

# 柏崎刈羽原子力発電所6, 7号機における 安全対策と新規制基準への適合性について

平成25年7月17日



東京電力

---

# 福島第一事故後の取り組みと新規制基準への適合性のポイント

平成23年3月に発生した福島第一原子力発電所の事故以降、当社は柏崎刈羽原子力発電所の安全性を向上する対策を継続的に実施してきました。

(代表的な対策例)

- 緊急安全対策として、消防車、電源車等を配備し、手順書整備、訓練を実施  
(平成23年4月21日に国に実施報告)
- 防潮堤の設置(平成23年11月着工、平成25年6月完了)
- 空冷式ガスタービン発電機等追加配備(平成23年7月手配、平成24年3月配備完了)
- 代替水中ポンプ及び代替熱交換器設備の配備(平成23年8月着手、平成25年3月完了)



6号機、7号機に対して今までに構築してきた安全対策について、原子力規制委員会による客観的な評価をいただくことが重要と考えています。



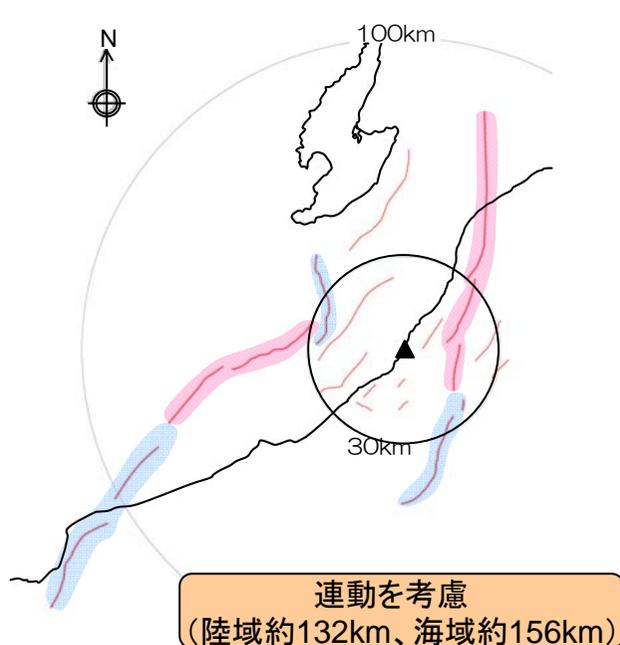
新規制基準への適合性においてポイントとなる主な安全対策は以下のとおりです。

- 自然現象(地震、津波、その他の自然現象(竜巻、火山活動等))に対する対策
- 内部溢水対策
- 火災防護対策
- 電気系統(外部電源受電系統)の強化対策
- 重大事故対策(炉心損傷防止対策(注水、除熱、電源確保)、原子炉格納容器損傷防止及び水素処理対策、放射性物質放出抑制対策)

# 地震対策

- 新潟県中越沖地震後，その教訓を踏まえ，最大加速度水平1209gal，鉛直650gal(5～7号機の解放基盤表面)の基準地震動を設定しました。
- さらに発電所周辺の陸域，海域に位置する複数の断層が連動した場合の評価を行った結果，長周期帯に影響はあるものの，建屋，機器に影響する周期帯では影響が小さく，安全上重要な施設の耐震安全性に影響がないことを確認しました。
- 6，7号機直下の敷地内断層であるF系，V系，L系断層については，火山灰等の調査の結果，いずれも約20万年前以降の活動がないことを確認しています。

注) 1，2号機直下の $\alpha$ ， $\beta$ 断層は，ボーリング調査で約20万年前以降の活動がないことを確認しました



- 震源として考慮する活断層
- 既に連動を考慮している活断層
- 今回連動の考慮に加えた活断層

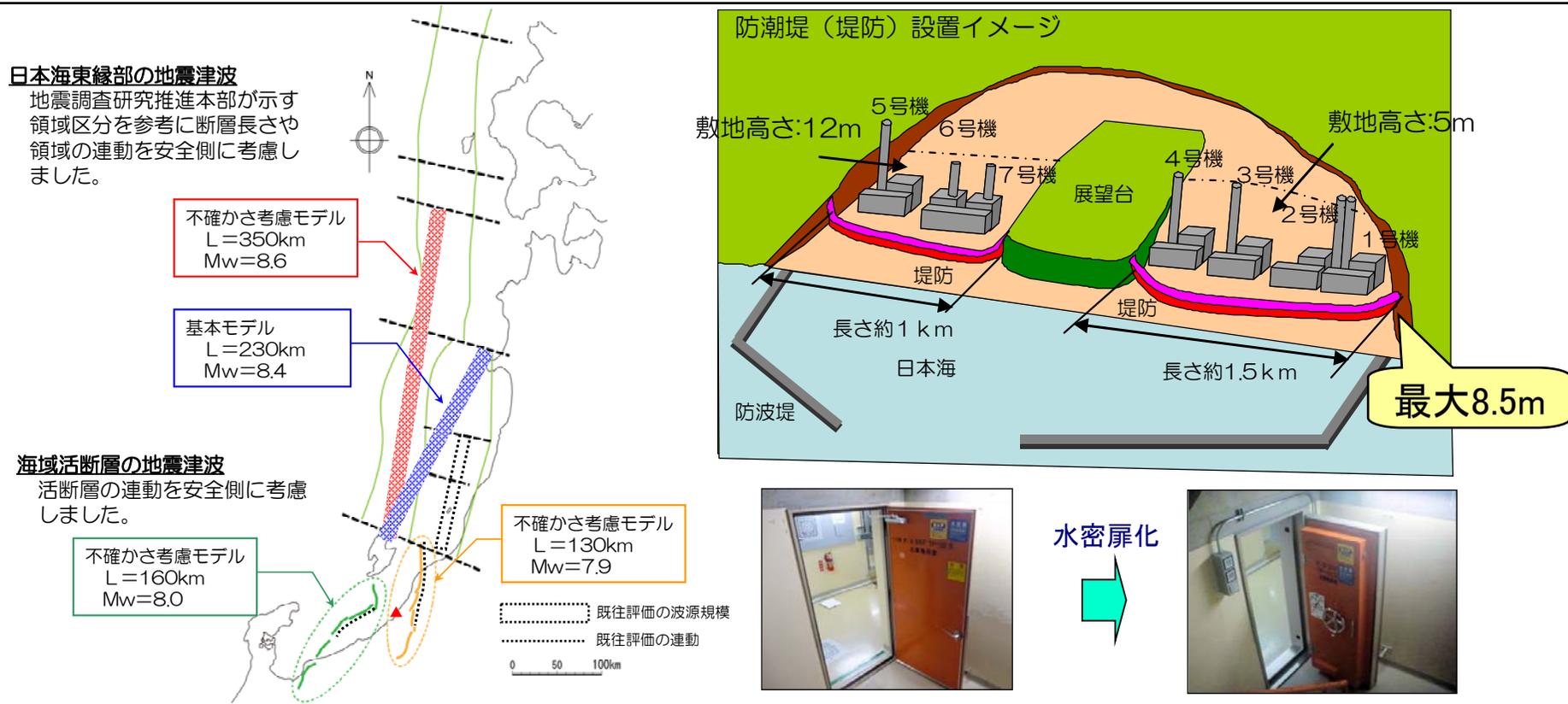
時代	広域火山灰	地層名	MIS
完新世		新期砂層	
更新世	中子軽石 (約13万年前)	番神砂層	5e~4
		大湊砂層	
		安田層	
更新世	阿多鳥浜 (約24万年前) 加久藤 (約33~34万年前)	A <sub>4</sub> 部層	10~7と6の境界 (約20万年前)付近
		A <sub>3</sub> 部層	
		A <sub>2</sub> 部層	
A <sub>1</sub> 部層			
鮮新世		西山層	

① F系断層  
② V系断層  
③ L系断層  
④  $\alpha$ 系断層  
⑤  $\beta$ 系断層

## 敷地内断層評価

注) MISは海洋同位体ステージと呼ばれるもので，氷期と氷期の周期的な繰り返しに数字を付して整理したもの

- 海域活断層の連動，地すべりによる津波，潮位条件等の最新知見を踏まえて波源モデルを作成し，確率論的評価も考慮しながら，入力津波を設定しました。（1～7号機取水口前面で最高6.0m，遡上としては最高8.5m）
- 6，7号機の敷地高さは12mであり，入力津波が敷地に遡上することはありません。
- なお，事業者独自の取組として，防潮堤の設置，重要な建屋扉の水密扉化等の対策を進め，15m程度の津波が到達しても安全上重要な施設に影響が及ばないようにします。



## その他自然現象(風, 竜巻)

- 地震及び津波以外の自然現象については、一般的な事象に加えて、IAEA基準等で示されている約50事象からスクリーニングにより、強風、落雷、竜巻、火山、積雪、低温、森林火災を選定し、それぞれに設計基準を設定のうえ、安全上重要な施設の機能への影響を確認しました。

- 設計基準としては、“関連規格・基準の設計要求値”，“過去の観測記録の極値”，“発生頻度(10<sup>-4</sup>～10<sup>-5</sup>/年)”を参照の上、各事象の特性や観測記録の信頼性等から総合的に判断

### 風(台風)対策

- 設計基準風速を(40.1m/s)と設定し、安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。

<設計基準設定根拠>

(10分間平均風速)

参照項目		柏崎市	刈羽村	新潟市	上越市
規格・基準	建築基準法施行令	30m/s			
観測実績(極値)	気象庁観測極値	16m/s(※)	—	<u>40.1m/s</u>	23.1m/s
年超過頻度	10 <sup>-4</sup> /年値	21.5m/s	—	39.4m/s	21.7m/s

※柏崎市の  
最大瞬間風速は  
32.5 m/s

### 竜巻対策

- 原子力規制委員会・竜巻影響評価ガイドに沿って、設計基準竜巻を藤田スケール2(風速50～69m/s)と設定し、竜巻荷重(風圧, 気圧差, 飛来物)に対し、安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。

<設計基準設定根拠>

参照項目		竜巻規模
観測実績	新潟県最大 本州日本海側最大	藤田スケール1 藤田スケール2
年超過頻度評価	10 <sup>-5</sup> /年値	藤田スケール2



## その他自然現象(火山, 落雷)

### 火山活動対策

- 原子力規制委員会・火山影響評価ガイドに沿って、発電所への影響評価を実施しました。
  - 対象火山との距離を踏まえ、保守的な火山灰堆積条件(堆積速度:0.5cm/h, 噴火継続時間:60時間)を設定しても、屋上等の灰除去や非常用ディーゼル発電機吸気フィルタの交換等により、安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。
    - 発電所より160km内の活動性を考慮した対象火山
      - ・16箇所の活火山<sup>(注1)</sup> (例:妙高山など)
      - ・14箇所の第四紀火山<sup>(注1)</sup> (例:苗場山など)
- (注1) 活火山: 1万年以内に活動の形跡があるもの  
 第四紀火山: 258万年前以降に活動の形跡があるもの
- 考慮すべき火山事象
    - ・火砕流などの設計対応不可能な火山事象の痕跡は敷地周辺にないことを確認
    - ・考慮すべき火山事象は、降下火山灰のみ

### 落雷対策

- 発電所の観測記録をもとに、敷地全域における雷撃頻度 $10^{-4}$ 件/年に相当する雷撃電流値に対して、避雷鉄塔等による落雷の遮蔽効果を見込んでプラントへの雷撃頻度を評価した結果、設計基準雷撃電流値として200kAを設定し、安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。

#### <設計基準設定根拠>

(規格・基準) JEAG4608「原子力発電所の耐雷指針」等

(観測実績) 発電所構内における落雷観測および落雷観測システム(IMPACT)

(年超過頻度) 6/7号への雷撃頻度 $10^{-4}$ 件/年値



避雷鉄塔

## その他自然現象(積雪, 低温, 森林火災)

### 積雪対策

- 設計基準積雪量(167cm)に対し, 安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。
- 安全対策として原子炉建屋屋上の除雪体制の構築やアクセスルートの除雪体制を整備しています。

#### <設計基準設定根拠>

日々の建屋及び構内の除雪体制が整備されていることから, 1日あたりの積雪量をもとに設定  
過去の観測記録の極値 : 72cm及び年超過頻度 $10^{-4}$ /年値 : 135.9cmの内, 保守的に大きい方に, それ以前の降雪を考慮し設定  $135.9(10^{-4}/年値) + 31.1\text{cm}(\text{平均積雪深}) = 167\text{cm}$

### 低温対策

- 設計基準温度(低温) $-17.0^{\circ}\text{C}$ に対し, 安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。

#### <設計基準算定根拠>

参照項目		参照値
現行設計	設計時想定	$-13.0^{\circ}\text{C}$ (24時間継続)
観測実績	気象庁観測極値	$-11.3^{\circ}\text{C}$
年超過頻度	$10^{-4}$ /年値	$-17.0^{\circ}\text{C}$

### 森林火災

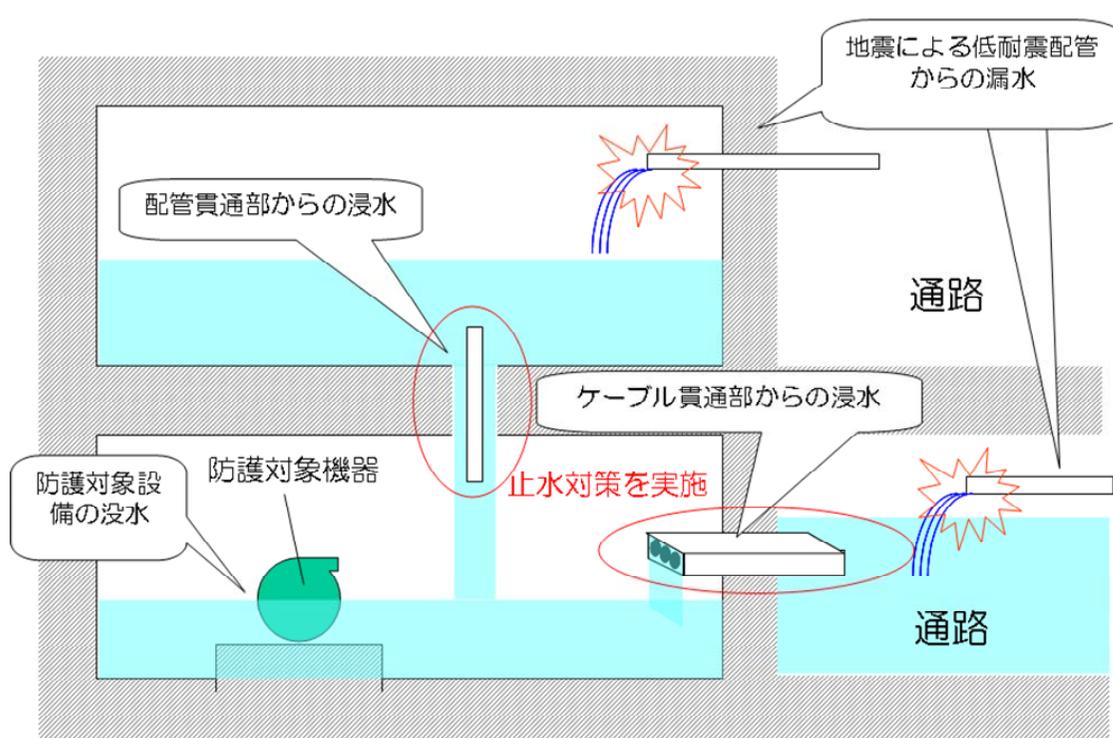
- 原子力規制委員会・外部火災影響評価ガイドに従い, 評価対象火災について熱, 爆風, ばい煙等による原子炉施設への影響評価を実施し, 安全上重要な施設の機能が損なわれないことを確認しました。

#### (評価対象火災)

- ・ 発電所10km圏内での出火を想定した森林火災
- ・ 発電所10km圏内の工場等近隣の産業施設での火災・爆発
- ・ 航空機墜落確率が $10^{-7}$ [回/炉・年]以上となる範囲に墜落した航空機による火災



- 地震等による潜在的溢水源を特定し、安全上重要な機器の設置区域への浸水経路の止水対策(配管, ケーブル等が壁を貫通する部位(貫通部)の止水, 水密扉化等)を実施して, 内部溢水からこれらの機器を防護し, 安全性をより一層向上します。



内部溢水のイメージ



配管, ケーブル貫通部の止水処理施工例

- 従来から、旧火災防護指針に従い、ケーブルは全て難燃性のものを採用する等の対策を実施してきました。
- 以下の3方針に基づいて対策を実施し、火災発生時により確実に原子炉を安全に停止できるようにします。

➤ 発生の防止

- ・可能な限り不燃，難燃性材料の使用
- ・可燃物の徹底した管理

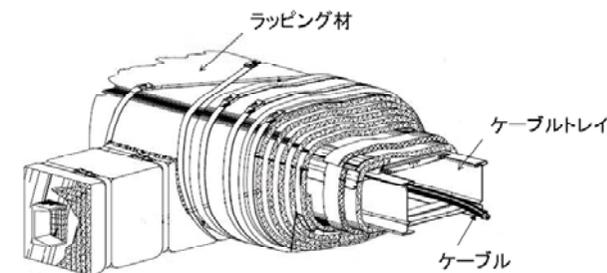
➤ 火災の早期感知・消火

- ・火災感知器の追設（既設煙感知式に加えて，赤外線感知式を追設）
- ・蓄電池室への水素検知器の設置
- ・非常用炉心冷却系ポンプ室他への固定式消火設備の設置
- ・消火活動に必要な経路，場所への蓄電池内蔵照明の設置

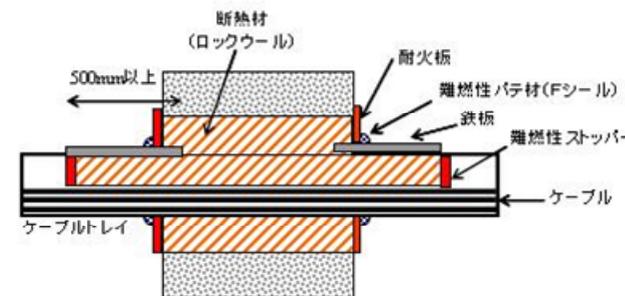
➤ 火災の影響軽減

- ・いかなる単一火災においても，多重性をもった安全機能（原子炉の停止，継続的冷却）が損なわれることのないよう，3時間耐火性能を有する障壁\*を設置

\* 壁（貫通部は防火処理），防火扉，防火ダンパ，ケーブルラッピング



ケーブルラッピングイメージ

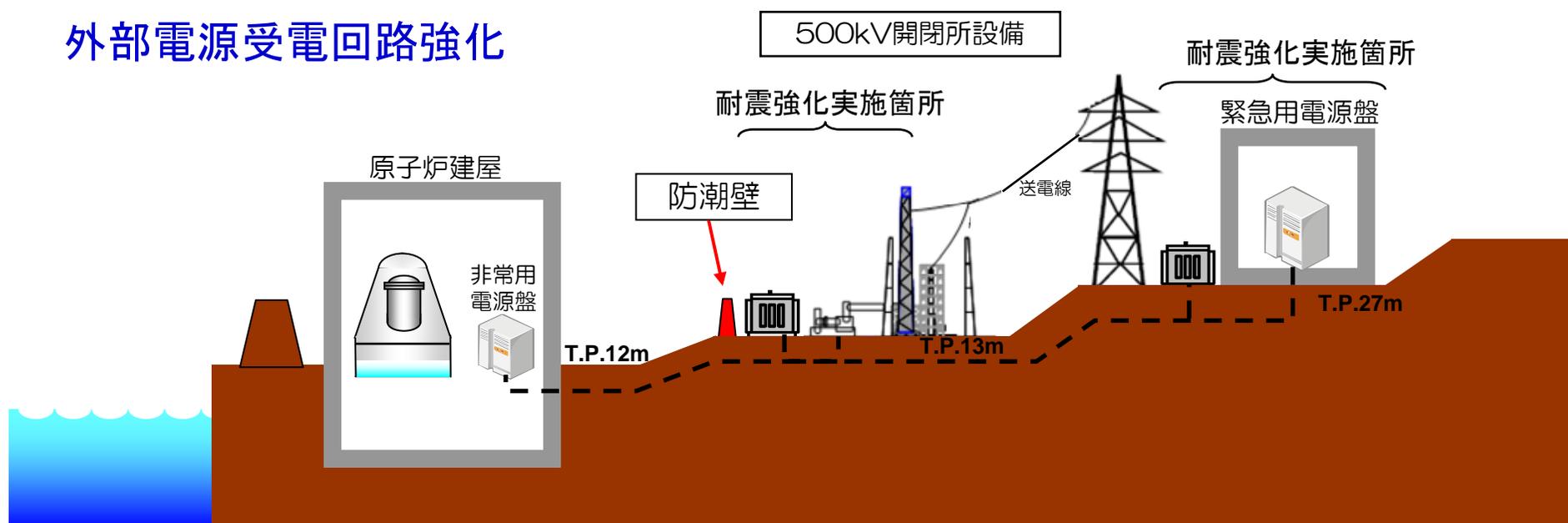


ケーブル貫通部処理イメージ

## 電気系統(外部電源受電系統)の強化対策

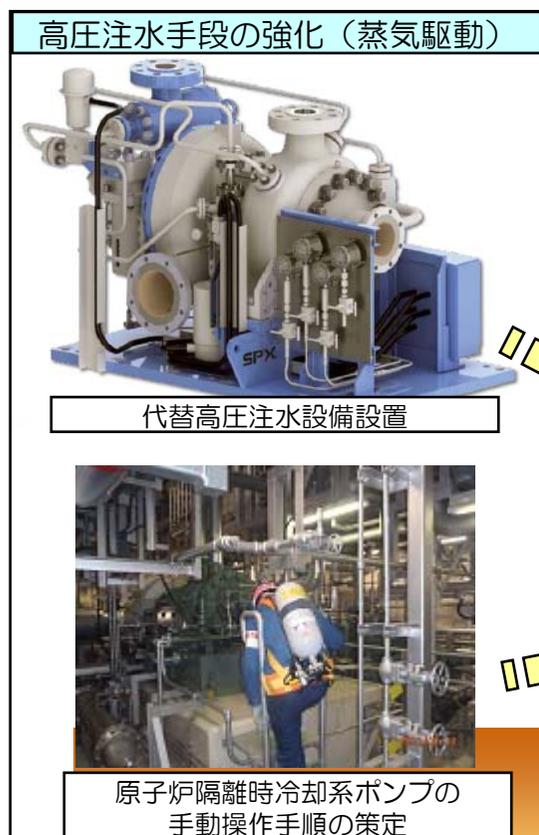
- 以下の対策により外部電源からの受電システムを強化し、地震・津波時にも外部電源の受電を可能にします。
  - 外部電源として3ルート5回線の送電線を確保するとともに、緊急用電源盤を新設し、所内の受電回路を多重化
  - 外部電源の受電に必要な開閉所機器、変圧器の耐震評価・強化
  - 開閉所は入力津波に対して十分高い敷地に位置  
(事業者独自の取組として、開閉所の周囲に防潮壁を設置し、15m程度の津波からも防護)

### 外部電源受電回路強化



# 重大事故対策（注水の確保による炉心損傷防止対策）

- 多様性・多重性のある注水手段を確保し、既設の原子炉注水設備が機能を喪失した場合でも、炉心損傷を防止します。
  - 既設注水設備の電源強化，ディーゼル駆動・蒸気駆動注水設備の活用，可搬型消防車の配備
  - 蒸気駆動で制御電源が不要であり，水没時にも動作が可能な代替高圧注水設備の設置
  - 約1.8万トンの貯水池設置による水源確保



既設の設備も電源強化により活用可能

- 高圧注水系ポンプ
- 残留熱除去系ポンプ
- ホウ酸水注入系ポンプ
- 制御棒駆動系ポンプ
- 復水移送系ポンプ など



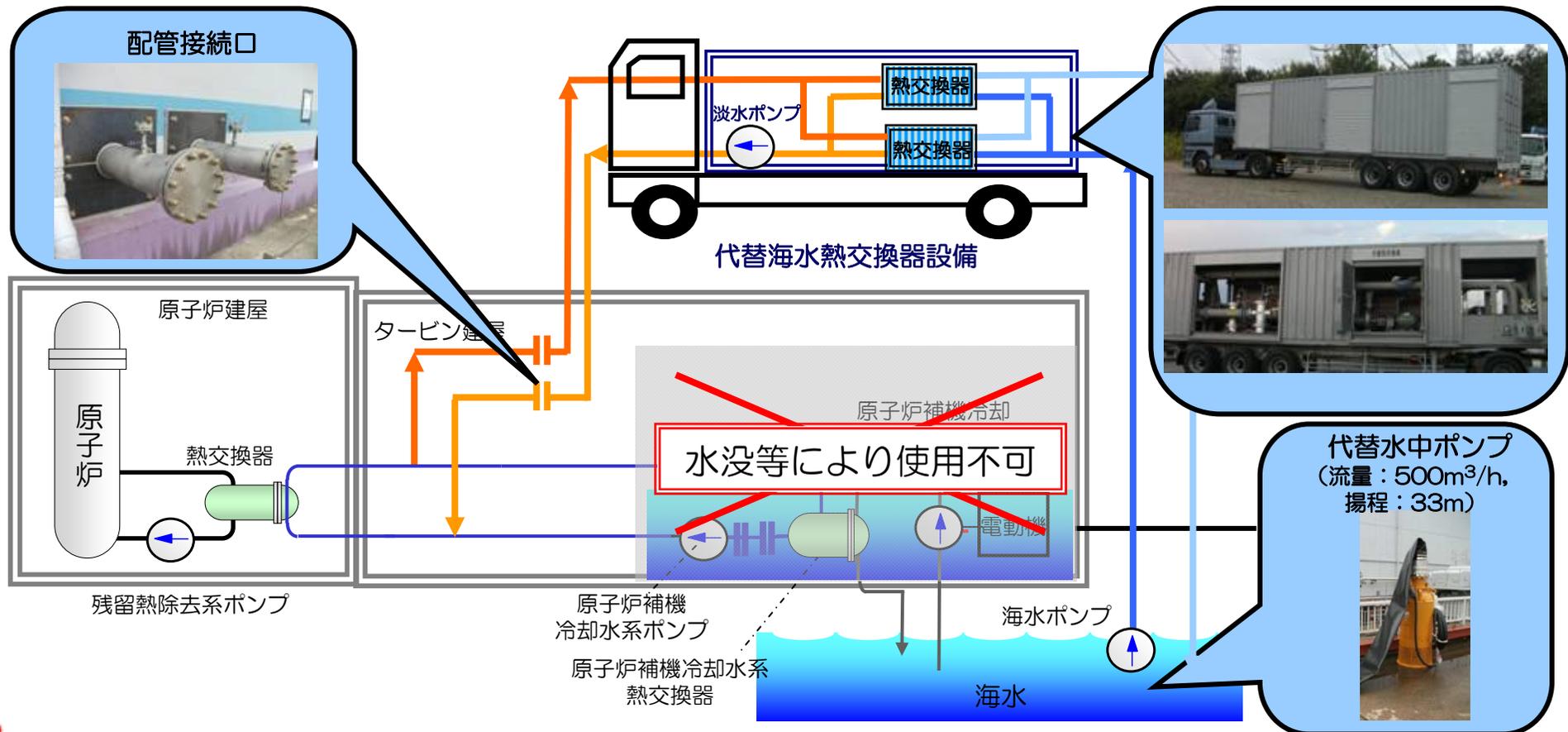
原子炉水位計装の強化

重大事故時に原子炉水位計の健全性を確認するため、水位を計測する凝縮槽に温度計を設置。加えて、原子炉まわりの温度計を活用し水位計の補完情報とする



# 重大事故対策(除熱能力の確保による炉心損傷防止対策)

- 以下の対策により、原子炉の除熱に必要な既設設備が機能喪失した場合にも、原子炉を安定的に冷却し、炉心の損傷を防止します。
  - 機動性があり大容量の代替海水熱交換器設備を高台に配備



# 重大事故対策(電源の確保による炉心損傷防止対策)

- 以下の対策により、全電源喪失事故時においても安全上重要な機器の動力を迅速に確保し、炉心損傷を防止します。
  - 大容量の空冷式ガスタービン発電機車及び電源車を高台に配備
  - 緊急用電源盤を高台に設置するとともに、常設ケーブルを各号機へ布設(空冷式ガスタービン発電機車及び電源車からの迅速な電力供給のため)
  - 安全上重要な機器の制御や監視計器に用いる直流電源を強化するとともに、予備蓄電池を配備

計器用予備蓄電池



(中央制御室に配備)

蓄電池増強



(原子炉建屋4階(最上階)(T.P. 31700)に設置)

様々な電源供給手段の強化



ガスタービン発電機車配備  
(高台(T.P.約 35000)に配備)

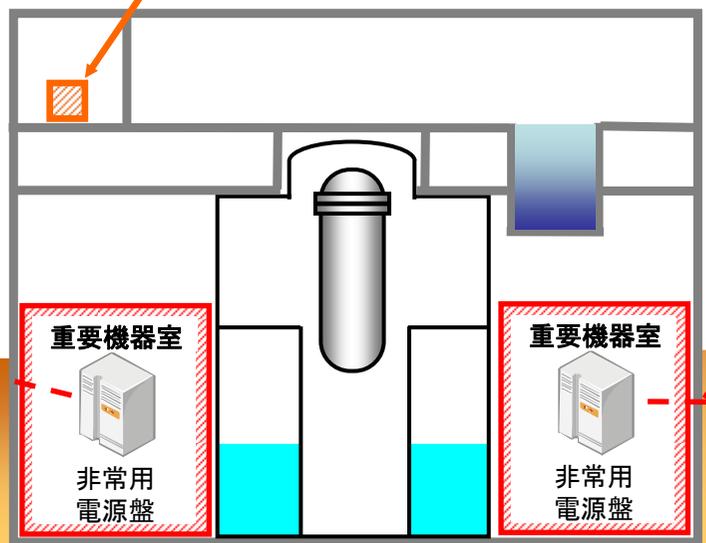


緊急用電源盤

電源車配備



(高台(T.P.約 35000)に配備)



重要機器室



非常用電源盤

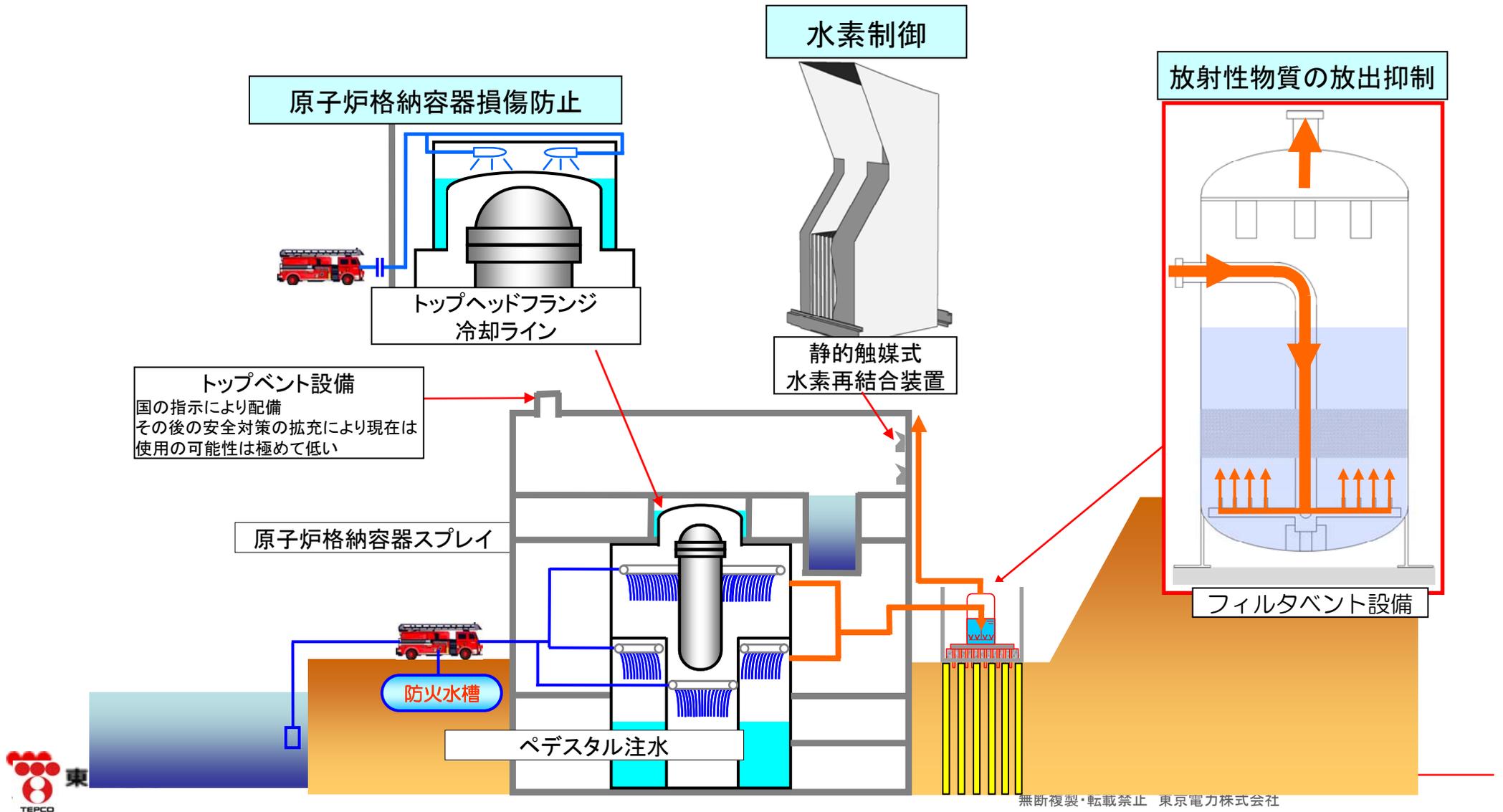
重要機器室



非常用電源盤

# 重大事故対策(格納容器損傷防止及び水素処理対策)

- 万一炉心損傷しても、発生した水素が格納容器から原子炉建屋に漏れいしないようにするとともに、万一漏れいしても、水素が滞留して爆発を起こさないように対策します。



安全対策について、原子力規制委員会による客観的な評価をいただくことが重要と考えています。

対策の内容については、新潟県の技術委員会においても、報告を行ってまいります。