

革新軽水炉 SRZ-1200



三菱重工業株式会社
原子力セグメント

〒100-8332 東京都千代田区丸の内 3-2-3 丸の内二重橋ビル
TEL. 03-6275-6200 (代表)
www.mhi.com/jp



N02X82J1-A-0

MOVE THE WORLD FORWARD  MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP

Introduction

未来を照らす安全な灯でありたい

SRZ-1200

世界に誇る日本の技術と品質で安全性を追求した
カーボンフリーなエネルギー

世界最高水準の安全性を追求
再生可能エネルギーと共存
大規模な電気を安定供給



新しい原子力エネルギーの時代が始まる

革新軽水炉 SRZ-1200 contents

introduction	1 > 2
concept — SRZ-1200のコンセプト	3 > 4
features — アピールポイント	5 > 6
さらなる安全・安心のために	
地震、津波その他自然災害への耐性強化	7
炉心冷却・放射性物質閉じ込め機能の強化	8 > 10
計測制御設備／サイバーセキュリティ／最新デジタル技術の活用	11 > 12
電気のさらなる安定供給を実現するために	
柔軟な運用性／稼働率向上の取組み	13 > 14
プラントのシステム構成と特長	15 > 16
主要機器・設備	
格納容器／原子炉建屋	17 > 18
原子炉容器／炉内構造物	19 > 20
蒸気発生器	21 > 22
1次冷却材ポンプ	23 > 24
炉心／燃料	25 > 26
プラント建設工事の概要	27 > 28
三菱加圧水型軽水炉発電プラントの建設実績 プラント建設のあゆみと技術成果	29 > 30

Concept SRZ-1200のコンセプト

超安全 Supreme Safety

あらゆる自然災害(地震/津波/竜巻など)に対する高い耐性

多重化多様化した安全対策により万一の事故時においても放射性物質を閉じ込めて影響を発電所敷地内に限定
大規模航空機衝突やサイバーテロなどの外部脅威に対しても高度なセキュリティ対策でプラント安全機能を防護

地球に優しく Zero Carbon & Sustainability

発電過程でCO₂を排出しないカーボンフリー電源

電力需給状況に応じた高度な調整力を備え再生可能エネルギーと共存し、
持続可能なカーボンニュートラル社会の実現に貢献

大規模な電気を安定供給 Resilient Light Water Reactor

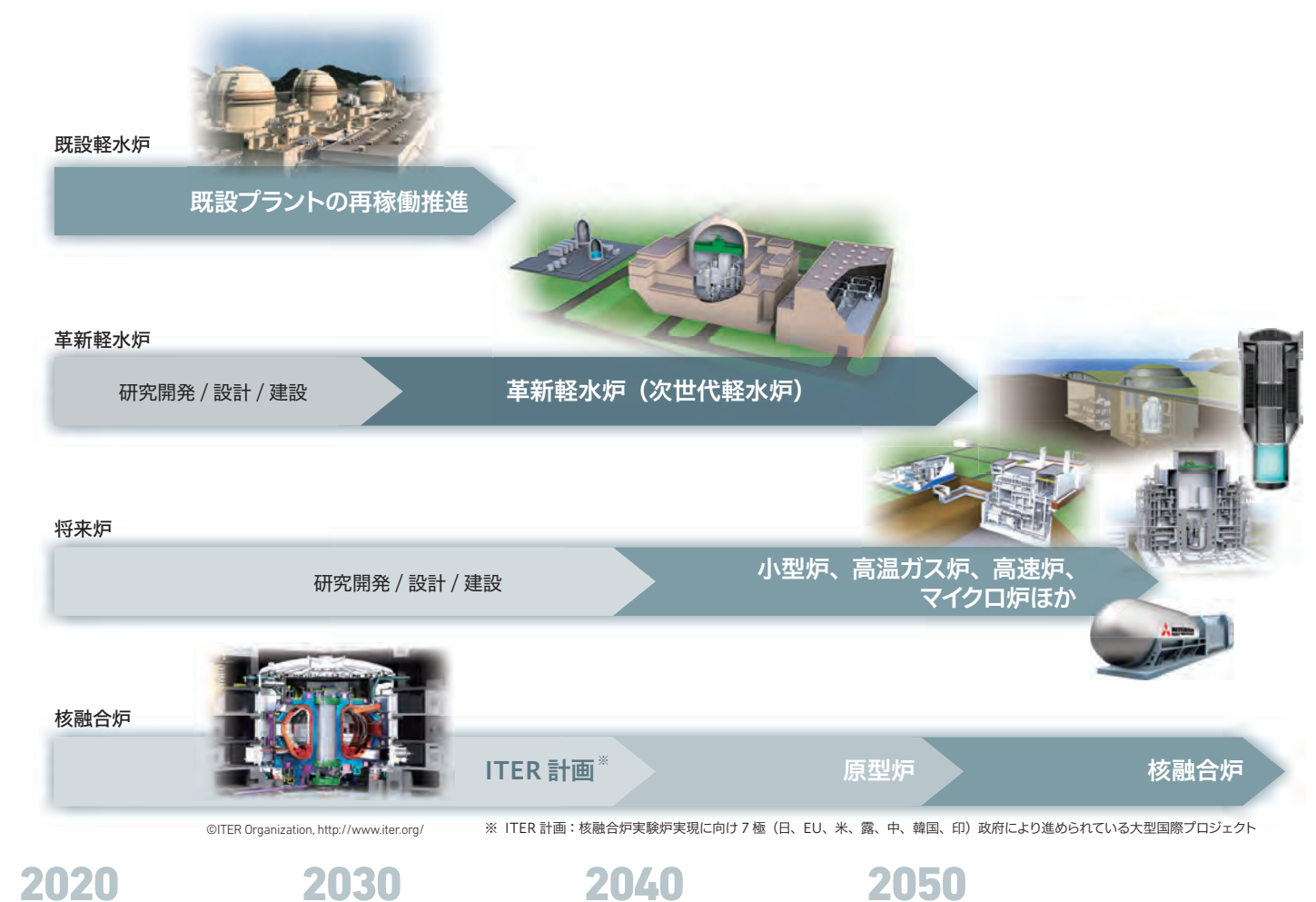
準国産エネルギーとして、国際情勢や天候に左右されず、人々の暮らしを支える電気を安定的に供給

これらの特長を有する軽水炉の究極型 (Z)・・・それが、SRZ-1200 です

名称の SRZ にはそれぞれ以下の意味を含んでいます

S : Supreme Safety (超安全)、Sustainability (持続可能性)
R : Resilient (しなやかで強靱な) light water Reactor (軽水炉)
Z : Zero Carbon (CO₂ 排出ゼロ) で社会に貢献する究極型 (Z)
(1200 は電気出力 120 万 kW 級を表しています)

SRZ-1200



カーボンニュートラルに向けた三菱重工原子力の取組み

SRZ-1200 の導入により、既設プラントの再稼働推進とともに発電分野の CO₂ 排出量削減に貢献します
更に、多様化する社会のニーズに応じて、小型炉、高温ガス炉、高速炉などの開発や、
恒久的な夢のエネルギー源である核融合炉の実用化への挑戦を続けていきます

超安全

地震や津波、テロに高い耐性を有し、放射性物質を閉じ込め

地震や津波、テロなどへの高い耐性にて事故を防止すると共に、高い炉心冷却・放射性物質閉じ込め能力で万一の過酷事故の際の影響を発電所敷地内に限定する超安全炉です

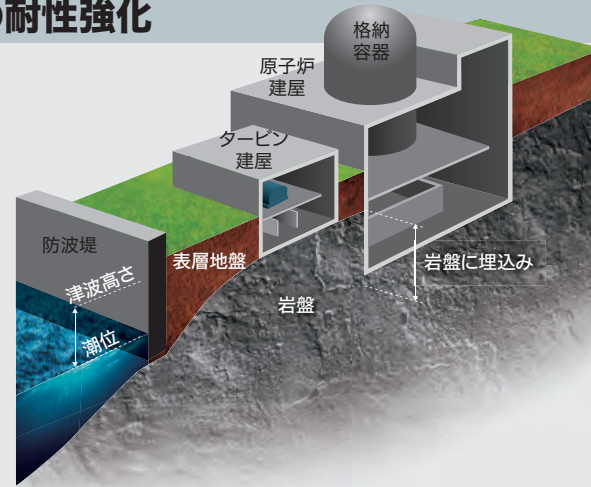
地震、津波その他自然災害への耐性強化

耐震性強化

岩盤に建屋を埋め込み耐震性を強化

津波耐性強化

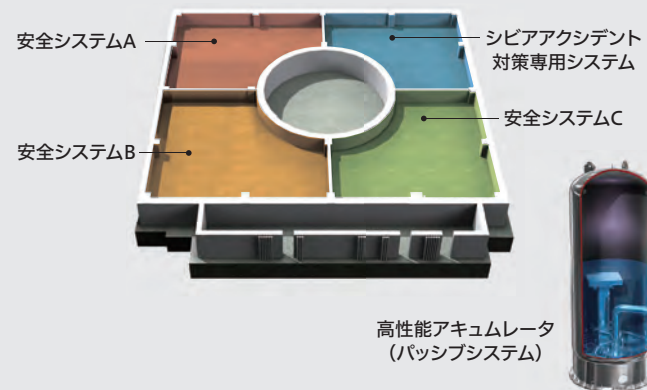
基準津波よりも高いグラウンドレベル、建屋水密化



炉心冷却・放射性物質閉じ込め機能の強化

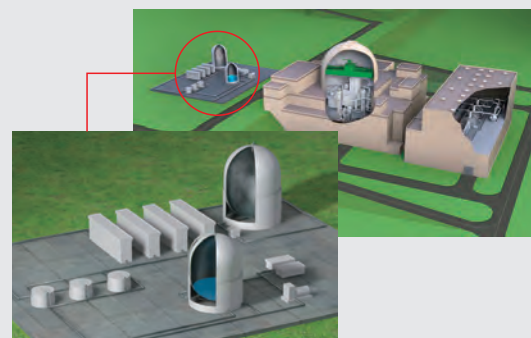
パッシブ・アクティブのベストミックス

安全システムの多重性・多様性・独立性強化とともに新たなパッシブシステムも導入し安全性を向上



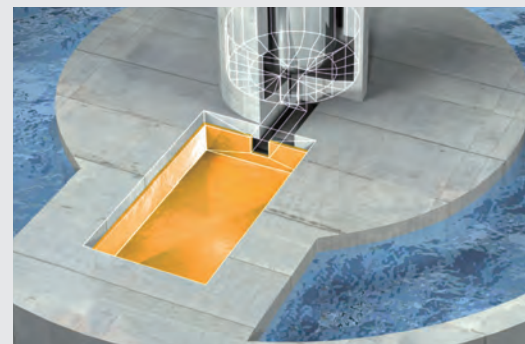
放射性物質の放出防止

放射性物質放出防止システムを設置し、事故影響を発電所敷地内に限定



溶融炉心対策

溶融炉心対策としてコアキャッチャを設置 (パッシブシステム)



テロ対策

原子炉格納容器外部遮へい壁、原子炉建屋を強じん化

最新DXによるサイバーセキュリティ強化



地球に優しく

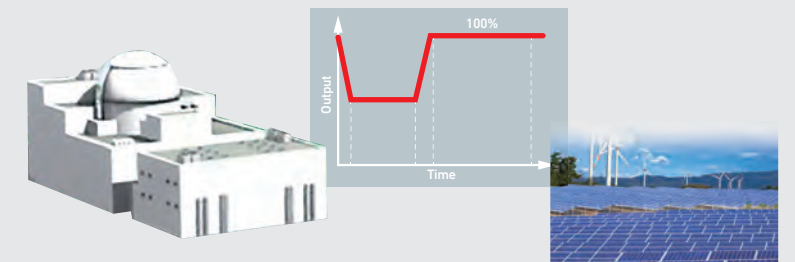
CO₂ を排出せず、高度な出力調整で再生可能エネルギーと共存

ベースロード運転を基本に、需給状況に応じた出力調整を行う柔軟な運用で、再生可能エネルギーを補完し電力の安定供給を実現します。発電過程でCO₂を排出せず、また、クリーンな水素製造にも活用できます。

柔軟な運用性

負荷追従性能の強化

送電系統の負荷に対し柔軟に应答、再生可能エネルギーとの共存性を向上



Features

SRZ-1200 の特徴

SRZ-1200

さらなる安全・安心のために

大規模な電気を安定供給

国際情勢や天候に左右されない
準国産の安定電源

準国産エネルギーとして、国際情勢や天候に左右されることなく、大規模な電気を安定供給します。運転・保守性に優れ、高い稼働率を誇る発電プラントを実現するとともに、最新デジタル技術を活用した運転支援システムの導入等により、更なる信頼性の向上を図ります。

更なる信頼性の向上

運転支援の強化

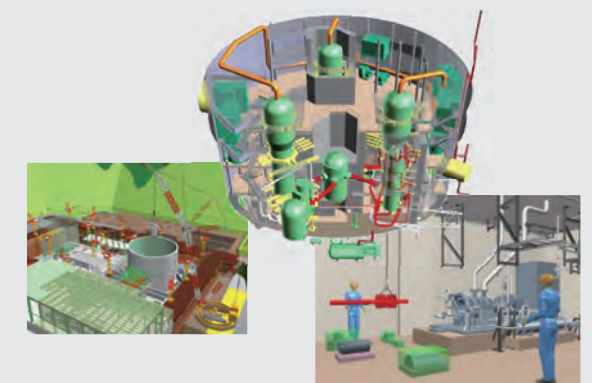
DXによる運転支援の強化で信頼性を向上 (予兆監視、判断支援)



良好な運転・保守性と高耐久性

従来プラントの経験を反映

これまでのプラント建設・運転経験を活用し、プラント供用期間80年以上を目指し、運用が容易で、保守がしやすい設計を実現



さらなる安全・安心のために

SRZ-1200 は、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた新規制基準をベースに、設計段階から安全対策を講じることが可能な新設炉ならではの特徴を活かし、自然災害に対する耐性の強化、新たな安全メカニズムとしてパッシブ設備である高性能蓄圧タンクやコアキャッチャの導入に加え、万一の重大事故時に放出される放射性物質を低減する放射性物質放出防止システムの採用等により、世界最高水準の安全性を実現します

地震、津波その他自然災害への耐性強化

target 目標

国内の厳しい地震条件に対しても余裕を持って安全性を維持、従来と比べて2倍以上の実耐力を確保

■ 津波の侵入を防止する完全ドライサイトの実現

measures 具体策

国内の厳しい地震条件にも耐えうる耐震性を有した設計、建屋安定性の強化

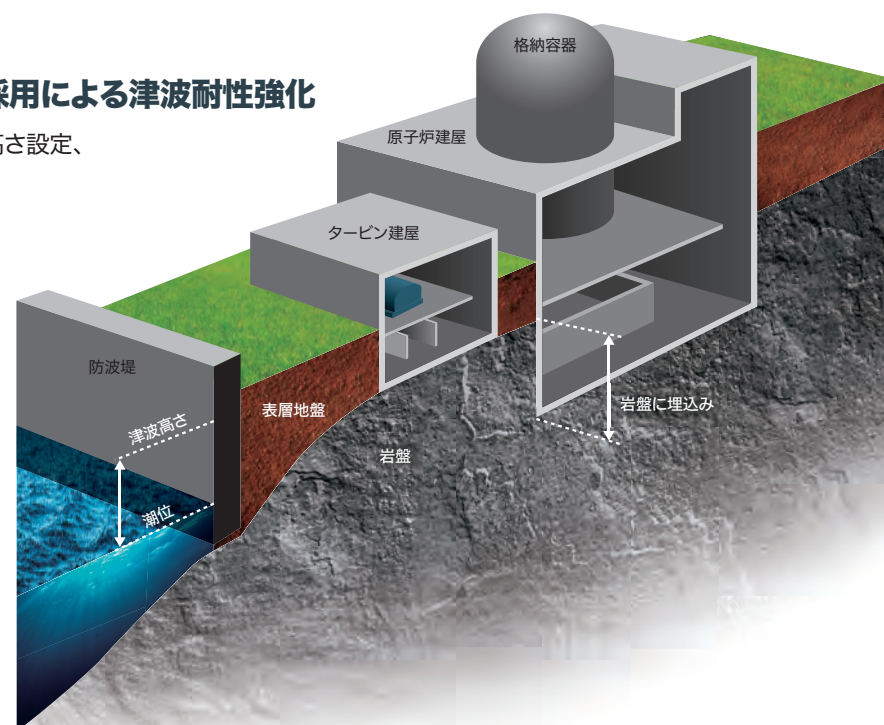
- 重要建屋の建屋規模大型化・低重心化、及び強固な岩盤内に建物を埋込むことで地震時の建屋安定性を高め、耐震性を大幅に向上
- 国内の厳しい地震条件に対して余裕を持った耐震設計で従来プラントの設計地震動に対し実耐力2倍以上を確保

完全ドライサイト設計の採用による津波耐性強化

- 基準津波に余裕を持った敷地高さ設定、地上1階層の建屋水密化

その他外部事象(台風や火山事象等)にも耐性強化

- 建屋の頑健化や火山灰侵入防止対策等により耐性強化



炉心冷却・放射性物質閉じ込め機能の強化

target 目標

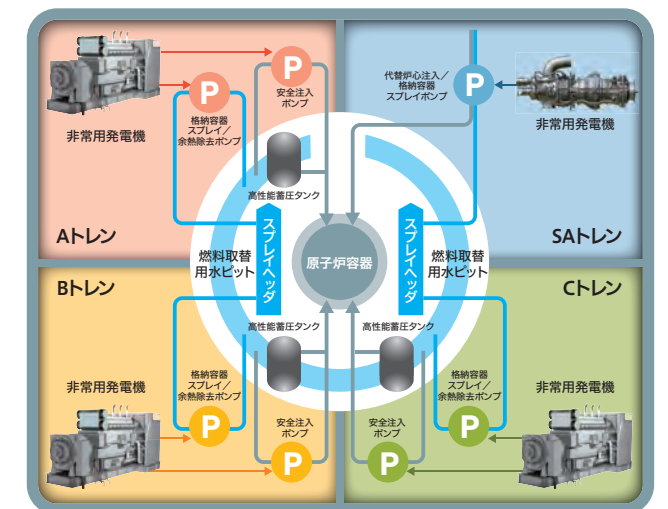
日本の新規制基準に適合し、国際的な安全規格（IAEA 最新基準など）にも準拠

■ 炉心損傷頻度・格納容器破損頻度を大幅に低減、世界最高水準の安全性を達成

measures 具体策

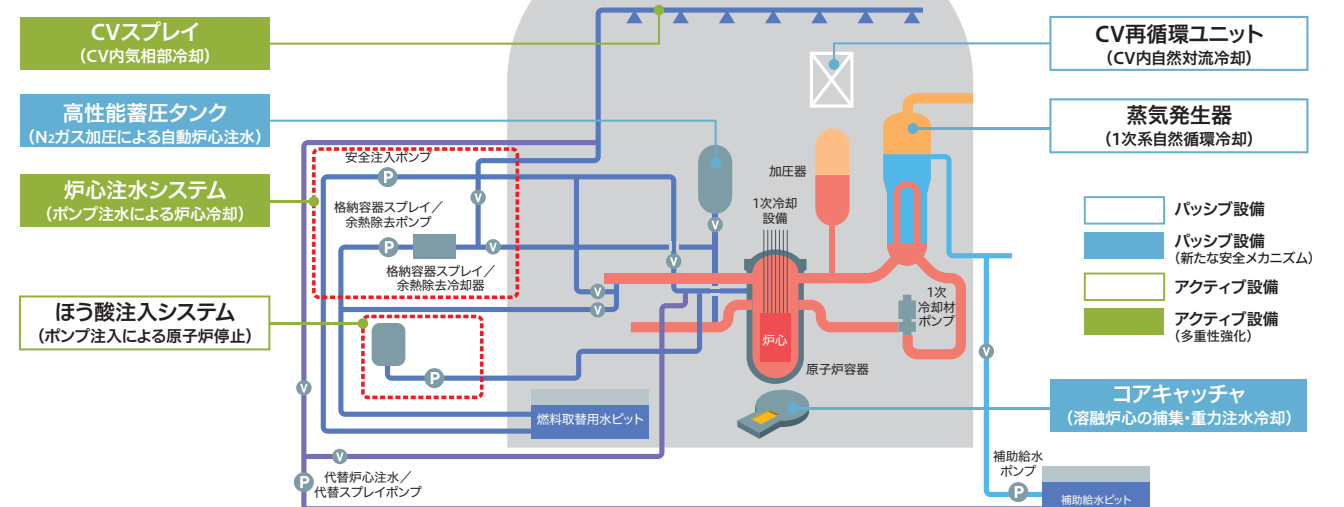
最高の安全性を追求した設備構成

- 深層防護の視点からも安全性を追求し、世界最高水準の安全性を達成
- 故障要因の徹底的な排除
安全系設備の多重性・多様性の強化、及び独立性を確保
- 最高の安全性を追求した設備構成
深層防護設計を採用し、多様性を有したシビアアクシデント(SA)対応設備の設置や独立性を有したテロ対策設備を設置し安全性を向上



3トレン+SATレン+テロ対策による多重性・多様性・独立性の強化

- 事故初期の迅速な対応と速やかな事故収束の両立
パッシブ・アクティブのベストミックス
三菱重工独自の静的炉心注水設備(高性能蓄圧タンク)の採用による確実な炉心冷却



さらなる安全・安心のために

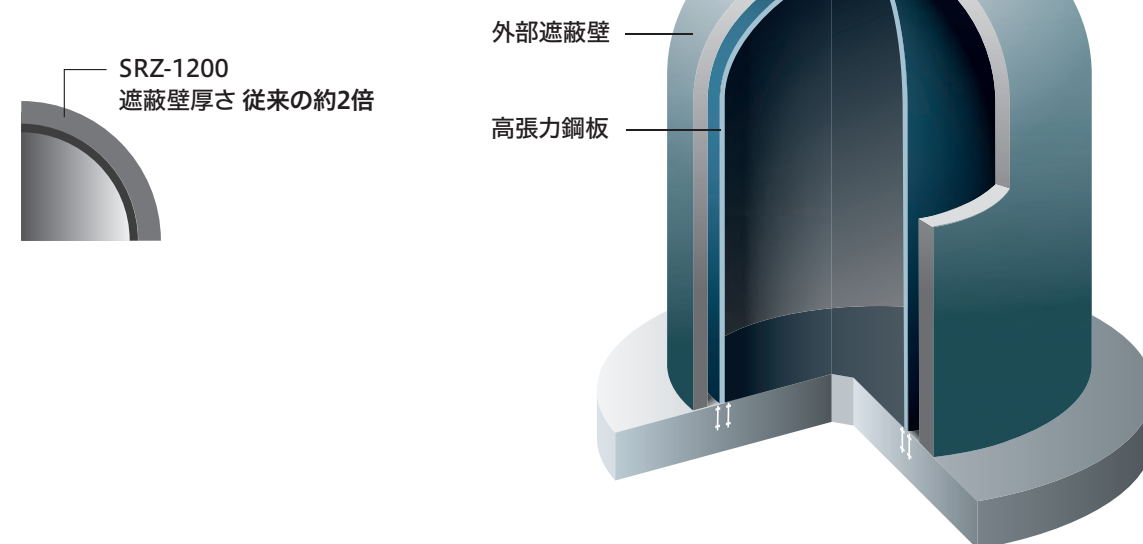
炉心冷却・放射性物質閉じ込め機能の強化

target 目標 ■ あらゆる事象に対して発電所外への放射性物質の放出を防止

measures 具体策

高張力鋼板と頑健な外部遮蔽壁で閉じ込め能力向上

■ 高強度鋼板を用いたHHCV(Hybrid High-tensile steel Containment Vessel)により耐圧、耐漏洩機能を、頑健な外部遮蔽壁により航空機衝突に対する耐性と遮へい機能を強化



格納容器破損防護機能の強化

■ シビアアクシデント時の専用設備(コアキャッチャ等)を設置し、格納容器破損防護機能を強化

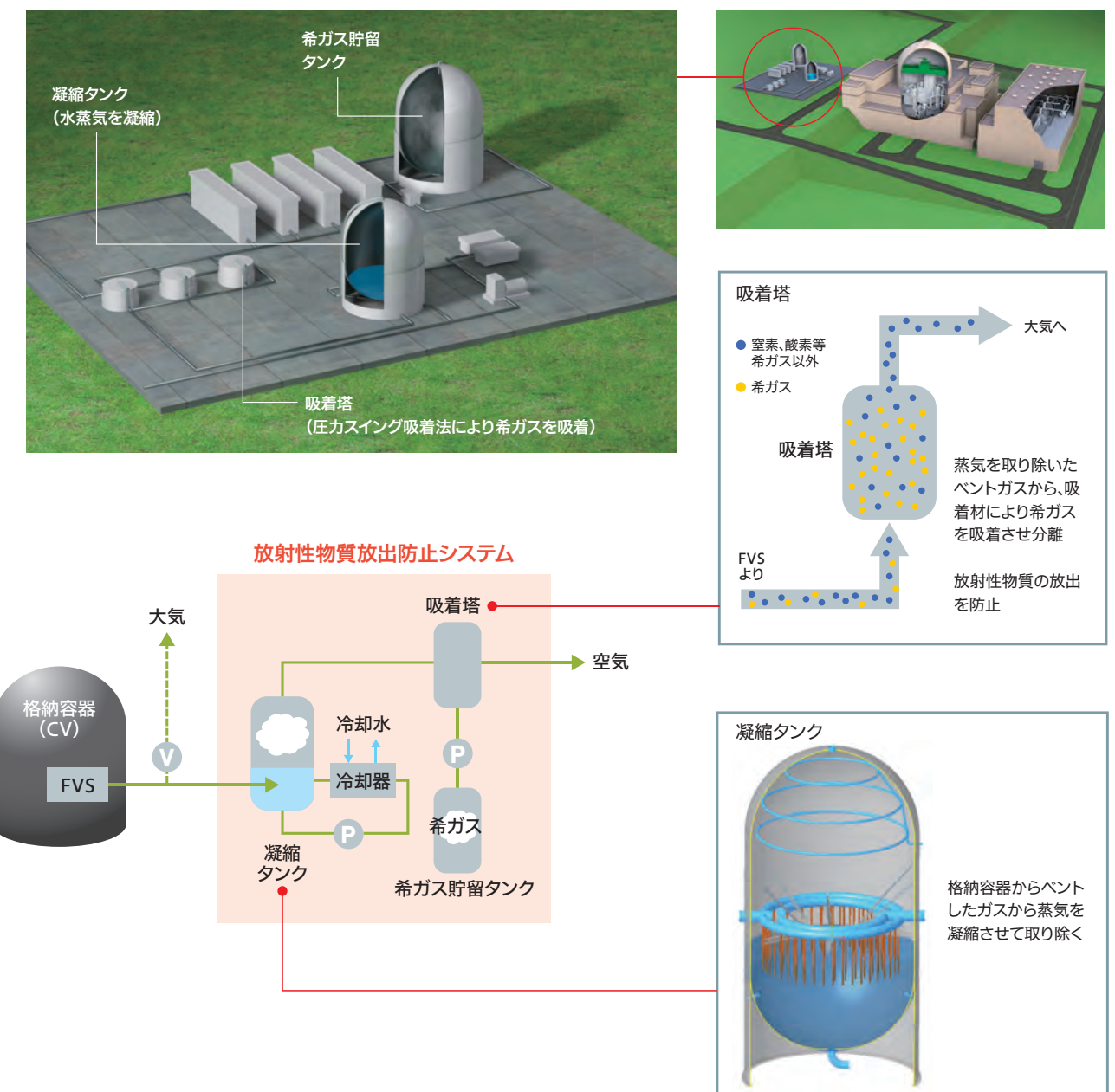


万一の重大事故時における放射性物質の放出防止

■ 種々の格納容器破損防護設備に加え、フィルタベントシステム及び放射性物質放出防止システムを設置し、万一の場合の事故影響を発電所敷地内に限定

放射性物質放出防止システム

■ フィルタベントシステムによるセシウム、よう素の除去に加え、三菱重工が独自開発した放射性物質(希ガス)を分離・貯留するシステムを設置することで周辺環境への放射性物質の大量放出を防止、事故影響を発電所敷地内に限定します



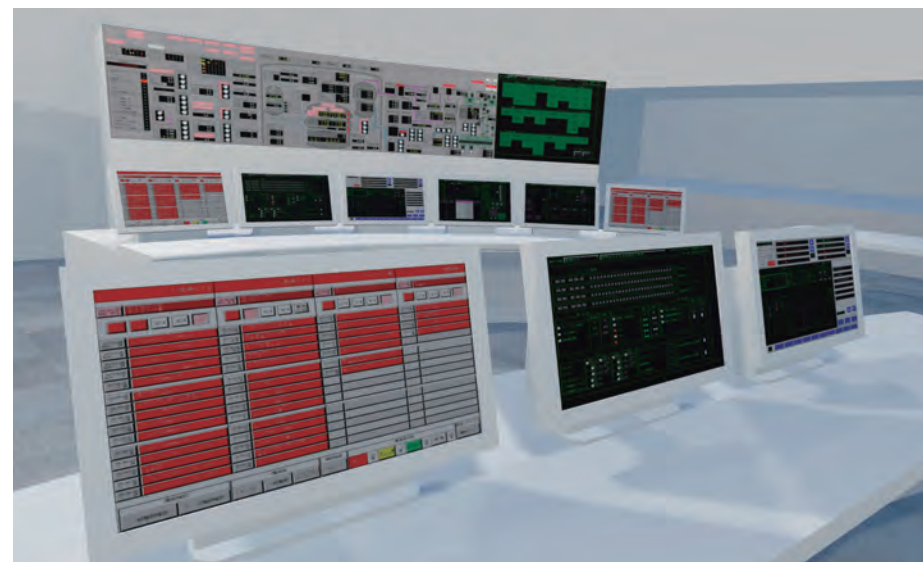
計測制御設備

次世代計測制御設備

原子力発電プラントの安定した運転を維持し稼働率を向上させるためには、システムの信頼性が高く、かつ効率よく容易に操作できる計測制御設備が不可欠です

SRZ-1200 では最新のコンピュータ技術やエレクトロニクス技術を活用して、運転操作の容易なデジタル型の中央制御盤や制御保護装置などを採用し、運転性能の向上を図ります

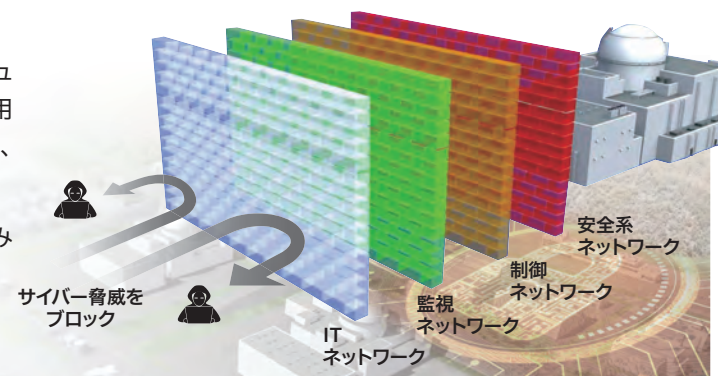
- 計測制御設備はプラントを監視、制御し、万一の異常にはプラントを安全に停止するための高い信頼性を有するシステム
- 制御ロジックのソフトウェア処理や信号インターフェースの通信化、ビジュアルディスプレイパネル等の最新デジタル技術、ICT技術を積極適用した計測制御設備を採用し、運転性、信頼性、保守性、経済性を向上
- 原子力発電所の中核ともいえる中央制御盤は、人間工学を考慮した人に優しいシステム



サイバーセキュリティ

万全のサイバーセキュリティ

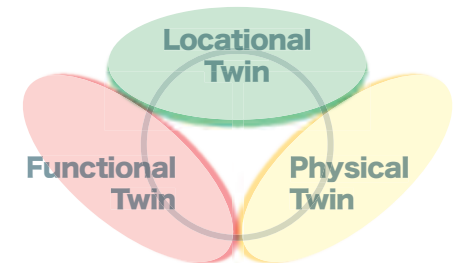
- サイバーセキュリティのみならず、物理的なセキュリティ、システムの堅牢性向上、多様な技術の採用など、多層、多様な手法でサイバー脅威から防御し、侵入を防止
- 発電所外部へのデータ伝送は外部への一方のみとして必要なデータ伝送を確保



最新デジタル技術の活用

3つの観点のデジタルツインを構築しプラントオペレーションをサポート、信頼性・安全性を向上

- **Functional Twin**
プロセスデータや各種設備センサからのデータを集約/分析/予測し、プラント異常状態/設備異常の予兆検知や、プラント運転をサポート
- **Physical Twin**
各種プラント内カメラ(定点/モバイル)からの機器状態等の情報を活用し、現場点検/検査のリモート化や三菱重工エンジニアによる遠隔支援をサポート
- **Locational Twin**
平時のタスク管理に加え、アクシデント対応時に必要な人員や物資/車両の位置情報管理等を同時に実施・共有し、最適な意思決定をサポート



エンジニアリングサポートセンターでのタイムリーかつ最適な Operation & Maintenance 支援によりさらなる信頼性・安全性の向上を実現

- 3つのデジタルツインを三菱重工でも共有し、発電所におけるプラント運転、保守・保全活動を強力にサポート
- 万一の事態が発生した際に、専門知識を有するエンジニアが直接現場を支援、最適なソリューションをタイムリーに提供



柔軟な運用性

target 目標 ■ 再生可能エネルギーとの共存性の高い、優れた運用性を実現

measures 具体策

再生可能エネルギーの拡大に伴う電力系統不安定化や、低負荷期の余剰電力発生という課題に、カーボンフリー電源である原子力に対応

日負荷追従運転への対応

■ 一日単位の電力需要変化に合わせた出力調整運転である「日負荷追従運転」に対応

スピーディ・フレキシブルな出力変化

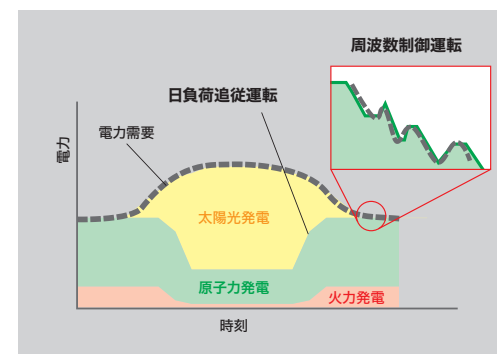
→ プラントの運転制御方式の高度化により、スピーディかつフレキシブルな出力変化を実現

ワイドな出力変化

→ 炉内直接監視の導入や燃料仕様高度化により、出力変化時においても運転制限値に対する余裕を確保し、ワイドな出力変化を実現

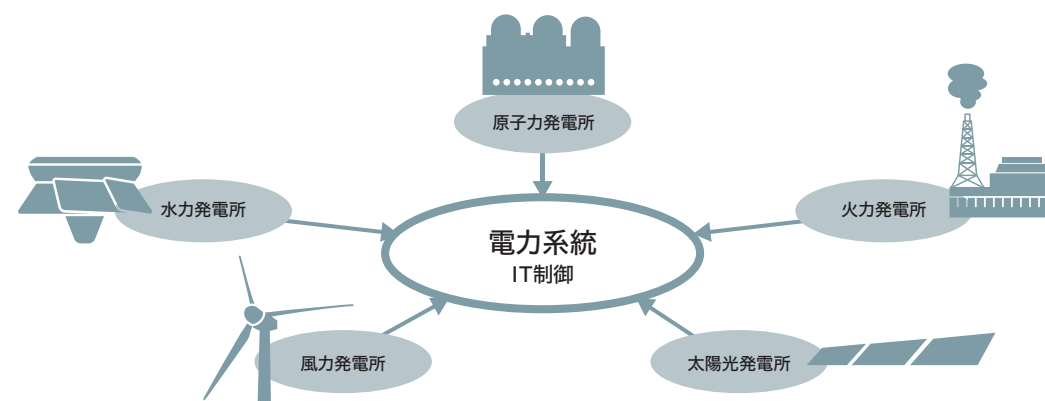
周波数制御運転への対応

■ 秒～分単位の比較的小幅な電力需要変化に合わせ、プラント出力を調整(約±5%)する「周波数制御運転」に対応



高い運転継続能力

■ 電力系統擾乱時にプラント出力を急減、原子炉トリップを回避することで、高い運転継続能力と電力供給の早期復帰を実現



稼働率向上の取組み

target 目標 ■ 稼働率向上により低コストな電気の安定供給を実現

measures 具体策

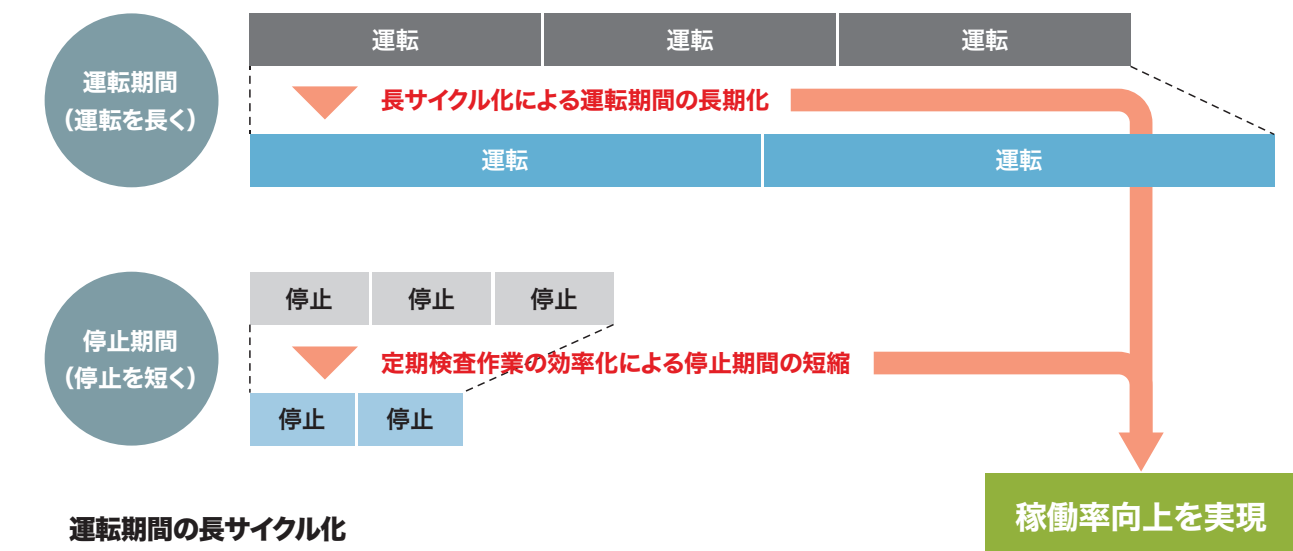
定期検査に係る作業の効率化によるプラント停止期間の短縮、並びに運転期間の長サイクル化により稼働率を向上することで、低コストな準国産エネルギーの安定供給を実現

既設炉

運転	停止	運転	停止	運転	停止
----	----	----	----	----	----

SRZ-1200

運転	停止	運転	停止
----	----	----	----



運転期間の長サイクル化

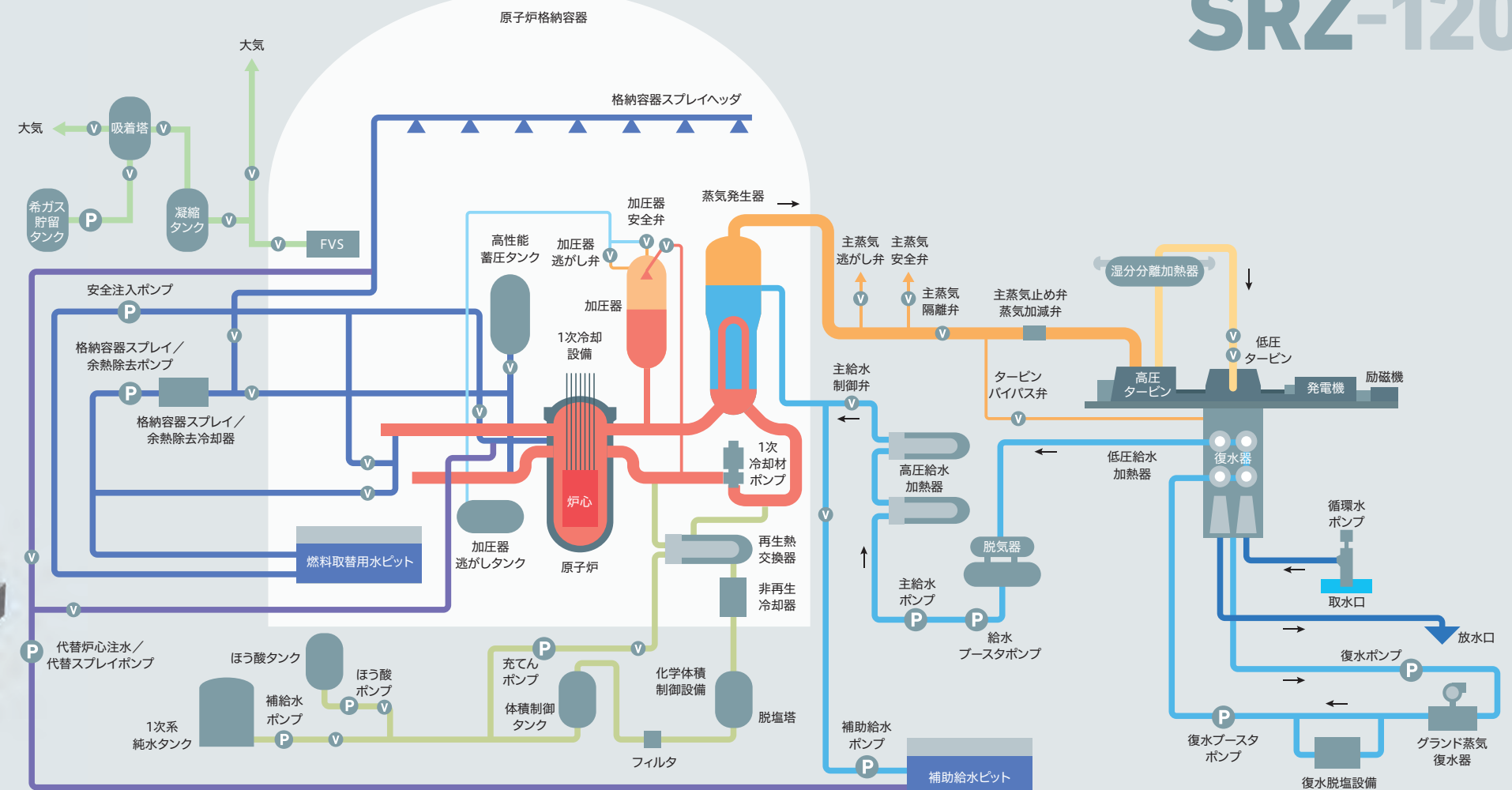
■ 長サイクル運転を考慮した設計(高燃焼度燃料の採用など)により、運転期間を延長するとともに、稼働率を向上

定期検査作業の効率化

■ 検査の効率化を考慮した設計の採用による作業効率化などにより、定期検査に要する期間の短縮を実現

稼働率向上を実現

プラントシステム全体構成



System configuration プラントのシステム構成と特長

Specifications

基本仕様

電気出力	約 1,210 MWe
炉心熱出力	3,411 MWt
原子炉	燃料体数 193 体
	燃料配列 17 × 17
	燃料有効長 3.65 m
	燃料装荷量 (ウラン重量) 約 90 t
	ループ数 3
原子炉冷却系	1 次冷却材流量 25,100 m ³ /h/ ループ
	1 次系圧力 15.4 MPa(gage)
	蒸気発生器 型式 65FII
	台数 3
	蒸気圧力 約 6 MPa
	1 次冷却材ポンプ 型式 MA25S
	台数 3
	電動機出力 約 6,000 kW

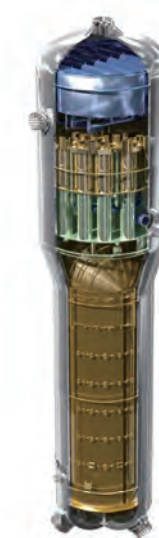
原子炉

- 原子炉容器下部管台の削除による漏洩リスク排除 (上部挿入方式の炉内核計装装置の採用)
- 原子炉容器小型化による耐震性向上



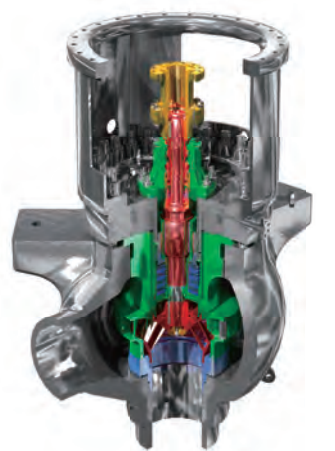
蒸気発生器

- 小口径伝熱管、高性能小型気水分離器の採用による小型化
- 改良型振止め金具適用により伝熱管流動振動に対する信頼性を向上



1 次冷却材ポンプ

- 羽根車およびディフューザ形状の最適化による大容量、高効率化
- 耐SBOシール採用により安全性を向上



主要機器・設備

格納容器／原子炉建屋

原子炉及び重要な安全防護設備を格納する格納容器と原子炉建屋は、あらゆる自然災害やテロにも耐え得る強じんな建屋にします

格納容器

- ハイブリッド型高張力鋼製原子炉格納容器（HHCV：Hybrid High-tensile steel Containment Vessel）を採用することにより高い頑健性、密閉性を実現

原子炉建屋

- 区画分離、分散配置、強度に優れた構造を有する原子炉建屋とすることで、高い頑健性を実現

- 1 原子炉格納容器
- 2 原子炉容器
- 3 蒸気発生器
- 4 1次冷却材ポンプ
- 5 高性能蓄圧タンク
- 6 燃料取替用水ピット
- 7 コアキャッチャ
- 8 使用済燃料ピット



格納容器

SRZ-1200では、HHCV *を採用し格納容器の閉じ込め機能と遮蔽の機能を分離することで、閉じ込め機能の信頼性を向上するとともに、頑健な外部遮蔽により航空機衝突に対する耐性と遮へい機能を強化し、被ばく低減と様々な災害に耐えうる強固な格納容器を実現します

*円筒部・ドーム部に高張力鋼板、底部に鋼製ライニングと鉄筋コンクリート構造の基礎版を用いて耐圧・耐漏えい機能を確保し、アンカーボルトで基礎版に定着した構造

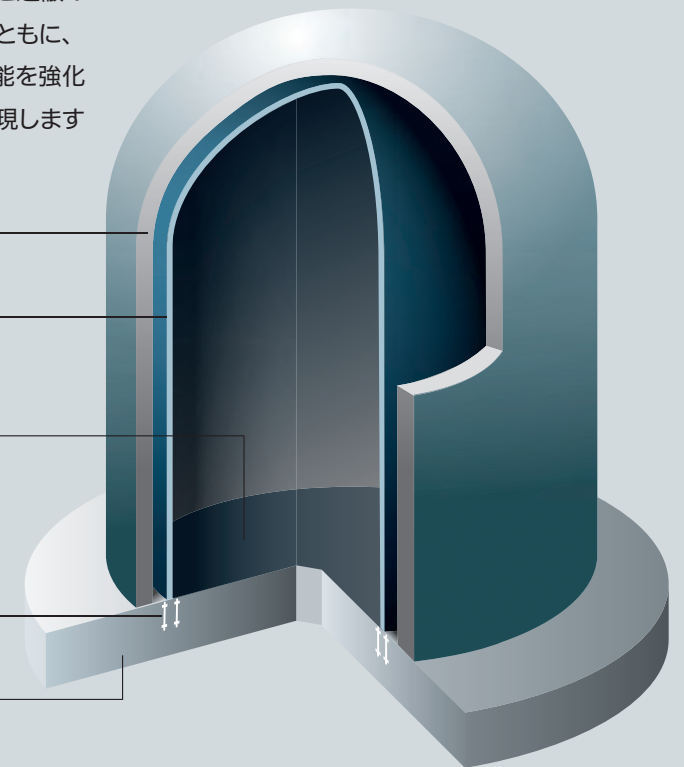
外部遮蔽壁

高張力鋼板

底部ライナ
(鋼製ライニング)

アンカーボルト

基礎版
(鉄筋コンクリート)



原子炉建屋

区画分離

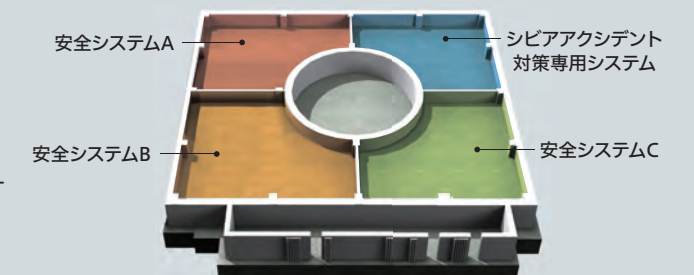
多重化された安全防護設備を頑健なコンクリート壁で分離することで火災等の波及的影響を防止し、安全機能が同時に喪失することを防止します

分散配置

多重化された安全防護設備に対し、離隔距離を確保し分散配置することで安全機能が同時に喪失することを防止します

建屋の頑健化

テロに対処するための設備は、安全防護設備との同時機能喪失を防止するため、頑健な建屋内に収納します



主要機器・設備

原子炉容器／炉内構造物

原子炉容器／炉内構造物は、実績のある120万kW級の既設標準4ループプラントの設計仕様をベースとし、上部挿入方式の炉内核計装装置(ICIS)を採用。原子炉容器下部容積低減の採用により、性能を向上し、プラントの安全性を向上させています

Specifications

原子炉主要目

原子炉容器全高	11.9m
原子炉容器外径	4.8m
装荷燃料	17×17型(193体)
炉内核計装装置	上部挿入方式
緊急炉心冷却システム	DVI*方式

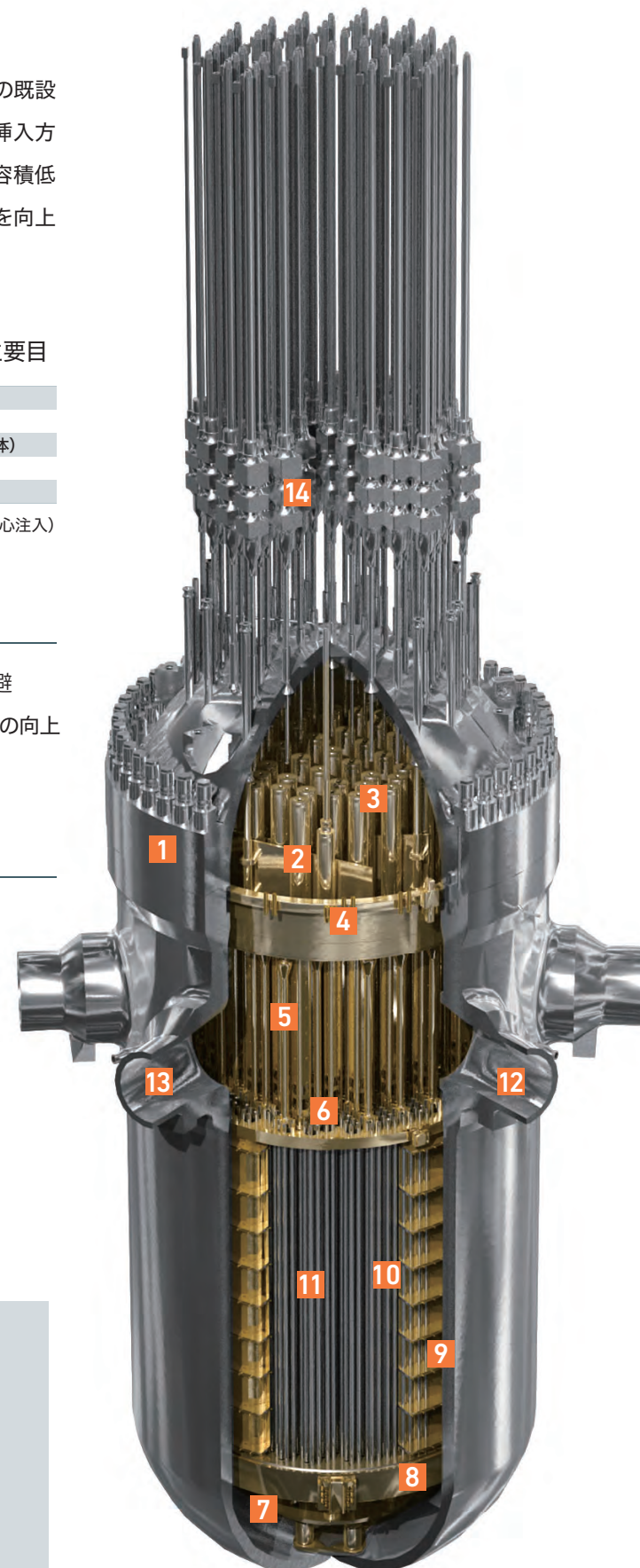
* DVI: Direct Vessel Injection(直接炉心注入)

上部挿入 ICIS 方式の採用

- 原子炉容器下部からの1次冷却材漏洩リスクの回避
- 固定式炉内中性子検出器採用による炉心監視性能の向上

原子炉容器下部容積低減

- 原子炉容器下部鏡の形状変更(平坦化)
- 下部炉心構造物の構造合理化



- | | |
|--------------|------------|
| 1 原子炉容器 | 8 下部炉心支持板 |
| 2 シンプル集集体 | 9 改良バッフル構造 |
| 3 制御棒クラスタ案内管 | 10 炉心そう |
| 4 上部炉心支持板 | 11 燃料集集体 |
| 5 上部炉心支持柱 | 12 出口管台 |
| 6 上部炉心板 | 13 入口管台 |
| 7 整流板 | 14 制御棒駆動装置 |

原子炉容器／炉内構造物

上部挿入ICIS方式の採用

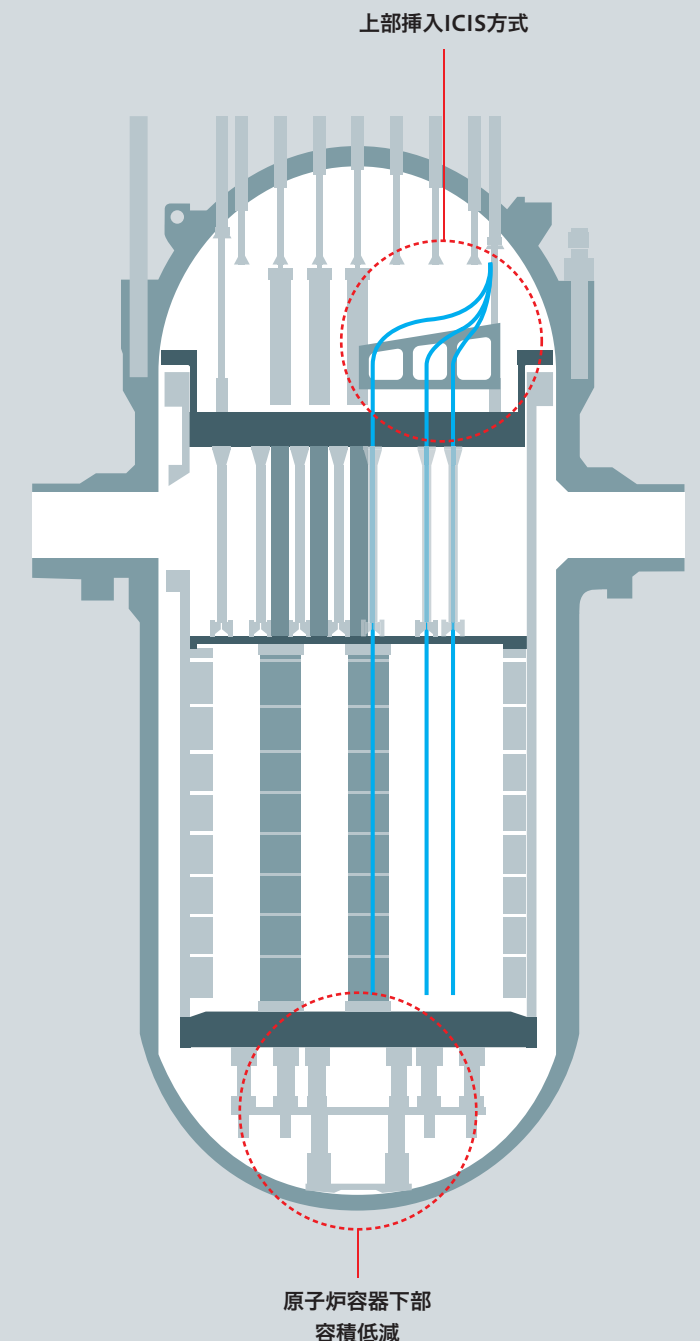
炉内中性子束検出器を原子炉容器下部から挿入する従来の設計から、原子炉容器上部から挿入する設計に変更しています。原子炉容器下部の貫通部を無くすことで潜在的な1次冷却材漏洩リスクの回避や常時炉心監視による負荷追従運転時の炉心管理性能を向上し、プラントの安全性を向上させています

原子炉容器下部容積低減

原子炉容器下部鏡と下部炉心構造物の構造を合理化することで原子炉容器下部の冷却材体積を低減し、万一の1次冷却材喪失事故時における燃料温度を低減させ安全性を向上させています

標準4ループをベースとした3ループ構成

実績のある標準4ループプラントの設計仕様をベースとし、同じ193体の燃料集集体を装荷しつつ3ループ構成化に対応した構造を実現し経済性を向上させています



原子炉容器下部容積低減

主要機器・設備

蒸気発生器

大容量化に対応した高性能でコンパクトな蒸気発生器を達成するため、高性能小型気水分離器、3/4インチ伝熱管を採用。また、信頼性を向上させるため腐食に強いTT690合金を伝熱管に採用するとともに、伝熱管の流動振動を確実に抑えるため9点支持改良型振止め金具を採用しています

Specifications

設備仕様

型式	たて置 U 字管式 (65FII型)	
交換熱量	1,139.7 MWt/SG	
伝熱管	伝熱面積	約 6,100 m ²
	本数	約 5,400 本
	外径	19.05 mm
	板厚	1.09 mm
	配列	四角配列
	ピッチ	27.0 mm
SG 全高	20.6 m	
1 次セパレータ 型式	小型 20 本	
2 次セパレータ 型式	1 段型 6 バンク	
設計蒸気圧力	約 6 MPa	

高性能な気水分離器・湿水分離器の採用

- 湿水分離性能を向上し、蒸気湿分を低下させることでプラント性能を向上

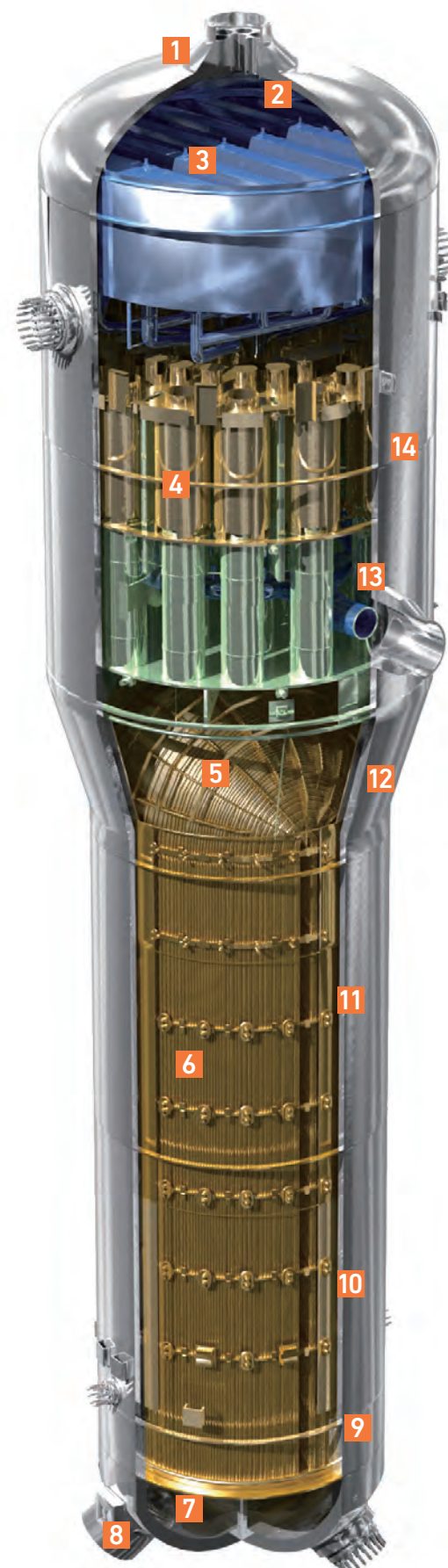
改良型振止め金具の採用

- 伝熱管支持点数を増加させ、信頼性を向上

3/4 インチ伝熱管の採用

- 伝熱性能を向上し、大容量化による大型化を抑制

- | | |
|------------------|--------------|
| 1 蒸気出口ノズル | 8 1次冷却材出口ノズル |
| 2 上部鏡 | 9 管板 |
| 3 1段型湿水分離器 | 10 下部胴 |
| 4 小型気水分離器 | 11 中間胴 |
| 5 改良型振止め金具 (AVB) | 12 円錐胴 |
| 6 伝熱管 | 13 給水入口ノズル |
| 7 水室 | 14 上部胴 |



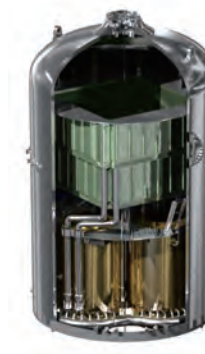
従来型との比較、改良点

気水分離器・湿水分離器

大容量化に伴う蒸気流量増加に対応するため、高性能な小型気水分離器+1段型湿水分離器を採用。蒸気流量増加による蒸気湿分増加を抑制し、プラント性能向上に寄与します

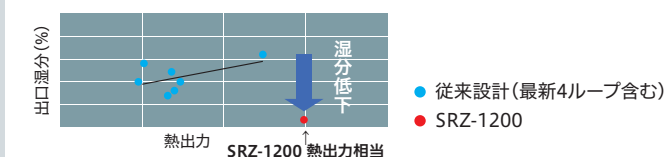
既設プラント

- 大型気水分離器×3個
- 内径 約1.4m
- 2段型湿水分離器配置



SRZ-1200

- 小型気水分離器×20個
- 内径 約0.5m
- 1段型湿水分離器配置

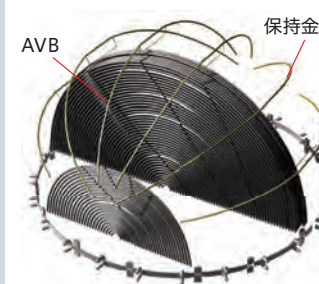


振止め金具 (AVB)

改良型振止め金具の採用により、伝熱管支持点数を増加させ、伝熱管流動振動に対する信頼性を向上させています

既設プラント

- V型3組 (最外周6点支持)



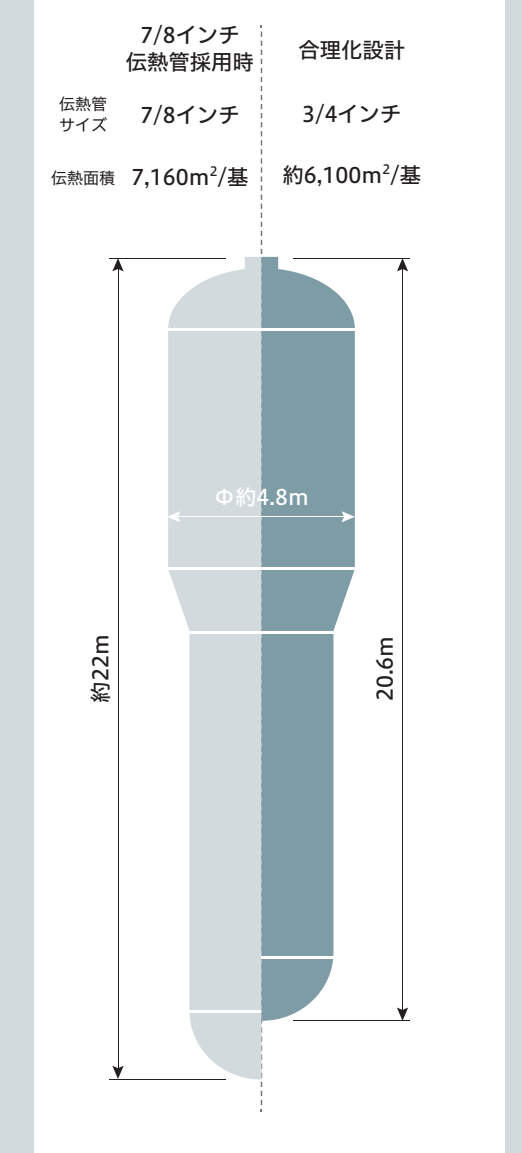
SRZ-1200

- 2V + I + 2V型 (最外周9点支持)



伝熱管寸法

3/4インチ伝熱管を採用することで伝熱性能を向上し、必要伝熱面積を低減。大容量化に伴う蒸気発生器の大型化を抑制しています



主要機器・設備

1次冷却材ポンプ

羽根車及びディフューザ形状を抜本的に見直すことにより、大容量・高効率を達成するとともに、主フランジ一体化による信頼性向上、耐 SBO* シール(耐熱 O リング+シャットダウンシール)採用による安全性向上を追求しています

* SBO: 全交流電源喪失

Specifications

基本仕様

型式	たて型単段斜流式 (MA25S 型)
容量	25,100m ³ /h
揚程	約 95 m
電動機出力	約 6,000 kW

耐 SBO シール適用

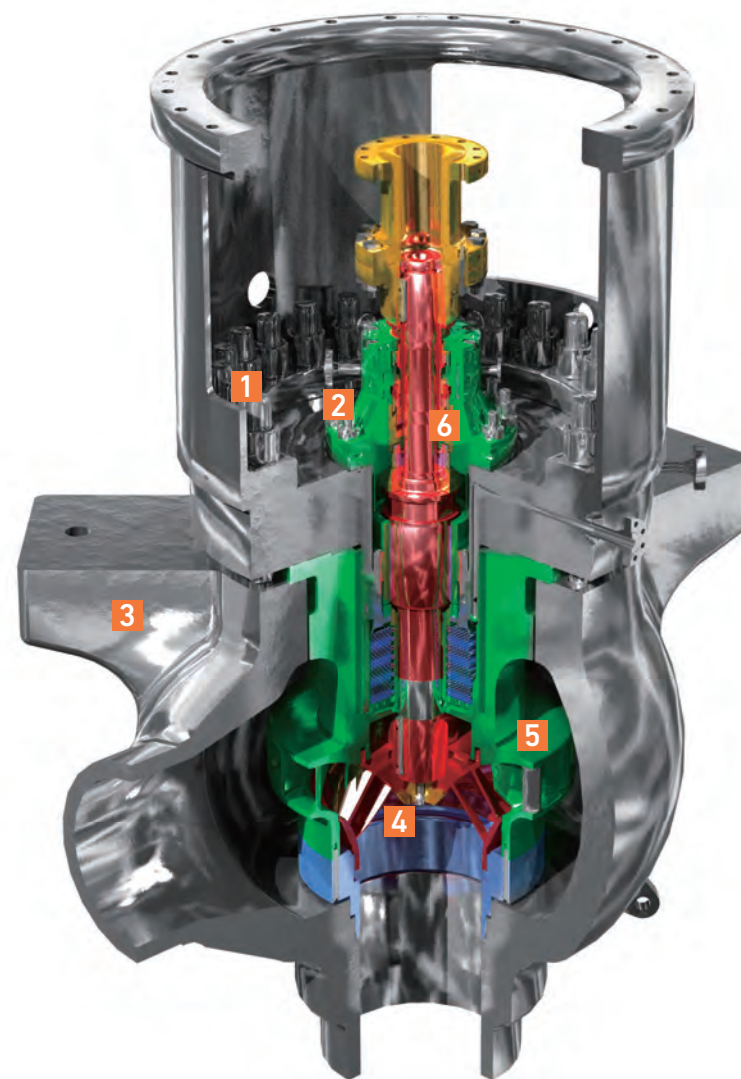
- 高温/高圧条件下でも長時間の耐久性を有するシャットダウンシール採用により、SBO 時にシール部からの漏えいを防止し安全性が向上

主フランジ一体化

- 構成部品の一体化による保守性・信頼性向上

高効率水力設計

- 最適化された羽根車とディフューザにより、大容量・高効率を達成



- 1 主フランジボルト
- 2 シールハウジングボルト
- 3 ケーシング
- 4 羽根車
- 5 ディフューザ
- 6 軸シール(シャットダウンシール含む)

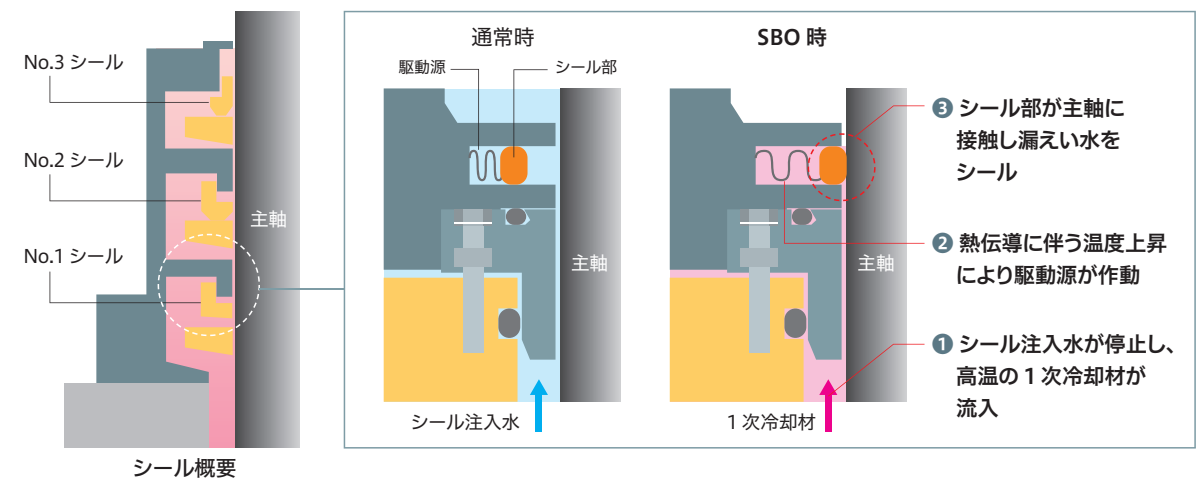
耐 SBO シール(耐熱 O リング+シャットダウンシール)

既設プラントにおいて安定な通常運転実績を有する3段シール(耐熱Oリング)に加え、SBO時に高温/高圧条件下に晒された時のみ作動するシャットダウンシールの採用により更なる安全性向上を実現します

シャットダウンシールの特長

- 高温/高圧条件下でも長時間の耐久性を有することで、LOCA発生防止に寄与し、更なる安全性向上を実現
- 豊富な実績を持つ高性能シールに組み込み、RCPの通常の安定運転・シール性能には影響を与えない機構を実現

シャットダウンシール概念

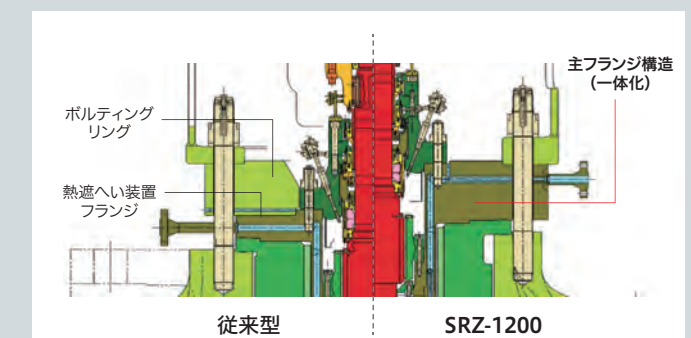


インターナル外観

主フランジ一体化の特長

ボルトリングと熱遮へい装置フランジを一体化した主フランジ構造に変更しました

- 部品点数の低減
- 熱ひずみ等の経年変化を抑制
- シールメンテナンスの作業性向上



主要機器・設備

炉心／燃料

先進的なプラント性能を実現する炉心

Specifications

炉心主要目

炉心熱出力	3,411 MWt
燃料有効長	3.65 m
炉心等価直径	3.4 m
燃料装荷量（ウラン重量）	約 90 t
出力密度	17.9 kW/m
燃料集合体数	193 本
燃料配列	17 × 17

長サイクル化により運転コストを改善

- 標準設計として 18 ヶ月運転に対応、最大 24 ヶ月運転まで対応可能
- 長サイクル化による設備利用率の向上により運転コストを改善

MOX 燃料装荷割合増加により プルトニウム消費能力を向上

- MOX 燃料装荷割合の増加により国内のプルトニウム需給バランスの確保に貢献
- 将来的にはフル MOX 炉心への拡張も可能

高燃焼度化により使用済燃料体数を削減

- 燃料集合体 1 体から得られるエネルギーを増加することで、使用済燃料体数を削減
- 燃料集合体最高燃焼度は 60GWd/t 以上まで対応可能

安全性向上への取組み

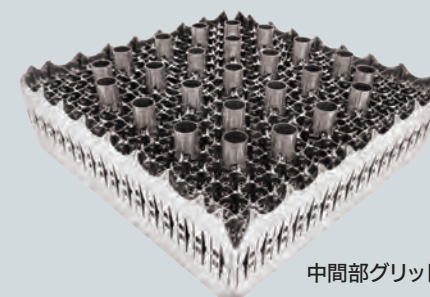
- 事故耐性燃料の開発により、事故時における燃料被覆管の脆化と水素発生を抑制

- 1 上部ノズル
- 2 制御棒案内シンプル
- 3 上部グリッド(718合金製)
- 4 中間部グリッド(M-MDA製)
- 5 燃料棒
- 6 下部グリッド(718合金製)
- 7 下部ノズル(フィルター付き)



燃料集合体 耐震性の向上

強度の高いグリッド構造の採用



中間部グリッド

M-MDA™ : MODIFIED MITSUBISHI DEVELOPED ALLOY

M-MDA™材の適用に加え、構造改良を施すことで、耐震性を向上させています

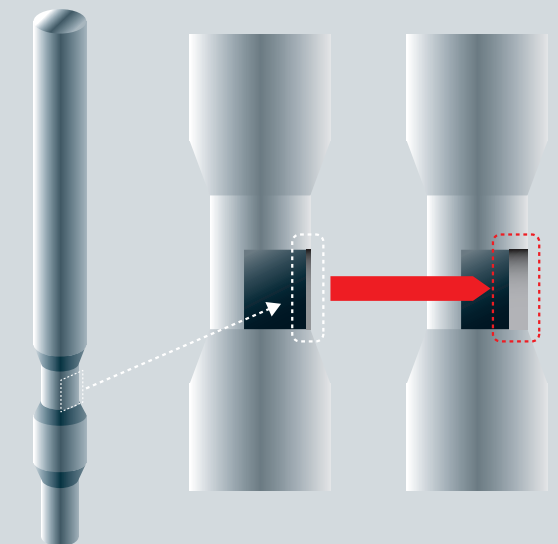
伝熱性能の高い燃料構造の採用

DNB性能を向上させた大型ミキシングペーン※の適用により安全性を向上させています

※ 中間部グリッド上部の突起構造であり、冷却材の流れを旋回させることで燃料棒からの伝熱を促進する機能を有する

厚肉化制御棒案内シンプルの採用

M-MDA™ 材の適用に加え、制御棒案内シンプル細径部を厚肉化することで、耐震性を向上させています



炉心の運用性能向上

高耐食性の燃料被覆管の採用

高耐食性を有するM-MDA™材の適用により、長サイクル運転に対応させ、運用性を向上させています

燃料ペレット

運用性の高い燃料構造の採用

燃料棒ブレナム長を増加させ、燃料棒内の圧力上昇に対して余裕を確保することで、MOX炉心に対応させ、運用性を向上させています

燃料棒下部ブレナム

運用性の高い燃料ペレットの採用

燃料棒内軸方向に濃度の異なるガドリニウム(Gd)入り燃料ペレットを採用することにより、軸方向出力分布の変化の程度を緩和し、運転時の制限値との余裕を向上させ、炉心運用の柔軟性を高めます

将来に向けた更なる安全性の向上

事故耐性燃料

万一の事故発生時においても水蒸気とジルコニウムの反応による脆化や水素発生を抑制する事故耐性燃料として、Crコーティング被覆管を開発しています

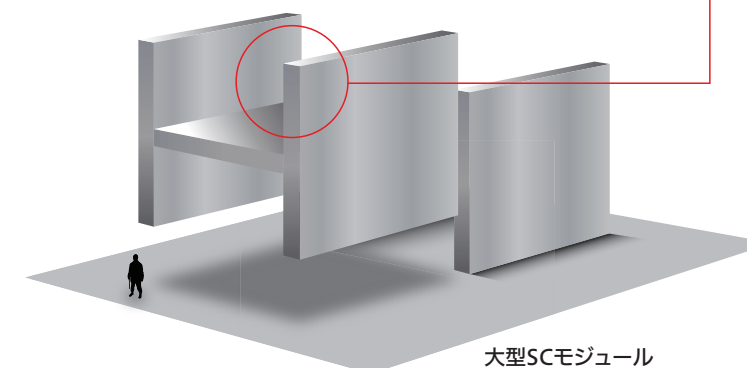
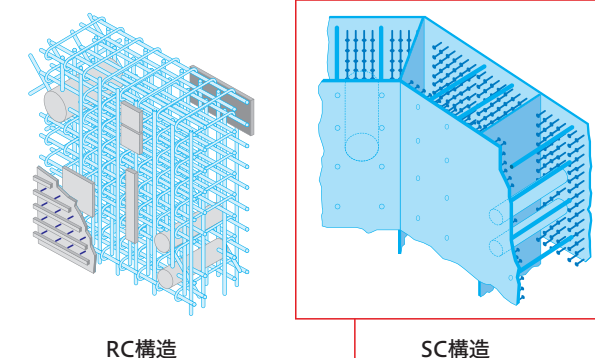
プラント建設工事の概要

原子力発電プラントは、膨大な数の機器・部品から構成される巨大システムであり、この建設にあたっては計画・設計・製作から据付・試運転に至る総合的な日程管理と、十分な品質管理が必要です
三菱重工は、SC 構造、モジュール工法などの工期短縮、合理化工法を取り入れ、IPS(総合日程管理システム)など高度な管理手法を駆使し、世界的に見て長期化しているプラント建設工期について、60 ヶ月以下の達成を目指します



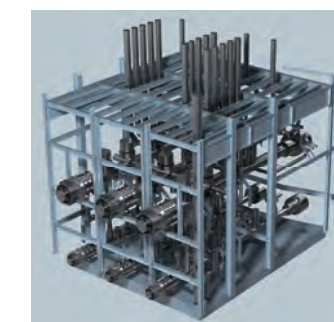
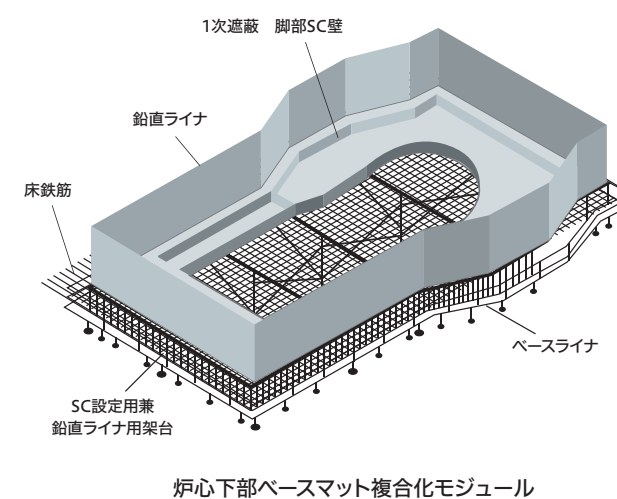
SC 構造の採用

SC構造とは、鋼板コンクリート構造(Steel Plate Reinforced Concrete)の略称で、従来の鉄筋コンクリート構造(RC)の鉄筋を鋼板に置き換えた構造です
SC構造は、同じ壁厚のRC構造と比べて、地震に対する耐力や竜巻飛来物等による衝撃耐性が同等以上になることも期待されます
SC構造を採用することで、躯体工事期間を20%程度短縮することができます



機電・建築複合モジュール工法の採用

原子力発電プラントの特徴として、遮へい性の観点から建屋全体がコンクリート構造物となっており、躯体工事期間が長期化することが挙げられます。建築工事と機電工事の並進化を行い、プラント建設工期を短縮するために、機電・建築複合モジュールを積極的に採用します



History and experience

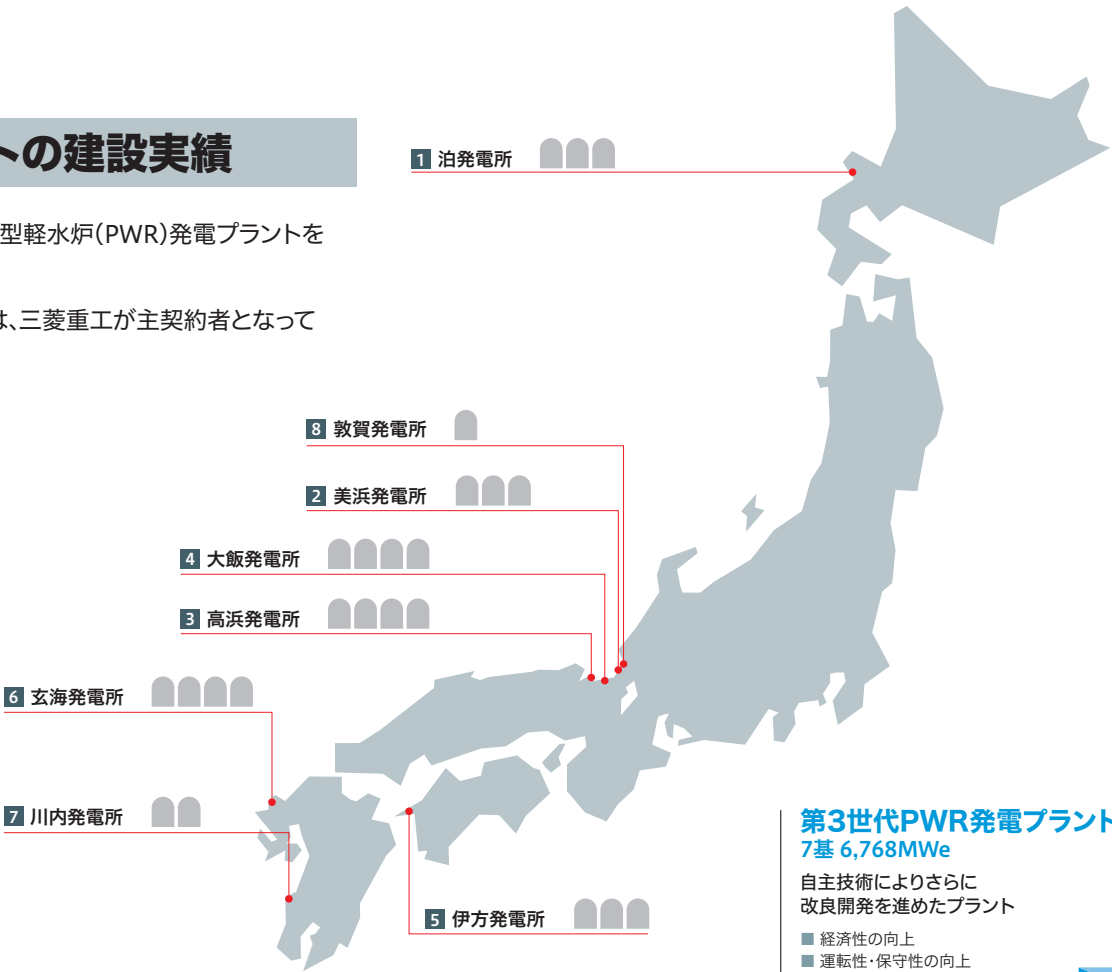
三菱加圧水型軽水炉発電プラントの建設実績

三菱重工は世界の原子力発電設備の65%以上をしめる加圧水型軽水炉(PWR)発電プラントを日本国内で24基建設してきました
このうち初期の輸入プラントを除く20基のPWR発電プラントは、三菱重工が主契約者となって設計・製作・建設を担当しました

納入済 ■ 24基 20,278MWe

会社名	プラント名	運開年	電気出力 (MWe)
1 北海道電力	泊 1号	平成元年(1989)	579
北海道電力	泊 2号	平成3年(1991)	579
北海道電力	泊 3号	平成21年(2009)	912
2 関西電力	美浜1号*	昭和45年(1970)	340
関西電力	美浜2号	昭和47年(1972)	500
関西電力	美浜3号	昭和51年(1976)	826
3 関西電力	高浜1号*	昭和49年(1974)	826
関西電力	高浜2号	昭和50年(1975)	826
関西電力	高浜3号	昭和60年(1985)	870
関西電力	高浜4号	昭和60年(1985)	870
4 関西電力	大飯1号*	昭和54年(1979)	1,175
関西電力	大飯2号*	昭和54年(1979)	1,175
関西電力	大飯3号	平成3年(1991)	1,180
関西電力	大飯4号	平成5年(1993)	1,180
5 四国電力	伊方1号	昭和52年(1977)	566
四国電力	伊方2号	昭和57年(1982)	566
四国電力	伊方3号	平成6年(1994)	890
6 九州電力	玄海1号	昭和50年(1975)	559
九州電力	玄海2号	昭和56年(1981)	559
九州電力	玄海3号	平成6年(1994)	1,180
九州電力	玄海4号	平成9年(1997)	1,180
7 九州電力	川内1号	昭和59年(1984)	890
九州電力	川内2号	昭和60年(1985)	890
8 日本原子力発電	敦賀2号	昭和62年(1987)	1,160

* 原子炉系はウェスチングハウス社製、タービン系は全て三菱重工製



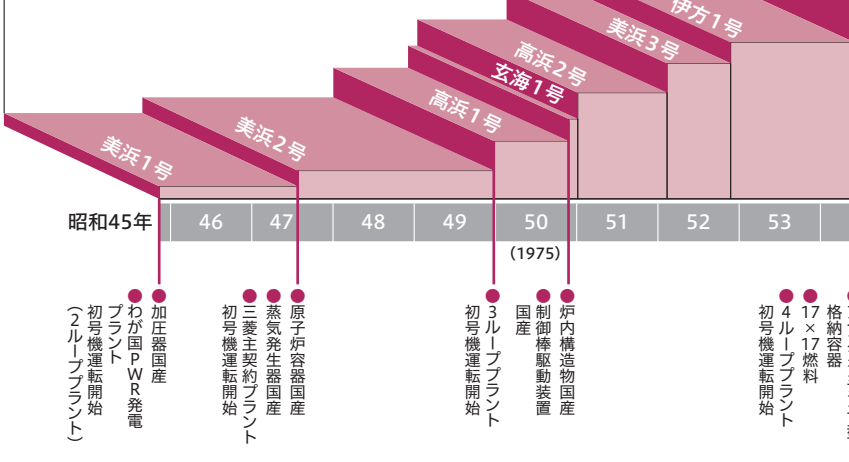
プラント建設のあゆみと技術成果

わが国のPWR発電プラントの初号機である美浜1号機の建設以来、導入技術と自主技術によって技術の改良に努め、また、国の軽水炉改良標準化プログラムで得た成果も踏まえて、信頼性、安全性、経済性、運転保守性のあらゆる面で世界に誇れるPWR発電プラントをご提供できる様に努めております

第1世代PWR発電プラント 9基 6,793MWe

輸入プラントおよびその導入技術に基づく国産プラント

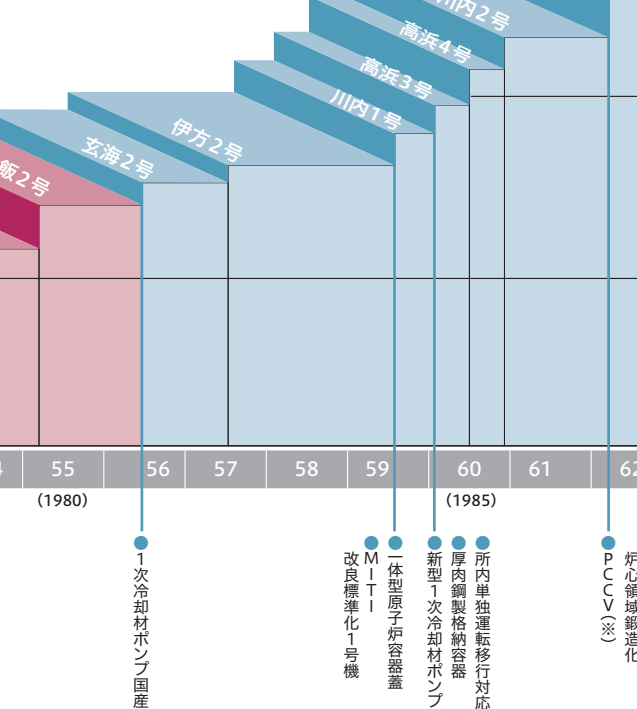
- PWR技術の導入
- 主要機器の国産化



第2世代PWR発電プラント 7基 5,805MWe

建設経験、運転経験に基づいた三菱の自主技術によるプラント

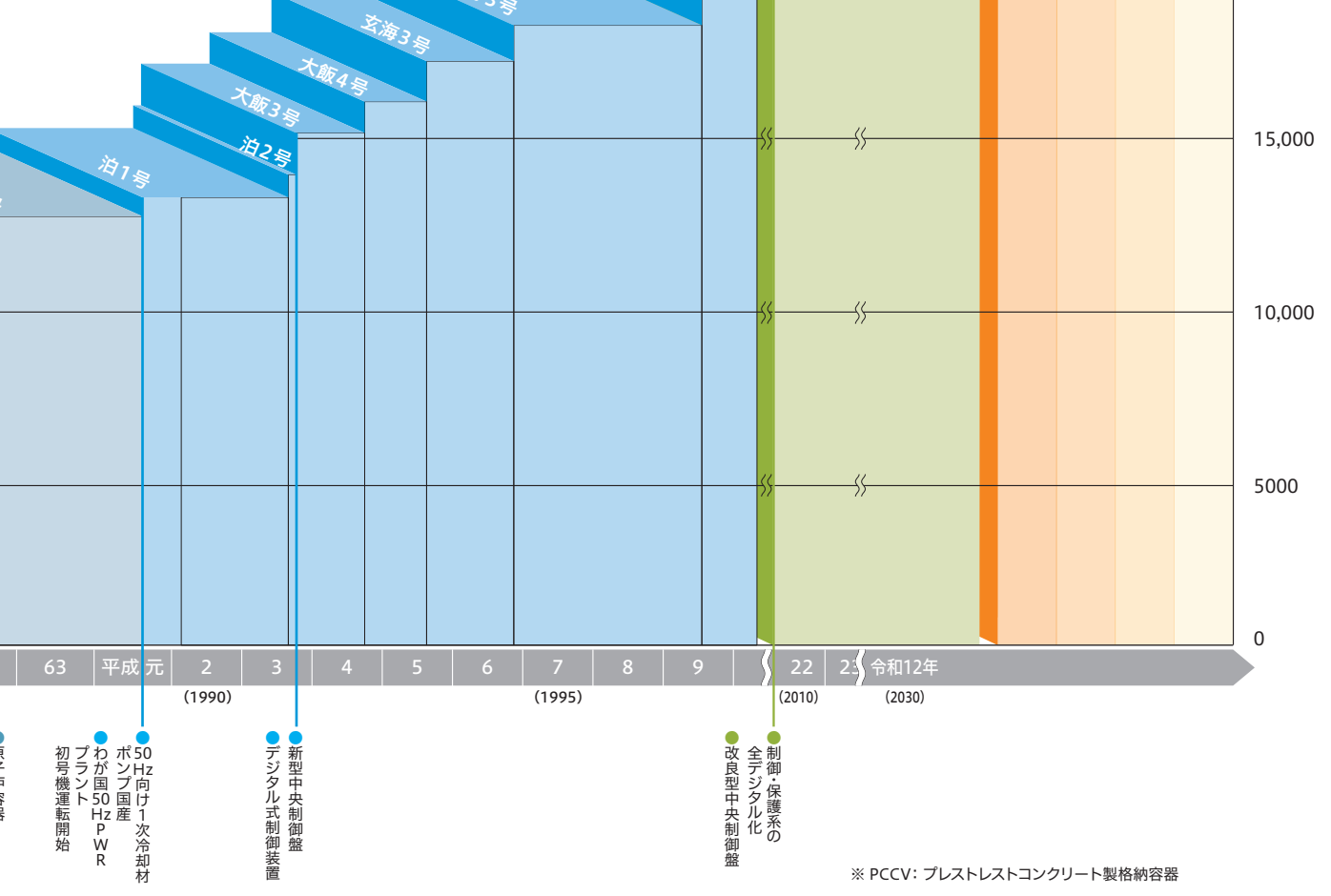
- PWR技術の改良開発
- 信頼性・安全性、稼働率の向上
- 被ばく低減、定検短縮



第3世代PWR発電プラント 7基 6,768MWe

自主技術によりさらに改良開発を進めたプラント

- 経済性の向上
- 運転性・保守性の向上



※ PCCV: プレストレストコンクリート製格納容器