

# 新型転換炉原型炉ふげん 及び 高速増殖原型炉もんじゅ の廃止措置実施状況等について

2023年5月10日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 敦賀事業本部

# 新型転換炉原型炉ふげん

# 「ふげん」廃止措置計画の概要

<p>①重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間</p> <p>再循環系配管等から試料を採取</p> <p>タービンや復水器の一部解体</p> <p>重水搬出、残留重水回収、トリチウム除去</p>		<p>②原子炉周辺設備解体撤去期間 (現在)</p> <p>原子炉の周辺機器解体</p> <p>使わなくなった機器の解体</p>	
<p>工事内容</p> <p>比較的線量が低い区域で、復水器、タービンの一部設備等の解体撤去及び汚染の除去作業</p>	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員の被ばく低減</li> <li>・現場の状況等に応じた解体技術導入</li> <li>・アスベスト対策の徹底</li> <li>・労働災害の発生防止</li> </ul>	<p>工事内容</p> <p>比較的線量が低い区域で、原子炉の周辺機器やタービン、発電機等の解体撤去及び汚染の除去作業</p>	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・作業員の被ばく低減</li> <li>・現場の状況等に応じた解体技術導入</li> <li>・アスベスト対策の徹底</li> <li>・労働災害の発生防止</li> </ul>
<p>③原子炉本体解体撤去期間</p> <p>原子炉本体領域の解体後に解体</p> <p>・廃棄物処理設備</p> <p>・換気系 等</p> <p>原子炉本体の解体</p>		<p>④建屋解体期間</p> <p>建屋解体</p>	
<p>工事内容</p> <p>比較的線量が高い区域内において、原子炉本体領域を解体撤去</p>	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高線量区域における作業員の過剰な被ばくの防止</li> <li>・放射能レベルが高い解体廃棄物の発生量低減、拡散防止</li> <li>・労働災害の発生防止</li> </ul>	<p>工事内容</p> <p>管理区域の解除後、建屋等を解体撤去</p>	<p>安全対策</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・解体に伴い発生する粉じん等の発生量低減、拡散防止</li> <li>・労働災害の発生防止(クレーンを使った重量物運搬作業に伴う玉掛けや落下、挟まれ防止等)</li> </ul>

# 「ふげん」廃止措置の全体工程

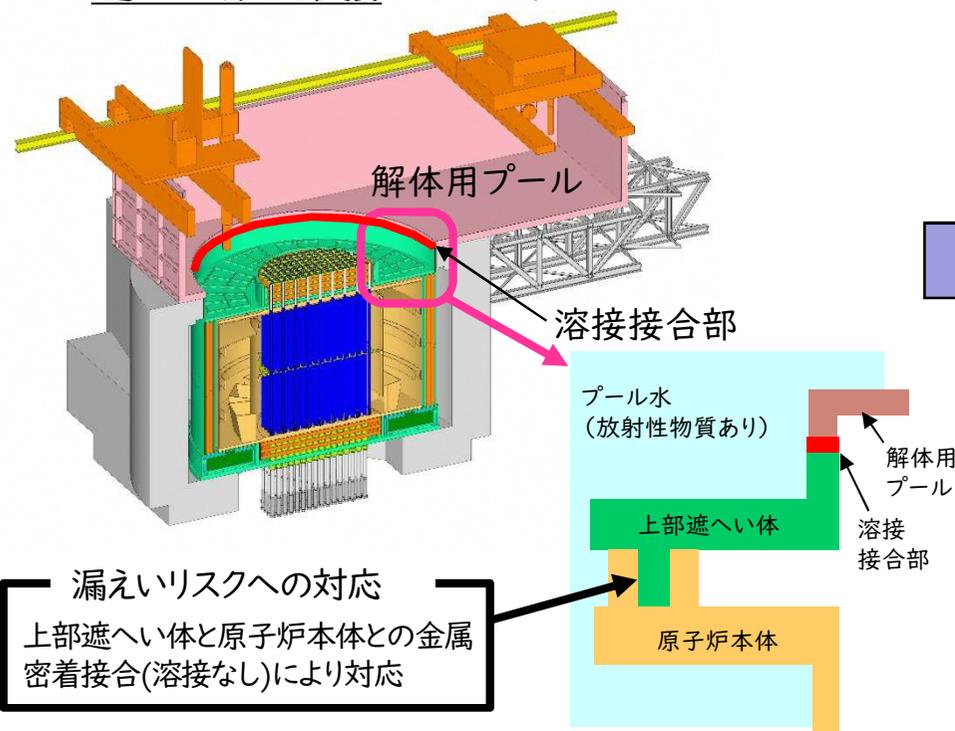
- 廃止措置の全体工程（30年間）を4段階に区分し、段階的に進めています。
- 現在は「原子炉周辺設備解体撤去期間」です。
- 2022年11月に、更なる安全性の向上を図る観点から原子炉本体の解体工法を変更することに伴い、原子力規制委員会へ廃止措置計画変更届を提出し、工程を7年延伸しました。

年度	2008	2017	2029	2038	2040	
廃止措置の各期間	重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間		原子炉周辺設備解体撤去期間	原子炉本体解体撤去期間	建屋解体期間	
主要工事	使用済燃料の搬出		 現時点	原子炉冷却系統施設、計測制御系施設等の解体		
				核燃料物質取扱施設・貯蔵施設、重水・ヘリウム系等の解体		
				遠隔・自動化装置開発	原子炉本体の解体	
					管理区域解除	
						建屋解体

## 解体工法変更の内容

### [変更前]

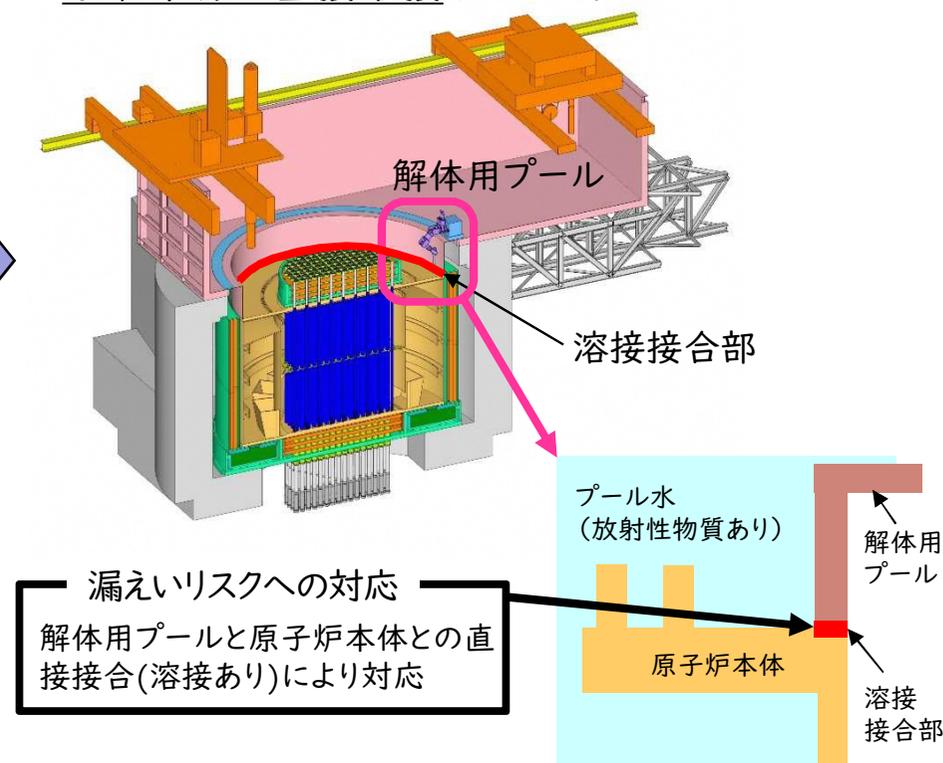
解体用プールの底板を、原子炉上部にある遮へい体に溶接する工法



- 上部遮へい体は、原子炉本体の上にある溝にはめ込まれている構造
- プールや水の重さで接合部が固定されており、簡単に水が漏れる構造ではないが、解体工法の詳細検討の結果、プール水が漏れいするリスクをさらに低減させた工法とすることが必要と判断

### [変更後]

遮へい体を撤去し、解体用プールの底板を、原子炉本体に直接溶接する工法



- 直接接合により、漏えいするリスクが大幅に低減
- 遮へい体がなくなり放射線量が高くなるため、遠隔で溶接・検査を行う装置が必要

# 「ふげん」廃止措置の状況(全体概要)

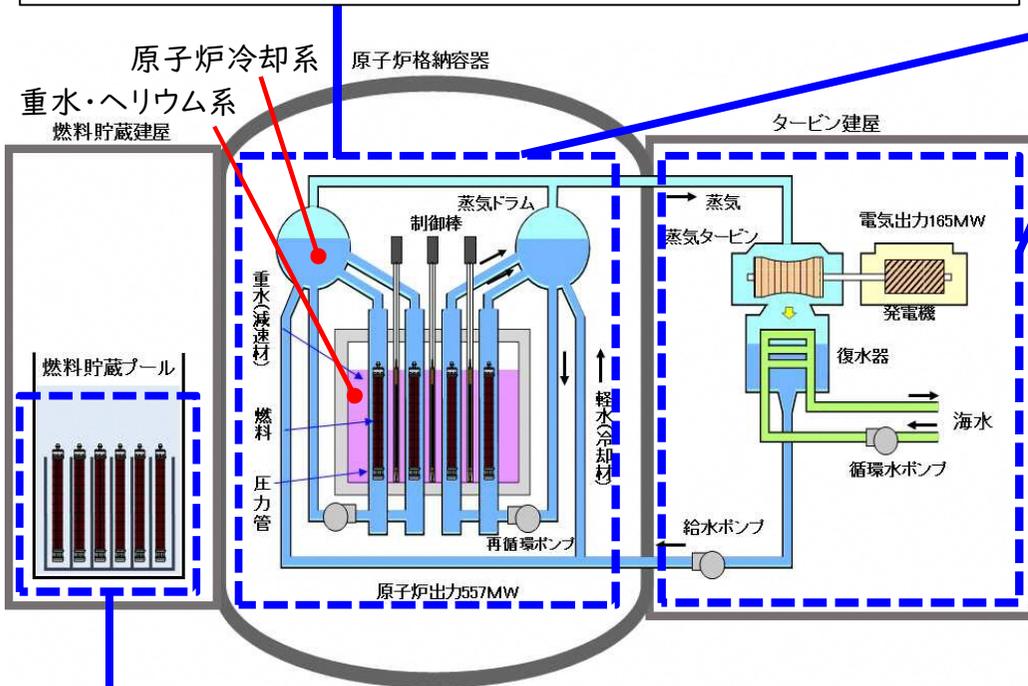
## ○廃止措置の状況

### ■原子炉冷却系統の除染等

- 2003年度:原子炉冷却系統の化学除染
- 2003~2014年度:重水(減速材)の回収と施設外搬出(約270トン)
- 2008~2017年度:重水系・ヘリウム系統のトリチウム除去

### ■原子炉周辺設備の解体撤去

- 2019~2020年度:Aループ側設備等を解体撤去
- 2020~2022年度:Bループ側設備等の解体撤去(2022年9月完了)
- 2022~2024年度:大型機器等の解体撤去(予定)



### ■使用済燃料

- 燃料貯蔵プールに466体を保管、燃料搬出に向けた準備等を実施中(2021年5月輸送容器の設計承認、輸送容器を製造中)

### ■タービン設備の解体撤去

- 2008~2021年度:復水器、給水加熱器、原子炉給水ポンプ、復水系計装設備等を解体撤去

### ■原子炉補助建屋内設備の解体撤去

- 2021年度:重水前処理装置等の解体撤去
- 2022~2023年度:アスファルト固化装置等の解体撤去(予定)

### ■廃棄物処理等の推進

- 解体撤去物のクリアランス測定(2018年12月~)  
確認証受領:合計約415トン(2022年5月現在)

### ■原子炉本体解体に向けた取組

- 残留放射能の詳細評価のため原子炉本体各部から試料を採取、分析評価  
2022年度:炉心タンクから採取した試料の放射能分析(実施中)
- 炉外での水中解体モックアップ試験

### ■廃止措置計画等の変更

- セメント混練固化装置の整備に係る変更認可(2022年2月)
- 性能維持施設の見直しに係る変更認可(2022年11月16日)
- 廃止措置計画の変更(工程延伸)に係る届出(2022年11月25日)

※直近の進捗等を青字で示す

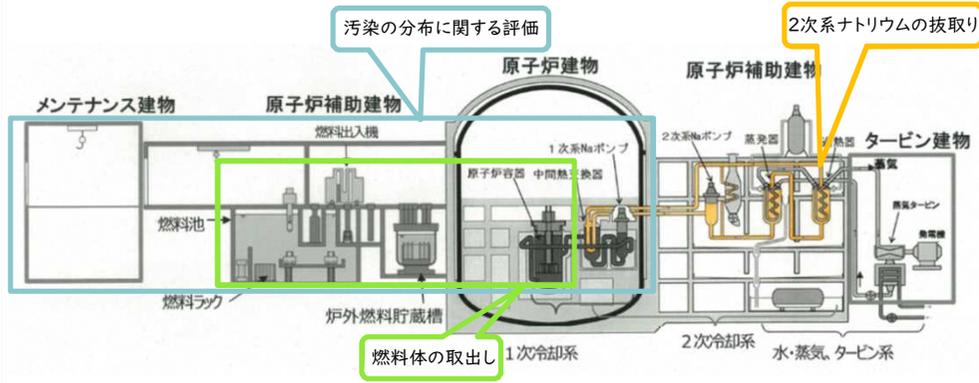
## ○使用済燃料の搬出

- 2022年6月24日に、仏国オラノ・リサイクル社と、保管中の使用済燃料(466体)の仏国への輸送と再処理の履行契約を締結しました。
- 輸送については、2023年度に開始し、2026年度夏頃までに終了する予定です。また、再処理については、2024年度から開始する予定です。
- 再処理により回収されるプルトニウムは、平和的利用のみに供することを前提に日本以外の第三者が使用するために仏国オラノ・リサイクル社へ移転する予定です。

# 高速増殖原型炉もんじゅ

# 「もんじゅ」廃止措置計画の概要

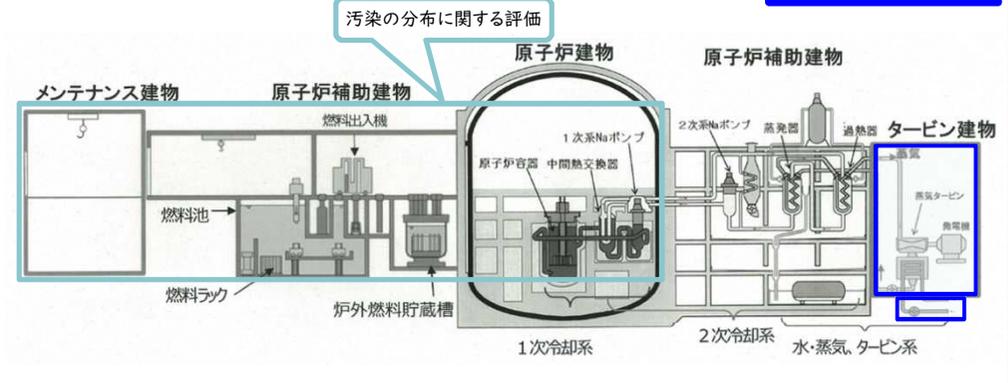
## 第1段階(燃料取出し期間)



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料体の取出し(→燃料池)</li> <li>2次系ナトリウムの抜取り(一時保管用タンクの設置を含む)</li> <li>汚染の分布に関する評価</li> </ul>	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの飛散防止</li> <li>燃料取出し作業者の教育・訓練</li> <li>防護具着用による被ばく低減策等</li> </ul>

## 第2段階(解体準備期間)

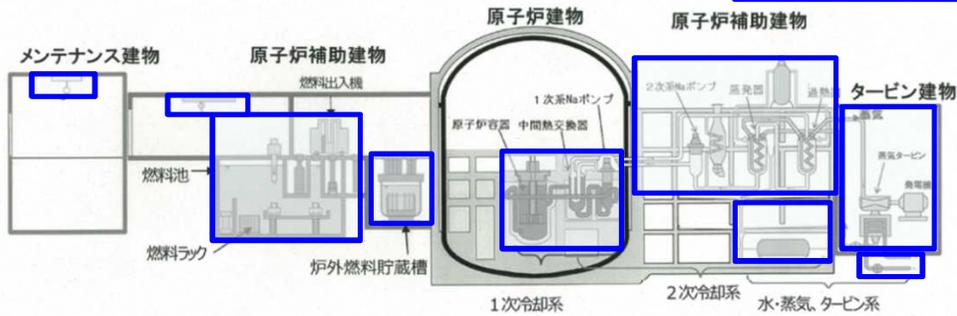
主な解体範囲



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウム機器の解体準備</li> <li>水・蒸気系等発電設備の解体撤去</li> <li>汚染の分布に関する評価(継続)</li> </ul>	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの飛散防止</li> <li>汚染防止囲い等の活用による粉じんの飛散防止</li> <li>防護具着用による被ばく低減策等</li> </ul>

## 第3段階(廃止措置期間Ⅰ)

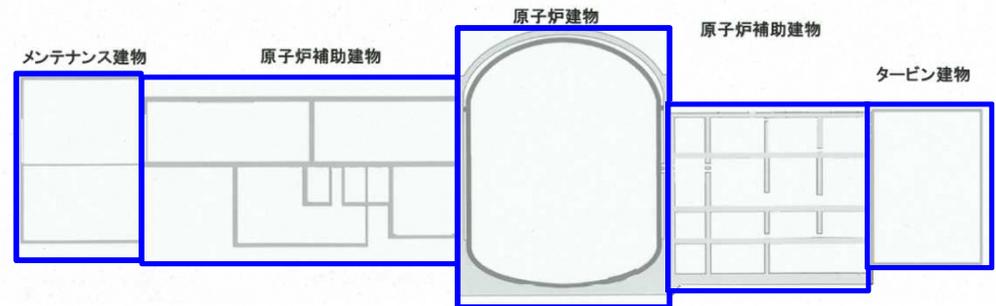
主な解体範囲



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウム機器の解体</li> <li>水・蒸気系等発電設備の解体撤去(継続)</li> </ul>	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの飛散防止</li> <li>遮蔽の設置、遠隔操作、防護具着用等による被ばく低減策等</li> </ul>

## 第4段階(廃止措置期間Ⅱ)

主な解体範囲



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理区域の解除</li> <li>建物等解体撤去</li> </ul>	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚染防止囲い等の活用による粉じんの飛散防止等</li> </ul>

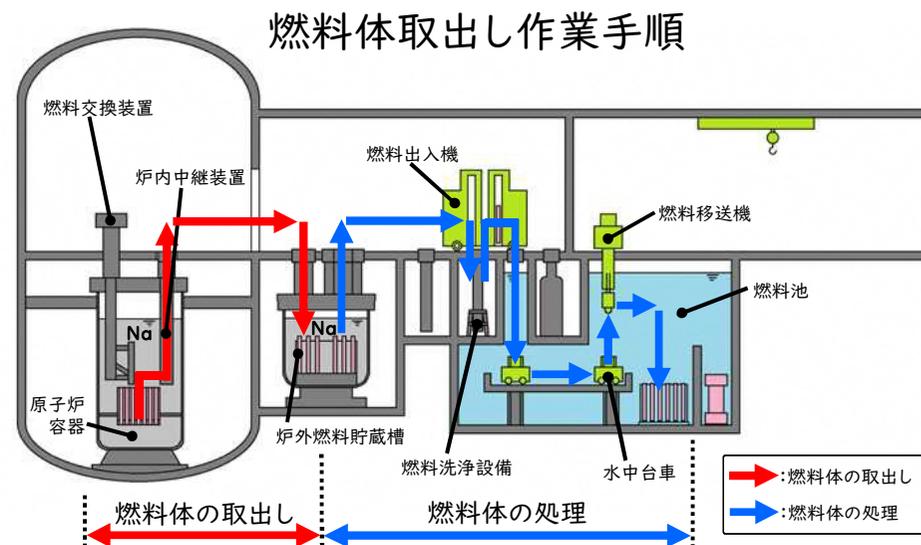
# 「もんじゅ」廃止措置の全体工程

- 廃止措置の全体工程（30年間）を4段階に区分し、段階的に進めています。
- 現在は第2段階「解体準備期間」です。

区分	第1段階 燃料体取出し期間	第2段階 解体準備期間	第3段階 廃止措置期間 I	第4段階 廃止措置期間 II
年度	2018 ~ 2022	2023 ~ 2031	2032 ~	2047
主な実施事項	燃料体取出し作業	現時点		
		ナトリウム機器の解体準備		
			ナトリウム機器の解体撤去	
		汚染の分布に関する評価		
			水・蒸気系等発電設備の解体撤去	
				建物等解体撤去
			放射性固体廃棄物の処理・処分	

# 「もんじゅ」廃止措置第1段階（燃料体取出し）の状況

- 原子炉容器から炉外燃料貯蔵槽へ移送する「燃料体の取出し」と、炉外燃料貯蔵槽から燃料池へ移送する「燃料体の処理」を繰り返し実施
- 2018年8月から実施してきた廃止措置計画第1段階における燃料体取出し作業は、2022年10月に全て完了



## 燃料体取出し作業工程

年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
燃料体の処理 (530体) 炉外燃料貯蔵槽→燃料池	第1キャンペーン 2018.8 - 2019.1 100体→86体 (済)	第2キャンペーン 2019.11 - 2020.6 174体 (済)	第3キャンペーン 2021.3 - 2021.7 146体 (済)	第4キャンペーン 2022.6 - 2022.10 124体 (済)	燃料体取出し作業完了 2022.10
燃料体の取出し (370体) 原子炉容器→炉外燃料貯蔵槽		2019.9 100体 (済)	2021.1 146体 (済)	2022.3 124体 (済)	
設備点検					

# 「もんじゅ」廃止措置計画第2段階の概要①

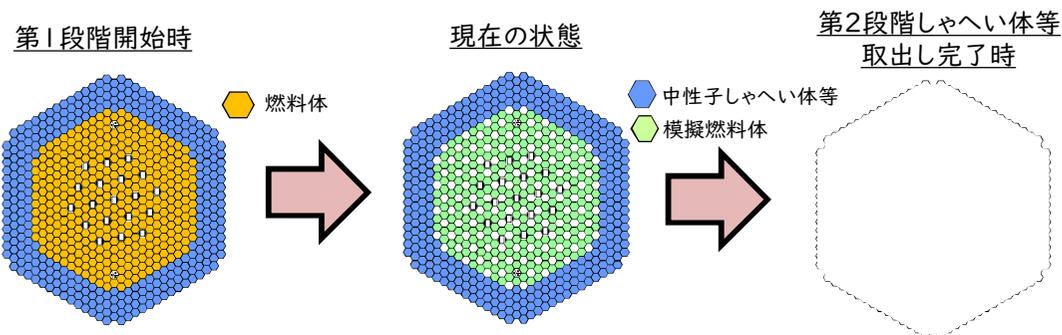
○2023年2月に、原子力規制委員会より廃止措置計画の変更認可をいただき、2023年4月から第2段階（解体準備期間）の作業を開始しました。

年度			第2段階 解体準備期間								
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
第2段階における主な作業	ナトリウム機器の解体準備	①しゃへい体等取出し	■								
		②ナトリウムの搬出						▨			
	③水・蒸気系等発電設備の解体撤去		■			▨					
	④汚染の分布に関する評価		■								

作業内容の検討を引き続き行い、次回以降の廃止措置計画変更認可申請で具体化予定

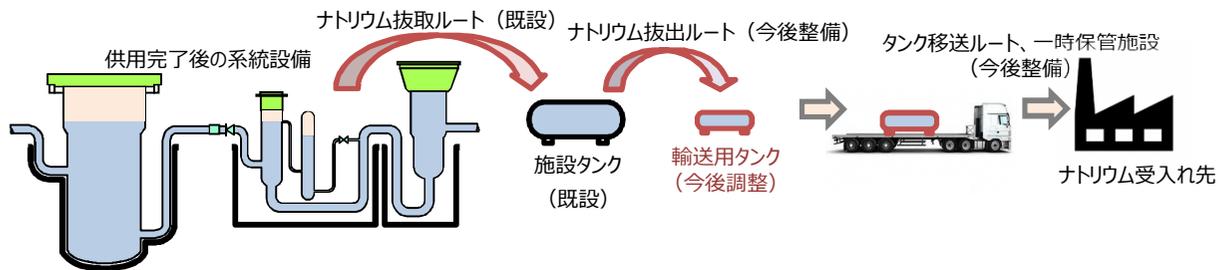
## ①しゃへい体等取出し作業

- 原子炉容器や炉外燃料貯蔵槽に残っているしゃへい体等(\*)計599体を、燃料交換設備等を用いて燃料池へ取り出します。  
\*しゃへい体等;中性子しゃへい体、模擬燃料体等。  
燃料体のように大量の核燃料物質(ウラン、プルトニウム)を含まず、発熱もありません。



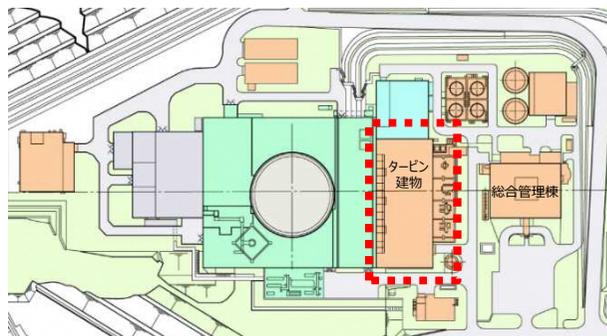
## ②ナトリウムの搬出

- 保有しているナトリウム約1,665トンについて、2021年12月に英国事業者(キャベンディッシュ社、ジェイコブス社)と覚書を締結し、有価物として搬出することで合意しました。
- 2023年4月28日、キャベンディッシュ社と「もんじゅナトリウムの英国処理に関する枠組み契約」を締結しました。
- しゃへい体等取出し作業後の2028年度から2031年度に英国に搬出する計画です。



## ③水・蒸気系等発電設備の解体撤去

- 2023年度から2026年度にかけてタービン建物3階以下に設置されているタービン発電機、復水器、給水加熱器等を解体撤去します。



もんじゅ建物配置



タービン発電機(タービン建物3階)

## ④汚染の分布に関する評価

- 第1段階において、主に1次主冷却系の機器・配管等について、放射能測定を実施しました。  
(結果)放射線量が十分に低いことを確認
- 第2段階においては、主に炉内構造物を含む原子炉周辺の汚染の分布評価を実施します。



測定器

放射能測定作業の様子

### ○「もんじゅ」使用済燃料の搬出に向けた対応状況

- 使用済燃料は県外へ搬出することとし、再処理技術を有する仏国を基本としつつ、その他の選択肢についても排除せず検討中です。仏国での再処理に向けた搬出計画について、搬出開始見込時期を2034年度、搬出完了見込時期を2037年度とし、検討を進めています。

# もんじゅサイトに設置する 新試験研究炉

## ●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

- 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

- 新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**。
- 文部科学省より「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」の公募がなされ、原子力機構、京都大学及び福井大学が委託事業の中核的機関として採択。
- 2020年度より新試験研究炉の概念設計及び運営の在り方検討を開始(2022年度中に詳細設計を開始)
- 原子力機構は、2022年12月23日に、文部科学省より、新試験研究炉計画の詳細設計段階以降における実施主体に選定されました。
- 2023年5月8日に、原子力機構、京都大学及び福井大学は、**新たな試験研究炉の設置に係る関係機関間の協力協定を締結しました。**

## ●経緯・背景

“「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針”

- 2016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(以下、新試験研究炉と記す)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。

茨城県大洗町【原子力機構】  
★HTTR  
(高温工学試験研究炉)  
※R3.7.30運転再開

茨城県東海村【原子力機構】  
★原子炉安全研究炉 (NSRR)  
※H30.6.28運転再開  
★JRR-3  
※R3.2.26運転再開

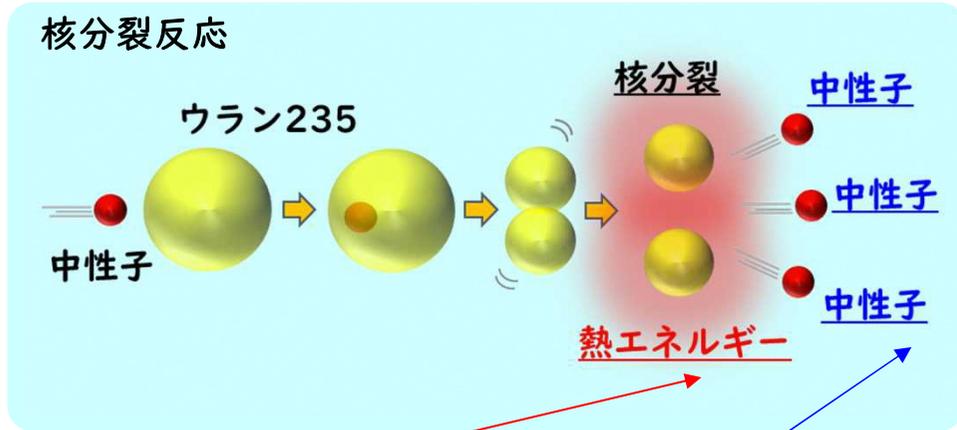
大阪府東大阪市【近畿大学】  
★近畿大学炉 (UTR-KINKI)  
※H29.4.12運転再開

大阪府熊取町【京都大学】  
★京都大学炉 (KUR)  
※H29.8.29運転再開  
★臨界集合体実験装置 (KUCA)  
※H29.6.21運転再開

年	○運転中	△停止中	×廃止措置
1995年	20	0	6
2003年	16	0	11
2016年	0	13	6
現在	6	3	11

※2について、運転再開準備中





核分裂により発生する熱エネルギーを用いて発電を行う原子炉

⇒ 「発電用原子炉」  
(もんじゅ、ふげんを含む)

発生する中性子を用いた様々な研究開発や、実習等による人材育成を行う原子炉や臨界実験装置

⇒ 「試験研究炉」  
・中性子を利用した研究開発及び教育を利用目的とし、利用目的に適した中性子を発生させるよう設計されている

## 発電用原子炉と試験研究炉の違い

	発電用原子炉	試験研究炉
目的	・発電	・中性子を活用した研究開発 ・人材育成
設置者	・電力会社	・大学 ・研究開発機関(JAEA) ・(産業界(メーカー))
規模	・電気出力118万 kW 熱出力 342万 kW (大飯3・4号機)	・熱出力: KUR(京都大学) 0.5万 kW JRR-3(JAEA) 2万 kW
UPZの範囲	・30 km (大飯発電所のケース)	・500 m (京大複合原子力科学研究所のケース)
地域への貢献	・地元企業としての発電所の建設・運転 ・立地交付金	・地域活性化の中核的拠点 (産業界・大学等の研究者・学生が結集)

UPZ:緊急防護措置を準備する区域

「もんじゅ」サイトの新たな試験研究炉では、**中性子を利用した**材料開発や分析等、幅広い利用に向けて検討を進めています。

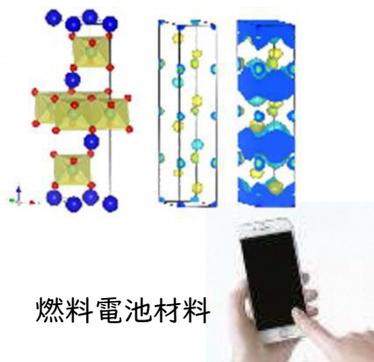
他の試験研究炉での中性子利用例として、以下のような**多彩な研究開発**が行われています。

## 機能性材料開発

構造解析などによる新しい磁性材料開発や蓄電材料開発に貢献



新規磁性材料



燃料電池材料

## RI 製造

医療用・工業用のラジオアイソトープ(RI)の製造やシリコン半導体製造への利用



Au-198粒



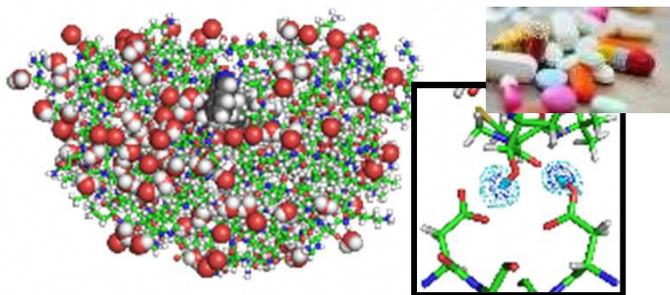
Au-198粒を使う小線源治療  
-口の中の癌を切らずに治療-



医療用RI製造

## バイオ・生命

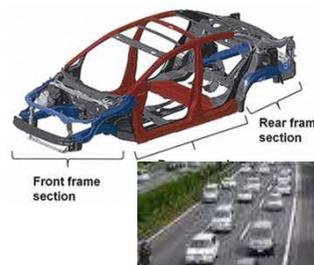
タンパク質の構造解析などによる創薬への貢献



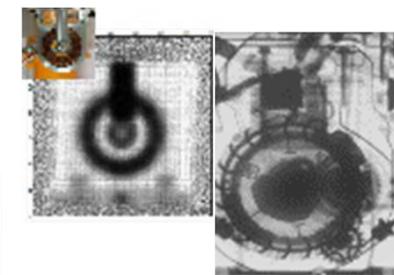
ウィルス由来タンパク質の構造解析

## 分析・イメージング

機械部品の分析やイメージングによる工業分野への貢献



鉄鋼材料の応力分析



エンジンやモーター内部の可視化



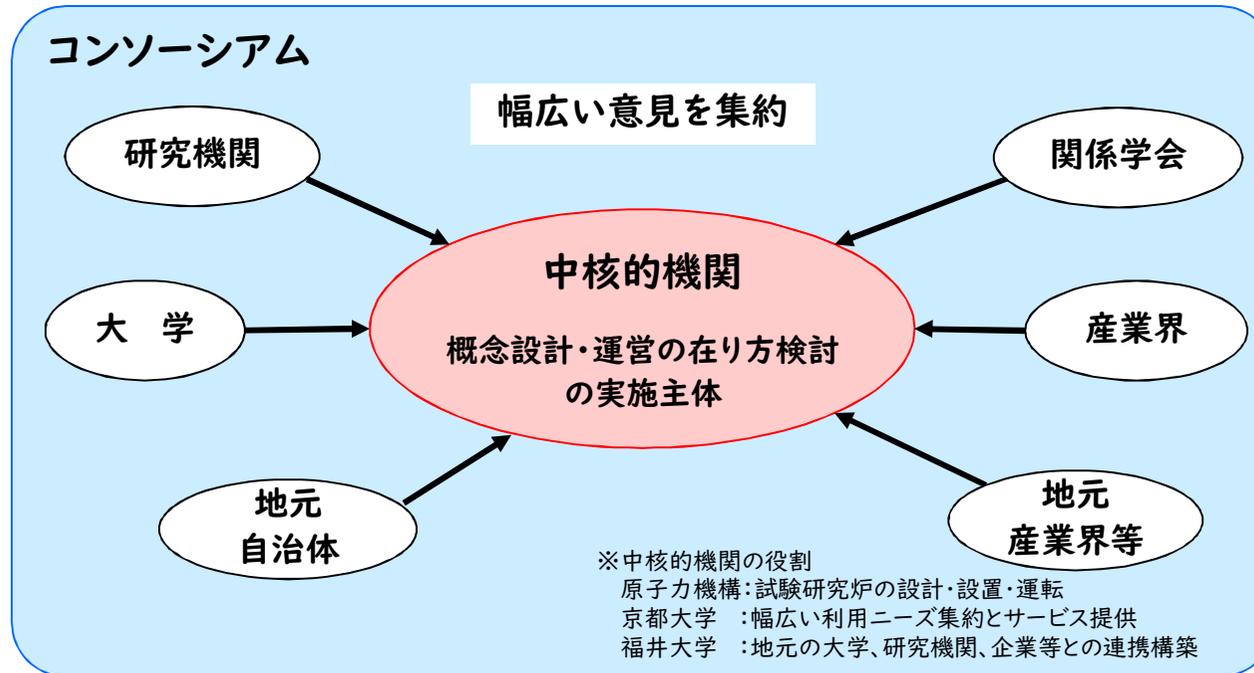
項目	詳細設計 I	詳細設計 II
許認可手続		設置許可申請 △ ----- 規制当局による審査 -----> △ 設置許可取得 設工認申請 (分割申請) ----- 規制当局による審査 -----> △ 設工認取得
設置許可申請のための設計	炉心構成、利用施設、全体配置等の基本設計 成立性評価、施設重要度分類、安全設計方針策定等 自然事象評価(基準地震動策定等)、事故時評価、対応方針策定等	
設工認取得のための設計 (分割申請)		本体設備、冷却系設備、計測制御系設備、廃棄設備、放射線管理設備、使用済燃料保管設備、利用設備、ユーティリティ設備等に関する詳細設計 一般構造設計、耐震設計、耐津波設計等
管理棟・敷地造成工事 (設工認対象外)	----->	

設工認を取得できたものから製作・工事着手

(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

中核的機関（原子力機構、京都大学、福井大学）に加え、新たな試験研究炉の利用ニーズを有する学术界、産業界、地元関係機関等からなるコンソーシアムを構築し、幅広い意見を反映しながら概念設計及び運営の在り方を検討



## ◇コンソーシアム委員会

- 開催日 第1回 2021年 3月23日
- 第2回 2021年10月22日
- 第3回 2022年 3月24日
- 第4回 2022年11月15日
- 第5回 2023年 3月24日

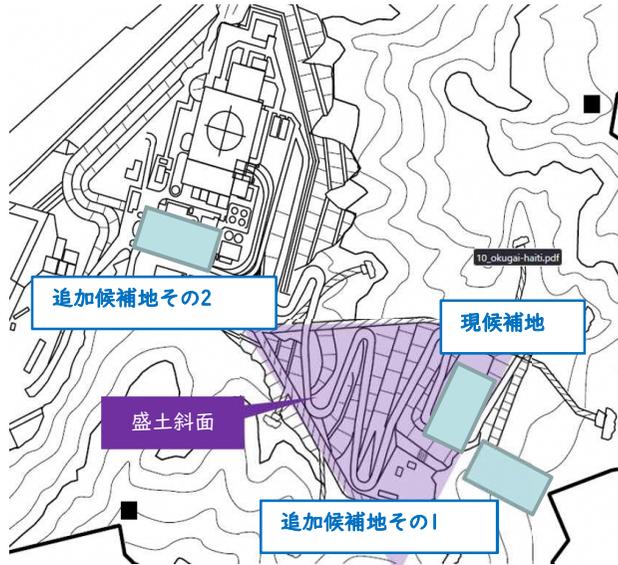
場 所 福井大学附属国際原子力工学研究所（敦賀市）+オンライン

出席者 コンソーシアム委員、中核的機関、文部科学省  
プレスオープン



第5回（2023年3月）

## ○地質調査及び候補地検討結果



### これまでの地質調査結果（概要）

- ✓ 地表から約24.6m以深に花崗岩（岩盤）が分布している。
- ✓ 構造物の支持地盤となり得る性能（硬さ）を有している。
- ✓ 調査した深度200mの範囲には、大規模な破砕帯やすべり面となるような脆弱部は確認されなかった。
- ✓ 地すべりや土石流についての調査や光学的対策、その技術的成立性や所用コスト等について検討要

- 有識者による技術検討会を企画し、候補地検討のレビューを実施  
 ⇒ 現候補地及び追加候補地その1の盛土斜面の安定性・土石流についての調査や工学的対策、その技術的成立性や所要コスト等の評価  
 ⇒ もんじゅサイト内で追加的な土地造成工事を行うこと等により現候補地と同規模の用地を確保可能か検討  
 （追加候補地その2）
- 2023年度以降は、追加候補地を含めた地点を中心に、より詳細な地質調査等を実施

## ○地域振興への貢献

\*コンソーシアム委員会における検討状況（委員会資料の抜粋、修正）

### ◇運転段階の原子炉運転管理に係る人員数の試算結果※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
<b>総計（通年）</b>	<b>80～90人程度</b>

※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。研究系職員数及び実験装置管理要員数は本試算に含まない。  
 ※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。

### ◇研究系職員数等の雇用者数、外部利用者数の試算結果

#### <実験装置の利用と管理に関与する職員数>

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。

職員区分：	試算結果（試算根拠※1）
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、※2）
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（※3）
<b>実験装置の利用と管理に関与する職員数（総数）</b>	<b>100人程度</b>

※1 KURでの実績に基づいて試算。今後の実験装置に係る詳細設計の進展に応じて変動し得る。  
 ※2 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  
 ※3 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

#### <外部利用者数推計>

新試験研究炉の想定出力を10MWとし「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 [実績年度 ※4]	実験装置数
JRR-3	20 MW	22,533人日/年 [H22年度]	29台
KUR	5 MW	5,413人日/年 [H25年度] ※5	10台
新試験研究炉	10 MW (想定)	約10,000人日/年 (推定)	20台 (想定)

※4 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 ※5 ホットラボラトリ、電子線ライナック、FFAG等を含む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。