

Planning Lecture | Technical division and Network : Subcommittee on Particle Accelerator and Beam Science

📅 Fri. Sep 13, 2024 1:00 PM - 2:30 PM JST | Fri. Sep 13, 2024 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏢 Room A (Recture RoomsA 1F A101)

**[3A\_PL] Current status of the plan of new research reactor at Monju site**

Chair: Masahiro Hino (Kyoto Univ.)

[3A\_PL01]

Progress on basic design of the new research reactor

\*Masaji Arai<sup>1</sup> (1. JAEA)

---

[3A\_PL02]

A perspective on neutron instruments for the new research reactor

\*Nobuhiro Sato<sup>1</sup> (1. Kyoto Univ.)

---

[3A\_PL03]

Construction of cooperation system with the locals for utilization of new research reactor

\*Masayoshi Uno<sup>1</sup> (1. Univ. of Fukui)

---

[3A\_PL04]

Discussion

All Presenters

---

## 加速器・ビーム科学部会セッション

「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉計画の現状  
Current status of the plan of new research reactor at Monju site

## (1) 新試験研究炉の詳細設計 I の進捗状況

## (1) Progress on basic design of the new research reactor

\*新居 昌至

日本原子力研究開発機構

## 1. はじめに

福井県敦賀市にある「もんじゅ」サイト内に新たに設置が計画されている試験研究炉（以下、「新試験研究炉」とする）は、文部科学省の委託事業「もんじゅサイトに設置する新たな試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討」として令和 2 年度から日本原子力研究開発機構（以下、「原子力機構」とする）、京都大学、福井大学が中核的機関となり概念設計を開始し、令和 4 年度末からは原子炉設置許可申請を目指した詳細な設計（以下、「詳細設計 I」とする）の段階に入った。

令和 4 年 12 月に原子力機構が詳細設計段階以降の原子炉設置の実施主体に選定されたことを受け、令和 5 年度から原子力機構が国からの補助を受けた事業として、これまで協力して概念設計を進めてきた京都大学及び福井大学と令和 5 年 5 月に協力協定を相互に締結<sup>1)</sup>することで連携をさらに強化し、新試験研究炉設置に関わる詳細設計 I を着実に進めている。

ここでは、原子力機構が中心として実施してきた炉心構成を中心とした概念設計の結果及び現在の詳細設計 I の進捗状況について報告する。

## 2. 概念設計の結果

## 2-1. 炉心構成の概念

中性子ビーム利用を主目的とする新試験研究炉では、できるだけ高い熱中性子束を達成することが望まれる。また、運転持続可能日数は、試験研究炉の稼働率に直結するため、できるだけ長期間、燃料交換無しに運転を持続できることが望まれる。これらの設計目標については、原子力機構で稼働中の JRR-3 (熱出力 20MW) の性能を参考に設定し、JRR-3 の半分の出力 10MW で JRR-3 と同等程度の熱中性子束を得ることを目指した。燃料要素は研究炉で一般的な低濃縮ウランシリサイド板状燃料とし、設計目標を満たす炉心として、図 1 に示す ce20 炉心（燃料要素 20 体、運転持続可能日数 416 日、平均燃焼度 55%）と呼ぶ 5x5 の燃料要素配置から中心と四隅の 5 体分を照射孔とした炉心構成を最適とした。

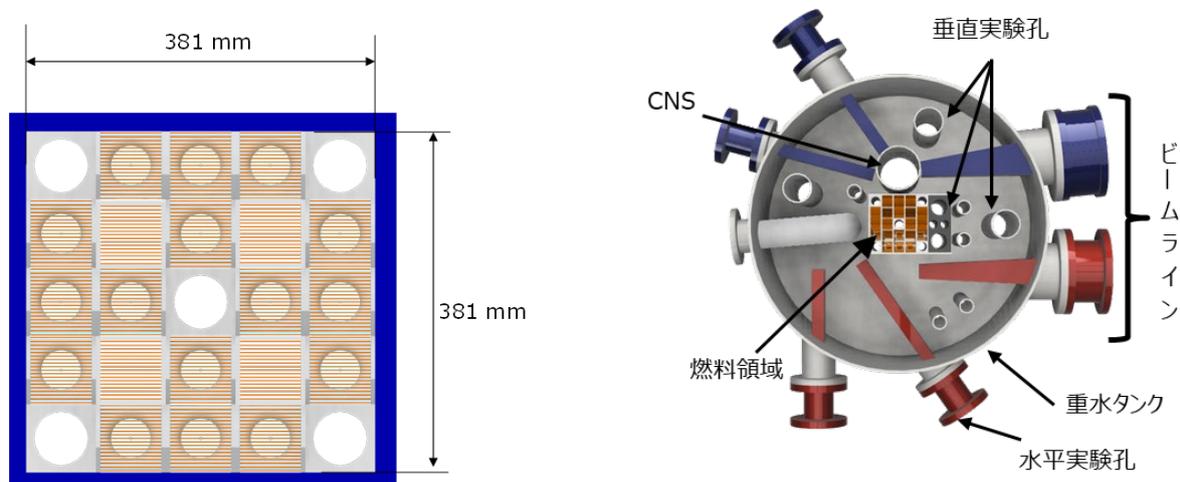


図 1 ce20 炉心及び炉心構造物のイメージ

また、新試験研究炉には多岐にわたる研究成果やイノベーション創発への貢献が期待されている。そこで ce20 の炉心構成を念頭に、求められる利用の検討方針として、①高い性能を持つ冷中性子源（CNS）、②学術研究及び産業利用における多様なニーズに応えるビーム利用、③使い勝手の良い照射設備の 3 つを軸に検討を行った。燃料領域の周辺には、中性子小角散乱装置、中性子イメージング、中性子回折装置、中性子反射率計などのビーム実験装置群に効果的に中性子を提供するための水平実験孔を配置した。特に、世界と伍する中性子ビーム炉を実現するためには最新の知見に基づいた高性能 CNS の整備が不可欠であり、予備的検討の結果、減速材として液体重水素が優れていることを確認した。照射設備に関しては、最低限設置すべき照射実験装置として中性子放射化分析装置を挙げ、それに必要な照射設備として、気送照射設備及び水力照射設備を挙げた。

## 2-2. 施設レイアウトイメージ

新試験研究炉施設レイアウトのイメージを図 2 に示す。縦 60 m、横 120 m 四方面程度の敷地には、原子炉本体施設、ビームホール、照射後処理施設、原子炉管理棟などをコンパクトに配置することになる。炉心を格納する原子炉建家とその周辺のホットセルなどが設置される施設は、十分な耐震性を有した重厚な造りとなり、原子炉建家に隣接するビームホールは、多種多様な実験装置を多数設置できる十分なスペースを確保する。

また、新試験研究炉は中性子を活用したさまざまな基礎的な研究をはじめ、革新的な研究開発、医薬品の開発、原子力の安全性研究といった研究開発だけでなく、地域産業との連携や共生、原子力の教育などへの貢献が期待されることから、核セキュリティ上の安全性を十分に確保した上で、多くの研究者、学生、企業の方々が利用できるよう、実験設備には比較的容易にアクセスできる工夫が必要となる。

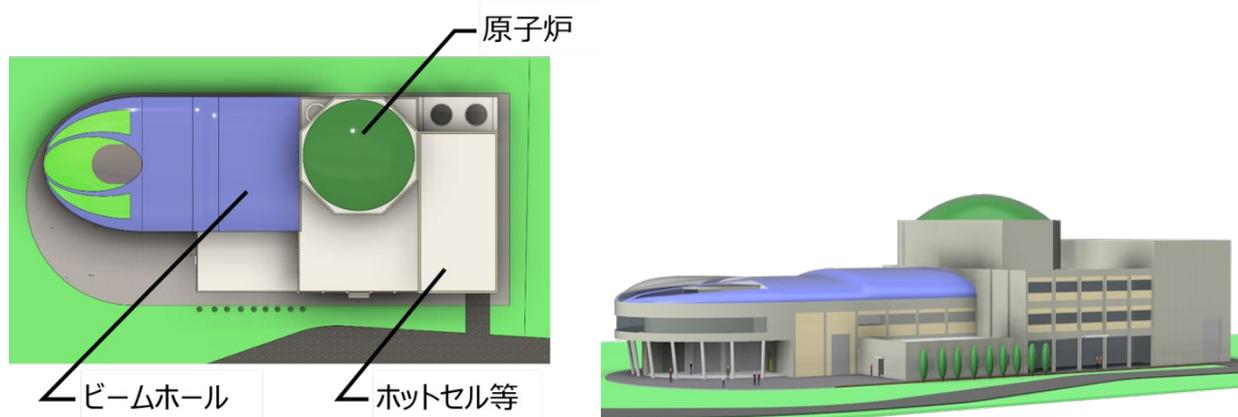


図 2 新試験研究炉施設レイアウトのイメージ

## 3. 詳細設計 I の進捗

### 3-1. 原子炉設置許可申請に向けた詳細設計 I

新試験研究炉の詳細設計は、図 3 に示すとおり、原子炉設置許可の申請に関わる「詳細設計 I」と設計及び工事の計画の認可の申請に関わる「詳細設計 II」の 2 つのフェーズに分割して進める。詳細設計 I は、機器・設備の主要仕様や基本設計、使用済燃料の処分の方法、気象・地盤・地震や社会環境、平常時被ばく、事故・トラブル時の影響評価など多岐に亘り、安全規制に適合する原子炉の設計方針を記載した原子炉設置許可申請書の作成が主たる作業となる。

また、新試験研究炉の高い信頼性と安全性を確保するにあたり、設計から製作、据付まで一貫して行う業務に関する枠組となる契約を、三菱重工業株式会社と令和 5 年 11 月に締結<sup>2)</sup>した。現在は、系統ごとに主要な設備・機器を抽出し、設計上の要求事項を具体的に取りまとめ、要求事項に対する基本設計方針の策定を進めている。

### 3-2. 建設候補地の検討状況

新試験研究炉の建設候補地として、「もんじゅ」サイト内の3地点が抽出されている。令和2年度から候補地の地質調査を開始し、現在は地質調査の結果及び外部有識者の技術的検討を踏まえて、候補地を一つに絞り込むための選定作業を進めている。選定にあたっては、地盤の安定性を最優先に、原子炉設置までの必要な期間、安全対策コスト及び利便性を加味して総合的に判断する。

建設候補地の選定結果については、原子炉設置許可申請の見込み時期と合わせて、本年中に公表する。

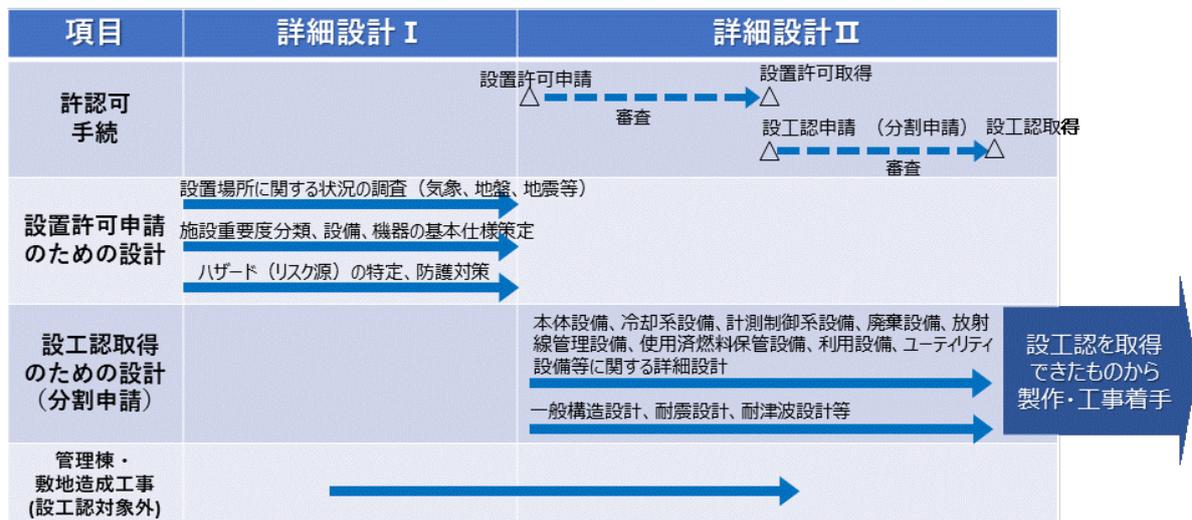


図3 詳細設計検討スケジュール

[1] <https://www.jaea.go.jp/04/nrr/jp/news/20230508/index.html>

[2] <https://www.jaea.go.jp/02/press2023/p23112901/>

\*Masaji Arai

Japan Atomic Energy Agency

## 加速器・ビーム科学部会セッション

「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉計画の現状  
Current status of the plan of new research reactor at the Monju site

## (2) 新試験研究炉利用の実験装置検討

## (2) A perspective on neutron instruments for the new research reactor

\*佐藤 信浩  
京都大学

## 1. はじめに

「もんじゅ」サイト新試験研究炉（以下、「新試験研究炉」とする）の概念設計および詳細設計において、京都大学は「施設に対するニーズ整理および幅広い利用運営の検討」を担当し、主に新試験研究炉に設置すべき実験装置と効率的な利用運営体制のあり方に関する議論を行っている。その中において、優先して設置すべき実験装置の提案や実験装置整備に向けた体制の構築、さらには、学術研究や産業利用の発展と人材育成や地元振興への貢献等につながる実験装置検討の進め方について検討を重ねてきた。本発表では、これまでの実験装置検討の概要と今後の活動の展開について報告する。

## 2. 実験装置検討における基本指針

新試験研究炉は、熱出力 10MW の中出力炉としての性能を最大限に発揮するために、中性子ビーム利用を主目的としつつ中性子照射利用を含めた多目的利用を視野に入れ、広汎な分野の研究に利用可能な施設の実現を目指している。持続可能性が期待できる幅広い利用運営体制の構築と、汎用性と先端性のバランスが取れた多様な実験装置群の設置により、学術研究、産業振興、人材育成、地域貢献に資する有用性の高い研究拠点を形成することが重要な目標である。新試験研究炉の稼働開始に至るまでの間、中性子利用に関連する学術・技術を継承・発展させつつ、世界と伍する実験装置の設置や運用に必要な人材を確保するために、関連コミュニティとの密接な連携を図り、新試験研究炉利用開始時の科学技術の進展や社会情勢の変化を見据えた活動を並行して進めている。

## 3. 優先設置実験装置

国内の中性子ビーム炉である JRR-3 においては約 30 台の実験装置が稼働しているが、新試験研究炉においては、関連学術コミュニティへのヒアリング等を通じて、汎用性や利用ニーズの観点から重要度の高い 5 つの装置（中性子小角散乱、中性子イメージング、中性子粉末回折、中性子反射率、中性子放射化分析）を優先設置装置として定め、端緒としてこれらの検討を着実に進めることとした。また優先装置以外にもコミュニティからの要望があり、原子炉本体の設計に密接に関連する装置（研究用 RI 製造、陽電子ビーム、材料照射、生物照射、三軸分光、素粒子原子核物理）についても装置に要求される仕様に関して調査を進めている。

## 4. タスクフォースによる実験装置検討

新試験研究炉に設置する実験装置は、原子炉運転開始時において最先端の利用が期待されるものであり、学術研究や産業利用の発展を踏まえつつ人材育成と地元振興への貢献も考慮する必要がある。このため長期にわたって装置開発・設置・利用のプロセスに主体的に取り組むプロジェクトチームを実験装置ごとに編成する必要がある。そこで関連分野の専門家に協力を仰ぎ、前項で述べた各実験装置に関する検討を実施するタスクフォース（TF）を編成した（図 1）。TF の活動は、全体計画を立案し基本仕様を策定する Phase 1 と、装置の詳細設計を行い装置の建設設置を進める Phase 2 の 2 段階で実施し（図 2）、令和 6 年度より Phase 1 の活動を開始した。Phase 1 においては、国内外施設の現状調査や課題抽出を行うとともに新試験研究炉における特徴づけや広汎な利用の促進策等を検討した上で、10-20 年後を見据えた装置の基本仕様策定を目指す。

## 5. 既存施設を利用した研究開発と将来の展開

2 の基本指針で述べたように、新試験研究炉の利用開始時点で、利用価値の高い有用な施設を実現するためには、当該分野の学術や産業の隆盛を見極めつつ関連コミュニティとの発展を図ることが肝要である。そこで、TF の活動においては、KUR や JRR-3 等の既存の中性子施設を利用した先端実験装置のプロトタイプ開発や解析の高度化などを進め、既存技術の継承や新たな利用分野の開拓を行うとともに、新試験研究炉への活用に向けて適宜フィードバックを図る(図2)。これらの活動を通じて中性子利用に携わる人材を育成し、学術研究の発展や産業利用の支援、装置の効率的な運用に携わる高度な人材を確保することも重要な課題である。新試験研究炉建設という貴重な機会を通じて社会に貢献する中性子利用を目指し、長期にわたって成果を生み出す利用価値の高い装置群を実現するために、大学・国研等の学術コミュニティや産業界、地域社会等、多方面からの意見や要望を募り協力・支援を仰ぎ、All Japan 体制での持続的なプロジェクトとして計画を推進する。

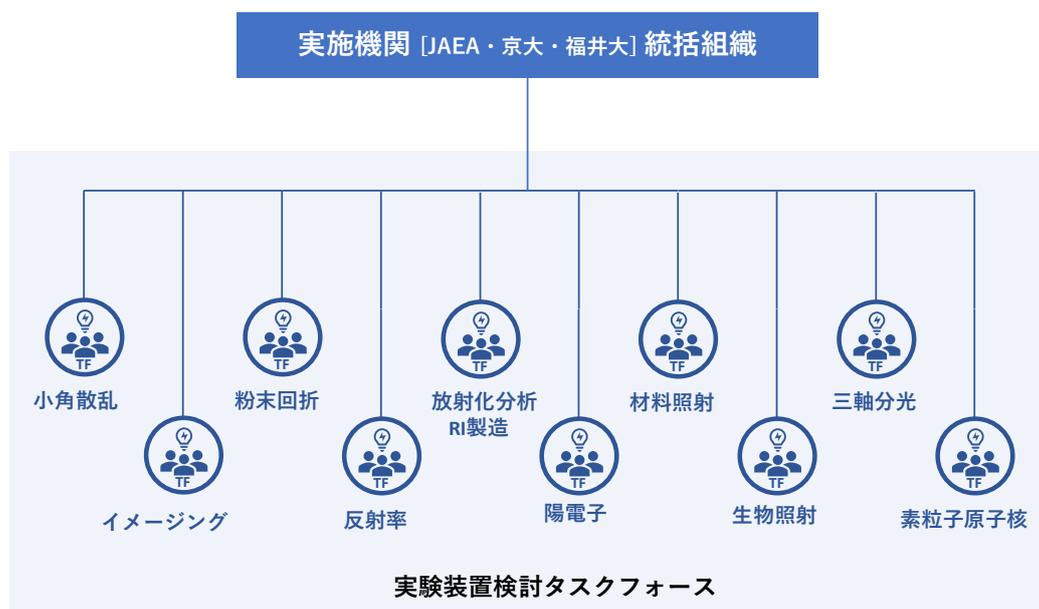


図1 実験装置ごとに編成するタスクフォース

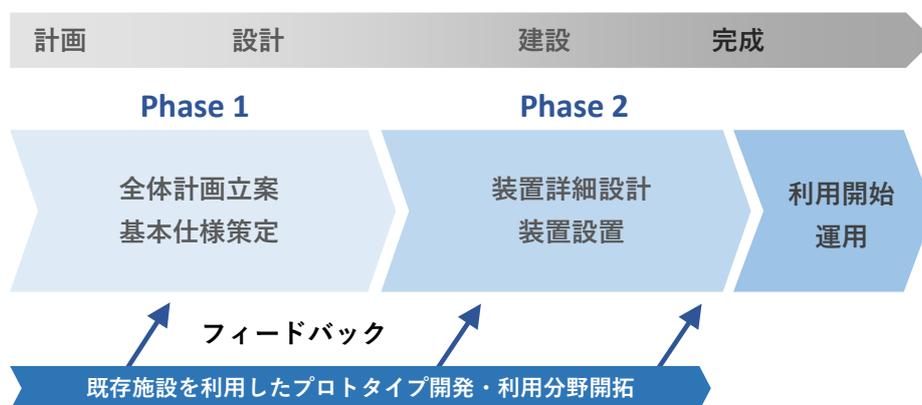


図2 タスクフォースによる実験装置の検討と既存施設における開発

\*Nobuhiro Sato<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kyoto Univ.

## 加速器・ビーム科学部会セッション

「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉計画の現状  
Current status of the plan of new research reactor at the Monju site

## (3) 新試験研究炉利用に向けた地元関係機関との連携構築

## (3) Construction of cooperation system with the locals for utilization of new research reactor

\*宇埜正美

福井大学

## 1. 令和5年3月から始まった詳細設計

令和5年3月まで続いた文科省の委託事業である本試験研究炉の概念設計では、JAEAが中心となり炉の設計・設置・運転および地質調査を行うワーキンググループ1 (WG1)、京都大学が中心となり幅広い利用・運用について検討するWG2および福井大が中心となり地元関係機関との連携を構築していくための活動を行うWG3に分かれて活動を行ってきた。令和5年3月から新たに始まったJAEAを代表とし京都大学および福井大学が加わった共同研究である詳細設計では、本日のここまでの報告にあるように引き続きJAEAが中心となり詳細設計の検討および京都大学が中心となり新試験研究炉に設置する実験装置の検討が行われている。一方、これまでの福井大学が担当してきた地元との連携構築についてはそれ以外の地元関連の施策と合わせて地域関連施策検討WGで議論していくこととなった。

## 2. 地域関連施策検討WG

地域関連施策検討WGは、利用促進法人の役割等についての検討やトライアルユースの実施に向けた準備を行うサブワーキンググループ1 (SG1)、複合利用拠点の設備等について検討するSG2、中性子利用を専門とする人材の育成に向けたロードマップ等について検討するSG3にわかれて議論している。いずれのSGもJAEA、京都大学および福井大学のメンバーが中心となって構成されている。概念設計の段階から福井大学が中心となって行ってきた地元企業への情報発信と技術相談はSG1の活動として、福井大学における中性子利用に関するカリキュラムの構築はSG3の活動として議論されている。

## 3. 福井大学の活動

## 3-1. 地元企業への情報発信と技術相談

福井大学の産学連携本部を中心にJAEAおよび福井県庁とも連携して、地元企業の集まるFUNTECフォーラム<sup>1)</sup>や繊維マテリアル研究センター発表会などで新試験研究炉の紹介をするほか、福井県の委託を受けた原子力安全研究協会による講習会などを福井大学にて開催した。さらには福井大学およびJAEAのこれまでの産学連携経験をもとに個別の企業に対して地元勧誘活動を行い、中性子利用に関して前向きな企業もあったが、企業内の中性子利用専門家の育成の要望など課題も出された。

## 3-2. 中性子利用カリキュラムの構築

今後、地元における中性子の利用は福井大学の教員の研究や地元企業との共同研究を通じて発展すると考えられるので、そのためのカリキュラムの構築には、まずは多くの福井大学教員が中性子を利用する研究を行っていくことが必要である。そのため学内の部局間を超えた研究組織である研究ファームを利用して、中性子利用研究を促進する研究支援を開始した。現在までに繊維先端工学講座他、物理工学講座および原子力安全工学講座に所属する3つの研究グループが支援を受けており、これらの教員の研究とその研究に必要な学問や中性子の利用方法等を紹介するセミナーを行っている。さらに令和6年度よりJAEAに所属する中性子利用の専門家を特命教授として招聘し、これらの教員に対する技術的な相談や既存の試験研究炉のトライアルユースに向けたサポートを行っている。これらの活動で得た福井大学教員の中性子利用に関する情報をもとに、まず次年度にオンデマンドの授業教材を作成する予定である。

[1] <https://hisac.u-fukui.ac.jp/kyouryokukai/information/1788/>

\*Masayoshi Uno

<sup>1)</sup>Univ. of Fukui

📅 Fri. Sep 13, 2024 1:00 PM - 2:30 PM JST | Fri. Sep 13, 2024 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏢 Room A (Recture RoomsA 1FA101)

## [3A\_PL] Current status of the plan of new research reactor at Monju site

Chair: Masahiro Hino (Kyoto Univ.)

### [3A\_PL04] Discussion

All Presenters

福井県敦賀市「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉計画が進んでいます。本計画は、令和4年12月から日本原子力研究開発機構(以下 原子力機構)が実施主体として、京都大学及び福井大と協力して推進しており、原子力機構は三菱重工業(株)と「新試験研究炉の設置業務に係る基本契約」を締結し、令和6年中に設置許可申請時期を含む設置計画を策定します。京都大学は、中性子ビーム利用を主目的とした熱出力10MWの新試験研究炉に設置する実験装置検討を、福井大学は、地元との連携構築強化に向けて活動をしています。これらの機関から現状と今後の進め方について報告し、議論をする予定です。