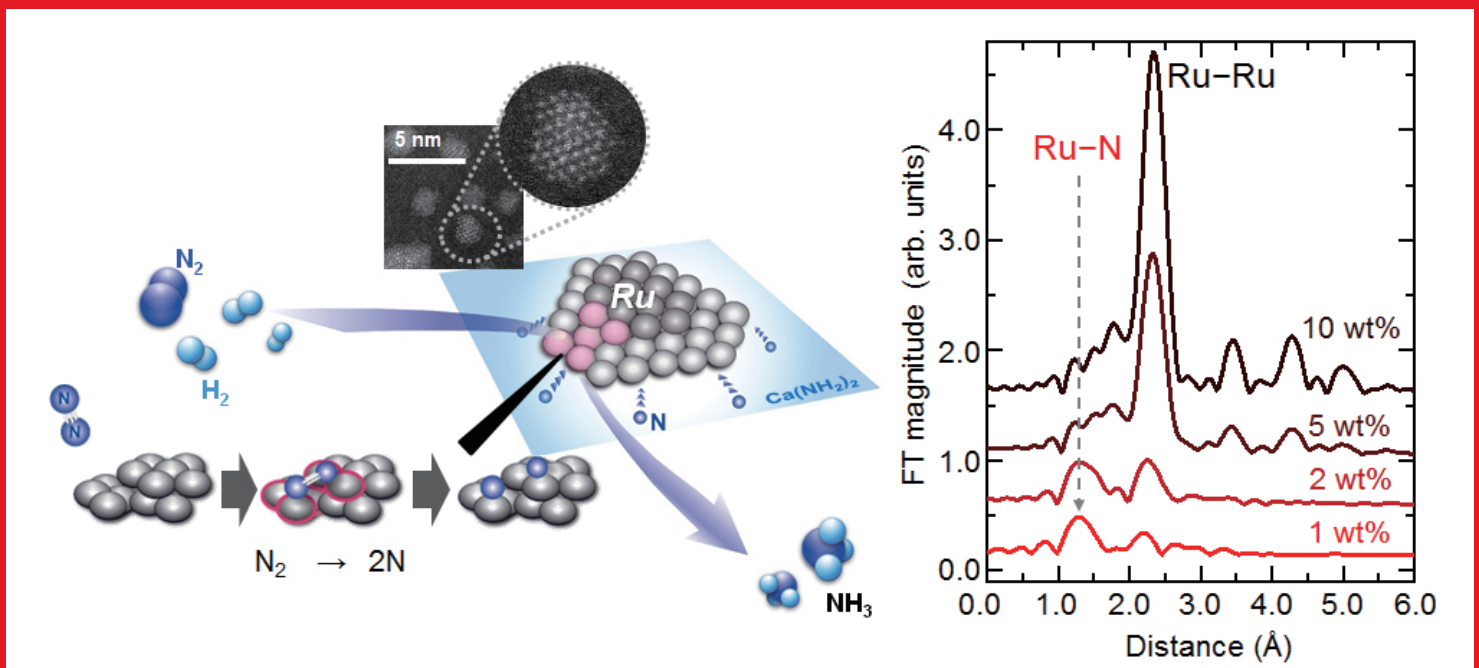
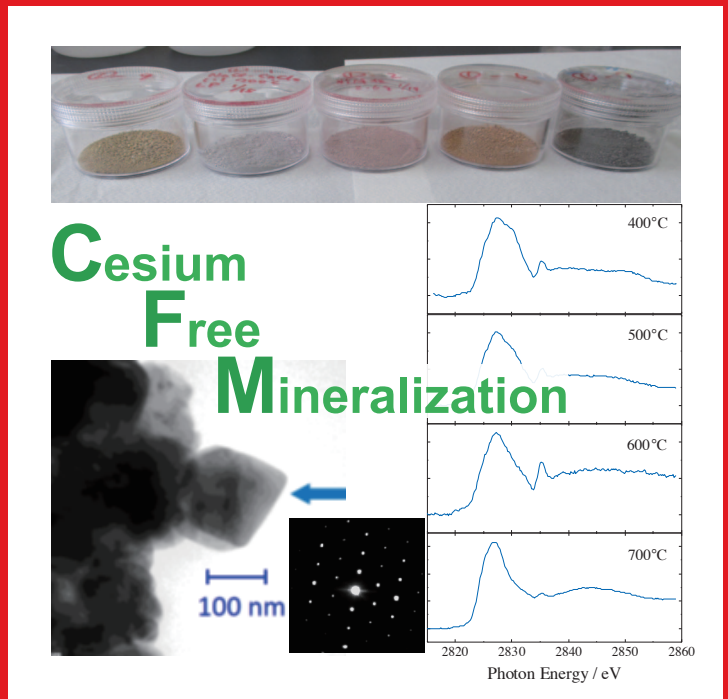
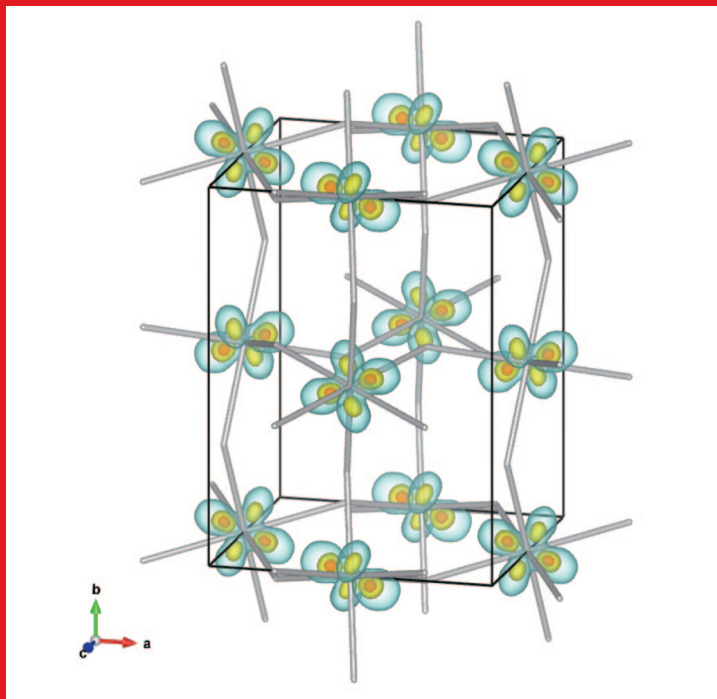


- PF BL-14Aにおけるデータ主導の軌道波動関数決定法の開発
- 福島汚染土壌の除染と再利用のためのセシウムフリー鉱化法の開発
- カルシウムアミド上にフラットな形状で自己組織化したRuナノ粒子によるアンモニア合成



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	8
放射光科学研究施設マシンアドバイザー委員会 (PF-MAC) 開催報告	小林 幸則	10
最近の研究から		
PF BL-14A におけるデータ主導の軌道波動関数決定法の開発	坂倉輝俊, 石川喜久, 木村宏之, 野田幸男, 竹中康之, 田中清明, 岸本俊二	11
Development of Data-Driven Orbital Wave Function Determination at PF BL-14A		
福島汚染土壌の除染と再利用のためのセシウムフリー鉱化法の開発	下山巖, 本田充紀, 小暮敏博, 馬場祐治, 平尾法恵, 岡本芳浩, 矢板毅, 鈴木伸一	17
Development of Cesium-Free Mineralization for Decontamination and Reuse of Radioactive Contaminated Soil in Fukushima		
カルシウムアミド上にフラットな形状で自己組織化したRu ナノ粒子によるアンモニア合成	井上泰徳, 北野政明, 岸田和久, 阿部仁, 丹羽尉博, 笹瀬雅人, 横山壽治, 原亨和, 細野秀雄	23
Ammonia Synthesis by Self-Organized Flat Ru Nanoparticles on Calcium Amide		
プレスリリース		
新しい単原子シート「ポロフェン」の中に質量ゼロ粒子を発見		28
光で強誘電体中の水素原子を動かし, 分極を高速に制御 ~理論と実験の発展的融合~		28
量子ビーム実験・計算データをウェブ上で高速解析する可視化システムを開発 -自動車用磁性材料開発のための最強ツール-		29
研究会等の開催・参加報告		
「2016年度量子ビームサイエンスフェスタ/第8回MLFシンポジウム/第34回PFシンポジウム」開催報告	堀場 弘司, 丸山 龍治	30
2016年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して	味戸 聡志	32
PF研究会「福島環境回復を目指した放射光研究の現状と今後の課題」開催報告	下山 巖	33
第5回対称性・群論トレーニングコースに参加して	馬屋原明寛	34
ユーザーとスタッフの広場		
放射光を用いた大学院生向け実習の試み	河内 宣之, 北島 昌史, 穂坂 綱一	35
Brookhaven National Laboratory 滞在記 ~研究編~	山田 悠介	36
PF 滞在記: PF BL-9C	山本 悠策	39
PF 滞在記: PF BL-17A	清水 聡史	40
修士論文紹介コーナー X-ray diffraction and spectroscopy study of magnetism in Fe oxide and alloy thin films (X線回折・分光でみる鉄酸化物・合金薄膜の磁性)	山本 航平	41
小林正典氏, 間瀬一彦氏, 日本真空学会において顕彰		42
PFユーザーの武仲能子氏, コロイドおよび界面化学部会科学奨励賞を受賞		42
総研大物質構造科学専攻修了の垣内 徹氏らの論文が第22回日本物理学会論文賞を受賞		43
科学技術分野の文部科学大臣表彰物質構造科学研究所 関係者多数が受賞		43
PFトピックス一覧 (2月~4月)		44
PF-UAだより		
第2回KEK放射光ワークショップ開催報告		45
2016年度量子ビームサイエンスフェスタ学生奨励賞について	清水 敏之	47
平成28年度第4回PF-UA幹事会, 第2回PF-UA運営委員会 合同委員会議事録		47
PF-UA総会報告	平井 光博	48
人 事		
人事異動・新人紹介		51
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構公募 (技術職員, 研究員)		53
お知らせ		
第6回対称性・群論トレーニングコース開催のお知らせ	奥部 真樹, 神山 崇, 五十嵐教之	58
高エネルギー加速器セミナーOHO'17開催のお知らせ	小林 幸則	58
Photon Factory Activity Report 2016 ユーザーレポート執筆のお願い	佐賀山 基	58
機構ネットワークへのPC等の機器接続について		59
平成29年度後期フォトン・ファクトリー研究会の募集		59
総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究所物質構造科学専攻大学院説明会及び学生募集のお知らせ		60
予定一覧		61
運転スケジュール (Jun.~Sep. 2017)		62
掲示板		
平成28年度第3期配分結果一覧		69
編集委員会だより		72
巻末情報		73
(表紙説明) 上左図「単結晶X線構造解析で求めた $YTiO_3$ におけるTiの3d軌道の電子密度分布」(最近の研究から「PF BL-14Aにおけるデータ主導の軌道波動関数決定法の開発」より)		
上右図「処理前後の汚染土壌試料写真(上), 生成物のTEM像(左下)とClのNEXAFSスペクトル(右下)」(最近の研究から「福島汚染土壌の除染と再利用のためのセシウムフリー鉱化法の開発」より)		
下図「 $Ru/Ca(NH_2)_2$ を用いてのアンモニア合成反応の模式図とRu担持量を変化させた $Ru/Ca(NH_2)_2$ のRu-K端EXAFSフーリエ変換図」(最近の研究から「カルシウムアミド上にフラットな形状で自己組織化したRuナノ粒子によるアンモニア合成」より)		

風薫る五月となりましたが、皆様には教育・研究にお忙しい日々をお過ごしのことと存じます。今年度は、入射器の改造工事のため5月中旬から約5ヶ月間の長期シャットダウンが予定されています。ユーザーの皆様にはご不便をお掛けしますが、何卒、ご理解頂けますようお願い致します。11月からは安定したビームが供給できるように努めていきたいと思っております。さて、今年度最初のPFニュースですので、恒例に従い、PFの現状と将来計画について簡単に述べたいと思っております。

1. PFの現状

PFリングにおいては、ラティス改造による短直線部への短周期アンジュレーター導入によって、X線ビームライン(BL-1A, 3A, 15A, 17A)を整備し、その後、長直線部へのアンジュレーター更新によって、VUV/軟X線ビームライン(BL-2A, 13A/B, 16A, 28A/B)の改造を、約10年間かけて行ってきました。その結果、これらのビームラインでは、国際的にも競争力を保てる状況が作り出せたと考えています。一方、BL-14の超伝導ウィグラー回りでは真空リークが起り、PFリング全体の真空悪化による重大なトラブルを避けるため、2016年12月の運転終了後より一時的に停止させて頂きました。今後、超伝導ウィグラーの修理を試み、再立ち上げを目指していきます。

PF-ARにおいては、直接入射路が完成し、PF, PF-AR, SuperKEKBの4リング同時入射が可能になりました。これにより入射の自由度が増すと共に、PF-ARへのTop-up運転も視野に入れることができるようになりました。その繋ぎ込み工事による長期シャットダウン中、AR-NW2Aでは、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「革新的構造材料」プロジェクトで、XAFS-CT法による3次元イメージングを実現するビームライン・装置の整備が行われました。現在、順調に立ち上げ実験が行われています。

今年度以降のPFリングでの新しい計画としては、現在、テストビームラインとして施設側で利用しているBL-19の再構築があります。大学共同利用機関法人に係わる重点支援「放射光施設ビームラインを活用した産業界等におけるイノベーション創出の推進」の予算が認められましたので、BL-19の挿入光源、ビームライン、実験装置を作り替えることを提案し、放射光共同利用実験審査委員会(PF-PAC)で承認されました。そこでは、走査型透過X線顕微鏡(STXM)の整備や、フリーポートにおける様々な軟X線利用実験装置の整備が計画されています。2019年には共同利用を開始することを目指しています。このような機会を有効に利用しながら、KEKの次期放射光計画が実現するまで、PFおよびPF-ARの安定運転と、必要な整備を順次進めていきたいと考えています。また今年度は、入射器の改造工事によるシャットダウン期間を利用して、施設内で各ビームライン活動を精査していく予定です。その結

果は、今後のさらなる成果創出と将来計画への取組を加速させるために役立てていきたいと考えています。

2. PFの将来計画

昨年10月末には、PF-UAからの全面的な協力の下、ボトムアップの提案を基に作られた、最先端放射光施設(KEK放射光)の概念設計書(Conceptual Design Report: CDR)を公開しました。KEK放射光は、光源性能およびビームライン性能はもちろん、ビームライン群の多様性・立地条件・運営体制・利用形態・経済性・安定性・使い易さなどを含めたトータルパフォーマンスとして、世界最高の放射光施設を目指しています。KEK放射光において新たに展開されるサイエンスとして、不均質な系において発現する現象・機能の機構解明は、非常に重要な研究となります。KEK放射光が提供する高輝度・高コヒーレンスを利用して、ナノスケールの空間分解能、ミリeVオーダーのエネルギー分解能まで測定精度を高めることにより、これに挑戦していきます。今後CDRに関して、日本放射光学会からの専門的なご意見、放射光科学研究施設諮問委員会(PF-SAC)の下に開催されたMachine Advisory Committeeの提言、その他より広範囲からのご意見を頂くことにより、更なる検討と改訂を進めていきたいと考えています。具体的な設計につきましては、日本全体の放射光科学のグランドデザインに関する議論や技術的な検討の進展などを踏まえて、適宜、更新していく予定です。このような着実な努力を積み重ねることにより、KEK放射光の確実な実現を目指していく所存です。

一方でKEK放射光計画は、予算の観点でまだ準備が十分に整っておらず、建設費について平成30年度予算への概算要求を行うのは困難な状況にあります。このような状況の下、KEKは下記の3方針に基づき、将来計画を進めていくことは、昨年10月18日に「PFからのお知らせ」をPFホームページに掲載してお知らせした通りです。

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

今後とも、KEK放射光計画に対するご支援をどうぞ宜しくお願い致します。

入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 古川和朗

概要

2017 年は 1 月 30 日より入射器の運転を開始して、2 月 6 日の PF の立ち上げ調整のあと、PF-AR の新しい直接入射路のコミッショニング向けの入射を行い、新規の機器やビーム調整を進め、3 月 6 日の施設検査の合格を支援することができた。3 月 10 日から 4 月 3 日までは、SuperKEKB フェーズ 2 コミッショニング向けの建設を進めた。さらに、4 月 3 日から新年度の立ち上げを行い、放射光入射運転をも進めている。5 月 15 日から 10 月 10 日までの連続 5 ヶ月弱には、集中的に古い装置の撤去と新規装置の設置を進める。装置の詳細設計や図面作成を内部で行い、部品分割調達を追求するなどスケジュールの最適化を行うことによって資源節減をさらに進めているところである。KEKB の建設時期の 1997 年にも、光源の改造時期と合わせることで、9 ヶ月連続の停止期間をいただいております。複数のプロジェクトに関わる入射器の更新の難しさを感じるとともに、引き続き関係者のご協力をお願いしたい。

PF-AR 直接入射路

これまで、入射器から PF-AR への入射を行うためのビーム輸送路は、KEKB / SuperKEKB と共有されていたので、異なる入射エネルギーに対応するために偏向電磁石等の磁場の変更の必要があり、そのために数分を要していた。KEKB の運転中の 2008 年からは、KEKB の LER、HER そして PF リングの 3 リング同時入射（20 ミリ秒毎の切り替え入射）が実現されたが、PF-AR の入射のためには 15 分ほどの時間を確保して、KEKB と PF の入射を停止する必要があった。同時入射中は KEBB・PF リングの蓄積電流はそれぞれ 0.05%・0.01% 以内に安定化することができたが、PF-AR の入射中にはこの電流値が減少することにな

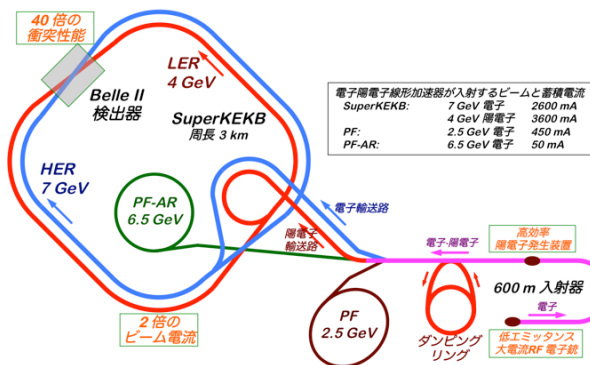


図 1 6.5 GeV の PF-AR 直接入射路を含めた電子陽電子複合加速器の模式図。SuperKEKB、PF、PF-AR の 4 つの蓄積リングへ入射器から同時入射が可能となる。



図 2 入射器終端の第 3 ビーム・スイッチ・ヤード。右から、PF リング、PF-AR、直線ダンプ、SuperKEKB LER（陽電子）、HER（電子）、東ダンプ、の各ビームライン。

り、実験にも影響を与えていた。

SuperKEKB 計画においては、高いルミノシティを達成するために、SuperKEKB の蓄積ビームの寿命が極端に（例えば 1/10 以下）短くなることが予想され、15 分の入射中断は実験停止を意味すると思われた。そのため、PF-AR には 3 GeV の電子の代わりに、SuperKEKB の陽電子と共通にして、4 GeV の陽電子を PF-AR に入射する案が持ち上がっていたが、技術的な困難もいくつか指摘されていた。そこで、入射器と PF-AR を直接結ぶ、直接入射路を建設することになった。将来は 6.5 GeV のエネルギーで PF-AR にトップアップ運転の可能性も生まれ、4 リングの同時入射も可能となれば、双方に大きな利点が生まれることになる（図 1）。

今年度、同時入射に向けた多数の新規装置が集中的に設置されるので、遠くない将来、PF-AR も含めた 4 リング同時入射のコミッショニングを開始できることを期待している（図 2）。

電荷制限装置

入射器の運転を行うにあたっては、入射器内やビーム輸送路の各地点において、想定されるビームの最大出力の制限値が存在する。その制限値に基づいて、安全のための必要十分な遮蔽や入域制限などの対策が取られている。制限値については超過することが無いよう、運転操作の仕組みにおいてさまざまな装置に対策がされているが、それらが正しく機能しなかった場合も想定し、多重の監視装置を設け、それらの整備には注意を払っている。

2008 年からは複数のビームモードを 20 ms 毎に切り替えながらビーム運転を行う同時入射が始まり、制限値との

比較も複雑になった。その監視について誤りを避けるために、運転操作の仕組みとは独立に全てのビームバンチを監視できる装置を追加した(図3)。

ビームモニタとしては壁電流モニタ(図4)を用いて、約10 ps幅のビームバンチの電荷積分器としても動作させている。この種類のビームモニタは、KEKB計画の前にファラデーカップを用いて較正されているので、絶対値としても10%以下の精度を持っている(なお、運転操作のビーム電流モニタとしてはビーム位置モニタからの情報が使用されており、同程度の精度である)。壁電流モニタの信号は新しく開発された電荷制限装置に接続され、ナノ秒からミリ秒の範囲のアナログ信号の積分処理と、1秒間に50回のデジタル積分処理を行う。

もしも、対象の場所に1秒毎の平均電流制限値が設けられている場合は、測定された電荷積分値と比較し、電荷積分値が制限値を超えていれば、直接電子銃を停止させるためのインターロック信号を発生させる。さらに、電荷積分値を産業用小型計算機(PLC)に送り、1時間毎の電荷積分・平均電流処理を行わせる。その平均電流測定値と1時間平均電流制限値を比較し超えていれば、やはり電子銃を停止させるインターロック信号を発生させる。

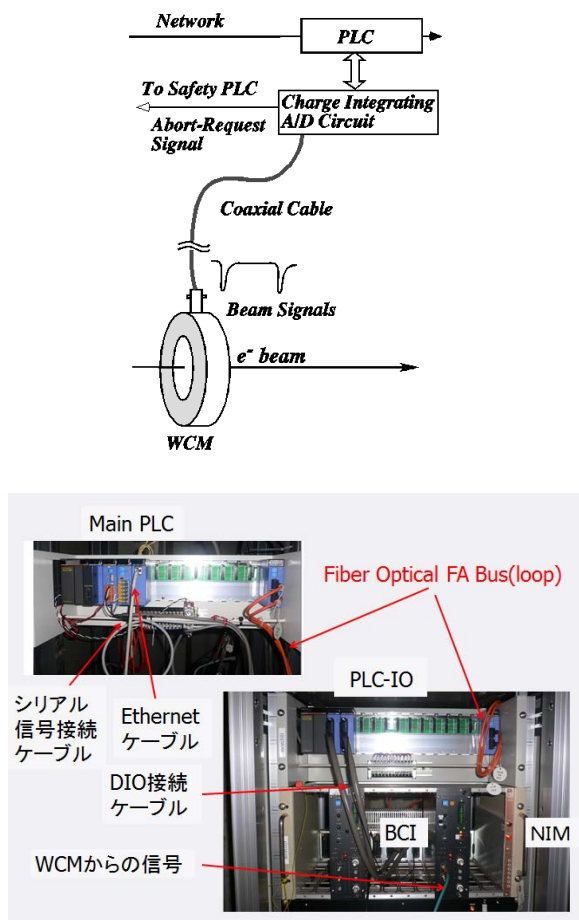


図3 電荷制限システムのブロック図。ビームモニタの情報を毎秒積分器で収集し、もしも制限値を越えることがあればビーム発生にインターロックを掛ける。さらに、産業用小型計算機(PLC)で毎時の積分を行い、やはり制限値と比較する。現在、入射器に全部で7系統設けられている。

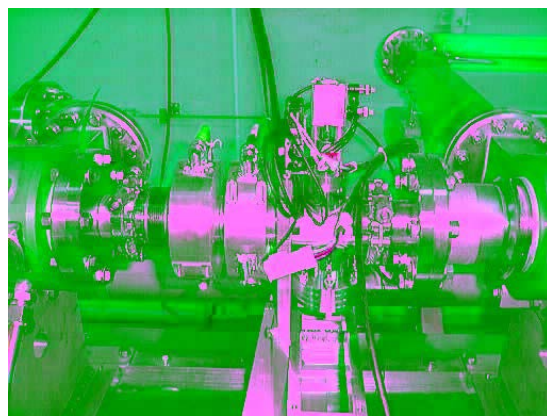


図4 ビームラインに設置されたスクリーンモニタ(中央右)と、電荷制限システムに用いられる壁電流モニタ(中央左)。

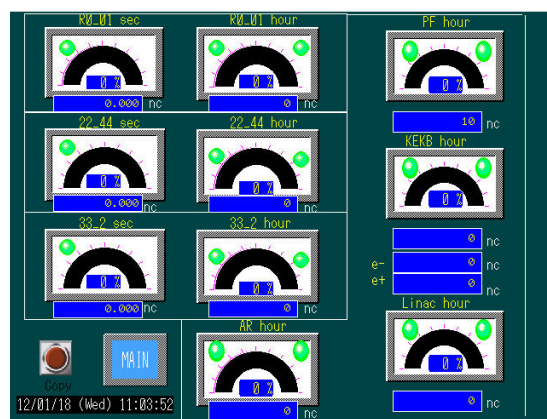


図5 電荷制限システムの専用表示画面。同様の表示が運転操作の画面にも表示される。

このような電荷制限装置が、入射器内のビームラインの主要な場所と、各蓄積リングへのビーム輸送路の、合計7ヶ所に設置されている。測定値はEPICSを通して運転操作の画面にも表示されるが、それぞれのPLCを直接結ぶネットワークを通して、制御室内の専用の画面にも表示される(図5)。装置の健全性を維持するために、毎シフトの引き継ぎ時には積分値が適切に測定されていることを確認し、さらに中長期の停止期間の後の運転前にそれぞれの機器の動作が正常であることを検証している。

運転体制

4月から、恵郷博文氏がJASRI/SPring8から異動して来られ、准教授として加速管グループへ配属になった。今後の長期運転に必要な新規加速管の開発や、加速電圧が低下した加速管の解決のほか、さまざまな入射器の課題に対して経験を活かしていただけると期待している。また、杉村仁志氏がJAEAの原子核実験グループから博士研究員として制御グループへ配属になった。今年度コミッションを開始するダンピングリングの入出射等において、高速データ処理や高速回路の経験を活かしていただけると期待している。

光源リングの運転状況

図1に平成28年度2月6日9:00の立ち上げから運転停止の3月10日9:00までと、平成29年度4月10日9:00から4月18日9:00までの蓄積電流値の推移を示す。平成28年度冬期、PFリングは順調に立ち上がり、2月8日9:00からの光軸確認後ユーザ運転が再開された。冬期は進行方向の4極振動がうまく抑制できていないため、RF位相変調を弱くかけて、ビームライン側での強度変動を極力抑え込んだ。運転は順調で、立ち上げから一度もビームダンプが発生しなかった。平成29年度の春期の運転は、4月10日9:00に再開した。フィルパターンを調整することにより、進行方向4極振動がうまく抑制されてユーザ運転を再開できた。春期の運転は連休中も継続し、5月15日9:00まで実施される予定である。

平成28年度冬期のPF-ARの運転は、新設された直接入射路を用いた6.5 GeVフルエネルギー入射・蓄積、放射線施設検査およびリングの真空光焼きだし等、来期のユーザ運転へ向けた準備のための調整運転に充てられた。

立ち上げ初日2月13日の午後2時過ぎに新入射路に6.5 GeVの電子ビームが入り、スクリーンモニターでビーム軌道およびプロファイルを確認しながら、電磁石パラメータの微調を行ったところ、午後7時にはPF-AR入射点セプタム電磁石Iの手前のスクリーンモニター(SC#15)でビームが確認できた(図2)。

その後、2台のパルスセプタム電磁石IとIIを励磁したところ、セプタム電磁石Iの下流のスクリーンモニター(SC#16)でビームを捉えたが、セプタム電磁石IIの直後(リング直前)のスクリーンモニター(SC#17)ではビームが確認できなかった。スクリーンモニター本体やセプタム電磁石の励磁タイミング、軌道を調査したが、結局なぜ見えないのか不明のままであった(後日SC#17でビームが見えない原因は、カメラを絞りを過ぎていたためであったことが判明した)。SC#17でビームが確認できないという問題はあったが、午後8時20分頃、リングのビーム位置モニターでビームが入射されているのを確認した。そこまで初日の入射調整を終了した。2日目の2月14日は、リン

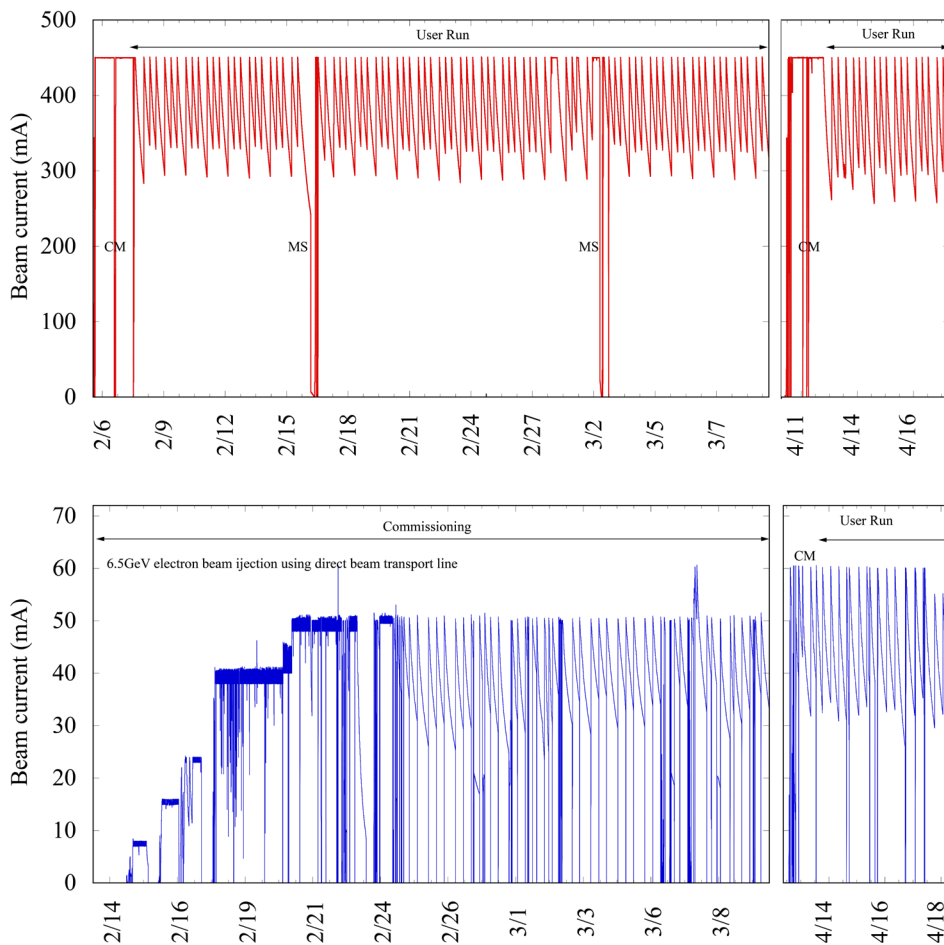


図1 PFリングとPF-ARにおける蓄積電流値の推移を示す。CMはリング立ち上げ調整、MSはリングマシン調整を示している。

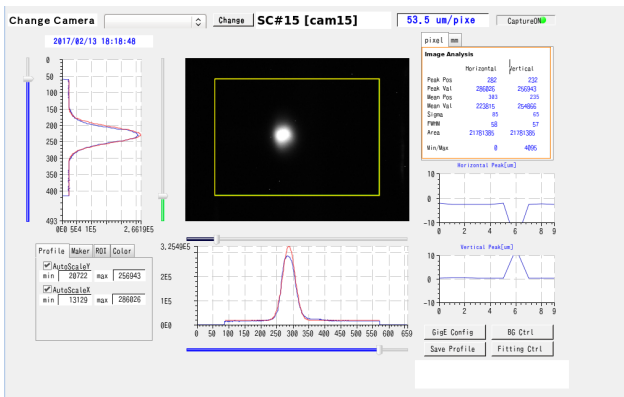
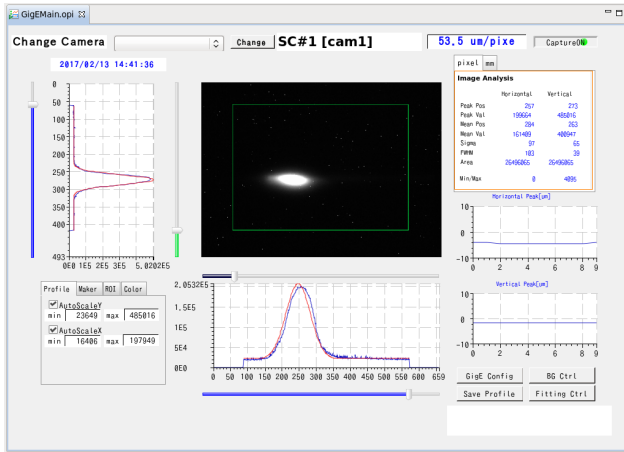


図2 PF-AR 直接入射路におけるスクリーンモニターで捉えた電子ビームの位置とプロフィール。上図が入射路最初のスクリーンモニター (SC#1) で、下図がセプタム電磁石1の手前のスクリーンモニター (SC#15)。

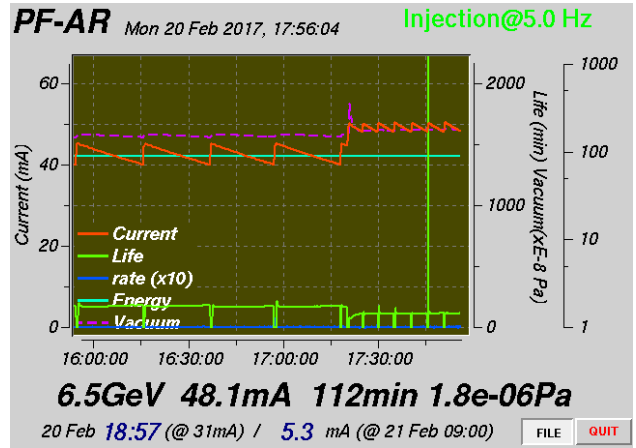


図4 ビーム蓄積電流値 50 mA に到達したときの電流値の推移

グのビーム位置モニターでビームが数ターン周回しているのを確認、RF にパワーを投入して各種調整を行ったところ、午後2時49分に電子ビームがリングに蓄積したことを確認した。そのときの、入射ビーム位置モニターの信号、蓄積後のリングの軌道、蓄積電流値の推移、リング真空度の様子を図3に示す。

ビーム蓄積成功後は、パルス電磁石のタイミングやビームエネルギー、入射位相調整を行うとともに軌道補正を行い、徐々にビーム電流を積み上げて、リングの真空焼き出しを継続した。そして、2月20日午後5時20分頃に、リング改造前のユーザ運転初期ビーム電流値 50 mA の蓄積に成功した (図4)。直接入射路におけるビームロス是非常に少なく、また蓄積リングの電荷捕獲効率も 80% を上

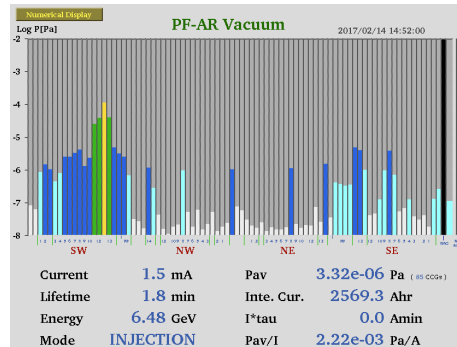
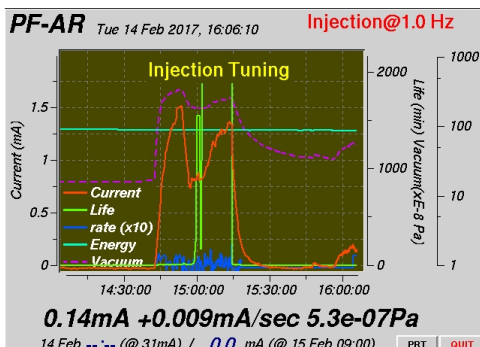
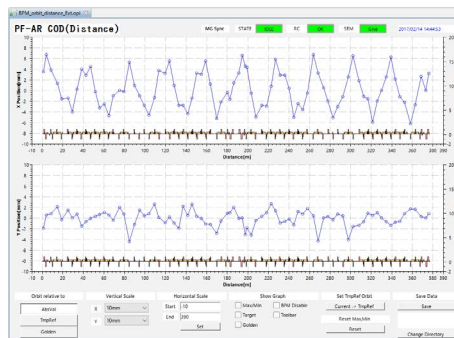
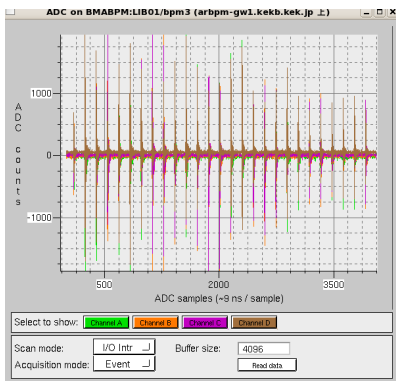


図3 6.5 GeV 電子ビーム蓄積成功時におけるビーム位置モニター、リング真空度およびビーム蓄積電流値の推移を示す

PF-AR光焼出し状況

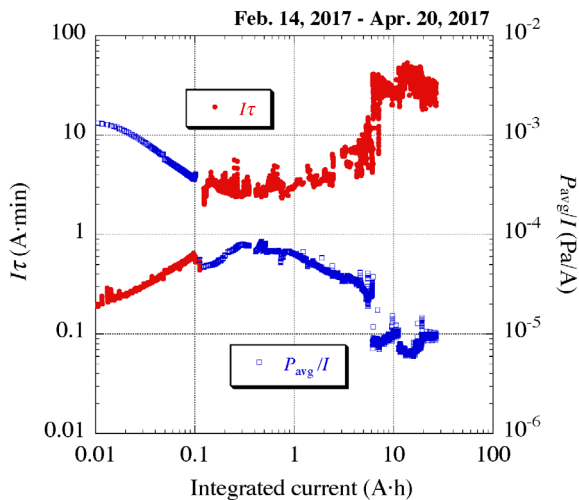


図5 2月14日から4月20日までの積分電流値に対するリング平均真空度/電流値と $I\tau$ 値（ビーム電流と寿命の積）の推移

回り、ビーム入射については従来の3 GeV時より大きく改善し、今後のトップアップ運転実現に向けても明るい兆しが見えた。その後も、リング真空焼き出しを中心に各種調整を継続し、真空度も順調に改善、現時点で60 mA蓄積時にビーム寿命が10時間 ($I\tau \sim 40$ A·min)を超えるまでに回復した(図5)。また、3月1日に放射線施設検査が行われ無事合格するとともに、PF-AR各ビームライン側への光導入も順調に行われた。

平成29年度春期は4月12日9:00から立ち上げ、リングの調整は順調に行われ、4月14日9:00の光軸確認後、約9か月ぶりにユーザ運転を再開した。初期蓄積電流値は60 mAで開始したが、寿命急落の頻度が高いため、現在55 mAに下げて運転を行っている。PF-ARもPFリングと同様、連休中も運転を継続し、5月15日9:00まで実施される予定である。

平成21~28年度の運転統計

表1に平成21年度から28年度までのPFリングの運転統計を示し、それらのデータを棒グラフしたものを図6に示す。平成28年度のユーザ運転時間は、運転経費10%程度の削減のため3000時間をわずかに下回ったが、加速器調整時間をユーザ運転時間に回し約4%の削減にとどめることができた。故障率は例年並みの1%以下を維持でき、一方平均故障間隔(MTBF)は160時間を上回ったことから、安定な運転が行われたといえる。故障の内訳を調べると、やはり老朽化が要因となった電磁石電源や真空ダクトの故障が増加している。また、ビームライン側(特に発光点で有限の分散関数を持つビームライン)では、進行方向4極振動のビーム不安定により強度変動が起こるため、その抑制が課題となっている。さらに、昨年度同様、超伝導垂直ウィグラーで真空リークを伴う故障が再発した。真空シール剤等でなんとか抑制してきたが、秋の立ち上げ運転時に発生したクエンチの影響で、真空ダクトと断熱真空槽の2ヶ所で同時にリークが再発してしまった。このリークもなんとかシール剤で食い止めたものの、今後さらに大きなリークが起こるとリングの運転の継続が危ぶまれたため、秋期の運転停止とともに昇温し、冬期の運転はウィグラーの

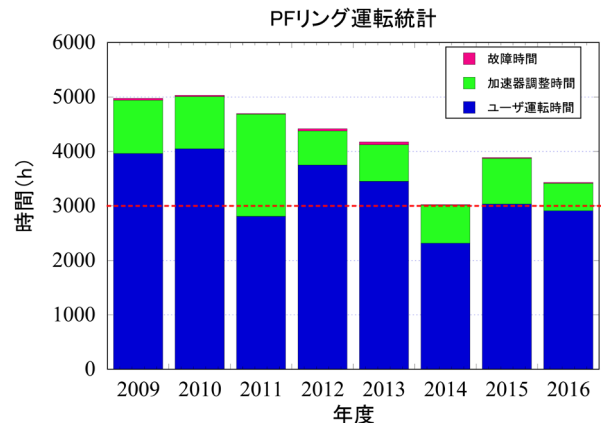


図6 平成21年度~28年度までの8年間のPFリングの運転統計の棒グラフ

表1 平成21年度~28年度までの8年間のPFリングの運転統計

年度	リング運転時間 (h)	リング調整・スタディ時間 (h)	ユーザ運転時間 (h)	故障時間 (h)	平均故障間隔 (h)
2009 (H21)	4,976.0	979.5	3,961.9	34.5	167.0
2010 (H22)	5,037.0	958.7	4,050.8	22.5	226.7
2011 (H23)	4,696.0	1,875.1	2,809.2	11.7	157.3
2012 (H24)	4,416.0	624.0	3,752.9	39.1	164.9
2013 (H25)	4,176.0	672.0	3,451.4	52.6	159.3
2014 (H26)	3,024.0	696.0	2,316.6	11.4	155.2
2015 (H27)	3,888.0	839.6	3,034.0	14.4	132.5
2016 (H28)	3,432.0	504.0	2,910.7	17.3	162.7

表2 平成21年度～28年度までの8年間のPF-ARの運転統計

年度	リング運転時間 (h)	リング調整・スタディ時間 (h)	ユーザ運転時間 (h)	故障時間 (h)	平均故障間隔 (h)
2009 (H21)	5,063.0	542.5	4,445.7	74.8	107.1
2010 (H22)	4,638.5	542.5	4,037.5	58.5	54.5
2011 (H23)	4,131.5	1,162.0	2,941.5	28.0	59.3
2012 (H24)	4,080.0	408.0	3,643.2	28.8	111.3
2013 (H25)	3,912.0	434.0	3,378.4	99.6	74.0
2014 (H26)	2,352.0	360.0	1,955.0	37.0	90.5
2015 (H27)	3,336.0	552.0	2,753.0	31.0	154.7
2016 (H28)	1,821.0	717.0	1,085.7	18.3	84.9

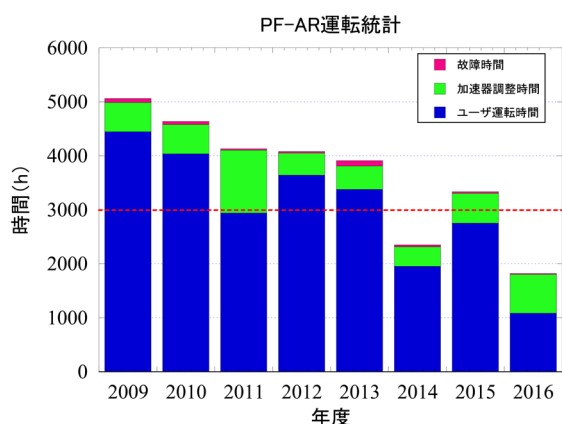


図7 平成21年度～28年度までの8年間のPF-ARの運転統計の棒グラフ

ました。着任当初から現在まで電磁石電源の研究に着手されるとともに、昭和62年から平成7年まではマイクロ波自由電子レーザーの研究も行いました。PF-ARの高度化当時、尾崎さんはKEKBに所属されていましたが、高度化にともなう電磁石電源の新規製作・改修作業にご協力いただき、高度化の成功に貢献されました。平成21年4月には加速器第七研究系に講師となって異動され、平成27年4月に准教授に昇任されました。PF-ARの電磁石電源で起こった故障はほぼ尾崎さんが解決してくださったといっても過言ではなく、リングの安定な運転に多大な貢献されてきました。今後2年間は、特別准教授として、特に後進の育成に力を注いで頂くことを希望しています。これまで尾崎さんが蓄積されてきました電磁石電源に関する知見が、後進に伝承されていくことを切に願っています。

冷却・励磁を行わず常温を保持し、2017年度の停止期間を利用して真空ダクトの更新を行うことを決めた。

表2と図7にPF-ARの運転統計を示す。PF-ARは6.5 GeV 直接入射路の建設・立ち上げを行ったため、ユーザ運転は春期のみ約1000時間程度となった。直接入射路の建設およびリング入射点等の改造は順調に進み、2017年2月13日より立ち上げが行われ、一週間以内に6.5 GeV 入射およびビーム電流50 mAの蓄積に成功した。その後も加速器調整が行われ、3月1日に放射線施設検査に合格した。この合格を受けて、2017年春期より、ユーザ運転を開始することが可能となった。今後は、トップアップ運転やリングの低エミッタンス化へ向けた調整を行っていく予定である。

人の動き

技術職員関係では、新人技術員の江口柊（しゅう）さんが4月1日付けで、加速器第7研究系に配属されました。江口さんには、光源第7グループに所属していただき、挿入光源の技術開発および維持管理を担当して頂きます。

教員関係では、准教授の尾崎俊幸さんが、3月31日を持って定年退職されました。尾崎さんは、昭和59年8月に、高エネルギー物理学研究所加速器部助手として着任し

運転，共同利用関係

PF 2.5 GeV リングの2016年度第3期の運転は，予定通り3月10日に終了しました。PF-ARについては，新設された直接入射路を用いた立ち上げ・調整をこの期間に行い，全ビームラインで放射光が利用できることを確認しました。2017年度第1期は，例年より早く，PFは4月12日，PF-ARは4月14日からユーザー運転を開始し，ともに5月15日の朝まで運転されます。現在は，入射器の大規模な改造工事のために長期シャットダウンに入っており，改造工事の終了後，11月からユーザー運転を再開する予定です。シャットダウンの前に少しでも長く運転時間を確保するために，ゴールデンウィーク中にも運転するという変則的なスケジュールとなり，ユーザーの皆様にはご不便をおかけしました。今回の入射器の改造は，PF，PF-ARに加えてSuperKEKBの2つのリング（HER，LER）の合計4リング全てに対して，任意のタイミングでビームを入射できるようにするためのものです。改造終了後には，PFリングだけではなくPF-ARに対してもトップアップ入射を実現することを目指して，順次立ち上げ・調整が行われる予定です。長期のシャットダウンでご迷惑をおかけしますが，どうぞご理解のほど，よろしく願いいたします。

PFシンポジウム等でもお知らせしていますが，2017年度も昨年度に引き続き厳しい予算状況となっております。その状況下でも放射光を利用した研究のアクティビティを維持するために，PFについては第2期（11，12月）と第3期（1-3月）にできるだけ運転を行い，年間で3000時間程度のユーザー実験時間を確保する予定です。PF-ARについては，現段階で第3期の運転を行うための予算が確保できていませんが，今後，予算獲得の努力を行い，できる限り第3期にも運転を行うことを目指していきます。

ビームライン改造等

2017年度より，大学共同利用機関法人に係る重点支援として，「放射光施設ビームラインを活用した産業界等におけるイノベーション創出の推進」が認められました。この予算を利用して，現在は施設内での実験手法開発等に用いているBL-19の全面的な更新（挿入光源，ビームライン，実験装置）を行うことを提案し，3月15日に開催された放射光共同利用実験審査委員会（PF-PAC）全体会議で承認されました。このビームラインは軟X線領域の可変偏光アンジュレータと入射スリットレスの可変偏角不等刻線間隔回折格子型分光器で構成され，2つのブランチのうちの一つに，産業界，学術界双方から需要の高い走査型透過X線顕微鏡（STXM）を設置し，もう一つのブランチをフリーポートとする予定です。この内容は，2017年1月16，17日に開催されたPF研究会「PF挿入光源ビームラインBL-19の戦略的利用に関する研究会」における議論などを

もとに計画されたものです。2017年度はアンジュレータの製作，2018年度にアンジュレータの設置とビームラインの建設を行い，2019年度に実験装置の新規製作と並行して，既存の装置を用いた共同利用実験を開始する予定です。

また，すでにWeb等でお知らせしておりますように，縦偏光した高エネルギーX線を供給しているBL-14の超伝導ウィグラーにおいて，蓄積リングに設置されているビームダクト，および，超伝導電磁石を冷却する液体ヘリウム断熱真空部の2か所にリークが繰り返し発生したため，急激な真空悪化による重大なトラブルを避けるために，2016年度第3期よりビームラインを閉鎖しております。5月の運転停止後，これらのリーク個所を含むビームダクト全体の交換作業を行い，2017年度第2期からユーザー実験を再開する予定です。

将来計画に関する取り組み

3月14，15日に量子ビームサイエンスフェスタが開催されましたが，その中で，3月15日にはPFシンポジウムが，また，3月13日にはサテライトミーティングとして第2回KEK放射光ワークショップが，それぞれ開催されました。ワークショップでは主に，施設運営とエンドステーションに関する議論を行い，KEK放射光における利用形態や人材育成について，また，今後エンドステーションをどのように検討していくかについて，ユーザーの皆様と議論を行いました。PFシンポジウムでも，約3時間の「KEK放射光」のセッションにおいて，計画の実現に向けた取り組みや2016年10月に公開されたCDR ver.1の紹介とともに，KEK機構長を迎えての意見交換や，13日のワークショップを受けた議論を行いました。これらの議論を活かして，KEK放射光計画をより魅力的なものにしていきたいと考えております。

CDRにつきましては，公開以降，パブリックコメントや新たな実験の提案の募集，放射光学会の特別委員会での検討などを行ってきました。このたび，パブリックコメントで寄せられたご意見や新たなサイエンスの提案，およびワークショップでの議論を反映させるとともに，この半年間の検討の進捗を踏まえてCDRを改訂し，CDR ver.1.1を作成しました。放射光学会の特別委員会からは間もなく，専門的な見地に立ったご意見をいただける予定ですが，その内容を十分に検討してCDRに反映させるには，かなりの時間を要すると考えられますので，今回の改訂はマイナーチェンジにとどめ，ver.1.1としております。また，4月5，6日に開催された，主に光源加速器に関するMachine Advisory Committeeにおける指摘事項についても，十分な時間をかけて検討する必要があります。これらのことを踏まえ，今後十分な検討を行った上で，CDRの本格的な改訂を行っていききたいと考えております。

人事・組織関連

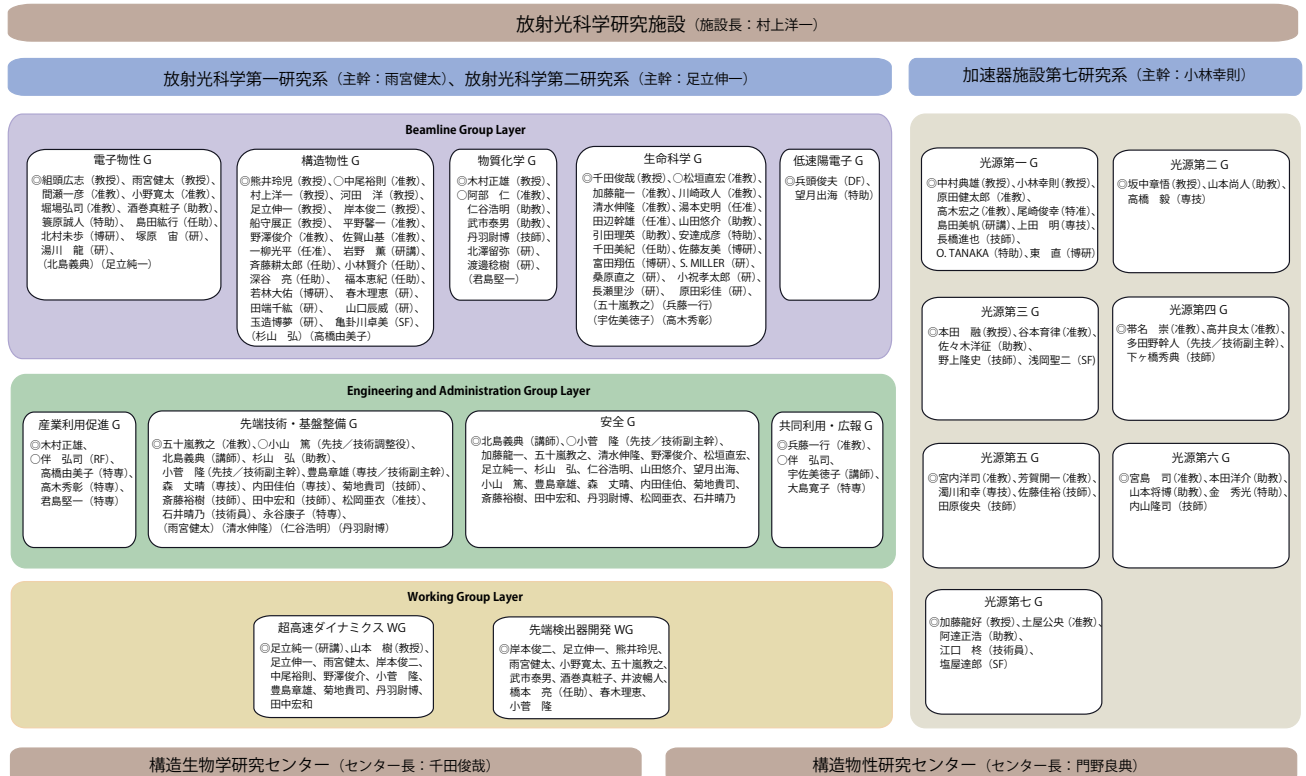
新年度を迎え、多くの人事異動がありました。長年にわたってPFにおける高圧力科学を支えてこられた亀卦川卓美准教授が、定年を迎えられました。今後も引き続き、シニアフェローとして、高圧ビームラインのサポートをしていただきます。電子物性グループの特任助教の小林正起さんが東京大学、井波暢人さんが名古屋大学、物質化学グループの博士研究員の高橋慧さんが青山学院大学、生命科学グループの特任助教の西條慎也さんが日本アクシス、研究員の佐藤優花里さんが東北大学、鈴木喜大さんが茨城高専、西川洋祐さんが第一三共ノバーレへ、それぞれ異動されました。新しい職場での皆さんのますますの活躍をお祈りします。

次に新たにPFのメンバーに加わった皆さんを紹介します。電子物性グループの特任助教として島田紘行さんが着任され、アンジュレータ軟X線を用いた光電子の運動量画像測定法の開発を行うとともに、X線自由電子レーザーを用いた超高速光電子回折法の開発に関する研究に従事します。生命科学グループの博士研究員として富田翔伍さんが着任され、主にX線小角散乱を用いたソフトマテリアル材料の構造と物性・機能の相関に関する研究を推進されます。構造物性グループの研究員として山口辰威さんが着任され、光励起された強相関電子系のダイナミクスを扱う

非摂動的な理論手法の開発に従事されます。同じく構造物性グループの研究員として玉造博夢さんが着任され、中性子散乱を軸として、放射光やミュオン等を併用しながら、主として材料中の水素の状態に関する研究を推進されます。物質化学グループの研究員として渡邊稔樹さんが着任され、分光顕微法を中心とした材料の heterogeneity 観察と評価の研究に従事されます。また、これまで構造物性グループの研究員をされていた福本恵紀さんが特任助教として着任され、これまでに引き続き、放射光とパルスレーザーの連携による精密計測のための実験および装置開発に従事されます。

最後になりますが、物構研広報室の餅田円さんが東京大学へ異動され、新たに深堀協子さんが着任されました。また、PF事務室でユーザーサポート等をしてくださっていた倉持慶子さんが退職され、5月から沼崎沙織さんが着任されました。

なお、2017年度より、従来の先端技術・基盤整備・安全グループを改編し、先端技術・基盤整備グループ（グループリーダー：五十嵐准教授）と安全グループ（グループリーダー：北島講師）といたしました。これは、安全グループを独立させることによって、安全に関する取り組みを、より明確にするためのものです。図1に5月現在の組織図を掲載します。



※役職が記載されているものが主務。（氏名）は併任を表す。◎（ワーキング）グループリーダー ○サブグループリーダー
 特定：特定教授、特教：特別教授、准教：准教授、任准：特任准教授、研講：研究機関講師、特助：特別助教、任助：特任助教、RF：学術フェロー、博研：博士研究員、研：研究員、先技：先任技師、専技：専門技師、准技：准技師、特専：特別技術専門職、DF：ダイヤモンドフェロー、SF：シニアフェロー

図1 組織図（2017年5月現在）

放射光科学研究施設マシンアドバイザー委員会 (PF-MAC) 開催報告

加速器第七研究系研究主幹 小林幸則

2017年4月5日～6日、放射光科学研究施設マシンアドバイザー委員会 (Photon Factory Machine Advisory Committee : PF-MAC) がつくばキャンパス4号館2階輪講室1&2で開催されました。この委員会は、次期放射光計画 (KEK 放射光; KEK-LS) の概念設計書 (CDR ver.1) について、特に加速器パートについて技術的な評価をしていただき、提案・助言をいただくことが主要な目的で、世界で活躍されている光源加速器専門家、下記6名で構成されました。

<委員>

Michael Borland 博士 (APS, USA : 委員長)
Simon Leeman 博士 (LBNL, USA)
Richard Walker 博士 (Diamond, UK)
Toshiya Tanabe 博士 (NSLS-II, USA)
Zhentang Zhao 博士 (SSRF, SINAP, China)
Masahiro Katoh 博士 (UVSOR, Japan)

初日起首、山口加速器施設長並びに山田物構研所長の開催挨拶で始まり、その挨拶で委員会質問事項が4つ示されました。

<質問1>

KEK-LS 計画は世界最先端かつ早期に実現可能な中型放射光施設計画であると評価できるか?

<質問2>

KEK-LS の基本設計 (ラティス設計その他) に重大な問題はないか?

<質問3>

KEK-LS のフルスペックでの安定運転を達成するために、優先的に取り組むべき技術的課題は何か?

<質問4>

KEK-LS の低エミッタンス、高コヒーレント比を十分に生かして高輝度光を発生する挿入光源が提案されているか?

その後、村上放射光施設長からの放射光施設の現状とKEK-LSの概要が説明され、引き続き CDR ver.1 に記述されているサイエンスケース、ビームライン、光源加速器についての発表が午前中に行われました。午後からは、光源加速器の各要素技術開発 (ラティス設計、ビームダイナミクス、電磁石、挿入光源、高周波加速システム、真空システム、ビーム診断システム、建屋・インフラ設備) についてのこれまでの検討状況を含めた発表が行われました。これらの発表について、各委員と発表者・参加者の間で活発な質疑・応答が交わされ、非常に貴重な時間を共有することができました。

2日目は、放射光執行部・光源系参加者との議論の時間を持ち、その後は委員だけの非公開のセッションとして、質問事項への回答を含めた報告書を作成していただく時間に充てました。評価委員会からのレポート (Closed Comments) はパワーポイントのスライドで約20ページに及んでいて (今回は記述できませんが)、大変詳細に質問事項への回答や光源加速器の各要素技術開発に関する提言・助言が記述されています。現在、委員からの最終報告書の提出を待っている段階です。この報告書は事務的な手続きが行われた後、Webに掲載される予定です。



図1 PF-MACの集合写真 (4号館1階セミナーホール前)、1列目左3人目から順に、Toshiya Tanabe 博士 (NSLS-II, USA)、Richard Walker 博士 (Diamond, UK)、Simon Leeman 博士 (LBNL, USA)、Michael Borland 博士 (APS, USA : 委員長)、Zhentang Zhao 博士 (SSRF, SINAP, China)、Masahiro Katoh 博士 (UVSOR, Japan)。

PF BL-14A におけるデータ主導の軌道波動関数決定法の開発

坂倉輝俊¹, 石川喜久², 木村宏之¹, 野田幸男^{1,2}, 竹中康之³, 田中清明⁴, 岸本俊二²

¹ 東北大学多元物質科学研究所, ² 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所,

³ 北海道教育大学函館校, ⁴ 名古屋産業科学研究所

Development of Data-Driven Orbital Wave Function Determination at PF BL-14A

Terutoshi SAKAKURA¹, Yoshihisa ISHIKAWA², Hiroyuki KIMURA¹, Yukio NODA^{1,2}, Yasuyuki TAKENAKA³,
Kiyooki TANAKA⁴, Shunji KISHIMOTO²

¹IMRAM, Tohoku University, ²IMSS, High Energy Accelerator Organization,

³Hokkaido University of Education Hakodate Campus, ⁴Nagoya Industrial Science Research Institute

Abstract

単結晶X線回折法はデータ主導で結晶の未知構造を解き明かす手法としてこれまで用いられてきた。しかしながら、原理上はデータ主導で軌道波動関数を解き明かす手法である。この理想と現実とのギャップを埋めるのはデータ計測と解析の両面において「精度」と「確度」を追求する事である。今回、PF-BL14Aにおいて、多重散乱回避測定と特製の複数素子積層型のAPD検出器を用いる事で、計測におけるこれらの課題を克服した。また、解析においても軌道波動関数を直接的に取り扱い解析するソフトウェアを開発する事で文字通りのデータ主導の軌道波動関数計測法が可能となりつつある。

1. はじめに

X線結晶構造解析は100年の歴史を持ち、計算機の発達した今日では未知の結晶構造を解く上で不可欠なツールとなっている。その原理は「結晶内の電子密度分布をフーリエ変換するとこれが回折X線の振幅を与える式となる」という事に基づいている。回折X線の振幅は回折強度の平方根で与えられるので、観測したあらゆるBragg点の振幅を説明できるような電子密度分布を統計推定で復元できれば、結晶内の電子密度分布すなわち結晶構造が解けた事になるのである。通常のX線回折で得られる独立な情報を含むデータ点の数は一般には数千点以上に上り、この膨大な情報量が結晶構造についての理論予測に非依存な解を得る事を可能としている。未知の結晶構造を解く手続きは定型化されており、今やデータさえ得られれば結晶構造を解明できると言っても過言ではなくなっている。このような意味においてX線回折法は「データ主導で未知の結晶構造を決める手法」と言える。

しかしながら、「結晶内の電子密度」＝「結晶構造」という解釈は少し粗っぽく、古典的なイメージである。より厳密には「結晶内の電子密度」＝「結晶内の軌道波動関数の二乗」である。すなわち、X線結晶構造解析法とは「データ主導で軌道波動関数の二乗を決める手法」と言ってもよい。今日の物質科学研究は第一原理計算等により求めた波動関数を的確に批評し得る計測法を必要としており、X線回折はこの理想に最も近づける可能性を秘めた類稀な手法と言える。

それでは何故、これまでのX線回折法ではそれが出来なかったのだろうか。それは計測と解析の両面において「精

度」と「確度」が足りていなかったという事に尽きる。ここで精度とはある計測を行う際にその値がどの程度のばらつきを持って観測されるかを指す言葉であり、確度とは真の値に観測値がどの程度近いのかを表す言葉である。従って、的を狙った際に100%の確率で的の中心から遠く外れた同一点に当たるような射的の場合には、精度は高いが確度は低いと言える。

まず、計測という観点から見た場合、今日の計測技術において確度を低くしている主要因は多重散乱の混入である。多重散乱は上述のX線回折の原理の範疇では説明できないメカニズムによって起きるので、系統誤差を与える。他の系統誤差には吸収や消衰効果等が挙げられるが、これらは適切な補正法が確立されており、一般には除去されている。これに対し、多重散乱は理論的に取り扱いが煩雑であるという理由から補正や回避が適切に行われて来なかった。精度を低くしている主要因は統計精度の不足である。統計精度を高めるには高輝度光を用い、それを数え落とさない検出器を使う必要がある。しかしながら、旧来のシンチレーションカウンター等の検出器では計数の飽和による数え落としを生じるのが一般であった。

また、解析という観点から見た場合、精度については解析ソフトウェア内で用いる浮動小数点に倍精度を採用する事とデータの桁数に注意を払いさえすればそれほど問題になる事は無い。しかしながら、確度については大いに問題があった。それは前述の「結晶内の電子密度」＝「結晶構造」という見方で結晶構造解析ソフトウェアが組まれており、電子密度を闇雲に高次の展開関数系を使って表現しようという発想が採用されているからである。フィッテ

イングすべき電子密度は3次元的な広がりを持っているので、闇雲にフィッティングしたのでは「データ数」>「パラメータ数」の関係が満たされなくなる上に、高次項と低次項の間でのパラメータ間の相関が強くなり、一次従属性が出て来る。これでは適切な解に収束しない。また、専門的な話になるので簡単にしか触れないが、今日に至るまで精密データの解析の定石法として君臨している Hansen & Coppens の多極子展開法 [1] では、球対称な電子密度で表現しきれずに残った正と負の値を持つ電子密度を双極子や四重極子などの高次分極関数の展開で表現するが、その動径分布関数はソフトウェアユーザー自身が次元の等しい極毎に一つの Slater Type Orbital (STO) で与えて解析する必要がある。これはとてつもない難題で、そのような STO を適切に与えられるのであれば、既に軌道波動関数の形状は解明済みであろうと思う程度である。また、このようなモデルで解析された電子密度から量子論的描像に適切に変換する事も同様に難題である。電子密度は軌道波動関数の二乗で表わされるのであるから、その数学的体系を重視して表現型を構成しない限り最大限の情報抽出と量子論的描像での理解には繋がらない。波動関数の満たすべき表現は場の対称性という観点から、数学的にある程度絞り込むことが可能である。その先の波動関数決定のプロセスにおいてエネルギー最適化という手法を選べばそれは第一原理計算になり、X線回折により得られたデータへのフィッティングという手法を選べば我々の開発している「データ主導の軌道波動関数決定法」となる。この方向性であれば、他手法から得られた見も統合的に解析に組み込み、「マルチプローブによるデータ主導の波動関数決定法」への発展も視野に入れる事が可能である。この場合には、それらの手法間の関係性を記述した数式が必要となる。そのような式も基本的には近似のレベルを下げて、波動関数でモデルを記述する方向性である事が多いと考えられる。このように、より厳密で開発コストの大きなソフトウェアが計測の現場で必要となって来ており、これに取り組みない限りこれまでの計測限界を越えられないのが現状と言える。

このように「個々の計測手法が相互にどう繋がり、データ主導の波動関数決定法へと発展すべきか」という視点に立つと、波動関数で直接的に回折X線の振幅を記述し、実測と突き合わせるという方向性はその初歩であり重要である。我々は BL-14A の水平型4軸回折計と Avalanche Photodiode (APD) 検出器を用いてこの問題の解決に取り組んで来た。

2. BL-14A：水平型4軸回折計とAPD検出器

田中、竹中、坂倉の3人がBL-14Aを使い始めたのは今から10年程前の事である。BL-14は世界で唯一の垂直ウィグラーを採用しており、BL-14Aでは縦偏光を利用した水平型4軸回折計を利用できる。水平型4軸回折計の強みの一つは検出器や回折強度計測時の結晶の回転軸が鉛直方向にあり、重力の影響を受けない安定したスキャンスピードと高速な軸の移動が可能であるという事である。また、

4軸回折計は多重散乱の回避を可能とする。ある逆格子点が回折条件を満たすような入射光と結晶方位の幾何学的位置関係は一定の軌跡を描くため、ある種の任意性がある。この軌跡上で最も多重散乱の混入が抑えられると予測される点をコンピューターシミュレーションにより算出し、その幾何学的条件下で高精度データを計測するのが多重散乱回避法であり、そのソフトウェアは田中等により開発された [2]。この計測が実現可能な回折計はオイラー角の3軸独立回転機構を結晶回転のために備えている必要がある。X線結晶構造解析データを取得する上で、今日の一般的なデザインとなっている結晶回転に2軸しか備えていない回折計では、結晶回転の自由度が不足し、このような計測は不可能である。このような放射光ビームラインとして極めて稀な条件が揃っていた事からこのビームラインでの軌道波動関数計測の研究に着手した訳である。

この研究で最も重要な役割を果たしたのは、岸本等の開発した複数素子積層型の APD 検出器である [3]。4軸回折計で通常用いるのはシンチレーションカウンター (SC) であるが、この検出器では数 10 Kcps 迄しか信頼できる計測は行えず、これを超える回折強度が観測されてしまう場合には減衰板と呼ばれる金属箔を光路に差し挟み、わざわざ強度を落として計測する。これに対し複数素子積層型の APD 検出器は 100 Mcps に至るまではこのような減衰板を必要とせず、高輝度光を活かした高精度な計測が可能であった。

もう一点、このビームラインの優れていた点は回折計以外の大部分が研究者たちによる製作物であったという事である。制御ソフトウェアもユーザー自身が管理できる形になっており、ブラックボックス化されている部分は無かった。竹中が制御ソフトウェアの維持管理を担当し、坂倉がデータリダクションソフトウェアの整備を主として担当する形で精度と確度の追求は進んだ。以下では坂倉、岸本、石川、木村、野田によって行われた上記技術開発の評価実験の結果を紹介する。

3. 計測における課題の克服

BL-14A で APD 検出器を用いて計測を行った際に多重散乱回避の有無により計測強度にどの程度の差が出るのかを Fig. 1 に示す。計測条件の詳細は Table 1 に示した。Fig. 1 の横軸は多重散乱回避を行った場合の回折強度で縦軸は多重散乱回避を行わなかった場合の回折強度である。測定試料は YMn_2O_5 である。a- 映進面と b- 映進面による禁制反射と、比較的強度の弱い許容反射の強度が、多重散乱回避を行わない場合には強めに出る傾向が見て取れる。多重散乱は強度の増減の双方に働き得る効果であるが、本来観測されるべき強度が零に近い程、強度を増す方向にしか寄与しなくなる。大方の電子が回折波の振幅を弱め合うように作用する中で、異方的に分布する電子のみが強めあうならば、異方的な電子密度の回折波の振幅への寄与率は高い。しかしながら、このような反射の強度は当然ながら弱いので、この領域の強度が多重散乱による系統誤差に埋もれる

Table 1 Experimental details of the data used for Fig.1 and 2.

λ	0.7538 Å
Temperature	RT
Chemical formula	YMn ₂ O ₅
Spacegroup	<i>Pbam</i>
Number of reflections	all / independent
allowed	1080 / 305
a-glide extinc.	68 / 28
b-glide extinc.	79 / 24
Completeness	1.0
Measured space	4 octants (+++ , -+- , +-+ , +++)
Redundancy	3.45
$2\theta_{\max}$	50.5°
$N_{\text{parameters}}$	45
Refinement Software	JANA2006

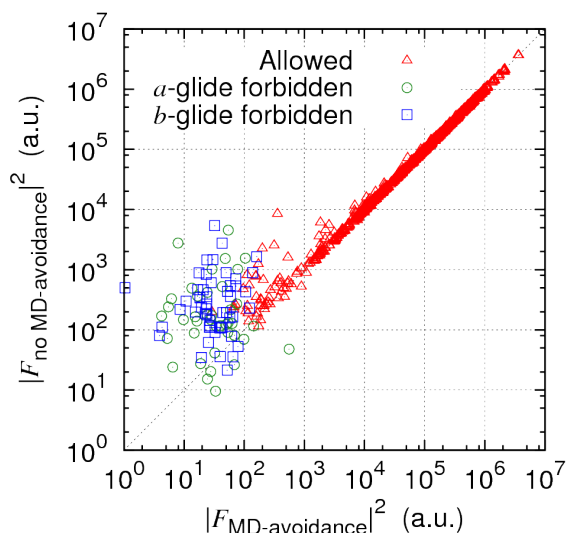


Figure 1 Difference of LP-corrected intensities between multiple-diffraction (MD) avoided measurement and no MD avoided one for YMn₂O₅ single crystal.

と価電子などの異方的な情報を得る事は出来ない。多重散乱の回避を行っていない通常の測定法では電子密度の異方性に関する詳細は信頼できるものではないと言える。Fig. 1 に示した各々のデータで結晶構造を解いた後に実測から解析モデルによる計算値の差を取って得られた差フーリエ合成による差分の電子密度分布を Fig. 2 に示す。(a) は多重散乱回避を行った場合、(b) は多重散乱回避を行わなかった場合である。実測と解析結果との差分は理想的な測定では零になるが、(b) では黄色で示した正や水色で示す負の電子密度が多く残り、系統誤差によるノイズが顕著である。また、解析によって得られた各原子の 90% の存在確率密度を示す熱楕円体も図中に描画してあるが、その形状も (b) では (a) に比較して若干扁平になっている。これも系統誤差によるノイズが解析結果に反映されたためと考えられる。

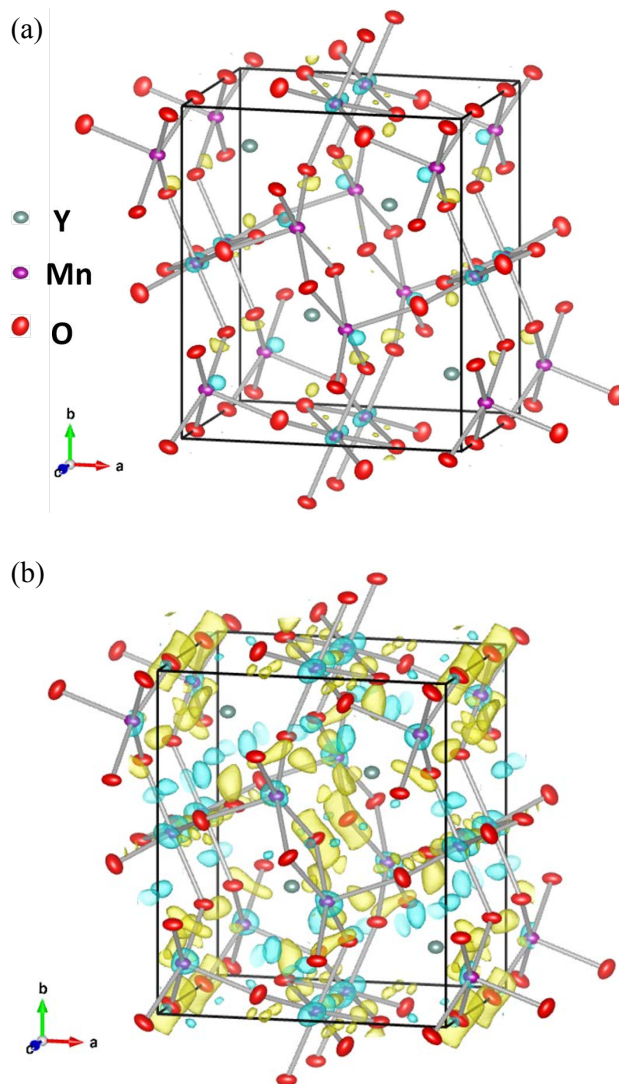


Figure 2 Residual electron density maps of YMn₂O₅ for (a) MD-avoided measurement and (b) no MD-avoided one. Isosurfaces in yellow is +0.3 eÅ⁻³ and in sky blue is -0.3 eÅ⁻³. Atoms are shown as 90% probability density surface and Mn-O bonds are illustrated as sticks. Highest peaks are +0.35 eÅ⁻³ for (a) and +0.70 eÅ⁻³ for (b), and deepest holes are -0.42 eÅ⁻³ for (a) and -0.56 eÅ⁻³ for (b).

次に、統計精度の重要性についてであるが、検出器の数え落とし率を同程度に抑えた条件で比較すると APD 検出器は SC に比して 1000 倍もの計数を可能とする。この評価実験についての結果の詳細は別の機会に示す事にするが、SC での計測では統計精度が不足 Fig. 2 と同様にノイズに埋もれるという結果が得られる。現在 BL-14A では一般的な計測条件であれば一日に 5000 点のデータを計測でき、大抵の試料では 1~3 日の計測を行っている。従って、SC では非現実的な計測になる事が容易に理解できよう。

このようにして「確度」と「精度」を高めるとどのような計測が可能となるのかを Fig. 3 に示す。Fig. 3(a) は KNiF₃ の差フーリエ合成図で、球対称な中性原子と調和熱振動モデルを用いて解析した後の実測とモデルとの差分の電子密度を示している。最小二乗法には「立てられたモデルで表現できる範囲で可能な限り実測を再現できるように

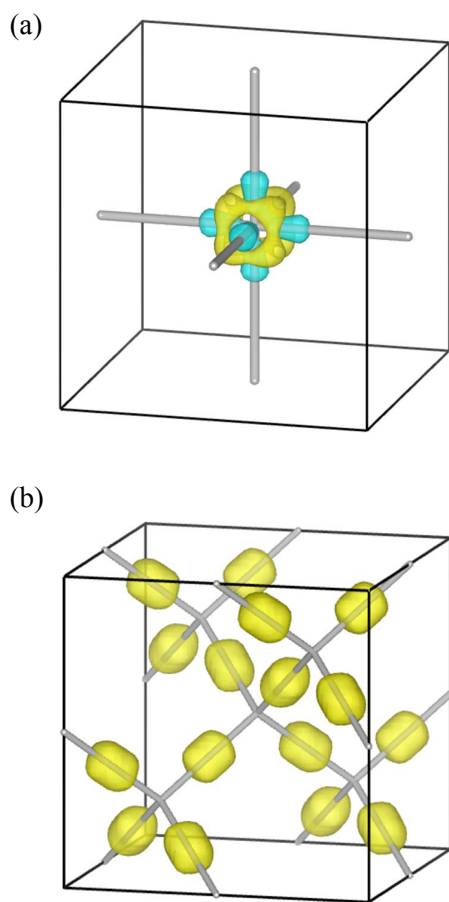


Figure 3 Residual electron density maps of (a) KNiF₃ and (b) Si. The both maps are calculated after a refinement using neutral and spherical atomic model. The central atom in (a) is Ni and Ni-F bonds are shown as sticks. For (b), Si-Si bonds are illustrated as sticks. Isosurfaces are +0.4 eÅ⁻³ (yellow) and -0.4 eÅ⁻³ (sky blue) for (a) and +0.1 eÅ⁻³ (yellow) for (b). Negative isosurfaces are omitted in (b).

フィッティングする」という性質があるので、この手の差フーリエ合成図では電子密度の零点は信用できないが、どのような異方性が実測データに含まれているのかは明瞭に検出できる。図中に黄色で示した正の残渣は Ni-3d⁸ の t_{2g}⁶ に由来の電子密度を示しており、水色で示した負の残渣は e_g² のホール軌道に対応する事が理解できる。このように異方性に関する理論予測を一切利用せずに、データ主導で見えるべき異方性を明瞭に検出できる訳である。Fig. 3(b)には全く同様にして得られた Si の差フーリエ合成図から、正の残渣電子密度のみを描いたものを示す。σ ボンドが明瞭に検出できている。BL-14A は軌道波動関数の直接的な計測に堪えるデータ計測を行えるビームラインとなった。

4. 解析における課題の克服

上述のように計測における課題が概ね解決した事から、「軌道波動関数を直接的に取り扱う解析法の確立」が残された課題となった。これを実現するための理論体系は田中等によって 2008 年に纏められており、X-ray Atomic

Orbital Analysis (XAO 解析法) と命名されている [4]。この理論に基づくソフトウェアの開発に坂倉が着手したのは 4 年近く前の事である。軌道波動関数を直接的に用いて軌道散乱因子を計算し、それを実測と比較するという一方向だけの計算であればソフトウェア開発はそれ程難しくはない。しかしながら、軌道波動関数の線形結合係数や動径波動関数の伸縮因子といった階層構造の最下層に位置する様なパラメータを最小二乗法で決めるとなると構造は複雑になる。各パラメータに関しての微分係数の計算を行うだけでも深い階層構造を持つので計算するタイミング等にも注意が必要である。このタイミングを間違えると 10 倍、100 倍といった計算時間を要するようになり、実用に堪えなくなる。また、ユーザー定義のパラメータ間の一次従属性を記述した数式を構文解析して二分木で保存しておくような関数電卓の作製と埋め込みも必要である。他にも独立な変数の微係数のみを行列に転送したり、各サイクルで求めた変数をパラメータにフィードバックしたりする変数管理システム等々、アプリケーションソフトウェア開発としての高度な技術が必要とされる。また、消衰効果の補正等のこの分野の理論にも勿論習熟していなくてはならず、アイデアを形にするのが何とも面倒であった。

こうして面倒な開発の末に何とか軌道波動関数を直接的にモデリングして解析できるようになったソフトウェアを使い YTiO₃ の実測データに対して Ti-3d¹ の軌道波動関数の決定を行った。得られた軌道波動関数の電子密度分布を Fig. 4 に示す。図中の結合は Ti-O 結合のみを示し、Y 原子は省略している。尚、Fig. 4 は得られた軌道波動関数を二乗して直接描画したのではなく、一度フーリエ変換する事で散乱因子に直し、熱振動の影響も畳み込んだ上で再度フーリエ逆変換を行って得られたものである。精度と確度を高めれば、これ程高精細に X 線回折で電子を捉える事が理

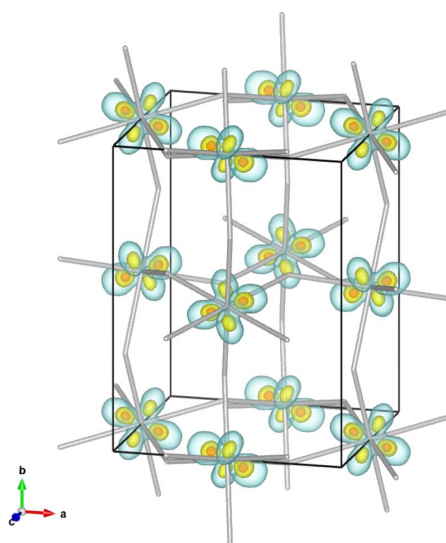


Figure 4 Electron density distribution of orbitally ordered Ti-3d¹ in YTiO₃ calculated from the experimentally determined orbital wavefunction. Isosurfaces are +1.0 eÅ⁻³ (red), +0.6 eÅ⁻³ (yellow), and +0.2 eÅ⁻³ (sky blue).

論上可能な訳である。図中に示した電子密度の等数値面は水色、黄色、赤の順で高くなっている。この結果の意味する物質科学研究としての詳細は執筆中の原著論文に譲る事にして、本稿では単結晶X線回折法から、データ主導で Fig. 4 に示すような軌道波動関数の決定が出来るような時代が正に到来したという事だけ紹介しておく。我々がこの解析で行った事は、先ず、群論と結晶場理論等から考えて確かな情報 (t_g 軌道への e_g 軌道の混成までは考慮の必要がない) を使って解の存在域を絞り込み、次に χ 二乗分布の最小化を行う事でエネルギー最適化を用いる事なく、実測から軌道波動関数を決定したという事である。このように数学的、物理学的制約や他手法から得られた確かな情報等を取り込み、第一原理計算に非依存で実態を解明する事が計測の目指すべき姿であろうと考える。勿論、単一の手法では得られない情報もある。その際は他手法を用いる事で解の存在域の絞り込みを行う訳である。

余談になるが、本稿の読者の一部には最大エントロピー法 (MEM 法) も我々の手法と同じ事の出来る類似の手法と思われる方が見えるかもしれない。しかしながら、現行の MEM 法はここで述べたような最尤推定法等を用いて回折波の位相を復元し終えたデータに対してしか用いる事が出来ない。また、現行の MEM 法のやり方では密度分布をパラメータとして扱っているので量子論的な描像を得る事が出来ない。量子論的な描像を得るためには用いる場所の見直しが必要である。また、MEM 法は、知り得る限りの確かな情報に欠けて適切なモデルを解析的な表現として数学的に記述しにくいような物質でこそ威力を発揮する事にも注意したいところである。

5. おわりに

本稿では、我々がこのような方向性を選んで地道なバグ出しに取り組んできた理由と、それによりどのような計測と情報抽出が可能になって来たのかについて簡単に紹介させて頂いた。精度と確度を追求する事の重要性と、そのために必要とされる系統誤差や統計誤差の切り分けや、洗練されたハードウェアとソフトウェアの両者を揃えていく事の重要性を、本稿で多少なりともお伝えできたなら幸いである。

尚、このような成果が得られるようになったのは世代を超えたバトン繋ぎとご支援があったからであり、関係者の皆様に感謝申し上げます。制御ソフトウェアは当時 NIMS の博士研究員であられた J. R. Hester 博士から引継ぎ、BL-14A での計測のノウハウは石澤伸夫名誉教授にご教授頂いたのが始まりです。また、 YTiO_3 の軌道秩序観測に関する研究は十倉好紀教授との共同研究によるものです。

本研究は基盤研究 (A) 21244051, 挑戦的萌芽研究 23654098, 基盤研究 (B) 24340064, および基盤研究 (A) 15H02038 の支援の下に行われました。

引用文献

- [1] N. K. Hansen and P. Coppens, *Acta Cryst.* **A34**, 909 (1978).
- [2] K. Tanaka, S. Kumazawa, M. Tsubokawa, S. Marumo and I. Shirovani, *Acta Cryst.* **A50**, 246 (1994).
- [3] S. Kishimoto, N. Ishizawa, and T. P. Vaalsta, *Rev. Sci. Instrum.* **69**, 384 (1998).
- [4] K. Tanaka, R. Makita, S. Funahashi, T. Komori and Zaw Win, *Acta Cryst.* **A64**, 437 (2008).

(原稿提出日: 2017 年 3 月 22 日)

著者紹介

坂倉輝俊 Terutoshi SAKAKURA

東北大学多元物質科学研究所 助教

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL: 022-217-5354

FAX: 022-217-5353

e-mail: sakakura@tagen.tohoku.ac.jp

略歴: 2011 年名古屋工業大学大学院工学研究科博士課程修了, 2011 年東北大学多元物質科学研究所助教。博士 (工学)。

最近の研究: 単結晶 X 線回折法による軌道波動関数決定法の開発。

石川喜久 Yoshihisa ISHIKAWA

物質構造科学研究所 特任助教

〒319-1106 茨城県那珂郡東海村大字白方 203-1

TEL: 029-284-4771

FAX: 029-284-4899

e-mail: yoshihisa.ishikawa@j-parc.jp

略歴: 茨城大学理学部卒, 東北大学大学院理学研究科博士前期課程修了, 茨城大学大学院理工学研究科博士後期課程修了 (理学博士), 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 研究員を経て現職。

最近の研究: Rietveld 解析及び MEM ソフトウェア開発。高イオン導電体, 強誘電体の構造物性研究。

木村宏之 Hiroyuki KIMURA

東北大学多元物質科学研究所 教授

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL: 022-217-5352

FAX: 022-217-5353

e-mail: kimura@tagen.tohoku.ac.jp

略歴: 東北大学理学部卒, 東北大学理学研究科卒 理学 (博士), 東北大学科学計測研究所助手, 東北大学多元物質科学研究所助教・准教授を経て現職に至る。

最近の研究: マルチフェロイック物質の磁性と誘電性の構造物性研究, 超精密構造解析手法の開発。

野田幸男 Yukio NODA

東北大学多元物質科学研究所名誉教授, 高エネルギー加速器研究機構客員教授, 物質構造科学研究所協力研究員

JAEA 客員研究員, J-PARC 研究嘱託, 茨城県中性子 BL 技術顧問

〒 980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL: 022-217-5354

FAX: 022-217-5353

e-mail: ynoda@tagen.tohoku.ac.jp

略歴：関西学院大学理学部卒, 大阪大学理学研究科卒（理学博士）, ブルックヘブン国立研究所研究員, 大阪大学教養部・基礎工学部助手, 千葉大学理学部助教授・教授, 東北大学科学計測研究所・多元物質科学研究所教授（名誉教授）, 韓国原子力研究所ブレインプールフェロー。

最近の研究：マルチフェロイック物質の磁気空間群を用いた磁気構造解析。

竹中康之 Yasuyuki TAKENAKA

北海道教育大学函館校 准教授

〒 040-8567 北海道函館市八幡町 1 番 2 号

TEL: 0138-44-4298

FAX: 0138-44-4380

e-mail: yasuyuki@ms1.ncv.ne.jp

略歴：1989 年東京工業大学大学院総合理工学研究科修士課程修了。1993 年東京工業大学理学部教務職員。1993 年北海道教育大学講師, 1995 年同助教授, 2007 年同准教授。博士（理学）。

最近の研究：放射光結晶学。

田中清明 Kiyooki TANAKA

名古屋産業科学研究所 上席研究員

名古屋工業大学 名誉教授

〒 464-0819 名古屋市千種区四谷通 1-13

TEL: 052-781-1883

FAX: 052-781-1884

e-mail: tanaka.kiyooki@nisri.jp

略歴：東京大学理学部卒, 東京大学理学系研究科修了（理学博士）, 東京工業大学工業材料研究所助手, 文部省在外研究員（ニューヨーク州立大学バッファロー校）, 名古屋工業大学助教授・教授（名誉教授）, 名古屋産業科学研究所研究部・上席研究員。

最近の研究：X線回折法による分子軌道の決定（XMO 法）。

岸本俊二 Shunji KISHIMOTO

物質構造科学研究所 教授

〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1

TEL: 029-879-6108

FAX: 029-864-2801

e-mail: syunji.kishimoto@kek.jp

略歴：1987 年 KEK 放射光実験施設助手, 2004 年 KEK 物構研助教授, 2015 年同教授。

最近の研究：Si-APD リニアアレイによる空間・時間イメージングなど。

福島汚染土壌の除染と再利用のためのセシウムフリー鉱化法の開発

下山巖¹, 本田充紀¹, 小暮敏博², 馬場祐治³, 平尾法恵¹, 岡本芳浩¹, 矢板毅¹, 鈴木伸一¹

¹日本原子力研究開発機構物質科学研究センター, ²東京大学大学院理学系研究科

³日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門

Development of cesium-free mineralization for decontamination and reuse of radioactive contaminated soil in Fukushima

Iwao SHIMOYAMA¹, Mitsunori HONDA¹, Toshihiro KOGURE², Yuji BABA³,
Norie HIRAO¹, Yoshihiro OKAMOTO¹, Tsuyoshi YAITA¹, Shinichi SUZUKI¹

¹Materials Science Research Center, ³Fukushima Environmental Safety Center, Japan Atomic Energy Agency

²Graduate School of Science, The University of Tokyo

Abstract

福島の放射性汚染土壌廃棄物の減容化のため、我々は非放射性 Cs を吸着した風化黒雲母に対してアルカリ塩を添加して低圧加熱処理を行い、従来よりも 300°C ほど低い 650 ~ 700°C で 100% の Cs 除去と普通輝石 (augite) への相変化が生じることを見いだした。これらの結果に基づいてセシウムフリー鉱化法という新たな除染法を提案すると共に、PF での放射光実験で明らかになった反応初期過程における Cl の化学結合状態について報告する。

1. はじめに

福島第一原発 (1F) 事故以降、福島の実環境回復を妨げている最大の問題の一つとして 2200 万 m³ を超える放射性汚染土壌廃棄物をどのように管理するかという汚染土壌問題がある。無数のフレコンバッグが連なる報道写真 [1] に有無を言わせない圧迫感を感じた方も多いだろう。現在、仮置き場等から中間貯蔵施設へのパイロット輸送が始められているが、その減容化計画については議論が続けられており、具体的な方針は定まっていない。特に、30 年後福島県外に設置が予定されている最終処分場の選定には大変な困難があることが容易に予想できるため、その負担を小さくするためにも減容化を加速しなければならないが、汚染土壌は量の多さもさることながら除染の難しさも解決を阻む要因となっている。1F から放出された様々な放射性物質のうち土壌汚染の主原因となっているのは半減期約 30 年の ¹³⁷Cs である。土壌には層状のアルミノケイ酸塩である粘土鉱物が主要成分として含まれているが、このうち阿武隈山地の花崗岩に由来し黒雲母とパーミキュライトの混合層からなる風化黒雲母 (weathered biotite: WB) と呼ばれる粘土鉱物に対して Cs が強い吸着特性を示すことが報告されている [2]。粘土鉱物と Cs との相互作用については過去多くの研究が行われており [3, 4]、最近でも山口らの解説記事 [5] があるので本稿で詳しくは述べないが、一旦 WB 中に取り込まれた Cs は簡単には脱着せず、イオン交換のような従来の方法では除去しにくいことが指摘されている [6]。

このため現在も様々な土壌除染法が開発が進められているが、中でも加熱処理は分級・化学処理と共にその主要技術として注目されている [7]。Spalding [8] は放射性 Cs 汚染土壌に石灰石と NaCl を加えて 1000°C 以上に加熱すると Cs が揮発し、99% 以上の放射能減衰が生じたことを報告している。国内でも太平洋セメント、クボタ、神鋼環境ソリューションなど幾つかの企業により同様の手法の開発が進められており、1000 ~ 1400°C の加熱処理で 99% 以上の Cs 除去率が報告されている [9-11]。これらの手法に共通するのはケイ酸塩鉱物を融解させて土壌から Cs を塩化物として昇華させるという考え方であり、高い Cs 除去率の反面、高温に要するコストが課題として挙げられている。処理温度を下げて効率的に Cs 除去するためには Cs 脱離メカニズム解明が必要不可欠であるのは論を待たないが、現状はまだ未解明の部分が多いと言わざるを得ない。

我々は数年前よりこの課題に取り組み、それにより得られた知見に基づいてセシウムフリー鉱化法 (CFM) という新たな除染法を提案している。CFM では物理的な融解ではなく化学反応を利用することで従来よりも処理温度を下げ、Cs 除染と共に土壌を有用な材料に変換することで土壌廃棄物を再利用することを目指している。そこで本稿では CFM の着想に至った結果と今後の狙いについて紹介することを主眼とする。PF ニュースにおいて放射光に関係ない話が半分以上になるのは恐縮だが、最後に PF で実施している放射光実験についても触れ、その有効性についても述べたい。

2. 低圧環境を利用したらどうなる

処理温度低下のために我々が最初に考えたのは、低圧環境の利用だった。融解を利用する手法では NaCl や CaCl₂ などの塩化物を Cs の昇華促進剤として用いているが、それに加えて低圧で昇華点を下げようという単純なアイデアだ。そこで最初に大気中と低圧環境での加熱処理による熱重量分析 (TG) を行った。対象としたのは非放射性 Cs を 0.8 wt% 吸着させた福島県小野町産 WB である。Fig. 1 に TG とその微分変化 (DTG) を示す。大気加熱 (上) で観測された 50°C と 480°C 付近の大きな重量減少は WB の表面に吸着した水と水酸基の脱離によるもので、250 ~ 300°C の小さな成分は WB 層間のカチオンと水和した水に起因している。500 ~ 900°C の領域では大きな重量変化はなく、このことは Cs の脱離がほとんど生じていないことを示している。実は福島の汚染土壌を 600 ~ 1300°C で加熱してもほとんど放射能が変化しないことが報告されており [12]、高温での構造相転移で Cs が安定なケイ酸塩鉱物として固定されてしまうためと考えられている。つまり単純な熱処理だけで土壌を除染できるわけではない。一方、低圧加熱 (下) では上記の成分の低温側へのシフトと共に 800°C 付近に新たな重量減少が観測された。この成分は K を飽和吸着させた WB では観測されないため、Cs の脱離に起因する成分と考えられる [13]。従って、低圧環境には Cs 脱離促進の効果が期待できる。我々はさらに昇温脱離法により WB からの Cs 脱離挙動を調べた。実験の詳細は文献 [13] に記すが、10⁻⁶ Pa 台の真空で四重極質量分析器 (QMS) を用いて ¹³³Cs の脱離強度を観測したところ、Fig. 2 に示すように 780°C 付近に脱離ピークが観測された。この結果は Fig. 1 で観測された質量減少が Cs 脱離によるものであることを裏付けている (文献 [13] との温度差は温度較正によるもの)。この試料に対してさらにモル比 1:1 の NaCl-CaCl₂ 混合塩を重量比 1:1 で添加すると脱離ピークは約 180°C 低温側にシフトした。

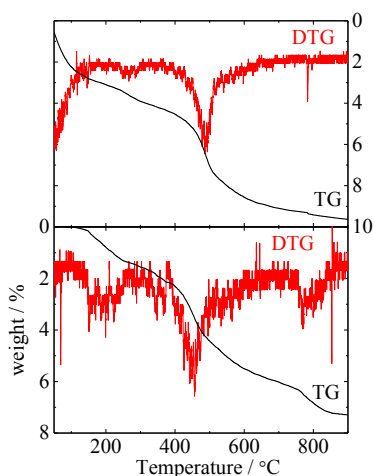


Figure 1 TG (black) and DTG (red) curves of a Cs-sorbed WB. Top and bottom panels correspond to the results obtained in air and under low-pressure conditions, respectively.

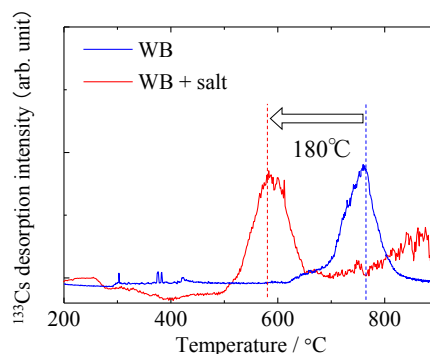


Figure 2 TDS spectra of ¹³³Cs of the Cs-sorbed WB. Blue and red curves correspond to the results without and with NaCl-CaCl₂ mixed salt, respectively.

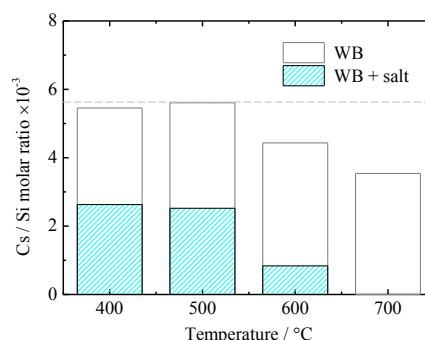


Figure 3 Cs/Si molar ratio of the Cs-sorbed WB after heating treatments from 400 to 700°C and rinsing with water. White and blue bars correspond to the results for the heating treatments without and with the mixed salt, respectively.

QMS はしばしば微量分析に用いられるように高感度なので、Fig. 2 の結果はマイナーな現象を見ているだけではないと考える方もいるかもしれない。確かに重要なのは試料の組成変化なので、次に蛍光 X 線分析 (XRF) の結果について見ることにしよう。試料は上記の Cs 吸着 WB を用い、NaCl-CaCl₂ 混合塩を添加した場合と無添加の場合についてそれぞれ 400, 500, 600, 700°C の各温度で 2 時間低圧加熱 (14 Pa) した後、余剰の塩を水洗浄で除去し、遠心分離で得られた沈殿物を XRF で分析した。Cs/Si モル比を Fig. 3 に示す。WB のみの場合、400, 500°C でほとんど変化がなく大部分の Cs は WB 中に残ったが、700°C では図中の破線を基準にすると約 6 割まで減少した。一方、塩添加時は 400, 500°C でも約半分の Cs が除去され、600°C で約 1 割、700°C で検出限界以下の Cs しか観測されなかった。我々は X 線光電子分光法 (XPS) でも 650°C の低圧加熱処理で Cs 3d 光電子ピークの消滅を観測しており [13]、おそらくこの温度付近でほとんどの Cs が除去されたと考えている。

3. 加熱処理で生じた変化

これらの結果は粘土鉱物の融解温度に比べてかなり低温で粘土鉱物からの Cs 除去が可能であることを示しているが、特に塩添加時の高い Cs 除去率 (~ 100%) は何に起因しているのだろうか? これを調べるために我々は X 線回

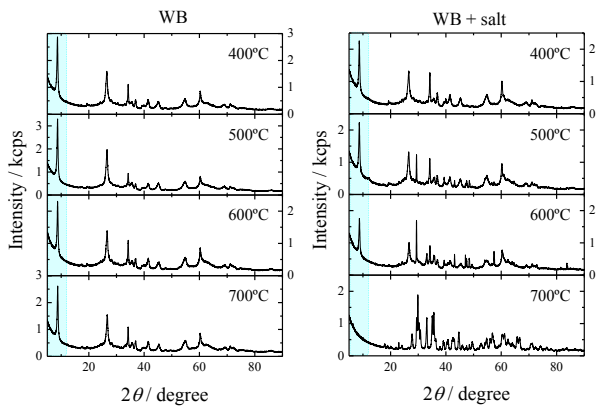


Figure 4 XRD patterns of the Cs-sorbed WB after the heating treatments and rinsing with water. Right and left panels show the results for the heating treatments without and with the mixed salt, respectively.

折 (XRD) を用いて構造変化を測定した。Fig. 4 に Cu K α 線 で得られた XRD パターンを示す。左右のパネルは WB のみと塩添加時の結果に対応し、上から 400 ~ 700°C の結果を示す。WB のみの場合、XRD パターンはどの温度でも基本的に似ており大きな構造変化は見られなかった。水色のハイライトで示した成分は黒雲母の [001] 底面反射ピークであり、このピークは高温で 0.08° 広角側にシフトしたが、これは層間水の脱離によるものであって、粘土鉱物の構造がほぼ保たれていることを示している。ところが塩添加の場合、400°C ではほとんど同様の XRD パターンが観測されているが、500°C では新たなピークが出現し、高温になるにつれ大きく変化した。注目すべきは底面反射ピークが 700°C で完全に消滅したことであり、左の XRD パターンと明瞭な対比をなしている。

塩添加の場合は組成も大きく変化した。Fig. 5 に XRF から得られた K, Na, Ca, Cl の Si とのモル組成比を示す。K は Cs と似た挙動を示し 700°C では 99% が除去された。また塩由来の Na は 400°C で一旦増加し、温度と共に減少する傾向を示した。Ca と Cl は温度と共に増加し、Ca に至っては Si よりも多い主成分となることがわかった。ここで示した元素以外にも Al, Mg, Fe, Ti などほとんど組成比が変化しない元素も含まれるが XRD と XRF の結果はどちらも塩添加・700°C 低圧加熱により粘土鉱物が全く異なるケイ酸塩鉱物に相変化した事を示唆している。

加熱処理により変化した XRD パターンは複数種類の生成物に関与する複雑な形状を持つため、その解釈が難しい。そこで我々は透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて生成物の同定を行った。Fig. 6 に示すように TEM 像 (a) で観測された 100 nm 程度の微結晶に対し収束電子線を照射し、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) による組成分析 (b) を行うと共に、制限視野電子回折により得られた局所的な回折パターン (c) をシミュレーション結果 (d) と比較することで、微結晶ごとに生成物の同定を行った。Fig. 6 で示したのは最も多かった普通輝石 (augite, Ca (Mg, Fe³⁺, Al) (Si, Al)₂O₆) の一例であり、得られた結果を基に XRD パ

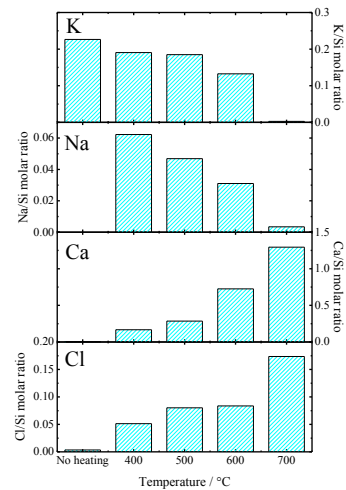


Figure 5 Composition changes of the Cs-sorbed WB caused by the heating treatments with the mixed salt. From top to bottom, panels show results of K/Si, Na/Si, Ca/Si, and Cl/Si molar ratio, respectively.

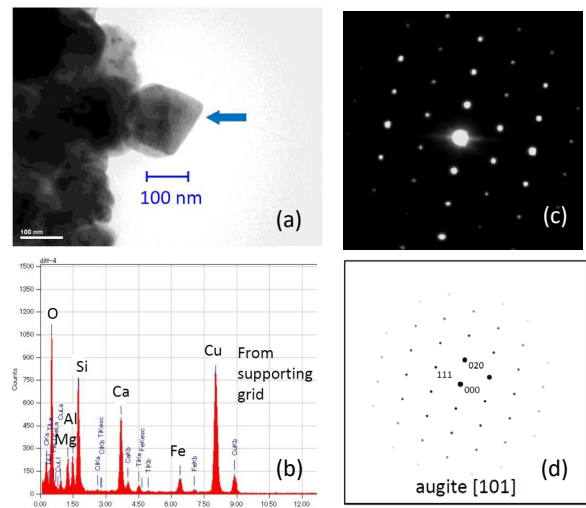


Figure 6 (a) TEM image of a microcrystal formed after the heating treatment with the mixed salt at 700°C under low-pressure condition. (b) X-ray fluorescence spectrum of the microcrystal measured by TEM-EDS. (c) Selected area electron diffraction pattern of the microcrystal. (d) Simulated diffraction pattern of augite in terms of [101] plane.

ターンを解釈すると、500°C では方解石 (CaCO₃)、600°C では赤鉄鉱 (Fe₂O₃) と和田石 (wadalite, (Ca, Mg)₆(Al, Fe³⁺)₄((Si, Al)O₄)₃O₄Cl₃)、そして 700°C では普通輝石が主に形成されたことがわかった。

ここで、Cs が完全に除去された 700°C において主要成分であった普通輝石の構造について少し詳しく見ることにしよう。Fig. 7 左に結晶構造の模式図を示すように、普通輝石はシリカ (もしくはアルミナ) 四面体が二つの頂点を繋げて直線上に連なった単鎖のイノケイ酸塩鉱物に属し、シリカ単鎖の間に酸素 6 配位の M1 サイト (黄) と酸素 8 配位の M2 サイト (緑) が存在する。M1 サイトは Al³⁺, Fe³⁺, Mg²⁺ といったイオン半径の小さいカチオンが占めるのに対し、M2 サイトは Fe²⁺, Na⁺, Ca²⁺ といったイオン半

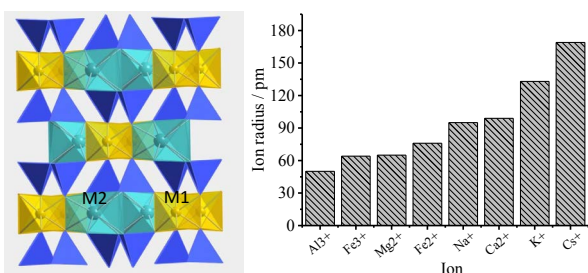


Figure 7 Left shows schematic crystal structure of augite in terms of [001] plane, and right shows Pauling ionic radii of various cations.

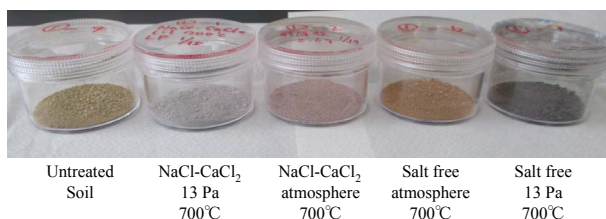


Figure 8 Color difference of contaminated soil before and after heating treatments at 700°C. The left sample shows untreated soil. The second and third from the left show samples heated with the mixed salt under low-pressure condition and in air, respectively. The fourth and fifth show samples heated without the mixed salt in air and under low-pressure condition, respectively.

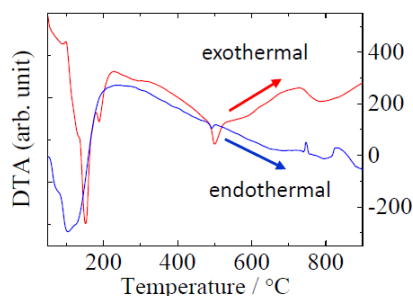


Figure 9 Result of differential thermal analysis of the Cs-sorbed WB with the mixed salt. Red and blue curves show the results obtained in air and under low-pressure condition, respectively.

径の大きいカチオンが占める。ところが、Fig. 7 右に示すように K^+ と Cs^+ はイオン半径が大きすぎるため M1, M2 どちらのサイトにも入ることができず、普通輝石形成と共に排出されることになる。Cs と K の組成比が似た挙動を示した理由はこれにより説明する事ができる。

NaCl-CaCl₂ 混合塩と WB との化学反応により普通輝石が形成され、それに伴い Cs が除去されるのであれば、同様の現象は他の試薬との反応によっても生じる可能性がある。このようにして得られた化合物（鉱物）は除染により再利用のハードルが下がることで土壤廃棄物の減容化を加速することが期待できる。我々はこれらの結果に基づき、CFM の着想に至った。この手法では試薬や反応条件により生成物を制御できるため、産業利用のニーズに合わせて生成物を調整することも考えられる。面白いのは低圧と大気圧で加熱処理を行った場合、同じ試薬を用いても全く生

成物が異なることだ。Fig. 8 に示すように、出発物質の土壌（未処理）に対して低圧加熱処理を施すことで灰色の生成物が得られるのに対し、大気加熱では薄桃色の生成物が得られ、明らかに生成物が異なることを窺わせる。Fig. 9 に示した混合塩添加時の示差熱分析（DTA）において、大気加熱と低圧加熱では XRD の変化が生じる 500 ~ 700°C の領域では発熱と吸熱で全く化学反応が異なっていることが示されており、試薬だけでなく圧力も生成物制御の重要な因子であることを示している。

4. 放射光実験によるアプローチ

Ca 源となる試薬との化学反応で普通輝石が形成され、その結果 Cs が除去されるというモデルが正しいとしても反応全体のメカニズムはまだ不明な点が多い。前述の低圧環境の効果もその一つだが、XRD の変化がほとんど見られない 400°C において Cs が約半分除去されたことを同じモデルでは説明できない。例えば Fig. 5 の Na/Si 比の挙動は粘土鉱物からのイオン交換による Cs 脱離過程を示唆しており、それ以外にもまだ隠れた反応過程が存在するかも知れない。結晶構造変化が小さい反応の初期過程を調べるには元素選択的な分析が有効であり、放射光の出番ということになるだろう。我々は SPring-8 において Cs K 端広域 X 線吸収微細構造（EXAFS）を用いた加熱中のその場観察を行い、600°C 付近を境にした高温・低温領域で異なる Cs 脱離過程が存在する可能性について言及しているが [14]、これに関しては紙幅の都合上別の機会に説明を譲るとして、最後に PF で実施している放射光実験について述べることにする。

ここで我々が注目したのは Cl である。添加した塩のうち Ca が重要なのであれば炭酸塩を用いてもよさそうなものだが、実は CaCO₃ を様々な粘土鉱物に添加しても CaCO₃ の分解温度（825°C）付近までほとんど反応が生じない。ところが CaCO₃ に NH₄Cl を加えると反応温度が 200°C ほど下がり、600°C でも様々なケイ酸塩鉱物が形成されるようになることが報告されている [15]。このことから Cl は反応温度の低下に寄与していると考えられるが、その詳細はよくわかっていない。そこで我々は前述の WB に対して NaCl-CaCl₂ 混合塩を添加させて低圧加熱を行った試料の Cl K 端吸収端近傍 X 線吸収微細構造（NEXAFS）スペクトルを BL-27A において測定した。Fig. 10 左に全電子収量法により測定した結果を示す。2835 eV 付近の構造は入射光強度 I_0 で割り切れなかった artificial な成分だが、2830 eV 以下の領域に複数成分からなるブロードなピークが観測された。これらの成分を幾つかの塩素オキソ酸のスペクトル（Fig. 10 右）と比較すると、2830 eV 付近の成分は NaClO₃ のピークと良く一致した。Fig. 10 左では処理温度と共に 2830 eV 付近の相対強度が減少しているが、過塩素酸、塩素酸、亜塩素酸の Cl の価数はそれぞれ +7, +5, +3 価であり、最初は価数の高い Cl⁷⁺ の状態で粘土鉱物表面の酸素と結合し、塩素含有量が増えるにつれ価数の低い結合状態に変化していると考えられる。さらに我々は 10 ×

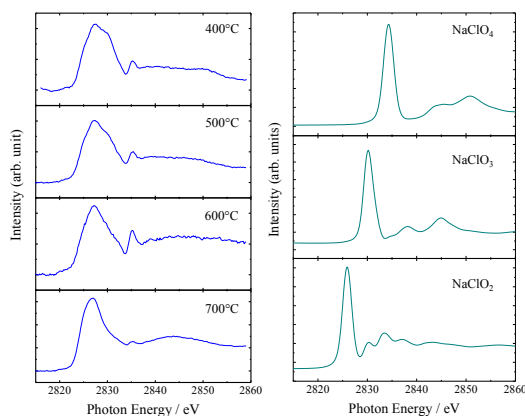


Figure 10 Left shows Cl K-edge NEXAFS spectra of the Cs-sorbed WB after the heating treatments with the mixed salt. Treatment temperature is shown as graph legend. Right shows Cl K-edge NEXAFS spectra of three chlorine oxoacids. Molecular formulas of the standard samples are shown as graph legend.

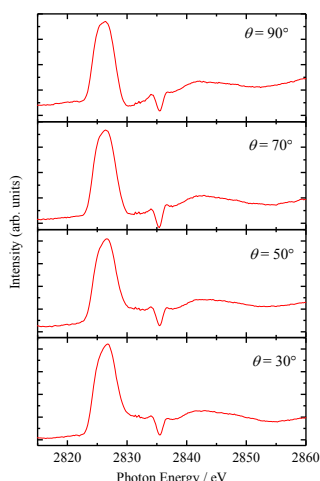


Figure 11 Polarization dependence of Cl K-edge NEXAFS spectra of artificially synthesized phlogopite single crystal (10×10 mm) after heating treatment with CaCl₂ at 650°C under low-pressure condition. Incidence angles θ of X-ray, defined as the angle between surface normal and polarization vector of the X-ray, are shown as graph legend.

10 mmの単結晶マイカ基板を粘土鉱物のモデル表面とみなし、CaCl₂を650°Cで反応させたときのCl K端 NEXAFS スペクトルの偏光依存性を測定した。すると Fig. 11 に示すように 2830 eV 付近の成分が斜入射において強められる偏光依存性が観測され、+5 価の Cl が表面に立った方向に Cl-O 結合を形成しながらマイカ表面に取り付いていることがわかった。おそらく反応の初期過程において粘土鉱物表面に Cl-O 結合が形成されることで Si-O 間の共有結合が弱められ、その結果低温での反応が促進されるのだろう。詳細な解析はこれからだが、放射光の重要な特性の一つである偏光 X 線は本研究においても有効なツールであることを示している。なお、BL-27 は RI 測定可能なビームラインであるため、今後の実汚染土壌を対象とした分析においても重要な役割を担うことが予想される。

5. まとめ

我々は WB を模擬土壌とした非放射性 Cs の脱離過程の研究を通じて CFM という新たな除染法のアイデアを得た。現状でも 650 ~ 700°C という従来よりも低い処理温度に到達してはいるが、さらに低温での効率的な除染と生成物のバリエーション拡張のためには、試薬・圧力・雰囲気など様々なパラメーターについて系統的なデータを積み重ねる必要があるだろう。また、NaCl-CaCl₂ のような複数種の試薬の組み合わせによる相乗効果も重要な検討課題であるため、現状でようやく研究のとば口に立った状態だ。30 年後のデッドラインを前にすべきことは山積しているが、福島環境回復のためできる限り貢献していきたいと考えている。

6. 謝辞

本研究は JAEA-NIMS 共同研究プロジェクト「粘土鉱物に対する放射性物質の吸脱着機構解明と減容法の開発」において実施した。また放射光実験に関しては PF 共同利用実験課題 2013G679, 2014G118 及び 2016G110 において実施した。宇佐美徳子博士を始め PF スタッフの皆様に感謝します。本研究は JSPS 科研費 16H02437 及び 16K06965 の助成を受けたものである。

引用文献

- [1] 土江洋範, 森田剛史, 「積み上がる除染廃棄物」毎日新聞 2015 年 12 月 10 日夕刊
- [2] H. Mukai, A. Hirose, S. Motai, R. Kikuchi, K. Tanoi, T. M. Nakanishi, T. Yaita, and T. Kogure, *Sci. Rep.* **6**, 21543 (2016).
- [3] B. L. Sawhney, *Clays Clay Miner.* **20**, 93 (1972).
- [4] R. K. Schulz, R. Overstreet, and I. Barshad, *Soil Sci.* **89**, 16 (1960).
- [5] 山口紀子, 高田裕介, 林健太郎, 石川覚, 倉俣正人, 江口定夫, 吉川省子, 坂口敦, 朝田景, 和穎朗太, 牧野知之, 赤羽幾子, 平館俊太郎, *農環研報* **31**, 75 (2012).
- [6] 小暮敏博, 向井広樹, 饗聡子, *地球化学* **49**, 195 (2015).
- [7] 環境省中間貯蔵施設情報サイト「最終処分に向けた取り組み」(<http://josen.env.go.jp/chukanchozou/facility/effort/>)
- [8] B. P. Spalding, *Environ. Sci. Tech.* **28**, 1116 (1994).
- [9] 本間健一, 高野博幸, 三浦啓一, 佐々木忠志, 木村武, 万福祐造, *粘土科学* **52**, 71 (2014).
- [10] 釜田陽介, 阿部清一, 川本克也, 由井和子, 倉持秀敏, 大迫政浩, *環境放射能除染学会誌* **3**, 49-64 (2015).
- [11] 竹田尚弘, 小倉正裕, 藤原大, 倉持秀敏, 大迫政浩, *環境放射能除染学会誌* **4**, 303 (2016).
- [12] 時澤孝之, 長沼正喜, 青木勝巳, 長安孝明, 佐藤和彦, 山下照雄, 小林秀和, 横沢拓磨, 永井崇之, 藤田博喜, 菊池政昭, 横山裕也, JAEA-Research 2016-026.

- [13] I. Shimoyama, N. Hirao, Y. Baba, T. Izumi, Y. Okamoto, T. Yaita, S. Suzuki, Clay Sci. **18**, 71 (2014).
 [14] M. Honda, Y. Okamoto, I. Shimoyama, H. Shiwaku, S. Suzuki, T. Yaita, ACS Omega **2**, 721 (2017).
 [15] S. Iwamoto and T. Sudo, Am. Mineral. **50**, 886 (1965).
 (原稿提出日: 2017年3月22日)

著者紹介

下山巖 Iwao SHIMOYAMA



日本原子力研究開発機構 主任研究員
 〒 319-1195

茨城県那珂郡東海村字白方 2-4
 TEL: 029-284-3929

e-mail: shimoyama.iwao@jaea.go.jp

略歴: 1999年神戸大学自然科学研究科博士課程終了, 1999年日本原子力研究所博士研究員, 2002年同研究所研究員。2006年スタンフォード大学留学, 2014年日本原子力研究開発機構主任研究員。理学博士。

最近の研究: 福島汚染土壌の減容化と再利用を促進するため手法開発, 放射光軟X線を用いた分光法や分子軌道計算を利用した固体や表面の電子状態の研究。

本田充紀 Mitsunori HONDA



日本原子力研究開発機構 研究員
 〒 319-1195

茨城県那珂郡東海村字白方 2-4
 TEL: 029-284-3928

e-mail: honda.mitsunori@jaea.go.jp

略歴: 2006年奈良先端科学技術大学院大学物質科学研究科博士課程修了, 同年日本原子力研究開発機構博士研究員, 2011年物質材料研究機構, 2013年日本原子力研究開発機構任期付研究員を経て2017年同所研究員。理学博士。

最近の研究: 放射光その場観察を用いた粘土鉱物からのセシウム除去とその構造解析, 熔融塩電解法による分離回収技術の開発。

小暮敏博 Toshihiro KOGURE



東京大学大学院理学研究科 教授
 〒 113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL: 03-5841-4548

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

略歴: 1983年東京大学大学院理学系研究科修士課程修了, 1983年日本板硝子株式会社入社, 1996年東京大学大学院理学系研究科助手, 1998年同研究科助教授, 2016年同研究科教授。理学博士。

最近の研究: 電子顕微鏡等を用いた粘土鉱物とそれに関連する物質の微細構造や形成機構の研究, 及びそれを応用した福島地方における放射能汚染の実態の解明。

馬場祐治 Yuji BABA



日本原子力研究開発機構 嘱託
 〒 970-8026

福島県いわき市平字大町 7-1

TEL: 0246-35-7807

e-mail: baba.yuji@jaea.go.jp

略歴: 1978年日本原子力研究所研究員, 1989年ミュンヘン工科大学留学, 1995年日本原子力研究所主任研究員, 2005年-2009年兵庫県立大学客員教授, 2005年日本原子力研究開発機構研究主幹, 2014年日本原子力研究開発機構嘱託。
 最近の研究: X線などを使った表面化学。

平尾法恵 Norie HIRAO

日本原燃株式会社

〒 039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字沖付 4-108

e-mail: norie.hirao@jfnl.co.jp

岡本芳浩 Yoshihiro OKAMOTO



日本原子力研究開発機構 主任研究員
 〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村字白方 2-4

TEL: 029-284-3769

e-mail: yokamoto@spring8.or.jp

略歴: 1991年東京工業大学大学院原子核工学専攻博士後期課程修了, 1991年日本原子力研究所研究員, 2010年度より千葉大学工学部非常勤講師。工学博士。

最近の研究: 放射光を利用したガラス固化技術高度化の研究。

矢板毅 Tsuyoshi YAITA

日本原子力研究開発機構 主任研究員

〒 679-5148 兵庫県佐用郡佐用町光都 1-1-1

TEL: 0791-58-2603

e-mail: yaita@spring8.or.jp

鈴木伸一 Shinichi SUZUKI

日本原子力研究開発機構 主任研究員

〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村字白方 2-4

TEL: 029-282-6483

e-mail: suzuki.shinichi@jaea.go.jp

カルシウムアミド上にフラットな形状で自己組織化した Ru ナノ粒子によるアンモニア合成

井上泰徳¹, 北野政明², 岸田和久², 阿部仁^{3,4,5}, 丹羽尉博³, 笹瀬雅人², 横山壽治², 原亨和^{5,6}, 細野秀雄^{2,5,6}
¹東京工業大学科学技術創成研究院, ²東京工業大学元素戦略研究センター, ³高エネルギー加速器研究機構, ⁴総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科, ⁵ACCEL 科学技術振興機構, ⁶東京工業大学フロンティア材料研究所

Ammonia Synthesis by Self-Organized Flat Ru Nanoparticles on Calcium Amide

Yasunori INOUE¹, Masaaki KITANO², Kazuhisa KISHIDA², Hitoshi ABE^{3,4,5}, Yasuhiro NIWA³, Masato SASASE², Toshiharu YOKOYAMA², Michikazu HARA^{5,6}, Hideo HOSONO^{2,5,6}

¹Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology, ²Materials Research Center for Element Strategy, Tokyo Institute of Technology, ³High Energy Accelerator Research Organization, KEK, ⁴Department of Materials Structure Science, School of High Energy Accelerator Science, SOKENDAI, The Graduate University for Advanced Studies, ⁵ACCEL, Japan Science and Technology Agency, ⁶Laboratory for Materials and Structures, Tokyo Institute of Technology

Abstract

カルシウムアミド (Ca(NH₂)₂) 担持 Ru 触媒 (Ru/Ca(NH₂)₂) を調製し, NH₃ 合成反応に用いたところ 300°C の低温領域においても効率良く NH₃ を生成することを見出した。反応後の Ru/Ca(NH₂)₂ の TEM (Transmission Electron Microscope/ 透過型電子顕微鏡) 像からは 1-3 nm 程度の平たい板状の Ru ナノ粒子が観察され, 反応後の触媒を XAFS (X-ray Absorption Fine Structure/ X線吸収微細構造) により解析したところ Ru-N に由来するシグナルが観測された。これは Ru と Ca(NH₂)₂ との間で強い相互作用が存在していることを示唆しており, この Ru-N 結合の存在が Ru の高分散化とフラットな形状の形成に大きく寄与していると考えられる。

1. はじめに

NH₃ は尿素などの化学肥料の原料となるだけでなく硝酸など工業用として需要の高い化学薬品の合成にも欠くことのできない重要な化学物質である。また, 最近では水素キャリアとしても注目を集める物質となってきた。人口の増加とともに NH₃ の生産量は年々増加傾向にあり, 現在においても NH₃ からの化学肥料生産は食糧増産を支える上で最重要項目になる。従って NH₃ を効率良く大量生産することは今後も重要な課題となってくる。

NH₃ 合成反応 (N₂ + 3H₂ ⇌ 2NH₃, ΔH_{298}^0 = -92.4 kJ mol⁻¹) は平衡反応であり, 熱力学的には低温・高圧条件で行うことが NH₃ を生成させるにはより好ましい。これは NH₃ 生成反応が発熱反応であり, NH₃ が生成することで全体の体積が減少するためである。しかし NH₃ の生成速度を大きくするため, 通常は 500-600°C, 15-40 MPa の高温・高圧条件下で行われている [1]。NH₃ 合成プラントは, 天然ガスの水蒸気改質から水素を得るための製造ラインと連結されており, この水素製造ラインとの圧力差を低減する 5 MPa 程度で働く優れた触媒が求められている [2]。}

先行研究から N₂ の解離反応を促進させる電子的促進剤としてアルカリ金属化合物を添加する Ru 系触媒が比較的温和な条件で NH₃ 合成を進行させる触媒として報告されている [3]。我々のグループではこの電子的促進剤に替わる材料として電子化物 (エレクトライド) 材料に着目し,

これに Ru を担持した Ru/C12A7:e⁻¹ や Ru/Ca₂N:e⁻² 触媒が低温でも優れた活性を示す触媒であることを見出してきた [4]。しかし, これらエレクトライドを用いた触媒の比表面積は 1-3 m² g⁻¹ と小さく, 単位重量当たりの触媒活性は従来の触媒に比べ低いという欠点を有していた。そこで, これまでの知見を基に N₂ 分子への電子供与能を有し, 且つ Ru への N₂ の吸着を阻害する水素被毒を低減させる担体材料を検討したところ, カルシウムアミド (Ca(NH₂)₂) を担体として使用した Ru 触媒が 300°C 以下の低温領域で従来の Ru 系触媒の 10 倍以上の活性を示す優れた触媒であることを見出した [5] (Fig. 1)。報告されている固体触媒の中で本触媒の活性は世界最高レベルの活性になる。本稿では, Ru/Ca(NH₂)₂ 触媒の NH₃ 合成活性と XAFS による構造解析の結果を紹介する。

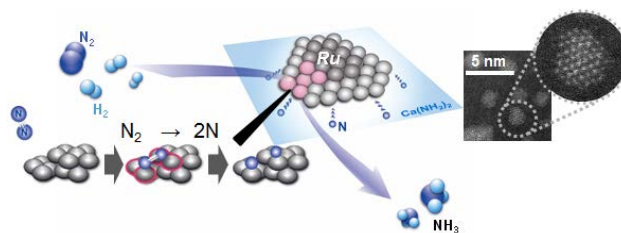


Figure 1 Schematic illustration of ammonia synthesis over Ru/Ca(NH₂)₂.

2. 実験

Ca(NH₂)₂ は Ca 金属を -50°C の NH₃ 液安に溶かし、その後 100°C に加熱することで合成した。Ru は Ru₃(CO)₁₂ を原料として CVD 法により Ca(NH₂)₂ へ担持させた。NH₃ 合成反応は固定床流通式反応系にて 200-340°C, H₂/N₂ = 3, 60 mL min⁻¹, 0.1-0.9 MPa の条件で行った。XAFS 測定用のサンプルは所定量の BN と反応後の Ru/Ca(NH₂)₂ 触媒を Ar グローブボックス内で混合し、成形・封入処理を行うことで調製した。測定は高エネルギー加速器研究機構 NW10A にて行った。

3. Ca(NH₂)₂ 担持 Ru 触媒の NH₃ 合成活性

Fig. 2a に Ca(NH₂)₂ と Ru/Ca(NH₂)₂ の NH₃ 合成活性比較の図を示す。Ca(NH₂)₂ のみの反応結果は初期に NH₃ を検出したものの、20 h 程度で失活している様子がわかる。これは、本反応条件において、



この反応が起こったためである [6]。実際に本反応試験で Ca(NH₂)₂ から発生した NH₃ 全量は反応式 (1) のとおり量論値の値であった。一方で Ru/Ca(NH₂)₂ は、反応時間が 20 h となっても活性の低下は認められず、担体として用いた Ca(NH₂)₂ から分解して発生する NH₃ 量を大幅に上回ったこと、¹⁵N₂ を窒素源として用いた実験結果 [5] とから Ru/Ca(NH₂)₂ は固体触媒として機能することがわかった。さらに圧力変化に対する触媒活性の変化を調べたところ、Ru/Ca(NH₂)₂ は系内の圧力増加に伴い NH₃ 生成速度が増加した。このことから従来の Ru 系触媒の欠点である水素被毒を大幅に低減している触媒であることもわかった (Fig. 2b)。

Table 1 には本触媒の 300°C, 0.8 MPa における NH₃ 合成活性および触媒反応後の試料の各種キャラクタリゼーションの結果をまとめた。Ru/Ca(NH₂)₂ のみかけの活性化エネルギーは従来の触媒の半分程度であり、Ru/C12A7:e⁻ とほぼ同程度の値を示している。同反応温度条件における N₂

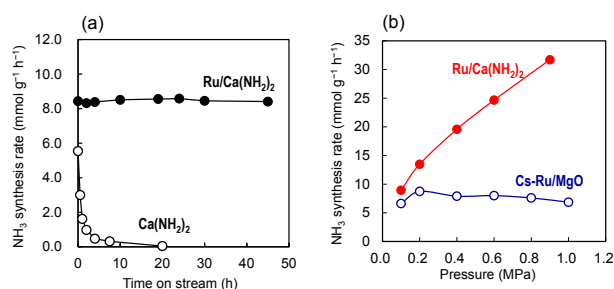


Figure 2 (a) Time course of ammonia synthesis over Ca(NH₂)₂ and 8 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ at 340°C and 0.1 MPa. (b) Ammonia synthesis rate at 340°C over 10 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ and 10 wt% Ru-Cs/MgO as a function of reaction pressure.

同位体交換反応 (¹⁵N₂ + ¹⁴N₂ ⇌ 2¹⁵N¹⁴N) を Ru/Ca(NH₂)₂ に対して試験したところ、活性化エネルギーの値は 75 kJ mol⁻¹ を示した [5]。以上の結果から、反応中の Ca(NH₂)₂ は Ru 上に吸着した N₂ 分子に対して解離反応を促進する電子供与能があることが明らかとなった。

また、Ru/Ca(NH₂)₂ の特徴的なデータとして、TEM 像と CO 化学吸着測定から見積もられる Ru 分散度の値が 2 つの測定方法で大きく異なることである。STEM (Scanning TEM/ 走査型透過電子顕微鏡) 観察により 10 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ の Ru の粒径サイズは $d = 2.1 \pm 1.1$ nm と見積もられ、Ru が高分散に Ca(NH₂)₂ へと担持されていることがわかった。しかし、CO 化学吸着の測定では Ru/Ca(NH₂)₂ の Ru 粒子への吸着がほとんど起こらないという結果を得た。これらの結果から Ca(NH₂)₂ 上の Ru 粒子は、その表面全てが露出しておらず、一部の Ru 表面サイトで NH₃ 合成反応が進行していると考えられる。実際に STEM-EDX (Energy Dispersive X-ray spectroscopy/ エネルギー分散型 X 線分光法) の測定では、Ca(NH₂)₂ 由来の Ca-N 種が Ru 粒子の周りに観測されており [5]、Ru は担体によって一部分覆われていると予想された。このような現象は SMSI 効果 (Strong Metal-Support Interaction) をもつ触媒と類似してい

Table 1 Catalytic performance of various Ru catalysts^a.

Catalyst	Ru content (wt%)	S_{BET} (m ² g ⁻¹)	D (%)	d^b (nm)	TOF (s ⁻¹)	NH ₃ syn. rate (mmol g ⁻¹ h ⁻¹)	E_a^d (kJ mol ⁻¹)
Ru/Ca(NH ₂) ₂	10	50-60	61 ^b 2.7 ^c	2.1 ± 1.1	0.0074 ^b 0.17 ^c	15.8	59
Ru/C12A7:e ⁻	1.2	1-2	3.2 ^c	41	0.025 ^c	0.34	51
Ru-Cs/MgO (Ru/Cs = 1)	10	20-30	25 ^b 24 ^c	5.2 ± 2.2	0.0015 ^b 0.0015 ^c	1.28	113

^aReaction conditions: catalyst weight 0.1 g, flow rate 60 mL min⁻¹ (H₂/N₂ = 3), pressure 0.8 MPa, temperature 300°C. ^bThe mean size of Ru particles (d), the Ru particle dispersion (D), and TOF were estimated by averaging the particle size distribution measured using STEM. ^cThese values were evaluated using active site numbers determined by the CO pulse chemisorption method (Ru/CO = 1.0).

^dApparent activation energies (E_a) are derived from Arrhenius plots in the given temperature range using a total flow of 60 mL min⁻¹ (H₂/N₂ = 3).

る [7]。そこで、Ru/Ca(NH₂)₂ 触媒における Ru の高分散化は Ru と担体との強い相互作用の存在に起因するのではないかと考え、Ru の局所構造を明らかにするため Ru-K 端の XAFS 測定を行った。

4. NH₃ 反応後の Ru/Ca(NH₂)₂ の XAFS 測定実験

Ru の担持量を変化させた Ru/Ca(NH₂)₂ の触媒反応後の Ru-K 端 EXAFS (Extended X-ray Absorption Fine Structure/広域 X 線吸収微細構造) フーリエ変換図を Fig. 3a に示す。いずれの試料においても 2.3 Å 付近にピークが観測され、このピークは Ru-Ru 結合に由来するシグナルであると帰属された。ところが、1, 2 wt% の Ru を担持した試料には、1.3 Å 付近にもピークが観測されている。このピークは RuO₂ の Ru-O 結合のピーク位置に近い位置に存在するが、1 および 2 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ の XANES (X-ray Absorption Near-Edge Structure/X 線吸収端近傍構造) スペクトルは RuO₂ のスペクトルとは一致せず、Ru 金属の吸収端に一致する結果を得た [5]。以上の結果を考慮し、カーブフィッティングを 2 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ に対して行った結果が Fig. 3b になる。1.3 Å 付近のピークは Ru-N 結合か

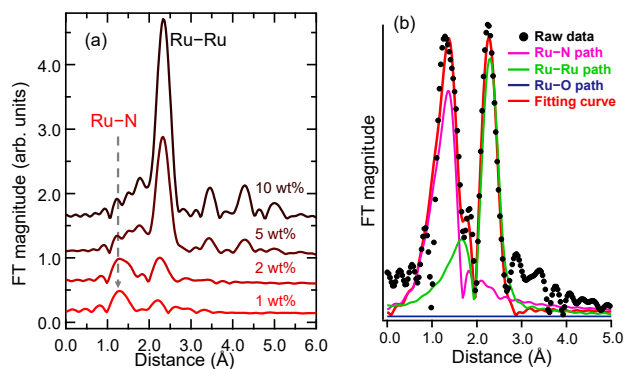


Figure 3 (a) FTs of the k^2 -weighted EXAFS oscillations for various amounts of Ru-loaded Ca(NH₂)₂ after ammonia synthesis. (note these spectra are not corrected for phase shift) (b) FT of the 2 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ (filled circle) and fitting curve for Ru-N, Ru-Ru and Ru-O interactions. The EXAFS data show the Ru catalyst is strongly bonded to the N atoms of the support. A Ru-O path was not yielded by the fitting result.

らのシグナルと帰属され (R factor = 0.04057), Ru-O 結合に帰属されるフィッティング結果は得られなかった。従って NH₃ 合成後の Ru/Ca(NH₂)₂ には Ru と担体の N 原子との間に Ru-N 結合の存在が示唆された。この結合の存在により、Ru 粒子が強く担体の Ca(NH₂)₂ と相互作用したため Ru が高分散に担持されたものと考えられる。

5. NH₃ 合成反応前後の Ru/Ca(NH₂)₂ の STEM 観察

NH₃ 合成反応前後の Ca(NH₂)₂ に担持された Ru 粒子を電子顕微鏡にて直接観察した結果を Fig. 4 にまとめた。反応前の Ru は粒子サイズを区別することができないほど高分散に Ca(NH₂)₂ に担持されていることがわかった。一方で、NH₃ 合成反応後の Ru は、平均粒径サイズ 2.1 nm のフラットな Ru 粒子に成長していることが見て取れる。N₂ 解離反応を促進する活性サイトは Ru 表面の step サイトであり、その数が最大となる Ru 粒径サイズは 2.0-2.5 nm との報告がある [8]。また、DFT 計算をもとに Ru 粒子がフラットな形状を形成することで表面の step サイト数が半球状の粒子よりも大きくなるとの報告 [9] があることから、本触媒の Ru は、NH₃ 合成反応に適した「粒径サイズ」と「形態」に成長しているといえる。

Fig. 4b の STEM 像からは、下地である担体の格子像と平行して Ru 粒子の格子像が重なる様子が観察された。このように 2 つの物質間の格子が重なって観察される現象は、薄膜結晶成長の手法であるエピタキシャル成長に特有である。実際に画像から測定した格子間隔の長さを Ru と担体と比較すると、担体の格子間隔の 3 倍長 ($2.94 \times 3 = 8.82 \text{ \AA}$) と Ru の格子間隔の 4 倍長 ($2.23 \times 4 = 8.92 \text{ \AA}$) とは 1.1% のミスマッチにおさまっている。このような現象は本触媒に限らず SMSI 効果を有する酸化物担持金属触媒でも同様に観測されている [10]。以上の結果を踏まえると、Ca(NH₂)₂ 上の Ru 粒子は NH₃ 合成反応中に担体とのエピタキシャル関係を保ちながらフラットな形状へと自己組織化したと考えられる。XAFS 測定により観測された Ru-N 結合の存在がこれら特徴的な Ru 粒子の形成に大きく寄与しているものと推測される。

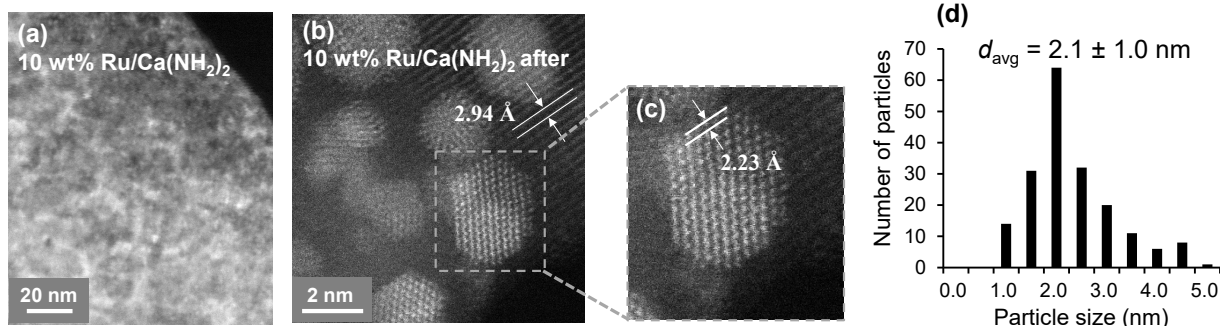


Figure 4 (a) HAADF (High-Angle Annular Dark Field)-STEM image of 10 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ catalyst before reaction. (b) HAADF-STEM image of 10 wt% Ru/Ca(NH₂)₂ catalyst after NH₃ synthesis. (c) Enlarged image of Ru particle in panel (b). (d) The particle size distributions of Ru/Ca(NH₂)₂ after NH₃ synthesis.

6. まとめ

Ca(NH₂)₂ 担持 Ru 触媒は低温・加圧条件下において優れた NH₃ 合成活性を示す触媒であることがわかった。NH₃ 反応後の Ru/Ca(NH₂)₂ を TEM, XAFS 測定により詳細に調べたところ, Ru 原子と Ca(NH₂)₂ の N 原子が強く相互作用することにより Ru 粒子は NH₃ 合成に適したサイズ・形態へと自己組織的に変化していることが明らかとなった。このように NH₃ 生成反応を効率良く進行させるためには Ru 粒子のサイズと形態を制御することが重要であるとわかったが, 本触媒系においてどのような化学種が N₂ 解離反応に対して実効的な活性相なのかを同定することは困難であり, 未だ不明な点が多い。Ca(NH₂)₂ 担持金属触媒系において, NH₃ 合成反応に対する本質的な活性相を解明・抽出し, 更なる高活性な触媒の開発へと展開することが今後の目標・課題であると考えられる。

7. 謝辞

本研究は科学技術振興機構 (JST), 戦略的創造研究推進事業 (ACCEL) の支援に基づき実施された。本研究における高エネルギー加速器研究機構での XAFS 測定は, 放射光共同利用実験課題 (2013S2-002) によって実施された。

注釈

- 1) 大気中で安定な無機の電子化物 (エレクトロライド)。骨格は籠状構造を有する Ca と Al の複合酸化物 12CaO·7Al₂O₃ (組成式: [Ca₂₄Al₂₈O₆₄]⁴⁺(O²⁻)₂)。適切な還元処理により O²⁻ を電子 e⁻ に交換させることが可能で, 仕事関数は K 金属と同等の 2.4 eV。
- 2) 層状構造を有する 2次元エレクトロライド。[Ca₂N]⁺ の層間にアニオンとして電子 e⁻ が存在する。電子濃度は C12A7:e⁻ の約 10 倍。

引用文献

- [1] F. Haber, Z. Electrochem. **16**, 244 (1910); F. Haber and R. L. Rossignol, Z. Electrochem. **19**, 53 (1913); F. Haber and R. L. Rossignol, US971501 A, (1910).
- [2] 室井 高城, 工業材料 **60**, 82 (2012).
- [3] A. Ozaki, K. Aika, H. Hori, Bull. Chem. **44**, 3216 (1971); K. Aika, H. Hori, A. Ozaki, J. Catal. **27**, 424 (1972); F. Rosowski, A. Hornung, O. Hinrichsen, D. Herein, M. Muhler, G. Ertl, Appl. Catal. A **151**, 443 (1997).
- [4] M. Kitano, Y. Inoue, Y. Yamazaki, F. Hayashi, S. Kanbara, S. Matsuishi, T. Yokoyama, S.W. Kim, M. Hara, H. Hosono, Nat. Chem. **4**, 934 (2012); Y. Inoue, M. Kitano, S.W. Kim, T. Yokoyama, M. Hara, H. Hosono, ACS Catal. **4**, 674 (2014); S. Kanbara, M. Kitano, Y. Inoue, T. Yokoyama, M. Hara, H. Hosono, J. Am. Chem. Soc. **137**, 14517 (2015); M. Kitano, S. Kanbara, Y. Inoue, N. Kuganathan, P. V. Sushko, T. Yokoyama, M. Hara, H. Hosono, Nat Commun **6** (2015); M. Kitano, Y. Inoue, H. Ishikawa, K. Yamagata, T. Nakao, T. Tada, S. Matsuishi,

T. Yokoyama, M. Hara, H. Hosono, Chem. Sci. **7**, 4036 (2016).

- [5] Y. Inoue, M. Kitano, K. Kishida, H. Abe, Y. Niwa, M. Sasase, Y. Fujita, H. Ishikawa, T. Yokoyama, M. Hara, H. Hosono, ACS Catal. **6**, 7577 (2016).
- [6] R. Juza, Angew. Chem. Int. Ed. **3**, 471 (1964); P. Bouclier, J. Portier, and G. Turrell, J. Mol. Struct. **4**, 1 (1969).
- [7] S. J. Tauster, S. C. Fung, R. L. Garten, J. Am. Chem. Soc. **100**, 170 (1978).
- [8] K. Honkala, A. Hellman, I. N. Remediakis, A. Logadottir, A. Carlsson, S. Dahl, C. H. Christensen, J. K. Nørskov, Science **307**, 555 (2005).
- [9] A. M. Karim, V. Prasad, G. Mpourmpakis, W. W. Lonergan, A. I. Frenkel, J. G. Chen, D. G. Vlachos, J. Am. Chem. Soc. **131**, 12230 (2009).
- [10] S. Bernal, F. J. Botana, J. J. Calvino, M. A. Cauqui, G. A. Cifredo, A. Jobacho, J. M. Pintado, J. M. Rodriguez-Izquierdo, J. Phys. Chem. **97**, 4118 (1993); J. M. Gatica, R. T. Baker, P. Fornasiero, S. Bernal, G. Blanco, J. Kašpar, J. Phys. Chem. B **104**, 4667 (2000).

(原稿受付日: 2017 年 4 月 3 日)

著者紹介

井上泰徳 Yasunori INOUE



東京工業大学科学技術創成研究院
革新固体触媒ユニット 博士研究員
〒226-8503
神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL: 045-924-5344
FAX: 045-924-5381
e-mail: inoue.yaj@m.titech.ac.jp

略歴: 2013 年東京工業大学総合理工学研究科博士課程修了, 2013 年東京工業大学応用セラミックス研究所最先端研究開発支援 (FIRST) プログラム研究員, 2014 年東京工業大学フロンティア研究機構産学官連携研究員, 2016 年より現職。

最近の研究: アルカリ土類アミド化合物担持金属触媒による NH₃ 合成。

趣味: 野球観戦。

原亨和 Michikazu HARA



東京工業大学フロンティア材料研究所
教授
〒226-8503
神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL: 045-924-5311
FAX: 045-924-5381
e-mail: mhara@msl.titech.ac.jp

略歴: 1995 年東京工業大学資源化学研究所触媒化学部門助手, 1998 年ペンシルバニア州立大学博士研究員, 2000 年東京工業大学資源化学研究所触媒化学部門助教授,

2006年東京工業大学応用セラミックス研究所（現・フロンティア材料研究所）セラミックス機能部門教授。
最近の研究：固体触媒によるバイオマス変換，NH₃合成。
趣味：昼寝。

北野政明 Masaaki KITANO
東京工業大学元素戦略研究センター 准教授
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL: 045-924-5191
e-mail: kitano.m.aa@m.titech.ac.jp

岸田和久 Kazuhisa KISHIDA
東京工業大学元素戦略研究センター 博士研究員
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL: 045-924-5127
e-mail: kishida.k.aa@m.titech.ac.jp

阿部仁 Hitoshi ABE
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: 029-864-5683
e-mail: hitoshi.abe@kek.jp

丹羽尉博 Yasuhiro NIWA
高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 技師
〒305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
TEL: 029-864-5444
e-mail: yasuhiro.niwa@kek.jp

笹瀬雅人 Masato SASASE
東京工業大学元素戦略研究センター 特任准教授
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL: 045-924-5127
e-mail: msasase@lucid.msl.titech.ac.jp

横山壽治 Toshiharu YOKOYAMA
東京工業大学元素戦略研究センター 特定教授
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL:045-924-5170
e-mail: yokoyama.t.ao@m.titech.ac.jp

細野秀雄 Hideo HOSONO
東京工業大学元素戦略研究センター，フロンティア材料研究所 教授
〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259
TEL: 045-924-5009
e-mail: hosono@msl.titech.ac.jp

新しい単原子シート「ボロフェン」の中に質量ゼロ粒子を発見

2017年2月20日

東京大学

東京大学物性研究所

高エネルギー加速器研究機構

1. 発表者：

松田 巖（東京大学物性研究所 准教授）

杉野 修（東京大学物性研究所 准教授）

組頭 広志（KEK 物質構造科学研究所 教授）

2. 発表のポイント：

- ◆ 次世代エレクトロニクスの動作原理に不可欠な質量ゼロの伝導粒子が、新しい2次元物質であるホウ素の単原子シート「ボロフェン」で発見されました。
- ◆ 従来「質量ゼロ」の伝導粒子の生成には蜂の巣状の原子配列が必要とされてきましたが、その配列を持たない場合でも生成することが理論と実験から実証されました。
- ◆ 本研究は原子シートに基づく新量子デバイス開発に革新的な設計理念を与えます。

3. 発表概要：

東京大学物性研究所の松田巖准教授と杉野修准教授らの研究グループは、中国科学院の Sheng Meng 教授・Kehui Wu 教授の研究グループ、高エネルギー加速器研究機構（KEK）の組頭広志教授の研究グループと共同で、ホウ素の単原子シート「ボロフェン」の中に、「質量ゼロ」粒子を発見しました。これまで、質量ゼロの粒子は炭素の単原子シート「グラフェン」に存在することが知られており、固体物理の中心テーマとして研究されてきました。また最近では、この粒子は電気伝導を担うため、エレクトロニクスの新たな動作原理に従うものとしても注目されています。これまでの研究から、単原子シートにおける質量ゼロ粒子の生成には蜂の巣状の原子配列が必要と考えられていました。しかしながら発見されたばかりの単原子シート「ボロフェン」では、蜂の巣状の配置を持たないのにも関わらず、同様の質量ゼロ粒子が生成することがわかりました。この粒子はまた、シートを支える基板の影響により性質の異なるペアを形成して存在していることも発見しました。

本研究成果は、新材料「ボロフェン」が示す新奇な性質の発見のみならず、次世代材料として注目されている単原子シートに対して新しい物質設計理念を提供します。今後、本研究成果を元に、質量ゼロ粒子による多種多様な原子シート物性の発見と工業利用への促進が期待されます。

本研究成果はアメリカ物理学会の速報誌「Physical Review Letters」に掲載されています（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/02/20/pressrelease20170220.pdf> をご覧ください）。

光で強誘電体中の水素原子を動かし、分極を高速に制御～理論と実験の発展的融合～

2017年3月7日

高エネルギー加速器研究機構

科学技術振興機構

【本研究成果のポイント】

- クロコニ酸結晶は有機強誘電体であり、有機デバイス材料として注目されているが、高速の分極制御が難しかった。
- クロコニ酸結晶にフェムト秒パルス光を照射すると、結晶中の水素原子が動いて分極反転を引き起こし、短時間で強誘電分極が変化した。
- 有機強誘電体を利用した高速のスイッチ、変調素子、メモリーなどの開発につながると期待される。

【概要】

クロコニ酸結晶はクロコニ酸分子同士が水素結合によって結びつけられた有機強誘電体であり、特に、常誘電から強誘電への転移温度（400 ケルビン以上）が高いことや、強誘電分極の値が大きいことからキャパシターなどの有機デバイスの材料として注目を集めている。

今回、高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所の岩野薫研究機関講師、東京大学 大学院新領域創成科学研究科の岡本博教授（兼産業技術総合研究所 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ有機デバイス分光 チームラボチーム長）、宮本辰也助教、産業技術総合研究所 機能材料コンピュータシミュレーション研究センターの下位幸弘研究チーム長らの研究グループは、同物質にフェムト秒パルス光を照射すると、強誘電分極が1ピコ秒（1ピコ秒＝1/1,000,000,000,000秒）以内という極めて短時間で減少し、その後、10ピコ秒の時間スケールで回復する現象を見出した。さらに、理論的な解析により、この現象が、水素原子の移動とクロコニ酸分子の π 電子系の変化による微視的な分極反転に基づくことを明らかにした。本研究は、光誘起による強誘電分極反転を実験と理論の両面から解明したものであり、有機強誘電体を利用した高速の光スイッチ、光変調素子、光メモリーなどの開発につながると期待される。

本成果は、米国物理学会誌 Physical Review Letters のオンライン版で3月13日（米国東部時間）公開予定である。（この記事の続きは <http://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/03/07/pressrelease20170307.pdf> をご覧下さい）。

フォマティクスのための大規模多次元データベースシステムの提案」Vol.2016_DBS_163 No.11, Vol.2016_IFAT_123 No.11, 2016/9/14 に掲載されています（この記事の続きは <https://www.kek.jp/ja/NewsRoom/Release/2017/04/17/pressrelease20170417r.pdf> をご覧下さい）。

量子ビーム実験・計算データをウェブ上で高速解析する可視化システムを開発 －自動車用磁性材料開発のための最強ツール－

2017年4月17日

高エネルギー加速器研究機構
高効率モーター用磁性材料技術研究組合

本研究成果のポイント

- 次世代自動車モーター用新規磁性材料の開発を効率化するためのツール「磁性材料データベース可視化システム」を開発
- 量子ビーム実験と大規模シミュレーションのデータを融合して、データベース化し、解析・可視化することに成功
- 巨大になる将来の量子ビーム実験データから、材料開発に必要な情報を抽出できる、効率的な研究開発のプロトタイプとなるシステム

【概要】

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の准教授 小野寛太と、高効率モーター用磁性材料技術研究組合（MagHEM）は、量子ビーム実験やシミュレーションの膨大なデータを統合的に扱い、ウェブ上で解析・可視化するシステムを開発した。KEK 計算科学センター内に設置され、3月から MagHEM が自動車モーター用新規磁性材料の研究開発のため利用している。

将来、加速器の高性能化によって量子ビーム実験データが膨大になり、現状の方法ではデータ解析が不可能になると考えられている。また、大量の材料データ群から情報科学的手法を用いて新しい知見を引き出す新たな材料設計技術「マテリアルズ・インフォマティクス」（Materials Informatics = MI）を用いて、量子ビーム実験データやシミュレーションデータから材料データを効率的に抽出する技術の開発が求められている。今回開発したシステムは、大型の放射光施設などで研究の大幅な作業効率化を図るための先駆けとなる技術である。

この成果は、2016年9月14日情報処理学会研究報告「マテリアルズ・インフォマティクスのための大規模多次元データベースシステムの提案」として発表された概念を実用化したもので、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構本（NEDO）の委託事業 未来開拓研究プログラム「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」の結果得られたものである。

本成果は、情報処理学会研究報告「マテリアルズ・イン

「2016年度量子ビームサイエンスフェスタ / 第8回 MLF シンポジウム / 第34回 PF シンポジウム」開催報告

2016年度量子ビームサイエンスフェスタ実行委員会
委員長 堀場弘司 (KEK 物構研)
副委員長 丸山龍治 (原子力機構 J-PARC センター)

「2016年度量子ビームサイエンスフェスタ / 第8回 MLF シンポジウム / 第34回 PF シンポジウム」は、KEK 物質構造科学研究所 (物構研), J-PARC センター, 総合科学研究機構 (CROSS), PF-UA, J-PARC MLF 利用者懇談会が主催となり、茨城県、つくば市、東海村の後援と20の学術団体の協賛のもと、3月14日(火)～15日(水)につくば国際会議場にて開催されました。昨年度より名称を「量子ビームサイエンスフェスタ」と変更した本会は、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子など多様な量子ビーム利用の推進とサイエンスの発展を目指し、量子ビーム施設スタッフと利用ユーザーが一堂に会し、さらに異なるプローブの専門家が垣根を越えて交流できる出会いの場として開かれました。年度末の多忙な時期にもかかわらず、昨年度を上回る577名の方に参加頂き、それぞれの量子ビームの特長を生かしたサイエンスや、異なる量子ビームの相補利用や複合解析により創出される新たなサイエンスの展開など



図1 開会挨拶を行う山田和芳 KEK 物構研所長



図2 基調講演を行う東京工業大学・菅野了次教授 (左) と微生物化学研究所・野田展生博士



図3 集合写真

熱い議論が行われました。昨年度と同様に、初日14日にはサイエンスに主眼をおいた合同でのセッションを行い、二日目15日には各施設による第34回 PF シンポジウムおよび第8回 MLF シンポジウムを並行して開催しました。

14日は、まず KEK 物構研の山田和芳所長による開会の挨拶があり、このサイエンスフェスタを毎年春先に街にやってくるサーカスの一団と例えて、将来は様々な他の量子ビームのシンポジウムと一緒に開催し、さらに開催地も茨城県にとどまらず全国へ飛び出していくことで、量子ビーム利用研究をさらに発展させていきたいとの意気込みが述べられました。続いての基調講演では、まず東京工業大学の菅野了次教授から「物質開拓からデバイスへ～蓄電池開発に果たす量子ビームの役割」と題して講演があり、全固体電池の電解質となるイオン導電体中をリチウムイオンが動く様子を中性子回折実験で明らかにした例などを取り上げ、蓄電池開発にあたり量子ビームが重要な役割を果たしていることが紹介されました。続いて微生物化学研究所の野田展生博士から「構造生物学から迫るオートファジーの分子機構」と題して、2016年ノーベル医学生理学賞を受賞された大隅良典先生との共同研究から、そのエピソードなどを交えつつ、選択的オートファジーのメカニズムについて放射光を用いた構造生物学研究が明らかにした巧妙な仕組みについての講演がなされました。続く来賓挨拶では、文部科学省より村上尚久 科学技術・学術政策局研究開発基盤課長から、また飯野哲雄 つくば市副市長からご挨拶を賜り、続いて山内正則 KEK 機構長と三浦幸俊 原子力機構理事によりご挨拶がありました。その後恒例の会場ステージでの参加者全員での記念撮影が行われました。

午後のポスターセッションでは、さまざまな分野から300件を超える発表があり、会場のあちこちで熱い議論が交わされました。学生のポスター発表については PF-UA および J-PARC MLF 利用者懇談会による審査が行われ、奨励賞として優秀な発表が6件選出されました。ポスターセッションの後には、口頭発表の平行セッションが行われ、量子ビームの産業利用、量子ビームでみる水素、量子

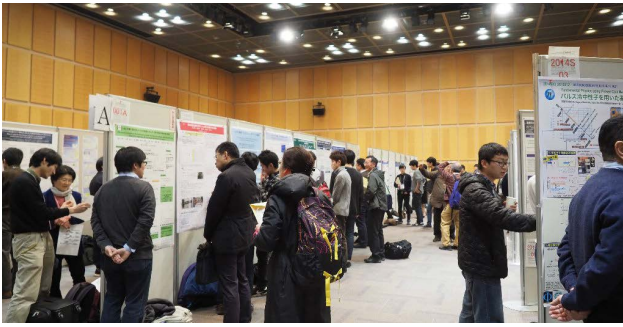


図4 ポスターセッションでの様子

ビームを用いた強相関・低次元物質研究，量子ビームを用いたエネルギー材料研究，量子ビームを用いた地球環境・高圧科学研究，量子ビームを用いた生命科学研究，と題した6つのテーマのセッションが実施されました。サイエンスフェスタではさまざまな量子ビームの相補利用や複合解析により新しい研究展開が生み出されることを推進するべく開催しております。そのためパラレルセッションの構成もサイエンスの分野をベースにテーマ分けされており，それぞれのセッションでさまざまなプローブを用いた研究発表が行われ，それぞれの量子ビームの利用研究者がプローブ間の垣根を越えて議論する場となりました。

初日のセッション終了後には，懇親会が開かれました。PFの村上洋一施設長の開会挨拶により始まり，山田修 東海村村長より乾杯のご挨拶を，また横溝英明 CROSS 東海センター長と齊藤直人 J-PARC センター長よりご挨拶を頂きました。懇親会中には学生奨励賞の授賞式が行われ，その中で平井光博 PF-UA 会長と久保謙哉 MLF 利用者懇談会会長からお言葉を頂きました。昨年度に引き続き，審査委員会の方のご尽力により，ポスター発表中に迅速に受賞者を決定し，受賞者の方全員に授賞式に参加して頂くことが出来ました。審査委員会をお引き受け頂いた方々に感謝いたします。また，今年度は受賞者のポスターを懇親会場に掲示するという試みを行いました，発表とはまた違った雰囲気でのざっくばらんな議論が盛り上がり良かつたのではないかと思います。

2日目の15日には，PFシンポジウムとMLFシンポジウムが平行で開催されました。PFシンポジウムでは，サイエンスフェスタの前日に行われた第2回 KEK 放射光



図5 懇親会の様子（エントランスホール）



図6 PFシンポジウムの機構長との懇談での山内正則 KEK 機構長（上）と開会挨拶を行う村上洋一 PF 施設長（下）

ワークショップに引き続いて，KEK 放射光計画についての議論が行われました。10月に公開されたCDRの説明の後，山内 KEK 機構長との懇談の機会が設けられました。引き続いての総合討論の時間に渡って，KEK 放射光実現に向けた忌憚のない意見交換が行われました。午後からは，PFの国際共同と題して，Saha Institute of Nuclear Physics の Milan Sanyal 氏より PF BL-18B インドビームラインの報告が，Triangle Science, Education & Economic Development の Sekazi K. Mtingwa 氏よりアフリカ放射光計画の紹介がありました。その後，PF-UA 総会と今年度の施設報告があり，最後に村上洋一 PF 施設長から閉会の挨拶があり，KEK 放射光の実現に向けて着実に進むこと，現在の PF および PF-AR についてもきちんと運営していくことが我々のミッションであり，努力していきたいとの言葉で締めくくられました。

量子ビームサイエンスフェスタは，物構研サイエンスフェスタから数えて5回目となり，運営形態はおおよそ固まってきたと思いますが，まだまだ改善すべき点も多くあります。また来年度のフェスタは3月2日（金）～4日（日）の日程で，茨城県水戸市の茨城県立県民文化センターにおいて開催されることになり，大きな変革の年となりそうです。今後の量子ビーム科学研究の発展のために本フェスタが益々大きな役割を果たせるよう，PFスタッフ一同，MLFのスタッフと共にこれからも頑張っていきますので，今後ともよろしくお願いいたします。

最後になりましたが，事前準備から当日まで長期にわたり積極的に活動頂きました実行委員の方々，当日一生懸命働いて下さったアルバイトの皆様，そして，いつもながら事務手続きと当日の運営を円滑に進めて頂き，本フェスタを献身的に支えて下さいました事務局の皆様深く御礼申し上げます。

2016年度量子ビームサイエンスフェスタに参加して

群馬大学 大学院理工学府 博士課程前期2年 味戸聡志

群馬大学大学院理工学府の味戸聡志と申します。放射光X線・中性子小角散乱測定などによりタンパク質の溶液中での構造・機能特性を研究しております。PF BL-10Cの実験では毎回ビームラインスタッフの先生方に大変お世話になっており、この場をお借りして改めて感謝申し上げます。今回のサイエンスフェスタにおいて幸運にも「糖によるタンパク質安定化作用の構造学的研究」で学生奨励賞を頂くこととなりました。賞とは無縁の学生生活を送っていたため、受賞のご連絡を頂いた瞬間、頭の中では喜びが爆発致しました。このような栄えある賞をご用意頂きましたサイエンスフェスタのオーガナイザーの先生方に御礼申し上げます。

私は昨年の量子ビームサイエンスフェスタが初めてのポスター発表でした。そのため、国際会議場の雰囲気や雲の上のような基調講演、大勢の参加者の方と多数の素晴らしいポスター等々に圧倒されて萎縮してしまい、自身の発表では声が震えたりしどろもどろとなったり、さらには英語での質問が耳に入らなかったりと大変恥ずかしい思いを致しました。今回は無謀にもリベンジするべく、勢いで学生奨励賞に応募させて頂きました。昨年と比べてデータ量と質、解析と議論の内容を充実させようと考えていましたが、実際に受賞できるとは夢にも考えておりませんでしたので、法外の喜びです。

以下にサイエンスフェスタ当日の印象を述べさせていただきます。当日の基調講演は、全く浅学な私にも理解できるよう大変分かりやすくお話されており、この場が学会ではなく、分野の垣根を超えた科学の祭典であること、我々学生にとって視野を広げる貴重な機会であることを強く実感しました。特に野田先生の講演では、オートファジーのメカニズム解明に放射光が果たした役割をご解説頂き、構造生物学の可能性をひしひしと感じました。ポスターセッションは、昨年と同様に凄い熱気で、通行するのも難しい場所が随所に見受けられました。学生奨励賞に応募していたせ



図1 基調講演の様子（大ホール）



図2 パラレルセッションの様子（写真は（B-2）「量子ビームを用いた地球環境・高圧科学研究」（中会議室202）にて）

いか前回の何倍もの先生方が来てくださり、貴重な議論や助言を多数頂くことができました。ここで勉強させていただいたことを、今後の研究の展開に役立てたいと考えております。パラレルセッションでは、非常に関連な質疑応答が行われ、基調講演とは異なった雰囲気を感じることができました。特にC2パートの生命科学のセッションでは、時間内に質疑応答が収まらない講演が多く、先生方が互いの研究に強い関心を持っておられることを実感致しました。

以上のように当日の様子を振り返りますと、改めて量子ビームサイエンスフェスタが通常の学会（私は生物物理学会に所属しています）と異なり、様々な分野の研究者や学生が交流可能な祭典であると感じます。このような広範な科学分野の研究者が一堂に集う祭典は数少ないと認識しておりますので、サイエンスフェスタは大変な教育的価値を持つ祭典であると思います。今後とも量子ビームサイエンスフェスタを是非継続頂きますようお願い致します。

最後になりますが、このような執筆の機会を下さり編集委員の先生方に心より感謝申し上げます。今後も実験等でお世話になりますので、どうぞ宜しくお願い致します。



図3 奨励賞授賞式での著者（右）と堀場実行委員会委員長（左）

PF 研究会「福島環境回復を目指した放射光研究の現状と今後の課題」開催報告

日本原子力研究開発機構 下山 巖

2016年10月14日(金)に、KEKつくばキャンパス4号館セミナーホールにおいて、PFのBL-27のユーザーを中心として、今後の放射性同位体・核燃料を扱う放射光ビームラインの課題と将来計画について議論するためのPF研究会を開催した。特に、福島第一原発事故以降の様々な問題に対する放射光分野からの貢献を主なテーマとし、環境・原子力材料・廃炉・アクチノイド化学・放射線生物などの様々なトピックに関する10件の講演を行った。

研究会では、冒頭に村上洋一 PF 施設長から今後のKEK放射光計画の方針について説明があり、それに引き続いて福島環境回復に関する3件の講演があった。東大の高橋嘉夫教授から環境試料中の放射性核種の移行挙動に関する発表があった。この発表では走査型透過X線顕微鏡(STXM)による興味深い結果が示されており、低エミッタンス高輝度軟X線を用いた顕微分光が今後のこのテーマにおける放射光利用の方向性の一つであることが示された。東工大の大貫敏彦教授からは微生物が関与する環境修復技術の開発について講演があり、微生物による環境中のCs摂取などのトピックについて報告がなされた。原子力機構(JAEA)の下山主任研究員はCsフリー鉱化法という新たな除染法について講演を行った。これは土壌中の粘土鉱物をアルカリ塩などと反応させて別の鉱物に変換することでCs除去と再生利用を促進するアイデアであり、BL-27Aで実施しているX線吸収分光の成果についても報告を行った。なお、Csフリー鉱化法に関しては、本号の「最近の研究から」にもレビューを執筆させていただいているので、合わせてご覧いただきたい。

次に原子力・廃炉に関する2件の講演があった。最初は大阪府立大の岩瀬彰宏教授による原子炉材料・燃料の照射効果に関する講演があり、BL-27A, Bにおける様々な研究成果の紹介が行われた。特に、照射損傷により生じる結合状態の変化を追跡するのにX線吸収分光法が用いられており、この分野においてもX線顕微分光の有用性が示された。



図1 会場の様子



図2 集合写真(4号館セミナーホール前)

また、JAEAの若井田育夫主任研究員はJAEAで実施している福島第一原発の廃炉計画について講演を行い、レーザーを用いたその場分析によるデブリの観察に関する現在の取り組みについて紹介した。

午後からは放射線化学・放射線生物に関する3件の講演があった。日本アイソトープ協会の勝村庸介理事からは放射線影響研究に関する講演があり、水、水溶液の放射線化学に関するトピックを中心に、福島原発事故後の放射線効果の研究についてロボット部品の耐放射線性、ゼオライトからの水素発生、塩水の放射線分解と腐食、ウラン燃料の溶出、汚染水処理など多岐にわたるトピックについて報告がなされた。電中研の富田雅典主任研究員は放射線誘発バースタンダー応答に関する講演を行い、BL-27Bなどで実施しているX線誘発バースタンダー細胞死に関する最新の研究成果について報告した。量研機構の横谷明徳上席研究員は低線量放射線による放射線生体影響と共に、放射光真空紫外線の円偏光二色性を利用したDNA修復に関与するタンパク質の構造解析に関するトピックに関する講演を行った。

最後のセッションではアクチノイド科学に関する2件の講演が行われた。阪大の藤井俊行教授は電解質溶液中でのウランイオンの局所構造解析に関する講演を行い、BL-27Bで実施しているアクチノイドイオンのX線電解分光によるその場観察に関する最新の成果について報告した。特に液体の非密封RI試料を扱うための実験上の制約についてコメントがあり、PFでの研究展開に関して議論がなされた。東大の斎藤拓巳准教授は放射性核種の環境動態研究における放射光利用に関して講演を行い、ウランイオンの環境中での吸着挙動を調べるため、ESRFで行ったEXAFS実験について紹介した。特に、海外の放射光施設における経験に基づいてRI・核燃料のビームラインがアクチノイド科学の分野における競争力維持に重要であるとの発言があり、ビームラインのハードウェアの更新・維持と共に、規制との関係、放射線管理のプロフェッショナルの育成と信頼関係の樹立の重要性が指摘された。

【プログラム】

- 10:00 ~ 10:05 はじめに 下山 巖 (JAEA)
- 10:05 ~ 10:10 挨拶 村上 洋一 (PF 施設長)
- 10:10 ~ 10:20 PF BL-27 の現状紹介 宇佐美 徳子 (KEK)
- 10:20 ~ 10:40 X線分光を用いた放射性核種の移行挙動の素過程解析 高橋 嘉夫 (東大)
- 10:40 ~ 11:00 微生物が関与する新規固液界面現象の探索と環境修復技術の開発
大貫 敏彦 (東工大)
- 11:00 ~ 11:20 Cs フリー鉍化法による汚染土壌減容化と再利用 下山 巖 (JAEA)
- 11:20 ~ 11:40 放射光X線分光を用いた原子炉材料・燃料の照射効果の研究
岩瀬 彰宏 (大阪府立大)
- 11:40 ~ 12:00 Pu/U のレーザー遠隔分析技術開発と福島廃炉におけるその場分析への応用
若井田 育夫 (JAEA)
- (昼休み)
- 13:15 ~ 13:35 放射線影響研究の将来 – 福島原発事故を越えて – 勝村 庸介 (アイソトープ協会)
- 13:35 ~ 13:55 放射光X線を放射線生物研究に用いる利点と課題 富田 雅典 (電中研)
- 13:55 ~ 14:15 放射線生体影響のメカニズム解明に向けた放射光利用研究 横谷 明德 (QST)
- (休憩)
- 14:30 ~ 14:50 電解質溶液中でのウランイオンの局所構造分析 藤井 俊行 (阪大)
- 14:50 ~ 15:10 放射性核種の環境動態と放射光応用
齊藤 拓巳 (東大)
- 15:10 ~ 15:30 討論

【提案代表者】 下山 巖 (日本原子力研究開発機構・主任研究員), 横谷 明德 (量子科学技術研究開発機構・上席研究員)

第5回対称性・群論トレーニングコースに参加して

熊本大学大学院自然科学研究科 馬屋原明寛

2017年3月6日から10日の日程で、高エネルギー加速器研究機構4号館セミナーホールにて開講された、第5回対称性・群論トレーニングコースを受講する機会を得ました。本セミナーは、結晶学が研究分野の細分化や解析ツールの進化に伴いブラックボックス化している昨今、「空間群や対称性と結晶構造の関係がピンとこない」「構造解析の後にもう一步議論を深めたい」とお思いの、構造科学研究に携わる研究者の方々を対象に定期開催されています。講師であるロレーヌ大学理学部結晶学研究室のマッシモ・ネスポロ教授は数理結晶学の第一人者で、後進の育成にも

積極的な方です。

受講者の大多数は実験屋の方々であったと思いますが、私は学部生時代数学科に所属していた過去があり、現在フランスのナンシーにてネスポロ教授のご指導のもと数理結晶学の理論研究を行っている立場です。この文章も、少々視点を異にする参加報告になるかもしれません。

今春から数理結晶学の研究を本格的に始動させた私にとって、このセミナーの内容は研究に必須の基礎知識そのものでした。しかし、受講されていた研究者各々のモチベーション、目的あるいは達成目標は実に様々であったと思います。その受講者のうち、「群論に挑戦する」と意気込んでいる方がいらっしゃるのになりました。この分野の研究者である私の立場からは、「群論の本質を理解しよう」などと大上段に構えずに、肩の力を抜いて「群論とじゃれ合う」くらいの心構えでコースに臨むことをお勧めしたいと思います。ネスポロ教授もおっしゃっていましたが、群というのは代数学の概念の一つにすぎません。皆さんが普段から当たり前に行っている行列と同じだと思います。行列に「本質」なるものがあるとすれば、私もどなたかに教えていただきたいです。群はそれ自身を構成する要素、あるいは操作の全域性ゆえに扱う対象がそこまで一般的ではありません。つまり特殊な用途に限られた道具なのですが、そのため、逆に道具としては非常にシンプルで扱いやすいということになります。群論というと、少しとっつきにくいという印象を多くの方がお持ちになるのかもしれませんが、別に恐れることはない"ただの道具"なのです。私も何らかの新しい概念と出会うと、本質を理解しようとするある種の完璧主義に陥ることが度々あり、心が折れそうになります。そういう時には、本質はひとまず置いて、たくさんの具体例に触れ、この便利な武器を手垢まみれになるまで使いこなそうとする意識が大切だと思います。なぜなら私たちは数学者ではないですから。

ところで、本セミナーは毎日9時から18時を目安に5日間集中的に開講されました。公的機関や民間の研究所で多忙な日々をおくる研究者や私たち学生にとって、糖とカフェインを大量消費するただの勉強マシンでいられたことは貴重でした。企画担当者や事務の方々、そして講師のネスポロ教授と支援企業に感謝します。このようにして、様々な分野の短期集中講義が今後も開講されればと思います。



図1 集合写真

放射光を用いた大学院生向け実習の試み

東京工業大学理学院 河内宣之, 北島昌史, 穂坂綱一

東京工業大学理学院化学系では、2011年度より大学院生向けの実習“放射光科学実習”を放射光科学研究施設(PF)で実施している。本稿では、その経緯を振り返るとともに、実習の様子を紹介したい。さて、2009年4月に東京工業大学理工学研究科化学専攻(当時)と放射光科学研究施設との間で放射光科学の教育研究推進についての合意書及びそれに付帯する覚書が交わされた。それに基づき、PF BL-20Aが、大学等運営ステーションに指定され、私どもが施設側教員の指導の下に、そのBLの運営に参画することになった。施設側教員は、当初は伊藤健二教授(現名誉教授)であったが、2013年4月以降は足立純一研究機関講師に交代した。ここで紹介する実習“放射光科学実習”は、このような枠組みの下、PF BL-20Aで実施されている。

さて、BL-20Aを大学等運営ステーションとして運営し始めた当初から、大学院生向けの実習を検討し始めた。そもそもの動機は、ユーザーが次第に光源加速器の存在を意識しなくなりつつある現状に、異を唱えたいことにあった。トップアップ運転の開始以降、放射光の安定性には目を見張るものがあり、我々ユーザーは、ともすれば光源加速器の存在を忘れがちになっている。次世代光源がユーザーの視野に入りつつある現状を考慮すれば、加速器科学と放射光科学の距離をもっと縮める必要があるようだ。そこで、『放射光を使いこなせる人材を養成するためには、蛇口をひねれば出てくる水を使うような実習ではなく、ユーザーには見えない光源加速器(PF)の存在を意識できる実習が望まれる。』をコンセプトに、新しいタイプの実習を立ち上げることにした。鍵は、どのようにして学生に光源加速器の存在を意識させるか、である。色々なアイデアが出たが、放射光パルスとの同期を取る実験をすることにより、光源加速器の存在を意識させることにした。こうと決まれば、話は早く、化学屋が得意とする、けい光強度の時間分解測定を実習のメインテーマに据えることにした。けい光としては、一年生の化学の講義で学ぶ水素原子のLyman- α けい光をとり上げることにした。H(2p)原子の寿命が1.6 nsなので、放射光パルスの繰り返し周期2 ns内に、その強度がかなりの程度、減衰する。何とか寿命が求まりそうである。また、放射光の時間構造(フィルパターン)を目の当たりにすることもできる。放射光の何たるかを、直感的に理解するには、最適の実習になりそうである。問題は、どうやってH(2p)原子を多量に、かつ瞬間的に生成するか、である。これも実は簡単なことである。水素ガスにパルス真空紫外光(パルス幅100 ps)を照射すれば、光解離により、H(2p)原子が瞬間的に生成する(もちろん、入

射光子エネルギーは適切に選ばねばならない)。その個数は、Lyman- α 光子を時間分解単一光子計数できるほどである。これで準備が整った。光源加速器から供給される、パルス放射光と同期したピックアップ信号とLyman- α 光子の同時計数測定をすればよい。実験装置の模式図を図1に示す。ポイントは、光源加速器から供給されるRFピックアップ信号の意味を、荷電粒子のRF加速をはじめとする放射光発生原理と絡めて、いかにうまく学生に伝えるかにある。ここは、我々としても、ある程度勉強しなければならない。いまのところ、うまく行っていると自負しているが、,,。

このあたりで、実習の全体像をご紹介したい。対象は本学化学系の修士課程一年生である。まず一回の実習で受け入れる学生数は、5から6名が限界である。これ以上になると、教育効果が低下してしまうし、安全面からも、この辺りが限度であろう。実習は1泊2日で行う。まず安全ビデオによる安全教育を済ませ、放射光科学全般にわたる基礎知識を学ぶべく、放射光科学研究施設の足立純一先生による一時間程度の講義を受講する。そのあと、PF実験ホールにて、放射光分光器の解説から始まり、図1の計測システムの修得など盛りだくさんの課題をこなしながら、目的とする時間分解Lyman- α けい光強度の測定にまでたどり着く。図2に得られた結果の一例を示す。a)からフィルパターンが良くわかる。ここでも、RFによる加速と絡め

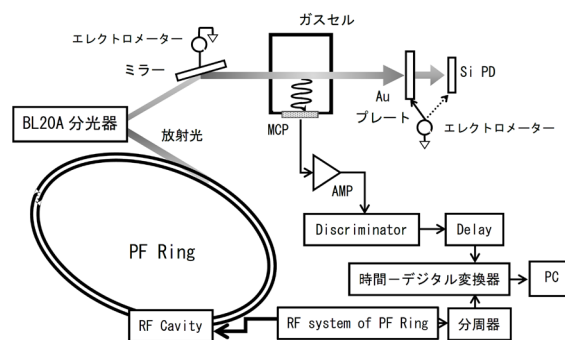


図1 実験装置の模式図

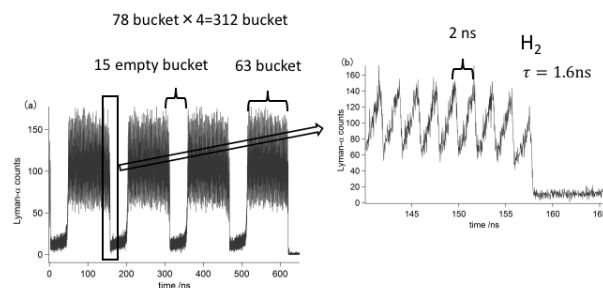


図2 得られた時間分解Lyman- α けい光強度の一例。(b)にはH(2p)原子の寿命1.6 nsを反映した強度の減衰が見られる。

Brookhaven National Laboratory 滞在記 ～研究編～

放射光科学第二研究系 山田悠介

た説明が必要になる。二日目は主としてデータ解析に当てる。図2に示す時間分解 Lyman- α けい光強度に理論式をフィットして、H(2p) 原子の寿命を求める。パイルアップ効果を考慮する学生、しない学生、様々であるし、ダークギャップ部の利用を思いつく学生もいる。このとき、加速器研究施設の高井良太先生から提供していただいた、ストリークカメラで取った放射光パルス波形を見せる。このあたりで、時間分解能という概念をうまく学生に伝えることができれば、大成功である。実際、時間分解能を畳み込んだ解析をする鋭い学生も時々見受ける。また、施設見学も行っている。実は、この施設見学が、人気が高く、かつ印象に残るメニューのようだ。二日目の夕方に解散して、1泊2日の実習が終わる。このような実習を一年あたり、4回から5回行っている。例えば、2016年度は、25名の学生を対象に、5回に分けて実習を行った。参加率を(実習参加学生数) / (化学系 M1 学生総数) により定義すると、参加率は45%に達し、学生の関心の高さが伺われる。図3に年度別の参加学生数を示す。これまでに88名の学生が参加した。今年度中に累計参加学生数が100名を超えると予想している。学生から見ると、この実習に参加するには、教育と訓練を受けて、東京工業大学において放射線作業従事者として登録される必要がある。当初このことが、高いハードルになることを懸念したが、実際には、この心配は杞憂に終わった。図3に見られる参加者数の増加傾向は、このような実習が強く支持されていることを示している。

6年前に、手探りで、光源加速器の存在を意識できる実習を始めた。幸いにも、学生諸君から注目される実習となり、放射光科学と加速器科学の融合型人材育成において、試験的役割を果たしつつあると自負している。なお、本実習を遂行するにあたり、放射光科学研究施設の足立純一先生と加速器研究施設の高井良太先生に多大なご支援をいただいている。学生に人気の高い施設見学に当たり、放射光科学研究施設の兵藤一行先生が労を取ってくださっている。また、多くの先生方に説明をお願いしている。ここに記して、先生方に深く感謝申し上げたい。本事業は、KEK 大学等連携支援事業に採択され、財政的支援を受けている。感謝申し上げたい。最後に、この実習が評価されて、東京工業大学教育賞優秀賞(2015年度)を受賞したことを報告したい。

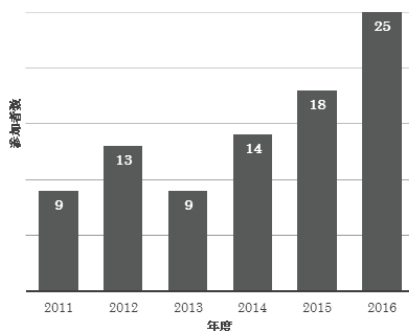


図3 実習参加者数の推移

前回 (Vol.34 No.3) の滞在記～生活編～に引き続き、今回は研究に関することを書いていきたいと思います。

私は米国のブルックヘブン国立研究所 (BNL) のなかにある放射光施設 NSLS-II で半年間の長期海外派遣をさせていただきました。前回の生活編でも少し触れましたが、私は BNL に行くまで、BNL は高エネルギー物理学研究用の加速器 RHIC や放射光施設 NSLS-II があることから KEK と同じような加速器の研究所と思っていました。しかし実は加速器に関わらず様々な研究を行っている総合的な研究所であることに気付かされました。そのためキャンパスは広大で KEK の数倍はあるかという広さです。

NSLS-II は周長 792 m の大型施設でエネルギーが 3 GeV のいわゆる高輝度 3 GeV リングの一つであり、2014年に運転が開始された新しい放射光施設です。新しい施設であるため多くのビームラインは建設中であったり、立上げ・コミッショニング中であったりで、実験ホール内は常に活気づいていました (図1)。NSLS-II の光源棟の周りに5つの研究棟が隣接しており、私はこの中の LOB5 という研究棟の中に机を割り当ててもらい、そこで研究生活を送っていました。

海外の研究施設で働いていた人たちと話をすると、海外の研究施設では安全に対する意識が非常に高い、という話をよく聞きます。実際、BNL にいるとそれを実感しました。研究者個人の安全意識というのはそれほど大差ないようで、安全対策を煩わしく思っている人も多かったです。ただ施設としての安全への取り組みは非常に徹底しています。Eラーニングをベースとした安全教育は非常に発達していて、ありとあらゆる項目が Eラーニングとして用意されており、これをパスしないどんな作業も行うことが出

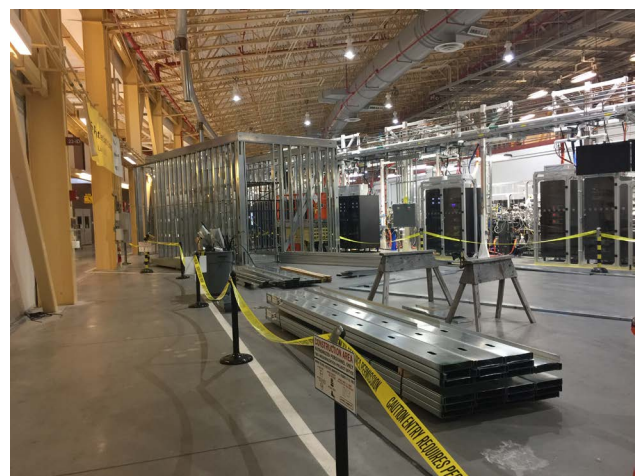


図1 NSLS-II 実験ホールの様子。新しい施設なので実験をしているビームライン (写真奥) のすぐ隣で、新しいビームライン (手前) の建設が行われています。

来ません。私は NSLS-II ではユーザーの立場だったので、NSLS-II での研究のために受けなければならない E ラーニングは 3 つ程度でしたが、BNL 職員、特にビームライン責任者となると受けなければならない E ラーニングの数は膨大です。私も滞在中に日本から学会ついでに見学に来られた方を NSLS-II 内に案内する機会がありましたが、その際には「外国人を施設案内する」という E ラーニングを受ける必要がありました。また、毎週行われる運転に関する打ち合わせや、半年に 1 回の頻度で開かれるユーザーとのミーティング (Town meeting) では、まず安全の責任者による話から始まります。Town meeting ではミーティングの最後が NSLS-II のリーダーである John Hill さんによる施設報告となるのですが、ここでもまず安全に関する話から入っていました。9 月の Town meeting では NSLS-II 内で報告すべき事故がない期間が 130 万時間 (人数と時間を掛け合わせたものだと思います。) に達した、という報告をされていたのが印象に残っています。このようにして日頃から安全第一の意識を浸透させようとしているようにしているのかな、と感じました。なお、ちょっと話がそれますが、BNL キャンパスでは自動車の最高速度が 30 MPH (約 50 km/h) と決まっており、これを超えたところをキャンパス内を徘徊しているパトカーに見つかるとなちまち捕まってしまうそうです。ということで、BNL キャンパス内ではどの車もしっかり速度制限を守って安全運転をしています。これも安全意識の表れでしょうか。でも、キャンパス外に出るとどの車も速度制限お構いなしで飛ばすんですがね・・・

私は PF ではタンパク質 X 線結晶構造解析ビームラインの開発・運営に携わっていますが、BNL での研究も NSLS-II にある 2 つのタンパク質結晶構造解析ビームライン AMX/FMX の開発に参加するというものでした。NSLS-II には構造生物学研究のためのビームラインとして、2 つのタンパク質 X 線結晶構造解析ビームライン AMX と FMX、1 つの小角散乱ビームライン LIX があります。この開発を行うチーム構成が少し複雑で、NIH からの予算でビームライン建設を行う ABBIX と呼ばれるチームと NIH と DOE の双方からの予算でビームライン運営を行う LSBR と呼ばれるチームが合わさって開発が行われています。総勢 29 名の大所帯で、約半分がエンジニア、残りがサイエンティストという構成です。私が在籍したときはビームライン建設とコミショニングの最終フェーズでしたが、ユーザー運転に向けてエンジニアの方たちの作業はフル回転で、これらの取りまとめるビームラインサイエンティストの苦勞がひしひしと伝わってきました。

2 つの生体高分子 X 線結晶構造解析ビームライン AMX と FMX について簡単に紹介すると、AMX はビーム径が 5~100 μm でフォトンフラックスが 5×10^{12} ph./sec. (250 mA 運転の場合) 程度であるビームを用いてハイスループトな測定を行うことに主眼を置いたビームラインです。一方、FMX はビーム径が 1~20 μm でフォトンフラックスが 5×10^{12} ph./sec (250 mA 運転の場合) 程度であるビームを

用いて高難度なタンパク質結晶からの構造解析を行うことに主眼を置いたビームラインです。両ビームラインともビームライン光学系およびビーム輸送系はドイツの RI Research Instruments 社が一括して設計、製作、設置を請け負っています。私の滞在時は丁度 AMX のビームラインコミショニングを行っている時期だったので、光学調整などの立上げにも参加することが出来ましたが、専門業者が製作するビームラインは洗練されており、調整における安定性や再現性は非常にレベルの高いものでした。タンパク質 X 線結晶構造解析のようなある程度光学系への要求が確立したビームラインでは、このように専門業者による一括製作が極めて有効だと感じました。光学系/輸送系は業者に委託する一方で実験ハッチ内の回折計、結晶交換ロボットはオリジナルに開発されたものでした。ヨーロッパを中心に近年開発されるタンパク質 X 線結晶構造解析ビームラインでは、市販の回折計や結晶交換ロボットが使用されることが多いのですが、ユーザーが直接触れるこれらの装置を完全にオリジナルで開発することで差別化を図っているように感じました。回折計は非常に幅広いズーム比に対応した同軸観察系や、約 200 mm という非常に狭い空間に 6 つの装置を搭載したビームコンディショニングユニット、正確かつ高速にサンプル位置決めをするゴニオメータヘッドなどが搭載されており、非常に使用感の優れたものでした (図 2)。AMX、FMX には検出器としてそれぞれ Dectris 社の最新ピクセルアレイ型検出器 EIGER X9M と EIGER X16M が搭載されています。EIGER は非常に高速なフレームレート (9M で 238 Hz, 16M で 133 Hz) で測定可能な検出器ですが、AMX/FMX ではこの高速検出器の利用に関して早くから問題意識を持っていて、HDRMX (High Data-Rate Macromolecular Crystallography) というワークショップを主催し、EIGER の利用、特に新しく採用されたファイル形式 HDF5 の活用に関して各放射光施設の意見を取りまとめ、Dectris 社に仕様改善を要望するといった働きかけをしています。私はこの AMX において、回

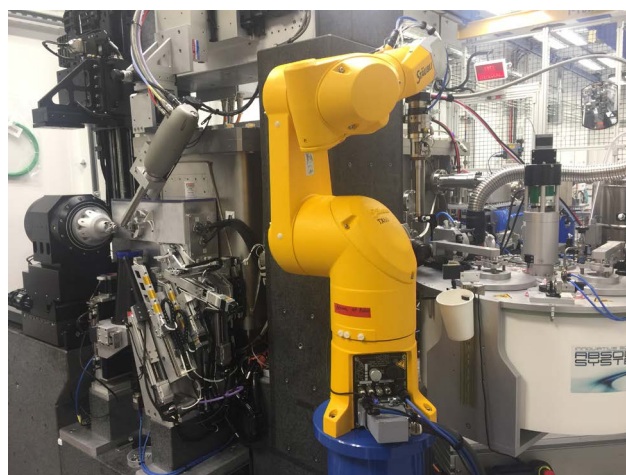


図 2 FMX の回折計 (左) と結晶交換ロボット (右)。これらの装置は設計から製作まで全て NSLS-II の ABBIX/LSBR グループによって行われています。

折データの処理および構造解析パイプラインの構築、および Serial Crystallography に関する研究を行ってきました。前者はデータ収集後の処理および構造解析を高速かつ自動で進めることで、次のデータ収集にフィードバックさせることを目的としたものです。まだ完成には至っていませんが、解析パイプラインは PF でも有効であり今後も共同研究を続けて行く予定です。後者の Serial Crystallography についてもフォトンフラックスが低い PF のビームラインでは実験が不可能な手法ではありますが、次期光源計画につなげる形を取れるよう継続して行きたいと考えています。

BNL への長期派遣の目的として、私の中ではもう一つ NSLS-II で取り入れられているデータベースシステムを学ぶということがありました。NSLS-II では Python と MongoDB をベースとした測定からデータ解析までのシステムが標準化されています (<https://nsls-ii.github.io/>)。残念ながら AMX では、まだこのシステムの中にある amostra と呼ばれるサンプル情報を取り扱うデータベースシステムについて活用する段階までは開発が進んでおらず、実際にその使用感を体験することは出来ませんでした。ただ、この標準システムを開発した NSLS-II の制御グループは定期的にチュートリアルクラスを開催しており、そこに参加してシステムのセットアップから使用方法についてまで学ぶ事が出来ました。また、毎週金曜日の午後にはこの制御グループがサポートオフィスを開設しているので、何か疑問が出たときにはノートパソコンをもって質問に行くことが出来ました。制御システムに限った話ではありませんが、このようなシステムの標準化やそれを用いるユーザーへの手厚いサポートは最先端の施設を作り上げていく上では無くてならないもので、PF も見習う必要があるなど強く感じました。

私は大学院博士課程後期から現在に至るまで KEK で研究活動をしてきました。このような私にとって、今回の長期海外派遣は非常に有意義なものでした。BNL で私をホストしていただいた Dieter Schneider 博士および Jean

Jakoncic 博士を始め、ABBIX/LSBR グループの皆様には感謝致します。また、このような機会を与えてくださった物構研および PF 執行部の皆様はこの場を借りてお礼申し上げます。半年間、ビームラインおよび PF を不在とすることに理解いただいた、構造生物学研究センターの皆様、および PF スタッフの皆様にもお礼申し上げますとともに、この制度をもっと積極的に使って多くの方々が海外放射光施設で最先端技術を学んだり、交流を増やしたりするようになることを切に願います。



図3 滞在期間中お世話になった皆さんとの記念撮影。左から Bruno Seiva Martins, Dieter Schneider, Alexei Soares, Wuxian Shi, Martin Fuchs, 私, Jean Jakoncic (敬称略)。

PF 滞在記：PF BL-9C

立命館大学大学院生命科学研究所
博士後期課程 2年 山本悠策

反応条件下における担持金属触媒の化学状態解析を行うため、2017年2月19日から2月24日までフォトンファクトリーを訪れた。今回のBL-9Cにおけるビームタイムでは、粒子サイズの異なるニッケル化学種やコバルト化学種を対象として、Xヘリウムで希釈した水素、酸素、一酸化炭素、一酸化窒素、メタン、二酸化炭素のガス雰囲気下での酸化還元特性をX線吸収微細構造解析(XAFS)法により解析した。

卒研生として稲田康宏教授の研究室に配属されて以来、何度もフォトンファクトリーでの実験に参加してきた。既に慣れているはずなのに、行きの新幹線では独特な緊張感がある。ビームタイムを効率的に使い、一つでも多くの重要なデータを持ち帰るという使命感が、慣れによる気の緩みを引き締めてくれている。ビームタイムが始まってからの動きをイメージしたりしているうちに、高エネルギー加速器研究機構に到着した。

手続きを終わらせて宿舎でのんびりしていると地震が発生した。つくばに来た時には、かなり高い頻度で地震が発生する。とりあえず今回の地震では、大きなトラブルは発生しなかったみたいなので一安心。しかし、ビームタイム直前に地震が起きると、不吉な予感がして心臓によくない。考えても仕方ないので、これ以上地震が起こらないことを祈りつつ、翌日朝からのビームタイムに備えて就寝した。

そして、いよいよ迎えたビームタイム当日、あらかじめフォトンファクトリーに送っておいた荷物を回収し、ほどよい緊張感とともにビームラインへと向かった。午前中で *in situ* XAFS 測定の準備をおおよそ終わらせる予定である。今回のビームタイムでは、先述の6種類の反応ガスと希釈ガスを用いるため、ガス配管が複雑だ。他の学生たちと手分けして、手早く、でも慎重にガス配管を組み、測定の準備を進めていった。

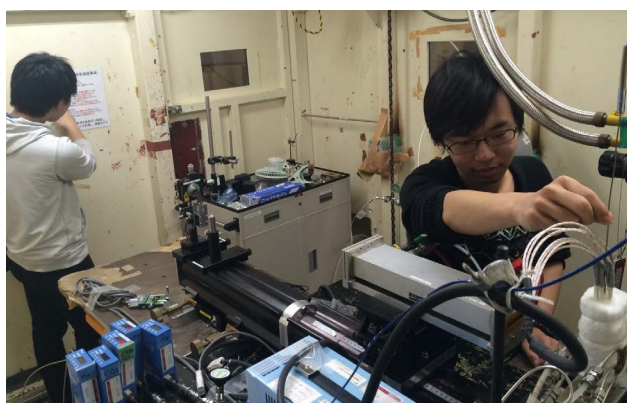


図1 *in situ* XAFS 測定開始前の実験環境のチェックの様子。左奥にチェックリストを掲示し、右手前でフローセル周辺の確認を行っている。



図2 興味深い測定結果に喜ぶ後輩と私

安全に *in situ* XAFS 測定を行うには、反応ガスの漏れはないか、フローセルや温調に損傷はないか、冷却水は循環しているか、など多くの項目のチェックが必要だ。睡魔と闘い続けている深夜の時間帯でさえ、慎重にチェックすることが求められる。そこで今回は、チェック項目をリストアップし、実験ハッチ内と制御用PC付近の2か所に掲示した。毎回 *in situ* XAFS 測定を始める前には、その場にいる全員で一項目ずつ指差呼称により確認することとした。

実験が順調に始まったところで、夜勤に備えて宿舎で仮眠をとった。昼夜逆転前は流石に眠りにくく、2時間ほどして目が覚め、夜ご飯を食べに出かけることにした。雨が降っていたため、大穂窓口センター付近まで徒歩で移動した。徒歩で出かけられる範囲内に飲食店が複数あるというのは、非常にありがたい。この日は、研究室にも熱狂的なファンがいる活龍甲殻堂に入った。まるでポタージュかのように濃厚なつけ汁が印象的な「雲丹のつけめん」がお気に入り。とある後輩曰く「甲殻堂を超えるつけめんはない」とのこと。そう言いたくなるのも納得の完成度の高さである。量が多いのも若者には嬉しいポイント。しっかり食べて深夜の実験に臨むのには、うってつけのお店である。

満腹になってビームラインに戻ると、夜勤の始まりだ。モニターに表示される測定データを見て一喜一憂しながら、私を含め3人で測定を進めていった。深夜のビームラインでは、眠気を紛らわせるために常に話続けるのが定番である。普段、研究室ではあまりしないような話をするので、後輩の意外な一面を知るのも面白い。

自分自身の測定は、ビームタイム最終日からスタートした。ビームタイム前に立てていた仮説を基に、今回の実験を計画したわけだが、見事に予想とは真逆の結果が出てきた。仮説が否定されることにはなったが、これからの研究が面白くなるだろうと期待している。

測定自体は順調に進んでいき、予定していたすべての測定を無事実施できた。ご協力いただきましたフォトンファクトリーの関係者の皆様に深く感謝いたします。また2か月後には、ビームタイムに参加するためフォトンファクトリーを訪れることになる。今回得られた結果を踏まえて、さらに面白い測定を展開できるように、準備を進めていきたい。

PF 滞在記：PF BL-17A

静岡県立大学薬食生命科学総合学府
博士前期課程 2年 清水聡史

みなさま初めまして。私は静岡県立大学薬食生命科学総合学府博士前期課程2年になりました清水聡史と言います。所属する研究室は分子病態学教室といい、心不全の病態を分子レベルで明らかにし、その治療薬を開発することを目標としています。

研究室に配属されたのは3年生の終わり頃、そこでGATA4という転写因子の結晶構造解析というテーマを与えられました。結晶構造解析は自分の研究室では行ったことがないため同じ大学にあり専門としている生命物理化学教室との共同研究で、まだ研究室の右も左も分からない頃から自分の研究室と共同研究先の研究室とを行ったりきたりする日々でした。初めの説明では同じファミリーのタンパク質では構造解析できているし、それほど難しそうなたんパク質でもないのですぐにできるよ、と言われていたので、一気に頑張っって早く結果を出してやろうと思っていました。しかし実際に始めてみると問題も多く、一年が経ち大学院生となっていました。その時に二つの研究室を行き来しているから中途半端になってしまうのだと考え、生命物理化学教室の方に出向させてもらえないかお願いし、教授同士の話し合いで認めてもらうことができました。それが功を奏したのか急に実験がうまくいくようになりました。結果が出てくると嬉しいものでその先どのような実験を行っていくのか知りたくなりました。つまりは放射光というものについて興味を持ち始めました。調べて行くうちにシンクロトロンといえば高校の物理で解いたやつだ！とか、兵庫のSACLAってエヴァンゲリオンに出てくるポジットロンライフルと似ている！！などなど興味は深まってきました。そしてついに結晶も得られ、PFへ連れて行ってもらえることになりました。

チームタイムは2016年11月31日の午前1:30～9:00、それに備え21時ごろにバスでいきました。あたりは真っ暗となっていました。正門前の[高エネルギー加速器研究機構]と書かれたオブジェがライトアップされており、ついにここまで来たぞ、と気分は高揚してきました。そこから宿舎へ向かいいざPFへ。宿舎からPFまでの道のりには高い壁に黄色の回転灯があり、助教の先生が言った「刑務所みたいでしょ」という言葉には確かにと思うしかありませんでした。そしてPFの建物が見えて来たのですが、正直え？と思ってしまいました。どこにでもある大学の講堂と同じではないかと思ってしまうほどで最先端の技術が詰まった施設には見えませんでした。建物内に入るには少し下に降りたところにある入り口で上の方の入り口はなんやねん！とツッコミを入れたくなるほどでした。そんなことを思いながら中へ入り実験ホールの入り口を見たときによく「ここから先はPFか・・・」との感動でした。諸手続きを終え中に入り、思ったことはまず広い！思

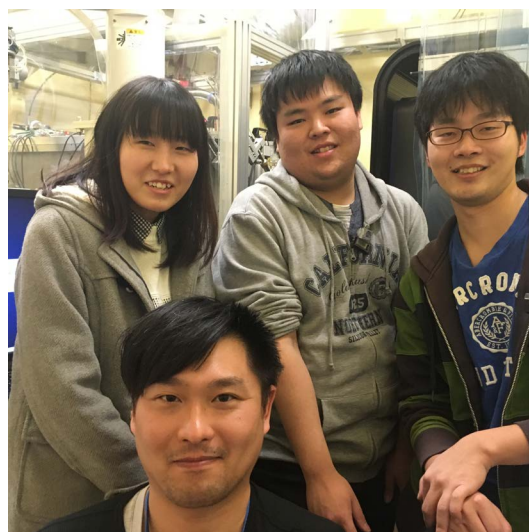


図1 今年の2月26日にBL-17Aにて撮影した写真。いつもアドバイスをいただく原助教(左手前)と、この日に来たメンバー(上列左から右田さん、横山くん、著者)。

っていた以上でした。そして周りにある機械が何をやるものなのか気になりましたがよくわかりませんでした。そしてBL-17Aの実験ステーションへ。部屋のように区切られているせいか、他のチームラインよりも綺麗な印象でした。中に入り、静岡から運んできた結晶を機械にセットし、ついに実験スタート。実験自体はPCに向かって行くので直接手を動かして実験しているという感覚からは遠いですが、同じように見える結晶でもこんなにも回折像が違うのかと驚きでした。また形のいい結晶なのに分解能が悪かったり、こんな結晶が！？とみためとは裏腹に高分解能になったりと放射光を当てるその瞬間までわからないのでドキドキ感は最高です。そして面白いのが、良い分解能が出続けると実験ステーションも盛り上がってきて、逆に低分解能ばかりだと眠さも合わさって重い雰囲気になることです。普段の実験ですと個人プレーの実験ですが、この時だけはそこにいるメンバー全員でやっているという一体感があって良かったです。データを取り終えたのはチームタイム終了ぎりぎり、徹夜でしたので静岡への帰りはヘトヘトでしたがそれでもあの放射光を当てる瞬間のドキドキ感に病みつきになり、また行きたいと思いました。実際のところ何度も行かせていただきましたが、それでもまた行きたいと思います。PF-ARも今期は稼働しますし、中に入ったことがないので色々みて見たいです。

PFでの結果はまだ出ていませんが、現在の研究テーマが終わってもここまで約2年にわたって関わってきた構造生物とは関わり続けたいと思います。結晶構造解析だけでなく次はSAXSなども試してみたいと思います。他にも冠動脈や心筋の動きも放射光を用いて観察したりできますし夢が広がっている世界です。今後研究者になりたいと思っていますが自分のツールの一つとして構造生物というのを持ち続けたいと思います。まだまだ若造ですが、様々な方と出会い学び、いずれはたくさんの方のために研究成果をあげられるように頑張って行きます。

修士論文紹介コーナー

X-ray diffraction and spectroscopy study of magnetism in Fe oxide and alloy thin films (X線回折・分光でみる鉄酸化物・合金薄膜の磁性)

東京大学物性研究所・理学系研究科 山本航平

【修士号取得大学】

東京大学, 2017年3月

【実験を行ったビームライン】

BL-4C, BL-19B

【論文要旨】

鉄ペロブスカイト酸化物 $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ の電荷・磁気秩序の膜厚依存性の硬・軟X線回折実験 [1] および、時間分解X線分光・回折装置の開発と、垂直磁化膜 FePt に対する実験 [2] で修士論文は構成される。時間分解測定装置は、SPring-8 BL07LSU に設置され測定を行った。ここではフォトンファクトリーで実験を行った $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ の電荷・磁気秩序の膜厚依存性の結果についてその概要を述べたい。

3d 遷移金属酸化物は多様な物性をしめすが、近年の製膜技術の向上に伴って、薄膜状態での物性が注目されるようになってきた。我々は $\text{La}_{1/3}\text{Sr}_{2/3}\text{FeO}_3$ 中の電荷・磁気秩序の空間的な広がり、とくに臨界膜厚に着目して、膜厚を系統的に変化させながらX線回折による研究を進めてきた。

最初に、非共鳴の硬X線回折による電荷秩序の結果を (a) 上段に示す。膜厚 15 nm まで電荷秩序に由来するピークが見えるが、5 nm で消失している。ピーク強度も 15 nm 近傍で急峻な低下が見られ、臨界膜厚近傍であることが示唆される。次に鉄吸収端を利用した共鳴軟X線回折による磁気秩序の結果を (a) 下段に示す。同様に 15 nm から 5 nm の間に磁気秩序の臨界膜厚があることが示唆される。ピーク幅に注目すると強い膜厚依存性がある。この点をピーク幅の逆数として定義される、空間的な広がりに対応する相関長としてまとめたものを (b) に示す。磁気秩序の相関長は膜厚と同程度であり、おおよそ比例した振る舞いを見せる。電荷秩序の相関長の膜厚依存性はそれに比べ少なく、おおよそ一定である。膜厚および磁気秩序の相関長が電荷秩序の相関長と近くなったときの膜厚が臨界膜厚を与えているように見える。すれすれ入射による表面敏感な共鳴軟X線回折の結果は表面でも磁気秩序が維持されていることを示した。これらの結果から、得られた膜厚依存性は、表面由来ではなく、膜厚の幾何学的な制限が磁気秩序の広がりを抑制して行き、臨界膜厚を与えていることが分かった。この臨界膜厚は反強磁性磁気秩序を単位として 4-11 周期程度で、他の強磁性ペロブスカイト酸化物も同程度であり、

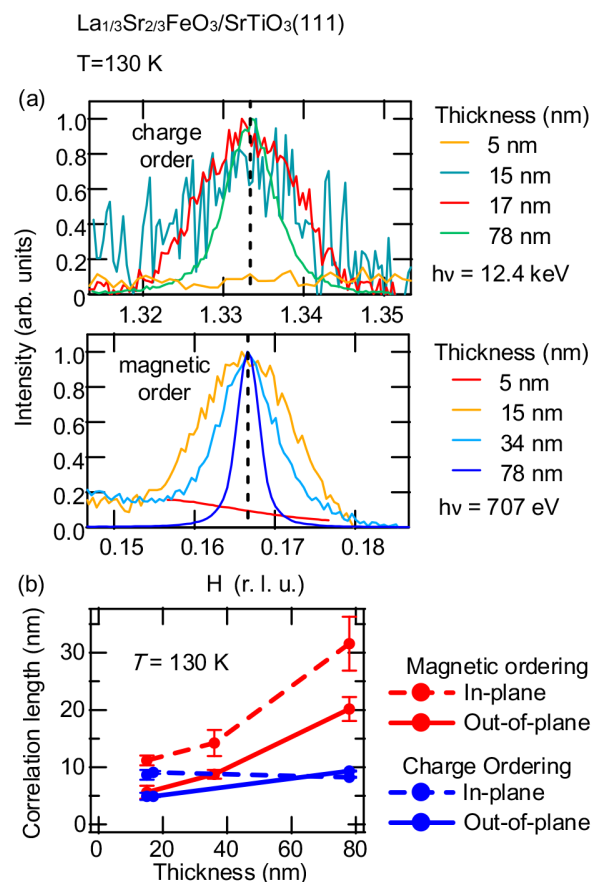


図1 (a) 回折の結果。上段：電荷秩序由来の $(1/3\ 1/3\ 1/3)$ 下段：磁気秩序由来の $(1/6\ 1/6\ 1/6)$ (b) ピーク幅の逆数として得られた相関長。

このような膜厚依存性が一般的な現象であることも考えられる。

膜厚依存性を調べることは、薄膜特有の状態を理解するのに重要なステップであると共に、酸化物の機能を生かしたエレクトロニクスデバイスの集積化にも不可欠である。今後とも、硬・軟X線を併用し、酸化物薄膜の秩序状態と膜厚との関連を調べていきたい。

[1] K. Yamamoto *et al.*, arXiv:1703.09995

[2] K. Takubo, K. Yamamoto *et al.*, Appl. Phys. Lett. **110**, 162401 (2017)

(連絡先メールアドレス：yamako@issp.u-tokyo.ac.jp)

小林正典氏, 間瀬一彦氏, 日本真空学会 において顕彰

物構研トピックス
2017年2月15日

KEK 名誉教授の小林正典氏（元 KEK 物質科学研究所・放射光源研究系主幹）が一般社団法人・日本真空学会の第3回学会賞を受賞しました。また同時に、KEK 物質構造科学研究所准教授の間瀬一彦氏が、第3回フェローに選ばれました。日本真空学会賞は真空、表面および関連する科学・技術とその産業利用の進歩発展に関して顕著な功績をあげた日本真空学会正会員に授与されます。一方、フェローは日本真空学会における継続的な活動を通じて真空、表面および関連する科学・技術とその産業利用の進歩発展、あるいはそれらに関連する教育・公益活動に関して顕著な業績をあげた正会員に授与されます。

小林正典氏の顕彰業績は「放射光源真空技術の進歩発展、公益活動への貢献」です。小林氏は、1964年に東京大学生産技術研究所にて真空の研究を開始し、東京大学工学部、生産技術研究所における教育・研究活動を経て、1979年に KEK に着任してから2004年に退官するまで、一貫して PF、PF-AR の真空システムに関する研究開発と、安定運用を実現するための維持・改良を行いました。この努力により、PF は放射光を発生してから34年経つにもかかわらず、現在も安定した運転を続けており、最先端の研究成果を生み出し続けています。また、国際的にも世界の加速器施設の真空技術の発展に寄与し、日本真空学会（2012年に日本真空協会より改称）における公益活動にも貢献しています。

間瀬一彦氏は、卓越したアイデアと高度な実験技術に基づき、先駆的かつ顕著な成果をあげていることが評価されました。間瀬氏の開発した「電子-イオンコインシデンス分光法」は、固体表面での様々な励起プロセスの解明につながり、この業績により日本真空協会第29回真空技術賞を受賞しています。PF においても、表面研究のためのビームライン BL-13 を建設し、有機薄膜の電子状態解明やガス雰囲気下での表面分析による触媒機能解明などに貢献しています。日本真空学会への貢献も極めて大きく、今後真空・表面科学の分野での先導的活躍が期待されることから、フェローの称号を授与されました。

授賞式は2016年11月30日に、名古屋国際会議場で行われた2016年真空・表面科学合同講演会において行われました。

PF ユーザーの武仲能子氏, コロイドおよび界面化学部会科学奨励賞を受賞

物構研トピックス
2017年3月3日

産業技術総合研究所の武仲能子氏が公益社団法人日本化学会・コロイドおよび界面化学部会の平成28年度科学奨励賞を受賞しました。この賞は、部会の若手研究者の活発な研究を奨励し、国際的に先導的な立場をとることができる人材を育成するとともに、部会の新しい指導者を発掘・育成することを目的として平成14年度より制定されたものです。

受賞対象となった業績は「高アスペクト比金ナノロッドの高収率合成法の開発と応用可能性の拡大」です。アスペクト比（＝長さ／直径）が20を超える金ナノロッドは高アスペクト比金ナノロッドと呼ばれ、光学素子や顕微鏡探針などに応用が期待されるナノ材料です。武仲氏は界面活性剤のゲル中で金ナノロッドを成長させ、直径数十 nm、長さ1 μmを超えるアスペクト比50程度の金ナノロッドを90%以上の高収率で合成する手法を開発しました。さらに、成長場である界面活性剤の自己集合構造を KEK のフォトンファクトリー（PF）において小角 X 線散乱法で観察することにより、界面活性分子の自己集合構造がミセルから層状構造へと変化する際の、ゲル化の微細な特徴が明らかになりました。これにより、高アスペクト比金ナノロッドの長さや直径が決まるメカニズムを明らかにしました。

受賞講演および授賞式は、2016年9月22～24日に北海道旭川市で開催された第67回コロイドおよび界面化学討論会にて行われました。



授賞式での武仲能子氏（右）。左は日本化学会コロイドおよび界面化学部会長加藤直氏。

総研大物質構造科学専攻修了の垣内 徹氏らの論文が第 22 回日本物理学会論文賞を受賞

物構研トピックス
2017 年 2 月 15 日

総合研究大学院大学・物質構造科学専攻を 2007 年に修了した垣内 徹氏（現所属：ブラザー工業株式会社）と、当時の指導教員だった澤 博氏（現所属：名古屋大学）らの論文が、第 22 回（2017 年）日本物理学会論文賞を受賞しました。この賞は、独創的な論文の発表により物理学の進歩に重要な貢献をした研究者の功績を称えるために日本物理学会が授与しているもので、毎年 5 件以内の論文が表彰されます。

対象となった論文は 2007 年に発表された Charge Ordering in α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$ by Synchrotron X-ray Diffraction [放射光 X 線回折による α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$ の電荷秩序；著者：垣内 徹，若林 裕助（大阪大学），澤 博，高橋 利宏（学習院大学），中村 敏和（分子研）*括弧内は現所属] です。この研究を進めている当時、垣内氏は総研大の大学院生で、澤氏は指導教員であり放射光科学研究施設の教授でした。

有機分子からなる分子化合物 α -(BEDT-TTF) $_2$ I $_3$ は、温度低下によって金属-絶縁体転移を示す代表的な擬 2 次元分子性導体です。垣内氏らは、この物質に軌道放射光を用いた精密な X 線構造解析法を適用し、実空間における電荷配列を定量的に決定しました。その結果、低温の絶縁体相が、理論的に予測されている特徴的な電荷秩序状態であることを実験的に初めて明らかにし、さらに電荷秩序相が非磁性状態をとることも示しました。

本論文は、その発表後、この種の分子性導体の電荷秩序状態を放射光によって評価する研究のスタンダードになっているだけでなく、分子性導体の電荷秩序状態に関係した電子物性研究の基盤となる知見を与えました。この物質は、光パルスにより物性を制御できることから高速光スイッチなどへの応用も期待されており、様々な機能発現の起源に関する研究の進展に結びついていることも高く評価されました。

表彰式は 2017 年 3 月 19 日、第 72 回日本物理学会年次大会において池田市民文化会館（大阪府）で行われました。



表彰式で賞を受け取る若林 裕助氏（写真：日本物理学会提供）

科学技術分野の文部科学大臣表彰 物質構造科学研究所 関係者多数が受賞

物構研トピックス
2017 年 4 月 24 日

平成 29 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞者が決定し、科学技術賞 開発部門で MLF ユーザーである住友ゴム工業を中心とする研究チームが、科学技術賞 研究部門で PF スタッフとの共同研究者の石谷 治氏が受賞しました。また、若手科学者賞を PF ユーザーの多数が受賞しました。

この賞は、科学技術に携わる者の意欲の向上を図り科学技術の水準の向上に寄与することを目的として、文部科学省が、研究開発・理解増進等において顕著な成果を収めた方を顕彰するものです。

科学技術賞 開発部門

社会経済、国民生活の発展向上等に寄与し、実際に利活用されている（今後利活用が期待されるものを含む）画期的な研究開発若しくは発明を行った者を対象

◆住友ゴム工業株式会社・東京大学・名古屋大学の研究チーム

（筆頭者）岸本浩通 住友ゴム工業株式会社 研究開発本部分析センター

科学技術賞 研究部門

科学技術の発展等に寄与する可能性の高い独創的な研究又は開発を行った者を対象

◆石谷 治 東京工業大学 理学院 化学系 教授

「二酸化炭素を還元資源化する可視光駆動光触媒の研究」
※石谷氏は、物質構造科学研究所 野澤俊介・足立伸一らとの光触媒化学に関する共同研究者です。

若手科学者賞

萌芽的な研究、独創的視点に立った研究等、高度な研究開発能力を示す顕著な研究業績をあげた 40 歳未満の若手研究者を対象

◆今岡 享稔 東京工業大学 科学技術創成研究院 准教授

「デンドリマー内包金属粒子の原子精度合成とその機能の研究」
※ Photon Factory Highlights 2015 に掲載されました。
「Structure of the Most Catalytically Active Platinum Cluster (Pt19)」

◆大久保 将史 東京大学大学院工学系研究科化学システム工学専攻 准教授

「配位子場理論に基づいた二次電池用電極材料の研究」

- ◆大戸 梅治 東京大学大学院 薬学系研究科 准教授
「自然免疫系 Toll 様受容体に関する構造生物学研究」
※トピックスで取り上げられています。
- (2016.10.21) ウイルスの侵入を検知して免疫系を活性化する仕組み
- (2016.06.20) 精子と卵子を認識するタンパク質の構造を解明
- (2015.02.12) 自然免疫応答を引き起こすタンパク質が微生物の侵入を感知する仕組みを解明
- (2015.01.21) 自然免疫に関わるタンパク質が RNA の分解産物を認識する仕組みを解明
- ◆北野 政明 東京工業大学 元素戦略研究センター 准教授
「無機電子化物を利用した固体触媒に関する研究」
※ハイライト、プレスリリースでも取り上げられています。
- (2017.01.30) 【ハイライト】悪臭が世界を救う!? アンモニア合成の最前線
- (2016.10.07) 【プレスリリース】低温で高活性なアンモニア合成新触媒を実現

表彰式は平成 29 年 4 月 19 日、文部科学省にて行われました。

- 3.17 【物構研トピックス】2016 年度量子ビームサイエンスフェスタ開催
- 3.27 【物構研トピックス】総研大 物質構造科学専攻修内の垣内 徹氏らの論文が第 22 回 日本物理学会 論文賞を受賞
- 3.28 【物構研トピックス】TIA かけはしワークショップ「放射光利用における新分野開拓のための連携形成」開催
- 4.13 【物構研トピックス】"バレリーナから研究者に" KEK 物質構造科学研究所 研究員 長瀬里沙さん
- 4.14 【物構研トピックス】東京大学の研究チーム PF ビームラインにて薄膜内で銅が膜面に垂直に磁化することを実証
- 4.17 【トピックス】TYL スクール理系女子キャンプを開催しました
- 4.17 【プレスリリース】量子ビーム実験・計算データをウェブ上で高速解析する可視化システムを開発ー自動車用磁性材料開発のための最強ツールー
- 4.18 【トピックス】物構研の教育活動 対称性・群論トレーニングコース
- 4.24 【物構研トピックス】科学技術分野の文部科学大臣表彰 物質構造科学研究所関係者多数が受賞
- 4.28 【物構研トピックス】宇都宮大学等の研究チーム チタン合金の強度を左右する添加レアメタル近傍の原子移動モデルを解明

PF トピックス一覧 (2 月～ 4 月)

PF のホームページ (<http://www2.kek.jp/imss/pf/>) では、PF に関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。

2017 年 2 月～ 4 月に紹介された PF トピックス一覧

2017 年

- 2.7 【物構研トピックス】上村洋平氏、日本放射光学会 奨励賞を受賞
- 2.15 【物構研トピックス】小林正典氏、間瀬一彦氏、日本真空学会において顕彰
- 2.20 【プレスリリース】新しい単原子シート「ボロフェン」の中に質量ゼロ粒子を発見
- 2.23 【物構研トピックス】チョコレイト・サイエンスを開催しました
- 2.24 【物構研トピックス】金属的な二次元状ケイ素を形成
- 3.3 【物構研トピックス】PF ユーザーの武仲能子氏、コロイドおよび界面化学部会科学奨励賞を受賞
- 3.7 【プレスリリース】光で強誘電体中の水素原子を動かす、分極高速に制御～理論と実験の発展的融合～
- 3.9 【物構研トピックス】筑波大ー KEK 連携セミナー 第 2 回「生命の機能とかたち」を開催

第2回 KEK 放射光ワークショップ開催報告

会長 平井光博
 戦略・将来計画担当幹事 腰原伸也
 庶務幹事 近藤 寛
 行事幹事兼書記担当庶務副幹事 植草秀裕

昨年9月に開催された第1回に引き続き、第2回 KEK 放射光ワークショップが量子ビームサイエンスフェスタの前日、3月13日の午後に開催されました。半日の会期でしたが、皆様方のご協力により、約180名の参加者を得て無事終了できましたことに、心より感謝いたします。

KEK 放射光計画は、PF ユーザーを中心に、PF スタッフ、産業利用関係者、量子ビームマルチプローブ関係者、他の放射光施設などからの外部有識者が加わって組織された PF-UA の三つの KEK 放射光検討委員会（運営形態、ビームライン、ビーム利用）と PF 内に構成された KEK 放射光検討ワーキンググループとの連携によって推進されています。（KEK 放射光検討委員会の設置目的、各検討委員会の構成とミッション、メンバーなど、PF-UA のホームページに掲載しています。http://pfwww2.kek.jp/pfua/katsudo/pfua_housyakou.htm）

2日間の日程で開催された第1回のワークショップでは、ユーザーからのサイエンス提案を含む形で準備された KEK 放射光 CDR（Conceptual Design Report）暫定版 ver.2.1 を元に、KEK 放射光ビーム利用検討委員会の世話人が中心となって、各サイエンス領域の分科会に分かれて CDR に掲載するサイエンスについての熱い議論が行われました。そこでの検討結果を踏まえ、昨年10月31日には、KEK 放射光 CDR ver.1 の公開に至りました。その後、第2回 KEK 放射光ビーム利用検討委員会（昨年12月21日）では CDR ver.1 の改訂に関する協議が行われています。また、施設側からは、2017年度に KEK 放射光 TDR（Technical Design Report）の作成を行うという予定が示されています。



図1 会場の様子

そこで、今回のワークショップは、現在および将来の利用者にとって極めて重要な施設運営に関する議論を深めて CDR の改訂に反映させるとともに、CDR に提案されているサイエンスの実施に必要なビームライン（エンドステーション）の検討のための情報共有と議論を行い、TDR の作成へ向けたスタートアップとすることを目的として開催されました。ワークショップのプログラムは下記の通りです。

<第2回 KEK 放射光ワークショップ>

日時：平成29年3月13日（月）

場所：つくば国際会議場

プログラム（敬称略）：

- 13：30-13：40 PF-UA 会長挨拶（平井光博）
- 13：40-14：00 KEK 放射光計画の実現に向けて（村上洋一）
- 14：00-14：30 CDR ver.1 「施設運営」の紹介（阿部仁）
- 14：30-15：30 「施設運営」に関する討論（司会：佐藤衛，足立伸一）
- 15：30-15：45 — 休憩 —
- 15：45-16：15 挿入光源の検討状況の紹介（土屋公央）
- 16：15-16：45 ビームライン技術の検討状況の紹介（五十嵐教之）
- 16：45-17：45 「エンドステーション」の検討に向けた討論（司会：腰原伸也，近藤寛，雨宮健太）

今回のワークショップは短時間でしたが、事前に討論のテーマと議論のポイントをワークショップのホームページに掲載し、PF-UA の各ユーザーグループの代表にグループ内の質問や意見の集約をお願いしていたため、効率的な議論が行われました。以下、ワークショップの概要を記載します。

まず、平井 PF-UA 会長から KEK 放射光計画推進に関する PF-UA のこの一年間の活動報告と挨拶の後、村上 PF 施設長から、「KEK 放射光計画の進捗状況と今後の予定、実現に向けた実行プラン」、「KEK 放射光の実現とそれに至る間の現行施設の整備・安定運営を最優先として将来計画を進めること」などの説明がありました。続いて、今回のワークショップの主要なテーマの一つである「施設運営」に関する議論に先立って、CDR ver.1 に記載されている施設運営の骨子（三つの利用形態、運営体制、利用・研究環境、教育環境、連携環境など）に関して、阿部仁氏から明快な説明が行われた後、放射光科学第二研究系主幹の足立伸一氏からは、施設の視点からの「施設運営（人材育成）に関する話題提供」として、SLiT-J のコウリション・コン



図2 会場でのやりとり



図3 「施設運営」に関する討論での佐藤衛 KEK 放射光運営形態検討委員会委員長

セプトと大学共同利用の対比，文科省から求められている大学共同利用機関のミッションの見直しと共同利用の効果についての分析，大規模研究施設の整備計画全体などに関する説明に加え，文科省大臣秘書官（元・素核室室長）大土井智氏のコメント「学術のための施設と科学技術のための施設を区別する必要はなく，文部科学省においても一元的な議論の場を整備する必要がある（文部科学教育通信 No.384（2016年3月28日）」の紹介がありました。さらに，KEK 放射光運営形態検討委員会委員長の佐藤衛氏から，21世紀に相応しい大学共同利用の観点からの施設運

営の提言や CDR 改訂版では施設運営と人材育成の章を分けることなどの説明がありました。その後，これらの説明を元に，佐藤，足立両氏を司会者として「施設運営」に関する討論が行われました。討論では，各ユーザーグループからの意見の紹介もありました。

休憩をはさんで，もう一つの主要テーマである「ビームライン（エンドステーション）」の検討に向けた情報共有と議論に移りました。まず，土屋公央氏から KEK 放射光で導入を計画している真空封止アンジュレーター，真空封止型多極ウイグラーなどの挿入光源の検討状況の説明が行われ，続いて，五十嵐教之氏からビームライン技術の概略の紹介の後，高輝度ビーム利用検討の全体戦略の概略（振動対策を考慮したインフラ設備や光学素子設計，ビームラインでの熱負荷の検討，各種のビームラインデザインなど）と今後の要素技術の開発や検証のための R&D について説明がありました。これらの情報を元にして，KEK 放射光ビームライン検討委員会委員長の腰原伸也氏，KEK 放射光ビーム利用検討委員会委員長の近藤寛氏，放射光科学第一研究系主幹の雨宮健太氏を司会者として，事前に集約した各ユーザーグループからの質問や意見を紹介しながら，ユーザーと施設担当者が質疑・応答する形でビームライン（エンドステーション）に関する熱心な討論が行われました。

短時間でしたが，参加者の熱意を実感できるワークショップとなりました。ワークショップの後，直ちに各部屋に分かれてユーザーグループミーティングが遅くまで行われ，翌々日行われた第34回 PF シンポジウムの中での KEK 放射光についての更に熱い議論へ展開していきました。

KEK 放射光は，世界をリードする先端研究の開かれた場を実現すると同時に，全国のユーザーの多種多様な研究の用途と需要に応えながら，人材育成にも十分な貢献を行える場を提供することを目的としています。PF-UA としては，KEK 放射光の実現に全面的に協力し，推進することを決議しています。今後とも，KEK 放射光の実現に向けて着実な歩みを進めていくことが極めて重要であり，ユーザーの皆様の一層のご協力をお願い致します。



図4 集合写真

2016年度量子ビームサイエンスフェスタ 学生奨励賞について

PF-UA 行事委員 清水敏之 (東京大学)

2017年3月14, 15に開催された量子ビームサイエンスフェスタにて、優秀な学生ポスター発表に対する学生奨励賞の授与が実施されました。2011年7月に開催されました第28回PFシンポジウムにて学生による発表を対象として奨励賞を設けて以来、優れた学生による発表に対して学生奨励賞を授与してきました。

放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子なども含めた研究のうち、学生によるポスター発表を審査対象としました。今年度の奨励賞応募ポスター数は66件であり、昨年度(68件)とほぼ同数でした。

今回は昨年度と同様、複数の審査員がポスターセッション前半の間に自由に訪問する形式で発表者のプレゼンテーションと質疑応答による審査を行いました。審査員は必ずしも同じ分野の先生ではありません。しかし専門外の人にも自分の研究をわかりやすくアピールすることは重要です。

審査項目は研究内容の将来性、本人の貢献度、成果の達成度、研究方法の新規性や独創性、内容を明確に伝える分かりやすい発表か、質疑応答の内容など多岐に渡りました。どの発表も力作ぞろいであり、審査結果を集計すると僅差で複数の発表が並びましたが、最終的には上位得点順に学生奨励賞を与えることができました。結果として特定の分野に偏らず広い分野から6件の発表が選ばれました。

授賞式は懇親会中に行われ、幸いなことに全員の授賞者が出席することができました。それぞれに賞状と記念のトロフィーが堀場弘司実行委員長より授与されました。また、合わせて平井光博PF-UA会長、久保謙哉J-PARC MLF利用者懇談会会長よりお祝いの言葉が述べられました。なお受賞者と受賞対象は以下の通りです(順不同)。



図1 奨励賞授賞式(左から)平井光博PF-UA会長(群馬大)、堀場弘司実行委員長、奥平琢也氏(名大理)、中島良介氏(室蘭工大理工)、穴田壮人氏(阪大院基工)、味戸聡志氏(群馬大院理工)、堀尾真史氏(東大院理)、清水聡史氏(静岡県立大薬)、久保謙哉MLF利用者懇談会会長(ICU教授)

審査員の先生方には非常に限られた時間内に多くの発表を審査する無理なお願いを直前にしたにも関わらず、丁寧に審査していただきありがとうございました。また、事務局の方々にも大変お世話になりました。本学生奨励賞はPF-UAおよびJ-PARC MLF利用者懇談会の全面的なご協力のもと運営されていることを申し添えておきます。なお、今年度は例年通りつくば国際会議場で行われましたが、来年度は初の試みとして茨城県立県民文化センターでサイエンスフェスタが行われます。今までのように学生奨励賞への積極的な応募をお願いしたいと思います。

<学生奨励賞受賞者>

◆清水聡史(静岡県立大学薬食生命科学総合学府)

『心不全に関わる転写因子GATA4 C-terminal Zinc Fingerの結晶構造解析』

◆堀尾真史(東京大学大学院理学系研究科)

『T型銅酸化物母物質超伝導体Pr₂CuO₄薄膜の角度分解光電子分光』

◆味戸聡志(群馬大学院理工学府物質・生命理工学教育プログラム)

『糖によるタンパク質安定化作用の構造学的研究』

◆穴田壮人(大阪大学大学院基礎工学研究科)

『CTR散乱強度データからのペロブスカイト酸化物超薄膜構造モデルの構築手法と解の精度の評価』

◆中島良介(室蘭工業大学大学院工学研究科)

『スクッテルナイト系熱電材料Eu_xCo₄Sb₁₂の高圧合成過程その場観察』

◆奥平琢也(名古屋大学理学研究科)

『複合核状態における時間反転対称性の破れ探索実験』

平成28年度第4回PF-UA幹事会, 第2回PF-UA運営委員会 合同委員会 議事録

日時:平成29年3月14日11:50-13:00

場所:つくば国際会議場エポカル小会議室303

出席者:[幹事会]平井光博(会長),近藤寛(庶務),田中信忠(会計),植草秀裕(行事・書記),清水敏之(行事),片山真祥(編集・PF指名),奥部真樹(推薦・選挙管理),米山明男(共同利用),奥田浩司(教育)

[運営委員会]佐藤衛,三木邦夫,百生敦,中山敦子,鈴木昭夫,齋藤智彦,若林裕助,阿部善也,東善郎,増田卓也,木村千里,

[KEK]足立伸一,雨宮健太,河田洋,千田俊哉,村上洋一,船守展正

・会長挨拶(平井会長)

【報告事項】

・施設報告(村上施設長)

共同利用関係として,予算とPF,AR運転時間,今年度

運転計画、課題数や PF 登録論文数統計、成果アウトプットの質、共同利用強化（優先利用、産業利用）、BL の稼働状況を紹介した。関連した質疑応答を行った。

- サイエンスフェスタ開催情況報告（清水 行事幹事）
開催中の今年度サイエンスフェスタについて、ポスター・セッション、企業展示の件数について報告した。企業展示数は昨年度より減少した。次年度は 2018 年 3 月 2-4 日に茨城県立県民文化センター（水戸市）で開催される。UG ミーティングは 3 月 2 日を予定している。
- 会計報告（田中会計幹事）
平成 28 年度会計報告（現時点）、平成 29 年度予算案を報告し、運営委員会で承認された。平成 28 年度はわずかに赤字であった。企業展示、賛助会員が減少している。関連した質疑応答を行った。
- 次年度のサイエンスフェスタについて（平井会長）
2018 年 3 月 2-4 日に茨城県立県民文化センター（水戸市）で開催することになった経緯について、これまでの合意事項に併せて説明があった。
- PF-UA 活動計画（平井 会長）
平成 29 年度の活動として、KEK 放射光（CDR, TDR）に対する取り組み、情報発信について説明があった。
- 会長選挙結果報告（奥部 推薦・選挙管理担当幹事）
制度の説明と経過について説明を行った。運営委員会からの推薦にもとづき、次期会長候補者一名に対し正会員による信任投票を行い、清水 敏之 会員が信任された。

【協議事項】（平井会長）

- PF-UA 会則・細則の改訂について
会長の選出に関する規定を明確化するための、会則・細則の改訂内容について審議を行い承認した。
- アンケートの実施について
予算、チームタイム確保に向けたアンケートの実施について議論を行った。これまでのアンケート内容をもとに幹事会で原案を作成して提案する。回数や時期について検討する。
- PF-UA 財政基盤の強化について
賛助会員、企業展示、広告数の変化が説明され、これらを増やす方法について議論を行った。

その他の協議事項

- 平成 30 年度以降のサイエンスフェスタの組織の拡大（量子科学技術研究開発機構（QST）と日本原子力研究開発機構物質科学研究センター（MSRC）の参加）に

関する話し合いが行われる事について情報提供があり、意見交換を行った。

- PF-UA 総会の議事次第を承認した。

PF-UA 総会報告

PF-UA 会長 平井光博

日時：2017 年 3 月 15 日（水）13：30～14:30

場所：つくば国際会議場 中ホール 300

下記の議事次第に従って PF-UA 総会がとり行われ、無事終了いたしました。PF-UA ならびに関係者の皆様方のご協力に心より感謝いたします。

PF-UA 総会議事次第

報告事項

- 平成 28 年度会計報告（田中信忠 会計担当幹事）
- 平成 29 年度量子ビームサイエンスフェスタに関して（清水敏之 行事担当幹事）
- PF-UA 活動報告（KEK 放射光計画に関して）（平井光博 会長）
- 平成 29 年度活動予定（平井光博 会長）
- 次期 PF-UA 会長の選出結果の報告（奥部真樹 推薦・選挙管理担当幹事）
- 清水敏之 次期 PF-UA 会長 挨拶

協議事項

- 会長選出に関する PF-UA 規定の追加、修正に関して
- チームタイム確保に向けたアンケート、要望書に関して

その他（司会：平井光博）

「KEK 放射光」推進に向けての総合討論

以下、報告事項、協議事項の要点をまとめます。

報告事項（1）において、賛助会員とサイエンスフェスタ展示・広告企業の減少のため、単年度赤字になっており、積極的な企業への働きかけが重要であるとの報告がありました。報告事項（2）では、2017 年度の量子ビームサイエンスフェスタの日程（2018 年 3 月 2 日（金）～4 日（日））と開催場所（茨城県立県民文化センター（水戸市））の報告がありました。報告事項（3）では、2016 年 3 月から 2017 年 3 月の期間、PF-UA が行った KEK 放射光に関する下記の活動報告がなされました。

- （2016/03/14）拡大ユーザーグループ・ミーティングにおける KEK 放射光計画の議論を開始。
- （2016/03/16）第 33 回 PF シンポジウムにおける KEK 放射光計画の公表に基づき、PF-UA 総会での「all-Japan での協力体制構築」と全面的な協力を決議。
- （2016/04/25）PF-UA 戦略・将来計画検討小委員会の

開催。3つの「KEK放射光計画推進に関するPF-UA検討委員会」（運営形態検討委員会、ビームライン検討委員会、ビーム利用検討委員会）と、各委員会の構成、ミッションなどを協議。

- (2016/06/08) PF-UA幹事会・運営委員会での審議。KEK放射光検討委員会の方針、構成、人選方法などの協議と承認。
- (2016/07/17) PF-UA幹事会・PF-UA戦略・将来計画検討小委員会の開催、およびKEK放射光検討委員会準備会の開催。KEK放射光検討委員会の構成、ミッションの協議と承認。KEK-PIPの決定、ロードマップ改訂版の公開後に他施設等の委員の推薦と依頼を開始し、KEK放射光ワークショップを開催することを承認。
- (2016/07/20) 他施設等の委員就任依頼、ビーム利用検討委員会におけるCDR原稿の依頼、原稿の収集と校閲・修正の開始。
- (2016/09/09) KEK放射光CDR（暫定版 ver2.1）の施設からの公開
- (2016/09/11) PF-UA幹事会・運営委員会の開催、第1回KEK放射光ビームライン検討委員会・運営形態検討委員会の開催
- (2016/09/11-12) 第1回KEK放射光ワークショップを開催。KEK放射光CDR（暫定版）を分野ごとに詳細検討、改定、修正案のとりまとめ、総合討論。
- (2016/10/31) KEK放射光CDR ver.1の施設からの公開
- (2016/12/21) 第2回KEK放射光ビーム利用検討委員会を開催。3月改訂に向けて、CDRサイエンスのアピールポイント、サイエンスケース・産業利用の委員会からの追加提案、一般からの募集、マルチプローブ提案等に関する協議。
- (2017/03/13) 第2回放射光ワークショップを開催。CDR ver.1に盛り込まれた運営形態に関する説明と議論、TDR作成に向けたビーム利用検討委員会で検討されたサイエンスを実現するための光源やビームラインの性能・検討事項の確認、エンドステーションの検討の「進め方」に関するユーザからの要望等に関する質疑、応答。今後の作業スケジュール等に関する議論。

報告事項（4）では、29年度のPF-UAの活動予定「KEK放射光計画に対するPF-UAの今後の取り組み」として、下記の方針が確認されました。

- PF-UAのKEK放射光検討委員会と施設側のKEK放射光検討ワーキンググループとの密接な連携のもとで、KEK放射光計画の実現に向けて、CDRの改訂、TDRの作成の作業に協力する。
- 同時に、計画の進捗状況に関して、KEK放射光ホームページやPF-UAホームページなどを利用してPFユーザのみならず全国の放射光利用者、関係各所へ速やかに情報発信を行い、各ユーザ、ユーザグループを通じて、様々な分野・領域での研究会、学会等での広報を行い、

all-Japanでの合意形成を醸成する。

報告事項（5）では、現会長任期1年前に行われる次期PF-UA会長選挙結果として、東京大学薬学研究所の清水敏之氏が選出されたことが報告され、清水氏からご挨拶を頂きました。

引き続き、協議事項（1）において、PF-UA会長選出プロセスの明確化のための規定改定案が提案され、承認されました。協議事項（2）では、新たな「ビームタイム確保に向けたアンケート、要望書」に関して提案がありました。このアンケートの目的は、現在、継続的なKEK全体の予算削減により、施設側の経費削減の努力にもかかわらず、PFの3000時間程度の運転経費の確保さえ厳しい状況になっていることを鑑み、4000時間程度の運転時間の確保がユーザの教育・研究の推進にとって死活的な問題であることをPF-UAとして改めて訴えると同時に、国プロ等の重要プロジェクト研究や科学研究費等の外部資金研究とPF利用との関係をデータで示し、より、効果的な各所への要望書の資料とする趣旨であることが説明され、アンケート項目の設定等に関しては、幹事会・運営委員会に一任することが承認されました。

その他の項目として、前々日の「第2回KEK放射光ワークショップ」及び当日午前のPFシンポジウムのセッションでのKEK放射光に関する議論を踏まえ、PF-UAとしてのKEK放射光推進に向けての総合討論が行われました。大学共同利用機関あり方そのものが問われているとの説明が野村理事からあり、また、SLIT-Jの進捗状況などによって「状況が大きく変わる可能性がある」との指摘が山田物構研所長からありました。様々な複合的な要素があるものの、PF-UAとしては、施設との密接な連携のもとKEK放射光計画を一致団結して推進していくことを再確認しました。

以上。

ユーザーグループ一覧

平成 29 年 4 月 1 日現在

1	XAFS	田淵 雅夫	名古屋大学
2	タンパク質結晶 構造解析	清水 敏之	東京大学
3	小角散乱	櫻井 伸一	京都工繊大学
4	放射線生物	横谷 明德	(国) 量子科学 技術研究開発機構
5	粉末回折	植草 秀裕	東京工業大学
6	高圧	高橋 博樹	日本大学
7	構造物性	有馬 孝尚	東京大学
8	表面科学	吉信 淳	東京大学
9	固体分光	齋藤 智彦	東京理科大学
10	原子分子科学	小田切 丈	上智大学
11	核共鳴散乱	小林 寿夫	兵庫県立大学
12	位相計測	百生 敦	東北大学
13	低速陽電子	長嶋 泰之	東京理科大学
14	医学利用	松下昌之助	筑波技術大学
15	X線発光	手塚 泰久	弘前大学
16	表面界面構造	近藤 敏啓	お茶の水女子 大学
17	マイクロビーム X線分析応用	高橋 嘉夫	東京大学
18	物質物理	奥部 真樹	東北大学
19	X線トポグラフィー	山口 博隆	産業技術総合 研究所
20	動的構造	腰原 伸也	東京工業大学
21	鉱物・合成複雑 単結晶	吉朝 朗	熊本大学
22	産業利用	米山 明男	(株) 日立製作所 中央研究所

PF-UA 運営委員名簿

任期：平成 27 年 4 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日

朝倉清高	北海道大学触媒科学研究所
東 善郎	上智大学理工学部
阿部善也	東京理科大学理学部
今井基晴	(独) 物質・材料研究機構
植草秀裕	東京工業大学理学院
奥部真樹	東北大学 金属材料研究所
木村千里	帝京大学医療技術学部
栗栖源嗣	大阪大学 蛋白質研究所
齋藤智彦	東京理科大学理学部
櫻井伸一	京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科
佐々木聡	東京工業大学
佐藤 衛	横浜市立大学大学院生命医科学研究科
志村考功	大阪大学大学院工学研究科
鈴木昭夫	東北大学 大学院理学研究科
田中信忠	昭和大学薬学部
田淵雅夫	名古屋大学 シンクロトロン光研究センター
中山敦子	岩手大学理工学部
沼子千弥	千葉大学理学部
増田卓也	(独) 物質・材料研究機構
三木邦夫	京都大学大学院理学研究科
百生 敦	東北大学 多元物質科学研究所
八島正知	東京工業大学大理学院
横谷明德	(国) 量子科学技術研究開発機構
米山明男	(株) 日立製作所 中央研究所
若林裕助	大阪大学大学院基礎工学研究科
足立伸一	物質構造科学研究所・放射光科学研究施設
雨宮健太	物質構造科学研究所・放射光科学研究施設
河田 洋	物質構造科学研究所・放射光科学研究施設
千田俊哉	物質構造科学研究所・放射光科学研究施設
村上洋一	物質構造科学研究所・放射光科学研究施設

人事異動・新人紹介

	発令年月日	氏 名	現 職	旧 職
(定年退職)	H29. 3.31	亀卦川 卓美	加速器科学支援センター シニアフェロー	物構研 放射光科学第二研究系 准教授
	H29. 3.31	尾崎 俊幸	加速器科学支援センター	加速器研究施設 加速器第七研究系 特別准教授 准教授
(退職)	H29. 3. 31	小林 正起	東京大学大学院工学系研究科 准教授	物構研 放射光科学第一研究系 特任助教
	H29. 3. 31	高橋 慧	青山学院大学理工学部化学・生命化学科 助教	物構研 放射光科学第二研究系 博士研究員
	H29. 4. 30	井波 暢人	名古屋大学全学技術センター 技術職員 (兼) あいちシンクロトロン光センター 技術研究員	物構研 放射光科学第一研究系 特任助教
(異動)	H29. 4. 1	望月 出海	物構研 放射光科学第一研究系 特別助教	物構研 放射光科学第一研究系 特任助教
	H29. 4. 1	福本 恵紀	物構研 放射光科学第一研究系 特任助教	物構研 放射光科学第一研究系 研究員

(着任)

島田 紘行 (しまだ ひろゆき)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 物構研 放射光科学第二研究系 特任助教
3. 東京農工大学工学部・助教
4. 気相分子の分光

江口 柊 (えぐち しゅう)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 加速器研究施設 加速器第七研究系 技術員
3. 九州工業大学大学院工学府 博士前期課程・学生
4. (大学・大学院時代) 制御工学

富田 翔伍 (とみた しょうご)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 物構研 放射光科学第二研究系 博士研究員
3. 京都工芸繊維大学 博士後期課程
4. 高分子物性 (主にソフトマター), SAXS
5. 自分らしい, オリジナリティーのある研究をしたい。
7. スキー, 自転車 (盗られた), 音楽 (演奏諦めた)

山口 辰威 (やまぐち ときたけ)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 物構研 放射光科学第一研究系・研究員
3. 慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻・後期博士課程学生
4. 物性物理学理論 (特に, 冷却フェルミ原子気体超流動の理論研究)
5. CREST 課題研究員のため, プロジェクトへの貢献ができるように精一杯努力したく存じます。

渡邊 稔樹 (わたなべ としき)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 物構研 放射光科学第二研究系・研究員
3. 立命館大学大学院生命科学研究科・博士課程学生
4. 触媒化学, XAFS
5. 様々なことに挑み, 自分の可能性を広げていきたい
と思います。
6. なんとかなるではなく, なんとかする。
7. カレー, 模型

玉造 博夢 (たまつくり ひろむ)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 物構研 放射光科学第二研究系 研究員
3. 東京理科大学大学院 博士後期課程・学生
4. 磁性・中性子散乱
7. 読書・スノーボード・電子工作

(入学)

降旗 大岳 (ふりはた ひろたけ)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科物質構造科学専攻 D1 (構造生物学研究センター)
3. 京都大学
4. 生物物理学

此下 亜椰 (このした あや)

1. 平成 29 年 4 月 1 日
2. 総合研究大学院大学高エネルギー加速器科学研究科物質構造科学専攻 D1
3. 旭川工業高等専門学校 応用科学専攻
4. 構造生物学
5. お世話になります。頑張ります！

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

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構
技術職員公募について

本機構では、下記のとおり技術職員を公募いたします。

記

公募番号 機構技術 17-1

1. 公募職種及び人員

技術員 3名 (素粒子原子核研究所 1名、加速器研究施設 1名、共通基盤研究施設 1名)
本機構の技術職員の職名は、主任技師、先任技師、専門技師、技師、准技師及び技術員である。

本機構の技術職員の定年は60歳である。

2. 職務内容

高エネルギー加速器研究機構の各研究所・研究施設に所属し、研究課題に関する技術及び関連技術の開発を行うとともに、各研究所・研究施設が行う装置の運転・管理業務に従事する。

なお、各研究所・研究施設の採用予定数及び職務内容は以下の通りである。

○素粒子原子核研究所

採用予定数 1名

職務内容 素粒子原子核実験のための検出器・装置、およびその制御システムに関する技術開発・運転

○加速器研究施設

採用予定数 1名

職務内容 加速器を構成する装置の電磁石・加速空洞・真空・モニタ・制御等のグループに所属し、担当の装置及びそれに付随する電源・制御装置等の技術開発、運転、保守・維持管理

○共通基盤研究施設 計算科学センター

採用予定数 1名

職務内容 研究活動の情報基盤であるネットワーク・セキュリティシステム、メール・ウェブシステム、計算・グリッド・ストレージシステムの設計・開発、整備・運用

3. 応募資格 (※注1)

昭和59年(1984年)4月2日以降に生まれた方で高等専門学校又は理工系大学卒業
者(平成30年3月卒業予定者を含む)、又はこれと同程度以上の能力を有する者

4. 公募締切 (※注2)

平成29年7月20日(木)17時必着のこと。ただし、平成29年度関東甲信越地区国立
大学法人等職員採用試験合格者については、平成29年8月3日(木)17時必着とする。

5. 着任時期

平成30年4月1日

6. 選考方法 (※注3)

一次選考：書類選考(一次選考合格者には7月28日(金)以降に原則として電子メール
アドレス宛てに二次選考の詳細を通知する。)

二次選考：筆記試験(一般科目(英語)、理工系共通問題及び専門科目(物理、機械、電気、
電子・情報、化学のうちから1科目選択))

：面接試験

7. 二次選考の日時及び場所

日時 筆記試験：平成29年8月8日（火）
面接：平成29年8月9日（水）
場所 高エネルギー加速器研究機構 つくばキャンパス内
（茨城県つくば市大穂1-1）

8. 提出書類

(1) 履歴書

通常の履歴事項の後に、応募する公募番号、希望する研究所・研究施設の名称（複数ある場合は希望順位を必ず明記すること）及び電子メールアドレスがある場合は明記すること。

※ご本人の適性等を審査のうえ、希望した研究所・研究施設以外から採用となる場合もあり得ます。

(2) これまでの仕事の概要

在学生の場合は、卒業研究の内容。これまでに経験した業務（研究）は具体的にどのような装置・設備に関するものか。また、その中で担当した役割やアピールしたい点について、具体的に記述すること。

(3) 志望の動機及び抱負（A4用紙1枚以内）

※上記書類は履歴書用紙を除きすべてA4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。

9. 書類送付先

〒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二係
封書に「技術職員公募書類在中」、「機構技術17-1」と朱書きし、郵送の場合は書留とすること。

10. 問い合わせ先

(1) 業務内容について

素粒子原子核研究所 技術調整役 山野井 豊

E-mail: yutaka.yamanoi@kek.jp TEL: 029-864-5430

(2) 提出書類について

総務部人事労務課人事第二係 TEL 029-864-5117（ダイヤルイン）

11. その他

本機構は、男女共同参画を推進しており、女性の積極的な応募をお待ちしております。

男女共同参画推進室 <http://www2.kek.jp/geo/>

(※注1)

長期勤続によるキャリア形成を図る観点から、上記の方を募集します（雇用対策法施行規則第1条の3第1項3号のイ）。

(※注2)

平成29年度関東甲信越地区国立大学法人等職員採用試験合格者（試験区分：物理、機械、電気、電子・情報、化学）を対象に、7月29日（土）に行われる「関東甲信越地区国立大学法人等職員採用説明会」の場で業務説明を行います。都合のつく方は、本機構の説明会場までお越しください。

説明会の詳細は、ホームページ（<http://ssj.adm.u-tokyo.ac.jp/>）においてご確認ください。

(※注3)

平成29年度関東甲信越地区国立大学法人等職員採用試験合格者（試験区分：物理、機械、電気、電子・情報、化学）の方は、一次選考、及び二次選考のうち筆記試験（一般科目（英語））を免除します。

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教員公募について(依頼)

本機構では、下記のとおり教員を公募いたします。

記

公募番号 物構研 16-10

1. 公募職種及び人員

特任助教 1名 (任期 単年度契約で最長平成34年3月末まで更新可)

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

物質構造科学研究所では放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子を利用した物質・生命科学研究を推進している。本候補者は、同研究所・放射光科学第一研究系および構造物性研究センターに所属し、元素戦略電子材料研究プロジェクトにおいて革新的電子材料研究を推進する。そのために、高輝度挿入光源を用いた先端的ビームラインおよびその場光電子分光を軸とした実験装置の開発・建設・維持・高度化に従事する。また、これらを用いた機能性酸化物ヘテロ構造の電子構造研究の推進にも従事する。

3. 応募資格

専攻分野について優れた知識及び経験を有し、研究教育上の能力があると認められる者で、博士の学位を有することが望ましい。

4. 給与等

給与及び手当は本機構の規則による。(年俸制)

5. 公募締切

平成29年5月31日(水)17:00必着

6. 着任時期

採用決定後できるだけ早い時期

7. 選考方法

原則として面接選考とする。ただし、第一段階の審査として書類選考を行うことがある。

面接予定日:決まり次第機構 Web サイトに掲示します。

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)その他参考資料(外部資金獲得状況、国際会議招待講演、受賞歴等)

(7)本人に関する推薦書または参考意見書(宛名は物質構造科学研究所長 山田 和芳 とすること)

※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。

※2件以上応募の場合、内容が同じであれば提出書類は一部で良いが、異なる場合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)。

9. 書類送付

(1)応募資料

当機構の Web システムを利用して提出してください。

※個人ごとにアップロード用のパスワードを発行しますので、応募される方は人事第一係 (jinil@ml.post.kek.jp)宛に電子メールでご連絡ください。(件名は「物構研 16-10 応募希望」とし、本文に所属、氏名及び電話番号を記載してください。)

※応募に係るファイルは、PDF でお願いします。

※Web システムでのアップロードが困難な場合は、人事第一係までお問い合わせください。

※電子メールでのファイル添付による応募は受け付けることができませんので、ご注意ください。

(2)推薦書または参考意見書

郵送もしくは電子メール(件名は「物構研 16-10 推薦書」とし、添付ファイルはPDF でお願いします。)で送付してください。

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 (E-mail: jinil@ml.post.kek.jp)

注) 電子メールは様々な理由により受信できない可能性があります。数日以内に返信がない場合には、別メールアドレスや電話等によりご連絡ください。

10. 問い合わせ先

(1)研究内容等について

研究主幹 雨宮 健太(放射光科学第一研究系) TEL: 029-879-6027(ダイヤル) e-mail: kenta.amemiya@kek.jp

又は

教授 組頭 広志(放射光科学第一研究系) TEL: 029-864-5584(ダイヤル) e-mail: hiroshi.kumigashira@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) e-mail: jinil@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、「男女共同参画社会基本法」の趣旨に則り、業績(研究業績、教育業績、社会的貢献等)及び人物の評価において優劣をつけがたい最終候補者(男女)がいた場合、女性を優先して採用します。

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
物質構造科学研究所 研究員公募

1. 公募職種及び人員

研究員 1名 (任期 単年度契約で最長平成34年3月末まで更新可)

2. 研究(職務)内容

物質構造科学研究所では放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子を利用した物質・生命科学を推進している。本公募の研究員は、同研究所構造生物学研究センターに所属し、創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業を発展させるためX線結晶構造解析を用いた構造生物学研究に従事する。

3. 応募資格

専攻分野について優れた知識及び経験を有し、研究上の能力があると認められる者で、博士の学位を有することが望ましい。

4. 待遇等

年俸制、フルタイム(週38時間45分)勤務

給与は本機構の規則によるが、経験、能力、実績に応じて決定

通勤手当、住居手当 支給

社会保険加入(共済組合、雇用保険、労災保険)

5. 公募締切

平成29年5月31日(水) 17:00必着

6. 着任時期

採用決定後できるだけ早い時期

7. 選考方法

原則として書類選考ののち面接選考を行う。

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、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-----A4で1-2枚程度
- (3) 発表論文リスト-----和文と英文、査読あるなしで分類すること。
- (4) 着任後の抱負-----A4で1-2枚程度
- (5) 論文別刷-----主要なもの、3編以内
- (6) その他参考資料(外部資金獲得状況、国際会議招待講演、受賞歴等)
- (7) 本人に関して参考意見の問合せのできる方2名の、氏名、所属、および連絡先
※上記の書類は、すべてA4判横書きとし、(5)以外には各葉に氏名を記入すること。

9. 書類送付

提出書類は、下記問い合わせ先にメール添付で提出のこと。送信後2日経過しても受信連絡がない場合には、電話等で問合せをすること。

10. 問い合わせ先

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 加藤 龍一
TEL: 029-879-6177 (ダイヤルイン)
e-mail : ryuichi.kato@kek.jp

11. その他

本機構は、男女共同参画を推進しており、「男女共同参画社会基本法」の趣旨に則り、業績(研究業績、教育業績、社会的貢献等)及び人物の評価において優劣をつけがたい最終候補者(男女)がいた場合、女性を優先して採用します。

男女共同参画推進室 (<http://www2.kek.jp/geo/>)

第6回対称性・群論トレーニングコース 開催のお知らせ

東北大学金属材料研究所 奥部 真樹
物質構造科学研究所 神山 崇
物質構造科学研究所 五十嵐教之

結晶学は物質科学研究の柱であるにもかかわらず、研究分野の細分化や解析ツールの進化に伴いブラックボックス化しているところがあります。本トレーニングコースでは、「空間群や対称性と結晶構造の関係がピンとこない」、「構造解析の後にもう一步議論を深めたい」と日頃感じの方々に、結晶学と直結する対称性や群論の知識を学んでいただくことを目的とし、結晶学で重要な根本原理と幾何学との関係を軸に、講義と演習を繰り返しながら進めます。

本コースは総研大・学融合レクチャー「結晶の対称性・群論-基礎コース」の公開講義（他大学開放科目）でもあります。

<開催概要>

開催日: 2017年7月31日(月)～8月4日(金)

開催場所: 高エネルギー加速器研究機構つくばキャンパス
研究本館 会議室1

主催: 日本結晶学会, KEK 物質構造科学研究所

共催: 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

協賛: 日本中性子科学会, 日本放射光学会, 日本化学会,
国際結晶学連合数理結晶学委員会など。

参加申込: ホームページの参加申込フォームよりお申し込み下さい(参加申込開始:6月13日(火)10時)。

参加費: 無料。但し交通費宿泊費は自己負担。
希望者はKEK ドミトリーを利用可。
(旅費の取得が困難な学生の方を対象に旅費の補助があります。詳細はHPをご覧ください。)

定員: 約35名

講師: ネスポロ・マッシモ氏(フランス・ロレーヌ大学
結晶学教室教授, 国際結晶学連合数理結晶学委員会
前委員長) ※講義は日本語で行われます。

実行委員: 奥部真樹(東北大金材研),
神山 崇・五十嵐 教之(KEK 物構研)

プログラム: 線形代数学, 抽象代数学, ステレオ投影点群,
部分群, 剰余類, 共役部分群,
正規部分群らせん軸と並進鏡面,
計量テンソル, 対称操作の行列表現,
軸変換による空間群記号の変更, 正規化群,
対称性と対掌性, 消滅則の幾何学的解釈,
ワイクフ位置と結晶軌道, 群と部分群

ホームページ: <http://pfwww.kek.jp/trainingcourse/>

高エネルギー加速器セミナー OHO'17 開催のお知らせ

高エネルギー加速器セミナー OHO'17 校長
小林 幸則(加速器第七研究系)

高エネルギー加速器セミナー, OHOは1984年以来, 将来の高エネルギー加速器をにう若手研究者の育成と, 一般企業の研究者の加速器科学への理解を深めることを目的として, 毎年開催されてきました。日本の加速器科学分野の第一線で活躍中の各分野の専門家が, その年のテーマ毎に最先端の加速器科学を基礎から講義しています。

第34回目の今年「マイクロ波の基礎」をテーマにしました。マイクロ波に関するテーマは, 過去のセミナーでも何度か取り上げられてはおりますが, 高エネルギー加速器にとって必須の技術であると考え, 再度基礎から学ぼうということで選びました。

これまでのセミナー参加者の内訳は, 1/3が全国からの修士課程, 博士前期課程の学生, その他KEKの若手研究員, そして研究機関や企業の技術者ですが, ほとんど初参加の方々です。基礎的な内容はもちろん, 最先端の応用まで理解しやすい講義となります。

OHO'17セミナーは9月5日(火)から8日(金)までの4日間開催されます。

<http://accwww2.kek.jp/oho/oho17/>

過去のOHOテキストはこちらをご高覧下さい。

<http://accwww2.kek.jp/oho/OHOtx4.html>

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

Photon Factory Highlights 2016
Photon Factory Activity Report 2016
編集委員長 佐賀山基(KEK・PF)

Photon Factoryでは施設スタッフやPFを利用されたユーザーの皆様のActivityをまとめ, サイエンスのハイライト記事を中心とした「Photon Factory Highlights (PF-Highlights)」と, 当該年度に実施された実験課題の結果報告集である「Photon Factory Activity Report (PF-ACR)」を毎年度発行しています。つきましては, 2016年度にPF, PF-AR, SPFにて実施した実験についてレポートの寄稿をお願い致します。

すでにPF Highlights 2016の編集作業を開始し, 皆様か

ら頂いた推薦に基づいてハイライト記事の選定作業を行なっております。オンライン版での発刊は9月、11月頃には冊子として国内外の主要機関へ配布する予定です。Activity Reportにおけるユーザーレポートは随時投稿を受け付けています。基本的には2016年度にPFで実験を行なったユーザーにそのレポートを寄稿して頂きますが、データの解析に時間を要する等の事情により提出が遅れている場合は、2015年度以前の実験に関する報告でも結構です。使用言語は、英語もしくは日本語となります。このユーザーレポートは、2014年度より共同利用実験課題の終了届を兼ねるものとなりましたので、課題の有効期限に合わせて1報以上ご提出下さい。

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PF-ACR 2016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。

<ユーザーレポート提出締切：2017年6月30日（金）>

機構ネットワークへのPC等の機器接続について

機構ネットワークに接続したPC等の機器で情報セキュリティインシデントが発生すると、加速器運転停止などの大きな影響が生じる可能性があります。PC等の機器を機構ネットワークへ接続する場合は、以下の点をご確認ください。

1. セキュリティサポートの継続しているOSを利用するとともに、適切にアップデートを実施してください。（Windows XP, Windows Vista は、サポート期間が終了しています。特別な理由があり、セキュリティサポートの切れたOSを使用する必要がある場合は、計算科学センターにお問い合わせください。）
2. PC等の機器にはアンチウイルスソフトを導入し、ウイルス定義ファイルは常に最新の状態にしてください。セキュリティ水準を上げるために市販のアンチウイルスソフトの導入を推奨します。

以下のサイトもご一読ください。

計算科学センター

<http://ccwww.kek.jp/ccsupport/security/>

平成29年度後期 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 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応募下さいませようお願いします。

記

1. 開催期間 平成29年10月～平成30年3月
2. 応募締切日 平成29年6月16日（金）
[年2回（前期と後期）募集しています]
3. 応募書類記載事項（A4判、様式任意）
 - (1) 研究会題名（英訳を添える）
 - (2) 提案内容（400字程度の説明）
 - (3) 提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
 - (4) 世話人氏名（所内の者に限る）
 - (5) 開催を希望する時期
 - (6) 参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名
4. 応募書類送付先（データをメールに添付して送付）
放射光科学研究施設 主幹秘書室 濱松千佳子
Email: pf-sec@pfqst.kek.jp TEL: 029-864-5196

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

総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科物質構造科学専攻 大学院説明会及び学生募集のお知らせ

専攻長 放射光科学第二研究系 河田 洋

総合研究大学院大学（総研大）は、「大学共同利用機関」の高度な研究環境を活用した大学院大学です。学部を持たない大学院だけの大学で、独自の・国際的な学術研究の推進や先導的学問分野の開拓に対応する研究者の養成を目的としています。

物質構造科学専攻は高エネルギー加速器科学研究科に属し、基盤共同利用研究機関としては、高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所が対応しています。博士課程（5年一貫制）と博士課程（3年次編入学）があります。物質構造科学専攻では、物質構造科学研究所において、世界最先端のビームの発生と加工に関する技術開発研究や新しい利用研究手法の開発、先端的利用研究を行っている研究者の指導の下に、その将来を担い、かつその発展に貢献する有為の人材の養成を目的としています。新しいことにチャレンジし、世界に飛び出していく意欲のある方の参加を期待しています。

2017年度に実施する総合研究大学院大学・高エネルギー加速器科学研究科・物質構造科学専攻（5年一貫制博士課程）の入学者選抜方法は、一般入試を書類選考と面接試験による選抜方式に変更いたします。同時に、現在の特別選抜を廃止いたします。

詳しくは高エネルギー加速器科学研究科のホームページをご参照下さい。皆様の周りに将来の放射光施設を担う人材として該当する学生の方々がおられましたら、ぜひ勧めてください。

物質構造科学専攻のHP：

<http://pfwww.kek.jp/sokendai/>

高エネルギー加速器科学研究科のHP：

<http://kek.soken.ac.jp/sokendai/>

大学院説明会開催のお知らせ

下記の通り高エネルギー加速器科学研究科大学院説明会およびオープンキャンパスを開催いたします。総研大物質構造科学専攻博士課程（5年一貫制）、博士課程（3年次編入学）に興味をお持ちの方は是非ご参加ください。



平成 29 年度第 1 回大学院説明会（東京）

日時：6月17日（土）13:00～（12:30 受付開始）

場所：日本教育会館 9F 第五会議室

東京都千代田区一ツ橋 2-6-2

内容：高エネルギー加速器科学研究科の紹介

3 専攻の紹介

- ・加速器科学専攻
- ・物質構造科学専攻
- ・素粒子原子核専攻

※申し込み等は不要です。当日直接会場までお越し下さい。会場アクセスは研究科 HP に掲載されます。

平成 29 年度第 2 回大学院説明会兼オープンキャンパス（つくば）

日時：7月4日（火）10:00～（9:30 受付開始）

場所：高エネルギー加速器研究機構（つくば市）

※つくばでの説明会の詳細については、研究科 HP に掲載されます。事前審査による交通費支援制度を実施予定です。

総研大物質構造科学専攻学生募集

平成 29 年 10 月入学生及び平成 30 年 4 月入学生募集概要

1. 募集人数

入学課程	募集人数	
	2017（平成 29）年度 10 月入学	2018（平成 30）年度 4 月入学
5 年一貫制博士課程	若干名	3 名
博士後期課程	若干名	若干名

2. 願書受付期間・試験日程

< 博士課程（5 年一貫制） >

	願書受付期間	入試	合格発表
第 1 回 2017 年 10 月入学 2018 年 4 月入学	6 月 2 日（金） ～ 8 日（木）	6 月 30 日（金）	7 月中旬
第 2 回 2017 年 10 月入学 2018 年 4 月入学	7 月 14 日（金） ～ 20 日（木）	8 月 24 日（木） 【予備日：8 月 25 日（金）】	9 月中旬
第 3 回 2018 年 4 月入学	12 月 8 日（金） ～ 14 日（木）	2018 年 1 月 23 日（火）	2018 年 2 月中旬

< 博士課程（3 年次編入学） >

	願書受付期間	入試	合格発表
第 1 回 2017 年 10 月入学 2018 年 4 月入学	7 月 14 日（金） ～ 20 日（木）	8 月 24 日（木） 【予備日：8 月 25 日（金）】	9 月中旬
第 2 回 2018 年 4 月入学	12 月 8 日（金） ～ 14 日（木）	2018 年 1 月 23 日（火）	2018 年 2 月中旬

3. 選抜の方法

書類選考と面接試験

4. 募集要項請求先

以下のいずれかにご請求下さい。

(今年度要項については出来次第送付します。)

* 〒 240-0193 神奈川県三浦郡葉山町 (湘南国際村)

総合研究大学院大学 学務課学生厚生係

TEL 046-858-1525 又は 1526 kousei@ml.soken.ac.jp

* 〒 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 研究協力課大学院教育係

TEL 029-864-5128 kyodo2@mail.kek.jp

予 定 一 覧

2017 年

6 月 16 日	平成 29 年度後期フォトン・ファクトリー研究会公募締切
6 月 17 日	総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科大学院説明会 (東京・千代田)
6 月 30 日	PF-ACR 2016 年度ユーザーレポート提出締切
7 月 4 日	総合研究大学院大学 高エネルギー加速器科学研究科大学院説明会・ オープンキャンパス (KEK つくばキャンパス)
7 月 31 日～8 月 4 日	第 6 回対称性・群論トレーニングコース (KEK つくばキャンパス)
8 月 5 日～ 6 日	つくばキャンパス全所停電
8 月 14 日～ 16 日	KEK 一斉休業
8 月 18 日～ 26 日	第 11 回 KEK サマーチャレンジ 2017 物質・生命コース
9 月 3 日	KEK 一般公開 (KEK)
9 月 5 日～ 8 日	OHO' 17 セミナー (KEK)

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

運転スケジュール(Jun.~Sep. 2017)

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

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

物構研談話会

日時：3/13（月）10:00～

題名：Progress Towards an African Light Source

講師：Prof. Sekazi Mtingwa (Triangle Science, Education & Economic Development, LLC)

日時：4/28（金）10:30～

題名：酸化ストレス応答のタンパク質分解による制御

講師：千葉智樹氏（筑波大学）

平成 29 年度 客員研究員一覧

氏 名	所 属 ・ 職 名	名 称
朝倉 清高	北海道大学触媒科学研究所・教授	客員教授
大久保雅隆	産業技術総合研究所・上席イノベーションコーディネーター	客員教授
大熊 春夫	高輝度光科学研究センター・加速器部門長	客員教授
岡野 辰雄	放送大学学園・文教学習センター長	客員教授
加藤 政博	自然科学研究機構分子科学研究所・教授	客員教授
上久保裕生	奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科・教授	客員教授
熊谷 教孝	高輝度光科学研究センター・研究顧問	客員教授
栗木 雅夫	広島大学大学院先端物質科学研究科・教授	客員教授
腰原 伸也	東京工業大学大学院理工学研究科・教授	客員教授
近藤 寛	慶応義塾大学理工学部化学科・教授	客員教授
坂下日登志	産業技術総合研究所・上席イノベーションコーディネーター	客員教授
佐々木茂美	広島大学放射光科学研究センター・名誉教授	客員教授
高橋 嘉夫	東京大学大学院理学系研究科・教授	客員教授
長嶋 泰之	東京理科大学理学部第二部物理学科・教授	客員教授
羽島 良一	量子科学技術研究開発機構・上席研究員	客員教授
濱 広幸	東北大学電子光理学研究センター・教授	客員教授
守友 浩	筑波大学大学院数理物質科学研究科・教授	客員教授
姚 関	北海道大学先端生命科学研究院・教授	客員教授
丹羽 隆介	筑波大学 生命環境系・准教授	客員准教授

放射光共同利用実験審査委員会委員名簿

	氏 名	所 属 ・ 職 名
機 構 外 委 員	雨宮 慶幸	東京大学大学院新領域創成科学研究科・特任教授
	池田 直	岡山大学理学部・教授
	一國 伸之	千葉大学大学院工学研究科・准教授
	稲田 康宏	立命館大学生命科学部・教授
	岩佐 和晃	茨城大学フロンティア応用原子科学研究センター・教授
	海野 昌喜	茨城大学大学院理工学研究科・教授
	奥田 太一	広島大学放射光科学研究センター・准教授
	小田切 丈	上智大学理工学部物質生命理工学科・准教授
	鍵 裕之	東京大学大学院理学系研究科・教授
	坂本 一之	千葉大学大学院融合科学研究科・教授
	清水 敏之	東京大学大学院薬学系研究科・教授
	高橋 嘉夫	東京大学大学院理学系研究科・教授
	田淵 雅夫	名古屋大学シンクロトン光研究センター・教授
	中川 貴	大阪大学大学院工学研究科・准教授
	中野 智志	物質・材料研究機構 先端の共通技術部門・主幹研究員
	野島 修一	東京工業大学物質理工学院応用化学系・教授
	橋本 博	静岡県立大学薬学部大学院薬学研究院・教授
	伏信 進矢	東京大学大学院農学生命科学研究科・教授
	藤森 淳	東京大学大学院理学系研究科・教授
	真庭 豊	首都大学東京大学院理工学研究科・教授
八木 直人	公益財団法人 高輝度光科学研究センター, 利用研究促進部門・コーディネーター	
矢代 航	東北大学多元物質科学研究所・准教授	
山口 宏	関西学院大学理工学部化学科・教授	
山本 勝宏	名古屋工業大学大学院工学研究科・准教授	
吉信 淳	東京大学物性研究所・教授	
機 構 内 委 員	* 村上 洋一	物質構造科学研究所・副所長
	* 雨宮 健太	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・研究主幹
	* 足立 伸一	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・研究主幹
	* 大友 季哉	物質構造科学研究所中性子科学研究系・研究主幹
	* 三宅 康博	物質構造科学研究所ミュオン科学研究系・研究主幹
	* 小林 幸則	加速器研究施設加速器第七研究系・研究主幹
	古川 和朗	加速器研究施設加速器第五研究系・研究主幹
	五十嵐教之	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・准教授
	木村 正雄	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・教授
	熊井 玲児	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・教授
	組頭 広志	物質構造科学研究所放射光科学第一研究系・教授
	千田 俊哉	物質構造科学研究所放射光科学第二研究系・教授

任期：平成 29 年 4 月 1 日～平成 31 年 3 月 31 日 * 役職指定

放射光共同利用実験審査委員会委員名簿 (分科会別)

1. 電子物性	※藤森 淳	吉信 淳	小田切 丈	坂本 一之	奥田 太一	雨宮 健太	組頭 広志
2. 構造物性	※池田 直尚	岩佐 和晃	鍵 裕之	中野 智志	真庭 豊	熊井 玲児	
3. 化学・材料	※田淵 雅夫	稲田 康宏	中川 貴	一國 伸之	高橋 嘉夫	木村 正雄	
4. 生命科学Ⅰ	※清水 敏之	橋本 博	海野 昌喜	山口 宏	伏信 進矢	千田 俊哉	
5. 生命科学Ⅱ	※雨宮 慶幸	山本 勝宏	矢代 航	野島 修一	八木 直人	五十嵐教之	

※分科会責任者

施設留保ビームタイム採択課題一覧（2016年度）

課題番号	申請者	所属	カテゴリー	課題名	希望ステーション	希望ビームタイム (h)	実施ビームタイム (h)
2016R-1	松垣 直宏	KEK	b	創薬等 PF 事業におけるビームライン技術開発	1A 5A 17A NW12A NE3A		370.5 38.5 0 60.0 45.0
2016R-2	松垣 直宏	KEK	e	創薬等 PF 事業における初心者向け講習会	17A	7.5	7.5
2016R-3	阿部 仁	KEK	e	XAFS 講習会	9A 9C 12C	12.0 12.0 12.0	12.0 12.0 12.0
2016R-4	泉 厚志	富山県立大学	g	有用物質生産やアミノ酸定量に有用な酵素群の構造学的研究	5A	15.5	15.5
2016R-5	泉 康雄	千葉大学	a	増感成分を精密制御した層状複水酸化物が二酸化炭素を光燃料化する際の電子移行の追跡	NW10A	12.0	12.0
2016R-6	近藤 次郎	上智大学	g	「顧みられない熱帯病」治療を目的としたアミノグリコシド薬剤の開発	1A	23.5	47.0
2016R-7	小祝 孝太郎	KEK	g	昆虫ステロイドホルモン生合成調節因子 Noppera-bo の X 線結晶構造解析	1A 5A NE3A	15.0	15.0
2016R-8	清水 伸隆	KEK	e	ナノテク CUPAL 放射光分析技術上級コース X線小角散乱実習	10C 15A2 10C	12.0 12.0 12.0	24.0 12.0
2016R-9	安武 義晃	産業技術総合研究所	g	B型肝炎ウイルス逆転写酵素の活性部位構造情報取得に向けた研究	17A	15.5	15.5
2016R-10	稲葉 謙次	東北大学	g	細胞内タンパク質品質管理に関わるジスルフィド結合形成・開裂システムの構造生物学	1A	15.5	7.5
2016R-11	畠山 昌則	東京大学	g	ピロリ菌発がん因子 CagA とヒトタンパク質との複合体の構造解析と創薬への展開	17A 10C 1A	7.5	7.5 24.0 22.5
2016R-12	宮原 郁子	大阪市立大学	g	PLP 結合性転写調節因子の構造と機能	10C	24.0	48.0
2016R-13	富田 武郎	生物生産工学研究センター	g	ホスホマイシン生合成酵素の結晶構造解析	NW12A (5A) (17A)	15.0	15.0 23.0 7.5
2016R-14	橋口 隆生	九州大学	g	構造生物学的手法によるパラミクソウイルスの細胞侵入メカニズムの解明	10C 15A1/2	24.0	24.0 24.0
2016R-15	竹内 恒	産業技術総合研究所	b	Phosphatidyl Inositol 5-phosphate 4-kinase・阻害剤複合体の X 線結晶構造解析	NE3A (NW12A)	15.0	15.0 7.5
2016R-16	田端 千紘	KEK	g	UNI4B の放射光 線回折による結晶構造解析	8B	24.0	24.0
2016R-17	玉田 太郎	量子科学技術研究開発機構	g	GH Family 23 に属する新奇キチナーゼの X 線小角散乱および結晶構造解析	10C	24.0	24.0
2016R-18	宇佐美 徳子	KEK	b	新規作成した X 線マスクおよびホルダーの細胞照射実験による性能評価	27B	24.0	24.0
2016R-19	村田 武士	千葉大学	g	リン酸結合型 V1-ATPase の X 線結晶構造解析	1A (17A)	14.5	38.0 15.5
2016R-20	遠藤 玉夫	KEK	g	ジストログリカン糖鎖修飾酵素の立体構造解析	NE3A	15.0	15.0
2016R-21	小川 覚之	東京大学	g	微小管脱重合蛋白 KIF2-Tubulin 複合体の X 線小角散乱解析	15A2	24.0	24.0
2016R-22	石川 喜久	KEK	b	酸素欠損 BaTi ₂ O ₅ の粉末 X 線回折	8B	24.0	24.0

2016R-23	毛塚 雄一郎	岩手医科大学	g	歯周病原細菌由来メチオニン γ -リアーゼの結晶構造解析とメチルメルカプタン産生機構の解明	1A	15.5	15.5
2016R-24	河合 聡人	崇城大学	g	X線結晶構造解析によるヒト血清アルブミンと薬物および安定化剤の結合様式の解明	17A	15.5	15.5
2016R-25	溝端 栄一	大阪大学	g	ビタミン B12 酵素の反応中心をミミックした改変ミオグロビンの結晶構造解析	1A	7.5	7.5
2016R-26	長江 雅倫	理化学研究所	g	がんの増殖と転移を進行させる糖転移酵素 GnT-V の構造生物学研究	NW12A	15.0	15.0
2016R-27	Yu Long-Jiang	岡山大学	g	Identification of calcium ions in LH1-RC complex by X-ray anomalous scattering	1A	7.5	37.0
2016R-28	清水 伸隆	KEK	g	再利用加工段階におけるプラスチックの構造解析	6A	24.0	24.0
2016R-29	深谷 亮	KEK	g	梯子型銅酸化物における電荷秩序状態の評価	4C	72.0	72.0
2016R-30	清水 伸隆	KEK	g	Apoptosis Inhibitor of Macrophage の溶液構造解析	15A2	24.0	24.0
2016R-31	鈴木 守	大阪大学	g	リボヌクレアーゼの抗腫瘍細胞等生理活性の解明と応用	1A	15.5	31.0
2016R-32	尾瀬 農之	北海道大学	g	多機能アダプター分子 STAP-2 のコンフォメーション変化と複合体構造解析	15A2 (10C)	12.0	36.0 24.0
2016R-33	佐賀山 基	KEK	e,f	CUPAL 上級コース講習会	8A	72.0	72.0
2016R-34	清水 伸隆	KEK	e	タンパク質 X線溶液散乱講習会でのトライアルユース	6A	24.0 24.0	48.0
2016R-35	佐賀山 基	KEK	g	交流磁場を用いた X線磁気散乱による反強磁性の精密測定	3A	72.0	72.0
2016R-36	岸本 俊二	KEK	b	3 μ m 径ピンホールによる X線マイクロビーム調整法の確立	14A	48.0	48.0
2016R-37	佐賀山 基	KEK	g	3d ² 電子系における軌道占有状態の直接観測を目指したシステム構築	14A	168.0	168.0
2016R-38	五十嵐 教之	KEK-PF	e	放射光ビームを利用したサマーチャレンジ参加学生の演習	5A 12C 20A	7.5 7.5 36.0 72.0	15.0 36.0 72.0
2016R-39	北島 昌史	東京工業大学	f	放射光科学実習 (2016 年度)	20A	48.0 48.0 24.0	120.0
2016R-40	君島 堅一	KEK	g	光ビームプラットフォーム ラウンドロビン実験 (XAFS)	12C	12.0	12.0
2016R-41	松垣 直宏	KEK	f	大学等連携支援事業 (茨城大)	5A	7.5	0.0
2016R-42	清水 伸隆	KEK	f	大学等連携支援事業 (茨城大) におけるタンパク質 X線小角散乱実習	10C	12.0	12.0
2016R-43	平野 馨一	KEK	e	CUPAL 講習会 (X線イメージング) 14B	14B	72.0	72.0
2016R-44	兵藤 一行	KEK	e	CUPAL 講習会 (X線イメージング) 14C	14C	72.0	48.0
2016R-45	池水 信二	熊本大学	g	構造生物学的手法を用いた炎症性自己免疫疾患の抗炎症薬の開発	1A	15.0	15.5
2016R-46	山下 敦子	岡山大学	g	味覚受容体の構造機能解析	1A	15.5	15.5
2016R-47	小杉 貴洋	分子科学研究所	g	機能を持ったタンパク質を一から創る (課題番号: 2246)	5A (1A)	16.0	15.5 7.5
2016R-48	姚 閔	北海道大学	g	DNA/RNA ポリメラーゼと逆方向に RNA 伸長酵素の tRNA 複合体の溶液構造解析	10C	24.0	24.0
2016R-49	田辺 幹雄	KEK	g	蛍光プローブタンパク質の構造解析	1A	7.5	7.5
2016R-50	村田 武士	千葉大学	c	V型 ATPase の回転分子機構解明を目指した X線結晶構造解析	17A	7.5 時間	G 課題で対応
2016R-51	千葉 洋子	東京大学	g	「新規」酵素ピロリン酸型 phosphoenolpyruvate carboxykinase の X線結晶構造解析	17A	15.5	15.5

2016R-52	阿部 仁	KEK	e	KEK- 茨城大学大学院等連携事業 XAFS 実習	9A	12.0	12.0
2016R-53	大戸 梅治	東京大学	g	自然免疫における核酸センサー Toll 様受容体の X 線結晶構造	15A2 (5A) (10C)	24.0	24.0 15.5 24.0
2016R-54	田上 貴祥	北海道大学	g	放線菌由来の環状四糖代謝関連酵素の X 線結晶構造解析	5A	16.5	23.0
2016R-55	若杉 桂輔	東京大学	g	ヒトのニューログロビンとヘテロ三量体 G タンパク質 α サブユニット (Gal1) との複合体の結晶化および X 線結晶構造解析	5A	16.5	15.5
2016R-56	小島 正樹	東京薬科大学	g	ラクトフェリン・鉄複合体の会合状態の解析	10C	24.0	24.0
2016R-57	加藤 龍一	KEK	g	ヒト型抗体酵素の X 線結晶構造解析	5A (1A)	7.5	7.5 15.0
2016R-58	朴 三用	横浜市立大学	g	光活性化アデニル酸シクラーゼの X 線結晶構造解析技術基盤の構築	17A	16.5	15.5
2016R-59	伊藤 俊将	昭和薬科大学	g	リガンド結合が及ぼす VDR の構造変化に関する研究	15A2	24.0	48.0
2016R-60	海野 昌喜	茨城大学	g	毛髪内蛋白質群の構造生物学的研究	5A	9.0	15.5
2016R-61	野田 展生	微生物化学研究会	g	オートファジー始動を制御する Atg1 キナーゼ複合体の構造解析	5A (1A)	7.5	7.5 15.5
2016R-62	池口 雅道	創価大学	g	神経フェリチン症発症機構のタンパク質科学的研究	10C	24.0	24.0
2016R-63	廣田 毅	名古屋大学	g	哺乳類の概日時計機構の構造生物学的解析	17A	7.5	7.5
2016R-64	加藤 悦子	農研機構	g	ウイルススパーファミリー 1 ヘリカーゼの構造解析	1A	7.5	7.5
2016R-65	塚崎 智也	奈良先端科学技術大学院大学	g	Sec 複合体によるタンパク質膜透過解明にむけた結晶構造解析 (創薬等 PF の課題)	1A	7.5	7.5
2016R-66	阪本 泰光	岩手医科大学	g	歯周病原因菌由来新規ペプチダーゼ 'DPP11 の X 線結晶構造解析	17A	7.5	7.5
2016R-67	日野 智也	鳥取大学	g	カビ毒テヌアゾン酸の生合成を担うポリケチド合成酵素 TAS1 の結晶構造解析	17A	15.5	15.5
2016R-68	松村 浩由	立命館大学	g	MRSA 由来細胞分裂必須因子複合体の構造解析	1A	15.5	15.5
2016R-69	伏信 進矢	東京大学	g	農学分野での応用に向けた新規な糖質関連酵素・蛋白質の構造解析	17A	15.5	15.5
2016R-70	大塚 雅巳	熊本大学	g	TRAF6 タンパク質 - 亜鉛イオン結合性化合物複合体の X 線結晶構造解析	5A	15.5	15.5
2016R-71	豊島 近	東京大学	g	心不全治療薬の開発に向けた SERCA-PLN 複合体の X 線結晶構造解析	17A	15.5	15.5
2016R-72	山形 敦史	東京大学	g	シナプス形成を誘導する膜受容体の選択的スプライシング依存的な複合体形成の構造基盤	1A	7.5	7.5
2016R-73	寺田 貴帆	理化学研究所	g	エピジェネティクス制御分子基盤の理解と制御	5A (1A)	7.5	7.5
2016R-74	寺田 貴帆	理化学研究所	g	RNA ポリメラーゼを含む超複合体の構造解析	6A	24.0	24.0
2016R-75	寒川 剛	大阪大学	g	酵素活性賦活化物質の賦活化機構の解明	1A	15.0	15.0

- a) マシン, ビームラインの故障等に対するビームタイムの補填。
- b) ビームライン・実験装置の性能向上をスピーディにする。
- c) 早期に成果を創出するために, やり残した実験を実施する。
- d) U 型課題の受付をし, 重要な研究の計画から成果公表までのを短縮する。「既配分課題を排除する程の重要性」ではなくても緊急かつ重要な U 型研究課題を実施する。U 型申請, 審査は従来通り行うが, 留保枠, 未配分 BT 内で実施すべきものはレフェリーの意見を参考に PF-PAC 委員長が判断する。
- e) 講習会, 実習等や有望な新規ユーザーを開拓する。※ 利用経験者による新しい研究提案は U 型課題として処理する。
- f) 教育用ビームタイムの確保。
- g) 施設, ビームラインの運営に対する柔軟性を増し, 一層の成果拡大に対して工夫する自由度を作る。外国の放射光施設職員等の来所時にテスト実験を行う等運用上の柔軟性を確保する。

内部スタッフ・大学院生優先ビームタイム採択課題一覧（2016年度）

課題番号	申請者	所属	課題名	希望 ステーション	希望 ビームタイム (h)	配分 ビームタイム (h)
2016PF-01	山田悟史	KEK	タンパク質を含むリン脂質小胞体の小角散乱	6A	24.0	24.0
2016PF-02	高木秀彰	KEK	SAXS/WAXS 同時測定による物理架橋型ゲルが作る階層構造の構造解析の試み	10C	24.0	24.0
2016PF-03	高橋嘉夫	東京大学 (BL-4A ユーザー運営 BL 代表)	マイクロ XRF-XAFS 法を用いたグリーンランド氷床コアから採取したエアロゾル粒子中の元素の化学種解析と複合分析への展開	4A	48.0	48.0
2016PF-04	高木秀彰	KEK	アゾベンゼン系超分子が溶液中で形成する複雑構造の小角散乱法を用いた構造解析	10C, 15A2	24.0	24.0
2016PF-05	本田 孝志	KEK	NaAlH ₄ -TiCl ₃ の Ti 置換固溶サイトと水素吸蔵放出特性との相関解明	3A	48.0	24.0
2016PF-06	高橋由美子	KEK	位相コントラスト法による錠剤成分の結晶多形評価	14B	72.0	72.0
2016PF-07	清水 伸隆	KEK	Cryo-BioSAXS 実現に向けた測定法開発	10C	48.0	24.0
2016PF-08	間瀬 一彦	KEK	窒素ドーピンググラファイトの電子構造と吸着状態の研究	13A/B	16.0	16.0
2016PF-09	季 相賢	KEK	TiF ₃ negative thermal expansion	8A/B	24.0	24.0
2016PF-10	襲原 誠人	KEK	遷移金属酸化物極薄膜・積層構造における構造パラメーターの決定	8B	24.0	24.0
2016PF-11	足立 純一	KEK	軟X線パルスセレクター 2 号機の性能評価	16A	36.0	24.0
2016PF-12	中尾 裕則	KEK	BL-16A の挿入光源を利用した光渦の生成の試み	16A	48.0	24.0
2016PF-13	清水 伸隆	KEK	Cryo-BioSAXS 実現に向けた測定法開発	10C	24.0	24.0
2016PF-14	間瀬 一彦	KEK	窒素ドーピンググラファイトの電子構造と吸着状態の研究	13A/B	16.0	16.0
2016PF-15	本田 孝志	KEK	水素貯蔵材料の微量添加物に対する固溶限評価方法の確立	3A または 4C	48.0	48.0

物構研職員および物構研に籍を置く大学院生は、次に掲げる項目の実験を行うために、下記手続きを経て優先的にビームタイムを使用できる。

- (1) 新しい実験手法のテスト（装置開発など）
- (2) 試料のテスト（興味深い試料の予備実験など）
- (3) 大学院生の研究指導
- (4) 新しい研究の予備実験

<補足>

- 予備的段階が終了して、本格的に研究を行う場合は物構研職員等も PAC に課題申請する。
ポスドク、総研大生についても可能な限り速やかに、受入教員またはポスドク本人が共同利用課題申請を行うこと。
- 1ステーションあたり、優先ビームタイムの配分は年間運転時間の 20% 程度までとする。

平成 28 年度第 3 期配分結果一覽

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/6	2/7	2/8	2/9	2/10	2/11	2/12
	TM	TM	E	E	E	E	E
1A			調整			16G155 16G156 16G157 16G158	16G159
2A/2B			調整 16Y002	15S2-005 船頭 広志			
3A			15T004 松浦 慧介			15G548 中尾 裕剛	
3B			16G539 山田 洋一				
3C			調整	16G088 高橋 由美子			16G567 姚 芳
4A			調整	16G008 宇尾 基弘	16G131 松浦 晃洋		
4B2				16G120 籠宮 功			
4C			15G556 和達 大樹	16G059 犬飼 潤治			
5A			調整	16Y001	16C205 15G0 16R 16R-60 角野 15G 15G 16G0		
6A			調整	15G620 植谷 正樹	15G590 藤井 伸一	15G613 15G015	
6C			15G589 佐々木 裕次		16G674 藤川 伸也	15G526 藤川 伸也	
7A			15G562 遠藤 理				15G5
7C			14S2-001 熊井 玲児				
8A			15MP004 小野 淳	14S2-001 熊井 玲児			16G089 香本 久典
8B			16P002 吉田 純	16G634 真庭 豊			16G590 香野 淳
9A			調整	14S2-006 野原 俊	15G070 朝倉 清高		
9C			調整	15C206		15G022 藤原 雅夫	15G027 藤原 雅夫
10A			16G524 興野 純				
10C			調整	16R-63 大戸 義治	16G036 山本 勝史	15G093 高橋 浩	
11A			16G563 奥田 浩司				
11B			16G660 田端 千絵				
11D			調整 16Y031	16Y003	15P014	15G541 横山 利彦	
13A/13B			16S2-002 15S2	16S2-002 15S2	16S2-002 15T0	15MP004 15S2	15MP004 15T0
15A/15A2			調整		調整	16S2-001 木村 正雄	
16A			調整	16S2-005 藤森 淳			
17A			調整		15G 15G079 大 15G 16G 15G0		
18B			調整	16-IB-26		16-IB-26	
18C			15G124 船守 辰正			15G083 阿部	
19B			立上調整				
20A			調整	16G001 穂坂 綱一			
20B			15G561 水野 薫				
27A			16G005 馬場 祐治	15G109 奥平 幸司			15G611 八巻 徹也
27B			15G028 藤谷 明雄	15G065 鈴木 龍雄	調整		
28A/28B			16G096 藤森 淳	15S2-003 高橋 隆			
NE1A	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP
NE3A							
NE5C							
NE7A							
NW12A							
NW14A							
SPF			16S2-006 兵頭 俊夫	16G072 望月 出海		15G676 前川	

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/13	2/14	2/15	2/16	2/17	2/18	2/19
	E	E	B	M	E	E	E
1A	16Y 16Y004 16R-01 船頭 廣志	16R 16R-07 小			16Y0 16Y 16G 16G 16G 16G 16G 16G	16Y 16Y 16G 16G 16G 16G 16G 16G	調整
2A/2B	16Y002				16T001 三橋 太一		調整
3A	15G548 中尾 裕剛	16G588 増田 卓也	15G121		15G121 遠藤 理	15S2-009 若林 裕助	
3B		15G057 金井 要			15G057 金井 要		
3C		16G567 姚 永昭	16G133 山口 博徳		16G133 山口 博徳	16G614 渡辺 紀生	
4A		調整	16G576 三河内 岳		16G575 光延 聖	16G632 高橋 基夫	
4B2		15G660 植草 秀裕			16P009 上原 政智	15G637 大井	
4C		15G029 木村 宏之			15S2-009 若林 裕助		
5A	16G 16Y001	16Y017	16G09		15G 16G0 16G077 HE0 Na 16R 16R-53 大井		
6A	16G146 小嶋 圭子	15G119 森田 剛			16R-74 寺田 貴也	15G076 丸林 弘典	15G139 瀧口 宣明
6C	16G019 八方 聖久	16G190 白方 祥			16G585 北浦 守	16G592 木村	
7A		15G563 遠藤 理	15G562		15G110 境 誠司		
7C		15S2-005 籠宮 功 井 玲児			16G109 鈴木 勇士		
8A		14S2-001 熊井 玲児			15G709 花崎 修也	16G175 志賀 拓也	
8B	16S2-004 山浦 洋一	16Y 14S2-001 熊井 玲児			16P001 杉原 進也	16G178 道村 真司	
9A	16Y013 16Y001	14S2-006 野原 俊	16T003 15G515		16G628 雨宮 健太	15P014 14S2-006 野原 俊	
9C		16S2-005 藤森 淳	15G 16G1213		16G573 高塚 敬		
10A		16G524 興野 純			16G520 吉朝 朋		
10C		調整	15G665 新井 崇仁	16G538 中川 慎太		調整	16G032 穂坂 綱一 16G561 奥持 健史
11A		16G126 山口 周			15G677 小林 英一	15G1	
11B		16G660 田端 千絵			15G601 近藤 寛		
11D					15G667 羽多野 忠		
12C		14S2-006 野原 俊	16C211		15G681 神戸 健史	15G583 太田 克徳	16G099 船橋 慎一
13A/13B		16S2-002 15S2 16G	16S2-002 高橋 隆 15S2		16S2-002 16Y0 16G	16S2-002 高橋 隆 16Y0	
15A/15A2		16S2-001 木 15G551	15C206		16C213	16G632 高橋 基夫 16G632 高橋 基夫	
16A	16 15G655 藤原 英人	16S2-005 藤 16G098 伊藤 敬			15MP004 小野 淳	16S2-005 藤森 淳	
17A	16C205 16G1 16Y 16Y 16G0	16Y010 16Y006			16R 16R-49 秋野 15G 16G678 SG 15G 調整		
18B		16-IB-26	16-IB-30		16-IB-30		
18C		15G083 阿部	16G075 大村 彰子		16G523 平井 寿子		
19B		立上調整			立上調整		
20A		16G001 穂坂 綱一			16G001 穂坂 綱一		
20B		15G561 水野 薫			15G561 水野 薫	16G535 秋本 晃一	
27A		16G005 馬場 祐治	16G110 下山 星		16G007 石山 新太郎		
27B	15G154 BESSAD	16G557 渡藤 剛	15G630 中田 正典		16G037 岩瀬 崇徳	15G611 八巻 徹也 16G118 高見厚 徳	
28A/28B		15S2-003 高 15G058 溝川 貴司			15S2-003 高橋 隆		
NE1A	T/M	T/M	T/M	T/M	T/M	T/M	T/M
NE3A							
NE5C							
NE7A							
NW12A							
NW14A							
SPF	15G676 前川 雅樹		14S2-004 深谷 有喜				

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/20	2/21	2/22	2/23	2/24	2/25	2/26
	E	E	B	E	E	E	E
1A	16R 16R-88 調整	16R-27 調整	16R- 調整	16R-11 調整	15G 15G 調整	16G06 調整	15G 調整
2A/2B	16Y001 調整	16V002 調整	16Y003 調整	15S2-001 調整	16Y002 調整	16G195 調整	16G096 調整
3A	15S2-009 若 16G684 SOKOLOV Nikolai						15S2-007 山崎 裕一
3B	15G057 金井 要		16G584 櫻井 岳暁				
3C	16G614 渡辺 紀生						
4A	16G085 石橋 秀巳		16G632 高橋 嘉夫		15G081 松浦 晃洋		
4B2	15G637 大井 修吾						
4C	16PF-15 本田 幸志		15G689 下村 晋			16G535 秋本 晃一	
5A	15G 16Y001						
6A	16G058 岡 俊彦		16G525 真木 秀樹		15G125 渡邊 康 調整		15G564 大越 研一
6C	16G592 木村 篤史郎		15G671 山本 篤史郎				
7A	16G598 吉永 真樹		15C206		16S2-005 藤森 淳		
7C	16G109 鈴木 秀士		15G634 藤枝 俊				
8A	14S2-001 熊井 玲児		15MP004 小野 寛		15G092 橋本 亮		15T004 松浦 慧介
8B	15G544 藤田 康宏		15G503 栗林 貴弘				
9A	15G136 有田 恭平		16G147 佐藤 信昭		16R-62 池口 雅也		16G544 安藤 慎治
9C	15G109 奥平 真平		16G056 宮永 康史		15G152 沼子 千羽		
10A	15G620 吉朝 朗		15G503 栗林 貴弘				
10C	15G136 有田 恭平		16G147 佐藤 信昭		16R-62 池口 雅也		16G544 安藤 慎治
11A	15G109 奥平 真平		16G056 宮永 康史		15G152 沼子 千羽		
11B	15G601 近藤 寛		16G642 北本 俊二				
11D	15G667 羽多野 忠		16G672 江島 文雄				
12C	16G035 朝倉 清高		16S2-004 山浦 寿		16G632 高橋 嘉夫		15G113
13A/13B	15S 16S2-002 高橋 謙		15S2 15MP004 15S2		15MP004 15S2		16S2-002 15S2
15A1/15A2	16C214		15G551 岡部 仁 調整		15G658 杉山 正明		
16A	16S2-005 藤森 淳		15G676 志崎 真樹		16S2-005 藤森 淳		15S2-007 山崎 裕一
17A	16Y014 15G01 15G 16G 16G01		15G 15G01 16R 16R-67 調整		15G 15G 16G5 16G 15G 調整		15G 15G000 藤
18B	調整		16-IB-27		16-IB-25		
18C	16G542 藤崎 淳子		15G694 巖 裕之		16G107 巖 裕之		15G112 川村 幸樹
19B	立上調整						
20A	16G001 藤坂 綱一						
20B	16G535 秋本 晃一		16G133 山口 博隆				
27A	16G583 藤崎 淳子		16G118 高見 厚 悠		16G005 高橋 信雄		16G124 本田 充紀
27B	15G084 岡本 芳浩		16G530 藤崎 淳子		15G026 上原 実弥		15G028 藤崎 淳子
28A/28B	15S2-003 高橋 謙		15G144 吉田 康平		16G667 横谷 尚隆		16G599 坂野
NE1A	T/M						
NE3A	T/M						
NE5C	T/M						
NE7A	T/M						
NW12A	T/M						
NW14A	T/M						
SPF	14S2-004 藤		16G607 高山 あかり				

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	2/27	2/28	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5
	E	E	B	M	E	E	E
1A	16C205 調整	16G 16R-01 松浦 晃洋	16R 16R-76 調整		16Y017 調整	15G 調整	16G085 調整
2A/2B	16G555 相澤		16V002 調整		16C210 調整		16G165 石坂 晋子
3A	15S2-007 山		15G639 中村 智樹		16G660 田端 千敏		
3B	16G584 櫻井		15G011 堀内 拓大		15G011 堀内 拓大		
3C	16S2-003 早稲田 篤						
4A	15G081 松浦		15G115 西脇 芳典		16G543 伊藤 敬		16G580 松崎 明子
4B2	15G684 西村		15G047 八島 正樹		15G047 八島 正樹		
4C	16G535 秋本		16G067 佐久間 博		16G067 佐久間 博		15G636 星 永宏
5A	15G 16Y001						
6A	15G073 横山 真樹		16G060 奥田 清樹		調整		16G113 上野 聡
6C	16G097 奥部 真樹						
7A	16C213 16G558		15G090 岡村 潤		16G556 藤野 実明		16G598 小笠原 康
7C	15G672 手塚 泰久						
8A	15T004 松浦 調整						
8B	15G560 小林 厚志		15G684 岡村 真一		14S2-001 熊井 玲児		
9A	15G581 阪東 恭子		16C201		16G654 高草木 達		
9C	15G086 岡村 潤		16C214		16G676 PRIOLKAR Kaus		16G135 Yin
10A	15G503 栗林 貴弘		16G558 藤野 実明		16G558 藤野 実明		
10C	15G518 平井 光博		16G683 岩崎 達也		15G591 藤井 伸一		16G606 新井 亮一
11A	16C201		16G675 岩住 俊明		16G675 岩住 俊明		
11B	16 16C		15G152 沼子 千羽		15G607 沼子 千羽		16G543 伊藤 敬
11D	16G6 16G144		小池 雅人		16G144 小池 雅人		16G595 伊藤 雅英
12C	16G603 今田 幸紀		16C201		15 16 16Y036		16P003 藤田 真樹
13A/13B	16G539 山田 洋一		16S2-01 16C203		15G697 藤		15S2
15A1/15A2	16 調整		16Y007 調整		16R-32 尾崎 康之		16Y021 調整
16A	15S2-007 山		16G660 田端 千敏		16PF-12 中尾 智樹		15G672 手塚 泰久
17A	15G520 藤		16G5 16Y003 15 16 16G 14T0		16R-71 豊丸		15G 15G079 大
18B	16-IB-25		16-IB-20		16-IB-20 16-IB-29		
18C	15G129 武田 圭生		15G098		15G098 林 純一		16G523 平井
19B	立上調整						
20A	16G166 小田切 文						
20B	16G133 山口 博隆						
27A	16G124 本田 充紀		16G583 藤崎 淳子		16G188 関口 智弘		
27B	15T001 神長 隆一		16G188 関口 智弘		16G124 本田 充紀		15G516 藤崎 淳子
28A/28B	16G599 坂野		16G615 近藤 猛		16G611 石坂 晋子		
NE1A	T/M						
NE3A	T/M						
NE5C	T/M						
NE7A	T/M						
NW12A	T/M						
NW14A	T/M						
SPF	16G547 長崎 泰之		T/M		14S2-004 深谷 有喜		T/M

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	3/6	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12
	E	E	B	E	STOP	STOP	STOP
1A	16Y0 16Y004	16Y003 15G1	16R-61 野	16R-01 松嶋 昌雄			
2A/2B	16G164 16G163	16Y002		16G003 16S2-00			
3A	調整	15MP004 小野 寛太					
3B	16G094 寺村 元泰						
3C	16S2-003 早稲田 篤						
4A	16G070 高西 陽一			16G804 藤田 厚夫			
4B2	16G644 藤井 孝太郎						
4C	15G636 星 寿	16G660 田端 千敏					
5A	16G 16Y001		16Y006 16G1	16Y011 15G0			
6A	16G062 松原 崇	16G633 坂本 文也	15G711 鎌谷 正樹	16G608 武野 聖之			
6C	16G011 佐々	16G571 杉山 和正					
7A	16G108 朝倉 15G093	16G183 早川 鉄一郎					
7C	15G 15G635 楠川 伸也						
8A	15MP004 小野 寛	16G175 志賀 拓也		16G030 藤原 雅夫			
8B	16Y 調整	15G528 奥藤 正樹	16P008 成澤 英明				
9A	16G654 高草 木達			16P 16V004			
9C	16G135 Yin	15G679 中井 生央					
10A	16G558 栗林 貴弘						
10C	16PF-13 清水 伸雄	15G093 高橋 浩	16G652 野島 修一	15G706 藤岡 祥子			
11A	16G675 岩住	16G098 伊藤 敏					
11B	16G620 加藤 貴宏						
11D	16G595 伊藤 雅英						
12C	16S2-004 山浦 淳一	16Y012					
13A/13B	15G141 中山 康生	15C206	15S2-008 近藤 勇	16PF-14 岡			
15A1/15A2	15G569 香本 久典	16R-59 伊藤 俊明	16Y007 調整				
16A	15G093 16G618 湯谷 真樹	16G569	16S2-005 藤森 淳				
17A	15G 16G515 藤井 光	16Y003 16G1	16Y 16Y010	16C205 15G1			
18B	16-1B-29	16G548 白澤 徹郎					
18C	16G523 平井	15G565 中野 智志					
19B	立上調整						
20A	16G521 北島 昌史						
20B	15G142 橋 勝						
27A	16G198 池浦 広美			16G110 下山 廉			
27B	15G701 大貫 敬典	15G063 永井 康之	16G118 高見澤 雄	16G064 岡本 秀海			
28A/28B	15S2-003 高橋 隆						
	T/M	T/M	T/M	T/M	STOP	STOP	STOP
NE1A	調整						
NE3A	調整	調整					
NE5C	調整						
NE7A	調整						
NW12A	調整						
NW14A	調整	調整					
SPF	14S2-004 深谷 有喜		16S2-006 兵頭 俊夫				

「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

私が光電子分光のユーザーとして PF を利用するようになり 6 年ほどが経ちました。実験ホールに入ると、電気設備などには私が生まれる前、昭和 50 年代の日付の刻印が見られ、PF が長年にわたり日本の放射光科学を支えてきたことが伺えます。甚大な被害をこうむった東日本大震災をも乗り越え、現在に至るまで第一線の研究成果が PF から発信され続けているのは正にスタッフの方々の不断の努力のおかげであり、頭が下がります。

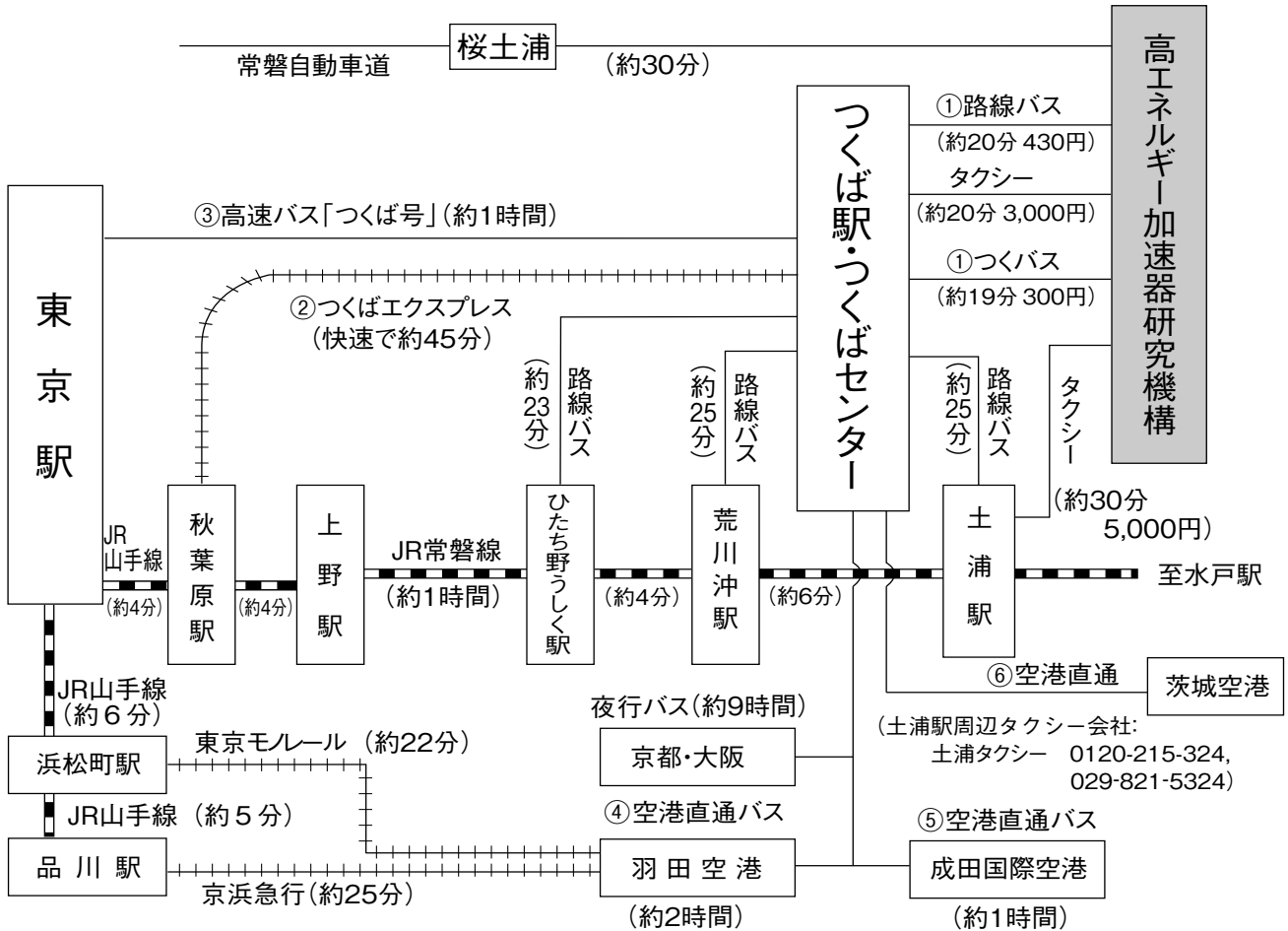
私にとって PF は東京から近く出張旅費が安く済むことから、多くの院生・卒研生に気軽にビームタイム参加してもらうことができ、教育にも欠かせない施設です（多いときだと 10 人近くの学生がビームラインにいて驚かれることもありました）。学生たちと一緒に実験していると、データ積算中の話題はやはり飯の話になります。腹が減っては実験ができません。そんな時、PF ニュース巻末の「周辺生活マップ」が役に立つのですが、大量の店舗情報が常に最新に保たれているのはなかなか凄いことです。私の編集委員の任期も残すところあと 1 年、PF ニュースがユーザーの方々により良い情報を提供できるよう、記事の充実には微力ながら貢献できれば幸いです。（MO）

平成 29 年度 PF ニュース編集委員

委員長	野澤 俊介	物質構造科学研究所
副委員長	阿部 善也	東京理科大学理学部第一部
委員	足立 純一	物質構造科学研究所
	上村 洋平	分子科学研究所
	大川万里生	東京理科大学理学部
	田中 宏和	物質構造科学研究所
	丹羽 健	名古屋大学大学院工学研究科
	前川 雅樹	量子科学技術研究開発機構
	簗原 誠人	物質構造科学研究所
事務局	高橋 良美	物質構造科学研究所

阿達 正浩	加速器研究施設
宇佐美德子	物質構造科学研究所
川崎 政人	物質構造科学研究所
土井 教史	新日鐵住金（株）先端技術研究所
兵藤 一行	物質構造科学研究所
水谷 健二	横浜市立大学生命医科学研究科
三輪 洋平	岐阜大学工学部

KEK アクセスマップ・バス時刻表



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

(確認日: 2017. 4. 23)

①つくばセンター ↔ KEK (2016年10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	9:25	9:43	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	6:21	6:46	HA	10:16	10:41	C8	○14:20	○14:40	HA	18:16	18:41
71	×6:28	×6:50	71	○10:18	○10:42	71	14:28	14:52	71	○18:28	○18:52
HA	6:51	7:16	71	×10:18	×10:45	HA	14:46	15:11	HA	18:46	19:11
HA	7:16	7:41	C8	○10:25	○10:45	C8	×14:50	×15:10	C8	×18:45	×19:15
71	○7:28	○7:50	HA	10:46	11:11	HA	15:16	15:41	HA	19:16	19:41
71	×7:28	×7:56	C8	×10:55	×11:19	71	×15:28	×15:52	71	×19:18	×19:40
HA	7:46	8:11	HA	11:16	11:41	HA	15:46	16:11	C8	×19:30	×19:50
HA	8:11	8:36	71	11:28	11:52	HA	16:11	16:36	HA	19:46	20:11
71	○8:28	○8:50	HA	11:46	12:11	HA	16:41	17:06	HA	20:11	20:36
71	×8:28	×8:55	C8	11:50	12:10	71	16:58	17:22	HA	20:41	21:06
HA	8:46	9:11	HA	12:16	12:41	HA	17:11	17:36	18	×20:50	×21:10
C8	×8:50	×9:14	HA	12:46	13:11	C8	×17:20	×17:45	HA	21:11	21:36
C8	○9:05	○9:25	HA	13:16	13:41	HA	17:41	18:06	HA	21:41	22:06
HA	9:21	9:46	71	13:23	13:47	C8	×17:50	×18:15			
C8	×9:25	×9:49	HA	13:46	14:11	18	○17:55	○18:15			
HA	9:46	10:11	HA	14:16	14:41	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

(2016年10月15日改定)

所要時間 つくば駅-秋葉原駅(快速)約45分 [1,190円]

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

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

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	10:15	11:08	○20:00	20:47
* 5:30	6:28	○10:30	11:15	20:10	21:04
○5:50	6:35	10:45	11:38	20:20	21:14
6:04	6:58	(10時~16時まで同じ)		○20:30	21:16
6:17	7:11	○17:00	17:45	20:40	21:34
○6:28	7:14	17:10	18:04	20:50	21:44
* 6:30	7:29	17:20	18:14	○21:00	21:46
6:43	7:38	○17:30	18:16	21:15	22:09
○6:57	7:42	17:40	18:34	21:29	22:23
7:11	8:04	17:50	18:44	21:41	22:37
○7:25	8:12	△18:00	18:49	○22:00	22:45
7:39	8:34	18:11	19:05	22:15	23:08
7:52	8:49	18:21	19:15	22:30	23:24
8:05	9:01	△18:30	19:19	22:45	23:38
○8:19	9:06	18:41	19:36	○23:00	23:46
8:33	9:30	18:51	19:45	23:15	0:09
○8:48	9:35	△19:00	19:49	23:30	0:24
9:00	9:55	19:11	20:05	* 23:45	0:43
9:15	10:09	19:21	20:16		
○9:30	10:15	△19:30	20:19		
9:45	10:39	19:41	20:35		
○10:00	10:45	19:50	20:44		

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	○9:23	10:08	○18:50	19:35		
○5:25	6:11	9:30	10:24	18:54	19:48		
5:31	6:25	○9:55	10:40	19:03	19:57		
5:51	6:45	10:00	10:54	○19:20	20:05		
6:11	7:06	○10:25	11:10	19:24	20:18		
6:22	7:18	10:30	11:24	19:33	20:27		
△6:37	7:27	○10:55	11:40	○19:50	20:36		
6:42	7:37	(10時~15時まで同じ)		19:55	20:49		
6:52	7:48	16:00	16:54	○20:22	21:07		
7:03	8:00	○16:27	17:13	20:25	21:19		
7:11	8:07	16:30	17:24	20:38	21:32		
△7:24	8:16	16:43	17:36	20:50	21:44		
7:27	8:24	16:52	17:45	○21:08	21:54		
7:35	8:32	17:02	17:55	21:10	22:05		
7:42	8:38	○17:27	18:13	21:24	22:18		
△7:52	8:44	17:31	18:25	21:39	22:33		
7:56	8:52	17:43	18:37	21:54	22:48		
8:08	9:02	17:52	18:45	22:10	23:05		
△8:19	9:10	18:00	18:54	22:26	23:20		
8:27	9:23	○18:19	19:04	* 22:40	23:39		
8:42	9:37	18:21	19:15	22:58	23:52		
8:58	9:51	18:31	19:24	* 23:14	0:12		

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	(17時~21時まで同じ)	
* 5:30	6:28	○10:00	10:45	○22:00	22:46
○5:52	6:37	10:15	11:09	22:15	23:08
6:05	6:58	○10:30	11:15	22:30	23:23
6:15	7:09	10:45	11:38	22:45	23:38
○6:30	7:15	○11:00	11:45	○23:00	23:46
6:45	7:39	11:15	12:08	23:15	0:08
○7:00	7:45	11:30	12:15	23:30	0:24
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	8:38	○16:00	16:45		
○8:00	8:45	16:15	17:08		
8:15	9:09	○16:30	17:15		
○8:30	9:15	16:45	17:39		
8:45	9:39	○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		

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	22:15	23:09
○5:25	6:10	8:04	8:58	○10:55	11:40	22:30	23:24
5:31	6:25	○8:26	9:11	11:00	11:54	* 22:40	23:39
5:52	6:46	8:30	9:24	○11:25	12:10	22:58	23:52
6:12	7:07	8:46	9:39	11:30	12:24	* 23:14	0:12
6:32	7:26	○9:08	9:54	○11:55	12:40		
○6:54	7:40	9:16	10:10	(11時~20時まで同じ)			
6:58	7:53	9:30	10:24	21:00	21:54		
○7:23	8:09	○9:53	10:39	○21:28	22:13		
7:27	8:22	9:59	10:54	21:46	22:39		
○7:49	8:35	○10:23	11:09	○22:09	22:55		

○: 快速

△: 通勤快速(研究学園駅にも停まります。)

無印: 区間快速 * : 普通

③ 高速バス

高速バス発車時刻表 [つくば号]

(2014年4月1日改正)

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

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

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

※ ○: 平日 ×: 土日休日 @ミッドナイトつくば号

上りは、平日・土曜のみ都営浅草駅、上野駅経由

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

※ ミッドナイトつくば号の乗車券は乗車日の1カ月前から発売。

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

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

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

④⑤⑥ 空港直通バス (つくばセンターバス乗り場: 8番)

羽田空港 ↔ つくばセンター

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

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

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

※ 平日日祝日とも上記時刻表

※ 羽田空港乗り場: 1階到着ロビーバス乗り場13番、国際線ターミナル6番

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

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

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

運賃: 2,200円

(2015年11月16日改正)

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

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

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

つくばセンター方面土浦駅東口行: 成田空港1F京成カウンターにて当日販売

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

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

※ 平日日祝日とも上記時刻表

茨城空港 ↔ つくばセンター

(2017年3月26日改正)

所要時間: 約1時間

運賃: 1,030円

問い合わせ 029-836-1145 (関東鉄道)

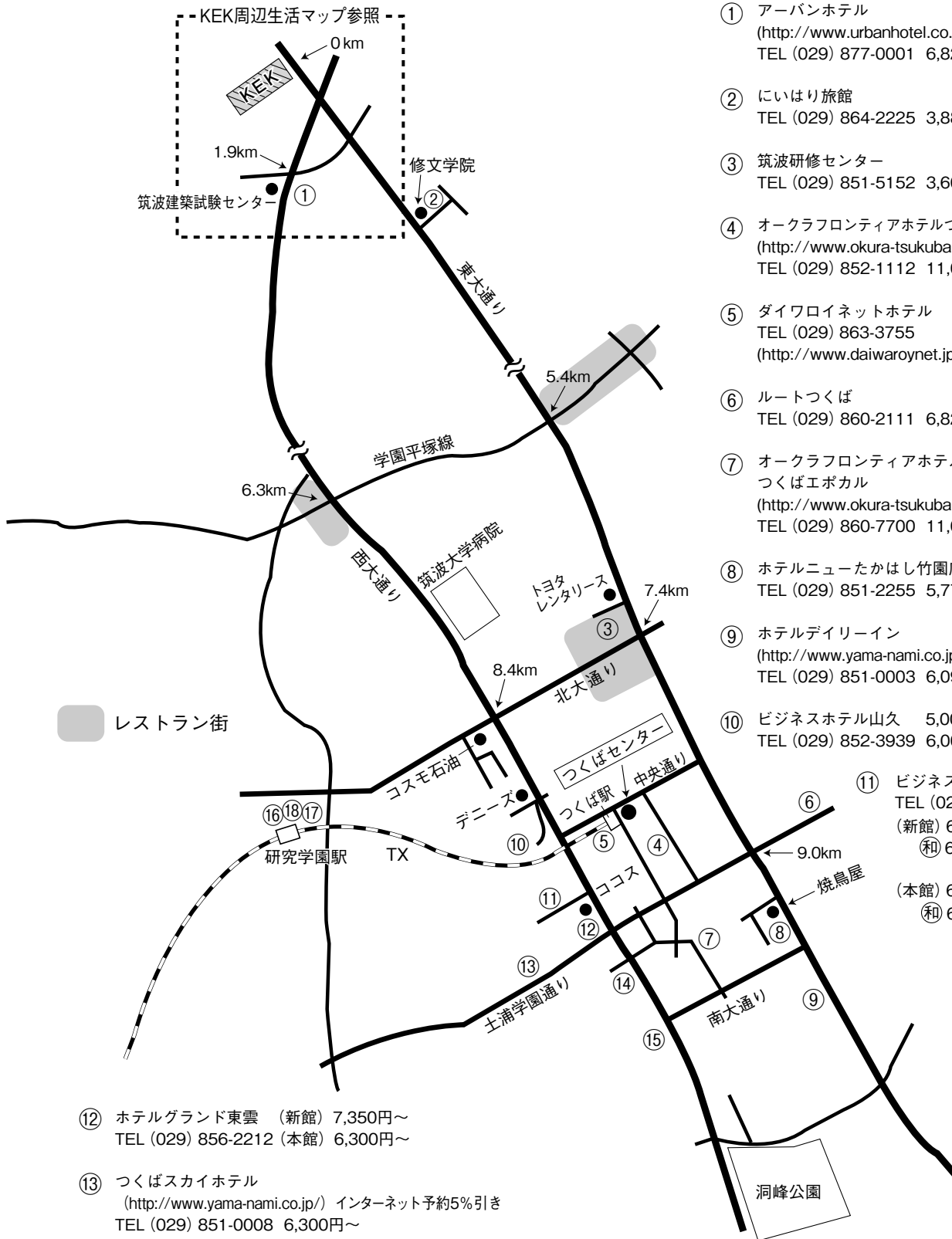
11:00	12:00
19:10	20:10

7:00	8:00
15:40	16:40

※ 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:2017. 4. 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

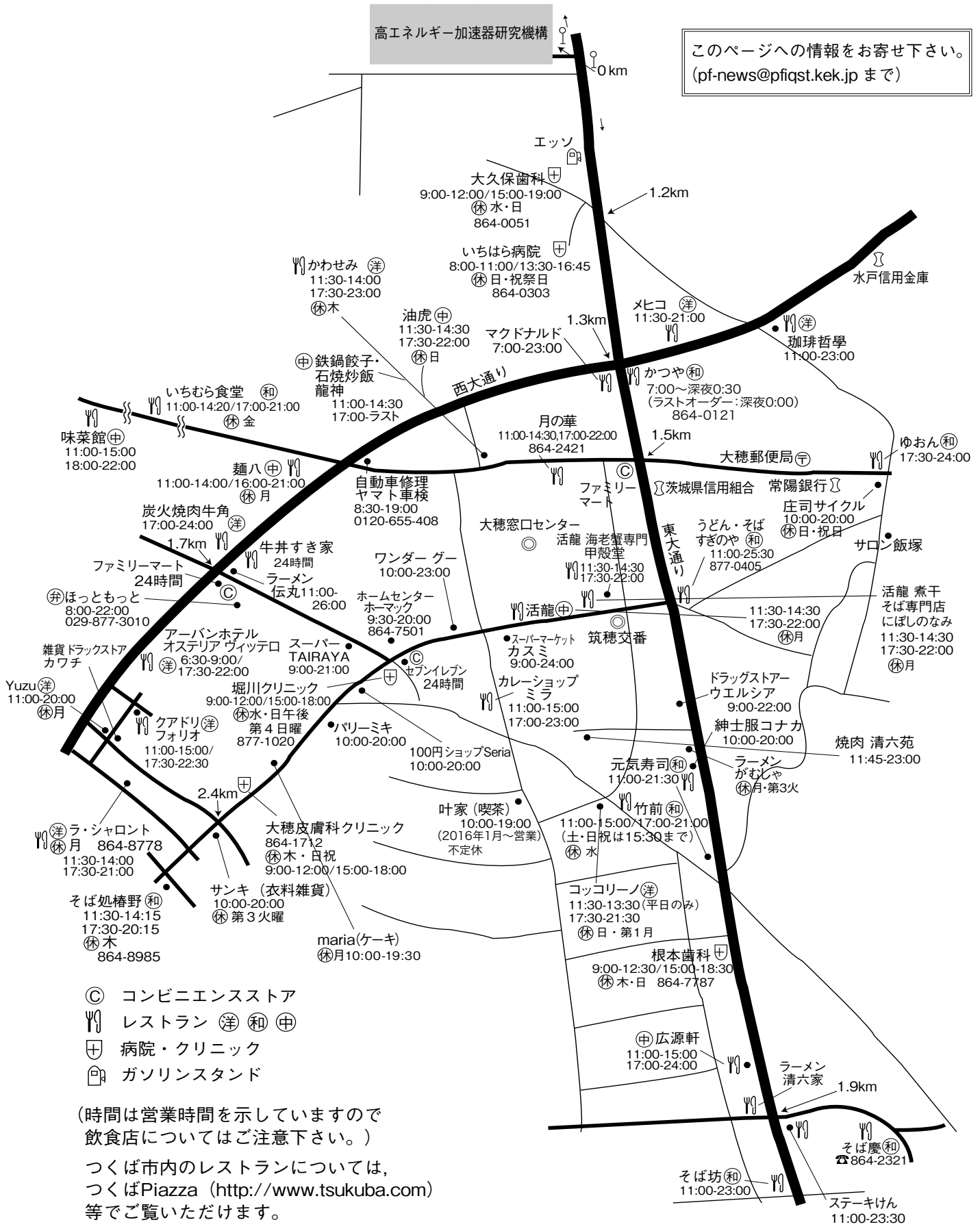
(確認日：2017. 4. 27)

放射光科学研究施設研究棟，実験準備棟より正面入口までは約 800 m

KEK

高エネルギー加速器研究機構

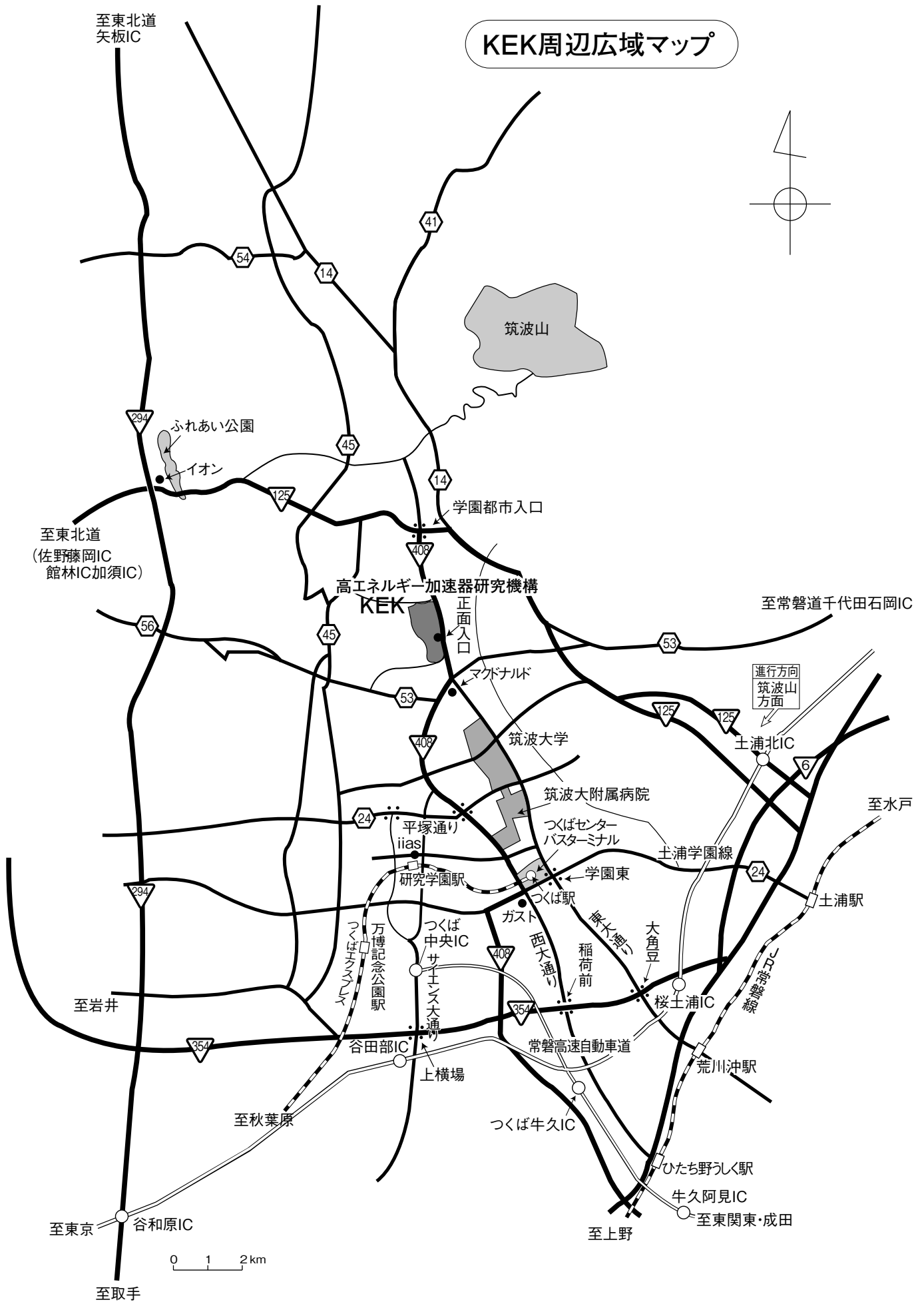
このページへの情報をお寄せ下さい。
(pf-news@pqst.kek.jp まで)



- ◎ コンビニエンスストア
- ㊦ 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:2920）

シングルバス・トイレ付き 2,000円

シングルバス・トイレなし 1,500円

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

●図書室（研究本館1階 内線3029）

開室時間：月～金 9:00～17:00

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

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

●健康相談室（医務室）（内線 5600）

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

場 所 先端計測実験棟

開室時間 8:30～17:00（月曜日～金曜日）

●食 堂（内線 2986）

営 業 月～金 ただし祝日及び年末年始は休業

昼食 11:30～13:30 夕食 17:30～19:00

●レストラン（内線 2987）

2015年4月～は事前予約（5日前）による営業のみ。

●喫茶店「風来夢（プライム）」（内線 3910）

営 業 日：毎日（年末年始、夏季休業日を除く）

営業時間：8時00分～21時00分

（朝食）8時00分～9時30分

（昼食）11時30分～15時00分

（夕食）17時30分～21時00分（土・日・祝のみ営業）

上記以外は喫茶のみで営業（ただし、10時～11時30分は休憩）。

※営業時間は変更になる場合がありますので、

HP (<http://www.kek.jp/ja/ForResearcher/KEKMap/Cafe/>) にてご確認ください。

●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等。

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://www2.kek.jp/usersoffice/> をご覧ください。

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

Email : usersoffice@mail.kek.jp

ビームライン担当一覧表 (2017. 5. 1)

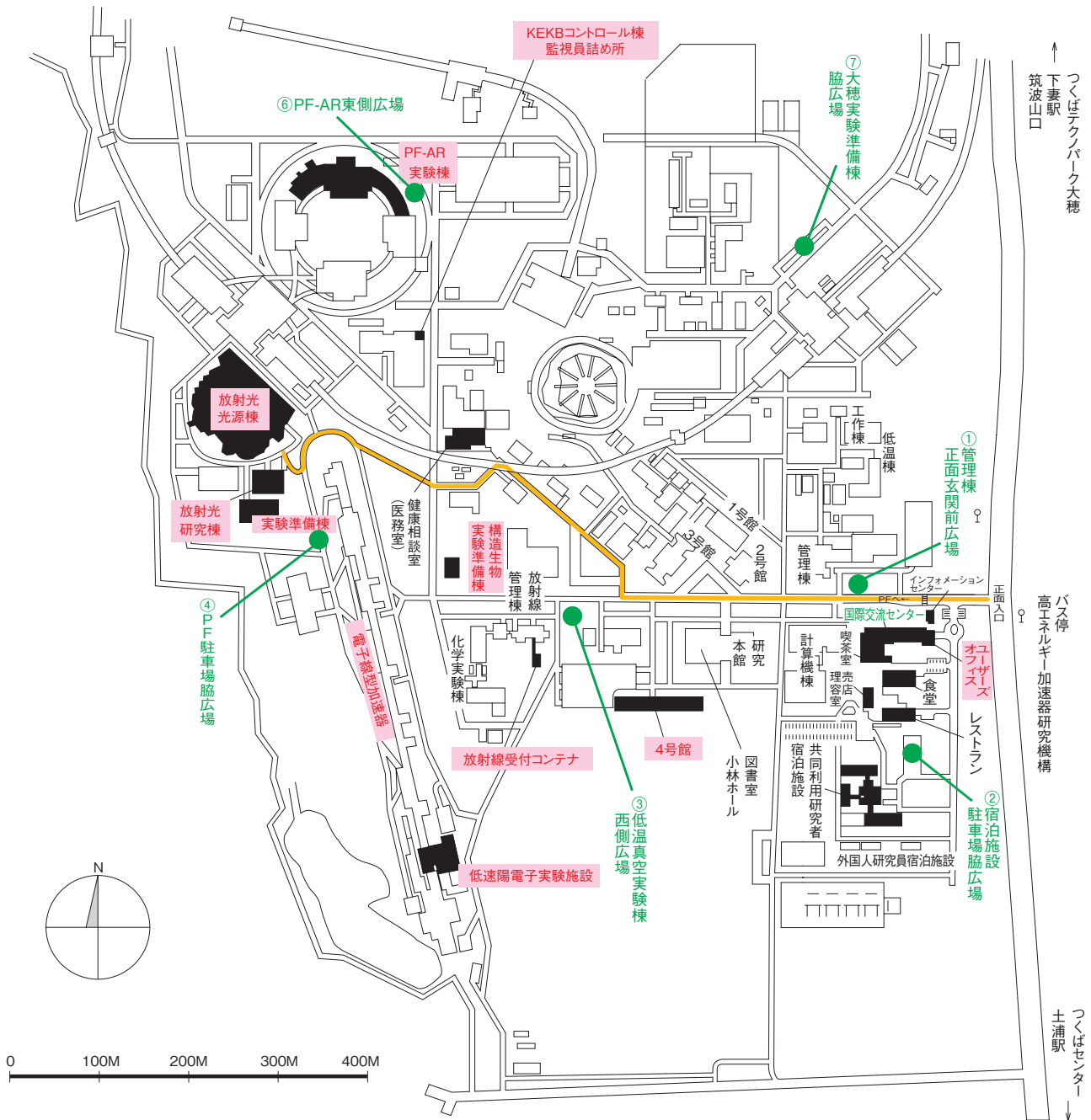
ビームライン	光源	BL担当者
ステーション	形態 ステーション/実験装置名 (●共同利用, ○建設/立ち上げ中, ◇所外, ☆教育用BL, ★UG運営ST)	担当者 担当者 (所外)
BL-1	U	松垣
BL-1A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣
BL-2	U	組頭
BL-2A	● 表面・界面光電子分光実験ステーション:MUSASHI	組頭
BL-2B	● 広エネルギー帯域機能性材料解析ビームライン	組頭
BL-3	U (A) / B M (B, C)	中尾
BL-3A	● 極限条件下精密単結晶X線回折ステーション	中尾
BL-3B	●★ VUV 24m球面回折格子分光器 (SGM)	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	● 精密単結晶X線回折ステーション	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 (東北大)
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 (高強度) 実験ステーション	阿部
BL-9C	● XAFS (その場) 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	● X線小角散乱ステーション	清水
BL-11	B M	北島
BL-11A	● 軟X線斜入射回折格子分光ステーション	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 (ハイスループット) 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線光学実験ステーション	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	● XAFS (セミマイクロビーム) 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 MANDAL, Guruprasad (JNCASR)
BL-18C	●★	超高压下粉末X線回折計	船守 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	船守
AR-NE1A	●	レーザー加熱超高压実験ステーション	船守
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	船守
AR-NE5C	●	高温高压実験ステーション /MAX80	船守
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	●	時間分解 DXAFS / X線回折実験ステーション	丹羽
AR-NW10		B M	仁谷
AR-NW10A	●	XAFS (高エネルギー) 実験ステーション	仁谷
AR-NW12		U	引田
AR-NW12A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	引田
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	●	全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) ステーション	望月
SPF-B1	●	汎用陽電子実験ステーション	望月
SPF-B2	●	ポジトロニウム飛行時間測定ステーション	望月

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

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

発行 PHOTON FACTORY NEWS 編集委員会 (TEL:029-864-5196)

〒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 (<http://www2.kek.jp/imss/pf/>)

Vol.35 No.1 2017 TEL:029-864-1171 (機構代表)

