

原子カシステム研究開発事業 令和4年度新規公募に向けたワークショップ

資料6
原子カシステム研究開発事業
令和4年度新規公募に向けたワークショップ
R3. 11. 12

経済産業省NEXIP事業における 三菱重工の取り組みについて

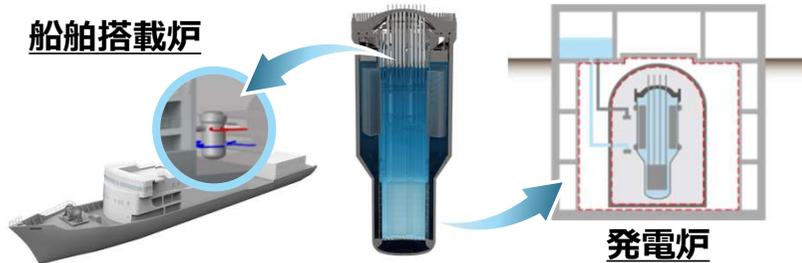
2021.11.12

三菱重工業株式会社

- 2019年度から開始された『**社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業**』（NEXIPイニシアチブ：Nuclear Energy × Innovation Promotion）のもとで4炉型の技術開発を推進
- 将来の原子力利用、社会ニーズの多様化を見据えた革新的な技術開発に取り組む

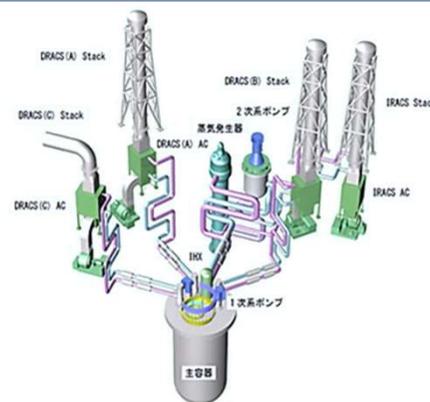
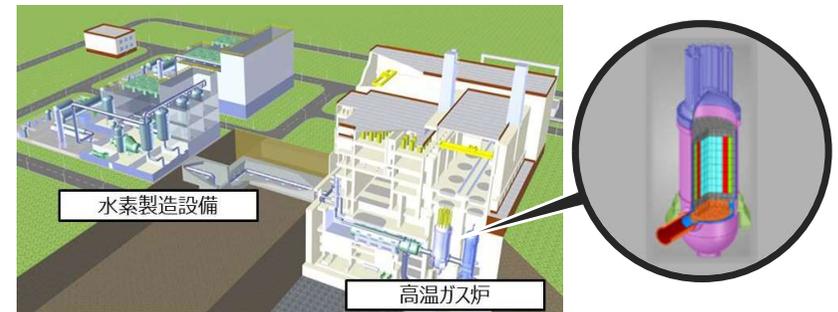
軽水小型炉

- ✓ **小規模グリッド向け電源**や**災害時／離島向けのモバイル電源**など多様化する将来ニーズに応える小型炉
- ✓ **発電炉／船舶搭載炉の共通コンセプト**を開発



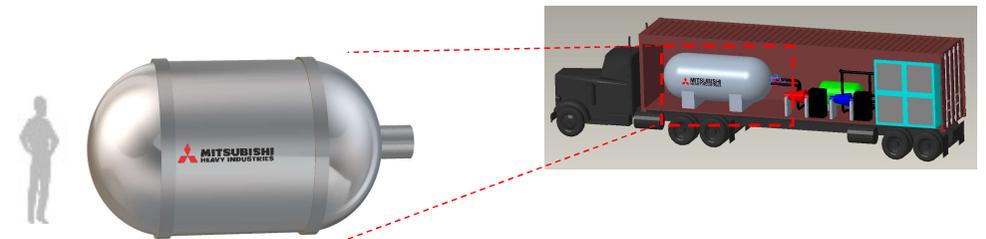
高温ガス炉

- ✓ **カーボンフリー製鉄の実現**など産業界の脱炭素化ニーズに応える**水素製造・ガスタービン発電コジェネプラント**



- ✓ **高いナトリウム安全特性**及び**受動的安全特性**を有する**小型ナトリウム冷却高速炉**
- ✓ **Pu消費、MA燃焼**など核燃料サイクルに貢献

小型ナトリウム冷却高速炉



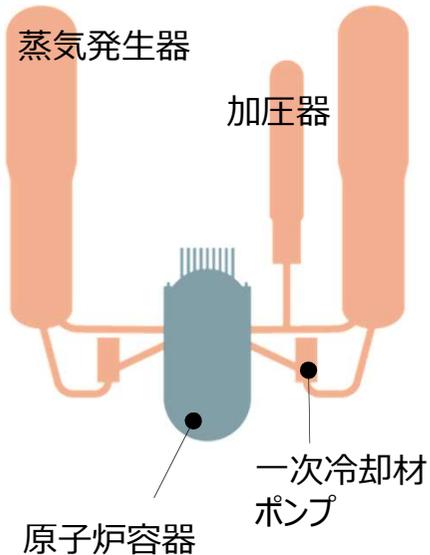
- ✓ **新しい炉型概念**による**超小型・超安全炉**
- ✓ **可搬性**に優れ、**離島／僻地／災害用電源**、**エネルギー備蓄**、**宇宙開発**など多目的用途に適用

超小型炉（マイクロ炉）

軽水小型炉（発電用小型炉概念）

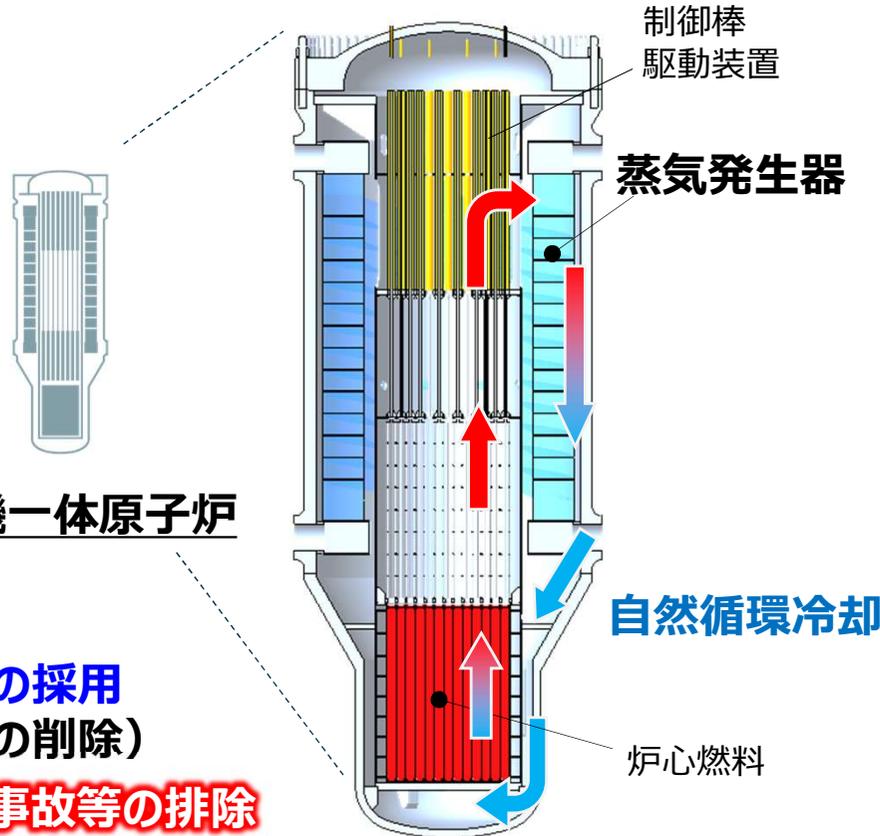
- **自然循環冷却**によって冷却材ポンプを不要とし、原子炉容器内に蒸気発生器等を内蔵する**一体型原子炉**を採用して主冷却材配管を削除することにより、**冷却材喪失等の事故発生を原理的に排除**
- 事故時に動的機器を使用しない**パッシブ安全システム**の採用により、**安全性を向上**
- 原子炉建屋を**完全地下立地**とすることによる**航空機衝突等への耐性強化**や、**二重格納**の採用によって**放射性物質の閉じ込め機能を強化し、安全・安心を徹底追及**

従来炉



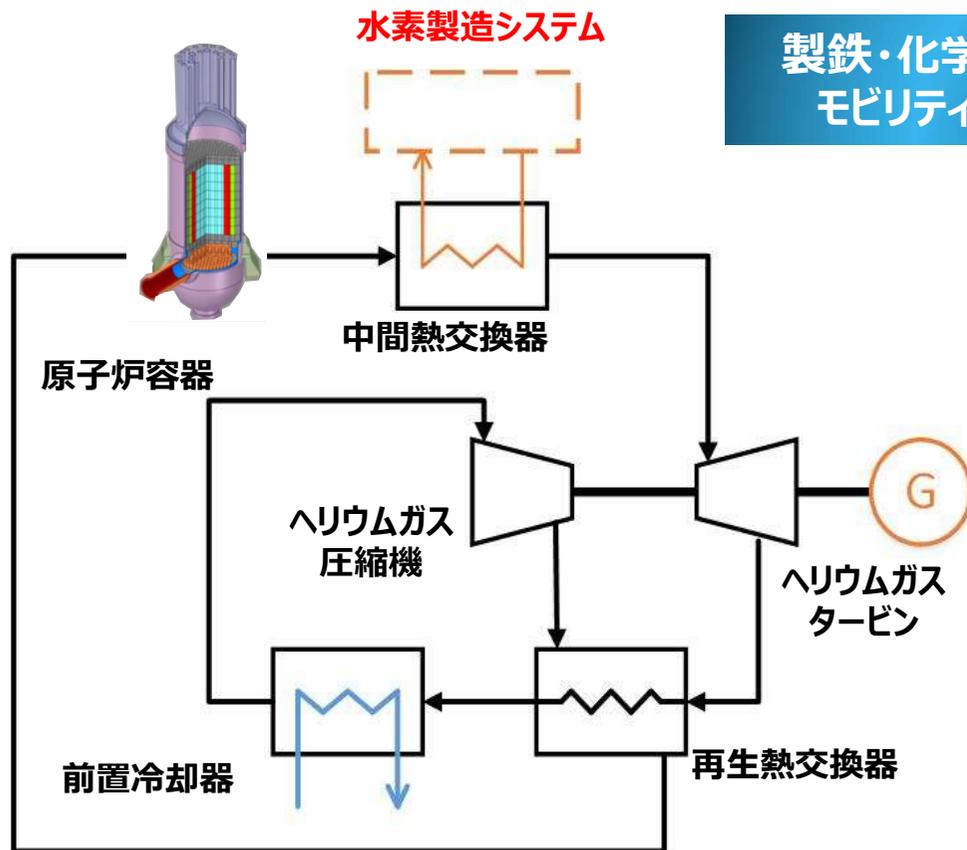
- ✓ **主機一体原子炉の採用**
(主冷却材配管の削除)
➔ **冷却材喪失事故等の排除**

小型炉（電気出力：～300MWe）

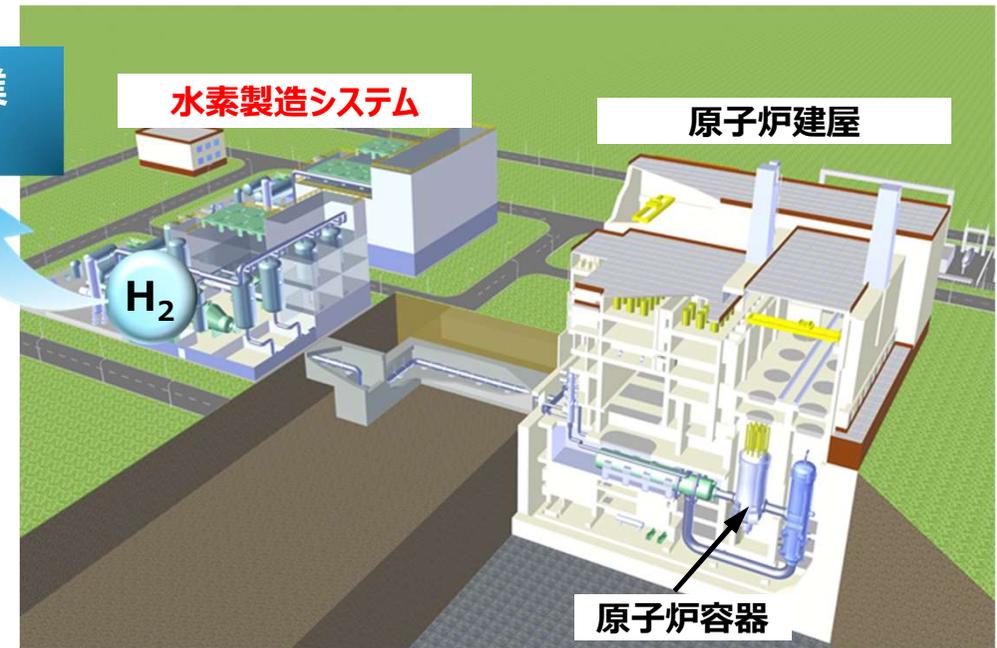


- ✓ **原子炉建屋の完全地下立地**
➔ **航空機衝突等への耐性強化**
- ✓ **二重格納の採用**
➔ **放射性物質の閉じ込め機能強化**

- 炉心溶融しない**固有の安全性**と**950℃の高温熱利用が可能**な高温ガス炉の特性を最大限に活用し、**大量かつ安定的な水素製造を中心に据えた高温ガス炉プラント**
- 製鉄・化学工業、モビリティなど産業界の**脱炭素化、水素社会の実現**に貢献



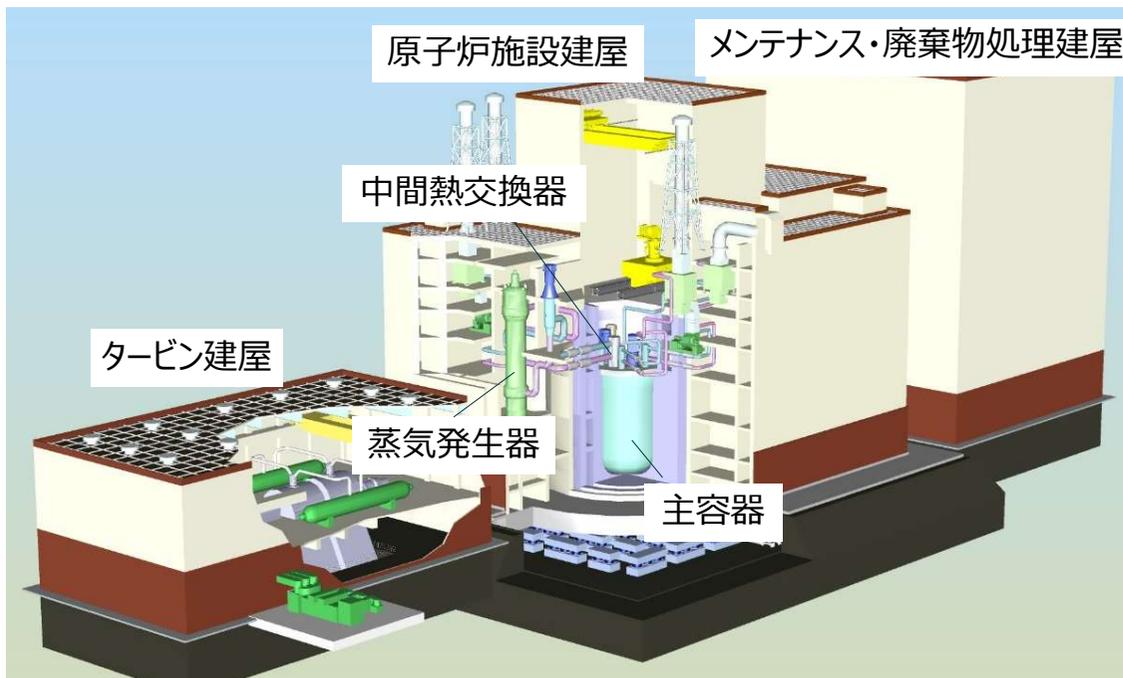
高温ガス炉コージェネプラントのシステム構成例



炉型	高温ガス炉
熱出力	～600MWt
炉心出口温度	～950℃
燃料	被覆粒子燃料

小型ナトリウム冷却高速炉

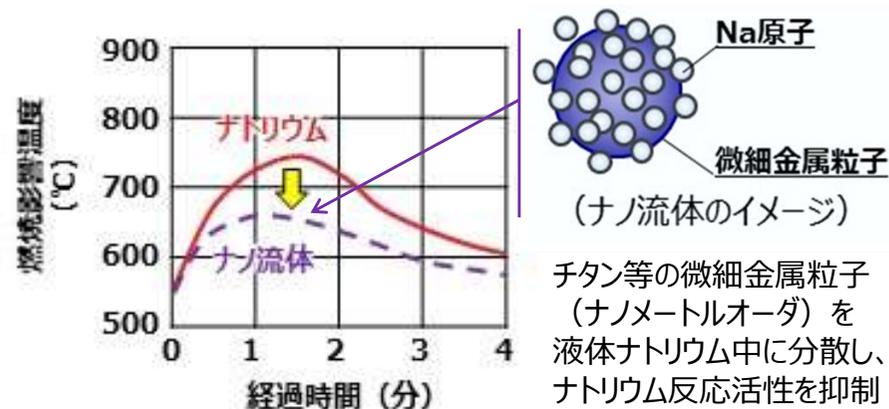
- 将来の高速炉ニーズの多様化の観点から、**国産技術に基づいて、柔軟にスケールアップが可能な小型ナトリウム冷却高速炉**
- 高速炉の安全性・信頼性を高める革新技术として、**燃焼等の反応を抑制するナノ流体ナトリウムや粒子型金属燃料**などを採用
- **従来小型炉より高い受動的な安全特性及びナトリウムの社会受容性向上特性**を有するとともに、将来の社会ニーズに合わせ**大型化への展開（出力変更）も容易なプラント概念**



小型高速炉プラント鳥観図

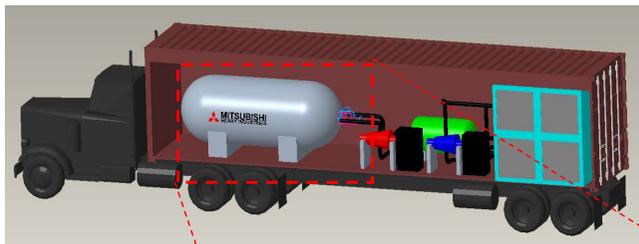
炉型	小型ナトリウム冷却高速炉
冷却材	ナトリウム
熱出力/電気出力	500MWt~/200MWe~
燃料	粒子型金属燃料

ナノ流体ナトリウムによる燃焼度抑制（イメージ）



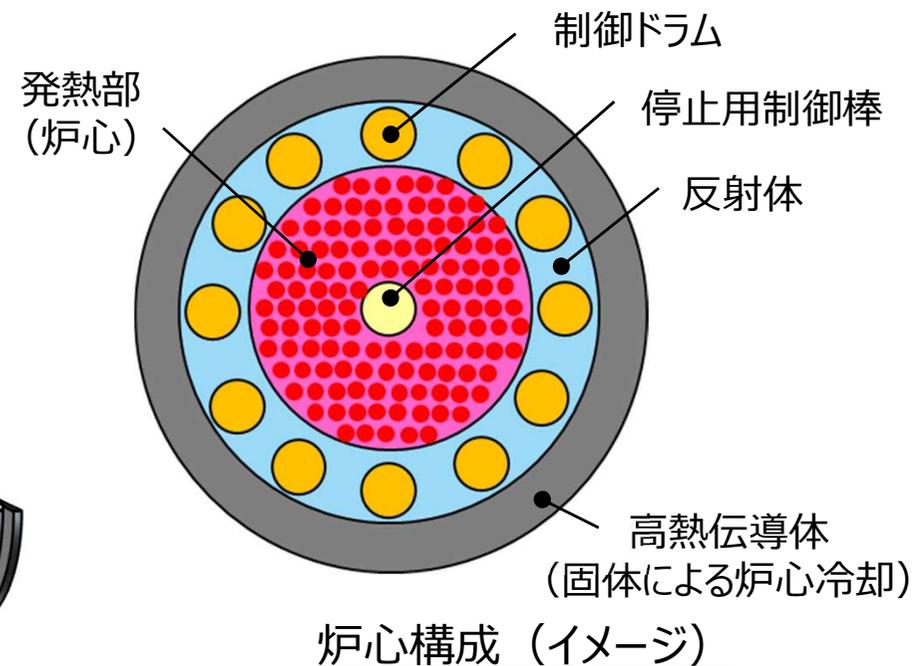
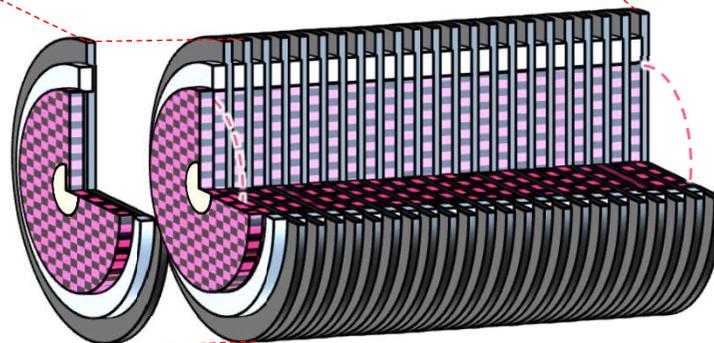
超小型原子炉（マイクロ炉）

- 離島・僻地・災害地用電源、エネルギーセキュリティ（備蓄）、宇宙開発など将来の多目的利用を目指した **ポータブル原子炉**
- 燃料交換が不要で長期間の遠隔・自動運転やメンテナンスフリー運転を実現
- 高熱伝導体を用いた**全固体原子炉**（冷却材を使用せず、**環境中へのリーク、故障・事故原因を排除**）



コンテナ内に原子炉＋
2次系発電設備を収納

炉心サイズ	直径1m以下、長さ2m以下
冷却材	高熱伝導体による熱伝導
熱出力/電気出力	～1MWt/～500kWe
原子炉出口温度	～850℃



PWR向け事故耐性燃料被覆管

技術概要

- PWRを対象に原子力安全性向上に資する事故耐性燃料として、**ジルコニウム合金被覆管の表面をクロム等の被膜で覆ったコーティング被覆管**を開発中。
- ジルコニウム被覆管表面へのCrコーティング層の形成により、**事故時におけるジルコニウム-水反応に伴う水素発生量の低減による事故耐性向上が期待**される。
- また、**コーティング被膜による通常運転時における耐摩耗性の向上や、耐食性の向上による通常運転時の燃料漏えい(リーク)性能向上が期待**される。



事故時 : 膨れにくい、Zr-水反応緩和
通常運転 : 耐摩耗性・耐食性に優れる

開発目標

- 事故時の安全性向上、及び通常運転時の信頼性向上を目標としている。

目的	成果目標
事故時安全性の向上	事故時（大破断LOCA等）酸化反応による水素発生量が従来被覆管より低減すること
通常運転時信頼性の向上	通常運転時の表面摩耗量低減や耐食性向上といった被覆管性能の向上により、耐漏えい性等の信頼性が向上すること

- 革新炉や革新技術の実用化に向けては、材料分野などにおける基礎研究に加え、実証・検証のための試験、許認可対応に向けた規格・基準の整備、データベースや評価ツールの構築・整備などの基礎基盤研究が不可欠
- 引き続き、大学、研究機関などでの基礎基盤整備や研究の取組みの推進、民間の技術開発への支援をお願いしたい

【研究課題の例】

燃料研究開発の基礎基盤の整備・維持

試験照射、環境試験等に用いる研究炉/施設/装置の整備・維持、及び各種データベース・知見等の管理・提供等

革新的材料の開発

原子カプラント、革新炉の構造部材等に適用可能な革新的材料開発・改良等の基礎研究、基礎物性データ取得・データベース構築

高効率熱電素子の開発

原子炉運転環境下で使用可能な高効率熱電素子を実現するための基礎的研究

免震技術・評価手法の高度化

原子カプラントへの適用に向けた免震技術・免震評価手法の確立

ご清聴ありがとうございました

【謝辞】

本発表に含まれる技術開発は、経済産業省『社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業』並びに『原子力の安全性向上に資する技術開発支援事業』のご支援の下に進めているものです

MOVE THE WORLD FORWARD

mitsubishi
heavy
industries
group