

【原子力研究開発・基盤・人材作業部会(第11回)説明資料】

日本原子力研究開発機構における JMTR後継炉検討委員会の活動状況について

令和4年3月16日

日本原子力研究開発機構

目次

1. はじめに
 2. 新照射試験炉の建設に向けた検討結果について
 3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について
 4. まとめ
- 参考資料

1. はじめに

(1) JMTRの廃止

● JMTRの廃止決定

- 日本原子力研究開発機構(以下「原子力機構」という。)の材料試験炉(JMTR: Japan Materials Testing Reactor(以下「JMTR」という。))は、昭和43年の初臨界以来、約40年間にわたって、発電用軽水炉を中心に、新型転換炉、高速炉、高温ガス炉、核融合炉等の燃料・材料の照射試験、大学を中心とした原子炉材料に係る基礎研究や人材育成、医療用・工業用のラジオアイソトープ(RI)の製造等に広く活用され、我が国の原子力の平和利用に大きく貢献。【参考資料1参照】
- 平成29年4月に廃止決定(令和3年3月に廃止措置計画が認可)。

● JMTRの廃止決定による影響等

- 照射場を失い、国内での照射試験が行えないことにより、軽水炉の一層の安全性、信頼性・効率性を向上させるための技術開発や革新的な原子炉開発の推進が困難な状況。
- 工業用・医療用RI製造について、大半を海外に依存している我が国においては国内安定供給の見通しが困難な状況。
- 照射試験炉の運転技術や照射技術を担う人材や照射研究に携わる人材の急激な減少により、基礎基盤技術の継承が危機的な状況。

- 失われた照射機能を回復し、社会的要請等に応えるために、JMTRの後継炉である高出力照射試験炉の建設に向けた検討が必要。

1. はじめに

(2) JMTR後継炉検討委員会について

● JMTR後継炉検討委員会の設置

- 文部科学省の原子力科学技術委員会 原子力研究開発基盤作業部会の中間まとめ(平成30年4月)において、**短・中期的には「海外施設利用に伴う支援」、長期的には「JMTR後継としての安全研究や材料照射研究を担う新たな照射炉の建設に向けた検討」**に取り組む必要があるとの提言。
- これを受け、原子力機構は、**JMTR後継となる新たな照射試験炉(以下「新照射試験炉」という。)**の建設に向けた検討を行うため、理事長の下に原子力機構内外の有識者で構成する**JMTR後継炉検討委員会**を設置。

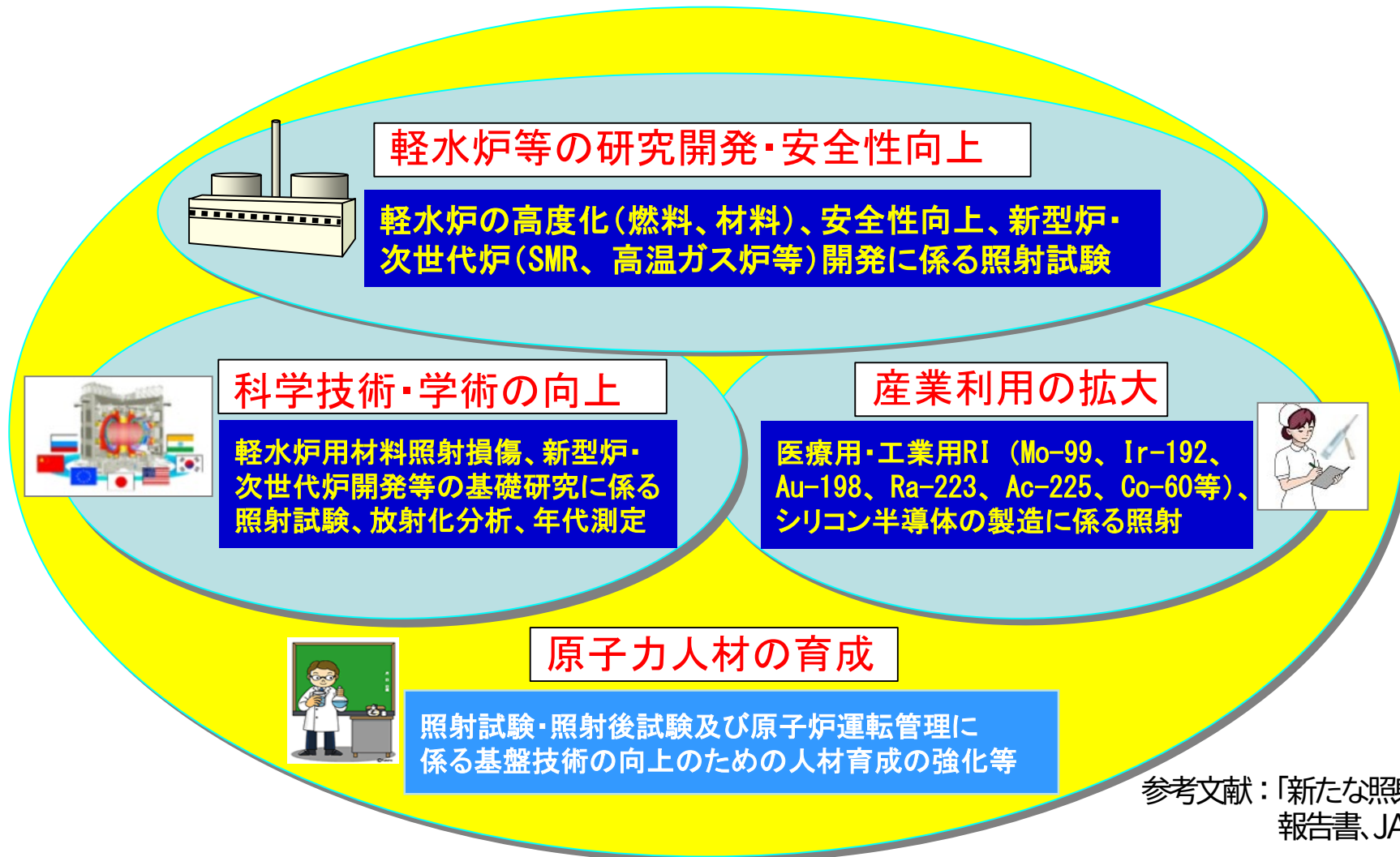
● JMTR後継炉検討委員会における実施内容

- **平成30年度～令和2年度(第1回～第4回)【第2章】**
 - ・ 社会的要請・利用ニーズの再整理、海外施設利用に関する調査及び新照射試験炉の概略仕様の検討等を行い、**「JMTR後継となる新たな照射試験炉の建設に向けた検討報告書」**をとりまとめ、原子力機構理事長に報告(令和3年3月)。原子力機構から原子力研究開発・基盤・人材作業部会に報告(令和3年5月)。
- **令和3年度(第5回～第7回)【第3章】**
 - ・ 上記報告書に基づき、更なる検討として**「JMTR後継となる新たな照射試験炉の建設に向けた今後の進め方」**について検討し、原子力機構理事長に報告(令和4年3月末予定)。

2. 新照射試験炉の建設に向けた検討結果について

(1) 社会的要請・利用ニーズの再整理

● 新照射試験炉が取り組むべき課題



● 新照射試験炉の概略仕様の検討において考慮すべき事項の抽出

- ・ ニーズを満足させるための照射性能 (中性子束、照射孔数、照射環境等)
- ・ 照射利用の早期開始
- ・ 照射利用環境の整備 (ホットラボとの一体的運用、工作工場の併設、利用料金の最適化)
- ・ 将来の新たなニーズへの対応 (汎用性の高い炉心、照射設備の設置スペース等)

～「JMTR後継となる新たな照射試験炉の建設に向けた検討報告書(令和3年3月)」より～

2. 新照射試験炉の建設に向けた検討結果について

(2) 海外施設利用に関する調査結果等

● 海外炉利用時における課題等の調査

- 国内ユーザーによる海外炉の利用における主な課題。
 - 高額な利用料金、試料の輸出入における煩雑な手続き
 - 国際情勢等による輸送の停止
 - 短半減期核種の輸送中の減衰による損失
 - 照射試験・照射後試験における実験条件の制御不良・利用制限・試料紛失
 - 国内の照射技術・照射後試験技術を担う原子力人材の育成が困難 等

- 海外炉の現状調査(原子炉の仕様、照射利用、廃止までの経緯と影響、建設状況、運営方法等)を行い、新照射試験炉の概略仕様に反映する項目を抽出。
(稼働中の照射試験炉、廃止決定した照射試験炉(HBWR等)、建設中の照射試験炉(JHR及びRA-10)に分類して調査)
 - 汎用性が高く、かつ更新を考慮した設計及び機器選定
 - 国内の利用ニーズ等に対応する照射機能の確保及び海外炉等との相互補完
 - ユーザーフレンドリーな運営

2. 新照射試験炉の建設に向けた検討結果について

(3) 概略仕様の検討結果(1/2)

● 新照射試験炉の概略仕様の検討結果

- 新照射試験炉に係る主要仕様、建家の構成、各施設・設備の基本概念、利用性の向上、設計方針等について整理。
 - ・ JMTRをベースとした熱出力50MWの新照射試験炉を選定
 - 将来の新たなニーズに対応し、最適な炉心構成や運転出力が選択できる汎用性が高い炉心構造及び照射設備の新設等が可能な拡張性の高い建家構造
 - ・ 工作施設・技術開発試験施設の設置、近隣施設との連携、照射利用しやすい環境の整備

➤ 「新照射試験炉が取り組むべき課題」に係る照射試験が行える見通し。

新照射試験炉の主要仕様

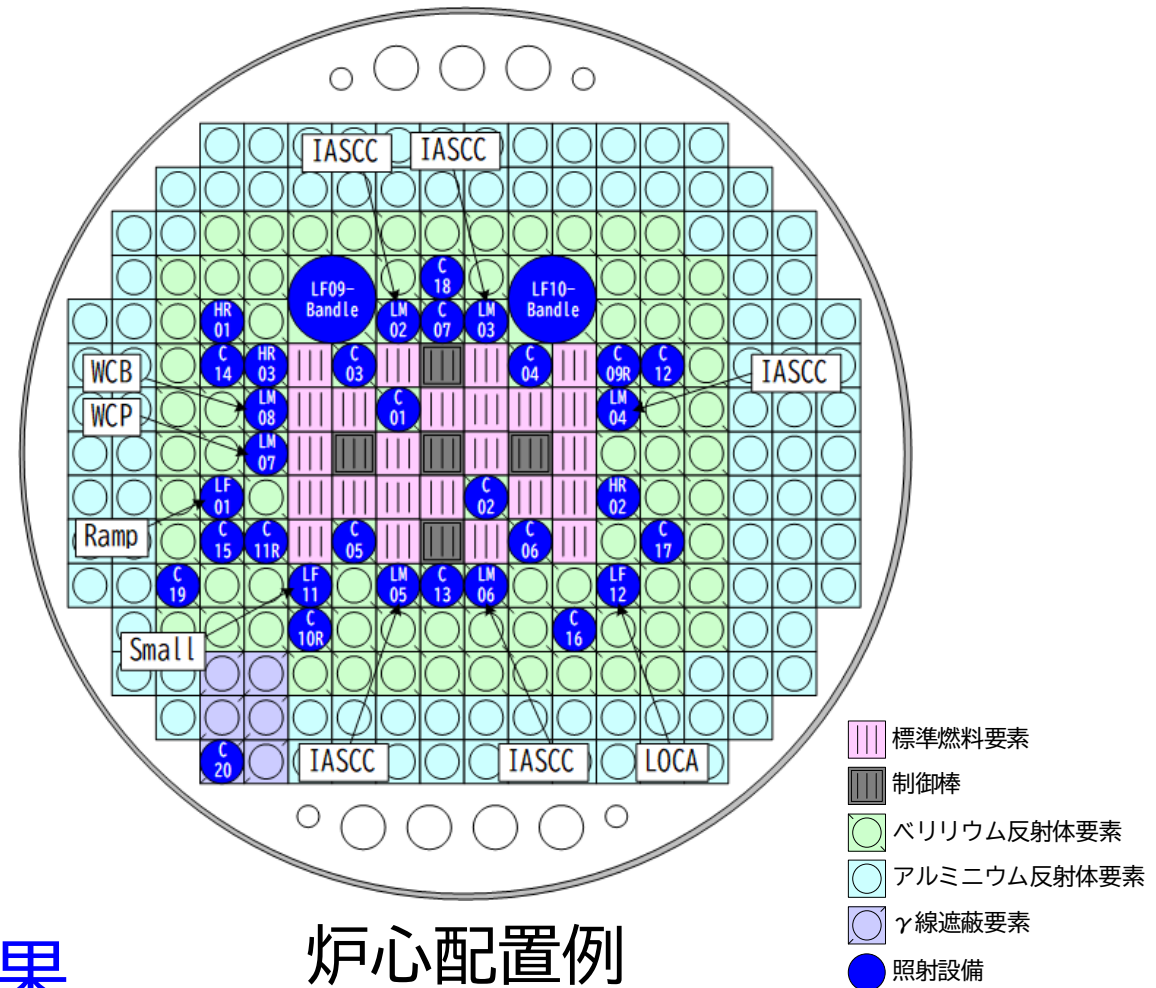
炉型	軽水減速冷却タンク型
熱出力 [MW]	50 MW
高速中性子束(照射位置) 熱中性子束 (照射位置)	~ 2×10^{18} n/m ² /s ~ 2×10^{18} n/m ² /s
燃料要素 (²³⁵ U濃縮度) 燃料芯材	板状燃料 (約20%) U ₃ Si ₂ -Al分散型合金
出力密度	425 MW/m ³
冷却材(一次系) 入口温度 / 出口温度 / 流量 圧力 / 流路方向 / 流速	軽水 最高49℃ / 約56℃ / 約6000 m ³ /h 約1.5 MPa / 下降流 / 約10 m/s
減速材 / 反射材 / 制御材	軽水 / ベリリウム / ハフニウム
反射体要素等	ベリリウム反射体要素 アルミニウム反射体要素 ガンマ線遮蔽要素
炉心 直径 / 実効高さ 燃料要素 / 制御棒 燃料交換バッチ / ²³⁵ U量 炉心形状 / 格子寸法	1560 mm / 750 mm 29本 / 5本 3バッチ / 11 kg以下 格子型 / 77.2 mm角
同時照射孔数	40孔以上
照射設備	キャプセル照射装置(C*) 水カラビット照射装置(HR*) ループ照射装置(L*)
運転日数	28日/Cy
稼働率	約70%

2. 新照射試験炉の建設に向けた検討結果について

(3) 概略仕様の検討結果(2/2)

● 新照射試験炉で行える主要な照射試験等

主要な照射試験	無計測照射試験、高精度温度制御照射試験、高温照射試験、IASCC試験、軽水炉実機環境模擬照射試験、軽水炉燃料出力急昇試験、再照射試験、LOCA試験、RI製造照射
主要な計測制御技術	精密温度制御技術、運転中計装技術、荷重・環境制御技術(水化学)、出力急昇試験技術、実機照射材再照射技術、LOCA試験技術



炉心配置例

● 新照射試験炉設置後の運営方法の検討結果

- ユーザーフレンドリーな運営かつ照射利用を促進する実務体制の整備
 - **照射利用専門部署:** ユーザーが利用しやすく、利用ニーズにきめ細かく対応した照射試験
 - 産学官が参画する**運営利用委員会:** 透明性、秘密保持の保障
 - **国際協力体制:** 海外炉等との相互補完(利用ニーズ拡大、照射試験の共通性、RIの安定供給等)

➤ 新照射試験炉を高稼働率で運転し、社会的要請・利用ニーズに確実に応えるとともに、これを通じて高い国際競争力を保ち継続的にイノベーションを創出。

2. 新照射試験炉の建設に向けた検討結果について

(4) 今後の対応に係る提案

● 新照射試験炉の建設に向けた今後の提案事項

- ① 我が国における社会的要請や利用ニーズに応え、かつ、国際貢献に資する新照射試験炉を国の公共財に位置づけ、その早期設置決定に向けて新照射試験炉の役割等について国民に十分ご理解いただけるよう、日本学術会議・小委員会等を活用し、**国レベルの透明性の高い議論を進めていくこと。**
- ② 新照射試験炉の早期建設に向けて、原子力規制委員会等との許認可に係る情報共有等を行い、**規制プロセスのリスク低減を図ること。**
- ③ JMTR廃止決定後においても我が国における照射研究を維持し、新照射試験炉の設置までつなげるため、**照射研究の基盤維持、技術継承及び原子力人材育成を行っていくこと。**
- ④ 照射研究の維持及び新照射試験炉による国際協力や国際貢献に向けて、海外における社会的要請や利用ニーズの調査及びプロジェクトマネジメントが行える人材の育成を進め、**国際的なプラットフォームの構築やネットワークの形成を図ること。**

3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(1) 提案①～④に対する対応方針

提 案	今後実施すべき具体的な検討内容
① ○ 第25期日本学術会議の小委員会(研究用原子炉の在り方検討)、原子力委員会の医療用等ラジオアイソトープ製造・利用専門部会*1等において議論	・ 間接的及び直接的なステークホルダーに対して新照射試験炉の役割と重要性の理解促進 ・ 原子力利用に係る幅広い視野での透明性の高い議論
② ○ 建設に向けた課題の抽出と対処方針の策定	・ JMTRの設置許可等をベースとした概念検討の実施及び新照射試験炉実現の見通し確認 ・ 設計・許認可対応等に必要な原子力人材の確保及び技術継承
③ ○ 海外炉を用いた第1次代替照射(実証段階)の実施 ○ 海外炉を用いた第2次代替照射(利用段階)の実施	・ 海外炉を用いた代替照射のための運営体制の構築(実施主体の明確化) ・ 現在の照射ニーズを反映した迅速な海外照射の支援 ・ 代替照射を通じた新照射試験炉に係る運転・管理技術と照射技術の継承・高度化及びそれらに関わる人材の育成 ・ 代替照射の経験に基づいた設備機器等の設計・製作への反映
④ ○ 照射試験炉のネットワーク構築のための国際会議体の設置 ○ 海外における社会的要請や利用ニーズの情報収集	・ 照射試験炉に係る共通課題の抽出及び海外炉関係者との協議 ・ 新照射試験炉の国際利用に係る調査 ・ 海外炉関係者との人材交流及び人材育成

*1 :成長戦略フォローアップにおいて、試験研究炉等を使用したRI製造に取り組む旨記載。これに基づきRIの製造・利用推進に係る必要な検討を行うため、令和3年11月16日に原子力委員会「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用専門部会」が設置。

3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(2) 提案①に対する検討結果

● 新照射試験炉の建設決定に向けた働きかけ

➤ 第6次エネルギー基本計画(令和3年10月)

多様な社会的要請(軽水炉の一層の安全性・信頼性・効率性の向上に資する技術の開発、放射性廃棄物の有害度低減・減容化、資源の有効利用による資源循環性の向上、再生可能エネルギーとの共存、カーボンフリーな水素製造や熱利用、新型炉・次世代炉開発等)への対応が必要。

➤ 成長戦略実行計画(令和3年6月18日)

経済安全保障政策の推進として、シリコン半導体、医薬品等の国内における生産能力の確保・強化や調達の多元化等、サプライチェーンの強靱化が必要。



➤ 『国として持つべき研究開発機能』としての新照射試験炉の建設決定を早期に実現し、産学官の垣根を超えた人材・技術・産業基盤を強化することが必要不可欠。

- ・ 新照射試験炉の役割が、原子力分野に限定したものではなく、学術分野や日本の経済安全保障にも大いに貢献することの理解を促進できるよう多方面に働きかけを行うとともに、新照射試験炉の建設・運営に対する実施主体や貢献度を明確化したビジネスモデルの検討を進めるべき。



- 関連する監督省庁、産業界及び学術界を巻き込んだ幅広い視野での国レベルの透明性の高い議論を進めるため、日本学術会議、原子力委員会、原子力学会等の外部委員会を通じて、新照射試験炉の検討状況を報告し、次期エネルギー基本計画等に「新照射試験炉の国内への建設」に係る記載への働きかけ。

3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(3) 提案②に対する検討結果

● 新照射試験炉の概念検討

➤ 新照射試験炉の早期建設に向けて、以下の取組みが必要。

➤ 新規制基準への適合、グレーデッドアプローチの適用、廃止措置、施設毎の連携、建設工期の短縮、建設費のコストダウン等を考慮してJMTRをベースとした熱出力50MWの新照射試験炉及びホットラボの設計仕様や許可書の検討を行うとともに、国内外の原子炉製作メーカー等との意見交換等を実施して建設・運転に障害がないことを確認。

➤ これらを通じて新照射試験炉の建設に向けた設計、燃料・資機材の調達、建設、運転上の課題等を抽出し、課題解決に向けた検討を進めるとともに、建設に向けた課題の抽出及び課題解決に向けた検討の実施。

【建設に向けた重点項目】

・ 照射性能向上、保守性向上、最新規格基準対応、新規制基準適合、燃料調達処分

➤ 上記を踏まえて適時、原子力規制委員会等との許認可に係る情報共有等を行うことにより、規制プロセスのリスクを低減。

➤ 新照射試験炉の設計・許認可対応、運転管理及び照射試験を進めていくために必要な人材の育成・確保及び技術継承の計画的な実施。

【参考資料2参照】

3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(4) 提案③に対する検討結果(1/4)

● 海外炉を用いた照射試験(代替照射)

- JMTRの廃止決定によって失われた照射機能を回復するためには、国内に新照射試験炉を建設することが必要であるが、新照射試験炉の建設には長期間が必要。
- この間、新照射試験炉建設までのつなぎとして、JMTRの照射機能の全てを満足した照射試験は不可能ではあるが、**海外炉を用いた照射試験(代替照射)**を推進することが必要。
- 代替照射の実施に当たっては、JRR-3や「常陽」等の国内炉の最大限有効活用。



- 海外炉を用いた照射試験(代替照射)では、高中性子照射量、特殊環境での照射試験での利用が有効。
- 年間を通じて安定供給が必要な医療用RI製造やNTD-Si製造のためにも、海外炉を用いた照射試験の活動は有効であり、海外炉と国内炉の併用の検討も重要。

- 低中性子照射量の照射、水カラビットを用いた放射化分析、RI製造等についてはJRR-3、高速炉用燃材料の照射試験、他炉とのカップリング照射については「常陽」の利用も有効。また、「常陽」におけるRI製造検討の進捗状況も随時共有。
【参考資料3参照】

3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(4) 提案③に対する検討結果(2/4)

- 代替照射の枠組み : 以下に示す2種類の枠組みを想定。

【参考資料4～8参照】

【第1次代替照射(実証段階)】

第2次代替照射に必要な照射技術等を海外炉を用いて実証。

【第2次代替照射(利用段階)】

利用者が希望する照射試験を海外炉を用いて実施。

- 第1次代替照射で実証する照射試験は、これまでJMTRで培ってきた照射技術をベースに継承・発展させて行うものとし、代替照射に対する社会的要請及び利用ニーズについてアンケート等により調査し、利用者からの要望を踏まえて決定する(PIE項目も考慮)。
- 海外の照射後試験施設だけでなく、国内の照射後試験施設も活用して照射後試験を実施することで、オールジャパンの技術基盤確保と人材育成を実施する。
- 代替照射の運用に当たっては、利用の利便性、情報管理の徹底、高稼働率、ターンアラウンドタイムの短縮、魅力のある照射費用等の観点で利用性の向上を図る。現在の照射ニーズを反映した迅速な海外照射の支援が必要であることを踏まえて、大学等の基盤的研究や研究人材の育成が維持できるような運用を検討することも重要である。

- 代替照射を通じて、キャプセルの設計及び製作、照射制御・計測技術等の経験・技術を習得し、照射試験に必要なサプライチェーンを再構築。また、原子炉内の中性子照射環境を俯瞰的に理解できる人材を育成。

新照射試験炉の建設・運用に活用

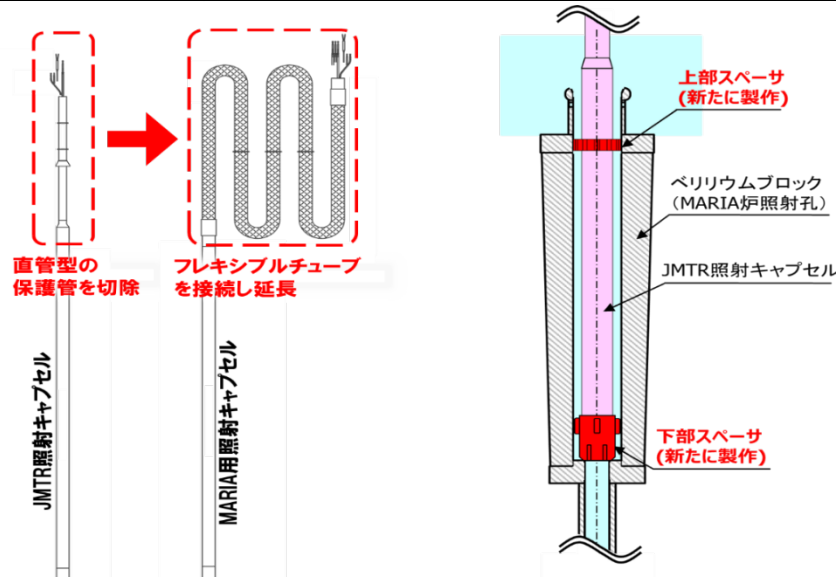
3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(4) 提案③に対する検討結果(3/4)

● 原子力機構における代替照射に向けた調査結果

- 原子力機構とポーランド原子力センター(NCBI)の研究協力協定に基づき、**ポーランドのMARIA炉を用いた真空・ヒータ併用の温度制御の照射試験を次年度実施する計画(令和4年5月開始予定)**。照射試験は、日本の設計・検査基準で製作した照射キャプセルを装荷(ポーランドの安全審査機関からの承認を取得)。
- 照射料金に関しては、科学利用(NCBIと共同研究)と商業利用において下記に示す料金体系で利用することが可能。
- なお、MARIA炉以外の海外炉についても稼働目的や利用形態等の調査を行い、代替照射の可能性について引き続き検討を進める。

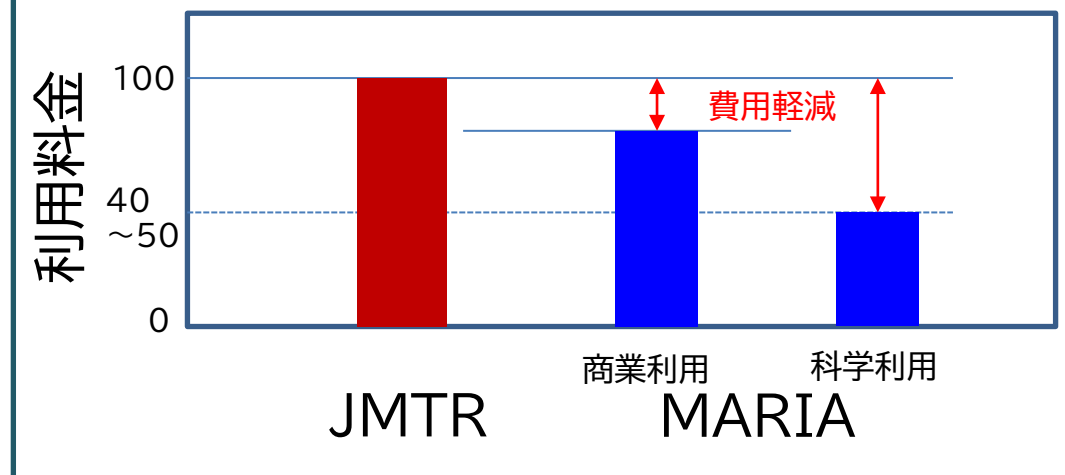
許認可に向けた検討項目	検討結果
キャプセル等設計・検査基準	同基準で認可
核熱評価	一次元熱計算コードGENGTCによりMARIA炉内環境でキャプセルの設計温度を下回ることを確認
炉内装荷及び取り回し	保護管(下図左)及び照射孔内における専用スペース設置(下図右)により装荷可能なことを確認



照射キャプセルのMARIA炉装荷のための改造箇所

照射料金表の例(MARIA炉)

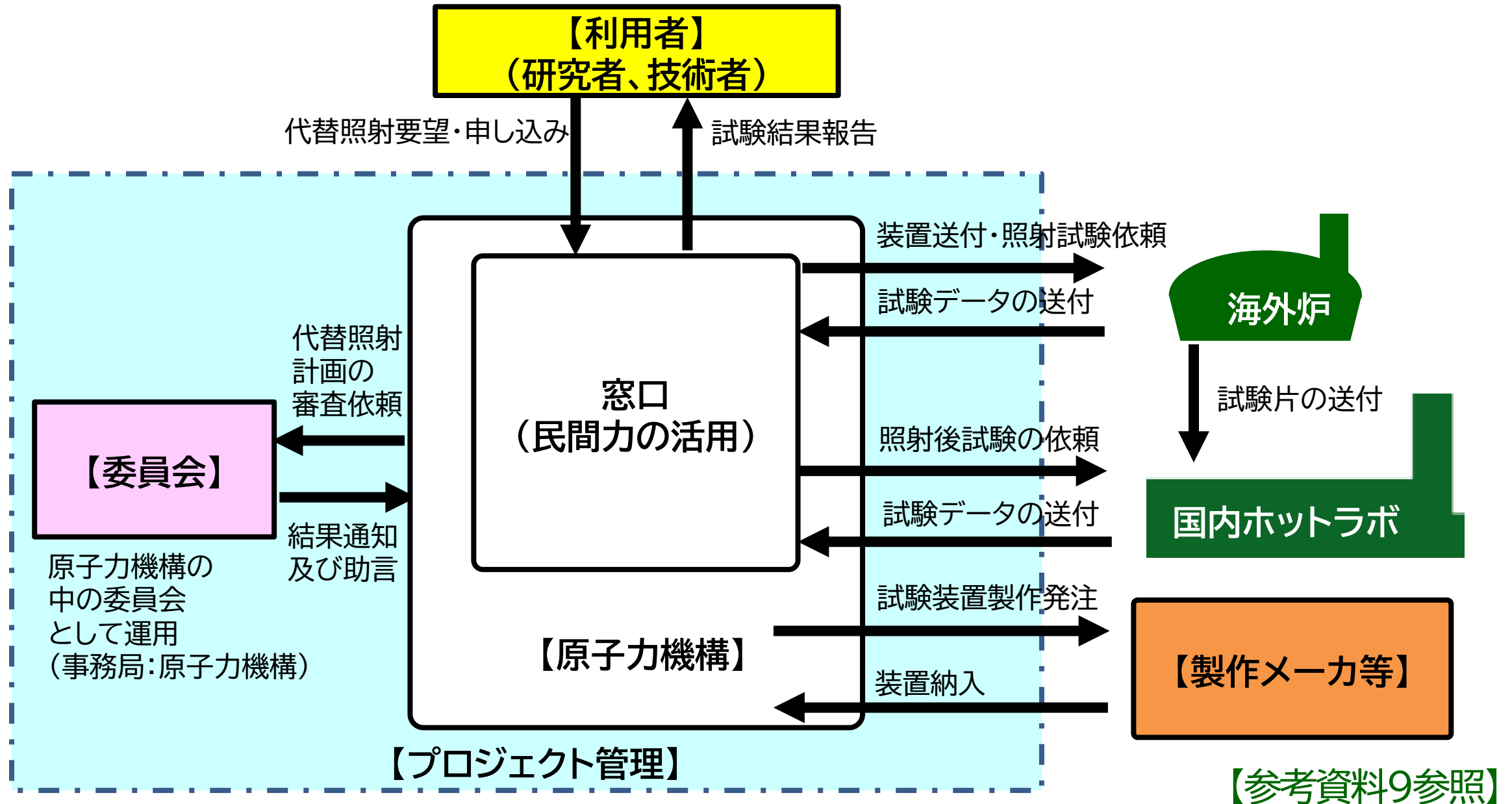
試験炉	使用形態	利用費用負担	備考
MARIA	科学利用	一部	共同研究
	商業利用	全部	—



3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(4) 提案③に対する検討結果(4/4)

● 海外炉を用いた照射試験の運営体制



【検討事項】

- 産学官が連携できる体制を構築できるよう検討を行う。
- 利用者との窓口となるプロジェクト管理には民間力を活用する。

3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(5) 提案④に対する検討結果(1/3)

● 照射試験の実施に係る状況とネットワーク構築

【課題】 世界的に照射試験施設(研究用原子炉、燃料試験施設等)が廃止され、研究インフラが不足しつつあり、原子力規制や製品開発のための照射試験を実施することが困難。



【現状】

- これを解決するために、OECD/NEAは、国際的な照射試験フレームワーク(FIDES)を構築。
- NMEu(Nuclear Medicine Europe)において医療用RI 製造の需要を満たすための調整を実施。
⇒ 海外における社会的要請や利用ニーズについて確認し、新照射試験炉の設計・建設に生かしていくことが必要。
- JHR(建設中)では、多国間での試験プロジェクトが行える照射試験炉を目指し、セミナーやワーキンググループ活動(燃料、材料、試験技術)を通じて国際プロジェクトについて協議中。
⇒ 既存の海外炉及び建設中のJHRとは、合理的な相互補完利用が行えるように、新照射試験炉と相互補完の方法について検討することが必要。



【新たな視点でのアプローチ】

- 上記の状況も注視し、各国の照射試験炉と互いの共通課題の解決に向けて議論する場として、諸外国との照射試験炉間の連携協力を密に行い、互いの共通課題の解決や現場人材の育成を推進するための国際的ネットワークを構築。

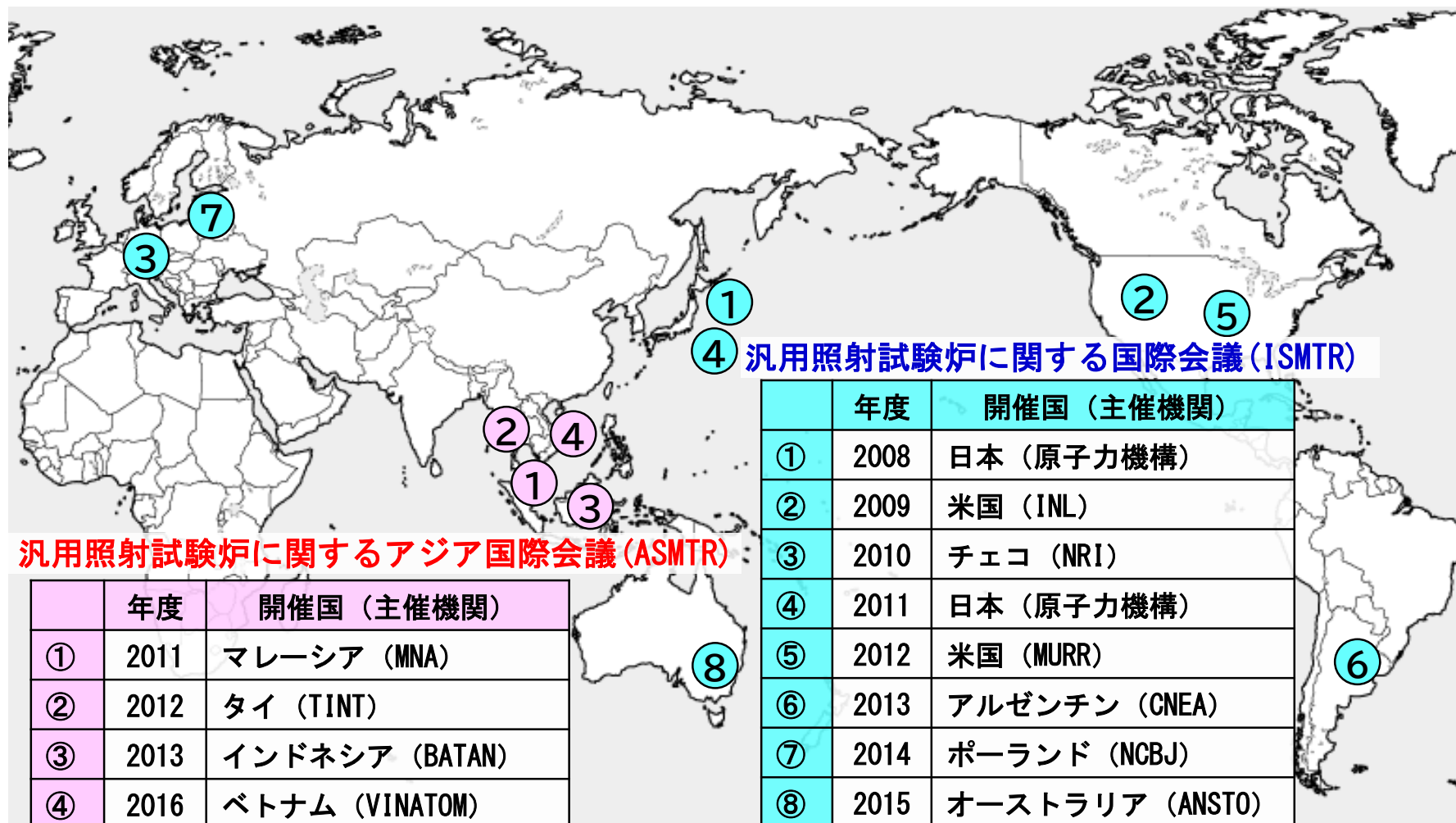
3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(5) 提案④に対する検討結果(2/3)

● 照射試験炉ネットワークの構築

- これまでの実績を活用して、海外炉関係者とのネットワークを再構築する。
 - 照射試験炉の現場関係者による世界の照射試験炉が抱えている共通課題の解決。
(「使用済ベリリウム製中性子反射体の処理処分」、「照射試験に係る技術」等)
 - 海外炉を用いた代替照射の円滑化。
 - 世界における新設予定の照射試験炉情報を収集し、新照射試験炉の設計・建設への反映。
 - 新照射試験炉建設後の海外からの照射利用拡大及び相互補完関係の構築。

原子力機構が先導した照射試験炉に係る国際会議の開催実績



3. 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方について

(5) 提案④に対する検討結果(3/3)

● 照射試験炉ネットワークに係る海外炉の選定

代替照射を予定及び日本の研究機関等と連携している海外炉を軸に関係を構築する。

名称	海外炉								国内炉 (参考)	
	WWR-K	LVR-15	OPAL	MARIA	RSG-GAS	BR-2	JRR	ATR	JRR-3	「常陽」
出力 [MW]	6	10	20	30	30	100	100	250	20	100
国	カザフスタン	チェコ共和国	オーストラリア	ポーランド	インドネシア	ベルギー	フランス	USA	日本	日本
型式	プール型	タンク型	プール型	プール型	プール型	タンクインプール型	タンクインプール型	タンク型	プール型	—
高速中性子束 [n/m ² /s]	4.0×10 ¹⁷	3.0×10 ¹⁸	2.1×10 ¹⁸	1.0×10 ¹⁸	2.3×10 ¹⁸	7.0×10 ¹⁸	5.5×10 ¹⁸	1.8×10 ¹⁸	2.0×10 ¹⁸	2.9×10 ¹⁹
熱中性子束 [n/m ² /s]	1.0×10 ¹⁶	1.5×10 ¹⁸	2.0×10 ¹⁸	3.5×10 ¹⁸	2.5×10 ¹⁸	1.0×10 ¹⁹	3.5×10 ¹⁸	8.5×10 ¹⁸	3.0×10 ¹⁸	—
減速材	軽水	軽水	軽水	Be, 軽水	軽水	Be, 軽水	軽水	軽水	重水	—
冷却材	軽水	軽水	軽水	軽水	軽水	軽水	軽水	軽水	重水	ナトリウム
主な用途	燃・材料試験 RI製造 放射化分析	燃・材料試験 RI製造 放射化分析 核変換	RI製造 Siドーピング	燃・材料試験 RI製造 放射化分析 Siドーピング	材料試験 RI製造 放射化分析 Siドーピング	燃・材料試験 RI製造 Siドーピング	燃・材料試験 RI製造	燃・材料試験 RI製造	燃・材料試験 RI製造 放射化分析 Siドーピング	燃・材料試験 (RI製造)
	ビーム利用	ビーム利用	ビーム利用	ビーム利用	ビーム利用	—	—	—	ビーム利用	—
照射 (実験) 孔	垂直 : 38 (炉心領域 : 8)	垂直 : 6 (炉心領域 : 2)	垂直80 (炉心領域 : 0)	垂直 : 13 (炉心領域 : 13)	垂直 : 14 (炉心領域 : 5)	垂直 : 79 (炉心領域 : 40)	垂直 : 36 (炉心領域 : 10)	垂直 : 70 (炉心領域 : 34)	垂直 : 17 (炉心領域 : 9)	垂直 : 11 (炉心領域 : 5)
	水平 : 8	水平 : 6	水平 : 10	水平 : 6	水平 : 6	—	—	—	水平 : 9	—
初臨界	1967. 10. 22	1957. 09. 24	2006. 08. 12	1974. 12. 18	1987. 07. 29	1961. 06. 29	建設中	1967. 07. 02	1962. 09. 12	1977. 04. 24
稼働日数 (日)	140	210	275	280	147	147	—	250	182	300
JAEAとの国際協力	締結済	協議中	締結済	締結済	締結済	締結済	—	協議中	—	—

参考文献 :

IAEA RRDB, <https://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx>, The Characteristics and Irradiation Capabilities of MARIA Research Reactor in NCBJ, Świerk, Grzegorz KRZYSZTOSZEK(2016), 日本原子力研究開発機構, 資料1-1 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構大洗研究所(南地区)高速実験炉原子炉施設(「常陽」)第32条(炉心等)に係る説明書(その1:第32条第1~3項, 第265回核燃料施設等の新規規制基準適合性に係る審査会合, 平成31年3月25日, <https://www.nsr.go.jp/data/000265300.pdf>, 日本原子力研究開発機構, 原子力科学研究所 JRR-3, <https://jr3.jaea.go.jp>, 日本原子力研究開発機構, 参考資料3-1 JMTR後継となる新たな照射試験炉の建設に向けた検討報告書, 原子力研究開発・基盤・人材作業部会(第8回), 令和3年5月28日

4. まとめ

(1) JMTR後継炉検討委員会での検討結果

- JMTRの廃止決定及び原子力研究開発基盤作業部会の中間まとめにおける提言を受け、原子力機構は新照射試験炉の建設に向けた検討等を実施するため、理事長の下に**JMTR後継炉検討委員会**を設置。
- JMTR後継炉検討委員会では、同委員会を平成31年3月26日～令和4年2月21日の計7回開催し、社会的要請・利用ニーズの再整理、海外施設利用に関する調査及び新照射試験炉の概略仕様の検討等を行い、「**JMTR後継となる新たな照射試験炉の建設に向けた検討報告書**」をとりまとめ、令和3年3月22日に原子力機構理事長に報告。
(同報告書は、原子力機構から文部科学省に令和3年3月30日に提出され、原子力研究開発・基盤・人材作業部会(第8回)にも令和3年5月28日に報告。)
- さらに、同報告書においてとりまとめた4つの提案(新照射試験炉の建設に向けた今後の対応)のそれぞれに対して具体的な対応方針を検討し、「**新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方**」(提案①～④)としてとりまとめを実施。
- JMTR後継炉検討委員会では、**原子力機構が以下に示すこれらの提案①～④について第4期中長期計画等に反映し、責任を持って実施することを要望。**

4. まとめ

(2) 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方(提案) (1/4)

① 新照射試験炉の建設決定に向けた働きかけ

- 軽水炉の一層の安全性・信頼性・効率性の向上に資する技術の開発と同時に、新型炉・次世代炉開発をはじめとした多様な社会的要請に応え、人材を育成し、経済安全保障にも対応するために必要な『国として持つべき研究開発機能』としての新照射試験炉の建設が早期に決定される必要がある。
- そのため、原子力機構は、次期エネルギー基本計画等の策定に向けて原子力研究開発・基盤・人材作業部会に加えて第25期日本学術会議の研究用原子炉の在り方検討小委員会、原子力委員会の医療用等ラジオアイソトープ製造・利用専門部会等において新照射試験炉の検討結果を報告すること。政策動向や技術開発動向の変化も踏まえて新照射試験炉の建設・運営に係る実施主体やビジネスモデルについて検討することも重要。
- 以上により、関連する監督省庁、産業界及び学术界を巻き込んだ幅広い視野での国レベルの透明性の高い議論を進め、間接的及び直接的なステークホルダーに対して新照射試験炉の役割と重要性の理解促進を図っていけるように多方面への働きかけを行うこと。

4. まとめ

(2) 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方(提案) (2/4)

② 新照射試験炉の概念検討

- 新照射試験炉の早期建設に向けて、原子力機構は、JMTRをベースとした熱出力50MWの新照射試験炉及びホットラボの設計仕様や許可書の検討を行うとともに、国内外の原子炉製作メーカー等との意見交換を実施して建設・運転に障害がないことを確認すること。
- これらを通じて新照射試験炉の建設、運転上の課題等を抽出し、課題解決に向けた検討を進めるとともに、これらを踏まえて適時、原子力規制委員会等との許認可に係る情報共有等を行い、規制プロセスのリスク低減を図ること。
- 併せて新照射試験炉の設計・許認可対応、運転管理及び照射試験に必要な人材の育成・確保及び技術継承を計画的に実施していくこと。

4.まとめ

(2) 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方(提案) (3/4)

③ 海外炉を用いた照射試験(代替照射)

- 新照射試験炉の建設によりJMTRの廃止によって失われた照射機能を回復するまでのつなぎとして、原子力機構はJRR-3や「常陽」等の国内炉の最大限の有効活用も踏まえ、海外炉を用いた照射試験(代替照射)を実施して我が国における軽水炉等の研究開発・安全性向上、科学技術・学術の向上、産業利用等に係る国内の社会的要請及び利用ニーズに応えること。
- これらを通じて、照射技術の継承・発展及び原子炉内の中性子照射環境を俯瞰的に理解できる研究者・技術者の育成を図り、照射試験に必要な不可欠な照射キャプセル、特殊計測機器等の製作に係るサプライチェーンを再構築するとともに、得られる技術及び経験を新照射試験炉の建設・運用に生かしていくこと。

4.まとめ

(2) 新照射試験炉の建設に向けた今後の進め方(提案) (4/4)

④ 照射試験炉ネットワークの構築

- 原子力機構は照射試験炉ネットワークを再構築し、諸外国との照射試験炉間の連携協力を密に行い、世界の照射試験炉が抱える共通課題(使用済ベリリウム製中性子反射体の処理処分、照射試験にかかわる技術等)の解決や現場人材の育成を推進すること。
- 本ネットワークを活用して海外炉を用いた代替照射を円滑に進めるとともに、世界で新設されようとしている照射試験炉情報も集め、新照射試験炉の設計・建設への反映、新照射試験炉建設後の海外からの新照射試験炉の利用拡大及び相互補完関係の構築を図っていくこと。

4.まとめ

(3) 新照射試験炉の建設に向けたロードマップ(案)

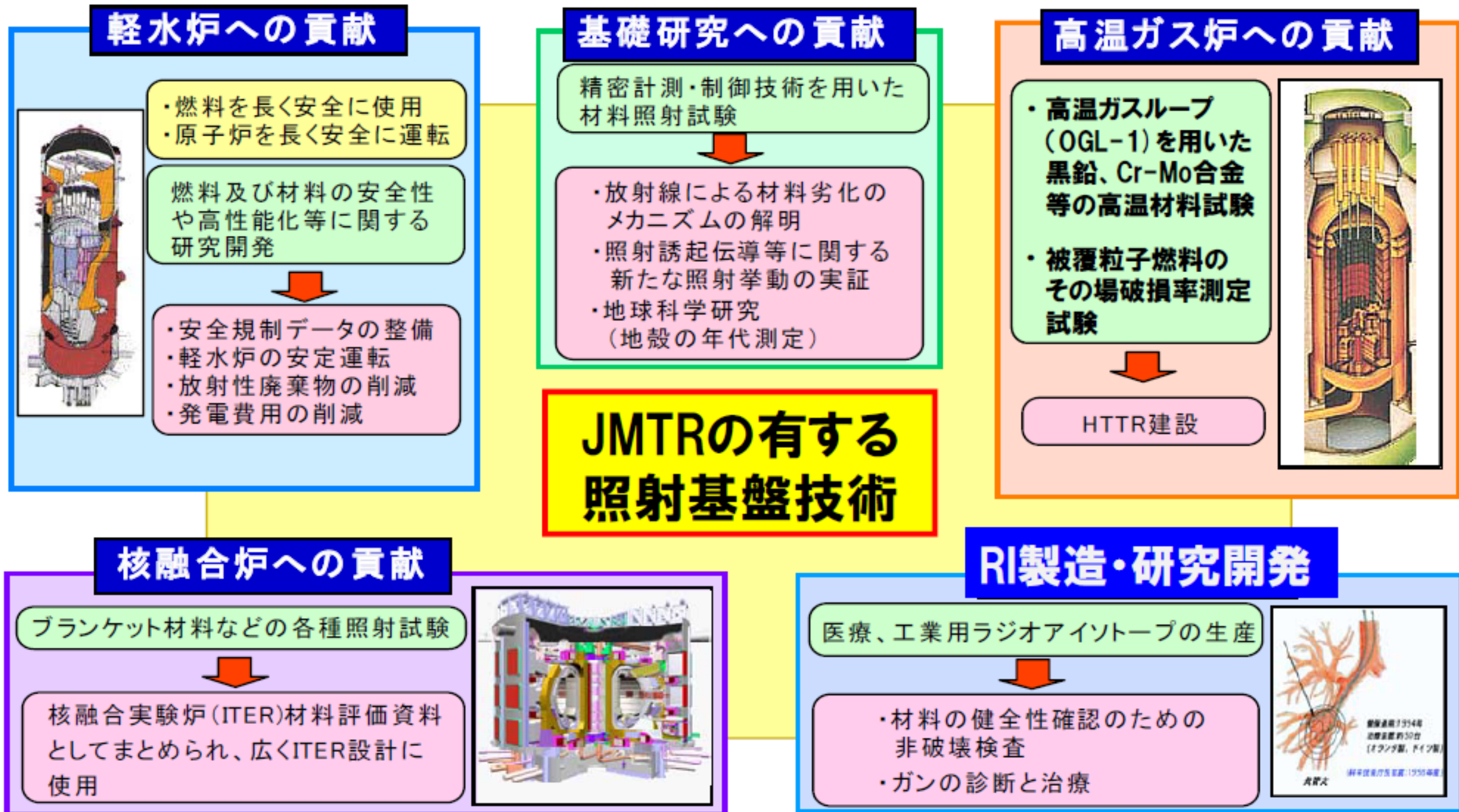
項目	年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度～
	原子力機構内の委員会		(仮)新照射試験炉利用検討委員会*			(仮)新照射試験炉 運営利用委員会
【提案項目】					◆ 建設決定(現時点では未定)	
提案① 新照射試験炉の建設決定に向けた働きかけ		各種委員会への報告及び議論				
提案② 新照射試験炉の概念検討		概念検討等			設計等	
提案③ 海外炉を用いた照射試験(代替照射)		第1次代替照射				第2次代替照射
提案④ 照射試験炉ネットワークの構築		ネットワーク構築・運用			ネットワーク運用 (新照射試験炉の照射利用検討)	

*: 新照射試験炉の早期建設実現に向けた対応状況を確認し、更に実施すべきことを深く議論するとともに、産業界、学术界、メーカー等の参画のもとで実務的な議論や情報交換を行うための専門部会を立ち上げることが有効。

新照射試験炉の建設及び照射研究の基盤維持・発展のための技術継承・人材育成を主眼に実施。

參考資料

参考資料1 JMTRの主要な成果

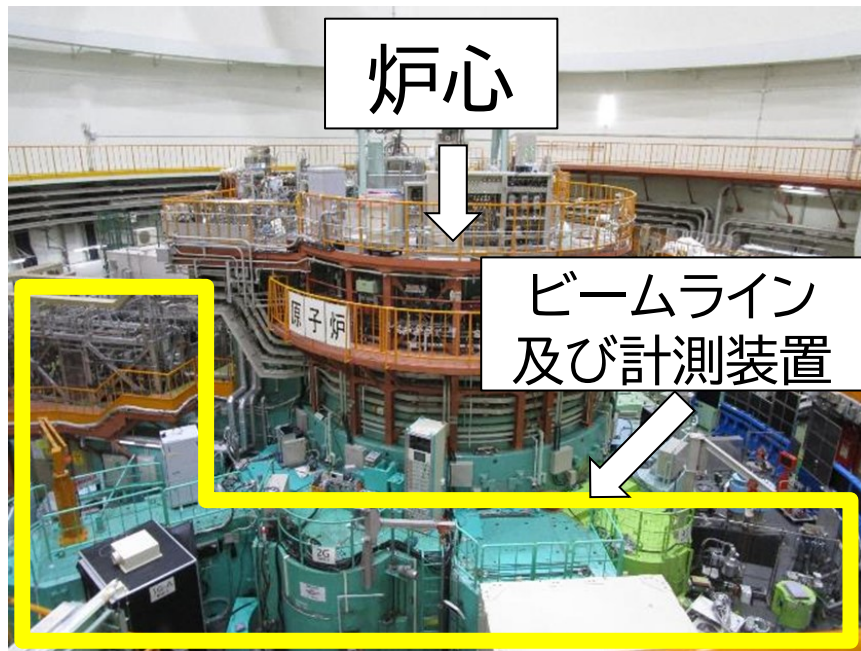


参考資料2 新照射試験炉の建設までの全体スケジュールの検討結果

項目		建設決定（現時点では未定）	期間
概念検討	課題抽出及び対応方針検討		約3年～
	概略設計仕様の検討		
	技術継承・人材育成		
	概念検討結果とりまとめ		
原子炉の設置	地盤調査等		約1～3年
	基本設計		約1～3年
	詳細設計		約4～5年
	製作・工事等		約3～5年
	原子炉設置許可申請		約6～8年
	設計及び工事の計画の認可申請		
	保安規定		
	使用前事業者検査		約3～5年
	使用前確認		
	原子炉の運転		

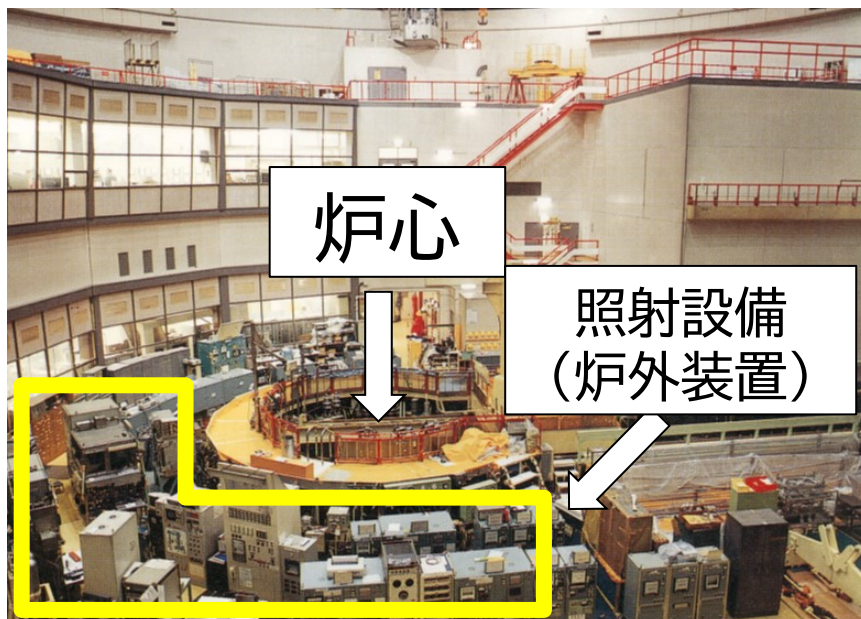
参考資料3 国内炉における炉内照射の状況

➤ JRR-3の状況



- 中性子ビーム利用のためのビームライン及び計測装置が炉周りに多数設置。
- ⇒ 炉内照射用照射設備の炉外装置設置に制限。

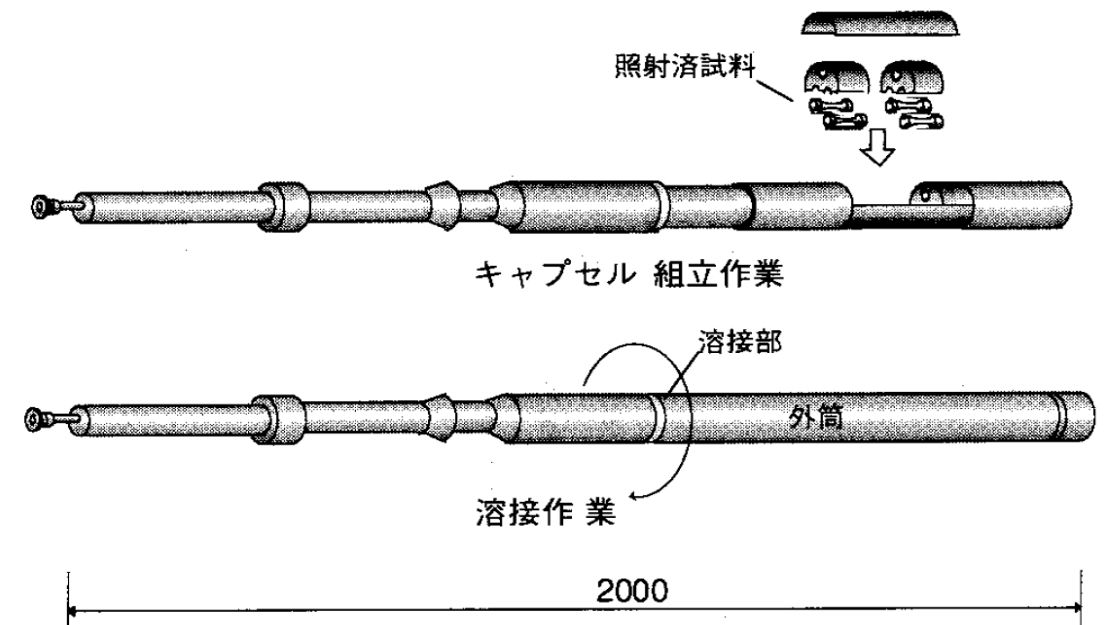
(参考) JMTRの状況



- 炉内照射用照射設備の炉外装置が炉周りに多数設置。

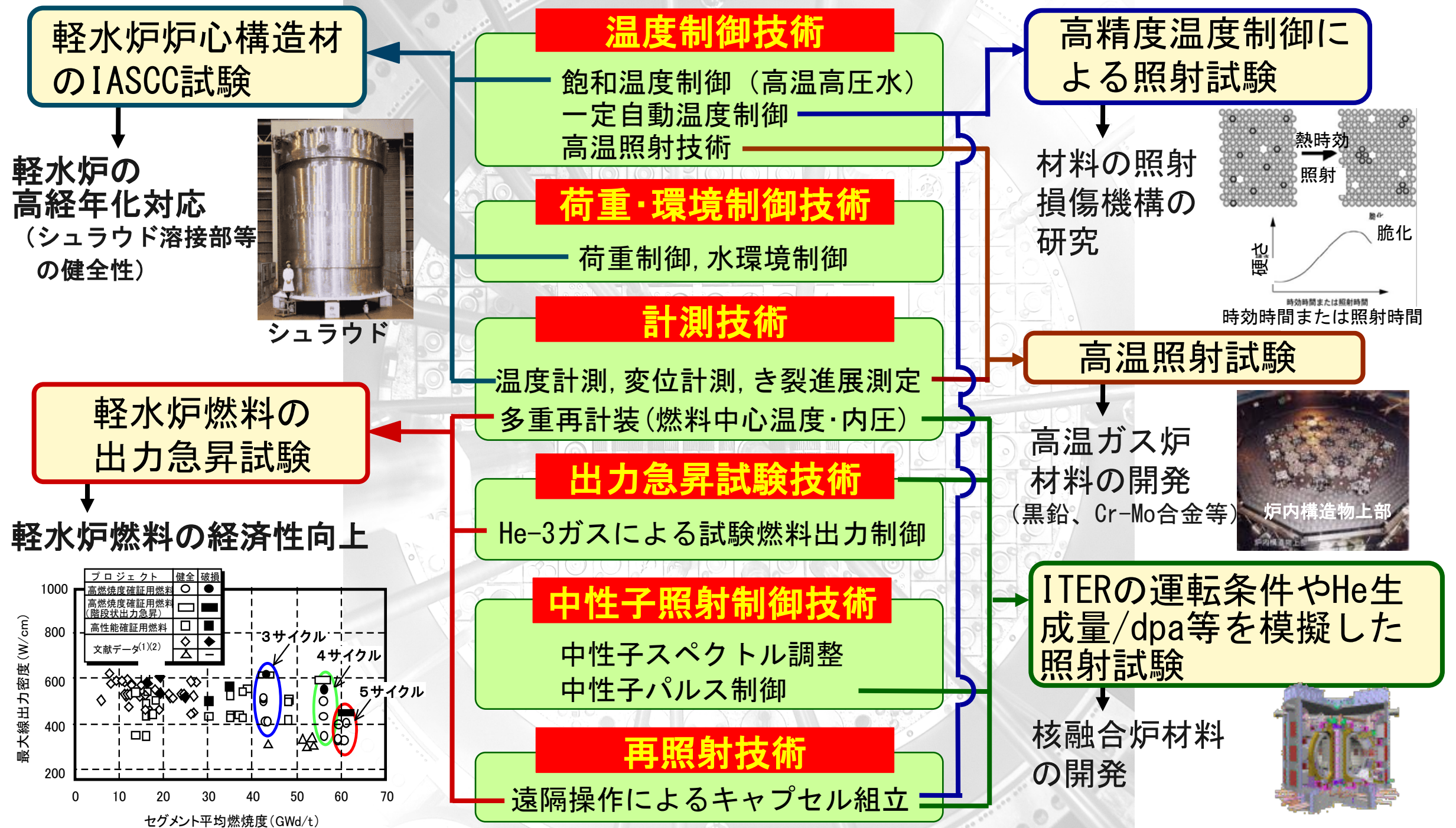
➤ 「常陽」の状況

- 炉内照射の高度化
⇒ カップリング照射の実績
- ① 「常陽」で無計測キャプセルを照射
 - ② JMTRのホットラボにて再照射試料の組込み及びキャプセルの組立を実施
 - ③ JMTRで再照射



JMTRホットラボでのキャプセル組立

参考資料4 海外炉での代替照射を通して継承・発展させるべき照射技術



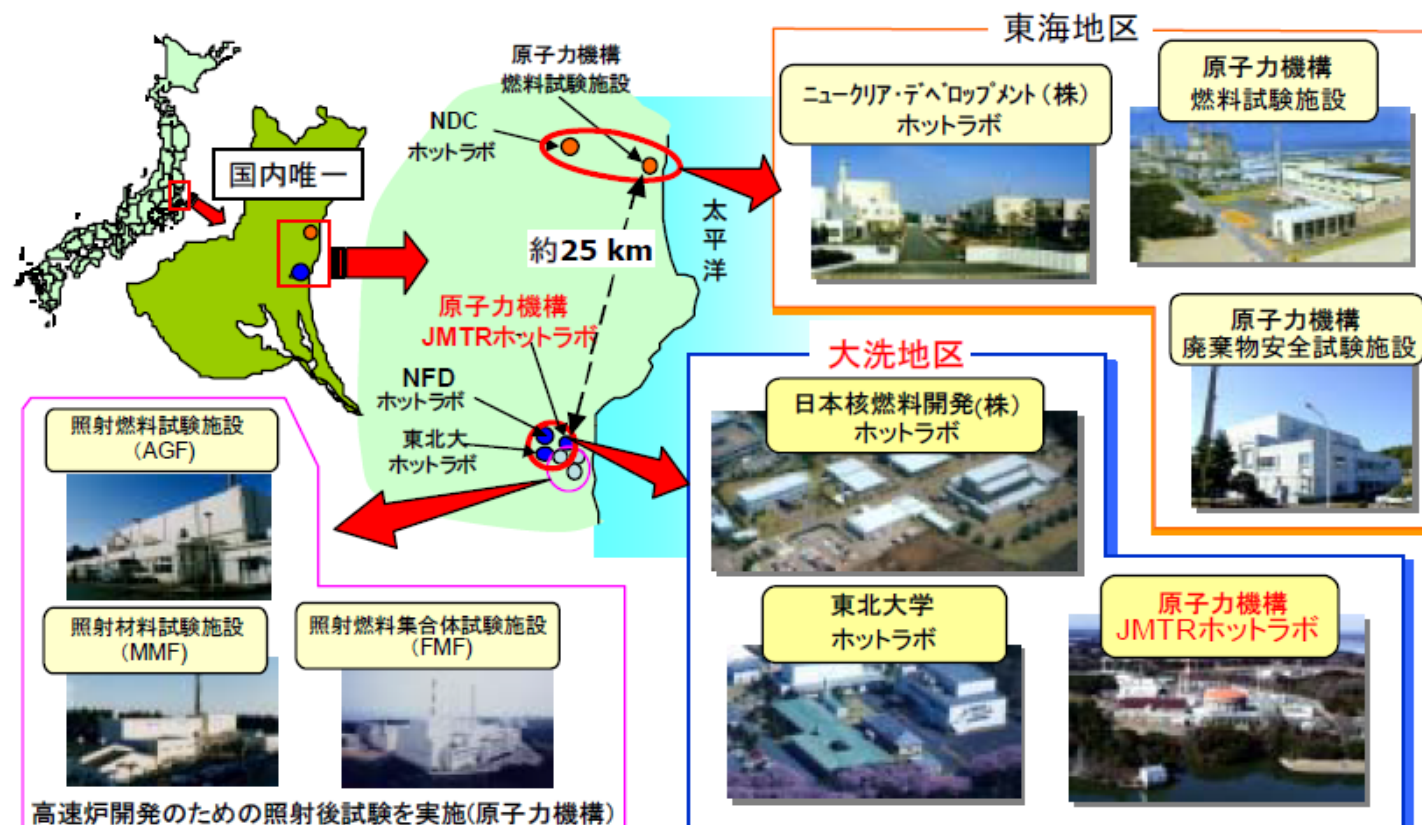
海外炉における照射試験は、材料照射から始める。

参考資料5 海外炉での代替照射に伴う照射後試験

- ▶ 海外の照射後試験施設だけでなく、国内の照射後試験施設も活用して照射後試験を実施することで、オールジャパンの技術基盤確保と人材育成を実施。



JMTR近隣の照射後試験施設群(ホットラボ)



参考文献: 日本原子力研究開発機構, 照射試験炉JMTRの挑戦, 第50回原子力委員会報告資料第1号, 平成20年12月9日

JMTRホットラボに最先端研究基盤事業で整備した分析機器等についても、他のPIE施設に移管・整備し、有効活用及びPIE費用低減を検討。

参考資料6 国内のホットラボ施設において受入れ可能な照射済試料

区分	施設名	受入可能な照射済試料		
		燃料	材料	RI*
民間企業	NFDホットラボ	○	○	
	NDCホットラボ	○	○	
大学	東北大ホットラボ		○	
原科研	燃料試験施設(RFEF)	○	○	
	廃棄物安全試験施設(WASTE F)	○	○	
	バックエンド研究施設(BECKY)	○	○	
	RI製造棟			○
大洗研	照射燃料集合体試験施設(FMF)	○	○	
	第2照射材料試験施設(MMF-2)		○	

注:第1次代替照射では燃料照射は実施しない予定

* RI製造用のRI試料

代替照射において照射後試験が可能な国内ホットラボの検討が必要。

参考資料7 代替照射における利用性向上の取組み

➤ 平成20年12月9日 第50回原子力委員会報告資料を参考に、代替照射の運営については以下の5項目について検討中。

(1) 利用の利便性

⇒ 代替照射における利用性の向上が図れる運営体制を構築。
海外炉の照射試験に係る利用手続きを簡素化。

(2) 情報管理の徹底

⇒ 品質管理を徹底し、秘密保持による利用者との契約を充実。

(3) 原子炉稼働率(50~70%)相当の照射の確保

⇒ 海外炉の選定、複数炉の利用

(4) ターンアラウンドタイムの短縮

⇒ キャプセル部材の在庫管理の徹底。
部材メーカーやキャプセル製作メーカーとの調整を図り、サプライチェーンを確立。

(5) 世界の照射試験炉と比べて魅力のある照射費用

⇒ JMTRでの利用料金と同等もしくは安価での照射試験の実現。

基本方針:

JMTRの廃止決定により我が国に必要な照射場が失われたことから、代替照射においてはJMTRを利用した場合と同等の利便性を目指す。

参考資料8 代替照射の実施計画

試験No.	種類	令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度	令和8年度～	
第1次代替照射(1)	無計測 キャプセル	ニーズ調査 候補炉の選定	調整 照射準備	照射 輸送			
	計測付 キャプセル	照射設備検討 照射後試験検討	調整 照射準備	照射 照射準備	輸送 輸送		
第1次代替照射(2)	無計測 キャプセル		調整	照射準備 照射	輸送		
	計測付 キャプセル		調整 調整	照射準備 照射準備	照射 照射	輸送 輸送	
第1次代替照射(3)	計測付 キャプセル			調整 調整	照射準備 照射準備	照射 照射	輸送 輸送
第2次代替照射	計測付 キャプセル				調整	照射準備 照射	
					調整	照射準備 照射	

参考資料9 代替照射に係る運営機関の役割

		第1次代替照射	第2次代替照射	実施者(案)
利用者		課題提案	利用申込み	
プロジェクト管理	委員会	・課題提案の審査・採択	・利用申込みに係る妥当性確認	専門家※3
	調整Gr	<ul style="list-style-type: none"> ・照射試験計画の策定※1 ・海外炉施設供用要領の作成 ・海外研究機関との国際協力手続き/推進 ・利用促進、利用者/委員会窓口 		原子力機構 (民間力の活用)
	供用Gr	<ul style="list-style-type: none"> ・海外研究機関との個別契約 ・照射装置※2の輸出入・運搬手続き ・照射後試験の施設利用手続き 	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者との照射試験契約 ・海外研究機関との照射契約 ・照射装置※2の輸出入・運搬手続き ・照射後試験の施設利用手続き 	
	技術Gr	<ul style="list-style-type: none"> ・照射装置※2の基本設計 ・照射試験の実施 ・照射後試験の実施 ・課題提案 	<ul style="list-style-type: none"> ・照射装置※2の基本設計 ・照射試験のフォローアップ ・照射後試験のフォローアップ 	
	データGr	・照射場データベースの作成	・照射場データベースの作成	
試験実施	海外研究機関	<ul style="list-style-type: none"> ・照射装置※2の受入れ ・照射試験の実施(原子炉の運用) ・照射後試験の実施 ・照射済試料の返送 	<ul style="list-style-type: none"> ・照射装置※2の受入れ ・照射試験の実施(原子炉の運用) ・照射後試験の実施 ・照射済試料の返送 	海外研究機関
	国内研究機関	・照射後試験の実施	・照射後試験の実施	国内PIE施設
照射装置製作		・照射装置の詳細設計・製作	・照射装置の詳細設計・製作	国内民間企業等

※1:照射費を含む

※2:照射キャプセル、照射設備等

※3:事務局(原子力機構)