

【資料1】  
滋賀県原子力安全対策連絡協議会  
令和3年（2021年）12月22日

# 美浜発電所3号 高浜発電所1, 2号の 審査結果について

地域原子力総括調整官（福井担当）  
西村 正美

令和3年12月22日



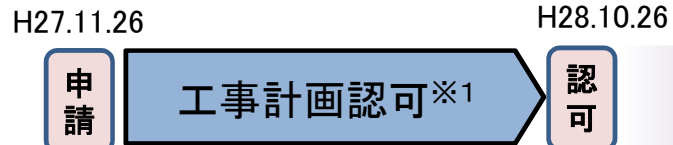
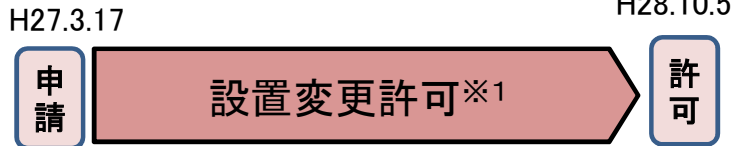
## 説明事項

1. 審査、検査の流れ
2. 東京電力福島第一原子力発電所の事故における教訓
3. 美浜3号の新規制基準に係る審査結果
4. 高浜1, 2号の新規制基準に係る審査結果
5. 美浜3号、高浜1, 2号の40年超の運転に係る審査結果
6. 今後の予定

# 1. 審査、検査の流れ

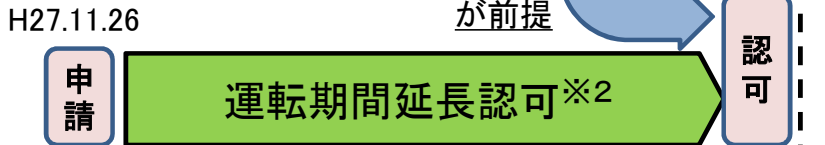
# 美浜3号における審査、検査の流れ ～新規制基準適合性に係る審査及び運転期間延長審査の関係～

## 新規制基準適合性に係る審査



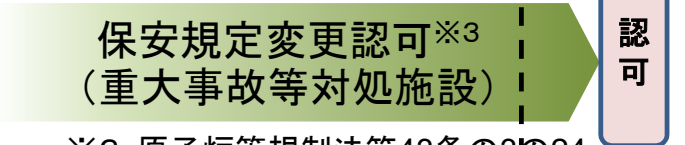
※1: 新規制基準に基づき審査

## 運転期間延長認可に係る審査



※2: 運転期間の延長の審査基準に基づき審査

## 保安規定変更に係る審査



※3: 原子炉等規制法第43条の3の24条第2項に基づき審査

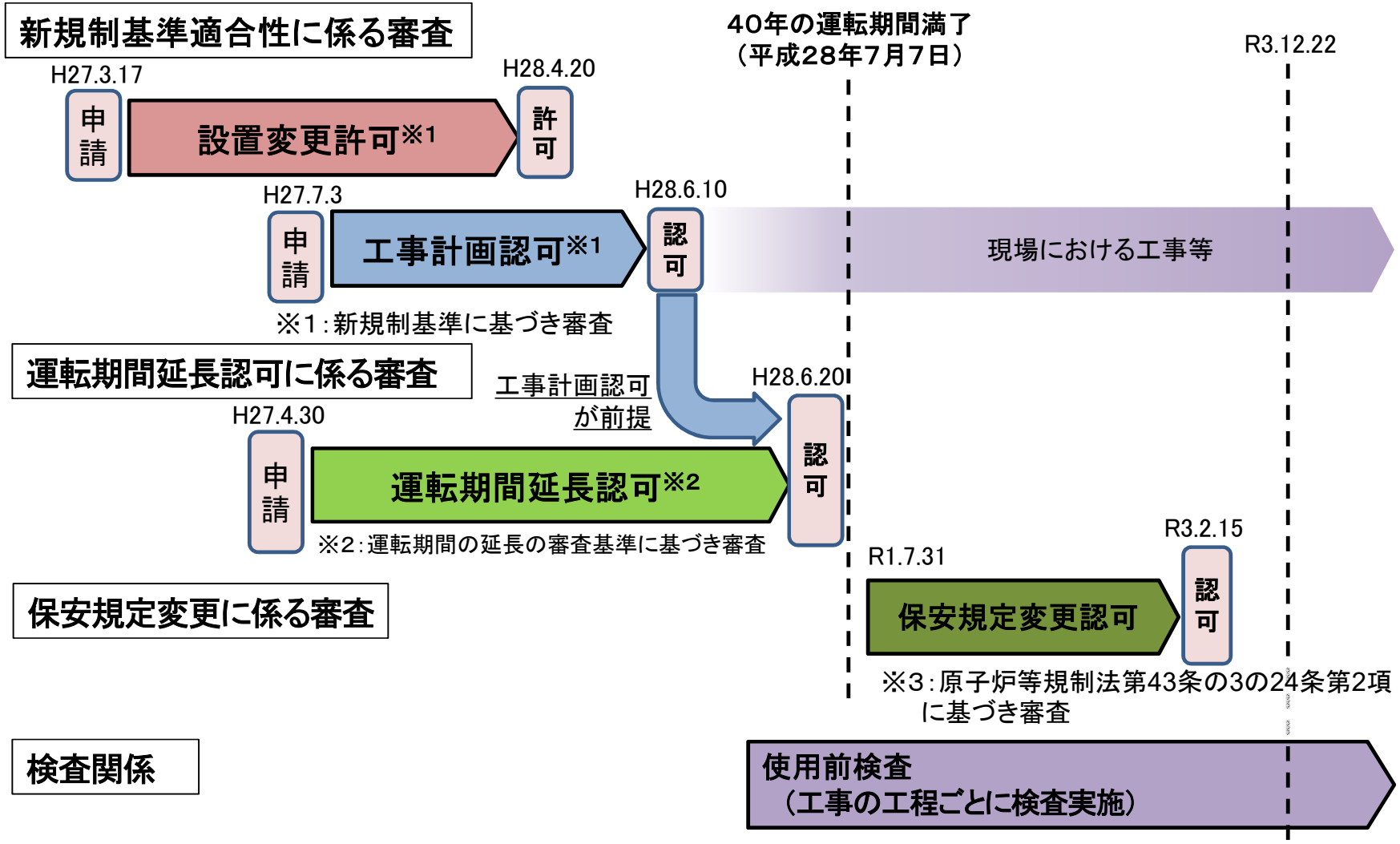
## 検査関係



40年の運転期間満了  
(平成28年11月30日)

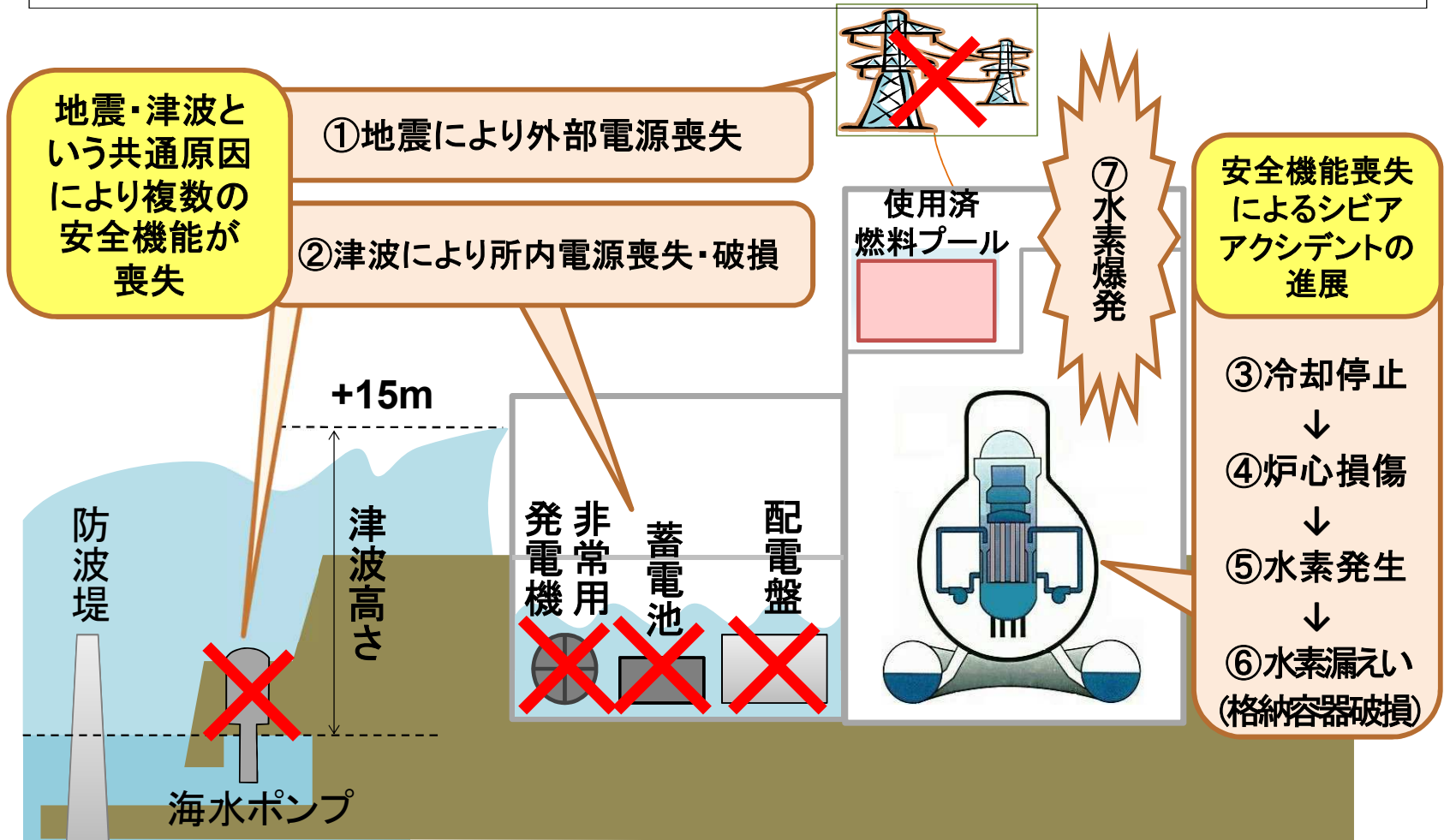


# 高浜1, 2号炉における審査、検査の流れ ～新規制基準適合性に係る審査及び運転期間延長審査の関係～



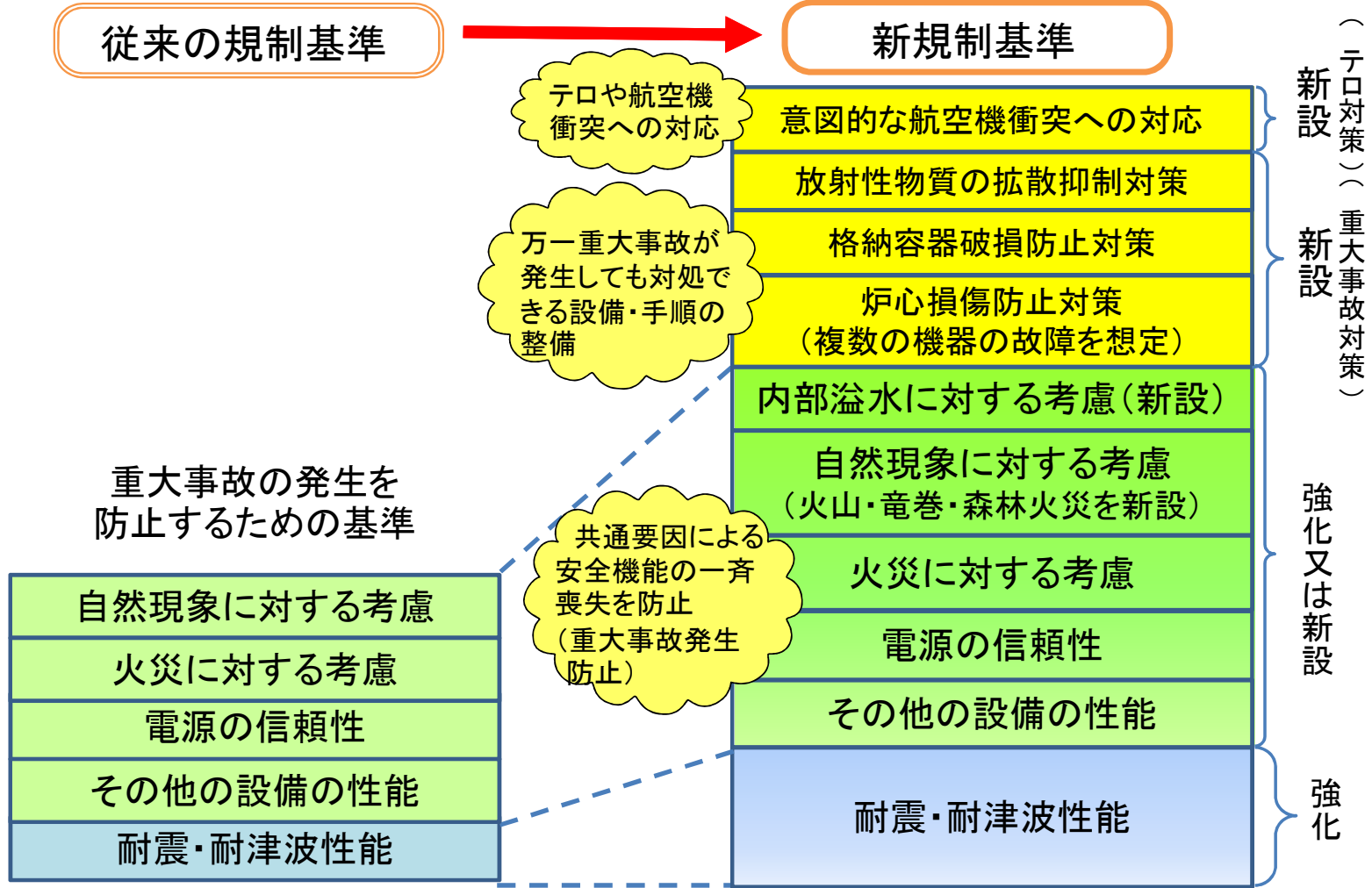
## 2. 東京電力福島第一原子力発電所の 事故における教訓

- 東京電力福島第一原子力発電所の事故では地震や津波などの共通原因により複数の安全機能が喪失。
- さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食い止めることができなかった。



# 強化した新規制基準

重大事故の発生を防止するための基準を強化するとともに、万一重大事故やテロが発生した場合に対処するための基準を新設。





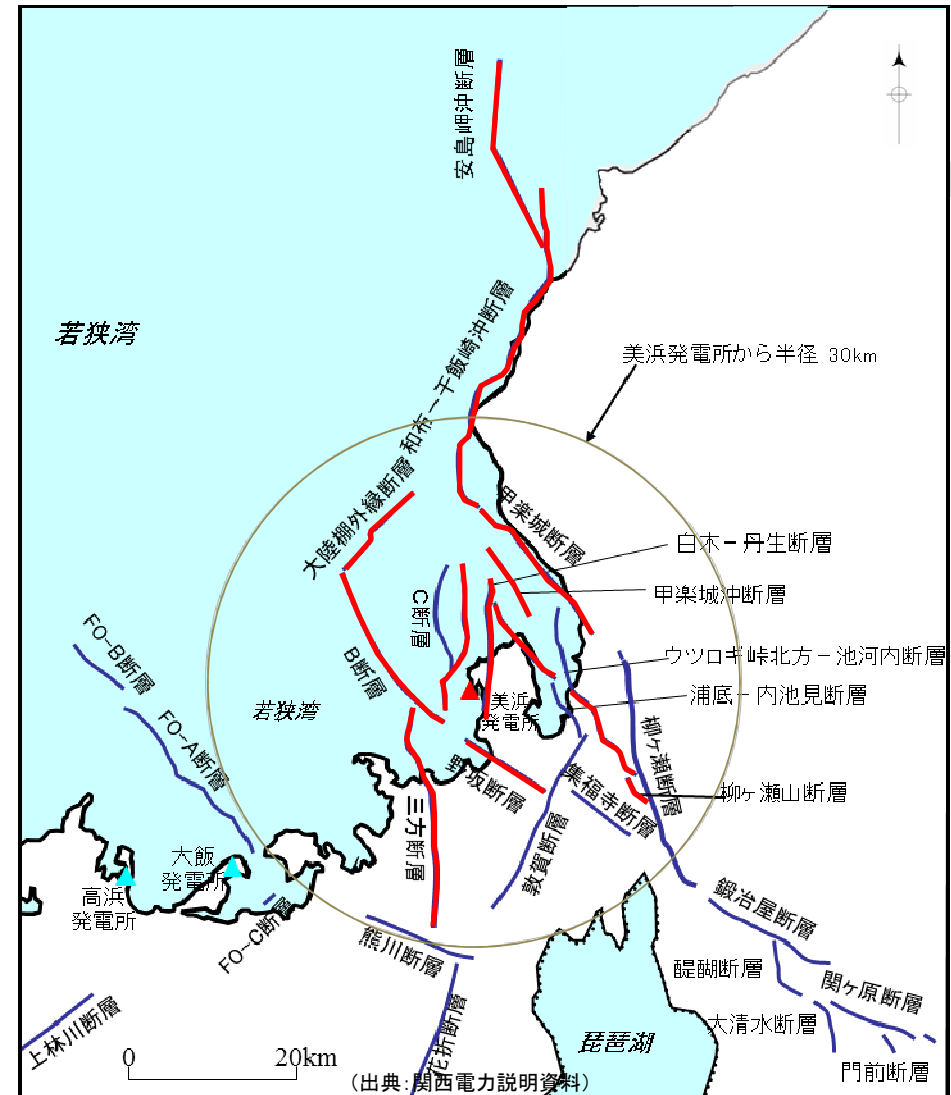
### **3. 美浜3号の新規制基準 に係る審査結果**

# (1) 重大事故の発生を防止するための対策例

## 基準地震動

- C断層、三方断層、白木－丹生断層、大陸棚外縁～B～野坂断層、安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層に加え、審査の過程において甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層による地震を検討用地震として追加。
- 断層上端深さについて、調査結果の信頼性を踏まえて評価することを指摘し、申請当初の4kmから3kmに見直した上で地震動評価を実施。
- 地震動評価において、震源断層の長さの不確かさとして、安島岬沖～和布－干飯崎沖～甲楽城断層～甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層～柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層～関ヶ原断層の連動ケースを追加。

【敷地周辺の主な断層の分布】

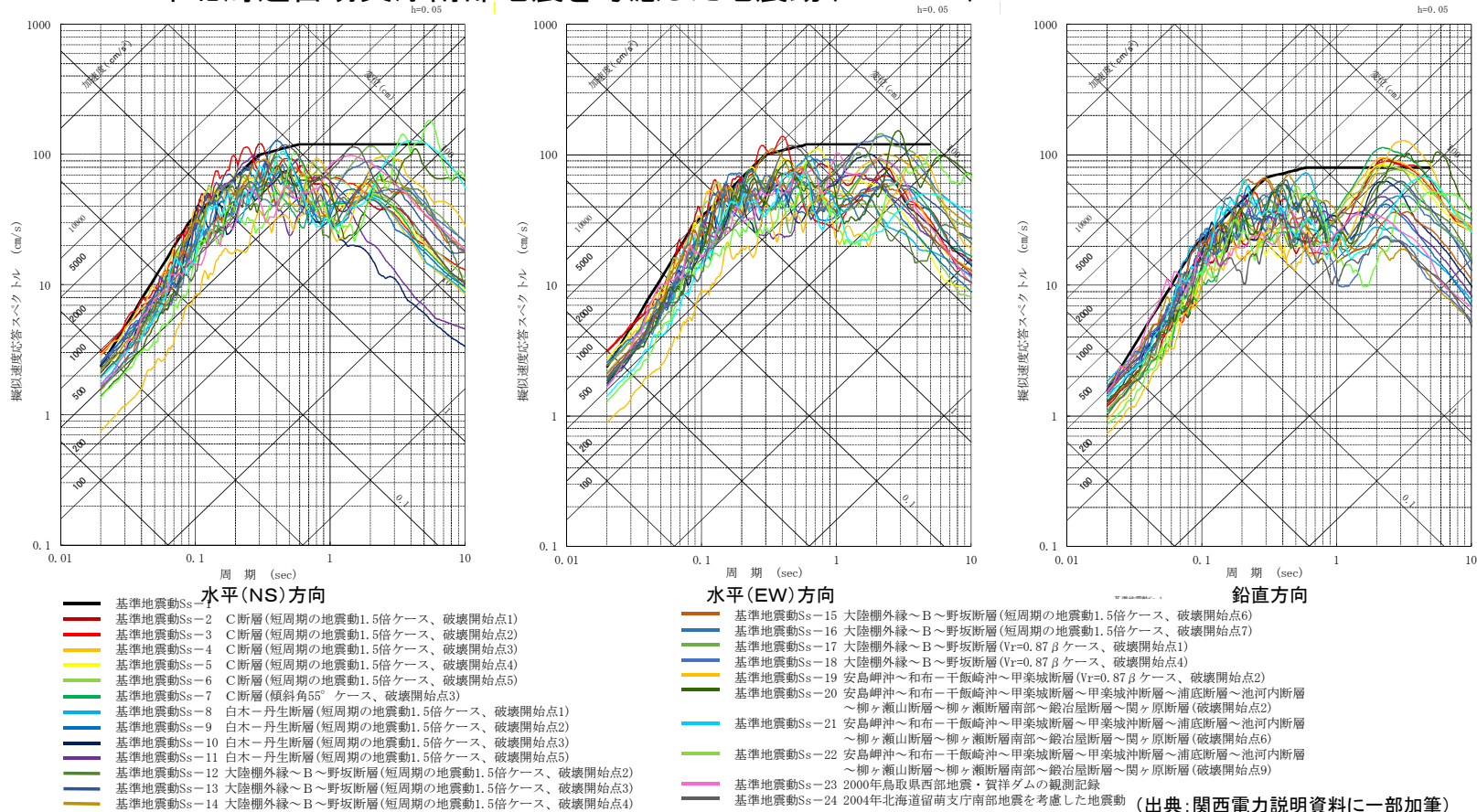


(注) 敷地から半径約30kmの範囲の主な断層について図示している。

# 基準地震動

→24種類の基準地震動を策定。

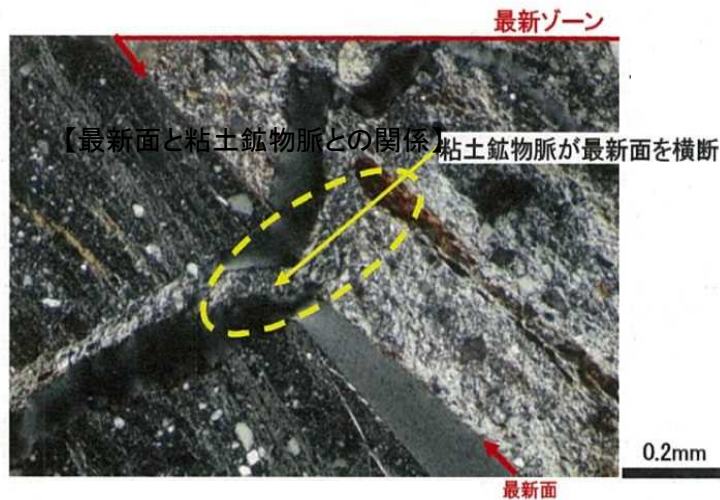
- 応答スペクトルに基づく基準地震動S<sub>s</sub>-1(最大加速度750ガル)
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動S<sub>s</sub>-2~S<sub>s</sub>-22(最大加速度は最大993ガル)
- 震源を特定せず策定する地震動として、以下の2つ。
  - ・2000年鳥取県西部地震における賀祥ダムの観測記録による地震動(S<sub>s</sub>-23)
  - ・2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動(S<sub>s</sub>-24)



# 敷地内破碎帯の活動性評価等

## 敷地内破碎帯の活動性評価

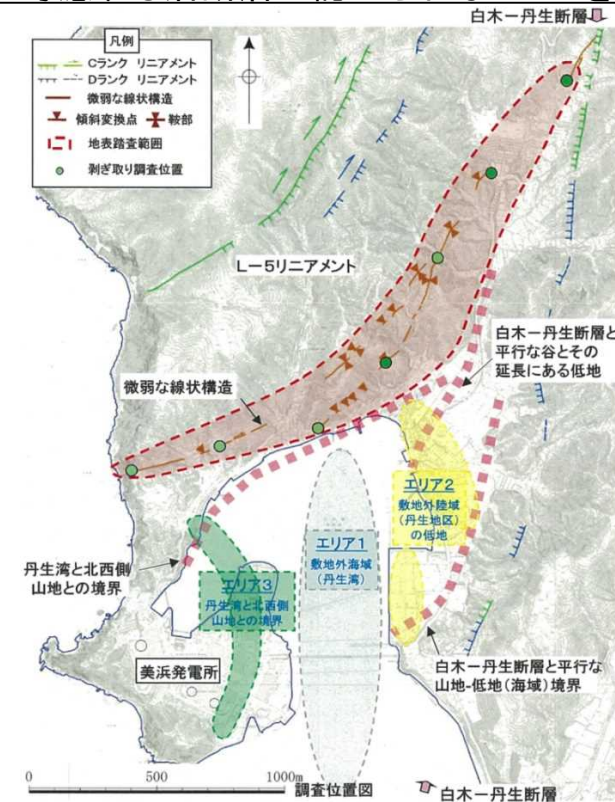
- 申請当初の薄片観察結果に加え、有識者会合を踏まえて実施した薄片の再観察、追加の薄片観察等により、粘土鉱物脈が最新面を横断し変形していないこと、最新面が粘土鉱物で充填され不明瞭になっていることを確認。
- 熱水変質の痕跡について、化学的分析結果を踏まえた検討を指摘し、破碎部の主成分組成、構成鉱物等も詳細に確認するとともに、若狭湾周辺では約20Ma以降の熱水活動は知られていないことを確認。
- 破碎帯の最新の運動センスが全て正断層センスであり、現在の広域応力場から推定される運動センスと調和しないことを確認。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等に該当しないことを確認。



(出典: 関西電力説明資料)

## 敷地と白木-丹生断層の間の地質・地質構造

- 有識者会合を踏まえて実施した詳細な地形判読、地質調査、海上音波探査(エリア1)、反射法地震探査(エリア2、3)やベイケーブル調査(エリア3)等により、白木-丹生断層から敷地に向かって派生する震源として考慮する活断層は認められないことを確認。

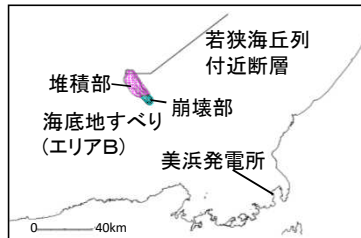


(出典: 関西電力説明資料)

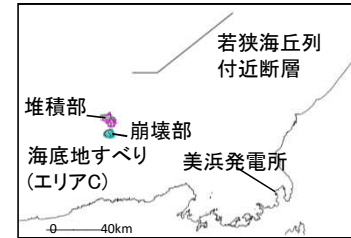
# 津波対策

## 基準津波の波源

【若狭海丘列付近断層と海底地すべり(エリアB)】  
 ※3号炉取水口・放水口(上昇側)で水位が最高となる  
 津波の組合せ

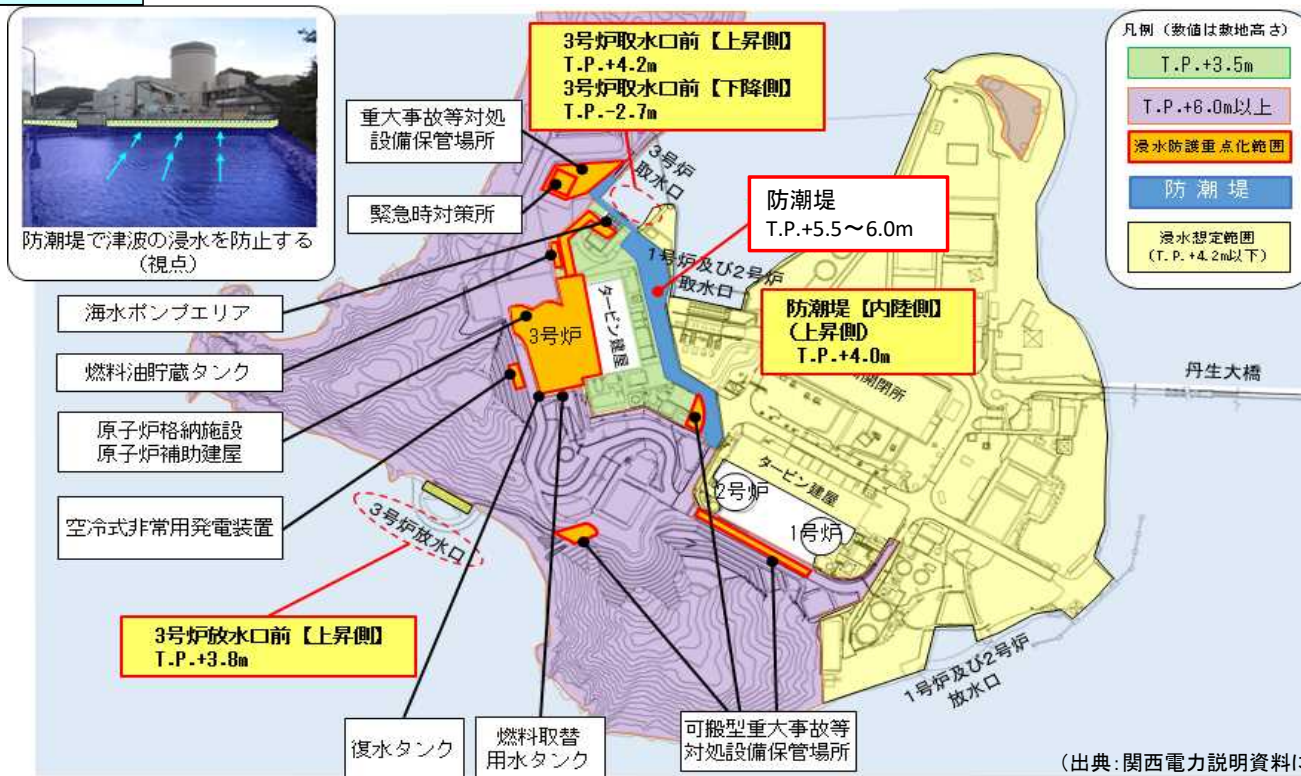


【若狭海丘列付近断層と海底地すべり(エリアC)】  
 ※3号炉取水口(下降側)で水位が最低となる  
 津波の組合せ



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

## 津波防護の概要



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

## 自然現象及び人為事象への対策

### <自然現象>

➤ 想定される自然現象(竜巻、森林火災、火山の影響、地滑り等)及びこれらの組合せを想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

(竜巻対策)

風速100m/sの竜巻に対して、車両の固縛、飛来物に対する防護対策等を確認。

(森林火災対策)

森林火災を想定し、必要な防火帯幅等を確保する方針を確認。

(火山の影響対策)

白山等の火山から敷地までは十分な距離があることから、火砕流等が発電所に及ぶ可能性は十分に小さいと評価。火山灰は最大層厚10cm※と評価。

降下火災物の直接的影響(機械的影響、化学的影響等)及び間接的影響(外部電源喪失及び交通の途絶)によって、安全機能が損なわれない方針を確認。

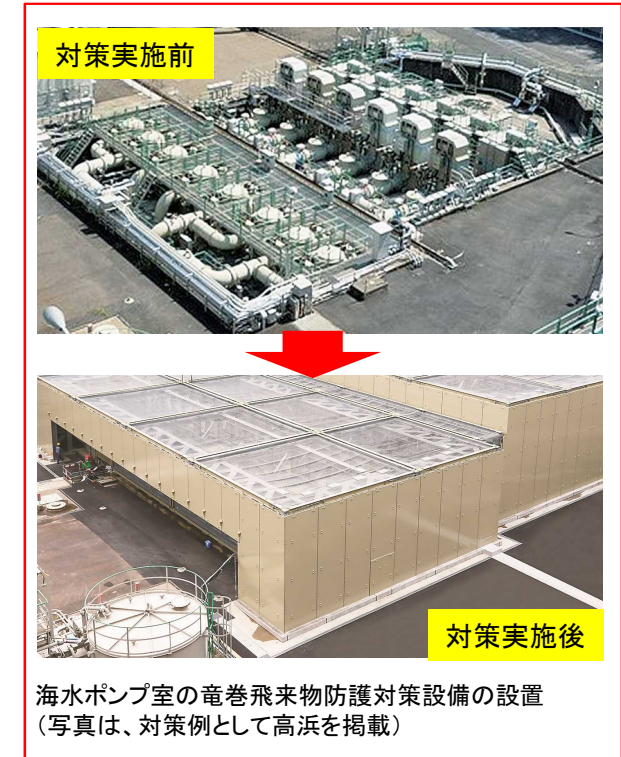
※大山生竹テフラの噴出規模見直しにより22cmに変更することについてR3年5月19日に設置変更許可。

### <人為事象>

➤ 想定される人為事象(近隣工場等からの火災、有毒ガス等)を想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

(外部火災対策)

近隣に石油コンビナート等に相当する施設はないことを確認。



海水ポンプ室の竜巻飛来物防護対策設備の設置  
(写真は、対策例として高浜を掲載)

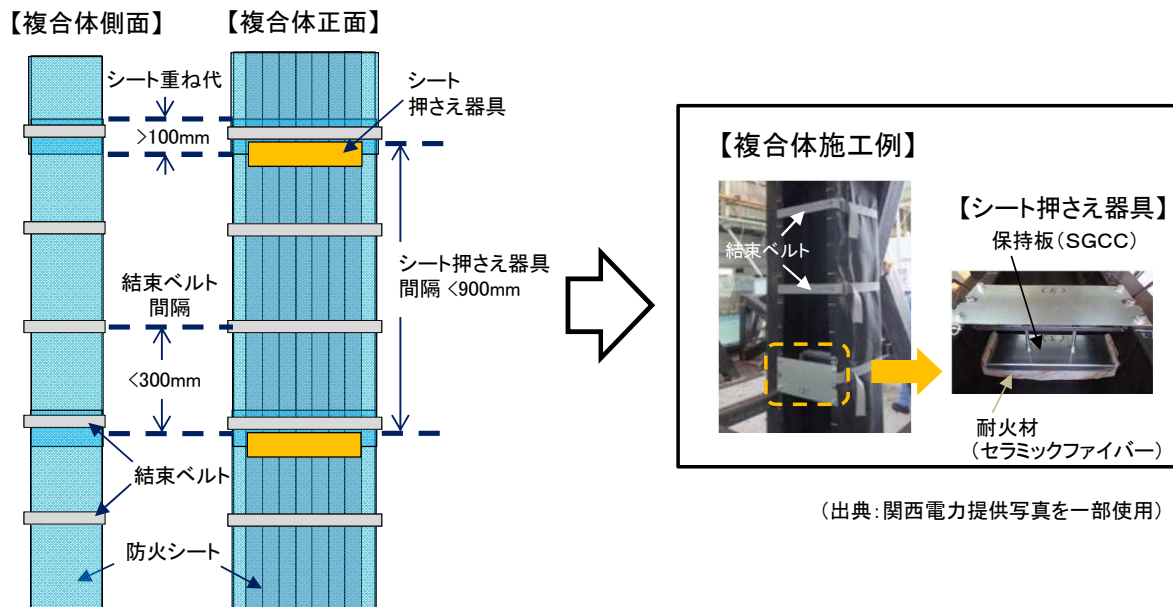
(出典:関西電力提供写真を一部使用)

## 内部火災

←先行炉と同様に非難燃ケーブルへの措置を追加

➤ 安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として火災区域及び火災区画を設定し、火災発生防止、早期の火災感知・消火、影響軽減のそれぞれの方策により対策を講じる設計方針であることを確認。

- ・ケーブルの物量を大幅に削減できる区画(配線処理室等)及びデブリの発生を抑える必要のある格納容器内、過電流による発火の可能性がある範囲のケーブルを難燃ケーブルに取り替え。
- ・上記以外の箇所については、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を実証試験により確認された複合体(ケーブルとトレイを難燃性の防火シートで覆い、結束ベルト等で固定されたもの)や電線管への収納を実施。



(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

審査結果: 難燃性能について十分な保安水準が確保されることを確認



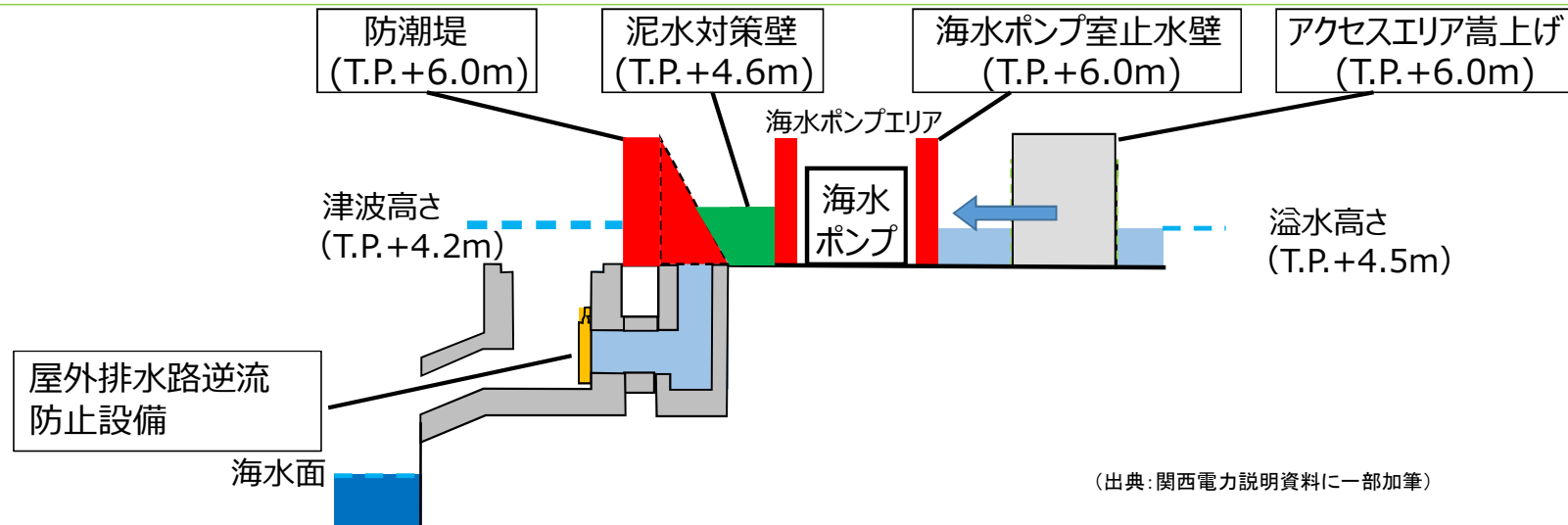
## 溢水対策

### 【屋内溢水】

- 没水、被水、蒸気の影響により、防護対象設備の安全機能が損なわれない設計であることを確認。
  - 溢水源として、機器の破損、消火水の放水(スプリンクラー等の考慮)、地震等による機器の破損等を想定していることを確認。
  - 溢水によって発生する外乱に対する評価方針を確認。
- 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針を確認。

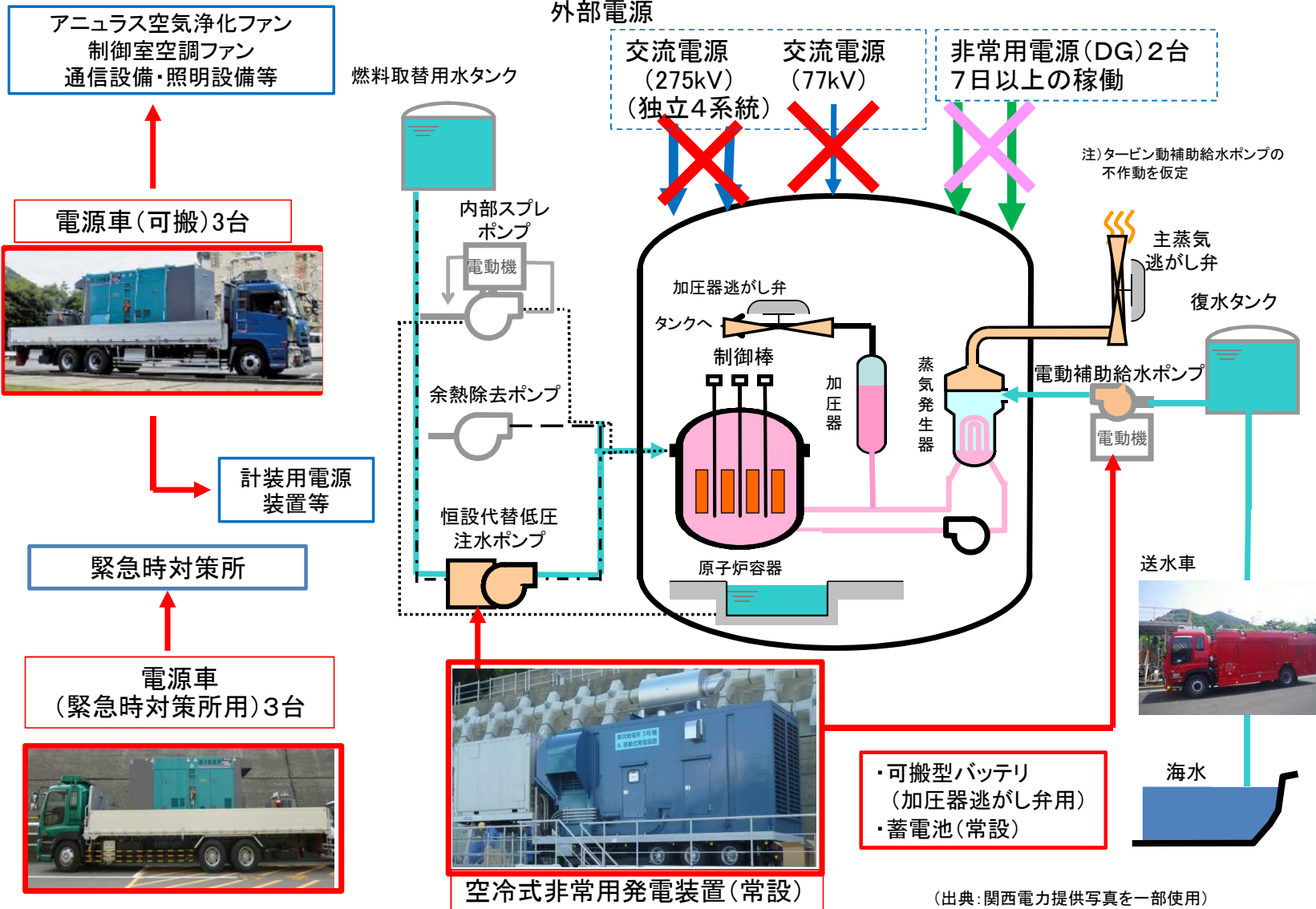
### 【屋外溢水】

- ①防護対象設備である海水ポンプ等については、止水壁等により溢水による機能喪失を防止。
- ②海水ポンプ前面への泥水の流入防止を図るため、側面に泥水対策壁を設置。
- ③SA時のアクセスルートを確認するため、取水口付近のアクセスルートを嵩上げ。
- ④溢水経路の漂流物対策として、休憩室他を移設。
- ⑤溢水量低減対策として、2次系純水タンク保有水量減。



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

# 電源の確保(全交流動力電源喪失(SBO)対策)



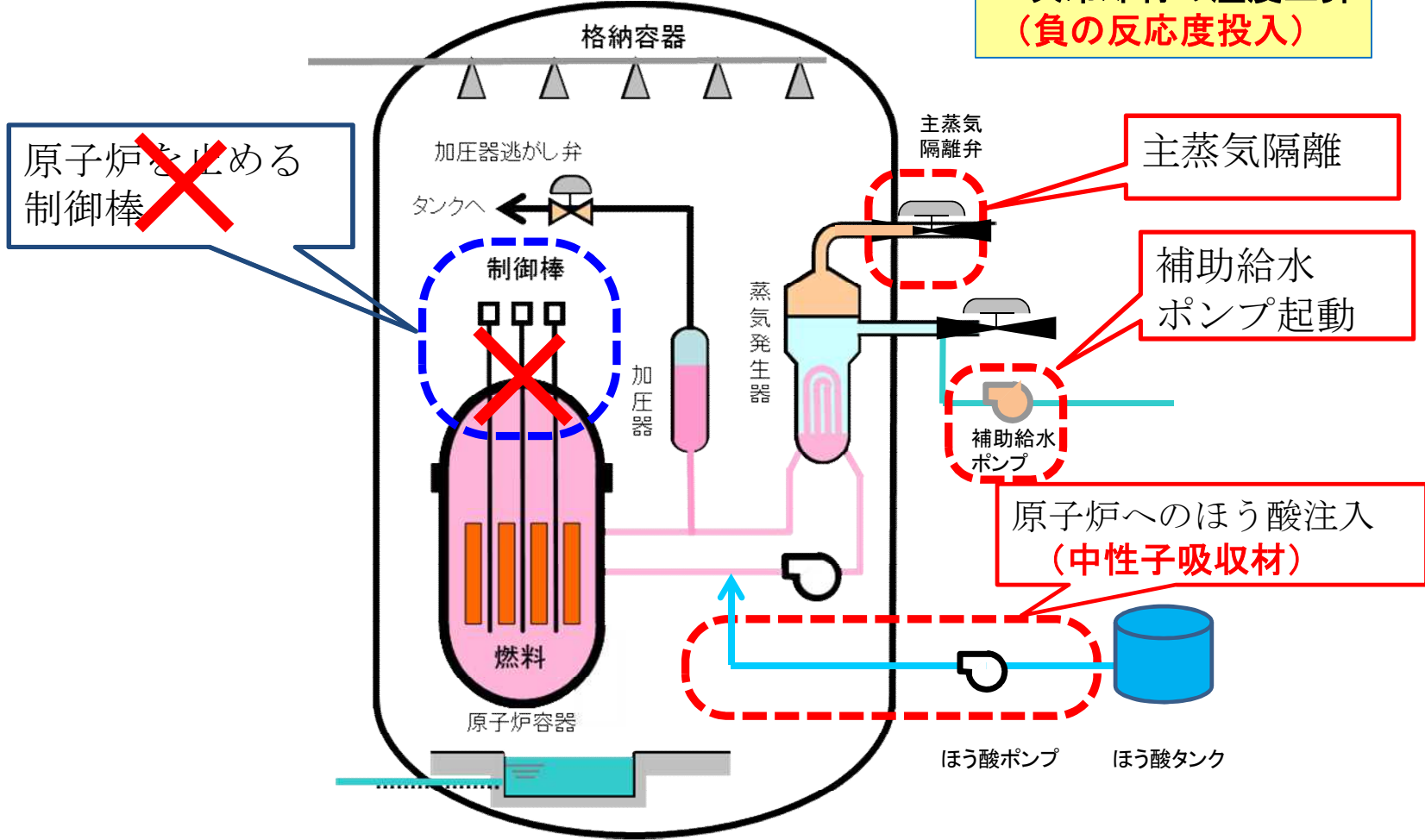
(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

## (2) 重大事故の発生を想定した対策例

# 原子炉を停止させる対策(止める)

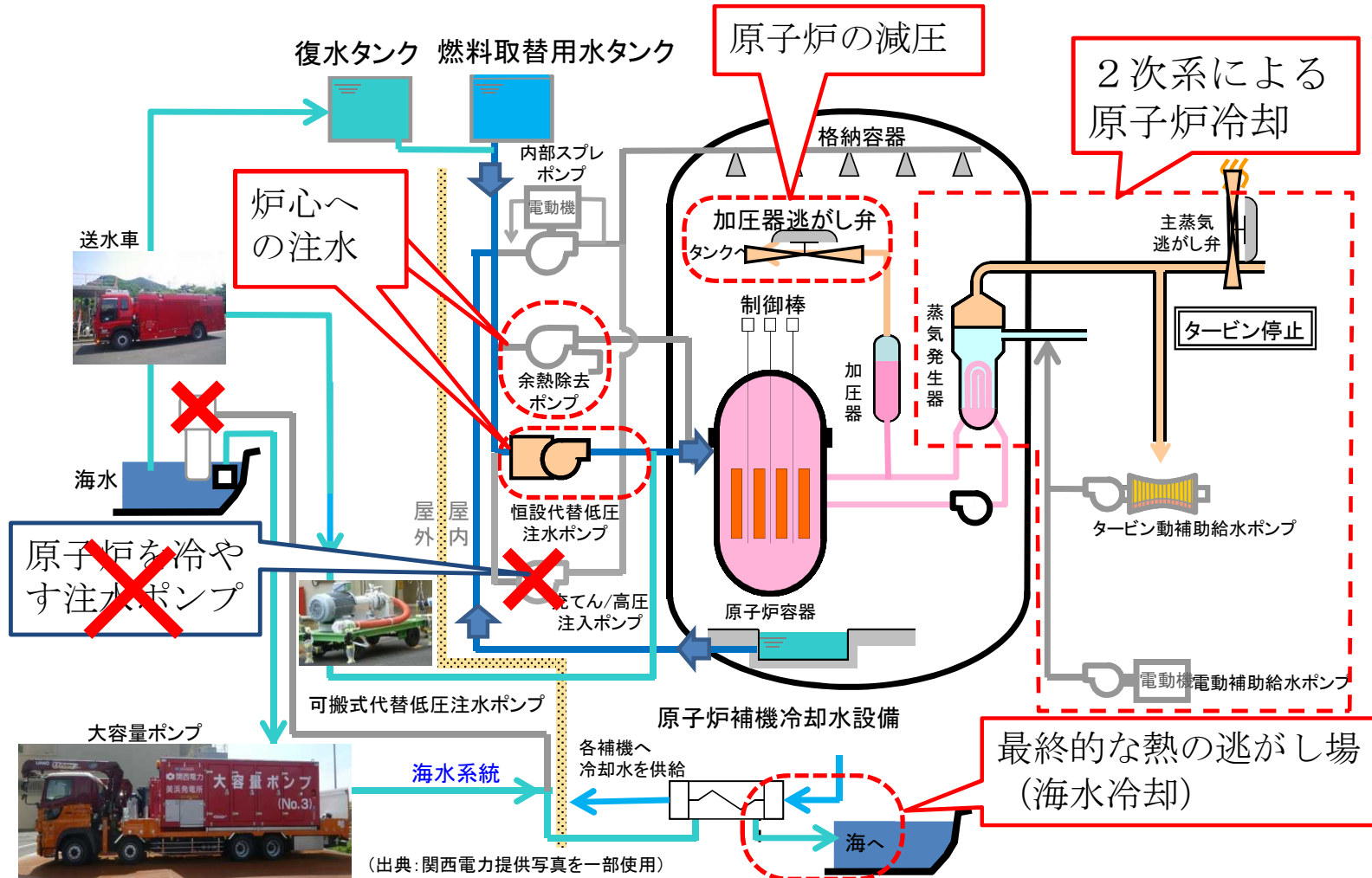
原子炉停止失敗時(ATWS)の原子炉停止機能の確保

一次冷却材の温度上昇  
(負の反応度投入)



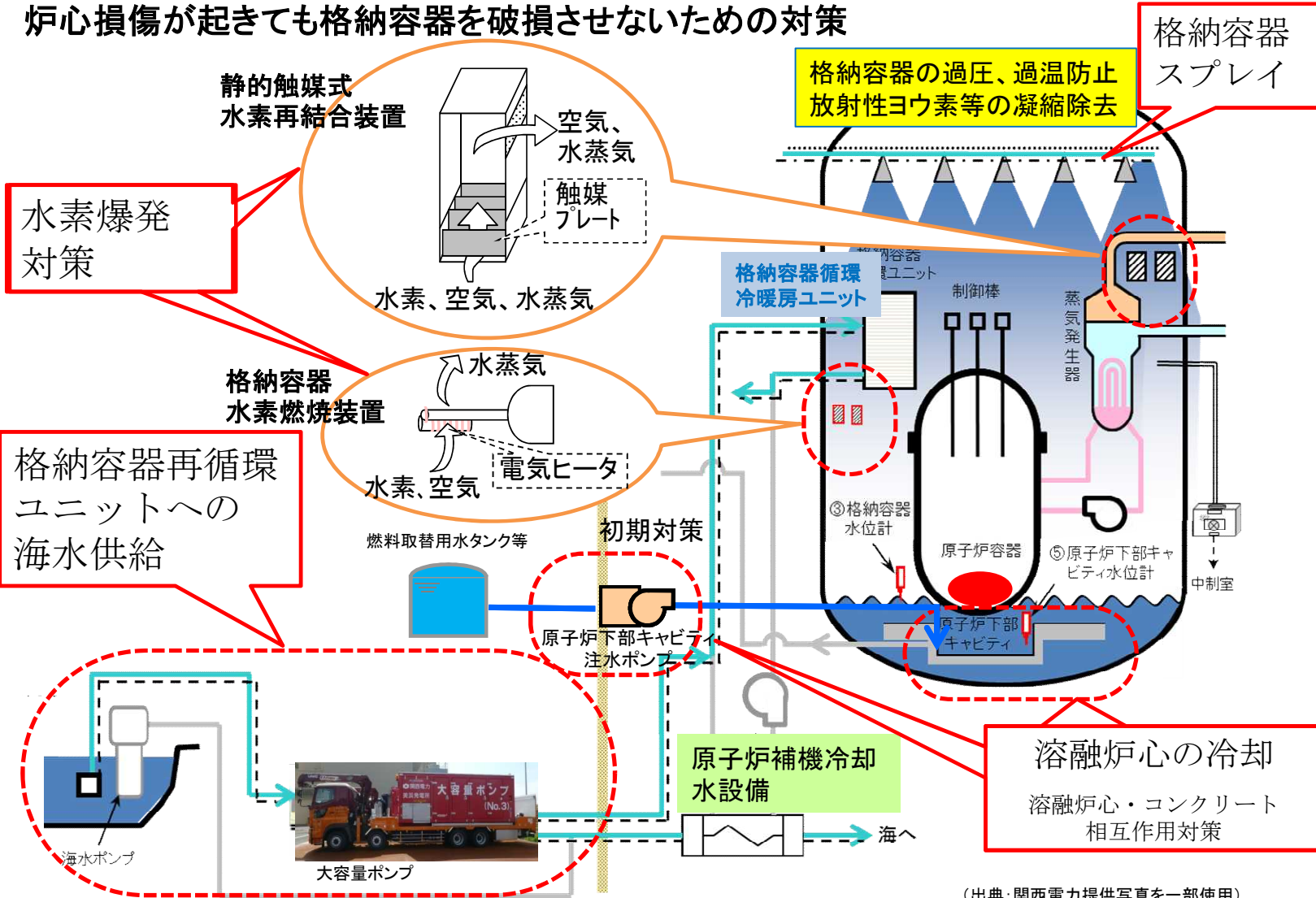
# 原子炉を冷やすための対策(冷やす)

地震や津波等の共通原因によって、機能喪失が発生しても、炉心損傷に至らせないために炉心を冷却。(ハード対策だけではなく、手順・体制等も踏まえ実現可能性を確認)



# 炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める)

炉心損傷が起きても格納容器を破損させないための対策



(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

## ソフト対策

- 緊急時の訓練(重大事故体制)
  - 重大事故等対策要員計54名を確保
  - 指揮命令系統の明確化
  - 外部との連絡設備等の整備、外部からの支援体制  
(1・2号機の原子炉には燃料を装荷しない前提)。
- アクセスルート確保
  - 可搬型重大事故等対処機器や設備の運搬、設置ルート
  - アクセスルートの多重性確保、障害物除去機器の確保



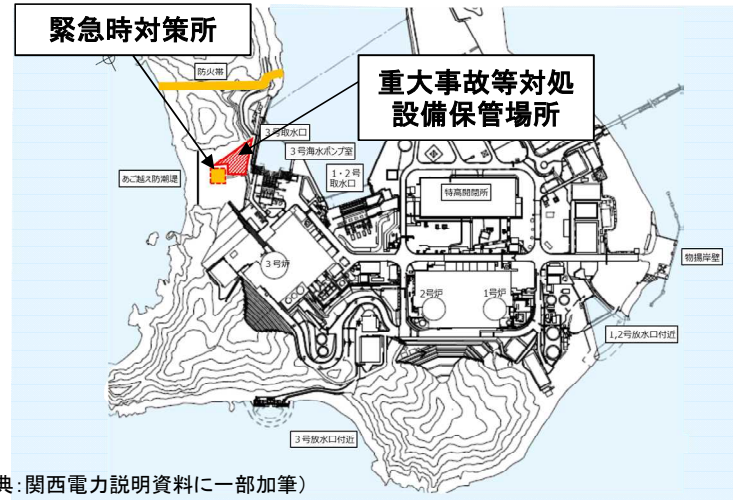
(出典:関西電力提供写真を一部使用)



## 緊急時対策所

(要求事項)

- 福島第一原子力発電所事故と同等の放射性物質の放出量を想定し、緊急時対策所内の要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと
- 必要な指示のために情報を把握し、発電所内外との通信連絡を行うために必要な設備を備えること
- 重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が収容できること



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

緊急時対策所(耐震建屋)

緊急時対策本部エリア

(図はイメージ)

◆申請内容

(1)機能

- ・耐震性及び遮へい機能を有するコンクリート造建屋
- ・実効線量 約35mSv/7日間

(2)広さ

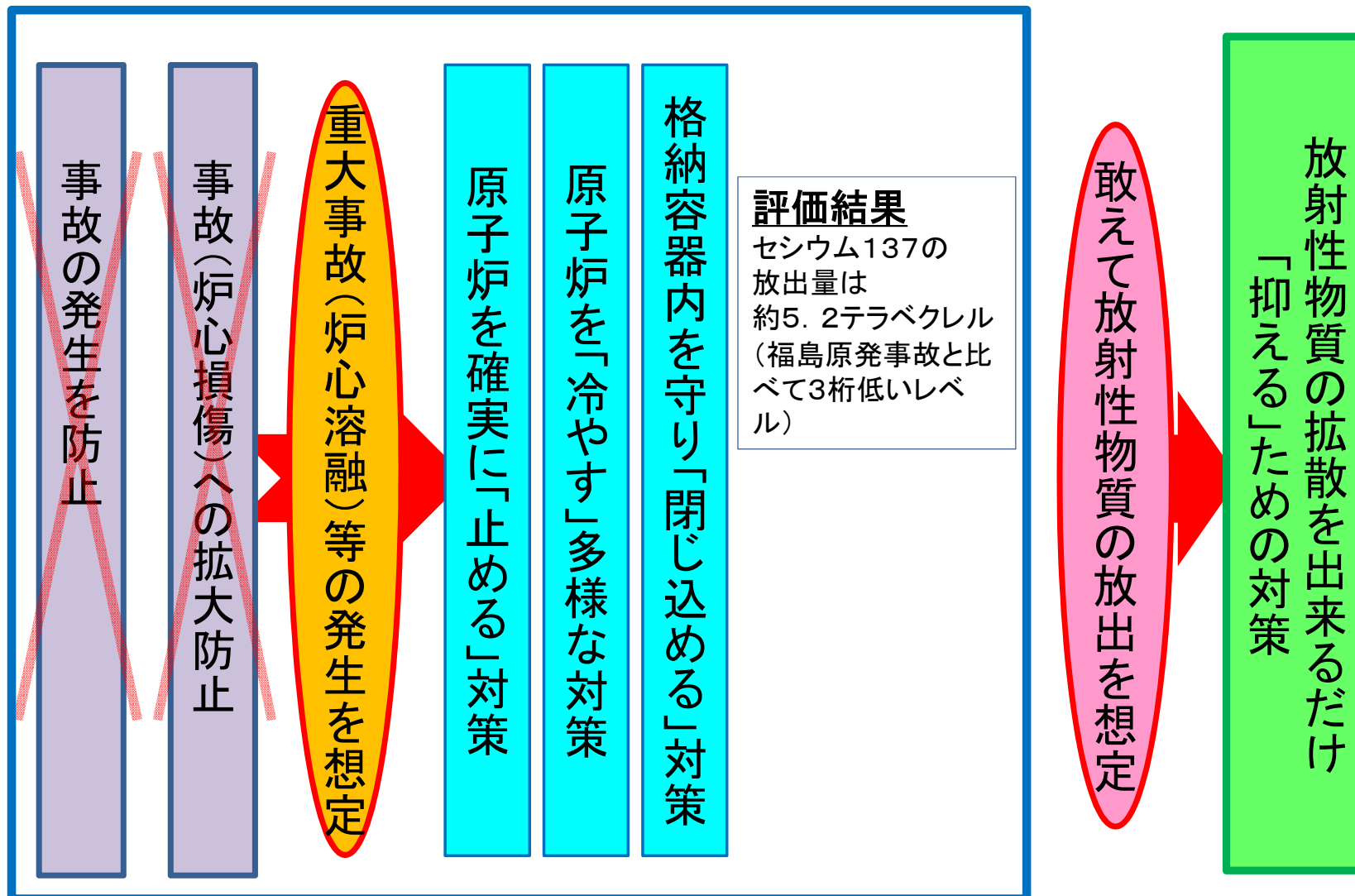
- ・約300m<sup>2</sup>(最も近い3号炉心からの距離 110m)
- ・収容人員 100名

(3)主要設備

- ・放射線防護設備(よう素除去フィルタ付換気装置、全面マスク、線量計、空気ポンプ等)
- ・電源設備(専用の電源車3台)
- ・通信・情報設備(衛星通信設備、テレビ会議システム、プラントパラメータ表示端末)



### (3) 更なる対策



※このほか、意図的な大型航空機衝突等のテロによる  
施設の大規模な損壊への対策も要求

## 放射性物質の拡散を抑制する対策(抑える)

格納容器等が破損した場合も想定し、敷地外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な対策を要求

### 主な確認結果

- 大気への拡散抑制
  - 海を水源として、大容量ポンプ及び放水砲により、格納容器等の破損箇所に向けて放水
- 海洋への拡散抑制
  - 海洋への流出経路に放射性物質吸着剤を設置
  - 発電所から海洋に流出する箇所(取水路側、放水路側)にシルトフェンスを設置

### 審査結果

大容量ポンプ及び放水砲の放水設備により敷地外への放射性物質の拡散を抑える対策及び海洋への拡散防止対策が適切に実施される方針であることを確認

放水状況



シルトフェンス設置

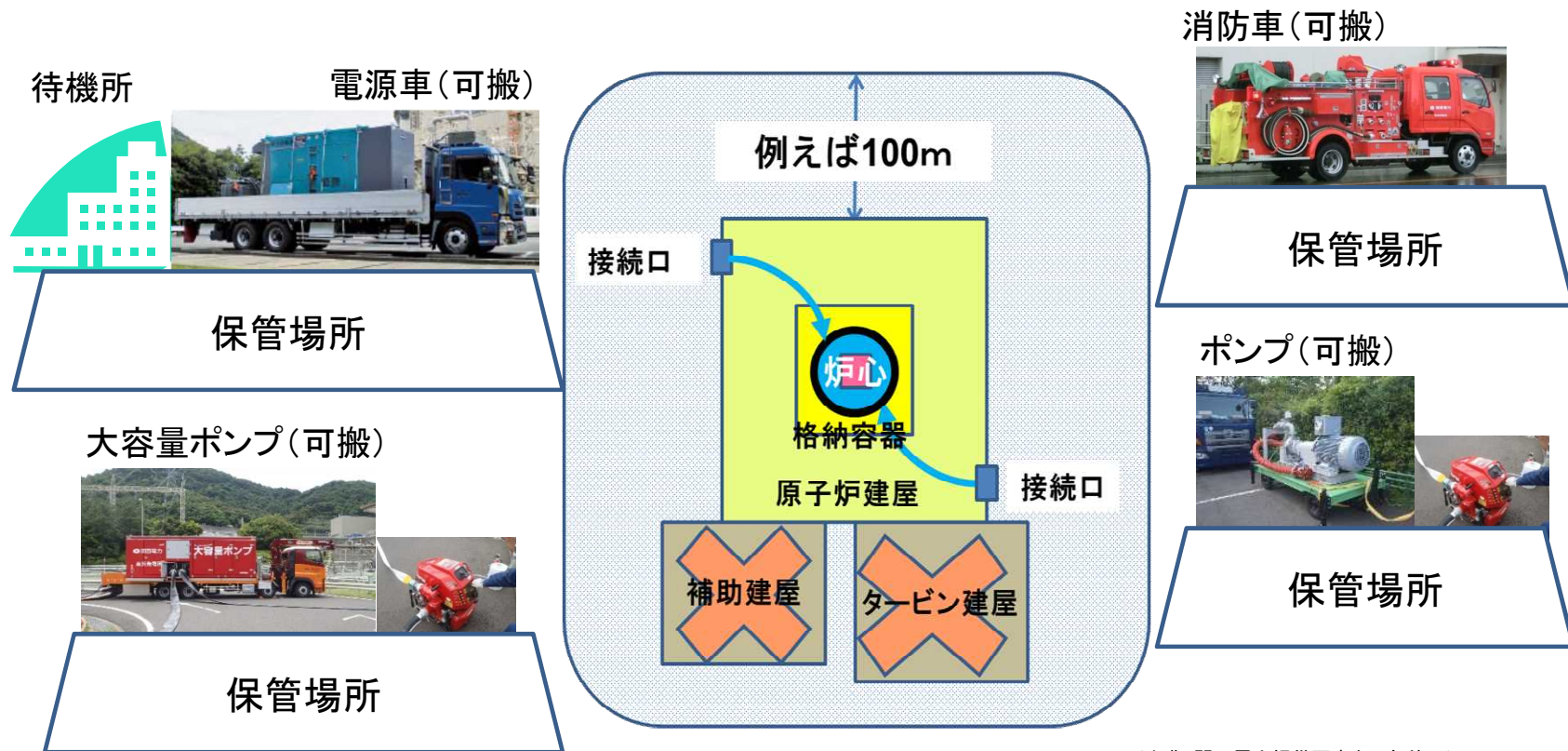


放水砲

(写真は、対策例として大飯を掲載)  
(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

## 原子炉施設の大規模な損壊への対応

- 手順の整備 : 大規模な自然災害や故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合における対応手順を整備
- 体制、資機材の整備 : 上記の手順に従って活動を行うため、体制(対応要員の分散待機等)及び資機材(可搬型設備の分散保管等)を整備



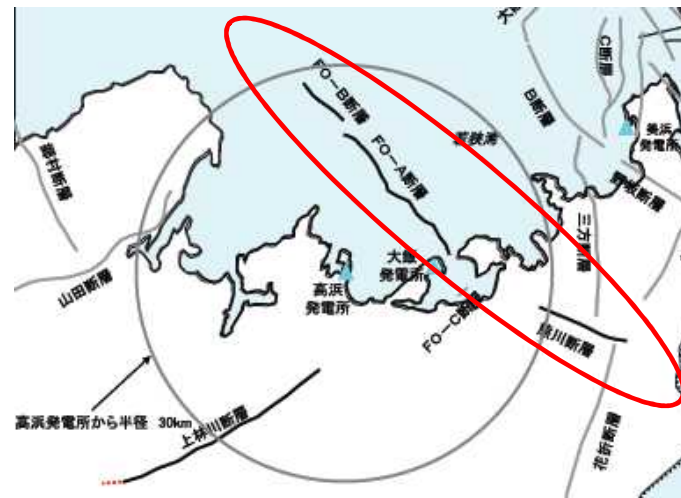
(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

## 4. 高浜1, 2号の新規制基準 に係る審査結果

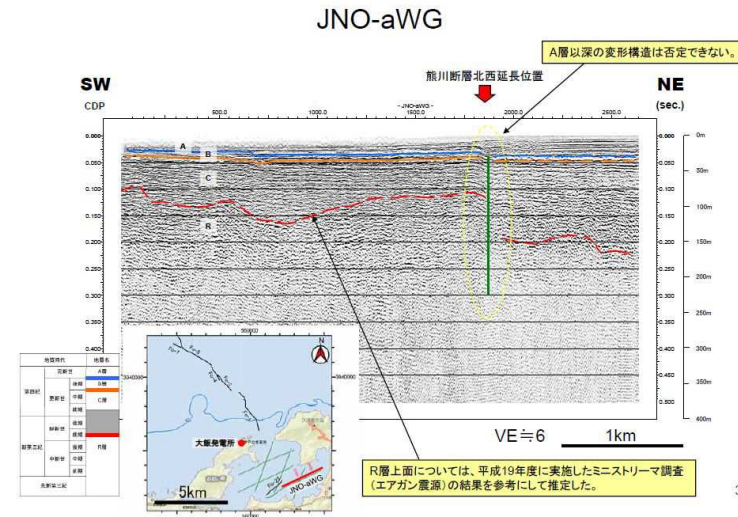
(美浜3号と異なる点について説明します)

## 基準地震動

- 周辺活断層について、事業者は、申請当初FO-A～FO-B断層の2連動として評価。  
 審査において、熊川断層の連動も考慮する必要性を指摘し、3連動としての評価に変更。
  - ・有識者にも審査会合に参加いただき、両断層の連続性について評価。
  - ・FO-A～FO-B断層と熊川断層との間に断層の有無が不明瞭な区間が相当あり、連動を否定することは難しい。
  - ・3連動を考慮することにより、FO-A～FO-B断層(長さ35km、マグニチュード7.4)ではなく、FO-A～FO-B～熊川断層(長さ63.4km、マグニチュード7.8)として地震動を評価
- 高浜の地下構造の調査等に基づき、震源断層上端深さを申請当初の4kmより浅い3kmで評価。
- 震源を特定せず策定する地震動として、全サイト共通の北海道留萌支庁南部地震だけではなく、地域性を考慮して鳥取県西部地震の震源近傍での観測記録に基づく地震動を追加。



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)



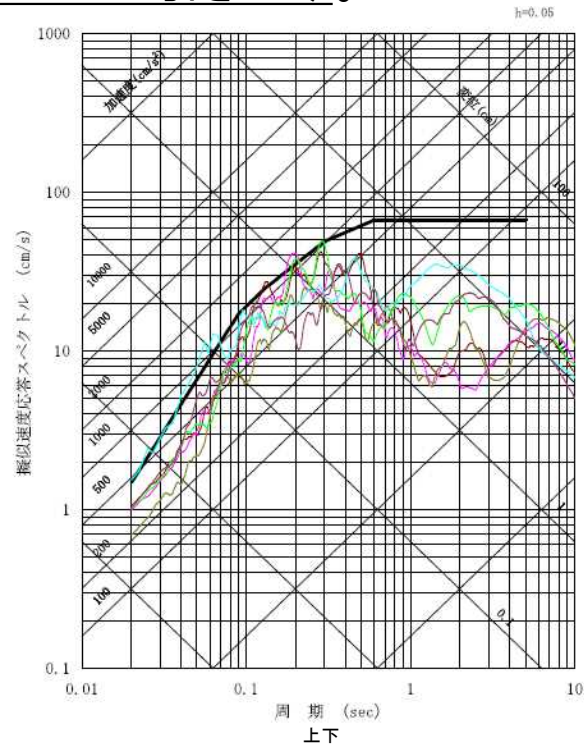
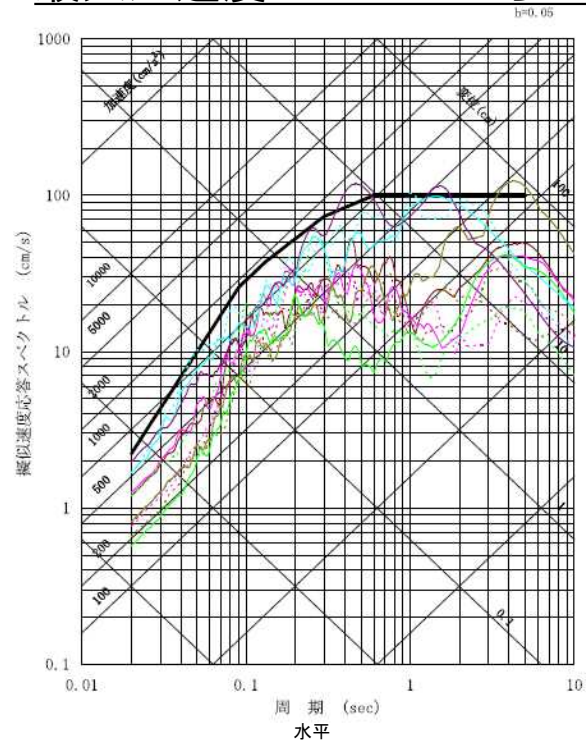
小浜湾内のJNO-a測線の北東側1箇所において、後期更新世以降の活動が否定できない変形構造が認められた。

若狭湾西部海域における海上音波探査について(平成21年4月28日原子力安全・保安院)より抜粋

# 基準地震動

→7種類の基準地震動を設定。

申請当初の最大加速度550ガルから700ガルに引き上げ。

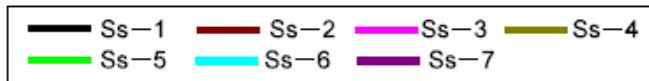


【敷地ごとに震源を特定して策定する地震動】

- Ss-1: 応答スペクトル法に基づき設定
- Ss-2~4: FO-A~FO-B~熊川断層
- Ss-5: 上林川断層

【震源を特定せず策定する地震動】

- Ss-6: 2000年鳥取県西部地震
- Ss-7: 2004年北海道留萌支庁南部地震



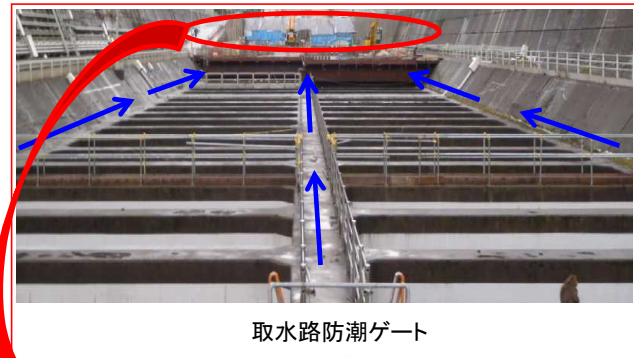
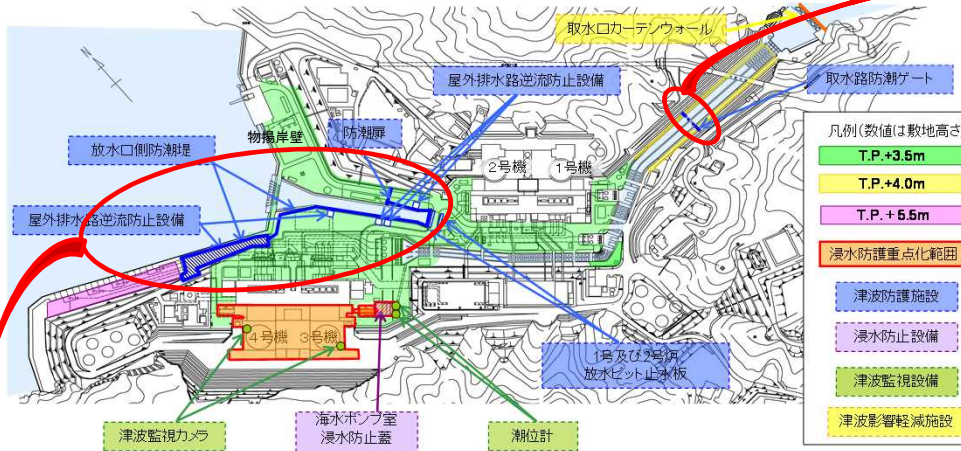
(Ss-2~6では実線がNS成分、破線がEW成分)

(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

# 津波対策

## ←1/2号設備への津波防護対策、ゲート運用の変更

- 津波の波源としてFO-A~FO-B~熊川断層の3連動を考慮するとともに、福井県の津波想定を参照し、若狭海丘列付近断層を波源として追加。
- 上記海底断層による津波と、陸上や海底での地すべりによる津波との組み合わせを考慮。
- 発電所敷地の高さ3.5mに対して入力津波高さが最高6.7m(放水路奥)となり、津波が浸水防護重点化範囲(重要な安全機能を有する設備を内包する建屋及び区画)に到達の可能性。
- 津波による敷地への浸水防止対策として、放水口側防潮堤(高さ8.0m)や取水路防潮ゲート(高さ8.5m)等を設置。取水路防潮ゲートは、確実に閉止できるようにゲート落下機構を多重化。



取水路防潮ゲート

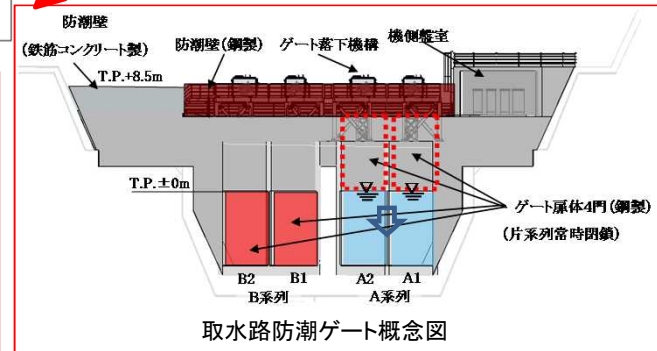
(出典: 高浜原子力規制事務所保安検査官撮影の写真の一部加筆)



放水口側防潮堤

放水口側防潮堤

(出典: 関西電力提供写真を一部使用)



取水路防潮ゲート概念図

(出典: 関西電力説明資料の一部加筆)



## 自然現象及び人為事象への対策

### <自然現象>

➤ 想定される自然現象(竜巻、森林火災、火山の影響、地滑り等)及びこれらの組合せを想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

#### (竜巻対策)

風速100m/sの竜巻に対して、車両の固縛、飛来物に対する防護対策等を確認。

#### (森林火災対策)

森林火災を想定し、必要な防火帯幅等を確保する方針を確認。

#### (火山の影響対策)

白山等の火山から敷地までは十分な距離があることから、火砕流等が発電所に及ぶ可能性は十分に小さいと評価。火山灰は最大層厚10cm※と評価。

降下火災物の直接的影響(機械的影響、化学的影響等)及び間接的影響(外部電源喪失及び交通の途絶)によって、安全機能が損なわれない方針を確認。

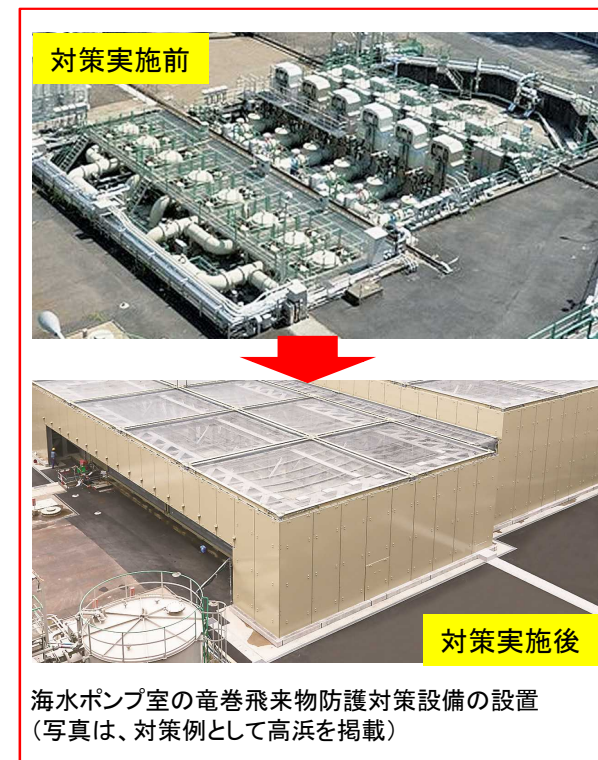
※大山生竹テフラの噴出規模見直しにより27cmに変更することについてR3年5月19日に設置変更許可。

### <人為事象>

➤ 想定される人為事象(近隣工場等からの火災、有毒ガス等)を想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

#### (外部火災対策)

近隣に石油コンビナート等に相当する施設はないことを確認。



海水ポンプ室の竜巻飛来物防護対策設備の設置  
(写真は、対策例として高浜を掲載)

(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

## ソフト対策

←1～4号対応用に要員、設備を追加。緊急時対策所を新設

- 緊急時の訓練(重大事故体制)
  - ・発電所内または近傍に、招集要員48名を含む計118名を確保
  - ・複数号機の同時発災への対応
  - ・指揮命令系統の明確化
  - ・外部との連絡設備等の整備、外部からの支援体制
- ※緊急時対策の拠点として緊急時対策所を1・2号機原子炉補助建屋に設置  
(1・2号機の原子炉には燃料を装荷しない前提)。



(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

- アクセスルート確保
  - ・可搬型重大事故等対処機器や設備の運搬、設置ルートの確保
  - ・アクセスルートの多重性確保、障害物除去機器の確保

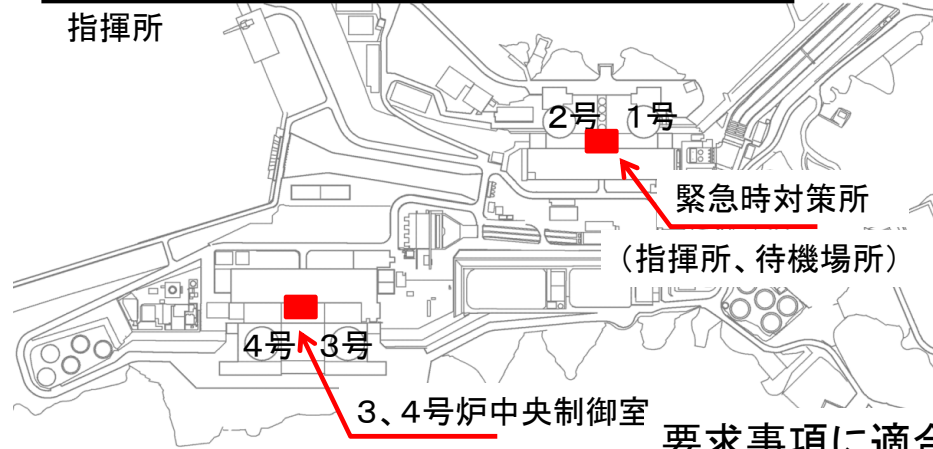
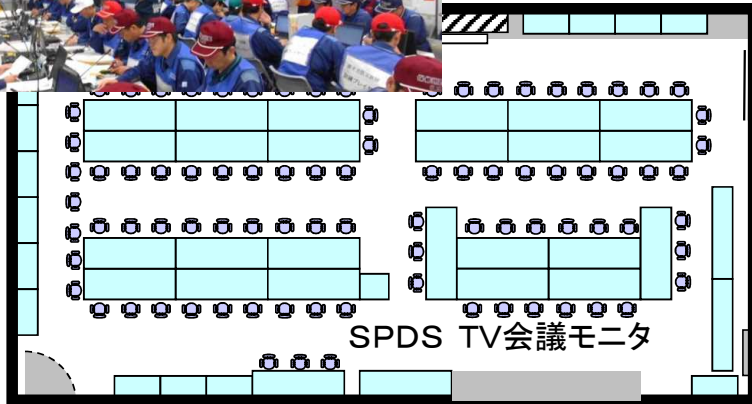


# 緊急時対策所の審査結果

←1～4号対応用緊急時対策所を新設

## (要求事項)

- 福島第一原子力発電所事故と同等の放射性物質の放出量を想定し、緊急時対策所内の要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと
- 必要な指示のために情報を把握し、発電所内外との通信連絡を行うために必要な設備を備えること
- 重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が収容できること



## ◆申請内容

### (1)機能

- ・耐震性及び遮へい機能を有するコンクリート造建屋(1・2号炉原子炉補助建屋内に指揮所、待機場所を設置)
- ・実効線量 約35mSv/7日間

### (2)広さ

- ・約145m<sup>2</sup>(最も近い3号炉心からの距離440m)
- ・収容人員 111名

### (3)主要設備

- ・放射線防護設備(よう素除去フィルタ付換気装置、全面マスク、線量計等)
- ・電源設備(専用の可搬型発電機4台)
- ・通信・情報設備(衛星通信設備、テレビ会議システム、プラントパラメータ表示端末)

(出典:関西電力説明資料に一部加筆)

要求事項に適合する設計方針であることを確認

**高浜発電所 1～4号炉の  
津波警報等が発表されない  
可能性のある津波への対応  
に係る審査結果**

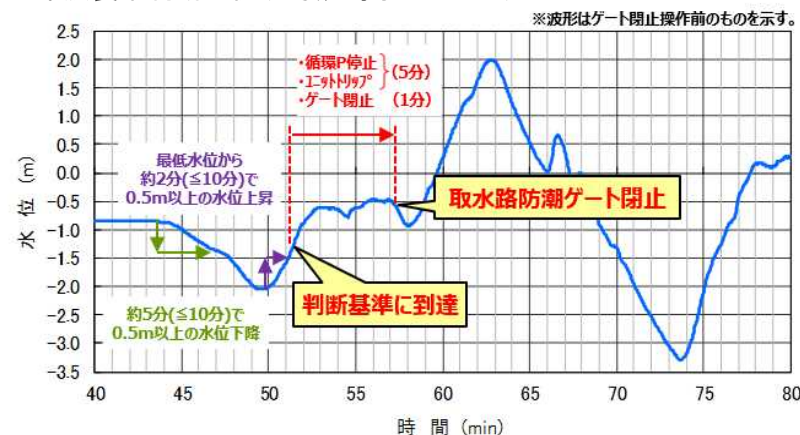
# 1. 経緯

- ・平成31年 1月16日:平成30年度第53回原子力規制委員会において、平成30年12月にインドネシア・スンダ海峡で発生した火山現象による津波被害に関連し、関西電力に対して高浜発電所の津波警報が発表されない可能性のある津波に関し、発電所構内の重要な設備への影響等の確認を求めた。
- ・令和元年 6月13日:当委員会の山中委員及び石渡委員出席のもと、「警報が発表されない可能性のある津波への対応の現状聴取に係る会合」(以下「現状聴取会合」という。)において、関西電力による評価結果について確認を行った。
- ・令和元年 7月 3日:令和元年度第16回原子力規制委員会において、原子力規制庁から報告を受け、高浜発電所における「隠岐トラフ海底地すべり」による津波対策に係る設置変更許可申請が行われる必要があるとの原子力規制庁の評価について、了承した。
- ・令和元年 7月16日:現状聴取会合において、関西電力から本件に係る設置変更許可申請を行う旨の説明を受けた。
- ・令和元年 7月31日:令和元年度第20回原子力規制委員会において、関西電力に対する今後の対応方針について決定した。
- ・令和元年 9月26日:設置変更許可申請書
- ・令和2年10月15日～令和2年11月16日:審査書案等に対する科学的・技術的意見の募集
- ・令和2年12月2日:設置変更許可

## 1. 津波防護の全体概要 (1 / 2)

- 津波警報等が発表されない可能性のある津波(以下「警報なし津波」という。)は、遡上波の敷地への到達、流入及び水位低下による海水ポンプへの影響(以下「施設影響」という。)を及ぼすおそれがある。
- 既許可申請では、大津波警報が発表された場合に、循環水ポンプを停止(プラント停止)し、取水路防潮ゲートを閉止する運用により施設影響を防止する設計方針としているが、この設計方針では、警報なし津波による施設影響が防止できない可能性がある。
- そのため、申請者は、潮位観測システム(防護用)を設置し、施設影響を及ぼすおそれのある警報なし津波の潮位変動を観測し、取水路防潮ゲートを閉止する判断基準(以下「閉止判断基準」という。)に到達した場合に、中央制御室間の連携により、循環水ポンプを停止(プラント停止)し、取水路防潮ゲートを閉止する運用により、施設影響を防止する方針を示した。

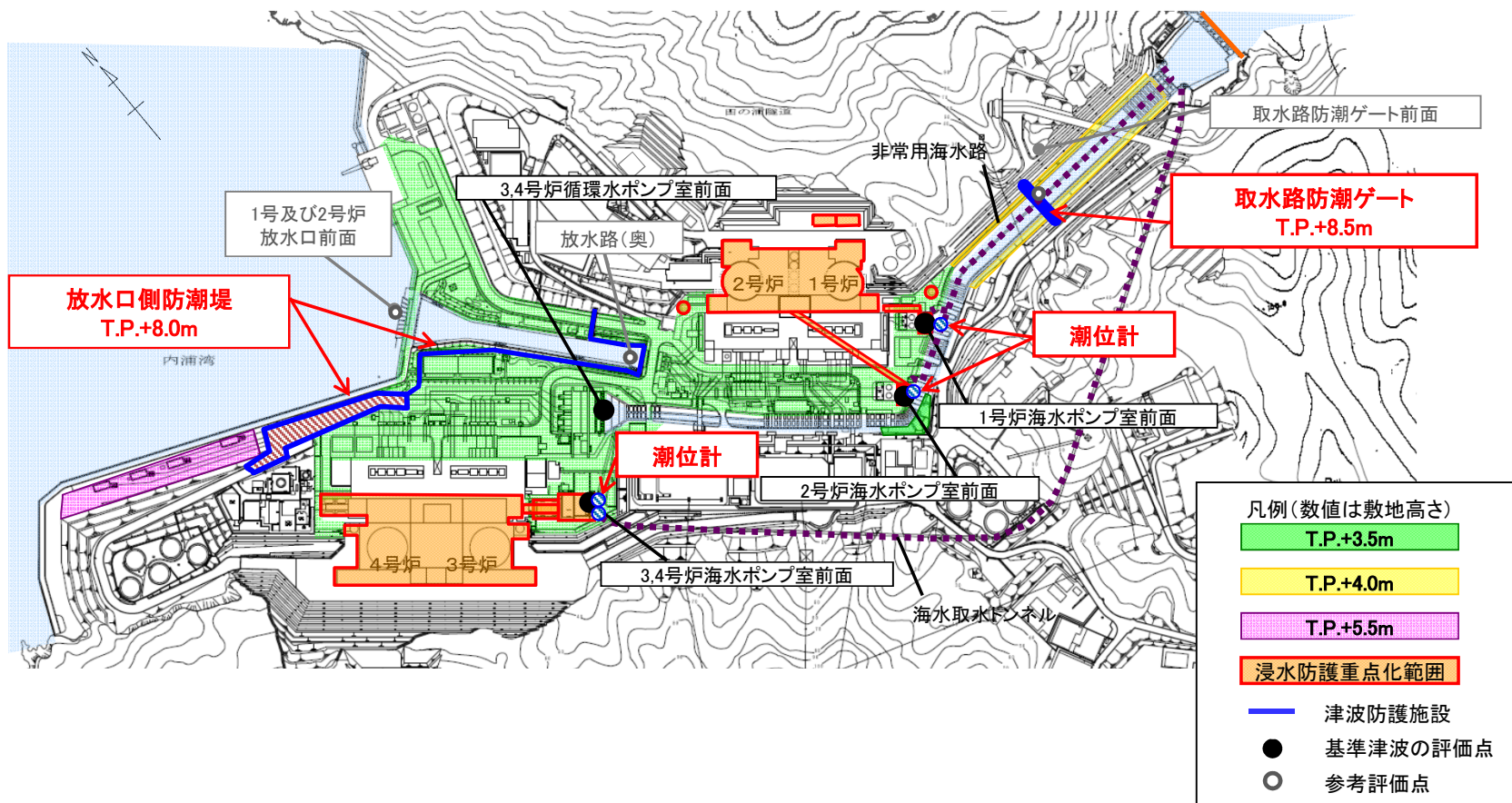
### ● 津波襲来判断の例(1号炉海水ポンプ室)



水位下降側: エリアB(Es-K5) Kinematicモデルによる方法

# 1. 津波防護の全体概要 (2 / 2)

津波防護の概要図を以下に示す。



出典: 関西電力(株)高浜発電所1, 2, 3, 4号炉審査資料 第823回審査会合資料(令和2年1月21日)から抜粋・修正  
 <<https://www2.nsr.go.jp/data/000298496.pdf>>

## 2. 基準津波 (1 / 2)

### ＜申請の概要＞

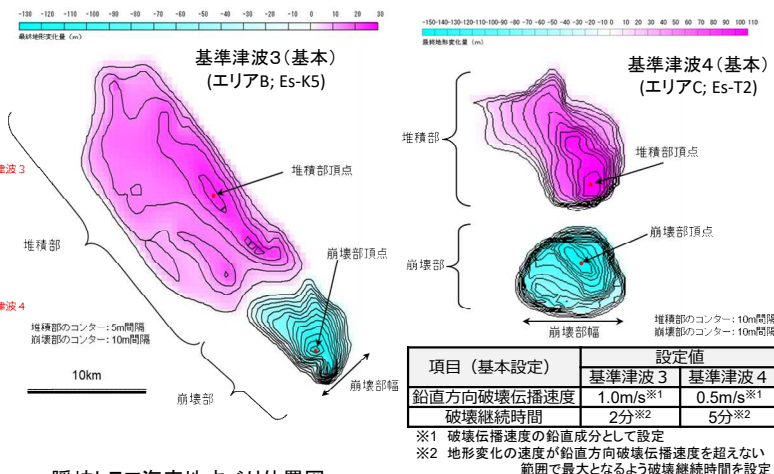
津波警報等が発表されない場合の基準津波の選定方針は、以下のとおり。

- 津波水位がいずれかの評価点で敷地高さ(T.P.+3.5m)を上回る波源、又は、各海水ポンプ室のうちいずれかの評価点で海水ポンプの取水可能水位(1号炉及び2号炉はT.P.-3.21m、3号炉及び4号炉はT.P.-3.52m)を下回る波源を全て基準津波として選定
- 計算条件: 取水路防潮ゲート「開」、潮位(バラツキを含む)及び高潮の裕度を考慮、(水位下降側のみ)循環水ポンプ及び海水ポンプが全て稼働

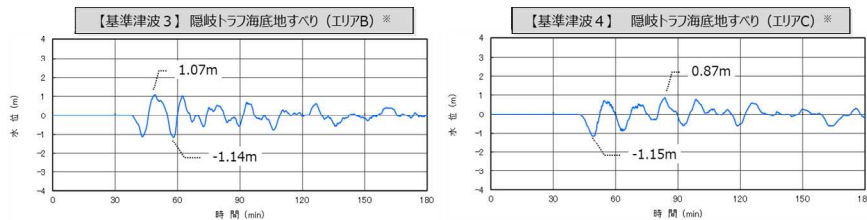
津波水位評価結果 数字はT.P.(m)、青字は施設影響が生じる値、グレー字は参考値

取水路防潮ゲート※1	波源モデル	水位上昇						水位下降					
		取水路防潮ゲート前面	2, 4号炉循環水ポンプ室	1号炉海水ポンプ室	2号炉海水ポンプ室	2, 4号炉海水ポンプ室	放水口前面	放水路(奥)	1号炉海水ポンプ室	2号炉海水ポンプ室	2, 4号炉海水ポンプ室		
開	地震以外に起因する津波	エリアA (Es-G3)	Watts他の予測式	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	-0.6	-0.7	-1.3
			Kinematicモデルによる方法	2.6	3.0	2.8	2.8	3.2	2.3	2.4	-1.4	-1.5	-2.4
		エリアA (Es-G101)	Watts他の予測式	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	-0.6	-0.7	-1.2
			Kinematicモデルによる方法	1.5	1.6	1.5	1.5	1.7	1.5	1.6	-0.8	-0.9	-1.5
		エリアB (Es-K5)	Watts他の予測式	2.8	3.1	3.0	3.0	3.1	2.6	2.8	-1.5	-1.6	-2.3
			Kinematicモデルによる方法	4.3	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	-3.7	-3.8	-3.8
	エリアB (Es-K6)	Watts他の予測式	1.7	1.9	1.8	1.8	1.9	1.6	1.7	-0.8	-0.9	-1.5	
		Kinematicモデルによる方法	2.6	2.9	2.8	2.8	2.9	2.3	2.5	-1.5	-1.7	-2.4	
	エリアB (Es-K7)	Watts他の予測式	2.1	2.4	2.1	2.1	2.3	1.7	1.8	-1.1	-1.2	-1.8	
		Kinematicモデルによる方法	2.7	3.0	2.8	2.8	3.2	2.8	3.0	-1.7	-1.8	-2.5	
	エリアC (Es-T2)	Watts他の予測式	2.0	2.4	2.1	2.2	2.5	1.8	2.0	-1.5	-1.6	-2.4	
		Kinematicモデルによる方法	3.8	4.3	4.0	4.1	4.3	4.3	4.5	-2.5	-2.6	-2.9	
	エリアC (Es-T8)	Watts他の予測式	2.0	2.3	1.9	1.9	2.3	1.6	1.7	-1.2	-1.2	-1.9	
		Kinematicモデルによる方法	2.5	2.7	2.5	2.6	2.8	3.0	3.1	-1.9	-2.0	-2.8	
エリアC (Es-T13)	Watts他の予測式	1.5	1.8	1.6	1.6	1.9	1.5	1.5	-0.8	-0.9	-1.4		
	Kinematicモデルによる方法	2.4	2.6	2.4	2.5	2.8	2.9	3.0	-1.7	-1.8	-2.5		
エリアC (Es-T14)	Watts他の予測式	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.5	-0.7	-0.8	-1.4		
	Kinematicモデルによる方法	2.7	3.1	2.8	2.9	3.0	2.6	2.7	-1.6	-1.8	-2.3		
施設影響が生じる高さ (上昇側: 敷地高さ・防潮ゲート高さ・防壁高さ、下降側: 取水可能水位)			8.5	3.5	3.5	3.5	3.5	8.0	8.0	-3.2	-3.2	-3.5	

基準津波3及び基準津波4に関する水位評価条件 (海底地形変化量分布・津波評価に用いた波源特性)



基準津波定義位置における基準津波3及び基準津波4の水位時刻歴波形

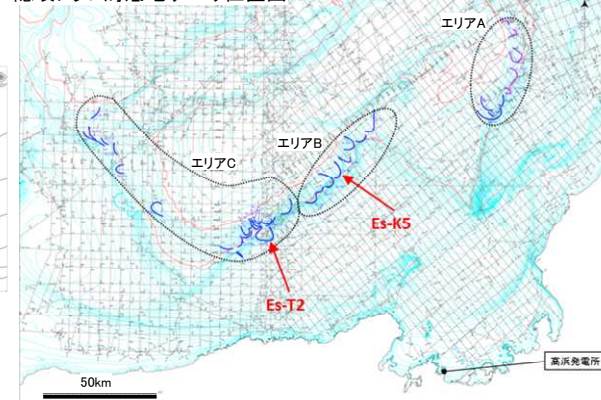


※基準津波3及び基準津波4は、崩壊規模及び破壊伝播速度を固定値としないことから、施設への影響が最も大きくなる崩壊規模及び破壊伝播速度を適用した場合の時刻歴波形を示す。

基準津波定義位置



隠岐トラフ海底地すべり位置図



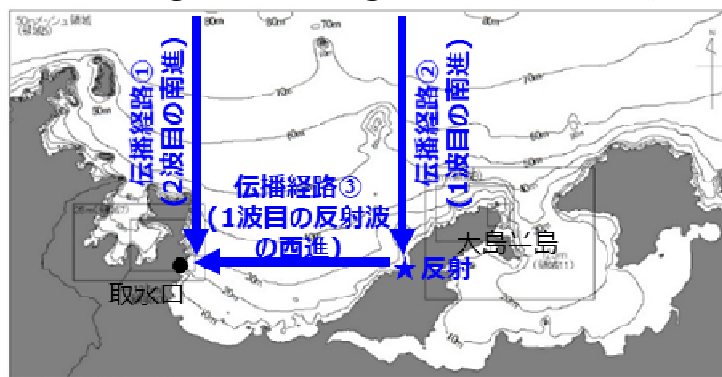
出典: 発電用原子炉設置変更許可申請のうち、基準津波に関する取りまとめ資料(令和2年10月8日)から抜粋・修正  
<https://www2.nsr.go.jp/data/000330689.pdf> < <https://www2.nsr.go.jp/data/000330688.pdf>



## 2. 基準津波（2 / 2） ～若狭湾における津波の伝播特性による水位時刻歴波形の特徴～

### <申請の概要(続き)>

高浜発電所に襲来する津波は大島半島からの反射波によりその津波水位が高くなる傾向がある。右下図に示すように、津波が伝播することを考えると、大島半島から高浜発電所まで(伝播経路③)の津波伝播時間は10～12分程度であることから、津波の周期が10～15分程度の場合は、直接高浜発電所に襲来する津波(伝播経路①)と大島半島から反射波として高浜発電所に襲来する津波(伝播経路②→伝播経路③)とが干渉し、その振幅が大きくなる。



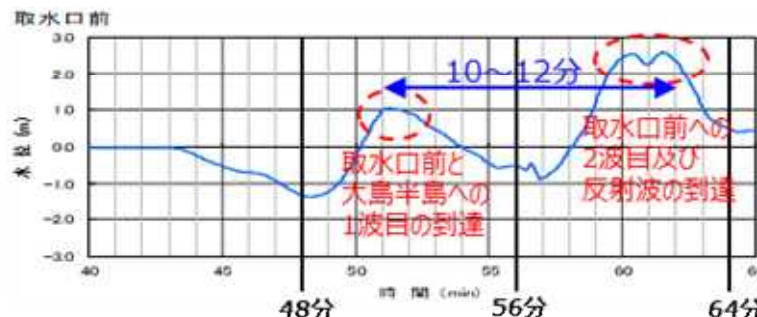
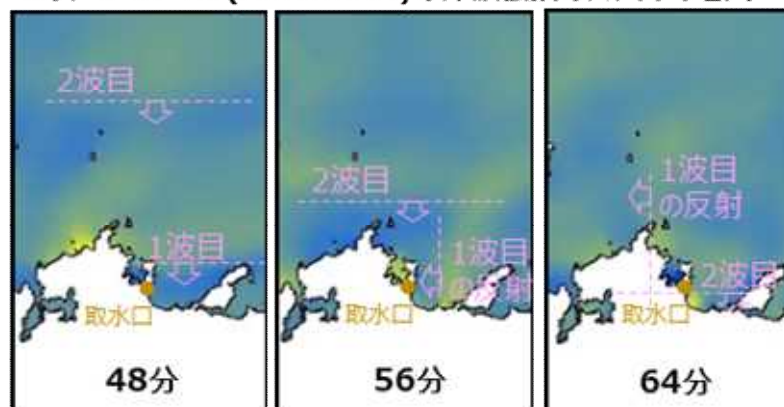
伝播距離  $L = 9.5\text{km}$   
水深  $h = 20 \sim 30\text{m}$

大島半島から反射した津波が高浜発電所まで伝播するために要する時間  
(概略計算)

$$\begin{aligned} \text{伝播時間} &= \text{伝播距離 } L / \text{波速 } c = L / \sqrt{gh} \\ &= 9500 / \sqrt{9.8 \times 20} \text{ or } 30 \\ &\approx 554 \sim 678 \text{ [sec]} \\ &\Rightarrow 9.2 \sim 11.3 \text{ [min]} \end{aligned}$$

出典: 発電用原子炉設置変更許可申請の補足説明資料(2020年9月3日)から抜粋  
<<https://www2.nsr.go.jp/data/000326238.pdf>>

### エリア B Es-K5(Kinematic)の津波伝播のスナップショット



### <審査結果の概要>

規制委員会は、本申請において策定された基準津波3及び基準津波4は、地震以外の要因である海底地すべりによる津波であり、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、各種の不確かさを十分に考慮して数値解析を実施し、適切に策定されていること、取水路から海水ポンプ室に至る経路において第1波より第2波以降の水位変動量が大きくなることを確認。

### 3. 取水路防潮ゲートの閉止判断基準

#### <申請の概要>

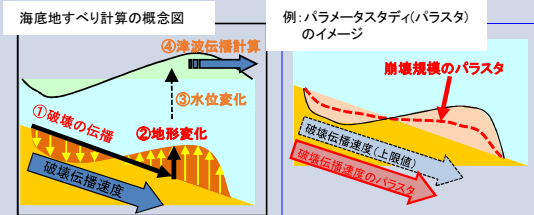
若狭湾における津波の伝播特性及び津波の第1波の水位変動では施設影響を及ぼすおそれがないことを踏まえ、津波の第1波の水位変動量が、ある時間内に閉止判断基準に到達した場合に、取水路防潮ゲートを閉止する運用を実施する。

施設影響を及ぼすおそれのある津波を見逃さないように、また、平常時及び台風時の潮位変動の影響を受けないように、**閉止判断基準を、以下のとおり設定する。**

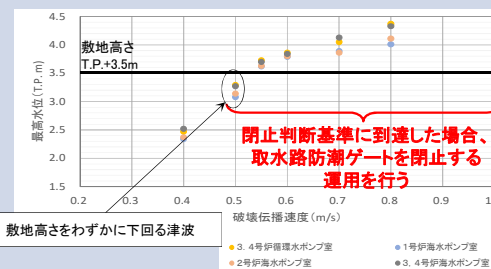
① 各種パラメータスタディ※及び過去の潮位変動(平常時及び台風時)の調査結果から、施設影響を及ぼすおそれのない津波のうち、敷地高さT.P.+3.5mをわずかに下回る津波も含めた値(10分以内に0.69mの水位変動量)を、閉止判断基準に用いる津波の第1波の水位変動量として算出する。

※各種パラメータスタディ

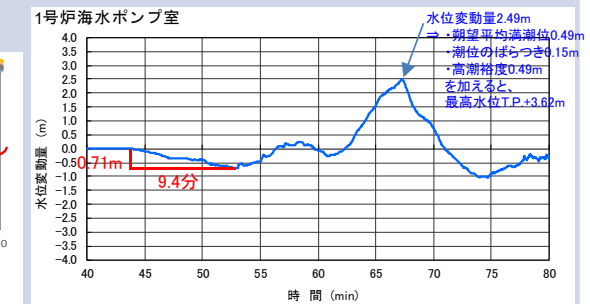
- ・複数の崩壊規模を用いたパラメータスタディ
- ・複数の破壊伝播速度を用いたパラメータスタディ
- ・複数の振幅及び周期による正弦波を用いたパラメータスタディ



パラメータスタディ結果による第2波の最高水位を整理した一例(破壊伝播速度のパラメータスタディ結果:エリアBのEs-K5)



水位変動量の時刻歴波形の一例:破壊伝播速度0.55m/s



② ①の各種パラメータスタディから得られた第1波の水位に対する第2波以降の水位の最大の増幅比率(3.7倍)を用い、T.P.+3.5mから逆算した値(10分以内に0.64mの水位変動量)を、閉止判断基準に用いる津波の第1波の水位変動量として算出する。

閉止判断基準の設定にあたっては、①及び②から得られた値に潮位の揺らぎ(0.10m)及び余裕を考慮し、さらに、第1波の下降波の先行到達の条件に加え、第1波の上昇波の先行到達の条件も考慮する。

#### <審査結果の概要>

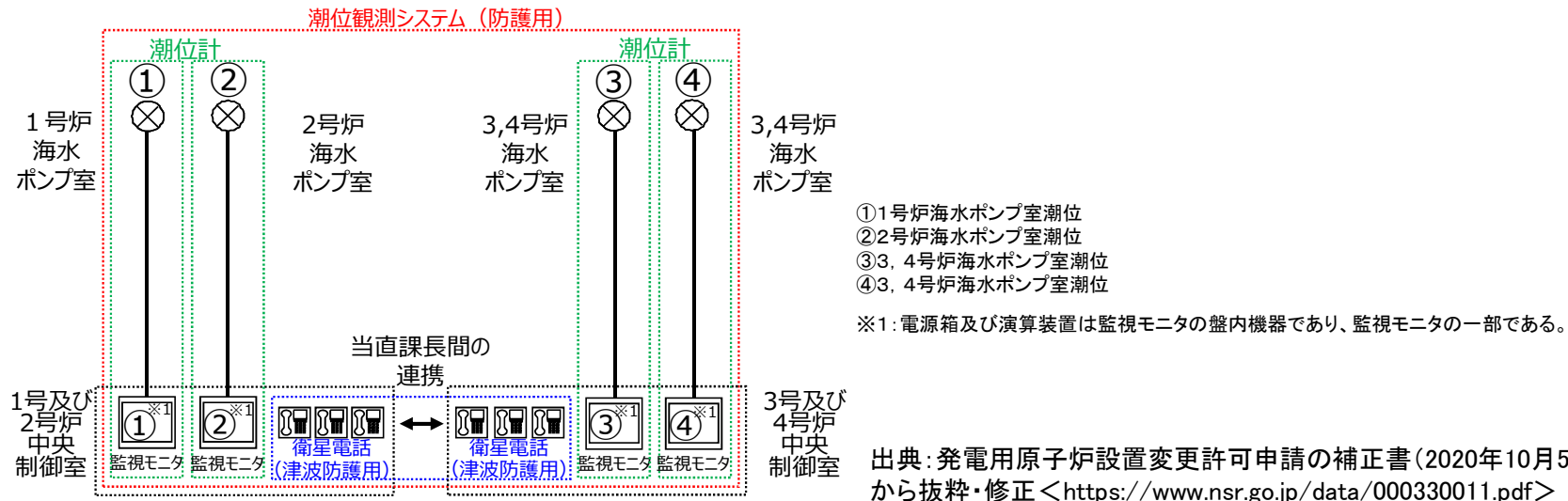
規制委員会は、閉止判断基準について、「潮位観測システム(防護用)のうち2台の潮位計の観測潮位がいずれも10分以内に0.5m以上下降し、その後、最低潮位から10分以内に0.5m以上上昇すること、又は、10分以内に0.5m以上上昇し、その後、最高潮位から10分以内に0.5m以上下降すること」と設定することを確認。

出典:関西電力(株)高浜発電所1, 2, 3, 4号炉審査資料 第859回審査会合資料(令和2年4月30日)から抜粋・修正  
 <<https://www2.nsr.go.jp/data/000309579.pdf>>

## 4. 潮位観測システム（防護用）による津波防護設計

### <申請の概要>

警報なし津波への対応として、1号及び2号炉中央制御室と3号及び4号炉中央制御室において、津波防護施設として設置する潮位観測システム（防護用）（潮位計（発電所構内に合計4台）及び衛星電話（津波防護用）（中央制御室ごとに3台））を用いて連携して潮位観測を行い、2台の潮位計で水位変動量が閉止判断基準に到達した場合、循環水ポンプを停止（プラント停止）し、1号及び2号炉中央制御室において取水路防潮ゲートの閉止操作を行う設計としている。



### <審査結果の概要>

規制委員会は、以上の設計について、

- ・潮位観測システム（防護用）の安全機能の重要度分類は、取水路防潮ゲート（MS-1）と同等であること
- ・潮位観測システム（防護用）は、1号炉から4号炉で共用することにより、津波を異なる位置で複数台の潮位計により監視することで、安全性が向上するとしていること
- ・潮位観測による閉止判断基準の確認は、1号及び2号炉中央制御室において取水路防潮ゲートの閉止操作を行うため、1号及び2号炉中央制御室と3号及び4号炉中央制御室が衛星電話（津波防護用）を用いて相互に連携して行うとしていることを確認。

## 新規制基準適合性に係る審査結果

設置変更許可申請・工事計画認可申請の内容を厳格に審査し、新規制基準に適合していることを確認。

**5. 美浜3号、高浜1, 2号の  
40年超の運転  
に係る審査結果**

## 主な審査内容

### 1. 工事計画認可について

工事の計画について、現時点で適用される実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則に適合するものとして認可がなされ、工事の計画が確定していることを確認

### 2. 特別点検について

原子炉容器の炉心領域部全ての母材及び溶接部の超音波探傷試験、原子炉格納容器の腐食状況の目視試験、コンクリート構造物の圧縮強度試験等、「実用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド」で定める特別点検が適切に行われていることを確認。また、品質保証計画等に基づき、点検計画及び要領書の策定、要員の力量の確認、測定機器の管理等が行われていることを確認

### 3. 劣化状況評価について

低サイクル疲労、中性子照射脆化、照射誘起型応力腐食割れ、2相ステンレス鋼の熱時効、電気・計装設備の絶縁低下、コンクリート構造物の強度低下等の劣化事象について、特別点検の結果を踏まえた技術評価が行われ、延長しようとする期間において「実用発電用原子炉の運転の期間の延長の審査基準」(以下「審査基準」という。)の要求事項に適合すること、または要求事項に適合しない場合には、適切な保守管理がなされることにより、延長しようとする期間において審査基準の要求事項に適合することを確認

#### 4. 耐震・耐津波安全性評価について

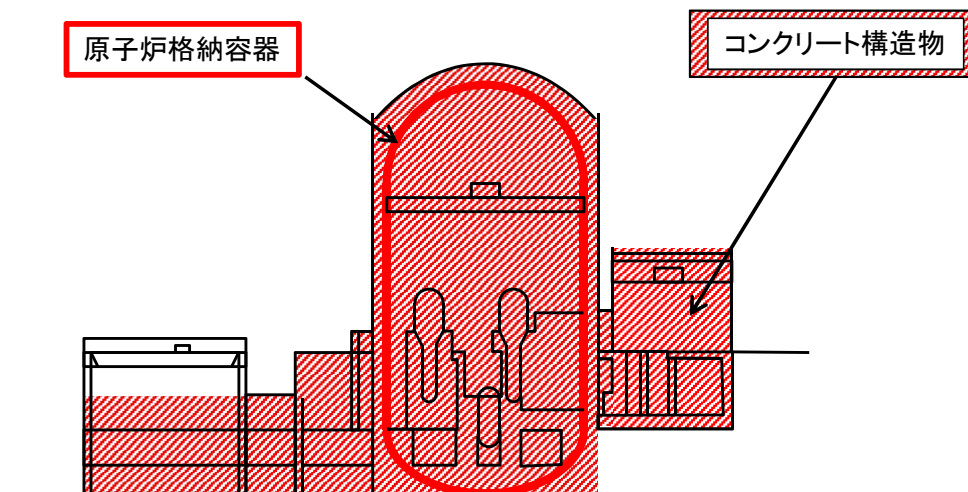
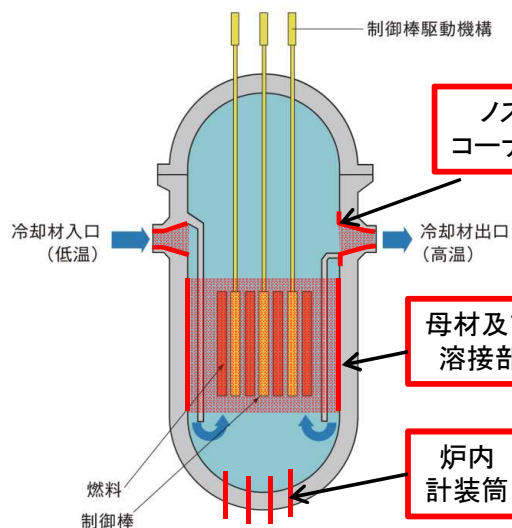
耐震安全性評価として、耐震安全上着目すべき経年劣化事象を考慮した上で評価が行われ、延長しようとする期間において審査基準の要求事項に適合すること、または要求事項に適合しない場合には、適切な保守管理がなされることにより、延長しようとする期間において審査基準の要求事項に適合することを確認。また、耐津波安全性評価として、耐津波安全上着目すべき経年劣化事象を考慮した上で、構造強度及び止水性に影響がある機器・構造物を抽出した結果、評価対象機器は抽出されなかったことを確認

#### 5. 長期保守管理方針(長期施設管理方針)について

高浜発電所原子炉施設保安規定に定める長期保守管理方針(長期施設管理方針)は、劣化状況評価等の結果において、保守管理に関する方針を定めるとした項目が抽出されていることを確認

## 特別点検の要求事項

これまでの運転に伴う劣化の状況の把握のため、通常の点検・検査に追加して、広範囲かつ詳細な点検を要求



### 原子炉容器

- 母材及び溶接部  
(炉心領域の100%)
  - ・劣化事象: 中性子照射脆化
  - ・点検方法: 超音波探傷試験
- 一次冷却材ノズルコーナー部
  - ・劣化事象: 疲労
  - ・点検方法: 浸透探傷試験  
渦流探傷試験
- 炉内計装筒(全数)
  - ・劣化事象: 応力腐食割れ
  - ・点検方法: 目視確認  
渦流探傷試験

### 原子炉格納容器

- 原子炉格納容器鋼板  
(接近できる点検可能範囲の全て)
  - ・劣化事象: 腐食
  - ・点検方法: 目視試験

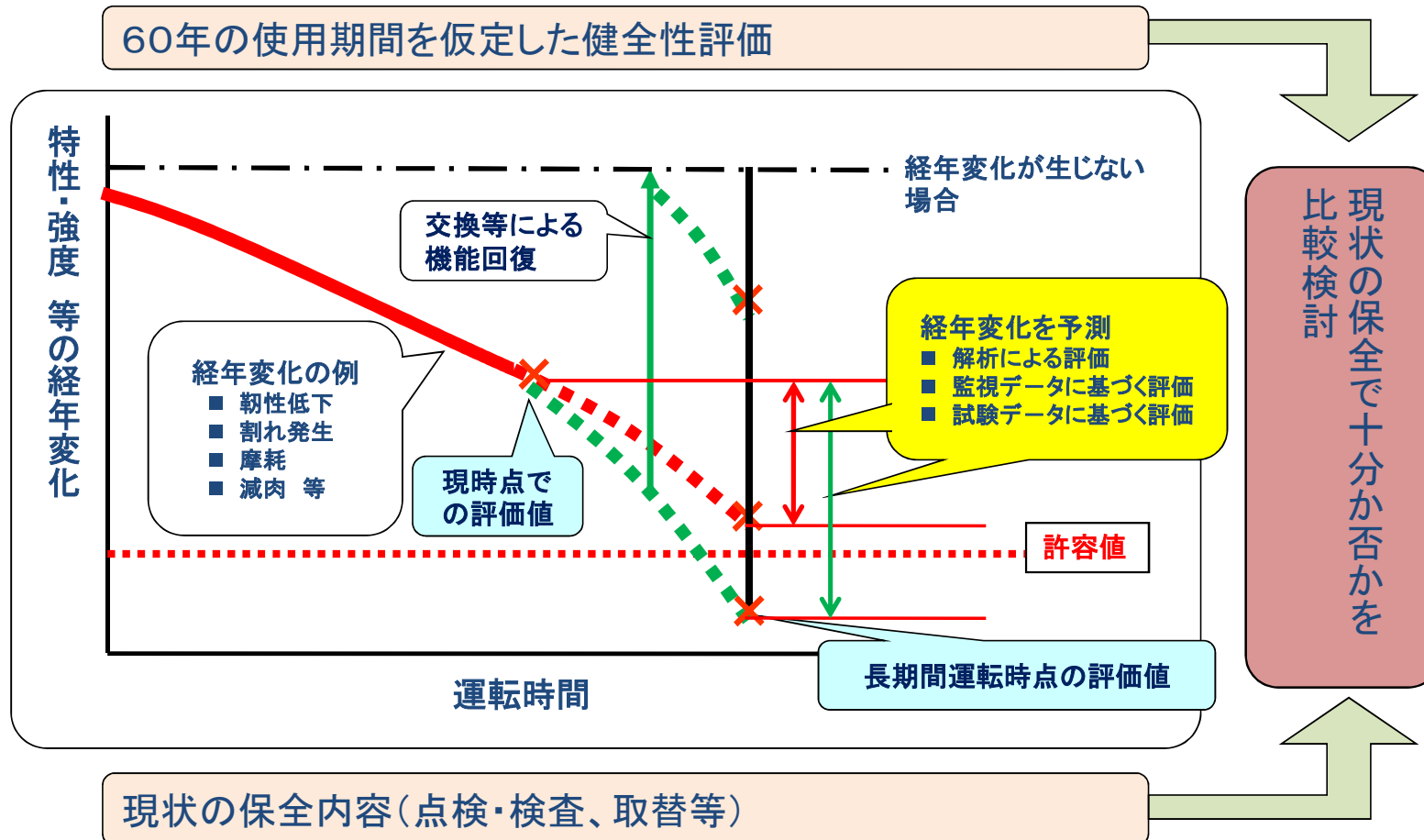
### コンクリート構造物

- コンクリート
  - ・劣化事象: 強度低下  
遮蔽能力低下
  - ・点検方法: コアサンプルによる  
強度、遮蔽能力、  
中性化、塩分浸透、  
アルカリ骨材反応



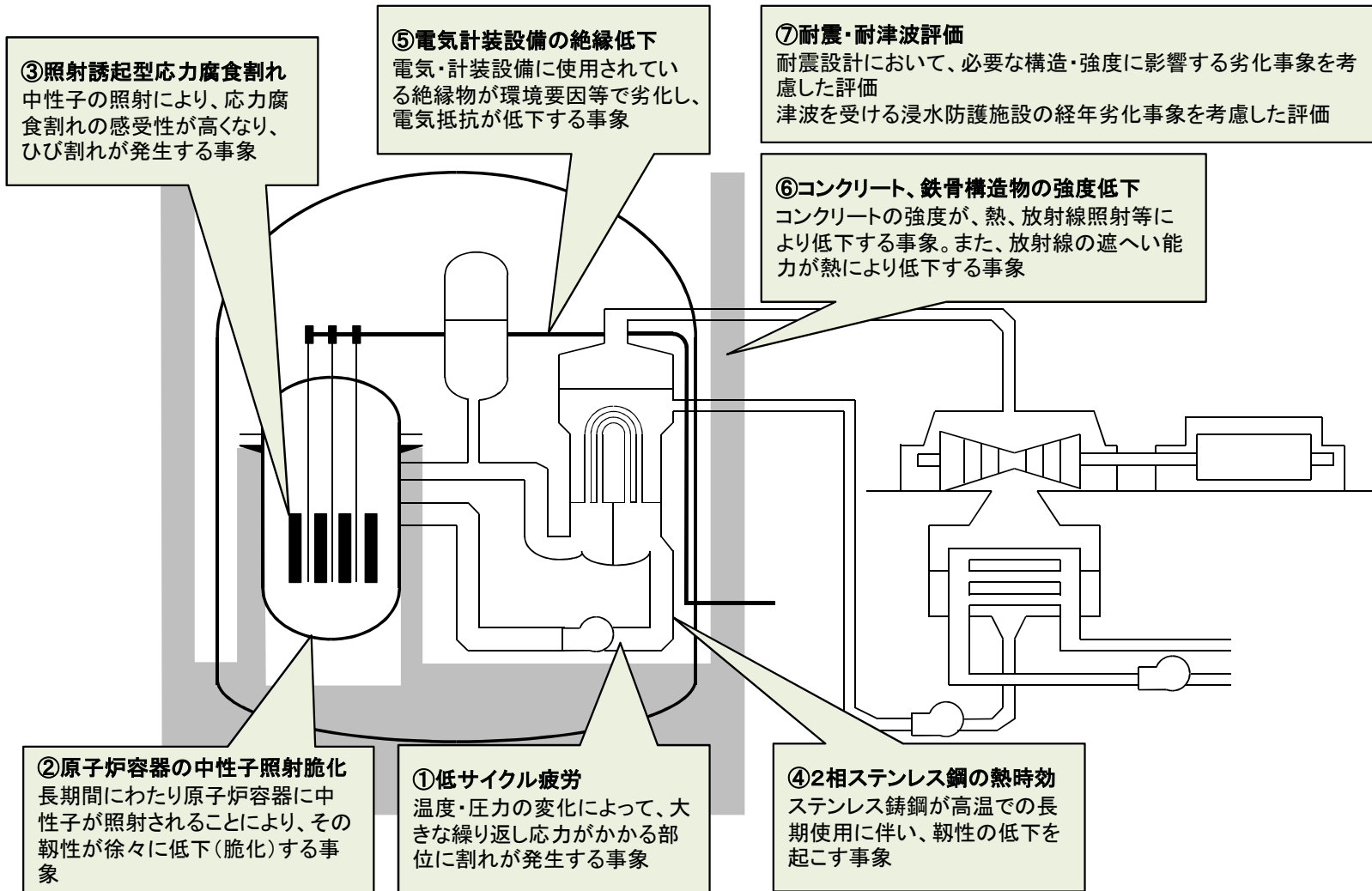
## 劣化状況評価の考え方

プラントの運転開始から延長しようとする期間において、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を確認し、追加すべき保全策の必要性を検討する。



## 劣化状況評価の評価対象事象、評価事項

## 60年の運転期間での経年劣化を予測



## 美浜3号に係る保守管理に関する方針

### <主な要求事項>

原子炉その他の設備の劣化の状況に関する技術的な評価の結果、要求事項に適合しない場合には、延長しようとする期間における原子炉その他の設備についての保守管理に関する方針の実施を考慮した上で、延長しようとする期間において、要求事項に適合すること。

No	保守管理に関する方針
1	原子炉容器胴部(炉心領域部)の中性子照射脆化については、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第5回監視試験を実施する。
2	疲労評価における実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

### <主な確認結果>

劣化状況評価の結果、保守管理に関する方針については、要求事項を満足しているが、更なる対応として、監視試験を行う等の方針を定めていること

## 高浜1, 2号の保守管理に関する方針

### <主な要求事項>

原子炉その他の設備の劣化の状況に関する技術的な評価の結果、要求事項に適合しない場合には、延長しようとする期間における原子炉その他の設備についての保守管理に関する方針の実施を考慮した上で、延長しようとする期間において、要求事項に適合すること。

No	保守管理に関する方針
1	原子炉容器胴部(炉心領域部)の中性子照射脆化については、今後の原子炉の運転サイクル・照射量を勘案して第5回監視試験を実施する。
2	<p>配管の腐食(流れ加速型腐食)については、肉厚測定による実測データに基づき耐震安全性評価を実施した炭素鋼配管*に対して、サポート改造等の設備対策を行い、必要最小肉厚まで減肉を想定した評価においても耐震安全性評価上問題ないことを確認する。なお、サポート改造等の設備対策が完了するまでは、減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を継続して行い、サポート改造等の設備対策が完了するまでの間、耐震安全性評価上問題ないことを確認する。</p> <p>* : 第4抽気系統配管            グランド蒸気系統配管            復水系統配管            ドレン系統配管</p>
3	<p>低圧ケーブルの絶縁低下については、ACAガイド*に従った長期健全性評価結果から評価期間に至る前に取替を実施する。</p> <p>* : 原子力安全基盤機構「原子力発電所のケーブル経年劣化評価ガイド JNES-RE-2013-2049」</p>
4	疲労評価における実績過渡回数の確認を継続的に実施し、運転開始後60年時点の推定過渡回数を上回らないことを確認する。

## 審査結果

運転延長認可申請について、審査の結果、本申請が原子炉等規制法第43条の3の3第5項に規定する基準である実用炉規則第114条に適合しているものと認める。また、保安規定変更認可申請について、審査の結果、本申請が原子炉等規制法第43条の3の24第2項の規定する「核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上十分でない」と認めるときには該当しないと認める。

## 運転期間延長認可後の対応

- 事業者は、運転期間延長認可取得後においても、保安規定に定めた長期保守管理方針(長期施設管理方針)に基づき、保守管理を実施することをはじめ、原子炉施設が技術基準に適合するよう、継続的な保守管理業務を適切に実施することが重要。
- また、高経年化技術評価については、運転開始50年目までに、再度、それまでの運転実績に基づく技術評価の実施が必要。

## 7. 今後の予定

- ・高浜1, 2号については、現在、使用前検査を行っているところであり、引き続き、厳格に使用前検査を行っていく。
- ・原子力規制委員会は、事業者の保守管理を含め安全活動全般について、原子力規制検査において厳正に監視していく。

# 参考1

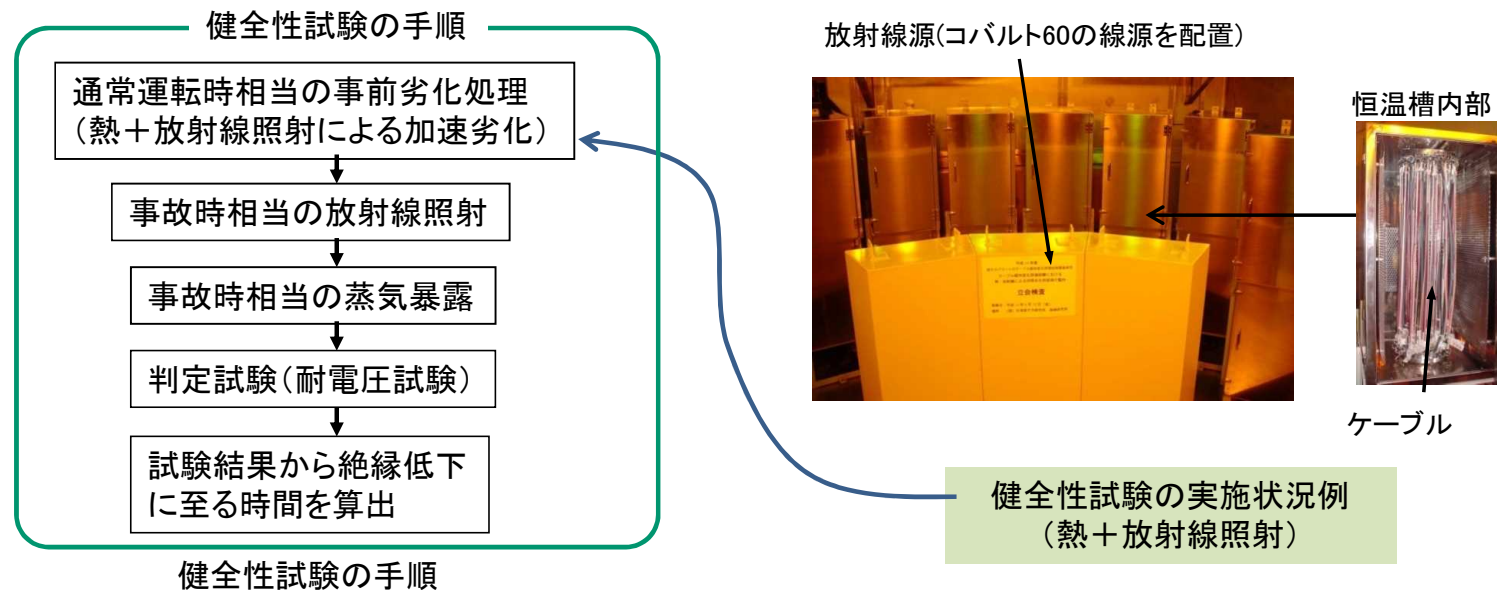
高浜1, 2号に係る40年超の運転  
に係る審査結果の補足

## 劣化状況評価 ⑤「電気・計装設備の絶縁低下」

電気・計装設備は使用環境や設計基準事故、重大事故時の熱・放射線により絶縁性能が低下する可能性がある

### <主な要求事項>

設計基準事故及び重大事故等で機能が要求される電気・計装設備は、健全性試験による評価の結果、有意な絶縁低下が生じないこと



### <主な確認結果>

健全性評価の結果、一部ケーブルについて運転開始後60年以前に有意な絶縁低下が発生すると評価されたこと  
(1号:Aループ高温側サンプル第1隔離弁用動力ケーブル、2号:Aアキュムレータ出口弁用動力ケーブル)  
そのため、ケーブルの交換について保守管理に関する方針を策定したこと  
上記以外の電気計装設備は運転開始後60年まで、有意な絶縁低下が発生しないと評価されたこと



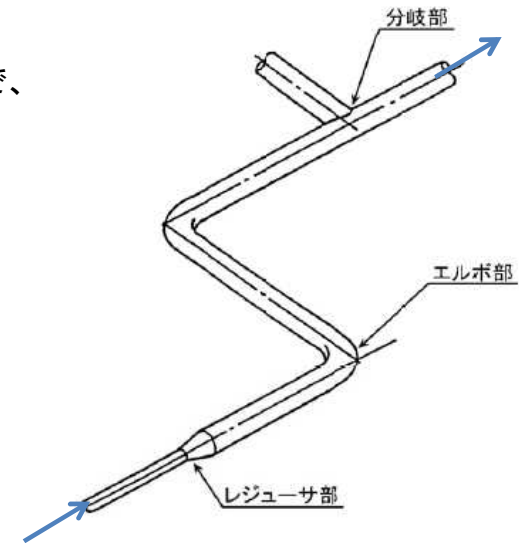
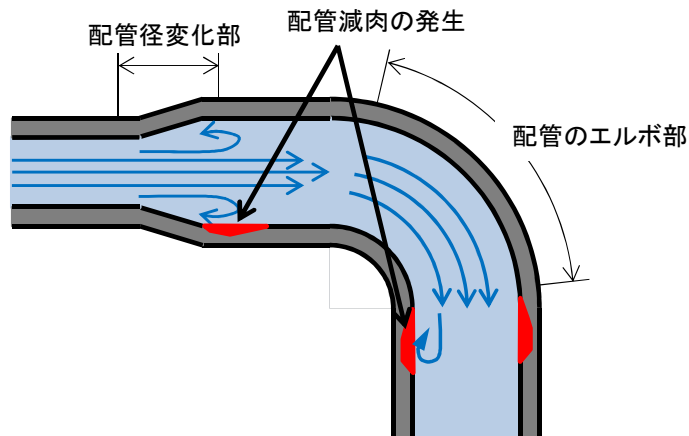
## 劣化状況評価 ⑦「耐震安全性評価」

### <主な要求事項>

- ・これまでに評価した各種経年劣化事象を考慮した耐震評価の結果、耐震上の設計許容値を下回ること
- ・弁やポンプなど動的機能が要求される機器に対して、劣化を考慮しても、地震時に確認済み加速度以下であること
- ・劣化を考慮した燃料集合体の耐震評価の結果、相対変位と制御棒挿入時間が規定範囲にあること

### 評価の一例：流れ加速型腐食

- ・炭素鋼配管のエルボ部、配管径変化部等の内部の流体が偏流する部位で、流速、温度条件等により配管の腐食が発生する。



【流れ加速型腐食が想定される代表的な部位】

### <主な確認結果>

評価の結果、流れ加速型腐食を考慮すると、運転開始後60年以前に耐震上の許容限度を超える配管系統があることから、サポート改造等の設備対策について保守管理に関する方針を策定したこと  
それ以外の耐震安全性評価項目については、要求事項を満足したこと

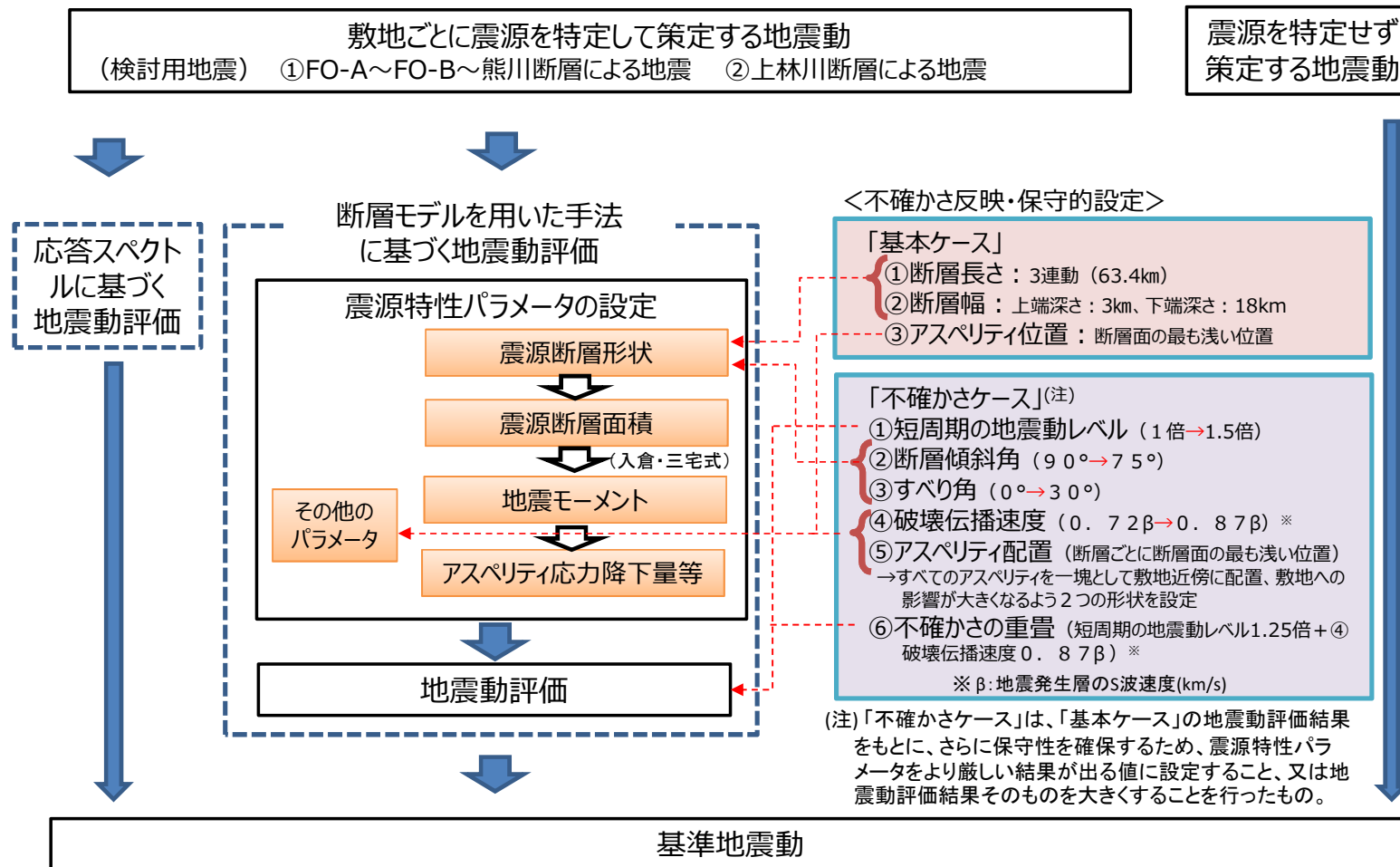
# 参考2

基準地震動の策定について

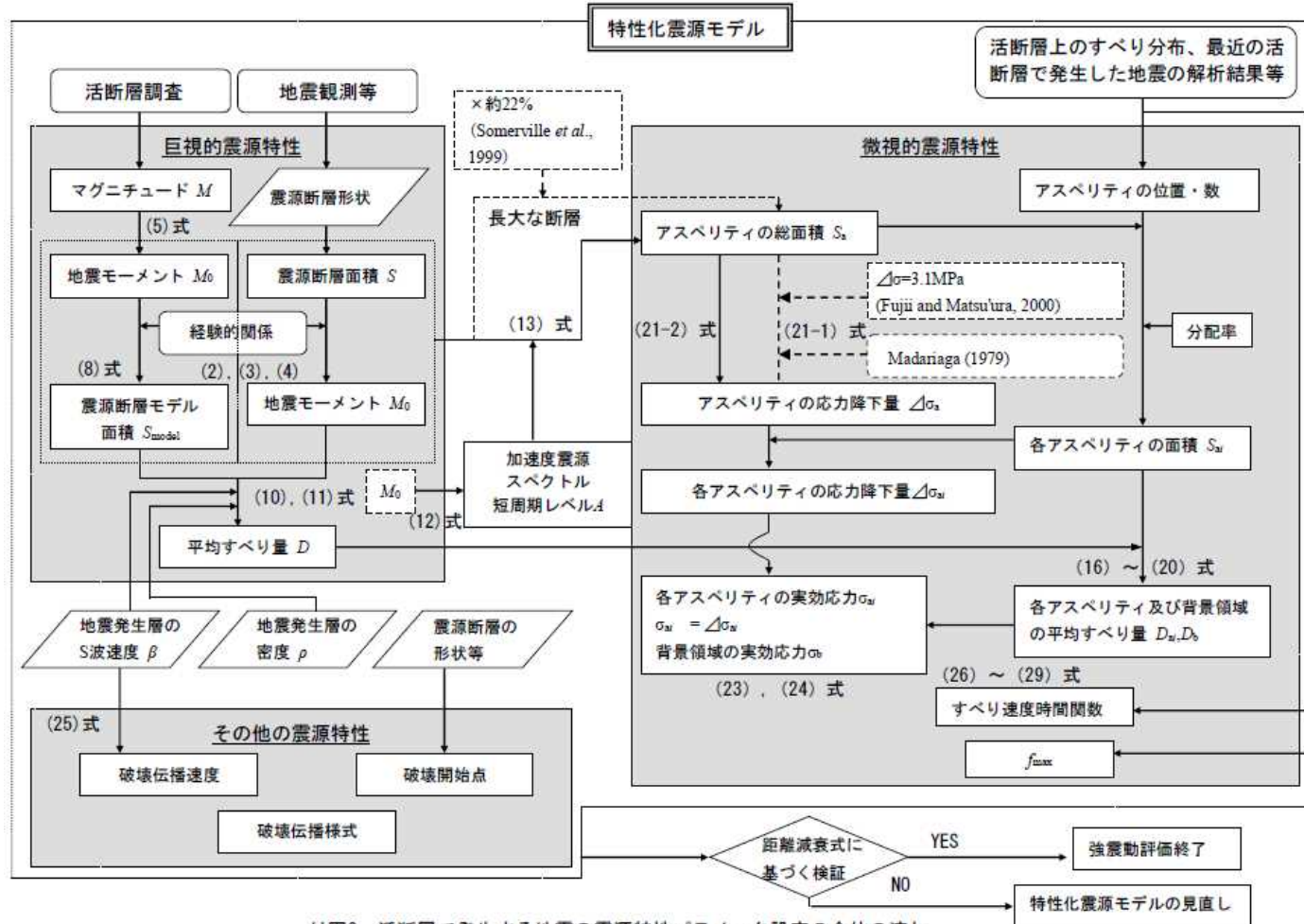
## 昨年12月の判決のポイント

原子力規制委員会は、経験式が有するばらつきを考慮した場合、これに基づき算出された地震モーメントの値に何らかの上乗せをする必要があるか否か等について何ら検討することなく、本件申請が設置許可基準規則4条3項に適合し、地震動審査ガイドを踏まえているとした。このような原子力規制委員会の調査審議及び判断の過程には、看過し難い過誤、欠落があるものというべきである。

# 図表1 大飯発電所の基準地震動の策定について

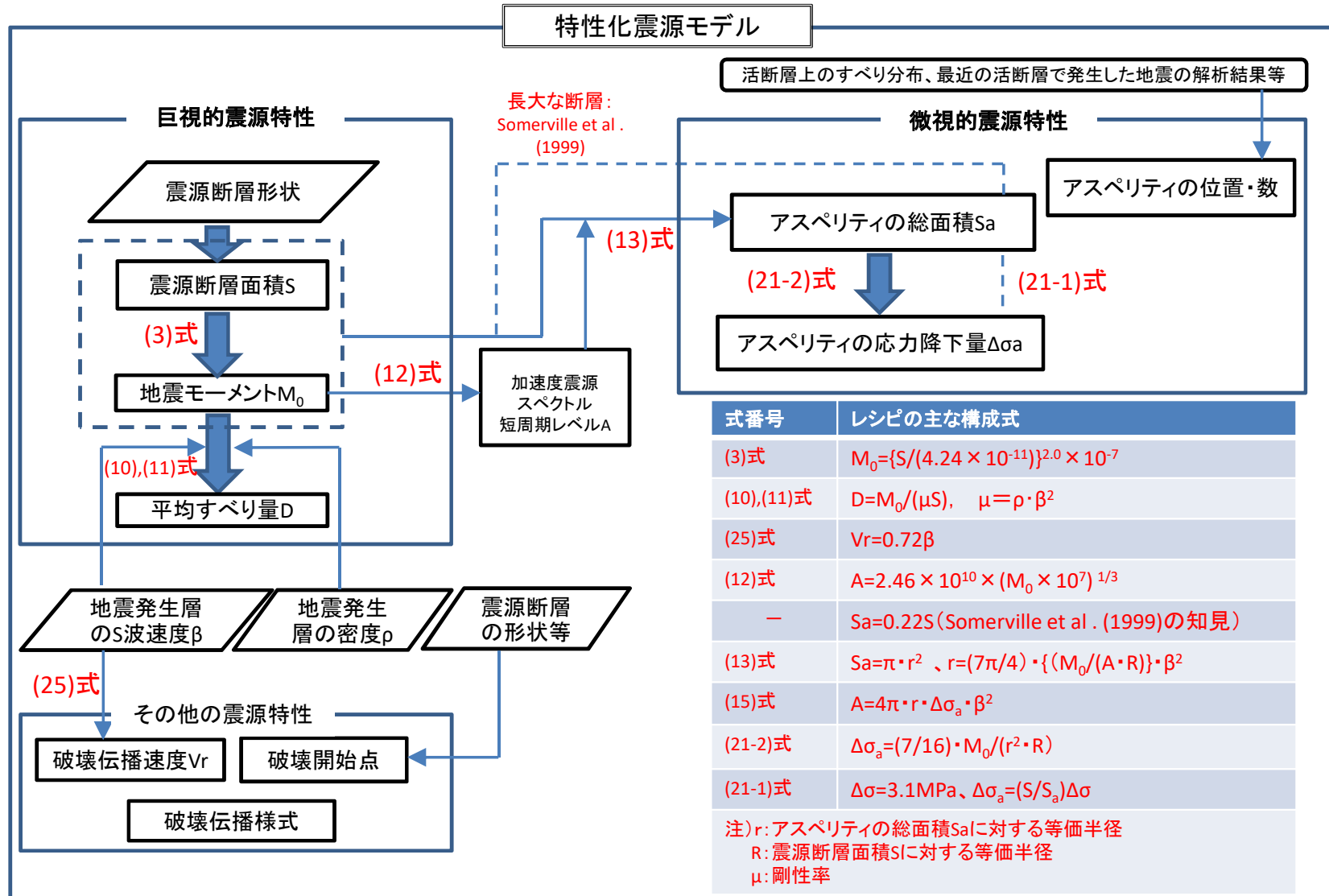


## 図表2 レシピにおける内陸地殻内地震の 震源特性パラメータ設定フロー



(地震調査研究推進本部地震調査委員会「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」(令和2年(2020年)3月)から抜粋  
<[https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20\\_yosokuchizu/recipe.pdf](https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf)>)

図表3 レシピにおける内陸地殻内地震の震源特性パラメータ設定フロー(概要)



# 図表4 「断層長さ及び断層幅」への不確かさの反映

## ①断層の連動(断層長さ)

事業者の当初の申請では、「FO-A～FO-B断層」(断層長さ約35km)と「熊川断層」(断層長さ約14km)の間には、約15kmの離隔があったことから連動は考慮されていなかったものの、以下の観点から、両断層を連動(断層長さ約63.4km)させた。

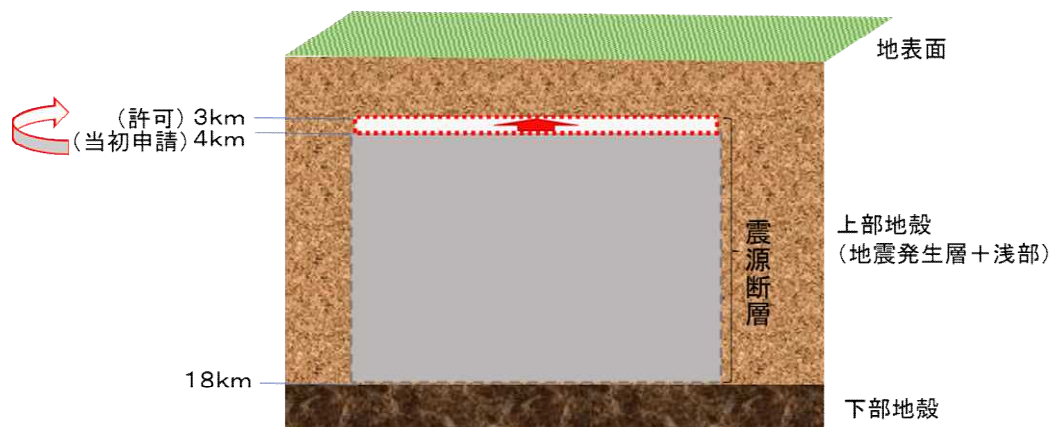
- ・両断層は敷地の前面に位置しており、連動させた場合に地震動評価の影響が大きいこと
- ・両断層の間には断層の有無が不明瞭な区間が相当有り、走向・傾斜等の観点から、連動破壊を否定することが難しいこと



若狭湾周辺の主な断層の分布

## ②上端深さ・下端深さ(断層幅)

上端深さ・下端深さは、事業者の当初の申請では4km・18kmに設定していたが、速度構造や微小地震の発生状況を考慮して、評価結果が厳しくなるように上端深さは3kmに見直した。



(「若狭湾周辺の主な断層の分布」は、関西電力(株)大飯発電所3、4号炉審査資料(平成29年4月14日提出資料)から抜粋、加筆<<https://www2.nsr.go.jp/data/000194032.pdf>>)

図表5 断層長さ及び断層幅を見直したことによる地震モーメントへの影響  
(事業者による当初申請との比較)

審査の過程において、FO-A～FO-B～熊川断層による地震について、断層長さ、断層幅を見直したことにより、審査結果における地震モーメント※は、事業者の当初の申請と比較して3.7倍となった。

主な震源特性パラメータ	事業者の当初の申請 FO-A～FO-B断層	審査結果 FO-A～FO-B～熊川断層	審査結果／ 事業者の当初の申請
断層長さ	35.3 km	63.4 km	1.80
断層深さ: 上端深さ～下端深さ	4～18 km	3～18 km	
断層幅(傾斜角90° ケース)	14 km	15 km	1.07
震源断層面積	494 km <sup>2</sup>	951 km <sup>2</sup>	1.92
地震モーメント※	1.36 × 10 <sup>19</sup> Nm	5.03 × 10 <sup>19</sup> Nm	3.70

※ 地震モーメント: 断層を境にした2つの面を異なる方向にずらそうとするエネルギー

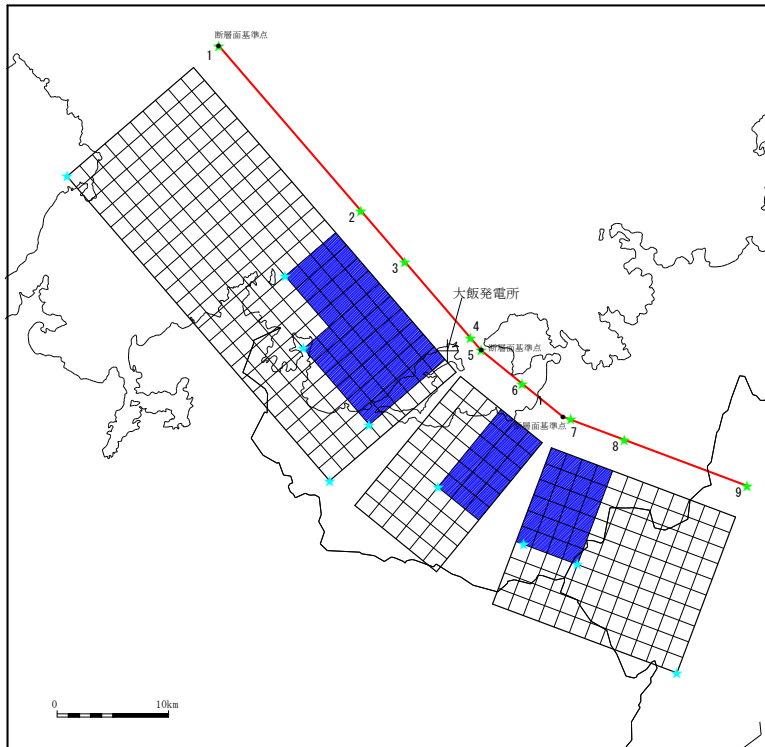


# 図表6 アスペリティの配置

敷地での地震動が厳しいものになるよう、「基本ケース」において、地震動評価結果に大きく影響するアスペリティ<sup>注)</sup>を断層面の最も浅い位置に配置した。

注)アスペリティ:

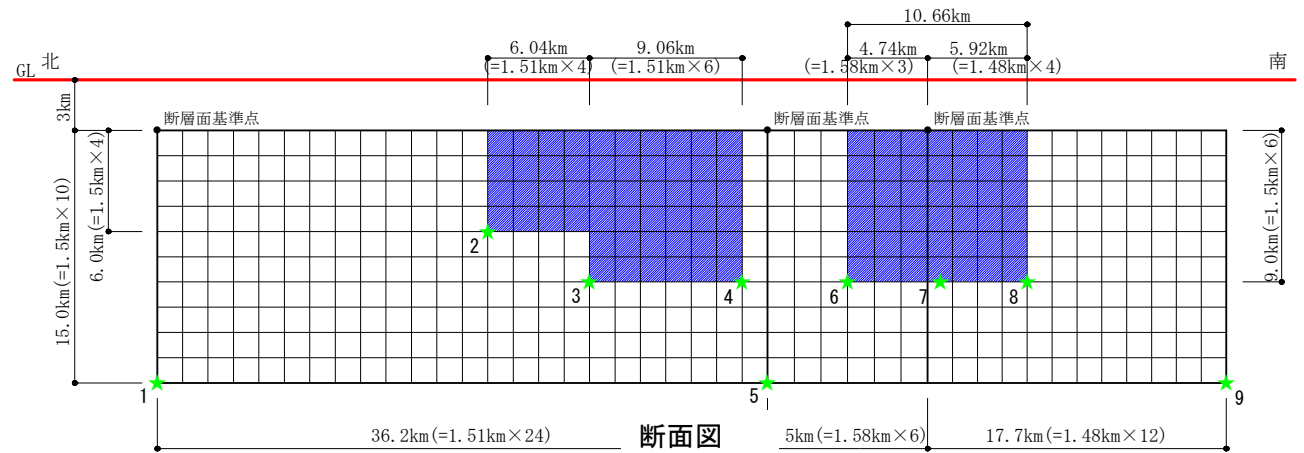
プレート境界や活断層などの断層面上で、ある時に急激にずれて(すべて)地震波を出す領域のうち、通常は強く固着していて、周囲に比べて特にすべり量大きい領域のこと(図の青く塗った部分)。



※ 傾斜角90°の断層面は、傾斜角0°として図化している。

★: 破壊開始点

i) 断層 断層配置図

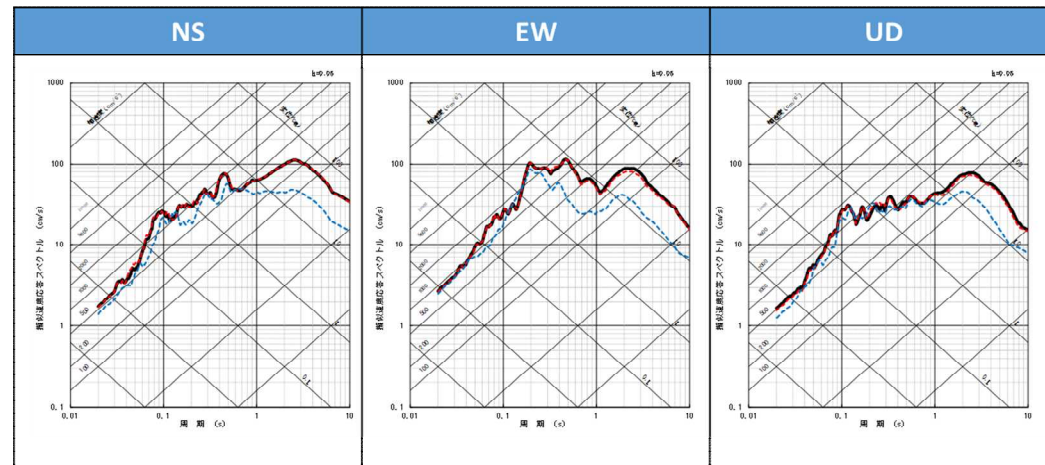
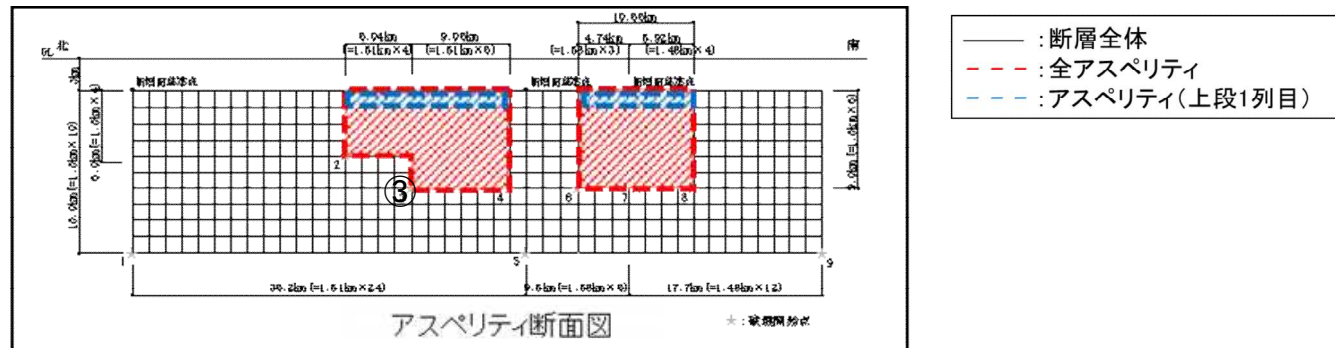


ii) 断面図

# 図表7 アスペリティの断面図及び地震動評価結果への影響度

敷地での地震動が厳しいものになるよう、「基本ケース」において、地震動評価結果に大きく影響するアスペリティを断層面の最も浅い位置に配置した。

FO-A~FO-B~熊川断層(短周期の地震動レベルを1.5倍したケース;破壊開始点③)の地震動評価結果について、領域毎の地震動評価結果への影響度を分析すると、最も浅部に位置するアスペリティ(上段1列目)の影響が大きく、特に短周期領域で顕著になっていることが分かる。



(関西電力(株)大飯発電所3、4号炉審査資料(平成29年1月13日提出資料)から引用、加筆  
 <<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11242280/www.nsr.go.jp/data/000179055.pdf>>)

# 図表8 地震動評価の「不確かさケース」

FO-A～FO-B～熊川断層の地震動評価ケース

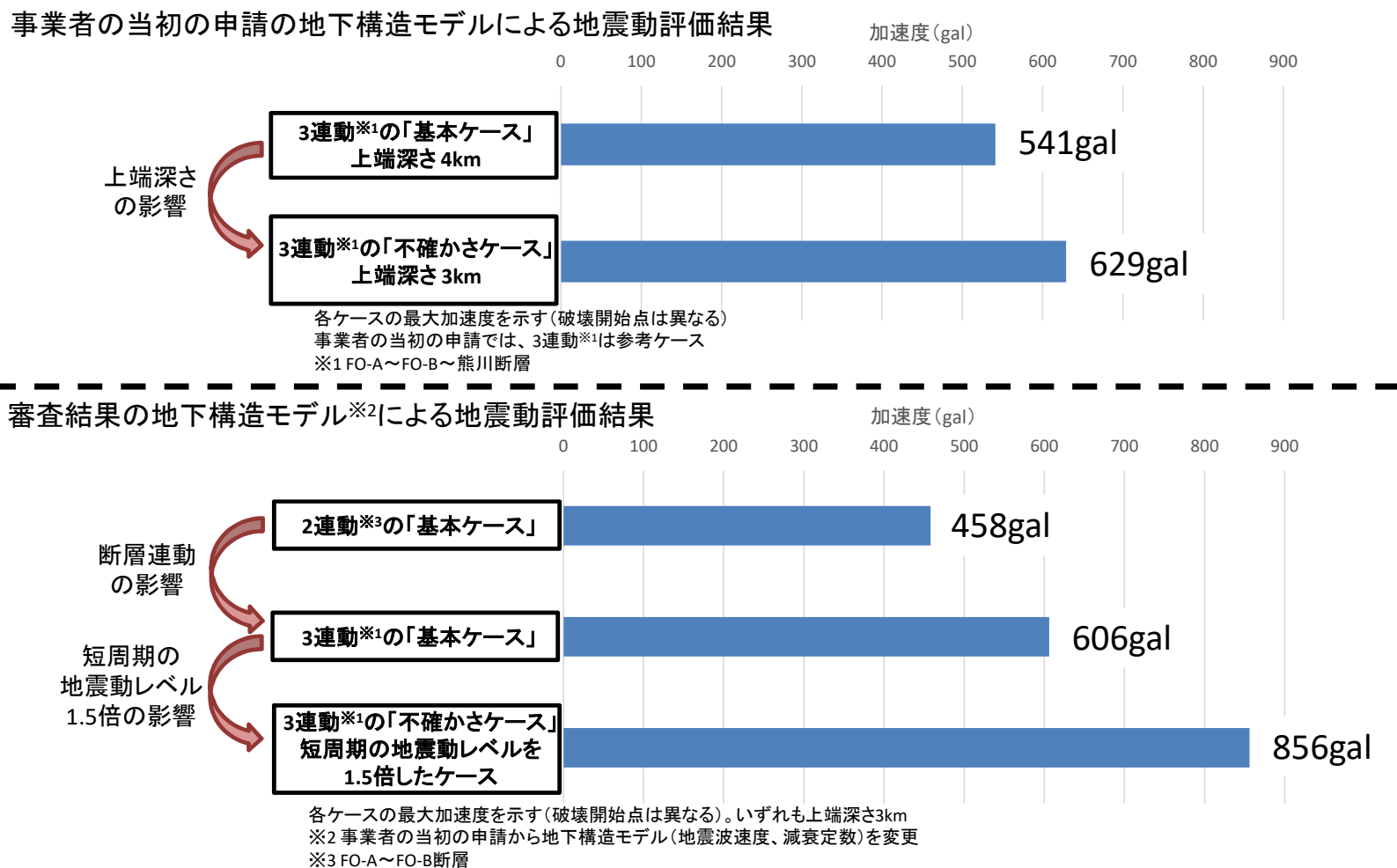
評価ケース	短周期の地震動レベル	断層傾斜角	すべり角	破壊伝播速度 $V_r$	アスペリティ配置	破壊開始点
基本ケース	レシピに基づく	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
短周期の地震動レベル (新潟県中越沖地震の知見を反映)	基本ケース×1.5倍	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
断層傾斜角	基本ケースに同じ	75°	0°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
すべり角	基本ケースに同じ	90°	30°	$V_r=0.72\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
破壊伝播速度 $V_r$	基本ケースに同じ	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所
アスペリティ配置	基本ケースに同じ	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	②敷地近傍に一塊(正方形)	5箇所
	基本ケースに同じ	90°	0°	$V_r=0.72\beta$	③敷地近傍に一塊(長方形)	5箇所
短周期の地震動レベルおよび破壊伝播速度 $V_r$ の不確かさの組合せを考慮	基本ケース×1.25倍	90°	0°	$V_r=0.87\beta$	①断層ごとに敷地近傍に配置	9箇所

: 不確かさを独立して考慮するパラメータ
  : 不確かさを重畳して考慮するパラメータ

(関西電力(株)大飯発電所3、4号炉審査資料(平成29年4月14日提出資料)から抜粋、引用、加筆<<https://www2.nsr.go.jp/data/000194032.pdf>>)

図表9 断層の上端深さ、断層の連動、短周期の地震動レベルにかかる不確かさを反映したことによる地震動評価結果(最大加速度)

断層の上端深さ、断層の連動及び短周期の地震動レベルについて、評価結果が厳しいものになるように設定した結果、最大加速度の値が大きくなり、保守的な評価となった。



# 図表10 大飯発電所の基準地震動の審査のまとめ

大飯発電所の基準地震動の策定に係る審査においては、基準地震動が、敷地及び敷地周辺の地域的な特性を踏まえて、地震学及び地震工学的見地に基づく総合的な観点から不確かさを十分に考慮して策定されていることを確認し、妥当なものであると判断している。

## ■基準地震動の最大加速度

(cm/s<sup>2</sup>)

基準地震動		NS方向	EW方向	UD方向
Ss-1	設計用模擬地震波	700		468
Ss-2	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点1)	690	776	583
Ss-3	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点2)	496	826	383
Ss-4	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点3)	546	856	518
Ss-5	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点4)	511	653	451
Ss-6	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点5)	660	578	450
Ss-7	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.5倍ケース・破壊開始点8)	442	745	373
Ss-8	FO-A～FO-B～熊川断層(傾斜角75° ケース・破壊開始点1)	434	555	349
Ss-9	FO-A～FO-B～熊川断層(すべり角30° ケース・破壊開始点3)	489	595	291
Ss-10	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点1)	511	762	361
Ss-11	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点3)	658	727	469
Ss-12	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点4)	495	546	334
Ss-13	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点5)	744	694	380
Ss-14	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点6)	723	630	613
Ss-15	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点7)	685	728	430
Ss-16	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点8)	677	753	391
Ss-17	FO-A～FO-B～熊川断層(短周期1.25倍かつ $V_r=0.87\beta$ ケース・破壊開始点9)	594	607	436
Ss-18	2000年鳥取県西部地震・賀祥ダムの観測記録	528	531	485
Ss-19	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動	620		320

(関西電力(株)大飯発電所3、4号炉審査資料(平成29年4月14日提出資料)から抜粋<<https://www2.nsr.go.jp/data/000194032.pdf>>)

# 別添1

令和2年12月16日原子力規制委員会資料「基準地震動の策定に係る審査について」より

## 1. 基準地震動の策定に係る審査の基本的考え方

- 基準地震動の策定に係る審査は、設置許可基準規則及びその解釈に適合するか否かを地震ガイドを参照しながら行うものであり、基準地震動が、地震動評価に大きな影響を与えると考えられる不確かさを考慮して適切に策定されていることを、地震学及び地震工学的見地に基づく総合的な観点から判断している。
- この基準地震動の策定過程において用いられる地震モーメントは、経験式を用いて求められることがある。複雑な自然現象の観測データにばらつきが存在するのは当然であり、経験式とは、観測データに基づいて複数の物理量等の相関を式として表現するものである。
- 内陸地殻内地震の地震動評価で一般的に用いられている経験式は、入倉・三宅式である。同式は、震源断層面積と地震モーメントとの関係を一意的に示す経験式であり、強震動予測レシピを構成する関係式の一つである。

強震動予測レシピを用いて地震動評価を行う場合には、強震動予測レシピに示された関係式及び手順に基づいて行っていることを審査で確認している。また、その際、強震動予測レシピに示されていない方法をとる場合には、その方法に十分な科学的根拠を要する。
- 審査では、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを計算する際、式の基となった観測データのばらつきを反映して計算結果に数値を上乗せする方法は用いていない。このような方法は、強震動予測レシピで示された方法ではなく、かつこのような方法の科学的根拠を承知していないからである。
- 基準地震動の策定に係る審査においては、以上のような考え方により、総合的な観点から、基準地震動の妥当性を判断することとしている。

## 2. 大飯発電所の基準地震動の策定に係る審査

- 大飯発電所の基準地震動(「FO-A～FO-B～熊川断層による地震」の地震動評価)の策定に係る審査においては、基準地震動が、1. に示した基本的考え方にに基づき、敷地及び敷地周辺の地域的な特性を踏まえて、地震学及び地震工学的見地に基づく総合的な観点から不確かさを十分に考慮して策定されていることを確認し、妥当なものであると判断している。
- 具体的には、震源断層面積の設定にあたっては、「FO-A～FO-B 断層」と「熊川断層」との間には、約15kmの離隔があるものの、敷地の前面に位置しており連動させた場合に地震動評価への影響が大きいことなどから、連動を考慮して震源断層の長さを保守的に設定していること、震源断層の上端・下端から求まる震源断層幅も保守的に設定していることを確認している。入倉・三宅式を適用して求められた「FO-A～FO-B～熊川断層による地震」の地震モーメントは、その結果、十分に保守的なものとなっている。
- この地震モーメントを用いた基本ケースの地震動評価においては、地震動評価に大きく影響するアスペリティを断層浅部に設定していること、さらに不確かさケースとして、短周期の地震動レベルを1.5倍としたケース、断層傾斜角の不確かさに伴い地震モーメントが大きくなるケース、断層が敷地の極近傍に位置することを踏まえ不確かさを重畳させたケース等を設定していることなど、各種の不確かさを十分に反映した地震動評価を行っていることを確認している。

### 3. 地震本部(地震調査研究推進本部)とは

地震調査研究推進本部 ホームページより

- ◆平成7年1月17日に阪神・淡路大震災が発生し、我が国の地震防災対策の多くの課題を浮き彫りにした。
- ◆地震に関する調査研究の成果が国民や防災を担当する機関に十分伝達され活用される体制になっていなかった。
- ◆行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進するため、設置された政府の特別の機関。
- ◆地震防災対策の強化、特に地震による被害の軽減に資する地震調査研究の推進が基本的な目標。



## 4. 震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)とは

✓ 大飯発電所の地震動評価の方法は、**最新の科学的知見として、地震調査研究推進本部によりまとめられた「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(レシピ)」にしたがったもの。**

「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(レシピ)」とは

- ◆最新の知見に基づき最もあり得る地震と強震動を評価するための方法論。
- ◆「レシピ」は、震源断層を特定した地震を想定した場合の強震動を高精度に予測するための、「誰がやっても同じ答えが得られる標準的な方法論」を確立することを目指している。

地震調査研究推進本部 「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)」より

## 別添2 入倉・三宅式を用いて震源断層面積から計算した地震モーメントに何らかの値を上乗せした場合の試算について

令和2年12月16日原子力規制委員会資料「基準地震動の策定に係る審査について」(抜粋)より

○内陸地殻内地震の地震動評価で一般的に用いられている経験式は、入倉・三宅式である。同式は、震源断層面積と地震モーメントとの関係を一意的に示す経験式であり、強震動予測レシピを構成する関係式の一つである。

強震動予測レシピを用いて地震動評価を行う場合には、強震動予測レシピに示された関係式及び手順に基づいて行っていることを審査で確認している。また、その際、強震動予測レシピに示されていない方法をとる場合には、その方法に十分な科学的根拠を要する。

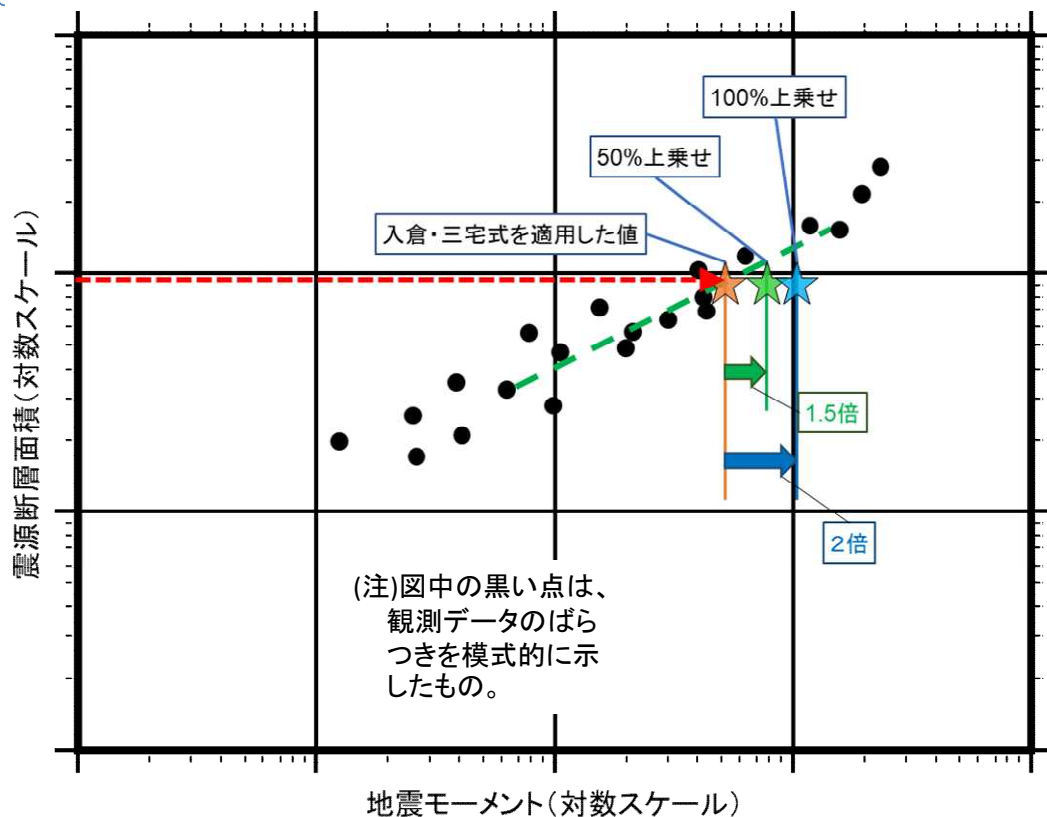
○審査では、入倉・三宅式を用いて地震モーメントを計算する際、式の基となった観測データのばらつきを反映して計算結果に数値を上乗せする方法は用いていない。このような方法は、強震動予測レシピで示された方法ではなく、かつこのような方法の科学的根拠を承知していないからである。

## 別添図表1 入倉・三宅式を用いて震源断層面積から計算した地震モーメントに 何らかの値を上乗せする操作について

試しに、経験式である入倉・三宅式  $M_0 = \left(\frac{S}{4.24} \times 10^{11}\right)^2 \times 10^{-7}$  を用いて、震源断層面積から計算した地震モーメント  $M_0$  に、何らかの値を上乗せする操作を行うとすれば、図のように震源断層面積一定のもと、地震モーメントの値を求めることになり、経験式により求まる値から外れていくことになる。

### 入倉・三宅式に基づき震源断層面積から地震モーメントを求める概念図

〔震源断層面積を固定して、地震モーメントを50%上乗せ(1.5倍)、100%上乗せ(2倍)にした場合〕



※審査における「短周期の地震動レベルを1.5倍したケース」は、レシピの式を用いて計算すれば、地震モーメントを約3.4倍することに相当する。

## 別添図表2 地震モーメントに何らかの値を上乗せした場合の試算結果

- 地震モーメントへの上乗せにより、震源断層面積に占めるアスペリティ総面積の比が60%を超え、レシピで参照している知見に反する。また、レシピに従うと、アスペリティのすべり量は平均すべり量の2倍としているため、背景領域のすべり量が負となり、震源モデルに破綻が生じる。
- 仮にこうした上乗せをすると、長大な断層の場合、レシピに従ってアスペリティの面積比を22%に設定することになり、入倉・三宅式をそのまま用いて震源断層面積から地震モーメント場合とほとんど変わらない結果となる。そのためこの操作は、基準地震動の策定において必ずしも厳しい側に評価することにつながらない。

	入倉・三宅式による 地震モーメントに従ったベース	上乗せケース(1) (50%上乗せ)	上乗せケース(2) (100%上乗せ)
1. 地震モーメント $M_0$ [Nm]	$5.03 \times 10^{19}$ Nm	$7.55 \times 10^{19}$ Nm	$1.01 \times 10^{20}$ Nm
2. アスペリティ総面積 $S_a$ [km <sup>2</sup> ] (アスペリティ面積比 $S_a/S$ )	348.3 km <sup>2</sup> (36.6 %) 〔209.22km <sup>2</sup> 〕 <sup>*</sup> (22.2 %)	598.1 km <sup>2</sup> (62.9 %)	877.8 km <sup>2</sup> (92.3 %)
3. アスペリティ応力降下量 $\Delta\sigma_a$ [Pa]	11.4 MPa 〔 $S_a/S$ が22%の場合は14.1MPa〕	10.0 MPa	9.1 MPa
4. 背景領域のすべり量 $D_b$ [m]	0.638 m	-1.576 m	-33.21 m

与条件) 震源断層面積 $S$ : 951km<sup>2</sup> (長さ $L$ : 63.4km, 幅 $W$ : 15km)  $S$ 波速度 $\theta$ : 3.6km/s

※レシピに従えば、長大断層の場合、 $S_a/S=22\%$ とすることになっており、事業者の申請もそれに従っている。