

福島事故を踏まえた事故時の対応強化の 安全性向上対策の実行計画について

平成24年 1月 17日
関西電力株式会社

福島第一発電所事故における課題を踏まえ、ソフトとハードの両面から安全対策の詳細な検討を行うとともに、更なる充実に向けて計画的に取り組んでいく。

【要請事項の概要】

<ソフト面>

- 緊急時対応体制の強化
- 発電所支援体制の強化
- 通信の強化
- マニュアル整備と
訓練の実施
- 船舶等を利用した資機材の
運搬、被ばく管理の強化

<ハード面>

- 防潮堤の設置についての具体的な計画
- 発電所の緊急時対策拠点の早期整備
- 外部電源強化工事の早期着手
- 耐震サポート、タンク基礎ボルトの
総点検

緊急時対応体制の強化(要員の確保)

(大飯発電所の例)

震災前		震災後		H23 12/28以降	
運転員	22名	運転員	22名	運転員	22名
			想定外事象に対応する運転員の支援を期待	運転員の支援	2名
当番	2名	当番	1名	当番	2名
守衛	3名	守衛	3名	守衛	3名
消防	5名	消防	5名	消防	5名
				当番	1名
		瓦礫	1名 (消防と兼務)	瓦礫	1名
		電源確保	6名 (消防と兼務 4名)	電源確保	8名
				給水確保 (3名)	3名
		震災に伴う増員	1	要請に伴う増員	14

電源確保、瓦礫処理に必要な体制を確保

複数プラント同時作業が実施できるよう要員を増強

運転関係

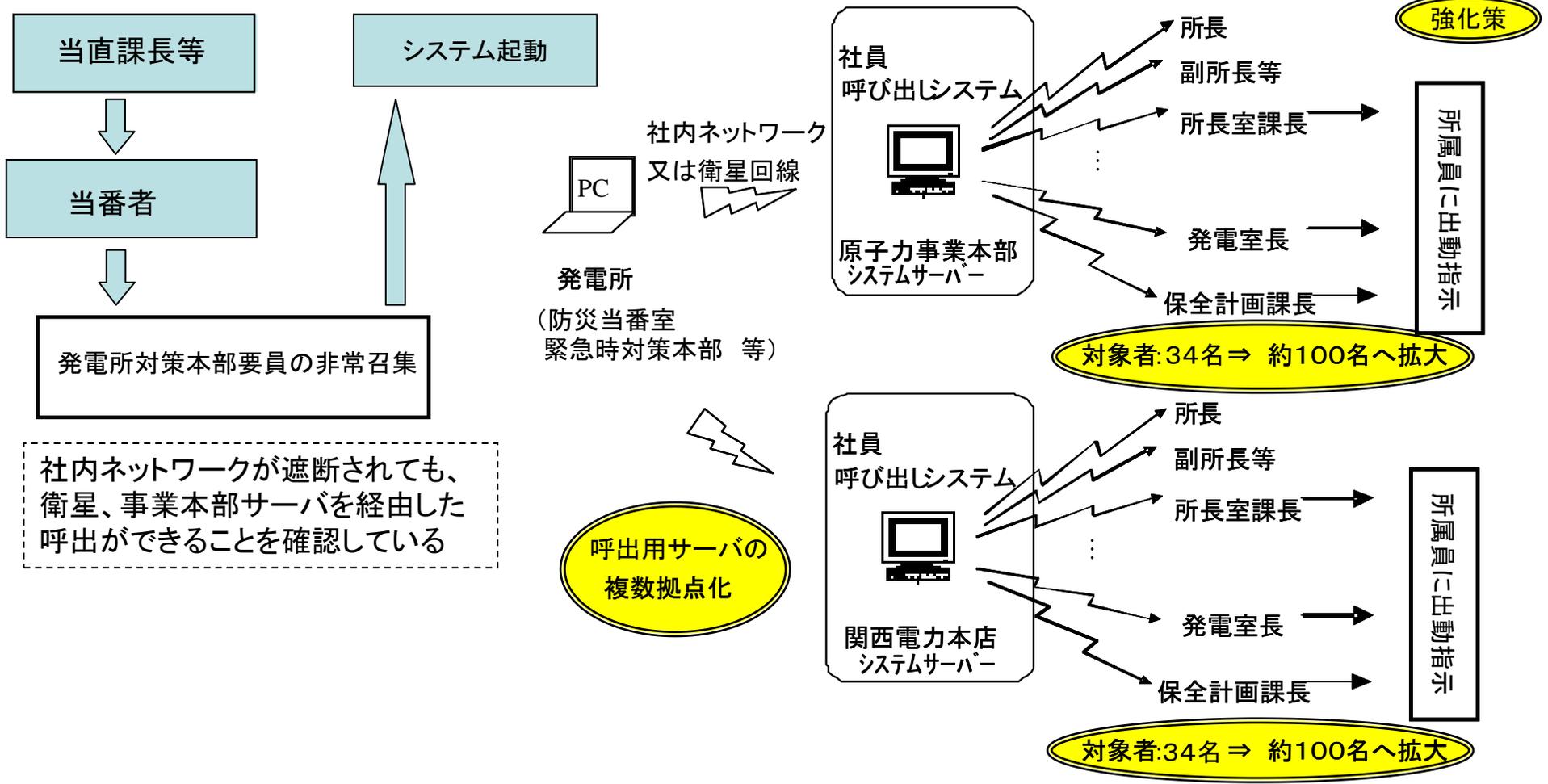
保安関係

事故対応

緊急時対応体制の強化(要員召集の強化)

(大飯発電所の例)

①緊急時呼出システム



②緊急時呼出システムおよび一斉召集システム(震度6弱以上で事前に登録した場所へ集まるシステム)が動作しない場合に備え、直接参集命令を伝えることができる手法として 寮などの拠点に衛星携帯電話を配備し、呼出を行う

③確実な指揮命令が可能となるよう所長・副所長に衛星携帯電話を配備する

○移動手段として、ヘリポートの拡充(空路)、小型船舶の夜間航行装備(海路)を検討する⇒ 11

緊急時対応体制の強化(社員召集の仕組み) (例:大飯発電所)

要員召集ルート



要員の所在

技術系(関西電力): 247人

	寮	自宅	社宅	合計
おおい町	132	31	23	186
高浜町	0	17	0	17
小浜町	0	29	0	29
舞鶴市	0	15	0	15

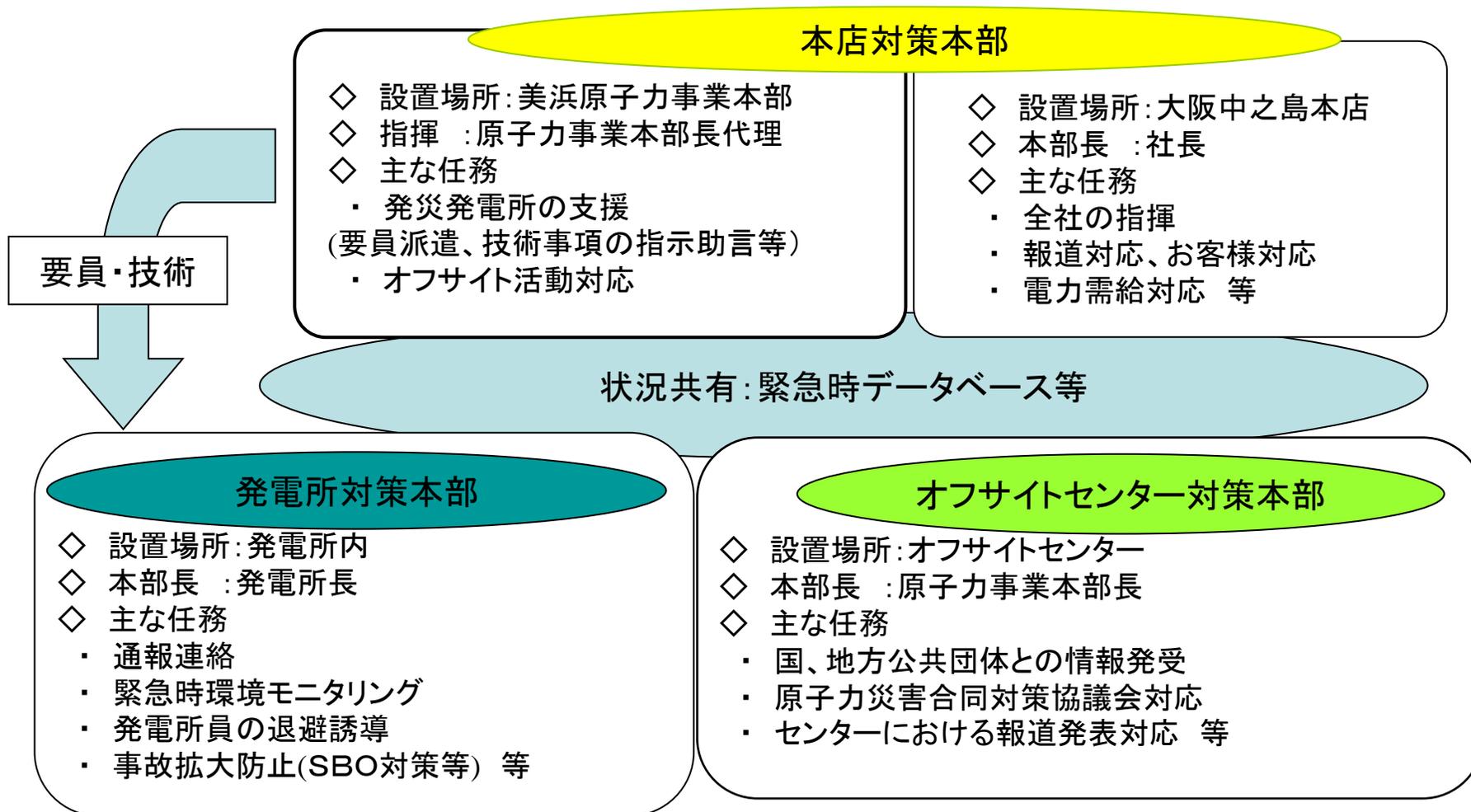
単位:(人)

発電所支援体制の強化

(原子力事業本部の機能拡充(1/2))

○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、原子力事業本部を整備。
また、原子力事業本部の非常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】



発電所支援体制の強化

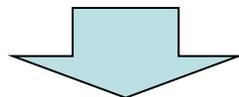
(原子力事業本部の機能拡充(2/2))

○複数プラント同時発災時等においても支援体制の確実な維持を目的として、原子力事業本部の放射線管理の充実、通信機能の確保、メーカーとの連絡手段確保等の災害対応の強化について検討。

原子力事業本部建屋の災害対応

【現状】

- ◇ 外部33kvの2回線からの引き込み
 - ・非常用ディーゼル発電機1台(1250KVA)がフル負荷で24時間運転可
- ◇ 建築基準法に基づき十分な耐震強度を有した建物。1階面はEL約16m。
- ◇ 避難所に指定される公共施設程度の天井コンクリート厚さ(10cm~15cm)がある。
- ◇ 原子力事業本部建屋内に設置している原子力防災設備には地震対策を実施済み
 - ・SPDS計算機は2重化+固縛等を実施、および通報システムは免震台上に設置
- ◇ 原子力事業本部には、マスク・線量計・ヨウ素剤を備えているほか、近隣のモニタリングセンターに必要な資機材を有する。



【さらなる充実】

- ◇ 頸部甲状腺線量評価シート付NaIサーベイメータなどの使用により放射線管理を充実
- ◇ 原子力事業本部の衛星通信回線の充実



発電所支援体制の強化

(プラントメーカーの支援)

○緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に得られるよう、以下のとおり体制強化を行う。



【常時】

若狭原子力統括センター(仮称)の設置

若狭原子力統括センター(仮称)

【体制】

- ・即断できるプラントメーカー責任者とマネージャークラスからなる常時10名程度の体制

【役割】

- ・緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に提供
- ・事故収束手段、復旧対策をタイムリーに提供・議論 等

【時期】

- ・H24年3月末を目処

情報のやりとり

プラントメーカーとの衛星通信を利用した確実な通信手段の構築を検討する。

緊急時原子力安全対策センター

【体制】

- ・原子力事業本部長をトップとした即決できる緊急時対応体制
- ・プラントメーカー技術者400～500人規模

【役割】

- ・緊急時の原子力発電所安全確保のためのプラントメーカー総指令本部
- ・緊急時に設計根拠や機器の詳細な情報を即座に送付
- ・事故収束手段、復旧対策の早急な検討、若狭へ送付 等

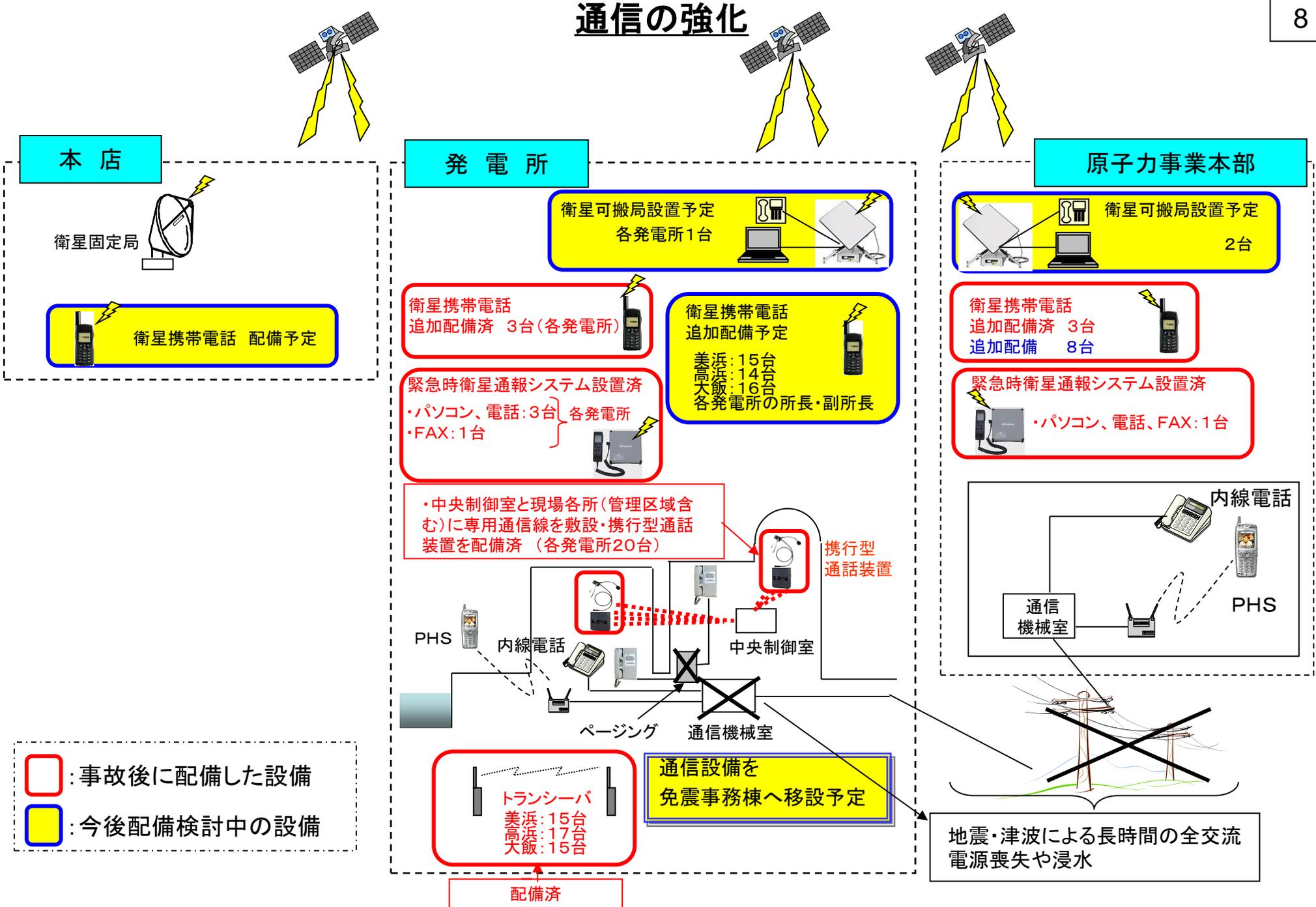
【整備時期】

- ・H23年12月末に緊急時体制を確立するためのマニュアルが整備されていることを確認済み

【緊急時】

緊急時原子力安全対策センターの整備

通信の強化



マニュアルの整備と訓練の実施(1/2)

○過酷事故時に使用するマニュアルについて、機器の故障等を想定した過酷な条件においても対応操作が可能なマニュアルになっていることを確認する

<現状の運転マニュアル>

運転操作	運転操作所則 原子炉関係 タービン関係 発電機関係
	定期点検所則 警報時操作所則

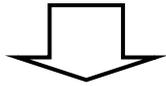
事故時操作	設計想定内 事故対応	事故時操作所則 地震・津波 原子炉トリップ 外部電源喪失 1次冷却材喪失 蒸気発生器伝熱管破損 他
-------	---------------	---

事故時操作	設計想定外 事故対応	事故時操作所則(第二部) 全交流電源喪失 原子炉補機冷却水機能喪失 未臨界の維持 炉心冷却の維持 格納容器健全性の維持 他
-------	---------------	---

事故時操作	炉心損傷時 影響緩和操作	事故時操作所則(第三部) 設計想定事象を超える事故・故障時において炉心が損傷した場合に、更なる事故の進展の防止および緩和を行うための対応手順を定めている。
-------	-----------------	--

<福島事故の流れ>

通常運転中
定期検査中



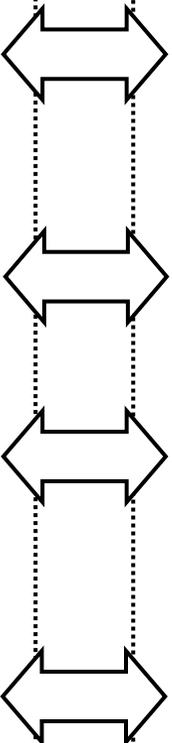
地震発生⇒原子炉停止
外電喪失⇒DG起動



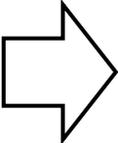
津波⇒全交流電源喪失



炉心損傷

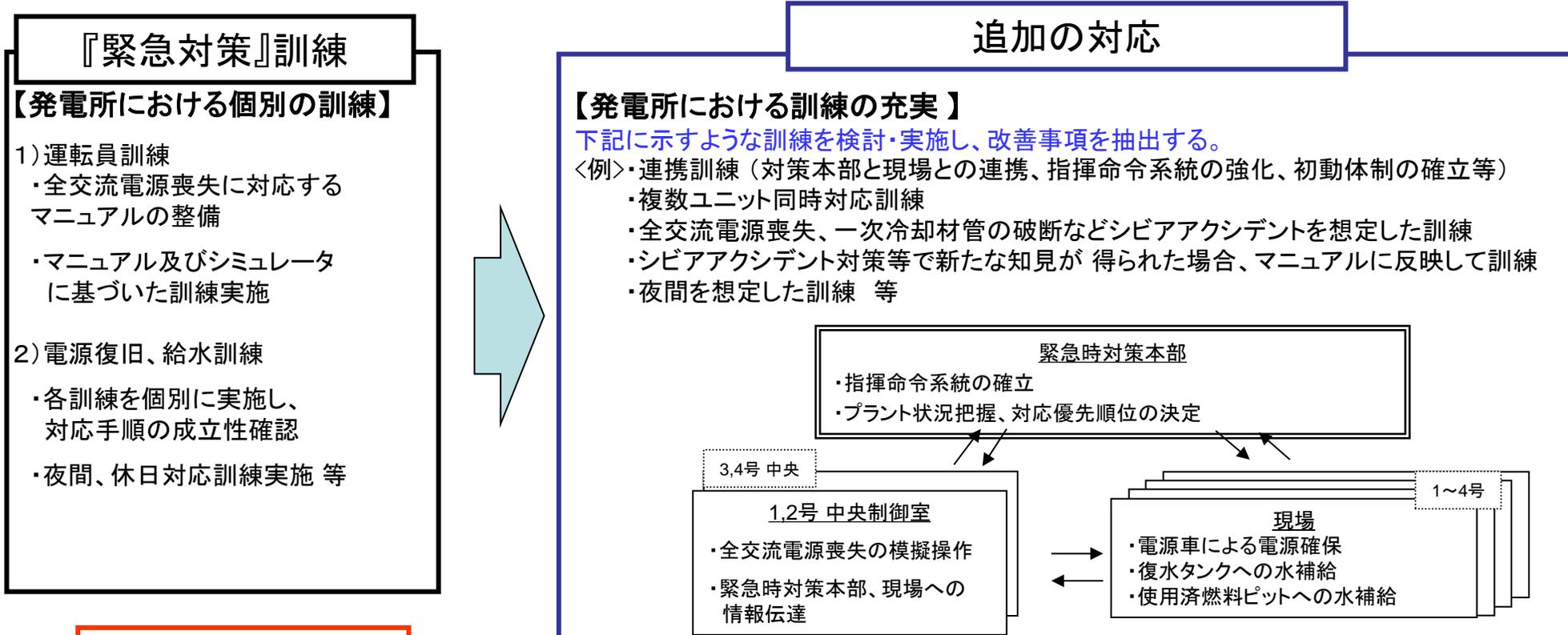


これまで、「全交流電源喪失」では、長期間を想定していなかったことから、当事象については設備、マニュアル等の面から見直しを行った。



過酷事故時のマニュアルについても、地震・津波などを想定し、事故収束に必要な機器の故障や復旧遅れに対しても対応できる手順になっているかという視点で見直しを行う。

○整備したマニュアルに基づき訓練行い、対応の習熟を図るとともに、マニュアルの改善事項を抽出する。



更なる充実

全ユニット同時対応、福島第一原子力発電所の事故を反映した防災訓練等訓練の充実を図る。

【原子力総合防災訓練の実施等】

- ・本店(事業本部、中之島)を含む原子力総合防災訓練を計画・実施
- ・国・自治体が行う原子力防災訓練との連携

【応急対策向け訓練】

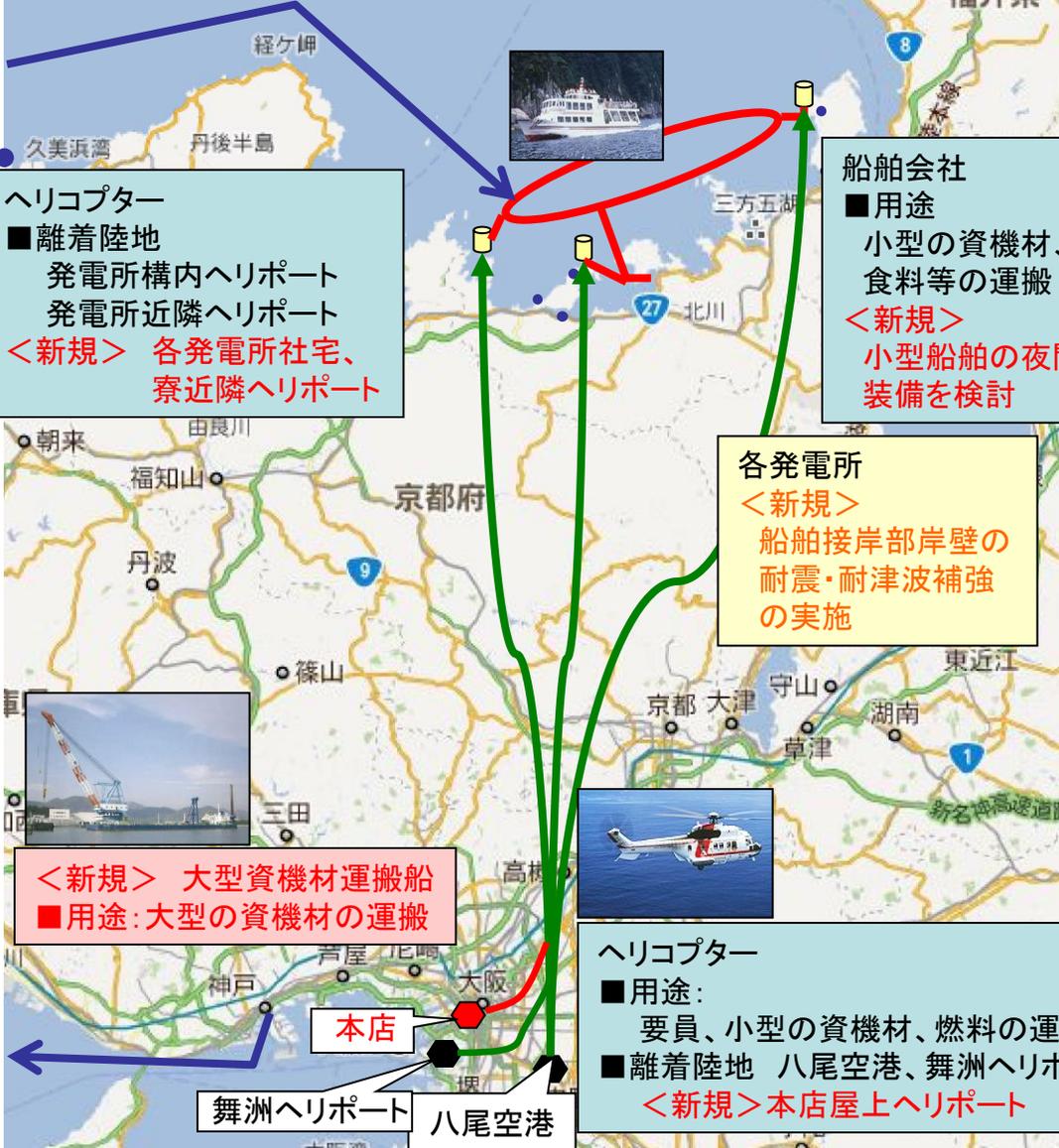
- ・『応急対策』実施に伴う手順書整備・訓練実施

【体系化】

- ・訓練の体系化(頻度、体制のルール化 等)ならびに継続的改善

資機材の運搬

- ヘリコプターで燃料を空輸する仕組みを構築済み。
- 海路においても被災状況を踏まえて関西方面他から大型船舶による資機材の運搬手段の充実について検討する



ヘリコプター
 ■離着陸地
 発電所構内ヘリポート
 発電所近隣ヘリポート
 <新規> 各発電所社宅、
 寮近隣ヘリポート

船舶会社
 ■用途
 小型の資機材、要員
 食料等の運搬
 <新規>
 小型船舶の夜間航行
 装備を検討

各発電所
 <新規>
 船舶接岸部岸壁の
 耐震・耐津波補強
 の実施

<新規> 大型資機材運搬船
 ■用途: 大型の資機材の運搬

ヘリコプター
 ■用途:
 要員、小型の資機材、燃料の運搬
 ■離着陸地 八尾空港、舞洲ヘリポート
 <新規> 本店屋上ヘリポート

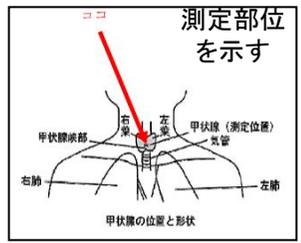
被ばく管理の強化

- 事故時における高線量区域での作業のため、高線量対応防護服(タングステン入り)を各発電所に配備済み。
- 高線量対応防護服、個人線量計及び全面マスクといった、これまで提供資機材リストに定められていない資機材についても、必要に応じ原子力事業者間で相互に融通しあうことを確認済み。
- 緊急時に、放射線管理要員以外の要員が、放射線管理要員を助勢する仕組みを整備済み。

○災害発生時の作業員の被ばく管理を確実に
 行うため内部被ばく評価を迅速かつ容易
 に出来る対策を検討する。

<内部被ばくの評価対策>

○福島の実例
 ・内部被ばく評価が遅れ、
 線量上限250mSvを超過



○内部被ばく用測定器の追加配備(NaIシンチ、電離箱、等)

○測定器に操作および評価方法を記したシートを添付する等、内部被ばく評価の迅速化を検討する。

サーベイメータ添付用
 頸部甲状腺線量
 評価シート(例)の一部

津波対策において考慮する防潮堤高さ

○津波による発電所への浸水対策のさらなる充実の観点より、防潮堤の設置において想定する津波高さについては以下のとおり設定する。

- ・発電所に来襲する津波高さは、不確かさを考慮して検討している耐震バックチェックでは、T.P.+ 2～3m程度※¹であり、この値は十分な保守性を有している。
- ・しかしながら、外海に直接面している福島第一原子力発電所では浸水高さが15mであり、同発電所における平成14年評価値5.5mを9.5m上回るものであったことから、念のため津波が直接到達する外海側には、平成14年評価値+9.5mの津波を念頭におき、防潮堤の高さをT.P.+11.5mとする。
- ・一方、内海側についても外海側から津波が回り込んでくることを考慮し、発電所を囲むようにT.P.+6mの高さの防潮堤を追加で設置する。T.P.+6mの高さは、耐震バックチェックにおける津波高さに対し、十分な余裕があるものである。
- ・さらに、防潮堤を超えて発電所内に浸水することも想定し、多重防護の観点から重要設備の周囲に防護壁を設置するとともに、今後、新たな知見が得られた場合には、それを踏まえて対応を検討する。

※1: 海水ポンプ室前面における暫定値

表 防潮堤等(応急対策)の高さ

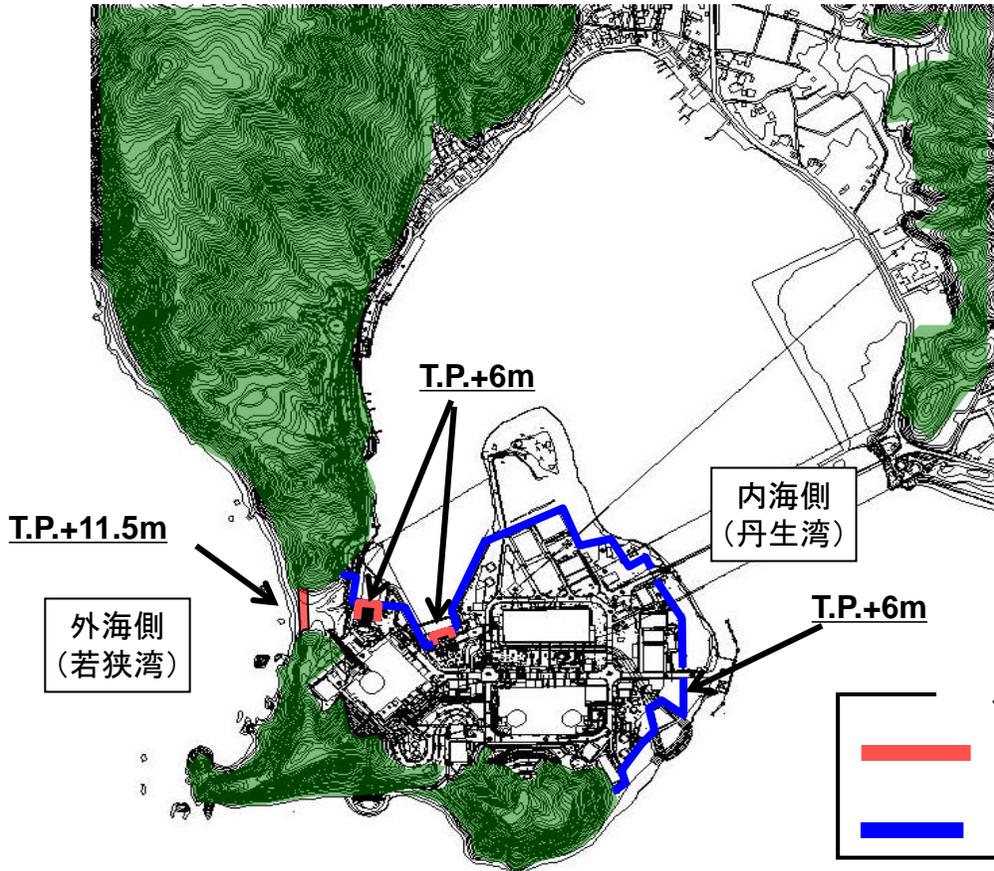
T.P. : 東京湾平均海面

		美浜発電所	高浜発電所	大飯発電所	備考
防潮堤 防護壁等	内海側	防潮堤・防護壁の高さ: T.P.+6m			応急対策
	外海側	防潮堤の高さ: T.P.+11.5m		放水路ピット壁の高さ※ ² T.P.+15m	
参考: H14年評価値		T.P.+ 1.57m	T.P.+ 1.34m	T.P.+ 1.86m	海水ポンプ室前面における値
参考: 耐震BCにおける最高水位(暫定値)		T.P.+1.9m程度	T.P.+2.3m程度	T.P.+2.9m程度	

※2: 大飯発電所は外海側は山で囲まれているため防潮堤はない。

ただし、外海側にある放水口からの逆流による浸水防止のためにピット壁のかさ上げを行う。

美浜発電所 防潮堤設置等の計画図および工程



「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行計画について」(H23.4)において計画した先行実施対策に加え、今回、**発電所を囲むように追加の防潮堤設置を計画。**

外海側(あご越え部)は、T.P.+11.5mの高さの防潮堤を設置(先行実施対策)

内海側(丹生湾)は、発電所を囲むようにT.P.+6mの高さの防潮堤を設置(追加対策)

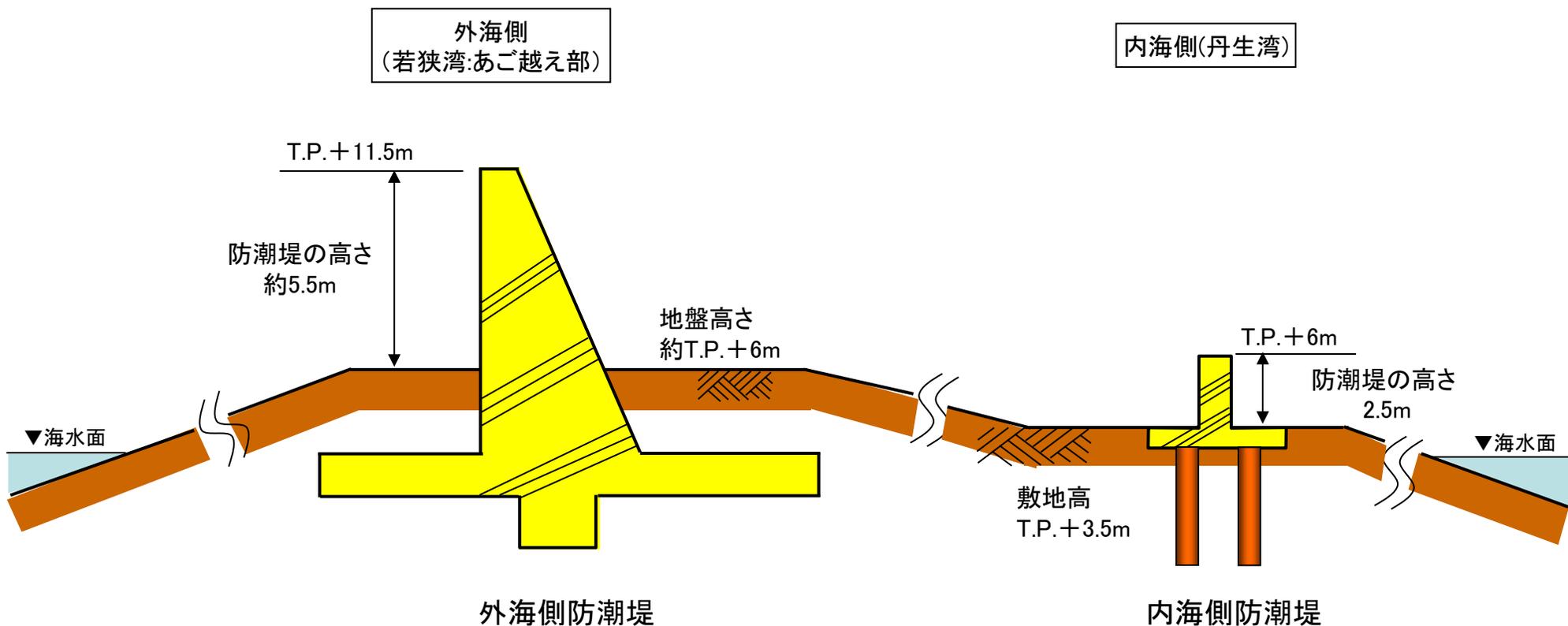


対策	H23年度	H24年度	H25年度	備考
タンクまわりの防護壁設置	(全周防潮堤(追加対策)として対策を実施)			
防潮堤の設置(あご越え部)	設計	施工	▽平成25年12月	
取水設備まわりの防護壁設置	設計	施工	▽平成25年12月	
全周防潮堤設置	設計	施工	▽平成27年度末	

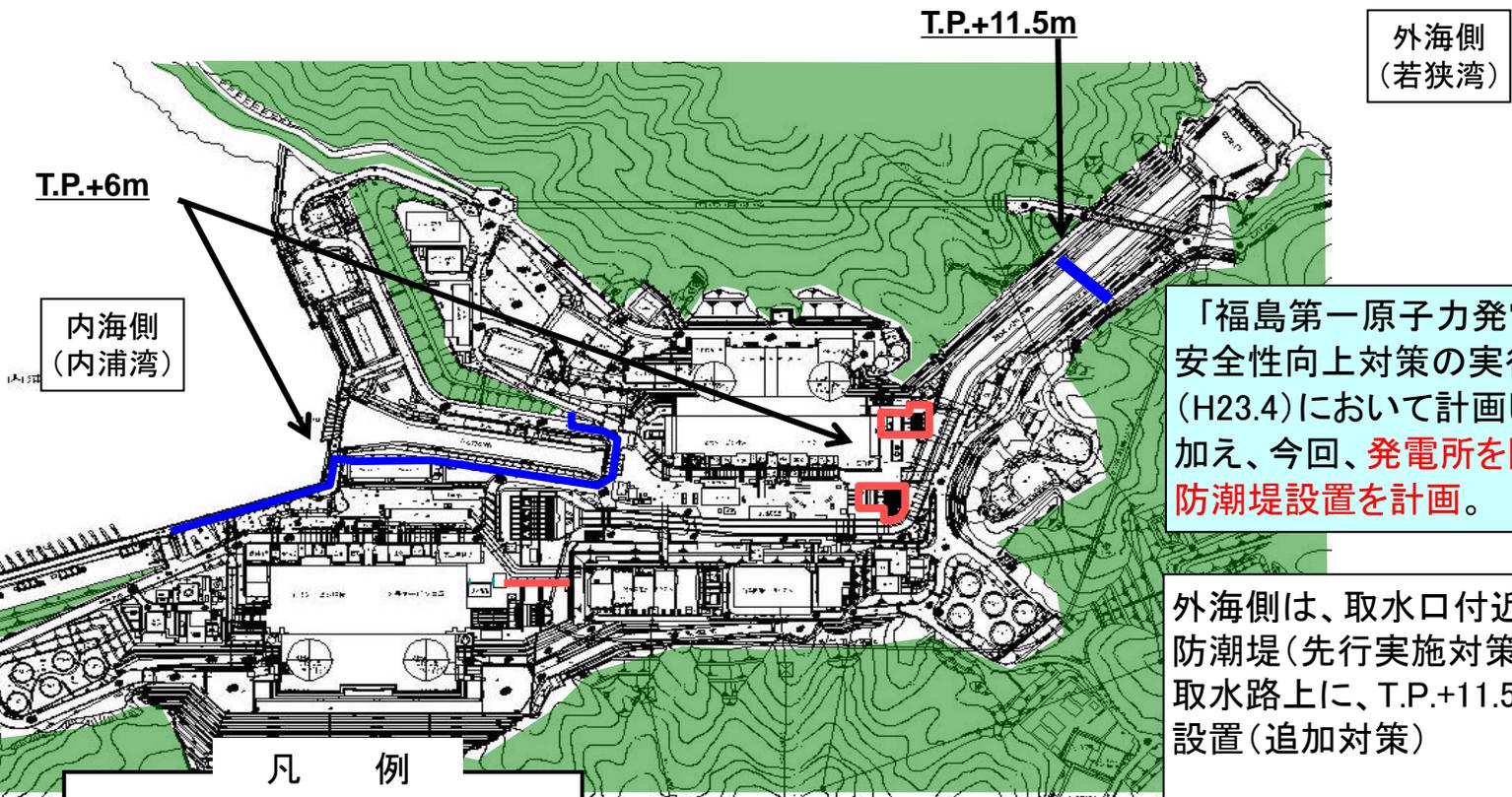
※施工工程は、今後の現地調査等により変更になる可能性はある。

(防潮堤の設置イメージ:外海側、内海側)

新規に外海側に面しているあご越え部にT.P.+11.5mの高さの防潮堤を設置する。
また、内海側(丹生湾)にT.P.+6mの防潮堤の設置を追加して計画する。



高浜発電所 防潮堤設置等の計画図および工程



「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行計画について」(H23.4)において計画した先行実施対策に加え、今回、**発電所を囲むように追加の防潮堤設置を計画**。

外海側は、取水口付近に計画していた防潮堤(先行実施対策)に代わり、取水路上に、T.P.+11.5mの高さの防潮堤を設置(追加対策)

内海側(内浦湾)についても、T.P.+6mの高さの防潮堤を設置する。(追加対策)

凡 例

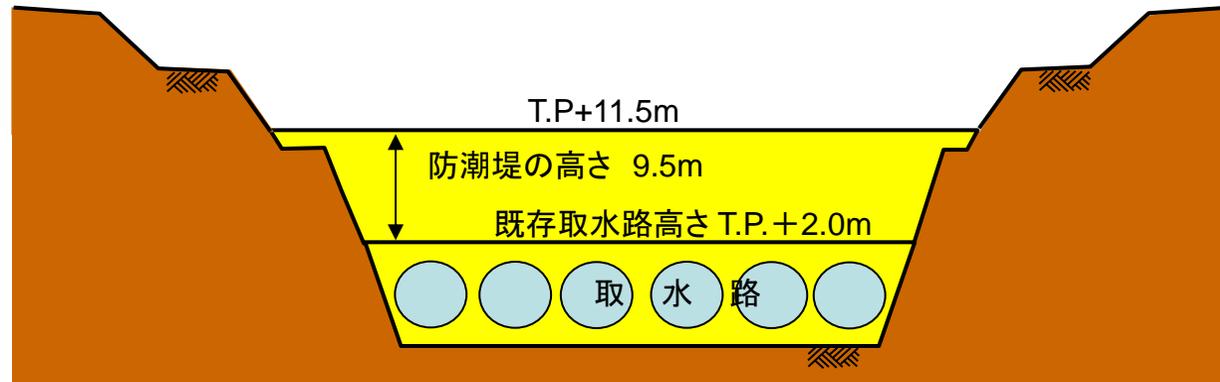
- : 先行計画
- : 追加計画

対策	H23年度	H24年度	H25年度	備考
防潮堤の設置(取水口部)	(全周防潮堤(追加対策)として対策を実施)			
取水設備まわりの防護壁設置	設計	施工	▽平成25年3月	
全周防潮堤設置	設計	施工		▽平成27年度末

※施工工程は、今後の現地調査等により変更になる可能性はある。

(防潮堤の設置イメージ: 外海側)

新規に、外海側は既存取水路を改造し、T.P.+11.5mの高さの防潮堤(取水路内蔵)を設置する。



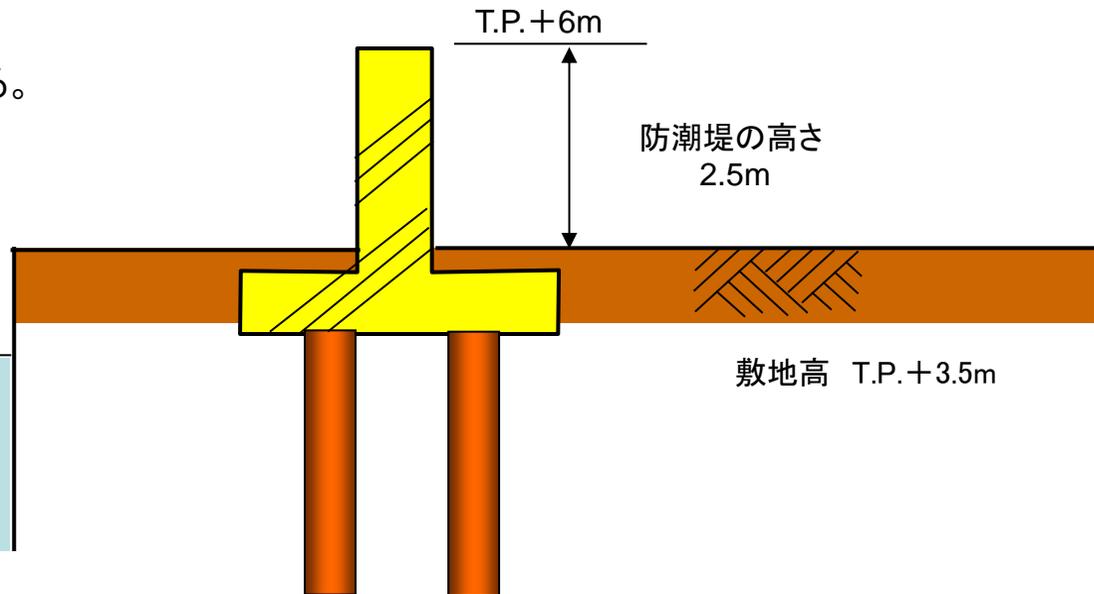
外海側防潮堤

(防潮堤の設置イメージ: 内海側)

新規に、内海側にT.P.+6mの防潮堤を設置する。

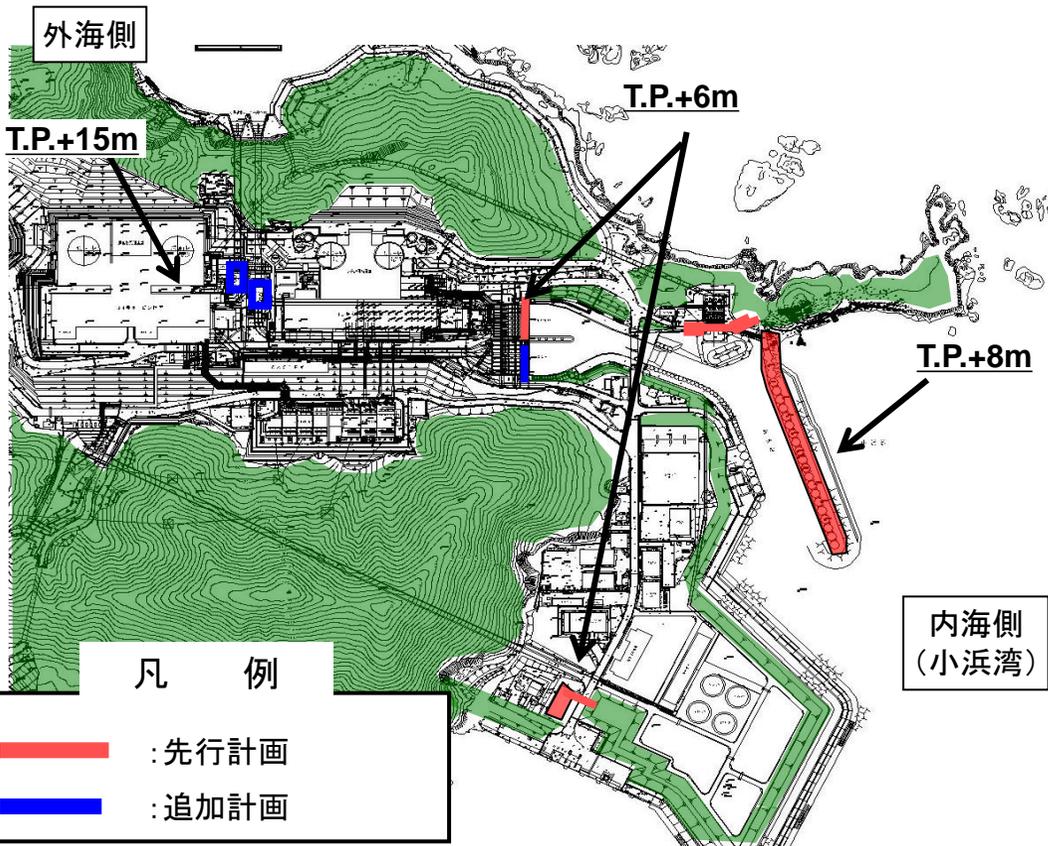
内海側 (内浦湾)

▼ 海水面



内海側防潮堤

大飯発電所 防潮堤設置等の計画図および工程



「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行計画について」(H23.4)において計画した先行実施対策に加え、今回、**放水路ピットかさ上げ等を追加計画**。

外海側は山で囲まれているため防潮堤はない。ただし、外海に面している放水口からの逆流による浸水防止のためにT.P.+15mまで放水路ピット壁のかさ上げを実施。(追加対策)

内海側についてもT.P.+6mの津波高さを想定し、防波堤のかさ上げ*および防護壁を設置。(先行実施対策)

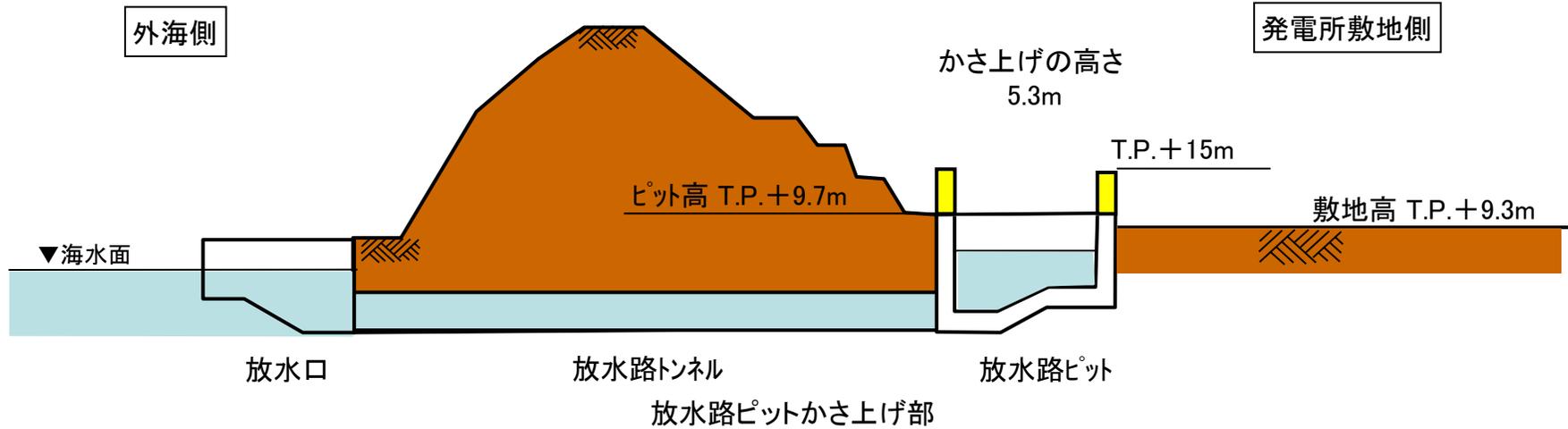
*防波堤のかさ上げは、高さ3mの消波ブロック1段分をかさ上げし、現状のT.P.+5mからT.P.+8mにする。

対策	H23年度	H24年度	H25年度	備考
タンク周りの防護壁設置	設計	施工	▽平成25年3月	
既存防波堤のかさ上げ	設計	施工		▽平成26年3月
取水設備まわりの防護壁設置	設計	施工	▽平成25年6月	
放水路ピットかさ上げおよび防潮堤設置	設計	施工		▽平成26年3月

※施工工程は、今後の現地調査等により変更になる可能性はある。

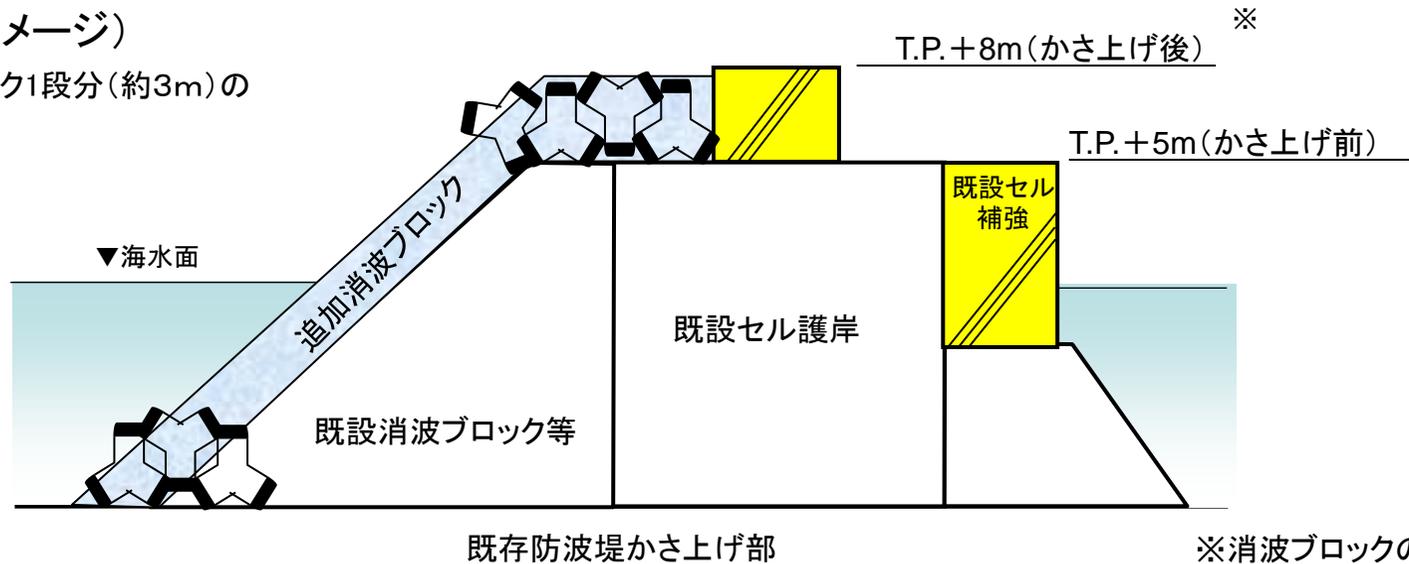
(放水路ピットのかさ上げイメージ)

外海側にある放水口からの逆流による浸水防止のためにピット壁のかさ上げを行う。
逆流による勢いを考慮し、T.P.+11.5mに余裕を見込みT.P.+15mの高さとする。



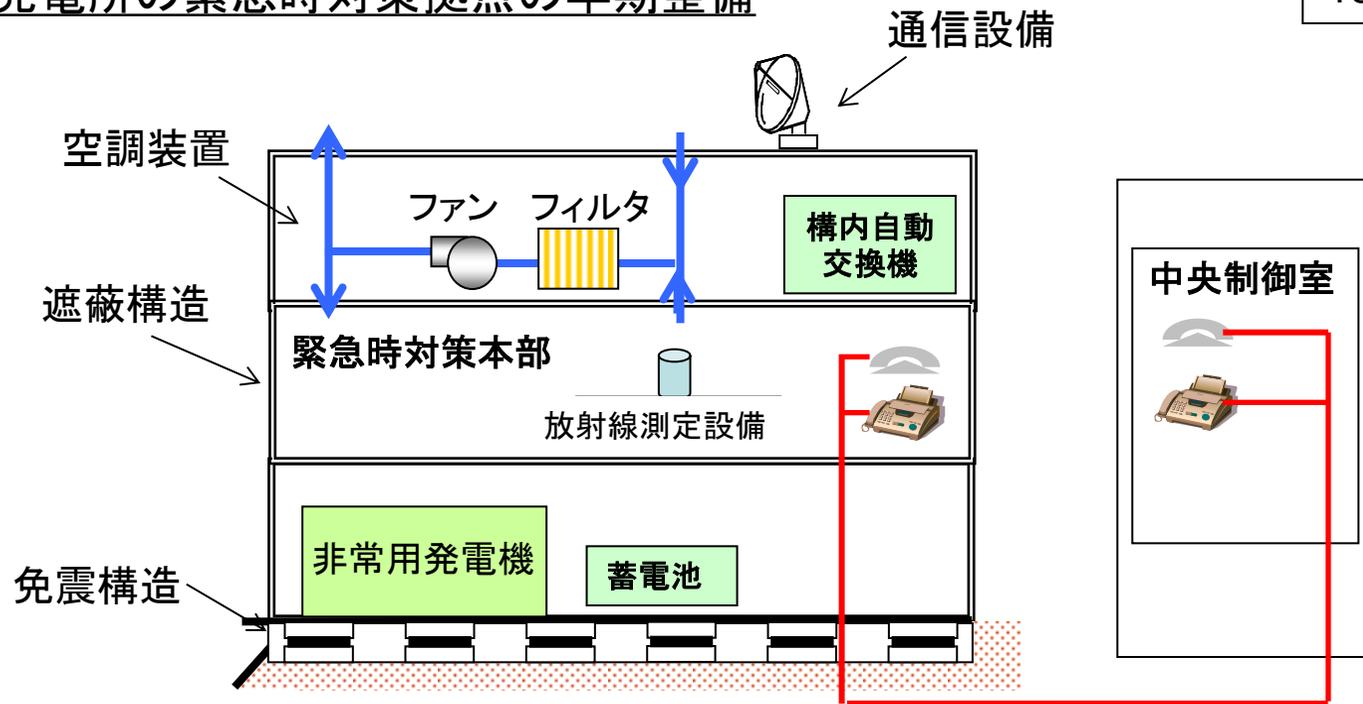
(防波堤のかさ上げイメージ)

既存の防波堤を消波ブロック1段分(約3m)のかさ上げする。



発電所の緊急時対策拠点の早期整備

- 福島第一原子力発電所事故対応における現場対応状況を踏まえ、対応体制の充実ならびに作業員の安全確保の観点から、地震・津波を考慮した場合でも、室内から対策の指令等が可能な免震事務棟を設置する。
- また併せて通信設備充実および放射線遮へい対策等を図る。



・現行設備の免震事務棟への移設等を建屋工事と並行して実施することにより、運用開始時期を約1年前倒しする。

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
工程	概略検討		法令手続き				
		基本設計		免震事務棟建設			
			敷地造成				
		実施設計				通信設備移設等	H29年度中

- 概略設計 : 施設規模、配置等を決定
- 基本設計 : 施設スペック、仕様(耐放射線等)を決定
- 実施設計 : 実工程のための図面整備等を実施
- 法令手続き: 自然公園法、建築基準法、福祉まちづくり条例 等

通信設備移設等

H28年度中

77kV用長幹支持がいし免震対策

77kVの原子力電源線の長幹支持がいしについて、免震金具を設置する。



年度	H23	
工程	免震金具の製作 	免震金具の設置・取付

送電鉄塔基礎の安定性評価に基づく対策工事

送電鉄塔基礎の安定性評価として、鉄塔敷地周辺の地盤変状により、鉄塔基礎への二次的被害の要因となる盛土崩壊、地すべりおよび急傾斜地の土砂崩壊の評価を実施した結果、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する。



スケジュール(予定)

・77kV小浜線
No.61鉄塔
↓
鉄塔移設

年度	H22	H23	H24
工程	法面保護 	地質調査 	工事調査 設計、法令手続き 鉄塔移設工事

・500kV大飯幹線
No.25鉄塔
↓
法面保護工
(法砕工+鉄筋挿入工)

年度	H23	H24
工程	法面保護 	地質調査 設計、法令手続き 法面保護工

・77kV小浜線
No.106鉄塔
↓
地質調査結果に基づき、
最善の対策工を実施

年度	H23	H24
工程	法面保護、地質調査 	設計、法令手続き 対策工

送電線の建て替え

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、比較的運用年数が経過しているものについて、優先的に建て替える。具体的には、自然環境の厳しさ、設備異常の発生状況、長期的な安全性の観点を踏まえ、美浜線・敦賀線を改修する。

スケジュール(予定)

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
調査工事	[スケジュール]			測量・地質調査 環境調査、設計			
法令手続			[スケジュール]			自然公園法・森林法 申請手続き等	
鉄塔・架線 工事			鉄塔・架線工事				

各号機と全ての送電回線との接続

大飯3/4号機を除き、安全系所内高圧母線には、全送電回線(3系統5回線)が接続されているが、大飯3/4号機の安全系所内高圧母線への受電可能系統は、2系統4回線となっている。



大飯3/4号機 安全系所内高圧母線に大飯支線(77kV)を接続する。

年度	H23	H24	H25	H26
設計, 法令手続き		[スケジュール]	設計、法令手続き	
対策工事		対策工事		

開閉所等の電気設備の浸水・地震対策

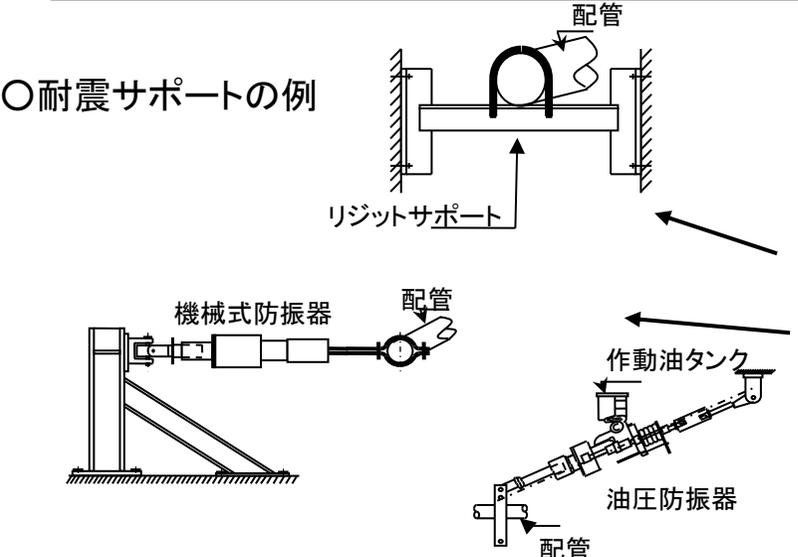
77kV開閉設備、予備変圧器から6.6kV安全系高圧母線のある建屋までの間の布設ルートを高所化、防油堤の嵩上げ等を行なうことにより、建屋内の給電ルートが浸水しない為の対策を実施する。

年度	H23	H24	H25	H26
美 浜		[スケジュール]	設計、法令手続き	
		対策工事		
高 浜		[スケジュール]	設計、法令手続き	
		対策工事		
大 飯		[スケジュール]	設計、法令手続き	
		対策工事		

耐震サポートの総点検

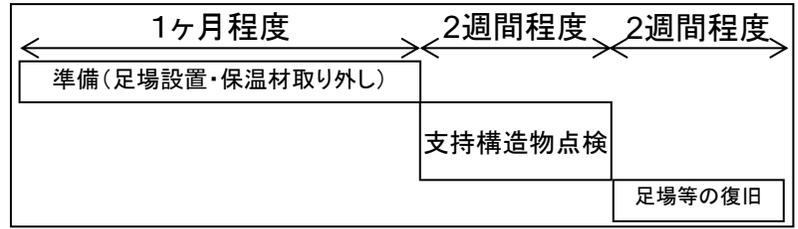
緊急（非常用）炉心冷却系統に設置されている支持構造物について、取付状態、干渉状態、油もれ、き裂等の異常がないことを、足場の設置、配管保温材取外しを行い、目視にて確認する。また、支持構造物のボルト・ナットについても、触診等により緩みの無いことを確認する。ただし、対象範囲については、高線量区域に設置されていてアクセス不能なものなどは除くこととする。

○耐震サポートの例

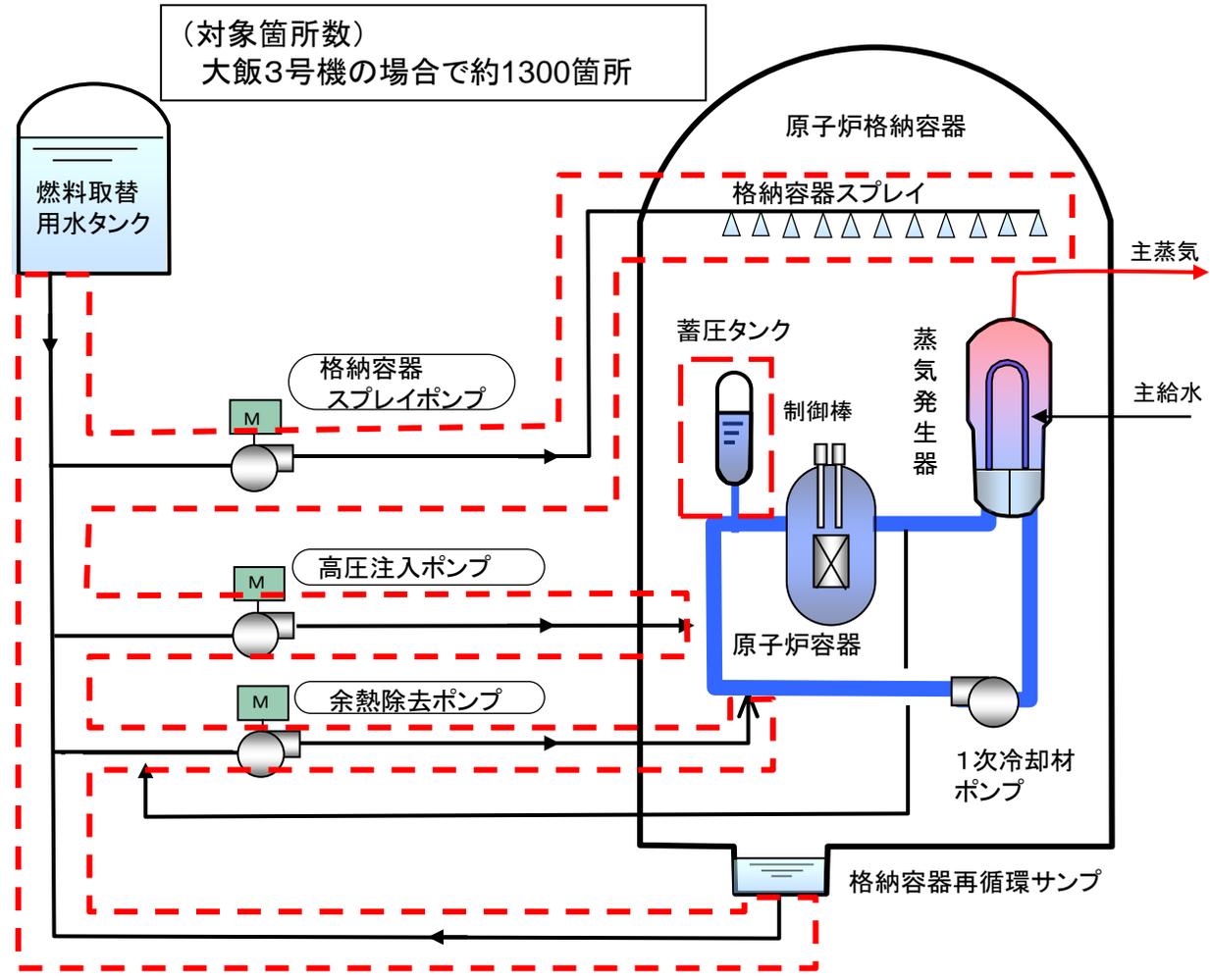


点検項目	対象系統
外観点検 緩み確認	高圧注入系統 低圧注入系統 蓄圧注入系統 格納容器スプレイ系

○点検工程



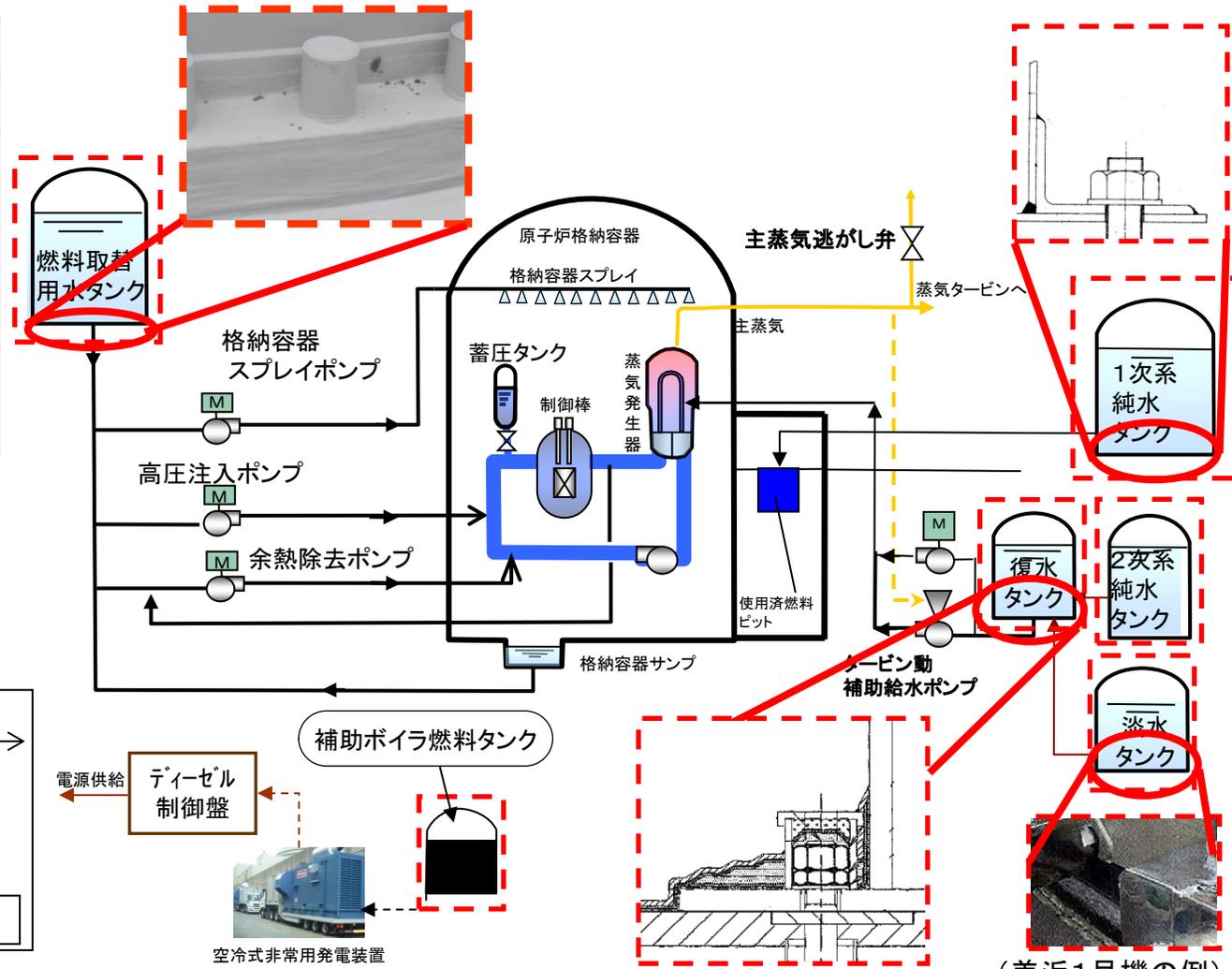
(対象箇所数)
大飯3号機の場合で約1300箇所



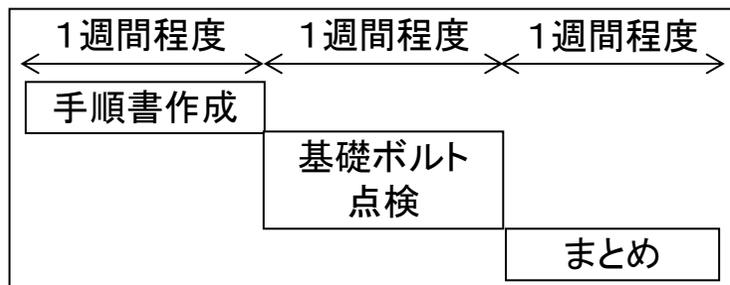
タンク基礎ボルトの総点検

○蒸気発生器及び使用済燃料ピットへの補給水源として期待される屋内外タンクや緊急炉心冷却系統に設置されている屋内外タンク等の基礎ボルトについて、腐食・塗膜のはがれ等の異常がないことを可視範囲で目視により確認する。また、基礎ボルトについて可能な範囲で、打診等により緩みの無いことを確認する。

対象機器	
A蓄圧タンク	B蓄圧タンク
燃料取替用水タンク	ほう酸注入タンク
1次系純水タンク	A2次系純水タンク
B2次系純水タンク	A淡水タンク
B淡水タンク	復水タンク
補助ボイラ燃料タンク	(注) DG燃料油貯蔵タンクは地下埋設タンクであり対象外とする。



○点検工程



(美浜1号機の例)

【安全対策実行計画 まとめ】

ソフト面の対策

〔緊急時対応体制の強化〕	要員の増強・召集の強化
〔発電所支援体制の強化〕	事業本部、プラントメーカーの支援体制強化
〔通信の強化〕	通信設備の免震事務棟への移設、通信機能強化
〔マニュアルの整備と訓練の実施〕	過酷事故時マニュアルの確認、シミュレータ訓練、防災訓練
〔船舶等を利用した資機材の運搬、被ばく管理の強化〕	大型船による資機材運搬、港湾設備の耐震・耐津波補強、ヘリコプターによる要員輸送、小型船舶の夜間航行装備、内部被ばく評価用測定器の追加配備、評価の迅速化

ハード面の対策

〔防潮堤の設置についての具体的な計画〕	防潮堤、全周防潮堤、取水設備まわり防護壁、等
〔発電所の緊急時対策拠点の早期整備〕	免震事務棟設置、通信設備の移設、事故時被ばく管理の充実
〔外部電源強化工事の早期着手〕	鉄塔建替え、回線の追加、送電鉄塔の免震化、等
〔耐震サポート、タンク基礎ボルトの総点検〕	緊急炉心冷却システムの耐震サポート、屋内外タンク基礎ボルト等の点検

- これまでに実施している実行計画に加え、今回、新たに策定した実行計画を鋭意実施し、更なる安全性向上対策の充実、信頼性向上に取り組んでまいります。
- 今後も、福島第一原子力発電所事故についての情報収集、分析を継続し、新たな知見獲得に努めるとともに、更なる安全性向上対策を迅速かつ的確に実施し、原子力発電所の安全性を向上させ、県民の皆さま方に安心していただけるよう、全社一丸となって努力してまいります。