

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^[1]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。

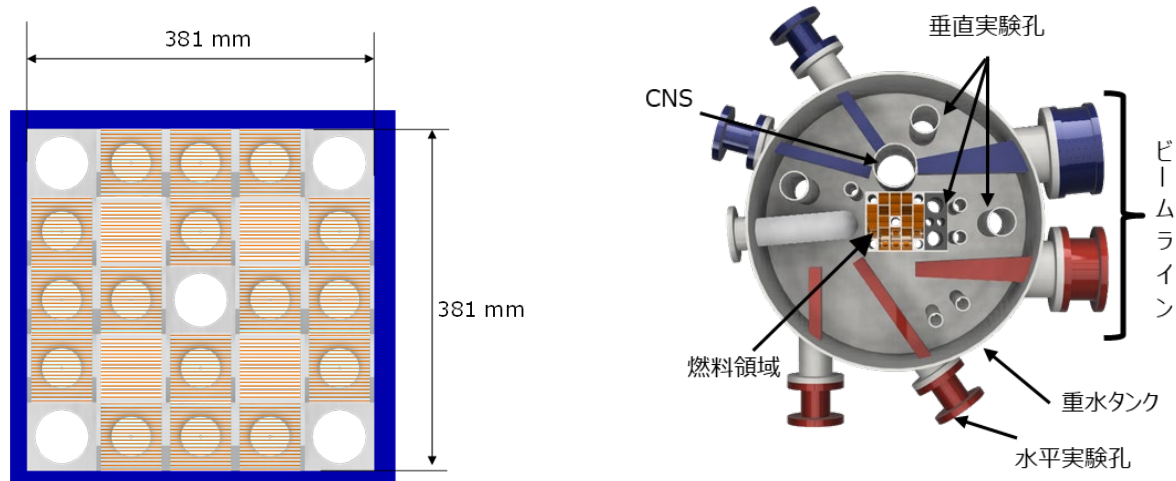


図 1 ce20 炉心及び炉心構造物のイメージ

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 cc20 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。

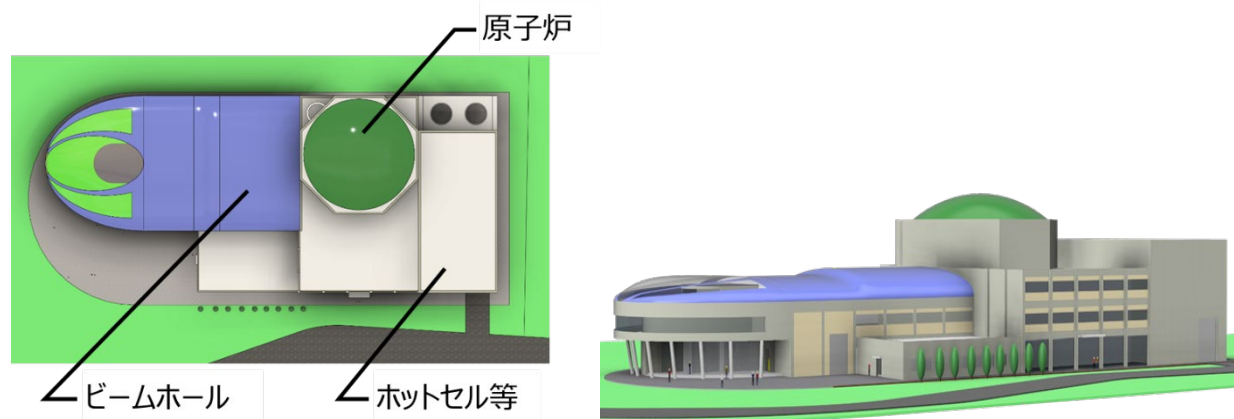


図 2 新試験研究炉施設レイアウトのイメージ

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^[2]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。

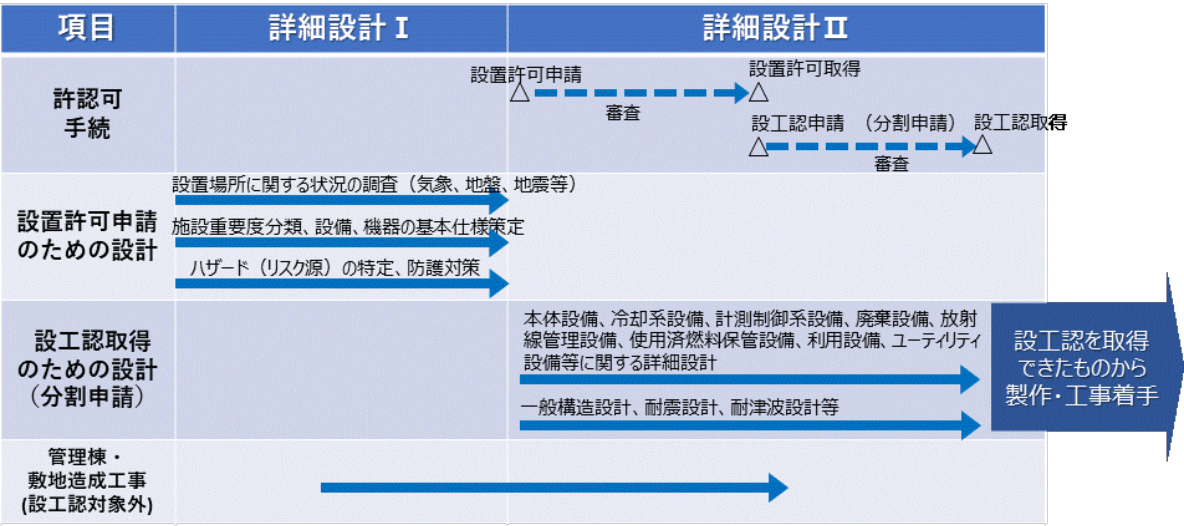


図 3 詳細設計検討スケジュール

[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