

玄海原子力発電所の安全対策について



九州電力株式会社

はじめに

○当社は、平成23年3月に発生した東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故を教訓として、事故発生直後から発電所の設備(ハード面)と、運用管理(ソフト面)の両面から様々な安全対策に取り組んでおります。

平成25年7月、玄海3, 4号機の新規制基準への適合性審査を受けるため、国へ申請を行い、平成29年1月18日に原子炉設置変更許可をいただきました。

○当社は、安全性を確保した再稼働を目指し、全社を挙げて、国の審査に真摯かつ丁寧に取り組んでまいりました。

審査では、設備設計などのハード面と、万が一の事故時における指揮命令系統や手順、体制整備などのソフト面についても、しっかりと確認していただきました。

目次

1. 玄海原子力発電所の概要
2. 新規規制基準適合性審査の対応状況
3. 安全性向上への取組み
 - (1) 自然現象等への対策
 - (2) 安全対策
 - (3) 運用管理面の対策
4. 玄海原子力発電所の運用性向上の取組み
5. 地域の皆さまの安全・安心に向けて

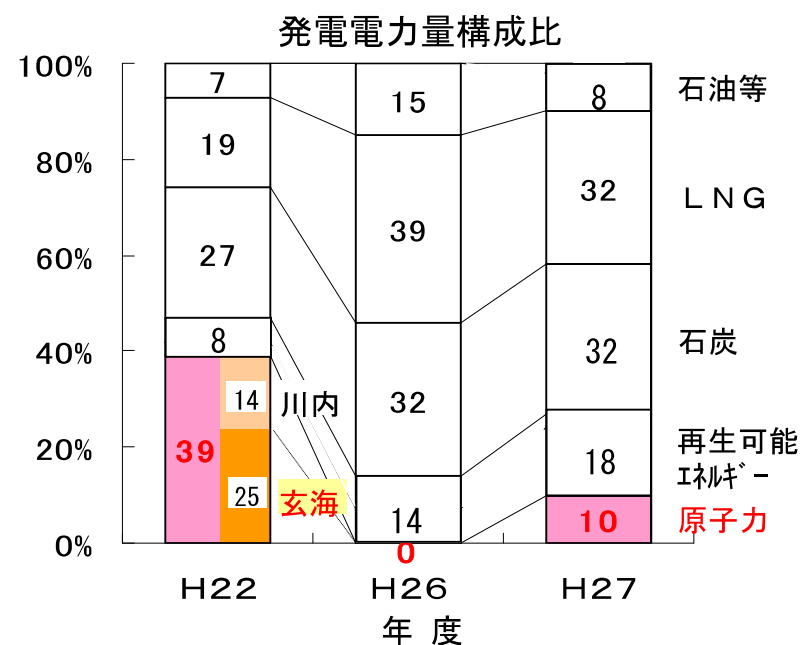
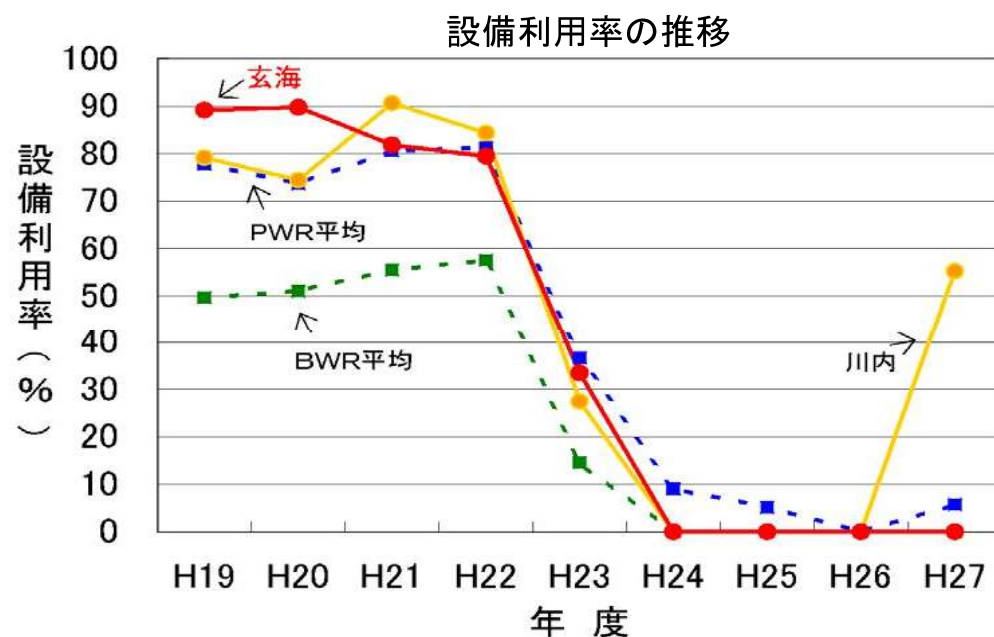


1. 玄海原子力発電所の概要

玄海原子力発電所の概要

- 玄海原子力発電所は、昭和50年の1号機運転開始以来、地域の皆さま方との共存共栄を心がけ、安全第一の発電所運営に努めてまいりました。
- 当社の原子力発電所は、全国平均を上回る高い設備利用率で運転し、「東日本大震災」前（平成22年度）は、当社発電電力量の約39%（玄海：25%）を原子力発電で供給していました。

	1号機	2号機	3号機	4号機
電気出力	55万9千kW	55万9千kW	118万kW	118万kW
原子炉型式	加圧水型（PWR）			
運転開始	昭和50年10月 【平成27年4月運転終了】	昭和56年3月	平成6年3月	平成9年7月



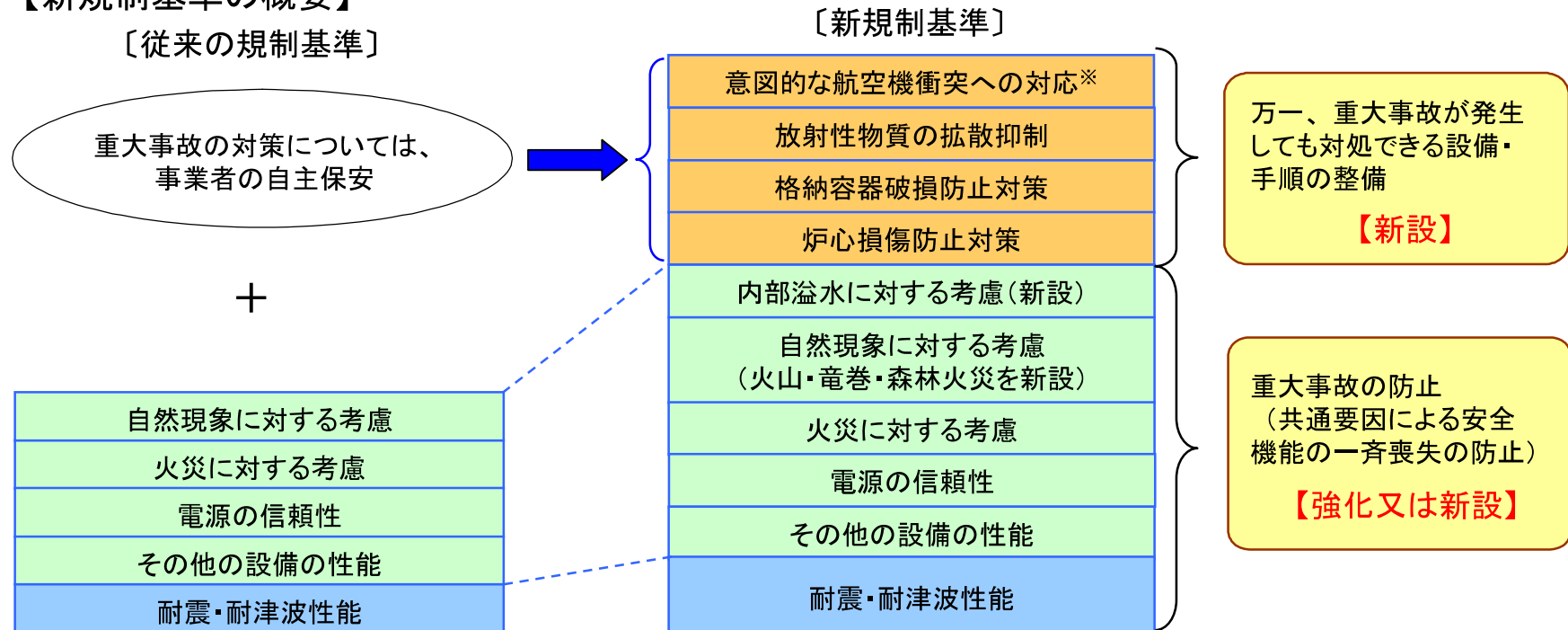


2. 新規制基準適合性審査の対応状況

新規制基準について

- 平成23年3月の福島第一原子力発電所事故では、地震や津波などにより安全機能が一斉に喪失し、更に、その後の重大事故の進展を食い止めることができませんでした。
- 事故の教訓として、地震・津波といった共通の要因によって安全機能が一斉に失われないよう、地震や津波をはじめ自然現象等の想定と対策が強化されました。
- また、事故の進展を食い止めることが出来なかったという教訓を踏まえ、重大事故の発生防止にとどまらず、万一重大事故が発生してしまった場合に、事故の拡大を防ぐ対策や影響緩和の対策などを新たに要求した新規制基準が、平成25年7月8日に施行されました。

【新規制基準の概要】

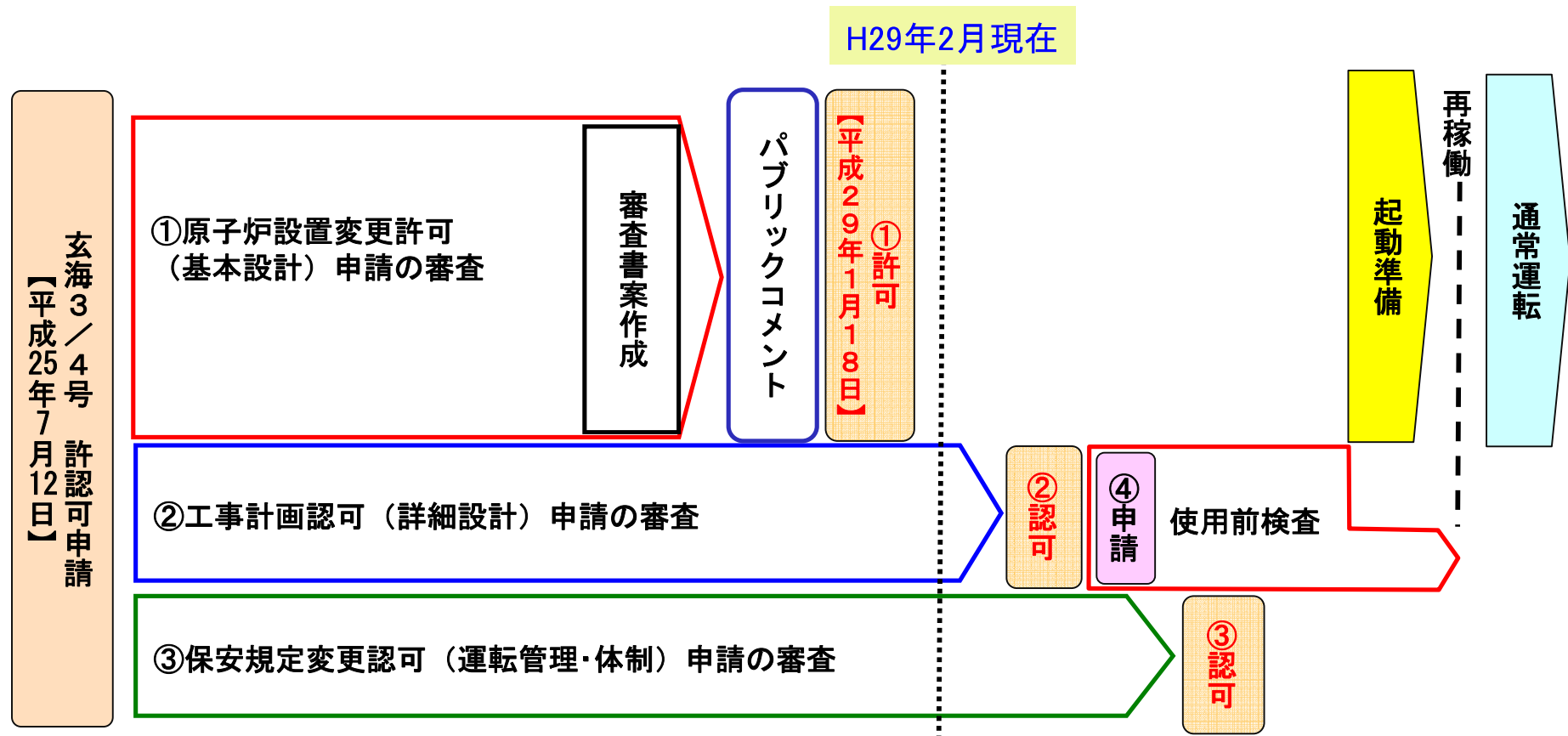


※基準で要求されている特定重大事故等対処施設については、本体施設等の工事計画認可日から5年後までに整備

新規制基準適合性審査の対応状況

○当社は、平成25年7月、玄海3, 4号機の新規制基準への適合性審査を受けるため、「原子炉設置変更許可(基本設計)」、「工事計画認可(詳細設計)」、「保安規定変更認可(運転管理・体制)」を一括して原子力規制委員会に申請し、この内、平成29年1月18日に原子炉設置変更の許可を頂きました。

○現在、工事計画認可、保安規定変更認可について、同委員会による審査を受けています。





3. 安全性向上への取組み

(1) 自然現象等への対策

[地震・津波・火山・竜巻・火災対策等の強化]

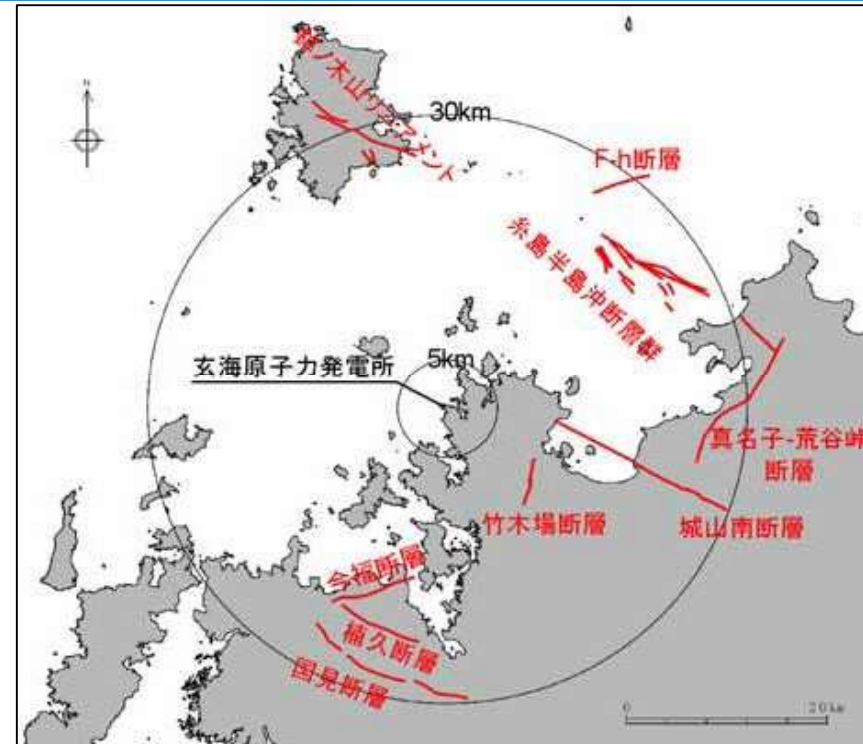
地震対策の強化

地震の想定を厳しく見直しました。

- 広範囲にわたる詳細な地質調査を実施したうえで、安全側の評価を行って活断層を認定し、玄海原子力発電所の重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震を「基準地震動」として策定。
- 発電所の重要施設が基準地震動によって機能喪失しないことを確認。

【基準地震動】

- 発電所周辺の活断層により想定される地震動
 - Ss-1 : 540ガル
〔応答スペクトル（全ての活断層）〕
 - Ss-2 : 268ガル
〔断層モデル（城山南断層）〕
 - Ss-3 : 524ガル
〔断層モデル（竹木場断層）〕
- 震源と活断層の関連付けが難しい過去の地震動
 - Ss-4 : 620ガル
〔2004年北海道留萌支庁南部地震〕
 - Ss-5 : 531ガル
〔2000年鳥取県西部地震〕



玄海原子力発電所周辺の活断層分布図

○発生日：2004年12月14日
○マグニチュード：Mw5.7



北海道留萌支庁南部地震の概要

○発生日：2000年10月6日
○マグニチュード：Mw6.6



鳥取県西部地震の概要

津波対策の強化

津波の想定を厳しく見直しました。

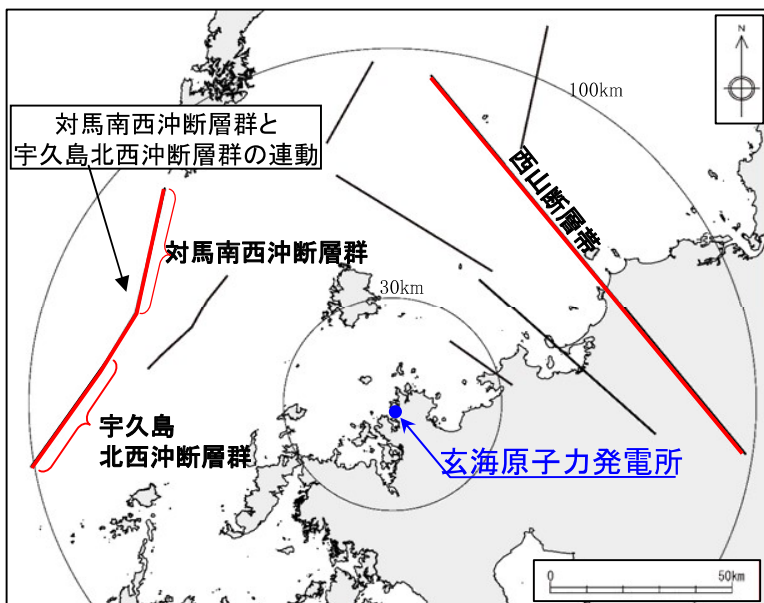
- 発電所周辺で想定される津波のうち、施設に最も大きな影響を与える津波を「基準津波」として策定。
- 発電所における津波高さを評価した結果、敷地高さ(海拔+11m)は十分に高く、原子炉施設の安全性に影響がないことを確認。

【上昇側】

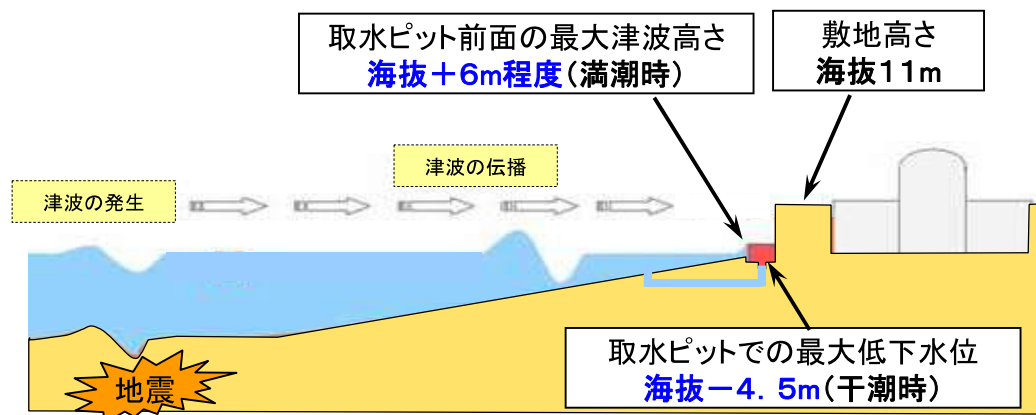
- 対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動(Mw7.6)と西山断層帯(Mw7.9)の新知見による津波を評価
⇒発電所取水ピット前面での潮位のバラツキなどを考慮した最大津波高さ: +6.0m【満潮時】

【下降側】

- 津波発生時の引き波により、海面が下降した場合でも、燃料を冷却するために必要な海水を継続して取水できることを確認
⇒取水ピットでの潮位のバラツキなどを考慮した最大低下水位: -4.5m【干潮時】



津波評価で想定した津波発生源

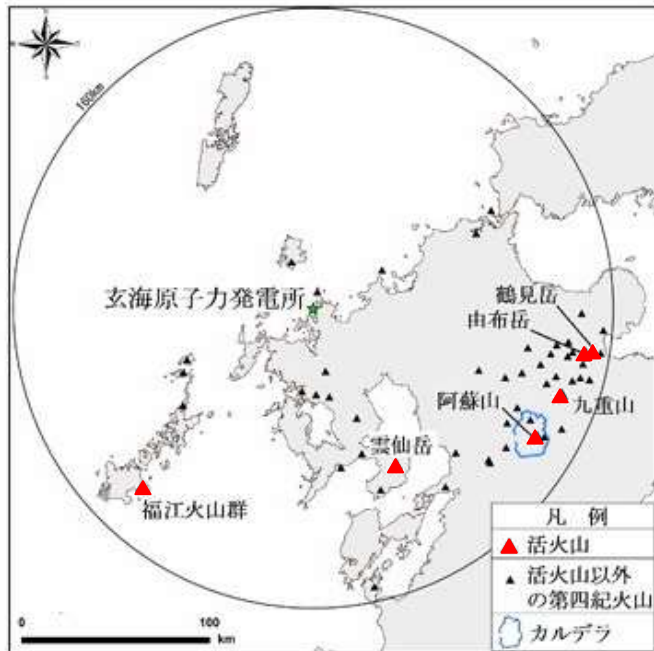


津波評価の概要

火山対策の強化

定期的に火山活動のモニタリングを実施します。

- 発電所から半径160kmの範囲にある第四紀火山（49火山）と九州のカルデラを対象に、将来の活動可能性及び火山事象（火砕流・溶岩流等）による発電所への影響を評価。
- その結果、敷地に火山灰は認められないが、安全側に九重山における約5万年前の「九重第1噴火」による火山灰（層厚10cm）を想定したとしても、設計及び運転による対応が可能と評価。
- なお、九州に5つ存在するカルデラについては、噴火履歴の特徴及びマグマ溜まりの状況から、運用期間中の破局的噴火の可能性は極めて低いと評価。
- また、カルデラについては、噴火の可能性が十分小さいことを継続的に確認するため、火山活動のモニタリングを実施し、活動状況に変化がないことを定期的に評価・確認。



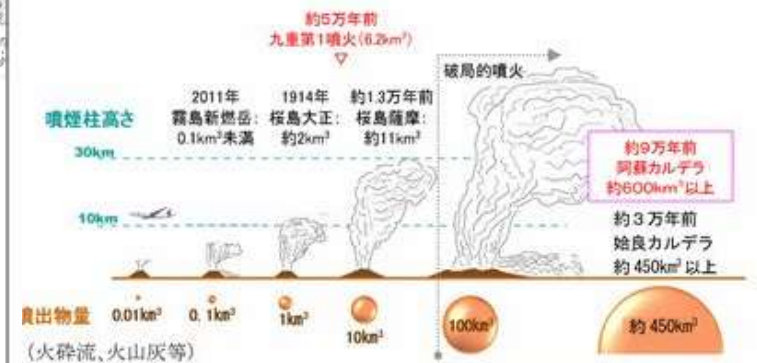
活火山：第四紀火山のうち、約1万年前以降に活動した火山

玄海原子力発電所周辺の検討対象火山の位置



九州のカルデラ位置

※：破局的噴火とは、約100km³以上の噴出物を伴う噴火のことを言い、100km³とは、1914年の桜島大正噴火の約50倍のボリューム



破局的噴火の噴火規模

竜巻対策の強化

竜巻への対策を強化しました。

○日本で過去に発生した最大の竜巻(92m/秒)を考慮して、最大風速100m/秒の竜巻を想定し、対策を実施。

○資材保管用コンテナやマンホールなどは、重りを付けたり、ボルトで固定するなど飛散を防止。

- 屋外の重要な設備には、飛来物の衝突を防止するため、防護ネットを設置。
- 資機材等を収納する保管庫を設置。



資材保管用コンテナの固縛



保管庫の設置

火災、溢水対策の強化

火災、溢水への対策を強化しました。

【火災対策】

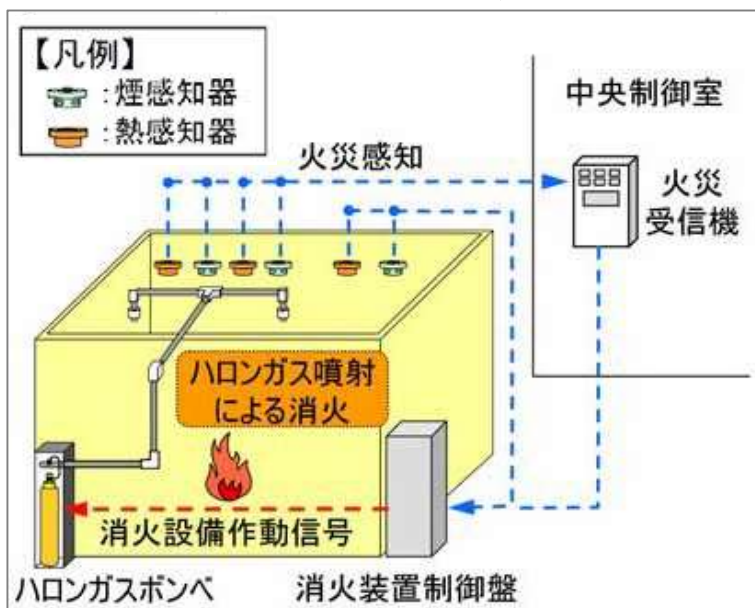
- 安全上重要なポンプ等の設置エリアに、検知方法の異なる複数の火災感知器や、自動消火設備を増設。
- 同一エリア内にある安全上重要な設備を耐火壁等で分離し、火災の影響を軽減。
- 森林火災等の延焼を防止するため、発電所の敷地境界付近に防火帯を設置。

【溢水対策】

- タンクや配管が壊れて漏れ出した水や蒸気から、安全上重要な設備を守るため、タンクや配管の補強、水密扉※の設置などを実施。

※：扉が扉枠に密着する水密性の高い扉

[火災対策(火災感知器・自動消火設備)]



防火帯の設置



3. 安全性向上への取組み

(2) 安全対策

[電源供給手段、冷却手段の多様化 等]

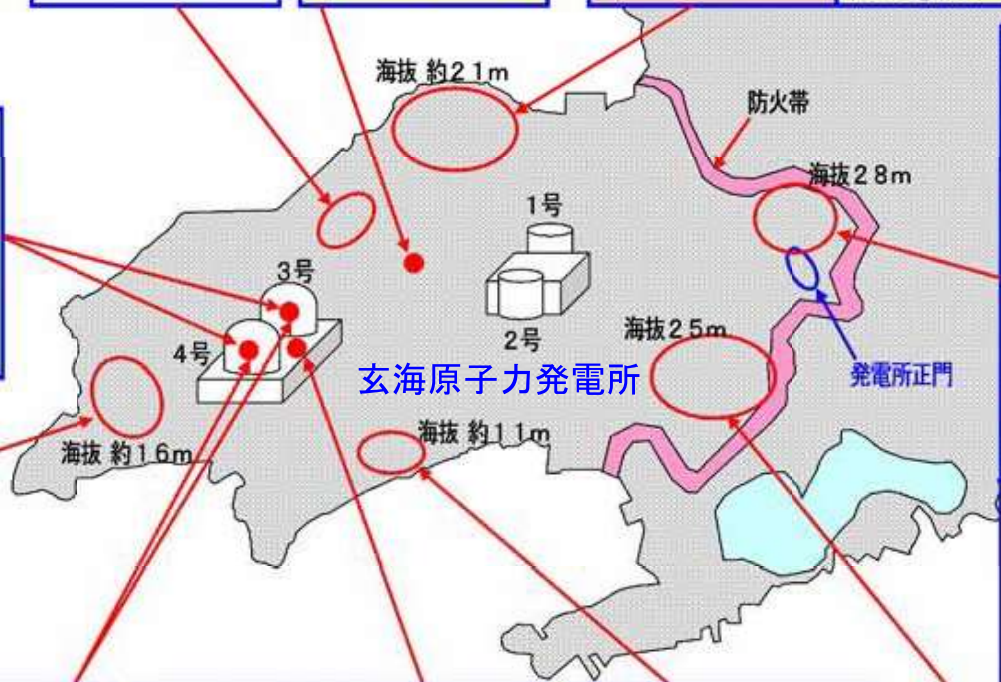
安全対策

○電源供給や冷却などに使用する可搬型設備については、多様化を図ったうえで複数台確保し、発電所構内に分散配置しています。

	内 容	設 備(例)
電源供給手段	○非常用ディーゼル発電機等の常設の電源設備に加え、原子炉及び使用済燃料ピットにある燃料の損傷を防止するための電動ポンプや監視するための計器に、電源を供給する手段の多様化を図っています。	<ul style="list-style-type: none"> ・大容量空冷式発電機 ・直流電源用発電機 ・非常用ディーゼル発電機 燃料の油貯蔵タンク増設 他
冷却手段	○原子炉や使用済燃料ピットにある燃料の損傷防止、及び格納容器の破損防止のため、常設のポンプに加え、可搬型のポンプ等を配備し冷却手段の多様化を図っています。	<ul style="list-style-type: none"> ・常設電動注入ポンプ ・可搬型ディーゼル注入ポンプ ・移動式大容量ポンプ車 他
水素爆発防止	○格納容器内での水素爆発防止対策として、静的触媒式水素再結合装置及び電気式水素燃焼装置を設置しています。	<ul style="list-style-type: none"> ・静的触媒式水素再結合装置 ・電気式水素燃焼装置
事故時の対策拠点	<p>○重大事故等発生時に、現地対策本部として使用する代替緊急時対策所を、高台の強固な岩盤上に設置しました。</p> <p>○更なる安全性・信頼性の向上を目的に、支援機能を更に充実させた耐震構造の緊急時対策所を整備します。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・代替緊急時対策所(耐震構造) <p>【計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所(耐震構造)

主な安全対策の状況

- 凡例
- 給水関係
 - 電源関係
 - 緊急時対策所
 - 水素爆発防止対策
 - 地震・津波対策等
 - 竜巻対策
 - 火災防護対策



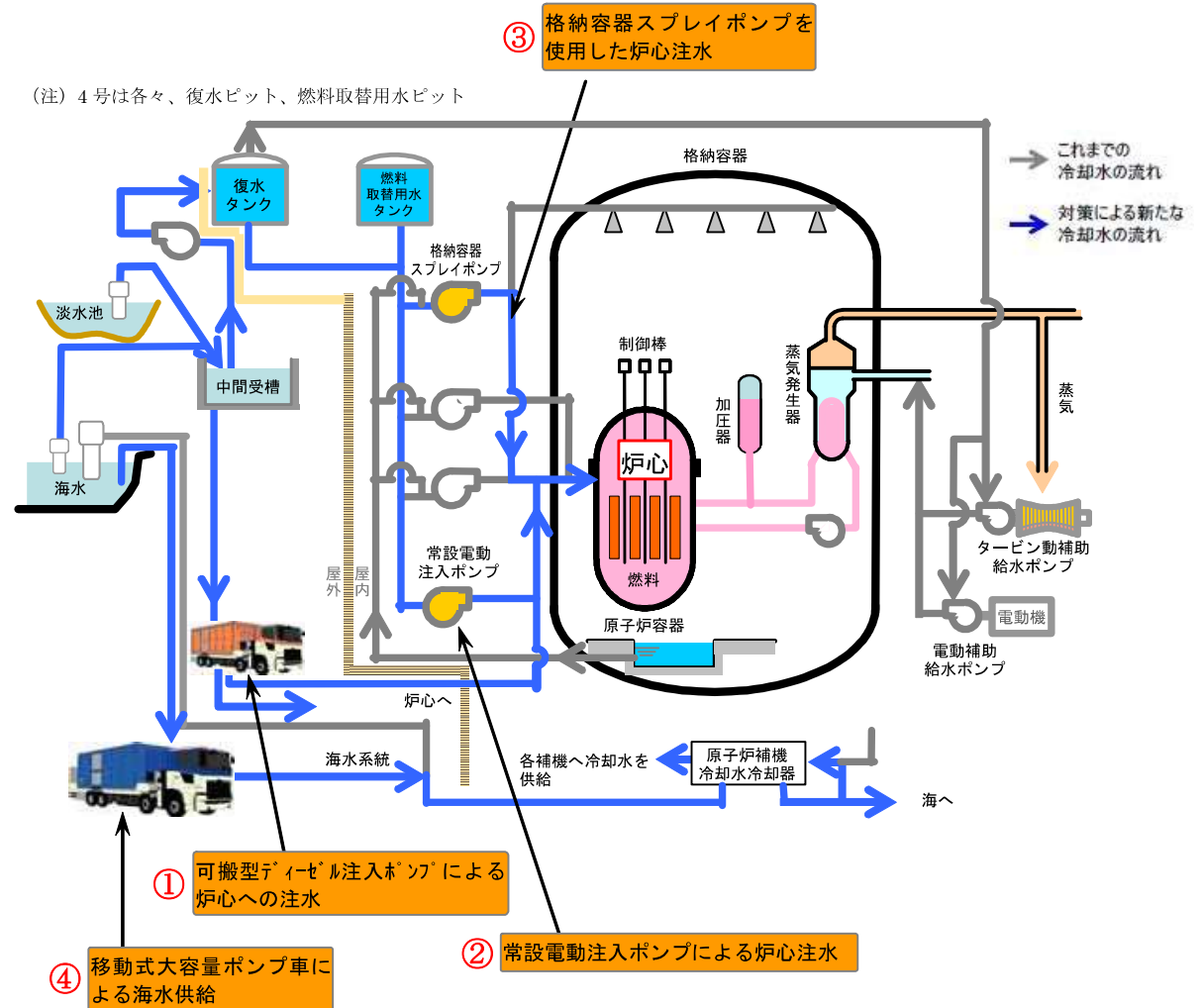
炉心損傷防止

原子炉内の燃料(炉心)が損傷することを防止するため、冷却手段の多様化を実施しました。

【冷却手段の多様化】

常設のポンプに加えて、可搬型のポンプ等を追加配備。

- ① 可搬型ディーゼル注入ポンプ(新設)による原子炉への注水
- ② 常設電動注入ポンプ(新設)による原子炉への注水
- ③ 格納容器スプレイポンプ(機能追加)による原子炉への注水
- ④ 移動式大容量ポンプ車(新設)による原子炉補機冷却設備への海水供給



格納容器破損防止

格納容器の破損を防止するため、冷却手段の多様化や水素濃度の低減対策を実施しました。

【冷却手段の多様化】

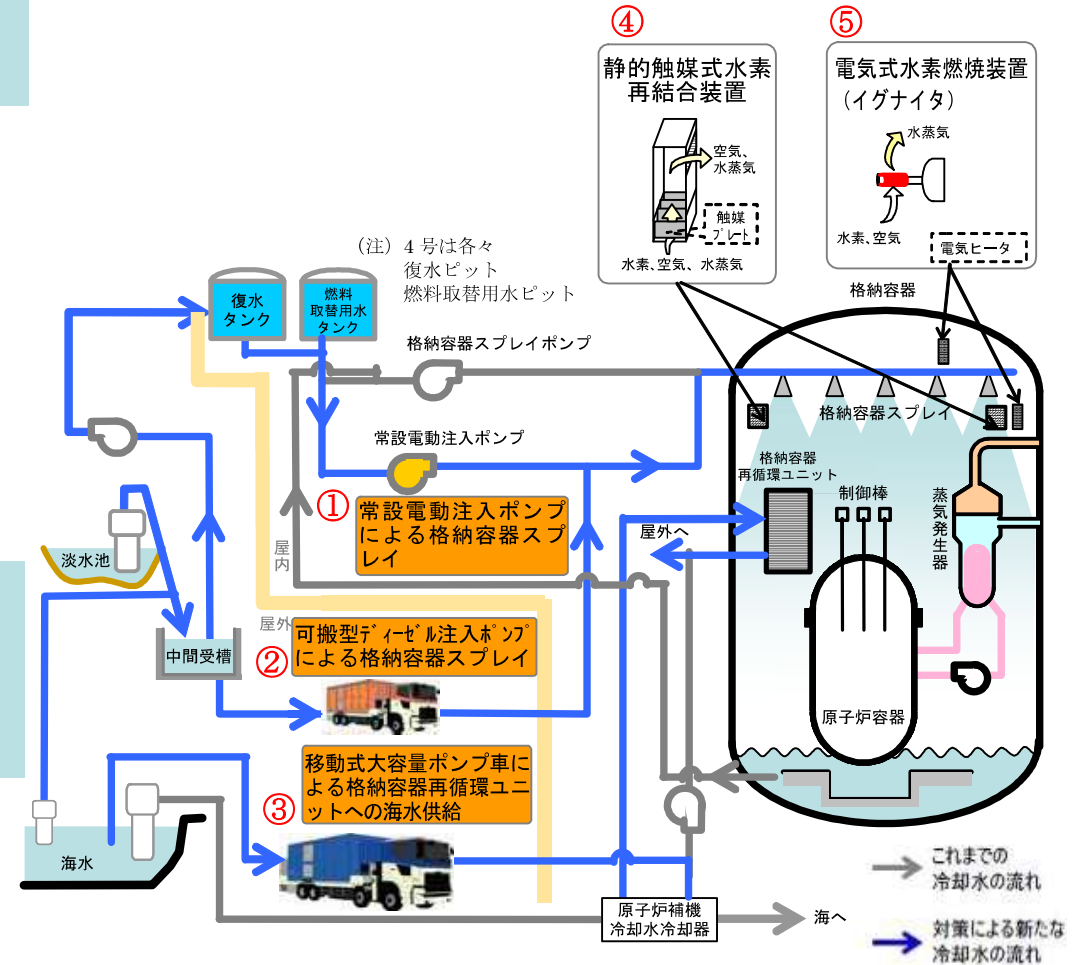
格納容器スプレイポンプによって格納容器の冷却ができない場合に備え、冷却手段を多様化。

- ① 常設電動注入ポンプ(新設)による格納容器スプレイ
- ② 可搬型ディーゼル注入ポンプ(新設)による格納容器スプレイ
- ③ 移動式大容量ポンプ車(新設)による格納容器再循環ユニットへの海水供給※
※:海水による熱交換で、格納容器内の空気を冷却する

【水素濃度を低減する対策】

水素爆発を防止するために、格納容器内に水素が発生した場合でも、水素の濃度を低減することができる装置を設置。

- ④ 静的触媒式水素再結合装置【触媒により、水素と酸素を反応させて水にする装置】
- ⑤ 電気式水素燃焼装置(イグナイタ)【電気ヒータにより、水素を強制的に燃焼させて水にする装置】



放射性物質拡散抑制

万が一の格納容器の破損に備え、放射性物質の拡散を抑制する設備を配備しました。

○格納容器の破損箇所へ放水する放水砲を配備。（移動式大容量ポンプ車から給水）

○放水時の海洋への放射性物質の拡散を防ぐため、シルトフェンスを配備。



放水砲の設置



放水砲による放水訓練



シルトフェンス(水中カーテン)の設置

緊急時対策所

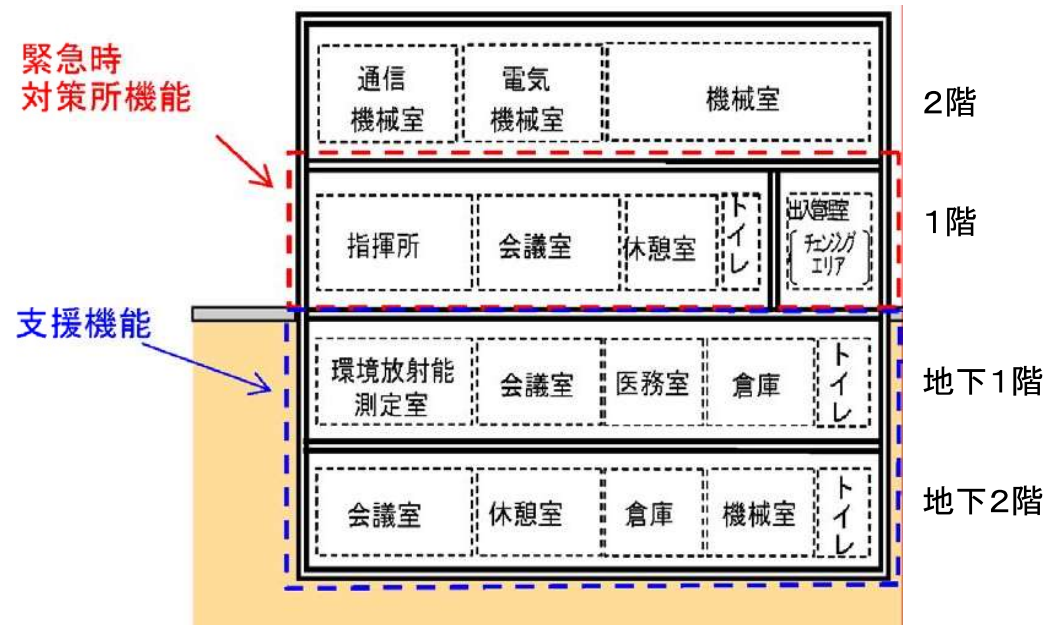
重大事故等に確実に対応できるよう、代替緊急時対策所を設置しました。

- 重大事故等発生時に、現地対策本部として使用する代替緊急時対策所を設置し運用中。
- 更なる安全性・信頼性の向上を目的に、支援機能を更に充実させた耐震構造の緊急時対策所を整備する計画。

◇代替緊急時対策所



◇緊急時対策所の整備【計画】



緊急時対策棟(断面図)



3. 安全性向上への取組み

(3) 運用管理面の対策

[万が一の事故への備え、訓練の実施]

重大事故等対策要員の確保と訓練(1/2)

○万が一、重大事故等が発生した場合の対策として、勤務時間外や休日・夜間を含め1年を通じ、速やかに対応できるよう、一班52名の対応体制を整備します。この52名を構成する要員については、班毎に訓練を繰り返し実施し、力量管理を行い、重大事故等に迅速かつ確実に対応できる体制を整備していきます。

電源供給訓練



◇高圧発電機車の電源ケーブル接続
(汚染防護具着用)

冷却水供給訓練



◇可搬型ディーゼル注入ポンプの設置

放射性物質拡散抑制訓練



◇放水砲の設置



◇中容量発電機車の電源ケーブル接続
(汚染防護具着用)



◇移動式大容量ポンプ車の設置



◇放水砲による放水

重大事故等対策要員の確保と訓練(2/2)

○運転シミュレータを使用した緊急時の運転操作訓練、夜間・雨天時の訓練など、さまざまな訓練を繰り返し実施しています。

緊急時の運転操作訓練



◇運転シミュレータを使用した緊急時の運転操作

電源供給訓練(夜間)



◇高圧発電機車による電源供給(夜間)

がれき撤去訓練(夜間)



◇がれき撤去訓練(夜間)

原子力防災訓練



◇代替緊急時対策所での訓練

冷却水供給訓練(夜間)



◇中間受槽設置(夜間)

冷却水供給訓練(雨天時)



◇冷却水供給(ホース繋ぎ込み)
(雨天時)

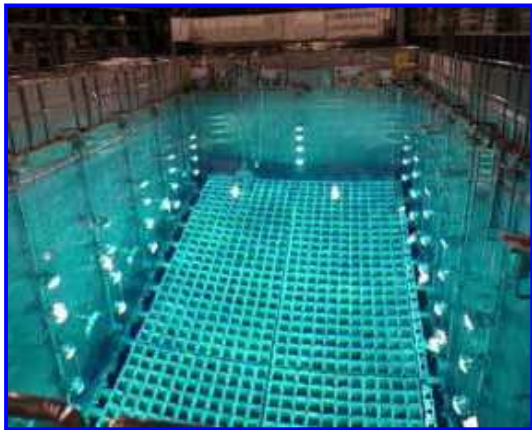
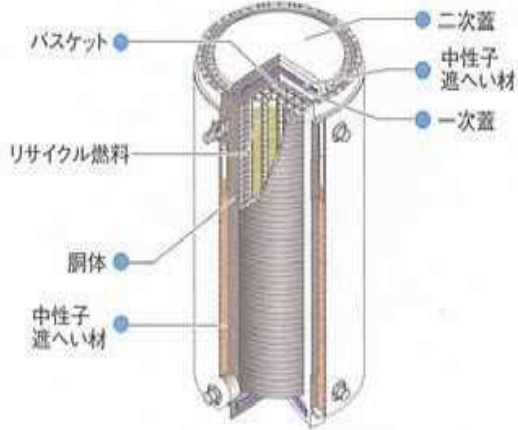
4. 玄海原子力発電所の運用性向上の取組み

(1) 使用済燃料対策

使用済燃料対策

- 玄海原子力発電所で発生した使用済燃料は、計画的に日本原燃(株)六ヶ所再処理工場に搬出することを基本としています。
- 六ヶ所再処理工場では、現在、平成30年度上期の竣工に向け、試験を実施しております。稼働すれば、年間800トンUの使用済燃料を処理することができます。これは、100万kW級原子力発電所約40基1年分の使用済燃料に相当します。
- また、平成27年10月、内閣府の最終処分関係閣僚会議において「使用済燃料対策に関するアクションプラン」が決定され、安全の確保を大前提として、再処理されるまでの裕度を確保するため、使用済燃料の貯蔵能力拡大に向けた取り組みの強化を、国と事業者が協力して推進することとなりました。
- 六ヶ所再処理工場の状況や、国のアクションプランの決定を受け、当社では、現在、使用済燃料貯蔵の運用性の向上を図るため、使用済燃料貯蔵プールの貯蔵能力の増強(リラッキング)や、将来の使用済燃料対策として安全性の向上も図ることができる乾式貯蔵施設について、技術的な調査、検討を行っています。

《参考》使用済燃料の保管方式

		使用済燃料プール（湿式）	キャスク（乾式）
安全性	冷却	水冷（電源、冷却設備等）【動的】	自然空冷【静的】
	設備	複数系統の設備対策等が必要	強固なキャスク（保管・輸送容器）に収納 外部の影響を受けにくい
	監視	プール水の温度・水位・水質、ポンプなどの機器、エリアの放射線等	キャスクの内圧・温度、エリアの放射線等
セキュリティ		プールや冷却設備等へのテロ対策が必要	キャスク保管であり、テロなどの破壊行為等に強い
取り出し直後の使用済燃料		直ちに収納可能	一定期間プールにて冷却後、キャスクに保管
貯蔵イメージ			



5. 地域の皆さまの安全・安心に向けて

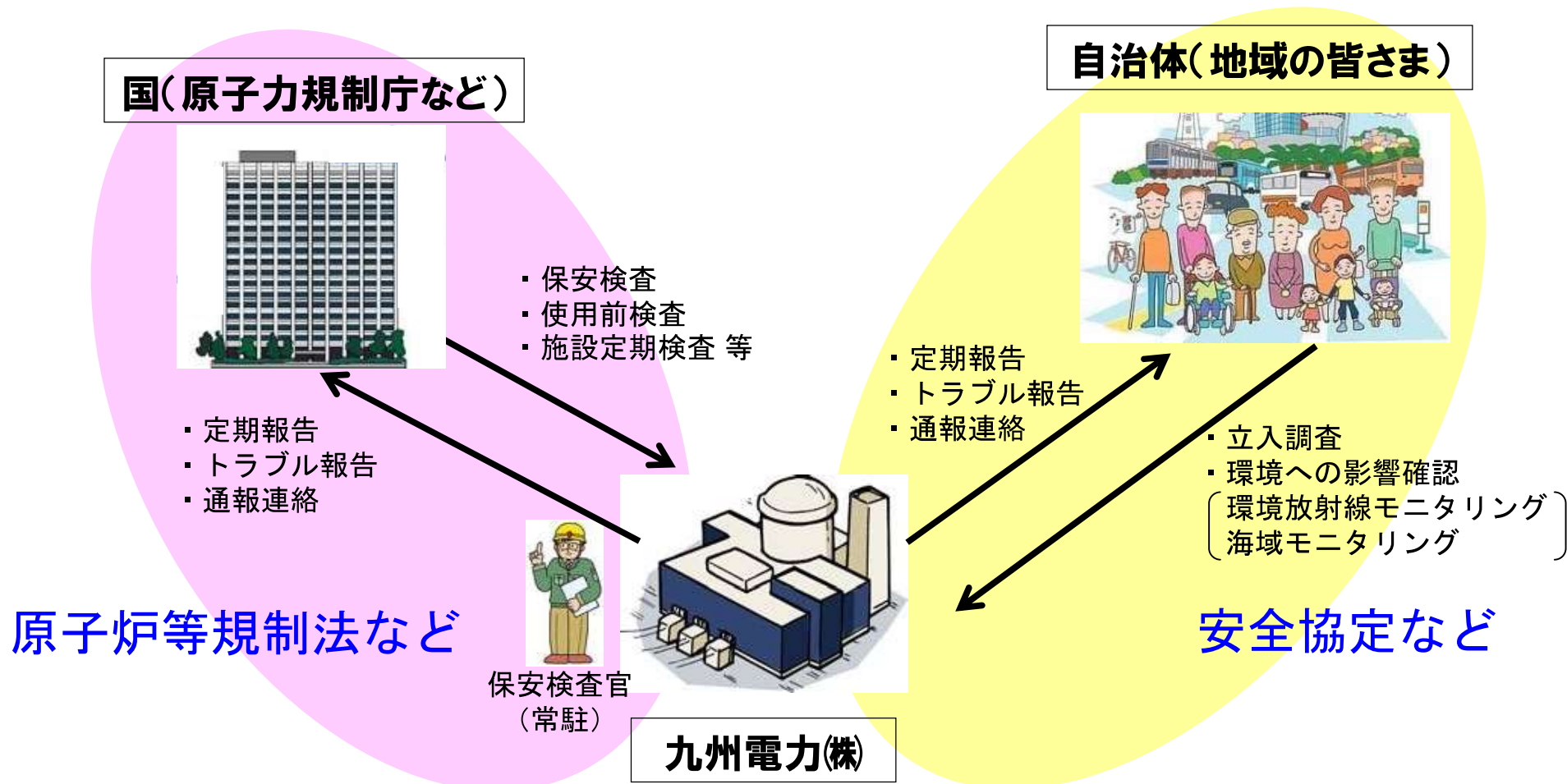
協力会社と一体となった運営

○ 原子力発電所の安全確保においては、当社と協力会社の方々が一体となって協力し合い、「自分たちの発電所は自分たちで守る」という、マイプラント意識を持って日々の業務に取り組んでいます。



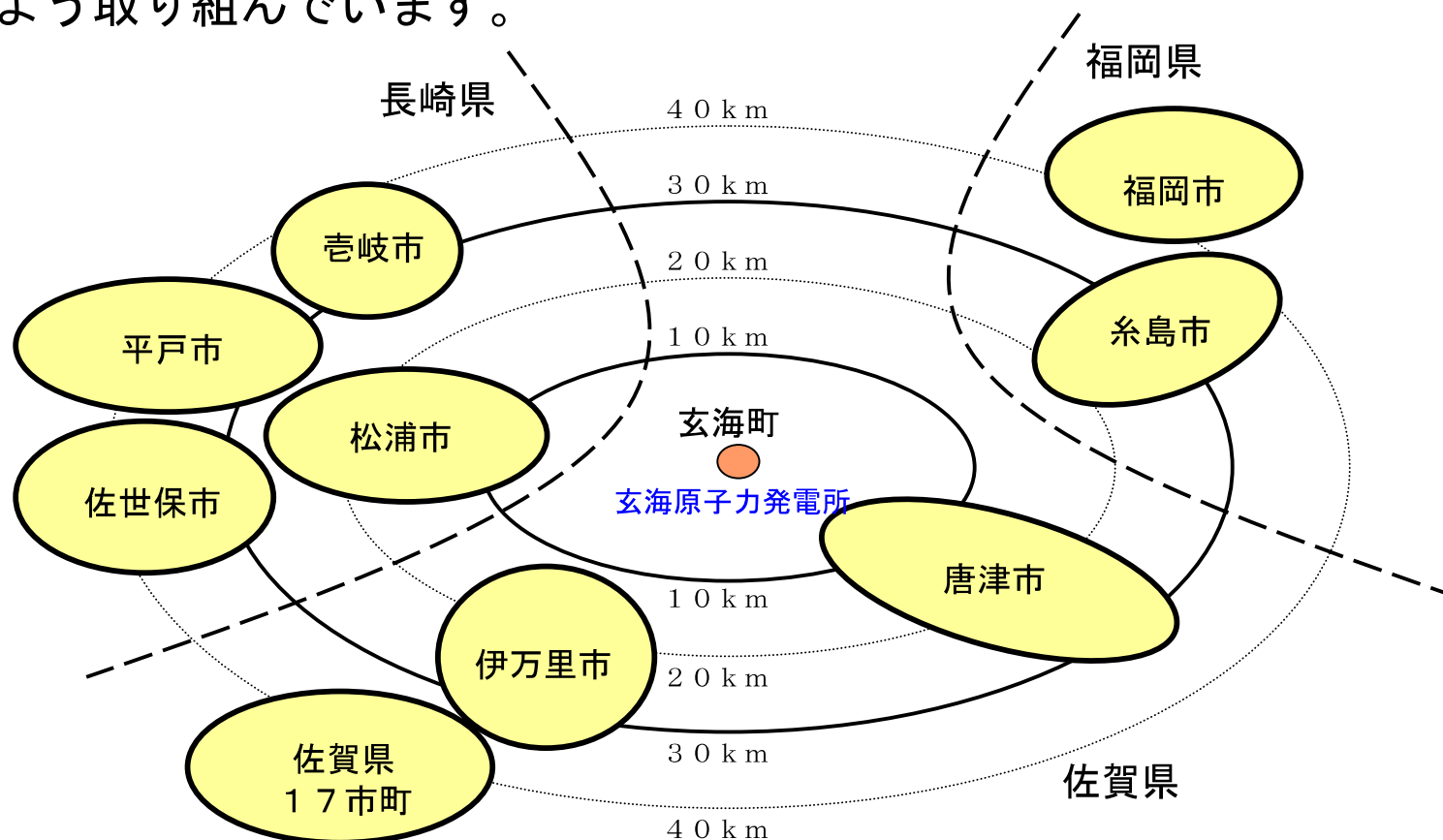
原子力発電所の安全確保に向けた体制

○原子力発電所の運営にあたっては、国（原子力規制庁など）や自治体（県、市町）の確認・指導のもと、安全確保に向けた体制が構築されています。



地域の皆さまとの協定の確実な運用

- 発電所から30 km圏内全ての自治体と安全協定を締結しています。
- 佐賀県内17市町、福岡市、熊本県などの30 km圏外の自治体とも、防災に関する協定や覚書を締結しています。
- 安全協定を確実に遵守、運用することにより、住民の皆さまに安全・安心をいただけるよう取り組んでいます。



おわりに

○当社は、皆さまに安全・安心をいただけるよう、玄海3, 4号機の再稼働に万全を期して進めてまいります。

【発電設備総点検の実施】

長期停止状態を踏まえた設備の総点検、熊本地震を反映した特別点検を実施します。

【使用前検査の受検】

新規規制基準への対応として、新たに配備した可搬型設備等の安全対策設備が、工事計画どおりの性能を有していることを確認するため、工事計画の認可を受けた後に、発電所において、国による使用前検査等を受検します。

【定期検査の実施】

現在、発電所は定期検査中であり、既存の設備などについて、国による各種の機能検査を受検します。

- (例) ・ 非常用予備発電装置機能検査 (非常用のディーゼル発電機等の機能を確認)
- ・ 原子炉格納容器漏えい率検査 (原子炉格納容器の閉じ込め機能を確認)

【慎重なプラント起動】

プラント起動にあたっては、細心の注意を払い慎重に実施します。

(起動にかかる期間を、通常の定期検査後の起動時よりも長く取るなど)

○当社は、新規規制基準を遵守することはもちろんのこと、更なる安全性・信頼性向上への取り組みを自主的かつ継続的に進め、原子力発電所の安全確保に努めてまいります。

