

**伊方発電所第3号機
安全性に関する総合評価(ストレステスト)
一次評価の概要について**

**平成24年3月22日
四国電力株式会社**

はじめに

- 平成23年7月22日、原子力安全・保安院から当社に対し、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた既設の発電用原子炉施設の安全性に関する総合評価の実施について（指示）」が発出された。
- この評価は、原子力発電所の安全性の更なる向上についての国民・住民の方々の安心・信頼の確保のため、欧州諸国で導入されたストレステストを参考に、新たな手続き、ルールに基づく安全評価として実施するものである。
定期検査中で起動準備の整った原子力発電所について順次、安全上重要な施設・機器等が設計上の想定を超える事象に対し、どの程度の安全裕度を有するかについて評価する一次評価と、欧州諸国のストレステストの実施状況、東京電力福島第一原子力発電所事故調査・検証委員会の検討状況も踏まえ、稼働中の発電所、一次評価の対象となった発電所も含めた全ての原子力発電所を対象に、総合的な安全評価を実施する二次評価に分けて行われることとなっている。
- 当社は、伊方3号機についてストレステストの一次評価を実施し、平成23年11月14日にその結果を取りまとめ、原子力安全・保安院に提出した。その後、本日まで7回の意見聴取会を経て審査を受けてきており、本資料は、その概要をとりまとめたものである。

緊急安全対策(1/3)

○今般の東日本大震災に起因する福島第一原子力発電所事故は、津波により発電所の3つの機能（全交流電源、海水冷却機能、SFPの冷却機能）が喪失したことが主な要因と考えられる。

●津波発生による想定事象

3つの機能（全交流電源、海水冷却機能、SFPの冷却機能）を全て喪失

- ・蓄電池枯渇
⇒直流電源、計装用電源の喪失(プラント監視機能の喪失)
- ・タービン動補助給水ポンプによる蒸気発生器2次側への給水、給水源の枯渇
⇒蒸気発生器からの除熱機能の喪失
- ・全交流電源喪失
⇒SFP冷却機能の喪失



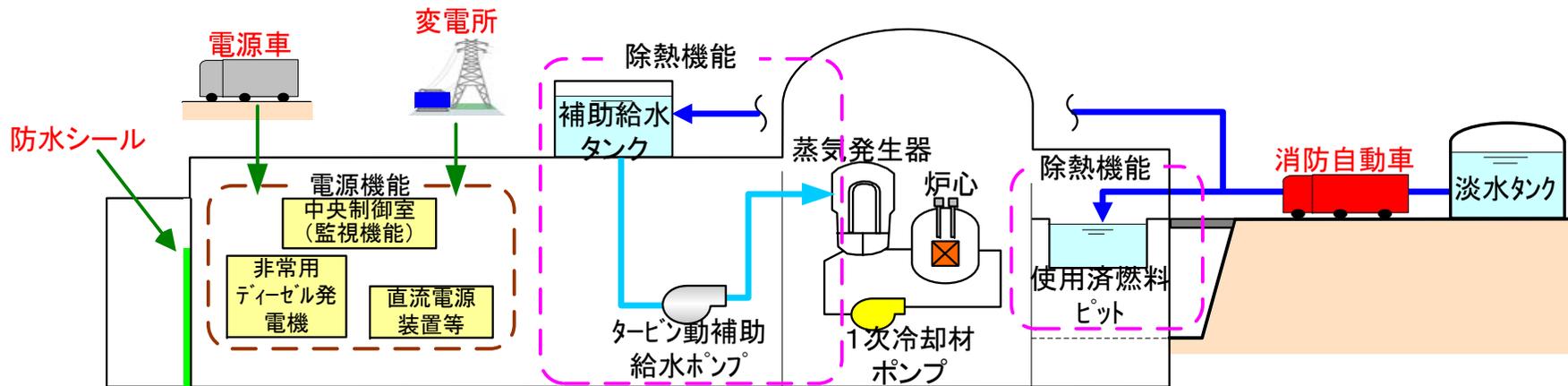
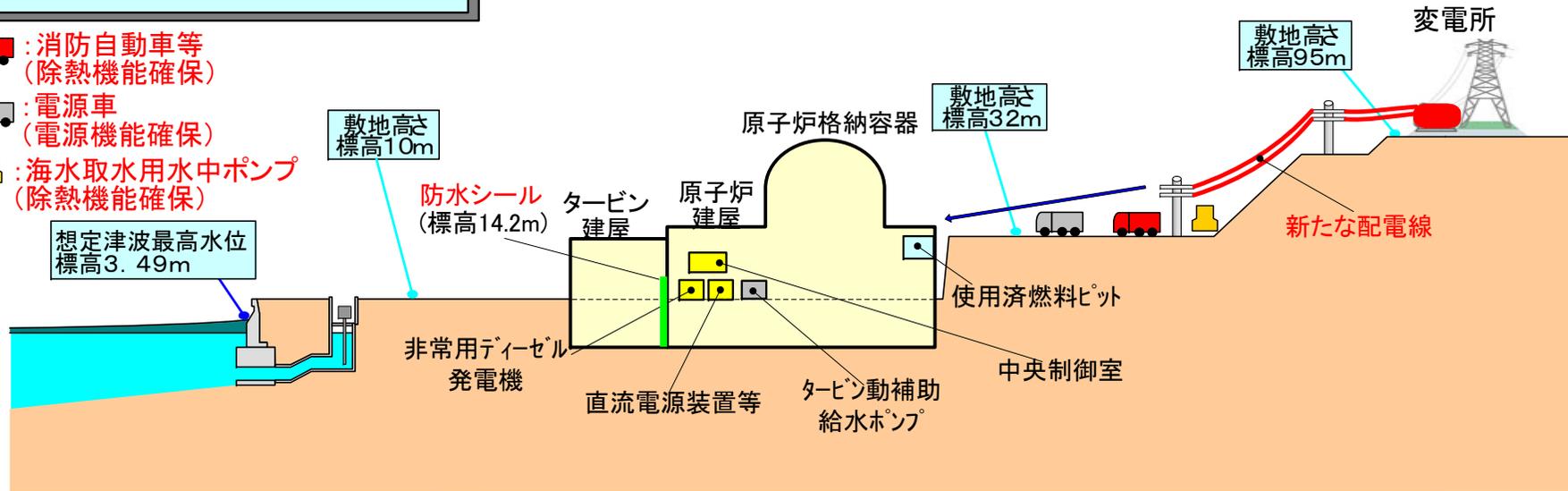
●対応シナリオ

3つの機能を全て喪失した場合においても、継続的に原子炉および使用済燃料を冷却するために、「緊急安全対策」として整備し、多重防護の強化を図っている。

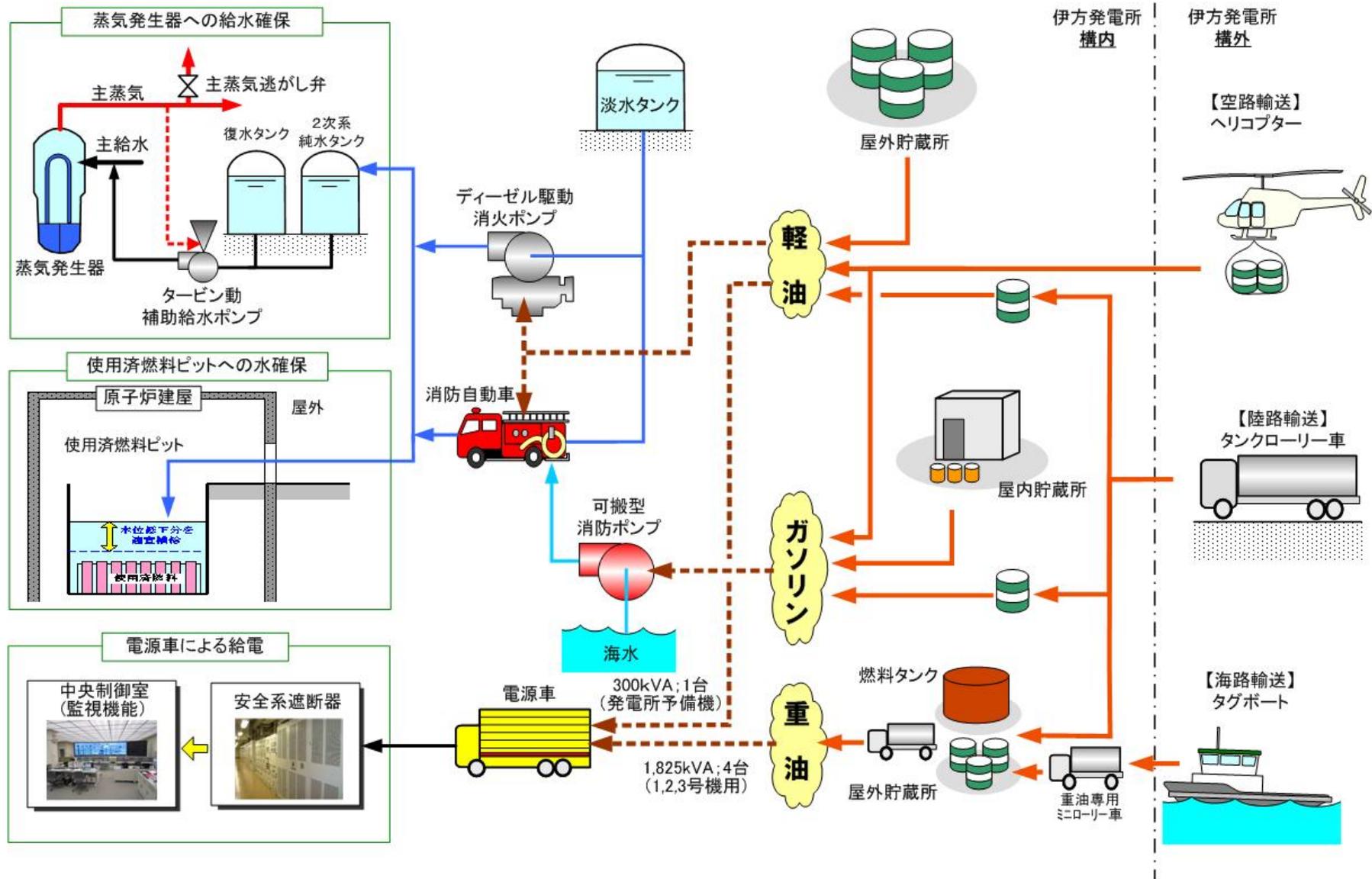
緊急安全対策(2/3)

伊方発電所 緊急安全対策

-  : 消防自動車等
(除熱機能確保)
-  : 電源車
(電源機能確保)
-  : 海水取水用水中ポンプ
(除熱機能確保)



緊急安全対策(3/3)



総合評価の手法(一次評価の項目)

項目	内容
地震	想定を超えて、どの程度の揺れまで燃料損傷に至らないか(どの程度の裕度があるか)を評価
津波	想定を超えて、どの程度の高さまで燃料損傷に至らないかを評価
地震と津波との重畳	想定を超える地震と津波が同時発生した場合にどの程度まで燃料損傷に至らないかを評価
全交流電源喪失	発電所が完全に停電(全交流電源喪失)した場合に、外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料損傷に至らないか評価
最終的な熱の逃し場の喪失	燃料の崩壊熱を除熱するための海水を取水できない場合(最終的な熱の逃し場の喪失)に外部からの支援なしでどの程度の時間まで燃料損傷に至らないか評価
その他のシビアアクシデント・マネジメント	これまでに整備してきたシビアアクシデント・マネジメント対策について多重防護の観点からその効果を明示

【備考】地震等により事象が進展、急変し、燃料損傷に至る境を「クリフエッジ」という。

伊方3号機一次評価結果の概要

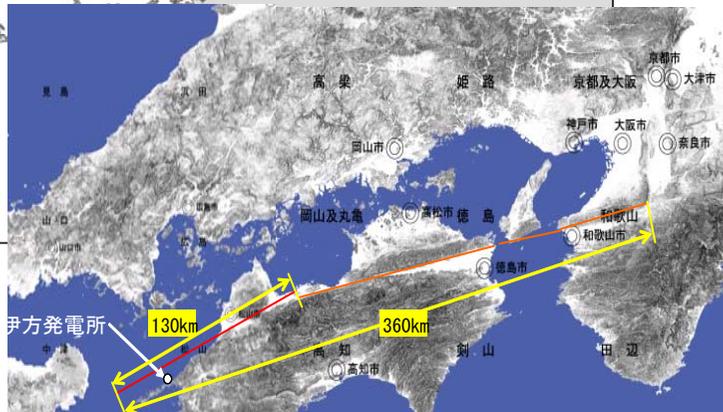
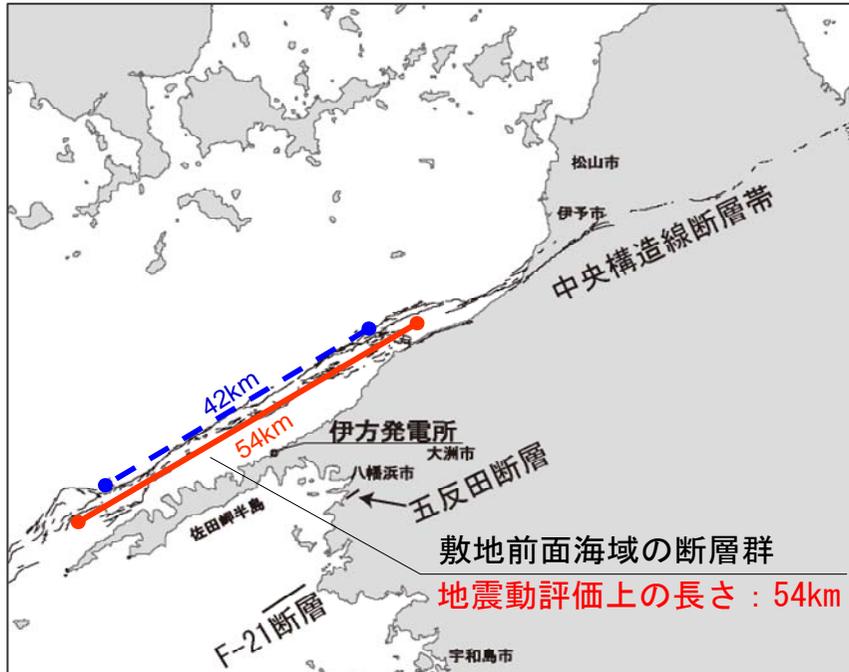
項目	クリフエッジ評価結果			緊急安全対策前	
	評価の基準	対象となる設備			クリフエッジ
地震	基準地震動 S_s (570gal)の倍数	炉心	直流電源装置	1.50×基準地震動 ^{(*)1}	1.50×基準地震動
		使用済燃料ピット	使用済燃料ピット	2.00×基準地震動	1.50×基準地震動
津波	想定津波高さ (T.P.+3.49m ^{(*)2})を上回る高さ	炉心	タービン動補助給水ポンプ等	T.P.+14.2m ^{(*)2}	T.P.+10.2m ^{(*)2}
		使用済燃料ピット	—	燃料損傷に至らない	T.P.+10.3m ^{(*)2}
地震と津波との重畳	上記2事象の重畳	炉心		個別事象を合わせたものであることを確認	
		使用済燃料ピット			
全交流電源喪失	外部からの支援がない状態で燃料の冷却手段が尽きるまでの時間	炉心	電源車の燃料(重油)	^{(*)3} 約17.4日	約5時間(蓄電池)
		使用済燃料ピット	消防自動車の燃料(軽油)	^{(*)3} 約45.3日(運転時)	約22時間(ヒット水100°C到達)
消防自動車の燃料(軽油)			^{(*)3} 約40.3日(停止時)	約8時間(ヒット水100°C到達)	
最終的な熱の逃し場の喪失		炉心	—	燃料損傷に至らない	約4日(2次系純水タンク)
	使用済燃料ピット	消防自動車の燃料(軽油)	^{(*)4} 約47.6日(運転時)	約4日(2次系純水タンク)	
		—	燃料損傷に至らない(停止時)	約6日(2次系純水タンク)	

- *1: 耐震裕度は対策前と同じだが緊急安全対策により成功するシナリオは増加
- *2: T. Pは東京湾平均水面
- *3: 報告書提出以降、電源車の追加配備による燃料変更等により、クリフエッジが上昇
- *4: 報告書提出以降、消防自動車による海水取水の考慮等により、クリフエッジが上昇

【備考】 これらの評価結果は、一定の仮定に基づき健全性を評価したもので、これを超えた場合、直ちに燃料の健全性が損なわれるものではない。

評価基準(地震)

○基準地震動 S_s の設定



- 敷地前面海域の断層群 (地質学的断層性状区分)
- 敷地前面海域の断層群 (地震動評価上の長さ)

伊方発電所周辺地域における有史以来の地震を調査
最新の技術を駆使し、敷地周辺の地盤状況・活断層等を適切に評価



敷地に大きな影響を与えると予想される地震を選定したうえで、不確かさを考慮して地震動を評価し、それら全てを上回るよう余裕をもって基準地震動 S_s (570ガル) を設定

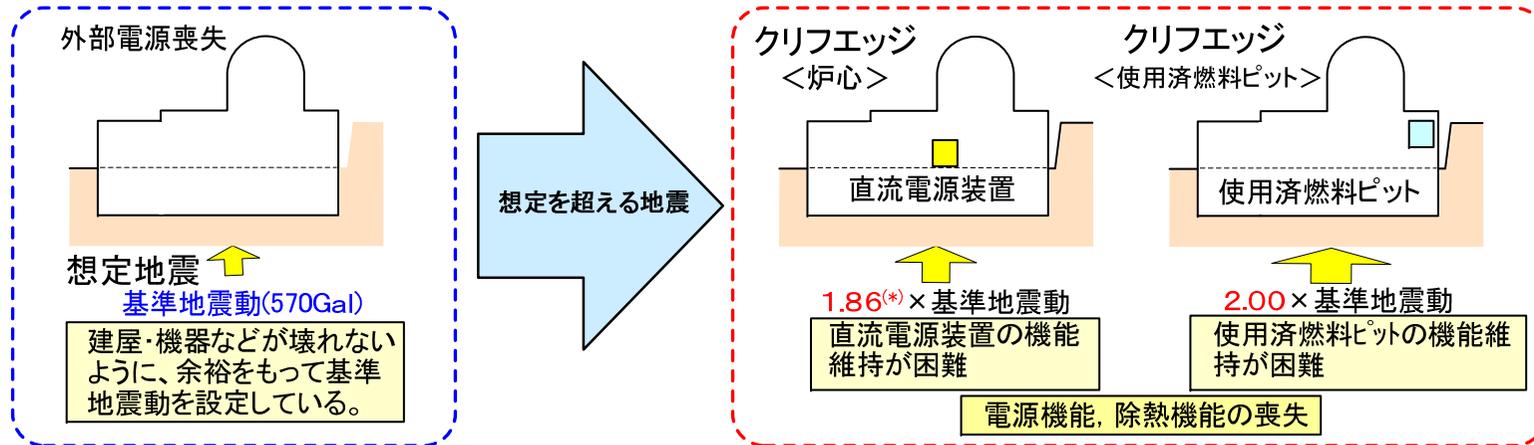
なお、南海トラフにおける地震については、現在、国が検討しているモデルの構築がなされた段階で影響の確認を行うこととしている

地震	発電所敷地での最大加速度	基準地震動 S _s
敷地前面海域断層群による地震	413ガル	570ガル
東南海・南海地震	94ガル	



地震の評価

- 基準地震動 S_s を超える地震動を仮定し、機器の故障により燃料の重大な損傷に至る地震動の大きさを評価した。



* : 審査の過程で1.50に見直し

- 審査の過程で、地震に対するクリフエッジ評価を以下のとおり見直した。

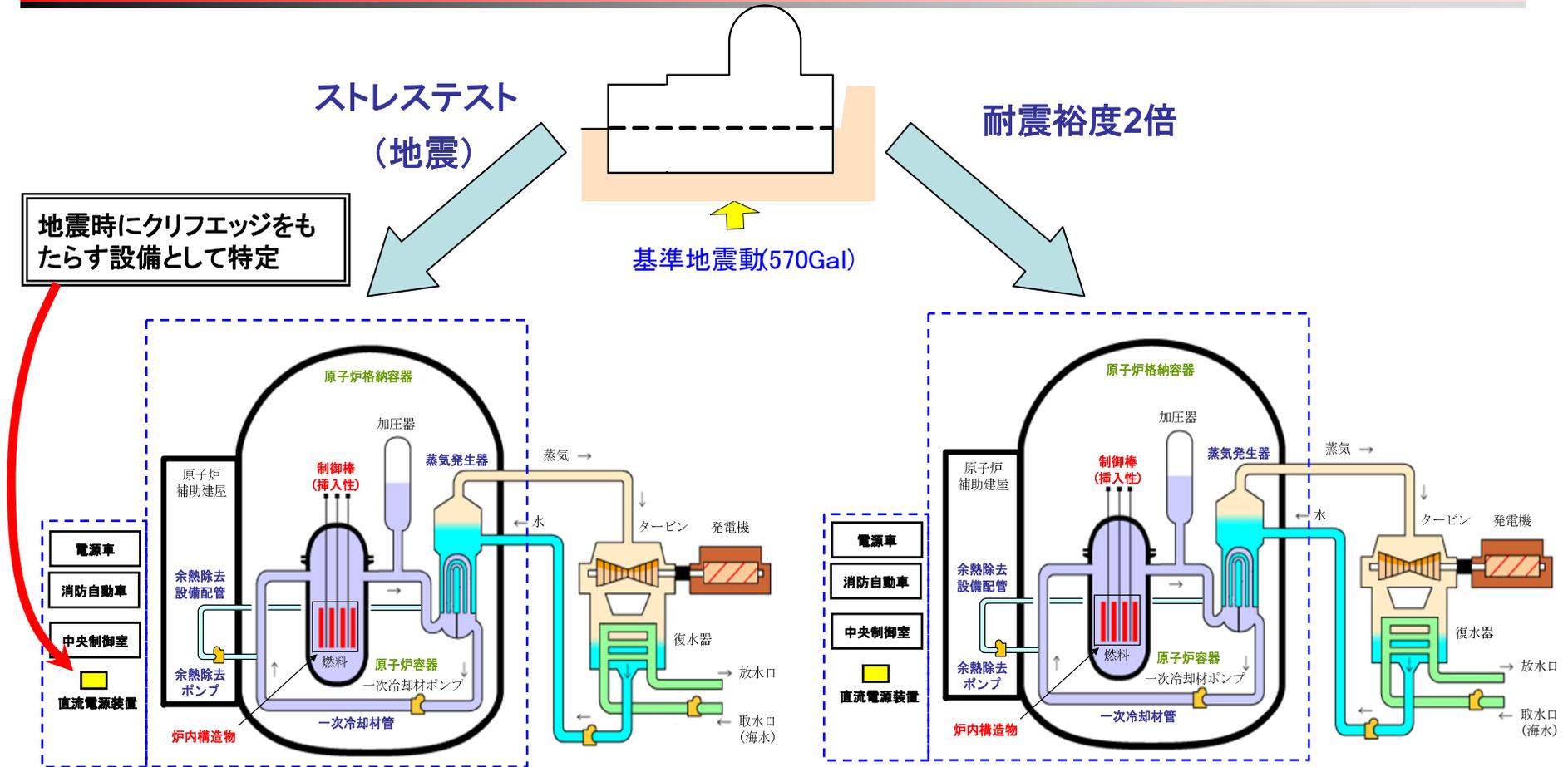
	クリフエッジ		見直し内容
	再評価後	再評価前	
○炉心にある燃料	1.50 × S_s (直流電源装置: 充電機盤)	1.86 × S_s (直流電源装置: ドロッパ盤)	建屋の応答※について線形で評価していたが、非線形を考慮して再評価を実施。

※: 建屋の応答

建屋に入力される地震動に対し、建屋に設置されている機器の揺れが比例関係にある場合を「線形」といい、比例関係にない場合を「非線形」という。一般的に、機器の揺れは「線形」を考慮したほうが大きくなるが、今回の再評価において「非線形」を考慮した結果、一部の機器で揺れが大きくなり、耐震裕度が低下したことからクリフエッジの値も低下した。

- 建屋非線形性の影響により、総合評価で報告した耐震裕度が減少することが分かったドロップ盤と充電器盤については、耐震信頼性のより一層の確保のため、耐震性向上工事を実施し、耐性の強化を図ることとしている。

(参考) ストレストテストと耐震裕度2倍について



内容	地震時に燃料損傷を防止する設備(左図内の一部)について、設計等で評価されている耐震裕度を確認。
結果	地震時にクリフエッジをもたらす設備として直流電源装置を特定。 (クリフエッジ: 1.50 × 基準地震動)

内容	安全上重要な主な機器(右図内)について、現実ベースの再評価、実機器を模擬した加振試験等の実施により耐震裕度を確認し、必要なものは対策工事を実施。
目標	基準地震動に対し2倍程度の耐震裕度を確保。

評価基準(津波)

○設計津波高さの設定

発電所敷地周辺において、津波の被害があったという記録はない。

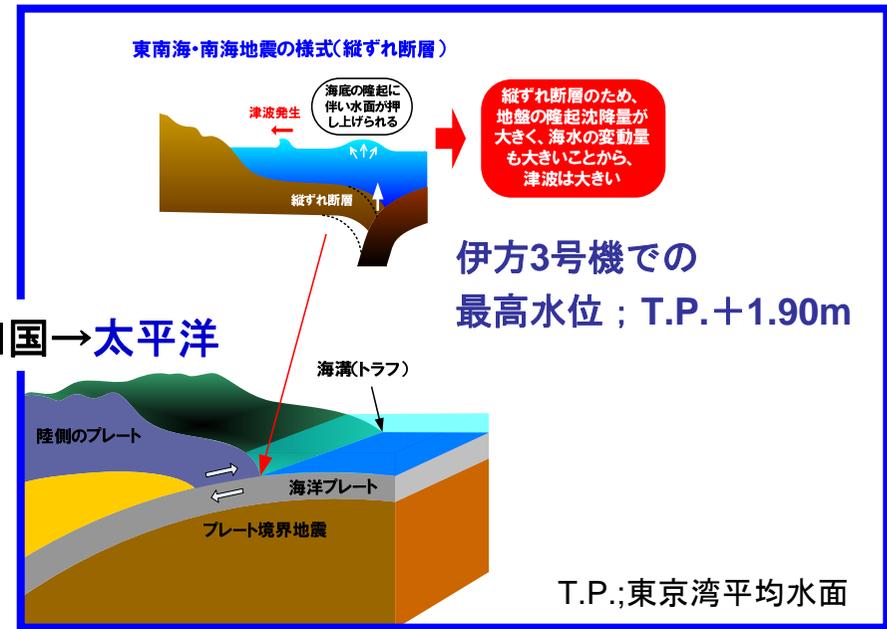
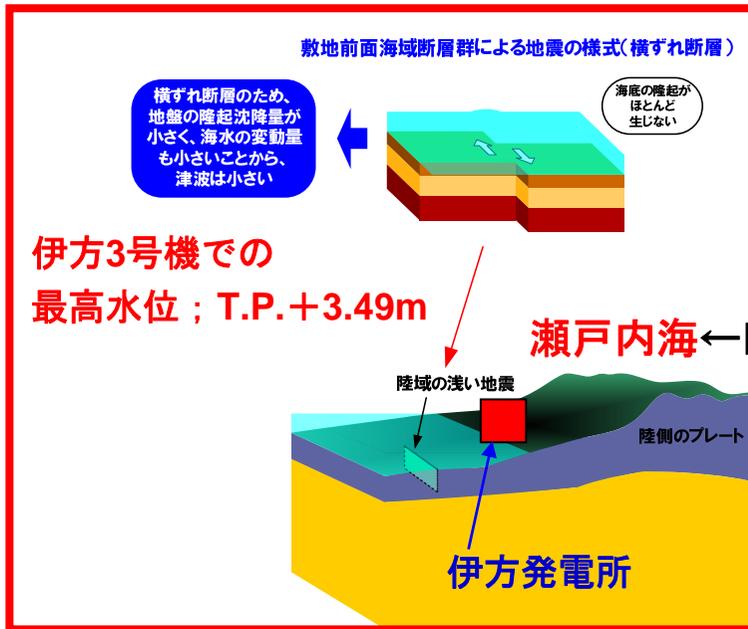
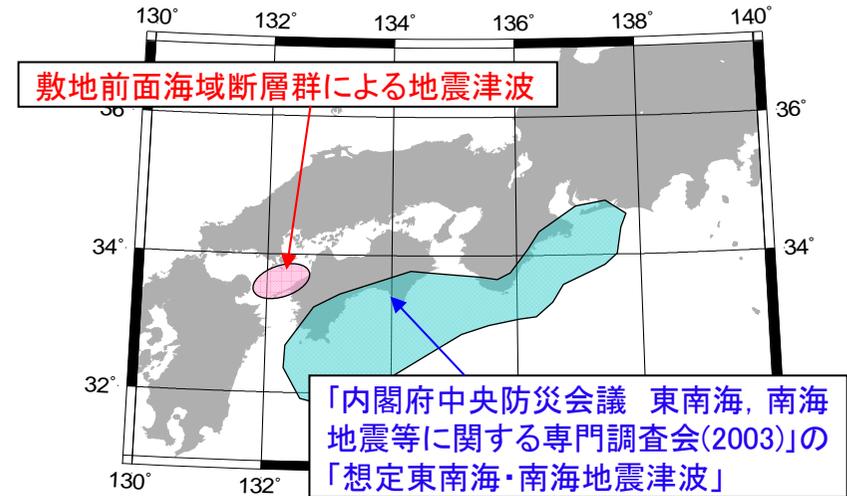


発電所に影響を及ぼす可能性のある津波は、「敷地前面海域断層群」による地震津波を想定

最高水位 (伊方3号機) ; T.P.+3.49m

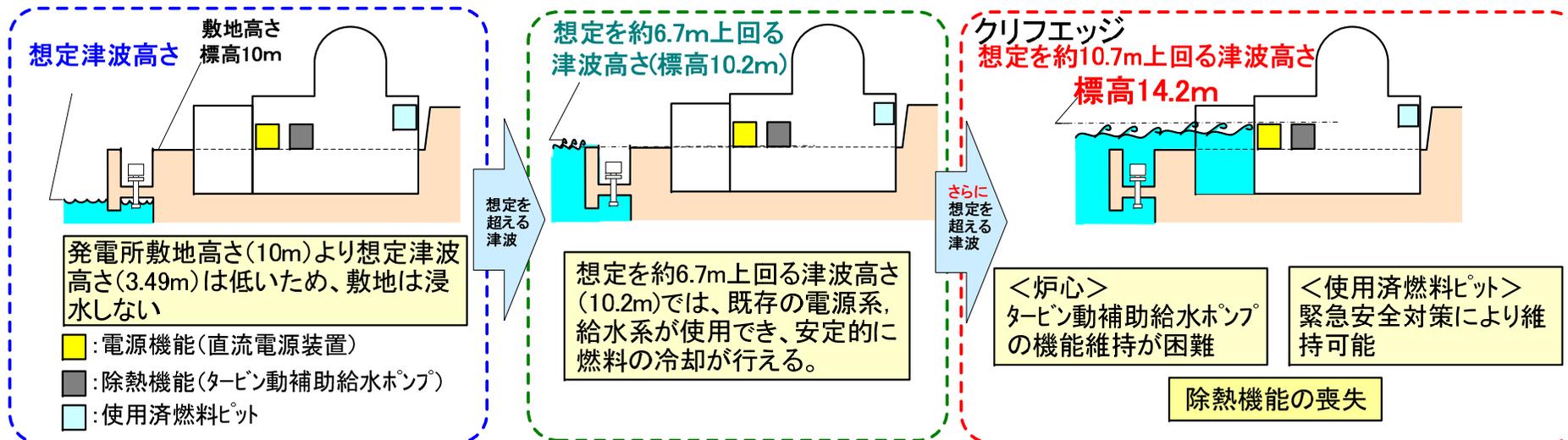
【満潮水位(T.P.+1.62m)+津波による上昇(+1.87m)】

なお、南海トラフにおける地震津波については、現在、国が検討しているモデルの構築がなされた段階で影響の確認を行うこととしている



津波の評価

- 敷地が浸水し設備が機能喪失する場合を仮定し、燃料の重大な損傷に至る津波の高さ(浸水高さ)を評価した。



まとめ

(1) 現状設備について最新の安全性の知見からみた再確認

→地震、津波、外部電源喪失等、最新の規格・基準・知見からみても十分なものとなっている。

(2) 福島第一原子力発電所事故を踏まえ、追加すべきと考えられる安全対策等の実施状況の再確認

→国の指示事項は全て実施している。→独自の対策も追加実施した。

(3) 「最新の安全性の知見からみた再確認結果」および「福島事故を受けての取り組み」を踏まえ、ストレステスト手法により、地震、津波等について、安全裕度を定量的に評価

→炉心、使用済燃料ピットを冷却する機器・手段を全て洗い出し、多段に設計された一つの手段が使えなくても、他の手段で燃料の損傷を防ぐことが有効なものとなっている。

→設計上想定される以上の事象を仮定して伊方3号機が耐えられるか、点検した。その結果想定を超える自然災害に対して燃料の損傷に至ることはなく、十分な安全裕度を有することが確認された。

今後とも、中・長期的に計画している諸対策を確実に実施するとともに、新たな知見等が得られれば適時適切に対応することにより、さらなる安全運転の向上を目指してまいりたい。