

## 令和 5 事業年度 事業報告書

J-PARC 特定中性子線施設 登録施設利用促進機関  
一般財団法人総合科学研究機構

一般財団法人総合科学研究機構（以下「CROSS」という）は、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律（平成 6 年法律第 78 号）」（以下「共用法」という。）第 8 条の規定に基づき、令和 5 年 4 月 1 日から特定中性子線施設（J-PARC MLF）の利用促進業務を行う登録施設利用促進機関（以下、「登録機関」という）として 1 年間「特定中性子線施設利用促進業務」を実施した。

### 1. 利用者選定業務

#### （1）課題選定

一般利用課題の 2023B 期（利用期間：令和 5 年 11 月～令和 6 年 3 月）の課題募集を行い、第 23 回利用研究課題審査委員会において 124 件の応募課題（短期、1 年）の中から 94 課題（内新利用者支援課題 5 課題）が承認された。また一般利用課題（長期）の継続課題 2020L の 1 課題、2022L の 4 課題の継続が承認された。

令和 5 年 8 月 29 日に第 28 回選定委員会を開催し、一般利用課題審査結果の承認及び次年度の公募、審査方針等について意見を聴取した。登録機関は、選定委員会の意見を聴き 2023B 期の一般利用課題（短期、1 年）として 94 課題の採択を決定した。さらに 2017B から募集を始めた一般利用課題（長期）（際立った成果の創出が期待でき、複数 BL の選択が可能な課題）については継続課題として 5 課題の採択を決定した。

また、令和 5 年 10 月 6 日に臨時の第 29 回選定委員会をオンラインで開催し、同意書の提出や実験報告書未提出者の手続きの変更等を踏まえた 2024A 期の公募要項を決定した。

一般利用課題の 2024A 期（令和 6 年 4 月～令和 6 年 6 月）の課題募集を行い、第 24 回利用研究課題審査委員会において 142 件の応募課題（短期、1 年）の中から 64 課題（内新利用者支援課題 3 課題）が承認された。令和 6 年 2 月 27 日に第 30 回選定委員会を開催し、一般利用課題審査結果の承認及び 2024B 期の公募、審査方針等について意見を聴取した。登録機関は、選定委員会の意見を聴き、2024A 期の一般利用課題（短期）として 64 課題の採択を決定した。

#### （2）中性子線専用施設

「中性子線専用施設の設置計画の選定に関する基本的考え方」に基づいて、茨城県の 2 本の専用装置「茨城県生命物質構造解析装置：iBIX」（BL03）および「茨城県材料構造解析装置：iMATERIA」（BL20）の中間評価を行う分科会をそれぞれ開催し、中間時点での実績と今後の計画について審査した。各分科会での審査結果は、令

和6年2月27日の第30回選定委員会において審議し、2本の専用装置は今後も継続して運用することを決定した。また、登録機関は審議結果を令和6年3月25日付で茨城県へ通知した。

この他に、新規専用装置の設置についての実験装置提案書が申請され、令和5年7月21日に開催された新規装置提案審査分科会において、1次審査を通過した。

## 2. 利用支援業務

### (1) 情報支援関係

#### ① 情報支援

ア. 質の高い研究成果を効率的に創出していくため、利用研究を通じて創出された論文等の成果についてはJ-PARCセンターと連携してデータベース化及び統計情報分析を行い、MLFのホームページ(Meet@MLF)上にMLFに関する論文数の推移及びTop10%論文分析結果等の情報を提供すると共に適宜更新した。また、J-PARC中間評価のためにこれらの情報、分析結果等を提供した。

イ. 利用者に向けた最新のビームライン情報や利用者支援に関わる情報、中性子線の新規利用者を発掘し利用分野を拡大するための新規利用者による利用研究成果（トライアルユース課題報告書及び新利用者支援課題（NUP）報告書等）等の情報、中性子科学センターの登録機関としての業務内容等をインターネットやパンフレット等を利用して利用者に提供した。

ウ. 本年度は以下の9件について他機関と共同でプレス発表し、インターネットや新聞等のメディアを利用して情報を発信した。

(a) 反強磁性体におけるトポロジカルホール効果の実証に成功 —磁気情報の新しい読み出し手法としての活用—

発表日：令和5年4月21日

共同発表：東京大学、理化学研究所、東北大学、富山県立大学、大阪大学、日本原子力研究開発機構、J-PARCセンター、科学技術振興機構（JST）

(b) 「令和5年度中性子産業利用報告会」の開催について（取材案内）

発表日：令和5年7月3日

共同発表：J-PARCセンター、日本原子力研究開発機構、茨城県、中性子産業利用推進協議会

(c) イオン周りの水分子は水素結合を素早く組み替えていた —水和物結晶中の水分子の運動を中性子で観測—

発表日：令和5年7月26日

共同発表：大阪大学、神戸大学、京都大学、J-PARCセンター

(d) 中性子と水素のスピンでナノプレート状の氷結晶観測に成功 —食品・医薬品・細胞組織の凍結保存技術開発への貢献—

発表日：令和 5 年 8 月 22 日

共同発表：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、J-PARC センター、国立  
大学法人広島大学

(e) 中性子結晶構造解析によって酵素ラジカル反応中間体の詳細構造を初めて解明  
—酵素を効率的に働かせるための“手品のタネ明かし”—

発表日：令和 5 年 9 月 20 日

共同発表：大阪医科薬科大学、大阪大学、量子科学技術研究開発機構、筑波大  
学、茨城大学、理化学研究所、J-PARC センター、茨城県

(f) 自動車向け燃料電池内部の水の挙動を解明 —中性子と放射光による観察に世  
界で初めて成功—

発表日：令和 5 年 10 月 11 日

共同発表：株式会社 豊田中央研究所、国立研究開発法人日本原子力研究開発機  
構、J-PARC センター

(g) 高エネルギー密度とコバルトフリー構成を両立する実用的ニッケル系電池材料  
の開発

構造欠陥の制御により高性能電極材料開発を実現

発表日：令和 6 年 2 月 8 日

共同発表：横浜国立大学、J-PARC センター

(h) 世界初、中性子で車載用燃料電池内部の水の凍結過程を観察 —氷点下環境で  
の性能向上に大きく貢献—

発表日：令和 6 年 3 月 14 日

共同発表：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、J-PARC センター、株式  
会社豊田中央研究所

(i) 微生物の酵素が天然ゴムを分解するしくみを水素原子まで可視化して解明

発表日：令和 6 年 3 月 18 日

共同発表：国立大学法人 東京大学、公益財団法人 高輝度光科学研究センター、  
公立大学法人大阪 大阪公立大学、茨城県、J-PARC センター

## ② 講習会、研究会活動等の啓発活動支援

J-PARC センター、茨城県、中性子産業利用推進協議会及び J-PARC MLF 利用者  
懇談会、並びに他施設の登録機関（JASRI、RIST）と連携して、シンポジウム、研  
究会、講習会等を実施するとともに、国内外で開催された学会等にポスター展示  
（オンライン）やブース出展（オンライン）を行い、利用者等への成果の発信と中  
性子利用ユーザーを拡大し、MLF の成果創出を目指した活動を行った（巻末の参考  
資料参照、全 38 件）。

## ③ その他の支援

ア. 来所する利用者の貸与物品の管理・貸し出し、各種問い合わせ対応等の窓口

業務を行った。

イ. 窓口業務以外として、安全教育の実施、入構手続きや VISA 申請に必要な書類の作成等、利用者の受入に必要な手続きを行った。

## (2) 技術支援関係

### ① 実験手法の開発

中性子線共用施設を利用する者に対する支援として、高度利用技術の開発を通じた最先端利用研究手法等の提供、中性子線利用実験前の相談、実験技術指導等を MLF のスタッフと連携して行った。その結果、共用 BL から査読付き英語論文が 64 報、査読付き英語プロシーディングスが 4 報、学位論文が 10 報発表された。また、5 件のプレスリリース、8 件の受賞があった。CROSS 実験室を利用した成果としては、査読付き英語論文が 6 報、プロシーディングスが 1 報発表された。

#### (a) BL01 (四季) グループ

装置性能高度化、操作性・安全性の向上を計り、それらを活用して実験課題の共用実験、利用者技術支援が行われた。その結果、多軌道近藤合金(Lu,Yb)Rh<sub>2</sub>Zn<sub>20</sub>における磁場誘起単一イオン磁気異方性の観察、ハイパーカゴメ反強磁性体 Mn<sub>3</sub>RhSi のスパイラルスピクラスター、極性反強磁性体のゆらぎ増強フォノン磁気モーメント、マルチフェロイック物質中のトポロジカルマグノンポーラロン、隠れた-SU(2)-対称点の近くからの Na<sub>2</sub>Co<sub>2</sub>TeO<sub>6</sub> の三重 q 秩序、金属三角形反強磁性体 Co<sub>1/3</sub>TaS<sub>2</sub>における四面体トリプル Q 磁気秩序と大きな自発ホール伝導率、カゴメトポロジカル磁石 TbMn<sub>6</sub>Sn<sub>6</sub>におけるスピン再配向転移の微視的起源、ハイパーカゴメ磁石 Mn<sub>3</sub>CoSi の量子臨界挙動、Co インターカレート遷移金属ジカルコゲナイド Co<sub>1/3</sub>TaS<sub>2</sub> のバルク特性の組成依存性、Tb<sub>3</sub>Fe<sub>5</sub>O<sub>12</sub> のスピンゼーベック効果等の研究において成果が生み出された。

#### (b) BL02 (DNA) グループ

実験環境の整備、自動化等を行った。これらを活用して実験課題の共用実験、利用者技術支援を行い、一軸延伸下のゲルのダイナミクス、ボトルブラシ型高分子のダイナミクス、カーボンファイバーに被覆されたアイソタクチックポリプロピレンのダイナミクス、生体物質であるキチン及びキトサンに水和した水のダイナミクス、リン脂質のダイナミクスに対する膜貫通タンパク質の効果、リン脂質の親水部の構造が水和水のダイナミクス与える影響、セミクラスレートハイドレート中の水のダイナミクス、ランタン水素化物中のヒドリドイオンのダイナミクス等の研究において成果が生み出され、セミクラスレートハイドレート中の水のダイナミクスについては、プレス発表がなされた。

#### (c) BL11 (PLANET) グループ

高圧セル開発、高圧実験環境整備等を行った。特に、CROSS 開発課題では、高圧下における水を定量的に評価するために高圧中性子 CT 法の開発が進められた。

これらを活用して実験課題の共用実験と利用者技術支援を行い、NaCl 13 水和物の構造解析、わずかに水素秩序化した氷 IV 相の構造、ファンデルワールス化合物  $\text{RhI}_3$  の圧力誘起相転移、 $\text{Ho}_2\text{Fe}_{17}$  金属間化合物における圧力変調型磁性と負の熱膨張の関係性、高温高圧下における硫化鉄の重水素含有量とサイト占有率の決定、高温高圧下における  $\text{Fe}_{0.9}\text{Ni}_{0.1}\text{D}_x$  の水素占有サイトと水素誘起体積膨張の解析、 $\text{KPF}_6$  の高圧相の生成によって引き起こされる巨大なバロカロリック効果等の研究において成果が生み出された。また、PLANET のユーザー分野を拡大するために、低温高圧物性にフォーカスした CROSSroads Workshop を開催した。

(d) BL15 (大観) グループ

CROSS 開発課題による Rheo-SANS 実験環境、シアセル、先鋭的調湿制御装置の開発など実験環境整備等を進め、実験課題の共用実験と利用者技術支援を行い、触媒層中のアイオノマー分布とカーボン凝集に及ぼす製造プロセスと性能条件の影響、イオン液体中におけるナノ閉じ込め水と六角柱水の臨界挙動、セメント系材料の SANS と吸脱着同時測定、中性子小角散乱による発がん性タンパク質と DNA アプタマー複合体の構造解析、強磁場中における偏極中性子散乱による非共線/非コプラナー磁気秩序における創発的スピン電荷結合現象の研究、エナンチオピュア B20 カイラル磁性体の低温における新しいトポロジカル磁気テクスチャー、照射欠陥を有する  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  超伝導テープの中性子小角散乱による渦格子の評価等の研究において成果が生み出された。特にこれらの成果の中から、「反強磁性体におけるトポロジカルホール効果の実証」と「ナノプレート状の氷結晶観測」に関する 2 件のプレスリリース生み出された。また、大観で進められているオペランド測定の研究を深化するために、オペランド実験にフォーカスした CROSSroads Workshop を開催した。

(e) BL17 (写楽) グループ

可視光分光/中性子反射率同時測定装置の開発や弱磁場実験環境の高度化などを実施し、これらを活用した利用者技術支援を行った。新利用者支援制度では、挑戦的な 2 件の課題、白金薄膜中のスピホール効果の研究、ナフィオン薄膜中における水分子の偏析状態解析が実施された。固体高分子型燃料電池の触媒層構造解析、 $\text{SiO}_2$ /エポキシ樹脂界面で形成される凝縮水層の解析、カチオン性ホモポリマーのミクロ層分離に関する研究、パルス中性子を用いた結晶内電場に関する研究、 $\text{H}_2\text{O}/\text{D}_2\text{O}$  混合水蒸気発生装置の開発等の研究において成果が生み出された。また、リモートデータ解析や実験状況監視などユーザーの利便性向上に関する開発も進められた。

(f) BL18 (千手) グループ

大型検出器の導入、解析環境及び測定環境の整備・高度化等を行った。これらを活用して実験課題の共用実験と利用者技術支援を行い、反強磁性体  $\text{CoTa}_3\text{S}_6$ 、

CoNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub>におけるトポロジカルホール効果の実証、六方晶フェライトの非整合相におけるヘリ磁性構造の決定、結晶構造解析による MnP の一軸圧縮による原子の再構成、水素結合を有する鉄二価錯体のプロトン移動によるスピン転移、圧力下单結晶構造解析による氷 VI 相の水素結合ネットワーク構造の決定、共線反強磁性体 CoNb<sub>3</sub>S<sub>6</sub> のキラルなディラックフェルミオン等の研究において成果が生み出された。

(g) BL22 (螺鈿) グループ

イメージング手法の開発、カメラ型検出器、および  $\mu$ NID 検出器の高度化等を行った。これらを活用して実験課題の供用実験と利用者技術支援を行い、発電中の燃料電池内水分分布、および寒冷地仕様を想定した水と氷識別イメージング、リチウムイオン電池熱暴走時の内部構造の可視化、バイオマス処理技術の開発に向けた超臨界水中における木材チップの分解過程の可視化、高 Mn オーステナイト鋼の衝撃破壊挙動解明 (TRIP 効果と TWIP 効果に関連する強靱化メカニズム) に向けた基礎研究などを実施した。これらの研究において、「自動車向け燃料電池内部の水の挙動」と「車載用燃料電池内部の水の凍結過程」に関する 2 件のプレス発表、12 件の学術論文、1 件の博士学位論文に繋がる成果が生み出された。

(h) 利用実験グループ及び解析情報グループ

共用実験における電気、機械、化学等の技術支援、消耗品管理、工作支援などの利用技術支援を行った。また、MLF 安全チームと連携した、化学安全審査、機器安全審査、放射線安全審査等の実施、MLF SE チームと連携した共通 SE 機器利用のユーザー実験支援を通して、安全で円滑な利用実験を実現した。この他、SE 機器に関する国際トレーニングスクールである ISSE School 2023 の運営、企画に参画するとともに、スクールに参加した若手技術者に、現場 (MLF) で実際の機器を使ってマンツーマンの技術指導を行った。

ビームラインの計算機環境についても開発及び改良を進めている。クラウド技術の導入を継続的に進めており、Web を用いて外部から簡便に状況を確認および解析処理を行える環境を構築し、ユーザーに提供している。加えて、MLF を利用するユーザーに施設情報等を共有するシステムを継続的に改良・開発している。これらの開発成果や技術を共用 BL に展開することで、多くの利用成果の創出に貢献している。CROSS ラボの利用支援では、反強磁性金属 CeRh<sub>2</sub>Si<sub>2</sub> における単一 q および多重 q 秩序相の面内異方性、Pr<sub>3</sub>Ru<sub>4</sub>Sn<sub>13</sub> の磁気不安定性、超カゴメ反強磁性体 Mn<sub>3</sub>RhSi のスパイラルスピクラスター、重水素化アミン及びアミド合成技術開発において成果が生み出された。

② 実験支援

共用ビームライン (BL) で、下記の表の件数の課題が採択され各採択課題の利用支援 (実験相談、試料及び機器の設置、ビーム実験、データ解析及び検討) を行った。また、中

性子線共用施設の課題安全審査及び中性子線共用施設利用者に対する安全に関する支援も行った。

表. 各装置の実験支援課題件数

課題	BL01	BL02	BL11	BL15	BL17	BL18	BL22
2023A 一般利用課題 (短期、1年)	8 (1)	7 (1)	8	8 (1)	11 (1)	8	8
2023B 一般利用課題 (短期、1年)	15	16 (1)	8	17 (1)	16 (1)	10	18 (2)
2020L 一般利用課題 (長期) (継続)	1	1				1	
2022L 一般利用課題 (長期) (継続)				1			
2023年度 通年課題	1	3	2	6	2	2	1
<b>計</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>27</b>

2023A および 2023B の一般利用課題（短期、1年）には、新利用者支援課題及び FTP、緊急課題を含む。（ ）内の数字は新利用者支援課題件数。

長期課題は 1 課題で複数装置への申請が可能となっている。2020L、2022L 一般利用課題（長期）（継続）は、各年度の B 期に新規採択され、継続している課題を示す。2021L 一般利用課題（長期）は COVID-19 の影響で実施できなかった課題の救済にビームタイムを割り振ったため公募は行われなかった。2023L 一般利用課題（長期）は、COVID-19 などの影響で実施できなかった長期課題のビームタイム繰り越し、および電気代高騰により十分なビームタイム供給に困難が予想されたため公募は行われなかった。通年課題は、装置グループ課題、プロジェクト課題、CROSS 開発課題を含む。

### ③ 研究者・技術者の海外派遣について

令和 5 年度は、CROSS/J-PARC/ANSTO（オーストラリア原子力科学技術機構）間の MoU のプロジェクトの一環であるラウンドロビン測定と偏極デバイス等の情報交換・技術交流を行うため、花島隆泰研究員を ANSTO へ派遣した。

#### （3）その他の支援関係（セミナー、ワークショップ、研究会等の開催）

##### ① ワークショップシリーズ「CROSSroads Workshop」の開催

蓄電池・燃料電池・磁石・光誘起反応に対する中性子やミュオンによるオペランド計測の現状と今後の展開の議論を目的とした、「第 27 回 CROSSroads Workshop—中性子・ミュオンによるオペランド測定のエネルギーマテリアルへの展開—」（令和 5 年 10 月 30 日）と、高圧物性研究における中性子実験に期待されるサイエンステーマやニーズを議論することを目的とした、「第 28 回 CROSSroads Workshop—高圧中性子実験の物性

研究への展開ー」(令和6年1月11日)を開催した。

## ② 研究会、シンポジウム、講習会等

J-PARC センター、茨城県、中性子産業利用推進協議会及び J-PARC MLF 利用者懇談会、シンポジウム、研究会、講習会等を実施するとともに、国内外で開催された学会等にポスター展示(オンライン)やブース出展(オンライン)を行い、利用者等への成果の発信と中性子利用ユーザーを拡大し、MLF の成果創出を目指した活動を行った。主催、共催、協賛した講習会、研究会、セミナー等は 38 件である。

## ③ 産業利用の促進

(1) 産業利用の更なる活性化に向けて、産業界との次期連携体制構築を目的に立ち上げた「高圧中性子利用研究会」の活動として、11月15日に第6回研究会を開催し、中性子実験用高温高圧セルの整備状況とそれを用いたバイオマス試料やプラスチックの分解過程に関する研究等について報告するとともに、装置の高度化に対する要望や今後の組織間連携の方向性についてなど、意見交換を行った。

(2) 「第9回放射光・中性子の連携利用に向けた合同研修会ー小角散乱測定研修会ー」を10月13日に SPring-8、11月21日に JRR-3 にて開催するとともに、8月3日にはオンラインにて本研修会の事前講習を開催した。さらに、「第8回放射光・中性子の連携利用に向けた合同研修会ー粉末回折測定研修会ー」を10月12日に SPring-8、11月20日に JRR-3、2月26日に MLF にて開催するとともに、7月20日にはオンラインにて本研修会の事前講習を開催した。

(3) 中性子と放射光の連携利用を進め更なる成果創出を目指すため、登録機関(JASRI)と連携して、中性子の横断利用に関する Web サイト「Concierge」を令和3年度に開設し、引き続きその運営を行った。また、4月26日に「第89回 SPring-8 先端利用技術ワークショップ/第4回放射光・中性子連携利用研究会/第2回量子ビームを用いた構造材料研究会」を開催し、学術利用及び産業利用におけるこれまでの放射光・中性子の連携利用による成果の紹介、量子ビーム施設側の連携利用への取組の現状についての紹介を行った。

## 3. J-PARC センター等との連携協力

J-PARC における特定中性子線施設に係る利用促進業務を円滑に実施するための MLF 運営調整会議(J-PARC センター、JAEA、KEK、CROSS 及び茨城県のメンバーから構成)を2回開催し、MLF の成果最大化や利用枠に関する議論などを行った。

## 4. JASRI、RIST、CROSS の登録施設利用促進機関の連携

量子ビーム施設のユーザーを対象に、実習を通して放射光、中性子、それぞれの測定

技術の特徴を把握することで、両プローブの効果的な連携的利用方法の検討の一助とすることを目的とした施設横断合同研修会を JASRI と協力し 4 月、10 月および 2 月に共催開催した。そのほか、一般課題（短期）の公募の際には、連携利用に関する利用状況を調査しており、令和 5 年度は共用ビームラインにおいて 71 件の連携利用申請があり、51 件が採択された。また三つの登録施設利用促進機関（CROSS、JASRI、RIST）の連携による、「第 9 回大型実験施設とスーパーコンピュータとの連携利用シンポジウム—マテリアルデータサイエンスに向けた自動測定と自動解析の展開—」を 9 月 4 日に開催し、78 名の現地参加を得た。

以上