



美浜・大飯・高浜発電所の 安全性向上対策の実施状況等について (設備対応など)

平成29年8月29日

各発電所の状況

		平成29年度 現時点	平成30年度～
美浜	3号機 設置許可(H28.10.5) 運転延長認可(H28.11.16)	防潮堤設置工事等 (H29.6～)	(～H32.3頃竣工※)
高浜	1,2号機 設置許可(H28.4.20) 運転延長認可(H28.6.20)	格納容器上部遮蔽設置工事等 (H28.9～)	(～H32.5頃竣工)
	3,4号機 設置許可(H27.2.12)	・3号機：定格熱出力一定運転中（7/ 4 第22回定期検査終了） ・4号機：定格熱出力一定運転中（6/16 第20回定期検査終了）	
大飯 ※※	3,4号機 設置許可(H29.5.24)	海水ポンプ室周辺浸水 防護対策工事等 (～H29.7)	▽ (～H29.11頃竣工※)

※※：大飯1,2号機は、設置変更許可申請の準備中

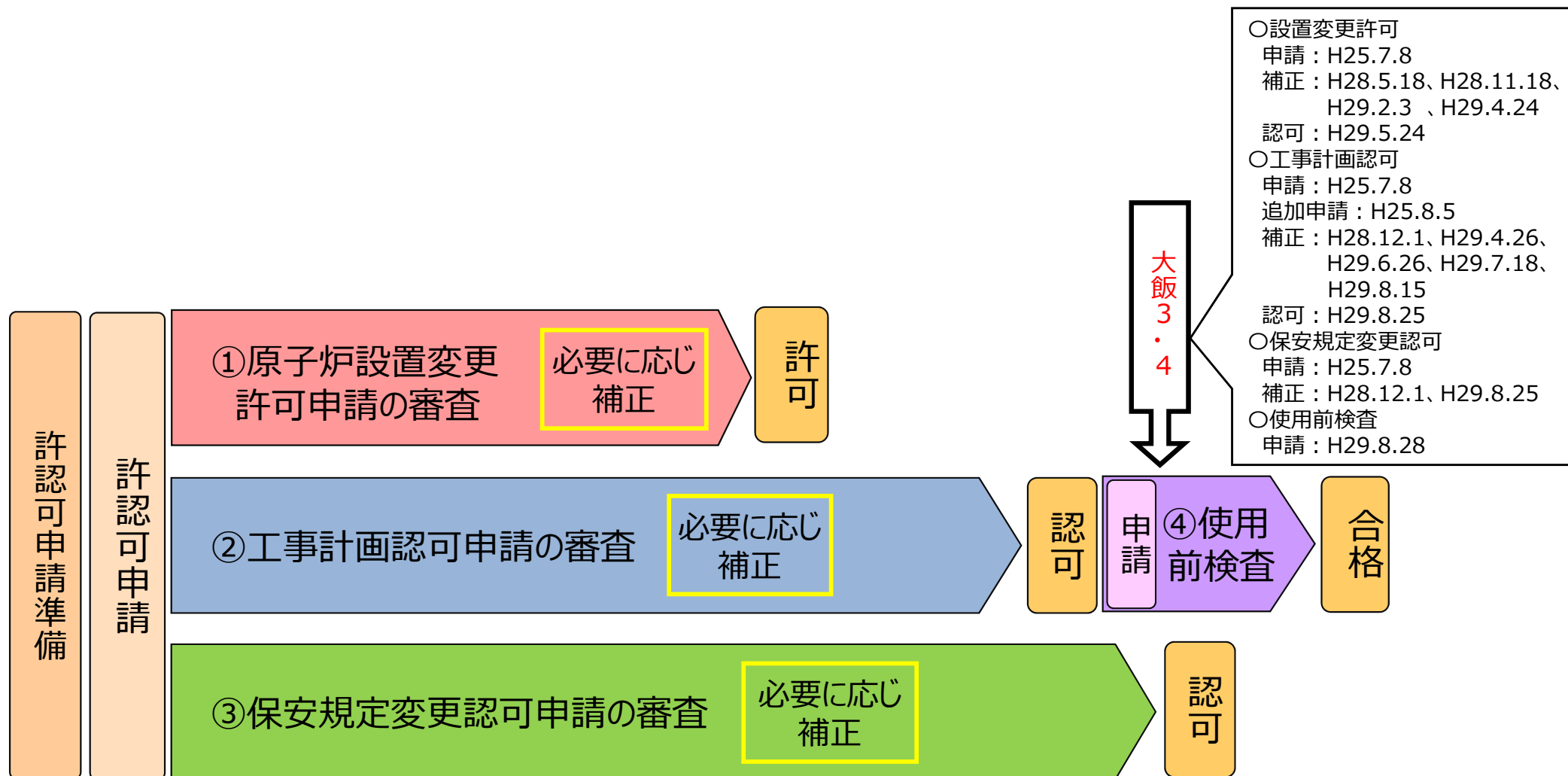
炉内計装用シングル配管室ドレンピット
漏えい検出装置改良工事(H29.8)

※：設置許可記載

大飯3,4号機の安全性向上対策工事 の実施状況等について

新規制基準施行に伴う大飯3,4号機の申請状況について

3



- ①原子炉設置変更許可：申請書に記載の重大事故等対処設備の設置及び体制の整備等の基本設計が、設置許可基準に適合していることを確認。
- ②工事計画認可：原子炉設置変更許可において、許可された原子炉施設の基本設計に基づく詳細設計(工事計画)が、技術基準に適合していることを確認。
- ③保安規定変更認可：運転管理(手順、体制等)等、原子炉施設の運用に関する事項を規定した保安規定について、原子炉等における災害の防止上、十分であることを確認。
- ④使用前検査：認可を受けた工事計画どおりに製作、設置され、所定の機能・性能等を有していることを、記録または実運転により確認。

【工事計画認可】

原子炉設置変更許可において、許可された原子炉施設の基本設計に基づく詳細設計(工事計画)が、技術基準に適合していることについて、原子力規制委員会に認可を受けること。

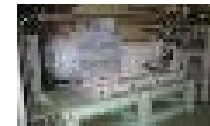
【大飯3,4号機の状況】

平成25年7月8日の工事計画認可申請以降、これまで大飯3,4号機の特徴であるプレストレストコンクリート製格納容器（PCCV）における耐震・強度評価などについて、原子力規制委員会の審査を受け、平成29年8月25日、原子力規制委員会により工事計画が認可された。

【工事計画対象設備】

【3号機設備】(4号機も同様)

- ・原子炉冷却系統施設
恒設代替低圧注水ポンプ 等
- ・非常用電源設備
空冷式非常用発電装置 等



【3,4号機共用設備】

- ・火災防護設備
消火水バックアップタンク 等

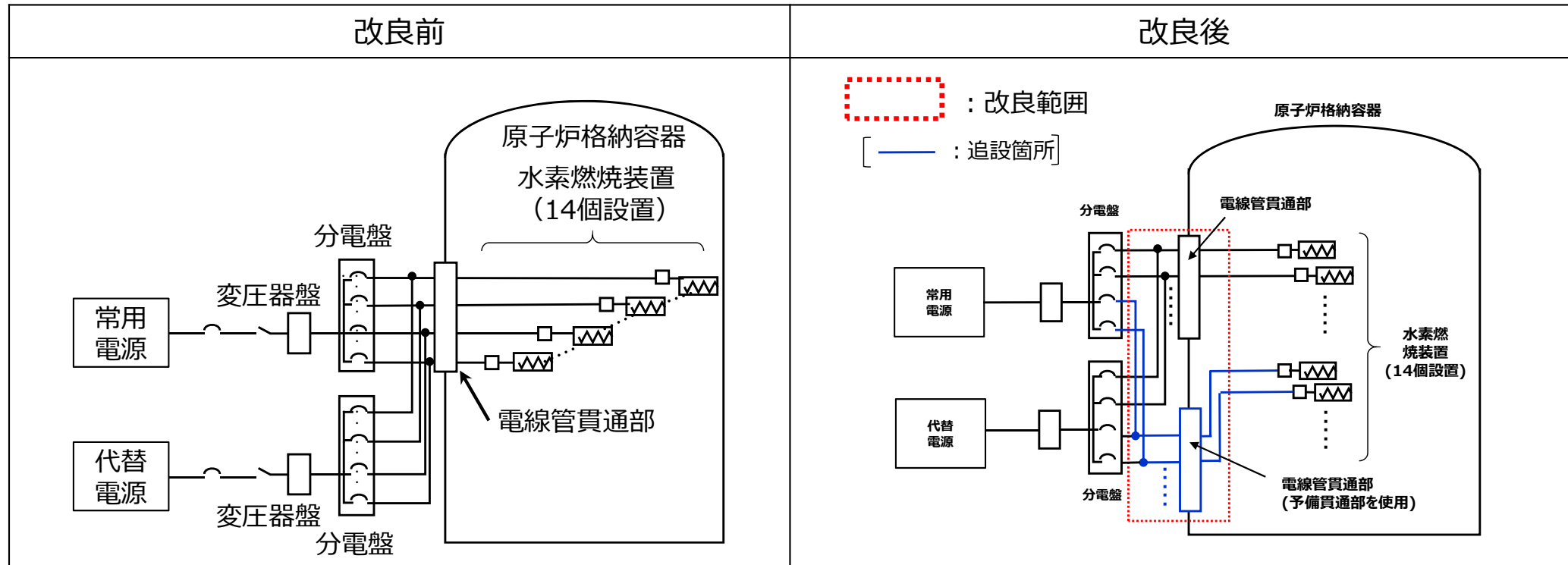


大飯3,4号機 工事計画の主な審査のポイントについて

5

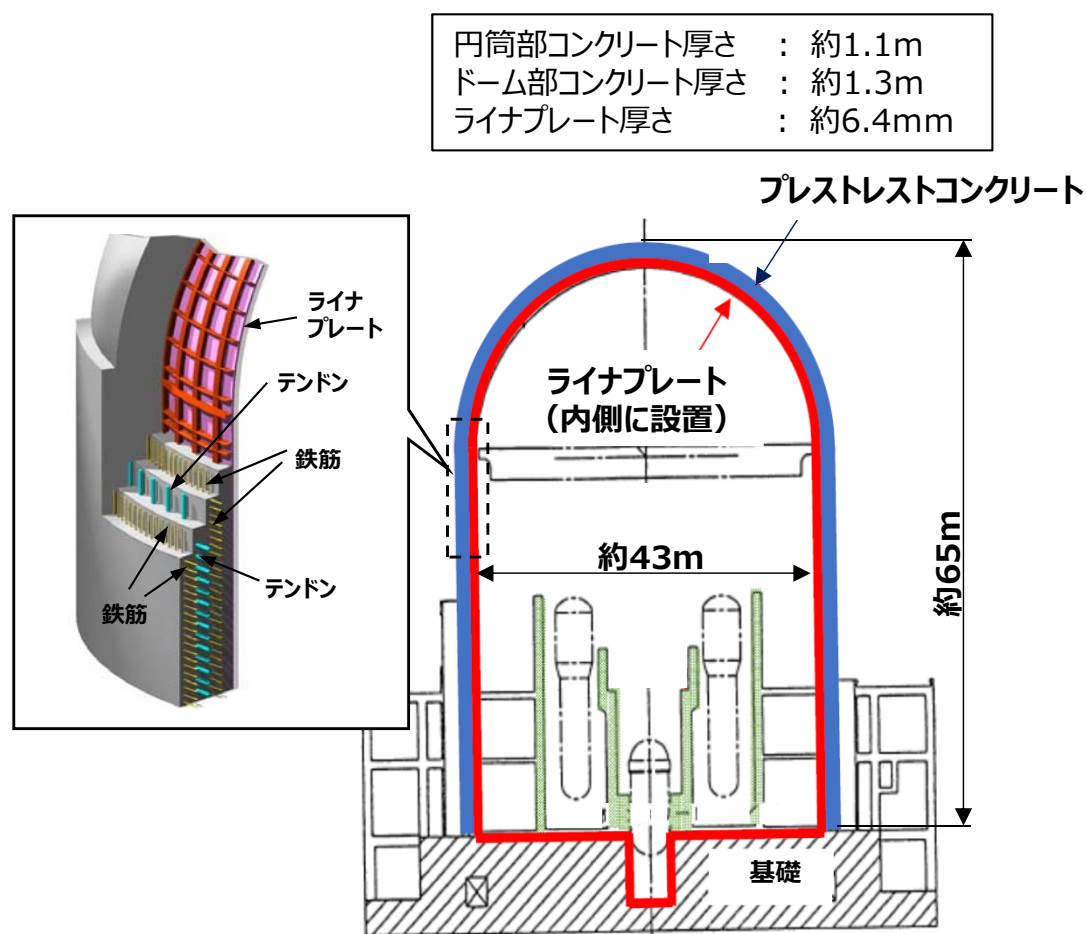
審査のポイント		当社の対応
格納容器の耐震・強度評価	○大飯3,4号機固有設備であるプレストレストコンクリート製格納容器の耐震・強度	➡ 6 ~ 8
格納容器水素燃烧装置の信頼性	○多重化に関する詳細設計の評価	○代替所内電源設備の新設、電気ペネトレーションの二重化による電源系統多重化を実施
耐津波対策	○基準津波見直しを踏まえた防護壁等の浸水防護施設の耐津波機能評価	○各施設について、主要部材を適切に評価することにより、基準地震動及び基準津波に対する構造健全性、止水性を確認

○格納容器水素燃烧装置の信頼性（電気ペネトレーションの二重化）

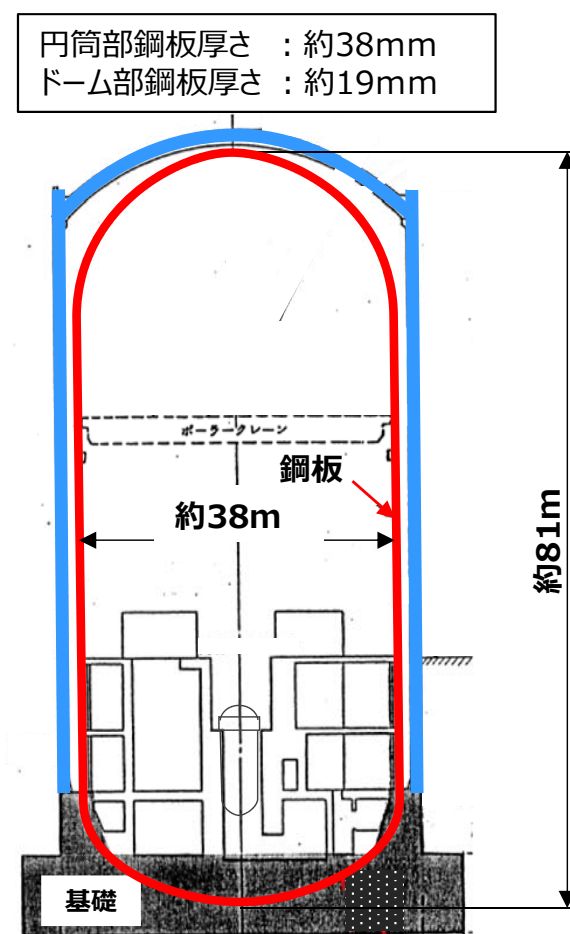


大飯3,4号機 原子炉格納容器の特徴

- 大飯3,4号機の原子炉格納容器はプレストレストコンクリート製格納容器（PCCV）であり、コンクリート、鉄筋、緊張材（テンドン）で構成されるコンクリート部によって耐圧機能を確保し、コンクリート部に内張りした鋼板であるライナプレートによって気密性を確保する構造。
- 経線方向の垂直テンドン（鋼線を複数本束ねたもの）及び円周方向の水平テンドンによって、コンクリートに最高使用圧力以上の圧縮力を与えた状態にし、事故時の圧縮変動にも十分耐えられる構造。
- 鋼製格納容器（SCV）と比較して、形状を小さく出来る利点がある。



プレストレストコンクリート製格納容器（PCCV）
（大飯3,4号機：4ループ）



鋼製格納容器（SCV）
（美浜3号機、高浜3,4号機等：3ループ）

要点

【解析モデル（大開口部評価用モデル）の変更】

大開口部の評価にあたって、建設工認で用いていた部分モデルを全体モデルに組み込んで評価

大開口部評価用モデルの変更の概要

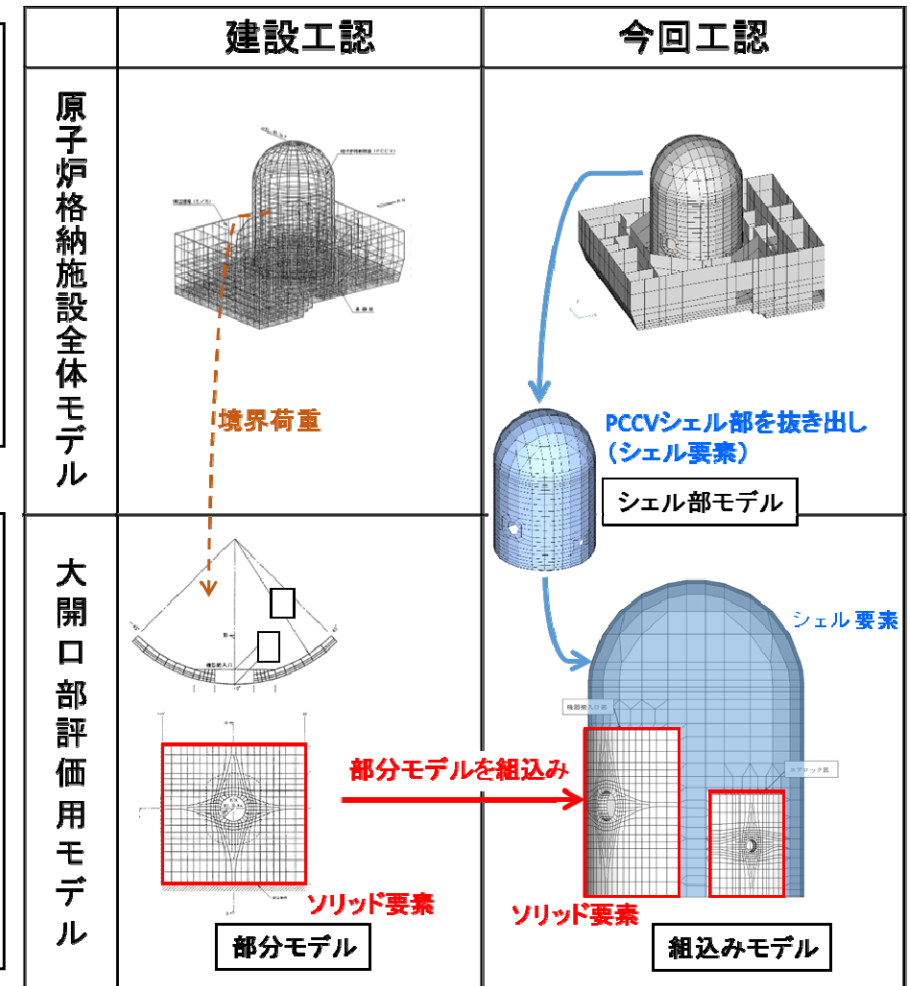
- ・建設工認：部分モデル
計算機能力の制約により部分モデルとし、境界部の拘束条件や境界荷重を設定
- ・今回工認：組み込みモデル
計算機能力の向上を踏まえ、部分モデルをシェル部モデルに組み込み、より現実的な応力、変形を評価

モデルの妥当性、適用性確認結果

- 妥当性確認
組み込みモデルにおいて、シェル要素とソリッド要素が適切に結合されていることを確認
⇒組み込みモデルが妥当であることを確認
- 適用性確認
組み込みモデルの応力解析の結果は、部分モデルの応力分布と同じ傾向を示し、ほぼ同等であることを確認
⇒組み込みモデルが適用可能であることを確認

評価結果

評価結果はいずれの部位においても許容値を満足していることから、十分な耐震性を有することを確認した。



評価方針

- プレストレストコンクリート製格納容器(PCCV)のS A (シビアアクシデント)強度評価では、実施すべき強度評価の条件が200℃・2Pd※¹評価（閉じ込め機能の確認として実施している評価）の評価条件に包絡されるため、200℃・2Pd評価の結果を確認することで、S A クラス 2 容器としての強度が十分であることを確認。
- コンクリート製原子炉格納容器(CCV)規格では、コンクリート部の評価に用いる荷重について、LOCA時の最終障壁としての安全裕度確保を目的とした荷重係数の割り増し(荷重状態IV※²において、異常時圧力:1.5倍)が規定。P C C Vのコンクリート部では、S A 強度評価においても荷重係数の割り増し(1.5倍)を考慮。

		S A 強度評価(S A クラス 2 容器)	200℃・2Pd評価
適用規格	P C C V 本体 (コンクリート部、ライナ部)	C C V 規格	C C V 規格
	貫通部 (エアロック、機器搬入口等)	C C V 規格及び設計・建設規格	C C V 規格及び設計・建設規格
評価条件		内圧 0.43MPa (約1.1Pd) 温度 144℃	内圧 0.78MPa (2Pd) 温度 200℃

※1 : Pd 最高使用圧力 0.39MPa

※2 : コンクリート製原子炉格納容器の安全設計上
想定される異常な事態が生じている状態
(L O C A 時)

包絡

コンクリート部では、荷重係数の割り増しを考慮（約1.1Pd×1.5＝約1.65Pd）しても、200℃・2Pd評価の評価条件に包絡。

評価結果

- 強度評価については、実施すべき強度評価の条件が200℃・2Pd評価に包絡されており、評価結果はいずれの部位においても許容値を満足していることから、十分な強度を有することを確認した。

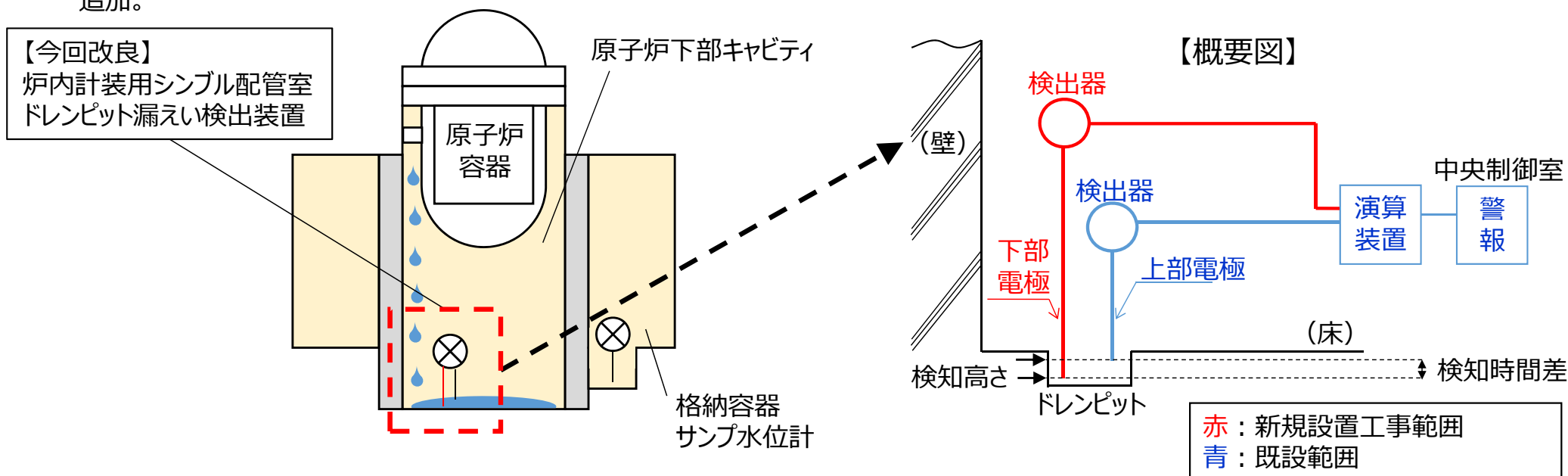
【保安規定変更認可】

運転管理(手順、体制等)等、原子炉施設の運用に関する事項を規定した保安規定について、原子炉等における災害の防止上、十分であることについて、原子力規制委員会に認可を受けること。

【大飯3,4号機の状況】

平成25年7月8日の保安規定変更認可申請以降、至近では、平成29年6月27日の審査会合でいただいた指摘事項等（運転シミュレータへの炉心溶融モデルの導入に向けた今後の方針や、格納容器サンプ水位計・炉内計装用シングル配管室漏えい検出装置等※における動作可能の確認方法等）などについて、原子力規制委員会の審査を受け、審査の結果を踏まえ、平成29年8月25日に補正書を再提出。

※：保安規定の運転管理の中に1次冷却材漏えい率が定められており、その監視計器は格納容器サンプ水位計および凝縮液量測定装置であったが、更なる監視性向上対策として、炉内計装用シングル配管室ドレンピット漏えい検出装置で漏えい率が監視できるよう改良を実施し、対象計器に追加。



ドレンピットに流入した漏えい水において、下部(新設)と上部(既設)の両検出器での検知する時間差から漏えい率を算出

大飯3,4号機の安全性向上対策工事の概要

10

地震

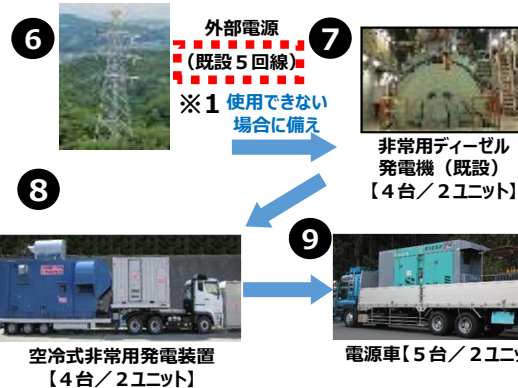


1

重大事故が発生させないために

電源設備

○外部電源の強化や、所内電源を多重化・多様化



冷却機能の強化



万一、重大事故が発生した場合に備え

放射性物質の放出抑制対策



津波

○海水ポンプ室及びその周辺にT.P.+8.0mの防護壁を設置し、敷地への津波の浸水を防止。また、海水ポンプの引き津波対策として、天端高さT.P.-2.35mの貯水堰を設置。

- 2
- <入力津波高さ(水位上昇側)>
3,4号機海水ポンプ室前面: T.P.+6.3m (基準津波高さ: T.P.+5.9m)
 - <入力津波高さ(水位下降側)>
3,4号機海水ポンプ室前面: T.P.-4.8m (基準津波高さ: T.P.-3.4m)

外部火災

○森林火災の延焼を防ぐため、発電所施設周辺の樹木を伐採し、幅1.8mの防火帯を確保。



4

内部火災

○火災の影響軽減の各防護対策を追加実施。

- ・ケーブル等に耐火シートを巻き付け。
- ・異なる種類の火災検知器やハロン消火設備に加え、スプリンクラー等を追加設置。



【図はイメージ】

電巻

○飛来物から機器を守るために電巻対策設備を設置 ※

※: 過去の日本最大電巻(92m/秒)を上回る、風速100m/秒の電巻が発生した場合に、鋼製材が飛来すると想定。



※1: 大飯支線(77kV)接続

※2: 増台(2台)

※3: 消防ポンプから変更

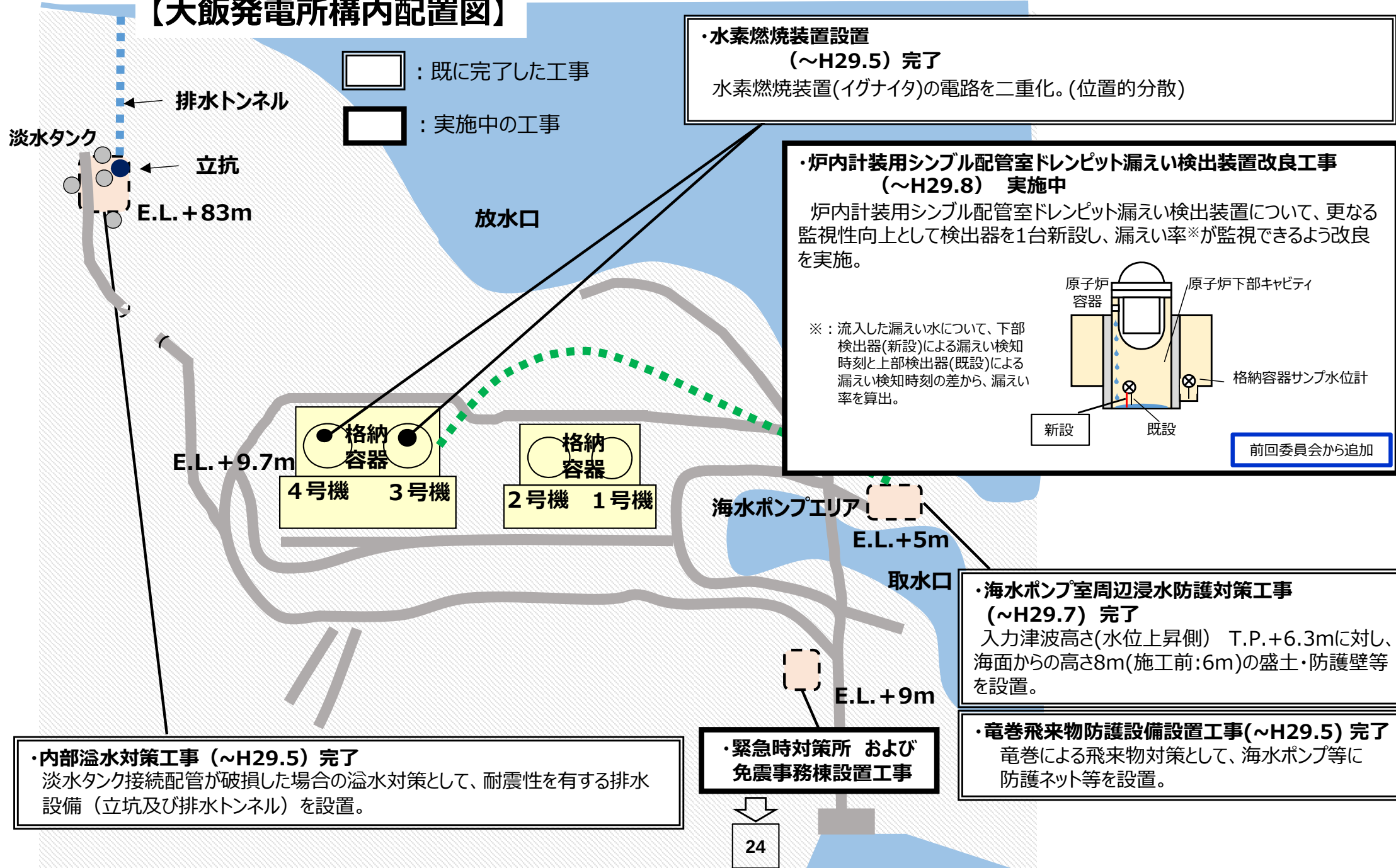
※4: 多種配備により瓦礫撤去機能強化

: 前回再稼動(H24.7)後に実施、配備、増台等

大飯3,4号機の主な安全性向上対策工事の実施状況

11

【大飯発電所構内配置図】



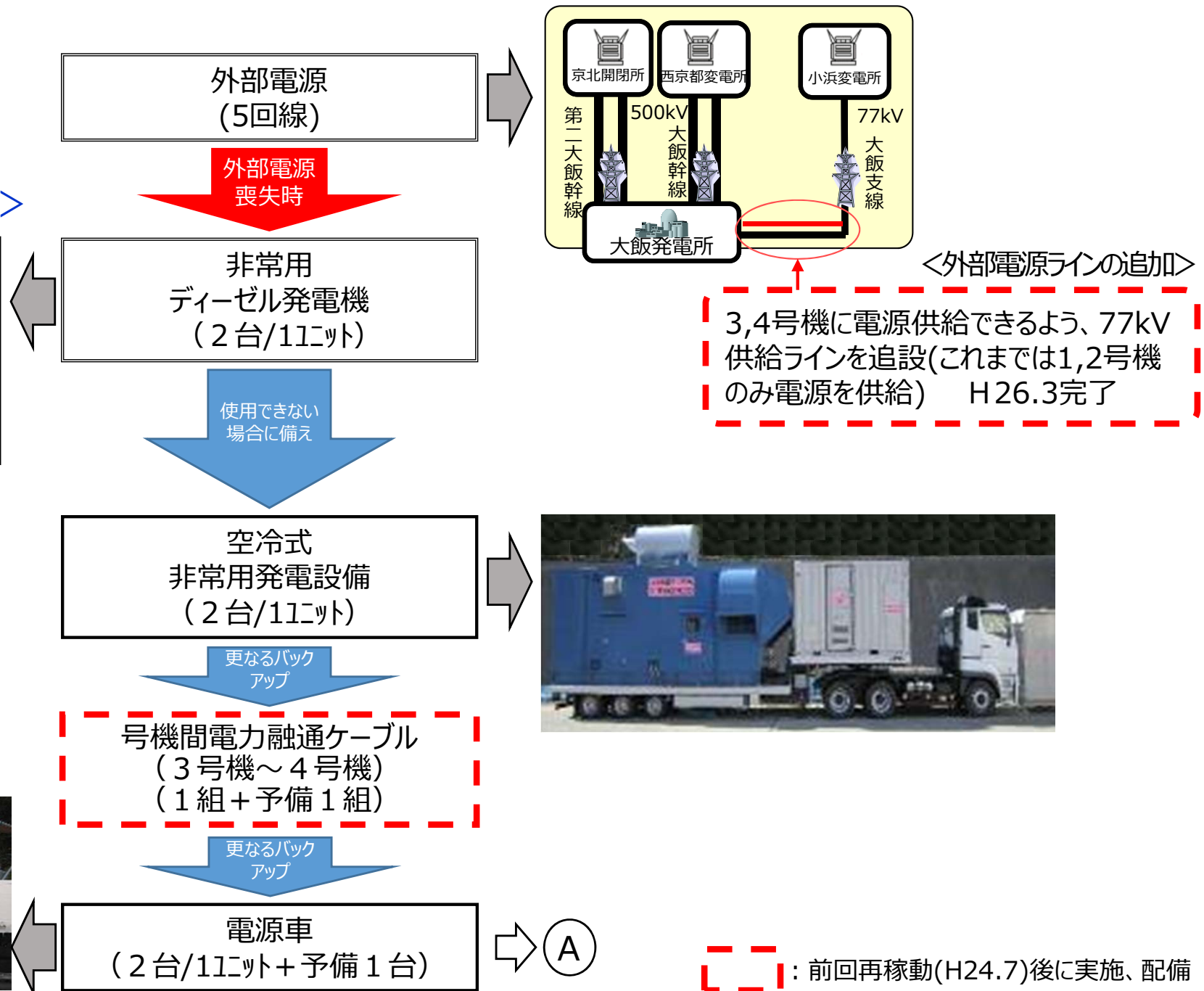
大飯3,4号機外部電源喪失時の電源確保（交流電源）

12

<設計基準事故対処設備>



<重大事故等対処設備>

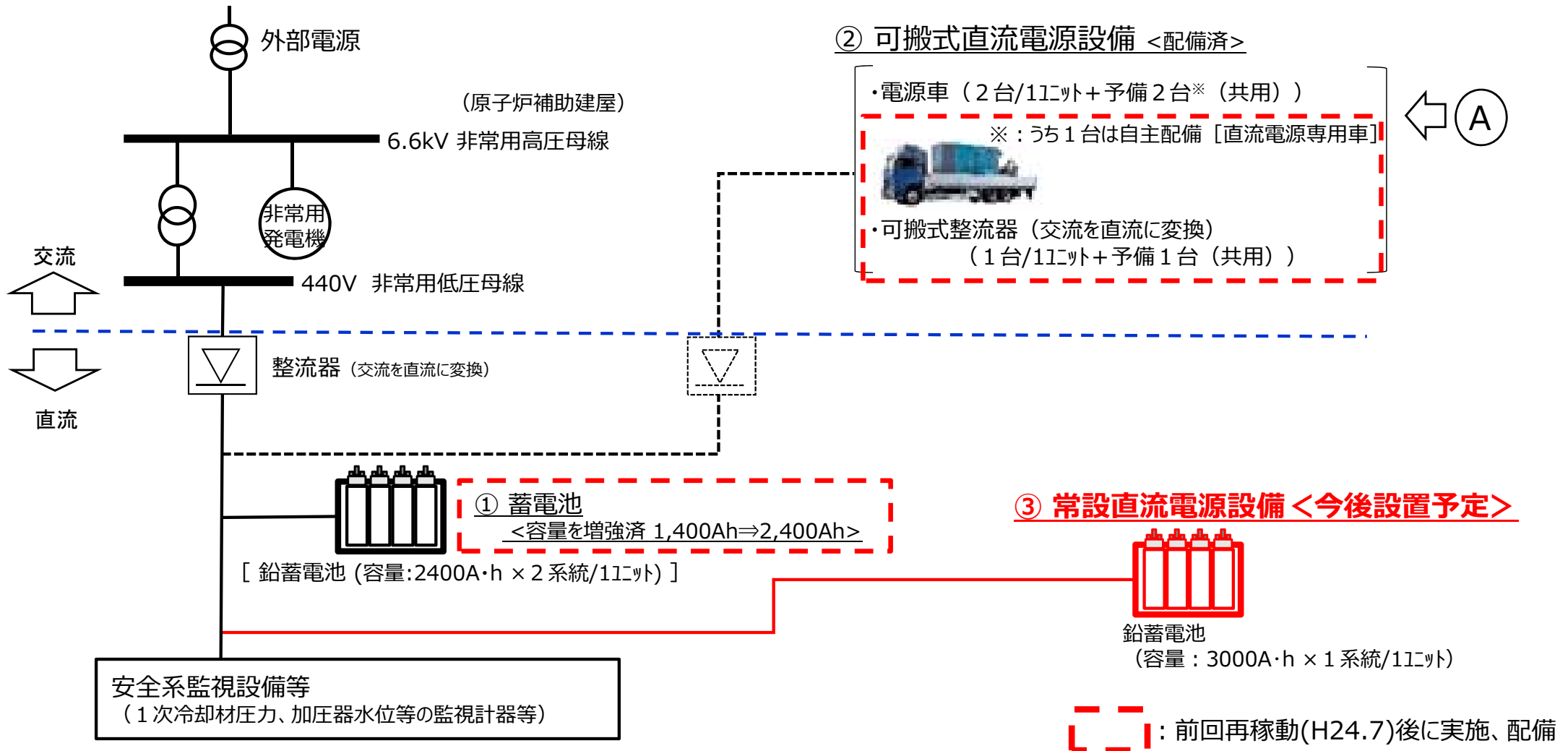


Red dashed box: 前回再稼動(H24.7)後に実施、配備

大飯3,4号機外部電源喪失時の電源確保（直流電源）

13

大飯3,4号機再稼動以降、新規制基準対応として、①蓄電池の容量増強(1系統目)や②可搬式の直流電源設備(2系統目)を配備。
さらに、重大事故等の対応に必要な設備に電気の供給を行うための、特に高い信頼性を有する ③常設直流電源設備(3系統目)を設置予定。
本体施設の工事計画認可（H29.8.25）から5年が設置期限であり、H34.8.24までに設置。



：前回再稼動
(H24.7)後
に実施、
配備、増台等

燃料取替用水ピット

原子炉補機冷却水冷却器

格納容器

格納容器スプレイ

蒸気放出ライン

蒸気 (タービンへ)

給水

復水
ピット

純水
タンク

※：技術基準上の全ての
要求事項を満たすことや全
てのプラント状況において使
用することは困難であるが、
プラントの状況によっては事
故対応に有効な設備

<設計基準事故対処設備>

格納容器スプレイポンプ



1200m³/h
【2台/1ユニット】

高圧注入ポンプ



320m³/h
【2台/1ユニット】

余熱除去ポンプ



1020m³/h
【2台/1ユニット】

海水ポンプ



5300m³/h【3台/1ユニット】

電動補助給水ポンプ



140m³/h【2台/1ユニット】

タービン動補助給水ポンプ



250m³/h【1台/1ユニット】

<重大事故等対処設備>

使用できない
場合に備え

恒設代替低圧注水ポンプ



150m³/h
【1台/1ユニット】

更なるバック
アップ

可搬式代替低圧注水ポンプ (+送水車)



150m³/h
【4台/2ユニット
+ 予備1台】

使用できない
場合に備え

大容量ポンプ



1800m³/h
【3台/2ユニット】

前回再稼動後に2台追加

海水ポンプ予備機

【2台/2ユニット】

使用できない
場合に備え

中圧ポンプ



<多様性拡張設備※>

50m³/h
【1台/1ユニット】

更なるバック
アップ

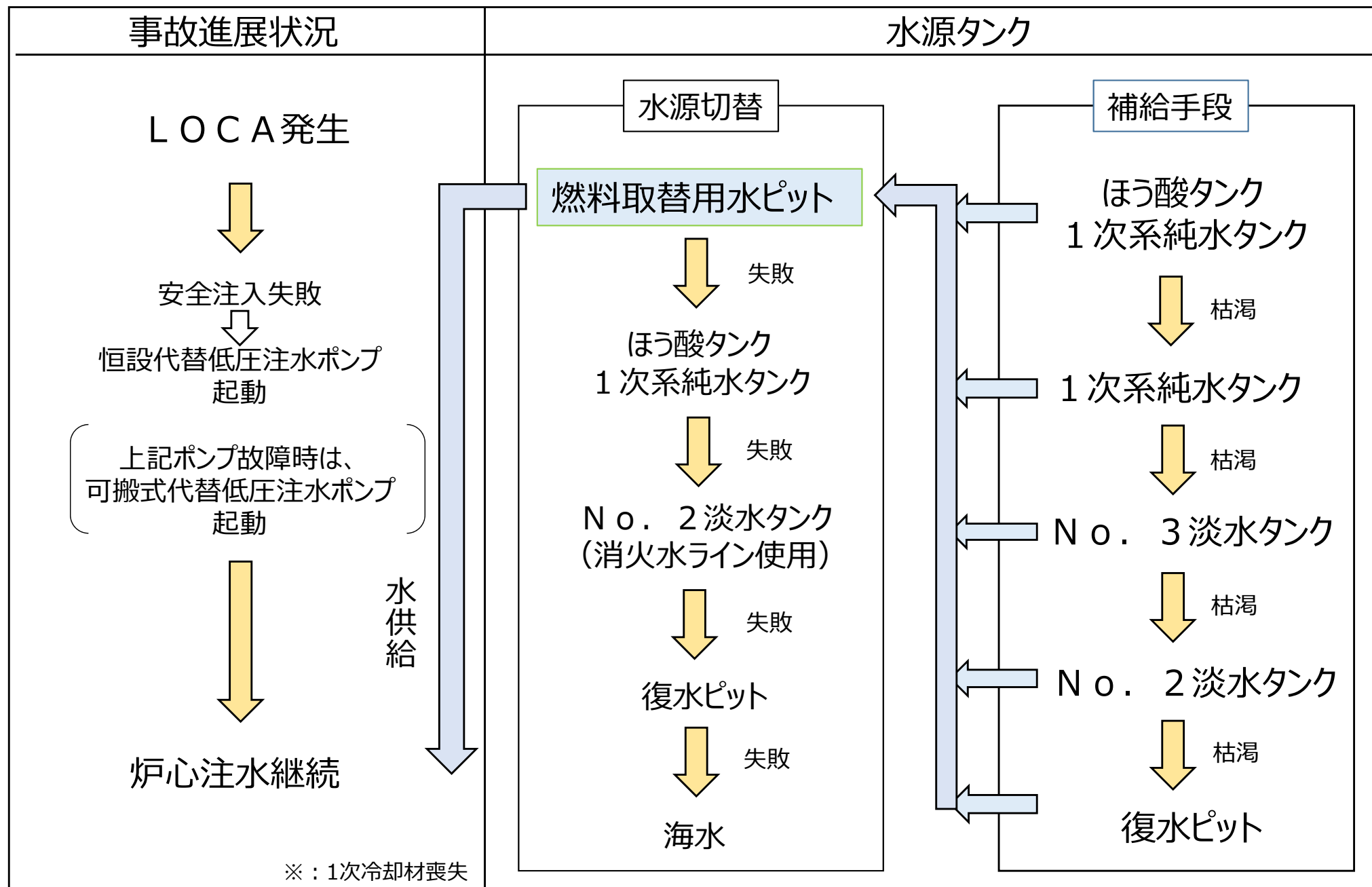
送水車



300m³/h
【2台/2ユニット+ 予備1台】

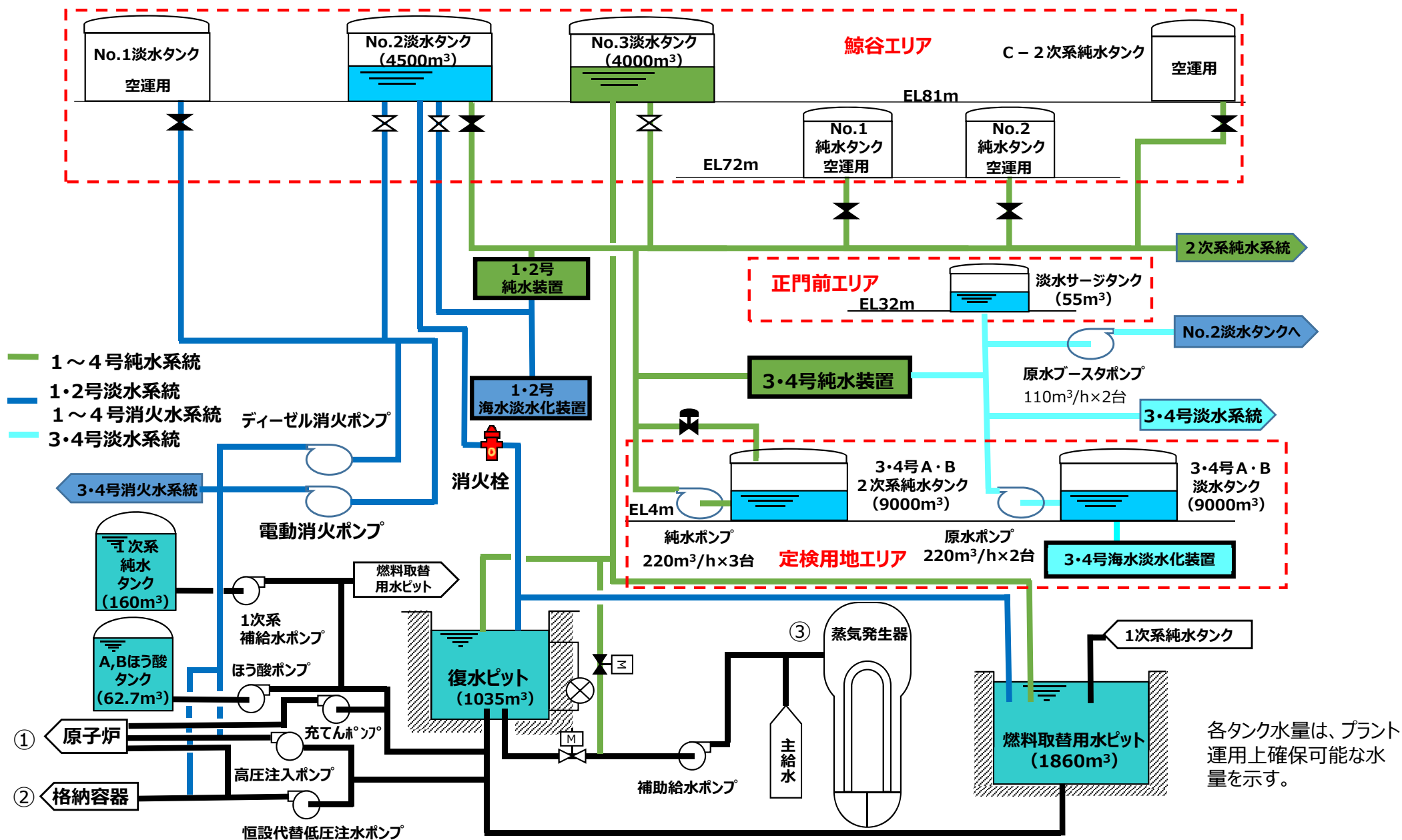
大飯3,4号機における炉心注水手段

<炉心注水の場合の各タンクの運用例：大LOCA※ + 安全注入失敗 + 格納容器スプレイ失敗>



大飯3,4号機 重大事故等対策における主なタンクの運用

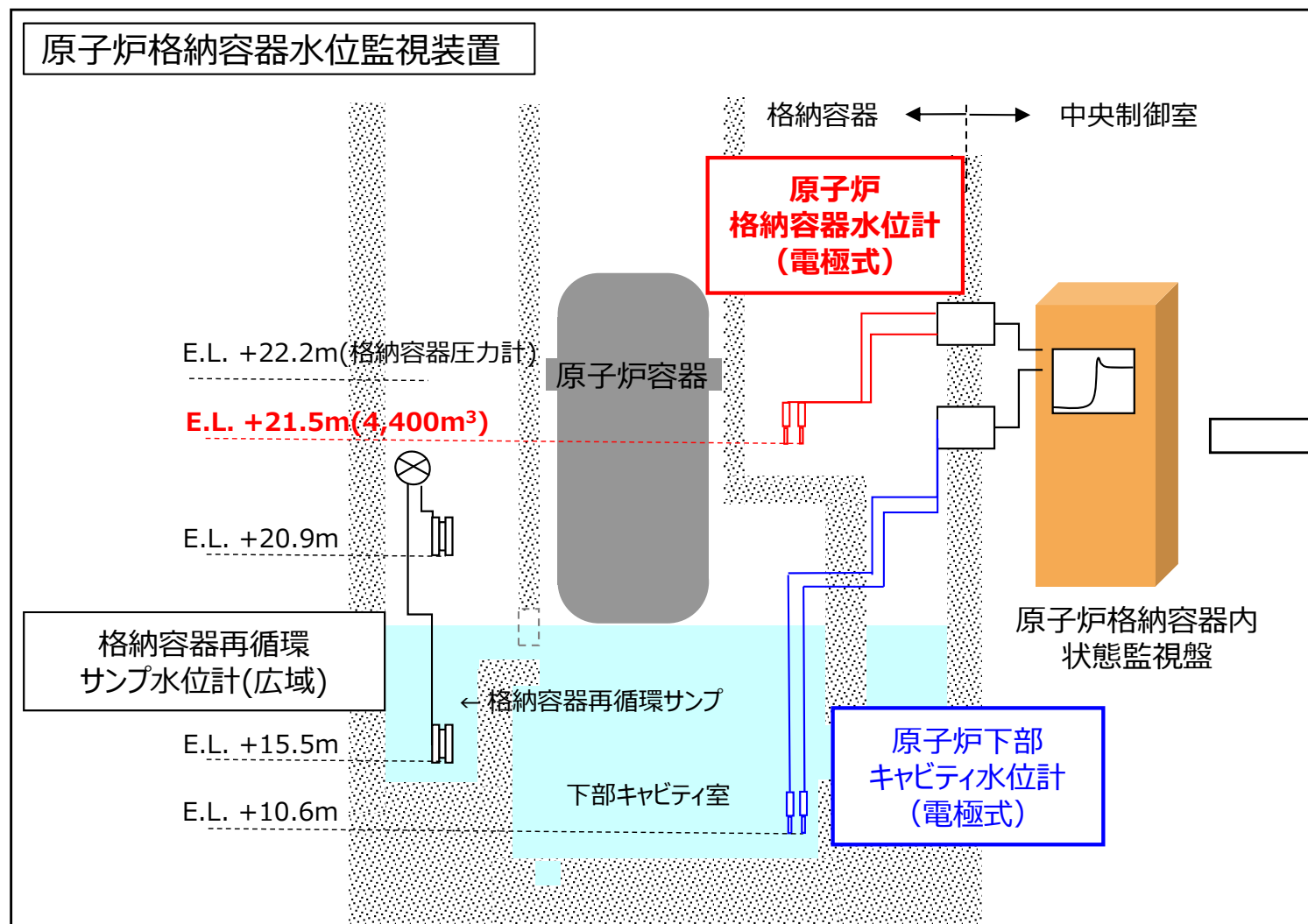
大飯3,4号機の重大事故等対策時に、①炉心注水、②格納容器スプレイ、③蒸気発生器への給水の各手段の遂行に必要な保有水を保有している。



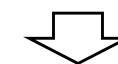
大飯3,4号機格納容器内水張り時の上限水位

17

炉心が損傷し、溶融炉心が原子炉容器外に落下した場合の冷却のため、格納容器内に水張りを実施。
大飯3,4号機は重要計器(格納容器圧力計)が水没しない水位(EL. + 22.2m)が水張り時の上限水位。



E.L. + 21.5mで水位上限「検知」



監視装置盤「検知」表示



格納容器内の全ての水張り操作
(格納容器スプレイ、原子炉注水)
を手動にて停止

大飯3,4号機炉心等への海水注水方法の変更(送水車等の導入)

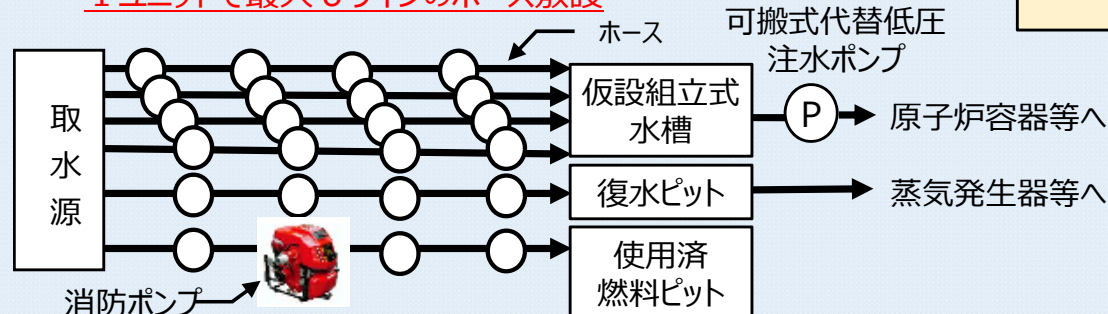
18

- 炉心等への海水注水について、消防ポンプによる注水から、送水車を用いる注水へ変更。
 - これにより、給水要員の削減(3,4号機：26名→10名)とともに、資機材の変更(消防ポンプ24台→送水車1台/ユニット)による準備手順の簡素化による注水準備時間*が削減。(15.8時間→4時間)
 - 更に、アクセスルートの使用範囲が改善。
- *注水準備期間：資機材の敷設開始から注水開始までの時間。

消防ポンプのケース

複数台の消防ポンプにより海水を汲み上げ、炉心等へ注水

1ユニットで最大6ラインのホース敷設



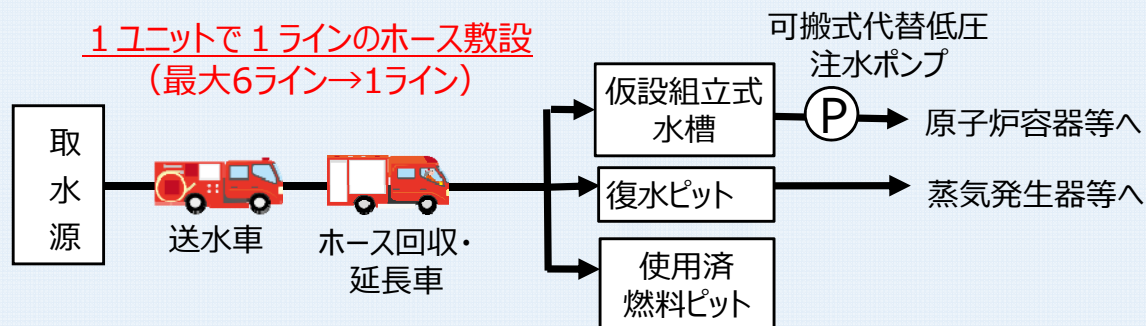
給水要員は、3,4号機で26名

<課題> ホース敷設、消防ポンプの配置に係る手順が多い。
広い作業エリアが必要となり、アクセスルートへ影響。



送水車のケース

1ユニットで1ラインのホース敷設
(最大6ライン→1ライン)



給水要員は、3,4号機で10名で対応可能(16名減)

送水車

1ライン敷設 5名体制



(ポンプ性能：放水圧 1.3MPa 放水流量：300m³/h)

大飯3,4号機海水ポンプ定期検査時の作業要領

【海水ポンプ部材のローテーションパーツ化】

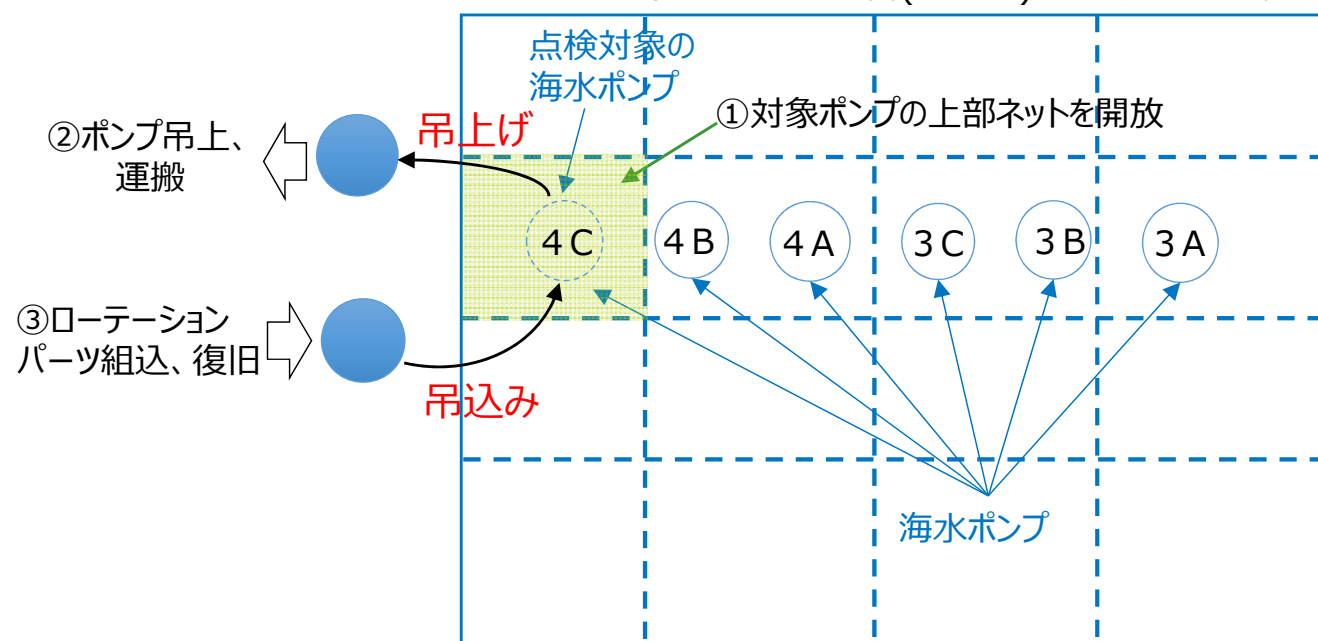
上部ネット(竜巻防護設備)取外し期間の短縮による竜巻に対するリスク低減を目的に、海水ポンプ部材（主軸、インペラ、揚水管等）一式を新規手配、余分に確保。（ローテーションパーツ）

従来は海水ポンプを吊上→点検→復旧していたが、吊上に合わせて別の海水ポンプを組み込むことで、点検による上部ネット開放期間(約8日)が不要。

海水ポンプ定期検査(点検)時の作業要領

- ①クレーンを搬入し、点検対象ポンプの上部ネットを開放
- ②ポンプを吊上げ、トレーラーに積載し、定検用地に運搬（点検の実施）
- ③予め点検したポンプ部材（主軸、インペラ、揚水管等）一式を組み込み、復旧

(海水ポンプ：3台(A～C)/ユニット、定期検査頻度：1回/4定期検査)

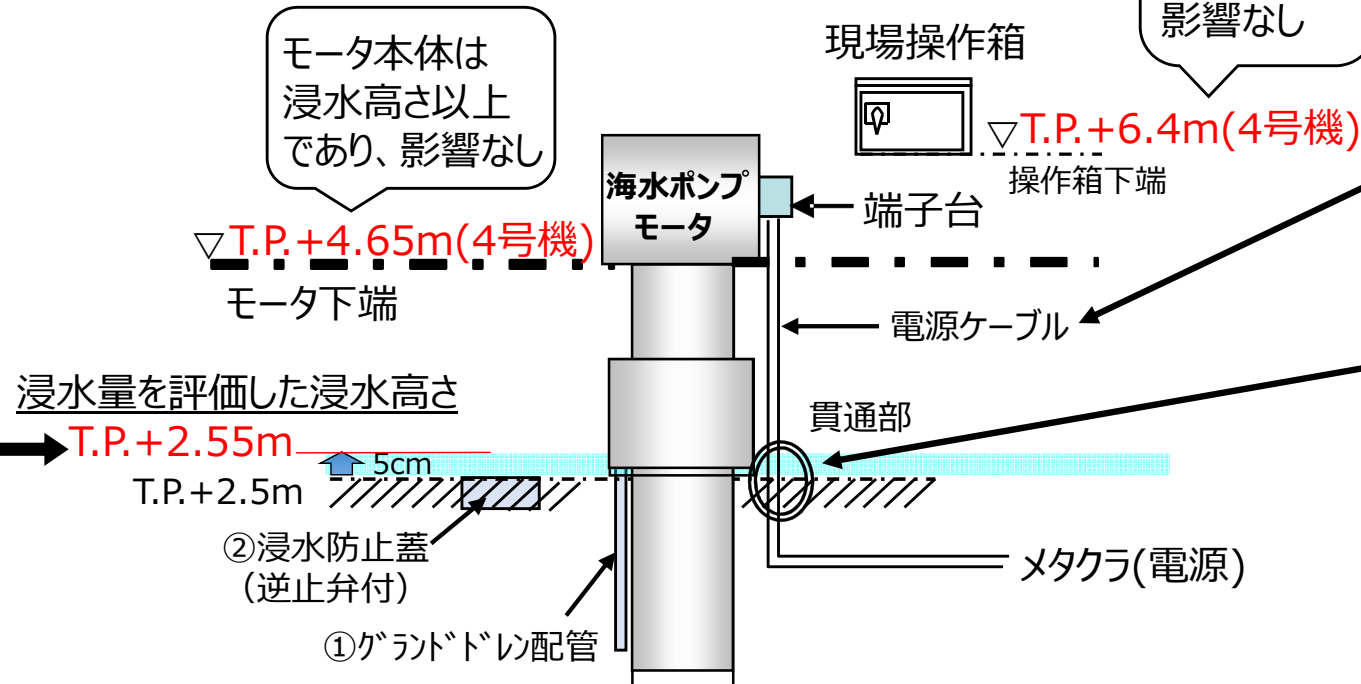
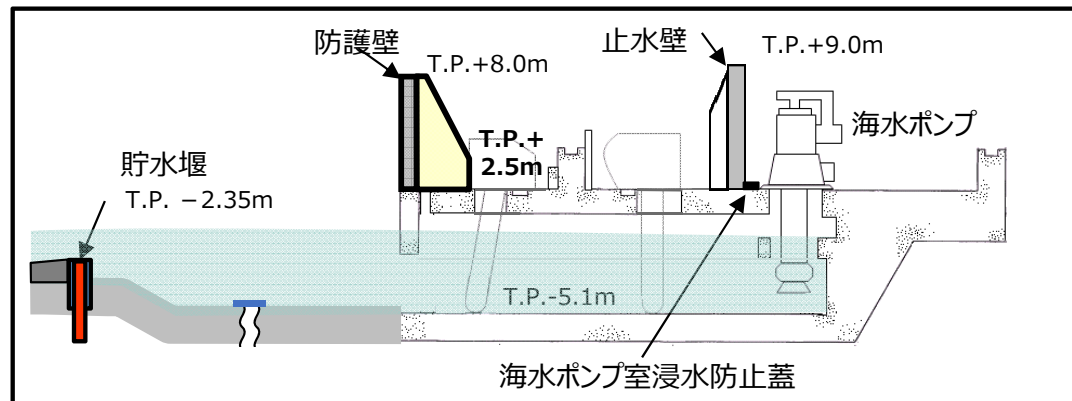


【上部ネット(竜巻防護設備)開放時の補償措置】

- ネット開放期間を極力短く計画し、開放期間が2週間を超える場合はネットを復旧
- 代替設備（大容量ポンプ等）のサーベランス（定期運転）を強化

大飯3,4号機海水ポンプエリア浸水による影響

- 浸水により海水ポンプの安全機能に影響がある箇所は、モータ本体、電源ケーブル、現場操作箱。
- 海水ポンプエリアの前面は、T.P.+9.0mの止水壁で防水区画化しているため、海水ポンプエリアへの浸水は、
 - ①海水ポンプグランドレン配管からの逆流、②海水ポンプエリア浸水防止蓋(逆止弁付)からの漏えいを想定。
 ⇒浸水量を評価した結果、浸水高さは床面T.P.+2.5m→T.P.+2.55m(11.4m³)となり、海水ポンプへの影響はない。



現場操作箱は浸水高さ以上であり、影響なし

電源ケーブルは、端子台位置がモータ下端より約1m上部であり、ケーブルは耐水性を有するビニルシースを採用し中間接続もないことから影響なし

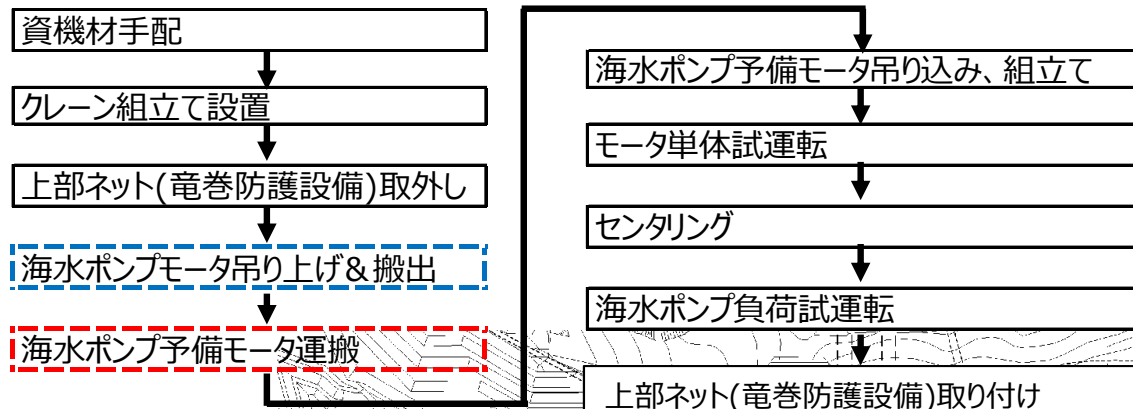


貫通部はシール処理されており、影響なし



大飯3,4号機海水ポンプ予備モータ取替手順

浸水等による海水ポンプモータの故障に備え発電所構内に予備モータを設置し、迅速に取替えができるよう手順を整備するとともに、定期的に運搬訓練を実施。（約3日間での取替えが可能）



【海水ポンプ予備モータ運搬訓練】

頻度：年1回

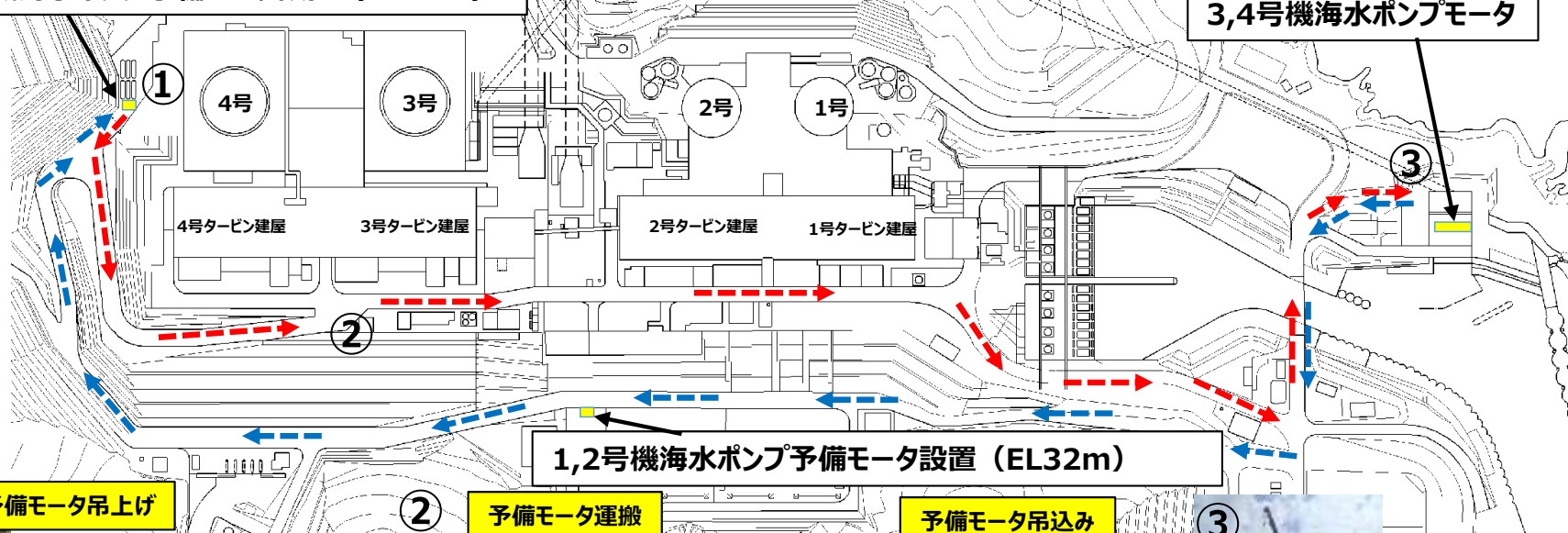
実績：H27年度 H28.2.15（4号機予備モータ）

H28年度 H29.2.14（2号機予備モータ）

H29年度 H29.5.10（3号機予備モータ）

3,4号機海水ポンプ予備モータ設置（EL33m）

3,4号機海水ポンプモータ



【H29年度の訓練概要】

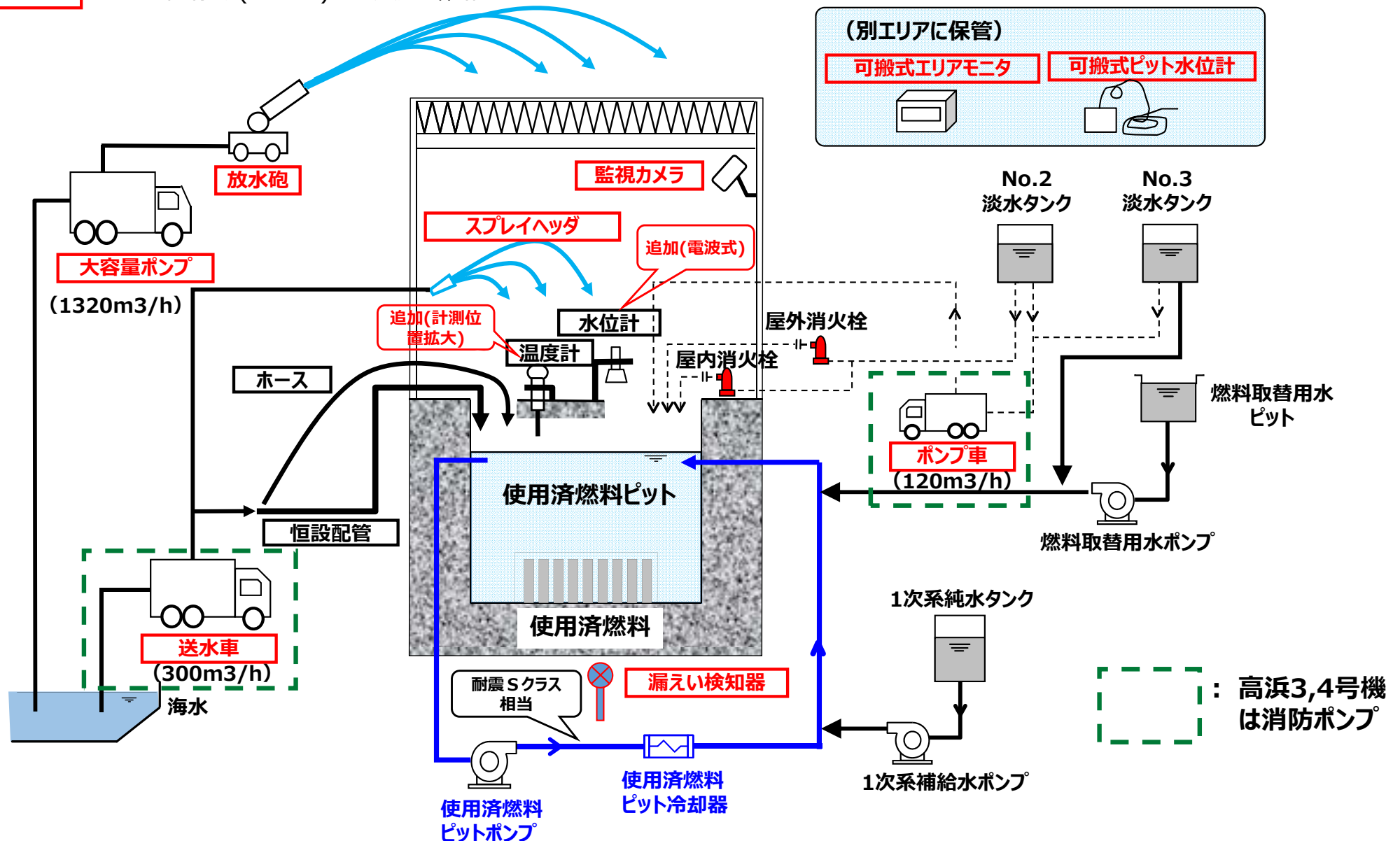


大飯3,4号機使用済燃料ピットに係る安全性向上対策

22

使用済燃料ピットにおける給水機能や監視機能等の安全性向上対策を実施。

： 前回再稼動(H24.7)後に実施、配備



基準地震動の見直し（700ガル→856ガル）を踏まえ、機器、配管の耐震評価結果に基づき、サポート補強を実施（約1,200箇所／2ユニット）

格納容器スプレイ配管



サポート鋼材を溝型鋼から
角鋼へ取替え



格納容器スプレイ配管



オイルスナバからメカニカル
スナバへ取替え



スナバ：配管の熱による伸びなどゆっくりとした変化には追従するが、地震等の激しい動きに対しては、配管を固定する機能を持つ

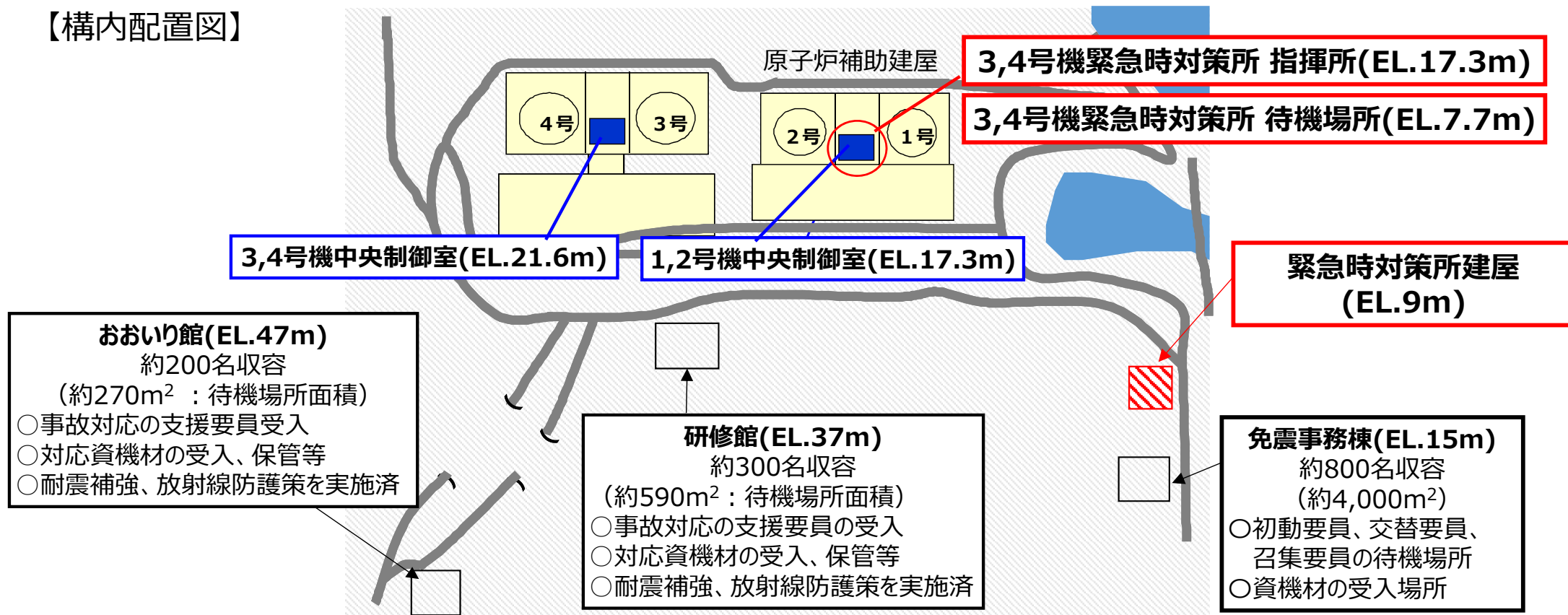
大飯3,4号機の緊急時対策所について

大飯3,4号機緊急時対策所の設置場所

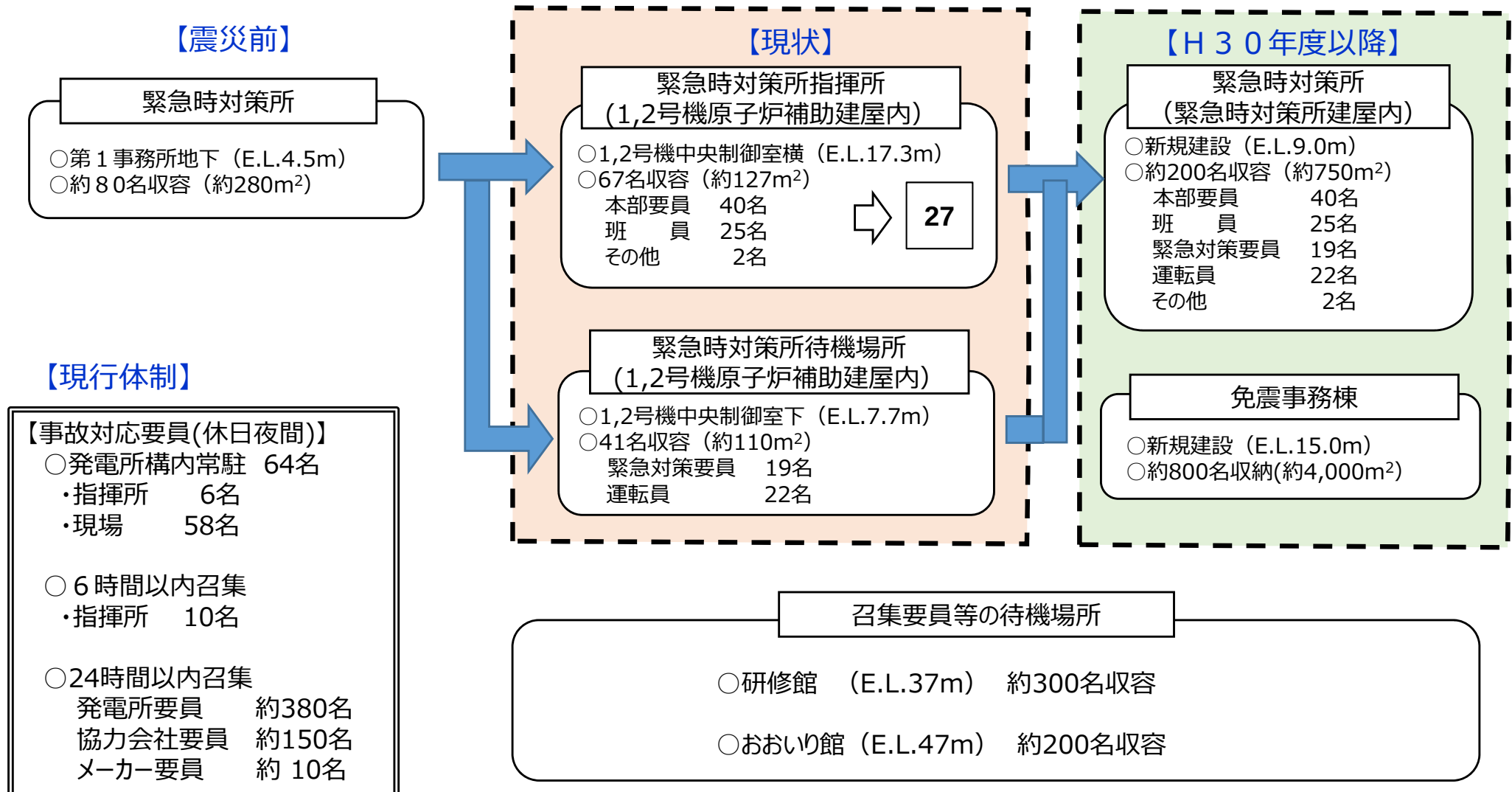
25

- 現状の3,4号機緊急時対策所は、3号機の炉心から約240m、4号機の炉心から約370m離れた1,2号機原子炉補助建屋内に設置。
- 基準地震動による地震動に対し機能を喪失することなく、津波の影響を受けることのない位置に設置。
- 3,4号機中央制御室とは十分離れていること、換気設備及び電源設備が3,4号機中央制御室とは独立していることから、3,4号機中央制御室との共通要因（火災、内部溢水等）によって、同時に機能喪失することはない。
- 更に、3,4号機から約700m離れた場所に、緊急時対策所建屋(耐震)を新たに建設し、平成30年度内を目途に緊急時対策所の機能を移設予定。

【構内配置図】



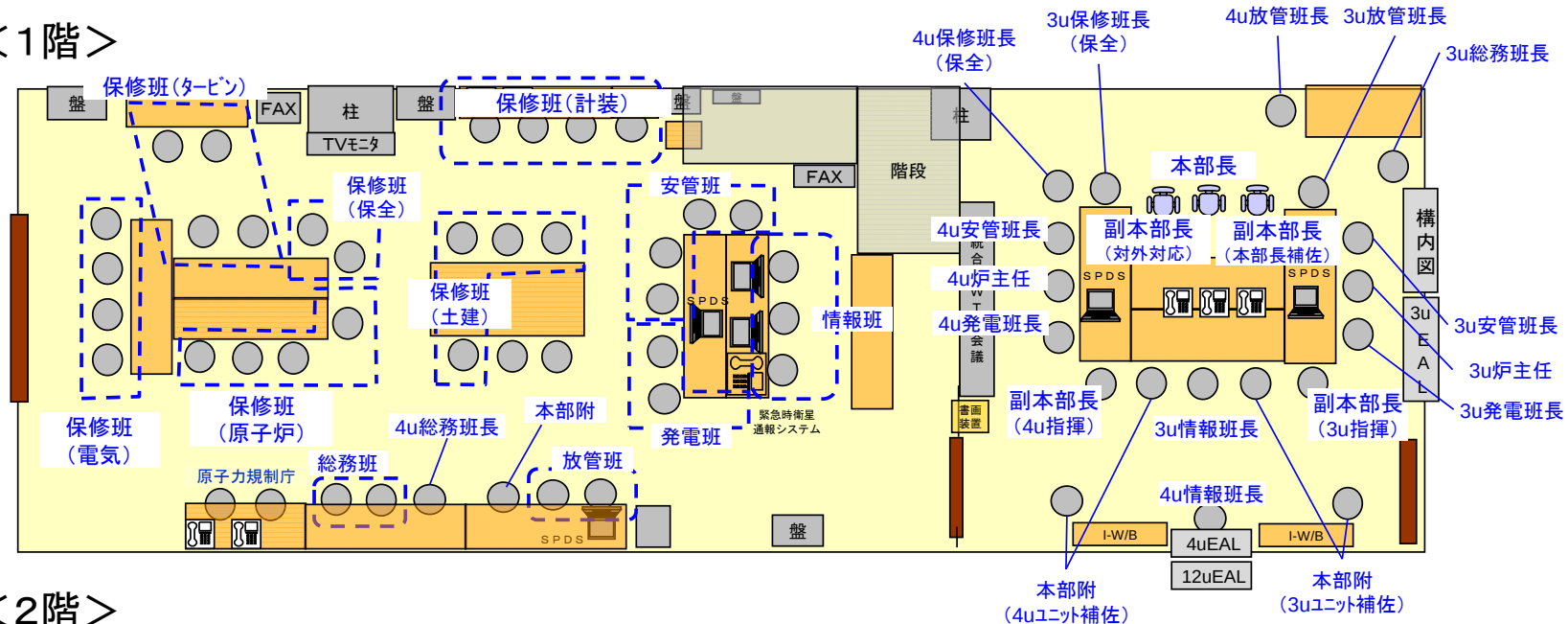
重大事故等が発生した場合に対処するため、要員が緊急時対策所にとどまれること、適切な指示ができるよう必要な情報が把握できる設備を設けること、発電所内外の関係箇所と通信連絡できること、必要な要員を収容できること等の機能を要求。



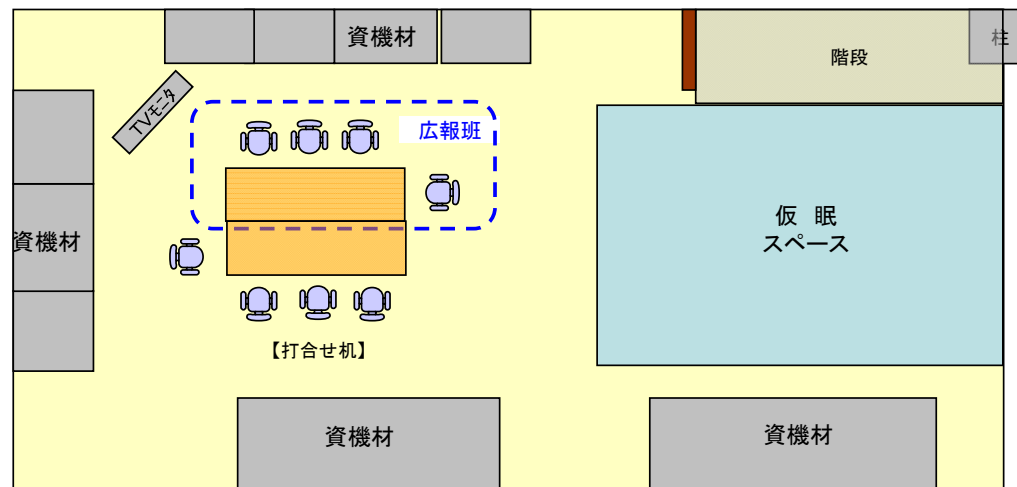
大飯3,4号機緊急時対策所指揮所のレイアウト

- 居住性を確保するために必要な遮へい、換気空調設備を確保。
- 必要な要員を7日間とどまることができるよう資機材、食料、飲料水を確保。
- 必要な指揮命令、通報連絡に支障がない配置を考慮。

<1階>



<2階>



- ・耐震構造 (1,2号機原子炉補助建屋)
- ・有効面積約127m³
- ・収容想定人数67名
- ・7日間で100mSv以下とするための遮へい壁
- ・2階に仮眠スペースを確保

大飯3,4号機緊急時対策所の電源設備

28

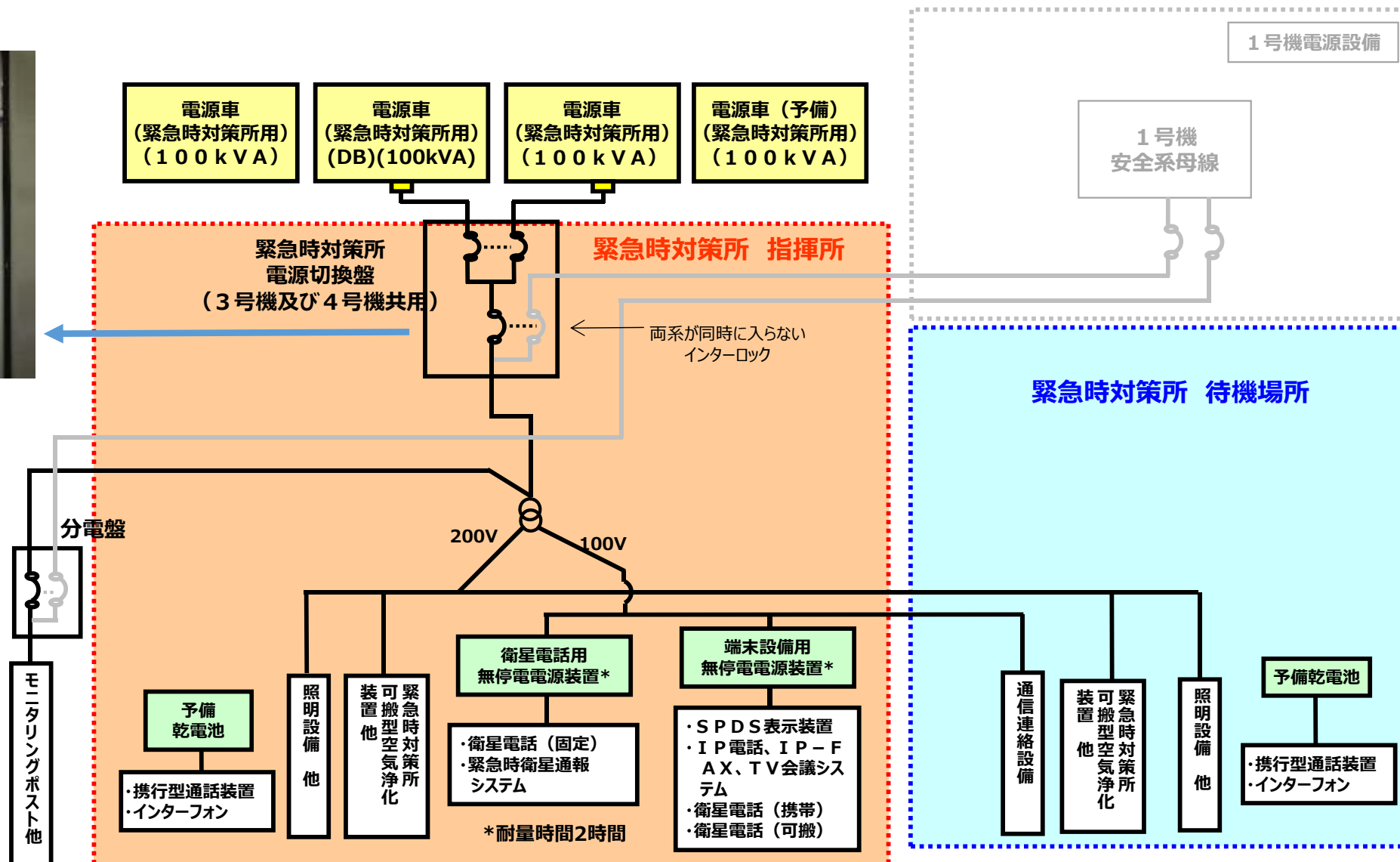
電源が喪失した場合、専用の電源車1台から受電が可能
(電源車は予備含めて合計4台を配備 (平成27年3月))



(電源切替盤)

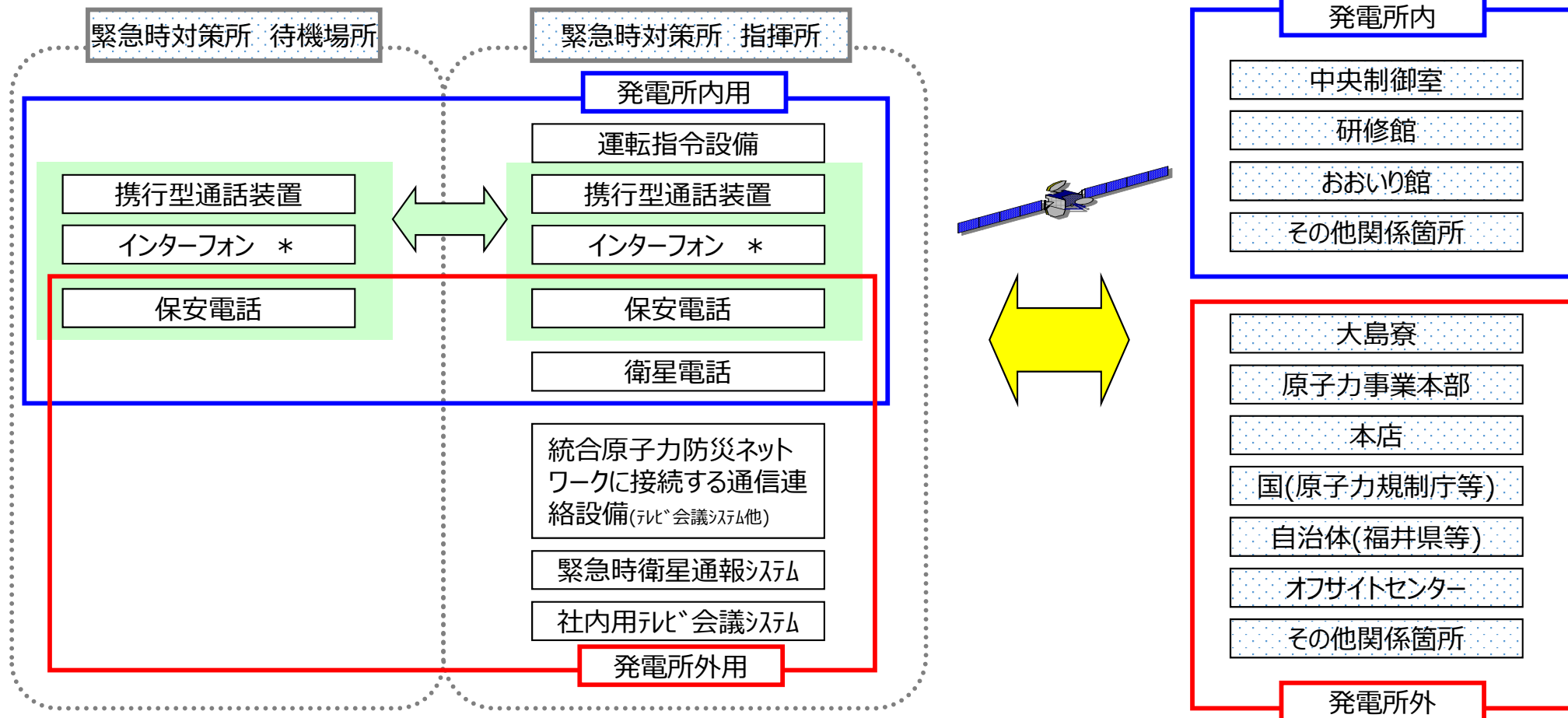
【電源車からの受電手順】

- ケーブル接続(現地)
- ↓
- 電源車起動(現地)
- ↓
- 電源切替操作
(緊急時対策所)
- ↓
- 受電確認
(緊急時対策所)



発電所内および発電所外への通信連絡手段(設備)の強化

* : 前回再稼動(H24.7)後に追加



携帯型通話装置



衛星電話



固定型



携帯型

緊急時衛星通報システム



統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備



TV会議システム



IP-FAX

中央制御室と現場との通信連絡手段および優先順位

- ① PHS
- ② 運転指令装置

PHS



運転指令装置

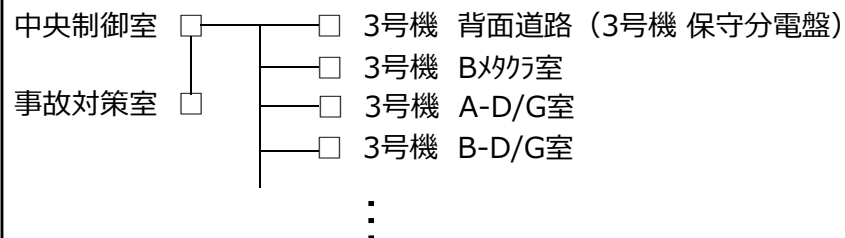


電源喪失で設備が
使用できない場合

③ 携行型通話装置

PHS、運転指令装置が使用できない場合、中央制御室と各現場間に敷設している通信回線を用いて連絡を実施。

【携行型通話装置回線の恒設化(13箇所/ユニット)を実施(平成28年11月)】



重大事故対処設備の周辺に設置しており、現場のジャックに
接続して連絡を実施。

携行型通話装置



中央制御室 19台配備

(例)現場接続箇所



敷設しているケーブルが断線
通話ができない場合

中央制御室から通話装置用ケーブルを敷設し連絡を実施

- ・ 1台あたり200mのケーブル
- ・ 訓練にて確認済み
- ・ 洪水による影響を受けにくい材質

通話装置用ケーブル



中央制御室 11台配備

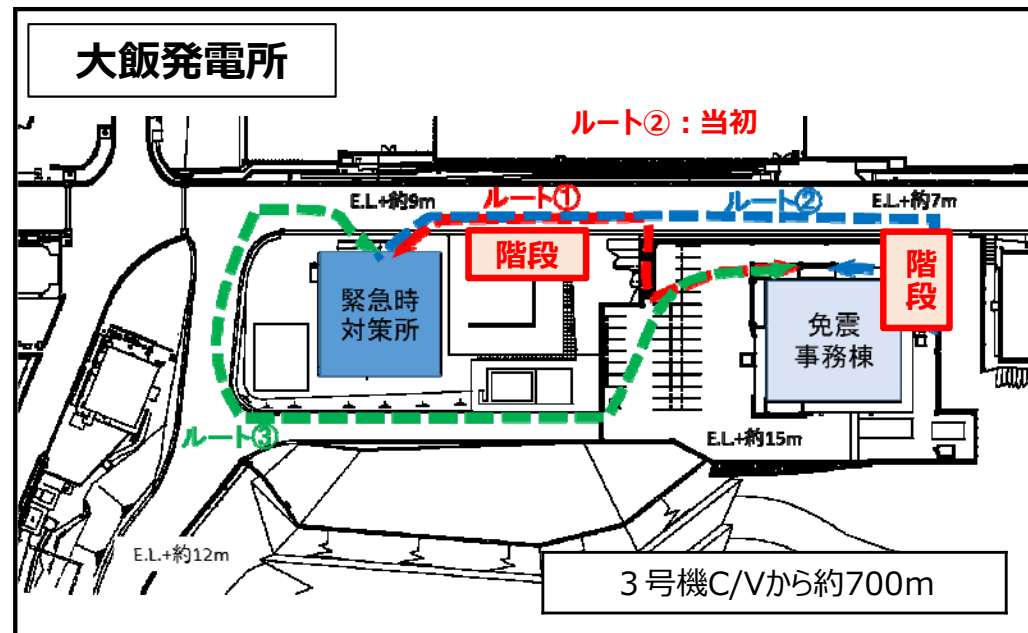
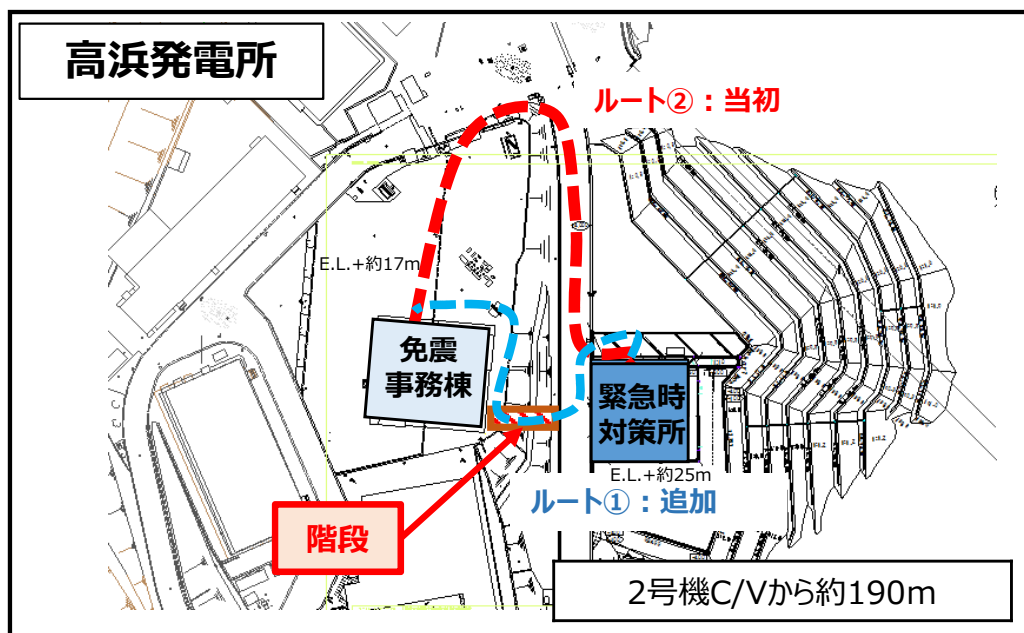
大飯発電所緊急時対策所・免震事務棟間のアクセス性に関する検討

31

【これまでの専門委員会(高浜発電所議題)における委員からのご意見】

両建屋間が近いことから地下道を作れば良いと思うが、他の機器の配置等によりできない場合でも、安全に両建屋間を行き来できる方法など、アクセス性についての検討が必要。

【対応】 両建屋間の移動ルート上に階段を設置することで移動時間を短くし、アクセス性を向上。



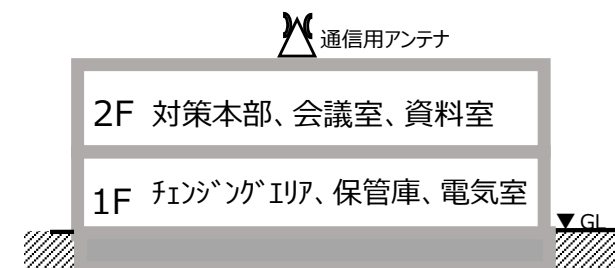
緊対所～免震棟の移動時間（小走り）	高浜発電所	大飯発電所
現ルート	約2分（約180m）・・ルート②	約2分（約190m）・・ルート③
階段設置ルート	約1分（約90m）・・ルート①	約1分（約100m）・・ルート①②

- プルーム放出中など、建屋外の環境が厳しい場合は、要員の安全を優先するため、屋外の移動は禁止。
- 緊急時対策所及び免震事務棟は、格納容器（C/V）から100m以上離れており、格納容器の近くで行うシビアアクシデント対応の屋外作業が可能な状況下では、緊急時対策所と免震事務棟間の移動時間は僅かであり受ける線量も低いことから、建屋間の往来は屋外で実施。
- 緊急時対策所及び免震事務棟の入口にはそれぞれチェンジングエリアを設け、屋外からの放射性物質持込みを防止。

○緊急時対策所設置工事

プラントに緊急事態が発生した場合に、事故の制圧・拡大防止を図るための対策本部となる緊急時対策所を設置。

【緊急時対策所外観イメージ】



【設置工程（高浜発電所もほぼ同様）】

	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
工 程		設計・調査	開始（H28.3） 敷地造成等	開始（H28.12） 建物工事	運用開始 機電工事等※

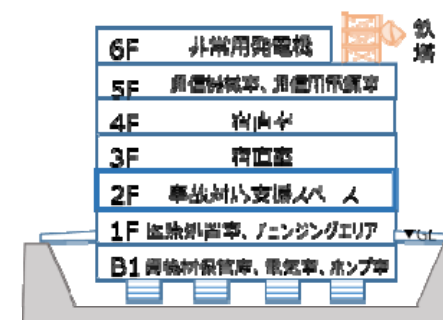
・美浜発電所緊急時対策所は、干渉物撤去中。

※：機械設備、電気設備等の配置

○免震事務棟設置工事

事故対応が膨大かつ長期化した場合の支援を目的に、主に、初動要員の宿直場所、要員待機場所、資機材受入れ及び保管場所として、自主的な位置付けで免震事務棟を設置。

【免震事務棟イメージ】



【設置工程（高浜発電所もほぼ同様）】

	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
工 程		設計・調査等		工事再開（H29.3） 建物工事	運用開始 機電工事等※

・美浜発電所免震事務棟は、仕様等について設計検討中。

※：機械設備、電気設備等の配置

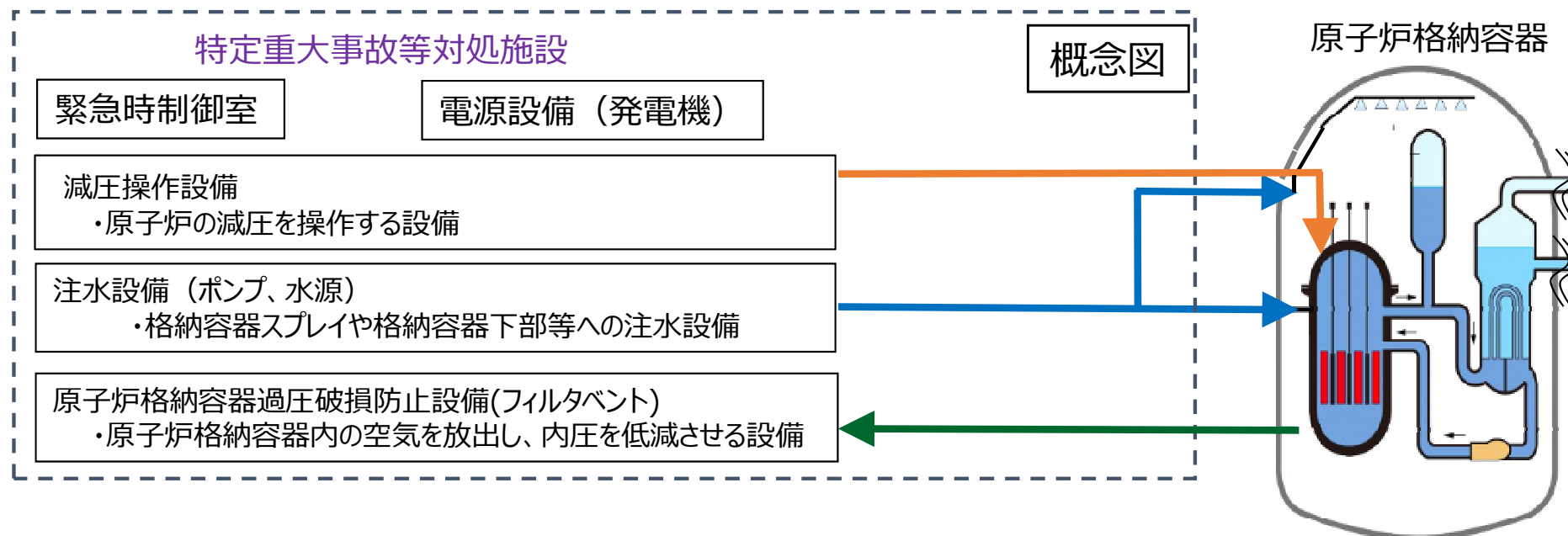
中長期対策の実施状況について (美浜・高浜・大飯発電所)

特定重大事故等対処施設設置

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズム等により、原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、格納容器の破損を防止するための機能を有する施設を設置。

規則※により特定重大事故等対処施設は、本体施設の工事計画認可から5年までに設置することを要求。

(※：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)



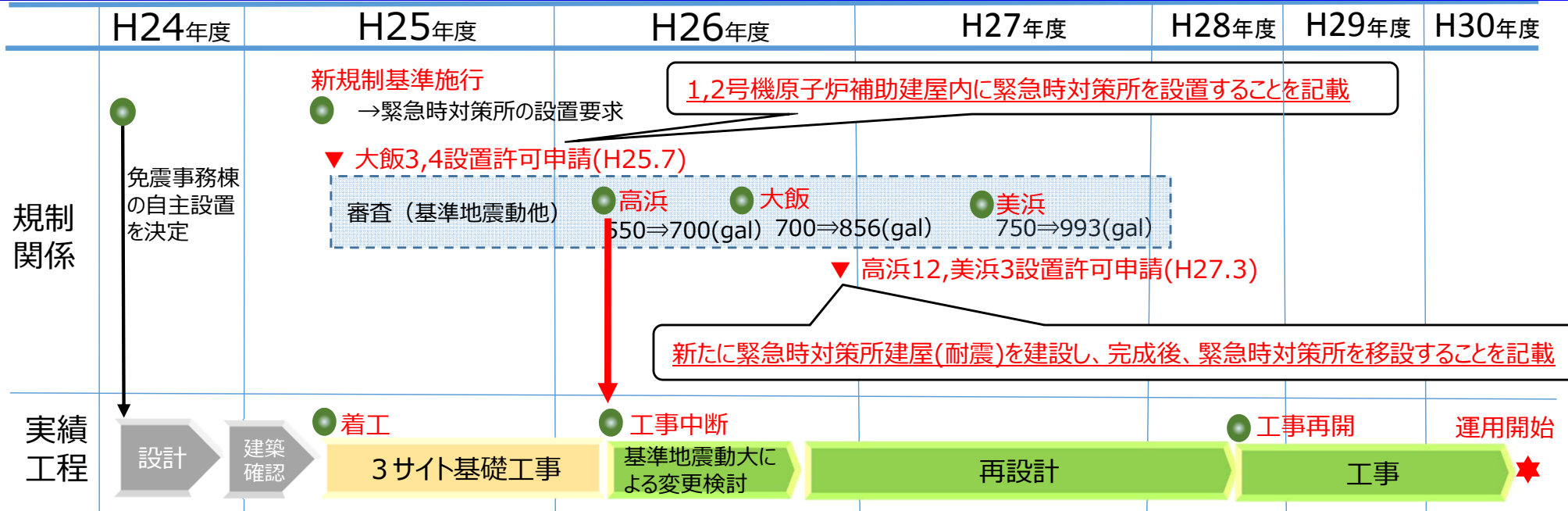
	本体施設の 工事計画認可	設置期限	手続き・審査状況
美浜3号機	H28.10.26	H33.10.25	・原子炉設置変更許可申請準備中。
高浜1,2号機	H28.6.10	H33.6.9	・H28.12.22に原子炉設置変更許可申請を行い、審査中。
高浜3,4号機	3号機：H27. 8.4 4号機：H27.10.9	3号機：H32. 8.3 4号機：H32.10.8	・H28.9.21に原子炉設置変更許可。 ・H29.4.26に工事計画認可申請を行い、審査中。 ・敷地造成中。
大飯3,4号機	H29.8.25	H34.8.24	・原子炉設置変更許可申請準備中。

参 考

緊急時対策所・免震事務棟設置計画の経緯

参考

1



当初設計 (H24.5)

- 自主的安全対策
- 一般事務所（一般建築物並）の耐震性に余裕を加味した免震建屋、および一般汎用機器で設計。

規制要求化 (H25.7)

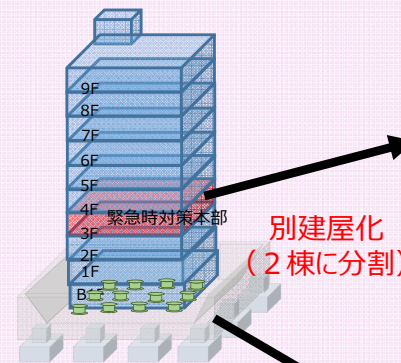
- 基準地震動の見直し（三連動、断層深さ、不確かさ等）
- 長周期地震動の影響評価
- 他社でも既(新)設免震棟は規制対象外の扱いとし、耐震の緊対所を新設

設計変更

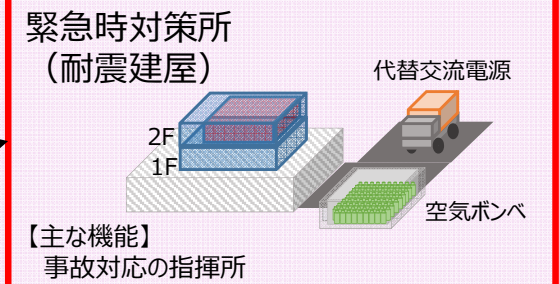
- 審査長期化リスクを排除し、早期に審査での合意形成を得るため、**緊急時対策所は審査実績のある耐震構造。**
- **自主的取り組みとして**事故時の支援のため、緊急時対策所の機能を除いた**免震事務棟を併設。**

緊急時対策所(免震事務棟)見直し(H27.3)前後イメージ

【見直し前】



【見直し後】



免震事務棟 (免震建屋)

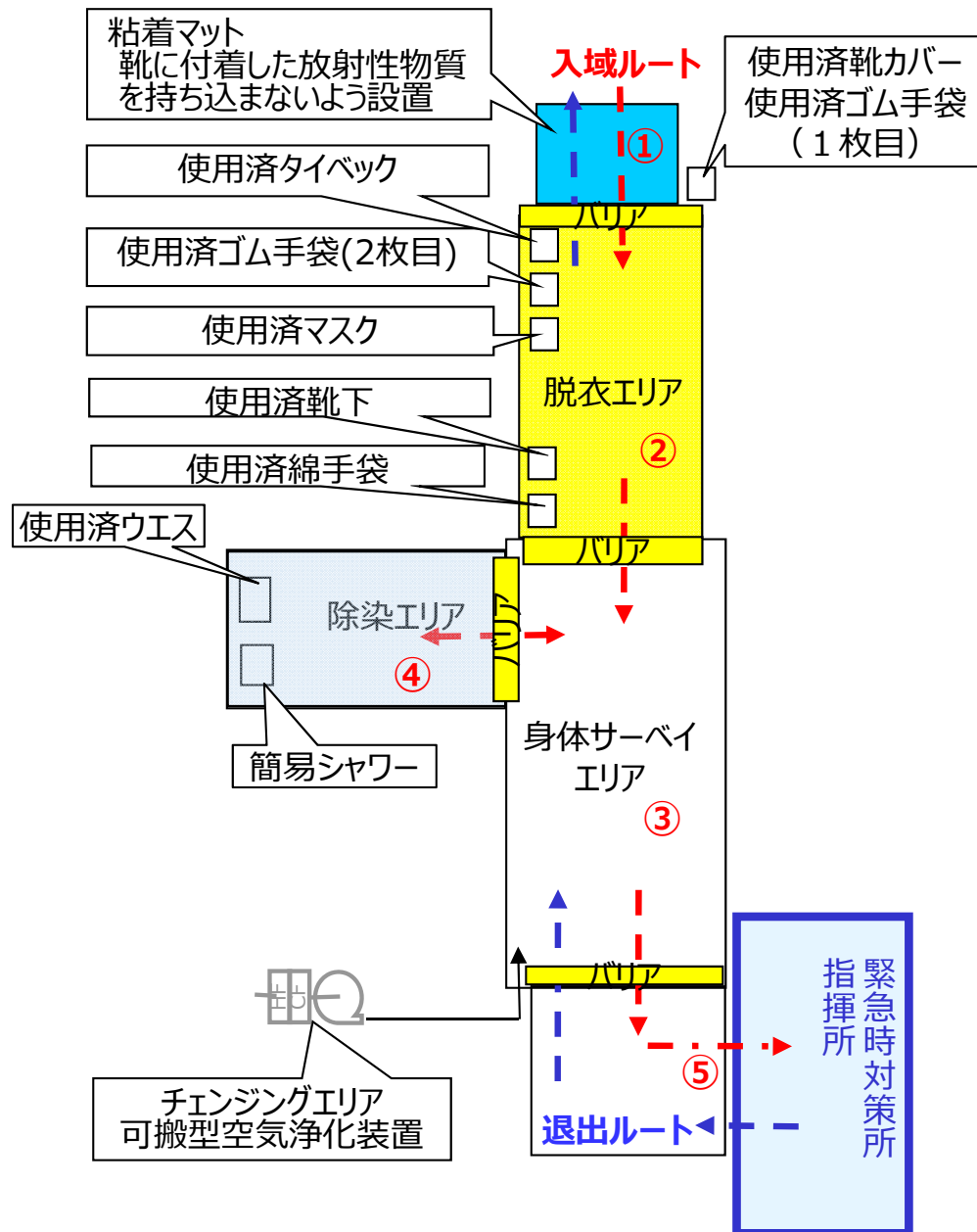
【主な機能】
事故対応の指揮所
宿直施設
事故対応支援

【主な機能】
宿直施設
事故対応支援

□ 規制要求

【イメージ】

1,2号機原子炉補助建屋



【現場から緊急時対策所指揮所への入域手順】

- ① 放射性物質で汚染したエリアから緊急時対策所指揮所へ入域する要員は、「脱衣エリア」の手前で、靴カバー、ゴム手袋(1枚目)を外す。
- ② 「脱衣エリア」に入り、タイベック、ゴム手袋(2枚目)等の防保護具類を外す。
- ③ 「身体サーベイエリア」に入り、身体サーベイを実施し、異常がなければ「緊急時対策所指揮所」へ移動。
- ④ ③の身体サーベイの結果、汚染が確認された場合は、「除染エリア」で除染を行い、再度、身体サーベイを実施。
- ⑤ 「緊急時対策所指揮所」に入域

前回再稼動時(H24.7)：3,4号機中央制御室横からの相違点：
現状の1,2号機原子炉補助建屋にある緊急時対策所指揮所用のチェンジングエリアについては、恒設化（空気で膨らむ骨格タイプ）予定

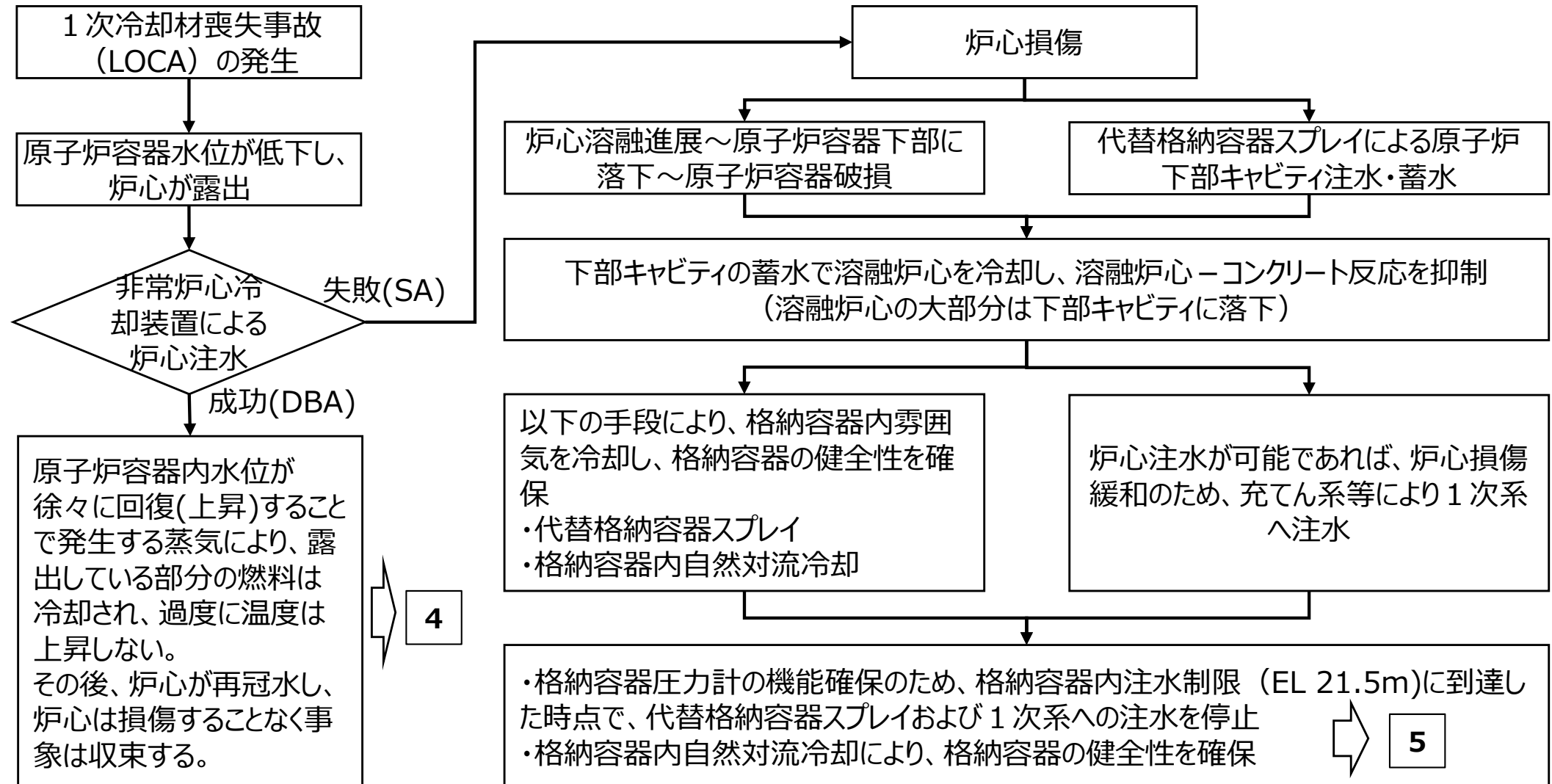
重大事故（シビアアクシデント）対策(1/3)

参考

3

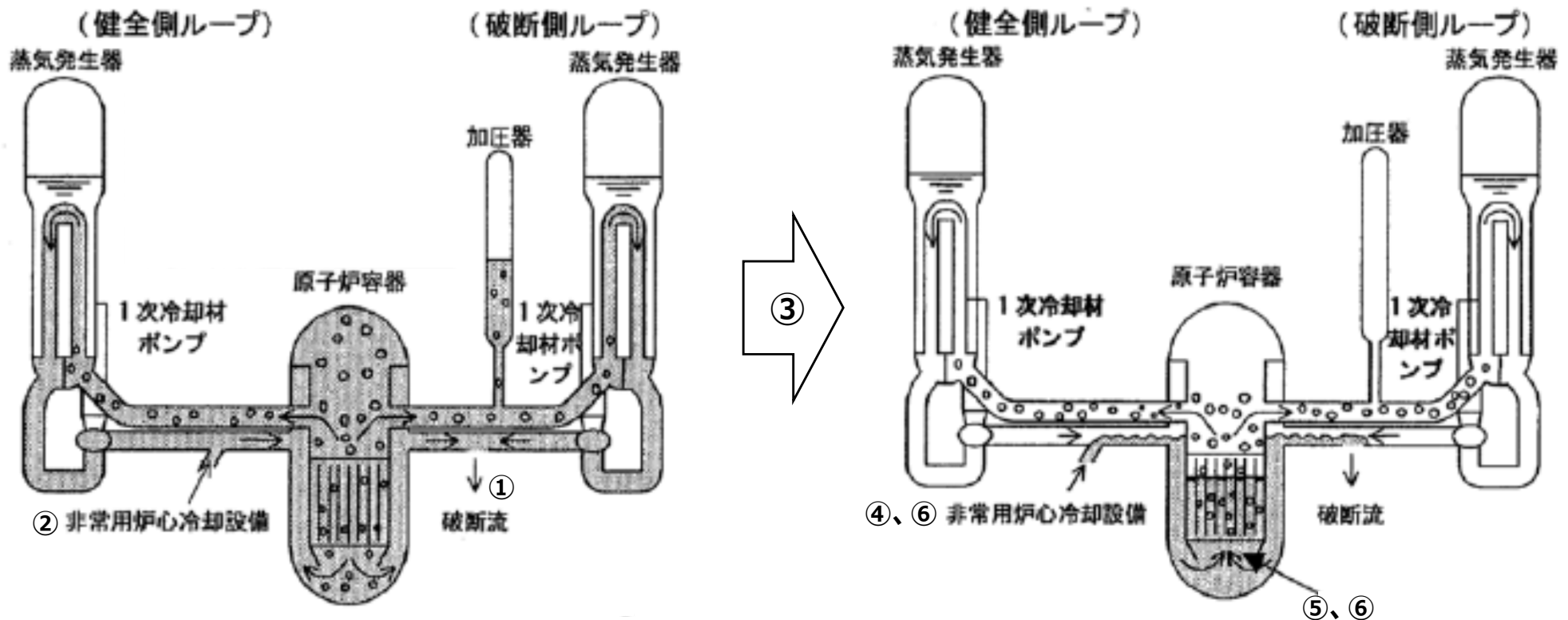
これまでの規制では、設計基準に基づく事象（DBA）に対する対策を講じていたが、新規規制基準では新たに重大事故（シビアアクシデント：SA）対策を要求しており、大飯3，4号機においても各種対策を講じている。

例）1次冷却材喪失事故（LOCA）発生時の炉心冷却と格納容器健全性確保

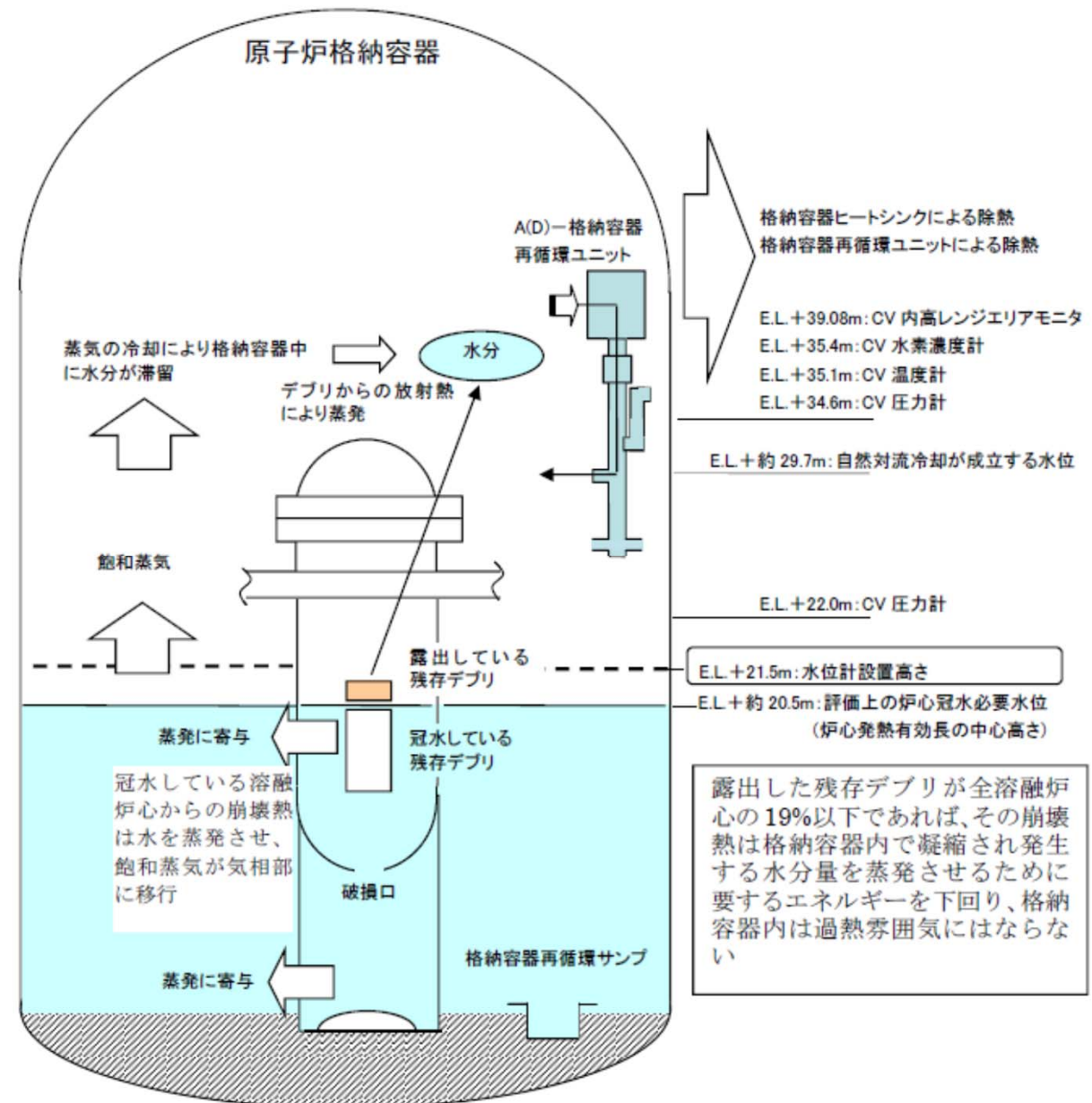
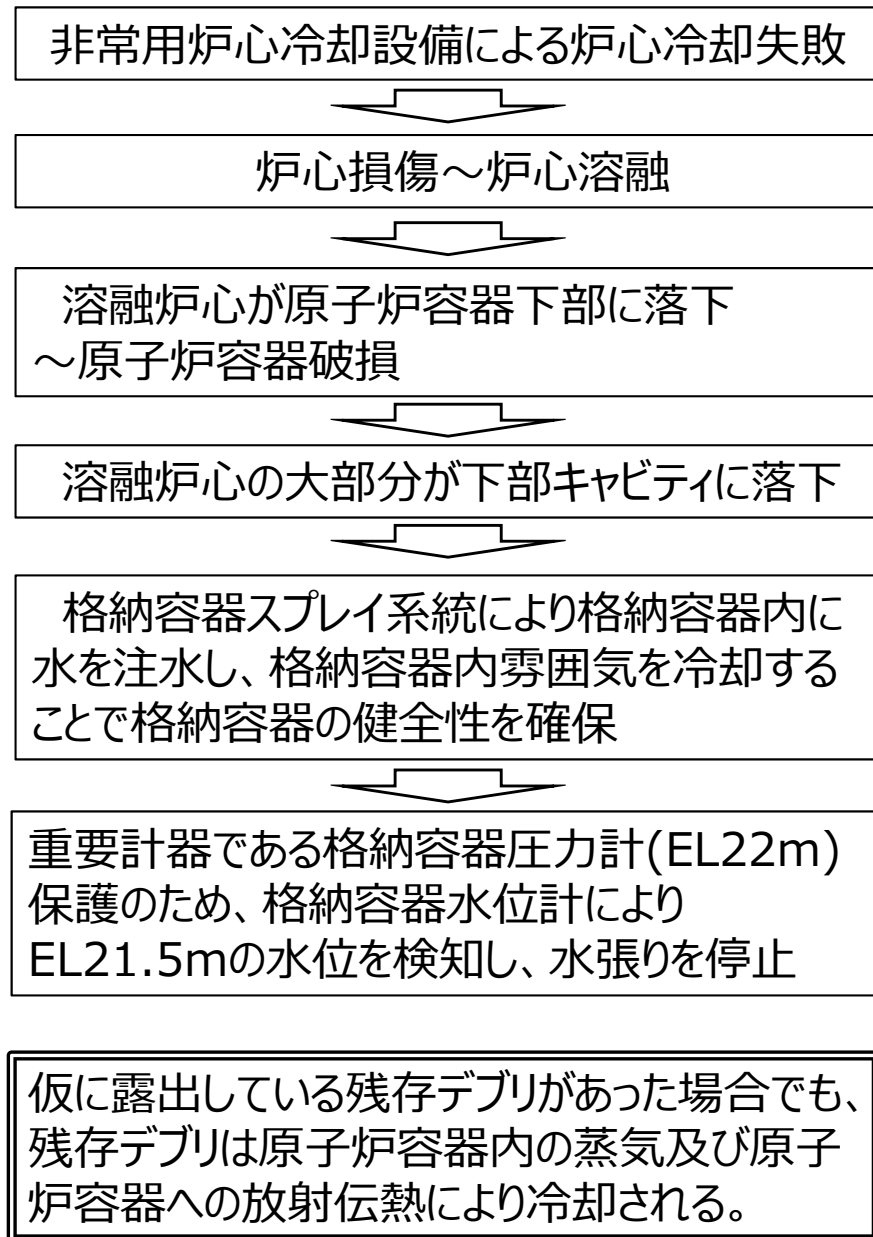


【非常用炉心冷却設備による炉心冷却成功時の挙動例】

- ①低温側配管で破断が発生した場合、原子炉圧力が低下し、保有水量が減少
- ②「原子炉圧力低」により原子炉停止、「原子炉格納容器圧力高」により非常用炉心冷却設備作動
- ③保有水量の減少により破断箇所からの漏えいが停止、原子炉容器内水位低下による炉心露出
- ④非常用炉心冷却設備（高圧注入系、低圧注入系）による注水開始
- ⑤注水により原子炉容器内水位が徐々に回復、発生する蒸気により露出部分の燃料が冷却
- ⑥炉心再冠水、再循環による長期冷却



【非常用炉心冷却設備による炉心冷却失敗時の対応】

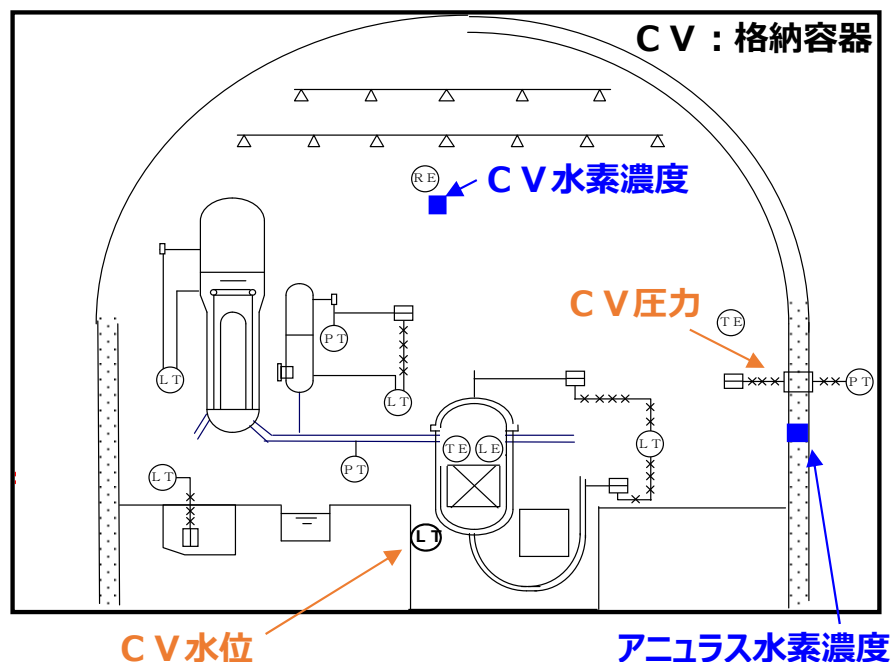


重要なパラメータ（格納容器（C/V）水素濃度、圧力、水位）について、過酷事故条件下における更なる信頼性向上を目的として、計装システムの開発、実用化に向けた検証を実施している。

■ 研究状況

- 過酷事故用計装システムに関する研究では、東電福島第一原子力発電所事故の教訓から抽出されたパラメータであるC/V水素濃度、C/V圧力、C/V水位を計測する耐環境性を向上させた検出器の開発が平成26年度で完了。
- 開発が完了した検出器について、特定重大事故等対処施設の設計条件を考慮し、実機への適用を視野に実証試験等を進めている。

■ 研究概要



■スケジュール

■スケジュール (年度)

項目	H26	H27	H28	H29	H30	H31
開発						
実証試験等						

実機向製作開始

過酷事故用計装システムの強化（追加設置）

参考

7

大飯3,4号機の過酷事故時に必要となるプラントパラメータ（重大事故等対処設備）の強化（追設）状況は以下のとおり。

S Aパラメータ	福島事故後に追加等	可搬型	更なる信頼性 向上対策	補 足
原子炉水位	○（新設）			新規設置
恒設代替低圧注水ポンプ出口流量 積算	○（新設）			新規設置
格納容器スプレイ流量積算	○（新設）			新規設置
格納容器広域圧力／広域圧力 （A M用）	○（追設）		○	耐環境性向上のため検出方式を変更 （ベローズ式→歪みゲージ）
原子炉格納容器水位／原子炉下部 キャビティ	○（新設）		○	測定範囲拡大のため検出方式を変更 （電極式→熱電対式）
格納容器内水素濃度	○（耐震）	○	○	耐環境性向上のため検出方式を変更 （熱伝導式→固体電解質式または接触 燃焼式）
原子炉補機冷却水サージタンク加圧 ライン圧力		○		
格納容器再循環ユニット入口／出口 温度（S A）		○		
使用済燃料ピット水位（A M用）	○（新設）			新規設置
使用済燃料ピット温度（A M用）	○（新設）			新規設置

高浜1,2号機 主な安全性向上対策工事の実施状況について

参考

8

工事件名	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度	H32年度
格納容器上部遮蔽設置工事	H29.2 (※)	現時点 既設コンクリート壁の補強、トップドームの設置など (※) 2号機クレーン倒壊により準備作業を中断 (1/20～4/12) 4/13より準備作業を再開し、6/29より本工事開始		H31.8 (1号機) (2号機はH31.11)	
燃料取替用水タンク取替工事	H28.9 既設タンクの撤去	新タンクの製作、基礎コンクリート 補強など		新タンクの設置 H31.8 タンク廻り竜巻防護壁設置など	
火災防護対策工事	H28.9 難燃ケーブルへの引替、防火シート施工、火災感知設備など		中央制御室下ケーブル引替	H31.8	
海水取水設備移設工事 (2号機のみ)		H29.6 岩盤内トンネル掘削、配管設置など		H32.3 海水取水エリア竜巻防護壁設置など	
中央制御盤取替工事			H30.4 既設制御盤撤去、新制御盤設置など	H31.8	

実績

美浜 3 号機 主な安全性向上対策工事の実施状況について

参考

9

工事件名	H29年			H30年				H31年				H32年
	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1
使用済燃料ピットラック取替工事		現時点		H30.2								H32.1
				既設ラックの撤去、新ラック（フリースタANDINGラック）設置など								
使用済燃料ピット補強工事		H29.8							H31.4			
				鉄筋コンクリート造の床および鋼管杭を打設など								
炉内構造物取替工事										H31.9		H32.1
										炉内構造物取替		
中央制御盤取替工事						H30.9				H31.10		
						旧制御盤撤去、新制御盤設置など						
火災防護対策工事		H29.10										H32.1
				難燃ケーブルへの引替、防火シート施工、火災感知設備、消火設備設置など								
その他の大型工事	H29.6											H32.1
○防潮堤設置工事				現地工事								
○外部遮へい壁耐震補強工事		H29.9										H32.1
				現地工事								
○原子炉格納容器に係る耐震裕度向上工事	H29.6										H31.9	
				現地工事								

実績