

令和 2 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 2 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。

途中、COVID-19 の影響により利用者選定のスケジュールを変更せざるを得なくなり、6 月 11 日 実施計画の変更申請を行った。7 月 27 日 実施計画の変更が認可され、これに沿って「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

令和 2 年 1 月以降、世界的な COVID-19 の蔓延により、国内および海外からの利用者が殆ど J-PARC に来所できなくなった。そのために予定通り実施できなくなった利用研究課題（以下、課題という）をできるだけ令和 2 年度内に繰り越して実施することになった。さらに国内でも COVID-19 が拡大し、4 月 20 日から 5 月 14 日までは MLF の利用運転を停止した。その結果、予定通り実施できなくなった課題がさらに増加した。

この状況を踏まえ、令和 2 年度の一般利用課題（短期）及び新利用者支援課題の定期募集を 2020B 期と 2021A 期を統合し利用期間を令和 2 年 12 月から令和 3 年 7 月として、また、一般利用課題（1 年）の定期募集を 2020B 期と 2021A 期を統合した期に 2021B 期を加え、利用期間を令和 2 年 12 月から令和 4 年 3 月として 1 回で実施することにした。

2020B 期と 2021A 期を統合した一般利用課題（短期）及び 2020B 期+2021A 期+2021B 期を統合した一般利用課題（1 年）の公募を行った。第 18 回利用研究課題審査委員会において 198 件の応募課題（短期）の中から 93 件の課題（内新利用者支援課題 4 件）の採択案が承認された。一般利用課題（1 年）の応募はなかった。令和 2 年 10 月 20 日に第 22 回選定委員会を開催し、一般利用課題審査結果の審議及び次年度の公募、審査方針等について意見を聴取し、2020B 期+2021A 期の一般利用課題（短期）として最終的に 92 件の課題の採択を決定した。さらに、2017B 期から公募を開始した一般利用課題（長期）は、2020B 期開始の 10 件の新規応募課題の中から 3 件の課題（共用 BL が主 BL の課題は 1 件）を選定し、さらに 4 件の 2019B 期開始課題及び 5 件の 2018B 期開始課題の継続を決定した。

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（新利用者支援課題（NUP）報告書）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的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、さらに JAEA、KEK、CROSS の研究者及び技術者が、所属の垣根を超え、互いに切磋琢磨し発展させている研究開発について発信する「Science & Technology in MLF 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 7 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媒体を利用して情報を発信した。

(a) 物理学の未解決問題に光！

ー超流動ヘリウム中の流れの可視化へー

発表日：4月10日

共同発表：名古屋大学、JAEA、J-PARC センター、CROSS

(b) リチウムイオン電池電極に析出した 金属リチウムをミュオンで検知

ーミュオン特性 X 線による非破壊元素分析の応用ー

発表日：6月16日

共同発表：KEK、豊田中央研究所、J-PARC センター、大阪大学、ICU、
CROSS

(c) 電子スピン歳差運動の回転方向の観測に成功

ースピントロニクスにおけるスピン流の伝搬機構の微視的解明ー

発表日：7月3日

共同発表：東北大学、CROSS

(d) 伝導電子スピンの奇妙な「短距離秩序」を世界最高温度で見発見

ー新物質 Mn₃RhSi で新しい金属状態が実現ー

発表日：7月21日

共同発表：JAEA、理研、芝浦工業大学、CROSS

- (e) 正負のミュオン素粒子で捉えたイオンの動き
ーLi イオンの動きを、負ミュオンで確認、正ミュオンで詳細観察ー
発表日：8月7日
共同発表：CROSS、理研、KEK
- (f) 低温高圧下で新しい氷の相（氷 XIX）を発見
発表日：2月19日
共同発表：東京大学、CROSS、JAEA、J-PARC センター
- (g) チタン酸バリウムナノキューブの合成と粒子表面の原子配列の可視化に成功ー高性能小型電子デバイスの開発に期待ー
発表日：3月31日
共同発表：茨城大学、大阪大学、東北大学、JAEA、CROSS、
J-PARC センター

(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 76 報、査読付き英語プロシーディングスが 13 報、学位論文が 26 報発表された。また、7 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。量子スピン液体候補物質 NaErS₂ の結晶場励起、フラストレートスピンラダー系の創発ハルデンギャップと強誘電性、V 添加 LiFeAs の反強磁性スピンフラストレーション、Pd 中の水素ダイナミクス、磁気ワイル半金属 Sr_{1-x}Mn_{1-y}Sb₂ のスピンダイナミクス、La_{2-x}Sr_xCuO₄ の磁気励起、トポロジカル磁性体 Cu₃TeO₆ のマグノン-フォノン結合、メタルハライドペロブスカイトの格子振動、センテナライト CaCu₃(OH)₆Cl₂・0.6D₂O 等の研究において成果が生み出された。

(2) BL02（DNA）グループ

実験環境整備、測定の効率化開発等を行った。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。酸化グラフェン自由表面の水分子、塩及び酸性塩中水電解質のナノスケール緩和、リン脂質二重層間の水和水の金属カチオンの効果、生物系の水のサブ拡散、擬二次元エレクトライド Y₂C の層間電子誘起磁性、異なる分子構造を持つタンパク質のダイナミクス、リン脂質膜の水和水、YIG の超低エネルギーマグノン異常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。高圧下の黒リンの構造、高圧下の MnO の結晶構造と磁性、低温下の結晶性氷の低速圧縮、氷 VII-氷 VIII 転移の異常な水素ダイナミクス、1,4-ジフェニルブタジインの距離選択的トポケミカルデヒドロ・ディールス・アルダー反応、ナノ多結晶ダイヤモンドアンビルセルの開発、高圧下の含水 SiO_2 ガラスの構造、積層乱れの無い氷 Ic、高温・高圧下の重水素化ニッケルの重水素組成、二重六方最密充填構造を持つ重水素化鉄の結晶及び磁気構造、シェブキナイト系鉱物の Ti, Fe^{2+} , Fe^{3+} 分布、パリ・エジンバラプレスを用いた回折実験の圧力伝達媒体の効果、ハイブリッド型ヨウ化鉛ペロブスカイトの抑制された格子乱れ、西彼杵半島のマンガン鉱床 Sr リッチピエモンタイト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。

(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。水/エタノール中のナフィオン分散の構造と粘性、ナノエマルジョンを介してコアを架橋したナノ粒子の特性、ハイドロキシアパタイトナノロッドコロイド溶液の剪断誘起液晶相転移、キラルな極性ヘリマグネット $\text{Ni}_2\text{InSbO}_6$ のメタ磁性転移と磁電反応、 ^3He 中性子スピフィルターの開発と応用、折り畳み両親媒性ホモポリマーミセル、折りたたみポリマーのトランスエステル化による一本鎖架橋ポリマー、ナノ粒子・リニアハイブリッドブロック共重合体からの高非対称ラメラナノ構造体、スルホン化ポリフェニレンアイオノマーの構造、リン脂質存在下での NACore アミロイド形成、イミダゾリウム系イオン液体 $[\text{C}_4\text{mim}][\text{TFSI}]$ のシクロエーテルとの混合状態、メチルセルロース及びヒドロキシプロピルメチルセルロースエーテルのコンフォメーション、オレイン酸系ジェミニ型界面活性剤の α ゲル構造変化、4 分枝ケージ状のポリエチレンオキシド、非イオン性ミセルのナノ粒子への吸着、ジェミニ型両親媒性 dendrimer の吸着・凝集、重水素ラベルを持つ理想的なポリマーネットワークの定量的構造解析、透過性ポリマーベシクルの疎水性層水和等の研究において成果が生み出された。

(5) BL17 (写楽) グループ

実験環境整備、デバイス制御ソフトウェア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と利用者技術支援を行った。溶媒蒸気による膨潤を利用した Si 基板上のポリビニルアルコール吸着層構造解析、アモルファス Ge カルコゲナイドへの銀の光拡散、 ^3He 中性子スピフィルターの開発と応用、重水素化トルエン蒸気による Si 基板上のポリ酢酸ビニル吸着層の可動表面層と不動界面層の膨らみ、シリカ表面におけるフェノール樹脂の界面架橋の不均一性、アモルファス硫化ゲル

マニウムへの銀の光拡散の励起光エネルギー依存性、深部に埋もれたペルヒドロポリシラザン由来ナノ層の微細構造等の研究において成果が生み出された。

(6) BL18 (千手) グループ

デバイス制御ソフトウェアの高度化、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。反強磁性ディラック物質 EuMnBi_2 の磁場誘起スピン再配向、磁気誘起された $\text{Ba}_3\text{Fe}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$ の電気分極、ヘリ磁性六方晶フェライト $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)\text{12O}_{19}$ 単結晶の磁性、磁気フラストレーションセミメタル EuCuSb における競合するスピン変調、 EuNiIn_4 の多段階磁気転移、非正方晶系ヘリム磁性体の化学的置換による磁気相図、全固体リチウム二次電池用固体電解質、センテニアライト $\text{CaCu}_3(\text{OD})_6\text{Cl}_2 \cdot 0.6\text{D}_2\text{O}$ 、X タイプヘキサフェライト $\text{Sr}_2\text{Co}_2\text{Fe}_{28}\text{O}_{46}$ の結晶構造と陽イオン分布、 $S=1/2$ 一次元フラストレート鎖化合物 $\text{NaCuMoO}_4(\text{OH})$ のヘリカルおよびコリニアなスピン密度波秩序等の研究において成果が生み出された。

(7) BL22 (螺鈿) グループ

実験環境整備、中性子カメラ及び μNID 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共用実験と利用者技術支援を行った。中性子- ^3He 吸収反応による超流動ヘリウム 4 中の 4He_2^* エキシマークラスターレーザーの生成、グレーティングを用いた X 線・中性子の位相イメージング、凝固した CuCo 合金の相分離構造、燃料電池における氷と液体の識別、ベイズ・ノンパラメトリック・ブラッグエッジ法による歪み解析、積層造形物へのレーザーショックピーニング効果、結晶成長システムにおける固体の拡散と液体の移動、 30Mn-C 鋼のオーステナイト T 格子定数に及ぼす炭素濃度と磁気転移、有限要素法によるひずみ再構成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) BL 共通グループ

共用実験における電気、機械、化学、放射線、計算環境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なった。また、クラウド技術の導入を積極的に進め、リモートアクセス環境の構築を行った。コンソーシアム向けの新型セル・試料環境の開発に参画し、ユーザーの利用促進の価値を新たに創造している。これらの成果や技術を共用 BL に展開し、相乗効果を得た。また、試料管理支援、化学安全や機械安全審査を行った。消耗品管理、工作支援を行った。CROSS ラボの利用支援では、 Mn_3RhSi の高温短距離秩序、フェリスピネル MgFeMnO_4 のカチオン分布と磁気特性、深部に埋もれたペルヒドロポリシラザン由来ナノ層の微細構造、センテニアライト $\text{CaCu}_3(\text{OD})_6\text{Cl}_2 \cdot 0.6\text{D}_2\text{O}$ 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
2020A 一般利用課題 (短期、1年)	10	5	15	15	11(1)	9	10
2020B+2021A 一般利用課題 (短期、1年)	11	15(1)	12	20(2)	14(1)	10	14
2017L 一般利用課題 (長期)(継続)	0	1	1	1	0	1	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)(新規)	1	1	0	0	0	1	0
通年課題	1	4	1	5	5	2	5
計	23	30	29	44	32	25	34

2020A 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。
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)。

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。2017L 一般利用課題(長期)(継続)は、2017Bに新規採択され、継続している一般利用課題(長期)を示す(2021A期が最終の利用期間)。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。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)(新規)は、2020Bに新規採択された一般利用課題(長期)を示す。また、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2年度はCOVID-19の影響で、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
インパクトの強い成果を生み出す活発な議論や具体的成果の発表を主旨とするワークショップとして、第24回「偏極中性子を使った磁性薄膜・多層膜研究」を開催した。
- ② 研究会、シンポジウム、講習会等
2020年度量子ビームサイエンスフェスタ（第12回MLFシンポジウム）、第3回放射光・中性子の連携利用に向けた合同研修会「小角散乱測定研修会」、Tohoku U×CROSS×JAEA 連携セミナー等の講習会及び研究会等を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20件である（なお、2020年度J-PARC MLF産業利用報告会を含むイベントの4件に関してはCOVID-19対策等のため中止した。

- 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、ヤマハ発動機（株）、三井金属鉱業（株）、（株）東芝・東芝エネルギーシステムズ（株）において実施した。
産業利用本格化に向け、次の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10月に第3回研究会を開催し、J-PARC MLFでの高温高圧中性子イメージング実験結果報告、さらには高圧中性子小角散乱実験への展開に向けた情報共有を行い、今後の研究テーマや研究の進め方を議論した。

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、令和元2年度は共用ビームラインにおいて16件の連携利用申請があり、13件が採択された。

以上