

## 東海第二発電所

# 東北地方太平洋沖地震発生時の 初動対応状況について

平成30年12月25日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

## 目 次

1. はじめに .....	3-2-3
2. 東北地方太平洋沖地震発生時の東海第二発電所の概況 .....	3-2-4
3. 地震発生後の発電所の状況推移 .....	3-2-5
4. 発電所の状況推移 .....	3-2-6
①地震による原子炉自動停止 .....	3-2-6
②津波浸水前の電源確保とプラント冷却 .....	3-2-7
③津波浸水による被災概要 .....	3-2-9
④津波浸水後の電源確保とプラント冷却 .....	3-2-13
⑤冷温停止時の電源確保とプラント冷却 .....	3-2-15
⑥使用済燃料プールの冷却状況 .....	3-2-17
5. 発電所の状況推移の総括 .....	3-2-18
6. 発電所の安全確保に係る運営状況 .....	3-2-19
7. まとめ .....	3-2-27

補足説明資料 東北地方太平洋沖地震発生時の初動対応状況について

- 東海第二発電所は、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震により、外部電源が喪失。その後の津波浸水により、発電所内の非常用の電源の一部が機能を喪失したものの、**プラントは原子炉の「停止」、「冷却」及び「閉じ込め」の各機能を確保し、予め定めている運転操作の手順に従った対応で原子炉冷温停止\*を達成、また使用済燃料プールの冷却も達成し、炉心及び使用済燃料の損傷や外部への放射性物質の放出をもたらすことなく、プラントは安定的に事象収束**
- 発電所の運営にあたっては、原子力防災上の**災害対策本部に準じた発電所本部体制を構築し、本店や関係各所の支援を得て、発電所の安全確保を達成**
- 以下に当時の発生事象、発電所状況推移、安全確保に係る発電所運営状況を提示

\*原子炉冷温停止：原子炉冷却材温度が100℃以下の状態を示す。原子炉停止後の安定的な冷却状態の指標

## 2. 東北地方太平洋沖地震発生時の東海第二発電所の概況



### ○発電所の運転状態

- ・原子炉 : 定格熱出力一定運転中 (定格熱出力3,293MW), 定格電気出力1,100MW
- ・使用済燃料プール : 使用済燃料を冷却中 : 燃料プール冷却浄化系が運転中
- ・電源系統 : 外部電源全3回線が運用/待機中 : 275kVが2回線, 154kVが1回線  
ディーゼル発電機全3台待機中 非常用ディーゼル発電機 : 2台  
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 : 1台

### ○発電所の運営状況

発電所に常駐する運転員等の当直勤務者に加えて、日勤業務を行う所員(約300名)と協力会社社員・作業員(約800名)が発電所で勤務中

- 東北地方太平洋沖地震の発生直前まで、東海第二発電所は通常どおりの定格出力一定運転と平常的な発電所運営を実施



### 3. 地震発生後の発電所の状況推移



#### 【東海第二発電所の状況推移】

#### 原子炉の安全確保の3原則の達成状況

3/11 地震の発生

外部電源の喪失

3/11 津波の襲来

ディーゼル発電機3台中1台が停止  
(冷却用海水ポンプの津波浸水による停止)

2台のディーゼル発電機で原子炉及び使用済燃料プールの冷却に必要な電源を供給

原子炉及び使用済燃料プールの冷却を継続

3/13 外部電源の一部復旧

3/15 原子炉水温100°C以下となり冷温停止を達成

以降も安定的な冷却継続

#### ①止める

地震により原子炉は自動停止(原子炉スクラム)  
⇒「止める」を達成

#### ②冷やす

ディーゼル発電機2台により電源を供給し、冷却用のポンプで原子炉及び使用済燃料プールの冷却を継続 ⇒「冷やす」を達成

#### ③閉じ込める

燃料の崩壊熱除去を続け、原子炉冷温停止及び使用済燃料プールを含む安定的な冷却継続に成功 ⇒「閉じ込める」を達成

東海第二発電所は東北地方太平洋沖地震と津波により被災したが、**安全確保の3原則を達成して発電所の安全を確保**

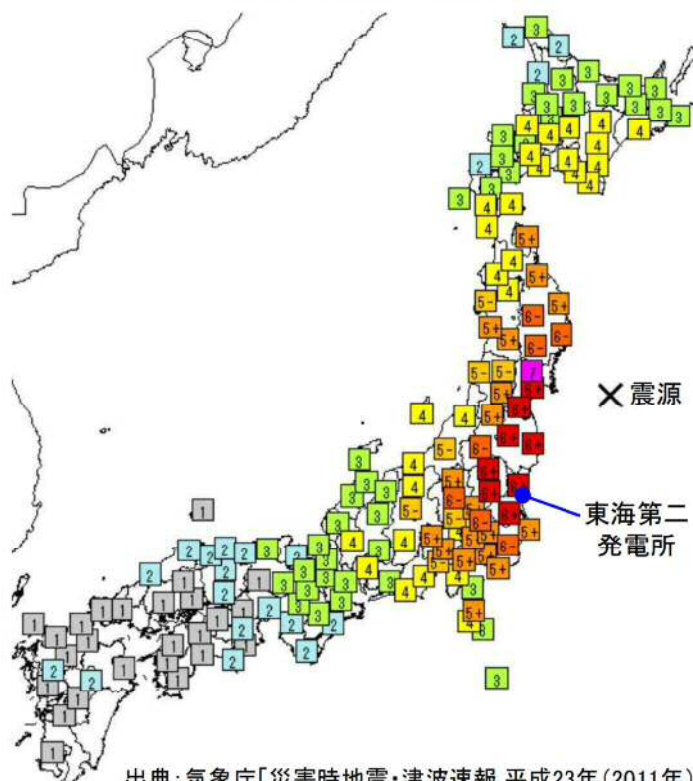
## 4. 発電所の状況推移 ①地震による原子炉自動停止



### ○地震の概要

- ・発生日時 : 平成23年3月11日14時46分
- ・震源 : 三陸沖(牡鹿半島の東南東, 約130km付近)
- ・震源深さ : 約24km
- ・震源規模 : Mw9.0
- ・主な震度 : 最大震度7 宮城県栗原市

震度6弱 東海村



出典: 気象庁「災害時地震・津波速報 平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震」に一部加筆

○3月11日14時46分の本震により、タービン軸受振動大によるタービン発電機の自動停止が発生

- ⇒ 「主蒸気止め弁閉」原子炉停止信号(原子炉スクラム信号)発信
- ⇒ 炉心に制御棒が全挿入され原子炉は未臨界となり停止

○発電所では以下の地震加速度が観測され(①)、地震による原子炉スクラム設定値(②)を超過

⇒ 「地震加速度大」原子炉停止信号も発信

原子炉建屋地下2階基礎版上端(標高-4.0m)位置の最大応答加速度

- ・水平方向(南北)214gal, (東西)225gal, 水平方向合成値262gal
- ・上下方向 189gal

○地震加速度の観測値(①)は、当時の発電所の基準地震動Ss-Dの600ガルで評価した最大応答加速度(③)を下回る。

⇒ 原子炉安全等に係る重要な安全設備への機能影響は生じず。

最大応答加速度 (gal; cm/s <sup>2</sup> )	水平方向		上下方向
	NS(南北)	EW(東西)	UD
③基準地震動Ss-D (600gal)での評価*2	393	400	456
①観測記録*1	214	合成262	189
②原子炉スクラム設定値	250		120

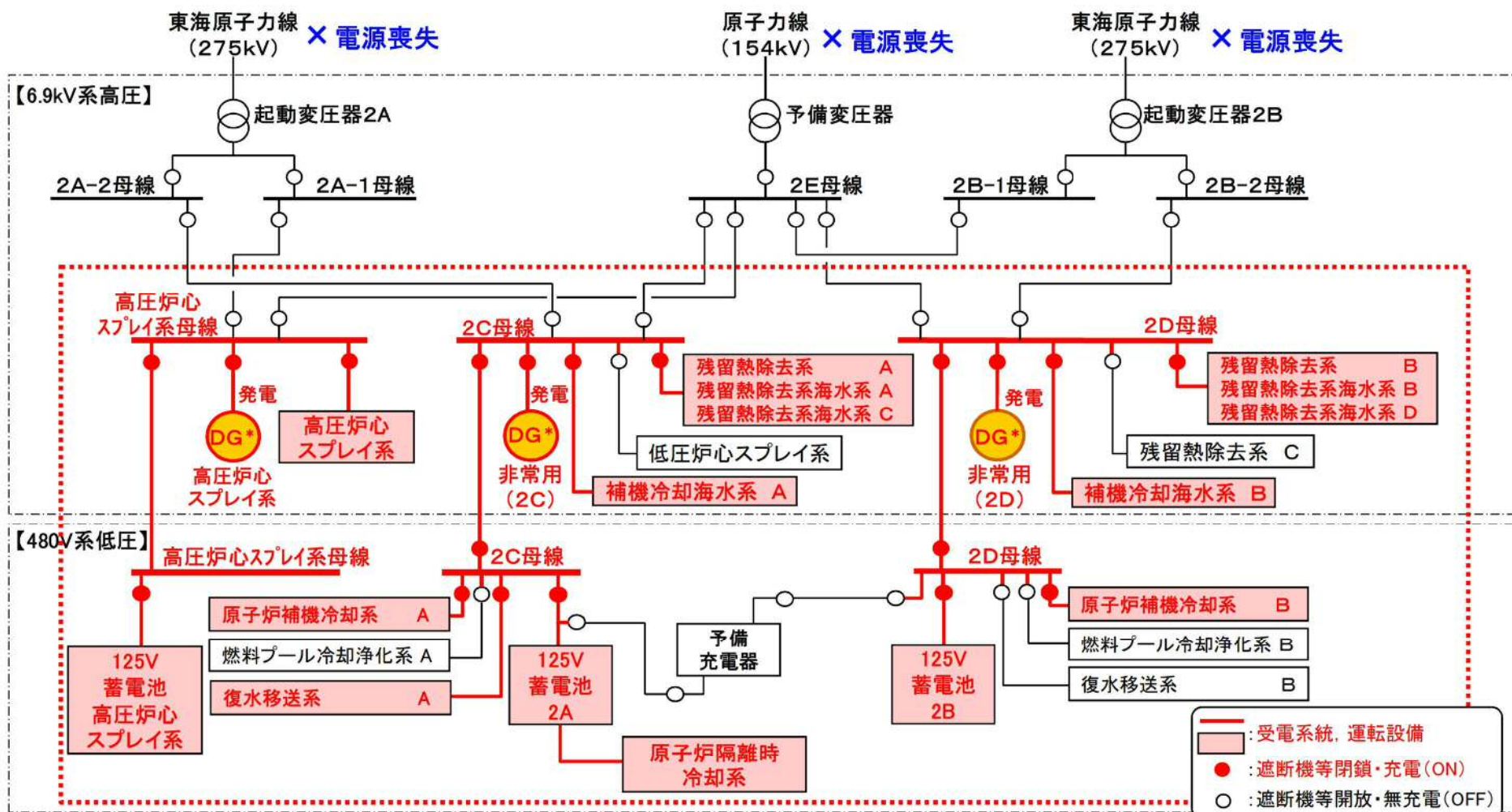
\*1 原子炉建屋地下2階の地震計による記録。水平方向合成値は262gal

\*2 平成23年当時の耐震バックチェックの基準地震動(Ss-D)による原子炉建屋地下2階位置の地震応答解析結果

## 4. 発電所の状況推移 ②津波浸水前の電源確保とプラント冷却 (1/2)



- 外部電源系統は、地震による発電所外部の変電所施設の損傷等により、3回線すべての電源が喪失
- 非常用ディーゼル発電機2台(2C,2D)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の合計3台が自動起動
- 非常用の電源母線が充電され、非常用炉心冷却系、使用済燃料プールの冷却設備等が使用可能



\* DG: 非常用ディーゼル発電機又は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機

# 4. 発電所の状況推移 ②津波浸水前の電源確保とプラント冷却 (2/2)



○地震発生後のプラント冷却状態。原子炉自動停止後、主蒸気逃がし安全弁の開閉により原子炉の蒸気を圧力抑制プールに逃がし原子炉圧力を制御、ディーゼル発電機の自動起動により非常用電源を確保、原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系により原子炉に注水し原子炉水位の確保に成功

○残留熱除去系2系統を起動し、サブレーション・プールの冷却により原子炉の崩壊熱除去を開始

平成23年3月11日14時46分  
東北地方太平洋沖地震発生

①原子炉自動停止  
(制御棒全挿入に成功)

(14:48)

②主蒸気逃がし安全弁により  
原子炉圧力を制御

(14:48)

③外部電源が喪失

(14:48)

④非常用DG\*2台及び高圧炉心ス  
プレイ系DG\*で冷却用の非常用  
電源確保

(14:48)

⑤原子炉隔離時冷却系ポンプ及び  
高圧炉心スプレイ系ポンプで  
原子炉注水し原子炉水位を確保

(14:48, 14:49)

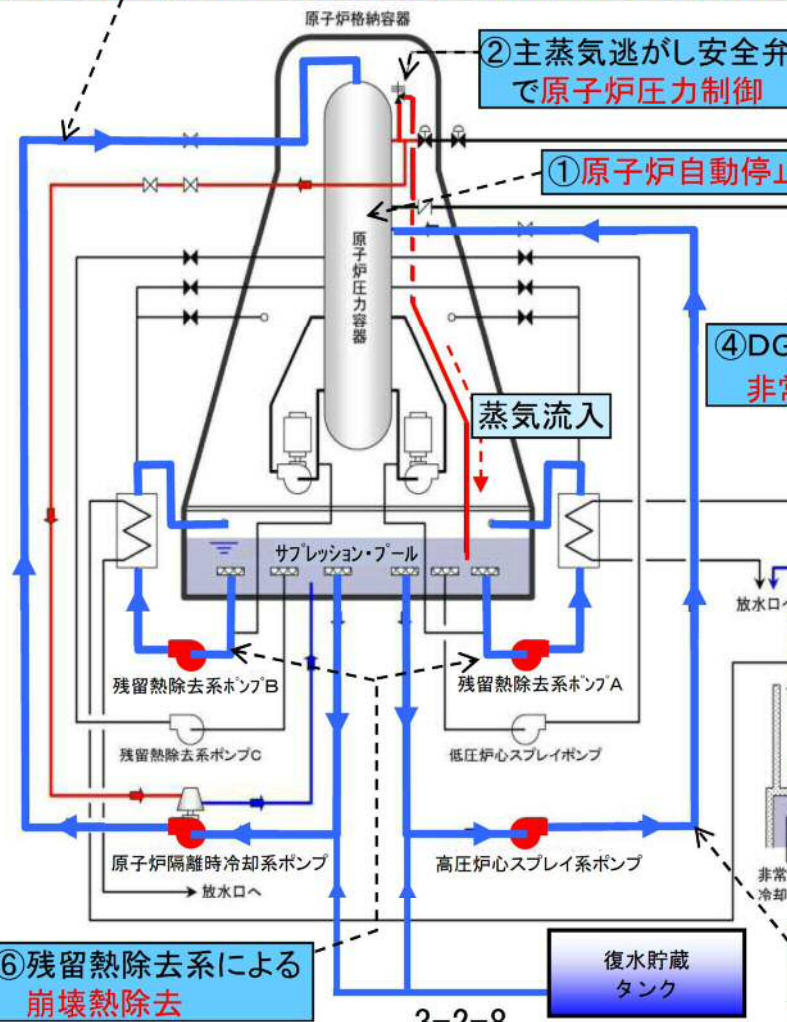
⑥残留熱除去系2系統によるサブ  
レーション・プールの冷却開始  
(海水との熱交換による崩壊熱除去)

(15:01～, 16:40～)

⑤原子炉隔離時冷却系ポンプによる原子炉注水・水位確保

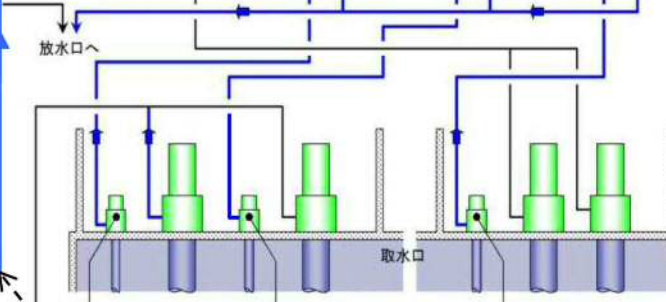
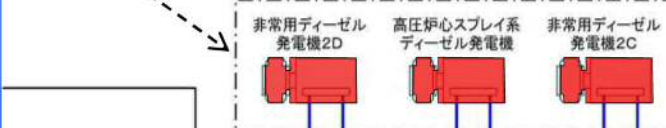
②主蒸気逃がし安全弁  
で原子炉圧力制御

③外部電源喪失



①原子炉自動停止

④DG3台自動起動  
非常用電源確保



⑤高圧炉心スプレイ系ポンプ  
による原子炉注水・水位確保

3-2-8

\* DG: ディーゼル発電機

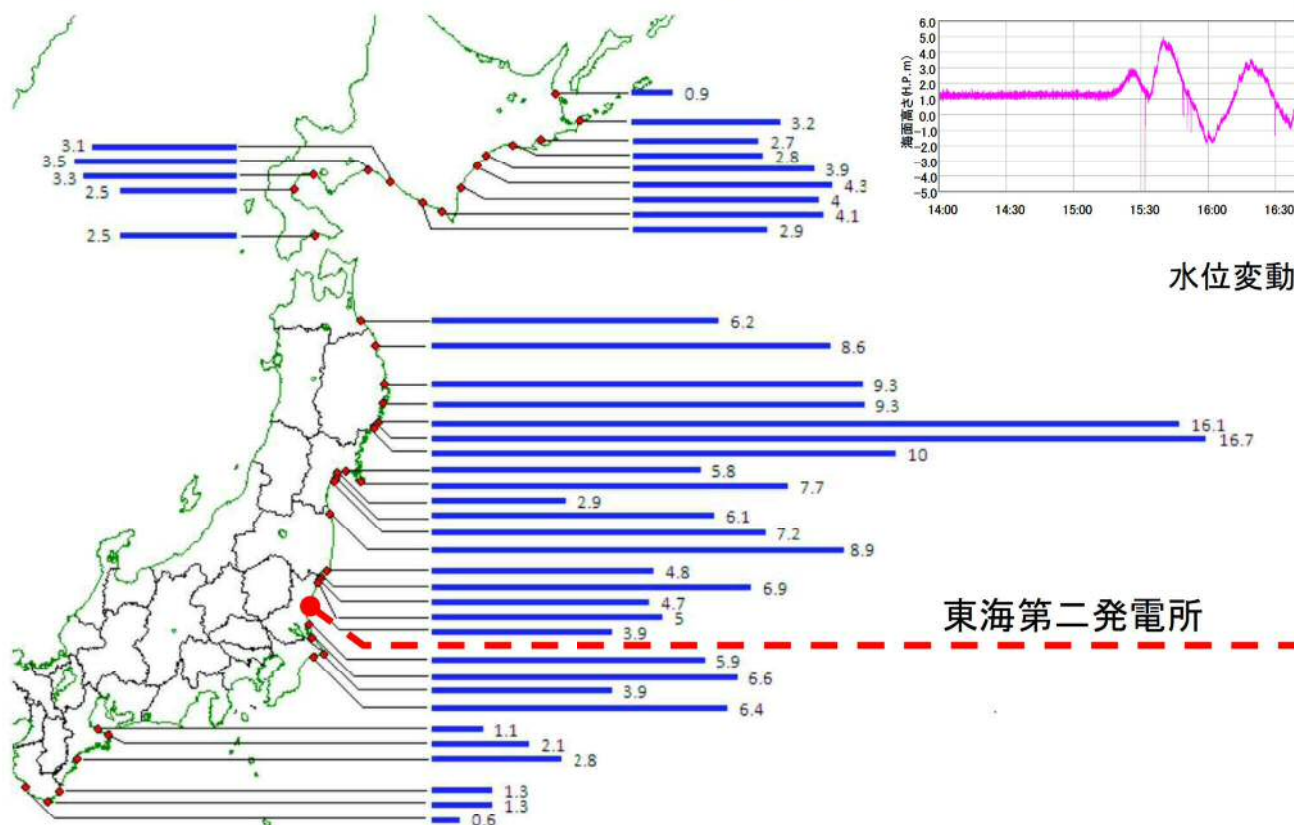


# 4. 発電所の状況推移 ③津波浸水による被災概要 (1/4)



## ○津波の概要

- ・東北地方太平洋沖地震の発生に伴い、東北地方から関東地方北部の太平洋側を中心に国内の広い範囲で津波が発生
- ・現地調査による津波痕跡位置等による津波高さの推定として10mを超える津波の痕跡が確認

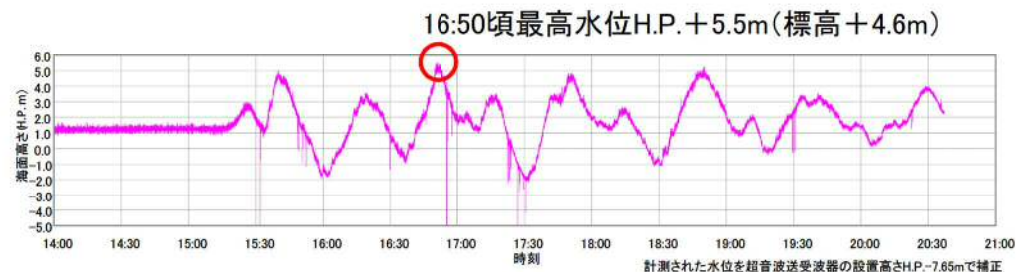


津波の痕跡から推定した津波の高さ(m)

出典：気象庁「災害時地震・津波速報 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」に加筆

## ○東海第二発電所における津波水位の観測

- ・東海港の沖合い(約150m)に設置した波高計により、3月11日16:50頃に最高水位約H.P.+5.5m (標高+4.6m)を観測



水位変動の記録(超音波式波高計より)



#### 4. 発電所の状況推移 ③津波浸水による被災概要 (2/4)

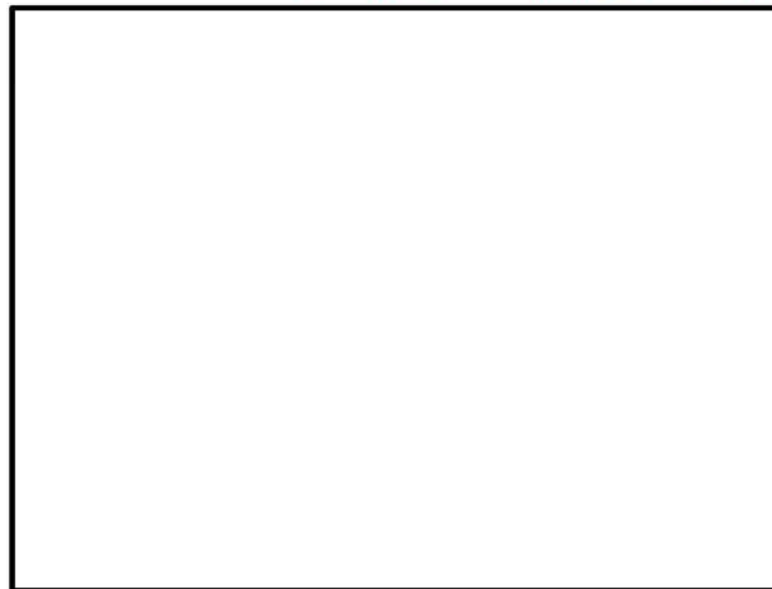


##### ○発電所への津波到達時の取水口付近における浸水状況

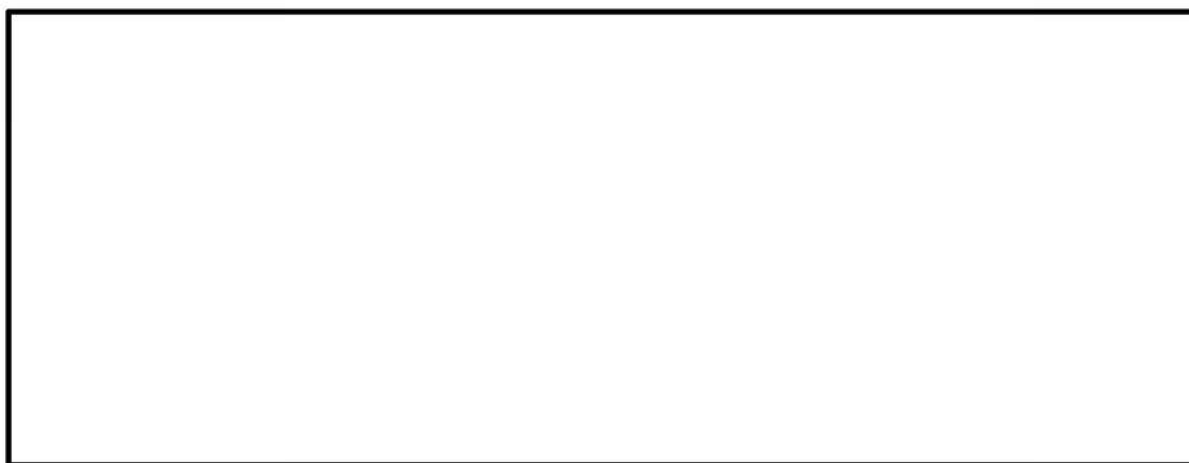
- ・東海第二発電所の取水口付近で津波高さは標高+5m程度に達し、**地上高さで2m程度まで冠水**



津波到達前  
(地上高さ標高+3m)



津波到達時  
(地上高さ2m程度冠水)



取水口付近の津波浸水状況の撮影箇所  
3-2-10

\* 上記写真は核物質防護上の重要な情報を含むため非公開扱いに加え一部黒塗りとしている。

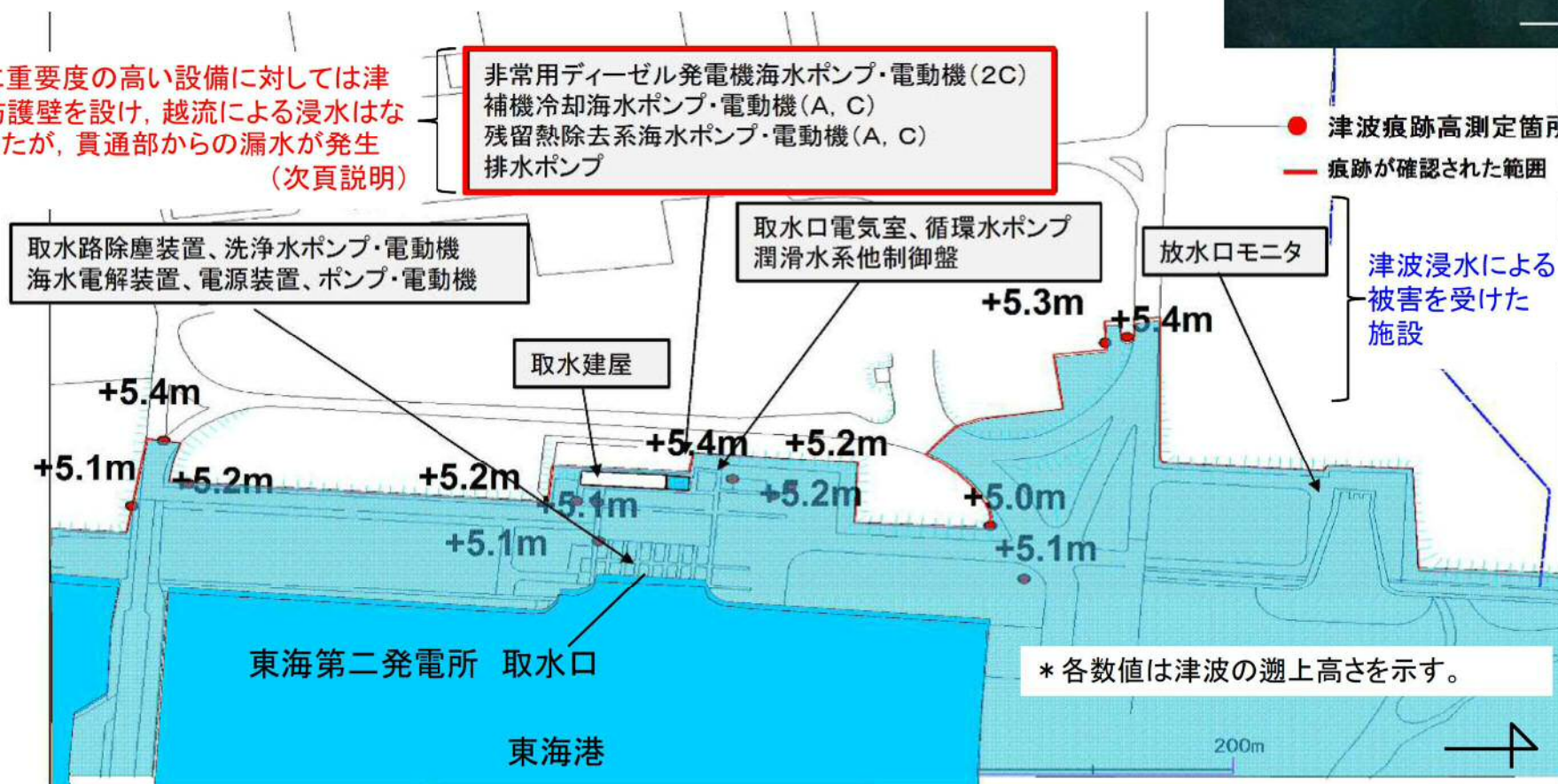
#### 4. 発電所の状況推移 ③津波浸水による被災概要 (3/4)

##### ○東海第二発電所の津波による浸水エリア及び浸水した原子炉施設

- ・発電所の東海港, 海岸線沿いの護岸及び取水口付近は標高+3m程度であり津波が浸水
- ・津波は敷地に遡上し, **最高で標高+5.4mに到達**。海沿いの一部の施設が**津波浸水の被害**を受けた。津波は原子炉建屋等の設置高さ(標高+8m)までは到達せず。



特に重要度の高い設備に対しては津波防護壁を設け, 越流による浸水はなかったが, 貫通部からの漏水が発生  
(次頁説明)

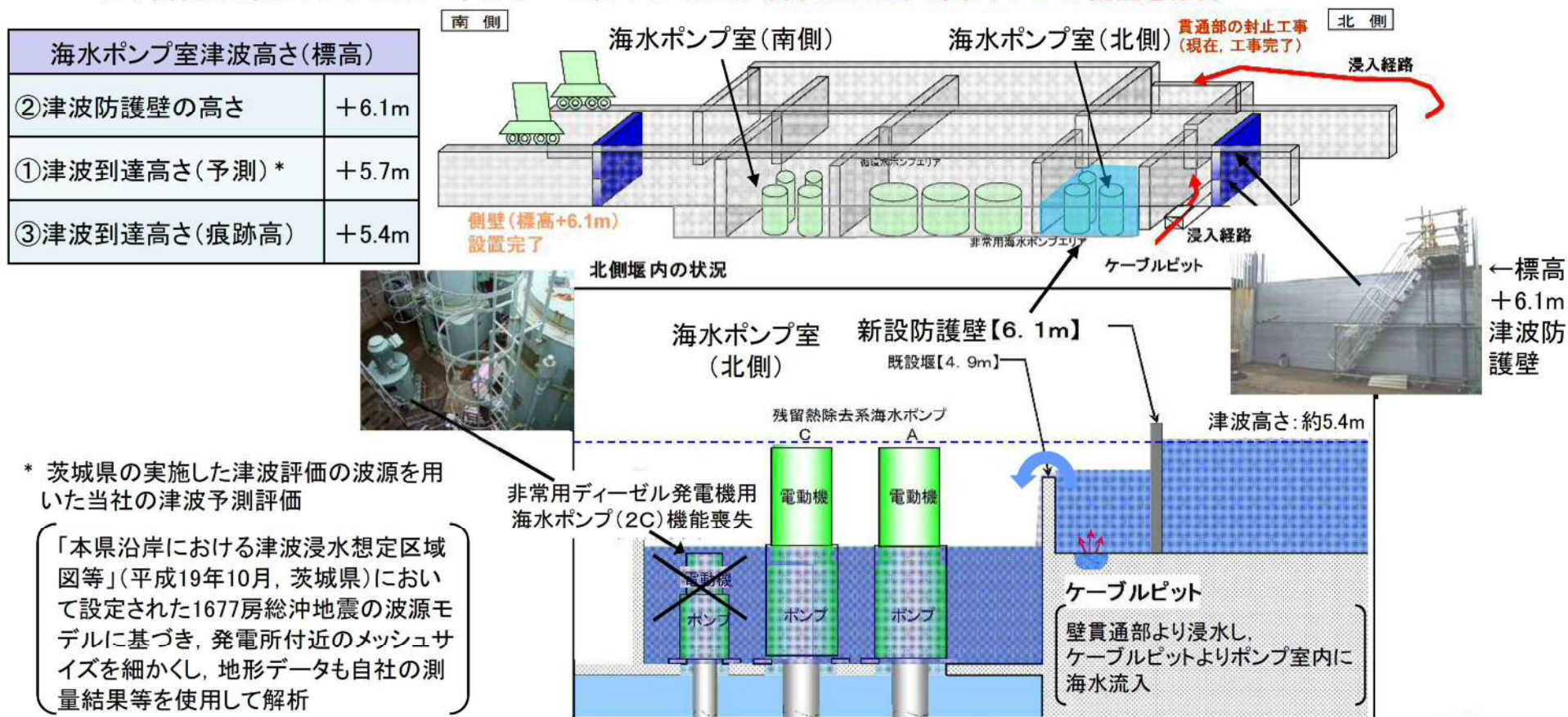


# 4. 発電所の状況推移 ③津波浸水による被災概要 (4/4)



## ○津波到達時の海水ポンプ室の浸水状況

- ・非常用ディーゼル発電機の冷却等に用いる海水ポンプ等は、南北2カ所に分離して設けた海水ポンプ室内に設置  
各海水ポンプ室に対して、**当時の新知見に基づく津波評価\*** (津波到達高さ予測標高+5.7m) (①)  
を踏まえ側壁の嵩上げ工事を実施し、**標高+6.1mの高さの津波防護壁を設置済み**(②)
- ・海水ポンプ室への**津波到達高さは標高+5.4m(③)に止まり**、**標高+6.1mの津波防護壁により頂部からの越流を防止**
- ・この際に、北側の海水ポンプ室は電気ケーブルの壁貫通部の止水処置工事が終了しておらず、  
**壁貫通部からの浸水で非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ(2C)の電動機が冠水し機能喪失、運転停止**
- ・一方、南側の海水ポンプ室は工事がすべて終了しており、**浸水は生じず海水ポンプの機能を維持**

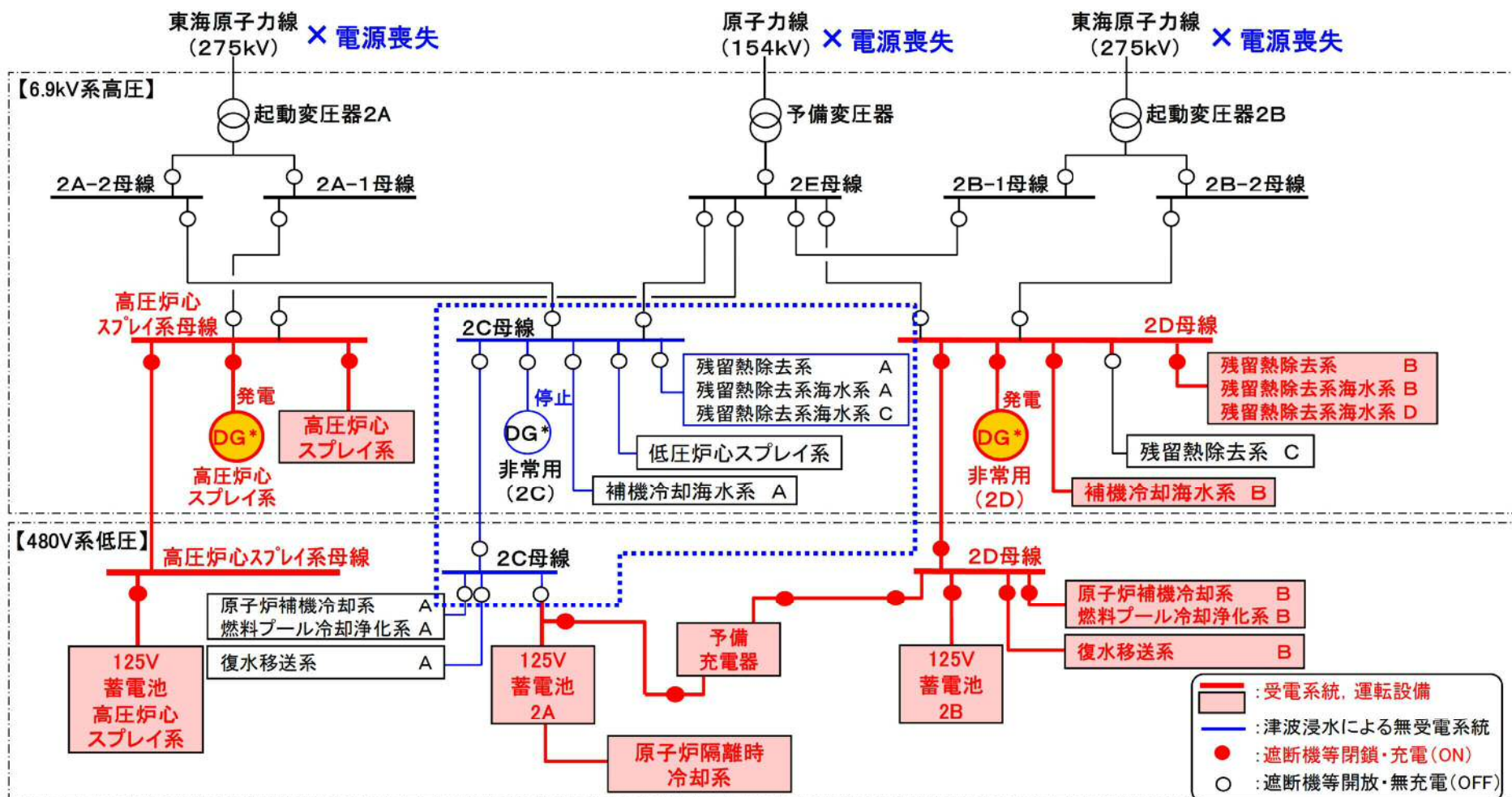


# 4. 発電所の状況推移 ④津波浸水後の電源確保とプラント冷却 (1/2)



## ○津波浸水後の東海第二発電所の電源確保の状況

- ・外部電源系統は、地震により3回線すべてが電源喪失した状態が継続中
- ・津波浸水による海水ポンプの機能喪失・停止を受け、非常用ディーゼル発電機1台(2C)を手動停止
- これにより非常用の電源母線(2C)が無受電となり、この負荷の残留熱除去系A系等が停止
- ・非常用ディーゼル発電機1台(2D)及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の2台は運転を継続



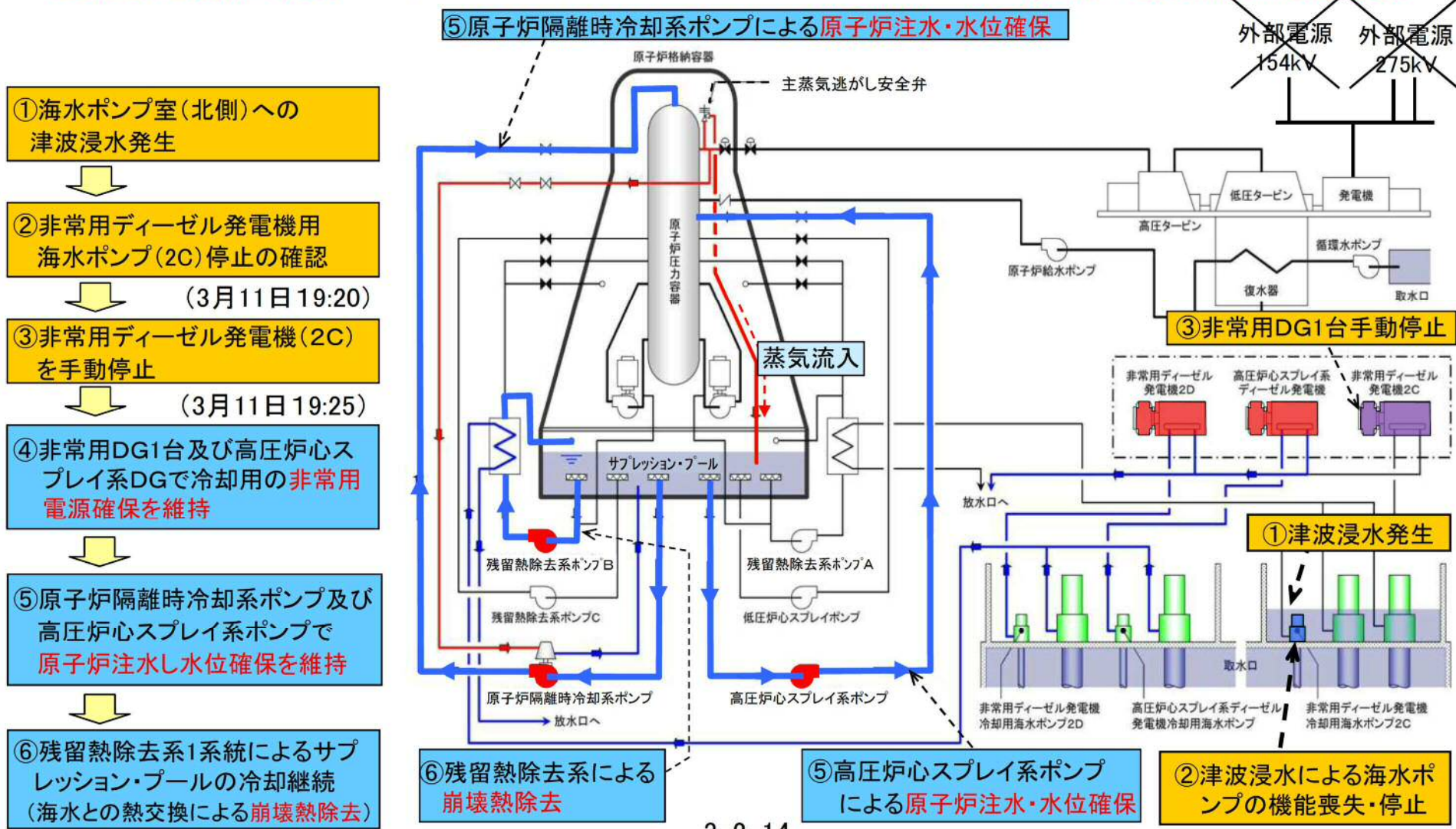
3-2-13 \*DG: 非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機

# 4. 発電所の状況推移 ④津波浸水後の電源確保とプラント冷却 (2/2)



○津波浸水後のプラント冷却状態。3月11日の海水ポンプ室(北側)への津波浸水により、非常ディーゼル発電機用海水ポンプ電動機が冠水して機能喪失により停止、これを受け運転員が非常用ディーゼル発電機1台を手動停止

○2台のディーゼル発電機により非常用電源確保は維持、原子炉隔離時冷却系及び高圧炉心スプレイ系による原子炉注水と水位確保の維持、残留熱除去系によるサブレーション・プールの冷却による原子炉の崩壊熱の除去は継続



# 4. 発電所の状況推移 ⑤冷温停止時の電源確保とプラント冷却 (1/2)



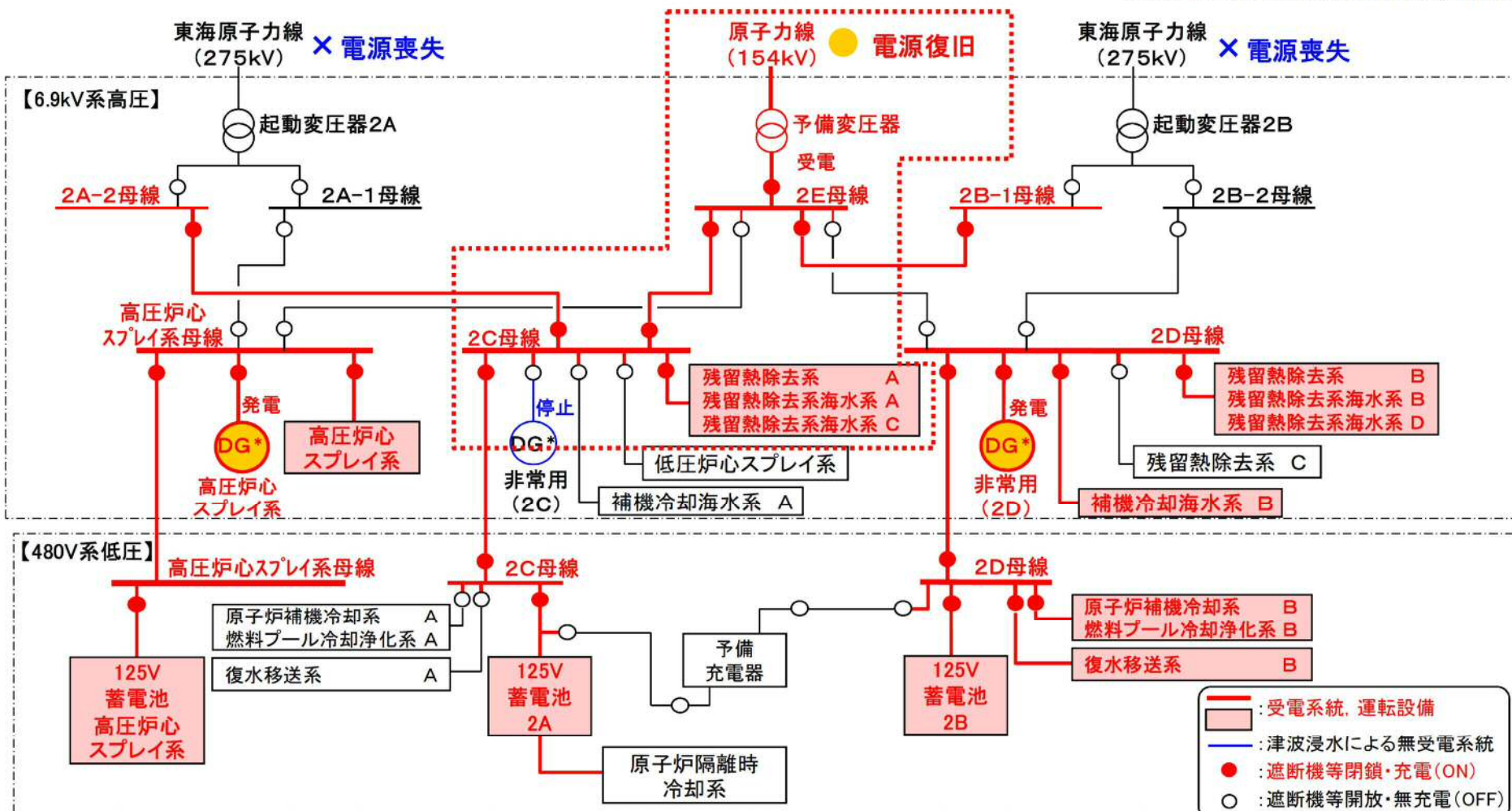
○冷温停止 \* 時の東海第二発電所の電源確保の状況 (3月15日0時40分)

・3月13日に外部電源系統3系統のうち、154kVの1回線が復旧

・復旧した154kV電源系統より、2E母線及び非常用の電源母線(2C)等に受電

この負荷の残留熱除去系A系(海水系を含む)を起動

\* 原子炉冷却材温度が100℃以下の状態  
原子炉停止後の安定的な冷却状態の指標



# 4. 発電所の状況推移 ⑤冷温停止時の電源確保とプラント冷却 (2/2)



- 原子炉冷温停止時のプラント状態。冷却継続により原子炉圧力低下, 3月12日に蒸気駆動の原子炉隔離時冷却系を手動停止
- 3月13日に外部電源系統3系統のうち154kVの1回線が復旧し, 154kV系統より非常用母線(2C)に受電
- 3月14日に電源復旧した残留熱除去系A系を停止時冷却モード\*で起動し, 原子炉圧力容器中の冷却材の冷却開始
- 3月15日に原子炉冷却材が100°Cを下回り, 原子炉冷温停止状態に至った。以降も安定的な冷却を継続
- なお, 3月17日に外部電源275kVも復旧, 3月22日に浸水した海水ポンプ用電動機を復旧

原子炉圧力の低下に伴う  
原子炉隔離時冷却系の手動停止

(3月12日13:11)

①外部電源154kV系統線路充電

(3月13日12:32)

②外部電源154kV系統より  
非常用母線2C受電

(3月13日20:06)

③残留熱除去系A系の試運転  
及び暖機運転開始

(3月14日1:45~)

④残留熱除去系A系の起動による  
原子炉冷却開始

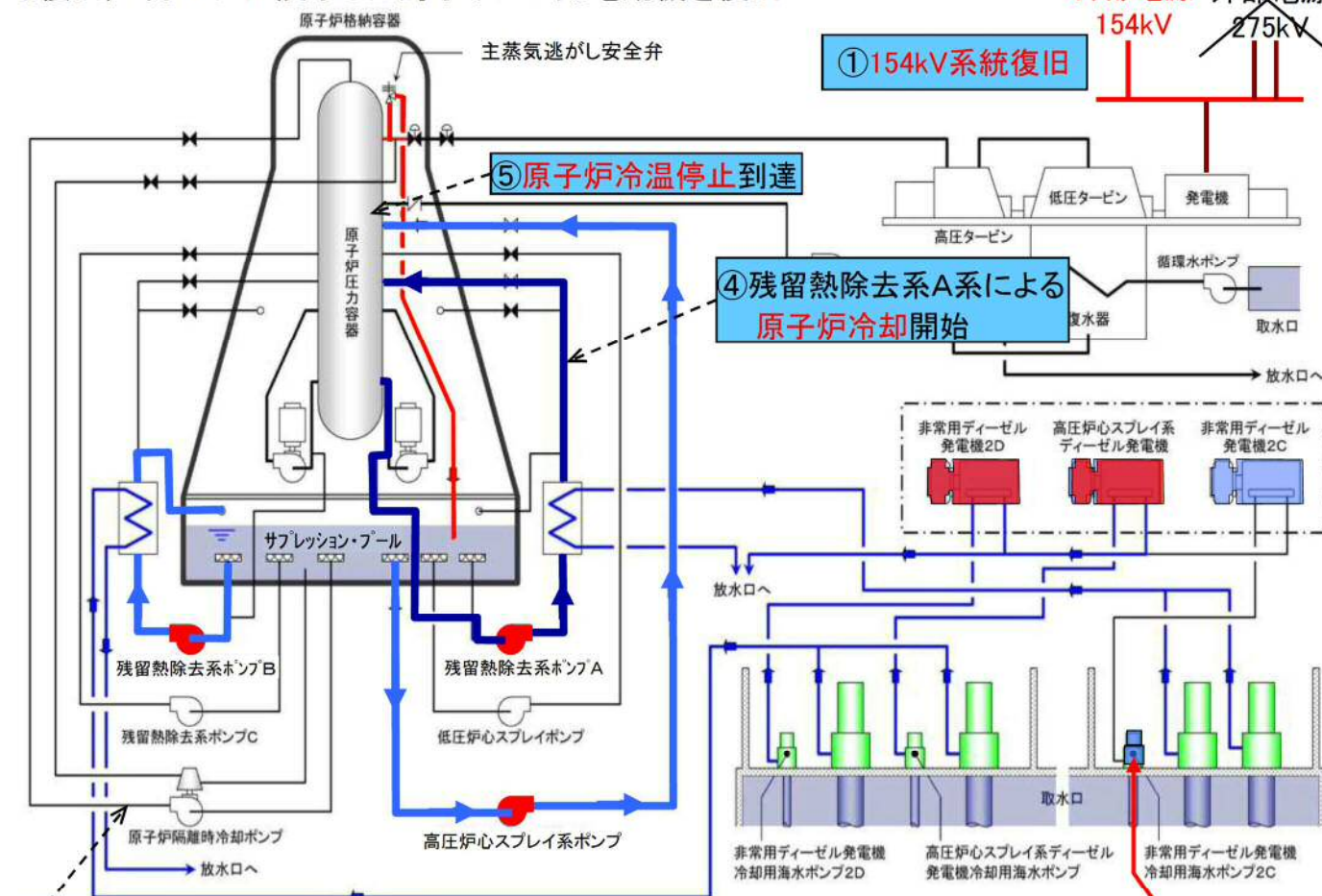
(停止時冷却モード\*)

(3月14日23:43)

⑤原子炉冷温停止に到達

(原子炉冷却材温度 : 99.8°C)  
(原子炉圧力 : 大気圧)

(3月15日0:40)



原子炉隔離時冷却系手動停止

\* 停止時冷却モード : 原子炉圧力容器中の冷却材を冷却して原子炉に戻す残留熱除去系運転モード

3月17日  
275kV復旧

外部電源 154kV

外部電源 275kV

①154kV系統復旧

⑤原子炉冷温停止到達

④残留熱除去系A系による  
原子炉冷却開始

3月22日  
海水ポンプ復旧



## 4. 発電所の状況推移 ⑥使用済燃料プールの冷却状況

○地震発生以降の使用済燃料プール（以下「SFP」という。）の燃料体の冷却状況

- ・地震によるSFPプール水スロッシング（揺動）による溢水発生，プール水位は通常水位より20cm低下（約25m<sup>3</sup>相当）\*1
- ・外部の水源（復水貯蔵タンク）からSFPに水張りをを行い，プール水位の回復
- ・外部電源喪失で停止した燃料プール冷却浄化系を起動して，プール水の冷却再開\*2
- ・SFPの水張り，冷却用の設備の電源は，非常用ディーゼル発電機（2C又は2D）からの給電で確保
- ・以上の対応により，SFPの安定的な冷却を継続

\*1 「使用済燃料プール水位高／低」警報発報。この水位低下時も燃料頂部より約7mの水位が確保され，燃料冠水や放射線遮蔽への影響はなし

\*2 プール水温度：冷却停止前27℃ ⇒ 冷却再開時29℃

平成23年3月11日14時46分  
東北地方太平洋沖地震発生

①SFPプール水の溢水発生  
「SFP水位高／低」警報発報

(3月11日14:48)

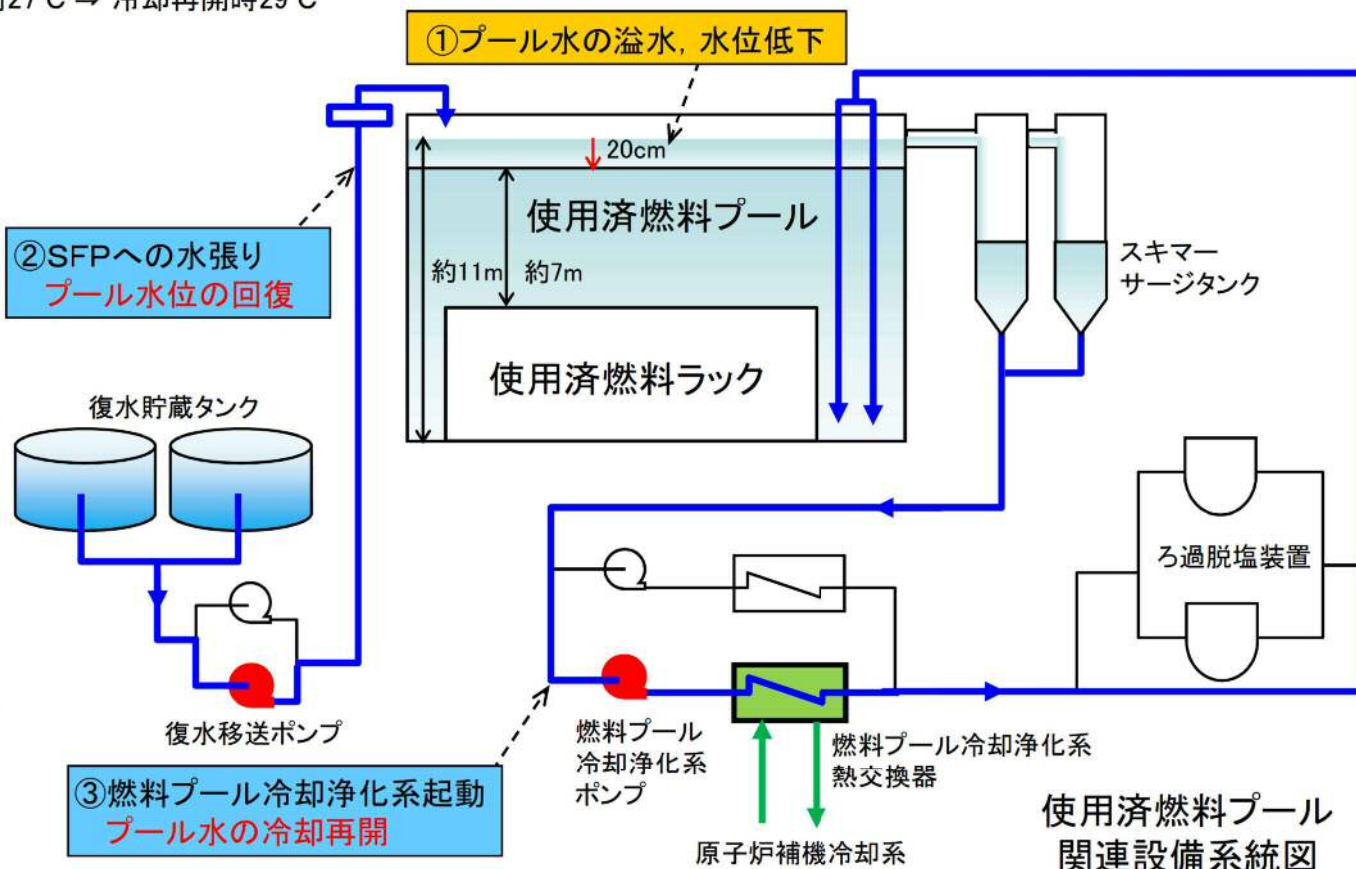
②復水貯蔵タンクよりSFPへの水張り，プール水位の回復

(3月11日18:51～22:13)

③燃料プール冷却浄化系の起動によるプール水の冷却再開

(3月12日18:14)

④SFPの安定的な冷却継続



## 5. 発電所の状況推移の総括

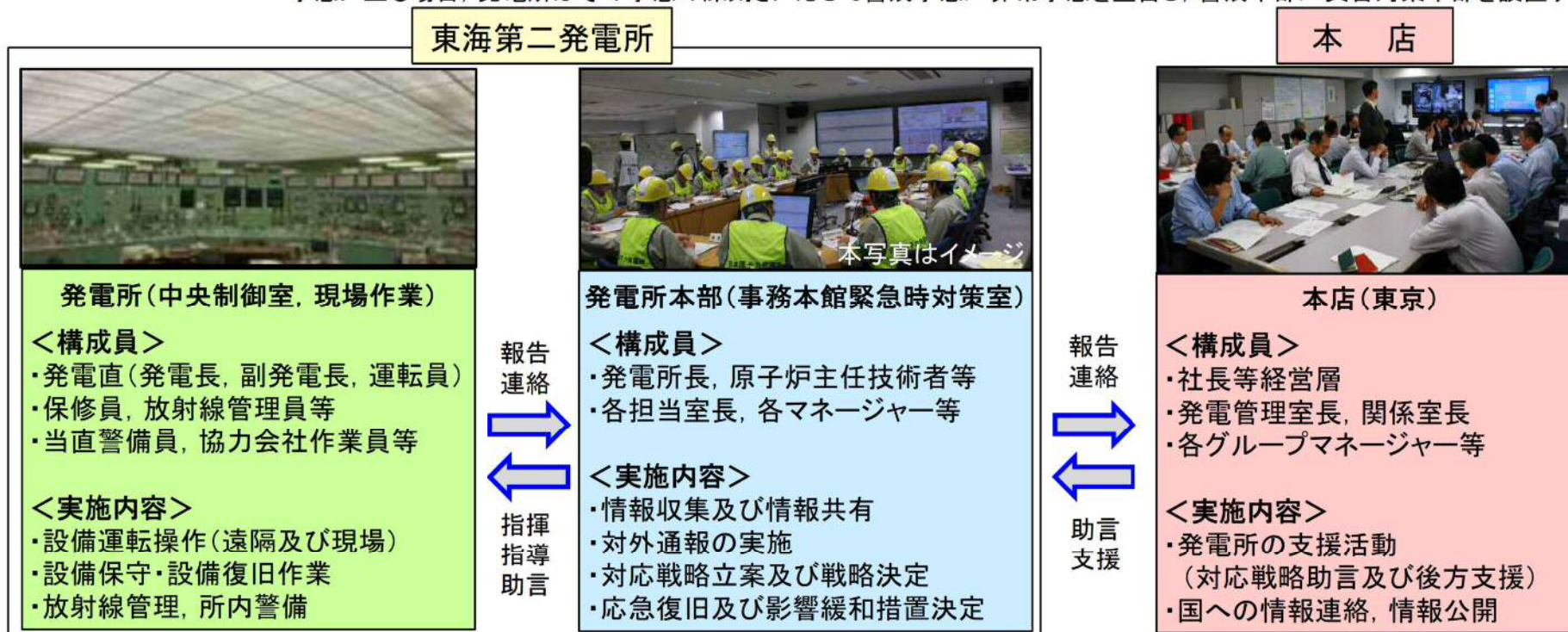


- (1) 東海第二発電所は、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震により、変電所施設の損傷により外部電源を喪失。原子炉の自動停止は設計どおりに達成。また所内の非常用の電源も3系統が設計どおりに確保され、予め定めた運転操作の手順に従い原子炉の冷却等を開始
- (2) その後の津波の到達により、取水口付近が地上高さ2m程度冠水。海沿いの一部施設に津波浸水被害。安全上重要な設備を内包する海水ポンプ室では標高+5.4m
- (3) 当社は当時、最新知見を反映し2箇所海水ポンプ室に標高+6.1mの津波防護壁を設置し津波越流を防止。しかし片方の海水ポンプ室は壁貫通部止水工事が終了しておらず浸水により非常用電源の1系統が機能喪失。もう片方の海水ポンプ室は工事が終了、津波浸水は生じず非常用の電源の残り2系統は機能を維持し、原子炉への注水機能及び残留熱除去系による崩壊熱の除去機能を維持
- (4) 外部電源の一部の復旧後、残留熱除去系を停止時冷却モードで運転することで原子炉冷却を促進し、原子炉は冷温停止(冷却材温度100°C以下)に到達し、以降も安定的な冷却を継続。使用済燃料プールも安定的に冷却
- (5) 以上のとおり、東北地方太平洋沖地震に対して東海第二発電所は「止める」、「冷やす」及び「閉じ込める」の安全確保の3原則を達成し、発電所の安全を確保

## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況（1／8）

- 東北地方太平洋沖地震時の東海第二発電所の安全確保に係る運営組織の枠組み
- 前項までの説明のとおり、東海第二発電所は地震・津波により一部設備が被災したものの、すべての電源機能や冷却機能等を喪失することではなく、発電所の安全を確保
- 発電所の状態は原子力防災上の警戒事態／非常事態には該当しなかったため、法令上の災害対策本部体制等\*には移行せず。
- しかしながら、地震起因の外部電源喪失の継続、津波浸水及び一部の重要設備の機能喪失への対応等、厳しい局面に対処するため、発電所は災害対策本部に準じた発電所本部体制を構築し、事象収束に対応。東京の本店や関係各所も、発電所の体制に応じて支援活動等を実施

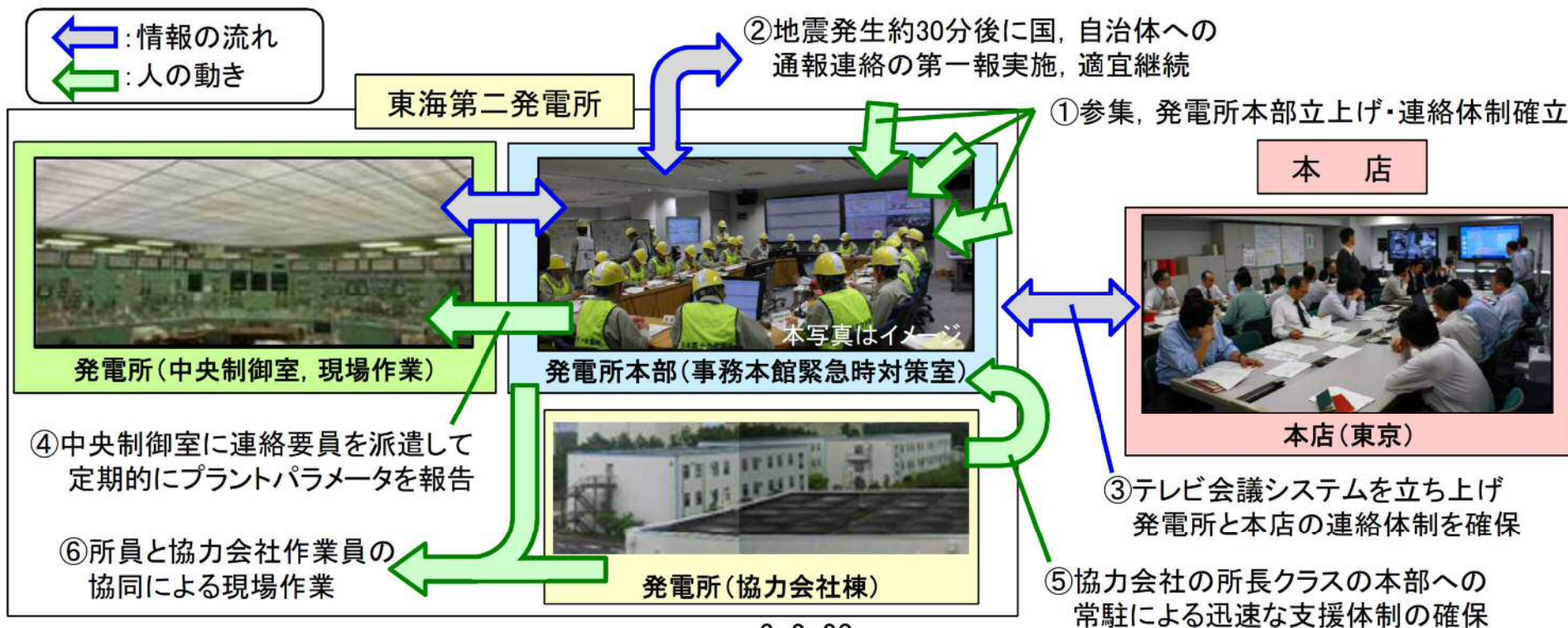
\* 発電所がすべての電源機能や冷却機能等を喪失した場合、また炉心の損傷や放射性物質の異常な放出が発生するような事態に至る場合、発電所はその事態の深刻さに応じて警戒事態／非常事態を宣言し、警戒本部／災害対策本部を設置する。



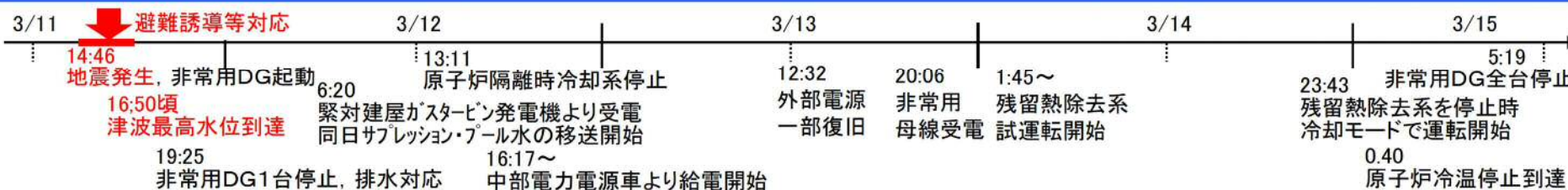
## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (2/8)

### ○東海第二発電所の安全確保に係る運営組織の情報連絡・要員の動きの具体例

- ① 地震発生直後、所員は自身の安全確保後に発電所本部を立ち上げ**早期の連絡・情報共有の体制を確立**
- ② 国や自治体への迅速な通報連絡のため、地震発生直後より情報収集、**約30分後に国や自治体への通報連絡文書の第一報実施**(地震発生、プラント状況等)、以降も適宜通報連絡を継続
- ③ 緊急時対策室のテレビ会議システムを立ち上げ、東京の**本店と接続して連絡体制を確保**
- ④ 運転員が運転操作に専念できるよう、本部から**中央制御室に連絡要員を派遣**、常駐させ、**定期的に本部にプラントパラメータを報告**
- ⑤ 発電所内の協力会社は、本部に**所長クラスが常駐して迅速な設備対策**、保守・復旧等の支援体制を確保
- ⑥ 現場での作業に際して、**所員と協力会社作業員が協同して設備対策**、保守・復旧作業等に従事

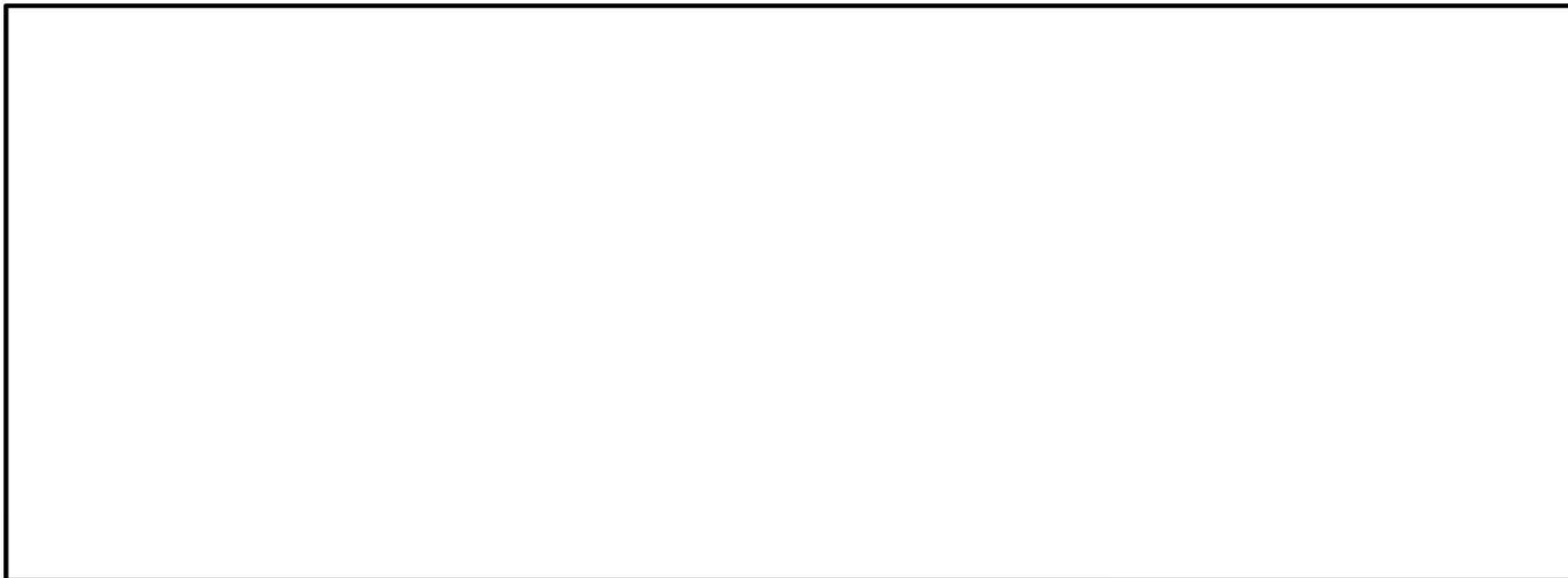


## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (3/8)

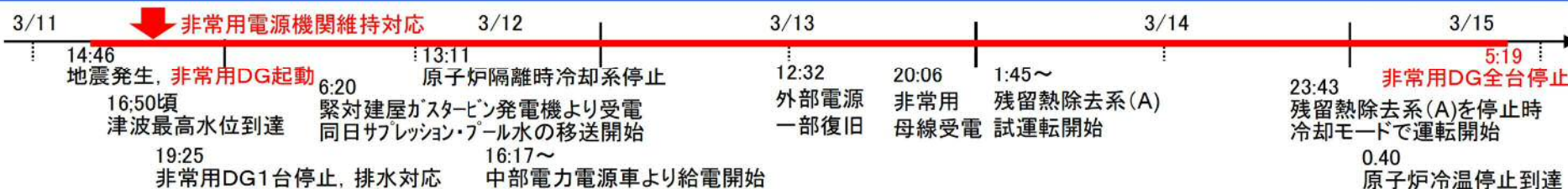


○地震発生直後の避難誘導等の発電所運営状況。発電所内には一般見学者を含め1,000名以上が滞在していたが、プラント自動停止時の対応と並行して、人命最優先で地震と津波警報を受けた避難活動を混乱なく実施

- |              |                                                         |                                      |
|--------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ①中央制御室       | : 原子炉停止時対応操作, <b>ページング(所内放送)</b> で地震・津波避難指示, 地震時現場パトロール | } 地震後の屋外待避及び大津波警報を受けた高所への避難指示・避難誘導実施 |
| ②事務本館・緊急時対策室 | : 発電所本部体制の確立, <b>避難指示等決定・連絡</b> , 国・自治体等への通報実施, 所員の一部避難 |                                      |
| ③建屋内現場・屋外現場  | : 合計約500名の作業員の避難実施                                      |                                      |
| ④協力会社棟       | : 約300名の社員の避難実施                                         |                                      |
| ⑤原子力館・現場見学   | : 一般見学者の避難実施                                            |                                      |



## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (4/8)



○外部電源喪失の長期化に対応した**非常用電源の機関の機能維持**に係る発電所運営状況

○非常用ディーゼル発電機の運転継続上必要なメンテナンス項目として、潤滑油の補給、潤滑油フィルタの切り替え等を要員が直営で実施、**非常用ディーゼル発電機(非常用DG)を故障等で停止させることなく、外部電源復旧までの連続運転を達成**

### (1) 非常用DG 潤滑油補給

- ・1日2~3回の潤滑油補給を自営で実施
- ・潤滑油を屋外のドラム缶から一斗缶に移し替えて人力で移送, 又は, 停止した非常用DG(2C)の潤滑油を汲み上げて他の2台に活用

### (2) 非常用DG 潤滑油フィルタ切替・清掃

- ・ディーゼル機関連続運転に伴いスラッジ・汚れ等で潤滑油フィルタの差圧が上昇
- ・非常用DG運転中の予備フィルタへの切替手順を作成し直営で切替作業を実施 (3/12 16:30 非常用DG(2D)フィルタ切替実施)
- ・外部電源受電後, **非常用DGを停止してからフィルタの清掃実施\***

\*フィルタ切替ハンドルによりディーゼル機関運転中の清掃も可能であったが、外部電源復旧の見通しがあったことから、慎重を期して機関停止後の清掃実施を判断

### (3) 上記対応を可能とした発電所員の現場対応力

- ・非常用DGの所員担当者は, 日頃から保守作業に立ち会い作業内容・方法を習得
- ・所員による直営工事で培われた発想に基づき, 現場で誤らないよう写真付手順書を作成し, これに基づき慎重かつ確実に作業実施



非常用ディーゼル発電機



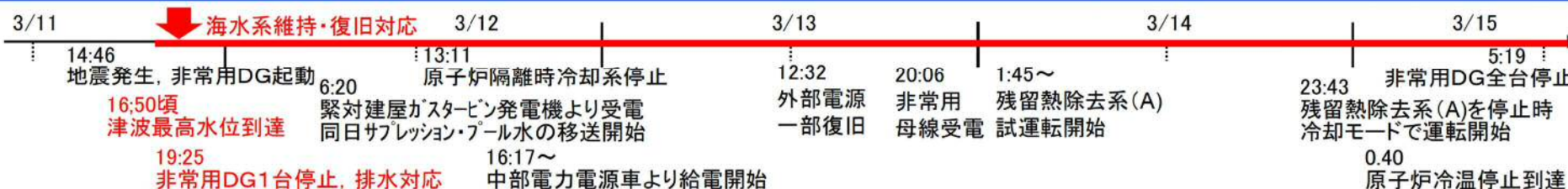
潤滑油タンク本体

潤滑油タンク



潤滑油フィルタ

## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (5/8)



### ○海水ポンプ津波浸水を踏まえた海水系維持・復旧に係る発電所運営状況

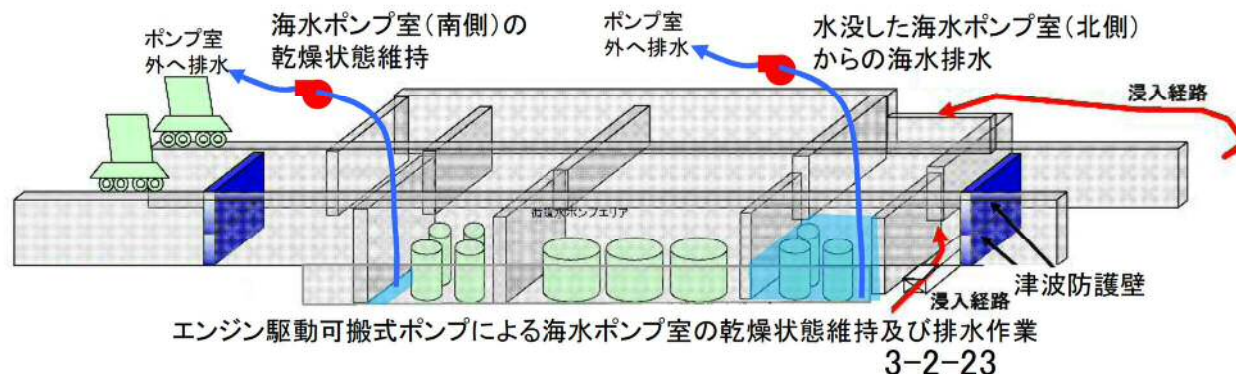
#### (1) 海水ポンプ室の状況確認

- ①中央制御室：19:20 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ(2C)自動停止(過負荷トリップ)を確認  
19:25 非常用ディーゼル発電機(2C)停止…非常用DG機関保護のため運転員が手動停止(運転手順どおり)
- ②発電所本部：20:00～21:00頃 現場確認のため海水ポンプ室エリアに要員を消防車帯同で派遣し、以下を確認
  - ・海水ポンプ室(北側 非常用DG2C側)：ポンプ室全体2m水没。DG用海水ポンプ電動機が冠水停止
  - ・海水ポンプ室(南側 非常用DG2D, DGHPCS側)：溝部30cm深さの溜り水\*。全設備が乾燥状態・機能維持

#### (2) 海水ポンプの機能維持・復旧対応

発電所本部は、海水ポンプ室設備の機能維持・復旧を図るため、南側の海水ポンプのシールドレン水の排水\*を優先事項として対応、次いで水没した北側の海水ポンプ室の応急復旧のための排水を判断・指示

- ・発電所内で運用していたエンジン駆動可搬式ポンプを排水に利用
- ・本ポンプの運転作業に精通した東海発電所廃止措置室員と発電所守衛が24時間体制で排水運転・状態監視
- ・これらの対応により、南側海水ポンプ室の乾燥・機能を維持し、水没した北側海水ポンプ室の排水を実行



\*海水ポンプ運転時は回転軸シールド部の潤滑・冷却のため海水を通水する。このシールドレン水は排水ポンプで海水ポンプ室外に移送されるが、外部電源喪失時は常用電源の排水ポンプが停止するため、外電喪失時に海水ポンプを長期間運転する場合はシールドレン水を別の手段でポンプ室外に移送する必要があった。

なお、これらを踏まえた新規規制基準対策では、排水ポンプを要せずにシールドレン水を逆止弁を介して海水ポンプピットに直接排水する設計に変更している。

## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (6/8)



### ○外部電源復旧までの常用電源確保に係る発電所運営状況

○外部電源喪失及び海水ポンプ室への津波浸水後においても、原子炉安全に直接関わる非常用の電源として非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機により2系統を確保

○これらの非常用の電源に加えて、外部電源の喪失が長期に渡る可能性を考慮し、別途、常用の電源を複数確保し、サプレッション・プール水を処理するための廃棄物処理施設の運転や通信設備の電源、発電所内に滞在する要員の居住性確保用に利用した。またそれらのバックアップとして予備電源を確保

○これら常用電源は、発電所内設備の応用的な活用、他電力事業所及びプラントメーカーの派遣・支援活動を得て、地震発生の翌日までに予備含め複数電源を確保

確保した常用電源／使用用途	容量・台数	備考
緊急時対策室建屋 非常用ガスタービン発電機	500kVA × 1台	仮設ケーブルで電源盤に接続して利用
廃棄物処理施設の運転及び通信設備の電源		
高圧電源車による電源確保	300kVA × 3台	中部電力松本営業所より3/12早朝到着
事務本館・協力会社棟の電源(ユーティリティー用)		
低圧電源積載車による電源確保	700kVA × 3台, 他	プラントメーカー手配で3/11深夜到着
予備として確保		
東海発電所(廃止措置中)非常用ディーゼル発電機	500kVA × 1台	非常用ディーゼル発電機は空冷式で利用可能
予備として確保		

非常用ガスタービン発電機(屋上設置)

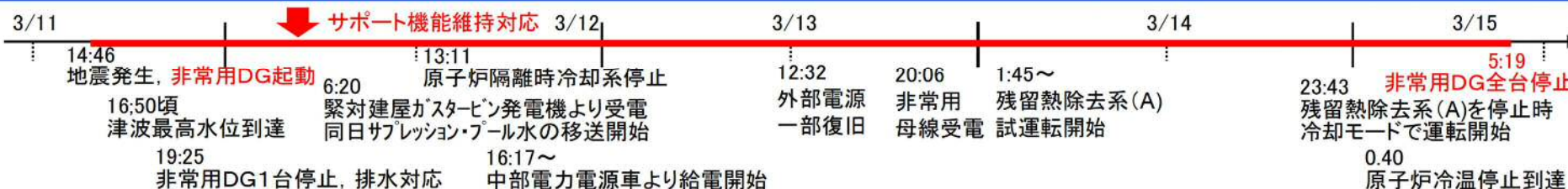


緊急時対策室建屋  
(当時施工中)\*

\* 緊急時対策室建屋は当時施工途中だったが、屋上の発電機及び電気系統は竣工しており、この電源系統をプラント側に仮設ケーブルで接続して電源供給



## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (7/8)



### ○前項の常用電源以外のサポート機能の維持に係る発電所運営状況

○地震を起因とした外部電源喪失等への対応の長期化を前提として、発電所本部及び本店は、電源供給の検討、発電機の燃料確保、要員が発電所で活動するためのインフラ等に係る手配を実施  
これらの対策で**発電所の長期的な安全確保対策を継続する物的・人的両面のリソースを確保**

#### ①電気関係スタッフの発電所への派遣

- ・本店設計部門より電気関係担当者3名を**電源融通の検討要員として発電所に緊急的に派遣**  
(3月12日朝に東京出発: 首都高速/常磐高速道を警察車両が先導して誘導)

#### ②非常用電源の長期的な燃料確保(軽油)

- ・当時より非常用ディーゼル発電機3台の**燃料(軽油)は7日間連続運転可能な貯蔵量を保有**。地震発生当初は外部電源復旧時期が見通せなかったため、**長期的な燃料確保のため近隣の製油所等から緊急輸送を実施し燃料満量を維持**

- 〔・3月11日~14日で計10回受入  
・迅速かつ確実な輸送の為、警察車両先導又はタンクローリーに緊急車両指定を取得〕

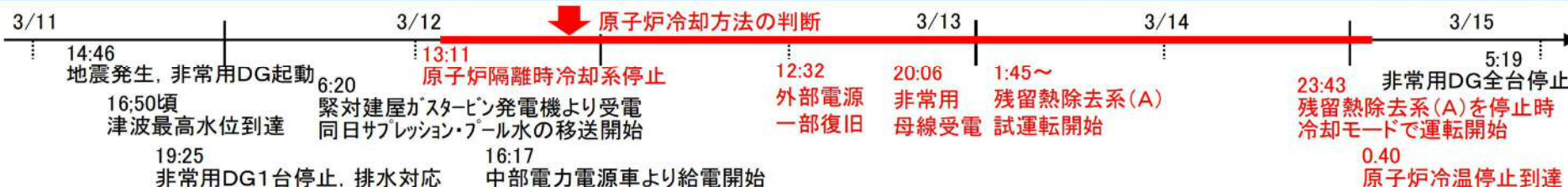
#### ③インフラ関係の整備(要員の居住性、勤務体制の確保)

- ・生活用水が断水したことから、発電所に**仮設トイレを搬送して設置**
- ・発電所外からの**食料品・飲料等の確保及び配給**
- ・ガソリンが不足したため、**バスをチャーターして発電所員や協力会社社員の出退勤用巡回バスを運行**



タンクローリーによる発電所への燃料受入状況  
(平成23年当時の写真ではない)

## 6. 発電所の安全確保に係る運営状況 (8/8)



### ○原子炉冷却方法の判断に係る発電所運営状況

○3月12日夜の原子炉冷却は右図の系統(①, ②)\*。この冷却方法は原子炉から放出した蒸気分の水を原子炉に補給するため, 原子炉圧力容器内の冷却材に対する冷却効果が小さく, **原子炉冷温停止(冷却材温度100℃以下)に至るには長期間必要**

- ①原子炉注水: 高圧炉心スプレイ系によりサブレーション・プール水を原子炉圧力容器に注水
- ②崩壊熱除去: 原子炉から主蒸気逃がし弁で蒸気を放出しサブレーション・プール水で凝縮  
残留熱除去系(B)によりサブレーション・プール水を海水との熱交換で冷却

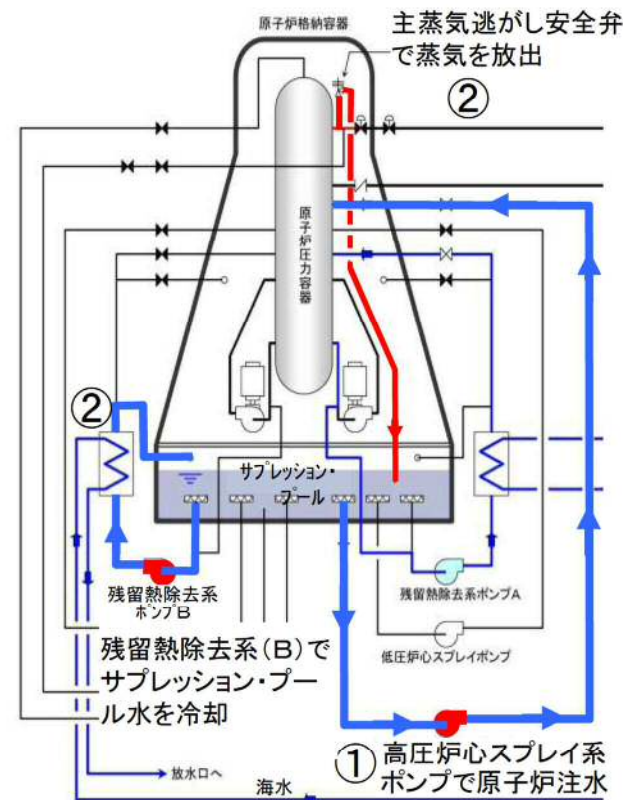
○これに対し, 以下の冷却方法(①' 又は②')に切り替えることで, 原子炉冷温停止への到達を促進できる見通しあり

- ① ⇒ ①' 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機から停止中の残留熱除去系(A)の母線に電源供給(電源融通)し, 残留熱除去系(A)を原子炉圧力容器中の冷却材を冷却して原子炉に戻す停止時冷却モードで運転(高圧炉心スプレイ系は事前停止が必要)
- ② ⇒ ②' 運転中の残留熱除去系(B)の運転モードを停止時冷却モードに切り替え

○発電所本部の判断は, これらの選択肢(①' 又は②')は採用せず, 現状の冷却方法を維持して外部電源復旧を待ち, **外部電源を受電後に停止中の残留熱除去系(A)を追加で起動すること**に決定

○この理由は, **外部電源復旧の見通しがあったことと, どちらの選択肢も現状の冷却方法から切り替えを要するため, 万一の不測の事態(機器停止, 弁開閉不能等)で現状の系統が使用不能となり, プラントが不安全な状態に向かうのを避けることを優先**

○発電所本部の判断どおり, 3月13日に外部電源が一部復旧し, 14日に残留熱除去系(A)を追加で起動して運転開始, 翌日15日に原子炉冷温停止に到達



3月12日夜の原子炉冷却の方法

\*初期の注水手段として用いた原子炉隔離時冷却系は, 原子炉圧力の低下に伴い駆動源の蒸気圧力が低下したため12日午後停止  
注水系・冷却系は上図の2系統が作動中

## 7. まとめ



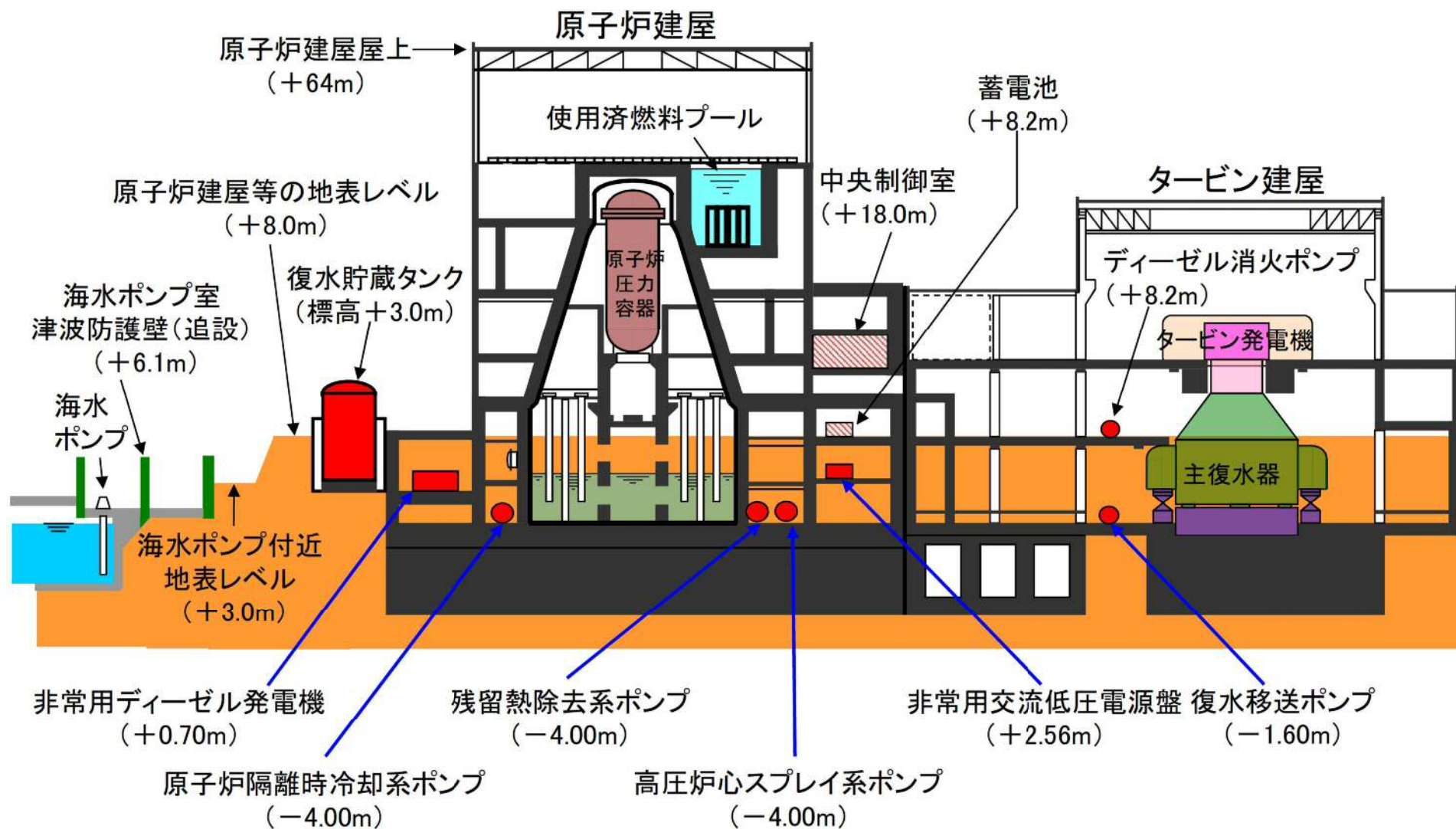
- (1) 東海第二発電所は、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により被災
- (2) 地震により、外部電源が喪失して原子炉が自動停止。観測された地震の大きさは当時想定した地震動を下回り、原子炉安全等に係る重要な安全設備の機能への影響は生じず。
- (3) この地震に伴い発電所に到達した津波の高さは当時想定した津波高さを下回ったが、津波防護壁が施工途中であったため、重要設備を内包する海水ポンプ室内に津波が浸水し、非常用の電源の1系統が機能喪失
- (4) 津波被害を受けても、発電所の非常用の電源のうち2系統の機能を維持。これらにより、原子炉等への注水機能及び残留熱除去系等による崩壊熱除去機能を維持
- (5) 外部電源の復旧後、残留熱除去系を追加で運転して原子炉冷却を促進し、原子炉は冷温停止(冷却材温度100°C以下)に到達、以降も安定的な冷却を継続。使用済燃料プールも安定的な冷却を実施
- (6) 上記の事象収束を達成するため、発電所の運営に際して、災害対策本部に準じた発電所本部体制を構築して本事象に対処し、東京の本店や関係各所が発電所の活動を支援
- (7) 発電所本部等は、地震後の避難誘導、ディーゼル機関機能維持、海水系維持・復旧、常用電源等のサポート機能確保等を経て、プラントを安定的な事象収束に導くための道標を整え実行
- (8) 以上のとおり、東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波による被災を受けたものの、東海第二発電所は「止める」、「冷やす」及び「閉じ込める」の安全確保の3原則を確実に達成し、発電所の安全を確保

(補足説明資料 東北地方太平洋沖地震発生時の  
初動対応状況について)

## 補足説明資料 目 次

1. 東海第二発電所 主要機器等の設置レベル(概念図) ..... 3-2-30
2. 地震発生時の原子炉緊急停止系の主な作動要素 ..... 3-2-31
3. 3月11日以降の原子炉関係のプラントパラメータの推移 ..... 3-2-32
4. 福島第一原子力発電所事故と東海第二発電所の状況の比較 ..... 3-2-33

# 1. 東海第二発電所 主要機器等の設置レベル(概念図)



注 数値はすべて標高を示す。  
 本図は主要機器等の設置レベルに着目した相対関係を示すものであり、実際の配置場所を示すものではない。

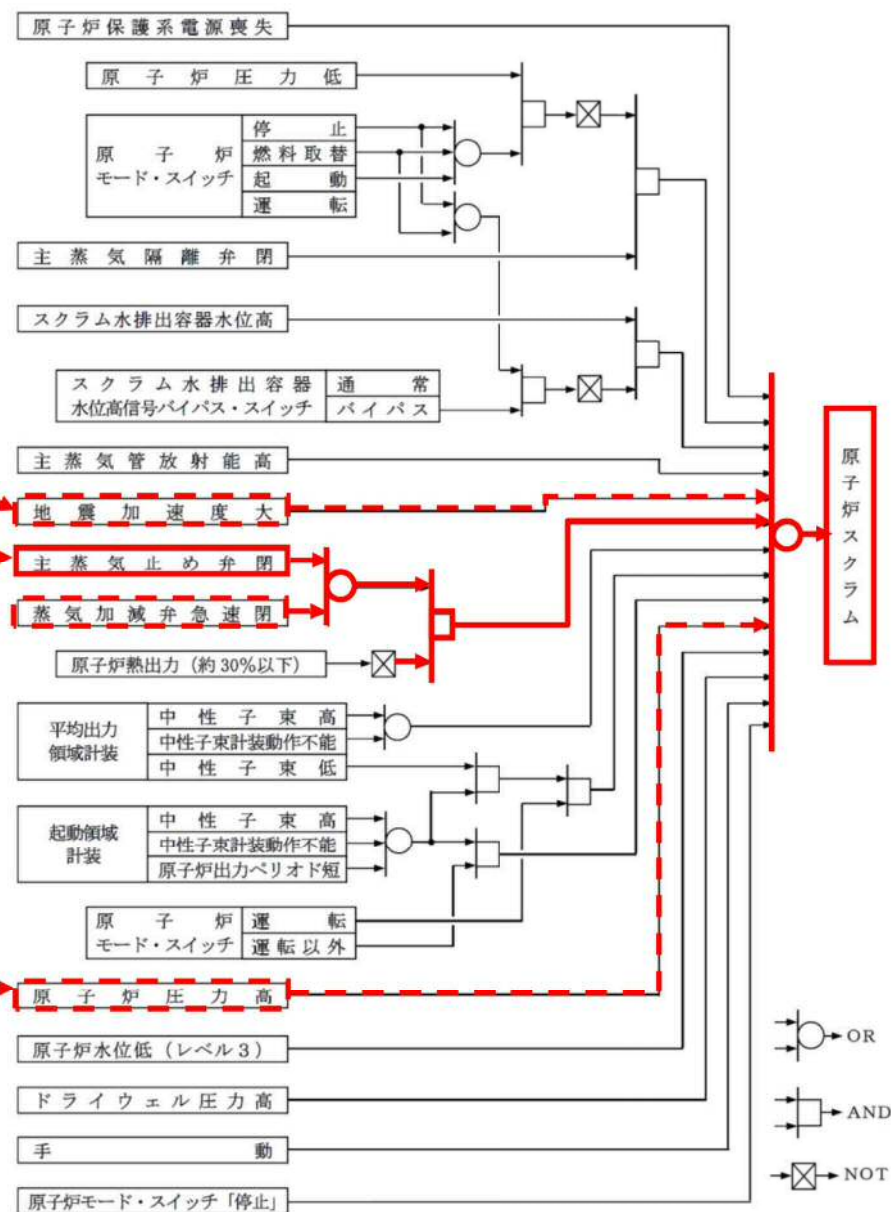
## 2. 地震発生時の原子炉緊急停止系の主な作動要素

③地震による「地震加速度大」発信  
(3月11日 14:48:37)

①地震によるタービン軸受振動大  
によるタービン発電機のトリップ  
に伴う「主蒸気止め弁閉」発信  
(3月11日 14:48:36)

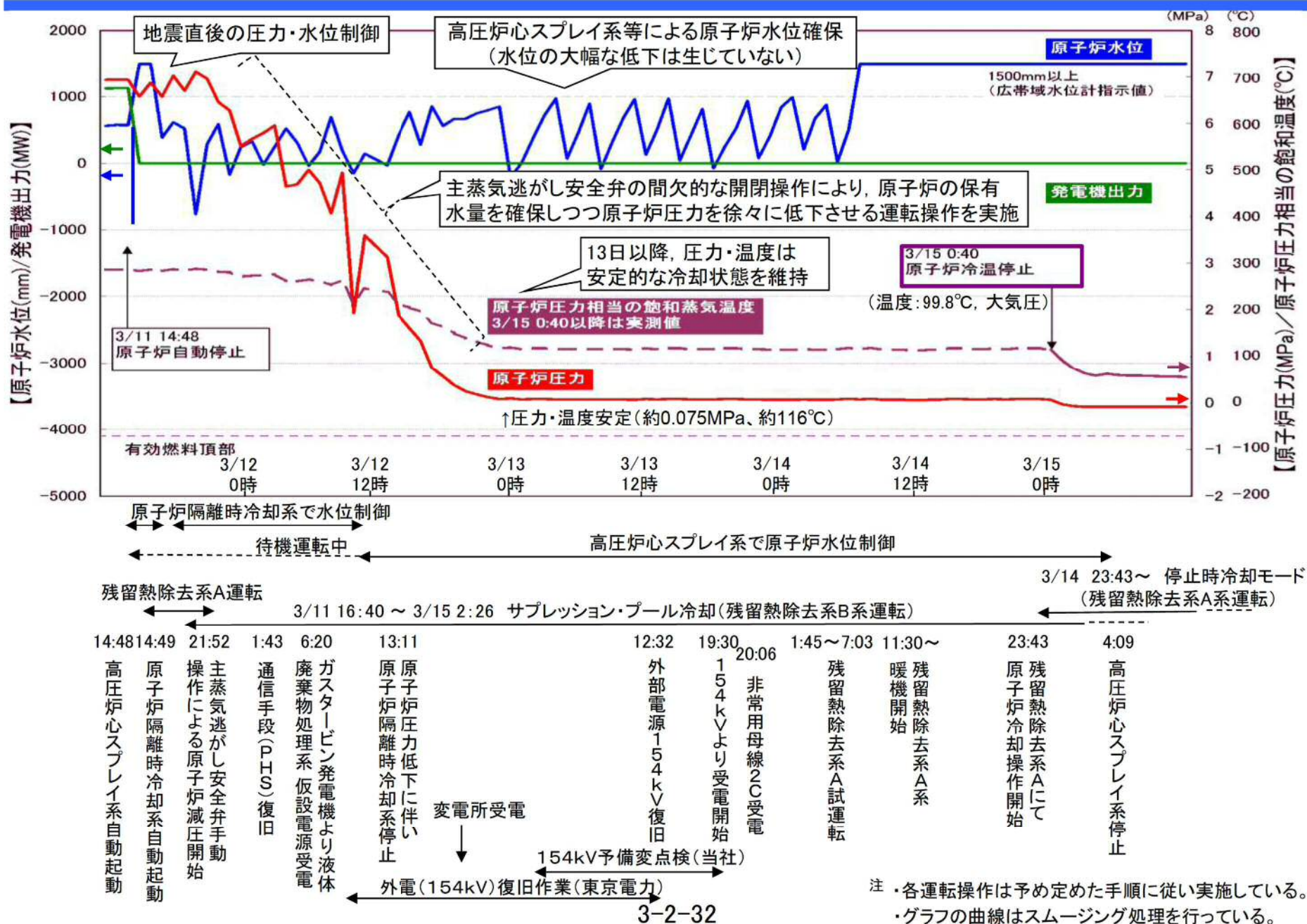
\* 本信号により原子炉スクラム(原子炉  
自動停止)が作動。その他の信号は後  
から発信している。

②原子炉からの主蒸気流路閉止に伴う  
「原子炉圧力高」発信  
(3月11日 14:48:37)



原子炉緊急停止系機能説明図

### 3. 3月11日以降の原子炉関係のプラントパラメータの推移





# 4. 福島第一原子力発電所事故と東海第二発電所の状況の比較



【福島第一原子力発電所事故の推移】

【両者の主な相違点】

【東海第二発電所の状況の推移】

