

# 東京電力(株)福島第一原子力発電所における 原子力災害を踏まえた緊急安全対策の 対応状況等について

(東通原子力発電所及び六ヶ所再処理施設関係)

平成 2 3 年 7 月  
原子力安全・保安院

# もくじ

---

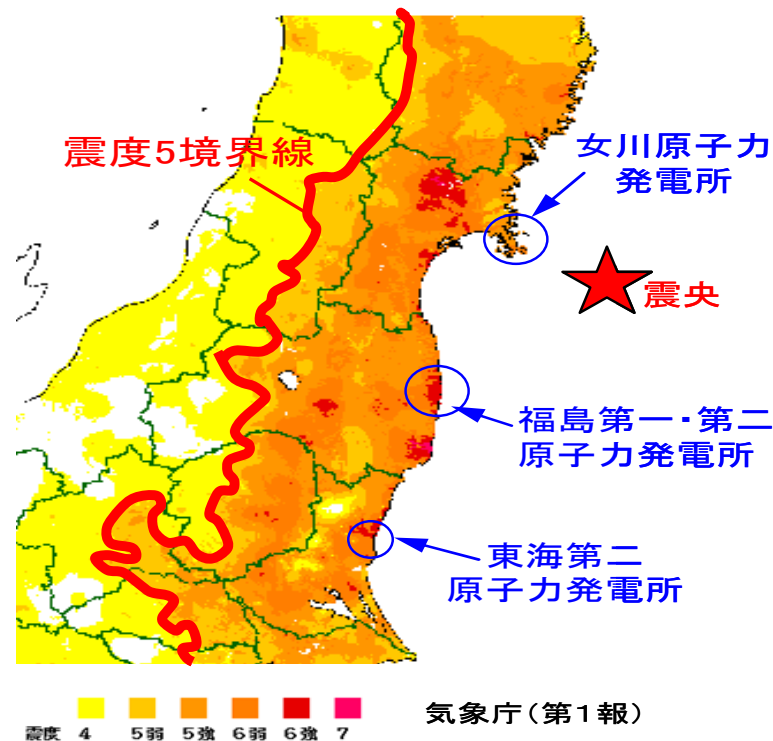
1. 福島第一原子力発電所事故の概要・・・・・・・・・・ P. 2
2. 緊急に取り組むべき安全対策の実施・・・・・・・・・・ P. 18
  - (1) 緊急安全対策の実施・・・・・・・・・・ P. 20
  - (2) 電源の信頼性向上・・・・・・・・・・ P. 35
  - (3) シビアアクシデント対策・・・・・・・・・・ P. 40
  - (4) まとめ・・・・・・・・・・ P. 47
3. 再処理施設において緊急に取り組むべき安全対策の実施・・・・・・・・・・ P. 49
  - (1) 緊急安全対策の実施・・・・・・・・・・ P. 49
  - (2) 電源の信頼性向上・・・・・・・・・・ P. 59
  - (3) 原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応に関する措置を踏まえた再処理施設における措置の実施・・・・・・・・・・ P. 66
  - (4) まとめ・・・・・・・・・・ P. 67

---

# 1. 福島第一原子力発電所事故の概要

# 東北地方太平洋沖地震

- ✓ 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、北米プレートに太平洋プレートが沈み込む日本海溝沿いのプレートの境界で発生した。
- ✓ この地震の震源域は、幅約200km、長さ約400km、地震規模を表すマグニチュードはM9(福島第一原子力発電所においては震度6強)であった。



# ①原子力災害の発生 (地震、津波発生当時の福島第一原子力発電所の状況)

時刻	内容	東京電力の対応	国(保安院)の対応
3/11 14:46	東北地方太平洋沖地震発生 (福島第一において震度6強)	福島第一1~3号機(地震により自動停止) 4~6号(定期検査で停止中)	政府対策本部設置、緊急時対応センターへ職員参集、現地に職員をヘリコプターで派遣
15:15			保安院プレス会見、モバイル保安院による情報発信
15:27 15:35	津波第1波(高さ4m)が到達 津波第2波(高さ15m)が到達		
15:42		原災法10条通報(全交流電源喪失 1~5号機非常用発電機が津波により起動出来ず)	原子力災害警戒本部設置
16:45		原災法15条通報(1~2号機非常用炉心冷却装置による注水不能)	原子力災害対策本部設置
19:03	震度5強以下の余震が数回発生		原子力緊急事態宣言の発出
21:23			半径3km圏内住民避難指示、10km圏内住民屋内退避
3/12 5:44			半径10km圏内住民避難指示
18:25			半径20km圏内住民避難指示

# 地震の影響（1）

## 〔福島第一・第二原子力発電所・原子炉建屋基礎版上の最大加速度〕

観測点 (原子炉建屋最地下階)		観測記録			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(ガル)		
		最大加速度値(ガル)			南北方向	東西方向	上下方向
		南北方向	東西方向	上下方向			
福島第一	1号機	460※1	447※1	258※1	487	489	412
	2号機	348※1	550※1	302※1	441	438	420
	3号機	322※1	507※1	231※1	449	441	429
	4号機	281※1	319※1	200※1	447	445	422
	5号機	311※1	548※1	256※1	452	452	427
	6号機	298※1	444※1	244	445	448	415
福島第二	1号機	254	230※1	305	434	434	512
	2号機	243	196※1	232※1	428	429	504
	3号機	277※1	216※1	208※1	428	430	504
	4号機	210※1	205※1	288※1	415	415	504

※1：記録開始から約130～150秒程度で記録が終了している。

- プラントデータ等を精査したところ、地震による被害は外部電源系に係るものであり、原子炉施設の安全上重要なシステムや設備、機器の被害は確認されておらず、津波到達までは管理された状態にあったと考える。
- 福島第一原子力発電所での観測記録は、基準地震動Ssを概ね下回っているが、一部を超えるものが存在することから、今後、地震応答解析により詳細に影響を確認することとしている。

## <参考>地震応答解析による詳細な影響確認

- ✓ 福島第一原子力発電所の原子炉建屋の基礎版上における今回の地震の観測記録の応答スペクトルは、多くの周期帯で基準地震動 $S_s$ の評価用応答スペクトルをおおむね下回る結果が得られているが、第2号機、第3号機及び第5号機では、0.2~0.3秒において、基準地震動 $S_s$ の評価用応答スペクトルを最大3割程度超過。
- ✓ 福島第二原子力発電所の原子炉建屋の基礎版上における今回の地震の観測記録の応答スペクトルは、福島第1発電所のものより全体的に小さく、全ての周期帯で基準地震動 $S_s$ の評価用応答スペクトルを下回る結果。
- ✓ これらの報告の内容を踏まえ、今回の地震の揺れが原子炉建屋、タービン建屋、耐震安全上重要な機器・配管系等に与えた影響に関する検討を東京電力に対し指示。(5月18日付け)

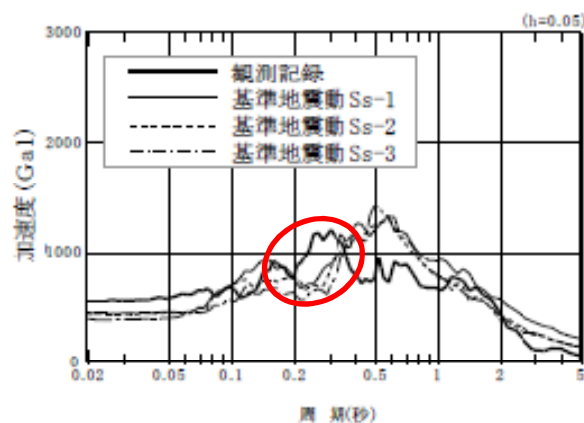


図 4-2 福島第一 2号機原子炉建屋基礎版上の  
応答スペクトル (EW 方向)

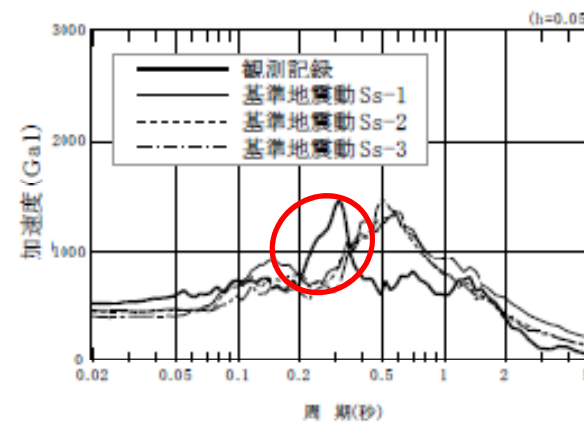


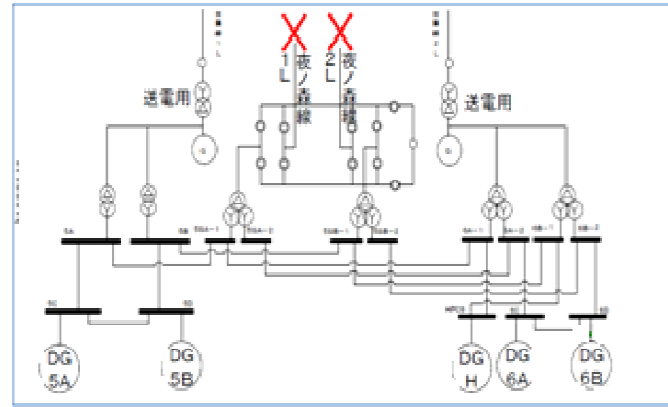
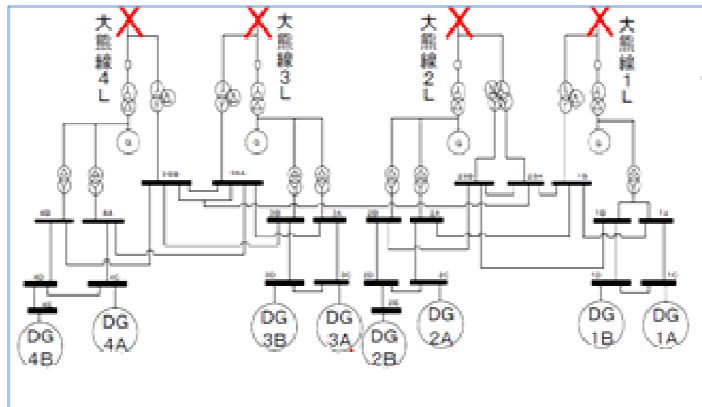
図 4-3 福島第一 3号機原子炉建屋基礎版上の  
応答スペクトル (EW 方向)

# 地震の影響（2）

## 〔福島第一原子力発電所における地震の被害等〕

### (1) 設備損傷

- ①大熊線は1L、2L受電遮断機が地震により損傷（3L改造工事中、4L停止した原因を調査中）
- ②夜ノ森線の送電鉄塔1基が盛土の崩壊により倒壊
- ③東北原子力線が地震による不具合により停止
- ④これらのことから、外部電源が全て停止



※新潟県技術委員会資料より抜粋

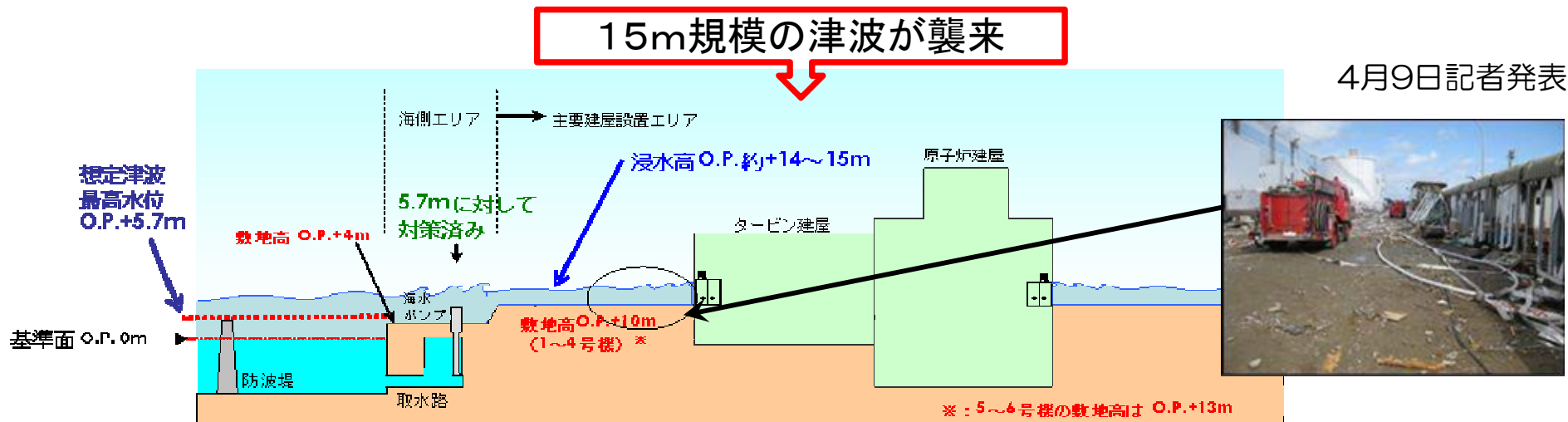
### (2) 機器損傷、運転情報

- ・1号機；純水タンクのフランジからの純水漏えい
- ・2号機；電気ボイラー非放射性蒸気漏れ
- ・5号機；至近のパトロール範囲において、目視点検ベースで損傷なし
- ・6号機；至近のパトロール範囲において、目視点検ベースで損傷なし



# 津波の影響

## 〔福島第一原子力発電所の敷地レベル〕



## 〔津波による被水・冠水や損傷等が確認された設備〕

- ・1号機の全ての非常用炉心冷却系の海水冷却系設備(非常用復水器除く)
- ・2号機の全ての非常用炉心冷却系の海水冷却系設備(隔離時冷却系を除く)
- ・3号機の全ての非常用炉心冷却系の海水冷却系設備(隔離時冷却系、高圧炉心注水系除く)
- ・1~6号機の非常用ディーゼル発電機(6号機空冷式D/G除く)
- ・1~6号機の非常用・常用の高圧・低圧配電盤(6号機1設備除く)
- ・その他多くの電気設備類など。

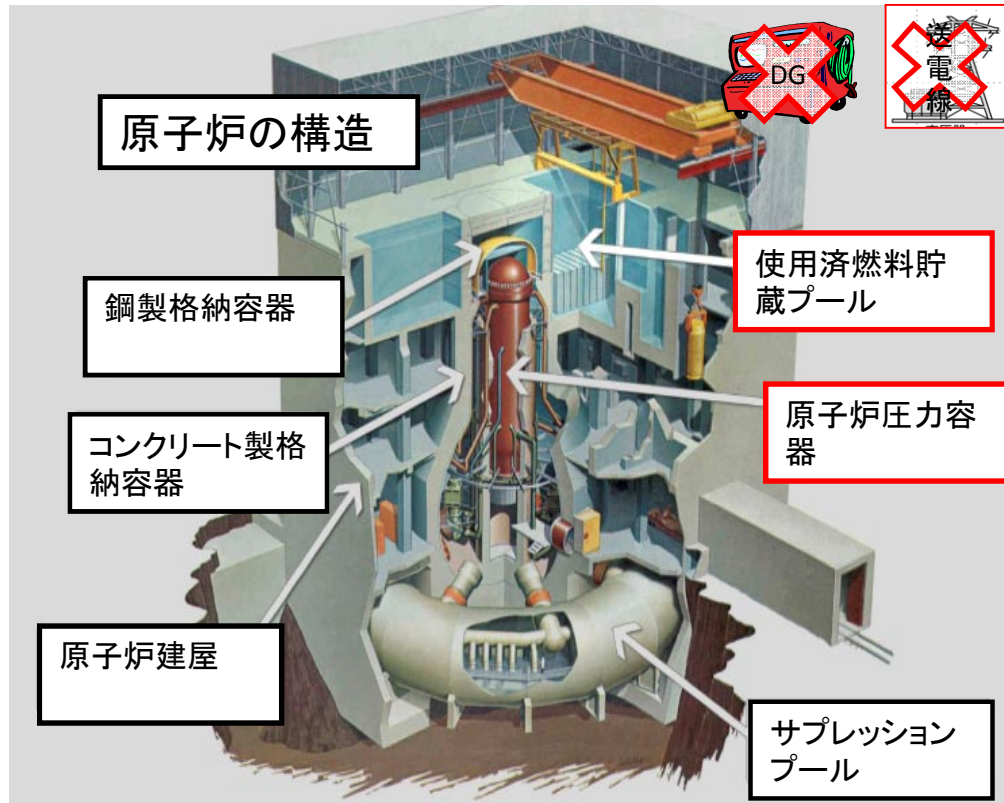
# 科学的データに基づく評価の実施

本年5月23日、東京電力より、福島第一原子力発電所の事故に関するプラント運転記録や事故記録等の数千ページにおよぶデータ(保安院HPで公開)の分析結果に係る報告を受け、当院はこれらの科学的データに基づき、地震発生時に「止める」、「冷やす」、「閉じこめる」の各安全機能が正常に動作していたか等の原子炉施設の安全性への影響について評価を実施。

## ○重要設備の確認内容

- 「止める」機能 : 原子炉自動スクラムにより全制御棒が全挿入されたかどうか。
- 「冷やす」機能 : 原子炉停止後に原子炉の崩壊熱を除去するために必要な機器が正常に起動もしくは待機状態であったか。
- 「閉じこめる」機能 : 原子炉格納容器の圧力状態に異常はなかったか。
- その他重要機能 : 外部電源が喪失した際に、非常用ディーゼル発電機による電力供給がなされていたか。

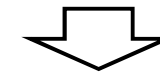
## ②原子力災害の発生 (地震、津波発生当時の福島第一原子力発電所の状況)



地震発生



(止める機能)  
地震により制御棒は挿入し自動停止した。



津波襲来

(冷やす機能)  
津波により電源や海水冷却機能を喪失



その結果

これらの要因により原子炉の冷却機能を維持することができなかつたため、炉心溶融にまで至るとともに、原子炉建屋外へ放射性物質が放出され、原子力災害に至った。

# 原子力災害の発生 (地震、津波発生当時の福島第一原子力発電所の状況)

	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	
3月11日	地震発生(14:46)						
	原子炉自動停止(14:47)			(定期検査中)			
	○非常用DG(2台とも)起動(14:47) ○非常用復水器起動(14:52) ○格納容器スプレイ系起動(15:07、15:10)	○非常用DG(2台とも)起動(14:48) ○原子炉隔離時冷却系起動(14:50) ○逃がし安全弁動作(14:52) ○残留熱除去系ポンプ起動(15:00頃)	○非常用DG(2台とも)起動(14:48) ○原子炉隔離時冷却系起動(15:05、16:03)	○非常用DG(1台)起動(1台点検中)	○非常用DG(2台とも)起動(14:48、14:49)	○非常用DG(3台とも)起動(14:48(1台)、14:49(2台))	
	津波第1波到達[高さ4m](15:27)、津波第2波到達[浸水高さ15m](15:35)						
	○全交流電源喪失を確認(15:37) (津波到来により海水冷却系や配電盤等の電源系が被水・冠水、非常用DGも機能喪失)				○6号機非常用DGから給電	○非常用DG1台(空冷式)は運転継続	
3月12日以降	○非常用冷却装置が全て停止 ○原子炉の水位が低下 ○炉心の損傷、溶融開始 ○原子炉建屋での水素爆発			○原子炉建屋での水素爆発	○原子炉冷温停止		

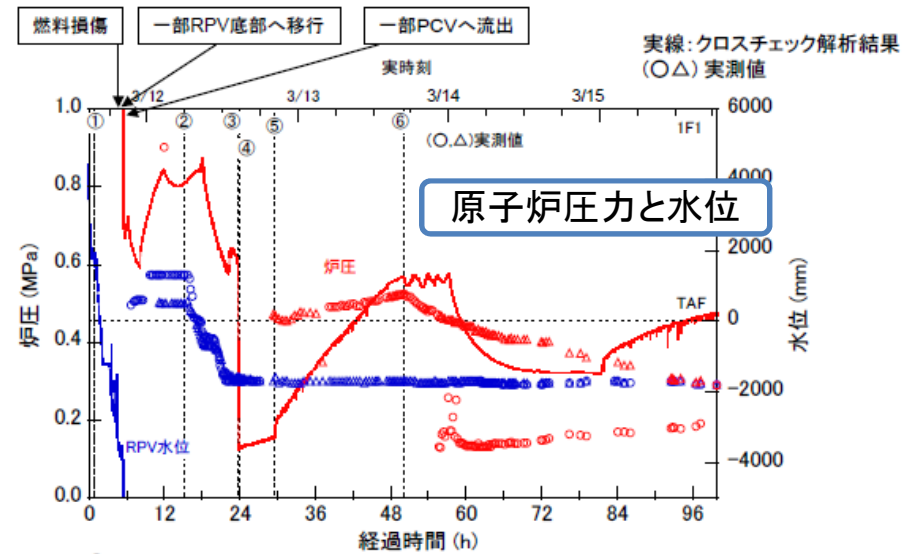
# 1号機の事故進展概要

日時	主要イベント
3/11 14:46	<b>地震発生</b> → 原子炉自動停止 → 外部電源喪失 → 非常用ディーゼル発電機起動
14:52	非常用復水器起動・停止
15:37	<b>津波襲来</b> → 非常用ディーゼル発電機停止 → 直流電源(バッテリー等)停止 → 非常用復水器の停止 → 海水冷却系の機能喪失
17:00頃	燃料露出、炉心溶融開始
3/12 05:46	消防ポンプによる淡水注水
14:30	ベント
15:36	原子炉建屋で水素爆発
19:06	海水注入

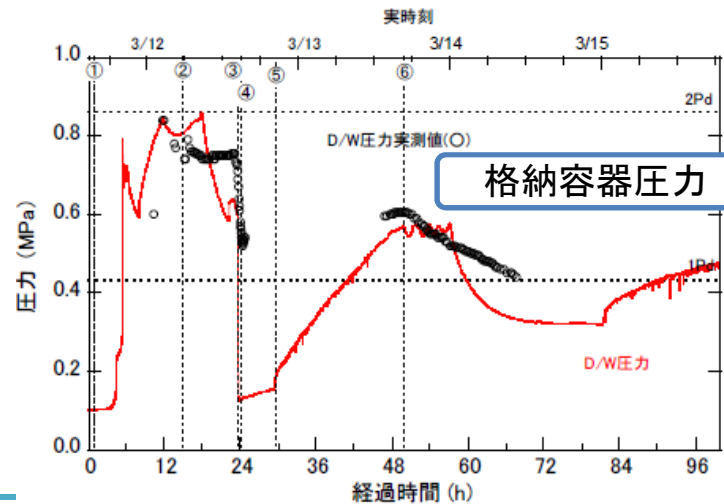
の14時間9分間炉水位低下

地震 → 各機器は正常に動作  
津波 → 非常用D/G喪失+直流電源喪失+海水冷却系の機能喪失

非常用復水器(冷却・注水)機能喪失  
→ 初期の段階で冷却・注水機能が喪失したため、2、3号機よりも事象進展が早く、炉心溶融に至った。炉心損傷に伴い水素が発生し、原子炉建屋上部で爆発。



- ①IC停止
- ②PCVリーク(仮定)
- ③W/Wベント(PCV圧力低下)
- ④W/Wベント閉(仮定)
- ⑤海水注水開始
- ⑥PCVリークの拡大(仮定)



格納容器圧力

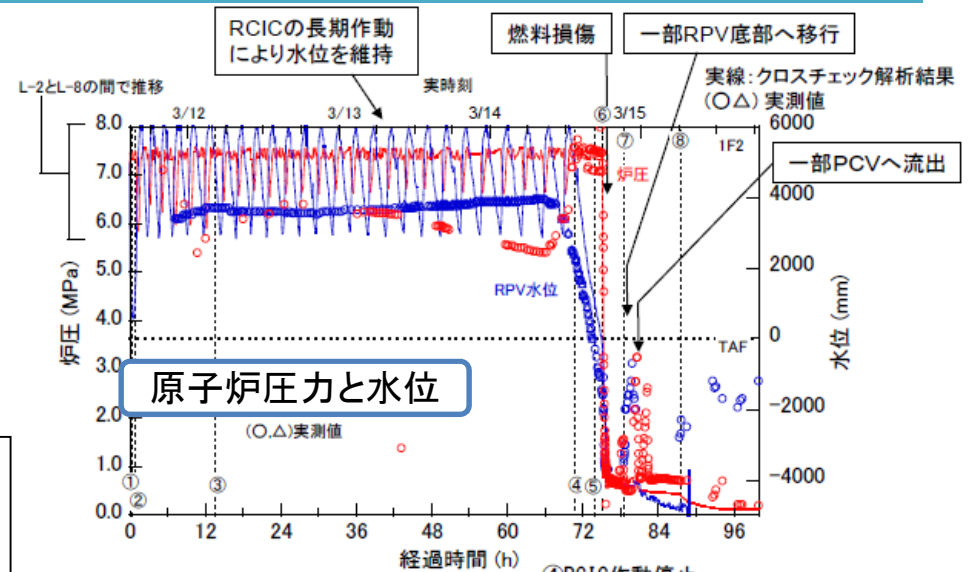
# 2号機の事故進展概要

日時	主要イベント
3/11 14:47	<b>地震発生</b> → 原子炉自動停止 → 外部電源喪失 → 非常用ディーゼル発電機起動
14:52	原子炉隔離時冷却系起動
15:41	<b>津波襲来</b> → 非常用ディーゼル発電機停止 → 直流電源(バッテリー等)停止 → 海水冷却系の機能喪失
3/13 11:00頃	ベント
3/14 13:25	原子炉隔離時冷却系停止
18:00頃	燃料露出、炉心溶融開始
19:54	消防ポンプにより海水注入
3/15 06:10	圧力抑制室で爆発音

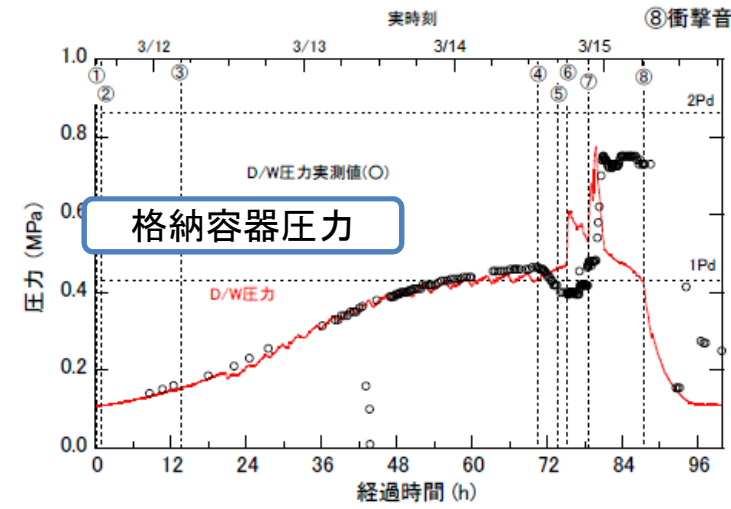
の6時間  
のため  
原子炉  
29分  
間注水  
停止  
炉水位  
低下

地震 → 各機器は正常に動作  
津波 → 非常用D/G喪失+直流電源喪失+海水冷却系の機能喪失

原子炉隔離時冷却系停止  
→ 交流電源が喪失したがRCICが、30時間以上も注水機能を維持していたため、他号機よりも事象進展が遅かったものの、冷却機能停止後、炉心溶融に至った。



- ①RCIC手動起動
- ②全交流電源喪失
- ③RCIC水源をCSTからS/Cに切替え
- ④RCIC作動停止
- ⑤海水注水作業開始
- ⑥原子炉圧力低下確認
- ⑦S/R2弁開



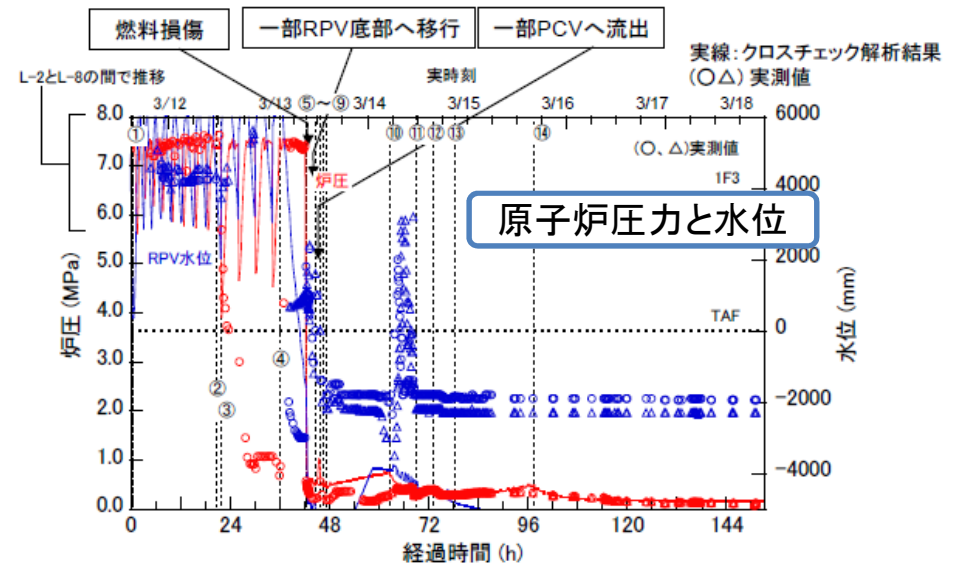
# 3号機の事故進展概要

日時	主要イベント
3/11 14:47	<b>地震発生</b> → 原子炉自動停止 → 外部電源喪失 → 非常用ディーゼル発電機起動
15:05	原子炉隔離時冷却系起動
15:42	<b>津波襲来</b> → 非常用ディーゼル発電機停止 → 海水冷却系の機能喪失
3/12 11:36	原子炉隔離時冷却系停止
12:35	高圧炉心注水系起動
3/13 02:42	高圧炉心注水系停止
08:00頃	燃料露出、炉心溶融開始
08:41	ベント
09:25	消防ポンプにより海水注入
3/14 11:01	原子炉建屋で水素爆発

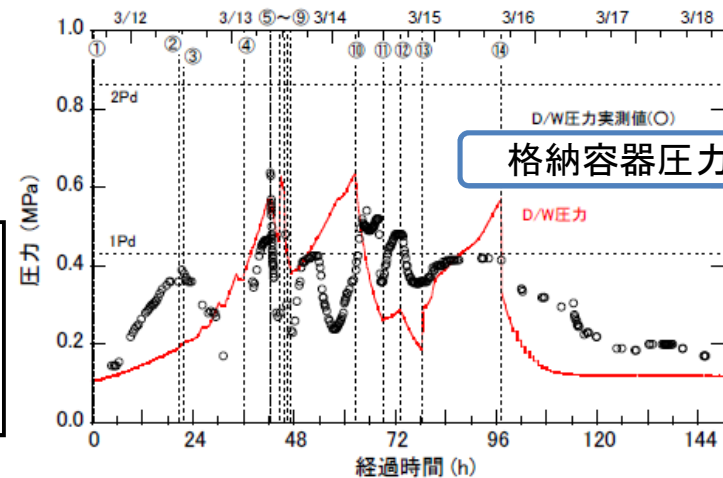
の6時間  
ため原子  
間43分  
炉注水  
水位低  
下止

地震 → 各機器は正常に動作  
津波 → 非常用D/G喪失+海水冷却系の機能喪失  
(直流電源は被水を免れる)

原子炉隔離時冷却系、高圧炉心注水系停止  
→ 直流電源が被水しなかったため、原子炉水位低(L-2)により高圧炉心注水系が自動起動し、1号機よりも長時間注水機能を維持できたが、その後の冷却機能停止により炉心溶融に至った。炉心損傷に伴い、水素が発生し、原子炉建屋上部で爆発。



- ①RCIC手動起動
- ②RCIC作動停止
- ③HPCI起動
- ④HPCI停止
- ⑤S/R弁開
- ⑥W/Wベント(圧力低下)
- ⑦淡水注水開始
- ⑧W/Wベント閉
- ⑨海水注水開始
- ⑩~⑭W/Wベント開⇄閉



# (参考) 福島第一及び福島第二における事象の進展

## 福島第一1～3号機の事象の進展



### 非常用設備は正常に作動

- ・制御棒自動挿入(原子炉停止)
- ・**外部電源喪失**
- ・非常用発電機起動(電源確保)
- ・非常用冷却システム作動



・非常用発電機停止(電源喪失)

(海水系冷却機能喪失)

・**非常用冷却システム停止**

原子炉水位低下  
炉心露出  
**炉心損傷**

## 福島第二の事象の進展

(女川や東海第二もほぼ同様)



### 非常用設備は正常に作動

- ・制御棒自動挿入(原子炉停止)
- ・**外部電源受電(電源確保)**
- ・非常用冷却システム作動



・外部電源受電(電源確保)

(非常用電源喪失、  
海水系冷却機能喪失)

・**非常用冷却システム動作**

原子炉水位を維持  
被災した冷却ポンプを復旧  
**冷温停止**



# 福島第一事故の科学的データに基づいた分析結果

・報告徴収命令に基づき報告のあったプラントデータ等について、原子炉施設の安全性への評価等を東京電力に指示するとともに、原子力安全・保安院は、JNESによる独自解析も踏まえた評価を実施。

## <評価結果の要点>

- 地震発生時に各プラントは正常に停止するとともに、地震による外部電源喪失後に非常用ディーゼル発電機は正常に起動した。冷却機能についても、各原子炉の状態に応じた機器が作動し、正常に機能していることがデータ等により確認された。
- しかしながら、津波の到達により、全交流電源を失った上に、バッテリー、配電盤等の電源系も被水・冠水したため、電源喪失期間が長期に渡り、すべての冷却機能が停止し、原子炉の冷却ができなくなり、炉心が損傷し、炉心溶融に至るなど深刻な事態に至った。

# 高経年化の影響について

- 地震発生直後の設備の稼働状況や観測された揺れの大きさ等からは、原子炉の安全上重要な設備・機器の影響が見られていないことから、高経年化による劣化事象（原子炉の脆化、繰り返し疲労、配管減肉、熱時効、ケーブルの劣化等）が事故の発生及び拡大の起因になったことはないと考えられる。
- 福島第一原子力発電所1号機、2号機及び3号機は炉型が初期型や改良型ではあったが、事故後、原子炉の冷却が不十分又は停止することにより、いずれも炉心の損傷が生じ、炉心溶融に至っており、炉型の設計にかかわらず、炉心冷却がすべて停止した状態においては、炉心損傷や炉心溶融は避けられなかったと考えられる。
- このため、今後、さらに今回の事故の解析に基づく高経年化による劣化事象が設備の損傷や機能低下に影響していないことの詳細評価や、炉型の違いと事故要因との関係の検証を行う。
- さらに、原子炉設計の信頼性を向上させるために、技術進歩を踏まえた既設炉の信頼性向上のための設計の評価・改善（定期安全レビューの活用等）を行う。

---

## 2. 緊急に取り組むべき安全対策の実施

## 2. 緊急に取り組むべき安全対策の実施

○事故の拡大をもたらし、原子力災害に至らせた直接的な原因は、地震・津波により、全電源を喪失し、全ての冷却機能が失われ、原子炉等を冷却できなくなったこと。このため、福島第一と同程度の地震・津波が襲来し、全交流電源等を喪失したとしても、安定的に炉心等を冷却する対策及び津波の防御対策を講ずる。

○地震により盛土が崩壊し送電鉄塔が倒壊し、また、主要変電所の地絡事故を発端とした電力システムの停止により原子力施設への電力供給が停止した。このため、非常用電源の多重化や電力システムの信頼性向上対策を講じる。

○福島第一事故を収束するための懸命な作業の中で抽出された課題から、万一シビアアクシデント（炉心の重大な損傷等）が発生した場合でも迅速に対応するための対策を講じる。

### 緊急安全対策

（全交流電源等の喪失を予防するための津波防御対策を含む）

### 電源信頼性向上対策

（全交流電源の喪失を予防）

### シビアアクシデントの防止

### シビアアクシデントへの対応

### シビアアクシデント対策

---

## 2. 緊急に取り組むべき安全対策の実施

### (1) 福島第一事故を踏まえた緊急安全対策の実施

# (1) 福島第一事故を踏まえた緊急安全対策の実施

- ・福島第一原子力発電所で運転中及び停止中の原子炉が原子力災害に至ったことを踏まえて、国内の全ての原子力発電所を対象に、福島第一原子力発電所と同様な原子力災害が発生しないよう、緊急対策を実施。
- ・この際、不明な点については全て安全側となるように保守的な(過大な)前提を置くこととした。すなわち、他の発電所においても福島第一原子力発電所と同程度の津波が襲来することを前提として、以下のような考え方のもと、安全が確保できること(燃料が損傷しないこと)を確認した。
  - ①周辺海域に今回の津波発生源であるプレート境界があるなしに関わらず、従来の津波高さ評価に+9.5mを加算(最大15m)とした。
  - ②3つの機能(全交流電源、海水冷却機能、使用済み燃料プール冷却機能)の喪失を仮定した。

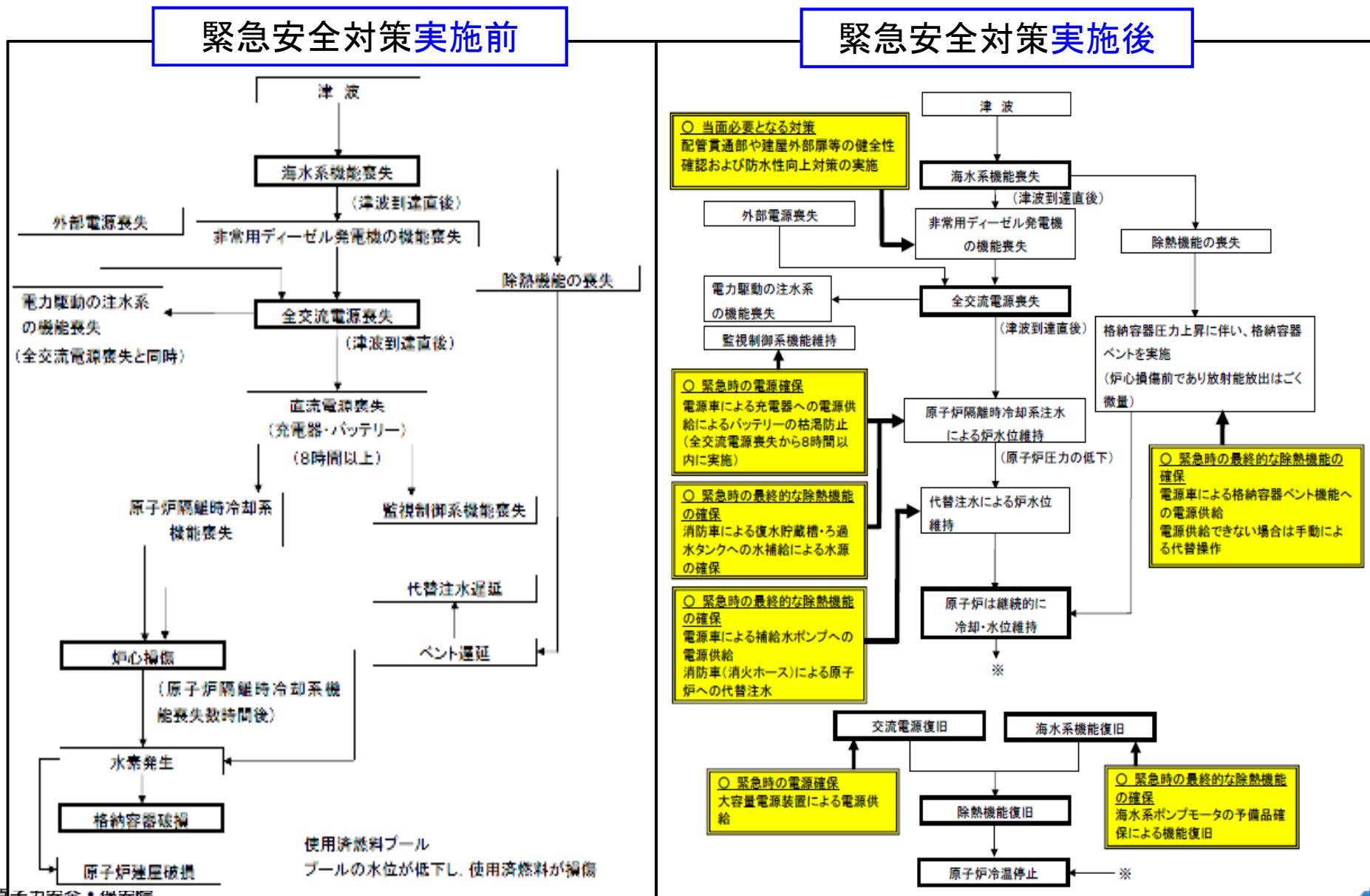
# 緊急安全対策の概要

フェーズ	緊急安全対策	
	短期	中長期
完了見込み時期	1ヶ月目途	1～3年
目標 (要求水準)	①全交流電源、②海水冷却機能、③使用済燃料貯蔵プール冷却機能を喪失したとしても炉心損傷、使用済み燃料損傷の発生を防止	緊急安全対策(短期)の信頼性向上(冷温停止の迅速化、津波に対する防護策)
具体的対策の例	<p>【設備の確保】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電源車の配備 (原子炉や使用済み燃料プールの冷却用)</li> <li>・消防車の配備 (冷却水を供給するためのもの)</li> <li>・消火ホースの配備 (淡水タンクまたは海水ピット等からの給水経路を確保するためのもの)</li> </ul> <p>等</p> <p>【手順書等の整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上記の設備を利用した緊急対応の実施手順を整備</li> </ul> <p>【対応する訓練】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・実施手順書に基づいた緊急対策の訓練を実施</li> </ul>	<p>【設備の確保】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤の設置</li> <li>・水密扉の設置</li> <li>・空冷式ディーゼル発電機の設置</li> <li>・海水ポンプ電動機予備品の確保</li> <li>・その他必要な設備面での対応</li> </ul> <p>【手順書の整備】</p> <p>【対応する訓練】</p>
(参考) 電源供給について	電源車 →緊急対策に必要な機器(タービン動補助給水ポンプ制御、中央制御室の照明、監視計器等)に限定した電源を供給	空冷式非常用ディーゼル発電機等 →左記に加え、安全上重要な設備(海水ポンプ等)を駆動できる電源を供給





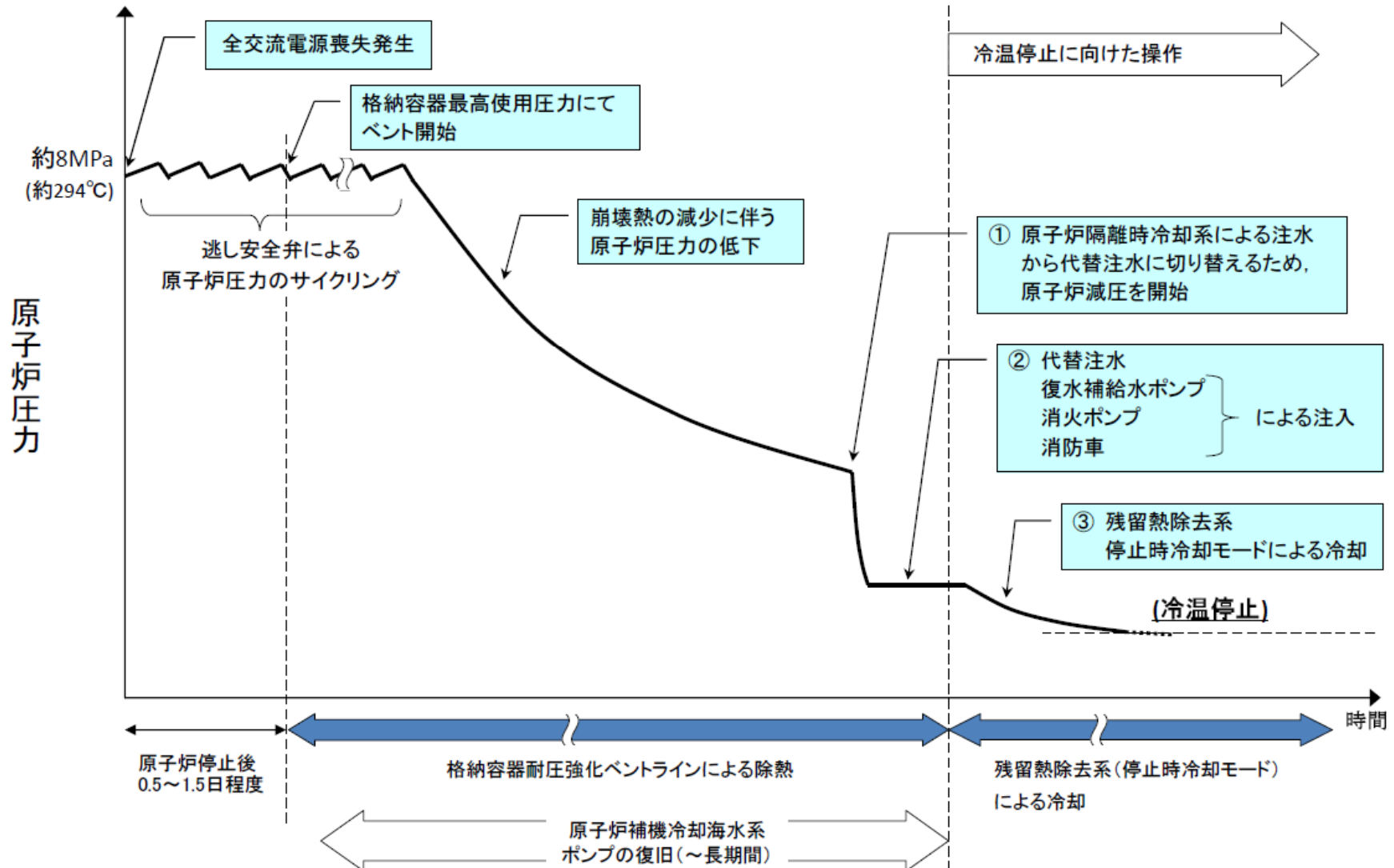
# 緊急安全対策実施前後のシナリオの対比



# プラント冷却の概要（冷温停止まで）

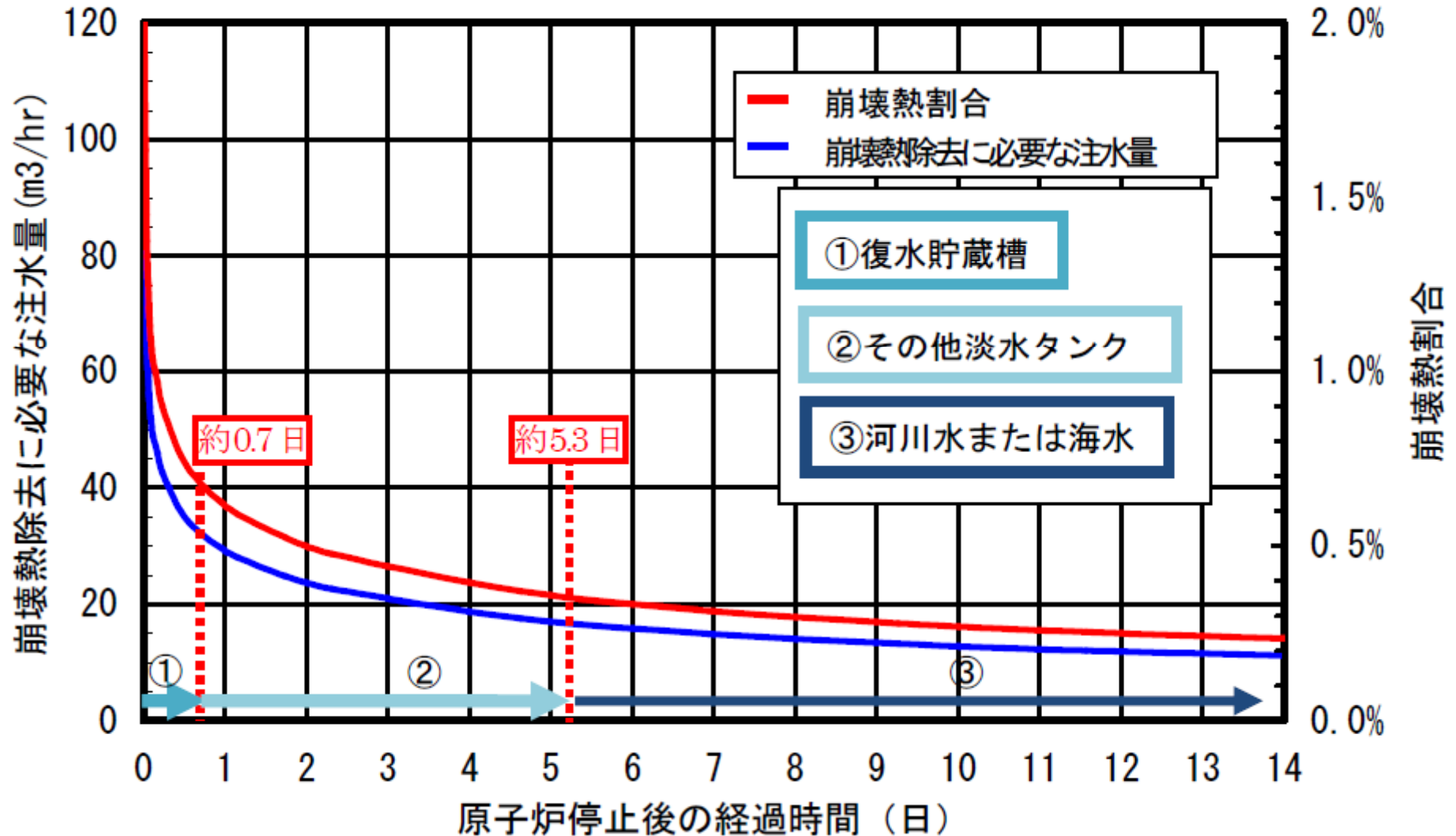
## プラント冷却の概要（冷温停止までのイメージ）

（原子炉補機冷却海水系ポンプの復旧に時間を要する場合）



# プラント冷却に必要な補給水量と水源

原子炉への必要注水量



# 緊急安全対策の実施状況に係る審査・検査

- 平成23年3月30日 緊急安全対策の実施及び報告等を指示
- 4月22日 東北電力より実施状況に関する報告書を受理
- 4月25日～26日、保安院検査官が立入検査により実施状況を確認
- 4月28日 東北電力より実施状況に関する補正報告書を受理
- 5月6日 保安院は確認・評価の結果を公表



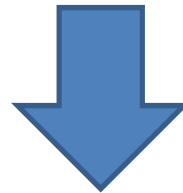
緊急安全対策の適切性について、以下の審査基準に照らし、個別の確認項目を確認することで各対策が適切に実施されているか判断した。

	重点的に確認した内容	理由
①緊急点検の実施	・特にAM(アクシデントマネージメント)用設備など設置後に不使用若しくは極端に使用頻度が低いもので、今回の対策に必要な設備について、必要な健全性が確保されているか？	・福島第一ではAM設備を使用した対応が行われた実績を踏まえた
②緊急時対応計画の点検と訓練の実施	・操作に必要な場所へのアクセス・ルートが多様化、海水注入の実施の手順、権限の明確化がなされているか？	・福島第一では「がれき」が障害となり、ポンプ車等の接近に支障が生じた
③緊急時の電源確保	・高台等に保管・管理している電源車を実際に移動させ、ケーブル等により接続する訓練を実施し、電源車接続の所要時間をあらかじめ把握しているか？	・福島第一では電源車が接続することが検討されておらず、時間も要した。
④最終的な除熱機能の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水源は海水利用を含めて複数確保されているか？</li> <li>・炉心冷却システムを構成する弁は手動等でも操作可能か予め確認がなされているか？</li> </ul>	・福島第一では炉心に海水を注入することにつき判断に時間を要した。
⑤使用済み燃料貯蔵プールの冷却確保		・また冷却システムを構成する弁の操作作業(弁作動用ポンベ現場への持ち込み)に時間を要した。
⑥当面必要となる対応策の実施	・津波対策として、より高い津波を考慮して、建屋への浸水対策等の強化、海岸部の防潮堤等の設置・強化、建屋・屋外機器等周辺への防潮壁等の設置等を可能な限り早期に行うことが計画されているか？	・福島第一では設計を上回る津波が襲来

# 訓練の実施及び改善事項

4月13日から20日にかけて、以下の個別訓練を実施するとともに、複数号機の同時被災も想定した総合訓練(4月20日)を実施。

- ・運転操作等の訓練(4月13日、19日)
- ・電源車による電源応急復旧訓練(4月13日、14日)
- ・原子炉への代替注水訓練(4月13日、14日、17日)
- ・使用済み燃料プールへの代替注水訓練(4月14日、17日)



訓練の結果から、改善事項を抽出し、手順書等に反映されていることを確認。

- ・ハンズフリーによる作業効率向上のため、ヘッドライトを配備。
- ・交換作業全般に必要な免許を手順書に追記。
- ・復水貯蔵槽送水口に接続アダプターの設置を手配。
- ・消防ホース接続口設置場所の上部近傍にある蛍光灯を移設し、作業性を改善。

# 電源車やポンプ等の配備状況の確認結果

緊急時の電源確保			原子炉及び使用済燃料プールの冷却			
			ポンプ等			水源確保
必要能力	確保能力	保管場所等	必要能力	確保能力	保管場所等	
813.8kVA	<電源車> 400kVA×3台	<保管場所> 固体廃棄物貯蔵所駐車場(TP18m)  <要求時間> 8時間以内 <訓練確認時間> 約2.5時間	<ポンプ> 約40m <sup>3</sup> /h  <ホース> 総延長約 1,500m	<ポンプ> 消防車120m <sup>3</sup> /h×2台  <ホース> 1,600m(20m×80本)	<保管場所> 消防車庫(TP13m) ※大津波警報発令時には、常駐の自衛消防隊員により固体廃棄物貯蔵所駐車場(TP18m)へ一時退避  <要求時間> 8時間以内 <訓練確認時間> 約4時間	<淡水タンク> 3,166t(12基合計)  <河川水> 日量2,300t  <海水> 取水口

# 更なる信頼性向上のための中長期対策

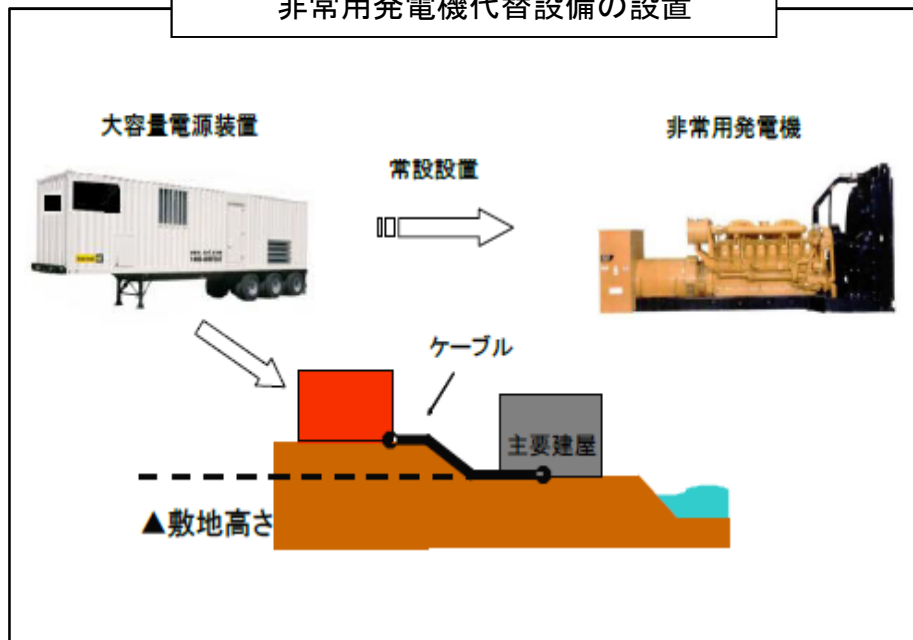
緊急安全対策の信頼性を高めるため、

- ▶ 冷温停止の迅速化
- ▶ 津波に対する防護措置

を計画し中長期対策として実施することを要求。

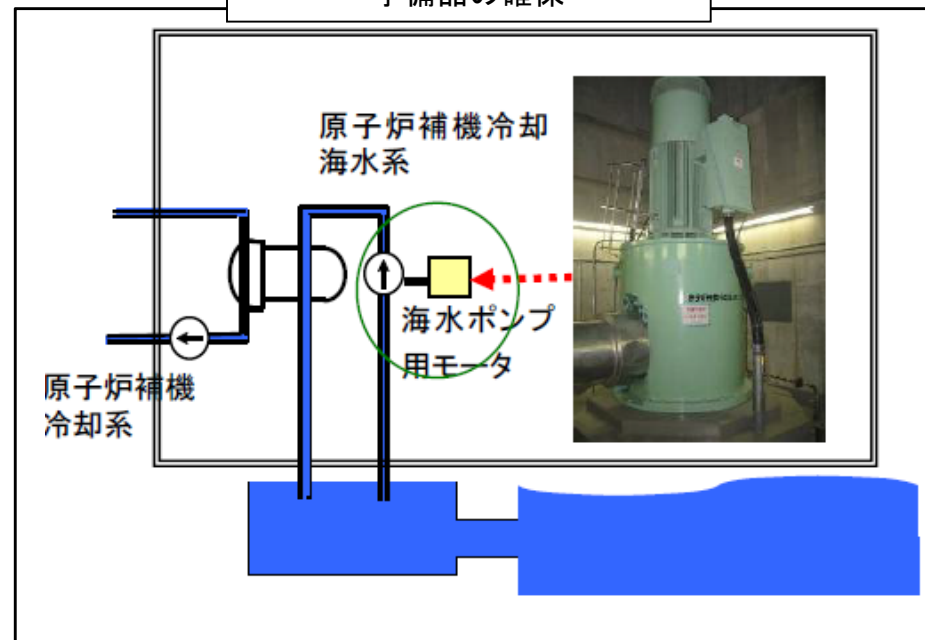
## 〔冷温停止の迅速化策〕

非常用発電機代替設備の設置



※DGの代替電源として、原子炉の冷却維持に必要な大容量の移動式発電機を高所に設置。

予備品の確保



※海水ポンプの機能喪失時における早期復旧によって冷温停止を図るため、海水ポンプ電動機の予備品を配備。

# 更なる信頼性向上のための中長期対策

## 〔津波に対する防護対策〕

- 耐震バックチェックにおける評価の途中において、今般の地震・津波が発生。
- 緊急安全対策として、福島第一の経験を踏まえ、従来の想定津波高さに9.5mを加算し、津波対策の目標水準として裕度を持って設定。

- 全交流電源等喪失対策に使用される機器について、津波の影響を及ぼさないよう浸水対策を実施。
- 建屋周りの水密化、防潮堤の設置等、津波に対する防護対策を実施（中長期）。

	原子炉建屋等の水密化	防潮壁の設置	防潮堤の設置
東通	建屋の扉の水密化等（3年程度）	海水除塵装置廻り等開口部に防潮堤を設置（3年程度）	敷地海側及び側面に防潮堤を設置（3年程度）

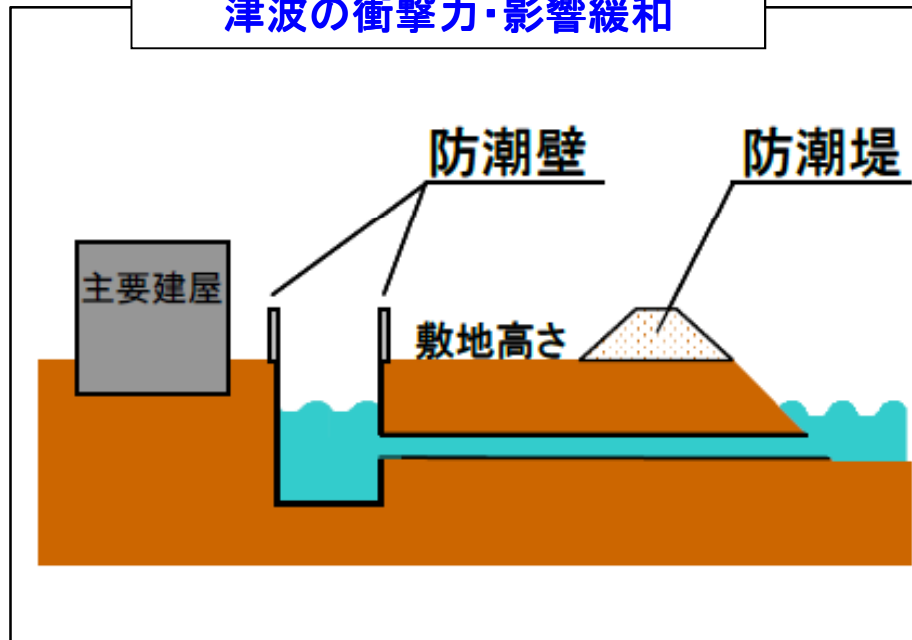
- 今後、津波の防護等に係る詳細計画や整備状況を検査で厳格に確認する。また、耐震バックチェックにおいて、各発電所ごとに津波に対する安全性評価を実施。



# 更なる信頼性向上のための中長期対策

東通原子力発電所においては、津波防護対策として、防潮堤の建設、防護壁による海水ポンプの津波対策強化、水密扉の設置等を中長期対策として実施。

## 津波の衝撃力・影響緩和



津波による衝撃力を緩和するため、防潮堤を設置するとともに、開口部からの津波進入を防止するため、防潮壁を設置する。

## 浸水対策の強化



建屋外部扉



建屋内部水密扉

非常用ディーゼル発電機や電源盤等のプラント安全上重要な設備の津波による冠水を防止するため、水密扉への取替えを行なう。

# 福島第一との対策の比較

具体的要求事項	福島第一 (事故発生当時の状況)	東通 (緊急安全対策後)
・緊急時対応計画の点検と訓練の実施	津波による全交流電源喪失対応マニュアルが無かった。	津波による全交流電源喪失事故対応マニュアルを新規に作成、訓練を行うことにより実効性を高めた。
・緊急時の電源確保	電源車が配置されておらず、交流電源が喪失した。	各号機毎に電源車を配備し、交流電源の喪失を防止。
・緊急時の最終的な除熱機能の確保	海水注入のマニュアルが無く、対応に時間を要した。	海水注入のマニュアルを制定し、対応の遅れを防止。
・緊急時の使用済み燃料貯蔵プールの冷却確保		
・各サイト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	従来評価値※+9.5m(高さ15m)の津波が襲来し、機器等が浸水した。	浸水防止対策を措置(福島第一と同程度(高さ15m)の津波高さまで措置済み)

(※:土木学会の手法(平成14年度策定)による評価値)

# 緊急安全対策の実施状況の確認結果等

---

- 東通原子力発電所における緊急安全対策の実施状況については、**妥当なもの**と評価する。
- また、事業者に対して、今後とも気を緩めることなく必要な改善に取り組むことを促すことにより、緊急安全対策の信頼性向上について継続的に取り組む。
- 更に、今後の福島第一原子力発電所の詳細な事故調査等により、事故の原因等が明らかになった時点において、追加的な対策が必要な場合には、事業者に対して改めて対応を求めることとする。

---

## 2. 緊急に取り組むべき安全対策の実施

### (2) 電源の信頼性向上

# ①停止中の原子炉の非常用発電機の多重化

## 〔保安規定の変更（4月9日）〕

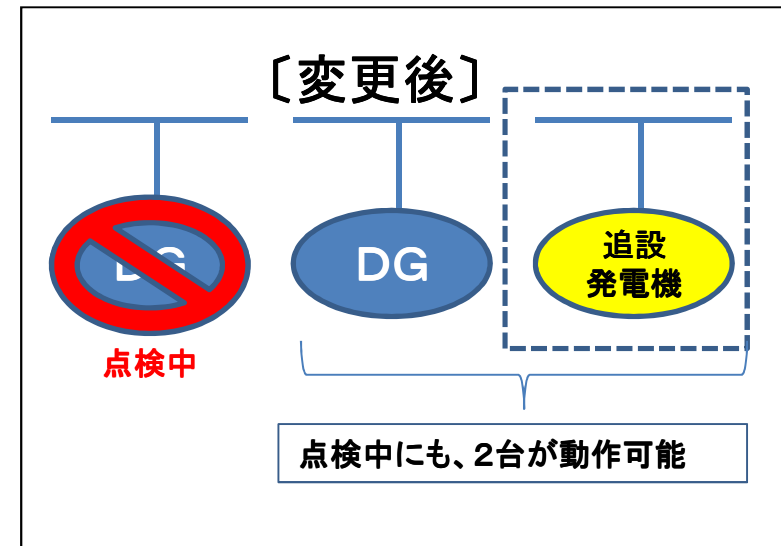
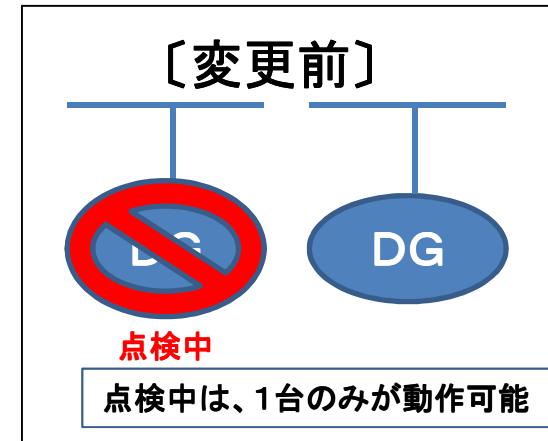
福島第一事故を踏まえ、電源の確保が極めて重要であることから、原子炉が冷温停止状態及び燃料交換においても非常用発電設備2台が動作可能な状態とするよう保安規定上の取扱いを変更。

### 〔経過措置〕

- 非常用発電設備を点検することが必要なため、更に1台の非常用発電設備の増設が必要。
- 当該非常用発電設備による運用を開始するまでの間は、保安規定の附則において他号機の非常用ディーゼル発電機からの融通、移動式発電装置による電源供給を経過措置として定める。

## 〔保安規定の認可（5月11日）〕

事業者から保安規定変更認可申請を受け、緊急安全対策の実施状況や立入検査等を踏まえ、保安規定を認可。

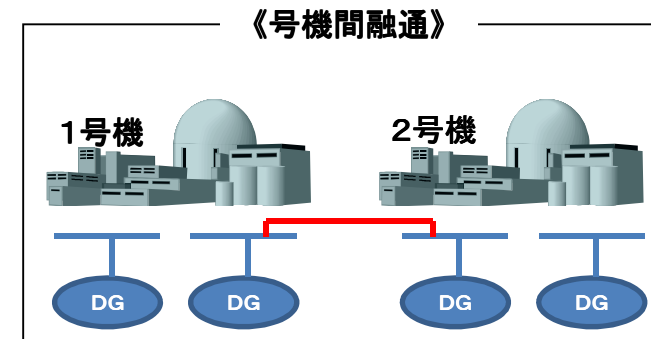


（注：JAEA「ふげん」は対象外）

# ①停止中の原子炉の非常用発電機の多重化

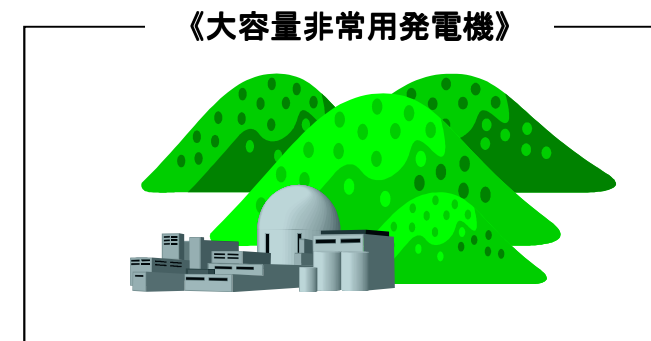
## 〔第1段階（実施済み）〕

複数号機を有する原子力発電所の場合  
各号機間の非常用ディーゼル発電機を接続線で結び、必要な場合は相互融通できるようにすることで2台以上の電源を確保。



## 〔第2段階（今後1～2年程度で実施）〕

全ての原子力発電所ごとに、発電所内の津波の影響を受けない高台等に大容量非常用発電機（空冷式）を新たに設置。



（東通原子力発電所の例）

高台に空冷式ディーゼル発電装置（2000kVA4台）を設置  
（緊急安全対策（中長期対策）の再掲）

## ②外部電源の信頼性確保

### 〔宮城県沖地震による外部電源喪失事象〕

- ・主要変電所の地絡事故を発端として北東北全体を供給する電力系統が停止
- ・それに接続されている原子力施設への電力供給も停止



### 電力系統の信頼性に課題

### 〔福島第一原子力発電所による外部電源喪失事象〕

- ・地震により盛土が崩壊し、送電鉄塔が倒壊
- ・津波により、電気を受電する開閉所等が浸水



### 地震・津波対策に課題

### 〔電力各社への検討指示〕（平成23年4月15日）

各電力会社に対して、電力系統の信頼性に関して、以下の検討・評価を行うよう指示

- ①原子力発電所に供給する電力系統の供給信頼性を分析・評価を実施し、信頼性向上の対策を検討すること。
- ②複数の電源線に施設されている全ての送電回路を各号機に接続すること。
- ③送電鉄塔の耐震性、地震による基礎の安定性等の評価を行い、必要な補強等を行うこと。
- ④開閉所等の電気設備について、水密化などの津波対策を実施すること。

## ②外部電源の信頼性確保

### 〔東通原子力発電所の対応状況〕

	電源系統の供給信頼性 (1つの変電所の停止による影響)	全号機への全 送電線の接続	送電鉄塔の耐震性等	所内電気設備の津 波対策
東通	上北変電所に全故障があった場合、所定の時間内に電源回復することは困難なため、他の変電所からの新設等を行う。	全号機で全送電線に接続済み	送電鉄塔の基礎安定性評価を実施中 がいし等の耐震性向上対策を実施予定	開閉所や変圧器等 への防潮壁の設置 等

### 〔保安院の評価〕

○東通原子力発電所の実施状況の評価結果

以下のとおり、適切に対応しているものと評価。

- ・上北変電所の全停電を想定すると外部電源が喪失することから、他の変電所からの新規回線を設置することとしている。
- ・全ての送電回線が全号機に接続される対策となっている。
- ・耐震性の優れた支持がいしへの取替や送電鉄塔基礎の安定性に係る現地調査と必要な対策が計画されている。
- ・具体的な津波防護対策が計画されている。

今後、当院は事業者が計画している対策の実施状況について厳格に確認する。

### 〔開閉所等の地震対策に係る追加の指示〕

福島第一原子力発電所の電気設備(がいし)が地震によって被害を受けたことから、外部電源の信頼性を確保する観点から、6月7日に以下を追加指示。

- ・地震により開閉所等の電気設備が倒壊、損傷し機能不全となる可能性の評価
- ・機能不全となる可能性がある場合と評価された場合の地震対策の策定



---

## 2. 緊急に取り組むべき安全対策の実施

### (3) シビアアクシデント対策

# 直ちに取り組むべきシビアアクシデント対策

- ・6月7日、福島第一原子力発電所事故に係る原子力災害対策本部において、同事故に関する報告書を取りまとめ。
- ・同事故を収束するための懸命な作業の中で抽出された課題(シビアアクシデントへの対応)から、万一シビアアクシデント(炉心の重大な損傷等)が発生した場合でも迅速に対応するための措置を整理。
- ・これらの措置のうち、直ちに取り組むべき措置として、各電気事業者等に対し、以下の5項目について実施及び報告を指示。

## ①中央制御室の作業環境の確保

緊急時において、放射線防護等により中央制御室の作業環境を確保するため、全ての交流電源が喪失したときにおいても、電源車による電力供給により中央制御室の非常用換気空調系設備(再循環系)を運転可能とする措置を講じること。

## ②緊急時における発電所構内通信手段の確保

緊急時において、発電所構内作業の円滑化を図るため、全ての交流電源が喪失したときにおける確実な発電所構内の通信手段を確保するための措置を講じること。

## ③高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備

緊急時において、作業員の放射線防護及び放射線管理を確実なものとするため、事業者間における相互融通を含めた高線量対応防護服、個人線量計等の資機材を確保するための措置を講じるとともに、緊急時に放射線管理を行うことができる要員を拡充できる体制を整備すること。

## ④水素爆発防止対策

炉心損傷等により生じる水素の爆発による施設の破壊を防止するため、緊急時において炉心損傷等により生じる水素が原子炉建屋等に多量に滞留することを防止するための措置を講じること。

## ⑤がれき撤去用の重機の配備

緊急時における構内作業の迅速化を図るため、ホイールローダ等の重機を配備するなどの津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができるための措置を講じること。

# シビアアクシデント対策の実施状況①

○6月14日の東北電力からの報告概要

	作業環境	所内通信手段	放射線管理	水素爆発防止策	がれき撤去重機
東通	<ul style="list-style-type: none"> <li>中央制御室換気系(再循環系)の構成手順を整備</li> <li>電源:電源車配備済</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>代替手段:衛星電話、移動無線配備済み</li> <li>PHS:通信設備は建屋の上層階に設置済み、あるいは防水対策を施した地下階に設置済み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高線量対応防護服を配備予定(~H23.7末)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>排気手順及び電源確保を確認</li> <li>建屋ベント及び水素検知器の設置(~H24年度内)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ホイールローダを配備予定(~H23.6末)</li> </ul>

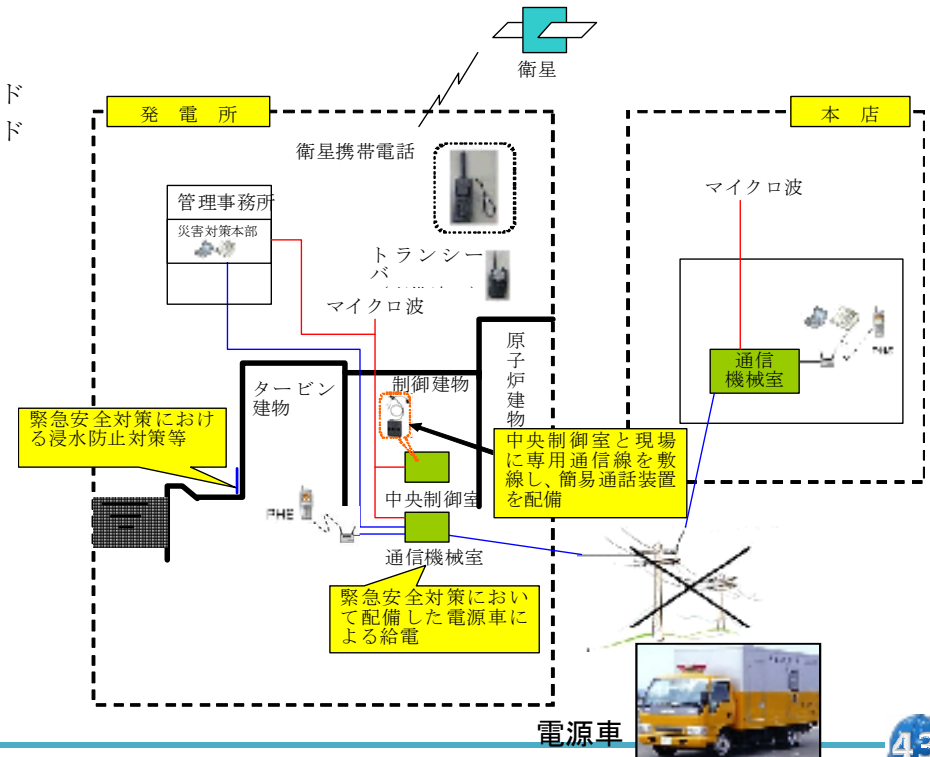
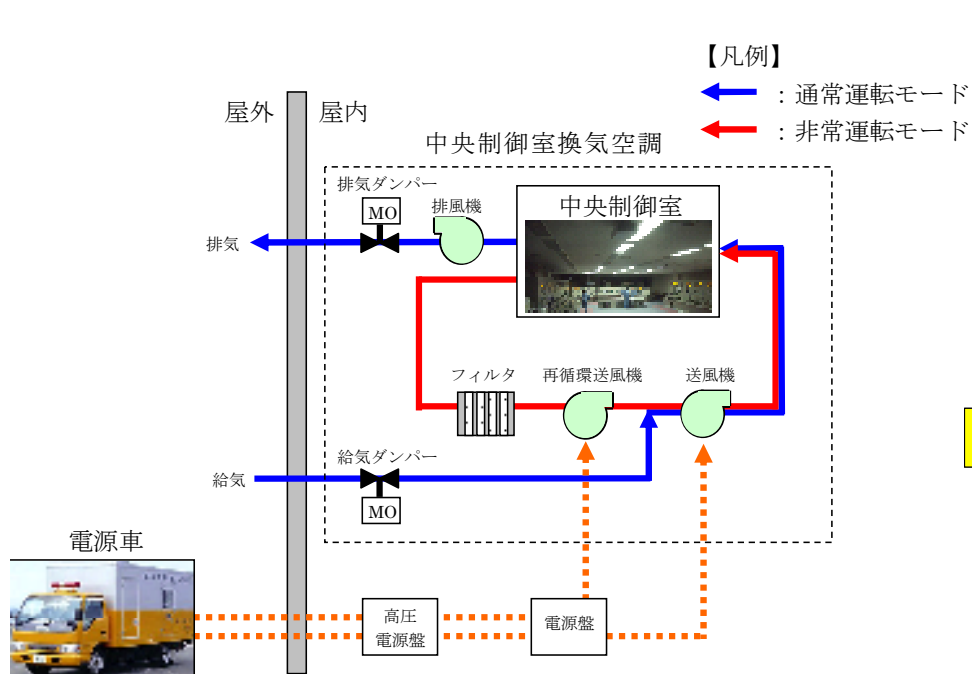
# シビアアクシデント対策の実施状況②

## 【中央制御室の作業環境確保】

- 緊急時において、中央制御室への放射性物質の流入を防ぎ、同室内での作業環境を確保するため、全ての電源が喪失した時においても、電源車から中央制御室の非常用換気空調系設備を運転可能とする措置を講じる。
- 緊急安全対策によって配備した電源車等により、給電可能であり、空調系設備の運転のための手順書を整備。

## 【構内通信手段の確保】

- 通常の構内通信設備(PHS、ページング)に関する対応
  - ページング、PHS設備について、緊急安全対策において浸水対策を実施。緊急安全対策で配備した電源車による給電により、全交流電源喪失時にも電源確。
- 代替通信手段の整備
  - トランシーバ(屋外等構内の見通しのよい場所)
  - 有線の簡易通話装置(乾電池駆動)(屋内)



# シビアアクシデント対策の実施状況③

## 【高線量防護服等の整備】

- 高線量対応防護服及び個人線量計等の放射線資機材の確保を行うため、原子力電気事業者間で相互融通することを文書で確認。また、高線量対応防護服(タングステン入り)を各発電所に10着配備する。
- 放射線管理のための体制の整備を行うため、緊急時における他部署からの放射線管理要員応援体制、及び放射線管理要員以外の要員による助勢の仕組みを整備。



タングステンベスト

## 【がれき撤去用重機の配備】

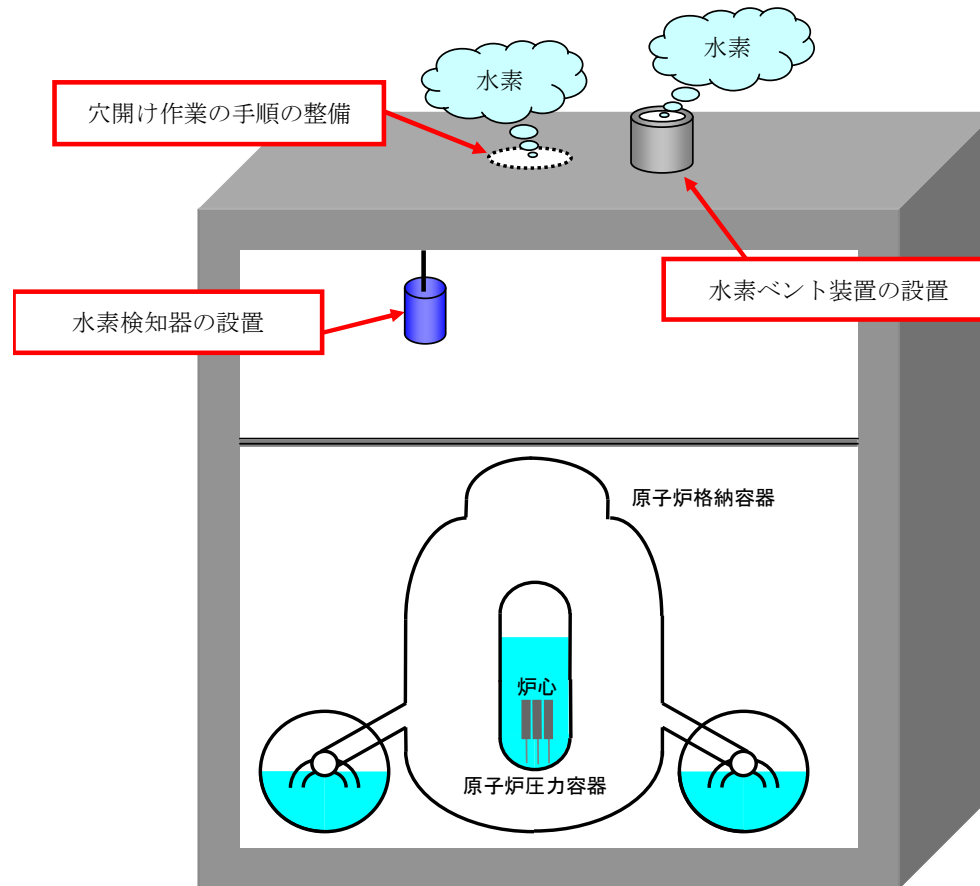
- 津波等によるがれき類を撤去するための重機を配備(津波の影響を受けない高所に配備)



# シビアアクシデント対策の実施状況④

## 【水素爆発防止策(BWR)】

- 原子炉建屋に水素が滞留することを防止するため、原子炉建屋外へ水素を排気できる排気口を設けるために、原子炉建屋の穴開け作業の手順の整備
- 原子炉建屋の頂部への水素ベント装置を設置するとともに、原子炉格納容器から漏えいした水素が原子炉建屋に蓄積した場合に、水素濃度の確認が可能なように水素検知器を設置(中長期的対応)



## 2. (3) シビアアクシデント対策の評価 (6月18日)

### 〔保安院の評価〕

以下のとおり、東通原子力発電所においては適切に対応しているものと評価。

- ・緊急安全対策により既に配備された電源車等の供給能力により、中央制御室の非常用換気空調系設備を運転するために必要な電源を確保。
- ・通信手段について、緊急安全対策等において想定される作業を行う際に使用する箇所間(例えば、原子炉建屋内の弁開閉等の作業箇所と緊急時対策所間)で実際に通信可能であることを確認。
- ・緊急時に放射線管理要員以外の要員を資機材の運搬・管理やデータ入力等の補助的業務に従事させることにより、放射線管理要員がより重要な業務に専念できる体制を整備。
- ・水素爆発を防止する作業の安全性や確実性を十分に考慮した手順書を整備し、実施について、訓練等を実施していることを確認。
- ・がれきを撤去可能なホイールローダ等の重機が配備され、必要な要員を確保していることを確認。

東北電力に対して、今後とも必要な改善に取り組むことを促し、シビアアクシデントへの対応に関する措置の充実について継続的に取り組む。