

令和3年度事業年度 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3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

一般利用課題の2021B期（令和4年1月～令和4年4月）の課題募集を行い、第18回利用研究課題審査委員会において160件の応募課題（短期）の中から57（内新利用者支援課題9件）課題（短期）が承認された。令和3年9月1日に第24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2021B期の一般利用課題（短期）として57課題を選定した。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、COVID-19の影響下で実施できなかった3件の2020L課題、4件の2019L課題、5件の2018L課題を救済するため、実施期間を1期（半年）延長することが決定していた。しかし2021年度もCOVID-19の影響が続き、長期課題の実験が実施できなかったため、実施期間を更に1期、延長することを決定した。また、この対応による一般利用課題（短期）のビームタイム圧迫を避けるため2021L課題の募集は実施しなかった。

一般利用課題の2022A期（令和4年4月～令和4年6月）の課題募集を行い、第19回利用研究課題審査委員会において137件の応募課題（短期）の中から67（内新利用者支援課題6件、1年課題2件）課題（短期）が承認された。令和4年2月22日に第25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2022B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、2022A期の一般利用課題（短期）として67課題を選定した。

2. 利用支援業務

（1）情報支援関係

- ① 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Web上にMLFに関する論文数の推移及びTop10%論文分析結果等を情報発信し、適宜更新し提供した。

- ② 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に、中性子線共用施設に関する装置情報、新規利用者の利用研究成果（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）等の技術情報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。MLFの装置パンフレットを全面改訂し、MLF各装置の特長、得られる情報、主な利用例等を統一フォーマットで示した。
- ③ 中性子科学センターの登録機関としての業務内容等を説明するサイト、最新のビームライン情報やユーザー支援に関わる情報をユーザーに提供するMLF利用者情報サイトを、MLFと連携しながら運用し、適時更新した。
- ④ 本年度は以下の12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) 核スピン偏極化試料での偏極中性子回折による構造解析法の開発
～水素の位置情報を選択的に抽出～

発表日：4月1日

共同発表：山形大学、日本原子力研究開発機構、J-PARCセンター

(b) 地球形成初期、鉄への水素の溶け込みは硫黄に阻害されていた

発表日：6月24日

共同発表：東京大学、東京大学大学院理学系研究科・理学部
日本原子力研究開発機構、J-PARCセンター

(c) 超伝導体においてスピン配列の制御を実現

ー 高速・低消費電力な超伝導メモリーなどへの応用に期待 ー

発表日：9月7日

共同発表：国立研究開発法人 産業技術総合研究所、J-PARCセンター

(d) 中性子で人工ガラス膜境界面の意外な機能「高い接合性」に迫る
-偏極中性子反射率法によるガラスコーティング膜の非破壊精密分析-

発表日：9月21日

共同発表：日本原子力研究開発機構、J-PARCセンター

(e) 鉄シリコン化合物における新しいトポロジカル表面状態

発表日：11月17日

共同発表：東京大学、理化学研究所、日本原子力研究開発機構

高エネルギー加速器研究機構、J-PARCセンター、東北大学
科学技術振興機構

(f) ナトリウムイオン電池の負極材料開発に光

ーハードカーボン中のナトリウムイオン拡散を観測ー

発表日：12月3日

共同発表：東京理科大学、高エネルギー加速器研究機構、J-PARC センター

(g) 巨大な磁場応答を示す三角格子磁性半導体

ー三拍子揃った稀有な磁性材料の発見ー

発表日：12月23日

共同発表：東京工業大学、科学技術振興機構（JST）、東京大学、
理化学研究所、J-PARC センター

(h) 非破壊でリチウムイオン二次電池の充電能力劣化の2次元定量分析に成功
ー電池の長寿命化を阻害する劣化進行箇所を負極材の結晶相毎に検出し定量ー

発表日：2月3日

共同発表：産業技術総合研究所、株式会社日産アーク

高エネルギー加速器研究機構、J-PARC センター

(i) ハイドロゲルの流動性をDNAで予測・制御する

ー細胞培地や注入型ゲル薬剤など、医療への応用に期待ー

発表日：2月17日

共同発表：北海道大学、東京大学大学院工学系研究科

日本原子力研究開発機構、J-PARC センター

(j) 巨大タンパク質複合体による概日リズム制御

ー小角散乱と計算科学の統合アプローチー

発表日：3月10日

共同発表：京都大学、名古屋市立大学

自然科学研究機構生命創成探究センター、自然科学研究機構分子科学研究所
ラウエ・ランジュバン研究所、立命館大学、日本医療研究開発機構

(k) スピンの響き、超音波で奏でて中性子で聴く

ー超音波と中性子を組み合わせた新手法でスピンによる発電の効率因子を特定ー

発表日：3月29日

共同発表：日本原子力研究開発機構、新潟大学、J-PARC センター

(l) 超高密度な磁気渦を示すシンプルな二元合金物質を発見

ー次世代磁気メモリーへの応用に期待ー

発表日：3月30日

共同発表：東京大学、日本原子力研究開発機構、J-PARC センター

理化学研究所、科学技術振興機構

(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 70 報、査読付き英語プロシーディングスが 25 報、学位論文が 8 報発表された。また、6 件の受賞があった。

(1) BL01 (四季) グループ

実験環境整備、解析環境の高度化等を行った。これらを活用して実験課題の共用実験、利用者技術支援を行った。担持金属触媒に吸着した水素、 $\text{BaCo}_{0.9}\text{Ni}_{0.1}\text{S}_{1.9}$ の C4 対称性の破れ、 $\text{Na}_2\text{Co}_2\text{TeO}_6$ のスピン・軌道相の挙動、二量体磁石 $\text{Na}_2\text{Cu}_2\text{TeO}_6$ 、Pt/ Al_2O_3 上の水素化学種とエチレンとの反応性、 $\text{Sr}_3\text{Ir}_2\text{O}_7$ の磁気励起、セリア結晶中の水酸基およびヒドリド官能基、2 次元三角格子反強磁性体 $\text{h-Y}(\text{Mn,Al})\text{O}_3$ のスピントクスチャスピントロニクス用イットリウム鉄ガーネット等の研究において成果が生み出された。

(2) BL02 (DNA) グループ

実験環境の整備、自動化、リモート化等を行った。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った。固体電解質 $\text{La}_{2/3-x}\text{Li}_{3x}\text{TiO}_3$ ($x = 0.13$) 単結晶中のリチウム拡散、PMMA ネットワークにおける水和水とポリメタクリル酸メチル鎖の局所ダイナミクス、磁性イオン液体構造ガラスにおけるスピングラスの挙動と磁気ボンピーク、イオン液体における相変化、多ドメイン蛋白質の立体構造、ナノ流体中粒子に隣接する液体分子のダイナミクス、超音波注入時の磁気ブラッグピーク増強効果、スピントロニクス用イットリウム鉄ガーネット、マルチフェロイックス $\text{Ba}_2\text{MnGe}_2\text{O}_7$ における磁気異方性、燃料電池触媒層中の水のダイナミクス等の研究において成果が生み出され、1 件のプレス発表を行った。

(3) 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。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った。氷の第二部分秩序相、ネスクホナイト $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}(\text{D})_2\text{O}$ の結晶構造、 $\text{Fe}_{0.95}\text{Si}_{0.05}$ の水素サイト占有率、コバルト酸化物における磁気体積効果の起源、 CS_2 の高圧分解による新規グラファイト型 C-S 化合物の合成、結晶性完全カルボキシル化ポリアセチレン、アンモニアボラン高圧相の二水素結合、地球初期進化における鉄-珪酸塩-水-硫黄系の軽元素の振る舞い、川井式マルチアンビルアセンブリ実験、メタノール-水混合系の圧力依存性構造、 $^1\text{H-tetrazole}$ の相転移と化学反応性等の研究において成果が生み出され、1 件のプレス発表を行った。

(4) BL15 (大観) グループ

実験環境整備等を行った。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った。油中水型マイクロエマルジョン中で光還元調製した銀ナノ粒子、両親媒性ロフィンダイマーが形成するミセルの光照射形態変化、イオン液体の相変化、イオン

液体中のナノ閉じ込め水の自発的形成、タンパク質複合体の安定性制御、水素原子の構造因子抽出のためのスピンコントラスト変化法開発、 ^3He スピンフィルターによる中性子小角散乱の偏極度解析法、三角格子磁性半導体の異常ホール効果、両親媒性ランダムシクロコポリマー、固体高分子形燃料電池触媒層、抗癌剤活性を目的としたドキシソルビシン結合磁性 SBA-15 メソポーラスナノキャリア、脂質二重膜の粘性とアシル尾部ダイナミクス、燃料電池触媒層中の水のダイナミクス、シンテックヘクトライト懸濁液における粘土粒子のチクソトロピック挙動とせん断誘起配向、カチオン性界面活性剤ミセル中の香料の可溶化、イミダゾリウム系イオン液体[C8mim][TFSI]と1,4-ジオキサンの UCST 型液-液相分離機構、膜挿入型脂質スクランブルペプチド、界面活性剤の組み合わせによるナノ粒子へのミセル吸着制御等の研究において成果が生み出され、3 件のプレス発表を行った。

(5) BL17 (写楽) グループ

実験環境整備等を行った。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った。硬化過程におけるフェノール樹脂とシリカの界面構造形成、面内不均一性を有する薄膜のイメージング、強磁性体層間交換結合による広帯域中性子スピン偏光素子の性能向上、ポリビニルアルコールの結晶吸着層における層構造と溶出過程、深層学習を用いた界面構造解析等の研究において成果が生み出され、2 件のプレス発表を行った。

(6) BL18 (千手) グループ

解析環境及び試料環境の自動化、リモート化等を行った。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った。光機能性塩結晶連続体のプロトンダイナミクス、二価ユーロピウム化合物 EuAl_4 の電荷密度波秩序と多重磁気転移、ヘリ磁性体 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ の磁気相図、非中心対称正方晶化合物 CePdSi_3 の楕円-環状磁気構造、第四紀クラスレート $\text{Ba}_8\text{Al}_x\text{Ga}_{16-x}\text{Ge}_{30}$ の化学秩序、超イオン伝導体 $\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$ の Li イオン挙動、フラストレート磁性体 $\text{CaBaCo}_4\text{O}_7$ の電気分極変化を伴う磁気相転移、スピントロニクス用イットリウム鉄ガーネット、サンドイッチ型多核銀錯体の合成、磁性超伝導体 $\text{EuRbFe}_4\text{As}_4$ の超伝導駆動強磁性とスピン操作等の研究において成果が生み出され、1 件のプレス発表を行った。

(7) BL22 (螺鈿) グループ

イメージング手法開発、中性子カメラ及び μNID 検出器の高度化、解析 GUI の開発等を行った。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った。ジルコニウムボロン及びフェロボロンの即発ガンマ線ドップラー拡がり、高周波焼入れ歯車の微細構造と残留歪、 $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 単結晶シンチレータの中性子ラジオグラフィ、鋼の結晶相体積率評価のためのブラッグエッジイメージング法の改良、ボールベアリング内のグリース流動性、レーザー積層造形部材の非破壊特性評価、レーザーショックピーニング処理を施した積層造形物評価、偏極中性子イメージングによる

磁化分布の高空間分解能測定、積層造形部品の非侵襲的評価、歪み再構成のための動径基底関数法等の研究において成果が生み出され、1件のプレス発表を行った。

(8) 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、放射線等の技術支援と利用技術支援を行った。ビームラインの計算環境の開発及び改良を行った。また、クラウド技術の導入を継続的に進め、リモート解析環境やリモート実験環境の構築を行った。試料環境制御デバイスの開発と提供を行なった。これらの成果や技術を共用 BL に展開し、多くの利用成果を得た。また、試料管理支援、化学安全や機械安全審査を行い、安全な利用実験を実現した。消耗品管理、工作支援を行った。CROSS ラボの利用支援では、物理特性測定システムの高度化、リモート実験環境の整備を行った。BaCo_{0.9}Ni_{0.1}S_{1.9} の C4 対称性の破れ、磁性イオン液体構造ガラスにおけるスピングラスの挙動と磁気ボゾンピーク、強磁性体層間交換結合による広帯域中性子スピン偏光素子の性能向上、鉄系超伝導体 PrFeAsO_{1-y} の超伝導ギャップと擬ギャップ、β-MnO₂ 中の希薄水素の局所電子構造等の研究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。

表. 各装置の実験支援課題件数

課題	BL01	BL02	BL11	BL15	BL17	BL18	BL22
2020B+2021A 一般利用課題 (短期、1年)	11	15(1)	12	21(2)	15(1)	11	16
2021B 一般利用課題 (短期、1年)	8	7(2)	7	12(2)	10(2)	7(1)	8(2)
2018L 一般利用課題 (長期)(継続)	0	2	0	0	0	2	1
2019L 一般利用課題 (長期)(継続)	0	2	0	3	2	0	2
2020L 一般利用課題 (長期)(継続)	1	1	0	0	0	1	0
通年課題	2	4	2	5	5	2	2
計	22	31	21	41	32	23	29

2020B+2021A 一般利用課題(短期、1年)には、新利用者支援課題及び 2020B 期の FTP、緊急課題を含む()内の数字は新利用者支援課題件数)。

2021B 一般利用課題(短期、1年)には、新利用者支援課題、FTP、緊急課題を含む。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。2018L 一般利用課題(長期)(継続)は、2018B に新規採択され、継続している一般利用課題(長期)を示す(2022A 期が最終の利用期間)。2019L 一般利用課題(長期)(継続)は、2019B に新規採択され、継続している一般利用課題(長期)を示す。2020L 一般利用課題(長期)(継続)は、2020B に新規採択され、継続している一般利用課題(長期)を示す。令和 3 年(2021 年)度はコロナ禍の影響により、実施できなかった長期課題の救済が行われたため、2021L 一般利用課題(長期)(新規)の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

例年、利用支援結果の公表や高度利用技術の獲得のために、研究者。技術者を海外で開催される国際会議や海外施設へ派遣していたが、令和 3 年度は COVID-19 の影響で、令和 2 年度に続き全ての外国出張が取り止めとなった。

(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

各ビームラインでのデータ解析ソフトウェアの利用例の紹介を主旨とする利用促進に重点をおいたワークショップとして、第 25 回「データ解析ソフトウェアの紹介」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。

①、②をあわせた開催件数は 31 件である。

③ 産業利用の促進

中性子の産業応用についての企業向けインハウスセミナーを JSR 株式会社において実施した。

産業利用本格化に向けて、次期コンソーシアム設立を目的に立ち上げた「高圧中性子利用研究会」では 4 月 12 日に第 4 回研究会を開催し、プラスチック分解過程をイメージング観察した結果について報告し、イメージング実験と小角散乱

実験に関する今後の研究テーマ、今後の研究の進め方について議論した。

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 11 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 3 年度は共用ビームラインにおいて 119 件の連携利用申請があり、54 件が採択された。また三つの登録施設利用促進機関（JASRI、RIST）で連携して、産業利用と相補利用の促進を目指したシンポジウムを 9 月に開催した。

以上