

浜岡原子力発電所の 安全性向上の取り組みについて

2021年4月9日

01 はじめに

1 はじめに コミットメント

- 福島第一原子力発電所における未曾有の原子力災害を踏まえ、二度とこのような災害を生じさせないという固い決意のもと、社会の持続的な発展に不可欠な原子力の活用に向け、中部電力グループを挙げて、地域をはじめ社会の皆さまにご安心いただける、世界一安全な原子力発電所の実現を目指してまいります。
- また、経営トップとして現場を訪問し、発電所員に対して、直接「自ら考えることの重要性」を現場への期待として、繰り返し、伝えていきます。

【発電所員とのコミュニケーション】

- 2020年4月の社長就任が決まってから5回発電所を訪問しており、初回訪問時には、浜岡原子力安全アドバイザーボード委員（社内外の原子力専門家）から伺ったメッセージと再稼働に向けた所員の挑戦を期待として伝えました。
- 原子力発電所に従事する者一人ひとりが自らの役割を理解し、個人の能力を最大限に発揮することが重要であり、そのうえで課長は目標管理やOJTを通じて部下の能力向上ひいては発電所パフォーマンス向上に繋がるキーマンと考え、発電所の全課長と毎年意見交換を行うこととしています。



発電所における社長督励の様子



発電所課長との意見交換の様子



現場確認（シミュレータ訓練）の様子

02

安全対策の取り組み

2-1 安全性向上対策の取り組み 安全性向上に向けた施策

↓ 1995.1.17 阪神・淡路大震災

2005.1→2008.3

自主的に耐震性を強化

↓ 2006.9 耐震設計審査指針改訂

2009.1 **1・2号機の運転を終了し廃止措置へ**

↓ 2009.8.11 駿河湾地震

2011.3.11 **東北地方太平洋沖地震発生
東京電力(株)福島第一原子力発電所事故**

↓ 2011.5.6 内閣総理大臣からの運転停止要請

↓ 2011.5.14 全号機停止

2011.7.22 **津波対策の実施を決定**

(防波壁T.P. + 18m、水密扉等)

2012.12.20 **津波対策の強化・重大事故等対策の実施を決定**

(防波壁T.P. + 18m→T.P. + 22m、フィルバント設備設置)

2013.9.25

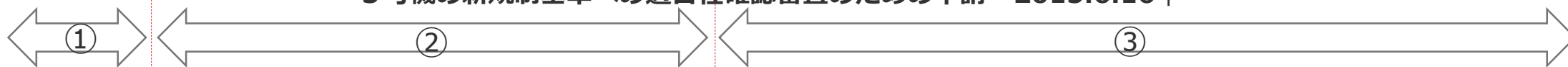
新規制基準を踏まえた追加対策の実施を決定

(地震動 1,000ガル→改造工事用地震動1,200ガル
改造工事用増幅地震動2,000ガル)

新規制基準施行 2013.7.8

4号機の新規制基準への適合性確認審査のための申請 2014.2.14 ↑

3号機の新規制基準への適合性確認審査のための申請 2015.6.16 ↑



①震災前

②新規制基準以前

③新規制基準後

- ①：東北地方太平洋沖地震発生以前の取り組み
- ②：新規制基準施行以前の取り組み
- ③：新規制基準施行後～現在の取り組み

- 浜岡原子力発電所では、南海トラフの地震の発生に備え、**東北地方太平洋沖地震発生以前から耐震性を高める工事など常に最新の知見を反映し自主的に安全性向上に努めてきました。**
- 福島第一原子力発電所の事故以降も、**新規制基準施行前から津波対策や重大事故等対策を自主的に進めるとともに、新規制基準を踏まえた追加対策に取り組むなど、安全対策を積み重ね、リスク低減に向けた活動を実施しています。**

2-1 安全性向上対策の取り組み

地震・津波対策の経緯

- 浜岡原子力発電所は南海トラフ地震の想定震源域に立地しており、耐震・耐津波安全確保は最も重要な課題であると認識し、**既存技術のみならず積極的に新たな技術※も適用**するとともに、最新の知見を反映し先進的に安全性向上に取り組んでいます。
- 特に、津波対策は東北地方太平洋沖地震が未曾有の災害であったことから、最新知見・技術を先取りし対策を進めてきました。

※他業界では既往技術であるとしても、原子力の重要施設へ初めて適用する手法について実験や解析で妥当性を確認し採用するようなものも含む

		2006年 耐震設計審査指針改訂	2011年 東北地方太平洋沖地震	2012年 内閣府モデル公表	2013年 新規規制基準施行
		①震災前		②新規規制基準以前	③新規規制基準後
耐震		設計余裕を織込んだ耐震設計 (既往最大とされる1854年の安政東海地震他を上回る地震に対し安全性を確保)	自主的に耐震裕度向上工事を実施 (耐震設計審査指針改訂の動向を踏まえ2005年に実施を決定、2008年までに工事完了)	最新知見の収集・分析・検討 →対策へ反映	内閣府南海トラフの最大クラスの地震を踏まえ、それ以上の耐震安全性に強化 基準地震動Ss1 : 1,200gal 基準地震動Ss2 : 2,000gal※ ※顕著な増幅を考慮
		基準地震動S1 : 450gal 基準地震動S2 : 600gal	目標地震動 : 約1,000gal		
耐津波	設計基準事象	安政東海地震において推定される津波に対し、安全性を確認 (推定6mの津波に対し、敷地前面に10~15m高さの砂丘堤防があり津波の浸入を防げると評価)	地震随伴事象として東海・東南海モデルをベースとした痕跡再現モデルで評価	仮想M9モデル、福島津波高(15m)を踏まえ敷地内浸水防止対策、建屋内浸水防止対策を規制基準を待つことなく実施	内閣府南海トラフの最大クラスの津波等を踏まえ、それ以上の津波対策に強化 防波壁高上げ : T.P.+22m
	超過事象	砂丘堤防 : 10~15m	砂丘堤防 : 10~15m	防波壁設置 T.P.+18m	高上げ部も含めた粘り強い構造とし、防波壁を大きく越流するような数十mの超過津波に対しても、敷地内大量浸水を防止

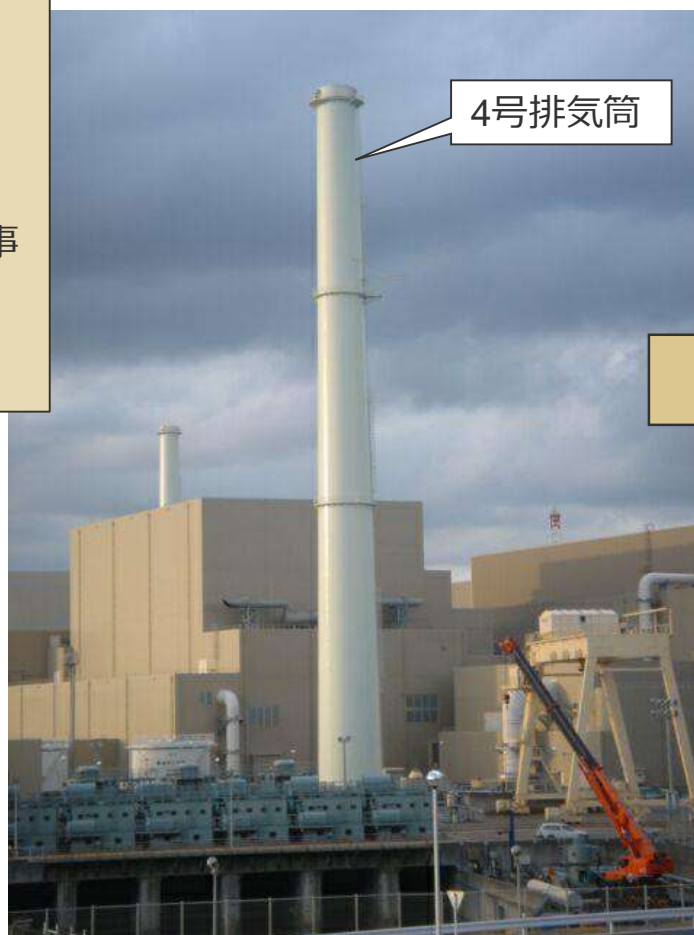
2-2 耐震裕度向上への取り組み 耐震裕度向上工事

- 2005年1月、原子力安全委員会（当時）において、耐震設計審査指針改訂※の審議を契機として、自主的に耐震裕度向上工事（600ガル→1,000ガル）を実施しました。

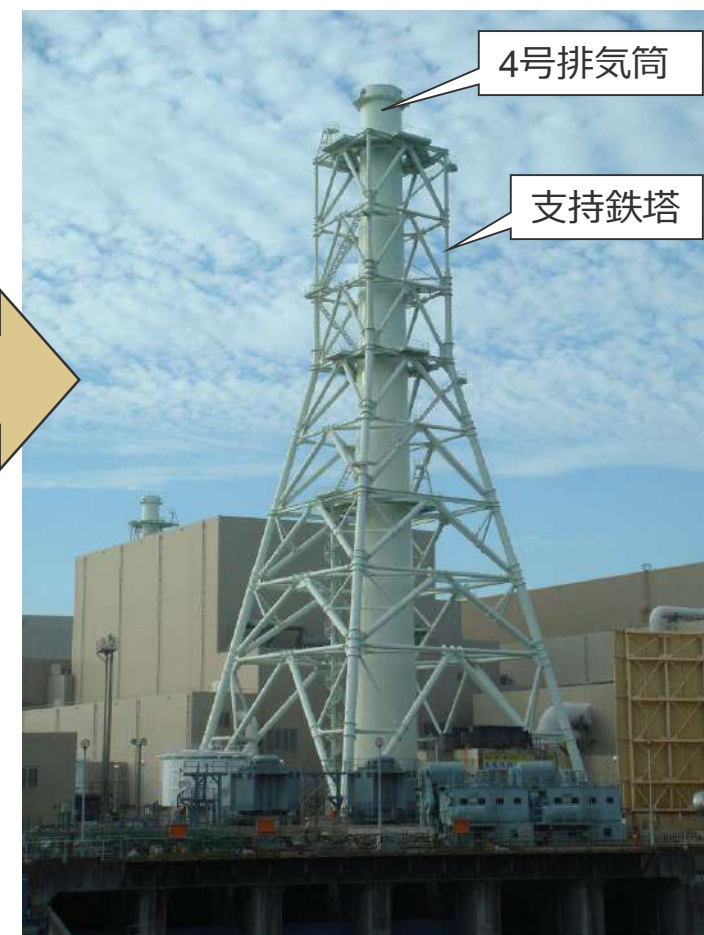
※：発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（2006年9月改訂）

＜耐震裕度向上工事＞

- ✓ 3、4および5号機排気筒改造工事
- ✓ 配管ダクト周辺地盤改良工事
- ✓ 土留壁背後地盤改良工事
- ✓ 油タンク改造工事
- ✓ 原子炉建屋天井クレーン支持部材改造工事
- ✓ 燃料取替機レールガイド改造工事
- ✓ 配管サポート改造工事
- ✓ 電路類サポート改造工事



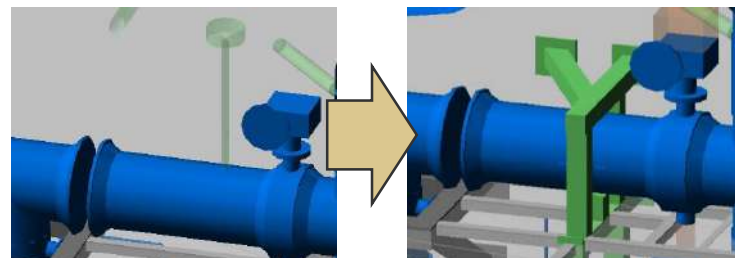
4号排気筒



4号排気筒

支持鉄塔

排気筒改造工事の例



配管サポート改造工事の例

2-2 耐震裕度向上への取り組み 免震装置の採用（緊急時ガスタービン発電機建屋）

- 東北地方太平洋沖地震において、福島第一原子力発電所免震重要棟が震災後の活動拠点として重要な役割を果たしたことを踏まえ、多重化された設計基準の電源設備に対して、地震に対する多様性をもたせて電源設備の信頼性を向上させるため、重大事故等対策用の緊急時ガスタービン発電機建屋に採用しました。
- なお、中越沖地震後に設置した緊急時対策所（新規制基準上の自主設備）にも免震構造を採用しています。

採用技術

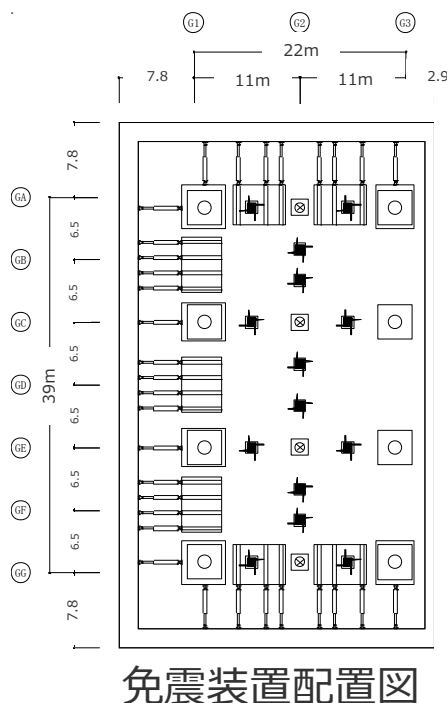
■ 免震装置（鉛プラグ入り積層ゴム、弾性すべり支承、鋼材ダンパー、オイルダンパー）

新技術性

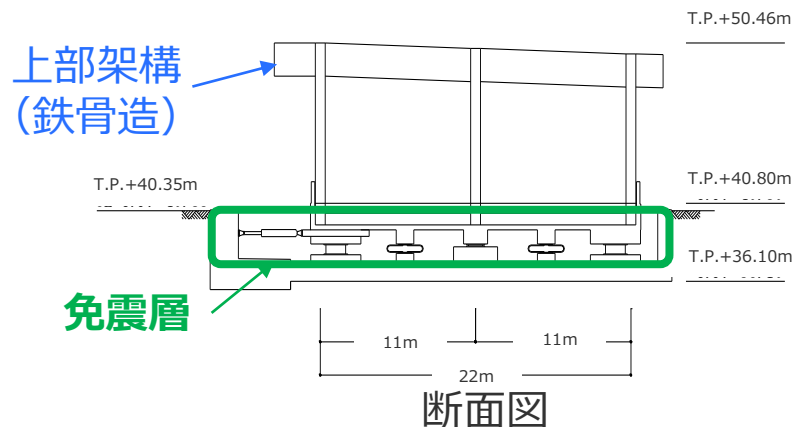
- 免震装置は、一般建物では広く採用されている技術であるが、原子力発電所の重要施設に用いられた実績がないため、新規制基準適合性審査において免震装置の設計の考え方・評価基準などの審査実績はありません。
- 原子力規制委員会の建物・構築物の免震構造に関する検討チームの議論が進み、免震構造に関する審査の考え方・評価基準が明確化されました。



緊急時ガスタービン発電機建屋



免震装置配置図



断面図

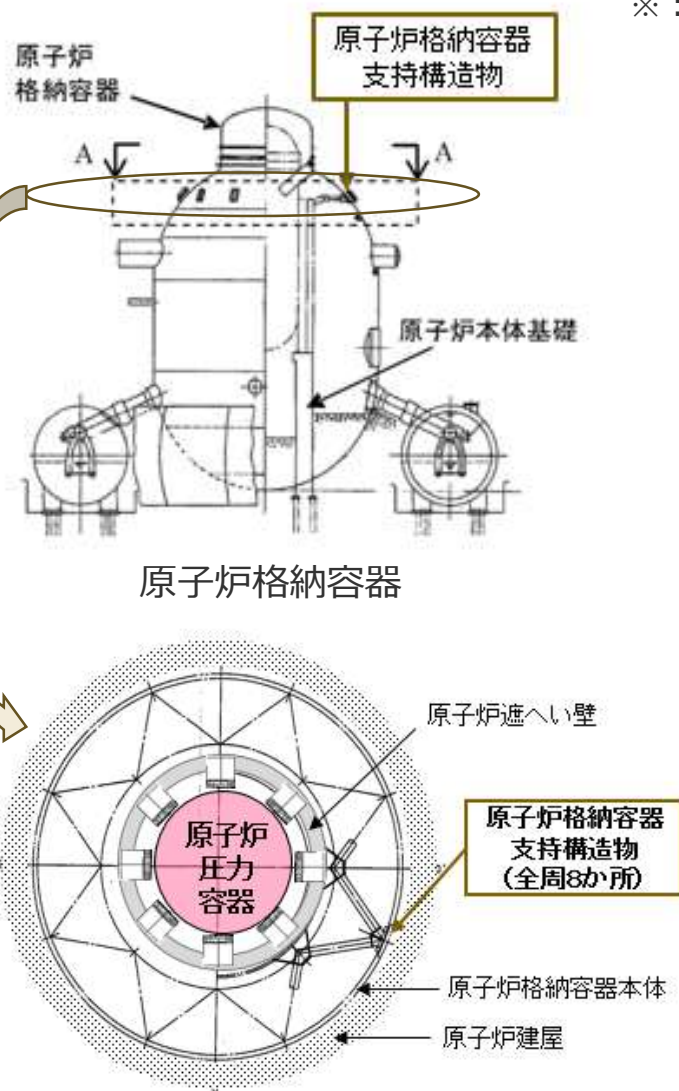
(凡例)

- 鉛プラグ入り積層ゴム: 8基
- 弾性すべり支承: 4基
- 鋼材ダンパー: 14基
- オイルダンパー: 32基

2-2 耐震裕度向上への取り組み 原子炉格納容器耐震補強工事

- 新規制基準で想定する地震力に対して、原子炉格納容器の耐震性を向上するため、原子炉格納容器支持構造物※の耐震補強工事を実施しました。

※：原子炉格納容器支持構造物は、地震時に原子炉圧力容器および原子炉遮へい壁に生じる荷重を原子炉建屋へ伝達するための支持構造物の一部であり、内側の支持構造物と外側の支持構造物で構成されています。



A-A'断面図

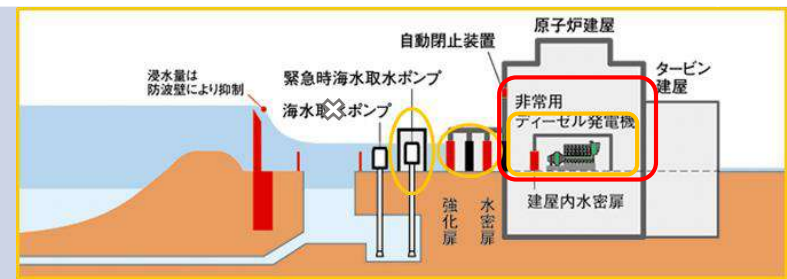
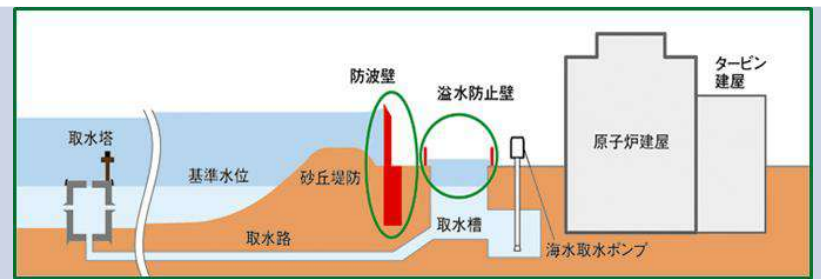
原子炉格納容器内側支持構造物（上部から撮影）

2-3 津波への取り組み 当社の津波対策

- 浜岡原子力発電所の津波対策は、東北地方太平洋沖地震における最大の教訓である「想定を上回る事象は発生し得る」ことを踏まえ、「**想定を超える事象**」が発生しても原子力安全を守るように**多層化した対策を織り込んだ津波対策**（防波壁の設置等による発電所敷地内への浸水防止、敷地内浸水時の海水冷却機能維持・建屋内浸水防止）を実施しました。
- **想定を超える津波**に対して安全を確保するために設計上の配慮を行うという点において、当社津波対策は規制基準の考え方に沿っているものと考えます。

敷地内への浸水を防ぐ (科学的に想定し得る最大クラスの津波)	建屋内への浸水を防ぐ (科学的に想定し得る最大クラスの津波のレベルを超えた津波)	冷やす機能を確保し、 重大事故に至らせない (左記の津波を更に超える津波)
-----------------------------------	---	---

当社の津波対策



 : 設計基準事故対策
 : 重大事故等対策
 : 自主

敷地内への浸水を防止し、プラントを冷温停止するための設備を防護する

- 防波壁 (T.P.+22m)、盛土 (T.P.+22~24m)
基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない
- 溢水防止壁
取水路および排水路等の経路から流入させない

敷地内浸水抑制対策、防水構造建屋を持つ海水ポンプの新設、既設建屋の浸水防止等によりプラントを冷温停止する機能を維持する

- 防波壁、盛土等による浸水の抑制
- 建屋等の扉、貫通部等の浸水防止(T.P.+15.0m)
- 防水構造建屋を持つ海水取水ポンプの新設

プラントを高温停止する機能を維持する浸水防止高さを向上する

- 主要な防護設備を内包する原子炉建屋の浸水防止高さを向上する (T.P.+22.8m)

規制基準

基準津波を敷地に遡上または流入させないドライサイトを基本としつつ、**設計を超える事象**（津波が防潮堤を越流する等）に対しても**一定の耐性を付与**

- 外郭防護**
- ・ 基準津波が敷地に流入しないよう防潮堤等を設置するとともに、海水と接する取水槽等にも浸水対策を施す
 - ・ 重要な設備（耐震Sクラス設備）が取水施設等からの浸水想定範囲にある場合は防水区画化し、浸水量を評価して安全機能に影響のないことを確認

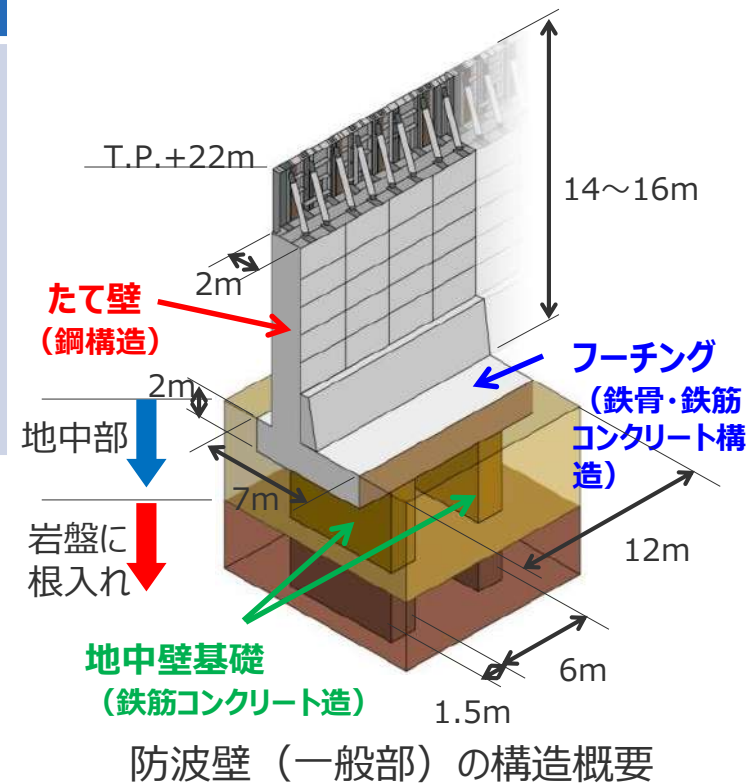
- 内郭防護**
- ・ 重要な設備（耐震Sクラス設備）を内包する建物、区画については、地震・津波による相乗的影響（タンク損傷に伴う溢水等）も踏まえて浸水範囲と浸水量を保守的に想定し、浸水対策を施す

※：実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について（原子力規制委員会）、基準津波および耐津波設計方針に係る審査ガイド（原子力規制委員会）の記載を元に整理

2-3 津波への取り組み 防波壁への複合構造の適用

- 震災以前には、巨大津波に対する防潮堤等の標準的な設計手法はなく、東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、釜石湾口防波堤をはじめ多くの防潮堤等が津波の波力や越流に伴う基礎部の洗掘により倒壊しました。
- このため、防波壁には、巨大地震・津波に対して十分な安定性と耐力を保持し、さらに防波壁を大きく越流する津波に対しても津波防護機能を保持することが求められたことから、防波壁の構造には、**岩盤に根入れした安定性の高い鉄筋コンクリート造の地中壁基礎の上に、鋼構造と鉄骨・鉄筋コンクリート構造からなる靱性の高いL型の壁部を結合する、新たな構造形式を採用しました。**

採用技術	<p>■ 複合構造（鋼構造のたて壁、鉄骨・鉄筋コンクリート構造のフーチング、鉄筋コンクリート造の地中壁基礎）</p>
新技術性	<ul style="list-style-type: none"> ■ 防波壁は越流津波に対しても津波防護機能を保持するため、橋梁、港湾施設、高層建築物等で採用されている当時の最新の要素技術を集約し、有識者による第三者委員会を設置・協議した上で「道路橋示方書・同解説」等にもとづき設計しました。 ■ 複合構造は、一般土木構造物では採用実績がある技術ですが、浜岡と同様の複合構造の設計の考え方、評価基準などについては、新規制基準適合性審査での審査実績はありません。 ■ 他社の防潮堤等の主要構造は、鋼管杭基礎を用いた標準的な構造です。



2-3 津波への取り組み

浸水防止対策としてのフラップゲートの採用

- 東北地方太平洋沖地震では、津波襲来時に防潮堤の開口部に設置された陸閘※の閉止が間に合わなかったり、電源等の喪失によりゲートが閉止できずに被害が拡大しました。
- フラップゲートは、浸水時の浮力により自動的に作動する構造であるため、無動力かつ人為操作なしで閉止することが可能です。
- 取水槽溢水防止壁車両ゲート、排水用ゲートおよび原子炉建屋空調開口部に採用しています。

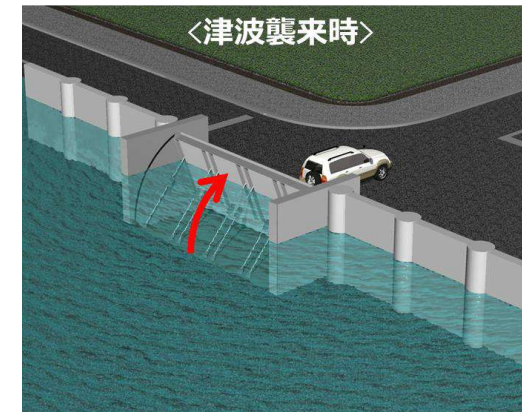
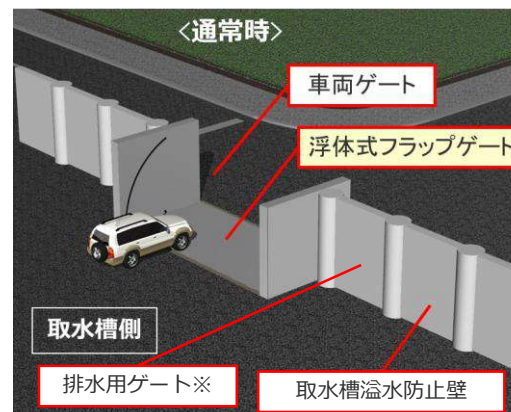
採用技術

■ 浮体式フラップゲート

新技術性

■ 浮体式フラップゲートは、防潮堤・堤防の陸閘や地下鉄の入口の防水扉等に活用されており、実験等でも機能を確認しているが、原子力発電所の浸水防止設備として適用された実績がないため、新規制基準適合性審査において浮体式フラップゲートの設計の考え方・評価基準などの審査実績はありません。

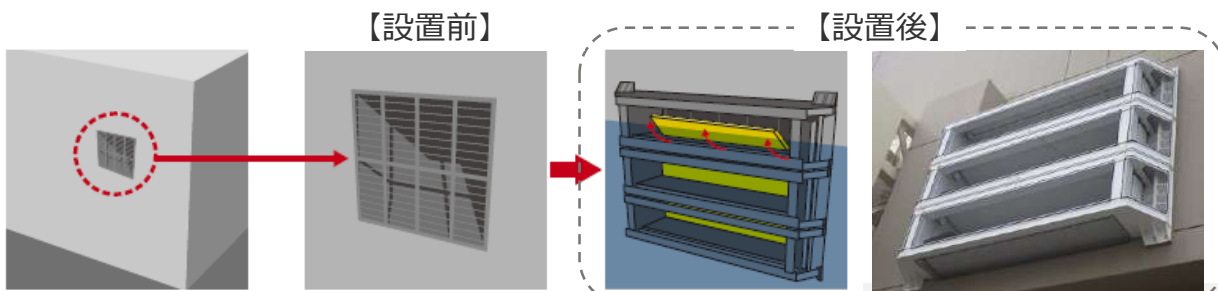
※陸閘（りっこう）：防潮堤等を通行できるように途切れさせている箇所に設置したゲート等で、増水時にはゲート等を閉止して防潮堤の役割を果たします。



車両ゲートの構造概要（津波襲来時に自動閉鎖）



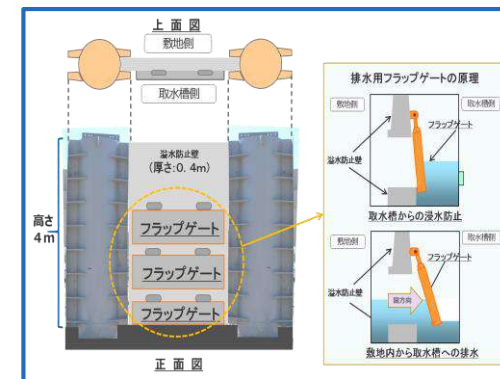
取水槽溢水防止壁の車両ゲート写真



空調開口部（津波襲来時に自動閉鎖）

※排水用ゲート

常時は閉とし津波の敷地内浸水を防ぎます。想定を超える事象が発生して発電所敷地内が浸水しても、敷地から取水槽へ排水を促すフラップゲートが自動で開となり、浸水を早期に排水します。



排水用ゲートの構造概要

2-3 津波への取り組み

大物搬入口扉の二重化（強化扉＋水密扉）

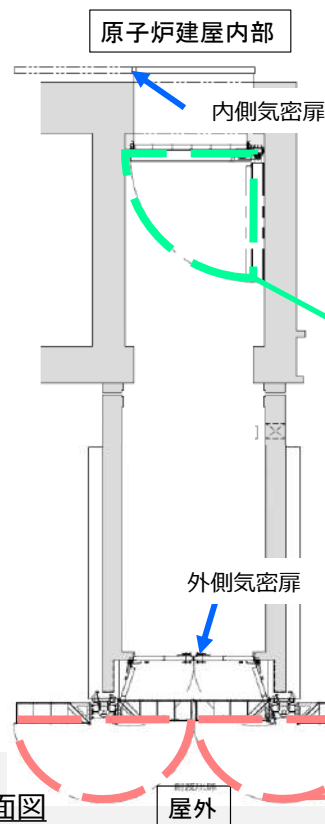
- 福島第一原子力発電所では東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、建屋の開口部から建屋内に浸水し、建屋内の電源盤等の重要機器が機能喪失しました。
- 浜岡原子力発電所では、防波壁を越流する津波に対しても津波波圧や津波漂流物により、浸水防止機能を有する大物搬入口水密扉が破損しないように、大物搬入口水密扉の外側に耐波圧用の強化扉を設置し、強化扉、水密扉の二重化により建屋内への浸水防止機能の信頼性を向上させています。

採用技術

■ 浸水防止機能の信頼性向上（耐波圧用強化扉＋水密扉）

新技術性

■ 耐波圧用強化扉と水密扉の二重化による浸水防止対策の先行審査事例がないことから、耐波圧用に特化した扉の設計の考え方・評価基準などの審査実績はありません。

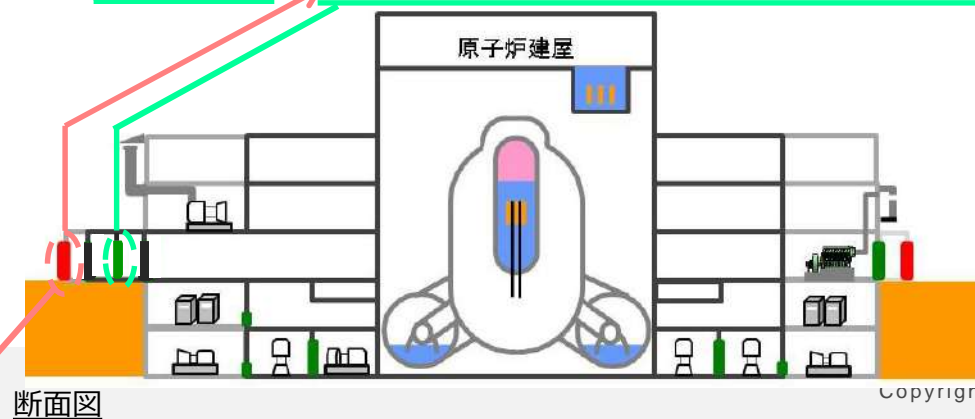


強化扉（外側）

仕様

高さ	約6.9m
幅	約7.1m
厚さ	約1.0m
重量	約40 t

資機材運搬などで原子炉建屋大物搬入口が開いている状態で地震が発生し、電源が喪失した場合でも津波到来前に人力で扉を迅速に閉鎖できる構造となっています。



(参考)



水密扉（内部）

仕様

高さ	約5.8m
幅	約5.6m
厚さ	約0.8m
重量	約20 t

2-4 新規制基準を踏まえた追加対策

当社の安全性向上対策の規制基準との関係（設計基準事故対策）

対策		規制要求		新技術※1	対策		規制要求		新技術※1	
地震	配管・電路類サポート改造	○	耐震	—	現象 その他自然	竜巻対策 (飛来物防護対策)	○	竜巻	○※3	
	取水槽地盤改良	○	耐震	—		外部火災対策 (防火帯設置, 軽油タンク地下化)	○	外部火災	—	
	敷地内斜面補強	○	耐震・波及	—			火災	火災感知器設置	○	火災
津波	防波壁	○	耐津波	○	油内包機器からの漏えい拡大防止	○		火災	—	
	敷地東西盛土	○	耐津波	—		自動消火装置設置・ 耐火隔壁設置		○	火災	—
	溢水防止壁 車両ゲート	○ ○	耐津波	○※2				溢水	水密扉設置	○
	大物搬入口外側強化扉	自主	耐津波	○※2	貫通部からの浸水防止	○			溢水	—
	大物搬入口内側水密扉	○	耐津波	—		低耐震クラス機器の耐震補強			○	溢水・耐震
	放水ピット・放水路開口閉止	○	耐津波	—	津波予測システム (Do-net, HFLレーダ, GPS波浪計他)			自主	耐津波	○
	地下配管ダクト点検口・入口扉閉止	○	耐津波	—				建屋開口部自動閉止装置	自主	耐津波
	建屋開口部自動閉止装置	自主	耐津波	○※2		海水取水ポンプエリアへの防水壁設置			自主	耐津波
	海水取水ポンプエリアへの防水壁設置	自主	耐津波	—				建屋貫通部浸水防止	○	耐津波
	建屋貫通部浸水防止	○	耐津波	—	津波予測システム (Do-net, HFLレーダ, GPS波浪計他)	自主	耐津波		○	
津波予測システム (Do-net, HFLレーダ, GPS波浪計他)	自主	耐津波	○							

※1 新技術：既往技術にはない新技術を適用した対策あるいは既往技術であっても原子力施設(重要施設)へ初めて適用する技術を用いた対策であることを示す。

※2 実験等で機能を確認済

※3 既に先行プラントで審査済

2-4 新規制基準を踏まえた追加対策

当社の安全性向上対策の規制基準との関係（重大事故等対策）



中部電力

対策		規制要求		新技術※1
地震	補給水系等の耐震強化	○	耐震	—
	防波壁	○	耐津波	○
津波	敷地東西盛土	○	耐津波	—
	溢水防止壁 車両ゲート	○ ○	耐津波	— ○※2
	大物搬入口外側強化扉	○	耐津波	○※2
	大物搬入口内側水密扉	○	耐津波	—
	放水ピット・放水路開口閉止	○	耐津波	—
	地下配管ダクト点検口・入口扉閉止	○	耐津波	—
	海水熱交換器建屋構造強化	○	耐津波	—
	取水槽への漂流物流入防止	自主	耐津波	—
	建屋貫通部浸水防止	○	耐津波	—
	建屋開口部自動閉止装置	自主	耐津波	○※2

対策		規制要求		新技術※1
電源	ガスタービン発電機 免震建屋	○ ○	設備 耐震	— ○※2
	交流電源車	○	設備	—
	蓄電池	○	設備	—
注水	緊急時ディーゼル駆動注水設備	○	設備	—
	補給水系	○	設備	—
	可搬型注水設備	○	設備	—
除熱	緊急時海水取水設備	○	設備	—
	格納容器代替循環冷却設備	○	設備	—
	フィルタベント設備	○	設備	—
	可搬型熱交換器設備	自主	設備	—
その他	緊急時対策所	○	設備	—
	可搬設備保管場所	○	設備	—
	アクセスルート	○	運用	—
	緊急時淡水貯槽	○	設備	—

※1 新技術：既往技術にはない新技術を適用した対策あるいは既往技術であっても原子力施設(重要施設)へ初めて適用する技術を用いた対策であることを示す。

※2 実験等で機能を確認済

2-5 新たな技術（新技術）への取り組み 新たな技術（新技術）について

- 設計技術、施工技術が進歩する中、**新たな技術の導入は、従来の考え方では得難い安全性向上の機会**と捉え、常に最新技術に着目し知見を高めています。
- ここでの新たな技術とは、パイオニアとして先進的な技術開発を行うことだけでなく、他業界では既往技術であるとしても、原子力の重要施設へ初めて適用する手法について実験や解析で妥当性を確認し採用するようなものも含まれると考えています。
- 一方で、新技術を原子力施設に適用するには、一般に、より多くのリソースや時間が必要となります。
- 先般、免震建屋の審査に向けて免震ガイドの作成に向けた考え方を示して頂いたことで、新技術の適用性・妥当性について明確となりました。
- このように、防波壁など他の**新技術を採用したものに関する適合性の考え方**についても、早い段階で実務者レベルの意見交換等を通して議論を進めて頂くことで、事業者としてより効率的に判断でき、今後の新技術を活用した自主的安全性向上の取り組みに繋がります。

2-5 新たな技術（新技術）への取り組み

（参考）2020/10/16 第4回継続的な安全性向上に関する検討チーム資料2-4

（さらなる安全性向上に向けた不断の取組について（中部電力））抜粋



現在の取組の課題、提案・要望（2 / 2）

（課題認識）

- 安全性向上のために、**新たな技術の導入**にあたり、規制当局の審査が必要な場合に、**要する審査期間・許認可取得の可否が見通せない状況**にある。
- 現状、新たな技術を導入した場合は、個別の審査において適合性が判断されるため、**審査の手戻りを覚悟しながらチャレンジせざるを得ない状況**。そのため、新たな技術の導入にチャレンジするよりも、**過去に許認可実績のある手堅い手法を優先**している場合がある。

（要望）

- 事業者が安全性向上を進める上で規制手続きが必要な場合に、新たな技術の導入可否について予め見通しを得るために、**事業者からの要請に応じて、規制当局から見解を得るための技術的な意見交換の機会を設けやすくして頂きたい**。（個別の適合性を確認する事前審査ではなく、技術的な妥当性や論点整理を行うもの。）

03

安全性向上・リスク低減活動の取り組み

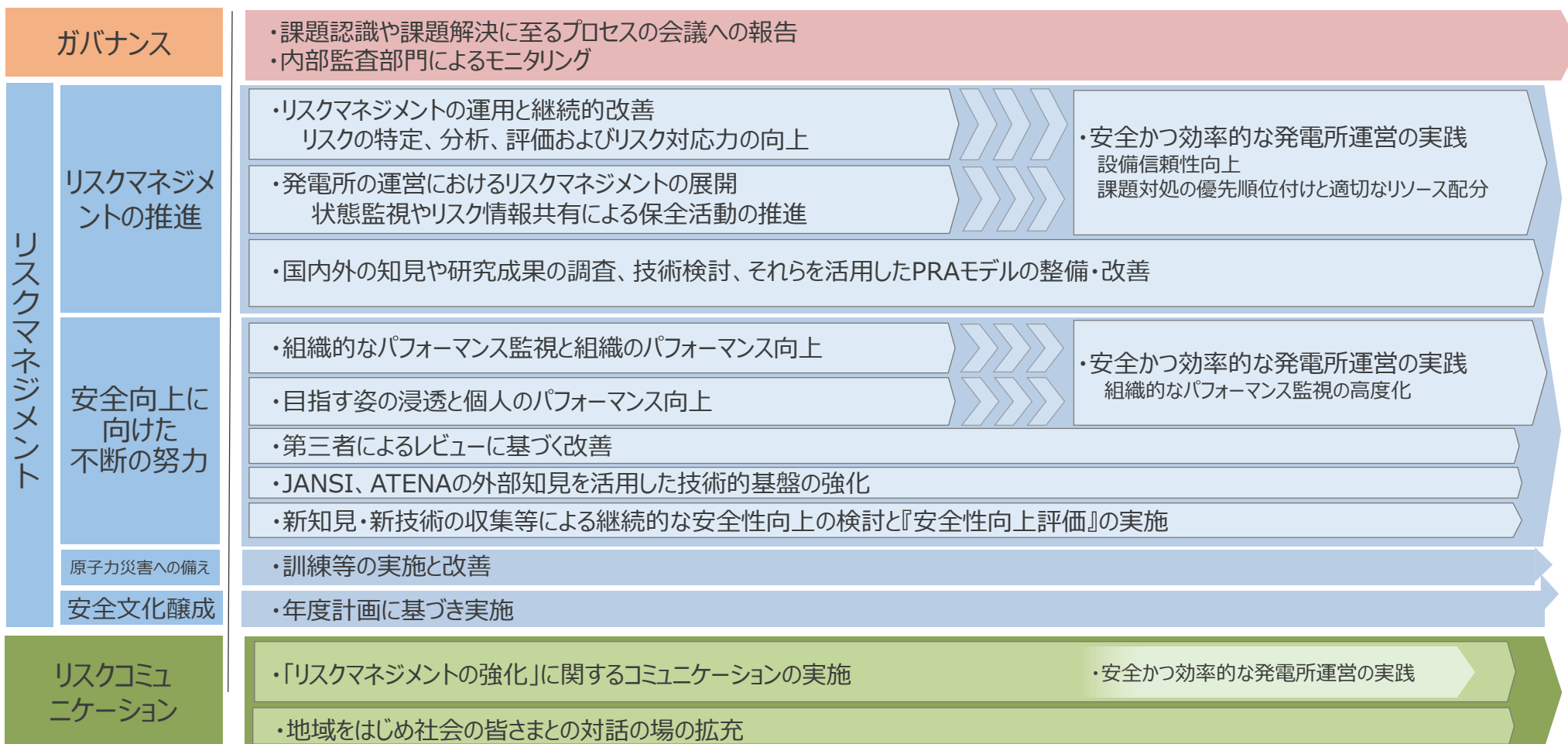
3-1 原子力安全向上に向けた取り組み ロードマップ

○ 当社は、原子力安全向上の取り組みとして、「ガバナンスの強化」「リスクマネジメントの強化」「リスクコミュニケーションの強化」の3つを定め、取り組みの具体的な計画を示したロードマップを2014年6月に策定し、これを基にPDCAサイクルを行い、レベルアップを図ることを目指しています。 (最新では2021年3月改正)

2021年

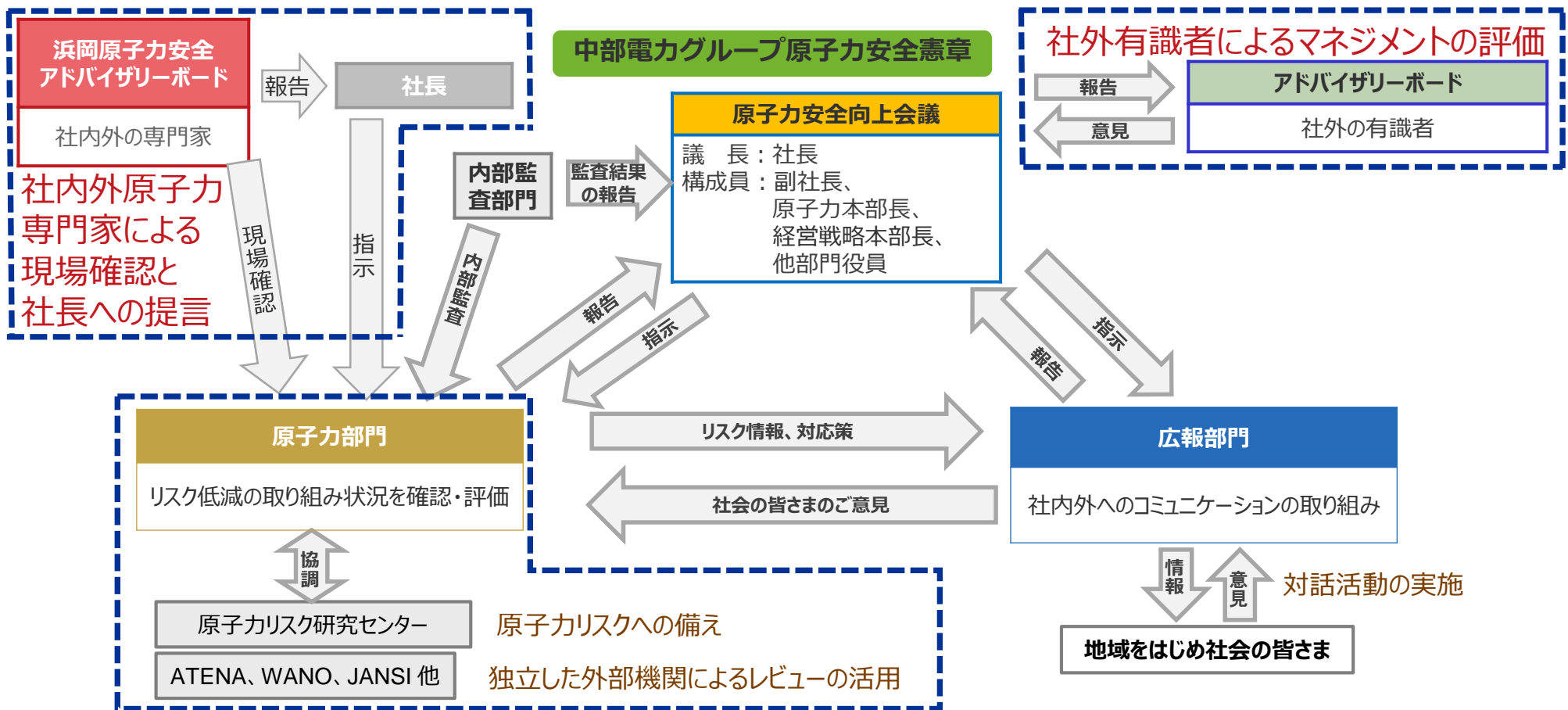
2024年～

当社の取り組み



3-2 ガバナンス ガバナンス体制

- 「安全性向上に終わりはない」との認識のもと、経営層の強いリーダーシップで、浜岡原子力発電所のリスク低減活動や安全性向上活動に継続的に取り組んでいます。
- 経営層は、社外有識者で構成されるアドバイザリーボードより、安全性向上の取り組みに係る経営レベルのマネジメントに対する意見を伺うとともに、社長は、浜岡原子力安全アドバイザリーボードより、原子力安全に特化した意見を伺っています。



3-3 リスクマネジメント

リスクマネジメントの運用と継続的改善

○ 当社は、「リスクマネジメント指針」を制定し、体系的なリスクマネジメントを実施。重要な保安活動は、**リスクマトリクス法を用いたリスク分析・評価により、対応を意思決定**しています。

【リスクマネジメントの目標】

- ①低頻度・高影響事象も見逃さない網羅的なリスクマネジメントの実施
- ②リスク情報を活用した意思決定（RIDM）の実施

⇒①②により業務の優先順位、リソースの効果的配分にも繋げる。また、現場での「気づき」活用の強化にも繋げる。

重要な保安活動のリスクマネジメント

重要な保安活動は、リスクマトリクス法を用いたリスク分析評価を行い、リスクの大きさに応じた対応を意思決定。

＜重要な保安活動＞

- ・不適合の是正処置（CAQ※「高」「中」のもの）
- ・プロジェクト業務
- ・会議体の審議事項
- ・データ分析（ただし、引き続き試運用を継続）



リスク管理シートの例

＜リスク分析の観点＞

- ・原子力安全の低下
 - ・設備・システムの機能喪失
 - ・被ばく量増加（放射能の漏えい等による外部環境影響含む）
 - ・有害物質、危険物の漏えい等による外部環境影響
 - ・労働災害
 - ・社会的影響
 - ・核物質防護 等
- 上記リスク毎に影響度を評価

※：Condition Adverse to Qualityの略。原子力安全に影響する要求事項から逸脱した状態、系統および機器の故障、機能不全等

現場作業のリスクマネジメント

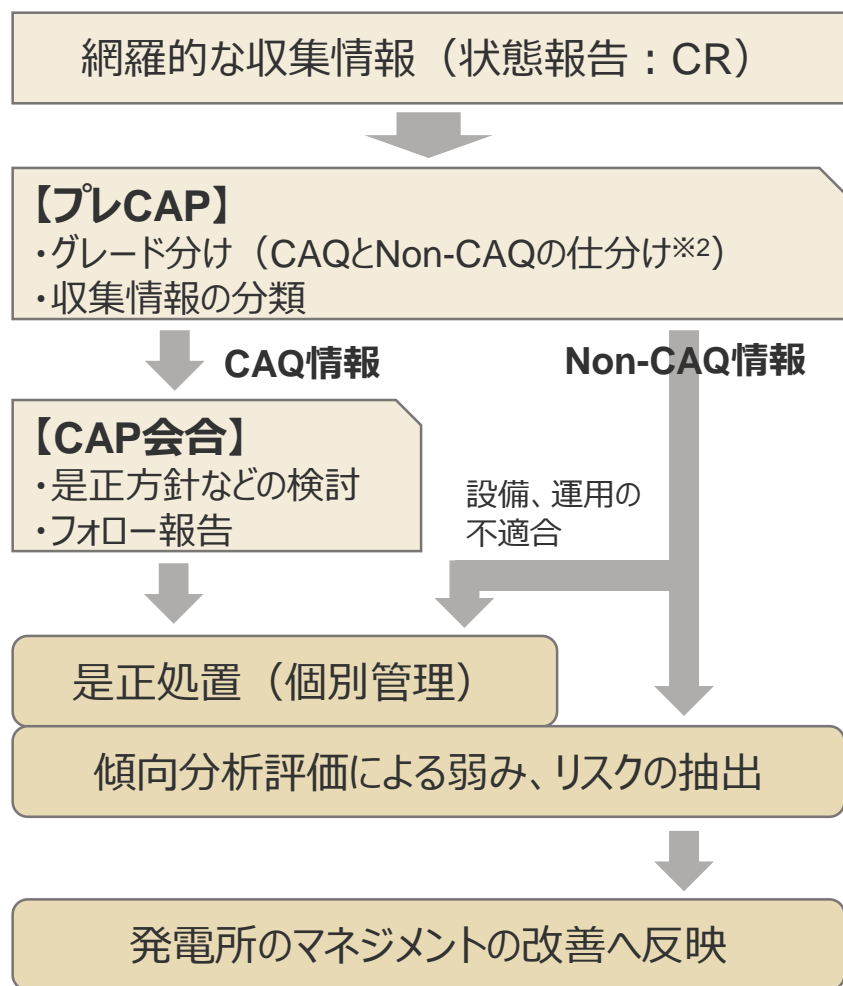
現場作業においては、人の不用意なふるまい等によりプラントへ直接影響を及ぼす可能性があるため、

- ・重要系統の状態表示や立入り禁止措置
- ・現場リスクマップの共有
- ・現場作業におけるリスク高となる作業を抽出し、リスク対応策を立案・実施を行うことで、現場作業に対するリスクマネジメントを高度化しています。

3-3 リスクマネジメント

(参考) リスク情報の共有 (CAPシステムの高度化)

- 浜岡では2003年10月よりCAP会合※1を開始。2007年4月から協力会社も参加し、透明性ある発電所の運用改善に取り組んできました。また、2020年4月の新検査制度本格運用を機に高度化を行いました。
- 協力会社を含めた説明会などを通じて、所員の理解促進を図り、低いしきい値で収集した多くの情報（状態報告）の分類をより効率的に実施できるよう、CAPシステムにAIの導入を検討しています。



【システム】

- 年間約10,000件収集される状態報告の分類分けをより効率的かつ効果的に実施できるよう、AIの導入を原子力安全技術研究所（当社開発部門）と協力して検討している。

【運用】

- 収集すべきCR、またそのCRの具体的な事例を明確にし、所員一人ひとりに共有することで、トラブル等の未然防止に寄与するCRを効果的に収集できるようにしている。

【人】

- 所員一人ひとりが目的を理解したうえで、CAPシステムの活用やパフォーマンス向上に取り組み、より実効的に発電所のパフォーマンスの維持・向上が図れるよう、説明会等を実施している。

※1：原子力安全に対する重要性の高い問題について、不適合の未然防止または再発防止を図るため、CAP会合で議論すべき件名について、是正検討、パフォーマンスに関する事項の検討（議論・指示）を行う会議

※2：CAQとは、原子力安全に影響する要求事項から逸脱した状態、系統および機器の故障、機能不全等であり、Non-CAQとは、原子力安全或いはプラント運転に影響しないか、影響の程度が低い状態（CAQ以外のもの）

3-3 リスクマネジメント

組織的なパフォーマンス監視と組織のパフォーマンス向上



○ 世界最高水準の安全な原子力発電所の実現を目指し、エクセレンス※1に向けてパフォーマンスを向上させるため、個人と組織それぞれの役割を明確化し、一人ひとりがその繋がりを理解して取り組むよう浸透させていきます。

※1：その時点での世界最高水準の安全性

組織レベルの取組

不適合未済事象も含めた幅広い情報の入力

- ・パフォーマンス指標
- ・ベンチマーク
- ・他施設運転経験情報
- ・セルフアセスメント
- ・外部レビュー
- ・現場観察 (MO) 等

パフォーマンス分析

状態報告

No.	番号	件名	発生日	CAP/Co
1	2019-5332	入門忘れ(不携帯)【-】	2020年1月6日	その他(セキュリティ)
2	2019-5333-M	3号消防設備保守点検における防炎ダンプの動作不良について【B】 高圧部設備保全システム間い合わせ窓口の運用状況について(2019年12月実績)【-】	2020年1月9日	保修部
3	2019-5334	5号炉圧水ポンプ(A)モータ区食前部ベアリング架け金1個の破損について【外】 保修部電	2020年1月9日	保修部
4	2019-5335-E	5号機 補助ボイラ燃焼空気流量制御ダンパ操作部(E)のエアリークについて【確認中】 保修部タービン課(マイブラ)	2020年1月9日	保修部
5	2019-5336-T	【安全情報】安全性向上対策推進点検結果について【外】 土木部安部土木課	2020年1月6日	その他(土木)
6	2019-5336-G	3号機 サービス階屋上エレベーター付近(非管理区域)の増設物について【-】 保	2020年1月9日	その他(土木)

リスクへの適切な措置、改善

組織全体の
パフォーマンス向上

- ・是正処置やその他必要な対応を実施
- ・対応状況のフォロー
- ・分野毎、組織全体のパフォーマンスを分析・評価
- 強み、弱み、リスク
要改善事項を抽出

個人レベルの取組

幅広い状態報告入力



目標管理、コーチング等による指導・助言



- ・CM※2の活用等によりものを知り、現場設備のわずかな異常や劣化の兆候も適切に把握
- ・現場機器の不具合の他、細かな変化への気づき

※2：設計要件(要求事項)・施設構成情報(図面・図書)・物理構成(構築物・系統・機器)の3要素が常に整合している状態を維持することを保証する活動。

各個人の力量

3-3 リスクマネジメント

(参考) ファンダメンタルズ～原子力発電の業務に従事する者の心得  中部電力

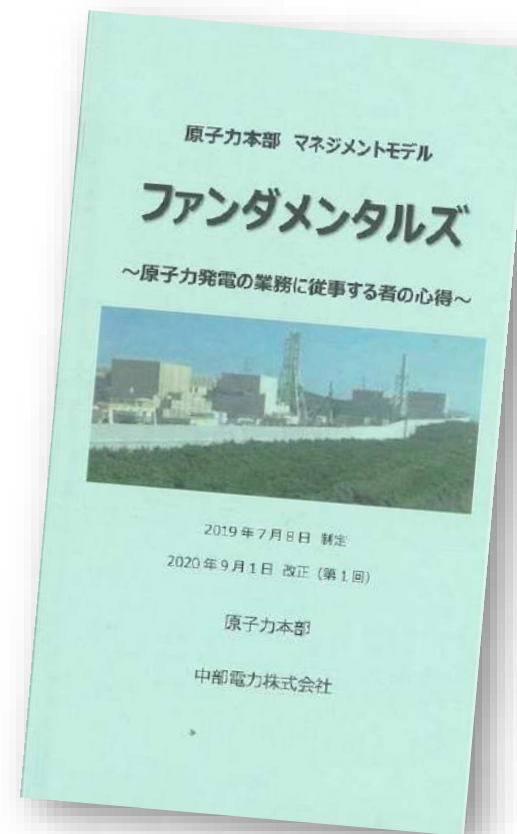
- 原子力発電所の安全は、働く者一人ひとりの行動にかかっています。自分のなすべきことを理解し業務に取り組むことが、個人の力量向上はもとより、組織のパフォーマンス向上につながります。
 - 発電所で働く一人ひとりがファンダメンタルズを理解し、その記載されている行動を実践します。
- ・ ファンダメンタルズは、浜岡原子力発電所の運営に携わる一人ひとりが活動する際に心得るべき事項です。
 - ・ 活動する上で、関連する分野において具体的にどのように行動すべきかが分かるように、ファンダメンタルズに記載しています。
 - ・ 発電所で働く一人ひとりが、ファンダメンタルズに記載されることを理解し、実践することが、高いパフォーマンスを発揮するためには必要であり、それが組織としての力量向上、そして、エクセレンスへとつながります。

(解説)

ファンダメンタルズの作成においては、WANOの PO&C※の要素だけでなく、我々がこれまで築き上げ、継承してきた文書や活動の要素も取り入れることで、新たな要素を単に取り入れるだけでなく、中部電力らしさを残すことも意識して作成しています。

なお、従前より、運転員向けの冊子「運転員の心得」「運転の基礎知識」を、2001年2月には、作業安全についての詳細を纏めた「作業安全HAMAOKA」を作成・配付し、浸透を図っており、ファンダメンタルズには、これらの要素も取り入れております。

※：世界原子力発電事業者協会が発行している原子力事業者が目指すべき世界最高水準の標準が書かれた文書



3-3 リスクマネジメント

第三者（浜岡原子力安全アドバイザーボード）によるレビューに基づく改善

- 社内外の専門家で構成する浜岡原子力安全アドバイザーボードによる現場観察を年2回実施※、委員が現場での気付き事項を直接社長に提言、社長は委員の提言をもとに原子力部門へメッセージを発出しています。
- 2020年11月の現場確認において、基準地震動の確定の遅延等により、目標が明確にならなかったこと等に起因して、所員のモチベーション維持について問題提起がなされたことは、経営層の責任でもあると認識しています。

現場観察による委員の気付き



委員による現場確認



委員と所員のディスカッション

＜委員による具体的な気付きの例＞

- ・CAPはそもそも何のためにやるのかの認識が欠けているのではないか。
- ・廃止措置は国内のトップバッターという認識をもって取り組んでほしい。
- ・停止期間の長期化のためか、熱意のようなものが失われてきているのではないか。

社長メッセージの発出

- 第5回（2019.12）：「廃止措置について、日本のトップバッターとしての自覚と自負心を持ち、安全を大前提に運用を作り上げ、クリアランスを含む廃止措置を進めていくこと」
- 第6回（2020.12）：「所員のモチベーションの低下は、基準地震動の確定の遅延等により、目標が明確にならなかったことなどに起因しており、経営層の責任でもある」「浜岡停止10年を迎える今年をギアチェンジの年として、共に力強く車輪を回し始めていきたい」

発電所での改善活動

＜取り組み例＞

- ・CAP本来の目的について、所内への浸透活動（説明会と意見交換）を実施しています。
- ・廃止措置行動指針を制定しました。この指針を基に、安全文化醸成活動における廃止措置部のあるべき姿や廃止措置部の品質目標を定め、日々の業務に取り組んでいます。

※：2020年度上半期は新型コロナウイルスの感染状況を踏まえ現場観察を取り止め

3-3 リスクマネジメント

第三者（JANSI,WANO）によるレビューに基づく改善



- JANSIおよびWANOといった電力から独立した外部機関（原子力専門家）によるレビューを通じて、自らの活動の課題や問題点を認識し、改善活動へ繋げています。
- JANSIおよびWANOのピアレビューは、それぞれ4年毎に行われており、レビュー結果は、JANSIとWANOの間で共有され、両機関が連携して発電所のパフォーマンス改善をサポートしています。

【浜岡原子力発電所に対するJANSIピアレビュー・WANOフォローアップピアレビュー】

- 2020年1月 浜岡原子力発電所に対するJANSIピアレビュー/WANOフォローアップピアレビューが同時に行われ、組織と管理体制、運転、保守、放射線防護、教育分野の活動に対する評価が行われ、業界のエクセレンスから見た発電所の弱みを認識しました。
- ピアレビューで認識した弱みを含め、改めて当該分野の課題と原因を分析し、課題解決に向けたアクションプランを策定し、改善に取り組んでいます。
- ピアレビューで業界の良好事例とされた活動（強み）については、JANSIを通じて各電力に情報共有されました。

【WANO本店フォローアップピアレビュー】

- 2017年に行われたWANO本店ピアレビューのフォローアップピアレビューが2020年8月に行われ、チームから、リーダーシップなどについて評価を受け、更なる改善に取り組んでいます。



カウンターパート間による
ディスカッションの様子



発電所での最終会議の様子
(JANSIチームリーダーと発電所長が参加)



レビューチームによる
現場観察の様子

3-3 リスクマネジメント 原子力災害への備え（情報共有の改善）

- 緊急時情報共有ツールを2016年10月から導入し、その後も優先対応事項を周知するシートの導入、依頼・周知を共有するシートの導入などの高度化に努め、防災組織間の情報共有、正確で迅速な情報発信ができるように取り組んでいます。
- 訓練で得られた課題および他社訓練での良好事項を取り入れ、シナリオ開示の訓練で要員の習熟を図り、シナリオ非開示の訓練（総合訓練）で有効性を確認しています。



主な取り組み

(2018年度まで)

- ・ **情報共有システムの導入**
- ・ プラント状況・戦略情報シートの導入
- ・ 対応要員増および役割の標準化
- ・ **シナリオ開示型訓練を導入(習熟訓練)**

(2019年度)

- ・ 原子力規制庁派遣者との連携強化
- ・ 同一任務ができる要員を複数育成
- ・ 他社に原子力規制庁模擬者を依頼
- ・ 訓練の振り返りに録画を活用

(2020年度)

- ・ 情報共有用AVシステムの更新
- ・ 同一任務ができる要員の更なる拡充
- ・ 対応要員のレイアウトの見直し
- ・ 更新したAVシステムによる訓練実施

3-3 リスクマネジメント

(参考) 緊急時情報共有ツール



- **緊急時情報共有ツール (Web-EOC)** を、2016年10月から本格導入し、発電所の活動全体の管理を行うとともに、本店やオフサイトセンターなどの発電所外へタイムリーに情報提供します。また、ICS※の考え方を参考にして、行動計画管理、共通状況図、資機材管理など組織運営を補助する機能を標準化しました。
- 現在、東京電力HDおよび北陸電力と共同で、当社のWeb-EOCをベースに、各社で検討・導入した機能を**3社で共有・利用する「3社共通モデル」**について検討を進めています。

作業場所 作業一覧

作業状況管理

現場での作業内容や作業場所、要員について管理

活動ログ

状況把握

主要機器の状況や対応状況について共有

共通状況図

発電所対策本部



行動計画管理

方針・対応の管理

対応方針や指示、対応状況を共有

資機材管理

資機材の在庫状況や調達状況について管理

※ICS (インシデント・コマンド・システム) : 大規模災害に対応するため米国にて開発され標準化された防災組織の指揮命令系統。基本事項は、①あらかじめ任務が明確になっていてそれに必要な資源がひとまとまりになっていること、②1人の監督者が管理できる人数を3~7人までとすること。

3-3 リスクマネジメント 原子力災害への備え（地域との連携）

- 周辺4市（御前崎市・牧之原市、掛川市、菊川市）と、避難行動要支援者の安全確保に関し相互に連携・協力を図ることを目的として、支援協定を締結しています。
- 地域との連携を深めるため、外部機関との訓練を積極的に実施しています。

（周辺4市との支援協定の内容）

- ①避難手段の確保や避難体制など事前対策に関する連携、協力
- ②災害発生時の情報連絡や避難支援などに関する連携、協力
- ③定期的な連携訓練・情報交換の実施



静岡県・御前崎市と連携した避難行動要支援者の搬送訓練の様子（2020年1月）



御前崎海上保安署、御前崎市消防本部と連携した海路を利用したけが人の搬送訓練の様子
（2019年1月）



静岡県原子力防災訓練での当社社員による避難退域時検査訓練の様子
（2020年1月）



菊川警察署と連携したパトカーによる避難車両の先導訓練の様子
（2020年9月）

3-3 リスクマネジメント

技術力の維持・向上の取り組み（1/2）

- 運転（発電プラント）を経験していない所員の割合が約4割に上ることから、若手社員への技術伝承、技術力の維持・向上のため、体系的教育訓練手法（SAT）の導入を進めています。
- 発電プラントを管理する技術を維持するために、火力発電所での研修等の施策に取り組んでいます。

運転プラントの経験がない発電所の所員

【技術系社員】 約40%

【当直運転員】 約55%

（発電指令課長や副長を除く）



プラント運転や定期点検に必要な技術力の維持・向上の取り組みを実施

【取り組み事例】

発電所内

- ・実時間ベースでのユニット起動操作訓練
- ・運転員の技能コンテスト
- ・廃止措置プラントを活用した保守員への現場教育
- ・模擬燃料を用いた燃料取替機操作の訓練

社内

- ・若手運転員、保守員の火力発電所研修

社外

- ・稼働中の国内原子力発電所へのベンチマーキング
- ・3社（東京電力HD、北陸電力、中部電力）の技術協力協定に基づくシミュレータ訓練の相互評価、相互現場観察



廃止措置プラントでの現場教育



若手保守員の火力研修
タービンロータ振動測定



若手運転員の火力研修
巡視点検



シミュレータ訓練の相互評価



相互現場観察

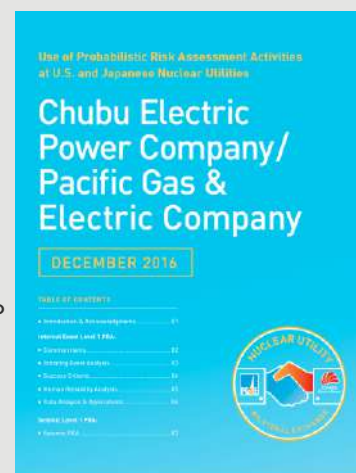
※1：Systematic Approach to Trainingの略。業務分析から始まり、必要な知識・技能等のリストアップ、訓練プログラムの設計から効果の評価までを体系的におこなう手法。

3-3 リスクマネジメント 技術力の維持・向上の取り組み（2/2）

- 海外のプラント運転や定期点検の経験を得るため、海外メーカーへの派遣などを行っています。
- 2014年より、米国PG&E社のディアブロ・キャニオン発電所との技術交流を続け、確率論的リスク評価（PRA）、耐震、検査制度、発電所運営等をテーマに情報交換を行い、プロダクトとして知見を蓄積（他社へも提供）するとともに、シャドウイングの手法を用いた現場観察等により、双方の発電所運営に活用しています。

【取り組み事例】

- ・米国BWRオーナーズグループ／欧州BWRクラブとの情報交換
BWR原子炉運転者と運転情報等を共有し安全・安定運転に役立っている。
- ・米国BWRプラントメーカーでの研修
定期点検中の保守、設計等の幅広い分野を6か月間学んでいる。
- ・海外ベンチマーキング
ディアブロ・キャニオン発電所と技術交流を通じて、PRAや耐震、検査制度等に関する情報入手・共有を行い、双方の発電所運営に活用している。



浜岡の現場観察



ディアブロ・キャニオンの現場観察

<PRAに関する成果物（プロダクト）> <シャドウイングの状況>

海外

時期	最近の主な実績	技術交流等概要	実施場所
2016年10月	発電所運営に係る意見交換（パフォーマンス指標導入等）、若手による現場観察・意見交換		米国
2018年9月	訓練・現場・是正処置プログラム（CAP）会合等視察、検査制度・リスクマネジメント・企業リスク等に係る意見交換		浜岡、名古屋
2018年11月	耐震知見の共有・交換（日米土木学会調査に両社からも参加）		北海道
2019年5月	必修（状態監視保全）、技術交流計画等に関する意見交換		浜岡、名古屋
2019年8月	PRAに関する意見交換		米国
2019年12月	発電所運営に係る意見交換、若手による現場視察・意見交換		米国

3-3 リスクマネジメント 新検査制度の活用

- 当社は原子力安全の一義的責任のもと、自らパフォーマンスの改善・向上に向けた不断の努力を続けてきました。
- 新検査制度は、事業者の全ての安全活動を対象として、パフォーマンスに着目し、**フリーアクセス※**によりオーバーサイトされることから、自らの活動の改善のきっかけとなる重要な外部インプットと認識しています。
- また、浜岡原子力安全アドバイザーボードの助言「**受け身の姿勢にならず、気づきを拾い、自分達のプラスになる活動にしてほしい**」も踏まえ、引き続き自律的に創意工夫しながら安全性向上を目指すとともに、新検査制度も活用しながら、発電所の最適な保安活動の実現を進めていきます。

※：当社では、2005年8月より中央制御室について、2007年6月より安全上可能な範囲で現場について、エスコートフリー（当社社員のアテンドなし）の運用を進めてきました。

事業者の全ての安全活動（事業者）

自主的安全性向上活動

- ・各種リスク低減活動の取り組み
- ・CAP、CM、PRA等の技術基盤や自他施設の運転経験、**新知見・新技術等**を活用し、**発電所の安全性向上のためのRIDMプロセスの実践・定着**。
- ・パフォーマンス指標、CAP情報等の傾向分析を通じたパフォーマンスの監視、問題点の把握および対応
- ・設備の状態監視（保全の高度化）

能動的改善
(事業者先行)

組織全体の
パフォーマンス向上

パフォーマンスの観点からの気づき、指摘



健全な
コミュニケーション



事業者としての改善措置、安全性への関連などに係る事業者見解

原子力規制検査（規制者）

3. リスクコミュニケーション リスクコミュニケーションの強化

○ ベース活動である「訪問対話」に加え、行政や自治会等と連携した「意見交換会」の面的拡大に取り組むことで、地域の皆さまとの接点の場の充実を図っています。

<至近3年の実績（訪問対話は至近4年の実績）>

■ 意見交換会

発電所周辺の自治会や行政を含む諸団体との間で意見交換会を企画・開催。

実績	2018年度	2019年度	2020年度※
	46回 (954人)	34回 (601人)	90回 (1594人)
御前崎市	20回 (466人)	14回 (245人)	20回 (298人)
牧之原市	8回 (186人)	3回 (48人)	26回 (678人)
掛川市	4回 (65人)	6回 (120人)	33回 (456人)
菊川市	14回 (237人)	11回 (188人)	11回 (162人)

* コロナ禍における意見交換会の代替として、自治会の会合等にて行った発電所の近況をお知らせする「説明会」を含んでいます。

● 女性団体「しゃべり場」

セミナー企画（ハーバリウム、ヨガ等）と組み合わせて、エネルギーに関する意見交換会を実施しています。



実績	2018年度	2019年度	2020年度
	10回 (235人)	18回 (431人)	4回 (82人)

■ 訪問対話 <約1年半で1巡>

御前崎市はじめ周辺4市にお住まいの方を対象に訪問対話を実施しています。
(訪問対象:約84,000戸/1~3巡目の全体対話率63.3%)

実績	3巡目	4巡目
時期	2017年5月~	2019年3月~
戸数	37,328	20,494

2020年2月~
中断中



■ 発電所キャラバン

御前崎市はじめ周辺4市の、地域のイベントやショッピングセンター等にブースを設置し対話を実施しています。



実績	2018年度	2019年度	2020年度
	22回 (2,242人)	16回 (1,968人)	1回 (57人)

■ 発電所見学会

発電所の安全性向上に向けた取り組みを現地で直接ご覧いただいています。

実績	2018年度	2019年度	2020年度
見学者合計	19,596人	15,303人	1,043人
周辺4市（再掲）	3,695人	2,922人	463人

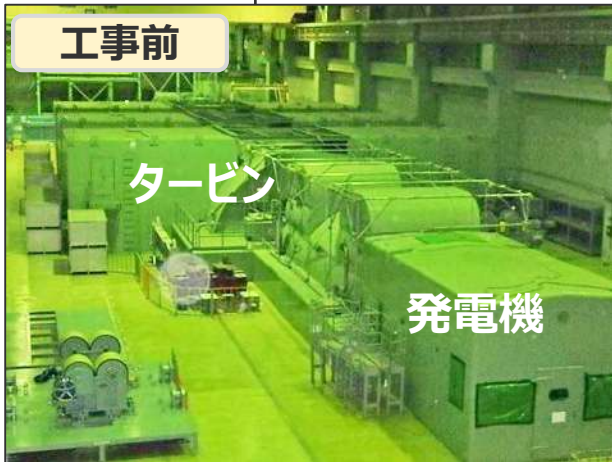

今後に向けて

- ・ リスク低減の取り組みや原子力防災に関する情報を社内外に積極的に発信していきます。
- ・ 地域をはじめ社会の皆さまの声を社内で共有し、リスクコミュニケーションをさらに強化にしていきます。

04 廃止措置

4-1 廃止措置 進捗状況

- 浜岡1,2号炉は、自ら耐震裕度を向上する際、経済性の観点から2009年11月に廃止措置に移行しました。
- 現在は第2段階にあり、原子炉周辺設備の解体撤去を進めています。また、解体撤去した物へのクリアランス測定を実施しています。
- 第3段階の準備として原子炉圧力容器内の除染を実施しています。

段階	時期	実施内容
第1段階	2009～2015年度	解体工事の準備（燃料搬出、汚染状況調査など）
第2段階	2015～2022年度	原子炉周辺設備の解体、炉内除染など ●2号機 タービン建屋 3FL <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>工事前</p>  <p>タービン 発電機</p> </div> <div style="font-size: 4em; margin: 0 20px;">➔</div> <div style="text-align: center;"> <p>現状（2020.9）</p>  <p>タービン 発電機</p> </div> </div>
第3段階	2023～2029年度	原子炉領域の解体など
第4段階	2030～2036年度	建屋の解体など

4-1 廃止措置 クリアランス

- 当社は、他電力に先駆けてクリアランス制度の適用に取り組んでいます。
2019年3月 浜岡 1, 2号機 解体撤去物（廃止措置第2段階の一部）のクリアランス認可取得。
クリアランス測定を実施中。
（認可を受けた対象物7,682トンに対し、約242トンの国の確認が完了）

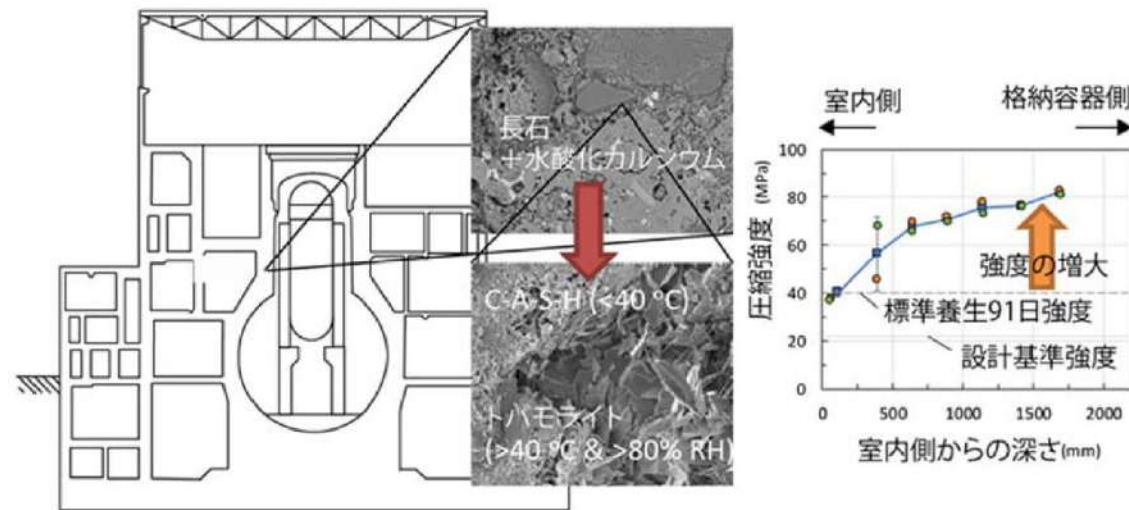


浜岡 1, 2号機解体撤去物のクリアランス測定風景

- より円滑な廃止措置の実施には、設備の解体からクリアランス測定までの一連の作業およびクリアランス測定・評価方法の効率化が必要です。
- 今後、浜岡 1, 2号機の解体撤去工事およびクリアランス測定の実績を積みながら、効率化の観点から課題を抽出し、課題の解決に向けて取り組んでいきたいと考えております。

4-2 廃止措置プラントを活用した研究 浜岡1号機の廃材を活用した研究

- 浜岡1号機の廃材（運転中はサンプル採取できない原子炉圧力容器を構成する金属や原子炉建屋コンクリート）を活用し、最新の材料分析技術を用いてデータを採取し、中性子照射脆化や高経年化コンクリートの健全性評価手法などの研究に取り組んでいます。
- 今般、名古屋大学、鹿島建設と共同で、浜岡1号機原子炉建屋から放射線とそれに伴う熱にさらされたコンクリートサンプルを分析し、**トバモライト**と呼ばれる天然岩石にも認められる鉱物やその前駆体の生成によって、**コンクリートの強度と耐久性が向上する現象を世界で初めて発見し、そのメカニズムの解明に成功しました。**



- コンクリートの圧縮強度が、通常の2倍以上に達する現象を発見しました。このコンクリート強度増大を起こすメカニズムは、砂の中の鉱物とセメントの水和物が40℃以上の温度と水があるときに生ずる岩石化の反応によるものと分かりました。
- この反応は、2,000年前のローマ時代に作られたコンクリートが現在も強度を増進しつづけるメカニズムと同一のものであり、本成果は、これまで以上に耐久性に優れたコンクリート開発への応用が期待されます。
- 本研究成果は、2020年11月5日付で科学雑誌『Materials & Design』オンライン版に掲載されました。また、海外科学サイトでも多数取り上げられており、世界的にも高い注目を集めています。