

# 福島第一原子力発電所事故を踏まえた 安全性向上対策の実施状況について

平成27年11月5日  
関西電力株式会社

○安全性向上対策工事の実施状況について .....	1	~	9
○高浜発電所事故制圧訓練(10/23)の結果について ...	10	~	17
○高浜発電所の長期停止に伴う対応について	18		
・設備の保守管理について .....	19	~	22
・若手社員の技術力維持・向上について .....	23	~	24
○中長期対策の実施状況について	25		
・緊急時対策所等の設置について .....	26	~	32
・特定重大事故等対処施設設置工事の進捗状況.....	33		
○諸外国の先進事例や最新知見の反映事例 .....	34	~	35

# 安全性向上対策の実施状況について

# 福島第一原子力発電所事故以降の安全対策概要（高浜3，4号機）

## 自然現象から発電所を守る備え（事故発生防止）

### 地震への備え

○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。必要箇所には耐震補強等実施

① 熊川断層西端の反射法地震探査  
② 小浜湾における涌上音波探査  
③ 双児崎のリニアメント調査  
④ 小浜湾東側段丘面調査

大阪発電所  
高浜発電所

配管補強の例

### 津波への備え

○最大規模の津波を想定し、防潮堤等を設置

取水路防潮ゲート (2)

○安全上重要な機器を守る水密扉等を設置

海水ポンプ周りの防護壁 (3)

水密扉 (4)

### 火災への備え

○内部火災に備え、スプリンクラー設置や水源確保  
○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

### 内部溢水への備え

○建屋内の溢水に備え、堰などの止水対策等を実施

### 竜巻への備え

○飛来物から機器を守るために竜巻対策設備※を設置  
※過去の日本最大風速(9.2m/秒)を上回る、風速10.0m/秒の竜巻が発生した場合に、鋼製材(135kg)が飛来すると想定

《上面》ネットで飛来物のエネルギーを吸収  
《側面》鋼板で貫通を阻止

工事前 工事後

## 原子炉等を安定的に冷却し、重大事故を防ぐ対策（事故進展防止）

### 電源の強化

○外部電源の強化や、所内電源を多重化・多様化

外部電源 (既設)

非常用ディーゼル発電機 (4台) (既設)

空冷式非常用発電装置 (4台)

電源車 (5台)  
台数は高浜3,4号機の合計数

### 冷却機能の強化

○海水取水手段の多様化

海水ポンプモーター予備品 (既設)

大容量ポンプ (No.3)

故障に備え 使用できない場合に備え

海水ポンプ (既設)

○蒸気発生器の冷却手段の多様化

電動補助給水ポンプ & タービン動補助給水ポンプ (既設)

消防ポンプ

可搬式代替低圧注水ポンプ

使用できない場合に備え 使用できない場合に備え

○炉心の直接冷却手段の多様化

非常用炉心冷却設備

万一、重大事故が発生した場合に備え

## 万一の重大事故に対応するための対策（事故拡大防止）

### 格納容器の破損防止・水素爆発防止対策

○水素濃度低減装置の設置

静的触媒式水素再結合装置 (水素を酸素と結合させて水蒸気として取除く)

○格納容器減圧手段の確保 (設置中)

フィルタ付ベント設備のイメージ

原子炉建屋 排気  
よう素フィルタ  
原子炉

水素燃焼装置 (炉心損傷時に短時間に多量の水素が発生したとしても計画的に燃焼)

### アクセスルート確保

○がれき撤去用重機を配備

### 放射性物質の拡散抑制

○放水砲 (大気拡散抑制) ○シルトフェンス (海洋拡散抑制)

(大阪発電所の例)

# 前回の専門委員会以降完了した安全性向上対策工事(高浜3,4号機)

## 前回の専門委員会 (9/3) 以降完了した工事

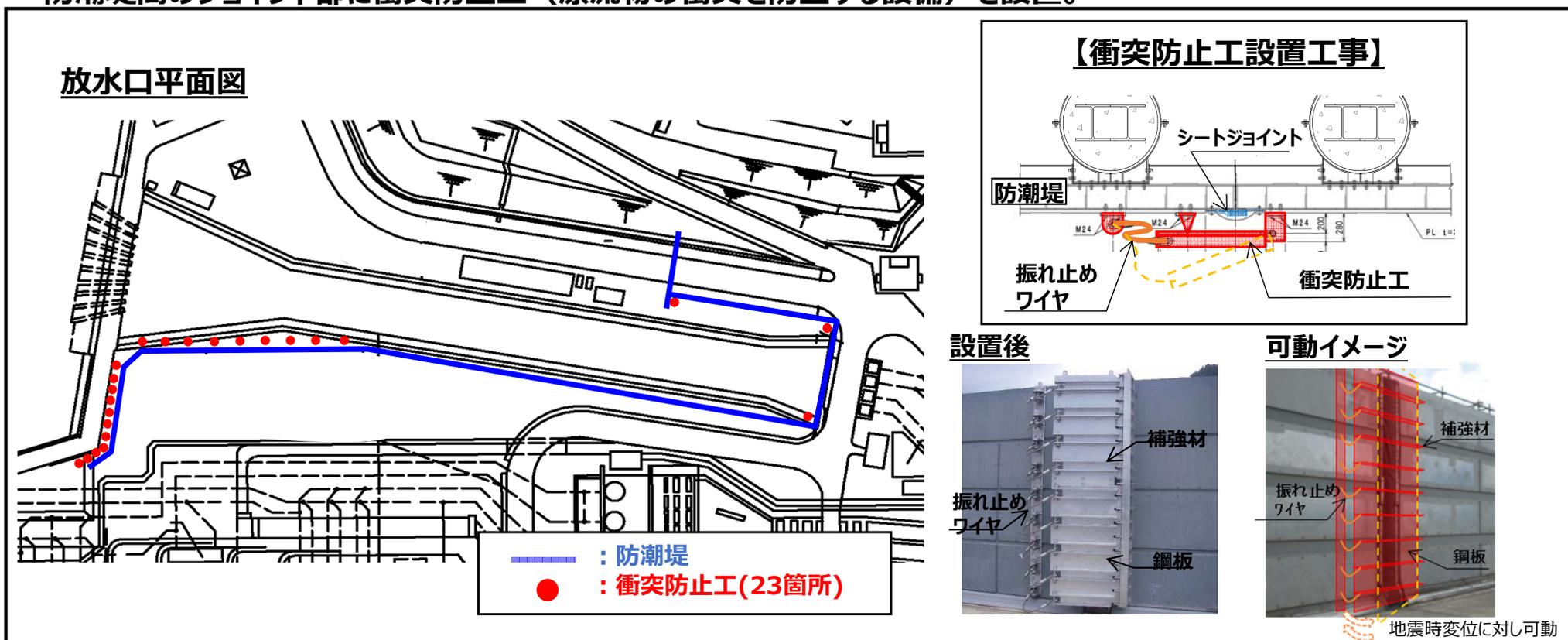
- 外部火災影響評価に係る樹木除却工事 (固体廃棄物貯蔵庫散水設備ノズル追設)
- S A・B F※関連耐震裕度向上工事 (波及的影響等を考慮した自主的な耐震裕度向上工事)
- 使用済燃料ピット他監視設備改良工事 (使用済燃料ピット監視カメラ冷却装置運用性向上)
- 全周防潮堤 (放水口側) 地盤改良工事

※：S A (シビアアクシデント)、B F (バックフィット)

## 前回の専門委員会 (9/3) 以降着手し完了した工事

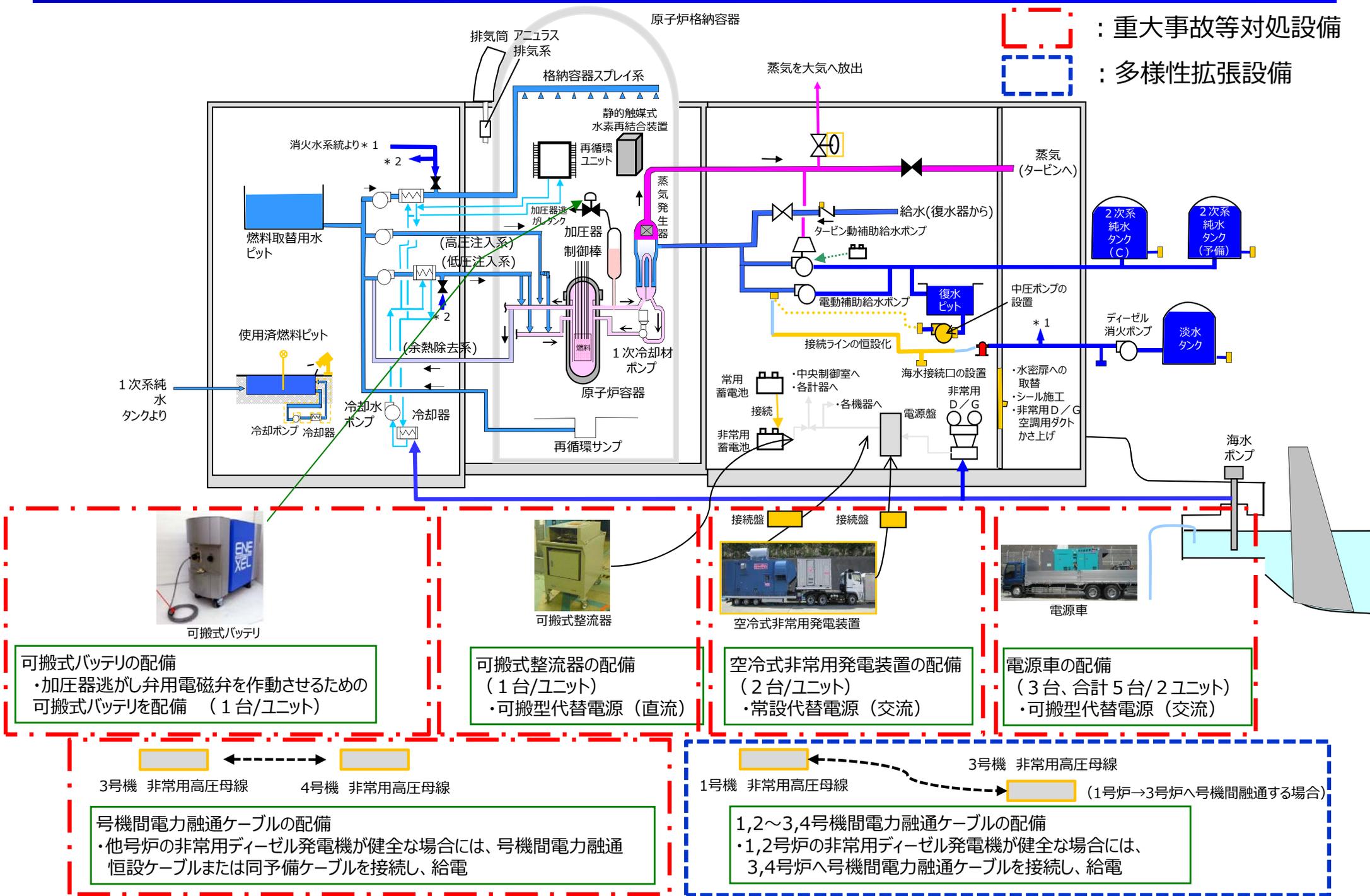
### ○全周防潮堤衝突防止工設置工事

防潮堤間のジョイント部に衝突防止工 (漂流物の衝突を防止する設備) を設置。



高浜3,4号機の新規制基準適合に係る安全性向上対策工事が、10月末で全て完了(猶予期間有り工事除く)

# 高浜3, 4号機 電源確保対策



# 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

### 【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】

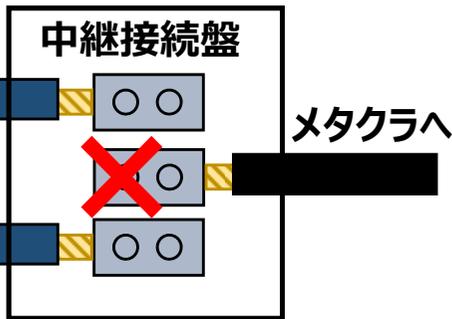
高浜発電所保守課員：13名、訓練時間：約150分

### 【改善事項】

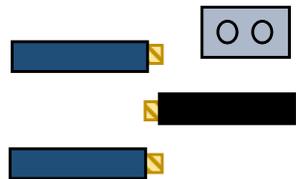
工具取扱の習熟を図った。



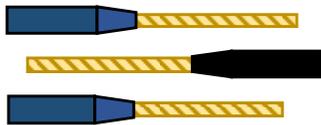
空冷式非常用発電装置



①羽子板端子を切断



②端末加工

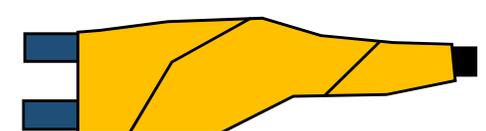


③ボルコン※にて接続



※：ボルト型コネクタ

④接続箇所を高圧絶縁シートで防護

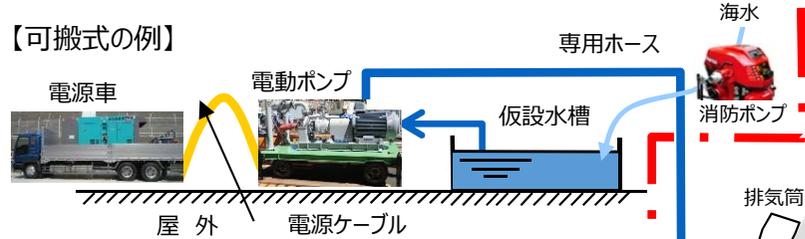


# 高浜3, 4号機 炉心冷却・格納容器冷却機能の確保

## 恒設及び可搬式代替低圧注水ポンプの設置

・原子炉または格納容器に注水できるよう、専用ポンプ・電源を配備  
(恒設：1台/ユニット、可搬式：5台/2ユニット)

### 【可搬式の例】



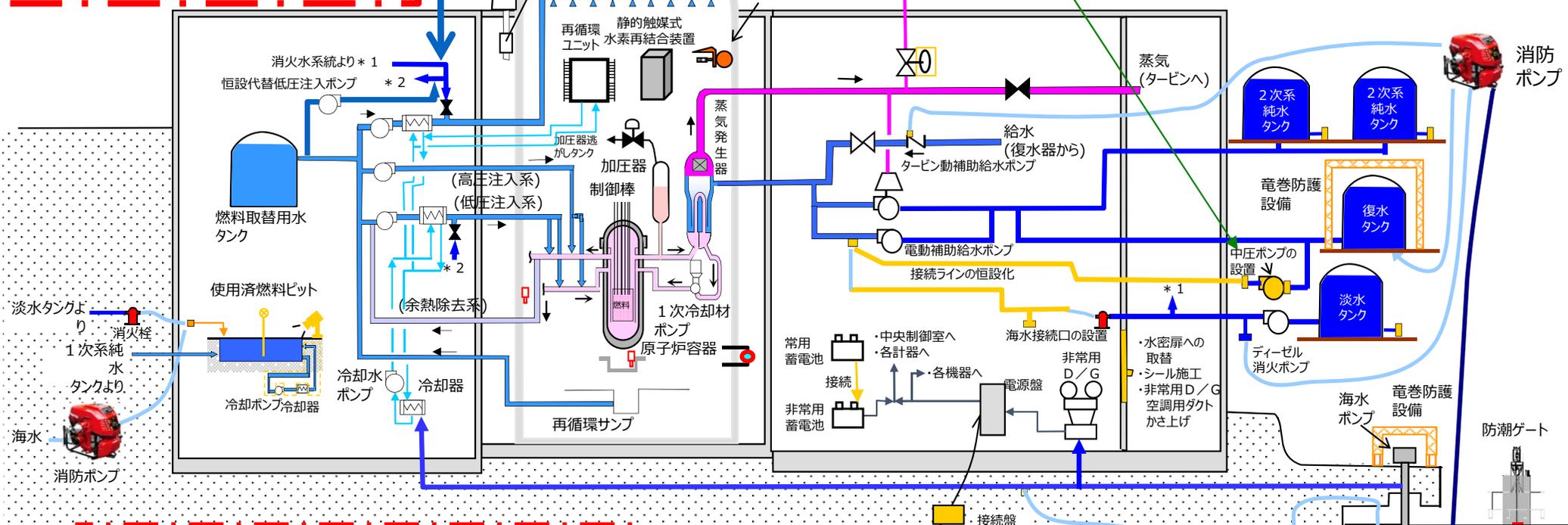
恒設については、燃料取替用水タンクを水源とし、格納容器等へ注水

**重大事故等対処設備**

**多様性拡張設備**

**中圧ポンプの設置**

・炉心冷却多様化のため、消防ポンプよりも吐出圧力の高い電動ポンプを配備 (1台/1ユニット)



**大容量ポンプの設置**

・格納容器内の自然対流冷却に用いる再循環ユニットの冷却水供給のため、海水から直接取水できる大容量ポンプを配備



大容量ポンプ

# 炉心冷却・格納容器冷却機能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、炉心冷却・格納容器冷却機能確保対策として設置した大容量ポンプに係る対応操作習熟訓練を実施。

## ◎ 大容量ポンプを用いたA・B再循環ユニットによる格納容器自然対流冷却対応訓練

### 【目的】

格納容器内の自然対流冷却に用いる再循環ユニットの冷却水供給のため、海水から直接取水できる大容量ポンプを配備

### 【手順】

①大容量ポンプの設置→②取水ポンプの吊降ろし→③吐出ホースの接続

### 【実施結果】

18名/ユニット、訓練時間：約350分

### 【改善例】

既設配管との接続口にプレートを取り付けて表示を行い、接続箇所の見認性向上を図った。

①大容量ポンプの設置



②取水ポンプの吊降ろし



③吐出ホースの接続



# 高浜3, 4号機 使用済燃料ピット冷却機能確保対策

**⋯⋯** : 重大事故等対処設備

**⋯⋯** : 多様性拡張設備

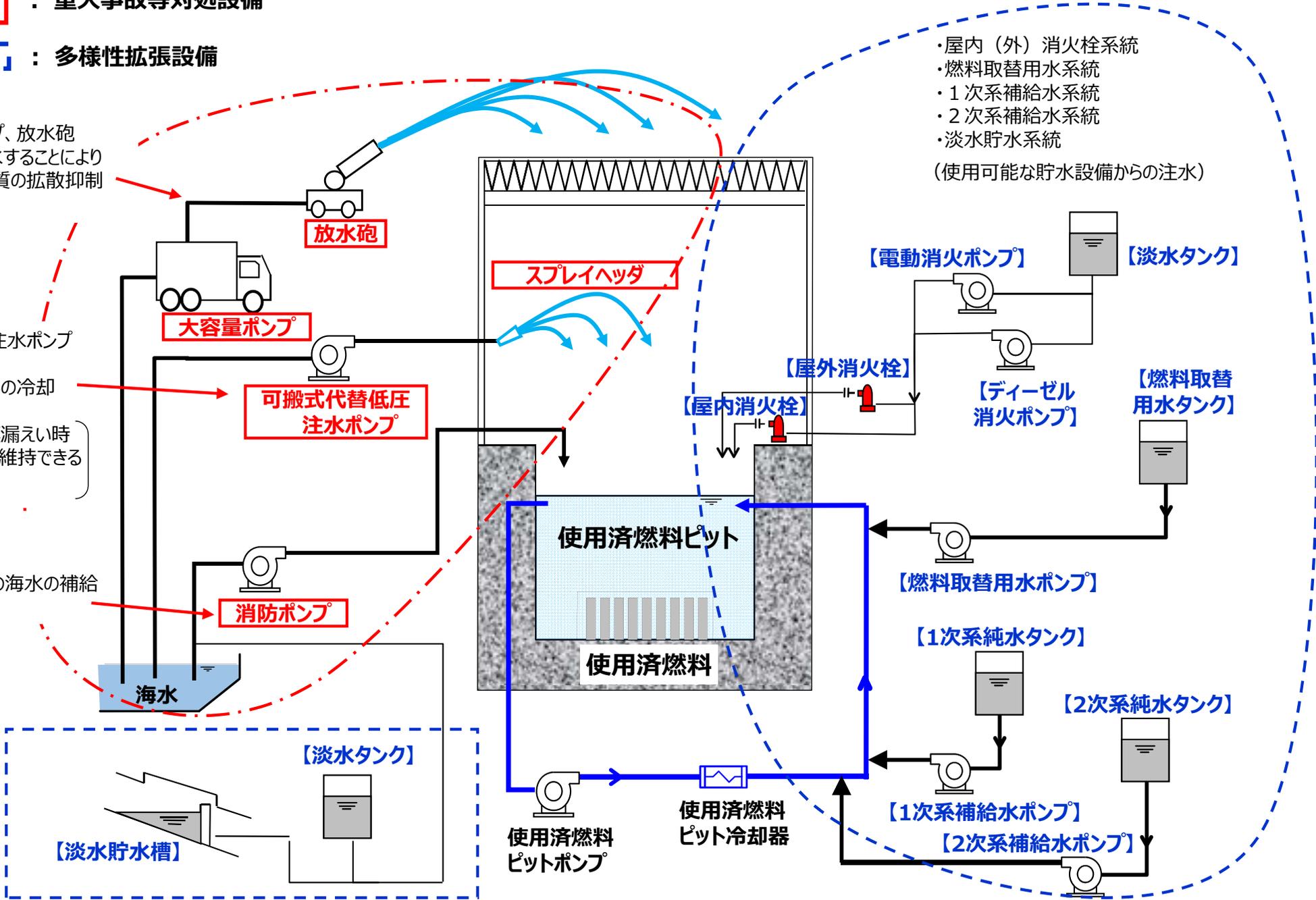
大容量ポンプ、放水砲  
・建屋に放水することにより  
放射性物質の拡散抑制

可搬型低圧代替注水ポンプ  
スプレイヘッド  
・スプレイにより燃料の冷却  
能力確保

※なお、大規模漏えい時  
に未臨界性を維持できる  
ことを確認

消防ポンプ  
・燃料ピットへの海水の補給

・屋内（外）消火栓系統  
・燃料取替用水系統  
・1次系補給水系統  
・2次系補給水系統  
・淡水貯水系統  
(使用可能な貯水設備からの注水)



海水

【淡水貯水槽】

【淡水タンク】

使用済燃料  
ピットポンプ

使用済燃料  
ピット冷却器

【1次系補給水ポンプ】

【2次系補給水ポンプ】

【1次系純水タンク】

【2次系純水タンク】

【燃料取替用水ポンプ】

【燃料取替  
用水タンク】

【ディーゼル  
消火ポンプ】

【電動消火ポンプ】

【淡水タンク】

【屋内消火栓】

【屋外消火栓】

スプレイヘッド

大容量ポンプ

可搬式代替低圧  
注水ポンプ

消防ポンプ

放水砲

# 使用済燃料ピット冷却機能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、使用済燃料ピット冷却機能確保のために確立した冷却水の補給およびスプレイ手順の習熟訓練を実施。

## ◎使用済燃料ピットへの海水注水対応訓練

- 【目的】 使用済燃料ピット冷却のため、海水から直接取水できる消防ポンプを配備
- 【手順】 ①消防ポンプの運搬→②ホースの敷設→ポンプの接続
- 【実施結果】 6名/ユニット  
約135分（移動、防保護具の着用時間を含む）
- 【改善例】 消防ポンプをコンテナ内で保管する際の固縛方法を改善しポンプ敷設作業の時間短縮を図った。



①消防ポンプの運搬



②消防ホースの敷設



③消防ポンプの接続

## ◎使用済燃料ピットへのスプレイ対応訓練

- 【目的】 使用済燃料ピットへ海水をスプレイするため、海水から直接取水できる可搬式代替低圧注水ポンプ、電源車等を配備
- 【手順】 ①電源車、ポンプの配備→②ホースの敷設→③スプレイヘッドの接続
- 【実施結果】 12名/ユニット  
約130分（移動、防保護具の着用時間を含む）
- 【改善例】 スプレイ設置時における「スプレイ飛距離」「角度」のセット位置の確認を手順書に反映した。



水槽の組み立て



①電源車の配備



①可搬式代替低圧注水ポンプの配備



③スプレイヘッドの接続

# 高浜発電所事故制圧訓練の結果について

# 今回実施した事故制圧訓練の概要

## ○実施日時

平成27年10月23日（金） 9:00～15:30

## ○訓練目的

休日での重大事故の発生を想定し、発電所での最小人数による事故制圧と、本店（原子力事業本部）および外部組織による発電所支援等が行えることを検証

## ○実施体制

- （1） 発電所 118名参加（初動対応要員70名＋召集要員48名）
- （2） 事業本部 71名参加（初動対応要員 7名＋召集要員64名）

## ○シナリオ：運転中の3,4号機同時発災（停止中の1,2号機発災含む）

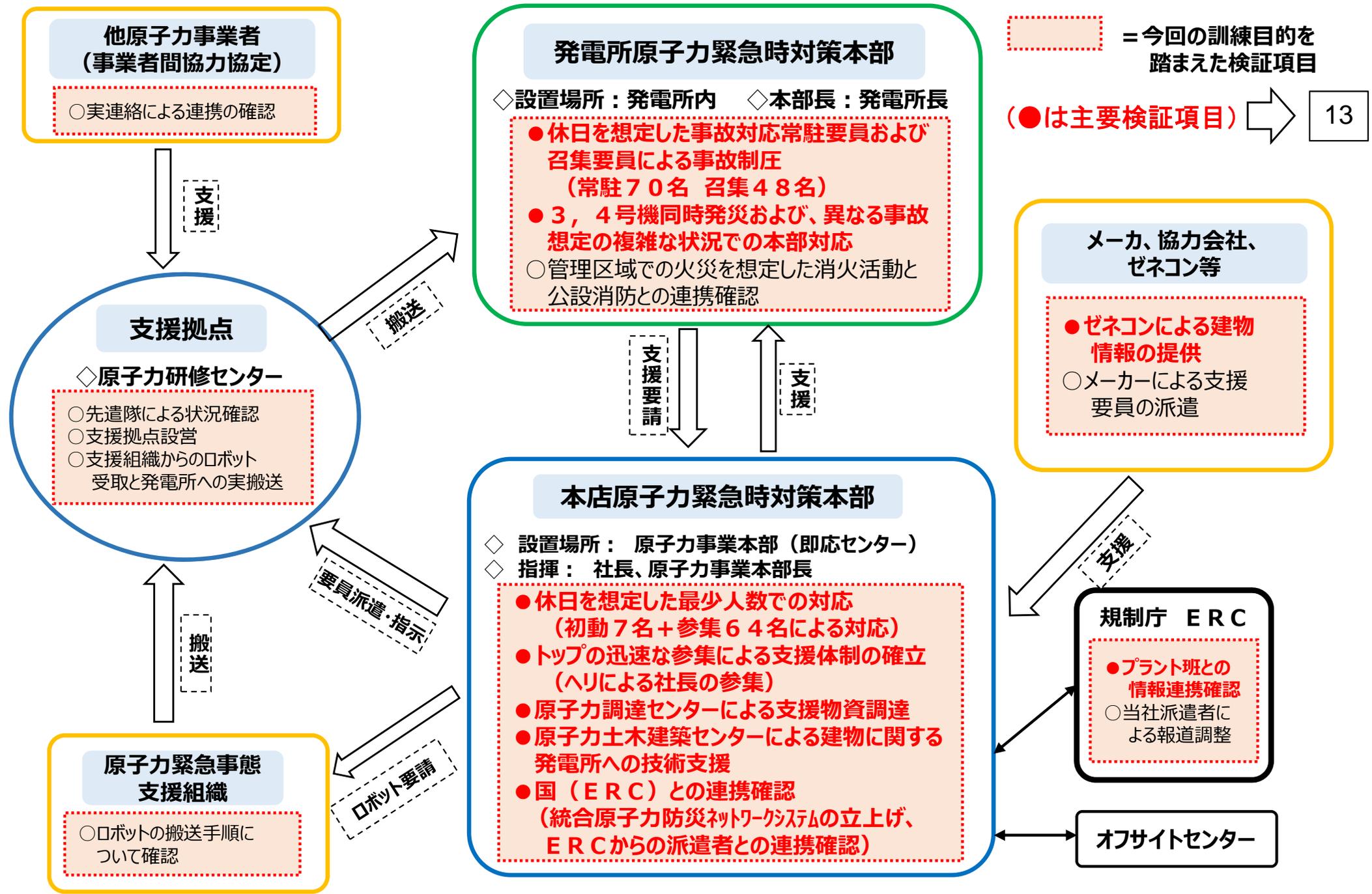
1, 2号機（停止中）「全交流電源喪失」（SFP水位等評価、監視継続のみ）

3号機（運転中） 「管理区域（補助建屋）ヒートトレース用電気盤変圧器の火災」  
「全交流電源喪失＋大LOCA同時発生時の格納容器過圧」

4号機（運転中） 「全交流電源喪失＋RCPシールLOCA」

※発電所および事業本部の訓練参加者にはシナリオ非提示（ブラインド）で実施

# 今回の訓練での検証項目



# 今回の訓練目的を踏まえた主要検証項目と検証結果 1 / 2

## 発電所における事故制圧の検証

検証事項① 保安規定で定める常駐要員70名により、社内ルールで定める初動対応「対策本部立上」「通報連絡」「事故制圧の操作と作業」が的確に実施できること。

検証結果：保安規定で定める常駐要員70名により、社内ルール（重大事故時における原子炉施設保全のための活動所達）に基づく迅速な対策本部の立上と関係箇所への通報連絡（EAL）、および事故制圧のための各種初動操作（例：3号機充てん高圧注入ポンプ自己冷却準備、4号機2次系強制冷却操作）が実施できることを確認した。

検証事項② 保安規定で定める48名の召集要員が、保安規定で定める6時間以内に参集できること。

検証結果：召集要員48名の発電所近傍の寮・社宅からの参集訓練を行い6時間以内に参集できることを確認した。（今回の訓練では、道路の寸断を想定し、経路の一部を徒歩により移動して約2時間で参集した。）

検証事項③ 3, 4号機同時発災においても、保安規定で定める常駐要員70名＋召集要員48名で事故制圧のための本部運営や、社内ルールで定める事故制圧の各種作業が確実に実施できること。

検証結果：3, 4号機同時発災においても、本部運営や事故制圧のための各種作業が行えることを確認した。

- ・2基同時発災を想定した事故制圧体制により、指揮命令が的確に行えることを確認した。
- ・シナリオ非提示かつ3, 4号機同時発災の想定で、保安規定で定める最小の現場要員により、社内ルールで定める作業（消防ポンプの敷設と仮設水槽設置、可搬式代替低圧ポンプの準備、大容量ポンプのつなぎ込み等）の主要部分の訓練を行い、厳しい状況下でも手順どおりに作業が行えることを確認した。

# 今回の訓練目的を踏まえた主要検証項目と検証結果

## 事業本部における発電所支援・国との連携の検証

検証事項① 休日における最小要員で、事業本部対策本部を迅速に立上げ、速やかに社長をトップとした体制が構築できること。

検証結果：7名の休日当番者による、事業本部対策本部の速やかな立上と、社長の迅速な参集による体制構築を確認した。

- ・休日待機場所（单身寮）から速やかに移動し、約30分以内に必要な機器（統合原子力防災ネットワーク、社内TV会議、プラント情報表示装置（SPDS）等）を立ち上げ。
- ・社長が最も早く確実に移動できる手段（ヘリ）を用いた事業本部参集訓練を実施し、約2時間30分で社長をトップとした発電所支援体制を構築。

検証事項② 新しく整備した仕組み（原子力土木建築センター・原子力調達センターの設置、ゼネコンとの建屋情報提供についての覚書等）が、災害時でも有効に機能すること。

検証結果：新しく設置した原子力土木建築センターが、ゼネコンとの覚書に基づき、原子炉建屋等の基準地震動建屋応答の評価結果等について情報を入手し事故による建屋の影響について検討し、発電所に対して適切な技術支援ができることを確認した。

また原子力調達センターが、発電所からの物資調達要請を受け、あらかじめ整備した調達先リストを活用して発電所からの要求内容（量・納期等）に応じ、適切な調達先が選定できることを確認した。

検証事項③ 国（東京ERC）とTV会議等を用いて迅速に連携するとともに、国（ERC）からの派遣者に対する状況説明と的確な指示が受けられること。

検証結果：当番者の一部が速やかに事業本部に参集し、事故から約20分で統合原子力防災ネットワークを接続し、国（ERC東京）との連携を開始できることを確認した。

また事故発生から数時間で国からの派遣者が事業本部に到着し、国に速やかにプラント状態と対応状況を伝達し、状況に応じた国からの的確な助言指導を受けられることを確認した。

# 今回の訓練の総合評価と今後の取組み

これまでより踏み込んだ訓練を行った結果、休日を想定した限られた要員かつ複数号機での過酷な事故に対して、発電所での確実な事故制圧と原子力事業本部による的確な発電所支援が行えることが確認できたものと考えている。

(訓練の細部については、訓練参加者からの意見聴取や事務局検討会において課題を集約中。)

## 主要な課題（抜粋）

### 【発電所】

- 緊急時対策所内の掲示物について更に使いやすくするための改善が必要。  
(例) 現場作業要員の居場所を表示するマップについて、本部の要員管理表の要員名称と整合させる。
- 一刻を争う事態の場合、緊急時対策所の通信設備立ち上げ時間を更に短縮するため、SPDSやTV会議システム等の簡易立ち上げマニュアルを作成し機器周辺に常備しておくことが必要。

### 【原子力事業本部】

- 休日・夜間等の発災で初動時の参集要員が限られた状況における、適切な本部構成、要員配置のあり方や、その後段階的に参集してきた要員を確実に把握し、迅速に適所配置するための仕組みの検討が必要。
- 事業本部では、スクリーンに投影されたプラントデータが見つらいという声があり、事業本部要員が対策室のどのポジションでも的確にプラント状況を把握できるよう、情報共有化設備（スクリーン投影設備等）の更新、改善が必要。

今後、以上の課題事項も含め、今回の訓練に関する詳細な検証と改善を行い、取りまとめ次第、速やかに改善を図ることにより、より実効性のある事故制圧体制を構築していく。

訓練後の反省会や訓練参加者へのアンケート・聞き取りにより反省点・課題を抽出。

抽出された課題を本部運営・現場作業・設備・資機材・手順（仕組み）に分類し、現時点での主要な課題を整理した。

## 発電所の主要な課題

分類	内容
本部運営	<p>緊急時対策所内の掲示物について更に改善を図っていく。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・主要ポンプの状況確認表の凡例（運転中／待機中／故障中…）がユニットにより使い方が異なっていたため、様式を改善して誤解を防ぐ。</li> <li>・グリッドマップ上に要員の居場所をマグネットで表現する際の表現が、要員管理表の区分と整合せず、使いにくいとの声があり、整合させる。</li> </ul>
本部運営	<p>一刻を争う事態の場合、緊急時対策所の通信設備立ち上げ時間を更に短縮するため、SPDSやTV会議システム等の簡易立ち上げマニュアルを作成し機器周辺に常備しておくことが必要。</p>
設備	<p>ホワイトボードや掲示物の確認のため、自席から都度移動していたが、より確認を効率よく行えるよう、オペラグラスの配備を行う。</p>
現場作業	<p>緊急時対応要員が携行しているバッグにいれるツールの充実を図る。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・バッグに入っているマニュアルが、それぞれの役割に応じたものになっていないとの声があり、役割に応じたアクセスルート図等を用意する。</li> <li>・操作対象物の位置は都度変更があることから、最新のSA資機材配置図等を入れる運用とする。</li> </ul>
その他	<p>事業者側が少人数の状況でも、公設消防隊と連携した消火活動が円滑に行えることが検証できたが、公設消防隊から、「現場指揮本部において、自衛消防組織の活動状況に関する事業者からの情報提供が少ない」との声があり、火災現場や自衛消防組織の状況を、図面・時系列等を用いて説明できるよう、様式や図書の配備を検討する。</p>

## 事業本部の主要な課題

分類	内容
本部運営	休日・夜間等の発災で初動時の参集要員に限られた状況における、適切な本部構成、要員配置のあり方や、その後段階的に参集してきた要員を確実に把握し、迅速に適所配置するための仕組みの検討が必要。
本部運営	国（ERC）派遣者から事業本部対策本部への情報の流れについて、事業本部側の情報受信窓口、外部派遣者との情報連携について整理が必要。
設備	事業本部では、スクリーンに投影されたプラントデータが見づらいという声があり、事業本部要員が対策室のどのポジションでも的確にプラント状況を把握できるよう、情報共有化設備（スクリーン投影設備等）の更新、改善が必要。
設備	発電所支援を的確に行うため、発電所対策本部内でのやりとり（雰囲気）を常時事業本部で把握するため、例えばTV会議音声を常時接続状態にする等の工夫が必要。
設備	現在、事業本部設備班（安全支援係）に2台のプラント情報管理システム（SPDS端末）を設置しているが、端末利用が輻輳し、放射線影響評価に必要な情報が迅速に確認できなかった。一方であまりSPDSを活用していない係もあったため、事業本部対策本部に設置してある5台のSPDS端末について、利用頻度を考慮した適正配置の検討が必要。また必要に応じて増設の検討も必要。
手順・仕組み	対応要員が限定された状況での的確な初動対応を実施するため、各班・係における必要最低限の実施事項とその優先順位を記載したチェックシートの活用が必要。
その他	今回の訓練では各種機器類が正常に動作したが、予期せぬ事象にも臨機応変に対応できるよう、今後の訓練では、機器故障に関する情報等を付与させた方がよい。
その他	同時発災の混乱した状況においても、外部に対しタイムリーに的確な情報発信が出来るよう訓練を重ねることが必要。

# 高浜発電所の長期停止に伴う対応について

# 高浜 3, 4 号機 長期停止期間中の保守管理について

## 【法令上の扱い】

○実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則(第81条第1項第7号)

発電用原子炉の運転を相当期間停止する場合その他発電用原子炉施設がその保守管理を行う観点から特別な状態にある場合においては、当該発電用原子炉施設の状態に応じて、前各号に掲げる措置（対象設備の保守管理方針等）について**特別な措置を講じること。**

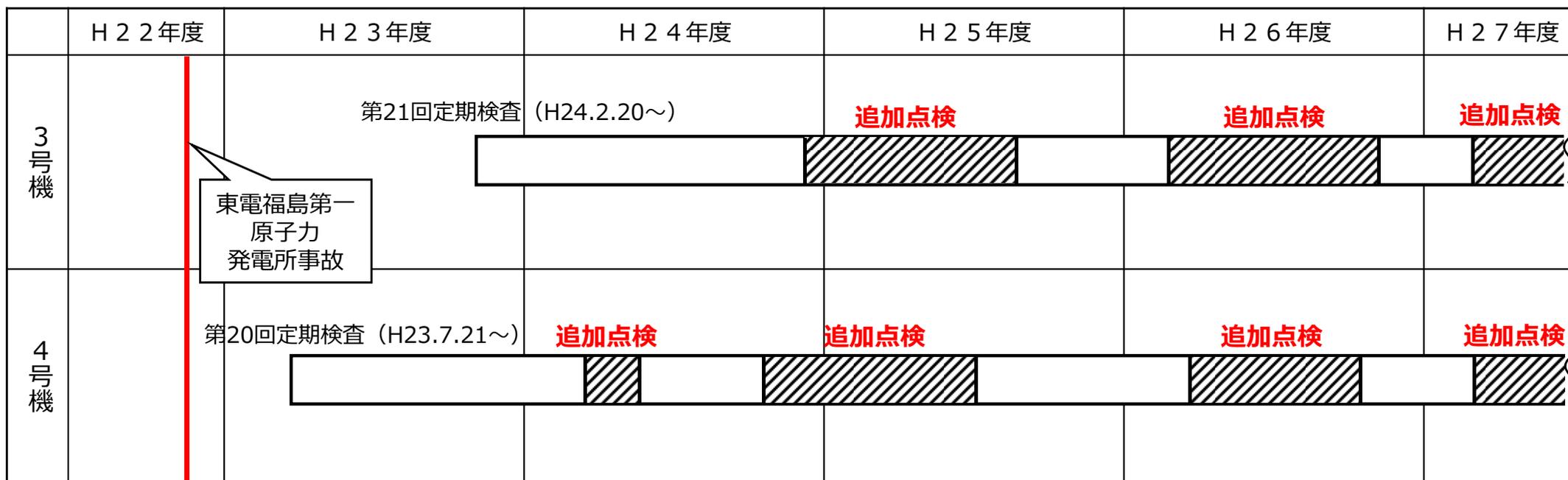
○発電用原子炉施設の使用前検査、施設定期検査及び定期事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド

・特別な保全計画が必要な場合

発電用原子炉の運転を相当期間停止する場合その他プラントがその保守管理を行う観点から特別な状態にある場合においては、**特別な保全計画等を定め、実施する必要がある。**

相当期間とは、概ね1年以上とする。特別な状態にある場合とは、比較的広範な機器に対し**追加的な点検等を実施する必要がある場合や、設備全般に対する長期保管対策を実施する場合**等とする。

## 【高浜 3, 4 号機 長期停止中における追加点検の実績工程】



プラントの長期停止期間中においては、特別な保全計画で策定する以下の①～③の内容を適切に実施することで、プラントの設備・機器の健全性を確保している。

- ①プラント停止中の系統・機器について、通常の停止状態または待機状態で**保管対策を実施**
- ②点検計画を考慮の上、保管状態、停止期間に応じた追加保全（分解点検等）の検討を行い、**必要な追加保全を実施**
- ③保管状態、停止期間に応じた追加的な健全性確認の検討を行い、**必要な健全性確認を実施**

上記①～③の具体的内容は以下の通り

## ①保管対策

長期停止状態において、各系統・機器に応じた適切な保管対策を実施

### ○乾式保管

水分を除去する方式。水抜きの後、乾燥機を通して乾燥空気を循環し、定期的に湿度を確認または水抜きし、自然乾燥状態を維持。[タービン本体、主蒸気・抽気系統など]

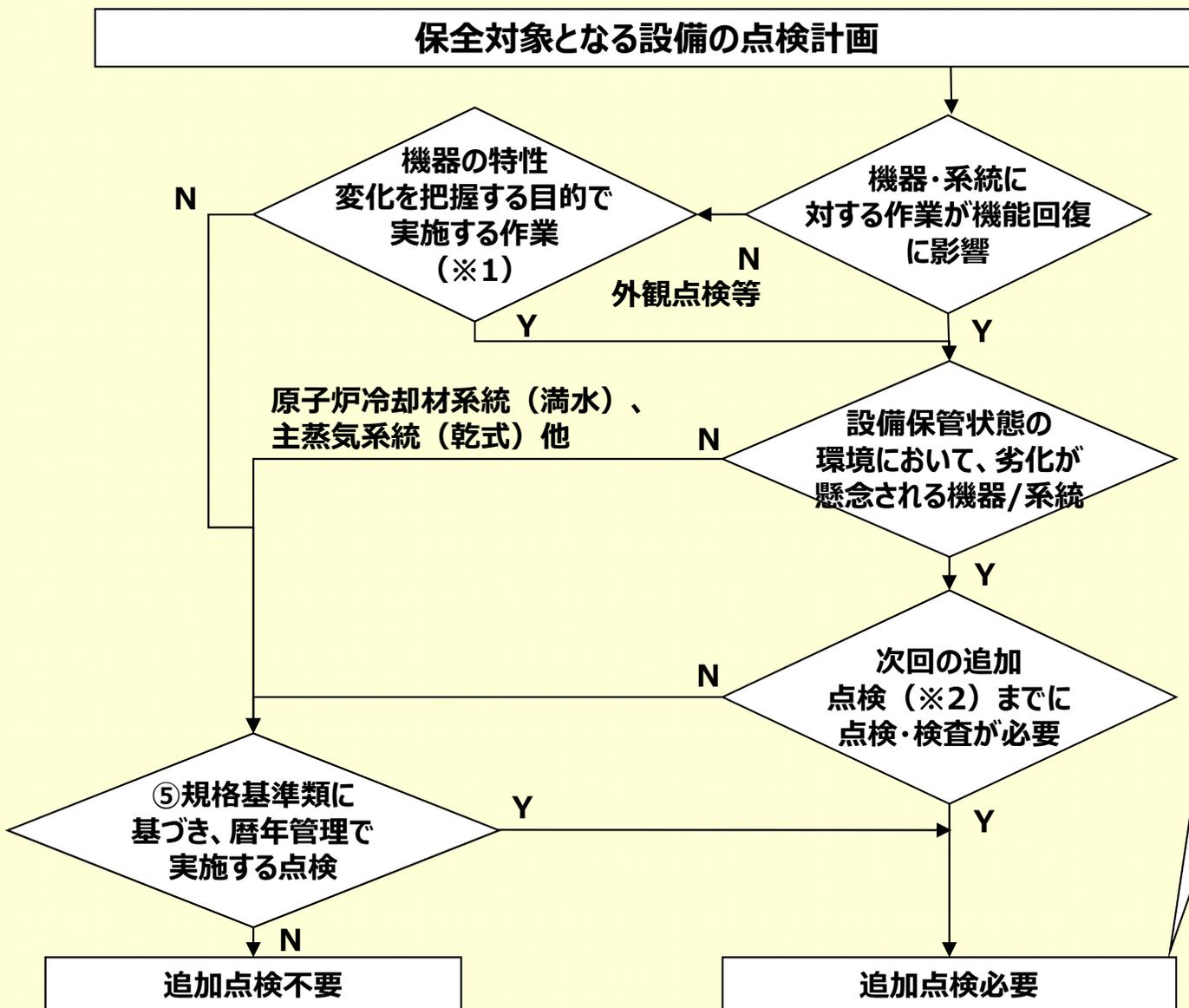
### ○湿式保管

脱酸素剤であるヒドラジンを添加して水張りする方式。必要に応じて添加したヒドラジン濃度を確認する。気相部が存在する場合は、窒素ガスを封入。[蒸気発生器 2次側など]

1次冷却材系統においては、原子炉容器ノズルセンターまでの水張り状態にて水質管理を定期的に行い、必要により脱塩塔に通水することで耐腐食環境を維持。蒸気発生器 2次側においても水質が管理値内にあることを定期的に確認。

## ②必要な追加保全

以下のフローに基づき、機器の保管状態や停止期間に応じ、分解点検等の追加点検が必要な機器、項目を抽出。



### [主な点検機器・点検内容]

- 海水ポンプ、循環水ポンプ  
分解点検
- 海水管  
内部点検・清掃
- 原子炉補機冷却水クーラ  
開放点検、細管清掃、渦流探傷試験
- 非常用ディーゼル発電機  
クーラ開放点検・細管清掃、分解点検
- 計器用コンプレッサ  
分解点検
- 換気空調装置  
分解点検
- 放射線監視装置、稼動システムの計器  
点検調整、入出力試験
- 計器用電源  
機能確認、冷却ファン取替

など

※1：例) 計器等の特性確認

※2：停止状態を維持するための追加点検

## ③必要な健全性確認

②において、点検計画に基づき検討した追加点検（分解点検等）に加えて、機器の保管状態や停止期間を考慮し、必要な健全性確認を実施。

### ○定期試験

非常用ディーゼル発電機(保安規定要求)、充てん/高圧注入ポンプ、余熱除去ポンプ、格納容器スプレイポンプ など

### ○ターニング（※：ハンドターニング）

主タービン、主給水ポンプ※、復水ブースタポンプ※、電動補助給水ポンプ※ など

### ○絶縁抵抗測定

1次冷却材ポンプモータ、復水ブースタポンプモータ、電動主給水ポンプモータ など

### ○再稼動先行プラントの不具合反映（川内1号機 復水器細管漏えい事象）

他プラント不具合事象を反映し、復水器細管の渦流探傷検査(ECT)を実施し、健全性を確認。

### ○実動作等による健全性確認

2次系の主要な設備(復水ポンプ、復水器真空ポンプ等)について、実動作等による健全性確認を実施。

## 【結論】

プラント長期停止状態においても、「①保管対策」「②必要な追加保全」「③必要な健全性確認」を適切に実施することで、プラントの設備・機器の健全性を確保しており、今後もこの取組みを継続。また、新たな技術的知見等が得られれば、適切に反映。

# 長期停止期間中の若手社員に対する技術力維持・向上への取り組みについて(1/2)

- ・技術系社員は新入社員研修、発電所における発電実習を経て配属後の職場にてOJTと専門研修により育成。
- ・若手社員が早期に現場で能力を発揮し、技術継承を円滑に実施できるよう、若年層教育を強化。

## 事例 1 : 他発電所への派遣による技術力維持・向上

### ①大飯3、4号機再稼動時（H24.7～H25.9）に他プラントの若手社員を派遣

- 発電室員(運転員)、保修課員、原子燃料課員、放射線管理課員が、長期停止期間中プラントでは経験できない各種試験、点検、作業等のOJTを含めた実務研修の実施。（平成24年10月～平成25年11月）

美浜発電所（延べ50名）

〔発電室〕

・プラント体感研修

〔原子燃料課〕

・出力分布測定、炉内外照合校正、  
・原子燃料業務研修 他

〔放射線管理課〕

・放射線、化学実習

高浜発電所（延べ100名）

〔発電室〕

・プラント体感研修、停止時研修、他

〔原子燃料課〕

・出力分布測定、炉内外照合校正他

〔計装保修課〕

・原子炉保護系ロジック試験 他

大飯1、2号

〔発電室〕

・運転実習

・定検支援他

大飯発電所 3、4号機



### ②舞鶴火力発電所への運転業務研修の実施

概要：運転経験のない主機員および補機員を対象に運転中の舞鶴火力発電所での当直業務を経験させることで、現場作業での安全意識、現場点検時の五感等を養い、運転員としての技能レベルを向上。

H26年度 美浜0名、高浜43名、大飯47名参加

H27年度(予定) 美浜26名、高浜8名、大飯20名参加

⇒今後ともOJT機会を継続的に創出するなどし、社員の技術力維持・向上。

## 事例 2 : 研修施設における技術力維持・向上

### 【各職場にて若手社員育成策を工夫して実施】

#### ① プラントシミュレータを用いた炉物理試験の実習 (原子燃料部門)

**概要** : 原子燃料課において、原子力運転サポートセンターのシミュレータに実際の炉物理試験装置を接続、実プラントの信号を模擬し、炉物理試験を実施。実機と同じ環境でOJTを補完。

【参加人数】※：発電室も参加

H25年度	美浜 7名、高浜 7名、大飯 9名
H26年度	美浜 7名、高浜 8名、大飯11名※
H27年度上期	美浜14名※、高浜19名※、大飯13名※



#### ② 職場毎に原子力研修センターにおいて訓練を実施 (保修部門)

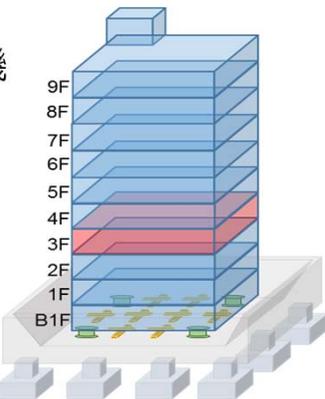
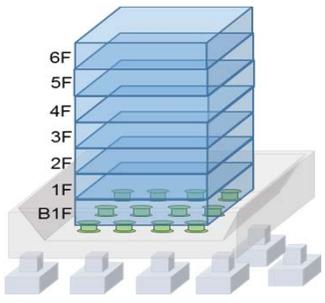
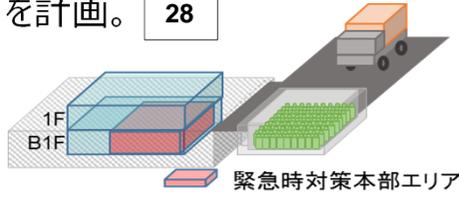
**概要** : 保修課等が職場単位で原子力研修センターへ出向き、実機と同様の設備を用いながらの訓練を実施し、ベテラン社員が若手社員に対し、保修技術を指導。

【参加人数】

H25年度	美浜 4 9名、高浜 5 6名、大飯 2 0名
H26年度	美浜 5 6名、高浜 6 0名、大飯 4 7名
H27年度上期	美浜 0名、高浜 8名、大飯 1 1名

# 中長期対策の実施状況について

# 高浜発電所における緊急時対策所等の設置について

	免震事務棟	緊急時対策所 <b>新規制基準要求</b>	
		(1～4号機用)	(3, 4号機用)
H25.6	福島第一原子力発電所事故を踏まえた対策として、事故対応時の指揮機能の強化等の更なる充実の観点から、免震構造や対応要員の収容機能等を有する免震事務棟の設置工事に着手。	---	---
H25.7 新規制基準 が施行	施行された新規制基準を踏まえ、建設中の免震事務棟を、高浜1～4号機の運転を前提とした緊急時対策所として活用することを検討。 	同左	高浜1・2号機の原子炉容器に燃料を装荷しないことを前提に、高浜1・2号機の原子炉補助建屋内に高浜3・4号機の緊急時対策所を設置することとして、新規制基準適合性に係る申請を実施。 <b>29</b> ⇒H25.8設置完了 ⇒H27.2設置変更許可
H27.3	建設中の免震事務棟については、事故対応支援要員をより多く収容する等のために、自主的に設ける施設（新規制基準要求対象外）と位置付け、計画を変更。 <b>31</b> 	1～4号機の運転を前提とした緊急時対策所の設置を計画。 <b>28</b> 	
H27.11 現在	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器仕様及び配置調整、各種荷重確認、構造計算、設計図書作成を実施中。</li> <li>・平成29年度中に運用開始予定。 <b>32</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器仕様及び配置調整、各種荷重確認、構造計算、設計図書の作成、現地ボーリング工事を実施中。 <b>32</b></li> <li>・平成29年度中に運用開始予定。 ←</li> </ul>	(機能を移設)

# 緊急時対策所に関する主な規制要求事項と設計方針

○現在設置している高浜3,4号機用緊急時対策所に関しては基準に基づき以下の設計を行うことにより、設置変更許可を取得。

	基準 (※)	緊急時対策所の設計方針
居住性の確保	重大事故等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よう、適切な措置を講じること (61条第1項第1号)	事故後7日間の線量が100mSv以下となる様、緊急時対策所の遮へい、気密性の確保及び換気設備(非常用ファン・フィルタ、空気供給装置)を設置。
情報の把握	重大事故等に対処するために必要な指示ができるよう、重大事故等に対処するために必要な情報を把握できる設備を設けること (61条第1項第2号)	必要な情報を中央制御室の運転員を介さずに緊急時対策所において把握できる様、緊急時対策所内に安全パラメータ表示システム(SPDS)を設置。
通信連絡	発電用原子炉施設の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うために必要な設備を設けること (61条第1項第3号)	緊急時対策所から中央制御室、屋内外の作業場所、原子力事業本部、本店、国、地方公共団体等に通信連絡を行える様、緊急時対策所内に衛星電話、緊急時衛星通報システム、携行型通話装置、インターフォン及び統合原子力防災ネットワークを設置又は保管。
収容量	重大事故等に対処するために必要な数の要員を収容することができること (61条第2項)	プルーム通過中の、3,4号機必要要員数約100人の収容、また、要員約100人の7日間分の飲料水、食料等が保管できるスペースを確保。

※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

○将来設置予定の高浜1~4号機用の緊急時対策所についても、4ユニットの要員数を踏まえ同様に設計。

# 現状の高浜発電所3、4号機用緊急時対策所等の概要

	設置場所		仕様・機能等
緊急時対策所	1,2号機中央 制御室下の 会議室		<ul style="list-style-type: none"> <li>○耐震構造</li> <li>○有効面積約112m<sup>2</sup></li> <li>○収容想定人数86人(内2名はNRA)</li> <li>○7日間の活動に必要な食料等保管</li> <li>○代替交流電源として電源車3台配備</li> </ul>
緊急時対策所 除染エリア (フィンシングエリア)	緊急時 対策所入口		<ul style="list-style-type: none"> <li>○平常時から設営</li> <li>○鋼製パイプ・ボード製</li> <li>○脱衣所、スクリーニングエリア、除染エリアから構成</li> <li>○サーベイメータによる測定</li> <li>○濡れティッシュによるふき取り除染 等</li> </ul>
作業員の 待機場所	緊急時 対策所 下フロア		<ul style="list-style-type: none"> <li>○耐震構造</li> <li>○有効面積約33m<sup>2</sup></li> <li>○収容想定人数27人</li> <li>○7日間の活動に必要な食料等保管</li> </ul>
作業員の 待機場所 除染エリア (フィンシングエリア)	作業員の 待機場所 入口		<ul style="list-style-type: none"> <li>○平常時から設営</li> <li>○鋼製パイプ・ボード製</li> <li>○脱衣所、スクリーニングエリア、除染エリアから構成</li> <li>○サーベイメータによる測定</li> <li>○濡れティッシュによるふき取り除染 等</li> </ul>

# 現状の高浜発電所3、4号機用緊急時対策所内部レイアウト

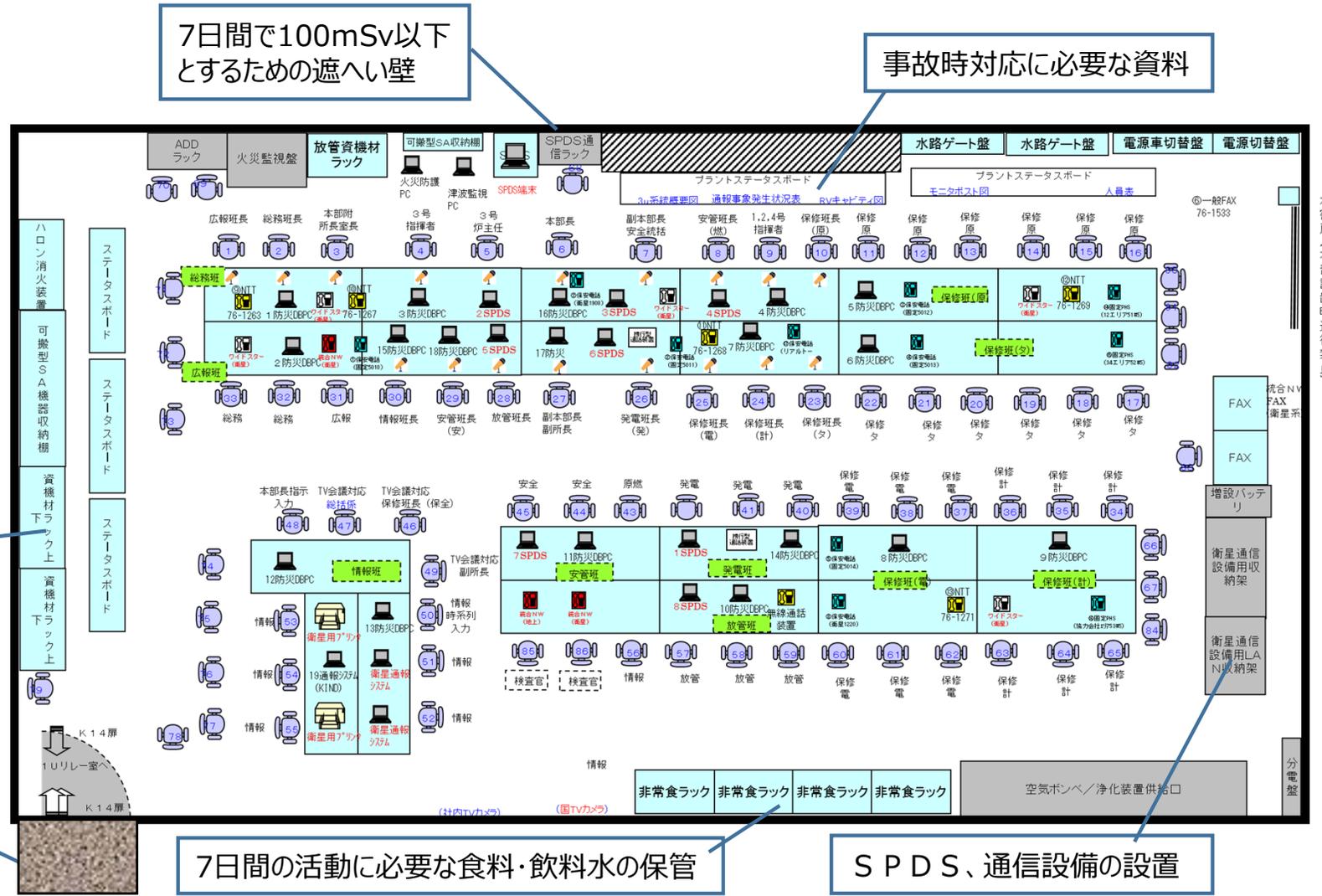
## 設計方針

- ・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。

今回の訓練にて  
本緊急時対策所を活用

- 【主な仕様】
- 耐震構造 (1・2号原子炉補助建屋)
  - 有効面積 約112m<sup>2</sup>
  - 収容想定人数 86人(指揮所)
  - 通信連絡設備
  - 換気及び遮蔽設備
  - 情報把握設備
  - 代替交流電源 (電源車を配備)

- 【自主的に配備している設備等】
- タングステンベスト
  - 可搬型照明装置



7日間の活動に必要な放射線防護資機材

放射性物質を持ち込ませないためのチェンジングエリア

7日間の活動に必要な食料・飲料水の保管

SPDS、通信設備の設置

# 将来の高浜 1～4号機用緊急時対策所内部レイアウト案

1～4号機用緊急時対策所が完成した場合は、現状の3, 4号機用の緊急時対策所の機能を移設する。運用開始は、29年度内を予定している。

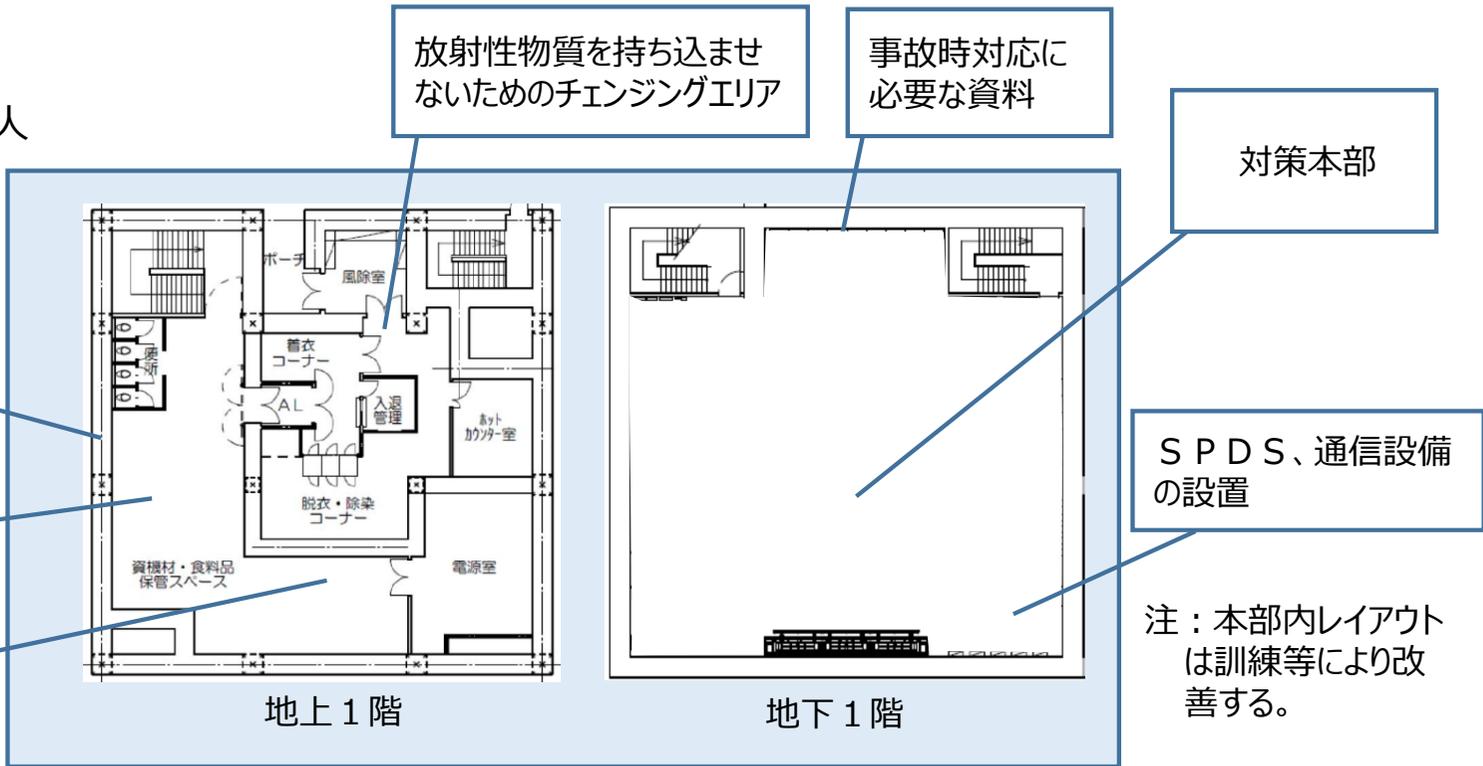
## 設計方針

- ・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。

### 【主な仕様】(高浜の例)

- ・耐震構造
- ・建屋内面積 約800m<sup>2</sup>
- ・収容想定人数 最大約200人
- ・通信連絡設備
- ・換気及び遮蔽設備
- ・情報把握設備
- ・代替交流電源

- 7日間で100mSv以下とするための遮へい壁
- 7日間の活動に必要な放射線防護資機材、食料・飲料水の保管
- 休憩用スペース

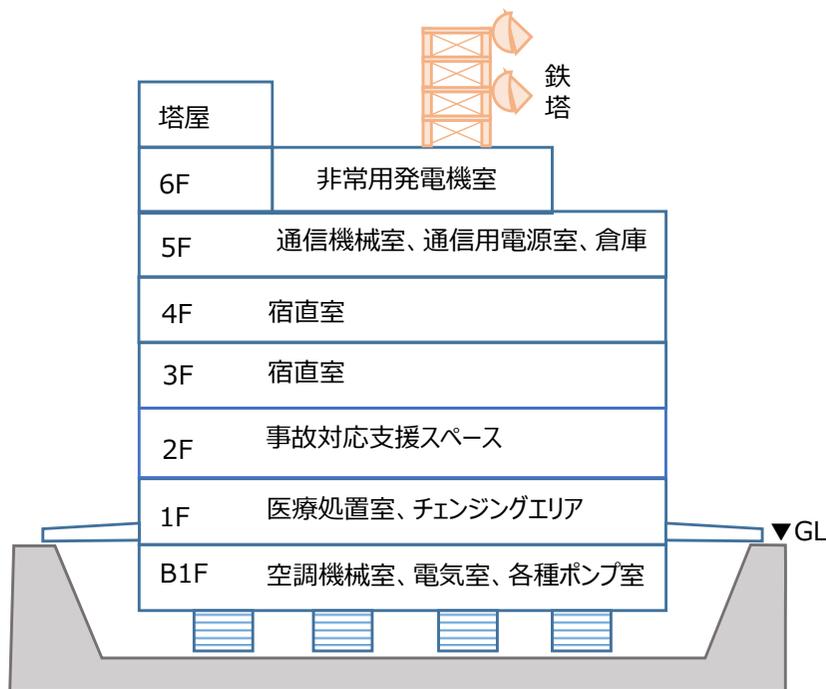


# 高浜・大飯・美浜発電所免震事務棟設計案

## 設計方針

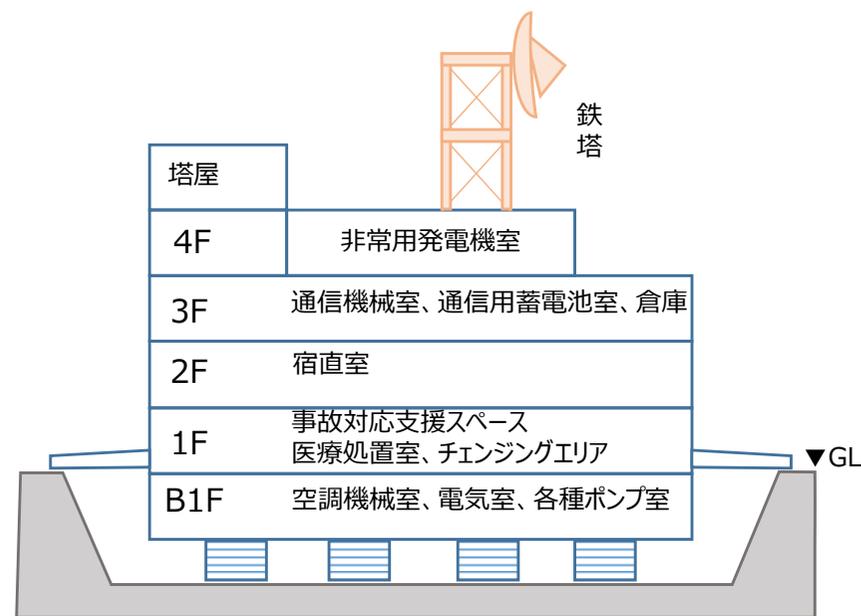
免震事務棟は長期事故支援を目的とし、主に、①初動要員の宿直場所、②要員待機場所、③資機材受入れ及び保管場所として活用するために、自主的な位置付けで設置。

### 【高浜・大飯発電所】



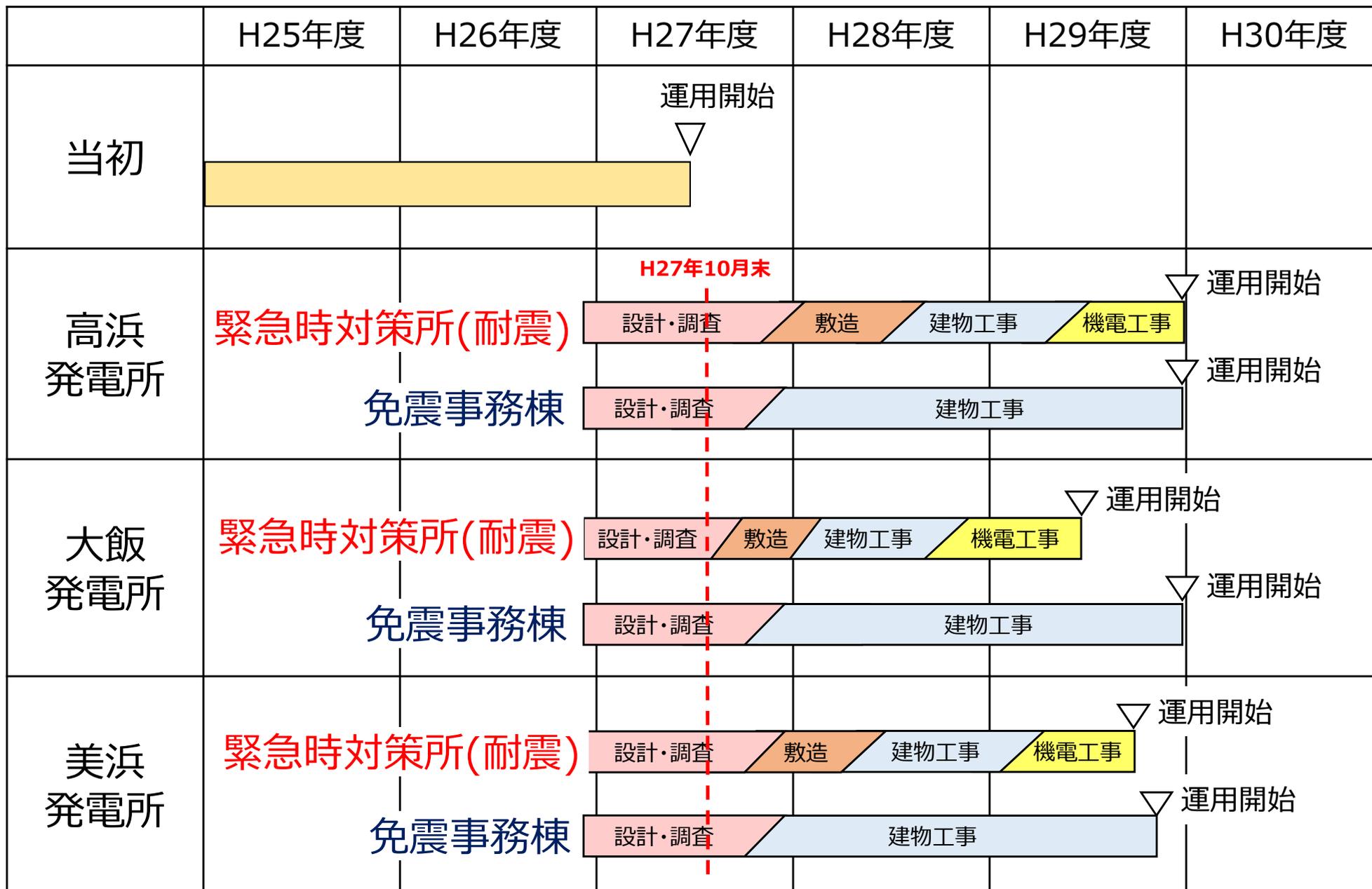
建屋床面積	約4,300㎡
収容想定人数	約800人

### 【美浜発電所】



建屋床面積	約3,000㎡
収容想定人数	約400人

# 高浜・大飯・美浜発電所緊急時対策所他設置工事スケジュール

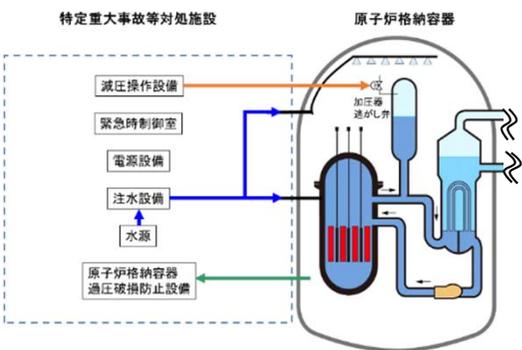


# 特定重大事故等対処施設設置工事の進捗状況（高浜3,4号機）

## 概要

- 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必要な機能が損なわれるおそれがないものであること。
- 原子炉格納容器の破損を防止するために必要な設備として注水設備、緊急時制御室、電源、フィルタベント等を設置。

## 【概念図】



## 規制要求

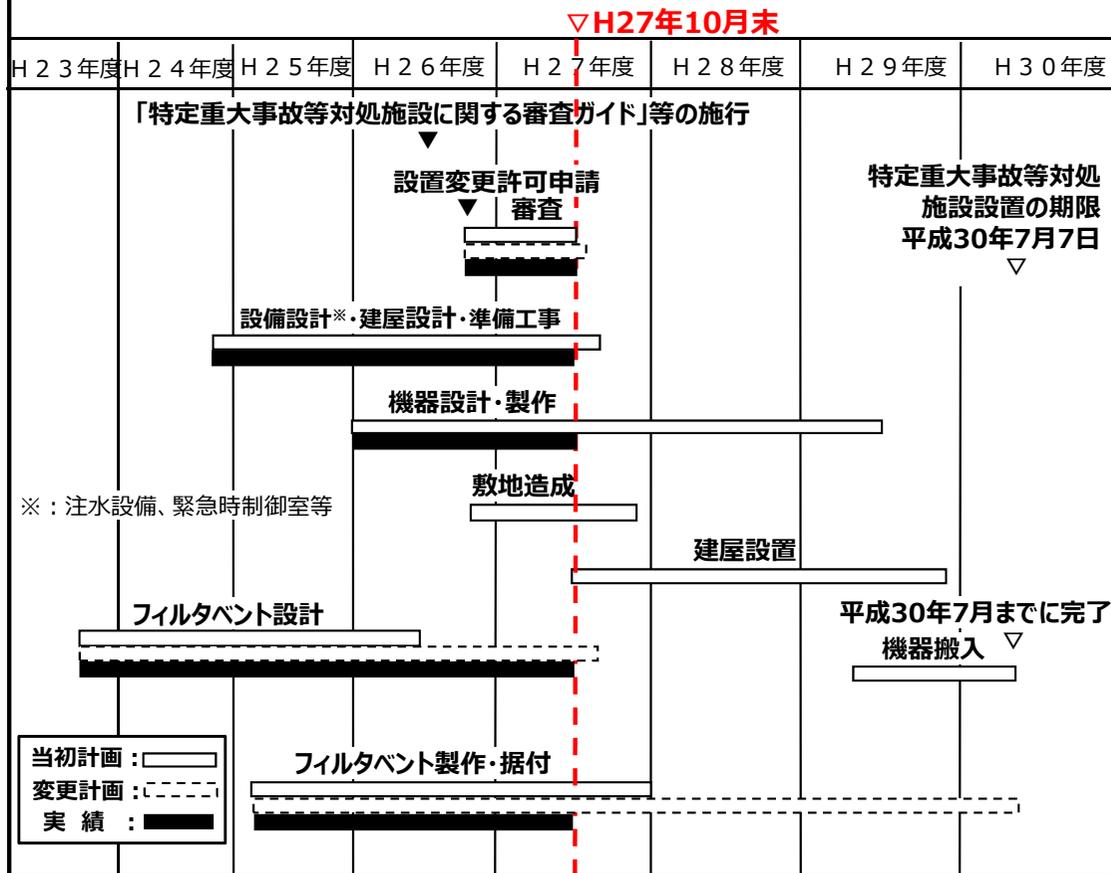
- 減圧操作設備
  - ・特定重大事故等対処施設から既設の加圧器逃がし弁を動作させ、原子炉内の減圧を操作する設備。
- 注水設備（ポンプ、水源）
  - ・格納容器スプレーや格納容器下部等への注水設備。
- 原子炉格納容器過圧破損防止設備（フィルタ付ベント）
  - ・原子炉格納容器内の空気を放出し、内圧を低減させる設備。
- 緊急時制御室
- 電源設備（発電機）

## これまでの時系列

- 平成25年7月8日  
「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」が施行。  
その中で、特定重大事故等対処施設を、平成30年7月7日までに設置することを要求。
- 平成26年9月17日  
原子力規制庁が、特定重大事故等対処施設に関する審査ガイド等を制定。
- 平成26年12月25日  
高浜3,4号機 特定重大事故等対処施設に関する原子炉設置変更許可申請書を提出。
- 平成27年1月20日、2月17日、3月19日、4月23日、5月26日、6月18日、7月30日、9月8日、9月29日、10月8日、11月5日(予定)  
新規基準適合性に係る審査会合を適宜開催。

## 進捗状況

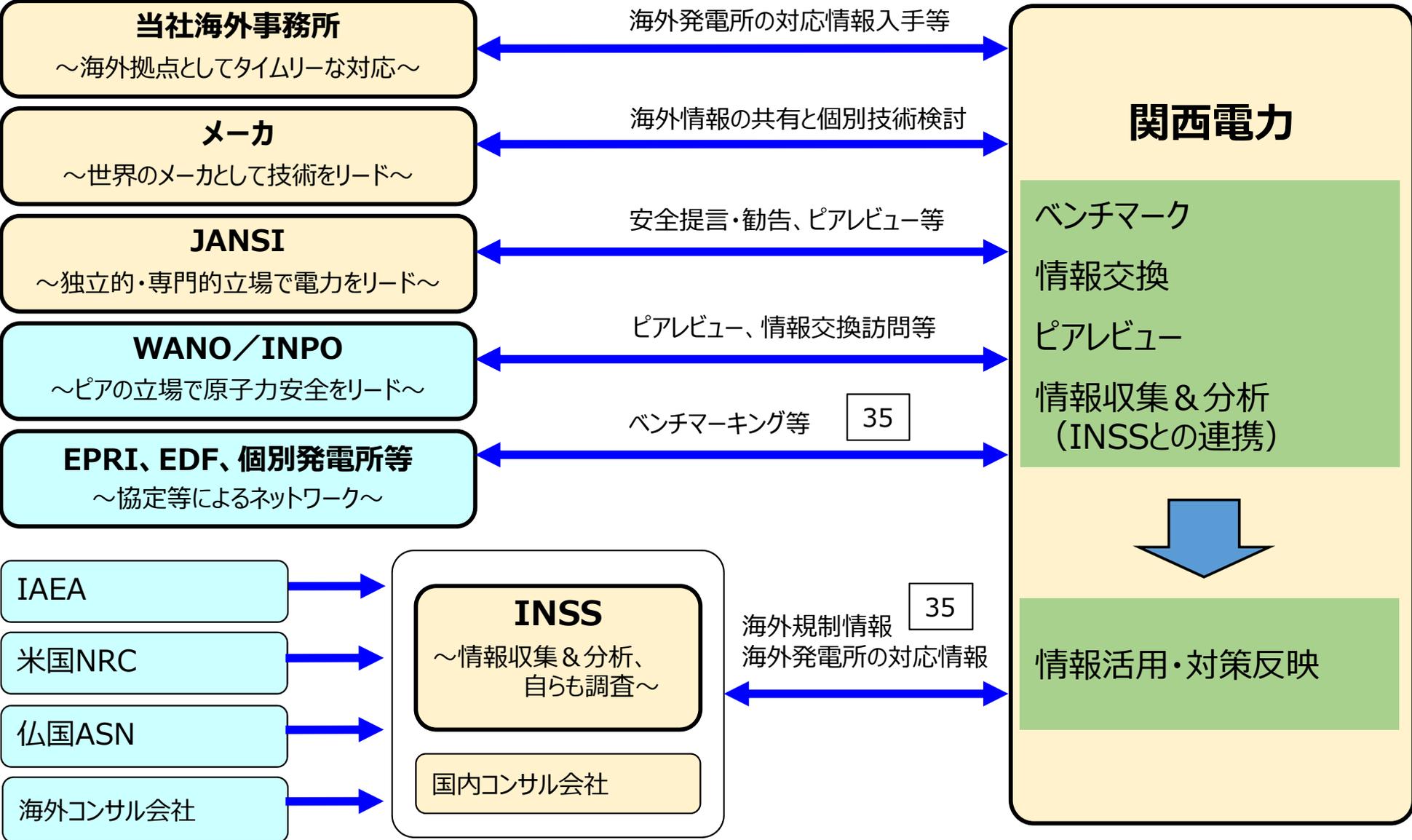
- フィルタベント設備については、当初、平成27年度中に設置するよう設計条件、フィルタ仕様検討、フィルタ設置準備作業等を自主的に進めてきたが、新規基準においては、フィルタベント設備は、特定重大事故等対処施設として位置づけ。
- 「特定重大事故等対処施設に関する審査ガイド」および「航空機衝突影響評価に関する審査ガイド」が平成26年9月に制定されたことを受け、特定重大事故等対処施設に係る設置変更許可を申請（平成26年12月25日）。
- 原子力規制委員会においては、「特定重大事故等対処施設に係る航空機衝突影響評価（配置の妥当性含む）」、「原子炉格納容器の過圧破損防止機能（フィルタベント）」をはじめ、耐震性、耐津波性、火災防護、施設を構成する設備の妥当性、技術的能力に関する審査を実施中。
- 平成30年7月の設置期限までに完成予定。



# 諸外国の先進事例や最新知見の反映事例(1/2)

## 安全性向上のために世界に学ぶ活動

～原子力部門における海外情報収集・検討の連関図～



# 諸外国の先進事例や最新知見の反映事例(2/2)

## ○情報交換協定の締結

- ・平成26年10月、米国のデューク・エナジー社と情報交換協定を締結し、海外の知見収集を充実。

## ○トップマネジメント会合、実務者レベル情報交換の実施

- ・平成26年11月、すでに協定を締結しているフランス電力株式会社（EDF）およびスペインのイベルドロ原子力発電株式会社とトップマネジメント会合・実務者レベルの情報交換を実施。

### <トップマネジメント会合>

- ・原子力部門のトップが情報交換を実施。  
経営課題や実務者レベルの情報交換状況を踏まえ、高経年化対策などの共通課題を選定・情報交換を実施。

### <実務者レベルの情報交換>

- ・実務者が必要と判断した場合、海外情報窓口を介して、締結先電力に問い合わせる（メール、TV会議または当該電力への訪問等）とともに、当社の取組み状況についても情報提供。
- ・入手した他社事例について、導入可否を検討し、必要に応じ反映。  
（取組み事例）
  - ① 韓国の古里2号機が記録的豪雨により循環水ポンプが自動停止したことに伴い、原子炉を手動停止した情報を入手・監視装置の改良を実施。
  - ② EDFのゴルフエッシュ発電所における原子力防災資機材、および防災体制等の情報を入手し、訓練等のチェックシートを作成。



【デューク・エナジー社との調印式】



【トップマネジメント会合の様子】

## ○INSとの海外発電所情報の収集と活用

- ・海外発電所の設計・運用など各種情報の調査を、INSの協力のもとで入手しており、適宜、当社設計、運用に反映。

### <調査結果の活用事例>

- ・海外原子力発電所における非難燃ケーブル等への対応事例を踏まえ、火災防護にかかる試験、施工について、当社の対策検討に活用。
- ・特定重大事故等対処施設の機器設計等に、海外発電所の調査結果を反映。