

本資料の一部または全部を転載等されることがないように願います。

資料7
原子力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

原子力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^o

「NEXIP事業での高温ガス炉への取組と 原子力システム研究開発事業への期待」

2021年11月12日

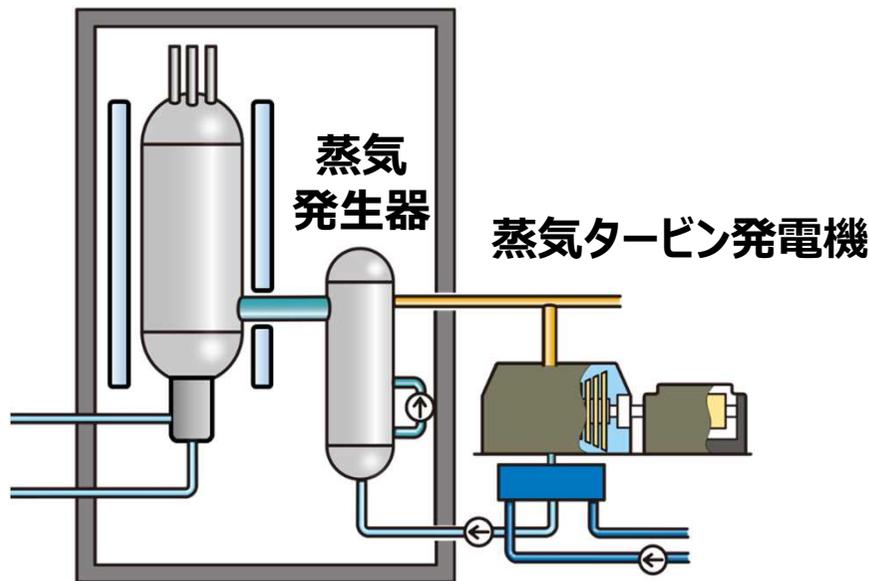
東芝エネルギーシステムズ (株)
富士電機(株)

目 次

1. プラント概要
2. プラント主要仕様
3. 実用化に向けた開発方針
4. 実用化に向けた課題
5. 原子力システム研究開発事業への期待

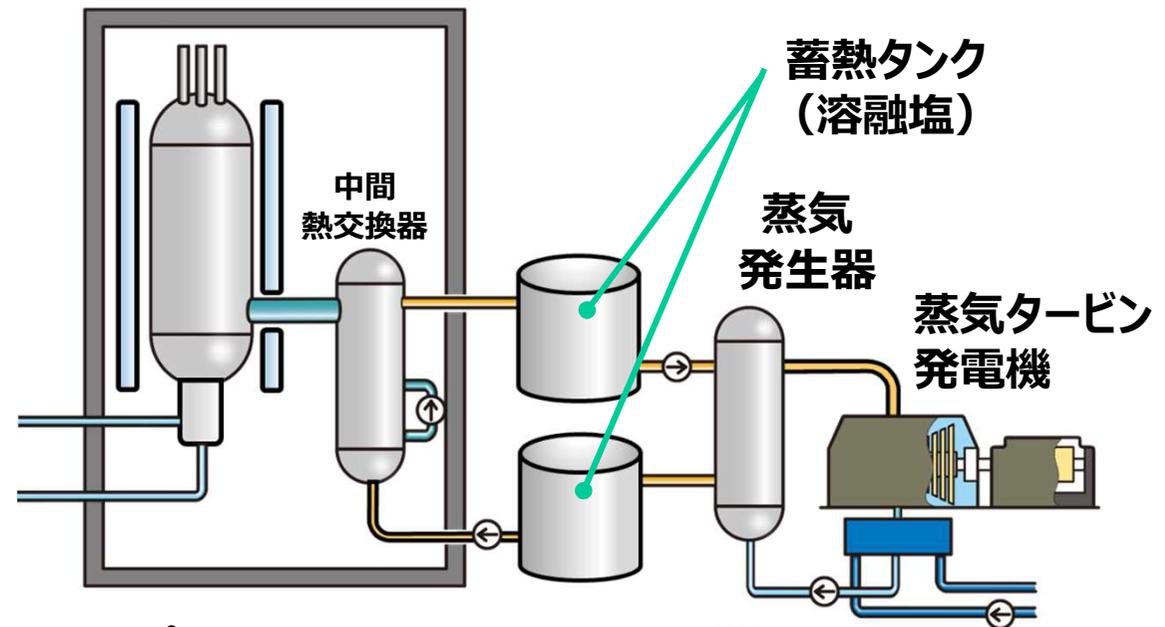
1. プラント概要

目標	プラント概念	狙い
1. 更なる安全性向上を図った原子力システム	高温ガス炉	① 固有安全性を活用した安全性向上 ② 既存技術に基づく早期実用化 ③ 熱源利用, 水素製造への適用等
2. 機動性の高い原子力システム		
3. 再生可能エネルギーと共存可能な原子力システム	蓄熱オプション	① 太陽熱発電等に対し, 実用化 ② 蓄熱により出力変動に柔軟に対応



<基本コンセプト>

蒸気タービン発電システムによる早期実用化



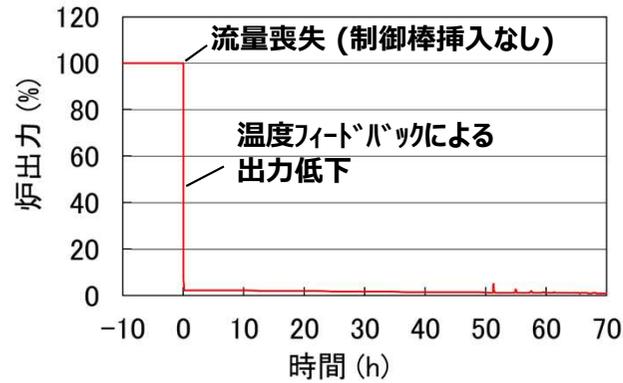
<オプション> 蓄熱システムの併設

再生可能エネルギーの出力変動に応じた運転

1.プラント概要

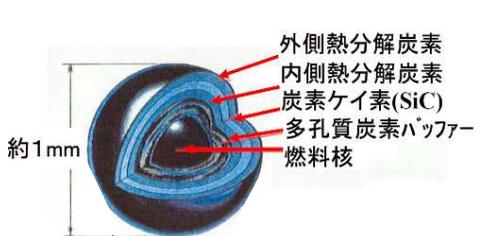
① 止まる

⇒ 電源や流量喪失時に、制御棒挿入なしでも停止する。

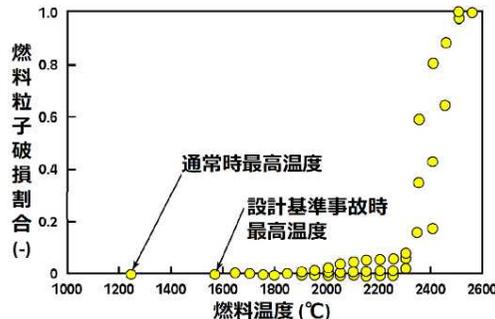


③ 閉じ込める

⇒ セラミックス製の被覆燃料粒子が高温でも健全性を維持。FPは粒子内に閉じ込められる。

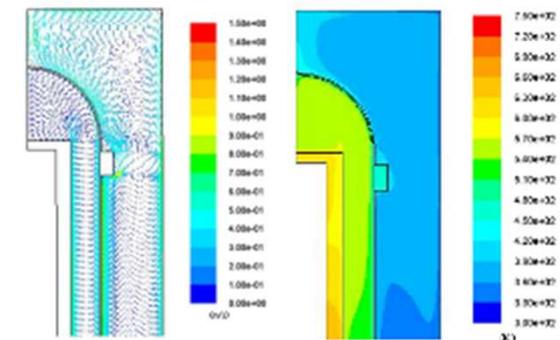
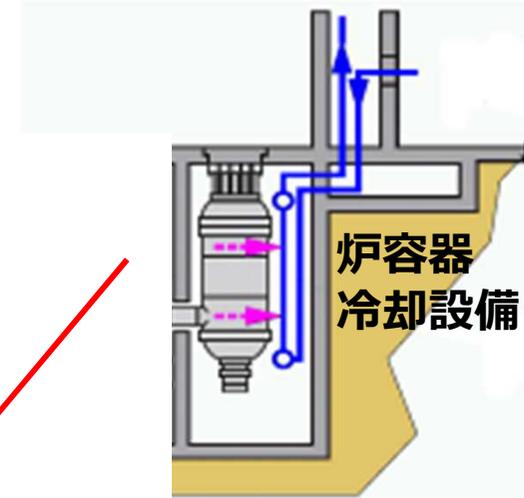


被覆燃料粒子



② 冷える

⇒ 自然放冷により崩壊熱が除去される。



原子炉压力容器内外の自然対流

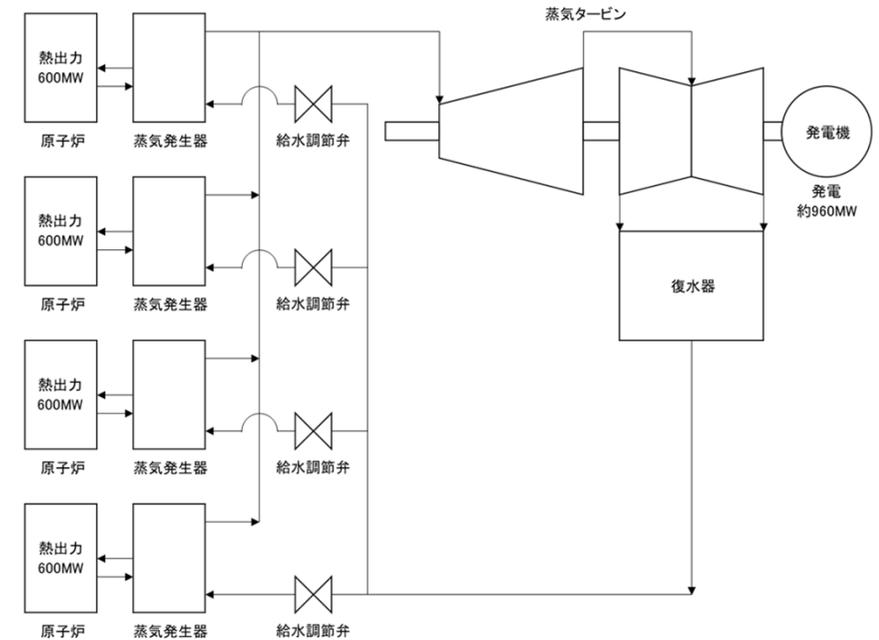
温度分布

2. プラント主要仕様

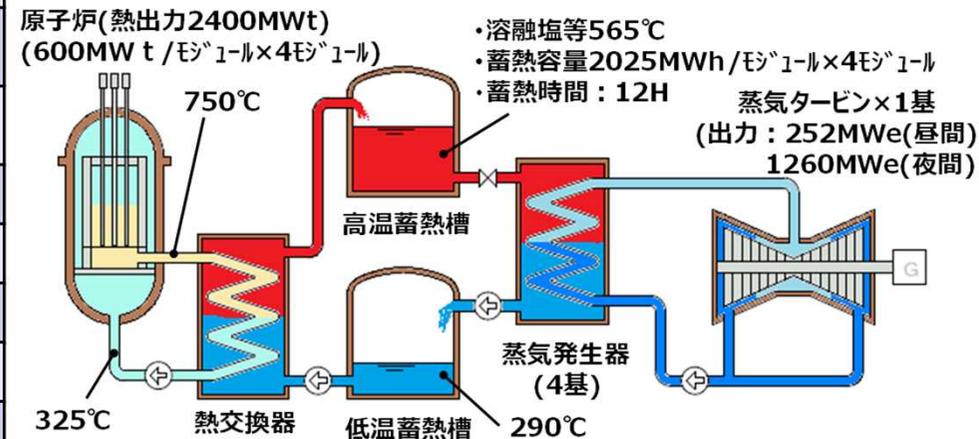
<開発方針>

- 固有安全性を維持しつつ経済性向上, 早期実用化
- 実績等に基づく経済性向上
 - ✓ 既往検討等に基づく物量削減
 - ✓ 高温条件見直しによる材料コスト低減
 - ✓ 4ユニット化(大型軽水炉並の電気出力)

主要目	HTTR	NEXIP
プラント構成	1モジュール	4モジュール/タービン1基
原子炉熱出力	30MW _t	2400MW _t (600MW _t ×4)
電気出力	-	約1008MW _e (約252MW _e ×4)
冷却材	ヘリウムガス	
原子炉出入口温度	395/850℃	325/750℃
冷却材圧力	4MPa	7MPa
平均燃焼度	22GWd/t	120GWd/t
燃料	被覆燃料粒子, ブロック型	
原子炉圧力容器	2・1/4Cr-1Mo鋼	Mn-Mo鋼
閉じ込め機能	鋼製格納容器	コンファインメント
炉容器冷却設備	強制水冷	空冷自然循環



<プラント全体構成(概要)>



<蓄熱システム概念>

3. 実用化に向けた開発方針

●経済性向上に向けた取り組み

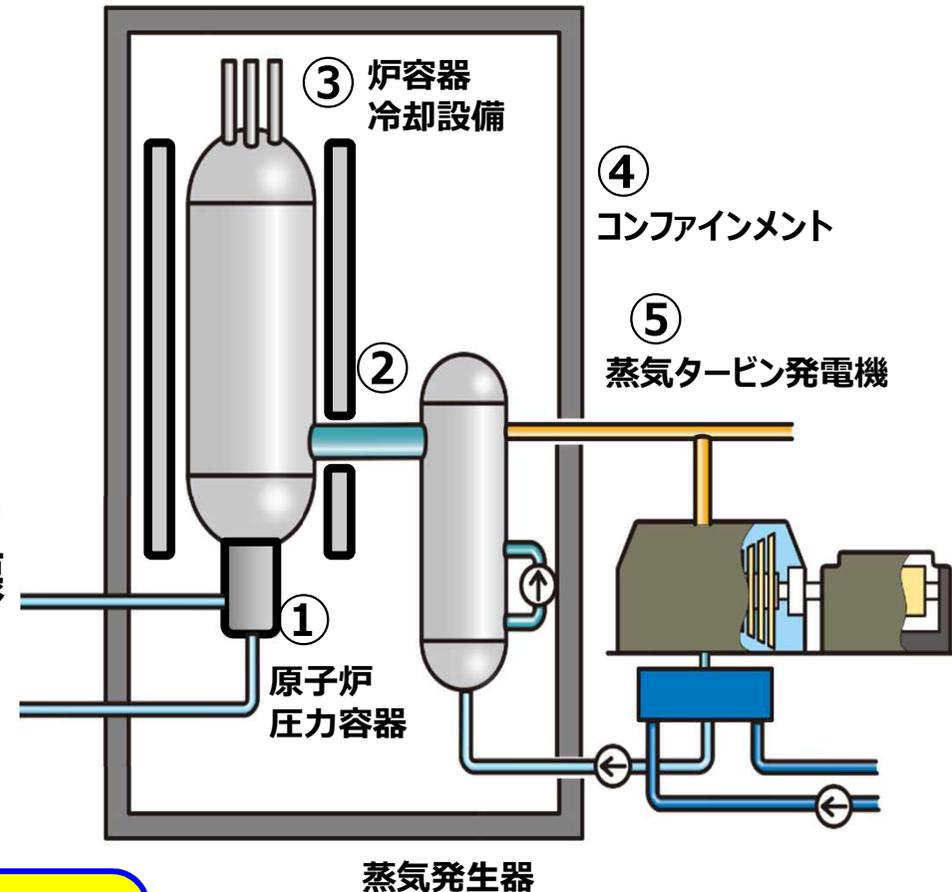
- ✓原子炉出口温度を低温化⇒原子炉容器材料の合理化 (①)
- ✓原子炉容器と蒸気発生器の配置合理化による高温配管短縮 (②)
- ✓固有安全性を活かした閉じ込め概念(コンファインメント) (④) : 格納容器の削除

●安全性向上に向けた取り組み

- ✓スリーブベッセル構造概念の導入による配管破断回避 (②) : 二重管部を圧力容器の扱い
- ✓パッシブな自然循環冷却による事故時の崩壊熱除去 (③)

●早期実用化に向けた取り組み

- ✓実用化済みの蒸気タービン発電 (⑤)



- 高い安全性を活用した経済性向上
- 高い安全性を活用した退避計画の負荷低減
- 合理的な設備対応や設計対応への規制対応が課題

4. 実用化に向けた課題

No	課題		概要	研究成果の適用先
1	指針・基準の整備	安全設計指針	・固有安全性を踏まえた設計のための、安全設計指針等の整備、基準化が必要	実用高温ガス炉安全評価
2		安全評価ツール	・HTTRの実績等を踏まえたPRA評価、動特性評価等、妥当性が確認された安全評価ツールの整備が必要	実用高温ガス炉安全評価
3		熱利用施設安全設計指針	・発電施設以外に、熱利用施設等、多目的利用に対する指針や基準の整備が必要	熱利用施設の設計
4		構造設計・材料基準の国内民間規格	・軽水炉、高速炉向け国内民間規格の高温ガス炉への適用範囲の拡大、データ整備が必要	実用高温ガス炉の構造設計
5	燃料・材料	実用高温ガス炉燃料	・高燃焼度化に対する燃料設計、照射試験等での性能確認が必要	実用高温ガス炉燃料
6		アロイ800H伝熱管外圧クリープ座屈データ	・中間熱交換器伝熱管の外圧クリープ座屈に対して、長時間クリープ座屈挙動の評価精度の向上と実証試験による確認が必要	実用高温ガス炉の構造設計
7	システム	高温ガス炉燃料の再処理方法	・高温ガス炉燃料に対して、再処理の要否、前処理概念の具体化や再処理コストへの影響把握が必要	高温ガス炉再処理
8	実証試験インフラ整備		・HTTRからの機器の大型化、システム変更に対し、構成機器等に対する実証試験が必要	実用高温ガス炉実証試験

5. 原子カシステム研究開発事業への期待

1. 全般的な期待

- ✓燃料や材料開発は、共通技術である一方で、時間を要する分野でもある。令和2年度にも取り組まれている計算科学技術を活かしたシミュレーションの開発等で合理的な開発が進むとともに、そのデータベース化等を期待する。
- ✓計算機技術の大幅な進歩や原子カシステムの利用実績の蓄積等を踏まえ、データを活用した安全裕度の最適化等の提案がなされることを期待する。
- ✓革新炉開発は燃料サイクルの見通しも得ながら進めることが重要であり、燃料サイクルに対する研究開発を期待する。

2. ボトルネック課題解決型への期待

- ✓原子カシステムの社会実装では、安全性評価を含めた許認可性が必要である。一方、新型炉等の新たな原子カシステムでは、安全性評価手法等が未確立であり、各炉型に応じた信頼性のある評価手法の開発を期待する。
- ✓安全性や成立性評価では、その妥当性を示すことが重要である。事業者との連携等により第三者的な評価や検証に活用できることを期待する。

以上

ご清聴ありがとうございました