

# 東海第二発電所 東北地方太平洋沖地震後から 現在までの対応状況について

平成26年6月12日  
日本原子力発電株式会社

## 目 次

地震発生後のプラント状況 .....	1
プラントパラメータ .....	4
地震観測記録 .....	5
津波の浸水状況 .....	7
緊急安全対策 .....	9
ストレステスト一次評価 .....	14
新規制基準 .....	18

# 地震発生後のプラント状況 その1(直後)

平成23年3月11日14時46分

東北地方太平洋沖地震発生!!

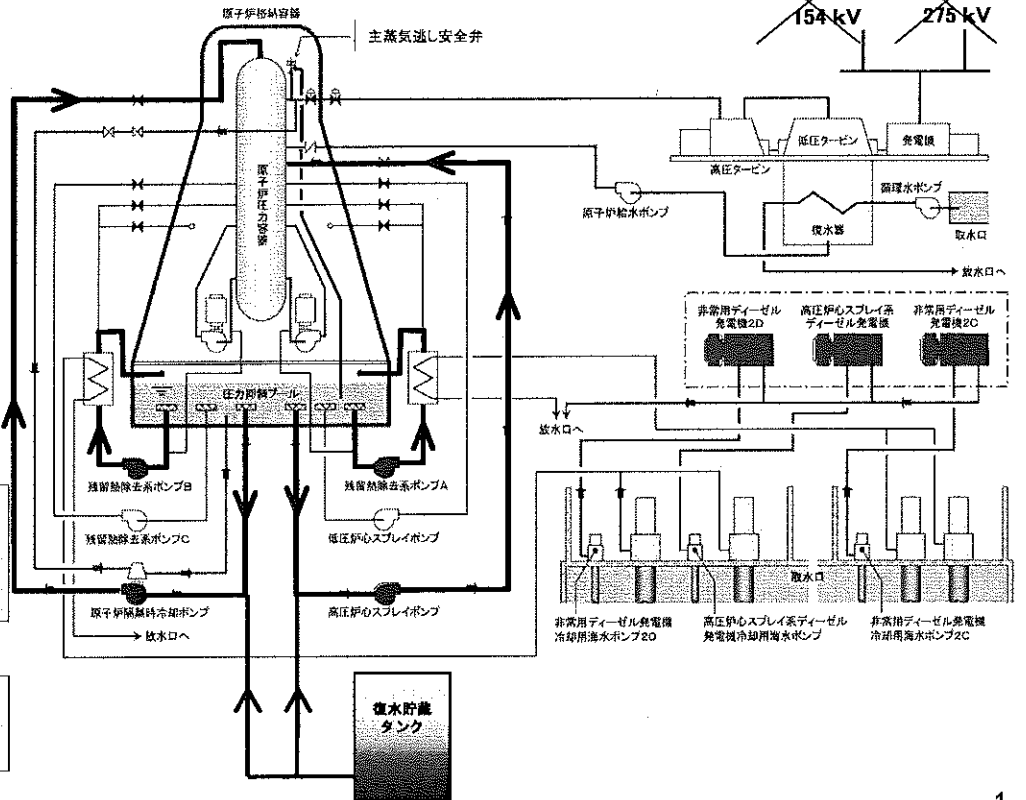
原子炉自動停止

外部電源喪失

非常用ディーゼル発電機3台にて停止に必要な電力を確保

原子炉隔離時冷却ポンプ及び高圧炉心スプレイポンプにて原子炉水位を確保

残留熱除去系による圧力抑制プールの冷却開始



# 地震発生後のプラント状況 その2(津波来襲)

津波による影響

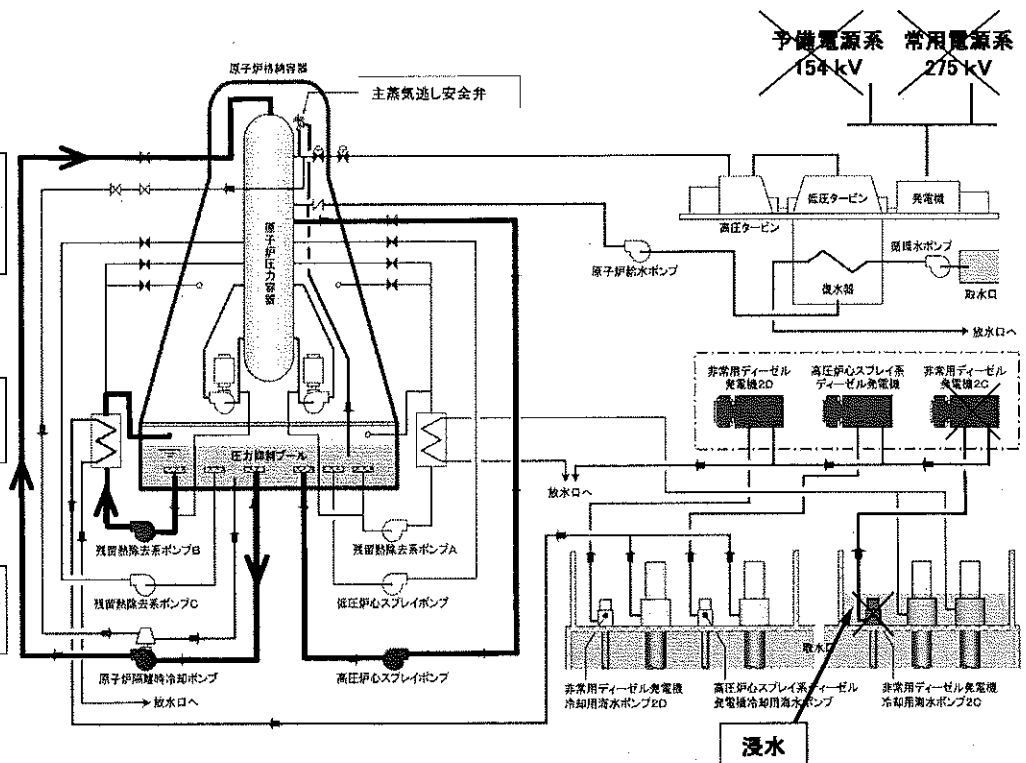
非常用ディーゼル発電機冷却用海水ポンプ2C停止

3月11日19時01分

非常用ディーゼル発電機2C停止

3月11日19時25分

原子炉の冷却(継続)減圧・減温



# 地震発生後のプラント状況 その3(電源復旧)

外部電源154kV復旧  
非常用母線2C受電

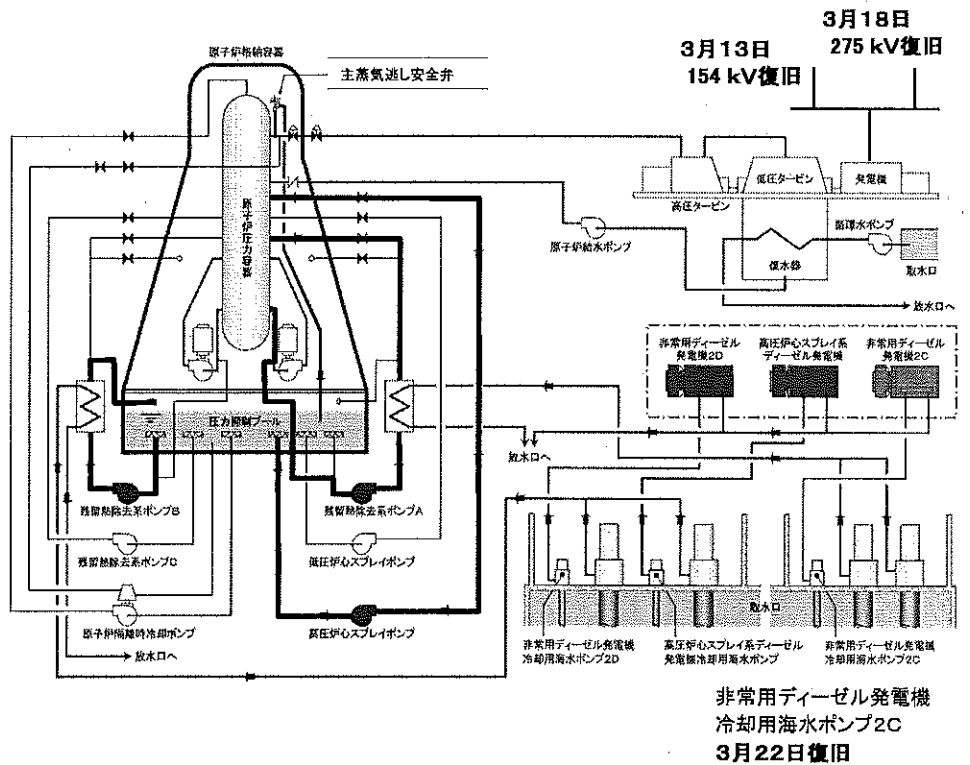
3月13日19時37分~

残留熱除去系A系起動  
原子炉冷却操作開始

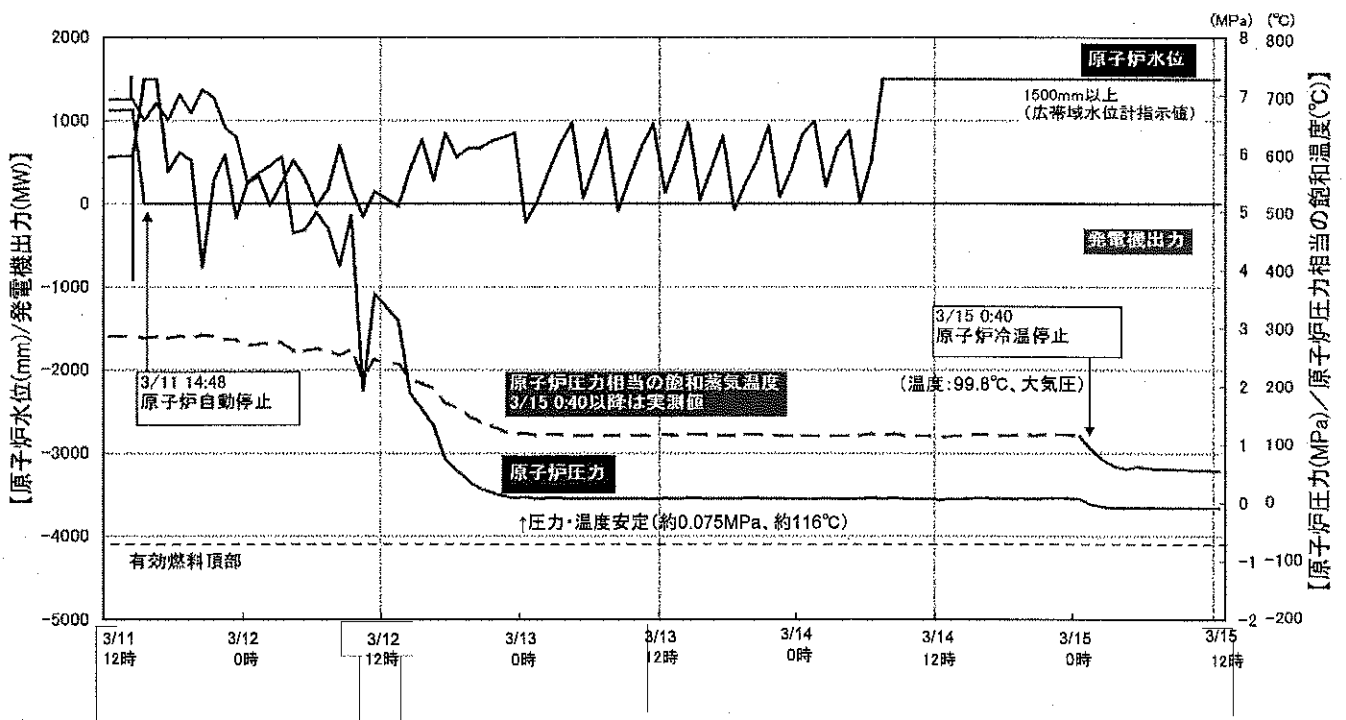


原子炉冷温停止

3月15日 0時40分  
原子炉水温 : 99.8°C  
原子炉圧力 : 大気圧



# 地震発生後(冷温停止まで)のプラントパラメータ

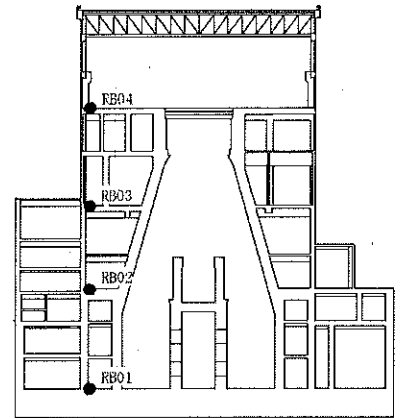


# 東北地方太平洋沖地震 地震観測記録 ①

## 【原子炉建屋の最大加速度】

単位:ガル(cm/s<sup>2</sup>)

	地震観測記録			基準地震動※		
	南北	東西	鉛直	南北	東西	鉛直
6階(RB04)	492	481	358	799	789	575
4階(RB03)	301	361	259	658	672	528
2階(RB02)	225	306	212	544	546	478
地下2階(RB01)	214	225	189	393	400	456



※各階の基準地震動:

解放基盤表面[標高(E.L.)-370m]で設定された基準地震動S<sub>s</sub>(600ガル)による、建屋の各階の最大応答加速度値。

## 耐震設計上重要な建物・構築物の評価結果

地震計が設置されている原子炉建屋の地震観測記録における最大加速度は、工認設計波及び基準地震動による最大応答加速度を下回っていることを確認した。

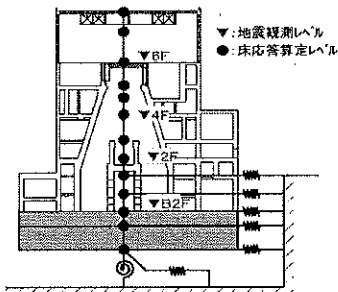
## 耐震設計上重要な機器・配管系の評価結果

耐震設計上重要な機器・配管系のうち主要設備は、地震観測記録が設計入力を下回っていることを確認した。

# 東北地方太平洋沖地震 地震観測記録 ②

今回の地震の観測記録の概要は下記のとおり。

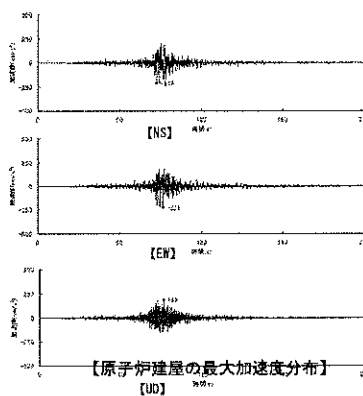
- 観測記録に基づく各階の最大応答加速度は、建設時の当初設計時に用いた最大応答加速及び新耐震指針に基づく耐震BCで設定した基準地震動S<sub>s</sub>の最大応答加速度以下である。
- 原子炉建屋の地震観測記録による床応答スペクトルは、一部の周期帯(約0.65秒から約0.9秒)で建設時の設計に用いた床応答スペクトルを上回っている。しかし、その周期帯と共振する固有周期を持つ安全上重要な機器・配管系はなく、主要な周期帯では地震観測記録が下回っている。



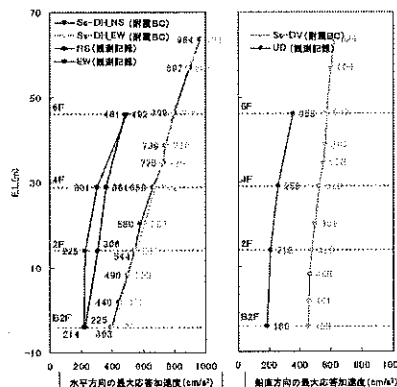
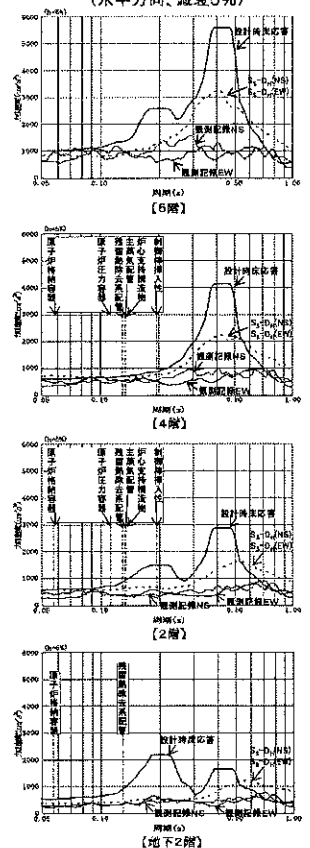
【原子炉建屋の最大加速度】 単位:ガル

R/B		地震観測記録			当初設計時		基準地震動S <sub>s</sub> -D		
		NS	EW	UD	NS	EW	NS	EW	UD
R/B	6F	492	481	358	932	951	799	789	575
	4F	301	361	259	612	612	658	672	528
	2F	225	306	212	559	559	544	546	478
	B2F	214	225	189	520	520	393	400	456

【原子炉建屋の加速度時刻歴波形(地下2階)】

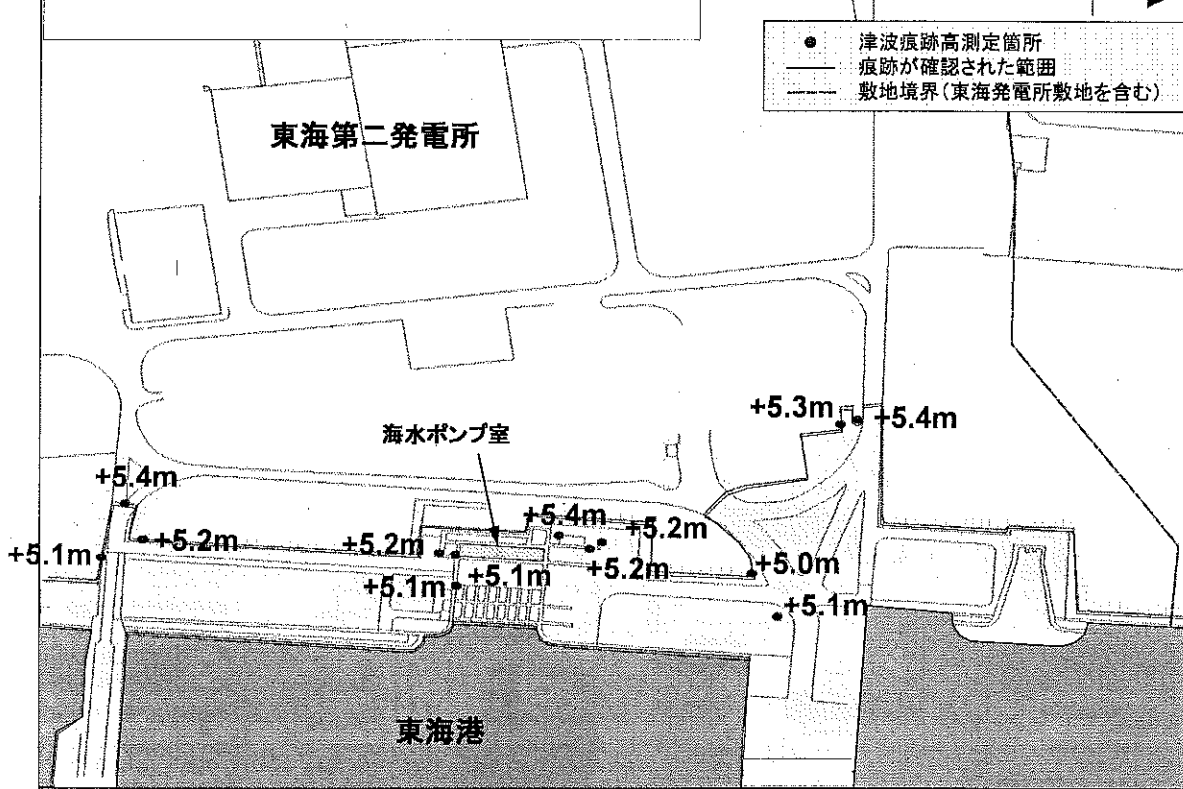


【原子炉建屋の床応答スペクトル (水平方向、減衰5%)】



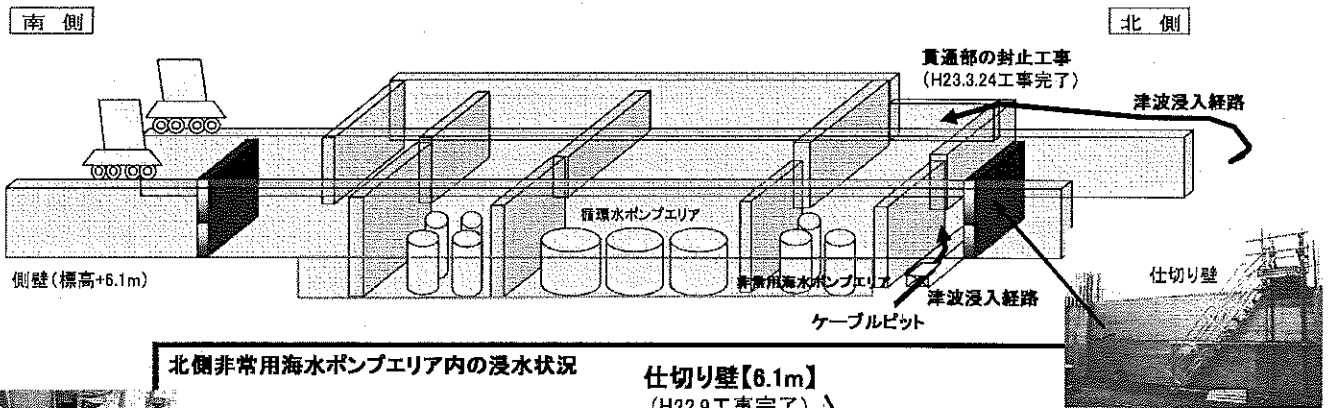
# 東北地方太平洋沖地震に伴う津波の浸水状況

【発電所敷地内の津波痕跡高及び痕跡が確認された範囲】



※数値はすべて標高表示(地殻変動の影響は考慮していない)

# 海水ポンプエリア概要図と浸水状況

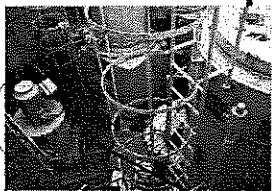


北側非常用海水ポンプエリア内の浸水状況

仕切り壁【6.1m】  
(H22.9工事完了)

旧仕切り壁【4.9m】

津波高さ：約5.4m



非常用ディーゼル発電機  
冷却用海水ポンプ2C

残留熱除去系海水ポンプ  
A C

電動機

電動機

ポンプ

ポンプ

ポンプ

ケーブルピット

注：橋機冷却水系ポンプは省略しているが、その大きさは、残留熱除去系海水ポンプとほぼ同等である。

# H23.4.22 緊急安全対策に係る実施状況報告書を提出

## 東海第二発電所における主要な安全対策

### 安全対策の取組み

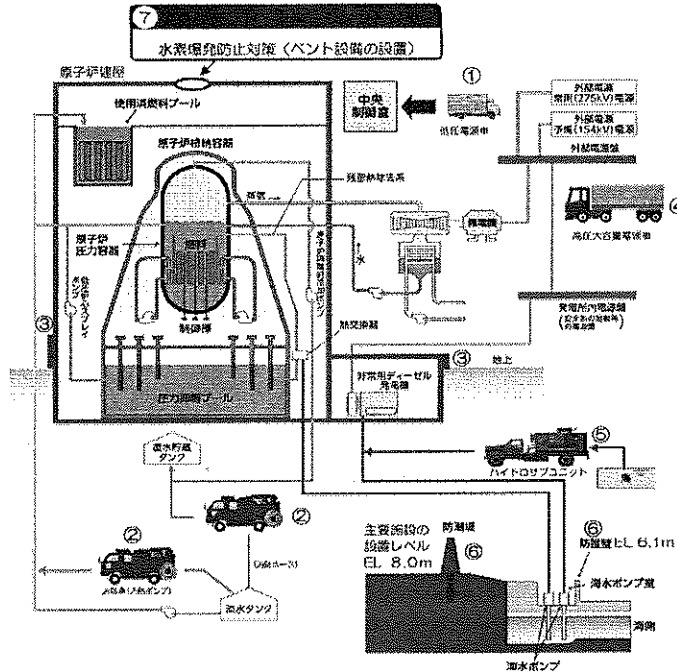
- 緊急安全対策 NISA指示 (6項目) : 緊急点検、緊急時対応計画の点検と訓練、電源確保、除熱の確保、使用済燃料貯蔵プールの冷却確保、構造等を踏まえた対応策の充実
- 更なる安全対策: 代替電源の確保、冷却用代替海水ポンプの配備、埋戻し水対策

緊急時の点検: 資機材や除熱、冷却設備の点検実施  
緊急時対応計画の点検と訓練の実施: 保安規定等の改正、訓練の実施

**1 移動式電源の配備**  
中央制御室の監視機能等を維持できるような発電能力を持った移動可能なディーゼル発電機を緊急配備及び訓練の実施。(3/11:3台配備済)

**2 消防車、可搬式動力ポンプ等の設置**  
○緊急時の水確保のため消防車、可搬式動力ポンプ及び消火ホースを配備及び訓練実施済。(既配備済使用)  
○大容量送水システム(ハイドロサブユニット)を配備済。(4/22)

**3 重要建屋の浸水対策**  
津波(15m)に対する浸水対策(6月上旬に実施済)  
○入口扉及び対称出入口の耐浸  
○換気口等の上方への延長  
○変圧器~電気室までの配線経路の耐浸

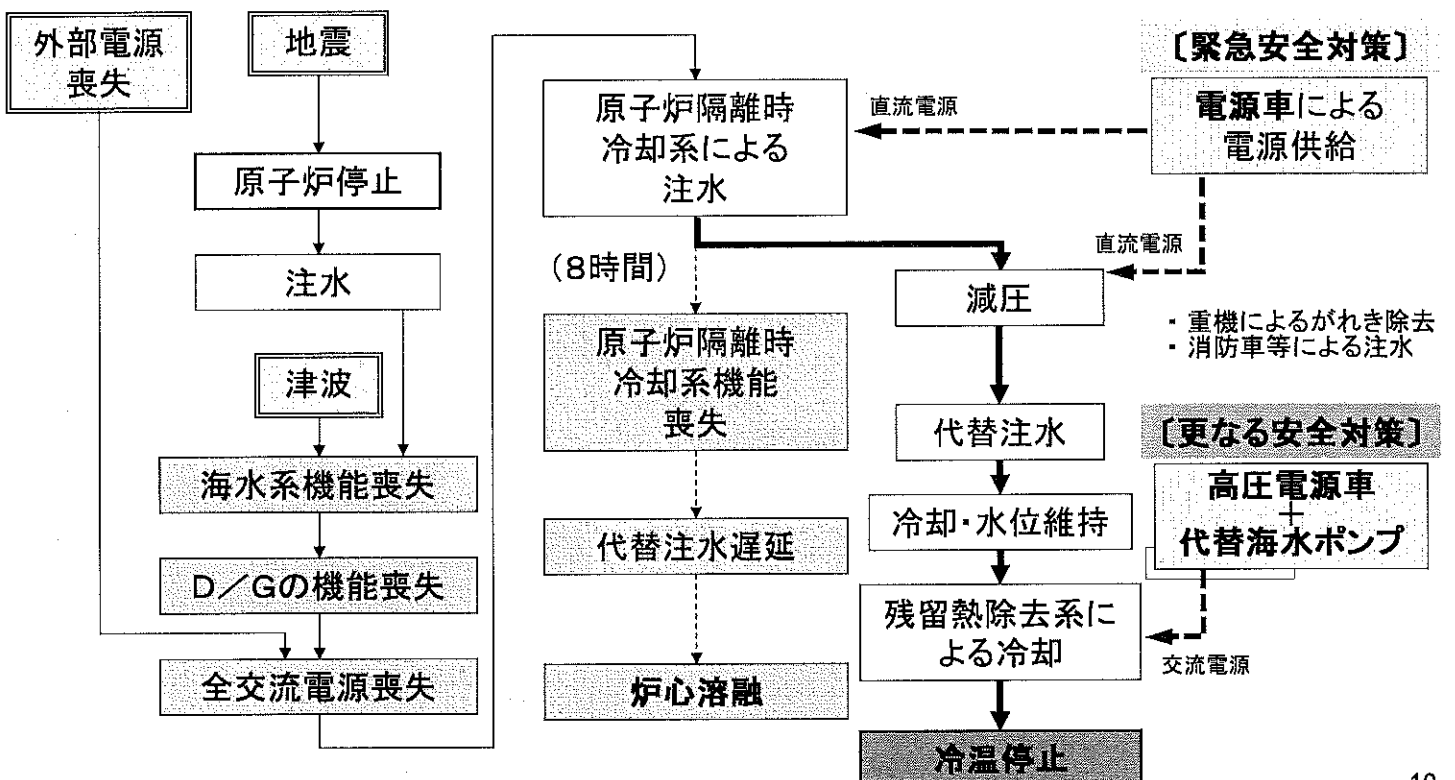


**4 非常用ディーゼル発電機代替電源の確保**  
非常用ディーゼル発電機と同等の発電能力を持った移動式電源車を配備(～H23.11)

**5 非常用ディーゼル発電機冷却用代替海水ポンプの配備**  
非常用ディーゼル発電機冷却用大容量送水システム(ハイドロサブユニット)を配備済。(～H23.10)

**6 津波対策強化(防潮壁の設置等)**  
○海水ポンプ室の更なる防護壁の築上げ(～H24.3頃)  
○1.6mの津波を想定した防潮壁設置(3年程度で完了)

## 緊急安全対策及び更なる安全対策実施後の事象進展



## 緊急安全対策(短期)実施状況

大臣指示内容(H23.3.30)	主な対応内容	設備仕様等	対応状況
①緊急点検の実施	a. 緊急時対応のための機器及び設備の点検	・RCIC(原子炉隔離時冷却系)、直流電源(蓄電池)等の動作確認、点検	・対応済(H23.4)
②緊急時対応計画の点検及び訓練の実施	a. 緊急時対応計画の作成(保安規定、二次、三次文書)及び訓練の実施	・保安規定の改正 ・緊急時対応マニュアルの作成等 ・電源車を用いた電源復旧訓練等の実施	・保安規定変更申請: H23.4.8、H23.4.21(4/8分認可:5/6、4/21分認可:5/11) ・規程類作成完了(H23.4) ・訓練は随時対応中 ・電源確保対応要員7名、水源確保要員6名体制整備
③緊急時の電源確保	a. 電源車の配備(蓄電池枯渇防止、監視機能の維持)	・電圧440V、500kVA×4台(必要台数:2台)	・H24.4 3台配備済(H24.6 4台目配備)
④緊急時の最終的な除熱機能の確保	a. 既設消防車での対応(既存のAM対応系統(消火系→原子炉への注水系統)へ接続)	・消防車、消火ホース	・消防車配備済(化学消防車1台、水槽付ポンプ車1台) ・大容量送水システム(ハイドロサブユニット)の1台配備済(H23.4)、専用車両への配備済(全台完了H24.8)
	b. 原子炉冷却用水源の強化対策(既存のAM対応系統(消火系→原子炉への注水系統)へ接続)	・消防車/可搬式ポンプ、消火ホース	・復水貯蔵タンク、海水を水源として配備済機材の活用 ・大容量送水システム(ハイドロサブユニット)の1セット配備済(H23.4)
⑤緊急時の使用済燃料プールの冷却確保	a. 既設消防車での対応	・消防車、消火ホース	・従来より配備済 ・大容量送水システム(ハイドロサブユニット)の1台配備済(H23.4)
	b. 冷却水確保に必要な資機材等の準備(消火ホース等)	・上記消防車を用いた使用済燃料貯蔵プールへの補給用	・従来より配備済機材の活用
⑥各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応策の実施	a. 北側取水口防護壁内への海水浸入経路の閉止	・海水浸入経路となったケーブルピットの閉止 ・補機冷却水系(ASW)ストレナーエリアと北側海水ポンプエリアとの貫通部閉止	・対応済(H23.3) ・対応済(H23.3)
	b. 海水ポンプ防護壁、建屋の水密化の強化	・防護壁の嵩上げ ・建屋扉のラバーパッキン、シール材施工等	・EL6.1m嵩上げ済 ・対応済(H23.6):15m想定 of 浸水対策

(注)AM: アクシデントマネージメント

11

## 更なる安全対策実施状況

項目	主な対応内容	設備仕様等	対応状況
電源確保	a. 非常用発電機代替設備の配備	・高圧電源車(電圧6.6kV、容量1,725kVA) ・高圧電源車専用燃料タンク設置(90kL:約1週間分)	・H23年11月中旬3台配備済(追加2台はH24.6配備) ・構外グランドに設置済(H24.7)
	b. 小型発電機、RCICタービン制御装置高所移設、充電器盤及び予備蓄電池配備	・小型発電機:RCIC,SRV,PCVA等専用電源 ・RCICタービン制御装置高所移設 ・充電器盤及び予備蓄電池(125V):高所配備	・設置済(H24.8) ・H24.9単体試運転完了
	c. 海水供給用代替海水ポンプの配備	・非常用ディーゼル発電機海水系(DGSW)へ大容量送水システムによる供給	・大容量送水システム追加配備済(H23.10) ・接続口設置済(H24.3)
	d. 常設高圧代替電源装置の設置	・常設高圧代替電源装置	・設置予定(高圧電源車の常設化で対応予定)
	e. 軽油運搬用小型ローリー配備	・小型タンクローリー車(積載容量4KL)	・2台、H25.4 配備済
冷却・除熱機能の確保	a. 原子炉への直接注入専用配管の設置	・専用配管(配管径:75mm)の設置(低圧スプレイ系(LPGS)に接続)	・設置済(H24.8)
	b. 原子炉への代替注入設備の設置	・低圧及び高圧代替注入系の設置 ・代替注入(外部注水系)配管	・準備工事中、(H25.6.18 着工)
	c. 代替海水ポンプの配備	・残留熱除去系海水系(RHRS)へ大容量送水システムによる供給	・大容量送水システム追加配備済(H23.10) ・接続口設置済(H24.6、一部移設予定)
	d. 海水ポンプモータ予備品の確保	・残留熱除去系海水系(RHRS) ・非常用ディーゼル発電機用海水系(DGSW) ・原子炉補機冷却海水系(ASW)	・RHRS:2台(H24.1配備済)、2台(H24.4配備済) ・DGSW:3台(H23.11配備済) ・ASW:1台(H24.1配備済)、2台(H24.5配備済)
	e. 窒素発生装置配備(原子炉減圧時のSRV駆動用)	・窒素発生量:14Nm <sup>3</sup> /h	・H24.3未設置済
使用済燃料プールの冷却確保	a. プールへの専用配管の設置	・専用配管の径:75mm	・設置済(H24.8)
	b. 使用済燃料プールの代替冷却手段の強化	・温度・水位監視装置、専用ITV ・プレート型熱交換器	・H24.3設置済 ・H26.5購入済(設置時期検討中)
浸水防護設備	a. 防潮堤(海水ポンプ室防護壁含む)	・標高18m以上のセメント固化盛土(海水ポンプ室は鉄筋コンクリート製)	・設置に向けた工事中、(H25.6.18 着工)
更なる安全自主対策	a. 重要建屋水密化の強化	・水密扉への変更 ・原子炉建屋大物搬入口扉三重化&非常用電源化	・H24.3取替済 ・設置済(H24.8)
	b. 水素爆発防止	・原子炉建屋グローアパネル(北側2枚)開放装置	・設置済(H24.10)

12

## シビアアクシデントへのアクシデントマネジメント追加対応実施状況

項目	対策・内容	対応状況	備考
1. 中央制御室の作業環境の確保	全交流電源喪失時に中央制御室空調設備を閉回路循環で運転する手順の整備	手順の整備済 (H23. 6)	
2. 緊急時における発電所構内通信手段の確保	トランシーバー、衛星携帯電話の配備	既設備配備済 ・トランシーバー22台、衛星携帯電話6台	
	PHS制御装置の高所等への移設	移設工事完了 (H24. 9)	
3. 高線量対応防護服等の機材の確保及び放射線管理のための体制の整備	高線量対応防護服の備付	配備済 (H23. 7) ・タングステン入り10着	
	電気事業者間等で相互融通する仕組みの確立 (個人線量計等の資機材)	確立済 (H23. 6)	
	緊急時の放射線管理要員の拡充 (助勢の仕組みの確立)	手順の整備済 (H23. 6)	
4. 水素爆発防止対策	・原子炉建屋恒設ベント設備の設置 ・水素検知器 ・静的触媒式水素処理装置	・設置工事完了 (H24. 10) ・設置工事完了 (H24. 8) ・詳細設計中	
5. がれき撤去用の重機の配備	ホイールローダの配備	配備済 (H24. 4) ・中型車: 1台 (最大掘起力: 約6.3t) ・大型車: 1台 (最大掘起力: 約9.5t)	
6. 周辺環境への放射性物質の抑制	・格納容器のフィルター付ベント設備設置	・設置に向けた工事中 (H25. 6. 18 着工)	

13

### H24.8.31

## 安全性に関する総合評価(ストレステスト)一次評価結果を提出

※H24.9.22 原子力規制委員会は、前身の原子力安全・保安院が提出を義務付けていたストレステストの評価を取りやめ、新規制基準へと移行した。

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を評価する。

この評価は、主に設計基準上の許容値等に対する余裕を評価し、現実的な耐力に対する余裕を評価する二次評価に比べて保守側の評価となる。

設計上の想定を超える事象(地震、津波)が発生した場合に、個別機器等の設計、施設全体の安全対策、及び燃料の重大な損傷の防止対策により、全体として炉心損傷に至るまでの安全上の余裕がどの程度あるかを評価。

安全上重要な施設・機器等は、福島第一原子力発電所の事故を踏まえて実施した緊急安全対策等の効果により、設計上の想定を超える事象(地震、津波等)に対する安全裕度を十分に有していることを確認した。

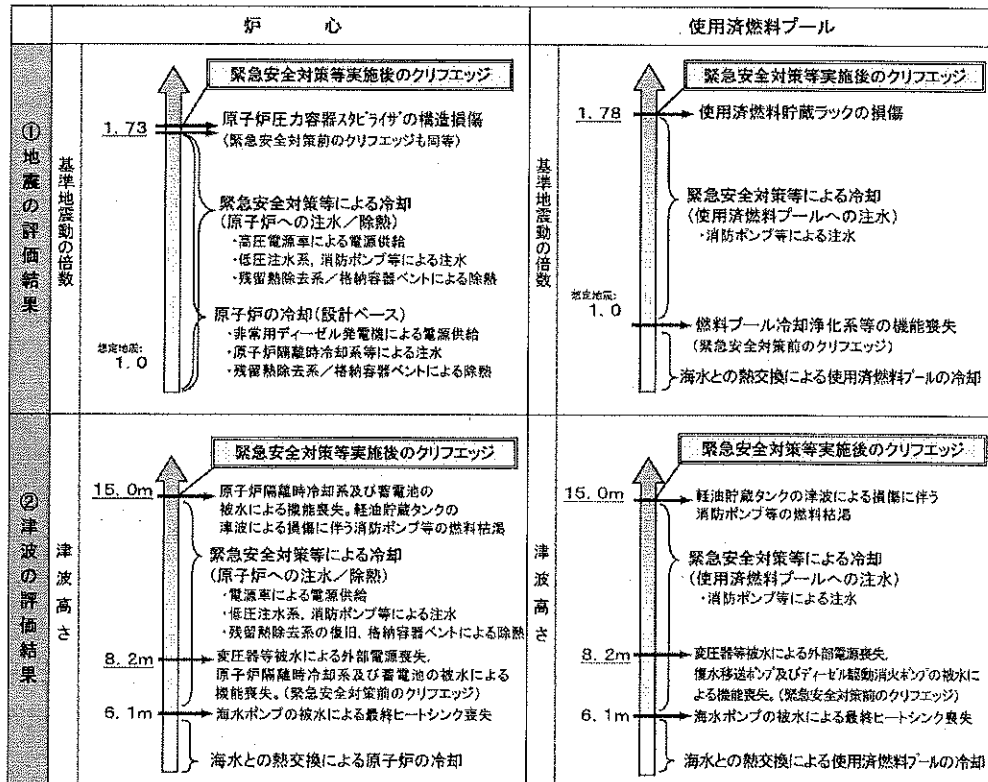
巨大地震の発生	⇒	想定している地震の 1.73倍 に耐えられる。(詳細①)
大津波の襲来	⇒	想定を超える津波の高さ 15.0m に耐えられる。(詳細①)
交流電源の喪失事故	⇒	備蓄してある燃料で原子炉等の冷却を 24日間 続けられる。(詳細②)
除熱機能の喪失事故	⇒	備蓄してある燃料で原子炉等の冷却を 105日間 続けられる。(詳細③)

14



# ストレステスト一次評価結果(詳細①)

## ◆地震・津波の評価結果



15

# ストレステスト一次評価結果(詳細②)

## ◆全交流電源喪失の評価結果(原子炉運転中の場合)

全交流電源喪失発生後、高圧電源車による電源供給等により、原子炉と使用済燃料プールの除熱機能の維持を約24日間継続できる。

機能	各機能の維持に係る設備		全交流電源喪失発生からの期間(日)																						
			1	2	3	4	5	6	7	...	24	25													
注水・除熱機能	原子炉	復水貯蔵タンク	原子炉隔離時冷却系、復水移送系																						
		その他の淡水タンク	ディーゼル駆動消火ポンプ、消防ポンプ																						
		海水	消防ポンプ、海水利用型消防水利システム																						
	(水源不要)	残留熱除去系※																							
	使用済燃料プール	その他の淡水タンク	ディーゼル駆動消火ポンプ、消防ポンプ																						
		海水	消防ポンプ、海水利用型消防水利システム																						
(水源不要)		燃料プール冷却浄化系※																							
電源機能	蓄電池(緊急用を含む)																								
	高圧電源車																								

※ 高圧電源車接続による電源供給により、当該システムを復旧

緊急安全対策実施前  
原子炉のクリフエッジ: 事象発生から約8時間後(蓄電池枯渇)  
使用済燃料プールのクリフエッジ: 事象発生から約30時間後(プール水温約100℃到達)

緊急安全対策等実施後  
原子炉・使用済燃料プールのクリフエッジ: 事象発生から約24日後(高圧電源車の燃料(軽油)枯渇)

16

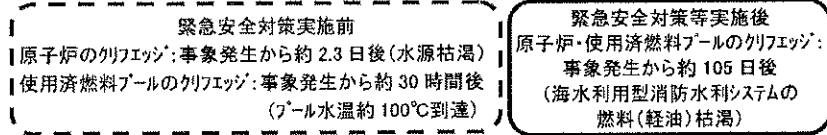
# ストレステスト一次評価結果(詳細③)

## ◆最終ヒートシンク喪失の評価結果(原子炉運転中の場合)

最終ヒートシンク喪失発生後、海水利用型消防水利システムによる冷却に必要な海水の供給等により、原子炉と使用済燃料プールの除熱機能の維持を約105日間継続できる。

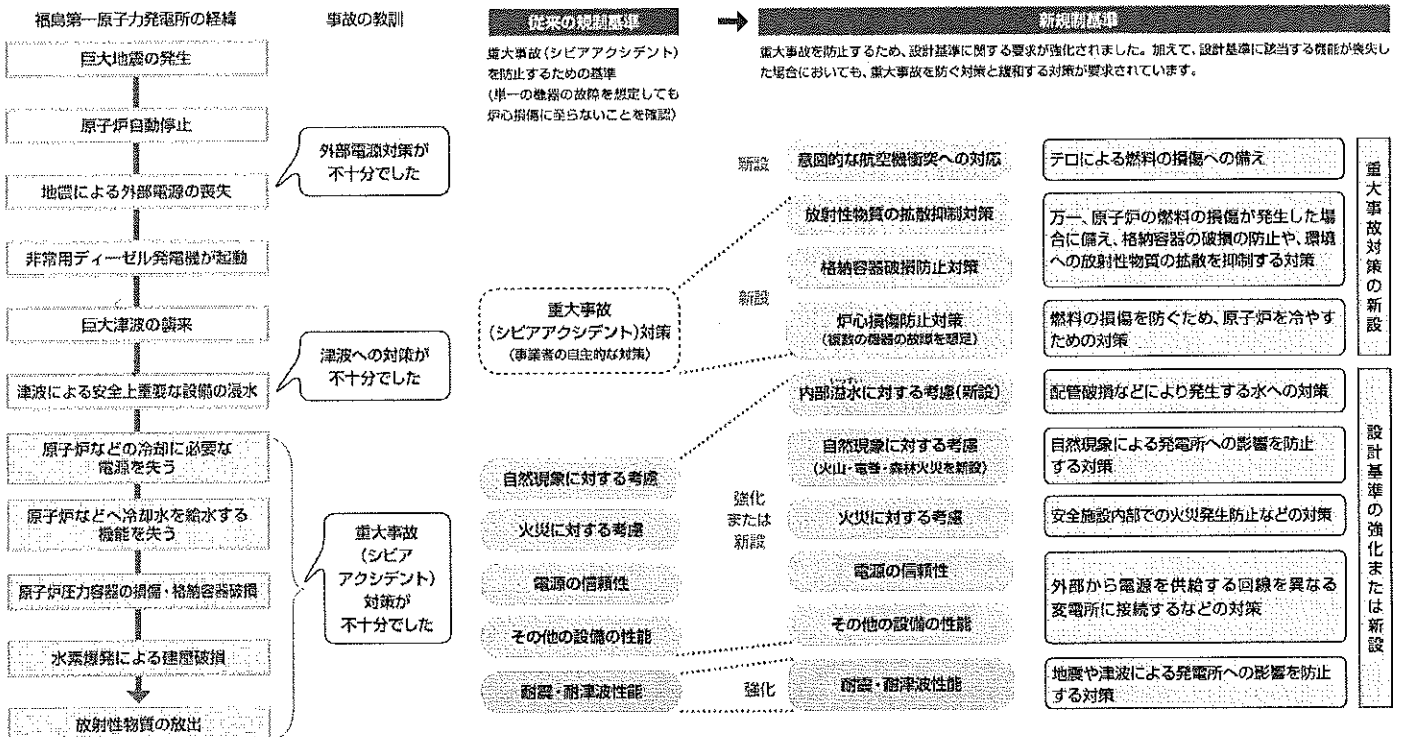
機能	各機能の維持に係る設備	最終ヒートシンク喪失発生からの期間(日)													
		1	2	3	4	5	6	7	...	105	106				
注水・除熱機能	原子炉	復水貯蔵タンク													
		原子炉隔離時冷却系, 復水移送系													
		その他の淡水タンク													
		ディーゼル駆動消火ポンプ, 消防ポンプ													
使用済燃料プール	海水	海水利用型消防水利システム													
		(水源不要)													
		残留熱除去系※													
		その他の淡水タンク													
使用済燃料プール	海水	ディーゼル駆動消火ポンプ, 消防ポンプ													
		ディーゼル駆動消火ポンプ, 消防ポンプ													
		消防ポンプ, 海水利用型消防水利システム													
		(水源不要)													
使用済燃料プール	燃料プール冷却浄化系※	燃料プール冷却浄化系※													
		燃料プール冷却浄化系※													
		燃料プール冷却浄化系※													
		燃料プール冷却浄化系※													

※ 海水利用型消防水利システムによる代替海水供給により、当該システムを復旧



(注) 最終ヒートシンク喪失の評価では、外部電源が使用可能なため、高圧電源車による電源供給は不要

# 新規規制基準



原子力規制委員会資料(2013.7.31)をもとに作成

## H26.5.20 原子炉設置変更許可申請書(新增設等計画書)提出

平成25年7月8日に施行された新規制基準に適合するための申請

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

○設計基準対応

地震対策、津波対策  
自然現象(火山活動、竜巻等)への対策  
内部溢水対策  
火災防護対策  
外部電源の信頼性

○重大事故等対応

炉心損傷防止対策  
格納容器破損防止対策  
放射性物質の拡散抑制対策  
使用済燃料プールの燃料損傷防止対策 等

低圧代替注水系、高圧代替注水系