

新たな試験研究炉の進捗について

令和5年10月24日
(文部科学省研究開発局)



「もんじゅ」サイトでの新たな試験研究炉の設置について

● 経緯・背景

“「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針”

- 平成28年12月の原子力関係閣僚会議において、「もんじゅ」を廃止措置し、**「もんじゅ」サイトに将来、新たな試験研究炉を設置することを決定。**

我が国の試験研究炉に係る状況

- **施設の高経年化や新規制基準への対応等により多くが廃止の方針**となっており、東日本大震災後に再開した試験研究炉は6施設のみ。
- **我が国の研究開発・人材育成を支える基盤がぜい弱化**している状況。

● 試験研究炉の役割

- **カーボンニュートラル実現へ向けた取組が世界規模で加速**
- **エネルギー安全保障の確保に対する期待**
 - 安全確保を大前提とした原子力の安定的な平和利用の推進
 - 今後増加する原子力施設の廃止措置への着実な対応
- **試験研究炉を利用した高度な原子力人材の継続的な確保・育成強化が重要**

中性子利用技術は学術のみならず、産業利用でも発展

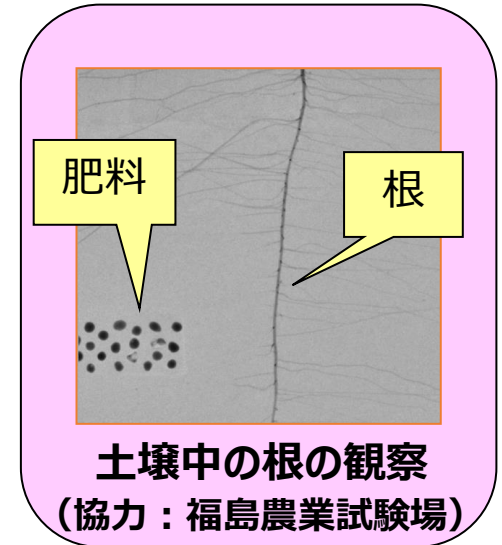
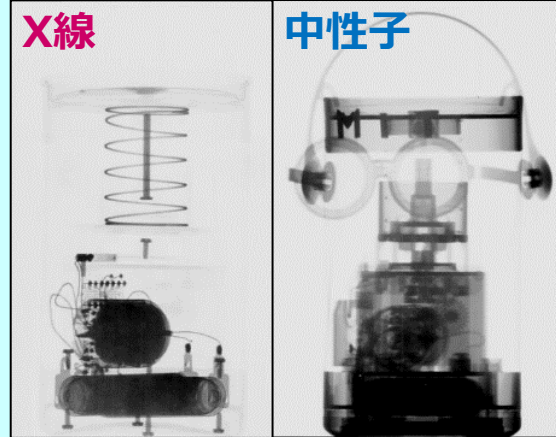
- **中性子利用需要に対応した研究基盤(試験研究炉)の維持・整備が重要**

人材育成・中性子利用の基盤として試験研究炉の重要度が増加

- 「もんじゅ」サイトに設置する新たな試験研究炉の在り方について、文科省審議会等を通じて検討を行った結果、**①我が国の研究開発・人材育成を支える西日本における中核的拠点としての機能の実現、②地元振興への貢献**の観点から、**中性子ビーム利用を主目的とした中出力炉に絞り込み。**
- 令和2年度より概念設計及び運営の在り方検討を開始。令和4年12月に**詳細設計段階以降の実施主体**として**日本原子力研究開発機構**を選定。令和5年3月からは**詳細設計段階に移行。**
- 令和5年5月に**原子力機構、京都大学、福井大学の三機関間で協力協定を締結。**

中性子の優れた透過能力

X線は金属などの観察に優れているが、**中性子**は水の分布などの観察に適しており、植物の鮮度や生育の管理だけでなく、建物の健全性確認など様々な分野で活用されている



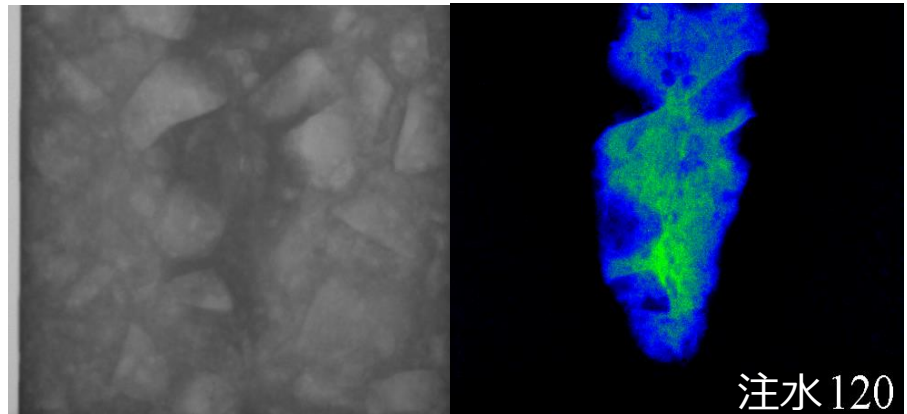
X線では重い元素が、**中性子**では軽い元素が見える

グラジオラス (協力：園芸研)



(植物中を移動する水分の観察)

コンクリート (協力：茨城県、建築研)



注水120分後

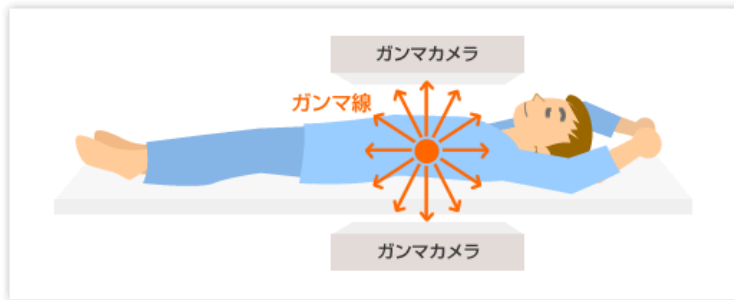
(ひび割れから水分が浸透する様子)

医療現場で利用される放射線・放射性同位元素について

- 医療現場では様々なかたちで放射線が利用されている
 - ・からだの**外から放射線を当てて診断・治療**（外部照射）：
⇒ レントゲン（エックス線）、重粒子線等
 - ・からだの**内側から放射性同位元素（RI）の放射線を用いて診断・治療**（内部照射）：
⇒ PET検査、密封小線源治療、内用療法
- 内用療法とは、**放射性同位元素を医薬品として経口または静脈内投与**して、**がんの病巣部へ直接放射線を当てて治療**

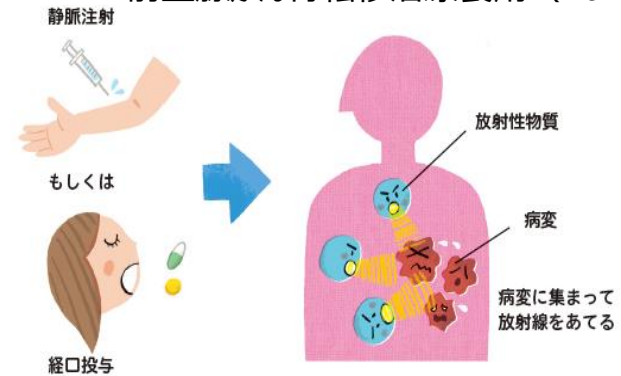
診断用RI

PET検査、SPECT検査に使用
血流や代謝などの機能変化を画像化



治療用RI

甲状腺がん治療製剤（I-131）
前立腺がん骨転移治療製剤（Ra-223）等



日本メジフィジクス株式会社HPおよび核医学診療推進国民会議パンフレットより抜粋

【核医学検査の重要性】

- ・ 病気の早期発見につながる各種臓器機能の検査や検診

【RI内用療法の効果】

- ・ 外科手術に比べ処置時間が短く患者への負担が少ない
- ・ 広範囲に転移した悪性腫瘍などでもピンポイントに治療できる
- ・ 患部を切除することなく、根治後の生活の質（Quality Of Life）の大幅な向上が望める。

概念設計活動の成果

～どのような原子炉を作るのかの基本案を検討～

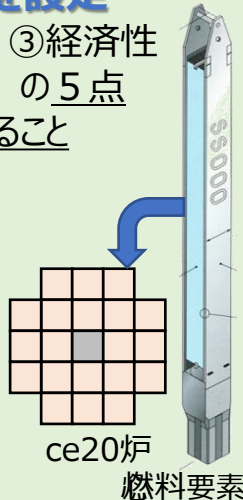
原子炉の出力と利用目的：熱出力10MW級の中性子ビーム炉（文部科学省提案）

✓ 5つの性能目標を設定

- ①安全性 ②安定性 ③経済性 ④利便性 ⑤将来性 の5点を高い次元で満足することを目標として設定

✓ 基本仕様を策定

- 燃料要素と配置
- 冷却材、減速材等の仕様を決定し、原子炉の基本的な構成を決定



性能目標を設定
基本仕様を策定

原子炉の性能を検討

原子炉の成立性を検討
制御手法を検討

原子炉設置許可申請に向け、
専門企業の協力を得て、今後
より詳細な設計活動へ

✓ 敷地内地質調査

- もんじゅサイト内の候補地点の地質調査を行い、原子炉設置の妨げとなる要因の有無や土地の性状等を調査

✓ 原子炉の性能を検討

- 原子炉の基本的構成をもとに、運転期間や原子炉内の中性子の分布等の性能の検証を実施
- JRR-3の半分の出力で同等の性能が得られる見通しを得た

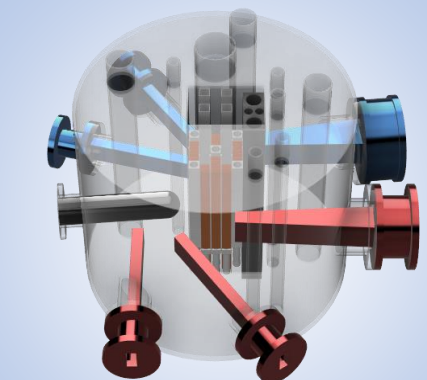
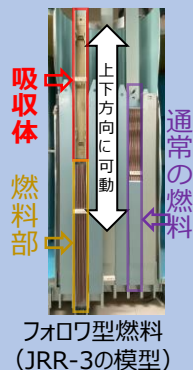
項目	現状の見通し
炉内熱中性子分布	JRR-3と同等
運転持続日数	JRR-3と同等

✓ 原子炉の成立性を検討

- 原子炉を発熱の除去の視点から解析し、成立性を確認
- 今後、原子炉システムの視点から成立性を検討

✓ 制御手法を検討

- 炉の制御手法として、2種類の方法を検討（フォロー型燃料／平板型）
- 今後、工学的に成立するかを踏まえて選定



現在の炉心部のイメージ

主な中性子利用装置と産業利用への寄与について

学術コミュニティ・専門家の意見からニーズを整理し、魅力的な構成案を検討

冷中性子源(※)が重要

※ 冷中性子:エネルギーが5meV未満 熱中性子より波長が長く高分子や生体分子の構造解析に適する (JRR-3をはじめ世界の多くの研究炉が設置)

中性子小角散乱装置

試料に入射した中性子ビームが散乱する角度と強度の関係から、原子や分子の集合構造のサイズ・形状を解析する実験装置

- 高分子・ゲル ▶ **新素材、電池、エネルギー材料**
- タンパク質・核酸 ▶ **薬剤開発**
- 金属 ▶ **鉄鋼、金属工業**



JRR-3 SANS-U

中性子回折装置

試料によって散乱された中性子ビームの回折パターンから結晶構造等を解析するための実験装置

- 金属・セラミックス・ガラス ▶ **金属工業、素材産業**
- 構造材料・部材 ▶ **プラント、自動車産業**
- 電極材・素子 ▶ **電池、エネルギー材料**
- 磁性材料**



JRR-3 HRPD

中性子放射化分析装置

中性子の照射によって放射化された元素の出す放射線のエネルギーをもとに非破壊で微量元素分析を行うための実験装置



KUR 圧気輸送管・Ge検出器

- 重金属・不純物 ▶ **化学・繊維産業、資源、環境**
- コンクリート ▶ **土木、建設**
- 半導体 ▶ **電子産業**

中性子イメージング装置

入射した中性子ビームの透過率の違いにより、機械や配管、植物などの内部の構造や現象を可視化するための実験装置

- 機械 ▶ **自動車産業、宇宙航空産業**
- 熱流動 ▶ **原子力産業**
- 素子・合金 ▶ **電池、エネルギー材料**
- 植物 ▶ **農業**

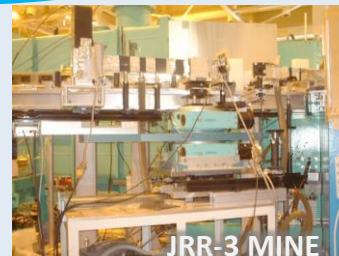


JRR-3 TNRF

中性子反射率計

斜めに入射した中性子ビームが反射したときの角度と強度の関係から、試料表面や界面の密度や粗さを解析するための実験装置

- 接着・界面活性 ▶ **素材産業、化学産業**
- 摺動・潤滑 ▶ **機械工業、自動車産業**
- 多層膜 ▶ **磁性材料、センサー**



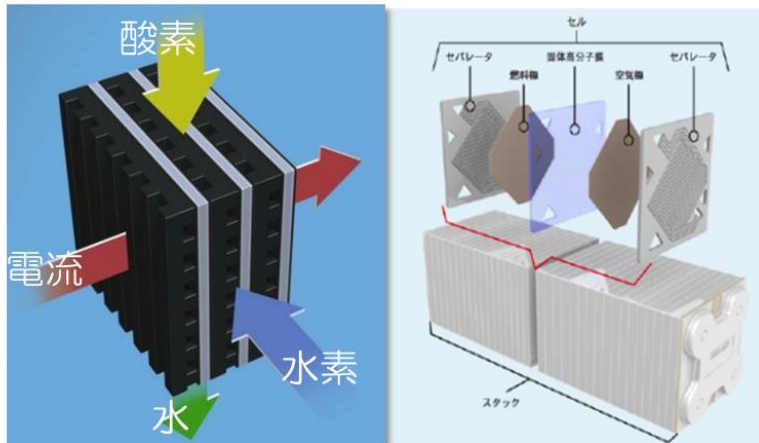
JRR-3 MINE

他の用途としてRI製造(医療用RI開発含む)、材料照射、陽電子ビーム、生物照射も検討中

電池材料の構造解析

燃料電池内部の軽元素（水素、リチウムなど）の位置や挙動を可視化することができ、燃料電池の高性能化や劣化のしくみ解明に活躍

■ 燃料電池の高性能化

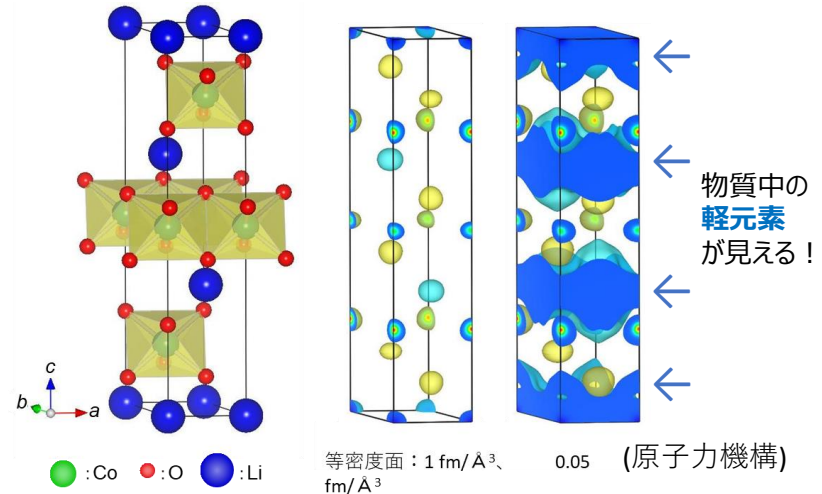


(バラードパワーシステムズ)

- 水素と酸素を分ける隔壁でもある高分子膜透過機構の解明
- 水素と酸素から生成される水の挙動をその場で観察
- 水素を貯蔵するための材料の開発

■ 高性能電池材料の開発

リチウムイオン電池構造の解明



- Liのような軽元素の位置と量を決定
- 電解質内Liイオンの挙動解析により劣化メカニズム解明
- 電解質材料の高性能化
- Liに代わる新たな電池材料の開発

雇用者数の試算

○ 運転段階の原子炉運転員等、利用設備を除く原子炉の運転管理に必要な人員数を試算※1

組織	新試験研究炉
組織管理：総括、庶務、計画調整	10人程度
原子炉運転管理：業務、燃料、技術管理等含む	40人程度（※2）
工務技術：特定施設、ユーティリティ等	10人程度
放射線管理	5人程度
保安管理：施設安全、品質保証、安全衛生等	20人程度
原子炉の運転管理に必要な人員数（総数）	80～90人程度

※1 今後の概念設計及び詳細設計の進展に応じて変動し得る。また、研究系職員数及び実験装置管理要員数は本試算に含まず、今後の検討で明らかになる見通し。

※2 5直3交代制のシフト勤務による連続運転を想定する。

○ 実験装置の利用と管理に関与する職員数の試算

新試験研究炉（出力10MW）における**実験装置を20台**と想定して試算。

推定結果は今後の実験装置に係る詳細検討の進展に応じて変動し得る

職員区分	試算結果（※3）
研究系職員：学術研究の主導及び学術・産業利用の支援	40人程度（2人程度/1台）
技術系職員：装置の維持管理・開発及び実験支援環境の運用・整備	50人程度（1.5人程度/1台、※4）
事務系職員：利用者の受入れと利用支援に係る事務管理	10人程度（※5）
実験装置の利用と管理に関与する職員数（総数）	100人程度

※3 KURでの実績に基づいて試算、 ※4 試料準備環境、放射化試料取扱環境、関連分析装置、データ処理系、遠隔操作システムの各々に4人

※5 スケジュール管理、利用者への連絡、課題募集・採択、利用成果報告、利用経費管理、利用者利便施設の管理等

外部利用者数の試算

○外部利用者数推計

推定結果は今後の実験装置に係る詳細検討の進展に応じて変動し得る

新試験研究炉の**想定出力を10MW**として、「既存施設の**利用実績が概ね出力に比例**」に基づいて推計。

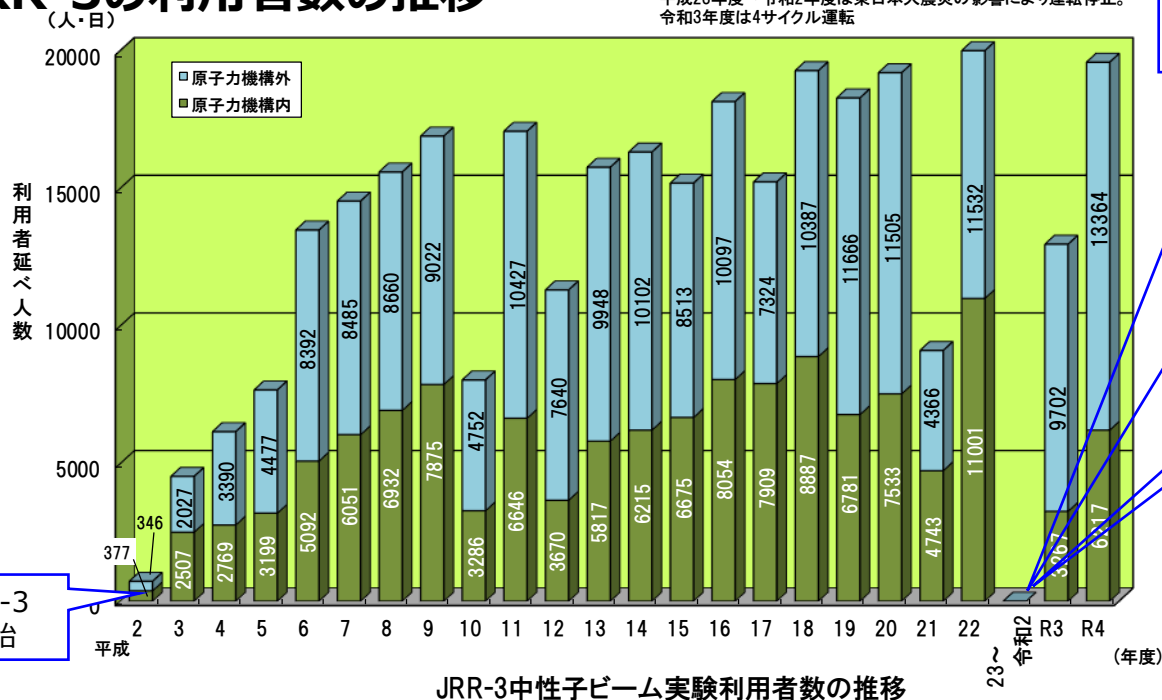
	出力	利用実績[※1]	実験装置数
JRR-3	20 MW	延べ22,533人/年 [H22年度]	29台
KUR	5 MW	延べ 5,413人/年 [H25年度] ※2	10台
新試験研究炉	10 MW (想定)	延べ約10,000人/年 (推定) ※3	20台 (想定)

※1 利用実績として、年間を通じて安定して運転された年度を選定 ※2 ホットラボラトリ、電子線ライナック、FFAG等を含む

※3 年200日運転すれば1日最大50人が利用のために滞在することが期待できる

DXの活用等により、リモートユーザーやライトユーザーの新規参入も期待され、また研究・教育及び産業利用全体で考えると**利用実績は単純な出力比より大きく充実されることが期待**できる。

○参考：JRR-3の利用者数の推移



事業規模・経済効果等

○令和元年度までに行った文科省の調査では、これまでに整備された原子炉の出力との関係により概略の建設費を試算しており、その結果は以下の通り

✓ 概略建設費(中出力炉)：**500～550億円程度**※

- 原子炉設備 379億円
- 輸送管やビームポート、実験棟等整備 90億円
- 土木工事等(土捨て含まず) 45億円
- 管理棟 8億円

※ 実験装置費、安全対策費等を含めた総工費ではない。

なお、令和4年度に行った新試験研究炉の建設候補地における敷地造営及び建屋基礎掘削工事(主な土木工事)に係る概算工事費の見積もりは、**約130億円**。また、当該工事に必要となる人工数は**78,000人工程**となる見込み。

⇒原子炉設備等の建設費については、今後原子力機構が選定する主契約企業と協働して行う令和5年度以降の設計作業を通じ、より正確な積算を実施する。

⇒これを受けて、上記工事費や本体等の建設費がもたらす地域への経済効果の試算を行う予定。

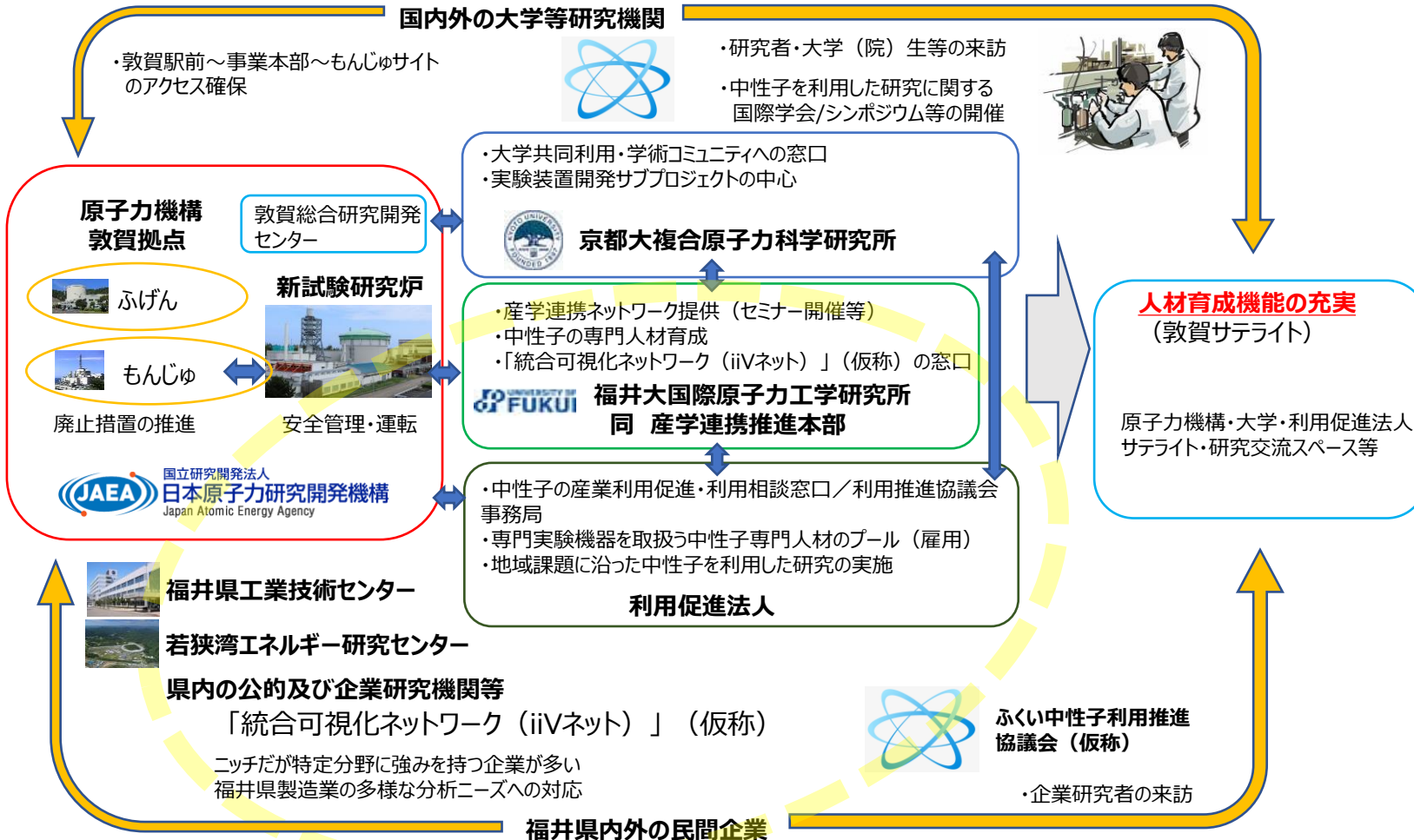
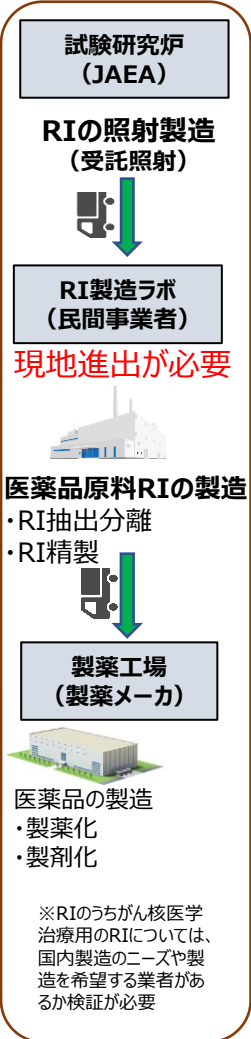
○「新試験研究炉の利用需要と設置による定量的な効果の予測調査」の結果、新試験研究炉の供用で、知的財産生産物が生まれることによるマクロ的な経済効果は、供用開始後20年の時点で**年間90億円程度**と試算している。

※実験装置が20台が整備されているものと想定

新試験研究炉を核とした敦賀エリアでの 原子力研究・人材育成拠点形成（構想イメージ）

- 試験研究炉の価値を最大化するためには周辺研究基盤整備と官民関係者のネットワークが重要
- 官（国、自治体）民の幅広いリソースの組み合わせを検討

医療用RI製造機能



※素案であり、名称が記載されている各機関・組織との調整や了解が済んだものではなく、責任・費用負担主体を確定したものではありません

今後の検討スケジュール案（詳細設計段階）

R2年度～R4年度
概念設計
地盤調査を含む

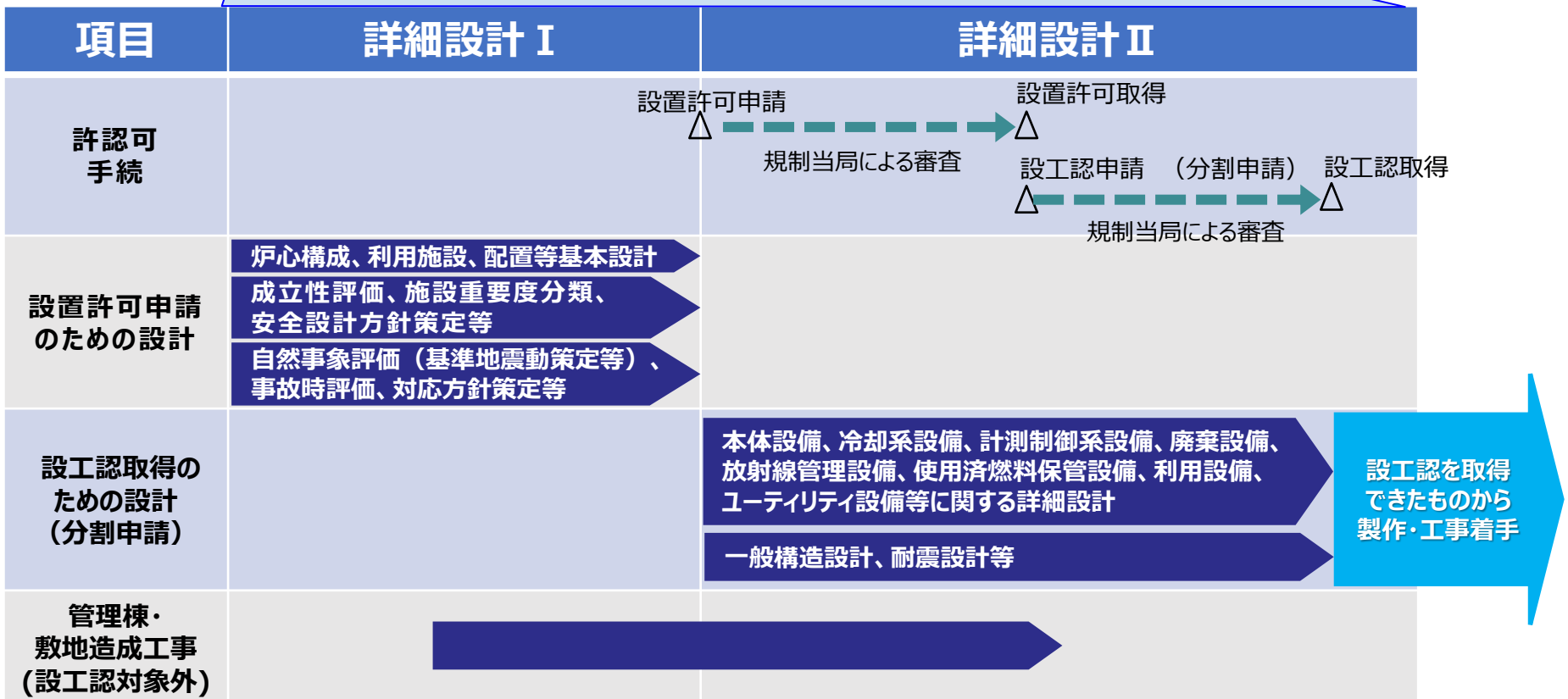
R4年度中～
詳細設計
許認可含む

建設工事、検査など
許認可、基礎工事、施設建設工事、
地盤改良・基礎工事などを含む※3

運転開始

※設置許可申請の見込時期は令和6年中に提示予定

※3 設工認を分割して取得し建設着手
建設後、運転開始に向けた使用前事業者検査
及び確認を実施

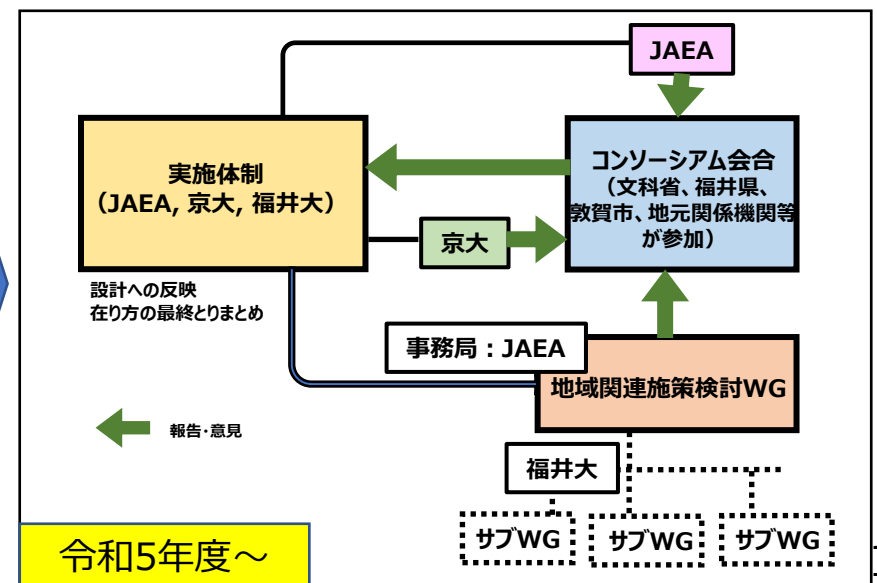
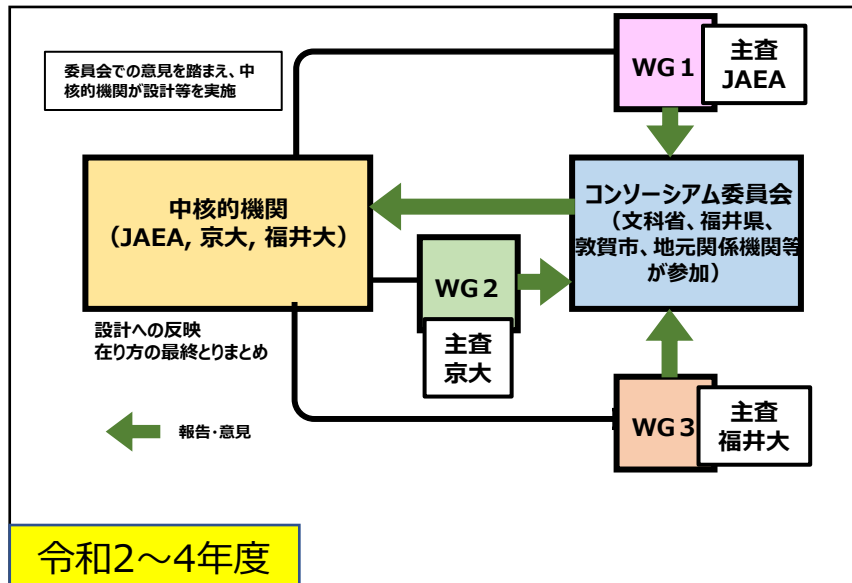


（参考）旧規制基準下において設置許可申請から建設終了までに、HTTR（高温工学試験研究炉）では約8年、STACY（定常臨界実験装置）では約7年を要している。

設工認：設計及び工事の計画の認可

地域関連施策検討WGの設置

- これまで、新試験研究炉を用いて原子力に関する人材育成・研究開発を実施する大学等や、他分野・産業界を含め、利用ニーズを有する機関等からなるコンソーシアムを構築し、コンソーシアム委員会において意見を集約しながら検討を進めてきたところ。令和5年度以降もステークホルダーに検討の進捗状況を報告し、事業の進め方の意見を伺う場として本委員会を「コンソーシアム会合」として引き続き開催する。
- 本会合に進捗状況を報告する枠組みであったワーキンググループ(WG)は、事業の進捗に伴って改組し、特にWG3については「伴走型連携」や人材育成のあり方の検討のみならず、新試験研究炉の利用に向けた複合的な研究拠点整備、利用促進体制の検討などをより具体的に検討するため、「地域関連施策検討WG」として新たに設置する。
- 本WGには、原子力機構、京都大学、福井大学に加え、地元自治体からの参画を要請し、また、県内の教育・研究機関や企業等にも必要に応じて参加を要請。さらに、利用促進法人の決定後には当該法人も加える形。
- 地域関連の施策については、本WGからコンソーシアム会合に検討状況の報告を行い、本WGの下には、論点に対応して、関係機関の担当者によるサブグループを適宜設けて議論を積極的に進めていくこととする。



新試験研究炉設置に係る関係機関間の協力協定締結

【令和5年5月8日（月）】

新試験研究炉の計画を着実に進め、**我が国の今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる中核的拠点として整備していくため**、日本原子力研究開発機構は国立大学法人京都大学及び国立大学法人福井大学との連携を目的とした協力協定を、三法人の長の立ち会いの下、締結。また、福井県から杉本知事、敦賀市から米澤市長、美浜町から戸嶋町長、文部科学省から井出副大臣が出席。

【代表的な協力分野】

- 京都大学－原子力機構：新試験研究炉に係る計画・設計・建設
- 福井大学－原子力機構：新試験研究炉の利用（特に中性子ビーム及び照射）に係る人材確保と育成
- 京都大学－福井大学：原子力研究や中性子利用に係る学部・大学院学生の教育



福井大学 京都大学 原子力機構
上田 学長 湊 総長 小口 理事長



三機関 署名者含む

原子力機構、京都大学、福井大学の協力協定(主な内容)

- 1.新試験研究炉の利用に係る人材確保と育成
- 2.原子力研究や中性子利用に係る学生教育
- 3.産業利用振興の検討
- 4.運営の在り方に関する検討

福井大学

京都大学

- 教職員の参画
- クロスアポイントメント
- 情報交換

- 教職員の参画
- クロスアポイントメント
- 専門人材の確保・育成
- 情報交換

- 教職員の参画
- クロスアポイントメント・人材育成
- 情報交換

原子力機構

- 1.新試験研究炉に係る計画・設計・建設
- 2.運営に在り方に関する検討
- 3.利用に係る福井県を中心とする地域との連携体制の構築
- 4.新試験研究炉の利用に係る人材確保と育成

- 1.新試験研究炉に係る計画・設計・建設
- 2.新試験研究炉に係る人材確保と育成
- 3.運営の在り方に関する検討

協定締結によって、福井大学・京都大学両学との協力関係をさらに強め、原子力研究・人材育成の拠点となって産業利用や地域振興に貢献する、試験研究炉の実現をめざす

新試験研究炉設置に係る主契約企業の選定

- ◆ 試験研究炉の設置において、**高度な装置設計能力、機器の製作・据付能力、規制当局との対応を支援可能な高い専門知識を具備したメーカー（企業）を多角的な視点から選定**するために、企画競争方式（技術提案を受けて比較評価した上で契約を取り交わす契約方式）を適用
- ◆ 本年5月より、原子力機構において**新試験研究炉設置に係る主契約企業の選定に向けた手続きが開始**され、9月に外部有識者を含む調達企画審査委員会において審査を実施。当該審査委員会の評価結果を受け、原子力機構は**三菱重工業株式会社**を選定
- ◆ 10月10日（火）に**主契約企業選定結果を官報にて公示**（20日間）するとともに、**今後、契約締結に向けた協議を行う予定**

【主契約企業の役割】

- 原子力機構と協働し、原子炉設置許可申請に係る業務を支援するとともに、総工費を積算
- 原子炉の設計及び製作・施工、据付調整

【主契約企業の業務範囲】

- 原子炉本体：設計及び製作・施工、据付調整など
- 原子炉建屋：原子炉設置許可申請に必要な支援、土木・建築を担当する事業者との調整など
- 原子炉施設：総工費積算のための配置計画

政府の国際調達に基づく
主契約企業の選定スケジュール

- ① 6月29日：公募に係る官報公示
（公示期間50日間）
- ② 7月28日：公募説明会
（公募期間45日間）
- ③ 9月8日：企画提案書〆切
（主契約企業の選定期間約20日間）
- ④ 10月10日：公募結果の官報公示
（公示期間20日間）
- ⑤ 官報公示後に契約締結に向けた協議

新試験研究炉の完成予想図（イメージ）

