

玄海原子力発電所3, 4号機の新規制基準への
適合性について

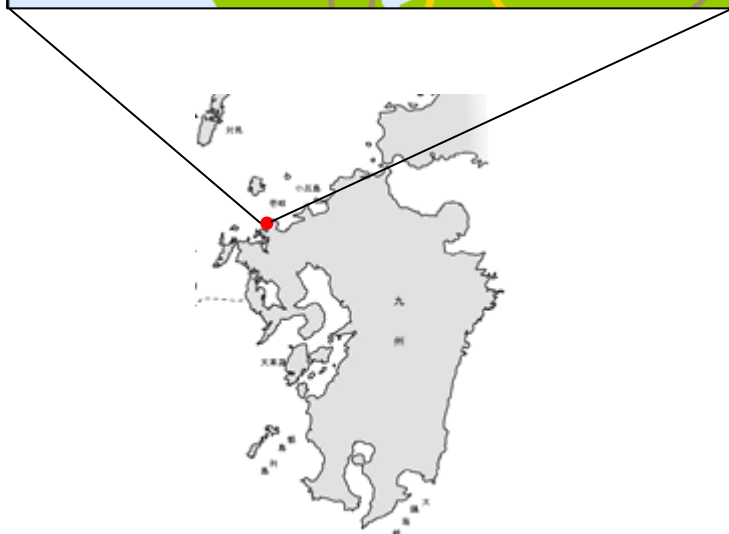
平成25年7月23日
九州電力株式会社

1. 玄海原子力発電所の概要

- ・佐賀県北部の半島に位置し、北西方向になだらかな起伏を持った地形である。
- ・原子炉施設が設置されている高さは、E.L.+11.0mである。



玄海原子力発電所 構内配置図

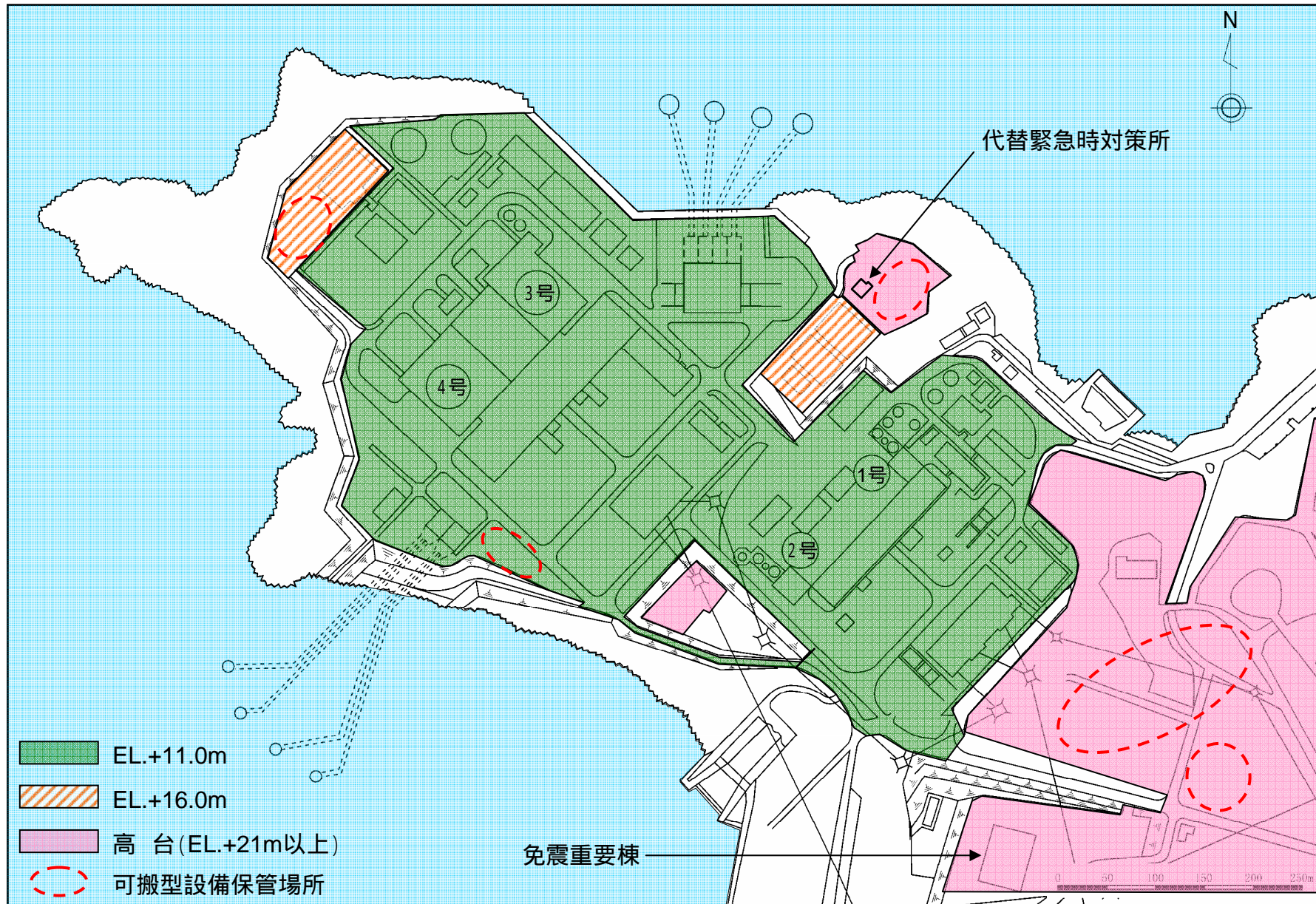


玄海原子力発電所の全景

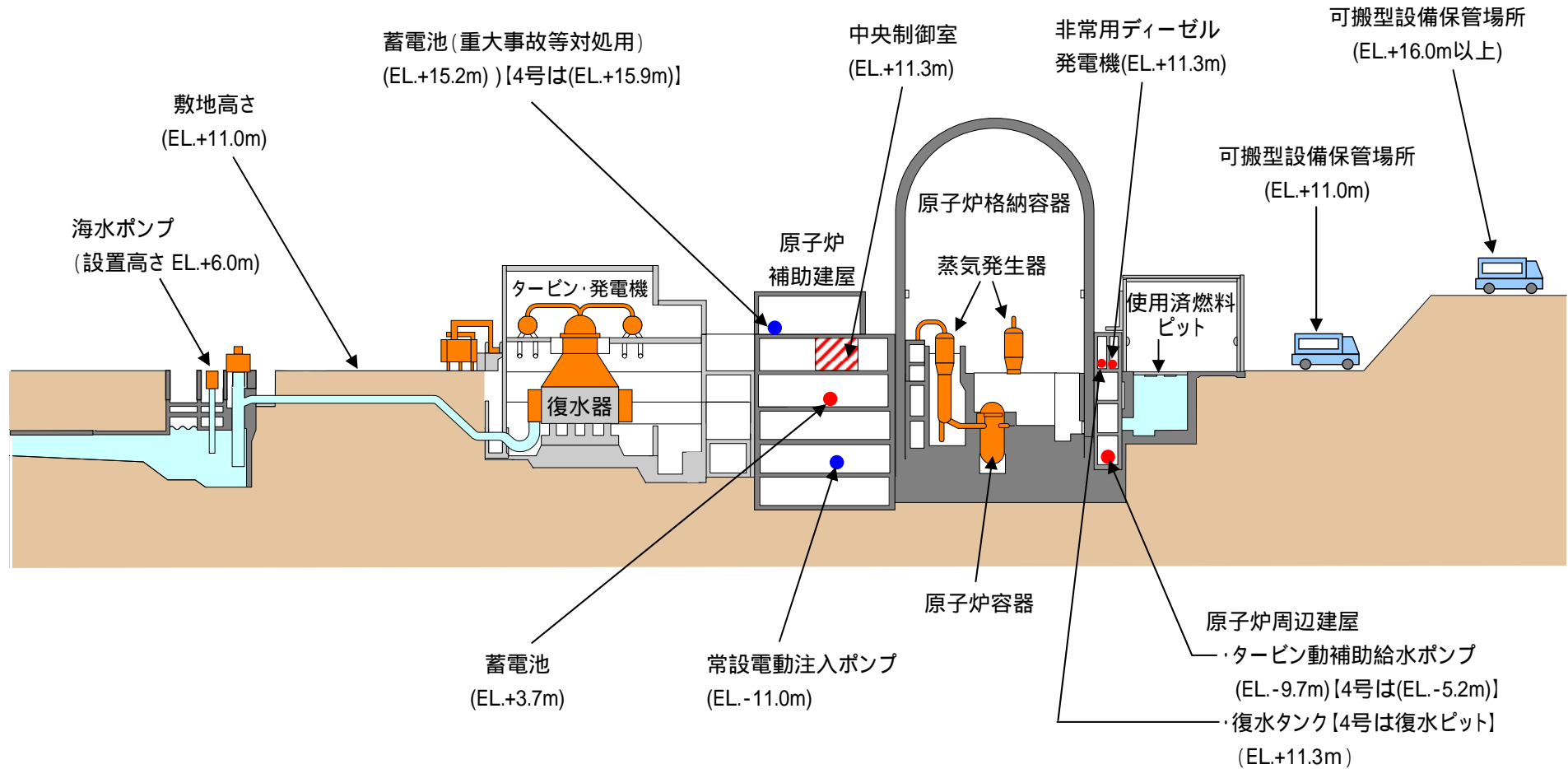
1 . 玄海原子力発電所の概要（3 , 4号機の設備・機器等の仕様）

		玄海3号	玄海4号
営業運転開始年月		平成6年3月	平成9年7月
型 式		加圧水型軽水炉（PWR）	同 左
定格電気出力		118万kW	
原子炉	炉心等価直径	約3.4m	
	炉心有効高さ	約3.7m	
	燃料集合体	193体	
燃料体	燃料棒配列	17 × 17	48,000Mwd/t
	最高燃焼度(3号・MOX)	48,000Mwd/t (45,000Mwd/t)	
原子炉容器	内 径	約4.4m	同 左
	全 高	約12.9m	
使用済燃料貯蔵設備		全炉心燃料の約540%相当分	全炉心燃料の約490%相当分並びに1号,2号及び4号炉共用として全炉心燃料の約290%相当分
蒸気発生器	個 数	4	同 左
	蒸気発生量	約1,690t/h/個	
1次冷却材ポンプ	個 数	4	
	容 量	約20,100m ³ /h/個	
タービン動補助給水ポンプ	個 数	1	
	容 量	約250m ³ /h	
電動補助給水ポンプ	個 数	2	
	容 量	約140m ³ /h/個	
格納容器スプレイポンプ	個 数	2	
	容 量	約1,200m ³ /h/個	
原子炉格納容器	寸 法	内 径	約43m
		内 高	約65m
	自由体積	約72,900m ³	

1. 玄海原子力発電所の概要（敷地概要）



1. 玄海原子力発電所の概要 (主要断面図)



玄海原子力発電所3, 4号機の設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(H25.7.8施行)及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」(H25.7.8施行)等(以下、合わせて「新規制基準」という。)への適合性について、原子炉設置変更許可申請書、工事計画認可申請書及び保安規定変更認可申請書を提出した。

1 . 原子炉設置変更許可申請(基本設計)

新規制基準で要求されている、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の基本的な設計方針や、重大事故等対策の有効性評価結果を記載

2 . 工事計画認可申請(詳細設計)

新規制基準で要求されている、重大事故等対策に求められる機能を満たすために必要な、ポンプの容量、揚程、台数等の詳細な設計内容を記載

3 . 保安規定変更認可申請(運転管理、体制)

新規制基準で要求されている、重大事故等対策に係る体制及び設備の運用管理等を記載

項目	具体的な項目	主な内容
設計基準対象施設	<p>【活断層】 重要な安全機能を有する施設は、活断層等の露頭が無い地盤に設置</p> <p>後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動が否定できないものとし、必要な場合は中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡って活動性を評価</p> <p>【基準地震動】 基準地震動による地震力に対して、安全機能が損なわれないこと</p>	<p>敷地内における詳細な地質調査結果から活断層がないことを確認</p> <p>敷地周辺の広域にわたる地質調査結果や新たな知見を踏まえ、敷地に影響を及ぼす活断層の評価に変更はないことを確認</p> <p>敷地に影響を及ぼす活断層の評価に変更はないこと、地震観測記録の分析から特異な増幅特性は認められないこと等から、基準地震動(最大加速度540ガル)は、これまでと変わらないことを確認</p> <p>重要な安全機能を有する施設は、基準地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれないことを確認 [資料7参照]</p>
	<p>【基準津波】 施設に最も大きな影響を与える基準津波に対して、安全機能が損なわれないこと</p> <p>津波防護施設、津波監視設備の設置</p>	<p>基準津波を策定し、発電所での津波高さ(T.P.+3m程度)を評価した結果、敷地高さ(T.P.+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 (T.P.：東京湾平均海面) [資料8参照]</p> <p>防潮堤は不要、津波監視設備を設置</p>

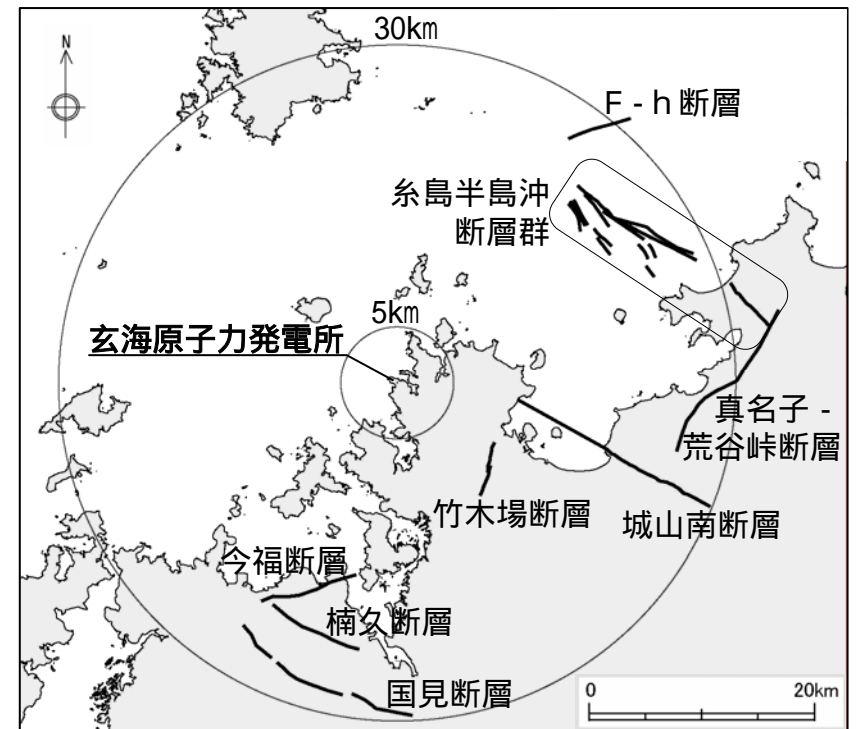
○当社は、平成18年の耐震指針改訂にあたり、広範囲にわたり詳細な地質調査を実施。

- ・後期更新世以降(約12～13万年前以降)の活動性や断層の長さについて、明確な情報がない場合は安全側に評価¹して活断層と判断。
- ・更に、様々な不確かさ²を考慮して基準地震動を策定し、施設が十分な耐震安全性を有することを確認。

- 1 後期更新世の地層が欠如する場合には、中期更新世(約40万年前)よりも古い時代に遡って活動性を評価
- 2 様々な不確かさ:断層の長さ、傾斜角など

○新規制基準では、「将来活動する可能性のある断層等とは、後期更新世以降の活動が否定できないものとする」とされており、これまでと基本的な考え方に変更はなし。

○新規制基準における要求事項および地震調査研究推進本部(文部科学省に設置)等の最新の知見を踏まえて検討した結果、これまでの基準地震動の評価(最大加速度540ガル)に変更はないことを確認。



玄海原子力発電所周辺の活断層分布図
(半径30 km以内)

3. 原子炉設置変更許可申請書の概要（基準津波）

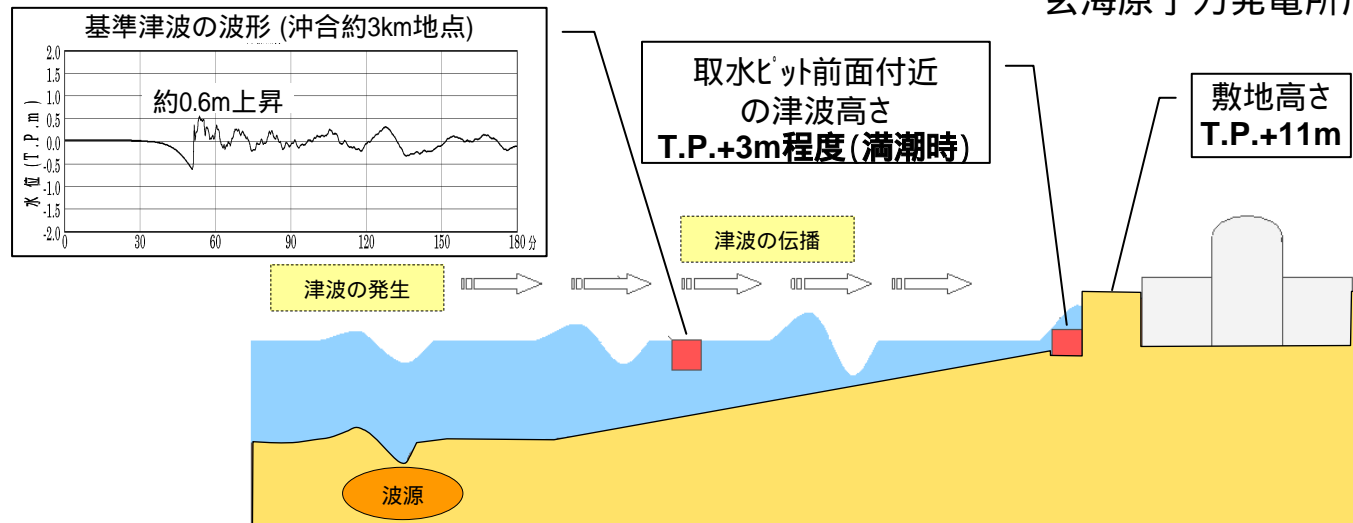
○新規制基準では、東北地方太平洋沖地震の教訓から、国内のみならず世界で起きた大規模な津波事例を踏まえ、かつ、波源想定における様々な不確かさ¹を考慮するなど、多角的な検討を行った上で、既往最大を上回るレベルの基準津波を策定することを要求。

○新規制基準における要求事項を踏まえて基準津波を検討²した結果、3, 4号取水ピット前面付近の最大水位は満潮時を考慮するとT.P.+3 m程度³。

- 1 様々な不確かさ:断層の長さ、傾斜角など
- 2 不確かさの考慮の一環として、西山断層帯を一連のもの(長さ約110 km、M8.2)とした検討も実施
- 3 代表ポイントである取水ピット前面の評価値は約T.P.+2.9 mであり、これまでの耐震安全性評価時の値(約T.P.+2.0 m)に比べ大きくなっている



玄海原子力発電所周辺海域の活断層分布図



(参考)
1, 2号取水口の評価値は約T.P.+3.3 mであり、これまでの耐震安全性評価時の値(約T.P.+2.1 m)に比べ大きくなっているが、3, 4号と同様に敷地高さは十分に高く、安全性に影響がないことを確認

玄海原子力発電所の津波評価の概要

項目	具体的な項目	主な内容
設計基準対象施設	<p>【自然現象】 火山</p> <p>竜巻 森林火災等</p>	<p>発電所から半径160km圏内の火山を調査し、影響が十分小さいことを確認 [資料10参照]</p> <p>竜巻による飛来物からの防護対策を実施</p> <p>森林火災等による、原子炉施設の安全性への影響がないことを確認</p>
	<p>【火 災】 火災防護対策の強化・徹底</p>	<p>火災発生防止、火災感知、消火及び火災の影響軽減措置対策を実施(堰、感知器、自動消火設備の設置)</p> <p>地震に起因する機器損壊による火災発生を防止</p> <p>電気ケーブルは難燃性(IEEE383,UL試験)の使用を確認</p>
	<p>【溢 水】 溢水により安全機能を損なわないこと</p>	<p>水密扉の設置や機器の耐震補強などを行い、安全機能を損なわないことを確認</p> <p>蒸気配管等の破損を考慮した対策を実施</p>
	<p>【電 源】 送電線の信頼性</p> <p>非常用ディーゼル発電機の連続運転 (7日間)</p>	<p>本発電所に連系する送電線は、500kV 2回線と220kV 2回線の合計3ルート4回線からなっている。</p> <p>上流側の1つの変電所が機能喪失した場合でも、別の変電所から供給可能であることを確認</p> <p>非常用ディーゼル発電機の燃料は7日分の連続運転に必要な容量を貯蔵できることを確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料油貯油そう(2基) ・燃料油貯蔵タンク(2基)(追加設置)

新規基準では、発電所から半径160km圏内の第四紀火山¹を調査し、火砕流や火山灰の到達の可能性、到達した場合の影響を評価することを要求。

○検討対象火山(50火山)について、過去の噴火履歴や規模、影響範囲等を調査。

- ・発電所の運用期間中に想定される噴火規模、敷地との位置関係等から、火砕流、溶岩流等が敷地に到達することはない。

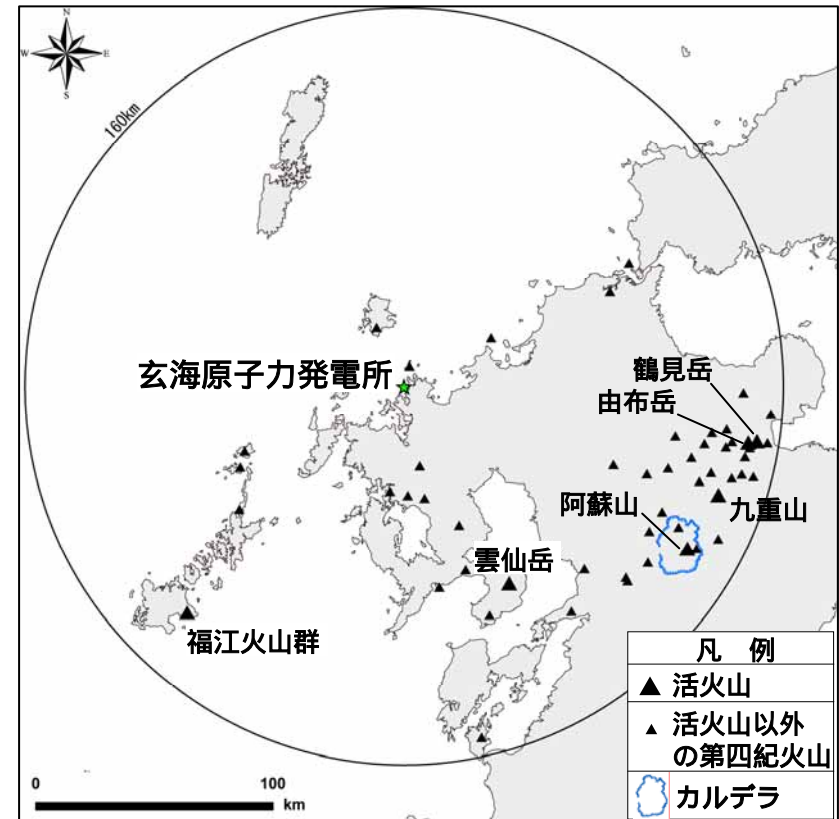
- ・火山灰²についても敷地において想定される厚さは薄く、発電所への影響は十分小さい。

○カルデラ³については、破局的噴火の活動間隔や破局的噴火前後の噴火傾向等を調査。

- ・破局的噴火の予兆(大規模噴火が繰り返し発生する等)が現在はないこと、破局的噴火の活動間隔が数万～数十万年であることなどから、発電所の運用期間中に破局的噴火が発生する可能性は極めて低い。

○更なる発電所の安全の向上に資するため、火山活動のモニタリングを実施。

- 1 約258万年前以降に活動した火山
- 2 火山灰については、半径160km以遠の火山も調査
- 3 破局的噴火を発生させた火山が陥没地形として残ったもの(阿蘇、加久藤、始良、阿多等)



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
 検討対象火山 第四紀火山 の位置図

項目		具体的な項目	主な内容 [資料13参照]
重大事故等対処施設	炉心損傷防止	【停止対策】 原子炉緊急停止失敗の場合の対策	原子炉緊急停止失敗時に、炉心の著しい損傷を防止し原子炉を未臨界に移行させるため、蒸気タービンの自動停止、主蒸気ライン隔離及び補助給水ポンプを自動起動させる信号等の発信回路の設置
		【冷却・減圧】 - 1 原子炉冷却材圧力バウンダリ 高圧時の対策 - 2 原子炉冷却材圧力バウンダリ 低圧時の対策	- 1 蒸気発生器による原子炉冷却 (交流電源、直流電源が使用できない場合の対策追加) ・可搬型バッテリー (タービン動補助給水ポンプ補助(非常用)油ポンプ用) (2個(うち1個予備*1)) を現場に配備 - 2 原子炉への注水による原子炉冷却手段の多様化 (設計基準事故対処設備が使用できない場合の対策追加) ・可搬型ディーゼル注入ポンプ(6台*1(うち2台予備))による炉心注水 ・常設電動注入ポンプ(1台)による炉心注水 ・格納容器スプレイポンプ(1台)を使用した炉心注水及び代替再循環

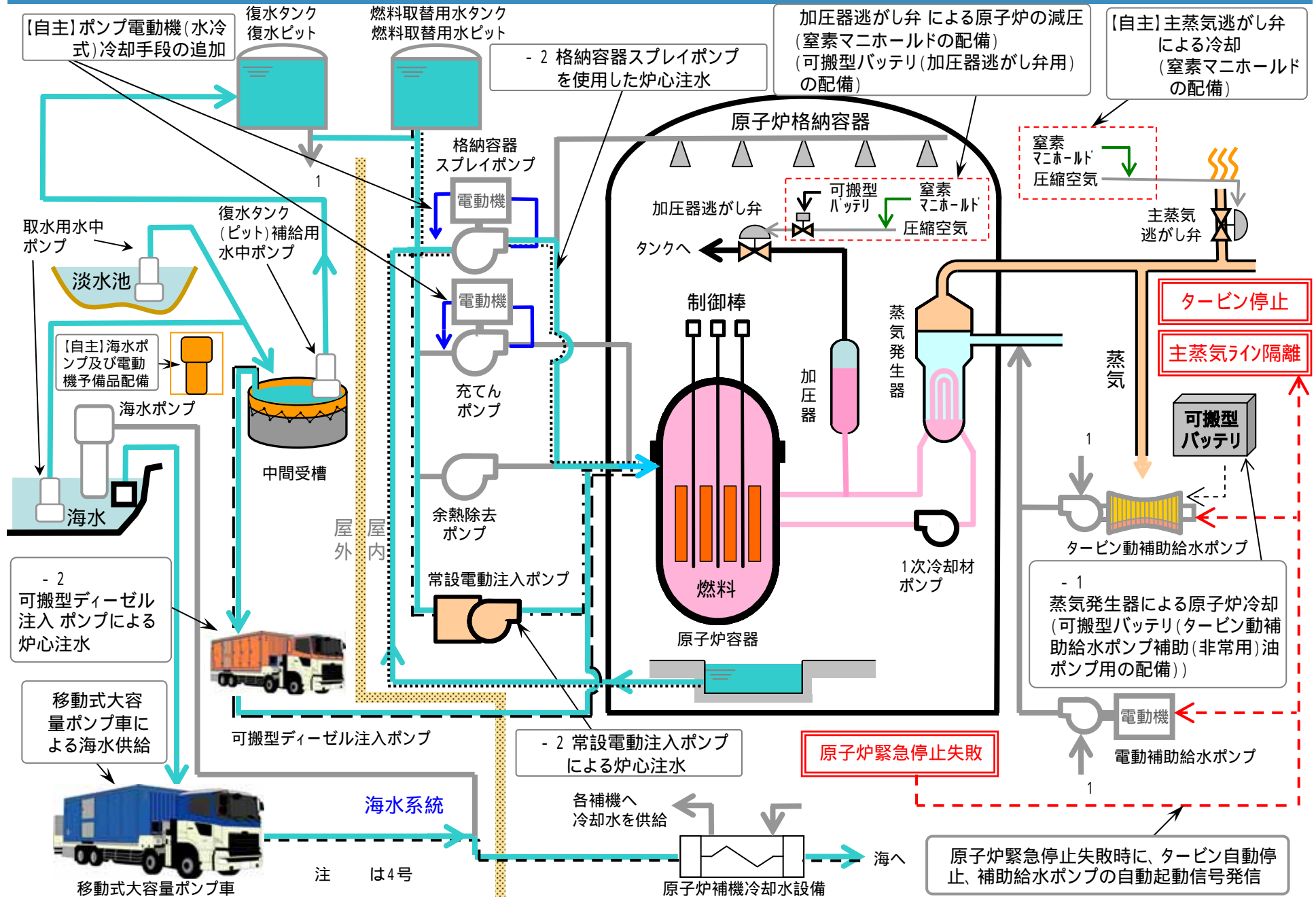
* 1 3号及び4号炉共用

項目		具体的な項目	主な内容 [資料13参照]
重大事故等対処施設	炉心損傷防止	【冷却・減圧】 原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧時の対策	加圧器逃がし弁による原子炉の減圧 (制御用空気等が使用できない場合の対策追加) ・加圧器逃がし弁用窒素マニホールド(2基)を現場に配備 ・可搬型バッテリー(加圧器逃がし弁用)(4個(うち2個予備 ^{*1})) を現場に配備
		最終ヒートシンク(最終的な熱の逃がし場)確保	原子炉の熱を海に輸送する手段の多様化 (海水ポンプが使用できない場合の対策追加) ・移動式大容量ポンプ車(3台 ^{*1} (うち1台予備))による海水 系統への海水供給

* 1 3号及び4号炉共用

自主的な取組み	取組みの主な内容 [資料13参照]
ポンプ電動機の冷却手段の追加 主蒸気逃がし弁の駆動源の追加 海水ポンプの早期復旧	格納容器スプレイポンプ及び充てんポンプ電動機の自己冷却化 主蒸気逃がし弁用窒素マニホールドの配備 海水ポンプ本体及び電動機の予備品の配備

3. 原子炉設置変更許可申請書の概要 (炉心損傷防止) 3 / 3



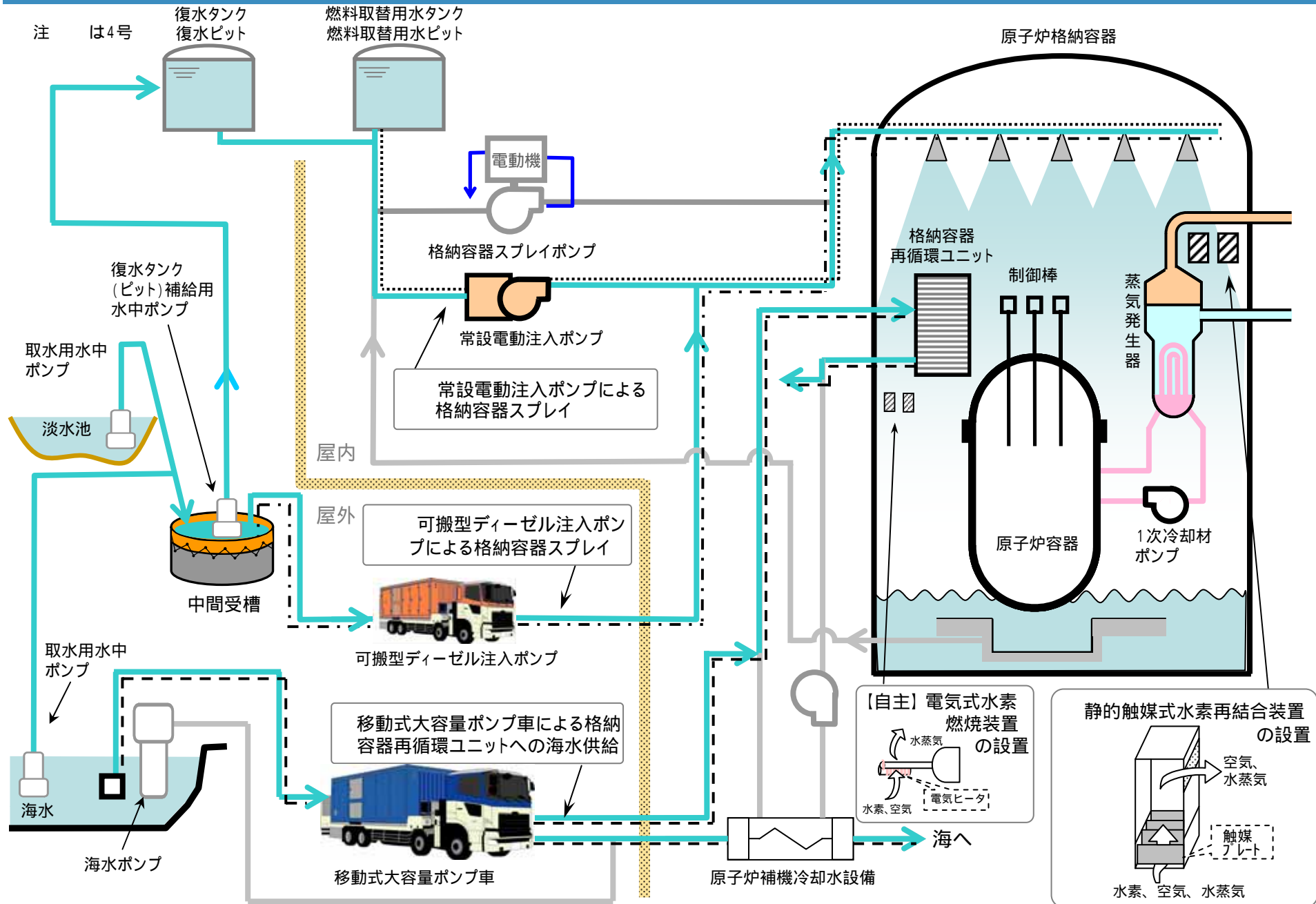
原子炉緊急停止失敗時に、タービン自動停止、補助給水ポンプの自動起動信号発信

項目		具体的な項目	主な内容 [資料15参照]
重大事故等対処施設	格納容器破損防止	【冷却・減圧】 格納容器内雰囲気冷却、減圧、放射性物質の低減時の対策 格納容器の過圧破損防止対策	格納容器への注水による格納容器内の冷却手段の多様化（設計基準事故対処設備が使用できない場合の対策追加） ・常設電動注入ポンプ（1台）、可搬型ディーゼル注入ポンプ（6台*1〔うち2台予備〕）を使用した格納容器スプレイによる格納容器の冷却等 格納容器の過圧破損防止手段の設置 ・移動式大容量ポンプ車（3台*1〔うち1台予備〕）配備による格納容器再循環ユニットへの海水の供給
		【溶融炉心冷却】 格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却時の対策	格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却 ・常設電動注入ポンプ（1台）、可搬型ディーゼル注入ポンプ（6台*1〔うち2台予備〕）を使用した格納容器スプレイによる格納容器下部への注水
		【水素爆発】 格納容器内の水素爆発防止対策	水素爆発を防止するための水素濃度低減対策 ・静的触媒式水素再結合装置（5基）の設置

* 1 3号及び4号炉共用

自主的な取組み	取組みの主な内容 [資料15参照]
格納容器内の水素濃度低減対策の多様化	電気式水素燃焼装置の設置

3. 原子炉設置変更許可申請書の概要（格納容器破損防止）2 / 2



3 . 原子炉設置変更許可申請書の概要 (放射性物質拡散抑制、プラント管理機能など) 1 / 6

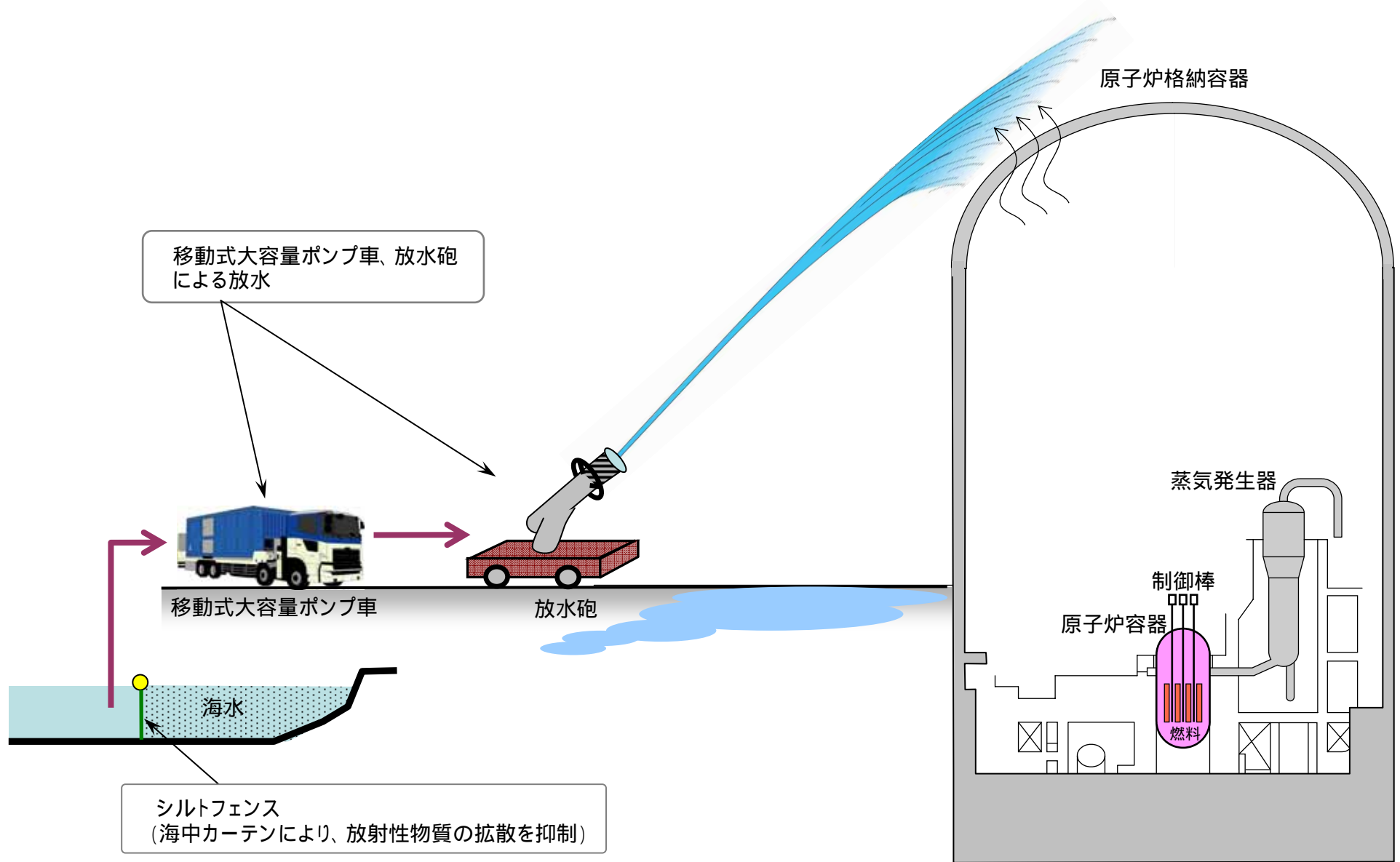
項目	具体的な項目	主な内容
重大事故等対処施設	<p>【拡散抑制】 格納容器破損時等の放射性物質の拡散抑制時の対策</p>	<p>発電所外への放射性物質の拡散抑制</p> <ul style="list-style-type: none"> ・移動式大容量ポンプ車(3台*1(うち2台予備))、放水砲による放水 ・シルトフェンスによる放水時の海洋への放射性物質拡散抑制 <p style="text-align: right;">[資料18参照]</p>
	<p>【使用済燃料プール】 使用済燃料プールの冷却時の対策</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1 使用済燃料ピット水の補給による冷却手段の多様化 ・使用済燃料ピット補給用水中ポンプ(6台*1(うち2台予備))による補給 - 2 大量の使用済燃料ピット水の漏えい対策 ・可搬型ディーゼル注入ポンプ(6台*1(うち2台予備))によるスプレイ - 3 使用済燃料ピット監視機能の強化 ・使用済燃料ピット水位計、温度計、状態監視カメラ設置 <p style="text-align: right;">[資料19参照]</p>

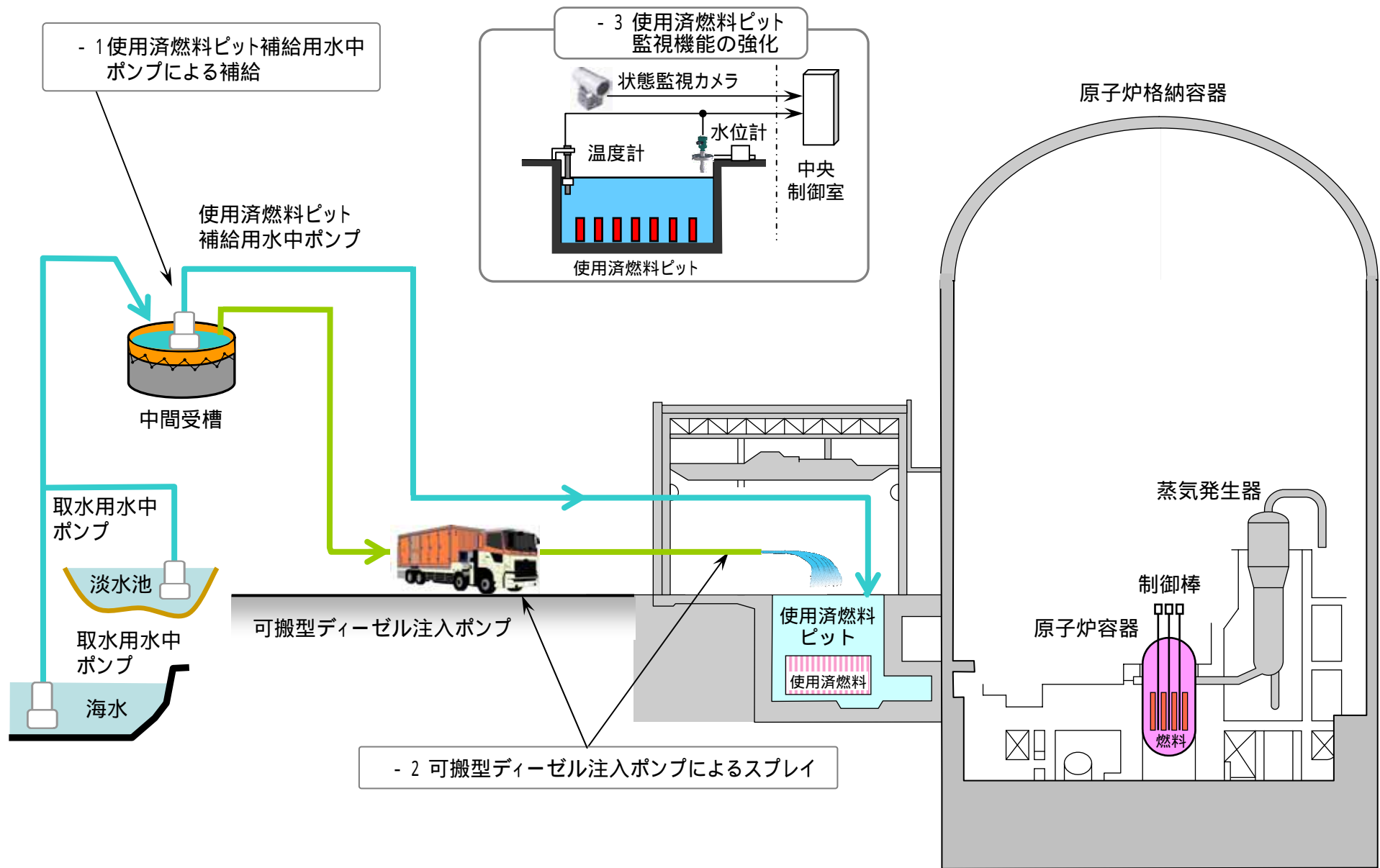
* 1 3号及び4号炉共用

3 . 原子炉設置変更許可申請書の概要 (放射性物質拡散抑制、プラント管理機能など) 2 / 6

項目	具体的な項目	主な内容
重大事故等対処施設 放射性物質の拡散抑制、プラント管理機能など	<p>【電源・水】 サポート機能の確保(電源)</p> <p>○サポート機能の確保(補給水)</p>	<p>電源供給手段の多様化 (交流)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・移動式大容量発電機の配備(1台)及び遠隔起動化(常設代替電源) ・発電機車(可搬型代替電源)の配備 (6台*1〔うち2台予備〕) <p>(直流)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蓄電池(重大事故等対処用)を追加し、既設蓄電池と合わせて、負荷切離しを行わずに8時間、その後、不要な負荷を切離して16時間の電力供給が可能 ・可搬型直流電源設備(6台*1〔うち2台予備〕)により、24時間の電力供給が可能 <p>[資料20参照]</p> <p>重大事故等の収束に必要な水源(海水又は淡水(2次系純水タンク、原水タンク又は淡水池))から、水を供給</p>
	<p>【緊急時対策所】 現地対策本部としての機能を維持する設備等の整備</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1 代替緊急時対策所の設置 - 2 免震重要棟の設置(平成27年度) <p>[資料20,21参照]</p> <p>[資料20参照]</p>

* 1 3号及び4号炉共用



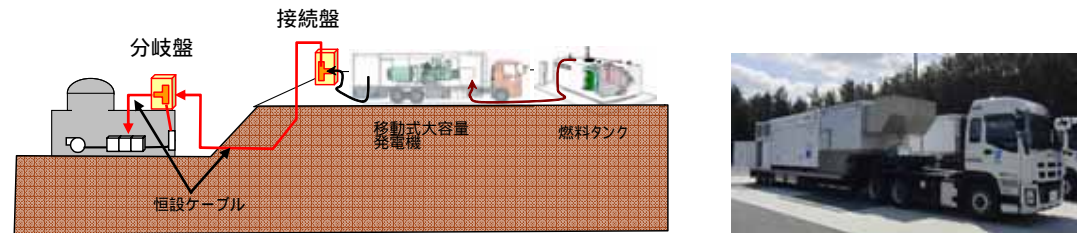


[交流] 可搬型代替電源



発電機車

[交流] 移動式大容量発電機の遠隔起動 (常設代替電源)



緊急時対策所

- 1 代替緊急時対策所の設置
[資料21参照]

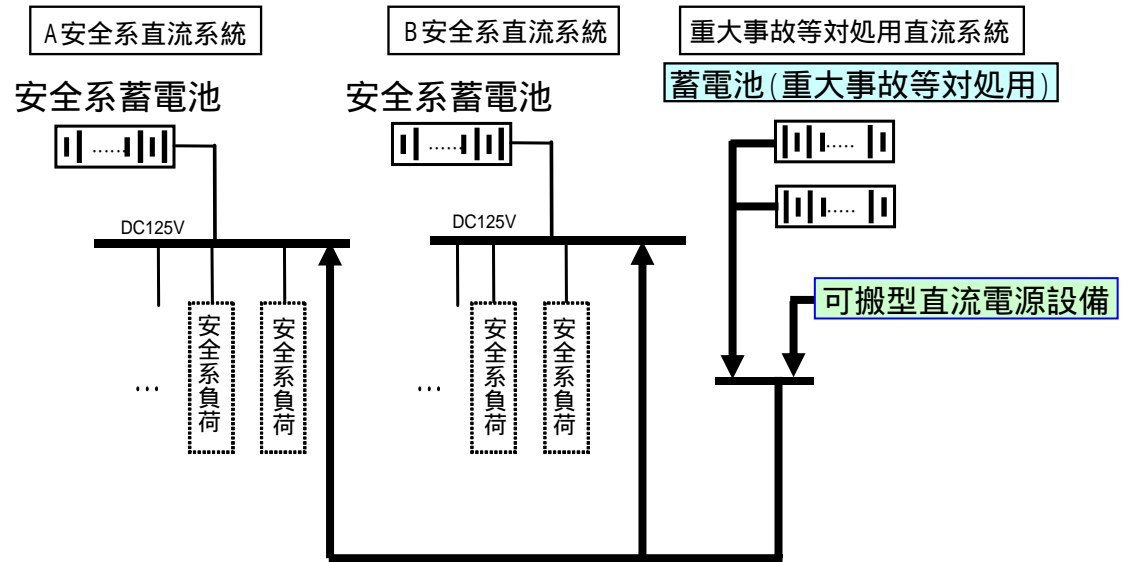
- 2 免震重要棟の設置



免震重要棟のイメージ

〔平成27年度の完成までは、
代替緊急時対策所に対応〕

[直流] 重大事故等対処用蓄電池
可搬型代替電源



1. 概要

事故等が発生した場合においても、当該事故に対処するために必要な指示を行う要員がとどまることができる代替緊急時対策所を設置する。

なお、平成27年度完成予定の免震重要棟内に、指揮機能の更なる向上を目的とし、緊急時対策所を設置する予定。

2. 代替緊急時対策所の設備概要

(1) 機能

- ・耐震性及び遮へい機能を有するコンクリート造の建屋(無窓、気密化)
- ・実効線量: 約32mSv(7日間で100mSvを超えないこと)

(2) 広 さ

- ・約180m²(3号炉心からの距離: 約320m)
- ・収容人員: 約100名

(3) 主要設備

○ 放射線防護設備

- ・よう素除去フィルタ付換気装置を設置
- ・全面マスク、線量計等を配備

○ 電源設備

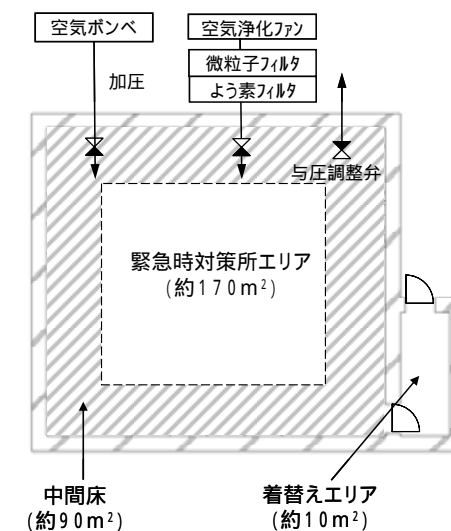
- ・専用の可搬型発電機(3台)を設置

○ 通信・情報設備

- ・衛星通信設備、テレビ会議システムによる社内や外部との通信設備を設置
- ・プラントパラメータを表示できる端末を設置



玄海原子力発電所 構内配置図



代替緊急時対策所 平面図

項目		具体的な項目	主な内容
重大事故等対処施設	重大事故等の拡大の防止	【重大事故等の拡大の防止】	PRAの知見を踏まえ事故シナリオを分析した結果、規則の解釈で指定される事故シーケンスグループ以外の事故シーケンスグループは抽出されなかった
		炉心の著しい損傷防止	想定する事故シーケンスグループに対して、炉心の著しい損傷を防止するための対策が有効であることを確認
		○原子炉格納容器の破損防止等	想定する格納容器破損モードに対し格納容器の破損を防止し、かつ、放射性物質の異常な水準で敷地外へ放出されることを防止するための対策が有効であることを確認
		使用済燃料ピット内の燃料の著しい損傷防止	使用済燃料ピット内に貯蔵されている燃料の著しい損傷に至る可能性がある想定事故の対策が有効であることを確認
		運転停止中原子炉内の燃料体の著しい損傷防止	想定する運転停止中の事故シーケンスグループに対して、原子炉内燃料体の著しい損傷に至る可能性がある想定事故の対策が有効であることを確認

今回の工事計画の申請は、新規制基準施行に伴う工事の内容及び評価結果について、主に以下の内容を記載している。

項 目	概 要
・重大事故等対処施設の設置	・常設重大事故等対処施設、常設重大事故緩和施設、可搬型重大事故等対処設備について、耐震評価、使用条件における健全性、設定値根拠等の詳細設計を記載
・既設設備の新規制基準に基づく耐震評価	・既設設備全般について、新規制基準に従った地震力に対して、施設の健全性が確保できることの詳細評価結果を記載
・火災防護設備、浸水防護施設等、新たな記載要求事項への対応	・火災防護設備、津波等による浸水防護設備、非常用取水設備の基本設計方針及び詳細設計を記載
・設計及び工事に係る品質管理の方法等	・設計及び工事に係る品質保証について、実施に係る組織、保安活動の計画、実施、評価、改善等に係る内容を本文に記載

今回の保安規定申請は、新規規制基準施行に伴う記載事項の変更への対応から、主に以下の内容としている。

項 目	概 要
・発電用原子炉主任技術者の職務の範囲、権限及び位置付け	・原子炉主任技術者を原子炉毎に、要件を満足するものから選任
・発電用原子炉施設の運転	・重大事故等対処設備の運転上の制限及び要求される措置の完了時間等を設定
・火災発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備	・火災発生時の活動を行う体制を整備
・内部溢水発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備	・内部溢水発生時の活動を行う体制を整備
・重大事故等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備	・重大事故等発生時の活動を行う体制を整備
・大規模損壊発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備	・大規模損壊時の活動を行う体制を整備
・実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の設計及び工事に係る品質管理の方法	・設計及び工事に係る品質保証について、保安活動の計画、実施、評価、改善等に係る内容を品質保証計画に記載