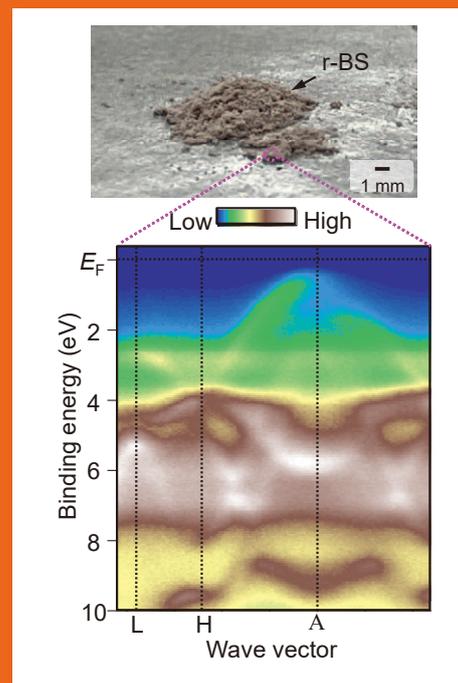
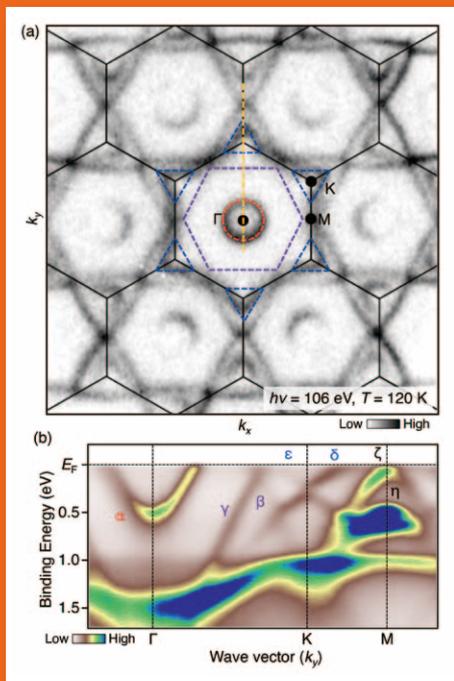
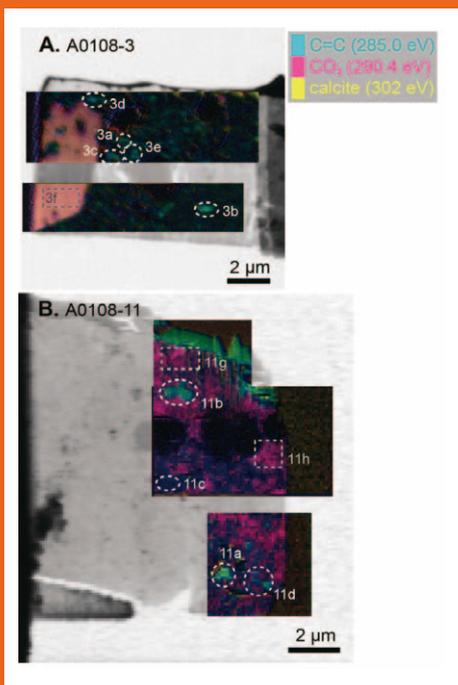


■ 探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウ試料に含まれる固体有機物の走査型透過X線顕微鏡分析

2022年度PF-UA学生論文賞受賞論文

- 角度分解光電子分光で探るカゴメ格子超伝導体への化学置換効果
- マイクロARPESによる粉状層状半導体r-BSの電子状態観測



# 目次

物構研つくばキャンパスだより	雨宮 健太	1
現 状		
入射器の現状	恵郷 博文	2
光源の現状	帯名 崇	4
放射光実験施設の現状	船守 展正	7
放射光科学第一, 第二研究系の現状	千田 俊哉	8
最近の研究から		
探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウ試料に含まれる固体有機物の走査型透過X線顕微鏡分析 Scanning Transmission X-ray Microscopic Analysis of the Macromolecular Organic Matter in Asteroid Ryugu Samples Collected by the Hayabusa 2 Spacecraft	藪田ひかる, 癸生川陽子, ブラッドリー・デグレゴリオ, 山下 翔平, 奥村 大河 橋口未奈子, A. L. デイビッド・キルコイン, 高橋 嘉夫, ジョージ・コーディ, 武市 泰男 若林 大佑, 坂本 尚義, 中村 智樹, 野口 高明, 岡崎 隆司, 奈良 岡浩, 坂本佳奈子 橘 省吾, 渡邊誠一郎, 津田 雄一, はやぶさ2初期分析 固体有機物サブチーム	10
角度分解光電子分光で探るカゴメ格子超伝導体への化学置換効果 Chemical Substitution Effects on Kagome Superconductors Studied by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy	加藤 剛臣, 中山 耕輔, 佐藤 宇史	13
マイクロARPESによる粉状層状半導体r-BSの電子状態観測 Observation of electronic states on a powdered crystal of layered semiconductor r-BS by micro-ARPES	菅原 克明, 相馬 清吾, 近藤 剛弘, 佐藤 宇史	18
プレスリリース		
反強磁性体に隠れた質量ゼロの電子を初めて観測ー省エネルギー技術や量子デバイスへの応用を拓くー		23
量子コンピューター開発への応用などにも期待 二次元に閉じ込めた重い電子をはじめて実現 ー近藤効果と低次元性が絡んだ新たな物性発現へー		23
研究会等の開催・参加報告		
PF研究会「クライオ電顕実験棟完成披露シンポジウム〜KEKにおけるクライオ電子顕微鏡: これまでの5年間とこれから (Cryo-EM in KEK: 5-year history and future)〜」開催報告	川崎 政人, 千田 俊哉	25
第2回 フォトンファクトリー同窓会講演会開催報告	太田 俊明	26
ユーザーとスタッフの広場		
PFトピックス一覧 (11月〜1月)		28
人 事		
人事異動・新人紹介		29
大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構 教員公募について		30
お知らせ		
2023年度 量子ビームサイエンスフェスタ (第15回 MLF シンポジウム / 第41回 PF シンポジウム) 開催のお知らせ	宮田 登, 熊井 玲児	31
2024年度後期放射光共同利用実験課題公募について	君島 堅一, 北島 義典	33
2024年度後期フォトンファクトリー研究会の募集	船守 展正	33
予定一覧		33
運転スケジュール (Jan. ~ Mar. 2024)		34
掲示板		
放射光共同利用実験審査委員会速報	君島 堅一, 北島 義典	35
2024年度 前期放射光共同利用実験採択課題一覧		36
新たに採択となったP型課題		40
新たに採択となったマルチプローブ課題		40
第164回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		41
第167回 物質構造科学研究所運営会議議事次第		41
物構研コロキウム		41
2023年度 第2期配分結果一覧		42
編集委員会だより		
「PFニュース」からのお知らせ		46
投稿のお願い		46
編集後記		46
巻末情報		47

## 〈表紙説明〉最近の研究から

- (左) リュウグウ微粒子の超薄切片のX線透過画像と各官能基のX線吸収に基づくカラーマップ (「探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウ試料に含まれる固体有機物の走査型透過X線顕微鏡分析」より)
- (中) ARPESで観測したカゴメ超伝導体のフェルミ面とバンド分散 (「角度分解光電子分光で探るカゴメ格子超伝導体への化学置換効果」より)
- (右) マイクロARPESによる粉状半導体r-BSの電子状態 (「マイクロARPESによる粉状層状半導体r-BSの電子状態観測」より)

毎年1回、2月のPFニュースに掲載される「物構研つくばキャンパスだより」では、「物構研」でも「PF」でもなく「物構研つくばキャンパス」というくくりで何を書くか、毎年頭を悩ませています。さて、物構研を含めKEKには様々な出版物があり、その多くは秋から冬にかけて公開されます。KEKとしては、KEK要覧、KEK Annual Reportなどがありますし、物構研およびその中の施設や組織としては、物構研要覧、Photon Factory年報、Photon Factory Highlights、CIQuS（量子ビーム連携研究センター）年報などがあります。いずれもWebで公開されており、この1年間を中心に最近の活動が凝縮されていますので、ぜひご覧ください。

今回はそれらの中から、KEKとして出版している「環境報告」（2023年度版は<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/09/ER2023.pdf>）に注目したいと思います。一口に環境と言っても色々ありますが、昨今、地球温暖化、カーボンニュートラルといった話題を聞かない日はないといつていくくらいですし、それらと密接に関連するエネルギー問題には、大きな関心が寄せられています。ご承知の通りKEKは、大型加速器をベースに大学共同利用を行っており、その運転には大きなエネルギーを必要とします。もちろん、その結果としてたくさんの研究成果が得られ、皆様の教育・研究活動、ひいては人類の発展に大きく貢献しているのですが、実際にどのくらいのエネルギーを消費しているのか、その環境負荷はどのくらいなのかを把握し、研究アクティビティを維持・向上しつつ、環境負荷を低減する方策を考えることは重要な課題です。以下、「環境報告」に掲載されているデータを紹介します。

2022年度のKEK全体でのエネルギー投入量は2,464 TJ（テラジュール）でした。Jという単位自体は、我々研究者にとってなじみのあるものですが、この数字を見ても全く実感がわかないと思います。エネルギー投入量の99%以上は電力が占めており、2022年度の電力使用量は253,531 MWhでした（うち、つくばキャンパス分は202,295 MWhで、一般家庭の約67,000世帯分に相当するとのことです）。なお、2022年7月からSuperKEKBが改修のために運転を停止していたため、つくばキャンパスにおける2022年度の電力使用量は2021年度と比べて約40%減少しています。この数字をカーボンニュートラルの観点からみると、2022年度のエネルギー由来のCO<sub>2</sub>排出量は83,701 t-CO<sub>2</sub>となり、これも電力使用量によるものが99%以上を占めます。この値は、2005年度の273,960 t-CO<sub>2</sub>と比べて約69%の減少となっており、SuperKEKBの運転停止を差し引いても、この20年程度の間大きく減少していることがわかります。実はその大きな要因の一つは、電力使用量とCO<sub>2</sub>排出量の関係、すなわちCO<sub>2</sub>換算係数にあります。つくば地区におけるCO<sub>2</sub>換算係数は、2005年度の0.555 t-CO<sub>2</sub>/MWhから、2022年度の0.296 CO<sub>2</sub>/MWh

へと大きく減少しています。まさにここが、PFをはじめとする物構研の量子ビーム施設を利用して行われている研究が貢献する部分になります。もちろん、KEKでは加速器の消費電力を削減するための設備整備や技術開発を進めていますが、量子ビーム利用を含めた材料研究等によって、CO<sub>2</sub>換算係数の減少や、電力を利用する機器のエネルギー効率の向上に貢献できれば、その波及効果は非常に大きなものになります。ただし、カーボンニュートラルは、材料開発や技術革新だけで実現できるものではなく、社会・経済などを含めた総合的な取り組みが必要です。KEKでは、「カーボンニュートラル時代に向けたKEKの役割について」をテーマに、機構コロキウムをシリーズとして開催しており、その第一弾として昨年12月20日に、人間文化研究機構総合地球環境学研究所の谷口真人副所長にお話をいただきました。これを手始めとして、今後一層、カーボンニュートラルのための取り組みを強化していきたいと考えています。

また、「環境報告」には、これも昨今大きな問題になっている、ヘリウムに関するデータも示されています。KEKでは液体ヘリウムを必要とする機器（主に超伝導関連）が多く利用されていますが、物構研では特に、試料の冷却に用いられることが多いと思います。ご承知の通りKEKにはヘリウム液化設備が整備されており、使用したヘリウムを回収して再液化することでヘリウムの消費を抑制していますが、2022年度につくばキャンパスにおけるヘリウム回収率が低下し、90%を少し下回ってしまいました。この主な原因は、PFの回収液化設備の老朽化とのことで、現在KEKとして改修を進めていますが、ユーザーの皆様にも改めて、高純度を保ったヘリウム回収へのご協力をお願いいたします。

以上、相変わらず「物構研つくばキャンパスだより」にふさわしい内容かどうか自信はありませんが、話題提供として紹介させていただきました。今後とも、環境に関する諸々の課題にこれまで以上に留意しつつ、皆様とともに教育・研究を進めていければ幸いです。

## 入射器の現状

加速器第五研究系研究主幹 惠郷博文  
(2024年1月9日付け)

### 運転状況

10月2日より入射器の立ち上げ運転を開始した。各機器の定格出力動作試験、加速管やクライストロン・高周波源の大電力RFコンディショニング、電磁石の連続通電などの総合動作運転確認を行った後、10月16日から電子銃のビーム出力最適化、RF加速フェージング、ビーム軌道調整とアップグレード機器を用いたマシンスタディを行った。11月7日よりPFリング、11月14日よりPF-ARへ入射運転を行い、12月28日に両リングへの入射と入射器運転を終了した。この間、PFリングへのトップアップ入射は1～5 Hzの繰り返しで行い、11月27日から陽電子用ダンピングリングへの入出射調整、11月30日からはSuperKEKBビームトランスポートラインに電子、陽電子を通してビーム調整を実施した。当初は12月11日よりSuperKEKB陽電子リングへの入射が予定されていたが、Belle IIのQCS不具合改修のため、SuperKEKBへのビーム入射開始は2024年1月29日へ延期された。

2023年夏期メンテナンスにて大幅な機器改造を行なったため、秋の運転では入射器でのインターロックダウン頻度が多めに推移した。多くは加速管への高周波系の反射異常に起因するものであるが、大電力運転継続によるコンディショニング効果によって徐々に頻度は下がってきている。図1に加速管交換作業を行なったユニットの大電力反射異常(VSWR)週間回数の推移を表す。加速管を交換し

たのは8ユニットであるが、加速管の入力パワーを強化した44A、44Bユニットのデータも掲載した。凡例の赤字番号は新型加速管を設置したユニットを表す。図1からわかるように、加速管を交換した場合、4週間程度の昼夜連続運転で安定してくる。

入射器は12月28日運転停止から1月14日まで冬期メンテナンスを行なっており、4リング同時入射に必要な50 Hz運転に切り替える。メンテナンス終了後、1月15日に立ち上げ、1月28日までビーム調整を行なって、1月29日よりSuperKEKBへの入射を開始する。PFリングには2月5日より、PF-ARには2月13日よりビーム入射予定である。

### ビーム研究

#### ・電子ビーム

熱電子銃は夏期メンテナンスにて、カソードを2016年製から2019年製に交換、ヒーター電流を調整して、6月の停止前と同等の電荷量が生成されることを確認した。RF電子銃もカソード交換(材質は交換前と同じIr<sub>7</sub>Ce<sub>2</sub>)した。このカソードは量子効率が高く、電荷量は停止前測定2倍程度出しており、1<sup>st</sup>レーザー、2<sup>nd</sup>レーザー、それぞれ片打ちで、4.5 nC、4.7 nCの出力を確認した。ただし、レーザースポット径を調整する光学素子が大電荷用でないため、大電荷出力時のエミッタンスは十分でない。冬期メ

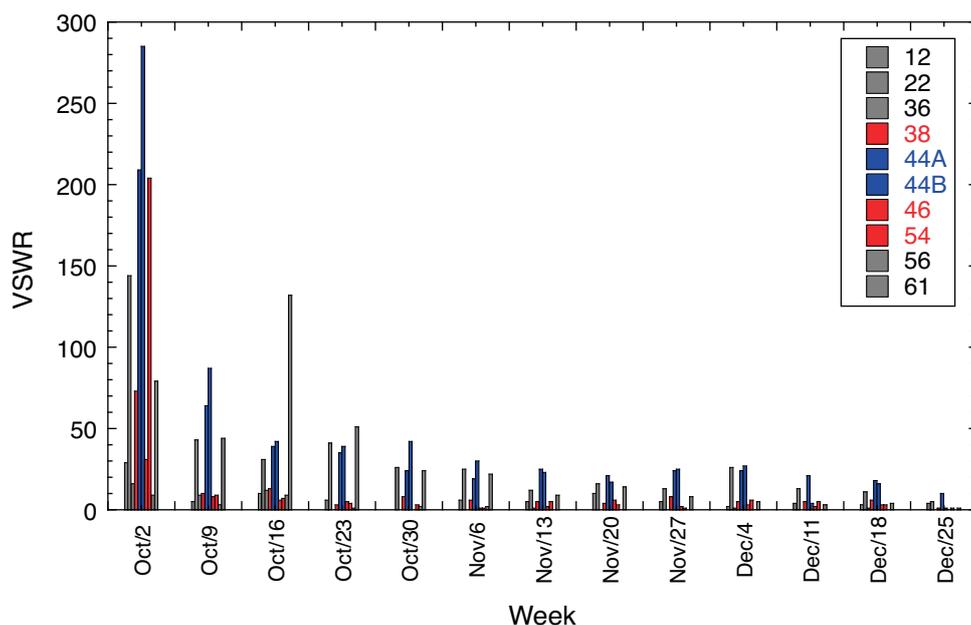


図1 加速管設置・交換ユニットの反射異常(VSWR)発生回の週間推移。凡例は加速ユニット番号を表す。

メンテナンスにて最適レーザースポットを生成する光学素子 (DOE) の導入作業を行なっている。高周波電子銃にて電子生成を行うレーザー運転は安定に推移したが、外気温低下の影響によってレーザーハット内温度も変化してレーザー出力に変動が生じた。そのため、空調機の PID 調整を行い、室内温度の安定化を進めた。

今期はレーザーパルススタッキングによる低エミッタンスビーム生成を目論んだ。2つのレーザーパルスを時間方向にずらして重ね合わせ (スタッキング)、時間方向に出力がフラットになる部分を作り出す。このフラット部によってカソードから引き出された電子ビームを圧縮することによって高電荷、低エミッタンスのビームが生成されるシミュレーション結果を得ている。実際のビームにはフラット部の前後にテールがあるため、電子銃直下に設置したスリットを使用してテール部分を除去し、フラットビームコア部を取り出す調整を行なった。今期の調整ではパルススタッキング方法によるエミッタンスの改良は設計値まで到達できなかったため、来期は空間電荷効果によるビーム拡がり抑制して、大電荷量ビームを生成する新 DOE を使用したビーム生成を行う。

#### ・陽電子ビーム

SuperKEKB-LER 用の陽電子生成とビーム伝送に係る RF 加速位相、100 台以上のステアリング電磁石、四極

電磁石に対して機械学習を用いた自動調整により、シングルバンチ運転において、入射器内の第2セクター終端にあるビームダンプ前で、これまでの最高となる 5.4 nC の大電荷ビーム生成を行うことができた (図2)。この結果には、昨夏 J-ARC 出入口に導入した大口徑四極電磁石によるビームマッチング性能の向上も大きく寄与しており、図2右図に示すように、電荷ロスがほとんどなく1次電子ビームが J-ARC を周回している。現状の機械学習制御で1度に調整する機器パラメータは16個であるため、機器区分毎に最適化を行なった。今回、バイズ法とダウンヒルシンプレックス法の2つの最適化法を併用したビーム調整を導入している。2バンチビーム運転の初期調整では、1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> 各バンチの電荷量はそれぞれ、5.1 nC, 4.2 nC となり2バンチ間に大きな電荷量の差が生じていた。これを解消するため、まずは機械学習によって電荷量が下がる2<sup>nd</sup> バンチを最適化する調整を行い、第2セクター終端での電荷量向上を確認した後、入射器上流部1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> バンチ間の軌道乖離を回復するように直流ステアリングを調整した。その結果、両バンチ同時に5 nC を超えるビーム生成に成功した。このように人の手では不可能な大量の機器を精密調整することにより、設計値と遜色ないビーム生成が可能となった。これにより PF, PF-AR ビーム軌道が影響を受けるが、入射器下流のパルスステアリングを用いて、問題なく自動補正される。

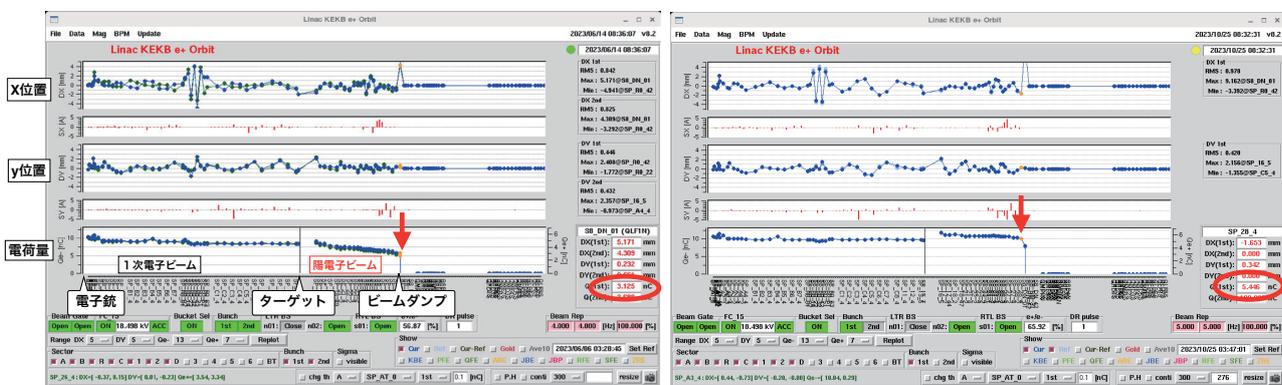


図2 陽電子生成用1次電子ビームと生成された陽電子ビームの軌道と伝送電荷量。各図の左半分が1次電子ビーム、右半分が陽電子ビームの状態を表す。(左)入射器改造前(右)改造後。

**PF リングおよび PF-AR の運転概要**

2023年度第2期の運転は、PF リング 11月7日、PF-AR 11月14日に開始した。両リングともに立ち上げからユーザー運転までの期間は通常に比べて短期間であったため、従来のユーザー運転開始状態に比べると各種の調整や安定度といった点において十分ではなかった面はあったものの、おおむね予定通りのスケジュールで運転を開始した。その後、両リングとも12月28日(木)9:00に予定通り運転を終了し、冬季のメンテナンス期間に入っている。

**PF リングの運転詳細**

図1に11月7日から12月28日までのビーム電流と寿命の履歴を示す。12月6日までは通常のマルチバンチ運転、それ以降は単バンチ+マルチバンチのハイブリッド運転モードである。総電流値は同じだがハイブリッド運転ではビーム寿命が短くなっていることが分かる。

PF リングでは夏の停止期間にローレベル RF 系を従来のアナログシステムからデジタルシステムへ移行するという大きな改造を実施しており、今回は新システムによる初めての立ち上げとなった。低電流での調整にはじまり、ビーム電流を増やしていきながら各種フィードバックパラメータ調整を実施している。細かいトラブルはあったものの比較的短時間で450 mAでの運転が実現できた。

今夏以前のユーザー運転で問題になっていた水平方向軌道変動への対処として、夏期停止期間に偏向電磁石 B01

コイルの交換を実施した。作業の詳細は前号(Vol. 41 No. 3)の光源報告を参照していただきたい。図2上に交換前の水平方向軌道、図2下に秋の運転開始後の軌道を示す。いずれも変動が生じたときに大きく動く代表的な位置での軌道差を例としてプロットしている。運転開始してから現在まで、従来起きていたパターンでの軌道変動は観測されておらず、夏の作業での対処が功を奏したと考えている。

12月6日からハイブリッド運転調整を実施し、当初は単バンチ 50 mA + マルチバンチ 400 mA で開始したが、ビーム入射時に ID02 付近での放射線量が上昇することが観測された。ビーム寿命が短いと入射頻度が上がるため単バンチ部分の電流値を 30 mA まで下げ、マルチバンチ部分を 420 mA まで増やす運転パターンに変更するとともに、トップアップ運転の電流許容範囲を従来の 499.9 mA ~ 500.0 mA から 499.5mA ~ 500.0 mA と入射間隔を広げることで対処する方針とした。2月からの第3期運転では立ち上げ時に調整を行って入射ビーム損失を減らすための調整を行う予定である。あわせて、停止期間中には問題となっている箇所のシールド増強を行うことでビームライン側への安全を担保する。

以下では PF ユーザーラン中の主なトラブルをいくつか挙げる。11月19日 02:52 には挿入光源 ID19 の上下流にあるゲートバルブが閉じてビームダンプする事象が発生した。コントローラの AC200V コンセントの不具合が原因と判断し、現在は分電盤から直接接続し対処している。こ

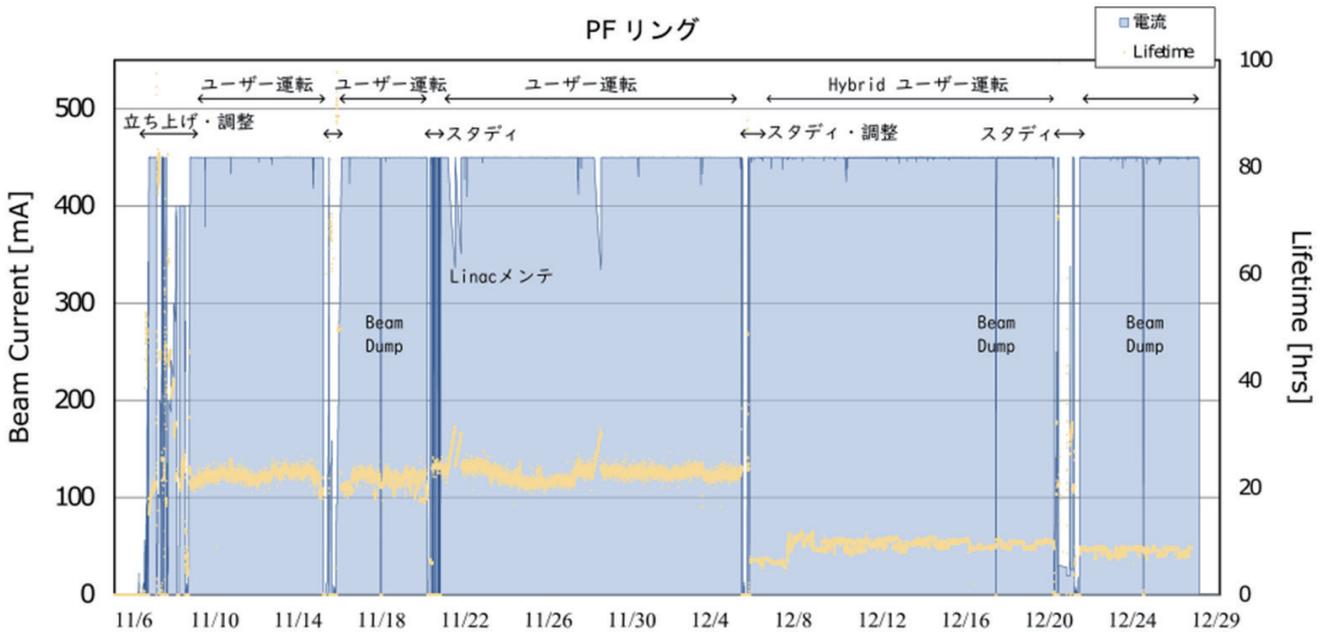


図1 PF リングのビーム電流とビーム寿命の履歴。横軸は11月6日～12月29日までを示す。

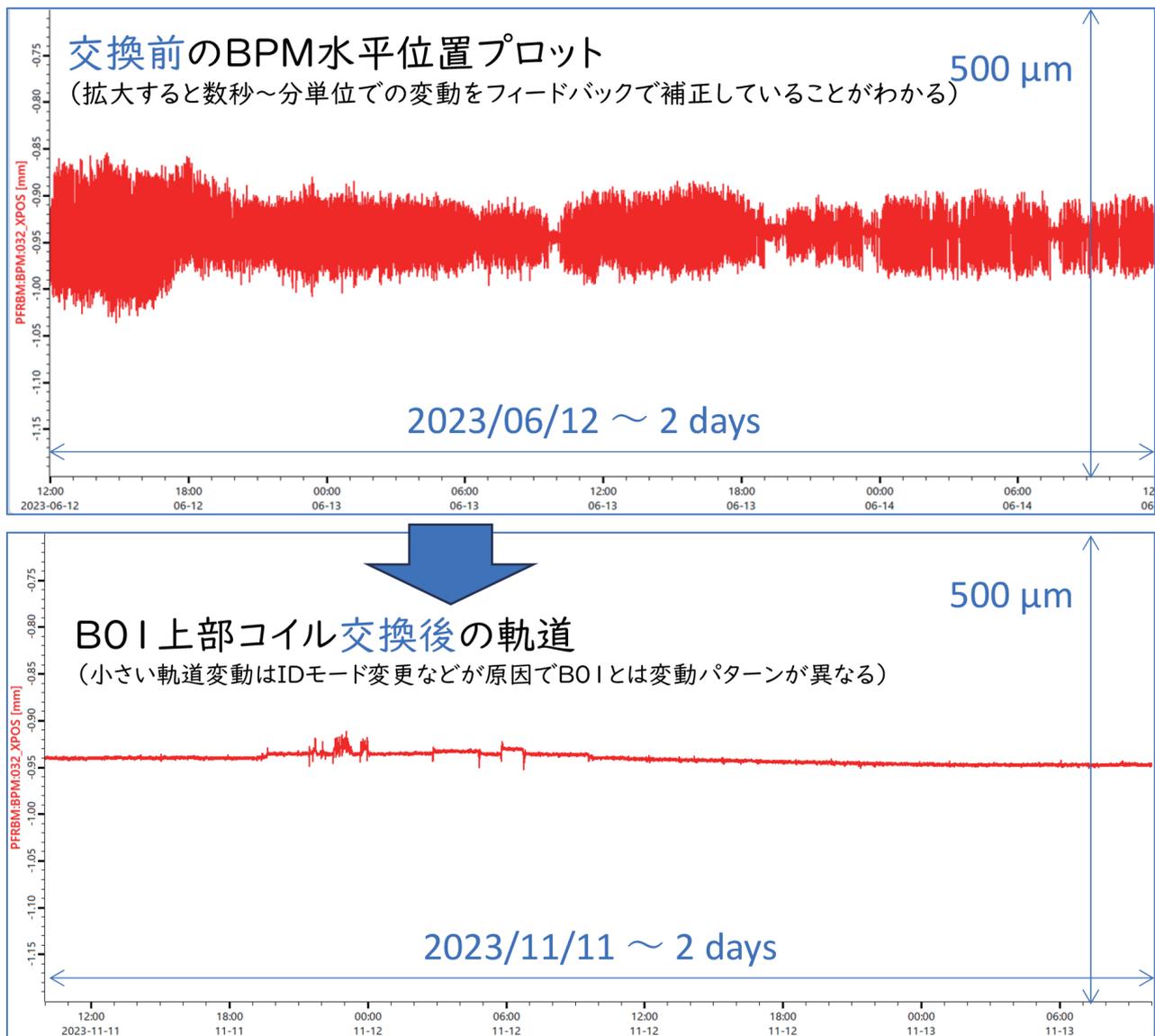


図2 B01 コイル交換前後での水平ビーム振動。実際の軌道変動はリング全周にわたっているが、そのうち代表的な BPM1 個 (BPM032) の位置での振動を示す。コイル交換によって大幅に改善したことがわかる。

れまでに再発はしていない。12月18日にはRF#1の反射によるビームダンプが起きた。その後の調査によって周辺で作業していた人の静電気で誤動作した可能性があることが判明したためラックのアースなどを見直している。12月25日にはKEKB外周3M機械棟付近の草むらから煙が出たことにより消防署に出動要請をしたことに対応して加速器を停止している。28日9:00に予定通りビーム停止して冬季メンテナンス作業に入った。

### PF-ARの運転詳細

図3に11月14日から12月28日までのビーム電流・寿命の履歴を示す。

夏期停止期間中に空洞高次モード(HOM)カップラーとHOMケーブルへの空冷強化を行ったことを受け、今期から55mAでのユーザー運転を目指して立ち上げ調整を

実施した。ビーム蓄積時のHOMケーブル温度上昇も想定通りであった。しかしながら、ユーザー運転の直前になって真空封止アンジュレータを最小ギャップ値にしたときに蓄積電流値を維持することが困難であることが判明した。そのため55mAでのユーザー運転を断念し、前期までの実績がある50mAでのユーザー運転とすることとしている。これら再調整作業のためユーザー運転開始が約15時間遅れることとなった。本稿の最初で述べた通り、今期は加速器立ち上げ時間を短く設定せざるを得ず、ユーザーラン開始まで3日間という極めて短期間であったため運転パラメーターを最適化することが困難であったことも一因と考えている。

12月6日から6.5GeV運転に対応するための調整に入った。このとき電磁石の初期化(標準化)等をおこなっているがその後の運転でビーム電流モニタ(DCCT)の読み

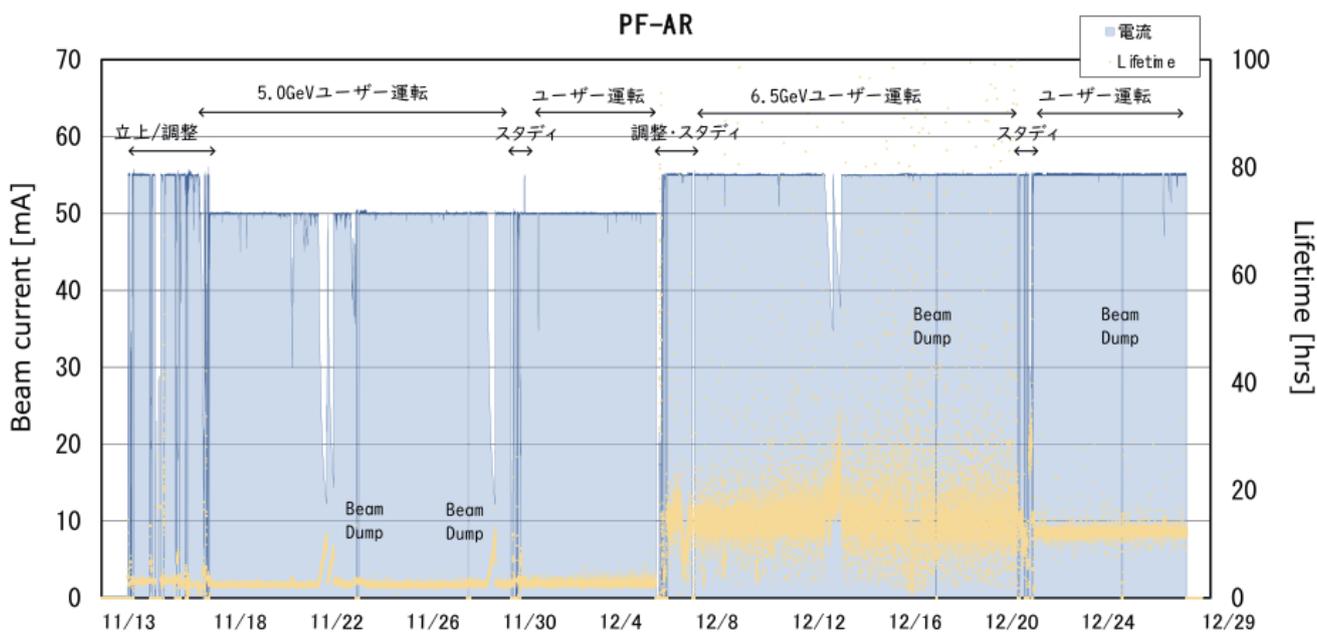


図3 PF-ARのビーム電流履歴。横軸は11月13日～12月29日まで。

取り値が不安定となった。ビーム安定度等への影響は無いためそのまま運転を継続し、12月21日のマシンスタディ時に消磁作業を実施した。この影響で図3の12月6日から21日までの期間はビーム寿命の幅が広がってプロットされているが、実際のビーム寿命が不安定になったわけではない。

測定器開発テストビームライン（AR-TBL）では5.0 GeVでの正式なユーザー運転を開始出来ている（第1期まではテスト運用）。夏期停止期間中に判明した電磁石の極性間違いが修正され電子収量が期待値に準ずるものとなった。6.5 GeV運転時にもコンバータ位置最適化調整、TBL輸送路optics調整、ワイヤー位置最適化再調整を実施し、電子収量最大化に向けての調整・スタディを行った。現状で1400 Hz程度のレートとなっている。

運転上のトラブルとして、今期のユーザーラン中には入射不調がたびたび発生したことが挙げられる。Linacの調整、ビーム輸送ライン調整、入射位相調整等で対処しているが11月24日22:56には一度ビームを落として再入射を

実施することも行った。その後は比較的入射効率は安定している。11月24日00:07にはAR-NE3インターロック電源故障によってビームダンプが発生した。また、11月28日13:30～15:37の間、AR-NE1A真空系のリング作業のため、測定器側と相談の上一時リングを停止した。そのほか、入射が一時中断した事象としては、11月21日の5:34、7:13の2回にわたって放射線YELLOW Monitorの誤作動が発生している。エリアモニター交換作業を実施し、その後は再発していない。12月7日、予備光軸確認をおこなっているときにRF空洞W2のチューナー不具合が起きたためトンネルに入域して作業を行った。今回はユーザーランへの深刻な影響は無かったが引き続きメンテナンスを適切に実施する。12月18日00:36頃、補正電磁石（ZHB\_NE13）の電源にトラブルが起きたためビームを落として対処した。12月25日にはPFと同様に消防署への出動要請に対応したものである。

1年前の『放射光実験施設の現状』の原稿には、PF研究会「開発研究多機能ビームラインの建設と利用」の報告と開発研究多機能ビームライン（BL-11A, -11B）および広波長域軟X線ビームライン（BL-12A）の建設スケジュールが書かれています。

2023年度には、PF-UA主催でサマースクール「放射光分析手法の初学者向け勉強会」がオンラインで開催されました。このサマースクールはPF研究会を受けて企画・開催されました。開発研究多機能ビームラインよりも先行して建設の進んでいる広波長域軟X線ビームラインですが、1本のビームラインで広い波長領域をカバーするという特長を持っています。2024年度には、この広波長域利用と2ビーム利用の両方をターゲットとした次のPF研究会を企画したいと考えています。

ビームラインの建設については、1年前の計画に比べて少し遅れているものの、おおむね順調に進んでいます。広波長域軟X線ビームラインの建設は2024年の夏期停止期間に完了する見通しです。このビームラインの二結晶分光器パスでは、幾つかのコンポーネントに問題が見つかりましたが、すでに原因も解明されて問題解消のための作業が始まっています。回折格子分光器パスについては、問題は見つかっていません。開発研究多機能ビームラインについては、光源加速器やビームライン基盤技術に関する開発研究に利用しながら建設を進め、2025年の夏期停止期間の完成を目指しています。現在、施設内にWGを設置して、このビームラインの利用制度に関する検討を進めています。建設スケジュールについては、各種の要因で変更になる可能性があります。ご理解とご協力をお願いいたします。

### 運転・共同利用関係

2023年度第3期ですが、PFは2月5日から3月25日まで、PF-ARは2月13日から3月18日まで、運転を実施することになりました。PFのハイブリッドモードは3月8日から3月25日を予定しています。PF-ARは5 GeVで運転を開始して、3月1日から3月18日まで6.5 GeVで運転を行います。短い運転期間ですが、ビームタイムを有効にご活用ください。2024年度ですが、KEK内の変電設備工事のため第3期の運転開始が遅れる可能性があります。光熱水費の確保の問題はありますが、PF3600時間・PF-AR2400時間の利用運転のため、PFの第1期の運転開始を4月下旬とする方向で検討しています。2024年度第1期の運転については2月中旬に決定します。

PF-PACの全体会議が1月22日にWeb会議方式で開催され、課題の評点と採否が審議されました。課題審査の過程で内容に関する重複の指摘があり、「原則として内容の重複は認めない」ことを確認しました。また、これまで継

続的に議論してきた課題審査における評価基準の明確化について審議され、議論が完結しました。あくまでも評価基準の明確化であって、評点分布については維持されることを期待しています。課題審査システムの改修に時間を要するため、2025年度後期の課題募集からの導入を予定しています。次回のPF-PAC全体会議は3月に開催され、3年任期の委員会の最終回となります。この場を借りて委員の皆さまのご協力に感謝を申し上げます。

### 人事異動

放射光実験施設に関する人事異動はありませんでした。

第41回PFシンポジウムは、3月5日に水戸市民会館で開催されます。施設報告や次期光源計画に関するセッション、総合討論、PF-UA総会などが予定されています。総合討論では、前述のPF研究会の企画や開発研究多機能ビームラインの運用制度の検討などについて、参加者の皆さんからご意見をいただきたいと考えています。また、昨年度のシンポジウムにて試験的に実施されたPF-S型課題に加え、今年度からS型課題とT型課題のショート・プレゼンテーション（口頭発表）も実施されます。積極的なご参加をお願いいたします。

### はじめに

今回は放射光科学第二研究系の担当で、生体高分子の結晶構造解析の分野における解析の自動化に関して書いてみたいと思います。今回の内容はユーザーグループの集まりや、講習会で話している内容と被る部分もありますが、大切なことだと思っているので、書いておきたいと思います。

### 測定の自動化と解析の自動化

放射光実験における生体高分子の結晶構造解析分野においては、測定の大部分が自動化されており、人の手を殆ど介することなく高精度のデータ測定が可能になったことは何度か報告してきました。しかしながら、自動化されているのは測定装置だけではありません。データを収集したらそれらを解析するわけですが、その解析過程に関しても優れたプログラムが出回っており、多くのプロセスがほぼ自動になっています。結晶構造解析の分野においては、収集した回折データを処理して構造解析の計算に供することができる形にまで処理することが必要になりますが、この部分もビームラインで測定をすれば、晶系、格子定数、消滅則、空間群の決定も含め自動で行われることになります。これは、PFでの生体高分子の結晶構造解析に限ったことではなく、世界の主要な放射光施設のビームラインにおいても標準的な機能です。このような自動化は構造生物学者の手間を省き仕事の効率を上げるのみならず（徹夜実験に続いて徹夜でのデータ処理などは過去の遺物となりました）、構造生物学を専門としない生化学者や分子生物学者にも構造解析の道を拓いたわけで、構造科学がライフサイエンス分野に浸透していく助けになっています。もちろん、全てを自動解析に任せてしまうのはいかがなものか、という向きもあるかとは思いますが、このような進歩の仕方はライフサイエンスとしては一般的なものです。例えば、一昔前にはDNAのシーケンスは各研究室で実験を行うのが一般的でしたが、現在では多くが外注で、どのようにシーケンスが行われているかに関しては、特別な場合を除き気にする人はいないでしょう。問題は、このようなプログラムを開発する研究者（グループ）とそれを使うユーザー（一般的な構造生物学者）が分離してしまうことによって、理論を真面目に学ぶ人が少なくなり、結晶学のレベルが全体として下がってしまうことです。すると、次世代のプログラム開発などを担う人材の不足や、得られた結果に対する理解が不十分になるなどの問題が生じてきます。これは、結晶構造解析に限ったことではなく、近年発展が目覚ましいクライオ電顕による単粒子解析でも同じことです。その結果、解析の過程で生じるトラブル（というか困難）にユーザーが弱くなってきていることも事実です。それでも、PFのみならず世界中の放射光施設で多くの結晶構造解析が以

前にも増した勢いで進められているのは、プログラムの高度化が非常な速度で進んでいるためでしょう。プログラムの進歩により、以前は解析が難しかった様々な“トラブル”に対する自動的な対処が可能になっており、人の手（頭？）を借りることが減っていますし、ビッグデータやAIなどの活用が計算機によるトラブル対処を改善していくことは確実です。しかしながら、測定の質や結果は最終結果に影響を及ぼすわけですから、すべての過程に研究者が無関心もしくは無知で良いわけではありません。全員が詳細な結晶学の理論を学ぶ必要はないとは思いますが、それでも最低限の知識は身につけて欲しいものです。結晶構造解析の結果は座標という形で公的データベース（Protein Data Base (PDB)）に蓄積されていき、その結果を多くの研究者が利用することになるわけですから、構造解析する研究者の責任は大きいと言わざるを得ませんし、その自覚を持つことが大切です。そこで問題は、一般ユーザーは何をどこまで勉強すべきか、という点です。ライフサイエンスの分野では分業が進んではいるものの、それぞれの研究者が果たす役割は多く、利用する技術に関して全てを深く勉強するのは困難なことも事実です。ですから必要なことを明確に認識し伝えていくことは重要だと考えています。

構造生物学研究センターでは、BINDSプロジェクトを通じて多くの研究者に構造解析技術のトレーニングをしていますが、結晶構造解析の場合には最後の結晶学的精密化を共同研究者と一緒に進めていくことが多くなっています。これは、共同研究者に構造生物学的な手法を学んでもらいたいという我々の希望だけではなく、得られた座標の意味や限界を理解してもらいたいと考えているからです。結晶学的精密化を覚えるということは、得られた座標を使う時の注意点や限界を勉強するには良い方法だと思っています。座標を利用する際には、その信頼性や限界を知ることが必須なことですし、これらの知識はその後の実験計画や実験結果の解釈にも影響を及ぼすでしょう。研究において、得られた結果の限界を知るといのは当然のことではあるのですが、一旦座標になってきれいなグラフィクスを見せると、限界を超えて議論が進みがちで、注意が必要です。時代とともに、必要な知識や教育が変わっていくのは必然だと思いますが、初心者や構造解析に関わる研究者に対するトレーニングの内容を含め、信頼のおける結果を出す手助けし、その利用法に関しても伝えていければと考えています。

### 人事異動

最後に放射光科学第一，第二研究系に関する人事異動です。第二研究系では、12月1日付けでSBRCの安達成彦さんが筑波大の准教授に、1月1日付けでSBRCの加藤かざし

さんが筑波大の助教に、2月1日付けでSBRCの稲葉理美さんが北海道大学の助教として採用されました。また、第一研究系では、11月30日付けで研究員の藤津悟さんが任期満了につき退職されました。新しい環境での活躍を祈念いたします。

### 探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウ試料に含まれる固体有機物の 走査型透過X線顕微鏡分析

藪田ひかる<sup>1</sup>, 癸生川陽子<sup>2</sup>, ブラッドリー・デグレゴリオ<sup>3</sup>, 山下翔平<sup>4</sup>, 奥村大河<sup>5</sup>, 橋口未奈子<sup>6</sup>,  
A. L. デイビッド・キルコイン<sup>7</sup>, 高橋嘉夫<sup>5</sup>, ジョージ・コーディ<sup>8</sup>, 武市泰男<sup>9</sup>, 若林大佑<sup>4</sup>,  
坂本尚義<sup>10</sup>, 中村智樹<sup>11</sup>, 野口高明<sup>12</sup>, 岡崎隆司<sup>13</sup>, 奈良岡浩<sup>13</sup>, 坂本佳奈子<sup>14</sup>, 橋省吾<sup>5</sup>,  
渡邊誠一郎<sup>6</sup>, 津田雄一<sup>14</sup>, はやぶさ2初期分析固体有機物サブチーム

<sup>1</sup>広島大学 大学院先進理工系科学研究科, <sup>2</sup>横浜国立大学 大学院工学研究院, <sup>3</sup>アメリカ海軍調査研究所,  
<sup>4</sup>高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所, <sup>5</sup>東京大学 大学院理学系研究科, <sup>6</sup>名古屋大学 大学院理学研究科,  
<sup>7</sup>ローレンス・バークレー国立研究所 Advanced Light Source, <sup>8</sup>カーネギー研究所, <sup>9</sup>大阪大学 大学院工学研究科,  
<sup>10</sup>北海道大学 大学院理学研究院, <sup>11</sup>東北大学 大学院理学研究科, <sup>12</sup>京都大学 大学院理学研究科,  
<sup>13</sup>九州大学 大学院理学研究院, <sup>14</sup>宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

### Scanning Transmission X-ray Microscopic Analysis of the Macromolecular Organic Matter in Asteroid Ryugu Samples Collected by the Hayabusa 2 Spacecraft

Hikaru YABUTA<sup>1</sup>, Yoko KEBUKAWA<sup>2</sup>, Bradley DE GREGORIO<sup>3</sup>, Shohei YAMASHITA<sup>4</sup>, Taiga OKUMURA<sup>5</sup>,  
Minako HASHIGUCHI<sup>6</sup>, A. L. David KILCOYNE<sup>7</sup>, Yoshio TAKAHASHI<sup>5</sup>, George D. CODY<sup>8</sup>, Yasuo TAKEICHI<sup>9</sup>,  
Daisuke WAKABAYASHI<sup>4</sup>, Hisayoshi YURIMOTO<sup>10</sup>, Tomoki NAKAMURA<sup>11</sup>, Takaaki NOGUCHI<sup>12</sup>,  
Ryuji OKAZAKI<sup>13</sup>, Hiroshi NARAOKA<sup>13</sup>, Kanako SAKAMOTO<sup>14</sup>, Shogo TACHIBANA<sup>5</sup>, Sei-ichiro WATANABE<sup>6</sup>,  
Yuichi TSUDA<sup>14</sup> and Hayabusa2 Initial Analysis Organic Macromolecule Team

<sup>1</sup>Hiroshima University, <sup>2</sup>Yokohama National University, <sup>3</sup>U. S. Naval Research Laboratory, <sup>4</sup>KEK IMSS PF,  
<sup>5</sup>The University of Tokyo, <sup>6</sup>Nagoya University, <sup>7</sup>Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory,  
<sup>8</sup>Carnegie Institution of Science, <sup>9</sup>Osaka University, <sup>10</sup>Hokkaido University, <sup>11</sup>Tohoku University,  
<sup>12</sup>Kyoto University, <sup>13</sup>Kyushu University, <sup>14</sup>JAXA

#### Abstract

2020年12月6日、探査機「はやぶさ2」によって炭素質小惑星リュウグウのサンプルが地球に帰還した。はやぶさ2初期分析・固体有機物チームでは、放射光を利用した走査型透過X線顕微鏡をはじめとするさまざまな顕微鏡分析を用いて、リュウグウ試料中の固体有機物分析を実施した。その結果、小惑星リュウグウの有機物は始原的な炭素質隕石のものと化学的に一致することが明らかとなった。リュウグウの有機物の多くは層状珪酸塩や炭酸塩と共存していたことから、これらは小惑星母天体に取り込まれた前駆物質が水との反応によって変化したものであると考えられる。

#### 1. はじめに

小惑星探査「はやぶさ2」は、生命の材料物質である有機物と水の起源および化学進化を解明するために、炭素質(C型)小惑星リュウグウの表面の試料を採取し地球に持ち帰りさまざまな試料分析を行うサンプルリターン計画である[1]。2020年12月6日、探査機「はやぶさ2」がリュウグウ試料の入ったカプセルを地球に持ち帰り、JAXAキュレーションでのカプセル開封初期観察が半年間行われた後[2]、2021年6月から2022年5月までの1年間にわたり、「はやぶさ2」初期分析チームが科学的目的達成のための初期試料分析を行った[3-8]。

「はやぶさ2」初期分析チームを構成する6つのサブチームの1つである固体有機物チームは、リュウグウ試料中の不定形で複雑な高分子有機物(固体有機物)を主な分析対象とした[8]。試料には、1回目のタッチダウンで採取

されサンプルキャッチャーA室に格納されたものと、2回目のタッチダウンで採取されサンプルキャッチャーC室に格納されたものをそれぞれ用いた。本研究では、非処理の(化学的な加工をしていない)リュウグウ粒子(A0108, C0109)、および、リュウグウ粒子を塩酸とフッ酸の混合溶液で化学処理し分離精製した黒色の不溶性有機物(IOM)(A0106, C0107)を分析した。分析手法には、顕微フーリエ変換赤外分光法(FTIR)、顕微ラマン分光法、走査型透過X線顕微鏡(STXM)、走査型透過電子顕微鏡(STEM)-電子エネルギー損失分光法(EELS)-エネルギー分散型X線分析(EDS)、ナノ赤外分光法(AFM-IR)、ナノスケール二次イオン質量分析計(NanoSIMS)を複合的に用いた。本文で紹介するSTXMについては、高エネルギー加速器研究機構(KEK)物質構造科学研究所(IMSS)フォトンファクトリーのビームライン19A、および、ローレンスバ

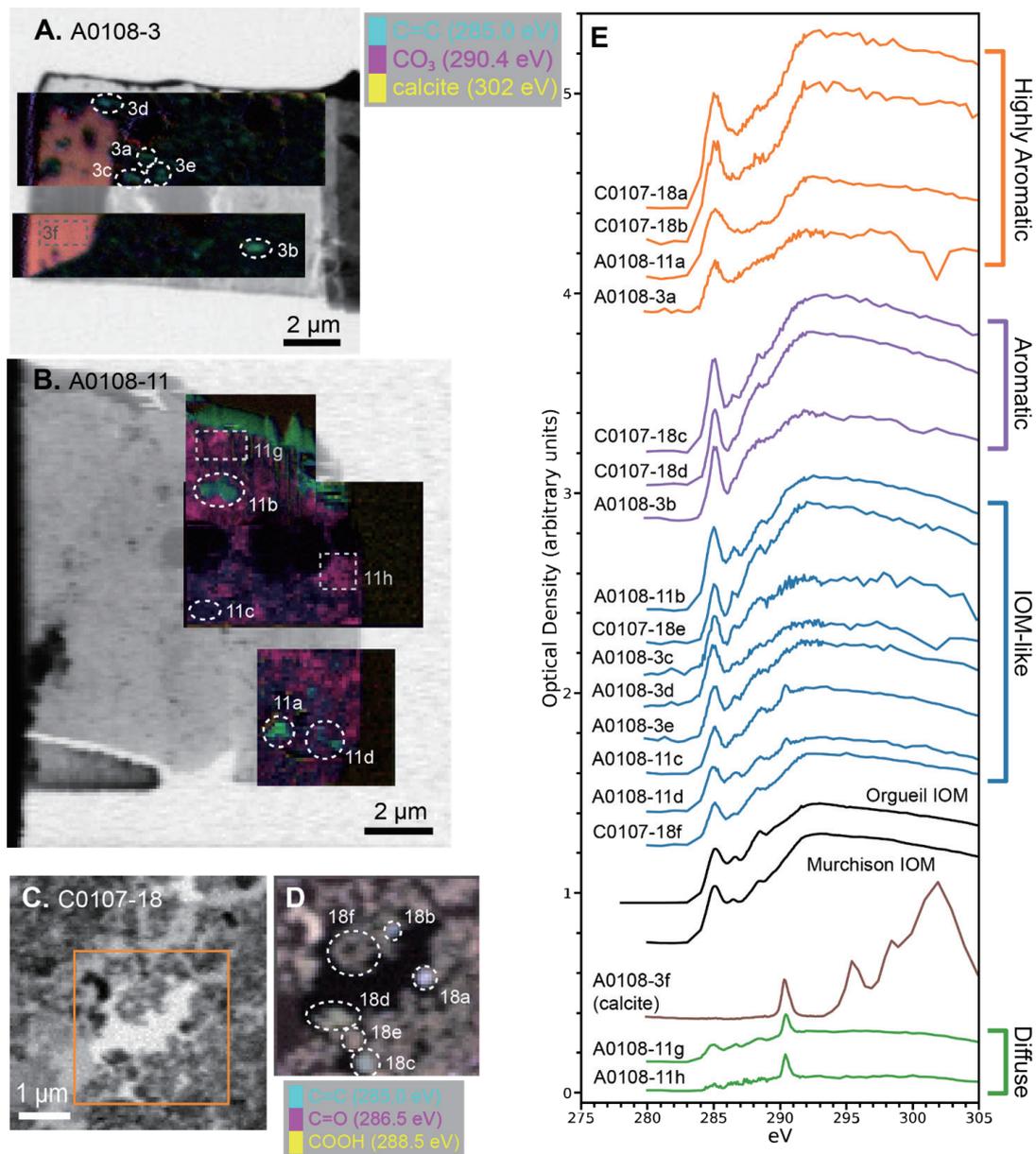
ークレー国立研究所 Advanced Light Source のビームライン 5.3.2.2. の装置を使用した。

## 2. リュウグウ試料に含まれる固体有機物の化学的特徴

STXM, 顕微 FTIR, 顕微ラマンによって, リュウグウ試料中の固体有機物は芳香族炭素, 脂肪族炭素, ケトン基, カルボキシル基などが無秩序に結合した分子構造を有することが明らかとなった。その化学構造は始原的なイヴナ型 (CI) 炭素質隕石やミゲイ型 (CM) 炭素質隕石に含まれる IOM と類似した。NanoSIMS によって得られたリュウグウ試料中の有機物の水素・窒素同位体のバルク組成は, CI 隕石のバルク組成および IOM の値に近いことが判明し

た。また, 重水素または / および窒素 15 に富む, または欠乏する有機物が検出されたことから, 星間分子雲や原始惑星系円盤の外側といったマイナス 200°C 以下の極低温環境に起源を持つ有機物が一部残っていることが明らかとなった。これらの結果から, リュウグウの有機物は化学・同位体的に炭素質隕石の有機物に一致することを示した。

さらに, ナノメートルスケールでの観察が可能な STXM と STEM を組み合わせて利用することによって, リュウグウの微小領域ごとの有機物の化学組成と形態の対応づけを行った。ダイヤモンドナイフを用いたウルトラマイクロームまたは集束イオンビーム (FIB) によって作製したリュウグウ試料の超薄切片 (厚さ約 100 nm) 中の有機物



**Figure 1** (A and B) STXM images of ultrathin sections from the Ryugu grains. Color overlays on both sections are X-ray absorptions maps of individual functional groups. (C) STXM image of insoluble carbonaceous residue from Ryugu sample. (D) X-ray absorption map of individual functional groups. (E) Carbon-XANES spectra for carbonaceous grains and matrix regions identified in (A), (B), and (D). Carbon-XANES spectra show three major peaks, resulting from aromatic carbon (285 eV), aromatic ketone (286.7 eV), and carboxyl (288.5 eV). Some spectra contain a peak at 290.4 eV [8].

は、層状珪酸塩や炭酸塩と混合・隣接した状態で分布していた。このことから、小惑星母天体に取り込まれる前から存在した有機物の前駆物質が、母天体で水と反応して変化し、リュウグウ有機物を形成したと考えられる。リュウグウ試料中の有機物の Carbon-XANES スペクトルは、(1) 芳香族炭素に非常に富むタイプ（芳香族炭素のピークが他と比べてブロードである）、(2) 芳香族炭素に比較的富むタイプ（芳香族ケトンのピークに対する芳香族炭素のピークの比が比較的高い）、(3) 典型的な隕石有機物に似ているタイプ（主に芳香族炭素、芳香族ケトン、カルボキシル基の3つのピークからなる）、(4) 一部に炭酸基を含み、吸光度が低くマトリックスに薄く広がって分布するタイプ（diffuse carbon）、の4種に分類された（Fig.1）。隕石中の粒子状・球状有機物（ナノグロビュール）の大部分が（3）のスペクトルを示すのに対して、リュウグウの粒子状・球状有機物の約6割が（1）または（2）であり、多様な芳香族構造（芳香環の大きさ、ヘテロ環の割合など）からなる固体有機物が存在することを反映している。併せて、層状珪酸塩や炭酸塩に混じった（4）の有機物も豊富であった。AFM-IRからも調和的かつ補完的な観察結果が得られた。こうした特徴から、リュウグウの母天体では水との反応が著しく進行し、粒子状・球状有機物の芳香族化や酸化が進むとともに、前駆物質の層状ケイ酸塩の層間への吸着・加水分解によって大量の diffuse carbon が生成し、結果的に固体有機物の組成が多様化したことが示唆される。グラフェン由来するX線吸収は見られなかったことから、本研究で分析したリュウグウ試料の有機物は高温 (> ~200°C) を経験していないといえる。

### 3. まとめ

本研究は、小惑星の有機物と炭素質隕石の有機物との直接的な関係を世界で初めて実証した。小惑星リュウグウの固体有機物は、星間分子雲や原始惑星系円盤で生じた前駆的な有機物がリュウグウの母天体上で水と反応することによって形成されたと考えられる。リュウグウを特徴づける表面のアルベドの低さ [9] と関連があるかもしれない黒色の固体有機物は、さまざまな有機分子を生成する貯蔵庫として、ハビタブルな天体環境の形成に寄与した可能性が期待できる。

### 謝辞

はやぶさ2初期分析 固体有機物チームメンバーであったデイビッド・キルコイン博士 (Advanced Light Source) が、2022年5月に急逝されました。走査型透過X線顕微鏡 (STXM) の“生みの親”であるキルコイン博士は、STXMの魅力を私達に教えてくれた素晴らしい指導者であるとともに、弱者に寄り添うことのできる心の優しい友人でした。はやぶさ2初期分析においては心強く応援いただき、真剣かつ親身に相談に乗ってくださいました。ご生前のご厚情に深く感謝するとともに、故人のご功績を偲び、謹んで哀悼の意を表します。

本研究の成果の一部は、フォトンファクトリー ビームライン 19A で取得した (2018S1-001)。

### はやぶさ2初期分析 固体有機物サブチーム

Hikaru Yabuta, George Cody, Cecile Engrand, Yoko Kebukawa, Bradley De Gregorio, Lydie Bonal, Laurent Remusat, Rhonda Stroud, Eric Quirico, Larry Nittler, Minako Hashiguchi, Mutsumi Komatsu, Taiga Okumura, Yoshio Takahashi, Yasuo Takeichi, Emmanuel Dartois, Jean Duprat, Jeremie Mathurin, David Kilcoyne, Zita Martins, Scott Sandford, Shohei Yamashita, Ariane Deniset, Alexandre Dazzi, Yusuke Tamenori, Takuji Ohigashi, Hiroki Suga, Daisuke Wakabayashi, Maximilien Verdier-Paoletti, Smail Mostefaoui, Gilles Montagnac, Jens Barosch, Kanami Kamide, Miho Shigenaka, Laure Bejach, Takaaki Noguchi

### 引用文献

- [1] S. Tachibana *et al.*, *Science*, **375**, 1011 (2022).
- [2] T. Yada *et al.*, *Nature Astronomy* **6**, 214 (2022).
- [3] T. Yokoyama *et al.*, *Science*, **379**, DOI: 10.1126/science.abn7850 (2022).
- [4] T. Nakamura *et al.*, *Science*, **379**, DOI: 10.1126/science.abn8671 (2022).
- [5] R. Okazaki *et al.*, *Science*, **379**, DOI: 10.1126/science.abo0431 (2022).
- [6] T. Noguchi *et al.*, *Nature Astronomy* **7**, 170 (2023)
- [7] H. Naraoka *et al.*, *Science*, **379**, DOI: 10.1126/science.abn9033 (2023).
- [8] H. Yabuta *et al.*, *Science*, **379**, DOI: 10.1126/science.abn9057 (2023).
- [9] S. Watanabe *et al.*, *Science*, **364**, pp. 268. DOI: 10.1126/science.aav8032 (2019).

(原稿受付日：2023年12月4日)

### 著者紹介

藪田ひかる Hikaru YABUTA

広島大学大学院先進理工系科学研究科 教授

〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1

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

略歴：2002年筑波大学大学院博士課程化学研究科修了、理学博士。総合研究大学院大学、産業技術総合研究所、東京都立大学、アリゾナ州立大学、カーネギー研究所でのポスドクフェローを経て、2008年大阪大学大学院理学研究科助教、2017年広島大学大学院理学研究科准教授、2019年広島大学大学院理学研究科教授、2020年より現職。

最近の研究：探査機はやぶさ2が持ち帰った小惑星リュウグウ試料に含まれる有機物の分析。

趣味：音楽を聴きながらドライブすること。上野動物園とアドベンチャーワールドのパンダのYouTubeを見ること。

## 角度分解光電子分光で探るカゴメ格子超伝導体への化学置換効果

加藤剛臣<sup>1</sup>, 中山耕輔<sup>1</sup>, 佐藤宇史<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>東北大学 大学院理学研究科物理学専攻, <sup>2</sup>東北大学 材料科学高等研究所

### Chemical Substitution Effects on Kagome Superconductors Studied by Angle-Resolved Photoemission Spectroscopy

Takemi KATO<sup>1</sup>, Kosuke NAKAYAMA<sup>1</sup>, Takafumi SATO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Physics, Graduate School of Science, Tohoku University

<sup>2</sup>Advanced Institute for Materials Research (WPI-AIMR), Tohoku University

#### Abstract

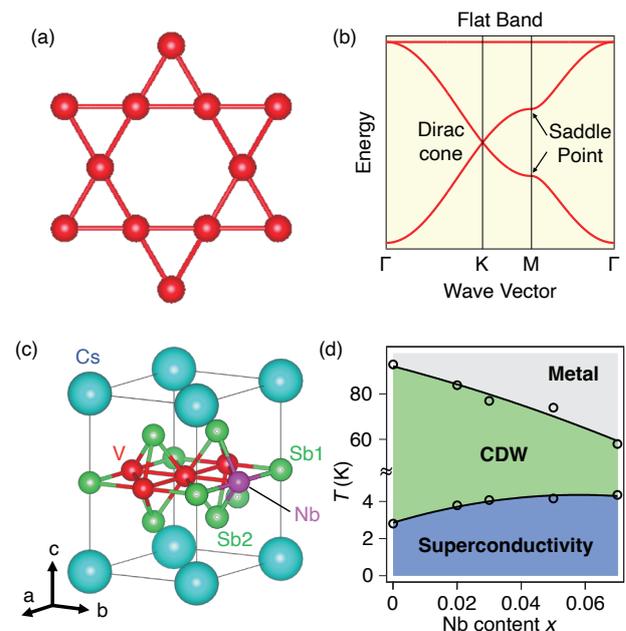
カゴメ格子を結晶構造に持つ金属 CsV<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> は電荷密度波 (CDW) と超伝導を示すが、そのメカニズムは明らかにされていない。本稿では、カゴメ格子を形成する V を Nb で置換して超伝導転移温度を上昇させ、かつ CDW 転移温度を低下させた Cs(V<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> における角度分解光電子分光 (angle-resolved photoemission spectroscopy; ARPES) の結果について報告する。本研究の結果から、カゴメ格子に由来するエネルギーバンドの鞍点構造が CDW の安定化に重要な役割を果たし、Nb 置換によって鞍点がフェルミ準位から離れることで CDW が抑制されることを明らかにした。また、V と Sb 由来のエネルギーバンドが協調して Nb 置換による超伝導転移温度の上昇に寄与していることを見出した。

#### 1. はじめに

カゴメ格子 [Fig. 1(a)] は電子相関と非自明なバンドトポロジーに由来するエキゾチックな量子現象を探求するための格好の舞台である。歪みの無い理想的なカゴメ格子のバンド構造 [Fig. 1(b)] は、六角形のブリルアンゾーンの数空間全域に亘る平坦なバンド、ブリルアンゾーンの角 (K 点) のディラックコーン、ブリルアンゾーンの境界 (M 点) 近傍の鞍点構造から構成される。このような特異なバンド構造を持つカゴメ格子は、フェルミ準位 ( $E_F$ ) の位置によって様々な興味深い物性を示す。例えば  $E_F$  が平坦バンド近傍に位置する場合には強磁性や分数量子ホール効果、 $E_F$  がディラック点近傍に位置する場合にはトポロジカル絶縁体や磁性ワイル半金属相の実現が提案され、これらに対応するバンド構造や物性の観測結果が相次いで報告されている。一方、 $E_F$  が鞍点やその近傍にある場合には、超伝導や密度波秩序などの興味深い量子現象が理論的に予測されているが、鞍点近傍に  $E_F$  がある物質は稀であるため、実験的な理解は進んでいなかった。

最近、V 原子がカゴメ格子を作る金属 AV<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> (A = K, Rb, Cs) [Fig. 1(c)] が発見され [1]、密度汎関数理論によるバンド計算や ARPES 実験によって鞍点が  $E_F$  付近に存在することが明らかになり、鞍点構造に関連する現象を研究する新しいプラットフォームとして注目されている [2]。AV<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> はアルカリ金属 (A) 元素の種類によらず超伝導 ( $T_c = 0.9-2.5$  K) と  $ab$  面内 2×2 周期の電荷密度波 (CDW;  $T_{CDW} = 78-103$  K) を示す [2-4]。これらのメカニズムは、ブ

リルアンゾーンの M 点に鞍点を持つ特徴的なバンド構造 [Fig. 1(b)] の観点から集中的に議論されてきた [4,5]。例えば、異なる鞍点同士を結ぶ電子散乱は、非従来型の超伝導を引き起こす可能性がある [6,7]。一方、同一の散乱が面



**Figure 1** (a) Kagome lattice. (b) Tight binding band structure of kagome lattice. (c) Crystal structure of Cs(V<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub>. (d) Superconducting and CDW transition temperatures of Cs(V<sub>1-x</sub>Nb<sub>x</sub>)<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub> plotted against x [10].

内  $2 \times 2$  の周期性を持つカイラル CDW を安定化する可能性も指摘されている [4]。

超伝導や CDW と電子状態の関係を実験的に解明する上で有望な戦略は、圧力やキャリア濃度など、電子相図を特徴づける主要な物理パラメータを変化させた際のバンド構造の変化を調べることである。実際、 $AV_3Sb_5$  でも電子相図について詳細な研究が進められている。例えば、高圧下での輸送測定により、 $T_c$  と  $T_{CDW}$  の間の競合関係や、二重の超伝導ドーム構造が明らかになってきている [8]。また、元素置換によって化学的圧力やキャリア濃度を調整した系の電子相図も報告されている [9,10]。例えば、 $CsV_3Sb_5$  のカゴメ格子を構成する V を同族の Nb で置換した  $Cs(V_{1-x}Nb_x)_3Sb_5$  では、Fig. 1(d) に示す相図のように固溶限界の  $x = 0.07$  まで  $T_c$  が単調に上昇する一方で、 $T_{CDW}$  は逆に単調に低下することが明らかになっている [10]。しかし、これらの特徴的な電子相図とバンド構造の関係についてはほとんど未解明のままとなっている。これまで我々は、 $AV_3Sb_5$  及びそれに元素置換やキャリアドープを施した物質の電子状態について高分解能 ARPES を用いた研究を進めてきた [11-16]。本稿では、Photon Factory BL-28A など で実施した Nb 置換による物性変調の起源を明らかにした最近の ARPES 実験結果 [14] を紹介する。

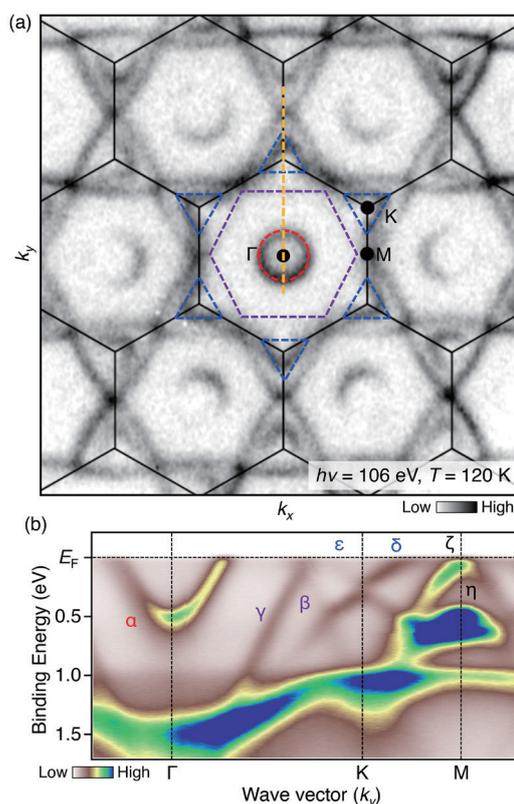
## 2. Nb 置換したカゴメ格子超伝導体 $CsV_3Sb_5$ の ARPES

### 2-1. Nb-7% 置換試料の電子状態

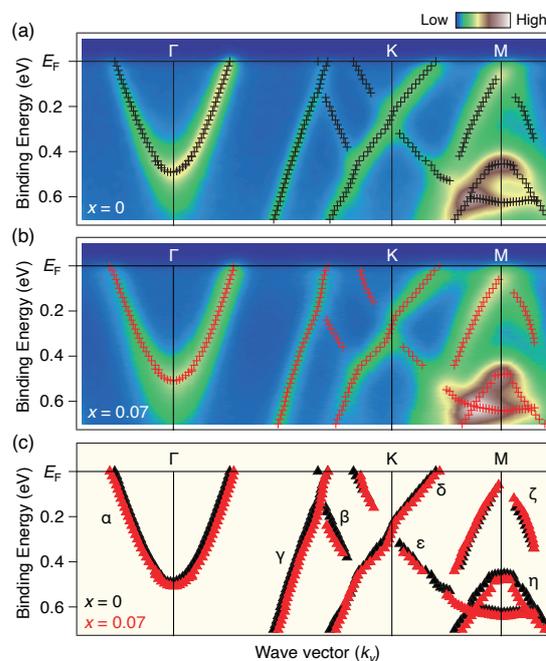
まず、Nb を最大限に置換した試料 ( $x = 0.07$ ) での電子構造を示す。Fig. 2(a) は、 $T = 120$  K ( $> T_{CDW}$ ) において測定した  $E_F$  上の ARPES 強度を波数  $k_x$  と  $k_y$  の関数としてプロットした結果を示している。Fig. 2(a) において  $\Gamma$  点を中心とする円形のフェルミ面は、 $\Gamma$ KM カット (黄破線) に沿った ARPES 強度 [Fig. 2(b)] に見られるように、放物線状のエネルギー分散を示す電子バンド  $\alpha$  によって形成されている。この  $\alpha$  バンドは、カゴメ格子面に埋め込まれた Sb1 原子 [Fig. 1(c)] の  $5p_z$  バンドに由来する。六角形のフェルミ面は直線的な分散を示すバンド  $\beta/\gamma$  に由来し、主に V  $3d_{xz}$  軌道と  $3d_{yz}$  軌道 ( $3d_{xz}/3d_{yz}$ ) に起因する。K 点中心の三角形のフェルミ面は  $\delta$  バンドと  $\varepsilon$  バンドに由来し、これらは V  $3d_{xy}/3d_{x^2-y^2}$  軌道に帰属される。また、興味深いことに、 $\delta$  バンドと  $\varepsilon$  バンドの分散形状は Fig. 1(b) に示したカゴメ格子由来のバンド分散と比較的良好な一致を示す。具体的には、結合エネルギー ( $E_B$ )  $\sim 0.3$  eV で  $\delta$  バンドと  $\varepsilon$  バンドが交差してディラックコーン型の分散を形成し、さらに  $\delta$  バンドが  $E_F$  の直上で鞍点構造を形成する。以上のバンドに加えて M 点では V  $3d_{xz}/3d_{yz}$  軌道に由来する  $\zeta$  バンドと  $\eta$  バンドがそれぞれ  $E_B \sim 0.05$  eV 付近と  $0.45$  eV 付近に存在する。

### 2-2. バンド構造に対する Nb 置換効果

Fig. 3(a) と Fig. 3(b) は、Nb 置換前 ( $x = 0$ ) と置換後 ( $x = 0.07$ ) の試料について  $T = 120$  K で  $\Gamma$ KM カットに沿って測定した ARPES 強度の比較である。両測定とも、 $\Gamma$  点の電



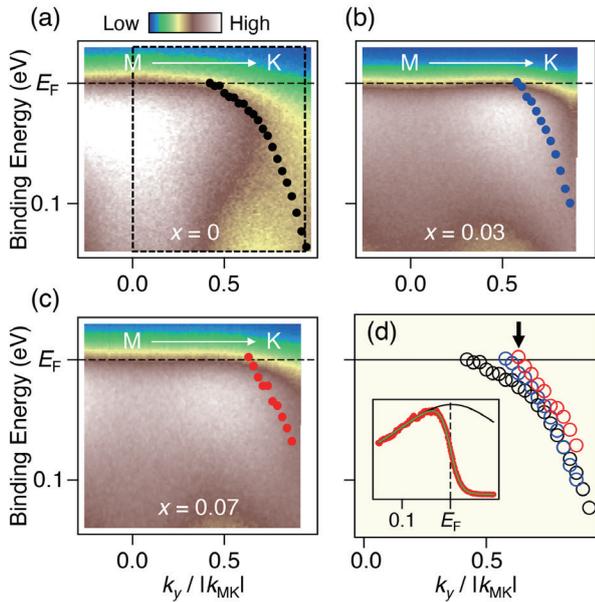
**Figure 2** (a) ARPES-intensity map of  $Cs(V_{0.93}Nb_{0.07})_3Sb_5$  at  $E_F$  plotted as a function of  $k_x$  and  $k_y$ , measured at  $T = 120$  K with  $h\nu = 106$  eV, which probes  $k_z \sim 0$  plane. Red, purple, and blue dashed lines are guides for the eye to trace the experimental Fermi surfaces. (b) ARPES intensity at  $T = 120$  K measured along a yellow dotted line in (a).



**Figure 3** (a), (b) ARPES-intensity plot along the  $\Gamma$ KM cut for  $x = 0$  and  $x = 0.07$ , respectively, measured at  $T = 120$  K with  $h\nu = 106$  eV. Crosses show experimental band dispersion extracted from the peak positions of ARPES spectra. (c) Comparison of band dispersions between  $x = 0$  and  $x = 0.07$  [same as red and black crosses in (a) and (b)].

子的な  $\alpha$  バンド、線形分散を示す  $\gamma/\varepsilon$  バンド、M 点で鞍点を形成する  $\delta$  バンドが共通して観測されており、Nb 置換後もバンド構造に大きな変化は見られない。そこで、それぞれのバンド分散の定量的な違いの有無を詳しく調べるため、Fig. 3(a) と Fig. 3(b) のスペクトルのピーク位置を抜き出して実験的なバンド分散を決定し、直接比較した結果が Fig. 3(c) である (赤と黒の十字)。一見したところ、Nb 置換前後のバンド構造はよく重なり合っている。しかしよく見ると、 $\alpha$  バンドのエネルギー位置にわずかな違いがあり、Nb 置換によって 20 meV ほど下方にシフトしていることを見出した。また、Nb 置換によって M 点の  $\varepsilon$  バンドの底と  $\eta$  バンドのトップが約 20 meV 下方にシフトしていることも分かる。これらの結果は、Nb 置換が Sb 由来と V 由来の両方のバンドに影響を与えていることを示している。

$\alpha$ ,  $\varepsilon$ ,  $\eta$  バンドの下方へのシフトとは対照的に、 $E_F$  近傍の  $\gamma$  および  $\delta$  バンドは比較的变化がないように見える。この点について更に詳しく検証するため、より高いエネルギー分解能で  $x = 0, 0.03, 0.07$  の 3 つの組成に対して MK カットで測定した ARPES 強度プロットを Fig. 4(a)-4(c) に示す。M 点と K 点の間で  $E_F$  を切る  $\delta$  バンドは共通して見られるが、その強度分布に違いがあることが分かる。具体的には、Nb 置換前は M 点に強度の極大があるが、置換

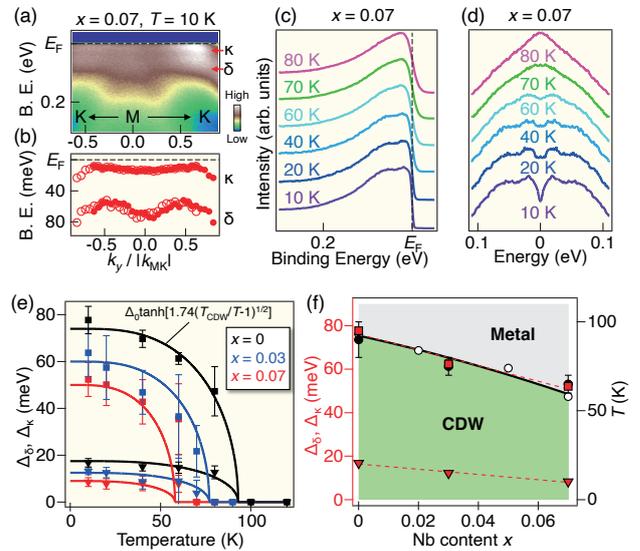


**Figure 4** (a)-(c) ARPES intensity near  $E_F$  around the M point measured with the He-I $\alpha$  line ( $h\nu = 21.218$  eV) for  $x = 0, 0.03,$  and  $0.07,$  respectively, plotted as a function of binding energy and the  $k_y$  value in units of the MK length,  $k_y/|k_{MK}|$ . Temperature of the measurement was set above  $T_{CDW}$  (120, 90, 120 K for  $x = 0, 0.03,$  and  $0.07,$  respectively). (d) Comparison of experimental band dispersions in the E- $k_y$  window shown by a black dashed box in (a) among  $x = 0$  (black circles),  $0.03$  (blue circles), and  $0.07$  (red circles). Inset shows the representative fitting result (green curve) to the EDC at the  $k_F$  point for  $x = 0.07$  (red circles). The  $k_F$  point is indicated by black arrow in (d). The fitting assumes a single Lorentzian peak (black curve) multiplied by the Fermi-Dirac distribution function convoluted with a resolution function.

後はそれが M 点からわずかに離れており、この結果はフェルミ波数 ( $k_F$ ) のわずかな違いを示唆している。 $\delta$  バンドの分散の定量的な変化を明らかにするために、各組成におけるエネルギー分布曲線 (EDC) スペクトルに対してフィッティングを行った [代表的なフィッティング結果を Fig. 4(d) の挿入図に示す]。Fig. 4(d) のバンド分散の直接比較から、 $E_F$  のごく近傍では Nb 置換量の増加につれてバンドの傾きが増加し、 $k_F$  が系統的に M 点から遠ざかる様子を見出した。これは、Nb 置換によって K 点における三角形のフェルミ面が縮小することを示しており、 $\Gamma$  点の電子フェルミ面の拡大とは対照的な振る舞いである。このようなバンド/フェルミ面の逆向きのシフトは、 $\Gamma$  点と K 点付近でキャリア量が補償しあっていることを示唆しており、V と Nb による等価元素置換によって有効なキャリアドーピングが生じないことと矛盾しない。

### 2-3. Nb 置換による CDW ギャップの変調

CDW に対する Nb 置換の効果を明らかにするために、CDW が最も強く抑制される  $x = 0.07$  に対して  $T_{CDW}$  ( $= 58$  K) より低い  $T = 10$  K で高分解能 ARPES 測定を行った。Fig. 5(a) は、MK カットに沿って測定した ARPES 強度を示している。Fig. 4(c) の  $T = 120$  K の場合とは異なり、 $E_B \sim 60$  meV と  $\sim 20$  meV に 2 つの強度の極大が存在し



**Figure 5** (a) Plot of ARPES intensity near  $E_F$  along the MK cut for  $x = 0.07$  measured at  $T = 10$  K with the He-I $\alpha$  line. Red arrows indicate the  $\kappa$  and  $\delta$  bands. (b) Experimental band dispersion obtained by numerical fittings to the EDCs with double Lorentzian peaks multiplied by the Fermi-Dirac distribution function convoluted with the resolution function. (c),(d) Temperature dependence of the EDC and symmetrized EDC for  $x = 0.07$ . (e) Plots of  $\Delta_\delta$  (squares) and  $\Delta_\kappa$  (triangles) against temperature for each  $x$ . Curves represent the fitting result with the mean-field form  $\Delta \tanh[1.74(T_{CDW}/T-1)^{1/2}]$  with  $T_{CDW} = 93$  K,  $77$  K, and  $58$  K for  $x = 0, 0.03,$  and  $0.07,$  respectively. (f) Plots of  $\Delta_\delta$  (red squares) and  $\Delta_\kappa$  (red triangles) against  $x$ , compared with the experimental  $T_{CDW}$  from ARPES (black circles) and transport (white circles) measurements.

ており、それぞれ $\delta$ バンドで開く大きなCDWギャップと、 $k_x = \pi$ の浅い電子バンド( $\kappa$ )で開く小さなCDWギャップのエネルギーに関連している[11]。これは、光電子の有限の脱出深さに起因する $k_x$ ブロードニング効果、及び、 $c$ 軸方向に2倍周期を持つ3次元CDWを反映し、 $k_x = 0$ と $k_x = \pi$ の電子状態を同時に観測していることに対応する(なお、CDWの面内 $2 \times 2$ 周期によって誘起されるバンドの折り返しは、同じ実験条件で行われた以前の研究[11]の場合と同様に、行列要素効果により明確には観測されていない)。Fig. 5(b)の実験的バンド分散に見られるように、 $\delta$ と $\kappa$ の両バンドともM字型の分散を示している。続いて、これらのバンドについて温度変化測定を行った。Fig. 5(c)に $\delta$ バンドの $k_F$ で測定したEDCを示すが、 $T = 10$  Kでは大きなCDWギャップ( $E_F$ と $\delta$ バンドのエネルギー差: $\Delta_\delta$ )に対応する約60 meVの肩構造と、小さなCDWギャップ( $E_F$ と $\kappa$ バンドのエネルギー差: $\Delta_\kappa$ )に対応する約20 meVのピークが見られる。温度の上昇にしたがって、これらの特徴的な構造は消失していくように見える。ギャップの明瞭化のため $E_F$ についてEDCを対称化すると[Fig. 5(d)], 低温ではCDWギャップに起因して $E_F$ 付近で強度の凹みが見られるのに対して、 $T = 60-70$  Kで凹みがほぼ消失している。この温度は、 $x = 0$ の $T_{CDW}$ (93 K)よりも低いため、Nb置換によってCDWギャップが閉じる温度が低下している。Fig. 5(e)に示したギャップサイズ( $\Delta_\delta$ と $\Delta_\kappa$ )の温度依存性から、各組成においてギャップサイズが $T_{CDW}$ をオンセットとする平均場近似(実線)に従った温度依存性を示すことを見出した。この結果からも観測したギャップの起源がCDWであることが支持される。加えて、Fig. 5(f)に示す $T = 10$  KでのCDWギャップの大きさと $T_{CDW}$ の比較では、 $\Delta_\delta$ と $T_{CDW}$ のNb置換量 $x$ 依存性がよく重なっており、 $T_{CDW}$ とCDWギャップのスケーリングが示唆される。

#### 2-4. Nb置換によるCDWおよび超伝導変調の起源

以上の結果はCDWや超伝導のメカニズムに重要な示唆を与える。第一に、Nb置換に伴って $\delta$ バンドが低結合エネルギー側へシフトするという結果は、カゴメ格子に特徴的なバンド構造である鞍点も $E_F$ から離れることを意味する。このことは、Nb置換による $T_{CDW}$ の低下が、鞍点の $E_F$ からのわずかな逸脱と関連していることを示唆しており、鞍点間の電子散乱が面内 $2 \times 2$ 周期のCDWを安定化させていることを裏付けている。第二に、CDWは超伝導状態でも存在するため、超伝導対形成はCDWギャップが存在しない金属的な波数領域で起こるはずであることを考慮すると[11]、CDW相でもギャップレスな特徴を維持する $\alpha$ バンドが超伝導に重要な役割を果たすと考えられる。Nb置換によって $\alpha$ ポケットの下方へのシフトが観測されたことから、 $E_F$ における状態密度が増加することが予想される。さらに、Nb置換によるCDWギャップの抑制は、ブリルアンゾーン境界付近のV由来の状態密度も増加させる。これらの状態密度の増加が $T_c$ の上昇に寄与することが示唆される。したがって、本研究で観測された $\delta$ バン

ドと $\alpha$ バンドの逆向きのシフトは、Sb由来とV由来の両方の電子にとって超伝導に有利な条件をもたらし、より高い $T_c$ での超伝導を協調的に促進することにつながる。

### 3. まとめ

カゴメ格子超伝導体CsV<sub>3</sub>Sb<sub>5</sub>のVを同族のNbで置換した試料についてPhoton Factory BL-28Aなどを用いてARPES測定を行い、Nb置換が電子状態に与える影響を明らかにした。Nb置換により、V由来の $\delta$ バンドは上向きに、Sb由来の $\alpha$ バンドは下向きにシフトする逆位相の変化を見出した。また、 $\delta$ バンドが $E_F$ に近いほど $T_{CDW}$ が高くなることを見出し、鞍点構造とCDWの密接な関係を明らかにした。また、Nb置換による $T_c$ の上昇は、Sb由来の $\alpha$ ポケットの拡大と $E_F$ におけるV由来の状態密度の回復が協調して引き起こされていると結論した。

### 謝辞

本研究は、北京理工大学のZhiwei Wang, Yongkai Li, Yugui Yao, 東北大学の相馬清吾, 組頭広志, 高橋隆, 分子科学研究所の松井文彦, 高エネルギー研究機構の北村未歩, 量子科学技術研究機構の堀場弘司の各氏との共同研究によるものであり、この場を借りて厚くお礼申し上げます。また、本研究に係る論文[14]は2022年度PF-UA学生論文賞を受賞しました。この場を借りて感謝申し上げます。本研究はJST-CREST(No. JPMJCR18T1), JST-PRESTO(No. JPMJPR18L7), 科学研究費補助金(No. JP21H04435, JP20H01847), KEK-PF(No. 2021S2-001), UVSOR(No. 22IMS1205), 日本科学協会笹川科学研究助成, 東北大学GP-Spin, JST-SPRING(No. JPMJSP2114)などの支援を受けて行われました。

### 引用文献

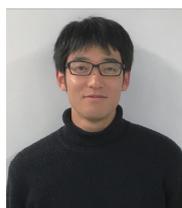
- [1] B. R. Ortiz, L. C. Gomes, J. R. Morey, M. Winiarski, M. Bordelon, J. S. Mangum, I. W. H. Oswald, J. A. Rodriguez-Rivera, J. R. Neilson, S. D. Wilson, E. Ertekin, T. M. McQueen, and E. S. Toberer, *Phys. Rev. Mater.* **3**, 094407 (2019).
- [2] T. Neupert, M. M. Denner, J.-X. Yin, R. Thomale, and M. Z. Hasan, *Nat. Phys.* **18**, 137 (2022).
- [3] B. R. Ortiz, S. M. L. Teicher, Y. Hu, J. L. Zuo, P. M. Sarte, E. C. Schueller, A. M. Milinda Abeykoon, M. J. Krogstad, S. Rosenkranz, R. Osborn, R. Seshadri, L. Balents, J. He, and S. D. Wilson, *Phys. Rev. Lett.* **125**, 247002 (2020).
- [4] Y.-X. Jiang *et al.*, *Nat. Mater.* **20**, 1353 (2021).
- [5] T. Park, M. Ye, and L. Balents, *Phys. Rev. B* **104**, 035142 (2021).
- [6] R. Nandkishore, L. S. Levitov, and A. V. Chubukov, *Nat. Phys.* **8**, 158 (2012).
- [7] X. Wu, T. Schwemmer, T. Muller, A. Consiglio, G. Sangiovanni, D. Di Sante, Y. Iqbal, W. Hanke, A. P. Schnyder, M. M. Denner, M. H. Fischer, T. Neupert, and

- R. Thomale, Phys. Rev. Lett. **127**, 177001 (2021).
- [8] K. Y. Chen, N. N. Wang, Q. W. Yin, Y. H. Gu, K. Jiang, Z. J. Tu, C. S. Gong, Y. Uwatoko, J. P. Sun, H. C. Lei, J. P. Hu, and J.-G. Cheng, Phys. Rev. Lett. **126**, 247001 (2021).
- [9] H. Yang, Y. Zhang, Z. Huang, Z. Zhao, J. Shi, G. Qian, B. Hu, Z. Lu, H. Zhang, C. Shen, X. Lin, Z. Wang, S.J. Pennycook, H. Chen, X. Dong, W. Zhou, and H.-J. Gao, Sci. Bull. **67**, 2176 (2022).
- [10] Y. Li, Q. Li, X. Fan, J. Liu, Q. Feng, M. Liu, C. Wang, J.-X. Yin, J. Duan, X. Li, Z. Wang, H.-H. Wen, and Y. Yao, Phys. Rev. B **105**, L180507 (2022).
- [11] K. Nakayama, Y. Li, T. Kato, M. Liu, Z. Wang, T. Takahashi, Y. Yao, and T. Sato, Phys. Rev. B **104**, L161112 (2021).
- [12] K. Nakayama, Y. Li, T. Kato, M. Liu, Z. Wang, T. Takahashi, Y. Yao, and T. Sato, Phys. Rev. X **12**, 011001 (2022).
- [13] T. Kato, Y. Li, T. Kawakami, M. Liu, K. Nakayama, Z. Wang, A. Moriya, K. Tanaka, T. Takahashi, Y. Yao, and T. Sato, Commun. Mater. **3**, 30 (2022).
- [14] T. Kato, Y. Li, K. Nakayama, Z. Wang, S. Souma, F. Matsui, M. Kitamura, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Takahashi, Y. Yao, and T. Sato, Phys. Rev. Lett. **129**, 206402 (2022).
- [15] T. Kato, Y. Li, K. Nakayama, Z. Wang, S. Souma, M. Kitamura, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Takahashi, and T. Sato, Phys. Rev. B **106**, L121112 (2022).
- [16] T. Kato, Y. Li, M. Liu, K. Nakayama, Z. Wang, S. Souma, F. Matsui, M. Kitamura, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Takahashi, Y. Yao, and T. Sato, Phys. Rev. B **107**, 245143 (2023).

(原稿受付日：2023年12月11日)

## 著者紹介

加藤剛臣 Takemi KATO



東北大学 大学院理学研究科 博士後期課程3年

〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

e-mail: t.kato@arpes.phys.tohoku.ac.jp

略歴：2021年東北大学大学院理学研究科博士前期課程修了，同博士後期課程進学。

最近の研究：角度分解光電子分光によるカゴメ格子超伝導体の研究。

中山耕輔 Kosuke NAKAYAMA



東北大学 大学院理学研究科 助教

〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

e-mail: k.nakayama@arpes.phys.tohoku.ac.jp

略歴：東北大学大学院理学研究科博士後期課程修了。博士（理学）。

最近の研究：角度分解光電子分光による新奇超伝導体やトポロジカル絶縁体関連物質の研究。

佐藤宇史 Takafumi SATO



東北大学材料科学高等研究所 教授

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1

e-mail: t-sato@arpes.phys.tohoku.ac.jp

略歴：2002年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士後期課程修了，2002年日本学術振興会特別研究員(PD)，2002年東北大学大学院理学研究科助手，2007年同助教，2010年同准教授，2017年同教授，2019年東北大学材料科学高等研究所教授。博士（理学）。

最近の研究：トポロジカル物質の電子状態。

## マイクロ ARPES による粉状層状半導体 r-BS の電子状態観測

菅原克明<sup>1,2,3</sup>, 相馬清吾<sup>3,4</sup>, 近藤剛弘<sup>3,5</sup>, 佐藤宇史<sup>1,3,4,6</sup>

<sup>1</sup> 東北大学 大学院理学研究科物理学専攻, <sup>2</sup> JST-PRESTO, <sup>3</sup> 東北大学 WPI-AIMR, <sup>4</sup> 東北大学 CSIS, <sup>5</sup> 筑波大学 数理物質系, <sup>6</sup> 東北大学 SRIS

### Observation of electronic states on a powdered crystal of layered semiconductor r-BS by micro-ARPES

Katsuaki SUGAWARA<sup>1,2,3</sup>, Seigo SOUMA<sup>3,4</sup>, Takahiro KONDO<sup>3,5</sup>, Takafumi SATO<sup>1,3,4,6</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup>JST-PRESTO, <sup>3</sup>WPI-AIMR, Tohoku University, <sup>4</sup>CSIS, Tohoku University, <sup>5</sup>Faculty of Pure and Applied Science, University of Tsukuba, <sup>6</sup>SRIS, Tohoku University

#### Abstract

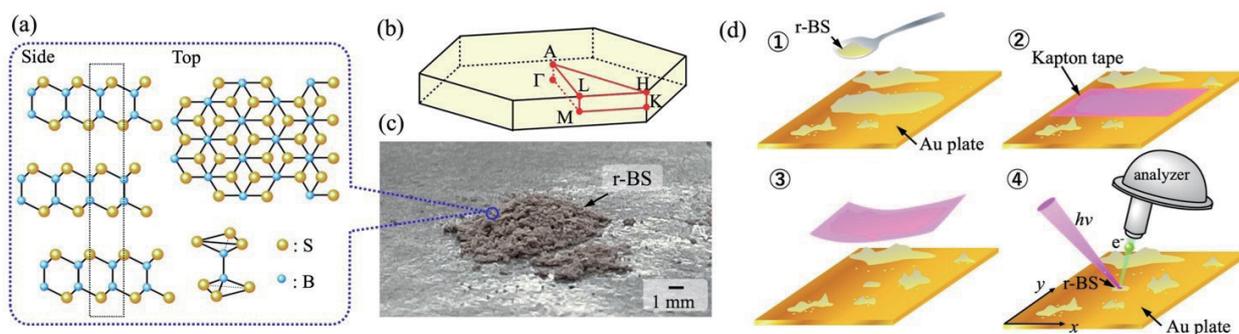
近年、ホウ素 (B) を基本とした 2 次元シート半導体物質が注目を集めており、その一つが菱面体構造をもつ層状半導体 r-BS である。これまで作製された r-BS 試料は粒径 30  $\mu\text{m}$  以下の粉状形態であるため、従来の角度分解光電子分光 (ARPES) ではその電子状態の直接観測は困難とされてきた。本研究では、BL-28A で最近開発された、試料上のスポットサイズを 10  $\mu\text{m}$  程度まで集光する ARPES (マイクロ ARPES) エンドステーションにおけるピンポイント測定によって実現した、r-BS 微小結晶の電子状態の直接観測に関する研究結果について紹介する。

#### 1. はじめに

炭素 (C) が蜂の巣状のネットワークを形成した 2 次元シートグラフェンにおけるディラック電子の発見 [1] を契機として、単層化 (原子層) した層状物質の新規量子物性創発の研究が世界各地で行われている。原子層物質研究の世界的展開が大きく進んだ理由として、グラフェンの作製手法の確立 (剥離法) の他にもう一つ重要と考えられているのが、グラフェンの物性を最大限に活かすための絶縁シート材料 h-BN の開発 [2] である。h-BN は、グラフェンの C をボロン (B) と窒素 (N) に置き換えた、原子レベルで平坦な 2 次元シートを積層した構造を有する層状物質である。h-BN はわずかに数層でもトランジスタとして耐えうる高絶縁性を示す。2 次元物質系における電界効果トランジスタ

において h-BN はゲート絶縁膜として十分機能するため、グラフェンを h-BN に積層または挟むことで化学ポテンシャルの自在な制御が可能となる。様々な自由度 (物質, 積層数, 角度, 位相など) で積層させた原子層物質において、h-BN がもたらす化学ポテンシャルの高い制御性がツイストグラフェンなどにおける超伝導・モット絶縁相・異常量子ホール相の発見に繋がっている [3-5]。この h-BN の発見は、新たなボロン (B) 材料の開発を原子層物質研究と同様に加速させる契機となった。

本研究で注目する r-BS もまた、新たなボロン材料の一つとして注目を集めている。r-BS は、B と硫黄 (S) を構成元素とし、それぞれ 2 個ずつ結合することで一つの単位ユニットとした 2 次元シートを形成する。3 倍周期で積み重



**Figure 1** (a) Schematics of the crystal structure and (b) the first Brillouin zone of r-BS. (c) Photograph of r-BS powders. (d) Schematics of ① sample mounting on an Au substrate, ② - ③ cleaving by Kapton tape in ultrahigh vacuum, and ④ micro-ARPES measurements.

なることで菱面体構造 (r; rhombohedral) となるため、r-BS と呼ばれている [Fig. 1(a)]。r-BS は半導体であり、そのバンドギャップの大きさが積層数によって変化する [6-9]。また、高い熱伝導や触媒反応性、および構造に強く依存した物性 (超伝導の発現) など興味深い理論提案がなされている [7,10,11]。ごく最近、グラフェンと r-BS を混合することで、アルカリ水電解用の酸素生成反応触媒として機能し、その性能が商用 RuO<sub>2</sub> を凌ぎ世界トップレベルであること [12] や、さらにニッケルフォームと混合することで極めて高い安定性を示すこと [13] が報告されている。光触媒としてもすぐれた機能を示すことも近年報告されている [14]。このように触媒材料として注目を集めている r-BS において、バルク r-BS の作製とその 2 次元シート化に関する実験研究が報告され、B を基本とした新たな 2 次元半導体物質としても注目を集めている [8,9]。しかしながら、これまで作製された r-BS の試料は粒径が 30 μm 以下と非常に小さい粉状であるため [Fig. 1(c)], ARPES を代表とした分析手法による電子状態の直接観測が難しく、実験に立脚した電子物性の理解が進んでいない状況にあった。したがって、粉状試料について清浄試料表面を得る劈開法と、その場所を特定しピンポイント測定する手法を確立は、r-BS に限らずさまざまな微小試料における電子状態の解明に必須と考えられる。

本稿では、BL-28A で最近開発された、試料上で 10 μm 程度にスポットに絞った放射光を特定の場所に照射して電子状態の直接観測を可能にしたマイクロ ARPES [15] を用いることで、真空中で「劈開」した粉状半導体 r-BS の電子状態に関する研究結果について示す [16]。本研究で試料の清浄表面を得るために見出した微小試料劈開法により、粉状微粒子でも清浄な試料表面を比較的容易に得ることができる。放射光の微小スポットを試料基板上で走査して、清浄な劈開表面をもつ微小 r-BS 結晶の位置を特定することで、r-BS が 0.5 eV 以上のバンドギャップを有する p 型の半導体であること、わずかながら異方的な有効質量を持つ価電子バンドを形成していることを見出した結果について示す。また、本研究の実験プロトコルが、さまざまな粉状微粒子にも適応できる有効な手法であることを、実験結果を通じて紹介する。

## 2. 実験方法

### 2-1. 試料準備

粉状微粒子 r-BS は、高純度の B と S を 5.5 GPa の高圧環境下で 1873 K に加熱することで合成された。試料サイズは最大で 30 μm 程度である [8]。作製した試料を Au 板上に直接振りかけた後 [Fig. 1(d) ①], ARPES 専用ホルダーに取り付けた。これを試料準備槽に導入して、超高真空中 (2.0 × 10<sup>-10</sup> Torr 以下) においてホルダーの表面にカプトンテープを直接接着した後 [Fig. 1(d) ②], 直ちにそれを剥がした [Fig. 1(d) ③]。テープによる剥離を 3 回程度行うことで、Au 板上に残存した r-BS における清浄試料表面を得た (微小試料劈開法)。試料準備槽からマイクロ ARPES

装置へ、劈開した粉状試料を載せたホルダーを真空搬送することで電子状態の測定を行った [Fig. 1(d) ④]。

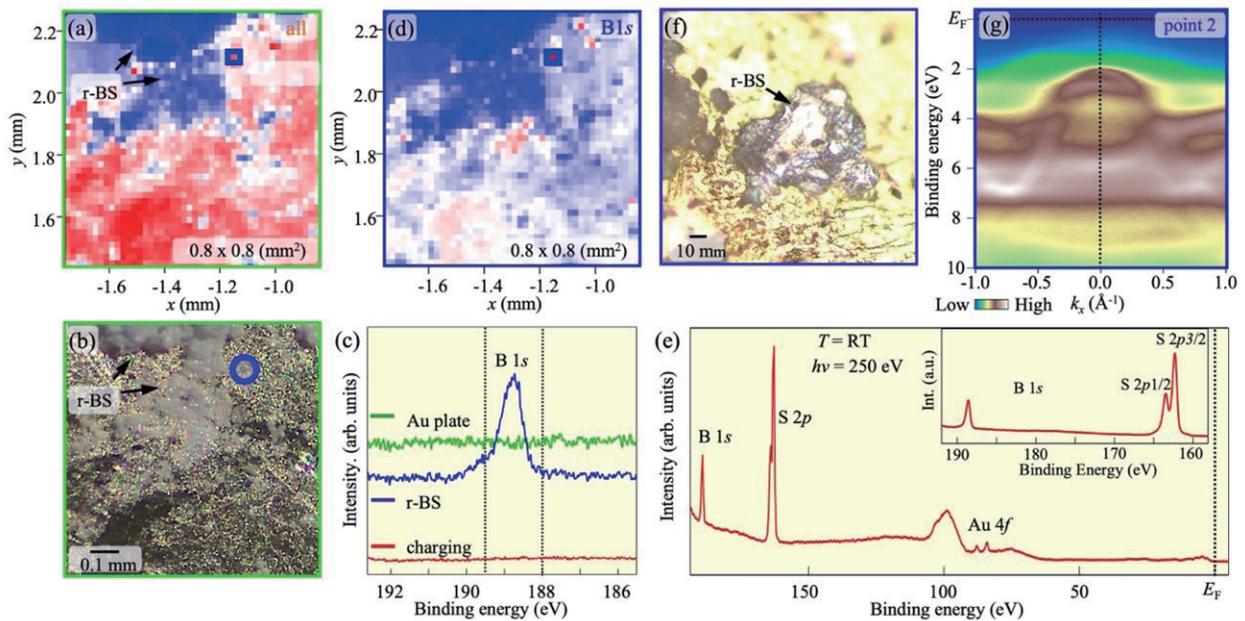
### 2-2. マイクロ ARPES 実験

光電子分光実験は、BL-28A に建設されたマイクロ ARPES 装置を用いて行った [15]。電子状態の観測には DA-30 アナライザー (Scienta-Omicron 社製) を用いた。また、Kirkpatrick-Baez ミラーを用いることで放射光源を試料上で 10 μm (H) × 12 μm (V) に集光し、r-BS の空間分布測定およびバンド構造のピンポイント測定を行った。測定温度は室温に設定した。

## 3. 実験結果

まず初めに、清浄な劈開表面が得られた r-BS の領域を特定するために、20 μm ステップで試料表面を走査することで得られた B1s 内殻準位の結合エネルギー ( $E_b = 189$  eV) 周辺の光電子強度を、エネルギー領域  $185.5 \leq E_b \leq 192.5$  eV で積算してプロットした空間分布像を Fig. 2(a) に示す。空間分布像は、光の集光点がずれないように試料自体を精動することで得た。また、Fig. 2(b) にその空間分布像に対応する光学顕微鏡像を示す。一見してわかるように、Figs. 2(a, b) の比較から、光電子強度の弱い青色の領域が r-BS が存在する領域に、強度の強い赤色の領域が基板である Au 表面が剥き出しの領域に対応することが確認できる。しかしながら、得られた空間分布像のあるポイントで得られた光電子スペクトルを見てみると、B1s 軌道に対応するピーク構造は確認できない [Fig. 2(c)]。この結果は、半導体的性質を持つ r-BS が厚みのある塊 (かたまり) となってしまう、光電子の放出時に Au 板からの電荷供給が追いつかず、試料表面が帯電 (チャージアップ) したためと考えられる。そこで、チャージアップが生じない r-BS を見出すために、B 1s 軌道 189 eV 近傍の  $188.0 \leq E_b \leq 189.5$  eV の狭い範囲で光電子強度を積算し空間分布像を得たところ [Fig. 2(d)], Au が剥き出した領域や r-BS の塊に対応する領域とは異なるある一点で強い強度が出現していることを見出した。この特定の場所の光電子スペクトルを見てみると、明確に B 1s ピークが観測されている。より広いエネルギー範囲の光電子スペクトルを測定した結果、B 1s の他にスピン軌道相互作用によって分裂した S 2p<sub>1/2</sub> および S 2p<sub>3/2</sub> ピークも明瞭に観測した [Fig. 2(e)]。光電子分光実験後、このポイント周辺でレーザー顕微鏡 [Fig. 2(f)] や原子間力顕微鏡で試料の高さおよび表面構造を確認すると、高さ ~5 μm 程度でかつ原子レベルで平坦な表面を形成していることを見出した [16]。さらに、この箇所では価電子帯における電子状態の測定を行ったところ運動量に依存したバンド分散の観測に成功した [Fig. 2(g)]。以上の結果から、マイクロ ARPES による光電子強度の空間分布測定は、r-BS のような粉状微粒子でも劈開した清浄表面をもつ微粒子をピンポイント測定するのに有効な手法であると結論できる。

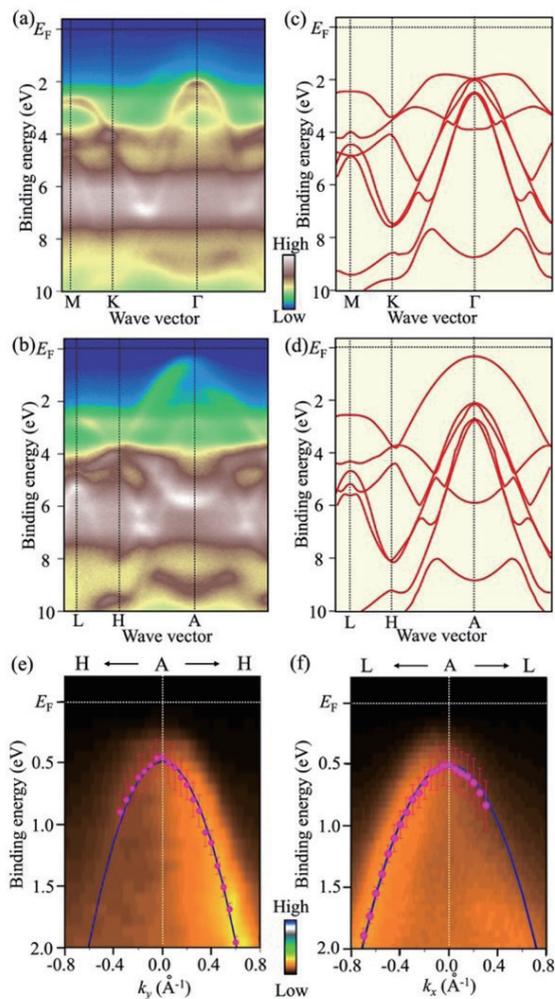
マイクロ ARPES で見出した r-BS の試料位置においてピ



**Figure 2** (a) Spatial mapping of photoemission intensity integrated over the  $E_B$  range of 185.5–192.5 eV, measured with  $h\nu = 250$  eV in the same spatial region as the microscopy image of (b) measured with a fine step of 20  $\mu\text{m}$ . (b) Optical microscope image of powdered r-BS on a Au substrate after exfoliation by a Kapton tape. (c) Representative PES spectra around the B1s core level at three sample positions where the B1s core-level peak is clearly recognized (blue curve), the strong signal from the Au substrate dominates (green curve), and the strong charging effect is seen (on white colored r-BS clusters) (red curve). (d) Same as (a) but with a narrower  $E_B$  window of  $188.0 \leq E_B \leq 189.5$  eV which covers only the B1s peak as indicated by vertical dashed lines in (b). (e) PES spectrum in a wider  $E_B$  range ( $E_B = 0\text{--}200$  eV) measured with  $h\nu = 250$  eV. Inset shows the magnified view in the B1s and S2p core-level region. (f) Enlarged laser microscope image around a blue square in (a) and (d). (g) ARPES intensity in the valence-band region as a function of  $E_B$  and wave vector measured with  $h\nu = 100$  eV at the blue square in (a) and (d). Points on the sample where the ARPES measurements were carried out are indicated as blue squares in (a) and (d).

ンポイントで励起エネルギーを走査した結果、3次元ブリルアンゾーンの面垂直方向 ( $\Gamma$ -A 方向) のバンド分散の決定に成功した [16]。ARPES スペクトルの励起エネルギー依存性から  $k_z = 0$  の  $\Gamma$ KM 面および  $k_z = \pi$  の AHL 面に対応する励起エネルギーを見出すことで、それぞれの対称軸に沿って測定したバンド分散を Figs. 3(a,b) にそれぞれ示す。この微小試料測定において、励起エネルギーを連続的に変化させた際に生じるわずかな集光位置のずれや強度の不安定性が生じない優れた BL-28A 光学系の重要性を強調しておきたい。ここで実験データの表示に六角形のブリルアンゾーン (BZ) [Fig. 1(b)] を採用しているが、本来 r-BS は菱面体構造であることに注意されたい。BS 層が A-B-C 積層を単位胞内に 3 つ含む結果 c 軸長が 20 Å 程度と長くなるが、今回の実験結果では、バルクと薄膜のバンド構造を比較する利便性を考慮して、六角形の BZ を用いた。実際、励起光依存性の結果において、菱面体構造を反映した周期性とは異なり、A-A または A-B 積層のように単層 r-BS の六角形の BZ を反映した周期性が主に観測された。これは A-B-C 層間の層に並行方向のずれに対する周期ポテンシャルが弱いためと考えられる。そこで以下では  $k_z = 0$  の  $\Gamma$ KM 面および  $k_z = \pi$  の AHL 面のバンド分散の理論計算と比較を行なった。Figs. 3(a,b) の結果を見てみると、励起エネルギーに依存してバンド構造が大きく変化しており、r-BS が層状物質でありながらもわずかな面間相互作用によって擬 2 次元的な電子状態を形成していることが分かる。

また、価電子帯のバンド分散の最上部はフェルミ準位 ( $E_F$ ) から 0.5 eV 程度離れた位置に存在しており、r-BS のバンドギャップ ( $E_g$ ) の大きさが少なくとも 0.5 eV 以上であることがわかる。ARPES によって得られたバンド分散は、 $E_F$  をシフトさせたバンド計算 [Figs. 3(c,d)] と良い一致を示している。以上の結果から、r-BS はホールドープにより  $E_F$  が価電子帯に向かってシフトした  $p$  型の層状半導体であると結論した。ARPES で見積もったバンドギャップ値 ( $E_g > 0.5$  eV) は、フォトルミネッセンス ( $E_g = 1.8\text{--}2.5$  eV) や紫外拡散反射分光 ( $E_g = 3.4$  eV) で得られた  $E_g$  や、理論計算の予測 ( $E_g = 2.7$  eV) の半分以下である [8, 9, 17]。この点からも、r-BS がホールドープされた結果、ARPES の実験結果において占有状態で小さなバンドギャップが得られたことが示唆される。今後、2光子光電子分光などによって定量的なバンドギャップ値を直接決定する必要がある。さらに詳細な電子バンド構造の測定により、電気伝導特性において重要な有効質量の決定を行った [Figs. 3(e,f)]。AHL 面における価電子帯上部のバンド分散のピーク位置をいくつかの波数点で見積もり実験的なバンド分散 (紫丸) をプロットした後、放物線でフィッティングすることで有効質量を見積もった。得られた有効質量は、A-L 方向では  $m^*/m_0 = -1.30 \pm 0.02$ 、A-H 方向では  $m^*/m_0 = -0.93 \pm 0.02$  とわずかに対称軸方向に依存した異方性をもつこと、また、h-BN ( $m^*/m_0 = -0.49$ ) [18] に比べて 2 倍程度大きいことを見出した。



**Figure 3** ARPES intensity plots measured (a) along the  $\Gamma$ KM cut ( $h_z=0$  plane) with  $h\nu=105$  eV and (b) along the AHL cut ( $k_z=\pi$  plane) with  $h\nu=125$  eV. Calculated band structure along (c) the  $\Gamma$ KM cut and (d) the AHL cut. ARPES intensity plots along (e) the AL cut and (f) the AH cut, together with the experimental band dispersion (purple circles) and the result of numerical fittings with a parabolic function (blue curve).

#### 4. まとめ

本研究では、粉状微粒子 r-BS におけるマイクロ ARPES による電子状態に関する研究結果について紹介した。PF の BL-28A で開発・整備されたマイクロ ARPES エンドステーションを駆使することで、r-BS が  $p$  型半導体物質であること、有効質量にわずかな異方性があることを電子状態の直接観測から見出した。これまで 2 次元層状物質の多くが  $n$  型半導体を有する物質で占められていたが、本研究によって r-BS が数少ない  $p$  型層状半導体であったことは、今後、r-BS を用いた  $pn$  接合による新たなダイオードや太陽電池などのデバイス開発に繋がっていくと期待できる。また、本研究で確立した粉状微粒子試料の清浄試料表面を得た劈開プロトコルとマイクロ ARPES の融合により、広範囲な粉状微粒子や微小ヘテロ構造物質などの電子状態解析が大きく進展すると考えられる。例えば、最近世界各地で研究が行われている人口ツイスト原子層物質の局所電子

状態の解明が加速度的に進むことで、BL-28A ビームラインのマイクロ ARPES を活用した物性物理に対する学理構築への貢献が期待できる。

#### 謝辞

本研究成果は、日下陽貴、川上竜平、柳沢幸紀、本間飛鳥、中山耕輔、宮川仁、谷口尚、北村未歩、堀場弘司、組頭広志、高橋隆、折茂慎一、豊田雅之、斎藤晋の各氏との共同研究によるものである。本研究は PF 課題 2020G669, 2021S2-001, 2022G007 のもとで行われた。また本研究は、JST-CREST (JPMJCR18T1), JST-PRESTO (JPMJPR20A8), 科学研究費助成金 [JP18H01821, JP19H01823, JP19H02551, JP20H01847, JP21H01757, JP21H04435, JP22K18964, JP22J13724, JP21H00015:B01, and JP18H05513 (ハイドロジェノミクス)], および MST 研究助成からの支援のもと行われた。

#### 引用文献

- [1] K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, M. I. Katsnelson, I. V. Grigorieva, S. V. Dubonos, and A. A. Firsov, *Nature* **438**, 197 (2005).
- [2] K. Watanabe, T. Taniguchi, and H. Kanda, *Nat. Mater.*, **3**, 404 (2004).
- [3] Y. Cao, V. Fatemi, S. Fang, K. Watanabe, T. Taniguchi, E. Kaxiras, and P. Jarillo-Herrero, *Nature* **556**, 43 (2018).
- [4] A. L. Sharpe, E. J. Fox, W. W. Barnard, J. Finney, K. Watanabe, T. Taniguchi, M. A. Kastner, and D. Goldhaber-Gordon, *Science*, **365**, 605 (2019).
- [5] L. Wang, E. M. Shih, A. Ghiotto, L. Xian, D. A. Rhodes, C. Tan, M. Claassen, D. M. Kennes, Y. Bai, B. Kim, K. Watanabe, T. Taniguchi, Z. Zhu, J. Hone, A. Rubio, A. N. Pasupathy, and C. R. Dean, *Nat. Mater.* **19**, 861 (2020).
- [6] P. Mishra, D. Singh, Y. Sonvane, and R. Ahuja, *Sustain. Energy & Fuels* **4**, 2363 (2020).
- [7] D. Fan, S. Lu, C. Chen, M. Jiang, X. Li, and X. Hu, *Appl. Phys. Lett.* **117**, 013103 (2020).
- [8] H. Kusaka, R. Ishibiki, M. Toyoda, T. Fujita, T. Tokunaga, A. Yamamoto, M. Miyakawa, K. Matsushita, K. Miyazaki, L. Li, S. L. Shinde, M. S. L. Lima, T. Sakurai, E. Nishibori, T. Masuda, K. Horiba, K. Watanabe, S. Saito, M. Miyauchi, T. Taniguchi, H. Hosono, and T. Kondo, *J. Mater. Chem. A*, **9**, 24631 (2021).
- [9] Y. Zhang, M. Zhou, M. Yang, J. Yu, W. Li, X. Li, and S. Feng, *ACS Appl. Mater. Int.* **14**, 32330 (2022).
- [10] P. Mishra, D. Singh, Y. Sonvane, and R. Ahuja, *J. Appl. Phys.* **127**, 184305 (2020).
- [11] P. Mishra, D. Singh, Y. Sonvane, and R. Ahuja, *Mater. Today Ene.* **27**, 101026 (2022).
- [12] L. Li, S. Hagiwara, C. Jiang, H. Kusaka, N. Watanabe, T. Fujita, F. Kuroda, A. Yamamoto, M. Miyakawa, T. Taniguchi, H. Hosono, M. Otani, T. Kondo, *Chem. Eng. J.*

471, 144489 (2023).

- [13] L. Li, N. Watanabe, C. Jiang, A. Yamamoto, T. Fujita, M. Miyakawa, T. Taniguchi, H. Hosono, T. Kondo, *Sci. Tech. Adv. Mater.* **24**, 2277681 (2023).
- [14] K. Miyazaki, A. Yamaguchi, H. Kusaka, N. Watanabe, A. C. Wardhana, S. Ishii, A. Yamamoto, M. Miyakawa, T. Taniguchi, T. Kondo, M. Miyauchi, *Sci. Rep.* **13**, 19540 (2023).
- [15] M. Kitamura, S. Souma, A. Honma, D. Wakabayashi, H. Tanaka, A. Toyoshima, K. Amemiya, T. Kawakami, K. Sugawara, K. Nakayama, K. Yoshimatsu, H. Kumigashira, T. Sato, and K. Horiba, *Rev. Sci. Instrum.* **93**, 033906 (2022).
- [16] K. Sugawara, H. Kusaka, T. Kawakami, K. Yanagizawa, A. Honma, S. Souma, K. Nakayama, M. Miyakawa, T. Taniguchi, M. Kitamura, K. Horiba, H. Kumigashira, T. Takahashi, S.-i. Orimo, M. Toyoda, S. Saito, T. Kondo, and T. Sato, *Nano Lett.* **23**, 1673 (2023).
- [17] T. Sasaki, H. Takizawa, K. Uheda, and T. Endo, *Phys. Status Solidi B* **223**, 29 (2001).
- [18] H. Henck, D. Pierucci, G. Fugallo, J. Avila, G. Cassabois, Y. J. Dappe, M. G. Silly, C. Chen, B. Gil, M. Gatti, F. Sottile, F. Sirotti, M. C. Asensio, and A. Ouerghi, *Phys. Rev. B* **95**, 085410 (2017).

(原稿受付日：2023年12月12日)

## 著者紹介

菅原克明 Katsuaki SUGAWARA



東北大学大学院理学研究科 准教授  
〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻  
字青葉6-3

e-mail: k.sugawara@arpes.phys.tohoku.ac.jp

略歴：2009年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士後期課程終了，2009年東北大学原子分子材料科学高等研究

機構助手，2010年東北大学原子分子材料科学高等研究機構助教，2017年東北大学材料科学高等研究所助教，2018年東北大学理学研究科准教授。博士（理学）。

最近の研究：原子層物質合成とARPESによる電子物性解明。  
趣味：ゴルフ，子供とミニチュアづくり。

相馬清吾 Seigo SOUMA



東北大学材料科学高等研究所 准教授  
〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平  
2-1-1

e-mail: s.souma@arpes.phys.tohoku.ac.jp

略歴：2005年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士後期課程終了，2005

年日本学術振興会海外特別研究員，2006年東北大学原子分子材料科学高等研究機構助教，2014年東北大学材料科学高等研究

機構准教授，2017年東北大学スピントロニクス学術連携研究教育センター准教授，2022年東北大学原子分子材料科学高等研究所准教授。博士（理学）。

最近の研究：光電子分光装置開発と電子スピン物性解明。  
趣味：料理，設計，技術系 youtube 集め。

近藤剛弘 Takahiro KONDO



筑波大学数理物質系 教授

〒305-8573 茨城県つくば市天王台  
1-1-1

e-mail: takahiro@ims.tsukuba.ac.jp

略歴：2003年筑波大学大学院工学研究科物理工学専攻修了，2003年理化学

研究所基礎科学特別研究員，2006年理化学研究所協力研究員，2007年筑波大学大学院数理物質科学研究科助教，2011年筑波大学数理物質系物質工学域講師，2015年筑波大学数理物質系物質工学域准教授，2022年筑波大学数理物質系物質工学域教授，ゼロCO<sub>2</sub>エミッション機能性材料開発研究センターセンター長（兼任），2023年4月東北大学材料科学高等研究所特任教授（兼任）。博士（工学）。最近の研究：ホウ化水素，硫化ホウ素，ホウ素含有物質。

佐藤宇史 Takafumi SATO



東北大学材料科学高等研究所 教授

〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平  
2-1-1

e-mail: t-sato@arpes.phys.tohoku.ac.jp

略歴：2002年東北大学大学院理学研究科物理学専攻博士後期課程修了，2002年日本学術振興会特別研究員(PD)，

2002年東北大学大学院理学研究科助手，2007年同助教，2010年同准教授，2017年同教授，2019年東北大学材料科学高等研究所教授。博士（理学）。

最近の研究：トポロジカル物質の電子状態。  
趣味：料理，水泳。

### 反強磁性体に隠れた質量ゼロの電子を初めて観測—省エネルギー技術や量子デバイスへの応用を拓く—

2023年11月17日

東北大学, 大阪大学, 高エネルギー加速器研究機構,  
量子科学技術研究開発機構, 分子科学研究所,  
科学技術振興機構 (JST)

物質中で通常は見かけ上の質量（有効質量）がゼロのディラック電子は高速で動きやすく、質量を持たせることで省エネルギー素子などへの応用も期待できます。質量の発生にはこれまでの研究では永久磁石に代表される強磁性体が用いられてきましたが、漏れ磁場が生じるため集積化しにくいという課題がありました。一方、スピンの交互に配列した外部に磁場を発生しない反強磁性体でディラック電子を発生できるというアイデアが10年以上前に提案されましたが、微小領域の電子状態観測が難しいため、研究の障害になっていました。

東北大学, 大阪大学, ケルン大学（ドイツ）, 高エネルギー加速器研究機構（KEK）, 量子科学技術研究開発機構, 分子科学研究所などの共同研究グループは、10マイクロメートル（ $\mu\text{m}$ ）に集光した放射光を用いて、これまで困難であった反強磁性体の磁気ドメイン領域内のディラック電子の直接観測に世界で初めて成功しました。

研究グループはNdBi結晶の反強磁性状態において、マイクロ集光角度分解光電子分光（マイクロARPES）という手法によって磁気ドメイン内の電子を精密に観測しました。その結果、NdBi表面のディラック電子が、スピンの配列方向によって巨大な質量を持つ場合と全く質量を持たない場合があることを明らかにしました。この成果は、反強磁性トポロジカル絶縁体という新しい物質相を実証しただけでなく、巨大な電磁気応答や量子伝導現象を用いた省エネルギー素子や量子デバイスへの応用につながるものです。

本研究成果は2023年11月17日（現地時間）、科学誌Nature Communicationsに掲載されます（この記事の続きは<https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/11/pr202311171900.pdf>をご覧ください）。

### 量子コンピューター開発への応用などにも期待 二次元に閉じ込めた重い電子をはじめて実現—近藤効果と低次元性が絡んだ新たな物性発現へ—

2023年11月30日

高エネルギー加速器研究機構, 分子科学研究所,  
大阪大学

大阪大学大学院生命機能研究科 中村拓人 助教（理学研究科兼任）, 木村真一 教授（理学研究科兼任, 自然科学研究機構分子科学研究所 教授）, 同理学研究科 杉原弘基さん（博士前期課程）, 陳奕同さん（博士後期課程）, 同工学研究科 湯川龍 助教（研究当時. 現東北大学）, 量子科学技術研究開発機構（QST）大坪嘉之 主任研究員, 自然科学研究機構分子科学研究所 田中清尚 准教授, 高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所 北村未歩 助教（研究当時. 現QST）, 東北大学多元物質科学研究所 組頭広志 教授らの研究グループは、電子間の多体効果である近藤効果により伝導電子の有効質量が増大する「重い電子」を、原子一層の厚みしか持たない単原子層物質において初めて実現しました。

希土類元素を含む化合物では、希土類元素が有する局在的な開殻4f電子により、ネオジム磁石のような強力な永久磁石や、高輝度な蛍光剤などの様々な機能性が現れます。近藤効果による重い電子もその一つであり、高温超伝導などの特殊な超伝導状態をはじめとする、現在の物性物理学の中心テーマである強相関物性の起源となることが知られています。他方で、近年のナノテクノロジーの発展に伴い、グラフェンに代表される低次元（二次元・一次元）材料研究が活発に行われています。これまで、希土類化合物における重い電子は、主に三次元固体物質で盛んに研究されてきた現象でした。そのため、二次元系の極限である原子一枚の厚みしか持たない単原子層物質において、重い電子が実現するかどうかは、これまで明確ではありませんでした。

今回、研究グループは、単原子層イッテルビウム・銅（YbCu<sub>2</sub>）薄膜の作製に成功し、その電子構造をシンクロトロン光を用いた角度分解光電子分光（ARPES）によって調べました。その結果、YbCu<sub>2</sub>原子層内を伝播する二次元的な伝導電子が、低温において重い電子を形成することを明らかにしました。この結果は、原子一枚の厚みに閉じ込めた重い電子状態を世界で初めて実現したことを表します。これにより、新奇超伝導などの物性物理学に残された量子臨界現象への次元性の役割の解明が進むとともに、近年爆発的に研究が進む原子層物質に、新たな機能性を有する物質が仲間入りすることとなり、次世代材料開発や新しいエレクトロニクス素子、量子コンピューター設計開発の指針となることが期待されます。

本研究成果は、英国科学誌「Nature Communications」に、12月1日（金）午後7時（日本時間）に公開されます（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2023/12/pr20231130.pdf> をご覧ください）。

### PF 研究会「クライオ電顕実験棟完成披露シンポジウム～KEKにおけるクライオ電子顕微鏡：これまでの5年間とこれから (Cryo-EM in KEK: 5-year history and future)～」開催報告

放射光科学第二研究系 川崎政人・千田俊哉

記録的だった夏の暑さがまだ残る 2023 年 9 月 28 日(木)と 29 日(金)の 2 日間、クライオ電顕実験棟 完成披露シンポジウムとして、PF 研究会が KEK つくばキャンパス 研究本館 小林ホールで開催されました。5 年前の 2018 年 3 月、KEK に共同利用型 200 kV クライオ電子顕微鏡 (Talos Arctica) が導入されました。2022 年 3 月にはクライオ電顕実験棟が完成し、2022 年 12 月には 300 kV クライオ電子顕微鏡 (Titan Krios G4) が導入されました。今回の PF 研究会は「KEK におけるクライオ電子顕微鏡：これまでの 5 年間とこれから (Cryo-EM in KEK: 5-year history and future)」と題して、5 年間の KEK のクライオ電顕施設の取り組みと今後の展開を議論するために企画されたものです。新型コロナウイルスがようやく収束してきたことで、オンラインでなく現地開催となりました (図 1)。

第 1 日は初めに構造生物学研究センター 千田俊哉センター長から開会の挨拶があり、続いて PF 研究会の主催者として物質構造科学研究所 小杉信博所長より挨拶がありました。そして来賓の方々から、まず文部科学省 素粒子・原子核研究推進室 村松哲行室長よりご挨拶をいただきました。続いて来賓の日本医療研究開発機構 創薬事業部 善光龍哉調査役よりご挨拶をいただきました。千田センター長からの KEK のクライオ電顕についての施設説明を挟んで、来賓の日本たばこ産業株式会社 医薬総合研究所 安達



図 1 会場の様子



図 2 クライオ電顕実験棟見学に向かう参加者

剛グループリーダーよりご挨拶をいただきました。

来賓の皆様から祝辞をいただき、セレモニーらしい雰囲気が高まった所で、KEK のクライオ電顕ユーザー二人の研究成果の発表に移りました。一人目は基礎生物学研究所の小杉真貴子特任助教にご発表いただきました。小杉さんは KEK のクライオ電顕の運用が始まって間もない初期からのユーザーで、南極で採取したナンキョクカワノリに見つかった赤外線利用型光合成メカニズムについて、興味深いお話を聞くことが出来ました。二人目は東京大学薬学部の森貴裕准教授にご発表いただきました。森さんも初期からのユーザーで、クライオ電子顕微鏡を利用した二次代謝産物生合成 / 代謝酵素の構造機能解析についてお話いただき、クライオ電子顕微鏡実験と放射光 X 線結晶構造解析実験それぞれの手法の特徴や相違点について詳細に言及されました。以上で第 1 日のセッションは終了となり、最後に千田センター長より閉会の挨拶がありました。

この後クライオ電顕実験棟の見学会が行われ、参加者の多くが見学されました (図 2)。懇親会は KEK 近くの Pasta と世界のビールのお店アンドリュウで行われ、新型コロナウイルスのために久しく叶わなかった大勢での会食を楽しむことが出来ました。

第 2 日のセッションは英語で行われました。千田センター長の挨拶に続いて、New York Structural Biology Center の Alex de Marco ディレクターがクライオ電子線トモグラフィーの試料調製とデータ測定の高高度化について紹介されました。続いて大阪大学 蛋白質研究所の加藤貴之教授が、大阪大学でのクライオ電顕技術の発展の歩みを紹介されました。Thermo Fisher Scientific 社の Eric F. Chen ディレクターからクライオ電子線トモグラフィーの R&D について、分子研の Raymond Burton-Smith 特任助教からは超高分解能のデータ解析技術について発表がありました。最後に構造生物学研究センターの守屋俊夫特任准教授から KEK における単粒子解析を用いたタンパク質ダイナミクス解析の

高度化について紹介があり、千田センター長の閉会の挨拶でセッションは終了しました。

PF 研究会終了後に KEK ユーザーグループミーティングが日本語で行われました。千田センター長から今後の体制について説明がありました。博士後期課程の学生やポスドクが一定期間常駐してユーザーサポートの手伝いをしながら測定と解析を学ぶ助っ人制度の紹介などがあり、ユーザーとの意見交換が行われました。

この PF 研究会の参加者は 107 名でした。ご参加いただきました皆様を始めユーザーの皆様、ご協力いただいた皆様に深く感謝申し上げます。すでに複数のユーザーの方々から、300 kV 電頭でデータを取得したところ 200 kV 電頭に比べて格段に分解能が向上したとの声をいただいています。今後もユーザーのニーズに応えつつ KEK のクライオ電頭施設をアップデートしていければと考えております。最後になりましたが、実行委員として尽力した構造生物学研究センターの増田千穂氏、鮎川理恵子氏のお二人に感謝いたします。

プログラムの詳細は、以下の Web サイトをご参照ください。  
[https://pf-form.kek.jp/sbr/pf20230928\\_29/](https://pf-form.kek.jp/sbr/pf20230928_29/)

## 第2回フォトンファクトリー同窓会 講演会開催報告

フォトンファクトリー同窓会会長 太田 俊明

2023 年 11 月 4 日（土）にフォトンファクトリー同窓会主催「第2回フォトンファクトリー同窓会講演会」をフォトンファクトリーと共催で KEK 小林ホールにてオンライン会議併用で開催しました。

今まで感染症による社会状況の中で対面での講演会や懇親会の開催ができませんでしたが、今回は午前中にフォトンファクトリー見学会、午後に講演会と懇親会を開催することができました。

見学会では PF 実験ホールと PF 加速器トンネルを船守展正施設長らによって案内していただきました。参加者は久しぶりの PF 訪問によっていろいろな場所を大変懐かしく感じるとともに、建設当初からは新しく生まれ変わったビームライン群や PF 将来計画の一環として建設中の革新的なアイデアの試行を可能にする開発研究多機能ビームラインを見学できて PF の新しい息吹を感じることができたと思います。

講演会では、雨宮慶幸副会長司会のもと、理化学研究所石川哲也先生、物質・材料研究機構 山崎裕一先生に講演をしていただきました。石川先生は PF 創成期の X 線光学系の研究開発状況から始めて今後の放射光科学推進に関連した SPring-8-II 計画の詳細について、山崎先生は磁性研究の PF での計測手法開発やデータ科学手法を活用した計測インフォマティクス技術の開発に関して最新の研究成

果や将来の研究方向についてのお話で、活発な質疑応答もなされ、放射光科学推進に関する両先生の熱い思いに感動いたしました。講演会にはオンサイトおよびオンラインにて 70 名程度の参加がありました。

引き続き、4 年ぶりに行われた懇親会では、最初に 2023 年 5 月 1 日（享年 80 歳）に逝去された KEK 名誉教授 安藤正海先生、2023 年 10 月 2 日（享年 85 歳）に逝去された坂部貴和子先生の PF への、そして放射光科学への多大なご貢献について紹介させていただきました。また、会場には両先生の写真や PF 創成期の写真、PF 歴史年表をポスター掲示しました。懇親会では参加者の皆様全員から近況について一言ずつ報告していただくことで参加者間の有意義な情報共有の時間になったのではないかと思います。

### 参考情報

第2回フォトンファクトリー同窓会講演会

[http://pfwww2.kek.jp/alumni\\_association\\_of\\_pf/news/news20231104.html](http://pfwww2.kek.jp/alumni_association_of_pf/news/news20231104.html)

講演会

座長：雨宮慶幸副会長

13:10-13:15 挨拶：太田俊明会長

13:15-14:15 講演：石川哲也先生（理化学研究所）

「Synchrotron Radiation: Quo Vadis?」

14:15-14:25 質疑応答



図1 (上から) 講演する石川哲也先生、山崎裕一先生、座長の雨宮慶幸先生。

14:25-14:40 休憩

14:40-15:40 講演：山崎裕一先生（物質・材料研究機構）

「PFにおけるX線・軟X線の散乱・吸収による  
磁性研究」

15:40-15:50 質疑応答

15:50-15:55 まとめ：雨宮慶幸副会長

今回、放射光科学推進に関して思いを新たにすることができました。フォトンファクトリー同窓会では今後も今回のような形式での講演会開催を検討したいと考えています。

フォトンファクトリー同窓会はユーザーの皆様、現役のKEK 職員の皆様にも入会していただけます。皆様の積極的な入会を期待いたします。

フォトンファクトリー同窓会

[http://pfwww2.kek.jp/alumni\\_association\\_of\\_pf/](http://pfwww2.kek.jp/alumni_association_of_pf/)



図2 懇親会の様子



図3 集合写真（小林ホール）

### PF トピックス一覧 (11月～1月)

PF のホームページ (<https://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。

#### 2023 年 11 月～2024 年 1 月に紹介された PF トピックス一覧

- 11.8 【受賞】共同利用者の辻川 夕貴さん（東京大学物性研究所 松田巖研究室 博士課程3年生）が、2023 年度日本表面真空学会 女性研究者賞（女子大学院生優秀賞）を受賞しました。
- 11.17 【プレスリリース】反強磁性体に隠れた質量ゼロの電子を初めて観測—省エネルギー技術や量子デバイスへの応用を拓く—
- 11.30 【プレスリリース】量子コンピューター開発への応用などにも期待 二次元に閉じ込めた重い電子をはじめて実現—近藤効果と低次元性が絡んだ新たな物性発現へ—
- 12.1 【トピックス】研究を伝わりやすくするには？—サイエンスアゴラ 2023 に出展しました
- 12.27 【トピックス】「基礎研究は大切です」～アダ・ヨナット特別栄誉教授がフォトンファクトリーを訪問しました～
- 1.9 【トピックス】令和5年度第5回技術セミナーを開催～半導体デバイスの動作を可視化するオペラント顕微鏡の開発～
- 1.10 【物構研トピックス】抗菌薬耐性酵素が変異を重ねて高度耐性の表現型を獲得する巧みな分子メカニズムを原子レベルで解明【藤田医科大学プレスリリース】
- 1.11 【物構研トピックス】スピントロニクス界面マルチフェロイク材料の 開発指針を提示【東京大学プレスリリース】

## 人事異動・新人紹介

	発令年月日	氏名	現職	旧職
(任期満了)	2023. 11. 30	藤津 悟		物構研 放射光科学第一研究系 研究員
(辞職)	2023. 11. 30	安達成彦	筑波大学 准教授	物構研 放射光科学第二研究系 特任准教授
	2023. 12. 31	加藤かざし	筑波大学 助教	物構研 放射光科学第二研究系 博士研究員
	2024. 1. 31	稲葉理美	北海道大学 助教	物構研 放射光科学第二研究系 研究員

### (採用)

**卞 抱元 (BIAN Baoyuan)** (出身: China)



- December 1, 2023
- Postdoctoral Fellow (Accelerator Div. VI)
- Ph.D. student at University of Science and Technology of China
- Vacuum technology and mechanical engineering
- To become professional and experienced

in accelerator science and technology

- God helps those who help themselves.
- Travel, animation, cooking

**DEY, Sourav Kumar** (出身: India)



- December 1, 2023
- Postdoctoral Fellow at CIQuS, IMSS,
- Postdoctoral Fellow at MSL, IMSS, KEK (2019-2022)
- Condensed matter physics, magnetic and structural properties
- Learning synchrotron X-ray techniques

(synchrotron-XRD, XAS, RIXS, XMCD) and data analysis and studying physics behind many interesting condensed matter physics phenomena.

- Reading novels/poetry/short stories, listening to music and watching movies. I would like to explore movies by Akira Kurosawa-sama and wish to read at least one novel by Haruki Murakami-sama.

### 友野 大 (とも の だい)



- 2024年1月1日
- 物構研 新領域開拓室 (大阪大学とのクロスアポイントメント, ミュオン科学研究系) 特別助教
- 大阪大学核物理研究センター
- ミュオン, 原子核素粒子物理実験, ビーム物理

5. 1月から新領域開拓室に配属になりました友野です。阪大とのクロアポで、普段は1月に開設されたKEK物構研の阪大分室(大阪)を本拠地としています。主にKEK-RCNP間でのミュオン関連の研究を進めています。PFの研究者の方からも様々な知識、技術を吸収したいです。ご指導のほどよろしくお願ひします。

- バイクでびゅんびゅん

- |                         |               |           |
|-------------------------|---------------|-----------|
| 1. 着任日                  | 2. 現在の所属・職種   | 3. 前所属・職種 |
| 4. 専門分野                 | 5. 着任に当たっての抱負 | 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  
物質構造科学研究所教員公募について

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 23-6

1. 公募職種及び人員

准教授(常勤): 1名 (任期なし)

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

2. 研究(職務)内容

大学共同利用機関である物質構造科学研究所では、放射光、中性子、ミュオン、低速陽電子の4種類の量子ビームを先端的かつ横断的に利用した物質・生命科学研究を推進している。

本公募の准教授は、同研究所の放射光科学第一研究系表面科学研究部門に所属し、軟 X 線吸収分光をはじめとする様々な実験手法を活用した表面科学研究を主導するとともに、そのために必要な実験・解析手法の開発・高度化を推進する。勤務地はつくばキャンパスである。

より詳細な説明は以下を参照のこと。

<https://www2.kek.jp/imss/employment/IMSS23-6-j.html>

3. 応募資格

研究教育上の能力があると認められる者

4. 給与等

給与及び手当は本機構の規則による。(年俸制)

5. 勤務形態

専門業務型裁量労働制を適用する。(みなし勤務時間:1日7時間45分)

6. 公募締切

2024年3月28日(木)正午必着

7. 着任時期

採用決定後できるだけ早い時期

8. 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:決定次第機構 Web サイトに掲示します。(対象となる方には、おって詳細をお知らせします。)

9. 提出書類

(1) 履歴書: KEK 指定様式 (<https://www.kek.jp/ja/cv/> 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 物構研 23-6(2件以上応募の場合はその順位)、推薦者(もしくは意見者)、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: 提出する論文別刷の研究の位置付けを含めること。

(3) 業績リスト: 以下の所定様式に従って作成すること。該当のないものは省略可。

1. 査読付き原著論文リスト

・和文と英文は別葉とし、共著の論文については原則として共著者名を論文記載順にすべて記入すること。(ただし、共著者数が20名以上の場合は省略可。)また応募者の名前には下線をつけて示すこと。

・論文に整理番号を1からつけること。提出する論文別刷については、○印および DOI 情報を付すこと。

・著者、論文題目、論文誌名、巻数、発行年、ページ(始めと終わり)はもれなく記載すること。記載の順番は問わない。

2. 総説、著書リスト

3. その他の発表論文リスト(査読のない論文、会議録、紀要等)

4. 国際会議等の招待講演リスト

5. その他、外部資金獲得状況や受賞歴など参考となる業績

(4) 着任後の抱負(研究計画等を含む)

(5) 論文別刷: 主要なもの5編程度

(6) 履歴書に記載の推薦者(意見者)からの推薦書または参考意見書(宛名は物質構造科学研究所長 小杉 信博とすること)

※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)。

10. 書類送付

(1) 応募資料(「9. 提出書類」(1)-(5))

以下の URL から当機構公募管理システムにアクセスし、応募フォームに必要情報をご入力の上、提出書類をアップロードしてください。

【応募フォーム】 <https://kek.kobokanri.powerappsportals.com/ja-JP/oubo/?id=9e04f5f3-7abe-ee11-9079-000d3a78573e>

※応募に係るファイルは、PDF とし、「9. 提出書類」に記載している順に1つに結合してください。

※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。

※選考過程において、当機構公募管理システム [jini-kobokanri@ke.k.kek.jp](mailto:jini-kobokanri@ke.k.kek.jp) から、応募フォームにご入力いただいた連絡先メールアドレスへ連絡を行います。上記メールアドレスが受信できるように設定をお願いいたします。

(2) 推薦書または参考意見書

推薦者ご自身により、以下の推薦フォームから PDF ファイルにてご提出ください。

【推薦フォーム】 <https://kek.kobokanri.powerappsportals.com/ja-JP/suisen/?id=9e04f5f3-7abe-ee11-9079-000d3a78573e>

注) 上記(1)、(2)の各フォームでのアップロードが困難な場合、または、ご提出されてから数時間以内にメールが届かない場合、ご利用のメールサービスの受信設定を確認の上、人事第一係 [jini1@ml.post.kek.jp](mailto:jini1@ml.post.kek.jp) 宛てご連絡ください。応募受付状況を確認しご連絡致します。

11. 問い合わせ先

(1) 研究内容等について

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

(2) 提出書類について

総務部人事・職員課人事第一係 TEL: 029-864-5118(ダイヤルイン) e-mail: [jini1@ml.post.kek.jp](mailto:jini1@ml.post.kek.jp)

12. その他

(1) 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/>)

(2) 仕事と家庭生活の両立を図ることなどを目的とした在宅勤務制度があります。

## 2023年度量子ビームサイエンスフェスタ (第15回 MLF シンポジウム / 第41回 PF シンポジウム) 開催のお知らせ

量子ビームサイエンスフェスタ実行委員会  
委員長 宮田 登  
副委員長 熊井玲児

2023年度量子ビームサイエンスフェスタ(第15回 MLF シンポジウム/第41回 PF シンポジウム)を2024年3月5日(火)~7日(木)に水戸市民会館にて現地開催の予定です。

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

### <開催概要>

**主催:** KEK 物質構造科学研究所  
J-PARC センター  
総合科学研究機構 (CROSS)  
PF ユーザーアソシエーション (PF-UA)  
J-PARC MLF 利用者懇談会  
**会期:** 2024年3月5日(火)~7日(木)  
**会場:** 水戸市民会館  
(〒310-0026 茨城県水戸市泉町1丁目7番1号)  
(3/5) PF シンポジウム  
(3/6) 量子ビームサイエンスフェスタ, 懇親会  
(3/7) MLF シンポジウム

**ホームページ:** <https://www2.kek.jp/imss/qbsf/2023/>

**問い合わせ先:** 量子ビームサイエンスフェスタ事務局  
Email: [qbsf2023-office@cross.or.jp](mailto:qbsf2023-office@cross.or.jp)

### 2023年度量子ビームサイエンスフェスタ実行委員:

梅垣いづみ (KEK), 大石一城 (MLF 利用者懇談会, CROSS), 大下英敏 (KEK), 大東琢治 (KEK), 奥山大輔 (KEK), 川崎政人 (KEK), 河村幸彦 (CROSS), 北島昌史 (PF-UA, 東工大), 木村正雄 (KEK), ○熊井玲児 (KEK), 猿田晃一 (JAEA), 永谷幸則 (KEK), 野澤俊介 (KEK), 長谷美宏幸 (JAEA), 原田雅史 (MLF 利用者懇談会, 豊田中央研究所), 藤井健太郎 (PF-UA, QST), ◎宮田登 (CROSS), 村井直樹 (JAEA), 山田悟史 (MLF 利用者懇談会, KEK)

(◎委員長, ○副委員長, 50音順, 敬称略)

### プログラム:

**【3月5日(火)】**

#### 第41回 PF シンポジウム

- 9:45-9:50 開会挨拶  
PF-UA 会長 高橋嘉夫 (東京大学)
- 9:50-10:50 PF 施設報告 (I)  
9:50-10:10 施設報告 船守展正 (KEK 物構研)  
10:10-10:30 光源報告 帯名崇 (KEK 加速器)  
10:30-10:50 ビームライン報告  
清水伸隆 (KEK 物構研)
- 10:50-11:00 休憩 (10分)
- 11:00-12:00 PF 施設報告 (II)  
11:00-11:35 S2型, T型, PF-S型課題報告 (各5分)  
2020S2-002 中村智樹 (東北大学)  
2021S2-001 佐藤宇史 (東北大学)  
2023S2-001 高橋嘉夫 (東京大学)  
2021T002 辻川夕貴 (東京大学)  
2022T001 神田龍彦 (東北大学)  
2021PF-S002 足立純一 (KEK 物構研)  
2021PF-S003 中尾裕則 (KEK 物構研)
- 11:35-12:00 開発研究多機能ビームライン検討・建設報告  
若林大佑 (KEK 物構研)
- 12:00-13:15 昼休み
- 13:15-14:30 PF-UA  
13:15-13:45 PF-UA 総会  
13:45-14:30 PF-UA 学生論文賞講演
- 14:30-14:40 休憩 (10分)
- 14:40-15:30 PF 次期光源計画  
14:40-15:00 PF-HLS 計画  
船守展正 (KEK 物構研)
- 15:00-15:15 加速器技術検討① PF-HLS のオプティク・ビームダイナミクス  
下崎義人 (KEK 加速器)
- 15:10-15:30 加速器技術検討② PF-HLS の真空のための高機能コーティング膜の開発  
金秀光 (KEK 加速器)
- 15:30-16:00 総合討論
- 16:00-16:05 閉会挨拶 小杉信博 (KEK 物構研)

### SPF 施設報告

- 16:05-16:20 SPF 施設報告  
16:05-16:10 SPF 施設長挨拶  
小杉信博 (KEK 物構研 SPF 施設長)
- 16:10-16:20 SPF 施設報告 和田健 (KEK 物構研)

### 【3月6日(水)】

#### 量子ビームサイエンスフェスタ

9:30-9:40 開会挨拶

9:40-11:40 基調講演

9:40-10:40 深海インスパイアード化学：物質化学からアプローチする持続可能な海洋利用  
出口茂 (JAMSTEC)

10:40-11:40 理研小型中性子源システム RANS  
- 広がる中性子利用ならびに小型 - 大型連携 -  
大竹淑恵 (理研)

11:40-12:30 来賓・主催者代表挨拶  
集合写真撮影

12:30-13:30 昼休み

13:30-15:00 ポスターセッション

15:00-15:15 休憩 (15分)

15:15-16:30 口頭発表 I

#### A-1 電池

15:15-15:40  $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$  型の超 Li イオン導電体開発における量子ビームの利用  
堀智 (東京工業大)

15:40-16:05 市販リチウムイオン電池における充電能力劣化の非破壊定量イメージング  
木野幸一 (産総研)

16:05-16:30 高性能リチウム過剰バナジウム酸化物の充放電反応機構  
小沼樹 (横浜国立大)

#### B-1 生命科学

15:15-15:40 構造解析が導くタンパク質の設計・改造とその理解  
小杉貴洋 (分子研)

15:40-16:05 人工タンパク質及び複合体の設計開発と構造解析  
新井亮一 (信州大)

16:05-16:30 高ペプチド結合の非平面性の解明：高分解能中性子結晶構造解析による新視点  
花園祐矢 (東京医科歯科大)

#### C-1 デバイス・手法開発

15:15-15:40 超伝導中性子検出器を用いた単結晶試料のブラッグディップ解析  
宍戸寛明 (大阪公立大)

15:40-16:05 超伝導転移端センサー (TES) を用いた超精密ミュオンX線分光  
奥村拓馬 (東京都立大)

16:05-16:30 光誘起非平衡ダイナミクス的高速サンプリング時間分解X線計測  
深谷亮 (KEK)

16:30-16:45 休憩 (15分)

16:45-18:00 口頭発表 II

#### A-2 ソフトマター

16:45-17:10 中性子反射率計測によるポリマーブラシ膜とポリマー吸着膜の層構造解析

伊藤伸太郎 (名古屋大)

17:10-17:35 ポリエチレンオキシド鎖近傍の水のダイナミクス

富永大輝 (CROSS)

17:35-18:00 水和キチンと水和キトサンにおけるプロトン伝導経路の比較  
廣田夕貴 (KEK)

#### B-2 磁性・強相関

16:45-17:10 中性子散乱と放射光X線回折を用いた巨大磁気熱量効果を示す  $\text{HoB}_2$  の研究  
寺田典樹 (NIMS)

17:10-17:35 重い電子化合物  $\text{YbRh}_2\text{Zn}_{20}$  における縮重度の大きな近藤効果の微視的観測  
北澤崇文 (東北大)

17:35-18:00 量子臨界点における磁気相転移の観測とその超伝導相関  
髙本亘 (JAEA)

#### C-2 材料・触媒

16:45-17:10 ギガパスカル圧力下の電解質水溶液の構造とダイナミクス

山口敏男 (中国科学院青海塩湖研究所)

17:10-17:35 不均一な構造を有する触媒材料における構造・活性相関の評価：単結晶モデル触媒を用いたアプローチ  
高草木達 (北海道大)

17:35-18:00 触媒および金属部材表面構造変化観察への in situ XAFS の展開  
阪東恭子 (産総研)

18:00-18:15 休憩

18:15-19:45 懇親会

### 【3月7日(木)】

#### 第15回 MLF シンポジウム

9:00-9:05 開催の挨拶 脇本秀一  
(JAEA J-PARC 副センター長)

9:05-9:25 施設報告 大友季哉 (KEK 物構研 J-PARC)

9:25-11:40 1 MW までの道

9:25-9:50 J-PARC 加速器の現状 -1 MW 運転とその先 -  
山本風海 (JAEA J-PARC)

9:50-10:15 1 MW への道：MLF 中性子源の現状  
羽賀勝洋 (JAEA J-PARC)

10:15-10:25 休憩 (10分)

10:25-10:50 1 MW への道：中性子利用系  
中村充孝 (JAEA J-PARC)

10:50-11:15 ミュオン施設のこれまでの道のり  
河村成肇 (KEK 物構研 J-PARC)

11:15-11:40 MLF における産業利用のこれまでとこれから  
柴山充弘 (CROSS)

11:40-13:10 昼休み

13:10-15:10 MLF 利用者懇談会

13:10-14:10 総会

- 14:10-15:10 要望・アンケート報告  
15:10-15:25 休憩 (15分)  
15:25-17:50 1 MW からの道  
15:25-15:45 MLF ロードマップの作成について  
大友季哉 (KEK 物構研 J-PARC)  
15:45-16:10 MLF- 中性子源の性能向上を目指して  
原田正英 (JAEA J-PARC)  
16:10-16:35 中性子カイド管の高度化  
松浦直人 (CROSS)  
16:35-17:00 ミュオン科学実験施設 (MUSE) 将来計画  
竹下聡史 (KEK 物構研 J-PARC)  
17:00-17:25 計算科学・情報科学における MLF ロード  
マップ  
巽一徹 (JAEA J-PARC)  
17:25-17:50 意見交換  
17:50-17:55 閉会挨拶  
小杉信博 (KEK 物構研所長)

## 2024 年度後期放射光共同利用実験課題 公募について

放射光実験施設運営部門 君島堅一, 北島義典

2024 年度後期共同利用実験課題 (G 型, S2 型, T 型) の公募は, 4 月上旬から受付開始し, 5 月中旬締切の予定です。詳しいことは PF 「共同利用実験課題申請」ページ <https://www2.kek.jp/imss/pf/use/proposal/> をご覧ください。なお, 緊急重要課題 (U 型), 初心者型 (P 型) は随時受付となっています。

## 2024 年度後期 フォトンファクトリー研究会の募集

放射光実験施設長 船守展正

物質構造科学研究所放射光実験施設 (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 2024 年 10 月 ~ 2025 年 3 月
2. 応募締切日 2024 年 6 月 21 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)  
放射光実験施設 PF 秘書室  
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 件当たり上限 30 万円程度)。開催日程については, 採択後, 放射光実験施設長までご相談下さい。また, 研究会の報告書を KEK Proceedings として発行 (ウェブ版) していただきます。

## 予 定 一 覧

2024 年

- 3 月 5 ~ 7 日 2023 年度量子ビームサイエンスフェスタ / 第 15 回 MLF シンポジウム / 第 41 回 PF シンポジウム (水戸市民会館)
- 3 月 9 日 総合研究大学院大学 2023 年度第 3 回大学院説明会 (13:00 ~ オンライン)
- 3 月 18 日 PF-AR 2023 年度第三期ユーザー運転終了
- 3 月 25 日 PF 2023 年度第三期ユーザー運転終了
- 3 月 26 ~ 27 日 PF 研究会 「物質・生命科学における小角散乱法の展開: 現状と展望のための討論会」 (KEK4 号館 1 階セミナーホール)

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

# 運転スケジュール(Jan.~Mar. 2024)

E : ユーザー実験  
M : マシンスタディ  
MA : メンテナンス  
I : 産業利用促進日  
B : ボーナスタイム  
T : 立ち上げ  
HB : ハイブリッド運転  
E/M : 仮ユーザー運転

1月	PF	PF-AR	2月	PF	PF-AR	3月	PF	PF-AR
1(月)			1(木)			1(金)		
2(火)			2(金)			2(土)		
3(水)			3(土)	STOP		3(日)	E	E (6.5GeV)
4(木)			4(日)			4(月)		
5(金)			5(月)			5(火)		
6(土)			6(火)			6(水)	M	M
7(日)			7(水)	T/M	STOP	7(木)		
8(月)			8(木)			8(金)		
9(火)			9(金)			9(土)		
10(水)			10(土)			10(日)	HB	E (6.5GeV)
11(木)			11(日)	E		11(月)		
12(金)			12(月)			12(火)		
13(土)			13(火)			13(水)	(B) HB	B (6.5GeV)
14(日)			14(水)	B	T/M	14(木)		M
15(月)	STOP	STOP	15(木)			15(金)		
16(火)			16(金)			16(土)	HB	E (6.5GeV)
17(水)			17(土)			17(日)		
18(木)			18(日)	E	E/M	18(月)		
19(金)			19(月)			19(火)		
20(土)			20(火)		E (5GeV)	20(水)	(B) HB	
21(日)			21(水)	B	B (5GeV)	21(木)		
22(月)			22(木)	M		22(金)		
23(火)			23(金)			23(土)	HB	
24(水)			24(土)			24(日)		STOP
25(木)			25(日)	E	E (5GeV)	25(月)		
26(金)			26(月)			26(火)		
27(土)			27(火)			27(水)	STOP	
28(日)			28(水)			28(木)		
29(月)			28(水)	B		29(金)		
30(火)			29(木)	E	M	30(土)		
31(水)								

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 (<https://www2.kek.jp/imss/pf/>) の「PFの運転状況／長期スケジュール」 (<https://www2.kek.jp/imss/pf/apparatus/schedule/>) をご覧ください。

## 放射光共同利用実験審査委員会速報

放射光実験施設運営部門 君島堅一  
北島義典

2024年1月22日（月）に、第61回放射光共同利用実験審査委員会（PF-PAC）全体会議が、オンライン会議形式で開催され、課題審査と放射光実験施設報告やPF-PAC制度の改正など実験施設運営に関する重要事項の報告と協議が行われました。

### 1. 課題審査

2023年11月8日に締め切られた2024年度前期共同利用実験課題公募には、S2型2件、G型147件、T型2件の実験課題申請がありました。審査の結果として、S2型1件、G型132件、T型1件が採択、S2型1件とG型12件が条件付き採択、G型3件とT型1件が不採択となりました。採択課題は表に示す通りで、博士後期課程相当の大学院生を実験責任者とするG型課題も4件含まれています。

条件付き採択課題は、申請者からの補足説明に関してPF-PAC委員長の判断により条件が解除されてから実施可能となります。条件としては、安全に関する記述不十分が多くあります。申請書のV欄（試料名、試料および実験法に関する安全性に対する記述、対策）には、課題で対象とする全ての試料の名前と、実験を安全に行うことができると納得させるような記述を心がけていただくよう、願います。

また、放射光利用を含む物構研マルチプローブ課題（スタンダードタイプ）1件の審査も行われました。

### 2. 報告事項、協議・審議事項

以下の項目が報告、協議・審議されました。

#### 報告事項（抜粋）

- 放射光実験施設報告（船守実験施設長）  
PF-HLS計画（CDR Ver.1の公開）、2024年度の運転計画、旅費辞退の状況などについて報告がありました。
- 前回委員会以降に審査されたU型およびP型課題  
U型課題1件（申請2件のうち）、P型課題4件（申請5件のうち）が採択されたことが報告されました。
- PF課題実施状況（2023年度第2期）
- ユーザーグループ運営ステーション評価委員会  
2023年度末で期限となる5件についての評価委員会が開催され、その結果として5件とも次期に継続すべきとされたことが報告されました。
- 2024年度PF研究会  
申請がなかったことが報告されました。

#### 協議・審議事項（抜粋）

- 課題審査における評価基準の明確化について  
これまで議論してきた「評価基準」の文言の修整について決定しました。
  - 次期委員の選出手順について  
現委員の任期が今年度末までであることから、次期委員の選出手順案を説明し意見交換しました。
  - 課題内容の重複について  
最近、S2型課題とG型・T型課題の内容の重複についての指摘があり、「原則として内容の重複は認めない」ことを確認しました。
  - その他  
第4分科結晶準備状況一覧、生物試料を用いる場合の制限事項（倫理委員会関係）、開発研究多機能ビームラインの運用制度、課題申請書の改訂、などについて話し合われました。
- ・次回PF-PAC全体会議は2024年3月の開催を予定しています。

## 2024 年度前期放射光共同利用実験採択課題一覧

課題番号	課題名	所属	実験責任者	ビームライン
<b>S2型</b>				
2024S2-001*	マイクロARPESによる原子層物質における微細電子構造の解明	東北大学	佐藤 宇史	28A/B
2024S2-002	アシンメトリ量子物質における奇パリティ多極子の観測と非対角物性応答	広島大学	松村 武	12A, 13A/B, 16A, 19A/B, 3A, 4C, 8A
<b>T型</b>				
2024T001	角度分解光電子分光による希土類モノプニクタイトの電子構造の研究	東北大学	本間 飛鳥	28A/B, 13A/B, 2A/B
<b>G型 第1分科</b>				
2024G002	高分解能マイクロARPESによる粉状層状超伝導体のBCS-BECクロスオーバーの研究	東北大学	菅原 克明	28A/B
2024G003	補償Mn <sub>4</sub> Nエピタキシャル極薄膜のXMCD測定	筑波大学	末益 崇	16A
2024G009	制御された量子ビーム照射により固体内に合成されたナノ粒子の微細構造と特性に関する研究	大阪公立大学	堀 史説	27A, 27B
2024G027	マグネシウム蓄電池システムの実用化に向けたマグネシウムイオン溶存化学種の同定	原研機構	池田 篤史	16A
2024G031	Ce M <sub>4,5</sub> 端XASによる光照射条件におけるセリウムクラスター錯体の電子状態変化過程の観測	大阪大学	植竹 裕太	19A/B
2024G041	反射型コヒーレントX線回折によるマンガン酸化物の巨大磁気抵抗効果の起源の解明	KEK物構研	中尾 裕則	12A, 13A/B, 16A, 19A/B, 3A, 4C, 8A, 8B
2024G046	軟X線吸収分光による蓄電池電極材料の劣化機構の解明	産総研	朝倉 大輔	7A
2024G054	分子座標での光電子角度分布測定によるnon dipole効果の研究	富山大学	彦坂 泰正	13A/B, 16A
2024G057	熱電物性をもつ結晶鉱物の構造物性相関解析とその高温熱電材料への応用	原研機構	本田 充紀	27A, 27B
2024G059	透明希薄磁性半導体の共鳴光電子分光	京都大学	大槻 太毅	2A/B
2024G061	低速陽電子ビームのグラフェン透過によるエネルギー可変ポジトロニウムビームの生成	東京理科大学	佐田 雄飛	低速陽電子
2024G072	Elucidating the Role of Nafion Binder and Oxygen Species in CuO-derived Catalysts for Electrochemical CO <sub>2</sub> Reduction	University of Canterbury, NEW ZEALAND	Shailendra Kumar Sharma	16A
2024G073	偏光XAFS法によるMgB <sub>2</sub> 超伝導薄膜の局所構造解析	弘前大学	宮永 崇史	12A, 9C
2024G081	高い熱電性能を示す擬一次元遷移金属カルコゲナイドの不純物効果	京都大学	大槻 太毅	28A/B
2024G086*	軟X線投影型顕微鏡の新しい展開 その2：生物試料観察への新規ビームラインの適用評価とタルボ光学系観察	千葉大学	椎名 達雄	12A, 16A
2024G099	軟X線吸収分光法を用いた水分解用電極触媒の固液界面における酸素発生反応過程のリアルタイム観察	KEK物構研	阪田 薫穂	16A
2024G100	半導体基板上的(Bi, Pb)表面超構造の構造解析；Rashba型原子層超伝導候補物質	早稲田大学	高山 あかり	低速陽電子
2024G104	STXMによるポリエステルフィルムにおける結晶／非晶の空間分布および芳香環・分子配向分布の可視化	京都大学	中西 洋平	19A/B
2024G106	有機過酸を用いた液相酸化による高炭化度炭の脱硫	秋田大学	加藤 貴宏	12A
2024G107	3原子分子のイオン対解離における負イオンの運動量分布測定	上智大学	小田切 丈	20A
2024G112	VUV・軟X線域高回折効率・高分解能傾斜屈折率多層膜回折格子の開発	東北大学	羽多野 忠	12A
2024G120	アモルファス硫化ゲルマニウムへの銀の光拡散における局所構造変化の解明	総合科学研究機構	坂口 佳史	NW10A, 27A, 27B, 9A
2024G123*	XAFS法を用いたスメクタイト構造中の鉄の酸化還元反応が気候変動に与える影響の解明	東京大学	高橋 嘉夫	12C, 15A1, 19A/B, 4A, 9A
2024G126	光合成色素の光反応の時間分解軟X線吸収分光計測	KEK物構研	熊木 文俊	12A, 13A/B, 16A, 19A/B, 7A
2024G128	$\mu$ -ARPESを用いたヤヌス遷移金属ダイカルコゲナイドにおける電子構造の直接観測	東京大学	赤塚 俊輔	28A/B
2024G129	3d遷移金属化合物のL <sub>2</sub> 吸収領域における遷移金属3s→2p <sub>1/2</sub> 共鳴軟X線発光	大阪公立大学	田口 幸広	13A/B, 16A
2024G132	単一粒子入射条件下での低速陽電子回折 (LEPD) のパターン形成の観測	KEK物構研	兵頭 俊夫	低速陽電子
2024G136	マイクロ集光AREPSによる反強磁性トポロジカル物質のドメイン依存電子状態の解明	東北大学	相馬 清吾	28A/B
2024G140	全反射高速陽電子回折によるCu(111)上のブルーフォスフォレンの構造決定	分子科学研究所	前島 尚行	低速陽電子
2024G141	SX-ARPESによる交代磁性体の3次元スピン分裂バンド構造の解明	東北大学	相馬 清吾	2A/B

2024G143	ナノ空洞中における2P励起状態ポジトロニウムの消滅現象の研究	東京大学	石田 明	低速陽電子
2024G148	XANES分析による化学種解析に基づくリュウグウ母天体の水環境の推定	東京大学	河合 敬宏	15A1, 19A/B, 9A

### G型 第2分科

2024G005	ペロブスカイト型水分解触媒の表面構造解析	東北大学	若林 裕助	3A, 4C
2024G006*	Rh・Ir系複合酸化物触媒の精密構造解析と熊本産マンタル触媒	熊本大学	吉朝 朗	10A
2024G038	スピネル型マンガン酸化物(Co,Fe,Mn) <sub>3</sub> O <sub>4</sub> におけるナノ構造を反映した結晶学的特徴の研究	九州工業大学	堀部 陽一	4B2
2024G041	反射型コヒーレントX線回折によるマンガン酸化物の巨大磁気抵抗効果の起源の解明	KEK物構研	中尾 裕則	12A, 13A/B, 16A, 19A/B, 3A, 4C, 8A, 8B
2024G044*	循環型高分子微粒子材料のマイクロ構造と強靱性の相関解明	弘前大学	呉羽 拓真	15A2, 6A, 6C
2024G048	圧力に敏感な双安定性金属錯体の開発と物性解明	筑波大学	二瓶 雅之	8A
2024G062	極低温蛍光X線ホログラフィー実験によるクラスレート化合物Eu <sub>8</sub> Ga <sub>16</sub> Ge <sub>30</sub> の結晶構造解析	広島市立大学	八方 直久	6C
2024G063	スピン三重項超伝導体K <sub>2</sub> Cr <sub>3</sub> As <sub>3</sub> の超伝導状態での結晶歪み	岡山大学	俣野 和明	3A
2024G068	Unravelling the ground state magnetic order of thin-film magnetic topological material EuCd <sub>2</sub> As <sub>2</sub>	Institute of Materials Research and Engineering	Jian Rui SOH	3A
2024G077	R <sub>1-x</sub> A <sub>x</sub> NiO <sub>3</sub> (R=希土類元素、A=Sr, Ca)の放射光を用いた精密構造解析	横浜国立大学	上原 政智	4B2
2024G080	BCC金属の蛍光X線ホログラフィー再生原子像に及ぼす加工変質層の影響	宇都宮大学	山本 篤史郎	6C
2024G090	反転対称性をもたない磁性体EuTGe <sub>3</sub> (T=Ni, Ir, Rh) における磁場誘起カイラル磁気秩序	Hiroshima University	松村 武	3A
2024G091	Short-range order and diffuse scattering in a Al-Co-Cr-Cu-Fe-Ni high entropy alloy - an atomic resolution holography investigation	Kyoto University	Jens STELLHORN	6C
2024G116	ジャイロイド構造をもつキラル反強磁性体の相転移にともなう構造変化	名古屋大学	水津 理恵	8A
2024G117	電子強誘電体RFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> が持つ極性電荷秩序ドメインの電場磁場応答	岡山大学	池田 直	3A, 4C, 8B
2024G133	単結晶X線回折による希土類硫化物の多重極子秩序状態の観測	埼玉大学	道村 真司	3A

### G型 第3分科

2024G009	制御された量子ビーム照射により固体内に合成されたナノ粒子の微細構造と特性に関する研究	大阪公立大学	堀 史説	27A, 27B
2024G010	サザエ中腸線に含まれる鉄の形態解析	東京大学	浪川 勇人	9A
2024G016	鉄触媒の化学状態の変化に伴う人形峠センター(旧ウラン触媒)堆積物中のヒ素及びヨウ素の移行素過程の解明	原研機構	徳永 紘平	12C, 9A
2024G017	高いNaイオン電池正極特性を有するバナジン酸塩ガラスの開発	東京都立大学	久富木 志郎	9A
2024G018	金属間化合物および稀薄合金の荷電粒子照射による構造変化のEXAFSによる評価	大阪公立大学	岩瀬 彰宏	27B
2024G023	ケイ酸塩ガラスのFe-K端XANESスペクトルに及ぼすアルカリ元素の影響の検討と火山ガラスへの適用	静岡大学	石橋 秀巳	4A
2024G025	鉄の化学状態に基づく海洋プレートにおける水素生成場と輸送経路の可視化	東北大学	岡本 敦	NW2A, 12C
2024G036	XASによる電極触媒を用いた有機電解反応のメカニズム研究	大阪大学	植竹 裕太	9A
2024G040	ペロブスカイト型酸化物を担体とした卑金属酸化物触媒の開発	千葉大学	一國 伸之	12C
2024G057	熱電物性をもつ結晶触媒の構造物性相関解析とその高温熱電材料への応用	原研機構	本田 充紀	27A, 27B
2024G058	固定化金属錯体・金属ナノ粒子触媒による不活性結合の活性化と触媒作用の解明	横浜国立大学	本倉 健	NW10A, 12C
2024G060	光触媒的アンモニア合成活性サイトのEXAFS追跡	千葉大学	泉 康雄	NW10A, 9C
2024G064	時間分解XAFS法を用いたScGaN薄膜の電界応答格子変形ダイナミクスに関する研究	産総研	上原 雅人	15A1
2024G066	SAXSおよびXANES測定による金ナノロッド成長過程の追跡：分解と析出の繰り返しによるナノ構造制御	愛知教育大学	日野 和之	6A, 9C
2024G069*	サブナノクラスターの材料アトラス創成にむけたXAFS構造解析	東京工業大学	今岡 享稔	NW10A, 12C
2024G070	液系二次電池材料の硬X線XAFS	産総研	朝倉 大輔	9C
2024G071	遷移金属含有層状複水酸化物の焼成処理による複合酸化物触媒造成過程のその場観察	千葉大学	原 孝佳	9C
2024G073	偏光XAFS法によるMgB <sub>2</sub> 超伝導薄膜の局所構造解析	弘前大学	宮永 崇史	12A, 9C
2024G074	銀形ゼオライト蛍光体の発光過程の解明	弘前大学	宮永 崇史	NW10A, 9C
2024G087	スパッタリング蒸着により作製した種々のサイズのSnナノ粒子の局所構造	富山大学	池本 弘之	NW10A
2024G088	アルカン脱水素用金属硫化物触媒のXAFSによる局所構造解析	島根大学	久保田 岳志	NW10A, 9C

2024G120	アモルファス硫化ゲルマニウムへの銀の光拡散における局所構造変化の 解明	総合科学研究機構	坂口 佳史	NW10A, 27A, 27B, 9A
2024G121	合金・硫化物触媒による電解反応のXAFS計測	東京大学	佐々木 岳彦	NW10A, 9C
2024G123*	XAFS法を用いたスメクタイト構造中の鉄の酸化還元反応が気候変動に与 える影響の解明	東京大学	高橋 嘉夫	12C, 15A1, 19A/B, 4A, 9A
2024G124	ギガピクセルイメージングXAFSによる鉄焼結鉄の還元過程の解明	大阪大学	武市 泰男	NW2A, 15A1
2024G137	高い触媒活性を示す多元素アトムハイブリッド触媒の構造特性	福島県立医科大学	田辺 真	NW10A, 9C
2024G138	ヒト腎臓癌の発生と微量元素局所蓄積の病因的意義の解明	藤田医科大学	松浦 晃洋	4A
2024G139*	溶液中におけるトリスオキサラトクロム (III) 酸錯イオンを取り巻く周り の環境に関する研究	東京工業大学	大塚 拓洋	9A
2024G147	Unveiling the complex structure variation of Fe-doped BaTiO <sub>3</sub> by temperature- dependent XAFS	KEK IMSS	Dongxiao Fan	NW10A, 12C, 9C
2024G148	XANES分析による化学種解析に基づくリュウグウ母天体の水環境の推定	東京大学	河合 敬宏	15A1, 19A/B, 9A

#### G型 第4分科

2024G001	放射光X線回折を用いた結晶スポンジへのゲスト分子のソーキング機構の 解明	東京大学	佐藤 宗太	17A
2024G004	回折X線明減法DXBを用いたガラス転移及び機械変形に伴う高分子動態観 察	東京大学	佐々木 裕次	NW12A
2024G008	Structural studies on affinity-tuned single chain variable fragment for CAR-T cell therapy	Seoul National University, KOREA	Byung Woo HAN	17A, 5A
2024G011	アルテミシジン生合成における新規スルホンアミド転移酵素の立体構造 解析	東京大学	阿部 郁朗	1A
2024G014	結晶構造解析によるリウマトイド因子の分子認識メカニズムの解明	東京理科大学	白石 充典	5A
2024G024	理論予測されたリゾチーム結晶中でのシッフ塩基金属錯体の結合様式や 部位の実験的検証	東京理科大学	秋津 貴城	5A
2024G029	Crystallographic study of the proteins involved in the biogenesis of photosystem II	Academia Sinica, TAIWAN	Chungi CHANG	1A
2024G030	新規なL-メチオニン酸化酵素の構造解析と基質認識機構の解明	静岡県立大学	中野 祥吾	NW12A, 17A, 1A, 5A
2024G033	低分子化抗体VHHを活用したシナプスコネクター分子の創製	東京大学	津本 浩平	5A
2024G034	基質同一部位多段階酸化型シクロムP450酵素RosCの結晶構造解析	東邦大学	鈴木 浩典	NE3A, 17A, 1A, 5A
2024G035	熱帯熱マラリア原虫由来非メバロン酸経路酵素の結晶構造解析	北里大学	田中 信忠	17A, 1A
2024G039	温度変化・光照射における結晶性大型分子の回転型運動の構造転移過程 の観測	北海道大学	陳 旻究	NW12A, 5A
2024G042	色素依存性D-乳酸脱水素酵素の立体構造に基づく新規有用酵素の創製	徳島大学	林 順司	5A
2024G043	核内受容体におけるリガンド結合メカニズムの詳細解析	東京医科歯科大学	花園 祐矢	17A, 1A
2024G045	ピフィズ菌が独自に獲得した腸管粘膜のムチン糖鎖代謝関連酵素に付 随するドメインの構造解析	東京大学	鹿島 騰真	NE3A, NW12A, 17A, 1A, 5A
2024G050	海洋天然物ライブラリから取得した抗ウイルスタンパク質の高機能化	東北大学	田中 良和	1A
2024G051	タンパク質フォールド進化中間体の再構成	理化学研究所	田上 俊輔	5A
2024G052*	創薬を志向したタンパク質-リガンド複合体の立体構造解析	東北大学	田中 良和	1A
2024G065*	高機能な分子の創製を目指した光受容タンパク質の結晶構造解析	量研機構	安達 基泰	17A, 1A, 5A
2024G076	カルシウムイオンにより制御されるPET分解酵素Cut190の構造変化に伴う 活性化機構の解明と高機能化	東京医科歯科大学	沼本 修孝	17A, 1A
2024G083	CLEC12Aを標的とした新規炎症抑制剤開発に向けた構造生物学的研究	大阪大学	長江 雅倫	NE3A, NW12A, 17A, 1A, 5A
2024G089	メチルチオアデノシンリン酸化酵素の構造解析	医療創生大学	角田 大	5A
2024G093*	病原細菌に対する抗菌剤開発を指向した膜層タンパク質の構造基盤解 析	Kyushu University	MARTINEZ CAAVEIRO	5A
2024G105	腸内細菌由来のヒトミルクオリゴ糖分解酵素とそのシャペロンの結晶構 造解析	明治大学	山田 千早	NW12A
2024G111	CENP-SX複合体による協調的なDNA認識機構の解明	東京理科大学	西野 達哉	1A
2024G119	結晶化学発光反応に伴う相変化過程のリアルタイム観測	電気通信大学	松橋 千尋	NW12A, 5A
2024G127	昆虫ステロイドホルモン生合成調節因子Noboとその活性阻害化合物との 複合体のX線結晶構造解析	筑波大学	丹羽 隆介	NE3A, 17A
2024G130	V-ATPaseの回転メカニズム解明を目指したX線結晶構造解析	千葉大学	村田 武士	17A, 1A
2024G131	ヒトの心不全や拡張型心筋症の薬剤開発を目指したcMLCK-CaM-活性制御 化合物複合体の立体構造解析	KEK物構研	千田 俊哉	1A
2024G146	食肉寄生虫が有する毒素タンパク質の結晶構造解析	東京理科大学	荒川 孝俊	17A

#### G型 第5分科

2024G012	テングーX線反射率法による高分子薄膜の構造解析	名古屋工業大学	山本 勝宏	10C, 15A2
----------	-------------------------	---------	-------	-----------

2024G013	ブロック共重合体の新奇複雑相分離構造の生成メカニズム	名古屋工業大学	山本 勝宏	15A2
2024G015	米由来難消化性澱粉の糊化プロセス、老化プロセスの解明	山形大学	松葉 豪	6A
2024G026*	X線小角散乱によるISCA1蛋白質の分子構造および磁場応答性の生物種依存性解析	量研機構	新井 栄揮	10C
2024G028	回折実験のみに基づく超臨界混合系の数密度ゆらぎの研究	千葉大学	森田 剛	15A2
2024G044*	循環型高分子微粒子材料のマイクロ構造と強靱性の相関解明	弘前大学	呉羽 拓真	15A2, 6A, 6C
2024G047	オペランドSWAXS測定によるEDLC電極の構造解析	群馬大学	畠山 義清	6A
2024G053	均一網目からなるイオンゲルの伸張誘起構造変化	岐阜大学	橋本 慧	10C
2024G066	SAXSおよびXANES測定による金ナノロッド成長過程の追跡：分解と析出の繰り返しによるナノ構造制御	愛知教育大学	日野 和之	6A, 9C
2024G067	医薬品抗体の変性構造と凝集構造の小角X線散乱解析	長浜バイオ大学	今村 比呂志	10C
2024G078	油脂結晶内に蓄積する歪みの発生機構の解明	広島大学	小泉 晴比古	6A
2024G085	電解質の価数と詳細構造が支配する荷電脂質膜-電解質系の自己組織化構造形成	千葉大学	伊藤 弘明	10C
2024G098	引張試験時のひずみと小角・広角X線散乱による微細構造のその場観察によるPP/PE材の力学特性の解明	名古屋工業大学	西田 政弘	10C, 15A2
2024G103	種々のサイズのSnナノ粒子の結晶相とサイズ分布	富山大学	池本 弘之	10C
2024G108	ゲスト分子を用いたペプチド巨大環状錯体の構造制御と新規機能開拓	お茶の水女子大学	三宅 亮介	10C
2024G109	小広角X線散乱による脂質型トリプチセン誘導体が形成する膜ドメインの構造解析	九州大学	木下 祥尚	6A
2024G110	せん断および引張下における高分子ゲルの微細構造変化	東京大学	眞弓 皓一	10C
2024G113	海藻由来硫酸化多糖の乳清タンパク質との会合構造の観察	大阪電気通信大学	湯口 宜明	10C
2024G118	高温・高圧水中におけるセルロースおよびセルロース誘導体の溶解、分解挙動に関する研究	京都大学	中村 洋	10C, 15A2
2024G125	せん断応力下におけるココアバター結晶化に伴う多形発現の温度-結晶化時間の関係図作成	広島大学	上野 聡	6A

#### G型 第6分科

2024G007	放射光を用いた口腔微細構造の平面および立体のX線位相イメージング観察	日本大学	河野 哲朗	14B, 14C	
2024G020	カルボジイミド化合物の圧力相転移に及ぼす分子アニオン配向の効果	北海道大学	鱒淵 友治	18C	
2024G021	熱活性化遅延蛍光を駆動する構造変化の可視化	高輝度光科学研究センター	片山 哲夫	NW14A	
2024G022*	X線吸収・位相・散乱ラミノグラフィーの開発と改良	KEK物構研	平野 馨一	14B, 3C	
2024G032	CrOOHとCoOOHの圧力誘起構造相転移	東北大学	鈴木 昭夫	NE5C, NE7A	
2024G037	放射光冠動脈造影を用いた細胞シート微小血管新生の検出	順天堂大学	松下 訓	14C	
2024G049	Investigating phase separation dynamics of solvent mixtures via time-resolved X-ray liquidography	Korea Advanced Institute of Science and Technology, KOREA	Hytcherl IHEE	NW14A	
2024G055	ハロゲン化鉛ペロブスカイトナノ結晶の励起状態構造の時間分解XAFS研究	National Institute for Materials Science	スン オ	ホンタ	NW14A
2024G056	時間分解X線回折からみたRFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (R:希土類イオン) の高速電子強誘電ダイナミクス	東京工業大学	沖本 洋一	NW14A	
2024G075	マランゴニ不安定性が誘起する脂質膜の微視的相転移	近畿大学	矢野 陽子	NE7A	
2024G079	AI薄膜に付着したPd被覆による斜入射X線の出射角変化の測定	宇都宮大学	山本 篤史郎	14B	
2024G082	ヘテロナノチューブに内包されたヨウ素分子の構造解析	名古屋工業大学	石井 陽祐	18C	
2024G084	電気抵抗・X線回折同時測定によるTh <sub>3</sub> P <sub>4</sub> 型物質における新規超伝導体探索	物材機構	松本 凌	NE1A	
2024G092	Swelling Kinetics of Thin Silk Protein Films upon Vapor Exposure	Indian Institute of Technology, INDIA	Dillip Kumar SATAPATHY	NE7A	
2024G094*	First high-pressure XRD investigations on piezocatalytic Sillen-Aurivillius phases exhibiting unusually high water-splitting ability	Indian Institute of Science Education and Research, INDIA	UJJAL K. GAUTAM	18C	
2024G095	X線回折法による高圧摺動下における潤滑油膜の構造解析	京都大学	平山 朋子	18C	
2024G096	高温高圧におけるFeS IVとFeS Vの相境界の探索	岡山大学	浦川 啓	NE5C	
2024G097	X線位相イメージング法による繊維性の高い物質を対象とした検出能評価に関する研究	金沢大学	岡本 博之	14B	
2024G101	ピコ秒時間分解XAFSを用いたCO <sub>2</sub> 光還元Ir錯体における励起状態構造の解明	KEK物構研	野澤 俊介	NW14A	
2024G114	単結晶ダイヤモンドのX線トポグラフィー欠陥評価	産総研	加藤 有香子	14B, 20B, 3C	
2024G115	梯子型鉄系化合物の圧力下における磁性及び軌道秩序と超伝導の相関	兵庫県立大学	池田 修悟	NE1A	
2024G122	Cd <sub>1-x</sub> Pd <sub>x</sub> Ir系遷移金属ダイテルライドの高圧下構造解析	新潟大学	大村 彩子	NE1A, 18C	
2024G134	インビボ分子イメージングを旨とした蛍光X線CTの画質改善と撮像時間短縮	弘前大学	銭谷 勉	NE7A	

2024G135	高圧力下核共鳴前方散乱測定によるビスマスフェライトの室温電気磁気効果の起源探索	兵庫県立大学	河智 史朗	NE1A
2024G144	時間分析メスbauer分光の応用実験に向けた実験手法開発	京都大学	北尾 真司	NE1A

### 新たに採択となったP型課題

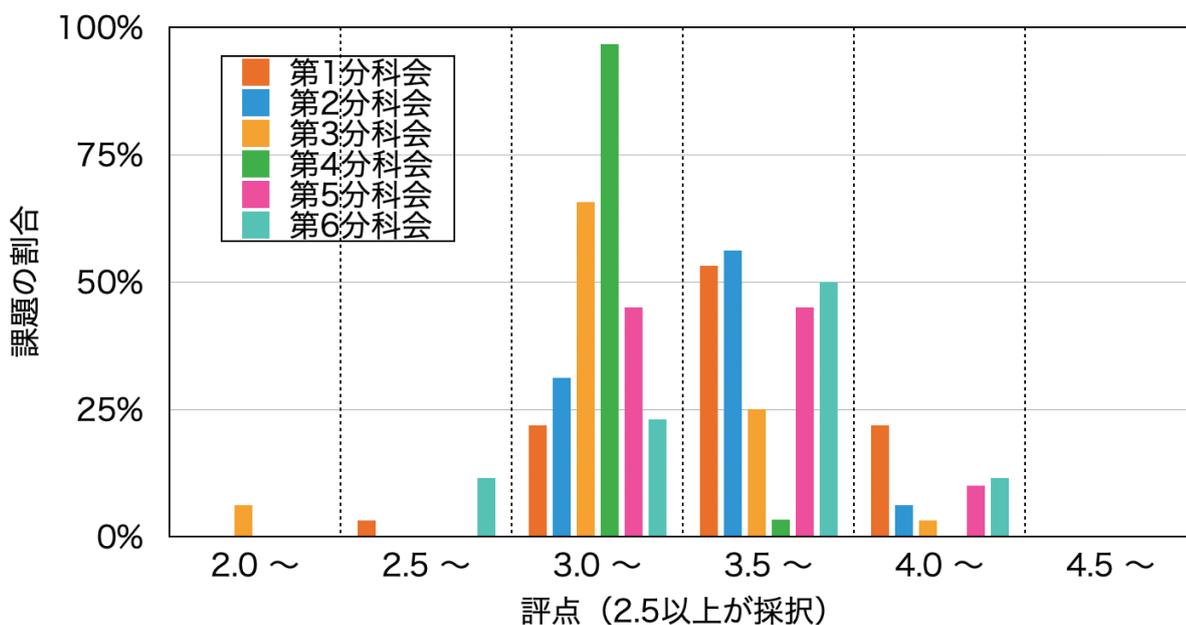
課題番号	課題名	所属	実験責任者	ビームライン
<b>第1分科</b>				
2023P006	NEXAFS分光による対称ビスカルペンの金属基板上での配向決定	秋田県産業技術センター	山根 治起	16A
<b>第2分科</b>				
2023P003	希土類珪酸ガラスの相転移挙動の観察	東北大学	大川 采久	4B2
2023P005	Eu(III)-RNAモノマー錯体の結晶構造解析	埼玉大学	半田 友衣子	8A
<b>第3分科</b>				
2023P004	重イオン照射によりアモルファス化された二次元磁性体の物性解明	東京大学	塩見 雄毅	15A1
2023P008	XAFSによる2p軽元素の局所構造解析	物質・材料研究機構	磯上 慎二	9A

### 新たに採択となったマルチプローブ課題

課題番号	課題名	所属	実験責任者	ビームライン
<b>スタンダードタイプ</b>				
2024MP-S001	マルチプローブを用いた境界潤滑層の構造・物性・化学状態の把握と摩擦特性との相関性の検証	京都大学	平山 朋子	7A, 19A/B, NW10A

課題名等は申請時のものです。\*印は条件付き採択課題

### 2024年度前期G型課題評点分布（分科会別）



## 第164回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：2023年11月28日（火） 15:00～  
場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室＋  
ウェブ（Zoom）併用

- 【1】第161回議事要録の確認について
- 【2】審議
  - (1) 次期副所長等の選考方法について
  - (2) 次期技術調整役等の選考方法について
  - (3) 教員人事（物構研23-3・特別助教1名・中性子）
  - (4) 特定人事（新領域開拓室・特別助教・クロアポ）
  - (5) J-PACR 物質・生命科学ディビジョン長等の選考について
  - (6) 所長選考について
- 【3】報告
  - (1) 人事異動
  - (2) 博士研究員の選考結果について
  - (3) KEK 日本学術振興会特別研究員の選考結果について
  - (4) 研究員の選考結果について
  - (5) 2023年度後期放射光共同利用実験課題審査結果について（条件解除）
  - (6) 2023年度通期放射光共同利用実験課題審査結果について
- 【4】研究活動報告（資料配布のみ）
  - (1) 物質構造科学研究所報告
  - (2) 素粒子原子核研究所報告
  - (3) 加速器研究施設報告
  - (4) 共通基盤研究施設報告

## 第167回物質構造科学研究所運営会議議事次第

日時：2024年1月26日（金） 15:10～  
場所：高エネルギー加速器研究機構 管理棟大会議室＋  
ウェブ（Zoom）併用

- 【1】所長報告
- 【2】第162回議事要録の確認について
- 【3】審議
  - (1) 人事異動
  - (2) 博士研究員の選考結果について
  - (3) 研究員の選考結果について
  - (4) 2023年度通期放射光共同利用実験課題審査結果について
  - (5) 2024年度マルチプローブ共同利用実験課題審査結果

について

- 【4】報告
  - (1) 人事異動
  - (2) 博士研究員の選考結果について
  - (3) KEK 日本学術振興会特別研究員の選考結果について
  - (4) 研究員の選考結果について
  - (5) 2023年度後期放射光共同利用実験課題審査結果について（条件解除）
  - (6) 2023年度通期放射光共同利用実験課題審査結果について
- 【5】研究活動報告（資料配布のみ）
  - (1) 物質構造科学研究所報告
  - (2) 素粒子原子核研究所報告
  - (3) 加速器研究施設報告
  - (4) 共通基盤研究施設報告

## 物構研コロキウム

日時：2023年11月27日（月） 16:00～（オンライン）  
題名：#58 マイクロ流体デバイスを用いた脂質ナノ粒子の作製と核酸送達に向けた構造解析  
講師：星 健夫氏（核融合科学研究所 教授）

日時：2024年1月22日（月） 16:00～（オンライン）  
題名：#59 中性子散乱によるスピントロニクスへの挑戦  
講師：真栄城 正寿氏（客員准教授 / 北海道大学 准教授）

# 2023 年度第 2 期配分結果一覽

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	11/6	11/7	11/8	11/9	11/10	11/11	11/12
	STOP	T/M	T/M	T/M	E	E	E
1A					調整		
2A/2B					23G624 小林 成 22T001 神田 龍彦		
3A					23G554 大石 遼平		
3B							
3C					23G152 山口 博隆		
4A					調整	22G126 高橋 嘉夫	
4B2					23G526 植草 秀裕		
4C					調整	22G636 深谷 亮	
5A					調整	22G643 井口 昌	
6A					調整	22G620 中沢 寛亮	
6C					23G613 徳田 誠		
7A					23G032 長 23G065 23G032 長板 将成		
7C					23G104 籠井 玲児		
8A					23G510 23PF-G003 深谷 亮		
8B					23G527 若林 裕助		
9A					調整	23PF-G001 河野 智志	
9C					調整		
10A					調整		
10C					調整	23G529 渡田 真央	
12C							
13A/13B					23G566 石原 博一 22G546 徳川 伸也 23G531		
14A					調整	23G146 坂本 勇	
14B					23G625 ZHANG Xiaowei		
14C					調整		
15A1					調整		
15A2							
16A					22P020 山 22G3 22G552 22G3 22G552 朝		
17A					調整	23Y002	
18C					調整		
19A/19B					調整	22G587	
20A					調整	22G598 副島 浩一	
20B					調整		
27A					調整	22G633 岡本 芳浩 22G065 本田 芳浩	
27B					23G067 岡本 芳浩 22G065 本田 芳浩		
28A/28B					調整	21S2-001 佐藤 宇史	
	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP	STOP
NE1A							
NE3A							
NE5C							
NE7A							
NW2A							
NW10A							
NW12A							
NW14A							
SPF					21T002 辻川 夕貴		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	11/13	11/14	11/15	11/16	11/17	11/18	11/19
	E	E	B	M	E	E	E
1A	23Y 23C202 22G 23Y				22G 23PF-B006 22G 23G 23G 22G		
2A/2B	22T001 神田 龍彦		21S2-002 植田 成		21S2-002 植田 成		
3A	22G114 松村 武				22G520 中村 翔太		
3B	23G087 奥平 幸司				23G087 奥平 幸司		
3C	23G138 早稻田 篤				23G138 早稻田 篤		
4A	22G126 高橋 嘉夫		23G682 柴田 典典		22G619 松浦 晃洋		
4B2	23G526 植草 秀裕						
4C	22G636 深谷 亮		23G601 志村 健		23G601 花咲 健亮	23PF-G003	
5A	22G621 河野 智志 23Y 22G 23PF-Q006 河野				22G 23 22G 22G 23PF-B006 23G 23		
6A	調整	23G001 矢野 智志	22G100 日野 和志		23G587 竹下 悠輝	調整	23G009 森 幹大
6C	23G613 徳田 誠				23G569 杉山 和正		
7A	23G032 長板 将成		23G651 宮崎 康典		23G065 23G651 宮崎 康典		
7C	23G104 籠井 玲児				23G104 籠井 玲児		
8A	23PF-G003 23G635 後藤 秀和				23G635 後藤 秀和	23G104 籠井 玲児	
8B	22G556 佐賀山 基		調整		調整	22G556 佐賀山 基	
9A	23Y005 22G074 調整	23G119 高橋 嘉夫			22G074 嶋竹 裕太	22G609 吉田 真明	
9C	22G828 上原 康博	22G616 一 藤 優子	23Y011 22G527		23G007 横山 利彦		
10A	調整				調整		
10C	22G537 矢野 智志	22G138 籠井 玲児	23P001 金井 真		22G047 水多 智	23G125 藤田 博一	23G166 小川 隆
12C					調整	22G139 藤倉 大輔	22G512 渡辺 隆平
13A/13B	23G531 22G129 山口 幸成	22G134 宮崎 康典	23G628		23G098 21S2-00 23G098 21S2-00	23T001 ZHANG	
14A	23G146 坂本 勇				調整		
14B	23G625 ZHANG Xiaowei	22G064 河野 智志			22G064 河野 智志	22G577 秋本 晃一	
14C	22G611 米山 明男		23G086 長尾 千晴		22G062 萩元 裕司	23G098 Thet Thet LWIN	
15A1	調整		23PF-T001 RILLE		23G119 高橋 嘉夫	23G591 城戸 勇	
15A2							
16A	21PF-S003 中尾 裕則		21S2-004 山崎 裕一		21S2-004 山崎 裕一	23G664 石井 隆	
17A	23Y003 23G0 金井 真	調整			22G 22G 22G 23G 22G5 22G		
18C	23G571 中野 智志				23G571 中野 智志	23G618 松石 健	
19A/19B	22C212	21PF-S 22S2-00 21PF-S 22S2-00			21PF-S 23G682 21PF-S 22S2-00 23G614 22S2-00		
20A	22G598 副島 浩一		23G583 星野 正光		23G553 星野 正光		
20B	23PF-G016 柴崎 裕樹				22G093 加藤 有香子		
27A	22G065 本田 芳浩	23G592 永井 崇之			調整	22G507 中川 隆子	23G045 冨田 隆
27B	22G065 本田 芳浩	調整			22G507 中川 隆子	23G128 渡子 裕 亮	23G103 大庭 隆
28A/28B	21S2-001 佐藤 宇史	22G652 相馬 清吾			22G518 津川 貴司	23G108 三石 隆	
	STOP	T/M	T/M	T/M	E	E	E
NE1A					23PF-G015 柴崎 裕樹		
NE3A					調整	金井 真	23Y002
NE5C					調整		
NE7A					22G015 矢野 智志		
NW2A					調整	22G059 武市 泰男	
NW10A					調整	22G581 奥村 裕 22G033 本倉 健	
NW12A					調整		23PF-G017
NW14A					調整	23PF-G003 深谷 亮	
SPF	21T00 23MP-E003 松田 康				23PF-Q003 AHMED Rezwan		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	11/20	11/21	11/22	11/23	11/24	11/25	11/26
	E	M	B	E	E	E	E
1A	23P 23P		23P 23PF-B019	23G 23PF-B009	22G 23G 23G	23G558 渡後 彰	23G164 富松
2A/2B	21S2-002 緒		23G631 中辻 寛		23G164 富松 勇雄	23G558 渡後 彰	23G164 富松
3A	23G043 林 浩		23G043 林 浩	22G109 田嶋 千藍			21S2-004
3B	23G087 真平		21S2-003 小澤 健一				
3C	23G138 早稲		23G138 早稲田 篤				23G625 ZH
4A	22G619 松浦		22G619 松浦 晃洋		22G648 保倉 明子		
4B2			22G023 堀部 陽一				
4C	23PF-G003		23PF-G003 栗谷 亮		22G577 秋本 晃一		
5A	23G 22G510 調		23P 23G 22G098 調		23G 22G523 中川 23G		
6A	調		23G537 清水 祥一	23G124 渡神 雄子	23G657 中屋 直樹	22G001 中野 寛光	
6C	23G569 杉山		22C206				
7A	23G651 吉崎		23G665 吉田 真明	22C206			
7C	23G104 藤井		23G627 川又 透	23G581 山根 峻			
8A	23G104 藤井		23G104 藤井 雄男	22G066 二瓶 雅之		22G669 下野	
8B	22G556 佐賀		調整				
9A	22G609 吉田		22P017 山口 真樹	22G579 宮永 康史	22G561 池本 弘之	22G612 橋本 敏司	
9C	23G007 横山		23Y010	23G512	23G561 福田 康宏	22G676 野澤 俊介	
10A	調整		22G505 吉朝 朗				
10C	22G010 山本 勝彦		23G117 石毛 亮司	22G040 橋本 暁	23G530 金子 文徳	22G667 新井	
12C	23PF-G 23G064		22G035 金澤 知憲	23Y006 23G564	23G153 北村 未歩	22G589	
13A/13B	22G568 23T001		22G568 23T001	23MP-E003 松田 康	23G822	23G126	
14A	調整		23G672 幸村 孝由				
14B	22G577 秋本		22G577 秋本 晃一	22G503 橋永 昭			
14C	23G088 橋本 大地		22G062 橋本 大地	22G604 高松 大郊	23G633 植田 幸祐		
15A1	23G591 城戸		23G591 城戸 大貴	23C203	23G011 CHENG Weiren		
15A2							
16A	23G664 石井		23G664 石井 裕大	23G070 23G664	23G664 石井 裕大	21S2-004 山崎 裕一	
17A	23G 23G 23G1		22G575 CHAVAS	22G 23G	23G 23G015 調	23G612 調	
18C	23G618 松石		調	23G042 二村 竜祐	23G010 阿部 洋	23G570 遊佐	
19A/19B	23PF-G 23S2-00		23PF-G 23S2-00	23PF-G 23S2-00	23PF-G 23C206	23PF-G 23G119	23PF-G 23G119
20A	23G553 星野		23G553 星野 正光	調整			
20B	22G093 加藤		23G030 橋勝				
27A	23G045 富田		22G633 藤原 光樹	22G665 本田 光樹	調	23G666 渡後 明徳	23G039 藤原 敏博
27B	23G103 大原		23G067 橋本 大地	23G136 刀根 雅也	22G665 本田 光樹	22G660 中瀬 正彦	
28A/28B	23G108 三石		21S2-00	22G650 小林 正紀	21S2-001 池田 幸	23G683 渡神 智樹	23G608 藤田 昌樹
NE1A	調	22G125 河智 史朗					
NE3A	23G 23G 23C202	22G076 調					
NE5C	23G659 柴崎 裕樹		22G088 鈴木 昭夫				
NE7A	22G015 矢野 陽子		22G018 湯浅 哲也				
NW2A	22G059 武市 泰男	22C206	23PF-T005 RILLE	22S2-001 木村 正雄			
NW10A	23Y011	22G676 野澤 俊介	23G033 23G539	22G605 曾根 庸	22P017 山口 直樹	22G074	22G682 宮成 康史
NW12A	23PF-G017 23Y	調	調	22G			
NW14A	23PF-G003 栗谷 亮	23G135 栗谷 亮			23PF-T003 NGUYEN Le T		
SPF	23 22G615 高山 あかり			23G157 石田 明			

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	11/27	11/28	11/29	11/30	12/1	12/2	12/3
	E	E	B	E	E	E	E
1A	22G	23Y003	23P	22G 22G130 神	22G 23Y		
2A/2B	23G164 富松	23G528 相馬 拓人	23G662 西久保 綾	23G653 幸島	21S2-002 組頭 広志		
3A	21S2-004 山崎 裕一		調		23G611 HIRSCHBERG		
3B	21S2-003 小澤 健一					21S2-00	
3C	23G138 早稲田 篤						23G625 ZH
4A	23G613 藤田 誠	22G126 高橋 嘉夫	22G564 三河内 岳		23G512 阿部 敏也		
4B2	22G023 堀部 陽一		23P003 大川 采久				23G514 齊藤
4C	23G644 白澤 徹郎		23G113 小林 成		23G616 筒井 智嗣		
5A	22G 23G 23G 23G 23G	23G 23G 23G 23G	23Y 23G 23G		23G 22G076 調		
6A	23G573 中川 慎太郎	23G016 横山 寛樹	23G588 藤井 伸一	23G154 渡神 雄之	23G034 山口 直樹	23G172 森崎 和樹	
6C	22C206	22G501 坂井 伸行			23G622 手塚 泰久		
7A	23G087 23G069 藤林 潤	23G087 真平 幸司	23G069 藤林 潤	23G087 23PF-G 23G087	23G641 永村 直樹	23P002 吉田 健文	
7C	23G613 藤田 誠	23G628 手塚 泰久					
8A	22G669 下野	23G510 寺田 典樹			23G550 岩佐 和晃		
8B	23PF-Q007 佐賀 暁	23G158 奥山 大輔			22G655 菅野 暹	23G520 後藤	
9A	22C206	23Y006	調	23C203	23G640 高草 木達	22G648 保身	
9C	22G581 奥村 和		23PF-G002 阿部 洋		22C206	23G109 朝倉 博行	
10A	22G505 吉朝 朗		23G540 吉朝 朗				
10C	22G667 新井		23G047 有田 昌司		22G003 藤井 伸一	23G556 平井 光樹	22G137 三宅 高介
12C	23C203	22G011 久藤 本雄	22G030 EMPIZO	23G538	22G082 一岡 幸之	22G525 朝倉 清高	
13A/13B	22G658 23G126	22G658 23G126	21S2-003 小澤 健一	23G622 23G622	21S2-00 23G622	21S2-00 23G622	21S2-00 23G032
14A	22G055 岸本 俊二		23PF-Q002 佐賀 山 嵩				
14B	22G503 橋永 昭		23V001		22G651 砂口 尚輝		
14C	23G633 植田 幸祐	23G544 山田 重人			22G530 松下 昌之助		
15A1	23G011 CHENG Weiren		23G617 奥田 清司		23PF-T001 RILLE	23G636 西藤	
15A2							
16A	21S2-004 山崎 裕一	23G 22G036 東	21PF-S 23G665	21PF-S 23G665	21S2-004 山崎 裕一	22G 22G552 調	22G 22G552 調
17A	23G604 調	23G 23G	22G575 C 23C202	23G			23G562 CHA Sun
18C	23G570 遊佐 幸	22G617 久米 徹二			23G580 飯塚 理子		
19A/19B	23L007	23S2-001 高橋 嘉夫	23L 23S2-00	23PF-G003 栗谷 亮	23G119 高橋 嘉夫	23S2-00	
20A	調整	23G552 北島 昌史					
20B	23G030 橋勝		23G139 谷口 弘三				
27A	23G136 刀根 雅也	23G087 真平 幸司					
27B	23G020 齊藤 拓巳	22G632 藤原 敏博	23G593 高島 容子	22G618 松浦 治明			
28A/28B	21S2-00	22G077 大塚 太郎	22G665 岩澤 英明	22G007 菅原 克明			
NE1A	22G125 河智 史朗	22G110 池田 修悟		M	22G111 北尾 真司		
NE3A		22G031 藤原 敏博	調			23Y002	
NE5C	22G088 鈴木 昭夫	23G063 大高 理			23G063 大高 理		
NE7A	22G018 湯浅 哲也				22G018 湯浅 哲也		
NW2A	調	23C207			23C207	22S2-001 木村 正雄	
NW10A	23Y011	22G599	23G583 奥 謙大	23G017 曾根 庸	23Y010	23G620 中島 伸夫	22G06 22G106
NW12A	23G 23G	調			23Y		
NW14A	調		22G133 野澤 俊介		22G133 野澤 俊介	23G151 HUANG Xinchao	
SPF	23 23G619 中島 伸夫				23G137 平川 力		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	12/4	12/5	12/6	12/7	12/8	12/9	12/10
	E	E	M	HB	HB	HB	HB
1A		22G		調整	23Y 3	22G9	
2A/2B	21S2-002 相頭 広志			23PF-G009 岡中	23G115 小田切 文	23G083 湯川 龍	
3A	23G611 HIRS	22G551 藤正輝		22G551 藤正輝	22G016 若林 裕助		
3B				23G160 前島 尚行			
3C	23G625 ZHANG Xiaowei			23G625 ZHANG	23G152 山口 博隆		
4A	22G038 石橋 秀巳			22G564 三河内 岳	22G126 高橋 嘉夫		
4B2	23G514 齊藤 壽			22G554 藤井 孝太郎	22G658 籠宮 功		
4C	23G616 筒井	22G016 若林 裕助		23PF-G029 田原	23G090 清水 憲一		
5A	23PF-Q006 芳野 功	23Y		調整	22G621 齊藤 正輝	22G	23G 23G675 鳥
6A	23G167 丸林 弘也	23G646 藤田 剛		22G115 藤本 弘之	22G099 上野 謙	23G079 上野 謙	23G121 藤原 謙
6C	23G074 細川 伸也			23G575 大山 朝博	23G563 大山 研司	22G601 STB	
7A	22G113 朝倉 大輔			23G069	23G087 奥平 幸司	23G147 遠藤 理	23G089
7C	23G628 手塚 泰久			22G629 岩住 俊明			
8A	23G550 岩佐 和晃			23G550 岩佐 和晃	23PF-Q007 佐賀 大	23G059 熊井 玲児	
8B	23G520 後藤	23G104 熊井 玲児		23G104 熊井 玲児	22G655 菅野 暉		
9A	22G648 保原	23G069		23PF-Q019 岡部	22G514 白井 誠之	23G601 花咲 徳亮	
9C	23G620 中島 伸夫			23Y027	22G625	23G141 島山	
10A	23G540 吉朝 朗			23G568 栗林 貴弘			
10C	23G574 藤野 拓也	23G529 渡田 真央		23G097 竹下 嘉樹	23G589 島田 功	23G097 浅野 直人	
12C	23G119 高橋 達夫	22G119 龜川 卓			23Y019	23G119 高橋 嘉夫	
13A/13B	21S2-0	22G635	23G104	21S2-0	23G032	21S2-0	23G032
14A	23PF-Q002 佐賀山 基			調整			
14B	22G651 砂口 尚輝			22G651 砂口 尚輝		23G030 橋本	
14C	22G026 矢代 航			22G026 矢代 航			
15A1	23G636 西藤	22G067					
15A2				調整	23G530 金子 文子	23G661 中野 智志	
16A	21S2-004 山崎 裕一			21S2-004 山崎 裕一	22T002 渡谷 昌平	21PF 23G670 穂	22G511 渡谷 昌平
17A	3	全自閉児児		23G 22G	22G575 CH	22G596 橋本 崇也	23G
18C	23PF-G022 佐藤 友子			23G532 川村 幸裕		23PF-G022	
19A/19B	21PF-S003 中尾 裕則			23G678	23G119	23C201	23G119 高橋 謙一
20A	23G552 北島 昌史					23PF-G018	
20B	23G139 谷口			調整		23G625 ZHANG	
27A	22G092 坂口 佳史			22G933 藤原 直樹	23G666 横谷 明徳		
27B	22G065 本田 光昭	23G020 齊藤 祐巳		23G066 岡本 芳浩		22G632 藤原 直樹	
28A/28B	21S2-001 佐藤 宇史			21S2-001 佐藤 宇史		23PF-G	21S2-00
NE1A	E	E	M	M	E	E	E
NE1A	22G111 北尾 真司				22G110 池田 修悟		
NE3A	23Y				23G	23Y002	
NE5C					23G519 坂巻 竜也		
NE7A	22G018 湯浅 哲也				22G088 鈴木 昭夫		
NW2A	22S2-001 木村 正雄			調整	22S2-001 木村 正	23PF-G007 大東 亨	
NW10A	23Y011	22G606 橋本 崇		22G625	22G075 池本 弘之		
NW12A		23U002 HAN By		22G127			
NW14A	23G151 HUANG Xinchao			22G647 厨包 恭央	23G084 佐々		
SPF	23G 22G087 石田 明				23G626 花田 貴		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	12/11	12/12	12/13	12/14	12/15	12/16	12/17
	HB	HB	HB	HB	HB	HB	HB
1A	23G 22G	23Y003	調整	23G	調整	23PF-B012	23G
2A/2B	23G083 湯川	22G513 木村 真	22G652 藤原 直樹	22G006 湯川 貴司		23G171 SAIKA B	23G587
3A	22G016 若林 裕助	23G524 中村 智樹	23G518 中村 智志				
3B	23G160 前島 尚行				21S2-003 小澤 健一		
3C	23G159 渡辺 紀生					22G640 筒井	
4A	22G126 高橋	22G641 佐竹 渉			22G126 高橋 嘉夫		
4B2	22G658 籠宮 功				22G014 上原 政智		
4C	23G681 村井 直樹	23G507 藤原 直樹	22G551 藤正輝	23G605 鈴木 真哉子			
5A	23G 23G	23G 23G	調整	22G643 齊藤 正輝	22G0		22G
6A	23G547 矢野 誠二	22G069 橋本 崇也	22G101 島山 健太	23G654 齊藤 謙	22G536 高橋 謙	23G102 小嶋 智子	22G625 木下 祥典
6C	22G601 STELLHORN Jet	22G045 八方 直久	22G029 山本 篤史郎	22G079 北浦			
7A	23G068	22G511 渡谷 昌平	23G147 遠藤 理	22G511 渡谷 昌平	23G147 遠藤 理		
7C	22G629 岩住 俊明			23G059 熊井 玲児			
8A	23G059 熊井 玲児				22G551 藤正輝	22G556 佐賀	
8B	23G044 岡野 健	22G131 嶋山 佑典		23G513 藤原 直樹	23G027 藤原 直樹	23G059 熊井	
9A	23G680 久保田 圭	22G067	23G540	23G068	22G581	22G116 西脇 芳典	
9C	23G141 島山	23Y010	23PF-T	22G035	23PF-G002 齊藤 謙	23G161 郷次 智	23G162 郷次
10A	23G568 栗林 貴弘			22G624 栗林 貴弘			
10C	23G661 中野 智志			23G053 上久保 裕生	23G091 Li Xiang	23G137 三宅 亮介	
12C	23G092 矢野 誠二	23G119 高橋 嘉夫	22G512 橋本 崇也	22G033 木倉 健	22G011 久保 本	23G546 高橋 謙一	23G058 北浦 守
13A/13B	23G507	22G522	21S2-0	22G522	23G630 中村 寛	23G630	21S2-0
14A				調整		調整	調整
14B	23G030 橋本			22G122 岡本 博之		23C213	
14C	22G585 森浩一				22G580 松下 昌之助		
15A1							
15A2	22G550 真藤 誠二	22G010 山本 勝次	23G517 島田 清博		23G091 Li Xiang	23G061 戸本 穂	23G538 齊藤 智典
16A	21S2-004 山崎 裕一	23G129 坂本 祥樹	23G605 鈴木 真	22T002 渡	23G046 藤原 直樹	22G636 渡谷	
17A	23G025 菅		調整	23Y	23C202	23G604 穂	23G 22G 22G6
18C	23PF-G022	23G618 松石 清人	23G145 藤裕之		22G073 石井 福祐		
19A/19B	23L004	23G062	23L003	23Y029	23G085 三浦 一樹	23MP-S	23G170
20A	23PF-G018 足立 誠一	22G107 小田切 文					
20B	23G625 ZHANG Xiaowei	調整			23G152 山口 博隆		
27A	22G548 杉田 剛	22G633 岡部 直樹			23G666 横谷 明徳	23G039 藤原 直樹	
27B	23G592 永井 崇之	23G655 秋山 大輔	23G103 大原 麻希	23G148 小嶋			
28A/28B	23PF-G	23G088 坂野 昌人			23T001 ZHANG Xiaoni	23MP-E003	
NE1A	E	E	B	E	E	E	E
NE1A	調整	22G103 大村 彰子			23G571 中野 智志		
NE3A				23G		23Y002	
NE5C	23G519 坂巻	23G606 山田 明寛			22G037 酒崎 真弘		
NE7A	22G088 鈴木 昭夫	23G508 小野 重明			23G668 藤裕之		
NW2A	調整	22S2-001 木村 正雄		調整	22C206		
NW10A	23Y019	22G644	23G587 白井 謙	23G008 朝倉 清高			
NW12A					22G592 藤原 直樹		23G557
NW14A	23G084 佐々木 裕次	22G133 野澤 俊介	調整		22G602 KIM		
SPF	23G626 花田 貴	23G656 和田 健			23G660 周		

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	12/18	12/19	12/20	12/21	12/22	12/23	12/24
	HB	HB	HB	M	M/HB	HB	HB
1A	22G 22G	23Y 220G	調整		22G 220G 22G 22G		23PF-B006
2A/2B	22G105 菅田 遼平	23G587 朝倉 大輔			23G587 22G094 朝倉 大輔	21S2-002 堀	
3A	23G509 HAO Lin				調整	23G525 岡 真一郎	
3B	21S2-003 小澤 健一					23G087 奥平	
3C	22G640 鈴木 宏輔				22G503 橋 永昭		
4A	調整	22G526 中尾 浩志	22G619 飯塚 勇男		22G619 松浦 晃洋		
4B2	22G014 上原 政智						
4C	23G605 鈴木 真粧子	23G670 鈴木 雅也			23G670 柏木 隆成	23G550 岩佐	
5A	22G 22G	23Y	調整		22G 22G 22G140 MA	22G 22G	
6A	22G541 藤岡 友典	23G588 藤井 将	23G019 中川 慎太		調整	23G062 桑持 雅也	23G078 中沢 寛光
6C	22G079 北浦 浩	22G639 中嶋 誠二			22G614 北村 尚斗	22G048 林 勇	
7A	22C206	23G089 岡村 剛	22C206		22C206 23P002 菅田 遼平	22G629 岩佐	
7C	23G059 熊井 玲児				23G059 熊井 玲児		
8A	22G556 佐賀山 基				23G158 奥山 大輔		
8B	23G059 熊井 玲児				23G104 熊井 玲児		
9A	23PF-G001 岡村 剛	23G682 栗橋 美菜子			23G147 堀	23G077 23G114 23G673 黒田 真由	
9C	23G162 郷次 智	23Y018	23G671 黒谷 幸		22G061 B	23G005 原田 雅史	
10A	22G624 栗林 貴弘				23G142 山根 峻		
10C	22G637 矢見 史郎	23G117 石毛 浩平	23G629 藤井 将		22G623 藤井 将	調整	22G674 島折 進博
12C					23Y010	23G546 高見 誠一	22G126 高橋 嘉夫
13A/13B	22G96 21S2-00 23G64 21S2-00 21S2-00				21PF-S003 21S2-00 23G133 21S2-00 23G133		
14A	23PF-Q002 佐賀山 基				23PF-Q002 佐賀山 基		
14B	23 23C213	22G626 砂口 尚輝			22G626 砂口 尚輝	23G663 島雄	
14C	22G580 松下 昌之助				調整	23G110 岡倉 幹人	23G648
15A1							
15A2	23PF-B004 藤岡 友典	23G560 高木 秀徳			調整	22G008 山本 朝	
16A	22G636 深谷 亮				22G636 堀	22G553 岡倉 健太	22G562 岡倉 健太
17A	22G	全自動調整	調整		22G 23G0 23G 22G	23G 22G666 坂	
18C	23G075 木村 友亮				23G065 岡根 ちひろ		
19A/19B	23C203	23L007	23PF-G		23PF-G	23S2-001 高橋 嘉夫	
20A	22G107 小田 切丈				23PF-T008 北島 昌史		
20B	23G152 山口 博隆				23G642 水野 薫		
27A	23G674 関口 哲弘				23G674 関口 哲弘		
27B	23G 調整	23G046 富田 雅男			23G067 岡本 芳浩	23G040 堀野 敏博	
28A/28B	23MP-E003 松田 巖	22G598 岡島 浩一			22G598 岡島 浩一	23G548 大坪	
NE1A	E	E	B	M	E	E	E
NE1A	23G571 中野	22G049 松本 凌			23G659 柴崎 裕樹	23G570 遊佐	
NE3A	22G	22G 22G 23Y			全自動調整	23Y002	
NE5C	22G037 淵崎 眞弘	23G063 大高 理			23G063 大高 理		
NE7A	23G668 鎌 裕之	調整	22G673 久保 友明		22G673 久保 友明		
NW2A	22C206	調整			22G051 宮永 崇史	調整	
NW10A	23G008 朝倉 剛	23G162 郷次 智			23G119 高橋 嘉夫	23Y031 23Y010	22G549 山本 朝
NW12A	22G	23PF-G017 佐々			23G132 倉持 昌博	23PF 23G	
NW14A	22G602 KIM Kyung Hwan				22G602 KIM Kyung Hwan	22G041 一柳	
SPF	23G660 岡 健治			23G594 深谷 有喜			23G018

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
	12/25	12/26	12/27	12/28	12/29	12/30	12/31
	HB	HB	HB	STOP	STOP	STOP	STOP
1A	23Y 220G 23PF 23G 23C202		23PF-B001				
2A/2B	21S2 22G675 志賀 大亮						
3A	23G525 岡 真一郎						
3B	23G087 奥平 幸司						
3C	22G503 橋 永昭						
4A	22G619 松浦 晃洋						
4B2							
4C	23G550 岩佐 和晃						
5A	22G621 岡野 正樹	23Y 23G 23G03	23G 23G				
6A	23G502 金子 文樹	22G057 春本 久美	23G596 黒田 二朗				
6C	22G048 林 勇	22G573 木村 耕治					
7A	22G629 岩佐 俊明						
7C	23G059 熊井 玲児		23G582 藤岡 友典				
8A	22G 22G556 佐賀山 基						
8B	23G059 熊井 玲児						
9A	22G549 山本 朝	23PF-G019 岡村 剛	23G068 23PF-G				
9C	23G620 中島 紳史	23G023 原田 雅史					
10A	23G142 山根 峻						
10C	23V003	23Y	23Y 調整				
12C	22G082 一瀬 伸之	23Y011	23PF-G 23G028 藤内 直樹				
13A/13B	21S2-00 21PF-S0	21S2-00 23G003	21PF-S0 23G003				
14A	23PF-Q002 佐賀山 基						
14B	23G663 島雄 大介						
14C	23G648 竹谷 昌	22G124 栗田 寿之	22G612 栗山 朝男				
15A1							
15A2	22G008 山本 朝	22G531 小川 徳樹					
16A	21PF-S0 22G562	23G070	21PF-S003 中尾 裕				
17A	23Y 23G	全自動調整	23Y003 220G				
18C	23G659 柴崎 裕樹						
19A/19B	23S2-001 高橋 嘉夫						
20A	23PF-T008 北島 昌史						
20B	23G642 水野 薫						
27A	22G039 堀 史郎						
27B	22G071 岩瀬 彰宏						
28A/28B	23G548 大坪 嘉之						
NE1A	E	E	B	STOP	STOP	STOP	STOP
NE1A	23G570 遊佐 幸	23G021 小野 重明					
NE3A	22G078 23G	調整	22G				
NE5C	23G065 岡根 ちひろ						
NE7A	22G673 久保 友明	22G653 坪川 祐美子					
NW2A	23Y014 調整		23G650 倉塚 敬				
NW10A	22G648 保倉 明子		23G054 22G527				
NW12A	23G		23G576 倉持 昌博				
NW14A	22G041 一柳 光平						
SPF	23G018 望月 出海						

## 「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、どうぞご登録下さい。PF ニュースウェブページにフォームを掲載しています。

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、どうぞご投稿下さい。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 放射光実験施設内  
PF ニュース編集委員会事務局  
TEL : 029-879-6196 FAX : 029-864-2801  
Email : pf-news@pfiqst.kek.jp  
URL : <https://www2.kek.jp/imss/pf/pfnews/>

## 編集後記

2024 年の初めから天災・事故が相次ぎました。被害にあわれた方々には心よりお見舞いを申し上げますとともに、一日も早い復旧・復興をお祈り申し上げます。

さて、KEK 職員ではない外部委員は最終年度、必ず編集後記を執筆します。私もその例に漏れずに本号の担当となりました。なにを書いているのかと既刊誌をめくると素晴らしい文章ばかりで、研究者は物書きとしての才も持ち合わせているのだと改めて感じます。アウトプットに読み書き能力は必須ですから、その文才は磨かれてきた結果なのかもしれませんが、一方、私にはまだそこまでの能力は備わっておらず（塩漬け時間含めて 1 週間以上かけてこの品質…）、修行が必要です。原稿を真っ赤にしてくれた指導教官はもう頼れないので、多くのよい文章を読んで吸収してキーボードを叩くしかありません。さて、どこでよい文章に出会えるのでしょうか？ PF ニュースには色々な分野の研究成果が集まります。集まった原稿はさらに校正作業を経て異分野の人でも読みやすいように整えられて世に出ます。読みやすい文章はよい文章です。つまり、本誌は読み書き修行に最適だということです。

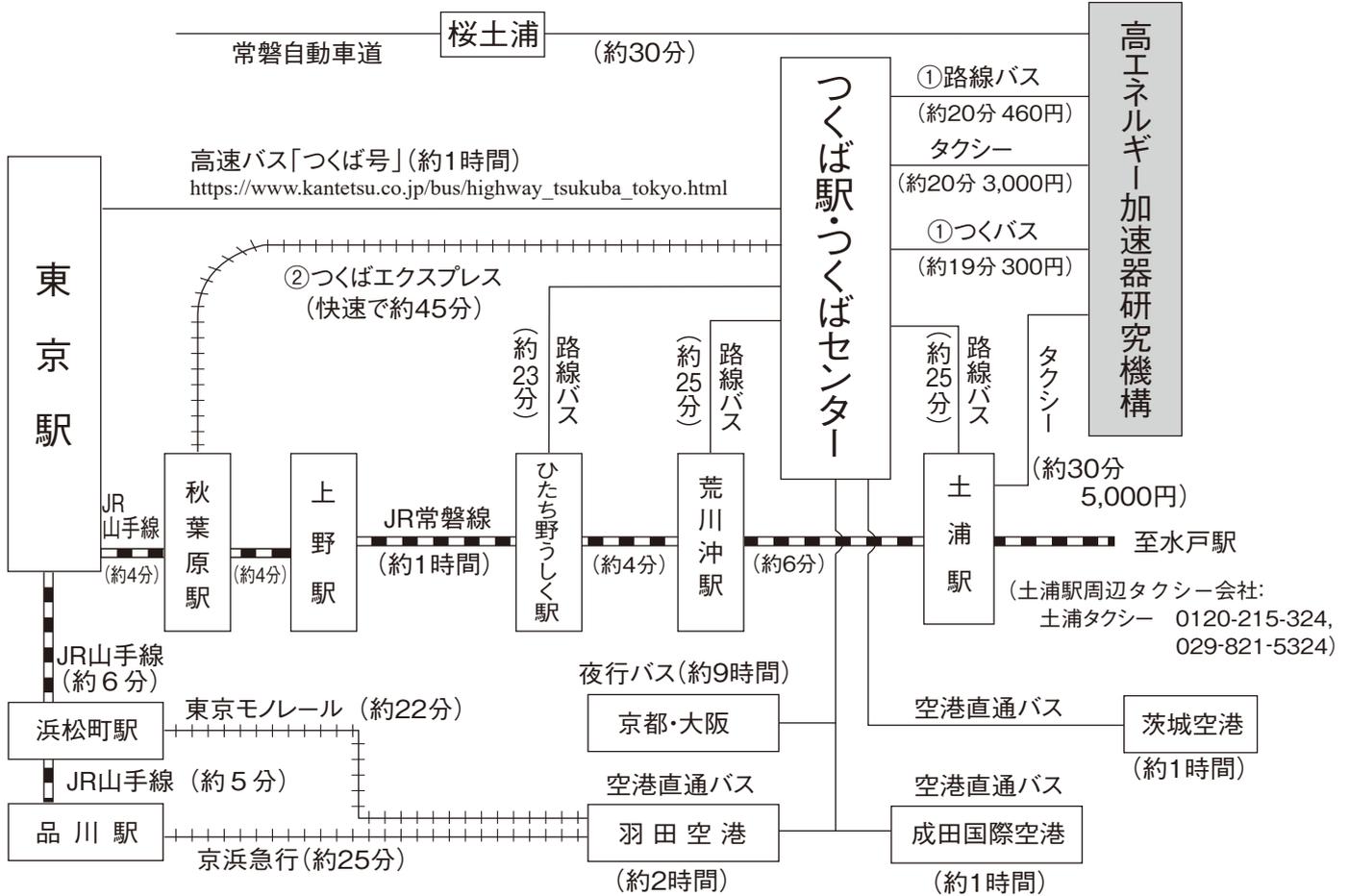
なかなかよい結論を得たところで私の編集後記はおしまいとします。2 年間ありがとうございました。(Y.K.)

## \* 2023 年度 PF ニュース編集委員 \*

委員長	松垣 直宏	物質構造科学研究所			
副委員長	加藤有香子	産業技術総合研究所			
委員	宇佐美徳子	物質構造科学研究所	小澤 健一	物質構造科学研究所	
	坂本 祥哉	東京大学物性研究所	佐賀山 基	物質構造科学研究所	
	篠崎 彩子	北海道大学大学院理学研究院	高木 宏之	加速器研究施設	
	高橋 真	JFE テクノリサーチ株式会社	永田 隆平	東京大学大学院理学系研究科	
	長谷川慎吾	横浜国立大学 大学院工学研究院	引田 理英	物質構造科学研究所	
	菱田 真史	東京理科大学理学部第一部化学科	平川 力	産業技術総合研究所	
	望月 出海	物質構造科学研究所	山下 翔平	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			

# KEK アクセスマップ・バス時刻表

※ご利用の際には  
事前にご確認下さい。



KEK周辺タクシー会社：大曾根タクシー 0120-000-302, 029-864-0301  
 (受付：5時～25時※配車は6:00～ 早朝の利用は事前予約推奨)  
 松見タクシー 029-851-1432 (24時間)

つくば～空港直通バス：  
<https://www.bus-ibaraki.jp/hwbus/highway.html>

## ①つくばセンター ↔ KEK (2023年12月20日改定)

関東鉄道バス 所要時間 約20分 運賃 460円 (KEK～土浦駅間の料金は800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	7:00	7:22	HB	10:10	10:32	HB	15:45	16:07	HB	18:45	19:07
HB	7:20	7:42	HB	10:45	11:07	HB	16:15	16:37	71	× 19:13	× 19:34
C8	× 7:20	× 7:42	71	× 11:00	× 11:21	C8	× 16:25	× 16:40	HB	19:20	19:42
HB	7:50	8:12	HB	11:25	11:47	71	× 16:43	× 17:04	HB	20:00	20:22
C8	× 7:50	× 8:12	HB	11:50	12:12	HB	16:50	17:12	HB	20:30	20:52
C8	× 8:12	× 8:27	HB	12:25	12:47	C8	× 17:00	× 17:15	HB	21:10	21:32
HB	8:25	8:47	HB	13:00	13:22	HB	17:30	17:52	HB	21:50	22:12
HB	9:15	9:37	HB	13:35	13:57	71	○ 17:50	○ 18:11	HB	22:30	22:52
HB	9:40	10:02	HB	14:00	14:22	C8	× 17:55	× 18:10			
C8A	× 10:00	× 10:16	HB	14:35	14:57	HB	18:10	18:32			
71	× 10:05	× 10:26	HB	15:10	15:32	C8	× 18:30	× 18:45			

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	6:19	6:50	HA	10:44	11:15	HA	16:44	17:20	HA	21:49	22:20
71	× 6:28	× 6:55	C8	× 10:55	× 11:19	HA	17:14	17:50			
HA	6:39	7:10	HA	11:09	11:40	C8	× 17:20	× 17:45			
HA	7:04	7:35	HA	11:44	12:15	C8	× 17:50	× 18:15			
HA	7:04	7:35	HA	12:19	12:50	HA	17:54	18:30			
71	× 7:28	× 8:00	HA	12:54	13:25	71	× 17:58	× 18:28			
HA	7:39	8:15	HA	13:19	13:50	HA	18:24	19:00			
HA	8:29	9:05	HA	13:54	14:25	18	× 18:45	× 19:15			
C8	× 8:50	× 9:14	HA	14:29	15:00	HA	19:09	19:45			
HA	8:54	9:30	HA	15:04	15:35	C8	× 19:30	× 19:50			
C8	× 9:25	× 9:49	71	× 15:28	× 15:58	HA	19:44	20:20			
HA	9:24	9:55	HA	15:29	16:00	HA	20:29	21:00			
HA	9:59	10:30	HA	16:04	16:35	HA	21:04	21:35			

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

(2023年3月18日改定)

所要時間 つくば駅-秋葉原駅(快速)約45分 [1,210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(2023年12月30日で発売終了)

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

平日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
* 5:08	6:06	9:13	10:07	19:19	20:14
* 5:30	6:28	○ 9:28	10:13	△ 19:30	20:21
○ 5:50	6:36	9:43	10:37	19:40	20:37
6:04	6:58	○ 10:00	10:45	19:49	20:44
6:16	7:10	10:12	11:06	△ 20:00	20:51
○ 6:26	7:12	○ 10:30	11:15	20:10	21:06
* 6:29	7:28	10:42	11:36	20:19	21:15
6:40	7:35	(10時~16時まで同じ)		△ 20:30	21:21
6:48	7:43	○ 17:00	17:45	20:40	21:35
7:00	7:54	17:10	18:05	20:49	21:45
7:06	8:02	17:19	18:13	○ 21:00	21:47
7:16	8:12	△ 17:30	18:21	21:16	22:11
7:24	8:22	17:41	18:36	21:29	22:24
7:36	8:31	17:49	18:45	21:41	22:36
7:43	8:41	△ 18:00	18:51	○ 22:00	22:46
7:55	8:52	18:10	19:06	22:16	23:11
8:03	9:00	18:19	19:14	22:30	23:25
8:13	9:11	△ 18:30	19:21	22:45	23:40
8:23	9:21	18:40	19:36	23:00	23:55
8:34	9:29	18:49	19:44	* 23:13	0:11
○ 8:46	9:34	△ 19:00	19:51	23:30	0:25
9:01	9:55	19:10	20:06	* 23:45	0:43

平日・上り							
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:06	5:59	8:27	9:21	○ 17:42	18:27	21:40	22:34
○ 5:26	6:11	* 8:36	9:36	17:50	18:45	21:52	22:45
5:32	6:25	8:46	9:40	18:02	18:56	22:02	22:56
5:47	6:42	8:57	9:51	18:10	19:04	* 22:17	23:15
6:02	6:56	9:08	10:02	○ 18:28	19:13	22:29	23:22
6:12	7:06	9:20	10:14	18:32	19:26	* 22:41	23:40
6:23	7:20	* 9:34	10:39	18:41	19:35	* 22:59	23:58
6:33	7:32	9:42	10:27	○ 19:00	19:45	* 23:14	0:12
6:41	7:41	9:50	10:44	19:02	19:56		
6:49	7:49	○ 10:12	10:57	19:11	20:05		
6:55	7:53	10:20	11:14	○ 19:30	20:16		
7:02	8:00	○ 10:42	11:27	19:32	20:26		
* 7:09	8:11	10:50	11:44	19:41	20:36		
7:15	8:13	(10時~15時まで同じ)		○ 20:01	20:47		
7:22	8:20	○ 16:12	16:57	20:03	20:56		
* 7:29	8:28	16:20	17:14	20:11	21:06		
7:36	8:34	16:31	17:26	○ 20:32	21:18		
7:43	8:43	16:41	17:35	20:37	21:31		
7:52	8:49	16:50	17:44	20:50	21:44		
8:00	8:58	17:02	17:56	○ 21:09	21:54		
* 8:07	9:09	17:11	18:06	21:12	22:06		
8:17	9:13	17:20	18:15	21:26	22:19		

土曜/休日・下り					
秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着	秋葉原発	つくば着
* 5:08	6:06	○ 8:30	9:15	21:42	22:36
* 5:30	6:28	8:44	9:38	○ 22:00	22:45
* 5:42	6:44	○ 9:00	9:46	22:15	23:09
○ 5:50	6:35	9:12	10:06	22:30	23:24
6:04	6:58	○ 9:30	10:15	22:45	23:39
6:16	7:10	9:43	10:37	23:00	23:54
○ 6:31	7:16	○ 10:00	10:45	23:15	0:09
6:45	7:39	10:12	11:06	* 23:23	0:21
○ 7:00	7:45	○ 10:30	11:15	* 23:45	0:43
7:15	8:09	10:42	11:36		
○ 7:30	8:15	(10時~20時まで同じ)			
7:45	8:39	○ 21:00	21:45		
○ 8:01	8:47	21:13	22:08		
8:14	9:08	21:28	22:23		

土曜/休日・上り							
つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着	つくば発	秋葉原着
5:06	5:59	7:28	8:22	○ 10:12	10:57	* 22:41	23:40
○ 5:27	6:12	○ 7:45	8:30	10:20	11:14	* 22:59	23:58
5:32	6:25	7:50	8:44	○ 10:42	11:27	* 23:14	0:12
5:51	6:45	8:04	8:58	10:50	11:44		
6:02	6:57	○ 8:25	9:10	(10時~20時まで同じ)			
6:13	7:08	8:32	9:25	○ 21:11	21:56		
6:25	7:18	8:46	9:39	21:20	22:14		
6:38	7:32	○ 9:11	9:56	21:46	22:40		
○ 6:57	7:42	9:18	10:12	○ 22:10	22:55		
7:03	7:57	○ 9:42	10:27	22:15	23:09		
○ 7:24	8:09	9:50	10:44	* 22:29	23:27		

○: 快速

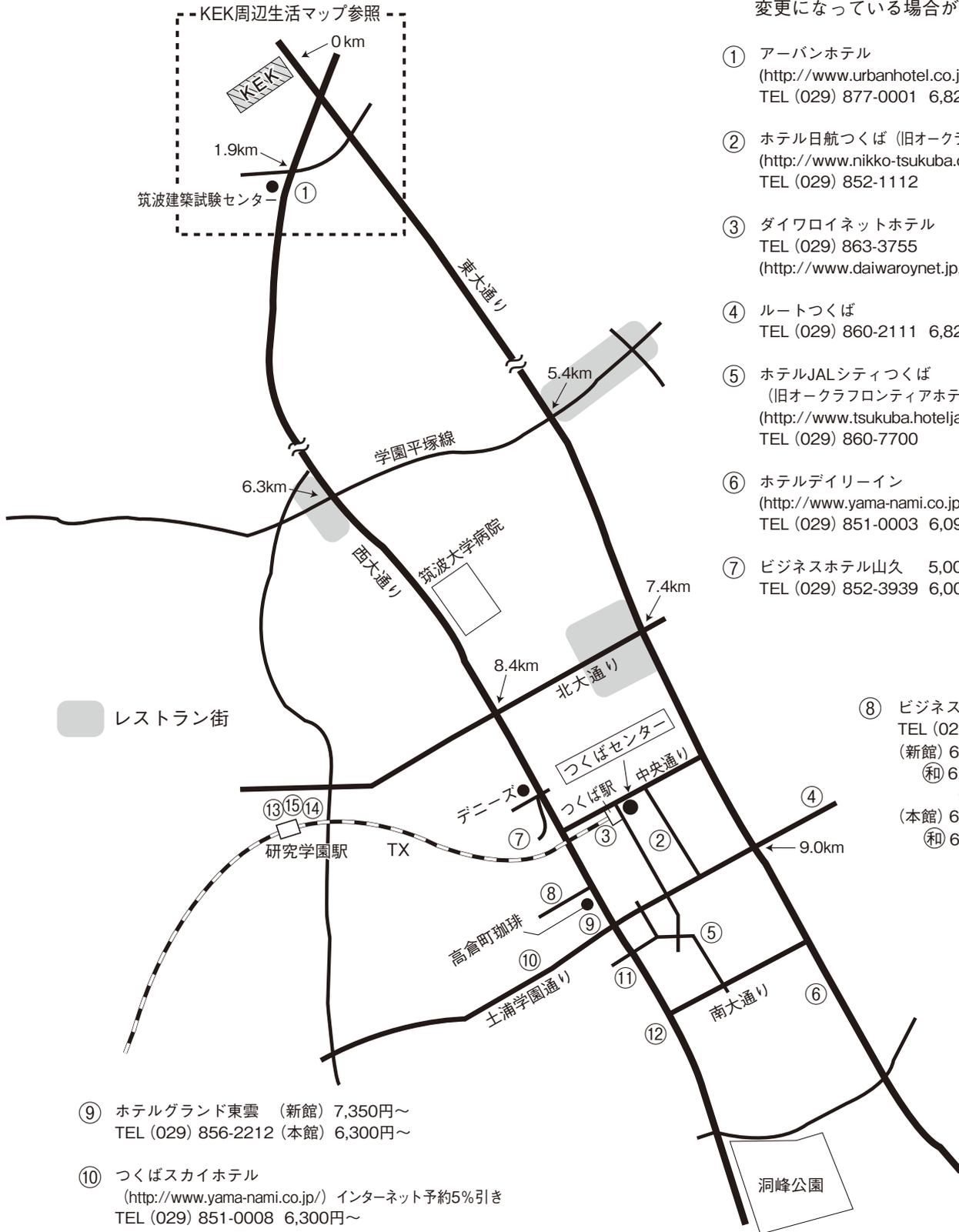
△: 通勤快速(研究学園駅にも停まります。)

無印: 区間快速 \* : 普通

## つくば市内宿泊施設

※料金は参考値です。

※新型コロナウイルスの影響により、情報が変更になっている場合があります。



- ① アーバンホテル  
(<http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html>)  
TEL (029) 877-0001 6,825円～
- ② ホテル日航つくば (旧オークラフロンティアホテルつくば)  
(<http://www.nikko-tsukuba.com>)  
TEL (029) 852-1112
- ③ ダイワロイネットホテル  
TEL (029) 863-3755  
(<http://www.daiwaroyonet.jp/tsukuba/>)
- ④ ルートつくば  
TEL (029) 860-2111 6,825円～ (朝食付)
- ⑤ ホテルJALシティつくば  
(旧オークラフロンティアホテルつくばエポカル)  
(<http://www.tsukuba.hoteljalcity.com>)  
TEL (029) 860-7700
- ⑥ 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
- ⑦ 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)

- ⑧ ビジネスホテル松島  
TEL (029) 856-1191  
(新館) 6,500円～  
Ⓜ 6,800円 (3人～)  
(風呂・2食付)  
(本館) 6,000円～  
Ⓜ 6,300円 (3人～) (2食付)

- ⑨ ホテルグランド東雲 (新館) 7,350円～  
TEL (029) 856-2212 (本館) 6,300円～
- ⑩ 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～
- ⑪ ホテルつくばヒルズ学園西大通り店 (旧学園桜井ホテル)  
(<https://breezabay-group.com/tsukuba-hills/>)  
TEL (029) 851-3011 6,878円～
- ⑫ 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)

- ⑬ ホテルベストランド  
(<http://www.hotel-bestland.co.jp>)  
TEL (029) 863-1515
- ⑭ 東横イン  
(<http://www.toyoko-inn.com/hotel/00228/>)  
TEL (029) 863-1045
- ⑮ 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

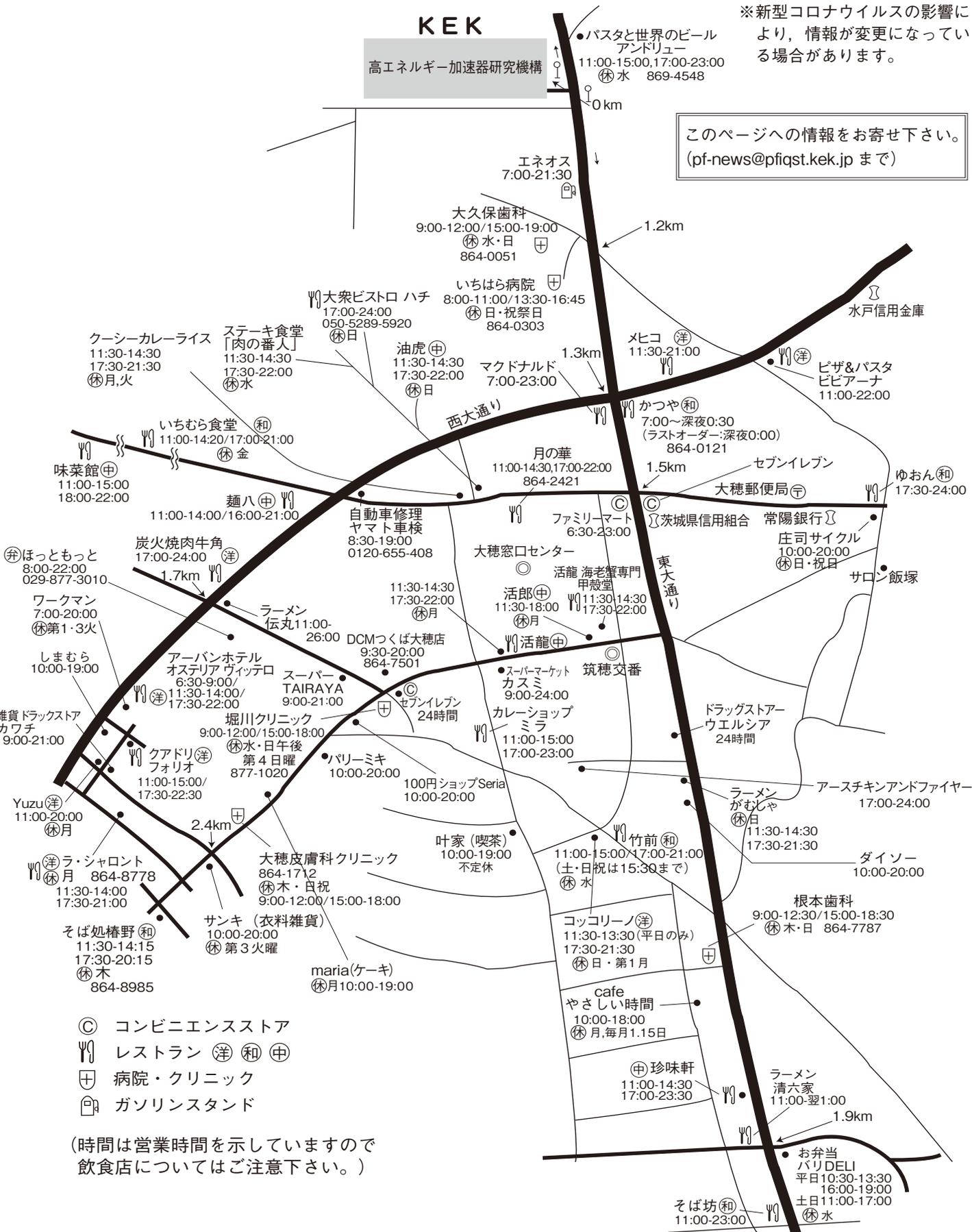
放射光実験施設研究棟，実験準備棟より正面入口までは約 800 m

※新型コロナウイルスの影響により、情報が変更になっている場合があります。

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

KEK

高エネルギー加速器研究機構



- ◎ 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。)

## 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。各施設の場所は裏表紙の「高エネルギー加速器研究機構平面図」をご参照下さい。

### ●共同利用研究者宿泊施設（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	
・3号棟, 4号棟	2,600円
・5号棟	3,100円
シングルバス・トイレなし	2,100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。

### ●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 8:30～12:00/13:00～17:00  
（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 17:30～18:30（火・水・木のみ営業）

### ●喫茶室 Suzu Cafe（スズカフェ）（内線 3910）

ユーザーの少ない閑散期は平日昼食のみ（11:30～14:00）。ただし、PFユーザー運転期間中は以下のとおり。

#### 【平日】

朝食 8:00～9:30まで（完全予約制 注1）  
昼食 11:30～15:00まで（ラストオーダー14:30）  
夕食 18:00～21:00まで（ラストオーダー20:30）

#### 【土・日・祝日】

朝食 8:00～9:30まで（完全予約制 注1）  
昼食 11:30～15:00まで（ラストオーダー14:30）  
夕食 18:00～20:00まで（ラストオーダー19:30）

（注1）朝食の予約について

朝食については、完全予約制となり、予約がない場合は閉店となります（5名単位での予約受付）。

\*予約は前日17時までに、ご連絡ください。

なお、土日祝及び休み明けの朝食については、直前の平日17時までにご連絡ください。

### ●売 店（いいじま）（内線 2987）

弁当、パン、食料品、軽食、菓子類、日用品、雑誌、切手等、KEKオリジナルグッズの販売等。

月～金 8:30～18:00（国民の祝日、年末年始、夏季一斉休業日は除く）  
土（運転期間中のみ） 11:00～14:00

※PF研究棟1階ユーザー控室近くでPayPay払いの無人販売を始めました。

### ●宅配便（宅配荷物室はPF研究棟1階）

★荷物は基本的に置配となります（冷蔵便・冷凍便含む）。

★荷物の発送はご自身でお願いいたします。

宅配荷物室に設置したファイルで、業者への発送依頼方法を必ずご確認ください。

#### ★伝票の記載方法

〒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 放射光実験施設

【PFで荷物を受け取る場合】PF宅配荷物室

BL-〇〇（ステーション名）+受取人名

【PF-ARで荷物を受け取る場合】PF-AR共同研究棟 N〇〇〇（ステーション名）+受取人名

※電話番号は、受取人の携帯電話番号等を記入してください。

PF事務室の電話番号は記入しないようにお願いします。

### ●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せん（約50台）。

### ●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、<https://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 (2024. 2. 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)	
<b>BL-1</b>	<b>U</b>	<b>松垣</b>	
BL-1A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
<b>BL-2</b>	<b>U</b>	<b>大東</b>	
BL-2A/B	● MUSASHI: 表面・界面光電子分光, 広エネルギー帯域軟X線分光	大東	
<b>BL-3</b>	<b>U (A) / B M (B, C)</b>	<b>中尾</b>	
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	●★ 真空紫外光電子分光ステーション	小澤	櫻井 (筑波大) 吉信 (東大)
BL-3C	● X線光学素子評価/白色磁気回折ステーション	平野	
<b>BL-4</b>	<b>B M</b>	<b>中尾</b>	
BL-4A	●★ 蛍光X線分析/マイクロビーム分析	丹羽	宇尾 (東京医科歯科大)
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	
<b>BL-5</b>	<b>M P W</b>	<b>松垣</b>	
BL-5A	● タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	
<b>BL-6</b>	<b>B M</b>	<b>五十嵐</b>	
BL-6A	● X線小角散乱ステーション	五十嵐	
BL-6C	●★ X線回折/散乱実験ステーション	中尾	八方 (広島市大)
<b>BL-7</b>	<b>B M</b>	<b>雨宮 (岡林: 東大)</b>	
BL-7A	◇● 軟X線分光 (XAFS, XPS) ステーション (東大・スペクトル)	雨宮	岡林 (東大)
BL-7C	● 汎用X線ステーション	杉山	
<b>BL-8</b>	<b>B M</b>	<b>奥山</b>	
BL-8A	● 多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	奥山	
BL-8B	● 多目的極限条件下ワンセンベルグカメラ	奥山	
<b>BL-9</b>	<b>B M</b>	<b>阿部</b>	
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	
<b>BL-10</b>	<b>B M</b>	<b>清水</b>	
BL-10A	●★ 垂直型四軸X線回折装置	熊井	栗林 (東北大)
BL-10C	● X線小角散乱ステーション	清水	
<b>BL-11</b>	<b>B M</b>		
BL-11A	○ 開発研究多機能ビームライン (計画中)		
BL-11B	○ 開発研究多機能ビームライン (計画中)		
<b>BL-12</b>	<b>B M</b>	<b>大東</b>	
BL-12A	○ 広波長域軟X線ビームライン (建設中)	大東	
BL-12C	● XAFS (ハイスループット) 実験ステーション	城戸	
<b>BL-13</b>	<b>U</b>	<b>間瀬</b>	
BL-13A/B	● 表面化学研究用真空紫外軟X線分光ステーション	間瀬	
<b>BL-14</b>	<b>V W</b>	<b>平野</b>	
BL-14A	● 単結晶構造解析・検出器開発ステーション	佐賀山	
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	平野	
<b>BL-15</b>	<b>U</b>	<b>五十嵐</b>	
BL-15A1	● XAFS (セミマイクロビーム) 実験ステーション	丹羽	
BL-15A2	● 高輝度X線小角散乱実験ステーション	高木 (秀)	
<b>BL-16</b>	<b>U</b>	<b>雨宮</b>	
BL-16A	● 可変偏光軟X線分光ステーション	雨宮	

<b>BL-17</b>		<b>U</b>		<b>山田 (悠)</b>
BL-17A	●		タンパク質結晶構造解析ステーション	山田 (悠)
<b>BL-18</b>		<b>B M</b>		<b>熊井</b>
BL-18B(インド・DST)	◇●		Multipurpose Monochromatic Hard X-ray Station	熊井 Mrinmay Mukhopadhyay (SINP)
BL-18C	●★		超高压下粉末X線回折計	柴崎 鍵 (東大)
<b>BL-19</b>		<b>U</b>		<b>山下</b>
BL-19A/B	●		軟X線顕微鏡/分光実験ステーション	山下
<b>BL-20</b>		<b>B M</b>		<b>足立</b>
BL-20A	☆●		3 m直入射型分光器	足立 北島 (東工大)
BL-20B	●		白色・単色 X線トポグラフィ/X線回折実験ステーション	杉山
<b>BL-27</b>		<b>B M</b>		<b>宇佐美</b>
BL-27A	●★		放射性試料用軟X線実験ステーション	宇佐美 横谷 (量研機構)
BL-27B	●★		放射性試料用X線実験ステーション	宇佐美 岡本 (原研機構)
<b>BL-28</b>		<b>H U</b>		<b>小澤</b>
BL-28A/B	●		可変偏光 VUV・SX 不等間隔平面回折格子分光器 高分解能角度分解光電子分光実験ステーション	小澤
<b>PF-AR</b>				
<b>AR-NE1</b>		<b>E M P W</b>		<b>柴崎</b>
AR-NE1A	●		レーザー加熱超高压実験ステーション	柴崎
<b>AR-NE3</b>		<b>U</b>		<b>山田 (悠)</b>
AR-NE3A	●		タンパク質結晶構造解析ステーション	山田 (悠)
<b>AR-NE5</b>		<b>B M</b>		<b>柴崎</b>
AR-NE5C	●		高温高压実験ステーション /MAX80	柴崎
<b>AR-NE7</b>		<b>B M</b>		<b>平野</b>
AR-NE7A	●		X線イメージングおよび高温高压実験ステーション	平野
<b>AR-NW2</b>		<b>U</b>		<b>丹羽</b>
AR-NW2A	●		時間分解 DXAFS / X線回折実験ステーション	丹羽
<b>AR-NW10</b>		<b>B M</b>		<b>城戸</b>
AR-NW10A	●		XAFS (高エネルギー) 実験ステーション	城戸
<b>AR-NW12</b>		<b>U</b>		<b>引田</b>
AR-NW12A	●		タンパク質結晶構造解析ステーション	引田
<b>AR-NW14</b>		<b>U</b>		<b>野澤</b>
AR-NW14A	●		ピコ秒時間分解 X線回折・散乱・分光	野澤
<b>低速陽電子</b>				
SPF-A3	●		全反射高速陽電子回折 (TRHEPD) ステーション	和田
SPF-A4	●		低速陽電子回折 (LEPD) ステーション	和田
SPF-B1	●		汎用低速陽電子実験ステーション	和田
SPF-B2	●		ポジトロニウム飛行時間測定ステーション	和田

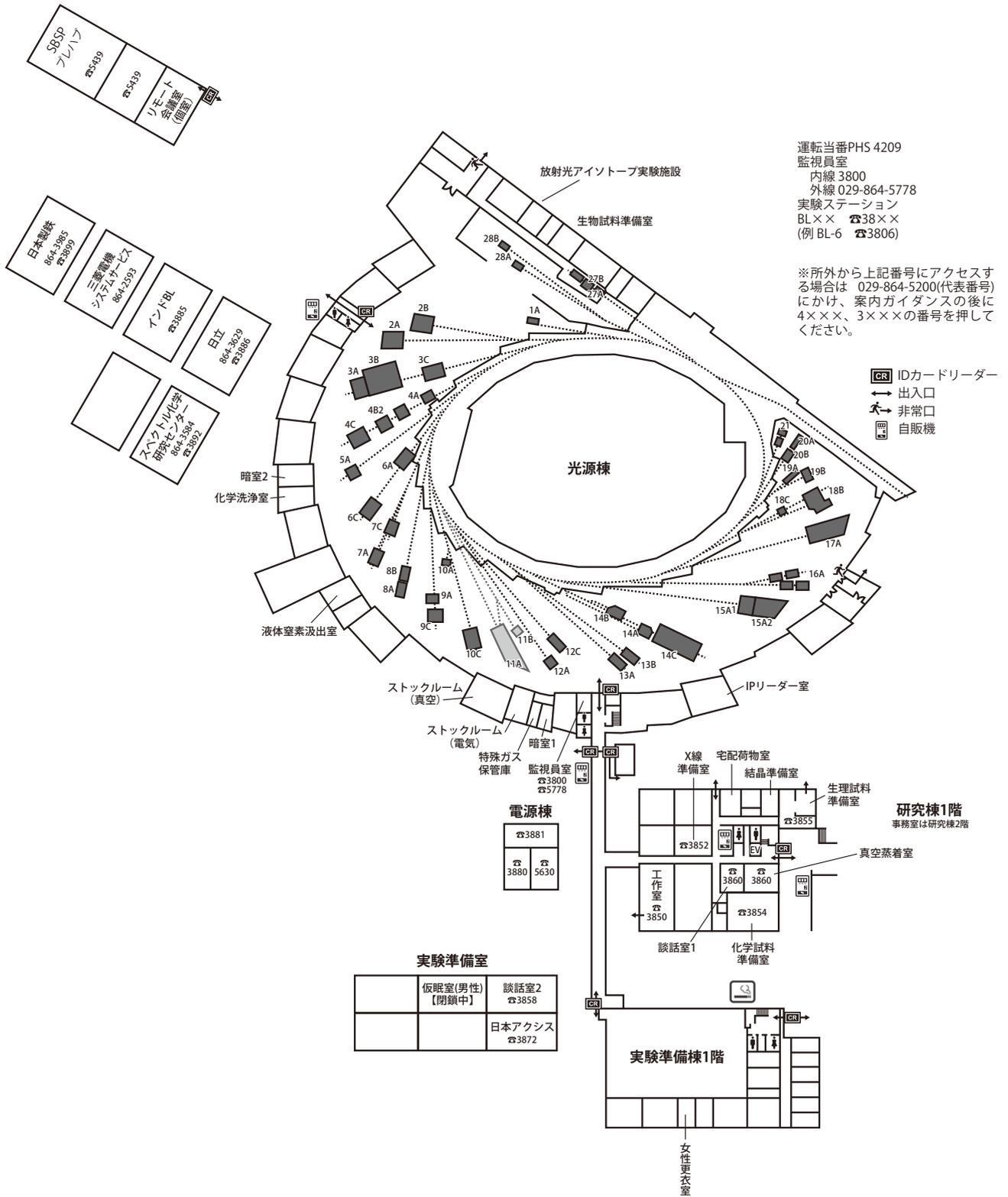
**【UG 運営装置】** AR-NE7A 高温高压実験装置 (MAX-III) 久保友明 (九州大)

**【所外ビームライン】** BL-7A 東大 RCS 岡林 潤 (東大) jun@chem.s.u-tokyo.ac.jp  
 BL-18B インド SINP Mrinmay Mukhopadhyay 029-879-6237 [2628] mrinmay.mukhopadhyay@saha.ac.jp

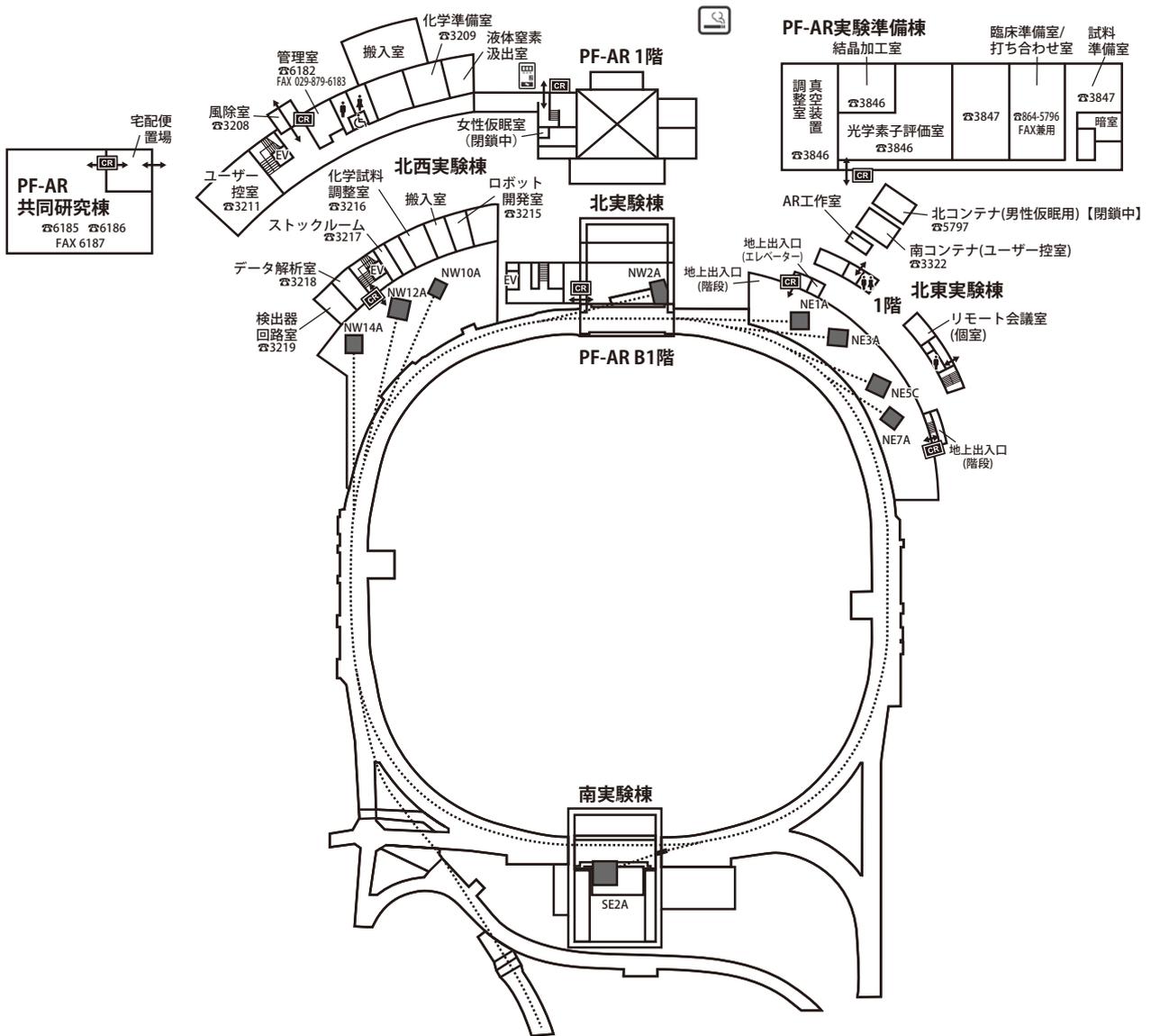
**【共同利用ユーザーに関するその他設備の担当者一覧】**

【共通設備】	【支援業務】	【安全管理】
X線準備室	熊井 (4977)	安全全般
生物試料準備室	宇佐美 (4581)	化学薬品・特殊ガス
生理試料準備室	清水 (4937)	ボンベ
結晶準備室	山田 (4738)	液体窒素・液体ヘリウム
蒸着室	山田 (4420)	放射線安全
暗室	杉山 (4421)	サーベイメータ
化学試料準備室	丹羽 (4942)	トラック
工作室	PF 森 (4361)	クレーン・フォークリフト
	PF-AR 柴崎 (4359)	
	ストックルーム	真空部品
		電気部品
	ユーザー控え室	菊地 (4420)
	リモート会議室	豊島 (4381)
	仮眠室	菊地 (4420)
	女子更衣室	小山 (4362)
		菊地 (4420)
		宇佐美 (4581)
		北島 (4279)
		北島 (4279)
		内田 (4599)
		森 (4361)
		小菅 (4358)
		斉藤 (4462)
		斉藤 (4462)
		菊地 (4420)

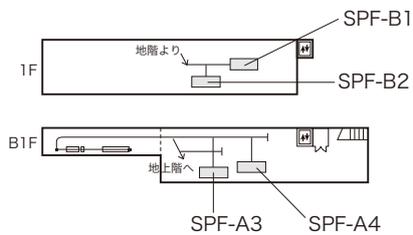
# PF 平面図



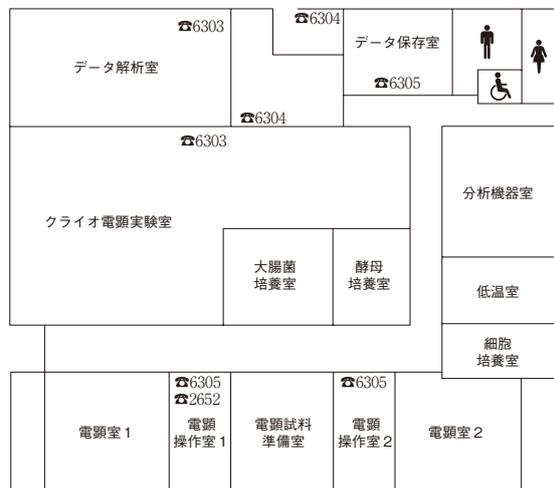
## PF-AR 平面図



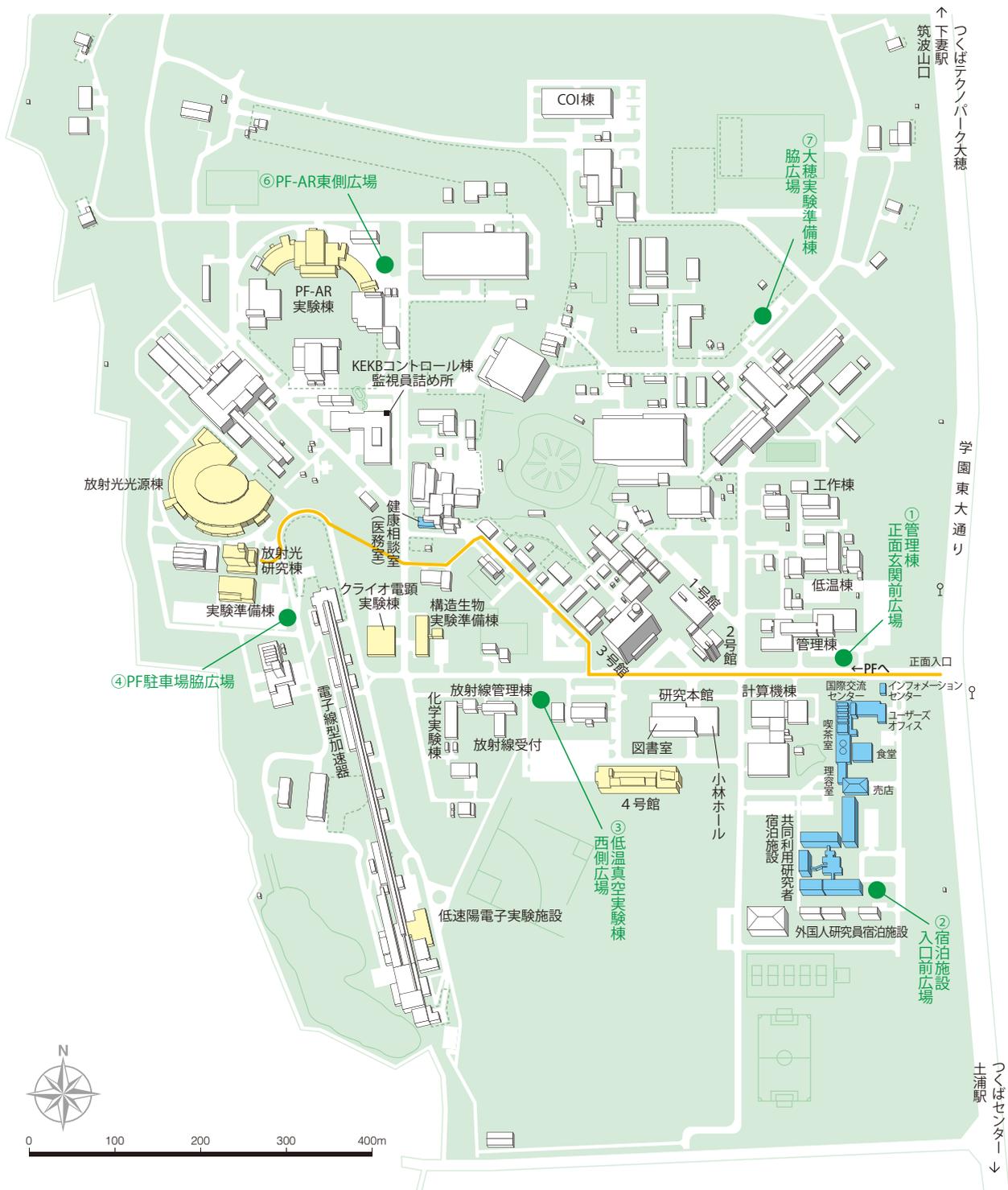
## 低速陽電子実験施設平面図



## クライオ電顕実験棟平面図



# 高エネルギー加速器研究機構平面図



- 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

