

福島第一原子力発電所事故を踏まえた 若狭地域の原子力発電所の安全対策 の実施状況について

**平成 23 年 7 月
原子力安全・保安院**

東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋 進捗状況のポイント(抜粋)

(平成23年7月19日 原子力災害対策本部政府・東京電力統合対策室)

1. 基本的考え方(変更なし)

原子炉および使用済燃料プールの安定的冷却状態を確立し、放射性物質の放出を抑制することで、避難されている方々のご帰宅の実現および国民の皆さまが安心して生活いただけるよう全力で取り組む。

2. ステップ1の総括

ステップ1期間でモニタリングポスト等が示す放射線量は減少傾向(右図)。また、現在の放射性物質放出量評価を東京電力が実施。これによる発電所敷地境界における被ばく線量評価は、最大でも約1.7mSv/年(Cs134、137、暫定値)であり、事故当初と比較して十分に減少していることを確認。以上より、ステップ1の目標「放射線量が着実に減少傾向となっている」の達成を確認。

【課題(1)原子炉】：「安定的な冷却」に到達

以下の状況から、「安定的な冷却」の目標に到達したと考えている。

- 原子炉圧力容器底部の温度が上昇傾向を示しておらず、原子炉で発生している熱(崩壊熱)を安定的に除去できていること
- 処理施設が稼働して滞留水を増やさずに注水(循環注水冷却)が出来ていること
- 注水の信頼性(異常時対策や複数の注水手段等)が確保されていること
- 格納容器に窒素充填を行い、水素爆発が回避されていること

【課題(2)燃料プール】：「安定的な冷却」に到達(特に2,3号機はステップ2目標の「より安定的な冷却」到達)

1号機は通常ラインによる注水を開始(1号機5/29)。4号機も通常ライン代替として外部注入設備を設置(6/17)し、「安定的な冷却」に到達。

2,3号機は熱交換器による循環冷却を開始し、ステップ2の目標「より安定的な冷却」に到達(2号機5/31、3号機6/30)。

3. ステップ2の目標・達成時期

目標「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」と達成時期(今後3ヶ月～6ヶ月)に変更なし

【課題(1)原子炉】：循環注水冷却を継続し、圧力容器温度等をしっかりと監視し、「冷温停止状態」に持ち込む。

東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋 当面の取組のロードマップ(改訂版)

平成 23 年 7 月 19 日
原子力災害対策本部
政府・東京電力統合対策室

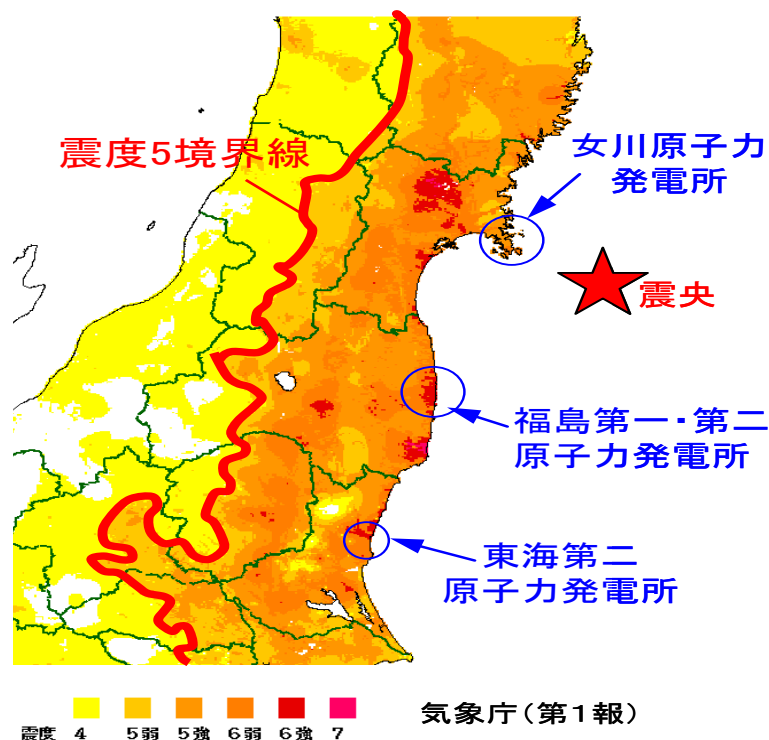
赤字: 前回からの追加点、☆印: 報告徴収済

課題		初回(4/17)時点	ステップ1(3ヶ月程度)	ステップ2(ステップ1終了後3～6ヶ月程度)	中期的課題 (～3年程度)
				現時点(7/17)	
Ⅰ. 冷却	(1) 原子炉	淡水注入	最小限の注水による燃料冷却(注水冷却) → 循環注水冷却(開始) ☆ 滞留水再利用の検討／準備 窒素充填 ☆ 作業環境改善 ☆	安定的な冷却 循環注水冷却(継続) 注水操作の遠隔操作 熱交換機能の検討／実施	冷温停止状態 冷温停止状態の継続 構造材の腐食破損防止 ※一部前倒し
	(2) 燃料プール	淡水注入	注入操作の信頼性向上／遠隔操作 ※前倒し 循環冷却システム(熱交換器の設置) ☆ ※一部前倒し	注水操作の遠隔操作 熱交換機能の検討／実施	より安定な冷却 燃料の取り出し作業の開始
Ⅱ. 抑制	(3) 滞留水	放射性レベルの高い水の移動 放射性レベルの低い水の保管	保管／処理施設の設置 ☆ 保管施設の設置／除染処理	施設拡充／本格的な水処理施設検討 ☆ 除染／塩分処理(再利用)等 廃スラッジ等の保管／管理 ☆ 海洋汚染拡大防止	滞留水全体量を減少 本格的な水処理施設の設置 滞留水の処理継続 廃スラッジ等の処理の研究 海洋汚染拡大防止
	(4) 地下水	地下水の汚染拡大防止 地下水の遮へい壁の方式検討	地下汚染防止 地下水の遮へい壁の方式検討	(保管／処理施設拡充計画にあわせてサブドレン管) 地下水の遮へい壁の設計・着手	海洋汚染 汚染土壌の固化等 地下水の遮へい壁の構築
	(5) 大気・土壌	飛散防止剤の散布 瓦礫の撤去	飛散抑制	原子炉建屋カバーの設置(1号機) ☆ 瓦礫撤去(3,4号機原子炉建屋上部) 原子炉建屋コンテナの検討	飛散抑制(継続) 瓦礫の撤去／カバーの設置(3,4号機) 原子炉建屋コンテナ設置作業の開始
	Ⅲ. 除染	発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実、公表 本格的除染の開始	除染	環境モニタリングの継続 除染の継続	環境モニタリングの継続 除染の継続
	Ⅳ. 対策等	余震・津波対策の拡充、多様な放射線遮へい対策の準備 (4号機燃料プール)支持構造物の設置 ☆	各号機の補強工事の検討/実施	拡大防止 多様な遮へい対策の継続 各号機の補強工事	多様な遮へい対策の継続 各号機の補強工事
Ⅴ. 環境改善	(8) 生活・環境	作業員の生活・職場環境の改善	環境改善	作業員の生活・職場環境改善	作業員の生活・職場環境改善
	(9) 医療・放射線管理	放射線管理・医療体制の改善	放射線管理・医療体制改善	放射線管理・医療体制改善	放射線管理・医療体制改善
中期的課題への対応		政府による安全確保の考え方 上記に基づく施設運営計画の策定	施設運営計画に基づく対応	施設運営計画に基づく対応	施設運営計画に基づく対応

1. 福島第一原子力発電所事故の概要

(1) 東北地方太平洋沖地震

- ✓ 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、北米プレートに太平洋プレートが沈み込む日本海溝沿いのプレートの境界で発生した。
- ✓ この地震の震源域は、幅約200km、長さ約400km、地震規模を表すマグニチュードはM9(福島第一原子力発電所においては震度6強)であった。



(2) 事故の経緯

	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
3月 11日	地震発生(14:46)					
	原子炉自動停止(14:47)			(定期検査中)		
	○非常用DG(2台とも)起動(14:47) ○非常用復水器起動(14:52) ○格納容器スプレイ系起動(15:07、15:10)	○非常用DG(2台とも)起動(14:48) ○原子炉隔離時冷却系起動(14:50) ○逃がし安全弁動作(14:52) ○残留熱除去系ポンプ起動(15:00頃)	○非常用DG(2台とも)起動(14:48) ○原子炉隔離時冷却系起動(15:05、16:03)	○非常用DG(1台)起動(1台点検中)	○非常用DG(2台とも)起動(14:48、14:49)	○非常用DG(3台とも)起動(14:48(1台)、14:49(2台))
	津波第1波到達[高さ4m](15:27)、津波第2波到達[浸水高さ15m](15:35)					
3月 12日 以降	○全交流電源喪失を確認(15:37) (津波到来により海水冷却系や配電盤等の電源系が被水・冠水、非常用DGも機能喪失)			○6号機非常用DGから給電	○非常用DG1台(空冷式)は運転継続	
	○非常用冷却装置が全て停止 ○原子炉の水位が低下 ○炉心の損傷、溶融開始 ○原子炉建屋での水素爆発			○原子炉建屋での爆発	○原子炉冷温停止	

非常用設備は

正常に作動

- ・制御棒自動挿入(原子炉停止)
- ・外部電源喪失
- ・非常用発電機起動(電源確保)
- ・非常用冷却システム作動

・非常用発電機停止(電源喪失)

・非常用冷却システム停止

原子炉水位低下
炉心露出
炉心損傷

(3) 地震による影響について

〔福島第一原子力発電所・原子炉建屋基礎版上の最大加速度〕

観測点 (原子炉建屋最地下階)		観測記録			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(ガル)		
		最大加速度値(ガル)					
		南北方向	東西方向	上下方向	南北方向	東西方向	上下方向
福島第一	1号機	460※1	447※1	258※1	487	489	412
	2号機	348※1	550※1	302※1	441	438	420
	3号機	322※1	507※1	231※1	449	441	429
	4号機	281※1	319※1	200※1	447	445	422
	5号機	311※1	548※1	256※1	452	452	427
	6号機	298※1	444※1	244	445	448	415

※1：記録開始から約130～150秒程度で記録が終了している。

○プラントデータ等を精査したところ、地震による被害は外部電源系に係るものであり、原子炉施設の安全上重要なシステムや設備、機器の被害は確認されておらず、津波到達までは管理された状態にあったと考える。

○一方、福島第一原子力発電所での観測記録は、基準地震動Ssを概ね下回っているが、一部に超えるものが存在した。このため、当該観測記録による施設の地震応答解析を行い、地震による施設への影響を詳細に評価するよう東京電力に指示。その結果、代表的なプラントとしての2号機及び4号機の原子炉建屋、原子炉圧力容器、原子炉格納容器、燃料集合体(制御棒挿入性)、主要配管等については、地震時及び地震直後は、安全機能が保持できる状態にあったとしている。

地震等による設備損傷の比較

- ・原子炉の安全上重要な機器には損傷が確認されていない。
- ・現在のところ、その他の主な設備に以下のとおりの損傷が報告されている。

	主な設備の損傷	その他
福島第一	1号機;純水タンクのフランジからの純水漏えい 2号機;電気ボイラー非放射性蒸気漏れ 5号機;至近のパトロール範囲において、目視点検ベースで損傷なし 6号機;至近のパトロール範囲において、目視点検ベースで損傷なし	・アクセス道路は異常なし
福島第二	(確認中)	・アクセス道路は異常なし
女川	1号機重油貯蔵タンク倒壊(津波)、1号機常用メタクラの火災等(法令事故報告4件)	・大域的にはアクセス道路が3本あるが、ボトルネックになっている箇所が1箇所があり、そこでがけ崩れが発生した。 ・発電所構内の重機を用いて4日間かけて復旧した。 ・4日間は食料がないので、ヘリで空輸した。 (事業者調べ)
	その他、主要設備への軽微な被害:55件 使用済燃料プールへの異物落下や放射性雑固体廃棄物のドラム缶転倒などといった、原子炉の安全性に影響を及ぼさない主要設備以外での軽微な被害が、これまで565件確認。	
東海第二	使用済燃料プoolsロッシング等89件の軽微な被害を確認	・アクセス道路は異常なし

(4) 事故の概要 (科学的データに基づいた分析評価)

- ・報告徴収命令に基づき報告のあったプラントデータ等について、原子炉施設の安全性への評価等を東京電力に指示するとともに、原子力安全・保安院は、原子力安全基盤機構(JNES)による独自解析も踏まえた評価を実施。

＜評価結果の要点＞

- 地震発生時に各プラントは正常に停止するとともに、地震による外部電源喪失後に非常用ディーゼル発電機は正常に起動した。冷却機能についても、各原子炉の状態に応じた機器が作動し、正常に機能していることがデータ等により確認された。
- しかしながら、津波の到達により、全交流電源を失った上に、バッテリー、配電盤等の電源系も被水・冠水したため、電源喪失期間が長期に渡り、すべての冷却機能が停止し、原子炉の冷却ができなくなり、炉心が損傷し、炉心溶融に至るなど深刻な事態に至った。

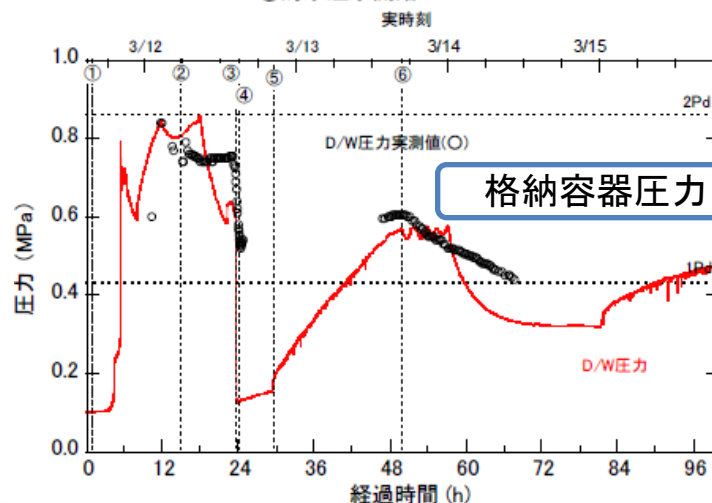
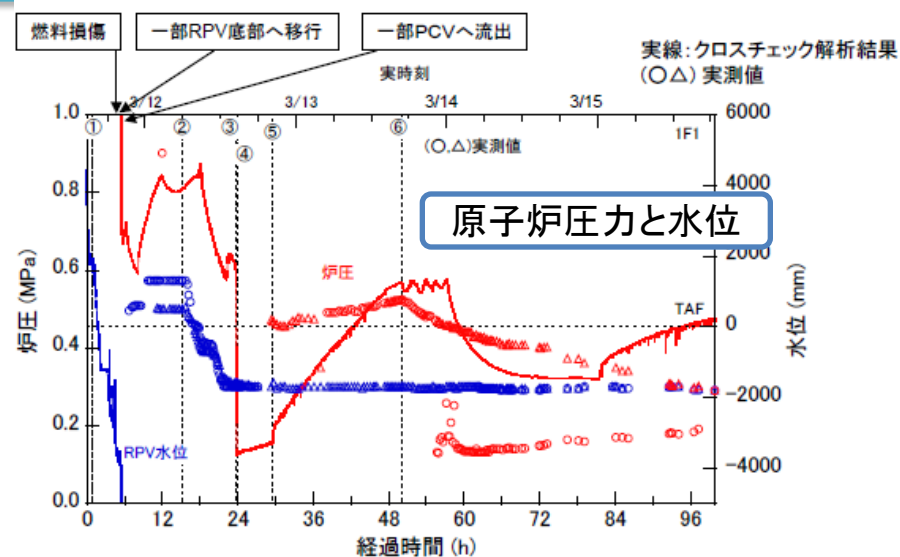
(例) 1号機の解析の概要

日時	主要イベント
3/11 14:46	地震発生 → 原子炉自動停止 → 外部電源喪失 → 非常用ディーゼル発電機起動
14:52	非常用復水器起動
15:37	津波襲来 → 非常用ディーゼル発電機停止 → 直流電源(バッテリー等)停止 → 非常用復水器の停止 → 海水冷却系の機能喪失
17:00頃	燃料露出、炉心溶融開始
3/12 05:46	消防ポンプによる淡水注水
14:30	ベント
15:36	原子炉建屋で水素爆発
19:06	海水注入

の14時間9分間
原子炉水位低下

地震 → 各機器は正常に動作
津波 → 非常用D/G喪失+直流電源喪失+海水冷却系の機能喪失

非常用復水器(冷却・注水)機能喪失
→ 初期の段階で冷却・注水機能が喪失したため、2、3号機よりも事象進展が早く、炉心溶融に至った。炉心損傷に伴い水素が発生し、原子炉建屋上部で爆発。



(参考) 福島第一及び福島第二における事象の進展

福島第一1～3号機の事象の進展



非常用設備は正常に作動

- ・制御棒自動挿入(原子炉停止)
- ・外部電源喪失
- ・非常用発電機起動(電源確保)
- ・非常用冷却システム作動



・非常用発電機停止(電源喪失)

(海水系冷却機能喪失)

・非常用冷却システム停止

原子炉水位低下
炉心露出
炉心損傷

福島第二の事象の進展

(女川や東海第二もほぼ同様)



非常用設備は正常に作動

- ・制御棒自動挿入(原子炉停止)
- ・外部電源受電(電源確保)
- ・非常用冷却システム作動



・外部電源受電(電源確保)

(非常用電源喪失、
海水系冷却機能喪失)

・非常用冷却システム動作

原子炉水位を維持
被災した冷却ポンプを復旧
冷温停止

○発電用軽水型原子炉施設に関する 安全設計審査指針

平成2年8月30日 原子力安全委員会決定

(平成13年3月29日一部改訂)

I. まえがき

本指針は、発電用軽水型原子炉の設置許可申請に係る安全審査において、安全性確保の観点から設計の妥当性について判断する際の基礎を示すことを目的として定めたものである。

IV. 原子炉冷却系

指針27. 電源喪失に対する設計上の考慮

原子炉施設は、短時間の全交流電源喪失に対して、原子炉を安全に停止し、かつ、停止後の冷却を確保できる設計であること。

解説

指針27. 電源喪失に対する設計上の考慮

長期間にわたる全交流電源喪失は、送電線の復旧又は非常用交流電源設備の修復ができるので考慮する必要はない。

非常用交流電源設備の信頼度が、系統構成又は運用(常に稼働状態にしておくことなど)により、十分高い場合においては、設計上全交流電源喪失を想定しなくてもよい。

2. 事故を踏まえて取り組むべき安全対策

事故を踏まえて取り組むべき安全対策

①事故の拡大をもたらし、原子力災害に至らせた直接的原因は、地震・津波により、全電源を喪失し、全ての冷却機能が失われ、原子炉等を冷却できなくなったこと。このため、福島第一と同程度の地震・津波が襲来し、全交流電源等を喪失したとしても、安定的に炉心等を冷却する対策及び津波の防御対策を講ずる。

②地震により盛土が崩壊し送電鉄塔が倒壊し、また、主要変電所の地絡事故を発端とした電力系統の停止により原子力施設への電力供給が停止した。このため、非常用電源の多重化や電力系統の信頼性向上対策を講じる。

③福島第一事故を収束するための懸命な作業の中で抽出された課題から、万ーシビアアクシデント（炉心の重大な損傷等）が発生した場合でも迅速に対応するための対策を講じる。

①緊急安全対策
(全交流電源喪失時の対策及び、全交流電源喪失を予防するための津波防御対策)

②電源信頼性向上対策
(全交流電源の喪失を予防)

シビアアクシデントの防止

シビアアクシデントへの対応

③シビアアクシデント対策

(1) 緊急安全対策の実施

- ・福島第一原子力発電所で運転中及び停止中の原子炉が原子力災害に至ったことを踏まえて、国内の全ての原子力発電所を対象に、福島第一原子力発電所と同様な原子力災害が発生しないよう、緊急対策を実施。
- ・この際、不明な点については全て安全側となるように保守的な(過大な)前提を置くこととした。すなわち、他の発電所においても福島第一原子力発電所と同程度の津波が襲来することを前提として、以下のような考え方のもと、安全が確保できること(燃料が損傷しないこと)を確認した。
 - ①周辺海域に今回の津波発生源であるプレート境界があるなしに関わらず、従来の津波高さ評価に+9.5mを加算(最大15m)とした。
 - ②3つの機能(全交流電源、海水冷却機能、使用済み燃料プール冷却機能)の喪失を仮定した。

緊急安全対策(要求事項)

- ①緊急点検の実施(機器、設備の点検)
- ②緊急時対応計画の点検と訓練の実施(手順、権限)
- ③緊急時の電源の確保(電源車)
- ④緊急時の除熱機能の確保(消防ポンプ)
- ⑤緊急時の使用済み燃料貯蔵槽の冷却確保(消防ポンプ)
- ⑥原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対策の実施(建屋の浸水対策)

緊急安全対策の概要

フェーズ	緊急安全対策	
	短 期	中 長 期
完了見込み時期	1ヶ月目途	1～3年
目 標 (要求水準)	①全交流電源、②海水冷却機能、③使用済燃料貯蔵プール冷却機能を喪失したとしても炉心損傷、使用済み燃料損傷の発生を防止	緊急安全対策(短期)の信頼性向上 (冷温停止の迅速化、津波に対する防護策)
具体的対策 の例	【設備の確保】 ・電源車の配備 (原子炉や使用済み燃料プールの冷却用) ・消防車の配備 (冷却水を供給するためのもの) ・消火ホースの配備 (淡水タンクまたは海水ピット等からの給水経路を確保するためのもの) 等	【設備の確保】 ・防潮堤の設置 ・水密扉の設置 ・空冷式ディーゼル発電機の設置 ・海水ポンプ電動機予備品の確保 ・その他必要な設備面での対応
	【手順書等の整備】 ・上記の設備を利用した緊急対応の実施手順を整備 【対応する訓練】 ・実施手順書に基づいた緊急対策の訓練を実施	【手順書の整備】 【対応する訓練】
(参考) 電源供給 について	電源車 →緊急対策に必要な機器(タービン動補助給水ポンプ制御、中央制御室の照明、監視計器等)に限定した電源を供給	空冷式非常用ディーゼル発電機等 →左記に加え、安全上重要な設備(海水ポンプ等)を駆動できる電源を供給

国の確認方法

- ①事業者の緊急安全対策実施報告書に対して、審査基準を作成し、専門家の意見を聴いて、盛り込まれた対策が有効であるかを評価しました。
- ②法令に基づく立入検査等により、現地の検査官が訓練の立会や資機材の配備や関係マニュアルの整備が適切に定められているかを確認しました。
- ③特に計画段階の緊急安全対策の手順書が訓練等で問題点を見つけ、手順書に反映するという改善活動が行われているか注目して確認しました。

(例) 敦賀発電所における緊急安全対策の概要

	緊急時の電源確保				
	必要電力量	配備電源車容量	必要ケーブル長	確保ケーブル長	電源車の保管場所等
敦賀1号機 2号機	118kW < 220kVA 129kW < 220kVA 374kW < 800kVA 予備電源 800kVA		155m < 170m 155m < 170m		●電源車4台を敷地近傍の+20mの高台に保管 ●建屋内に一部ケーブルを恒久設置
	●電源車の接続にかかる時間 1号機: 約110分(訓練実績)(要求時間: 8時間以内) 2号機: 約85分(訓練実績)(要求時間: 5時間以内) ●燃料保有量 補助ボイラ燃料タンク(約200kL(約26日分))(ポンプ車分を含む)				

必要注水能力				確保能力(原子炉、使用済燃料プール)	
	必要とする水量		必要ホース長 (合計)	確保ポンプ能力	確保ホース長
	原子炉への注水	使用済燃料プールへの注水			
1号機 2号機	約13m ³ /h 約26m ³ /h	約 4m ³ /h 約17m ³ /h	480m 360m	68m ³ /h × 4台 120m ³ /h × 2台	1000m
	●ポンプ車6台のうち4台を敷地近傍の高台(+20m)、2台を敷地内(+3m)に保管 ●消防ポンプからの給水にかかる時間 約0.5時間(訓練実績(1, 2号とも))(要求時間: 電源と同様) ●燃料保有量 電源と同様				

緊急安全対策における浸水防止措置の概要

- 福島第一原発では、15mの津波が襲来、これは、同発電所における土木学会の津波高さの評価値5.5mを9.5m上回るものであった。
- このため、各電気事業者に対し、各発電所の土木学会による津波高さに9.5mを加えた津波高さ(上限15m)を考慮して止水防止措置を講じさせることとした。

プラント名	敷地高さ	土木学会手法による平成14年の津波評価	福島第一事故を踏まえ浸水防止措置を講ずべき高さ	今回の対策(短期対策)により防止できる浸水高さ	浸水防止のための更なる強化策(中長期対策)
美浜1～3号機	+3.5m	+1.6m	+11.1m	+11.1m	水密扉への取替等
高浜1～4号機	+3.5m	+1.3m	+10.8m	+10.8m	水密扉への取替等
大飯1～4号機	+1.9m	+1.9m	+11.4m	+11.4m	水密扉への取替等
敦賀1号機	+3.0m	+2.1m	+11.6m	+11.6m (5月末完了予定)	水密扉への取替等
敦賀2号機	+7.0m	+2.1m	+11.6m	+11.6m	水密扉への取替等
もんじゅ	+21.0m	+5.2m	+14.7m	+23.0m	—

緊急時安全対策の確認(敦賀発電所等の例)

①緊急点検の実施

緊急時の冷却に必要な水源、送水用ポンプ・ホース、電源車、電源ケーブルなど資機材の配備状況を確認しました。



緊急時安全対策の確認

②緊急時対応計画の点検および訓練の実施

全交流電源、海水による冷却機能、使用済み燃料ピットの冷却機能の喪失を想定した緊急時対応計画の点検および訓練の実施状況を確認しました。



緊急時安全対策の確認

③緊急時の電源確保

緊急時に必要な電力を機動的に供給する代替え電源の配備状況を確認しました。



緊急時安全対策の確認

④緊急時の最終的な除熱機能の確保

海水系施設と機能を喪失を想定した機動的な除熱機能の復旧対策を確認しました。



緊急時安全対策の確認

⑤緊急時の使用済み燃料貯蔵槽の冷却確保
使用済み燃料ピットに機動的に冷却水を供給する対策を確認しました。



緊急時安全対策の確認

⑥緊急時に必要なポンプ、電源設備などを設置した区画の貫通部シール、扉シールなど津波を考慮した浸水対策の実施状況を確認しました。



更なる信頼性向上のための中長期対策

津波に対する防護対策

- 全交流電源等喪失対策に使用される機器について、津波の影響を及ぼさないよう浸水対策を実施。
- 建屋周りの水密化、防潮堤の設置等、津波に対する防護対策を実施（中長期）。

		原子炉建屋等の水密化	防潮壁の設置	防潮堤の設置
関西	美浜	水密扉への取替等による浸水対策の強化（順次実施）	海水ポンプエリアの防護壁（平成24年3月頃） 淡水タンク等廻り（平成25年3月頃）	防潮堤を設置（平成24年3月頃）
	大飯	水密扉への取替等による浸水対策の強化（順次実施）	海水ポンプエリアの防護壁（平成24年3月頃） 淡水タンク等廻り（平成25年3月頃）	防波堤のかさ上げ（平成25年12月頃）
	高浜	水密扉への取替等による浸水対策の強化（順次実施）	海水ポンプエリアの防護壁（平成24年3月頃）	防潮堤を設置（平成24年3月頃）
原電	敦賀	シールと水密化の強化（1.5年程度）	海水ポンプの防御壁、タンク廻りの防御壁設置（1.5年程度）	敷地海岸線に防潮堤の設置を検討中
JAEA	もんじゅ	海水浸入経路の止水対策（順次実施）	海水ポンプ周りの防水壁の補強（平成24年3月頃）	— （敷地高さ海拔＋21m）
	ふげん	—	—	— （敷地高さ海拔＋20m）

- 今後、津波の防護等に係る詳細計画や整備状況を検査で厳格に確認する。また、耐震バックチェックにおいて、各発電所ごとに津波に対する安全性評価を実施。

緊急安全対策まとめ（福島第一との対策の比較）

具体的要求事項	福島第一 （事故発生当時の状況）	若狭地域の原子力発電所 （緊急安全対策後）
・緊急時対応計画の点検と訓練の実施	津波による全交流電源喪失対応マニュアルが無かった。	津波による全交流電源喪失事故対応マニュアルを新規に作成、訓練を行うことにより実効性を高めた。
・緊急時の電源確保	電源車が配置されておらず、交流電源が喪失した。	各号機毎に電源車を配備し、交流電源の喪失を防止。
・緊急時の最終的な除熱機能の確保	海水注入のマニュアルが無く、対応に時間を要した。	海水注入のマニュアルを制定し、対応の遅れを防止。
・緊急時の使用済み燃料貯蔵プールの冷却確保		
・各サイトにおける構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施	従来評価値※+9.5mの津波が襲来し、機器等が浸水した。	浸水防止対策を措置（従来評価値※+9.5mの高さ以上まで措置済み）（注）

（注：敦賀1号は長期停止中であり、浸水防止工事の一部は平成24年2月頃までに実施。
（※：土木学会の手法（平成14年度策定）による評価値）

(2) 電源の信頼性向上

① 停止中の原子炉の非常用発電機の多重化

〔保安規定の変更(4月9日)〕

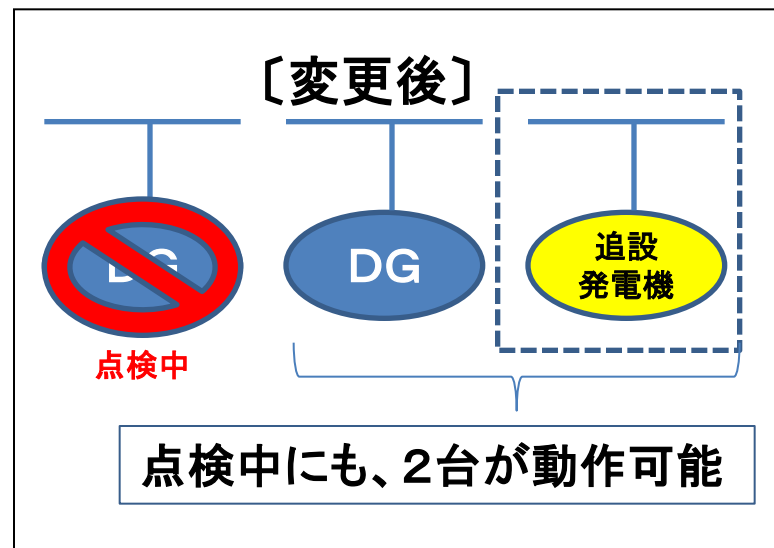
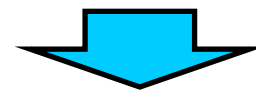
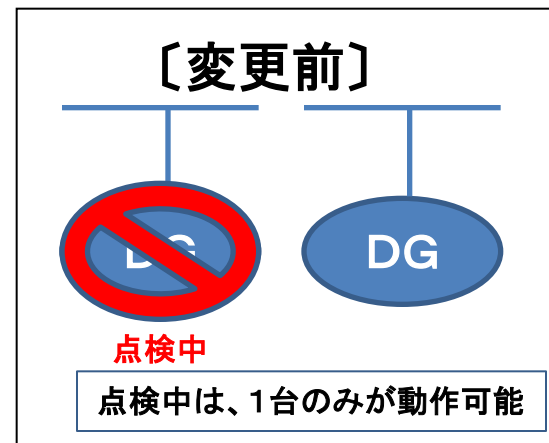
福島第一事故を踏まえ、電源の確保が極めて重要であることから、原子炉が冷温停止状態及び燃料交換においても非常用発電設備2台が動作可能な状態とするよう保安規定上の取扱いを変更。

〔経過措置〕

- 非常用発電設備を点検することが必要なため、更に1台の非常用発電設備の増設が必要。
- 当該非常用発電設備による運用を開始するまでの間は、保安規定の附則において他号機の非常用ディーゼル発電機からの融通、移動式発電装置による電源供給を経過措置として定める。

〔保安規定の認可(5月11日)〕

事業者から保安規定変更認可申請を受け、緊急安全対策の実施状況や立入検査等を踏まえ、保安規定を認可。



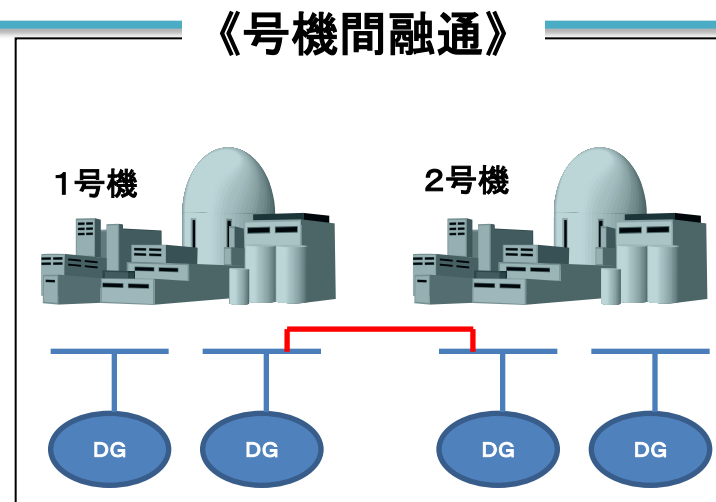
(注: JAEA「ふげん」は対象外)

(2) 電源の信頼性向上

②号機間融通の実施

〔第1段階（実施済み）〕

複数号機を有する原子力発電所の場合
各号機間の非常用ディーゼル発電機を接続線
で結び、必要な場合は相互融通できるようにす
ることで2台以上の電源を確保。



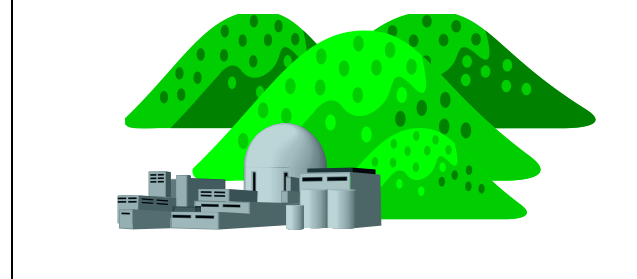
③大容量非常用発電機（空冷式）の高台設置 〔第2段階（今後1～2年程度で実施）〕

全ての原子力発電所ごとに、発電所内の津波
の影響を受けない高台等に大容量非常用発電
機（空冷式）を新たに設置。

（美浜発電所の例）

高台に空冷式ディーゼル発電装置（約1800kVA5台）を
設置予定。

《大容量非常用発電機》



（注：JAEA「ふげん」は対象外）

④外部電源の信頼性確保

〔宮城県沖地震による外部電源喪失事象〕

- ・主要変電所の地絡事故を発端として北東北全体を供給する電力系統が停止
- ・それに接続されている原子力施設への電力供給も停止

〔福島第一原子力発電所による外部電源喪失事象〕

- ・地震により盛土が崩壊し、送電鉄塔が倒壊
- ・津波により、電気を受電する開閉所等が浸水



〔電力各社への検討指示〕（平成23年4月15日）

各電力会社に対して、電力系統の信頼性に関して、以下の検討・評価を行うよう指示

- ①原子力発電所に供給する電力系統の供給信頼性を分析・評価を実施し、信頼性向上の対策を検討すること。
- ②複数の電源線に施設されている全ての送電回路を各号機に接続すること。
- ③送電鉄塔の耐震性、地震による基礎の安定性等の評価を行い、必要な補強等を行うこと。
- ④開閉所等の電気設備について、水密化などの津波対策を実施すること。

④外部電源の信頼性確保〔各発電所の対応状況〕

	電源系統の供給信頼性(1つの変電所の停止による影響)	全号機への全送電線の接続	送電鉄塔の耐震性等	所内電気設備の津波対策
美浜発電所	異なる2つ以上の変電所から受電(外部電源は喪失しない)	全号機で全送電線に接続済み	送電鉄塔の基礎安定性評価を実施中 がいし等の耐震性向上対策を実施予定	開閉設備のガス絶縁開閉装置(密閉型設備)化、予備変圧器の屋内施設化、安全系高圧母線の接続箱等の配置変更
大飯発電所	異なる2つ以上の変電所から受電(外部電源は喪失しない)	大飯3号、4号は全送電線に接続されていない →接続工事实施予定	送電鉄塔の基礎安定性評価を実施中 がいし等の耐震性向上対策を実施予定	開閉設備及び予備変圧器の防油堤かさ上げ、安全系高圧母線の接続箱等の配置変更
高浜発電所	異なる2つ以上の変電所から受電(外部電源は喪失しない)	全号機で全送電線に接続済み	送電鉄塔の基礎安定性評価を実施中 がいし等の耐震性向上対策を実施予定	安全系高圧母線の接続箱等の配置変更
敦賀発電所	<敦賀1号機> 異なる2つ以上の変電所から受電(外部電源は喪失しない) <敦賀2号機> 1つの変電所から受電(外部電源が喪失する) →全号機接続により2つの変電所からの受電可能	敦賀1号、2号は全送電線に接続されていない →接続工事实施予定	送電鉄塔の基礎安定性評価を実施中 がいし等の耐震性向上対策を実施予定 (関西電力及び北陸電力が実施)	防潮堤、防護壁の設置(なお、開閉所設備の高台移設を検討)
もんじゅ	異なる2つ以上の変電所から受電(外部電源は喪失しない)	全号機で全送電線に接続済み	送電鉄塔の基礎安定性評価を実施中 がいし等の耐震性向上対策を実施予定 (関西電力及び北陸電力が実施)	開閉所設備、変圧器が高台にあるため、対策不要

(3) シビアアクシデント対策

- ・6月7日、福島第一原子力発電所事故に係る原子力災害対策本部において、同事故に関する報告書を取りまとめ。
- ・同事故を収束するための懸命な作業の中で抽出された課題(シビアアクシデントへの対応)から、万一シビアアクシデント(炉心の重大な損傷等)が発生した場合でも迅速に対応するための措置を整理。
- ・これらの措置のうち、直ちにに取り組むべき措置として、各電気事業者等に対し、以下の5項目について実施及び報告を指示。

①中央制御室の作業環境の確保

緊急時において、放射線防護等により中央制御室の作業環境を確保するため、全ての交流電源が喪失したときにおいても、電源車による電力供給により中央制御室の非常用換気空調系設備(再循環系)を運転可能とする措置を講じること。

②緊急時における発電所構内通信手段の確保

緊急時において、発電所構内作業の円滑化を図るため、全ての交流電源が喪失したときにおける確実な発電所構内の通信手段を確保するための措置を講じること。

③高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備

緊急時において、作業員の放射線防護及び放射線管理を確実なものとするため、事業者間における相互融通を含めた高線量対応防護服、個人線量計等の資機材を確保するための措置を講じるとともに、緊急時に放射線管理を行うことができる要員を拡充できる体制を整備すること。

④水素爆発防止対策

炉心損傷等により生じる水素の爆発による施設の破壊を防止するため、緊急時において炉心損傷等により生じる水素が原子炉建屋等に多量に滞留することを防止するための措置を講じること。

⑤がれき撤去用の重機の配備

緊急時における構内作業の迅速化を図るため、ホイールローダ等の重機を配備するなどの津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができるための措置を講じること。

シビアアクシデント対策の実施状況

	作業環境	所内通信手段	放射線管理	水素爆発防止策	がれき撤去重機
関西電力	- 中央制御室換気系(再循環系)の構成手順を整備 - 電源:電源車配備済	- 代替手段:トランシーバ、携行型通話装置、衛星電話配備済み - PHS:交換機、電源を高所等へ移設予定(～H30.3頃)	- 高線量対応防護服を配備予定(～H23.6末) - 事業者間での資機材の相互融通	- イグナイタへの電源確保を確認(大飯1, 2号) - アニュラス系排気設備の構成手順を整備 - 全交流電源喪失時の電源確保を確認 - 静的水素結合器を設置予定(今後3年程度) (美浜1～3号、高浜1～4号機、大飯3, 4号)	ホイールローダを配備済
日本原電	- 中央制御室換気系(再循環系)の構成手順を整備 - 電源:電源車配備済	- 代替手段:トランシーバ、衛星電話配備済。専用通信線による簡易通話装置配備予定(～H23.6頃) - PHS:交換機、電源を高所等へ移設予定(～H23.12頃)	- 高線量対応防護服を配備予定(～H23.7末頃) - 事業者間での資機材の相互融通	(敦賀1号) - 排気手順(排気口)を確認 - 建屋ベント及び水素検知器の設置(～H25.6頃) (敦賀2号) - 排気手順及び電源確保を確認 - アニュラス系排気設備の構成手順を整備 - 静的水素結合器を設置予定(～H25.6頃)	ホイールローダを配備済
JAEA	- 中央制御室換気系(再循環系)の構成手順を整備予定(～H23.8末頃) - 電源:電源車配備予定(～H23.8末頃) (もんじゅ)	- 代替手段:トランシーバ、衛星電話配備済み - PHS:電源車による電源確保	高線量対応防護服を追加配備予定(～H23.12末)	—	ホイールローダを配備予定(～H23.12末)

シビアアクシデント対策の実施状況①

【中央制御室の作業環境確保】

○緊急時において、中央制御室への放射性物質の流入を防ぎ、同室内での作業環境を確保するため、全ての電源が喪失した時においても、電源車から中央制御室の非常用換気空調系設備を運転可能とする措置を講じる。

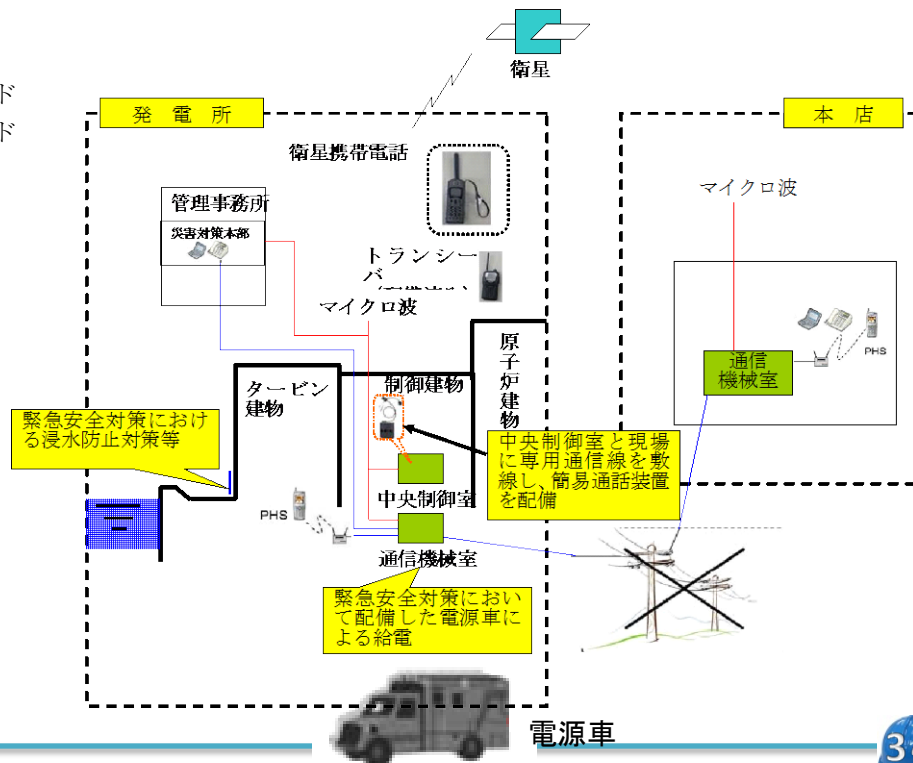
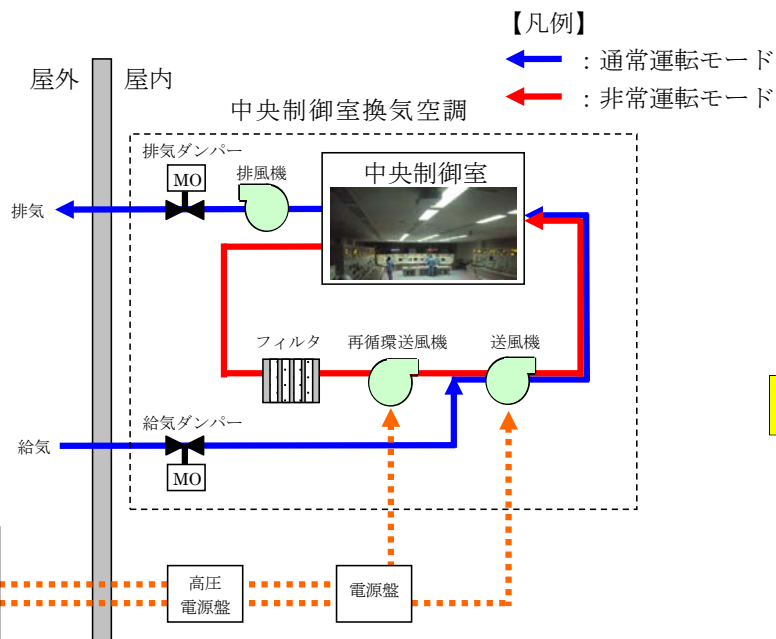
○緊急安全対策によって配備した電源車等により、給電可能であり、空調系設備の運転のための手順書を整備。

【構内通信手段の確保】

○通常の構内通信設備（PHS、ページング）に関する対応
ーページング、PHS設備について、緊急安全対策において浸水対策を実施。緊急安全対策で配備した電源車による給電により、全交流電源喪失時にも電源確保。

○代替通信手段の整備

- ートランシーバ(屋外等構内の見通しのよい場所)
- ー有線の簡易通話装置(乾電池駆動)(屋内)



シビアアクシデント対策の実施状況②

【高線量防護服等の整備】

- 高線量対応防護服及び個人線量計等の放射線資機材の確保を行うため、原子力電気事業者間で相互融通することを文書で確認。また、高線量対応防護服（タンゲステン入り）を10着配備する。
- 放射線管理のための体制の整備を行うため、緊急時における他部署からの放射線管理要員応援体制、及び放射線管理要員以外の要員による助勢の仕組みを整備。



タンゲステンベスト

【がれき撤去用重機の配備】

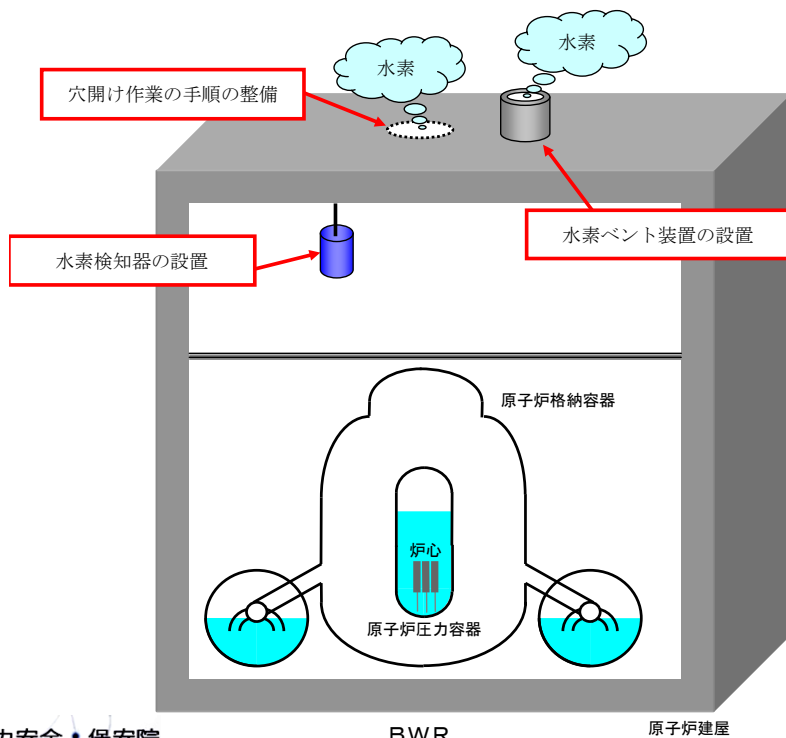
- 津波等によるがれき類を撤去するための重機を配備（津波の影響を受けない高所に配備）



シビアアクシデント対策の実施状況③

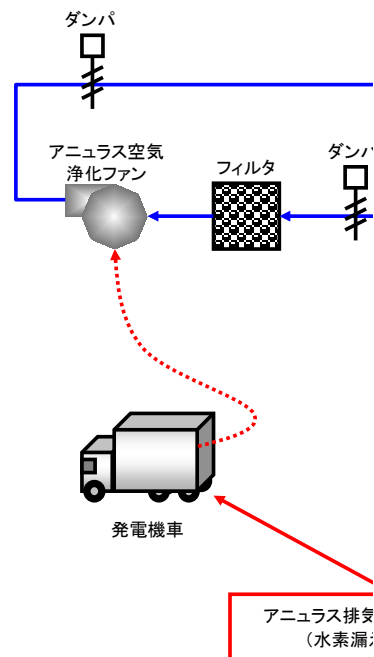
【水素爆発防止策(敦賀1号)】

- 原子炉建屋に水素が滞留することを防止するため、原子炉建屋外へ水素を排気できる排気口を設けるために、原子炉建屋の穴開け作業の手順の整備
- 原子炉建屋の頂部への水素ベント装置を設置するとともに、原子炉格納容器から漏えいした水素が原子炉建屋に蓄積した場合に、水素濃度の確認が可能なように水素検知器を設置(中長期的対応)



【水素爆発防止策(敦賀2号)】

- 格納容器から漏えいした場合に格納容器外で水素が多量に滞留することを防止するため、格納容器からアニュラス部に漏えいした水素をアニュラス排気設備(フィルタを含む)により外部に放出する運転手順を整備。また、アニュラス系を全交流電源喪失時においても動作可能とするため、電源車からの電力供給を確保する
- 電源を必要としない静的触媒式水素再結合装置を格納容器内の設置の計画(中長期的対応)



(4) 緊急対策の結果 (集約表)

	短期対策(終了)	中長期対策(2～3年以内に実施)	
緊急安全対策 (3月30日指示、5月6日評価)	- 電源車 - ポンプ車 - 消火ホース } 配備 - 手順書等の策定 - 対応訓練の実施	- 防潮堤の設置 - 建屋の水密化 - 海水ポンプ電動機等の予備品確保 - 防潮壁の設置 - 空冷式の大容量大型発電機の設置	発生防止
電源信頼性向上対策 (4月9日、15日指示、6月7日評価)	号機間での電源融通	- 全号機への全送電線接続 - 送電鉄塔の耐震性等 - 開閉所等の地震対策	
シビアアクシデント対策 (6月7日指示、6月18日評価)	- 中央制御室の換気 - 水素の排気 } 手順整備 - 通信機器の配備 - 高線量対応防護服 - ホイールローダ } 配備	- 電話交換機等の高台移設 - 静的水素結合器の設置(PWR) - 建屋ベント及び水素検知器の設置(BWR)	発生時の対応

高経年化の影響と対応について (1)

○1～3号機については、炉型や格納容器の設計にかかわらず、炉心冷却がすべて停止した状態においては、いずれも炉心の損傷が生じ、炉心溶融に至っている。

	福島第一					
	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
出力(MW e)	460	784	784	784	784	1,100
運転開始年月 (運転年数)	1971.3 (40)	1974.7 (36)	1976.3 (35)	1978.10 (32)	1978.4 (33)	1979.10 (31)
炉型	BWR3	BWR4				BWR5
格納容器	Mark I					Mark II
地震時の状態	運転中			定検中		
地震直後の 電源の状態	外部電源喪失、非常用D／G起動					
津波後の 電源の状態	全電源喪失					非常用D/G 維持
炉心冷却	炉心損傷、炉心溶融			－	冷温停止※	

2～5号機は
・ほぼ同じ年代に建設
・同じ炉型、格納容器
であるが、
・2、3号機は炉心損傷
・5号機は健全(4号機は
当時原子炉開放中)
な状況にある。

(参考)
女川原子力発電所1号機
は、福島第一原子力発電
所2号機～5号機と同じ炉
型、格納容器であるが、炉
心は健全な状態。

※5号機は、6号機の非常用ディーゼル発電機(空冷式)から電源を融通

高経年化の影響と対応について（2）

○地震発生直後の設備の稼働状況や観測された揺れの大きさ等からは、原子炉の安全上重要な設備・機器の影響が見られていない。



以上のことから、高経年化による劣化事象（原子炉の脆化、繰り返し疲労、配管減肉、熱時効、ケーブルの劣化等）が事故の発生及び拡大の起因になったことはないと考えられる。

○今後、さらに今回の事故の解析に基づく高経年化による劣化事象が設備の損傷や機能低下に影響していないことの詳細評価や、炉型の違いと事故要因との関係の検証を行う。

○さらに、原子炉設計の信頼性を向上させるために、技術進歩を踏まえ、既設炉において最新の炉型と同等程度以上の安全性・信頼性が確保されているか評価（定期安全レビューの活用等）を行い、改善を進めさせる。

(5) まとめ 〔安全性に係る保安院の評価〕

- 若狭地域を含む全国の原子力発電所(福島第一、第二を除く)については、全交流電源喪失時の対策(「緊急安全対策」(短期対策))は適切に講じられており、また、技術基準等の法令上の安全基準を満たしています。仮に、福島第一原子力発電所と同程度の津波(土木学会評価手法による津波高さ+9.5m)が襲来したとしても、発電所の安全性は確保されているものと考えます。
- また、発電所の安全確保の信頼性をより一層高めるための、中長期対策が計画され、電源の信頼性向上、シビアアクシデント対策についても、実施済み・実施中であることを確認しました。
- 保安院としては、これら「緊急安全対策」等の確認結果を踏まえ、原子力発電所の運転継続及び運転再開には安全上支障はないと考えます。
- 保安院としては、引き続き保安検査などにより、事業者に必要な改善を促すことで、今後の事故原因究明や評価に基づく中長期的な安全対策等、信頼性・実効性向上に継続的に取り組んで参ります。

(注) 敦賀1号は長期停止中であり、浸水防止工事の一部は平成24年2月頃までに実施。
「もんじゅ」は、別途の安全確認が必要。「ふげん」は廃止措置中。

4. 福島第一原子力発電所事故を踏 まえた安全対策の全体像

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の全体像

○事故の教訓として、①シビアアクシデントの防止、②シビアアクシデントへの対応、③原子力災害への対応、④安全確保の基盤強化、⑤安全文化の徹底の観点から、28の項目をとりまとめ。

①シビアアクシデントの防止	②シビアアクシデントへの対応	③原子力災害への対応	④安全基盤の強化	⑤安全文化の徹底
(1) 地震・津波への対策の強化 (2) 電源の確保 (3) 原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保 (4) 使用済み燃料プールの確実な冷却機能の確保 (5) アクシデントマネジメント対策の徹底 (6) 複数炉立地における課題への対応 (7) 原子炉発電施設の配置等の基本設計上の考慮 (8) 重要機器施設の水密性の確保	(9) 水素爆発防止対策の強化 (10) 格納容器ベントシステムの強化 (11) 事故対応環境の強化 (12) 事故時の放射線被ばくの管理体制の強化 (13) シビアアクシデント対応の訓練の強化 (14) 原子炉及び格納容器などの計装系の強化 (15) 緊急時対応用資機材の集中管理とレスキュー部隊の整備	(16) 大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応 (17) 環境モニタリングの強化 (18) 中央と現地の関係機関等の役割の明確化 (19) 事故に関するコミュニケーションの強化 (20) 各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供の強化 (21) 放射性物質放出の影響の的確な把握・予測 (22) 原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化	(23) 安全規制行政体制の強化 (24) 法体系や基準・指針類の整備・強化 (25) 原子力安全や原子力防災に係る人材の確保 (26) 安全系の独立性と多様性の確保 (27) リスク管理における確率論的安全評価手法(PSA)の効果的利用	(28) 安全規制行政体制の強化

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の全体像

- これらの教訓を踏まえ、**緊急対策として直ちに講ずべきもの**と、今後、事故を踏まえた対応を確実かつ恒久的なものとし、**更なる安全性・信頼性の向上を図るための体系的な中長期対策**を整理。
- このうち、**緊急対策として直ちに講ずべきものは**、前述の①緊急安全対策、②電源の信頼性向上対策、③シビアアクシデント対策であり、これらは既に**安全基準を定め、実施済み(信頼性を高める中長期対策は着手済み)**。
- また、事故の教訓を踏まえ、今後、シビアアクシデントへの対応強化、防災対策の強化、保安院の分離等の安全確保基盤の強化等に取り組む。こうした**中長期対策に着実に取り組む**ことにより、更なる安全性、信頼性の確保を図る。
- **原子力発電所の中長期対策に係る安全対策を講ずるに当たっては、施設の設置等については順次工事等を進めるとともに、安全規制体制や法制度・指針類の見直し等の制度変更等については、具体化に向けて更に必要な検討を行ったうえ、安全規制に反映し、事業者に法的義務として対応を求めることとなる(2～3年程度で検討し、逐次実施されるイメージ)。**

福島第一原子力発電所事故を踏まえた安全対策の工程

項目	直ちに実施すべき 緊急対策	更なる安全性・信頼性の向上の ための中長期対策 (2～3年程度をイメージ)
①シビアアクシデントの 防止 ②シビアアクシデントへの 対応	緊急安全対策等 全交流電源等喪失対策 シビアアクシデント対策 (実施済み)	信頼性向上策 津波防護対策 大型空冷DG設置 (着手済み。2～3年で完了予定)
		中長期対策 バックチェック加速、蓄電池大容量化 (順次実施)
③原子力災害への対応 ④安全基盤の強化	福島第一事故を踏ま えた対応 (実施済み)	中長期対策 防災体制・防災計画の見直し 安全規制、指針の見直し (順次実施)
⑤安全文化の徹底	継続して実施	

※詳細は、別添資料参照

教訓と対策（更なる安全性向上のための中長期対策）

①シビアアクシデント防止策の強化（１）

教訓	対策
(1)地震・津波への対策の強化	・ 今般の地震・津波発生メカニズム分析等を行い、得られた知見を耐震バックチェックに反映。現在実施している耐震バックチェックの加速・早期完了。また、新耐震指針への適合の法令要求化（バックフィットの導入）について検討（3年以内の実現）。 ・ 今般の事故を踏まえた耐震指針（施設の重要度分類を含む）の見直しの要否や、バックチェックについても、一定の目標水準を予め設定し、耐震、津波対策を行う手法の要否について検討。 ・ 防波堤の設置等、津波対策の規制への取り入れ。 ・ 不審者の侵入防止策の徹底等を始め、より一層の防護措置の強化。
(2)電源の確保	・ 蓄電池の大容量化、既設バックアップ電源からの充電確保 ・ 安全上重要な制御機器や電源盤を上層階・高台に設置するなどの分散配置 ・ 開閉所設備の耐震性強化 ・ 非常用電源の燃料タンクの耐震性強化 ・ 燃料油の調達体制の整備 ・ 所内電源の冷却方式の多様化（例：空冷式と水冷式）の規制要求化
(3)原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保	・ 取水ピットや大規模淡水タンクの耐震強化など、原子炉及び格納容器への注水の水源確保 ・ 格納容器スプレイリング等の機器に対する点検の強化 ・ 貯水池や海水ピットへの吸い込み用ポンプ等の設置 ・ 電源を要さず原子炉及び蒸気発生器への外部注水を可能とするポンプ・注水設備（例：DG駆動ポンプ、高圧配管等）の整備 ・ 海水による冷却のための取水ピットの設置、取水ポンプ予備品の配備、取水箇所が多様化 ・ 空冷式冷却システム等の開発と整備

①シビアアクシデント防止策の強化（２）

教訓	対策
(4)使用済み燃料プールの確実な冷却機能の確保	・ 使用済燃料貯蔵プールの冷却系配管等の耐震強化 ・ 使用済燃料プールの水位計・温度計への非常用電源からの電源供給の確保 ・ 使用済燃料プールの冷却ポンプ等の点検の強化 ・ 使用済燃料プールの状態監視の強化(ITV等) ・ ドライキャスク貯蔵の導入 ・ 使用済燃料の保管に関する規制の見直し
(5)アクシデントマネジメント対策の徹底	・ 設計要求事項の見直しや、確率的安全評価(PSA)の活用により、シビアアクシデント発生防止対策を検討し、対象を拡大した上でAM対策の法制化。 ・ その際、火災、地震、津波PSAの手法を確立して活用する。 ※確率論的安全評価(PSA):外部電源喪失などの起因事象が発生し炉心損傷などに至る確率を計算する手法。PSAを用いて予め設計の弱点を洗い出すことで、事故の発生、拡大防止などに役立てることが可能
(6)複数炉立地における課題への対応	・ 安全確保のために必要な号機間、建屋間の隔離の徹底 ・ 複数号機の立地における工学的独立性の確保(原子炉建屋とタービン建屋の配置等の適切化)
(7)原子炉発電施設の配置等の基本設計上の考慮	・ 使用済燃料の保管に関する規制の見直し(例:位置)【再掲】 ・ 原子炉建屋とタービン建屋の配置等の適切化【再掲】
(8)重要機器施設の水密性の確保	・ 安全上重要な制御機器の上層階・高台への分散配置【再掲】

②シビアアクシデントへの対応策の強化

教訓	対策
(9)水素爆発防止対策の強化	<BWR> - 原子炉建屋への可燃性ガス濃度制御系等の設置 - 福島第一原子力発電所で発生した事象(漏洩経路)の調査を踏まえた建屋内水素検知器の設置 - 水素を逃がす装置(水素ベント)の原子炉建屋への設置 <PWR> - 静的触媒型水素結合装置の格納容器への設置
(10)格納容器ベントシステムの強化	- ベントへのフィルタ等の設置 - ラブチャーディスク設計・作動条件の評価・見直し - ベントのAO弁へのアキュムレータ設置 - 事故時を想定したベント排気ラインの独立性(隣接号機への漏洩防止)の強化
(11)事故対応環境の強化	- 通信システムの強化(電源の多様化等) - 緊急時対策室の機能強化(免震・遮へい・必要人員収容能力の確保等)、事務棟の耐震強化
(12)事故時の放射線被ばくの管理体制の強化	
(13)シビアアクシデント対応の訓練の強化	- 一次冷却材管破断事故等に起因するシビアアクシデント及びその長期化・深刻化を想定した緊急時対応訓練の実施 - テロ対応訓練
(14)原子炉及び格納容器などの計装系の強化	シビアアクシデント時にも十分機能する圧力容器及び格納容器の計装系、使用済燃料プールの計装系の開発及び整備
(15)緊急時対応用資機材の集中管理とレスキュー部隊の整備	- ロボットや無人ヘリ等も含めた緊急時対応資機材の集中管理体制の整備 - 高度な災害対応能力を有するレスキュー部隊の整備 - 関係機関との連携強化

③原子力災害への対応の強化

教訓	対策
(16)大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応	個別の災害対策にとどまらず<u>複合的災害への対応の在り方について</u>、関係省庁の即応体制や指揮命令のあり方の見直しも含め、府省横断的に検討を進め、中央防災会議等で検討を行うとともに、地方自治体に対し防災計画への反映
(17)環境モニタリングの強化	緊急時におけるオンサイト及びオフサイトのモニタリングデータの収集及び公開を迅速に行う手順の策定 - 無人空中モニタリングの充実 / 広域拡散評価の導入
(18)中央と現地の関係機関等の役割の明確化	オフサイトセンターの通信・施設の機能強化や業務マニュアルの見直し、さらには代替センター（バックアップオフサイトセンター）の整備 発電所内の前線基地（オンサイト）の整備として、今般の福島原子力第一発電所事故後におけるJビレッジや、小名浜コールセンター等に相当する機能を確保 - 災害時に用いるテレビ会議システムについて、官邸や原子力安全・保安院等の政府関係機関間において繋がっているが、すべての電力事業者も含め連結 - 現地、中央、オンサイト、オフサイトそれぞれについてより迅速な対応を行うことが可能となる法整備
(19)事故に関するコミュニケーションの強化	地方自治体の防災計画の見直し 緊急時計画区域（EPZ）の拡大 リスクコミュニケーションのあり方を見直し
(20)各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供強化	- 海外各国からの資機材等の支援受入等について、政府内及び支援供与国との連携体制を確認・強化 - 各国・国際機関・外国メディア等への情報共有の在り方を見直し
(21)放射性物質放出の影響の的確な把握・予測	- ERSSの強化（放射性物質放出の影響に関するデータ入手のためのシステム強化） SPEEDIの毎正時の単位放出の図面等の迅速な公表手順、体制等の確立、広域拡散評価の導入
(22)原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化	放射線防護に係る緊急時計画区域（EPZ）の見直し、食品、原子力災害時における成人も子どもも含めた一般公衆に対する被ばく等に関連する基準の策定

④安全確保の基盤の強化

教訓	対策
(23) 安全規制行政体制の強化	- 原子力安全規制に係る責任体制の明確化等を図るため、原子力安全・保安院を経済産業省から独立させ、原子力安全委員会や各省も含めて原子力安全規制行政や環境モニタリングの実施体制の見直しの検討 - プラントの緊急時対応、住民の避難・安全の確保、被災者支援、環境モニタリング、放射線防護(食品の出荷制限、食品・水道水の摂取制限)、医療支援などの防災業務について、原子力施設に関するテロ対策のあり方も含め、政府組織内の役割分担、責任体制の明確化、組織の見直し、必要な資機材の整備拡充等
(24) 法体系や基準・指針類の整備・強化	- 事故の原因から得られた知見を取り入れた原子力安全や原子力防災の法体系・基準等の見直し - バックフィットの法制化 - 今回の事故の解析に基づいて高経年化による劣化事象(圧力容器の脆化、疲労、熱時効、ケーブル絶縁劣化等)が設備の損傷や機能低下に影響していないことの詳細な評価や、炉型の違いと事故要因との関係の検証、原子炉設計の技術進歩を踏まえた既設炉の信頼性向上のための設計の評価・改善(定期安全レビューの活用等)
(25) 原子力安全や原子力防災に係る人材の確保	- 原子力専門人材ネットワークの構築のための教育機関との連携強化 - 規制機関及び専門機関における人材育成の強化、官民交流等も含めた専門人材の積極的登用 - オンサイト対応とオフサイト対応における専門人材のあり方の関係の整理等
(26) 安全系の独立性と多様性の確保	非常用発電機や海水冷却系(取水)等の安全系の設置場所、冷却方式の独立性と多様性(津波等のハザードを考慮した分散配置、空冷方式と海水冷却方式の採用等)の確保の観点から、安全規制要求の在り方について検討
(27) リスク管理における確率論的安全評価手法の効果的利用	PSAを活用した安全向上対策の実現のため、原子力発電所の設計要求事項の見直し、火災、地震や津波に関するPSAの導入促進、シビアアクシデントマネジメント対策の法制化等を検討

⑤安全文化の徹底

教訓	対策
(28) 安全文化の徹底	組織の安全目標の設定、個人と組織における安全文化の醸成活動の推進・評価・改善、教育機関との連携強化、規制機関の人材育成等

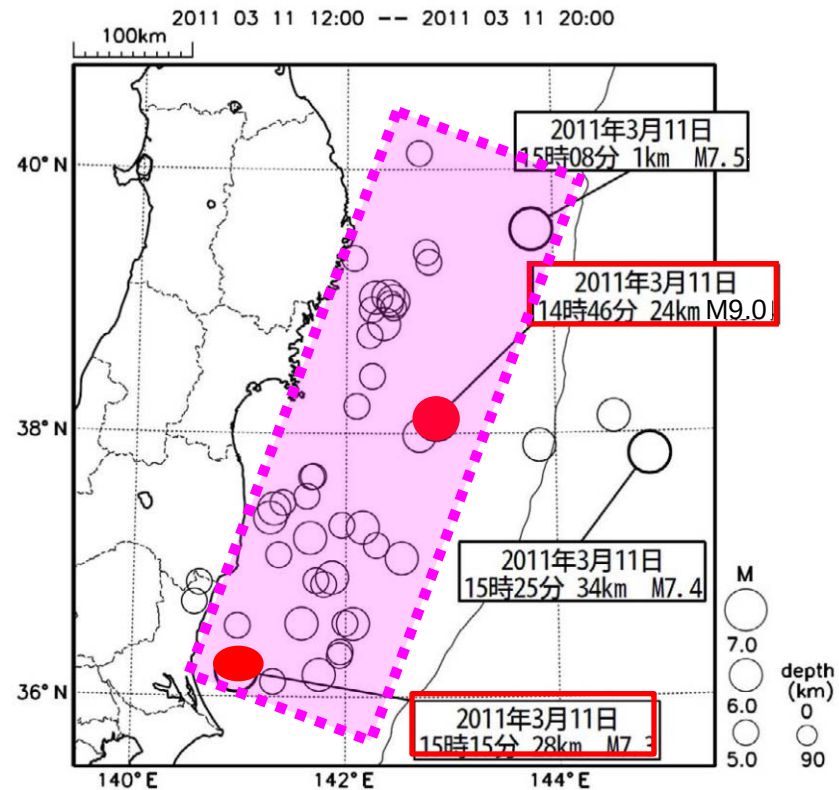
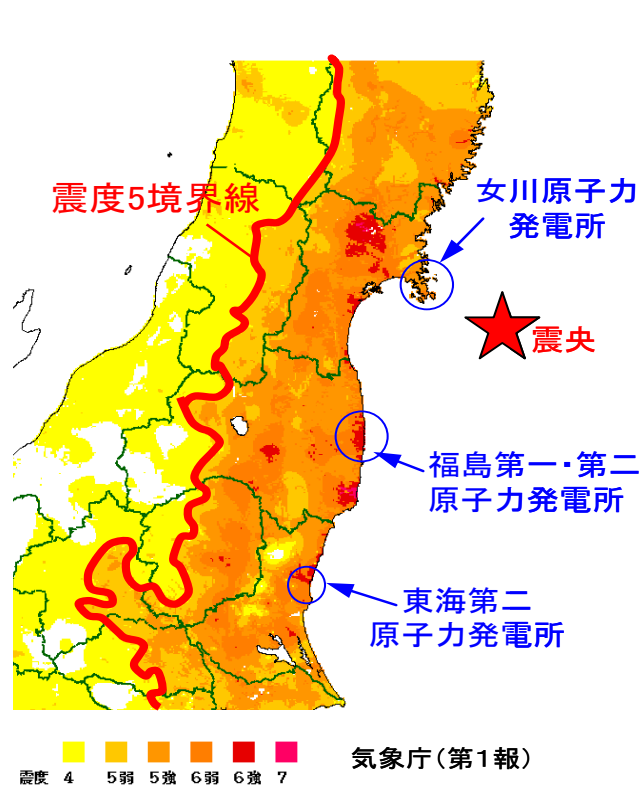
(報告書抜粋)

◆原子力に携わる全ての者は安全文化を備えていなければならない。「原子力安全文化」とは、「原子力の安全問題に、その重要性にふさわしい注意が必ず最優先で払われるようにするために、組織と個人が備えるべき統合された認識や気質であり、態度である。」(IAEA)とされている。これをしっかりと我が身のものにすることは、原子力に携わる者の出発点であり、義務であり、責任である。安全文化がないところに原子力安全の不断の向上はない。

◆我が国の原子力規制に携わる者は、組織も個人もともに国民のために原子力安全の確保に責任を有する者として、安全確保の上でわずかな疑念もないがしろにせず、新しい知見に対して敏感かつ俊敏に対応することに真摯に取り組んできたかを省みなければならない。

福島第一原子力発電所と 他の発電所との比較検討

東北地方太平洋沖地震の震源等



(refer to JMA 5th report)

震源域はJNESで加筆

東北地方太平洋沖地震の諸元及び地震規模

福島、女川、東海第二の比較(震度、Ssとの比較等)

	福島第一	福島第二	女川	東海第二
震度 (観測市町村)	6強 (大熊町、双葉町)	6強 (楢葉町、富岡町)	6弱 (女川町)	6弱 (東海村)
観測記録 最大加速度 (基礎版上)	550ガル (2号機東西方向)	305ガル (1号機上下方向)	607ガル (2号機南北方向)	225ガル (東西方向)
基準地震動Ss との対比	一部の周期帯で Ssを上回る	Ss以下	一部の周期帯で Ssを上回る (3/11本震、4/7余震)	Ss以下

福島、女川、東海第二の比較（敷地・津波高さ）

	福島第一	福島第二	女川	東海第二
敷地高さ	1～4号機:10m 5～6号機:13m	12m	14.8m	8m
想定津波高さ (土木学会の手法による 平成14年評価値)	5.4～5.7m	5.1～5.2m	9.1m	4.9m
津波遡上高さ	14～15m	6.5～7m (1号機建屋南側のみ 14～15m)	13m	5.4m
津波による浸水被害	重要機器(ECCS系及び補機冷却系)の多くが浸水し、機能喪失。	- 重要機器(補機冷却系)の多くが浸水し、機能喪失。 - 非常用DGIは一部が被害。	補機冷却系1系統が被害(地下の配管洞道等から浸水)。	重要機器(補機冷却系)の一部が浸水し、機能喪失。

福島、女川、東海第二の比較(電源の供給)

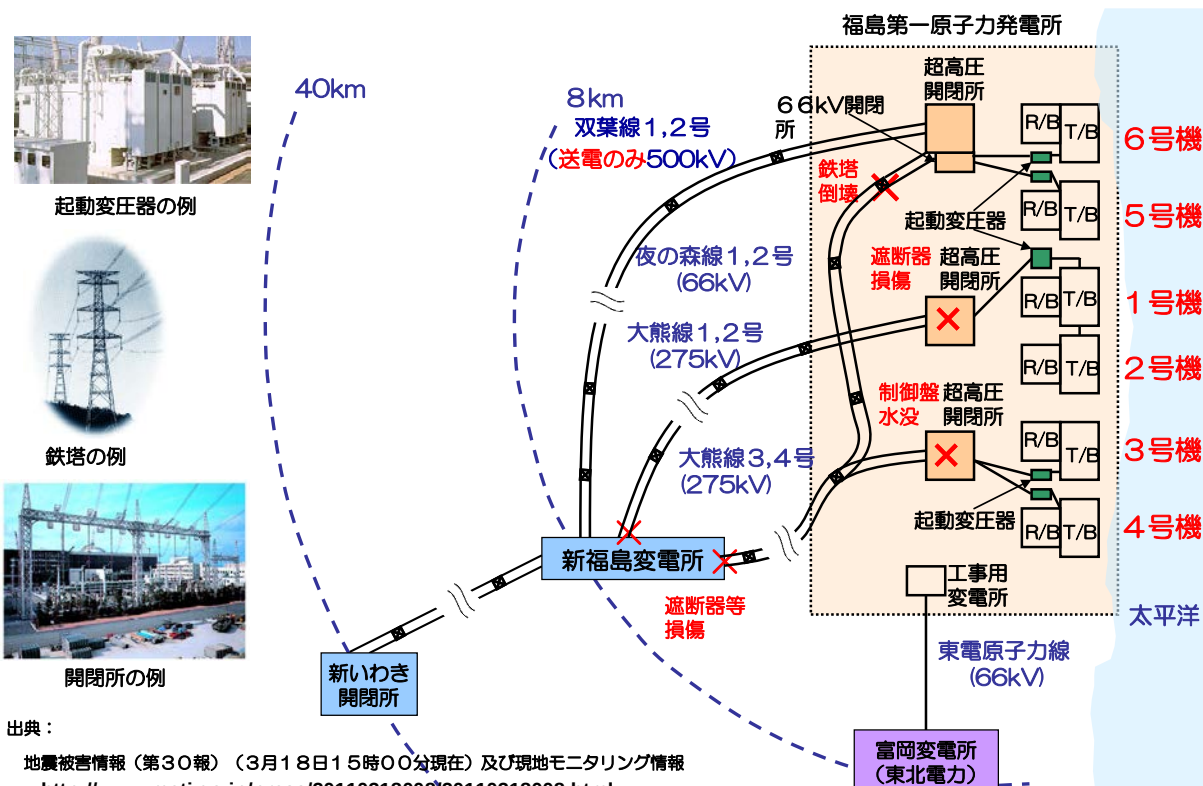
	福島第一	福島第二	女川	東海第二	(福島第二、女川、東海第2の状況)
送電線(外部)から受電状況	無 (全6回線)	1回線有 (全4回線)	1回線有 (全5回線)	無 (全3回線)	交流電源(非常用電源)の供給が可能であった。 → 炉心冷却が可能であった。
非常用発電機	1～5号: × (水冷式) 6号: ○ (1台: 空冷式) × (2台: 水冷式)	1号: × 2号: × 3号: ○ (2/3) 4号: ○ (1/3)	1号: ○ 2号: ○ (1/3) 3号: ○	○ (2/3)	
(設置位置)	タービン建屋 (海側)	原子炉建屋 (陸側)	原子炉建屋 (陸側)	原子炉建屋 (陸側)	非常用発電機が原子炉建屋に設置
海水系ポンプモータ	全て被水	一部被水	一部被水	一部被水	ポンプ等が一部残存し、機能した。
(設置位置)	屋外	屋内	一部屋外	屋外	差は特段無し(福島第一の津波高さが非常に大きかった)
電源供給のために配備した敷材	電源車 (接続できず)	一部電源車を使用	送電線による外部電源または非常用DGが生き残ったため、電源車等は必要とならなかった。		

津波の襲来を受けた後において、電源の確保の有無が非常に重要な要因であった。

⇒ 緊急安全対策により、電源車の配備、外部電源の信頼性強化、等を指示

福島第一の送電系統の被害

- 強い地震動による新福島変電所の遮断器等変電設備の損傷で、外部電源のうち福島第一原子力発電所1～4号機への275kV2系統4回線の送電と、5,6号機への66kV1系統2回線の送電が止まった。
- 敷地内の受電設備のうち、1、2号機の超高圧開閉所は、地震動により遮断器が損傷し受電不可となり、3、4号機の超高圧開閉所は、津波による制御盤の水没により受電不可となった。
- 5,6号機の起動用開閉所に接続する送電鉄塔1本(#27鉄塔)が地震動により損傷し、受電不可となった。



起動変圧器の例



鉄塔の例



開閉所の例

福島第一 1～4号機

生き残った電源なし

大熊線 1 L、2 L

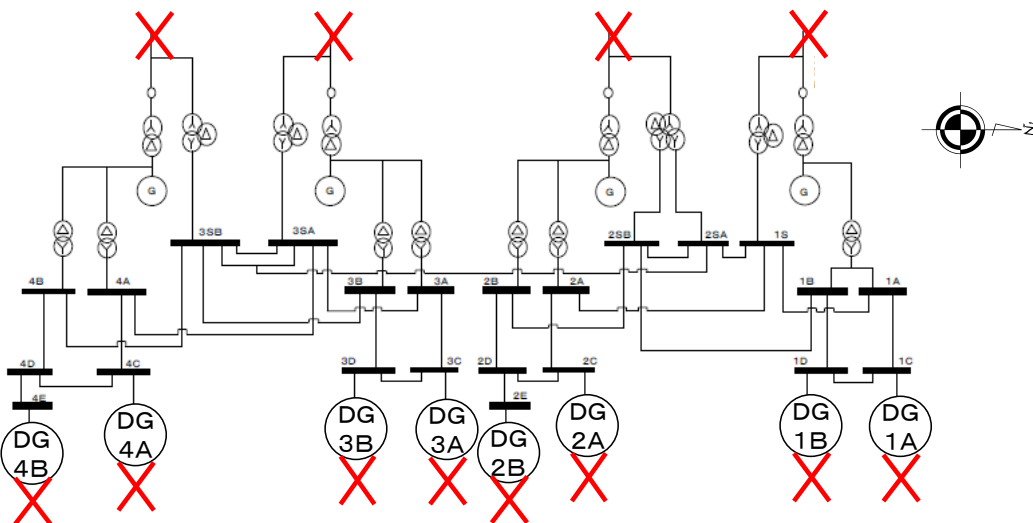
地震時に受電遮断器損傷

大熊線 3 L

改造工事中

大熊線 4 L

停止した原因を調査中

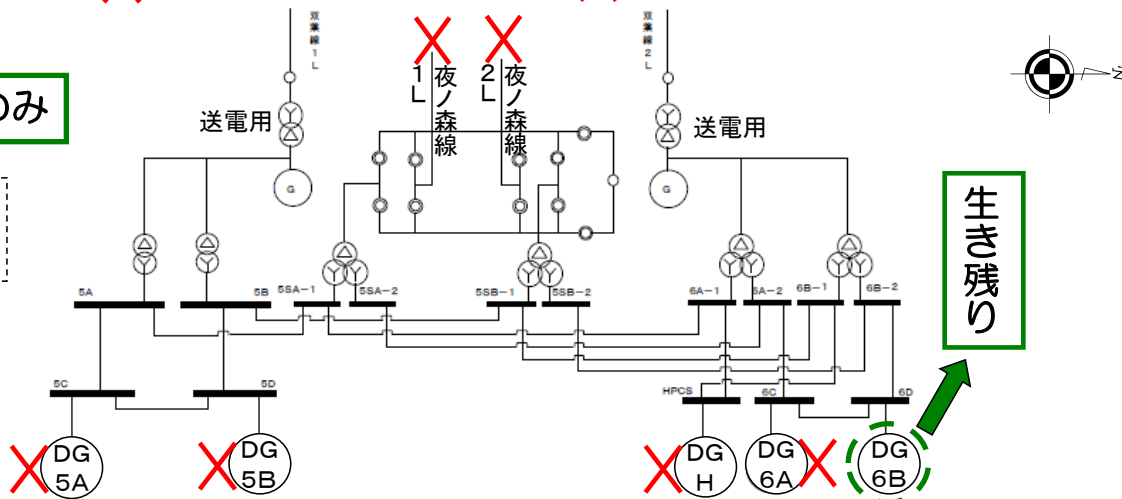


福島第一 5～6号機

生き残りはDG 6Bのみ

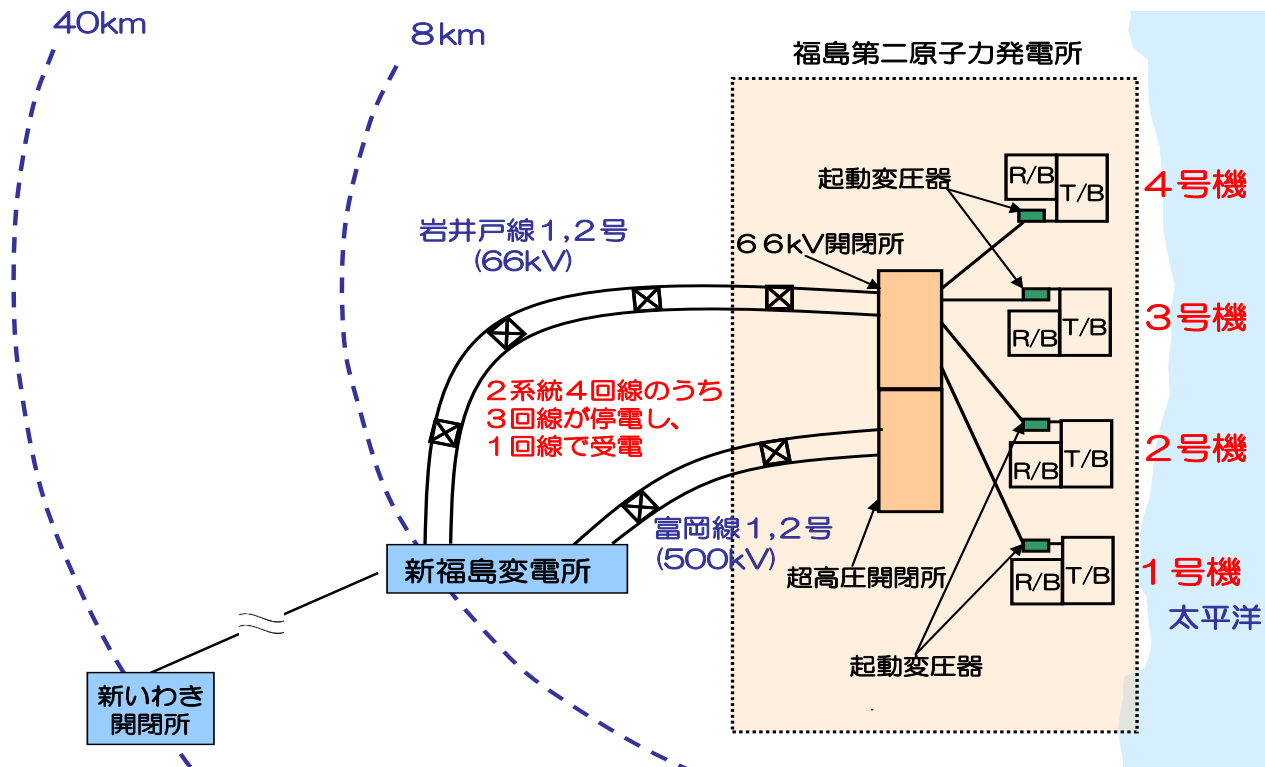
夜ノ森線 1 L、2 L

鉄塔が一部倒壊



福島第二の送電系統の被害

- 福島第一・第二原子力発電所では、起動時等は、敷地から約8km離れた新福島変電所より電力の供給を受ける設計となっていた。
- 今回の地震では、強い地震動による新福島変電所の遮断器等変電設備の損傷で、福島第二原子力発電所1～4号炉への500kV1系統2回線、66kV1系統2回線のうち3回線の送電が止まった。

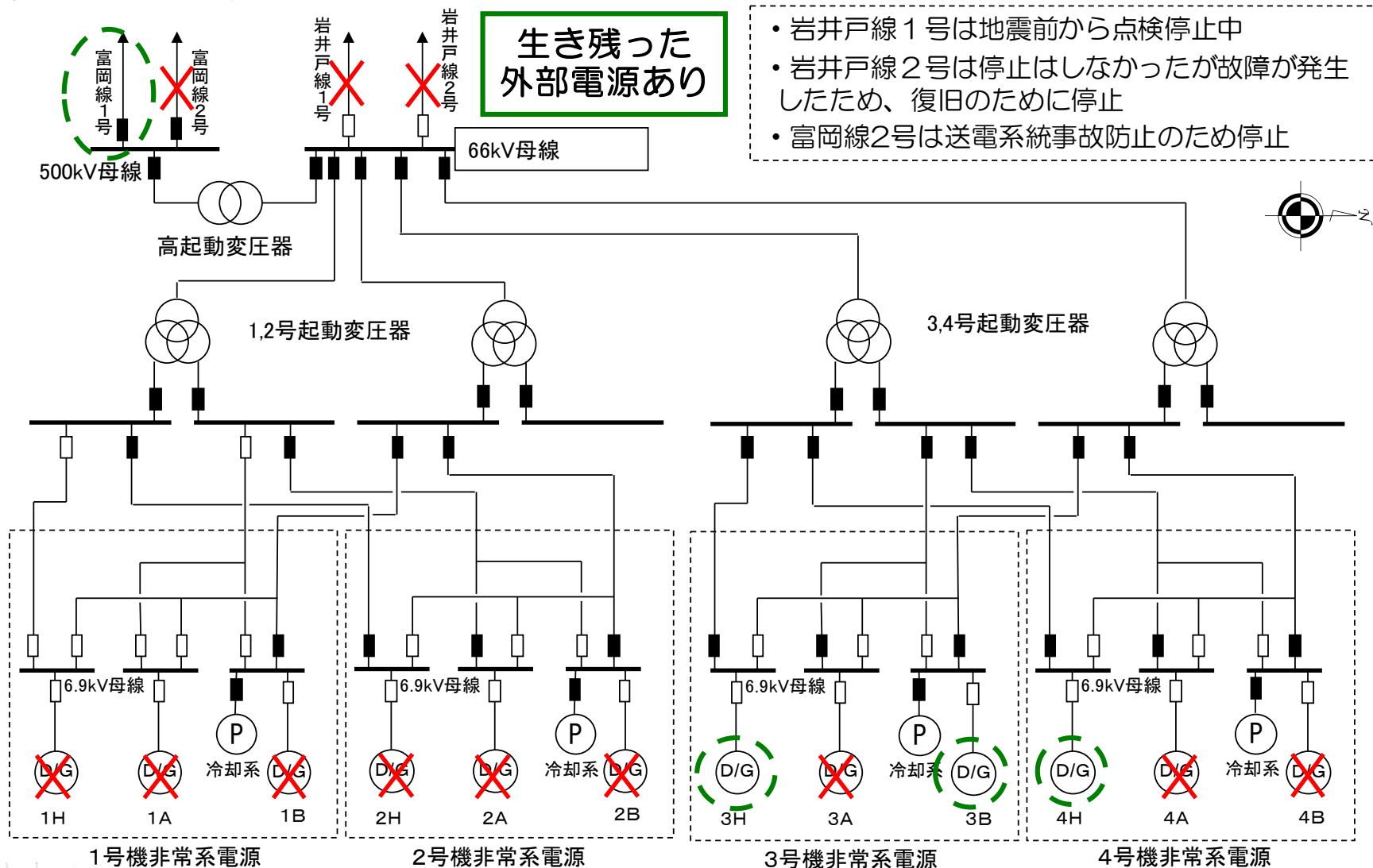


出典：

東北地方太平洋沖地震に対する原子力発電所の状況について（H23.3.22東京電力 柏崎刈羽原子力発電所）

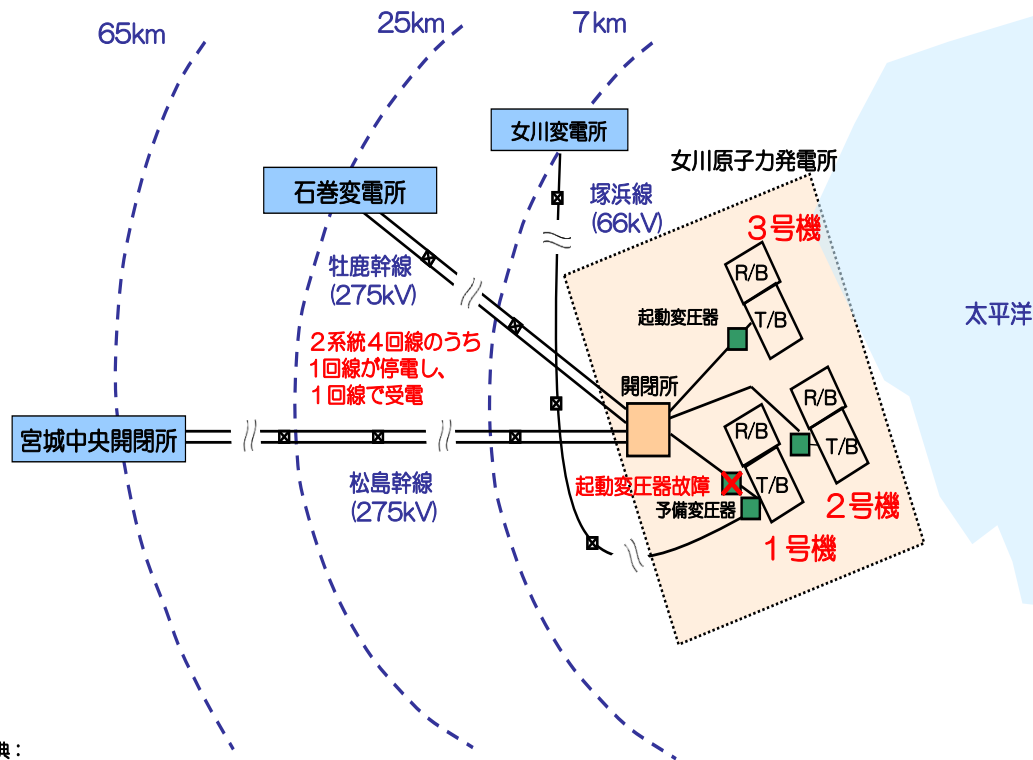
<http://www.tepco.co.jp/nu/kk-np/tiiki/pdf/230325.pdf>

福島第二 1～4号機



女川の送電系統の被害

- 今回の地震では、強い地震動により外部電源のうち275kV1系統2回線の送電が停止した。
- 敷地内の受電設備のうち、1号機起動変圧器が故障し、受電不可となった。
- 3月12日機起動変圧器が復旧し、外部常用電源(275kV1)への切り替えがなされ、通常の電源系統に復帰した。



出典:

東北電力 概要 主要設備(東北電力HP)

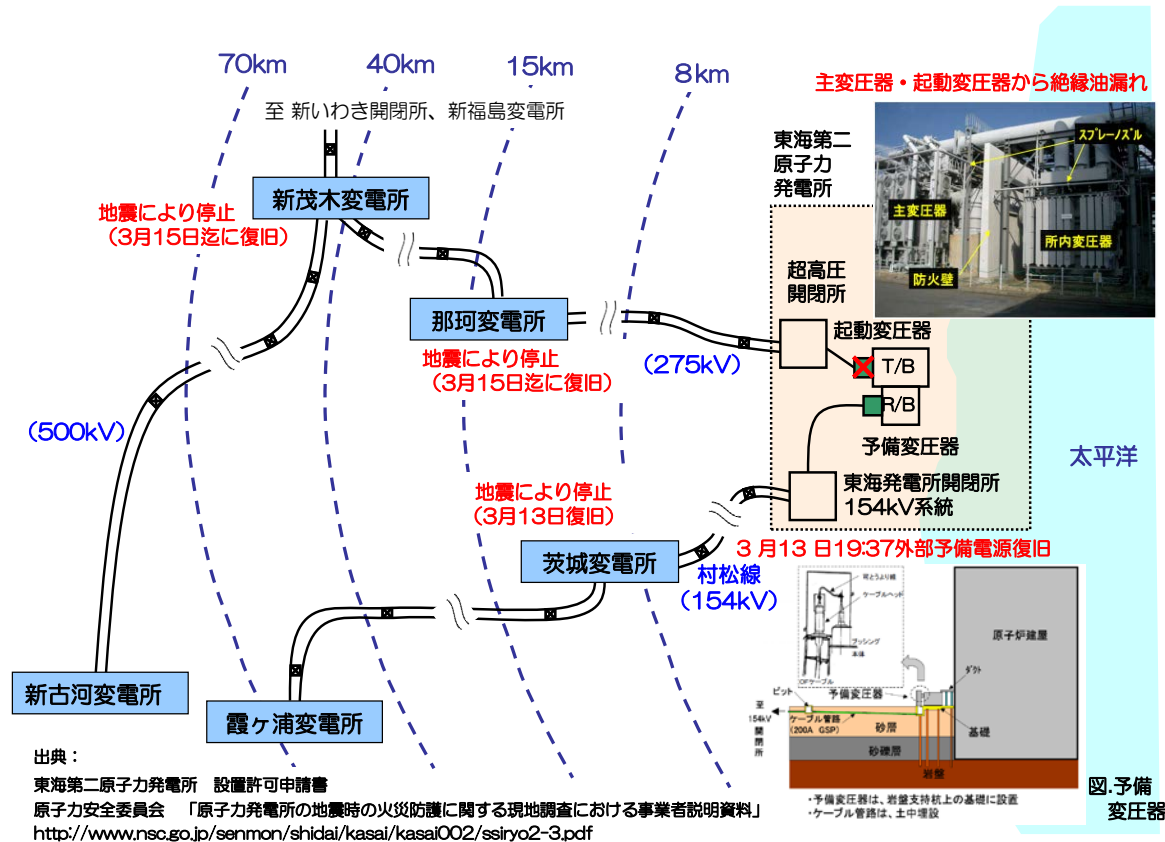
http://www.tohoku-epco.co.jp/compl/gaiyo/gaiyo_data/setubi.html

地震発生による原子力発電所の状況について(第1報) (平成23年 3月11日 東北電力女川発電所)

http://www.tohoku-epco.co.jp/emergency/8/1182594_1800.html

東海第2の送電系統の被害

- 今回の地震では、強い地震動による那珂変電所及び茨城変電所の停止により、全ての回線の送電が止まった。
- 敷地内の受電設備のうち、主変圧器・起動用変圧器から絶縁油漏れが生じた。
- 3月13日外部予備電源154kV1系統1回線が復旧した。また、3月18日に外部常用電源(275kV1)への切り替えがなされ、通常の電源系統に復帰した。



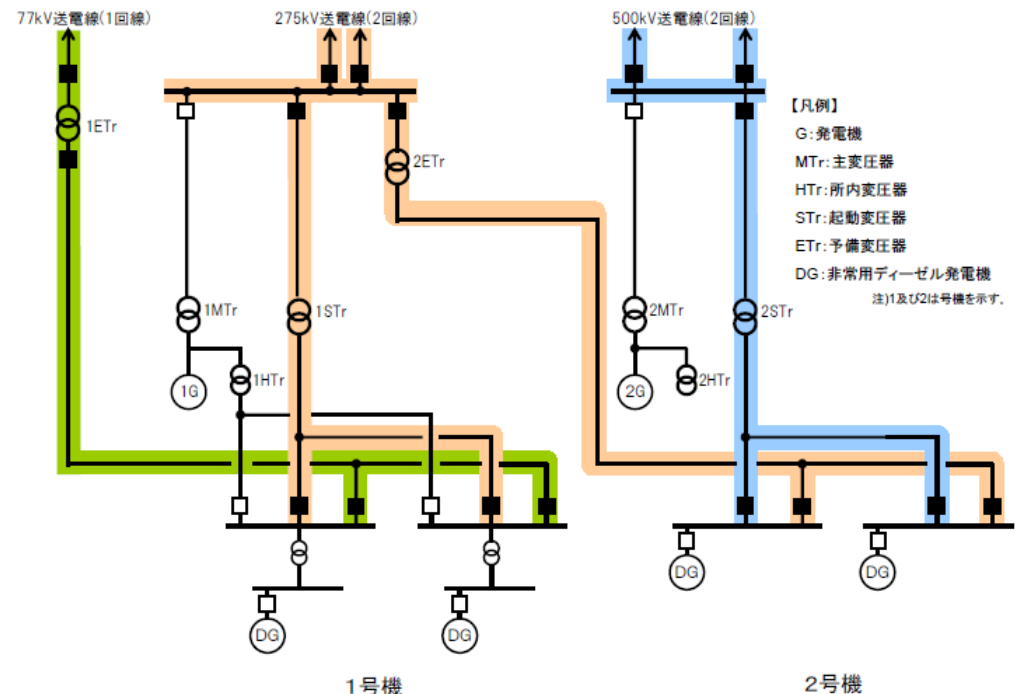
(参考) 敦賀発電所の送電系統

- 敦賀発電所の外部電源系統は、関西電力の基幹系統及び北陸電力の基幹系統の双方に連係され、いずれか一方の変電所で全停電が発生した場合でも電源喪失には至らない。

外部電源受電系統

敦賀発電所	1号機	主回線: 275kV送電線2回線 (関西電力株式会社) 予備回線: 77kV送電線1回線 (北陸電力株式会社)
	2号機	主回線: 500kV送電線2回線 (関西電力株式会社) 予備回線: 275kV送電線2回線 (関西電力株式会社)

外部電源受電系統図



福島、女川、東海第二の比較（冷却機能の維持）

	福島第一 (1～3号)	福島 第二	女川	東海 第二	(福島第二、女 川、東海第2 の状況)
炉心への注水	全ての交流電源停止及びバッテリーの枯渇によりRCIC等の注水機能停止	原子炉隔離時冷却系(RCIC)や高圧炉心スプレイ系等が動作し、原子炉の水位等を維持できた。			炉心等への注水系が機能した。
崩壊熱の除去	全ての交流電源停止及び津波により補機冷却系が停止したため、原子炉で発生した熱を海に放出できなかった	残留熱除去系(RHR)(一部)が動作し、崩壊熱を海に放出し、炉心等を冷却できた。			海水系による熱交換機が機能した。
冷却水源	淡水タンク(所内)+海水	淡水タンク(所内)等			所内の貯留水での冷却が可能であった。
水補給のため 配備した資機材	ポンプ車、仮設ホース (接続までに長時間を要した。)	交流電源及び炉心等冷却機能が生き残ったため、水補給用のポンプ等が必要にならなかった。			

全交流電源を失った後において、冷却機能の維持が非常に重要な要因であった。

⇒緊急安全対策により、既設の冷却系設備の代替として、**ポンプ車及び仮設ホース等の配備、ポンプ等の予備品の確保を指示**

<参考> 冷温停止までの経過

(福島第一事象シナリオ)



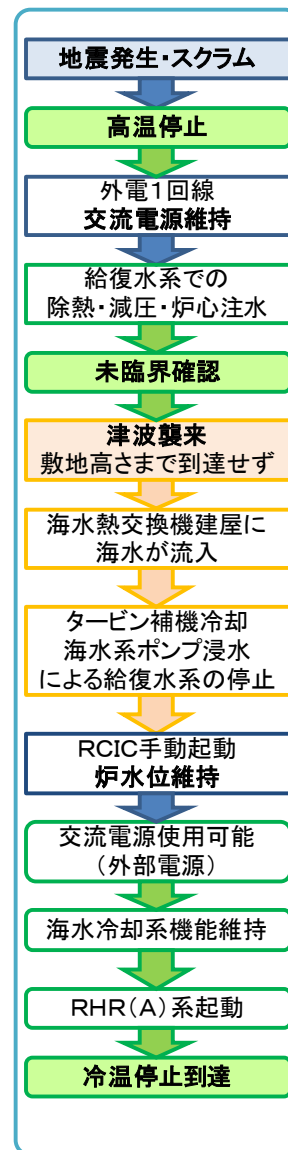
(女川1号事象シナリオ)



(女川2号事象シナリオ)



(女川3号事象シナリオ)



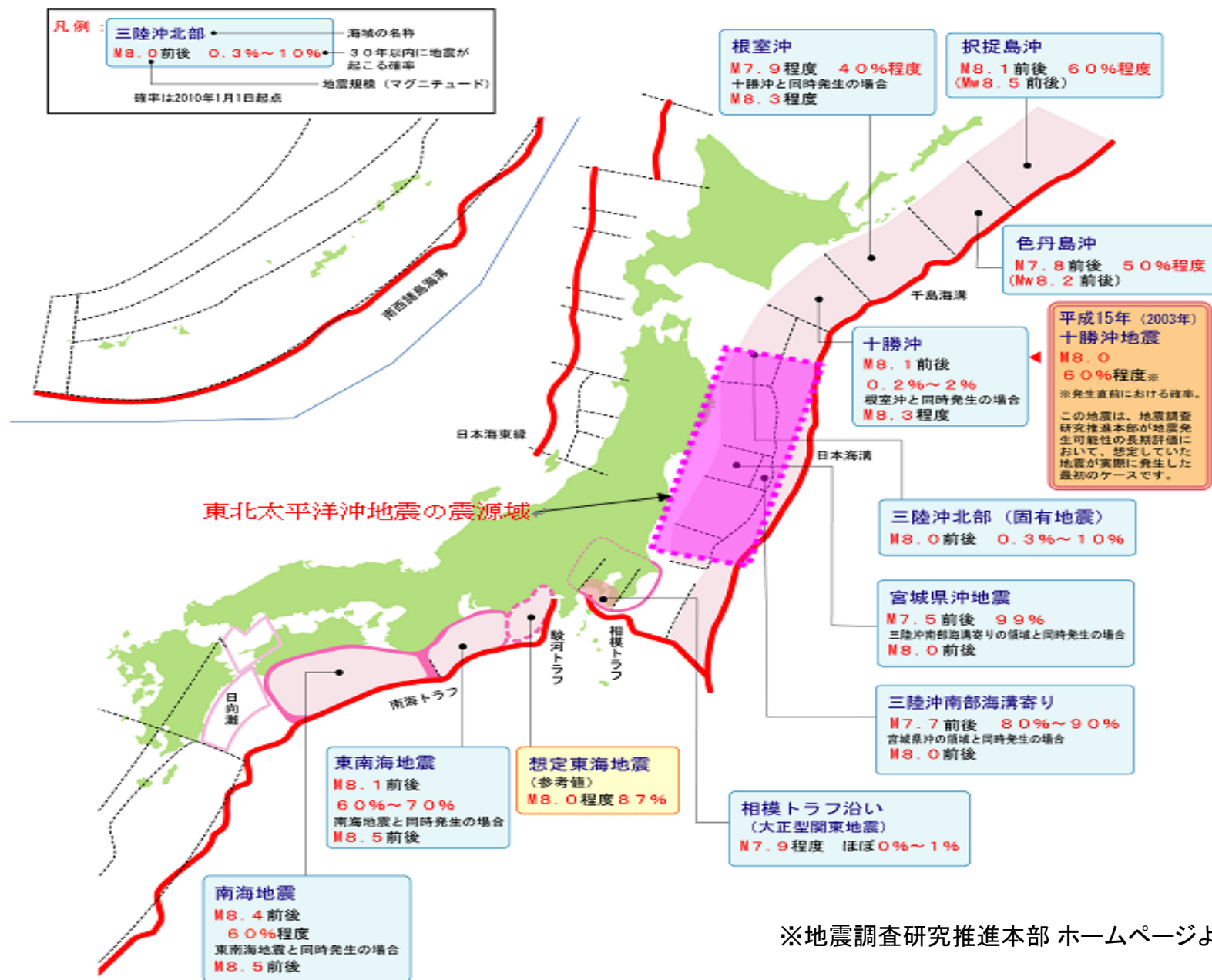
(東海第二事象シナリオ)



若狭地域の原子力発電所の 耐震安全性評価、高経年化技術 評価の概要

耐震安全性評価について (若狭地域の原子力発電所)

(海溝型地震) 主な海溝型地震の評価結果



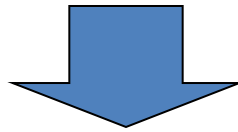
※地震調査研究推進本部 ホームページより

原子力発電所の耐震設計の基本的考え方

原子力発電所の耐震設計は、原子力安全委員会が定めた「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に従い設計

その基本的考え方は、

大きな地震があっても、発電所周辺に放射性物質の影響を及ぼさない



安全上重要な「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」機能が確保されるように設計

新耐震指針のポイント(平成18年9月改訂)

旧耐震指針

- ・考慮すべき活断層の活動時期の範囲 : 5万年前以降

- ・マグニチュード6.5の「直下地震」の想定

- ・文献調査、空中写真判読、現地調査等による活断層調査を実施

- ・水平方向について、基準地震動を策定

- ・地震規模と震源からの距離に基づき経験式による地震動評価(応答スペクトル評価式)

より厳しい
水準

より入念な
調査

より高度な
手法

新耐震指針

最新知見を考慮した基準地震動の策定を要求

- ・考慮すべき活断層の活動時期の範囲 : 12~13万年前以降に拡大

- ・マグニチュード6.5の直下地震に代えて、国内外の観測記録を基に、より厳しい「震源を特定せず策定する地震動」を設定

- ・従来の調査に加え、不明瞭な活断層を見逃さないよう、変動地形学的手法等を用いた総合的な活断層調査を実施

- ・水平方向に加え鉛直方向についても、基準地震動を策定

- ・応答スペクトル評価式に加え、地震発生メカニズムを詳細にモデル化できる断層モデルを地震動評価手法として全面的に採用

耐震設計審査指針の改訂に伴う対応

◆新耐震指針は、最近の地震学や耐震工学の成果に立脚

⇒ 一層の耐震安全性の向上



新耐震指針に照らした耐震安全性評価（耐震バックチェック）が重要



●耐震バックチェック手法、確認基準の策定（平成18年9月20日）



●耐震バックチェックを指示（平成18年9月20日）



●新潟県中越沖地震を受け、実施計画の見直しを指示（平成19年7月20日）



●事業者の中間評価^(注)結果報告（平成20年3月） ➡ 最終評価結果報告
➡ 原子力安全・保安院として厳正に妥当性を確認

（注）基準地震動の策定、安全上重要な設備に関する耐震安全性の評価であり、発電所の基本的な耐震安全性の確認を行うもの

耐震バックチェックの方法(基準地震動の策定)

敷地ごとに震源を特定して策定
する地震動

①検討用地震の選定

発生様式毎に選定
○プレート間地震
○内陸地殻内地震
○海洋プレート内地震

②

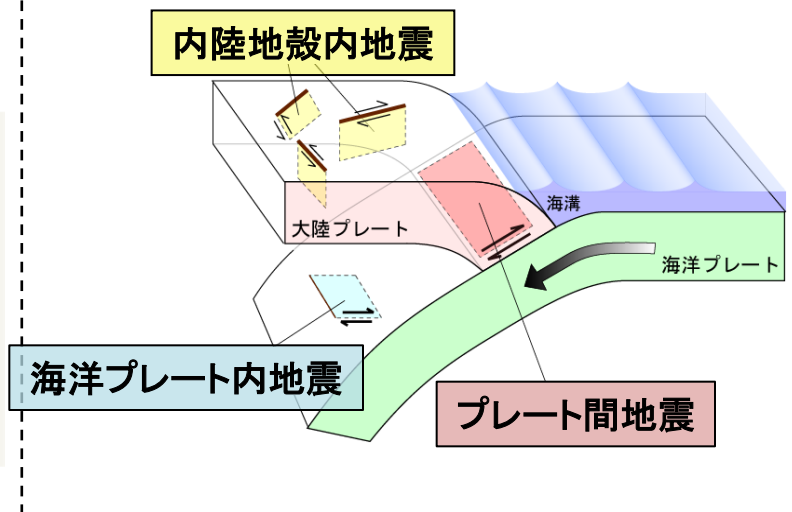
応答スペクトルに基づく
手法による地震動評価

断層モデルを用いた手法
による地震動評価

(③地震動評価の不確かさを考慮)

④基準地震動(S_s)

(地震発生様式)



震源を特定せず策定
する地震動

耐震バックチェックの方法

徹底した調査

- ・活断層調査、過去の地震等の調査

基準地震動の策定

- ・敷地ごとに震源を特定して策定する地震動
- ・震源を特定せず策定する地震動
(旧耐震指針のマグニチュード6.5の直下地震に代わるもの)

重要度に応じた耐震設計

- ・Sクラス(原子炉圧力容器など)

(止める、冷やす、閉じ込める機能など)

基準地震動に対して
安全機能保持
建築基準法の3.0倍※

- ・Bクラス(廃棄物処理設備など)

建築基準法の1.5倍※

- ・Cクラス(主発電機など)

建築基準法の1.0倍※

※機器・配管は更に2割増し

自動停止機能

- ・一定以上の大きな揺れに対し、原子炉を速やかに安全に自動停止

耐震バックチェックの方法(施設の耐震安全性評価)

基準地震動 S_s を策定し、下記の施設等の耐震安全性評価を実施。

安全上重要な建物・構築物の耐震安全性評価
(原子炉建屋)

安全上重要な機器・配管
系の耐震安全性評価

地震随件事象に対する考
慮(周辺斜面、津波)

原子炉建屋基礎地盤
の耐震安定性評価

屋外重要土木構造物
の耐震安全性評価

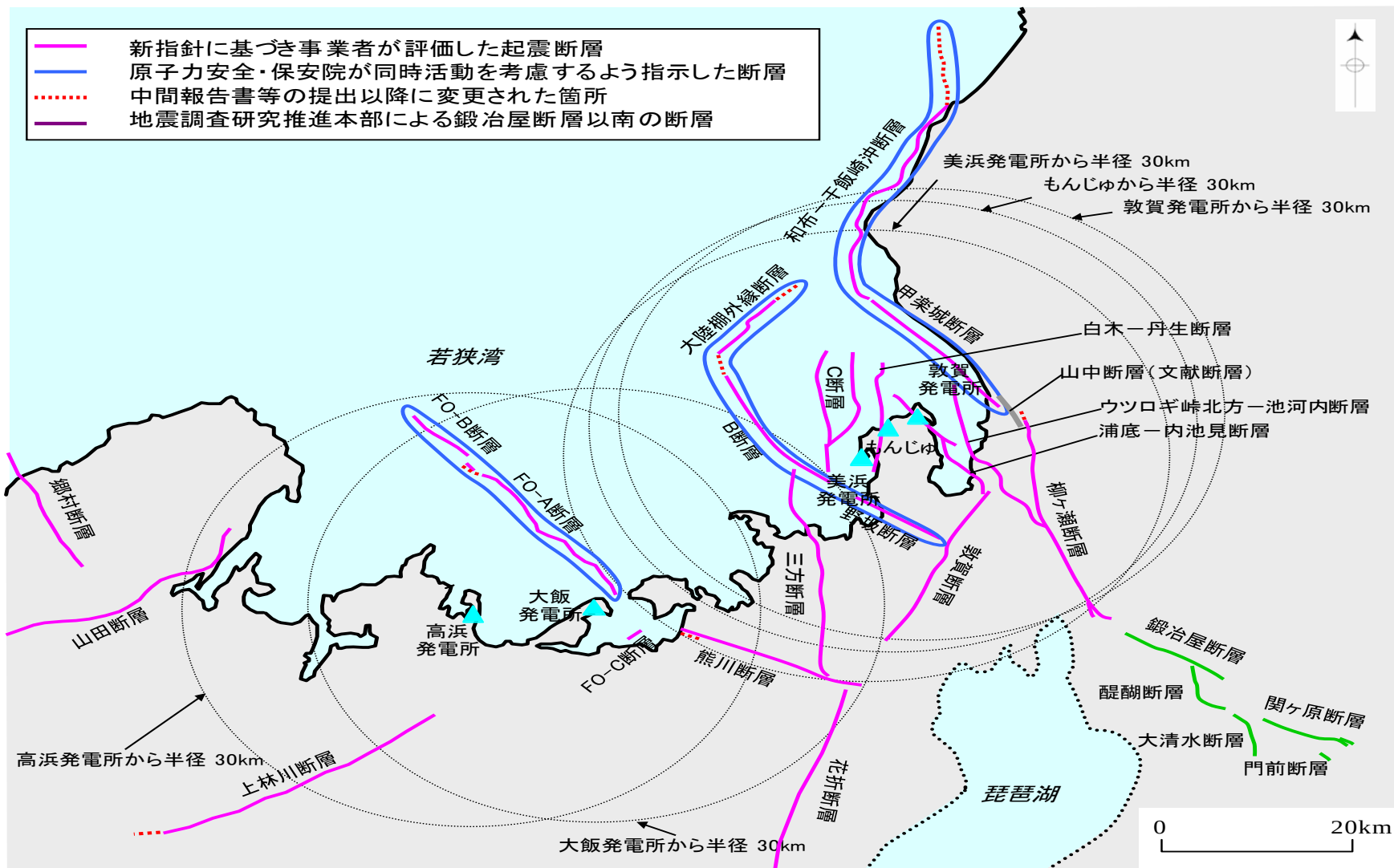
基準地震動 S_s

解放基盤表面

中間評価では ☐ で囲った安全上重要なものについて評価

若狭地域の活断層の評価

平成20年4月～22年3月の約2年間にわたり慎重に審議



(注) 敷地から半径約30kmの範囲の主な断層について図示している。

(例)もんじゅの耐震安全性評価における検討用地震

	選定した検討用地震	断層の長さ	地震規模※1
1	C断層	18km	M6. 9
2	白木一丹生断層	15km	M6. 8(6. 9)※2
3	浦底一内池見断層	18km	M6. 9
4	和布一干飯崎沖～甲楽城断層	60km	M7. 8
5	大陸棚外縁～B～野坂断層	49km	M7. 7

※1:地震規模は松田式により算出

※2:白木一丹生断層については、長さが断層幅を下回らないように設定した
16. 2km(17. 3km)から地震規模を評価

◆変更された基準地震動◆ ※カッコ内は旧値

敦賀原発 800ガル(650ガル) もんじゅ 760ガル(600ガル)
美浜原発 750ガル(600ガル) 大飯原発 700ガル(600ガル)
高浜原発 変更なし (550ガル)

耐震バックチェック(地震・津波、地質・地盤に関する審議)

敦賀発電所、もんじゅ、美浜発電所敷地周辺等の現地調査の実施

(1)実施期間:平成20年5月15日(木)～5月17日(土)

(2)出席委員:合同WG Cサブグループ委員 6名

敦賀発電所3, 4号炉の増設に係る意見聴取会委員 5名 計11名

(3)実施概要

- ・甲楽城断層、山中断層、日野川断層、柳ヶ瀬断層、浦底断層、白木一丹生断層について、地形の状況、断層露頭、トレンチ、ボーリングコア等を確認。
- ・敦賀発電所及びもんじゅ発電所敷地内等のボーリングコアを観察。
- ・もんじゅ敷地内のボーリングコアの観察及び取水設備、盛土斜面等の状況を確認。
- ・海上音波探査記録を確認。



浦底断層Bトレンチ



柳ヶ瀬断層露头

耐震バックチェック(地震・津波、地質・地盤に関する審議)

大飯発電所、高浜発電所敷地周辺等の現地調査の実施

(1)実施期間:平成20年8月18日(月)～8月19日(火)

(2)出席委員:合同WG Cサブグループ委員 4名

(3)実施概要

- ・O-1, O-2, O-3, T-1, T-2, T-3の各リニアメントについて、空中写真判読、地形の状況、露頭、ボーリング等を確認
- ・熊川断層について、空中写真判読、地形の状況、断層露頭、トレンチ、ボーリング等を確認
- ・海域のFo-A, Fo-B, Fo-C断層に関係する海上音波探査記録を確認



T-3リニアメント露頭



空中写真判読

高経年化対策について (敦賀1号、美浜1号)

高経年化対策に関する基本的な考え方について

プラントの一定の安全水準を確保するため、長期供用に伴う**経年劣化の特徴**を把握してこれに**的確に対応した保守管理**を行うことが重要。

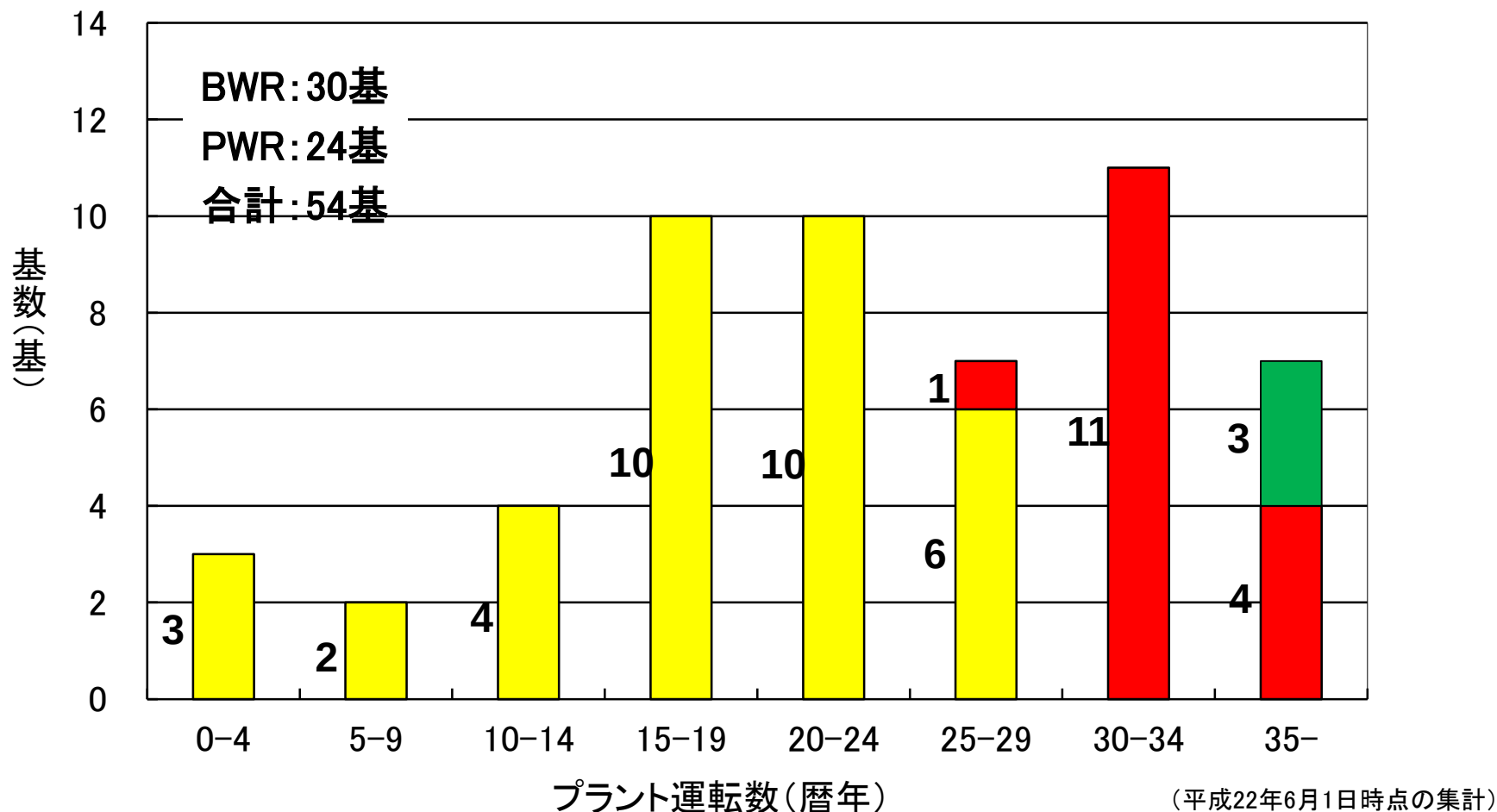


高経年化技術評価

運転開始後30年に至る前に、プラントの機器・構造物の健全性について評価を行い、この評価に基づき**長期保守管理方針**(現状の保全に追加すべき、今後10年間の保全策)を策定・実施する。

30年以降も10年ごとに健全性評価等を同様に実施する。

我が国の原子力発電プラントの運転年数と基数分布

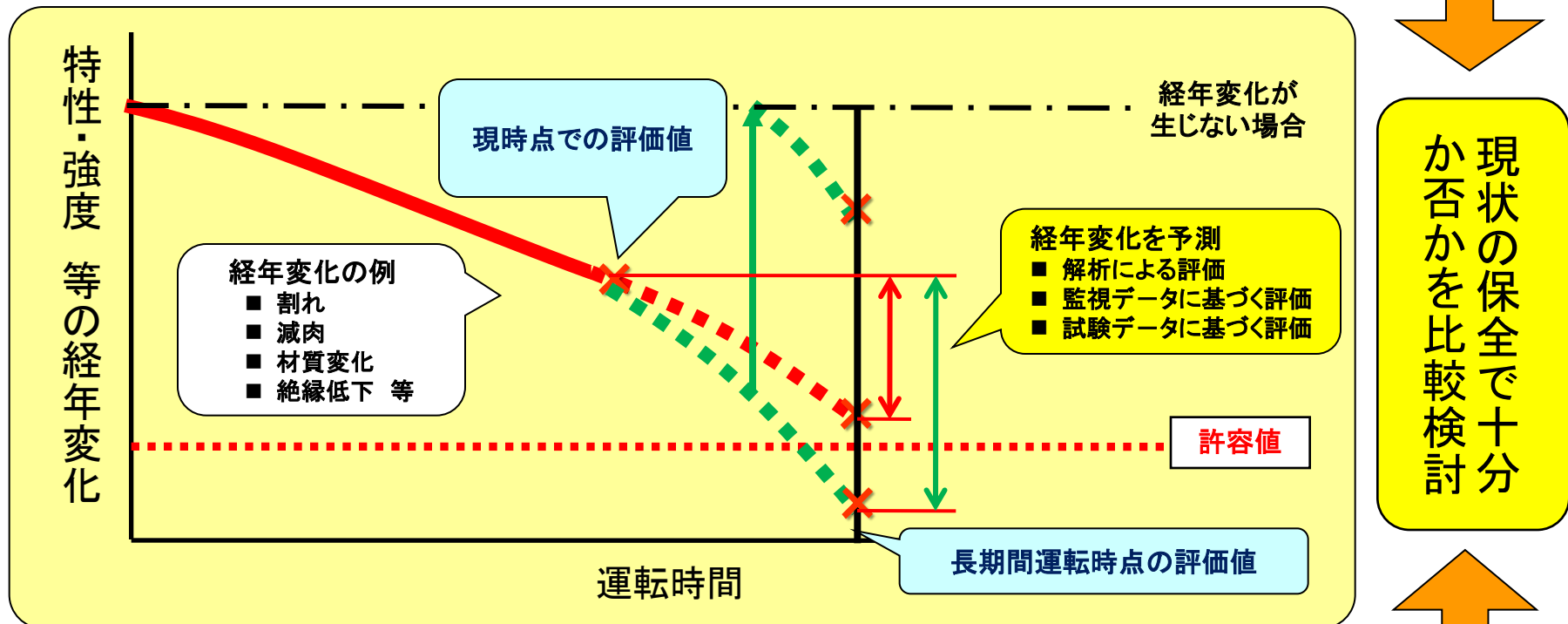


- : 30年目高経年化技術評価を実施したプラント(19基)
- : 高経年化技術評価が未実施のプラント
- : 40年目高経年化技術評価を実施したプラント(3基)

経年変化に対する評価

プラントの運転開始から60年を一つの目安とした供用期間を仮定して、機器・構造物の健全性評価を行うとともに、現状の保全内容が十分かどうか確認し、追加すべき保全策の必要性を検討する。

60年の使用期間を仮定した健全性評価(注)



現状の保全内容(点検・検査、取替等)

緑: 許容値を下回ることが予測される場合は、その前に取替等の追加保全を計画

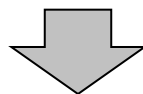
(注) 60年の使用を認めるものではない。経年変化を予測し、60年時点の健全性を評価。

高経年化対策に係る規制強化(平成21年1月、23年1月～)

以
前

高経年化対策の適切性についての電力会社による再検討結果
(高経年化技術評価) とそれを踏まえた以後10年間の保全方
針(長期保全計画) を**30年目までに国に報告**。

上記保全方針を具体化した運転サイクル毎の作業内容について
は作業後に**事後報告(30年目以降)**



規制強化

現
在

●高経年化技術評価に基づく以後10年間の保全方針について、
30年目までに保安規定(認可対象)に記載して申請※。

●上記保全方針を具体化した運転サイクル毎の作業内容につ
いては計画書を**事前届出(運転開始当初から実施する劣化進
展確認作業の計画を含む)(定期検査毎)**

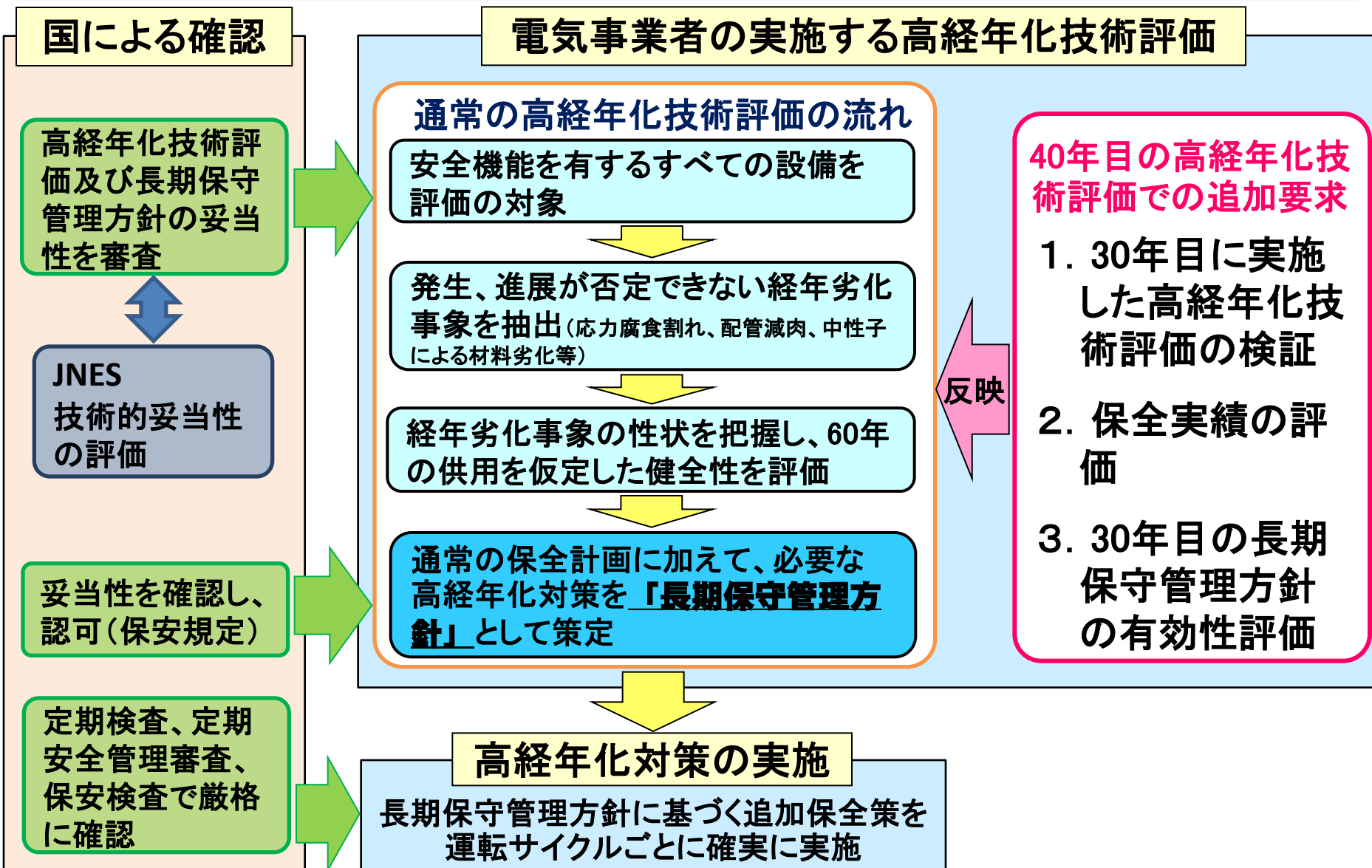
●**フォローアップの充実**

➢40年超プラントについては、保全サイクル毎に立入検査を実
施(保全活動の実施状況を確認し、その妥当性、有効性を評価)

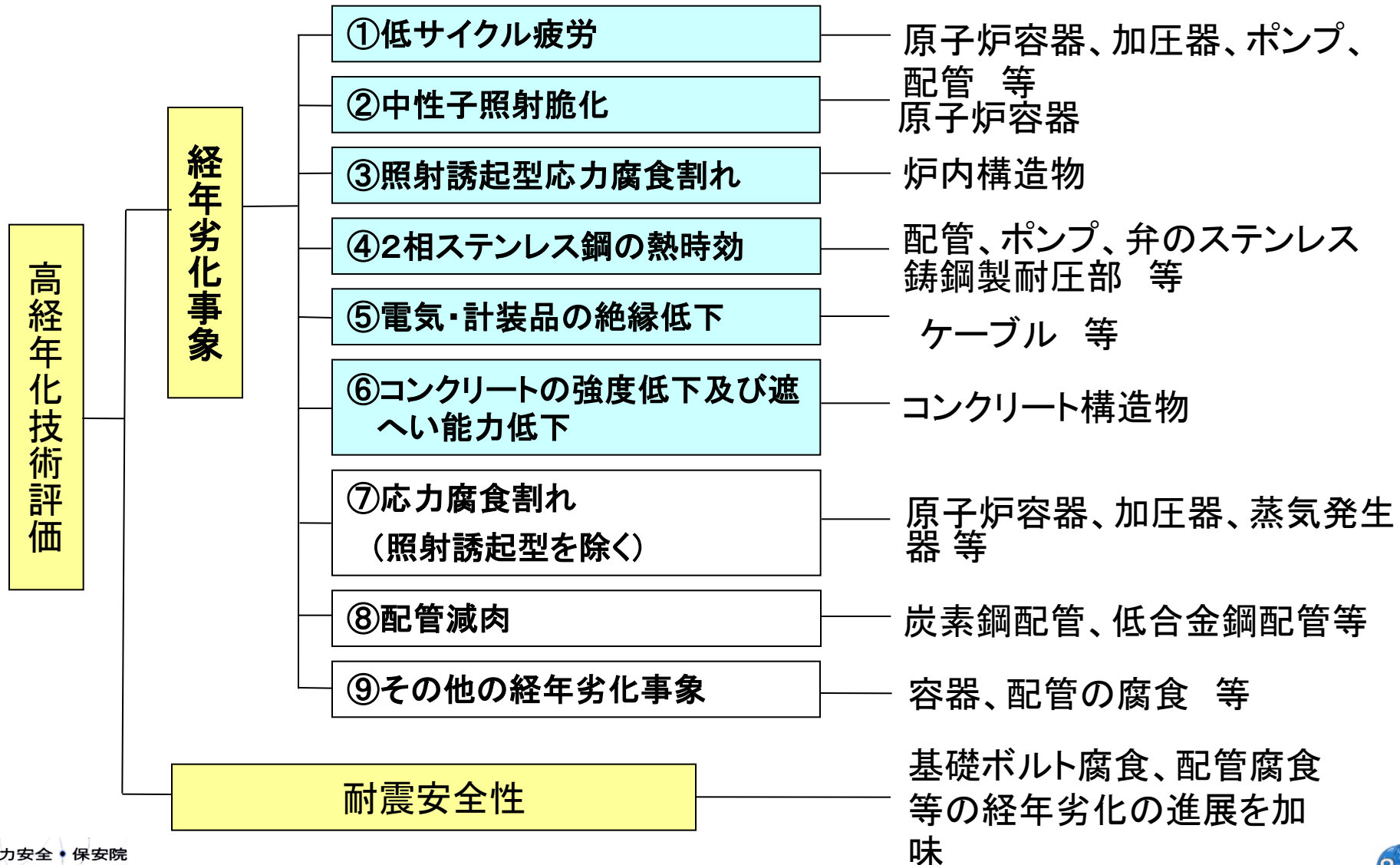
➢30年超プラントについては、約35年経過時に立入検査を実施

※国は保安規定違反に対して1年以内の運転停止などを命ずることができる。
保全方針には、主な経年劣化事象ごとに保守管理の方針を記載する。

高経年化技術評価・対策の実施の流れ



経年劣化事象ごとの評価



(美浜発電所1号炉の高経年化技術評価について)「長期保守管理方針」

(平成21年11月保安規定変更認可申請、22年6月認可)

格納容器循環ファンモータ
(固定子コイルの絶縁低下)
●格納容器循環ファンモータの
取替(短期)

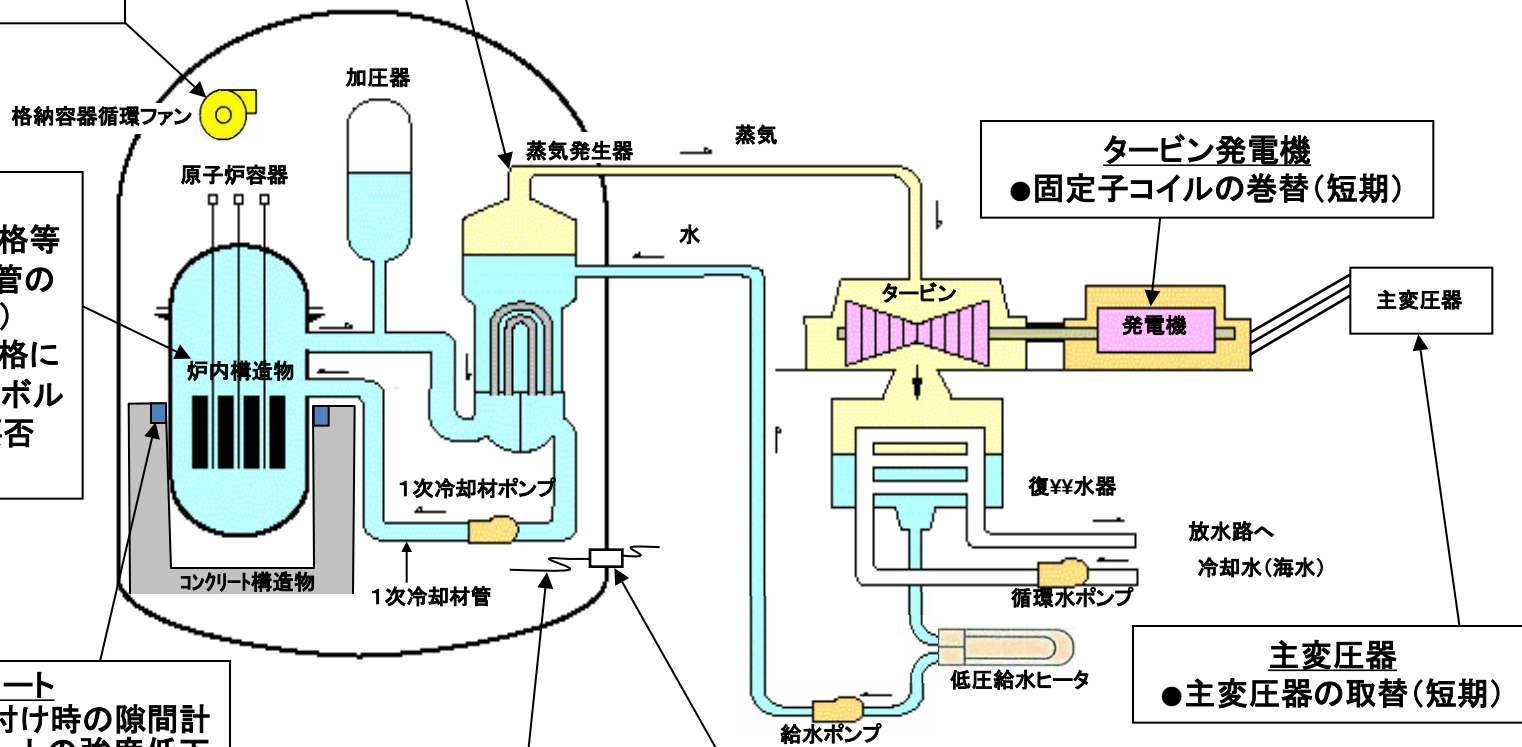
蒸気発生器
●伝熱管の伝熱性能の傾向監視による
スケール除去要否の検討(中長期)

●基礎ボルトの調査(中長期)
●ケミカルアンカの調査(中長期)

炉内構造物
●日本機械学会 維持規格等
の制御棒クラスタ案内管の
保全への反映(中長期)
●日本機械学会 維持規格に
基づくバップルフォーマボルト
の超音波探傷検査要否
の検討(中長期)

耐熱コンクリート
●キャビティシール取り付け時の隙間計
測による耐熱コンクリートの強度低下
の傾向監視(中長期)

低圧・同軸ケーブル
●事故時雰囲気内で機能要求があるケーブル
の実機調査結果に基づく取替(短期)



タービン発電機
●固定子コイルの巻替(短期)

主変圧器
●主変圧器の取替(短期)

電気ペネトレーション
●三重同軸型電気ペネトレーション及びピッグテール型電気ペ
ネトレーションの実機同等品による健全性の再評価(中長期)

実施時期 短期:平成22年11月28日から5年間
中長期:平成22年11月28日から10年間

(敦賀1号機の高経年化技術評価)長期保守管理方針

・現状保全に追加すべき保全策とされたものについて、具体的な保全方針を定めた以下の長期保守管理方針を策定(平成21年2月保安規定変更認可申請、同年9月認可)

No	経年劣化事象	項 目	実施時期※2
1	中性子照射脆化	原子炉圧力容器の監視試験計画の策定	短期
		次回監視試験の結果を脆化予測へ活用及び使用済試験片の再装荷	中長期
2	中性子照射による靱性低下	炉内構造物の中性子照射による靱性低下に関する新知見の保全への反映※1	中長期
3	照射誘起型応力腐食割れ	炉内構造物の照射誘起型応力腐食割れに関する新知見の保全への反映※1	中長期
4	粒界型応力腐食割れ	炉内構造物の粒界型応力腐食割れに関する新知見の保全への反映※1	中長期
5	粒界型応力腐食割れ	原子炉圧力容器及び原子炉再循環系配管の粒界型応力腐食割れに関する新知見の保全への反映※1	中長期
		排ガス系配管について、計画的な超音波探傷検査の実施	短期
6	配管減肉	炭素鋼配管及び低合金鋼配管の腐食に関する新知見の保全への反映	短期
		炭素鋼配管の減肉進展結果を反映した耐震安全性の再評価	短期
7	全面腐食	U字管式熱交換器の胴の減肉進展結果を反映した耐震安全性の再評価	中長期
8	全面腐食	空調ダクトの計画的な目視点検の実施	短期
9	全面腐食	フィルタスラッジ貯蔵タンク胴、鏡板の計画的な目視点検又は肉厚測定の実施※3	中長期
10	全面腐食	格納容器冷却海水系配管、非常用ディーゼル機関冷却水系配管及び高圧注水系ディーゼル用冷却海水配管の海水滞留部等の定期的な目視点検の実施※3	中長期
11	全面腐食	液固体廃棄物処理系配管の計画的な目視点検又は取替の実施※3	中長期
12	絶縁低下	電気ペネトレーションの気密性低下及び絶縁低下に係わる再評価	中長期
		高圧動力用キャニスタ型電気ペネトレーションの取替	短期
13	絶縁低下	ケーブル及び端子台等の絶縁物の絶縁低下に係わる再評価	中長期
14	絶縁低下	電動弁用駆動部(交流電源)の絶縁物の絶縁低下に係わる再評価	中長期
		電動弁用駆動部(直流電源)の取替	短期
15	絶縁低下	低圧ポンプモータの絶縁物の絶縁低下に係わる再評価	中長期
16	絶縁低下	計測装置のうち圧力伝送器等の特性低下及び温度検出器の絶縁低下に係わる再評価	短期
17	熱疲労	原子炉再循環ポンプ主軸の取替	中長期

若狭地域の原子力発電所 における緊急安全対策 の確認内容

美浜発電所における緊急安全対策の概要

緊急時の電源確保					
	必要電力量	配備電源車容量	必要ケーブル長	確保ケーブル長	電源車の保管場所等
美浜1号機 2号機 3号機	232kVA < 500kVA 275kVA < 800kVA 293kVA < 400kVA		183m < 200m 183m < 200m 233m < 250m		●電源車3台を+32mの高台に保管 ●建屋内に一部ケーブルを恒久設置
●電源車の接続にかかる時間 約2.1時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●燃料保有量 補助ボイラ燃料タンク(140m ³ (約32日分)) 電源車近隣にタンクローリーを配備					

原子炉の冷却(蒸気発生器への注水)					使用済燃料プールの冷却			
	必要とする水量	消防ポンプによる供給能力	必要ホース長	確保ホース長	必要とする水量	消防ポンプによる供給能力	必要ホース長	確保ホース長
1号機 2号機 3号機	約13m ³ /h < 36m ³ /h × 3台 約18m ³ /h < 36m ³ /h × 6台 約17m ³ /h < 36m ³ /h × 3台		425m < 500m 1020m < 1200m 578m < 680m		約5m ³ /h < 約53m ³ /h × 2台※ 約7m ³ /h < 約53m ³ /h × 2台※ 約13m ³ /h < 約53m ³ /h × 4台※ ※1, 2号共用		493m < 580m 153m < 180m 425m < 500m	
●消防ポンプ19台を3号機横の高台(+32m)に保管 ●消防ポンプからの給水にかかる時間 約1.4時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●燃料保有量 燃料貯蔵所等約1,340リットル(約90時間分)								

大飯発電所における緊急安全対策の概要

	緊急時の電源確保				
	必要電力量	配備電源車容量	必要ケーブル長	確保ケーブル長	電源車の保管場所等
大飯1号機	386kVA	< 500kVA	88m	< 90m	●電源車4台を高台に保管 (1、2号機背面道路(+31m)及び、3、4号機背面道路(+33m))
2号機	386kVA	< 610kVA	135m	< 160m	
3号機	197kVA	< 610kVA	167m	< 187m	
4号機	197kVA	< 610kVA	167m	< 187m	
	●電源車の接続にかかる時間 約2.3時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●燃料保有量 補助ボイラ燃料タンク(80m³(約31日分)) 特高開閉所前駐車場(+32m)にタンクローリーを配備				

原子炉の冷却(蒸気発生器への注水)					使用済燃料プールの冷却			
	必要とする水量	消防ポンプによる供給能力	必要ホース長	確保ホース長	必要とする水量	消防ポンプによる供給能力	必要ホース長	確保ホース長
1号機	約12m ³ /h<46m ³ /h×3台		357m< 420m		1、2号機: 約20m ³ /h<48m ³ /h×3台 約20m ³ /h<48m ³ /h×4台 約20m ³ /h<48m ³ /h×4台		1、2号機: 646m< 760m 782m< 920m 884m<1040m	
2号機	約12m ³ /h<46m ³ /h×3台		493m< 580m					
3号機	約13m ³ /h<36m ³ /h×4台		850m<1000m					
4号機	約13m ³ /h<36m ³ /h×4台		850m<1000m					
	●消防ポンプ25台を高台(吉見トンネル内)(+62. 8m)に保管 ●消防ポンプからの給水にかかる時間 約1. 2時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●燃料保有量 燃料貯蔵所等約2, 980リットル(約70時間分)							

高浜発電所における緊急安全対策の概要

	緊急時の電源確保				
	必要電力量	配備電源車 容量	必要ケー ブル長	確保ケーブ ル長	電源車の保管場所等
高浜1号機	358kVA	< 500kVA	155m	< 170m	●電源車4台を+32mの高台に保管 (1、2号機背面道路及び、3、4号機背面道路) ●建屋内に一部ケーブルを恒久設置
2号機	358kVA	< 800kVA	155m	< 170m	
3号機	220kVA	< 610kVA	235m	< 250m	
4号機	197kVA	< 400kVA	225m	< 240m	
	●電源車の接続にかかる時間 約2.0時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●燃料保有量 補助ボイラ燃料タンク(184m ³ (約30日分)) 特高開閉所前駐車場(+15m)にタンクローリーを配備				

原子炉の冷却(蒸気発生器への注水)					使用済燃料プールの冷却			
	必要とする水量	消防ポンプによる供給能力	必要ホース長	確保ホース長	必要とする水量	消防ポンプによる供給能力	必要ホース長	確保ホース長
1号機	約17m ³ /h	< 46m ³ /h × 4台	425m	< 500m	約12m ³ /h	< 48m ³ /h × 5台	816m	< 960m
2号機	約17m ³ /h	< 46m ³ /h × 6台	714m	< 840m	約12m ³ /h	< 48m ³ /h × 5台	731m	< 860m
3号機	約10m ³ /h	< 46m ³ /h × 9台	986m	< 1160m	約17m ³ /h	< 48m ³ /h × 9台	1445m	< 1700m
4号機	約10m ³ /h	< 46m ³ /h × 7台	748m	< 880m	約17m ³ /h	< 48m ³ /h × 7台	1173m	< 1380m
●消防ポンプ52台を汚泥焼却炉付近の高台(+49.5m)に保管 ●消防ポンプからの給水にかかる時間 約1.2時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●燃料保有量 燃料貯蔵所等約3,020リットル(約120時間分)								

もんじゅ、ふげんにおける緊急安全対策の概要

	緊急時の電源確保		原子炉、使用済燃料プールの冷却
	必要電力量	配備電源車容量	原子炉及び炉外燃料貯槽設備は、空気による自然循環による除熱を行う仕組みであることから、ポンプ車等による注水冷却は不要。使用済燃料貯蔵槽はポンプによる注水を実施する。
もんじゅ	483kVA ＜ 500kVA(1台)		
	●電源車の接続にかかる時間 約4時間(訓練実績)(要求時間:8時間以内) ●電源車を構内の高台(+42m)に保管		

	緊急時の電源確保		使用済燃料プールの冷却	
	必要電力量	発電機容量	ポンプ確保能力	ホース確保長
ふげん	0. 1kVA < 2. 3kVA(1台)		0. 2m ³ /h	20m×15本
	●発電機の接続にかかる時間 約1. 5時間(訓練実績)(要求時間:5時間以内) ●ポンプの接続にかかる時間 約1時間(訓練実績)(要求時間:約15時間以内) ●発電機、ポンプ等の資機材を高台(+70m)に保管			

＜参考＞ 日本の原子力安全規制行政体制

