

原子力事業者にとっての 継続的安全性向上

中部電力(株) 原子力本部長 兼 原子力部長 CNO
伊原一郎

2021年6月8日

1 浜岡原子力発電所における自主的安全性向上の取り組み 設備対策例

安全性向上の取り組みの経緯

↓ 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

①震災前

②

②新規制基準以前

③

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。**

耐震裕度向上への取り組み

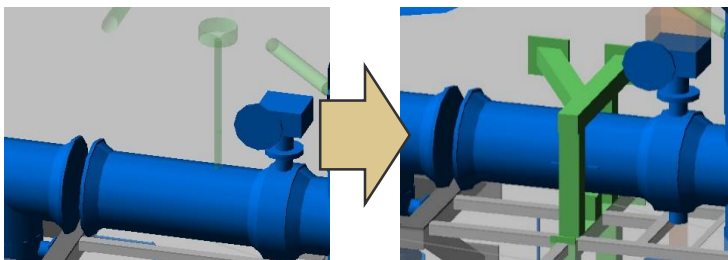
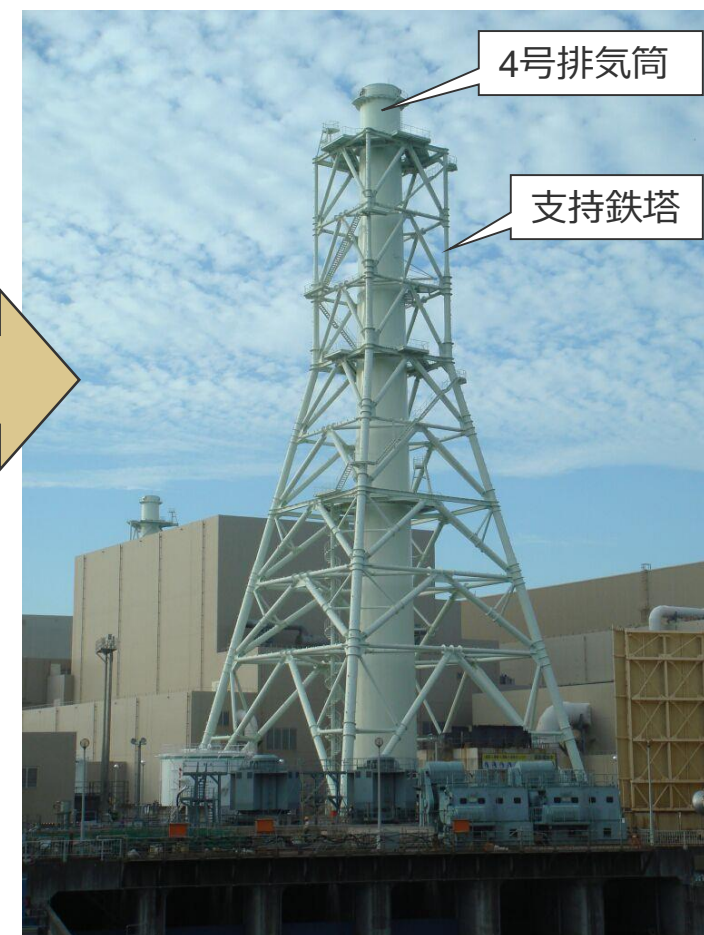
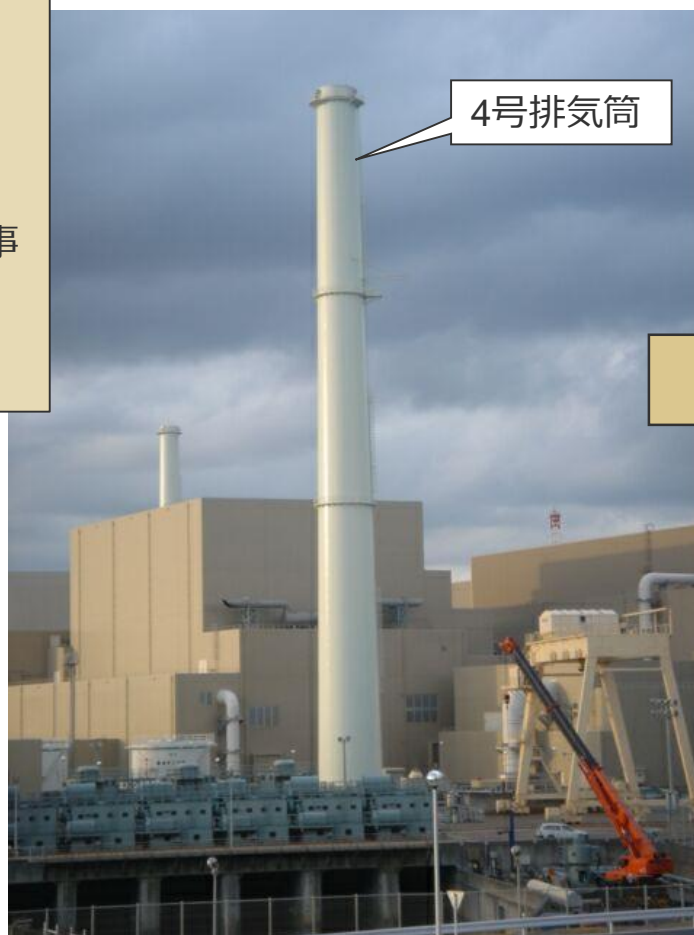
耐震裕度向上工事

- 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



配管サポート改造工事の例

排気筒改造工事の例

- 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

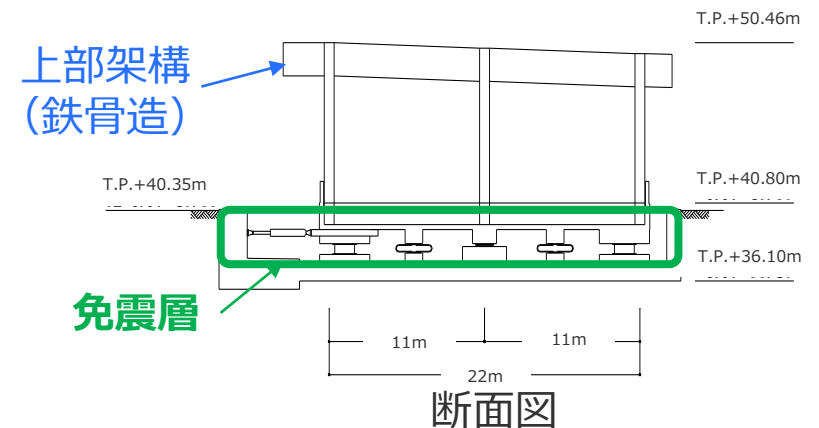
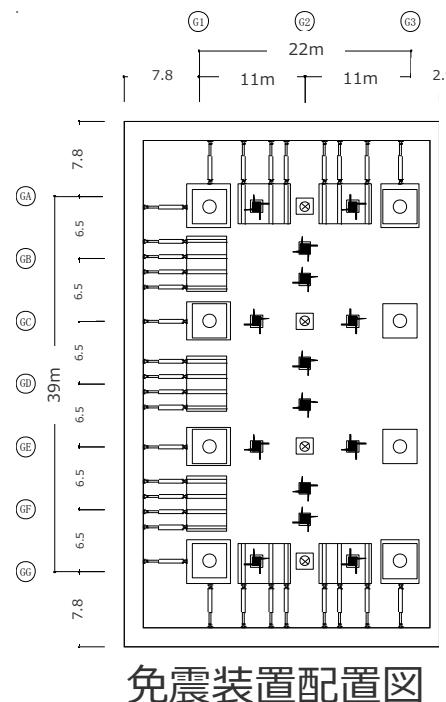
■ 免震装置（鉛プラグ入り積層ゴム、弾性すべり支承、鋼材ダンパー、オイルダンパー）

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



(凡例)

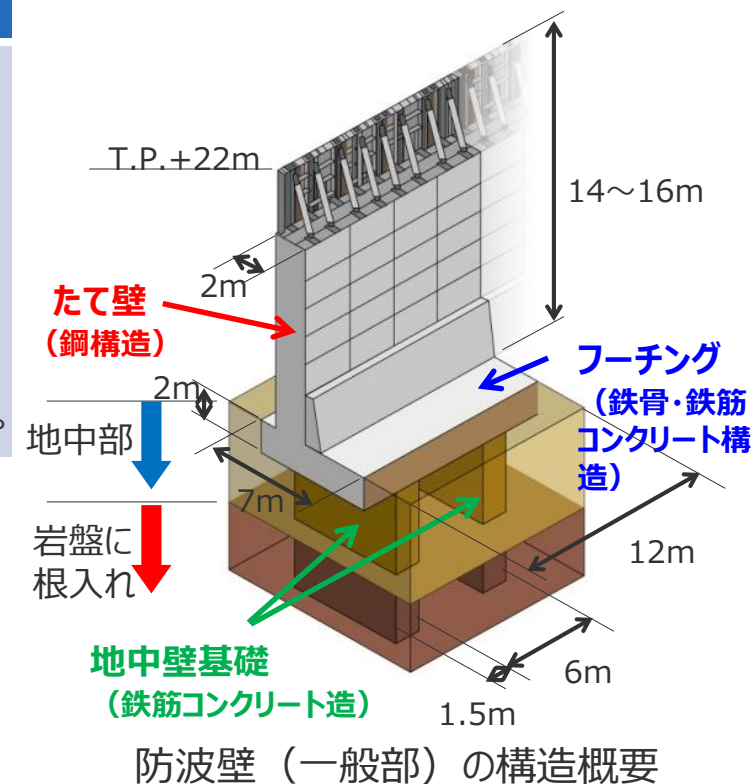
- 鉛プラグ入り積層ゴム: 8基
- 弾性すべり支承: 4基
- 鋼材ダンパー: 14基
- オイルダンパー: 32基

- 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 ■ 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）

新技術性

- 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。



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。

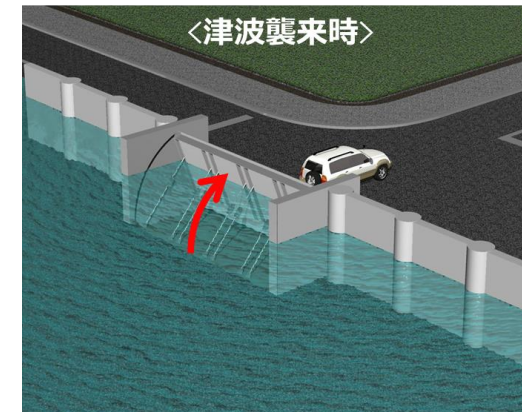
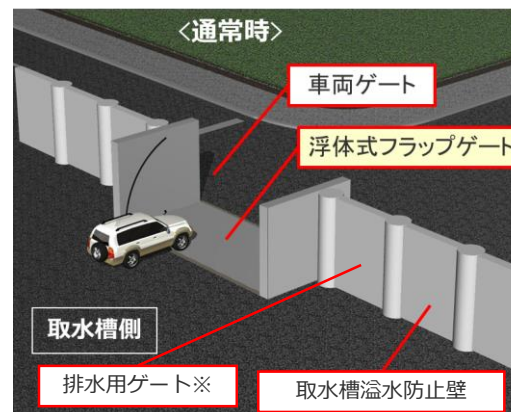
採用技術

■ 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

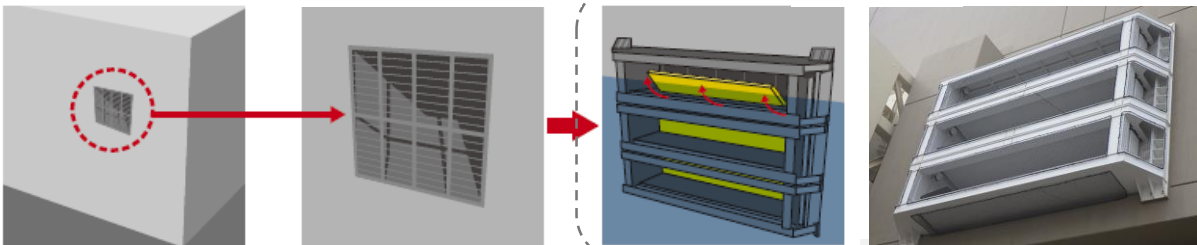


取水槽溢水防止壁

車両ゲート

【設置前】

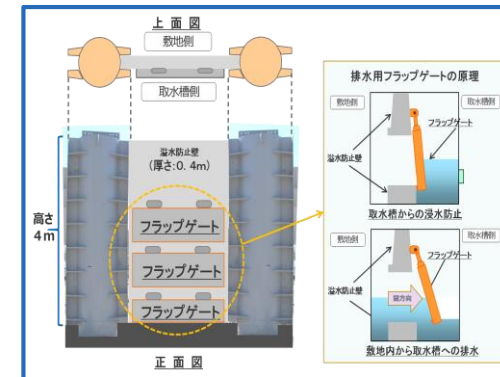
【設置後】



空調開口部（津波襲来時に自動閉鎖）

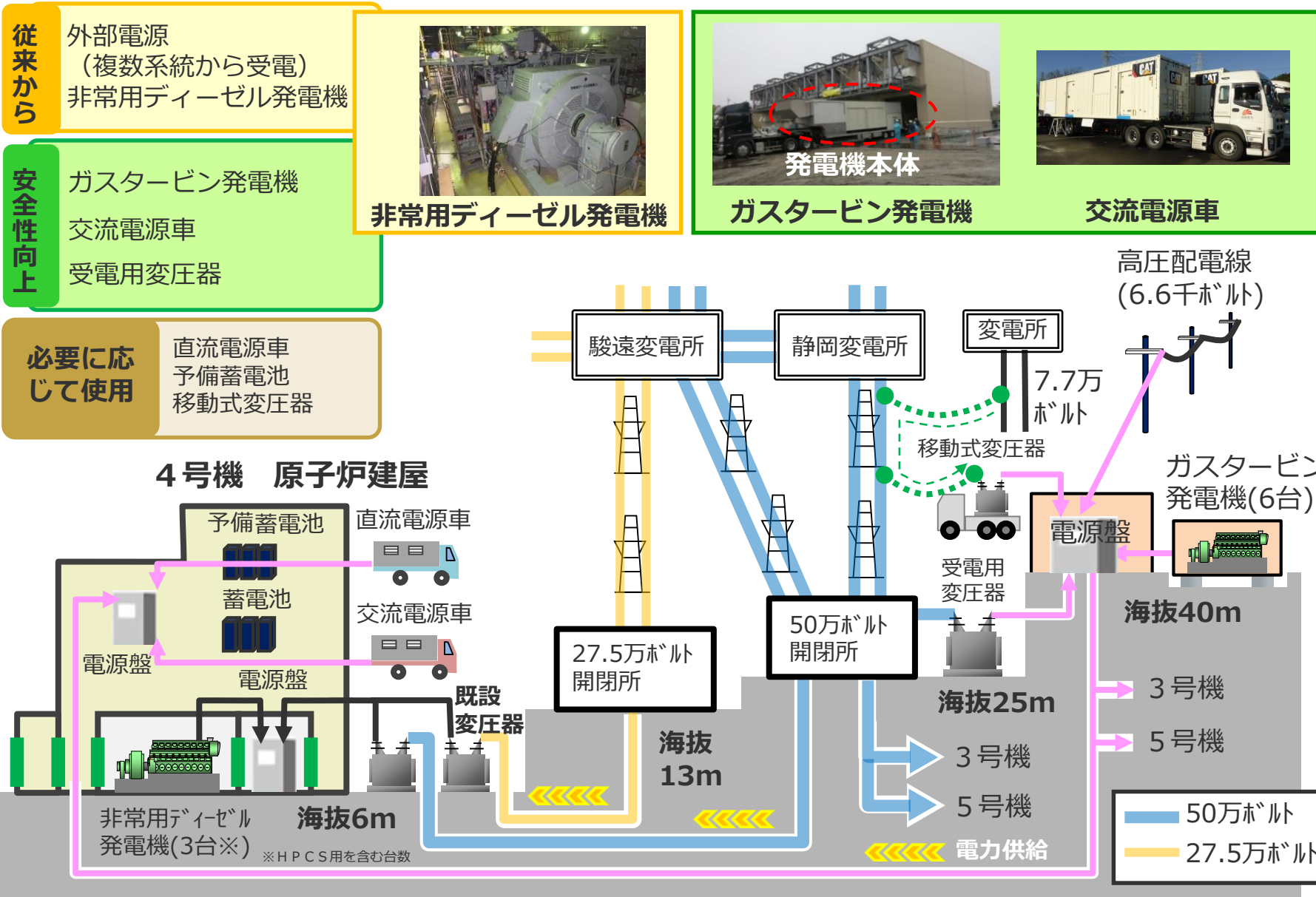
※排水用ゲート

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

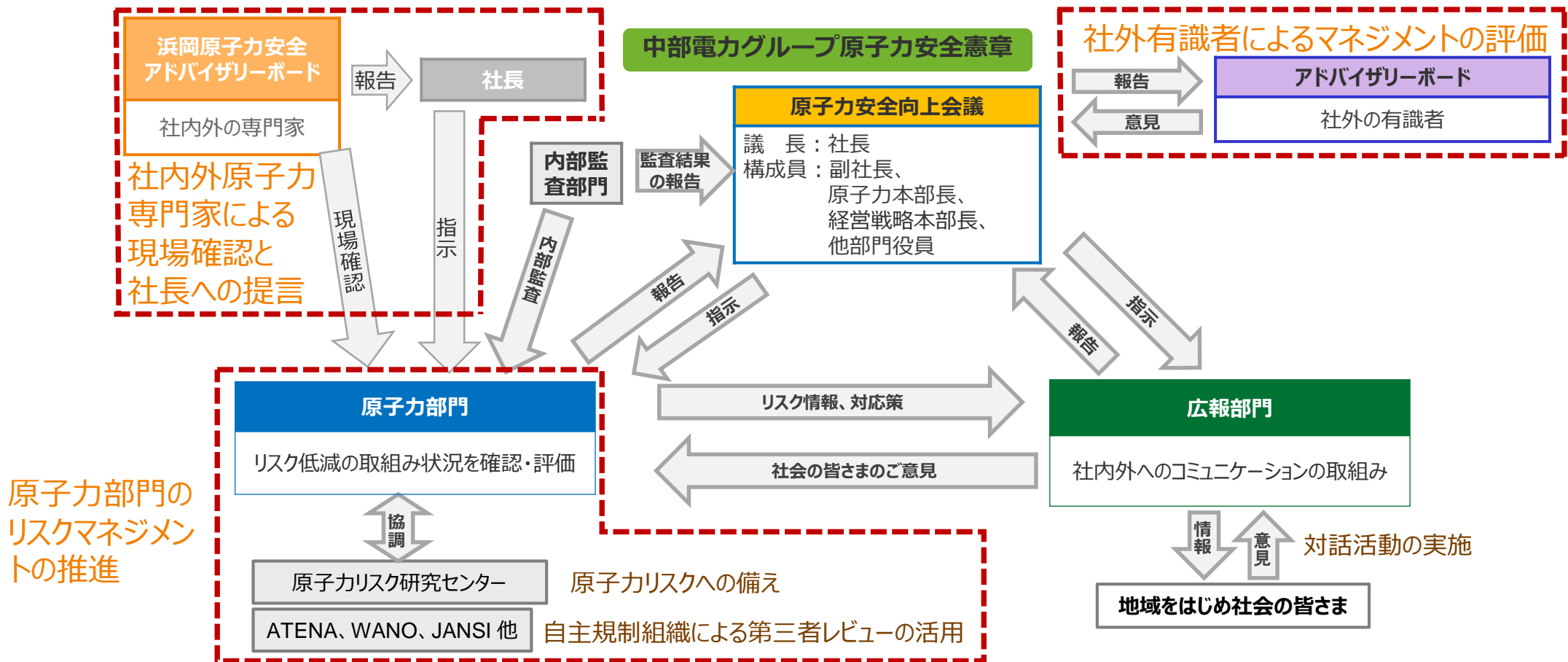
設備対策の強化例 電源の確保



2 外部の視点を取り入れた継続的安全性向上の取り組み

自主的安全性向上の体制

- “安全性向上に終わりはない”との認識のもと、2014年より下図の体制を構築し、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取り組んできました。
- 社長は、社内外の原子力専門家からなる浜岡原子力安全アドバイザーボードより、原子力安全に関する意見を伺うとともに、経営層は、社外有識者で構成されるアドバイザーボードより、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っています。



- 社内外の原子力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。

ボードメンバー：5名（規制経験者、メカOB、電力OB）
開催頻度：2回/年

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。

- 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

- **アドバイザーボードは、社外委員が原子力安全向上会議を中心とした経営レベルのマネジメントを評価し、経営層に意見している。**
- **原子力部門等では、原子力安全向上会議およびアドバイザーボードの指示、意見に対する対応を検討し、アクションプランに反映することでPDCAを廻している。**

ボードメンバー：5名（企業経営者、危機管理専門家、学識者等）
開催頻度：2回／年

【アドバイザーボードからの発電所活動へのご意見をもとに、改善に活用した事例】

主なご意見	主な活用例
<p>テクニカルスキルだけでなく、ノンテクニカルスキルについても、バランスよく、こつこつと教育・浸透させることが重要である。</p> <p>テクニカルスキル ：業務を遂行するうえで必要な専門技能</p> <p>ノンテクニカルスキル ：テクニカルスキルを十分に発揮するために、必要な技能（コミュニケーション、状況認識・意思決定、リーダーシップ、チームワーク）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・中期計画を立て、ノンテクニカルスキルの向上訓練を実施している。 ・情報伝達や集団討議の演習を通じて、緊急時の指揮者としてのノンテクニカルスキルの基礎を学ぶとともに、組織力の向上を図っている。  <p>情報伝達演習の様子</p>
<p>他産業の体験も学ぶことが多い。</p>	<p>他業種ベンチマークを行った。</p>
<p>放射線についても分かりやすく伝える対話ツールを作成してはどうか。</p>	<p>放射線の基礎や健康影響について、アニメーションをベースに東大病院の中川准教授の解説を加えた教材を作成し、見学会等での活用する。</p>
<p>避難計画など自治体の取り組みについて地域の人たちにしっかりと伝わるように、中部電力の役割を含め、事業者の支援、フォローをお願いしたい。</p>	<p>避難計画は、自治体にて策定頂くものの、事業者が果たすべき役割もあり、そこを含めて意見交換会等を通じ地域の皆さまに説明していく。御前崎市、牧之原市および当社にて締結した協定のもとに、要支援者の安全確保等について支援を強化する。</p>

対話活動の充実に向けてーリスクコミュニケーションの強化

原子力発電に関わる事業活動をより良いものとするため、地域の皆さまの声に耳を傾け、不安や疑問、ご意見に真摯に向き合う継続的なコミュニケーションの強化に取り組んでいます。「意見交換会」「訪問対話活動」「発電所キャラバン」「発電所の視察・見学会」などの対話活動を通じて、積極的な情報共有と相互理解に努めています。

地域の皆さまとのさらなる信頼関係の構築を目指して

1. これまでのコミュニケーション活動

原子力の安全性について、地域の皆さまにご理解いただくため、技術的・専門的な内容をわかりやすくお伝えすることに努めてきました。



2. 東日本大震災を機とした不安の高まり

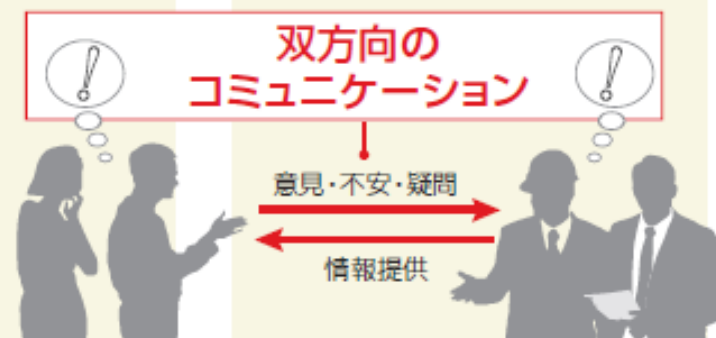
福島第一原子力発電所の事故を受け、原子力に対する地域の皆さまの不安・疑問の声は大きくなりました。



3. コミュニケーション活動を拡充・強化

地域の皆さまが抱く原子力への不安・疑問に向き合うため、リスクコミュニケーション※の考えを取り入れ、これまでの活動を拡充・強化しています。

※ どのような科学技術でもリスクはゼロにはできないことを前提に、原子力について良い情報だけでなく、リスク情報についても正しく提供し、共に考えるコミュニケーション。



- 地元の皆さま、お客様に対して、原子力の必要性や浜岡原子力発電所の安全性を理解して頂くための「丁寧でわかりやすい説明」から、「公正（原子力の持つポジティブな側面だけでなく、関係者の求めるネガティブな側面を公正に伝える）、双方向（一方向的な説明に終始するのではなく、双方向コミュニケーションの中で情報を共有する）、共考（相手を説得するのではなく、関係者が共に考えていく）」ことで、問題解決の土台となる信頼関係の構築に努めている。

<地元市主催のワークショップ>

- ・ エネルギーに関する幅広いテーマについて、講演者のプレゼンテーションのあとに、市民ファシリテーターが進行役となってグループ（7～9名程度）に分かれた意見交換を行う。テーマの結論を導くことが目的ではなく、参加者が様々な考え方を述べあい、異なる意見に触れることで、相互の理解を深めることを目的とする。

【中立性を保つための工夫】

- ・各グループには、市民ファシリテーターが入り、進行役となり、中立的な立場で、参加者全員の対話を促す。
- ・様々なテーマについて意見交換できるように、講師は、行政（立地の経緯）福島原子力発電所事故の自治体関係者、エネルギー有識者（エネルギー全般）といった多面的なメンバーに依頼。
- ・行政がワークショップの主催者となり、行政職員は各グループの書記となり、参加者の様々な意見を収集する。
- ・グループワークでは、意見を付箋に書いて頂くことで可視化され、誰の意見かではなく、意見の内容が検討される。

<地元住民との意見交換>

- ・ 地元自治会の役員を対象に、原子力に関する疑問や不安に思っていることを率直にお聞きすることを目的に意見交換を行う。住民の様々な意見と当社の考えを出し合い、多様な意見を理解しあうことを目指す。

<女性層を対象としたしゃべり場>

- ・ 地元で活動する各種団体の女性メンバーを対象に、参加者が楽しめる企画（断捨離のコツ、指ヨガ、アロマセラピー等）を行いながら対話を行う。女性が持つエネルギーや原子力に対する意見、不安や疑問を共有する。

○ 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(2月末)	
				説明会*
	46回 (954人)	34回 (601人)	18回 (254人)	68回 (1,251人)
御前崎市	20回 (466人)	14回 (245人)	7回 (92人)	9回 (117人)
牧之原市	8回 (186人)	3回 (48人)	0回 (0人)	26回 (678人)
掛川市	4回 (65人)	6回 (120人)	0回 (0人)	33回 (456人)
菊川市	14回 (237人)	11回 (188人)	11回 (162人)	0回 (0人)

* 2020年度は、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発電所の近況をお知らせする「説明会」を実施しています。



● 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(2月末)
		10回 (235人)	18回 (431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	



■ 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(2月末)
		22回 (2,242人)	16回 (1,968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(2月末)
	見学者合計	19,596人	15,303人
周辺4市（再掲）	3,695人	2,922人	419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くことが重要。
- ・地域をはじめ社会の皆さまの声を社内で共有することで、継続的安全性向上に繋げていく。

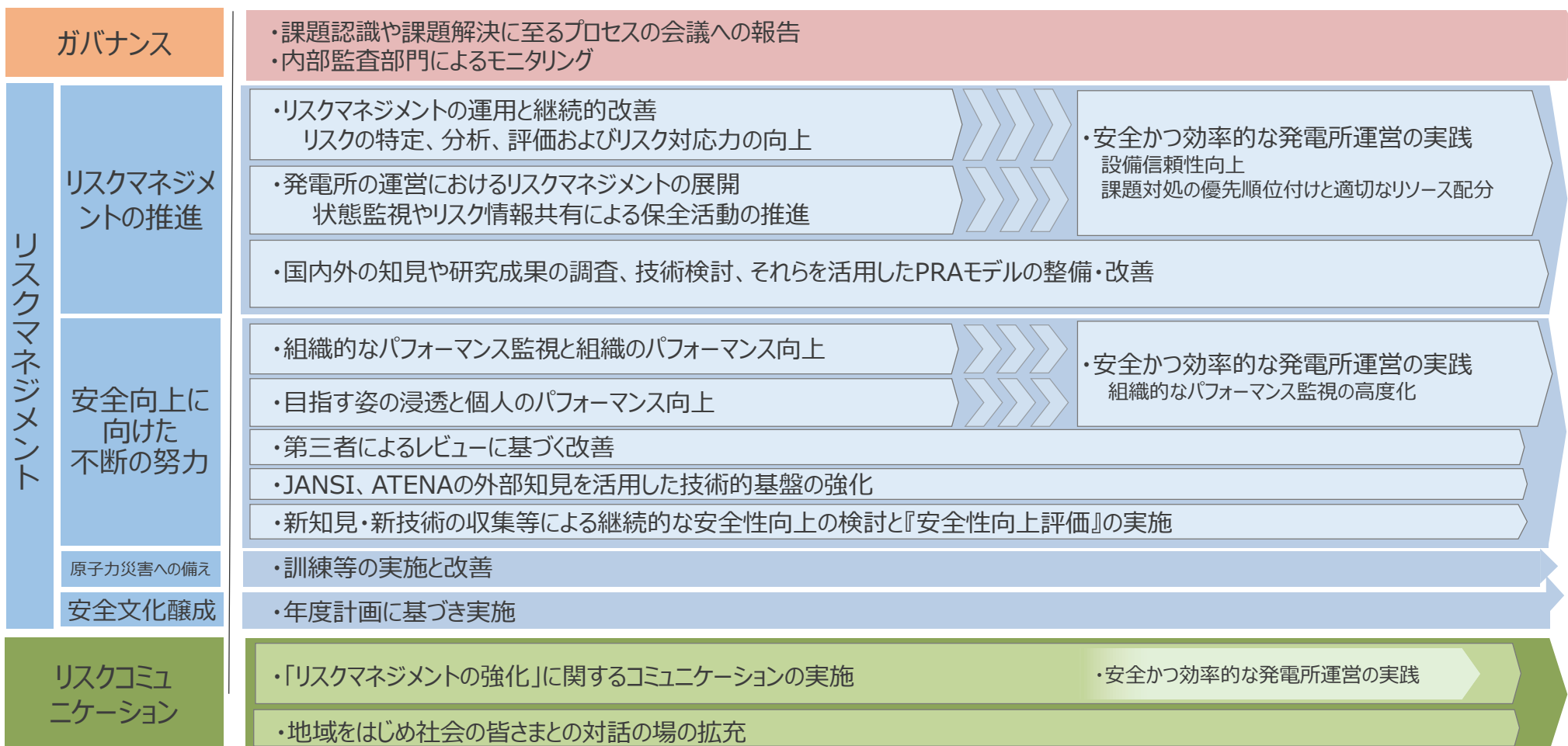
原子力安全向上に向けた取り組み（ロードマップ）

○ 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





中部電力