

国立研究開発法人における
研究設備の遠隔化・自動化による環境整備
J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備

官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）
「研究設備の遠隔化・自動化」
令和2年度成果

令和3年3月
文部科学省

資料1 「J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備」の概要

アドオン額: 55,500千円(文部科学省)
元施策有/PRISM事業・新規/継続予定

課題と目標

- (課題) ・ J-PARCの特定中性子線施設では幅広い分野で産学官の実験課題が実施されており(2019年度、433課題)、産業利用の割合は 27% で、過去に低燃費タイヤの開発、全固体セラミックス電池開発、固体冷媒を用いた新しい冷却技術等に関わる成果を創出。
・ 新型コロナウイルスの影響が顕在化した3月から4月の期間で220名程度の外部ユーザーが来所できず、78課題の実施に影響。
- (目標) 特定中性子線施設の共用実験装置に遠隔利用や実験プロセスの自動化ができる機器を付加することにより、上記78課題220名程度の研究者の利用実験機会を回復する(利用率0%→100%)。

「J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備」の概要

- 元施策: 「大強度陽子加速器施設(J-PARC)の整備・共用」の一部 (R2年度 556,747千円)
J-PARCについて、安定的な運転の確保及び利用環境の充実を行い、産学の広範な分野の研究者等の利用に供することで、世界を先導する利用成果の創出等を促進し、我が国の国際競争力の強化につなげる。
- PRISMで実施する理由: 新型コロナウイルスによる人の移動制限が続き影響が拡大すると予期されたため、遠隔化・自動化の研究基盤構築が必須となり、PRISMで実施する。
- テーマの全体像: J-PARCの自動化・遠隔操作整備を行うことで、J-PARCを利用した産官学の研究開発に遅滞を生じさせない体制とともに、産学官による幅広い分野の社会課題解決やイノベーション創出のための研究開発の支援体制を構築する。

出口戦略

- (出口戦略) 安定的かつ効率的な研究環境を提供し、新型コロナウイルス禍で大学の学生並びに民間企業の研究力向上、共用施設としての今後の更なる利用拡大、さらには利便性の向上による民間投資誘発効果を図り、我が国のイノベーション創出に資することを目指す。

民間研究開発投資誘発効果等

【民間企業からの貢献】 5年間で総額約323,115千円相当

○ 共用施設としての利用 (約105,615千円相当)

① 成果非公開の成果占有利用

実費負担の下、企業研究のための本格利用を行う

・ 約21,123千円/年(過去2年間の利用収入の平均値を元に試算)、5年間で約105,615千円の利用収入を見込む。また、下記の共同研究を通じて民間企業が中性子を用いた実験手法や成果の有用性の理解を深めることによって、成果非公開による自立的な取り組みが増えることが想定される。

○ 民間共同研究(約217,500千円相当) (材料・触媒等のメーカー)

② 民間企業との共同研究(18,500千円/年×5年間程度) (既存の共同研究における実績を元に試算)

民間企業と組織対組織の共同研究を行う。

③ 企業コンソーシアム(5,000千円/企業・年×5社×5年間程度) (既存のコンソーシアムの実績を元に試算)

人材育成を含めた産業利用のための基盤構築など、目的の下に複数の企業が集まったコンソーシアムを形成し、会員企業から会費や人材負担を得る。

アドオン（文部科学省）：55,500千円
元施策名：（「大強度陽子加速器施設（J-PARC）の整備・共用」の一部）556,747千円

➤ 世界最高レベルの大強度陽子ビームを用いて発生させた多彩な二次粒子を用いた様々な研究を実施可能な大強度陽子加速器施設（J-PARC）において、「特定先端大型研究施設の共用の促進に関する法律」に基づく特定中性子線施設の共用を進めるため、安定運転を確保しつつ、革新的成果の創出や研究環境の充実を図る。元施策においては、施設の運転、保守に係る整備を実施。

【PRISM】



- 特定中性子線施設の共用実験装置に遠隔利用や実験プロセスを自動化できる機器を付加し、産官学の研究開発に遅滞を生じさせない研究基盤を構築し、産学官の研究力向上、共用施設としての利用の拡大、さらには民間投資誘発効果を図る。
- 遠隔化機能の付加
⇒新型コロナウイルス禍で外部ユーザーの実験機会の確保
- 実験プロセス自動化の付加
 - 低温から高温にわたる多点測定の実自動化
⇒燃料電池膜等の機能性材料の最適特性の条件探索を効率化
 - 水素を重水素で置換した試料調整の実自動化
⇒高分子材料等の特定部位構造測定を効率化
 - 極低温への急速温度変化測定の実自動化
⇒高分子液体等ソフトマターにおける水の機能測定を効率化
 - 液体窒素冷却電磁石を用いた実験の実自動化
⇒強磁場中における磁性の出現機能の解明実験を効率化
 - 構造材料の変形試験や試料位置調整の実自動化
⇒鉄鋼材料や2次電池の可視化測定を効率化

【開発のイメージ】

- 遠隔化機能の付加
共用実験装置における実験を遠隔制御で行うため、データ解析用コンピューター、データストレージ、ソフトウェア等を整備する。
- 実験プロセス自動化の付加
 - 温度制御型試料交換機の整備
複数の試料を装着し、実験中の温度制御、試料交換の自動化・遠隔制御化を可能とする。
 - 重水・軽水混合調湿ガス発生装置の整備
実験試料の重水・軽水の混合比率を変えるコントラストマッチング中性子散乱法による物質中で水素が関わる構造測定の実自動化・遠隔制御化を可能とする。
 - 急速冷却用試料スティック、標準試料セル等の整備
トップローディング冷凍機を利用した極低温環境における実験試料装荷、温度制御及び計測を効率化する。また、冷凍機内の試料の監視機能を付加し、自動化・遠隔化の安全性を確保する。
 - 液体窒素自動供給装置等の整備
強磁場実験環境を形成する電磁石への液体窒素の供給を自動化、遠隔化を可能とする。
 - 試料位置調整用中性子カメラと低温変形試験用システムの整備
試料変形試験において自動的に試料位置調整を行う中性子カメラを導入するとともに、低温変形試験用システムの冷却性能向上により、温度変化に要する時間を効率化する。

資料3 「J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備」の目標達成状況

○J-PARCの自動化・遠隔操作整備を行うことで、J-PARCを利用した産官学の研究開発に遅滞を生じさせない体制とともに、産学官による幅広い分野の社会課題解決やイノベーション創出のための研究開発の支援体制を構築する。

事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況
①J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備	特定中性子線施設の共用実験装置に遠隔利用や実験プロセスの自動化ができる機器を付加することにより、安定的かつ効率的な研究環境を提供し、新型コロナウイルス禍で大学の学生並びに民間企業の研究力向上、共用施設としての更なる利用拡大、さらには利便性の向上による民間投資誘発効果を図り、我が国のイノベーション創出に資することを目指す。	- 遠隔利用のためのアクセス環境、データ処理・解析計算機及びソフトウェアを整備した。外部からのアクセスに対する安全性の確認を慎重に行っており、5月頃から運用を始める予定である。 - 実験プロセスの自動化として、1)温度制御型試料交換機、2)重水・軽水混合調湿ガス発生装置、3)試料交換機構付きクライオファーン等、4)液体窒素自動供給装置、5)試料位置調整用カメラ等を整備し、1)～3)と5)は、11件の実験課題の利用に供した。また、4)の導入により、強磁場実験用電磁石（既設）への液体窒素供給を自動供給に置き換えた。

資料4 「J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備」の成果

○J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備
遠隔化機能の付加と実験プロセスの自動化の整備を行い、自動化した機器を運用している。

○遠隔化機能の付加

遠隔アクセス環境、データ処理・解析計算機の整備
データ解析用コンピューター、データストレージ、ソフトウェア、遠隔実験情報伝達用機器を導入した。
外部からのアクセスの安全性を確認中であり、R3年5月から運用を始める予定である。

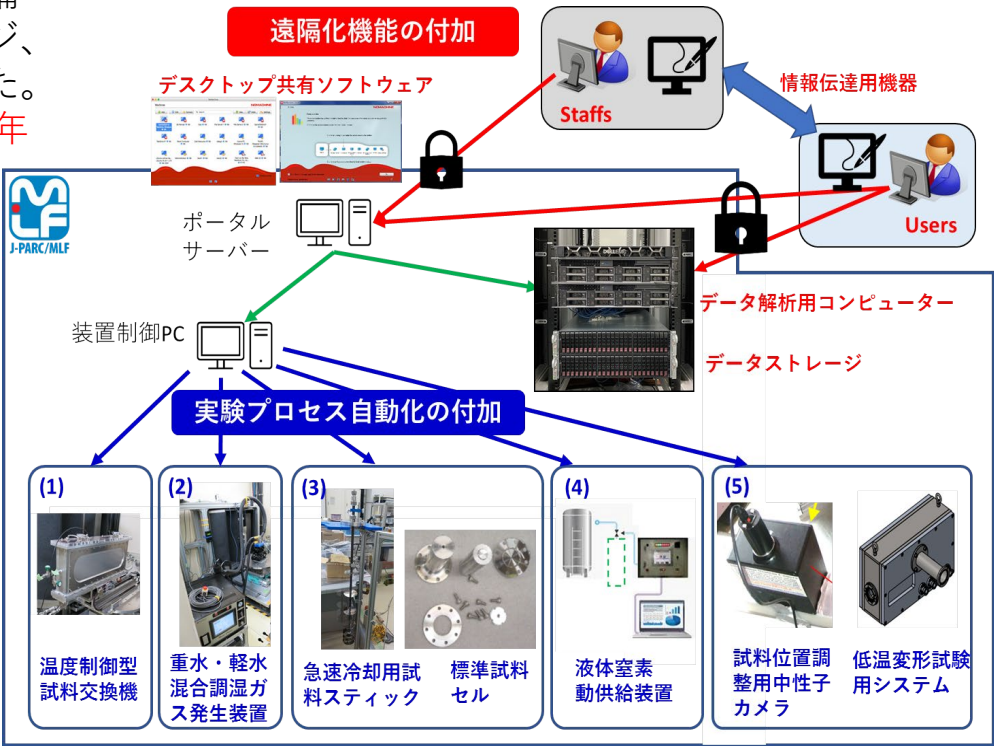
○実験プロセス自動化の付加

- (1) 温度制御型試料交換機
ペルチェ式温度制御試料交換機、温度調整サンプルホルダー、コントローラ等を導入した。3月に小角散乱装置（BL15「大観」）で利用を開始し、1件の実験課題を実施した。
- (2) 重水・軽水混合調湿ガス発生装置
重水ガス、軽水ガスを混合する精密調湿装置と制御用ソフトウェアを導入した。3月に反射率計（BL17「写楽」）で利用を開始し、1件の実験課題を実施した。

- (3) 急速冷却用試料スティック、標準試料セル
トップロードイン冷凍機の試料位置に実験試料をセットし、温度制御及び計測を行うための急速冷却用試料スティックを導入した。また、冷凍機内の試料の監視機能を導入し、運用を開始した。ダイナミクス解析装置（BL02「DNA」）で標準試料セルを用いて、7件の実験課題を実施した。

- (4) 液体窒素自動供給装置
液体窒素自動供給装置を導入し、強磁場実験用電磁石の冷却を手動供給から自動供給に置き換えた。

- (5) 試料位置調整用中性子カメラ、低温変形試験用システム
低温変形試験用システムを導入した。中性子カメラを導入し、3月にユーザー実験課題2件の中で基本性能の確認と試料位置調整機能の確認を行った。



資料5 「J-PARC特定中性子線施設の遠隔化・自動化整備」の民間からの貢献及び出口の実績

- 民間からの貢献額：5年で総額約323,115千円相当
- ① 共用施設としての利用： 成果非公開の成果占有利用 約105,615千円/5年
 - ② 民間共同研究： 民間企業との組織対組織の共同研究 約92,500千円/5年
 - ③ 企業コンソーシアム： 約125,000千円/5年

当年度当初見込み	当年度実績
① 特定中性子線施設の利用収入 単価は124千円/1時間 過去2年の平均から約21,123千円	① 成果非公開の成果占有利用による利用収入 8,798千円 (アドオン後の収入を一部に含む)
② 収入を伴う共同研究 16,500千円 (アドオン前に契約)	② 燃料電池触媒膜の機能をテーマとする共同研究 16,500千円 (アドオン前の契約分)
③ 企業コンソーシアム 5,000千円/企業×5社=25,000千円 (アドオン前に契約)	③ 企業5社が参画した機能性高分子コンソーシアム 25,000千円 (アドオン前の契約分)

○出口戦略・・・施設に遠隔化/自動化の機能が付加され、安定な研究基盤の提供が可能となることによって、燃料電池触媒膜の機能をテーマとする既存の共同研究をより着実に進めることに繋がり、実験手法の有用性が広まり、さらに多くの企業が参加するプロジェクト的な利用に進展させる。また、機能性高分子コンソーシアムの研究開発活動を着実に進めることにより、開発に有効な中性子実験手法が公開されることになり、高分子業界の他企業による新たな利用を誘発する。これらのことで、潜在的な電池等エネルギー関連企業、材料開発に関連する企業にアプローチでき、その利用を誘発することも目標とする。

当年度当初見込み	当年度実績
- 燃料電池触媒膜の機能をテーマとする民間企業との共同研究において、本件で付加した機器を活用する。 - 民間企業5社が参画する機能性高分子コンソーシアムの活動に本件で付加した機器を活用する。	- 燃料電池触媒膜の機能をテーマとする民間企業との共同研究で行う実験課題3件で自動化機能を付加した機器を使用した。 - 民間企業5社が参画するコンソーシアムによる実験課題1件で自動化機能を付加した機器を使用した。 - これらの中で、成果非公開利用（有償利用）1件が実施された。