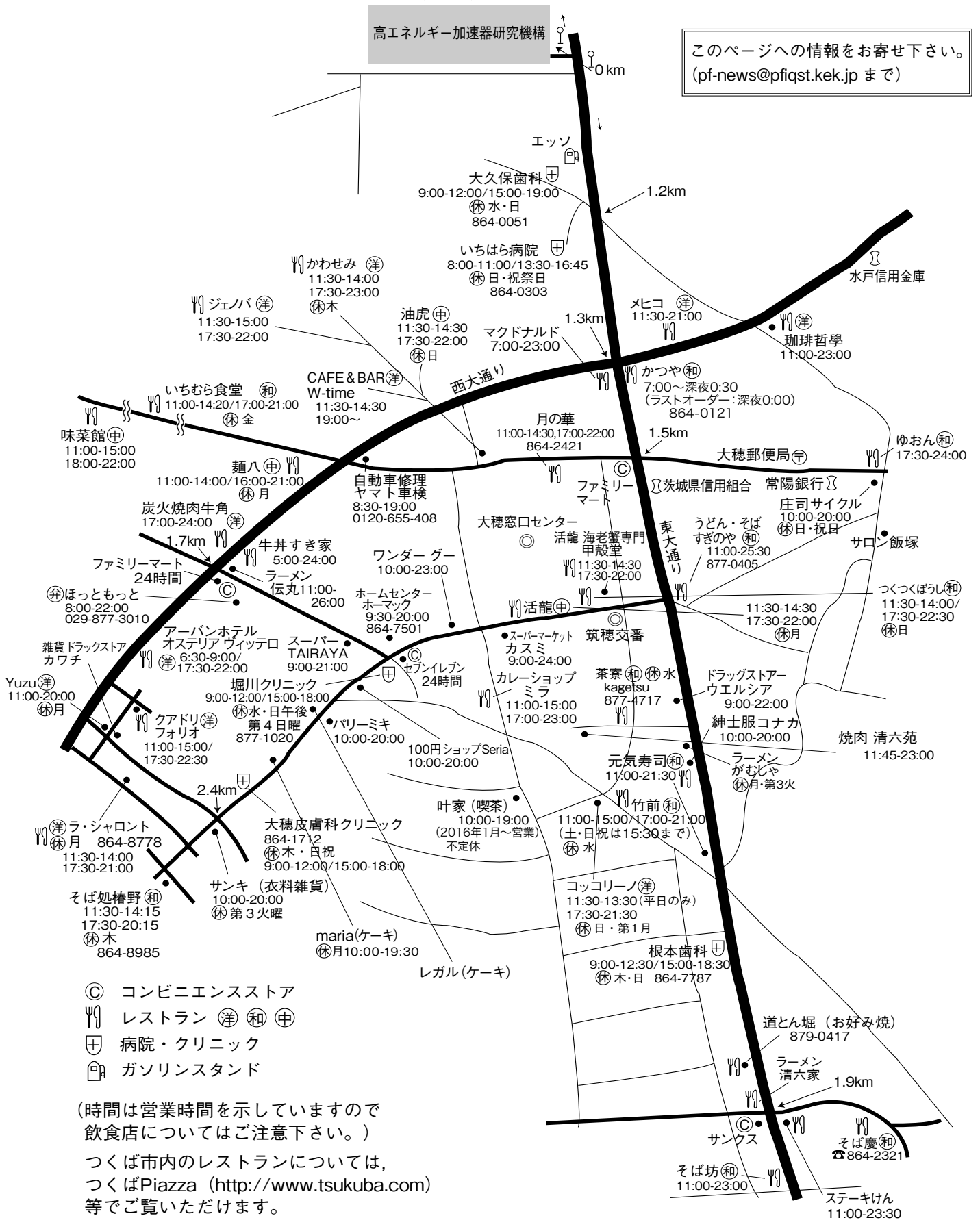
(確認日: 2015. 11. 6)

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

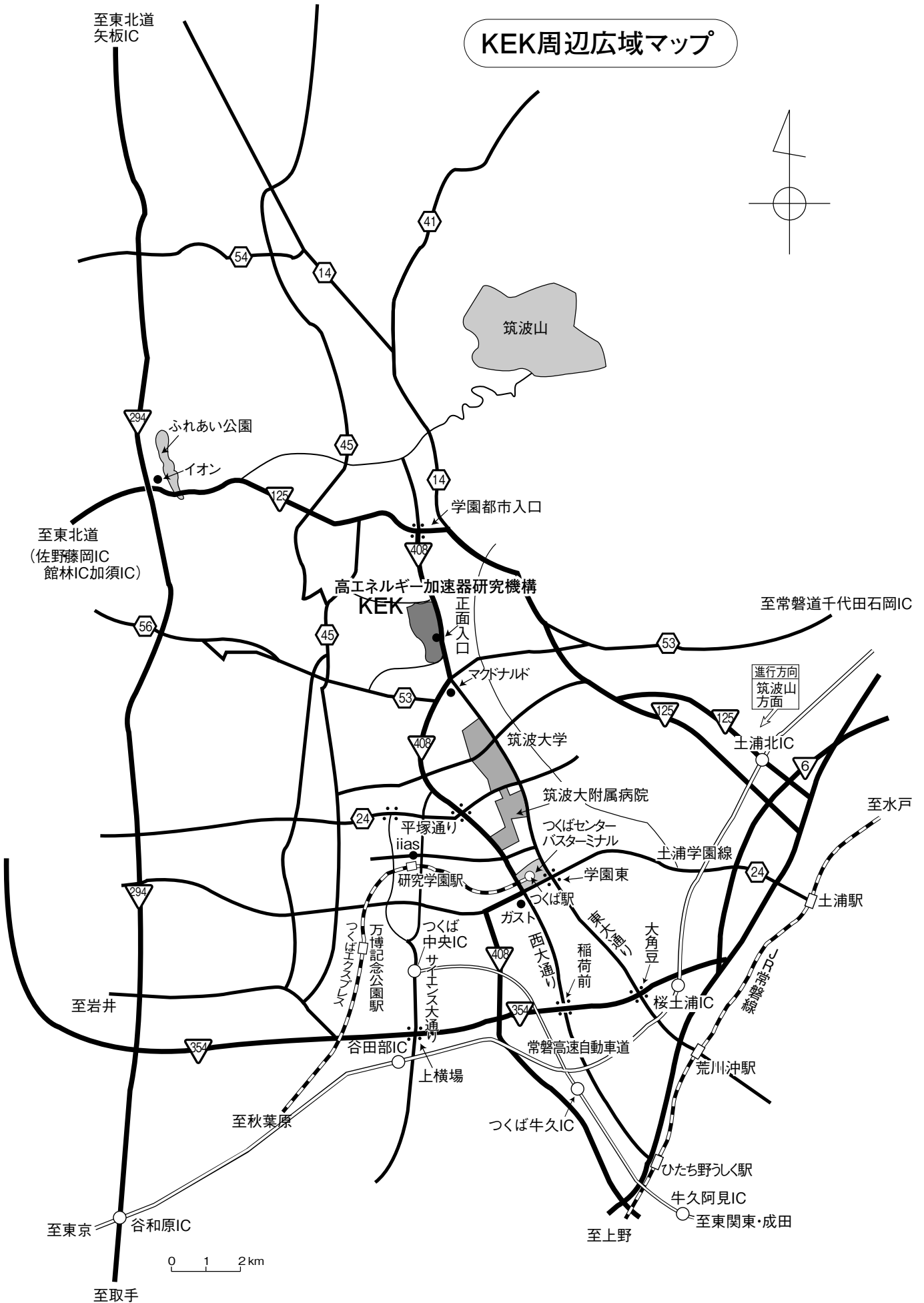
このページへの情報をお寄せ下さい。
(pf-news@pfqst.kek.jp まで)



- ◎ コンビニエンスストア
- 🍴 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周辺広域マップ



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:2929）

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

（朝食）8時00分～9時30分

（昼食）11時30分～13時30分

（夕食）17時30分～21時00分

上記以外は喫茶での営業

（※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-○○○（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○○○（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 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://usersoffice.kek.jp/>をご覧ください。

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

Email : usersoffice@mail.kek.jp

ビームライン担当一覧表 (2015. 10. 1)

ビームライン	光源	BL担当者
ステーション	形態 ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ◇所外, ☆教育用BL, ★UG運営ST)	担当者 担当者 (所外)
BL-1	U	松垣
BL-1A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
BL-2	U	組頭
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
BL-3	U (A) / B M (B, C)	中尾
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
BL-4	B M	中尾
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
BL-5	M P W	松垣
BL-5A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
BL-6	B M	五十嵐
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 (東工大)
BL-7	B M	雨宮 (岡林: 東大)
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
BL-8	B M	佐賀山
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
BL-9	B M	阿部
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
BL-10	B M	清水
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
BL-11	B M	北島
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
BL-12	B M	仁谷
BL-12C	● XAFS実験ステーション	仁谷
BL-13	U	間瀬
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
BL-14	V W	岸本
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
BL-15	U	五十嵐
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

BL-16		U	雨宮
BL-16A	●	可変偏光軟X線分光ステーション	雨宮
BL-17		U	山田
BL-17A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
BL-18		B M	熊井
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)
BL-20		B M	足立 (純)
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
BL-27		B M	宇佐美
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
BL-28		H U	小野
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
PF-AR			
AR-NE1		E M P W	亀卦川
AR-NE1A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	亀卦川
AR-NE3		U	山田
AR-NE3A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	山田
AR-NE5		B M	亀卦川
AR-NE5C	●	高温高压実験ステーション /MAX80	亀卦川
AR-NE7		B M	兵藤
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
AR-NW2		U	丹羽
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
AR-NW10		B M	仁谷
AR-NW10A	●	XAFS 実験ステーション	仁谷
AR-NW12		U	松垣
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
AR-NW14		U	野澤
AR-NW14A	●	時間分解 X線回折実験ステーション	野澤
低速陽電子			
SPF-A3	●	全反射陽電子回折装置	兵頭
SPF-B1	●	低速陽電子ビーム汎用ステーション	兵頭
SPF-B2	●	ポジトロニウム飛行時間測定装置	兵頭

【所外ビームライン】

BL-7A 東大 RCS 岡林

BL-18B インド Saha SINGH, Arnab

029-879-6237 [2628]

jun@chem.s.u-tokyo.ac.jp

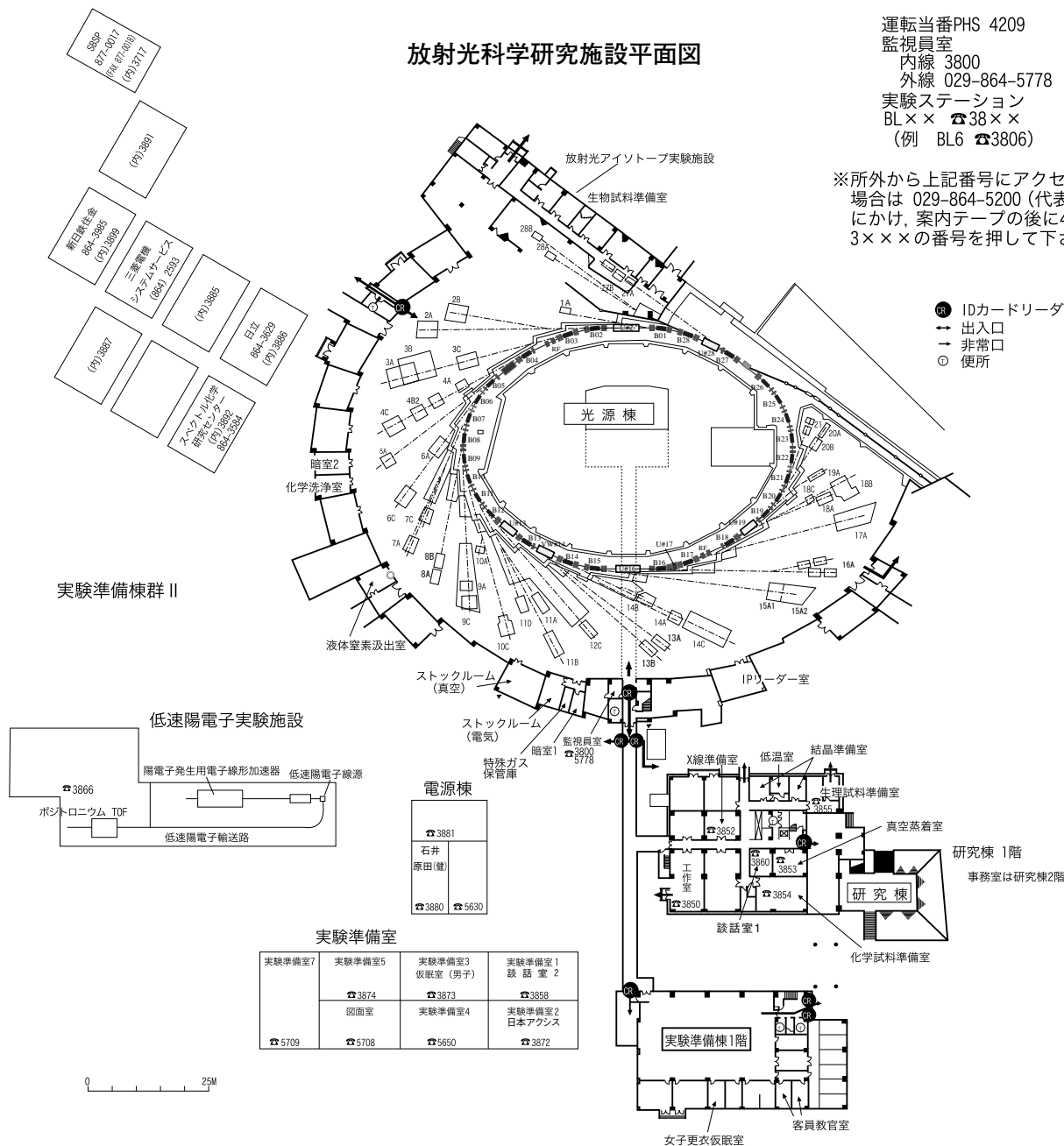
arnabsingh@gmail.com

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)
 にかき、案内テーブルの後に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

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

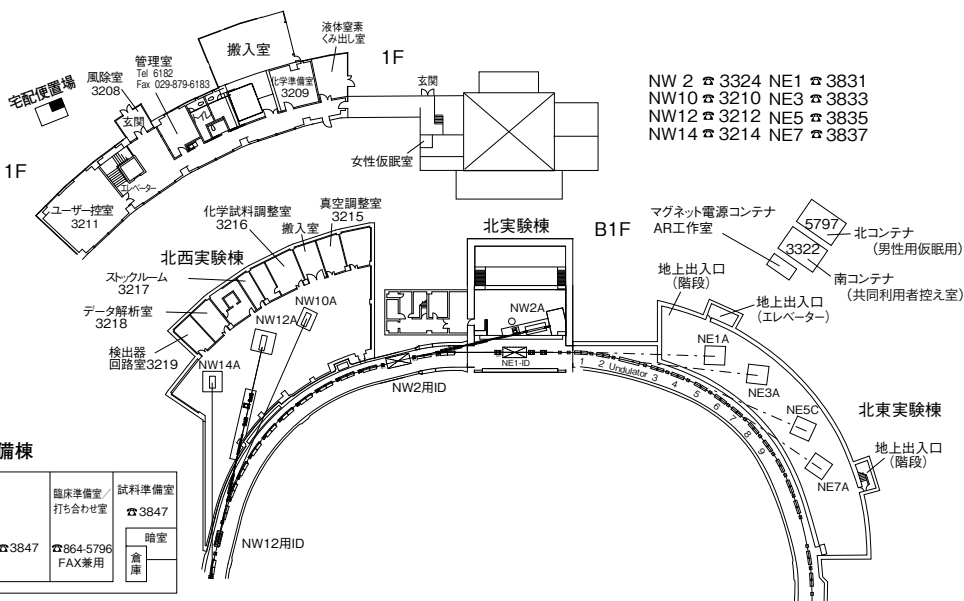
一柳、深谷、福本、阿部(祐)
6185.6186
Fax 6187

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
----------------------------------	-------------------------------------

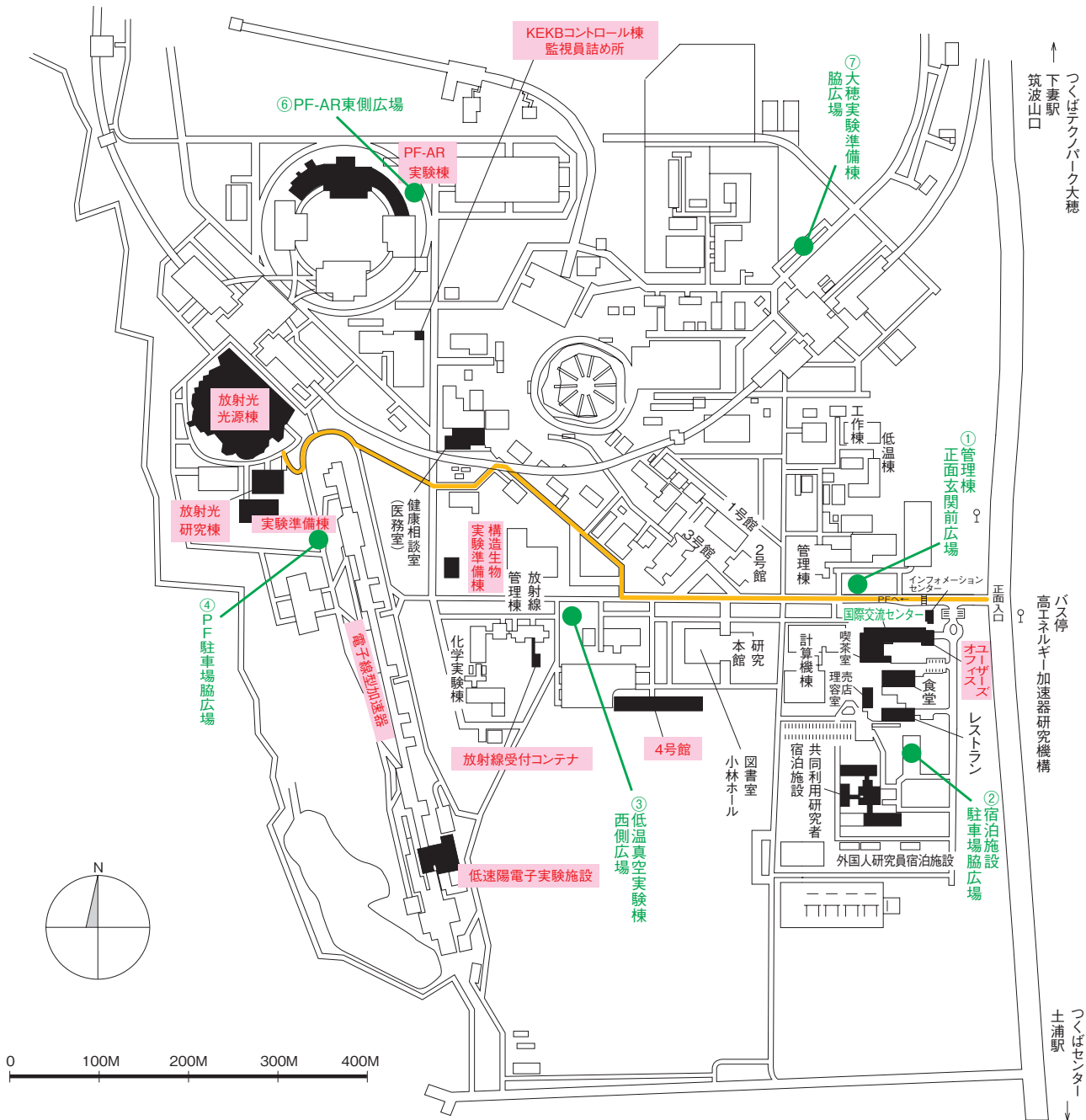
PF-AR実験準備棟

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	暗室 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

