

原子力発電所の安全性向上に向けて



平成26年3月20日
東北電力株式会社

目 次

1. 福島第一事故と女川震災対応から得られた教訓
2. 安全対策の基本思想
3. 安全対策の全体像
 - 3-1 ハード対策
 - 3-2 ソフト対策
4. 安全対策(ハード対策)の概要

1. 福島第一事故と女川震災対応から得られた教訓

深層防護※1の考え方を基本に、福島第一の事故と女川の震災対応から得られた教訓を活かしながら対策を進めている。
特に3.11地震における巨大な地震・津波を乗り越えた貴重な経験を踏まえ、地震・津波対策を更に強化。

福島第一事故の教訓		女川震災対応の教訓		《凡例》★：良好事例	
深層防護	第1層 トラブルの発生防止	地震対策 津波対策	(調査中)	★Ss超過も主要な安全上重要な機器に被害なし(H17.8.16地震以降に耐震裕度向上工事を実施)	▶ 最新知見を反映した対策の積み重ねにより、過去最大規模の地震に対しても健全性を確保
	第2層 事故への進展防止		・防護が脆弱 - 敷地高10m<津波高約13m ⇒敷地を越波し浸水	・一部を除き被害なし - 敷地高約13.8m※2>津波高約13m※3 (震災前想定津波高13.6m※4) - 2号熱交換器室の一部に地下トレンチを通じて浸水	▶ 津波による重要機能の喪失により原子力災害まで至ったことから、津波防護には対策の厚み(複数の対策)が必要
	第3層 事故後の炉心損傷防止		★安全に緊急停止	★安全に緊急停止	▶ 過去最大規模の地震に対しても健全性を確保
	第4層 事故後の影響緩和		・全電源喪失(1~4号)⇒冷却機能喪失 ★非常用発電機の多様化・高台設置(5/6号)⇒冷却機能を確保	★外部電源：維持(5回線中1回線) ★非常用発電機：健全※5 ⇒冷却機能を確保	▶ 万一の事態への備えとして、対策の厚み(複数の対策)が必要 ▶ その対策は、地震・津波等の共通要因で機能を全て喪失しないよう、「多様化」することが特に重要
	第5層 防災		・影響緩和手段が不十分 ⇒水素爆発		
			・大規模な放射性物質の拡散 ・避難混乱		
共通 事故対応の基盤整備			★免震重要棟 ・監視・計測手段喪失 ・作業環境悪化	・アクセス道路途絶 ⇒翌朝から空路確保	

※1 深層防護：事態の進行段階に応じ、各層の目的を達成するために、各々必要な対策を準備する考え方

※2 女川周辺の地盤沈下(約1m)を考慮

※3 発電所の潮位計での観測値

※4 2002年土木学会手法に基づく想定

※5 女川2号機の非常用発電機B系およびH系(高圧炉心スプレイ用)は、津波による補機冷却水系ポンプ浸水の影響で使用不可となったが、A系は使用可能。さらに、他号機からの電源融通も可能

2. 安全対策の基本思想

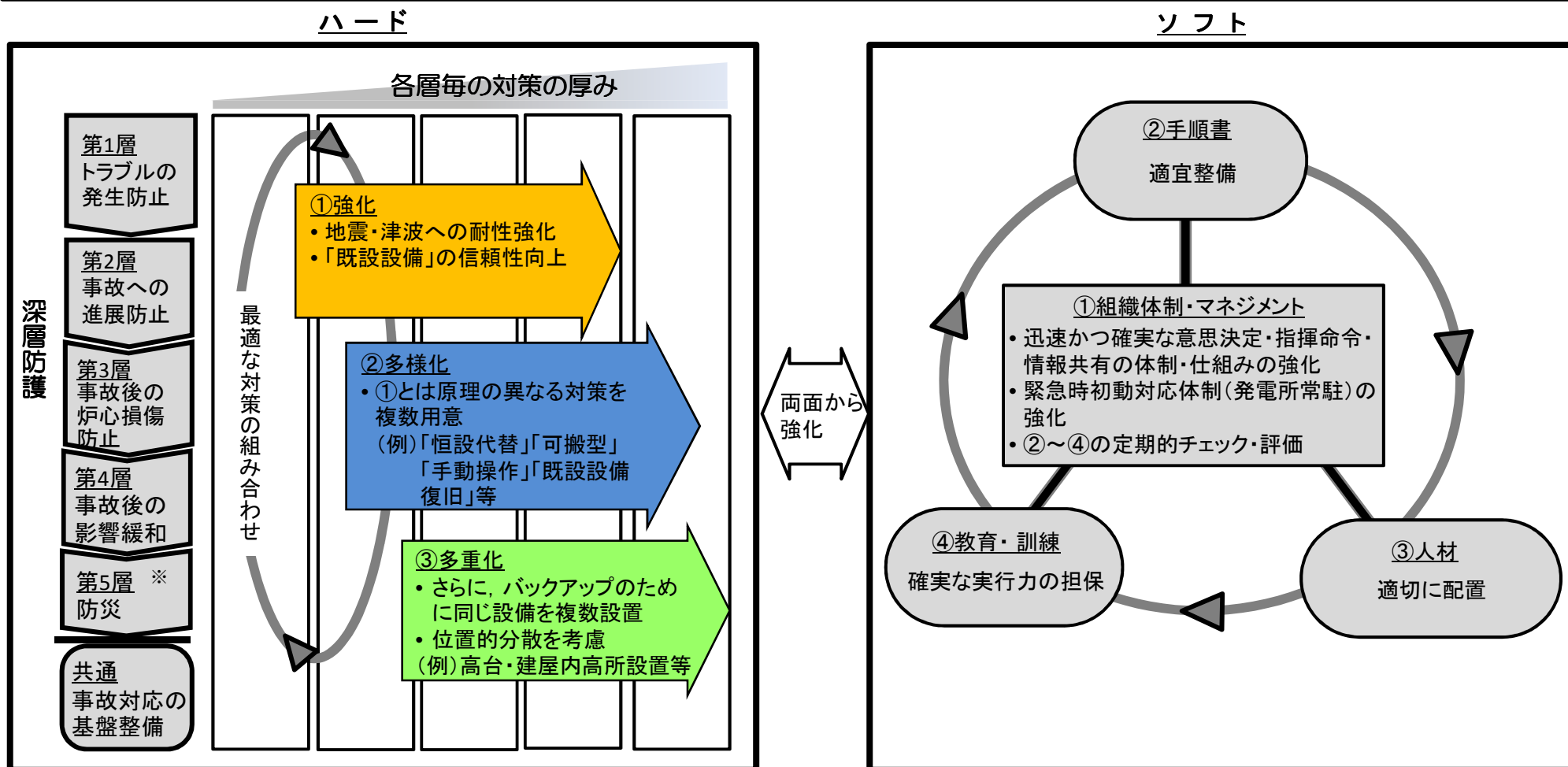
重要な安全機能を、「ハード対策」と「ソフト対策」の両面から強化していく。

【ハード対策】

- ・ 深層防護の考え方に基づき、各層毎に設備の「①強化」「②多様化」「③多重化」を最適に組み合わせ、安全対策に厚みを加えていく。
特に、地震・津波に対する耐性強化と、対策の「多様化」を重視。

【ソフト対策】

- ・ ハード対策の確実な実行を担保するため、「①組織体制・マネジメント」をベースに、「②手順書」「③人材」「④教育・訓練」からなるソフト対策を継続的に定着・進化させていく。



※第5層(防災)は、主に国・自治体・他事業者との連携インフラ

3. 安全対策の全体像

3-1 ハード対策

深層防護に基づく各層毎に設備の「強化」「多様化」「多重化」を最適に組み合わせ、対策に厚みを加えていくことでより確実な安全確保を図っていく。

		対策の厚み	
		福島第一事故以前から実施	福島第一事故以後に強化
深層防護	第1層 トラブルの 発生防止	地震	①基準地震動(Ss) ②耐震裕度向上工事 ③Ss見直しに伴う耐震工事【女川】
		津波	①余裕のある敷地高 ②海水ポンプのピット内設置 ③想定津波高見直しに伴う防潮堤・防潮壁 ④水密扉、貫通口止水 ⑤排水ポンプ
	第2層 事故への 進展防止	原子炉緊急停止機能	①制御棒による原子炉緊急停止 ②ほう酸水注入系
	第3層 事故後の 炉心損傷 防止	電源確保	交流 (外部) ①-1 外部電源の複数ルート化 ①-2 上北変電所を経由しない送電線の新設【東通】 ①-3 外部電源耐震性強化 (所内) ②非常用ディーゼル発電機 ③ガスタービン発電機 ④大容量電源装置 ⑤電源車
			直流 ①-1 常設直流電源(蓄電池)(1系統目) ①-2 蓄電池の容量増強 ②可搬型直流電源(2系統目) ③常設直流電源(3系統目)
		注水確保	高圧注水 ①高圧炉心スプレイ系 ②-1 原子炉隔離時冷却系(RCIC) ②-2 RCIC電源の強化 ③高圧代替注水系 ④RCICの手動起動(手順整備)
			減圧 ①自動減圧系 ②-1 主蒸気逃がし安全弁(SRV) ②-2 SRV駆動用電源の強化 ②-3 SRV駆動用ポンプの増配備
			低圧注水 ①低圧炉心スプレイ系 ②低圧注水系 ④大容量送水ポンプ車 ⑤代替注水車(消防車等) ③復水補給水系
			水源 ①復水貯蔵タンク 他 ②淡水貯水槽 ③河川利用【東通】(手順の整備) ④海水利用(手順の整備)
	除熱確保	海への除熱	①復水器 ②残留熱除去系 ③可搬型熱交換器 ④代替海水ポンプ ⑤海水ポンプモータの予備・復旧資機材
		大気への除熱	①-1 耐圧強化ベント ②-1 フィルター付格納容器ベント ①-2 格納容器 ②-2 手動ベント

《凡例》強化 :
 多様化 :
 多重化 :

対策の厚み

福島第一事故以前から実施

福島第一事故以後に強化

深層防護

第4層
事故後の
影響緩和

格納容器損傷
防止

①格納容器スプレイ

② 耐圧強化バント

③フィルター付
格納容器バント※

④代替格納容器
スプレイ

⑤ペDESTAL注水

⑥原子炉ウエル注水

⑦ 特定重大事故等
対処施設

放射性物
質の拡散
抑制

①可燃性ガス濃度
制御系

②フィルター付
格納容器バント※

③静的水素再結合
装置

拡散防止
対策

①フィルター付
格納容器バント※

②放水砲、
シルトフェンス

※ 第3層のフィルター付格納容器バントを兼用

第5層
防災

住民避難・原子力災害時支援体制

共通
事故対応の
基盤整備

活動拠点

制御室

①-1 中央制御室

②中央制御室外
原子炉停止装置

①-2 換気空調設備
への代替電源供給

指揮所

① 緊急時対策室

②代替緊急時
対策所

③ 免震重要棟

通信設備 (所外)

① 一般回線・
衛星回線

②自治体との専用
回線

⑤国・自治体との統
合防災ネットワーク

⑥ 左記①～⑤へ
の代替電源供給

(所内)

③ 保安電話

④ 移動用無線

⑦携帯型通話装置

監視・
計測

プラント
データ

①-1 計装機器の
多重化

①-2 計装機器へ
の代替電源供給

② 代替計測

モニタ
リング

①-1 モニタリング
ポスト

②-1 可搬式モニタ
リングポスト

①-2 モニタリングホ
スト用電源の強化

②-2 可搬式モニタ
リングホストの増配備

③-1 モニタリング
カー

③-2 モニタリング
カーの増配備

アクセスル
ートの確保

①-1 複数のアクセ
スルート

①-2 アクセスル
ートの補強

①-3 瓦礫撤去用
重機

使用済
燃料プール
(冷却)

注水確保

① 燃料プール冷却
浄化系

② 燃料プール
補給水系

④ 大容量送水
ポンプ車

⑤ 代替注水車
(消防車等)

⑥ 燃料プール
スプレイ設備

③ 残留熱除去系

3-2 ソフト対策

万一に備えたハード・インフラ対策の確実な実行力について、継続的に定着・進化させていく。

① 組織体制・マネジメント

重大事故対応を確実なものとするため、組織体制の強化とPDCAサイクルの展開により、各ソフト対策を継続的に定着・進化。

①-1 迅速な意思決定・指揮命令系統の強化

- ・原子力災害と一般災害の複合時に、原子力災害と一般災害それぞれに災害対策本部を設置。また、それを統括する総合対策本部を設置。
- ・発電所長権限による現場レベルでの安全対策の確実・迅速な実施。

①-2 緊急時初動対応体制(発電所常駐)の強化

- ・万一、休日・夜間に重大事故が発生した場合に備え、安全対策の遂行に必要な要員が発電所に常駐。
(常駐要員)
 - ・運転員
 - ・指揮命令、通報連絡要員
 - ・初期消火要員
 - ・電源、注水・除熱確保要員(各対策設備への燃料補給要員含む)

①-3 定期的チェック・評価

- ・「手順書」「人材」「教育・訓練」からなるソフト対策が有効性を定期的にチェック・評価し、必要な改善を図る仕組みを構築。

② 手順書

- ・安全対策設備の操作等、重大事故対応に必要な手順書を整備。
例) 緊急時の電源確保手順 他

③ 人材

- ・重大事故の対応に必要な手順を実行でき、かつ万一の不測の事態に対し迅速かつ高度な判断ができる人材を配置。

④ 教育・訓練

- ・冬場・夜間等の悪条件下など、様々な状況を想定した教育・訓練の継続的な実施。



大容量電源装置を用いた
電源確保訓練



電源車を用いた電源確保
訓練(冬季)



消防車を用いた代替注水訓練



大容量送水ポンプ車による
冷却機能確保訓練



ホイールローダによる
がれき撤去訓練



シミュレータによる運転訓練
(全交流電源喪失時を想定)

4. 安全対策(ハード対策)の概要

4-1 ー深層防護:第1層ー

・津波対策

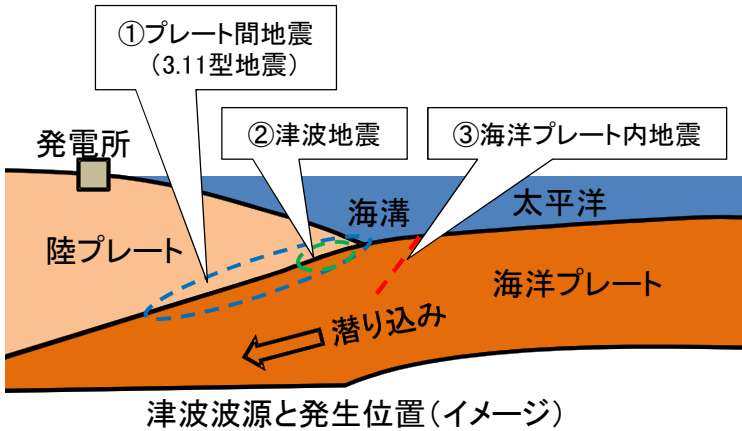
有識者のご意見も伺いながら、従来より更に保守的な条件で想定津波を評価。
これにより、万一、3.11地震時以上の巨大津波が発生しても、安全上重要な設備に対する十分な裕度をもった安全性を確保する。

①想定津波の見直し

3.11地震から得られた知見や新規規制基準の要求事項などを踏まえ、発電所に大きな津波を引き起こす恐れのある既往地震の規模から、発電所の想定津波を再評価。
その結果、女川は23.1m(従来13.6m※1)、東通は10.1m(従来8.8m※1)に見直し。

ー想定した津波波源と規模(女川の例)ー

		これまでの想定津波高 (13.6m)		新しい想定津波高 (約23m)	
		設定した波源	地震※3 規模	設定した波源	地震※3 規模
※2 地震のタイプ	プレート間地震	津波地震(1896年明治三陸沖地震津波)	Mw8.3	東北地方太平洋沖型の地震	Mw9
	地震津波			津波地震(1896年明治三陸沖地震津波)	Mw8.3
	海洋プレート内地震	正断層型(1933年昭和三陸沖地震津波)	Mw8.6	正断層型(1933年昭和三陸沖地震津波)	Mw8.6



※1 2002年土木学会手法に基づく想定
※2 津波の波源となりうる地震には、プレート間地震、海洋プレート内地震及び地震津波に分類される
※3 Mw＝モーメントマグニチュード(地震の規模を表す指標であり、巨大地震の規模を表すのに適した指標として広く使われている)

②対策

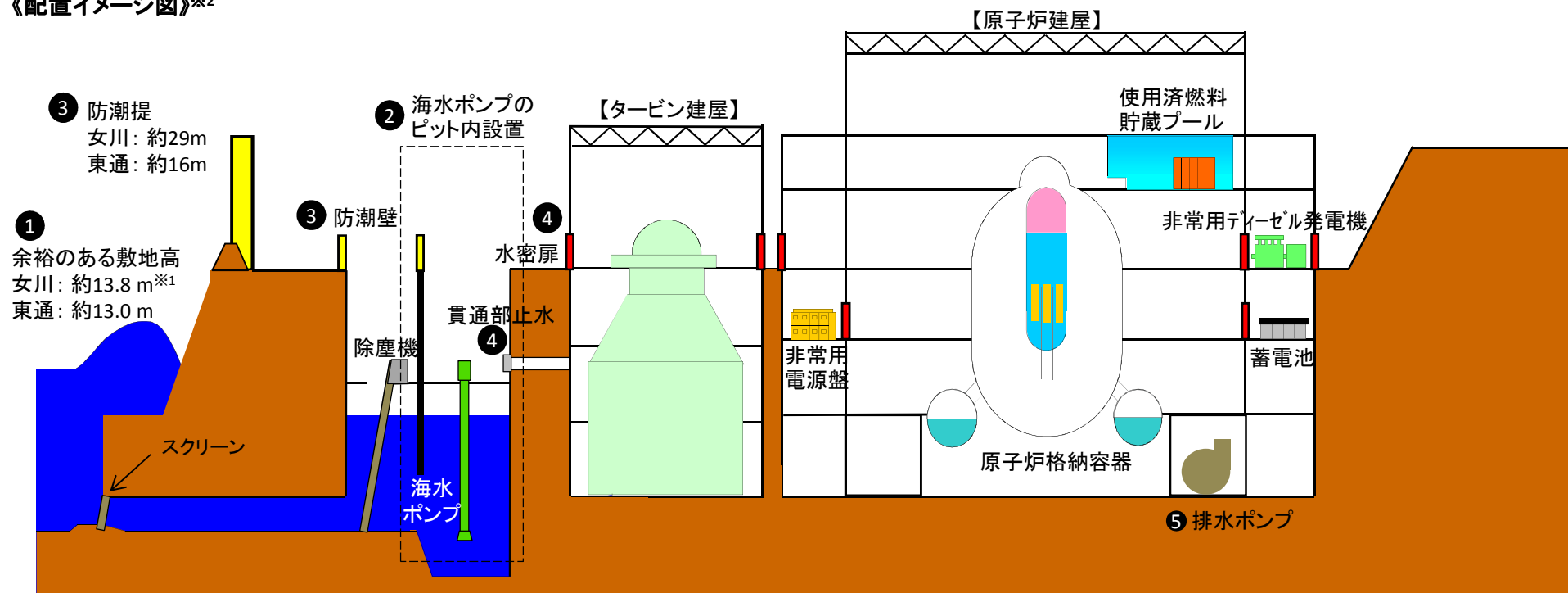
建設時に設計した「余裕のある敷地高」に加え、防潮堤・壁、水密扉などの対策により巨大津波への備えを行っていく。

《凡例》

⊕ : 対策の効果を補強する対策

		1重	2重	3重	4重	5重
津波対策	津波の敷地・建屋内への浸水を防ぎ、安全上重要な機器の機能喪失を回避	① 余裕のある敷地高	② 海水ポンプのピット内設置	③ 想定津波高見直しに伴う防潮堤・防潮壁 強化	④ 水密扉、貫通口止水 多様化	⑤ 排水ポンプ 多様化

《配置イメージ図》※2



※1 女川周辺の地盤沈下(約1m)を考慮

※2 機器設置位置はプラント毎に異なる

《補足》 女川原子力発電所の防潮堤

約23mの想定津波に対しても、十分な余裕を持った約29mの防潮堤かさ上げ工事を実施中。

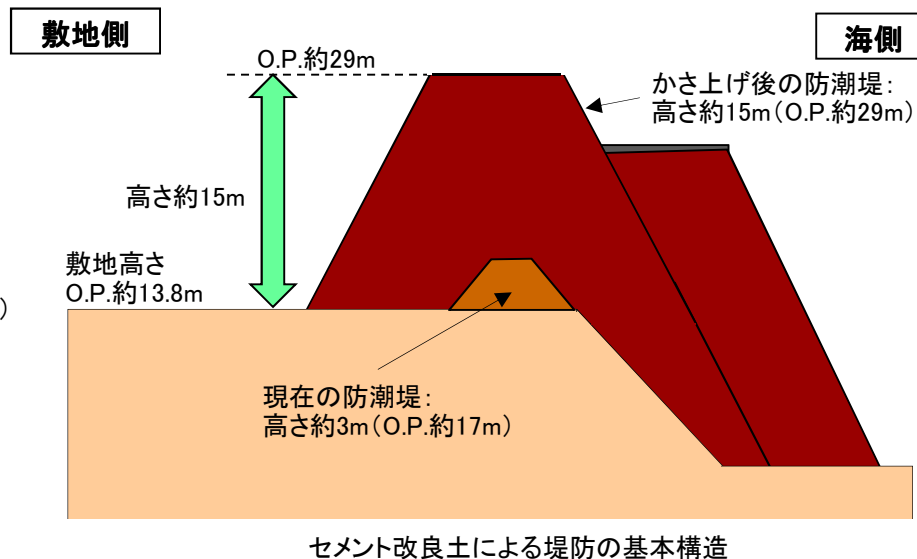
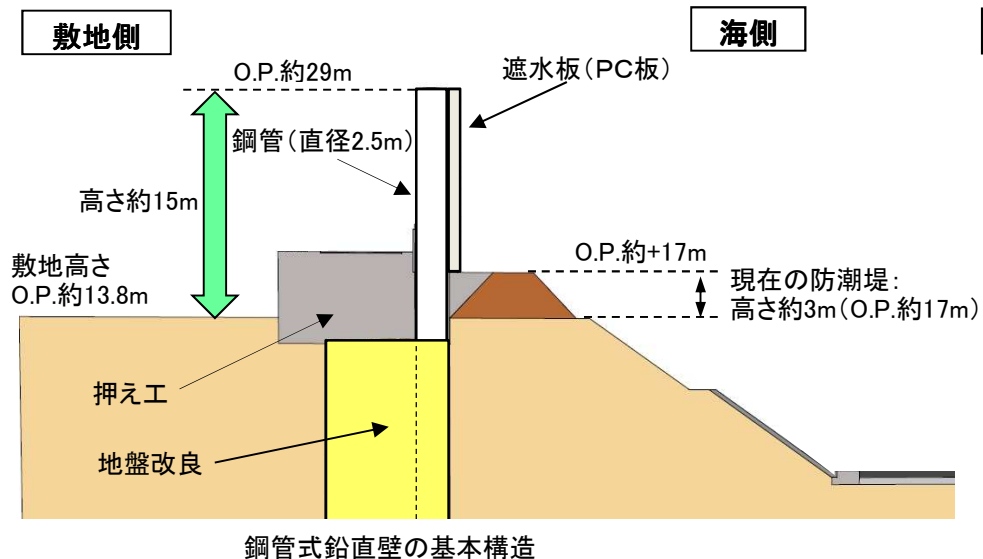
防潮堤の概要

- 目的： 津波評価結果(最大遡上水位約23m)を踏まえ、自主的な対策として防潮堤をかさ上げ
- 構造： 鋼管式鉛直壁(約680m)およびセメント改良土による堤防(約120m)
- 高さ： 約15m(O.P.※約29m)
- 長さ： 約800m
- 工事開始： 平成25年5月29日
- 完了時期： 平成28年3月(予定)

※O.P.: 女川の工事用基準面

(O.P.±0.0mは東京湾平均海面(T.P.)-0.74mに相当)

防潮堤完成予想図(かさ上げ後)



4-2 一深層防護第3層－

(1) 電源確保 ①対策の全体像

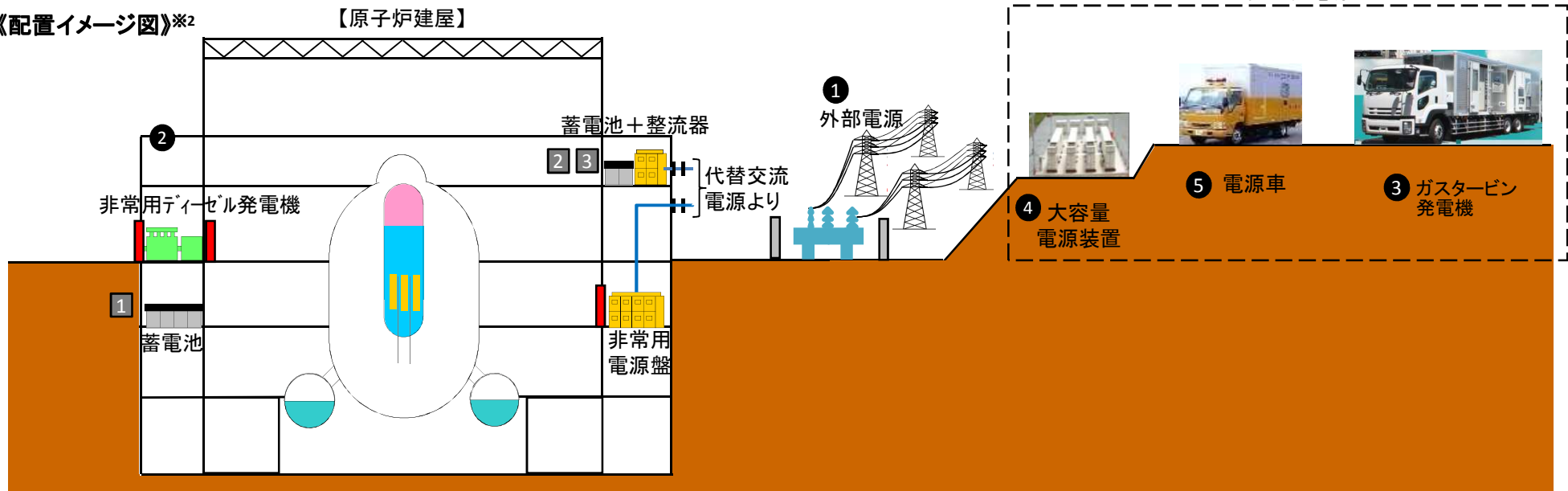
原子炉を冷却する機器等へ確実に電力を供給できるよう、交流電源および直流電源の供給手段に厚みを加えていく。

《凡例》

⊕ : 対策の効果を補強する対策

	1重	2重	3重	4重	5重
交流電源	①-1 外部電源の複数ルート化 ⊕ ①-2 上北変電所を経由しない送電線の新設【東通】強化 ⊕ ①-3 外部電源の耐震性強化強化	② 非常用ディーゼル発電機 多様化	③-1 ガスタービン発電機 多様化 ⊕ ③-2 燃料補給用タンクローリー※1 強化	④ 大容量電源装置 多様化	⑤-1 電源車 多様化 ⊕ ⑤-2 外部接続口の設置強化
直流電源	①-1 常設直流電源（蓄電池）(1系統目) ⊕ ①-2 蓄電池の容量増強強化	② 可搬型直流電源 (2系統目) 多様化	③ 常設直流電源 (3系統目) 多重化		

《配置イメージ図》※2



※1 対策④, ⑤の燃料補給にも使用

※2 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-2 ー深層防護第3層ー

(1) 電源確保 ②各対策の概要

交流電源

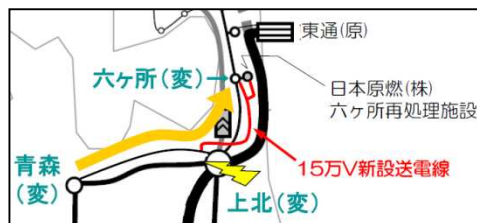
① 外部電源

①-1 外部電源の複数ルート化

外部電源による電源供給の信頼性を向上するため、発電所に接続する外部電源を複数準備。

①-2 上北変電所を経由しない送電線の新設【東通】

上北変電所が全故障した場合でも、下北地区の原子力施設に電力を送電できるよう、上北変電所を経由しないで供給可能な15万V送電線の新設。



①-3 外部電源の耐震性強化

地震に対する外部電源の信頼性を高めるため、送電線のがいしを耐震性の高いものに取替え。

② 非常用ディーゼル発電機

何らかの異常により発電所への外部電源が停止した場合に、非常用ディーゼル発電機が起動し発電所内で必要な電力を供給。

直流電源

① 常設直流電源(1系統目)

①-1 常設直流電源(蓄電池)

緊急時の原子炉減圧操作および高圧注水に必要な機器へ直流電源を供給するため、蓄電池を配備。

①-2 蓄電池の容量増強

直流電源の給電時間を延長するため、蓄電池容量を増強。

③ ガスタービン発電機

③-1 ガスタービン発電機の設置

原子炉等を冷却するために必要な大型のポンプに電力を供給するため、耐震性のある常設のガスタービン発電機を高台に設置。



③-2 燃料補給用タンクローリー

発電機の燃料切れにより電源供給が停止しないよう、燃料補給用のタンクローリーを配備(対策④、⑤の燃料補給にも使用)。



④ 大容量電源装置

原子炉等を冷却するために必要な大型のポンプに電力を供給するため、津波等の影響を受けない高台に大容量電源装置を設置。



⑤ 電源車

⑤-1 電源車

移動可能な電源車を高台に配備し、中央制御室等に電力を供給



⑤-2 外部接続口の設置

電源車を容易かつ確実に接続し給電できるよう、外部に接続口を設置。

② 可搬型直流電源(2系統目)

常設の蓄電池が使用不能となった場合でも直流電源を確保できるよう、可搬型直流電源設備を配備。

③ 常設直流電源(3系統目)

更なる信頼性の向上を図るため、常設の直流電源装置を新たに設置。(平成30年7月までに設置)

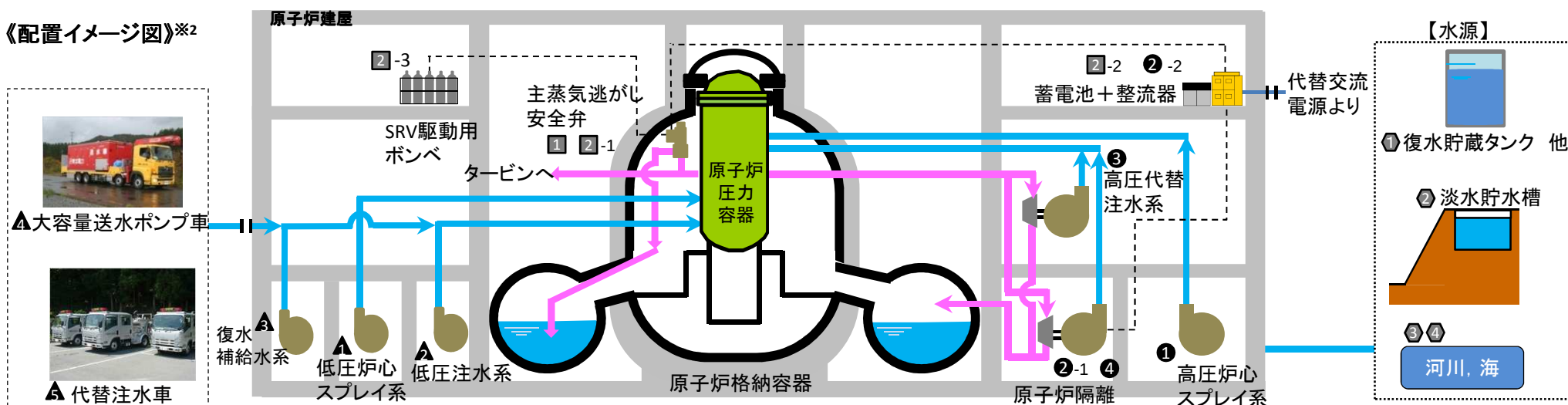
4-2 ー深層防護第3層ー

(2)注水確保 ①対策の全体像

炉心の損傷を防止するため、多様な注水手段、減圧手段および水源に厚みを加えていく。

《凡例》⊕: 対策の効果を補強する対策		1重	2重	3重	4重	5重
高圧注水	減圧前の高圧状態での炉心冷却手段を確保	① 高圧炉心スプレイ系	② -1 原子炉隔離時冷却系 (RCIC) 多様化 ⊕ ② -2 RCIC電源の強化 強化	③ 高圧代替注水系 多様化	④ RCICの手动起動 (手順整備) 多様化	
	減圧	① 自動減圧系	⊕ ② -1 主蒸気逃がし安全弁 (SRV) 多様化 ⊕ ② -2 SRV駆動用電源の強化 強化 ⊕ ② -3 SRV駆動用ポンベの増配備 強化			
低圧注水	低圧状態へ早期かつ確実に移行する手段を確保					
	低圧状態で安定的・継続的に注水する手段を確保	⚠ 低圧炉心スプレイ系	⚠ 低圧注水系 多様化	⚠ 復水補給水系 多様化	⚠ -1大容量送水ポンプ車 多様化 ⊕ ⚠ -2 燃料補給用タンクローリー※1 強化 ⊕ ⚠ -3 外部接続口の設置※1 強化	⚠ 代替注水車 (消防車等) 多様化
水源	継続的な注水を可能とする水源を確保	① 復水貯蔵タンク 他	② 淡水貯水槽 多様化	③ 河川利用【東通】 (手順の整備) 多様化	④ 海水利用 (手順の整備) 多様化	

《配置イメージ図》※2



※1 対策⚠にも使用

※2 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-2 ー深層防護第3層ー

(2) 注水確保 ②各対策の概要(その1)

高圧注水

① 高圧炉心スプレイ系

事故直後の高圧状態の原子炉を冷却するため、交流電源により駆動する高圧炉心スプレイ系を設置し、原子炉の注水冷却を実施。

② 原子炉隔離時冷却系

② -1 原子炉隔離時冷却系(RCIC)

交流電源が喪失した場合にも原子炉への注水を可能とするため、直流電源により制御可能な蒸気駆動のRCICを設置。

② -2 RCIC電源の強化

交流電源喪失時のRCICの運転を長時間継続するため、可搬型直流電源からも電源を供給。

③ 高圧代替注水系

建屋への浸水等の共通要因による高圧代替注水機能の喪失を回避するため、高圧代替注水系をRCIC設備より高い位置に設置し位置的分散を図る。



④ RCICの手動起動(手順整備)

直流電源が喪失した場合でも現場でRCICを起動できるように、手順を整備。

減圧

① 自動減圧系

冷却材喪失事故時に、主蒸気逃がし安全弁により原子炉を確実に低圧状態へと移行し、低圧注水を行うため、自動減圧系を設置。

② 主蒸気逃がし安全弁

② -1 主蒸気逃がし安全弁(SRV)

本来は原子炉圧力容器の圧力上昇を緩和するためにSRVが設置されているが、SRVを手動で開放することで、高圧状態の原子炉を確実に適切なタイミングで減圧をすることが可能。

② -2 SRV駆動用ポンプの増配備

SRVを開けるために使用する窒素の供給機能を強化するため、SRV駆動用ポンプを増配備。

② -3 SRV駆動用電源の強化

SRV操作用の直流電源を強化するため、可搬型直流電源からも電源を供給。

4-2 ー深層防護第3層ー

(2) 注水確保 ②各対策の概要(その2)

低圧注水

▲ 低圧炉心スプレイ系

低圧状態まで減圧された原子炉を冷却するため、交流電源により駆動する低圧炉心スプレイ系を設置し、原子炉の注水冷却を実施。

▲ 低圧注水系

低圧状態まで減圧された原子炉を冷却するため、交流電源により駆動する低圧注水系を設置し、低圧注水機能を多様化。

▲ 復水補給水系

低圧状態の原子炉への注水手段を多様化するため、補機冷却系を必要としない復水補給水系による注水手順を整備。

▲ 大容量送水ポンプ車

▲-1 大容量送水ポンプ車

事故等により、恒設の原子炉への低圧注水手段が使用不能となった場合に備え、代替注水手段として大容量送水ポンプ車を配備。
緊急時の対応をより実効的なものとするため、追加配備を図り、対応に必要な台数を確保。



▲-2 燃料補給用タンクローリーの配備

大容量送水ポンプ車を継続的に使用するため、燃料補給用タンクローリーを配備（対策▲にも使用）。



▲-3 外部接続口の設置

大容量送水ポンプ車等から原子炉建屋内への注水を速やかに実施するため、建屋に注水の用途に応じた専用の接続口を設置。また、接続口が一つの要因で使用不能とならないよう、異なる位置に複数用意配備（対策▲にも使用）。



▲ 代替注水車

消防車等の代替注水を行う車両を配備することで、より幅広い事象に対して注水手段を確保。

水源

① 復水貯蔵タンク 他

原子炉や使用済燃料プール等に注水する水源として、復水貯蔵タンク、ろ過水タンク等を設置。

② 淡水貯水槽

原子炉や使用済燃料プールに長期間注水するための水源を確保するため、発電所敷地内の高台に大量の淡水を貯蔵できる貯水池を設置。

③ 河川利用【東通】(手順の整備)

河川を堰き止めて大量の淡水を確保するための手順を整備し、作業に必要な可搬式資機材（ウォーターゲート等）を配備。



ウォーターゲート

④ 海水利用(手順の整備)

発電所に身近で無尽蔵に存在する海水を原子炉への注水等に使用する手順を整備し、作業に必要な可搬式資機材（大容量送水ポンプ車）を配備。

4-2 ー深層防護第3層ー

(3)除熱確保 ①対策の全体像

原子炉で発生した熱を外部へ放出し、原子炉を除熱するための手段に、厚みを加えていく。

《凡例》

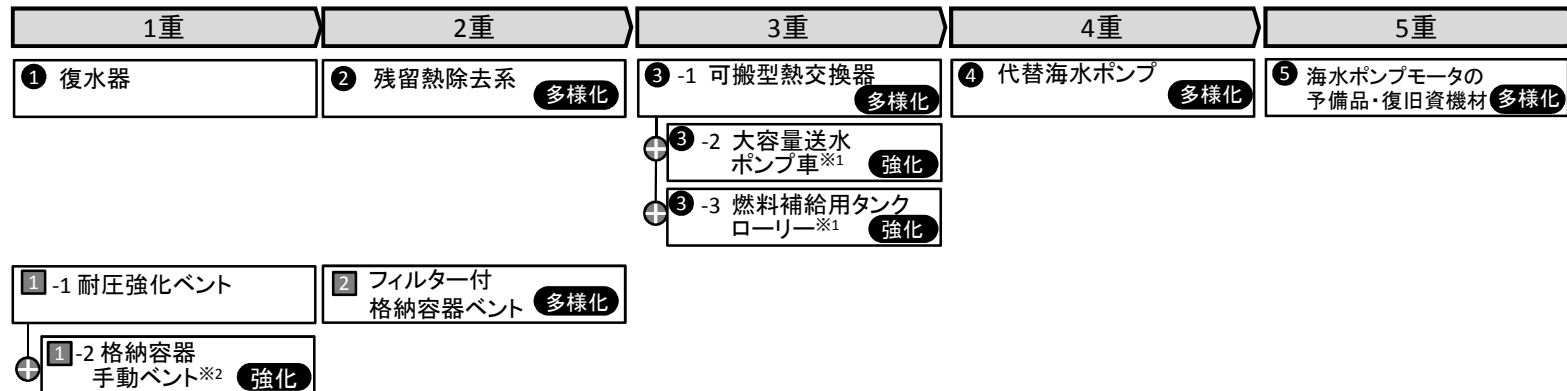
⊕ : 対策の効果を補強する対策

海への除熱

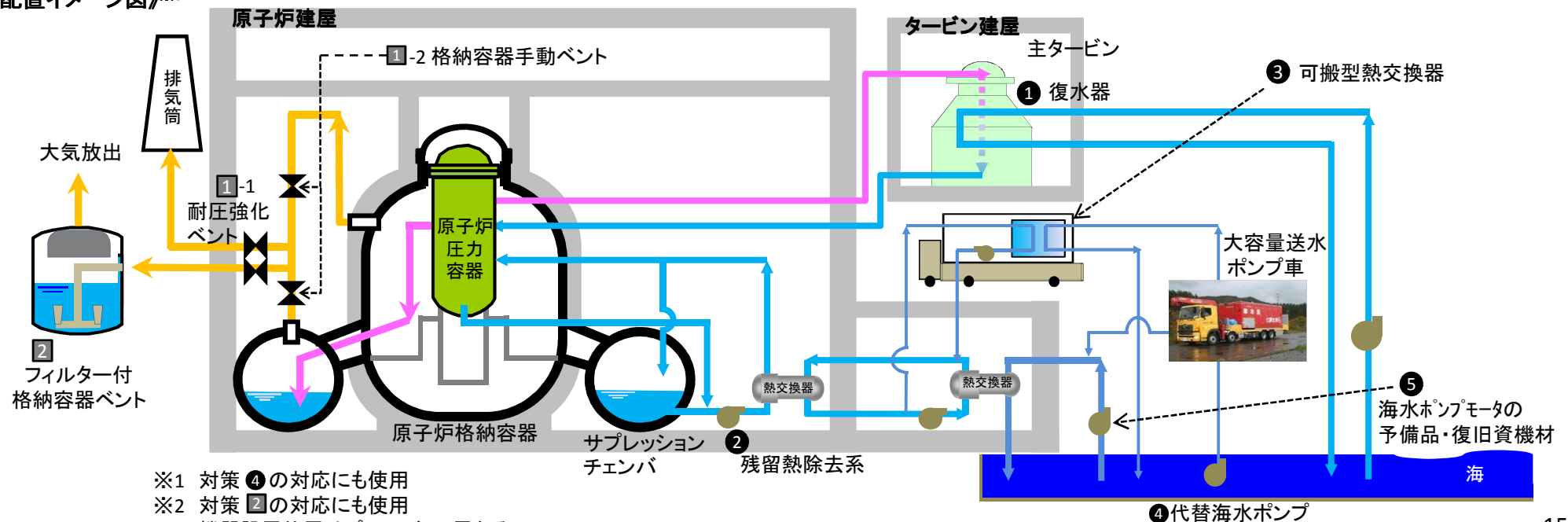
海水との熱交換により、停止後の原子炉の崩壊熱除去手段を確保

大気への除熱

海水との熱交換が不能となった場合でも、大気への放出による崩壊熱除去手段を確保



《配置イメージ図》※³



4-2 ー深層防護第3層ー

(3)除熱確保 ②各対策の概要

海への除熱

① 復水器

原子炉で発生した蒸気を、海水との熱交換によって冷却凝縮し、水に戻す装置を設置。回収された水は冷却水として原子炉へ給水可能。

② 残留熱除去系

原子炉停止後に、原子炉より炉水を取り出し、熱交換器を介して冷却した水を再び原子炉へ戻すことにより崩壊熱等の残留熱を除去する設備を設置。

③ 代替熱交換器

③-1 可搬型熱交換器

既設の海水との熱交換機能の代替として海水と熱交換が可能な可搬型設備を配備。

③-2 大容量送水ポンプ車

可搬型熱交換器の冷却源として使用する海水を取水可能な代替海水ポンプ(大容量送水ポンプ車)を配備。



③-3 燃料補給用タンクローリーの配備

大容量送水ポンプ車を継続的に使用するため、燃料補給用タンクローリーを配備。(対策④にも使用)



④ 代替海水ポンプ

既設の海水系ポンプが機能喪失した場合に、これを代替するポンプとして大容量送水ポンプ車を配備

⑤ 海水ポンプモータの予備品・復旧資機材

既設の海水ポンプモータが使用不可能となった場合に、速やかに交換・復旧ができるよう予備品および乾燥資機材を配備。

大気への除熱

① 格納容器ベント

①-1 耐圧強化ベント

事故時等に、原子炉格納容器を介して原子炉の熱を大気へ放出することが可能な設備を設置。本設備では、原子炉で発生した蒸気をサブプレッションプールを介して大気へ放出することが可能で、放出した蒸気分の水量を注水設備により原子炉へ供給することにより継続に原子炉の除熱が可能。

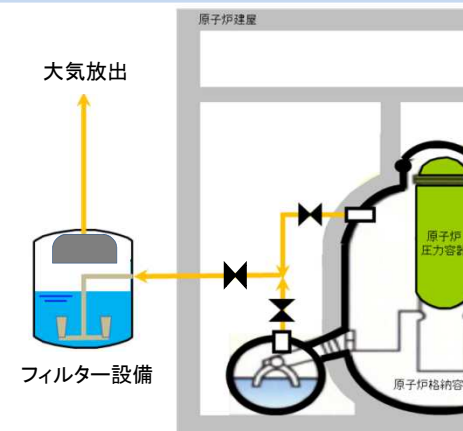


①-2 格納容器手動ベント

電源喪失等により中央制御室からの遠隔操作が不能となった場合に、現場にて手動でベント弁の開閉操作が可能となるようハンドルを設置。

② フィルター付格納容器ベント

耐圧強化ベントとは別に、原子炉格納容器を介して原子炉の熱を大気へ放出することが可能な設備を設置し、大気への除熱機能を多様化。本設備では原子炉で発生した蒸気をフィルタ装置を介して大気へ放出することにより、直接放出時に比べ放射性物質の放出量を大幅に抑制することが可能。



4-3 一深層防護第4層一

(1)格納容器破損防止 ①対策の全体像

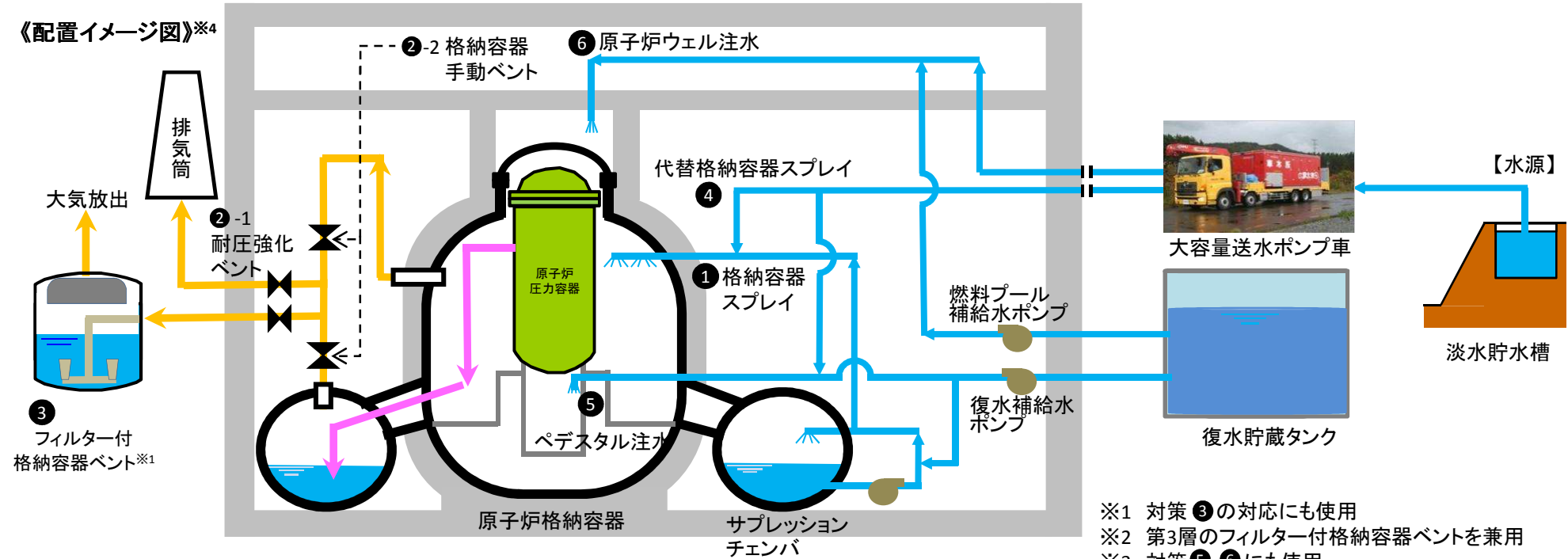
格納容器の圧力・温度の上昇を抑え、格納容器の破損を防止するための設備に厚みを加えていく。

《凡例》
⊕ : 対策の効果を補強する対策

格納容器破損防止
炉心損傷が発生した場合でも、格納容器の圧力・温度上昇による格納容器破損を防止

1重	2重	3重	4重	5重	6重	7重
① 格納容器スプレイ	②-1 耐圧強化ベント 多様化 ⊕ ②-2 格納容器手動ベント※1 強化	③ フィルター付格納容器ベント※2 多様化	④-1 代替格納容器スプレイ (大容量送水ポンプ車) 多様化 ⊕ ④-2 燃料補給用タンクローリー※3 強化 ⊕ ④-3 外部接続口の設置※3 強化	⑤ ペDESTAL注水 (復水補給水ポンプまたは大容量送水ポンプ車) 多様化	⑥ 原子炉ウェル注水 (燃料プール補給水ポンプまたは大容量送水ポンプ車) 多様化	⑦ 特定重大事故等対処施設 多様化

《配置イメージ図》※4



※1 対策③の対応にも使用
※2 第3層のフィルター付格納容器ベントを兼用
※3 対策⑤、⑥にも使用
※4 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-3 一深層防護第4層ー

(1) 格納容器破損防止 ②各対策の概要(その1)

① 格納容器スプレイ

冷却材喪失事故等により格納容器の温度・圧力が上昇した場合に、格納容器内にスプレイすることにより温度・圧力を低下させる設備を設置。

② 格納容器ベント

②-1 耐圧強化ベント

事故時等に、原子炉格納容器を介して原子炉の熱を大気へ放出することが可能な設備を設置。原子炉格納容器内の圧力が上昇した際に、格納容器内の雰囲気を外部に放出させて圧力を下げ、格納容器破損を防止。

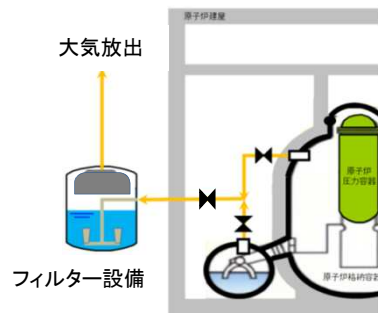
②-2 格納容器手動ベント

電源喪失等により中央制御室からの遠隔操作が不能となった場合に、現場にて手動でベント弁の開閉操作が可能となるようハンドルを設置。



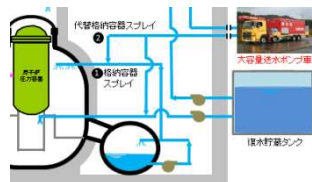
③ フィルター付格納容器ベント

耐圧強化ベントとは別に格納容器内の圧力が上昇した際に、過圧による格納容器破損を防止するため、格納容器内の雰囲気を外へ放出するための設備を設置。本設備では、フィルタを介して放出することにより、直接放出時に比べ、放射性物質の放出量を大幅に抑制することが可能。(第3層のフィルター付格納容器ベントを兼用)



④ 代替格納容器スプレイ

既設の格納容器スプレイが使用不能となった場合においても、代替注水設備を用いて格納容器へのスプレイが可能となるよう、専用の接続口および接続配管を設置。注水手段は低圧注水対策として配備する大容量送水ポンプ車を活用。



④-2 燃料補給用タンクローリーの配備

大容量送水ポンプ車を継続的に使用するため、燃料補給用タンクローリーを配備(対策⑤,⑥にも使用)。



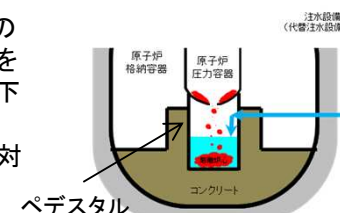
④-3 外部接続口の設置

大容量送水ポンプ車から原子炉建屋内への注水を速やかに実施するため、建屋に注水の用途に応じた専用の接続口を設置。また、接続口が一つの要因で使用不能とならないよう、異なる位置に複数用意配備(対策⑤,⑥にも使用)。



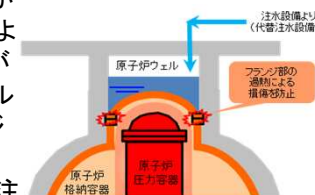
⑤ ペDESTAL注水

格納容器へ熔融炉心が落下した場合に、高温の熔融炉心による格納容器のコンクリートの侵食を抑制するため、ペDESTAL部(原子炉格納容器下部)への注水をするための設備を設置。注水手段は復水補給水ポンプまたは低圧注水対策として配備する大容量送水ポンプ車を活用。



⑥ 原子炉ウェル注水

事故時に、損傷炉心の発熱等により格納容器内が高温となり、格納容器の上蓋フランジ部が過熱により劣化・破損し格納容器内の放射性物質や水素が漏えいする可能性がある。このため、原子炉ウェル(原子炉格納容器の外側上部)へ注水し、フランジ部の冷却を行うための設備を設置。注水手段は燃料プール補給水ポンプまたは低圧注水対策として配備する大容量送水ポンプ車を活用。



4-3 一深層防護第4層一

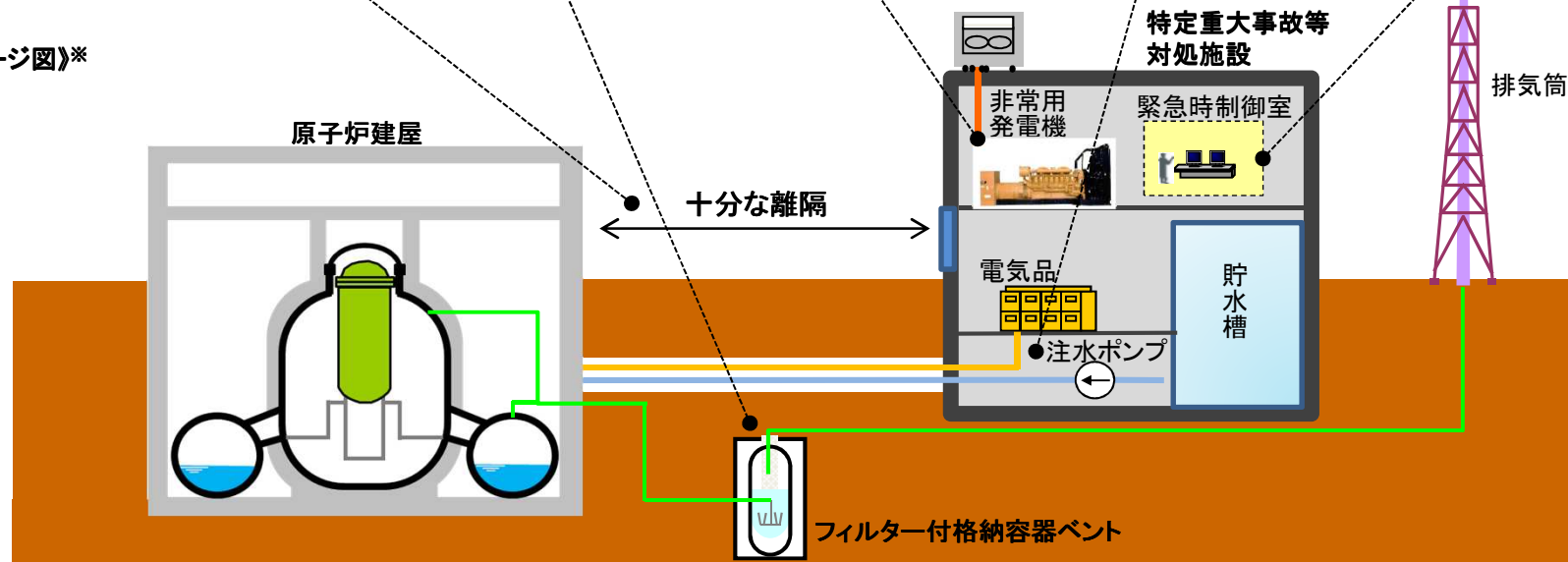
(1) 格納容器破損防止 ②各対策の概要(その2)

⑦ 特定重大事故等対処施設

万一の意図的な航空機衝突等に備え、格納容器の破損を防止するために必要な設備を新たに設置(平成30年7月までに設置)。

離隔 共通の要因で原子炉建屋と特定重大事故等対処施設が同時に機能を喪失しないよう事故の影響範囲を考慮した位置に設置。	格納容器防護 格納容器破損防止のための設備を事故の影響を受けない場所に設置。	電源 特定重大事故等対処施設を機能させるのに必要な電源および電気品を設置。	注水機能 炉心損傷ならびに格納容器破損防止のための注水設備および十分な量の水源を設置。	制御室 中央制御室の使用が困難な場合にも原子炉を安全に停止させ、かつ、停止後も原子炉を安全な状態に維持するために必要な設備の制御が可能な施設を設置。
---	---	--	--	---

《配置イメージ図》※



※ 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-3 ー深層防護第4層ー

(2)放射性物質の拡散抑制 ①対策の全体像

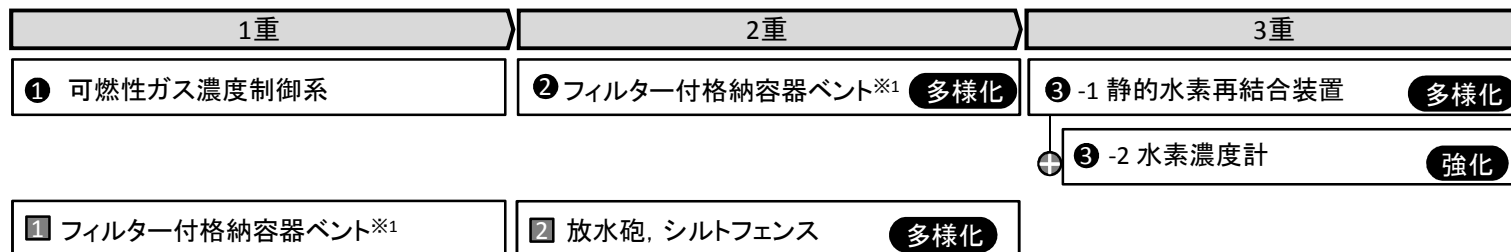
炉心損傷等により発生した放射性物質が、環境へ大量に放出することを回避するための対策に厚みを加えていく。

《凡例》

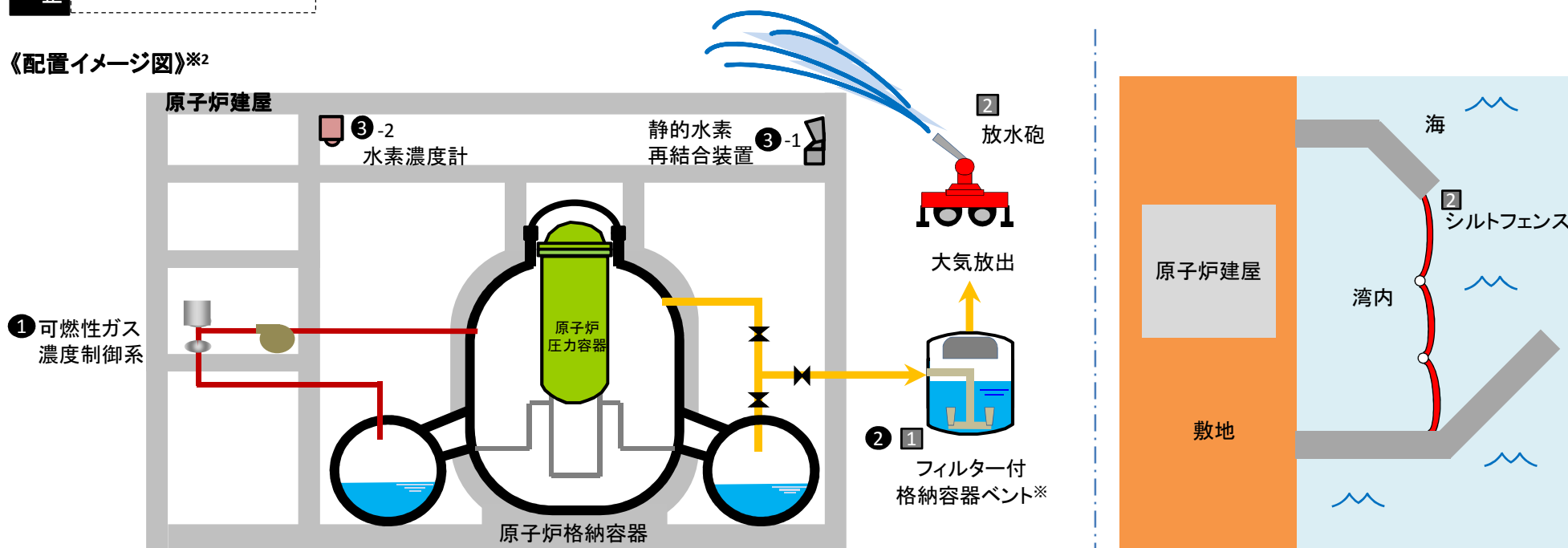
⊕：対策の効果を補強する対策

防止 水素爆発 水素爆発による建屋破損（放射性物質の環境放出）を防止

対策 拡散防止 熔融炉心等から発生した放射性物質の環境への大量放出・拡散を抑制



《配置イメージ図》※²



※¹ 第3層のフィルター付格納容器ベントを兼用

※² 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-3 一深層防護第4層一

(2) 放射性物質の拡散抑制 ②各対策の概要

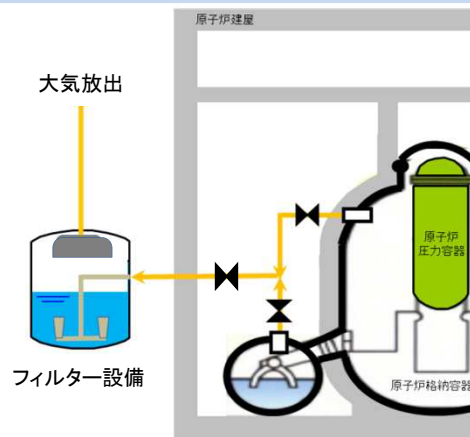
水素爆発防止

① 可燃性ガス濃度制御系(FCS)

冷却材喪失事故後に格納容器内に発生する水素および酸素の燃焼反応による格納容器の破損を防止するため、格納容器内の可燃性ガス濃度を反応限界未満に制御するための設備を設置。

② フィルター付格納容器ベント

事故時の炉心損傷による水一金属反応により発生した水素をフィルタ装置を介して大気へ放出することで、原子炉格納容器内の水素爆発による破損を防止。
(第3層のフィルター付格納容器ベントを兼用)



③ 水素濃度の低減、監視

③-1 静的水素再結合装置(PAR)の設置

格納容器から原子炉建屋内に漏えいした水素を動力を用いることなく触媒により再結合させ、建屋内の水素濃度の上昇を緩和するための装置を設置。



③-2 水素濃度計の設置

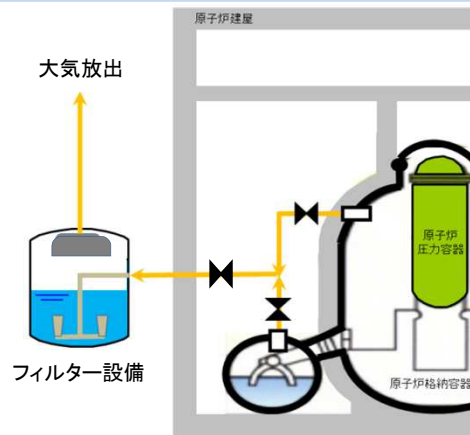
格納容器損傷後における原子炉建屋内の水素濃度を監視するため、原子炉建屋の最上階に水素濃度計を設置。



拡散防止対策

① フィルター付格納容器ベント

原子炉格納容器の破損を防止するために、格納容器ベント操作が必要となった場合に、万一、炉心損傷等が発生しているような状況でも、フィルタ装置を介することにより、粒子状放射性物質の放出量を1/1000以下に抑制可能な設備を設置。
(第3層のフィルター付格納容器ベントを兼用)



② 放射性物質拡散抑制対策

原子炉建屋放水設備

放射性物質の大気中への拡散を可能な限り抑制するため、原子炉建屋損壊時に原子炉建屋へ放水できるよう放水砲を配備。

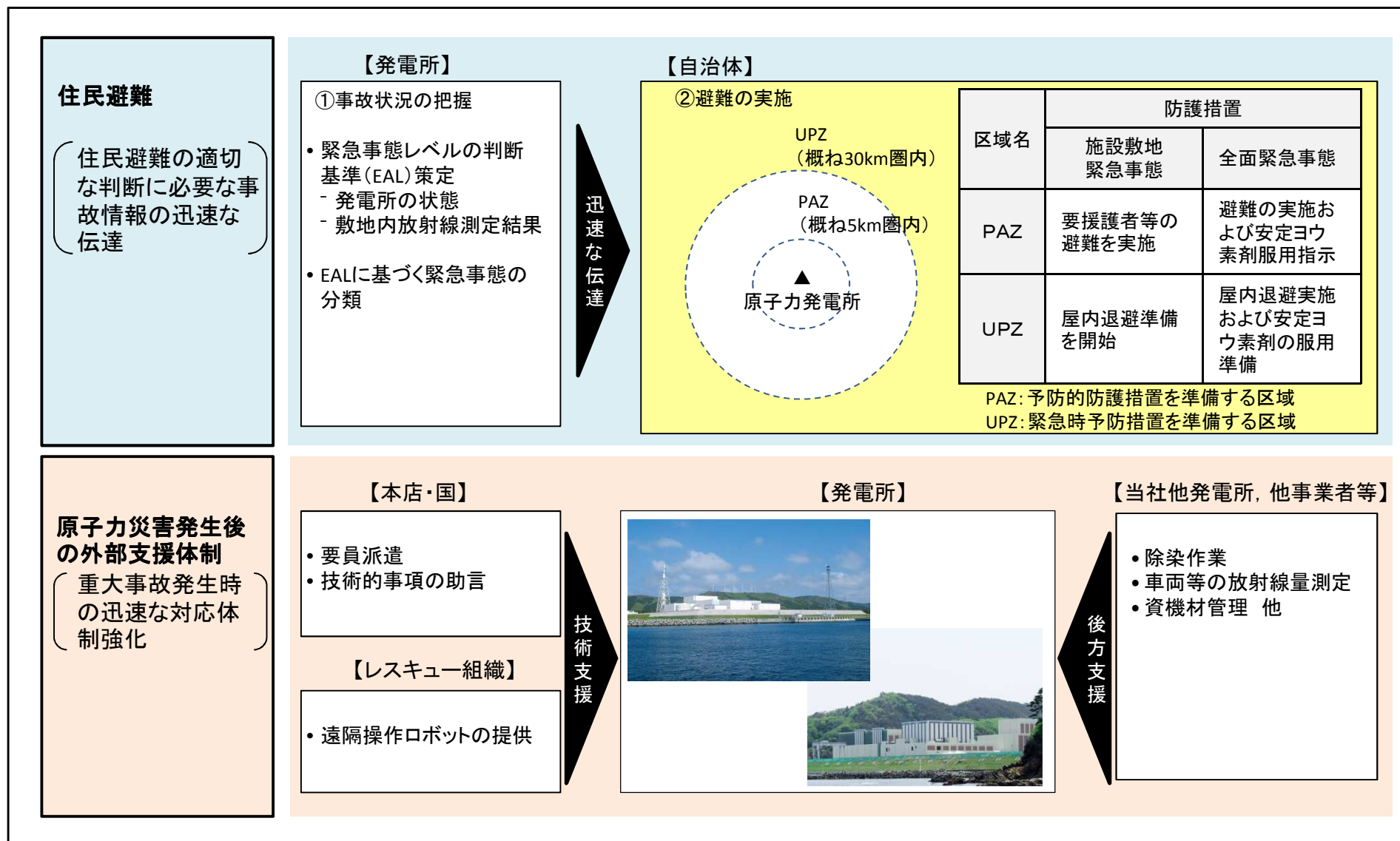


シルトフェンス

原子炉建屋放水設備の放水により放射性物質が海へ流出した際に、汚染物質の拡散による海洋汚染拡大を防止するための設備を用意。

4-4 ー深層防護:第5層（防災）ー

万一の原子力災害発生時にも備え、国・自治体や他事業者との連携体制を強化していく。

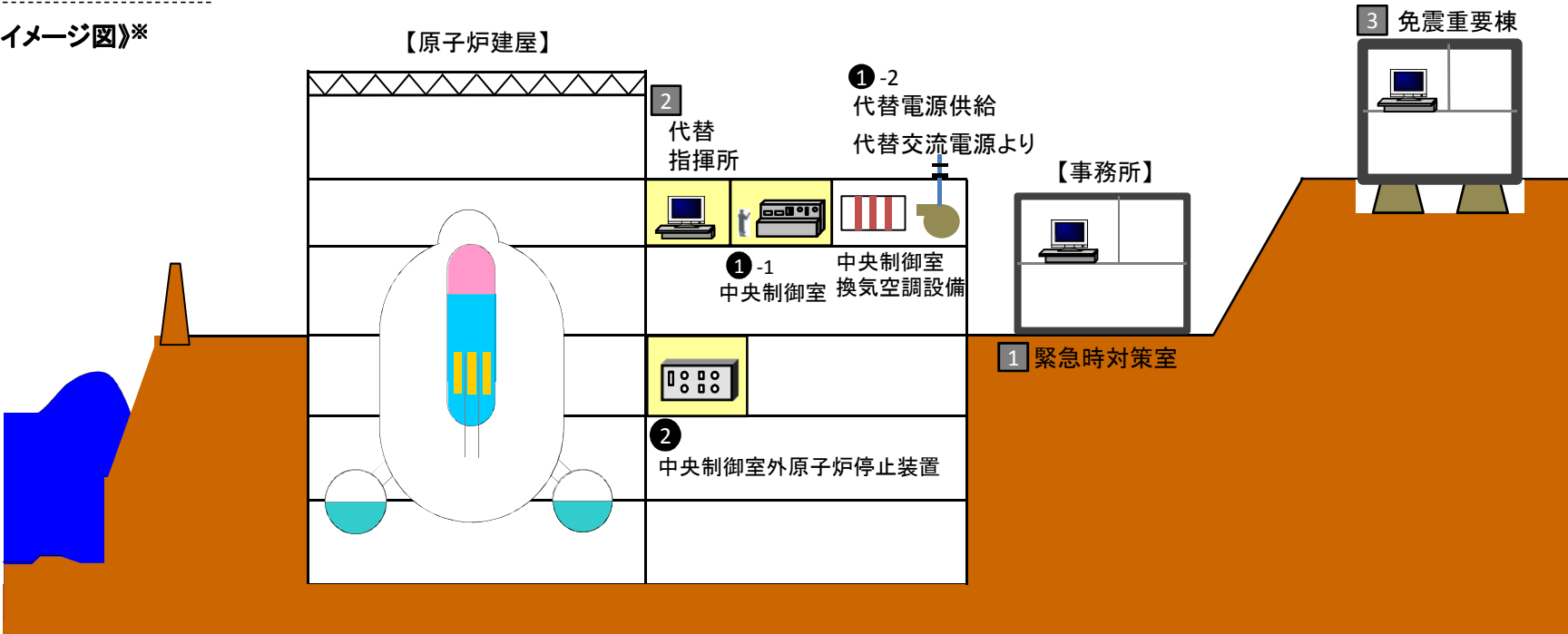


4-5 ー事故対応の基盤整備(共通)ー (1)活動拠点 ①対策の全体像

重大事故時の対応指揮や現場対応の拠点となる設備に厚みを加えていく。

《凡例》 ⊕ : 対策の効果を補強する対策		
	1重	2重
制御室	① -1 中央制御室	② 中央制御室外原子炉停止装置 多様化
	⊕ ① -2 換気空調設備への代替電源供給 強化	
指揮所	① 緊急時対策室	② 代替緊急時対策所 多様化
		③ 免震重要棟 多様化

《配置イメージ図》※



※ 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-5 一事故対応の基盤整備(共通)一

(1)活動拠点 ②各対策の概要

制御室

① 中央制御室

① -1 中央制御室

運転員が常時滞在し、プラントの状態監視や各種設備の運転操作を行う。



① -2 換気空調設備への代替電源供給

事故等の緊急時に既設の電源機能が喪失した場合においても、中央制御室における運転員の対応操作等に支障をきたさぬよう、中央制御室の換気空調設備へ電源車等の代替電源から電源を供給し、中央制御室の居住性を確保。

② 中央制御室外原子炉停止装置

万一、中央制御室での操作が困難となった場合に、中央制御室外から原子炉を安全に停止させ、かつ、停止後も原子炉を安全な状態に維持することが可能な設備を設置。

指揮所

① 緊急時対策室

緊急時対応の指揮命令を行う拠点となり、多様な通信設備により発電所内外との通信連絡が可能な施設を設置。

② 代替緊急時対策所

万一、緊急時対策室が使用不能となった場合にも、指揮所機能が損なわれないよう、緊急時対策室と同等な設備を有した代替の指揮所を整備。

③ 免震重要棟

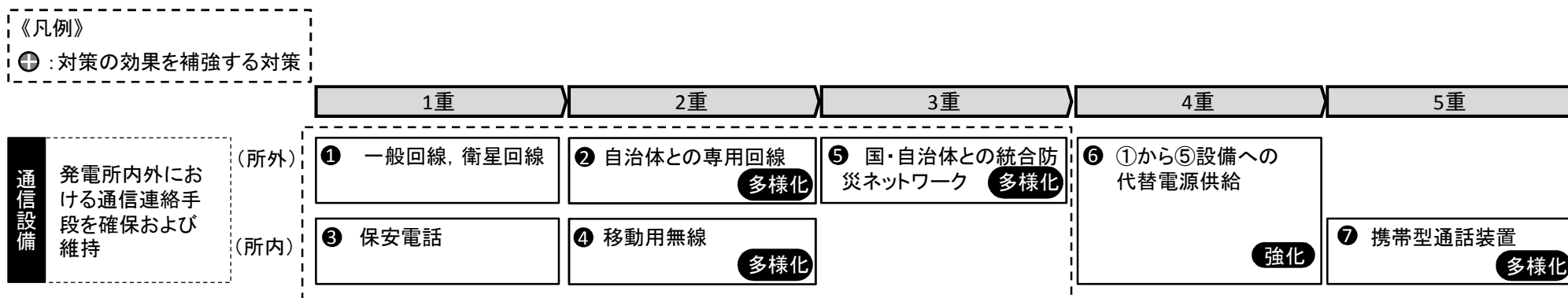
大規模な原子力災害が発生した際にも、緊急時の対応に支障をきたすことがないよう、緊急時の対応に必要な指揮所機能、通信・電源などの重要設備および放射線遮蔽を考慮した躯体並びに空調設備を有し、十分な数の現場対応要員が留まることが可能な免震構造の建物を設置。



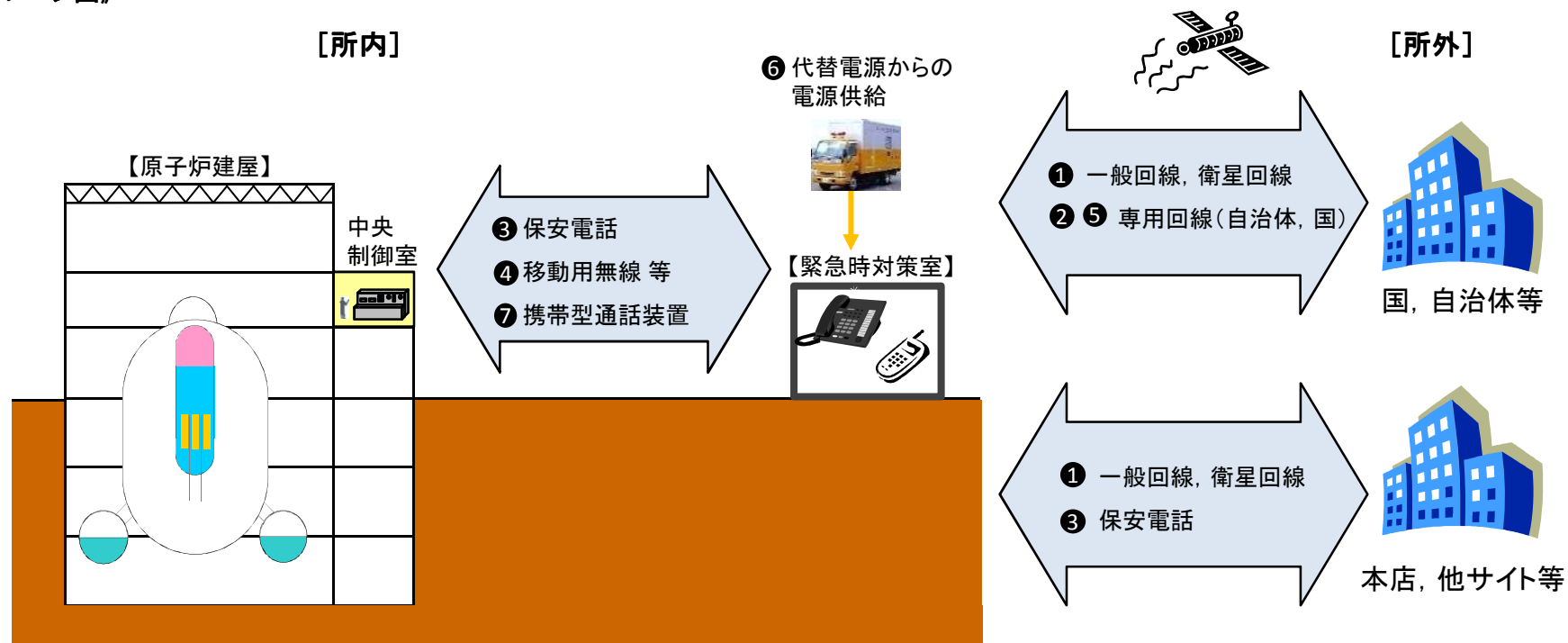
4-5 一事故対応の基盤整備(共通)

(2) 通信設備 ①対策の全体像

重大事故時においても使用可能な発電所内外への通信連絡手段に厚みを加えていく。



《配置イメージ図》※



※ 機器設置位置はプラント毎に異なる

4-5 一事故対応の基盤整備(共通)―

(2)通信設備 ②各対策の概要

① 一般回線、衛星回線

一般回線および衛星回線を用いた多様な通信手段により、発電所内外との通信連絡が可能。

② 自治体との専用回線

緊急時に関連自治体との情報連絡を行うための専用回線を有しており、一般回線が使用不能の場合にも自治体との連絡が可能。

③ 保安電話

発電所内に限らず、社内回線を通じて社内全般に連絡可能な保安電話を設置。保安電話には固定型および携帯型の通話装置があり、現場との連絡が可能。

④ 移動用無線

保安電話が使用不能な場合にも所内および発電所近郊との連絡が可能な移動用無線を配備。

⑤ 国・自治体との統合防災ネットワーク

緊急時に国・自治体・その他関係機関との情報連絡を行うため、多様化された専用回線(地上系・衛星系)とTV会議システムを有する統合防災ネットワークを整備しており、一般回線が使用不能の場合にも関係機関との連絡が可能。

⑥ 代替電源供給

電源が喪失した場合においても、通信機能を確保するため、電源車等の代替電源による通信設備への電源供給が可能。また、可搬式の発電機を配備し、通話装置への充電を可能とするなど、通信機能を強化。

⑦ 携帯型通話装置

建屋各所の通話装置の接続口に通話装置をつなぎこむことにより所内での通話が可能となる携帯型の通話装置を配備。

4-5 一事故対応の基盤整備(共通)－

(3) 監視・計測 ①対策の全体像

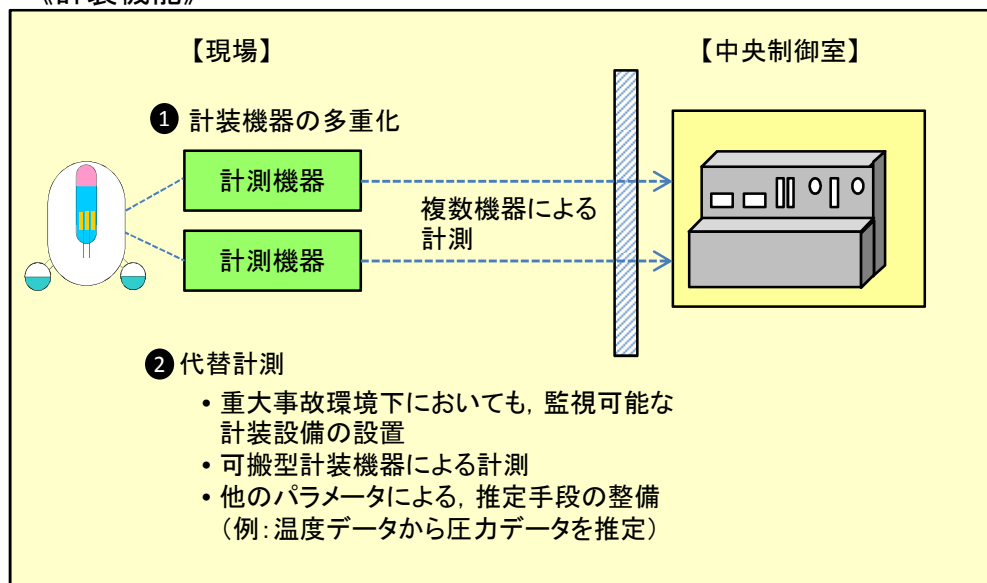
重大事故環境下においてもプラントの状態監視および必要データの計測が可能となるような手段に厚みを加えていく。

《凡例》

⊕ : 対策の効果を補強する対策



《計装機能》



《モニタリング機能》



4-5 一事故対応の基盤整備(共通)－

(3)監視・計測 ②各対策の概要

① 計装機能

①-1 計装機能の多重化

安全系に係る計装設備について、その機能を喪失しないよう、計装設備を多重化し、計装機能の信頼性を向上。

①-2 計装機器への代替電源供給

電源喪失時においてもプラントの監視・制御が可能となるよう、代替電源から計装機器への電源供給が可能。

② 代替計測

重大事故が発生した場合においてもプラント状態の把握に必要なパラメータの監視を継続するため、事故環境下においても計測可能な計装機器を設置。また、重大事故環境下において、計装機器が故障した場合を考慮し、他のパラメータによる推定手段を整備。

① モニタリングポスト

①-1 モニタリングポスト

発電所の周辺環境における放射線量の連続的監視が可能な設備を発電所敷地内に複数設置。

①-2 モニタリングポスト用電源の強化

電源喪失時においてもモニタリング機能を確認するため、代替電源からモニタリングポストへの電源供給が可能。



②-1 ②-2 可搬式モニタリングポスト

モニタリングポストが使用不能となった場合においても、環境モニタリングを継続するため、可搬型のモニタリングポストを配備。
また、可搬型モニタリングポストの追加配備を行い、緊急時の対応に必要な台数を確保。

③-1 ③-2 モニタリングカー

環境中の放射線量や放射性物質濃度を移動しながら計測することで、広範囲にわたる測定が可能なモニタリング設備を配備。

また、モニタリングカーを増配備することにより緊急時における環境モニタリング機能を強化。



おわりに

今後とも、より高いレベルでの安全確保にむけて継続的に取り組むことが重要と考えており、さらなる安全性向上に向けて、地域のみなさまの安心につながるよう、安全対策に万全を期してまいります。

ご清聴ありがとうございました。