

# J-PARC: 大強度陽子加速器施設

## J-PARC/Japan Proton Accelerator Research Complex

山田悟史, 大原高志  
J-PARC センター MLF 広報チーム

Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) は、素粒子物理、原子核物理、物質科学、生命科学、原子力など幅広い分野の最先端研究を行うための陽子加速器群および実験施設群の呼称である。高エネルギー加速器研究機構(KEK)と日本原子力研究開発機構(JAEA)の共同事業として茨城県東海村に建設され、世界に開かれた多目的利用施設として 2008 年より運用が開始された。

J-PARC の最大の特徴は、世界最高クラスである 1MW の陽子ビームで生成する中性子、ミュオン、K 中間子、ニュートリノなどの多彩な 2 次粒子ビーム利用にある。J-PARC の陽子加速器群は 400MeV リニアック、3GeV Rapid Cycling Synchrotron (RCS)、50GeV Main Ring (MR)から構成され、世界最高クラスの大強度陽子ビーム生成を目指している。RCS からの陽子の 90%以上は、物質・生命科学実験施設(MLF)に導かれ、パルス中性子およびパルスミュオンの生成に利用される。残りの陽子はMRに導かれて更に加速され、2箇所の実験施設で利用される。このうちハドロン実験施設には遅い取出しでビームを導き、K 中間子を用いた素粒子・原子核実験が行われる。これに対し、早い取出しで MR より蹴り出された陽子ビームはニュートリノ実験施設に導かれ、ここでパイ中間子を経由して得られたニュートリノが岐阜県のスーパーカミオカンデに発射される(T2K 実験)。



# J-PARC/物質・生命科学実験施設(MLF) J-PARC/Materials and Life Science Experimental Facility (MLF)

山田悟史, 大原高志  
J-PARC センター MLF 広報チーム

J-PARC は世界最高レベルの陽子加速器群および 2 次粒子を利用する実験施設群であり、世界に開かれた多目的利用施設である。その中で物質・生命科学実験施設(MLF)は、出力 1MW のプロトンビームから生み出される世界最強のパルス中性子およびミュオンを用いることで、最先端の科学研究を推進することを目的としている。MLF は原子力機構および KEK が共同で管理運営しており、加えて総合科学研究機構が登録機関としてユーザー支援等に参画することで、ユーザー実験に対する手厚いサポートの実現を目指している。

MLF では 2018 年 1 月現在で 21 台の中性子実験装置と 4 台のミュオン実験装置が稼働(コミショニング含む)しており、加えて低温や高温、磁場、高圧といった様々な試料環境デバイスが整備されている。これらの実験装置では毎年 2 回(5 月、10 月)の一般課題公募が行われる。MLF で行われる研究分野は物理学、化学、生物学、物質科学、地球科学、材料工学等と幅広く、基礎研究だけでなく産業応用研究も数多く行われている。2008 年の運転開始以来国内外の大学や研究機関、更には企業に所属する数多くの研究者が実験に訪れてきた。水銀ターゲットの故障により一時 150 kW での運転を行っていたが、2017 年度は新たな設計のターゲットを導入することによって現在 400 kW での運転を行っている。



図 MLF 実験ホール内の様子(左)第 1 実験ホール(右)第 2 実験ホール

## J-PARC ミュオン科学施設(MUSE) J-PARC Muon Facility(MUSE)

ミュオン科学施設 (MUSE) では、中性子源に至る陽子ビームライン上に 20mm 厚のグラファイト第 1 標的、付随するスクレーパ (テーパー状にビームの通り道に穴が開いているコリメータ) 群を設置し、パイオン、ミュオンを発生させている。第 1 標的からは、下流 60 度の取り出し角度で、2 本のミュオンライン (D ライン、H ライン)、上流方向には 135 度の取り出し角度で 2 本の表面ミュオンビームライン (U ライン、S ライン)、合計 4 本の 2 次ビームラインが引き出され、ユーザー実験に供される。

1) D ライン : 57keV-50MeV 崩壊ミュオン ( $\mu^\pm$ ) と表面ミュオン ( $\mu^+$ ) が得られる汎用ビームラインであり、広く共同利用実験に供されている。崩壊  $\mu^\pm$  は、ミュオン標的で生まれたパイオンを取り込み、長尺の超伝導ソレノイド中に閉じこめながら飛行させ、ミュオンに崩壊させる事で得られる。現在、 $10^{6-7}\mu^\pm/\text{秒}$  の崩壊ミュオンが D1、D2 実験エリアに導かれ実験に用いられている。一方、表面ミュオンビームは、ミュオン標的内で発生した正パイオンが標的中で崩壊して飛び出してくる正ミュオンで、エネルギーは、4MeV 程度である。ビーム時間構造に合わせた正確なパルス形状のキッカー電磁石により  $10^{6-7}\mu^+/\text{秒}$  の世界最高強度のパルス状表面ミュオンビームが D1、D2 実験エリアへ輸送され、実験に供されている。

2) S ライン : 上記に述べた、主として物性研究に多用されている表面ミュオンビームが得られる。ビーム時間構造に合わせた正確なパルス形状の静電キッカー装置、ビームスライサーにより  $10^{6-7}\mu^+/\text{秒}$  の強度のビームが 4 つの実験エリア (MLF 第 1 実験室) へ輸送される。2014 年 11 月に施設検査を合格し、2015 年秋にファーストビームが得られ、2017 年からは、S1 エリアにおいて、本格的な共同利用実験が開始された。

3) U ライン : 大立体角表面ミュオン捕獲軸収束電磁石、超伝導湾曲ソレノイド磁石等により、D ラインを 20 倍以上上回る大強度表面ミュオンが引き出される。得られた世界最高強度表面ミュオンとパルス状レーザーを組み合わせる事によって高輝度の超低速  $\mu^+$  ビームが得られる。パルス幅 0.5-1ns、サイズ  $\phi 0.5-1\text{mm}$  の微小ビームが実現され、これまで不可能とされた高時間分解能で、微小な単結晶・薄膜試料をも対象とする事ができる。2016 年 2 月のユーザー運転開始直後、超低速ミュオンの発生に成功することができ、コミッションが継続中である。

4) H ライン : ミュオニウムの超微細構造の精密測定や第 2 世代のレプトンであるミュオンから第 1 世代の電子への変換現象を精密に測定する実験、更に加速して、ミュオン異常磁気能率の精密測定 (g-2) や EDM 等の比較的長期間にわたる基礎物理実験が計画されている。

# 茨城県中性子ビームライン Ibaraki Neutron Beam Line

茨城県企画部

茨城県では、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2本の中性子ビームライン(「BL03:茨城県生命物質構造解析装置(iBIX)」及び「BL20:茨城県材料構造解析装置(iMATERIA)」)を設置しています。平成20年12月のJ-PARCの稼働開始と同時に供用を始め、運転維持管理や利用者支援を委託している茨城大学など関係機関とともに、中性子の産業利用に積極的に取り組んでいます。

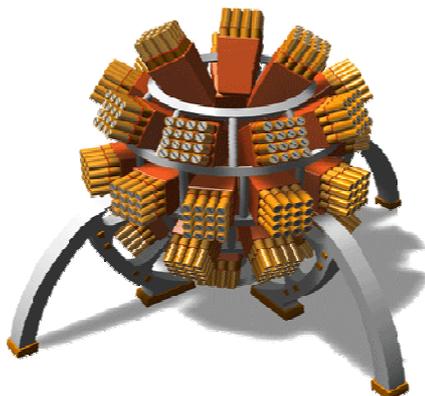
中性子を産業界が利用しやすいものとするため、専門の産業利用コーディネーターを2名配置し、中性子ビームの活用方法、具体的な測定方法及び申請書類の記載内容、実験終了後の解析の支援など、企業や大学からの様々な利用相談・技術相談に対応しています。また、関係機関と協力しながら、研究会や成果報告会、解析技術講習会の開催あるいは関係学協会でのブース展示など、中性子利用技術の啓発やPRに取り組んでいます。

産業利用課題の募集においては、平成28年度から、随時課題公募を拡充し、年間を通じた応募受付制度を開始しました。さらに、iMATERIAでは、研究者がJ-PARCに来ることなく測定データを取得できるメールインサービス(測定代行)の対象を拡充しました。粉末構造解析に加え、集合組織測定などが可能です。メールインサービスは、実験に伴う事前手続きが大幅に軽減されることなどから、大変ご好評をいただいております。是非、ご活用ください。

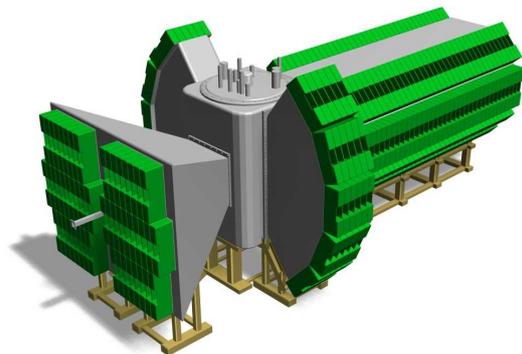
【相談窓口・問合せ先】 いばらき量子ビーム研究センター 茨城県事務室

TEL:029-352-3301 E-mail:info-neutron@pref.ibaraki.lg.jp

<http://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/kagaku/j-parc/sangyou.html>



BL03:茨城県生命物質構造解析装置(iBIX)



BL20:茨城県材料構造解析装置(iMATERIA)

## J-PARC MLF における KENS 実験装置 KENS instruments at J-PARC/MLF

大友季哉

KEK 物質構造科学研究所 中性子科学研究系

物質構造科学研究所・中性子科学研究系(KENS)では、J-PARC 物質・生命科学実験施設において、8台の装置を軸として大学共同利用を展開している(下表)。

BL	装置名	特徴
BL05 NOP	基礎物理実験装置	基礎物理、中性子光学研究
BL08 SuperHRPD	超高分解能粉末回折装置	高分解能で粉末結晶中のわずかな構造変化を観測
BL12 HRC	高分解能チョッパー分光器(東大物性研との共同運営)	磁気励起や格子振動などの素励起を高分解能中性子非弾性散乱により観測
BL16 SOFIA	水平型反射率計	多様な環境下における物質界面の構造を短時間で観測
BL21 NOVA	高強度全散乱装置	水素化物の規則・不規則構造解析を中心に、様々な物質構造を解析
BL09 SPICA	特殊環境粉末回折装置	蓄電池材料の構造をその場観測することに特化した粉末回折装置
BL06 VIN-ROSE	スピンエコー装置(京大連携)/コミッションング中	物質中のスローダイナミクスを観測
BL23 POLANO	偏極中性子回折装置(東北大連携)/建設中	偏極中性子を用いて磁気励起と格子振動を分離して観測

各装置においては、他大学・他機関の研究者とともに S1 型課題申請によるプロジェクト型研究が展開されており、稼働中の装置については、一般課題も実施されている。また、より高度な中性子実験を実現するため、中性子検出器開発、データ集積システム、偏極中性子デバイス等の基盤技術開発を、JAEA、CROSS および外部研究機関とともに進めている。

ポスターでは、装置の高度化や技術開発についての最新の成果を紹介する。

# 物構研・計測システム開発室の活動(2017年度)

## Activity of the IMSS Instrument R&D team in FY2017

岸本俊二 物構研・計測システム開発室

物構研・計測システム開発室では、物質・生命科学のための装置技術、とくに検出器の R&D を進めることを目的として各施設で検出器開発を進めている。2017 年度の進展は以下のとおりである。

J-PARC MLF では、高強度実験のためのミュオン  $\mu$ SR 分光器用陽電子検出器 Kalliope が D1, S1, U1A, 5Tesla ラインに設置され、ガイガー・モードで作動するアバランシェ・フォトダイオード・ピクセルデバイスである MPPC (Multi-Pixel Photon Counter) を受光素子として採用したシンチレーション検出器システムの整備が進行している。素核研エレクトロニクスシステムグループとの共同開発によるフロントエンドボード用高速アンプ & ディスクリ ASIC: VOLUME2014 へのアップグレードも進められている。ミュオン Kalliope 用 ASIC の一つ (VOLUME2012) は PF プロジェクト: 深さ分解 X 線磁気円二色性実験のための 30 チャンネル・マルチアノード MCP システムにも採用された。中性子施設では、MPPC を使った 32x32 チャンネル (32x32cm) 中性子用 2 次元検出器やフラットパネル型 PMT・抵抗アレイによる位置検出を使用する検出器を開発中である。PF では、上記 MCP システムの他、比例モードで作動するアバランシェ・フォトダイオード (Si-APD) リニアアレイ検出器システムの開発や 2 次元 X 線イメージングのための SOI (Silicon-on-Insulator) 検出器開発プロジェクト (科研費・新学術領域研究 (代表: 素核研・新井康夫教授・H25-29、計画研究 D01) が進行している。計数型ピクセルのテスト用チップ評価・積分型検出器 (理研が開発した SOPHIAS) の放射光実験への応用実験が実施された。さらに新光源計画に対応した軟 X 線 MPPC アレイ検出器などの R&D を開始した。

1 月 17 日には研究会「量子ビームによる物質・生命科学研究のための検出器開発」を開催、計測システム開発室のロゴも物構研広報室の協力によって作成され、物構研関係者の意見のもとで決定された。今後も物構研での情報共有・「共同プロジェクト」立ち上げ、人材育成を軸としながら KEK 内外の組織との連携により先端検出器システムの開発を進める。

## 総合科学研究機構 中性子科学センターの活動

Activity of CROSS in 2017

(一財)総合科学研究機構 中性子科学センター 利用推進部

J-PARC の特定中性子線施設の登録施設利用促進機関である総合科学研究機構 (CROSS)は、J-PARC センターと連携し、中性子線共用施設(共用BL)の課題公募と選定、施設利用者に対する情報提供・相談・実験支援等を行っている。

### 新利用者支援事業(New User Promotion : NUP)<sup>1)</sup>

NUP では、申請するビームラインの使用経験がないことが応募資格となっている。J-PARC の課題公募に際しての実験課題申請書作成から実験終了報告書作成までの諸手続き、実験方法やデータ処理の相談、実験実施までをビームラインスタッフがサポートする。対象となる装置は共用ビームラインの7つである(表1)。本事業に充てられるビームタイムは各ビームラインの総運転時間の5%を上限としている。応募方法などを表2にまとめて示した。相談は随時受け付けているので、是非活用されたい。

### 長期課題<sup>2)</sup>

2017 年度より、長期にわたった研究開発戦略が明確で、MLF の利用課題の中でも際立った成果の創出が期待できる課題を、長期課題として募集している。B 期を起点とし、有効期限は最長 3 年(または 6 申請ラウンド)である。共用 BL、JAEA 設置者 BL および KEK 設置者 BL にまたがる複数の中性子実験装置を含む申請が可能である。施設や利用装置の担当者との情報共有や試料環境、ビームタイム調整、データ解析等の支援を担当するリエゾン MLF (JAEA、KEK、CROSS)スタッフから選出する。

表1. NUP対象のビームライン  
(共用ビームライン)

BL01、BL02	中性子非弾性散乱
BL11、BL18	中性子回折
BL15	中性子小角散乱
BL17	中性子反射率
BL22	中性子イメージング

表2. NUPと一般課題の比較

区分	NUP	一般課題
応募期間	随時相談受付 審査は一般課題と同じ 対応となるため、実験 の時期は前期または後 期に振り分けられます。	前期と後期の2回/年 (前期：5月頃、後 期：10月頃)
応募資格	J-PARC MLF中性子 利用の未経験者を優先。 他の中性子実験施設や 装置の利用経験者も応 募可能。	大学、民間企業及び 公的研究機関等に 属する者
応募方法	NUP課題申請書による 申請(日本語*)	一般課題申請書に よる申請(英語**)

\* 英語可

\*\* 産業利用課題は  
日本語可

1) [http://www.cross-tokai.jp/ja/users/trial\\_use/](http://www.cross-tokai.jp/ja/users/trial_use/)

2) <https://j-parc.jp/researcher/MatLife/ja/applying/LTP.html>

# フォトンファクトリー Photon Factory

## 放射光科学研究施設

フォトンファクトリー (PF) は、1982 年に放射光発生に成功してから、加速器・装置の性能向上、設備の充実を図ることにより、全国の大学・研究機関等の研究者による放射光利用研究を推進している。また、1987 年に放射光利用実験が開始され、1997 年からは放射光専用リングとなった PF-AR からも、特色ある研究成果が生み出されている。PF, PF-AR を合わせて現在の有効課題数は約 800 件、毎年 3000 名を超えるユーザーに利用されている。今年度は、SuperKEKB 第2期運転のための入射器の改造工事のため 5 月中旬から5ヶ月間運転を停止したが、PF, PF-AR とともに 11 月よりユーザー運転を再開している。

KEK つくばキャンパスにある4リング (PF, PF-AR, SuperKEKB の2リング) 同時入射を可能とするために必須な、PF-AR 直接入射路が完成し、2017 年 2 月に試運転を開始、4 月からはユーザー実験が再開した。これにより、PF-AR には 6.5 GeV フルエネルギーでの入射が可能になった。4~5 月の運転では、これまで入射および加速のために必要だった実験の中断時間が短くなり、ビームの安定性も向上した。さらに、秋の運転からは MBS を閉じずに入射する「積み上げ入射」を実施しており、トップアップ運転への準備が着実に進められている。

BL-19 は、2014 年に東大物性研の軟X線・真空紫外ビームラインとしての役割を終えた後、施設スタッフ主導で実験手法開発等に用いられていたが、全面的な更新を行うことが 2017 年 3 月に開催された PF-PAC で承認された。軟X線領域の可変偏光アンジュレーターを光源とし、2つのブランチのうちの1つには走査型透過X線顕微鏡 (STXM) を常設し、もう一方はフリーポートとする予定である。2018 年の夏期停止期間中にアンジュレーターの更新とビームラインの建設を行い、2018 年度中の共同利用開始を目指す。

AR-NW2A は内閣府 SIP 国プロ「革新的構造材料」により、実験ハッチを拡張し、放射光X線顕微鏡が導入された。2017 年 4 月より立ち上げ調整が実施され、30nm の空間分解能の三次元 CT 画像の取得、およびX線エネルギーを変えて CT 画像を取得する「XAFS-CT」の測定に成功した。今後は上記 SIP 国プロでの研究に使用され、プロジェクト終了後は物質化学グループとの共同研究との形でユーザーの利用に供することが検討されている。

# 構造生物学研究センター

## Structural Biology Research Center

構造生物学研究センター(SBRC)は、物質構造科学研究所(IMSS)・放射光科学研究施設(PF)内の組織として2000年5月に発足し、2013年1月より千田俊哉センター長を中心とした体制で研究活動を推進しています。

当センターはPFとPF-ARにおいて5本の生体高分子の結晶構造解析用ビームラインの研究開発を行い、外部ユーザーの共同利用に供しています。ビームラインに関する最先端の研究としては、タンパク質に含まれる天然の硫黄原子を利用した位相決定法の開発(S-SAD)や、理化学研究所(SACLA)と共同でX線自由電子レーザーによる立体構造決定法の開発を行っています。また同時に、独自の生命科学研究を推進し、エピジェネティック情報伝達機構の解明、真核細胞生物の転写反応制御機構の解明、ピロリ菌感染機構の解明、難分解性物質分解酵素の反応機構の解明、膜輸送・翻訳後修飾機構の解明など、生物学的に重要な生命現象の背後にある分子機構を立体構造情報に基づいて解明する研究に取り組んでいます。これらの研究には様々な階層での立体構造情報を取得することが必須であり、放射光における立体構造解析と電子顕微鏡やNMRによる立体構造解析を組み合わせることが不可欠であるため、現在は電子顕微鏡・NMRによる解析を外部との共同研究により推し進めています。さらに、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)が推し進める創薬等ライフサイエンス研究支援基盤事業(BINDS)に代表機関として参画し、構造解析ユニットの構造解析領域・タンパク質生産領域において主要な役割を担っています。現在、当センターには約50名のメンバーが所属し、約半数がビームラインの研究開発とユーザーサポートに従事し、約半数が構造生物学的研究に従事しています。

結晶用ビームライン(PX:BL-1A, 5A, 17A, NW12A, NE3A)は、主に外部のアカデミックユーザーの共同利用に供され、放射光共同利用実験審査委員会(PF-PAC)の審査を経て、各ユーザーにビームタイムが配分されています。申請数は年々増加傾向にあり、生命活動において根源的な反応を担うタンパク質や高難度のヒト由来タンパク質などの結晶構造解析など、科学的に重要性の高い課題へビームタイムが配分される傾向があります。ビームタイムの一部は企業利用に割り当てられ、現在は国内15社に利用していただいております。主に創薬の基盤情報となりうる薬剤標的タンパク質と化合物との複合体の結晶構造解析等が行われています。この目的のため、2009年にアステラス製薬株式会社に御協賛いただき、ハイスループットのタンパク質結晶用ビームラインAR-NE3Aを建設しました。また、BINDSの支援を受けて、溶液散乱用ビームライン(BioSAXS:BL-10C, 15A)の高度化を積極的に推進しています。

## 施設紹介: フォトンファクトリーにおける産学連携

### Industrial Use of Synchrotron Light at the Photon Factory

君島堅一、高木秀彰、伴弘司、木村正雄

KEK・物質構造科学研究所・PF 産業利用促進 Gr

KEK は大学共同利用機関であり、放射光施設(PF)の主たる利用者は大学・国研等の研究者・大学院生である一方で、運転開始初期から様々な利用制度を設けて産業界の利用を進めてきている。現状では、(1)「共同研究」制度、(2)一般施設利用(有償・成果専有)、(3)優先施設利用、(4)共同利用制度、での利用が可能で、民間企業研究者の様々な利用形態に対応している。特に、「(民間)共同研究」制度は、企業研究者と PF 職員とによる問題解決形の利用制度であり、通年での研究計画が立案可能である等、他の放射光施設と異なるアプローチで企業利用を推進する制度である。制度全体での最近の産業利用の件数は、毎年 40 社前後で推移している。

PF の産業利用を分野(手法)別で分類すると利用が最も多いのが創薬のためのタンパク質の結晶構造解析である。創薬等支援技術基盤プラットフォームのような国プロや産学官の共同研究等によって、測定のハイスループット化や自動化などのビームライン高度化、利用支援の整備を進め、産業利用だけでなく大学共同利用もふくむ創薬ビームライン(群)全体へ波及する好循環を生み出している。その他では、X 線吸収分光(XAFS)、イメージング、X 線小角散乱、X 線粉末回折等の手法が多用されており、手法横断的かつ他放射光施設・中性子施設に渡って利用されることが多い。測定対象としては、燃料電池・二次電池・太陽電池などのエネルギー分野、半導体・電子材料分野、分析手法の開拓、構造材料、触媒分野などが多い。

利用者の多様な要望に柔軟に対応するため、利用制度の改革を進めている。最近の取り組みを下記にあげる。

(1) 研究支援制度: 実験・測定解析補助・指導及びコンサルティング等の支援を有償で行う制度。一昨年新設され、2017 年度から実稼働しており、既にいくつかの利用実績あり。

(2) 試行利用制度: 初めて PF で実験を行なう際の利用料を低減する制度。初利用のハードルを下げるのが狙いで、既に数社が利用し、一般施設利用への移行実績あり。

(3) 産業振興運転(仮称): 施設利用料収入を活用して PF の運転時間を追加延長する試み。2018-I 期末に制度立上げのための実証実験を行ない、同制度の実効性や整備に必要な情報を得る。

また、PF は放射光施設と大型レーザー施設のネットワークである光ビームプラットフォームの代表機関として活動している。5 年間の事業計画のもと、ラウンドロビン実験を通じた標準化、施設間連携、人材育成などを進めている。

# 構造物性研究センター活動報告

## Activity Report on the Condensed Matter Research Center (CMRC)

門野良典<sup>1,2</sup>

1 KEK 物構研、2 J-PARC MLF

マルチプローブ研究は、複数の量子ビームを相補的に使うという性格上、単独のプローブによる研究よりもどうしても時間がかかる傾向があるが、2015年度から第二期に入った構造物性研究センターの活動もいよいよ3年目となり、5つの提案型研究プロジェクトからは最初の研究成果が出始めている。また、継続する3つの受託型プロジェクトのうち、元素戦略関係の2プロジェクト（村上P、小野P）については昨年の中間評価を無事乗り切り、後半5年のスタートを切ることができた。さらに、光量子連携融合研究（瀬戸P）については最終目を迎え、成果のとりまとめが進んでいる。本ポスター講演では、これら8プロジェクトの研究ハイライトと今後の展望について紹介する。

### 1)提案型プロジェクト

量子ビームを用いた多自由度強相関物質における動的交差	相関物性の解明	佐賀山基
分子システムにおける物性制御		熊井玲児
強相関酸化物超構造を用いた新奇量子状態の観測と制御		組頭広志
強相関電子系における局所構造変調が誘起する創発現象		藤田全基
P-V-T-d & dt 構造物性		船守展正

### 2)受託研究型プロジェクト

量子ビームを用いた元素戦略・電子材料の研究		村上洋一
高性能磁性材料開発のための量子ビーム解析		小野寛太
中性子とミュオンの連携による「『摩擦』と『潤滑』の本質的理解		瀬戸秀紀

## 低速陽電子実験施設報告

### Activity Report of the KEK Slow Positron Facility

永井康介<sup>1,2</sup>、望月出海<sup>1</sup>、兵頭俊夫<sup>1</sup>、一宮彪彦<sup>1</sup>、小菅 隆<sup>1</sup>、斉藤裕樹<sup>1</sup>、濁川和幸<sup>1</sup>、  
峠 暢一<sup>2</sup>、大沢 哲<sup>3</sup>、池田光男<sup>3</sup>、白川明広<sup>3</sup>、古川和朗<sup>3</sup>、本間博幸<sup>3</sup>、設楽哲夫<sup>4</sup>、岩瀬 広<sup>5</sup>、  
深谷有喜<sup>6</sup>、和田健<sup>7</sup>、前川雅樹<sup>7</sup>、河裾厚男<sup>7</sup>、藤浪真紀<sup>8</sup>、白澤哲郎<sup>9</sup>、高橋敏男<sup>10</sup>、石田明<sup>11</sup>、  
満汐孝治<sup>9</sup>、長嶋泰之<sup>12</sup>

1 KEK 物構研、2 東北大金研、3 KEK 入射器、4 KEK 先端加速器、5 KEK 放射線、6 原子力機構、  
7 量研、8 千葉大、9 産総研、10 東京学芸大 11 東京大、12 東京理科大

本施設では専用リニアック(～50 MeV, 600 W)で加速された電子ビームで生成した、世界最高クラスの高強度低速陽電子ビームを共同利用に供している。

2017 年度は、地階テストホールにあるビームライン分岐 SPF-A3 の全反射高速陽電子回折(TRHEPD)ステーション、同じく分岐 SPF-A4 の低速陽電子回折(LEPD)ステーション、1階クライストロンギャラリー実験室にある分岐 SPF-B1 の汎用ステーション、同じく分岐 SPF-B2 のポジトロニウム飛行時間(Ps-TOF)ステーションで共同利用実験を行った。

2017 年度の共同利用実施課題数は 16 課題、共同利用実人数は 41 名、ユーザー実験の配分時間は 3199.2 時間、うち調整は 48 時間であった。

TRHEPD ステーションでは、様々な表面物質の原子配列の解析を進めている。本年度は、スピントロニクス材料応用が期待されている Mn/Si(001)表面や、触媒担体材料として重要なアナターゼ型 TiO<sub>2</sub>(001)表面、Ag(100)上のバナジウム酸化物超薄膜、新奇な 2 次元電子状態や超伝導を発現する 2 層グラフェン層間化合物、さらには最近合成されたシリセン、ゲルマネン、スタネンなどの測定を行った。

LEPD ステーションでは立ち上げが終了し、陽電子回折表面ホログラフィ解析を目的として、Ge(001)8921 表面の LEPD パターンの入射エネルギー依存性の測定を開始した。

汎用ステーションでは、ポジトロニウム負イオン(Ps<sup>-</sup>)関連実験が一旦終了したので、ポジトロニウム(Ps)のレーザー冷却の実験を開始した。

Ps-TOF ステーションでは、Si と Ge について、ドーパ型の違いによるポジトロニウム放出の温度依存性の測定を開始した。