

原子力システム研究開発事業 令和4年度新規公募ワークショップ

資料5

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

HITACHI



AE-BX-0141 r0

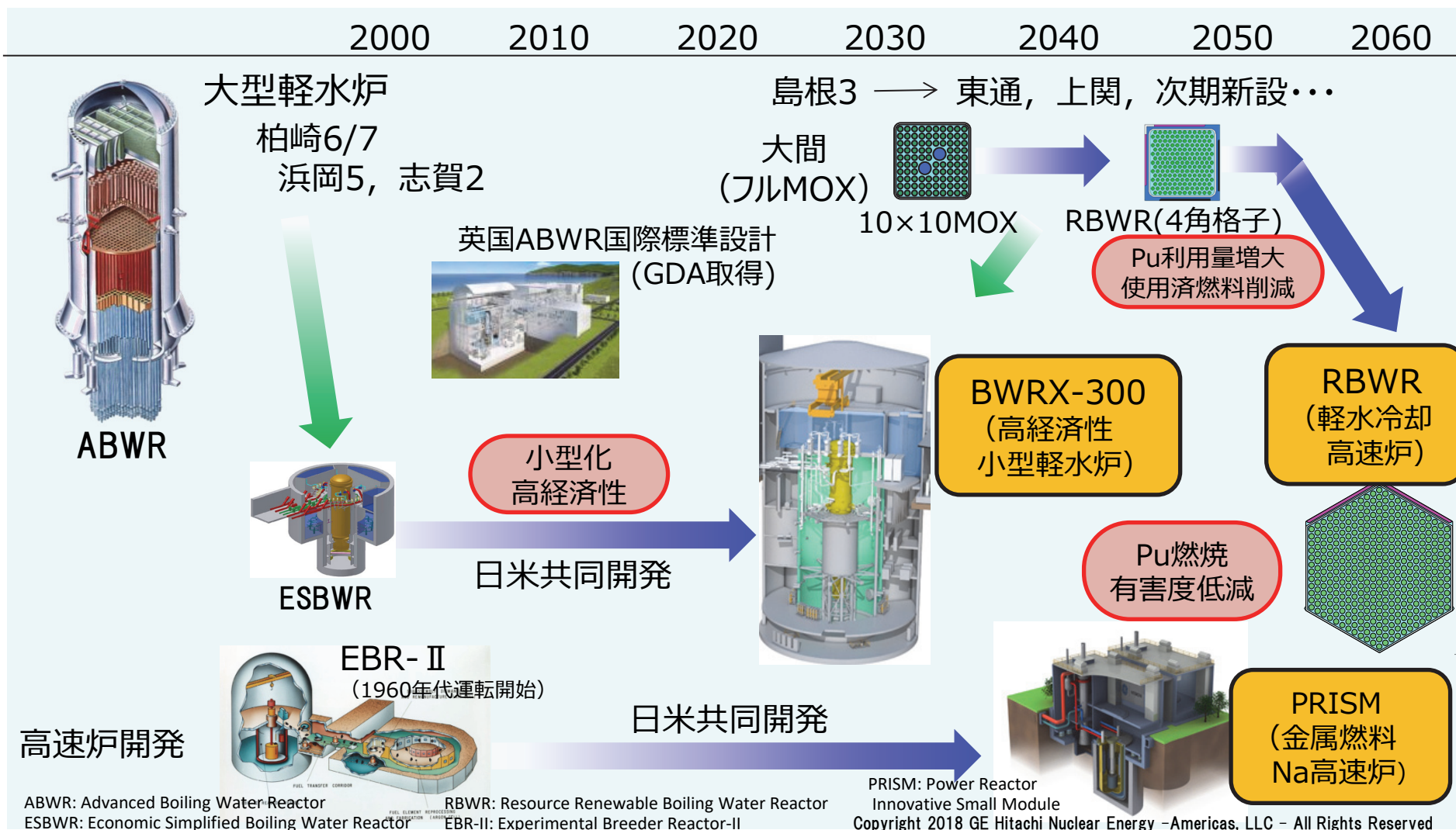
日立GEのNEXIP事業での取り組みと 原シス事業への期待について

2021年 11月 12日

日立GEニュークリア・エナジー株式会社

1. 日立の原子力ビジョンと開発戦略

- BWR建設経験と燃料サイクル技術を元に，初期投資リスク低減，長期的な安定電源，放射能有害度低減を実現する新型炉をオープンイノベーションで国際共同開発

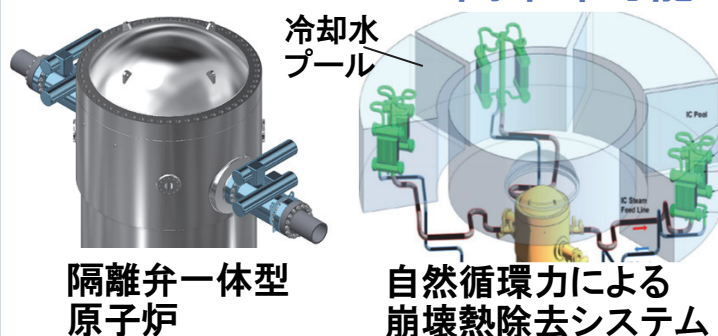


2. 高経済性小型炉BWRX-300の概要

安全性・経済性・建設性・柔軟性に優れた小型軽水炉

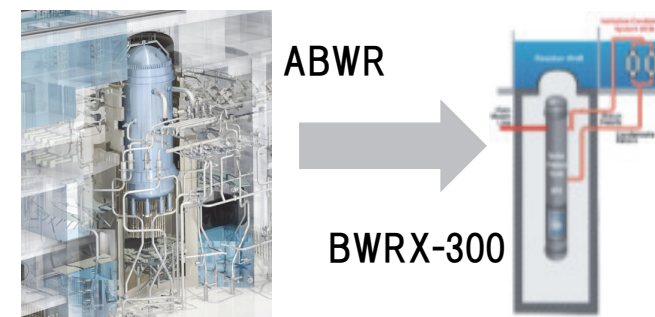
革新的安全システム

冷却材喪失
事故を抑制
電源・人的操作なし
で7日間冷却可能



優れた経済性

革新的安全システム導入による
システム単純化→物量大幅低減



短く確実な建設

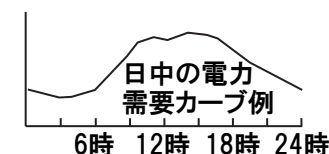
国内で実績あるモジュール工法採用



ABWRの高圧
ドレンポンプ
配管・弁室
モジュール

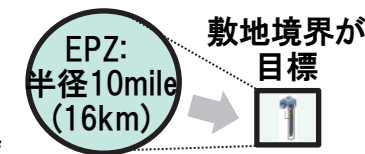
柔軟性

運転柔軟性



負荷変動への対応を
可能とする出力制御

立地柔軟性



低い事故確率
が導くEPZ縮小*

カナダ電力OPGが2028年運転開始を目指し検討中

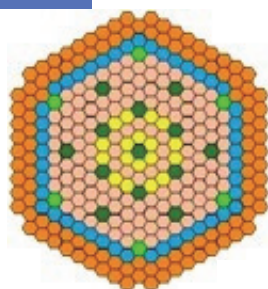
*北米の例。EPZ: Emergency Planning Zone

3. 革新的小型ナトリウム冷却高速炉PRISMの概要

核燃料サイクルへ貢献し、高い安全性・経済性を有する 革新的小型ナトリウム冷却高速炉

有害度低減

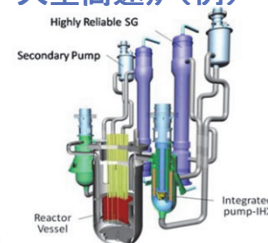
減速材を用いず、軽水炉より高い中性子エネルギー分布によりプルトニウム増殖(資源有効利用)及び、マイナーアクチノイド燃焼(有害度低減)が可能



優れた経済性と建設性

システム単純化とモジュール工法による工期削減

大型高速炉(例)



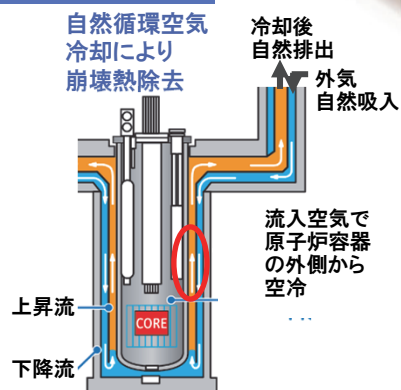
簡素化、小型化

- ・ 崩壊熱除去系
- ・ 熱交換器
- ・ ポンプ

革新的安全性

革新的技術

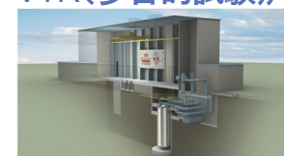
- ・ 受動的な崩壊熱除去
- ・ 異常時の出力抑制可能な金属燃料



拡張性

米国で2つの実炉計画に採用
VTR: 試験炉に適した高中性子密度
Natrium: 高い技術成熟度

VTR(多目的試験炉)



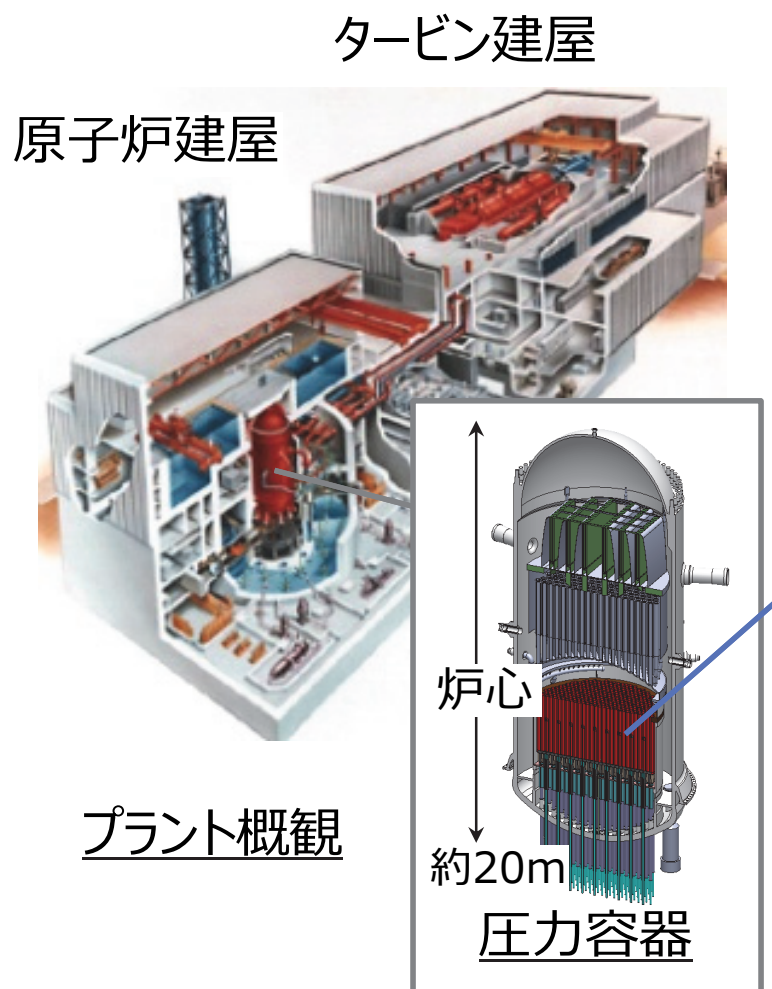
Natrium™(ARDP*採択)



* ARDP: Advanced Reactor Demonstration Program

4. 軽水冷却高速炉RBWRの概要

稠密燃料と冷却水沸騰により水対燃料比を減少し、中性子を高速化
炉心以外は現行BWR技術を適用し、軽水冷却の高速炉を実現



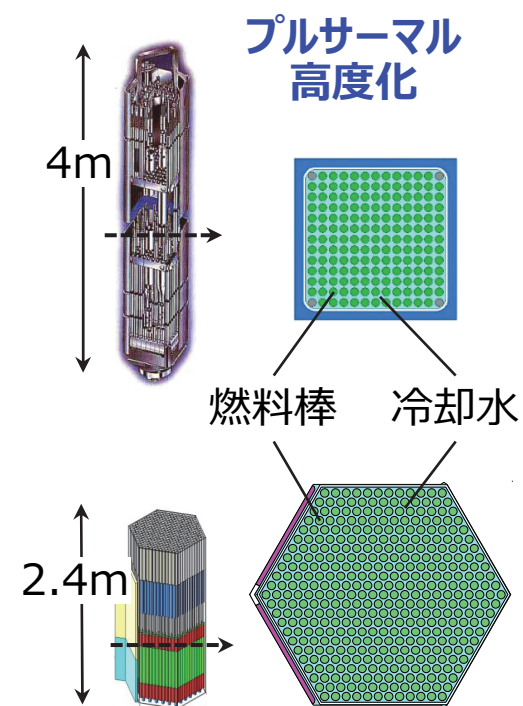
国内燃料サイクルの柔軟性拡大 燃料サイクル技術進展およびニーズに合わせて導入

四角格子燃料
Pu利用促進
高速炉への継続性

- ・ 既設炉にバックフィット
現行の再処理・
MOX燃料技術利用

六角格子燃料
廃棄物燃烧
資源持続性

- ・ Pu富化度増加
・ 燃料多重リサイクル



5. 日立GEのボトルネック課題ニーズ

□の項目を
P.6, 7でご説明

HITACHI



No	課題名称	内容詳細
1	費用低減、工期短縮、信頼性向上等を実現するデジタル技術を活用した基礎技術	プラントの運用・保守、建設や機器製造を効率よく行うことで費用低減や工期短縮、または信頼性を向上することを目指した、デジタルツインのようなIoTやAI等を活用した基礎技術。
2	原子炉内熱水力評価技術の高度化(過渡対応含む)、そのための各種計測技術	最先端の燃料や炉内機器の設計に活用可能な、燃料内ボイド率(分布)評価技術(CFD、サブチャンネル解析)等の、熱水力評価技術を開発・高度化する。 また、これら評価技術の検証とモデル開発には、原子炉の実温・実圧条件での試験データが必要であるが、計測器は非常に高価であるか、精度や計測の解像度が限られる場合がある。これらの課題を解決できる各種計測技術(蒸気湿度、ボイド率、液膜厚さ等)。
3	国内の耐震基準に適合した、炉心構造評価技術	国内の耐震基準に適合した、タンク型高速炉における、金属燃料炉心の構造健全性と炉心安全性向上の解析評価技術。
4	国内導入に向けた乾式再処理技術、金属燃料製造技術	金属燃料によるマルチリサイクルの実装に向けて、熔融塩を用いた電解精製法と金属燃料の射出鑄造法の周辺プロセス(熔融塩の回収、精製など)技術。
5	金属燃料小型高速炉のSA評価解析技術、許認可評価手法	国内では従来MOX燃料で整備されてきた高速炉のSA対策に対する有効性評価について金属燃料へ適用のため、炉停止失敗事象初期(起因過程及び遷移過程)から再配置過程、容器の熔融貫通に至る等の事象進展挙動解析ツール。
6	小型高速炉の受動的安全機能の性能実証試験	小型高速炉の受動的安全機能で、炉容器外面冷却による崩壊熱除去系について、自然循環力に基づく除熱性能の国内性能実証試験と系統設備信頼性評価技術。
7	モンテカルロ核計算コードの高度化と検証	海外モンテカルロ核計算コードのソースコード入手が困難になる中、各ユーザが独自に拡張しやすい国産のモンテカルロ核計算コードを開発する。 また、統計誤差、核データ不確かさ以外の誤差要因を抽出、改善し、既存試験データとの比較でそれら誤差の影響を明らかにする。
8	照射試験合理化に向けたマルチフィジックス解析技術	燃料、被覆管、集合体の照射挙動の予測精度を高め、照射試験の補間や外挿を可能とする解析技術。常陽活用等、国内照射試験データの共有、必要なコードの整備について産学連携のオールジャパンで一体的な体制構築を進める。

6. ボトルネック課題の説明①（P.5のNo.5）

原シス事業の中で統合安全性評価の基盤システムの開発が進められているが、これらをベースに許認可にも適用可能な評価手法の開発が必要

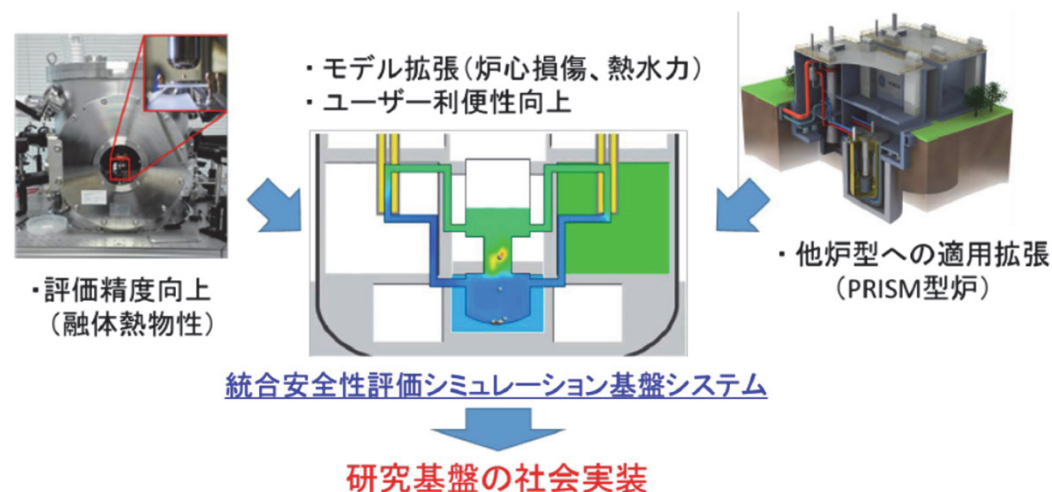
- 金属燃料小型高速炉のSA評価解析技術、許認可評価手法
 - 国内でMOX燃料向けに整備されてきた高速炉のSA対策に対する有効性評価に相当する、金属燃料向けの評価技術
 - 炉停止失敗事象初期（起因過程及び遷移過程）から再配置過程、容器の溶融貫通に至る、事象全体の進展挙動解析技術

原シス事業で開発中の統合安全性評価
基盤システム

名称：多様な革新的ナトリウム冷却
高速炉における統合安全評価
シミュレーション基盤システムの開発

期間：令和2年度～令和5年度

参加機関：JAEA殿（代表）、
東京都市大、大阪大



※ 文部科学省「令和2年度原子カシステム研究開発事業 採択課題の概要」より

原子力の競争力強化には、デジタル技術の活用により新技術導入に要するコスト低減および時間短縮が必要

- モンテカルロ核計算コードの高度化と検証
 - 新型炉・燃料に対する設計コードの妥当性確認にも活用可能な、試験を代替しうる高度な解析技術
 - 海外モンテカルロ核計算コードのソースコード入手が困難になる中、各ユーザが独自に拡張しやすい国産技術の育成も図る
- 照射試験合理化に向けたマルチフィジックス解析技術
 - 燃料、被覆管、集合体の照射挙動の予測精度を高め、照射試験の補間や外挿を可能とする解析技術
 - 常陽活用等、国内照射試験データの共有、必要なコードの整備を産学連携のオールジャパン体制で進める

HITACHI



END

日立GEのNEXIP事業での取り組みと 原シス事業への期待について

2021/11/12

日立GEニュークリア・エナジー株式会社