

早稲田大学・東京都市大学 共同原子力専攻
第20回未来エネルギーフォーラム・シンポジウム

技術報告 「軽水炉の未来と革新技術」

これからの社会を支える –革新軽水炉iBRが示す軽水炉の新しい姿–

TOSHIBA

2025年12月13日

東芝エネルギーシステムズ株式会社

SPR-2025-000075 Rev.0

PSNN-2025-0916

150
YEARS
Toshiba Group

Contents

01 日本における原子力の歴史

02 iBRの目指す安全性と安全システム

03 iBRの開発状況

04 iBRが示す軽水炉の新しい姿

01

日本における原子力の歴史

日本における原子力の歴史

■原子力の研究開発解禁

- 1954年 初の原子力予算（2.35億円）
- 1956年 原子力委員会、日本原子力研究所の設立
- 1957年 研究用原子炉1号機（JRR-1）初臨界



1957年 JRR-1号機

■原子力発電／原子力船の開発開始

- 1963年 動力試験炉（JPDR）日本初の原子力発電に成功
- 1963年 原子力船「むつ」製造開始
- 1966年 東海発電所による日本初の商業発電（黒鉛炉）



1966年 動力試験炉

■米国の軽水炉技術導入～国産化、約30年間に57基建設

- GE社沸騰水型軽水炉（東芝、日立）／W社加圧水型軽水炉（三菱）
- 1970年 日本原子力発電 敦賀1号機（BWR）運転開始
東京電力 福島1号機（BWR）運転開始
関西電力 美浜1号機（PWR）運転開始、大阪万博へ



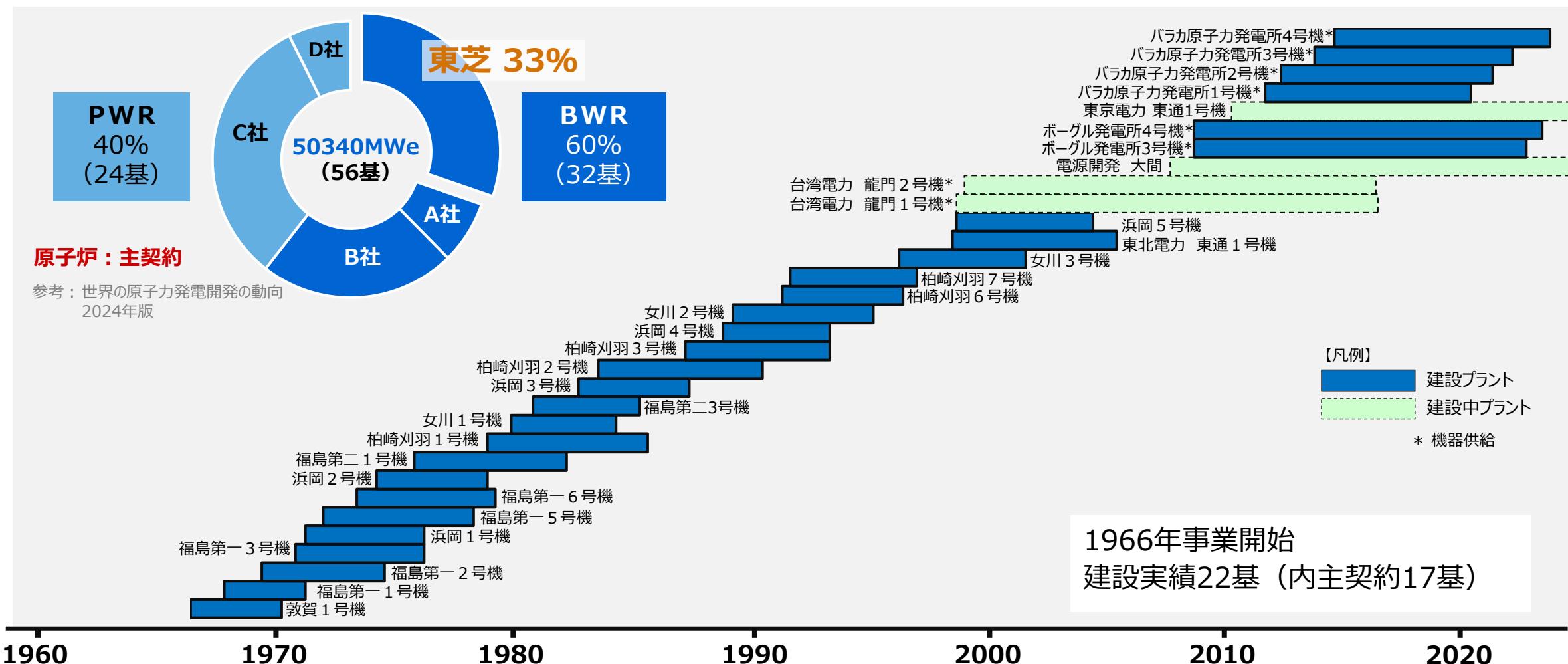
1970年8月8日 大阪万博

日本における原子力発電スタート、そして建設ラッシュへ

日本における原子力の歴史 一その時東芝は一

国内軽水炉建設実績割合（設備容量比）

2025年6月時点



日本における原子力の歴史

■他国での原子力事故

1979年 米国スリーマイル島 原子力発電所事故

1986年 ソ連チェルノブイリ 原子力発電所事故



■日本での原子力事故

1995年 動燃「もんじゅ」2次系Na漏洩事故

1999年 東海村JCO臨界事故

2011年 福島第一原子力発電所事故

1986年 チェルノブイリ原子力発電所事故



出典：宇部工業高等専門学校：SNW対話2021 基調講演1「原子力発電の基礎と安全確保について～世界と日本のエネルギー、原子力事情も～」令和3年12月15日

http://www.aesj.or.jp/~snw/gakusei_taiwa/A-new-taiwa/2021Ube-NIT-lec1.pdf

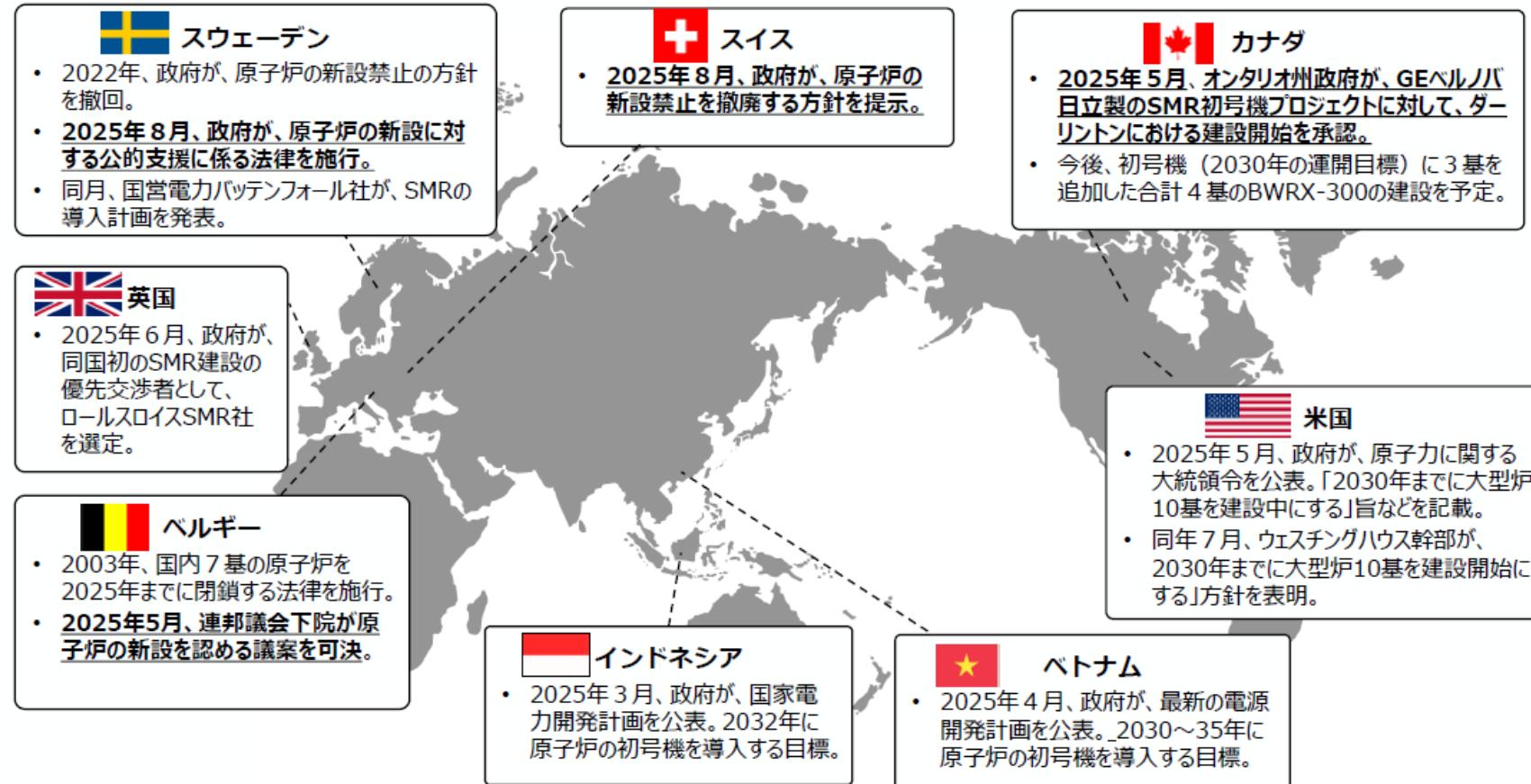
出典：資源エネルギー庁HP内記事「あれから10年、2021年の福島の「今」（後編）
https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/fukushima2021_02.html

2011年 福島第一原子力発電所事故

安全神話が揺らぎ、原子力のあり方が問われる時代

日本における原子力の歴史 一今世界では一

■電力需要の急増により、脱炭素電源への関心が高まる

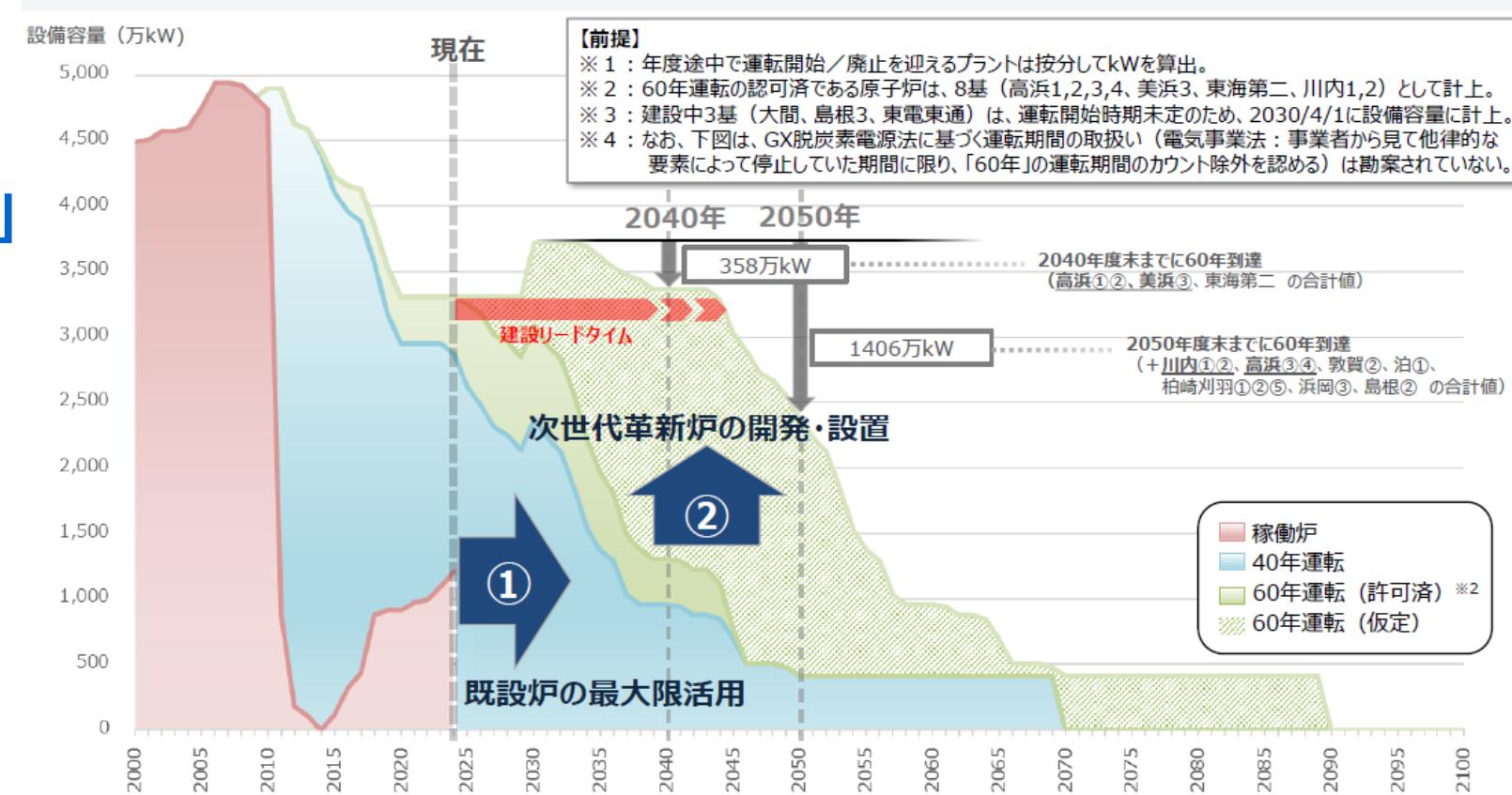


世界では今、再び原子力に注目が集まっている

日本における原子力の歴史 一今日本では一

第7次エネルギー基本計画

- ・「可能な限り原発依存度を低減」
が削除
- ・再生可能エネルギーと原子力を共に
最大限活用していくことが極めて重要
- ・**次世代革新炉の開発・設置**
について具体化を進めていく



日本の原子力政策の転換期にあり、社会的要請に応える必要あり

日本における原子力の歴史 一今東芝ではー

フロントエンド

天然ウラン・濃縮ウランの引取権



ハラサン ウラン鉱山



Centrus遠心分離器

燃料製造

軽水炉（BWR/PWR）、
高温ガス炉など燃料の提供



BWR燃料 高温ガス炉
(TRISO)燃料
(原子燃料工業製作)

プラント建設

高い安全性を持つプラントの設計・建設



柏崎刈羽原子力発電所6/7号機
(東京電力ホールディングス株式会社様)



大型革新軽水炉iBR

重粒子線治療・超電導モータ

原子力の技術を応用した新事業



回転ガントリー治療室
(山形大学医学部付属病院様)



超電導モータ

新型炉（高温ガス炉など）・核融合

将来の原子力エネルギーの開発



高温ガス炉



ITER (核融合実験炉)

再処理

枯渇する資源を守る燃料サイクル



六ヶ所再処理工場
(日本原燃株式会社様)

廃炉／廃止措置

福島復興・再生／役目を終えた発電所の廃止措置



処理水中の多核種除去設備
(ALPS*)
* Advanced Liquid Processing System (ALPS)



3号機向け燃料取扱設備
Advanced Liquid Processing System (ALPS)

原子力発電 から 将来のエネルギー開発まで
幅広い事業を展開

日本における原子力の歴史 一今東芝ではー

カーボンニュートラル社会の実現に向けた
再エネとの共存可能な原子力エネルギーを提供

iBR

innovative
intelligent
inexpensive
Boiling Water Reactor



東芝のiBRは、新たな社会との共生の関係を築きあげることを目指しています

革新軽水炉：iBR
(innovative,intelligent,inexpensive BWR)

小型高速炉：4S
10~50MWe

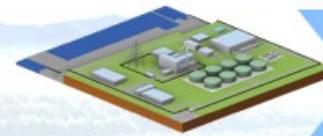


- ・産業セクタへの利用
- ・遠隔地利用

マイクロ・リアクター
MoveluX™
3~4MWe



高温ガス炉
100~300MWe



- ・溶融塩蓄熱による電力調整
- ・水素製造

- ・大容量の電力を安定的に提供
- ・BWRの高い負荷追従性（調整力）活用

革新軽水炉：iBR
800~1500MWe



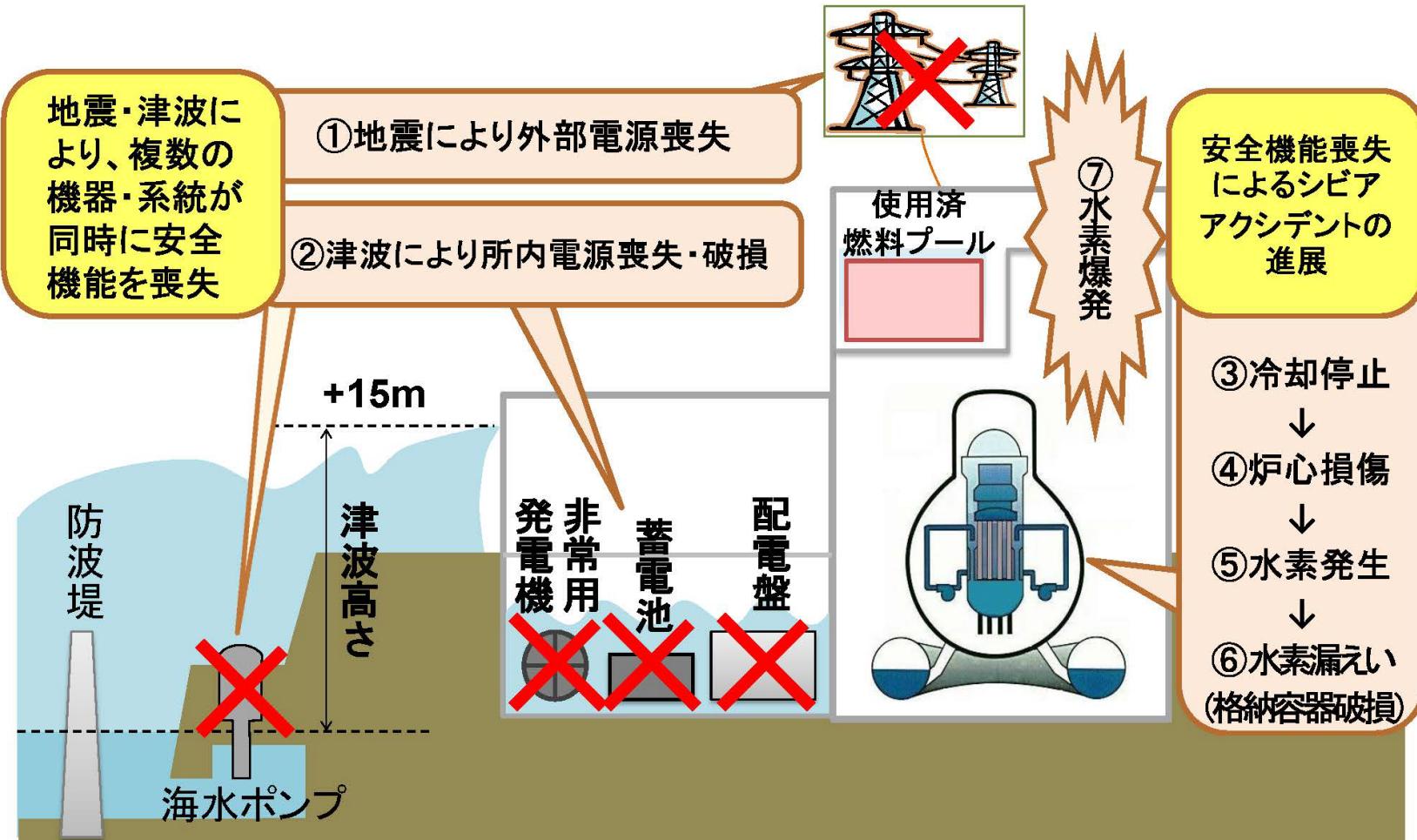
2030年代 2040年代 2050年代

02

iBRの目指す安全性と安全システム



福島第一原子力発電所事故の概要



地震・津波により、長期間の全交流電源喪失発生
炉心損傷、格納容器破損に至る

革新軽水炉iBRの目指す安全性

福島第一原子力発電所で起きたこと

- ・巨大地震・巨大津波による長期間の全交流電源喪失の発生
- ・シビアアクシデント、炉心溶融の発生
- ・多数の地域住民が長期避難を余儀なくされる

日本の規制・世界の動向

- ・3.11以降、日本では新規制基準を策定し、設計基準の強化と、外的事象に対する考慮を拡大して、シビアアクシデント対策、テロ対策を新設
- ・世界の新設炉では運転員操作不要期間(3日間)の確保、設計目標として緊急時計画区域縮小／緊急避難不要を志向

iBRの目指す安全性

福島第一原子力発電所事故の教訓 新規制基準とグローバルな目標を満足

- **長期の全交流電源喪失を含むシビアアクシデント時でも、最大7日間運転員操作を不要**
静的安全系の採用で、長期間の運転員操作不要期間を確保
- **炉心溶融事故時でも公衆被ばく線量を抑制**
コアキヤツチヤ、二重円筒格納容器、静的フィルタシステムの採用で、炉心溶融事故時でも放射性物質を高い信頼度で閉じ込める
- **プラントの安全設備の頑健性を強化**
厳しい自然事象や航空機衝突にも耐える頑健な建屋の採用で、格納容器と静的安全系を防護

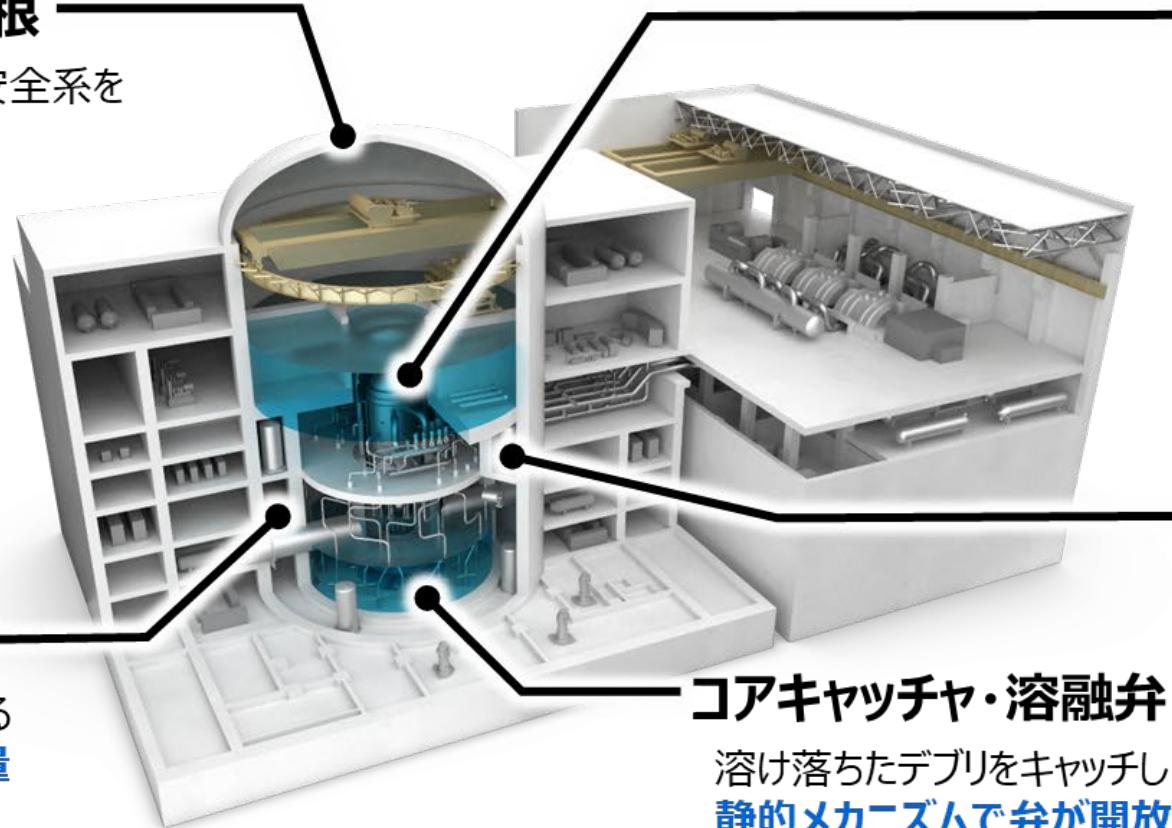
地域社会と共生可能な革新軽水炉

革新軽水炉iBRの特徴

実績あるABWRをベースに事故対策設備を追加、更なる安全性向上を達成

航空機衝突防護屋根

原子炉格納容器と静的安全系を
頑健な屋根で防護



静的原子炉冷却系 静的格納容器冷却系

静的メカニズムを取り入れ、
事故後**7日間は運転員操作不要**で
安全を確保

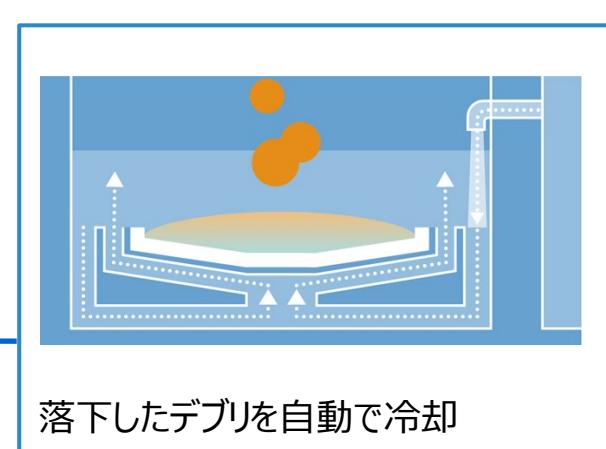
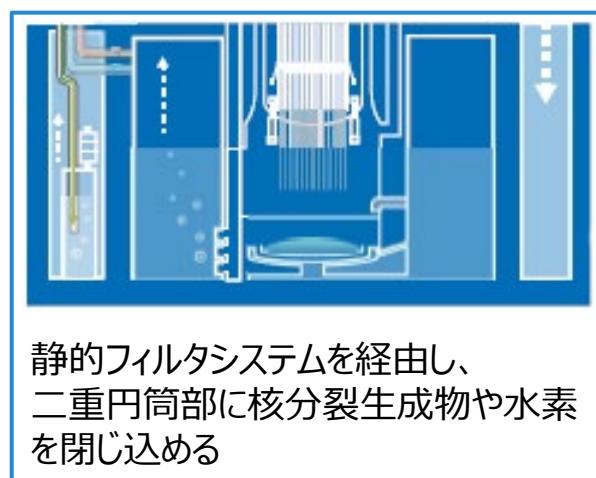
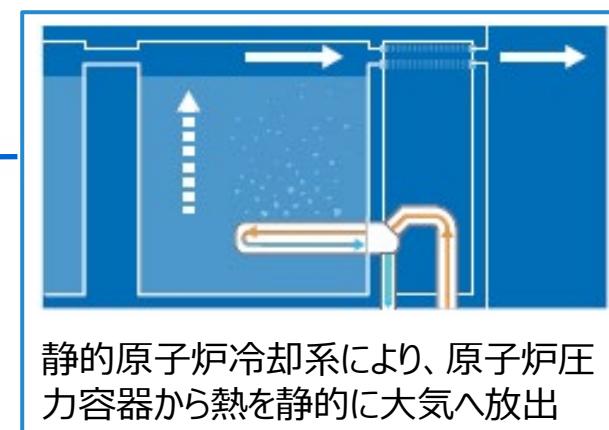
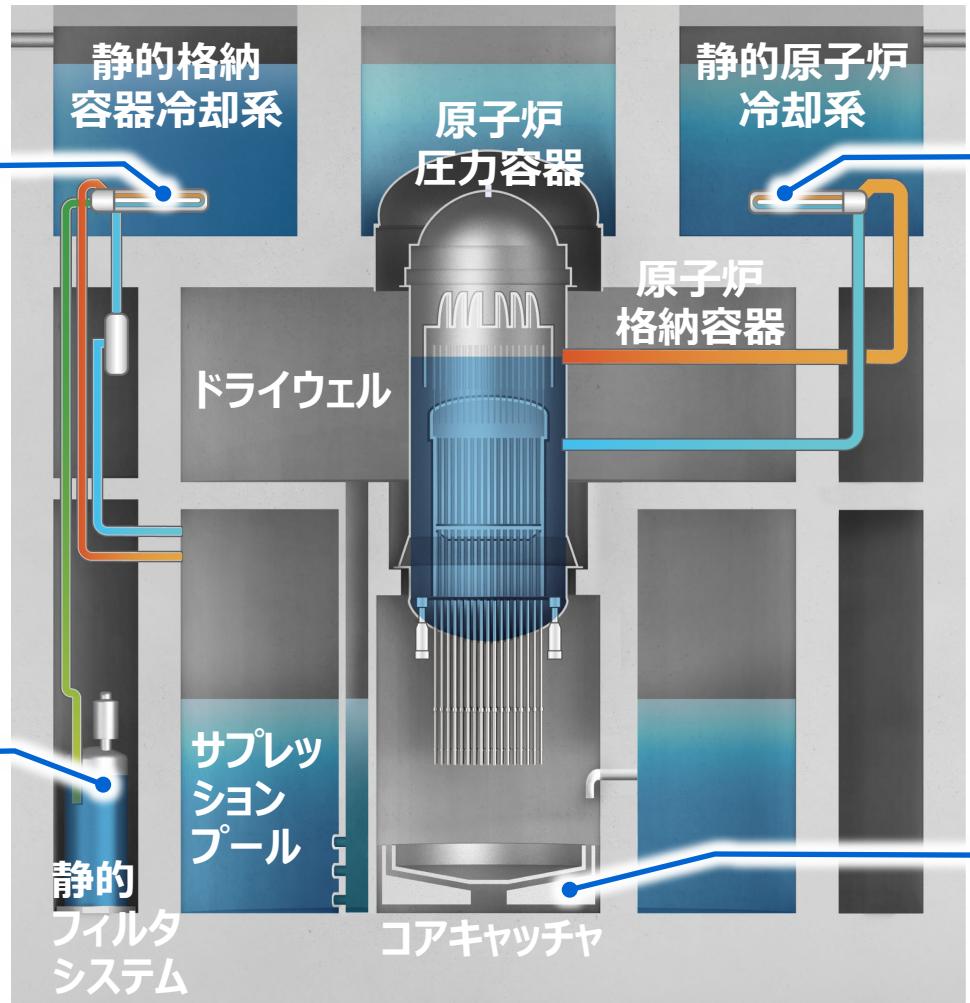
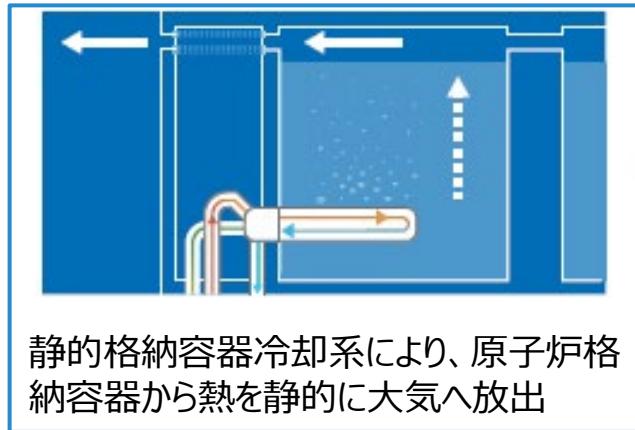
二重円筒格納容器

シビアアクシデント時に発生する
水素や放射性物質を、**大容量**
の空間に静的に閉じ込め、格
納容器ベントが不要

コアキャッチャ・溶融弁

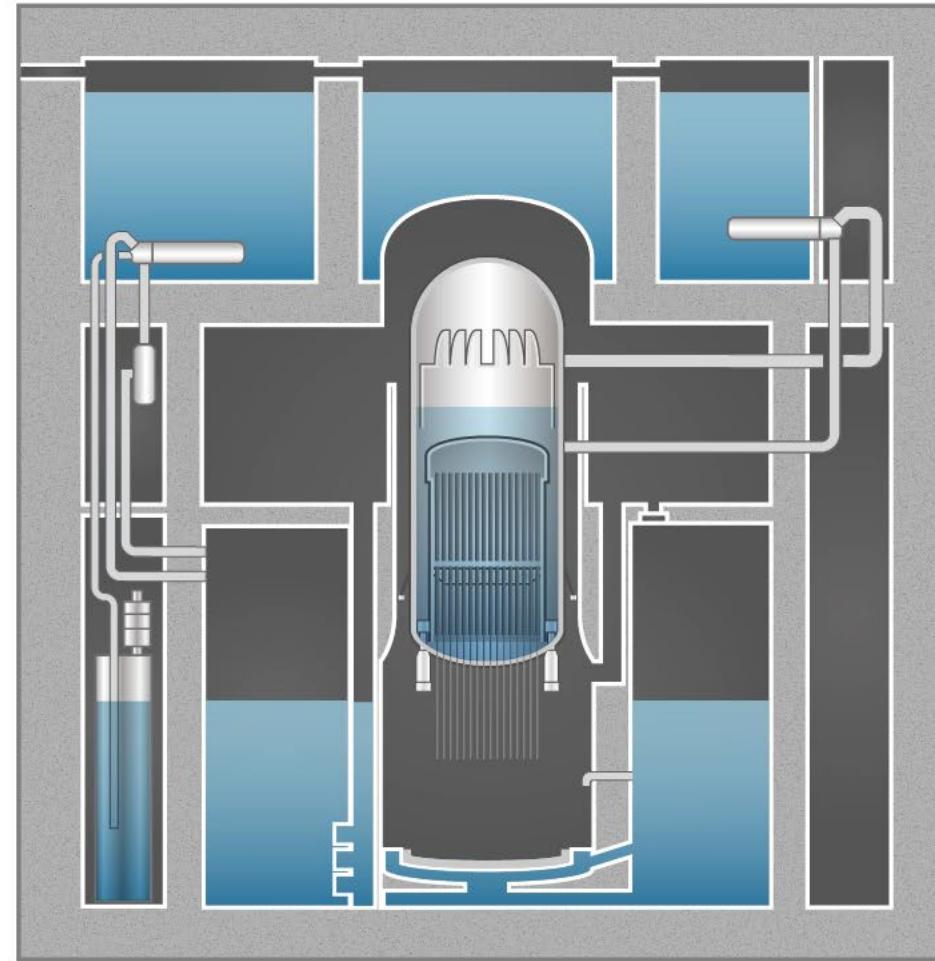
溶け落ちたデブリをキャッチし、弁操作なしで
静的メカニズムで弁が開放し自動冷却

iBRの静的安全システムの作動メカニズム



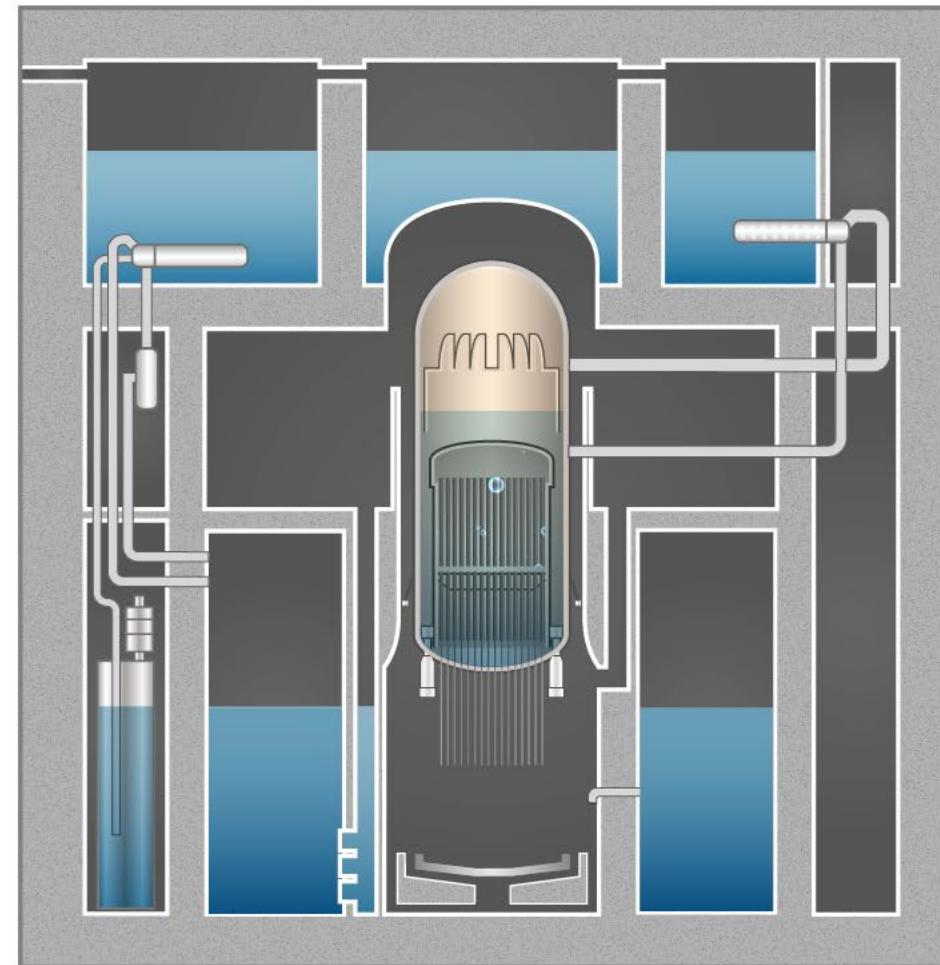
シビアアクシデント時に動的設備、電源なしで核分裂生成物や水素を閉じ込める

静的原子炉冷却系 作動メカニズム



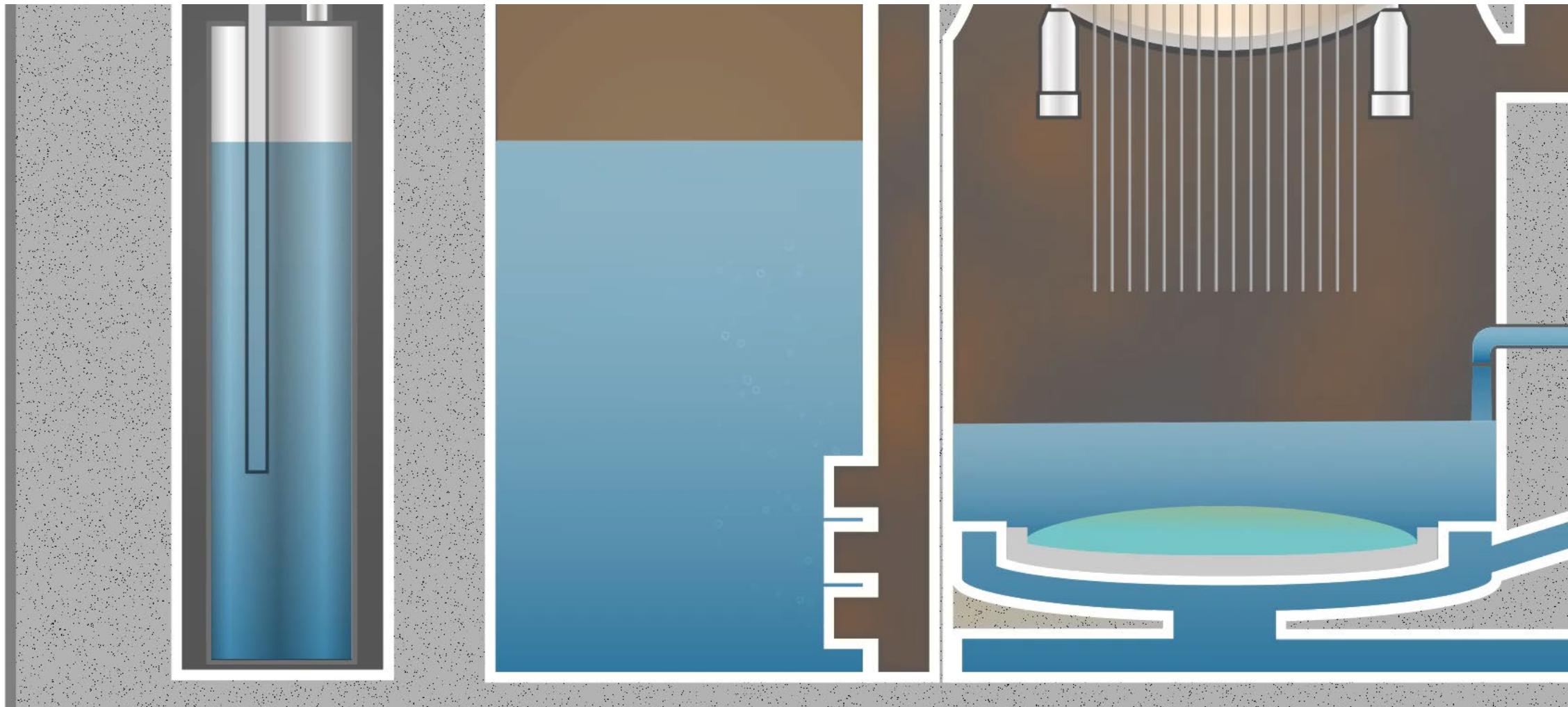
プラント異常時の挙動

コアキャッチャ 作動メカニズム



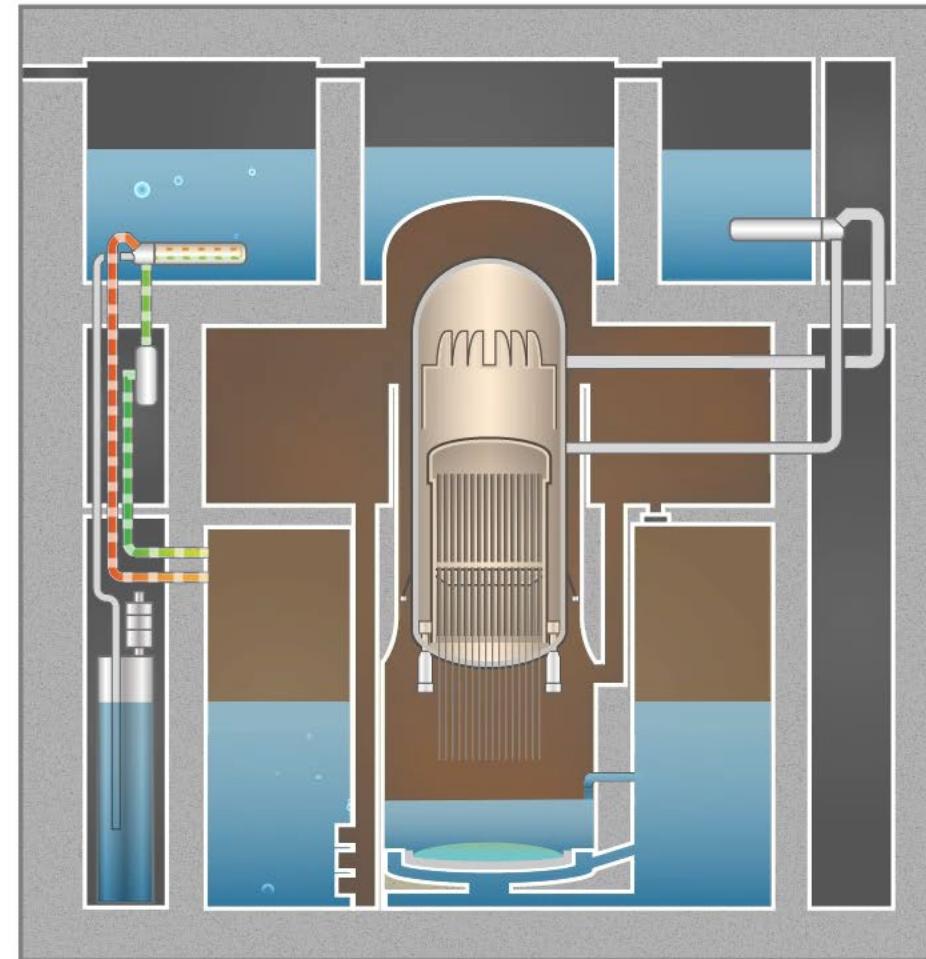
プラント異常時の挙動

静的格納容器冷却系 作動メカニズム



プラント異常時の挙動

静的フィルターシステム 作動メカニズム

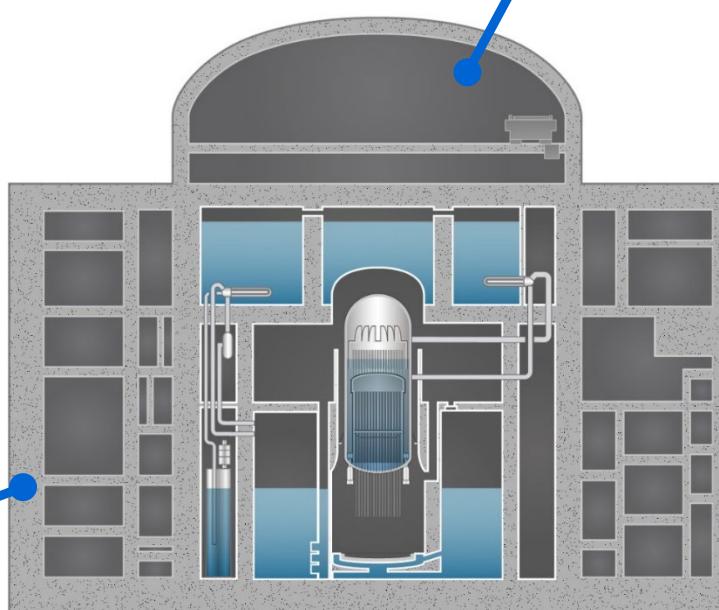


プラント異常時の挙動

■航空機衝突防護屋根に軽量で頑健な 鋼板コンクリート構造を採用

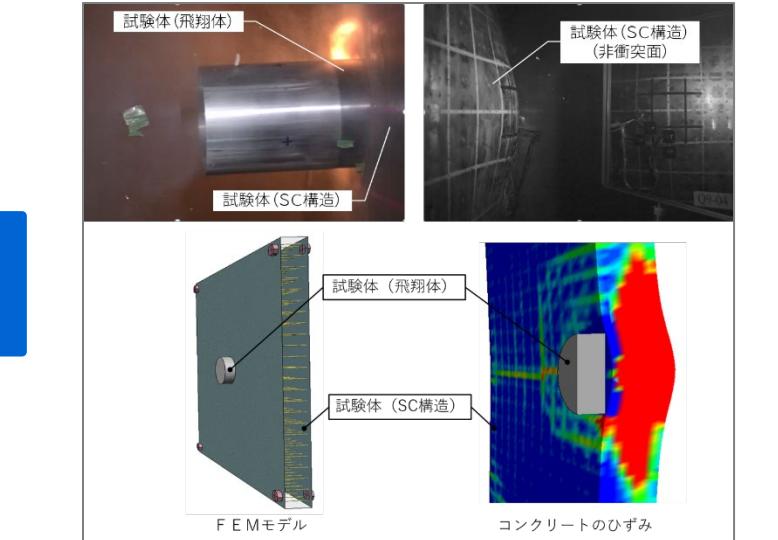
- ・航空機衝突時の建屋の損傷防止
- ・静的安全系の損傷防止

大型航空機衝突に備えた
航空機衝突防護屋根

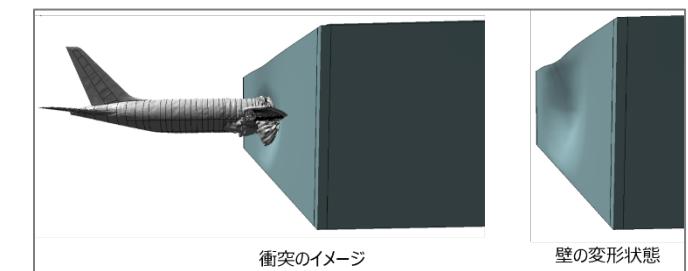


■頑健な原子炉建屋構造を採用

- ・自然災害への耐性を保持



鋼板コンクリート構造の高速衝突試験及び解析評価

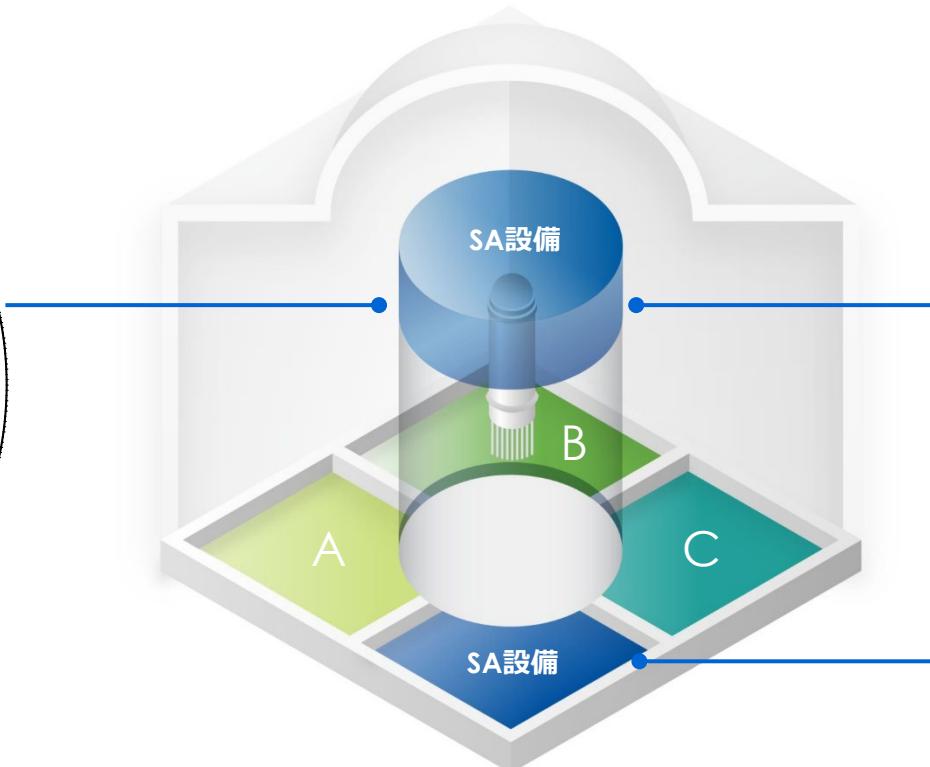
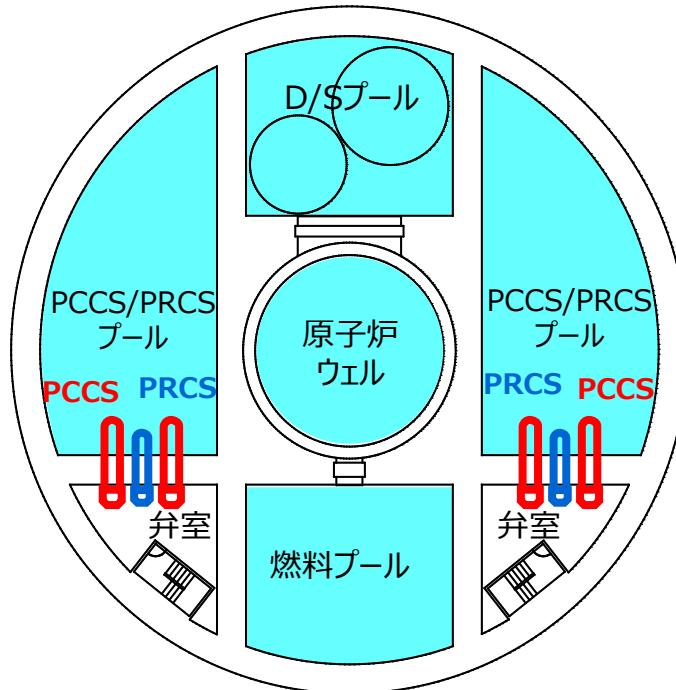


大型航空機の衝突に対する
原子炉建屋構造の解析評価

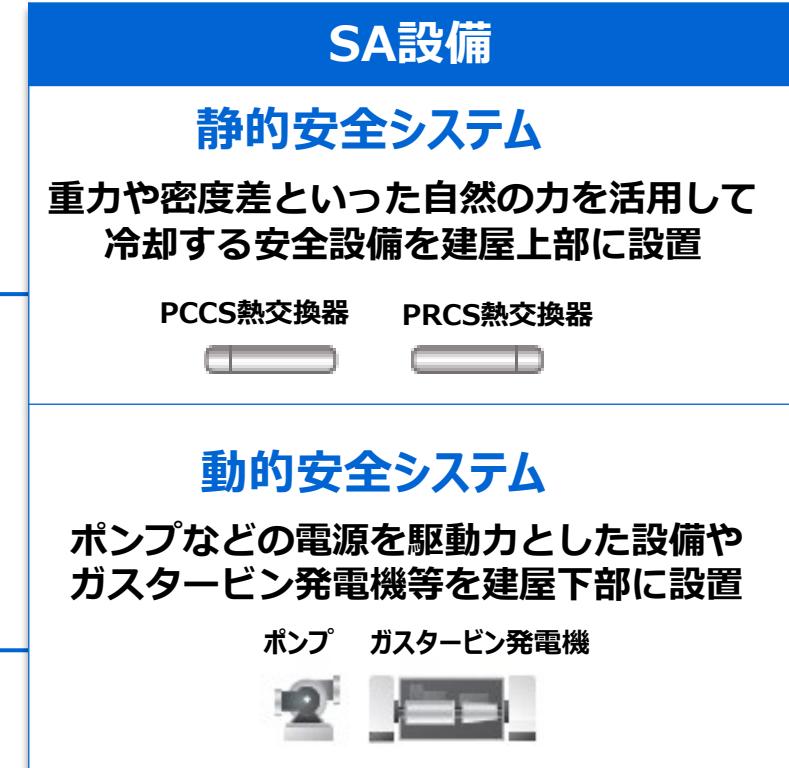
航空機衝突と自然災害への対策を実装

iBRの安全区分

■ 動的安全系内の区分分離に加え、動的安全系との位置的分散を考慮

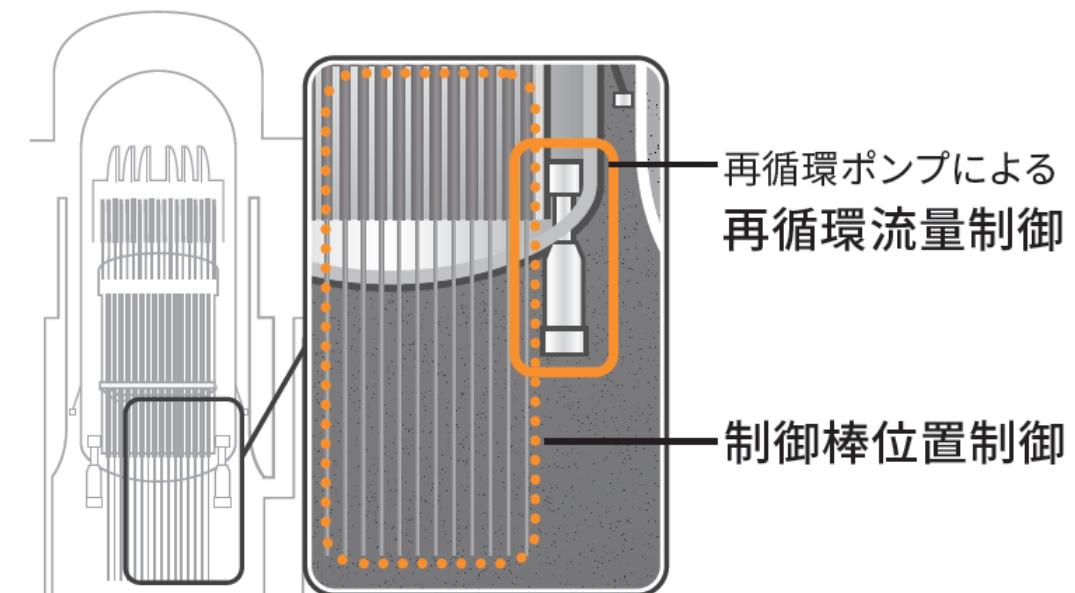
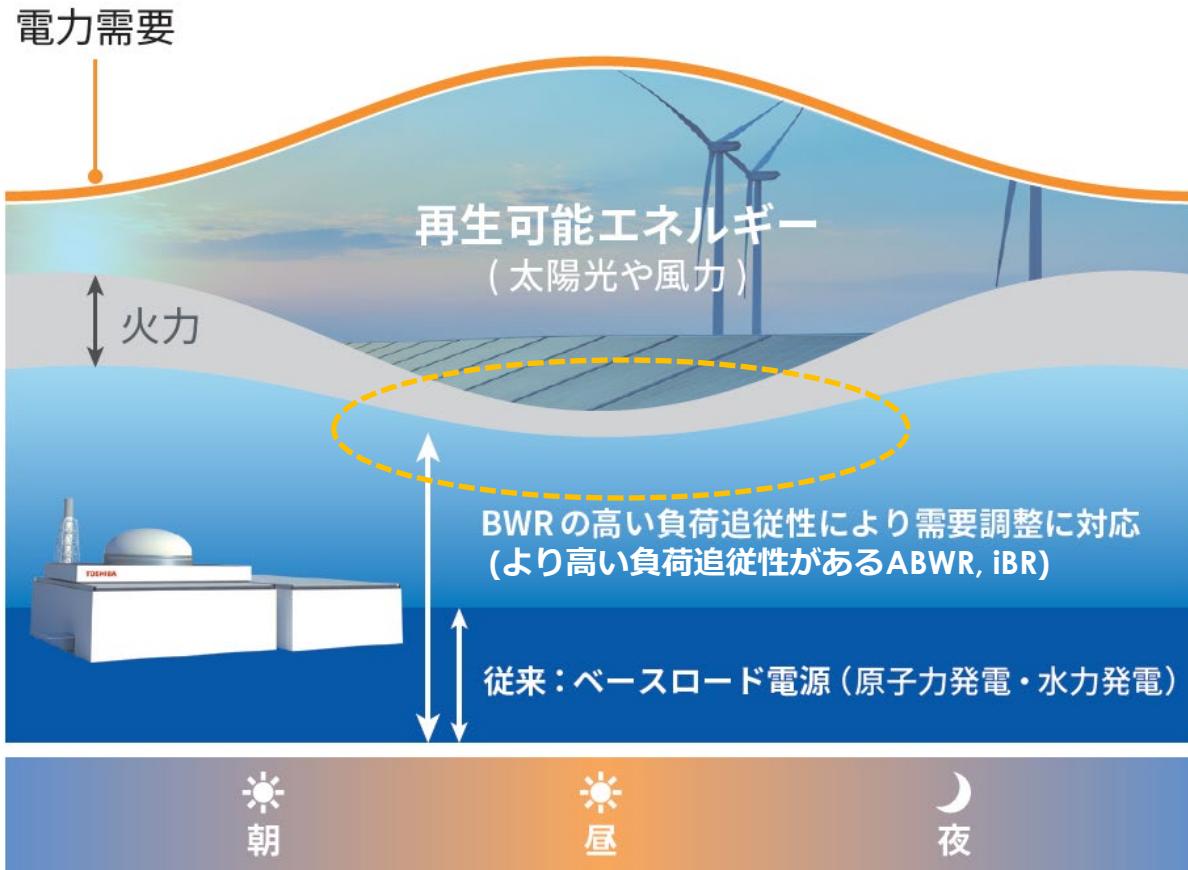


安全システム → DB設備 + SA設備



さらなる独立性の確保により、高い安全性を達成

iBRの柔軟性 - ABWRの高い負荷追従性を継承 -



再循環流量の加減により炉心の蒸気泡量を調整し
高速かつ大幅に原子炉出力を容易に調整可能。
出力100%-40%間で変化率1%/sの高い調整力
のポテンシャルあり。

BWRの高い負荷追従性により、再生可能エネルギーと共に存可能

03

iBRの開発状況

iBR開発スケジュール

	年度	2025	2030
開発・設計・製作	<ul style="list-style-type: none"> GX経済移行債*1 次世代革新炉の開発・建設に向けた技術開発・サプライチェーン構築支援事業 	<p style="text-align: center;">基本設計</p> <p style="text-align: center;">解析検討・確認試験</p> <p style="text-align: center;">・静的格納容器冷却系 ・溶融弁 ・解析コード 等</p>	<p style="text-align: center;">詳細設計 製作・建設</p>
有識者との議論	<ul style="list-style-type: none"> 日本原子力学会 原子力発電部会 次期軽水炉技術要件WG 	<p style="text-align: center;">WGフェーズ1,2 → BWRブランチ</p>	
規制基準	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制庁、原子力エネルギー協議会 建替原子炉の設計に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会 	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">意見交換会 (例 : SRZ-1200)</p>	

今後も技術開発・検討を継続し、革新軽水炉iBRで電力需要に応える

*1：令和7年度GX経済移行債「次世代革新炉の開発・建設に向けた技術開発・サプライチェーン構築支援事業補助金」(国プロ)において当社のiBR安全技術開発及びSC維持支援について2025/08/07に交付決定いただき、開発を実施中

iBRの開発テーマ^{*1}

安全裕度を向上させる SiC新炉心材料開発

- ・地震時耐震性向上
- ・水素発生抑制
- ・使用済燃料体数低減



重要機器の設備供給能力実証人 材基盤の維持・強化

事故時挙動解析(設計検証)

- ・事故後長期の格納容器健全性評価、他



静的格納容器冷却系の開発

- ・事故シナリオを考慮した実証試験

溶融弁の開発

- ・設計及び製造体制構築
- ・耐環境性能保証試験、等



AM技術を用いた サプライチェーンの高度化

- ・部品供給体制の強化
(少量短納期生産、廃番部品再生産、等)
- ・設計自由度の拡大～最適形状追及

iBR実現に向け、革新的安全技術の開発を推進

*1：令和7年度GX経済移行債「次世代革新炉の開発・建設に向けた技術開発・サプライチェーン構築支援事業補助金」(国プロ)において
当社のiBR安全技術開発及びSC維持支援について2025/08/07に交付決定いただき、開発を実施中

日本原子力学会での活動

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
原子力発電部会 次期軽水炉の 技術要件検討WG			WGフェーズ1 ・次期軽水炉の重要コンセプト策定 ・技術要件とりまとめ		WGフェーズ2 ・技術要件の具体化 ・考慮すべき規制、制度検討 ・国内PWRを検討対象		WG主査：越塚教授(東京大学) WG委員：大学、研究機関、電気事業者 メーカー技術者・研究者	BWRブランチ ・BWR固有の設計特徴を 踏まえた対応方針を整理 ・次期BWRコンセプト例を議論

活動成果まとめ

- 1F事故でBWRに起きたことを踏まえて、BWR固有の設計特徴を考慮した対応方針、及び次期BWRコンセプトでの設計の狙いを整理した。
- 次期BWRのコンセプトがWGフェーズ2までにまとめた次期軽水炉の技術要件に対応しており、新たに抽出すべき課題がないことを確認した。

本WGの検討成果、技術要件を今後の建設に活用していく

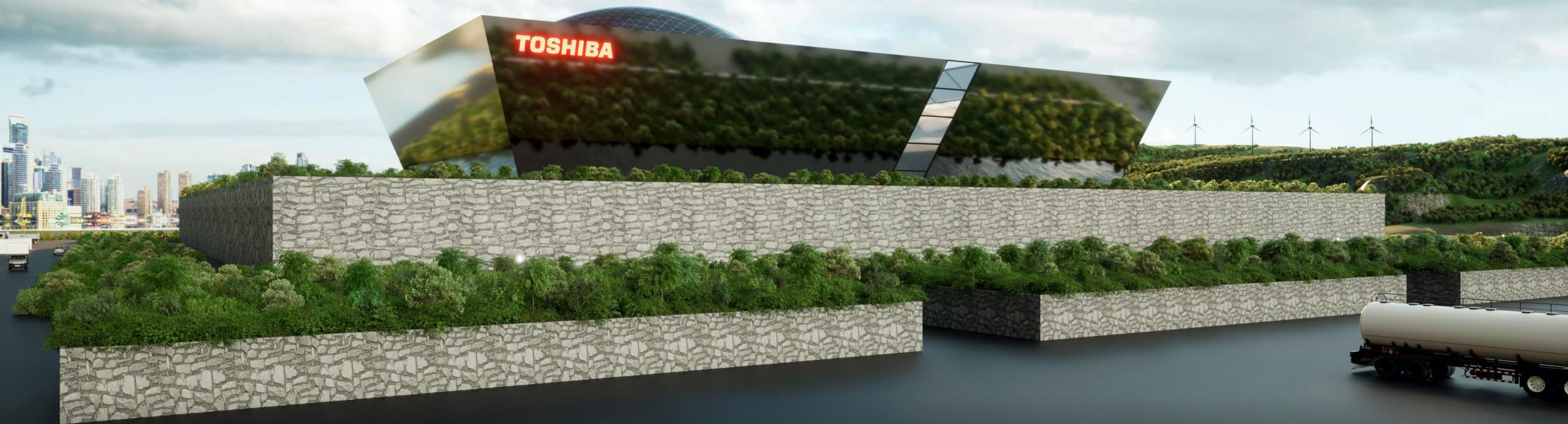
04

iBRが示す軽水炉の新しい姿



iBR

innovative
intelligent
inexpensive
Boiling Water Reactor



東芝のiBRは、新たな社会との共生の関係を築きあげることを目指しています



2025年、東芝グループは創業150周年を迎えました。

技術で世の中の役に立ちたい、という創業からの変わらない想いとともに、
この先も、世界がよりよい場所になるよう、私たちは挑戦を続けていきます。



人と、地球の、明日のために。

**Committed to People,
Committed to the Future.**