

これまでの委員会等において
事業者から提出された資料

大飯3, 4号機 安全性向上対策工事の概要

地震



○発電所周辺の断層の連動性等について、詳細な調査を実施。

保守的に連動性等を評価し、地震想定を引上げ。
(基準地震動Ss:856ガル)

必要箇所には、耐震補強等を実施。

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

6 外部電源 (既設5回線) ※1 使用できない場合に備え

7 非常用ディーゼル発電機 (既設) [4台/2ユニット]

8 空冷式非常用発電装置 [4台/2ユニット]

9 電源車 [5台/2ユニット]

冷却機能の強化

○海水取水手段の多様化

10 海水ポンプモーター予備品 [2台/2ユニット]

11 大容量ポンプ [3台/2ユニット] ※2

○蒸気発生器の冷却手段の多様化

12 電動補助給水ポンプ・タービン動補助給水ポンプ (既設)

13 中圧ポンプ [2台/2ユニット] (当社の自主的な安全対策)

14 可搬式代替低圧注水ポンプ [5台/2ユニット] ※3

15 恒設代替低圧注水ポンプ [2台/2ユニット]

○炉心の直接冷却手段の多様化

・非常用炉心冷却設備 (既設)

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

A 放水砲 (大気拡散抑制) [3台/2ユニット]

B 大容量ポンプ (放水砲専用) [2台/2ユニット]

C シルトフェンス (海洋拡散抑制)

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。

3

ハロン消火剤ノズル

スプリンクラー

耐火シート

火災検知器

ケーブルトレイへの耐火シートの設置

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。

5

鋼鉄製の金網で飛来物のエネルギーを吸収

鋼板で貫通を阻止

格納容器の水素爆発防止対策

16 静的触媒式水素再結合装置 (PAR) [5台/ユニット]

17 原子炉格納容器水素燃焼装置 (イグナイタ) [1.4台/ユニット]

【図はイメージ】

: 前回再稼動(H24.7)後に実施、配備、増台等

※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

設備対策

大飯3, 4号機 外部電源喪失時の電源確保 (交流電源)

<設計基準事故対処設備>



外部電源
(5回線)

外部電源
喪失時

非常用
ディーゼル発電機
(2台/1ユニット)

使用できない
場合に備え

<重大事故等対処設備>

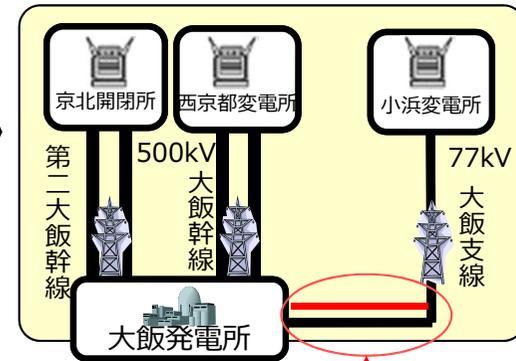
空冷式
非常用発電装置
(2台/1ユニット)

更なるバック
アップ

号機間電力融通ケーブル
(3号機~4号機)
(1組+予備1組)

更なるバック
アップ

電源車
(2台/1ユニット+予備1台/2ユニット)



<外部電源ラインの追加>

3,4号機に電源供給できるよう、77kV
供給ラインを追設(これまでは1,2号機
のみ電源を供給) H26.3完了

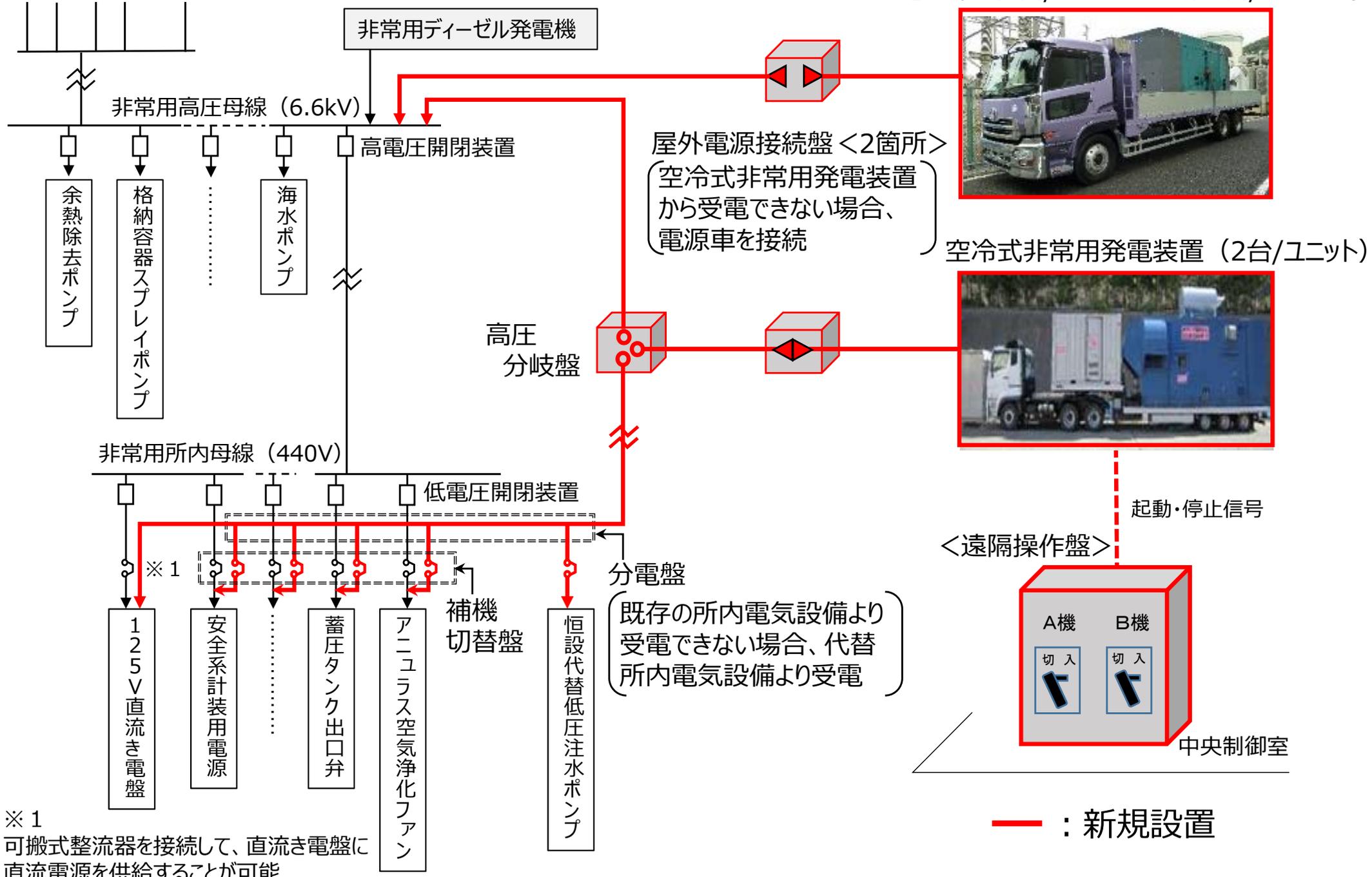


[- - -]: 前回再稼動(H24.7)後に実施、配備

大飯3, 4号機 所内電源の構成

外部電源5回線 (500kV : 4回線、77kV : 1回線)

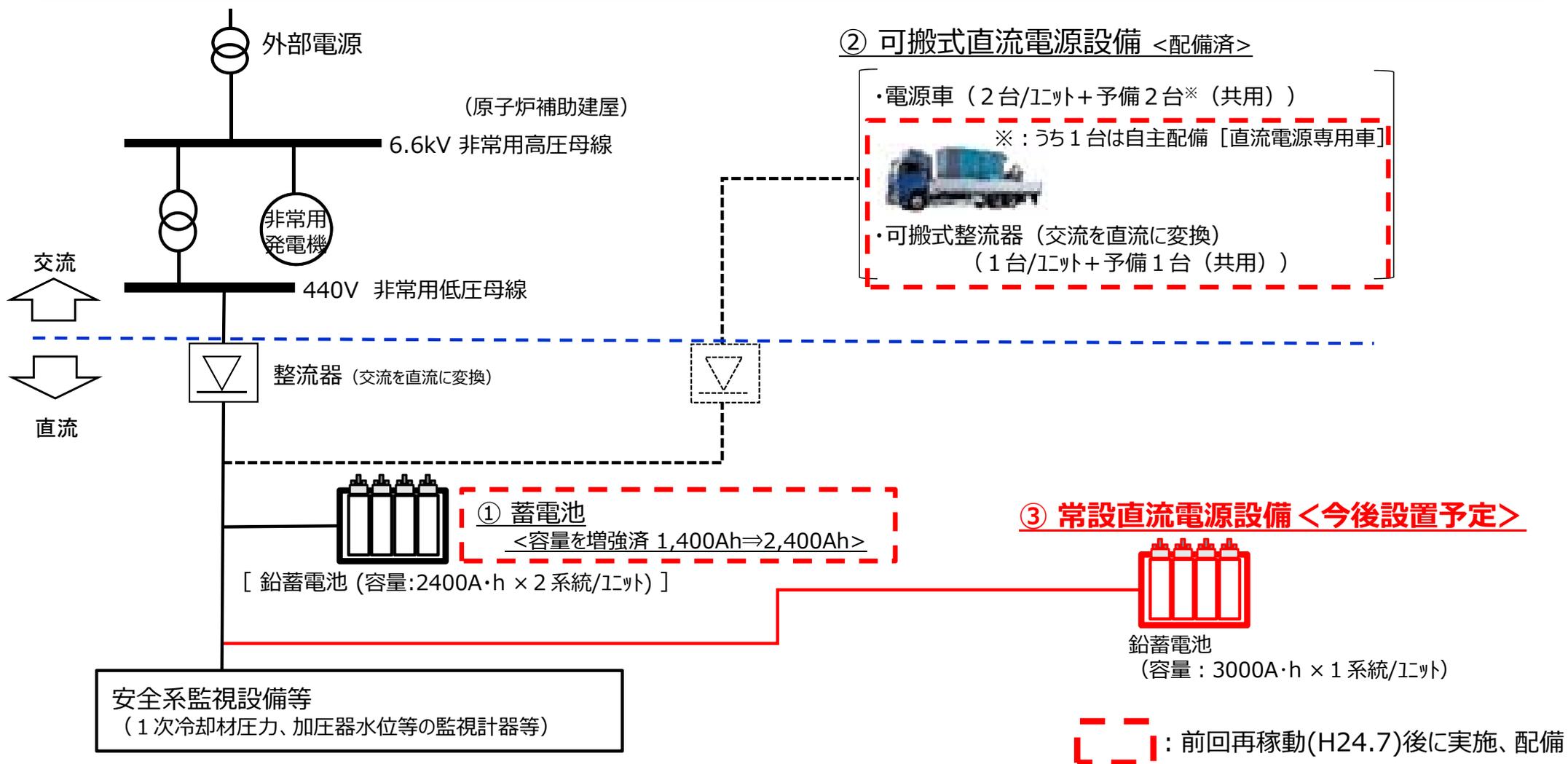
電源車 (2台/ユニット + 予備1台/2ユニット)



※1
可搬式整流器を接続して、直流き電盤に直流電源を供給することが可能

大飯3, 4号機 外部電源喪失時の電源確保 (直流電源)

- 大飯3,4号機再稼動以降、新規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。



大飯3, 4号機 電源確保対策に係る訓練の状況

緊急安全対策要員を対象として、電源確保対策として設置した電源設備に係る対応操作習熟訓練を実施。

◎高圧ケーブルの取扱訓練（1回／年）

【目的】

重大事故等が発生した場合には、遠隔操作により、空冷非常用発電装置を速やかに起動し、電源を確保。
また、高圧ケーブルの損傷により接続が出来ない場合等に備え、高圧ケーブルの取扱について訓練を実施。

なお、電源系統への接続においては、現地中継接続盤のコネクタ改良(ネジ込み式→押し込み式)や、中継接続盤を常時接続とし空冷式非常用発電装置の現地起動を中央制御室からの遠隔起動とするハード対策を実施してきており、更にソフト対策としてケーブルの取り扱い訓練を実施。

【手順】

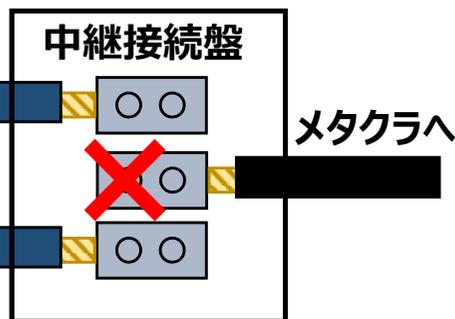
①ケーブル切断→②被覆剥ぎ, 端末加工→③ケーブル接続→④高圧防護

【実施結果】

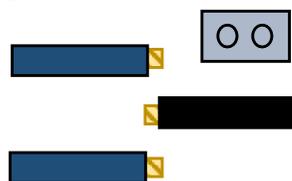
H28.9.7(水) 大飯発電所保守課員：6名ほか、訓練時間：約180分

【改善事項】

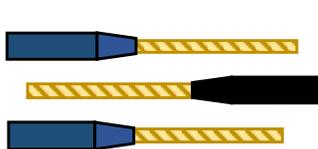
工具取扱の習熟を図るとともに、皮剥ぎ工具等を整備



①羽子板端子を切断



②端末加工

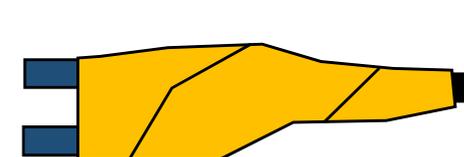


③ボルコン※にて接続



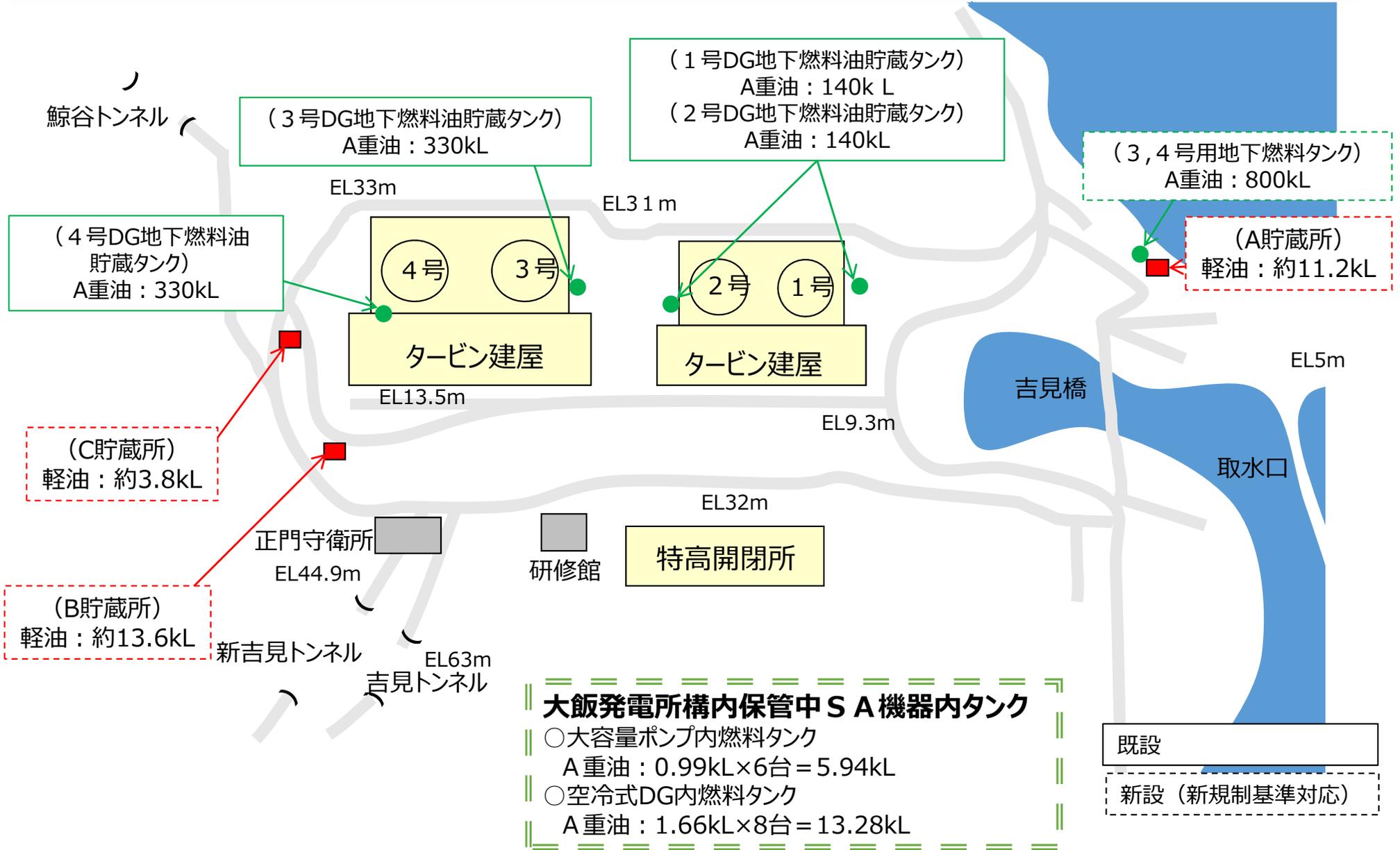
※：ボルト型コネクタ

④接続箇所を高圧絶縁シートで防護



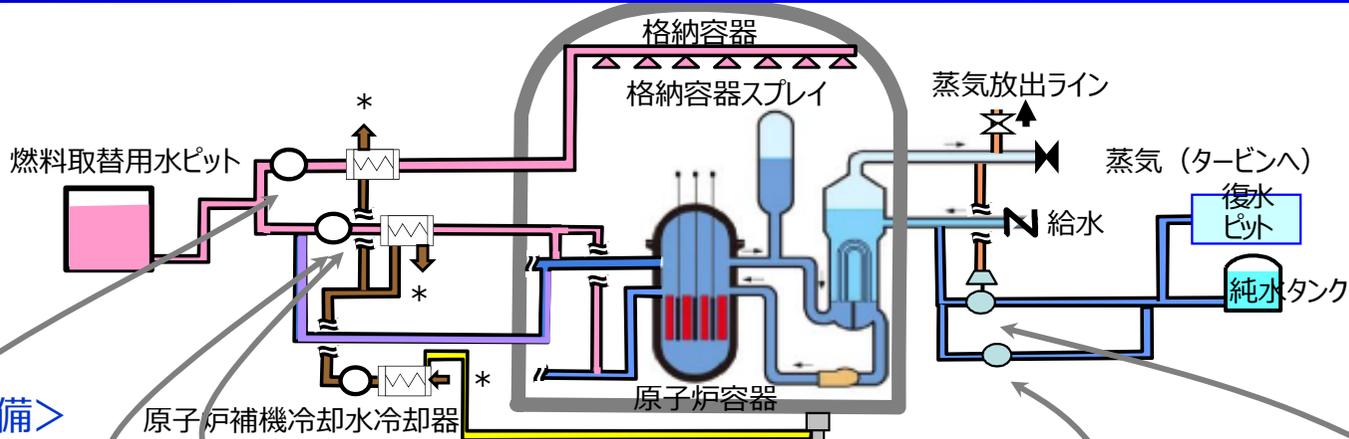
大飯発電所 事故時に必要な設備用の燃料備蓄状況

大飯発電所最大備蓄量 (軽油) : 約29 kL (A重油) : 約1,760 kL



大飯3, 4号機 重大事故等発生時の原子炉容器等への注水設備

： 前回再稼動 (H24.7) 後に実施、
配備、増台等



※： 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	高圧注入ポンプ	余熱除去ポンプ
1200m ³ /h 【2台/1ユニット】	320m ³ /h 【2台/1ユニット】	1020m ³ /h 【2台/1ユニット】

海水ポンプ
5300m ³ /h【3台/1ユニット】

電動補助給水ポンプ	タービン補助給水ポンプ
140m ³ /h【2台/1ユニット】	250m ³ /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

使用できない場合に備え

使用できない場合に備え

恒設代替低圧注水ポンプ
150m ³ /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)
150m ³ /h 【2台/1ユニット + 予備1台/2ユニット】

大容量ポンプ
1800m ³ /h 【2台/1ユニット + 予備1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
【1台/1ユニット】

中圧ポンプ	<多様性拡張設備※>
	50m ³ /h 【1台/1ユニット】
更なるバックアップ	
送水車	
	300m ³ /h 【2台/1ユニット + 予備1台/2ユニット】

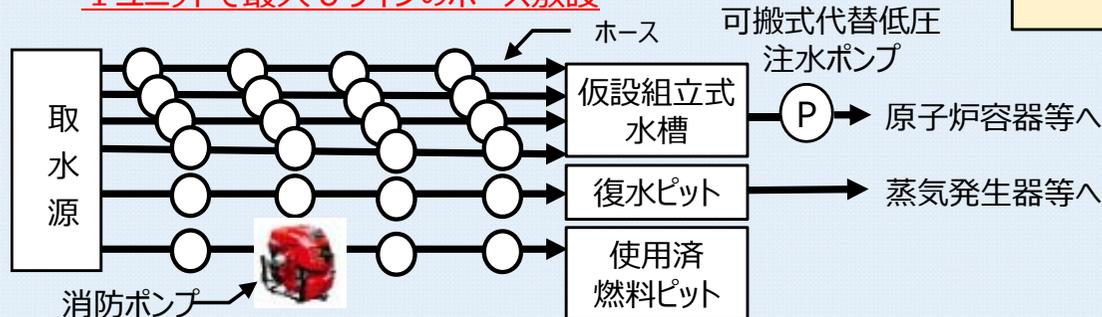
大飯3, 4号機 炉心等への海水注水方法の変更(送水車等の導入)

- 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



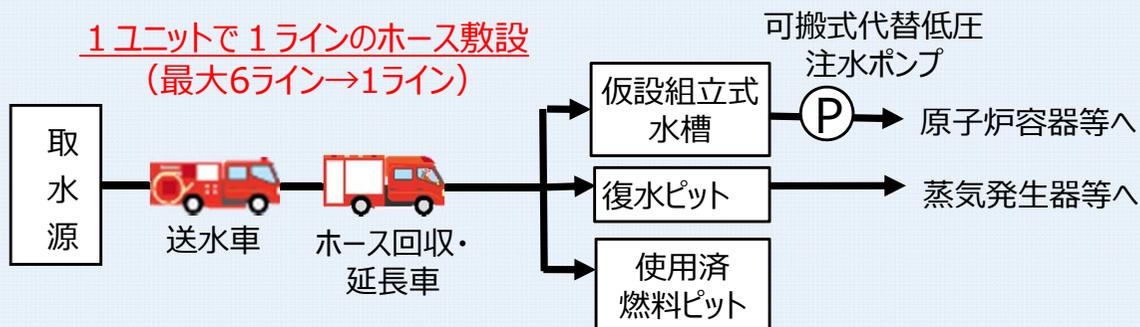
給水要員は、3,4号機で26名

<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

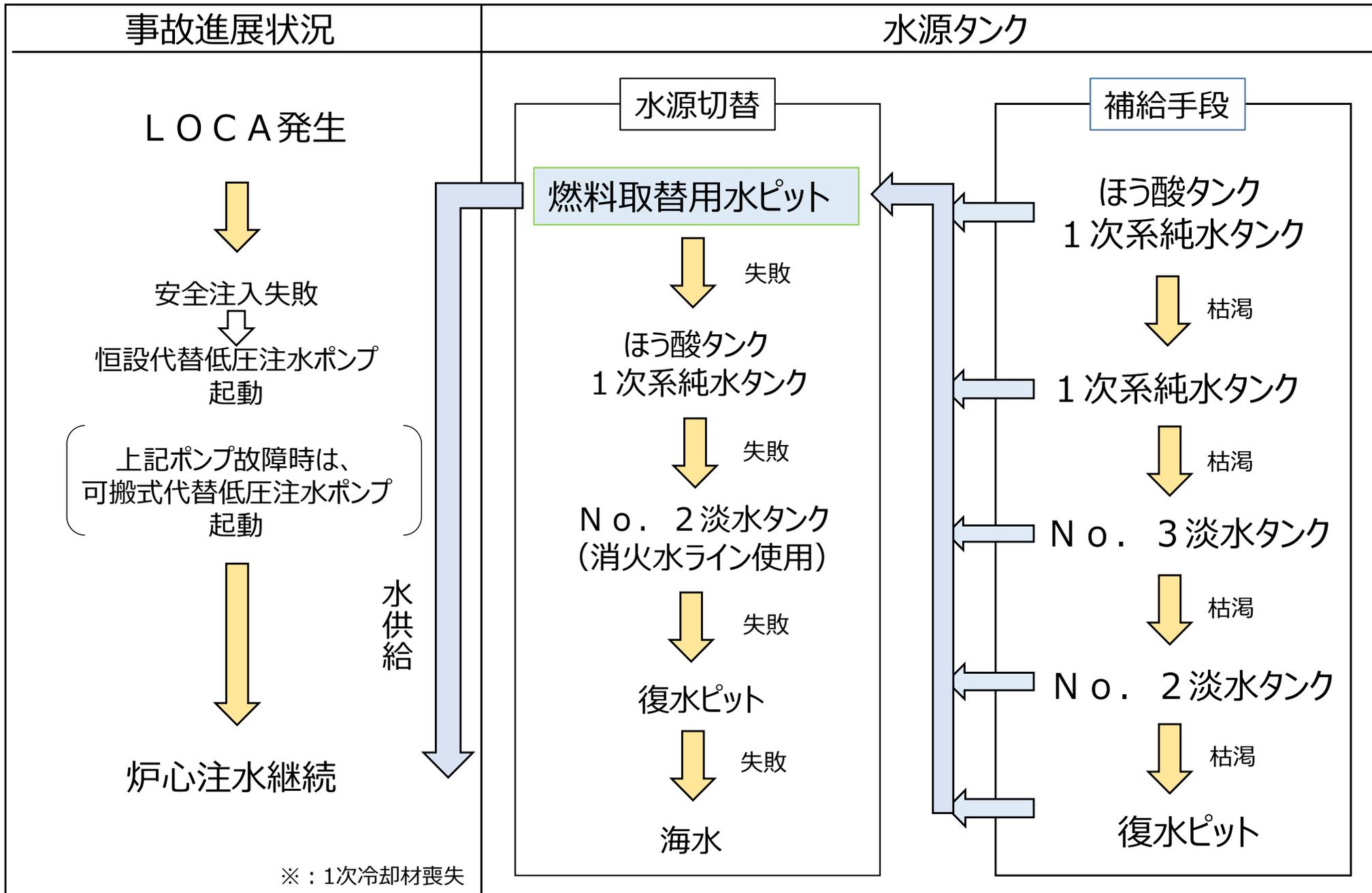
1ライン敷設 5名体制



(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

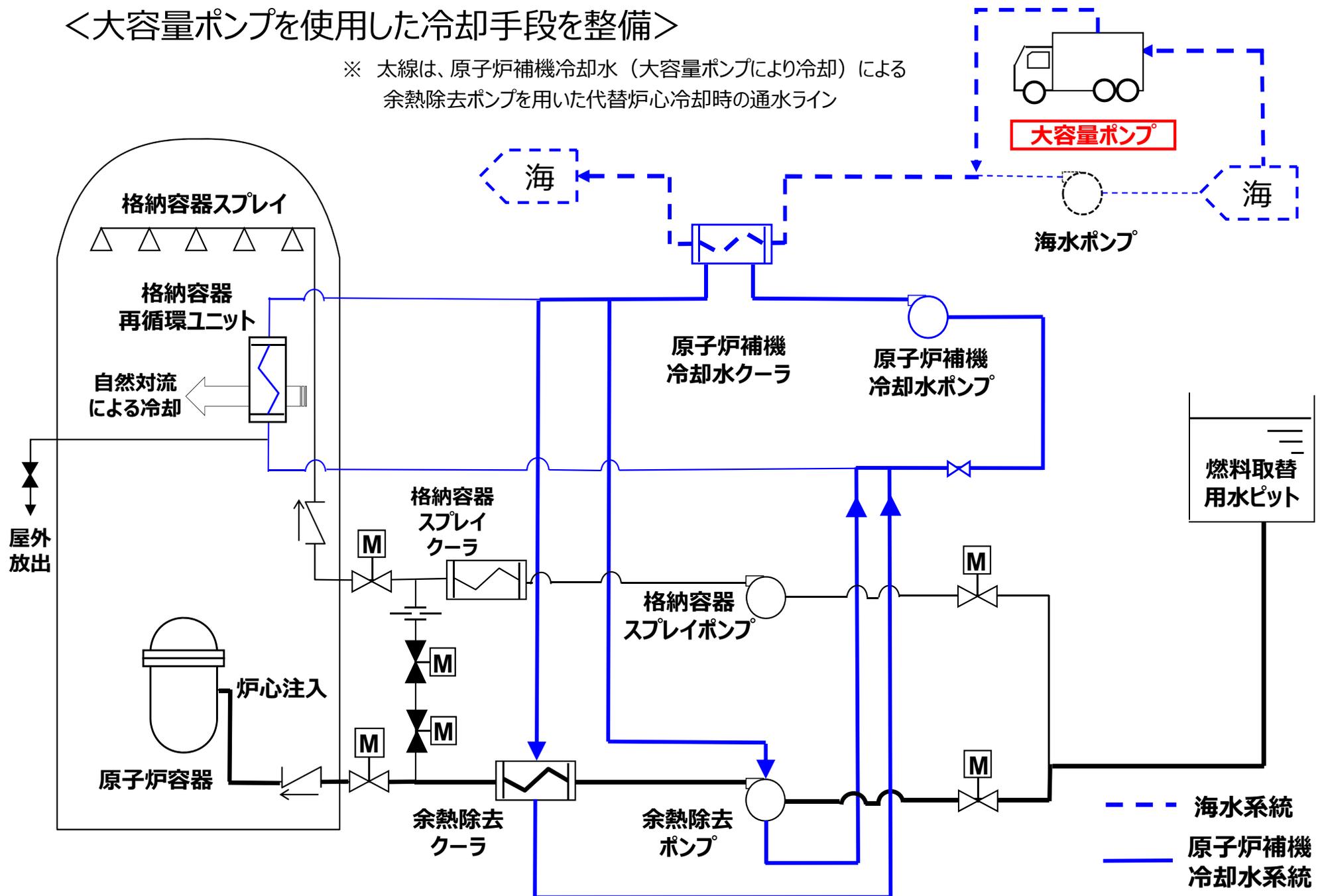
＜炉心注水の場合の各タンクの運用例：大LOCA※ + 安全注入失敗 + 格納容器スプレイ失敗＞



海水ポンプ機能喪失時における大容量ポンプによる代替炉心冷却手段

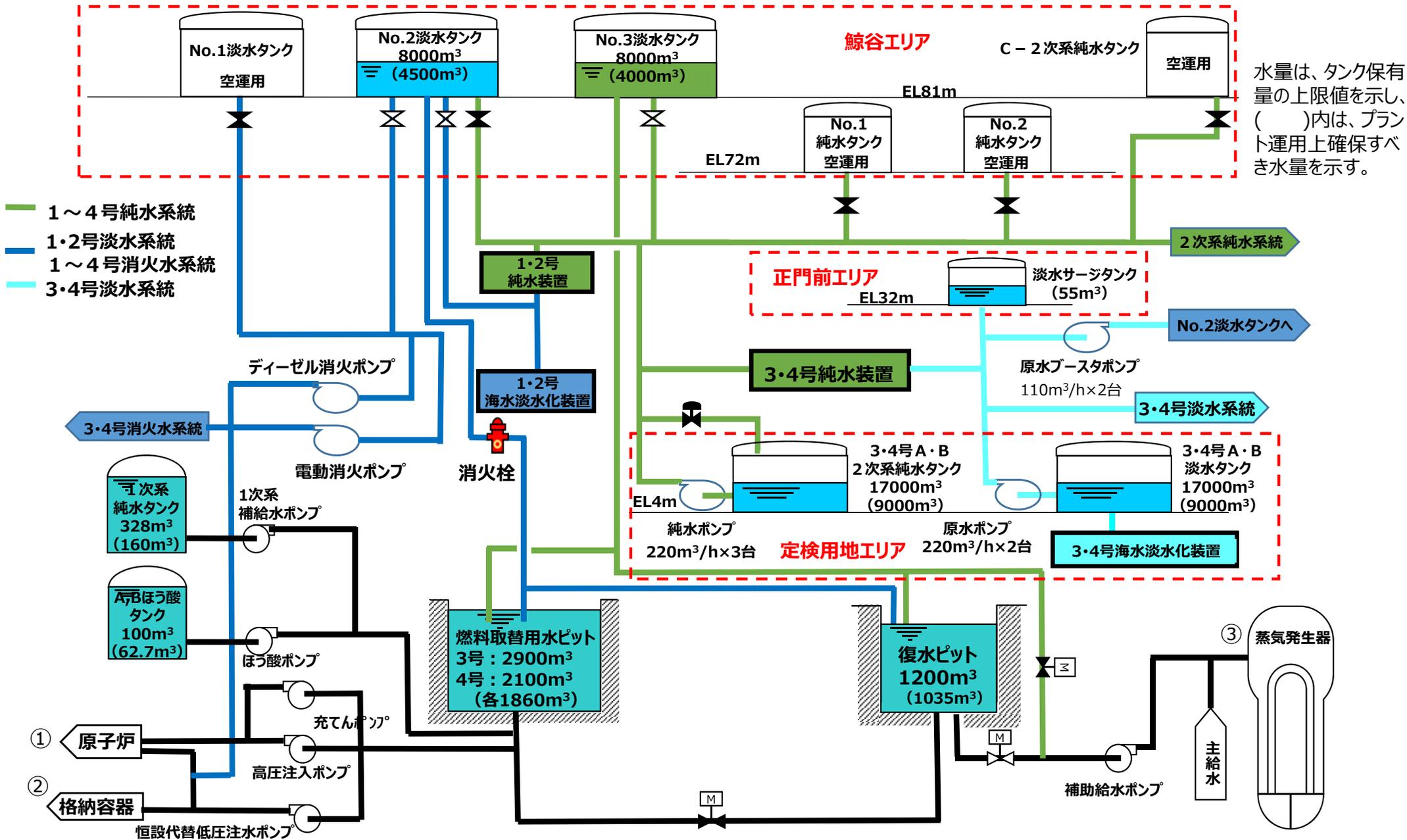
<大容量ポンプを使用した冷却手段を整備>

※ 太線は、原子炉補機冷却水（大容量ポンプにより冷却）による
余熱除去ポンプを用いた代替炉心冷却時の通水ライン



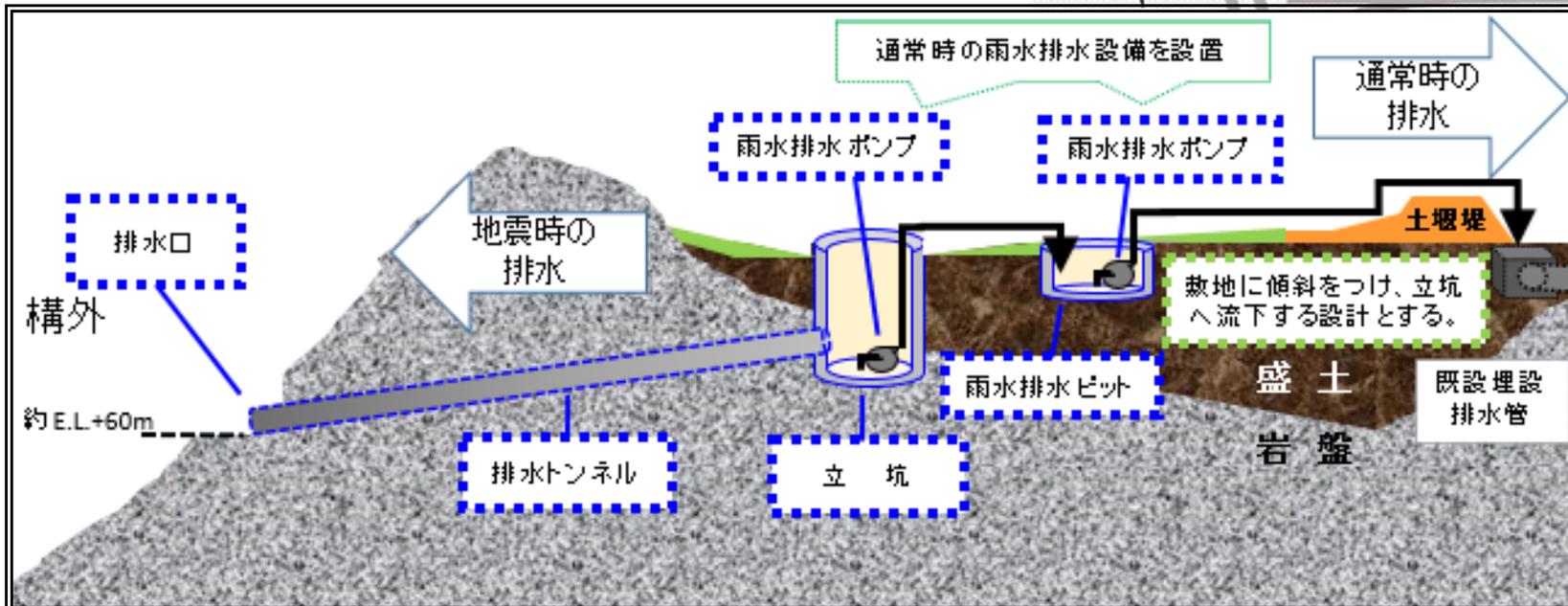
大飯3, 4号機 重大事故等対策における主なタンクの運用

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となる保有水を保有している。



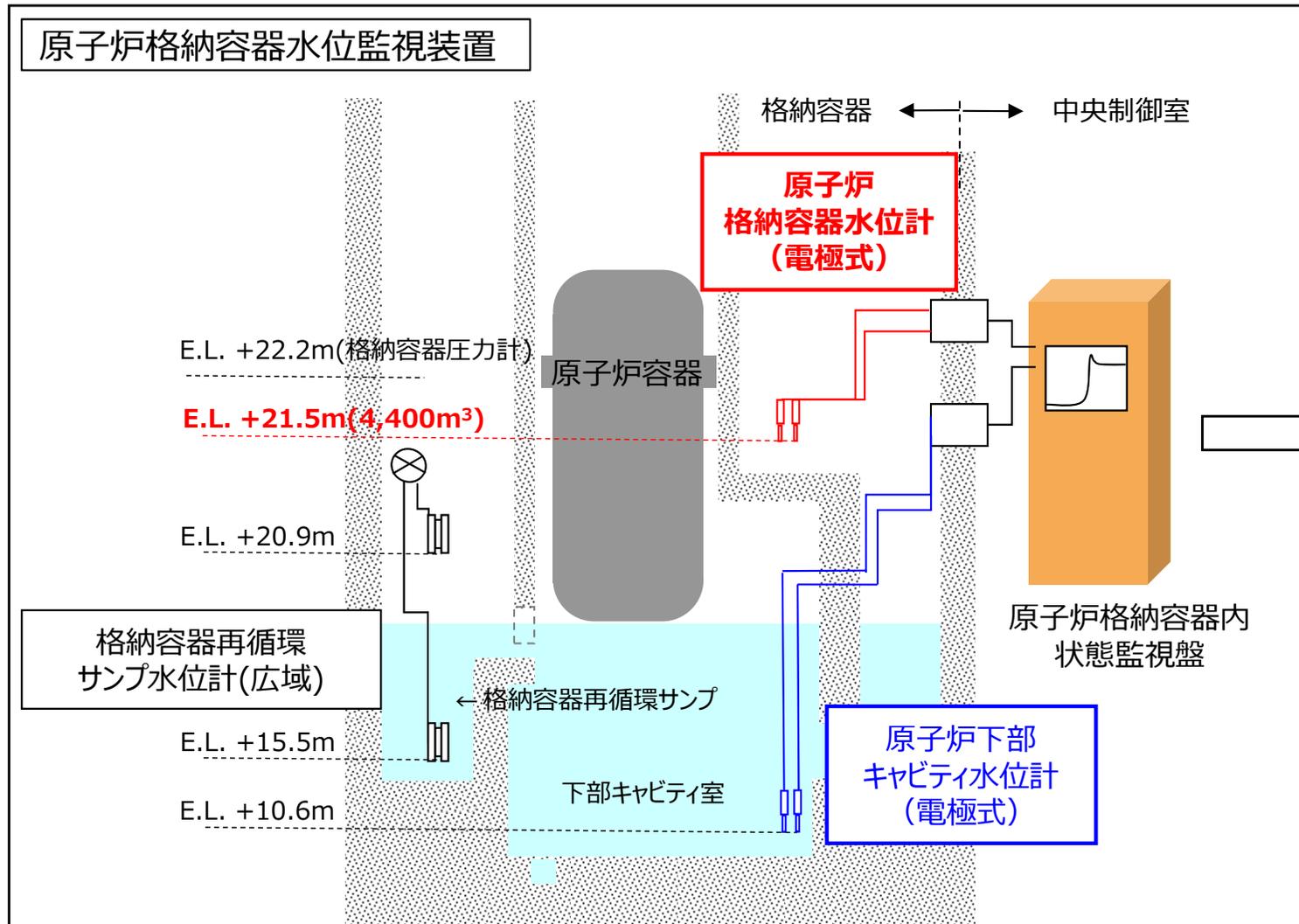
内部溢水対策

鯨谷タンクエリアに設置されている淡水タンクの接続配管が破損した場合の溢水対策として、耐震性を有する排水設備（立坑及び排水トンネル）を設置。



大飯3, 4号機 格納容器内水張り時の上限水位

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 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】

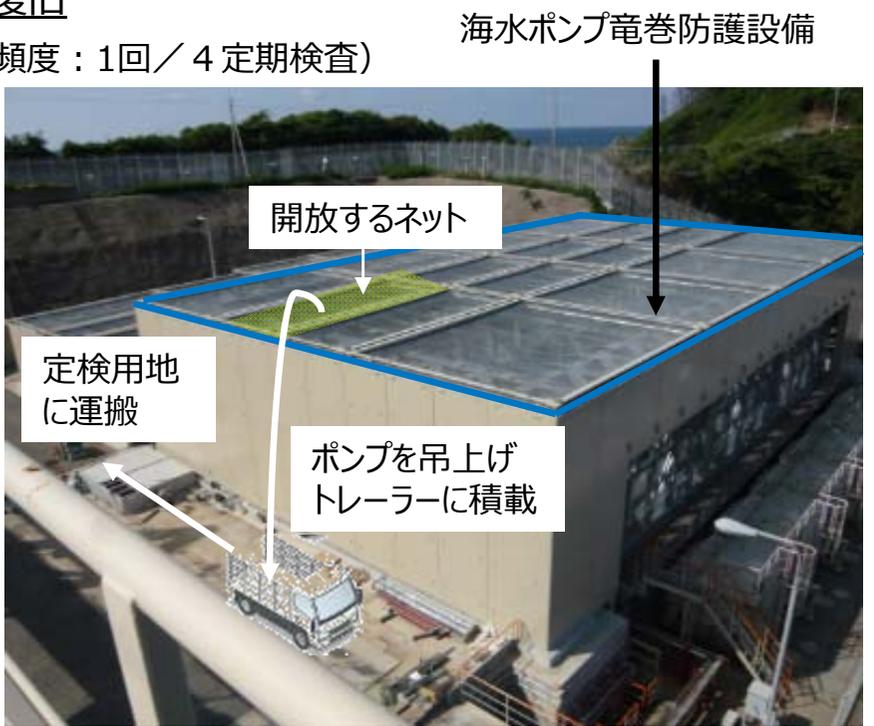
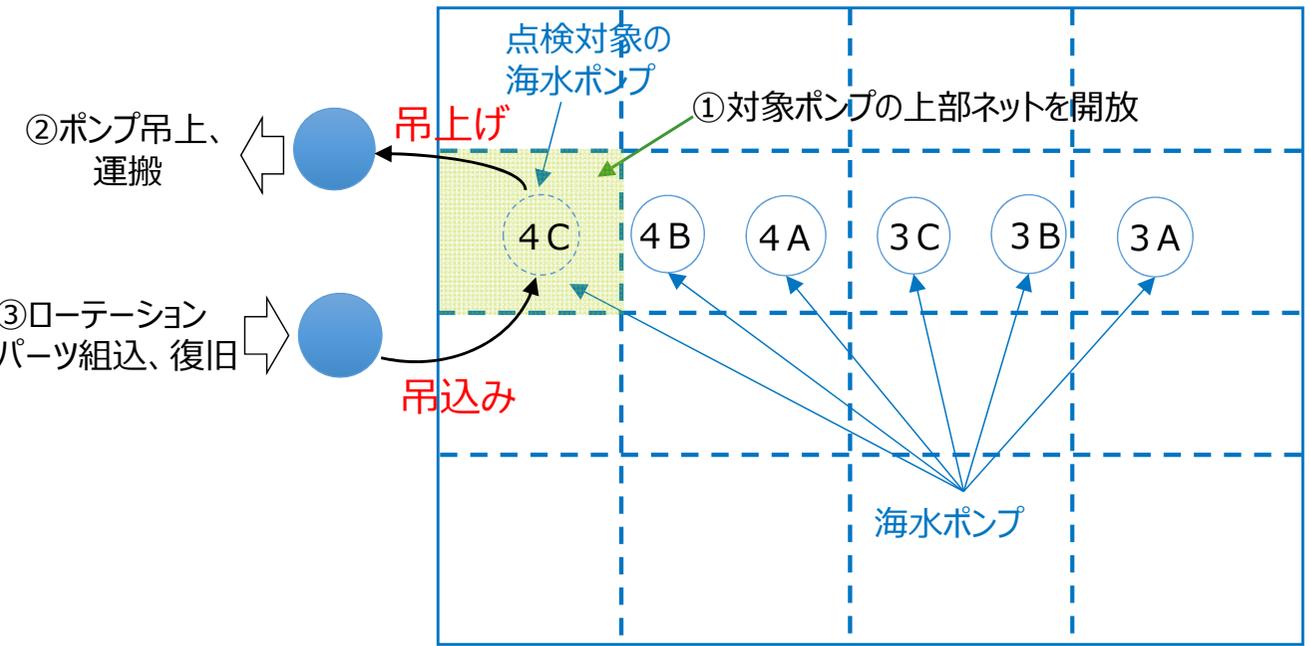
上部ネット(竜巻防護設備)取外し期間の短縮による竜巻に対するリスク低減を目的に、海水ポンプ部材（主軸、インペラ、揚水管等）一式を新規手配、余分に確保。（ローテーションパーツ）

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)

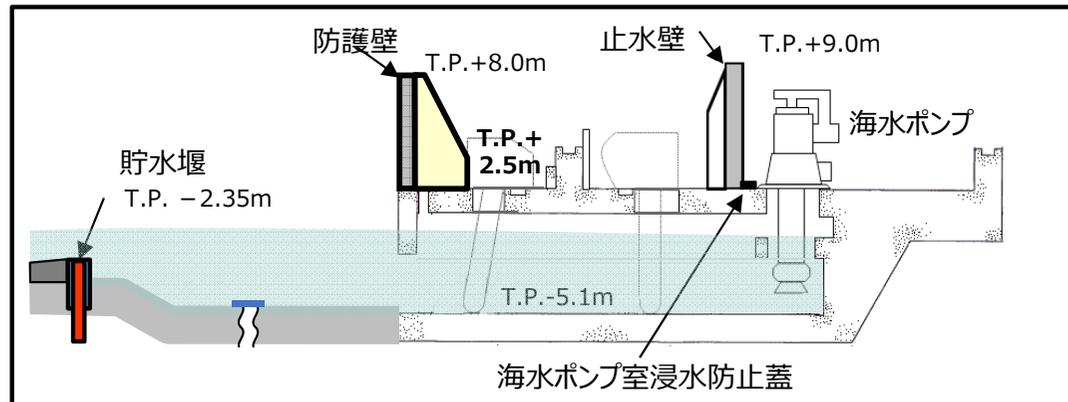


【上部ネット(竜巻防護設備)開放時の補償措置】

- 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

モータ本体は浸水高さ以上であり、影響なし

▽T.P.+4.65m(4号機)
モータ下端

現場操作箱

▽T.P.+6.4m(4号機)
操作箱下端

端子台

電源ケーブル

貫通部

メタクラ(電源)

浸水量を評価した浸水高さ

T.P.+2.55m

T.P.+2.5m

②浸水防止蓋(逆止弁付)

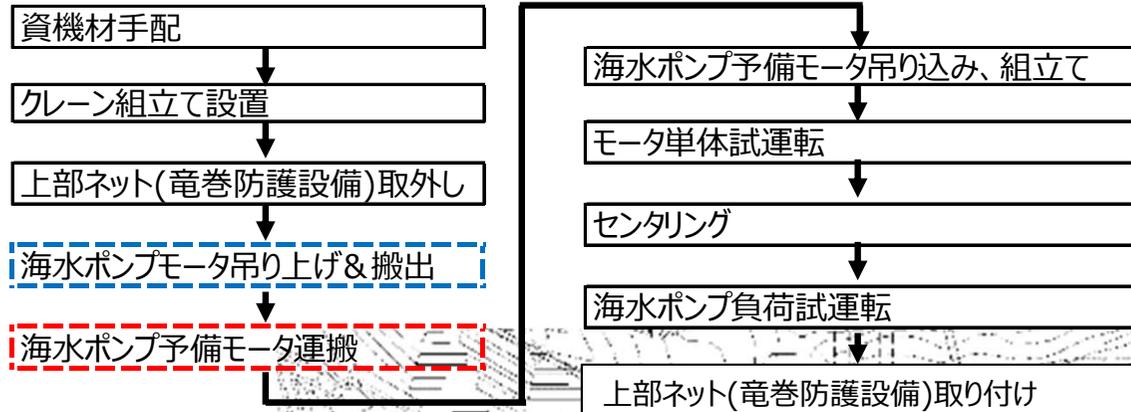
①グランドレン配管

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。（300 t クレーン発電所搬入後、約3日間での取替え可能）



【海水ポンプ予備モータ運搬訓練】

頻度：年1回

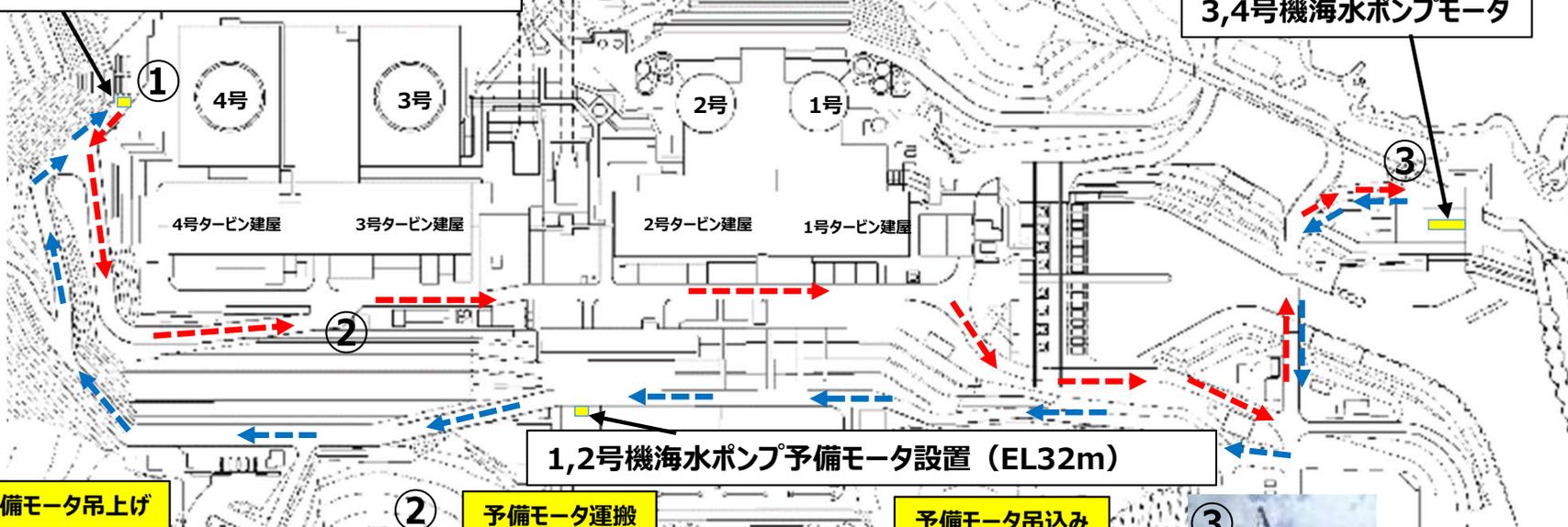
実績：H27年度 H28.2.15 (4号機予備モータ)

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

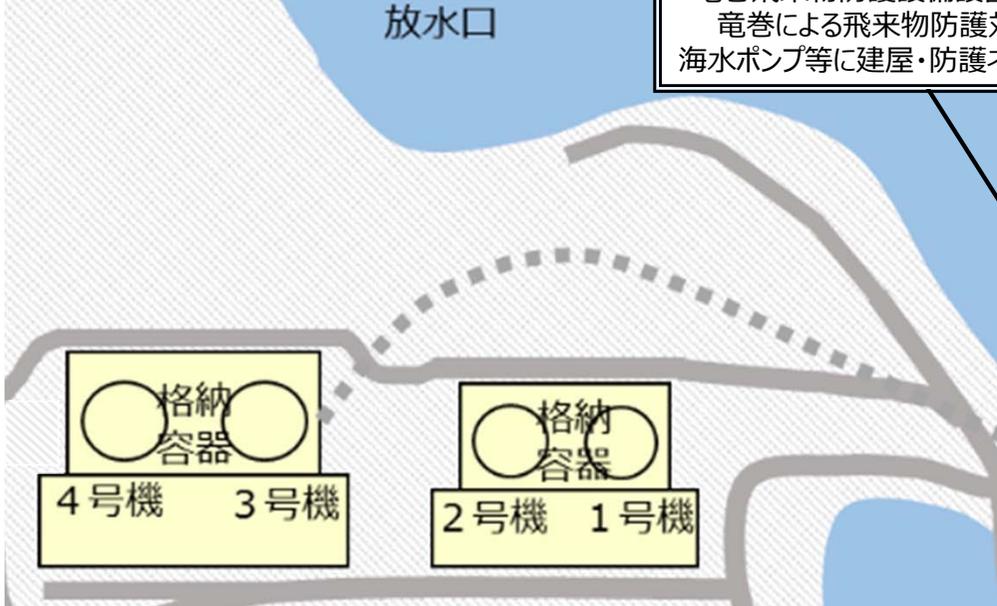


1,2号機海水ポンプ予備モータ設置 (EL32m)

【H29年度の訓練概要】



【大飯発電所構内配置図】



・竜巻飛来物防護設備設置工事
 竜巻による飛来物防護対策として、
 海水ポンプ等に建屋・防護ネットを設置。

(接続口位置の変更により期待できる効果)
 大容量ポンプ用ホースの接続口の位置を、竜巻防護建屋の中から外に変更したことにより、ホース接続に係る作業性が向上し、またホースの引き回し距離が短くなることにより、さらに作業時間が短縮できる。

竜巻飛来物防護対策設備の建屋 (以下、「竜巻防護建屋」) の設置に伴い、大容量ポンプ用ホースの接続口を、竜巻建屋の中から外に変更。

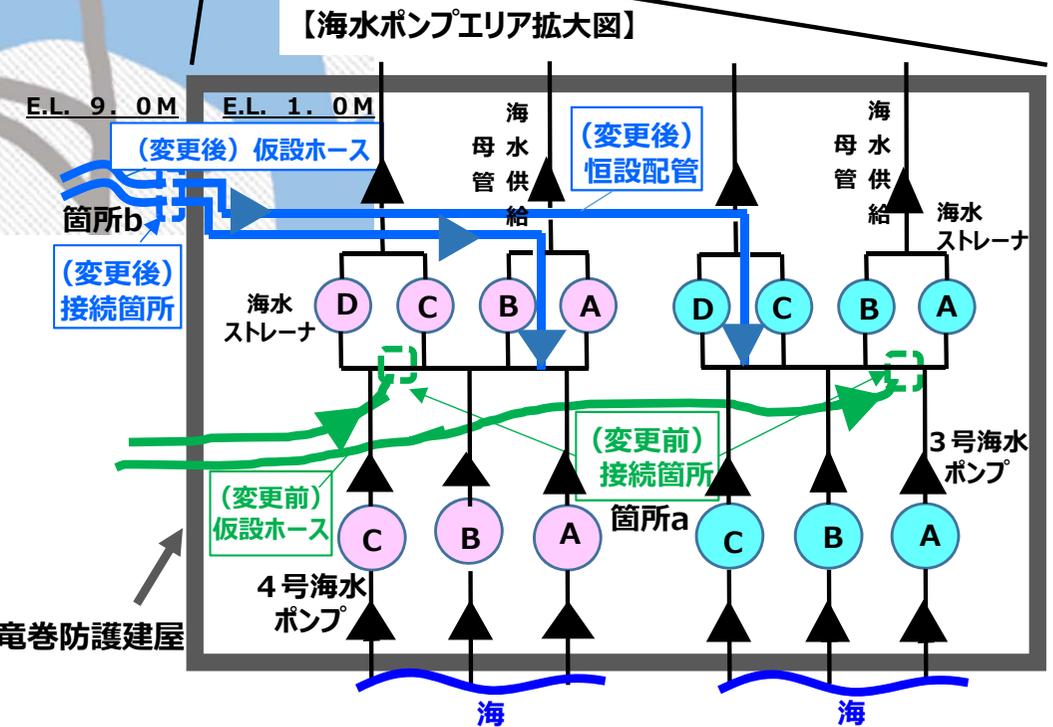
【接続口】

箇所a

変更

【大容量ポンプ】

箇所b



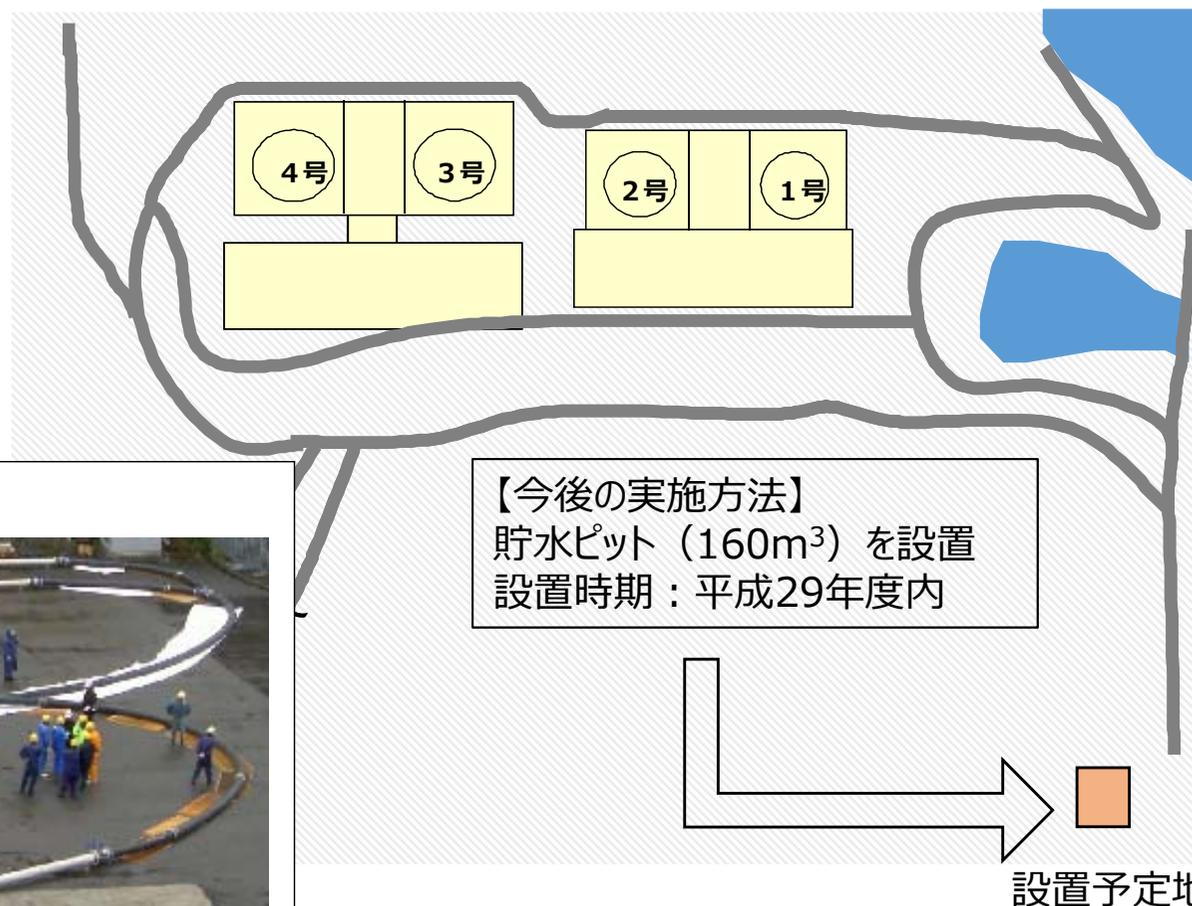
【現状】

- 大容量ポンプ、可搬式代替低圧注水ポンプの性能試験時は、設備保護の観点から海水の通水ができないため、水源として仮設水槽を用いて実施。
- 仮設水槽はリース品であり、美浜、高浜、大飯発電所及び他社での持ち回りとなるため、試験実施可能期間が限定。



【計画】

大容量ポンプ、可搬式代替低圧注水ポンプの定期試験等を円滑に実施するため、恒設の貯水ピットを設置予定。



【これまでの実施方法】

仮設水槽 (約100m³)



【今後の実施方法】

貯水ピット (160m³) を設置
設置時期：平成29年度内

設置予定地

大飯3, 4号機 消火水ラインの系統構成

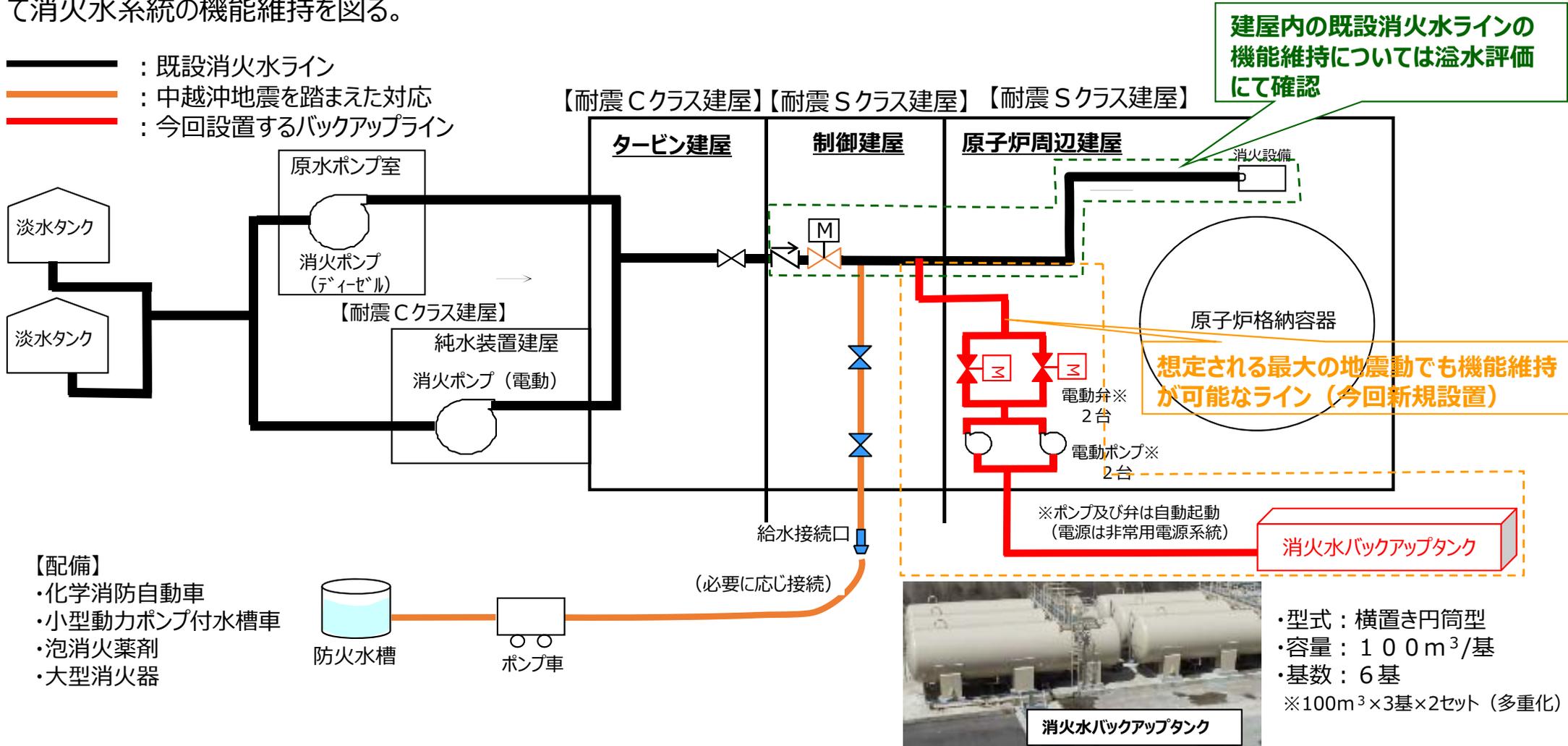
規制要求

火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

対策内容

通常時は、既設消火水ラインを使用し、地震等により既設消火水ラインが使用できない場合は、今回新規設置するバックアップラインにて消火水系統の機能維持を図る。

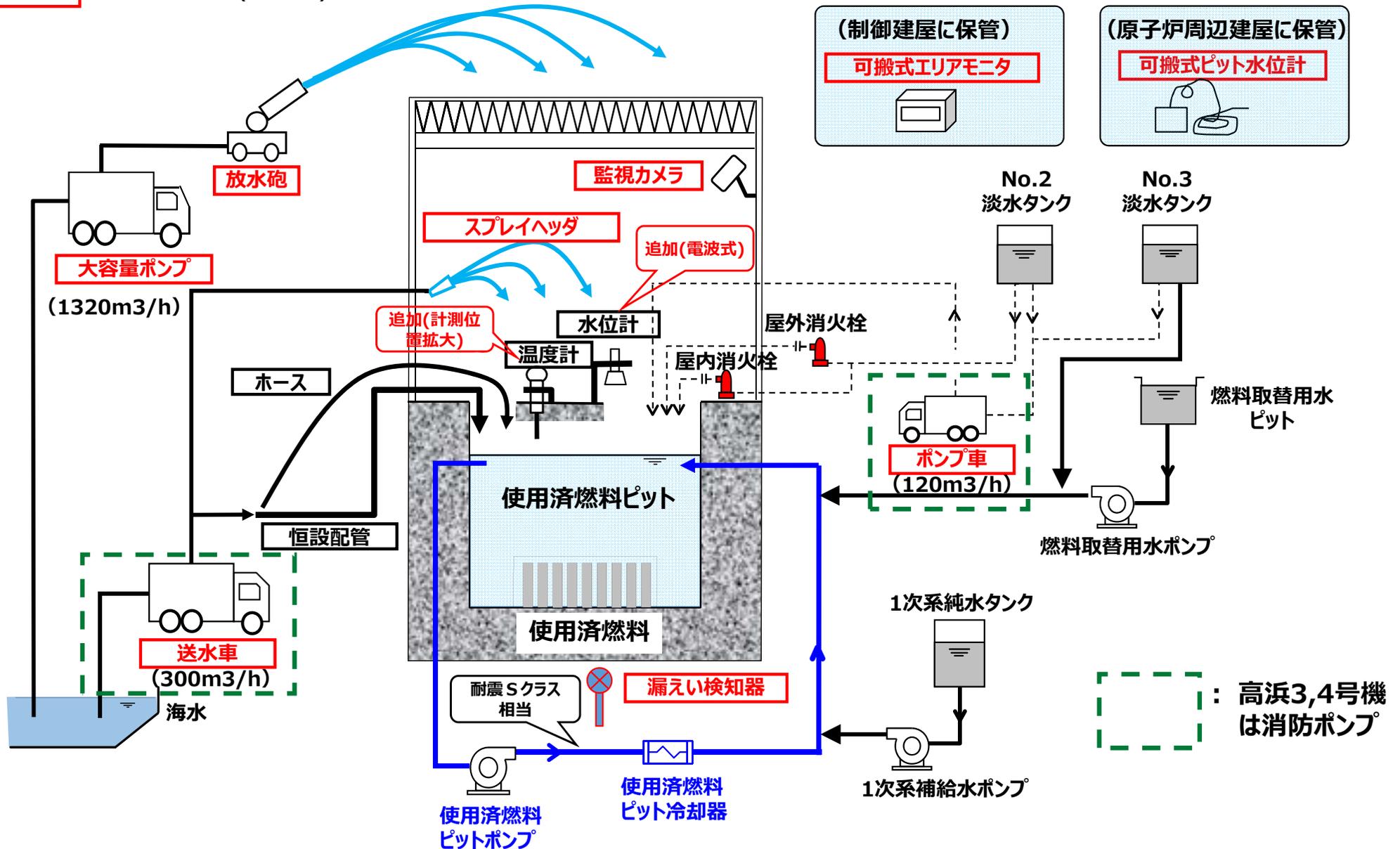
- : 既設消火水ライン
- : 中越沖地震を踏まえた対応
- : 今回設置するバックアップライン



大飯3, 4号機 使用済燃料ピットに係る安全性向上対策

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



多様性拡張設備について

【多様性拡張設備】

設備が事故の被害を受けず健全であったり、プラント状況によっては使用可能な場合、事故対応の代替手段として有効な設備のことであり、実施に当たっての手順を事故時操作所則に定めており、電源の有無、可能な範囲で現場説明のうえ、使用を判断することとしている。

【「全交流電源喪失」または「原子炉補機冷却機能喪失」+「一次冷却材喪失」時における代替炉心冷却に関する使用事例】

【炉心注入設備】

- ◎ 設計事象
 - ・高圧注入ポンプ
 - ・蓄圧タンク
 - ・余熱除去ポンプ
- ◎ 重大事故等
 - ・代替炉心注水

重大事故等対策	多様性拡張設備	理由
代替炉心注水	電動消火ポンプ ディーゼル消火ポンプ No. 2 淡水タンク	消火目的として配備しているが、火災が発生していなければ代替手段として活用できる。
	A 格納容器スプレイポンプ (自己冷却)	系統構成に時間を要すること、また、再循環運転段階では使用できないが、流量が大きく代替手段としては有効。
	余熱除去ポンプ (空調用冷水)	冷却水の供給設備である空調用冷凍機が耐震性を有していないものの、空調用冷水系統が健全であれば代替手段として有効。
	恒設代替低圧注水ポンプ ・B 充てんポンプ (自己冷却) ・可搬式代替低圧注水ポンプ	燃料取替用水ピット (重力注入)

原子炉および格納容器冷却手段の多様化（ディスタンスピース）

○設置目的

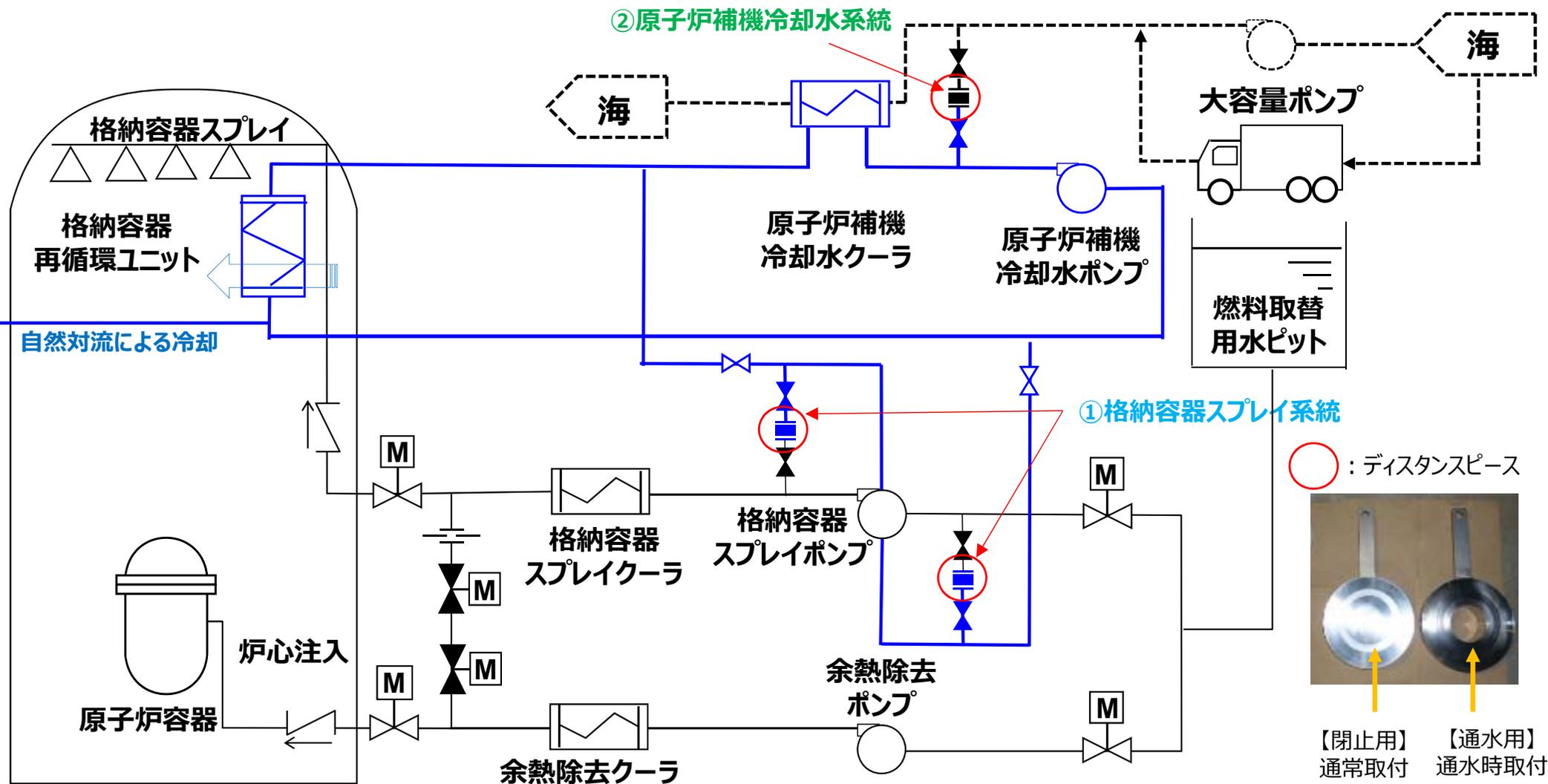
・今回のS A対策の中で、炉心や格納容器を冷却するための注水系統において、海水など異なる流体を内包する系統を接続する対策を行っている。

・放射性物質または海水を含む系統と含まない系統を接続する箇所には、通常運転中に他の設備に悪影響を及ぼさないよう、その境界にディスタンスピースを設置。通常は「閉止用」が取り付けられており、事故時等の通水時に「通水用」に取り替える運用。

①格納容器スプレイ系統の場合：放射性物質を含む系統と含まない系統を区別

②原子炉補機冷却水系統の場合：海水を含む系統と含まない系統を区別

②原子炉補機冷却水系統



○ : ディスタンスピース



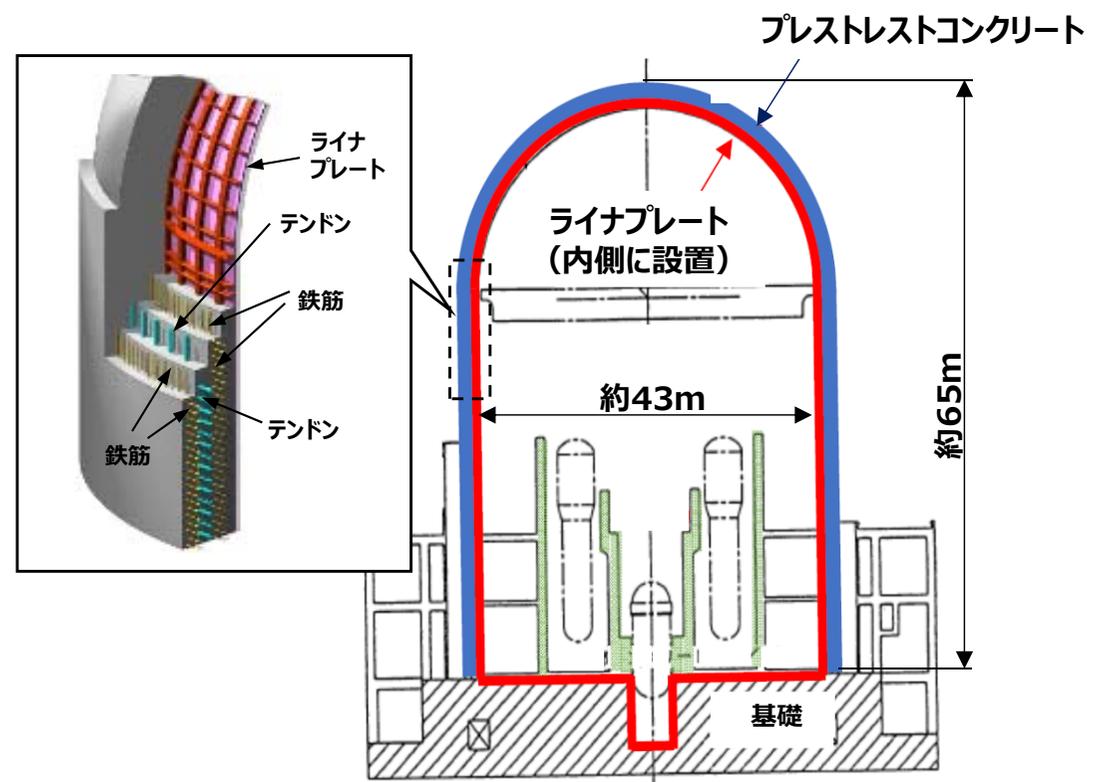
【閉止用】通常取付 【通水用】通水時取付

大飯3, 4号機 原子炉格納容器の特徴

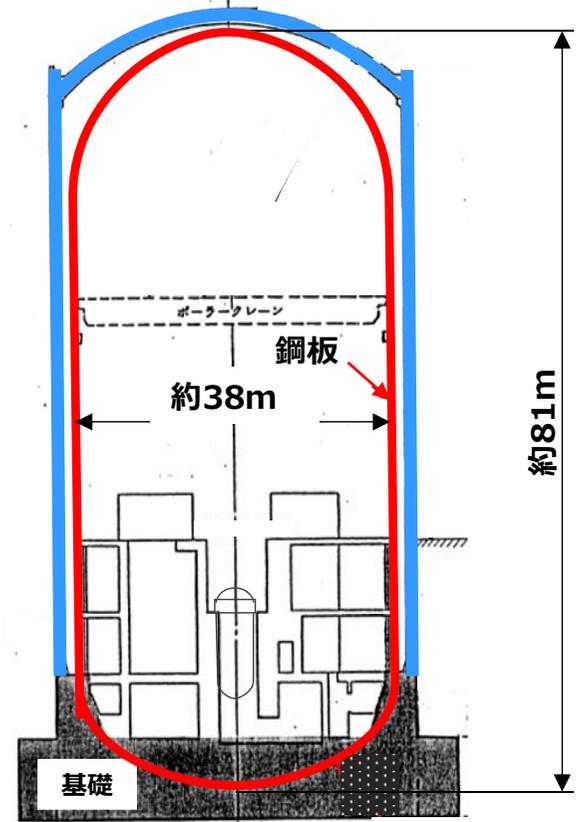
- 大飯3,4号機の原子炉格納容器はプレストレストコンクリート製格納容器（PCCV）であり、コンクリート、鉄筋、緊張材（ tendon ）で構成されるコンクリート部によって耐圧機能を確保し、コンクリート部に内張りした鋼板であるライナプレートによって気密性を確保する構造。
- 経線方向の垂直 tendon（鋼線を複数本束ねたもの）及び円周方向の水平 tendon によって、コンクリートに最高使用圧力以上の圧縮力を与えた状態にし、事故時の圧縮変動にも十分耐えられる構造。
- 鋼製格納容器（SCV）と比較して、形状を小さく出来る利点がある。

円筒部コンクリート厚さ : 約1.1m
 ドーム部コンクリート厚さ : 約1.3m
 ライナプレート厚さ : 約6.4mm

円筒部鋼板厚さ : 約38mm
 ドーム部鋼板厚さ : 約19mm



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）

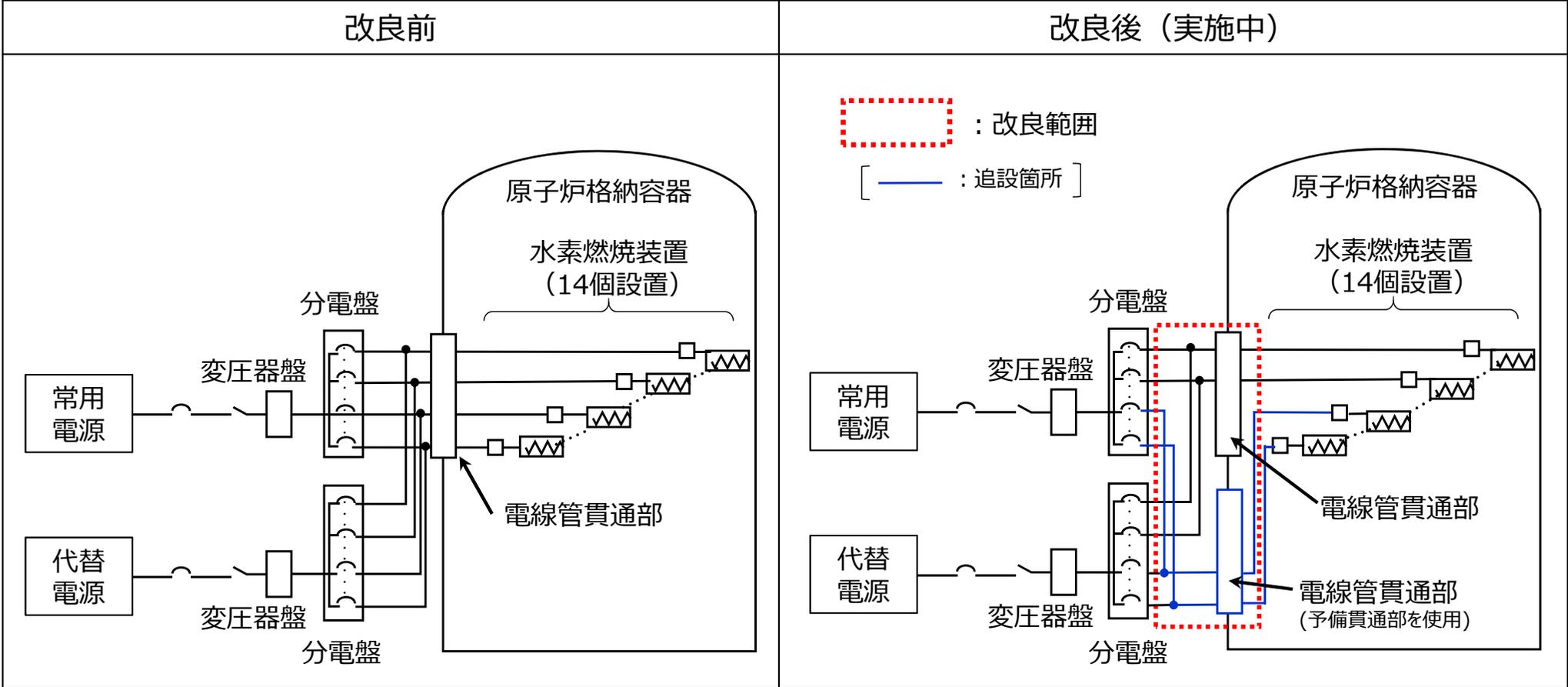


鋼製格納容器（SCV）
 （美浜3号機、高浜3,4号機等：3ループ）

大飯3, 4号機 水素燃焼装置(イグナイタ)設置

○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(PCCV型)を採用しており、鋼製(SCV型)である高浜3,4号機と比べて、水素発生量に対する格納容器体積が小さいため、事故時の水素濃度が高くなる傾向にある。

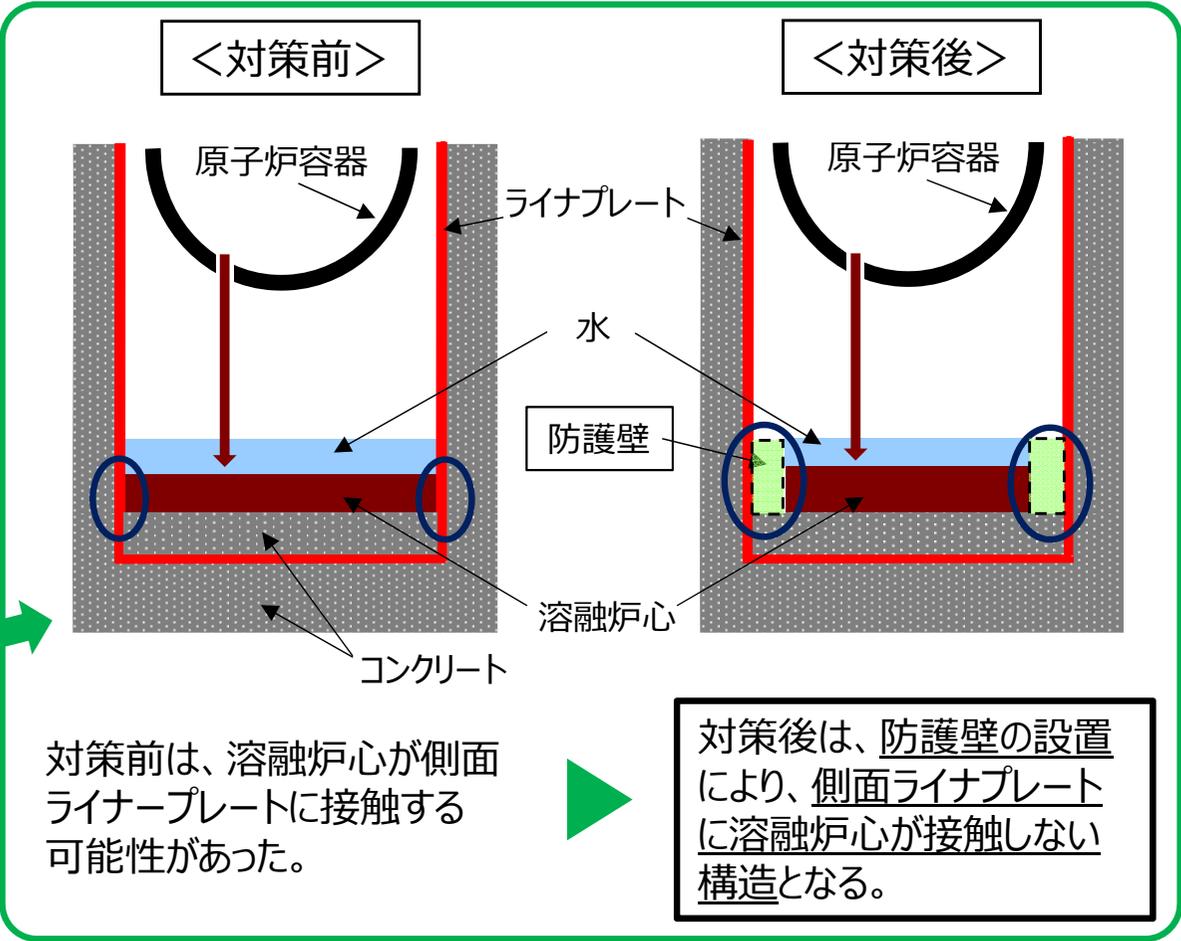
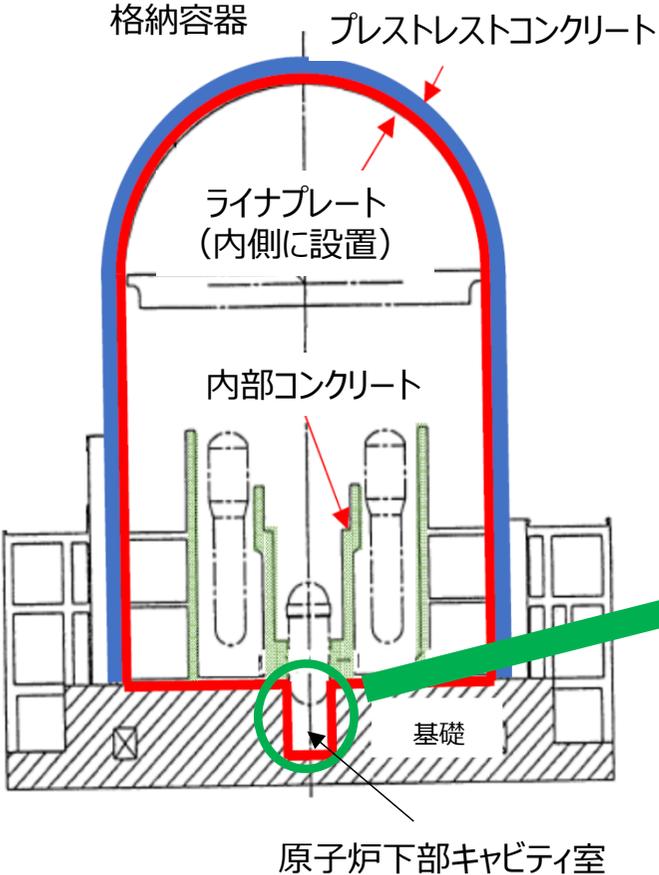
○このため、大飯3,4号機では、水素発生量の不確かさとして、MCCI（溶融炉心-コンクリート相互作用）を考慮して保守的に評価した場合には、静的触媒式水素再結合装置(PAR)に加えて水素燃焼装置(イグナイタ)による水素濃度の低減に期待している。



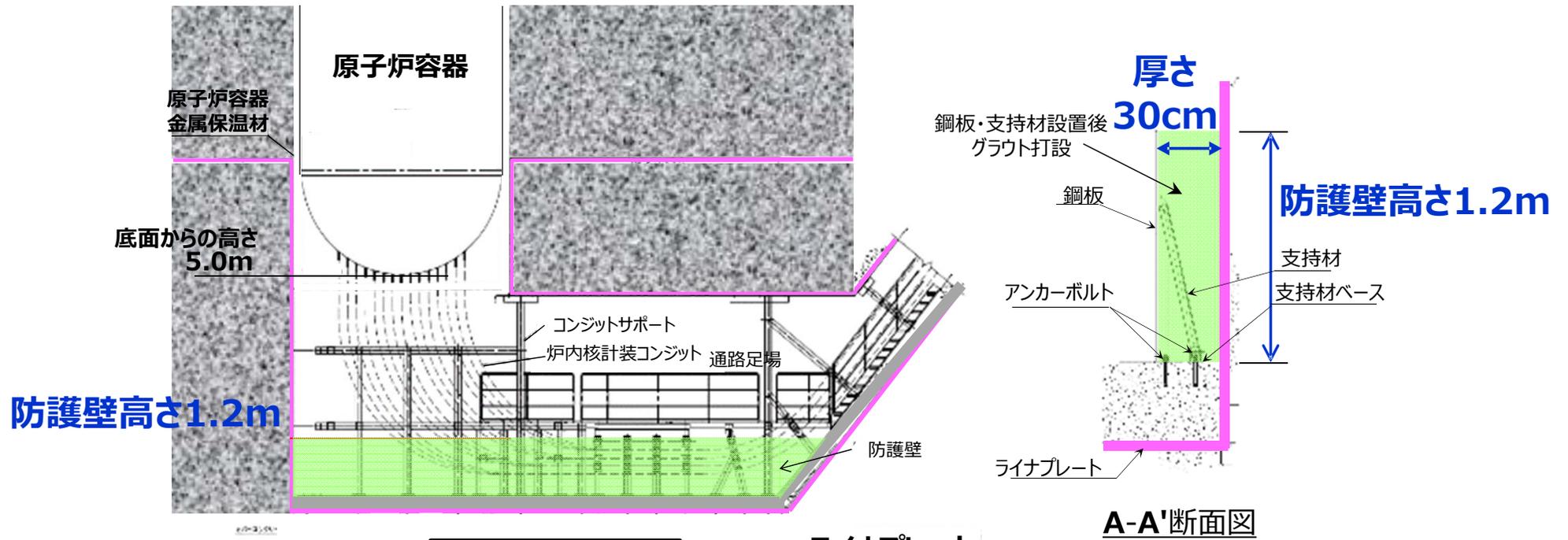
大飯3, 4号機 下部キャビティ防護壁設置工事の目的

○プレストレストコンクリート製格納容器(PCCV)の原子炉下部キャビティ側面ライナプレートは、溶融炉心が水中に落下し拡がることにより破損するおそれがあるため、さらなる安全性向上の観点から自主的に原子炉下部キャビティ室内に「防護壁」を設置し、側面ライナプレートを覆うことで溶融炉心がライナプレートに接触しない構造とした。

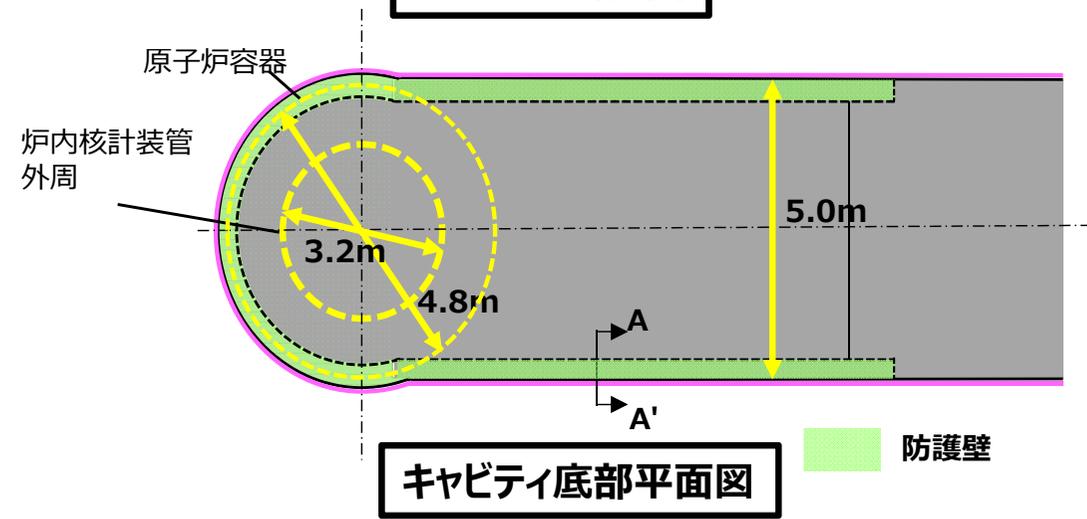
○なお、ライナが破損した場合においても、外部環境までの距離や経路を考慮すると、放射性ガスが外部環境へ放出されることは考え難いと評価している。



【原子炉下部キャビティ構造図】

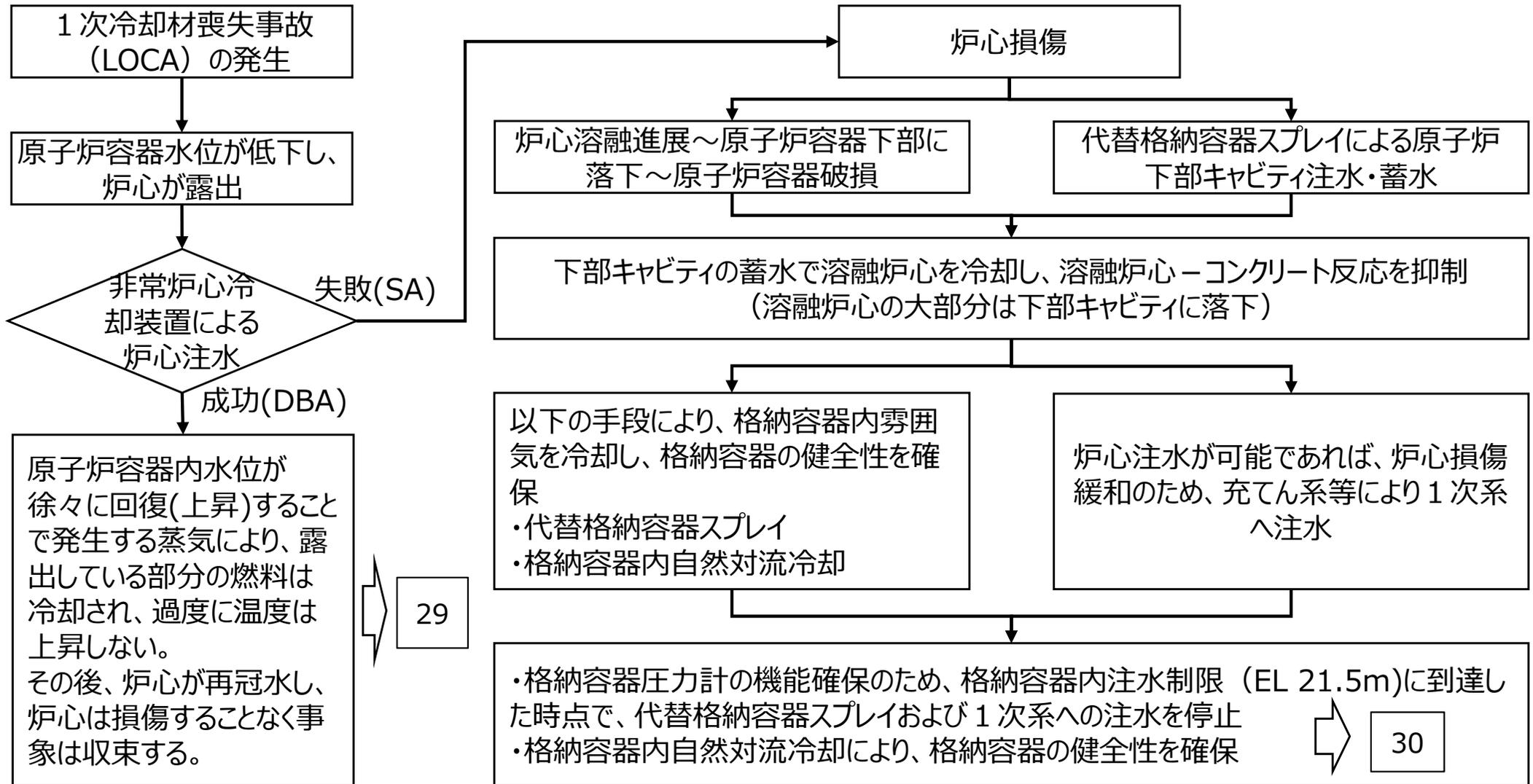


キャビティ断面図 ——— ライナプレート



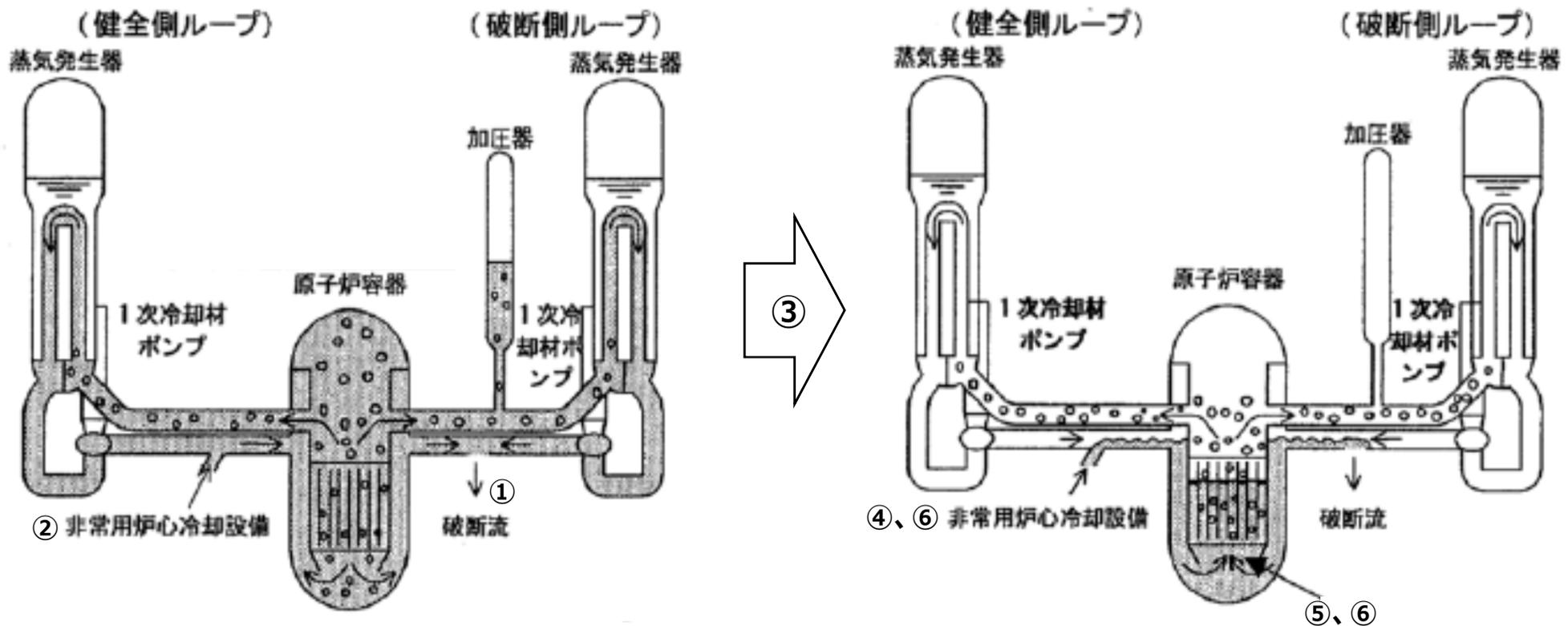
これまでの規制では、設計基準に基づく事象（DBA）に対する対策を講じていたが、新規制基準では新たに重大事故（シビアアクシデント：SA）対策を要求しており、大飯3，4号機においても各種対策を講じている。

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



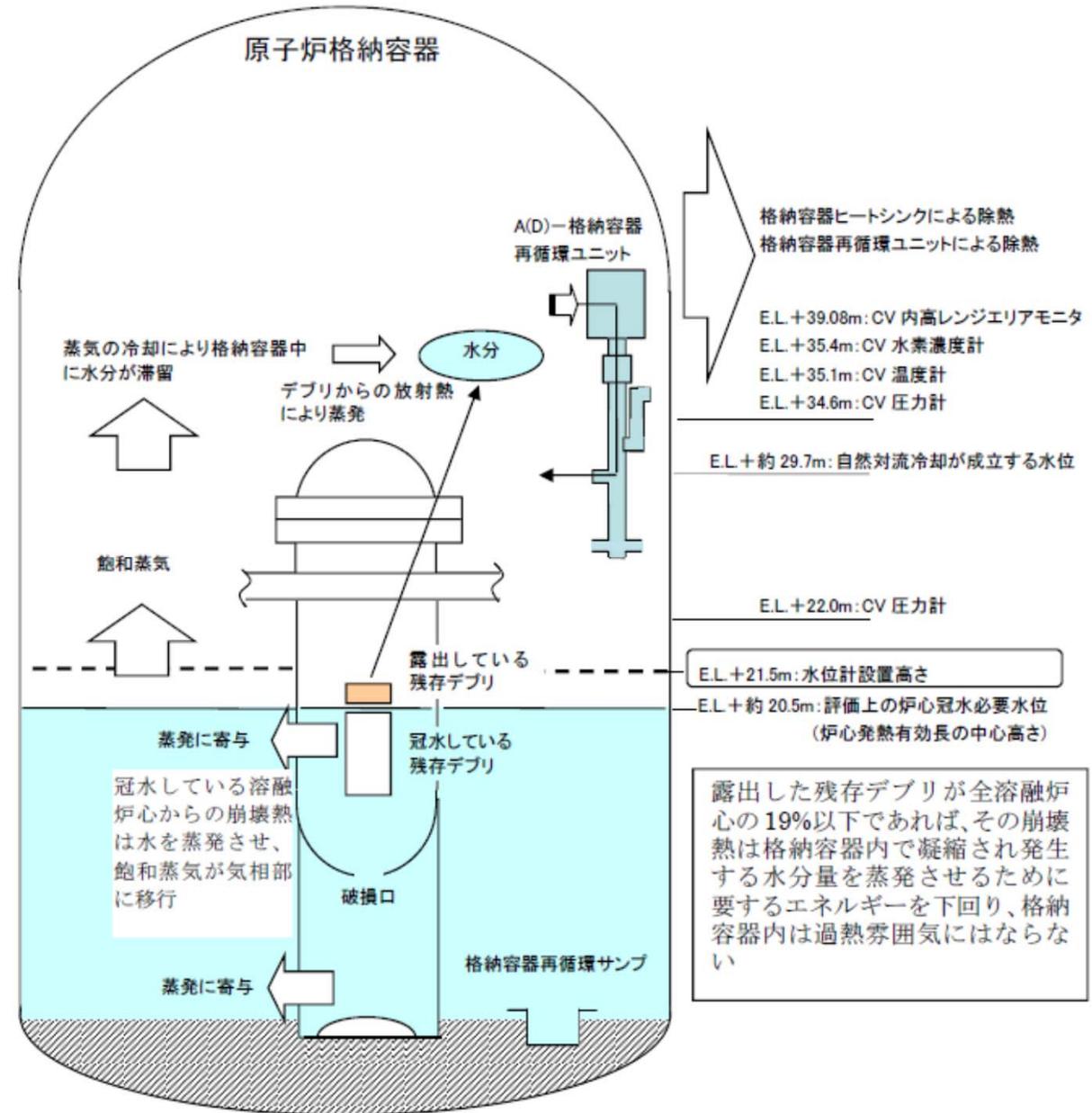
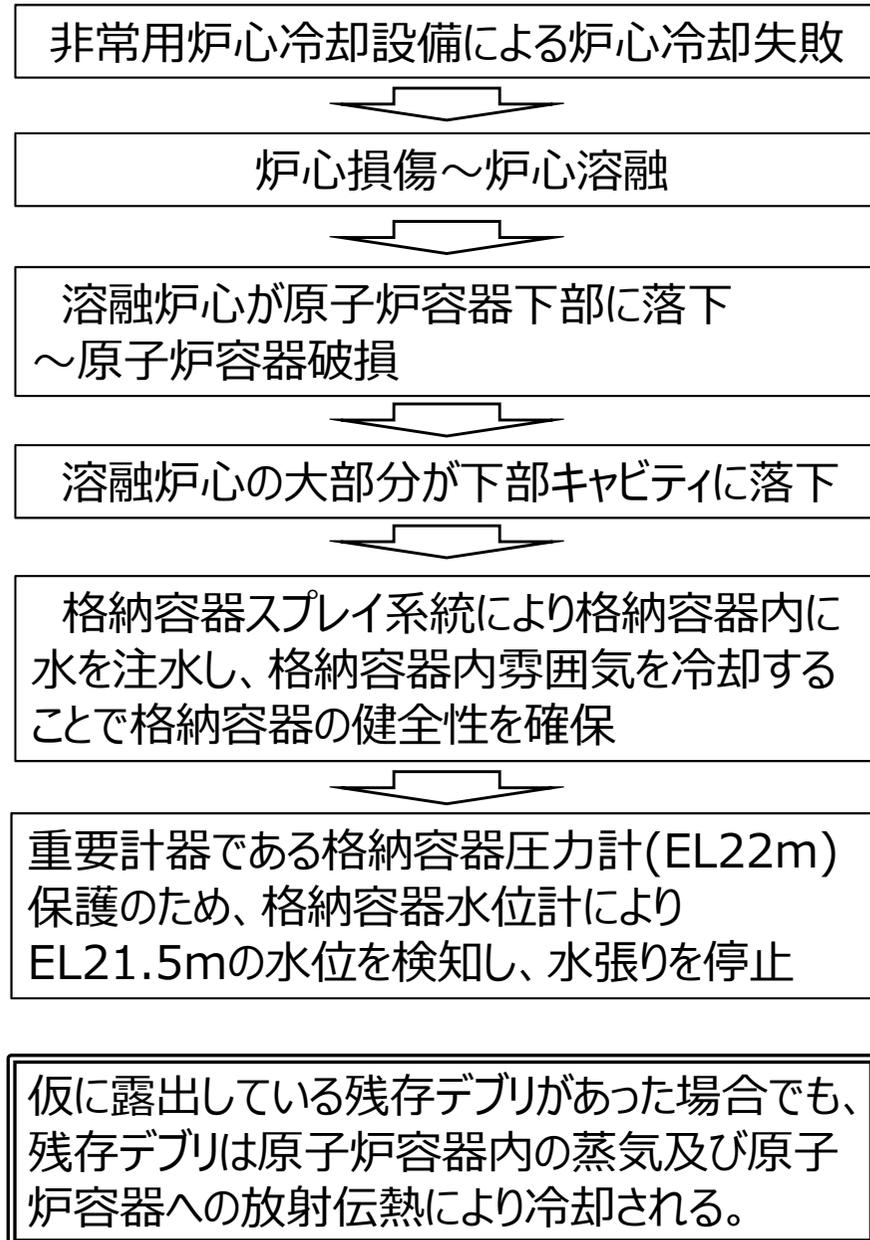
【非常用炉心冷却設備による炉心冷却成功時の挙動例】

- 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（重大事故）時の対応

【非常用炉心冷却設備による炉心冷却失敗時の対応】

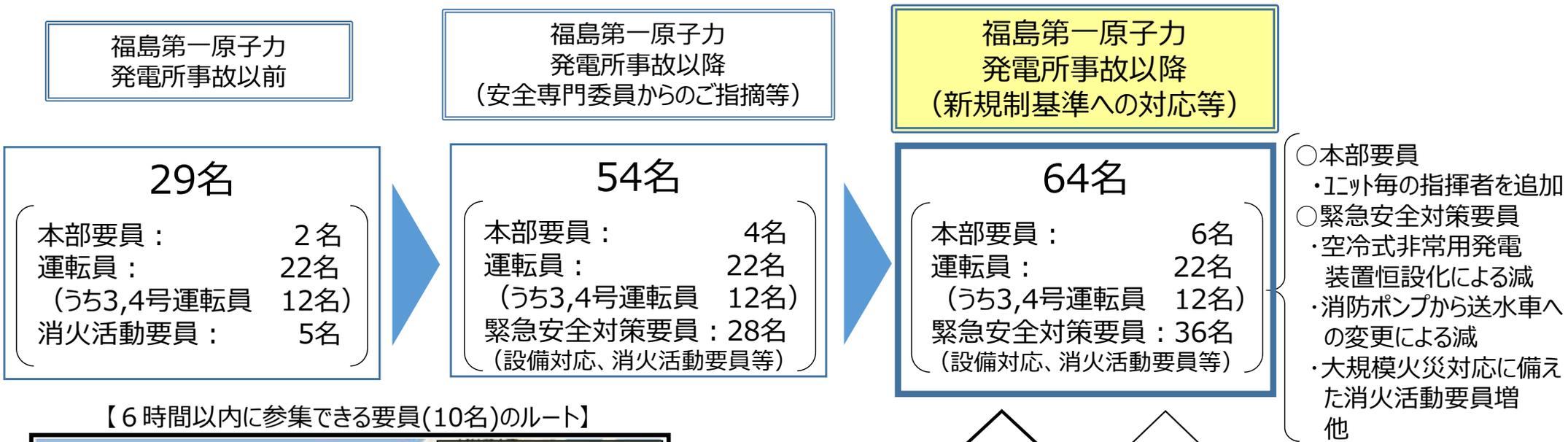


安全管理体制の強化等

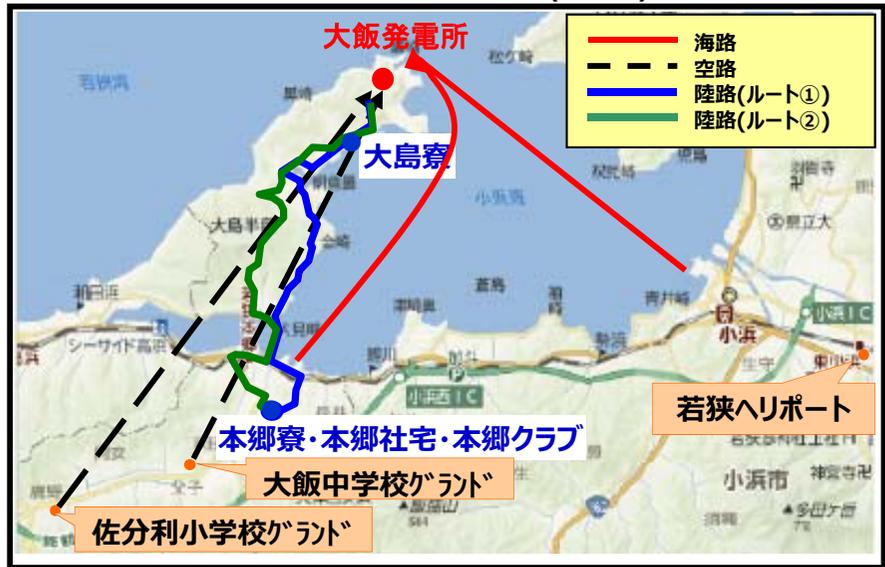
大飯3, 4号機 事故発生時の初動および召集体制の強化

福島第一原子力発電所事故の知見等を踏まえ、大飯3,4号機の初動・召集体制を強化。

- ・万が一に備え、発電所構内に初動対応要員として64名が24時間常駐。
- ・また、本部要員として10名が事故発生から6時間以内に召集できる体制。



【6時間以内に参集できる要員(10名)のルート】



自然災害等による交通手段の途絶を想定した場合でも、本部要員として10名が、6時間以内に徒歩で参集できるエリア(大島寮、本郷寮等)にいる体制を構築

発電所員 : 約380名
協力会社 : 約150名

プラントメーカーによる技術支援
若狭地区 : 11名
神戸地区 : 約400~500名

大飯3, 4号機 重大事故発生時の初動対応体制

発電所常駐社員を増強し、発電所への外部からのアクセスが制限される場合であっても、当面の間、事故対応が行えるよう体制を整備。

保安規定の記載人数

要員		震災前	前回再稼動時 (H24)
中央制御室	運転員	22名	22名
本部要員	本部指揮	1名	1名
	通報連絡	1名	2名
	工口指揮		
	現場調整		1名
緊急安全対策要員	電源要員		6名
	運転支援要員		2名
	消火活動要員	5名	5名
	ガレキ除去要員		1名
	給水要員		14名
	設備要員		
合計		29名	54名



現在 (H29)	高浜3,4号機の要員
22名	24名
1名	1名
2名	2名
2名	2名
1名	1名
2名	4名
6名	2名
7名	7名
2名	4名
10名	13名
9名	10名
64名	70名

系統構成の差異等による作業内容・ボリュームの違い

※

※

アクセスルートでの作業内容の違い

※

※

※：緊急安全対策の各要員は、複数の作業を実施し、高浜と大飯で個々の作業分類が異なる。総数としては送水車を使用する分、大飯が2名少なくなっている。

原子力事業本部における事故収束活動の体制改善状況

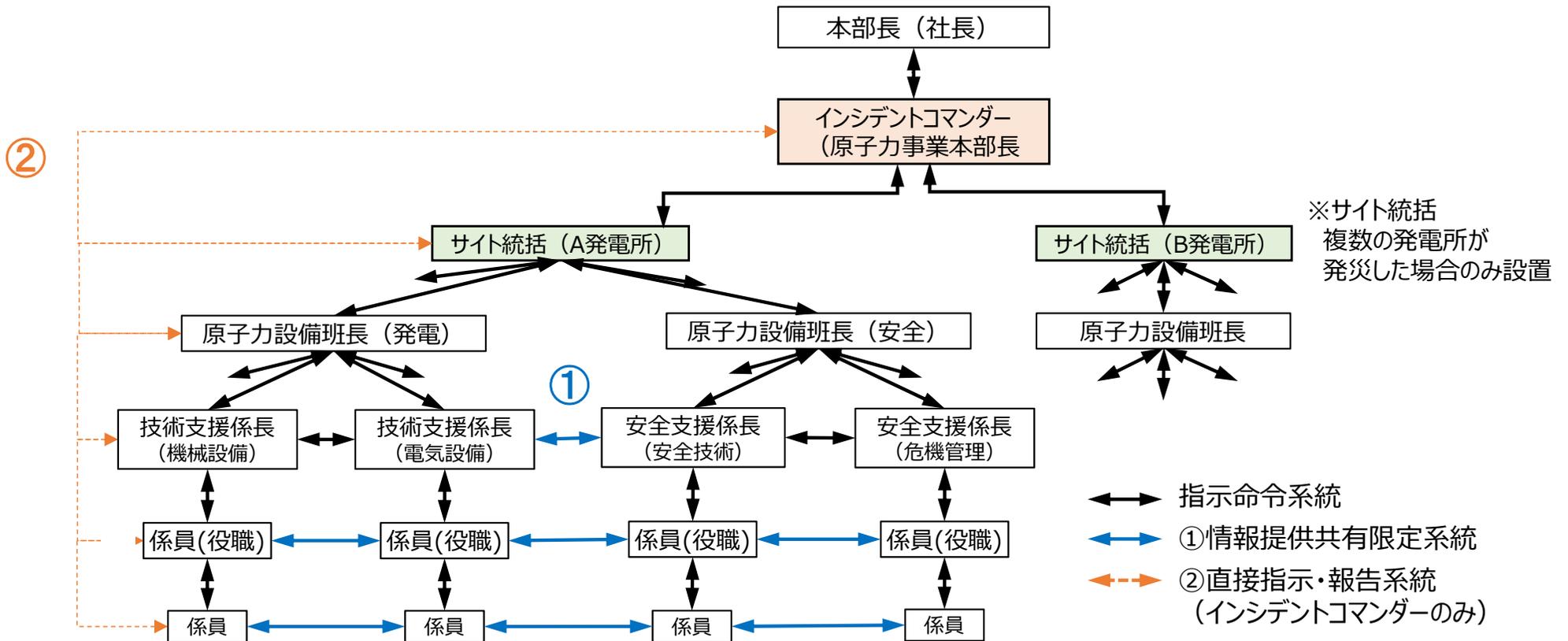
① ICS (Incident Command System) ※1の導入

本店（原子力事業本部）対策本部で試行しているICSの考えを取り入れた「**指揮命令系統の明確化を図った本部体制の改善**」について、H28.8月の発電所防災訓練結果を踏まえ改善を図り、H29.2月および9月の発電所防災訓練において、有効性を確認。

②複数サイト同時発災時におけるサイト統括の設置

複数サイト同時発災時の情報輻輳による混乱を防止するとともに、本部要員が的確に行動するため、副事業本部長クラスから発災サイト毎の統括を指名し、原則として担当統括の指揮下で独立的に対応。

- ※1：1970年代に米国カリフォルニア州で頻発した森林火災への危機対応において問題となった、1人の管理者への報告の集中、通信手段の互換性の欠如、各機関間で使用される用語の相違等の問題に対応するため、**指揮命令系統の明確化、監督境界の設定、専門用語の共通化等**の危機対応活動を定めた緊急時のマネジメントシステム
- ※2：インシデントコマンダーは、本部長への報告・意見具申および指揮命令を一元的に発信する役割を担う



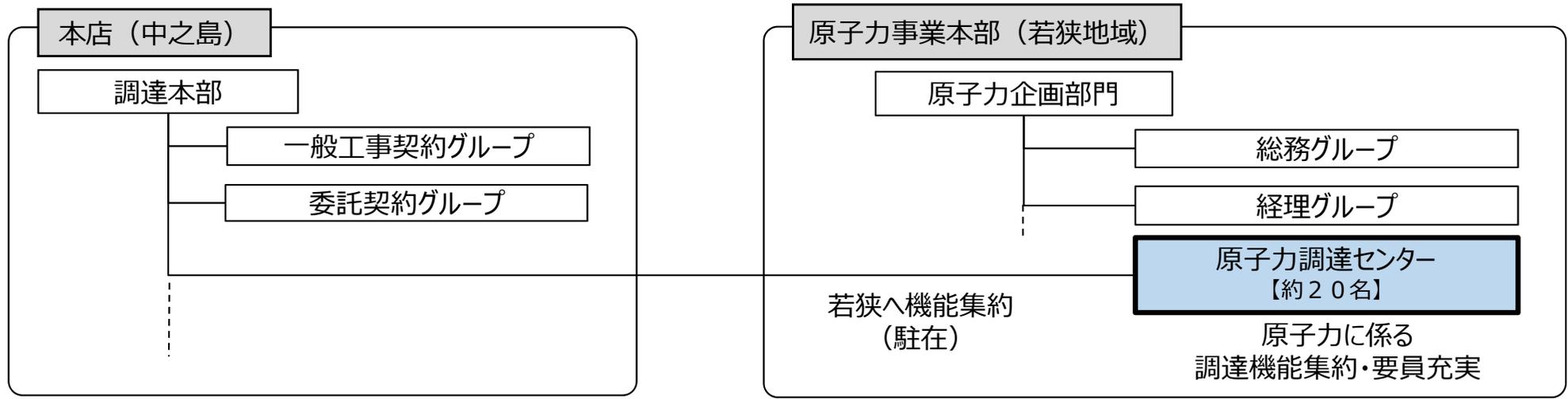
原子力調達センター、原子力土木建築センターの配置

福井県下における安全管理体制の強化、東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓である吉田調書を踏まえた発電所支援体制の強化の一環として、「原子力調達センター」および「原子力土木建築センター」を設置。(H27.6)

○原子力調達センター

(体制) 調達本部の原子力設備調達にかかる要員を福井県下に常駐。約10名増(約20名体制)

(業務) 原子力機器・工事の調達、緊急時も含めた調達機能の充実。



○原子力土木建築センター

(体制) 原子力事業本部に原子力土木建築センターを設置、発電所に土木建築工事グループを設置。約10名増(約120名体制)

(業務) 地震、津波など自然災害に対する安全性向上対策の検討/特定重大事故等対処施設の設置や構内アクセスルート整備他安全対策工事。

【新規 約10名】【全体 約120名】

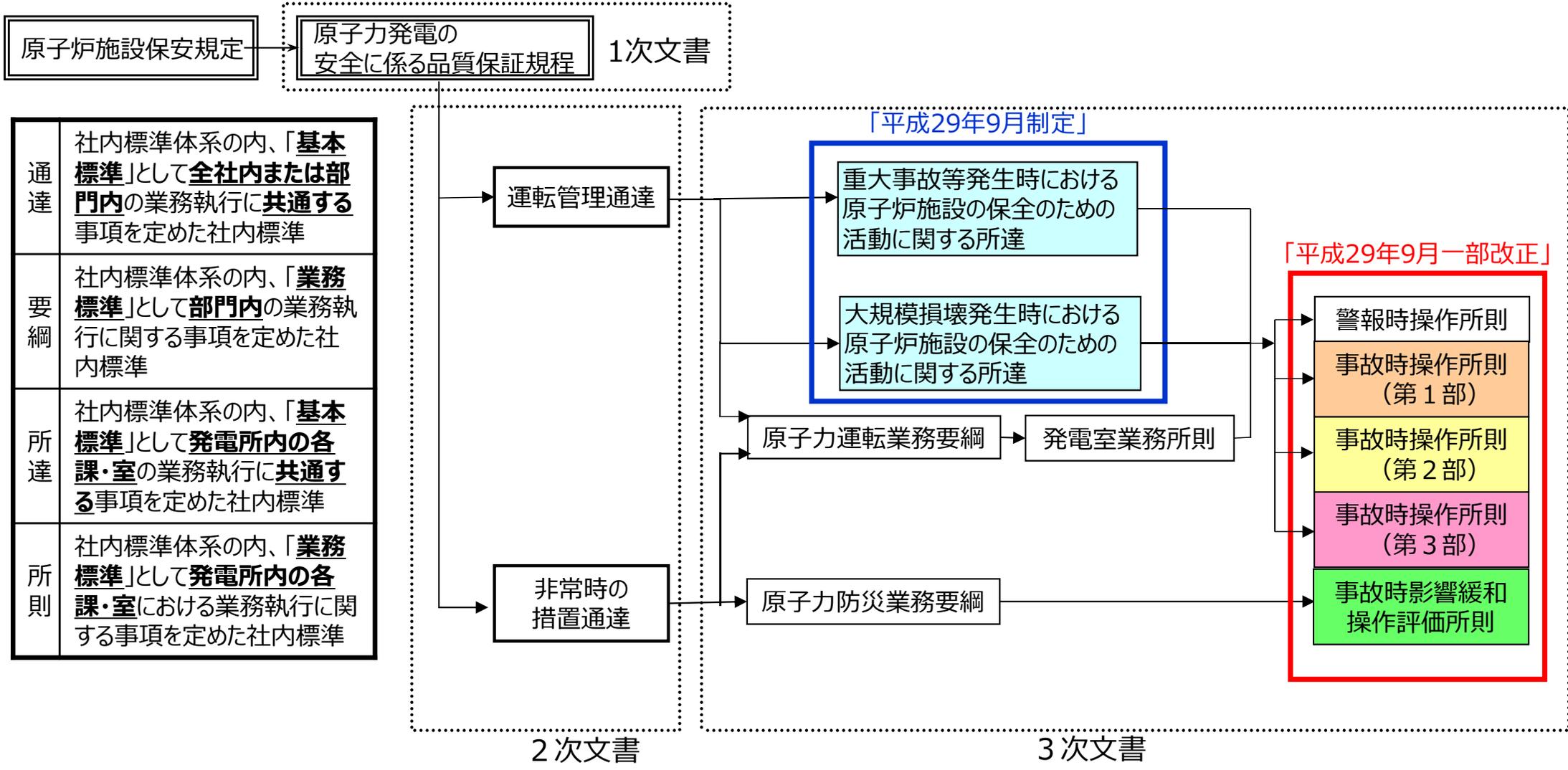


その後、H29.6に美浜発電所にも「土木建築工事グループ」を設置し、現在、約150名体制。

重大事故等対応のための社内標準（マニュアル） 制定状況

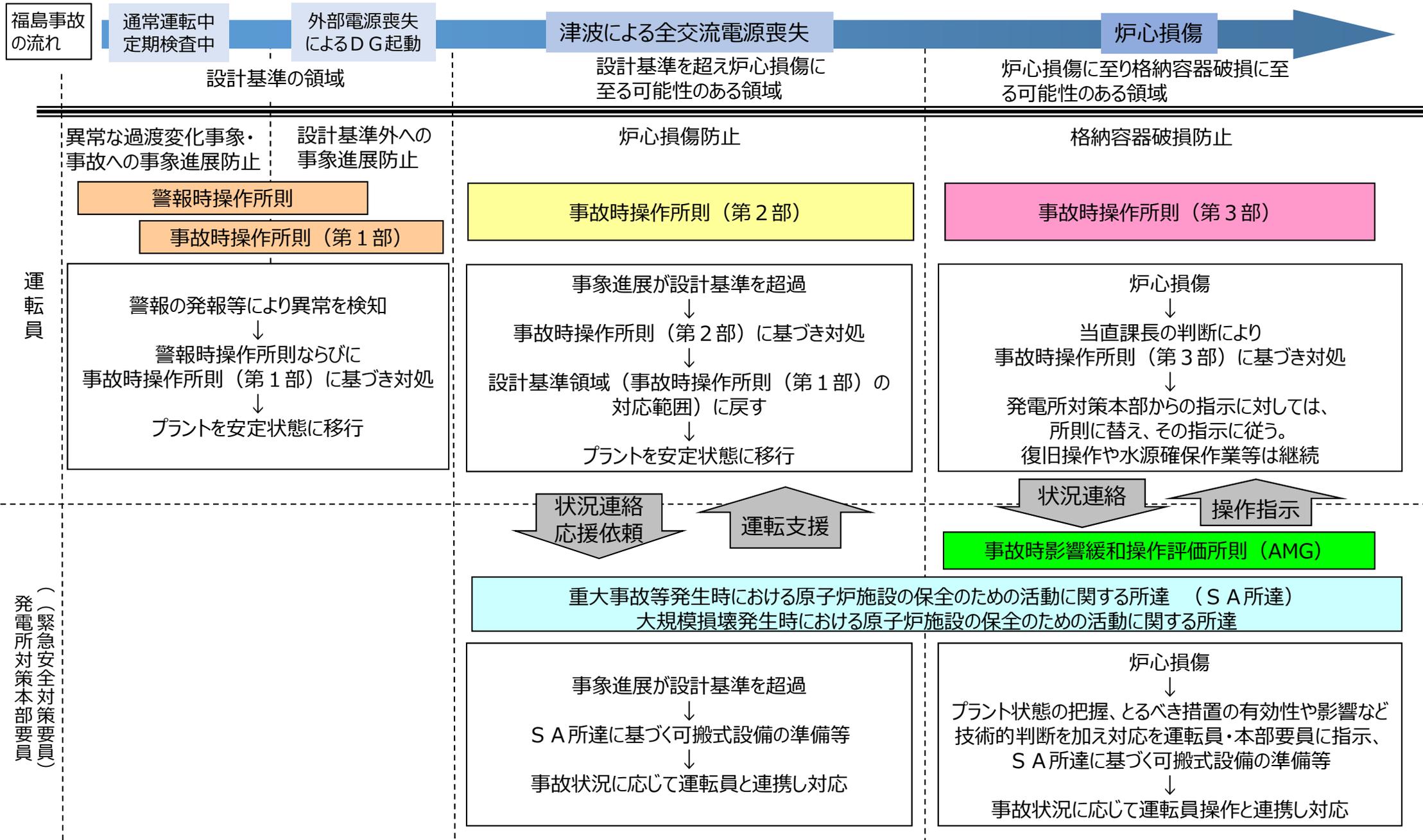
新規制基準において、設計基準を超える重大事故等の対応が要求されたことに伴い、社内標準にて定められている設計基準事故に加えて、重大事故等の対応も含めた手順について、保安規定改定にあわせて制定。

高浜発電所 社内標準体系(抜粋)



重大事故等対応のための社内標準（マニュアル）の関連性

事故対応の手順は、プラントの状況に応じて活用する内容を定めている。



指揮者に対する教育・訓練

- 指揮者（所長、原子力安全統括、運営統括長他）への教育・訓練内容
 - ・知識ベースの教育（事故対策への習熟）として、研修ツールを用いた学習、演習など
 - ・実践的な訓練（対応能力向上）として、リーダーシップ研修、実動を含む原子力防災訓練など
- 事故時に所長をサポートする参謀機能を担う原子力安全システムを俯瞰する人材の育成

原子力安全統括の配置（H26.6）

- ・福島第一原子力発電所事故を踏まえ、事故時に原子力安全システム全体を俯瞰して所長をサポートする人材を原子力安全統括として配置。（所長に次ぐ職位）
- ・平時は安全性向上を推進、事故時は所長の技術的判断のサポートを行う参謀機能を担う。



俯瞰人材の育成

原子力安全分野に精通した人材を育成し、俯瞰人材候補の裾野を拡大していくため、教育・訓練の充実、原子力安全分野への配置拡大等を実施中。

〔教育・訓練の充実〕

- ・原子炉安全の基本を学ぶ原子炉主任技術者資格試験の学習支援の充実、P R A※技術研修への派遣、等
- ・事故収束手段を検討・判断する発電所の指揮者向けシビアアクシデント対応教育（机上演習等）を発電所要員のみでなく、事業本部の安全部門要員に対しても実施し、実践的な事故時対応能力を養成

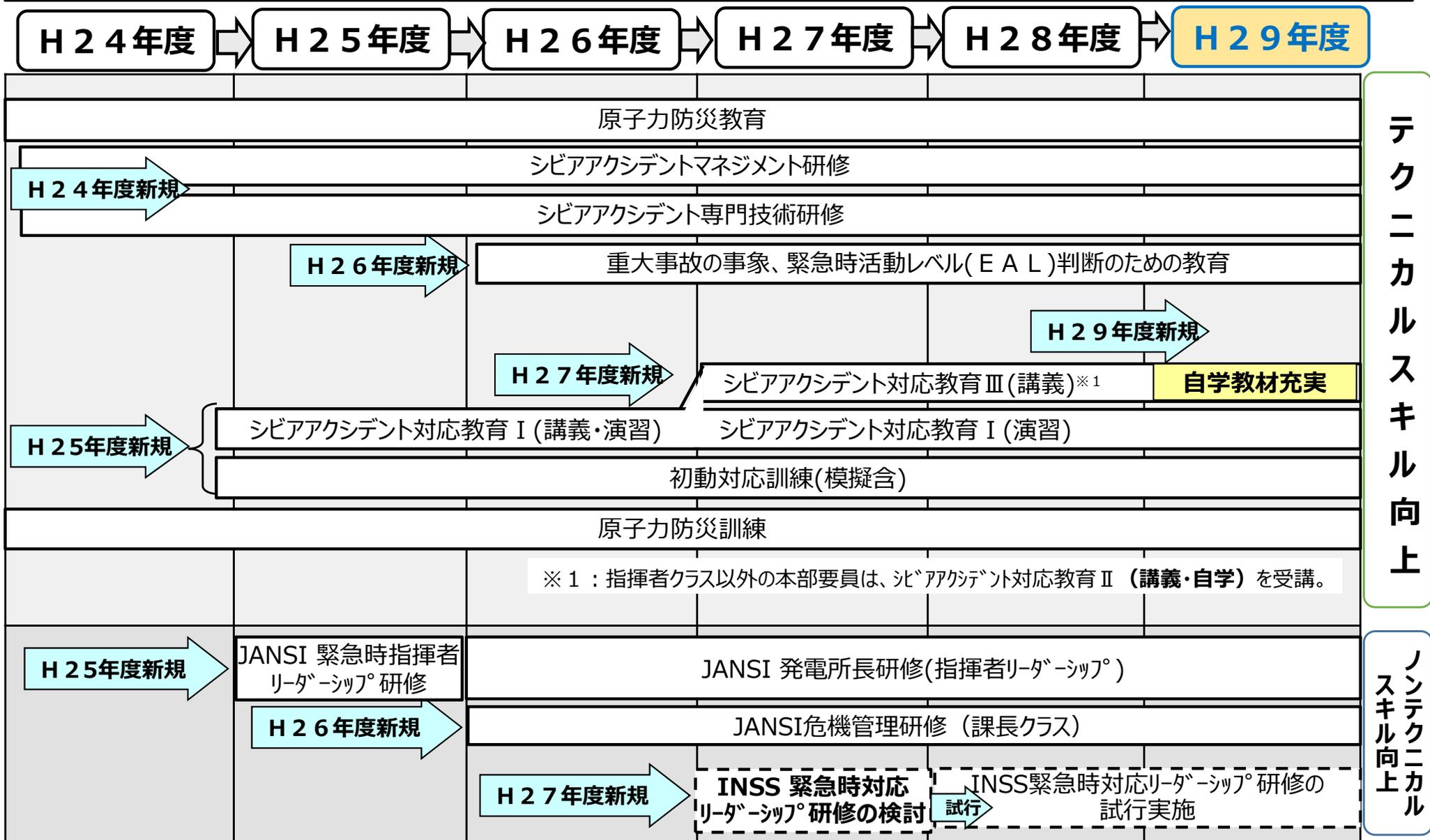
〔原子力安全分野への配置拡大〕

- ・事業本部に新設（H26.6）した原子力安全部門への配置
- ・原子力安全分野に関連する部署への積極的な配置

※ PRA(Probabilistic Risk Assessment)：確率論的リスク評価

事故発生時のプラント挙動の理解等に関する教育訓練の改善の取り組み

事故時にプラント設備の応急復旧対応や現場の緊急安全対策要員への指示・命令、対外連絡、放射線管理などを実施する発電所の緊急時対策本部要員に対して、事故発生時のプラント挙動の理解等を図る学習効果を向上させるため、新たな研修ツールを用いた学習を平成29年度から開始している。



事故時対応能力の向上 ～教育・訓練の改善の取り組み(1/2)～

○想定外の事象への対応能力向上を図るための教育、訓練の充実

平成23年に発生した福島第一原子力発電所事故を教訓として、事故対応能力の向上を目的とした教育・訓練を計画・実施。その後、平成25年の新規制基準施行に鑑み、重大事故等発生時の対応能力向上のための教育・訓練を充実。原子力事業本部と発電所が連携して、教育・訓練のPDCAを回し、現場の意見を反映しながら継続的に改善。

○大飯発電所における重大事故時対応能力向上に向けた教育・訓練の実施状況

事故発生時の体制・手順の充実・強化を進めるとともに、それに応じて、必要な教育や各種訓練を繰り返し行い、所員および協力会社の重大事故時対応能力の向上を推進。

【教育・訓練実績】 H29年度は上期実績

大飯発電所	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度
教育受講者人数 (延べ人数)	約1,100人	約1,400人	約1,300人	約1,600人	約170人
訓練回数	約1,100回	約1,000回	約1,100回	約1,000回	約500回

電源車による給電訓練
(H23年より実施)



重機による瓦礫除去訓練
(H23年より実施)



可搬式代替低圧注水ポンプによる給水訓練(H25年より実施)



送水車による給水訓練
(H28年より実施)



事故時対応能力の向上 ～教育・訓練の改善の取り組み(2/2)～

○現場の意見を踏まえた教育、訓練の改善

【訓練時の体験を踏まえた事故対応資機材の改善例（大飯発電所）】

訓練項目	気づき・指摘事項	改善案
<p>可搬式代替低圧注水ポンプによる給水訓練</p> <p>可搬式代替低圧注水ポンプ取水用の仮設水槽を組立て、海水を水張りする訓練</p>	<p>仮設組立水槽のホース外れ防止</p> <p>・仮設組立水槽へ給水時の水の勢いによって、ホースが外れる可能性があった。</p>	<p>・ホース外れ防止のための固定架台を配備。（H28）</p>



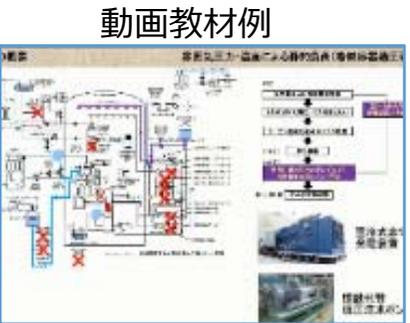
固定架台

○緊急時対策本部の指揮者クラスに対する事故時対応能力向上教育の改善

緊急時対策本部の指揮者クラスに対して、事故収束手段を判断するために必要な技術的能力、意思決定能力、緊急安全対策要員等を的確に統率するために必要な緊急時のリーダーシップ能力を向上させるための教育の実施、継続的に改善。

【指揮者クラスに対する事故時対応能力向上教育の改善例】

教育項目	気づき・指摘事項	改善案
<p>シビアアクシデント対応教育(講義)</p> <p>プラント挙動可視化ツールを用い、シビアアクシデント時の社内規定に基づく対応に係る知識を習得。</p>	<p>受講者感想による気づき</p> <p>・いつでも自己学習できるような教材が良い</p> <p>・基礎的な内容の反復教育は、集合講義ではなく、自己学習で各自のペースで実施した方が学習効果が高い</p>	<p>・事故時の物理現象や、事故対応の基本についての反復教育には、解説動画を用いた自己学習教材を活用。</p> <p>・集合講義は定期的実施。</p>



動画教材例

平成29年度においても、重大事故時対応能力向上に向けた教育・訓練等を、継続して計画的に実施している。

新規制基準を踏まえた運転シミュレータ訓練の実施状況

- 新規制基準を踏まえ、運転員を対象とした重大事故等に対処するシミュレータ訓練を計画的に実施中。
- 重大事故等対処設備について、事故対応訓練上必要なものは、適宜シミュレータに反映。

【シビアアクシデント対応能力向上に向けたシミュレータ訓練概要】

訓練項目	概要
シビアアクシデント時プラント挙動コースの追加 (SA可視化ツールを用いた教育)	<ul style="list-style-type: none"> ・シビアアクシデントの概要、プラント挙動及び対応操作による影響(効果)を理解 ・対応操作の目的、重要性を理解
全交流電源喪失訓練 (直員連携訓練に追加)	<ul style="list-style-type: none"> ・地震、津波等により全交流電源喪失が発生し、海水系統、外部電源が復旧しないことを想定した対応訓練
中央制御室主体の操作に係る成立性確認訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレータを用いた重大事故等対策の有効性評価における中央制御室主体の操作に係る成立性確認訓練

事故発生時のプラント挙動の理解等に関する教育訓練の改善の取り組み

事故時にプラント設備の応急復旧対応や現場の緊急安全対策要員への指示・命令、対外連絡、放射線管理などを実施する発電所の緊急時対策本部要員に対して、事故発生時のプラント挙動の理解等を図る学習効果を向上させるため、新たな研修ツールを用いた学習を平成29年度から開始している。

従来

【概要】

- ・重大事故発生時のプラント挙動
- ・S A所達に基づく事故収束対応の概要

【受講対象】

- ・発電所緊急時対策本部の技術系要員
(指揮者クラス、安全管理担当を除く)
約250名/発電所

【方法】

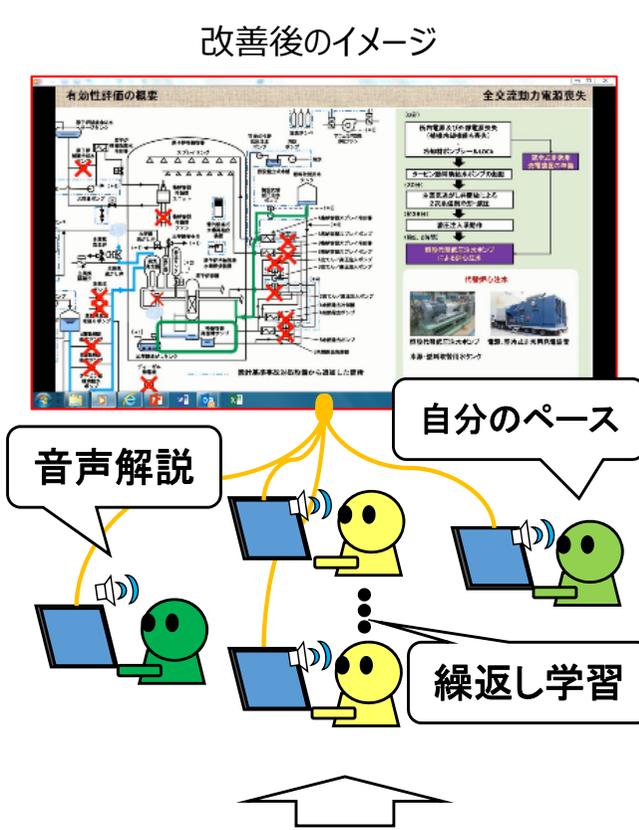
- ・集合研修にて、講師が講義形式で説明
- ・講義では、テキストと補助資料を投影
- ・受講後、理解度確認テストを実施
- ・1回の講義で、約30～50名が同時に受講

【課題】

- ・多人数による講義形式であるため、受講生の知識レベル差によって、**相反する意見**

基礎的な部分に時間を掛けて聞きたい
⇔ 基礎的な内容よりも応用を聞きたい
(レベル分けを検討したが、日程調整が困難)

- ・復習して欲しいが、講師による説明がないと学ぶべきポイントがわかりづらい
- ・大人数の集合研修受講のため、限られた日程での受講となり、受講者の負担感が増加



講義の様子

改善後

【概要】

- ・従来の通り

【受講対象】

- ・発電所緊急時対策本部の技術系要員
(指揮者クラス、安全管理担当を除く)

<任意受講>

- ・事業本部、発電所の受講対象外の技術系要員

【方法】

- ・eラーニングによる動画教材の導入
- ・**音声解説付きの動画教材で自己学習が可能**
- ・**受講者の時間余裕に合わせた受講が可能**
- ・**繰り返し動画視聴が可能**
- ・受講後の理解度確認テストを実施
- ・従来の集合研修は、3年程度に1回の受講を継続

【予想効果】

- ・自分のペースで繰り返し学習ができ、理解度が向上
- ・事業本部も含めた要員全体の知識レベルの底上げ
- ・集合研修の削減により、負担軽減

今年度の実施結果を踏まえて 継続的に改善を検討する

○当直運転員を対象として、運転シミュレータを活用して、全交流電源喪失訓練を追加するなど、各種訓練を実施し、対応操作の習熟を図っている。

◎重大事故に関する訓練（例）

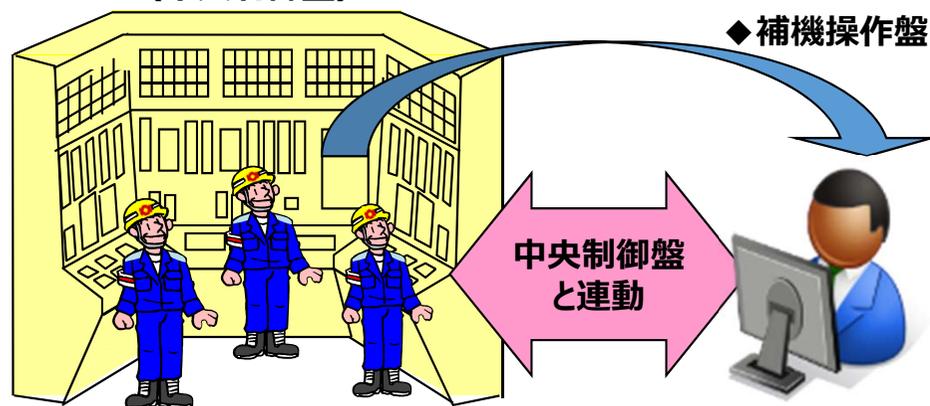
- ・長時間に渡る全交流電源喪失事故対応訓練
- ・地震、津波を想定した訓練
- ・緊急安全対策要員との連携を想定した訓練

◎事故時の環境を想定した訓練（例）

- ・非常灯照明下での訓練
- ・マスクを装着した訓練

●緊急安全対策要員との連携を模擬

◆運転訓練シミュレータ
（中央制御盤）



- ・中央制御室とは別室に設置された補機操作盤にて現地対応を模擬
- ・中央制御室運転員は、緊急安全対策要員と連携し操作を実施

●非常灯照明下での訓練風景



●マスクを装着した訓練風景



大飯3,4号機 新規制基準を踏まえた運転シミュレータ訓練の充実

○福島第一原子力発電所事故以降、重大事故等対策設備を計画的にシミュレータに反映し、重大事故への対応訓練を実施。
○さらなる充実を図るため、炉心溶融モデルを使用した炉心損傷後における対応訓練を導入予定。

(1) 重大事故等への対応訓練の実施状況 (平成30年度内には炉心損傷後の対応訓練を導入)

プラント	平成23～28年度	平成29年度		平成30年度	
		上期	下期	上期	下期
	▽H23 福島第一原子力発電所事故 ▽H25 新規制基準施行				
SA対策訓練の充実	▲H27 SA時プラント挙動コース追加 SA対策設備のシミュレータへの反映 (適宜実施) (改造例) <重大事故対応訓練> ▲H24 空冷式非常用発電装置 ▲H25 大容量ポンプ ▲H26 ATWS※ ² 緩和設備		継続的に反映 (継続) 炉心溶融モデル※ ¹ 導入・訓練シナリオ作成検証		訓練実施
重大事故シーケンスに係る訓練	【福島第一事故以前から実施】 ①2次冷却系からの除熱機能喪失 ②原子炉格納容器の除熱機能喪失 ③原子炉停止機能喪失 ④ECCS注水機能喪失 ⑤ECCS再循環機能喪失 ⑥格納容器バイパス (IS-LOCA) ⑦格納容器バイパス (SGTR) ⑧全交流電源喪失 (シールLOCAなし)	【H28.1.28以降 中央制御室主体の成立性確認 追加】 7シーケンス (左記①～⑤、⑦) ⑨崩壊熱除去機能喪失		【炉心溶融モデル導入以降 炉心損傷後の訓練 追加】 ⑩格納容器過圧破損 ⑪格納容器過温破損 ⑫水素燃焼	

(2) 炉心損傷後の対応訓練内容

- ・ 格納容器破損防止シーケンスを模擬した重大事故に対処するための訓練
- ・ 事故対応上必要となる重要な判断 (炉心損傷判断など) に関する訓練

※1：軽水炉の炉心損傷、原子炉圧力容器破損、原子炉格納容器破損から、放射性物質の発生・移行・放出に至る事故シーケンス全般の現象解析に用いるプログラム

※2：原子炉停止機能喪失

大飯3, 4号機 若手技術者への技術継承に関する教育

平成27年から若手技術者を中心に運転中プラントでの現場実務研修やシミュレータ施設による実技研修を実施し、若手技術者への技術継承に取り組んでいる。

① 運転員による運転中プラントでの実務研修

- 技術力維持向上、モチベーション維持・向上を目的に**運転中プラントでの現場実務研修**を実施
巡回点検、定期点検に同行し、現場点検時の異音・異常検知、運転中の緊張感、高温箇所等の危険感受性などの体感

【平成28年度】舞鶴火力発電所

大飯発電所 発電室当直員 4日間の業務研修（合計28名） 9月下旬～11月下旬
発電実習生 1日間の体感研修（合計11名） 9月下旬～10月下旬

【平成29年度】高浜3, 4号機

大飯発電所 発電室当直員 5日間の業務研修（合計59名） 7月中旬～9月上旬

効果：運転中プラントの熱気や振動、騒音などを体感し、運転している現場の緊張感を体感でき有益



② 原子燃料課員による運転中プラント及びシミュレータ施設での実務等の研修

- 頻度の少ない作業や、検査の技術力維持向上を目的に**運転中プラントでの立ち会い**や、シミュレータ施設での業務研修技術力維持向上を目的に**実務研修等**を実施

【平成27、28年度】高浜3, 4号機

大飯発電所 原子燃料課員 燃料装荷、燃料取出作業立会い（合計4名）

【平成26年度以降】原子力運転サポートセンターのシミュレータを用いた炉物理検査業務研修

大飯発電所 原子燃料課員および発電室員

H26年度：11名 H27年度：33名 H28年度：15名 H29年度：17名

効果：現場での体制イメージ、操作内容等を理解でき有益



③ 放射線管理課員による運転中プラントでの実務研修

- 起動時の水質管理体制の強化を目的に**実務研修**を実施

【平成27年度】高浜4号機

大飯発電所 放射線管理課員 2次系クリーンアップに係る水質分析作業立会い 3回（合計3名）

効果：プラント工程の流れの理解と分析操作のノウハウなどが習得でき有益



今後ともOJT機会を継続的に創出することにより社員の技術力の維持継承を図り、プラントの運転再開に備える

大飯3, 4号機 モックアップ訓練設備の運用改善

重大事故等発生時において実施する操作訓練については、実機で行うことが困難であるため、実機と同等の訓練用設備（モックアップ設備）を設置し、改善を図りながら訓練の実効性を向上。

モックアップ設備の設置

訓練名称	設置年月
タービン動補助給水ポンプ手動起動	平成27年6月
ディスタンスピース取替え	平成27年2月
可搬式代替低圧注水ポンプ出口配管接続	平成28年3月
可搬式使用済燃料ピット水位計設置	平成27年3月
主蒸気逃がし弁操作	平成27年3月
補機冷却水配管海水通水時排水ライン接続	平成28年3月
中央制御室空調ダンパ操作	平成27年4月
可搬型計測器によるパラメータ採取	平成24年6月

モックアップ設備の改善例



壁、保温等の障害物を設置し、可能な限り現場の狭隘な操作環境を模擬。



遮光カーテンの設置

モックアップ設備の設置場所にある全ての窓に遮光カーテンを設置し、電源喪失時の操作環境を模擬。(H29.3)



モックアップ設備による訓練実績(平成28年度)

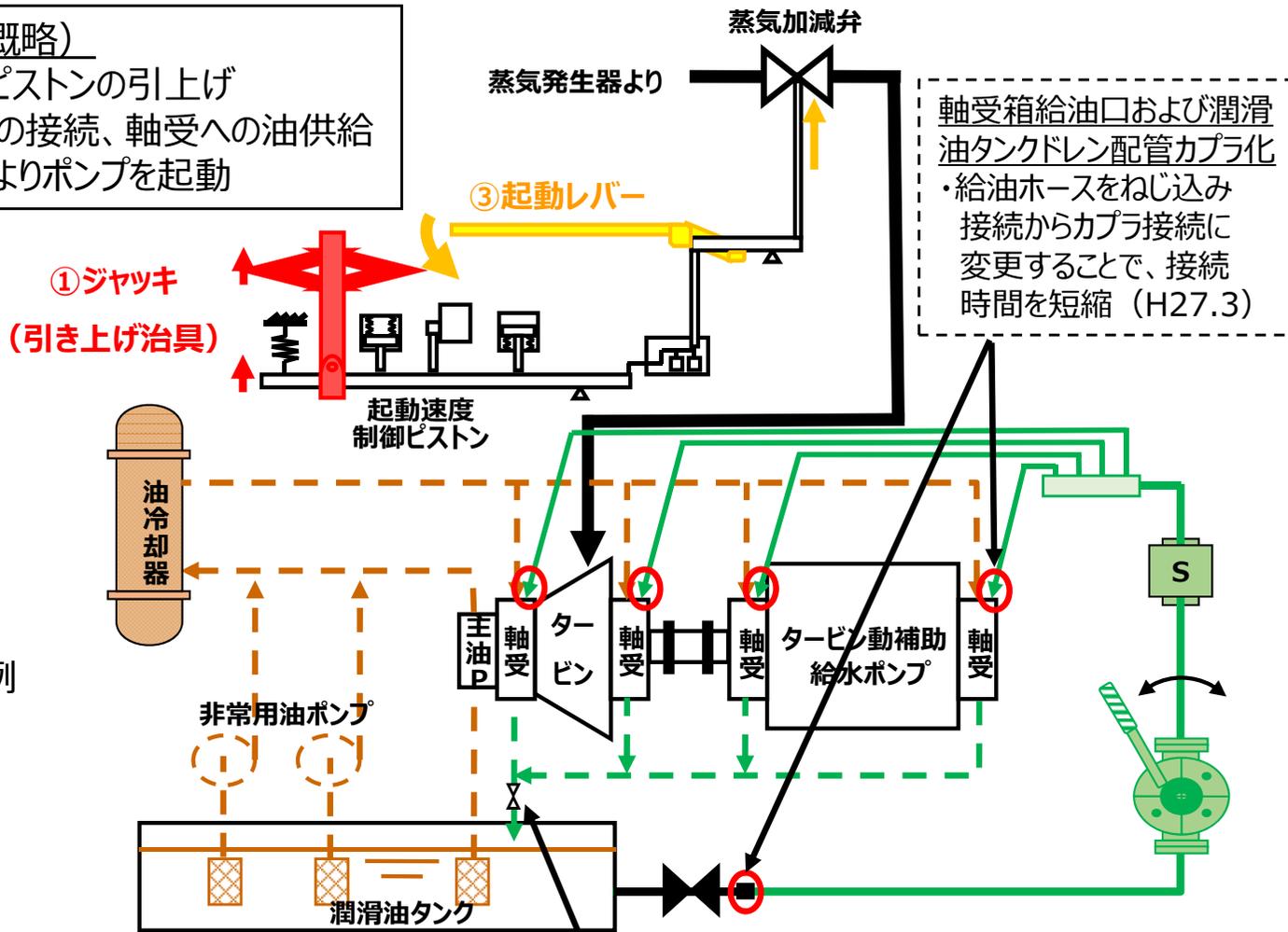
訓練回数：270回（のべ約1700人）
 受講対象者：ディスタンスピース取替え（給水要員）、タービン動補助給水ポンプ手動起動（運転支援要員）、可搬式代替低圧注水ポンプ出口配管接続（運転支援要員、設備要員）、可搬式使用済燃料ピット水位計設置（設備要員）他

大飯3, 4号機 タービン動補助給水ポンプ手動起動操作の改善

直流電源喪失時においても人力によりタービン動補助給水ポンプを起動できるよう、必要な設備を設置。
また、訓練時に確認された課題について継続的な改善。

手動起動手順 (概略)

- ①. ジャッキによりピストンの引上げ
- ②. 手動油ポンプの接続、軸受への油供給
- ③. 起動レバーによりポンプを起動



軸受箱給油口および潤滑油タンクドレン配管カプラ化
・給油ホースをねじ込み接続からカプラ接続に変更することで、接続時間を短縮 (H27.3)



② 手動油ポンプ設置 (H25.6)
新規制基準対応

改善事例

軸受潤滑油戻り弁設置
・潤滑油戻りライン仕切弁を恒設化し、手動起動準備時間を短縮 (H29.1)



手動油ポンプの保管場所変更および手動油ポンプ台車化
・保管場所をタービン動補助給水ポンプ室内に変更および架台を台車化することにより、接続時間を短縮 (H27.3)

複数サイト同時発災時の事故制圧体制イメージ

他原子力事業者

- 全国12社間での協力協定
- 西日本5社間での協力協定



支援拠点

◇ 原子力研修センター など



- 複数サイトに対する要員・資機材の支援拠点
- 美浜支援センターからの資機材、要員の集結拠点 など



発電所原子力緊急時対策本部

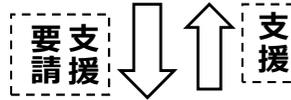
- ◇ 設置場所：発電所緊急時対策所
- ◇ 本部長：発電所長

高浜

常駐要員 70名
参集要員 48名

大飯

常駐要員 64名
参集要員 10名



メーカー、協力会社、ゼネコン等

- 事故進展予測 (INSS)
- プラント設計 (三菱など)
- 建物設計 (ゼネコン)

美浜原子力緊急事態支援センター

- ロボット、重機等の提供
- オペレーター派遣 など



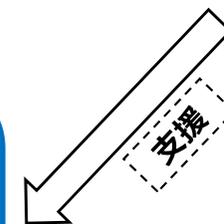
本店原子力緊急時対策本部

- ◇ 設置場所：原子力事業本部
- ◇ 指揮：社長、原子力事業本部長、副事業本部長

- 事故情報収集と社内外への連絡
- 事故制圧の技術的支援
- E R C、自治体対応
- 報道対応
- 現地支援拠点の運営
- 住民避難の支援

<同時発災に、よりの確に対応するための課題>

- 同時発災に対応した体制 (指揮命令) 構築
- 同時発災体制の構築に伴う、設備面の整備



オフサイトセンター
(2箇所設置の想定)

要員派遣

関係自治体

要員派遣

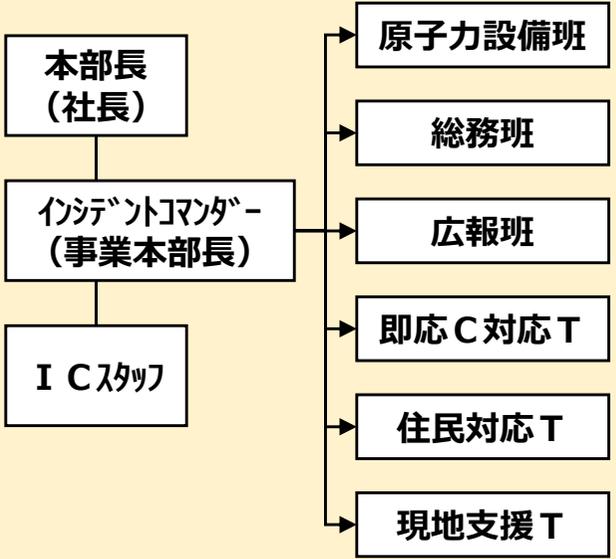
具体的改善内容

51 ~ 52

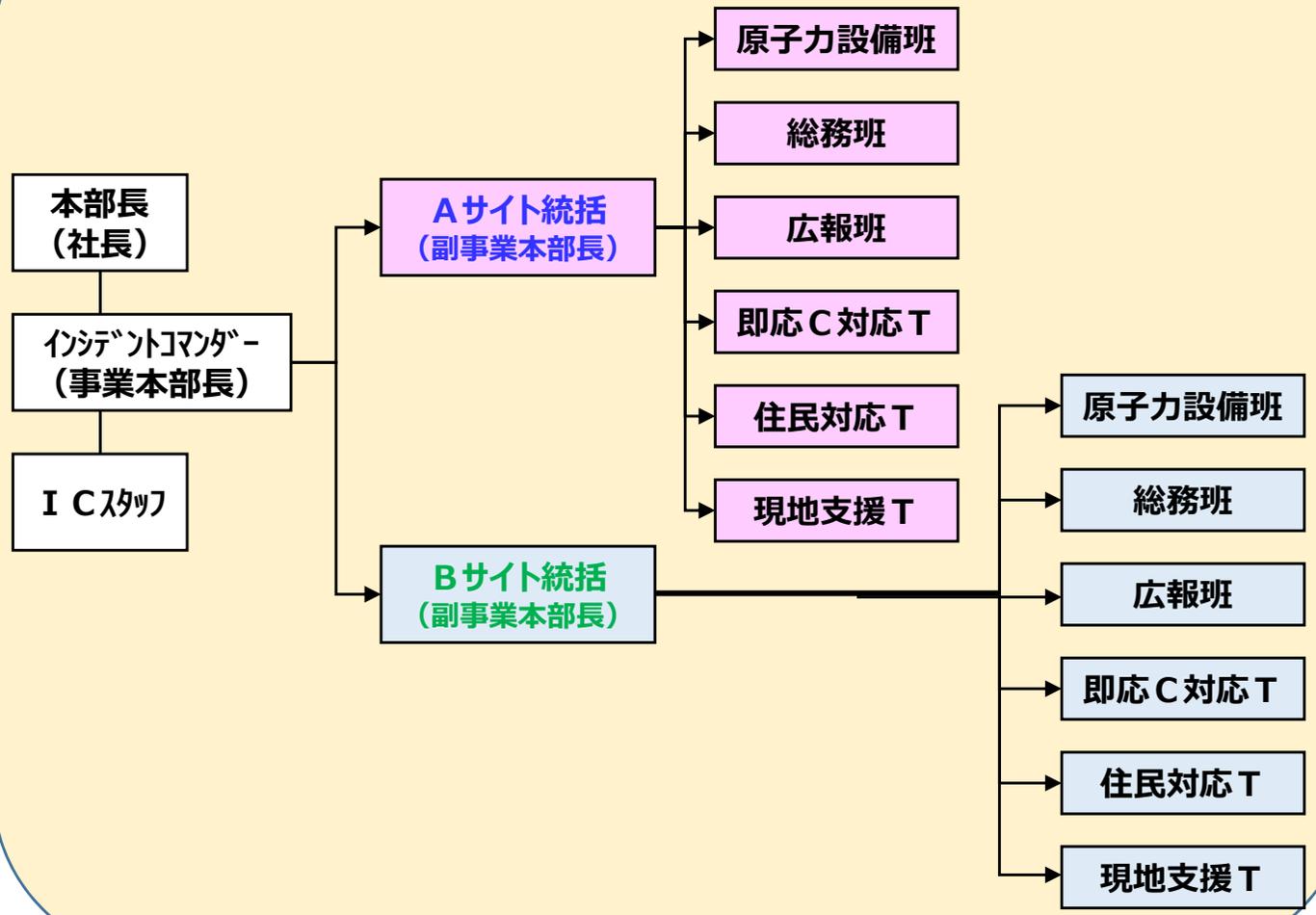
同時発災に備えた原子力事業本部の指揮命令系統の明確化

- 同時発災時は、情報輻輳による混乱を防止すると共に本部要員が的確に行動するため、副事業本部長クラス（3名）から発災サイト毎の統括を指名し、原則として担当統括の指揮の下で独立的に対応。
- 本部長・I C（インシデントコマンダー）※ は、必要に応じ、担当統括に対して指示・指導・助言。

単独サイト発災時の体制



複数サイト発災時の体制

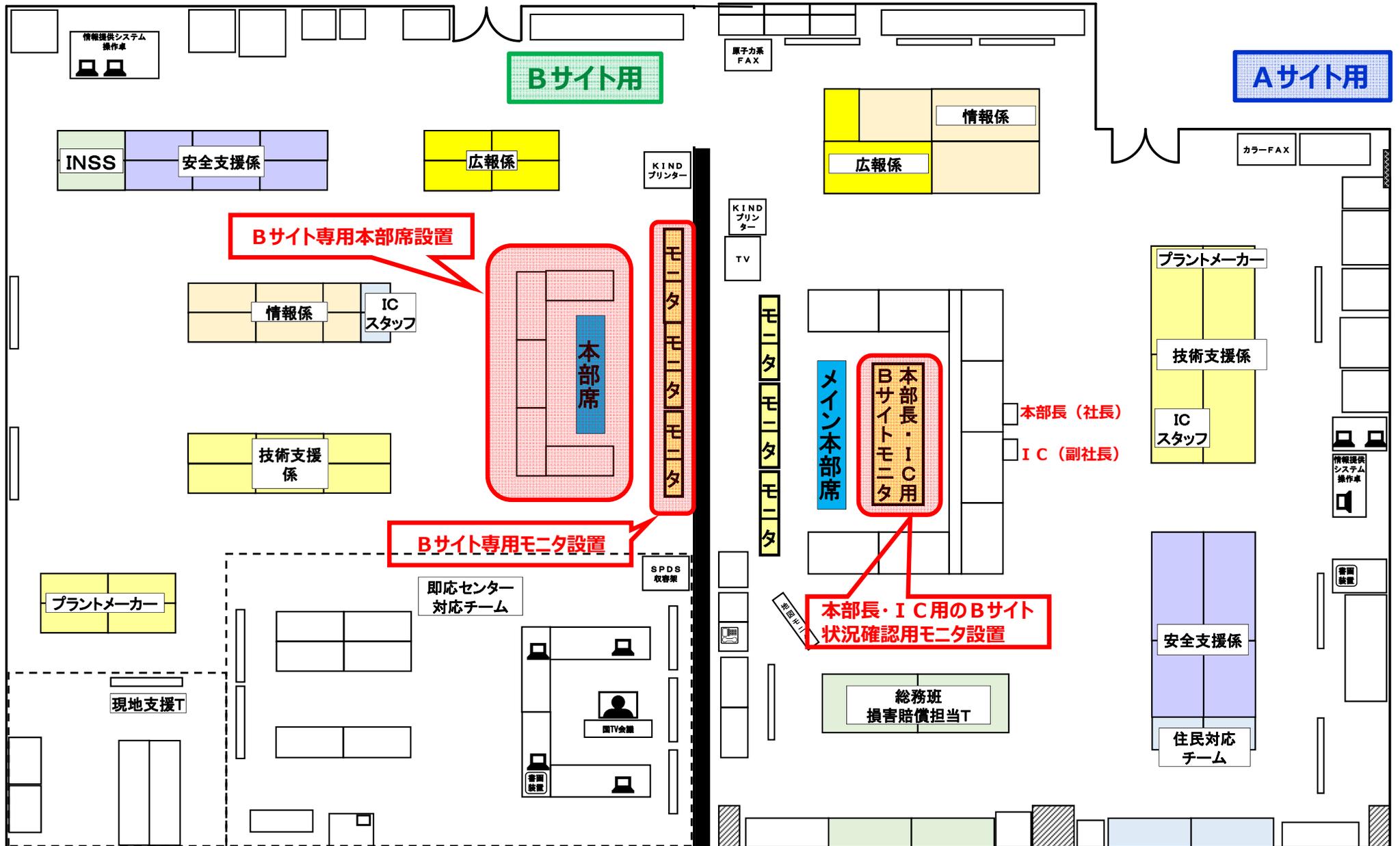


※現場指揮官。緊急時対応に係る全ての重要事項の報告を受け、本部内への指揮命令を一元的に発信する人物。

同時発災に備えた原子力事業本部緊急時対策本部のレイアウト変更・設備増強

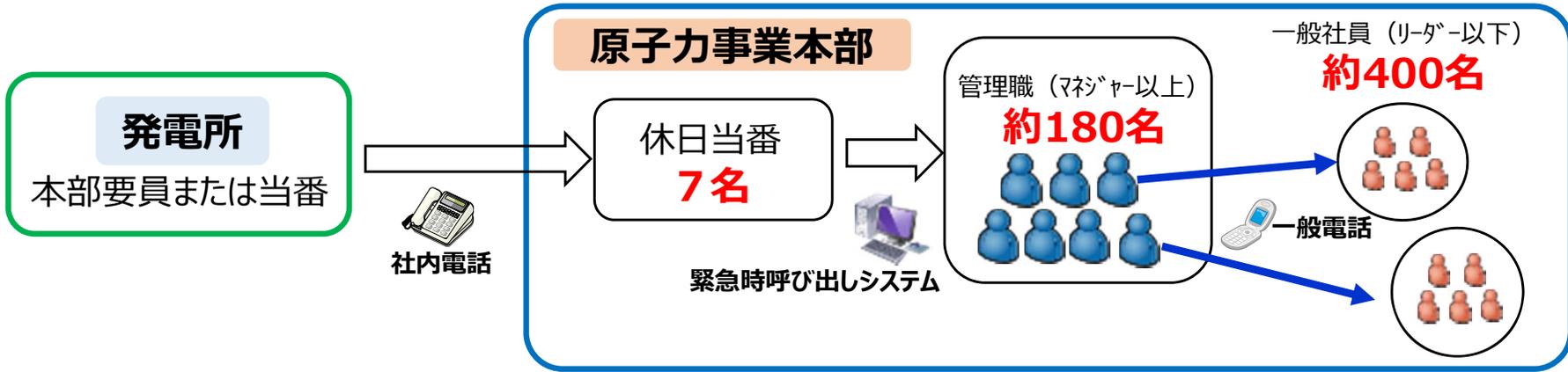
- 前頁の組織の分離を有効に機能させるため、本店緊急時対策本部のレイアウトも発災サイト毎で分離して対応。
(本部長・I CはAサイト本部席で両サイトの対応を指揮することとし、本部長・I C用のBサイト状況確認モニタを設置。)
- また分離に際してBサイト専用の本部席・モニタを新たに設置。

同時発災ハード対策



休日における原子力事業本部要員の召集経路・要員参集イメージ

【要員召集経路】 発電所からの連絡を受け、休日当番者は直ちに呼出しシステムを用いて管理職を召集。管理職は電話にて一般社員を招集。



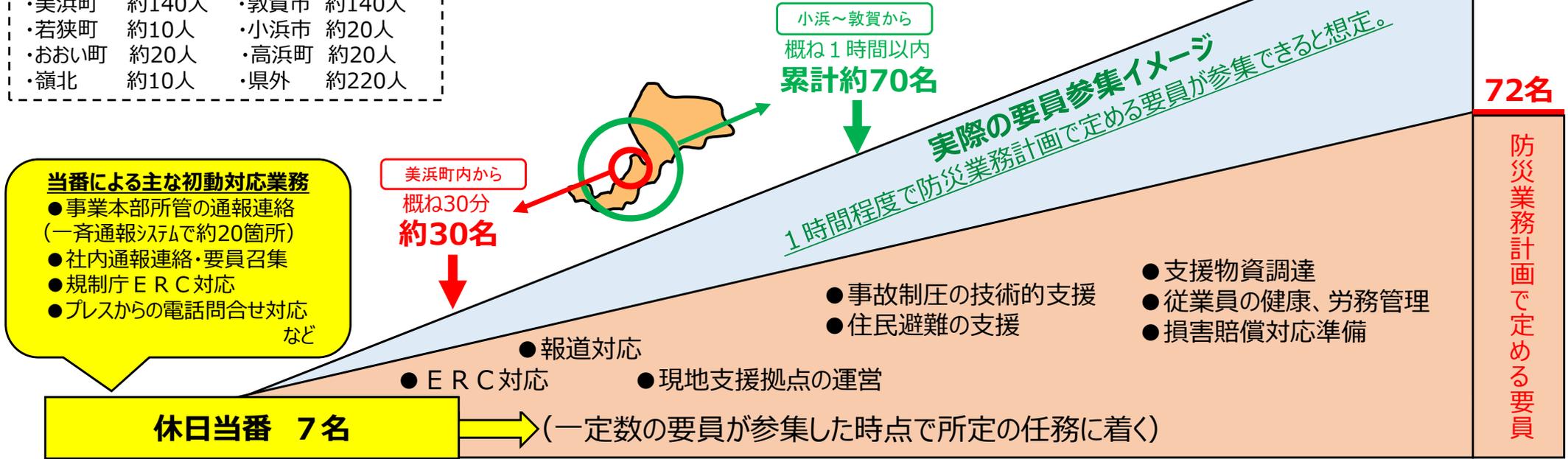
【要員参集イメージ】

初動対応は当番者7名で対処するが、原子力事業本部要員は、原子力事業本部が所在する美浜町と隣接する敦賀市にそれぞれ140人が居住しており、30分以降から順次参集し、概ね1時間で防災業務計画で定める体制が構築できる。

周辺府県等から
概ね6時間以内
累計
約300名

原子力事業本部要員の居住地内訳

・美浜町 約140人	・敦賀市 約140人
・若狭町 約10人	・小浜市 約20人
・おおい町 約20人	・高浜町 約20人
・嶺北 約10人	・県外 約220人



原子力災害発生時における原子力事業本部の役割・まとめ

原子力災害発生時の原子力事業本部の役割は、発電所への技術的支援、要員・物資の支援を迅速的確に行うことであり、本部長（社長）の指揮の下で、主として以下の業務を行う。＜防災業務計画より抜粋＞

班	係	主な任務
原子力設備班	情報係	本部指示の伝達、社内外情報の収集・連絡・記録、関係官公庁への報告、災害状況の把握、他原子力事業者への応援要請
	安全支援係	事故状況の把握・評価の支援、アクシデントマネジメントの支援、汚染拡大防止措置に関する支援、放射線影響範囲の推定等に関する支援、原子力緊急事態支援組織との連携
	技術支援係	原子力発電設備の被害状況の把握、事故拡大防止策に関する支援、事故原因の究明・除去に関する支援、復旧対策に関する支援、原子力発電設備の設計工事情報の確認、プラントメーカーおよび建設会社との連携
	特命支援係	原子力設備班長が指示する事項
総務班	総括係	本部の設営・運営、行政（危機管理箇所）・社外防災機関との連携（要員派遣を含む。）、本部要員の召集、通話制限、燃料・ヘリコプター・要員等の全社融通調整、他の班および係に属さない事項
	保健係	従業員の健康管理、医療・防疫対策に関する事項、放射線緊急医療対策に関する支援
	労務係	労働組合対応、従業員の出勤状況の把握、サービスに関する事項、従業員・従業員家族等の安否確認および被災状況の把握社宅・寮等の被害状況の把握、など
	資材係	資材の調達・輸送、他電力からの資材・役務の融通調整、復旧車両全般の燃料の調達・輸送、ヘリコプターの確保、物資の陸上輸送手段の確保、契約関係
班 広報	広報係	社外報道機関への対応、マスメディアを通じた安全および復旧状況等に関する広報、社内広報媒体での社内情報提供、関係自治体への広報
即応センター対応チーム		E R Cへの状況説明の等の対応
現地支援チーム		拠点の選定、支援物資の調達・輸送・管理、区域出入管理・汚染測定
住民対応チーム		自治体との連携、避難所・被災者・地域モニタリングの対応計画作成
損害賠償担当チーム		相談窓口の設置、補償対応計画の作成

当社は、原子力災害が発生した際には全社を上げて最大限の対応を行うこととしており、同時発災はもとより、防災体制の更なる充実に向け訓練等を通じて継続的に検証・改善を図っていく。

美浜原子力緊急事態支援センターによる同時発災対応のイメージ

美浜原子力緊急事態支援センター

- 出動要請を受けた宿泊当番者（2名）が、他の支援センター員を招集。
- 支援センター内に連絡本部を設置（本部要員：所長、副所長、総括GM）
- 出動準備、出動
 - ・ 宿泊当番者（2名）と初動対応者（4名：1時間以内に参集）にて出動準備、出動。
 - ・ 他の要員（15名※）は順次参集し、出動準備、順次出動。※連絡本部要員3名を含む。

後方支援拠点（原子力研修センター）

- 支援センターは、後方支援拠点到着後より関西電力の指揮下に入る。
- 関西電力からの指示に従い、大飯発電所及び高浜発電所に出動する。

大 飯 発 電 所

- 支援センターから9名（要員8名、予備要員1名）を派遣。
- 要員及び資機材は、ロボットコントロール車、重機コントロール車、箱車、ワゴン車で運搬。無線重機は大型重機運搬車で運搬。

緊急時対策所（関西電力）

↑ 連携 ↓

現場統括者（支援センター）

ロボット・無線ヘリコプター操作チーム



- 支援センター：現場リーダー、無線ヘリコプター操作
- 事業者：ロボット操作



無線重機

- 支援センター：オペレーター
- 事業者：補助

高 浜 発 電 所

- 支援センターから9名（要員8名、予備要員1名）を派遣。
- 要員及び資機材は、ロボットコントロール車、重機コントロール車、箱車、ワゴン車で運搬。無線重機は大型重機運搬車で運搬。

緊急時対策所（関西電力）

↑ 連携 ↓

現場統括者（支援センター）

ロボット・無線ヘリコプター操作チーム



- 支援センター：現場リーダー、無線ヘリコプター操作
- 事業者：ロボット操作



無線重機

- 支援センター：オペレーター
- 事業者：補助

情報通信網の強化

発電所

【構内の通信：電源喪失時等における通信手段確保】

- トランシーバー（震災前：0台）
美浜：15台、高浜17台、大飯15台配備
美浜：15台、高浜72台、大飯33台配備
- 携行型通話装置（震災前：0台）
 - ・中央制御室と現場各所に専用通信線を敷設
 - ・携行型通話装置を配備
 通信線：敷設済み
 通話装置：美浜20台、高浜20台、大飯20台配備
 通話装置：美浜47台、高浜36台、大飯38台配備

【構外・構内との通信：携帯電話不通時等の通信手段確保】

- 緊急時衛星通報システム（震災前：0台）
美浜3台、高浜3台、大飯3台配備
美浜3台、高浜5台、大飯4台配備
- 衛星電話（固定）（屋外アンテナ付）（震災前：0台）
美浜 0台、高浜 0台、大飯 0台
美浜10台、高浜20台、大飯20台配備
- 衛星電話（携帯）（震災前：各発電所 1台）
美浜：24台、高浜26台、大飯23台配備
美浜：21台、高浜39台、大飯38台配備
- 社内LAN用衛星可搬局（震災前：0台）
各発電所0台
各発電所1台配備

原子力事業本部

- 緊急時衛星通報システム（震災前：0台）
1台配備
1台配備
- 衛星電話（震災前：2台）
14台配備
（屋外アンテナ付：0台）
13台配備
（屋外アンテナ付：12台）
- 衛星電話（固定）（震災前：0台）
0台
5台配備
- 社内LAN用衛星可搬局（震災前：0台）
0台
2台配備

本店（大阪）

- 衛星電話（震災前：3台）
10台配備
10台配備

国統合防災NW

- 電話、FAX、TV会議（地上系、衛星系）
発電所、原子力事業本部、本店（大阪）、オフサイトセンター等を結ぶ

オフサイトセンター

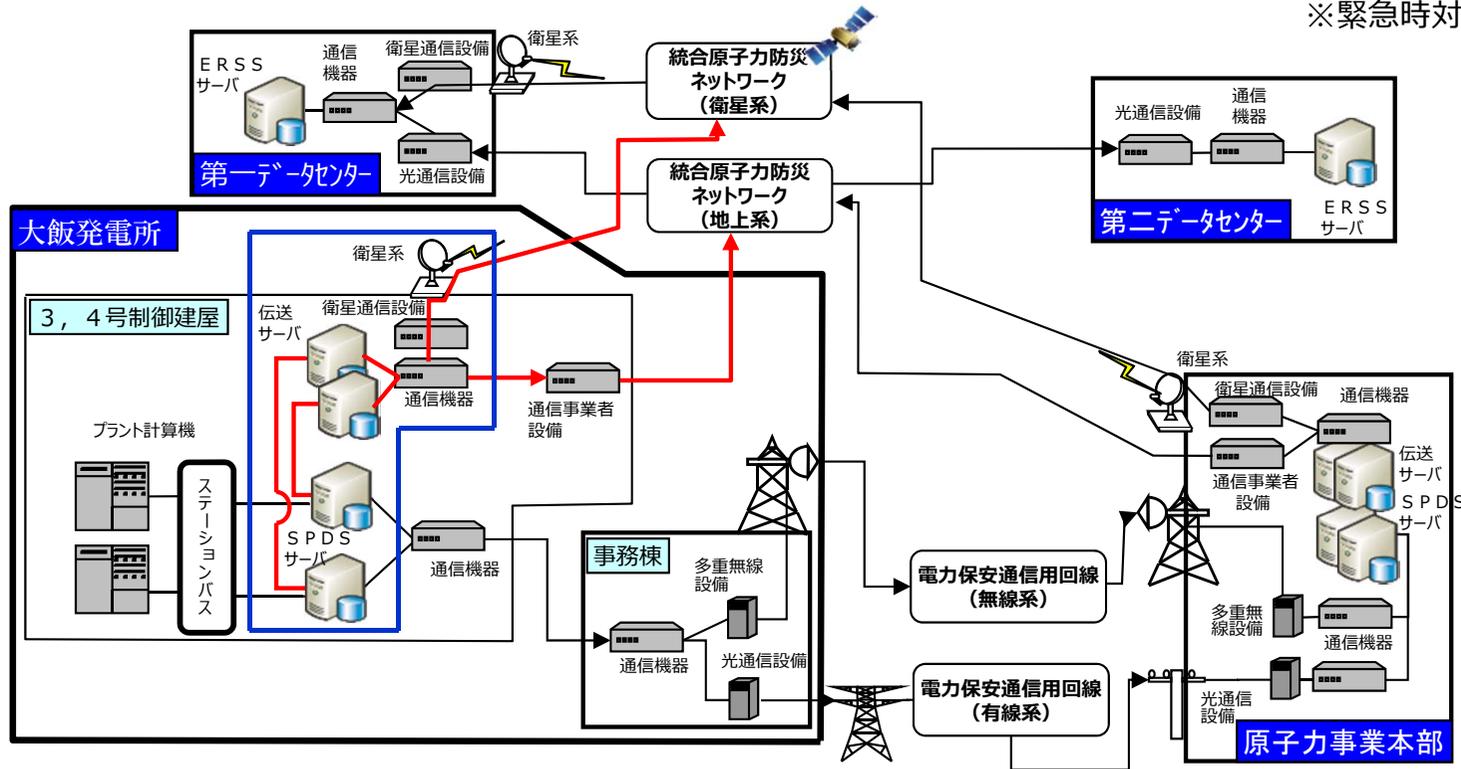
- 衛星電話（屋外アンテナ付）（震災前：0台）
各オフサイトセンター0台
各オフサイトセンター6台配備

前回再稼動前(H24.6)：青字、現状：赤字

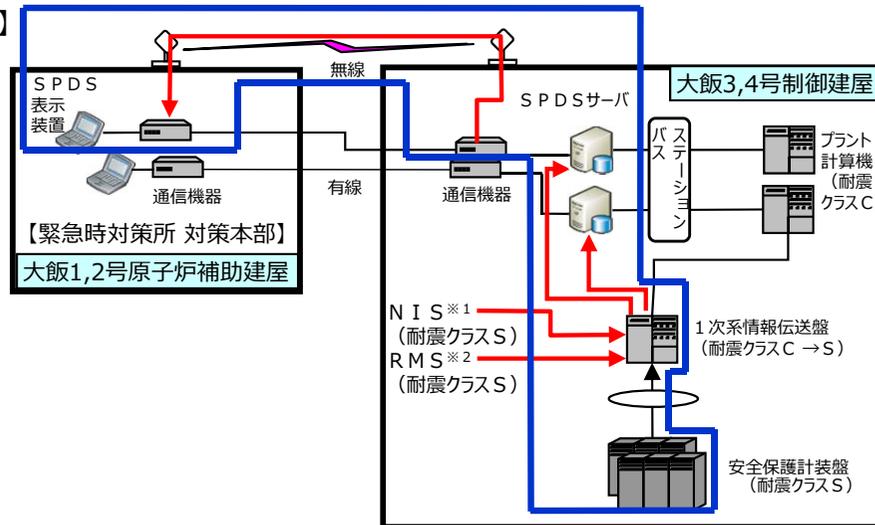
大飯3, 4号機安全パラメータ表示システム (SPDS) の地震時における機能維持対策

○新規制基準対応として、プラントパラメータをERSS※等へ伝送する設備について、地震時における機能維持対策を実施。

※緊急時対策支援システム



【発電所内におけるSPDS構成】



→ : 新規制基準対応により構築した伝送ライン

□ : 新規制基準Ssによる地震力に対する機能維持対策を実施した範囲

※ 1 : 「Nuclear Instrumentation System」(炉外核計装装置)

※ 2 : 「Radiation Monitoring System」(放射線監視装置)

事故制圧に必要な各種資格の計画的取得

原子力発電所における重大事故等発生時の初動対応を確実・円滑に行うとともに、更なる技術力向上のため、必要な公的資格を社員に取得。

【H29.9.末時点】

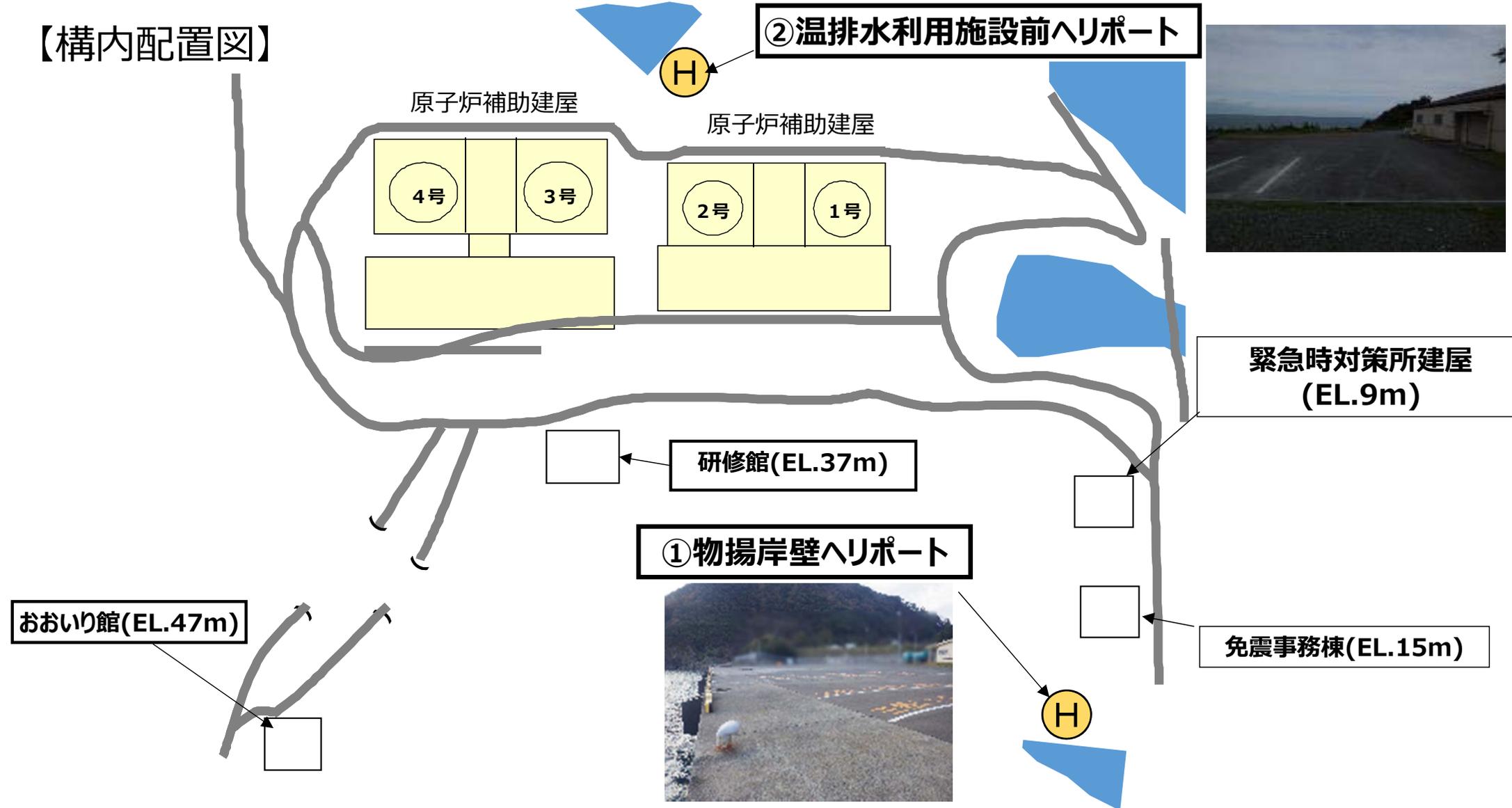
資格名	資格の要求事項	初動対応における役務 (各発電所の設備により一部異なる)	美浜発電所		高浜発電所		大飯発電所	
			保有者数	今年度取得 予定者数	保有者数	今年度取得 予定者数	保有者数	今年度取得 予定者数
大型自動車 第一種免許	車両総重量11t以上の 車両の運転	以下の車両の運転 ・大容量ポンプ ・送水車およびホース展張車 ・可搬式代替低圧注水ポンプ 電源車 ・シルトフェンス運搬用トラック ・緊急時対策所用電源車	27	2	36	9	42	2
危険物取扱者 乙種第4類 (甲種でも可)	ガソリン、灯油、軽油、重油 等の取扱い	給油活動	125	8	160	0	145	2
酸欠測定 の技能講習	酸素欠乏症のおそれのある 場所での作業に伴う酸素濃 度測定	給油活動	25	0	90	0	106	0
車両系建設機械（整 地・運搬・積込み・掘削 用）運転技能講習 ※1	建設機械で機体質量3t以 上のものでの運転操作 ・油圧ショベル ・ブルドーザ 等	以下の重機の操作 ・油圧ショベル ・ブルドーザ	—	—	15	0	—	—
牽引自動車第一種 運転免許	車両総重量が750kgを超え る車のけん引	可搬式代替低圧注水ポンプの 設置	25	5	15	5	32	3
小型移動式クレーン 運転技能講習	つり上げ荷重能力5t未満の 小型移動式クレーンの運転	・消防ポンプ等の設置 ・大容量ポンプ水中ポンプの 設置	46	5	48	0	62	5
玉掛け技能講習	つり上げ荷重1t以上のクレー ン等の玉掛け業務	・シルトフェンスの設置	71	1	67	0	88	4
フォークリフト運転 技能講習	最大積載質量1t以上の フォークリフトの運転操作	放水砲用泡混合器の運搬	11	0	15	0	15	0

※1：美浜発電所・大飯発電所では瓦礫除去作業を協力会社に委託するため、当社社員の当該資格の取得は不要

大飯発電所 構内ヘリポートの設置場所

- ①大飯発電所構内において、平成24年に物揚岸壁付近（EL約3.5m）にヘリポートを設置。
- ②さらに、放水口北東の高台（EL約15m）にヘリポートを追加設置し、平成29年8月より運用を開始。

【構内配置図】



原子力事業における事業者間の相互協力の概要

(締結者：関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、北陸電力)

◆「原子力災害時における協力」

目的	5社の地理的近接性を活かし、より迅速な対応を図るため、協力要員の派遣や資機材の提供など相互協力を実施
主な協力内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 協力要員の派遣 <ul style="list-style-type: none"> ● 現行協力協定に加え、5社合計で100人～200人規模の派遣 <ul style="list-style-type: none"> － 環境放射線モニタリング、避難退域時検査 － 支店・営業所等での広報対応 － 発電所への輸送車両の運転 など 2. 資機材の提供 <ul style="list-style-type: none"> ● 現行協力協定の消耗品の提供数量の増量に加え、各社において提供可能な資機材を提供 (例) がれき撤去用重機、タンクローリー、タイベックスーツ など 3. 原子力部門トップによるテレビ会議を活用した発災事業者に対する助言等の支援 4. 各社が相互参加する定期的な訓練の実施

◆「廃止措置実施における協力」

- 目的：廃止措置の安全性向上および審査対応の充実
- 主な協力内容：大型工事における技術・調達の検討、廃止措置の状況などの情報共有

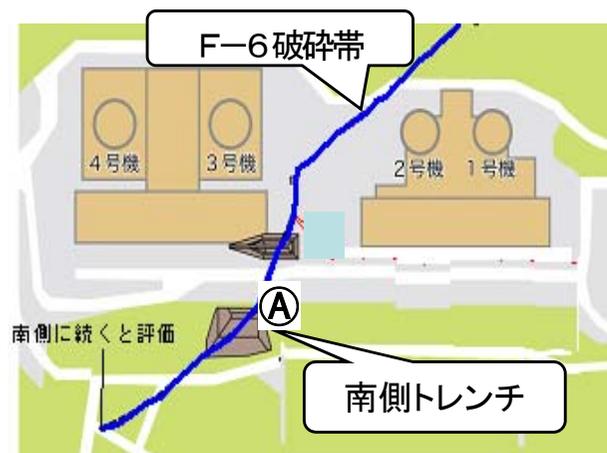
◆「特定重大事故等対処施設設置における協力」

- 目的：特重施設設置に関する安全性向上および審査対応の充実
- 主な協力内容：設備仕様の統一などの検討、先行プラントの状況などの情報共有

外的事象への対応

- 平成24年7月、旧原子力安全・保安院の意見聴取会において「F-6 破砕帯の活動性を完全に否定するためには現状の資料では十分でなく、現地での直接確認が必要である」ことが指摘され、これを踏まえ、旧原子力安全・保安院より、F-6 破砕帯の性状を直接確認する等、活動性評価に必要な調査を実施するよう指示を受けたことから、当社はF-6 破砕帯の追加調査を実施した。
- 平成25年9月、原子力規制委員会の有識者会合において、追加調査結果を踏まえて「F-6 破砕帯は、将来活動する可能性のある断層等ではない」とする当社評価に関して認識の共有化がなされ、平成26年2月、有識者会合が取りまとめた評価書を原子力規制委員会が了承した。

敷地内破砕帯調査



F-6 破砕帯を含め南側トレンチで見られる破砕帯は約23万年前の火山灰を含む地層より下位の地層を変位させていない。

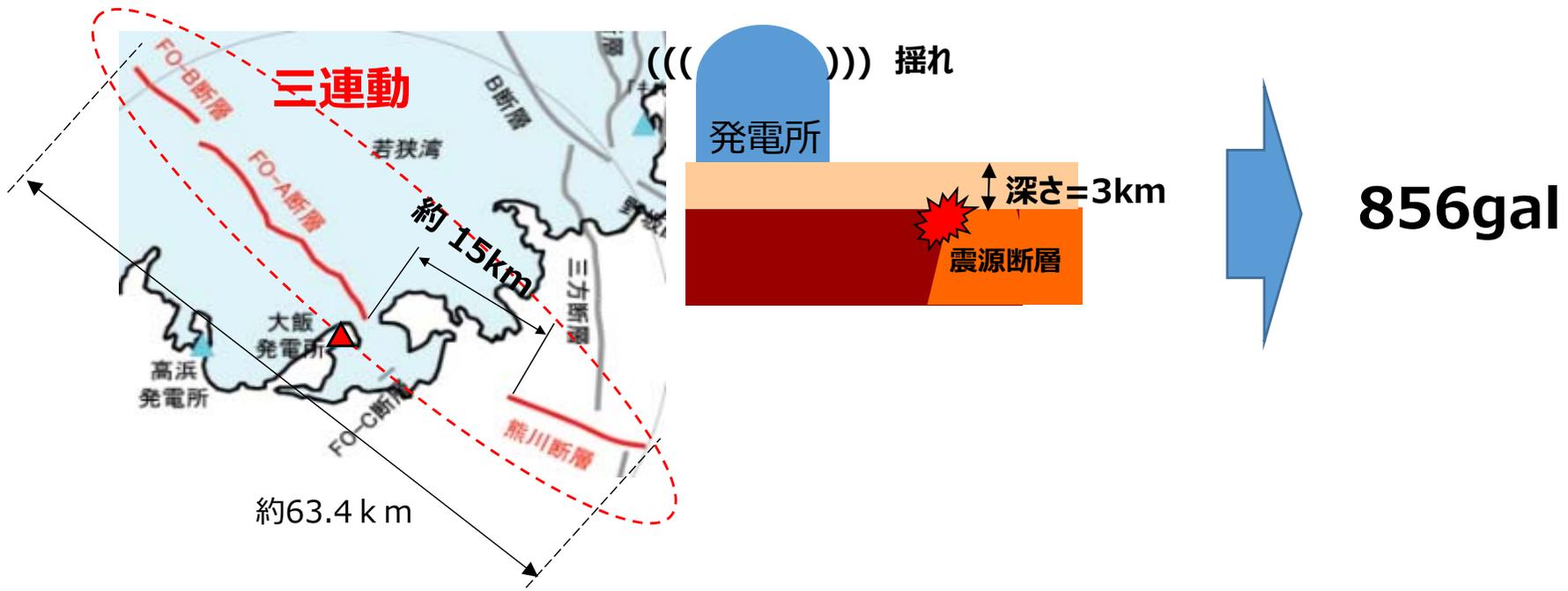
F-6 破砕帯は、約23万年前の火山灰を含む地層を変位させておらず、後期更新世以降活動していないことが確認された。このことから、F-6 破砕帯については、将来活動する可能性のある断層等には該当しない。

大飯発電所における基準地震動の変遷と地震動の決定

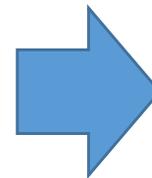
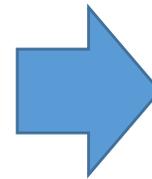
大飯発電所の基準地震動の変遷



見直し後の基準地震動



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）

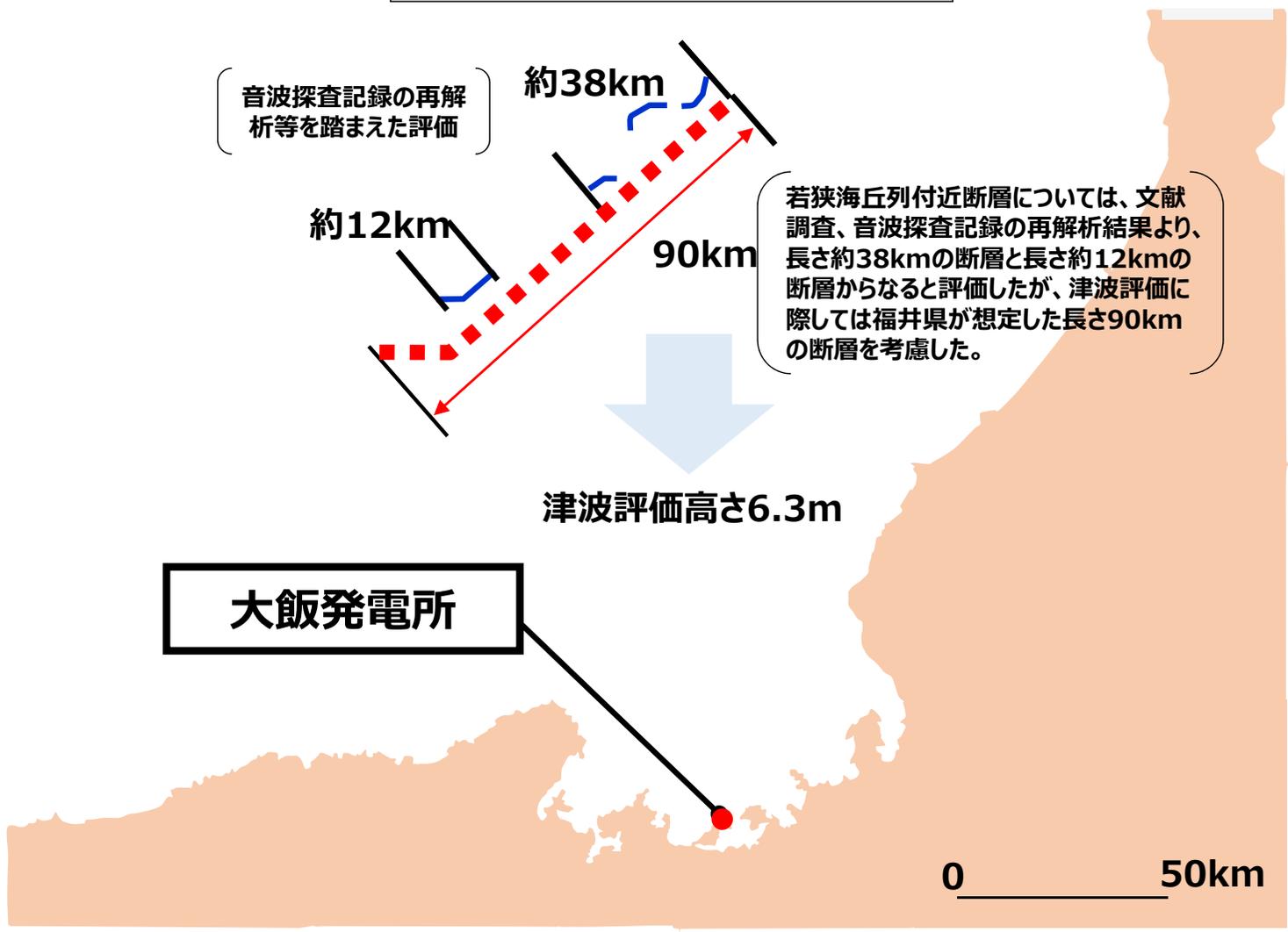


スナバ：配管の熱による伸びなどゆっくりとした変化には追従するが、地震等の激しい動きに対しては、配管を固定する機能を持つ

大飯3, 4号機 津波高さの設定

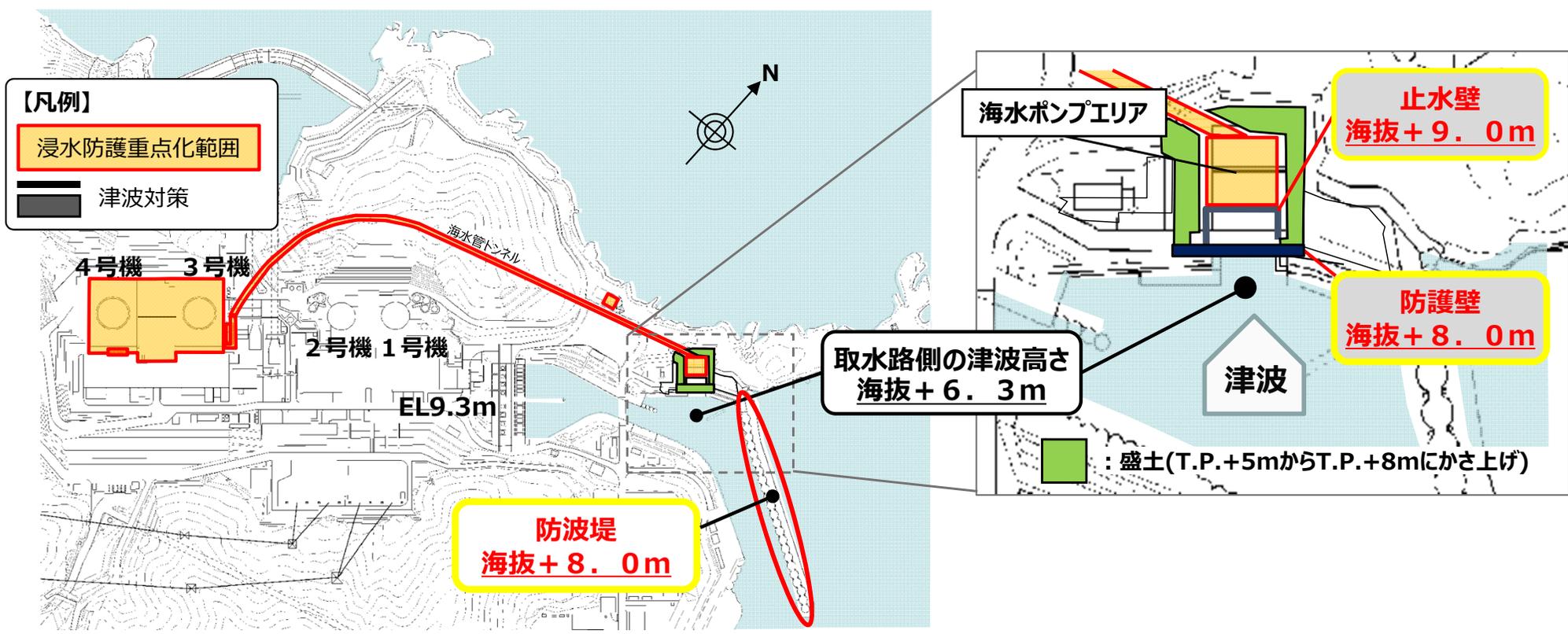
○若狭海丘列付近断層を90kmとし、海底地すべり等の重畳や潮位のばらつきを考慮して、津波評価高さを海拔+6.3mに設定。

津波に関する断層の位置



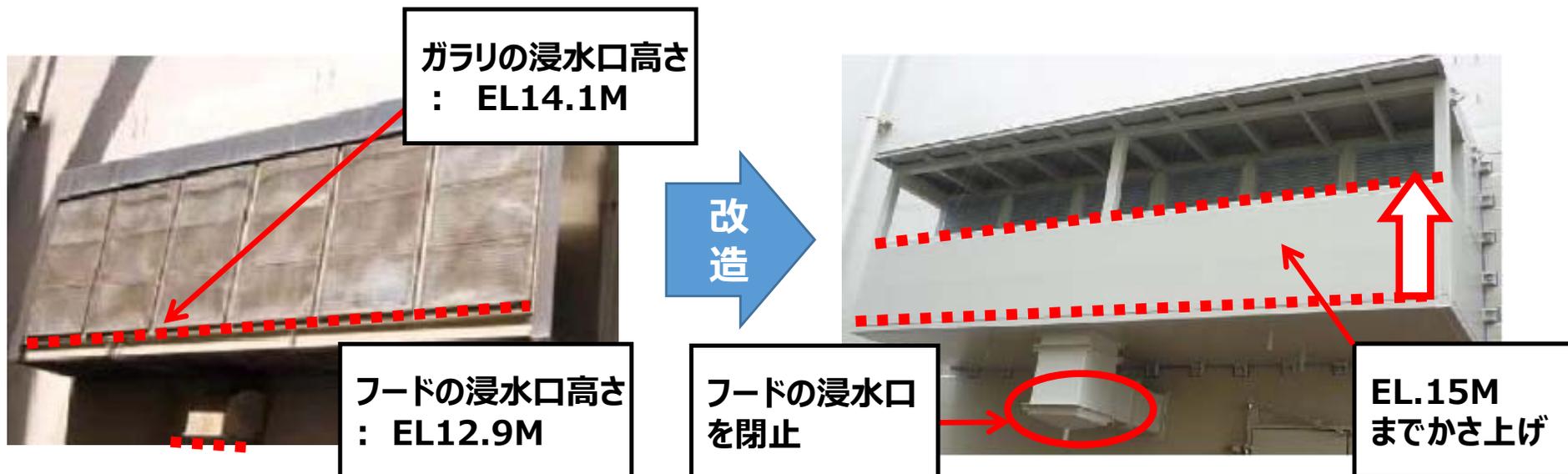
大飯3, 4号機 津波対策 (浸水防護施設の設置)

- 大飯発電所の津波評価高さは、取水路側 海拔+ 6. 3mである。
- 主要な建屋は、敷地高さが9. 3m以上にあり、津波対策は必要ない。
- ただし、大飯3,4号機の海水ポンプエリアのみ、津波評価高さが敷地高さを上回るため、津波評価高さに裕度をもたせた高さで、防護壁 (海拔+ 8. 0m)、止水壁 (海拔+ 9. 0m) を設置。
- なお、防波堤を海拔+ 5. 0m⇒+ 8. 0mにかさ上げし、津波の影響を軽減。



- 自主的な安全対策として、非常用ディーゼル発電機換気空調用排気ダクトのかさ上げおよび水密扉への取替えを実施。

非常用ディーゼル発電機室の換気空調用ダクトのかさ上げ



水密扉への取替え (21箇所/3・4号機)



大飯3, 4号機 竜巻対策

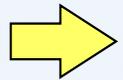
- 風速100m/sの竜巻を想定し、以下の対策を実施。
 - ・重要な発電設備（海水ポンプ等）を竜巻による飛来物から保護するため、飛来物防護対策を実施。
 - ・飛来物となり得る物品の飛散防止対策(飛散防止、移動、収納)を実施。

飛来物防護対策

〔竜巻飛来物対策設備設置前〕



＜上面＞
3重の金属ネットで飛来物のエネルギーを吸収



〔竜巻飛来物対策設備設置後〕



＜側面＞
鋼板で貫通を阻止

飛散防止対策

- 飛散防止対策：飛散対象物をアンカー、ウエイト等にて飛散しないよう固縛。
- 対象物：ユニットハウス、定期検査工具保管庫、運転・保守に必要な仮置資機材 他



○森林火災による発電所施設への延焼を防止するために森林を伐採し、幅18m以上の防火帯を設置。

防火帯 (例)



防火帯

大飯3, 4号機 火災対策 (屋内)

- 火災の早期検知のため、火災の態様を踏まえ多様な火災感知器を追加設置。
- ポンプ等へのハロン消火設備、可燃物へのスプリンクラーおよびケーブルトレイ消火設備を設置。
- 火災の影響を軽減するためのケーブルトレイへの耐火シートの巻付け。

火災感知器の追設

【煙感知器】



【熱感知器】



【炎感知器】



煙感知器[約450個]・・・施設全域

熱感知器[約700個]・・・隔壁、筐(きょう)体等により火災が遮られるケーブル、電気盤

炎感知器[約350個]・・・火炎が機器外に出るポンプ類、密集している電源盤

固定式消火設備の追設



スプリンクラー

スプリンクラー設備[約2,000個]



ハロン消火剤ノズル

ポンプ等へのハロン消火設備[約80箇所]

ポンプ

ケーブルトレイへの耐火シートの巻付け



ケーブルトレイ

耐火シートの巻付け[約2,000m]

トレイ内へ自動消火装置 (ハロン式) を設置

ケーブルトレイ消火設備[約60区画]

大飯3・4号機については、建設当時から難燃ケーブルを使用している。

火山影響等発生時の体制整備等に係る規制要求への対応方針

- 火山現象による影響が発生または発生するおそれがある場合の対策について、体制を整備し、保安規定への記載を求める規則改正案の意見募集の実施を原子力規制委員会が決定。
- 既許可プラントへの経過措置として、施行から約1年の猶予期間が設定される予定。

規制要求内容とその対応

評価ガイド手法により算出される気中降下火砕物濃度や降灰継続時間（24時間）、降灰による作業環境の悪化を想定した、以下の3つの対策が要求される。

【非常用交流動力電源設備の機能の維持】

- 評価ガイド手法により算出される気中降下火砕物濃度の環境下においても2系統の非常用ディーゼル発電機（DG）が機能維持できることを要求。

⇒ 非常用DGの吸気ラインに設置する着脱式の改良型フィルタにより対応。
高浜3, 4号機、大飯3, 4号機は、改良型フィルタの配備完了。

【交流動力電源喪失時における炉心の著しい損傷の防止】

- 降灰による作業環境の悪化を想定しても、全交流電源喪失時に炉心損傷を防止できることを要求。

⇒ 既に整備済の全交流電源喪失時の手順により対応。

【代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能の維持】

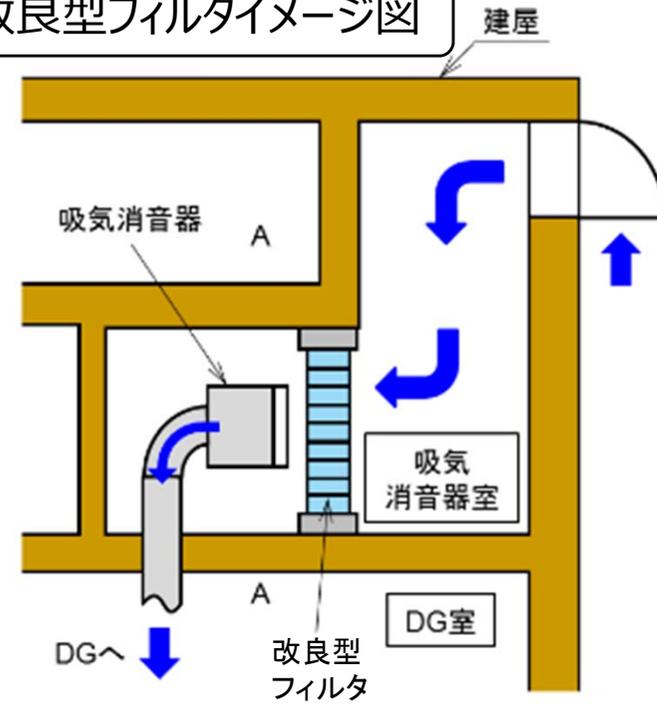
- 非常用DGが機能喪失した場合の代替手段の準備を要求。

⇒ 既に配備済の可搬型設備等により対応。

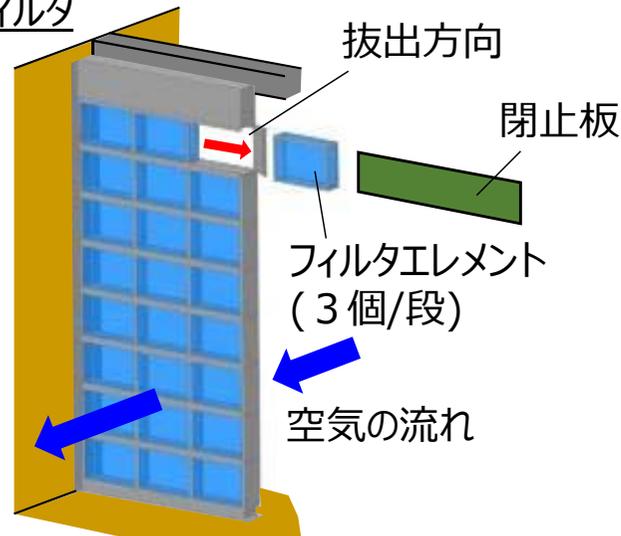
非常用ディーゼル発電機
吸気消音器



改良型フィルタイメージ図



A-A 改良型フィルタ



改良型フィルタ (写真)

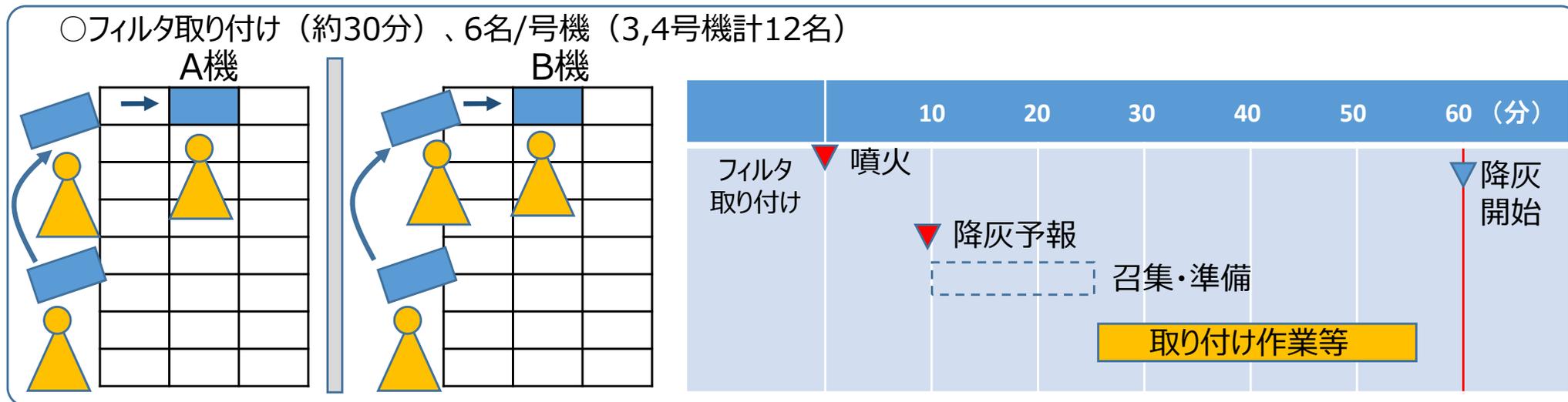


(注) 今回の工事では既設吸気消音器に対する改造工事はない。

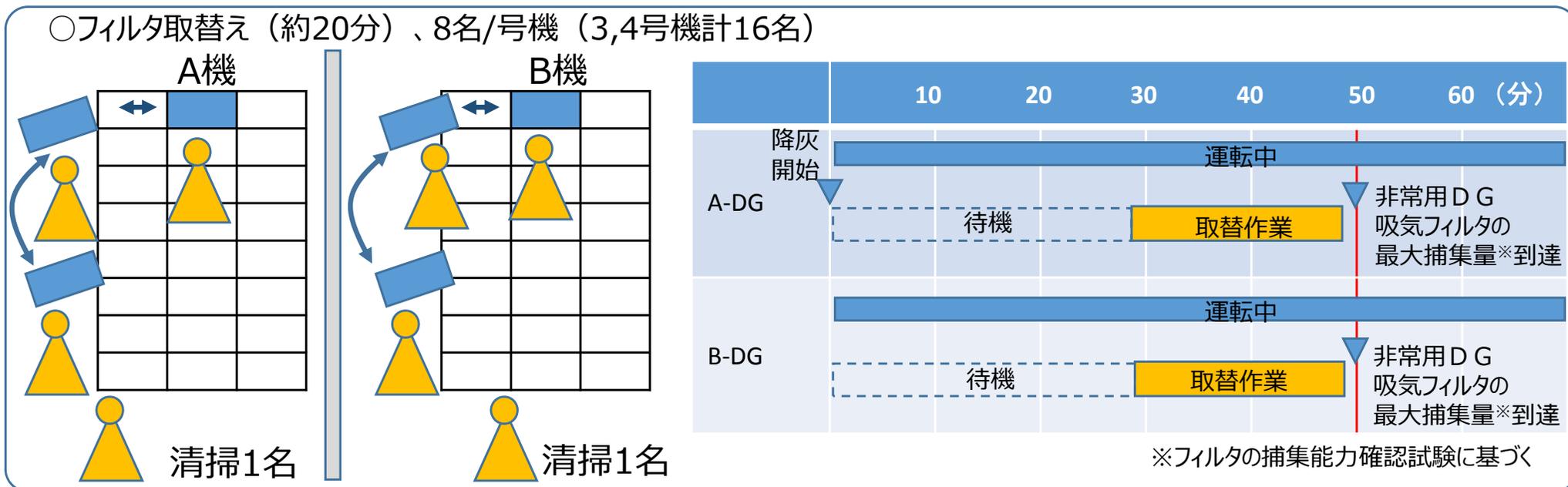
大飯3, 4号機 改良型フィルタ取り付け・取替えの体制

○改良型フィルタの取り付け、取替えの体制イメージは以下のとおり。

想定：火山噴火からサイト内への降灰開始までのフィルタ取り付けの体制



想定：降灰開始後のフィルタ取替えの体制



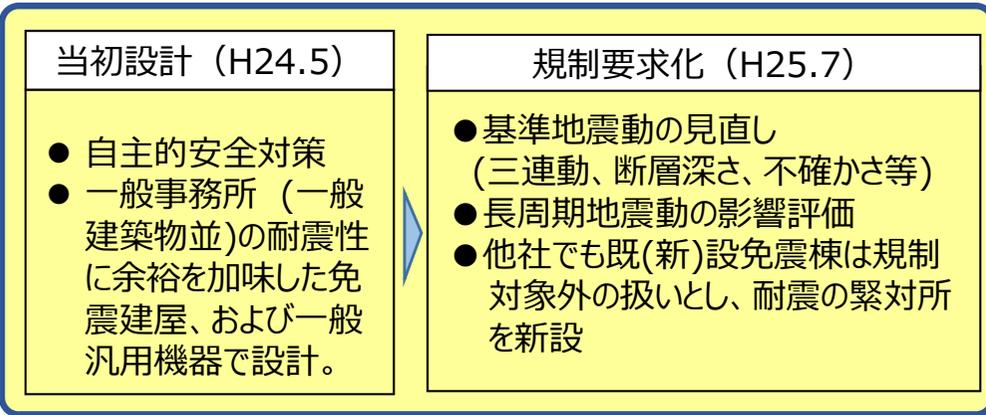
中長期対策等

緊急時対策所・免震事務棟設置計画の経緯



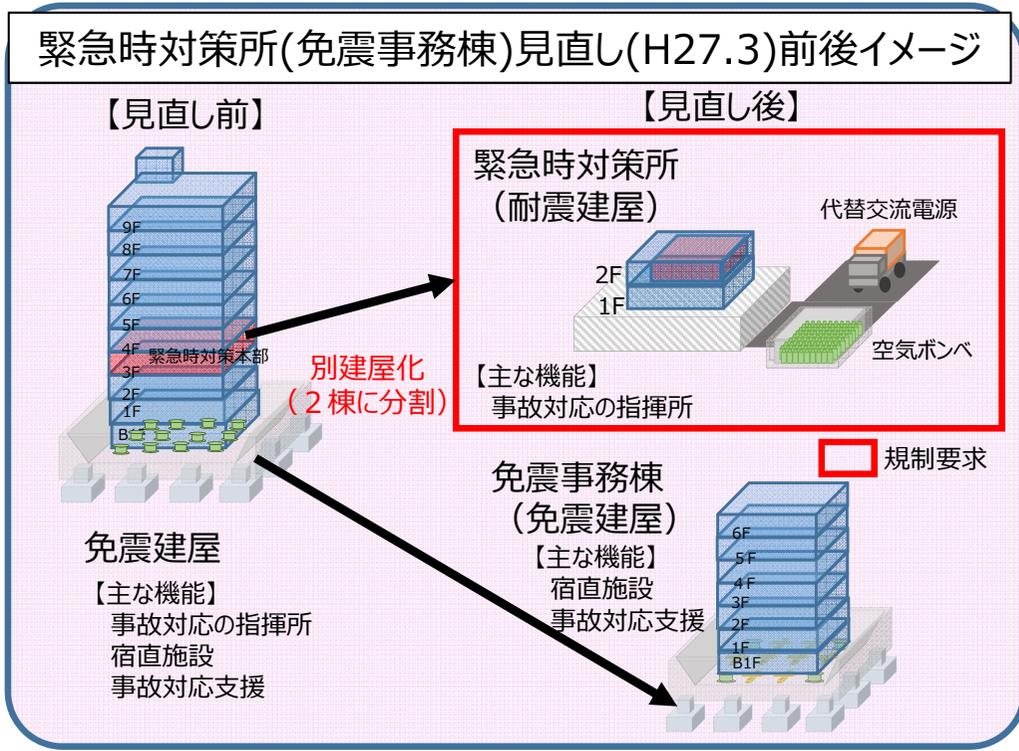
1,2号機原子炉補助建屋内に緊急時対策所を設置することを記載

新たに緊急時対策所建屋(耐震)を建設し、完成後、緊急時対策所を移設することを記載



設計変更

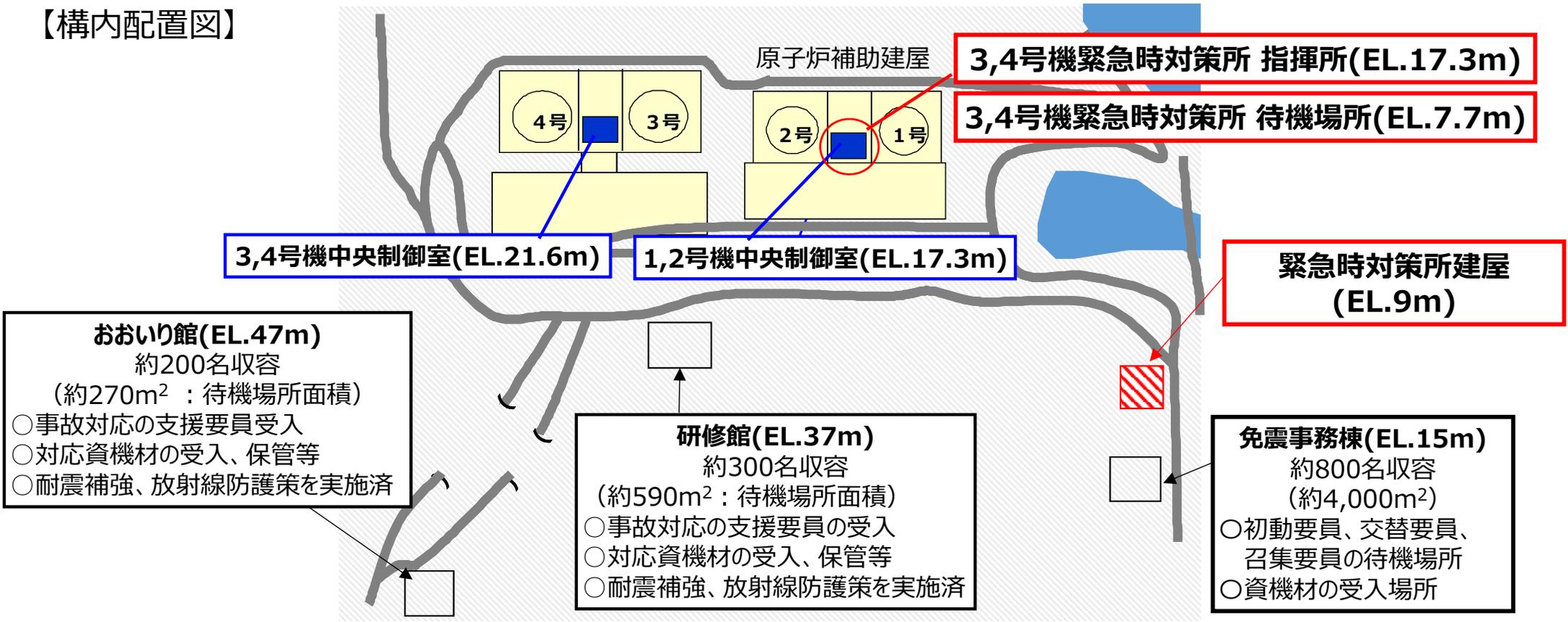
- 審査長期化リスクを排除し、早期に審査での合意形成を得るため、**緊急時対策所は審査実績のある耐震構造。**
- **自主的取り組みとして**事故時の支援のため、緊急時対策所の機能を除いた**免震事務棟を併設。**



大飯3, 4号機 緊急時対策所の設置場所

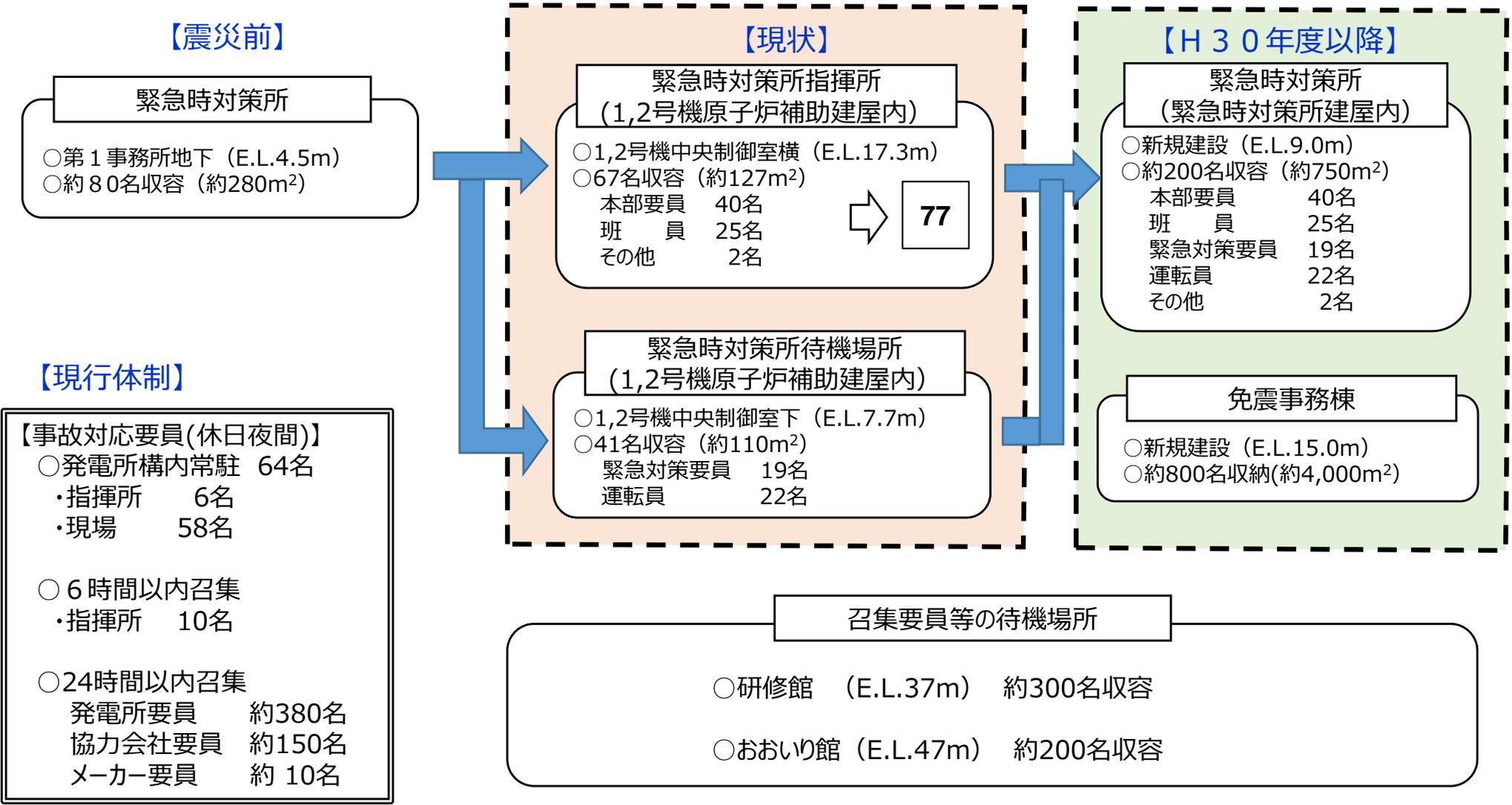
- 現状の3,4号機緊急時対策所は、3号機の炉心から約240m、4号機の炉心から約370m離れた1,2号機原子炉補助建屋内に設置。
- 基準地震動による地震動に対し機能を喪失することなく、津波の影響を受けることのない位置に設置。
- 3,4号機中央制御室とは十分離れていること、換気設備及び電源設備が3,4号機中央制御室とは独立していることから、3,4号機中央制御室との共通要因（火災、内部溢水等）によって、同時に機能喪失することはない。
- 更に、3,4号機から約700m離れた場所に、緊急時対策所建屋(耐震)を新たに建設し、平成30年度内を目途に緊急時対策所の機能を移設予定。

【構内配置図】



大飯3, 4号機 緊急時対策所等の運用

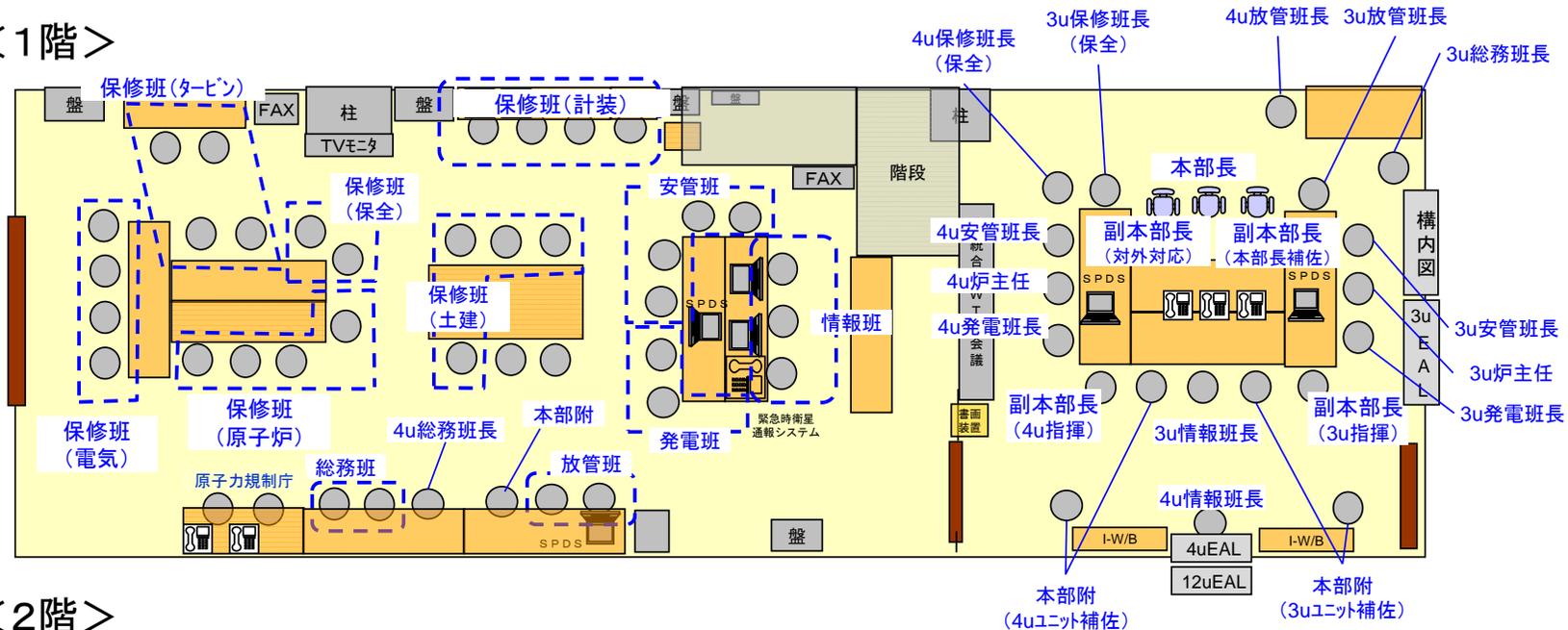
重大事故等が発生した場合に対処するため、要員が緊急時対策所にとどまれること、適切な指示ができるよう必要な情報が把握できる設備を設けること、発電所内外の関係箇所と通信連絡できること、必要な要員を収容できること等の機能を要求。



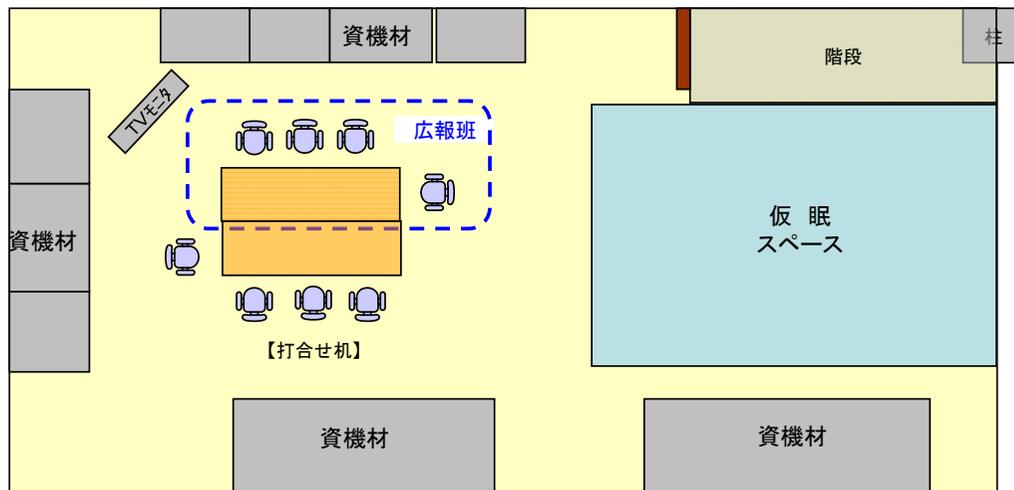
大飯3, 4号機 緊急時対策所指揮所のレイアウト

- 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>



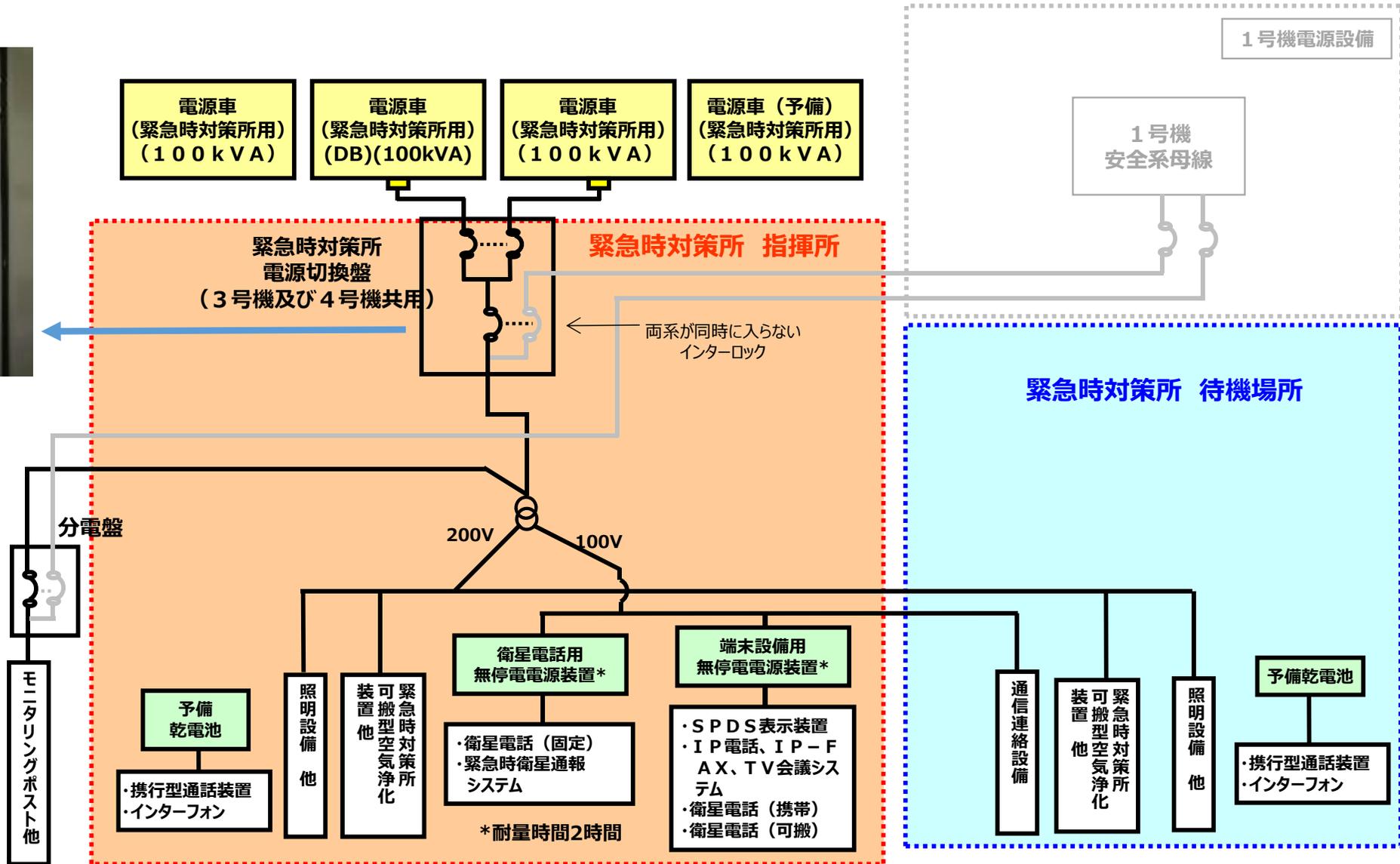
- ・耐震構造 (1,2号機原子炉補助建屋)
- ・有効面積約127m³
- ・収容想定人数67名
- ・7日間で100msv以下とするための遮へい壁
- ・2階に仮眠スペースを確保

大飯3, 4号機 緊急時対策所の電源設備

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))



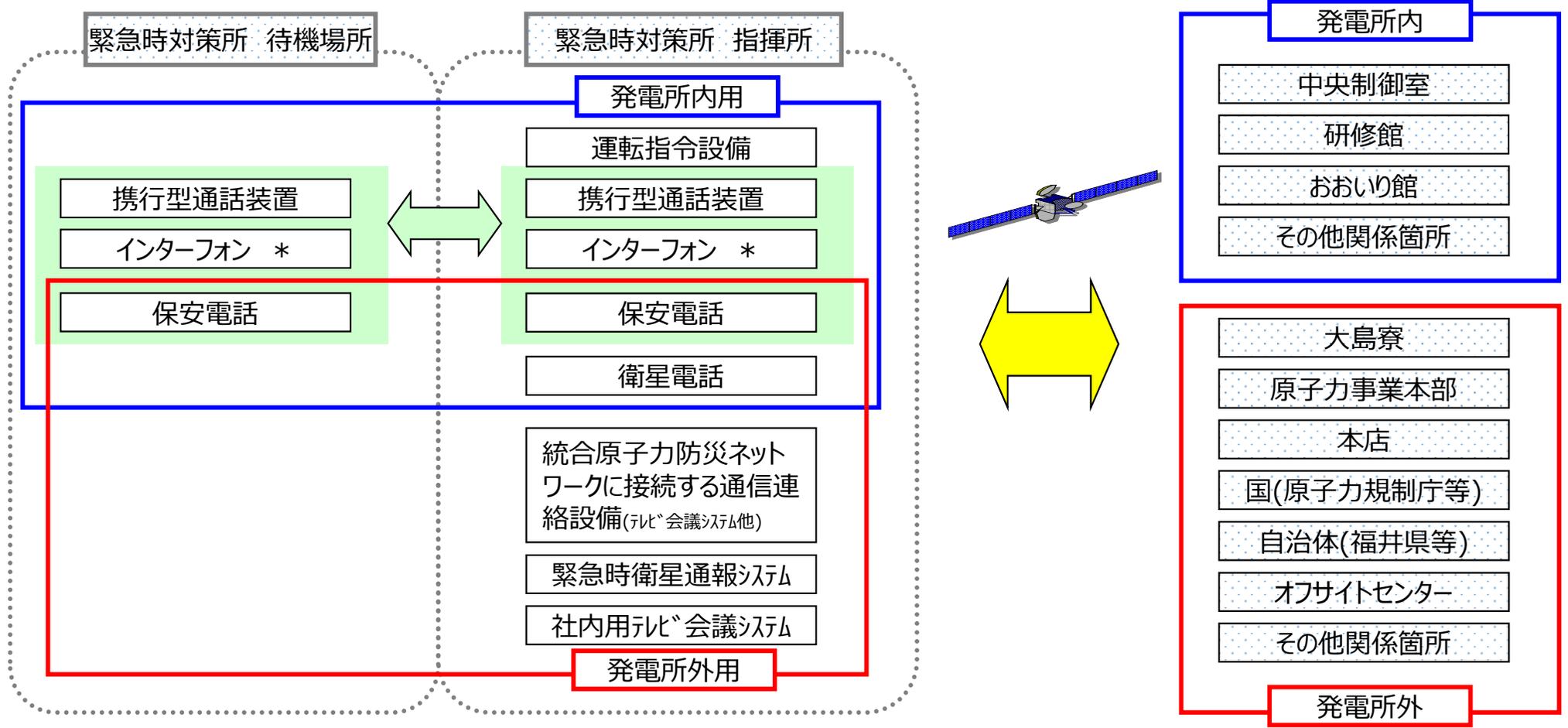
(電源切替盤)



- 【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



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



大飯3, 4号機 緊急時対策所と現場との連絡手段

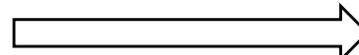
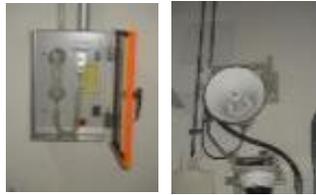
中央制御室と現場との通信連絡手段および優先順位

- ① PHS
- ② 運転指令装置

PHS



運転指令装置

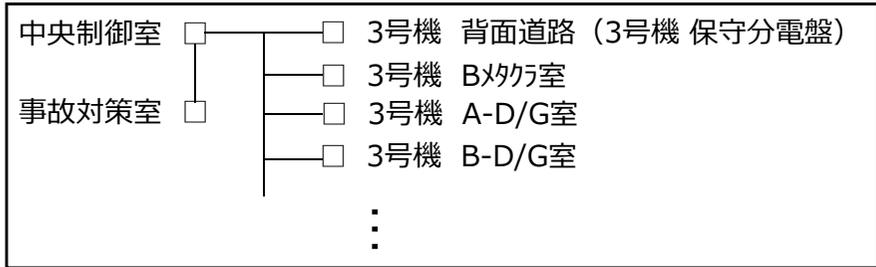


電源喪失で設備が
使用できない場合

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。

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
- ・ 溢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

携行型通話装置



中央制御室 19台配備

(例)現場接続箇所

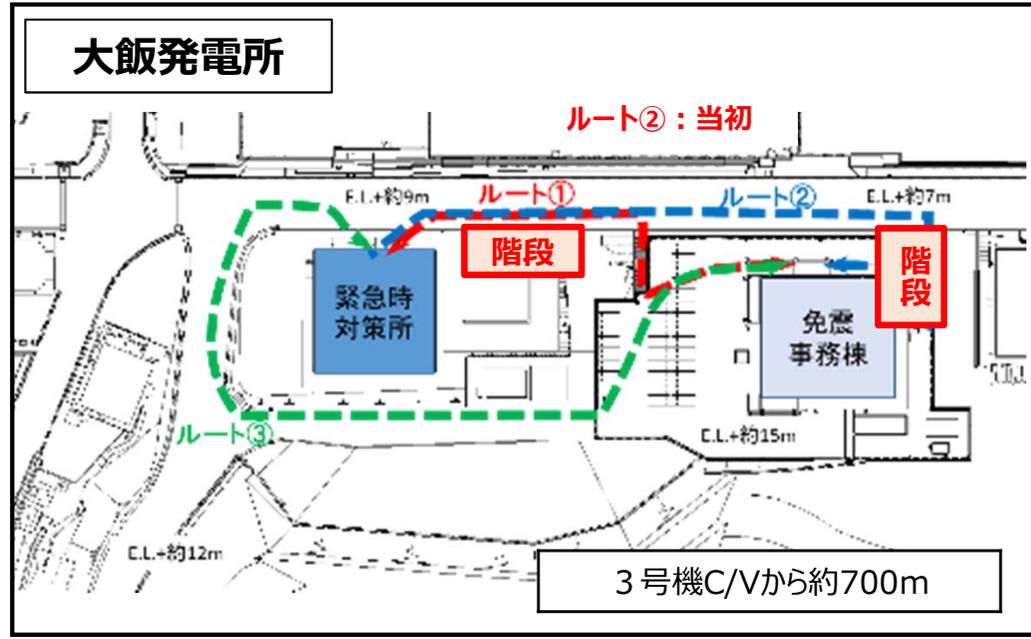
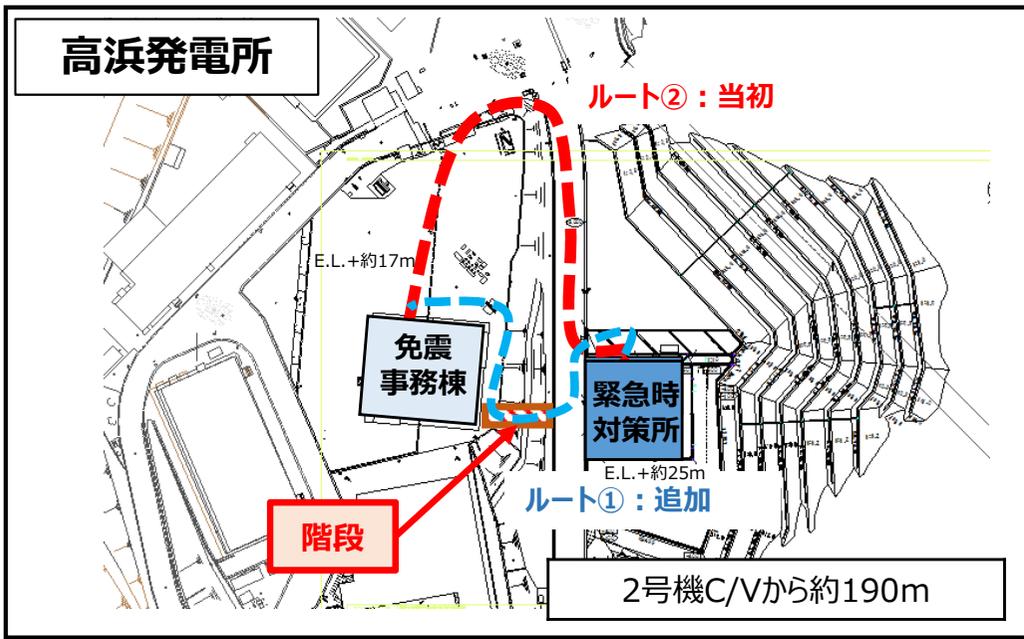


大飯発電所 緊急時対策所・免震事務棟のアクセス性に関する検討

【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

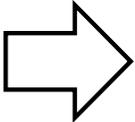
- プルーム放出中など、建屋外の環境が厳しい場合は、要員の安全を優先するため、屋外の移動は禁止。
- 緊急時対策所及び免震事務棟は、格納容器 (C/V) から100m以上離れており、格納容器の近くで行うシビアアクシデント対応の屋外作業が可能な状況下では、緊急時対策所と免震事務棟間の移動時間は僅かであり受ける線量も低いことから、建屋間の往来は屋外で実施。
- 緊急時対策所及び免震事務棟の入口にはそれぞれチェンジングエリアを設け、屋外からの放射性物質持込みを防止。

特定重大事故等対処施設の概要

○「特定重大事故等対処施設」とは、原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対してその重大事故等に対処するために、原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備を有する施設。

○「大規模損壊対応」と「特定重大事故等対処施設」の関係性について

	大規模損壊対応	特定重大事故等対処施設
基本的事項	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地外への放射性物質の放出抑制等 ・可搬型設備等による対応 ・100m離隔、分散配置 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減 ・恒設設備による対応 ・必要な離隔又は頑健な建屋に収納
要求機能	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模火災の消火活動 ・炉心損傷の緩和対策 ・格納容器破損緩和対策  ・使用済燃料貯蔵槽の水位確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材圧力バウンダリの減圧操作 ・炉内溶融炉心の冷却 ・格納容器内の冷却・減圧・放射性物質低減 ・格納容器の過圧破損防止 ・水素爆発による格納容器破損防止 ・サポート系（電源、計装、通信）
適用時期	新規制基準施行時（H25.7）	<u>信頼性向上のためのバックアップ設備</u> ⇒猶予期間あり（H34.8.24）

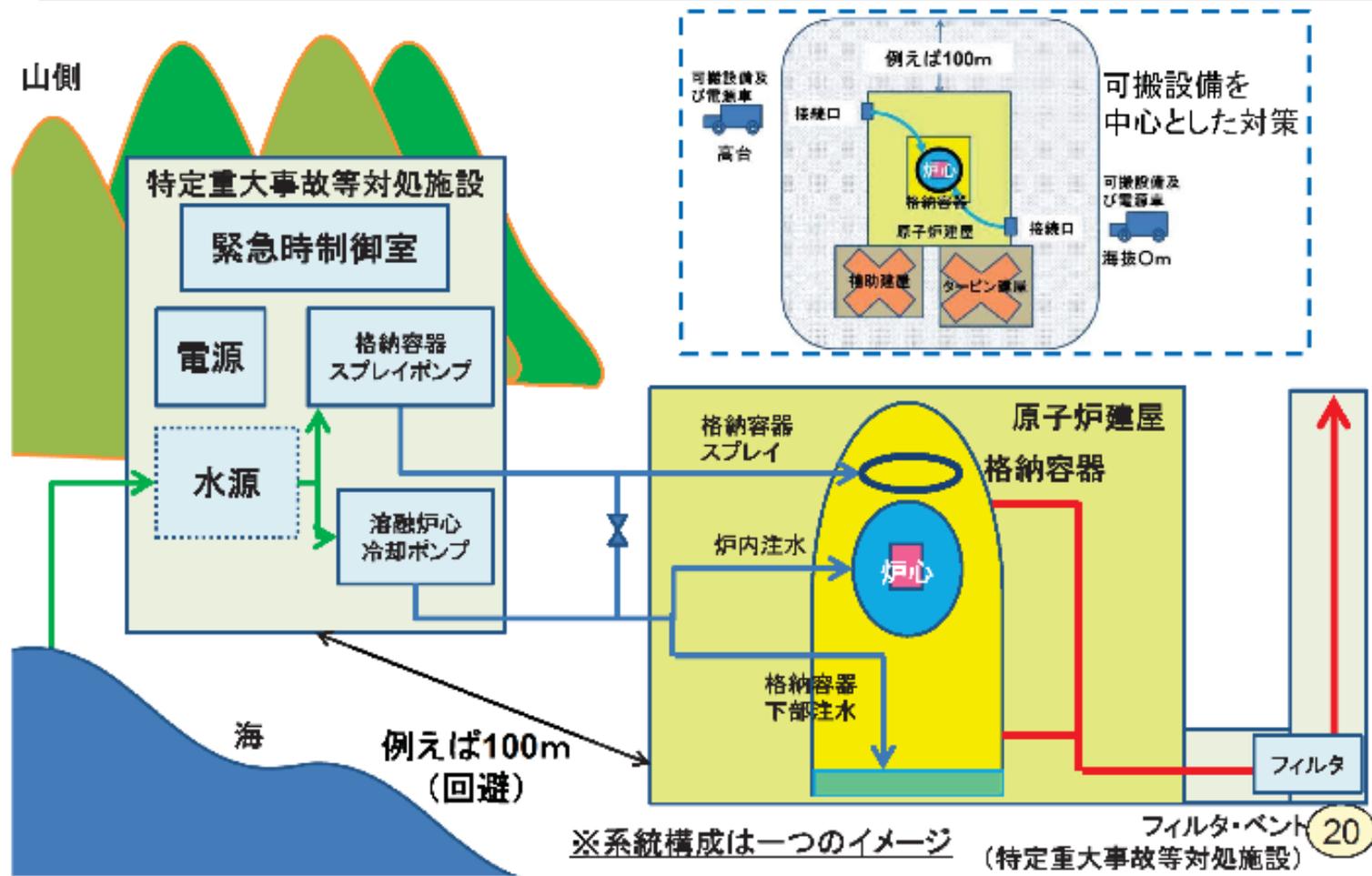


上記のとおり、特定重大事故等対処施設は、シビアアクシデントに対処する対策のうち、格納容器の破損防止対策のバックアップ設備であり、本体施設の工事計画認可から5年までに設置することを要求されており、設置までの猶予期間がある。

特定重大事故等対処施設のイメージ図

意図的な航空機衝突などへの対策

➤ 意図的な航空機衝突などへの可搬式設備を中心とした対策(可搬式設備・接続口の分散配置)。バックアップ対策として常設化を要求(特定重大事故等対処施設の整備)

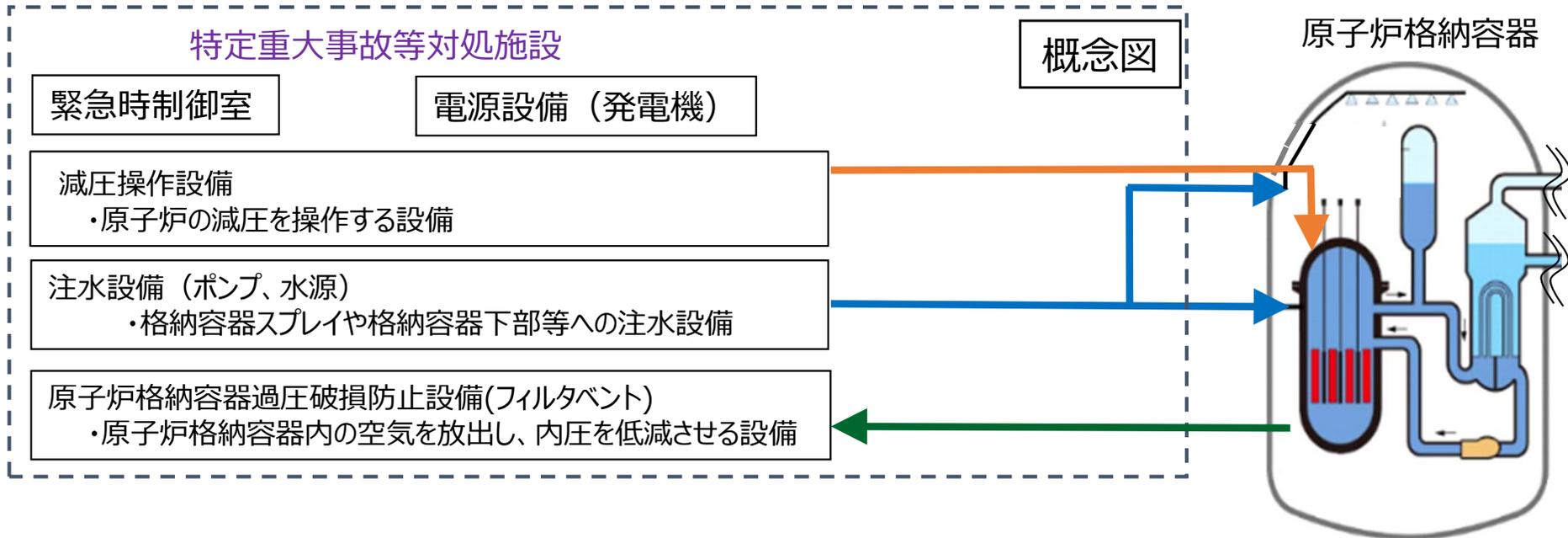


特定重大事故等対処施設の審査状況

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。

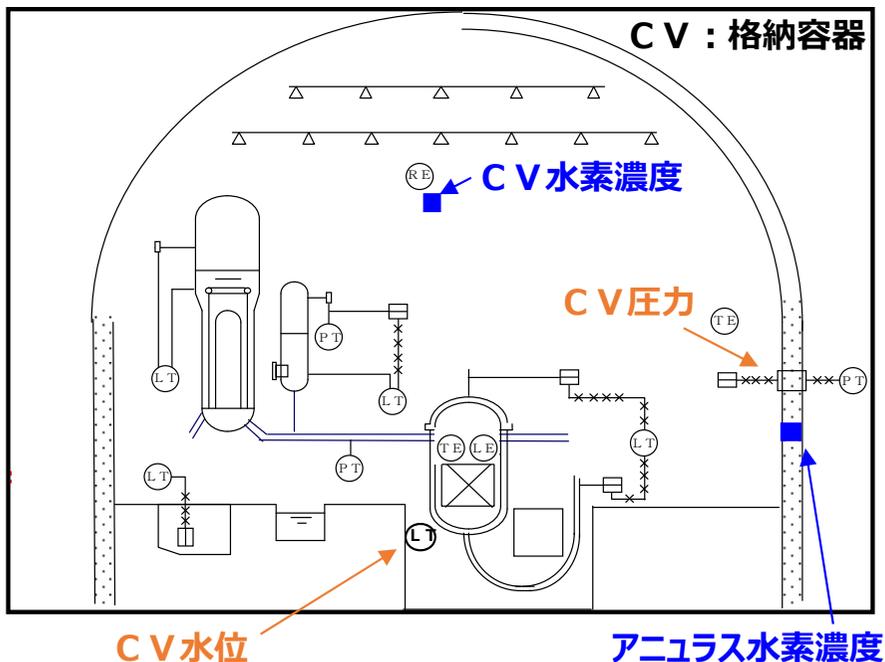
過酷事故用計装システムの更なる信頼性向上に向けた研究開発状況

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

(年度)

項目	H26	H27	H28	H29	H30	H31
開発						
実証試験等						
					実機向製作開始 	

大飯3、4号機 過酷事故用計装システムの強化（追加設置）

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。

SA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（AM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（SA）		○		
使用済燃料ピット水位（AM用）	○（新設）			新規設置
使用済燃料ピット温度（AM用）	○（新設）			新規設置

放射性物質拡散抑制対策

設置許可基準

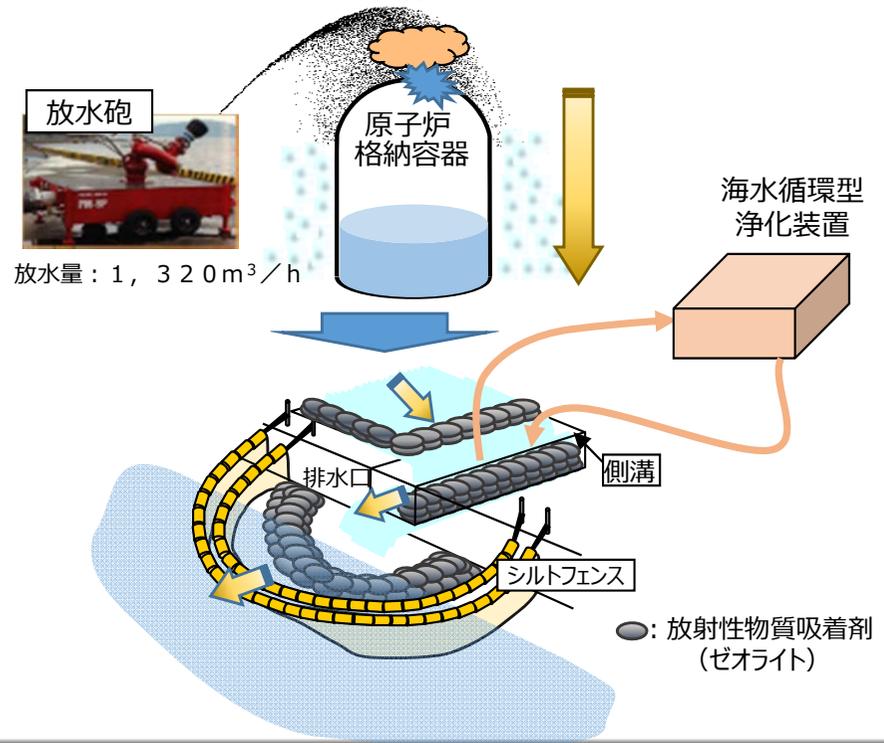
実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

第55条（工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備）

発電用原子炉施設には、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損又は貯蔵槽内燃料体等の著しい損傷に至った場合において工場等外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な設備を設けなければならない。

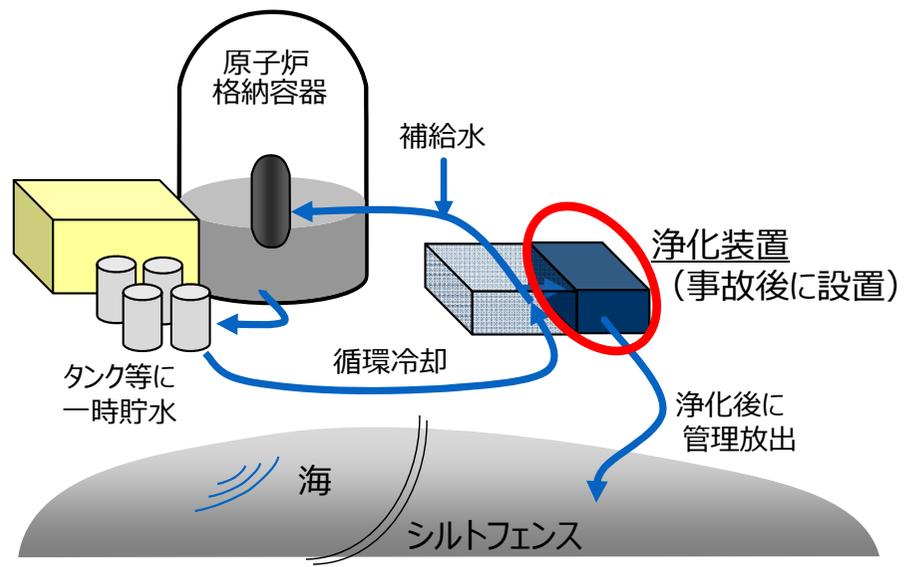
拡散抑制対策

- 大気への拡散抑制として、放水砲を配備。
- 海洋への拡散抑制として、シルトフェンス及びゼオライト（大飯：14t）を発電所に配備。
- 対応手順について整備。



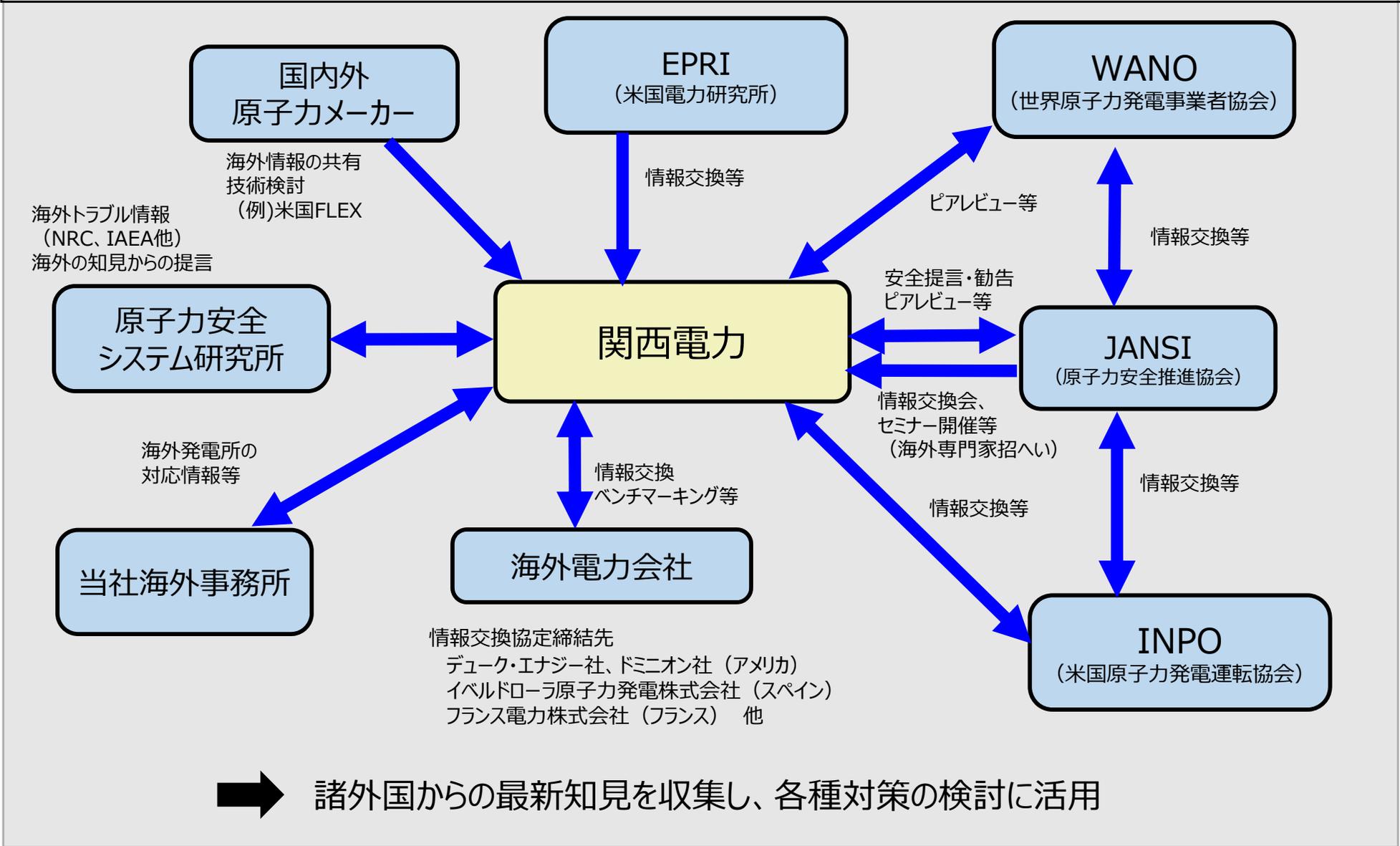
汚染水浄化対策（自主的対策）

- 浄化装置用の調達に時間がかかるゼオライトについて、初動段階で必要な量（約10t）を発電所構外（美浜整備センター）へ事前配備。
- 発災発電所へ運搬する体制も整備済み。



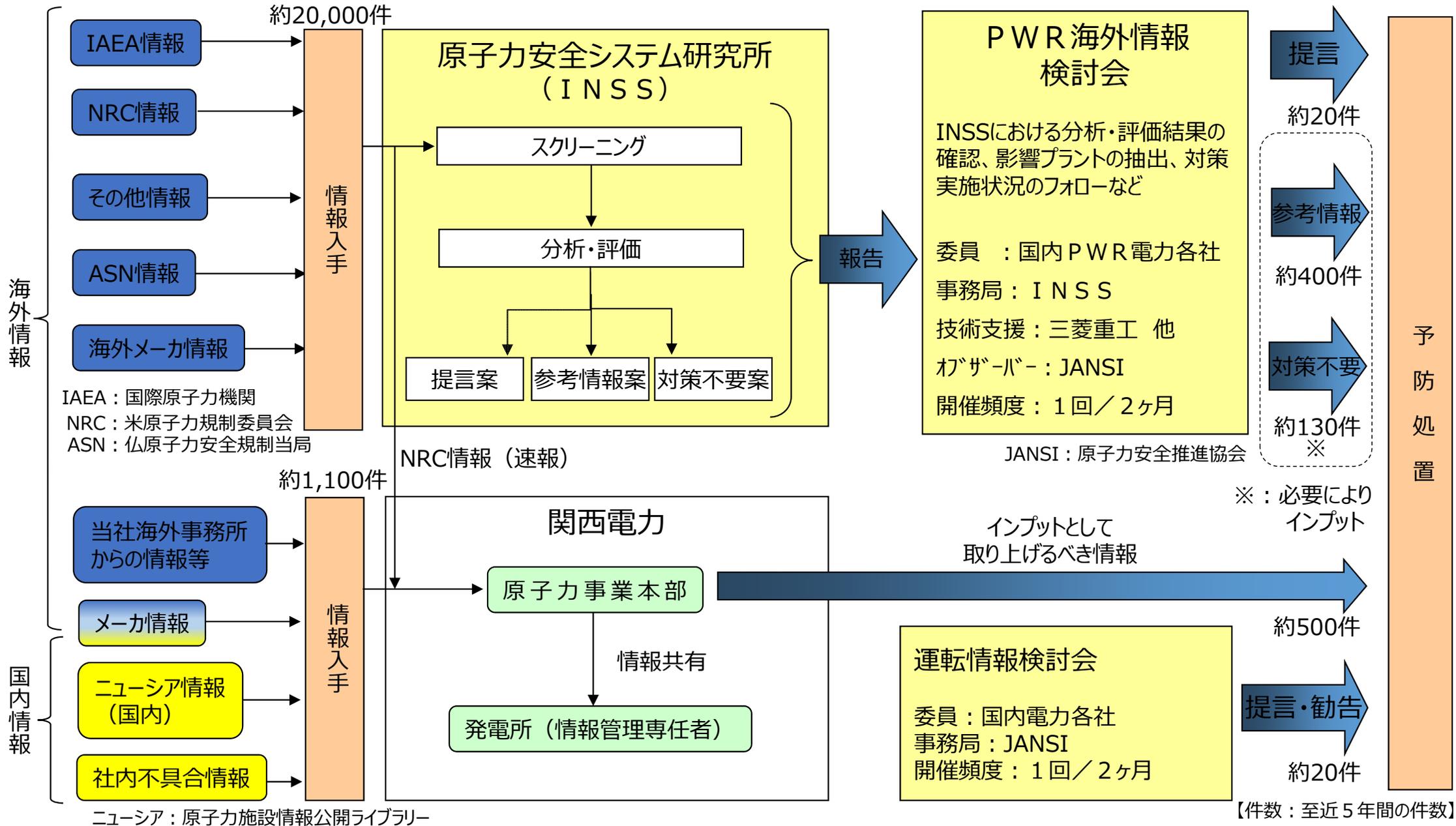
海外情報、知見等の収集

海外電力会社との情報交換協定締結、および海外の団体や研究への参画による直接の情報収集を行っている他、国内関係機関との情報交換、セミナー等を通じた情報収集、知見修得により、海外の先進事例や最新知見を収集し、適宜分析、反映して当社の取り組みに展開。



海外情報、知見等の収集から反映までの仕組み

国内外トラブル情報を積極的に入手し、起こり得る不適合の原因を除去することにより、同種同類の不適合の発生を防止（予防処置）。



海外との情報交換で得た知見の当社事業への反映事例

海外の原子力発電所視察で得た知見を反映し、発電所内での緊急時活動を改善。

視察による情報入手 (H27.4)

【フランス電力ゴルフエッシュ発電所】

緊急時活動について、

- ① 個人単位で果たすべき役割を詳細に
- ② 具体的な実施事項をチェックシート化し、緊急時活動の漏れを防止

大飯発電所での緊急時活動の改善WGで検討

大飯発電所での検討の結果、以下を実施。(H27.9~H28.5)

- 緊急時活動を行う要員(約70名)の一人ひとりについて、詳細に役割を明確化。
- 緊急時活動を漏れなく、的確に行えるよう、実施すべき活動を記載したチェックシート形式の手順書を作成。

試行

大飯発電所原子力防災訓練にて試行。(H28.3)

評価・導入

訓練参加者のアンケートから効果を確認し、正式導入を決定。(H28.8)

水平展開

高浜発電所 H28.8
美浜発電所 H29.2
に正式導入。

本部長 (所長)

副本部長 (ユニット指揮者)

総務班長

広報班長

...

保修班長 (電気)

保修班長 (原子炉)

...

班員

班員

(支援対応) (収束対応)

発電所全体の“資源配分の決定・管理”を本部長の機能として明確化

ユニットの事故収束にかかる役割を副本部長の機能として明確化

班長、班員の役割範囲も明確化



【手順書 (活動チェックシート)】

活動チェックシートを整備。上から順に“√”を入れるだけで抜け漏れなし



【その他マニュアル類】

その他にもマニュアルを整備

【参加者意見】

- ・「体制発令後、チェックシートに従い速やかに指示できた。」
- ・「各班において、活動に抜けが無いが、チェックシートを用いて確認できた。」