
日立の新型炉開発の取り組みについて

2022年4月20日

株式会社日立製作所
原子力ビジネスユニット

目次

Contents

- 1. 日立の考える原子力の未来と価値**
- 2. 現状の課題**
- 3. まとめ**

1 日立の考える原子力の未来と価値

(1)国内ABWR建設の取り組み

BWRの建設プロジェクト (ABWR建設実績)

日本におけるABWR建設実績

運転開始	電力会社/プラント	特徴
1996年	東京電力 柏崎刈羽6号	ABWR初号機
1996年	同 柏崎刈羽7号	
2005年	中部電力 浜岡5号	フルプラント建設
2006年	北陸電力 志賀2号	
建設中	中国電力 島根3号	
	電源開発 大間1号	世界初フルMOX
	東京電力 東通1号	

MOX:混合酸化物燃料

現在建設中のABWRプラント

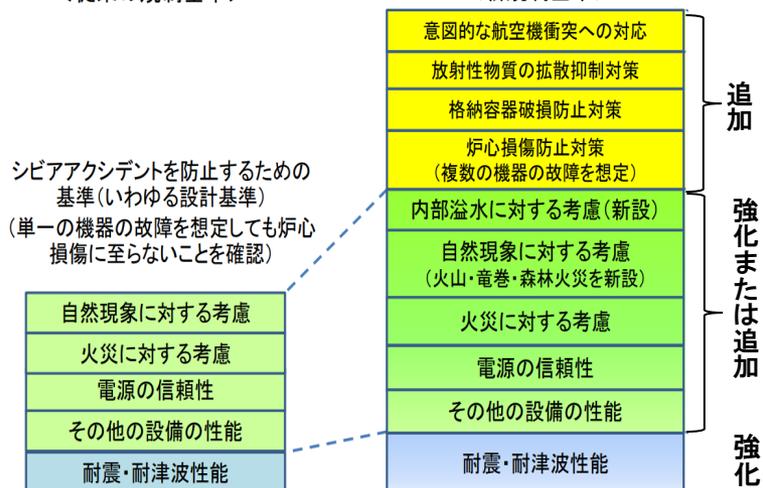
福島事故の教訓を反映した安全強化型ABWRとして、以下の3プラントを建設中

プラント	建設状況
島根3号	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制委員会に原子炉設置変更許可を申請 地震、津波の審査中(安全対策工事に向けた設計推進中)
大間1号	
東京電力 東通1号	<ul style="list-style-type: none"> 先行プラントのノウハウを活かし、計画段階から新規制基準に基づいた設計を検討中

新規制による安全性向上

<従来の規制基準>

<新規制基準>



建設中のABWRプラントは新規制に基づき安全性を強化

● 追加されたもの

- ✓ 設計基準の強化・外的事象の考慮
- ✓ 炉心損傷防止・格納容器破損防止(シビアアクシデント対策)
- ✓ 特定重大事象対応設備(テロ対策)

● 強化されたもの: 耐震・耐津波

1 日立の考える原子力の未来と価値

(2) 日立の考える原子力の未来

発電への継続的貢献と新たな価値の創造

期待される価値

2020

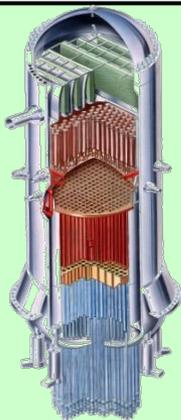
2030

2040

2050

2060

カーボンニュートラル
に貢献する
安定電源



ABWR

安全性を向上した大型炉で安定的な
設備容量を確保



小型炉 (静的安全概念)
BWRX-300

- ・小～中出力ニーズへの対応
- ・廃炉後のリプレースなどへの対応

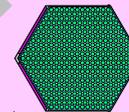
エネルギー
自給率向上

- ・資源としてのPu活用
- ・使用済燃料の
有害度低減

軽水炉MOX燃料によるPu燃焼

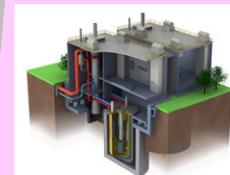
高速中性子の活用を段階的に推進

- ・Puを効率的に燃焼
- ・多重リサイクルによりPuを再利用
- ・放射性廃棄物の有害度低減と減容化



軽水冷却高速炉
RBWR

金属燃料
Na冷却高速炉
PRISM



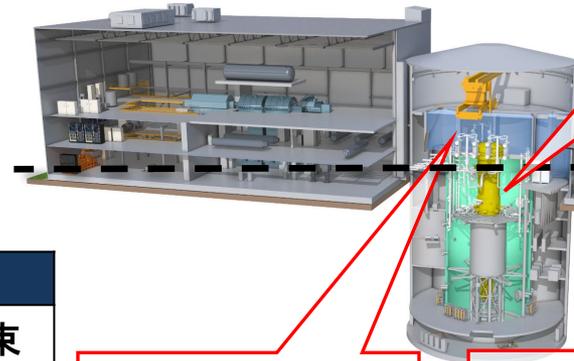
1 日立の考える原子力の未来と価値

(3) 小型炉BWRX-300

安全性・経済性・建設性・柔軟性に優れた小型軽水炉

■BWRX-300 概要

- 電気出力300MWe級小型炉
(米国・GE日立と共同開発)
- 隔離弁一体型原子炉により、
冷却材喪失事故の影響を実質的に排除



隔離弁一体型原子炉

圧容器に
隔離弁を直付

地表面

原子炉の大部分
を地下に埋設

静的安全系
自然循環で
崩壊熱除去

キー技術(自然循環特性)を
日立の試験設備で実証中

北米許認可に活用

特徴	内容
①静的安全系	電源・運転操作無しで事故を収束
②小スペース	建屋を大幅に小型化
③セキュリティ	地下埋設設置によりテロや 外的事象への耐性を強化

■BWRX-300 を対象とした海外プロジェクト例

カナダ	<ul style="list-style-type: none"> □ 電力会社OPGがダーリントンサイトで建設を計画(2021年12月公表) ・2028年初号機建設完了予定 □ 2032年までにサスカチュワン州が最大4基の建設を計画
米国	<ul style="list-style-type: none"> □ TVAがクリンチリバーサイトでのSMR開発プログラムを発表(2022年2月) ・BWRX-300を候補とし2年程度で許認可取得、事業性を判断
ポーランド	<ul style="list-style-type: none"> □ 民間企業SGEが2030年代初頭までに最低10基の建設を計画(2021年12月公表)

1 日立の考える原子力の未来と価値

(4) 軽水冷却高速炉RBWR

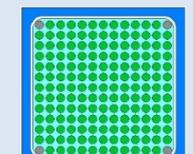
既設炉を活用する四角格子燃料で早期実用化, Pu有効利用に寄与
六角格子燃料による多重リサイクルで有害度低減も可能

稠密燃料(四角/六角格子燃料)と冷却水沸騰により中性子を減速させる水を削減
⇒中性子を高速化

四角格子燃料

✓ 既設炉活用

- Pu利用量増加
- 現行再処理設備の活用



稠密燃料断面

短中期のPu利用ニーズに応える
四角格子燃料に注力して開発中

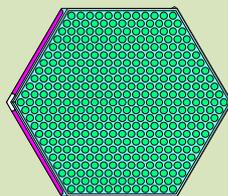
Pu利用量
(t/GWe/年)



六角格子燃料

✓ 多重サイクル

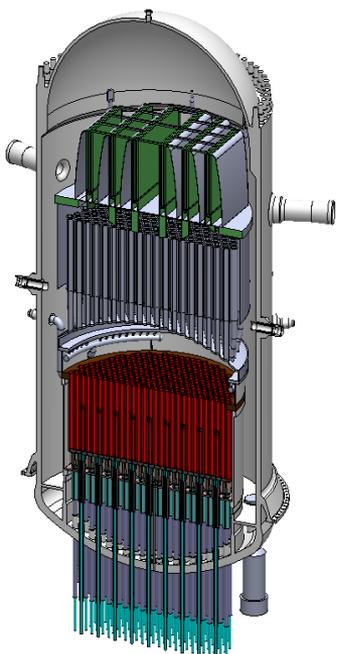
- 有害度低減
- 資源有効利用



稠密燃料断面

TRU(超ウラン元素)燃焼

ABWR×2基分から発生する量の
TRUを RBWR×1基で燃焼可能
(年当たり)



RBWR
压力容器
断面図

^a JAERI-Research 99-004 (1999)に基づく

1 日立の考える原子力の未来と価値

(5) 金属燃料ナトリウム冷却高速炉PRISM

空冷の安全設備, タンク型原子炉容器, 金属燃料などの採用により
高い安全性を実現するナトリウム冷却高速炉

【PRISM原子炉モジュール】

- 米国、GE日立と国内導入に向けた検討を推進中

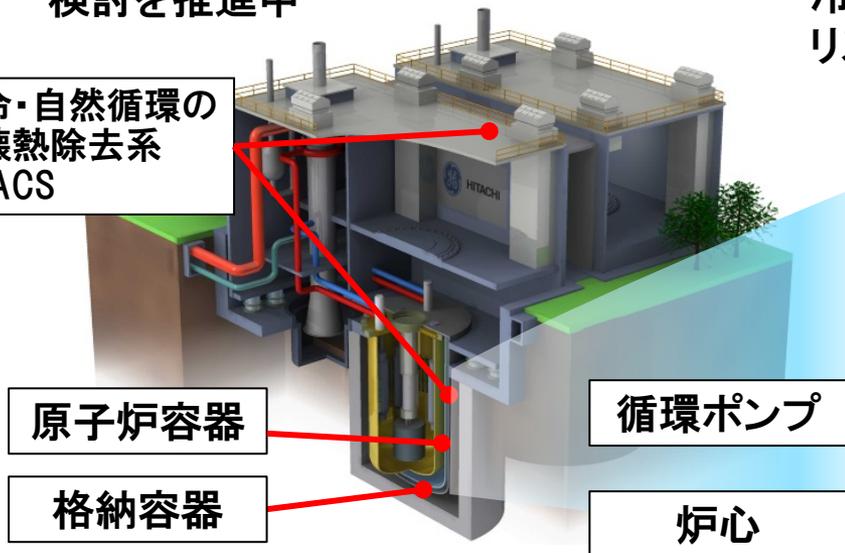
【原子炉容器】

- 溶接配管が少なく、冷却材喪失事故のリスクが低いタンク型

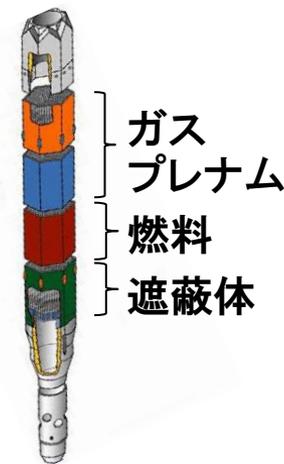
【金属燃料】

- 熱を伝えやすく、出力上昇に対する裕度大
- 燃料密度が高く、コンパクト
- 米国で実績あり

空冷・自然循環の崩壊熱除去系 RVACS



中間熱交換器



GE日立資料より引用

■PRISM関連の海外プロジェクト例(米国)

- ARDPIに採用された「Natrium」の炉心として採用。2028年運転開始を目指し、建設地をワイオミング州に決定(2021年6月公表)
- 多目的試験炉(VTR)計画の炉心として採用

RVACS: Reactor Vessel Auxiliary Cooling System

ARDP: Advanced Reactor Demonstration

VTR: Versatile Test Reactor

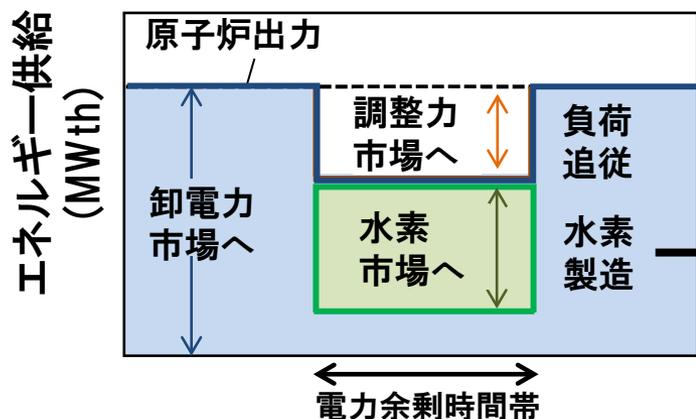
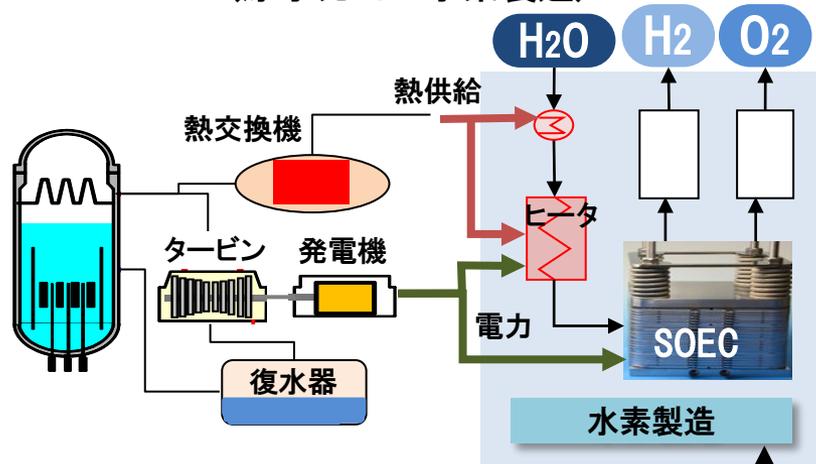
1 日立の考える原子力の未来と価値

(6)原子力の更なる活用

原子力の更なる有効活用

- 調整力の提供(負荷追従)
- 電熱併用による効率的な水素製造

(原子力での水素製造)



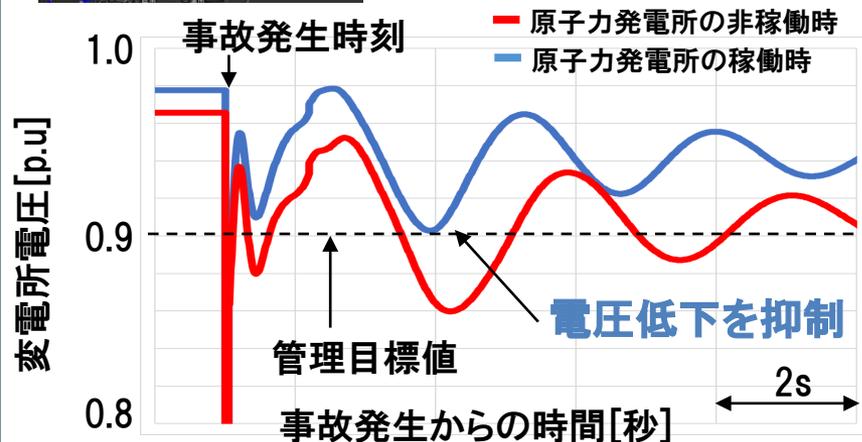
電力システムの安定性向上

- 原子力稼働により、慣性力や無効電力を供給
- 広域系統シミュレータで安定化へ寄与を評価



広域系統シミュレータのイメージ*1

再エネを含むシステムの現象を検討するため、電力系統構成など、解析モデルを公開情報から構築



原子力発電所稼働時の系統安定性評価例*2

*1 日立東大ラボ・産学協創フォーラム、「Society 5.0を支えるエネルギーシステムの実現に向けて」(第4回)
*2 第7回原子力安全合同シンポジウム、「電力系統安定化に対する原子力発電所の効果」

2 現状の課題 (1) 人財育成への取り組み

プラント建設を通じた実務経験による人財育成が急務

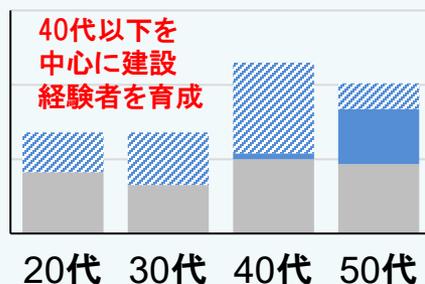
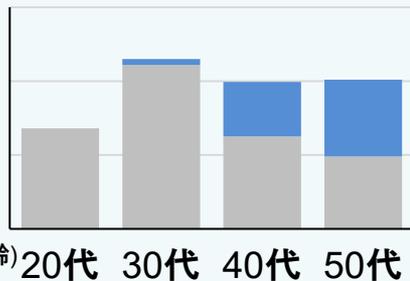
プラント建設経験者年齢構成

【2021年3月末時点】

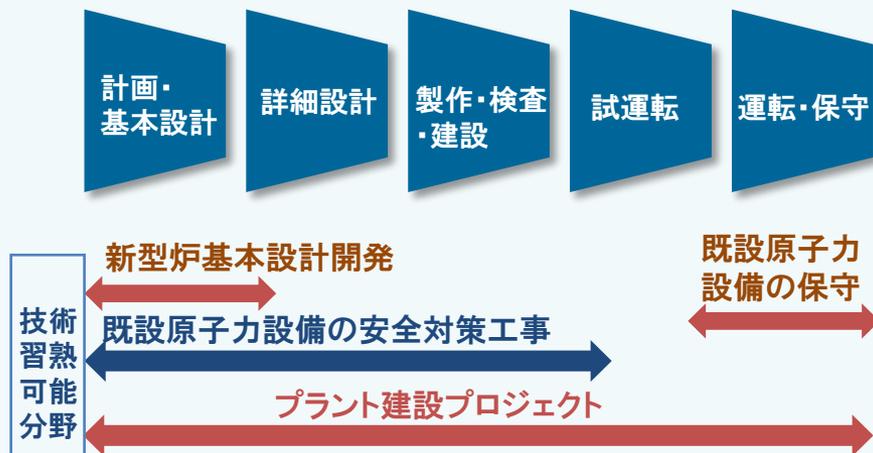
■ 未経験者 約75%
■ 経験者 約25%

【国内プラント建設を通して経験者を育成】

■ 未経験者 約50%
■ 経験者 約50%
■ 新規経験者



■ 実務経験による技術者育成の必要性



■ 技術伝承における現在の課題

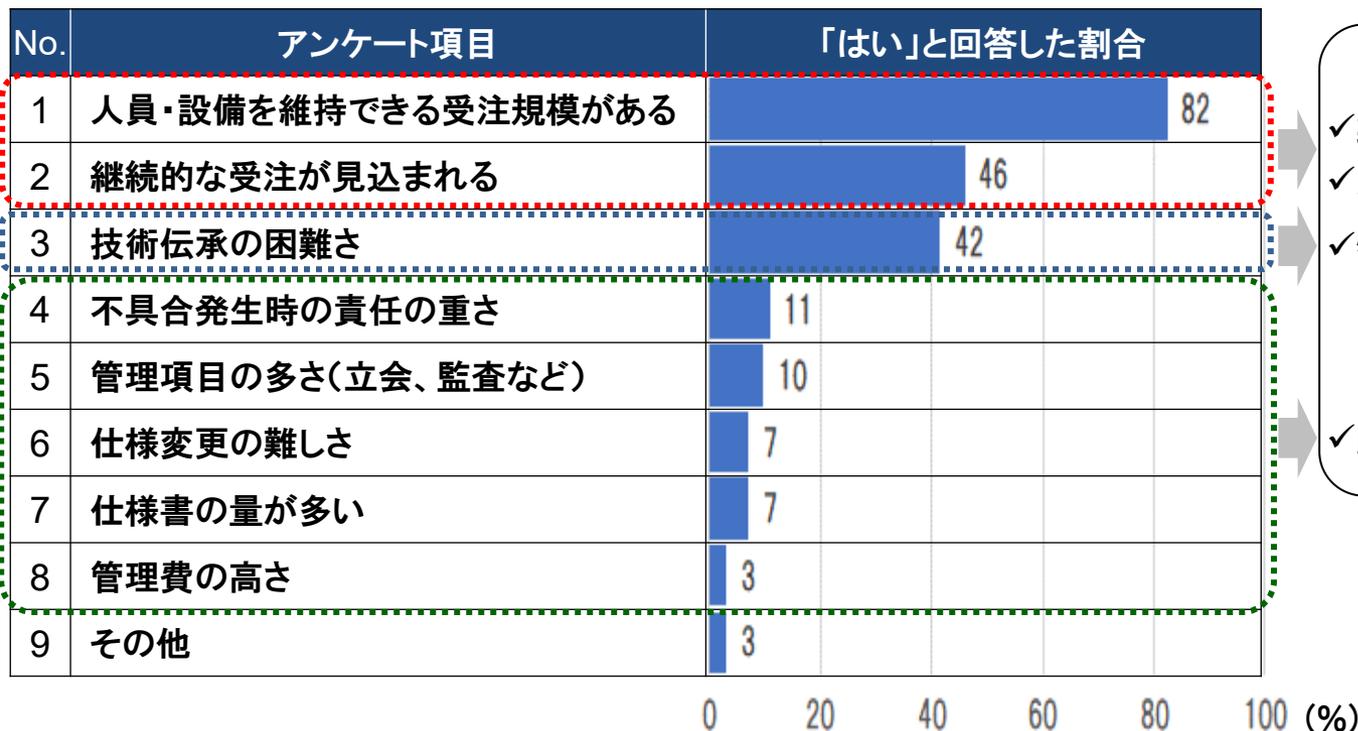
- ① プラント建設経験者の高齢化(伝承者の減少)
- ② プラント建設の減少による実務経験者の減少(継承機会の減少)
 - ・プラント停止長期化による運転・保守機会の喪失
 - ・基本設計、改造案件に限定された技術伝承機会の制約
- ③ 原子力技術者の母集団の増強(大学における原子力関連技術教育)

2 現状の課題 (2) サプライチェーン維持の課題

サプライヤーにおいても受注規模、継続的な受注が事業継続の課題

原子力事業の継続を判断する際に考慮する影響要素、課題についてアンケートを実施(2021年9~12月)

- 対象 : 当社と原子力事業での取引実績が有る約140社
(業種: 機器・設備, エンジニアリング, 部品・材料, 試験・検査, 工事)
- 調査内容 : 原子力事業継続のために考慮する事項, 課題を確認



見えてきた課題

- ✓ 製造・メンテナンス機会の減少
- ✓ 人財育成、技術伝承の動機の減少
- ✓ 特有技術により技術伝承が困難
- ✓ 原子力特有仕様による負担

【出典】当社取引先へのアンケート調査より(複数回答可)

- 1) 原子力の役割の明確化、新規建設の方向性の議論により、事業予見性の向上が必要
 - ・ 再稼働, 今後の建設を見据え, ABWRの安全性向上を引き続き推進
 - ・ 技術伝承と経験のあるサプライヤーの維持が課題
- 2) 新型炉・革新炉の技術開発力向上には、技術を実現する機会創出が必要
 - ・ 国際協調による開発に対する支援
 - ・ 実証炉規模の開発投資
- 3) 軽水炉の活用を進めた上で、原子力の将来価値向上に努めることが必要
 - ・ 使用済み燃料の資源としての活用によるエネルギー自給率向上
 - ・ 有害度低減技術による廃棄物処理課題の解決

HITACHI
Inspire the Next