

# 東北地方太平洋沖地震発生後の 東海第二発電所の状況及び安全対策について

平成23年10月24日  
日本原子力発電株式会社



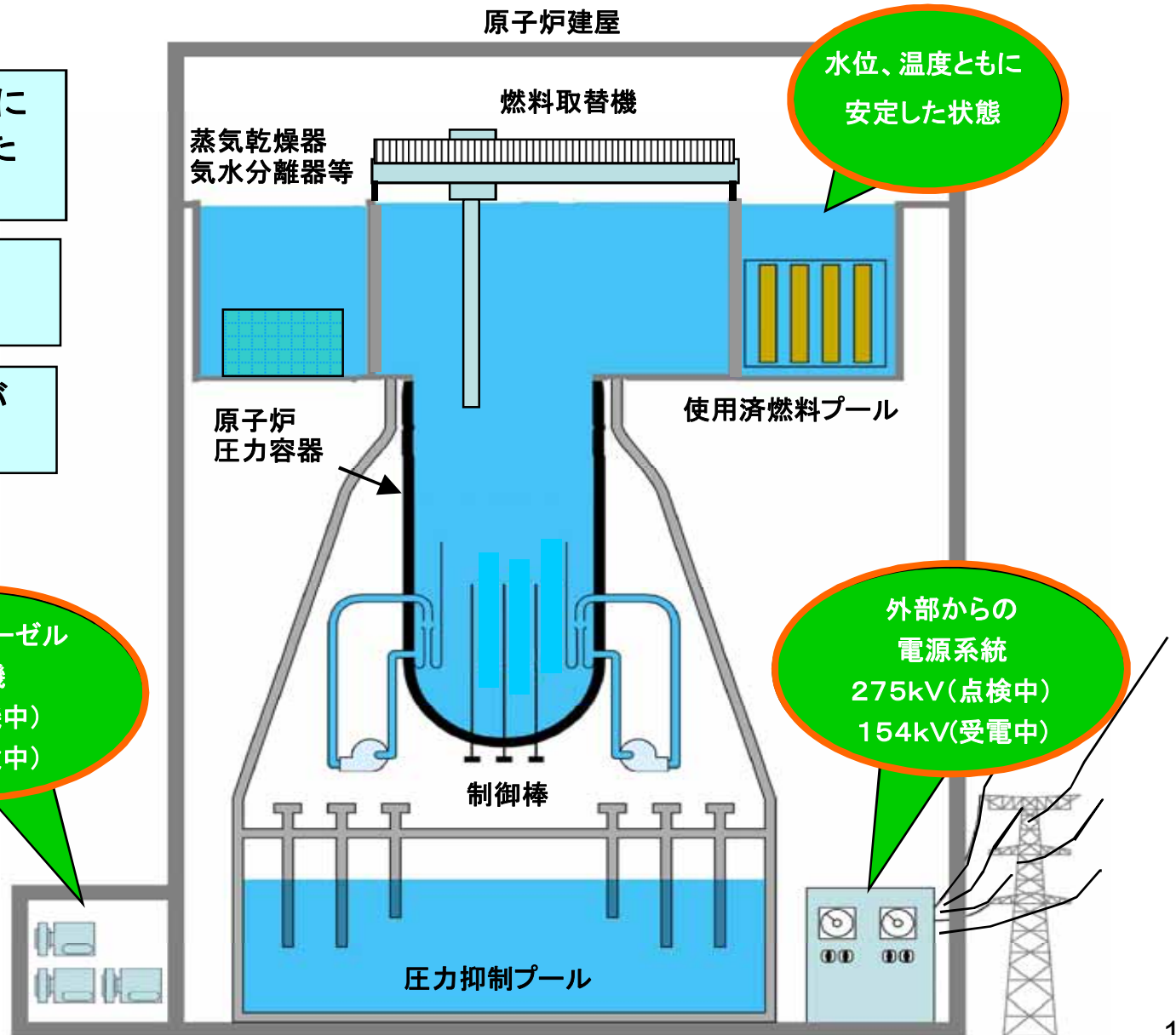
# 東海第二発電所の状況(平成23年10月24日現在)

燃料はすべて使用済燃料プールに取り出され、水位・温度は安定した状態

外部電源は275kV(点検中)  
154kV(受電中)

非常用ディーゼル発電機は2台が待機状態(1台点検中)

非常用ディーゼル  
発電機  
(2台待機中)  
(1台点検中)



水位、温度ともに  
安定した状態

外部からの  
電源系統  
275kV(点検中)  
154kV(受電中)

# 地震発生後の東海第二発電所の状況

# 東北地方太平洋沖地震発生後の状況 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！！**

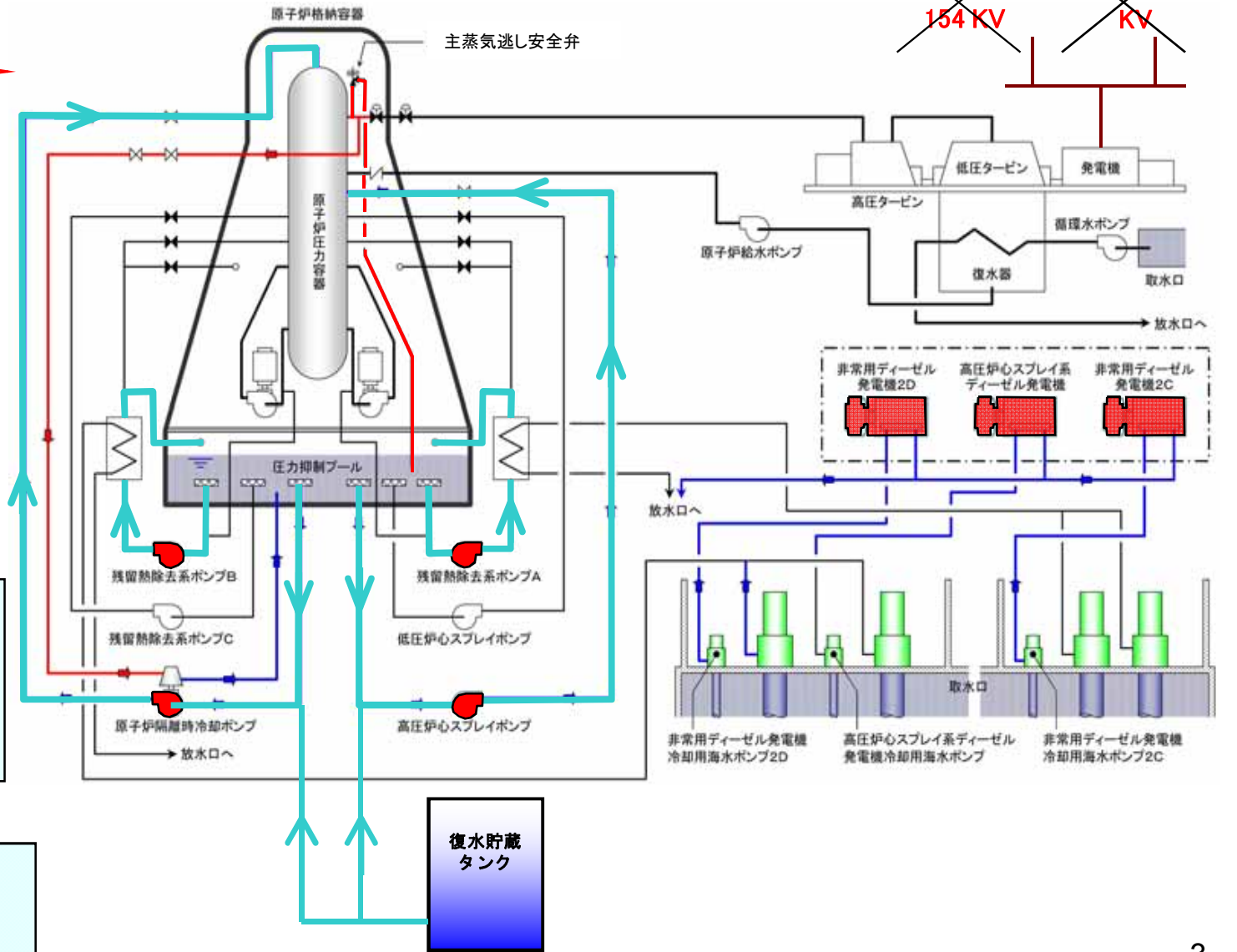
原子炉自動停止

外部電源喪失

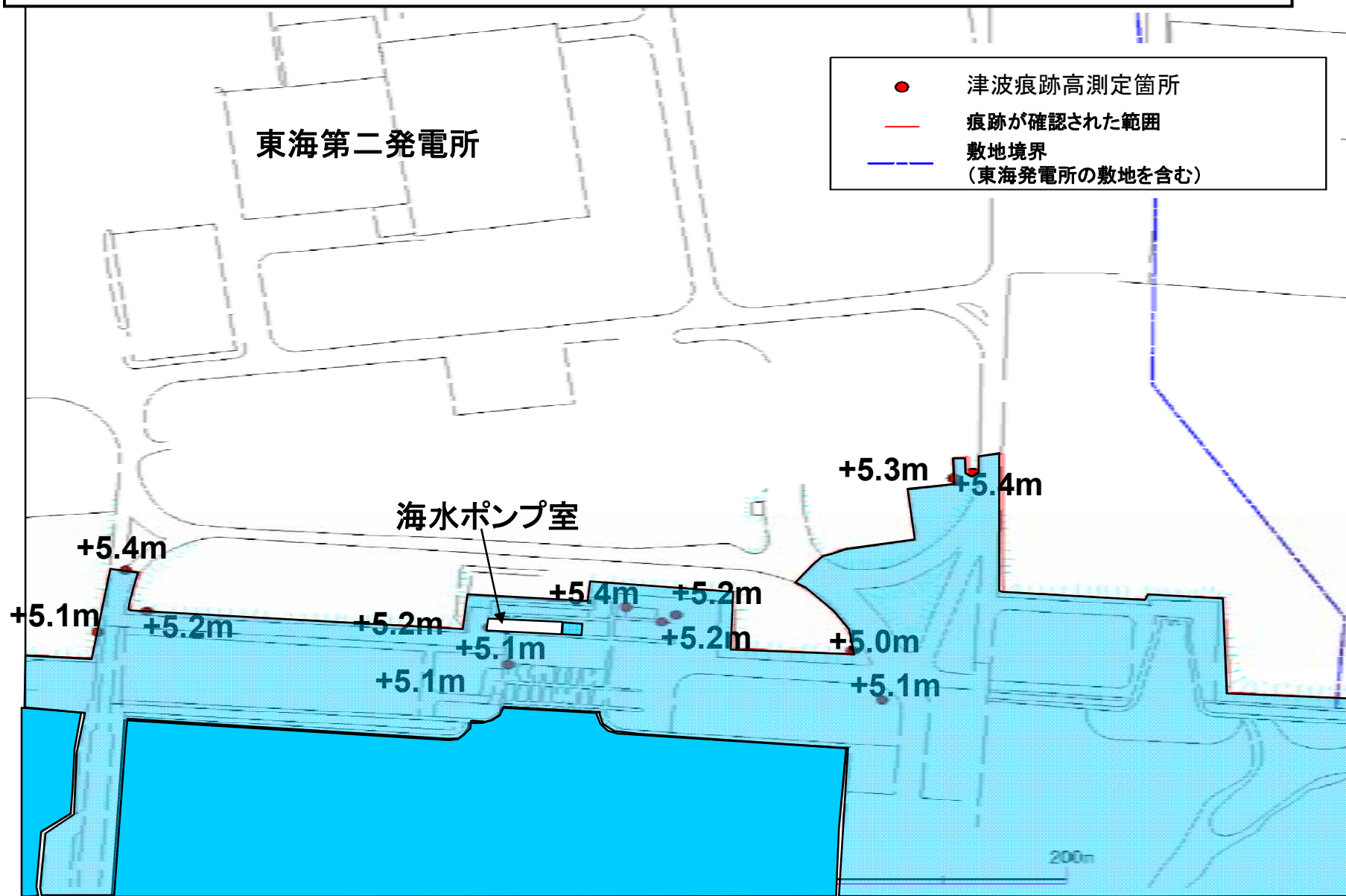
非常用ディーゼル発電機にて  
安全停止に必要な電力を確保

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

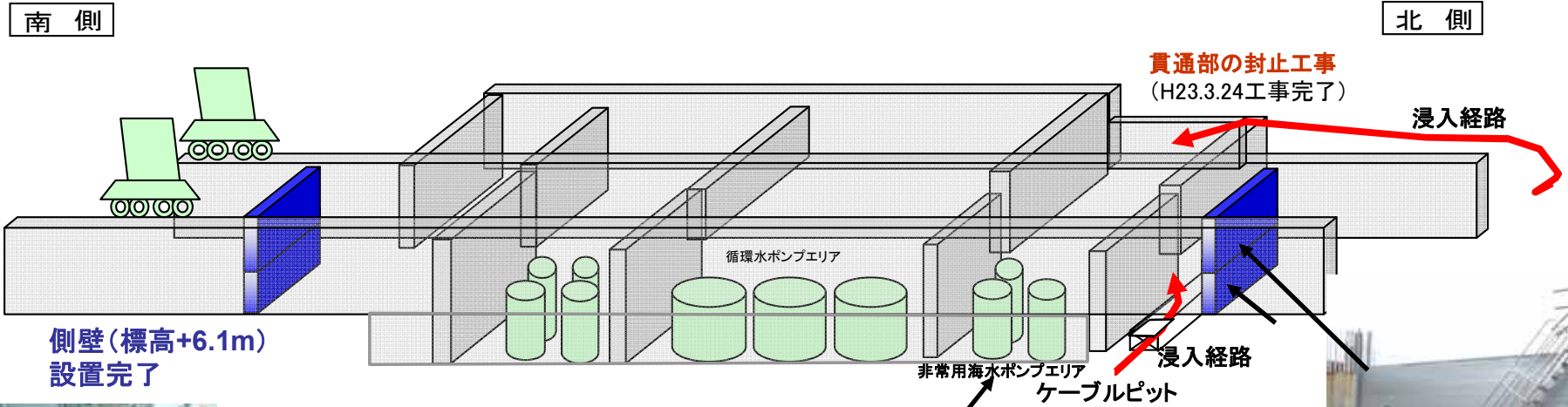


# 東海第二発電所 津波の浸水状況

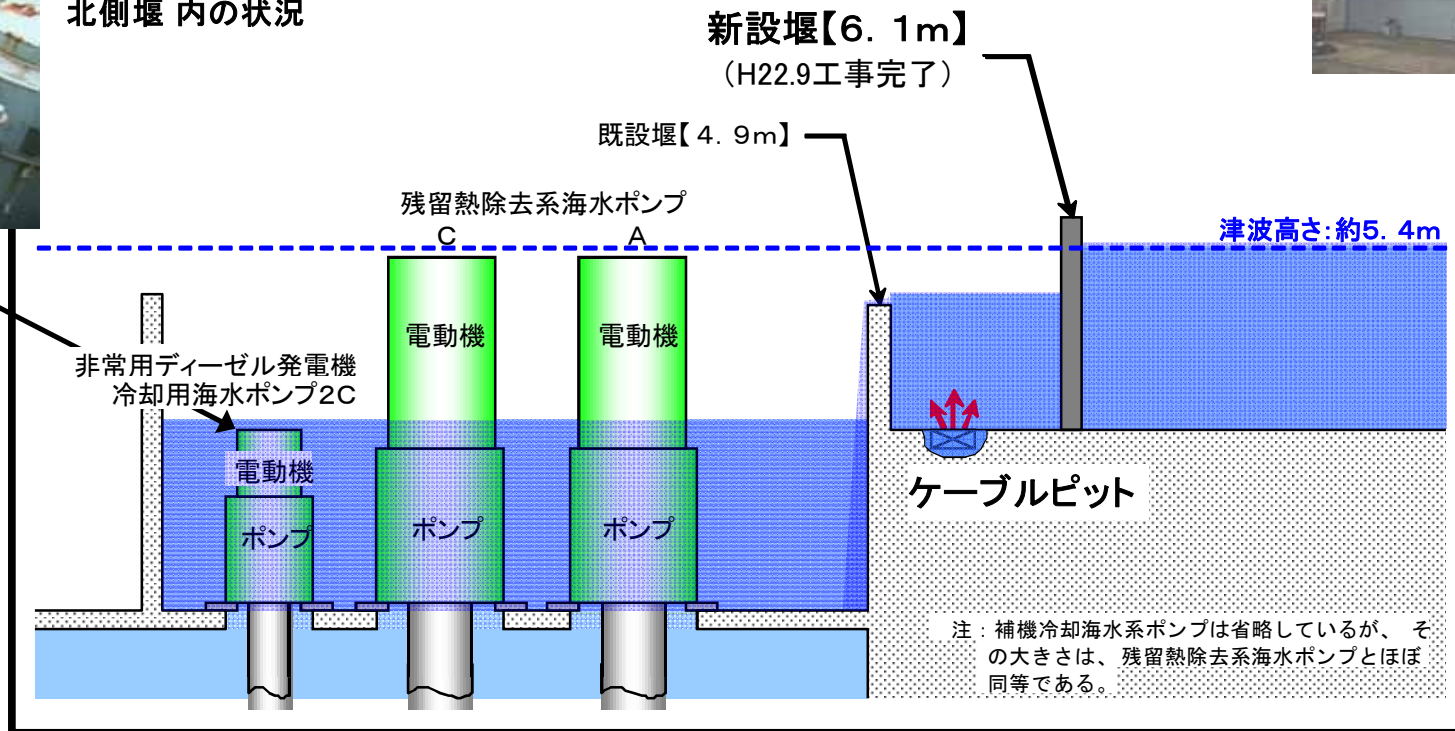


\* 数値はすべて標高表示(地殻変動の影響は考慮していない)

# 海水ポンプエリア概要図と浸水状況



北側堰 内の状況



注：補機冷却海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。

# 東北地方太平洋沖地震発生後の状況 その2(津波来襲)

津波の影響

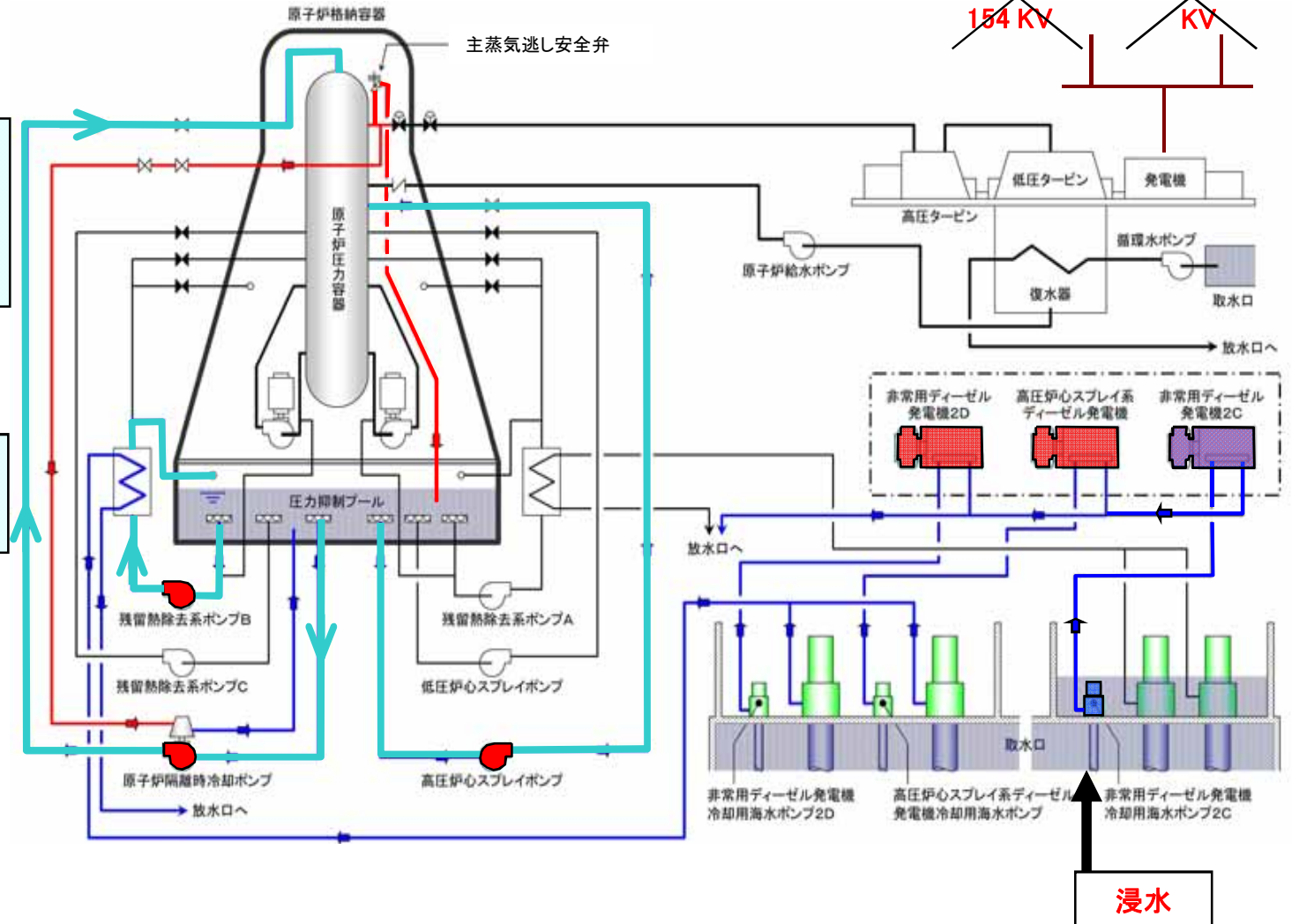
非常用ディーゼル発電機  
冷却用海水ポンプ2C  
自動停止

3月11日19時20分

非常用ディーゼル発電機2C  
手動停止

3月11日19時25分

原子炉の冷却(継続)  
減圧・減温



# 東北地方太平洋沖地震発生後の状況 その3(電源復旧)

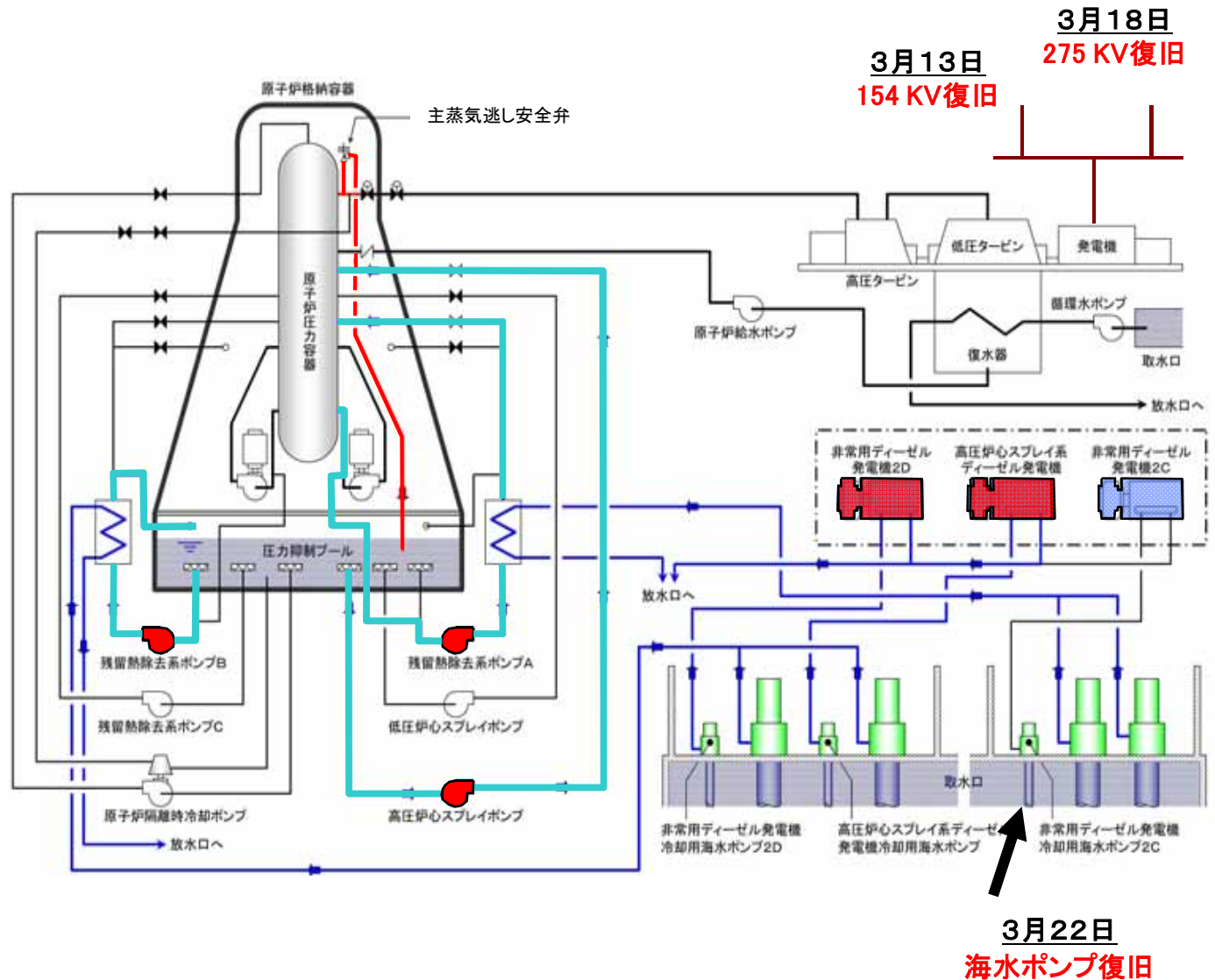
予備の外部電源154KV復旧  
非常用母線2C受電

3月13日 19時37分~

残留熱除去系A系手動起動  
原子炉冷却操作開始

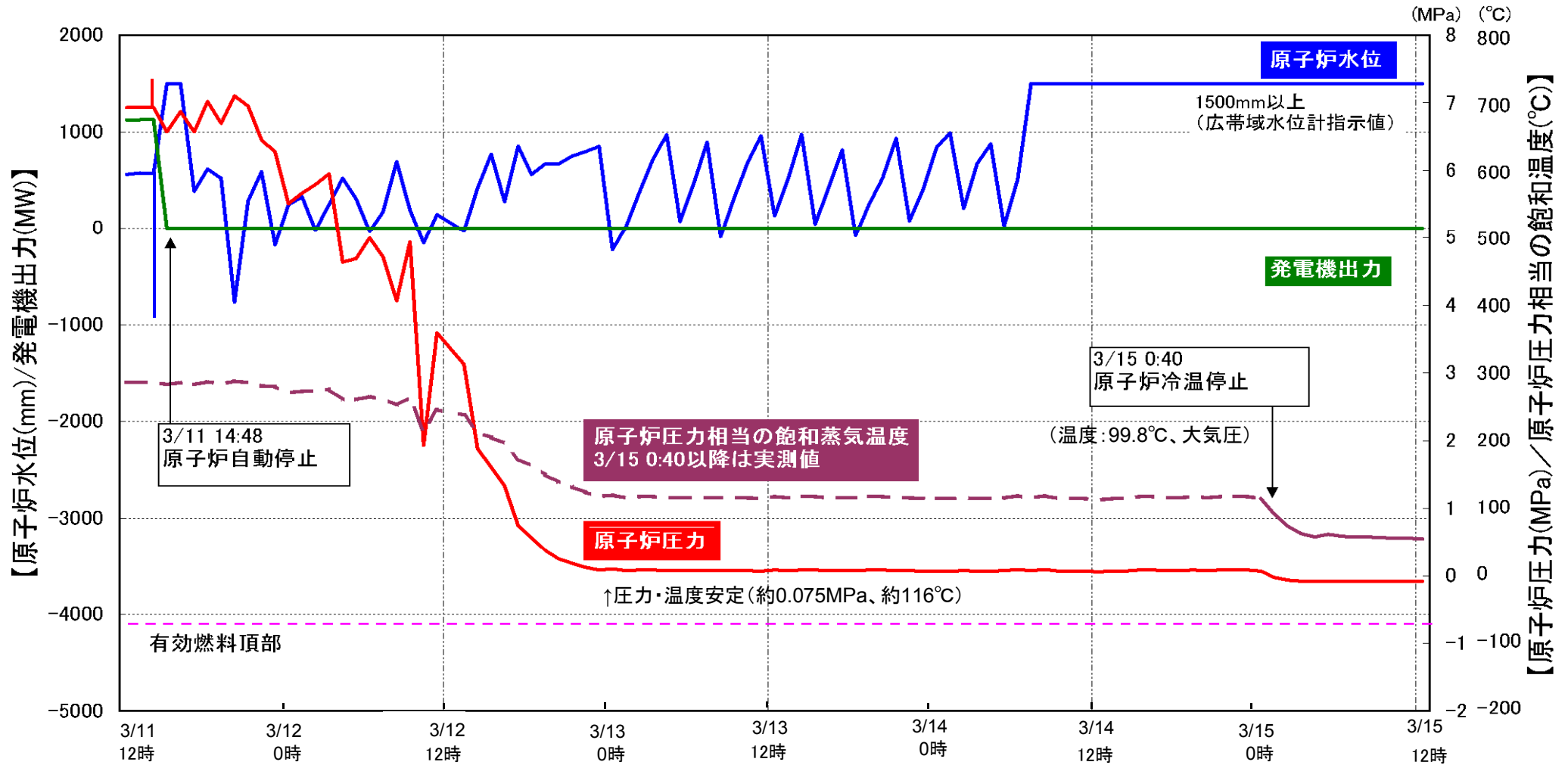
原子炉冷温停止

3月15日 0時40分  
原子炉水温度：99.8  
原子炉圧力：大気圧





# 地震発生後のプラントパラメータ



# 東北地方太平洋沖地震 観測記録

## 【原子炉建屋の最大加速度】 単位:ガル(加速度)

	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	492	481	358	799	789	575
4階	301	361	259	658	672	528
2階	225	306	212	544	546	478
地下2階	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 $S_s$ (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。

# 既往の津波評価と東北地方太平洋沖地震の津波規模

## 土木学会※<sup>1</sup>に基づく津波評価(ポンプ室位置)

解析実施者	想定地震	最高水位 (標高)
日本原電	1677年 延宝房総沖地震 (M8.2)	+4.86m

※<sup>1</sup>:「原子力発電所の津波評価技術」(平成14年2月、土木学会)

## 茨城県波源※<sup>2</sup>を用いた評価(ポンプ室位置)

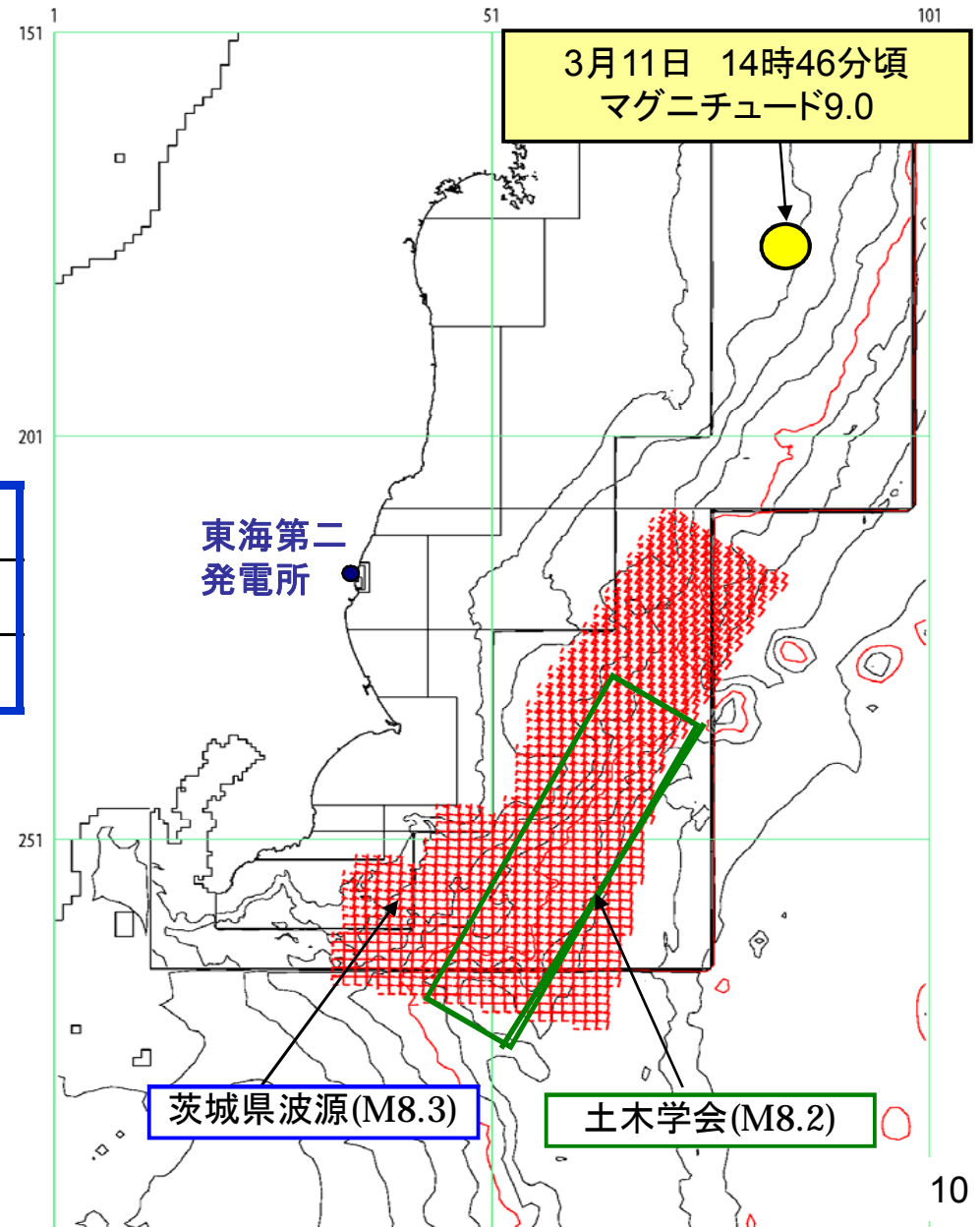
解析実施者	想定地震	水位(標高)
茨城県	1677年 延宝房総沖地震 (M8.3)	茨城県沿岸:2~7m
日本原電※ <sup>3</sup>		ポンプ室位置:+5.72m

※<sup>2</sup>:「本県沿岸における津波浸水想定区域図等」(平成19年10月、茨城県)において設定された1677房総沖地震の波源モデル

※<sup>3</sup>:茨城県が実施した解析に比べ、発電所付近のメッシュサイズを細かくし、地形データも自社の測量結果等を使用

## 東北地方太平洋沖地震で発生した津波の痕跡高(ポンプ室位置周辺)

地震規模	痕跡高(標高)
M9.0	+5.0m~+5.4m (H23.4推定値)



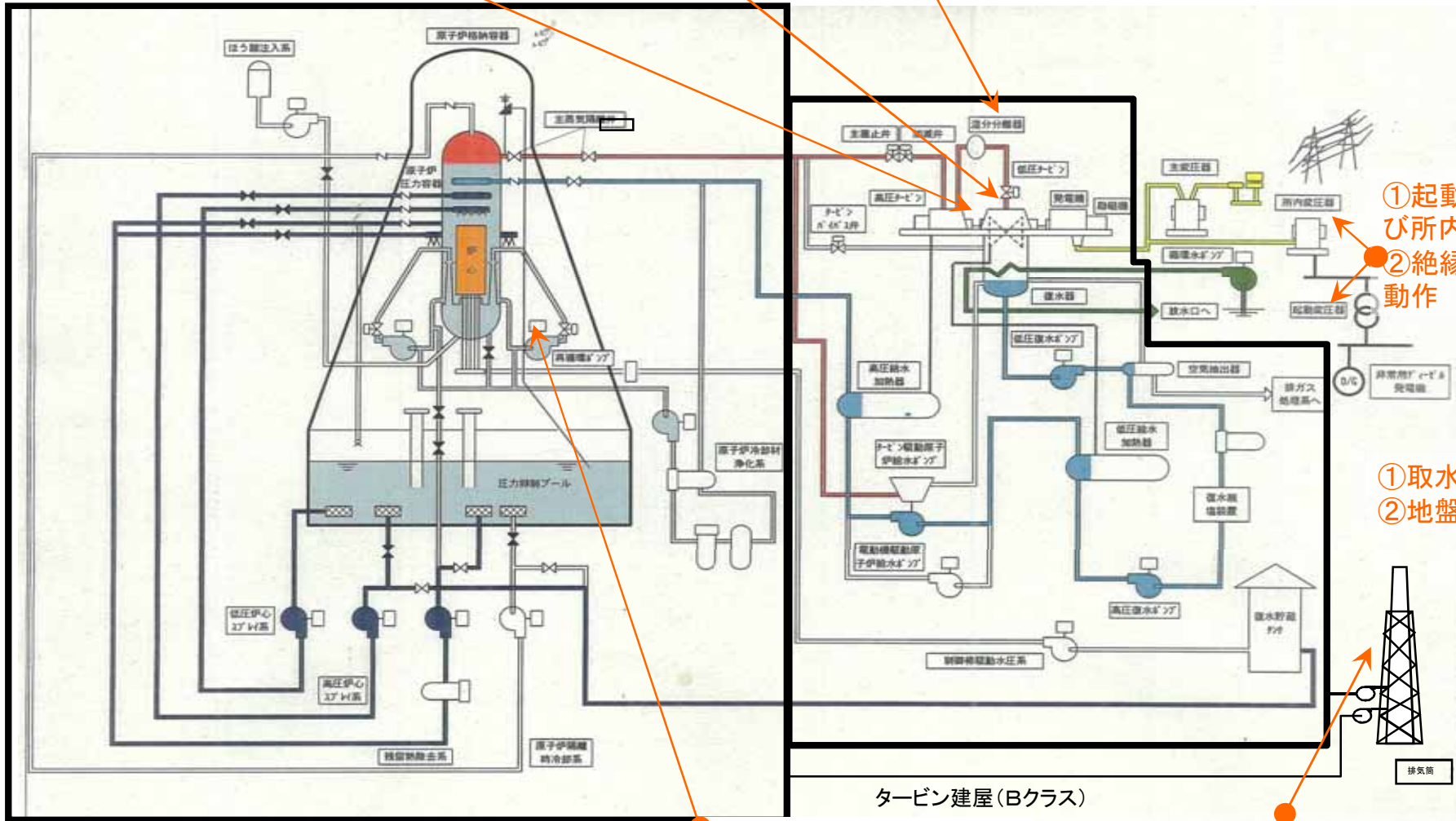
# 地震の影響と考えられる主な不具合

- ①タービン中間軸受台
- ②傾き、基礎等損傷

- ①高圧・低圧タービン翼
- ②擦れ痕

- ①湿分分離器油圧防振器
- ②折損・変形

- 地震の影響と考えられる不具合
- ①機器名
- ②事象



原子炉建屋(Sクラス)

タービン建屋(Bクラス)

- ①PLR-Bモータ油切り
- ②擦れ痕

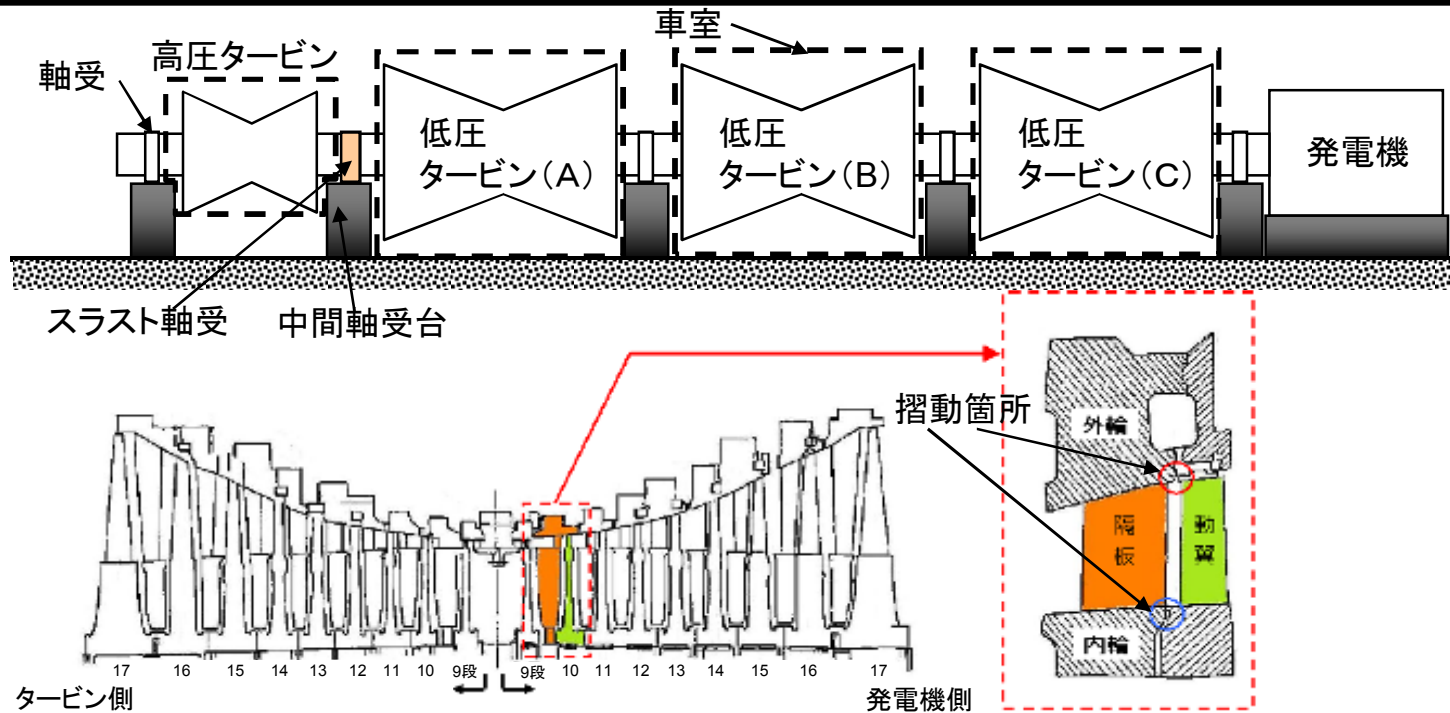
- ①排気筒サポート(弾塑性ダンパ)
- ②変形(想定内)

- ①起動変圧器及び所内変圧器
- ②絶縁油放圧板動作

- ①取水口エリア
- ②地盤沈下等

# タービン発電機点検状況(1/2)

低圧タービンA~C及び高圧タービンの開放点検を実施したところ、動翼・隔板の一部に地震の影響によると思われる摺動傷が確認された。また中間軸受台の基礎部にも損傷が認められたため、修理を行なう。

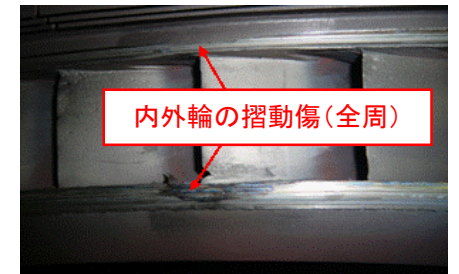


動翼の損傷(全周)



低圧タービンA動翼(13段)

内外輪の摺動傷(全周)



低圧タービンA隔板(9段)

摺動傷(全周)



低圧タービンA動翼(9段)

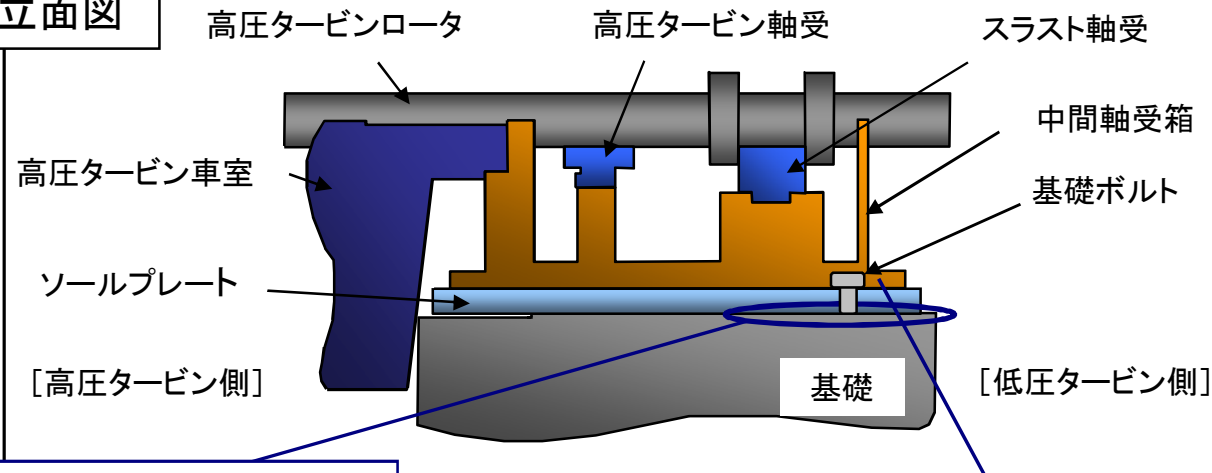
	タービン側損傷状況	発電機側損傷状況	対応方針
低圧A	9~11段全数に摺動傷、変色 12~14段全数に摺動傷	9~11段全数に摺動傷、変色 12~14段全数に摺動傷	9~11段動翼取替、隔板手入れ 12~14段動翼、隔板手入れ
低圧B	9~11段全数に軽微な摺動傷	9~11段全数に軽微な摺動傷	9~11段動翼、隔板手入れ
低圧C	摺動傷なし	9~11段全数に軽微な摺動傷	9~11段動翼、隔板手入れ
高圧	軽微な摺動傷	4段隔板の一部(ノズル翼)脱落* 軽微な摺動傷	4段静翼製作・設置 手入れ
軸受	中間軸受台基礎部損傷		基礎部等修理

\*)地震の影響ではないと推定

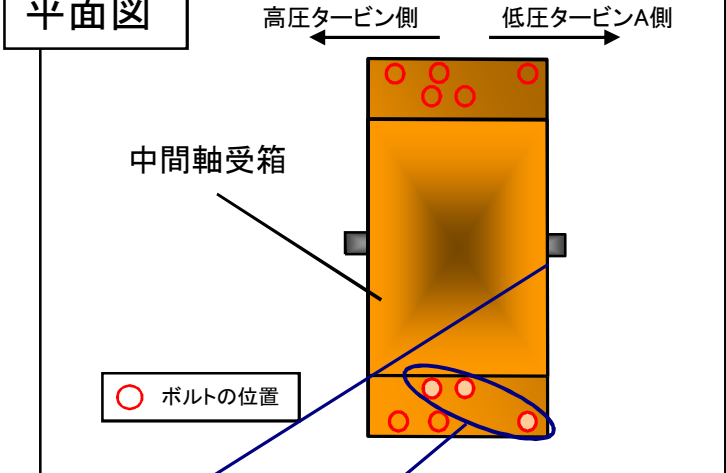
# タービン発電機点検状況(2/2)

## 【中間軸受台点検状況】

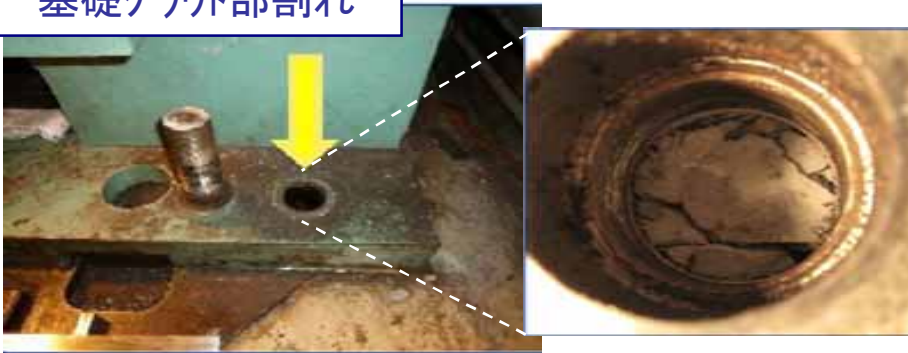
立面図



平面図



基礎グラウト部割れ



軸受箱底部位置ずれ

軸受台の低圧タービン側が約5mm持ち上がっている。(次頁、参照)

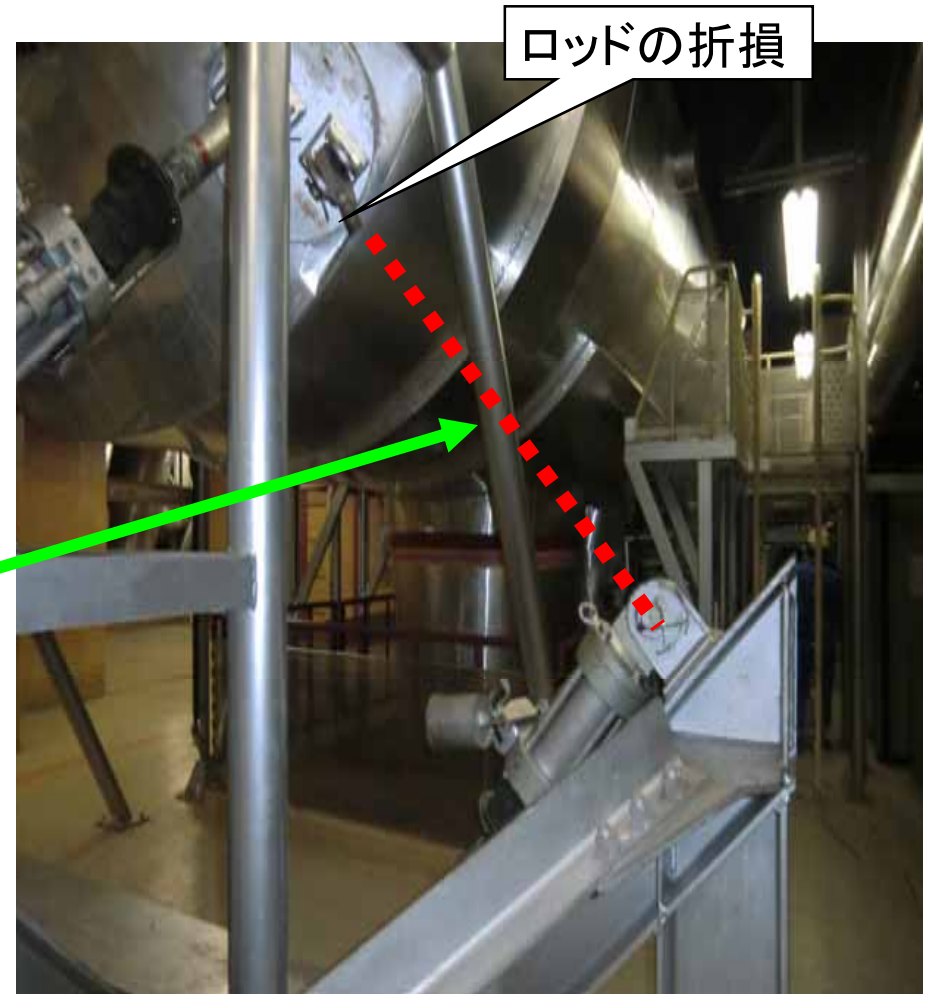
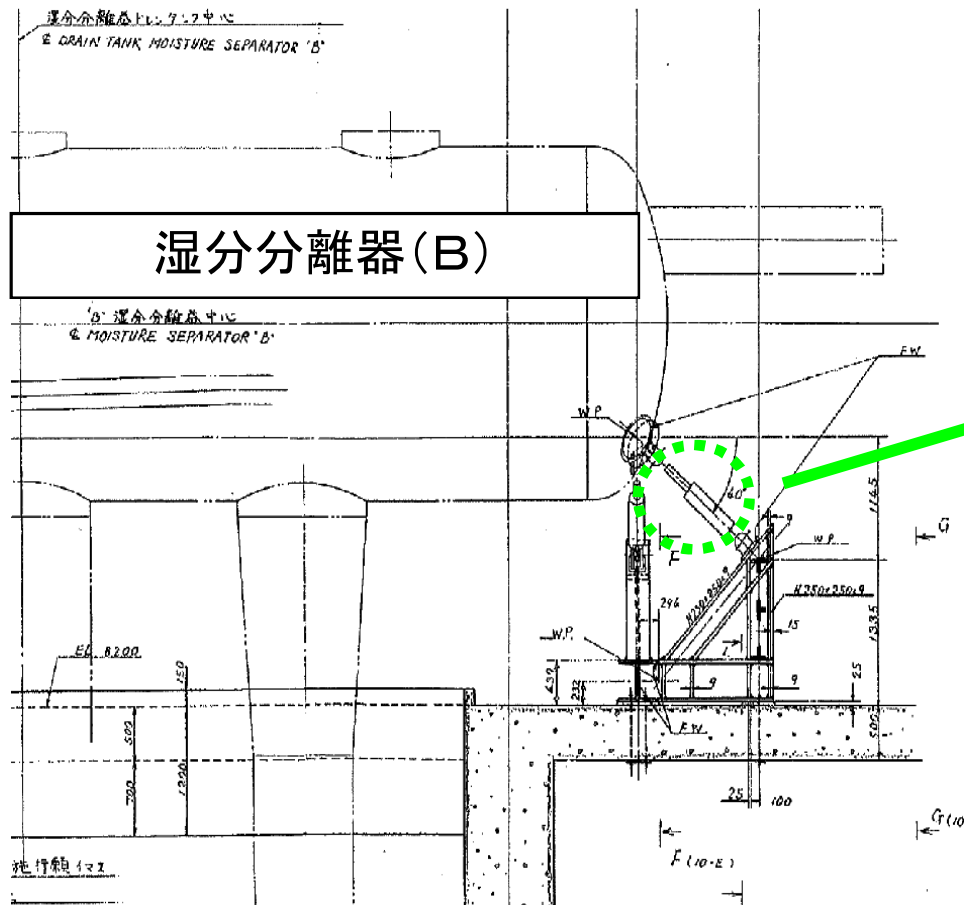
基礎ボルトの緩み

10本ある基礎ボルトのうち3本に緩みが生じていた。(次頁、参照)

## 【今後の点検方針】

中間軸受箱の移動には高圧タービン車室を吊上げる必要があるため、高圧タービンを吊上げた後、中間軸受台を取外して基礎部の点検を実施するとともに、必要に応じて修理を行う。

# 湿分分離器油圧防振器の折損・変形



# 主変圧器、起動用変圧器放圧管からの絶縁油漏れ



起動変圧器全景A

地震に伴い、起動変圧器の液面が変動し  
絶縁油が僅かに放出管から排出



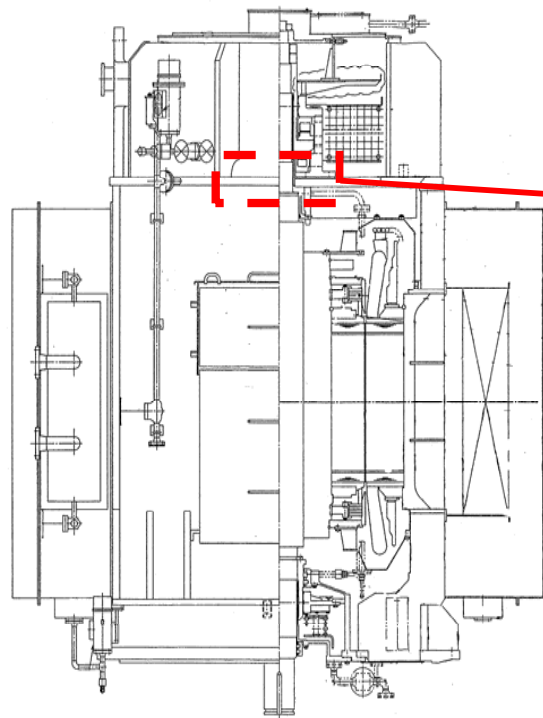
起動変圧器2A



起動変圧器2B



# 原子炉再循環ポンプ(B)モータ油切り擦れ痕



油切り



拡大図



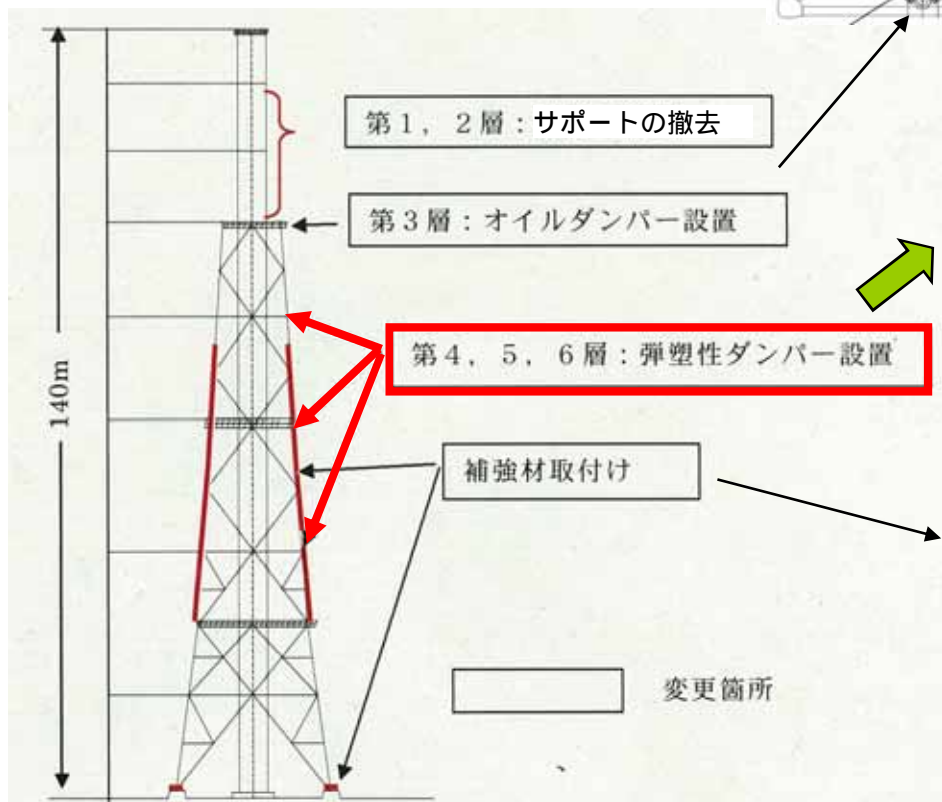
原子炉再循環ポンプ(B)モータ

- ・ 原子炉再循環ポンプ (B) モータ上部油切りと主軸に擦れ痕が確認された。

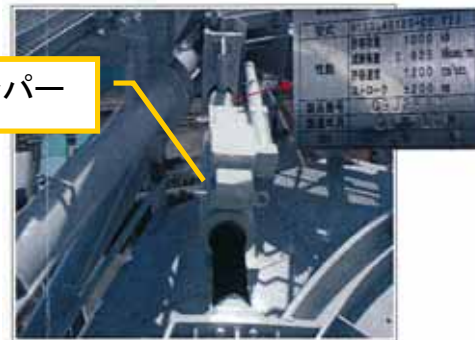
# 排気筒サポート(弾塑性ダンパー)の変形(想定内)

主排気筒のサポート(弾塑性ダンパー)に変形が確認された。

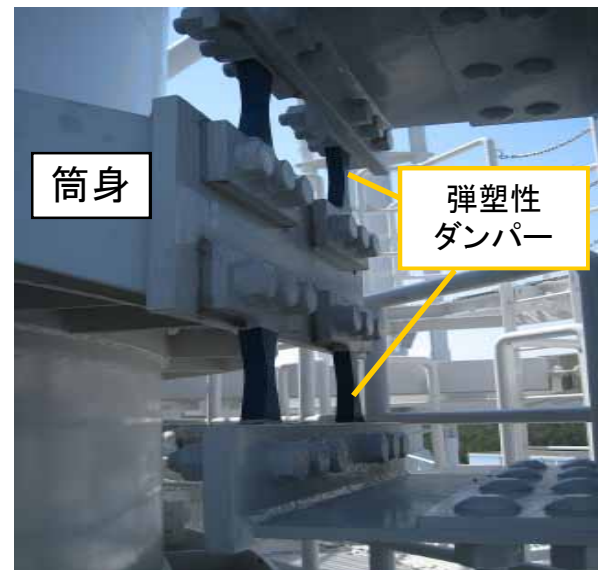
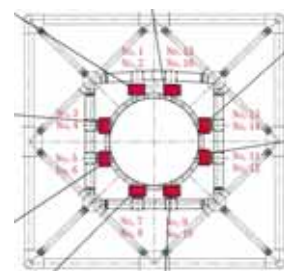
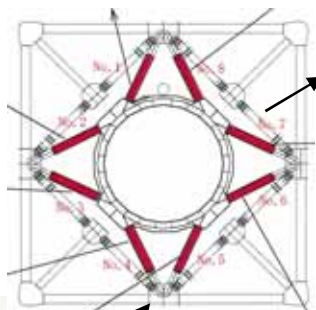
オイルダンパー及び弾塑性ダンパーとは地震による振動を吸収するためのもの



オイルダンパー



オイルダンパー

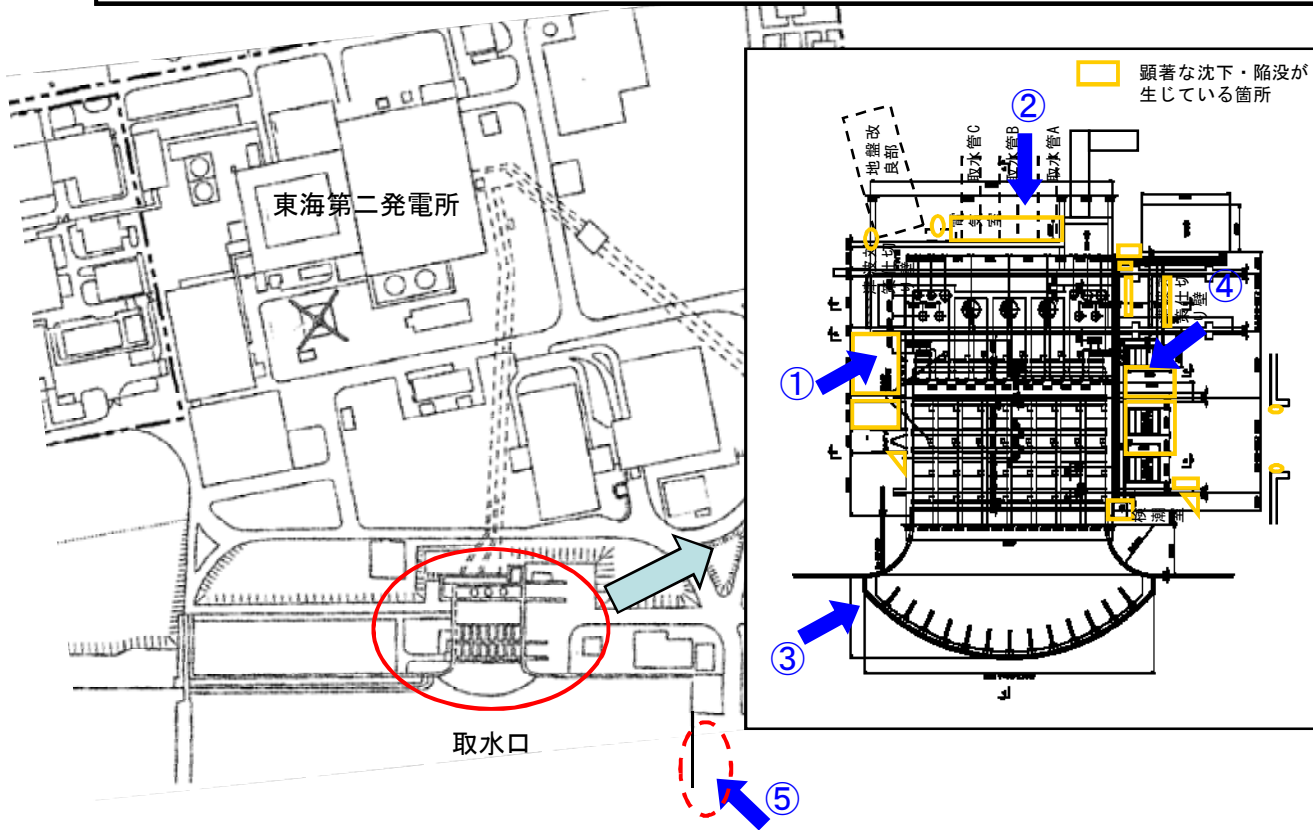


弾塑性ダンパー

補強材



# 地震・津波の影響(取水口周辺)



写真① 液状化(地盤沈下)



写真② 地盤沈下



写真③ 躯体変形(カーテンウォール端部)



写真④ 液状化(地盤沈下)



写真⑤ 地盤沈下

# 東海第二発電所の安全対策

# 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、冷却用代替送水ポンプの配備、建屋浸水対策

緊急時の点検：資機材や除熱、冷却設備の点検実施（4/13完了）  
 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（4/25完了）

## 緊急安全対策（短期）

### 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

○緊急時の水源確保のため消防車、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)



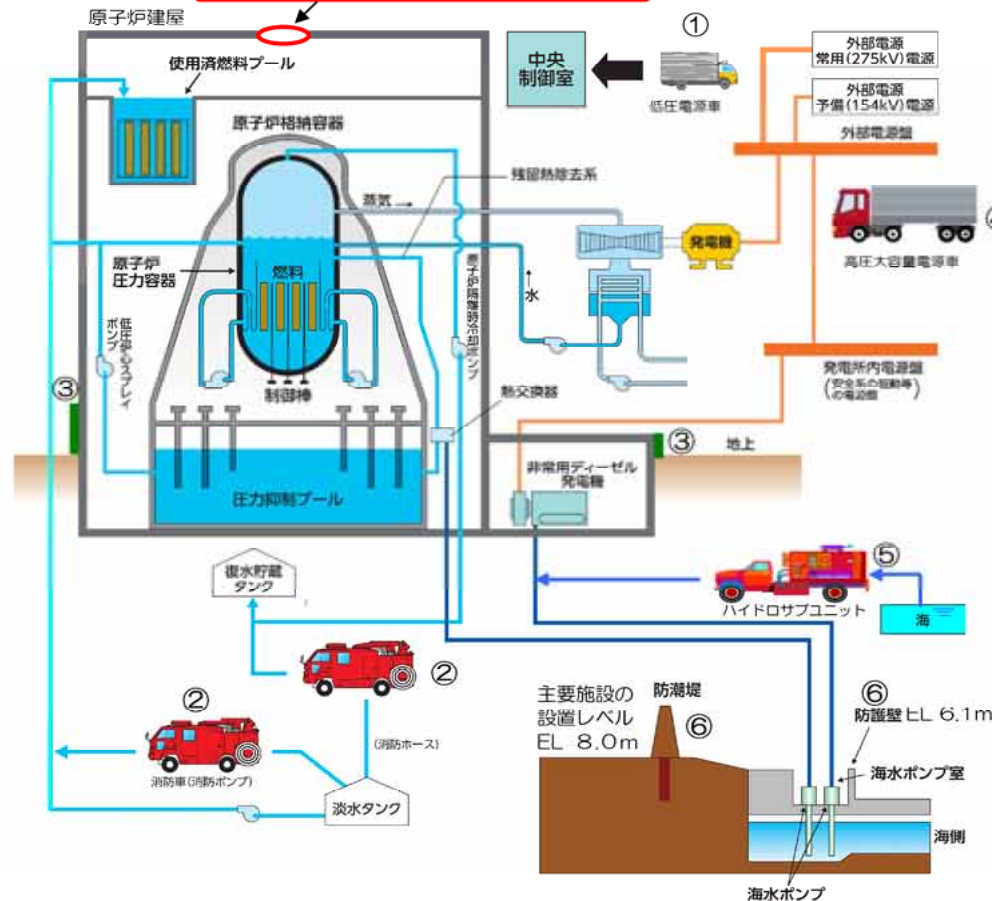
○大容量送水システム（ハイドロサブユニット）を配備済。（4/22）

### 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）  
 ○入口扉及び大物搬入口の補強  
 ○換気口等の上方への延長  
 ○変圧器～電気室までの電路貫通隔壁

## 7 アクシデント・マネージメント対策

水素爆発防止対策（バント設備の設置）



## 更なる安全対策

### 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）



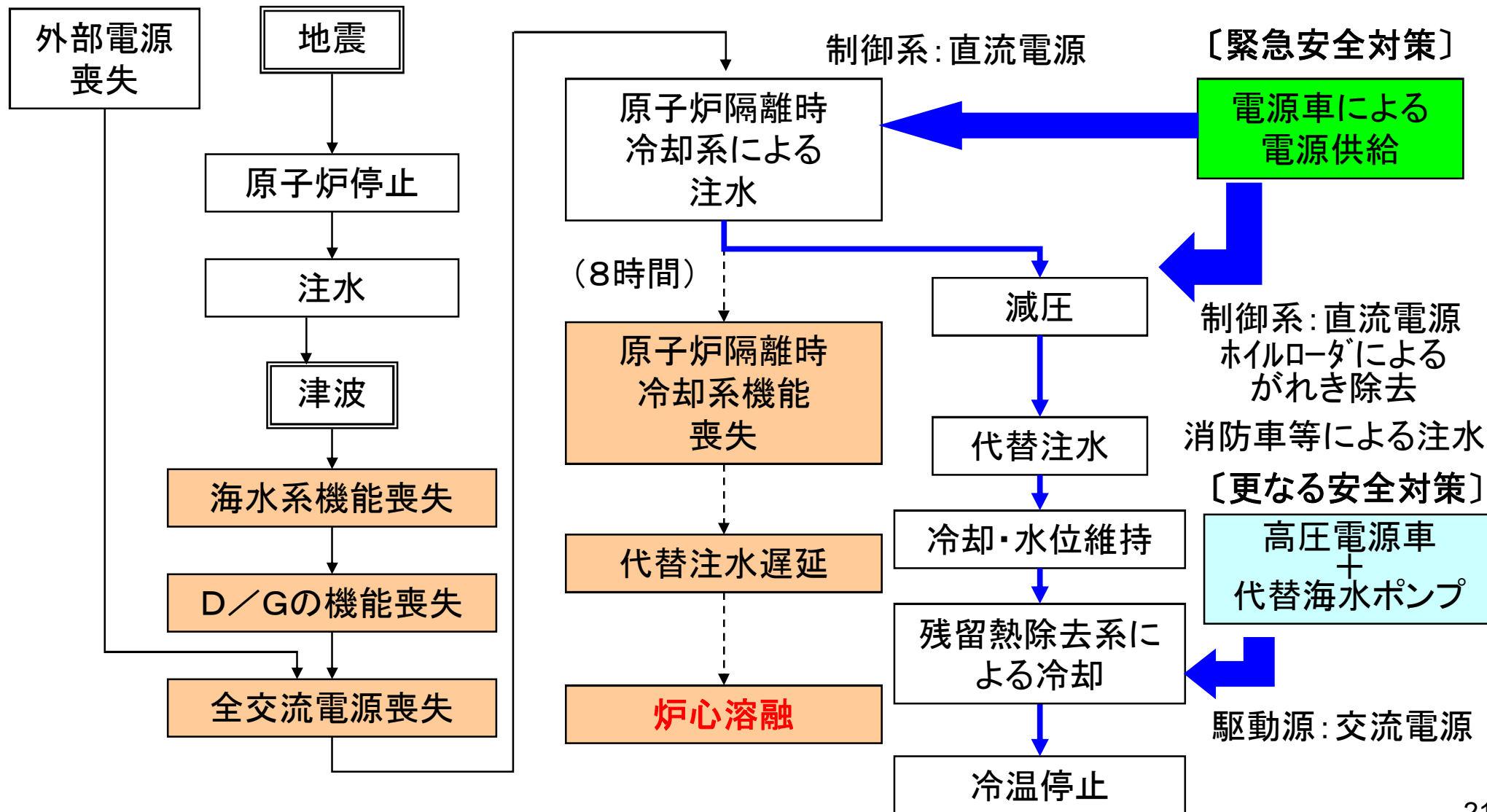
## 津波対策の強化

### 6 津波対策強化（防潮堤の設置等）

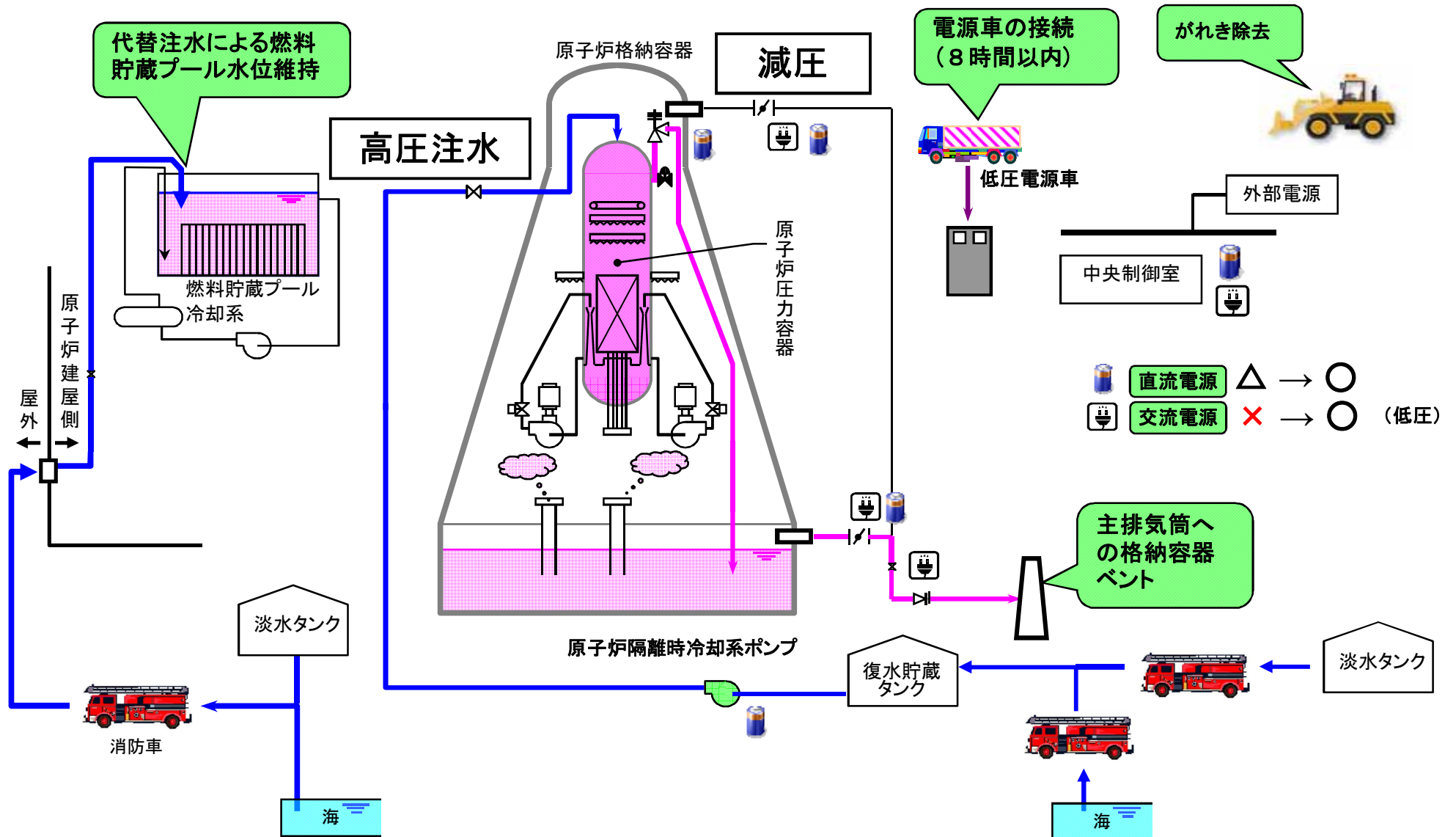
○海水ポンプ室の更なる防護壁の高上げ（～H24.3頃）  
 ○15mの津波を想定した防潮堤設置（3年程度で完了）

# 事象進展フロー

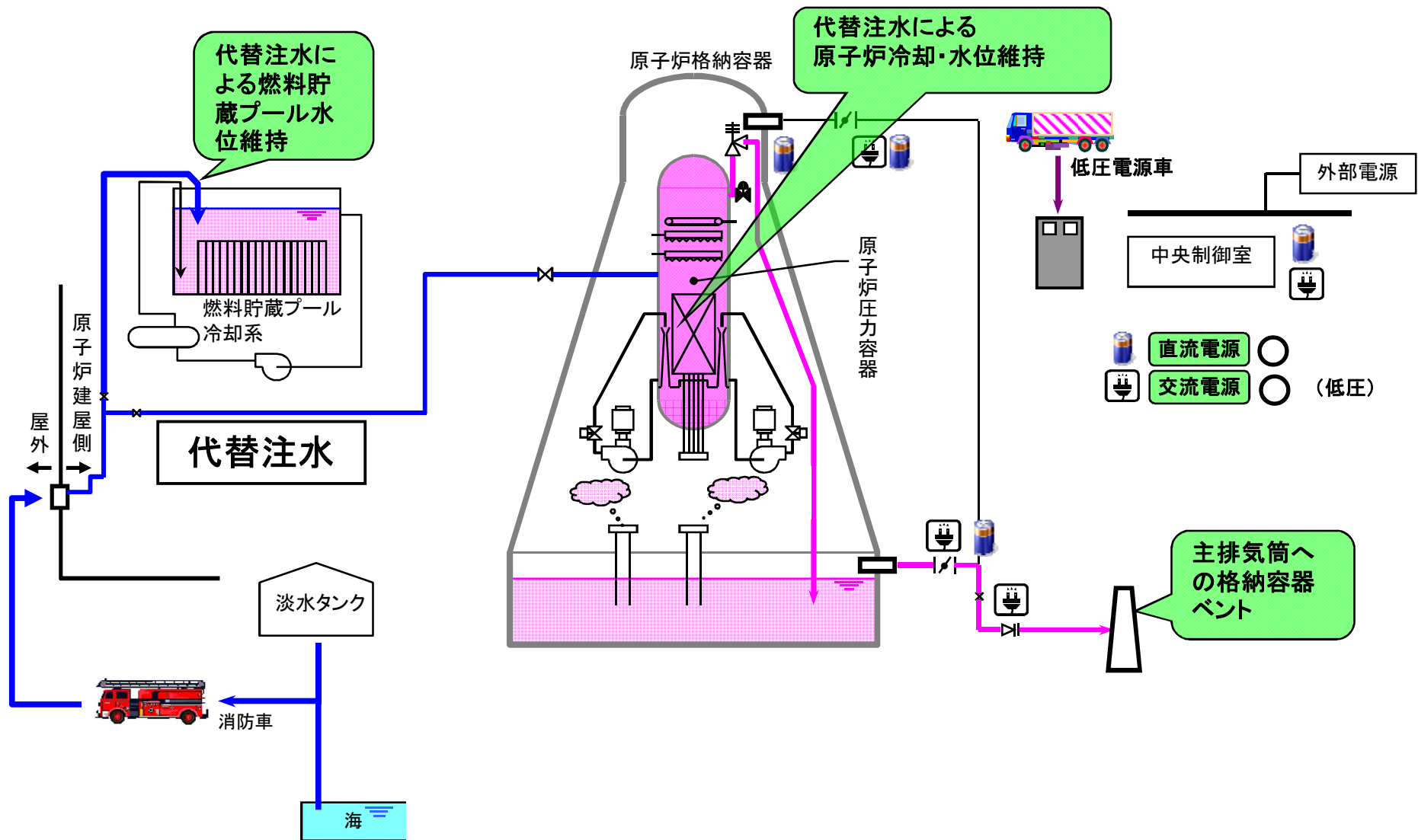
(緊急安全対策及び更なる安全対策実施後)



# 緊急安全対策(1/2):減圧、高圧注水

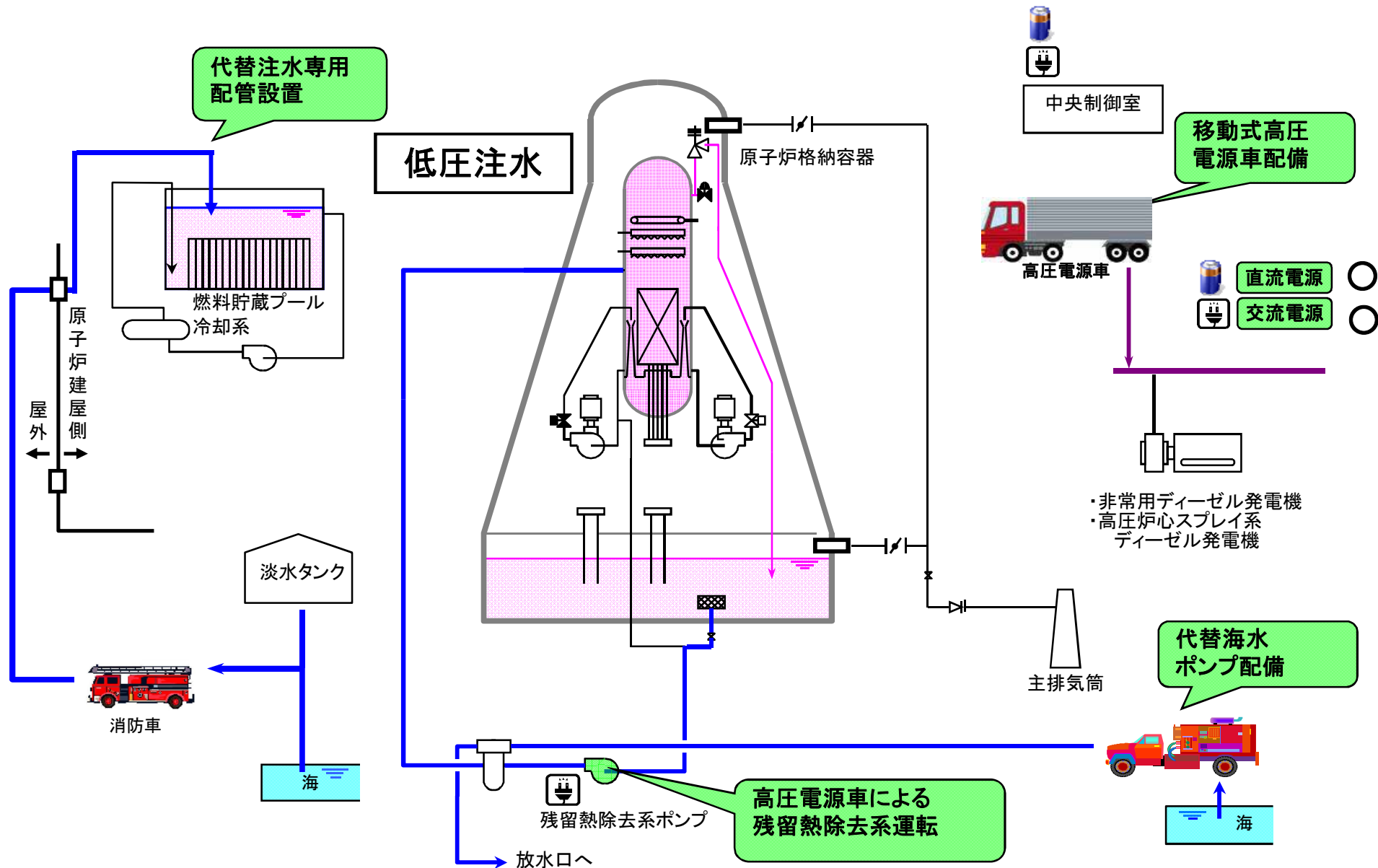


# 緊急安全対策(2/2): 代替注水

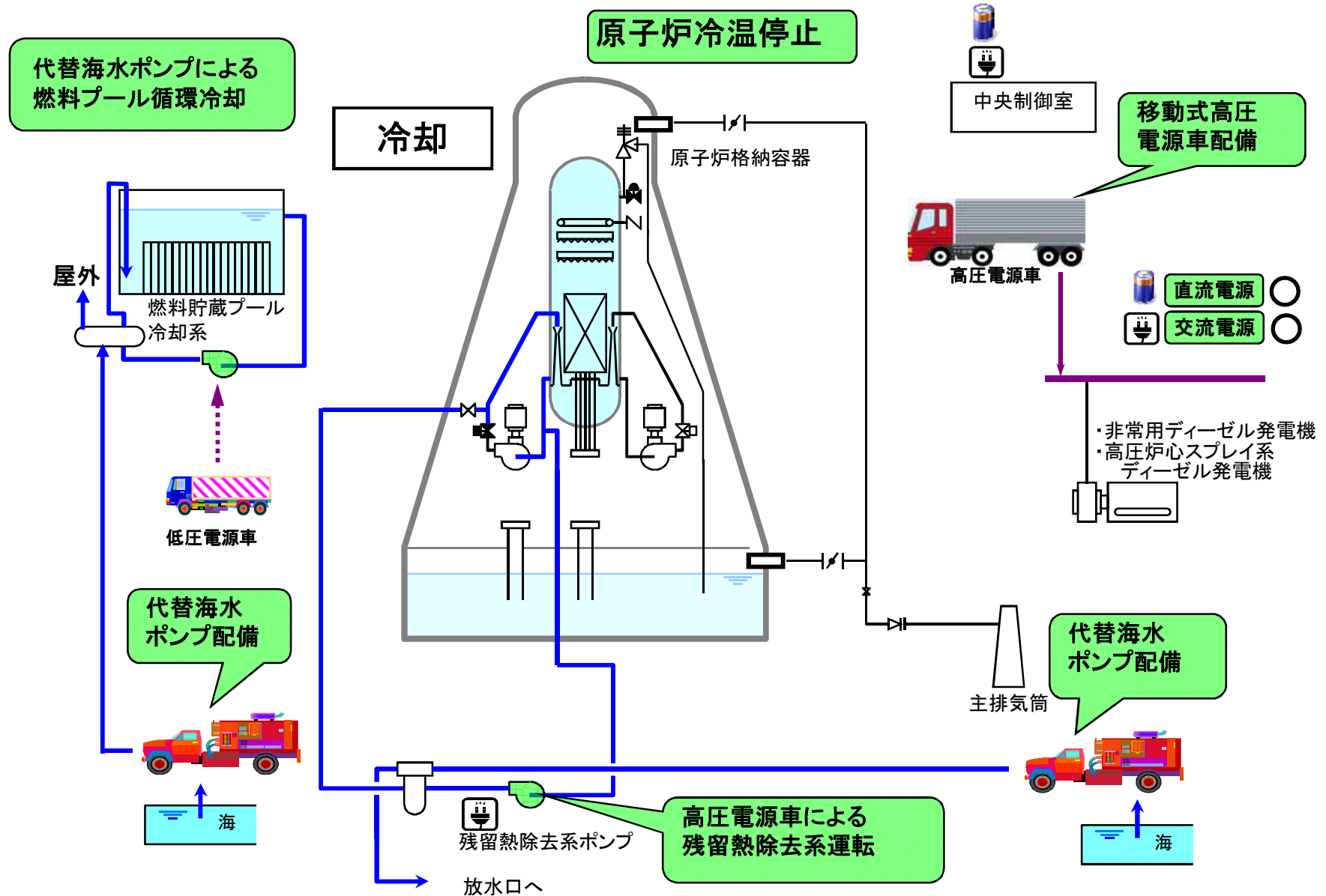




# 更なる安全対策(1/2): 低圧注水



# 更なる安全対策(2/2) : 冷却継続



# ストレステストについて

# 安全性に関する総合的評価の目的と概要

## 目的

原子力発電所の更なる安全性の向上と安全性についての国民・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を実施する。

## 概要

### ○一次評価:

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。

### ○二次評価:

欧州諸国のストレステストの実施状況、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。

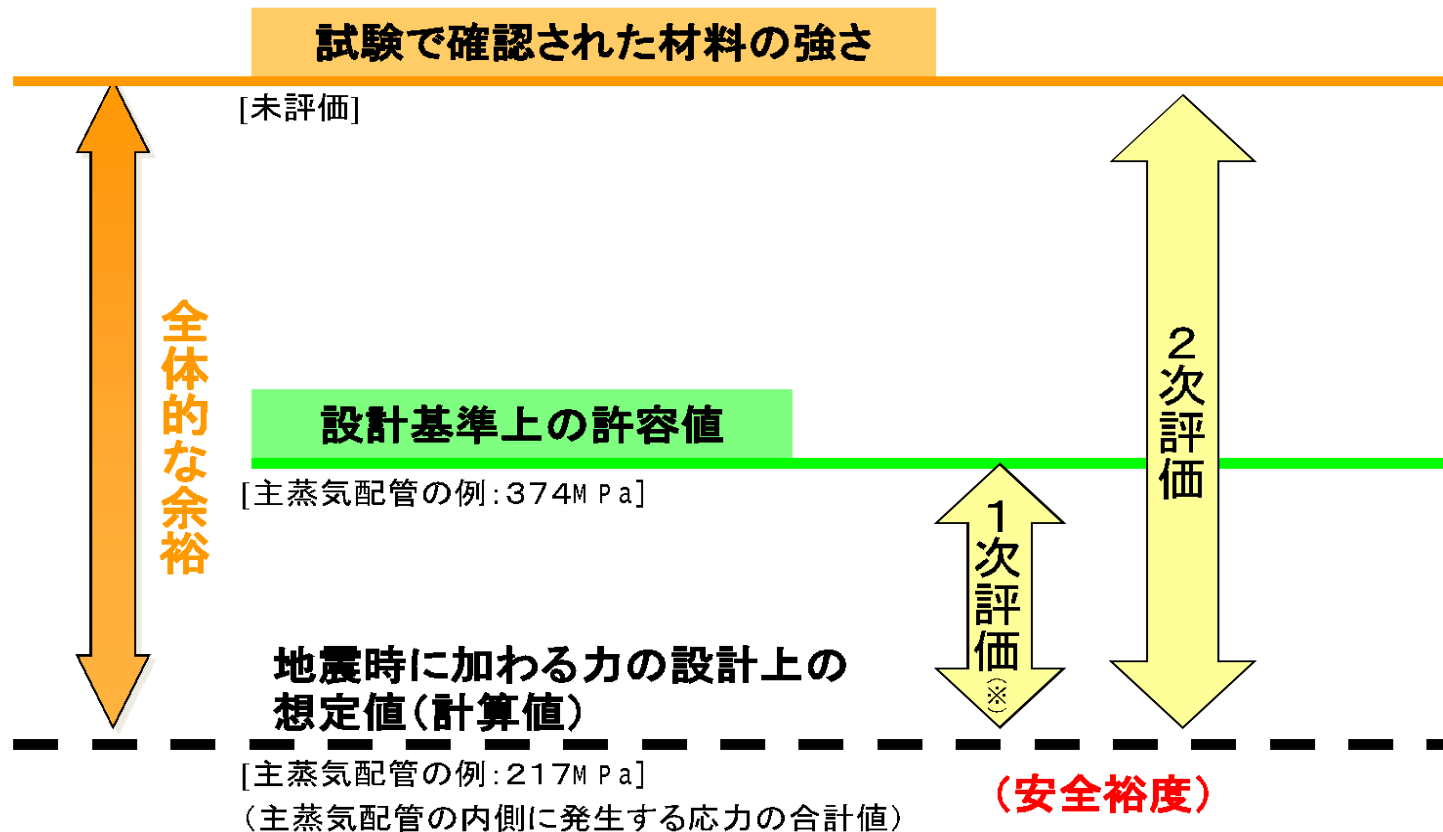
「我が国原子力発電所の安全性の確認について」(7月11日)

出典:原子力安全・保安院HPより

# 地震に対する安全裕度の評価方法(機器等)

一次評価では、安全裕度の比較対象として規制に用いる基準上の許容値を適用。  
二次評価では、構造健全性や機能が実際に失われる値を適用。

## 機器、配管類の構造健全性に関する余裕の考え方(概要)



※一次評価において、構造健全性、機能の維持を技術的に示すことが可能であれば許容値を超える値も適用可とする。

# 一次評価と二次評価の比較について

	一次評価	二次評価
対象設備	安全上重要な施設・機器等	燃料の重大な損傷の原因や防止に関係する施設・機器等
建屋、系統、機器等の評価	地震や津波によって建屋、系統、機器等に対して加わる力などと設計基準上の許容値との比較による安全余裕を評価	地震や津波によって建屋、系統、機器等に対して加わる力などこれらが機能喪失に至る実際の値との比較による安全余裕を評価  (どの程度設計上の想定を超えた場合に、建屋、系統、機器等が機能喪失に至るかについて評価)
施設全体としての安全対策の評価	建屋、系統、機器等がどの範囲まで損傷、機能喪失すれば、燃料の重大な損傷に至るかについて評価	建屋、系統、機器等がどの範囲まで損傷、機能喪失すれば、燃料の重大な損傷に至るかについて評価
燃料の重大な損傷の防止対策の評価	燃料の重大な損傷を防止するため対策の有効性を評価	燃料の重大な損傷を防止するため対策の有効性を評価

# 東海第二発電所: 今後の対応工程

	H23年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	H24年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	
定期検査				①低圧タービン修繕 ②中間軸受台修繕、他													
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
安全対策	①緊急安全対策、シビアアクシデント時の アクシデントマネジメント対策	■															
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
									③中長期安全対策(海水ポンプ室防護壁嵩上げ、防潮堤設置、資機材の高台配備、他)								
									■	■	■	■	■	■	■	■	■
ストレステスト																	
			▼ NISA指示文書(7/22)		▼ 社内検討	■	■	■	▼ 二次評価 結果報告								▼ 一次評価 結果報告