

IMSS 要覧 2024

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

Contents

はじめに..... 2

物構研とは..... 3

研究系

放射光科学第一研究系 5

放射光科学第二研究系 6

中性子科学研究系 7

ミュオン科学研究系 9

新領域開拓室..... 11

研究センター

量子ビーム連携研究センター（CIQuS） 12

構造生物学研究センター（SBRC） 13

実験施設

放射光実験施設（フォトンファクトリー） 14

J-PARC 物質・生命科学実験施設（MLF） 17

低速陽電子実験施設 19

技術部門..... 20

共同利用..... 21

広報活動..... 22

大学連携..... 23

大学院教育..... 23

国際連携..... 24

産業利用..... 25

支援部門..... 26

研究所沿革..... 27

研究成果に関する基礎データ..... 28

委員会委員

第 8 期 物質構造科学研究所 運営会議委員 29

放射光共同利用実験審査委員会委員 29

中性子共同利用実験審査委員会委員 29

ミュオン共同利用実験審査委員会委員 29

アクセス..... 30



はじめに

物質構造科学とは、物質の構造（原子配置や電子状態）から物質の機能の根源を探る学問分野です。この学問分野の名称を冠した物質構造科学研究所（物構研）は、文部科学省研究振興局所轄の 17 の大学共同利用機関のひとつとして、1997 年の高エネルギー加速器研究機構（KEK）の発足と同時に創設されました。大学共同利用機関は、個々の大学では整備・運営することの困難な最先端の大型装置を提供する「全ての大学の共同利用の研究所」です。物構研は、加速器技術に支えられた 4 つの量子ビーム施設を有しています。KEK つくばキャンパスでは放射光（PF）と陽電子（SPF）のビームを、東海キャンパスでは中性子（KENS@MLF）とミュオン（MSL@MLF）のビームを利用するビームライン群（装置群）を整備して、また、つくばキャンパスにはクライオ電子顕微鏡も導入して、生命体を含む広範な物質を対象に、大学の研究者とともに学術研究を推進しています。

理念のなかで、物構研は「量子ビームの先端的・複合的利用の追求」を掲げています。先端的利用の追求において、量子ビームの高性能化（加速器科学の観点）、ビームライン装置の整備（量子ビーム科学の観点）、利用環境・周辺機器の整備（物質・生命科学の観点）が必要であることは説明を待ちません。これまでも各施設において具体的な取り組みが実施されてきました。また、複数の量子ビーム施設を有する物構研では、特に複合的利用の追求が重要であり、各施設の取り組みを超えて量子ビーム連携（順次利用：マルチプローブ研究）が推進されてきました。これからは、さらにこれをレベルアップした量子ビーム協働（同時利用：マルチビーム研究）に注力していきます。人の協力と組織の連携による量子ビーム協働は、研究の融合を促進すると期待されます。

世界中で多数の量子ビーム施設が稼働しています。そうした状況において、大学共同利用機関として大学の研究者とともに学術研究のフロンティアを開拓・推進する物構研の施設には、研究者が主体的に研究教育を展開できる自由度や研究者のニーズへの対応に加えてシーズを生育する多機能性が求められます。つくばキャンパスでは、放射光学術施設（UVSOR, HiSOR, ISSP-SOR）および利用者団体（PF-UA）と協力して、軟 X 線と硬 X 線の同時利用を可能にする開発研究多機能ビームラインの建設を開始しました。現在、他の組み合わせによる異種マルチビームの同時利用も検討しています。また、大学共同利用機関である物構研の研究者が教育職であり、わが国の教育・人材育成を担うことが求められている点も重要です。物構研は、研究面に加えて教育面の機能強化も図っていく方針です。こうした研究教育活動は、物質構造科学の飛躍的な発展に必要な新しい機能をもつ新しい種類の量子ビーム施設の実現に向けた準備とも位置付けられます。

物質構造科学研究所は、人の協力と組織の連携によって研究の融合を図り、Diversity Frontier を実現して参ります。皆さまのご理解とご支援をよろしくお願いいたします。



高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所 所長

船守 展正

FUNAMORI NOBUMASA



物質構造科学研究所 組織図

```
graph TD
    JAEA[JAEA] --- JPARC[J-PARC センター]
    JPARC --- AccDiv[加速器ディビジョン]
    JPARC --- MatDiv[物質・生命科学ディビジョン]
    JPARC --- Dots1[...]
    JPARC --- Dots2[...]
    
    KEK[KEK] --- MRC[物質構造科学研究所]
    KEK --- AccFac[加速器研究施設]
    
    MRC --- Muon[ミュオン科学研究系]
    MRC --- Neutron[中性子科学研究系]
    MRC --- LowE[低エネルギー実験施設]
    MRC --- Xray1[放射光科学 第1研究系]
    MRC --- Xray2[放射光科学 第2研究系]
    MRC --- Xray3[放射光実験施設]
    
    AccFac --- Div6[第6研究系 (放射光源)]
    AccFac --- Div5[第5研究系 (入射器)]
    AccFac --- Dots3[...]
    AccFac --- Div1[第1研究系]
    
    MRC --- CBL[構造生物学研究センター]
    MRC --- QBL[量子ビーム連携研究センター]
    MRC --- NRE[新領域開拓室]
```

The diagram illustrates the organizational structure of the Materials Research Center (MRC). It is part of JAEA (Japan Atomic Energy Agency) and KEK (High Energy Accelerator Research Organization). The MRC is connected to the J-PARC Center, which includes the Accelerator Division and the Materials & Life Sciences Division. The MRC itself is connected to KEK and has several research divisions: Muon Research Division, Neutron Research Division, Low Energy Experiment Facility, and three X-ray Science divisions (1st, 2nd, and Experiment Facility). The Accelerator Research Facility is also connected to KEK and includes the 6th Research Division (X-ray Source), the 5th Research Division (Injector), and the 1st Research Division. Additionally, the MRC oversees the Structural Biology Research Center, the Quantum Beam Collaboration Research Center, and the New Frontier Development Room.

4

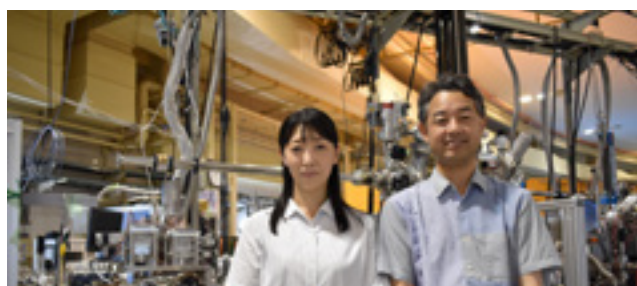


研究系

放射光科学第一研究系

本研究系は、放射光を中心に、低速陽電子、中性子、ミュオンなども用いた様々な手法を駆使して、主に物理学や物理化学といった基礎学術分野における量子ビーム利用研究を先導すること、およびその成果を社会に展開することをミッションとしています。X線および軟X線の回折・散乱、吸収分光、光電子分光といった実験や、スペクトル計算などの理論を軸とし、放射光以外のプローブも活用することで、様々な物質における機能発現の起源を、構造や電子・スピン状態の観点から明らかにすることを目指しています。また、新たなアイデアに基づく測定手法の開発も行っています。主な研究対象は、金属、酸化物等の薄膜・多層膜や触媒の表面、強相関電子系物質などです。

表面科学研究部門



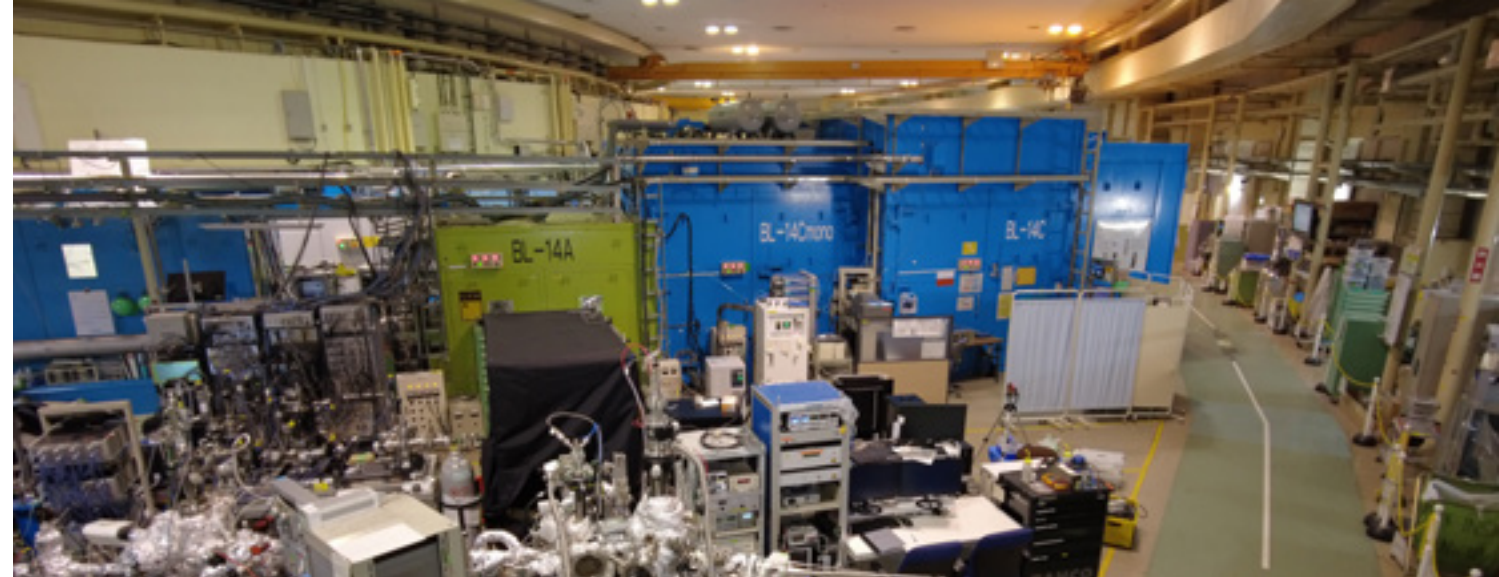
表面や界面は、固体内部とは全く違う環境にあるため、特異な機能を示します。当部門では、表面・界面を「観る」と「創る」ことを車の両輪とし、様々なプローブを駆使して表面・界面を観ることで機能の起源を探るとともに、新たな手法を開発することで、最先端の表面科学を切り拓くことを目指しています。研究グループを形成するメンバーは、雨宮、阪田の2名で、「働く表面・界面をその場で観る」をスローガンに、磁性薄膜や触媒などの表面・界面の化学状態や磁気状態を、それらが動作している状態で観ることで、機能の

発現機構を探っています。そのために、表面を観察するのに適した軟X線吸収分光や光電子分光を中心に、X線や中性子の反射率なども利用するとともに、深さ分解軟X線吸収分光法、波長分散型軟X線吸収分光法など、新たな観察手法の開発も進めています。

固体物理学研究部門



物質の性質や機能はその物質を構成する分子や原子あるいはイオンの性質に影響を受けますが、同じ構成要素からなる物質でも、多数の原子や分子が集合した「凝縮系」では、それらの集合様式によって、示す物性に大きな違いをもつことは珍しくありません。私たちの身の回りにある金属や半導体、誘電体、磁性体などの物質の多くは、物質中の電子が集合化することによってはじめて発現する機能をもっています。当部門では、物質のミクロからメソスコピックな領域の構造や電子状態からマクロな物性を理解するために、実験的あるいは理論的な研究を行い、これらの知見をもとに、新奇な物性の開拓や新たな材料の開発を推進しています。部門内では、3名のPI（熊井、中尾、佐賀山）がそれぞれ研究グループを作って活動しています。研究対象は学術的に興味深い物理現象から、応用面で重要な材料まで広範囲にわたります。あわせて、既存の手法の高度化や、次世代の放射光源も視野にいたした利用法の開発も行っています。



研究系

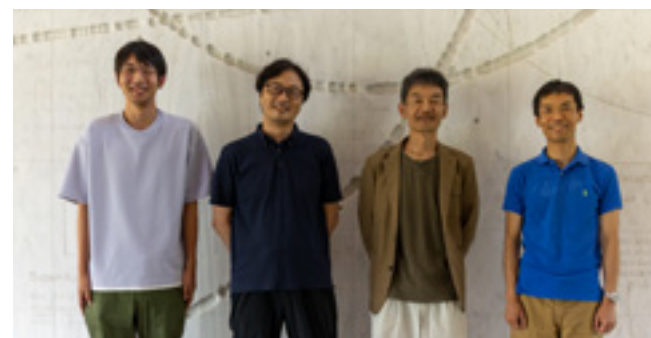
放射光科学第二研究系

本研究系は、生体を構成する分子や細胞の構造や機能に関する研究を中心とした構造生物学研究部門と、材料や物質の創製に資する科学に関する研究を中心とした材料科学研究部門によって構成されています。構造生物学研究部門では主に、放射光X線及びクライオ電子顕微鏡を駆使した構造生物学を中心に、手法の開発を含めて研究を行っています。材料科学研究部門では、X線吸収（XAFS）分光を軸に散乱や物質構造イメージングを含めた観察技術を用いた研究とその装置開発に力を入れています。両部門では、産学官のユーザーに対して、研究と人材育成の両面で貢献できるよう、より高度な研究基盤環境の提供に努めています。

構造生物学研究部門

構造生物学研究センター（SBRC）と一体的に運営しています。詳細は13ページ「構造生物学研究センター（SBRC）」をご覧ください。

材料科学研究部門



当部門は「人々の生活を豊かにする材料創製やプロセス開発」に資するサイエンスを目指し、物構研のメンバーはもちろん、国内外の産学官のユーザーと連携して研究を進めています。

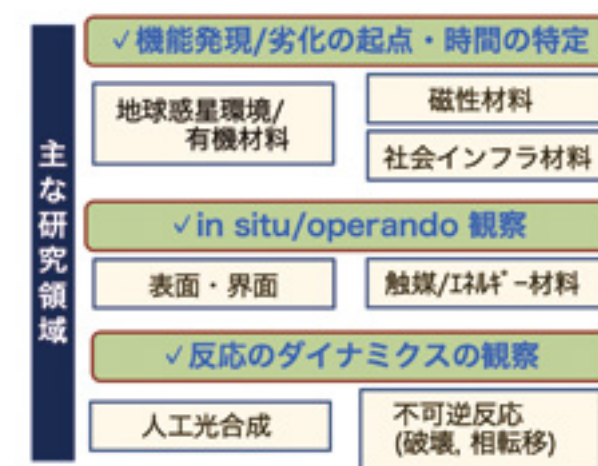
現在は特に、「材料機能の発現 / 劣化の“トリガーサイ

ト”を特定する先端計測」の研究と整備に力を入れています。具体的には以下のa, b, c三つの視点から、図に示す研究領域に取り組んでいます。

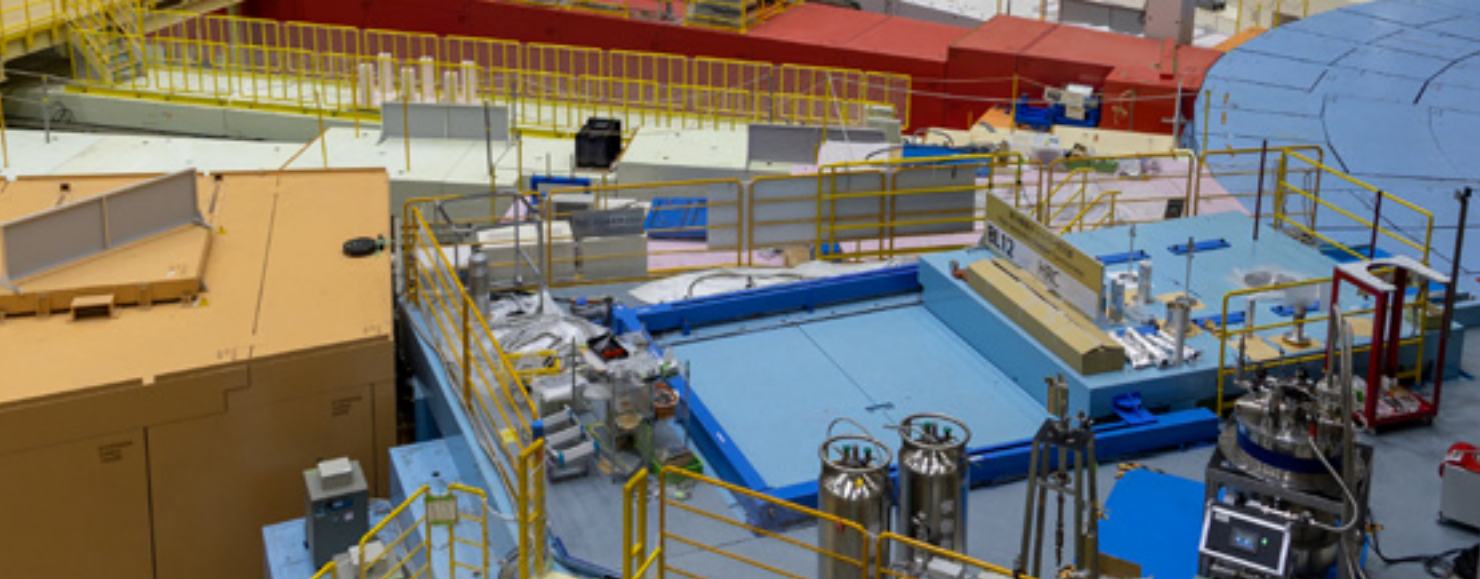
- マルチスケール & マルチモーダルX線顕微鏡（STXM, XAFS-CT, XAS/XRD/XF-マッピング, X-CT等）を活用した材料機能可視化
- マルチレンジの時分割計測（XRD, D-XAFS等）を活用した化学反応 / プロセスのメカニズム解明
- 触媒、エネルギー材料、地球惑星環境 / 有機材料、磁性材料、構造材料の“トリガーサイト（起点）”を特定する研究開発

整備を進めた先端計測手法は、産官学に広く公開し、様々な形で共同研究を進めています。

- ・大学との共同研究（多数）
- ・企業との共同研究（分析会社、製造業、等）
- ・国プロ 新学術「水惑星学の創成」、SIP「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」等



材料科学研究部門で取り組んでいる主な研究領域



研究系

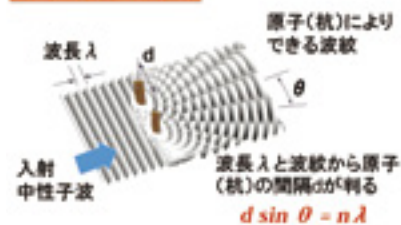
中性子科学研究系

中性子は陽子とともに原子核を作っている粒子であり、電荷をもたない、小さな磁石として振る舞う、透過力が高いなどの特徴があります。また、中性子は光と同じように「波」としての性質もあり、その波の周期は原子や分子とほぼ同じ大きさです。このような性質を持つ中性子は、加速した陽子や電子を原子にぶつけることにより、または原子炉での核分裂を使うことにより、原子核から取り出して中性子ビームを作ることができます。中性子ビームを物質に照射し、中性子が散乱する様子を観測することにより原子や分子の配置や動きなどを調べることができます。中性子散乱は、配置と動きを同時に観測できることが最大の特徴です。

中性子とは

質量: $1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$ ($\approx$ 陽子)
電荷: ゼロ
スピン: $1/2$

原子構造の観測



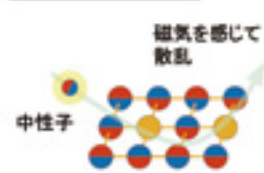
ダイナミクスの観測



高い透過力



磁気構造の観測

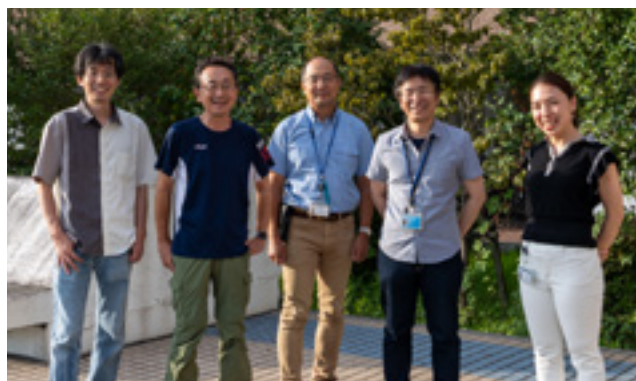


軽元素に対して高い感度



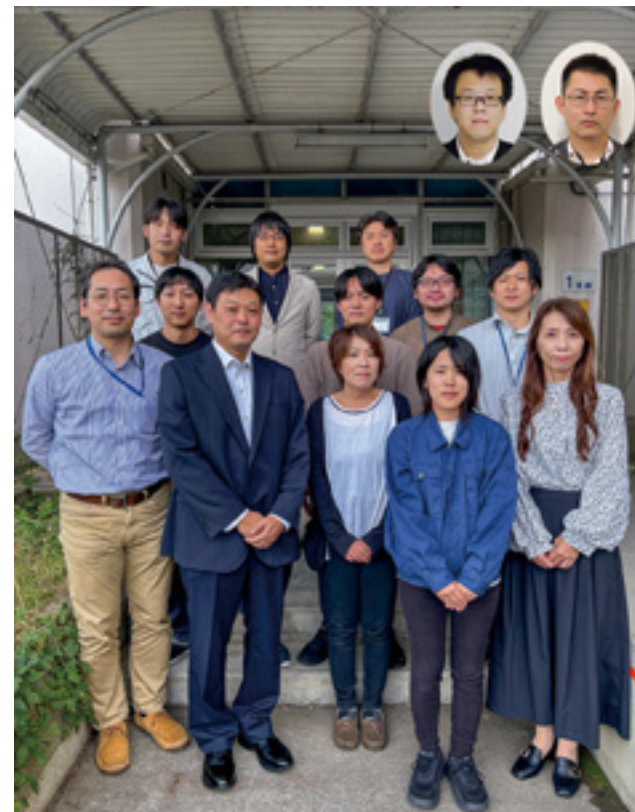
中性子科学研究系は1978年につくばで発足した中性子散乱実験施設 (KENS) に端を発します。陽子加速器を使って中性子ビームを作り出し、宇宙の成り立ちを調べる基礎研究から、材料の機能を調べる応用研究まで、幅広い分野の研究を行っています。2008 年からは東海村の J-PARC に拠点を移し、最新鋭の装置群を開発し、これらを用いた研究を行っています。

ソフトマター研究グループ



高分子や液晶、コロイド等のやわらかな物質は、「ソフトマター」と総称されています。このソフトマターは軽くて強い素材として、あるいは洗浄やコーティング等のための機能性物質として、身の回りのあらゆるところで使われています。またタンパク質や細胞膜などの生体物質の基本構成要素でもあります。それらのソフトマターがどのような構造を持ちどのように機能を発揮しているのか、ということをテーマに、中性子準弾性散乱や中性子反射率・中性子小角散乱・X 線小角散乱などの手法を用いて研究を行っています。このために中性子反射率計 SOFIA (BL16) の運用とともに、京都大学複合研と協力して中性子スピンエコー分光器群 VIN ROSE (BL06) の開発を行っています。

構造科学研究グループ



中性子線を物質に照射したときに生じる回折現象を利用することで、物質中の原子やスピンの配列を調べることができます。本研究グループでは、中性子回折装置を利用し、構造学的視点から物性現象や機能発現機構の解明に取り組んでいます。特に、中性子は水素やリチウムなどの軽元素を敏感に探知できることから、最近では水素貯蔵材料や蓄電池材料のような次世代エネルギー材料に関する構造科学研究に力を入れています。

本研究グループでは、J-PARC MLF において世界最高分解能をもつ超高分解能中性子回折装置 SuperHRPD (BL08)、様々な動作環境下（オペランド）で計測できる特殊環境中性子回折装置 SPICA (BL09)、全散乱法により実空間二体相関を高精度で観測できる高強度全散乱装置 NOVA (BL21) の3台の KEK 物構研中性子回折装置群を設計・製作・設置し、運用しています。これにより、結晶から液体・非晶質まで網羅することが可能で、研究テーマに最も適した中性子回折装置を選択し、多種多様な構造解析に取り組んでいます。また、試料合成や物性評価を行うための実験装置を実験室内に設置し、本グループ独自で新規機能性（エネルギー）材料などの開発も推進しています。

量子物性研究グループ

中性子散乱は物性物理学研究においても非常に強力な手段です。物質に中性子ビームを照射し、散乱された

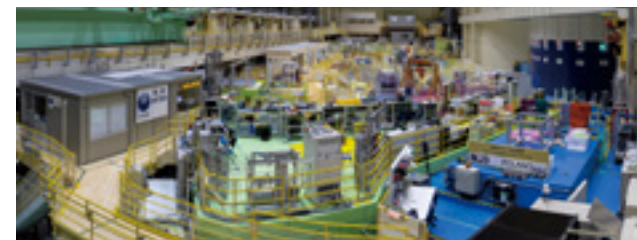


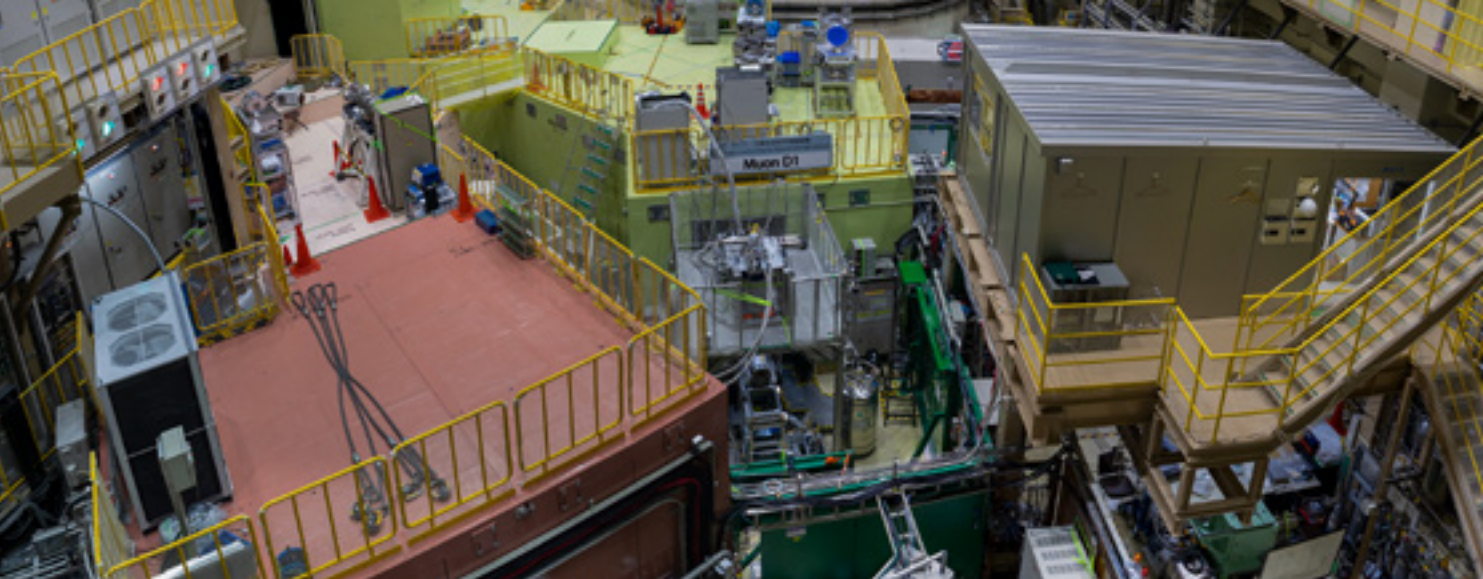
中性子を検出し、散乱前後での中性子のエネルギーと運動量の変化を分析することによって、物質中の原子やスピンの動的な振る舞い、例えば、フォノンやマグノンを観測することができます。本研究グループでは、高分解能チョッパー分光器 HRC (BL12) と偏極中性子散乱装置 POLANO (BL23) を用いて、量子スピン系や遍歴電子系の動的な振る舞いを高精度で観測し、物質中の原子やスピンの相互作用を解明して、物質のダイナミクスの研究を推進しています。

中性子光学研究グループ



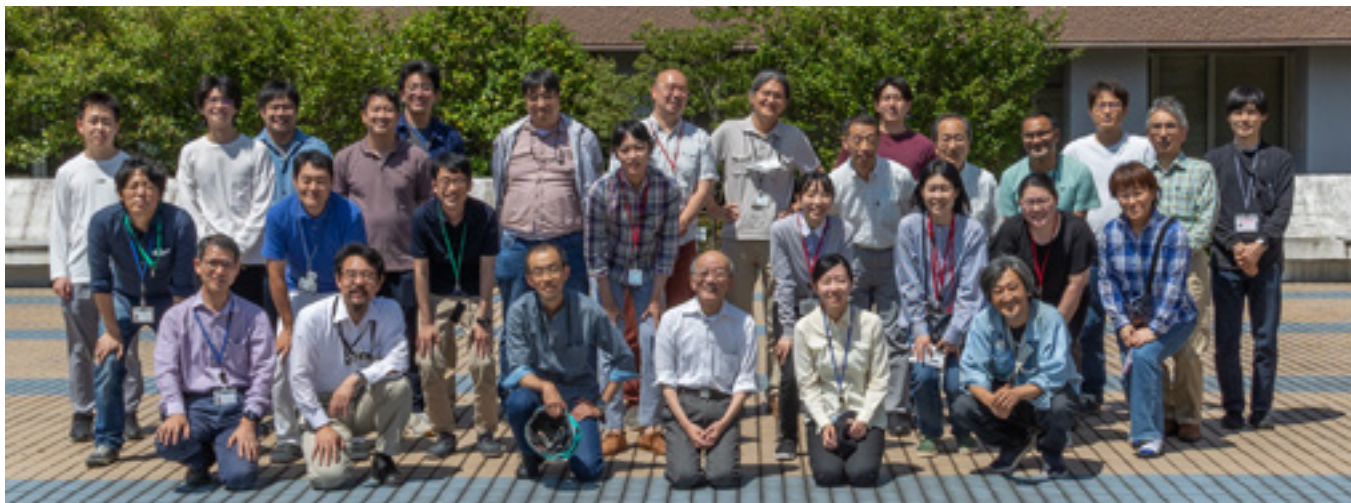
自然界には強い力・弱い力・電磁気力・重力の4つの力が存在することが知られています。中性子はそのいずれの力にも感度があり、中性子を用いた物理量の精密測定は素粒子標準理論の検証やその枠組を超えた新しい物理現象の探索能力を持っています。本研究グループでは先進的中性子光学系の開発研究とそれを利用した基礎物理的測定を中性子光学基礎物理実験装置 NOP (BL05) で行っています。偏極・非偏極・低発散の特徴を持った3本のブランチを用いた実験が行われています。中性子の崩壊・散乱・干渉・回折といった現象の精密測定を行うことにより、物理学の基本原理解の構築や未知の現象の探索を目指しています。





研究系

ミュオン科学研究系



ミュオン（ミュー粒子、 μ 粒子）は素粒子の一つで、非常にユニークな性質を持ち、さまざまな研究に利用されています。ミュオンは安定には存在していない素粒子ですが、宇宙線として空から手のひらに1秒に1個ほど降り注ぎ、私たちの身近に存在しています。最近では、ミュオンの高い貫通力を活かして、火山、原子炉、ピラミッドなどの内部を透視する研究が大きな注目を集めています。

ミュオンは、正の電荷を持つものと負の電荷を持つものの2種類が存在し、陽子と電子の中間の質量を持っています（陽子の1/9、電子の200倍）。さらに、磁石の性質を示すスピンを持ちます。ミュオンは他の多くの素粒子に比べて長い寿命（約50万分の1秒）を持っており、これらの特異な性質がさまざまな研究に役立っています。

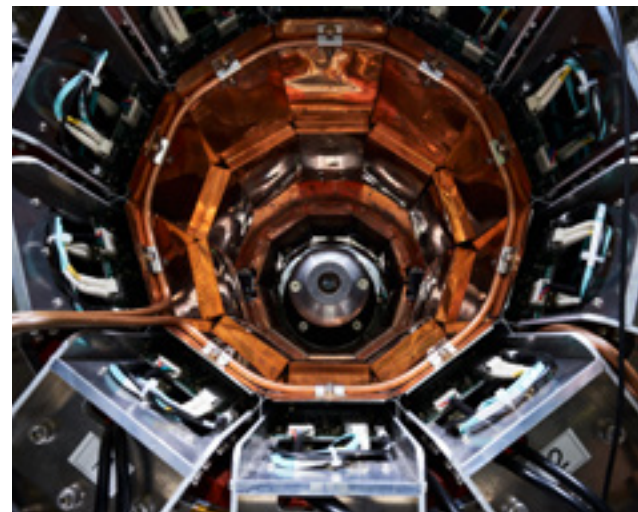
ミュオン科学研究系では、大強度陽子加速器施設（J-PARC）の物質・生命科学実験施設（MLF）にあるミュオン科学実験施設（MUSE）にて世界最高強度のパルス状ミュオンビームを提供し、基礎科学から産業応用まで幅広い分野の共同利用研究を推進しています。ま

た、この研究系では、ミュオン物質科学、負ミュオン応用、ミュオン基礎物理などの研究を進めています。さらに、新しい手法による大強度ミュオンビームや低エネルギーミュオンビームの開発にも取り組んでいます。

ミュオン科学研究系は1978年につくばで発足した東京大学中間子科学実験施設（UT-MSL）に端を発し、1980年に世界初のパルス状ミュオンビームの発生に成功して以来、ミュオン利用研究の国内の基軸となり、世界的にもパルス状ミュオン利用において先導的な役割を果たしてきました。1997年には高エネルギー加速器研究機構に合流し、2008年からはJ-PARCに拠点を移し、2009年には世界最高の質と強度のミュオンビームを提供するMUSEの供用を開始しました。

局所スピン相関物性グループ

ミュオンは非常に小さな棒磁石のような振る舞い（スピン）を示す粒子です。加速器で作られだされるスピンの向きが揃ったミュオンを物質に照射すると、エネルギーを失って物質内で停止し、周囲の磁場を感じて回転します。この特性を利用した手法がミュオンスピン

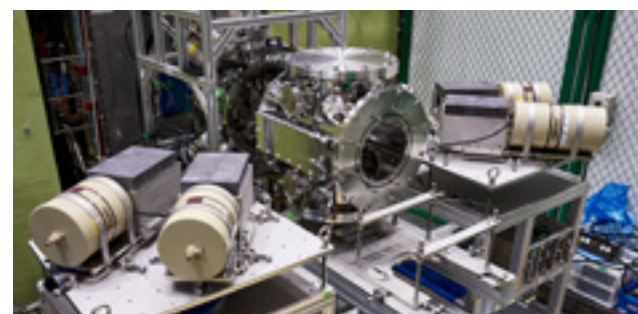


μ SR分光器（Photo by HAYASHI Yuki）

回転・緩和・共鳴（ μ SR）であり、物質の性質を詳細に研究するための重要な手段として使われています。研究グループでは、 μ SRが物質内部の磁気に非常に敏感であることを活用して、物質の磁氣的振る舞いや超伝導体の性質などを研究しています。特に、1ナノ秒から数十マイクロ秒といった時間領域の磁気揺らぎに敏感であり、他の測定手法では難しい非常に弱い磁気も検出できます。また、中性子と組み合わせることで、物質の空間的に乱れた磁氣的状態を観察することも得意としています。

さらに、半導体などにミュオンを停止させると「ミュオニウム」と呼ばれるミュオンと電子からなる水素原子のような状態が生成されます。これを利用して、物質中に微量に含まれる水素原子の電気伝導性への影響を調査するなどの研究も行われています。

負ミュオン利用科学研究グループ



負ミュオン特性X線測定装置（Photo by HAYASHI Yuki）

MUSEでは、3GeVの高エネルギー陽子を用いることで、世界最高強度かつ低エネルギーの負ミュオンビームを生成します。負ミュオンは、重い電子のような振る舞いをすることが知られています。物質中に停止する際には、元素ごとに特有の波長を持つ負ミュオン特性X線を放出します。この特性X線を利用して、文化財などの貴重な試料の非破壊元素分析研究が進められています。特に、軽元素である炭素・窒素・酸素の3次元非破壊分析は、従来の手法では困難でしたが、負

ミュオンを使うことで有効になり、考古学や惑星科学などに応用されています。

また、負ミュオンを使った核融合に関する基礎的な研究も進展しています。核融合は、同じ電荷を持つ2つの原子核がその反発力を乗り越えて近づくことによって起こります。従来の熱核融合やレーザー核融合は、超高温・高圧の状態を作り出して反発力に打ち勝とうとしていましたが、ミュオン触媒核融合は、負ミュオンが重い電子であるという性質を利用し、原子核間の反発をなくすことで、常温で効率よく核融合を起こすユニークな方法として注目されています。これは将来的なエネルギー供給の方法として大きな可能性を秘めています。

超低速ミュオン利用科学研究グループ



サイクロトロン（Photo by HAYASHI Yuki）

ミュオン科学の最先端を切り拓く超低速ミュオンビームの開発と応用を進めています。多くの加速器施設で得られるミュオンビームは薄膜や微小な試料の観察には必ずしも最適ではありません。エネルギーが高く、空間的広がりが大きいためです。また、パルス状ビームは強度が高い一方で時間分解能に限界があります。超低速ミュオンはミュオニウムのレーザーイオン化によって得られる短パルス状の低エネルギーミュオンで、典型的なミュオンビームと比べて1/1000のエネルギーと1/10のビームスポット、そして通常のパルスミュオンの1/100の時間幅を誇ります。物質中に埋め込む深さを精密に制御できるため、薄膜や界面を舞台とする研究に適しています。MUSEでは2016年に超低速ミュオンの発生に成功したのち、共同利用実験の開始に向けて準備を進めてきました。2022年からは物質科学研究のパイロット実験が進行中です。さらに、超低速ミュオンを加速してレーザー光のように高輝度のミュオンビームを作ることができ、透過型ミュオン顕微鏡やミュオン双極子能率の精密測定への応用が期待されています。これらの計画も着々と準備が進行しています。



新領域開拓室

2023 年 4 月 1 日に発足した新領域開拓室では、人材育成を絡めながら国内外の物質科学・材料科学・生命科学などの分野に横串を刺すような共通技術を開発し、国内外の関連施設に展開を図るとともに若い発想を活かして新領域を開拓していきます。

現在、研究所が運営している量子ビーム施設群においては、世界的にもユニークなマルチプローブ共同利用・共同研究を展開しています。量子ビーム連携研究センター（CIQuS）では物質科学・材料科学を中心に、構造生物学研究センター（SBRC）では生命科学を中心に、物構研内での相補的・協奏的連携を拡大・強化しています。新領域開拓室はこれら 2 センターに並ぶ組織ですが、2 センターとちがって、物構研の枠を越えた活動を主目的としています。

これまで物構研が中心に運営してきた国内主要放射光施設のプラットフォームに中性子やミュオンのビーム施設を加え、日本全体を俯瞰した情報共有を進めつつ、新領域開拓室で開発を進めた共通技術の技術移転と施設系人材の育成・輩出を行うことで、実験手法の高度化、技術力の向上、異種量子ビームを併用した新領域開拓を可能とします。従来の異種ビーム別育成ではなくビームに抛らない統合型の量子ビーム科学を推進するための共通技術の開発を通じて次世代の施設系人材を育成します。各部門で開発する技術は量子ビームによる分析の高度化、効率化に必須となるものであり、全ての量子ビームに共通する技術であることから、横断的に研究開発を進める必要があります。今後、人を中心とした量子ビーム施設の国内ネットワーク形成に貢献していく組織です。

新領域開拓室は、以下のような 4 部構成となっています。1 部門当たり教員 2 名、研究員・技術員・支援員を 2、3 名程度配置する計画になっています。若手人材は連携している他施設との交換人事にも貢献していくことで、日

本全体で人材育成する新たなスキームを考えています。

(1) 量子ビーム施設連携部門

大学共同利用のための大型量子ビーム施設の端緒を放射光実験施設 PF が開いてから 40 年以上となり、国内量子ビーム施設の増加によるそれぞれの利用者人材の増加が続いています。PF のあとに続いた各量子ビーム施設を含めて、施設系人材の世代交代時期になっていますが、人材不足が非常に深刻になっています。本部門では人材源である大学の共同利用・共同研究拠点、大学共同利用機関に置かれた量子ビーム施設の学術連携ネットワーク（物構研を核として構築済み）をベースに、施設系若手人材（教員、高度専門職）を相互に育成・輩出・長期派遣するプログラムを立ち上げ、司令塔的な役割を果たします。

(2) AI・DX 開発部門

AI・機械学習を活用した測定・解析の自動化の技術をさらに高度化することで、様々なマルチプローブ研究のニーズに応えます。これまでハードルの高さゆえにマルチプローブ利用を行っていなかった研究者に対して、リモート測定を含めた、ポスト・コロナ時代における新たな研究展開をもたらします。

(3) イメージング・顕微開発部門

クライオ電顕や X 線イメージングの技術を使いながら、電子や X 線より透過性の高いミュオンや中性子に置き換えることで、試料厚に制限が少ない新規イメージング・顕微技術の開発を行うとともに、試料の扱いやデータ解析などの共通化を進めます。

(4) 非破壊分析開発部門

実材料そのままで計測を行う非破壊分析技術の開発により、各量子ビームの特性が違ふことを利用して試料の多面的な評価をマルチプローブ・マルチスケールで行うとともに、試料の扱いやデータ解析などの共通化を進めます。



研究センター

量子ビーム連携研究センター（CIQuS）

物構研では、2020 年 4 月に従来の構造物性研究センターが発展的に改組され、「量子ビーム連携研究センター」が新設されました。

当研究センターは、放射光・中性子・ミュオン・低速陽電子という 4 つの量子ビームを備えた世界的にもユニークな研究所である物構研のメリットを生かして、新たな「発掘型共同利用」と「テーマ設定型共同研究」を推進するとともに、若手人材を育成することで、これまでにない新しいマルチプローブ連携分野を、物質の表面構造・内部構造・不均一構造の 3 つの観点で創成することを目指しています。以下に、本研究センターで推進する 3 つの取り組みを示します。

① 発掘型共同利用

初心者を含む共同利用申請に対して指導・助言することでマルチプローブ研究を加速。研究内容を検討し、マルチプローブに適した試料作製など研究実施までの指導・助言・実験支援を一貫して実施。

② テーマ設定型共同研究

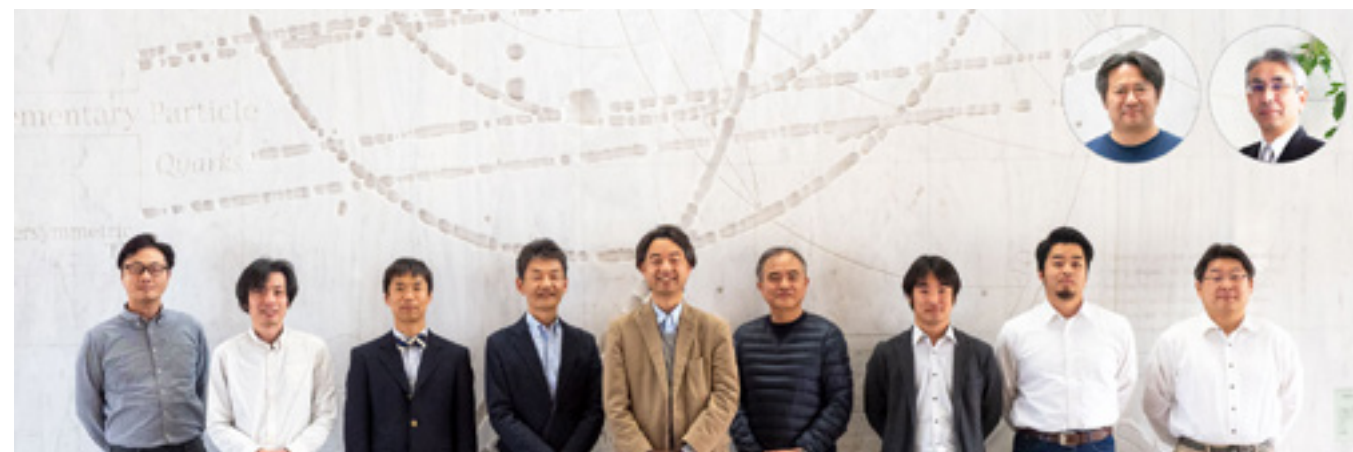
イノベーションに貢献できる量子ビーム連携研究課題

を設定し、産学官連携・国際連携によって課題を解決。

③ マルチプローブ若手人材育成

マルチプローブ利用により不可欠となる AI を活用したデータ駆動型実験・解析手法を開拓するとともに、量子ビーム連携分野で国際的に活躍できる若手人材を育成。

発掘型共同利用は、2021 年度より本格的に運用を開始し、毎年 10～15 件の実験を実施しています。テーマ設定型共同研究については、2020 年度当初より 4 つのカテゴリーで合計 11 件の研究テーマを開始し、2023 年度は 12 件を実施しています。これらに関連して、2020 年度後半から、従来の物構研マルチプローブ課題に、エキスパートタイプとスタンダードタイプを設定して申請のハードルを下げるとともに、2021 年度より、マルチプローブ利用研究のための放射光および低速陽電子実験を迅速に行える PF-CIQuS 課題の運用を開始しました。また、CIQuS として雇用した博士研究員をテーマ設定型共同研究のプロジェクトに配置し、マルチプローブ若手人材育成を進めています。





研究センター

構造生物学研究センター（SBRC）

構造生物学研究センターは、"What is life" をスローガンに掲げ、量子ビームを利用して生命現象を分子や原子のレベルで理解することを目標とした研究活動を展開しています。当研究センターに在籍する約 40 名のメンバーは、PF ビームラインの整備・高度化や、構造生物学的研究に従事しています。PF では、5 本の生体高分子用 X 線結晶構造解析ビームラインと、2 本の X 線小角散乱（BioSAXS）ビームラインを運用しており、最近では、低エネルギー X 線を用いた Native SAD 法（タンパク質に本来含有されるイオウ等の軽原子の異常散乱を利用し位相決定を行う）の開発、SEC-SAXS 法（ゲル濾過によって試料溶液を単離・生成しながら連続的に SAXS 測定を行う）をはじめとする溶液散乱法、そして PReMo（実験データを効率的に取り扱うためのデータベースシステム）を軸とした測定データベースや全自動測定システムの構築などに重点を置いて開発を行ってきました。また、当研究センターは生化学実験施設も有しており、タンパク質の発現・精製から、全自動結晶化スクリーニングロボットを利用した結晶化、各種物理化学測定、生化学実験などが可能です。このように構造生物学研究センターは、構造生物学研究をシームレスに行

うことができる研究拠点として機能しています。現在参画している日本医療研究開発機構（AMED）の創薬等先端技術支援基盤プラットフォーム事業においては、この利点を活かしてライフサイエンス研究者のサポートを積極的に行い、構造生物学研究の更なる普及に務めています。一方で、独自の構造生物学研究も展開しており、生物学のみならず創薬分野にとっても重要な研究成果を挙げています。

2017 年度には、200kV のクライオ電子顕微鏡を、2022 年度には 300kV のクライオ電子顕微鏡を導入し、超分子複合体の構造解析に関する体制を構築しています。これらの施設を利用して国内外の構造生物学研究者および企業研究者の支援を積極的行っています。



結晶化ロボット



実験施設

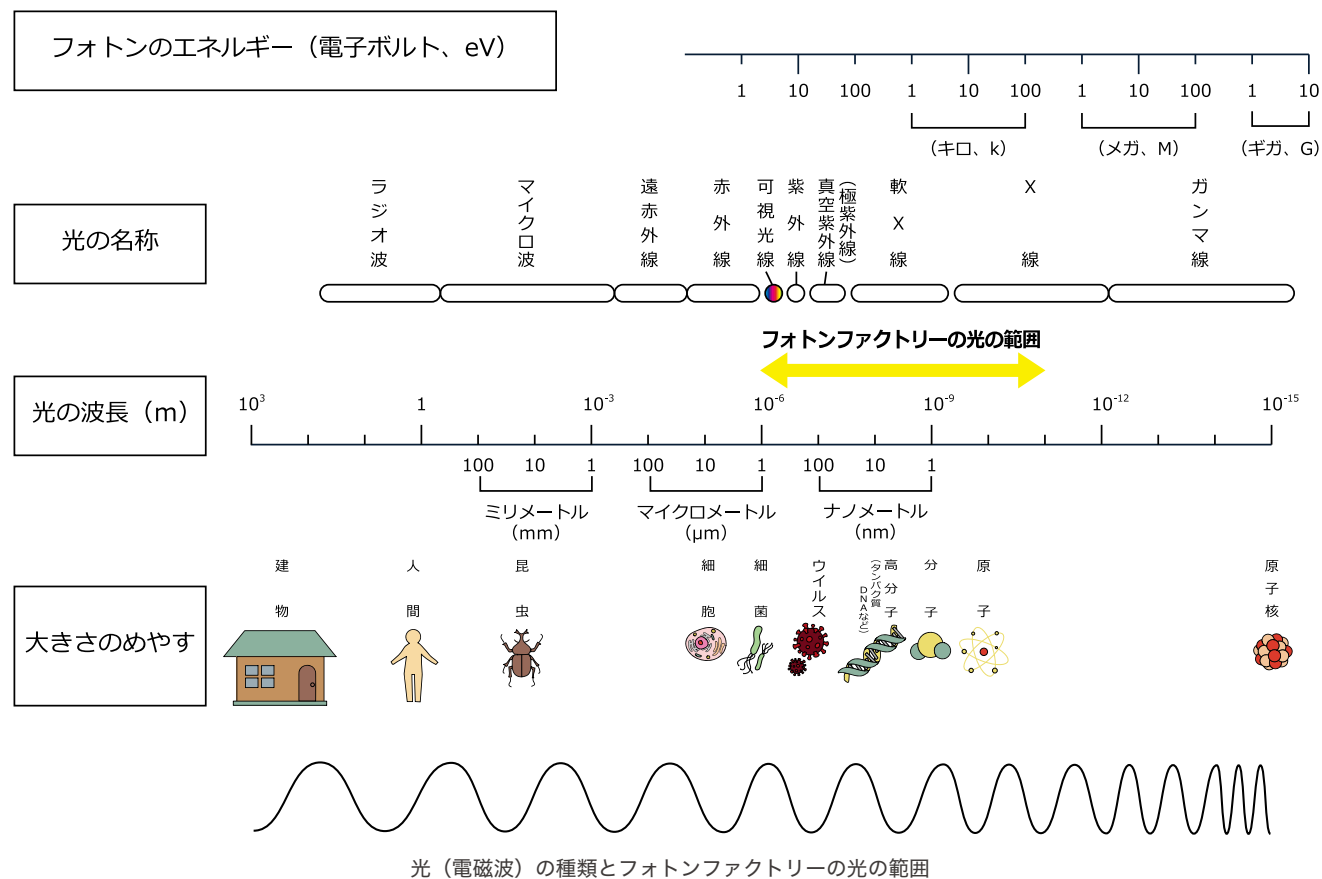
放射光実験施設（フォトンファクトリー）

フォトンファクトリー（Photon Factory, PF）は、KEK のつくばキャンパスにある放射光施設です。PF リング（2.5 GeV）とアドバンスリング（PF-AR, 6.5 GeV）という、特徴ある 2 つの放射光専用の光源加速器を有し、KEK で培ってきた放射光技術・加速器技術により世界最先端の研究の場を提供しています。また、開発研究を通して世界の放射光科学を先導する新技術と若手人材を供給しています。

1982 年に放射光発生に成功した PF リングは、X 線

領域では日本初の放射光源加速器です。現在までの 30 余年の間に数度の大きな改造を行い、放射光の高輝度化を図ってきました。PF-AR は、トップクォークの探索が行われていた TRISTAN の前段加速器と共存して、1987 年から放射光源としての利用を開始しました。2002 年に PF-AR 高度化改造を行い、世界でも類を見ない大強度パルス放射光専用光源として生まれ変わりました。

物の大きさと光(電磁波)の種類

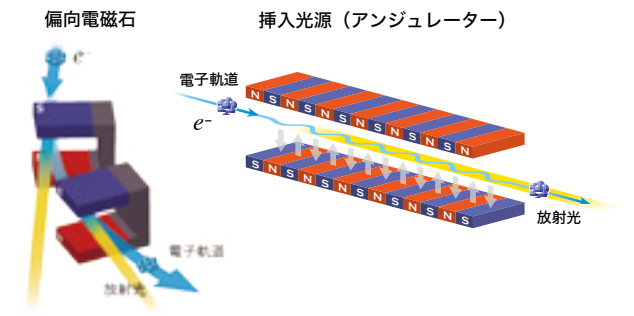


光（電磁波）の種類とフォトンファクトリーの光の範囲

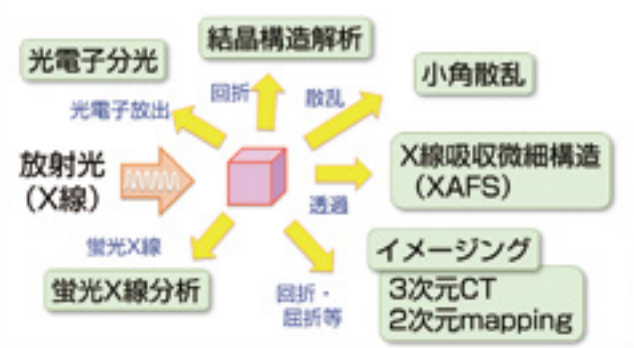
放射光とは

ほぼ光速（典型的には光速の99.99%以上）で直進する荷電粒子が磁場によって曲げられる際に、その進行方向に放射される光です。放射光は太陽光や実験室のX線源と比べて桁違いに明るく、指向性が高く、赤外線から硬X線まで幅広いエネルギー範囲にわたる光です。また、アンジュレーターやウィグラーと呼ばれる磁石が並んだ装置（挿入光源）を光源加速器に挿入することにより、より明るく、偏光特性を自由に変えられるなどの高品質な放射光を発生させることができます。放射光を物質に照射し、回折、散乱、吸収、蛍光などの分光測定を行うことにより、物質の詳細な構造や電子状態を高度なレベルで解析することができます。

放射光発生 の原理



様々な分析手法への活用

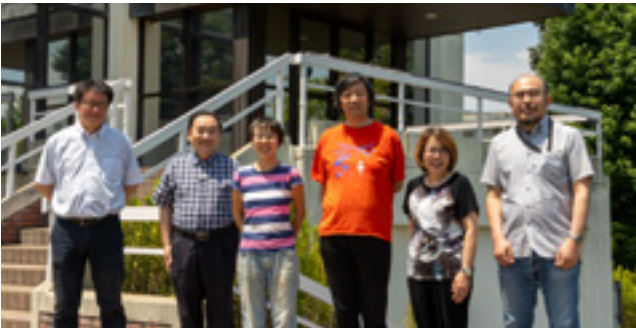


組織

従来は、放射光科学第一・第二研究系が、利用研究と施設運営のミッションを担当していましたが、2019年度からは、新たに発足した放射光実験施設が施設運営を担当することになりました。これにより、施設の高度化や将来計画など、より戦略的な取り組みが可能になることが期待されます。

放射光実験施設には、運営・基盤技術・測定装置の3部門を置き、利用制度の整備と運用・安全管理・施設間連携を主導するとともに、加速器第六研究系とともに放射光ビームの安定供給と高性能化を、放射光科学第一・第二研究系とともにビーム利用の高度化を推進しています。

運営部門



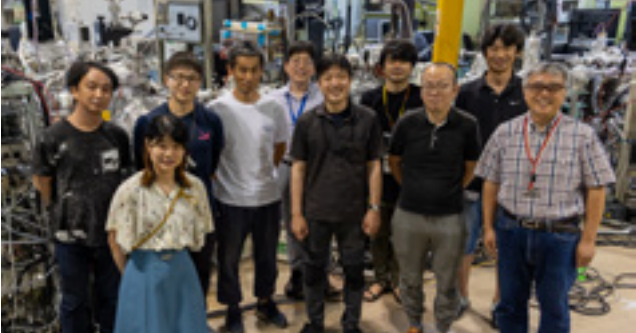
運営部門は、放射光の利用制度（学術利用・産業利用・産学連携など）の整備と運用、放射光実験に係る安全管理、国内外の放射光・量子ビーム施設との連携を主導することを目的として設置されています。

基盤技術部門



基盤技術部門は、放射光を実験装置に導くビームライン共通部の整備と高度化を目的として設置されています。当部門は、加速器研究施設・加速器第六研究系や放射光科学第一・第二研究系とともに、最先端の放射光技術の開発研究プロジェクトの中核を担います。開発項目はハードからソフトまで広範かつ多岐にわたるため、光学系・X線光学・基盤設備・インターロック・真空系・制御系・検出系・時間分解の専門チームで詳細検討を行い、チーム内外で適切に連携しながら開発研究を推進します。

測定装置部門



測定装置部門は、放射光の特徴を最大限に利用する実験装置を含むビームラインエンドステーション部の整

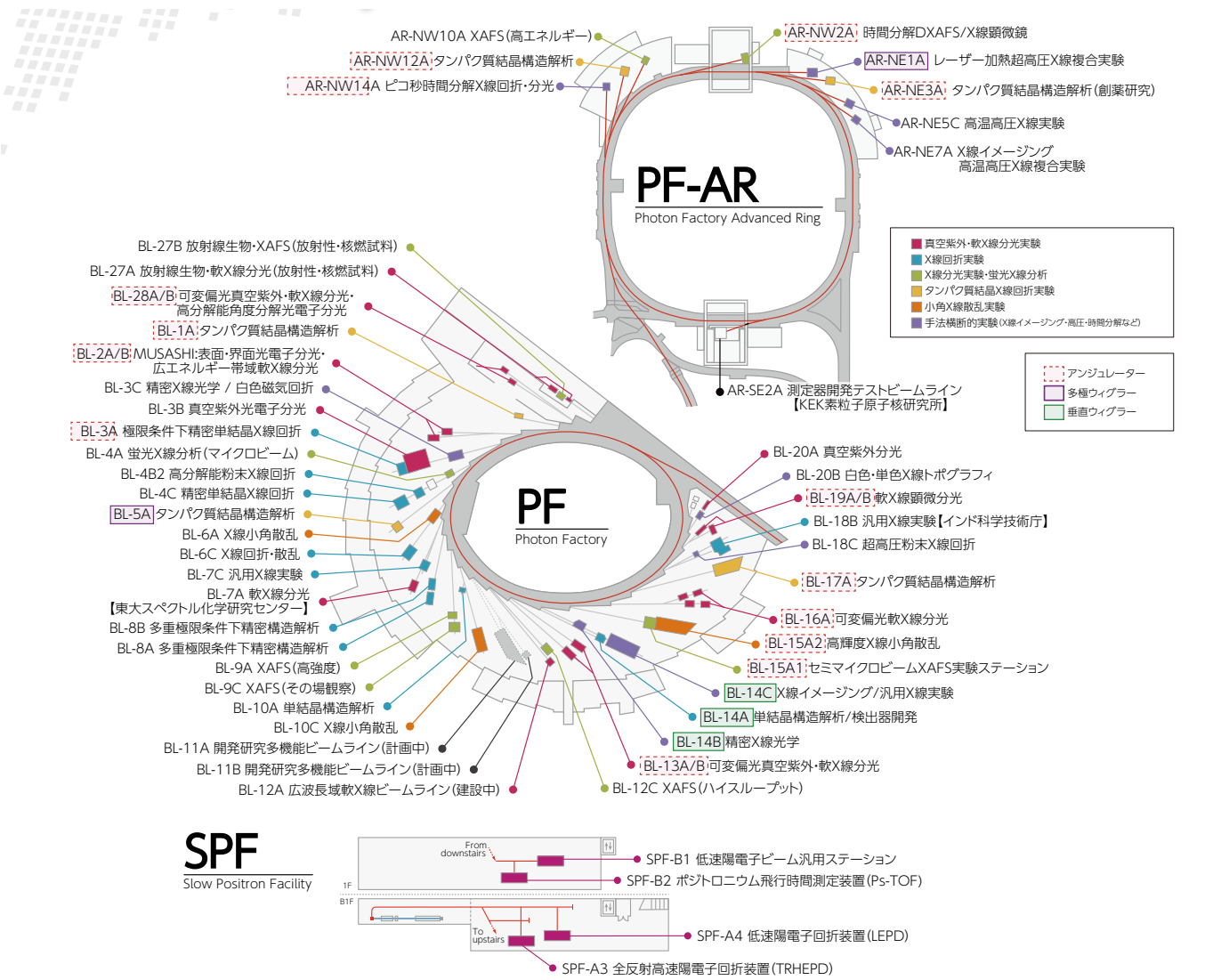
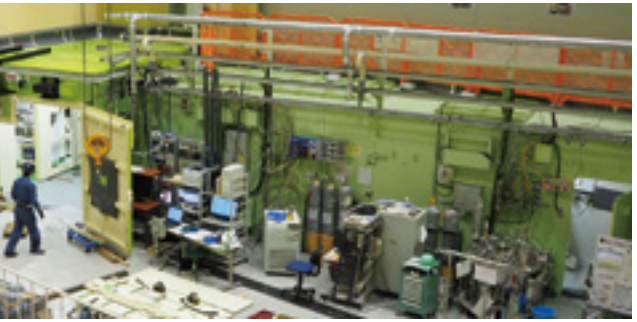
備と高度化を目的として設置されています。当部門は、放射光科学第一・第二研究所所属を含む各ステーション担当者間の連携の中核を担い、エンドステーションの標準化と自動化、将来の標準化を見据えた先端化を推進します。

ビームライン・実験設備

PF リングの実験ホールには、39（計画中、建設中含む）の実験ステーションがあり、最新の技術を取り入れた実験装置の開発や実験環境の整備によって、広い分野の物質・生命科学研究に貢献しています。世界唯一の縦偏光を発生する垂直ウィグラーを光源として世界最



高性能の大視野・高分解能X線位相イメージング実験が行われているBL-14Cなど、世界的にユニークな実験ステーションを有しています。また、PFリングのエネルギー領域を活かし、タンパク質結晶に含まれているイオウやリンを利用して構造解析を行うBL-1A、炭素などの軽元素を選択的に観察できる高性能の軟X線ビームライン群など、多様な研究が展開されています。大強度パルス放射光源であるPF-ARには、パルス幅100ピコ秒の放射光とレーザー光を組み合わせる分子や結晶の変化する様子を捉える時間分解実験や、高エネルギーX線を利用した地球科学研究など、特徴的な研究を行う8つの実験ステーションがあります。



2024年6月現在

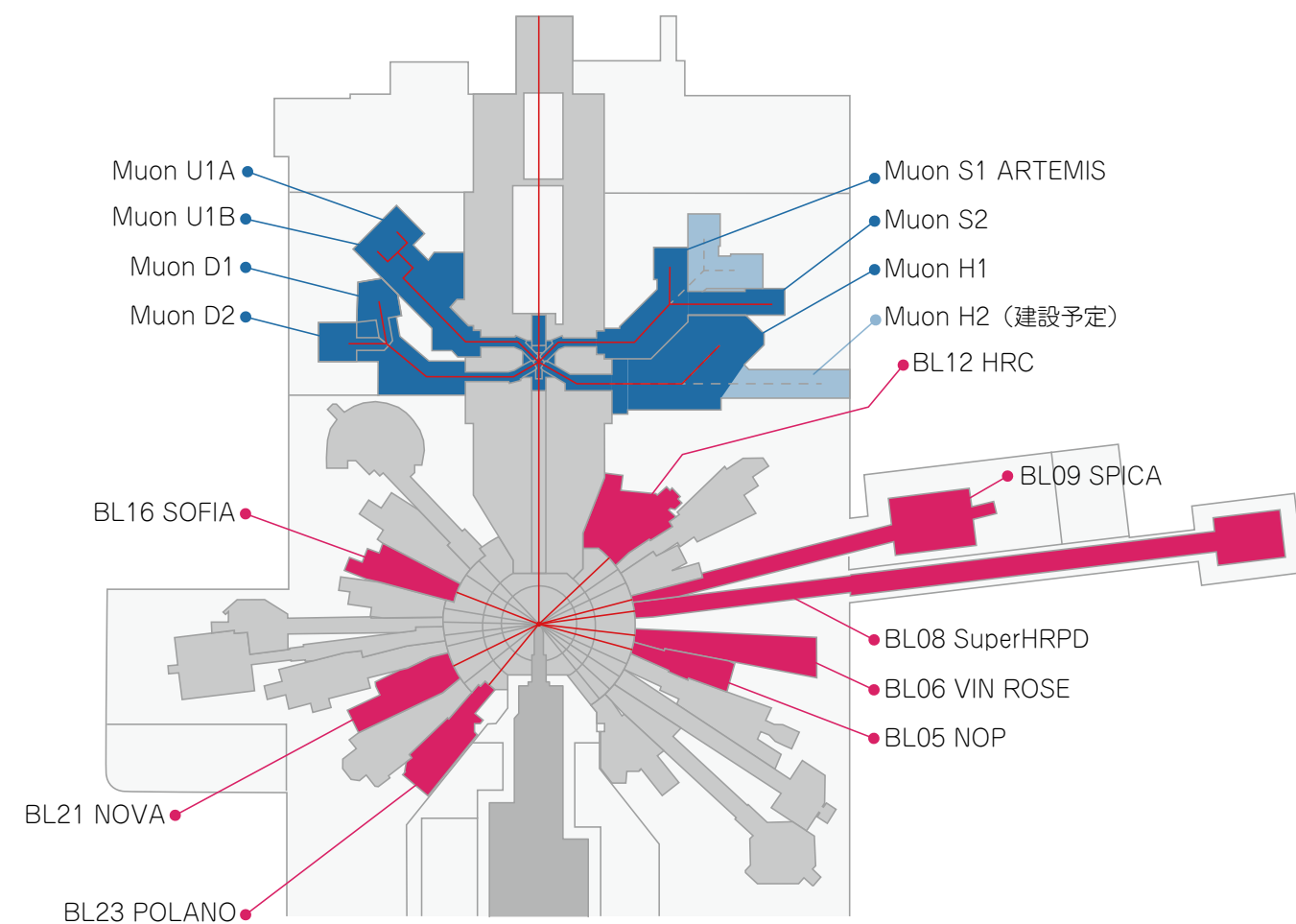


実験施設

J-PARC 物質・生命科学実験施設 (MLF)

J-PARC (大強度陽子加速器施設) は KEK と JAEA (日本原子力研究開発機構) が共同で運営している施設で、東海村の JAEA 敷地内にあります。物質・生命科学実験施設 (MLF) は加速器からのパルス陽子ビーム (3 GeV, 25 Hz, 333 μ A) により世界最高強度のミュオン及び中性子ビームを発生させ、これらを用いて、物質科学・生命科学研究を推進するための実験施設です。物構研は 8 台の中性子実験装置群と世界最高強度

のパルスミュオンビームを利用できるミュオン実験装置群を持ち、大学共同利用を推進するとともに産業界にも開放しています。中性子実験装置群の共用促進は一般財団法人総合科学研究機構 (CROSS) 中性子科学センターが担っていますが、物構研の他、JAEA と茨城県も中性子実験装置を設置して、ユーザー利用を行っています。



中性子実験装置



BL05 NOP 中性子光学基礎物理実験装置

先端的中性子光学を駆使して、わずかに現れる高エネルギー現象の足跡を捕捉

BL06 VIN ROSE 中性子共鳴スピンエコー分光器群

中性子スピンエコー法で観測するピコ秒からサブマイクロ秒における広い時間領域の原子分子ダイナミクスを観測

BL08 SuperHRPD 超高分解能粉末中性子回折装置

わずかな構造歪みを精度良く捉え、新しい構造物性を開拓

BL09 SPICA 特殊環境中性子回折計

機能性材料の静的構造および実用デバイスのオペランド測定による非平衡状態の構造をリアルタイム観測

BL12 HRC 高分解能チョッパー分光器

高分解能で広くエネルギー・運動量空間を探索し、物質のダイナミクスを観測

BL16 SOFIA ソフト界面解析装置

物と物との「界面」で起こる未知の現象を中性子の「反射」で解明

BL21 NOVA 高強度全散乱装置

水素誘起物性に対する原子位置・磁気構造の解析、水素との相関の導出による起源解明、不規則系における二体相関からのアプローチ

BL23 POLANO 偏極中性子散乱装置

非弾性散乱における偏極度解析を行い、様々な物理自由度ダイナミクスを分析

ミュオン実験装置



Muon D1 ミュオン物質生命科学実験装置

運動量可変パルス正負ミュオン利用の μ SR 実験装置。超高感度の内部磁場測定を通じて物質と生命をミクロな視点から解明

Muon D2 ミュオン基礎科学実験装置

正負の大強度高速ミュオンを用いて基礎物理から非破壊元素分析まで多彩に研究

Muon S1 ARTEMIS 汎用 μ SR 実験装置

運動量固定パルス正ミュオン利用の μ SR 実験装置。超高感度の内部磁場測定を通じて物質と生命をミクロな視点から解明

Muon S2 ミュオニウムレーザー物理実験装置

レーザーを用いたミュオニウムのエネルギー準位精密測定や、ミュオニウムの 3 光子イオン化による超低速ミュオン生成などのミュオン基礎科学実験

Muon U1A 超低速ミュオン顕微鏡実験装置

熱ミュオニウムのレーザーイオン化による超低速ミュオンを利用した μ SR 実験装置。sub-keV から 30 keV でビームエネルギーを制御し、薄膜試料の測定や界面近傍への選択的打ち込みが可能

Muon U1B 透過型ミュオン顕微鏡

世界初のミュオンを加速するサイクロトロン。高輝度のミュオンに物質透過能を付与し、厚い試料内部の高分解能観察が可能

Muon H1 大強度ミュオンビーム実験装置

大強度で運動量可変な正負パルスミュオンビームを用いて、基礎物理などの様々な実験的研究を高精度・高感度で行う



実験施設

低速陽電子実験施設



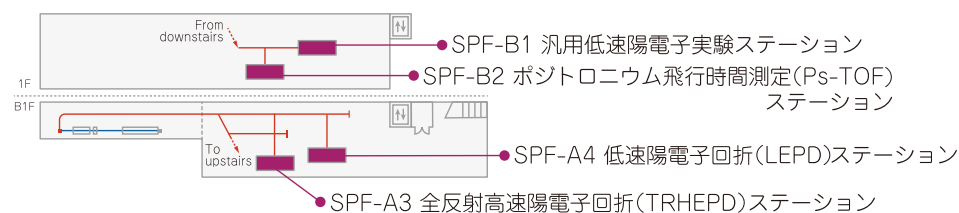
陽電子は電子の反粒子です。低速陽電子実験施設(Slow Positron Facility, SPF)では、加速器を用いた陽電子生成・制御技術により「低速陽電子」とよばれるエネルギー可変単色陽電子ビームを作り、世界最先端研究の場を提供しています。当施設は、KEK つくばキャンパスの電子陽電子入射器棟の最上流にあります。

低速陽電子実験施設での研究

ビームラインから分岐した 4 つの実験ステーションで共同利用実験を行っています。内容は大きく分けて 2 つあり、陽電子回折法による物質最表面の原子配列の研究と、ポジトロニウムの原子物理およびポジトロニウムを利用した表面電子状態の研究です。陽電子回折には、全反射高速陽電子回折 (TRHEPD, トレプト) と低速陽電子回折 (LEPD, レプト) があります。それぞれ、反射高速電子回折 RHEED と低速電子線回折 LEED で電子を陽電子に置き換えた手法です。陽電子は電子に比べて表面感度が高く、最表面やその下の数層までに絞って原子配列を高精度に捉えます。

SPF

Slow Positron Facility



ポジトロニウムは、陽電子と電子が結合した非常に軽い原子です。現在、そのボース - アインシュタイン凝縮の実証に必要なレーザー冷却実験が行われています。ポジトロニウムを使った表面研究には、ポジトロニウム飛行時間法があります。

(1) SPF-A3:全反射高速陽電子回折 (TRHEPD, トレプト) ステーション

ビームをエネルギー 15 keV で輸送し、ステーション直前にあるリモデレータ (厚さ 100 nm のタングステン) で輝度増強した後、10 keV の高輝度ビームによるトレプト測定を行います。

(2) SPF-A4:低速陽電子回折 (LEPD, レプト) ステーション

ビームを 5.2 keV で輸送し、ステーション直前にあるリモデレータ (厚さ 150 nm のニッケル単結晶) で輝度増強した後、数十〜数百 eV の高輝度ビームによるレプト測定を行います。

(3) SPF-B1:汎用ステーション

ユーザー独自の研究テーマのため装置を持ち込むステーションです。現在はポジトロニウムのレーザー冷却の研究を行っています。

(4) SPF-B2:ポジトロニウム飛行時間 (Ps-TOF) ステーション

試料表面から放出されたポジトロニウムが一定距離進むまでの時間を測定し、ポジトロニウムのエネルギーを分析します。



Photo by HAYASHI Yuki

技術部門

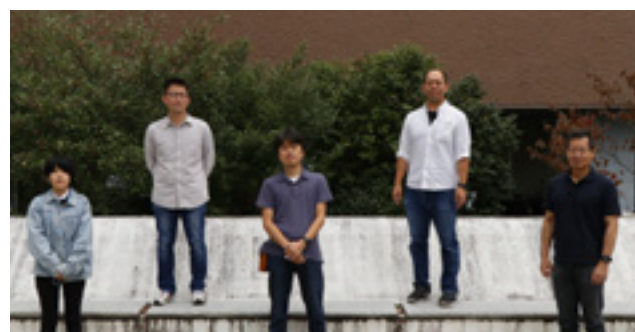
KEK には 162 人 (2024 年 7 月現在。うち再任用職員 20 人) の研究系技術職員が在籍し、各研究所等に所属しています。物構研には 27 名が在籍しており、研究系、実験施設で教員と一体となって働いています。

放射光実験施設



放射光実験施設では技術職員 14 名 (2024 年 7 月現在) 全員が基盤技術部門に所属しています。基盤技術部門の中ではビームライン (8 名)、セーフティ (6 名) のそれぞれのチームでの仕事を主務とし、放射光利用実験を行うためのビームラインの設計・建設・立ち上げ・調整、技術開発、施設インフラの維持・管理、安全関連業務などを協力しながら行っています。

中性子科学研究系



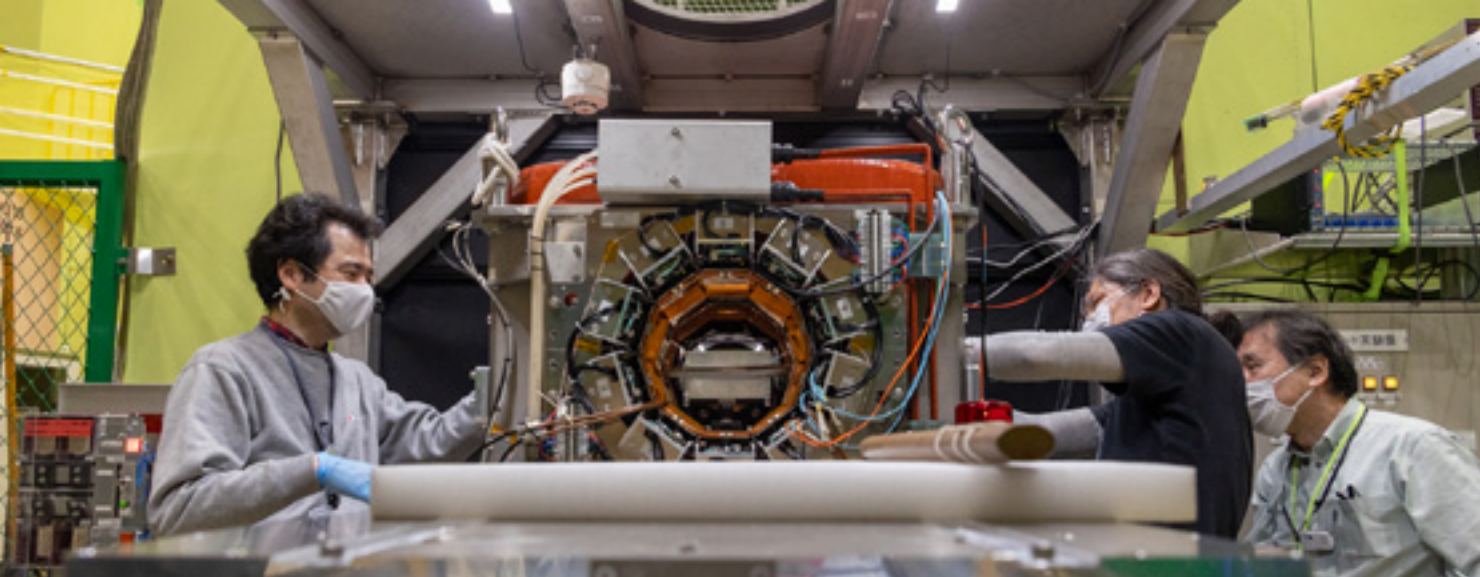
中性子科学研究系には 6 名の技術職員が所属しています。J-PARC MLF に設置されている中性子実験装置 (ビームライン 8 本) のコンポーネント (各種チョッパー・中性子ビーム輸送系・大型真空槽を含む真空装置・磁場環境や低温 / 高温などの試料環境装置・インターロックシステム・中性子検出器・データ集積系・各ユーティリティなど) の保守・管理や機能向上化、実験の補助や施設安全の業務に関わっています。また中性子実験に関連する技術開発 (次世代検出器・偏極装置など) にも取り組んでいます。

ミュオン科学研究系



ミュオン科学研究系には 7 名の技術職員が所属し、世界最高強度のパルス状ミュオンを生成する標的系をはじめ、生成したミュオン粒子を実験室まで導く電磁石系、効率的かつ安全にビーム運転を行う制御系などビーム運転に不可欠な業務を担っています。その他、

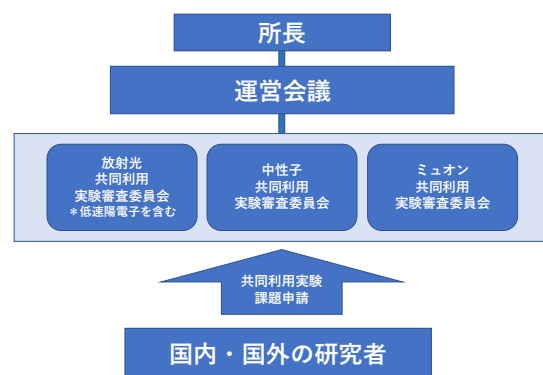
ユーザー実験に使用する試料環境機器の整備・プロジェクトマネジメント・電磁場解析・機械設計などの要素開発や製作した装置の運転・維持及び安全管理等責任ある業務に携わっています。



共同利用

共同利用の仕組み

物構研は、大学共同利用機関として、全国の大学共同利用および国際協力を積極的に推進しています。その活動は、全国の大学・大学院の研究教育と密接に連携してこそ可能であり、量子ビームを利用して研究を行う全国のユーザーコミュニティとの有機的連携のために右図に示すような仕組みで運営されています。



物構研運営会議

大学共同利用機関である物構研の運営は、研究所内外の関連分野の研究者の参加のもとに行われます。その最上位に位置する物構研運営会議は機構外委員（13名）、物構研内委員（9名）及び機構内の物構研外委員（3名）で構成され、研究所運営の要となっており、教員人事、組織改編、その他の重要な事項を審議する場となっています。

（2023年度の共同利用実績）

	申請件数	採択件数	実施件数（※）	共同研究者等受入 （延人日）	共同研究者等受入 （実人数）
放射光実験（含低速陽電子実験）	376	361	705	17,202	2,502
中性子実験（MLF）	131	115	83	2,874	451
ミュオン実験（MLF）	104	92	56	2,835	281
マルチプローブ実験	3	3	3	298	36

※ 複数年有効の課題を含むため、当該年度の採択件数よりも多くなる場合がある。

共同利用実験・共同研究者受入

放射光、低速陽電子、中性子及びミュオンでは共同利用の実験施設として、毎年、多くの実験課題が実施されています。また、共同利用実験や共同研究の場として、国内外からユーザーや共同研究者が来訪し、活発な研究活動が行われています。

共同利用実験審査委員会

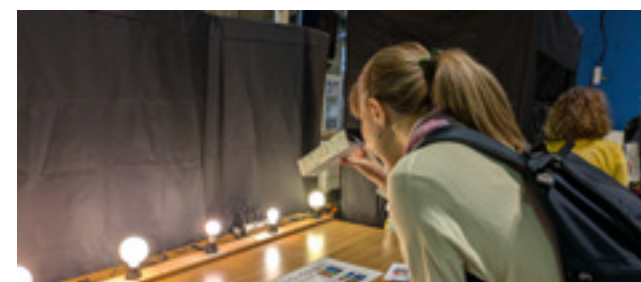
物構研では、物構研運営会議の下に、量子ビームのプローブ（放射光（低速陽電子含む）、中性子、ミュオン）ごとの共同利用実験審査委員会を設置しています。それぞれの共同利用実験審査委員会では、国内外の研究者から申請された共同利用実験課題の学術的意義、実施可能性等を審査し、その評価結果を踏まえて採択の適否の審査を行うとともに、各量子ビームを用いる研究計画に関する重要事項について審議を行います。また、物構研が所管する放射光実験施設、低速陽電子実験施設、中性子科学実験装置及びミュオン科学実験装置の4つのプローブのうち複数を用いて行うマルチプローブ共同利用実験課題については、量子ビーム連携研究センターで支援を行う体制を検討しています。なお中性子とミュオンに関しては、J-PARC MLFの施設利用委員会・課題審査部会と密接に連携して、JAEA ビームラインや共用ビームライン等と同一の窓口と審査基準で課題採択を行っています。



広報活動

物構研広報室が中心となり、各種パンフレットの作成、物構研および各研究系・実験施設のウェブサイトの運用、プレスリリースのサポートや記事の作成、イベント開催、成果やニュースなどの SNS での発信など、多岐に渡る広報活動を行っています。また、アウトリーチ活動を通して、幅広い年代に対して「科学する」楽しさを伝えています。

一般公開・施設公開



KEK つくばキャンパスでは春の施設公開と夏の一般公開、J-PARC では秋に施設公開を行っています。物構研では PF や MLF の実験ホールなどに展示・体験ブースを出展するほか、講演・サイエンスカフェなどを通して、来場者に施設や研究についてお伝えしています。

プレスリリース・報道機関向け勉強会



傑出した研究成果や装置開発が発表されると、報道機関向けにプレスリリースを行い、同じ内容をウェブ上で公開しています。また、報道機関向けの勉強会・見学会を開催しています。それらの機会を通し、物構研の研究・開発成果がメディアに掲載されています。



見学対応・取材対応

PF や MLF には、年間を通して多くの見学者や取材希望者が訪れます。KEK 広報室や J-PARC 広報セクションと協力して、見学や取材に訪れる方に施設や研究についてご説明しています。

サイエンスカフェ・科学イベントへの出展

科学館、自治体などのイベントへ出展し、物構研の活動や物質構造科学のおもしろさをお伝えしています。





大学連携

KEK は、国内の大学における加速器科学、量子ビーム科学、物質・生命科学などの研究領域の推進を図るとともに、人材の育成、人材交流を発展させ、世界の第一線で先導的な役割を果たすべく、国内の大学との間で異分野融合型の研究開発の連携・協力を積極的に推進しています。2023 年度においては KEK は 23 の大学と連携協力協定を締結し、関連セミナーの開催や学術研究交流の推進を行っています。また、連携協定とともに物構研は多くの大学・研究室と共同研究や研究協力、教育活動などについて協定を取り交わし、共用利用施設の建設や運営においても大学との連携を活かしています。放射光、低速陽電子、中性子、ミュオン施設のビームラインの建設や、実験設備の配備・運用においては大学等から多くの協力を得ています。



大学院教育

総合研究大学院大学 物質構造科学コース

物構研は総合研究大学院大学の先端学術院先端学術専攻物質構造科学コースの基盤機関として、大学院生の受け入れと大学院教育を行っています。5 年一貫の博士課程で、1 年次及び 3 年次への入試は年 3 回（7 月、8 月、1 月）行っています。同コースの研究分野は放射光科学分野、中性子科学分野、ミュオン科学分野、低速陽電子科学分野の 4 つで、2024 年 4 月現在の大学院生数は 5 名です。



総研大の授業風景

特別共同利用研究員

特別共同利用研究員は国立・公立及び私立の大学の要請に応じて KEK が当該大学院学生を受け入れ、研究指導を行う枠組みです。2024 年 4 月現在、物構研は 6 人の特別共同利用研究員を受け入れています。

連携大学院等

連携大学院等では、KEK あるいは物構研と大学が協定を締結し、物構研の教員等が他大学の大学院の教員として併任し、大学院生を学位取得まで指導しています。KEK 及び物構研は現在、8 大学・10 研究科と連携を行っており、2024 年 4 月現在、物構研は 1 名の大学院生を受け入れています。



国際連携

物構研では、海外の研究機関のうち、特に物構研が保有する量子ビーム群と同様なプローブを利用して研究を展開している研究機関や実験施設と連携・協力し、共同研究や人材育成などの取り組みを推進しています。

放射光分野

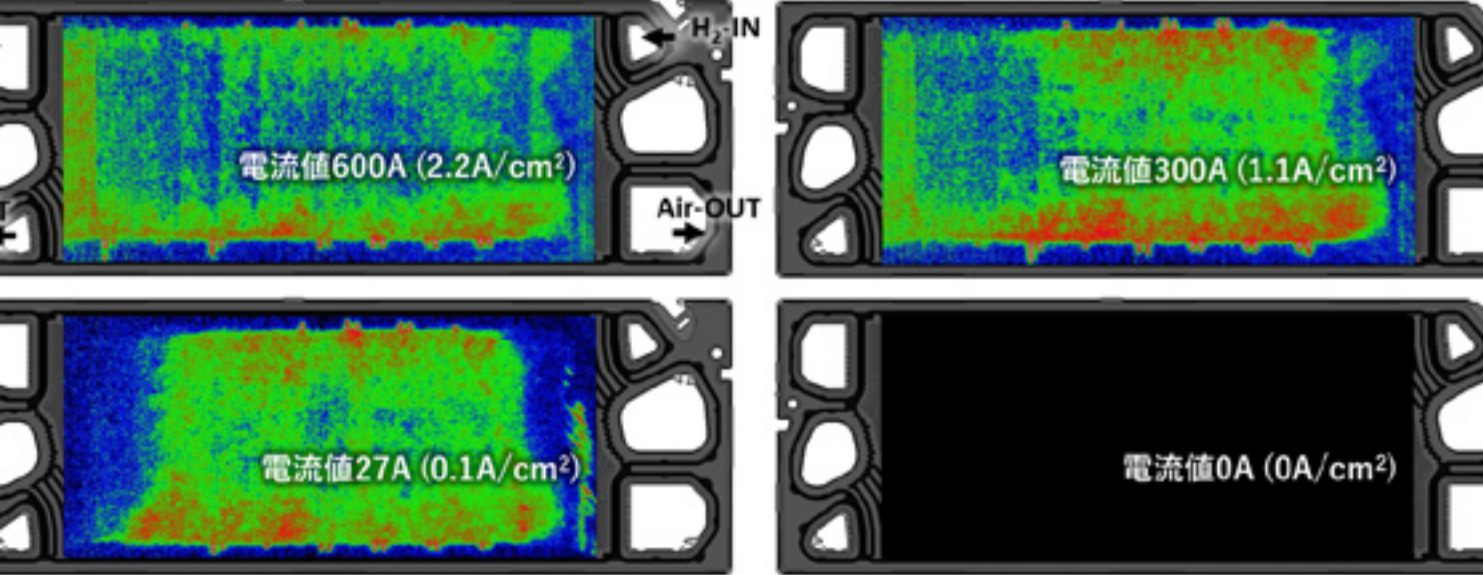
放射光分野では、海外 9 カ国 / 地域の 12 の大学及び研究機関との間で協定を結び（2023 年度実績）、放射光科学・加速器科学分野における研究協力、研究者の交流、研究所間の相互訪問と情報交換等を実施しています。PF ではこれまでに、オーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）との協定に基づくオーストラリアビームラインの建設・利用（BL-20B、1992 年～2013 年）、インド科学技術省（DST）との協定に基づくインドビームラインの建設・利用（BL-18B、2011 年～現在）が行われています。2017 年に開所したヨルダンの放射光施設 SESAME に関しても、施設の立上げへの協力を行うとともに、国際プロジェクト Lightsources for Africa, the Americas, Asia and Middle East Project (LAAAMP) の参画機関として、アフリカ・アジアなどの地域の物性研究者を受け入れて研修を行うプログラムを実施しています。また、スイスのポール・シェラー研究所（PSI）のスイス放射光施設（SLS）の間では、構造生物学分野における低エネルギー X 線の利用実験に関する研究協力を行うとともに、PF の夏季シャットダウン中には、SLS でタンパク質結晶構造解析のユーザー実験を行う連携プログラムを実施しています。また日本放射光学会を通じてアジア・オセアニア放射光フォーラム（AOFSSRR）の活動にも参画しています。若手研究者や学生を対象とする国際的な研修プログラムであるアジア・オセアニアフォーラム（AOF）スクールの開催を支援しており、次回は 2025 年に PF で開催の予定です。

中性子分野

中性子分野では、主に加速器ベースの核破砕パルス中性子施設との協力関係を築いてきました。この中で英国のラザフォード・アップルトン研究所のパルス中性子施設 ISIS とは、「日英協力」の枠組みの中で 1989 年、2000 年にそれぞれ MARI、MAPS と名付けられた 2 台のチョッパー分光器を建設するとともに、国内ユーザーの実験の支援を行ってきました。そして 2001 年の J-PARC 建設開始以降は米国オークリッジ国立研究所の SNS（核破砕中性子源）との間で協定を締結して、主に中性子源の開発について協力しています。近年では欧州各国が協力してスウェーデンに建設中の European Spallation Source（ESS）との協力を進めています。一方、アジアにおいては、アジア・オセアニア中性子科学連合（AONSA）と連携し、スクールの開催やヤングリサーチフェローの受け入れ等を行っています。

ミュオン分野

ミュオン分野でも、加速器ベースのミュオン源施設との協力を行っています。スイスの PSI との間では、ミュオン標的から一次ビームライン全般についての技術協力を、またカナダの粒子加速器研究所 TRIUMF との間では若手研究者の交換プログラム等によりパルスミュオンと連続ミュオンの相補的利用を展開しています。英国の ISIS には物構研で開発した μ SR 分光器の導入が進められています。その他にも中国の Experimental Muon Source（Emus）計画や韓国の重イオン加速器（RAON）のミュオン源等のミュオン源建設に向けて協力を行っています。



産業利用

放射光

PF では 1983 年の運用開始当初から、民間企業による放射光実験を受け入れています。2024 年現在の PF の産業利用は、成果占有・非公開型の「一般施設利用」と、設定したテーマの研究を PF の職員と共同で進める成果公開型の「民間等共同研究」の 2 つの利用制度を中心に運用されています。加えて学術研究を実施する民間企業の研究者による無償・成果公開型の「共同利用」課題が若干数実施されています。民間企業の利用において需要の高い手法は、タンパク質結晶構造解析・X 線吸収分光 (XAFS) ・X 線小角散乱 (SAXS) ・走査型透過 X 線顕微鏡 (STXM) ・X 線光電子分光 (XPS) ・イメージングなどです。産業利用の支援は、共同利用実験との垣根なくビームラインスタッフが担当しています。また、実験・解析・コンサルティングなどを行う有償の支援制度や新規ユーザー向けの試行施設利用制度などを整備し、さらに一部の手法では代行測定制度を設けて、民間企業の様々な要望に対応しています。また、産業利用の推進を主な目的に、従来の機構の予算による運転とは別に施設利用等の利用料収入を用いた放射光加速器の運転日 (産業利用促進運転日) を実施しています。

PF における利用制度 (2024 年 7 月現在)

制度	利用料	成果の取扱	備考・利用料 (時間あたり)
一般施設利用	有償 ^{*1}	成果占有非公開可	通常ライン：28,600 円 高性能ライン：57,200 円
試行施設利用 ^{*2}	有償	成果占有非公開可	通常ライン：15,400 円 高性能ライン：30,800 円
共同研究	(共同研究費) ^{*3}	原則公開	締結する共同研究契約に基づく
共同利用	無償	公開	応募に制限あり ^{*4}
優先施設利用	有償	公開	応募に制限あり ^{*5} 通常 ライン：15,400 円 高性能 ライン：30,800 円

* 1：一部の手法 (ビームライン) ではオプションとして、利用支援、代行測定・解析なども用意されています。
 * 2：試行施設利用は初めてのご利用を対象としたものです。
 * 3：「共同研究」は、有償でビームタイムを確保するのではなく、共同研究契約に基づいて放射光を利用した実験を実施します。
 * 4：学術研究目的の実験課題であることが条件です。
 * 5：国又は国が所管する機関のプロジェクトで採択された研究課題であること (科研費を含む) が条件です。

低速陽電子

低速陽電子実験施設では結晶最表面の原子配列を高精度で決定できる全反射陽電子回折 (TRHEPD) および低速陽電子回折 (LEPD) を中心に、民間企業受け入れ体制の整備を進めています。

中性子・ミュオン

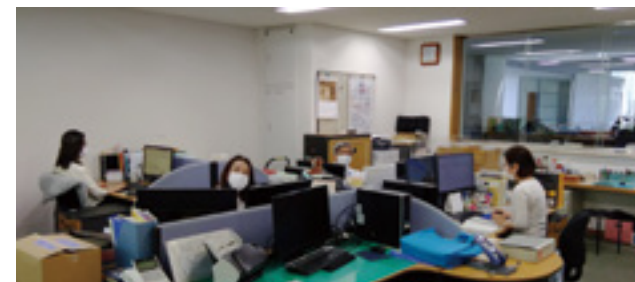
J-PARC MLF では産業界からの中性子実験課題を審査するための分科会を設置して、成果非占有型の産業利用課題を受け入れています。また全ての中性子ビームラインで、成果占有型の課題も受け入れています。それにより、MLF 全体では全課題数の約 20% を産業利用課題が占めています。また、52 の企業・研究機関が参加する中性子産業利用推進協議会が企業や研究機関ならびに大学向けに講習会等を開催し、多くの物構研スタッフが講師をつとめ、MLF 中性子実験全体での産業利用促進に協力しています。また J-PARC で人選を行い企業で雇用する「企業ポスドク」を研究員として受け入れ、人材育成にも貢献しています。一方ミュオン実験においても、成果非占有型・成果占有型の産業界からの課題を受け入れています。



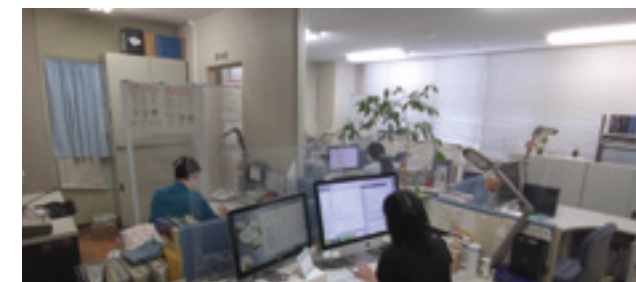
支援部門

つくば事務室、PF 事務室

物構研つくば事務室、PF 事務室は職員の事務の他、PF の支援事務・研究活動・統計調査に関する様々な統計、PF 年報や英文の Activity Report、PF Highlights の作成支援、量子ビームサイエンスフェスタや講習会・セミナーなどの事務局支援などを行っています。また、PF 事務室は年間約 17,000 人 (延べ人数) の PF 共同利用実験ユーザーに対して、ユーザーズオフィスや放射線科学センターと協力しつつオンサイトの事務室としてユーザー支援を行っています。



つくば事務室



PF 事務室

東海事務室

物構研東海事務室は東海キャンパスに勤務する職員の出張手続きをはじめとする様々な支援事務と、J-PARC MLF における中性子あるいはミュオンを用いた共同利用実験を行うユーザーの支援を J-PARC ユーザーズオフィスと協力して行うことが主な業務となっています。MLF には年間延べ 12,000 人を超えるユーザーが来所します。(物構研の中性子及びミュオンの実験装置に関わる共同研究者受け入れ人数は約 5,700 人) また、J-PARC にアクセスするための JAEA 入構手続きや見学対応、東海キャンパスで開催される研究会の事務局支援なども行っています。



東海事務室

研究所沿革

職員数

総数 167 名（2024 年 7 月 1 日現在）

内訳（所内併任等重複を除く）	合計	研究教育職員	研究員等*	技術職員	事務職員等
所長	1 名	1 名	0 名	0 名	0 名
研究所共通	18 名	0 名	6 名	3 名	9 名
放射光科学研究系（第一、第二）	43 名	13 名	14 名	10 名	6 名
放射光実験施設	45 名	21 名	1 名	15 名	8 名
低速陽電子実験施設	3 名	2 名	1 名	0 名	0 名
中性子科学研究系	27 名	16 名	4 名	5 名	2 名
ミュオン科学研究系	28 名	12 名	5 名	8 名	3 名
量子ビーム連携研究センター	2（32）名	1（26）名	0（5）名	0（0）名	1（1）名
構造生物学研究センター	0（25）名	0（6）名	0（6）名	0（9）名	0（4）名
合計	167 名	66 名	31 名	41 名	29 名

括弧内の数字は併任を含む。合計には含まない。
* 外部資金雇用の特任教員、RA をを含む

沿革

- 1971 高エネルギー物理学研究所設立
- 1978 放射光実験施設（PF）設置、ブースター利用施設（中性子散乱実験施設 KENS）設置
東京大学理学部附属施設として中間子科学実験施設（MLF）設置
- 1980 ブースター利用施設の共同利用実験開始（7 月）、東京大学理学部附属中間子科学実験施設においてパルス
状ビームとしては世界初のミュオンビーム発生に成功（7 月）
- 1982 PF で 2.5 GeV の電子蓄積及び放射光発生に成功（3 月）
- 1983 PF による共同利用実験開始（6 月）
- 1987 PF-AR の利用実験開始
- 1988 総合研究大学院大学放射光科学専攻及び、加速器科学専攻を設置（10 月）
- 1997 東京大学原子核研究所・東京大学理学部附属中間子科学研究センター・高エネルギー物理学研究所を改組・
統合、高エネルギー加速器研究機構発足
- 1997 大学共同利用機関 物質構造科学研究所発足、PF 光源加速器の大改造・高輝度化
- 2001 J-PARC 建設開始
- 2002 PF-AR 高度化（大強度パルス放射光源）改造完了
- 2003 構造生物学研究センター設置
- 2004 大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構発足（法人化）
- 2005 東海キャンパス設置、PF 光源加速器の大改造・挿入光源増設
- 2006 J-PARC センターを高エネルギー加速器研究機構と日本原子力研究開発機構が共同で設置（2 月）、ブース
ター利用施設の共同利用実験終了
- 2008 J-PARC MLF 中性子発生（5 月）、ミュオン発生（9 月）、MLF 利用開始（12 月）
- 2009 構造物性研究センター設置、PF トップアップ運転開始（1 月）
- 2018 PF-AR トップアップ運転開始（11 月）
- 2019 放射光実験施設及び低速陽電子実験施設を組織として設置
- 2020 構造物性研究センターを発展的に改組し量子ビーム連携研究センターを新設
- 2023 新領域開拓室を設置

研究成果に関する基礎データ

① 物構研の査読付き論文数

論文数：年単位	課題数：年度単位	2019(R1)	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)
物構研の査読付き論文数（国際誌）		651	727	715	645	687

② 物構研職員による査読付き論文実績

2024 年 7 月に Scopus/SciVal から抽出。DOI による分析が可能な文献のみを対象としている。

論文数：年単位	課題数：年度単位	2019(R1)	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)
論文数		183	269	241	237	261
通算総引用数		3427	3369	2050	1365	840
国際共著論文率（%）		25.7	32.3	37.3	28.8	31.8
産学共著論文率（%）		7.7	10	11.6	8.9	12.3
被引用数トップ 10% 論文率（%）※		9.3	8.9	7.1	11.4	14.9

※ 2018 年、2019 年のデータは 2021 年 8 月に、2020 年以降はそれぞれ翌年の後半に調査した結果を記載

③ 所外研究者が物構研を利用した査読付き論文実績

2024 年 7 月に Scopus/SciVal から抽出。DOI による分析が可能な文献のみを対象としている。

論文数：年単位	課題数：年度単位	2019(R1)	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)
論文数		426	448	436	390	398
通算総引用数		6889	6208	4045	2377	1013
国際共著論文率（%）		24.4	23.9	27.1	29	25.4
産学共著論文率（%）		7.5	7.4	7.6	4.4	7.8
被引用数トップ 10% 論文率（%）※		10.6	10.5	9.2	9.7	15.1

※ 2018 年、2019 年のデータは 2021 年 8 月に、2020 年以降はそれぞれ翌年の後半に調査した結果を記載

④ 共同利用実験の実施状況

年間運転時間は、放射光・低速陽電子は約 4 ヶ月、中性子・ミュオンは約 7 ヶ月。

論文数：年単位		課題数：年度単位	2019(R1)	2020(R2)	2021(R3)	2022(R4)	2023(R5)
放射光実験 低速陽電子を含む	新規課題数		333	263	323	301	321
	継続課題数		421	327	393	419	384
	合計（内、国際共同）		754(29)	590(13)	716(15)	720(10)	705(21)
中性子実験	新規課題数		120	60	74	96	72
	継続課題数		6	11	10	8	11
	合計（内、国際共同）		126(32)	71(8)	84(25)	104(30)	83(28)
ミュオン実験	新規課題数		74	43	44	67	50
	継続課題数		6	8	10	8	11
	合計（内、国際共同）		80(8)	51(0)	54(7)	75(6)	56(7)

委員会委員

第 8 期 物質構造科学研究所 運営会議委員

2024 年 4 月 11 日現在。任期は 2027 年 3 月 31 日まで。

池田 直岡	山大学大学院 環境生命自然科学研究科教授
大竹 淑恵	理化学研究所 中性子ビーム技術開発チーム チームリーダー
大山 研司	茨城大学大学院 理工学研究科 教授
栗栖 源嗣	大阪大学 蛋白質研究所長
解良 聡	自然科学研究機構 分子科学研究所 極端紫外光研究施設長 教授
駒場 慎一	東京理科大学 理学部第一部応用化学科 教授
近藤 寛	慶應義塾大学 理工学部 教授
菅原 洋子	北里大学 名誉教授
高橋 嘉夫	東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 教授
永井 康介	東北大学 金属材料研究所 教授
原田 慈久	東京大学 物性研究所 軌道放射物性研究施設 施設長 教授
矢橋 牧名	理化学研究所 放射光科学センターグループ ディレクター
山室 修	東京大学 物性研究所附属 中性子科学研究施設 施設長
雨宮 健太	物質構造科学研究所 副所長
大友 季哉	物質構造科学研究所 副所長
千田 俊哉	物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系 研究主幹
伊藤 晋一	物質構造科学研究所 中性子科学研究系 研究主幹
下村浩一郎	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系 研究主幹
五十嵐教之	物質構造科学研究所 放射光実験施設 施設長
幸田 章宏	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系 教授
木村 正雄	物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系 教授
瀬戸 秀紀	物質構造科学研究所 中性子科学研究系 教授
三部 勉	素粒子原子核研究所 教授
帯名 崇	加速器研究施設 加速器第六研究系 研究主幹
佐波 俊哉	共通基盤研究施設 放射線科学センター センター長

放射光共同利用実験審査委員会委員

2024 年 7 月 1 日現在。任期は 2027 年 3 月 31 日まで。

朝倉 大輔	産業技術総合研究所 省エネルギー研究部門 上級主任研究員
石坂 香子	東京大学大学院 工学系研究科 教授
一國 伸之	千葉大学大学院 工学研究院 教授
一柳 光平	高輝度光科学研究センター 放射光利用研究基盤センター 研究員
井上倫太郎	京都大学 複合原子力科学研究所 准教授
植草 秀裕	東京工業大学 理学院 准教授
大村 彩子	新潟大学 理学部 准教授
小川 紘樹	京都大学 化学研究所 准教授
片山 真祥	高輝度光科学研究センター 分光推進室 主幹研究員
北島 昌史	東京工業大学 理学院 准教授
久保 友明	九州大学 理学研究院 教授
近藤 次郎	上智大学 理工学部 教授
近藤 寛	慶應義塾大学 理工学部 教授
佐藤 文菜	自治医科大学 医学部 講師
島雄 大介	大阪物療大学 保健医療学部 教授
島田 賢也	広島大学 放射光科学研究所 教授
白澤 徹郎	産業技術総合研究所 物質計測標準研究部門 主任研究員
高山あかり	早稲田大学 理工学術院 先進理工学部 准教授
武市 泰男	大阪大学大学院 工学研究科 助教
藤間 祥子	奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 准教授
戸木田雅利	東京工業大学 物質理工学院 教授
橋本 博	静岡県立大学 薬学部 教授
保倉 明子	東京電機大学 工学部 教授
本田 充紀	日本原子力研究開発機構 物質科学研究センター マネージャー
松村 武	広島大学大学院 先進理工系科学研究科 教授
森田 剛	千葉大学大学院 理学研究院 准教授
矢代 航	東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター 教授
山崎 裕一	物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門 主任研究員
若林 裕助	東北大学大学院 理学研究科 教授
雨宮 健太	物質構造科学研究所 副所長
千田 俊哉	物質構造科学研究所 放射光科学第一研究系 研究主幹
伊藤 晋一	物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系 研究主幹
下村浩一郎	物質構造科学研究所 中性子科学研究系 研究主幹
五十嵐教之	物質構造科学研究所 放射光実験施設 実験施設長
帯名 崇	加速器研究施設加速器 第六研究系 研究主幹
惠郷 博文	加速器研究施設加速器 第五研究系 研究主幹
北島 義典	物質構造科学研究所 放射光実験施設 特別教授
木村 正雄	物質構造科学研究所 放射光科学第二研究系 教授
熊井 玲児	物質構造科学研究所 放射光科学第一研究系 教授
平野 馨一	物質構造科学研究所 放射光実験施設 教授

ミュオン共同利用実験審査委員会委員

2024 年 7 月 1 日現在。任期は 2025 年 3 月 31 日まで。

足立 匡	上智大学 理工学部機能創造理工学科 教授
飯沼 裕美	茨城大学大学院 理工学研究科量子線科学専攻 准教授
井上 克也	広島大学大学院 理学研究科 教授
木野 康志	東北大学大学院 理学研究科 教授
久保 謙哉	国際基督教大学大学院 アーツ・サイエンス研究科 教授
嶋 達志	大阪大学 核物理研究センター 准教授
菅原 洋子	北里大学 理学部 名誉教授
中野 岳仁	茨城大学 理工学研究科量子線科学専攻 准教授
二宮 和彦	広島大学 自然科学研究支援開発センター 教授
髭本 亘	日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター 研究主幹
福谷 克之	東京大学 生産技術研究所 教授
三島 賢二	名古屋大学 素粒子宇宙起源研究所フレーバー物理学国際研究センター 特任准教授
山内 一宏	佐賀大学 理工学部理工学科物理学部門 准教授
渡邊 功雄	理化学研究所 専任研究員
大友 季哉	物質構造科学研究所 副所長
伊藤 晋一	物質構造科学研究所 中性子科学研究系 研究主幹
下村浩一郎	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系 研究主幹
雨宮 健太	物質構造科学研究所 放射光科学第一研究系 研究主幹
	物質構造科学研究所 副所長
Patrick STRASSER	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系 講師
門野 良典	物質構造科学研究所 特別教授
河村 成肇	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系 特別准教授
幸田 章宏	物質構造科学研究所 ミュオン科学研究系 教授
瀬戸 秀紀	物質構造科学研究所 中性子科学研究系 教授

アクセス

つくばキャンパス周辺マップ



KEK つくばキャンパス

〒305-0801

茨城県つくば市大穂 1-1

＊つくばエクスプレス「つくば駅」下車、

つくバスまたは関東鉄道バス（所要時間約 20 分）

あるいはタクシー（所要時間約 20 分）

最寄バス停：「高エネルギー加速器研究機構」

＊常磐自動車道「桜土浦 IC」「土浦北 IC」より約 30 分

＊圏央道「つくば中央 IC」より約 20 分

東海キャンパス周辺マップ



KEK 東海キャンパス

〒319-1106

茨城県那珂郡東海村大字白方 203-1

＊JR 常磐線「東海駅」下車、

路線バス（所要時間約 15 分）あるいはタクシー

（所要時間約 10 分）

最寄バス停：茨城交通バス「原研前」

＊都内または JR 勝田駅東口からは茨城交通高速バス

勝田・東海線最寄バス停：「東海原研前」

＊常磐自動車道「東海スマート IC」より 15 分、

「那珂 IC」「日立南太田 IC」より約 20 分

＊東水戸道路「ひたちなか IC」より約 20 分

任期：2023 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日



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

<https://www2.kek.jp/imss/>

2024 年
10 月
発行