

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等について

平成27年 5月 7日
関西電力株式会社

本日の主な説明内容

- 安全対策の進捗状況
- 中長期対策の実施状況
- 福島第一原子力発電所事故を踏まえた事故制圧の充実 ～初動対応、教育～
(吉田調書を教訓とした事業者の運用体制)

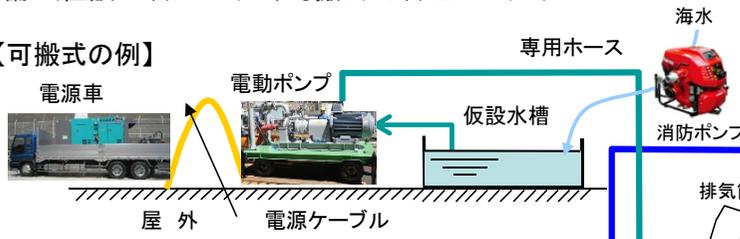
安全対策の進捗状況

- ・福島第一原子力発電所事故以降の安全対策概要
- ・電源の確保(全交流動力電源喪失対策)
- ・電源の確保(緊急時用所内電源設備)
- ・原子炉を冷やすための対策
- ・防潮堤・防護壁等設置工事の状況
- ・内部火災対策
- ・内部溢水対策
- ・その他のシビアアクシデント対策
- ・組織・体制の充実

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)

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】

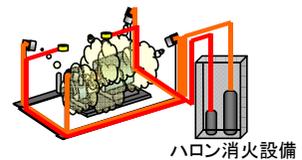


恒設については、燃料取替用水タンクを水源とし、格納容器等へ注水

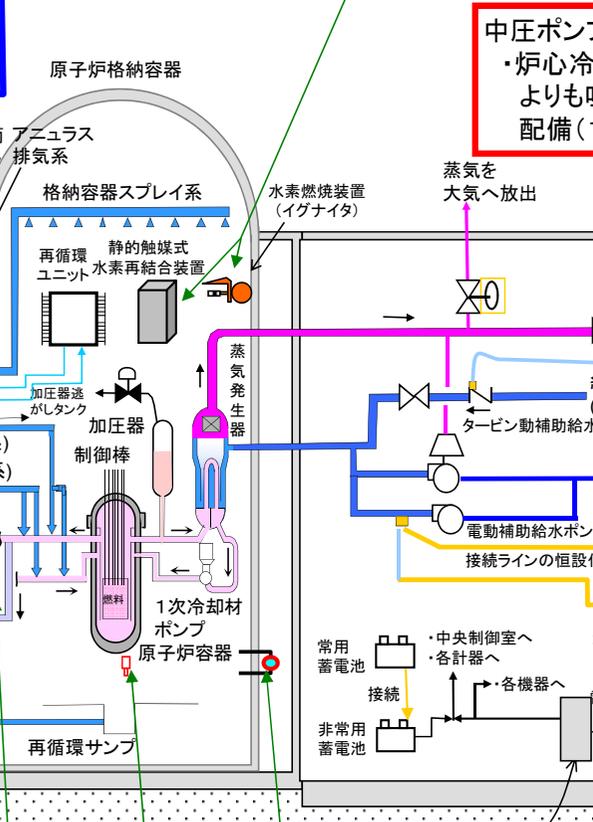
放水砲の配備
 ・放射性物質拡散抑制のため放水砲(3台/2ユニット)と大容量ポンプ(2台/2ユニット)を配備



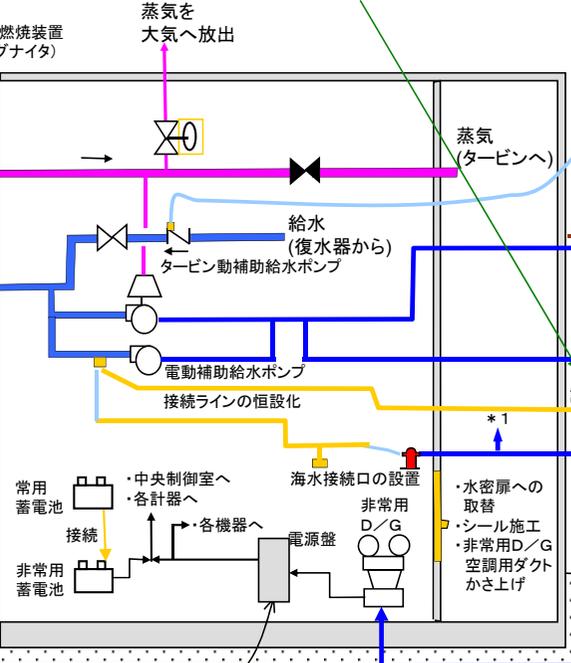
火災防護の追加対策
 ・系統分離
 鉄板+耐火シート
 ・消火設備の設置※
 自動消火設備 (スプリンクラー、ハロン消火設備等)
 ・耐震Sクラスの消火水バックアップライン



水素濃度低減装置の設置
 ・静的触媒式水素再結合装置 (5台/ユニット)
 ・水素燃焼装置(イグナイタ) (13台/ユニット)

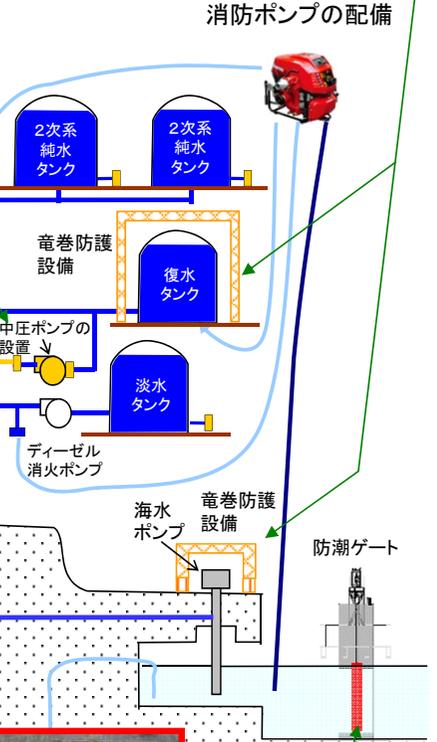


中圧ポンプの設置
 ・炉心冷却多様化のため、消防ポンプよりも吐出圧力の高い電動ポンプを配備(1台/1ユニット)



□ : 実施済み (11月ご説明以前)
 □ : 実施済み (11月ご説明以降)

竜巻防護設備の設置
 消防ポンプの配備



原子炉格納容器水位計

可搬型格納容器内水素濃度計測装置

原子炉下部キャビティ水位計

空冷式非常用発電装置遠隔起動化
 ・中央制御室から起動操作が可能(恒設化) (2台/ユニット)



電源車の配備
 合計5台/2ユニット



大容量ポンプの配備
 (3台/2ユニット)

防潮ゲートの設置

外部支援に期待することなく必要な重大事故対策を7日間継続可能とする資機材を確保している。

※:今後、緊急時対策用電源車に接続されている分電盤に対して火災感知器等を追加設置する予定。

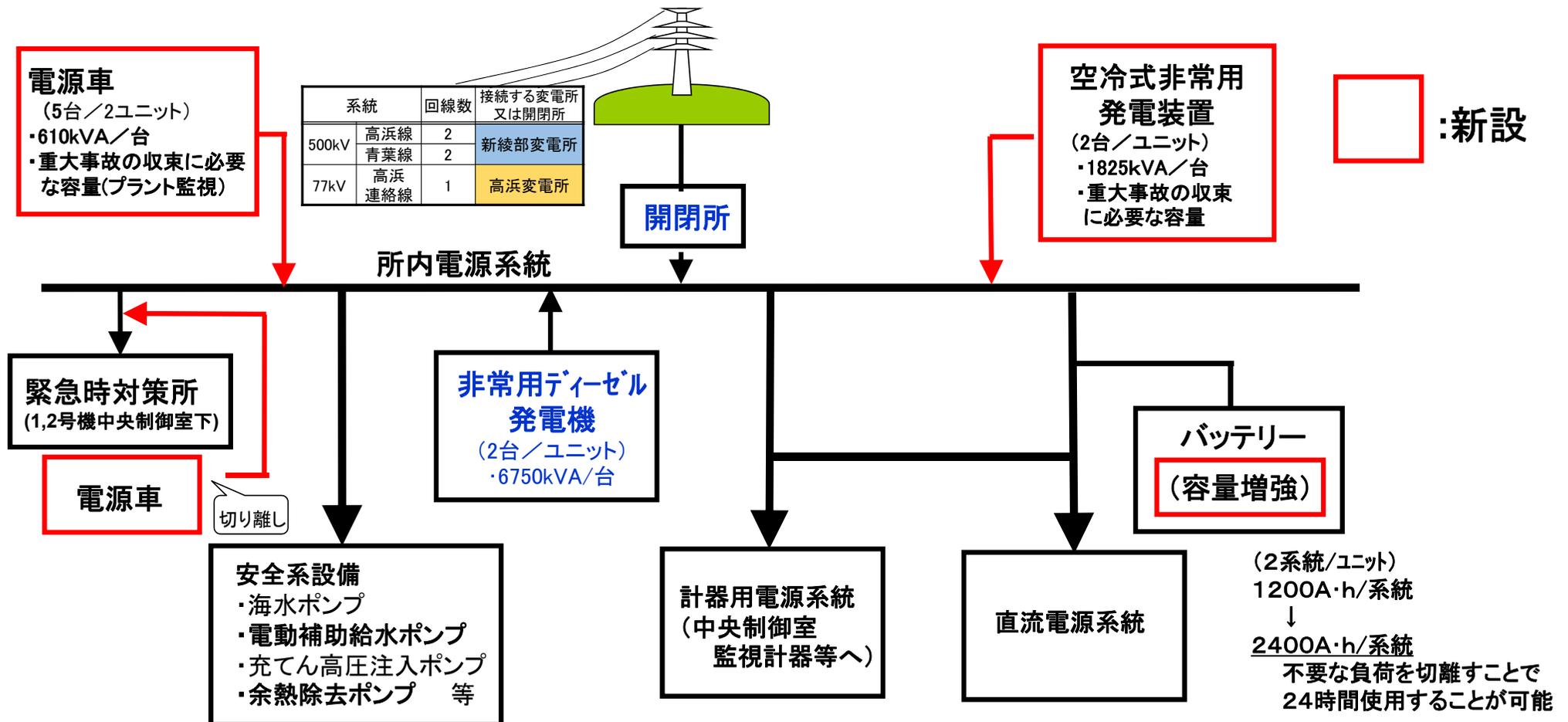
電源の確保(全交流動力電源喪失対策)(高浜3,4号機)

福島第一原子力発電所事故以前から、

- 外部電源は、異なる接続先の送電系統5回線による多重化構成。
- 外部電源が喪失した場合でも、非常用ディーゼル発電機により電源を確保。

更に新規規制基準対応として、

- 全交流動力電源の喪失を想定し、交流電源設備を確保。(空冷式非常用発電装置、電源車)
- これらの設備から交流の電力を供給するまでのために、直流電源(蓄電池)を増強。
- 開閉所については新規規制基準を踏まえた評価を行い、問題のないことを確認。



○万一、所内電源設備が、地震、火災、溢水等で使用できなくなった場合でも、原子炉を安定状態に収束するために必要な機器の電源を確保するため、既設建屋の位置的分散を図った場所に緊急時用の交流および直流系の所内受電設備を設置し、電源確保の信頼性向上を図る。

○自主的に検討を開始 → 福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する30の安全対策として計画 → 新規制基準が施行 → 新規制基準要求事項を満足する設備を設置(平成26年4月~12月)

緊急時用所内電源設備(代替所内電気設備)設置工事

〔以前〕

- ・安全系補機開閉器を別々の場所に配置。



〔今回の対応〕

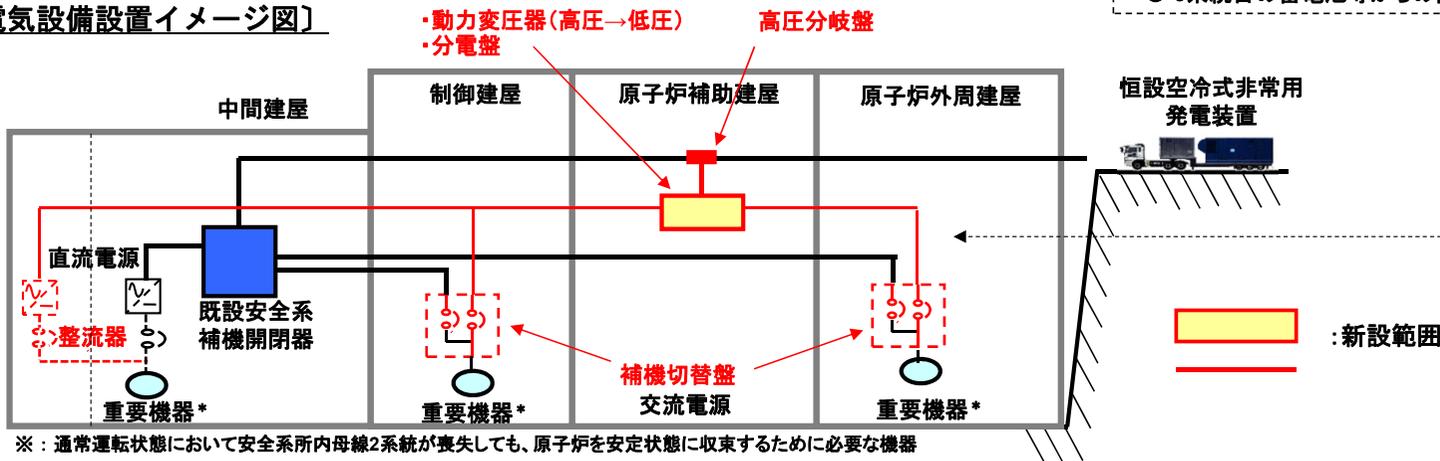
- ・安全系補機開閉器とは別の場所に、代替所内電気設備を設置し、位置的分散を図った。

- ・多重性の強化および位置的分散
- ・共通要因故障(地震・火災・溢水等)の防止

【今後の取り組み事項として詳細検討中】

- 特定重大事故等対処施設からの交流電源の供給
- 3系統目の蓄電池等からの直流電源の供給

〔代替所内電気設備設置イメージ図〕



炉心への給水手段

<従来>

- ・充てん/高圧注入ポンプ (3台/ユニット)
…147m³/h/台
- ・蓄圧タンク (3基/ユニット) 約41m³/基
- ・余熱除去ポンプ (2台/ユニット)
…852m³/h/台(再循環時)
- ・格納容器スプレイポンプ (2台/ユニット)
…940m³/h/台



恒設代替低圧注水ポンプ



(1台/ユニット)
150m³/h

可搬式代替低圧注水ポンプ



(5台/2ユニット)
150m³/h/台

蒸気発生器への給水手段

<従来>

- ・電動補助給水ポンプ (2台/ユニット)
…90m³/h/台
- ・タービン動補助給水ポンプ (1台/ユニット)
…210m³/h/台



中圧ポンプ
(2台/ユニット)
30m³/h/台



消防ポンプ
(143台/2ユニット)
46m³/h/台

(消防ポンプについては蒸気発生器以外の供給も可能)

その他の冷却手段の充実

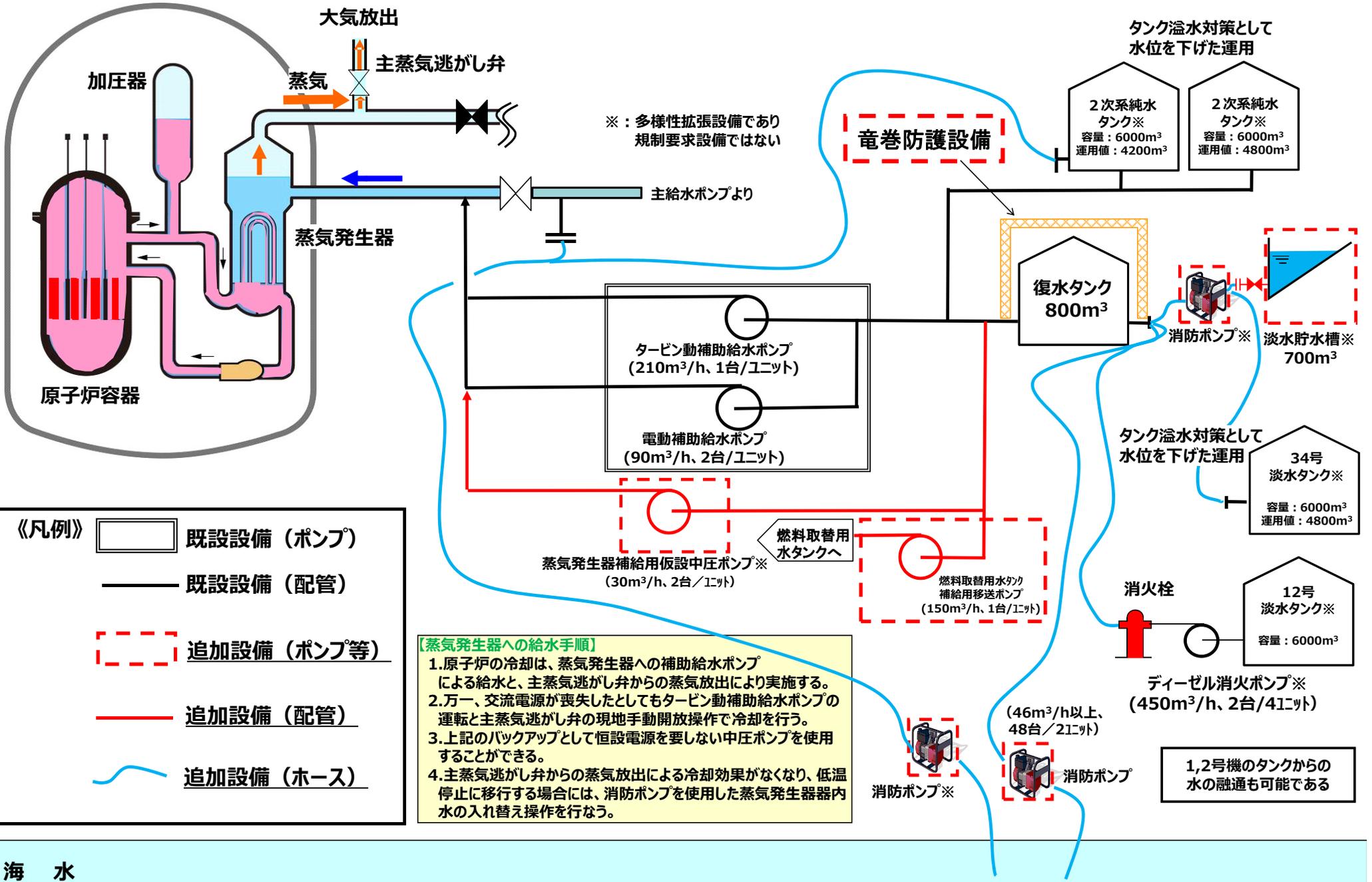


大容量ポンプの追加配備
(5台/2ユニット)
・1,800m³/h/台

(放水砲専用の大容量ポンプ1320m³/hを含む)



海水ポンプ予備モータ
の追加配備
(1台/ユニット)



《凡例》

- 既設設備 (ポンプ)
- 既設設備 (配管)
- 追加設備 (ポンプ等)
- 追加設備 (配管)
- 追加設備 (ホース)

【蒸気発生器への給水手順】

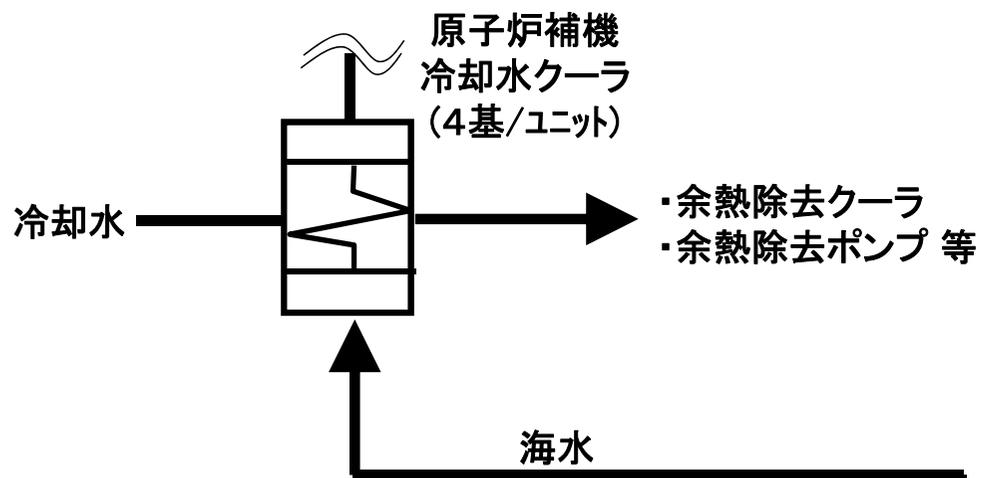
1. 原子炉の冷却は、蒸気発生器への補助給水ポンプによる給水と、主蒸気逃がし弁からの蒸気放出により実施する。
2. 万一、交流電源が喪失したとしてもタービン動補助給水ポンプの運転と主蒸気逃がし弁の現地手動開放操作で冷却を行う。
3. 上記のバックアップとして恒設電源を要しない中圧ポンプを使用することができる。
4. 主蒸気逃がし弁からの蒸気放出による冷却効果がなくなり、低温停止に移行する場合には、消防ポンプを使用した蒸気発生器器内水の入替え操作を行なう。

1,2号機のタンクからの水の融通も可能である

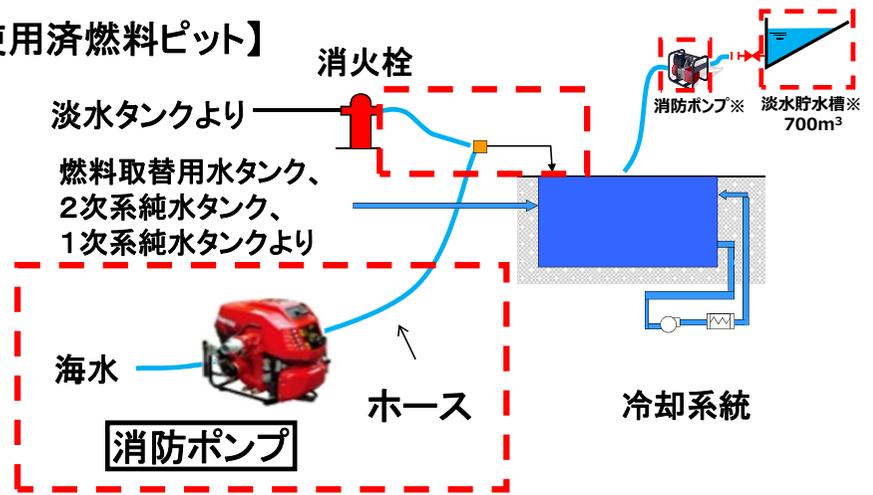


※：多様性拡張設備であり
規制要求設備ではない

： 新設



【使用済燃料ピット】



【使用済燃料ピットへの水補給手順】

- 1.使用済燃料ピット水位低下時の補給は、ほう酸水を保有する燃料取替用水タンクを優先する。
- 2.ほう酸水が使用不可であるときは、2次系純水タンク、淡水タンク、1次系純水タンク、淡水貯水槽、消防ポンプを用いた海水の順序で補給を行う。



【補機冷却水(通水)通水手順】

- 1.海水ポンプにより原子炉補機冷却水クーラへ海水を供給し、熱交換した冷却水を余熱除去クーラへ送ることで、余熱除去システムによる原子炉の冷却を行う。
- 2.海水ポンプが使用不可となった場合には、大容量ポンプを用いて、原子炉の冷却を継続する。

海水ポンプ
(5,100m³/h/台、3台/ユニット)

竜巻防護設備

防潮ゲート

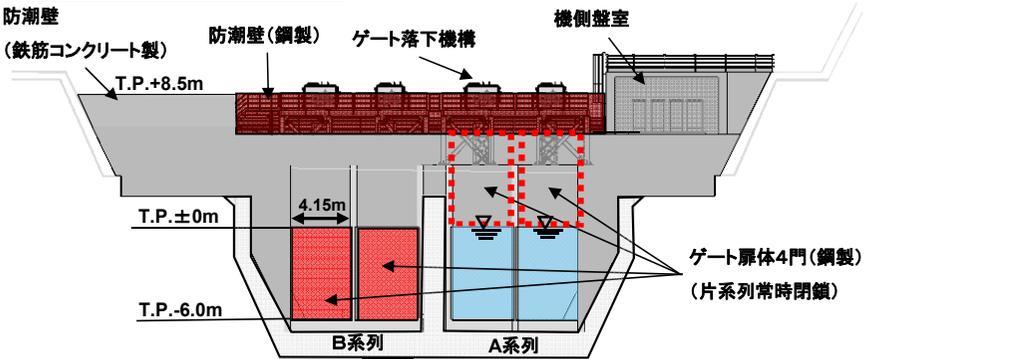
海水

防潮堤・防護壁等設置工事の状況(高浜発電所)

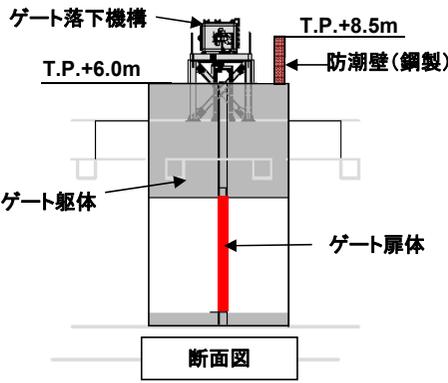
進捗状況

- ①取水路部への防潮ゲート(堤)の設置 (H25年10月～H27年3月)
(防潮堤設置計画を変更し T.P.+8.5mの高さの防潮ゲート(堤)を設置)
- ②取水設備まわりの防護壁の設置 (H24年5月～H25年3月)
(T.P.+6mの高さの防護壁を設置)
- ③全周防潮堤の設置 (H25年2月～H27年3月)
(T.P.+8mの高さの全周防潮堤を設置)

取水路防潮ゲート



○確実に作動するための多重性やフェイルセーフを考慮。
 ○3、4号機の運転時には、片系列(2門)を常時閉として運用する。大津波警報が発令された場合に、中央制御室からの遠隔操作により全門を確実に閉止し、津波が敷地へ到達・流入することを防止する。

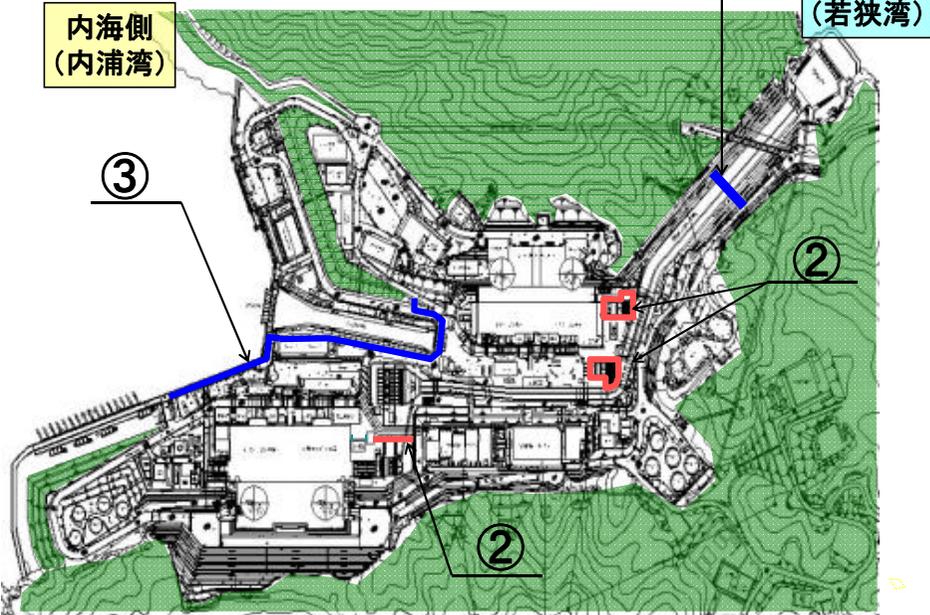


申請変更許可書の中では津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに海水ポンプの取水性等の評価に当たっては、基準津波による水位変動に対して朔望平均潮位のばらつきを考慮して安全側の評価を実施している。



取水路防潮ゲート前面
入力津波高さ
T.P.+6.2m

取水路防潮ゲート
T.P.+8.5m



放水路
入力津波高さ
T.P.+6.7m

放水口側防潮堤
T.P.+8.0m

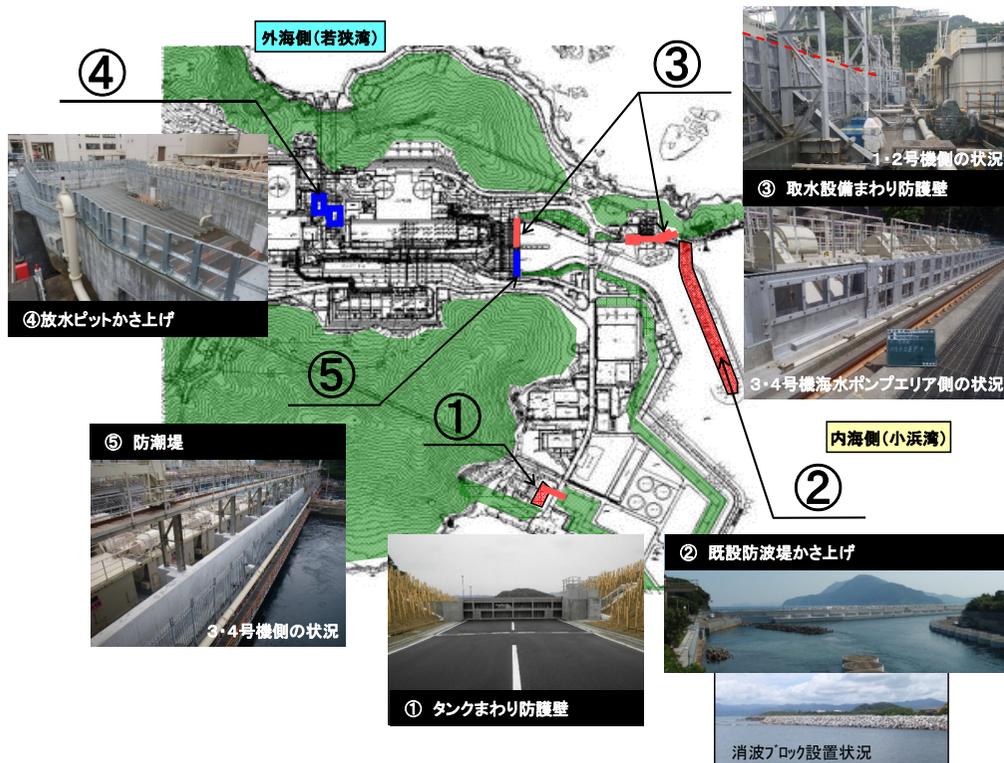
③ 全周防潮堤設置工事(1,2号放水路)



防潮堤・防護壁等設置工事の状況(大飯発電所)

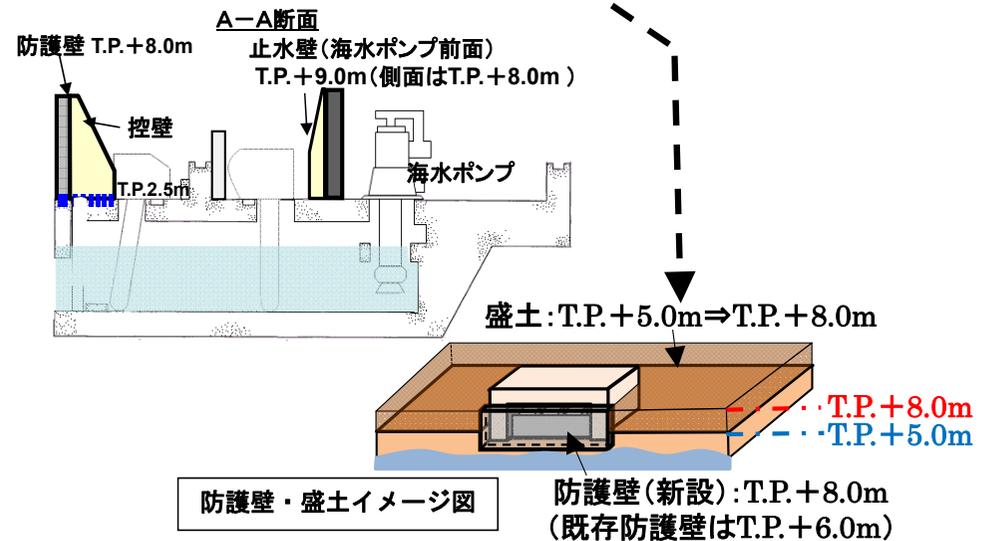
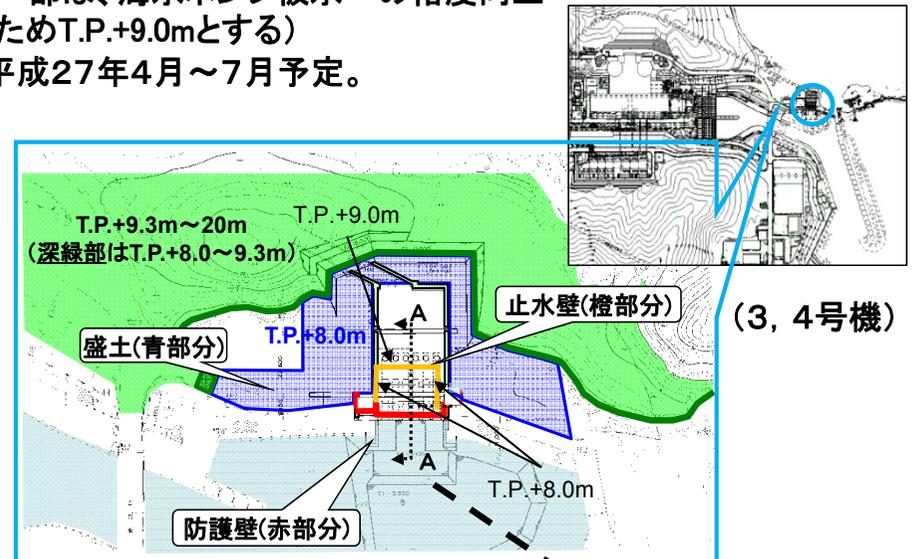
防潮堤・防護壁等設置

- ①タンクまわりの防護壁の設置 (H24年7月～H25年3月)
(T.P.+6mの高さの防護壁を設置)
- ②既存防波堤のかさ上げ (H24年5月～H25年8月)
(T.P.+5mからT.P.+8mにかさ上げ)
- ③取水設備まわりの防護壁の設置 (H24年7月～H25年6月)
(T.P.+6mの高さの防護壁を設置)
- ④放水路ピットのかさ上げ (H25年4月～H26年3月)
(放水口からの逆流対策としてT.P.+15mまでピット壁をかさ上げ)
- ⑤防潮堤設置 (H25年5月～H25年9月)
(T.P.+6mの高さの防潮堤を設置)



海水ポンプ室周辺浸水防護対策

海水ポンプ室前面の基準津波高さの見直し(T.P.+3.7m→+5.9m)を踏まえ、海水ポンプ室周辺地盤をT.P.+5mからT.P.+8mにかさ上げる。なお、海水ポンプ室前面については、T.P.+8.0mの防護壁および一部(海水ポンプ前面)をT.P.+9.0mとした止水壁を設置する。(止水壁の一部は、海水ポンプ被水への裕度向上のためT.P.+9.0mとする)
平成27年4月～7月予定。



進捗状況

- ①あご越え部に防潮堤の設置 (H24年2月～H25年11月)
(T.P.+11.5mの高さの防潮堤を設置)
- ②取水設備まわりの防護壁の設置 (H24年8月～H25年10月)
(T.P.+6mの高さの防護壁を設置)
- ③全周防潮堤の設置
(T.P.+6mの高さの全周防潮堤を設置)
当初、平成27年度中の完成に向け、設計、基礎となる鋼管杭の設置等を進めてきたが、高浜、大飯発電所の基準地震動、設計津波高さなどの審査状況を踏まえ詳細検討中。



①外海側(あご越え)防潮堤



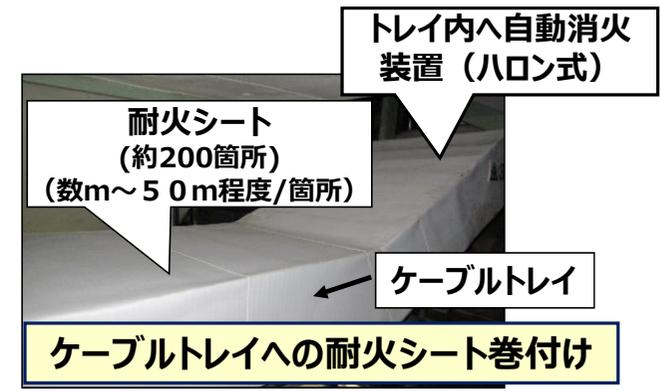
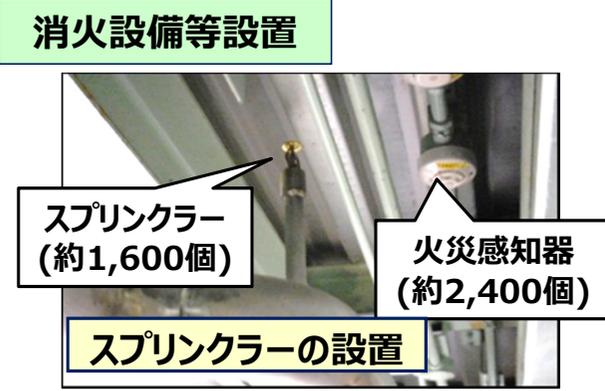
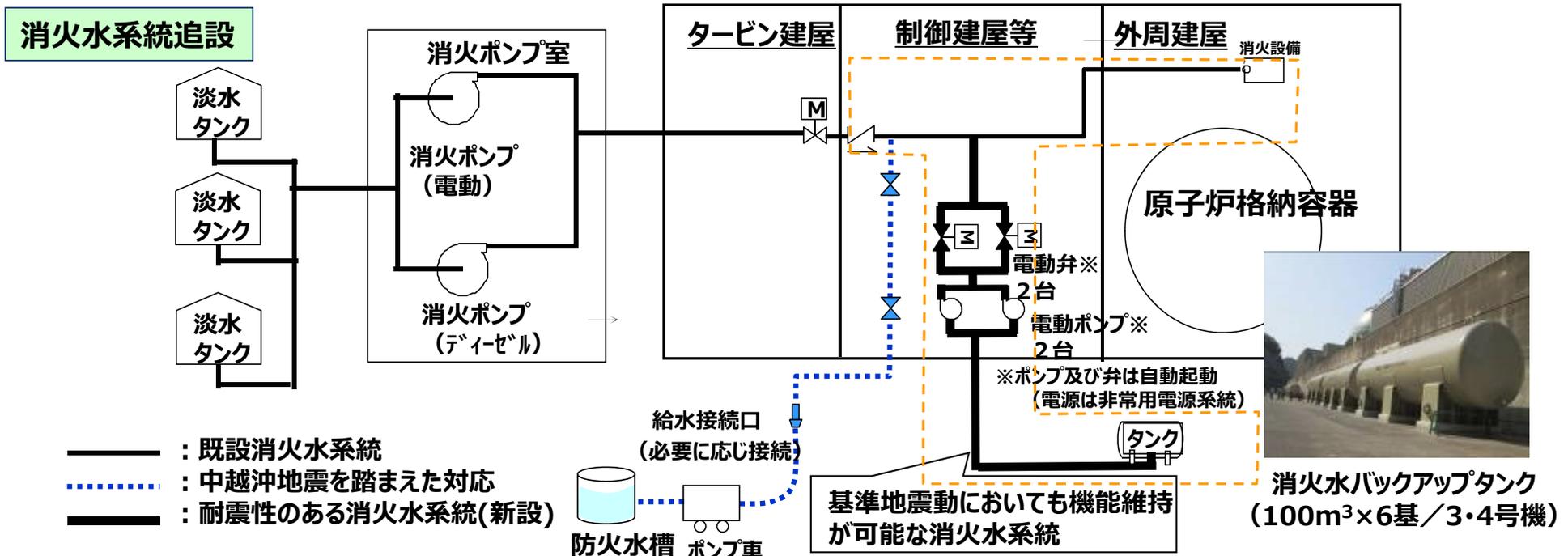
②取水設備周り防護壁



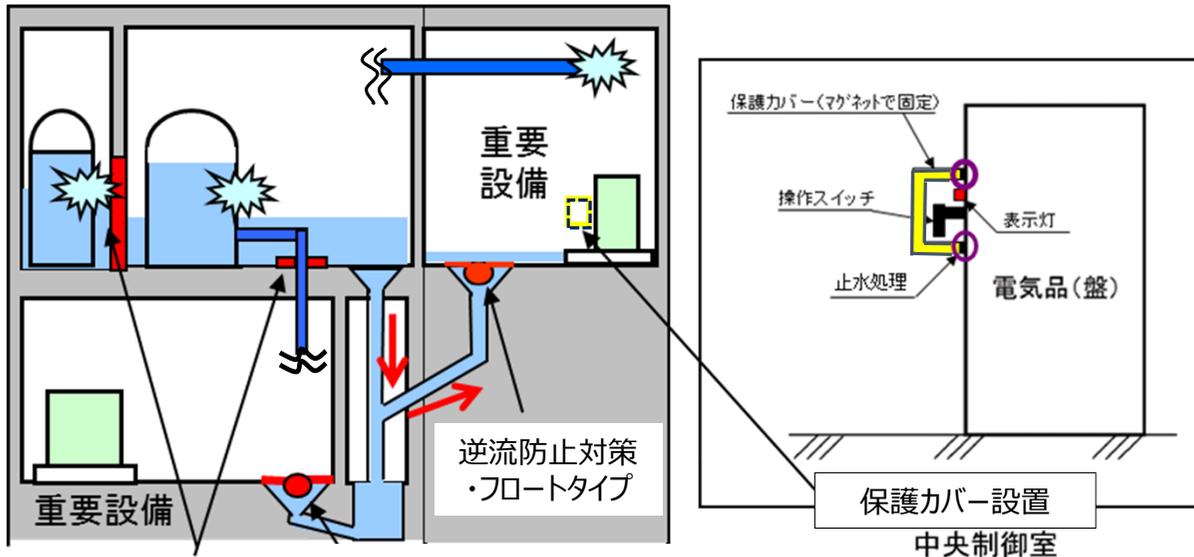
③ 全周防潮堤設置工事



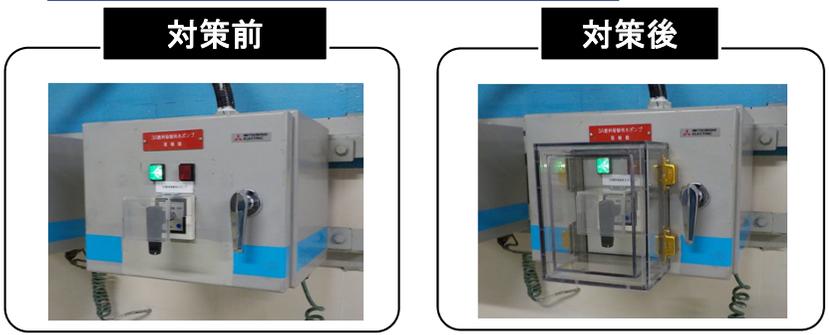
- 火災の早期検知のため、異なる種類の火災感知器を追加設置。(約1,200個→約2,400個)
- 可燃物(ポンプ等油内包機器、ケーブル、電気盤等)を対象にスプリンクラーやハロン消火設備を設置。
- スプリンクラー用に耐震性のあるタンクやポンプ等の消火水系統を追加設置。
- 火災の影響を軽減するため、ケーブルトレイに耐火シートや自動消火装置を設置。



- 建屋内に設置されたタンク等から水漏れを想定した場合に、重要な設備が浸水の影響を受けないように止水対策および逆流防止対策を実施。
- 配管の破損またはスプリンクラーにより、重要な設備が被水の影響を受けないように保護カバーを設置。
- 高エネルギー配管からの蒸気漏えい対策として、漏えい検知・隔離システムを設置。



操作スイッチへの保護カバーの設置



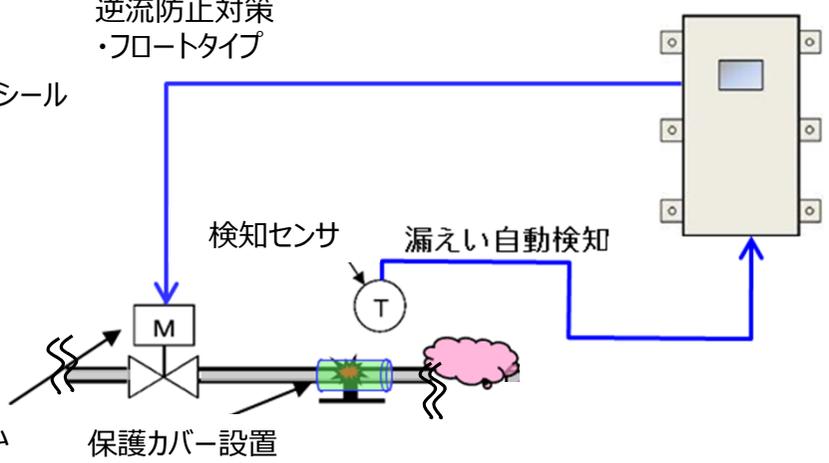
止水対策
 ・水密扉、堰
 ・配管貫通部シール

逆流防止対策
 ・フロートタイプ

水密扉



隔離システム



扉への堰の設置



○PWRプラントは原子炉格納容器が大きく※1、炉心が損傷しても水素濃度は爆轟領域(水素濃度13%以上)を下回り、局所的な水素濃度評価においても、水素爆轟の可能性は低い。

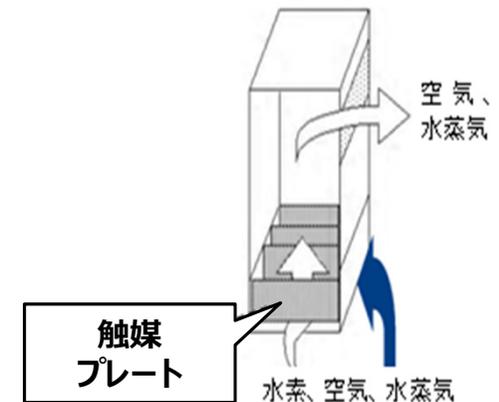
※1: BWR80万kWクラスで原子炉格納容器の容積約6,000m³に対し、PWR同クラスの高浜3,4号機で約67,900m³

○福島第一原子力発電所事故に鑑み、炉心溶融時に原子炉格納容器内に発生する水素の濃度を低減させる装置として、格納容器内にPAR(静的触媒式水素再結合装置)、イグナイタを設置した。

また、PAR、イグナイタの動作状況を中央制御室で監視できるよう、それぞれに温度監視装置を設置済み。

PAR(静的触媒式水素再結合装置) による水素濃度の低減

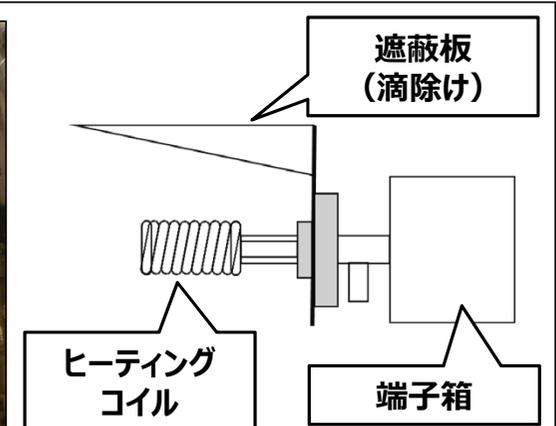
触媒をコーティングしたプレートの反応により、水素と気中の酸素から水蒸気が生成することで、水素を低減させる。(水素処理能力:1.20kg/h 個数:5台/ユニット)



イグナイタによる低濃度での計画的燃焼

ヒーティングコイルの働きにより、水素を計画的に燃焼させ、原子炉格納容器内の水素濃度を低減させる。(個数:12個/ユニット+予備1個※2)

※2: 格納容器ドーム頂部(高所)に設置したイグナイタについては万一、故障した際、補修のためのアクセスが困難であることから、自主的に予備を1個設置している。



組織・体制の充実 ～初動および参集体制の強化～

○福島第一原子力発電所事故の知見等を踏まえ、初動・参集体制を強化。

福島第一原子力
発電所事故前

福島第一原子力
発電所事故以降
(新規制基準への対応等)

高浜発電所

初動

29人

本部要員: 2名
 運転員: 22名
 消防活動要員: 5名



70人

本部要員: 6名
 運転員: 24名
 緊急安全対策要員: 40名
 (設備対応、消防活動要員等)

- ・ユニット毎に指揮者を配置したことによる増
- ・外部の支援なしでの原子炉等への給水、使用済燃料ピット損壊時の給水や状態監視設備の配備など、新たな役務の対応に伴う増
- ・大規模火災に備えた消防活動要員の増など

【6時間以内に参集できる要員(48人)の居住地】



当社社員: 164人
 協力会社: 約150人

- ・必要な技量を持つ要員派遣を確実に受けられる派遣体制を構築
 - ・大規模自然災害による交通手段の途絶を想定した場合でも、164人のうち48人は6時間以内に確実に参集できる体制を構築
- 本部要員(10名)、現地給水要員(38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

注) 審査会合では「発電所から10km圏内に居住する技術系社員(運転員除く)を、参集要員数として説明している。」(高浜約230人)

中長期対策の実施状況

- ・緊急時対策所等設置工事
- ・外部電源強化の取組み
- ・特定重大事故等対処施設設置工事の進捗状況
- ・地盤モデルの信頼性向上のための継続的な取組み

緊急時対策所等設置工事

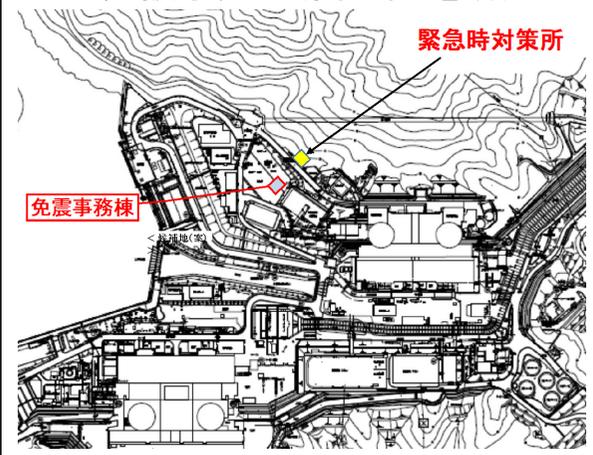
<当初計画:免震事務棟>

- 設置場所の地質調査を平成24年5月に開始し、平成24年7月末に免震事務棟の仕様を確定。
- 設置場所を美浜:3号機取水口横(EL.+6.0m)、高浜:北門横協力会社駐車場(EL.+17.0m)、大飯:グラウンド横(EL.+15.0m)に決定。
- 平成25年6月に建物工事を着工し、平成27年度上期運用開始に向け、ボーリング調査、敷地造成、基礎・地下工事等を進めてきたが、設計開始当初に想定していた基準地震動の見直し等を受け、基礎・地下・地上部躯体工事を中断。機器の仕様変更や免震装置の設計を再検討することとした。

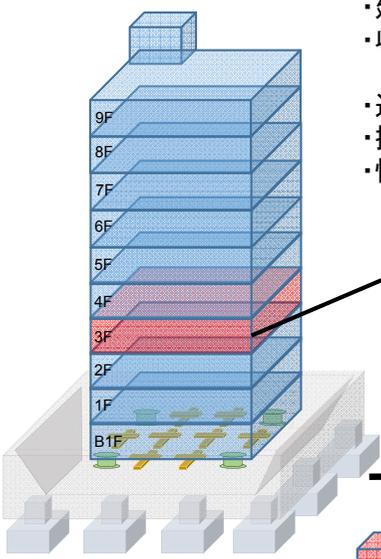
<見直し後:緊急時対策所+免震事務棟>

- 緊急時対策所は、新規制基準において、中央制御室以外の場所で、かつ、中央制御室と共通要因により同時に機能喪失しないことが求められている。
- このことから、新規制基準を満足する緊急時対策所(耐震建屋)を設置する。(平成29年度運用開始)
- また、自主的取り組みとして、関係要員等をより多く収容するため免震事務棟(免震建屋)を設置する。

建設予定地(高浜発電所)



<当初計画:免震事務棟>



- 【主な仕様】
- ・免震構造
 - ・建屋内面積 約6,000㎡
 - ・収容想定人数 最大約1,000人
 - ・通信連絡設備
 - ・換気および遮蔽設備
 - ・情報把握設備

緊急時対策本部エリア

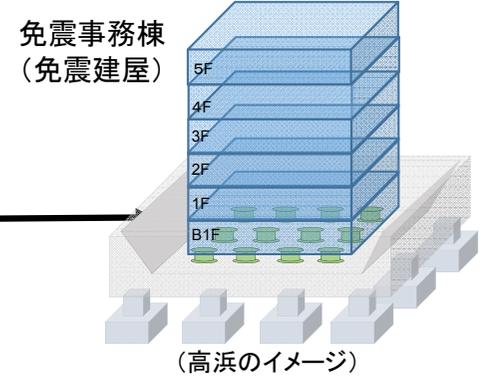
<見直し後:緊急時対策所+免震事務棟>

□:規制要求

緊急時対策所 (耐震建屋)

【主な仕様】

- ・耐震構造
- ・建屋内面積 約800㎡(美浜は約400㎡)
- ・換気および遮蔽設備 **〔要員がとどまる措置〕**
- ・情報把握設備 **〔情報把握できる機能〕**
- ・通信連絡設備 **〔通信連絡〕**
- ・収容人数 最大約200人(美浜は約100人)
- 〔必要な数の要員を収容できる〕**



- 【主な仕様】
- ・免震構造
 - ・建屋内面積 約4,000㎡(美浜は約3,300㎡)
 - ・収容想定人数 最大約800人(美浜は約400人)
 - ・初動要員の宿直場所
 - ・事故時要員待機場所
 - ・通信連絡設備
 - ・非常用発電装置

注1) 免震事務棟は、自主的取り組みのため設置許可申請書の記載はない。

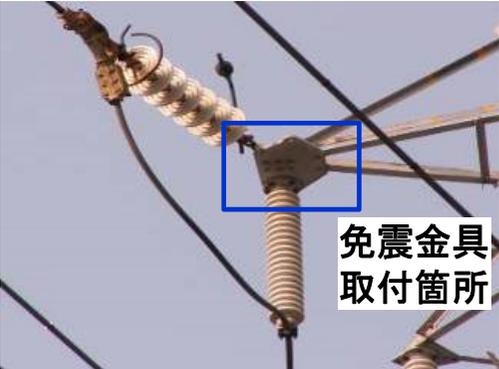
緊急時対策所設置工事スケジュール等(目標)

	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度
当初	[Grey bar spanning H25 and H26]		運用開始 ▽			
高浜 発電所	緊急時対策所(耐震)		設計・調査	敷造	建物工事	機電工事
	免震事務棟		設計・調査	建物工事		
大飯 発電所	緊急時対策所(耐震)		設計・調査	敷造	建物工事	機電工事
	免震事務棟		設計・調査	建物工事		
美浜 発電所	緊急時対策所(耐震)		設計・調査	敷造	建物工事	機電工事
	免震事務棟		設計・調査	建物工事		

外部電源強化の取組み(1/2)

77kV用長幹支持
がいし免震対策
(H24.3 完了)

77kVの原子力電源線の長幹
支持がいしについて 免震金
具を設置した。(93基)



対策箇所例

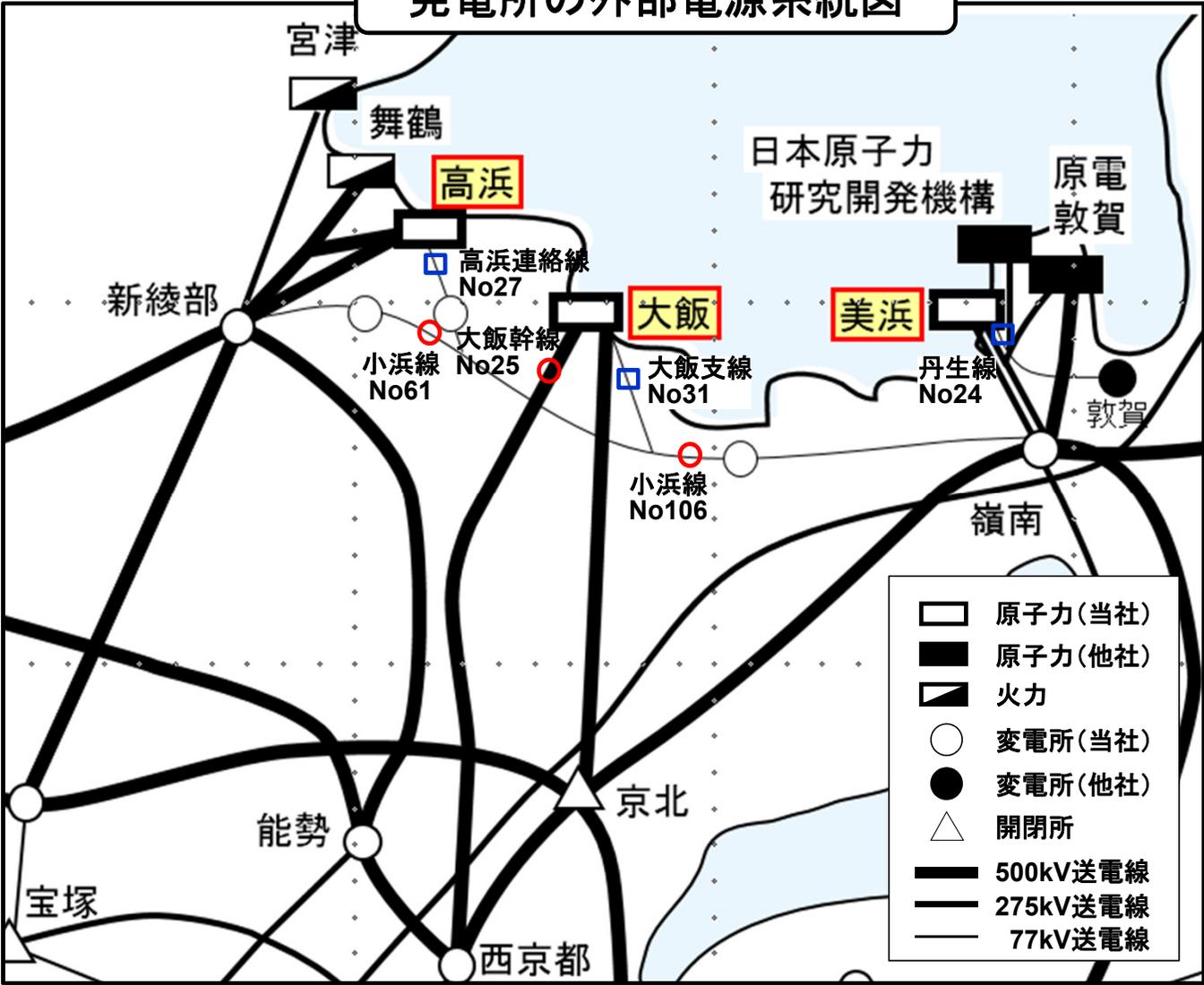
「高浜、大飯、美浜発電所」

送電鉄塔基礎の安定性評価に
基づく対策工事
(H24.9 完了)

送電鉄塔基礎の安定性評価(盛土
崩壊、地すべりおよび急傾斜地の土
砂崩壊)の結果、対策が必要と判断
した3基の鉄塔について、鉄塔移設
や法面保護工の対策を実施した。

「高浜、大飯発電所」

発電所の外部電源系統図



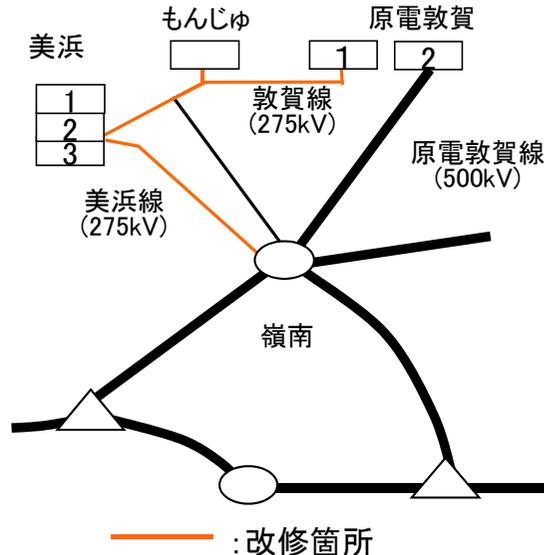
○ 対策箇所

外部電源強化の取組み(2/2)

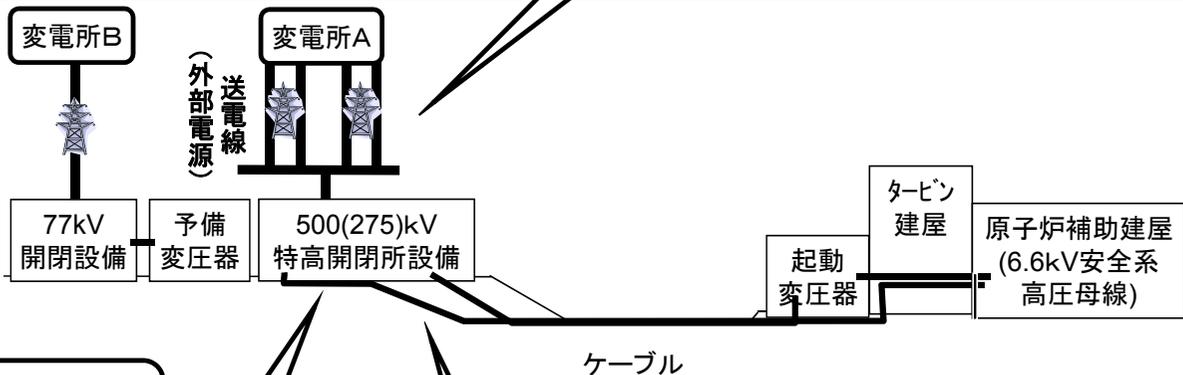
送電線の改修(実施中)

- ・原子力発電所に外部から電源供給するための送電線のうち、美浜線・敦賀線の改修をH23. 4に計画。
- ・美浜線は建替工事を実施中。
- ・敦賀線は至近の点検結果を踏まえ、不具合箇所の早期改修、点検を強化することとし、5年後を目途に建替時期を検討する。

年度	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
美浜線		8月着工			5月竣工予定			
		建替工事						
敦賀線				3月竣工予定			建替時期を検討	
		不具合改修						



「美浜発電所」

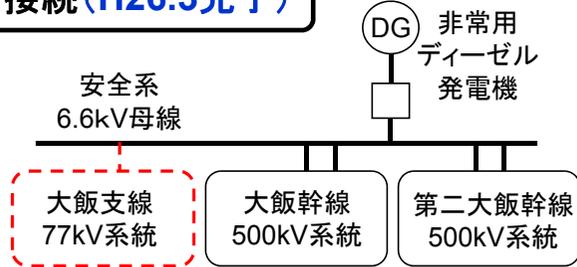


開閉所等の電気設備の浸水・地震対策(H26. 7完了)

77kV開閉設備、予備変圧器から6. 6kV安全系高圧母線のある建屋までの間の布設ルートを高所化、防油堤の嵩上げ等を実施した。

各号機と全ての送電回線との接続(H26.3完了)

大飯3/4号機の安全系所内高圧母線への大飯支線(77kV)接続を実施した。(その他のプラントは全て接続済)



「美浜、大飯発電所」

「大飯発電所」

1. これまでの経緯

■ 基準地震動の設定にあたり、これまでに実施した地盤モデル策定のための調査は以下のとおり。

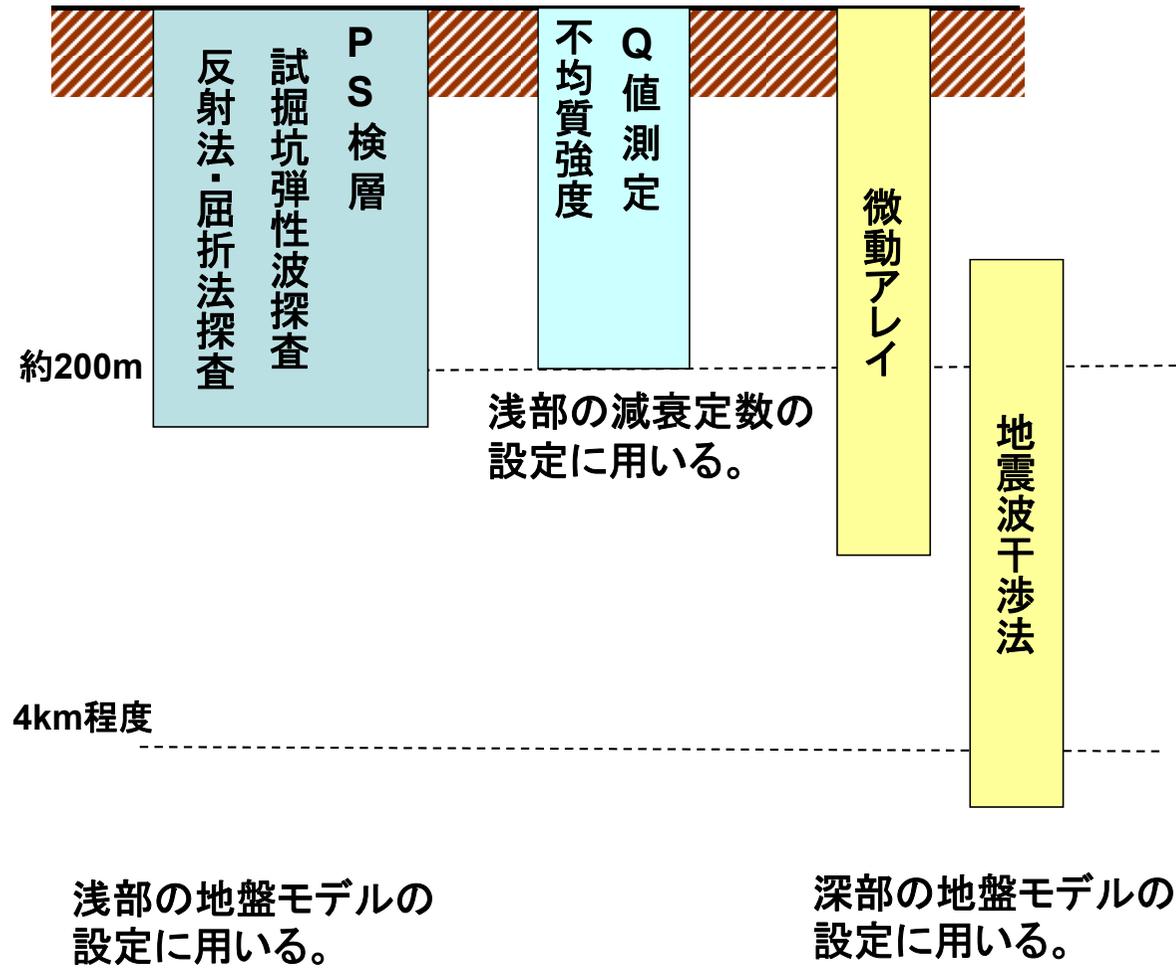
建設時・耐震バックチェック時	新規制基準対応
<ul style="list-style-type: none"> ○PS検層※1 浅部※2の速度構造の評価 ○試掘坑弾性波探査 解放基盤表面のP波・S波速度の評価 ○ボーリング調査等による地質構造の評価 敷地内に特異な構造がないことの確認 ○PS検層結果を用いた不均質強度の評価 浅部の減衰定数の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ○Q値※3測定 浅部の減衰定数の評価 ○単点微動調査 解放基盤表面に著しい高低差等の特異な構造がないことを確認 ○反射法地震探査 敷地の地下構造に特異な構造がないことを確認 ○屈折法地震探査 浅部のP波速度の評価、および浅部に特異な構造がないことを確認 ○微動アレイ探査 2～3秒以下の短周期側の位相速度の評価 ○地震波干渉法 2～3秒以上の長周期側の位相速度・群速度の評価
<p>データを元に地盤モデルを策定</p>	<p>データを拡充し、地盤モデルを更新</p>

※1 PS検層:ボーリング孔を用いて地盤を伝播するP波(縦波)・S波(横波)の速度を測定する調査

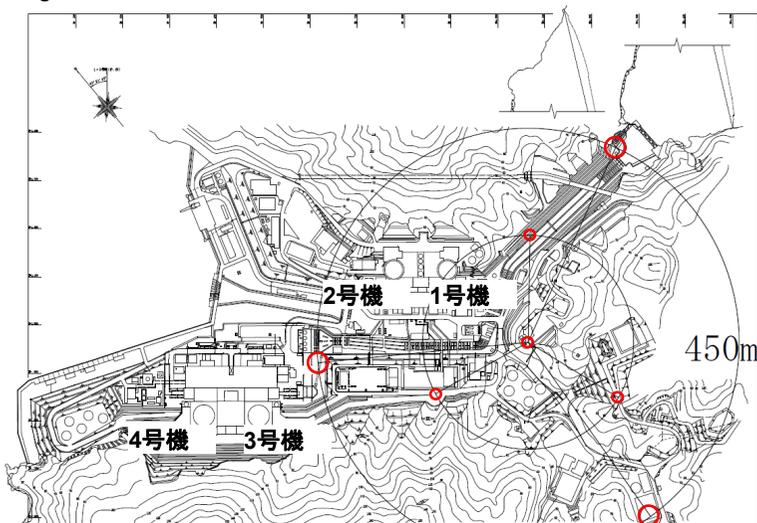
※2 浅部:約200m以浅

※3 Q値測定:地盤の減衰のしやすさを測る調査

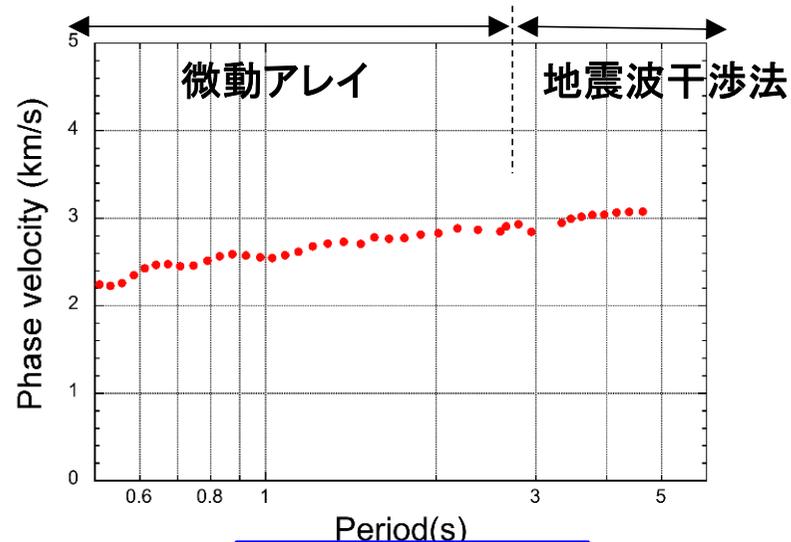
■敷地周辺で実施した各種調査結果を組み合わせ、地盤モデルの策定を行うこととした。



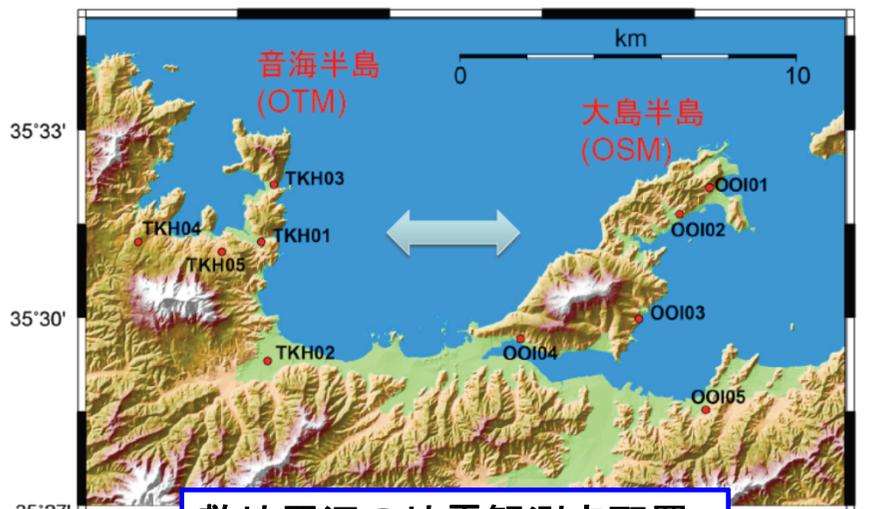
- 敷地内の微動アレイ観測、および敷地周辺の地表面地震観測で得られた微動データを用いた地震波干渉法により位相速度を求めた。
- 得られた位相速度の同定により速度構造を推定し、地震動評価に用いる地盤モデルを策定した。



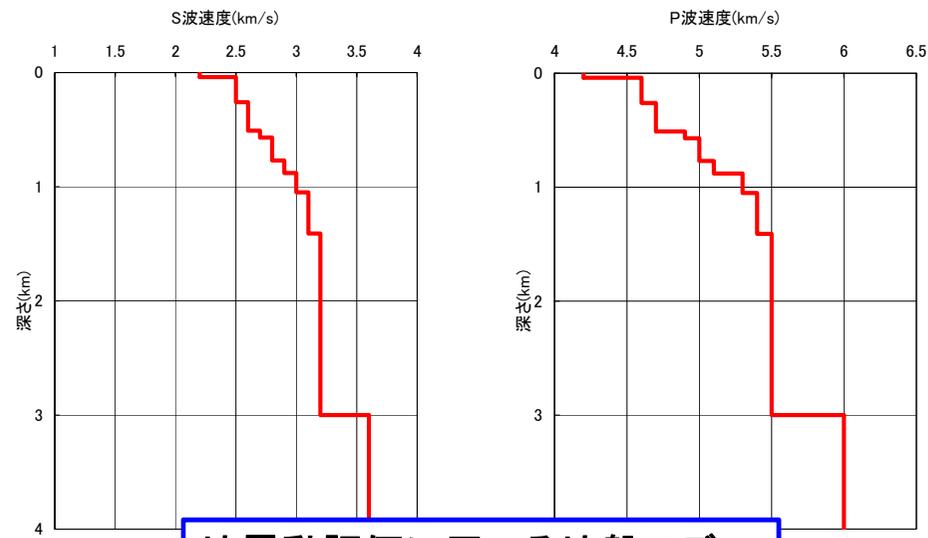
微動アレイの観測点配置



得られた位相速度



敷地周辺の地震観測点配置

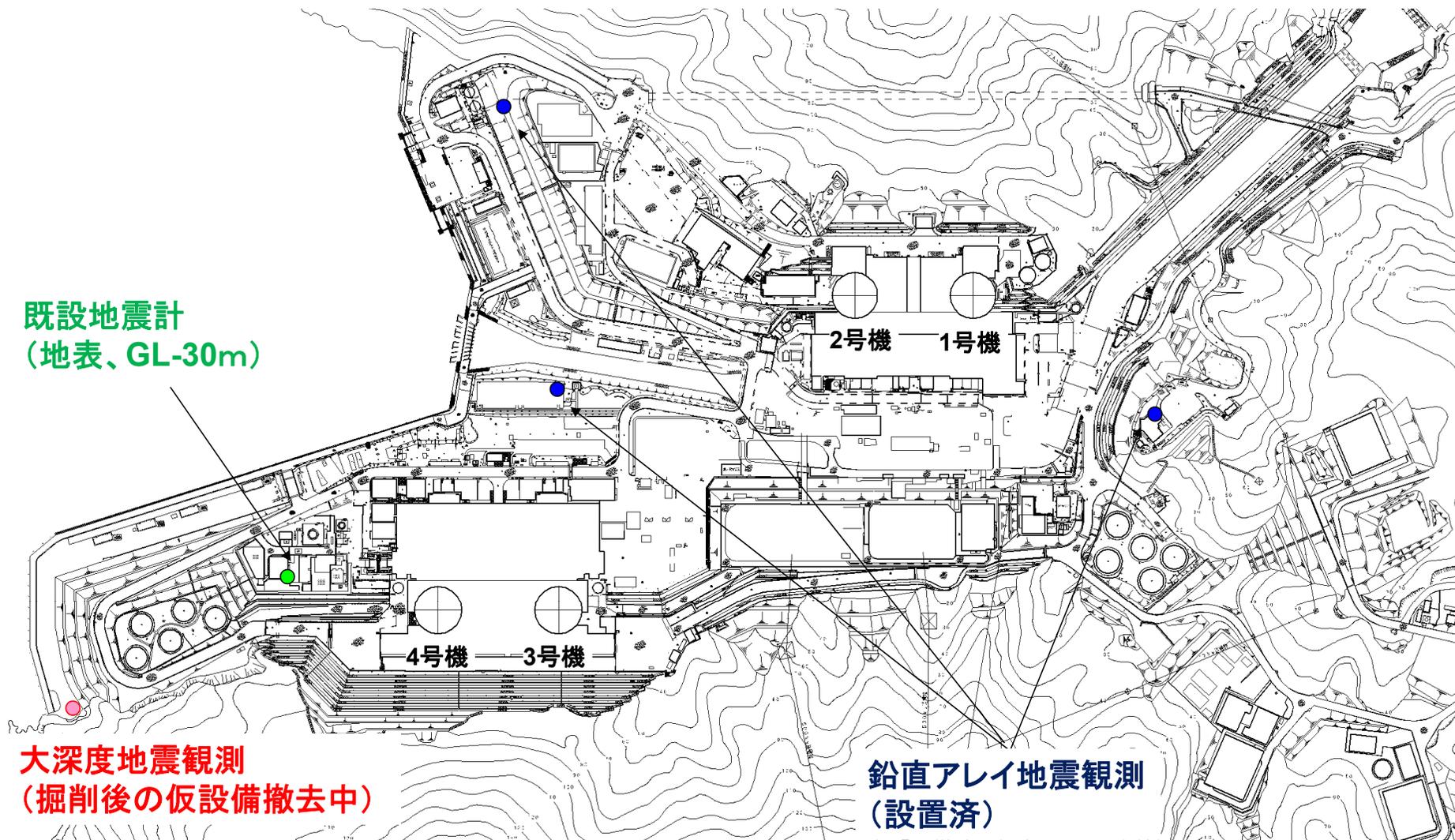


地震動評価に用いる地盤モデル

2. 継続的な取り組み

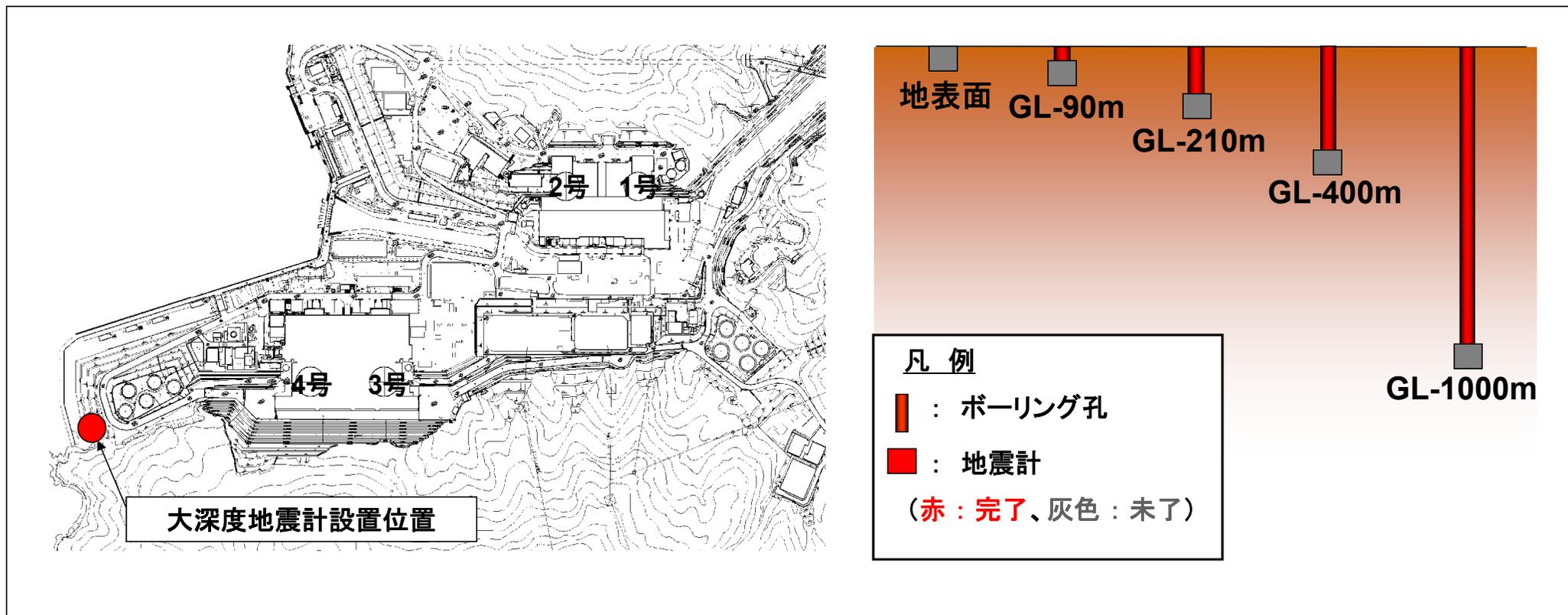
(1) 鉛直アレイ地震観測の実施

- 高浜発電所敷地内の3箇所で、地表・GL-100m級の鉛直アレイ地震観測を実施中。
- また、GL-1000m級の大深度地震観測を平成28年4月より実施するべく、観測設備を設置工事中。
- 地震観測記録を蓄積して、地盤モデルの信頼性向上に努めていく。



(2) 大深度地震観測設備の設置計画

- 平成19年7月に発生した新潟県中越沖地震により得られた新たな知見や耐震指針改訂に伴う原子力発電所の耐震安全性評価における議論を踏まえ、中長期的な地震動評価の精度向上を目的として、地盤の深い位置での地震観測を実施、観測データを蓄積し、敷地及びその周辺の地下深部までの地盤構造や振動特性に関するデータを収集するため、大深度地震観測設備を設置する。
- 大深度地震観測設備を設置するためのボーリング作業を平成25年7月から実施しており、現在は掘削を完了し、櫓等の仮設備撤去作業中。(～平成27年6月予定)
- 引続き、地震計の設置作業を進め、平成28年3月に工事竣工、4月より地震観測開始予定。



福島第一原子力発電所事故を踏まえた事故制圧の充実 ～初動対応、教育～ (吉田調書を教訓とした事業者の運用体制)

- ・各事故調査報告書における主な指摘事項への対応
- ・吉田調書を踏まえた対応状況について
- ・発電所支援体制の強化
- ・問題点に対する発電所および事業本部の現状と充実策
- ・初動対応要員のリスト管理について
- ・シビアアクシデント対応能力の向上について
- ・臨機応変処置の技能、知識向上のための訓練について

各事故調査報告書における主な指摘事項への対応

分類	報告書の指摘事項	これまでの対策(H24.6専門委員会時点)	その後の実績、現在の取組みおよび今後の対応
①過酷事故(シビアアクシデント)に対する 想定、設計	<p>地震や津波への対策と同様、竜巻、火災、テロ対策などにも視野を広げることで既設プラントの安全性を高めていく必要がある。(No.6 国会P.204)</p> <p>事業者は自らの施設の安全性確保のためのシビアアクシデント対策の検討・評価を行うべきである。(No.5 政府P.398)</p>	<p>安全上重要な機器等について耐震裕度向上工事や津波対策として海水ポンプの現地操作盤や電気計装品の移設、防水対策の実施など外的事象に対する対策を行っているほか、福島第一原子力発電所事故を踏まえ、電源確保(高台への空冷式非常用発電装置の配備等)、冷却機能確保(大容量ポンプの配備等)、浸水対策(水密扉の設置等)など、各種安全確保対策を行っている。</p>	<p>原子力事業本部の中にシビアアクシデント対策を検討する「シビアアクシデント対策チーム」を設置済み。(H24.9)</p> <p>現在は、以下について継続的に実施中。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全性向上に有効な対策を立案、実施 ・新規制基準適合性審査に係る原子力規制庁ヒアリング、審査会合への対応
④過酷事故(シビアアクシデント)時の 対応手順、訓練	<p>原子力安全に関し一次的な責任を負う事業者として、原子力に携わる者一人一人に対し、事故対応に当たって求められる資質・能力の向上を目指した実践的な教育・訓練を実施するよう強く期待する。(No.35 政府 P.402)</p>	<p>シビアアクシデントの概要の教育や、シビアアクシデント対応時の操作訓練等を行うとともに、福島第一原子力発電所事故を踏まえた事故時対応手順等の教育、緊急安全対策等で設置された設備について適宜シミュレータ訓練内容への反映を実施している。</p>	<p>原子力運転サポートセンター(おおい町)にある運転訓練シミュレータについて、安全性向上対策を踏まえた改造(空冷式非常用発電装置からの給電操作の模擬等)を行い、実機と同様の対応を実施できるようにした。(H26.2)以降、訓練を継続して実施中。</p> <p>また、運転訓練シミュレータとは別に、シビアアクシデント時のプラント挙動等を可視化する研修ツール(卓上PCシステム)を構築し、運転員(約500名)のみならず事故時対応要員(約800名)の知識、理解力の向上のための教育訓練を実施中。</p> <p>⇒教育ツール整備:H25.1完了。以降、継続的に研修を実施中。</p> <p>可視化ツール設計・製作:H26.3完了。以降、継続的に研修を実施中。</p>
⑤過酷事故(シビアアクシデント)時の マネジメント、対応態勢	<p>緊急時の対応の事前検討として、誰が、どのような能力を有し、どこにいるのかをあらかじめリスト化し、緊急時にも迅速に対応できる備えも効果的である。(No.55 国会P.194)</p> <p>新福島変電所の脆弱性について、工務部が必要者に対する送電停止のリスクを主題としたため、原子力発電所の電源喪失対策の見直しを早急に実施しなかったことは、縦割り組織の弊害により重大なリスクの見落としが生じていた可能性がある。(No.64 国会P.537)</p>	<p>協力会社に対して、緊急時の機械、電気、計装設備の点検、補修及び仮設ケーブルの敷設や照明設置作業等に迅速に対応するための必要な人員(約400名)を確保するよう要請している。</p> <p>福島第一原子力発電所の事故を踏まえた安全対策(30項目対策等)については、関係部門が原子力部門と一体となって計画策定、実施しており、今回の国会事故調査報告書をはじめとする各事故調査報告書のレビュー等は、主として原子力事業本部の幹部で構成される会議で確認を行ってきた。</p>	<p>緊急時において必要な技能を有する人員を確実に確保し、迅速な対応を図るために、協力会社の社員が保有する技能のリスト化を実施済み。(H24.9)以降、半期毎に最新化を実施している。</p> <p>また協力会社の緊急時対応要員に対して、発生事象、初動対応の知識付与のための教育訓練を実施するため、H24.9に教育訓練計画を策定。H25.2に教材等を準備し、以降、継続的に教育訓練を実施中。</p> <p>今回のレビュー結果については、部門横断的な視点から、原子力部門以外の役員を主体とする原子力安全推進委員会において、全社的情報共有ならびに確認支援を行っている。</p> <p>また、委員会の各委員は現地発電所に足を運び発電所幹部と直接、問題意識の共有を図っている。</p> <p>さらに、社外の有識者を中心に構成される原子力安全検証委員会にも報告し、独立的な立場からの意見、助言を反映している。</p> <p>⇒H24.6に推進体制の構築が完了し、以降、継続的に実施中。</p>
⑥過酷事故(シビアアクシデント)時の 通信手段、資機材の確保	<p>安全、迅速、確実な対応を行うためには、より広範囲を照らせるような照明設備の配備を実施する。(No.72 東電 P.339)</p>	<p>照明については、各発電所にハンドライト・ヘッドライト(約200台)を配備済み。</p>	<p>より強力かつ広範囲を照らすことが出来るポータブル照明について、H25.3に配備済み。</p>

吉田調書を踏まえた対応状況について

吉田調書とは：
 福島第一原子力発電所事故後に、次の4つの事故調査報告書がまとめられた。

1. 国会事故調「東京電力福島原子力発電所 事故調査委員会」報告書（H24.7.5公表）
2. 政府事故調「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会」最終報告（H24.7.23公表）
3. 東京電力「福島原子力事故調査報告書」（H24.6.20公表）
4. 民間事故調「福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書」（H24.2.28公表）

吉田調書は、福島第一原子力発電所の所長であった吉田昌郎氏が、福島第一原子力発電所事故後の平成23年7月～11月に、2の政府事故調の聴取に応じた際の「聴取結果書」を指す。

吉田調書の概要：
 調書は、主に「水源の確保」「電源の確保」「駆動源の確保」「官邸の干渉（本店の干渉）」について指摘しており、発電所は状況把握に苦労したことや、必要な支援が不足していたことに焦点が絞られた内容となっている。

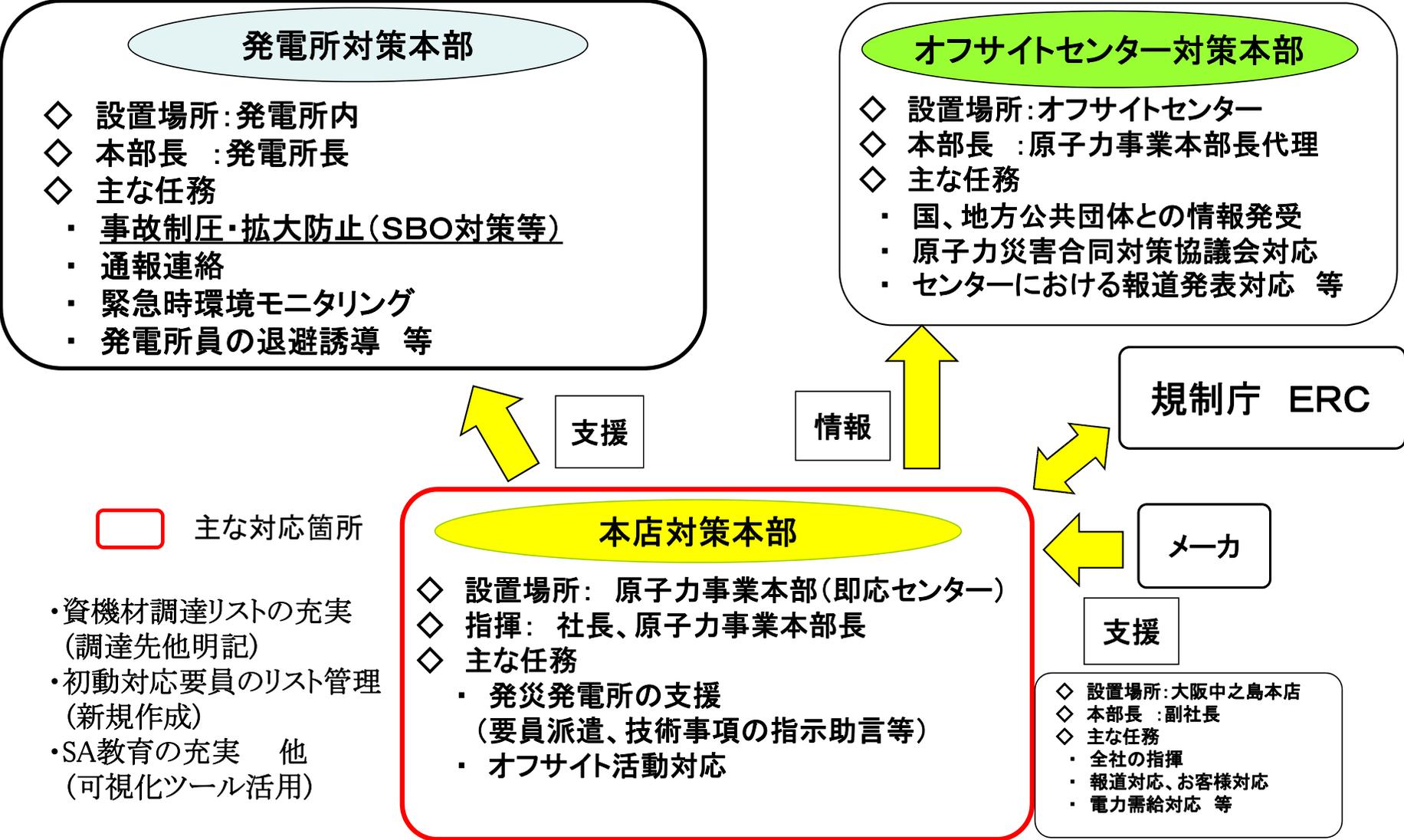
例：「本店に対応案を依頼したものの善処策はもらえなかった。」
 「官邸と現場がつながるといって自体が本来あり得ない。」
 「まず電源車を持ってきてくれ、仕様などは後で考えるから、とりあえず持ってこい。」など。

項目	吉田調書からピックアップした主な問題点	吉田調書での記載例
①資機材の調達	a. 適応する資機材の不足 b. 調達や輸送がスムーズにできなかった	タイムリーに仕様の合った資機材が届いたとは言えない。支援拠点では技術者がいなかったことから仕様などがわからず、現場で判断した。
②本店の支援	a. 本店からの支援がなかった b. 国からの質問など、直接、対応せざるをえなかった	対応方法を本店に依頼したが回答がなかった。本店から問い合わせが多く、サポートではない。
③事故対応能力の向上	a. 電源や水源の確保に奔走した b. 想定されていない事象への対応で混乱した c. 判断や調整が所長一人にのしかかった d. 対応要員が不足していた	電源車で電源がほしい、それからバッテリーがほしい、それから消防車がほしい、それとそれを動かすような人がほしい 非常時の挙動について経験や知識がなかった。 俯瞰的に見て調整する人間が必要である。 当初の対応に必要な人数の確保に苦労した。
④情報共有手段の確保	a. 情報共有や情報連絡がスムーズに行われなかった b. 現場の情報が本部、本店に伝わらなかった	特に現場と中央制御室、中央制御室と災害対策本部の間の通信手段がゼロだった。事故当初はTV会議もなく、官邸までどのような情報がいていたのかはわからない。

発電所支援体制の強化

○原子力発電所において緊急事態が発生した場合の発電所支援拠点として、原子力事業本部に即応センターを設置。また、原子力事業本部の緊急時の代替機能としては、大阪市内の本店にその機能を保有。

【発電所対策本部、本店対策本部の役割】



問題点に対する発電所および事業本部の現状と対策

①資機材の調達

【現状】

- ・発電所構内に必要な資機材を配備済。
- ・発電所支援のための資機材調達リストは担当の記載のみで調達先の記載はなし。搬送に係る覚書を協力会社と締結。

【充実策】

- ・発電所支援のための資機材調達リストは現在、おおまかな調達先を記載しているが、不慣れな要員でも対応できるよう、名称、仕様、連絡先などを記載したリストに充実する。この充実した資機材リストを活用した対応訓練を実施していくこととする。
- ・また、調達機能・調達戦略の強化を図るための体制について検討中。

②本店の支援

【現状】

- ・事業本部要員の事前確認は各所属の自主管理であり、参集は呼出システムで対応。
- ・協力会社の支援を覚書で締結しているが、建屋に関して建設会社との覚書は締結していない。

【充実策】

- ・事業本部の初動体制の充実として、初動対応要員のリスト管理により事前に対応要員を確認する仕組みとする。 ⇒ 31
- ・メーカ・建設会社の支援を確実にいただけるよう、参集時間や休祭日の対応を含め、覚書等を締結する。建設会社に対しても建屋情報の入手などを目的に支援体制構築について覚書を締結する。事故解析の能力を有する協力会社の支援について新たに覚書を締結する。

③事故対応能力の向上

【現状】

- ・発電所ではシビアアクシデント（S A）対応ルールを制定し、要員の対応訓練を行うとともに、S A 対応教育、防災教育を継続していく。

【充実策】

- ・事業本部要員に対し、S A 拳動教育や可視化ツールを用いたS A 対応教育を行う。（試運用中。発電所では実施中） ⇒ 32
- ・訓練シナリオに判断が分かれる事象（中長期断面）を潜ませ、事業本部主導で適切な対策を選択し、発電所支援を行える力量を養う訓練を行う。 ⇒ 32

初動対応要員のリスト管理について

【事業本部の初動体制要員について、リスト管理による事前の対応要員確認】

【初動要員召集の課題】

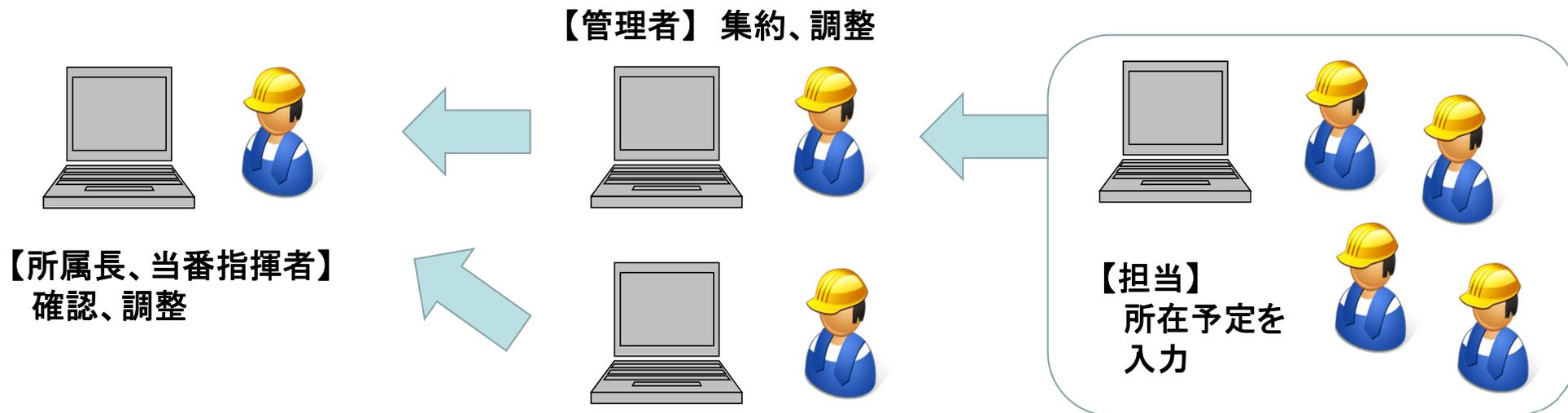
- 要員の所在、予定の確認は、各所属長が管理職を対象に口頭で確認しているのが現状。
- 緊急時呼出システムや連絡経路(電話他)により招集を行うが、呼出または電話連絡結果を見て体制を判断することになる。
- 平日は、出勤状況や居住地域を勘案して対応が可能であるが、休祭日の所在、召集については、不確定要素があることは否めない。(現状でも、必要な所在確認は実施している。)

【対策案】

- 必要な要員のリストを作成し、週末には所在の確認と、代行者などの事前確保を行う。
- 必要な協力会社要員についてもリストに登録する

緊急呼出システム:管理職以上の要員に対し、一斉に召集電話をかけるシステムで、対象要員は出勤の可否、出勤までの可能時間をボタン入力することで、システム上で誰がいつ対策本部に参集できるか集約、管理できるシステム。

【確認の流れ】



シビアアクシデント対応能力の向上について

プラント挙動可視化ツールによる研修の充実

- ◆従来の過酷事故に関する研修は、事故の挙動や対応操作について、教育資料やマニュアルを用い、口頭説明を主体とする形態のものであった。
- ◆今回構築した研修ツールは、運転訓練用シミュレータと同等のプラント挙動の解析が可能なコンピュータを活用し、重大事故時の事象進展や対応操作によるプラント挙動等を可視化することで、事故事象に対する理解、知識の向上を図っている。

研修実施状況

○プラント挙動の教育

重大事故時発生する諸現象のグラフや図表を用い解説を行うとともに、事故時のプラント挙動を可視化して解説。

	美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所
26年度実績	約350人	約420人	約430人
27年度予定	約350人	約420人	約420人

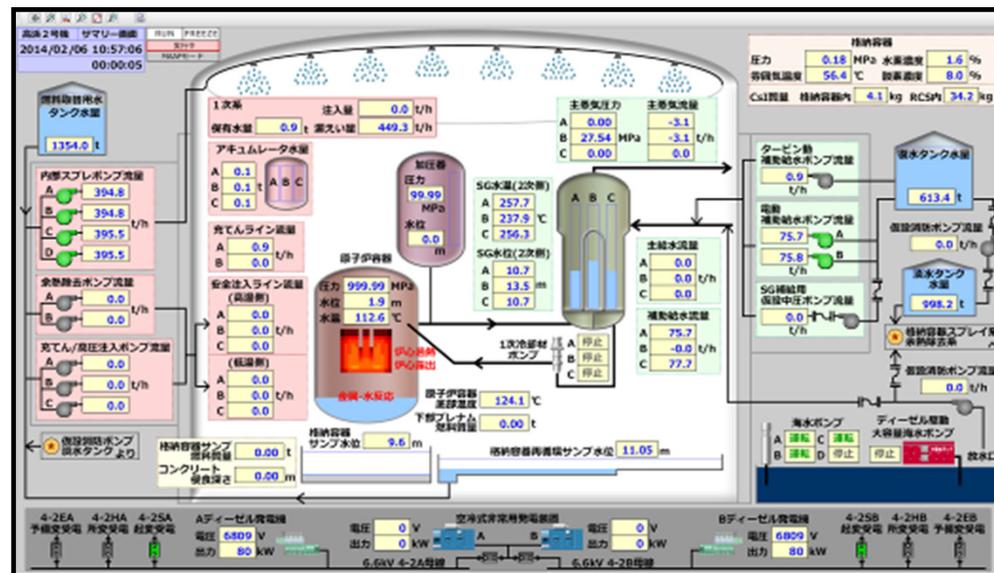
運転員および事故対応要員が受講。

○指揮者に対する挙動教育及び机上訓練

重大事故を模擬したプラントパラメータを表示し、刻々と変化するトレンドからプラント状態を判断、事故を収束する対策を検討・判断する机上訓練を実施し、指揮者の事故対応能力向上を図っている。

	美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所	事業本部
26年度実績	約60人	約70人	約60人	約60人
27年度予定	約40人	約40人	約40人	約40人

発電所指揮者および安全管理班が受講。事業本部(試行)は安全支援要員が受講。各所2回実施の述べ人数。



臨機応変処置の技能、知識向上のための訓練について

【発電所】

運転シミュレータでは、インストラクターがマルファンクションを設定することにより訓練員の臨機応変な対応が可能となる訓練を実施し、技能、知識の向上を図っている。

【原子力事業本部、発電所】

発電所対策本部要員、本店対策本部(若狭)要員およびメーカー・協力会社支援要員については、臨機応変な対応が可能となるブラインド訓練(シナリオ非提示型訓練)を実施し、技能、知識の向上を図っていく。

	シナリオ提示型訓練	シナリオ非提示型訓練
実施目的	総合的な手順確認(トレーニング)	対応組織の能力評価
実施体制	プレイヤーの制限はない	プレイヤーには、シナリオ作成者、コントローラーおよび評価者は入らない
コントローラーの役割	主にタイムキーパー	主にプレイヤーに対する付与情報の提供、プレイヤーの対応に介入することもある。
<u>判断が分かれる臨機応変の措置</u>	すべて、訓練シナリオに包含され、プレイヤーに開示される	<u>複数の対応手順がある応用操作など、プレイヤーの力量で選択し、対応する。</u>
訓練の例	自治体と合同で行う原子力総合防災訓練	発電所訓練、要素訓練

発電所指揮者（発電所長・原子力安全統括など）の訓練・教育について

指揮者への訓練・教育

事故時の指揮を執る所長、副所長、原子力安全統括等について、以下の訓練・教育を通じ、事故時対応能力の向上を図る。

<p>訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力防災訓練（訓練シナリオを通知しないブラインドを含む） ・机上訓練（事故収束に向けた対応策の検討）
<p>教育</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・研修ツールを活用した事故対応演習 ・重大事象（19事象）のプラント挙動の理解 ・プラントメーカーによる事故挙動の講義 ・福島第一発電所事故に対する事例講義 ・リーダーシップ研修

原子力安全統括の研鑽

原子力安全に特化した原子力安全統括は、指揮者としての訓練・教育以外に、平時のリスクマネジメントや事故時のサポートのために、日々、社外研修への参加や各機関との情報交換に努める。

- 【実績例】**
- ・ J A N S I 緊急時対応人材育成国際ワークショップ
 - ・ J A N S I 原子炉主任技術者セミナー
 - ・ W A N O 発電所長会議
 - ・ E P R I P R A 専門家との情報交換
 - ・ 原子力学会 深層防護ワークショップ