

# 添付資料

## **福島第一原子力発電所の安全性に対する総括**

当社は、福島第一原子力発電所設置許可申請書において事故時に作動すると説明してきました安全設備に対し、外的事象を起因とする共通原因故障防止への設計上の配慮が足りませんでした。その結果、3. 11津波後ではそのほとんど全ての機能を失ってしまい、炉心溶融、更には広範囲にわたり大量の放射性物質を放出させるという、深刻な事故を引き起こしてしまったことに対しまして、深く反省致します。

ゆえに、以下に示しますとおり、設置許可申請書及びその後のアクシデントマネジメント整備報告書に基づく安全設計について、今回の事故に至った安全設備の機能喪失状況を踏まえて総括し、その反省の上に立って今後の安全対策に活かしていく所存です。

### **○ 設置許可申請書に基づく対応**

#### **(1) 津波に対する設計上の考慮**

福島第一原子力発電所設置許可申請書（1966年許可）においては、敷地南方約50kmの小名浜港で観測された潮位O. P. +3. 1m（1960年チリ地震津波）を設計条件としており、その後の知見を反映しO. P. +6. 1mに見直した。しかしながら、今回の15mを超える高さの津波は予測できなかった。

#### **(2) 安全設計**

原子力発電所の重要な系統については多重性又は多様性及び独立性を備え、かつその系統を構成する機器の単一故障及び外部電源喪失の仮定においてもその系統の安全機能が維持できる設計と説明してきた。しかしながら、上述の不十分な津波の設計条件により、共通原因故障を引き起こし、安全機能の同時喪失に至った。

また、長期全電源喪失・最終ヒートシンク喪失といった事故に対して深層防護対策を準備していなかった。

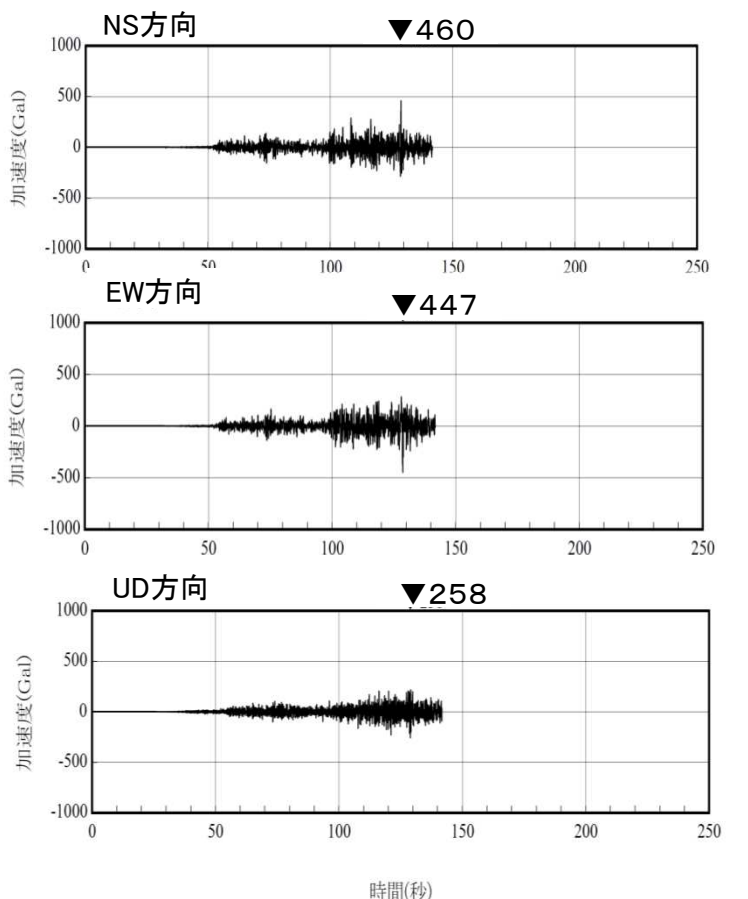
### **○ アクシデントマネジメント整備報告書に基づく対応**

アクシデントマネジメント整備報告書（2002年提出）においても、設置許可申請書同様に機器の故障及び人的ミスといった内的事象に対する安全評価のみで、自然現象をはじめとした外的事象に対する安全評価は行っておらず、ゆえに過酷事故に対する評価・対策検討としては不十分なものであった。

当社は、今回の事故に至るまで、上記に示す安全設計の不備を改めることはできなかった。

以上

(1) 原子炉施設の一般構造

項目	1F設置許可記載内容 設計方針	指針等改訂への対応状況	3. 11地震時																																																							
耐震構造	<p>【原子炉施設の設置・増設(S41. 12許可～S47. 12許可)】 原子炉施設の耐震設計は次の方針にもとづいて行う。 ・原則として剛構造とする。 ・原子炉建家のような重要な建物は直接岩盤に支持される。 ・原子炉施設を重要度に応じて次のように分類し、それぞれの重要度に応じて耐震設計を行う。</p> <p>クラスAs: 格納容器、制御棒駆動機構などのようにクラスAのうち、特に安全対策上緊要な施設 クラスA: 原子炉建家、原子炉などのようにその機能喪失が重大な事故を起こすおそれのある施設及び周辺公衆の災害を防止するために緊要な施設 クラスB: 廃棄物処理建家、廃棄物処理設備などのように高放射性物質に関連する施設であって、上記クラスAs, A以外の施設 クラスC: クラスAs, A, B以外の施設</p> <p>・クラスAs及びクラスAの設計は、基盤における最大加速度0. 18Gの地震動に対して安全であるように設計される。 ・クラスAsの施設については上記の0. 18Gの1. 5倍の加速度の地震動に対して、機能が損なわれないことも確かめる。</p>	<p>・原子力委員会が「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を策定(S53制定、S56改訂) →当社はS56指針に基づき、基準地震動S2(最大370Gal(直下地震))を策定し、耐震バックチェックを実施。</p>	<p>○震源: 三陸沖(M9、震央距離178km、震源深さ 24km) ○1Fで取得された観測記録と基準地震動Ssに対する応答値との比較した結果は以下のとおり。</p> <table border="1" data-bbox="2166 304 2864 598"> <thead> <tr> <th rowspan="2">観測点 (原子炉建家 基礎版上)</th> <th colspan="3">観測記録 最大加速度値(Gal)</th> <th colspan="3">基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(Gal)</th> </tr> <tr> <th>NS方向</th> <th>EW方向</th> <th>UD方向</th> <th>NS方向</th> <th>EW方向</th> <th>UD方向</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1号機</td> <td>460</td> <td>447</td> <td>258</td> <td>487</td> <td>489</td> <td>412</td> </tr> <tr> <td>2号機</td> <td>348</td> <td>550</td> <td>302</td> <td>441</td> <td>438</td> <td>420</td> </tr> <tr> <td>3号機</td> <td>322</td> <td>507</td> <td>231</td> <td>449</td> <td>441</td> <td>429</td> </tr> <tr> <td>4号機</td> <td>281</td> <td>319</td> <td>200</td> <td>447</td> <td>445</td> <td>422</td> </tr> <tr> <td>5号機</td> <td>311</td> <td>548</td> <td>256</td> <td>452</td> <td>452</td> <td>427</td> </tr> <tr> <td>6号機</td> <td>298</td> <td>444</td> <td>244</td> <td>445</td> <td>448</td> <td>415</td> </tr> </tbody> </table>	観測点 (原子炉建家 基礎版上)	観測記録 最大加速度値(Gal)			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(Gal)			NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向	1号機	460	447	258	487	489	412	2号機	348	550	302	441	438	420	3号機	322	507	231	449	441	429	4号機	281	319	200	447	445	422	5号機	311	548	256	452	452	427	6号機	298	444	244	445	448	415
	観測点 (原子炉建家 基礎版上)	観測記録 最大加速度値(Gal)			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(Gal)																																																					
		NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向																																																			
1号機	460	447	258	487	489	412																																																				
2号機	348	550	302	441	438	420																																																				
3号機	322	507	231	449	441	429																																																				
4号機	281	319	200	447	445	422																																																				
5号機	311	548	256	452	452	427																																																				
6号機	298	444	244	445	448	415																																																				
<p>【運用補助共用施設、使用済燃料輸送容器保管建屋及びDG建屋他の設置(H6. 3許可)】 「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(S56)に従った次の方針に基づく耐震構造とする。 ・建物・構築物は、原則として剛構造とする。 ・重要な建物・構築物は、原則として岩盤に支持させる。 ・耐震設計上の重要度に応じて次のように分類し、それぞれの重要度に応じて耐震設計を行う。</p> <p>Aクラス: 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している設備に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの並びにこれらの事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響、効果の大きいもの。 Bクラス: 上記において、影響、効果が比較的小さいもの。 Cクラス: Aクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すれば良いもの。</p> <p>・Aクラスの設備は、敷地の解放基盤表面における最大速度振幅が基準地震動S1による地震力に対して耐えるように設計する。 ・Aクラスの一部の設備を限定してAsクラスの設備と呼称し、これらの設備については敷地の解放基盤表面における最大速度振幅が基準地震動S2による地震力に対してその安全機能が保持できるように設計する。</p>	<p>・原子力安全委員会が「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を改訂(H18改訂) ・原子力安全・保安院が耐震バックチェックを指示。 →当社はH18指針に基づき、新潟県中越沖地震を踏まえた上で、基準地震動Ss(最大600Gal(海洋プレート内地震))を策定。 ・耐震バックチェックと並行して耐震補強工事を実施中。 ・耐震バックチェック報告書(中間)の提出状況は以下のとおり。 － 1F5 :H20. 3 － 1F1, 2, 3, 4, 6 :H21. 6</p>	 <p>図 1号機原子炉建家基礎版上の加速度時刻歴波形</p>																																																								
<p>【1F6可燃性ガス濃度制御系他取替工事(H22. 11許可)】 ・「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」(H18)に適合するように設計する。 ・耐震設計上重要な施設は、敷地周辺の地質・地質構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から施設の供用期間中に極めて希ではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与える恐れがあると想定することが適切な地震動による地震力に対して、その安全機能が損なわれないように設計する。 ・建物・構築物は、耐震設計上の重要度に応じた設計荷重に対して十分な支持性能をもつ地盤に設置する。 ・耐震設計上の重要度に応じて次のように分類し、それぞれの重要度に応じて耐震設計を行う。</p> <p>Sクラス: 自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している設備に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの、及びこれらの事態を防止するために必要なもの並びにこれらの事故発生の際に、外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって、その影響の大きいもの。 Bクラス: 上記において、影響が比較的小さいもの。 Cクラス: Sクラス、Bクラス以外であって、一般産業施設と同等の安全性を保持すれば良いもの。</p> <p>・Sクラスの施設は、敷地の解放基盤表面において定められる基準地震動Ssによる地震力に対して安全機能が保持できるように設計する。また、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力いずれか大きい方の地震力に対して耐えるように設計する。 ・基準地震動Ssは、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について、敷地における解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。 ・また、弾性設計用地震動Sdは、工学的判断から求められる係数を基準地震動Ssに乗じて設定し、係数は0.5以上とする。</p>	<p>耐震評価に対する総括</p> <p>・2, 3, 5号機については、3. 11地震における観測記録が基準地震動Ssに対する応答を一部上回っていたものの、安全上重要な機能を有する主要設備について耐震性評価を実施し、設備設計上見込んでいた余裕の範囲内であることを確認している。したがって、安全上重要な機能を有する主要設備は、3. 11地震時及び地震直後において安全機能を確保できたと推定される。</p> <p>・当社が福島第一原子力発電所の基準地震動Ssの策定にあたって考慮したプレート間地震の規模(M7. 9)は、国の地震本部による福島県沖に関する評価(M7. 4)を上回る規模としていたものの、3. 11地震が複数の領域の連動によって引き起こされたM9の規模であったことを踏まえると、地震ハザードの仮定が甘かった。</p>	<p>※1Fで得られた観測記録の一部は130～150秒程度で中断しているが、原子炉建家基礎版上の記録については中断以降の最大加速度値も得られており、3. 11地震における最大加速度値は中断するよりも前に発生したことが確認できてい</p>																																																								

項目	1F設置許可記載内容 設計方針	指針等改訂への対応状況	3. 11地震時
その他構造	<p>・原子炉建家を設置する敷地の整地面は標高約10mである。</p> <p>(添付書類六)</p> <p>・敷地南方約50kmの小名浜港における潮位を示すと以下のとおりである。</p> <p>最高潮位 : O.P.+3.122m (1960.5.24チリ地震津波)</p> <p>朔望平均干満位 : O.P.+1.410m</p> <p>平均潮位 : O.P.+0.824m</p> <p>朔望平均干潮位 : O.P.+0.075m</p> <p>最低潮位 : O.P.-1.918m (1960.5.24チリ地震津波)</p>	<p>・H14、土木学会が「原子力発電所の津波評価技術」刊行 →当社は「津波評価技術」に基づく評価を行い、潮位高さをO.P.+5.4m～5.7mに見直し、ポンプのかさ上げ、水密化対策、手順書の整備を実施</p> <p>・H18耐震指針に基づくバックチェック →潮位高さをO.P.+5.4m～6.1mに見直し、水密化対策を実施。</p>	<p>○津波浸水高さ</p> <p>・1F1～4 : O.P.約+11.5～+15.5m</p> <p>・1F5/6 : O.P.約+13～+14.5m</p>
		<p style="text-align: center;">津波評価に対する総括</p> <p>・1F敷地整地面の高さを決定するに際して参照した潮位観測記録は不十分であり、<u>津波に対する設計上の配慮が不足(過小評価)</u>していた。</p> <p>・その後の研究機関等の成果、指針等の改訂などを踏まえ、1Fにおいても適宜潮位高さの見直しとポンプのかさ上げ等の対策を実施してきた。</p> <p>・ただし、仮に想定を超える津波が襲来した場合にはクリフエッジ的に過酷事故に至るということを認識しながら、敷地整地面の高さをを超える津波対策は実施してこなかった。</p>	



## (2)安全設計

系統・設備	機能(重要度分類指針上の区分)	1F1設置許可記載内容			3. 11地震後(○機能健全 ×機能喪失)			
		主要仕様	設計方針	耐震設計 クラス	津波襲来前 動作状況	津波襲来後 動作状況	(機能喪失要因)	
制御棒 (CR)	・原子炉の緊急停止機能(MS-1) ・未臨界維持機能(MS-1)	97本	十字形に組み合わせたステンレス鋼製のU字形シースの中に中性子吸収材を納めたもの、又は十字形に組み合わせたステンレス鋼製の板材の中に中性子吸収材を納めたもので、それぞれ4体の燃料集合体の中央に約305mmのピッチで炉心全体にわたって一様に配置し、炉心の最大過剰反応度を十分制御できる。制御棒値ミニマイザで許容する最大値の制御棒が何らかの原因によって自重落下する事故が起きた場合でも、制御棒落下速度リミッタにより落下速度を抑え、反応度の急激な投入による燃料の最大エンタルピーが設計上の制限値を超えないように設計される。	As	○ スクラム成功	○ スクラム状態を維持	電源	—
制御棒駆動設備 (CRD)	・原子炉の緊急停止機能(MS-1) ・未臨界維持機能(MS-1)	97個	ラッチ付き水圧駆動ピストン形式のものであり、各制御棒に独立して設置し、駆動機構とCRはカップリングを介して容易に外れない構造とする。通常駆動時はポンプにより加圧された駆動水により行い、スクラム時は、各駆動機構毎に設ける水圧制御ユニットのアクムレータの高圧窒素により加圧された駆動水により行う。	As	○ スクラム成功	○ スクラム状態を維持	電源	—
液体毒物注入系 (SLC系)	・未臨界維持機能(MS-1)	1系統 ポンプ2台 (うち1台は予備)	制御棒の挿入不能によって、原子炉の冷温停止が出来ない場合に、液体毒物を炉心底部から注入して負の反応度を与え、原子炉を停止する為のもので、全制御棒が動かなくなった場合でも、原子炉を冷温停止する能力を持っている。操作は、中央制御室から遠隔手動で行われる。原子炉圧力容器に入る前に並列2個の弁があり、必要なとき確実に注入されるようにしている。	As	○ スタンバイ状態	× 100%容量のポンプ2台で多重化していたが、交流電源喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
安全弁及び 逃がし安全弁 (SRV)	・原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能(MS-1) ・原子炉停止後の除熱機能(MS-1) ・炉心冷却機能(MS-1) ・原子炉圧力の上昇の緩和機能(MS-2)	安全弁3個 逃がし安全弁4個	安全弁はドライウェルに、逃がし安全弁はサブプレッションチェンバに蒸気を吹き出すように設計される。安全弁は、バネ式により設定圧力で作動する。逃がし安全弁は、安全弁機能(バネ式)と逃がし弁機能(空気式)を有し、逃がし弁機能には、手動と自動(ADS)の機能がある。	A	○ スタンバイ状態	安全弁機能: ○ 逃がし弁機能: × 直流電源喪失により、手動(操作スイッチ)・自動の逃がし機能を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水)
原子炉停止時 冷却系 (SHC系)	・原子炉停止後の除熱機能(MS-1)	2系統 (うち1系統は予備) ポンプ1台/系統 熱交換器1基/系統	原子炉停止後、炉心崩壊熱及び原子炉圧力容器、配管、冷却材中の保有水熱を除去して、原子炉を冷却する。炉心は、停止直後は復水器で冷却され、炉水温度が約135℃になれば、SHC系によって冷却される。SHC系は、炉水温度を20時間以内に約135℃から約52℃に下げることが出来る。	A	○ スタンバイ状態	× 100%2系統で多重化していたが、交流電源喪失と冷却系喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
非常用復水器 (IC系)	・原子炉停止後の除熱機能(MS-1)	2系統 タンク 1基/系統	タービントリップ時バイパス弁不動作又は復水器真空低下、あるいは主蒸気管破断事故による主蒸気隔離弁閉鎖時のように、復水器が利用できない場合に、原子炉の崩壊熱を除去する。作動条件は、原子炉圧力高であって、ある時間原子炉圧力高が続くとドレン管の閉鎖している弁が自動的に開く。ドレン管の弁が開かれると、蒸気管内の蒸気とドレン管内の復水の重さの差による自然循環によって炉心が冷却される。復水器タンクの冷却水は補給しなくても2基のタンクで8時間原子炉を冷却できる。	A	○ 自動起動	× 外側弁(3A)閉操作後に津波が来襲し、電源喪失により除熱機能を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水) 交流電源: × (M/C被水)
高圧注水系 (HPCI系)	・原子炉停止後の除熱機能(MS-1) ・炉心冷却機能(MS-1)	1系統 蒸気タービン1台 ポンプ1台	再循環回路のような原子炉1次系配管の小破断に対して単独で、中破断に対しては、炉心スプレイ系と連携して燃料の溶融を防止する。高圧注水系は、外部電源を必要としない。作動条件は、原子炉水位異常低下信号またはドライウェル圧力高信号で、水位が回復するような場合は原子炉水位高信号で注水を停止する。高圧注水系の不動作の時には、バックアップとして原子炉水位異常低下、ドライウェル圧力高及び高圧注水系不動作の同時信号により自動圧力逃がし弁が作動し、原子炉圧力を低下させて炉心スプレイ系を早期に作動させる。	A	○ スタンバイ状態	× 直流電源喪失により機能を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水)

系統・設備	機能(重要度分類指針上の区分)	1F1設置許可記載内容			3. 11地震後(○機能健全 ×機能喪失)			
		主要仕様	設計方針	耐震設計クラス	津波襲来前 動作状況	津波襲来後 動作状況	(機能喪失要因)	
炉心スプレイ系 (CS系)	・炉心冷却機能(MS-1)	2系統 (うち1系統は予備)  ポンプ 2台/系統	再循環回路破断のような冷却材喪失事故によって炉心が露出した場合に、燃料の過熱による燃料及び被覆管の破損を防ぎ、これに伴うジルコニウムと水との反応を防止する。 作動は自動であり、原子炉水位異常低下信号またはドライウエル圧力高信号によって2系統が起動する。 ポンプ4台は、外部電源喪失時でも、非常用DGによって起動することが出来る。	A	○ スタンバイ状態	× 100%2系統で多重化していたが、交流電源喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
格納容器 (PCV)	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	設計圧力 ・D/W (内側)4.35kg/cm <sup>2</sup> g (外側)0.14kg/cm <sup>2</sup> g ・S/C (内側)4.35kg/cm <sup>2</sup> g (外側)0.07kg/cm <sup>2</sup> g  設計温度 ・D/W,S/Cともに 138℃	圧力抑制形格納容器は、原子炉圧力容器及び再循環回路を取り囲むドライウエル、サプレッションチェンバ及びこれを連絡するベント管、ヘッダ及び下降管からなる。 冷却材喪失事故が起こった場合に、ドライウエル内に放出された蒸気と水の混合物は、ベント管を通りサプレッションチェンバ内のヘッダに入り、これから下降管を通してサプレッションチェンバのプール水中に導かれる。ここで蒸気がプール水で冷却され、凝縮することによって、ドライウエル内圧の上昇が抑制され、一方、放出された放射性物質は格納容器内に保留される。	As	○	× 格納容器圧力が設計圧力を超え、閉じ込め機能を喪失	電源	—
PCV隔離弁	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	2個/配管 (PCV内・外)	実質的に格納容器の一部となるものであって、原則として、次の基準に従って設備される。 ・原子炉蒸気発生系統に接続されているか、あるいはドライウエル内の空間に開口しているドライウエル貫通管には、ドライウエル内外で2個の隔離弁を設置する。 ・その他の貫通管で、ドライウエル内の配管破断によって、放射性物質を外部へ放出するおそれのある貫通管には、少なくとも1個の隔離弁が設けられていて、これらの隔離弁は、原子炉水位低、ドライウエル圧力高、あるいは放射能レベル高など適当な信号によって自動的に閉鎖して、格納容器から放射性物質が放出するのを防ぐ。	As	○	○ 交流電源喪失したが隔離機能は維持	電源	交流電源: × (M/C被水)
格納容器冷却系 (CCS)	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	2系統 (うち1系統は予備)  ポンプ 2台/系統  熱交換器 1基/系統	冷却材喪失事故後、サプレッションチェンバ内プール水をDW内及びサプレッションチェンバ内にスプレイすることによって、格納容器内の温度、圧力を低減し、格納容器から浮遊性放射性物質が漏えいするのを抑える。4台のポンプのうち、いずれか2台で原子炉再循環回路破断による冷却材放出のエネルギー、燃料の完全溶融に伴うジルコニウム-水反応による反応熱及び崩壊熱を除去し、PCV内圧が設計圧力及び温度を超えるのを防ぐことが出来る。 起動は、DW圧力高及び原子炉水位異常低下の同時信号によって自動的になされる。外部電源喪失時であっても、CCSポンプおよびCCSWポンプの各2台が非常用電源で駆動できるようになっている。	As	○ 手起動 (S/Cクーリング)	× 100%2系統で多重化していたが、交流電源喪失と冷却系喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
原子炉建家 (R/B)	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	鉄筋コンクリート造 (上部鉄骨構造)	格納容器を完全に取り囲む気密の建物であり、事故時には、SGTS系によって負圧に保たれるので、格納容器から、放射性物質の漏洩があっても、これが発電所周辺にフィルタを通らずに直接放散されることはない。 建屋への機器搬入用ロック及び所員用エアロックは、機械的にインターロックされた二重ドアになっており、その他全ての貫通部も十分シールされているので、原子炉建家は気密性が高い。	A	○	× 水素爆発により建屋が損壊し、閉じ込め機能を喪失	電源	—
非常用ガス処理系 (SGTS)	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	2系統 (うち1系統は予備)  排風機 1台/系統  系統よう素除去率 97%以上	事故などの場合には、原子炉建家の放射能レベルが高くなると、自動的に常用換気系が閉鎖し、SGTSが作動を開始して、原子炉建家を負圧に保ち、格納容器から漏えいしてきた放射性物質をフィルタで除去する。フィルタ効率は原子炉建家から排気筒から放出される空気中のよう素及び固体状核分裂生成物の97%以上を除去するよう設計される。 外部電源喪失時にも非常用DGで駆動できる。	A	○ 自動起動	× 100%2系統で多重化していたが、交流電源喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)



系統・設備	機能(重要度分類指針上の区分)	1F1設置許可記載内容			3. 11地震後(○機能健全 ×機能喪失)			
		主要仕様	設計方針	耐震設計 クラス	津波襲来前 動作状況	津波襲来後 動作状況	(機能喪失要因)	
							電源	交流電源: × (M/C被水)
可燃性ガス濃度 制御系 (FCS)	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線 の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	2系統 (うち1系統は予備)	通常運転中、格納容器に不活性ガス系により窒素ガスを充填することと相 まって、冷却材喪失事故後における原子炉格納容器内の水素あるいは酸素 濃度を、燃焼限界に達しないようにするため水素濃度4vol%以下あるいは 酸素ガス濃度を5vol%以下に維持できるように設計する。 独立2系統からなり、それぞれ外部電源系のほか、各系列に対応して独立し た非常用ディーゼル発電機から電力が供給される。	A	○ スタンバイ状態	× 100%2系統で多重化し ていたが、交流電源喪失 と冷却系喪失により機能 を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	×
							本体	○
遮へい設備 (一次、二次遮へい壁)	・放射性物質の閉じ込め機能、放射線 の遮へい及び放出低減機能(MS-1)	コンクリート壁 一次遮へい:RPVお よびD/Wシェル 二次遮へい:原子炉 建家側面	1次遮へいは、主として、原子炉圧力容器を取り囲むコンクリート壁、ドライ ウェル・シェルの外側を取り囲むコンクリートよりなり、後者の厚さは約1.7m ～2.0mである。 2次遮へいは、原子炉建家側面のコンクリート壁で、構造材を兼用する。そ の厚さは地上約48mで、厚さは約0.3m～約1.2mである。	A	○	× 遮へい機能は喪失	電源	—
							冷却系	—
							本体	×
原子炉保護系 (RPS)	・工学的安全施設及び原子炉停止系へ の作動信号の発生機能(MS-1)	—	原子炉の安全性をそこなうおそれがある状態が発生した場合、あるいは発 生が予想される場合に、これを抑制又原子炉及び発電所の保護のため制御 棒を緊急そう入(スクラム)、引き抜き停止のインタロック、警報あるいは主蒸 気隔離弁閉鎖、ECCS起動など行う機能を有する。 <スクラム条件> DW圧高、炉水位低、炉圧高、中性子束高、MSIV閉、所内電源喪失、地震 加速度大 など	A	○ スクラム成功 ECCS起動	× 直流及び交流の全電源 喪失により機能を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水) 交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	—
							本体	○
原子炉補機冷却系 (RCW)	・安全上特に重要な関連機能(MS-1)	3系統 ポンプ3台 熱交換器3基	原子炉補機は、原子炉補機冷却系によって冷却される。原子炉補機からの 放射性物質の漏えいがある場合、この系の閉回路中に閉じ込められ、かつ、 この回路には放射能の連続モニターがあるので漏えいを検知できる。この系統 にはサージタンク1基があり、閉回路系統の容積の膨張、収縮を吸収すると ともに、補給水の注入をここで行う。 通常運転中は、2系統の熱交換器とポンプを運転し1系統は予備である。ま た、通常起動時/停止時は、3系統の熱交換器とポンプが必要である。	A	○	× 交流電源喪失及び冷却 系喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	×
							本体	○
非常用ディーゼル発電機	・安全上特に重要な関連機能(MS-1)	2台	ディーゼル発電機は、275kV系が停電で、その上66kV系も停電している 場合に、6.9kV所内2母線及び480V2母線を充電し、発電所を安全に停 止できるようになっており、停止に必要な補機を運転するに十分な容量を有 する。 <主な負荷> CS系、CCS系、SHC系、SLC系、SGTS系、CRDポンプ、直流電源用整流 装置など	A	○ 外部電源喪失により 自動起動	× 直流電源喪失及び冷却 系喪失、本体並びに関 連設備が被水により機能 を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水)
							冷却系	×
							本体	× (被水)
中央制御室 非常用換気系 (MCR)	・安全上特に重要な関連機能(MS-1)	1系統	通常時は一部外気を取り入れる再循環方式により空気調整を行うが、事故 時は、外気との連絡口は遮断され、チャコールフィルタを通る閉回路循環方 式としうる設計である。	A	○ スタンバイ状態	× 交流電源喪失により機能 を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	—
							本体	○
蓄電池	・安全上特に重要な関連機能(MS-1)	所内用2組 (フローティング方式) 中性子モニター用2組 (フローティング方式)	常に確実なる電源を必要とするものに対しては蓄電池を設備している。 所内蓄電池は480V母線に接続された2セットの静止型整流装置で浮動充 電される。直流負荷には、制御用負荷、非常時動力用負荷及び非常用照明 がある。原子炉保護系計装用には24Vの中性子モニター用蓄電池がある。 <主な負荷> バイタル交流MMGセット、高圧注水系補機、非常用油ポンプ、信号等、非常 灯、中性子モニターなど。	A	○	× 蓄電池及び電源盤が被 水により機能を喪失。一 時復旧したが、その後再 び機能を喪失	電源	—
							冷却系	—
							本体	× (被水)

系統・設備	機能(重要度分類指針上の区分)	1F1設置許可記載内容			3. 11地震後(○機能健全 ×機能喪失)			
		主要仕様	設計方針	耐震設計クラス	津波襲来前 動作状況	津波襲来後 動作状況	(機能喪失要因)	
RPVバウンダリ (原子炉圧力容器、原子炉再循環ポンプ、RPVバウンダリ配管)	・原子炉冷却材圧力バウンダリ機能(PS-1)	1式	RPVバウンダリは、脆性的挙動を示さず、かつ、急速な伝播型破断を生じないように材料を選定している。また、RPVバウンダリ構成機器は、脆性的挙動を示す低温領域では使用しないようにするとともに原子炉の加熱時または冷却時の運転に際しては、適切な加熱又は冷却率(55℃/h以下)を設け、運転を制限している。 通常運転時及び異常時において、RPVバウンダリの圧力及び温度変化は、原子炉冷却設備、工学的安全施設、計測制御系統施設等の作動により許容範囲内に制御できる。 RPVバウンダリからの漏えいを早期に検知出来る。また接続される配管系との間に隔離弁を設置し、配管系に異常な漏えいが生じた場合にバウンダリを隔離できる。	As	○	× 炉心が溶融し、メルトルーによりRPVバウンダリ機能を喪失	電源	—
炉心支持構造物(CSS)	・炉心形状の維持機能(PS-1)	1式	炉心シュラウド、上部炉心支持格子板、下部炉心支持板、燃料支持板及び制御棒案内管で構成し、燃料集合体を支持する。これらの構造物は、通常運転時、運転時の異常は過渡変化時及び事故時において原子炉を安全に停止し、かつ炉心の冷却を確保しうる構造とする。	A	○	× RPVへの注水が途絶、水位が低下し、燃料が溶融	電源	—
							冷却系	—
							本体	×
排気筒	・放射性物質放出の防止機能(MS-2)	1 (1/2号共用) 原子炉から約70m 排気筒高さ 約120m	主復水器空気抽出器からの排ガスについては、ガス減衰タンクを通し、ついで活性炭ホールドアップ装置によって放射能を減衰・ろ過処理後に、タービン軸封蒸気の排ガスについてはガス減衰管で減衰させた後に、高さ約120mの排気筒から大気放出する。	A	○	○	電源	—
							冷却系	—
							本体	○
格納容器内 雰囲気放射線モニタ(CAMS)	・事故時のプラント状態の把握機能(MS-2)	—	(1F設置許可には記載無し)	A	○	× 交流電源喪失により機能を喪失。その後、仮設電源にて復旧	電源	交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	—
							本体	○
使用済燃料プール(SFP)	・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能(PS-2)	1	使用済燃料プールは全炉心及び1回取替量以上の燃料(約225%炉心分)及び制御棒の貯蔵が可能であり、更に放射化された機器の取り扱い及び貯蔵が出来る。壁厚及び水深は遮へいを考慮して十分厚くとり、内面はステンレス鋼でライニングし、漏水を防止する。	As	○	○ プール本体: ○ FPC系: × 交流電源喪失と冷却系喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	×
							本体	○
消火系(FPS)	・緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能(MS-3)	MDFP 1台 DDFP 1台	環状の地下埋設配管より枝管を取り出し、各建物に対して、消火可能なようになっていて、主要な建屋内にはホース置き場及び移動形のCO2消火器を設備する。 バックアップ用に、ディーゼル駆動消火ポンプがある。	C	○	× DDFPポンプを一時起動できたが、その後被水により機能を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水) 交流電源: × (M/C被水)
							冷却系	—
							本体	× (被水)
通信連絡設備	・緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能(MS-3)	—	(1F設置許可には記載無し)	C	○	× 交流電源喪失により機能を喪失	電源	ページング/PHS 交流電源: × (M/C被水) ホットライン: ○
							冷却系	—
							本体	○
発電所緊急時 対策所	・緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能(MS-3)	—	(1F設置許可には記載無し)	C	○	○	電源	○
							冷却系	—
							本体	○

系統・設備	機能(重要度分類指針上の区分)	1F1設置許可記載内容			3. 11地震後(○機能健全 ×機能喪失)			
		主要仕様	設計方針	耐震設計 クラス	津波襲来前 動作状況	津波襲来後 動作状況	(機能喪失要因)	
							電源	直流電源: × (DC設備被水)
非常用照明	・緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能(MS-3)	—	(1F設置許可には記載無し)	C	○	× 直流電源喪失により機能を喪失	電源	—
送電線	・電源供給機能(非常用を除く。)(PS-3)	受電系統 275kV 1回線 66kV 1回線	常時は、新福島変電所まで275kV1回線送電線、新福島変電所から先は500kV4回線送電線を使用して運転されている。これらが全て停電時の時は、発電所を安全に停止する為に必要な所内電力は66kV(東北系)に繋がる予備変圧器から供給できる。66kVも停電していれば、非常用DGが発電所を安全に停止するために必要な電力を供給する。	C	× 地震により損傷	—	冷却系	—
							本体	○
							電源	—
開閉所	・電源供給機能(非常用を除く。)(PS-3)	275kV 1回線	主発電機の発生電力は、主変圧器を通じて超高圧開閉所に送られ、10km離れた新福島変電所に送り出される。所内電力は主発電機から所内変圧器を通して供給されるが、超高圧開閉所275kVから起動変圧器を通して供給も可能である。	C	× 地震により損傷	—	冷却系	—
							本体	× (地震)
							電源	—
変圧器	・電源供給機能(非常用を除く。)(PS-3)	主変圧器 1 起動変圧器 1 所内変圧器 1 予備変圧器 1	主変圧器により発電機電圧(18kV)を超高圧開閉所電圧(275kV)に昇圧する。 所内変圧器により発電機電圧(18kV)を所内高圧母線電圧(6.9kV)に降圧する。 起動変圧器により超高圧開閉所電圧(275kV)を所内高圧母線電圧(6.9kV)に降圧する。 予備変圧器により66kV送電線電圧を所内高圧母線電圧(6.9kV)に低減する。	C	× 地震により損傷	—	冷却系	—
							本体	× (地震)
							電源	—



## (3) 事故解析 (1F1設置許可申請書添付書類十)

- ・設置許可申請書(添付書類十)の事故解析は、以下の各種事故を想定し、結果を厳しくする機器の単一故障などの保守性を加味した上でも判断基準を満足することを確認することにより、安全上重要な設備に係る設計の妥当性を確認することとしている。
- ・設置許可申請書並びにアクシデントマネジメント整備報告書では、長期全電源喪失、最終ヒートシンク喪失といった事故を想定しておらず、3. 11津波後の状況に対処できる設計になっていなかった。

項目	原因	事故防止対策	事故拡大防止対策	単一故障	各種事故において影響緩和のため考慮している主な安全機能
1. 原子炉冷却材の喪失又は炉心冷却状態の著しい変化					
a. 原子炉冷却材喪失(LOCA)	原子炉出力運転中、何らかの原因により、RPVバウンダリ構成配管あるいはこれに付随する機器等の破損等を想定した場合には、原子炉冷却材が系外に流出する。冷却材が補給できないと炉心冷却能力が低下し、最も厳しい事態では崩壊熱による燃料の過度の温度上昇が起こり、核分裂生成物が燃料から放出され、さらにはジルコニウム-水反応及び水の放射線分解により可燃性ガスが発生する可能性がある。また、格納容器の冷却ができないと格納容器内圧力、温度が過度に上昇する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配管等の設計に当たっては、炉寿命中の各種の荷重を十分に考慮した厳しい条件を適用する</li> <li>・材料の選定、加工、及び配管等の製作過程においては十分な品質管理を行う。</li> <li>・供用期間中に主要な箇所の検査を行い、その健全性を確認する。</li> <li>・RPVバウンダリを構成する配管等は、非延性破壊を防止する設計とする。</li> <li>・漏えい検出系による監視によって、破断に進展する前に破損を検知し、適切な処置を講じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料被覆管の大破損を防止し、Zr-水反応を十分低く抑え、崩壊熱を長期にわたって除去するためにECCSを設ける。</li> <li>・圧力容器から放出された冷却材及び放射性物質を閉じ込めるため格納施設(PCV、R/B)を設ける。PCVには最高使用圧力及び設計温度を超えるのを防止するためC-CSを、可燃性ガスが可燃限界に達するのを防止するためFCSを設ける。R/Bは事故時にも負圧を維持し、排気筒放出前による素除去を行うSGTSを設置する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系故障(原子炉水位低信号スクラム)</li> <li>・高圧注水系故障(中小破断事故)</li> <li>・炉心スプレイ系故障(大破断事故)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(原子炉水位低スクラム、MS IV閉止)</li> <li>・高圧注水系(大破断時)</li> <li>・自動減圧系(中小破断時)</li> <li>・炉心スプレイ系(中小破断時・大破断時)</li> <li>・逃がし安全弁(安全弁機能)</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> </ul>
b. 原子炉冷却材流量の喪失(APTA)	原子炉出力運転中に、2台の再循環ポンプが何らかの原因でトリップすることにより炉心流量が、定格出力時の流量から自然循環流量にまで大幅に低下して、炉心冷却能力が低下する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・再循環ポンプ2台は、単一の常用高圧母線の故障で2台の再循環ポンプが同時に停止しないよう、2系統の常用高圧母線に分けて接続する。</li> <li>・供用期間中に主要な箇所の検査を行い、その健全性を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タービントリップ及び原子炉スクラムにより終結するので、その後事故が拡大するおそれはない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系故障(タービン主蒸気止め弁閉スクラム)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(タービン主蒸気止め弁閉スクラム)</li> <li>・逃がし安全弁(安全弁機能)</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> </ul>
c. 原子炉冷却材ポンプの軸固着	原子炉出力運転中に、1台の再循環ポンプの回転軸が何らかの原因で固着することにより、炉心流量が急減して、炉心の冷却能力が低下する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器等の設計に当たっては、炉寿命中の各種の荷重を十分に考慮した厳しい条件を適用する。</li> <li>・再循環ポンプの材料選定、製作及び据え付けは諸規格、基準に適合させるようにし、また、品質管理や工程管理を十分に行う。特に軸受けは長時間の再循環ポンプの運転に対しても摩耗することのないよう設計を行い、ポンプ軸固着の可能性を極めて小さくする。</li> <li>・軸受潤滑油系に異常が発生すれば軸受振動大、軸受温度高等の警報を中央制御室に発し、運転員の再循環ポンプ停止操作により軸固着を防ぐようにする。</li> <li>・供用期間中に主要な箇所の検査を行い、その健全性を確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タービントリップ及び原子炉スクラムにより終結するので、その後事故が拡大するおそれはない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全保護系故障(タービン主蒸気止め弁閉スクラム)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(タービン主蒸気止め弁閉スクラム)</li> <li>・逃がし安全弁(安全弁機能)</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> </ul>

項目	原因	事故防止対策	事故拡大防止対策	単一故障	各種事故において影響緩和のため考慮している主な安全機能
<b>2. 反応度の異常な投入又は原子炉出力の急激な変化</b>					
a. 制御棒落下 (CRDA)	原子炉が臨界又は臨界近傍にあるときに、制御棒駆動軸から分離した制御棒が炉心から落下し、急激な反応度投入と出力分布変化が生じる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・CRと駆動軸の接続部は十分信頼性の高い構造とし、万一分離した場合でも、CRが炉心内にとどまり得ないように設計する。</li> <li>・原子炉が臨界又は臨界近傍にあるときは、核計装の応答によって制御棒の移動が確認出来るようにする。</li> <li>・原子炉起動時及びCRを大きく駆動する時には、核計装の応答によりそのCRが確実に動いていることを確認するような運転手順を定める。</li> <li>・原子炉運転中には、全引抜位置からCRを更に引き抜くように操作し、引き抜けないことを確かめることにより、CRと駆動軸が分離していないことを確認する。</li> <li>・CR引抜シーケンスを定め、これに従って引き抜く。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・落下速度リミッタによって自由落下速度が0.95m/sを超えることがないように設計する。</li> <li>・RWMを設備し、CR引抜シーケンスを監視し異常な引き抜きを阻止する。</li> <li>・主蒸気管放射能高信号でMSIVを自動閉止し、所外への核分裂生成物の放出を最小限にする。</li> <li>・中性子束高、主蒸気管放射能高等の信号により原子炉をスクラムさせる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(中性子束高スクラム(IRM))不動作と保守的に仮定</li> <li>・安全保護系故障(中性子束高スクラム(APRM))</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(中性子束高スクラム(APRM))、主蒸気管放射能高MSIV閉止)</li> <li>・逃がし安全弁(安全弁機能)</li> <li>・非常用所内電源設備</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> </ul>
<b>3. 環境への放射性物質の異常は放出</b>					
a. 放射性気体廃棄物処理施設の破損 (OGR)	原子炉運転中、何らかの原因で放射性気体廃棄物処理施設の一部が破損した場合には、OG系に保持されていた希ガスが環境に放出される可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配管等の設計に当たっては、炉寿命中の各種の荷重を十分に考慮した厳しい条件を適用する</li> <li>・材料の選定、加工、及び配管等の製作過程においては十分な品質管理を行う。</li> <li>・系統全体をほぼ大気圧に設計する。</li> <li>・復水器から抽出した排ガス中の水素ガス、酸素ガスを可燃限界以下にするため空気抽出器の駆動蒸気で希釈し、再結合器で水素と酸素を再結合させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排気筒モニタ等により破損を検出し、空気抽出器の隔離等の対策を講じる。</li> <li>・主要な機器の前後に遠隔手動の隔離弁を設け中央制御室から操作できるようにする。</li> </ul>	OG隔離弁故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線監視設備(排気筒モニタ等)</li> <li>・OG隔離弁</li> <li>・主排気筒</li> <li>・非常用所内電源設備</li> </ul>
b. 主蒸気管破断 (MSLBA)	原子炉出力運転中に、何らかの原因により格納容器外で主蒸気管が破損した場合には、破断口から冷却材が流出し、放射性物質が環境に放出される可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配管等の設計に当たっては、炉寿命中の各種の荷重を十分に考慮した厳しい条件を適用する</li> <li>・材料の選定、加工、及び配管等の製作過程においては十分な品質管理を行う。</li> <li>・MSTンネル内での雰囲気温度を検出等によって、破断に進展する前に破損を検知し、適切な処置を講じる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MS管のDW貫通部上流側に流量制限器を設け、事故時の冷却材流出量を制限する。</li> <li>・MS管のDW貫通部の両側に設けるMSIVをMS管流量大、MS管トンネル内雰囲気温度高、MS管放射能高、MS管圧力低等の信号で自動閉止させ冷却材の放出を抑える。</li> </ul>	安全保護系故障 (主蒸気管流量大信号によるMSIV閉スクラム)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(主蒸気管流量大信号によるMSIV閉スクラム)</li> <li>・非常用復水器</li> <li>・原子炉停止時冷却系</li> <li>・原子炉格納容器</li> <li>・主蒸気隔離弁</li> <li>・主蒸気流量制限器</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> </ul>
c. 燃料集合体の落下 (FHA)	原子炉の燃料交換時に、燃料取扱設備の故障、破損等により燃料集合体が落下して破損し、放射性物質が環境に放出される可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料取扱設備は、燃料集合体の総重量を十分上回る強度に設計する。</li> <li>・燃料つかみ機は、ワイヤを二重化する。</li> <li>・燃料つかみ機は、圧縮空気が喪失した場合、燃料集合体が外せないフェイルセーフ設計とする。</li> <li>・燃料つかみ機が燃料集合体を確実につかんでいない場合には、つりあげが出来ないようにインターロックを設ける。</li> <li>・運転要領を十分整備し、よく訓練された監督者の直接指揮の下で燃料取扱作業を行う運転管理体制をとる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋で事故が発生した場合には、原子炉建屋換気空調系モニタにより、SGTSを自動起動し、放射性ガスの大気への放出を減らす。</li> </ul>	SGTS故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(原子炉建屋放射能高SGTS起動)</li> <li>・原子炉建屋</li> <li>・非常用ガス処理系</li> <li>・主排気筒</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> <li>・遮へい設備(1次、2次遮へい壁)</li> </ul>
d. 原子炉冷却材喪失	1. a. に同じ	1. a. に同じ	1. a. に同じ	SGTS故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(原子炉水位低スクラム、MSIV閉止、DW圧力高又は原子炉建屋放射能高SGTS起動)</li> <li>・原子炉格納容器</li> <li>・主蒸気隔離弁</li> <li>・非常用ガス処理系</li> <li>・原子炉建屋</li> <li>・格納容器冷却系</li> <li>・主排気筒</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> <li>・遮へい設備(1次、2次遮へい壁)</li> </ul>

項目	原因	事故防止対策	事故拡大防止対策	単一故障	各種事故において影響緩和のため考慮している主な安全機能
e. 制御棒落下	2. a. に同じ	2. a. に同じ	2. a. に同じ	MSIV故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全保護系(中性子束高スクラム(APRM)、主蒸気管放射能高MSIV閉止)</li> <li>・逃がし安全弁(安全弁機能)</li> <li>・原子炉格納容器</li> <li>・主蒸気隔離弁</li> <li>・主排気筒</li> <li>・非常用所内電源設備</li> </ul>
4. 原子炉格納容器内圧力、雰囲気等の異常な変化					
a. 原子炉冷却材喪失	1. a. に同じ	1. a. に同じ	1. a. に同じ	CCS故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉格納容器</li> <li>・炉心スプレイ系</li> <li>・格納容器冷却系</li> <li>・主排気筒</li> <li>・非常用所内電源系</li> <li>・原子炉補機冷却系</li> </ul>
b. 可燃性ガスの発生	1. a. に同じ	1. a. に同じ	1. a. に同じ	FCS故障	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉格納容器</li> <li>・FCS</li> <li>・格納容器冷却系</li> <li>・非常用所内電源系</li> </ul>



(4)アクシデントマネジメント策

AM策	機能	1F1アクシデントマネジメント整備報告書(H14年)		3. 11地震後(○機能健全 ×機能喪失)			
		系統・設備	内容	津波襲来前 動作状況	津波襲来後 動作状況	(機能喪失要因)	
代替反応度制御	原子炉停止機能	RPT	原子炉緊急停止系とは別の計測制御系により、異常(原子炉圧力高、原子炉水位低)を検知し、再循環ポンプトリップ(RPT)及び代替制御棒挿入(ARI)を自動で作動させ、原子炉停止機能を向上させる。	—	—	電源	—
		ARI (スクラムエアヘッダ 排出弁)		—	—	冷却系	—
代替注水手段	原子炉及び格納容器への 注水機能	消火系	消火系、復水補給水(MUWC)系ポンプによる原子炉・格納容器へ注水する。	○	× DDFPポンプを一時起動できた が、その後被水により機能を喪失	電源	直流電源: × (DC設備被水) 交流電源: × (M/C被水)
		復水補給水系		○	× 常用系のため外部電喪失により機能を喪失	冷却系	—
		格納容器冷却系	格納容器冷却系から停止時冷却系を介して原子炉へ注水する。	○ 手起動 (S/Cクーリング)	× 100%2系統で多重化して いたが、交流電源喪失及び 冷却系喪失により機能を喪失	本体	× (被水)
		原子炉停止時冷却系		○ スタンバイ状態	× 100%2系統で多重化して いたが、交流電源喪失及び 冷却系喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
格納容器からの除熱手段	格納容器からの除熱機能	ドライウェル内 ガス冷却装置 (D/Wクーラ)	格納容器からの除熱が出来ない場合に、現有設備(D/Wクーラ、原子炉冷却材浄化系(CUW))を有効活用することにより、代替除熱を行う。	○ スタンバイ状態	× 交流電源喪失及び冷却系 喪失により機能を喪失	冷却系	×
		原子炉冷却材浄化系		○ スタンバイ状態	× 交流電源喪失及び冷却系 喪失により機能を喪失	電源	交流電源: × (M/C被水)
		耐圧ベント設備	非常用ガス処理系を経由することなく、不活性ガス系から直接排気筒へ接続する耐圧性を強化した格納容器ベントラインを設けることによって、格納容器過圧防止としての減圧操作の適用範囲を広げ、格納容器からの除熱機能を向上させる。	○	× 交流電源喪失により 機能を喪失 (その後強制開)	冷却系	—
		格納容器冷却系	CCS系による格納容器からの除熱が出来ない場合に、時間的余裕を利用してCCS系の故障を復旧する。	○ 手起動 (S/Cクーリング)	× 100%2系統で多重化して いたが、交流電源喪失及び 冷却系喪失により機能を喪失。 故障の復旧も出来ず。	本体	○
電源供給手段	安全機能のサポート機能 (電源供給機能)	AC電源	非常用DG等による電源の供給に失敗した場合に、原子炉施設間(1F1~2、1F3~4、1F5~6)で6.9kVのAC電源又は480VのAC電源を融通することにより、電源供給能力を向上させる。	○ 外部電源喪失により D/G自動起動	× 交流電源喪失 (1F1~4)	電源	直流電源: × (DC設備被水) 交流電源: × (M/C被水)
		非常用DG	非常用DG等による電源の供給に失敗した場合に、時間的余裕を利用して非常用DGの故障を復旧する。	○ 外部電源喪失により D/G自動起動	× 直流電源喪失及び冷却系喪失、 本体並びに関連設備が被水により機能を喪失。 故障の復旧も出来ず。	冷却系	×
						本体	× (被水)

B.5.bは どうしたら知り得たか  
幾重にも無意識の眼を通り過ぎた



米国のテロ対策(B.5.b)は、テロ対策という性格から公式には情報が公開されていなかったが、注意深く海外の安全強化対策の動向を調査していれば、気づくことができた可能性があった。

以下は9.11以降の米国で、テロ対策が検討されていたことや、その中で可搬式設備が注目されていたことについて、気づくことができた可能性を示す事例である。

1. 米国議会における使用済燃料プールのリスク論争
2. NRC SOARCAプロジェクト
3. EPRI/ASMEの関連研究
4. ICM等の法制化の動向
5. EUR

# 知り得た可能性

## 1. 米国議会における使用済燃料プールのリスク論争

- 9.11以降米国では、政治家により盛んに使用済燃料プールのリスクを喧伝され、その対応が議論された。(その対応からB.5.bの萌芽は何えたかかもしれない。)
- 例えば、2006年に議会がNational Research Councilに検討依頼し、報告書 “Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage: Public Report Committee on the Safety and Security of Commercial Spent Nuclear Fuel Storage” が作成、公表されている。
- 同報告書の勧告の中では “Provision of water spray systems that would be able to cool the fuel even if the pool or overlying building were severely damaged.” 等B.5.bの構成要素は含まれていた。

## 2. NRC SOARCAプロジェクト

NRC (Nuclear Regulatory Commission) 米国原子力規制委員会  
SOARCA (State-of-the-Art Reactor Consequence Analyses )  
最先端技術に基づく原子力災害解析

- 1990年に報告された大規模なリスク研究NUREG-1150の見直し (B.5.b有無でSBOをパラメータスタディ)
- 米国サンディア国立研究所を中心とした大規模研究で相当規模の技術者が関与、NRCのHPでも部分的に公開されていた (注意していれば気付いたかかもしれない。)
- 全貌は2011年夏にNUREG-1935として公開 (地震起因のSBOでは水素がMark-Iのトップヘッドフランジから漏洩し、建屋内で燃焼すると評価されていた。(B.5.bがあれば助かるとのこと))

## 3. EPRI/ASMEで関連レポートが多数

ASME (The American Society of Mechanical Engineers ) 米国機械学会  
EPRI (The Electric Power Research Institute ) 米国電力中央研究所

- Program on Technology Innovation: Potential Mitigation Strategies for Beyond Design Basis Conditions, 1012900, Final Report, November 2005 (2006年12月公開)
- Nuclear Power Plant Risk Analysis and Management for Critical Asset Protection (RAMCAP) Trial Applications Summary Report 1011767 Final Report, December 2005 (2006年12月公開)

## 3. EPRI/ASMEで関連レポートが多数（続き）

- Probabilistic Consequence Analysis of Security Threats—A Prototype Vulnerability Assessment Process for Nuclear Power Plants, 1007975, Final Report, April 2004 (公開)

Background: Since the events of September 11, 2001, the perceived increase in security threats to critical infrastructure in the U.S. has resulted in changes to security processes within many industries and municipalities. Significant security threats had previously been assessed by all Nuclear Power Plants (NPPs) through a process mandated by the Nuclear Regulatory Commission (NRC).

上記の序文等見れば「何かが起こっていることは一目瞭然」

## 4. ICM等の法制化の動向

ICM(Interim Safeguards and Security Compensatory Measures)  
暫定防護・安全補償措置

- 2008年4月10日付け官報：法律案10CFR50.54 (hh) (Loss of Large Area要件) 提案（何故、法律要件が出ているのに、その裏や具体的要求を考えなかったのか？法律要件が官報に載るのは終点の場合すらあるのに---

## 5. EUR

EUR(European Utility Requirements)  
ヨーロッパにおける軽水炉発電所使用者への要求

- 2001年4月改訂Cの時点では可搬式機器を使ったAMを考慮済み。  
(Vol. 2 Chapter 1 (新設プラント共通の安全要求) の82ページ)

Mobile equipment not permanently connected to the plant can be considered in the plant design to backup the Safety Functions\* and to supplement them, when necessary, in the long term. In general, they will provide a substantial margin should the accident develop beyond DBC. In the long term, however, they can also be used to prove compliance with the safety objectives.

Use of site-based mobile light equipment includes items such as compressed air cylinders, compressors, small generators, etc. (it does not include mobile fire-fighting equipment, which is assumed to be available on a shorter timescale). The delay period is intended also to cover risks associated with their use (request delay, locating competent personnel, installation period, etc.).

## 事故当初における当社の公表/通報内容および官邸・政府の公表内容

○ 事故直後の情報公開に問題があったことを改めて深くお詫び申し上げます。事故直後における情報公開を反省し、再び、地域住民の皆さま、社会の皆さまから信頼が得られるように、対策を講じて参ります。  
(注意事項)

- ▶ 本資料は、東京電力福島第一原子力発電所事故が起きた直後の当社発表文、通報文等を改めて整理して、一覧表にしたものです。  
なお、表中で「官邸」「保安院」「行政」の表記がないものは当社を示しています。
- ▶ 併せて、「評価」の項目に記載している記号は、当時置かれた状況を技術的な評価を元に、原子力改革特別タスクフォースが3つの分類（“a：事実を誤認識し公表したと思われるもの”、“b：迅速に公表するという積極的な姿勢が足りなかったもの”、“c：外部との調整に時間を要し、公表が遅れてしまったもの”）に整理したものです。

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
3/11 16時54分	b	プレス「原災法10条」 ・ 1F1～3, 原子力災害対策特別措置法（以下、「原災法」）第10条第1項の規定に基づく特定事象（全交流電源喪失）が発生したと15時42分に判断, 官庁等に16時00分頃通報。 プレス資料	▶ 通報から発表まで、54分程度の時間を要する。
17時40分	a	プレス「原災法15条」【誤報】 ・ 1F1及び1F2の非常用炉心冷却装置に関して注水流量の確認ができないため、原災法第15条特定事象が発生したと16時36分に判断, 官庁等に16時45分通報。その後、1F1は水位監視が回復したことから、一旦特定事象を解除するも、17時07分再度適用、17時12分に通報。 プレス資料	▶ 通報文上は「注水状況が分からない」となっているが、プレス文では「注水流量の確認ができない」としている
19時35分	a	プレス「1F時報（19時報）」【誤報】 ・ 1F1はICで冷却、1F2,3はRCICで注水中 プレス資料	▶ 1F状況の第一報。1～3号機で冷却できている旨伝達しているが、1,2号とも15条通報（注水状況不明）と齟齬あり。
19時50分頃		官邸会見「緊急事態宣言発令」 ・ 「原子力安全対策本部が開催され、16時36分原災法15条1項2号に該当する事象が発生し、原子力災害の拡大の防止を図るための応急の対策を実施する必要があると認められたため、同条の規定に基づき、原子力緊急事態宣言が発せられた。現在のところ、放射性物質による施設の外部への影響は確認されていない。したがって、対象区域内の居住者、滞在者は現時点では直ちに特別な行動を起こす必要はない」 会見録	
21時02分 ／21時15分	b	通報文「①2号機運転状況及び避難開始要請の準備」／「②2号事故進展予測通報」【未公表】 ・ ①RCICによる炉注水状況も確認できないため、原子炉水位がTAFに到達する可能性がある。そのため、地域住民に対し、避難するよう自治体に要請の準備を進めている ・ ②TAF到達予想は21時40分頃。炉心損傷開始予想22時20分頃。RPV破損23時50分頃。1号機は評価中 通報文	▶ 20時50分に福島県から避難指示が出ているのに対し、通報文の発信自体遅くなっている ▶ プレス文「19時報・21時報」の発表内容と異なっている。
21時55分	a	プレス「1F時報（21時00分）」【一部誤報】 ・ 1F2 RCICで冷却するも、運転状態不明、水位確認不能、住民避難勧告あり（半径3km圏内） プレス資料	▶ プレス文「19時報」と比較し、いつから運転状態不明となったのか示されていない ▶ 通報文で示されている「2号事故進展予測」も伝達せず。
22時00分頃		官邸会見「3km圏内の避難指示」 ・ 既に一部報道にある通り、原子炉のうち、1つが冷却出来ない状況になっており、この状態が継続した場合に備え、念のため、避難をしていただきたい 会見録	
22時18分頃	—	プレスルームにて「2号機水位確認※」を伝達。※正式な発表文（プレス文）としては、0時30分公表 ・ 燃料を上回るレベルの水位があることは確認できている。十分な冷却が出来ているかについては、引き続き注視していく必要がある 新聞報道等	

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
23時15分		<b>保安院 会見「2号機、水位安定」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>「東京電力の22時報告によれば、原子炉水位が未確認だった2号機で、燃料棒上部から340cmに水があり、水位が安定していることが確認された」と発言。炉内の水がなくなると水蒸気圧が高まり、最悪の場合、格納容器から外に放射能が漏れる危険性もあるが、現時点では安全性が保てていると説明</li> </ul> 新聞報道等	
23時40分	b	<b>通報文「1号タービン建屋線量上昇」【一部未公表】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>23時のサーベイで、タービン建屋1階北側1.2mSv/h、1階南側0.5mSv/h。原因は調査中</li> </ul> 通報文	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1号機異常の警鐘となる可能性も高かったがプレス未実施。</li> <li>➤ 新聞報道等によれば、福島において当社は、「1号機の建屋のなかで放射能レベルが上がっている」と説明を行っている。</li> </ul>
21時51分～ 23時50分	b	<b>1号機の線量上昇に関して【一部通報未実施／未公表】※23時のタービン建屋線量上昇は通報文のみ実施</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>11日21:51、ICの胴側水位と原子炉水位の確認のため原子炉建屋に入域した運転員から、警報付きポケット線量計（APD）の数値がごく短時間で0.8mSvとなり現場確認を断念したことが、中央制御室に報告された。中央制御室では、一旦原子炉建屋への入域を禁止し発電所対策本部に報告した。</li> <li>11日22:03、当直長からAPDの数値が上昇したとの報告を受けた発電所対策本部は、現場の放射線量測定のために保安班2名を現場に派遣した。</li> <li>11日23:00、現場に向かった保安班2名がタービン建屋1階の原子炉建屋二重扉前で測定を行ったところ、タービン1階北側二重扉前で1.2mSv/h、タービン1階南側二重扉前で0.5mSv/hであることを確認し、発電所対策本部に報告した。</li> <li>測定された放射線量から、原子炉建屋内の線量が300mSv/h程度と予想されたことから、発電所長は、人身安全の確保のため、11日23:05、原子炉建屋への入域を禁止し、中央制御室に連絡した。ICが動作し原子炉水位が安定しているという情報が得られている一方、放射線量が上昇してきたという状況から、発電所長はICの動作状況に疑問を抱くと共に、原子炉に何らかの異常が起きているのではないかと考え始めた。</li> <li>現場で放射線量の測定を行っていた保安班2名は、11日23:33に北側二重扉について、23:50に南側二重扉について、立入禁止の張り紙をし、立入禁止措置を完了した。</li> </ul> 社内事故調	
3/12 00時00分頃		<b>官邸会見「途中経過」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>非常用炉心冷却装置による注水不能な状態が続いているが、現時点で放射性物質の放出はない。</li> <li>住民の皆さんは、テレビ、ラジオ等の情報に注意をしつつ、自治体、警察、消防、自衛隊に応援にいただいている、こうした指示に従い、落ち着いて行動いただきたい</li> </ul> 会見録	
0時30分	—	<b>プレス文「1F時報（0時報）」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2号機仮設電源にて水位確認でき、水位は安定</li> </ul> プレス資料	
1時35分	—	<b>プレス文「1号機格納容器圧力異常上昇」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1F1、15条通報（格納容器圧力異常上昇を0:49判断）</li> <li>プレスルームにおいて「1号機の格納容器内の圧力が設計を上回る数値を計測したことから、圧力を外部に逃がす措置を検討する。この際には外部に放射能が漏れる恐れがある」と回答。「手をこまねいているとバーストする危険性があるのか」との質問に対しては、「国や自治体と相談のうえ、ベントをすることになる」と説明。</li> </ul> プレス資料、新聞報道等	
2時47分	b	<b>通報文「1号機プラント状況」【未公表】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>2:30時点で、「D/W圧力840kPa、原子炉水位TAF+130cm（A系）、TAF+53cm（B系）」</li> </ul> 通報文	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 本内容に関して当社は未公表。</li> <li>➤ D/W圧力に関して、保安院は4:30報にて「1号機の格納容器内圧が上昇しており、設置値400kPaのところ、840kPa程度まで上昇している可能性がある」と公表</li> </ul>



日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
3時06分～ 3時48分	a	<p>「ベント実施」に関する共同記者会見（当社から小森常務が出席）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「圧力が上がっているのは、1号機だが、1号機もまだ2倍にいつているわけではなくて、2号機も。ただしそのパラメーターの精度に関しては、注水機能がブラインドになっている時間が長い2号機の方が本当かということに疑っていきべき」と発言</li> <li>1号機の注水状況に関しては、「蓄圧タンクのようなものがあり、そこから水が入ることが期待できるという。それからその蓄圧タンクのほうの水にも、注水で水をメイクアップしているということが続けている」と説明</li> <li>質疑応答において「電源つなげば大丈夫で、電源をつなぐ作業が準備できたと、あとは人の手配だけだと、こういう説明を縷々ずっと聞かされていた。それで、1号機の圧力も高まったという話を聞いていたら、なぜかわからないが2号機の減圧作業をしなきゃいけないとか言い始めて、その理由がさっぱりわからない」と問われ、「電源をつなぐ準備を、いまでも鋭意やっている。本当に給水できているか一番最初に怪しくなったプラントが2号機」と説明する。</li> <li>その後、当社社員から2号機 RCIC 稼働が確認できた旨、会見場にて伝達する（3時33分通報文の内容）。そのことによって、ベント実施する必要がないのではとの発言もあったが、保安院長が「1,2号機で混乱があったことをお詫びする。1号機を最初にして、2号機という趣旨ではなく、号機は触れず、全体として開けることがありうる」と説明して、会見が終了する。</li> </ul> <p>会見議事録</p>	<p>➤ 1号機に関しては、ICが稼働しているかのように誤認識をしている。</p>
3時12分頃		<p>官邸会見「ベント実施に向けて」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>東京電力及び経済産業大臣からも発表している通り、原子炉格納容器の圧力が高まっている恐れがあり、健全性を確保するため、内部の圧力を放出する措置を講ずる必要があるとの判断に至ったとの報告を東京電力より受けた。経済産業大臣とも相談したが、安全を確保する上で止むを得ない措置であるとする</li> <li>この作業に伴い、原子炉格納容器内の放射能物質が大気に放出される可能性があるが、事前の評価では、その量は微量と見られており、海側に吹いている風向きも考慮すると、現在とられている、発電所から3km以内の避難、10km以内での屋内待機により、住民の皆様の安全は十分に確保されており、落ち着いて対処いただきたいと思う。</li> </ul> <p>会見録</p>	
4時15分	—	<p>プレス文「1F時報（04時00分）」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>IC運転していたが、停止。PCV圧力高めも安定。水位も低い安定</li> <li>1F2, RCIC運転状態確認</li> </ul> <p>プレス資料</p>	
4時55分	b	<p>通報文「発電所構内における線量上昇」【未公表】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1号中操（4:00頃）150uSv/h、免震重要棟（4:03）0.08uSv/h、モニタリングポスト正門（4:23）0.59uSv/h、モニタリングポスト8番（4:15）0.23uSv/h</li> <li>急病人発生のため救急車を要請</li> </ul> <p>通報文</p>	<p>➤ プレス文（本店5時報）にて「構内線量が通常値よりも上がってきている」という事実のみ発表。1号中操線量上昇については、未公表。</p> <p>➤</p>
5時14分	b	<p>通報文「外部への放射性物質の漏えい」【未公表】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>構内放射線量の上昇及びD/W圧力も低下傾向にあることから、外部への放射性物質の漏えいが発生していると5時14分に判断</li> <li>1号D/W圧力0.84MPa→0.77MPa（5時9分）</li> </ul> <p>通報文</p>	<p>➤ 「放射性物質の漏えい」に関しては、公表していない。</p>
5時10分頃	b	<p>通報文「正門付近で放射性物質を検出」【未公表】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>発電所正門付近でチャコールに放射性物質を検出（核種は確認中）、<math>2.5 \times 10^{-4}</math>ベクレル/cm<sup>3</sup></li> </ul> <p>通報文</p>	<p>➤ 「放射性物質の検出」に関しては未公表。</p>
7時00分頃		<p>官邸会見「10km圏内の避難指示」</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>容器内の圧力が上昇していることから、経済産業大臣の指示により、安全に万全を期すため、先程、1号機の原子炉格納容器内の圧力を低下させる措置を行った。</li> <li>このため、放射性物質を含む空気の一部外部への放出が行われますが、管理された中での放出となる。現時点で、放射性物質を含む外部への流出は確認をされていない。</li> </ul> <p>会見録</p>	
7時59分	b	<p>通報文「7:30現在の状況」【未公表】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>発電所正門付近・免震重要棟玄関前付近でチャコールに放射性物質を検出。</li> <li>1号ベント操作に向けて電源復旧用の仮設ケーブル敷設作業を実施。</li> </ul> <p>通報文</p>	<p>➤ 「放射性物質の検出」に関しては未公表。</p>

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
9時頃	—	<b>記者レク「1号機の状況」</b> ・ 1号機のベントの実施状況ならびに、注水開始した旨情報伝達する。 新聞報道等	
9時45分		<b>保安院会見</b> ・ 23時40分通報文内容、12日未明以降1号機格納容器圧力が設計上の最高使用圧力を超えた状態になっていること、正門付近における放射線量が同日早朝から急上昇したこと等の情報を踏まえ、燃料の一部がこの数字（3月12日9時15分現在の水位データ）からすると露出しているため、被覆管が一部溶け始めていることも考えられます」と説明し、記者からの「燃料の一部が溶け始めている可能性があるということですが」との質問に対し「可能性を否定できないということです」とのみ説明した。 政府事故調	
11時03分～ 11時42分	a	<b>電力需給等に関する記者会見（藤本副社長ほか出席）「燃料溶融に関する質問」</b> ・ 冒頭にて、藤本副社長から「原子炉は安全に停止したが、炉内冷却水位の低下により、微量の放射能漏れが発生するなど、立地地域をはじめ社会の皆さまにご心配とご迷惑をおかけしている」と発言 ・ 質疑応答において、「保安院会見のなかで、燃料棒が露出しており、これによって一部溶け始めている可能性も否定できないとの発言があったが」と問われ「1号機は、現在、原子炉の水位が燃料頂部ぎりぎりのところから若干低め、50センチくらいのような状況だが、水が50センチぐらいかかっても若干冷却するが、ある程度、過熱するおそれがあるので、燃料棒の頂部で若干、燃料の損傷がある可能性は否定できないという風には考えておりますが、周りの放射能レベルからして、大きな損傷はまだ生じていないとそう判断しております」と回答。 会見議事録	➤ 1号機の水位計の数値に関して、正しい値を示していると誤認をしている。
11時20分	—	<b>プレス文「1F時報（11時00分）」</b> ・ 1F1ベント操作実施中。水位低くなってきており、順次注水を実施中 プレス資料	
14時頃		<b>保安院会見</b> ・ 保安院幹部は、敷地内のモニタリング測定値が高くなっていること、全交流電源喪失から相当時間が経過し、ICが稼働しているとは考えられない上に、水位が燃料頂部より下の状態が続き、更に水位が低下し続けていることから、1号機は炉心溶融が発生している可能性が高いと考えられる旨、保安院長に報告した。保安院長は、同日午前、敷地周辺でセシウムが検出されていることなどから、燃料棒に問題が起きていると考えざるを得ない旨の報告を受けていたため、「(事実がそうであるなら) そのように言うしかない」旨告げた。 ・ 保安院幹部は午前の会見よりも更に踏み込んで「炉心溶融の可能性はある。炉心溶融がほぼ進んでいるのではないだろうか」と説明した。 ・ 当時の保安院プレス発表内容は官邸に事前連絡されていなかったが、官邸会見での対応に苦慮している状況なども踏まえて、首相秘書官は、官邸に事前連絡するよう要請した 政府事故調	
17時すぎ	—	<b>プレスルームにて「1号水素爆発の第一報」</b> ・ (広報部職員ほか) 15時36分頃、大きな直下型の揺れがあって、その後、1F1の建屋付近で白煙が発生致し、復旧に当たっていた社員2名、協力企業2名が負傷し、病院に搬送された現在分かっているのはここまでと第一報を伝達 社内事故調	
17時40分	—	<b>プレス文「1F1白煙発生」</b> ・ 15:36頃 1F1付近で大きな音があり、白煙が発生。社員2名、協力企業2名が負傷し、病院に搬送 社内事故調	
18時頃		<b>官邸会見「1号水素爆発を受けて」</b> ・ 官邸には1号機原子炉建屋爆発に係る資料等がほとんどなかったため、会見では「何らかの爆発的事象があったということが報告されております」と説明するに留まらざるを得なかった ・ 「炉の破損を政府として確認できているのか」という問いに対して、直接回答をせず、「現時点では10キロ圏内から出ていただければ大丈夫と認識をし、分析など進めている。」と回答 政府事故調、会見録	

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
19時36分～ (21時21分)	b	<p><b>原子力事故・電力需給に関する記者会見（藤本副社長、小森常務ほか出席）「炉心溶融に関する質問」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>保安院が炉心溶融の可能性に言及しているがという問いに対して、「セシウムが検出されたという話については我々自身も報告をしているわけですが、セシウムというのは燃料等に関連する核種ということですので、炉心そのものが通常とは違う状況にありうるという前提で、対応の手順を踏んでいく必要があると思う」と回答。それに対して、炉心溶融には至っていない可能性が高いと判断しているのかという更問があり、「お答えが難しいが、考え方としては、厳しい状況で考えるということであるが、まあそこまでいってない可能性があるかもしれない。ただ、そうなっている可能性も含めて事故時の対応を考える」と回答。</li> <li>また、「水位は燃料棒マイナス170cm程度という数値で15時27分値から変更ないが、水位がくるっているのではないか。また炉内は厳しい状況にあると言っていたが、炉心溶解は起こっているのか」という質問に対して、「A系B系2つの指示系で見ているので、まあちょっと実際そうかと言うことも含めて見ているけれども、2系統の指示値の数値であるという事は事実であると。炉心溶解や変形の程度についてはよく分からないが、通常より温度が高い状況である可能性があると思って対応した方が良いと考えている」と回答。</li> <li>官邸会見の関係で水素爆発と発言したようだが、と問われ、「爆発ということは認識しているので、エネルギーがどこから来たかということについては、可能性はあるのかなと思っている。可能性という意味でおっしゃられた、そういうことかな」と回答。また、爆発前より爆発後のほうがむしろ放射性物質が少なくなっていると発言しているようだがと問われ、「ちょっと、すいません。そこまでの分析ということで把握はしていない」と回答。同じく、「爆発は格納容器内ではない。格納容器には問題がない。放射能が大量に漏れ出すものではない」と言っているようだが、と問われ「どういう根拠でお話になったかというのは、事業者が出しているデータは見ておられると思うが、ちょっと、そこまでの解釈を、当社内ではまだ・・・」と回答</li> </ul> <p>録音テープ</p>	<p>▶ 同時に行われていた官邸会見での発言内容に関して問われるも、その内容に関して答えられず。「水素爆発」に関しても、「可能性がある」として、断言するに至らなかった。</p>
20時41分～		<p><b>官邸会見「1号爆発、首相会見を引き継ぎ会見」</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>本日の爆発について、東京電力からの報告を踏まえ、説明をする。</li> <li>原子力施設は、鋼鉄製の格納容器に覆われている。そして、その外が更にコンクリートと鉄筋の建屋で覆われている。今回の爆発は、建屋の壁が崩壊したものであり、中の格納容器が爆発したものではない。</li> <li>爆発の理由は、炉心にある水が少なくなったことによって発生した水蒸気が、格納容器の外側の建屋との間の空間に出て、その過程で水素になっていて、その水素が酸素と合わさって、爆発が生じた。格納容器内には酸素がないので、水素等があっても爆発等をするのではない。実際に東京電力から、格納容器が破損していないことが確認されたと報告を受けている。繰り返しになるが、このたびの爆発は原子炉のある格納容器内のものではなく、したがって、放射性物質が大量に漏れ出すものではない。</li> <li>東京電力と福島県による放射性物質のモニタリングの結果も確認したが、爆発前に比べ、放射性物質の濃度は上昇していない。報道された15時29分の1,015マイクロシーベルトだが、この地点はその後、15時40分が860マイクロシーベルト、18時58分は70.5マイクロシーベルトとなっておりまして、爆発の前後でむしろ少なくなっている。その他の地点も、14時頃から行われたベントにより、前後で一旦高くなっているが、爆発を挟んでも、いずれも低下しており、低いレベルにとどまっている。</li> <li>その上で、今後懸念される原子炉容器及び格納容器の破損による災害を未然に防止するため、東京電力が容器を海水で満たす措置を取ると判断し、経済産業大臣が指示をした。その際、併せてホウ酸を用いることによって、念のために、万が一にも再臨界などの懸念される事象が生じないよう工夫することも確認している。政府は、経産省、保安院と確認し、妥当性を評価しており、20時20分、着手している。</li> <li>なお、避難指示については、爆発の状況等も踏まえ、万一の対応策として20km圏内から退避いただくことへと拡大した。</li> </ul> <p>会見録</p>	
21時30分		<p><b>保安院会見</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>炉心溶融の意味を国民に分かりやすくという質問に対して、「まだ炉心の状況は正確には確認できていないので、これからどこまでできるか不明だが確認していきたい」「炉心が破損していることはかなり高い確率だと思うが、状況がどうなっているのか現状では正確に分からない」と回答</li> </ul> <p>政府事故調</p>	

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
深夜		<b>行政指示（官邸から当社への情報公開に関わる指示）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>①福島県において1号機原子炉建屋爆発後の同建屋写真が公表されていることを知り、官房長官秘書官らをしてその写真が官邸に提供されていない経緯を調査させた上、清水正孝社長に対し、電話で迅速な資料提供を要請するなどした。</li> <li>②爆発後の1号機原子炉建屋写真を用いて当社福島事務所が福島県に説明している様子が全国ニュースで放送された。この写真を広報用を使用することについては、本店・官邸とも把握していなかったが、特に官邸はこのニュースに対して、事実関係の説明を当社に求めるとともに、官邸の知らないところで上記対応が行われたとして当社は注意を受けた。具体的には、上記ニュースで官邸が知らない写真を使って広報している経緯を説明するよう官邸で対応していた当社社員は求められ、事実関係を確認の上回答したところ、官邸から由々しき問題との指摘を受けた。</li> </ul> ①政府事故調、②社内事故調	
3/13 5時30分		<b>保安院会見</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1号機の燃料溶融の可能性に関する質問に対し「可能性として否定できないことは、もう既にそういう物質（セシウム）が出てきているということから、念頭に置いておかなければいけない」と説明</li> </ul> 政府事故調	
8時頃		<b>官邸会見「3号機の注水機能停止を受けて」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>事業者への要望はあるかという問いに対して、「まず保安院や安全委員会、政府が適宜適切に判断、指示を出していく。そして、住民、国民のみなさんの安全に関して、スピーディーかつ正確に情報を提供していくことが、こうした対応の大前提。これまで、問題発生から1日半ぐらい、繰り返し、保安院、経産大臣、総理も含めて、東京電力に対しては適宜適切にスピーディーに、かつ正確な情報を提供し、なおかつ、公表するように、繰り返し求めている。昨夜午前2時過ぎには、私から直接、清水社長に対して、その点について強く指示をした」と回答</li> </ul> 会見録	
11時頃		<b>官邸会見「3号機で水位低下」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1号機の炉心溶融に関して「現時点では注水を行って、露出は水に埋まっていると水の量から思っている」「これ（炉心溶融）は十分可能性があるということで、炉の中だから確認が出来ないが、その想定のもとに対応をしているし、今回の場合も可能性があるという前提で対応している」と発言。</li> </ul> 会見録	
14時頃		<b>行政指示（官邸から社長に対する情報公開の指示）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>①1号機水素爆発後の写真公開に関する経緯について報告を受けた菅総理も、官邸を訪れた清水社長に対し、同様の要請をした。清水社長は立地地域部長に対し、東京電力がプレス発表する際には、事前にプレス文案や公表資料等について官邸の了解を得るよう指示し、それが原因となって広報の遅れが生ずることがあった。</li> <li>②（爆発後の1号機原子炉建屋写真を公開した問題を受けて）清水社長は午後2時頃に官邸を訪問し、強い注意を受けた。これを契機として、清水社長は社内関係者に対し、「今後広報する時は、まず官邸にお伺いを立てて、官邸の許しが出るまでは、絶対に出してはならない」と指示した。</li> </ul> ①政府事故調、②社内事故調	
17時15分		<b>保安院会見</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>「炉心の状況はデータからはっきりと言えないことではないため、溶融しているかどうかは分からない」旨発言したうえで、「少なくとも炉心の毀損が起こっているということは間違いなく、溶融というところまでいっているのかどうかはよく分かりません」と回答</li> </ul> 政府事故調	

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
20時20分～ 23時13分	b	<p><b>社長会見（小森常務同席）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 質疑応答で「敷地境界での放射線量は変動があるものの、ただちに人体に影響が出るレベルではないと考えている」（社長）と説明。格納容器は本当に無事なのかという問いに対して、「破損の形からいうと、水素爆発が大きな要因だと思う。鉄骨がむきだしになっているが、それより下は鉄筋コンクリートの構造で、そちらまで損傷しているのではない。格納容器の部分は（蒸気を逃がす）バルブを開けた時に圧力が下がる状況がみえており、健全性は保たれていると考えている」（小森常務）と回答。さらに、津波への備えを問われ、「十分か不十分かという評価は、いろいろな視点から考えないといけないが、これまで考えられるレベルの津波対策は講じられたという意味では、妥当性は問題ないと思う。今回は想定を大きく逸脱するレベルの津波だったということが分かって、これからそれに対応する施策をどうするか、大きな課題だと思う」（社長）と説明</li> <li>・ 記者からの「先ほどの話の中で、ある程度水位計は信用出来るという話だったが、そうすると、現状海水をあれだけ入れ続けてもまだ燃料棒の方に行かずに裸の状態が続いているという状況になっているが、1号機、3号機は現在どういった状況なのか、特に1号機に関しては、今朝の段階で圧力容器内に関してはもう水が浸かっているという様な説明も受けていたので、その辺も含めて教えて欲しい」という質問に対して、「1、3号機に関して、水が中々燃料の上部まで到達してないという状況が続いている事に関しては厳しい状況という所。これ自身は水位計の精度の問題もある意味では確実にこの事象を捉えていきたいと思うが、いずれにしても燃料が完全にまだ冠水出来てないという事が可能性が高いという事で伺っている」（小森常務）と回答。その回答を受けて、そうすると現状は決して良い方向には向かっていないという認識で良いのか、このままいくと今後どういう事が考えられるのかとさらに質問があり、「今までも色んな原子力の安全の議論の中で先ほど話があった様なシビアアクシデントという様なベースがあり、そのベースの上で我々の事象がどう起きているのかという事を考えている。それで炉心の部分の冠水がされていないという時間の経緯もそういった事を考えていくと、かなり厳しい状況という事を考えた上で、但し、いずれにしても、海水も含めて、そういうような冷却する物を続けていくというのは活動としてはもうそれに尽きるので、それをまずやるべき行為が変わるものではない。後は圧力、水位だけではなくてそういったものからデータを見て、とにかく事象の進展が悪化していかない事を最優先に考えて現場の方の作業等についても優先度を考える。そういうふうに対応していきたいと思う」（小森常務）と説明を行った</li> </ul> <p>録音テープ</p>	<p>▶ 「ただちに人体に影響があるレベルではない」との説明を行った。</p>
3/14	早朝～9時頃	<p><b>3号機圧力上昇を受けたプレス文の扱い</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ①8時頃、3号機の格納容器圧力が異常上昇したため、当社はプレスリリースを用意したが、官邸及び保安院から公表を止めるよう指示されたため、当該プレスリリースは行わなかった。当社によると、3号機の事象については保安院等に対して法律に基づく通報を行うことが義務付けられているため行ったが、プレスリリースは事業者の義務ではないため、官邸等の指示に従ってプレスを行わなかったとのことである。一事業者である東電が、官邸や監督官庁からの指示に従って行動するという事自体は、合理的であると考えられるかもしれない。しかしながら、近隣住民が危険にさらされている状況下において、情報の透明性よりも官に対する事業者としての立場を重視する姿は、東電の企業体質の問題が露呈したと見ることもできる。</li> <li>・ （8時40分テレビ会議映像）1F広報班「3号機格納容器圧力異常上昇ということで15条プレス文を用意しております。国から、マスコミを止めているということで、プレス発表を行わず待っている状況です。福島県から9時の関係部長会議をマスコミオープンで行いたいとのことですので、9時までには本プレスを行うよう依頼されております。調整をいただきたいと思うのですが、いかがでしょうか」本店「県が言ってますよという話は伝えてもらって、県と保安院で調整してもらわなくて、我々の決定権はどちらかという、本件は今、原災法に基づいた国の側がうんと強い中話になっているので。もちろん、県を無視することはできないのだが。」</li> <li>・ （8時45分テレビ会議映像）本店「保安院に確認してところ、絶対にダメだという見解で、このプレスは行わないという強い要請、指示だそうです」</li> <li>・ ②3月14日早朝に3号機の格納容器圧力が上昇し、同日7時53分に関係機関への通報連絡を行った件については、速やかにプレス発表の準備を整えており、また、通報連絡で内容を把握していた福島県からは同日9時に行う予定の本部員会議（マスコミ公開）までには本件を公表するように強い要請があった。当社は速やかにプレス発表をすべく官邸の了解を得るために、官邸に駐在していた保安院に働きかけを行ったが、了解は得られず、福島県の要請に応えることができなかった。一方、本件について保安院は、9時15分頃に記者会見で説明している。</li> </ul> <p>①国会事故調、②社内事故調</p>	



日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
9時15分		<b>保安院会見</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>保安院幹部は「1,3号機は炉心溶融の可能性はある」と肯定する発言をしたが、同席した保安院職員は「水素が出てくるということを考えて、燃料を覆っている被覆材、ジルカロイとの反応で出てきていると推測されるが、まだ溶融とかそういう段階では決してないと思っている」と炉心溶融の可能性を否定するかのよう説明を行った。</li> </ul> 政府事故調	
12時08分～ 12時54分	b	<b>「1F3号水素爆発」に関する会見（小森常務ほか出席）</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>炉心溶融の可能性を問われ、「可能性はある」と回答。溶けているのかという更問いに対して、「燃料棒の頂部が出ていても、下で蒸発した蒸気で冷却されており、その効果が現時点では評価しづらい」と回答。</li> </ul> 新聞報道等	<ul style="list-style-type: none"> <li>社内テレビ会議映像（13:15頃）において、小森常務の電話における会話内容が録音されており、「炉心溶融の可能性が絶対否定できないんだな、という問いに対して、あまり強くも否定できないから、調べてからという感じも含めて、もやもやとなったところ、可能性ありと、直接的には答えてないけど。雰囲気をとられてしまったというのが事実」と発言。</li> </ul>
16時45分		<b>保安院会見</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>水素が出ているということは溶けているということだから、溶融しているということで良いですねとの質問に対して、保安院幹部は「損傷の段階でも水素が出る場合もある」と説明した直後、同席した保安院職員が「燃料、被覆材の部分と反応して水素が出てきているということですので、溶融という言葉は適切ではない」と、炉心溶融の可能性を否定するかのよう発言をした。</li> </ul> 政府事故調	
20時40分～ 21時45分頃	b	<b>武藤副社長記者会見「2号機ダウンスケールを受けて」</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>本店3階にて計画停電記者会見の実施を待っていた記者に、2号機がダウンスケールとなったことを伝え、1階で（計画停電の会見と同時に）説明を行う旨アナウンスしたところ、計画停電前に本件に関する会見を3階にて実施すべきとの記者側の要請を受け、急遽武藤副社長会見が実施される。会見冒頭で、19時54分頃海水注入により、水位計の指示が揺れ始め、20時07分頃においても、相変わらず水位計がハンチングしていること、また会見途中において、21時20分にSR弁を開放し炉圧を下げたところ、21時21分マイナス3,400mmだった水位が21時34分にマイナス2,000mmまで回復し、炉圧が下がって海水の流入量が増えたと思われる旨説明を行っている。</li> <li>質疑応答では、水位が下がりダウンスケールということだが、燃料棒が露出して丸裸で空焚きに近い状態になったということかと質問され、「燃料棒の頂部から徐々に下がってきて、燃料域の水位計がダウンスケールしたという事で、燃料が露出している可能性があるという風に思っている」また、「スリーマイル島の事故ですら燃料が全て露出する事態に至らなかったが、かなりの量の燃料棒が溶けたのではないか」という質問に対しては、「パラメーターとか周辺の放射線の量とか、そういったものを見ないと判断出来ないで、現時点では原子炉の中の燃料はどういう状態になっているか、明確に申し上げられない」と回答。さらに、丸裸になったらどうい事が想定されるのかと問われ、「これもそれ以降の事実によるが、ここは周辺色々なパラメーターが変化するので、それについて現在注意深く見ている所」と回答。</li> <li>一方で、本会見では、同様の質問が相次ぎ、「溶融の可能性は否定しませんがね」、という念押し的な質問に足しては、「これからのパラメーターをしっかりと見ていく必要があると思っている」と話すも、現時点でも空焚き状態かなどの質問が続き、「はい。ダウンスケールです」と回答すると、通常2時間以上空焚きすると燃料はどうなるのかと問われ、「一般論としては難しいが、燃料被覆管が過熱酸化するので、酸化をして強度が落ちるとい事が予想される」と回答する。</li> <li>さらに、空焚き状態が継続すると、燃料自体が溶けてスリーマイルのように下に溜まってしまって、例えば、制御棒が損傷して、制御棒の役割を果たさなくなり再臨界に至る可能性があるのではないかと問われ、「とにかくそういう事で海水の方も含めて、海水を使って入れているが、その中のご指摘にあるような事も考えて、ホウ酸を入れるといったような事も保守的なことも考えている。いずれにしてもご指摘のような臨界というような事が問題になる事はないと思う」と回答。さらにはっきりないのかと問われ、「現時点でそういうことには見ていない」と答えるも、それはホウ酸を入れているからと再質問を受け、「と言うよりは、元々の形状、特にホウ酸を入れて下がったという事ではないので、全体のレベルについて、燃料が空焚きと言うか、損傷したと思われる以降、特に原子炉の臨界ということについて、これを疑ったことはない」と回答する。一方で、燃料が損傷した可能性は認めるのかと問われ、「これは周辺に放射能が出ておりますので、燃料は損傷をしているという風に見ている」と説明を行った。</li> </ul> 録音テープ	<ul style="list-style-type: none"> <li>社内テレビ会議映像（19:21頃からの一連の会話）において、発電所側が「TAF到達時間が16時16分、その後むき出しになったのが18時22分ということで、むき出しになったところから、約2時間で炉心溶融が始まるだろうという、ざっくりした見積もりです。その後、炉心溶融から2時間ほど経つとRPVの損傷になるだろうということで、こちらがアクシデントメジネメントガイドに書いてある数値を使ったものです」と発言したことを受けて、武藤副社長は「18時22分に燃料が全部露出したというのは、共通の認識で良いですね」「で、2時間でメルト。2時間でRPVの損傷の可能性あり。良いですね」と発言。</li> </ul>

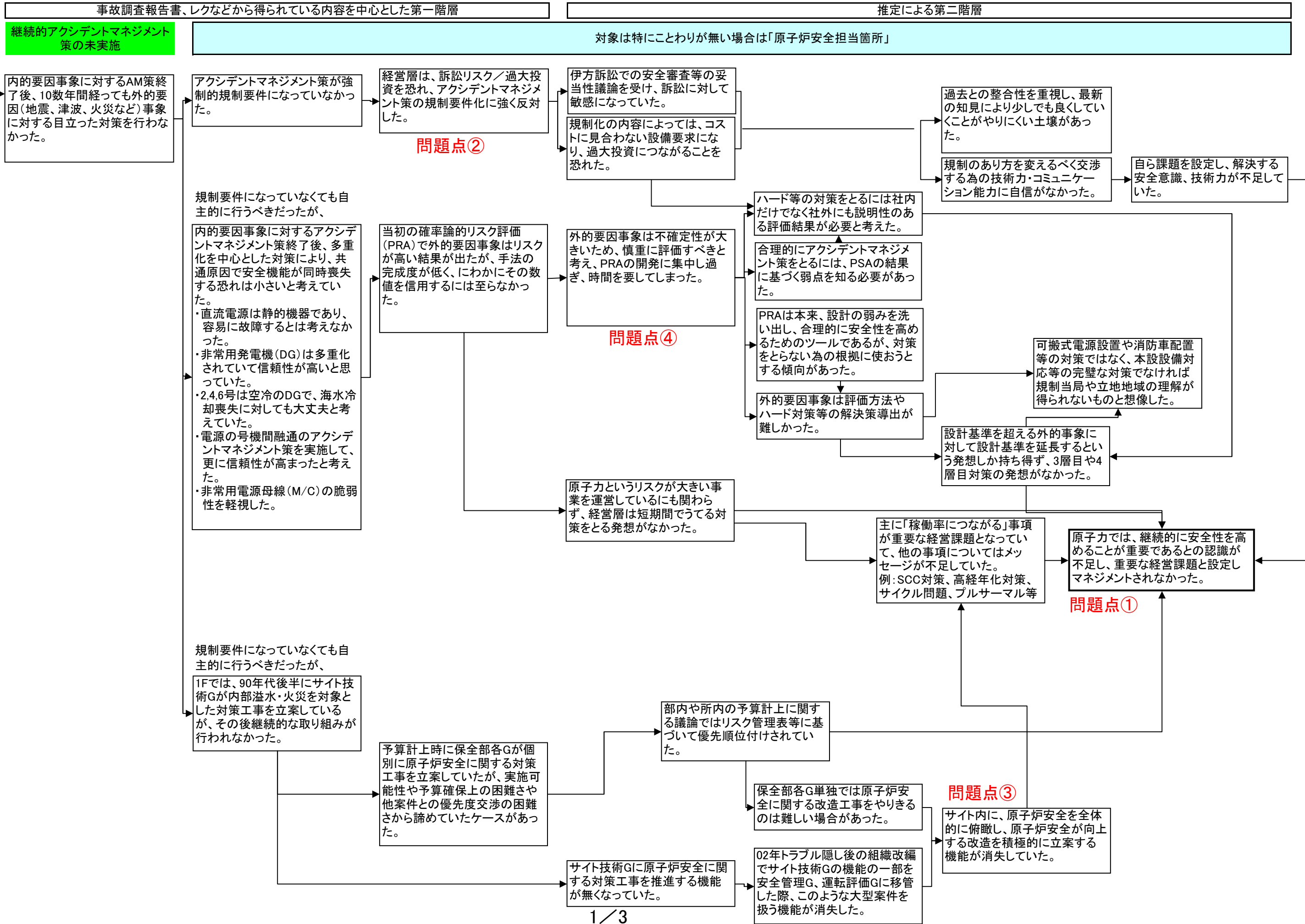
日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
3/15 夜	b	<p><b>炉心損傷の状況について公表</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①東京電力は3月15日、格納容器雰囲気モニタ（CAMS）により得られた情報を基に「炉心損傷」の割合について、1号炉約70%、2号炉約30%、3号炉約25%である旨の発表をしたが、以降の記者会見においても、炉心の状況を説明する際は、「炉心損傷」という表現を用いた</li> <li>②東京電力は1,2号機の核燃料がそれぞれ7割、3割破損を受けている可能性があるとの試算結果を福島県災害対策本部に報告した。東電によると、原子炉格納容器内の放射性物質量の測定値と、運転停止後の経過時間などから、燃料を覆う金属の破損程度を概算。その結果、1号機の燃料集合体400体の70%に、2号機の548体の33%に、それぞれ小さな穴や亀裂が生じている恐れがあるとしている。1,2号機では、燃料の一部が露出した状態が長時間続いているため、破損が進んだらしい。14日に水素爆発が起きた3号機では、格納容器内の放射性物質を測定する装置が故障しており、どれだけ破損しているかを推定できない状態だという。</li> <li>③東京電力は1号機の炉心にある核燃料棒の70%に損傷があるとの推計をまとめ、国と福島県に報告した。同2号機も同様に33%が損傷しているという。東電によると、核燃料を覆い、外部への放射性物質を防ぐ被覆管が冷却水不足による過熱で損傷し、ひびや穴などが開いているという。ただ、被覆管が完全に破れて、中のウラン燃料が溶け出す状況にはないとしている。1,2号機は、給水機能停止で冷却水が減少。高温になった燃料棒の一部が溶け出す炉心溶融の状態になった可能性があるなど、核燃料が損傷した。</li> </ul> <p>①政府事故調中間報告、②③新聞報道等</p>	<p>▶ 東京における記者レクにおいては、この前後で、炉心損傷に関して説明を行った記録が残っていない。</p>
4/10		<p><b>行政指示（炉心損傷の対外的に説明する用語について）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>保安院は、炉心状況を説明する用語の整理と炉心状況の分析に着手した。その頃、統合本部において、炉心状況を説明する用語を議論していた際、「炉心溶融」ではなく、「燃料ペレットの溶融」との言葉を使った方がよいとの有力な意見があった。その後、保安院職員は、東京電力社員からそのような議論があったことを聞き、以降、炉心状況を説明する際には「炉心溶融」という用語に代えて「燃料ペレットの溶融」という用語を使うこととし、その旨東京電力にも連絡した。</li> </ul> <p>政府事故調</p>	
5/24	a	<p><b>事故の発生・進展状況についてとりまとめた結果を公表</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>シビアアクシデント解析コード（MAAP）の解析結果やプラントデータを用いて事故進展状況を推定（5/23保安院へ報告、5/24公表）</li> <li>1号機：「溶融した燃料によりRPVが破損したとの結果となっている。東京電力においては、この結果に加え、これまでのRPV温度の計測結果を踏まえて、燃料の大部分は、実際にはRPV下部で冷却されているものと評価」</li> <li>2号機：「東京電力による解析では、代替注水の流量が少なかった場合には、溶融した燃料によりRPVが破損したとの結果となっている。東京電力においては、この結果に加え、これまでのRPV温度の計測結果を踏まえて、燃料の大部分は、実際にはRPV下部で冷却されているものと評価している。」</li> <li>3号機：「東京電力による解析では、代替注水の流量が少なかった場合には、溶融した燃料によりRPVが破損したとの結果となっている。東京電力においては、この結果に加え、これまでのRPV温度の計測結果を踏まえると、燃料の大部分は、実際にはRPV下部で冷却されているものと評価している。」</li> </ul> <p>プレス資料</p>	<p>▶ 温度計の指示値を過度に重視した結果、炉心損傷状態を誤って認識した。</p>
6/6		<p><b>保安院公表（事故の発生・進展状況についてとりまとめた結果を公表）</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子力安全・保安院は同じくシビアアクシデント解析コード（MELCOR）を用いてクロスチェックを実施し、プラントデータも併せて事故進展状況を推定（6/6保安院公表）</li> <li>1号機：「燃料は溶融し、その相当量はRPV底部に堆積しているものと現時点では推定される。ただし、RPV底部が損傷し、燃料の一部がD/Wフロア（下部ペDESTAL）に落下して堆積している可能性も現時点では考えられる。RPV温度の計測結果を踏まえると、燃料の相当量はRPV下部で冷却されていると考えられる。」</li> <li>2号機：「現時点では、燃料の相当量はRPV内にあるものと推定される。ただし、RPV底部が損傷し、燃料の一部がD/Wフロア（下部ペDESTAL）に落下して堆積している可能性も現時点では否定できない。」</li> <li>3号機：「燃料の相当量はRPV内にあるものと考えられる。ただし、RPV底部が損傷し、燃料の一部がD/Wフロア（下部ペDESTAL）に落下して堆積している可能性も現時点では否定できない。」</li> </ul> <p>原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書（6/7）（上記記載は、5/24東電公表、6/6保安院公表の内容をIAEA閣僚会議に対する政府報告書から抜粋）</p>	

日時	評価	主な対外説明案件（行政機関への通報は行ったがプレス未実施のものも含む）／事象	備考
11/30	c	<p><b>炉心損傷状況の推定について公表</b></p> <p>当社は、保安院が主催した「技術ワークショップ」、その後の会見において、以下の推定内容を公表</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1号機：海水注入までの期間の崩壊熱量は注水量などの吸収熱量を大きく上回っていること、また、原子炉圧力容器温度が早い段階から低いことなどから、燃料の大部分が格納容器に落下していると推定</li> <li>・ 2号機、3号機：注水が停止している際の崩壊熱量は初期に圧力容器内に存在した水の蒸発により吸収できる程度であること、また、CS系注水による温度の下降などを鑑みると、1号機と比較して損傷の程度は小さく、格納容器に落下した燃料の量も少ないと推定</li> <li>・ 1号機におけるコア・コンクリート反応による侵食は、現実的な条件を考慮すると約70cm程度。現時点では、格納容器内ガスの分析結果を踏まえると、現在進行形でコア・コンクリート反応が発生しているとは考えにくく、燃料は格納容器内に留まっていると推定</li> <li>・ 1号機～3号機について、格納容器各部の温度、原子炉建屋内の蒸気の発生状況から、燃料は十分冷却されていると推定</li> </ul> <p>11/30 保安院が開催した「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心損傷状況の推定に関する技術ワークショップ」、当社記者会見</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当社は、炉心損傷状況の推定内容について2011年9月末頃を目標に公表すべく準備をしていた。</li> <li>➤ 炉心損傷状況の推定内容について、保安院への説明に時間を要した。</li> </ul>

『2011年3月までの主な出来事（津波高さの想定に関して）』

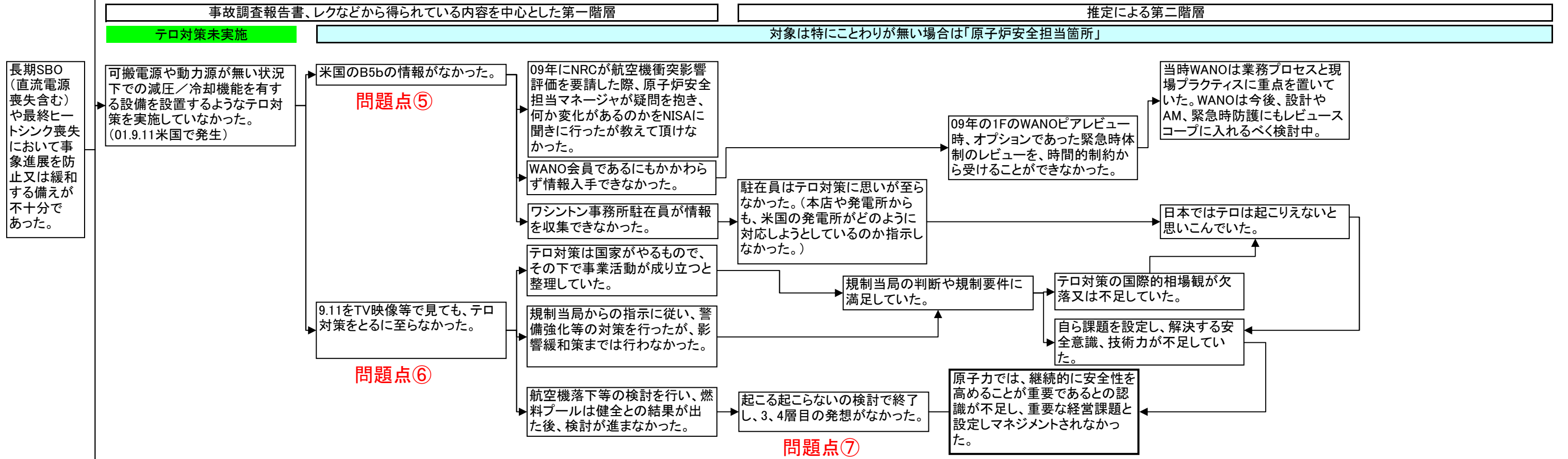
年	原子力に関わる出来事	津波高に関する出来事	当社	溢水に関する出来事	経営に関する出来事	備考
1966	・1960チリ地震津波	【OP+3.122m】 ・1960チリ地震津波の小名浜港で観測の潮位を設計基準として定める。			・1F設置許可申請・許可	※注 「OP」は、福島第一原子力発電所地点の高さを記載
1970年代	・1979.3.28 スリーマイル島原発事故				・1971.3.26 1F1号機 運転開始	
1980年代	・1986.4.26 チェルノブイリ原発事故					
1991	H 3					
1992	H 4					
1993	H 5	・北海道南西沖地震	・津波安全性評価(原子力発電安全企画審査課長他) :北海道南西沖地震を踏まえ最新の津波安全評価内容に基づく安全性評価を実施指示		・1F1号機タービン建屋地下 1階海水漏洩→DG機能喪失	
1994	H 6		・1F・2Fの津波安全性評価報告書を提出 :既往津波を文献で抽出 →福島地点での最大津波はチリ地震(1960)/安全性は確保される →「通産省技術顧問会」が、報告内容を口頭了承			
1995	H 7	・阪神淡路大震災				
1996	H 8					
1997	H 9					
1998	H10					
1999	H11	・JCO事故 ・電力自由化				
2000	H12					
2001	H13	・9.11 米国同時多発テロ				
2002	H14	・1Fにて トラブル隠し発覚	・<土木学会>「津波評価技術」刊行(2月)を受け、安全性評価報告(3月)【OP+5.7m】 ※実施に発生した津波・波源を元に波源の不確実性を考慮し津波水位を想定  ・<政府地震調査研究推進本部>「長期評価」 :三陸沖～房総沖の海溝沿いのどこでも地震発生可能性あり →<電事連>実際の津波発生の証拠がないことから確率論的評価手法での検討を予定(2003～)	・既存プラントで影響が生じる発電所に対して、保安院より、対応指示(1月) :非常用海水ポンプ嵩上げ、建屋・貫通部等の浸水防止対策手順書の整備		
2003	H15					15.7mの津波試算を受けての議論(2008.6月)
2004	H16	・スマトラ島沖地震			・スマトラ島沖地震の際に、インドマダラス発電所で海水ポンプ浸水被害発生	・参加者 当時の本部長、副本部長、担当部長、土木部門担当者、設備部門担当者。  ・今後の課題 1)津波ハザード検討内容の証明 2)4m盤への遡上高さを低減するための概略検討を行うこと 3)沖に防潮堤を設置する際に必要となる許認可を確認すること 4)平行して機器の対策についても検討すること
2005	H17		・<中央防災会議>日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震防災対策推進地域の指定(諮問)	・中央防災会議の防災上の津波高について評価を実施 →現行の津波評価を上回らないことを確認		
2006	H18	・KKIにてデータ改ざん	・<原子力安全委員会>「耐震設計審査基準」改訂【OP+6.1m】 ・<中央防災会議>日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会の検討結果報告	・対応策として、海水ポンプモーター機器の嵩上げ等を実施 ・耐震バックチェック開始	・<溢水勉強会> :海水ポンプの津波に対する余裕が小さいことを確認	
2007	H19	・中越沖地震				<中越沖地震 対応> ・中越沖地震の地震データ分析、周辺海域・陸域の地質調査実施。 ・新たな基準地震動策定、保安院へ提出(5月)
2008	H20		(<当社>仮想的な試し計算 6月)【OP+15.7m】 ・地震本部の「長期評価」を参考に試し計算実施 ・土木学会津波評価部会委員佐竹氏より「貞観津波論文」受領	・<当社>6月、7月 15.7mの津波高試算を受けて、社内に対応策についての会議実施 ・長期評価は、電共研および土木学会で検討		課題検討結果を議論(2008.7) ・参加者 同上
2009	H21			・バックチェック中間報告の津波評価水位:OP+6.1m ・堆積物調査着手 ・津波評価のための具体的波源モデル策定を土木学会に審議依頼(6月)	・柏崎の復旧費用をはじめとする特別損失計上。当期純損失=1,501億円 ※2008年～管理職賞与10%減額	課題確認結果 ・「長期評価」でなく「土木学会」で想定する津波をベースとしたい。 ・防潮堤建設のオーダーは、数百億円。 ・防潮堤:漁業権消滅区域の拡張や追加漁業補償が発生する可能性あり。
2010	H22		・<堆積物調査>南相馬で4m程の遡上高確認。富岡町～いわき市にかけては認められず。	・「貞観津波論文」と整合しない点について更なる調査研究が必要と判断 ・保安院/福島県へ堆積物調査結果を説明。 ・津波対策ワーキングを開始(8月)		→土木学会に波源モデルを策定してもらい、あらためて評価することにする。
2011	H23	・東日本大震災	<政府地震調査研究推進本部>「長期評価」4月に改訂予定(貞観津波に関する記述追加予定)	・堆積物調査結果の論文を投稿 ・保安院に「長期評価」及び「貞観津波」について説明		

# 根本原因分析図(過酷事故の想定と対策)

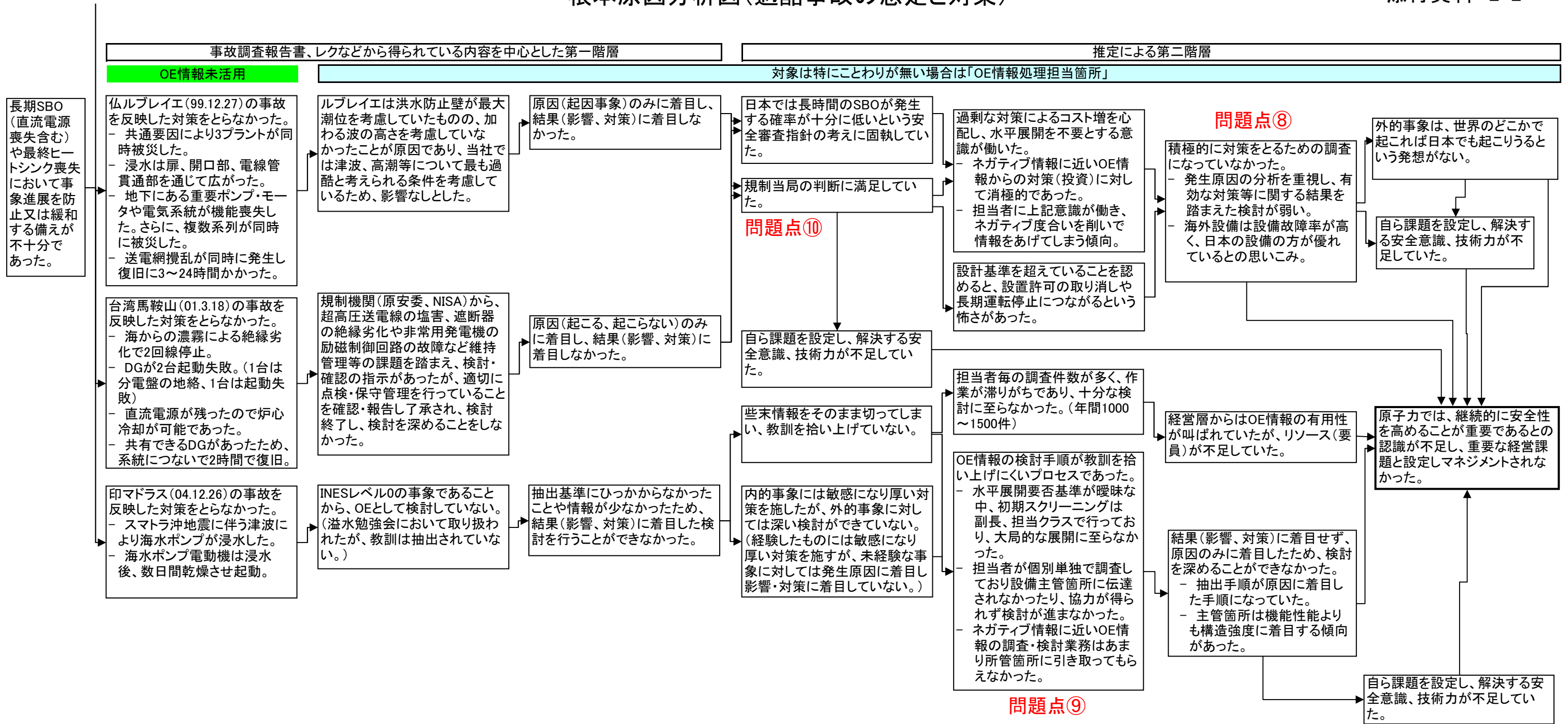


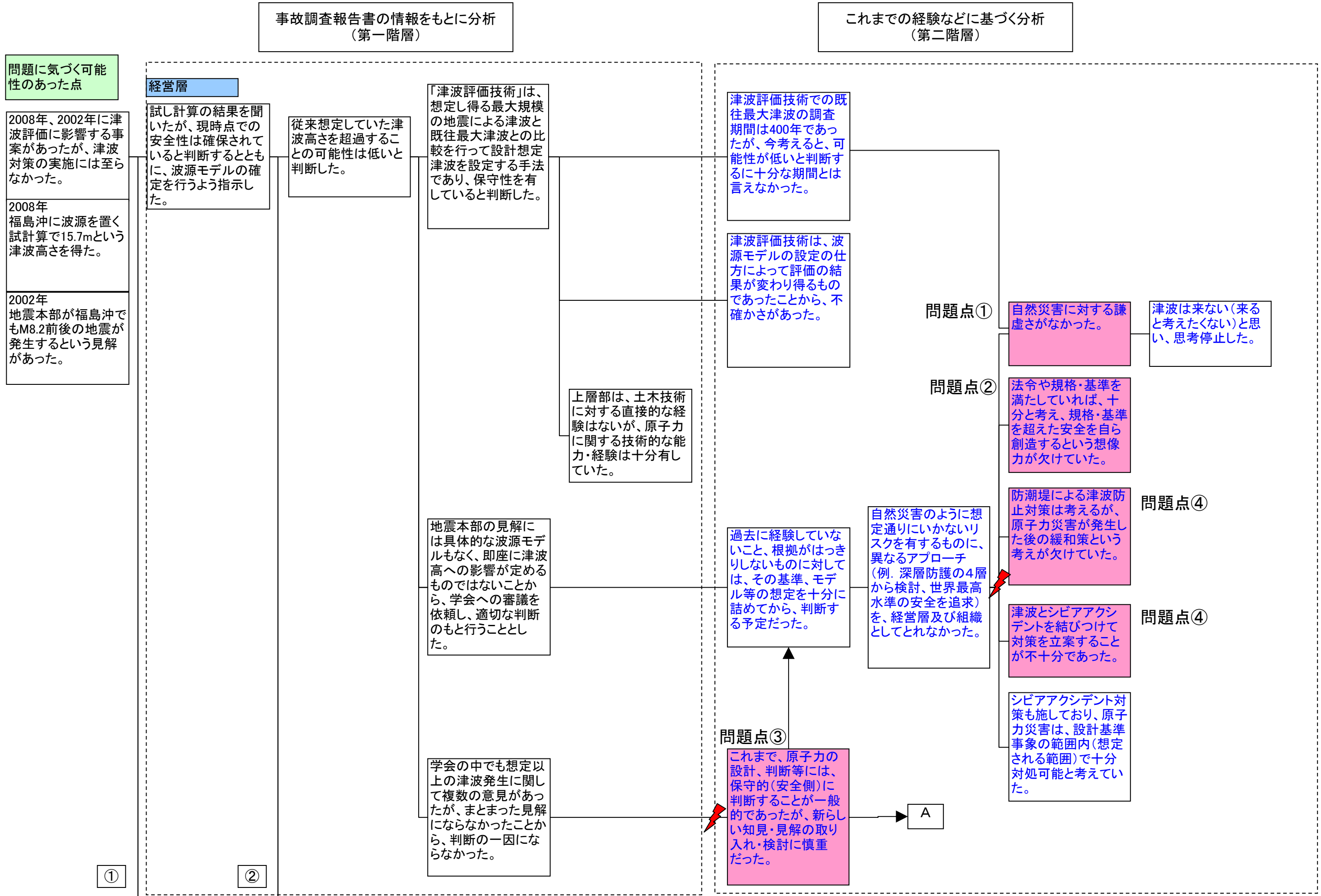


# 根本原因分析図(過酷事故の想定と対策)



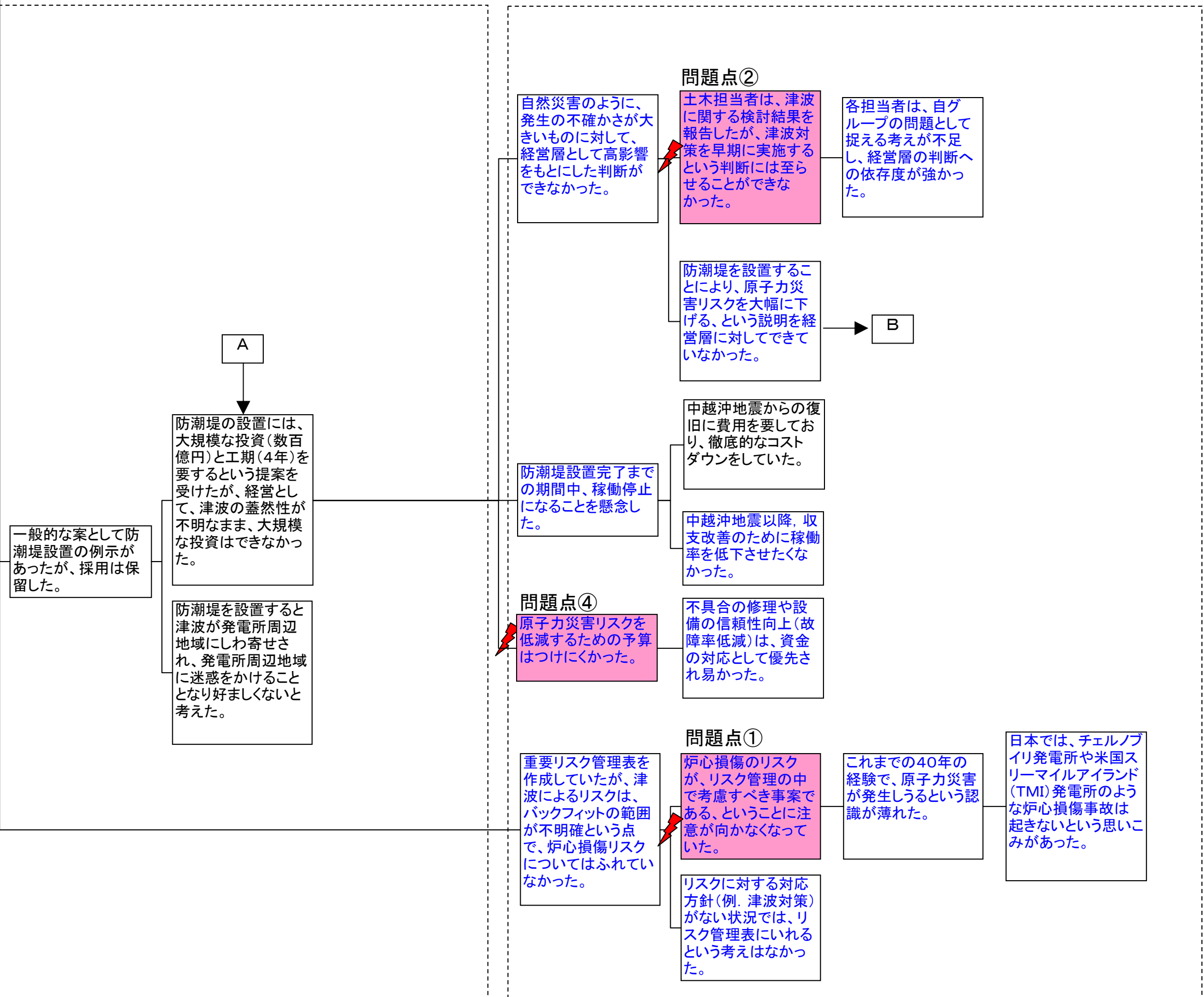
# 根本原因分析図(過酷事故の想定と対策)





①

②



③



③

土木、設備担当者

土木担当者は、試し計算結果を報告したが、防波堤以外の対策(早期に実施できる対策)の提案はできなかった。また、土木学会を通じた波源モデルの確定には時間を要した。

土木担当者として、津波の防止策は、防波堤が一般的だった。

土木担当者は、他のグループと協議して他の対策(例: 電源強化、止水工事)を提案するという考えに至らなかった。

土木担当者は、前提条件となる津波高さを定める役割であり、プラント設備については、設備部門の役割だった。

土木と設備担当者で津波高さの設計条件について、お互いの責任分担に特化してしまい、相互に情報交換し、進めることができなかった。

**問題点④**  
業務のリスク等によって、組織横断的に責任をもって進めるという必要性を感じていなかった。

設備担当者は、土木担当者とは別に、津波対策の提案をすることができなかった。

設備担当者は、設計条件となる津波高さは、土木担当者の役割であり、特段の注意を払っていなかった。

**問題点⑤**  
適切な対策(完璧な対策)でないと、対外的(行政、自治体、地元住民)に納得してもらえないと思いこんだ。

行政への説明にあたり、プラント停止のリスクや説明のための資料作りが発生することを懸念した。

設備の対策工事の実施にあたっては、設計条件となるインプット(津波高さ)が明確でないと対策立案はできなかった。

④

⑤

土木学会に福島沖波源モデルの審議を依頼したが、3.11時点では、結論は得られていなかった。(2012年10月予定)

土木学会を通じた波源モデルの確定には、時間を要していたが、切迫性は感じていなかった。

そもそも、津波によってプラントが炉心損傷に至るという考えはなかった。

**問題点①**  
原子力発電所に関わる業務を行う者であっても、一部では原子力リスクという観点での知識が付与される機会がなかった。

土木学会が定める評価手法は、新しい知見に対してタイムリーに反映する性格のものではなかった。

B

**問題点④**  
外的事象に対して、最悪のケースにおける影響評価(ストレステストの簡易版など)を実施するといった業務プロセスがなかった。

津波高さの評価は、過去の記録調査に大きく依存し、未来の評価には限界があった。

④

⑤

原子力発電所の津波評価は、土木学会の判断によることとしていた。

これまで原子力発電所の津波評価は、土木学会の手法で評価してきた。

個人の論文や意見という新知見の取り入れに対して慎重であった。

学会等の外部の活動だけに依存せず、新しい知見に対して、社内で検討し、深層防護を積み上げるという仕組みがなかった。

問題点③

設備、安全担当者

設備担当者は、溢水勉強会に参加しており、津波、洪水等によるプラントへの影響を把握していたが、抜本対策はしていなかった。

津波の想定(敷地高さ+1m)は、仮定の条件をもとにプラントへの影響を確認するために実施したものであり、高さの信頼性の議論はなかった。  
(このケースの場合は、非常用海水系等が水没し炉心損料に至る)

溢水勉強会では、津波高さ評価により、非常用海水系の設置レベルの低いところへの提言であった。  
(O.P.5.6m)

津波の想定(敷地高さ+1m)は、あくまでも溢水評価のため、仮定の条件であり、実際に起きるとは考えていなかった。

土木担当者での試算結果(15.7m)は、この後に算出されたものであり、当時はなかった。

設備担当者は、対策工事の設計条件となるインプット(津波高さ)が明確でないと対策立案はできなかった。

安全担当者も参加していたが、頻度を念頭においた安全確保体系であったため、発生頻度が十分低い事象に対しては、対策の必要性はないと考えていた。

外的事象に対して、最悪のケースにおける影響評価(例. ストレステストの簡易版)を実施するといった業務プロセスがなかった。

問題点④

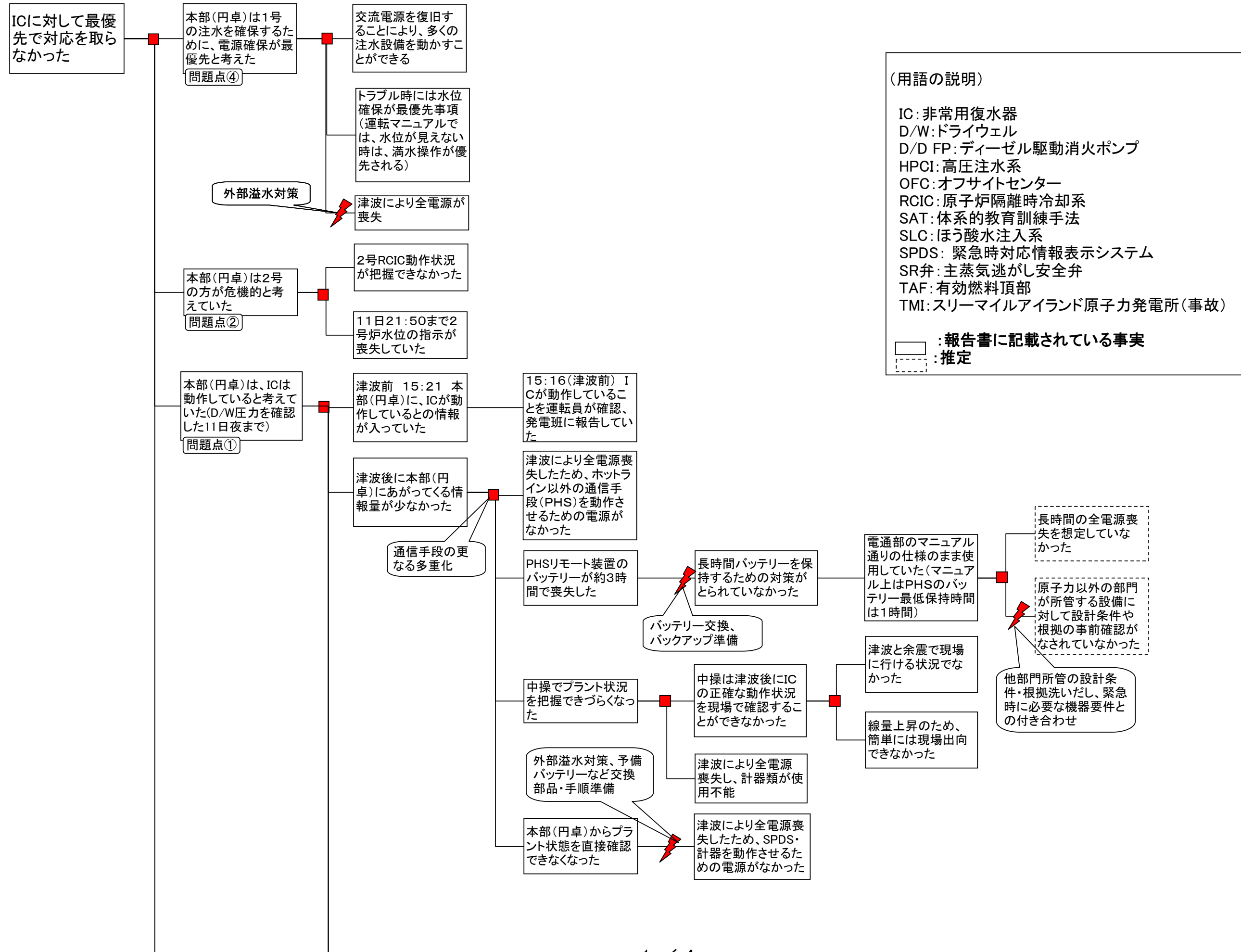
不確定性の大きな自然現象を確率論で十分小さいとするのは、本質的に無理があるとの認識に至らなかった。

問題点②

自ら課題を設定し、解決する、という安全意識・技術力が不足していた。



# 根本原因分析図 (1号機 非常用復水器運転状態把握)

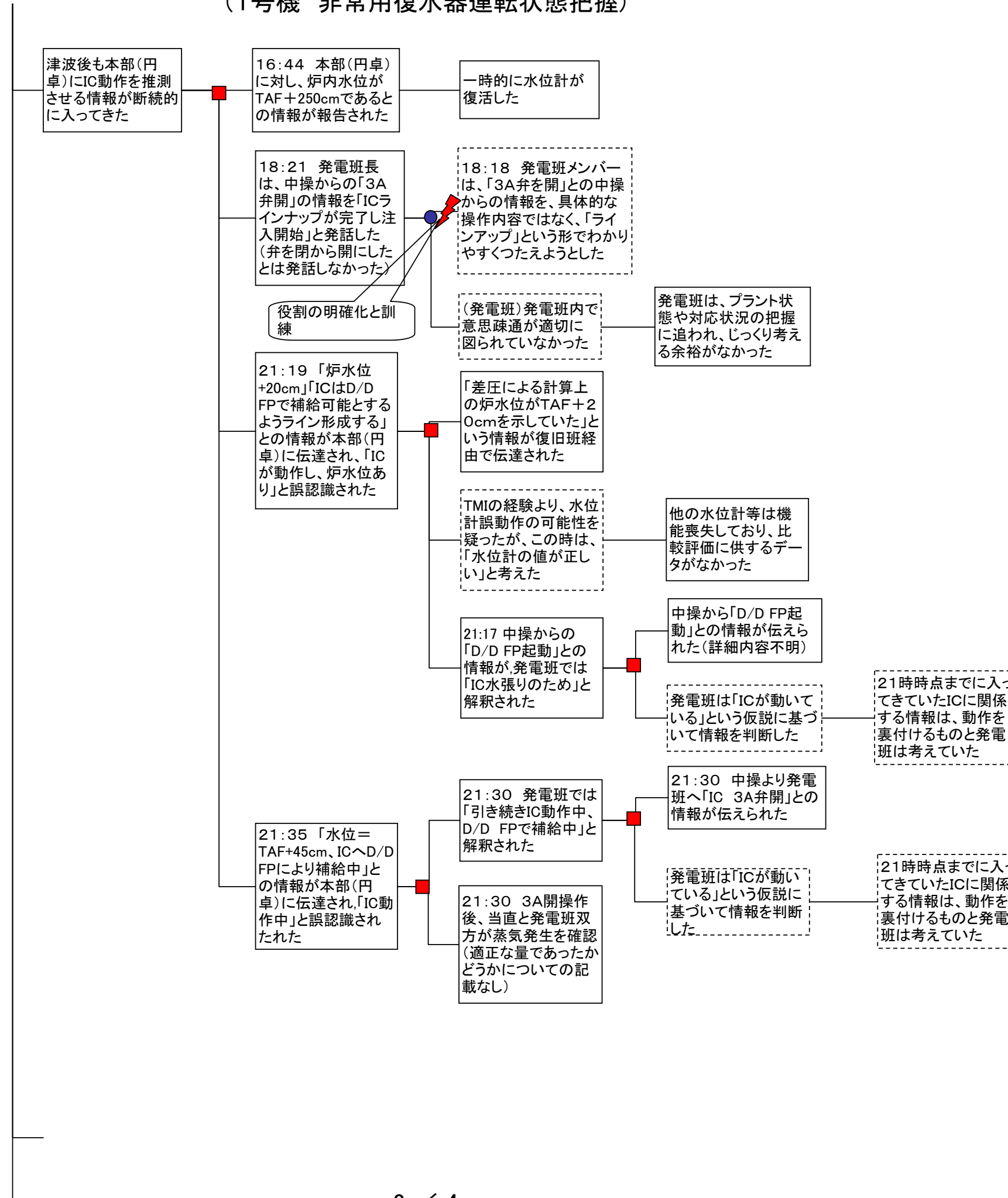


(用語の説明)

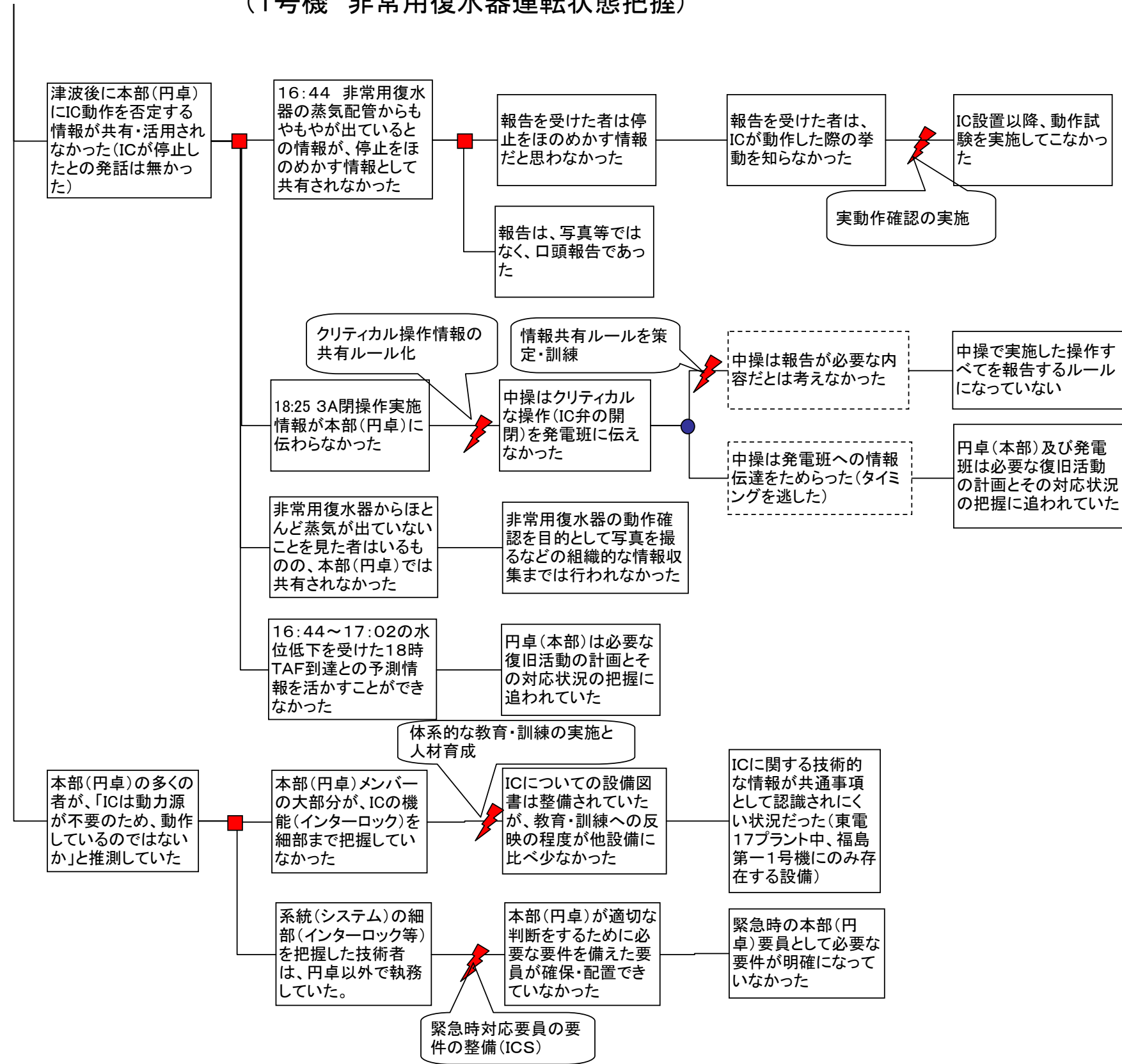
IC: 非常用復水器  
 D/W: ドライウェル  
 D/D FP: ディーゼル駆動消火ポンプ  
 HPCI: 高圧注水系  
 OFC: オフサイトセンター  
 RCIC: 原子炉隔離時冷却系  
 SAT: 体系的教育訓練手法  
 SLC: ほう酸水注入系  
 SPDS: 緊急時対応情報表示システム  
 SR弁: 主蒸気逃がし安全弁  
 TAF: 有効燃料頂部  
 TMI: スリーマイルアイランド原子力発電所(事故)

□ : 報告書に記載されている事実  
 □ : 推定

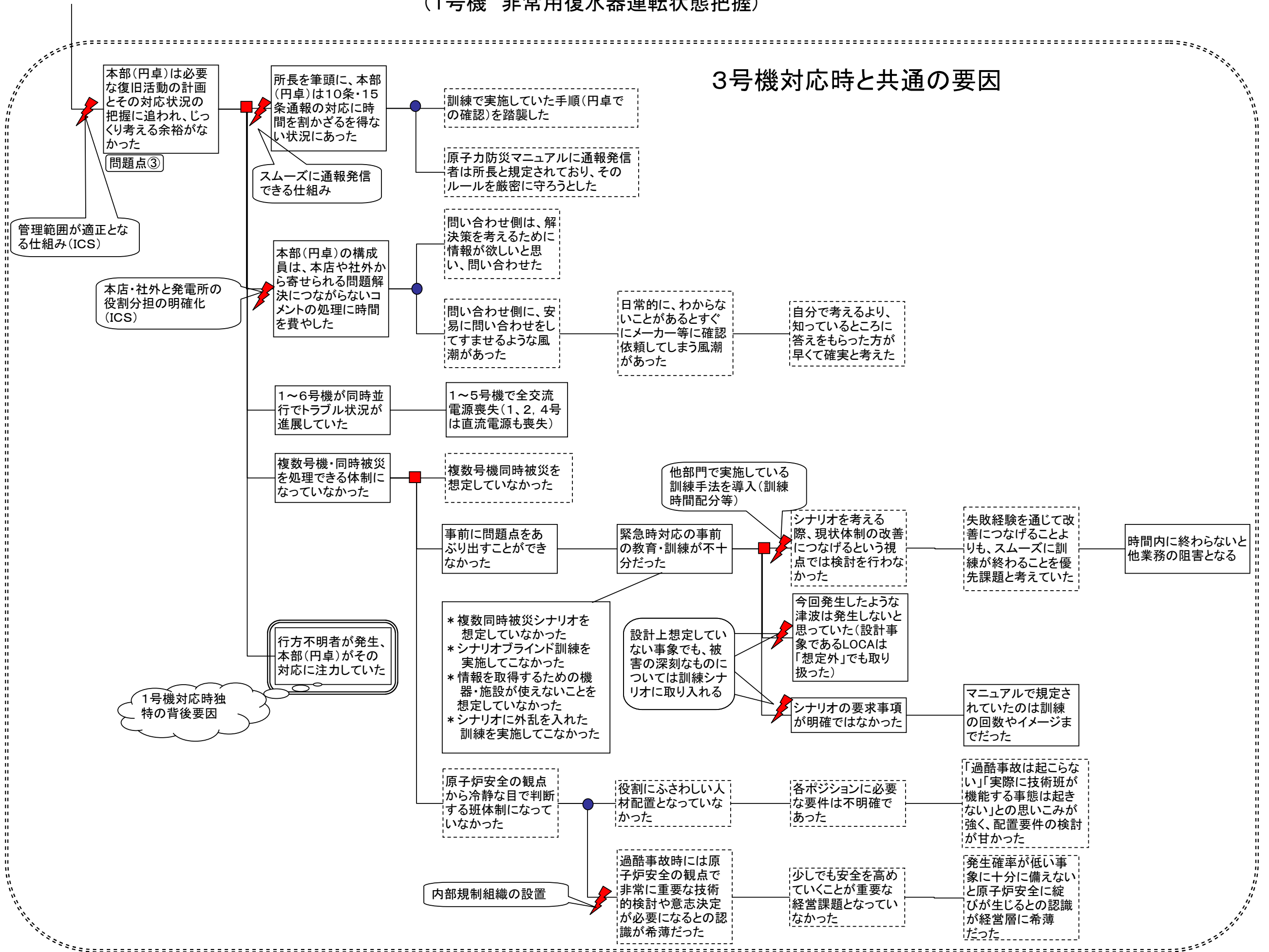
# 根本原因分析図 (1号機 非常用復水器運転状態把握)



# 根本原因分析図 (1号機 非常用復水器運転状態把握)



# 根本原因分析図 (1号機 非常用復水器運転状態把握)

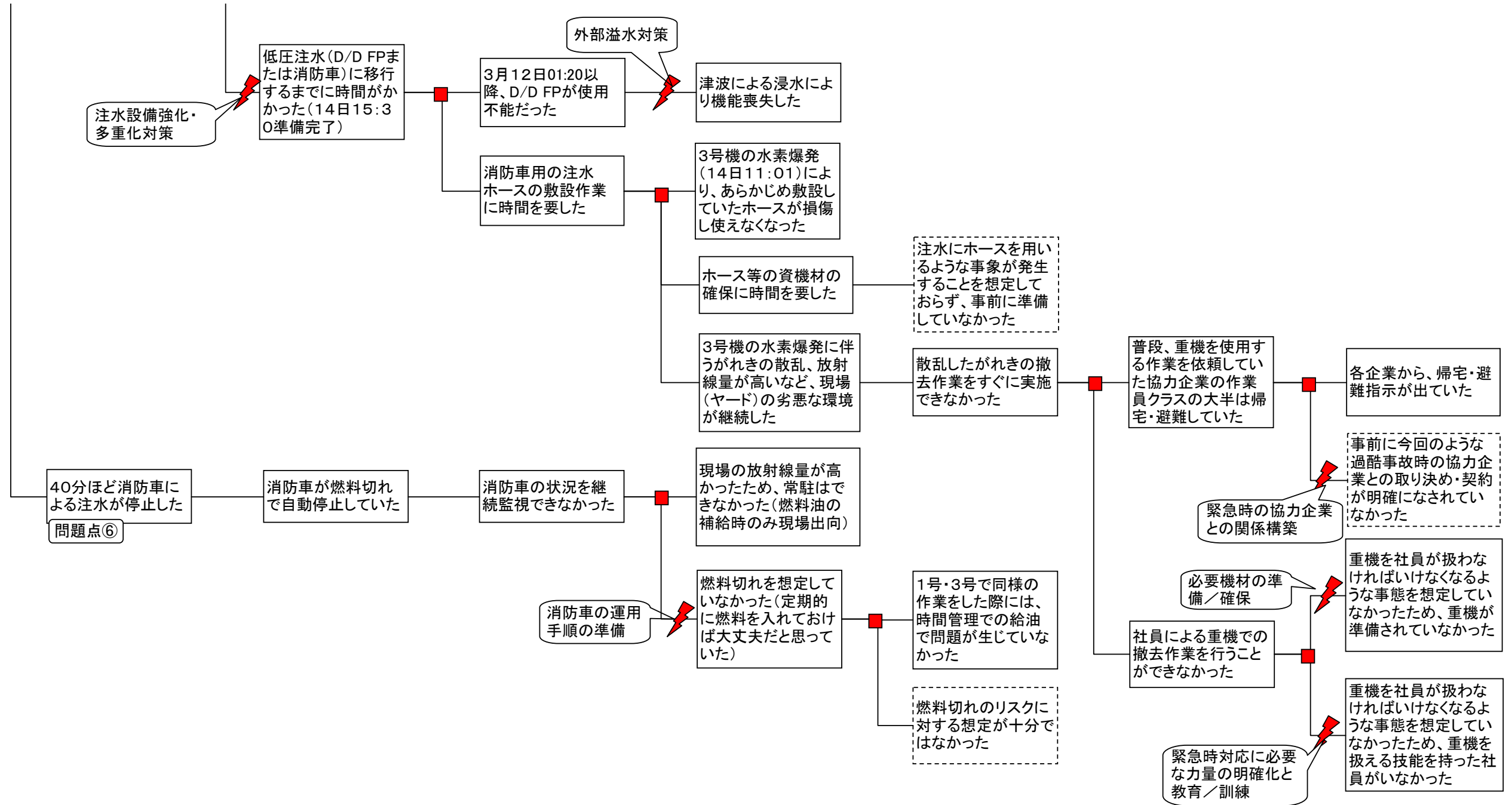




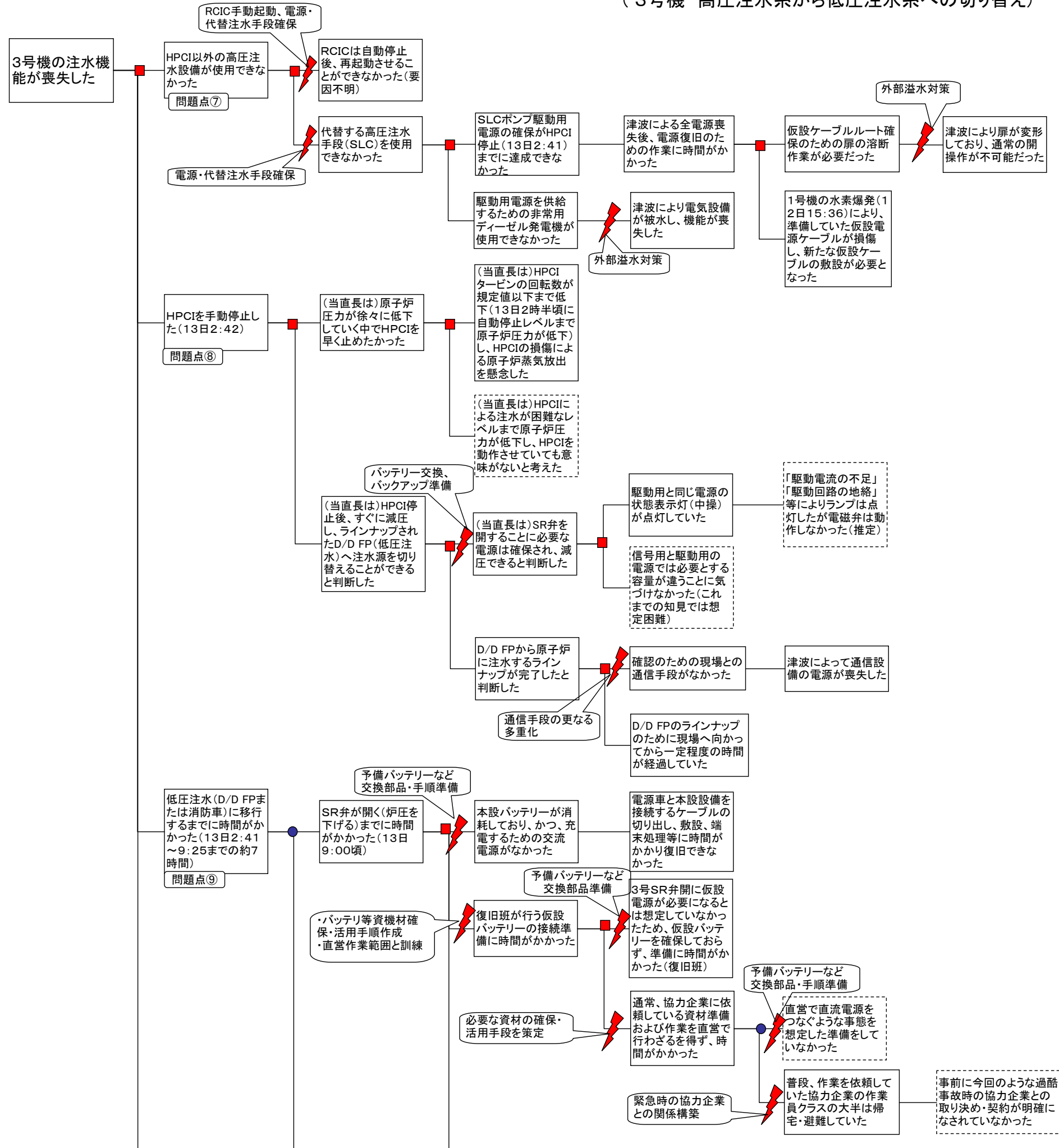




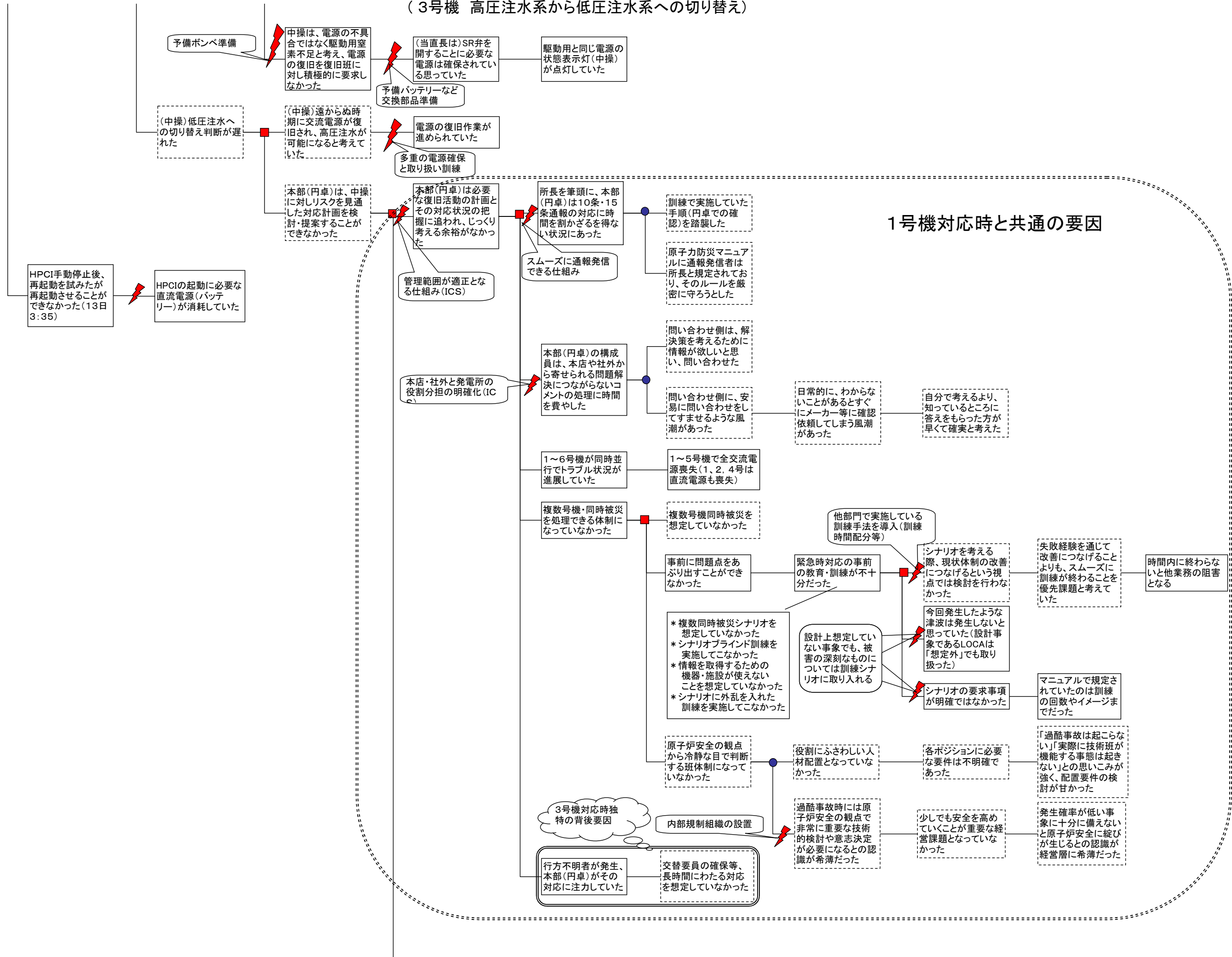
# 根本原因分析図 (2号機 代替注水および原子炉格納容器減圧)



### 根本原因分析図 (3号機 高圧注水系から低圧注水系への切り替え)



### 根本原因分析図 (3号機 高圧注水系から低圧注水系への切り替え)







<事故時の対応に関わるその他の課題 1 >

〈今回の根本原因分析では直接原因とはならなかったものの、幅広く見た場合にリスク要因となる可能性がある事項〉			
	事 項	事 象	対 策
1	消防車による注水を実施する班が事前に定まっておらず、「復旧班主体」と決定するまで、時間を要した。	①消防車による注水という業務が事前に想定されていなかった(AM策として整備されず)。 ②発電班や当直の手順にないため、注水として使うことが思いつかず、当直は自前で対応可能なD/D FPの確保を急いだ。	消防車等による炉内注水に関わる業務分掌の明確化(対応済み)
2	当社社員に消防車、ホイールローダ等の重機を運転できる人がおらず、協力企業に頼らざるを得ない場合が多かった。	①消防車は東電フェュエル(南明興産)が運転した。 ②ホイールローダ等の瓦礫処理の重機は協力企業が運転した。 ③資機材輸送の大型車両は福島第一の社員が運転した。	緊急時に必要となる重機については、社員自らが運転できる資格の取得(対応済み)
3	注水ラインの切替え対応が混乱した。(海水注入の是非)	官邸意見や本店対策本部からの指示や官邸から現場への電話により指揮命令系統が混乱した。	本店や社外との役割分担の明確化・指揮命令系統の明確化と認識の徹底共有、同認識に基づく訓練プログラムの構築と実施(原子力安全改革プランで対応)
4	消防車等の水源が限られていた。	①消防車による注水の水源確保等の手順書がなかった。 ②震災当初に遠い水源から注水しようとしたが、消防車が不足した(津波で喪失またはガレキにより移動困難)。 ③構外からの応援車両が道路損傷や渋滞で到着まで時間を要した。	①消防車の水源となる箇所の見える化 ②消防車通行ルート確保のためのガレキ処理のための重機やオペレータを確保 ③構外からの応援車両が渋滞に巻き込まれないような対策(対応済み)
5	現場作業前準備(線量管理のAPD)に時間がかかった。	APD管理システムがダウンしていたため、手作業でAPD貸し出し管理を実施した。	緊急時におけるAPDの確保および貸出し方法に関する条件整備(対応済み)
6	資機材・要員の輸送が滞りがちだった。	①資機材の輸送は、Jヴィレッジや小名浜コールセンターまで届くものの、輸送先が明確でなく、輸送者もほとんどいない状態となった(爆発後)。 ②ヘリによる要員の輸送は事故に至ることはなかった。	必要な部署に必要な資機材・要員が届くための輸送手段の確立(原子力安全改革プランで対応)
7	本店原子力部門の技術者は、電気設備に関する技術的な判断を求められて適切に対応できなかった。	福島第一の受電設備について、本店原子力部門の技術者が有する知識が十分でなく、補修については、より詳細な知識を有する工務部門が担当することとなった。	直営作業などを通じて技術力の向上をはかる(原子力安全改革プランで対応)
8	炉心損傷後の原子炉建屋内水素蓄積の知見が無く、状況を把握できていなかった。	炉心損傷事故が起きた後の状況が把握できず、結果として水素爆発の予見をできない状況下で作業していた社員・作業員が負傷した。	炉心損傷時の水素発生による爆発等の危険性を鑑み、水素検出器を建屋内に設置、中操より濃度を確認できるようにしたこととあわせ、建屋トップベントならびにフィルタベントにより水素の滞留を防ぐ物理的手段を講じた(対応済み)
9	通信機器(衛星電話やトランシーバー)の使用が全面マスクを着用した状態では困難だった。	全面マスクをつけて作業をしていると音が聞き取りづらく、震災直後は特に現場から報告が難しかったり、津波警報や余震の情報が現場の人に伝えられなかったりした。	震災直後の現場と免震棟の間の通信手段(装置の改善含む)の強化(対応済み)
10	電源が利用可能な間のプラントパラメータの確認はプロセス計算機及びSPDSで可能であるものの、様々な視点から気になるパラメータを自由かつタイムリーに確認・加工できない。	もし、発電班員に限らず、本部要員や復旧班員、技術班員等が、各号機の気になるパラメータを容易に確認・加工できていれば、必要となる対応の優先度が容易に決められた可能性がある。	福島第二に導入しているようなエンジニアリングサーバーの設置。(原子力安全改革プランで対応)
11	事態の進展や現場の状況について、当社からメディアへの情報開示が行われないものがあった。あるいは事実と発表内容に乖離があった。	①「1号機トラブル」「構内で放射性物質検出」など、通報したがプレス未実施 ②緊急対応中の案件(たとえば1号機の炉圧・水位)について「安定」と表記	情報収集・発信に関わる職員の間、加えて発電所と本店の広報班の間で、役割や権限の再整理と認識の徹底共有、同認識に基づく訓練プログラムの構築と実施(原子力安全改革プランで対応)
12	オフサイトセンターが使用不能となり、発電所側の対外発信対応が遅れた。	—	外部設備が使用できなくとも確実に公表できる仕組みの構築(原子力安全改革プランで対応)

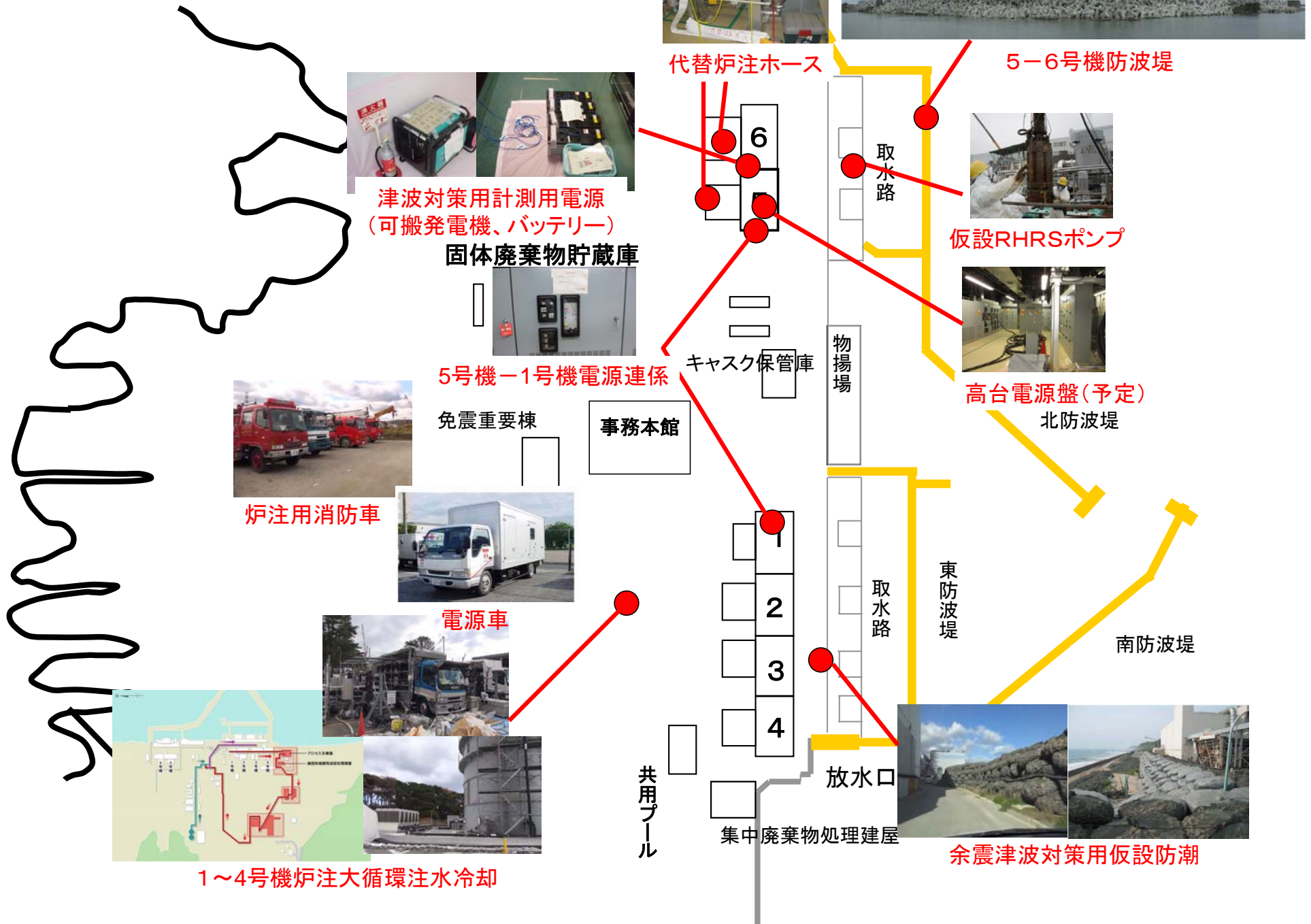
<事故時の対応に関わるその他の課題 2 >

<今回はクリアできていたものの、幅広く見た場合にリスク要因となる可能性がある事項>

	事 項	事 象	対 策
13	度重なる爆発、過酷な作業環境等により、現場へ出向する者の気力・体力が尽きかけていたものの、ミッション達成が滞ることはなかった。	①中堅層が少なく、ベテランと若手に2分される人員構成のため、ベテランへの負担が過大。 ②防災計画が長期戦を想定したものとなっていない。 ③作業が進捗しない絶望感、虚脱感、恐怖心があった。 ④全面マスク、経験のない作業により疲労していた。 ⑤生活インフラが劣悪な状況だった(水・食料・トイレ・寝具・下着などが不足)。 ⑥応援に来た方の水・食料や休憩場所などが想定されていなかった。	①人材育成方策、中堅層の充実など ②交代勤務体制の準備と交代要員、疲労回復のための休憩施設の確保 ③事前の徹底的な訓練と安全性向上 ④全面マスクを装着した直営対応訓練など ⑤飲料水、食事や仮設トイレの備蓄数の適正化など、3日間程度の生活インフラ準備 ⑥応援者も含めた備蓄や生活インフラの準備(原子力安全改革プランで対応)
14	爆発による恐怖があり、苛酷な作業環境の中で、何とか注水・ベント等の対応を行った。(仮に、同様の事故が発生したときに同じように現場で対応してもらえるかは疑問)	①現場で厳しい状況乗り越えたことに対する会社側の対応への不満 ②100mSv超えの社員が現場で働くことができなくなることに對する将来への不安	①当時現場で厳しい状況乗り越えた社員に謝意を伝える方策を検討・実施する。 ②設備・運用両面の対策により、高線量被曝するような状況の発生を防止する。(対応中)
15	免震棟の自家発電機は1台であったが、故障することなく動き続けた。	福島第一では、免震棟の電源(ガスタービン発電機)が確保されたが、福島第二では電源が喪失して初動対応時に緊急時対策室内が真っ暗になった。	免震棟のガスタービン予備機や免震棟外からの電源確保(対応済み)
16	PC、コピー機、プリンタの使用が可能であり、業務が滞ることがなかった。	プリンタに関しては、故障した際にマニュアルを片手に社員が補修作業をするなどで対応した。	事務用機器についても、災害時に使用するものは予備機、予備品を確保(対応済み)
17	図面管理システムが利用可能であった。(システムに入力された資料は閲覧可だが、図書は汚染により閲覧不可)	—	システムの多重化(サーバの分散設置)(対応済み)
18	TV会議システムを使い続けることができた。	発災以降、1回、1FとのTV会議が中断し、情報のやりとりが電話(PHS)のみとなった。	通信ツールの多重化、回線強化(対応済み)
19	震災が平日・日中であり、対応要員が速やかに参集できた。	—	同様の事故が起こった場合でも対応できる組織の検討と要員への役割付与、参集手段の確認(原子力安全改革プランで対応)
20	地震による重篤なけが人が発生しなかった。	—	現場での拡張性のある対応体制と医療機関との連携強化(原子力安全改革プランで対応)
21	地震発生から津波による電源喪失までの間に、制御棒が入り炉内を冷やすことができていた。	—	ATWS(Anticipated Transient Without Scram)の手順を、EOP(Emergency Operation Procedure)に制定(対応済み)



# 福島第一原子力発電所 安全対策





# 福島第二原子力発電所 安全対策

# 福島第二原子力発電所における教訓と対策（設備面）

赤字 福島原子力事故を踏まえた対策【短期】（実施中）
 黒字 福島原子力事故を踏まえた対策【短期】（完了済）
 赤字 新潟県中越沖地震を踏まえた対策
 黒字 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント策
 黒字 基本設計で採用した設備

## 第1層 トラブルの発生防止

**問題点（教訓）**  
 想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。  
**方針**  
 津波（止水）対策により、**既存設備を含めて津波に対する耐力を向上させる。**

第3段	建屋外壁水密対策	防潮堤設置	建屋外壁・トレンチ水密対策	潮位計
第2段				
第1段	各設備、機器の設置高さ			潮位計
対策分類	R/B	T/B	Hx/B	津波監視

① 津波

## 第3層 事故後の炉心損傷防止（電源）

**問題点（教訓）**  
 全ての電源（直流、交流電源）が喪失した場合の代替手段が十分に用意されていなかった。  
**方針**  
 ・止水対策により、既存の電源設備に期待する。  
 ・全電源喪失時における長時間継続への対応手段として、電源車、空冷式ガスタービン発電機車を高台に配備し、交流電源を給電する。交流電源の供給により、直流電源（蓄電池）を充電することで、直流電源の供給も可能となる。

第4段	空冷式ガスタービン発電機車高台配備	電源車高台配備	隣接号機からの電源融通	地下軽油タンク設置
第3段				
第2段	非常用D/G (A),(B),(H)			
第1段	外部電源	直流電源 (A),(B),(H) (蓄電池)	軽油タンク (A),(B) (ディタンク)	
対策分類	交流電源	直流電源	燃料	

② 電源

## 第3層 事故後の炉心損傷防止（水源）

**問題点（教訓）**  
 炉心損傷防止や炉心損傷後における影響緩和のために必要となる**十分な水源や注水手段が確保されていなかった。**  
**方針**  
 ・止水対策等により、**既存の水源に期待する。**  
 ・水源への淡水補給、淡水枯渇時の海水注水等**多様な水源を確保すると同時に、それら各水源からの注水手段についても整備する。**

第3段	海水、防火水槽
第2段	純水タンク、ろ過水タンク
第1段	復水貯蔵タンク (CST)
対策分類	③ 水源

## 第3層 事故時の炉心損傷防止（注水、除熱、減圧）

**問題点（教訓）**  
 全ての電源を喪失した場合、その後の**高圧注水・減圧・低圧注水・除熱・水源確保**が十分に準備されておらず、その場で考えながら対応せざるを得なかった。  
**方針**  
 冷温停止の維持に関わる**各手段の強化を実施**（減圧、低圧注水、除熱）

第7段	消防水-スポンジおよび高濃度クラス設備からの注水										
第6段	消防車 (海水用) 高台配備										
第5段	消防車からの注水										
第4段	ディーゼル駆動の消火系 (D) (DFP)					高圧ポンプ手動モータ駆動					
第3段	電動駆動の消火系					特殊熱除去系 (A),(B) (赤子伊勢)		代替スプレイ (MUWCFP)		格納容器耐圧強化ペント設備	
第2段	蒸気駆動の高圧注水車 (PDC)	自動減圧系	SFV駆動用ポンプ (A),(B),(E)	SFV操作用予備電源設備	復水補給水系 (A),(B),(C) (MUWC)	赤子伊勢冷却浄化系 (A),(B)	代替スプレイ (MUWCFP)	格納容器耐圧強化ペント設備			
第1段	電動駆動の高圧注水車 (HPCS)	送給安全弁 (A),(B) (SRV)	LN <sub>2</sub> 設備	SFV操作用蓄電池 (A),(B)	電動駆動の高圧注水車 (A),(B),(C) (LPCS)	復水車 (赤子伊勢)	D/W スプレイ	S/C-ライン (A),(B) (PCV除熱)	既存の計装設備		
対策分類	④ 高圧注水			⑤ 減圧		⑥ 低圧注水		⑦ 原子炉 (スプレー) (除熱)		⑧ 原子炉、格納容器冷却 (除熱)	

## 第4層 事故後の影響緩和

**問題点（教訓）**  
**炉心損傷後の影響緩和の手段**（格納容器損傷防止、水素制御、溶融炉心落下対策、環境への放射性物質の大量放出防止等）が整備されていなかった。  
**方針**  
**炉心損傷後の影響緩和手段の強化を実施**（適切な水素排出）

第2段	原子炉建屋屋上開口部設置用資機材配備	
第1段	FCS	MUWCを用いたベダスタルへの注水
対策分類	水素排出	コア・コンクリート反応抑制

⑧ 炉心損傷後の影響緩和

## その他 燃料プール冷却

**問題点（教訓）**  
 全ての電源を喪失した場合の水位等の監視・計測とその後の**燃料プールの除熱・注水、水源確保**が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。  
**方針**  
**燃料プールへの注水手段の強化を実施**（注水機能、監視・計測）

第4段	消防車 (注水用) 高台配備		
第3段	純水補給水系	緊急時用水位計	
第2段	復水補給水系	残留熱除去系A,B (燃料プール除熱)	ITVからの監視
第1段	燃料プール補給水系	燃料プール冷却浄化系A,B	警報による水位監視
対策分類	注水機能	除熱機能	監視・計測

⑨ 燃料プール

## その他 事故時に対応手段の1つとして活用が期待できる常用系設備の耐震強化

**問題点（教訓）**  
 外部電源設備は常用系設備であり、大規模な地震時には動作を期待しない設備であったが、福島第二では**震災時に機能を維持した外部電源がその後の復旧に大きな役割を果たした。**  
**方針**  
 今後も継続して耐震強化工事を実施していく。

第2段	中越沖地震の知見を踏まえ、保守性を持って基準地震動Ssを設定し、耐震強化を実施
第1段	耐震設計審査指針に則った耐震設計
対策分類	⑩ 地震

## その他 その他の視点における安全対策

**問題点（教訓）**  
 瓦礫等の散乱による**現場のアクセシビリティ・作業性低下等、著しい作業環境の悪化**が事故の対応を困難にしていた。  
**方針**  
 事故時の対応をサポートする上で重要となる各機能への対策を講じる。

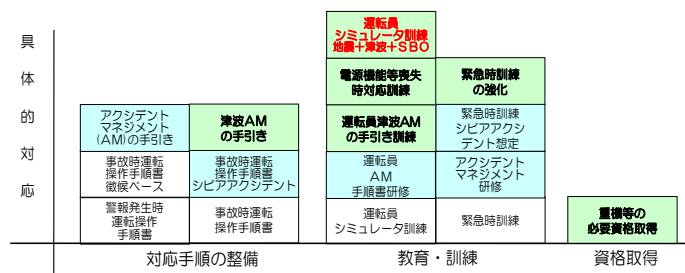
第3段	モニタリング電源強化 (角電線)				
第2段	中央制御室換気空調系	消火系配管地上化	モニタリング電源強化 (バッテリー)	通信設備増強	
第1段	免震棟設置	中央制御室換気空調系	火災対応用消防車配備	瓦礫除去用重機配備	既存のモニタリング設備
対策分類	緊急時対策本部	中央制御室	火災対策	アクセス路確保	モニタリング設備

⑪ その他の視点

# 福島第二原子力発電所における教訓と対策（運用面）

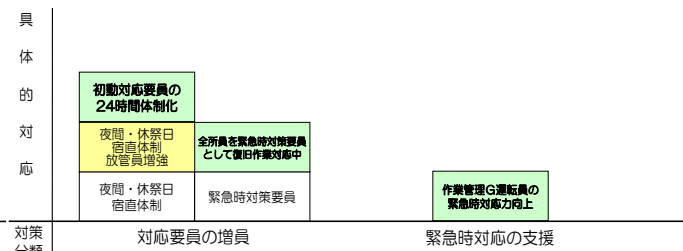
## ⑫事故への備えにおける運用面の対策状況

**問題点（教訓）**  
 想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。  
**方針**  
 ・津波十全電源の喪失など従来の想定を大きく超える事故の対応手順を整備。  
 ・整備した対応手順について、繰り返し教育・訓練を実施。  
 ・重機の運転等に関して社員で対応できるよう、必要な資格の取得を実施。



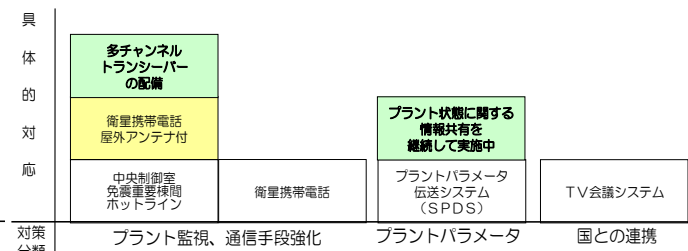
## ⑬複合災害、複数プラント同時被災における運用面の対策状況

**問題点（教訓）**  
 複合災害、複数プラントが同時に被災したこと等による**態勢の混乱**が生じた。  
**方針**  
 ・全ての所員を発電所緊急時対策要員とし、緊急時体制下で復旧作業に対応中。  
 ・対外連絡やプラント情報の収集、電源復旧や注水機能の回復に必要な要員を24時間体制で確保。  
 ・作業管理G運転員の緊急時現場対応力を向上し、緊急時の現場対応操作を支援。



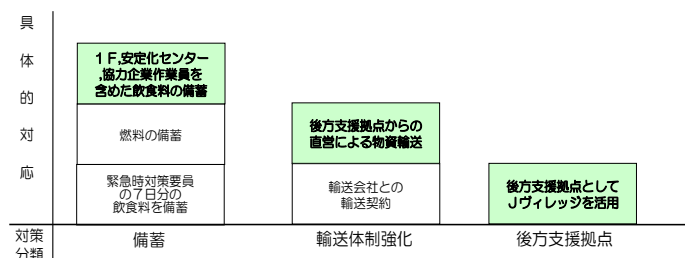
## ⑭プラント監視、通信手段、並びに情報共有の強化<情報伝達・情報共有>

**問題点（教訓）**  
 停電に伴い通信機器等の連絡手段に制約がかり、状況を共有することが困難になったこと等により、  
 円滑に**プラント状態を把握・共有できなくなった**。  
**方針**  
 ・通信手段の多様化等、監視・情報伝達手段を強化。  
 ・冷温停止維持に関連したプラントパラメータ・機器の運転状況について、発電所緊急時対策室における情報  
 共有を震災以降継続して実施中。



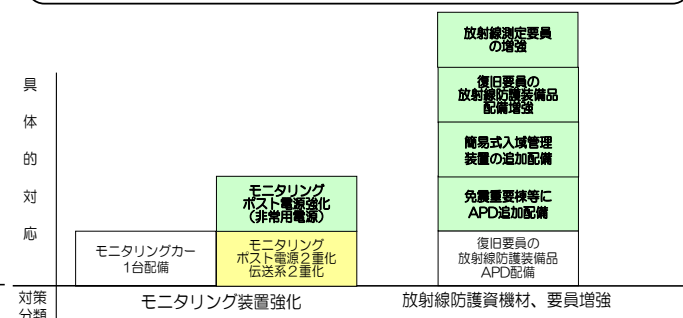
## ⑮資機材調達・輸送体制の強化における運用面の対策状況

**問題点（教訓）**  
 事故収束対応のための**資機材が不足**していた。  
**方針**  
 ・自然災害による交通状況悪化を考慮し、当面必要な食料・燃料等は発電所内に備蓄。  
 ・後方支援拠点からの直送による物資輸送を実施、対応力強化のために大型免許取得者を拡大  
 ・後方支援拠点(物流拠点・出入管理拠点)として、Jフレッジを活用。



## ⑯事故時放射線管理体制の強化における運用面の対策状況

**問題点（教訓）**  
 汚染の拡大や**不十分な放射線管理体制**が事故の対応を困難にしていた。  
**方針**  
 ・モニタリングポストの電源強化。  
 ・放射線計測器、放射線防護資機材の追加配備。  
 ・簡易式入域管理装置の追加配備。  
 ・復旧要員の放射線防護資機材の配備増強（後方支援拠点を活用）。  
 ・広域での放射線測定作業に対応できるよう放射線測定要員教育を実施。



**赤字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）

**黒字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）

新潟県中越沖地震等を踏まえた対策

福島原子力事故以前に整備したアクシデント  
マネジメント策

従来から継続している対応

# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<第1層>

## 第1層 トラブルの発生防止

### 問題点（教訓）

想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

### 方針

津波（止水）対策により、既存設備を含めて津波に対する耐力を向上させる。

- 赤字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
- 黒字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
- 黄色 新潟県中越沖地震を踏まえた対策
- 水色 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
- 白 基本設計で採用した設備

第3 段	建屋外壁 水密対策			
第2 段	防潮堤設置	建屋外壁・トレンチ 水密対策		
第1 段		各設備、機器の設置高さ		潮位計
対策 分類	R/B	T/B	Hx/B	津波監視

①津波



# ①防潮堤の設置による安全上重要な設備の浸水防止<津波対策>

土のうによる防潮堤の設置・熱交換器建屋機器搬入口の水密扉化を実施



土のうによる  
防潮堤の設置  
(右図中の黄色箇所)



水密扉への  
改造

# ①建屋外壁・トレンチの水密対策による浸水防止<津波対策>

屋外に設置されたマンホール蓋の固定やハッチ内蓋のシール材による水密化を実施し、建屋内・トレンチ内への浸水を防止

マンホール蓋浸水対策例



ボルトによりマンホール蓋を固定

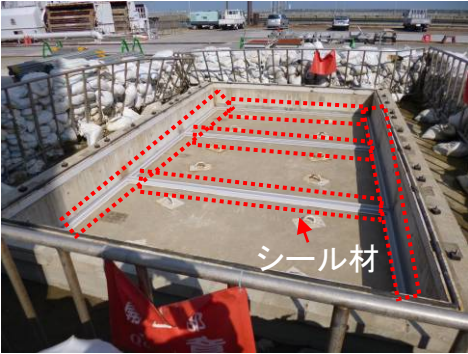
ハッチ蓋浸水対策例

ハッチ外蓋

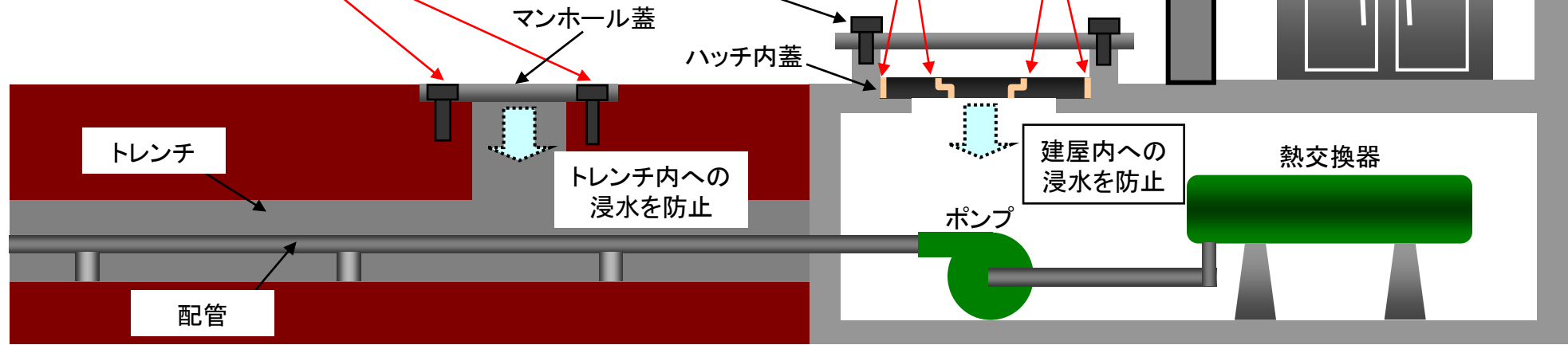


ハッチ外蓋はボルトで固定(従来より実施)

ハッチ内蓋



ハッチ内蓋をシール材により水密化(今回実施)



# ①建屋外壁の水密対策による浸水防止<津波対策>

建屋外壁貫通部の止水処理により、安全上重要な機器が設置された建屋内への津波の流入を防止

## <施工例>

### 配管貫通部の水密化(構造例)

現状	変更後
	<p>構造に変更なし</p>
	<p>継ぎ足しスリーブ 溶接 押さえ板 建屋外壁 ラバーブーツ 新規のシリコンシーリング材により水密化</p>
	<p>継ぎ足しスリーブ 溶接 押さえ板 建屋外壁 シリコンシーラント 新規のシリコンシーリング材により水密化</p>



# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 事故後の炉心損傷防止

### 問題点（教訓）

全ての電源（直流、交流電源）が喪失した場合の代替手段が十分に用意されていなかった。

### 方針

- ・ 止水対策により、既存の電源設備に期待する。
- ・ 全電源喪失時における長時間継続への対応手段として、電源車・空冷式ガスタービン発電機車を高台に配備し、交流電源を供給する。交流電源の供給により、直流電源（蓄電池）を充電することで、直流電源の供給も可能となる。

第4段	空冷式ガスタービン発電機車高台配備			
	電源車高台配備			
第3段	隣接号機からの電源融通			
第2段	非常用D/G (A),(B),(H)	地下軽油タンク設置		
第1段	外部電源		直流電源 (A),(B),(H) (蓄電池)	軽油タンク (A),(B) (ディタンク)
対策分類	交流電源		直流電源	燃料

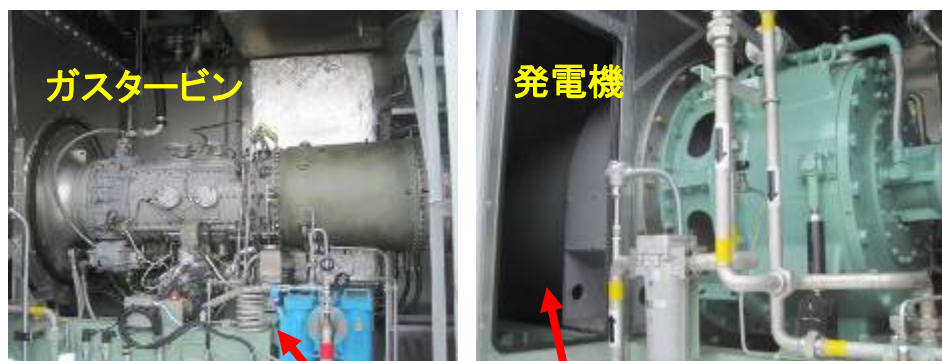
- 赤字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
- 黒字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
- 黄色 新潟県中越沖地震を踏まえた対策
- 水色 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
- 白 基本設計で採用した設備

## ② 電源



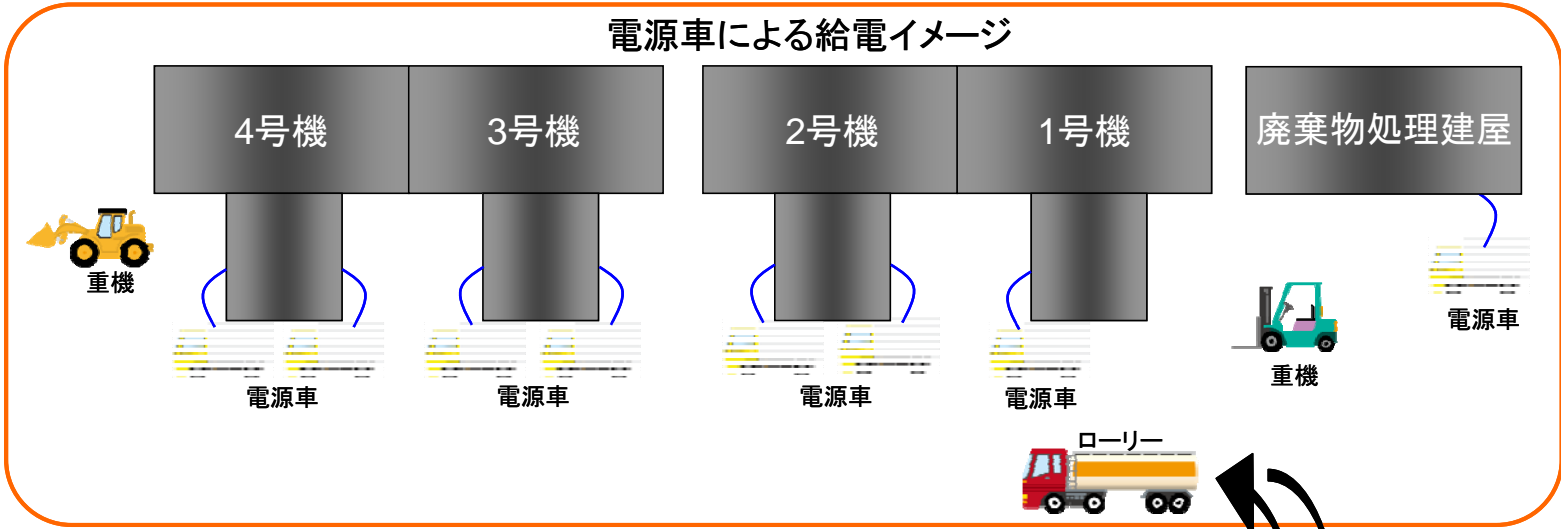
## ②電源車および空冷式ガスタービン発電機車の配備<電源対策>

交流電源の強化のため、電源車・ガスタービン発電機車を高台に配備

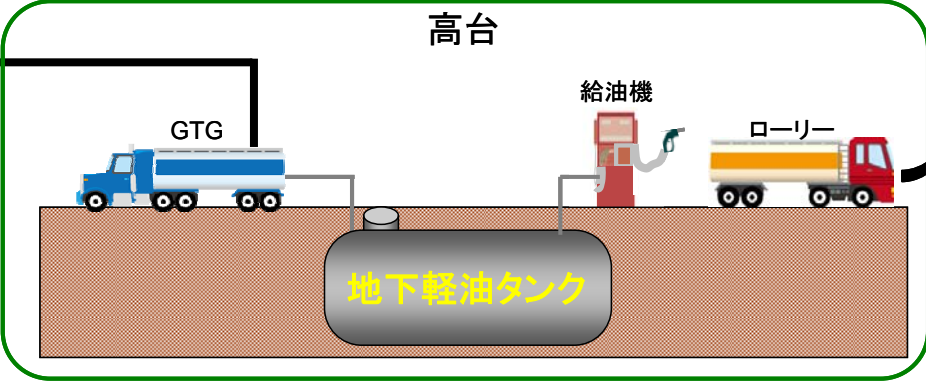


# ②電源車等の燃料確保のための地下軽油タンクの設置<電源対策>

ガスタービン発電機車や電源車等、事故時に構内で必要となる軽油を確保するために、地下軽油タンクを高台に設置(平成24年度中設置予定)



本設ケーブルを經由して各プラントへ給電



ローリーを使用して、電源車・重機へ給油する

# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 事故後の炉心損傷防止

### 問題点（教訓）

炉心損傷防止や炉心損傷後における影響緩和のために必要となる十分な水源や注水手段が確保されていなかった。

### 方針

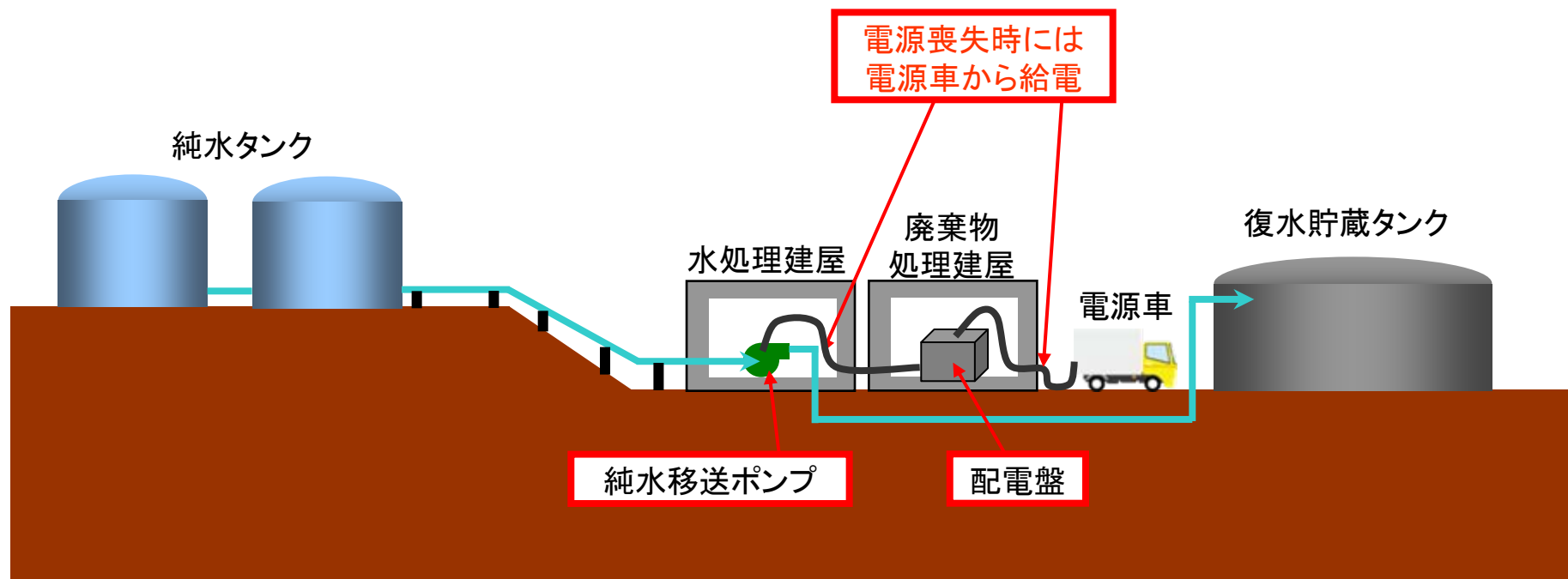
- ・ 止水対策等により，既存の水源に期待する。
- ・ 水源への淡水補給，淡水枯渇時の海水注入等多様な水源を確保すると同時に，それら各水源からの注水手段についても整備する。

第3段	海水，防火水槽
第2段	純水タンク，ろ過水タンク
第1段	復水貯蔵タンク（CST）
対策分類	③ 水源

赤字	福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
黒字	福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
黄色	新潟県中越沖地震を踏まえた対策
水色	福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
白	基本設計で採用した設備

### ③電源喪失時の復水貯蔵タンクへの補給手順の整備<水源対策>

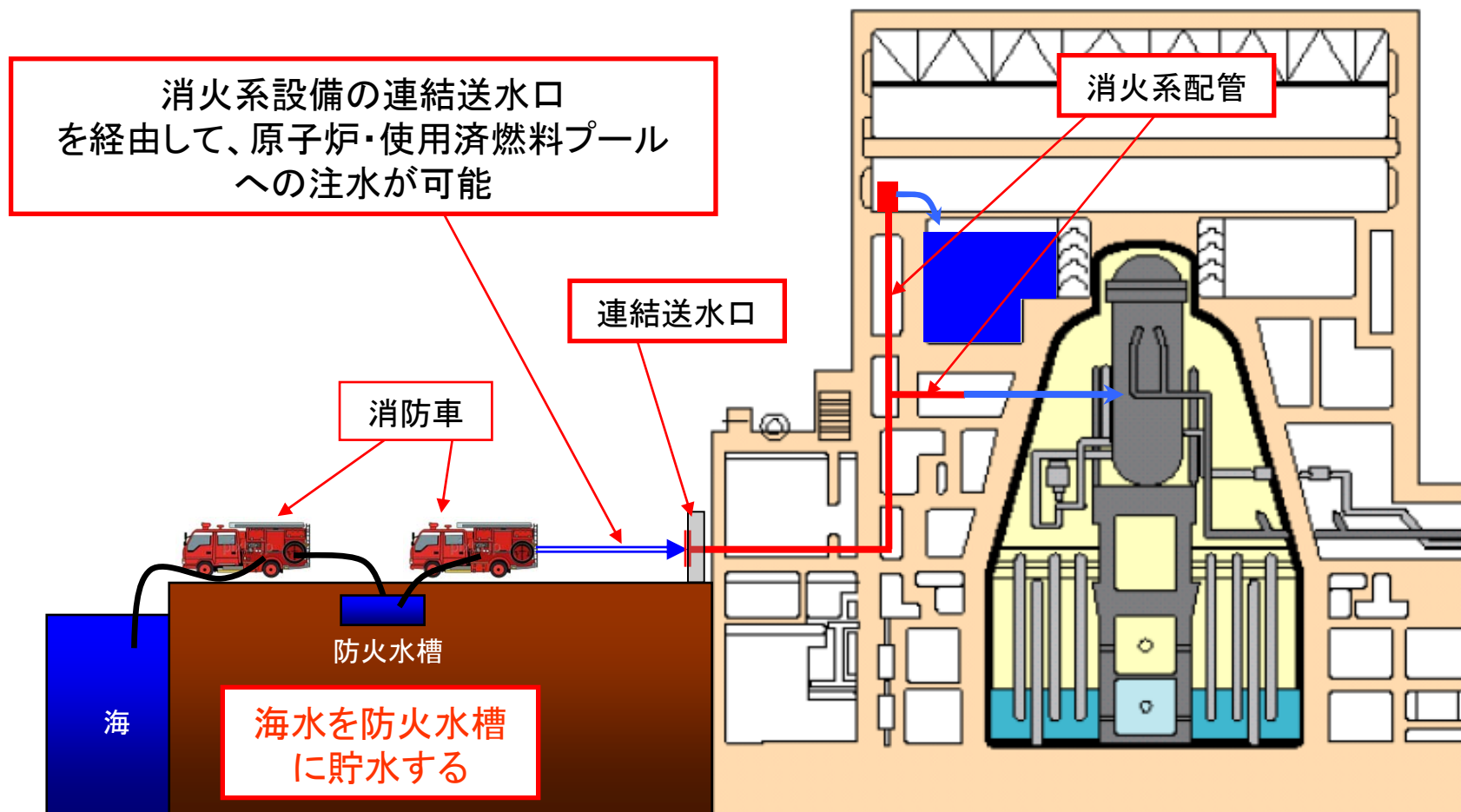
原子炉・使用済燃料プールへの淡水の注水を継続可能とするよう、電源が喪失した場合でも復水貯蔵タンクに淡水を補給が可能となる手順を整備





### ③注水に海水を利用するための手順の整備<水源対策>

原子炉・使用済燃料プールに注水するための淡水が枯渇した場合を想定し、注水のために海水を使用する手順を整備



# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 事故時の炉心損傷防止

**問題点 (教訓)**  
 全ての電源を喪失した場合、その後の**高圧注水・減圧・低圧注水・除熱・水源確保**が十分に準備されておらず、その場で考えながら対応せざるを得なかった。

**方針**  
 冷温停止の維持に関わる**各手段の強化を実施\*** (減圧, 低圧注水, 除熱)

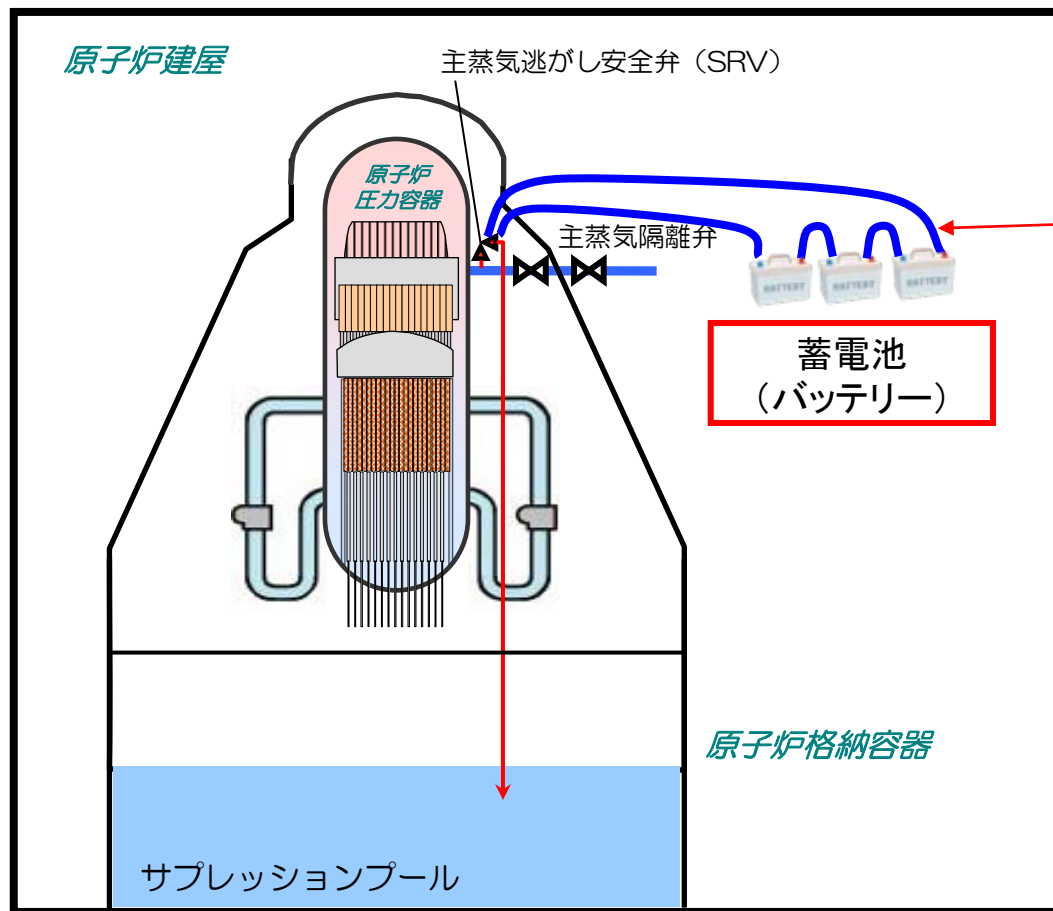
第7段				消防ホースおよび高耐震クラス配管からの注水			
第6段				消防車(注水用)高台配備			
第5段				残留熱除去系封水ポンプ			
第4段				ディーゼル駆動の消火系(D/DFP)	海水冷却系ポンプ 予備電動機配備		
第3段				電動駆動の消火系	残留熱除去系(A),(B) (原子炉除熱)	格納容器バント操作 予備ポンペ配備	
第2段	自動減圧系	SRV駆動用ポンペ(A),(B)	SRV操作用予備蓄電池配備	復水補給水系(A),(B),(C) (MUWC)	原子炉冷却材浄化系(A),(B)	代替スプレイ(MUWC,FP)	格納容器耐圧強化バント設備
第1段	逃がし安全弁(A),(B)(SRV)	LN <sub>2</sub> 設備	SRV操作用蓄電池(A),(B)	電動駆動の低圧注水系(A),(B),(C) LPCS	復水器(原子炉除熱)	D/Wスプレイ	S/Cクーリング(A),(B) (PCV除熱)
対策分類	⑤ 減圧			⑥ 低圧注水	⑦ 原子炉, 格納容器冷却 (除熱)		

- 赤字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期] (実施中)
- 黒字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期] (完了済)
- 新潟県中越沖地震を踏まえた対策
- 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
- 基本設計で採用した設備

\* : 冷温停止を維持するための対策を実施しており、高圧注水系を必要とせず、減圧および低圧注水の対策を実施している。

## ⑤SRV操作用予備蓄電池配備<減圧対策>

プラント内の直流電源が使用不可能となった場合でも、SRVを開放し原子炉の減圧が可能となるよう、操作用予備蓄電池(バッテリー)を配備



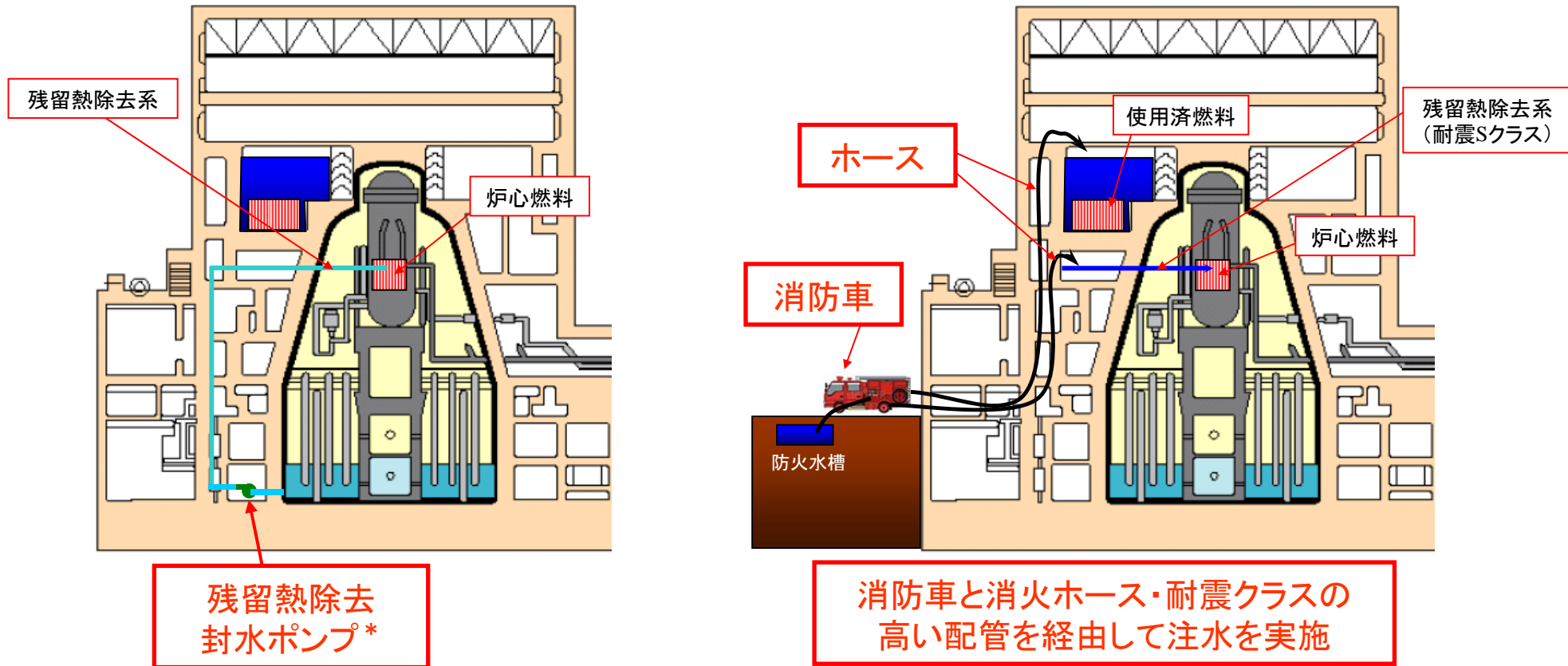
SRV操作用の予備バッテリーを接続し、SRVの開操作を行うことで、原子炉の減圧が可能となる



配備したバッテリー

## ⑥残留熱除去系封水ポンプ・消防車による低圧注水＜低圧注水対策＞

残留熱除去系封水ポンプを用いた原子炉への注水手段、および、消防車を用いた原子炉への注水手段を確保するための資機材を確保し、手順を整備



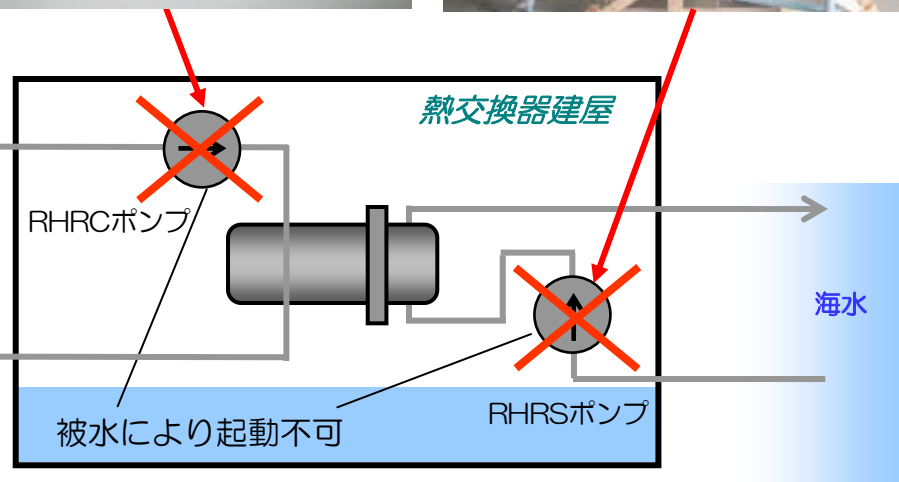
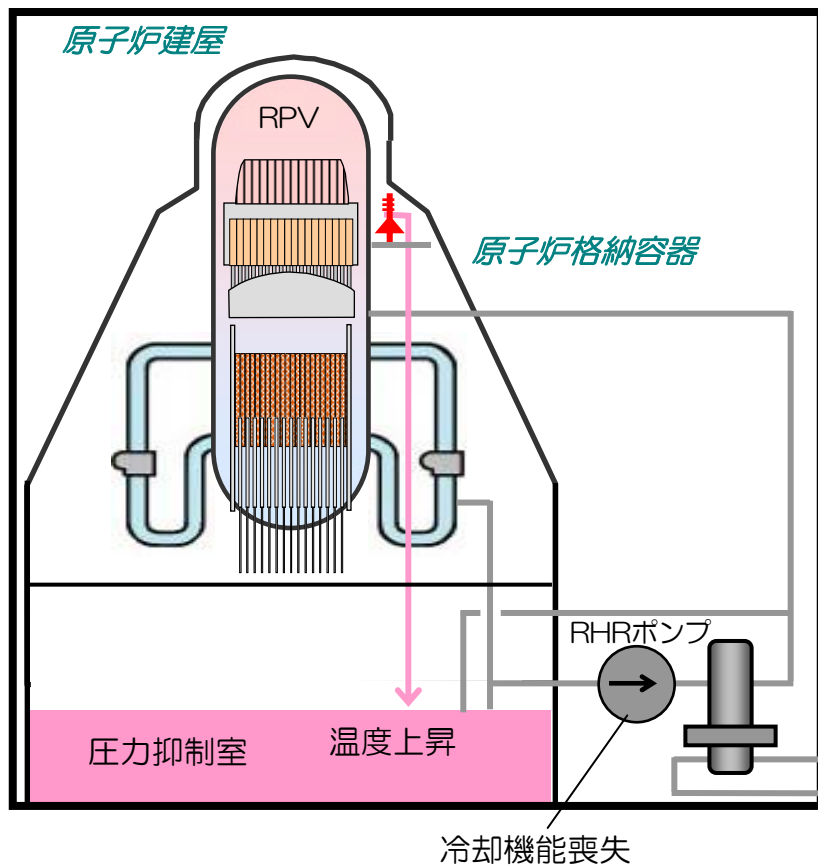
\*：通常時は、配管内を蓄圧するために使用しているポンプであり流量は少ないが、冷温停止の安定維持のために必要な流量は確保されることから、緊急時には注水用ポンプとして使用することが可能である。



# ⑦海水冷却系ポンプの予備電動機の配備<原子炉等の冷却対策>

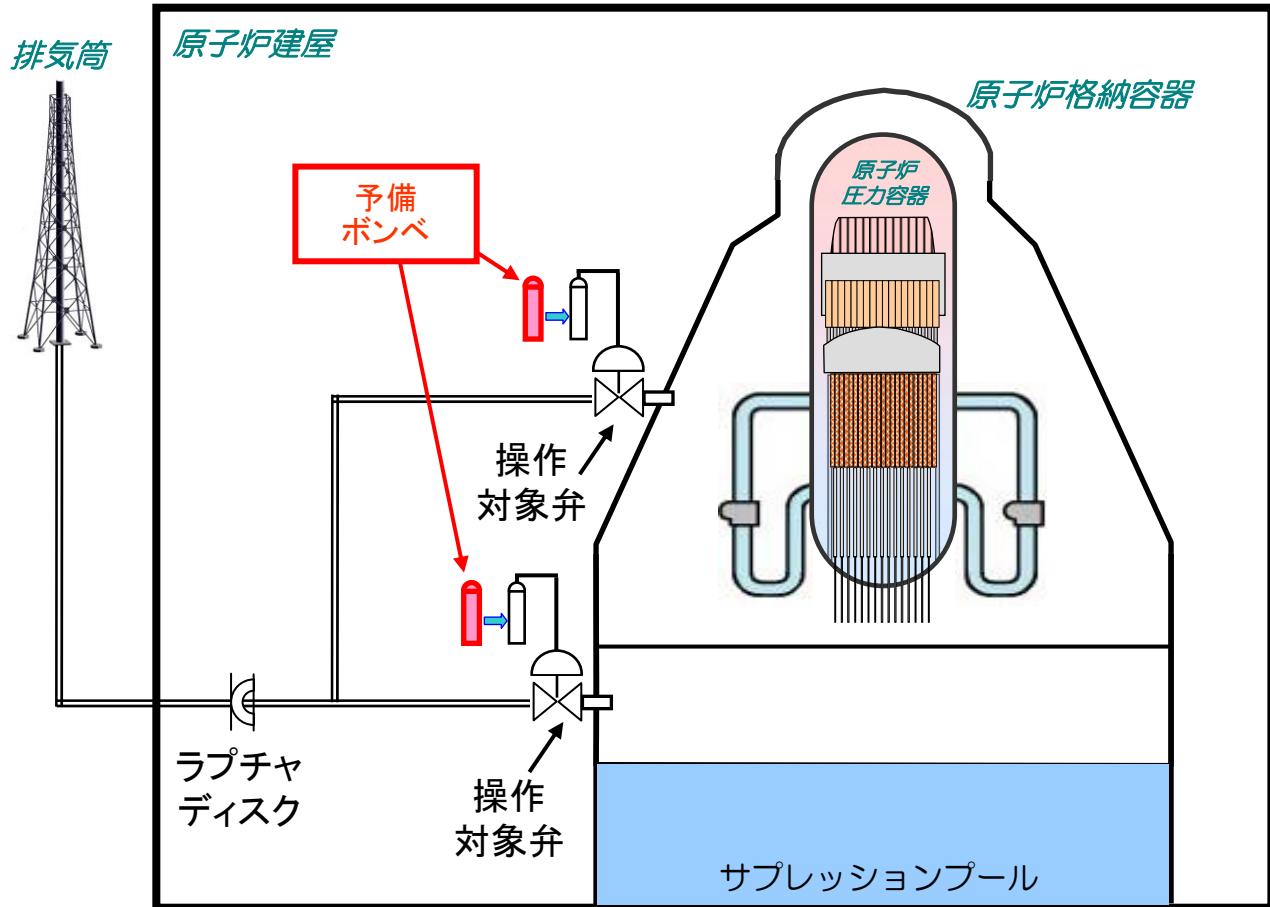
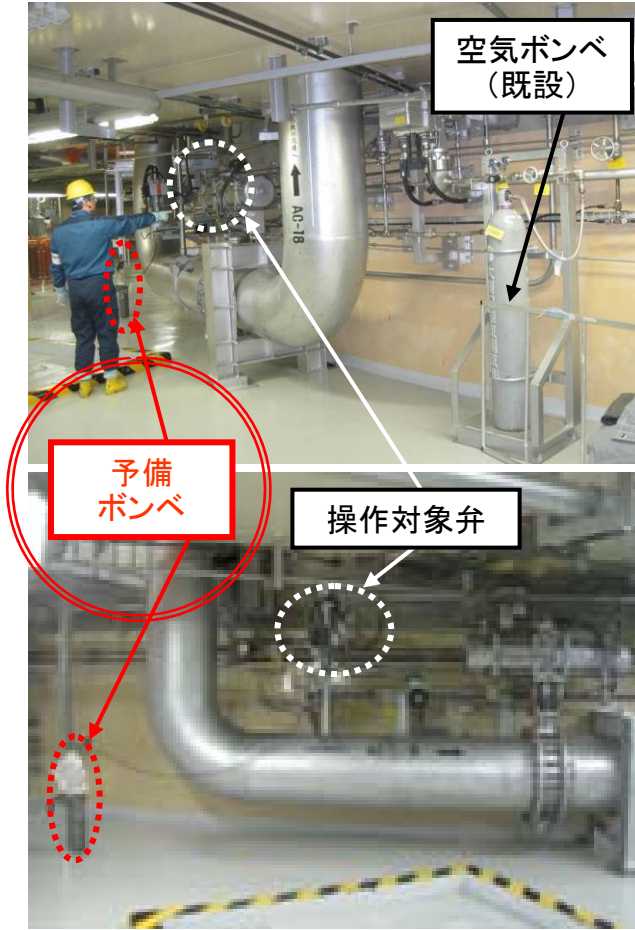
津波により電動機が被水し、ポンプが使用不能になる場合を想定してポンプを駆動するための予備電動機を発電所内に配備(平成24年度中配備予定)

予備電動機と交換することによりポンプを起動することが可能



# ⑦格納容器ベント操作作用予備ポンベの配備<原子炉等の冷却対策>

格納容器ベントを実施する際に操作が必要となる空気作動弁について、作動源が喪失した場合でも弁の開操作が可能となるよう、作動源となる予備のポンベを配備



操作対象弁の開操作が可能となるよう予備ポンベを配備

# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<第4層>

## 第4層 事故後の影響緩和

### 問題点（教訓）

炉心損傷後の影響緩和の手段（格納容器損傷防止，水素制御，熔融炉心落下対策，環境への放射性物質の大量放出防止等）が整備されていなかった。

### 方針

炉心損傷後の影響緩和手段の強化を実施（水素処理）

第2段	原子炉建屋屋上 開口部設置用資機材配備
第1段	FCS
対策分類	水素排出

赤字

福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）

黒字

福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）

黄色

新潟県中越沖地震を踏まえた対策

水色

福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策

白

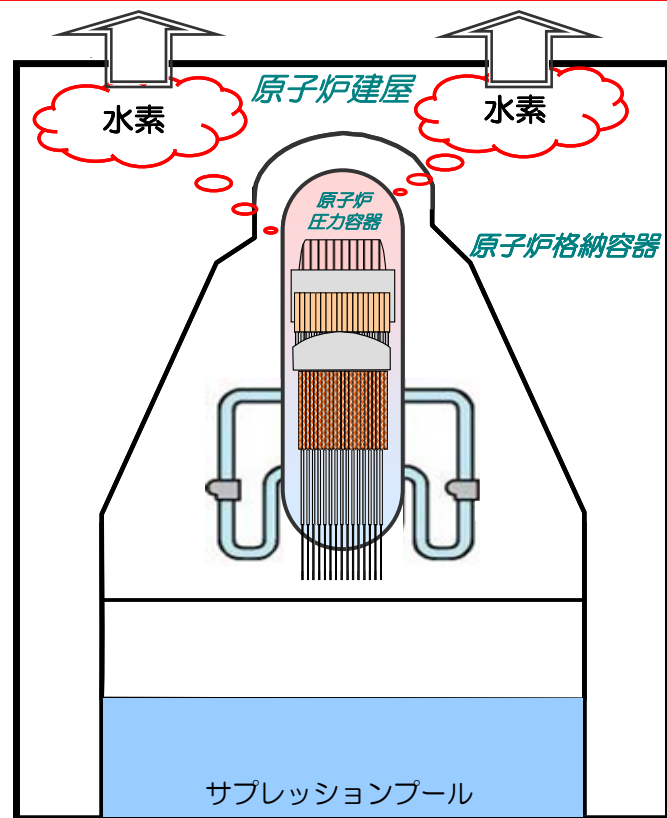
基本設計で採用した設備

### ⑧炉心損傷後の影響緩和

## ⑧原子炉建屋開口設置用の資機材確保<炉心損傷後の影響緩和対策>

万が一、炉心損傷により水素が大量に発生した場合でも、原子炉建屋が爆発することを防止するため、発生した水素を原子炉建屋から排出できるように開口部を加工するドリル等の資機材を配備し、手順を整備

水素が発生した場合に、ドリルにより開口部を設け水素を排出



# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<その他>

## その他 燃料プール冷却

### 問題点（教訓）

全ての電源を喪失した場合の水位等の監視・計測とその後の燃料プールの除熱・注水、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

燃料プールへの注水・除熱手段の強化を実施（注水機能，監視・計測）

- 赤字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
- 黒字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
- 黄色 新潟県中越沖地震を踏まえた対策
- 水色 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
- 白 基本設計で採用した設備

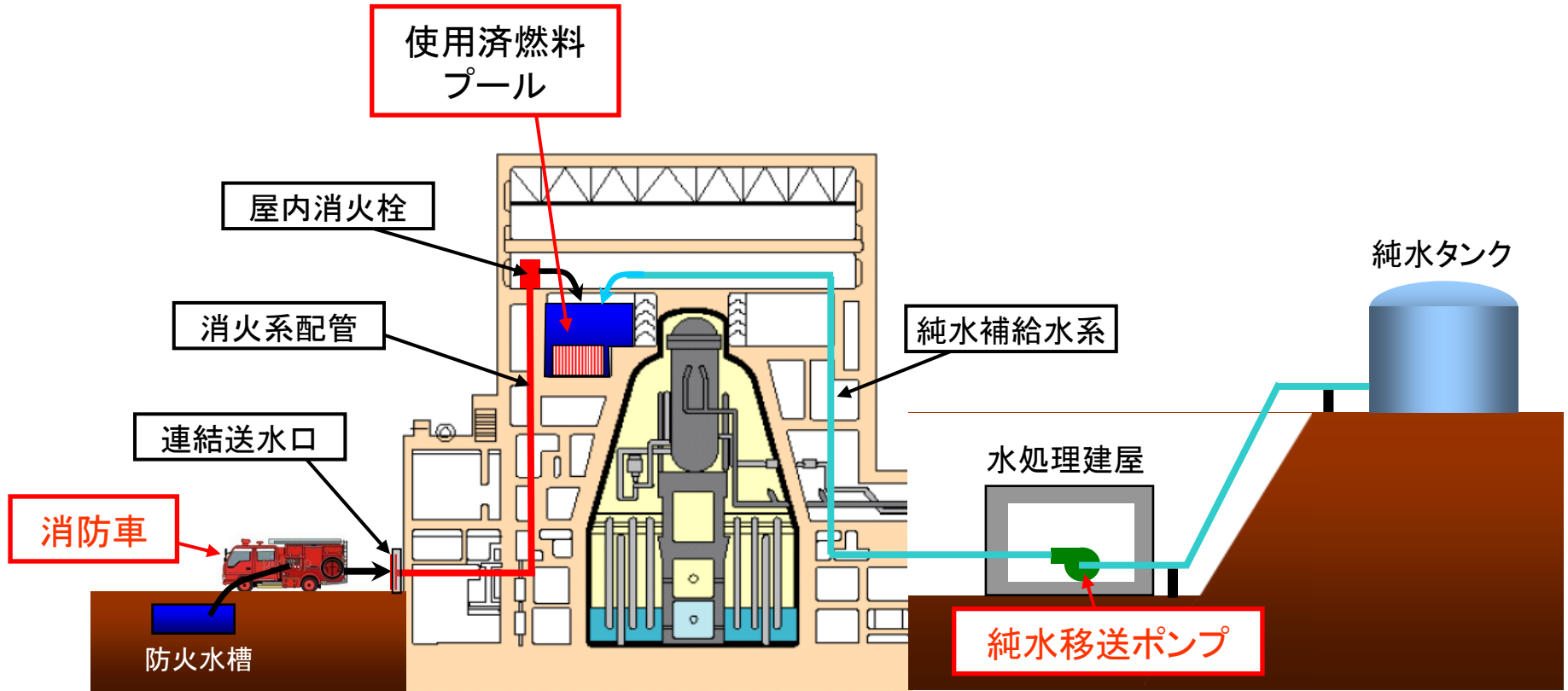
第4段	消防車 (注水用) 高台配備				
第3段	純水補給水系				緊急時用水位計
第2段	復水補給水系		残留熱除去系A,B (燃料プール除熱)		ITVからの監視
第1段	燃料プール 補給水系		燃料プール 冷却浄化系A,B		警報による水位監視
対策 分類	注水機能		除熱機能		監視・計測

⑨燃料プール



# ⑨使用済燃料プール注水に使用する消防車の配備<燃料プール対策>

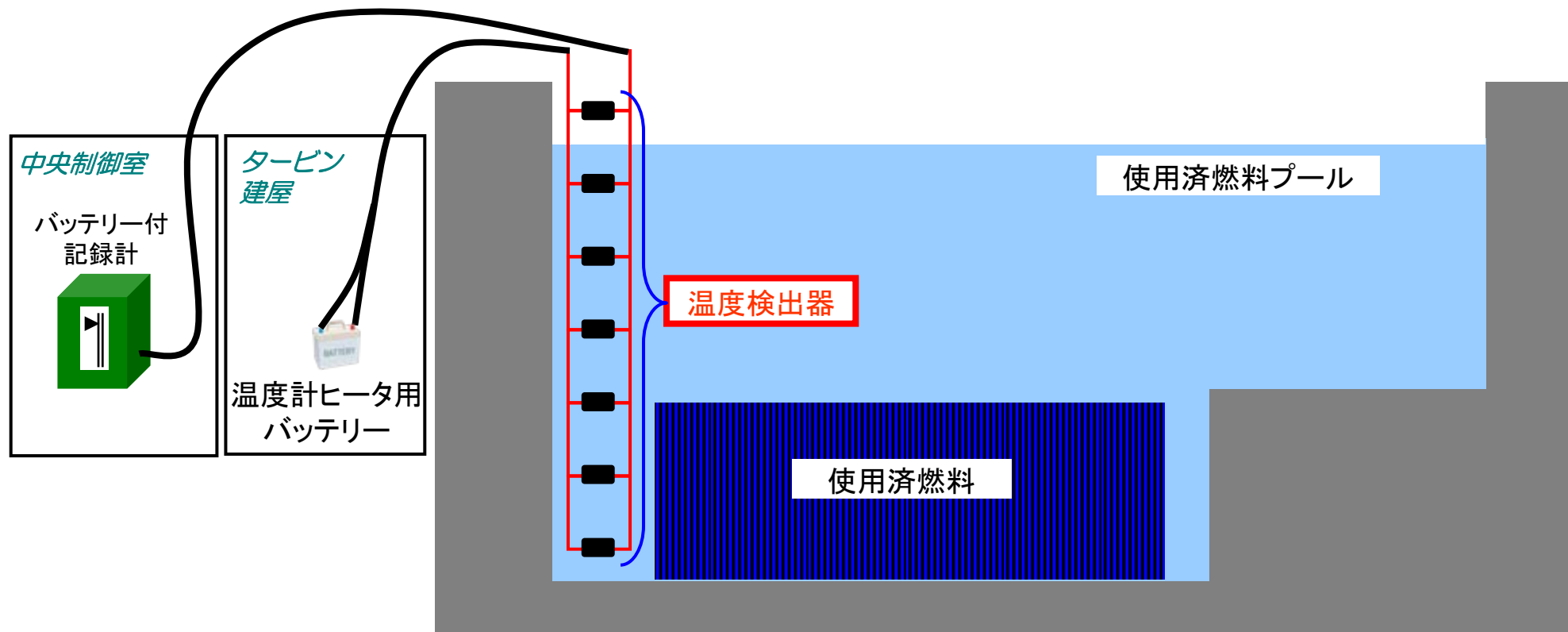
純水補給水系・消防車を用いた使用済燃料プールへの注水手段を確保するための資機材を確保し、手順を整備



純水移送ポンプでの注水に加え、消防車での注水も可能となるよう、ホース等の資機材を配備するとともに、手順を整備

## ⑨使用済燃料プールの水位監視機能の強化<燃料プール対策>

全交流電源が喪失した場合でも、使用済燃料プールの水位を監視することが可能となるよう、監視機能を強化(平成24年度中設置予定)



使用済燃料プール内に温度検出器を設置し、検出器間の温度差を測定することにより使用済燃料プールの水位を監視することが可能(電源喪失を考慮しバッテリーによる計測を実施)

# 福島第二原子力発電所における安全対策の状況<その他>

## その他 その他の視点における安全対策

問題点（教訓）  
 瓦礫等の散乱による現場のアクセス性・作業性低下等，著しい作業環境の悪化が事故の対応を困難にしていた。  
方針  
 事故時の対応をサポートする上で重要となる各機能への対策を講じる。

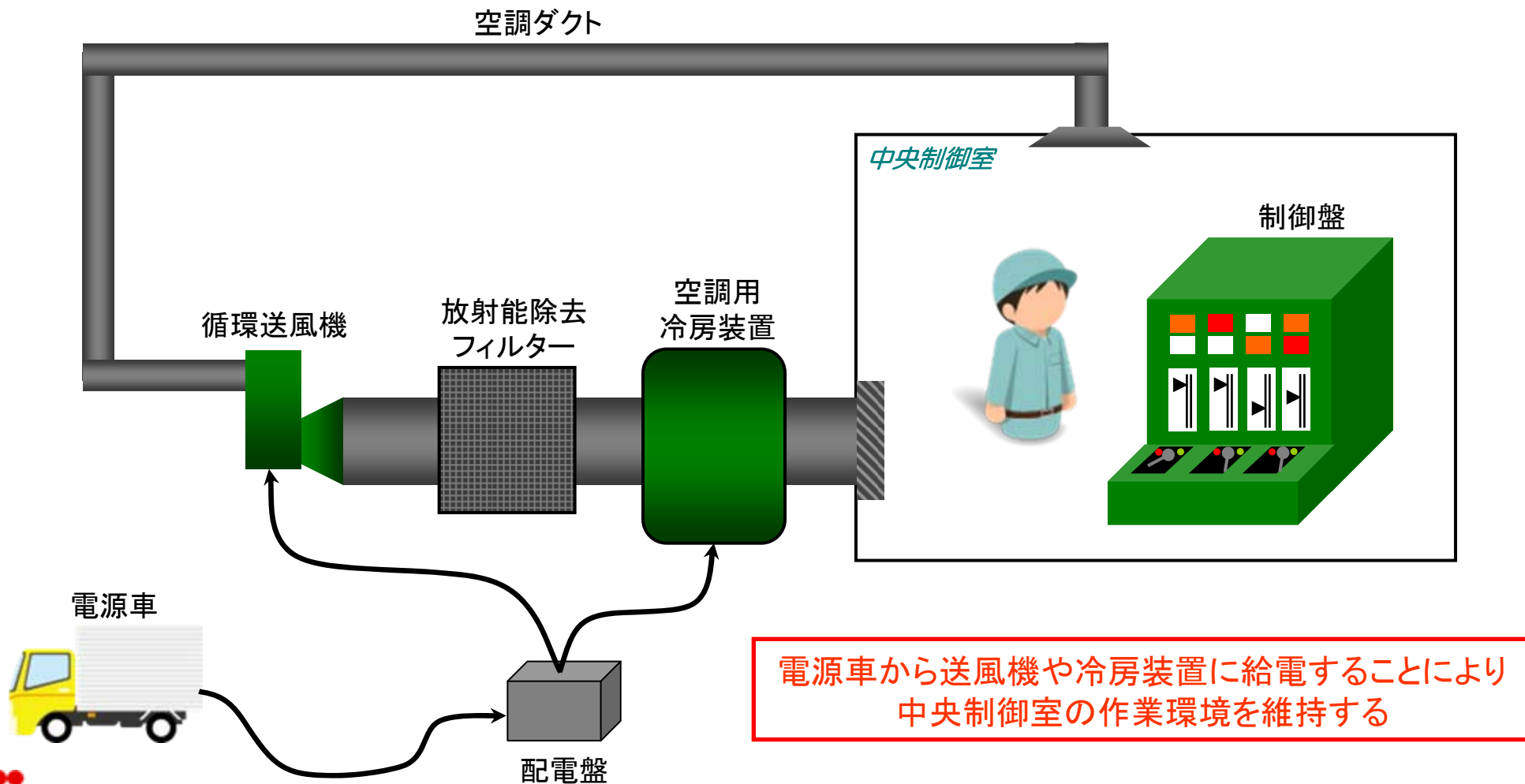
第3段					モニタリング 電源強化 (発電機)	
第2段		中央制御室 換気空調系 電源車での給電	消火系配管 地上化		モニタリング 電源強化 (バッテリー)	通信設備 増強
第1段	免震棟設置	中央制御室 換気空調系	火災対応用 消防車配備	瓦礫撤去用 重機の配備	既存の モニタリング 設備	既存の 通信設備
対策 分類	緊急時 対策本部	中央制御室	火災対策	アクセス路 確保	モニタリング 設備	通信設備

- 赤字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
- 黒字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
- 新潟県中越沖地震を踏まえた対策
- 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
- 基本設計で採用した設備

### ⑪ その他の視点

# ⑪中央制御室の環境改善＜その他の視点对策＞

全ての交流電源が喪失した場合でも、中央制御室での作業環境が良好に保たれるよう、電源車により必要な機器への給電を行う



## ⑪瓦礫撤去用重機の配備＜その他の視点对策＞

津波被災直後には、構内に瓦礫が散乱している状況が想定されるため、これらの瓦礫を撤去するために必要となる重機を配備

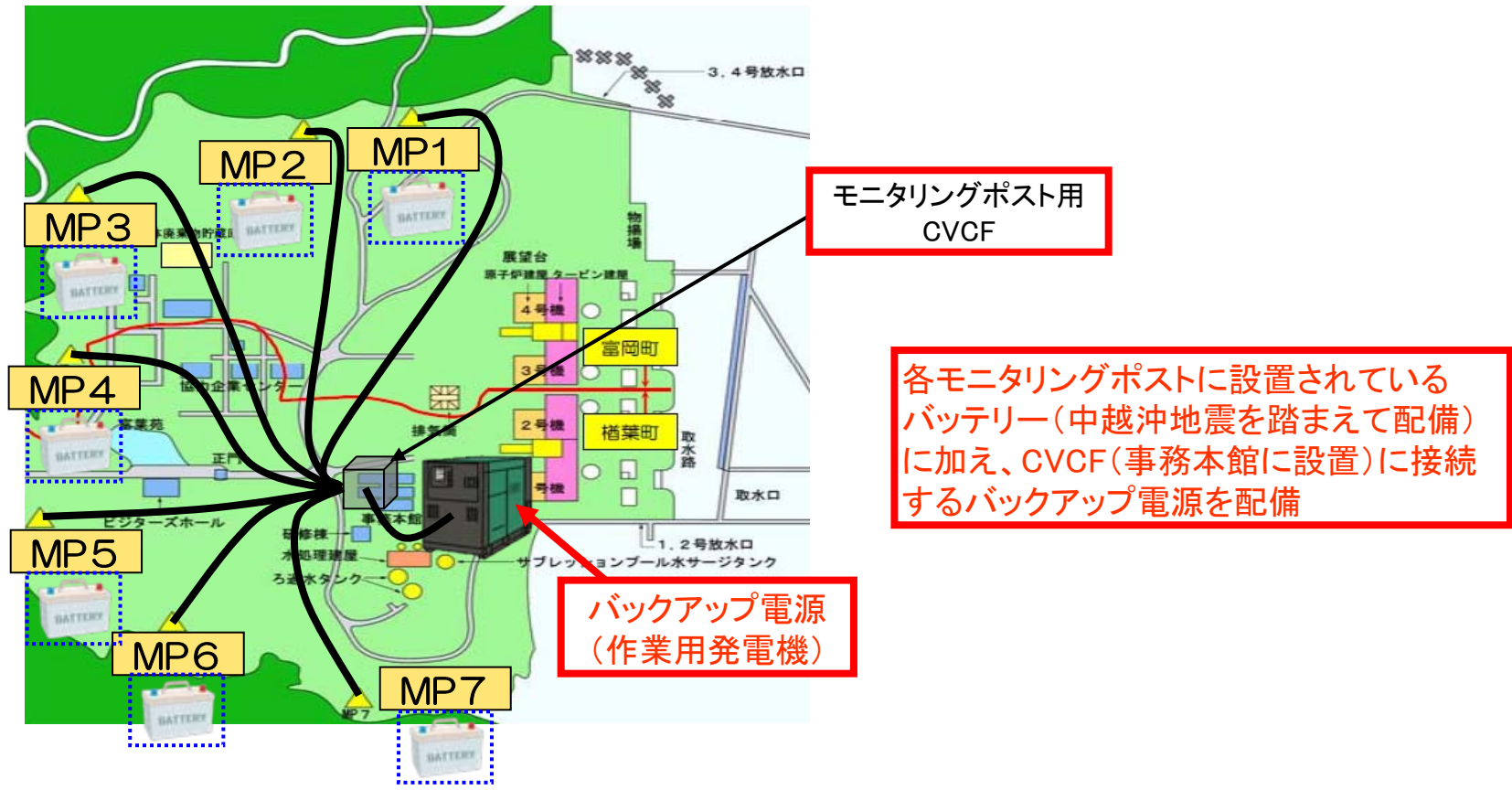


構内の瓦礫等を撤去するための重機を配備するとともに、被災時に必要な運転操作技量を確保・維持するために、定期的に訓練を実施



# ⑪ 発電所周辺の放射線モニタリング電源の強化<その他の視点对策>

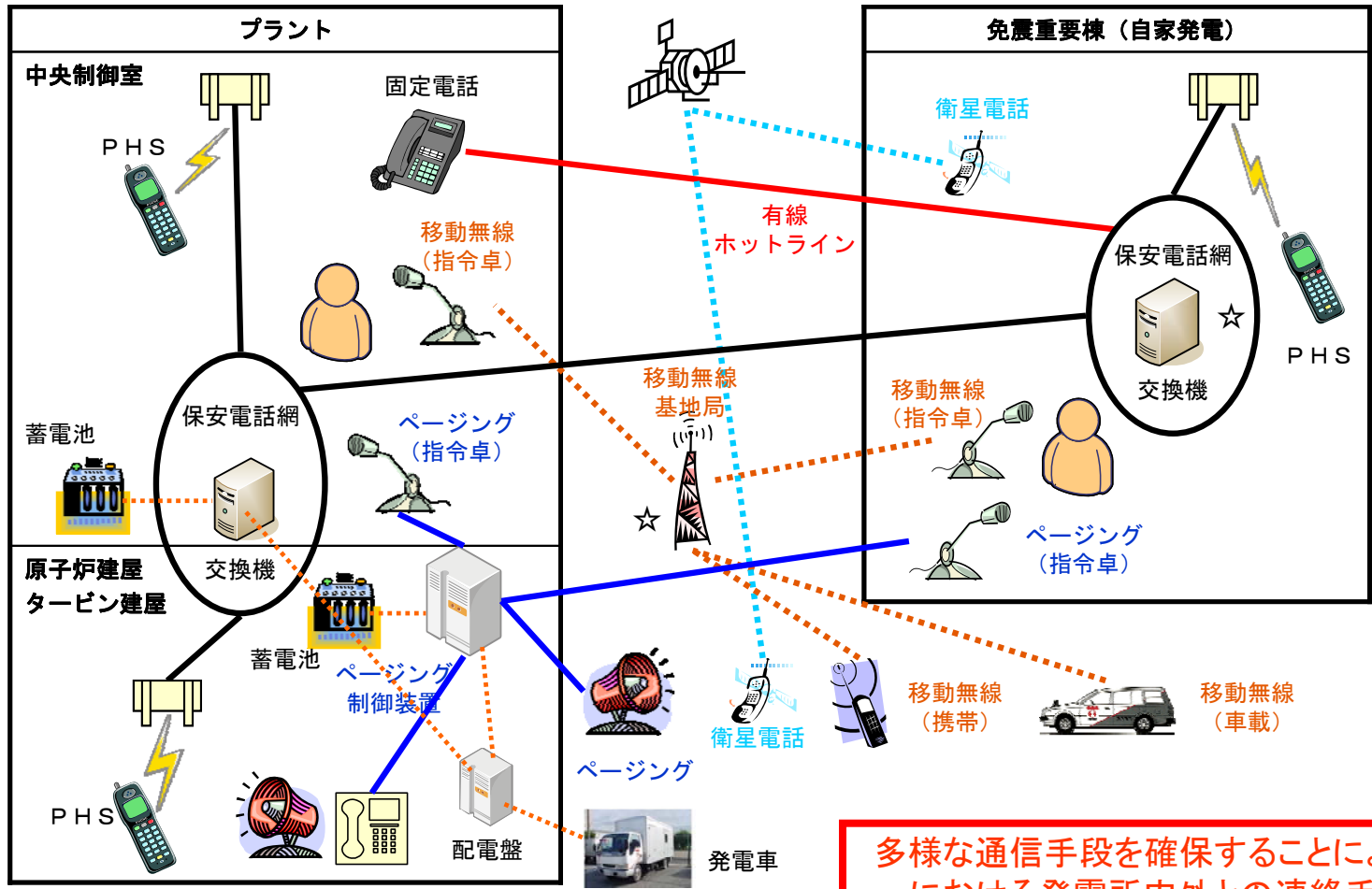
事故時における発電所周辺の放射線管理を確実に行うため  
モニタリングポスト用のバックアップ電源(発電機)を配備



: 新潟県中越沖地震を踏まえて  
配備したバッテリー

# ⑪所内外との通信設備の強化<その他の視点对策>

事故時における発電所内外の通信手段を確保するため、トランシーバや移動式通信設備、衛星携帯電話等を配備



多様な通信手段を確保することにより、事故時における発電所内外との連絡手段を確保

# ⑫事故への備えにおける運用面の対策状況

## 問題点（教訓）

想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

- 方針
- ・ 津波+全電源の喪失など従来の想定を大きく超える事故の対応手順を整備。
  - ・ 整備した対応手順について、繰り返し教育・訓練を実施。
  - ・ 重機の運転等に関して社員で対応できるよう、必要な資格の取得を実施。

具 体 的 対 応	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>赤字</b> 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）</p> <p><b>黒字</b> 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）</p> <p>■ 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策</p> <p>■ 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策</p> <p>□ 従来から継続している対応</p> </div>					
			<b>運転員 シミュレータ訓練 地震+津波+SBO</b>			
			<b>電源機能等喪失 時対応訓練</b>		<b>緊急時訓練 の強化</b>	
	<b>アクシデント マネジメント (AM)の手引き</b>		<b>津波AM の手引き</b>		<b>運転員津波AM の手引き訓練</b>	
	<b>事故時運転 操作手順書 徴候ベース</b>		<b>事故時運転 操作手順書 シビアアクシデント</b>		<b>運転員 AM 手順書研修</b>	
	<b>警報発生時 運転操作 手順書</b>		<b>事故時運転 操作手順書</b>		<b>運転員 シミュレータ訓練</b>	
					<b>緊急時訓練</b>	
					<b>重機等の 必要資格取得</b>	
	対策 分類	対応手順の整備		教育・訓練		資格取得

## ⑫過酷事故に備えた手順・訓練の強化＜事故への備え＞

- ①津波＋全電源の喪失など従来の想定を大きく超える事故の対応手順を整備。
- ②整備した対応手順について、繰り返し教育・訓練を実施。
- ③重機の運転等に関して社員で対応できるように、必要な資格の取得を実施。

### 整備した手順

- ・冷温停止維持を目的とした津波アクシデントマネジメントの手引き  
～電源喪失時の電源車等による電源供給や原子炉、使用済燃料プールに代替注水するための手引き

### 訓練実績

- ・総合訓練  
H24.2.26, 27：全交流電源喪失＋冷却機能喪失＋火災  
H23.12.7：夜間訓練（電源確保，ガラ撤去）  
H24.9.28, 10.9, 10：全交流電源喪失＋冷却機能喪失
- ・個別訓練：  
原子炉建屋屋上穴開け訓練，電源車操作訓練，GTG操作訓練，  
「津波アクシデントマネジメントの手引き」反復訓練 等

### 資格の取得

H24.12末現在  
(復旧班)

大型免許	：10名
建築機材	：53名
フォークリフト	：34名

# ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災における運用面の対策状況

## 問題点（教訓）

複合災害、複数プラントが同時に被災したこと等による**態勢の混乱**が生じた。

- 方針
- ・全ての所員を発電所緊急時対策要員とし、緊急時体制下で復旧作業に対応中。
  - ・対外連絡やプラント情報の収集、電源復旧や注水機能の回復に必要な要員を24時間体制で確保。
  - ・作業管理G運転員の緊急時現場対応力を向上し、緊急時の現場対応操作を支援。

具  
体  
的  
対  
応

初動対応要員の 24時間体制化	
夜間・休祭日 宿直体制 放管員増強	全所員を緊急時対策要員 として復旧作業対応中
夜間・休祭日 宿直体制	緊急時対策要員

**赤字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）

**黒字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）

■ 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策

■ 福島原子力事故以前に整備したアクシデント  
マネジメント対策

□ 従来から継続している対応

作業管理G運転員の  
緊急時対応力向上

対応要員の増員

緊急時対応の支援

対策  
分類



## ⑬複合災害、複数プラント同時被災への態勢整備＜緊急時対応の備え＞

- ①全ての所員を緊急時対策要員とし、緊急時体制下で復旧作業に対応中。
- ②対外連絡やプラント情報の収集、電源復旧や注水機能の回復に必要な要員を24時間体制で確保。
- ③作業管理G運転員の緊急時現場対応力を向上し、緊急時の現場対応操作を支援。

### 発電所運転員・宿直・緊急時対策要員

- ・全所員（539名）を緊急時対策要員とし、緊急時体制下で復旧作業に対応中
- ・被災直後の対外連絡とプラント情報収集、緊急電源復旧・注水対応・ガレキ撤去など、早期の現場対応のための、初期対応要員（17名）が24時間体制で発電所に待機
- ・中央制御室近傍の執務室で、平日、昼間帯に業務にあたる作業管理G運転員を、緊急時現場対応操作の支援要員と位置付け、「津波アクシデントマネジメントの手引き」による緊急時現場対応操作の反復訓練を継続して実施。

# ⑭ プラント監視、通信手段、並びに情報共有の強化<情報伝達・情報共有>

## 問題点(教訓)

停電等に伴い通信機器等の連絡手段に制約がかかり、状況を共有することが困難になったこと等により、円滑に**プラント状態を把握・共有できなくなった**。

- 方針
- ・通信手段の多様化等、監視・情報伝達手段を強化。
  - ・冷温停止維持に関連したプラントパラメータ・機器の運転状況について、発電所緊急時対策室における情報共有を震災以降継続して実施中。

具  
体  
的  
対  
応

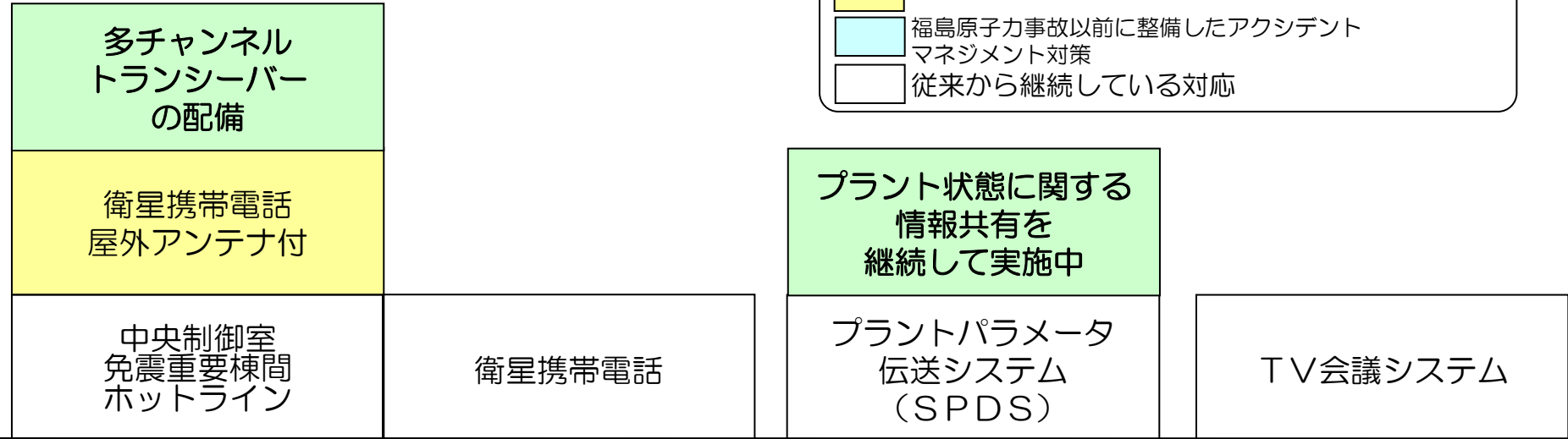
**赤字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期] (実施中)

**黒字** 福島原子力事故を踏まえた対策[短期] (完了済)

新潟県中越沖地震等を踏まえた対策

福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策

従来から継続している対応



対策分類

プラント監視、通信手段強化      プラントパラメータ      国との連携



# ⑮ 資機材調達・輸送体制の強化における運用面の対策状況

## 問題点（教訓）

事故収束対応のための資機材が不足していた。

- 方針
- ・ 自然災害による交通状況悪化を考慮し、当面必要な食料・燃料等は発電所内に備蓄。
  - ・ 後方支援拠点からの直営による物資輸送を実施、対応力強化のために大型免許取得者を拡大
  - ・ 後方支援拠点(物流拠点・出入管理拠点)として、Jビレッジを活用。

具  
体  
的  
対  
応

対策  
分類

赤字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）  
 黒字 福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）  
 黄色 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策  
 水色 福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策  
 白 従来から継続している対応

1F,安定化センター,協力企業作業員を含めた飲食料の備蓄

燃料の備蓄

緊急時対策要員の7日分の飲食料を備蓄

備蓄

後方支援拠点からの直営による物資輸送

輸送会社との輸送契約

輸送体制強化

後方支援拠点としてJヴィレッジを活用

後方支援拠点

## ⑮発電所内の必需品備蓄と後方支援拠点の活用<資機材調達・輸送体制の強化>

- ①自然災害による交通状況悪化を考慮し、当面必要な食料・燃料等は発電所内に備蓄。
- ②後方支援拠点からの直営による物資輸送対応のために大型免許取得者を確保。
- ③後方支援拠点(物流拠点・出入管理拠点)としてJヴィレッジを活用。

### 飲食料・燃料等の備蓄

- ・所員に加え、1F、安定化センター、協力企業の要員を考慮した飲食料(3日分)を備蓄
- ・電源車、消防車等の燃料を発電所に備蓄するための地下軽油タンクを設置  
(平成24年度中に設置予定)
- ・非常用D/G用軽油タンクからタンクローリーを用いて、電源車、消防車に燃料を供給する手順を整備

### 輸送体制の強化

- ・直営による物資輸送対応のために、大型、フォークリフト等免許取得者を確保

### 後方支援拠点

- ・警戒区域設定時の後方支援拠点(物流拠点・出入管理拠点)としてJヴィレッジを活用



# ⑩事故時放射線管理体制の強化における運用面の対策状況

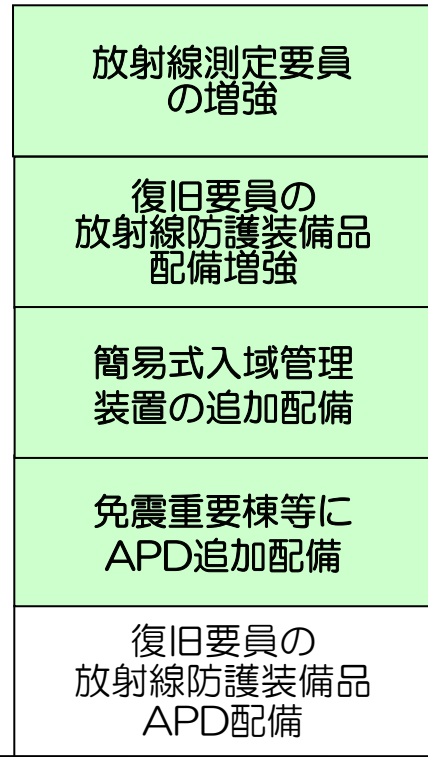
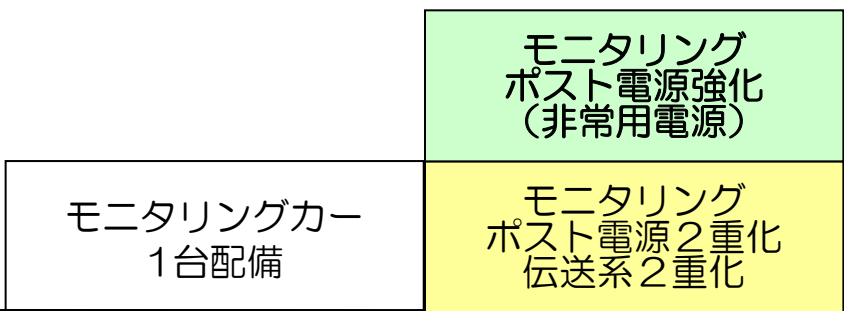
## 問題点（教訓）

汚染の拡大や不十分な放射線管理体制が事故の対応を困難にしていた。

- 方針
- ・モニタリングポストの電源強化。
  - ・放射線計測器、放射線防護資機材の追加配備。
  - ・簡易式入域管理装置の追加配備。
  - ・復旧要員の放射線防護装備品の配備増強（後方支援拠点を活用）。
  - ・広域での放射線測定作業に対応できるよう放射線測定要員教育を実施。

具体的対応

赤字	福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
黒字	福島原子力事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
黄色	新潟県中越沖地震等を踏まえた対策
水色	福島原子力事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
白	従来から継続している対応



対策分類

## ⑩放射線計測器の配備増強と要員の育成＜事故時放射線管理体制の強化＞

- ①モニタリングポストの電源強化。
- ②放射線計測器、放射線防護資機材の追加配備。
- ③放射線測定要員の育成。

### モニタリング装置強化

- ・モニタリングポストの電源強化(非常用発電機)

### 放射線防護資機材の配備

- ・免震重要棟，事務本館出入管理所，企業棟出入管理所にAPDを追加配備(約250台)
- ・簡易式入域管理装置の追加配備
- ・復旧要員の放射線防護装備品を後方支援拠点に備蓄

### 放射線測定要員育成

- ・福島第二発電所内で放射線測定要員教育を482名に実施(H24.12末)

# 柏崎刈羽原子力発電所 安全対策

# I. 福島第一原子力発電所事故の経過と教訓

日付	時間	原子炉制御	格納容器制御	
平成23年 3月11日	14:46	<b>地震による原子炉スクラム</b>		
	14:47	非常用ディーゼル発電機自動起動	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉自動停止（自動スクラム）</li> <li>タービン・発電機停止</li> <li>主蒸気隔離弁閉止</li> <li>外部電源喪失</li> </ul>	
	14:52	非常用復水器自動起動		
	15:03	非常用復水器手動停止 → 待機状態		
	15:10		圧力抑制室冷却開始	
	※ 第一波	15:27	津波の影響で操作ができなくなる15:30過ぎまで非常用復水器A系の戻り配管隔離弁3Aを操作し、手順書に定める通り原子炉圧力を約6~7MPaの範囲で制御していた。	
		15:35	<b>津波襲来</b>	
		15:37	非常用ディーゼル発電機A,Bトリップ → 全交流電源喪失	
		15:42	<b>原災法第10条該当事象（全交流電源喪失：SBO）と判断</b>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>直流電源喪失</li> <li>直流電源（制御電源）喪失による隔離信号により非常用復水器機能喪失（想定）</li> </ul>	• SBOにより格納容器除熱機能喪失
第二波		<b>原災法第15条該当事象（非常用炉心冷却装置注水不能）と判断</b>		
	16:36	原子炉水位低下		
	3月12日	4:00頃	消防車による淡水注入開始	格納容器ベント実施（D/W圧力低下確認）
		14:30	防火水槽の淡水には限りがあるため、淡水注入と並行して海水注入へ切替準備	<ul style="list-style-type: none"> <li>3月12日 0時頃 D/W圧力が600kPaを超えている可能性</li> <li>3月12日 9時04分 格納容器ベントを行う作業開始</li> <li>3月12日 9時15分                             <ul style="list-style-type: none"> <li>ベントラインMO弁25%開</li> <li>現場のAO弁は高放射線環境下で手動操作できず</li> <li>仮設空気圧縮機を設置しAO弁を操作し、ベント操作実施</li> </ul> </li> </ul>
	15:36	<b>水素爆発</b>		
	19:04	消防車による海水注入開始		

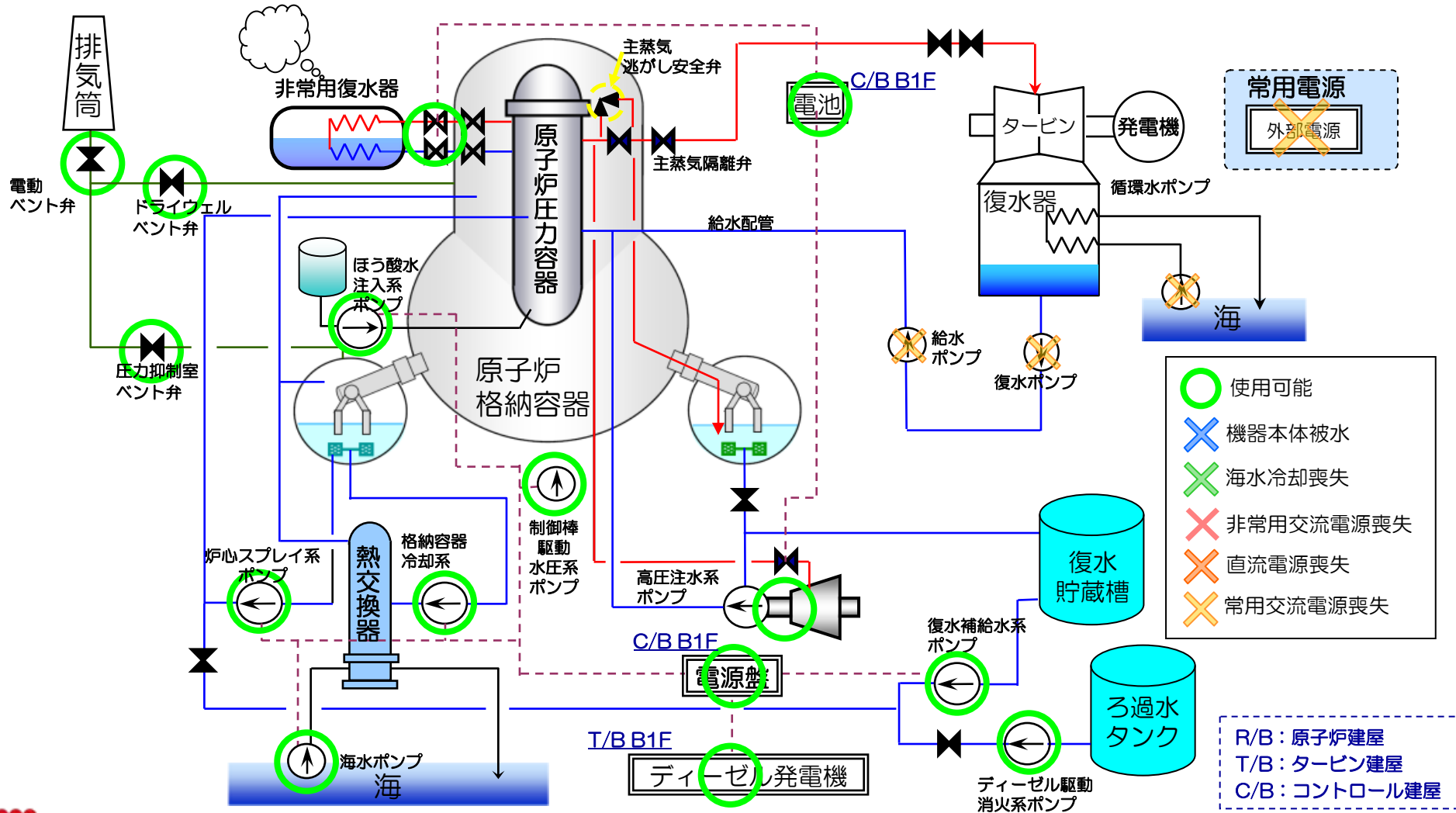
※津波の到達時刻は検潮計への到達時刻を示す。（以降の頁も同様）



# 地震発生直後のプラント状況（1号機）

地震直後

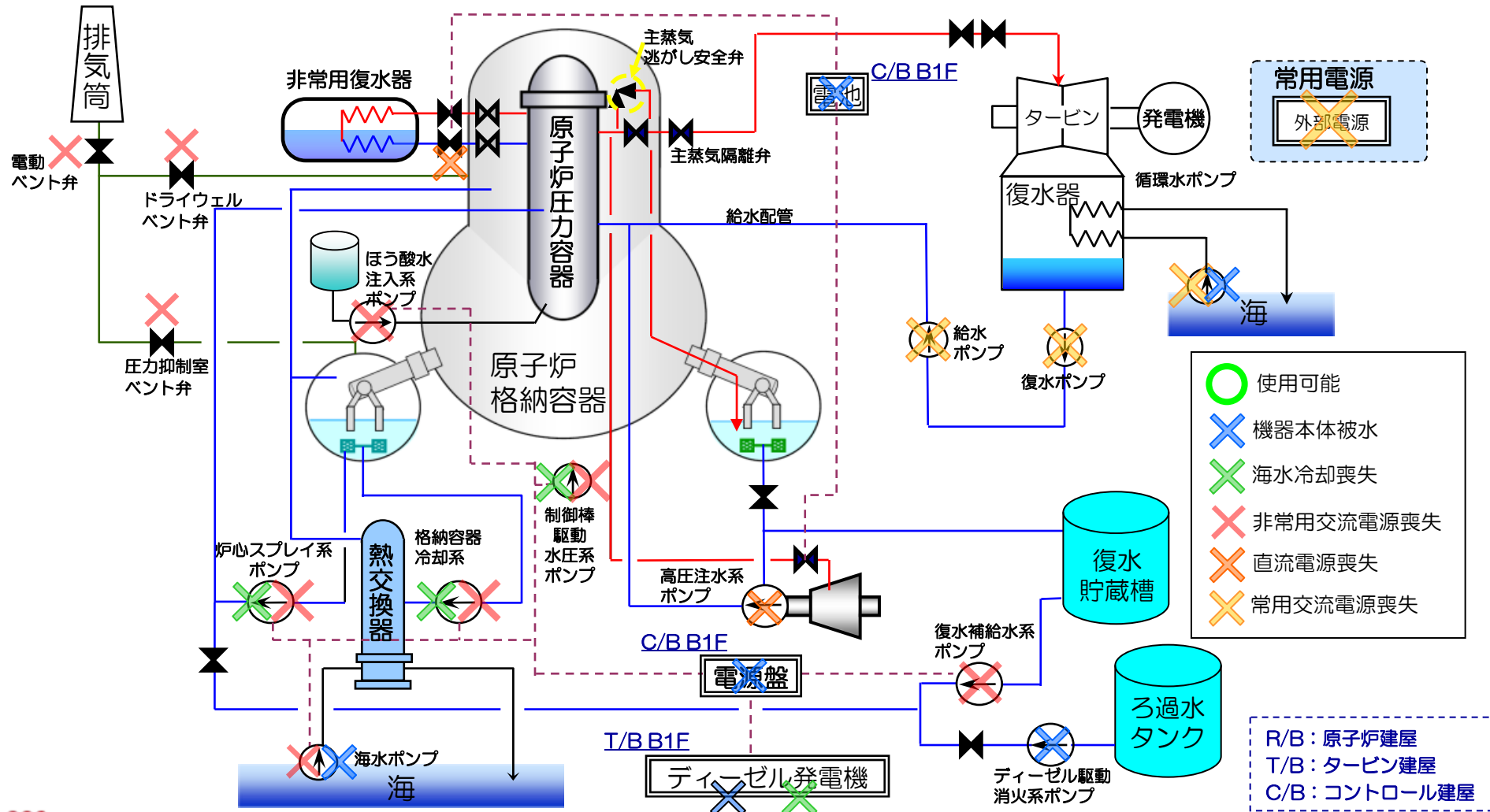
地震によって外部電源が途絶え、常用系の給復水ポンプ類は停止。  
非常用ディーゼル発電機が起動し、全ての非常用機能は正常な状態。



# 津波襲来後のプラント状況（1号機）

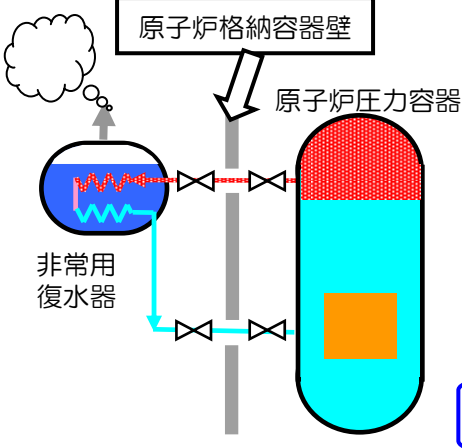
津波浸水後

海水ポンプが停止し、非常用ディーゼル発電機が停止。  
津波が建屋内に侵入し、電池や電源盤も機能を喪失。  
全ての計器類の表示、操作機能、照明が失われた。



# 1号機の事故の経過と必要な対策

【3/11 14:46 地震発生】  
非常用復水器(IC)が  
自動起動し水位を維持



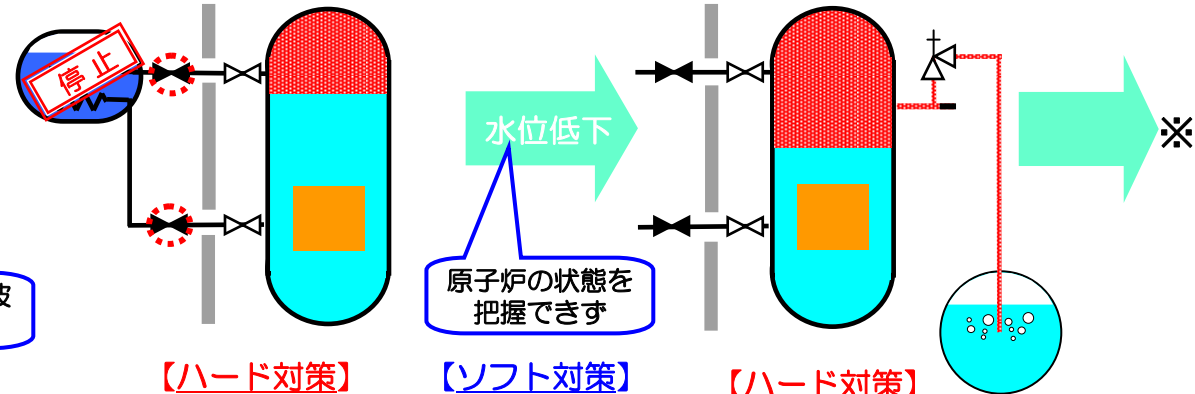
【3/11 15:35 津波襲来】

津波で弁の操作電源を喪失し、  
閉まった弁が開かなくなった。



原子炉が高圧の状態  
注水できる設備がない。

2~3時間で水位が炉心まで低下



【ハード対策】  
外部電源の耐震性強化

【ソフト対策】  
事故想定、複数号機対応

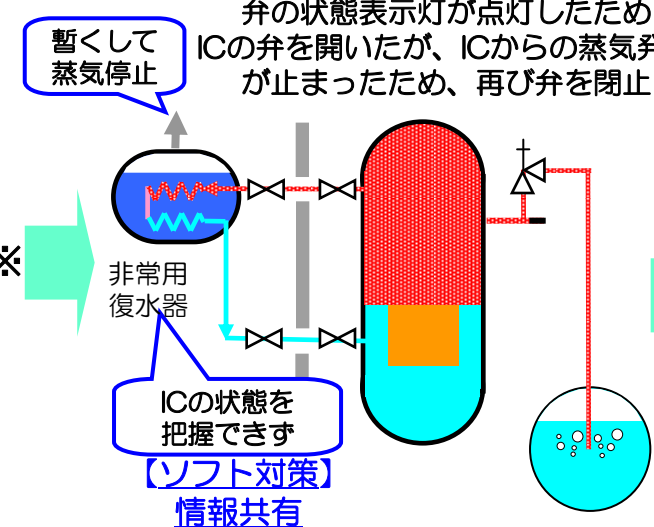
【ハード対策】  
津波対策、電源強化

【ソフト対策】  
情報共有

【ハード対策】  
高圧注水機能強化

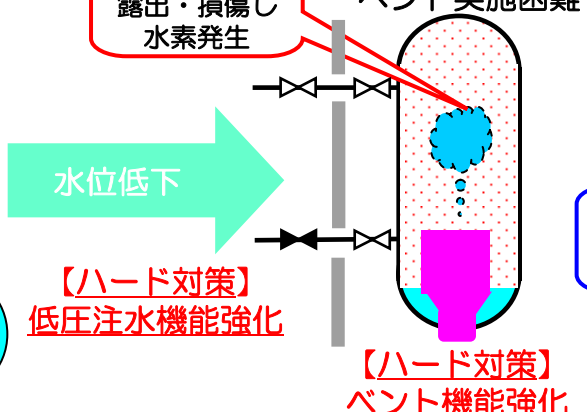
【3/11 18:18頃】

弁の状態表示灯が点灯したため  
ICの弁を開いたが、ICからの蒸気発生  
が止まったため、再び弁を閉止



【3/11 20:00 ~ 3/12 午前中】

炉心損傷開始  
(水素発生)  
燃料が  
露出・損傷し  
水素発生

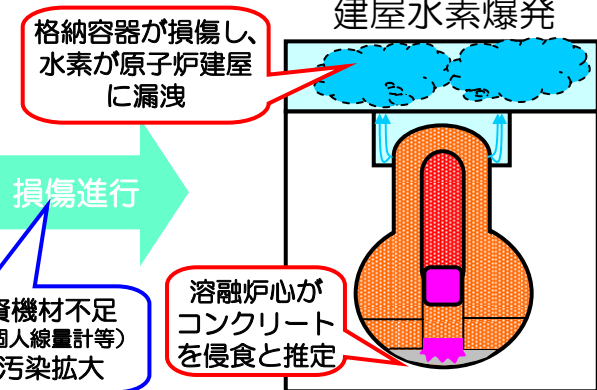


【ハード対策】  
低圧注水機能強化

【ハード対策】  
ベント機能強化

【3/12 15:36】

建屋水素爆発



損傷進行  
資機材不足  
(個人線量計等)  
汚染拡大

【ソフト対策】  
資機材輸送、  
放射線管理体制

【ハード対策】  
水素対策  
格納容器損傷対策

# 地震時の1F-1の安全上重要設備の機能について

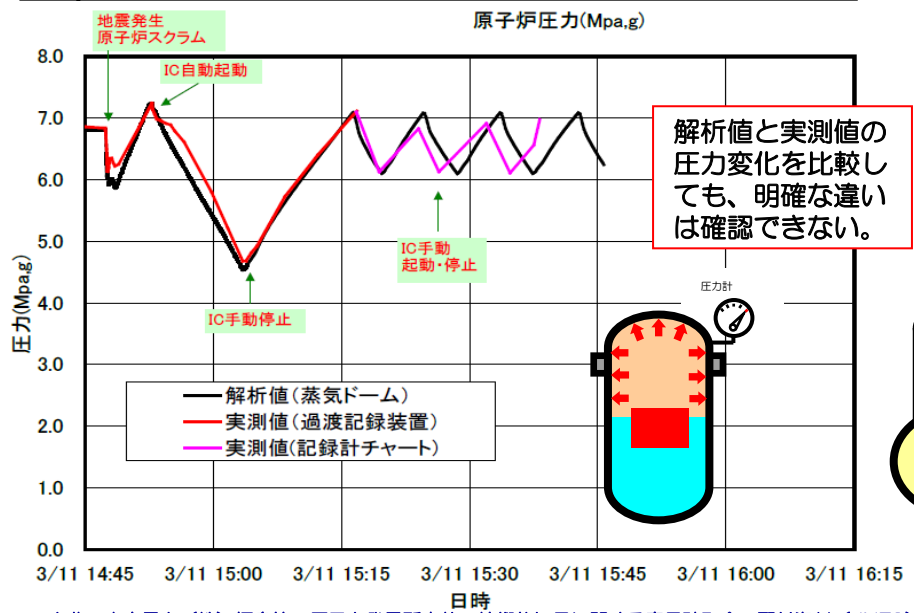
1F-1に対する地震時の影響について、「原子炉圧力解析」と「現場目視確認」を実施した。

## 原子炉圧力解析

### 国の意見聴取会での技術的知見

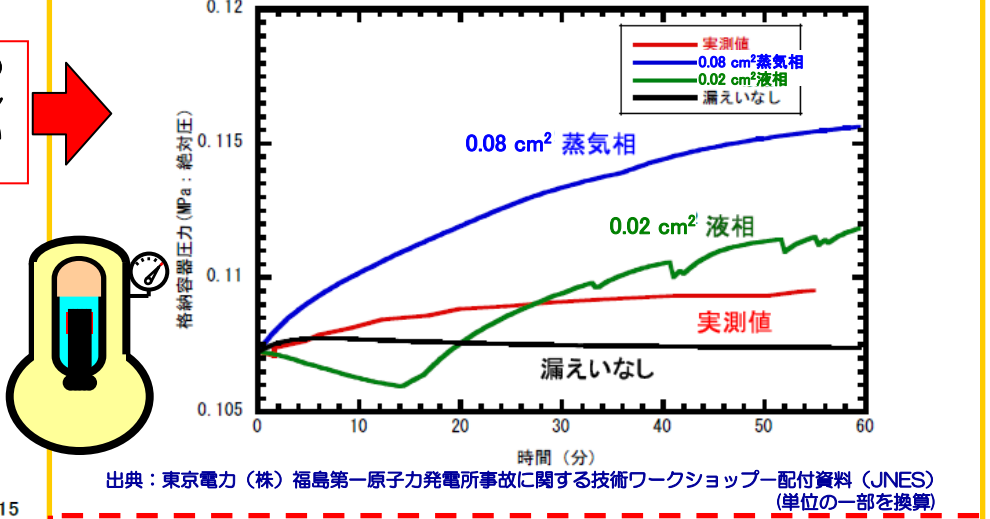
国による福島第一事故の技術的知見に関する意見聴取会では、 $0.3\text{ cm}^2$ 以下の大きさの漏れ口が発生していたとしても、原子炉圧力容器の圧力に漏洩を確認できるような変化は起こらないと報告された。一方、 $0.3\text{ cm}^2$ 程度の漏れ口が存在すると、10時間で数十t程度の水の漏えいが発生し、事故の進展に影響を及ぼす可能性があるとして報告されている。

上記知見から $0.3\text{ cm}^2$ の配管亀裂を仮定した場合の原子炉圧力のシミュレーションを実施。



### 格納容器の圧力に着目

保安規定において、格納容器内の原子炉冷却材漏えい率は $0.23\text{ m}^3/\text{h}$ に運転上制限されていることから、 $0.23\text{ m}^3/\text{h}$ 相当（蒸気相の場合で $0.08\text{ cm}^2$ 、液相の場合で $0.02\text{ cm}^2$ ）での解析結果と、実測値との比較を行った。



実測値（赤）は解析値（緑・青）の圧力推移を下回っている

仮に漏れ口が生じていたとしても、格納容器圧力変化から判断する限り、保安規定の許容漏えい流量を超える漏えいが発生した可能性は低く、事故の進展に影響はなかったと推定される。

# 地震時の1F-1の安全上重要設備の機能について

## 現場目視確認例(1F-1 非常用復水器)

現場の目視確認を実施し、格納容器外側に、原子炉の冷却材喪失につながるような損傷は見あたらないことを確認。



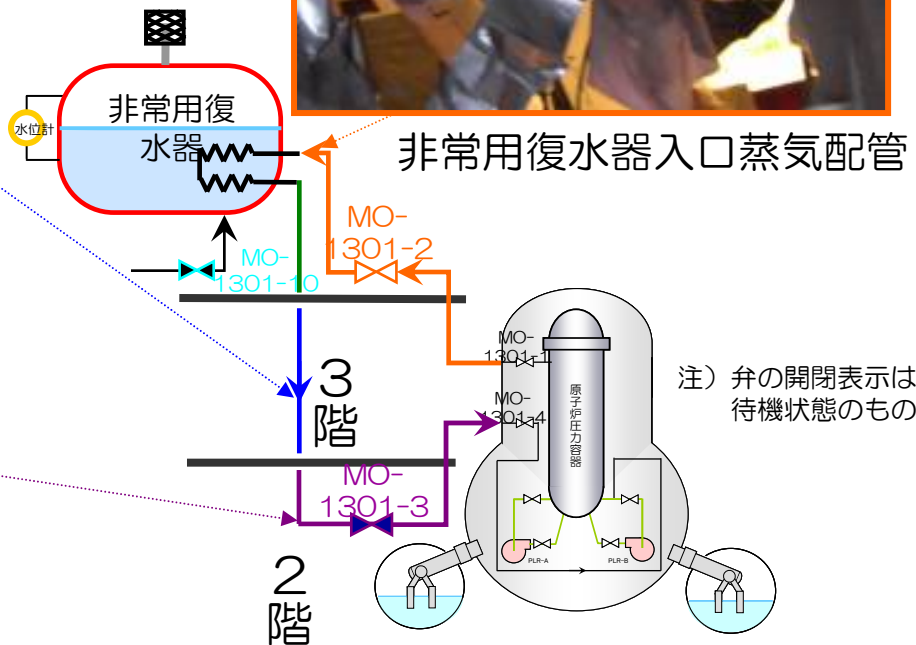
非常用復水器(B)凝縮水戻り配管



非常用復水器(A)凝縮水戻り配管



非常用復水器入口蒸気配管



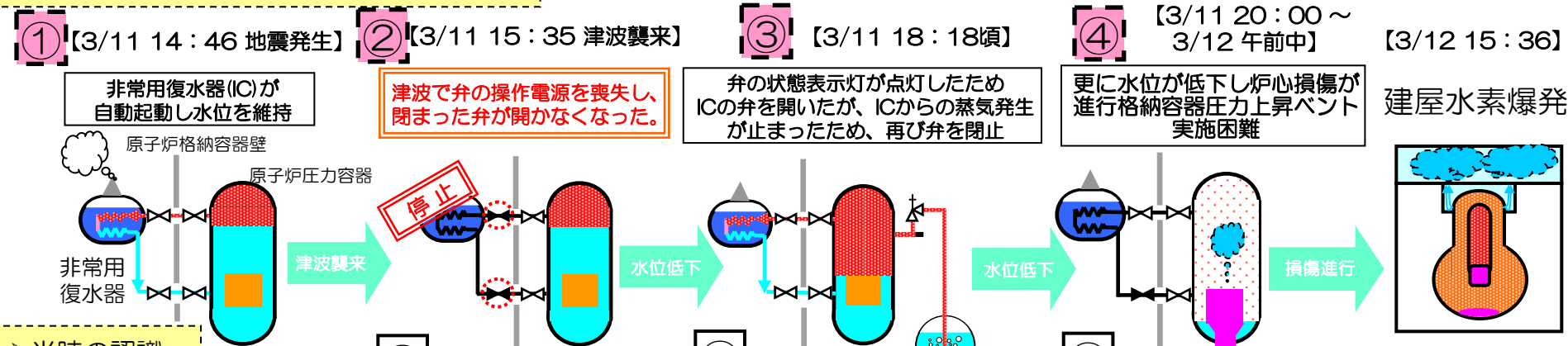
- その他の  
現場目視確認場所
- 1F5, 6 : 原子炉建屋、タービン建屋
  - 1F1～3 : タービン建屋
  - 1F2 : 原子炉建屋
  - 1F1～4 : 屋外設備

観測記録を用いた1～3号機の設備を対象とした地震応答解析結果、及び現場目視確認により、安全上重要な設備は地震後も必要な機能を保持していたと考える。



# 1F-1のICと原子炉水位計に関する経緯について

## MAAP解析結果による推定原子炉水位



## 当時の認識

**①** 訓練通りの冷温停止手順を実施

**②** 津波により原子炉水位等のパラメータが確認できなくなった

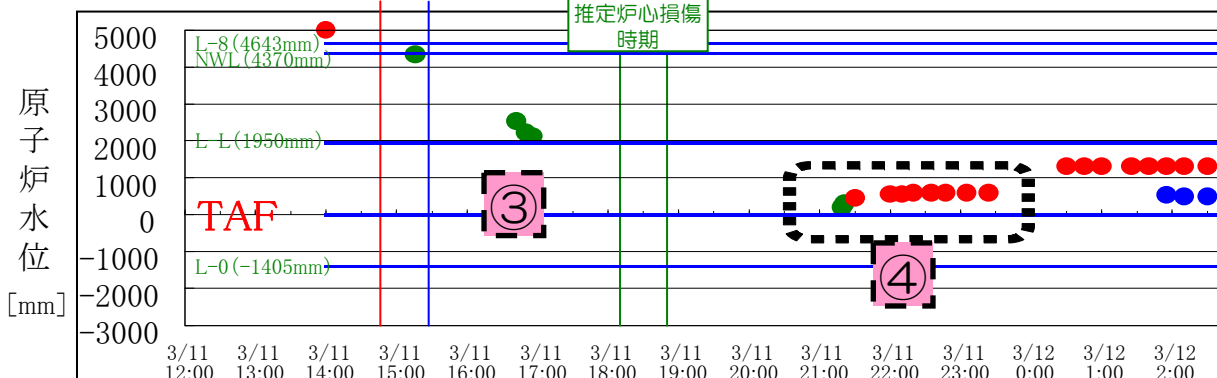
**③** ICの蒸気発生が止まったためICの異常と考えICを停止。現場は高線量の為、未確認。

**④** D/D FPの構成が完了したことから21:30にIC弁開操作を実施、起動

21:19の水位計はTAF以上を示し、D/D FP、ICの運転により、炉心を冷却できていると認識していた。

## 中央制御室指示値

① 地震 ② 津波



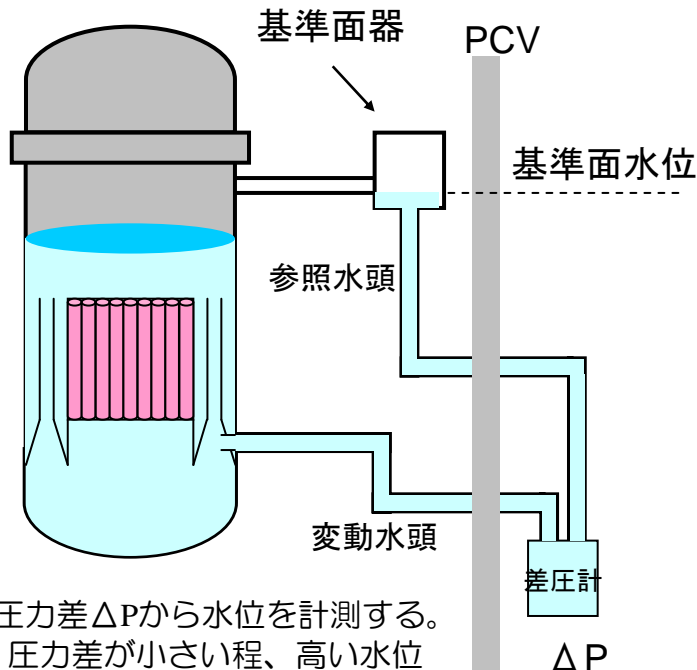
しかし。。。既に21時頃には原子炉水位は残り僅かであったと推定され、ICでの冷却はできておらず、炉心損傷が進行していた。

■ 既に21:19時点での原子炉水位計は、原子炉の外側に設置されていた基準水面が炉心損傷による環境温度上昇により蒸発し、正確な差圧が計測ができず、差圧がないことで、見かけ上の高い水位を示していたと考えられ、当時関係者はドライウェル圧力計が復旧する時間 (3/11 23:50) まで、炉心は健全と思っていた。

# 原子炉水位計について

原子炉内の水位は、原子炉内の水頭と隣接する基準面器の圧力差によって計測する。

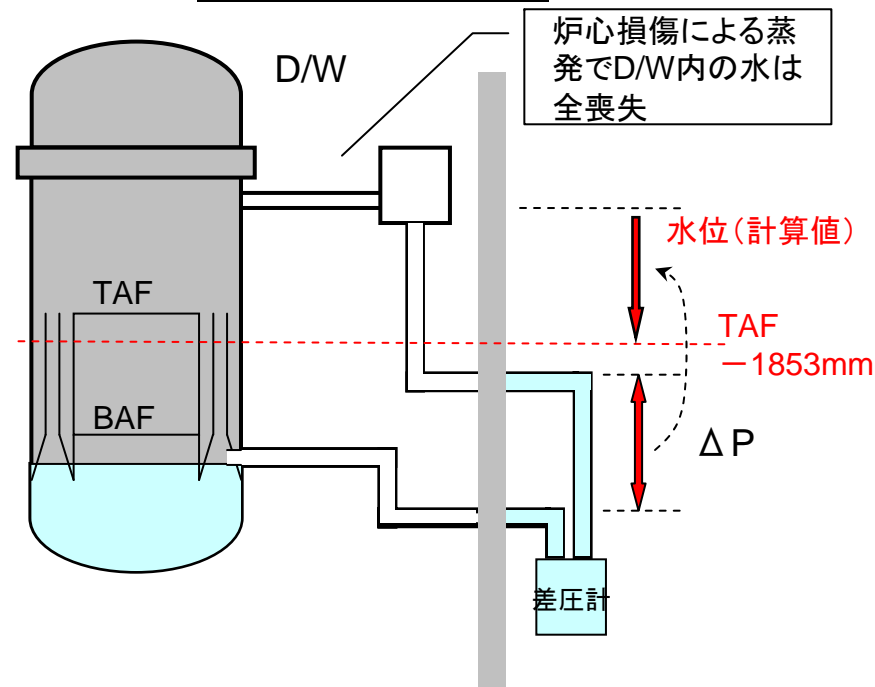
通常時の状態



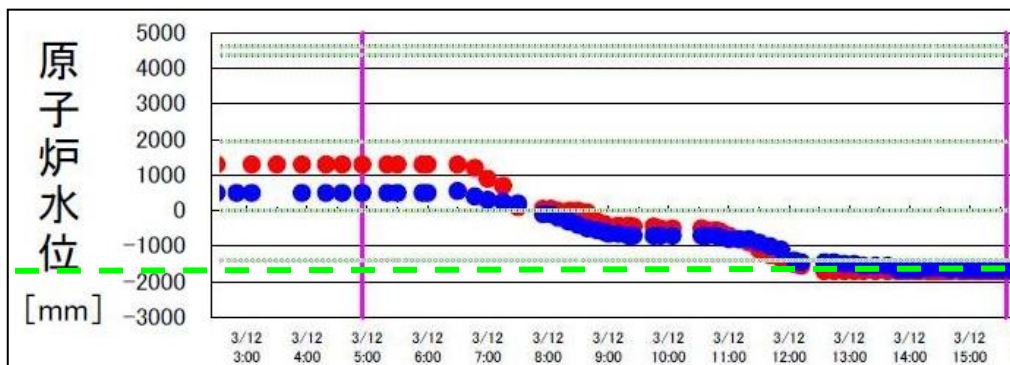
圧力差 $\Delta P$ から水位を計測する。  
圧力差が小さい程、高い水位を示す。

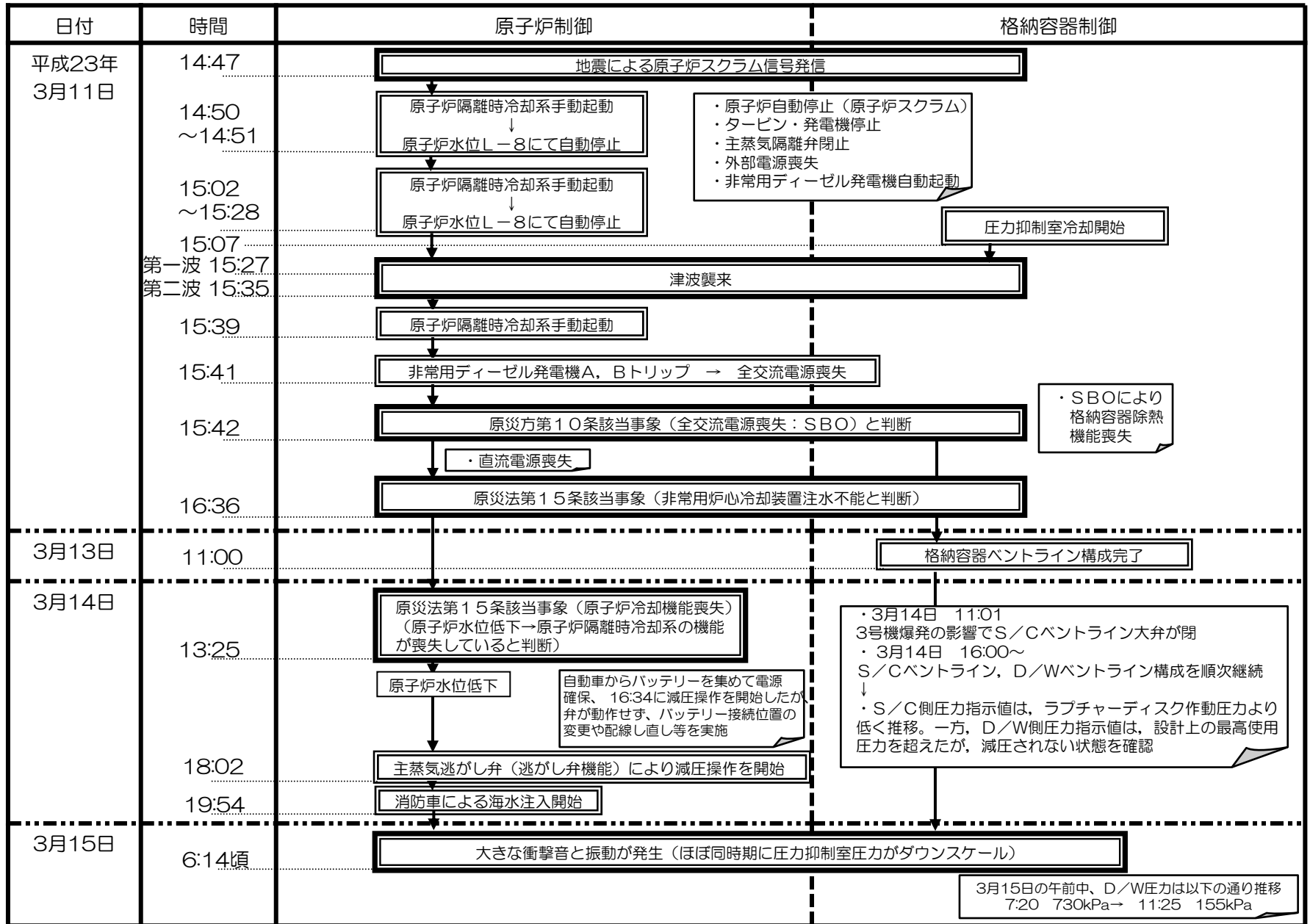
**事故時**  
炉心損傷による蒸発で基準面水位が低下  
↓  
圧力差 ( $\Delta P$ ) が小さくなり水位を過大評価  
↓  
実際の水位より高い指示を示す

1号機で水位計の指示値が一定を示した以降の状態 (推定)



- ・ PCV内の計装配管の水を喪失した場合、水位は計算上、約TAF-1853mmとなる。
- ・ これは3/12以降、1号機にて水位計の指示している一定の値とほぼ一致。

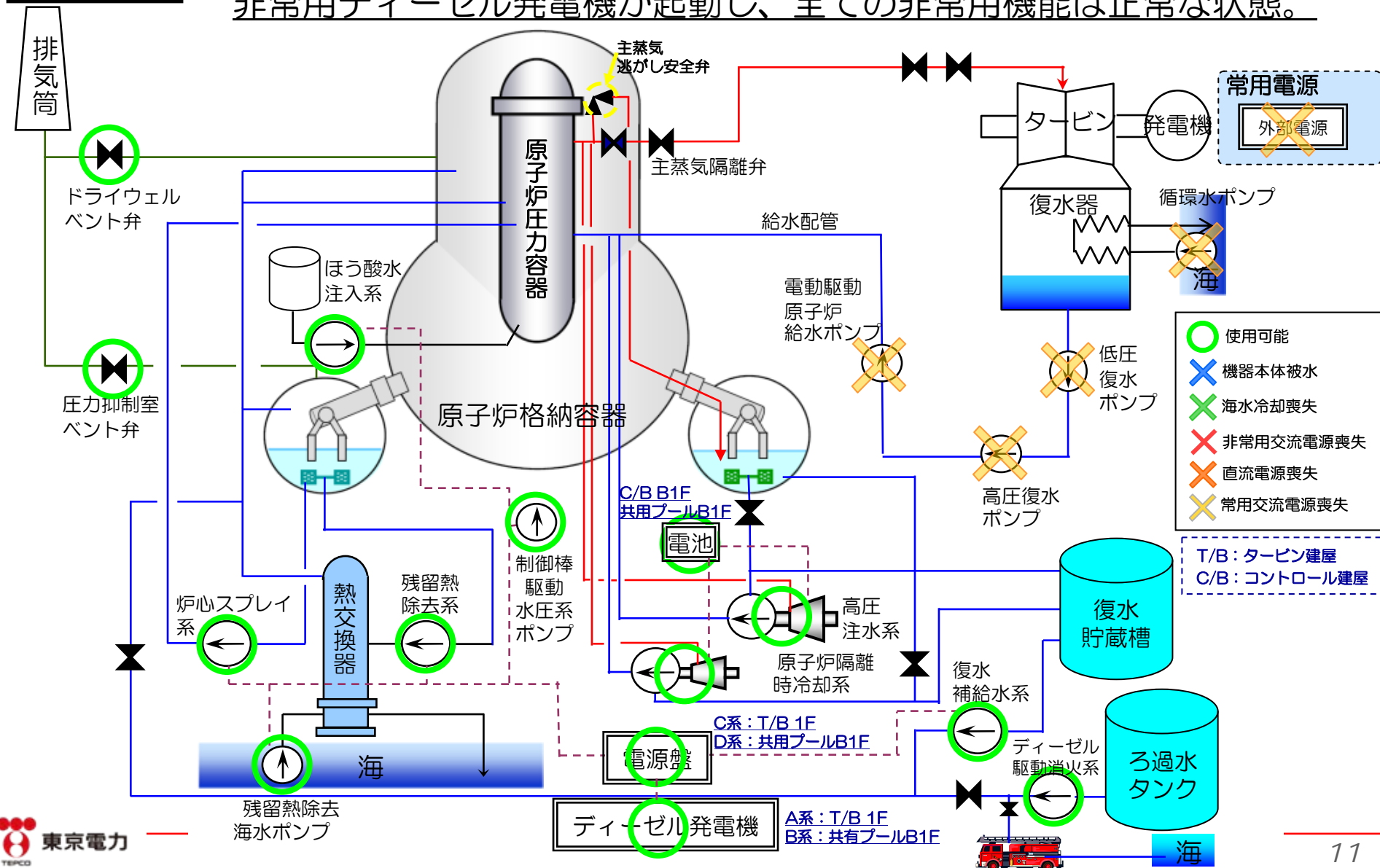




# 地震発生直後のプラント状況（2号機）

**地震によって外部電源が途絶え、常用系の給復水ポンプ類は停止。**  
**非常用ディーゼル発電機が起動し、全ての非常用機能は正常な状態。**

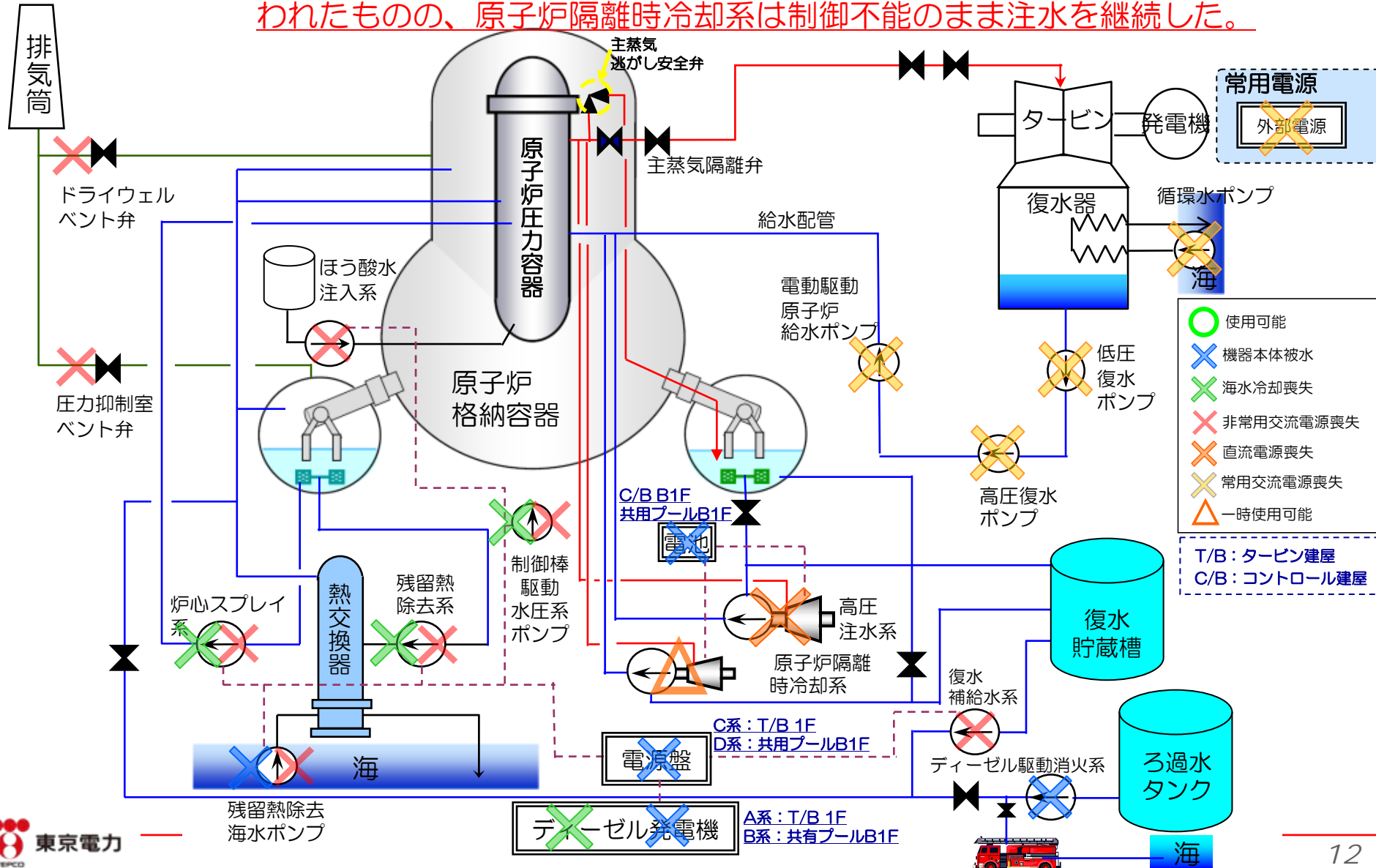
地震直後



# 津波襲来後のプラント状況（2号機）

海水ポンプが停止し、非常用ディーゼル発電機が停止。津波が建屋内に侵入し、電池や電源盤も機能を喪失。全ての計器類の表示、操作機能、照明が失われたものの、原子炉隔離時冷却系は制御不能のまま注水を継続した。

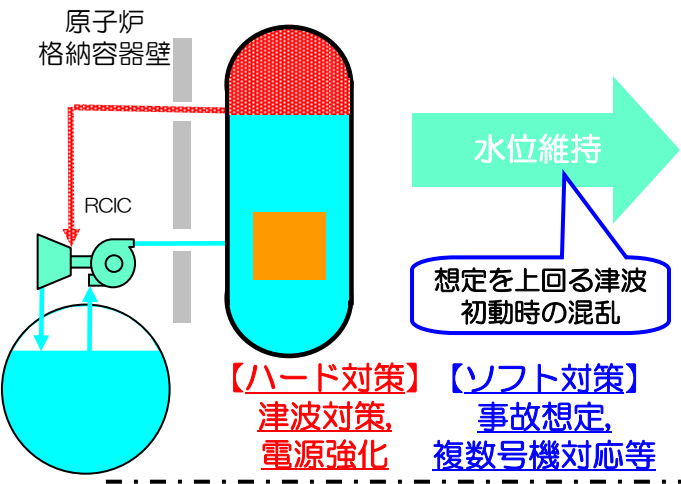
津波浸水後





# 2号機の事故の経過と必要な対策

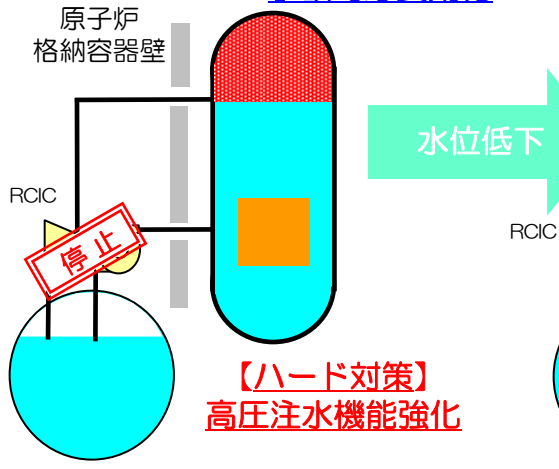
【3/11 15:35 津波襲来】  
津波により制御電源（直流）を失い、  
制御不能となるも、原子炉隔離時冷却系  
（RCIC）は注水を継続し、水位を維持。



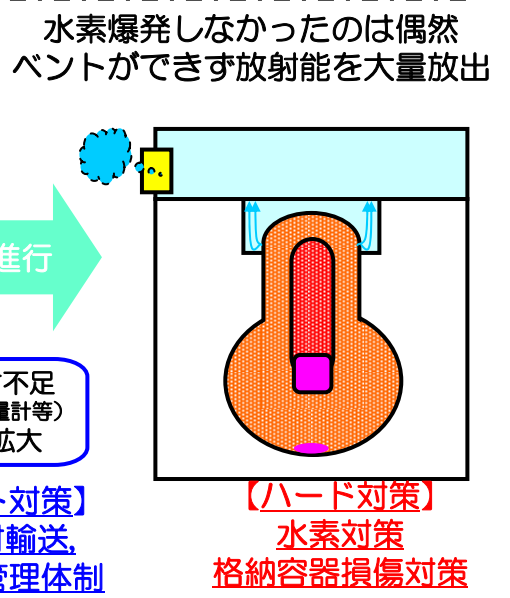
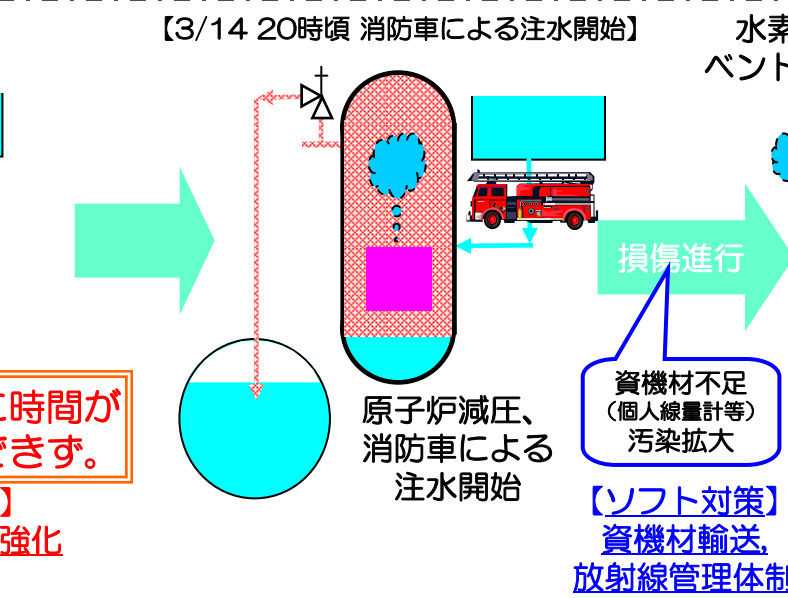
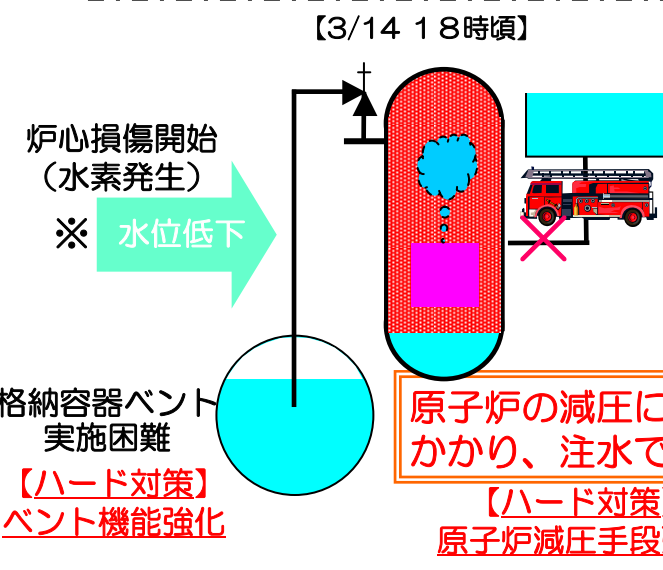
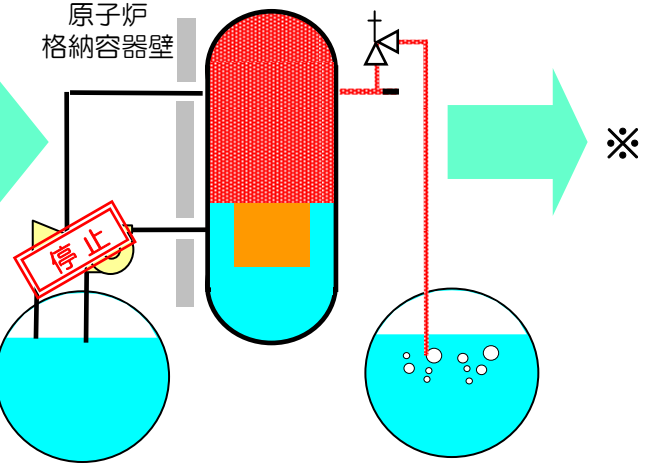
【3/14 12時頃 RCIC機能喪失】  
RCIC停止

事故後3日経過

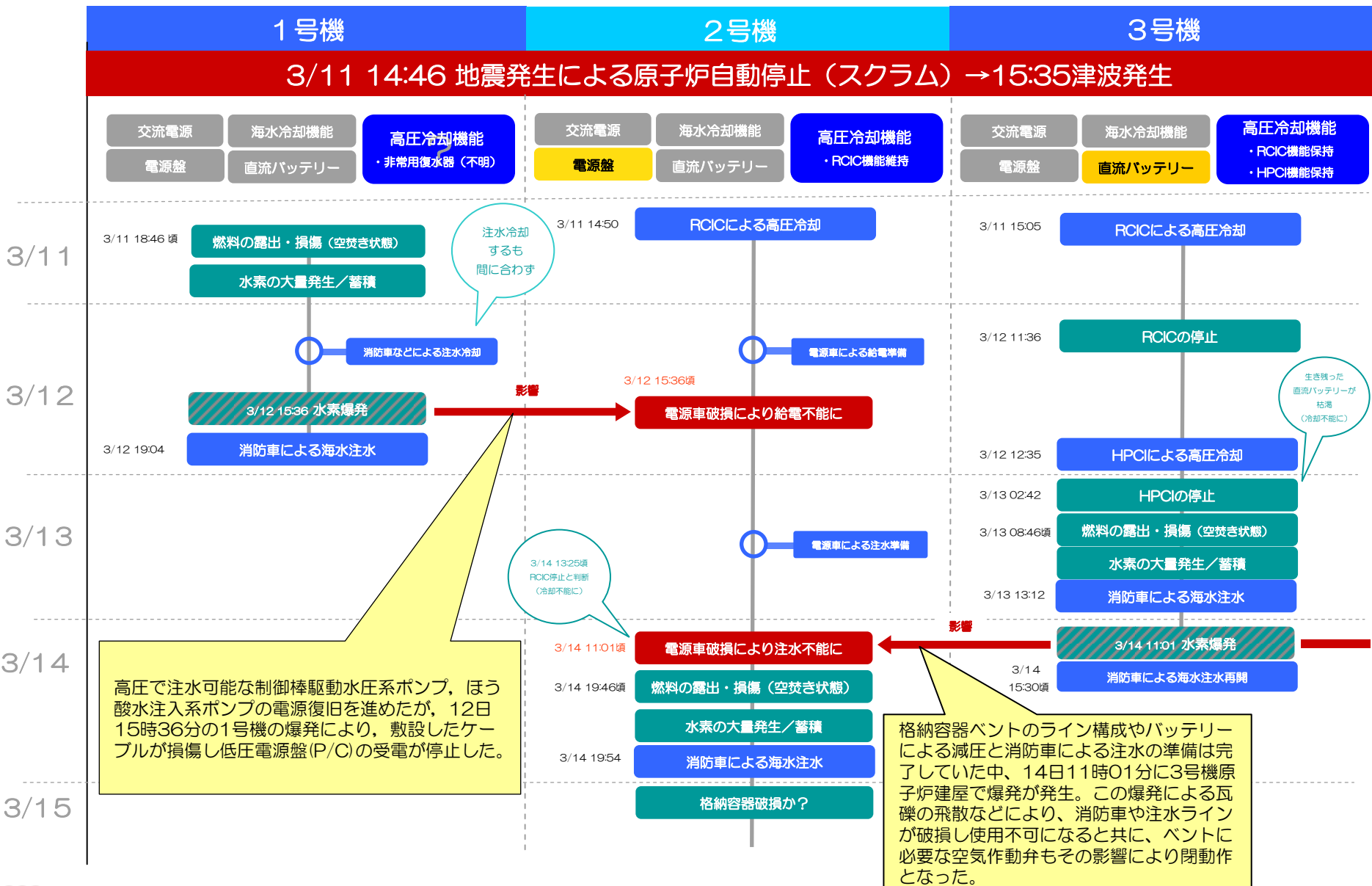
【ソフト対策】  
事故対応長期化



【3/14 16時頃】  
原子炉が高圧の状態  
注水できる設備がない。  
約4時間で水位が炉心まで低下



# 2号機での他号機爆発による対応遅れについて



# 福島第一3号機時系列

日付	時間	原子炉制御	格納容器制御
平成23年 3月11日	15:47	地震による原子炉スクラム信号発信	
	15:05	原子炉隔離時冷却系手動起動	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉自動停止（自動スクラム）</li> <li>タービン発電機停止</li> <li>主蒸気隔離弁閉止</li> <li>外部電源喪失</li> <li>非常用ディーゼル発電機自動起動</li> </ul>
	15:25	原子炉隔離時冷却 原子炉水位L-8にて自動停止	
	第一波 15:27 第二波 15:35	津波襲来	
	15:38	非常用ディーゼル発電機A, Bトリップ → 全交流電源喪失	
	15:42	原災法10条該当事象（全交流電源喪失：SBO）と判断	
	16:03	原子炉隔離時冷却系手動起動	・SBOにより格納容器除熱機能失敗
3月12日	11:36	原子炉隔離時冷却系自動停止	D/D FPによる
	12:35	高圧注水系自動起動（原子炉水位低L-2）	12:06 S/Cスプレイ開始
	2:42	高圧注水系手動停止	D/D FPのラインを炉注水へ切替
3月13日	2:42	高圧注水系手動停止	・消火ポンプ，消防車による消火系を用いた 代替注水の準備
	5:10	原災法第15条該当事象（原子炉冷却機能喪失）と判断	5:08 S/Cスプレイ開始
	9:08頃	主蒸気逃し弁（逃がし弁機能）により原子炉圧力容器減圧開始	7:39 D/Wスプレイ開始
	9:25	消防車による淡水注水開始	8:41 格納容器ベントライン構成完了
	13:12	消防車による海水注水開始	9:20頃～ 格納容器圧力の低下確認
	11:01	水素爆発	
	15:30頃	新しい海水注水ラインを構成し消防車による注水再開	爆発により消防車やホースが損傷

・直流電源の延命策として、不必要な負荷の切り離し実施

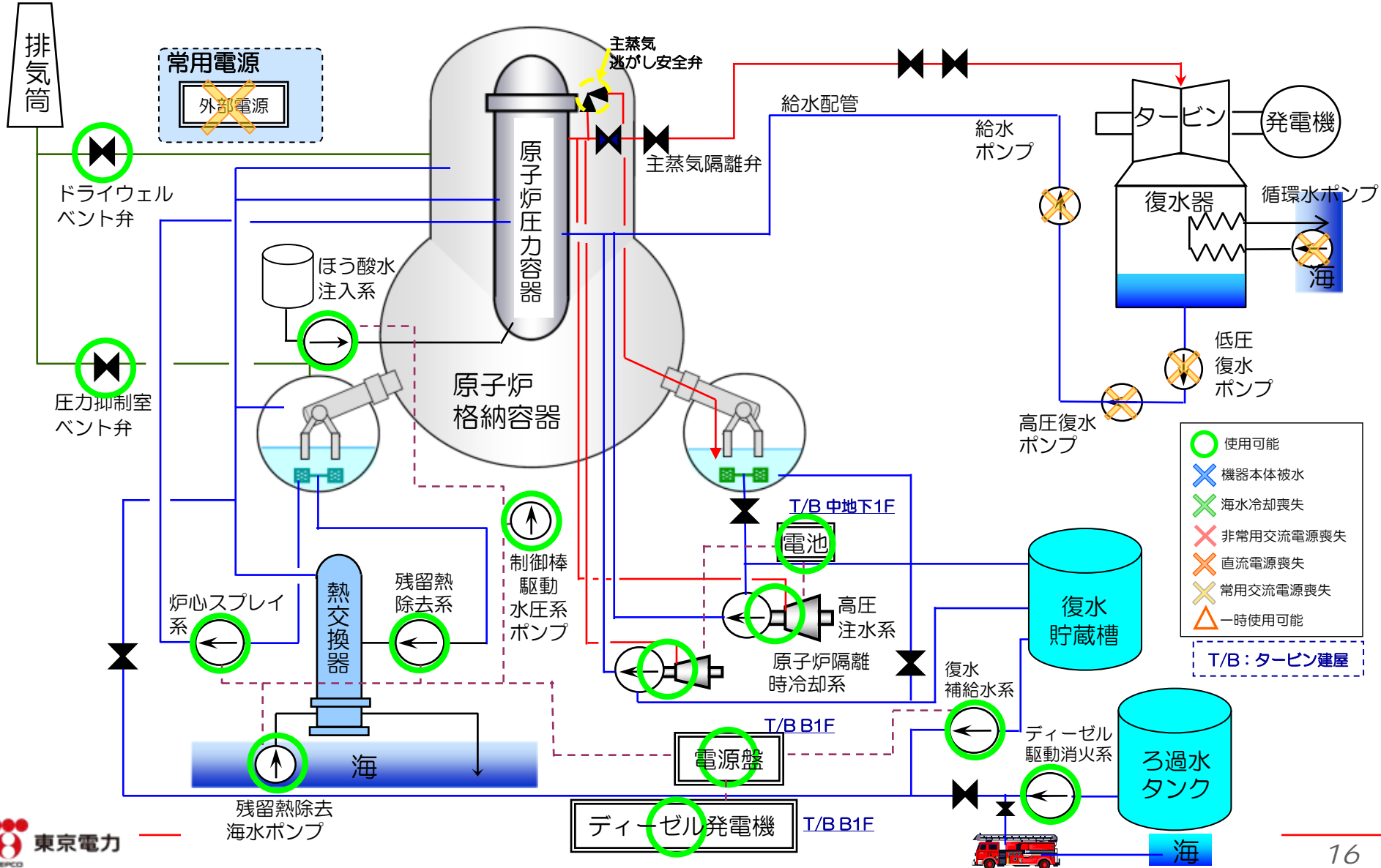
原子炉水位低下

自動車からバッテリーを集めて電源確保

# 地震発生直後のプラント状況（3号機）

地震直後

**地震によって外部電源が途絶え、常用系の給復水ポンプ類は停止。**  
**非常用ディーゼル発電機が起動し、全ての非常用機能は正常な状態。**

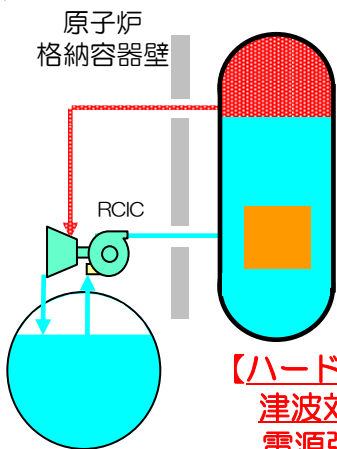






# 3号機の事故の経過と必要な対策

【3/11 15:35 津波襲来】  
原子炉隔離時冷却系（RCIC）、  
高圧注水系（HPCI）により水位維持  
（全交流電源を失ったが直流電源は残った）



【ハード対策】  
津波対策、  
電源強化

【ソフト対策】  
事故想定、  
複数号機対応

水位維持

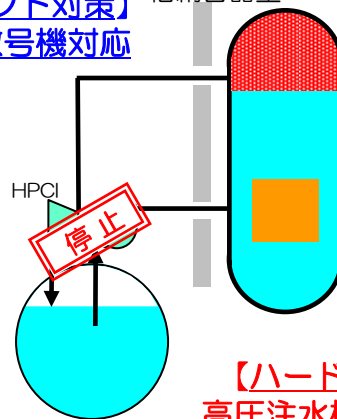
想定を上回る津波  
初動時の混乱

【3/13 2:42 注水機能停止】  
HPCI手動停止

事故後1日半経過  
【ソフト対策】  
複数号機対応

原子炉  
格納容器壁

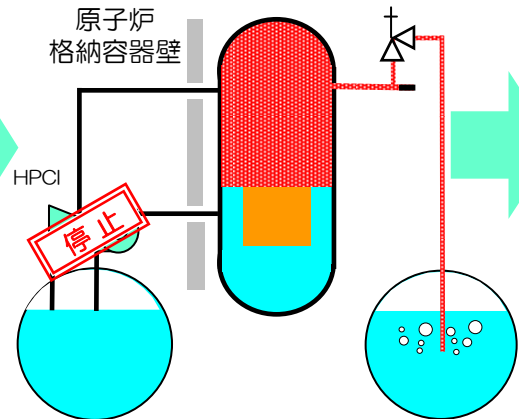
停止に関する  
情報共有の遅れ  
【ソフト対策】  
情報共有



【ハード対策】  
高圧注水機能強化

水位低下

【3/13 3時頃～】  
原子炉が高圧の状態  
注水できる設備がない。  
HPCI停止後まもなく  
水位が炉心まで低下



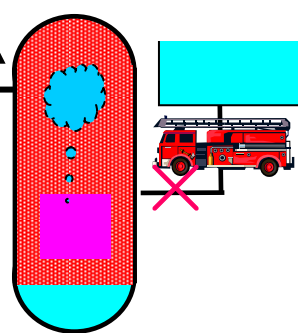
【3/13 4時頃～9時頃 ベント実施】

炉心損傷開始  
（水素発生）

※ 水位低下

原子炉の減圧に  
時間がかかり、  
注水できず。

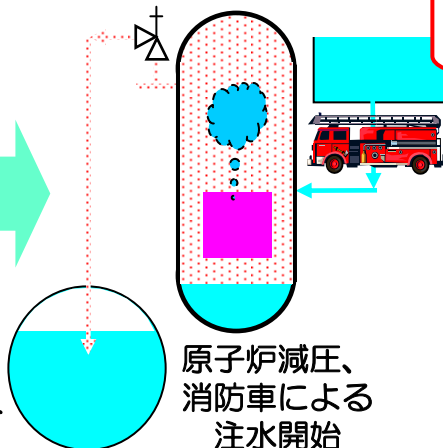
【ハード対策】  
原子炉減圧手段強化



資機材不足  
（蓄電池等）  
【ソフト対策】  
資機材輸送

格納容器ベント  
実施困難  
【ハード対策】  
ベント機能強化

【3/13 9時頃 注水開始】

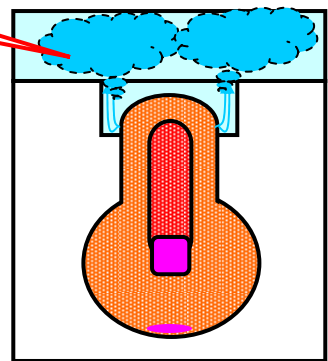


格納容器が損傷し、  
水素が原子炉建屋  
に漏洩

損傷進行

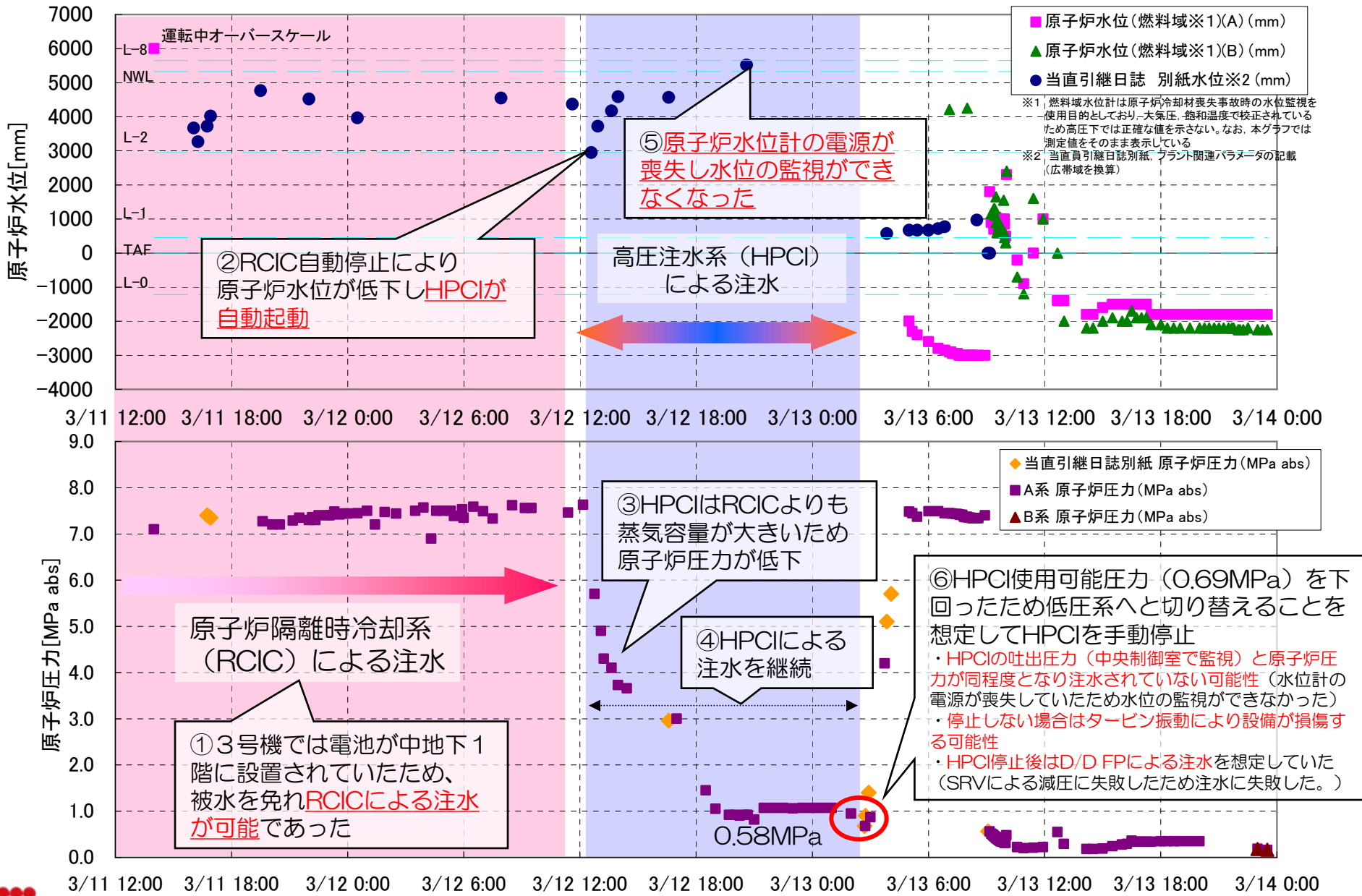
資機材不足  
（個人線量計等）  
汚染拡大  
【ソフト対策】  
資機材輸送、  
放射線管理体制

【3/14 11:01】  
原子炉建屋水素爆発



【ハード対策】  
水素対策  
格納容器損傷対策

# 3号機 高圧注水系の起動・停止の判断経緯



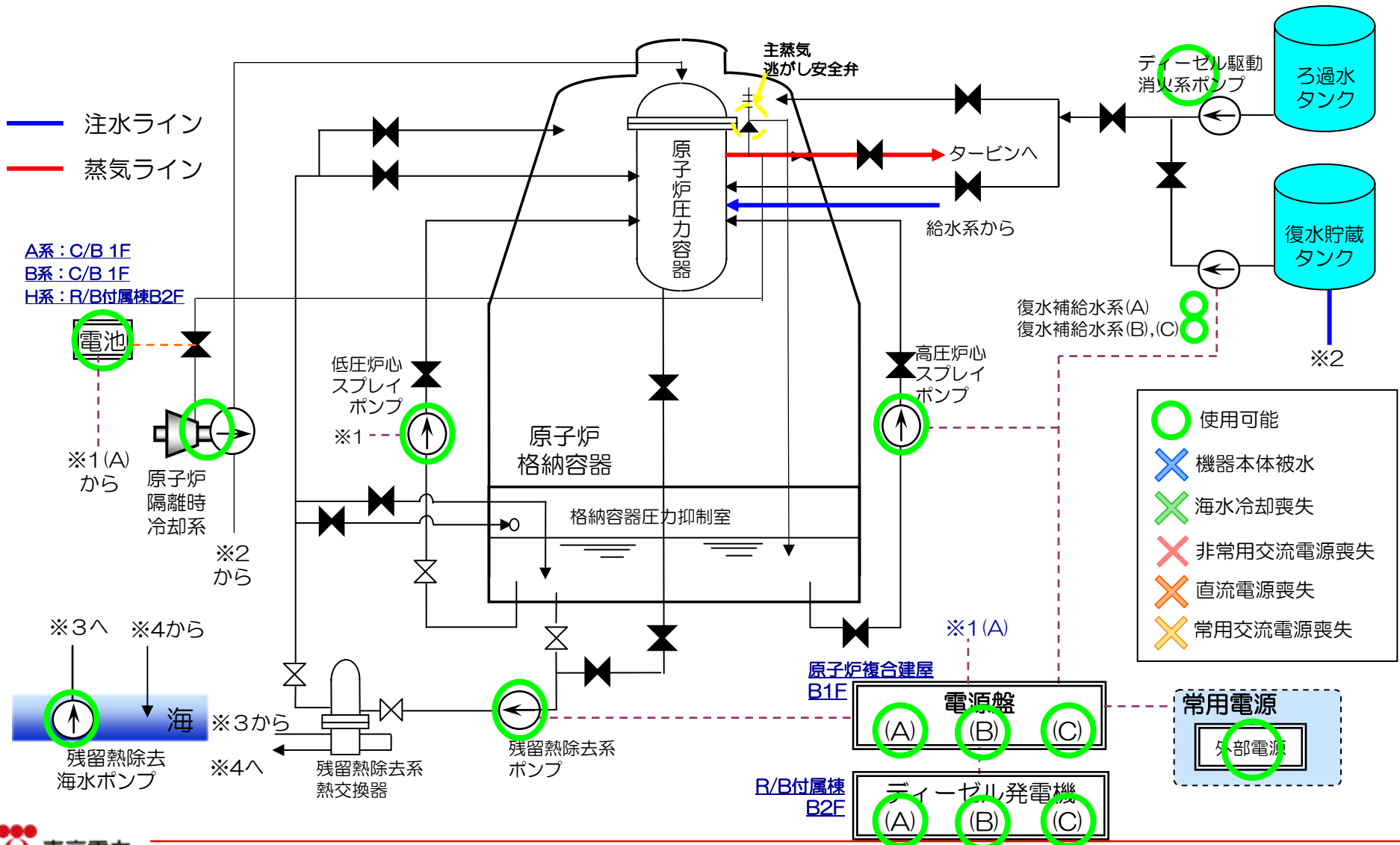
# 福島第二1号機時系列

日付	時間	原子炉制御	格納容器制御
平成23年 3月11日	14:48	地震による原子炉スクラム信号発信 富岡線1回線停止（受電は継続）	・原子炉自動停止（自動スクラム） ・タービン・発電機停止
	15:22	第一波津波襲来（17:14まで断続的に襲来）	
	15:34	非常用ディーゼル発電機A,B,H自動起動 直後に津波の影響により停止	
	15:36	・主蒸気隔離弁手動全閉 ・原子炉隔離時冷却系手動起動	
	15:55	原子炉減圧開始（主蒸気逃がし安全弁自動開）	
	17:53		格納容器冷却系手動起動
	15:35	原災法第10条該当事象（原子炉除熱機能喪失）と判断	
3月12日	0:00	復水補給水系による代替注水開始	・非常用機器冷却系ポンプ起動確認できず
	3:50~4:56	原子炉急速減圧実施	
	4:58	原子炉隔離時冷却系手動隔離（原子炉圧力低下による）	
	5:22	原災法第15条該当事象（圧力抑制機能喪失）と判断	・圧力抑制室温度 > 100°C
	6:20		復水補給水系による圧力抑制室冷却開始
	7:10		復水補給水系による格納容器スプレイ実施
	7:37		復水補給水系による圧力抑制室スプレイ実施
	10:21~18:30		格納容器耐圧ベントライン構成
	1:24	原災法第10条該当事象の解除（原子炉除熱機能の回復）と判断	残留熱除去系（B）手動起動による圧力抑制室冷却モード開始
	1:44	非常用補機冷却系（B）手動起動	
	10:05	残留熱除去系（B）低圧注水モードによる原子炉注水実施	3:39頃 残留熱除去系（B）圧力抑制室スプレイモード開始
10:15	原災法第15条該当事象の解除（圧力抑制機能の回復）と判断	・圧力抑制室温度 < 100°C	
17:00	原子炉冷温停止（原子炉水温 < 100°C）		

# 地震発生直後のプラント状況（福島第二1号機）

**地震直後**

地震によって原子炉は停止。常用系の給復水系を用いて冷却。  
全ての非常用機能は正常な状態。







福島第二はどのように冷温停止に至ったか(福島第二1号機を例示)

対応の流れ

止める

冷やす

閉じこめる

対応方法

原子炉緊急停止  
(~数秒)  
・制御棒緊急挿入

原子炉減圧 (高圧注水設備停止前に実施)

・停止直後の減圧 (~約1時間後)  
(高圧注水設備を使用できない場合)

・高圧注水継続後の減圧  
(~高圧注水設備停止前(半日程度))  
(低圧注水設備に切り替える場合)

原子炉注水冷却

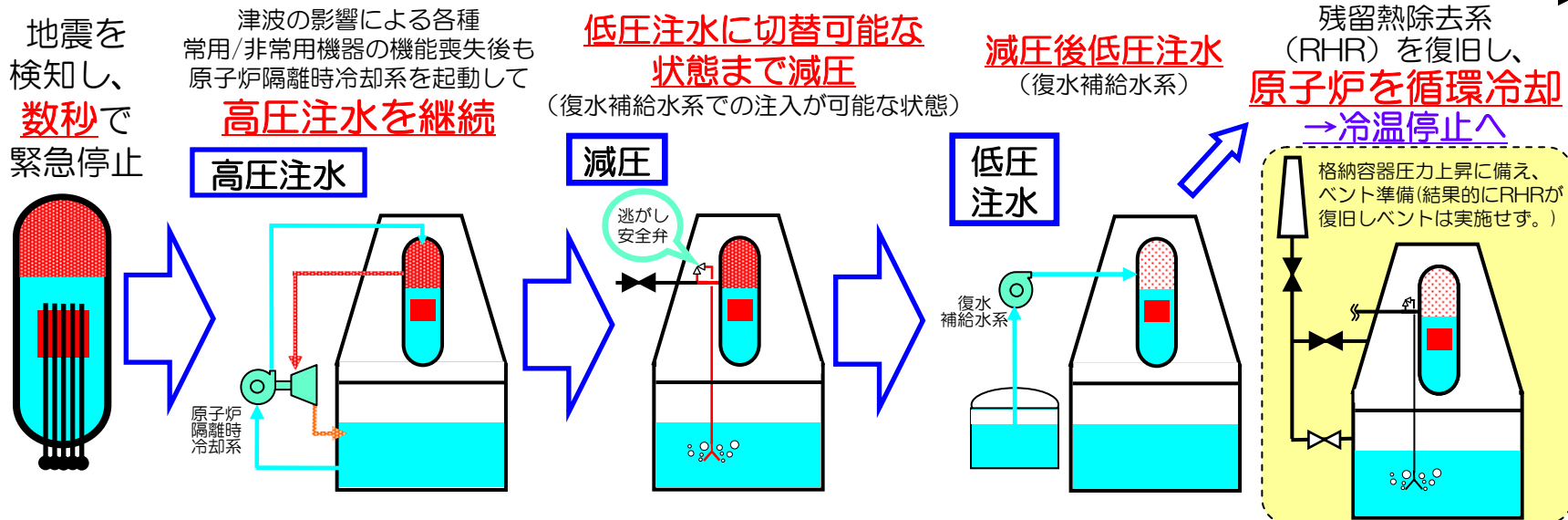
・原子炉圧力に応じた設備(高圧注水設備, 低圧注水設備)を選択して実施

原子炉循環冷却  
(~約3日後)

(福島第二の復旧実績)  
・原子炉水を循環させ、熱交換器を通して熱を除去

3/11 14:46 地震発生  
3/11 15:22 津波第一波襲来  
3/11 15:34 非常用ディーゼル発電機停止  
3/12 4:58 原子炉隔離時冷却系(高圧注水)停止  
3/14 1:24 原子炉除熱開始

福島第二1号機の対応の概要



# 炉心損傷・水素爆発までの主な状況（1号機）

## 1号機

○想定を超える津波の襲来を受け、建屋内外が浸水した。

○全ての電源を喪失し、非常用復水器の弁を開けなくなる等、全ての注水・除熱機能を喪失した。

○注水・除熱機能喪失により、水位が低下し、津波から約4時間で炉心損傷に至った。

○炉心損傷に伴い水素が発生、圧力容器、格納容器から原子炉建屋に漏れ出し、水素爆発に至った。

○電源喪失により照明や通信手段が限られたほか、監視・計測手段も喪失しプラント状況が把握できなくなったこと等による初動対応の混乱、情報共有の不備が生じた。

○大きな余震及び余震に伴う津波の恐れ、瓦礫等の散乱により現場のアクセス性・作業性が低下した。

○放射線量の上昇や放射線管理等、対応のための資機材不足等、著しく作業環境が悪化した。

○炉心への対応と並行して燃料プールへの注水・除熱対応が発生した。

## 炉心損傷・水素爆発までの主な状況（2号機）

## 2号機

- 想定を超える津波の襲来を受け、建屋内外が浸水した。
- 全ての電源を喪失し、原子炉隔離時冷却系（RCIC）を除く注水・除熱機能を喪失。動作を継続したRCICも制御不能となった。
- RCIC停止後の原子炉減圧の際、緊急で用意した蓄電池での減圧が上手くいかず、試行錯誤の結果、減圧に時間を要し、水位が低下、炉心損傷に至った。
- 電源喪失により照明や通信手段が限られたほか、監視・計測手段も喪失しプラント状況が把握できなくなったこと、全号機同時に危機的状況に陥ったこと等による初動対応の混乱が生じた。
- 大きな余震及び余震に伴う津波の恐れ、津波や1, 3号機の水素爆発に伴い散乱した瓦礫等による現場のアクセス性・作業性が低下した。
- 1, 3号機の水素爆発に伴う電源車、消防車の損傷、放射線量の上昇や放射線管理等、対応のための資機材不足、事故対応の長期化等、著しく作業環境が悪化した。
- 炉心への対応と並行して燃料プールへの注水・除熱対応が発生した。

## 炉心損傷・水素爆発までの主な状況（3号機）

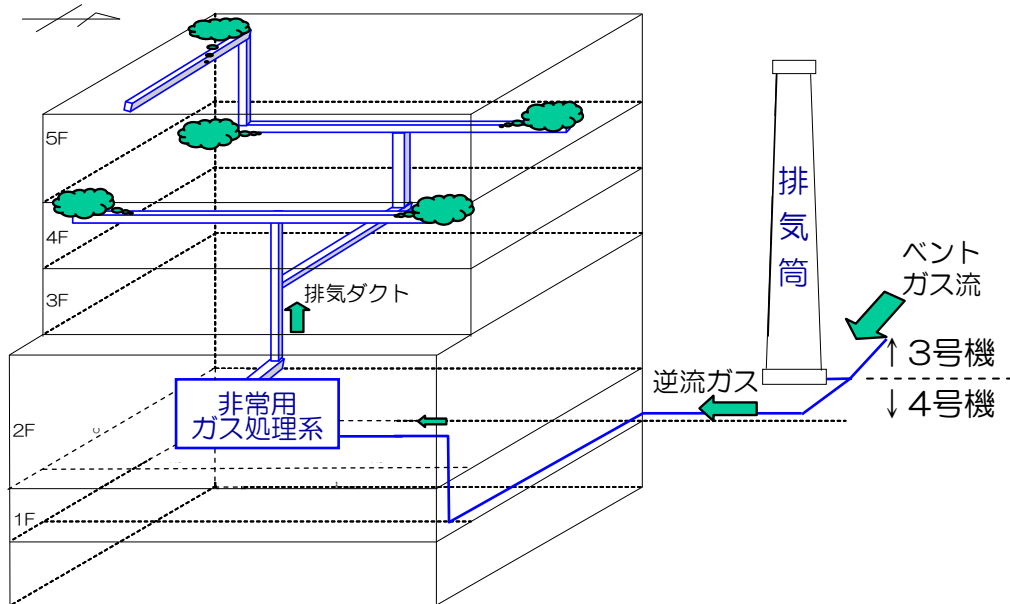
## 3号機

- 想定を超える津波の襲来を受け、建屋内外が浸水した。
- 全交流電源を喪失し、交流駆動の注水・除熱機能を喪失した。
- 直流制御の注水系停止後、原子炉の減圧に必要な蓄電池を所内から収集する等、減圧までに時間を要し、水位が低下、炉心損傷に至った。
- 炉心損傷に伴い水素が発生、压力容器、格納容器から原子炉建屋に漏れ出し、水素爆発に至った。
- 電源喪失により照明や通信手段が限られたほか、全号機同時に危機的状況に陥ったこと等による初動対応の混乱、情報共有の不備が生じた。
- 大きな余震及び余震に伴う津波の恐れ、瓦礫等の散乱により、現場のアクセス性・作業性が低下した。
- 放射線量の上昇や放射線管理等対応のための資機材不足、事故対応の長期化等、著しく作業環境が悪化した。
- 炉心への対応と並行して燃料プールへの注水・除熱対応が発生した。

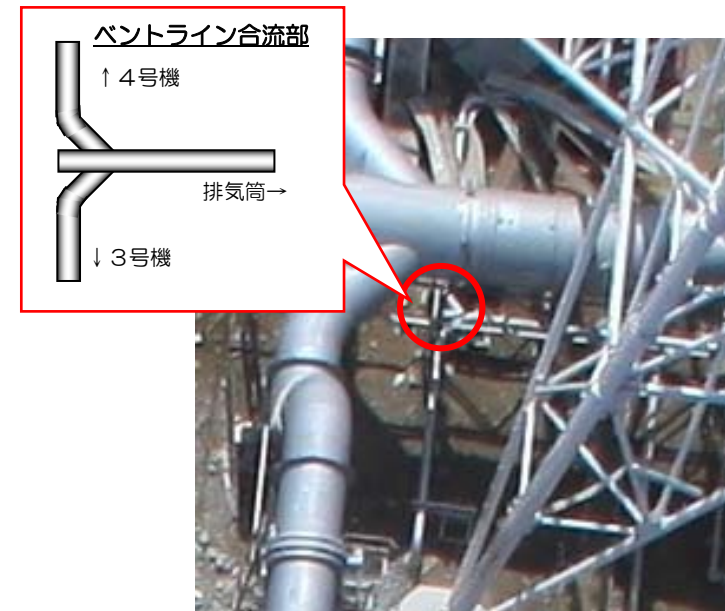
# 4号機の建屋水素爆発について

○福島第一4号機においても、原子炉建屋の爆発が発生しました。これについては以下の理由から、**3号機の水素を含むベントガスが4号機に流入したため**と推定しています。

- ・4号機原子炉の燃料は定期検査中のため全て燃料プールに取り出されていた。
- ・燃料プール内の燃料は水中で露出せず、かつ、水の分析結果から燃料破損の兆候無し。
- ・3号機と4号機のベントラインは、排気筒手前で合流。
- ・4号機の非常用ガス処理系のフィルタは下流（3号機）側の方が放射性物質の汚染高。上流（4号機）側へ向けて汚染低。（本来とは逆）



3号機から4号機への格納容器ベントガスの流入経路



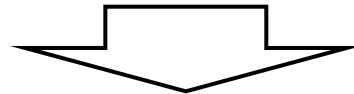
柏崎刈羽原子力発電所では、全ての号機が独立の排気ラインとなっており、福島第一4号機のような**他号機からの逆流事象は起きない仕組みになっています。**



## 事故対応時の問題点（教訓）と対策の方針【ハード面】

## 《事故対応時の問題点（教訓）》

- 想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。
- 全ての電源を喪失した場合の、その後の手段（高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、燃料プールへの注水、水源確保等）が十分に準備されておらず、その場で考えながら対応せざるを得なかった。
- 炉心損傷後の影響緩和の手段（格納容器損傷防止、水素制御、溶融炉心落下対策、環境への放射性物質の大量放出防止等）が整備されていなかった。
- 照明や通信手段が限られたほか、監視・計測手段を喪失しプラント状況が把握できなくなった。
- 大きな余震及び余震に伴う津波の恐れ、瓦礫等の散乱による現場のアクセス性・作業性低下等、著しい作業環境の悪化が事故の対応を困難にしていた。



## 《対策の方針》

- 津波(かさ上げ, 防水等)対策により、既存の安全上重要な設備及び事故時対応で使用を想定している設備の津波に対する防護を向上させる。
- 深層防護の各層及び機能別に対策を講じ、各層・各機能の対応能力の厚みを向上させる。
  - ・全電源喪失, ヒートシンク喪失の長時間継続への対応手段を確保する。
  - ・応用性, 機動性を高めた柔軟な機能確保対策を講じる。

# 対策を講じる上での方針(各層・各機能の対応能力の厚みの向上)

◎ 福島事故では設計基準を超えた津波(外的事象)という共通要因により多重故障が発生、深層防護の各層(「止める」機能以外)が機能せず。このため、以下の考え方により深層防護の全ての層の対策を充実させる。

○ **設計ベース**：高圧注水及び減圧機能強化の観点から、従来の設計基準にSBOを加えた領域として設定

- ・《高圧注水》動的機器の単一故障 → RCICのバックアップが必要
- ・《減 圧》使命時間の長さ → 必要とされる期間中においてSRVが継続して機能維持する必要

○ **設計拡張状態**(Design Extension Condition ; **DEC**)：設計ベースを超える領域の分類として設定。

【DEC対応(設計ベースを超えた状態への対応)設備に課す設計要件】

- ・多重(共通要因)故障が発生しても、各層の重要な機能を一定程度維持すること
- ・輻輳した状況に対応するため、多様性を充実させ、対応手段の選択肢を多くもつこと

→共通要因故障を排除する観点から、多重性よりも多様性(駆動方式、電源設備の冷却方式等)、位置的分散(既設D/Gに対して電源車等を高台に配備する等)を重視して各機能の冗長性を確保する。

## 《外的事象を中心とした深層防護各層の設計要件と主な対策》

新たにDECとして追加した領域  
 欧州では従来からDECとしていた領域

層	目的	設計ベース	機能強化の方向	DEC (後述のフェーズDアプローチに基づき恒設と可搬設備をそれぞれ用いる)
第1層	異常発生防止	津波の例：設計津波に対しSBOの発生を防止し、後段各層の安全機能の喪失を防ぐ (対策例：防潮堤, 建屋貫通部止水)	➔	津波の例：津波用設備の異常を考慮し、ある程度の建屋内浸水があっても、重要区画内の設備の機能喪失を防ぐ、重要区画からの排水を行う (対策例：重要区画の浸水対策設備, 排水設備)
第2層	事故への拡大防止(止める)	従来から変更なし(反応度値が最大の制御棒1本が挿入できない場合の未臨界確保。常用系での原子炉冷却)		従来から変更なし(制御棒以外の設備による未臨界確保。制御棒による停止機能の信頼性を向上)
第3層	炉心損傷防止(冷やす)	冷却：SBO+動的機器の単一故障 (対策例：ECCS, RCIC, HPAC) 減圧：SBO+動的機器の単一故障 (対策例：SRVの専用DC, N <sub>2</sub> 予備ポンペ配備)		冷却：長期SBOに対し、多様又は多重の設備で対応 (対策例：RCICのDC強化, 電源車等による既存設備の活用, 代替海水熱交換器車, W/Wベント, 炉心損傷前のフィルタベント) 減圧：長期SBOに対し、多様又は多重の設備で対応 (対策例：DECにも対応したSRVの専用DC, N <sub>2</sub> 予備ポンペ配備)
第4層	炉心損傷後の影響緩和, 放出抑制(閉じ込める)	格納容器と格納容器を防護する設備の機能とを併せて長期にわたる土地汚染及び制御できない放射性物質放出を防ぐ (対策例：代替スプレイ, ペDESTAL注水, 格納容器フランジ水張り, フィルタベント(炉心損傷後、W/W経由ならびにD/W経由), 原子炉建屋内の触媒式水素結合装置)		

注：ここでは設備設計のあり方を論ずるため、防災を目的とした第5層は記載省略

# 対策を講じる上での方針(フェーズドアプローチ)

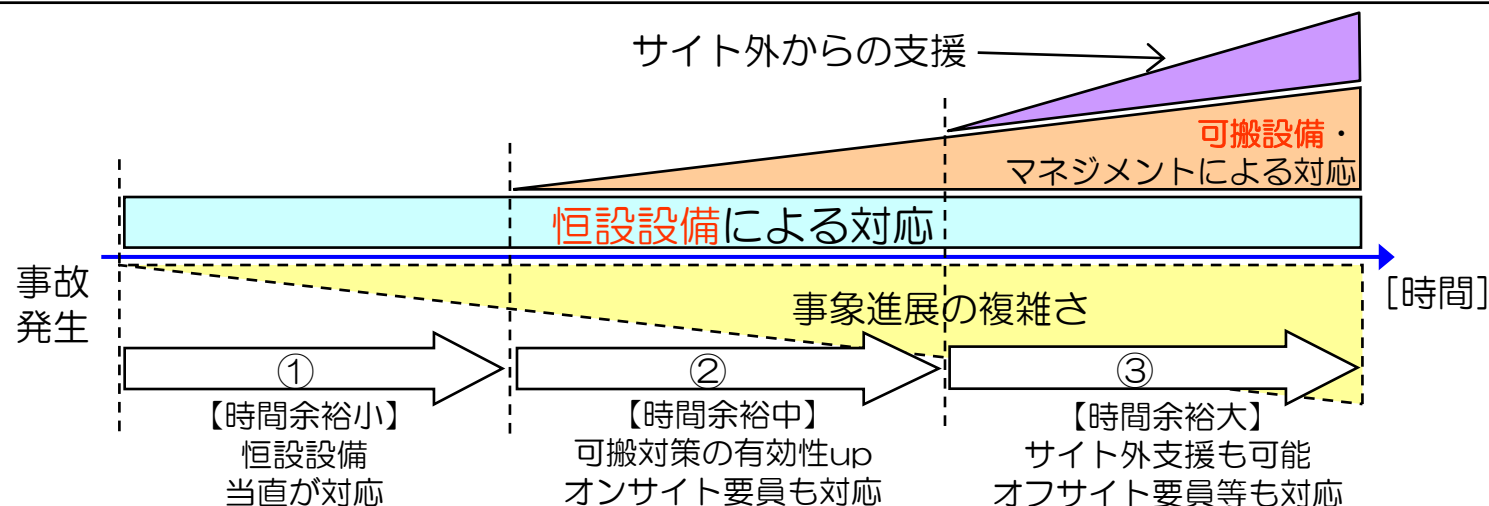
○対策は時間余裕に応じて適切に選定しなければ、安全上有効に機能せず。

○対策に課す設計要件も**時間余裕**や**代替可能性の観点から適切に設定**することが必要。

- **事故初期**：人的リソースが限定・現場アクセス困難の可能性  
(福島第一では、地震(余震含む)や津波により現場アクセスが困難な状況だった。  
サイト外からの支援では、最も早く到着した電源車で当日の22時頃だった。(津波後6時間程度後))  
→ **恒設設備**だけでも初期対応ができるように設計することが適切
- **事故後期**：状況が輻輳・特定の条件で設計した恒設設備では対応できなくなるおそれ  
(福島第一では、当初RCIC等が動作していた2, 3号機も、RCIC等の停止に伴い消防車で注水が必要となった。  
4号機ではコンクリートポンプ車でSFP注水が必要となった。)  
→ **可搬設備**も選択肢に加え、対応の多様性や代替可能性を高めることが重要

○時間余裕に応じた段階毎に対策を設定する(フェーズドアプローチ)

→ 深層防護に基づき対策を充実する際の考え方としてフェーズドアプローチを適用



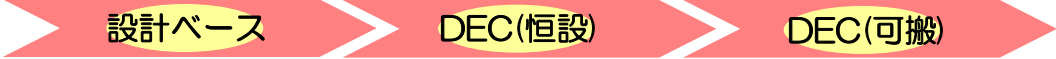
《フェーズドアプローチによる対応のイメージ》

# 深層防護の各層・各機能と対策の方針（ハード面）

## 津波とその後の事象進展から学んだ課題と対策の方針

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
DEC：設計ベースを超える領域  
フェーズアプローチ：事象の進展に応じ、対応に利用できる時間が異なることを考慮して対策を講じる考え方

### 対策の厚み向上の流れ



深層防護の流

- 第1層：トラブル発生防止 ① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）
- 第2層：事故への進展防止 ・止める機能（制御棒緊急挿入等）の確保（福島第一、福島第二共に問題なく動作）
  - ② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化
  - ③ 高圧注水手段を喪失する前に確実に実施可能な減圧手段の強化
  - ④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化
  - ⑤ 除熱手段の確保
    - ・海水による除熱手段の強化
    - ・確実な格納容器ベント手段(大気放出による除熱)の強化
- 第3層：事故時の炉心損傷防止
  - ⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化
- 第4層：事故後の影響緩和
  - ⑦ 様々な電源供給手段の強化
  - ⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化
- 各層共通
  - ⑨ 燃料プールへの注水・除熱手段の強化
  - ⑦ 様々な電源供給手段の強化
  - ⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化
- 燃料プール冷却
  - ⑩ 大規模地震時にも活用を期待する常用系への耐震性向上策の実施
- 更なる耐震強化
  - ⑪ その他事故時対応のサポートに重要な対策の実施
    - ・プラントの操作および状態監視に必要な計測手段の強化
    - ・中央制御室や免震重要棟の事故時対応能力（作業環境）向上
    - ・事故時にも使用可能な通信手段の強化、・現場アクセスルートの確保
- サポート機能強化

深層防護の各層・各機能を①～⑧に、その他の項目を⑨～⑪に分類し、項目毎にも対応能力の厚みが増すよう、対策を講じる。対策は

- ・共通要因故障防止の観点から、対策では多様性を重視する。
- ・恒設と可搬を適切に組み合わせる。（フェーズアプローチ）

※ 深層防護：原子力施設の安全確保の考え方。  
(A)に失敗しても(B)で対応、(B)に失敗しても(C)で対応、…という様に(A)～(E)の各層で対策を講じるという考え方。

第5層として避難に係わる対策（迅速かつ確実な通報・情報発信）があるが、発電所設備に関わる対策ではないため、ここでは対象外とした。







## 事故対応で問題となった点（運用面 1 / 3）

○想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

- ・ 万一想定を超える津波に襲われた場合にならぬように、十分に検討し、必要な対策を講じるという姿勢が不足していた。
- ・ 全ての電源を喪失した場合や、その後の炉心損傷防止や炉心損傷後の影響緩和のための対応手順・手段が十分に準備されておらず、現場で考えながら対応せざるを得なかった。



## 事故対応で問題となった点（運用面 2 / 3）

○複合災害、複数プラントが同時に被災したこと等による**態勢の混乱**が生じた。

- ・複数号機で炉心損傷事故に発展し、多人数での対応が長期化した。長期対応のための態勢に移行できず、また、予断を許さない状況が続く中、全員で対処せざるを得なかった。
- ・対策本部長が外部との電話対応に追われたり、技術系社員が広報対応等で事故収束対応にあたれない状況が生じるなど、事故対応に専念できない状況が生じた。

○停電等に伴い通信機器等の連絡手段に制約がかかり、状況を共有することが困難になったこと等により、円滑に**プラント状態を把握・共有できなくなった**。

- ・1号機の非常用復水器の運転操作状況に関して、状態を表示するランプや計器等の電源を喪失し、状況を正確に認識できなかった。また、中央制御室と発電所対策本部等の間で正しい認識を共有できるような伝達がなされなかった。
- ・3号機で高圧注水系が停止した時、本部との情報共有に1時間程度を要した。
- ・関係機関との十分かつ速やかな情報共有ができなかった。



仮設バッテリーをつないで  
計器用電源として使用



ライトの明かりを頼りに指示値を確認

## 事故対応で問題となった点（運用面 3 / 3）

○事故収束対応のための資機材が不足していた。

- ・地震による道路被害、通信環境の悪化に加え、放射性物質による汚染、被ばくの問題等により資機材輸送が阻害された。
- ・個人線量計の輸送時、セットで扱われるべき物が分割されて梱包、輸送される等、欲しい物資を簡単に取り出し、使用することができなかった。
- ・避難指示区域の設定により、発電所に直接物資を輸送できなくなり、発電所への円滑な資機材の供給が困難になった。

○汚染の拡大や不十分な放射線管理体制が事故の対応を困難にしていた。

- ・今回の事故では、通常管理区域以上に汚染状態、汚染エリアが拡大し、放射線管理員が不足した。
- ・津波による個人線量計の喪失、電源喪失によるシステムの機能の喪失により線量集計に労力を要した。
- ・インフラが整備されていない中で出入管理の拠点選定、設備の確保等、出入管理にも労力を要した。

# 事故から学んだ課題と対応方針（運用面）

想定を超える津波

⑫事故想定のごさ

態勢の混乱

⑬複数プラント  
同時対応の  
失敗・準備不足

プラント状態を  
把握・共有できず

⑭不十分な情報共有

事故対応に必要な  
資機材の不足

⑮資機材輸送の  
段取り未整備

汚染拡大

⑯放射線管理体制の  
準備不足

⑰事故時の公表、  
情報発信の不十分

- ⑫ 想定を超える事故への備え
- ・ 想定を超える津波に襲われた場合の十分な検討と必要な対策の実施
  - ・ シビアアクシデント（過酷事故）に対する備え（手順、訓練）の強化

- ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への緊急時対応の備え
- ・ 自然災害との複合災害、複数プラント同時被災に対応できる態勢の整備

- ⑭ 情報伝達・情報共有の強化
- ・ プラント監視・通信手段の強化
  - ・ 現場～発電所対策本部～本店対策本部において、重要な情報が共有できる仕組みの構築
  - ・ 国、関係機関とのタイムリーな事故情報の共有、通報手段の多様化

- ⑮ 資機材調達・輸送体制の強化
- ・ 事故後速やかに必要となる資機材は予め発電所に配備
  - ・ 警戒区域設定時にも、必要な資機材を発電所に確実に送り届ける体制の整備

- ⑯ 事故時放射線管理体制の強化
- ・ モニタリングポストの信頼性向上、モニタリングカーの増強
  - ・ 緊急時対策所、中央制御室への放射線計測器、放射線防護設備の配備増強
  - ・ 放射線測定要員の育成
  - ・ 緊急時対策所の放射性物質汚染の防止、遮へい対策の強化

- ⑰ 事故時の公表、社会への情報発信
- ・ 報道対応体制の再構築、インターネットを活用した積極的な情報発信、過酷事故に活用する資料作成
  - ・ オフサイトセンター機能強化による広報の一元化







- ①国が構築するTV会議システム導入による情報共有
- ②関係機関への通報手段の多様化
- ③通報連絡協定の締結による通報連絡先の拡大

## TV会議システムの導入

関連拠点へのTV会議システムの導入

- ・国が構築する国、電力会社本店、発電所、関係機関を結ぶTV会議システムへの連携

## 通報手段の多様化

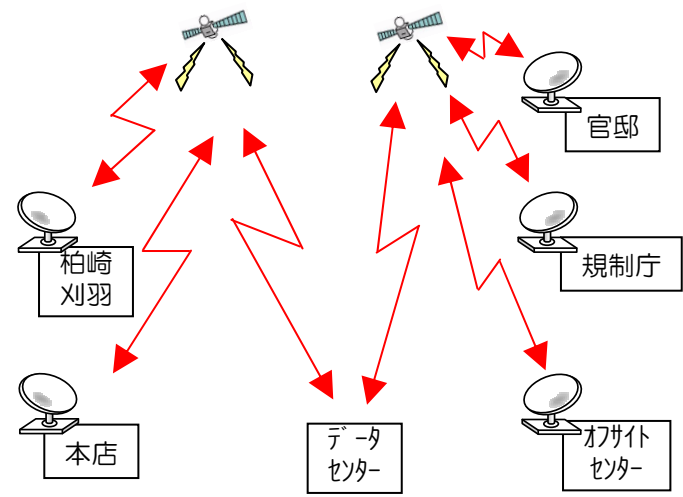
衛星携帯電話の整備、衛星回線を使用した通信ネットワークの構築

- ・衛星携帯回線から携帯電話等への一斉メールサービス、衛星回線を利用した一斉通報FAXの導入を検討

## 通報連絡先の拡大

日頃からの情報共有の強化、通報連絡の迅速・確実化

- ・新潟県内28市町村と通報連絡協定を新規締結
- ・長野県・栃木県と「連絡体制に関する覚書」締結



国とのTV会議システム連携のイメージ

☆立地県及び立地市町村とは安全協定を締結済

【締結先】

柏崎刈羽：新潟県、柏崎市、刈羽村

## Ⅱ. 福島第一原子力発電所事故の教訓と対策

# 福島第一原子力発電所事故の教訓に基づく 柏崎刈羽原子力発電所の対策（設備面）

可搬設備
恒設設備
手順等の対応
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

**設計ベース:** 設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
**DEC:** 設計ベースを超える領域

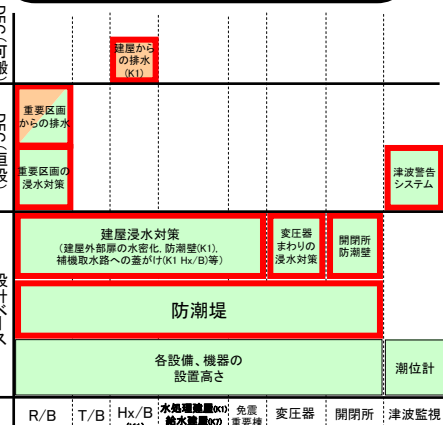
## < 柏崎刈羽原子力発電所 1, 7号機の例 >

### 第1層 異常の発生防止(津波の例)

**問題点(教訓)**  
想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

**方針**

- 設計津波を超える津波に対して、建屋内への浸水を防ぐよう対策を実施
- 建屋内への浸水に対して、重要機器のおかれた部屋の浸水対策、排水対策を実施
- 事故直初期に必要なことや、対策の性格上、基本的に恒設設備の対策を実施

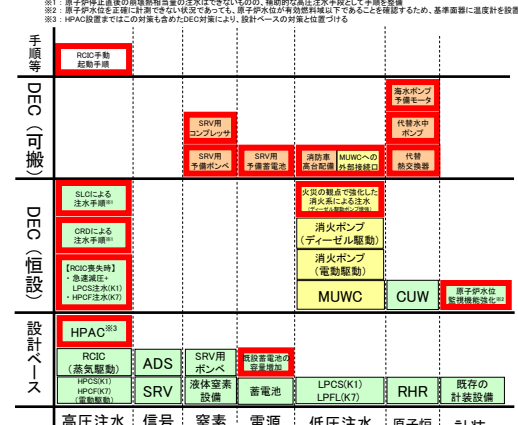


### 第3層 炉心損傷防止(注水、減圧、循環冷却)

**問題点(教訓)**  
全ての電源を喪失した場合、その後の高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

**方針**

- SBOを設計ベースに位置づけ、設計ベース、DECそれぞれで 高圧注水機能を強化
- 減圧機能の強化を検討中
- 低圧注水以降は可搬設備も含めた多様性をもった対策を実施

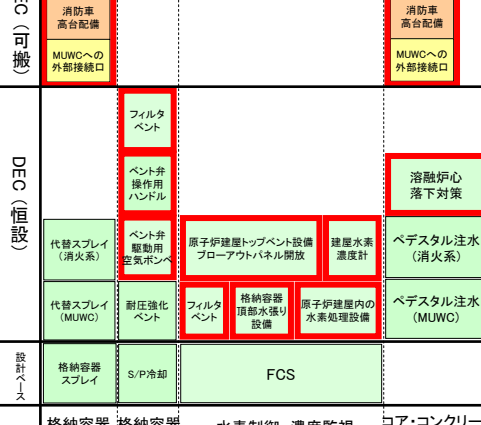


### 第4層 炉心損傷後の影響緩和、放出抑制

**問題点(教訓)**  
炉心損傷後の影響緩和の手段(格納容器損傷防止、水素制御、溶融炉心落下対策、環境への放射性物質の大量放出防止等)が整備されていなかった。

**方針**

- DECとして恒設設備中心に対策を実施

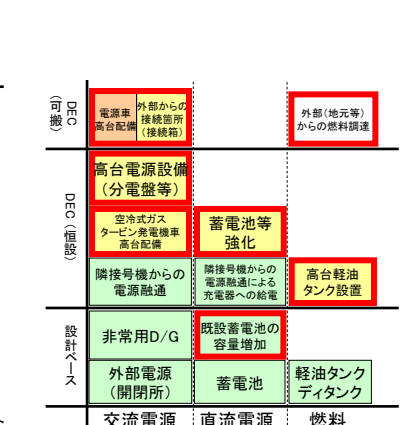


### 各層 炉心損傷の防止/損傷後の影響緩和(電源)

**問題点(教訓)**  
全ての電源(直流、交流電源)が喪失した場合の代替手段が十分に用意されていなかった。

**方針**

- 電源は各層の機能をサポートする設備であり、高い信頼性を確保する必要があることから、DECとして位置的分散を重視した恒設設備中心の対策を実施

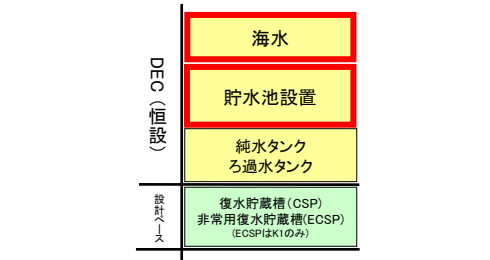


### 各層 炉心損傷防止/損傷後の影響緩和(水素)

**問題点(教訓)**  
炉心損傷防止や炉心損傷後における影響緩和のために必要となる十分な水源や注水手段が確保されていなかった。

**方針**

- 水源は各層に共通するサポート設備であることから、DECとして位置的分散を重視した恒設設備中心の対策を実施

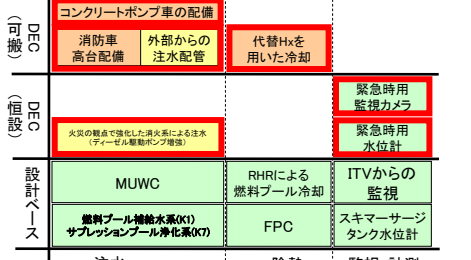


### その他 燃料プールの冷却

**問題点(教訓)**  
全ての電源を喪失した場合の水位等の監視・計測とその後の燃料プールの除熱・注水、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

**方針**

- 一般的に時間余裕が大きいことから、可搬設備を用いた対策を実施

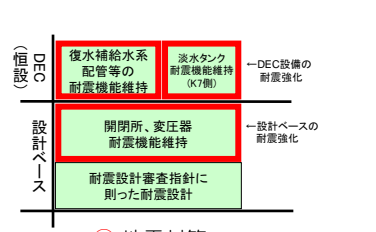


### その他 常用系設備の耐震機能維持

**問題点(教訓)**  
外部電源設備は常用系設備であり、大規模な地震時には動作を期待しない設備であったが、福島第二では震災時に機能を維持した外部電源がその後の復旧に大きな役割を果たした。

**方針**

- 非常時における常用系の有効活用の観点から、追加の耐震強化を実施

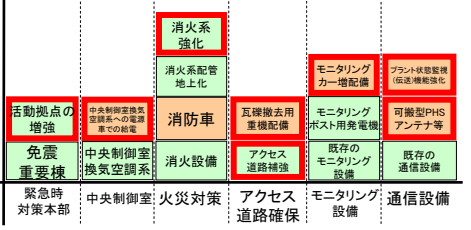


### その他 その他の観点での安全対策

**問題点(教訓)**  
瓦礫等の散乱による現場のアクセシビリティ・作業性低下等、著しい作業環境の悪化が事故の対応を困難にしていた。

**方針**

- 事故時の対応をサポートする上で重要となる各機能への対策を実施



※: その他の視点には、設計基準の要求に含まれない対策分野もあることから、設計ベースやDECでの整理とはせず、対策の積み上げ状況を示した。

# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第1層>

## 第1層 異常の発生防止（津波の例）

### 問題点（教訓）

想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

### 方針

- ・設計津波を超える津波に対しても、建屋内への浸水を防ぐよう対策を実施
- ・建屋内への浸水に対して、重要機器のおかれた部屋の浸水対策、排水対策を実施
- ・事故最初期に必要なことや、対策の性格上、基本的に恒設設備の対策を実施

- 可搬設備
- 現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備
- 恒設設備
- 手順等の対応

**赤太枠** 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上	DEC (可搬)	建屋からの排水(K1)							
	DEC (恒設)	重要区画からの排水						津波警告システム	
		重要区画の浸水対策							
	設計ベース	建屋浸水対策 (建屋外部扉の水密化, 防潮壁(K1), 補機取水路への蓋がけ(K1 Hx/B)等)					変圧器まわりの浸水対策	開閉所防潮壁	
防潮堤									
各設備、機器の設置高さ								潮位計	
	R/B	T/B	Hx/B (K1)	水処理建屋(K1) 給水建屋(K7)	免震重要棟	変圧器	開閉所	津波監視	

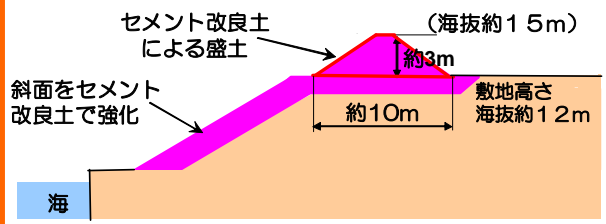
### ① 津波対策

# ① 防潮堤の設置による敷地内への浸水低減と衝撃回避＜津波対策＞

設計津波高さ3.3mを大きく超える津波が発電所に襲来した場合においても、海拔約15mの防潮堤により敷地内への浸水を低減するとともに、津波による建屋等への衝撃を回避。

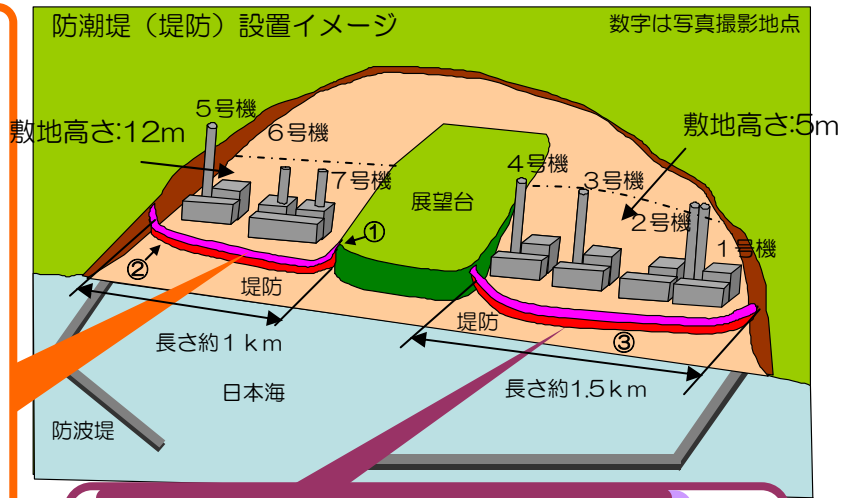
## 5～7号機側の防潮堤（堤防） ⇒8月29日に本体工事が完了しました

- ◆ 海拔約12mの敷地に、高さ約3mのセメント改良土による盛土と海側斜面の強化を行いました。
- ◆ 今後、周辺整備を平成24年度内を目途に進めてまいります。

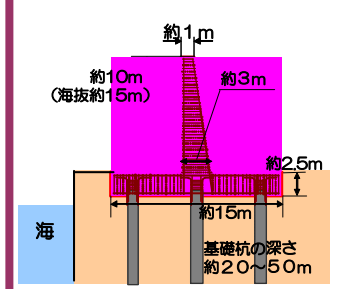


防潮堤内に浸水した場合に備えて排水設備も敷設

防潮堤は基準地震動Ss、津波高さ15mの波力（静水圧の3倍）に対して機能を維持するよう設計



## 1～4号機側の防潮堤（堤防） ⇒工事を順調に進めています



- ◆ 海拔5mの敷地に、基礎杭でしっかり固定した高さ約10mの鉄筋コンクリート製の堤防を作っています。
- ◆ 基礎杭は全891本の打込みが8月28日に完了し、一部の壁部分も完成しています。

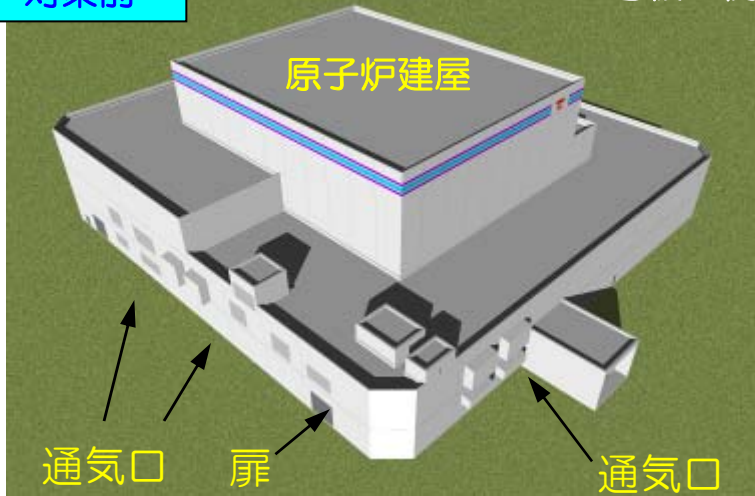


① 防潮壁、防潮板等の設置による原子炉建屋等への浸水防止＜津波対策＞

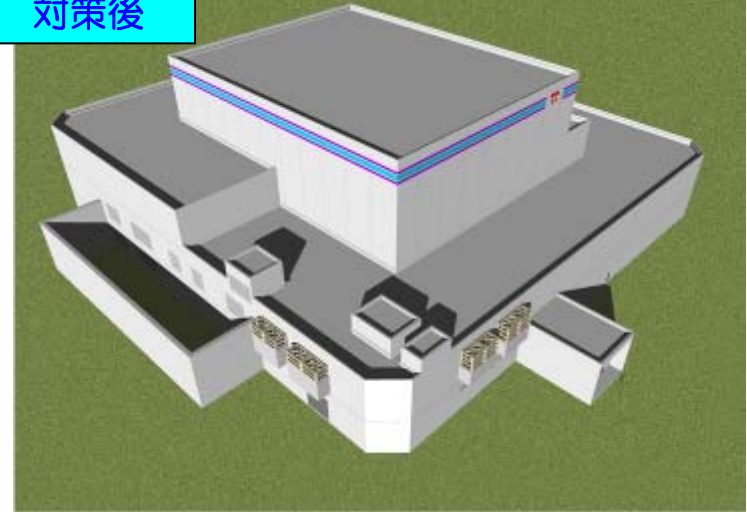
敷地内に海水が浸入し原子炉建屋に襲来した場合においても、建屋内への浸水を防止するため、海拔15mの高さの防潮壁および防潮板等を設置。

対策前

1号機の例



対策後



【防潮壁、防潮板等の設置状況】

- ・ 防潮壁の設置：1号機完了  
2～4号機工事中
- ・ 防潮板の設置：1号機完了  
2～4号機工事中

※防潮壁、防潮板の設置は、T.P.15m以下に開口部がある1～4号機のみ実施



防潮板

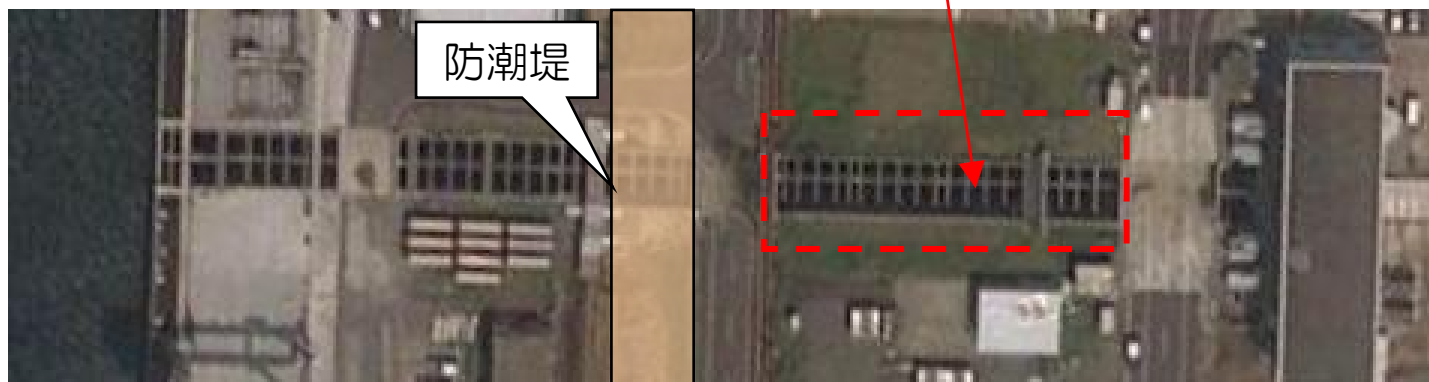
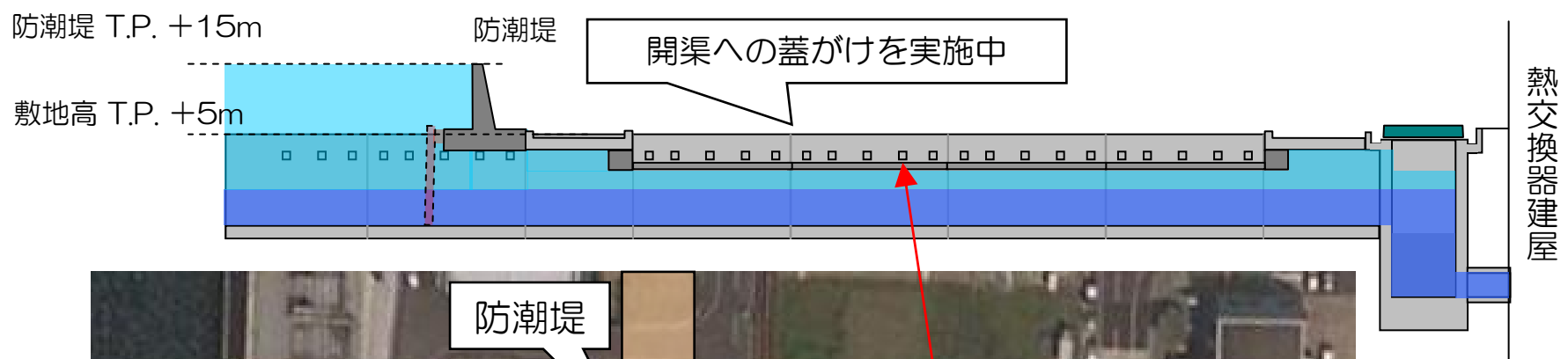
防潮壁

1号機原子炉建屋  
(6月29日撮影)

# ① 補機取水路への蓋がけ＜津波対策＞

防潮堤設置後も取水路等の開渠から津波が防潮堤内側に流入する可能性があることから、開渠等の開口部を減らすことによる、浸水抑制対策を実施中。

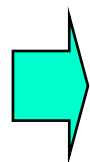
K1補機取水路の例



# ① 水密扉等の設置による重要エリアへの浸水防止＜津波対策＞

さらに万一、何らかの理由により建屋内に海水が流入した場合においても、重要機器への冠水を防止するため、重要機器室の水密扉化等を実施。

## 重要機器室の水密扉化（1号機 原子炉隔離時冷却系ポンプ室の例）



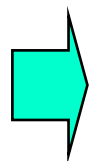
水密扉設置箇所  
 ・RCIC室  
 ・ECCS室（A系）  
 ・MUWC室  
 ・非常用電気品室等

### 設計条件（水密扉）

水密性  
 ・ $0.2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 程度  
 水頭圧  
 ・各階フロア高さ  
 例：K1 地下5階  
 1.8mを設定

## 配管貫通孔・ケーブルトレイ・電線管

配管  
施工例



防水処理箇所  
 ・配管貫通孔  
 ・ケーブルトレイ  
 ・電線管 等

### 設計条件（貫通孔）

【津波波力（外部）】  
 ・津波正面 静水圧3倍  
 ・津波側面 1.5倍  
 ・建屋内 1.0倍  
 【水頭圧】  
 地上部  
 ・津波高さ15m—  
 貫通孔敷地高さ(m)

ケーブル  
トレイ  
施工例



シリコンゴム  
材を使用し防  
水対策を実施

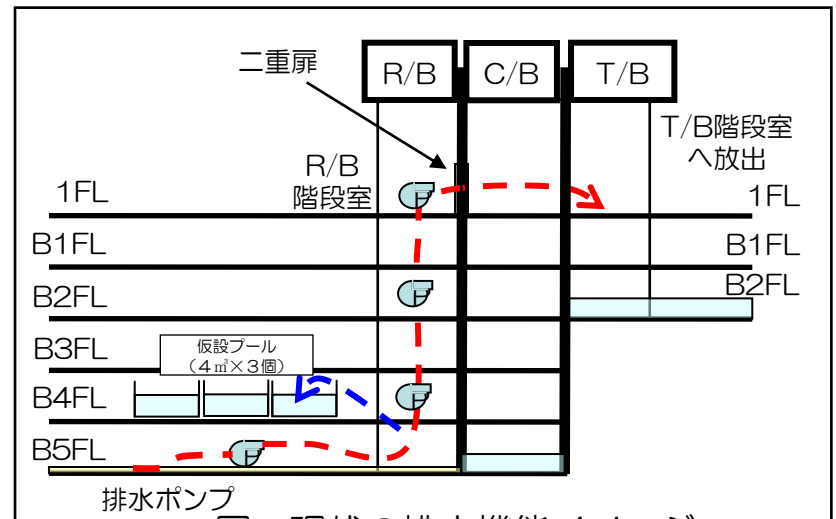
# ① 原子炉建屋内の排水系の設置＜津波対策＞

津波に対しては、防潮堤・防潮壁の設置、建屋外部扉の水密化、建屋貫通部防水処理、重要機器室の水密扉化等、重要機器設置箇所への浸水を防止する対策を実施しているが、万一の浸水等による重要機器への影響を防止するため、非常用電源で駆動する仮設及び常設の原子炉建屋内の排水系を設置する。（常設排水系の敷設までの間は下記の「仮設エンジンポンプ」により排水手段を確保する。）

現状は仮設エンジンポンプを用いた最地下階からの排水手順を定めている。

仮設エンジンポンプスペック  
 重量：30 kg  
 燃料タンク容量：3.6 リットル  
 揚程：約30 m（流量100L/min）  
 最大揚水量：1,000 L/min

また、SBO状況下においてRCICを手動起動する際の溢水に備え、重要機器室について常設排水系の敷設を進めている。

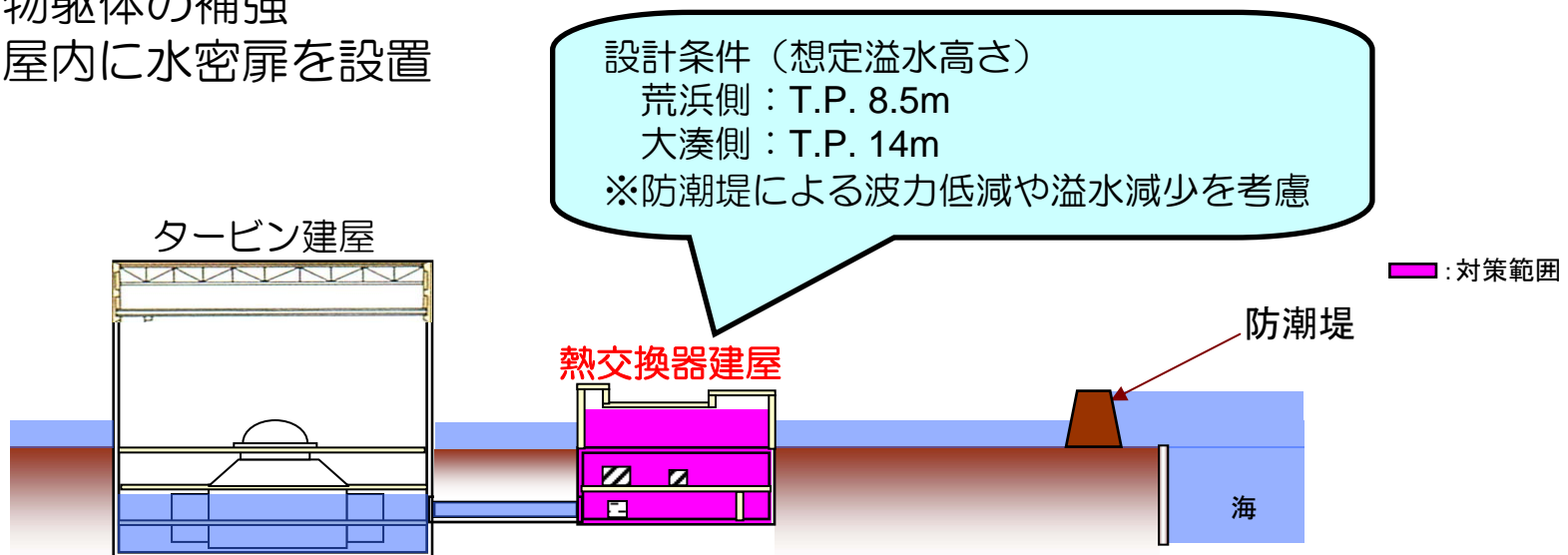


図：現状の排水機能イメージ

## ① 熱交換器建屋等浸水対策＜津波対策＞

早期かつ確実に冷温停止に移行させるため、熱交換器建屋の防水対策を実施し、津波の襲来に対しても海水系熱交換器等の機能を維持可能とする。

- ・ 熱交換器建屋内の海水ポンプ室取水路ハッチ補強  
（ハッチふたへ補強材追加）
- ・ 外部開口部への防水板取り付け
- ・ 建物躯体の補強
- ・ 建屋内に水密扉を設置

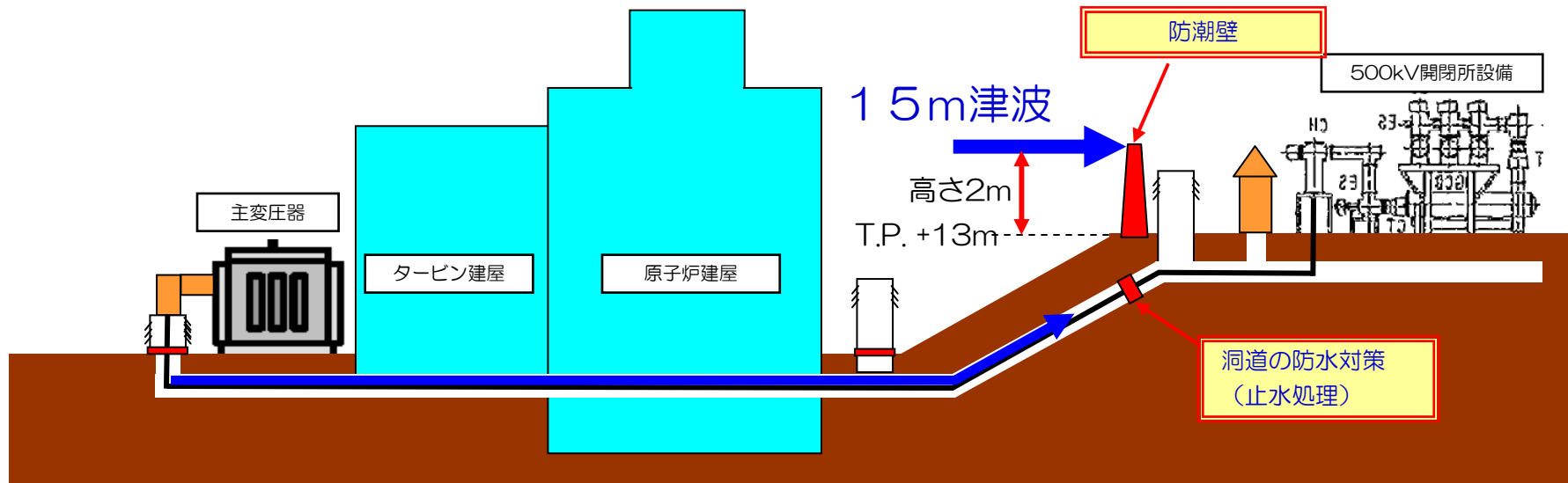




## ① 開閉所止水対策＜津波対策＞

15m津波による浸水に対し、開閉所ならびに設置している機器を防御するため、防水対策を図る。

- 15m津波を想定し、敷地高さ13mの開閉所に高さ2.0m程度の防潮壁を設置。  
 （設計条件）耐震性Ssに対して機能維持，想定津波高さ15m（高さ2mの壁）を想定。  
 津波波力については動水圧（静水圧1.5倍波圧）を考慮  
 ※1.5倍波圧については、国土交通省から各知事へあてた津波に対する構築物の設計法の技術的知見文書より，構築物に対する津波荷重算定式に用いる係数条件の「**海岸より500m以上離れている場合，波圧は静水圧1.5倍とする**」を引用し，防潮壁の耐力算定に用いている。（防潮壁の設置場所は海岸から500m以上）
- 地下の洞道を遡っての浸水に対し、洞道内で防水処理を実施。



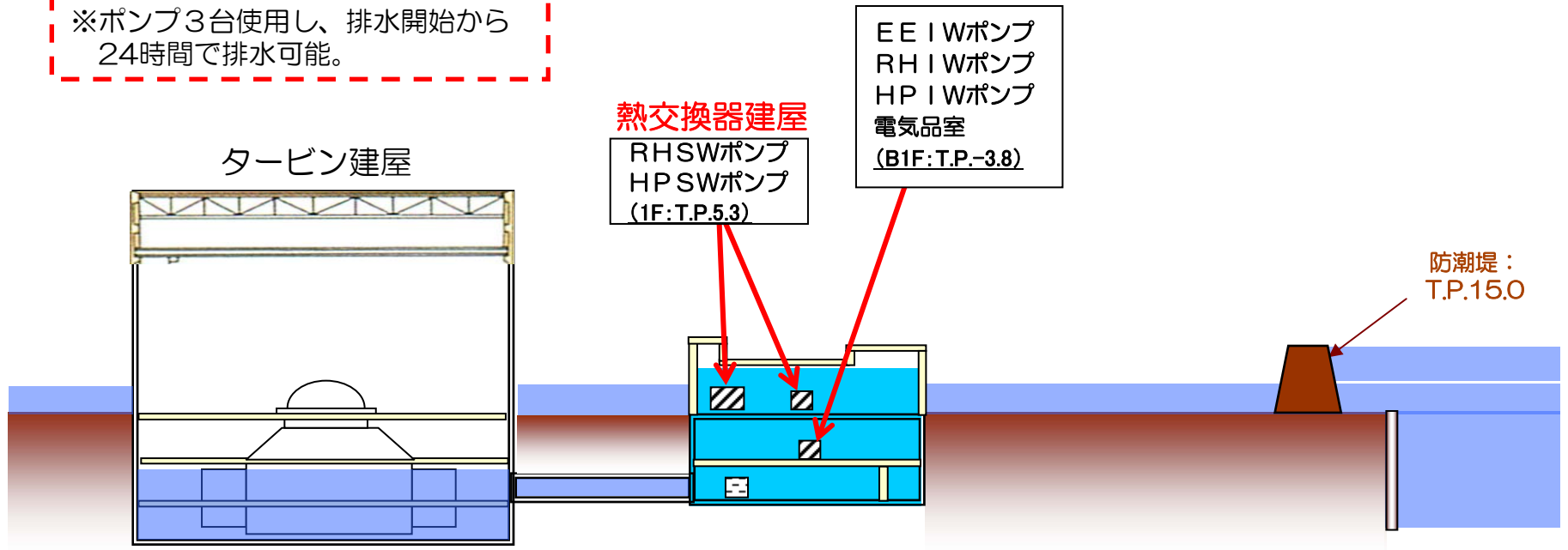
# ① 熱交換器建屋用排水ポンプ配備＜津波対策＞

想定を超える津波が襲来し熱交換器建屋が浸水した場合においても早期に排水することで「電源」「除熱」「注水」機能をサポートする海水系ポンプ機能の復旧を図る。

排水ポンプ（吐出口径8インチ、吐出量300m<sup>3</sup>/h、最高揚程26m）×6台、ホース（8インチ）×6セット緊急対策用資機材として配備。（2プラント分）

例: 1号機（2万m<sup>3</sup>の排水を想定）

※ポンプ3台使用し、排水開始から24時間で排水可能。



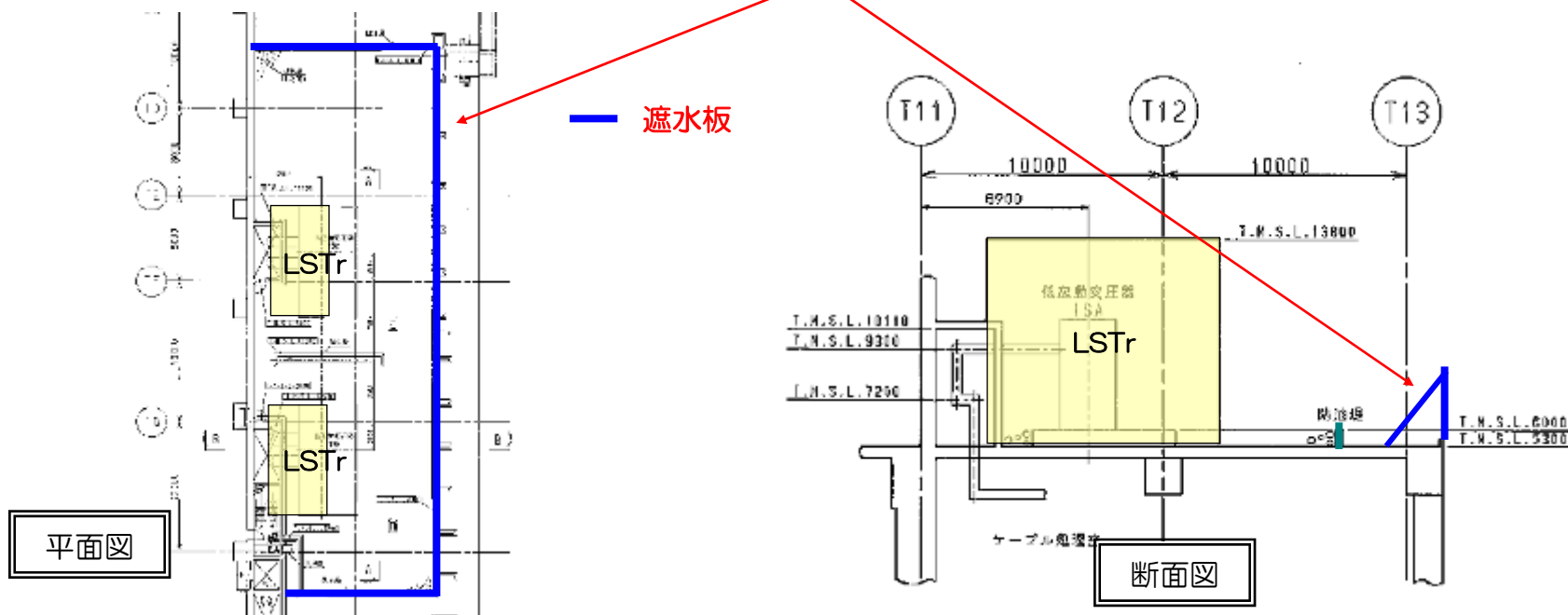
# ① 変圧器回りの浸水対策＜津波対策＞

低起動用変圧器の浸水防止対策を実施し、外部電源の信頼性向上を図る。

防潮堤設置後に想定される溢水に対する低起動用変圧器への浸水防止対策として遮水板を設置する。

例：1号機の遮水板設置イメージ

遮水板設置 ※高さは、浸水量評価結果に基づき3.5mで計画。



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 炉心損傷防止（注水、減圧、循環冷却）

### 問題点（教訓）

全ての電源を喪失した場合、その後の高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

- ・SBOを設計ベースに位置づけ、設計ベース、DECそれぞれで高圧注水機能を強化
- ・減圧機能の強化を検討中
- ・低圧注水以降は可搬設備も含めた多様性をもった対策を実施

可搬設備  
現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
恒設設備  
手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

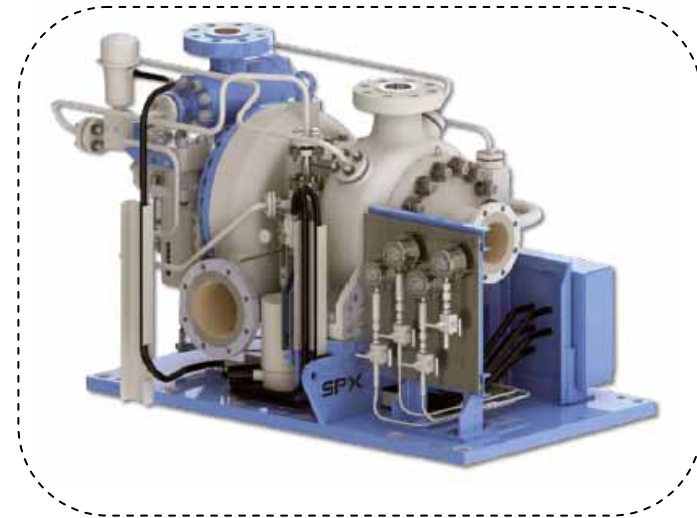
設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上

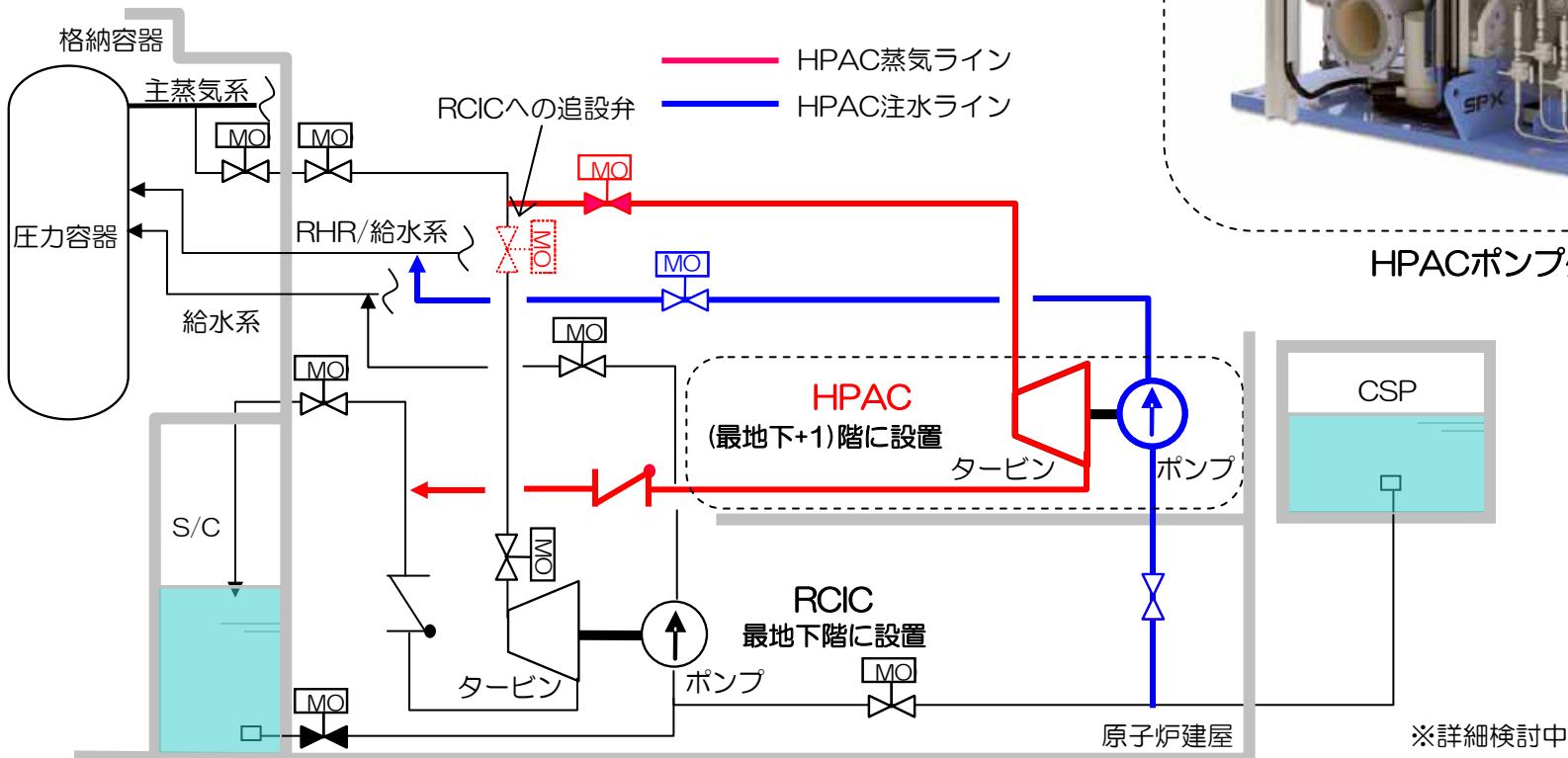
手順等	※1：原子炉停止直後の崩壊熱相当量の注水はできないものの、補助的な高圧注水手段として手順を整備 ※2：原子炉水位を正確に計測できない状況であっても、原子炉水位が有効燃料域以下であることを確認するため、基準面器に温度計を設置 ※3：HPAC設置まではこの対策も含めたDEC対策により、設計ベースの対策と位置づける							
DEC (可搬)	RCIC手動起動手順		SRV用コンプレッサ	SRV用予備ポンプ	SRV用予備蓄電池	消防車高台配備   MUWCへの外部接続口	海水ポンプ予備モータ 代替水中ポンプ 代替熱交換器	
DEC (恒設)	SLCによる注水手順※1 CRDによる注水手順※1 【RCIC喪失時】 ・急速減圧+ LPCS注水(K1) ・HPCF注水(K7)					火災の観点で強化した消火系による注水 消火ポンプ（ディーゼル駆動） 消火ポンプ（電動駆動） MUWC	CUW	原子炉水位監視機能強化※2
設計ベース	HPAC※3 RCIC（蒸気駆動） HPCS(K1) HPCF(K7)（電動駆動）	ADS SRV	SRV用ポンプ 液体窒素設備	既設蓄電池の容量増加 蓄電池		LPCS(K1) LPFL(K7)	RHR	既存の計装設備
	②高圧注水	信号	③減圧			④低圧注水	⑤原子炉循環冷却	②～⑤計装

## ② 代替高压注水系(HPAC)の設置<高压注水対策>

RCIC起動失敗または継続運転に失敗した場合に、早期に起動可能な高压代替注水系により水位を維持し炉心損傷を防止する。



HPACポンプ外観図



### <設計条件>

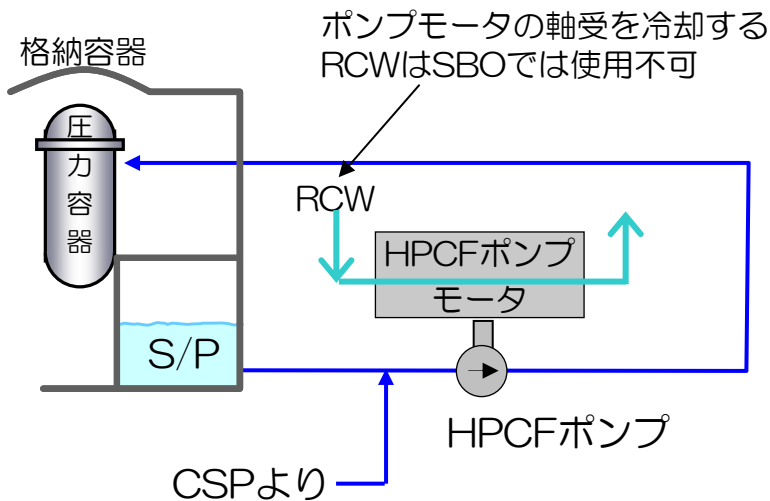
- ・ 電源使用機器が少ないポンプ（蒸気駆動）を使用することで、SBO時の信頼性を向上
- ・ HPACをRCICよりも上階に設置することで位置的分散を図った



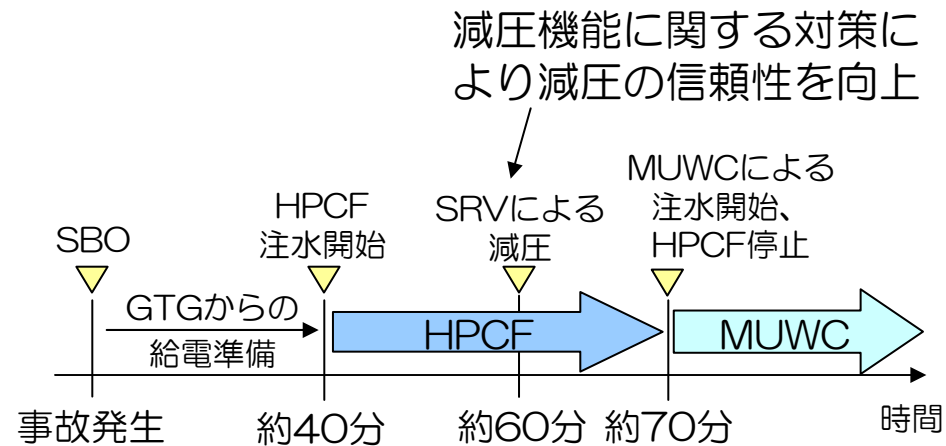
② 原子炉隔離時冷却系故障時の高圧炉心注水系による代替注水（ABWR） <高圧注水対策>

全交流電源及び最終ヒートシンクを喪失し、更に原子炉隔離時冷却系（RCIC）の起動に失敗した際には、高圧炉心注水系（HPCF）による代替注水（短時間運転）※を実施し、炉心損傷を防止する。

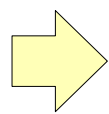
系統概要



事故時時系列（例）



（詳細検討中）



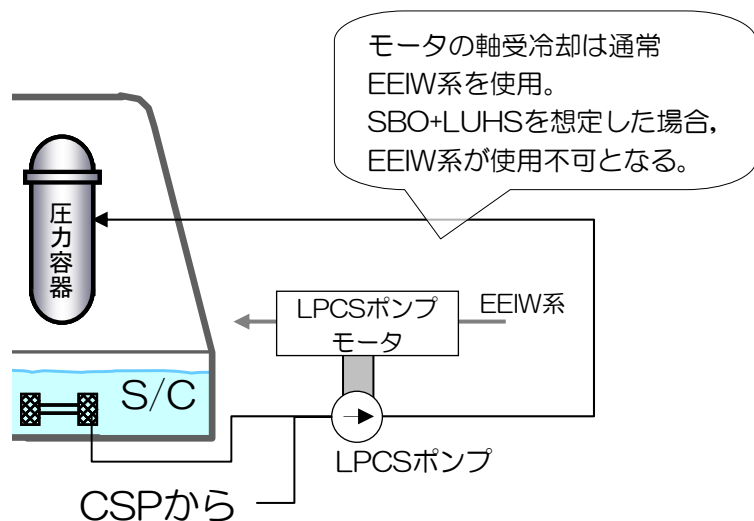
- ・ HPCFはモータ軸受冷却なしで30分間程度は運転可能
- ・ HPCFによる注水開始20分後に減圧、その10分後にMUWCで注水すれば炉心損傷に至らないことを評価にて確認

※ BWR-5プラントでは、急速減圧後の低圧炉心スプレイ系（LPCS）による注水で対応

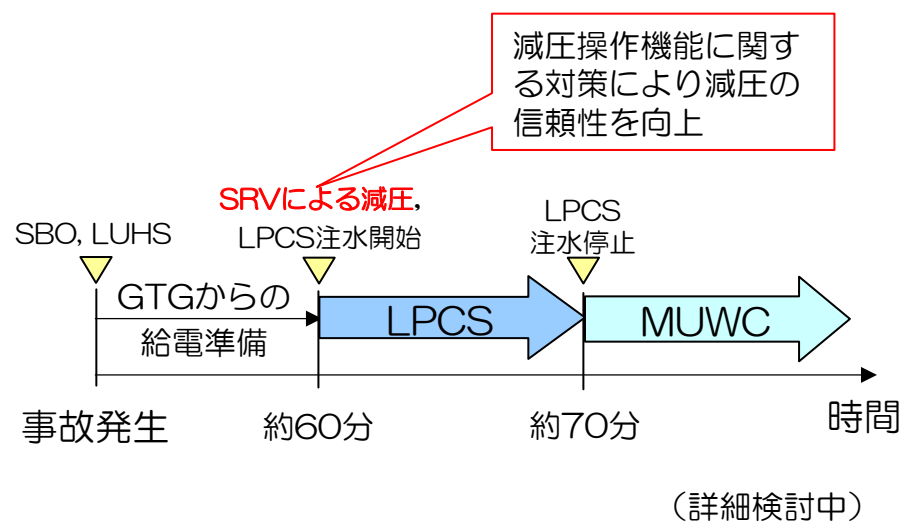
② 原子炉隔離時冷却系故障時の低圧炉心スプレイ系による代替注水（BWR） <低圧注水対策>

全交流電源及び最終ヒートシンクを喪失し、原子炉隔離時冷却系（RCIC）の起動に失敗した際には、逃がし安全弁（SRV）を開いて減圧し、低圧炉心スプレイ系（LPCS）による代替注水を実施して、炉心損傷を防止する。

系統概要



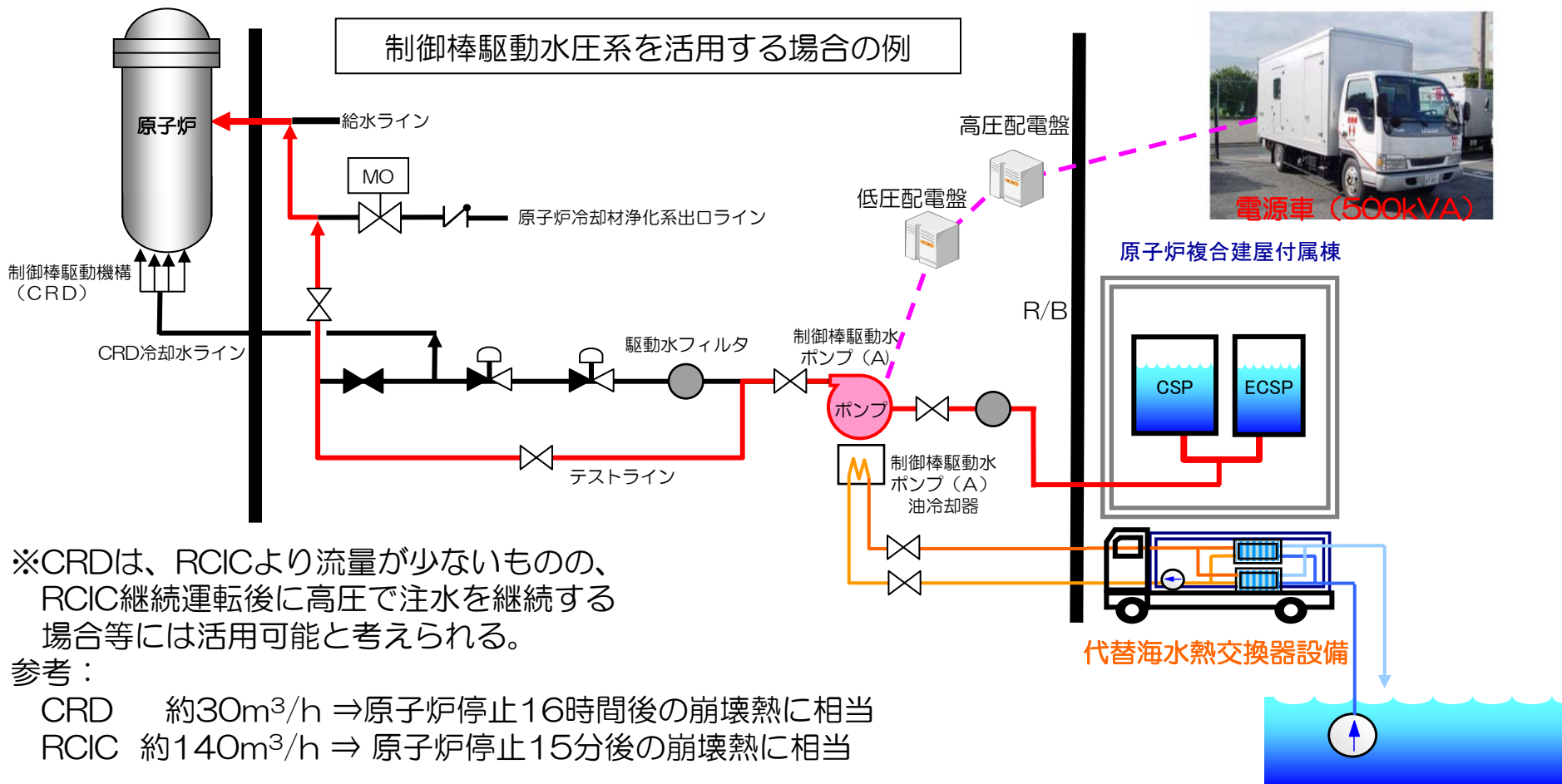
事故時時系列（例）



- ➡ LPCSはモータ軸受冷却なしで10分間程度は運転可能
- ➡ 事故発生から60分後に減圧し、LPCSによる注水を開始。  
その10分後にMUWCで注水すれば炉心損傷に至らないことを評価にて確認

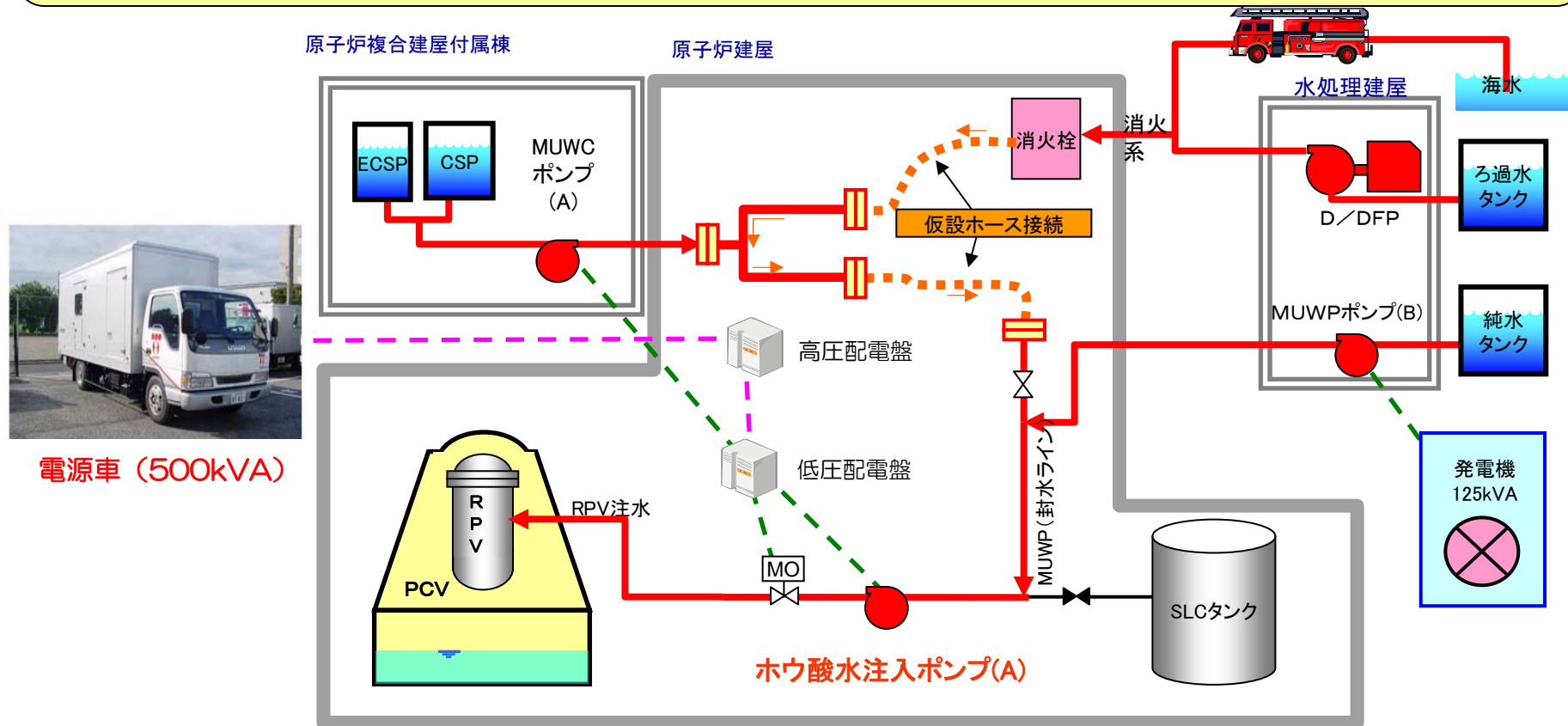
## ② 制御棒駆動水圧系緊急活用手順の整備<高圧注水対策>

高圧注水手段として、制御棒駆動水ポンプに電源及び冷却水を供給し、原子炉に注水する手順を整備。



## ② ホウ酸水注入系緊急活用手順の整備<高圧注水対策>

高圧注水手段として、ホウ酸水注入系ポンプに電源及び冷却水を供給し、原子炉に注水する手順を整備。



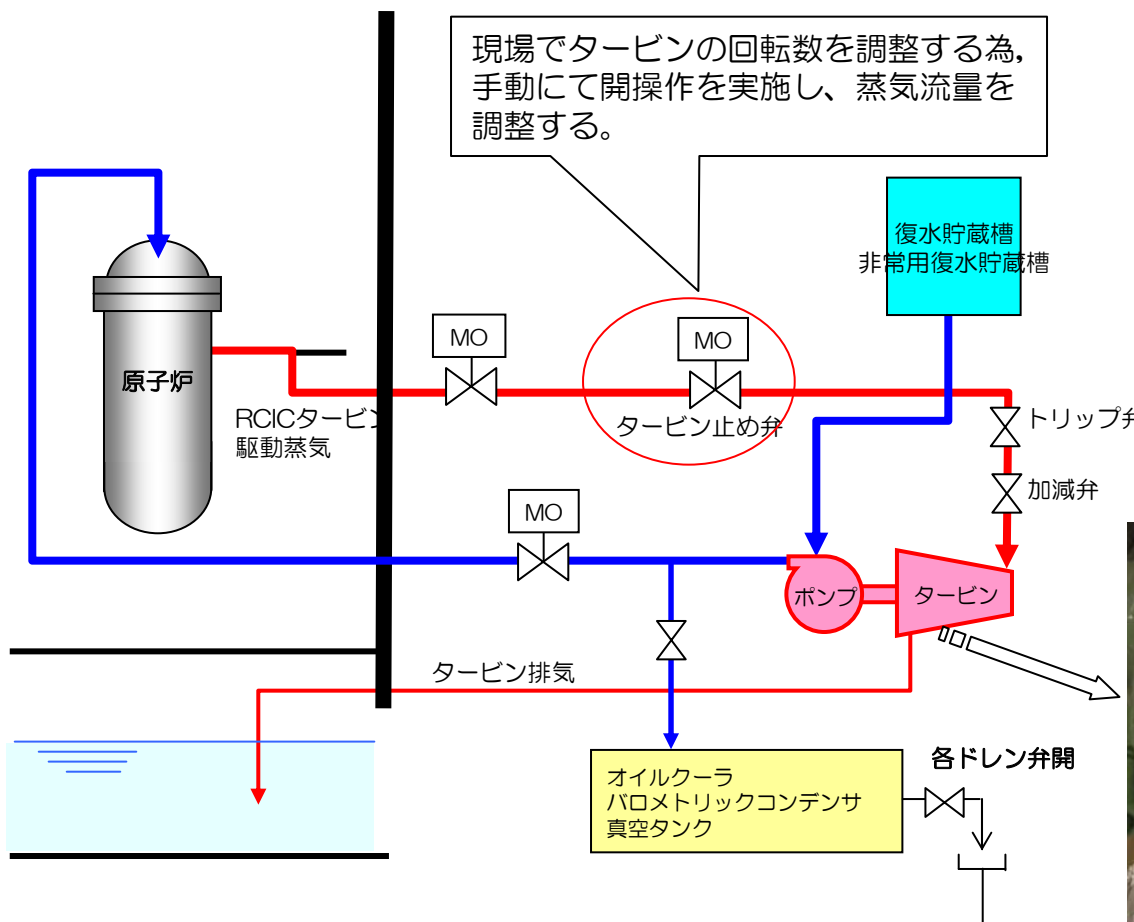
※SLCは、RCICより流量が少ないものの、RCIC継続運転後に高圧で注水を継続する場合等には活用可能と考えられる。

参考：

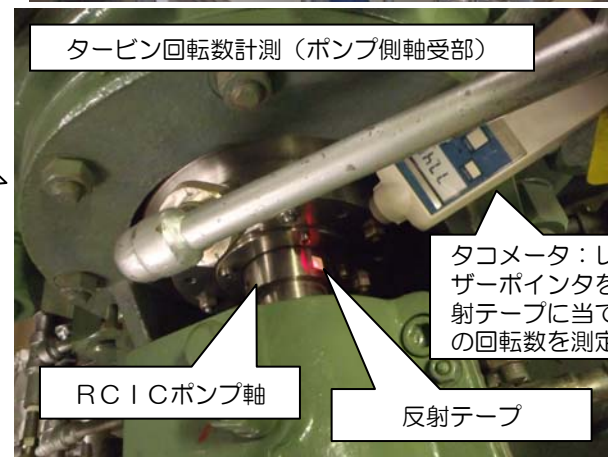
SLC 約10m<sup>3</sup>/h

## ② 原子炉隔離時冷却系の手動起動手順の整備<高圧注水対策>

万一、起動・制御用の直流電源を喪失しても、原子炉の蒸気で駆動する原子炉隔離時冷却系（RCIC）を起動できるように、現場の弁を手動操作する手順を新たに整備し高圧注水を確実化。訓練にて実効性を確認。



<訓練風景>





# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 炉心損傷防止（注水、減圧、循環冷却）

### 問題点（教訓）

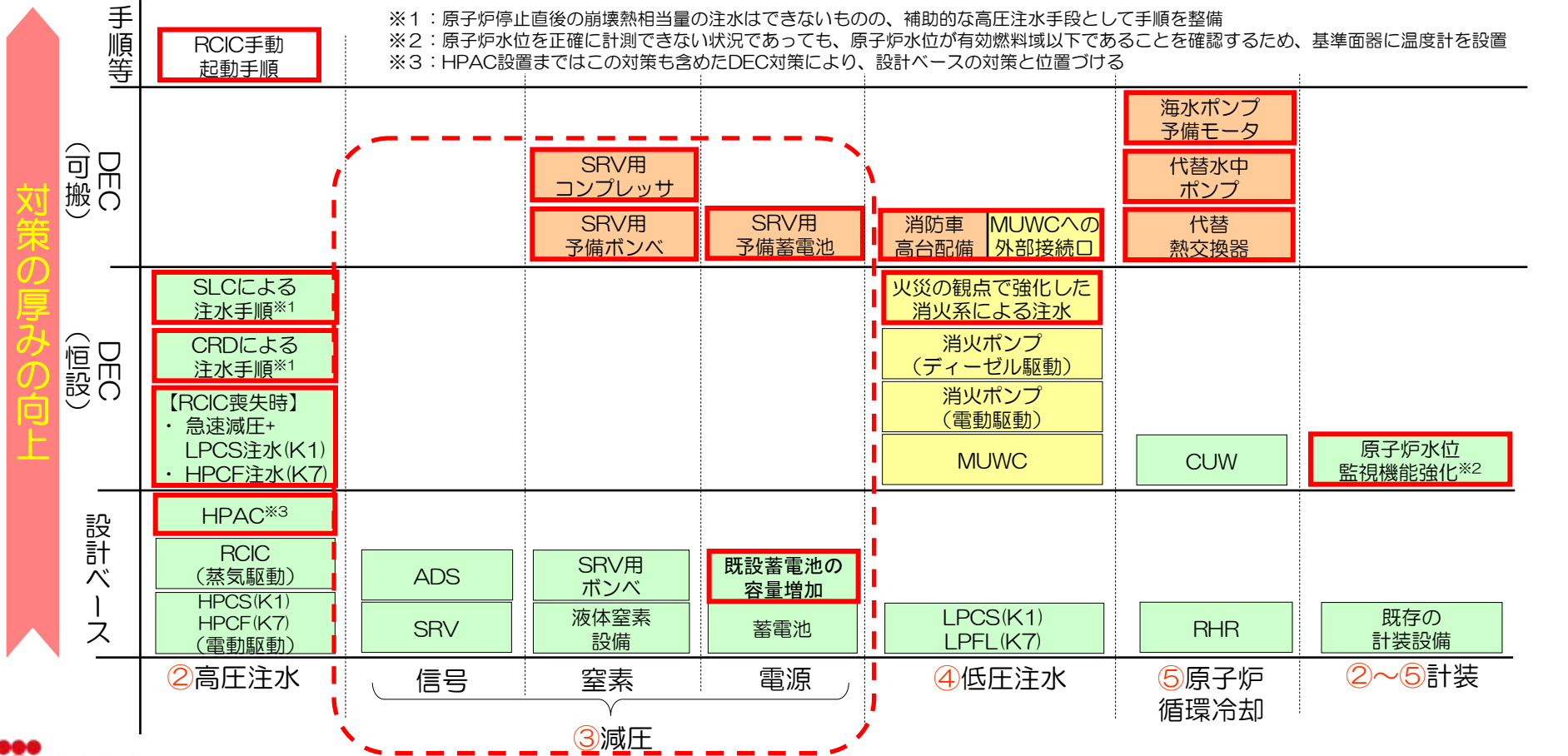
全ての電源を喪失した場合、その後の高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

- ・SBOを設計ベースに位置づけ、設計ベース、DECそれぞれで高圧注水機能を強化
- ・減圧機能の強化を検討中
- ・低圧注水以降は可搬設備も含めた多様性をもった対策を実施

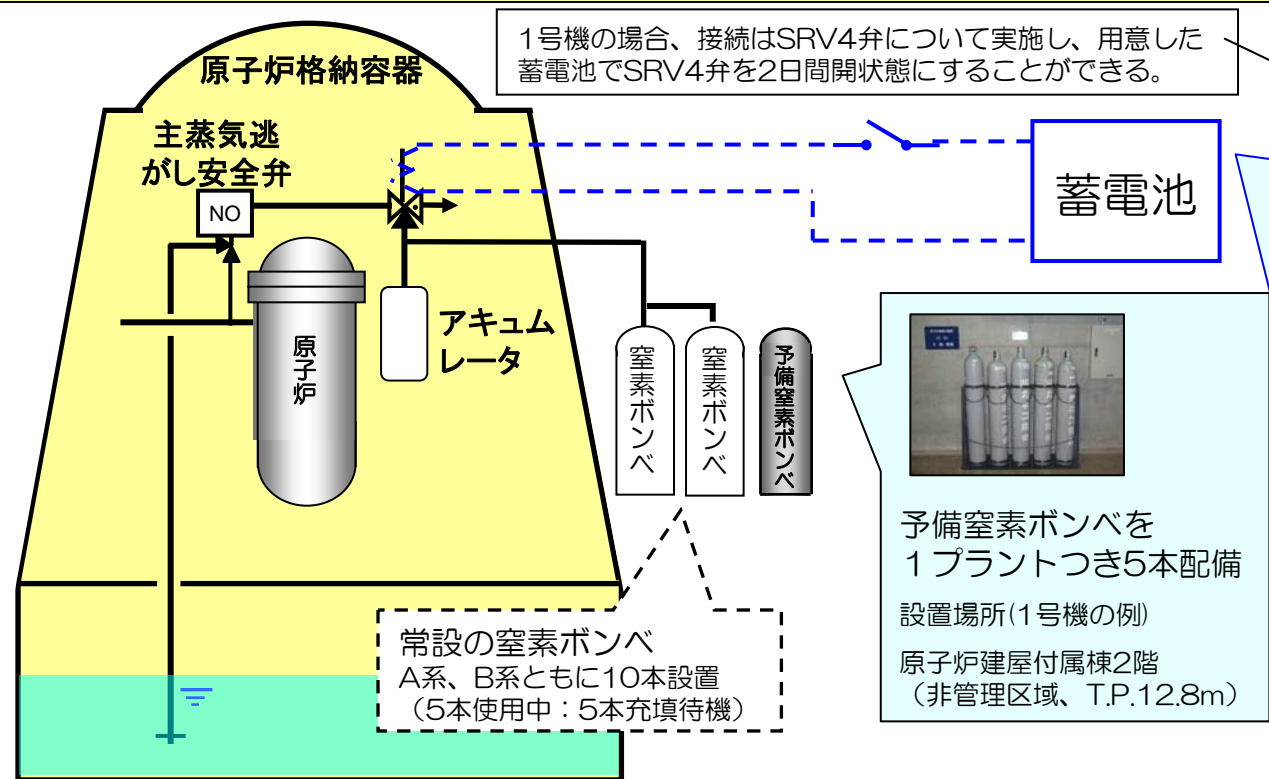
可搬設備  
現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
恒設設備  
手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域



### ③ 主蒸気逃がし安全弁操作用の予備蓄電池・予備窒素ポンベの配備<減圧対策>

全交流電源、直流電源を喪失した状態でも、主蒸気逃がし安全弁を確実に開操作できるよう、操作に必要なバックアップ直流電源（予備蓄電池）や窒素ポンベの予備を配備。また、現場において直接、直流電源を供給するための手順も新たに整備し、訓練で実効性を確認。尚、既設の窒素ポンベでも主蒸気逃がし安全弁を最低200回は作動可能。



予備蓄電池  
(12V×10台/1プラント)  
保管場所：下部中央制御室(1号機)



予備窒素ポンベを  
1プラントにつき5本配備  
設置場所(1号機の例)  
原子炉建屋付属棟2階  
(非管理区域、T.P.12.8m)



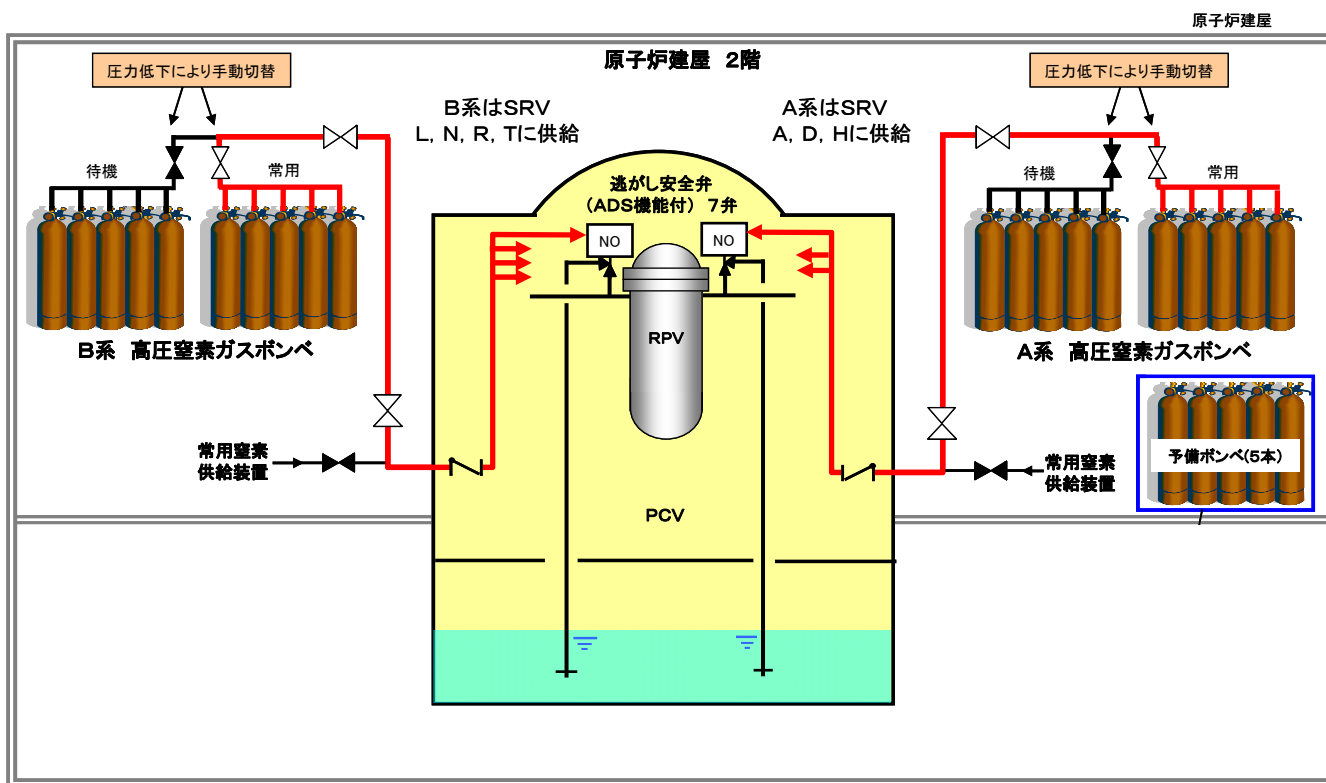
仮設操作スイッチと仮設ケーブル  
(1号機の例 仮設操作スイッチ1セット、仮設ケーブル30m)

主蒸気逃がし安全弁の駆動空気の供給に必要な予備蓄電池および予備窒素ガスポンベを配備しました。また、これらに関する手順を整備しました。

### ③ 主蒸気逃がし安全弁駆動用の空気圧縮機の配備＜減圧対策＞

主蒸気逃がし安全弁の駆動源について、高圧窒素ガスの予備ボンベ配備に加え仮設コンプレッサーを配備する。

予備ボンベのバックアップとして、仮設コンプレッサーを配備する。



仮設コンプレッサーのイメージ  
(具体的仕様は検討中)

【駆動方式】  
ディーゼルエンジン駆動

# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 炉心損傷防止（注水、減圧、循環冷却）

### 問題点（教訓）

全ての電源を喪失した場合、その後の高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

- ・SBOを設計ベースに位置づけ、設計ベース、DECそれぞれで高圧注水機能を強化
- ・減圧機能の強化を検討中
- ・低圧注水以降は可搬設備も含めた多様性をもった対策を実施

可搬設備  
現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
恒設設備  
手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上	手順等	※1：原子炉停止直後の崩壊熱相当量の注水はできないものの、補助的な高圧注水手段として手順を整備 ※2：原子炉水位を正確に計測できない状況であっても、原子炉水位が有効燃料域以下であることを確認するため、基準面器に温度計を設置 ※3：HPAC設置まではこの対策も含めたDEC対策により、設計ベースの対策と位置づける									
	DEC (可搬)	RCIC手動起動手順		SRV用コンプレッサ	SRV用予備ポンパ	SRV用予備蓄電池	消防車高台配備	MUWCへの外部接続口	海水ポンプ予備モータ	代替水中ポンプ	代替熱交換器
	DEC (恒設)	SLCによる注水手順※1					火災の観点で強化した消火系による注水				
		CRDによる注水手順※1					消火ポンプ（ディーゼル駆動）				
		【RCIC喪失時】 ・急速減圧+ LPCS注水(K1) ・HPCF注水(K7)					消火ポンプ（電動駆動）				
							MUWC		CUW	原子炉水位監視機能強化※2	
	設計ベース	HPAC※3	ADS	SRV用ポンパ	既設蓄電池の容量増加						
	RCIC（蒸気駆動）		液体窒素設備	蓄電池		LPCS(K1) LPFL(K7)		RHR		既存の計装設備	
	HPCS(K1) HPCF(K7)（電動駆動）	SRV									
	②高圧注水	③減圧				④低圧注水		⑤原子炉循環冷却		②～⑤計装	

## ④ ディーゼル駆動ポンプの増強＜低圧注水対策＞

複数号機が同時に被災及び火災が発生した場合を想定し、D/D-FP以外の低圧注入手段が喪失した場合に備え、D/Dポンプを新設し、全号機への低圧注水対応が可能となるよう強化する。

## 【現状のD/D-FP仕様】

水処理建屋（1～4号機用 荒浜側）
D/D-FP 1台
定格容量 350 m <sup>3</sup> /h
全揚程 66 m
締切揚程 79 m

給水建屋（5～7号機用 大湊側）
D/D-FP 1台
定格容量 177 m <sup>3</sup> /h
全揚程 75 m
締切揚程 81 m

## 【D/Dポンプの設計条件(検討中)】

- ・以下の条件で荒浜側は4プラント、大湊側は3プラント同時に注入可能な仕様とする。
- ・原子炉停止から8時間後の崩壊熱を吸収可能な流量とする。  
(1～5号機：50 m<sup>3</sup>/h、6、7号機：60 m<sup>3</sup>/h程度)
- ・SRVによる減圧後の注入を想定し、上記流量を注入可能な揚程とする。



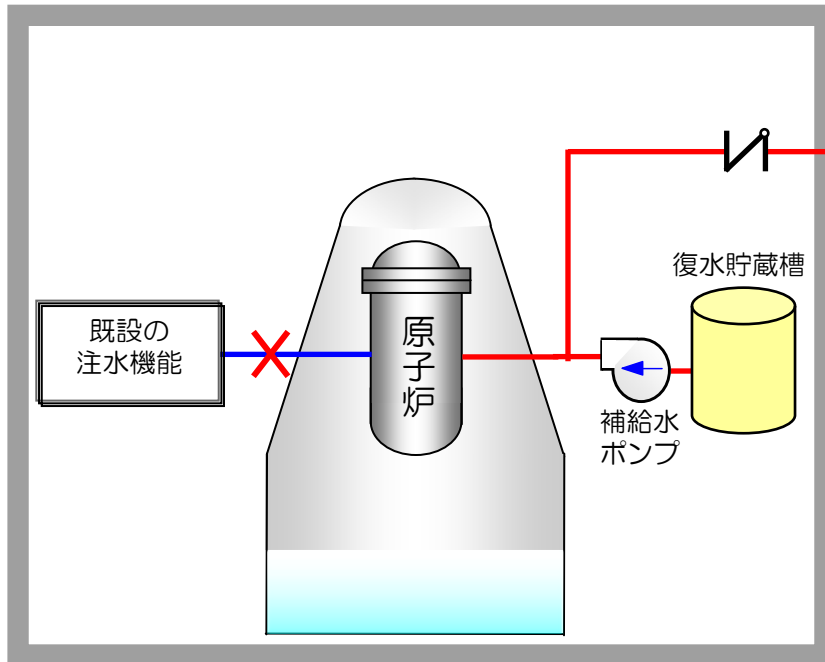
## ④ 消防車等の高台配備による原子炉注水の多重性・多様性向上＜低圧注水対策＞

全交流電源喪失により電動の低圧注水設備がすべて機能喪失しても、原子炉への注水機能を確保するため、消防車8台（AⅠ級2台，AⅡ級6台）\*をT.P.約35mの高台に分散配置。消防車により建屋に設けた注水口等から注水可能。

- \* AⅠ級のポンプ仕様：高圧放水圧力1.4MPa，高圧放水量120m<sup>3</sup>/h以上
- AⅡ級のポンプ仕様：高圧放水圧力1.4MPa，高圧放水量84m<sup>3</sup>/h以上

火災の観点でディーゼル駆動ポンプを強化する

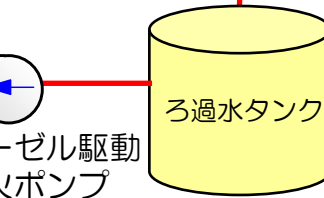
### 原子炉建屋



### 消防車



淡水貯水池（1.8万 t）



井戸

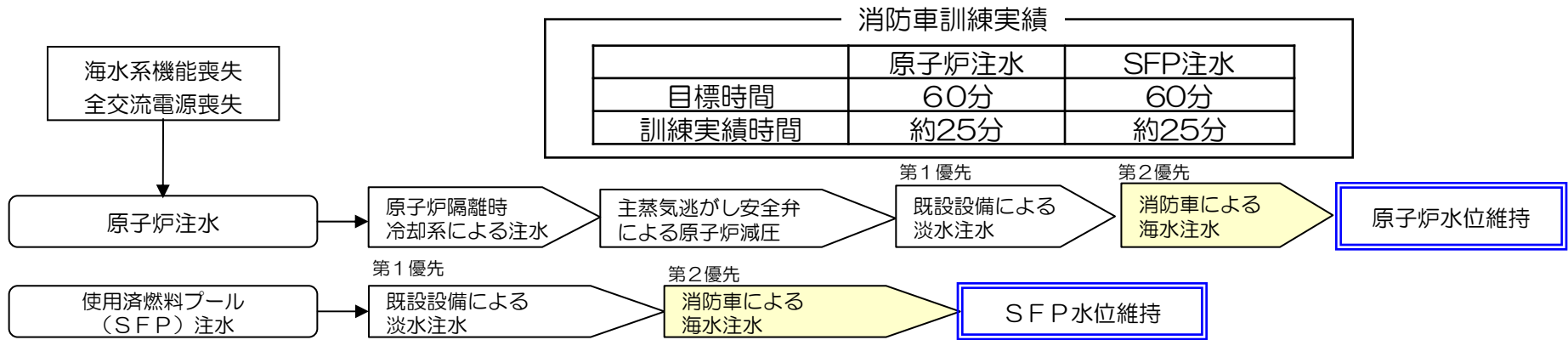
淡水貯水池

防火水槽

海

# ④ 消防車、ホースを用いた原子炉注水の訓練＜低圧注水対策＞

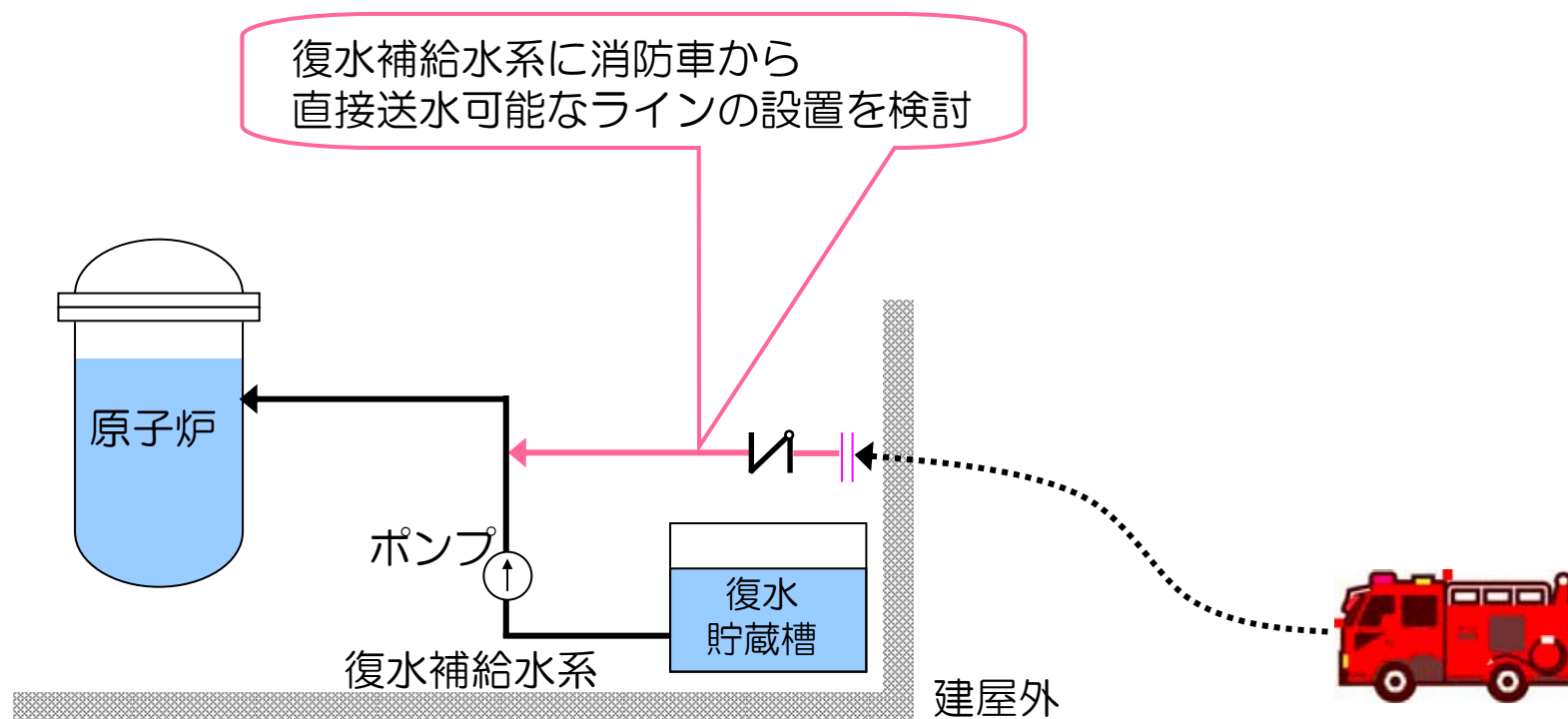
仮に電動駆動の原子炉注水機能が喪失した場合に、消防車をT.P.約35mの高台から速やかに移動し、迅速にホースを布設して注水ラインを確保できるよう手順を策定。海水注入のための訓練を繰り返し、手順・体制の実効性確認と継続的改善を実施。



主な訓練内容	訓練の様子		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・消防車による海水注水訓練（原子炉、SFP） 消防車を取水口に設置する。ホースを布設し、消防ホースを注水ラインへ接続する。</li> <li>・消防車による海水注水訓練（総合訓練）の他以下のような訓練を実施。 夜間災害を想定した消防車のホース布設・接続 等</li> </ul>	<p>＜消防車による注水訓練＞</p>  <p>消防車を取水口に設置してホース布設開始</p>	 <p>ホース布設</p>	 <p>消防ホースの注水ライン接続</p>

## ④ 復水補給水系への外部接続口設置＜低圧注水対策＞

消防車により耐震性の高い復水補給水系へ直接送水するためのラインの設置を検討する。



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 炉心損傷防止（注水、減圧、循環冷却）

### 問題点（教訓）

全ての電源を喪失した場合、その後の高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

- ・SBOを設計ベースに位置づけ、設計ベース、DECそれぞれで高圧注水機能を強化
- ・減圧機能の強化を検討中
- ・低圧注水以降は可搬設備も含めた多様性をもった対策を実施

可搬設備  
現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
恒設設備  
手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

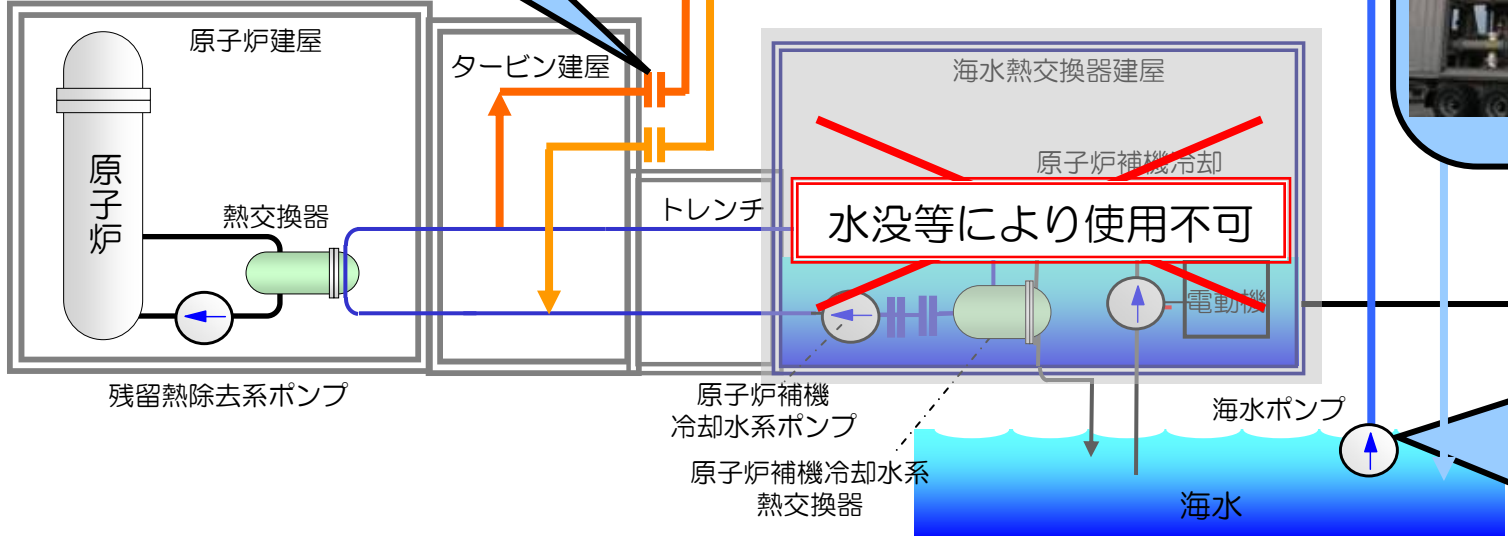
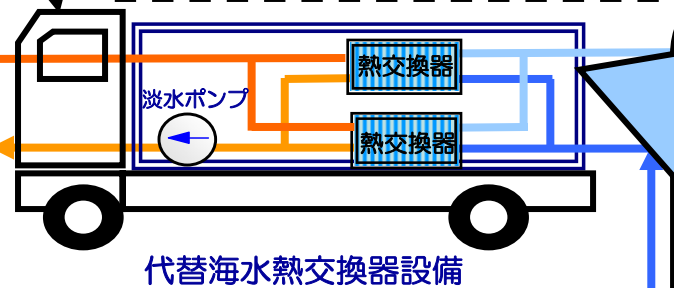
対策の厚みの向上	手順等	※1：原子炉停止直後の崩壊熱相当量の注水はできないものの、補助的な高圧注水手段として手順を整備 ※2：原子炉水位を正確に計測できない状況であっても、原子炉水位が有効燃料域以下であることを確認するため、基準面器に温度計を設置 ※3：HPAC設置まではこの対策も含めたDEC対策により、設計ベースの対策と位置づける									
	DEC (可搬)	RCIC手動 起動手順		SRV用 コンプレッサ	SRV用 予備ポンパ	SRV用 予備蓄電池	消防車 高台配備	MUWCへの 外部接続口	海水ポンプ 予備モータ	代替水中 ポンプ	代替 熱交換器
	DEC (恒設)	SLCによる 注水手順※1					火災の観点で強化した 消火系による注水		消火ポンプ (ディーゼル駆動)		
	設計ベース	CRDによる 注水手順※1							消火ポンプ (電動駆動)		
		【RCIC喪失時】 ・急速減圧+ LPCS注水(K1) ・HPCF注水(K7)						MUWC		CUW	原子炉水位 監視機能強化※2
		HPAC※3									
		RCIC (蒸気駆動)	ADS	SRV用 ポンパ	既設蓄電池の 容量増加						
		HPCS(K1) HPCF(K7) (電動駆動)	SRV	液体窒素 設備	蓄電池		LPCS(K1) LPFL(K7)			RHR	既存の 計装設備
		②高圧注水	信号	窒素	電源		④低圧注水		⑤原子炉 循環冷却		②～⑤計装
			③減圧								

## ⑤ 代替海水熱交換器設備による安定的な冷却＜原子炉等の冷却対策＞

浸水により熱交換器建屋内の機器が機能喪失しても、原子炉および使用済燃料プールを安定的に冷却するために、機動性があり大容量の代替海水熱交換器設備をT.P.約35mの高台に7台分散配備。尚、1号機の場合、津波等による全電源停止から24時間以内に代替熱交換器のインサービスを完了することにより、48時間以内に冷温停止が可能。

【熱交換器仕様】形式：プレート式、プレート基数：2  
 プレート熱交換条件  
 （炉停止48時間後に冷温停止。崩壊熱と雑負荷を除熱可能として設定。）  
 交換熱量：18.6MW、淡水流量：420m<sup>3</sup>/h、海水流量500m<sup>3</sup>/h、淡水出口温度：32℃、  
 海水入口温度：29℃

【淡水ポンプ仕様】台数：1、流量：420m<sup>3</sup>/h、揚程：40m

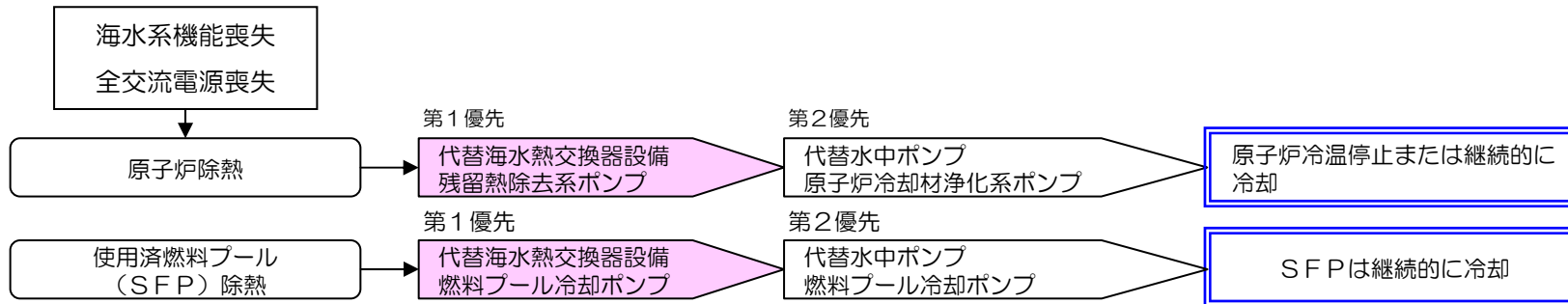


代替水中ポンプ  
 （流量：500m<sup>3</sup>/h、  
 揚程：33m）



# ⑤ 代替海水熱交換器設備の接続訓練 <原子炉等の冷却対策>

代替海水熱交換器設備、代替水中ポンプなどを用いた総合的な安全対策訓練を繰り返し、手順・体制の実効性確認と継続的改善を実施。



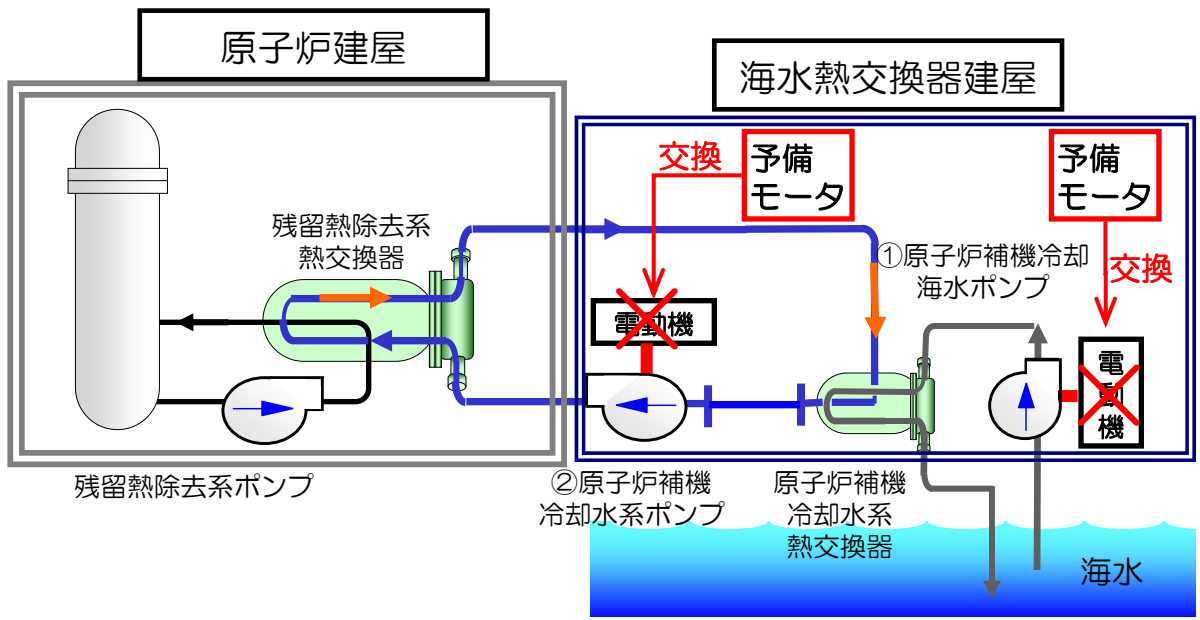
主な訓練内容	訓練の様子
<p>・代替海水熱交換器設備による原子炉除熱、SFP除熱訓練</p> <p>電源車、変圧器、代替海水熱交換器設備他資機材を設置し、ケーブルを布設、接続して電源車から電源供給する。注水用のホースを布設し、配管接続口へホースを接続する。</p> <p>代替海水熱交換器設備による原子炉除熱、SFP除熱訓練の他、以下のような個別訓練を実施</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・代替海水熱交換器設備の電源供給</li> <li>・淡水用ホース布設、接続 他</li> </ul>	<p style="text-align: center;">&lt;代替海水熱交換器設備接続訓練&gt;</p>

# ⑤ 海水ポンプ予備モータ配備 <原子炉等の冷却対策>

想定を超える津波により熱交換器建屋が浸水し「電源」「除熱」「注水」機能をサポートするポンプのモータが機能喪失した場合を想定し、交換による早期の復旧が可能となるよう、予備のモータを配備する。

- ①原子炉補機冷却水系海水ポンプ用モータ×7台  
 (例) 7号機 予備モータ 出力：280kw、電圧：440V
- ②原子炉補機冷却水系ポンプ用モータ×8台  
 (例) 7号機 予備モータ 出力：370kw、電圧：6600V

**全号機分の予備モータを確保**



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第3層>

## 第3層 炉心損傷防止（注水、減圧、循環冷却）

### 問題点（教訓）

全ての電源を喪失した場合、その後の高圧注水、減圧、低圧注水、除熱、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

- ・SBOを設計ベースに位置づけ、設計ベース、DECそれぞれで高圧注水機能を強化
- ・減圧機能の強化を検討中
- ・低圧注水以降は可搬設備も含めた多様性をもった対策を実施

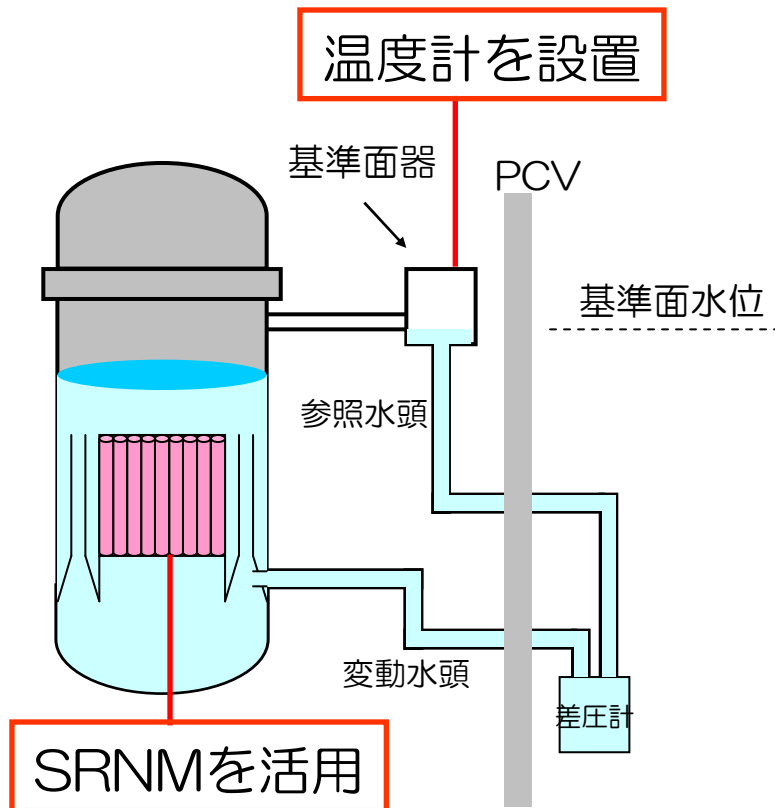
可搬設備  
現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
恒設設備  
手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

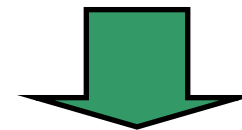
対策の厚みの向上	手順等	RCIC手動起動手順		※1：原子炉停止直後の崩壊熱相当量の注水はできないものの、補助的な高圧注水手段として手順を整備 ※2：原子炉水位を正確に計測できない状況であっても、原子炉水位が有効燃料域以下であることを確認するため、基準面器に温度計を設置 ※3：HPAC設置まではこの対策も含めたDEC対策により、設計ベースの対策と位置づける						
	DEC (可搬)		SRV用コンプレッサ	SRV用予備ポンプ	SRV用予備蓄電池	消防車高台配備	MUWCへの外部接続口	海水ポンプ予備モータ	代替水中ポンプ	代替熱交換器
	DEC (恒設)	SLCによる注水手順※1				火災の観点で強化した消火系による注水				
	設計ベース	CRDによる注水手順※1	ADS	SRV用ポンプ	既設蓄電池の容量増加	消火ポンプ（ディーゼル駆動）				
		HPAC※3	SRV	液体窒素設備	蓄電池	消火ポンプ（電動駆動）		CUW	原子炉水位監視機能強化※2	
		RCIC（蒸気駆動）				MUWC				
		HPCS(K1)								
		HPCF(K7)（電動駆動）								
			信号	窒素	電源					
			③減圧							
						LPCS(K1)	LPFL(K7)			
								RHR		既存の計装設備
									⑤原子炉循環冷却	②～⑤計装
									②高圧注水	

## ②～⑤ プラント状態監視機能強化（原子炉水位計測）

シビアアクシデント時に原子炉水位計測が正確な指示をしているかの判断のため、基準面器に温度計を設置する。また、原子炉水位が有効燃料域以下であることを把握するため、給水ノズル温度、逃がし安全弁排気温度、SRNM（起動領域モニタ）カウントを監視することで把握できるか検討する。



炉心部の水位が有効燃料底部近辺になると、温度上昇により、基準面器から水が蒸発する。また、給水ノズル温度や逃がし安全弁排気温度も上昇する。



給水ノズル温度や逃がし安全弁排気温度を合わせて監視することで、水位が有効燃料底部近辺となっていることが把握できる。

さらに、燃料が露出することでSRNMカウントが減少するため、これを監視することで水位低下による燃料の露出を確認する。

# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<第4層>

## 第4層 炉心損傷後の影響緩和、放出抑制

### 問題点（教訓）

炉心損傷後の影響緩和の手段（格納容器損傷防止、水素制御、溶融炉心落下対策、環境への放射性物質の大量放出防止等）が整備されていなかった。

### 方針

- DECとして恒設設備中心に対策を実施

<span style="background-color: #f4a460; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> 可搬設備	
<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> 現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備	
<span style="background-color: #90ee90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> 恒設設備	
<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> 手順等の対応	
<span style="border: 2px solid red; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> 赤太枠	福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上

(可搬) DEC	消防車 高台配備				消防車 高台配備
	MUWCへの 外部接続口				MUWCへの 外部接続口
(恒設) DEC		フィルタバント			
		バント弁駆動用 空気ポンプ			溶融炉心 落下対策
	代替スプレイ (消火系)	バント弁操作用 ハンドル	原子炉建屋トップバント設備 ブローアウトパネル開放	建屋水素 濃度計	ペDESTAL注水 (消火系)
	代替スプレイ (MUWC)	耐圧強化 バント	フィルタ バント	格納容器頂部 水張り設備	原子炉建屋内の 水素処理設備
ベース 設計	格納容器 スプレイ	S/P冷却	FCS		
	格納容器 スプレイ	格納容器 冷却	水素制御、濃度監視		コア・コンクリート 反応抑制

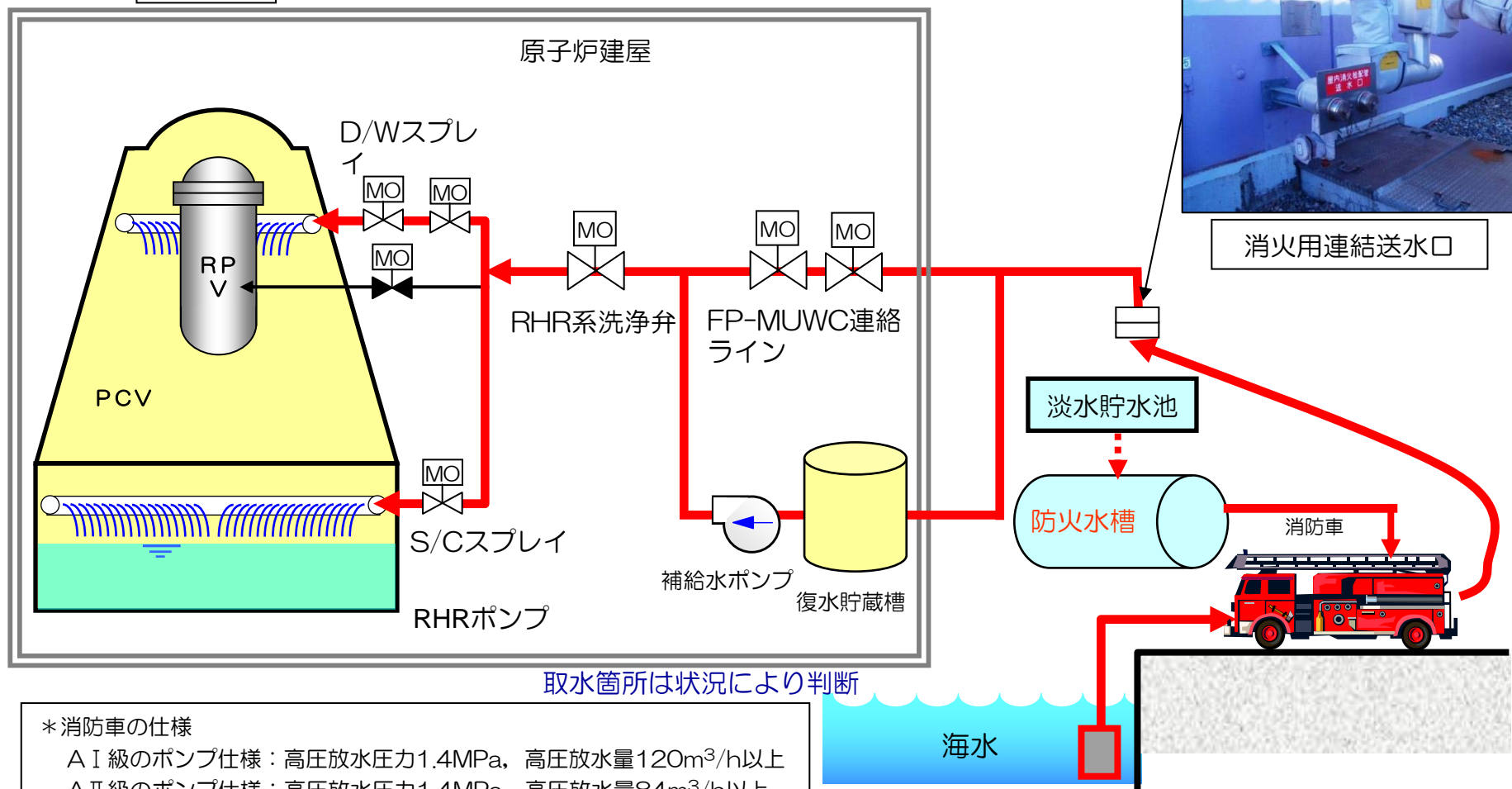
### ⑥ 炉心損傷後の影響緩和



## ⑥ 交流電源に頼らない格納容器スプレイ手段の整備<原子炉等の冷却対策>

全交流電源喪失時においても格納容器の圧力、温度の上昇を抑えるため、消防車を用いた格納容器スプレイの手順を整備した。

1号の例



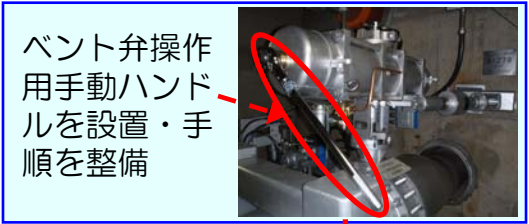
\* 消防車の仕様

A I 級のポンプ仕様：高圧放水圧力1.4MPa，高圧放水量120m<sup>3</sup>/h以上

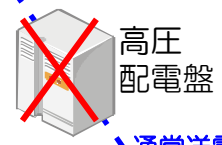
A II 級のポンプ仕様：高圧放水圧力1.4MPa，高圧放水量84m<sup>3</sup>/h以上

### ⑥ 格納容器ベントによる冷却と閉込め機能の維持<格納容器の冷却対策>

仮にヒートシンク喪失した場合でも、原子炉への注水と格納容器内をベントすることで熱を大気に放出することにより、圧力・温度を抑制して格納容器の健全性を維持。ベントを継続的かつ確実に実施できるように、弁駆動用に予備空気ポンペを配備するとともに、電源がなくてもベント弁を現場で手動操作できるようなハンドルを設置。



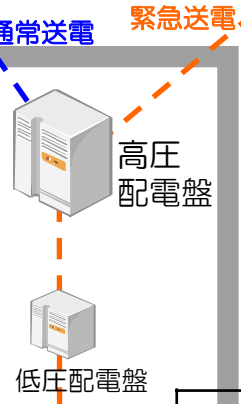
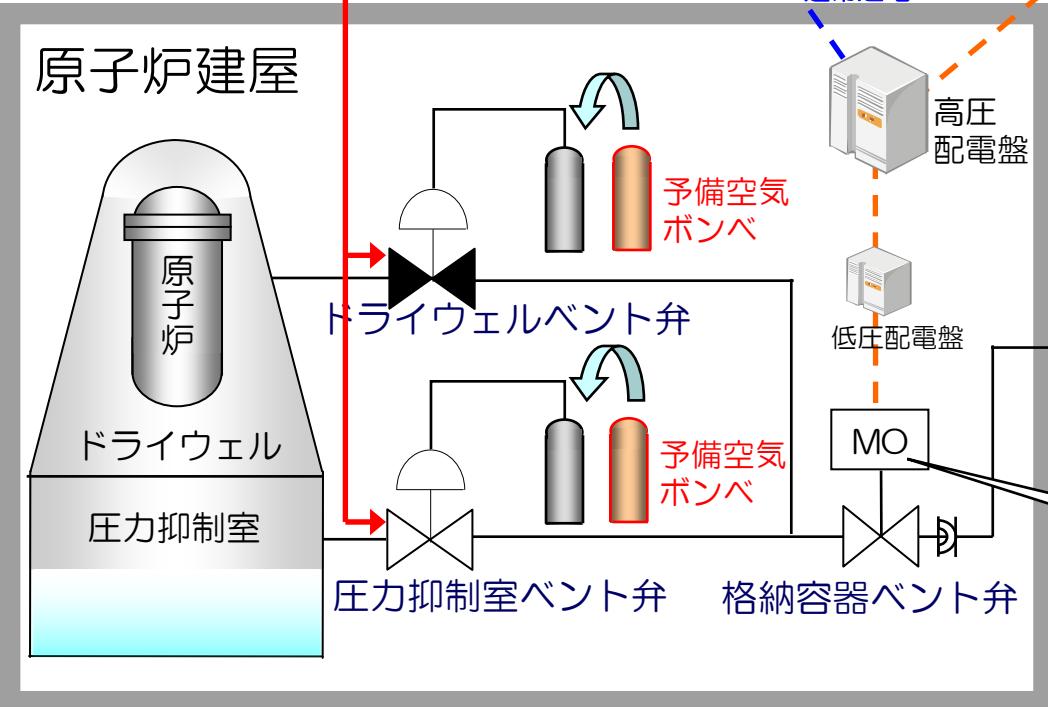
66kV開閉所



154kV開閉所建屋



空冷式ガスタービン発電機車



予備空気ポンペ  
14本を配備済  
(2本/1プラント)

電源がなくても  
手動操作可能

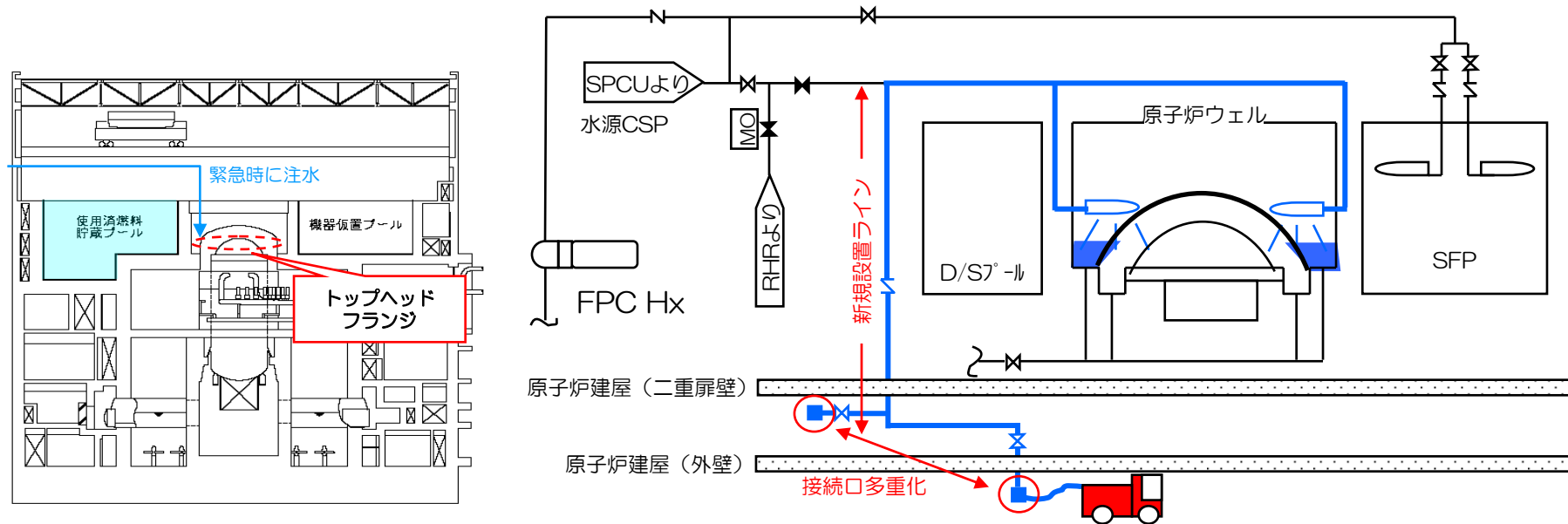
# ⑥ 格納容器頂部水張り設備の設置

事故時の格納容器過温破損を防止するために緊急時ウェル注水設備を設置し、原子炉ウェルに注水を行うことで格納容器頂部を冷却することを検討中。

事故時に原子炉建屋外からFPC系統経由で原子炉ウェルに注水するため注水ラインを設置する。  
 （格納容器内で高温の蒸気が発生した場合にトップヘッドフランジを冷却することでR/Bへの流出を防止）

※格納容器冷却効果の簡易評価により、ウェルに50 t程度注水すればトップヘッドの温度上昇を200℃以下に抑えることが可能な見通しである。今後詳細な検討を行い、ウェル注水流量・注水タイミング・目標水量等を定めていく。

## 緊急時ウェル注水ライン（検討中）のイメージ

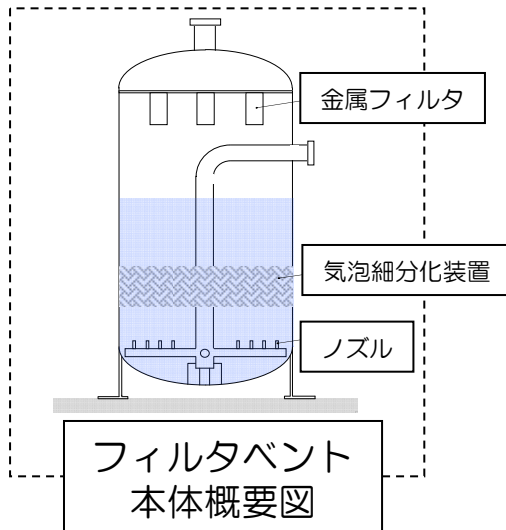


# ⑥ フィルタベント設備の設置

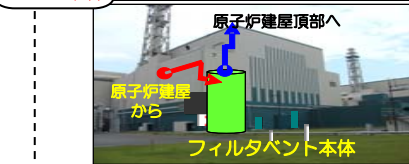
炉心損傷後の放射性物質放出を低減するために、フィルタベント設備を設置する。  
 （粒子状の放射性物質(ヨウ素, セシウム)の放出量を1/1000程度に低減する。）

## ○柏崎刈羽1, 7号機着工済み

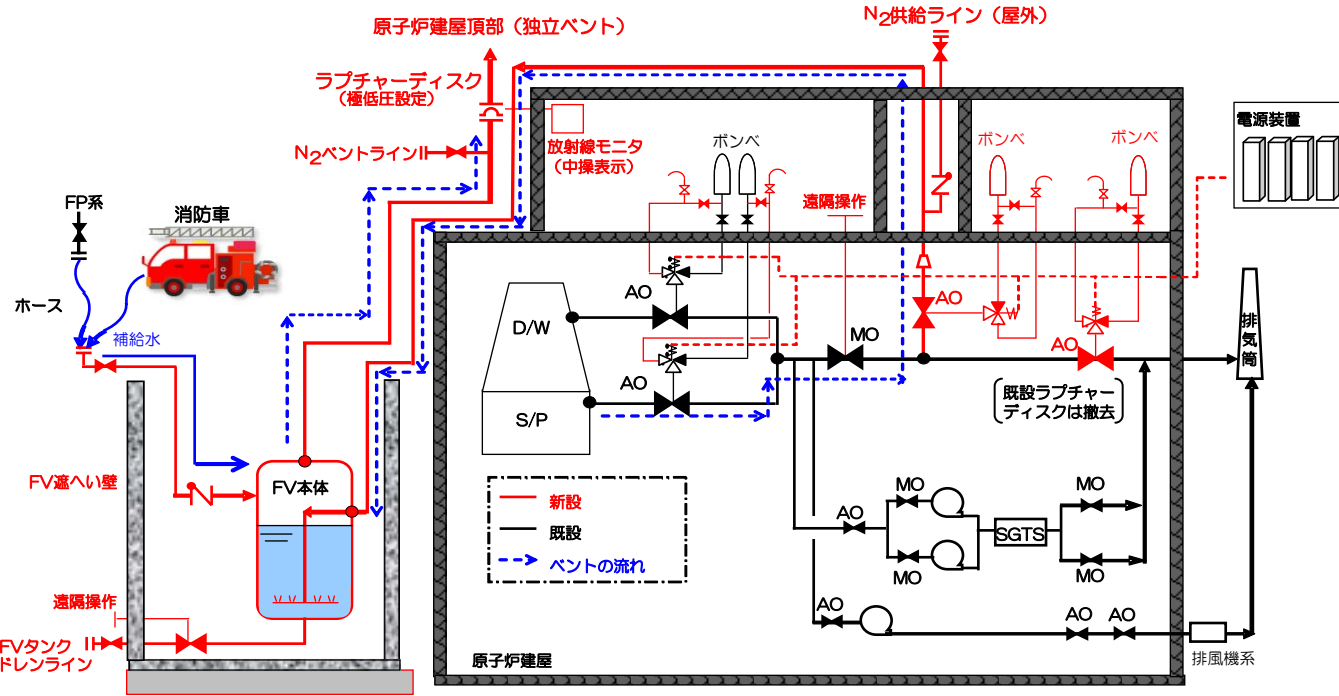
（7号機：2013年1月15日着工, 1号機：2013年2月22日）



### 【7号機】



### 設置予定図



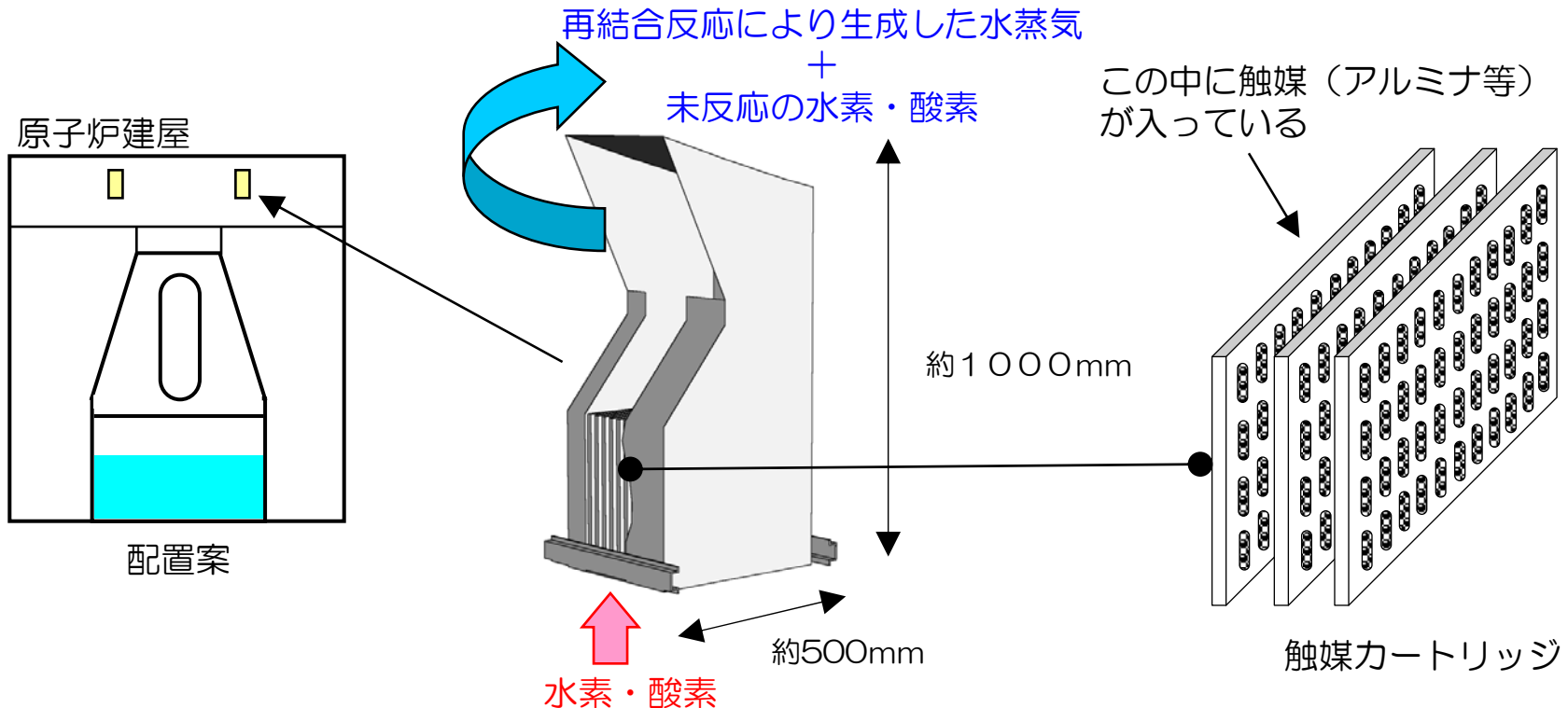
### <設計条件>

- ・ SBO時にもPCVベント弁の操作が可能であること。（蓄電池・ポンペ、手動遠隔操作）
- ・ 二次格納容器の外からPCVベント弁の操作が可能であること。（放射線防護対策）
- ・ 他系統へのPCVベントガスのまわり込みを防止すること。（弁による隔離、独立排気ライン）

# ⑥ 原子炉建屋水素処理設備の設置

建屋側に漏えいした水素を処理するため、原子炉建屋内に静的触媒式再結合装置（PAR）を設置する。

## PAR設置(検討中)のイメージ



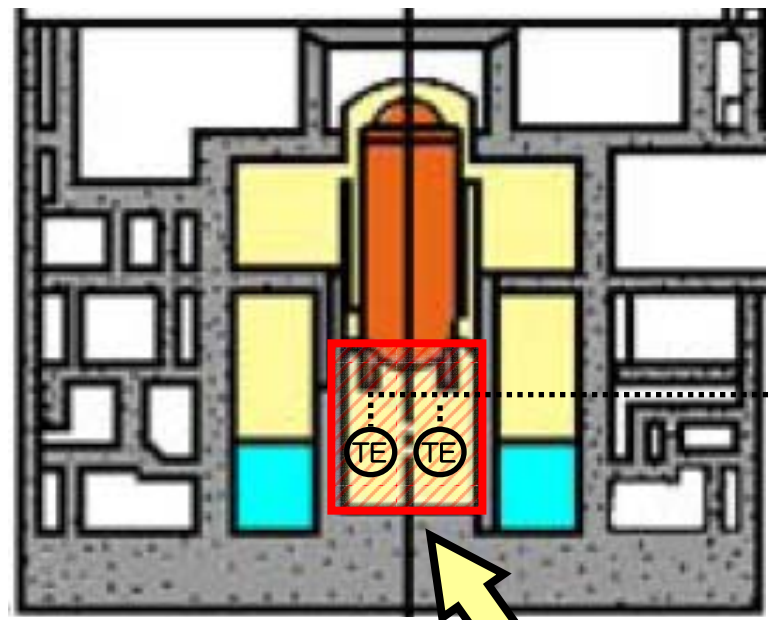
PARの仕様（検討中）  
 処理能力：原子炉建屋への水素流入条件等により処理能力は変動するが、1台当たり最大2kg/h程度の水素を処理可能。  
 配備数：PARの設置場所や原子炉建屋内の水素の滞留状況により配備数は変わるため検討中。





# ⑥ 格納容器内の温度計装強化(熔融炉心落下対策)

溶融した燃料の挙動を検知できるように、高温を計測できる温度計を設置する。また、確実な検知、あるいは空間的な分布等の観点から温度計測系を多重化する。



➤溶融炉心の存在を検知できるように、1,000℃程度の高温を計測できる温度計を導入する

➤確実な検知、あるいは空間的な分布等の観点からパデスルの温度計測系を多重化する

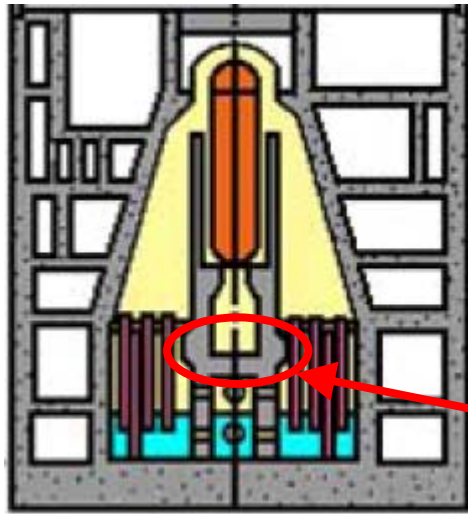
TE : 温度計  
TI : 温度指示計

過酷事故時でも信号伝送可能とするため、  
温度計・ケーブル・端子台コネクタなどの  
耐熱性を確保する

## ⑥ 格納容器内の侵食防止対策(溶融炉心落下対策)

格納容器コンクリート浸食開始までの時間余裕を確保する目的から、浸食防止対策を実施する。

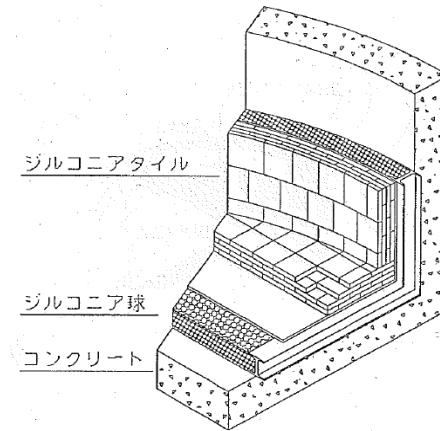
K-1



➤ 溶融燃料を受け止め、侵食開始までの時間余裕を確保するためコアキャッチャーによる侵食防止対策を実施する

コアキャッチャー

※ZrO<sub>2</sub>を使用したコアキャッチャーの例



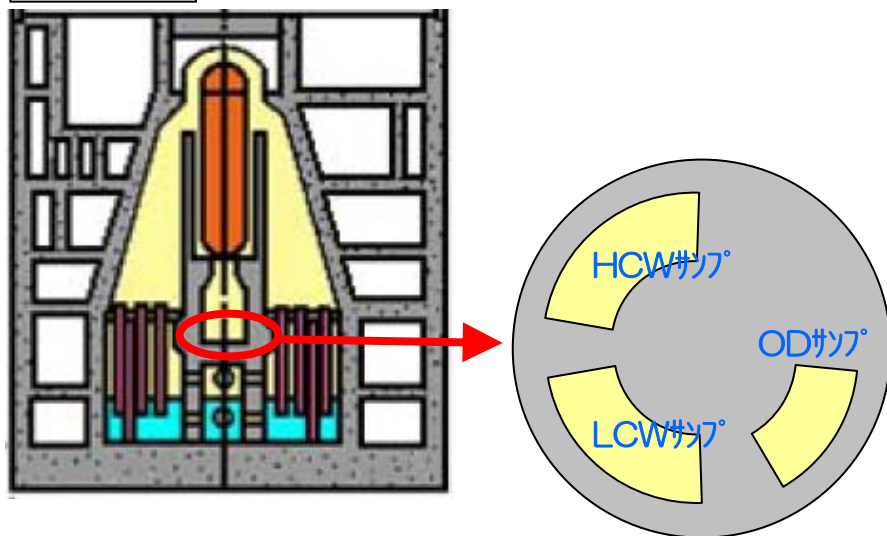
【参考】 耐熱素材に係わる既存技術の例  
過去の研究や他産業（製鉄、化学、航空宇宙 等）での実績より候補となる高融点材料を例示すると以下のとおり  
Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（約2,000℃）、ZrO<sub>2</sub>（約2,700℃）、  
MgO（約2,800℃）、SiC（約2,700℃）  
※融点以外にも高温での特性等を踏まえて決定

\* 溶融燃料による格納容器コンクリートの侵食は、深さ方向のみならず、横方向へも進行する

## ⑥ 格納容器内の侵食防止対策(ドレンサンプ対策) (溶融炉心落下対策)

溶融した燃料がサンプへ堆積しないよう、サンプ上蓋について耐熱性の向上を図る。また、サンプの底上げを実施する。

K-1



▶ サンプ上蓋を耐熱性のある素材に交換する（或いは耐熱タイル等を敷設）

▶ サンプドレンラインによる格納容器内の冷却材漏えい検知機能を確保し、かつドレン実績を踏まえつつ、サンプの底上げ（耐熱タイル等の敷設）を実施する

【参考】 K-1 ドレンサンプへの流入状況

- ・HCW（高伝導度廃液系），LCW（低伝導度廃液系）へのドレン流入量は、サンプ容積に対して時間当たり最大でも数分の一程度、OD（オイルドレン系）ドレンサンプは現在使用していない

# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<各層共通>

各層共通

炉心損傷の防止/損傷後の影響緩和（電源）

問題点（教訓）

全ての電源（直流、交流電源）が喪失した場合の代替手段が十分に用意されていなかった。

方針

- 電源は各層の機能をサポートする設備であり、高い信頼性を確保する必要があることから、DECとして位置的分散を重視した恒設設備中心の対策を実施

可搬設備  
 現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
 恒設設備  
 手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上

(可搬) DEC	電源車高台配備	外部からの接続箇所（接続箱）		外部（地元等）からの燃料調達
	高台電源設備（分電盤等）			
DEC (恒設)	空冷式ガスタービン発電機車高台配備	蓄電池等強化		
	隣接号機からの電源融通	隣接号機からの電源融通による充電器への給電		高台軽油タンク設置
設計ベース	非常用D/G	既設蓄電池の容量増加		
	外部電源（開閉所）	蓄電池		軽油タンクディタンク
	交流電源		直流電源	燃料

⑦ 電源強化

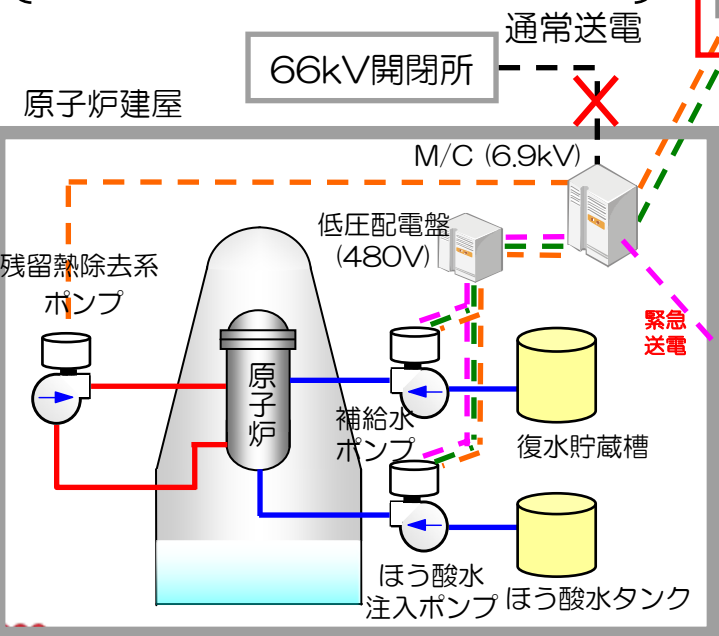


# ⑦ 空冷式GTG、電源車の高台配備による早期電源復旧<電源対策>

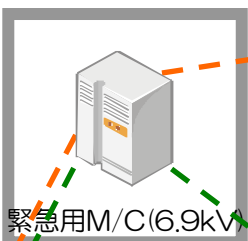
万一、プラントの全交流電源喪失時にも重要機器の動力が迅速に確保できるよう、大容量の空冷式ガスタービン発電機（空冷式GTG）を高台に配備。併せて、高台に燃料補給用の地下軽油タンクを設置。また、電源供給が迅速に行えるよう高台に緊急用の高圧配電盤（M/C）を設置し、常設ケーブルを各号機へ布設。さらに空冷式GTGに加えて、多数の電源車を高台へ配備。

- ・空冷式GTG：2台配備済
- ・電源車：23台配備済
- ・エンジン付発電機：配備済
- ・その他の資機材（接続ケーブル等）：配備済  
(平成24年12月4日現在)

- ・空冷式GTG～緊急用M/C～R/B M/C
- ・電源車～接続箱～緊急用M/C～R/B M/C
- ・電源車～R/B M/C



高台電源設備  
(分電盤等) 設置  
154kV開閉所建屋



設置場所：T.P. 約27m



接続箱

設置場所：T.P. 約35m  
電源車を並列接続



空冷式GTG 高台配備



容量：4,500kVA  
配備数：2台(7プラントのRHR(A)が運転可能)  
配備場所：高台(T.P. 約35m)

電源車高台配備

容量：500kVA  
配備数：21台  
配備場所：高台(T.P. 約35m)



設置場所：T.P. 約35m  
容量：144 kL (公称)  
空冷式GTG、電源車、  
消防車の約1日(24時間)分の  
燃料消費量



既設軽油タンク (1～7号機)  
合計5700kl  
輸送手段を整備中

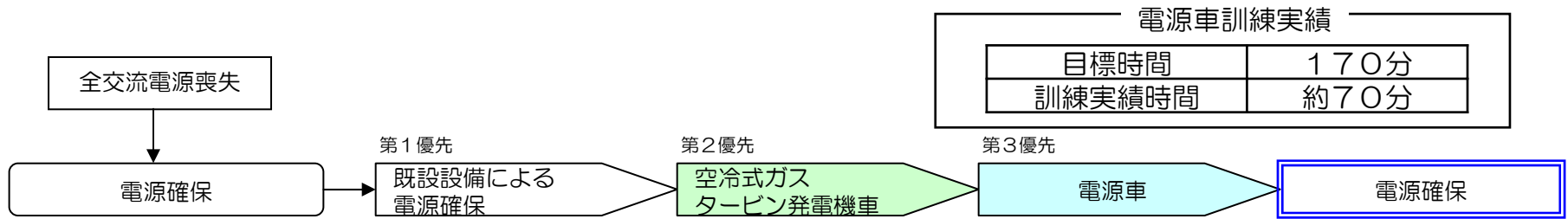


地元の石油販売業者と燃料調達契約を締結しており、災害発生より6時間以内に120klの燃料補給が可能

ガスタービン発電機車のバックアップとして、電源車を複数台簡易に接続可能(最大15台)な接続箱を設置し非常用電源の強化をし、復旧の迅速化を図りました。

# ⑦ 空冷式GTG、電源車による電源復旧の訓練<電源対策>

空冷式GTG、電源車による電源復旧の対応手順を策定。全交流電源を喪失しても、炉心損傷を発生させないための電源確保訓練を繰り返し、手順・体制の実効性確認と継続的改善を実施。



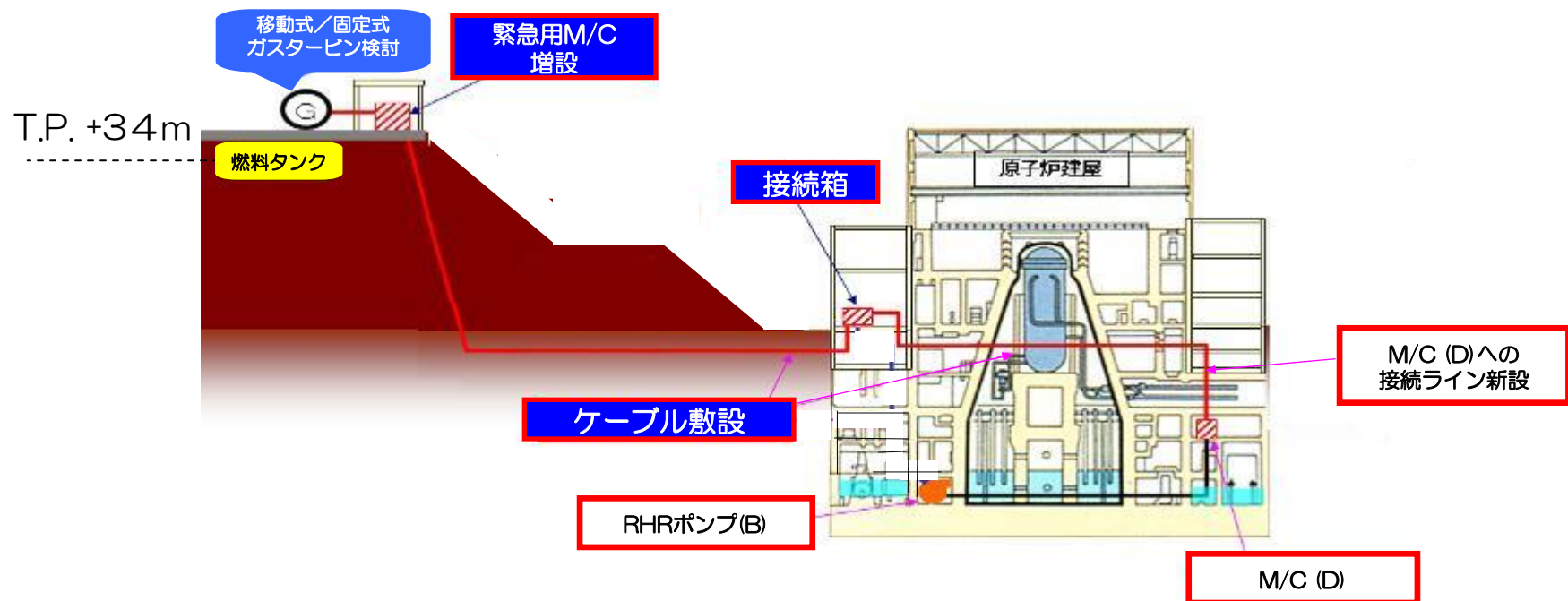
主な訓練内容	訓練の様子
<ul style="list-style-type: none"> <li>電源車による電源供給 電源車を原子炉建屋脇へ移動。ケーブルの布設、接続を行い、電源車を起動する。</li> </ul>	<p align="center">&lt;電源確保訓練&gt;</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  <p>① ケーブル布設</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>② ケーブル接続</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>③ 電源車へケーブル接続</p> </div> <div style="width: 50%;">  <p>④ 電源車起動</p> </div> </div>
<ul style="list-style-type: none"> <li>電源車による電源供給に加え、以下のような個別訓練を実施している。                     <ul style="list-style-type: none"> <li>ガスタービン発電機車、電源車操作訓練</li> <li>電源車による緊急用高圧配電盤、高圧配電盤受電訓練</li> <li>ケーブル接続訓練</li> <li>夜間訓練 他</li> </ul> </li> </ul>	<p align="center">ガスタービン発電機車</p> 

## ⑦ 更なる高台電源等の設置＜電源対策＞

本設非常用交流電源の多様性を考慮し、空冷方式の非常用交流電源を津波の影響を受けない高台に設置する。また、給電系統の多重性強化として、新設の電源系統による、緊急用M/Cから非常用高圧母線（D）系に電源を供給しRHR（B）を稼働させる。

### 高台電源設置(実施中)のイメージ

- （1. M/C建屋の新設）
2. M/C及び電気設備の設置
3. 高台発電機（空冷方式）の設置
4. 燃料タンクの設置
5. 緊急用M/C～接続箱電路設置
6. 接続箱～D系M/C電路設置





# ⑦ 蓄電池等（直流電源）の強化＜電源対策＞（1 / 2）

重要な機器の制御電源や監視計器の電源に用いる直流電源を長い間維持できるように強化するとともに、予備蓄電池を配備。

現 状



設置場所：K1→C/S B1F  
K7→C/B B1F  
既設直流電源容量（K1の例）  
（A）：4000Ah  
（B）：1600Ah  
（H）：500Ah  
※A系(RCIC等)8h供給可能  
（負荷カット状態）

既設直流電源室の防水強化

バッテリー室への浸水を防止するための防水処理を実施する

蓄電池強化のイメージ



充電



設置場所：K1→C/S屋上  
K7→C/B屋上  
※ RCIC及び監視計器に供給可能。  
（負荷カット状態）

**プラント内の15 m以上の高所に蓄電池充電器専用の非常用発電機を設置予定**

設置場所：K1→R/B中3F  
K7→R/B 4F  
増設直流電源容量：  
（A）：3000Ah（既設の75%）

既設直流設備とは別の15 m以上の高所に**直流電源設備を増設予定**  
（位置的分散と蓄電池容量の増加）

電源供給  
（負荷カット状態）  
約8時間

給電

【供給先】

- ◆原子炉隔離時冷却系（高圧注水設備）
- ◆主蒸気逃がし安全弁（減圧設備）
- ◆重要監視計器

# ⑦ 蓄電池等（直流電源）の強化＜電源対策＞（2/2）

## ○予備蓄電池配備

用途		予備蓄電池配備数（台）							合計	配備場所
		1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機		
監視用計器	監視計器用	2	2	2	2	2	2	2	14	1号機： 計算機室 5～7号機： 中央制御室
	放射線モニタ用	4	常時交流電源から供給※1						4	計算機室
主蒸気逃がし安全弁操作		10	10	10	10	10	10	10	78	主蒸気逃がし安全弁操作（例）1号機：下部中央制御室
ディーゼル駆動消火ポンプ制御		4								
原子炉水位監視用		4								



※1：2～7号機の放射線モニタは常時交流電源より供給され、交流電源喪失時は無停電電源装置の蓄電池より供給される。

## ○直流電源の負荷制限

- ・SBO後、必要最低限の直流負荷（RCIC、DC照明、監視計器等）のみに負荷抑制
- ・8時間後には直流照明も切り離し



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<各層共通>

各層共通

## 炉心損傷防止/損傷後の影響緩和（水源）

### 問題点（教訓）

炉心損傷防止や炉心損傷後における影響緩和のために必要となる十分な水源や注水手段が確保されていなかった。

### 方針

- ・水源は各層に共通するサポート設備であることから、DECとして位置的分散を重視した恒設設備中心の対策を実施

可搬設備

現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備

恒設設備

手順等の対応

**赤太枠** 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
DEC：設計ベースを超える領域

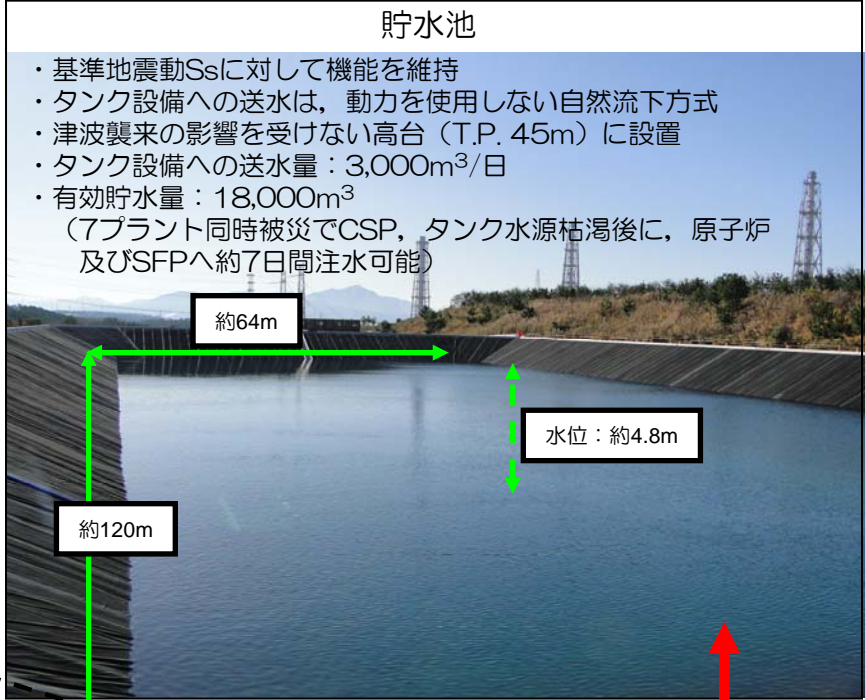
対策の厚みの向上



## ⑧ 水源強化

# ⑧ 貯水池および井戸の構内設置による淡水の安定確保＜水源対策＞

原子炉や使用済燃料プールへ淡水注水を安定的に継続できるように、既存の淡水タンクに加えて、海拔45mの高台に淡水約2万トンを蓄えられる貯水池を設置。また、貯水池へ補給用の井戸（予備含め2本）を構内に設置。

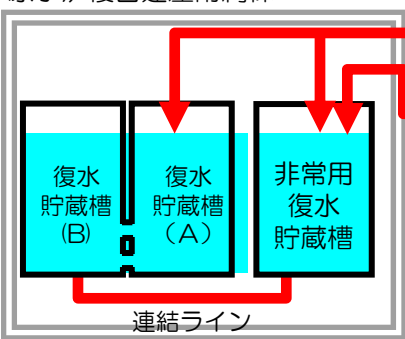


- ・基準地震動Ssに対して機能を維持
- ・タンク設備への送水は、動力を使用しない自然流下方式
- ・津波襲来の影響を受けない高台（T.P. 45m）に設置
- ・タンク設備への送水量：3,000m<sup>3</sup>/日
- ・有効貯水量：18,000m<sup>3</sup>  
（7プラント同時被災でCSP、タンク水源枯渇後に、原子炉及びSFPへ約7日間注水可能）

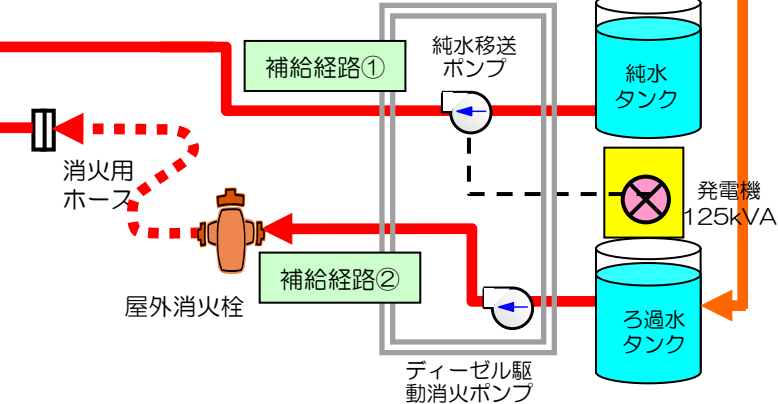


送水ラインは地震による影響を受けにくい柔構造設計

原子炉複合建屋附属棟



水処理建屋



補給水用井戸

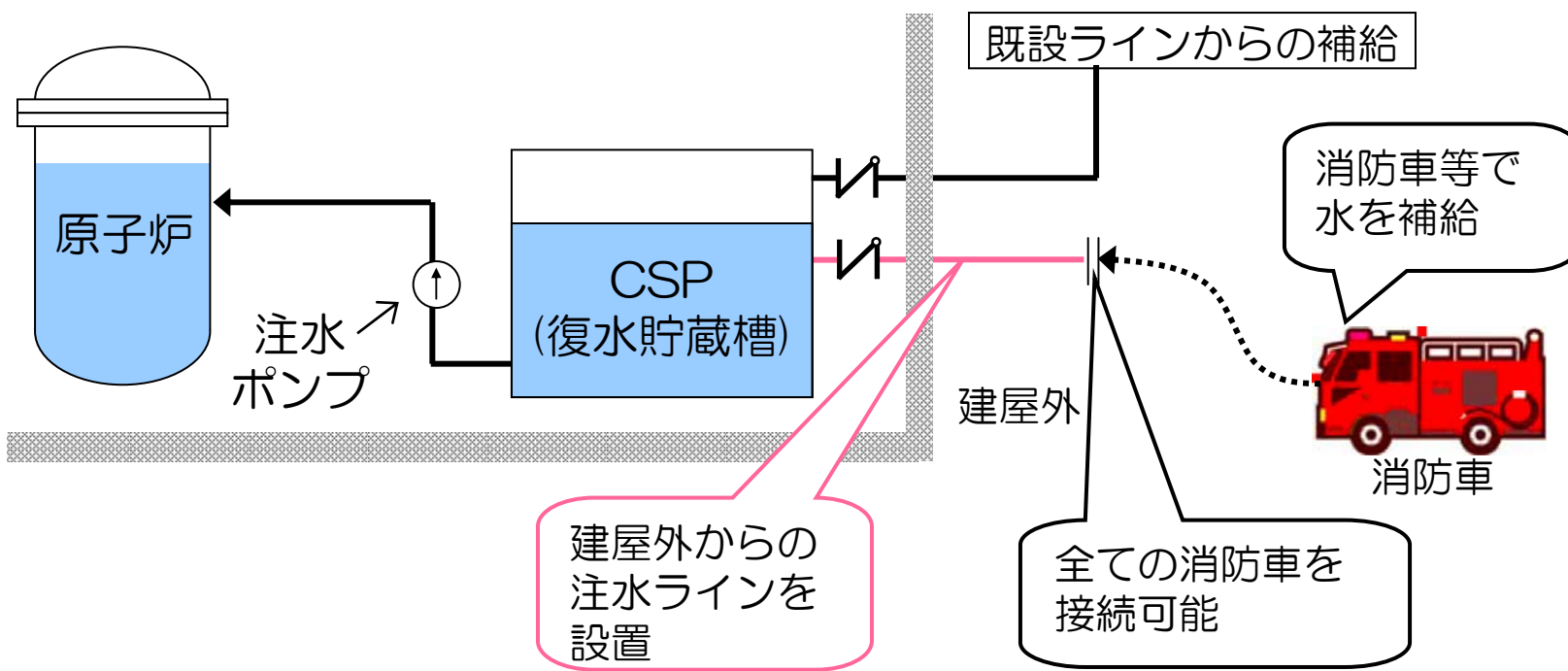


- ・淡水貯水池に淡水を補給する際は、取水用井戸のポンプを稼働させる。電源喪失時は分電盤に発電機を接続する。
- ・取水用井戸は予備含め2箇所設置
- ・取水用井戸の揚水量500m<sup>3</sup>/日

⑧ 建屋外からのCSP注水ラインの設置＜水源対策＞

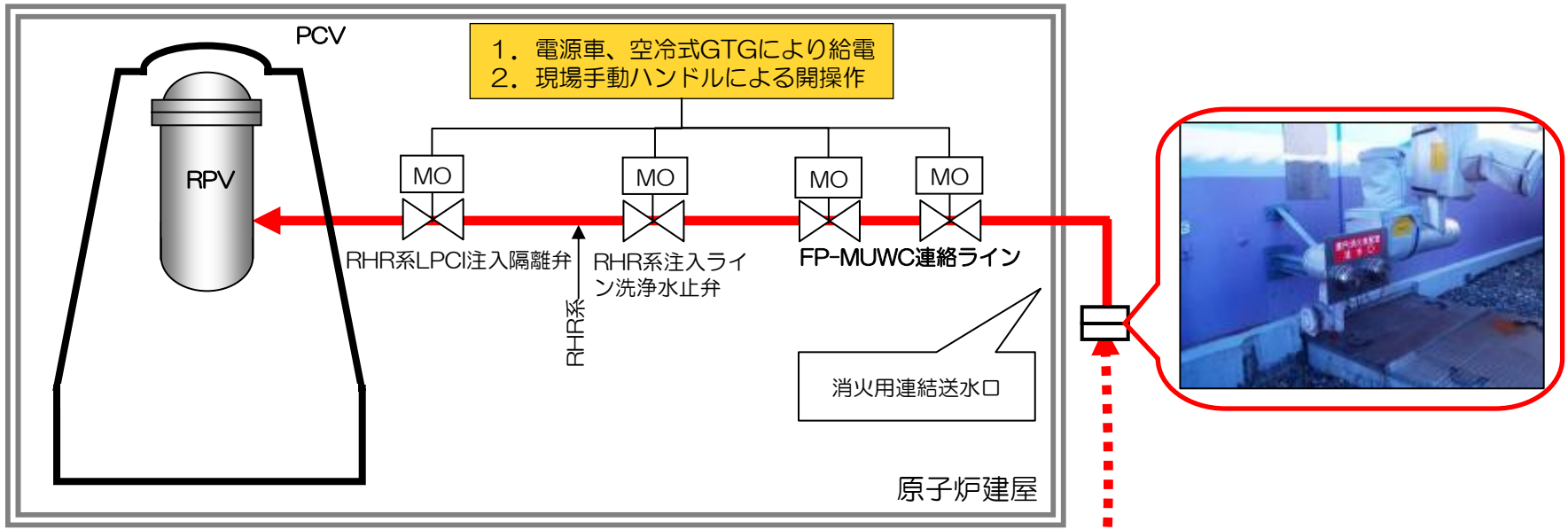
原子炉注水の主要な水源であるCSP（復水貯蔵槽）に、建屋外からの注水ラインを設置することにより、屋外からの補給を可能にする。

建屋外からの注水ラインの設置を実施中

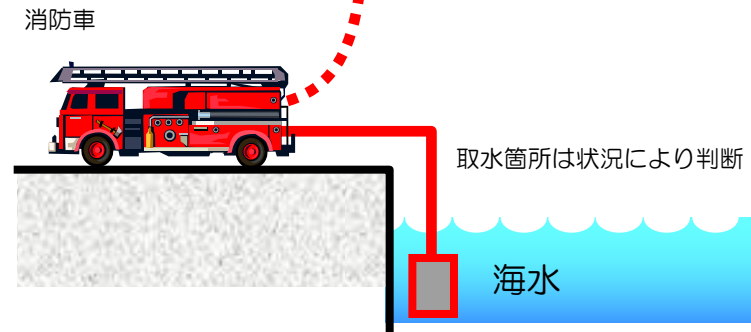


# ⑧ 海水利用手順整備＜水源対策＞

MUWC及びD/DFPによる注水が失敗した場合、またはMUWC・D/DFPの水源（淡水）が枯渇した場合に、海水を水源とした消防車により、原子炉へ注水する手順を津波AMGにて策定



- 必要機材
- ・ 消防車（AⅡ級以上）1台 ※AⅡ級：84 m<sup>3</sup>/h @ 1.4MPa  
※84m<sup>3</sup>/hは、原子炉停止60分後の崩壊熱に相当
  - ・ 送水用ホース 計100本程度（約2000m相当）を整備済み
  - ・ 消防車は仮置きヤード（T.P.約35m）、自衛消防センターに保管



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<その他>

## その他 燃料プールの冷却

### 問題点（教訓）

全ての電源を喪失した場合の水位等の監視・計測とその後の燃料プールの除熱・注水、水源確保が十分に準備されておらず、その場で考えながら、対応せざるを得なかった。

### 方針

- 一般的に時間余裕が大きいことから、可搬設備を用いた対策を実施

可搬設備

現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備

恒設設備

手順等の対応

**赤太枠** 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上	(可搬) DEC	30クリートホップ車の配備	代替熱交換器車を用いた冷却	
		消防車 外部からの高台配備 注水配管		
	(恒設) DEC	火災の観点で強化した消火系による注水 (ディーゼル駆動ポンプの増強)		緊急時用監視カメラ
				緊急時用水位計
	設計ベース	MUWC	RHRによる燃料プール冷却	ITVからの監視
		燃料プール補給水系(K1) サブプレッションプール浄化系(K7)	FPC	スキマーサージタンク水位計
	注水	除熱	監視・計測	

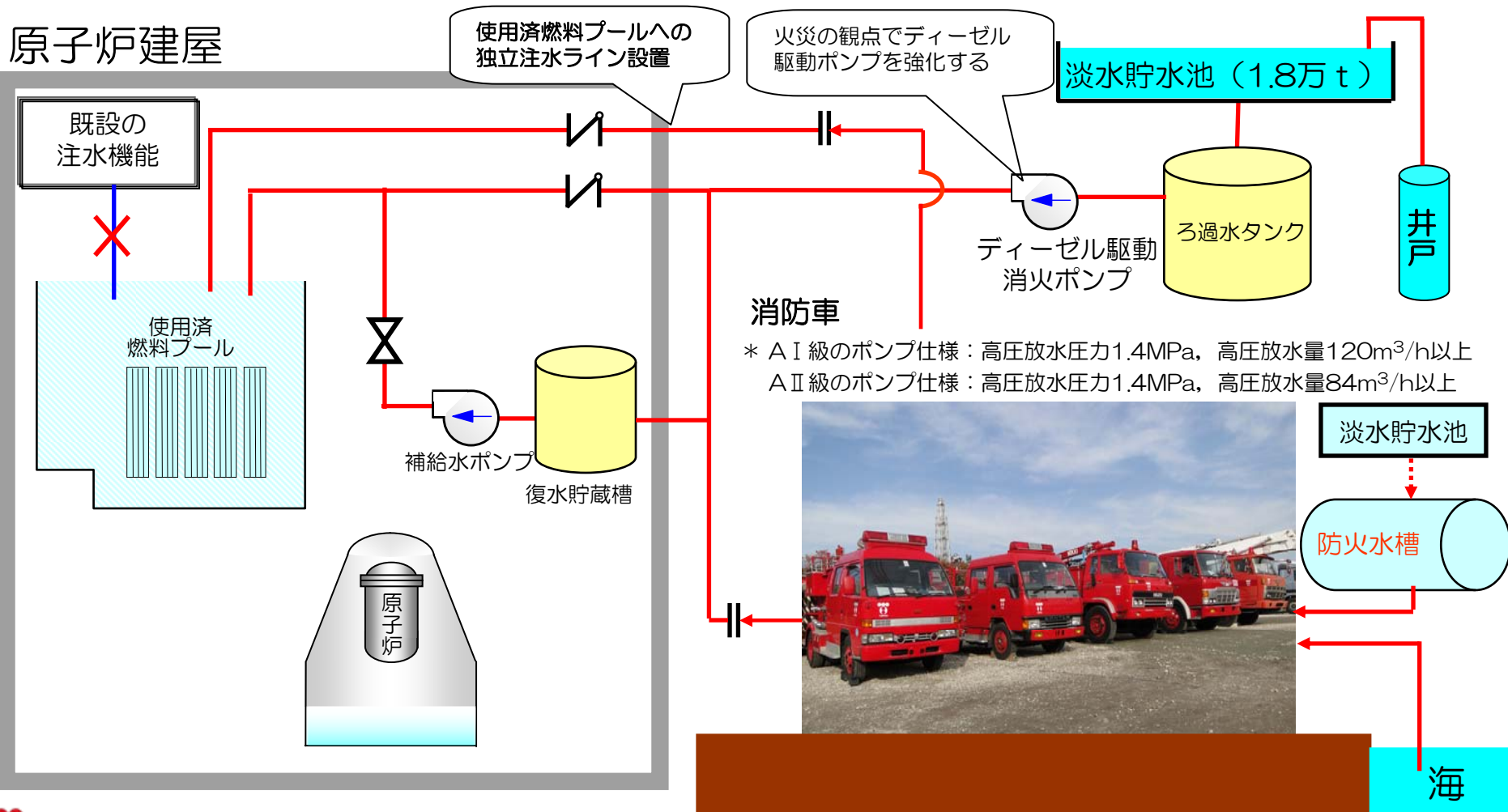
## ⑨燃料プール



⑨ 消防車等の高台配備によるSFP注水の多重性・多様性向上＜燃料プール対策＞

全交流電源喪失により電動の注水設備がすべて機能喪失しても、SFPへの注水機能を確保するため、消防車8台（AⅠ級2台、AⅡ級6台）\*を高台に分散配置し、建屋に設けた注水口等から注水可能。さらにディーゼル駆動ポンプの台数・容量を増加。

原子炉建屋



## ⑨ コンクリートポンプ車の配備＜燃料プール対策＞

電源喪失や原子炉建屋の破損により、通常の使用済燃料プールの注水・冷却機能を喪失しても、原子炉建屋の外部から使用済燃料プールへ直接注水可能なコンクリートポンプ車を配備。

- ・燃料プールへの外部からの注水を可能とするよう、コンクリートポンプ車を構内外に配備する。（平成25年度第一四半期）



腕部長さ70m車



腕部長さ52m車

# ⑨ 監視カメラ・水位計測可能な温度計追加＜燃料プール対策＞

全交流電源が喪失し、現状の使用済燃料プールの監視機能が喪失しても中央制御室から監視を継続できるように、使用済燃料プールの監視機能を強化

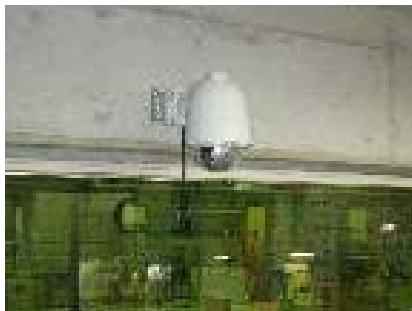
- ・使用済燃料プール専用監視カメラ設置
- ・使用済燃料ラック上端から1 m間隔で計測可能な熱電対式温度計設置

【電源】

- ・使用済燃料プール温度計 → 熱電対のため電源不要
- ・デジタルレコーダ → レコーダ内蔵電池にて7時間動作可能
- ・使用済燃料プール監視カメラ → 電源車の電源供給により確保

## 使用済燃料プール用温度計（1号機）

## 使用済燃料プール監視用カメラ（1号機）

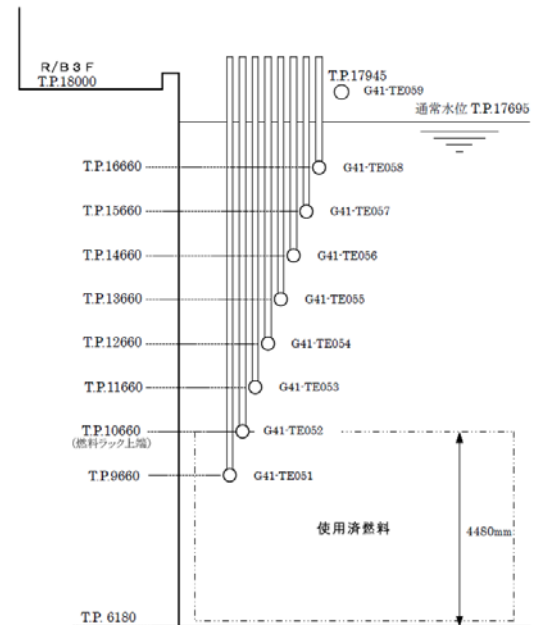
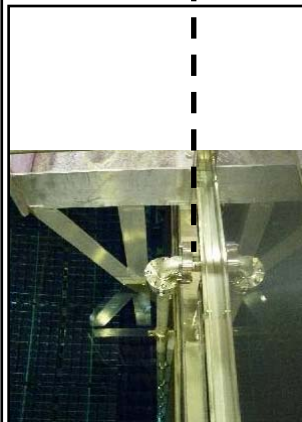


監視用カメラ



モニター  
(中央制御室)

## 中央制御室



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<その他>

## その他 常用系設備の耐震機能維持

### 問題点（教訓）

外部電源設備は常用系設備であり、大規模な地震時には動作を期待しない設備であったが、福島第二では震災時に機能を維持した外部電源がその後の復旧に大きな役割を果たした。

### 方針

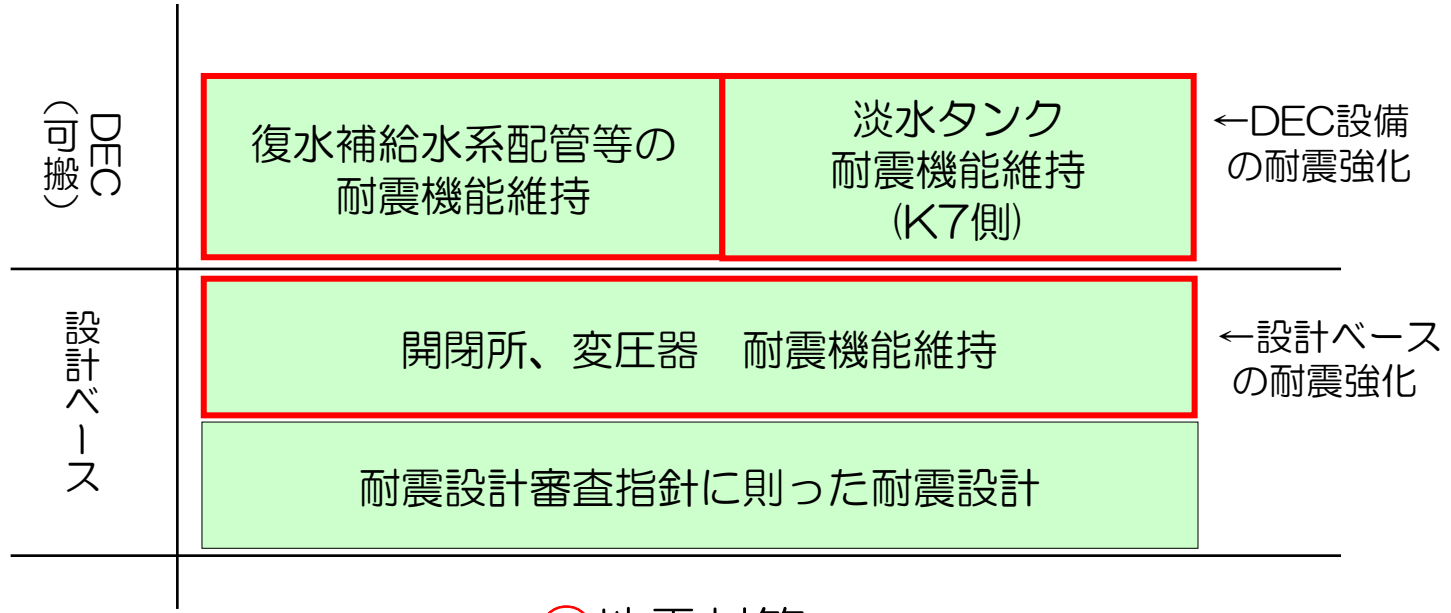
- ・非常時における常用系の有効活用の観点から、追加の耐震強化を実施

- 可搬設備
- 現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備
- 恒設設備
- 手順等の対応

**赤太枠** 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

対策の厚みの向上

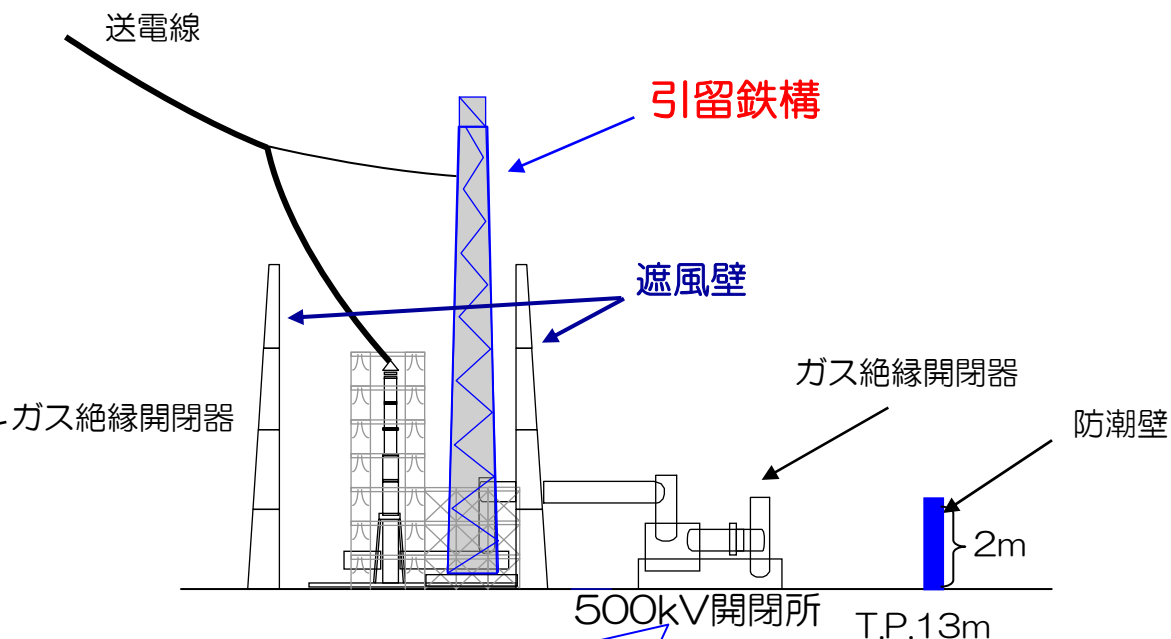


## ⑩地震対策



## ⑩ 開閉所引留鉄構の耐震強化等による外部電源の信頼性向上＜地震対策＞

500kV開閉所において送電線を引込み固定する引留鉄構の取替えを実施し、耐震性の向上を図るとともに、浸水対策として、開閉所設備に防潮壁を設置。また、遮風壁の耐震強化を実施。



## 【取替対象設備】

南新潟幹線1号線／2号線

新新潟幹線1号線／2号線

工期：平成24年7月～平成25年12月（予定）

柏崎刈羽原子力発電所の開閉所設備は、耐震性に優れたガス絶縁開閉装置(GIS)を採用  
 (GIS:JEAG5003＜電気設備の耐震設計指針＞は満足、JEAC4601＜原子力発電所耐震設計技術規程＞評価中)



# ⑩ 復水補給水系配管等の耐震強化＜地震対策＞

柏崎刈羽原子力発電所では、中越沖地震で安全上重要な機器への問題は生じなかったものの、基準地震動Ssを中越沖地震の知見を踏まえて中越沖地震に余裕のあるレベルに設定した。さらに、安全上重要な機器について、基準地震動Ssに対して余裕を持つよう、耐震補強を実施済である。

津波襲来等のアクシデント発生時に復水補給水系を用いて原子炉・燃料プールへの注水を行うことを想定し、サポート及び電線管・ケーブルの耐震強化を行う。

■ECCSが全て機能喪失した際、3つの代替注水手段（MUWC、D/DFP、消防車）のいずれについても、原子炉注水にあたりMUWC系ラインを必ず使用



MUWC系ラインの耐震強化実施。基準地震動Ssに対して実働性確保することにより低圧注水の信頼性を向上

- ・サポート約100カ所の補強
- ・ケーブルの引き替え
- ・電線管敷設（既設耐震トレイが無いルート）

サポートを追加



【工事前】



【工事後】

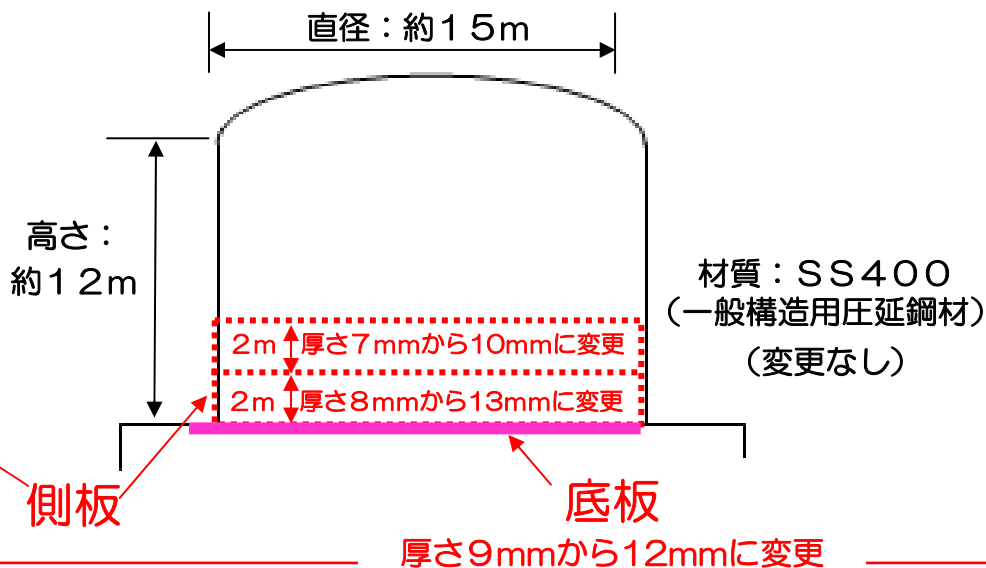
【耐震条件】  
 耐震強化工事用地震動S1000（基準地震動Ssと新潟県中越沖地震増幅波1.5NCOの包絡）に対し裕度1倍以上を確保する。  
 ※1.5NCOは、新潟県中越沖地震時に1号機原子炉建屋基盤上で観測された地震動を1.5倍に増幅したものの。

# ⑩ 淡水タンク耐震強化＜地震対策＞

中越沖地震の際に、健全性は確保されているものの、純水タンクNo.3,4について、他のタンクと同様に、側板や底板の厚さを増すことにより耐震強化を実施中。

ろ過水タンク			純水タンク		
中越沖地震後の耐震強化			中越沖地震後の耐震強化		
1 ～ 4 号 側	No.1	建替実施	1 ～ 4 号 側	No.1	取替実施 (自重を増加)
	No.2	側板（変形部）の部分取替実施		No.2	取替実施 (自重を増加)
5 ～ 7 号 側	No.3	底板、タンク側板（下部）の板を厚くした。	5 ～ 7 号 側	No.3	有意な損傷がなかったため継続使用
	No.4	底板、タンク側板（下部）の板を厚くした		No.4	有意な損傷がなかったため継続使用

- 【工期】
- ・ No.3タンク  
～平成25年6月
  - ・ No.4タンク  
～平成25年2月



# 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の状況<その他>

## その他 その他の観点での安全対策

**問題点（教訓）**  
 瓦礫等の散乱による現場のアクセス性・作業性低下等、  
 著しい作業環境の悪化が事故の対応を困難にしていた。

**方針**  
 ・事故時の対応をサポートする上で重要となる各機能への対策を実施

可搬設備  
 現有設備に対し位置的分散を図った恒設設備  
 恒設設備  
 手順等の対応  
赤太枠 福島事故以降に設置または設置に向けて詳細検討中の設備

設計ベース：設計基準の一部に追加的な要件を課した領域  
 DEC：設計ベースを超える領域

各視点の対策 対策の進捗の目安	活動拠点の増強	中央制御室換気空調系への電源車での給電	消火系強化	瓦礫撤去用重機配備	モニタリングカー増配備	プラント状態監視(伝送)機能強化
	免震棟	中央制御室換気空調系	消火系配管地上化	アクセス道路補強	モニタリングポスト用発電機	可搬型PHSアンテナ等
	消防車	消火設備	既存のモニタリング設備	既存の通信設備		
	緊急時対策本部	中央制御室	火災対策	アクセス道路確保	モニタリング設備	通信設備

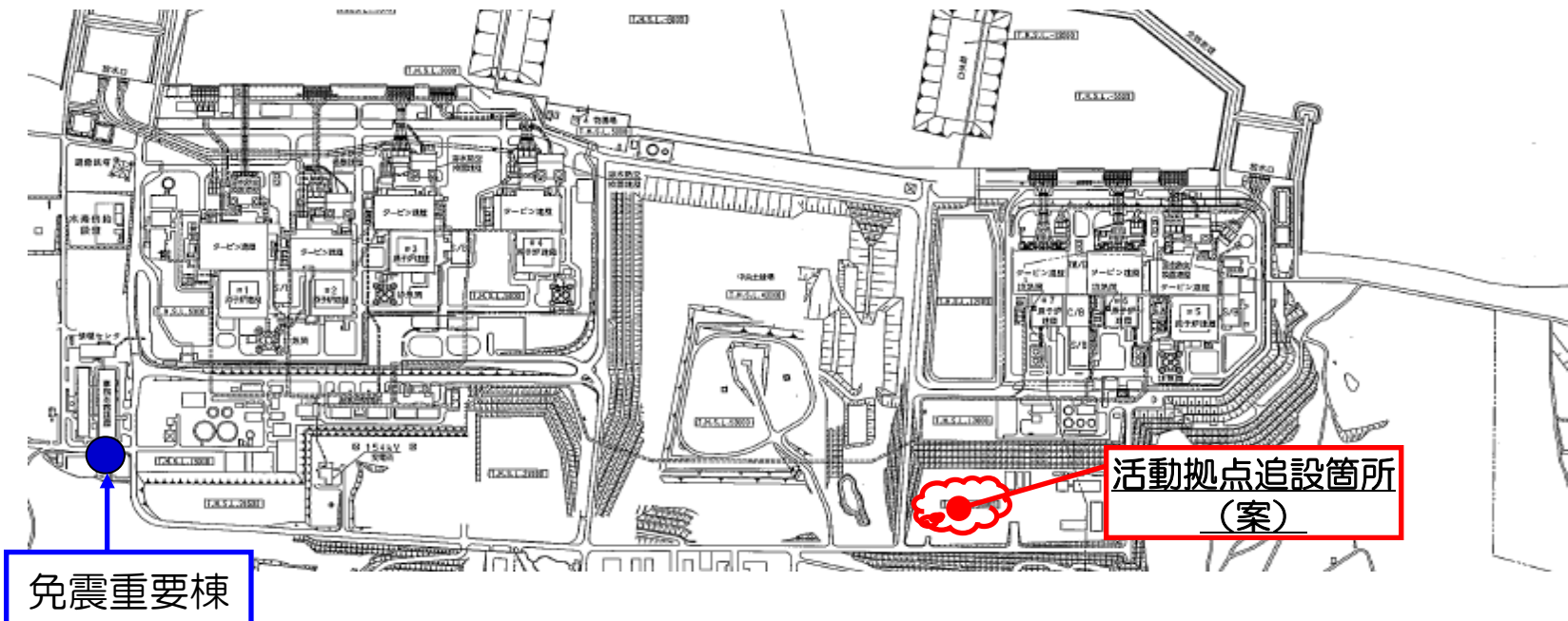
### ⑪ その他の視点※

※：その他の視点には、設計基準の要求に含まれない対策分野もあることから、設計ベースやDECでの整理とはせず、対策の積み上げ状況を示した。

## ⑪ 活動拠点の増強＜その他の視点对策＞

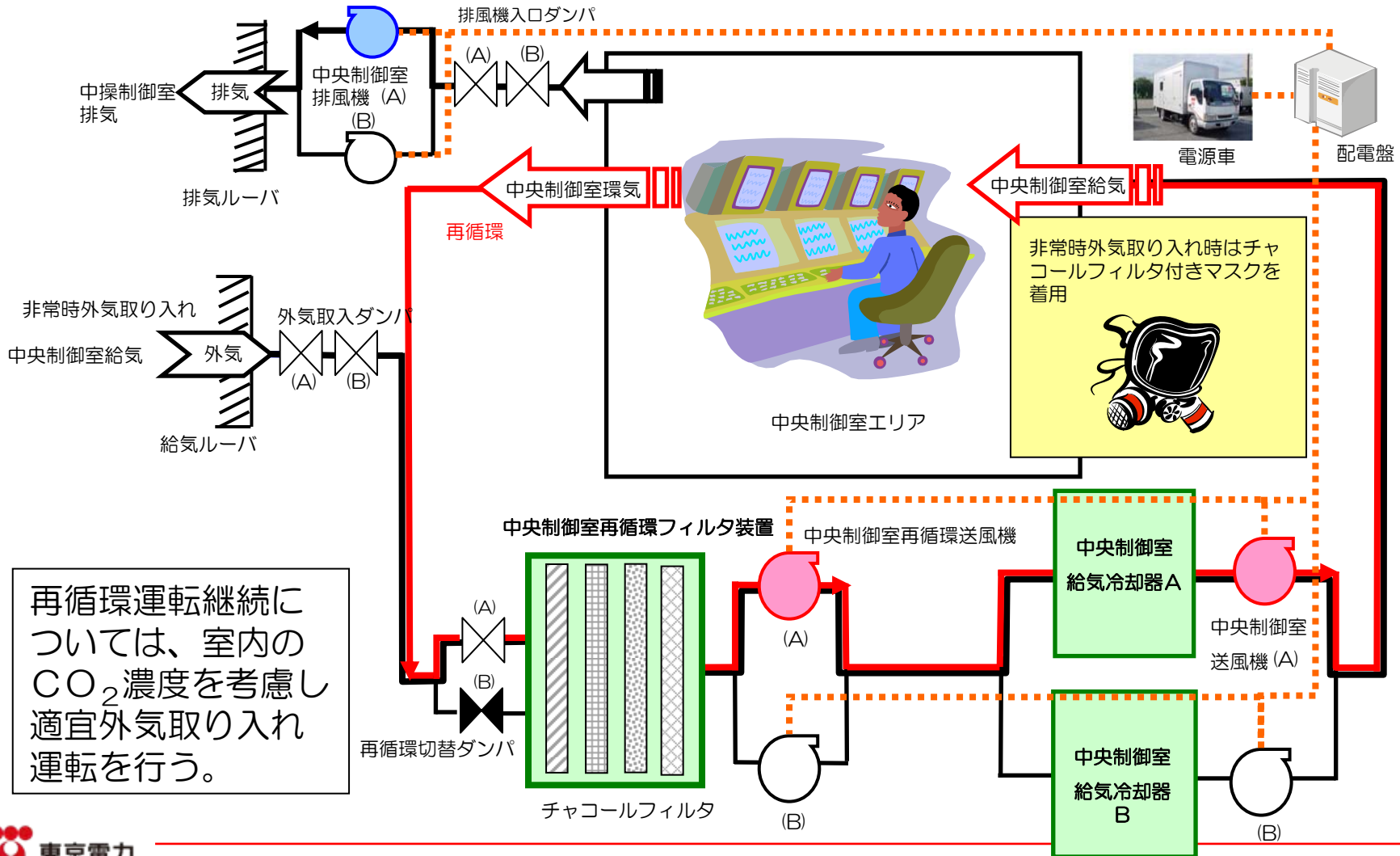
1F 免震重要棟は事故後に緊急対策本部として機能を維持したが、設計想定を超える能力が要求され、数々の課題が浮き彫りとなり改善の必要性が判明したことから、緊急時対応要員活動拠点を整備する。

既設免震重要棟の改善・強化策として、機能・収容能力増強、迅速な現場対応等を考慮した活動拠点を設置する。  
(規模・必要機能は検討中)



# ⑪ 中央制御室環境改善＜その他の視点対策＞

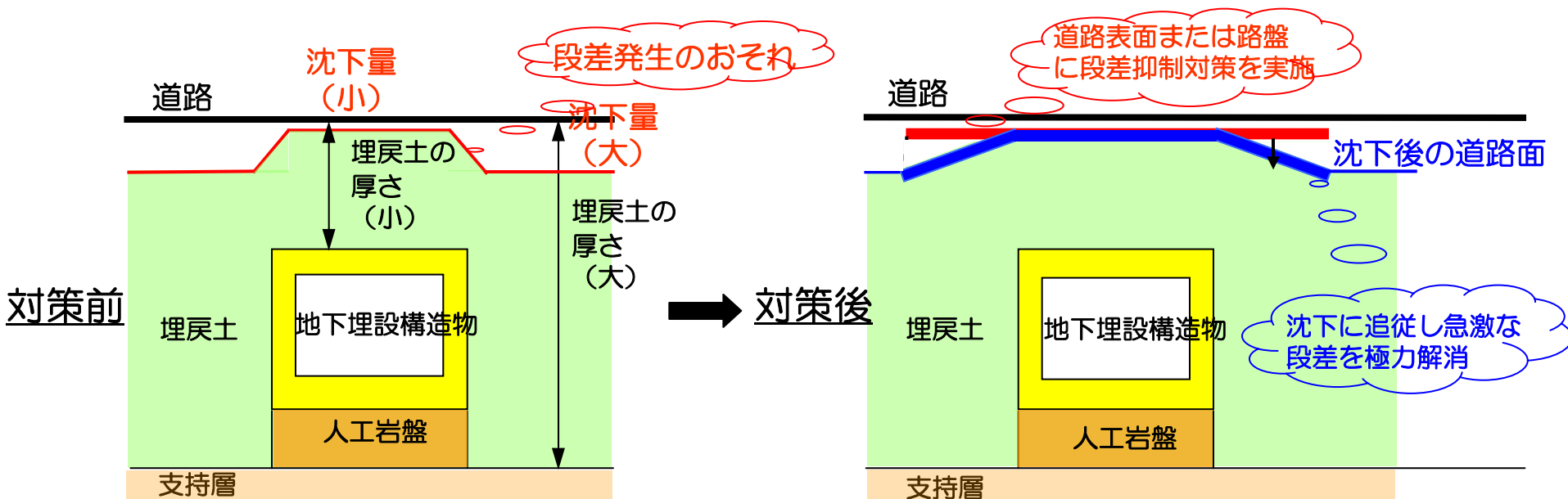
付近の線量が上昇する場合には、中央制御室の環境改善のため、電源車から電源を供給し中央制御室の空調再循環運転を実施、線量上昇を抑制する。





# ⑪ アクセス道路補強＜その他の視点＞

- 中越沖地震発生後、構内アクセスルートについて下記の対策を実施。
  - 通行不可となった箇所：沈下対策として地盤改良を実施。
  - 通行可能だが道路に亀裂や変状がみられた箇所：地盤改良等を実施。
- 更なる安全性の確保として、緊急対応車輛の構内アクセスルート上の地震による沈下等により発生する段差を評価した結果、通行不可能とはならないと思われるが、より迅速に緊急車両が目的地に到達出来るよう、あらかじめ道路表面または路盤に段差抑制対策を実施。



工期：平成24年10月～平成25年3月（予定）

# ⑪ 瓦礫撤去用重機の配備＜その他の視点对策＞

電源車や消防車等を高台からプラント近くへ展開する際のアクセス路を確保するため、地震や津波により散乱した瓦礫等を重機により速やかに撤去する。また、アクセス路上の段差やひび割れの応急処置も併せて実施する。



【ショベルカー（3台）】



【ホイールローダ（4台）】

瓦礫撤去用重機を7台配備  
 通行ルートの段差発生時に対応するため砕石（30m<sup>3</sup>）をストック

地震津波襲来後に電源車を用いる基本シナリオ※の場合、電源車のアクセスルート確保完了までは地震・津波襲来から約5時間を想定している。また、電源復旧までを含めると地震・津波襲来から8時間以内の完了を想定している。

※ 地震・津波襲来→全交流電源喪失→瓦礫撤去→電源車配備→RCIC延命→PCVベントによる除熱→CSP水源確保、電源車燃料確保

- 重機配備場所：高台(T.P.約35m)に配備（荒浜側及び大湊側に分散して配置）
  - 砕石ストック場所：高台(T.P.約35m)重機配備場所と同じ
  - 重機の運転要員
    - ・ショベルカー、ホイールローダともに当社社員が運転し、瓦礫やアクセス路上の補修を実施する。
- なお、アクセスルートは複数確保する。

## ⑪ モニタリング機能強化＜その他の視点対策＞

モニタリング機能強化の一環として、KKのモニタリングカーを2台増配備済み。



- モニタリングカー設備
- 電離箱フィールドモニタ
  - ダストサンプラ
  - ダストモニタ
  - よう素モニタ
  - 風向風速計
  - 発電機
  - 衛星電話
  - 無線機 等

モニタリングカー  
従来より配備：1台（上図）  
増配備：2台

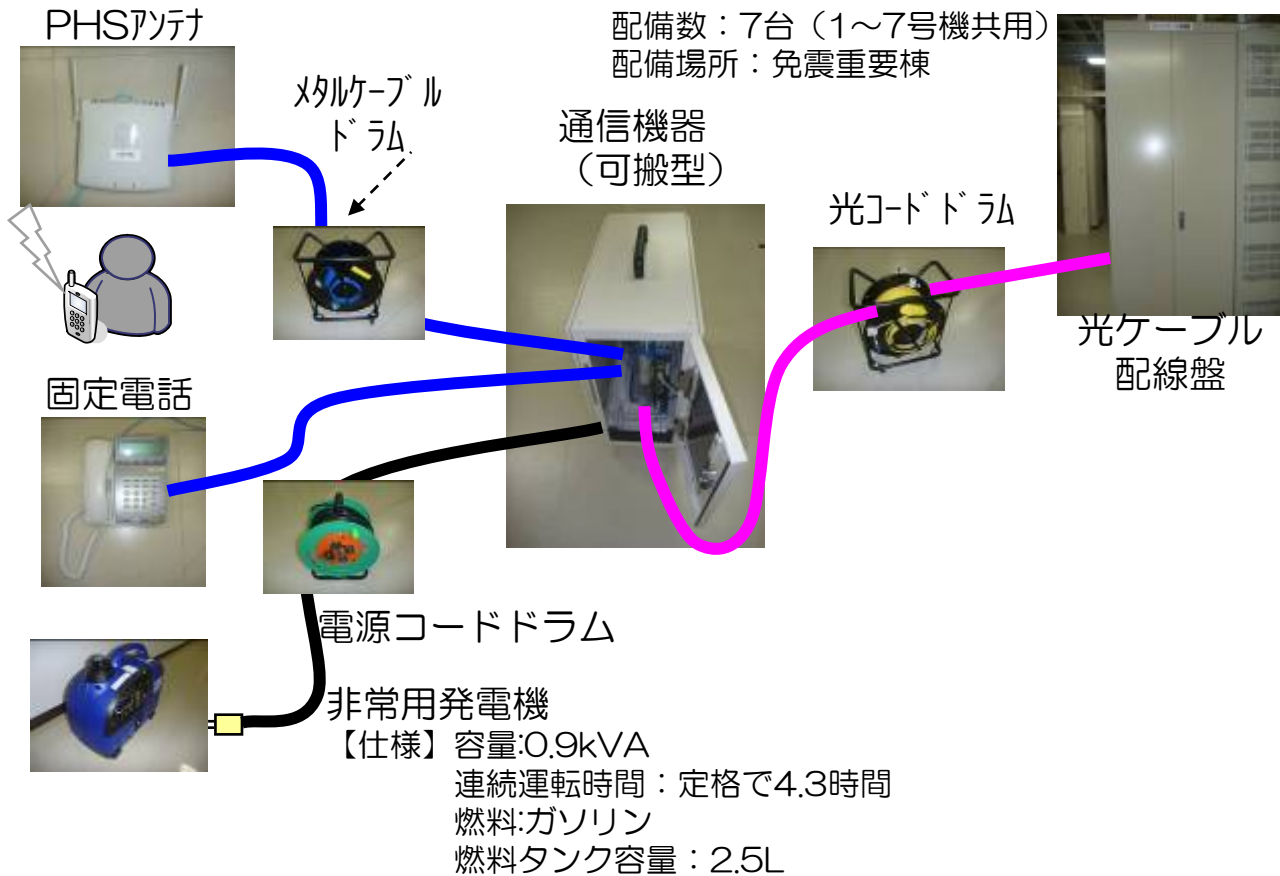
# ⑪ 通信設備増強＜その他の視点对策＞

中央制御室、現場、および免震重要棟において情報収集や指令の伝達を確実にを行うため、PHS交換機の電源増強、可搬型PHSアンテナ資機材の配備、ページング装置の電源増強、移動無線機の設置等により通信設備を強化。

## 通信設備配備（例）

## ＜可搬型PHSアンテナ資機材＞

配備数：7台（1～7号機共用）  
 配備場所：免震重要棟



## ＜可搬型PHS使用訓練風景＞





# ⑪ プラント状態監視機能強化＜その他の視点对策＞

地震および電源喪失でプロセス計算機が機能喪失した場合、免震重要棟でプラントの監視パラメータの確認ができなくなることから、デジタルレコーダと構内共用LANを利用し、免震重要棟に伝送しプラントパラメータ監視機能を強化する。

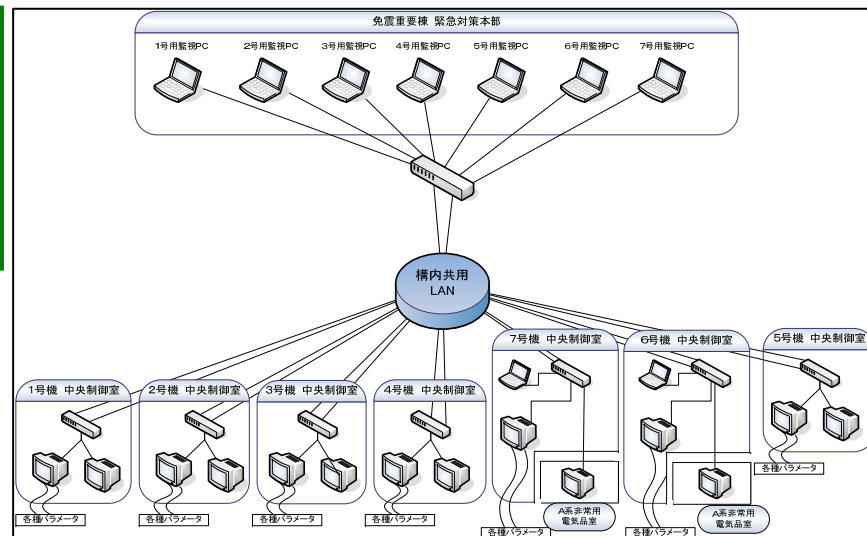
- ・ デジタルレコーダ×14台
- ・ 監視用PC×7台
- ・ 仮設信号用ケーブル式

- ◎ 主要パラメータ
- ・ 原子炉水位（燃料域）
  - ・ 原子炉圧力
  - ・ 格納容器圧力 等

設置例（1号機）



システム構成図







# ⑫ 事故への備えにおける運用面の対策状況

## 問題点（教訓）

想定を超える津波に対する防護が脆弱であった。

- 方針
- ・津波、全電源の喪失など従来の想定を大きく超える事故の対応手順を整備。
  - ・整備した対応手順について、繰り返し教育・訓練を実施。
  - ・重機の運転等に関して社員で対応できるよう、必要な資格の取得を実施。

- 福島第一事故を踏まえた対策 [中長期]
- 赤字 福島第一事故を踏まえた対策 [短期] (実施中)
- 黒字 福島第一事故を踏まえた対策 [短期] (完了済)
- 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策
- 福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
- 従来から継続している対応

具  
体  
的  
対  
応

手順書等の 更なる見直し		運転員 シミュレータ訓練 地震+津波+SBO		
電源機能等喪失 時対応ガイド類	緊急時臨機 応変対応ガイド	電源機能等喪失 時対応訓練	緊急時訓練 の強化	
アクシデント マネジメント (AM)の手引き	津波AM の手引き	運転員津波AM の手引き研修	緊急時訓練 シビアアクシ デント想定	
事故時運転 操作手順書 徴候ベース	事故時運転 操作手順書 シビアアクシデント	運転員 AM 手順書研修	アクシデント マネジメント 研修	
警報発生時 運転操作 手順書	事故時運転 操作手順書	運転員 シミュレータ訓練	緊急時訓練	重機等の 必要資格取得

対応手順の整備

教育・訓練

資格取得

対策  
分類

## ⑫ 過酷事故に備えた手順・訓練の強化＜事故への備え＞

- ①津波、全電源の喪失など従来の想定を大きく超える事故の対応手順を整備。
- ②整備した対応手順について、繰り返し教育・訓練を実施。
- ③重機の運転等に関して社員で対応できるよう、必要な資格の取得を実施。

### 整備した主な手順

- ・津波アクシデントマネジメントの手引き  
～電源喪失時の電源車等による電源供給や原子炉、使用済燃料プールに代替注水するための手引き
- ・緊急時臨機応変対応ガイド  
～電源喪失時の原子炉の減圧や注水を行うための手引き
- ・電源機能等喪失時の対応ガイド類  
～電源車、ガスタービン発電機車（GTG）による電源供給などの現場作業の手引き
- ・手順書、ガイド等については、継続的に更なる見直しを実施



整備した手順の例

### 訓練実績

- ・総合訓練：8回 延べ約1,860人参加
- ・個別訓練：延べ474回実施(H24.12末現在)  
電源車操作訓練、GTG運転訓練  
消防車注水訓練、緊急時に列ソグ訓練等
- ・総合訓練においてはシビアアクシデントを想定したブラインド訓練も実施



GTGによる電源供給訓練風景

### 資格の取得

H24.12末現在	
大型免許	：51名
大型特殊免許	：25名
大型けん引免許	：22名

# ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災における運用面の対策状況

## 問題点（教訓）

複合災害、複数プラントが同時に被災したこと等による**態勢の混乱**が生じた。

- 方針
- ・ 複数プラント、長期事故にも対応できるよう、発電所緊急時対策要員を大幅に増員。
  - ・ 初動における現場対応のため、運転員、宿直員を増員。
  - ・ 本店についても、発電所を的確に支援できるように宿直要員、緊急時対策要員を増員。
  - ・ 緊急時対策本部の代替指揮所（代替TSC）を追加整備。
  - ・ 緊急時対策本部の指揮命令系統の明確化。
  - ・ ICS（Incident Command System）の導入
  - ・ 協力企業・メーカ等からの支援体制を強化。
  - ・ 遠隔操作可能なロボット等を有する電事連大の原子カレスキュー隊を整備。

具  
体  
的  
対  
応

夜間・休祭日 宿直要員の増員 (現場対応要員)	
夜間・休祭日 宿直要員の増員 (対外連絡・情報収集要員)	運転員の増員
夜間・休祭日 宿直体制 放管員増強	緊急時対策要員 の大幅増員
夜間・休祭日 宿直体制	緊急時対策要員

ICSの導入	支援体制の強化	
指揮命令系統 の明確化 (号機責任者配置)	原子カレスキュー の整備	代替指揮所 の追加整備

<span style="background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span>	福島第一事故を踏まえた対策[中長期]
<span style="background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black; padding: 2px;">赤字</span>	福島第一事故を踏まえた対策[短期] (実施中)
<span style="background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black; padding: 2px;">黒字</span>	福島第一事故を踏まえた対策[短期] (完了済)
<span style="background-color: #FFFF00; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span>	新潟県中越沖地震等を踏まえた対策
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span>	福島第一事故以前に整備したアクシデント マネジメント対策
<span style="background-color: #FFFFFF; border: 1px solid black; padding: 2px;"> </span>	従来から継続している対応

対応要員の増員

態勢整備

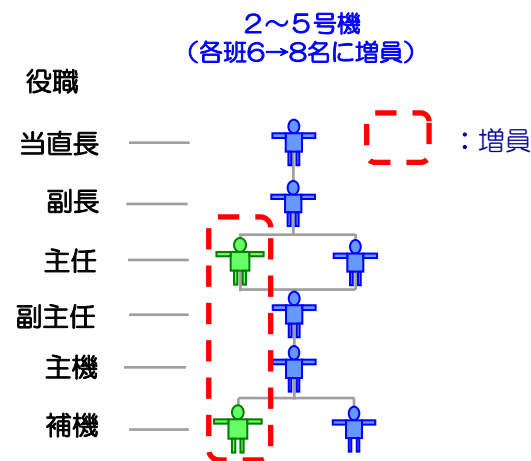
対策  
分類

## ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への態勢整備＜緊急時対応の備え＞

- ①複数プラント、長期事故にも対応できるように、発電所緊急時対策要員を大幅に増員。
- ②初動における現場対応のため、運転員、宿直員を増員。
- ③本店についても、発電所を的確に支援できるように宿直要員、緊急時対策要員を増員。

## 発電所運転員・宿直・緊急時対策要員

- ・津波後の現場対応操作を踏まえ、**運転員を60名増員予定（30名増員済）（205名→265名）（定員）**
- ・交替制も考慮し緊急時対策要員を増員**（324名→675名）**
- ・被災直後の対外連絡とプラント情報収集の機能強化のため宿直体制を増強**（6名→8名）**
- ・**緊急電源復旧・注水対応・ガレキ撤去**など、早期の現場対応ができるよう、**要員を24時間体制で発電所に待機（約20名程度）**



## 本店緊急時対策要員

- ・本店緊急時対策要員についても交代制を考慮し、必要な要員を増強。
- ・発電所を迅速に支援するため、本店宿直要員を増強。



# ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への態勢整備＜緊急時対応の備え＞

## 初動における現場対応体制の考え方

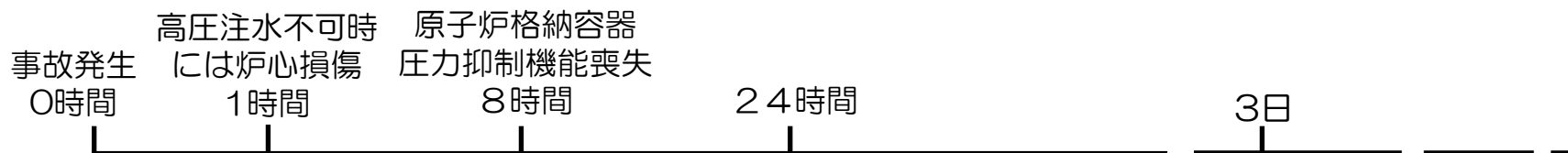
福島事故の教訓から、事故発生直後に実効性のある対応を行うことが重要であり、  
事故の事象進展に対応できる初動現場対応体制を確保することが必要



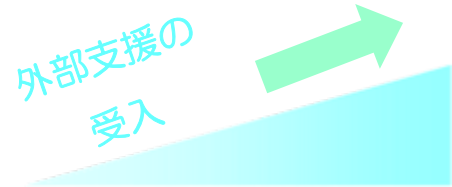
過酷事象発生時の初動現場対応体制を検討するあたり、以下の前提で対応体制強化を検討

- ・ 事故発生から24時間は宿直者以外の要員参集を期待しない
- ・ 事故発生から3日間は外部支援を期待しない

### 【全電源、ヒートシンク喪失時の事象進展】



初動／宿直にて対応



現状でも常時50名程度の要員が常駐しているのに加え、1・7号機運転中の想定でガレキ除去、電源復旧、情報把握・連絡を行う要員として20名程度増員し、24時間発電所に待機することで、事故発生から8時間以内に緊急電源を確実に復旧できる体制を構築

## ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への態勢整備＜緊急時対応の備え＞

⑤緊急時対策本部の代替指揮所（代替TSC）を追加整備。

⑥緊急時対策本部の指揮命令系統の明確化。

### 代替指揮所の追加整備

- ・緊急時対応要員活動拠点の追設を検討中であるが、更なる想定外事象に備え、今年度中に発電所の緊急時対策本部の代替指揮所を5号機に追加整備。
- ・換気空調系に放射性物質の除去機能が備わっており、環境への放射性物質の放出あった場合でも長期滞在が可能。
- ・様々な災害に対して強固であり、大湊側の活動拠点としても利用可能。

### 緊对本部の指揮命令系統の明確化

- ・経営トップ不在時の代行順位を明確化し、OFC派遣幹部についても見直しを実施。
- ・発電所緊急時対策本部の発電班、復旧班に号機責任者を配置し、報告連絡・指示伝達を強化。
- ・複合災害、複数プラント同時被災に対し、迅速な意志決定下で復旧活動を実施するため、現場指揮マネジメントシステムICS（Incident Command System）を導入。

## ⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への態勢整備＜緊急時対応の備え＞

⑦協力企業・メーカ等からの支援体制を強化。

⑧遠隔操作可能なロボット等を有する電事連大の原子力レスキュー隊を整備。

## 支援体制の強化

- ・事故初期における支援体制を強化すべく、協力企業・メーカと覚書を締結。
- ・電事連にて事業者間協定の内容を見直し、協定を締結。（福島事故を踏まえ、放射線防護装備の追加等を見直し）

## 原子力レスキュー隊

- ・福井県（原電）を拠点とした遠隔操作可能なロボット等を有する電事連のレスキュー隊を整備方針が決定。
- ・11/29、30に福島第二、柏崎刈羽の社員各6名が操作訓練を受講。
- ・1/23より「原子力緊急事態支援センター」が発足。（原電・敦賀総合研修センター内）



Packbot®



Warrior

# ⑭ プラント監視、通信手段、並びに情報共有の強化<情報伝達・情報共有>

## 問題点（教訓）

停電等に伴い通信機器等の連絡手段に制約がかかり、状況を共有することが困難になったこと等により、円滑に**プラント状態を把握・共有できなくなった**。

- 方針
- ・電源強化、通信手段の多様化等、監視・情報伝達手段を強化。
  - ・事故時に重要な情報をあらかじめ様式化し、運転員、発電所緊急時対策室、本店で共有化する手引きを整備。
  - ・国が本店に規制委員会委員、緊急事態対策監を派遣。また、国、関係機関と結ぶTV会議システムと連携。自治体への通報手段を多様化。

具 体 的 対 応	中央制御室 通信手段増強	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div style="background-color: #f08080; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]</div> <div style="background-color: #f08080; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; border: 1px solid black;"></div> 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
-----------------------	-----------------	--

## ⑭ プラント監視、通信手段、並びに情報共有の強化＜情報伝達・情報共有＞

- ①電源強化、通信手段の多様化等、監視・情報伝達手段を強化。
- ②事故時に重要な情報をあらかじめ様式化し、運転員、発電所緊急時対策室、本店で共有化する手引きを整備。
- ③国が本店に規制委員会委員、緊急事態対策監を派遣。また、国、関係機関と結びTV会議システムと連携。自治体への通報手段を多様化。

### プラント監視・通信手段の強化

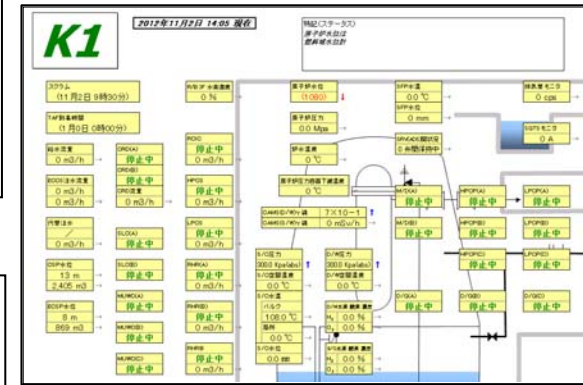
- ・中央制御室に緊急用照明に加え、仮設照明、蓄電池等の資機材を配備
- ・中央制御室の通信設備増強（無線設備、衛星携帯用アンテナ設置）
- ・衛星携帯電話の増強

### 重要情報の共有化

- ・プラント情報収集のための宿直当番を2名増員
- ・プラントパラメータ伝送システム（SPDS）が停止しても、重要なプラントパラメータ等の情報を確実に共有するための様式、手引きを作成

### 国との連携、自治体への通報手段の多様化

- ・国が本店に「原子力施設事態即応センター」を設置。規制委員会委員、緊急事態対策監を派遣
- ・国、関係機関と結びTV会議システム（専用回線、衛星回線）と連携
- ・自治体への通報手段を多様化するため、衛星回線を利用した一斉同報FAXの導入を検討



プラント状態を共有する様式例



# ⑮ 資機材調達・輸送体制の強化における運用面の対策状況

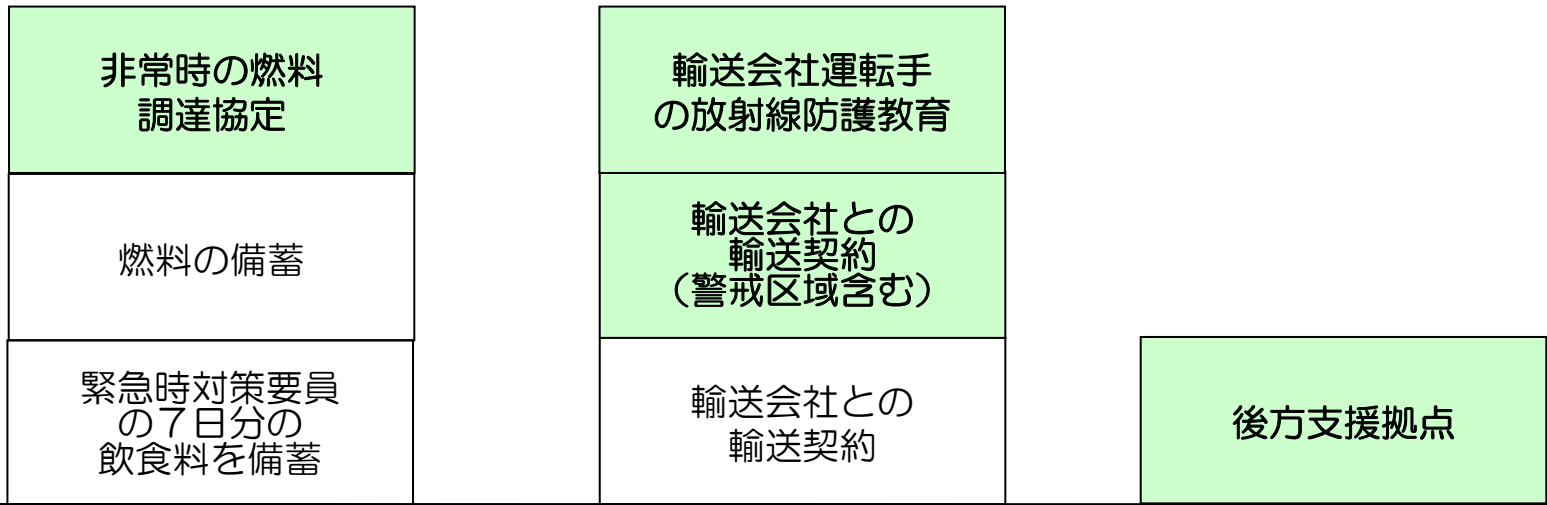
## 問題点（教訓）

事故収束対応のための資機材が不足していた。

- 方針
- ・ 自然災害による交通状況悪化を考慮し、当面必要な食料・燃料等は発電所内に備蓄。
  - ・ 警戒区域設定時にも必要な物資輸送ができるよう、輸送会社と契約、運転手の放射線防護教育を実施。
  - ・ 福島事故の教訓を反映した、後方支援拠点(物流拠点・出入管理拠点)の整備。

	福島第一事故を踏まえた対策[中長期]
	赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
	黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
	新潟県中越沖地震等を踏まえた対策
	福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
	従来から継続している対応

具  
体  
的  
対  
応



対策分類

⑮ 発電所内の必需品備蓄と輸送体制の強化＜資機材調達・輸送体制の強化＞

- ①自然災害による交通状況悪化を考慮し、当面必要な**食料・燃料等は発電所内に備蓄**。
- ②警戒区域設定時にも、必要な物資輸送ができるよう、輸送会社との契約、**運転手の放射線防護教育**を実施。
- ③福島事故の教訓を反映した、後方支援拠点(物流拠点・出入管理拠点)の整備。

飲食料・燃料等の備蓄

- ・ 飲食料：**緊急時対策要員の8日分**
- ・ 燃料（軽油）：**電源車、消防車駆動用約150日分**
- ・ 非常時における地元燃料供給元との調達協定締結



飲食料備蓄風景

輸送体制の強化

- ・ 被災地域外から必要な資機材を発電所に確実に輸送するため、輸送会社と輸送協定を締結
- ・ 輸送会社の運転手等に**予め放射線防護教育を実施済（58名受講）**



後方支援拠点

- ・ 後方支援拠点（物流拠点・出入管理拠点）の地点選定、立上げ手引きを作成



物流拠点風景（Jヴィレッジ）

# ⑬ 事故時放射線管理体制の強化における運用面の対策状況

## 問題点（教訓）

汚染の拡大や不十分な放射線管理体制が事故の対応を困難にしていた。

- 方針
- ・ モニタリングポストの電源強化、モニタリングカーの増強。
  - ・ 緊急時対策室、中央制御室への放射線計測器、放射線防護資機材の追加配備。
  - ・ 事故発生時の内部被ばく評価方法、対応手順の整備。
  - ・ 緊急時対策室への放射性物質流入防止方法の確立、訓練の実施。
  - ・ 広域での放射線測定作業に対応できるよう全店で放射線測定要員教育を実施。

■	福島第一事故を踏まえた対策[中長期]
■	赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）
■	黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）
■	新潟県中越沖地震等を踏まえた対策
■	福島第一事故以前に整備したアクシデントマネジメント対策
■	従来から継続している対応

具体的対応

可搬型モニタリングポスト 配備	簡易WBC の配備	簡易式入域管理 装置の配備	放射線測定要員 の大幅増強
モニタリング カー増強 (1台→3台)	モニタリング ポスト電源強化 (非常用電源)	免震重要棟、 中央制御室に APD増設	緊急時対策室 放射性物質流入 防止対策
モニタリングカー 1台配備	モニタリング ポスト電源2重化 伝送系2重化	復旧要員の 放射線防護装備品 APD配備	復旧要員の 放射線防護装備品 配備増強

対策分類

モニタリング装置強化

放射線防護資機材、内部被ばく評価手順  
放射性物質流入防止、要員増強

# ⑯ 放射線計測器の配備増強と要員の育成＜事故時放射線管理体制の強化＞

- ① **モニタリングポストの電源強化**、モニタリングカーの増強。
- ② 緊急時対策室、中央制御室への**放射線計測器**、**放射線防護資機材**の追加配備。

## モニタリング装置強化

- ・モニタリングポストの**電源強化**（非常用発電機）
- ・モニタリングカーを増強（1台→3台）



モニタリングポスト  
電源バックアップ用発電機



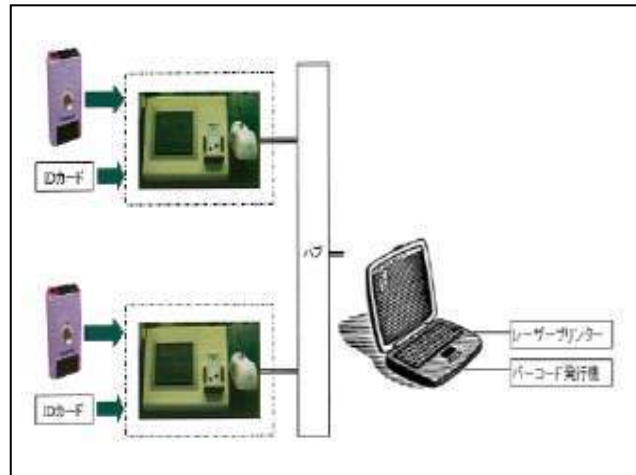
モニタリングカー  
1→3台

## 放射線防護資機材の配備

- ・免震重要棟に**APD**を追加配備（120台→500台）  
（H24.3） 中操に**APD**を各7台配備
- ・簡易式入域管理装置の配備
- ・復旧要員の放射線防護装備品**8日分**を備蓄



APD 120→500台



簡易式入域管理装置配備（イメージ）



放射線管理資機材



## ⑬ 放射線計測器の配備増強と要員の育成＜事故時放射線管理体制の強化＞

- ③ 事故発生時の内部被ばく評価方法、対応手順の整備。
- ④ 緊急時対策室への放射性物質流入防止方法の確立、訓練の実施。
- ⑤ 広域での放射線測定作業に対応できるように全店で放射線測定要員教育を実施。

### 内部被ばく評価手順

- ・ 分解運搬できる簡易WBC 2台を配備、内部被ばく評価手順を作成

### 放射性物質流入防止

- ・ 緊急時対策室への放射性物質流入防止の資機材を確保。対応要員の訓練を実施(3回)



汚染拡大防止訓練



簡易WBC 2台

### 放射線測定要員育成

- ・ 会社全体として放射線測定要員教育を約10,500名実施 (H25.1末時点)



放射線測定要員教育（約10500名）

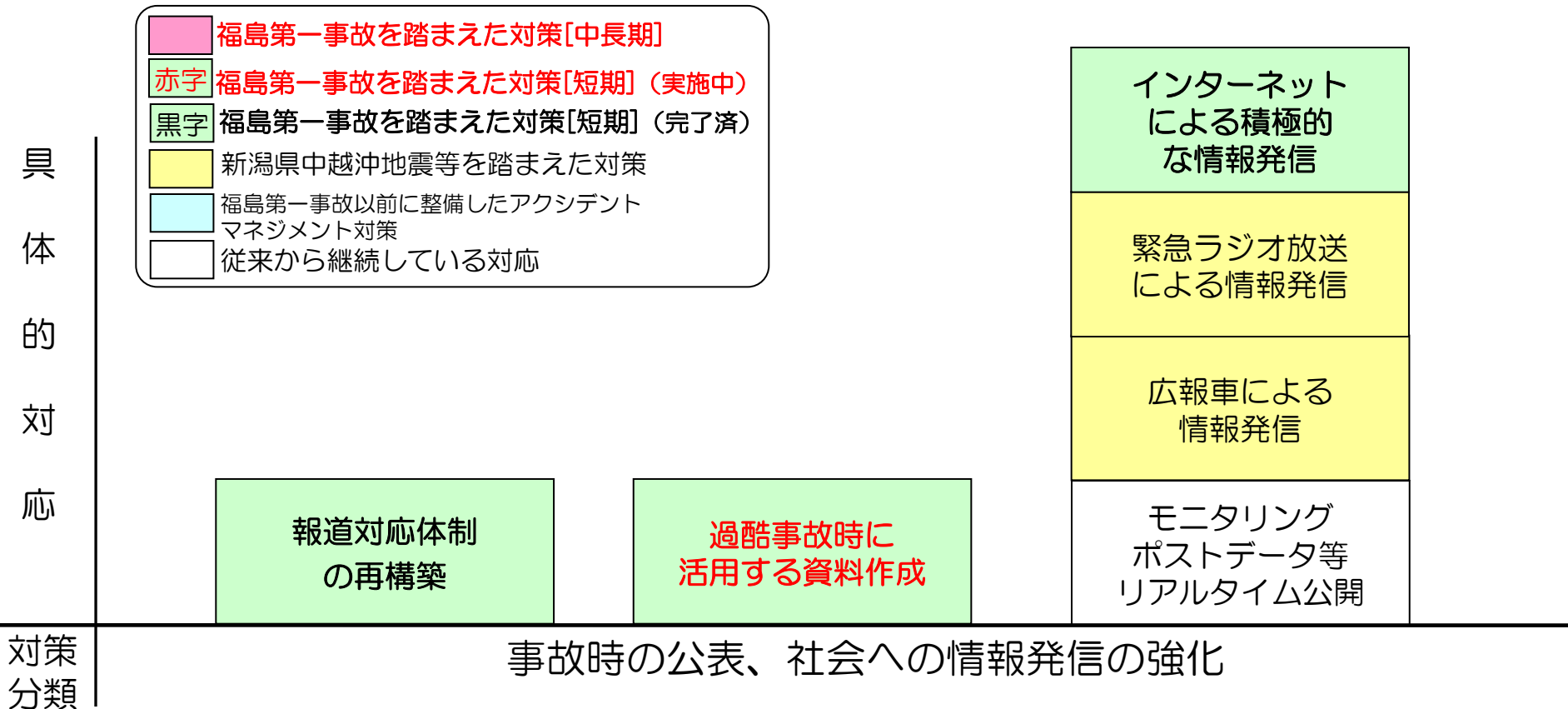


# ⑰ 事故時の公表、社会への情報発信

問題点（教訓）

事故時の公表、情報伝達が十分でなかった。

- 方針
- ・報道対応体制の再構築
  - ・過酷事故時に活用する資料作成
  - ・インターネットを活用した積極的な情報発信



# ⑰ 事故時の公表、社会への情報発信

- ① 報道対応体制の再構築
- ② 過酷事故時に活用する資料作成
- ③ インターネットを活用した積極的な情報発信

## 報道対応体制の再構築

- ・ 定期的な経営層における会見の実施
- ・ スポークスパーソンによる会見における説明と人材の育成

## 過酷事故時に活用する資料作成

- ・ 過酷事故時に活用、必要となる図面集、用語集の作成

## インターネットを活用した積極的な情報発信

- ・ モニタリングポストやプラントパラメータ等のリアルタイムデータの公開
- ・ 会見のライブ映像の配信および全ての会見資料の公開



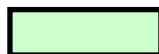
リアルタイムデータの公開



当社会見のライブ映像の配信

# 設備面の対策に関する進捗と今後の予定

項目	全体スケジュール		
	平成23年度	平成24年度	平成25年度
①津波対策	重要エリア止水処理・防潮堤・防潮壁 等		津波警告システム等
②高圧注水対策	ホウ酸水注入系緊急活用手順、制御棒駆動水圧系緊急活用手順、RCIC手動起動手順整備		代替高圧注水設備設置等
③減圧対策	予備蓄電池、予備ポンペ、空気圧縮機配備 等		
④低圧注水対策	消防車配備、建屋外部接続口設置 等		D/Dポンプ増強等
⑤原子炉、格納容器冷却（除熱）対策	代替海水熱交換器設備配備 等		
⑥炉心損傷後の影響緩和対策	フィルタベント、水素排出設備 等		
⑦電源対策	空冷式ガスタービン発電機車高台配備等		更なる高台電源増強等
⑧水源対策	貯水池、井戸、各種手順 等		
⑨燃料プール対策	消防車配備、燃料プール水位計設置 等		D/Dポンプ増強等
⑩地震対策	送電鉄塔基礎安定性評価、開閉所・変圧器耐震強化 等		更なる開閉所・変圧器耐震強化 等
⑪その他の視点対策	瓦礫撤去用重機配備 等		活動拠点の増強等



福島第一事故を踏まえた対策[短期]




福島第一事故を踏まえた対策[中長期]

# 運用面の対策に関する進捗と今後の予定

項目	全体スケジュール		
	平成23年度	平成24年度	平成25年度
⑫想定を超える事故への備え	手順類の改訂、緊急時対応訓練の実施		継続的な改善
⑬複合災害、複数プラント同時被災への対応	運転員／緊急時対策要員／宿直体制の増強		
⑭情報伝達・情報共有の強化	中央制御室にバッテリー等配備、通信手段増強、国とのTV会議システムの連携（専用回線）等		国とのTV会議システムの連携等（衛星回線）
⑮資機材調達・輸送体制の強化	燃料調達協定、運転手放管教育、後方支援拠点整備		
⑯事故時放射線管理体制の強化	免震重要棟、中央制御室APD追設、MP電源強化、放射線測定要員研修		
⑰事故時の公表、社会への情報発信体制の強化	報道対応体制の再構築、インターネットによる積極的な情報発信等		

訓練等を踏まえた継続的な改善

 福島第一事故を踏まえた対策[短期]

## 福島原子力事故対応における弾力性を持った対応例

組織体制に問題があったとはいえ、福島原子力事故対応の中でも、中央制御室当直長は現場出向時のルールを状況に応じて設定する等、上述の能力を発揮し柔軟な対応を行った事例があった。下記にその実例を示す。

なお、こうした判断・対応は、マニュアルに書かれているものではなく、事前に準備・想定されたものでもないが、当直長や保全員がこれまでに蓄積してきた知識・経験をもとに、そのとき取りうる最善のものは何かを考えた結果であった。

### 【例1 中央制御室での福島原子力事故時対応】

#### 現場に運転員を派遣するルール：

1/2号機中央制御室で対応にあたっていた当直長は、地震発生後1時間時点で、通信手段も照明も失った状況下において、現場に運転員を派遣する場合のルールを急遽以下のように定めた。

- ・現場に向かうときは当直長の許可を得る。
- ・2名1組で対応する。
- ・制限時間は2時間とする。
- ・2時間経っても、帰ってこなければ救出に向う。目的地に着かなくても、2時間を超えそうであれば、その時点で戻る。
- ・行き帰りの経路は事前に決めて、それ以外の経路を絶対に通ってはならない。

#### 現場に派遣する要員の組み合わせ：

現場の状況がわかる者、体力の劣る者と体力のある者等の条件を勘案。かつ何かあった際の救出の事も考え組み合わせを決めた。

### 【例2 免震重要棟での福島原子力事故時対応】

全電源を喪失した状況下で、免震重要棟の保全員は以下のような対応を行った。

- ・中央制御室の計器表示等に向けた直流電源を確保するために、職員の自家用車からバッテリーを外してつなぎ込む
- ・格納容器ベントに向け空気作動弁を動かすために、所内にあったコンプレッサーをつなぎ込む

以 上



## 緊急時組織における各機能のミッション、役割、要件および要員規模

- ・ 今後訓練を通じて妥当性を確認、必要に応じ変更する
- ・ 3年以内をめどに、各担当業務遂行に必要な要件に合致する人材を配置

機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
全構成員	<p>【ミッション】 発電所を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 自らの役割を理解・認識し、責任を持ってそれを果たすこと</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ICSならびに緊急時対応の基礎知識についての教育プログラムの受講</li> <li>・ 指揮命令を下す立場の構成員は、上記に加えて緊急時の指揮命令についての教育／訓練プログラムの受講</li> </ul>	—
原子力防災管理者 (発電所長)	<p>【ミッション】 発電所を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 緊急事態対応の最高責任者（Incident Commander）として、発電所全体を俯瞰し、社外状況も加味した状況判断・指示を行うこと</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1、※2）</li> <li>・ 発電所全体を俯瞰し、状況を冷静に把握できることを外部機関評価で確認</li> </ul>	1名
技術スタッフ	<p>【ミッション】 復旧統括、計画・情報統括が適切な判断を下すことができるよう、その活動をサポートすること</p> <p>【役割】 専門技術の側面からアドバイスする。各統括から指示を受けた際にはその代理を努める。</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1、※2）</li> <li>・ 復旧統括の技術スタッフは、復旧担当と同等の専門能力</li> <li>・ 計画・情報統括の技術スタッフは、計画統括、情報担当、保安担当と同等の専門能力。</li> </ul>	復旧統括 計画・情報統括 （人数は統括の判断による）
復旧統括	<p>【ミッション】 担当する号機（1～4号、5～7号）を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 担当する複数号機を横断的に見て、必要な復旧作業とリソースを判断し、実施させること</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1、※2）</li> <li>・ 担当する号機全体を俯瞰し、状況を冷静に把握・判断できることを外部機関評価で確認</li> <li>・ 復旧担当に求められる要件と同等もしくはそれ以上の技量を有すること</li> </ul>	2名 （1～4号と5～7号で各1名）

※1：【共通要件1】原子力防災管理者（発電所長）、号機統括、各担当、各班長に共通して必要とされる要件として、リーダーシップを十分に発揮できることを緊急時対応訓練時に外部評価により確認する。

※2：【共通要件2】原子力防災管理者（発電所長）、号機統括、プラント管理担当、計画・情報担当に共通して、BTC 上級訓練コース相当の教育修了（3年ごと）または当直長経験者とする。

機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
復旧担当 (各号機)	<p>【ミッション】 担当する各号機を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 担当する各号機に必要な復旧作業とリソースを判断、実施させること</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1、※2）</li> <li>・ 当直長または当直長経験者、もしくは現場復旧係の知識や作業工程管理能力をもった者</li> <li>・ 保全現場対応の作業をイメージできる能力</li> <li>・ 過酷事故時のプラント挙動に関する知識</li> <li>・ 放射線防護に関する知識</li> </ul>	1名/ プラント
復旧部隊 (各号機)	<p>【ミッション】 担当する各号機を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 各号機復旧担当の指示に従い、中央制御室の状況を把握し、手順書の作成、要員派遣等のサポート、復旧状況の把握、復旧対応の具体的手順作成と要員の派遣、必要資機材の搬送を行うこと</p> <p>【要件】</p> <p>(当直支援)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転操作関連知識（技能認定運転 A 級以上）～1名以上～</li> <li>・ 安全措置の手順作成能力</li> <li>・ 情報テンプレートを扱う知識</li> </ul> <p>(現場復旧)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気系 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ケーブル端末処理、敷設、分電盤接続ができること</li> <li>✓ メガー、テスターによる測定ができること</li> </ul> </li> <li>・ 計装系 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 計装電源の復旧作業ができること</li> <li>✓ 電気信号を直読できること</li> <li>✓ ラインナップの健全性が確認できること</li> <li>✓ 電磁弁や空気作動弁の強制開操作ができること</li> </ul> </li> <li>・ 通信系 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 無線局舎やプラント内の仮設発電機等により電源を復旧できること</li> <li>✓ テレビ会議システムのトラブルシューティングができること（通信の技能認定 A 級相当）</li> </ul> </li> <li>・ 機械系 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ポンプの手動回転による確認作業など、設備の健全性を確認できること</li> <li>✓ ユニック等運搬用重機を扱う免許と技術を有すること</li> </ul> </li> </ul> <p>(情報)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 復旧担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul>	(当直支援) 4名/ プラント  (現場復旧) 4名/チーム 4チーム/ プラント  (情報) 2名/ プラント

機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
当直長	<p>【ミッション】 各中央制御室でコントロールする号機を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 復旧部隊と連携し、運転直に対して運転操作ならびに初期対応に必要な保修作業を指揮すること</p> <p>【要件】 ・ 特になし（当直長資格取得時に知識・技術・態度等を多面的に評価されているため）</p>	1名/ 中央制御室
運転直	<p>【ミッション】 各中央制御室でコントロールする号機を迅速かつ安全に安定化させること</p> <p>【役割】 当直長に従い、復旧部隊と連携し、運転操作ならびに初期対応に必要な保修作業を実施すること</p> <p>【要件】 ・ 運転員資格 ・ 各号機事故時の対応操作、津波アクシデントマネジメントガイドラインに沿った対応操作ができること ・ 小保修対応（運転操作に関わるものを除く） － 仮設バッテリー、仮設空気圧縮機の接続、仮設電源や電源車からの受電操作など － 設備の損傷状況を把握し、今後の復旧作業のイメージし、手順を作成できること － 即応が必要かつ実施可能な設備の補修作業ができること</p>	10名/ 中央制御室
計画・情報統括	<p>【ミッション】 関係者に正しく状況を認識させるとともに、迅速かつ安全に安定化させる復旧計画を立案すること</p> <p>【役割】 情報の収集・整理・発信に必要なリソース配分に関する指示、及びプラント状況の把握をすること。全号機の事象進展予測を実施させ、横断的な観点から、復旧活動の優先順位を含む復旧計画を立案し、原子力防災管理者へ指示を仰ぐこと</p> <p>【要件】 ・ 共通要件（※1、※2） ・ 発電所全体を俯瞰し、状況を冷静に把握・判断できることを外部機関評価で確認 ・ 計画担当、情報担当、保安担当に求められる要件と同等かそれ以上の技量を有すること</p>	1名
計画統括	<p>【ミッション】 担当する号機（1～4号、5～7号）の迅速かつ安全に安定化させる復旧計画を立案すること</p> <p>【役割】 担当する複数号機の事象進展予測を実施させ、横断的な観点から、復旧活動の優先順位を含む復旧計画を立案し、計画・情報統括へ指示を仰ぐこと</p> <p>【要件】 ・ 共通要件（※1、※2） ・ 担当する号機全体を俯瞰し、状況を冷静に把握・判断できることを外部機関評価で確認 ・ 計画担当に求められる要件と同等もしくはそれ以上の技量を有すること</p>	2名 (1～4号と 5～7号で 各1名)

機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
計画担当 （各号機）	<p>【ミッション】 担当する各号機を迅速かつ安全に安定化させる復旧計画を立案すること</p> <p>【役割】 担当する各号機の事象進展予測を実施させ、復旧活動の優先順位を含む復旧計画を立案し、計画統括へ指示を仰ぐこと</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件(※1)</li> <li>・ 過酷事故時の原子炉の挙動に関する知識</li> <li>・ 原子炉安全及びアクシデントマネジメント策に関する知識</li> <li>・ 事故時操作対応、現場工事の知識</li> <li>・ 事故時のプラント挙動予測をする知識</li> </ul>	1名/ プラント
計画部隊 （各号機）	<p>【ミッション】 担当する各号機を迅速かつ安全に安定化させる復旧計画を立案すること</p> <p>【役割】 担当する号機の事象進展予測を実施し、復旧活動の優先順位を含む復旧計画を立案し、計画担当に指示を仰ぐこと</p> <p>【要件】 （情報収集／事象進展予測）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過酷事故時の原子炉挙動に関する知識</li> <li>・ 事故時操作対応、現場工事の知識</li> <li>・ 事故時のプラント挙動予測をする知識</li> </ul> <p>（情報発信）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul>	（隊員） 6名/ プラント （うち1名 は情報発信）
情報担当	<p>【ミッション】 関係者に正しく状況を認識させること</p> <p>【役割】 全プラントの情報の収集・整理・発信に必要なリソース配分、ツール・ルールを整備・維持に関して指示をすること。発信された情報を把握し、意思決定を行うことができるように整理・発信させること</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件(※1)</li> <li>・ 過酷事故時の原子炉の挙動に関する知識</li> <li>・ 原子炉安全及びアクシデントマネジメント策に関する知識</li> <li>・ 事故時操作対応、現場工事の知識</li> <li>・ 事故時のプラント挙動予測をする知識</li> </ul>	1名

機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
情報部隊	<p>【ミッション】 関係者に正しく状況を認識させること</p> <p>【役割】 必要なツール・ルールの整備・維持すること。プラント状況、復旧状況や発電所内外の情報を整備したツールをもとに意思決定を行うことができるように整理・発信すること</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過酷事故時の原子炉の挙動に関する知識</li> <li>・ 原子炉安全及びアクシデントマネジメント策に関する知識</li> <li>・ 事故時操作対応、現場工事の知識</li> <li>・ 運転操作関連知識（技能認定運転 B 級クラス）</li> <li>・ 情報テンプレート運用に関する知識</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul>	10 名 (役割機能に応じたチーム分け実施)
保安担当	<p>【ミッション】 周辺住民ならびに復旧作業に当たる要員を無用な被ばくから守ること</p> <p>【役割】 プラントからの液体・気体の放出管理、プラント内外の放射線管理を実施させるとともに、装備方針を検討し計画・情報統括に指示を仰ぐこと</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 過酷事故時の拡散挙動に関する知識</li> <li>・ 保安関係の法令等に関する知識</li> <li>・ 放射線管理、環境化学に関する知識</li> </ul>	1 名
保安部隊	<p>【ミッション】 周辺住民ならびに復旧作業に当たる要員を無用な被ばくから守ること</p> <p>【役割】 保安担当の指示に従い、プラントからの液体・気体の放出管理、プラント内外の放射線管理を実施するとともに、装備方針を検討し、保安担当の指示を仰ぐこと</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 保安関係の法令等に関する知識</li> <li>・ 各種計測機器を扱う知識</li> <li>・ 情報テンプレートを扱う知識</li> <li>・ 保安担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul>	30 名 (役割機能に応じたチーム分け実施)



機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
安全監督担当	<p>【ミッション】 復旧作業中の原子炉の安全、ならびに従事する要員の安全を確保すること</p> <p>【役割】 プラントの状況や復旧作業の状況を確認し、原子炉の安全と作業者の安全を確保するために発電所長へ助言すること</p> <p>【原子炉安全を担当する者の要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 過酷事故時の原子炉挙動に関する知識</li> <li>・ 原子炉主任技術者の有資格</li> </ul> <p>【人身安全を担当する者の要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 人身安全、作業安全確保のための知識と技量</li> <li>・ 保全現場対応の作業をイメージできる能力</li> <li>・ 警備員を指揮し必要な警備を行える知識と技量</li> </ul>	各1名 (計2名)
本店連絡担当	<p>【ミッション】 迅速かつ安全な安定化のために必要な支援が円滑で計画的に進むこと</p> <p>【役割】 発電所の復旧に必要な支援要望について、本店や外部機関に連絡・調整すること</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 社外との調整、社内の横断的な調整業務の経験</li> <li>・ 発電所周辺事情（建物、道路等）に詳しいこと</li> <li>・ 保全または運転業務の経験</li> </ul>	担当 ／1名  スタッフ ／6名
資材担当	<p>【ミッション】 迅速かつ安全な安定化に必要な資機材の入手が円滑で計画的に進むこと</p> <p>【役割】 必要な資機材の迅速・的確な入手・確保、および必要な箇所への確実な搬送、補給を指揮すること</p> <p>【要件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 保全業務と資材部門の経験</li> </ul>	1名
発電所資材部隊	<p>【ミッション】 迅速かつ安全な安定化に必要な資機材の入手が円滑で計画的に進むこと</p> <p>【役割】 必要な資機材を迅速・的確に入手・確保し、必要な箇所に確実に搬送、補給すること</p> <p>【要件】</p> <p>(隊長)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 保全業務の経験</li> </ul> <p>(隊員)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電所構内の資機材の所在を把握していること</li> <li>・ フォークリフト、ユニック等、荷の上げ下ろし向け重機を扱う免許と技能を有していること</li> <li>・ 資材担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul>	(隊長) 1名  (隊員) 2名

機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
後方支援拠点 資材部隊	<p><b>【ミッション】</b> 迅速かつ安全な安定化に必要な資機材の入手が円滑で計画的に進むこと</p> <p><b>【役割】</b> 後方支援拠点に届いた資機材・消耗品の在庫管理、調達状況の把握、後方支援拠点から発電所への資機材、消耗品の荷揚げ・荷下ろし、搬送すること</p> <p><b>【要件】</b> (隊長)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 保全業務の経験</li> </ul>           (隊員)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 資材調達管理表（仮称）の運用スキル</li> <li>・ 搬送用の大型免許、フォークリフト、ユニック等、荷の上げ下ろし向け重機を扱う免許を有していること</li> <li>・ 資材担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul> </p>	(隊長) 1名  (隊員) 16名 (うち大型免許、重機免許保有者が8名程度) (役割機能に応じたチーム分け実施)
社外連絡担当	<p><b>【ミッション】</b> 行政など関係者や社会に、プラントの状況をできる限り速やかに、かつ正しく伝えること</p> <p><b>【役割】</b> 共有される情報をもとに通報する内容を選定し、立地地域（県・市町村）へ必要なフォーマットにより通報させること 本店やオフサイトセンタープレスルームと連携し、発電所対応状況の発信支援、ならびに発信内容と実態の齟齬がないことを確認（必要に応じ調整）すること</p> <p><b>【要件】</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 原子力発電や放射線の特徴、発電所運営等についての基本知識を有していること</li> <li>・ 通報文作成経験ならびにすべての関係自治体との接点業務経験があること</li> <li>・ 全店の広報基準に応じた情報開示の判断能力</li> <li>・ 情報発信訓練の2回以上の経験</li> </ul> </p>	1名
広報部隊	<p><b>【ミッション】</b> メディアを通じてプラントの状況を正しく提供すること</p> <p><b>【役割】</b> オフサイトセンタープレスルームでプレス文作成、スポークスパーソン、プレス対応準備等</p> <p><b>【要件】</b> (リーダー)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ リスクコミュニケーターまたはそのスタッフの経験 (スタッフ)</li> <li>・ リスクコミュニケータースタッフの経験</li> <li>・ 保全または運転業務の経験</li> <li>・ 広報担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul> </p>	(隊長) 1名  (隊員) 3名

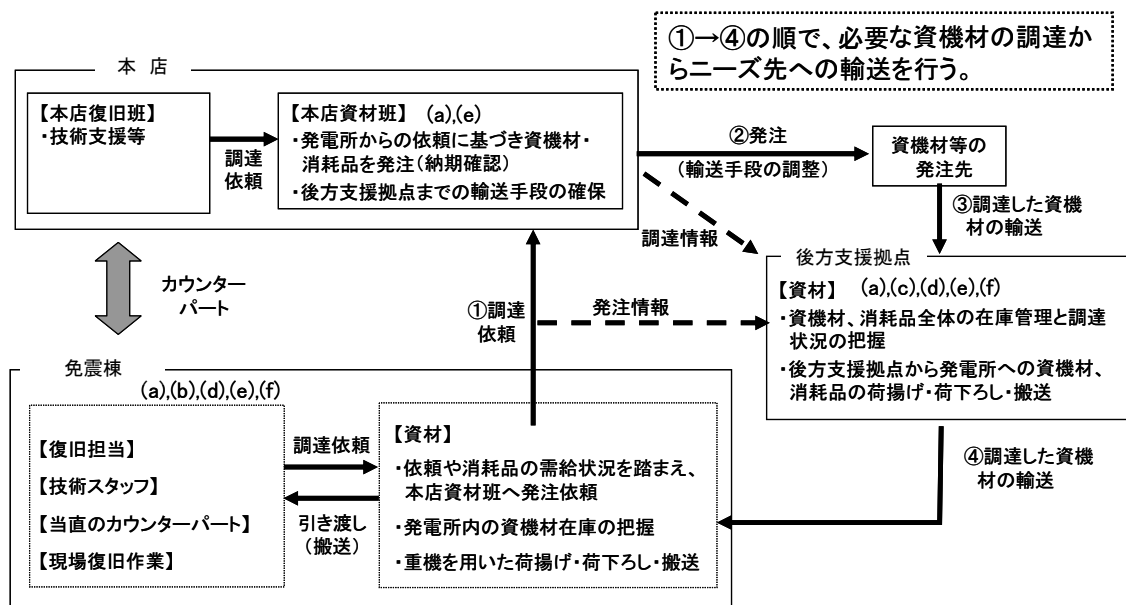
機能	ミッション、役割、必要な要件（力量）	要員規模
通報部隊	<p><b>【ミッション】</b> 行政など関係者にプラントの状況をできる限り速やかに、かつ正しく伝えること</p> <p><b>【役割】</b> 共有される情報をもとに通報する内容を選定し、立地地域（県・市町村）へ必要なフォーマットにより通報すること</p> <p><b>【要件】</b> (リーダー)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 通報文作成経験ならびに半数以上の関係自治体との接点業務経験があること</li> </ul> (スタッフ)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通報連絡先、手順を理解していること</li> <li>・ 通報担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul> </p>	<p>(隊長) 1名</p> <p>(隊員) 3名</p>
総務担当	<p><b>【ミッション】</b> 発電所安定化活動をスムーズに進めるための環境を整えること</p> <p><b>【役割】</b> 復旧作業に従事している要員数を常に管理し、復旧活動を維持・継続するための健康管理を含む必要な諸事項を実施させること</p> <p><b>【要件】</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 共通要件（※1）</li> <li>・ 社外との調整、社内の横断的な調整業務の経験</li> </ul> </p>	1名
総務部隊	<p><b>【ミッション】</b> 発電所安定化活動をスムーズに進めるための環境を整えること</p> <p><b>【役割】</b> 復旧作業に従事している要員数を常に管理し、復旧活動を維持・継続するための健康管理を含む必要な諸事項を実施すること</p> <p><b>【要件】</b> (総務業務)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社内横断的な調整業務の経験</li> <li>・ 職員／資材の運搬のための大型車運転免許を有していること</li> </ul> (医療)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ けがや高線量被ばく者の初期対応方法を知っていること</li> <li>・ けがや高線量被ばく者の受入機関を把握していること</li> </ul> (厚生)  <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構内にあるインフラ設備、備蓄品を把握していること</li> <li>・ 備蓄品の調達先を把握していること</li> <li>・ 総務担当の判断を相手に伝わる形で命令書に記載できること</li> <li>・ 情報収集や発信に必要な設備（共通 DB、情報テンプレートなど）の操作知識</li> </ul> </p>	<p>(隊員) 12名 (うち大型免許所有者3名) (役割機能に応じたチーム分け実施)</p>
宿直者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 以下のポジションについては、宿直を置く <ul style="list-style-type: none"> <li>－安全監督担当、本店連絡担当、広報・通報担当、プラント管理担当、計画・情報担当、総務担当、発電・復旧・情報・技術・保安・資材・通報・医療の各機能</li> </ul> </li> <li>・ 事故発生後から原子力防災管理者到着までは、当直長が緊急事態対応の最高責任者となり、宿直者に指示を出して対応を指示する。</li> </ul>	30名程度

## 資機材調達運用改善案の具体例

今回の事故では、事故対応に必要な資機材が発電所内に十分になかったために、発電所外からの調達が必要な事態となった。今後は、深層防護の考え方にしたがって、発電所内における資機材の備蓄を進めるが、それでも新たな資機材が必要になった場合や備蓄分だけでは不足した場合に備えて、資機材調達の仕組みについて見直し、訓練等を通じて改善していく。運用改善案の具体例を以下に記す。

今回の事故のような事態を避けるため、資材担当が以下を確実に管理できるように体制を構築し、体制の構築にあわせて緊急時対応訓練等で参集、資材の受け入れおよび発電所への輸送等のオペレーションを確認しておく。

- ・ 調達依頼物品の品目・仕様・数量・納期の見える化（a）  
調達の重複等の混乱回避のため、見える化する。また、適宜納入予定の情報を更新する。
- ・ 協力会社を含めた発電所構内またはその近傍にある資機材の把握（b）  
予想外の事態に備え、重機、材料等について把握できる仕組みを構築する。
- ・ 後方支援拠点の設置（c）  
受注先が発電所指定場所までの輸送を承諾しない場合の積み替えや発電所オーダーによらない支援物資の一時保管のための拠点を設置する。
- ・ 輸送手段の確保（d）  
構内の重機や避難用車両等の確保のため、免許所持者（大型免許、フォークリフト、クレーン、ユニック等）を確保する。
- ・ 発電所緊急時対策本部と現場間の移動用車両、燃料の確保（e）  
各部保有の業務車両等を資材担当による一元管理とする。また、業務車両等に必要燃料調達について、緊急時融通契約を締結し、迅速な燃料確保を図る。
- ・ 一時保管倉庫の設置（f）  
搬入物品が指定受渡場所に直接荷下ろしできない場合の保管場所を設定。すぐ探し出せるように資機材の品目毎等にエリア分けした管理を行う。



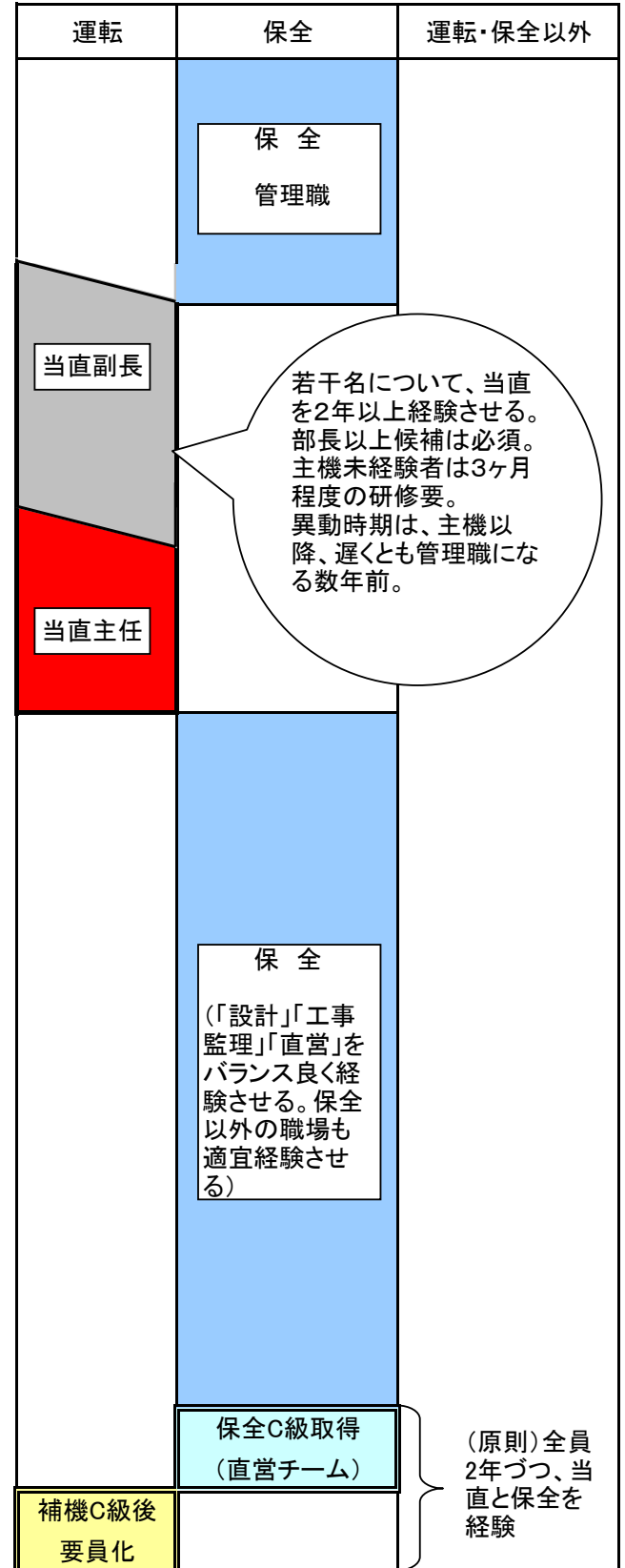
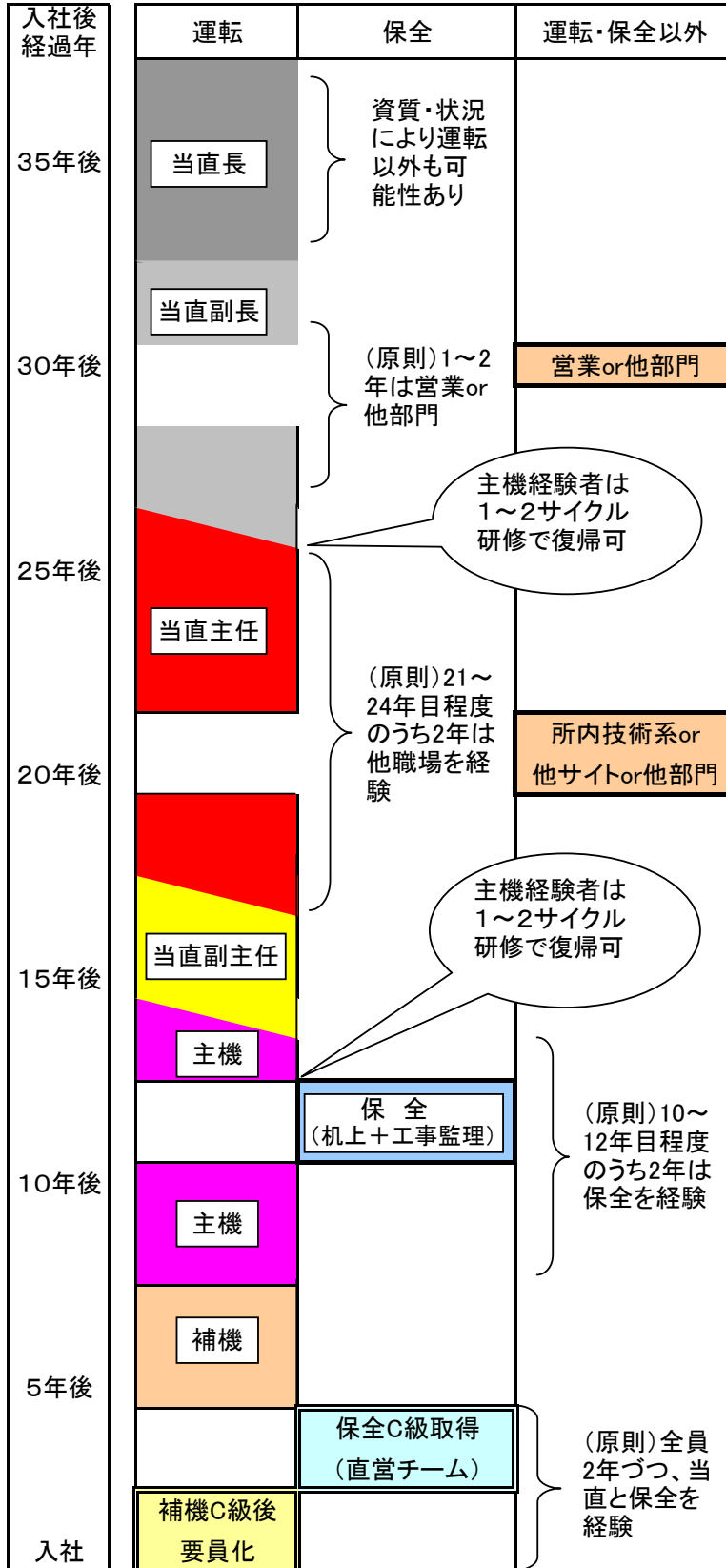
資機材調達の体制図 (例)

# 運転保全部門の育成ローテーション(例)

添付資料4-4

運転業務の専門家になる育成ローテーション

保全業務の専門家になる育成ローテーション





凡例:

対策実施済み/実施中/実施の方向で検討中

対策未実施であり、実施を含めて検討中

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
地震	送電鉄塔の倒壊対策、開閉所設備等外部電源の耐震性強化	【対策3】開閉所設備の耐震性向上 耐震性の強化及び設備の多重化等を組み合わせるなどにより、開閉所の電気設備(遮断器、断路器等)の耐震性を向上させること。 碍子型遮断器(空気遮断器(ABB)等)については地震による機能喪失リスクを評価した上でタンク型遮断器(ガス絶縁開閉装置(GIS)等)等への設備の更新等を行うこと。 →開閉所耐震評価(JEAC4601)中、500kV送電ラインへのGIS採用済				
	注水ラインの耐震強化(FP系等)		1Fについて、FP系の耐震クラスから、地震による破損の可能性に言及(P98) →MUWC耐震強化及び電源車や消防車等、振動にも耐性を持つ可搬型資機材を配備済			
津波	施設への浸水防止(ドライサイトの対策)		1Fについてではあるが、溢水対策が十分に行われていなかった旨の記載(P88) →各種津波・浸水対策実施中		海外事例を挙げ、外部溢水対策の重要性について言及(地理的要因はあるが、海外では溢水によるポンプ停止事例が数件生じていた。(P273~275) →各種津波・浸水対策実施中	
	水密性の向上(安全上重要な機器の防護)	【対策6】浸水対策の強化 多重防護の観点から建屋の水密化、特に重要な非常用電気設備を地下階など浸水の可能性がある場所に設置している場合には部屋単位で水密化すること。 →重要機器室の浸水対策実施済  【対策13】冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散 冷却設備(原子炉注水設備、原子炉減圧設備等)に関連する設備・機器を水没・被水させないため、これらが設置されている建屋、ポンプ室等については水密化などにより確実な耐浸水性を確保すること。 →重要機器室の浸水対策実施済	内部溢水対策(P598) →重要機器室への止水対策実施済 →継続的に詳細評価を実施中		防潮堤や設置といった「高さ」への対策のみならず、建屋や重要機器の水密性向上(つまり浸水しない設計)や…(P271) →重要機器室の浸水対策実施済	[11-3-a]発電所設計に要求されている内部および外部からの溢水事象を緩和する能力を確認すること。 →対応済。防潮堤のみ設置中。
	防潮堤の設置	【対策6】浸水対策の強化 想定津波高さに備えた防潮壁等を設置をすること。 →防潮壁設置済				
	防水壁の設置	【対策14】事故後の最終ヒートシンクの強化 海水ポンプなどが共通要因によって機能を完全に喪失することがないよう、防潮壁やスクリーンなどにより、RHRS、RHRC等の最終ヒートシンクを確保するための海水冷却・固定式機器の津波への耐性を強化すること。 →Hx/Bの止水対策(現状7m迄(K1)) →海水ポンプモータ予備品確保、Hx/B排水対策		具体的津波対策の実施。全体的な述べ方(中間概要P11) →各種津波及び浸水防止対策実施		

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
津波	排水ポンプの設置	<p>【対策6】浸水対策の強化 浸水時に備えた排水機能を用意すること。 →可搬型排水ポンプ配備済、R/B恒設排水設備対策検討中</p> <p>【対策13】冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散 冷却設備(原子炉注水設備、原子炉減圧設備等)に関連する設備・機器を水没・被水させないため、これらが設置されている建屋、ポンプ室等については排水設備の設置・配備などにより確実な耐浸水性を確保すること。 →重要機器室の止水対策、可搬型排水ポンプ配備済、R/B恒設排水設備対策検討中</p>				
	能動的津波警告システムの確立	<p>【対策12】事故時の判断能力の向上 前兆事象をできる限り速やかに確認できるシステム(津波予測システムなど)の研究開発が望まれる。 →津波警告システム構築を実施中</p>				
電源	外部電源系の2ルート(変電所も含めて)2回線化	<p>【対策1】外部電源系の信頼性向上 異なるルート(送電線及び変電所)からの給電を確保するなどにより、1つのルートを失っても当該発電所が外部電源喪失にならないよう外部電源系の信頼性を高いものとする。 →3ルート5回線、西群馬開閉所及び刈羽変電所との接続</p> <p>【対策2】変電所設備の耐震性向上 発電所に直接接続される全送電線路の直近変電所引出口に施設される断路器について、今般の地震で損傷した新福島変電所の断路器と同型の断路器の構造改良並びに高強度がいし及びガス絶縁機器の採用を行うなどにより、耐震性を強化した断路器の回線を2回線以上確保すること。 →500kV系統にGIS採用済</p>				
	非常用電源の多様化(空冷式D/G、GTG、電源車など)	<p>【対策5】所内電気設備の位置的な分散 所内電気設備が共通要因によって同時に機能を喪失することを防止するため、非常用の交流系電気設備一式の多重性を強化すること。 →電源車配備、空冷式GTG配備等、各種電源強化対策</p> <p>【対策7】非常用交流電源の多重性と多様性の強化 本設非常用交流電源の多様性に関し、空冷及び水冷等による冷却方式の多様性を強化することにより共通要因による非常用交流電源の喪失を防ぐこと。 →電源車配備、空冷式GTG配備等、各種電源強化対策</p> <p>【対策10】外部からの給電の容易化 電源車(交流、交流+整流装置)などのバックアップ設備による給電を確実かつ容易に行えるようにすること。 建屋外から給電が行えない場合など困難な状況を想定し、マニュアル整備すること。 →電源車等を用いた手順の整備及び複数の建屋内外に接続口を設置</p>		同時多発電電源喪失への対応(中間概要P12) →各種電源強化対策		[11-4-1-a / 11-4-1-b / 11-4-1-c]SBO時の電源確保対策 →電源車等、各種電源強化策実施済

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
電源	電源ケーブルの接続	<p>【対策7】非常用交流電源の多重性と多様性の強化 非常用交流電源の多重性に関し、設備面のみならず運営面においても、点検保守による待機除外、それに加えて自然災害等による機能喪失や故障を考慮した、多重性の強化を図ること。</p> <p>【対策10】外部からの給電の容易化 建屋外の給電口を規格化した上で2か所以上に分散させ、被水対策(塩水対策含む)を実施すること。 →実施済(電源接続口は建屋内扉近傍)</p>				
	外的事象等に関する所内全電源喪失の軽減能力の強化	<p>【対策7】非常用交流電源の多重性と多様性の強化 非常用交流電源の多重性に関し、設備面のみならず運営面においても、点検保守による待機除外、それに加えて自然災害等による機能喪失や故障を考慮した、多重性の強化を図ること。 →電源車配備、空冷式GTG配備等、各種電源強化対策</p>				
	緊急用の配電盤の設置	<p>【対策5】所内電気設備の位置的な分散 所内電気設備が共通要因によって同時に機能を喪失することを防止するため、配電盤を含め、電気設備一式の多重性を強化すること。 →可搬式電源設備の高台配備等</p>				
	地絡側負荷等の切り離しも容易にできる措置	<p>【対策10】外部からの給電の容易化 地絡側負荷等の切り離しも容易にできる措置を講じること。 →M/C、P/C保護装置(地絡継電器)で遮断器を開放(切り離し)可能。</p>				
	配置の多様化	<p>【対策5】所内電気設備の位置的な分散 所内電気設備が共通要因によって同時に機能を喪失することを防止するため、配置場所について、位置的な分散(例えば、配置建屋、建屋内の位置(海側/陸側、高所/低所)の分散等)を確保することが求められる。 →電源車、GTG等の高台配備、更なる高台電源の新設、蓄電池の分散配備</p>		D/G、電源盤の設置場所の多重化、多様化が図られていなかったことに言及(最終本文P409) →高台電源の設置、緊急用M/Cの設置、高台からのラインのD系接続(現状C系のみ)	(津波対策の文脈から)配電盤の多重化等が…(P271) →緊急用M/Cの設置、高台からのラインのD系接続(現状C系のみ)	
	電気設備関係予備品の確保	<p>【対策11】電気設備関係予備品の備蓄 M/C、P/C、ケーブルなど電気設備関係の予備品について、これらを保管する緊急用資機材倉庫等を確保し、備蓄しておくことや予備設備を設置しておくこと。 →電源車等大型資機材の高台配備及び高台への資機材倉庫設置済</p>				
	常設の電源融通ケーブル(全号機間)			号機間電源融通が機能しなかったことに言及(P101) →各号機毎の電源強化 →緊急用M/Cを介した号機間融通ラインを増設		

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
	電源喪失時のインターロック見直し					[追 4.4] 緊急時に重要な安全系を使用可能とする恐れのあるインターロックの抽出・見直し →検討の結果、K6のRCICの弁動作インターロック見直し。
	外部電源喪失時の設備復旧(時間的目安の設定等)	【対策4】外部電源設備の迅速な復旧 外部電源設備の復旧に要する時間を短くするため、損傷した場合に復旧に時間を要する外部電源設備の予備、又はそれらを迅速に復旧する作業のための資機材の確保及び手順をまとめた事故対応マニュアルの整備等を準備しておくこと。 より早期に復旧作業に着手できるようにするため、電線路が長い場合には、損傷箇所を迅速に特定できる設備(フォルトロケータなどの事故点標定装置)を導入すること。 →500kV系統へのフォルトロケータ設置済。予備品選定及びマニュアル整備実施中				
	電源供給のための燃料の確保	【対策7】非常用交流電源の多重性と多様性の強化 非常用交流電源全般について、外部電源の復旧期間を見込んだ十分な燃料を確保すること。 →実施済				[11-4-3][追 4.4] 緊急時にも燃料油確保し、利用可能とすること(備蓄・補給両面) →軽油タンクで確保。地下軽油タンク設置で強化。緊急時補給契約締結済み
電源	直流電源の強化(容量・予備バッテリー等)	【対策5】所内電気設備の位置的な分散 所内電気設備が共通要因によって同時に機能を喪失することを防止するため、直流系の電気設備一式の多重性を強化すること。 →DC電源の強化(蓄電池の分散配備、充電器の配備等) 【対策8】非常用直流電源の強化 各系統において、蓄電池が枯渇する前の充電などにより長期間の機能維持を可能とすること。 一系統の蓄電池の蓄電容量(注:独立した1システムの蓄電容量を含む)のみで負荷の切り離しを行わずに少なくとも8時間(事態の正確な把握、冷静な判断、作業の準備・実施に必要な時間)、さらに不必要な負荷の切り離しを実施した上で少なくとも24時間(注:電源車や別途の非常用発電機など外部からの給電に時間を要する事態を考慮)、プラントの特性に応じて必要な時間の稼働を可能とするよう蓄電容量を確保すること。 →DC電源実力評価済。負荷遮断無しで8h、遮断有り24hに向けたDC増強 【対策9】SA時などにおいて特に重要な計装に専用(計装と作動が同一電源の場合を含む)の電源を、充電システムや蓄電池を既設及び代替電源とは別途用意するなどにより確保すること。 →実施済 【対策27】事故時における計装設備の信頼性確保 計装専用の蓄電池、予備計測器の設置や予備品の確保を行うこと。 →実施済	分散化させた重要バックアップ直流電源の追加(P598) →DC電源の強化(蓄電池の分散配備、充電器の配備等)	バッテリー枯渇リスクの過小評価(中間概要P5) →バッテリー強化実施中 全電源喪失への備え(中間概要P12) →各種電源強化策実施 DC喪失対策が図られていなかったことに言及(最終本文P409) →各種電源強化策実施		[11-4-2]炉心、格納容器、使用済燃料の安全の監視に必要な非常用の計器を明らかにする。 →必要計器を選定し、予備バッテリー配備、バッテリーの延命対策実施済



項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
冷却・注水	注水機能の多様化	<p>【対策16】代替注水機能の強化 代替注水設備の駆動源は、蒸気駆動、ディーゼル駆動等とすること。 →RCIC信頼性向上策、高圧代替注水設備の導入、消防車の配備 代替注水設備は、地震時やシビアアクシデント時の環境にも耐えられるものとする。 →少なくとも実力Sクラスを確保、SBO時も動作可能、重要機器室の浸水対策、消防車の高台配備等 消火系のように別目的の設備を原子炉冷却に使用する場合には、通常のライン構成から原子炉注水ラインに簡易に切り替えられるように設備面及び運用面で改善するとともにバックアップポンプを用意しておくこと。 →MUWCへの外部接続ラインの新設、FP系の強化を実施中</p>	高圧注水機能の追加(P598) →RCIC信頼性向上策、高圧代替注水設備の導入、消防車の配備			
	RCIC(高圧注水系)の頑健性の向上	<p>【対策16】代替注水機能の強化 代替注水設備の駆動源は、蒸気駆動、ディーゼル駆動等とすること。 →RCIC信頼性向上策、TWL導入、消防車の配備 代替注水設備は、地震時やシビアアクシデント時の環境にも耐えられるものとする。 →少なくとも実力Sクラスを確保、SBO時も動作可能、重要機器室の浸水対策、消防車の高台配備等</p>				
	低圧ポンプの吐出圧力増強	<p>【対策16】代替注水機能の強化 できるだけ吐出圧力の高い(例えば、1 MPa以上)ポンプや建屋外の注水口を整備し、注水手順を定め日常的に訓練すること。 →RCICの信頼性向上策、TWLの導入</p>				
	海水の利用手段の構築	<p>【対策16】代替注水機能の強化 代替注水設備は、水源についてもタンク、貯水池、ダム等の多重性・多様性を持たせること。 →淡水タンクの耐震性向上策、貯水池・井戸の設置、柔軟性を持った素材による送水ライン及び送水ラインの多重化</p>				
	海水系UHSの確保(代替海水熱交換器の設置)	<p>【対策14】事故後の最終ヒートシンクの強化 可搬型代替RHRSの導入や空冷機器の設置などによる最終ヒートシンクの多重性及び多様性を確保すること。 →可搬式Hx車配備済</p>	圧力抑制室プール水に対する専用ヒートシンクの追加(P598) →状況に応じて可搬式Hx車等を活用可能			[追 4.4] 海水・淡水系の号機間タイラインの確保 →代替熱交換器設備等によりヒートシンクを確保可能
	SRV駆動源の信頼性向上【減圧機能強化】	<p>【対策15】隔離弁・SRVの動作確実性の向上 隔離弁の駆動源が喪失していても、原子炉冷却が必要な時には強制的に確実に動作させることができるメカニズム(外部から個別に電動弁に給電するなど)を導入すること。 個別に操作する場合であっても、事故時に迅速かつ安全かつ確実に当該操作ができるよう、アクセスが容易な場所で簡易にできるように対策すること。 駆動用空気系のバックアップシステム(可搬型コンプレッサー等)、電源等を確保すること。 手動操作を可能にする等によりSRVの作動を確実にできること。 →駆動用予備バッテリーの建屋内配備。予備ポンペ、コンプレッサーの配備。手順整備。</p>	SRVが故障するとその後の対応に遅れが生じると共に、代替の減圧手段があったのか疑問が残ると記載(P196) →駆動用予備バッテリーの建屋内配備。予備ポンペ、コンプレッサーの配備。手順整備。	可搬式エアーコンプレッサーの配備(中間本文P442) →予備ポンペ配備済、コンプレッサー配備予定		[追 4.4] IA/SA系の号機間タイラインの確保 →従来より号機間タイラインが設置されており、AOP手順にて記載有り。運用方法として新たに検討はしていない。



項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
SFP	空冷中間貯蔵設備	【対策17】使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上 貯蔵している燃料の崩壊熱等を踏まえ、冷却対応が必要となるまでの猶予期間が十分確保できるように、冷却水量の確保、貯蔵の分散化、空冷設備の設置、乾式貯蔵の採用などについて検討すること。 →SFP注水対策(既存系統活用、消防車配備、専用注水配管設置等) →乾式貯蔵の採用を検討中				
	SBO時の注水手段					[11-2-4] (水補給) →消防車等に対応済
	使用済燃料プールの機能維持のための管理策確立・注水手段等の充実	【対策17】使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上 使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上のため、機能の多重性及び多様性を確保すること。 →SFP注水対策(既存系統活用、消防車配備、専用注水配管設置等)	B.5.bで示されているSFPへの代替注水手段(電源不要のSFP注水ライン及びSFPスプレイライン)を取り入れていなかったことに言及(P104) →SFP専用注水ライン設置  米国では取り出し直後の燃料のSFPへの保管方法について、冷却水喪失時の過熱を軽減するため、燃料を市松状に保管することが指示されている。(P142) →燃料保管方法の見直しについては今後検討			[11-2-2-a / 11-2-2-b / 11-2-3] →SFP水位計強化等実施済
	使用済燃料プールの計測装置の強化					[11-2-4] (水位・温度監視機能強化) →水位低下時も測定可能な水位計設置済
ベント	ベントライン弁の手动操作	【対策21】ベントの確実性・操作性の向上 コンプレッサー・バッテリーの配備や手动開を可能とするような設備対応などにより、確実にベント弁の開操作を実施できること。 ベント操作が必要な事故では、ベント弁が設置されているR/B地下は放射線量率が高い状況になっている可能性があることから、そうした状況下におけるベント弁の操作性を向上させるため、R/B内外の放射線量率の低い位置の操作が可能とするなどにより弁の設置位置や操作場所を再検討すること。 →手动操作ハンドル設置済(緊急時臨機応変対応ガイドに手順策定済) →遠隔操作のハンドル改造はフィルタベントと合わせて検討中	手动操作に関する手順書が無かったことに言及(P101) →手动操作ハンドル設置済(緊急時臨機応変対応ガイドに手順策定済)		欧米にはベント弁をシャフト(軸)で固定し、かなり離れた場所から操作できるように工夫されたベントラインを持つ原子力発電所も存在する。(P263) →遠隔操作のハンドル改造はフィルタベントと合わせて検討中	[追 4.2.2] 電源喪失, 高放射線環境下, 高温状況下でのベント実施の指針策定→ソフトWG検討中 [追 4.5] 手动ベント機構の設置→実施済み
	ベントライン弁作動用の駆動源(空気圧縮機等)の配備					
	ベントシステムの放射性物質除去機能の向上【フィルタベント】	【対策22】ベントによる外部環境への影響の低減 D/Wベントは当然のことながら、W/Wベントにも放射性物質除去(フィルタ)効果のある設備を付けること。 フィルタでの水蒸気の凝縮により水素爆発を起こさない工夫を行うこと。 →フィルタベント設置実施中(常時N2置換)	フィルタベントについて当社の過去の検討経緯を紹介。設置しなかったことについては〇とも×とも言及せず。(P100) →フィルタベント設置実施中		欧州等では、ベントラインの終端に巨大なフィルターを取り付けることで、ベントラインを經由して放出される放射性物質の量を、元の1/100~1/1000へ低減させる仕組みが…(P263) →フィルタベント設置実施中	[追 4.4] ベントラインへのフィルタ設置→実施中
	格納容器ベント実施時期の最適化					

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
ベント	ベントラインの信頼性向上	<p>【対策21】ベントの確実性・操作性の向上 ベントの確実性を向上させるため、ベント設備の多重性及び耐震性を向上させること。 事象進展に応じて早期のベントを機動的に実施する観点から、ラプチャーディスクの弁付きバイパスラインについて検討すること。 →フィルタベントと合わせて検討中。ラプチャーディスクは弁に交換する予定。</p> <p>【対策23】ベント配管の独立性確保 ベントを実施した際に、PCV内に滞留していた水素がSGTSや他号機のベント配管を逆流してR/B内に流入することがないように、ベント配管をSGTSから独立させるとともに、号機間でベントの排気筒を共有しないことなどによりベント配管の独立性を確保すること。 →KKは元々号期間共有無し。自号機内の逆流防止手順は制定済、腐食性ガスの影響を評価中。</p>	<p>ベントラインの耐震クラスから、地震による破損の可能性に言及(P100) →ベントラインはAs又はAクラス設計(AC系はAsクラスでありSGTS系はAクラス) ベントラインが他系統と接続していたことと逆流の可能性に言及し、複雑で作業性の悪いベントラインは改めるべきと述べている。(P191) →KKは元々号期間共有無し。自号機内の逆流防止手順は制定済、腐食性ガスの影響を評価中。</p>			
水素	R/Bにおける水素濃度管理及び適切な放出	<p>【対策24】水素爆発の防止(濃度管理及び適切な放出) PCVの健全性を維持するための対策により水素の管理された放出を図ること。 建屋側に漏えいした水素については、非常用ガス処理系の活用や水素再結合装置等の処理装置の設置などにより、放射性物質の放出を抑制しつつ水素濃度を管理すること。 →フィルタベント設備の設置(系統内は不活性化) →R/Bルーフベント設備、ブローアウトパネル開放手順の整備 →R/BへのPAR設置</p>	<p>水素爆発の要因について、R/Bへの水素漏洩リスクの想定が不十分であり、電源喪失時に原子炉建屋の換気を行う手段が用意されていなかったと記載(P266) →フィルタベント設備の設置(系統内は不活性化) →R/Bルーフベント設備、ブローアウトパネル開放手順の整備 →R/BへのPAR設置</p>	<p>水素対策について、複数の対策の組み合わせで対応することが望ましいと記載(P264) →フィルタベント設備の設置(系統内は不活性化) →R/Bルーフベント設備、ブローアウトパネル開放手順の整備 →R/BへのPAR設置</p>		
	原子炉建屋トップベント設備の設置	<p>【対策24】水素爆発の防止(濃度管理及び適切な放出) 水素を排出する必要がある場合には、プラント毎に定量的な評価を行った上で十分な大きさの開口部を設けるとともに、防爆仕様の換気装置及び放射性物質除去機能を持った装置などにより、水素爆発の防止及び放射性物質の放出抑制を行った上で排出すること。 →フィルタベント設備の設置(系統内は不活性化) →R/Bルーフベント設備、ブローアウトパネル開放手順の整備 →R/BへのPAR設置</p>				
	ブローアウトパネルの自動開放	<p>【対策24】水素爆発の防止(濃度管理及び適切な放出) 大量の水素が発生し、各種対応策を講じても対応できない場合に備えて、最後の手段として、ブローアウトパネルの開放(地上部による開口部の設置等を含む)等による水素滞留対策を検討すること。 →R/Bルーフベント及びブローアウトパネル開放手順整備済、PAR設置対策実施中</p>				
	水素センサーの設置	<p>【対策24】水素爆発の防止(濃度管理及び適切な放出) 水素濃度検出装置の設置などにより、R/B内の状況を正確に把握すること。 →R/Bオペフロに水素検出器を設置済</p>				

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
水素	静的触媒再結合器の設置					[追 4.5] PCV内へのPARの設置 →PCV内は窒素で置換されており、静的水素再結合装置による水素処理は期待できない。 →原子炉建屋については漏洩水素処理の観点からPARを設置する。
	PCVの貫通口の気密性の確保(ガスケット、シール部の耐熱性、耐圧性)	【対策19】格納容器トップヘッドフランジの過温破損防止対策 PCVトップヘッドフランジが圧力容器に近く熱輻射の影響を受けやすいにもかかわらずPCVスプレイの効果期待しがたい場合などには、PCVトップヘッドフランジなどの過温破損対策を検討すること。 一つの方法としてトップヘッドの外部からの冷却が考えられるが、過温の程度の評価、本対策によるマイナスの効果がないかどうかあるいは、他の対策の可能性を個別のプラント毎に検討し、措置すること。 →PCVトップヘッドフランジへの水張りラインの設置				
	格納容器の除熱機能の多様化	【対策18】格納容器の除熱機能の多様化 PCVの過圧と過温を防止するため、交流電源に頼らないPCVスプレイ(注: CV内放射性物質の除去効果もある)及びRHR等による除熱機能を追加確保すること。 海水冷却以外又は津波により同時に損壊しない位置的な分散を確保できる格納容器代替除熱機能などによる格納容器除熱機能の多様性を確保すること。 →電源車による給電と組み合わせたMUWC等や消防車によるPCVスプレイ手順の構築。				
緊急時対応	パラメータ監視機能の充実(SA時に使えるRPV, PCV計装設備)	【対策28】プラント状態の監視機能の強化 更なる円滑な状況把握のため、PCV内も含めた監視カメラやロボットの活用や、炉心損傷時にも水位等のプラント状態を確実に把握できるよう、計器仕様の範囲を拡大するための研究開発を進めること。 →国プロで計器の開発を実施中 →既存計器による計測手段構築中	SA時計装の必要性に言及(P104) →既存計器の活用及び計器の新規開発の両面に対応中		SA後にも信頼性を保てる計器が…(P263) →既存計器の活用及び計器の新規開発の両面に対応中	[追 4.3.3, 4.4] 重要な機器・パラメータ監視機能に代替方法が用意されていること。→既存計器の活用及び計器の新規開発の両面に対応中
	油タンク等油燃料の確保および油タンクから消防車、電源車等への給油方法の確立					[追 4.4] 緊急時にも燃料油確保し、利用可能とすること(備蓄・補給両面) →軽油タンク・地下軽油タンク設置等備蓄面改善済み。補給としてミニタンクローリ2台配備。さらなる増強検討中
	中央制御室及び緊急時対策所の作業環境確保	【対策25】事故時の指揮所の確保・整備 地震等の自然災害などによっても機能喪失しない緊急時の指揮所を確保・整備すること。 必要人員の収容スペース、事故時においても中央操作室や指揮所が十分に機能を発揮できる必要な電源の確保、放射性物質の流入防止(換気空調系機器の機能確保)、カメラ等による建屋等の周辺状況の監視機能及び通信機能の確保を担保すること。 →免震棟(専用非常用電源有)設置済、通信機能強化、津波による浸水の防止対策を実施済。更なる免震棟増強を検討中。	中央制御室と同室内電子機器類のためのバックアップ空調設備(P598) →電源車等緊急時用電源を接続し、中央制御室換気空調系を運転可能 →詳細評価実施中	緊急時の線量上昇を考慮した対応箇所の設計(文中ではオフサイトセンターに言及)(中間概要P2) →免震棟の追加遮蔽		



項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)	
緊急時対応	モニタリングカー使用時の通行方法の確保			地震等による道路損傷時の移動・巡回方法の確保(中間概要P7) → <b>構内道路の補強対策。モニタリングカー通行不能時の徒歩による計測。</b> 災害等による路面損傷時の移動ルートの検討(最終本P436) → <b>構内道路の補強対策。モニタリングカー通行不能時の徒歩による計測。</b>			
	代替環境モニタリングの配備	【対策29】事故時モニタリング機能の強化 モニタリングポストについては、排気筒以外からの放射性物質の放出の可能性に対応するため、非常用電源からの供給や専用電源の設置などにより、モニタリング機能が維持されるように手当すること。 → <b>MP専用緊急時電源設備の配備</b> モニタリングポスト周囲が汚染しても正確なモニタリングを可能とするよう対応を検討しておくこと。 → <b>複数のモニタリングポストや移動式モニタリング設備で対応可能と考える。</b>		地震・津波等の複合災害も想定して対策を講じておくこと(中間概要P7) → <b>各種ハード対策、津波AMG等</b> 複合災害も想定してハード対策を講じておくこと(中間概要P8) → <b>各種ハード対策、津波AMG等</b> 複合災害まで想定したモニタリングシステムの検討(最終本文P436) → <b>モニタリングカー増配備等</b>			
	情報通信手段の確保	【対策12】事故時の判断能力の向上 緊急時対策所等において事故時の条件下でも確実にプラント状況を把握できるよう通信設備を含めた関係施設の整備・改善も重要。 → <b>各種緊急時通信手段強化対策実施</b>  【対策26】事故時の通信機能確保 非常時における電源の確保を着実に実施するとともに、非常時を想定した上でも、主要通信基地等の機能維持が可能となるよう耐震性を考慮した機器の設置や浸水対策を行うこと。 関係機関での対応を迅速かつ適切に行うため、伝送系を含めて緊急時対応情報システムやテレビ会議システム等の設置を進めるとともに、事故時における機能確保を図ること。 → <b>緊急時通信手段の電源強化、浸水防止対策実施。免震棟設置による耐震性確保</b>		IC操作に関するTSCとの情報伝達の不備(中間概要P5) → <b>各種通信機能強化対策実施</b> PHSのバッテリー枯渇、その後使用した無線機も通信出来ないエリア等の問題があったことに言及(最終本文P409) → <b>通信機器の電源増強対策、移動式アンテナ等の配備による不通エリアのカバー対策</b>		[INPO11-4]長時間にわたる交流電源喪失事象の間、所内および所外の通信ニーズに合った通信機器を確保する。 → <b>各種通信機能強化対策実施</b> [追 4.3.5] 複数の多様な通信手段の配備 → <b>各種通信機能強化対策実施</b> [追 4.3.5] 膨大な情報を受け取り、整理し、共有するための計画とインフラ(ソフトハード両面か?) → <b>通信設備増強及び運用見直しで対応</b> [追 4.4] 電源喪失時に使用可能な中継器を含む無線機等の配備 → <b>各種通信機能強化対策実施</b>	
	照明設備確保	【対策11】電気設備関係予備品の備蓄 可搬型の照明設備を用意するなど復旧作業環境の確保を行うこと。 → <b>可搬型照明設備配備済</b>					[追 4.4] 重要なルートへの独立・電池式非常灯(+懐中電灯・電池)の設置 → <b>懐中電灯配備済み。個人用ヘッドライトを配備済。</b>
	防護服、マスク、APD、過搬式空気清浄機、非常用中操換気設備などの防護設備	【対策12】事故時の判断能力の向上 緊急時の判断を可能とするために、ハード(電源、計装系、状況を確認に行くための装備(線量計、マスク等))と、ソフト(その際の操作を明記したマニュアルや関連機器の設計図書等)を整備すること。 → <b>電源強化、装備品の追加配備、SA時計装対策、関連マニュアルの整備を実施中。</b>					[追 4.3.6] 放射線防護及び測定機器の利便性及び位置的分散を考慮した配置 → <b>配備・配置済み</b> [追 4.3.6] 緊急時対応に十分な数量の放射線防護及び測定機器の配備 → <b>配置・配備済み</b>
その他	総合的リスク評価の必要性			発生頻度の低い外的事象及び内的事象等を考慮して総合的なリスク評価を行うこと。 PSAの標準化が完了していない外的事象も現段階で可能な手法を積極的に用いること。(最終本文P397, 435) → <b>PSA等による更なる安全評価を実施中</b>			

項目	提言・教訓等の内容	NISA技術的知見30項目	国会事故調	政府事故調中間+最終報告	民間事故調	米国原子力発電運転協会 (INPO: The Institute of Nuclear Power Operations) ([追]はH24.8の追補版)
その他	機器点検の強化	【対策30】非常事態への対応体制の構築・訓練の実施 日常の保守等を通じてプラント及び予備品等に熟知しておくこと。 →教育訓練プログラムの再構築はソフト対策として実施中				
	プラント停止中のリスク管理		プラント停止中の系統機能停止等を考慮した対応戦略の構築(P198) →プラント停止時の安全管理については、社内マニュアル等で対応			
	共通原因故障に対する独立性や多様性の確保	【対策13】冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散代替設備を含めて、浸水などの共通要因によって機能を完全に喪失することがないように、各設備の位置的分散等を図ること。 →各種津波・浸水防止対策及び可搬型資機材等の高台配備で対応				
		【対策23】ベント配管の独立性確保 今後、ベント配管以外の設備についても号機間共有の考え方を整理する必要がある。 →3.11後の対策は7プラント同時発生を前提に、号機毎に必要な資機材、油燃料、淡水等を賚るよう配備。				
	外的事象に対する深層防護の再確認と定量的リスク評価の高度化					[追 2.0] 安全性評価では、ウォークダウンを伴う組織横断的な安全評価が有効 →ストレステスト成立性として地震津波ウォークダウンを実施。今後PSA評価の中でも実施される。
	テロ対策		サイバーテロ対策, テロ対策(P598, 599) →サイバーテロを含めた様々なテロ対策については今後検討。			
	リアルタイム更新が可能なSA進展予測ツール		リアルタイム更新が可能なSA進展予測ツールがあれば情報共有に有益だったと記載(P193) →対応検討中(概念検討の段階)			
安全文化の醸成		提言4-(2) (事故調報告書では規制側の仕事と述べているが、)電気事業者間において、原子力安全のための先進事例を確認し、その達成に向けた不断の努力を促す相互監視体制を構築する。 →原子力改革TF	国内外最新知見の取り入れの不断の努力及び事故の教訓発信(最終本文P407) →知見の取り込みは実施中、教訓発信も各所で実施中。 事故の全貌究明の継続(線量低下後の現場確認等)(最終本文P429, 441) →今後実施予定(調査検証PJチーム、タスクフォース等で対応)			



## 「福島第一」事故検証プロジェクト 提言対応状況整理表

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	98	1	津波想定の高さ	学会の評価だけでよいか、検証が必要	地震や津波について、今後は、規制側からの要求を待つだけではなく、自主的に安全確保の考え方を構築し、見直す仕組みを作る。
		2		自主的、定期的に津波に対する評価を見直す仕組みを検討	
		3	アクセス道路の破壊	基幹道路について液状化防止を強化	路面補強等対策実施中
		4		複数のアクセス道路などの確保	緊急時対応を想定した複数のアクセスルートを決めている。(瓦礫散乱時等には重機によりルート確保)
		5	高さの主眼とする津波のリスク評価	津波の破壊力・エネルギーなど、リスク評価体系の見直し	「津波避難ビル等に係るガイドライン」(H17.6 内閣府)を参照し、静水圧の3倍に耐えられるよう設計。
		6		重油タンクの固定など	重油タンクは撤去を検討中。また、軽油タンクは防潮堤の内側に配置してあるため、デブリとなる可能性は低い。
		7		瓦礫撤去用の重機配備、運転者の確保	瓦礫撤去用重機(ホイールローダ等)配備済み。所員による大型特殊免許の取得(運転者確保)を実施中。
		8	ディーゼル発電機(D/G)の誤起動	誤作動の原因究明	外部電源が維持されていた福島第二での(非常用ディーゼル発電機(D/G))起動事象は、一時的に母線電圧低信号が入ったことによるものと推定している。
		9		地震による緊急停止時の起動方法を要検討	地震時であっても、外部電源が維持されていればD/Gを起動する必要は無い。また、理由に係わらず外部電源を喪失した場合は非常用ディーゼル発電機が自動起動する。
		10	福島第一・第二原発での海水系ポンプ破壊	可搬式の電源、海水冷却系ポンプの常備	補機冷却海水系に海水を循環可能な水中ポンプ及び発電機等を配備、燃料を確保済。
		11		モーター洗浄設備の設置、予備品の準備	福島第二では水没したポンプの洗浄を試みたが効果が無かった。このため、熱交換器建屋の止水対策を実施。また、故障に備え、補機冷却系や補機冷却海水系の交換用モータ予備品を確保済。
	99	12	タービン建屋と附属棟の大量浸水	ディーゼル発電機や電源盤の設置場所の見直し	重要機器室(D/G、電源盤等)の浸水防止対策、緊急用高圧配電盤(M/C)の高台設置を実施済。
		13		移動電源車の常時確保	空冷式ガスタービン発電機車(GTG)及び電源車を配備済。また、これらを用いた既設系統への給電手順を整備済。
		14	開放していた搬入口からの浸水	大物搬入口など、水密性の弱い部分の運用の見直し	大物搬入口含め水密扉化を実施。定検作業時には「開」としていても緊急時には「閉」とする運用とした。
		15		災害発生時の作業手順の整備および訓練の実施	「津波アクシデントマネジメントガイド(津波AMG)」を策定し、訓練を実施。
		16	免震重要棟の電源喪失	免震重要棟の津波対策と、非常用電源の確保	免震重要棟の浸水防止対策を実施済。免震重要棟の非常用電源設備は震災前より設置済。
		17	女川・東海第二原発での海水流入	海水系ポンプの設置場所の水密性・耐圧性の強化	熱交換器建屋(D/Gを冷却する系統のポンプ等が設置されている)の浸水防止対策を実施済。補機冷却海水系ポンプモータの予備品確保及び熱交換器建屋の排水対策を実施中。

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	100	18	直流電源を一瞬で全喪失	電源設備の水密性、耐圧性の強化	重要機器室(バッテリー、電源盤等)の浸水防止対策を実施。
		19		代替直流電源の確保。多様性を持った電源確保が重要	直流電源の強化(蓄電池の分散配備、充電器の配備等)を実施中。
		20		バッテリーの大容量化	負荷遮断無しで8時間維持、遮断有りで24時間維持に向けた直流電源強化を実施中。
		21		充電手段の確保	免震重要棟に充電設備を配備済。また、建屋高所にも緊急用充電設備を設置予定。
		22	外部電源を全喪失	外部電源の耐震性の強化(特に変電設備など)	鉄塔の地盤安定性評価済、開閉所耐震評価中(原子力発電所耐震設計技術規程(JEAC4601)による)。500kV送電ラインへのガス絶縁開閉装置(GIS)採用済。脆弱性が確認された点は適宜耐震性の向上策の実施又は耐震性の高い設備に交換する方針。今後は、規制側からの要求を待つだけでなく、自主的に安全確保の考え方を構築し、見直す仕組みを作る。
		23		外部電源供給ルート(送電網)の多重化	3ルート5回線の外部送電線確保、西群馬開閉所を経由した社内電源との連携及び刈羽変電所を通じた東北電力との連携。 ※柏崎刈羽原子力発電所(KK)は当社新新潟、南新潟幹線に加え東北電力からの独立ルートの受電設備有り。
		24		外部電源の各プラントとの連携・融通機能強化による多重化・多様化	緊急用M/Cを介した融通(全号機接続予定)及び隣接号機との非常用M/C、低圧配電盤(P/C)を介した融通が可能。運転号機がある場合は500kV母線を介した融通も可能。
		25	海水を非常用ディーゼル発電機の冷却源にした弊害	非常用ディーゼル発電機の設置場所の見直し	高台に空冷式GTG及び電源車を配備済。高台の電源関係設備として緊急用M/C及び燃料用の地下軽油タンクを設置済。
		26		多様な種類の駆動方式・冷却方式の非常用電源の確保	
		27	非常用ディーゼル発電機の突然の停止	非常用ディーゼル発電機室への海水流入ルートの特定と対策の実施	緊急時安全対策等で調査・特定し、必要な浸水防止対策を実施。
	28	冷却ポンプの浸水防止、水密性強化		No. 17と同じ。	
	29	非常用ディーゼル発電機の代替品の確保		高台への空冷式GTG等の配備を実施。	
	30	101	電源融通の重要性	サイト内の電源融通経路の強化	No. 24と同じ。
	31		アクシデント・マネジメントの不備	全交流電源の長期喪失を想定したAM手順書に見直し	長時間の全交流電源喪失(SBO)、最終ヒートシンク喪失(LUHS)を想定した対応手順書(津波AMG等)を策定。
	32		想定していなかった交流・直流同時喪失	代替交流電源の確保	各種電源強化対策及び緊急用電源を用いた既設系統への給電手順の整備を実施。
	33			代替直流電源の確保	
	34			上記の速やかな設置手順の策定	
	35		電源車からの給電遅延	電源車の多重化、多様化と常設の検討(直流、交流、直・交流混載など)	空冷式GTG、電源車を配備。共に高台緊急用M/Cからの給電が可能であり、電源車は建屋に近接し、ケーブルを接続しての給電も可能。バッテリーの予備品は配備済。直流供給については、交流電源車から充電器を介して直流母線に供給することも可能。
	36			バッテリー、仮設照明、小型発電機、燃料、ケーブルなどの確保	全て予備品確保済み。今後も随時必要なものは確保していく。
	37	電源車の利用手順の策定と訓練		電源盤・電源車接続端子統一済み。接続ルート設定、電源車からの接続訓練を実施。今後も継続して訓練を実施する。空冷式GTG、電源車共に高台緊急用M/Cからの給電が可能。各種給電手順を整備済。	

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	102	38		電源盤の高台設置を検討	高台に緊急用M/Cを設置済。
		39	電源盤の機能喪失	電源車, ケーブルなどと電源盤の接続端子の確保	電源盤・電源車接続端子統一済み。
		40		接続ルートの準備および訓練強化	接続ルートの設定、電源車からの接続訓練を実施。結果をフィードバックし、適宜手順を見直している。今後も継続して訓練を実施する。
		41		中央制御室の”暗闇化”	代替バッテリーの多重化, 多様化
		42	劣悪環境下での復旧遅延	最悪の事態を想定した訓練強化(目標復旧時間の設定, 継続的な反復など)	悪条件(SBO, LUHS, 炉心損傷等)を想定した訓練を実施。各種環境(暗闇・荒天等)を想定し、今後も訓練実施予定。7プラント同時被災を想定した訓練を実施。中央制御室機能不全時の訓練を実施。(当直各班年1回)
	103	43		海水冷却系の水中ポンプ, 駆動電源, 燃料などの予備の確保	No. 10と同じ。
		44	海水冷却系喪失でディーゼル発電機も使用不能に	海水に頼らない, 空冷冷却ラインの準備	水冷に頼らない電源として空冷式GTGを高台に配備済。
		45		耐水性の強いモーターの導入など	海水系の設備を保護する観点から、熱交換器建屋の止水対策を実施。また、故障に備え、補機冷却系や補機冷却海水系の交換用モータ予備品を確保済。
		46	5, 6号機では海水冷却系機能の再構成に成功	仮設ポンプ, 電源車などの接続ルートをマニュアルで定義し, 訓練を定期的実施	接続のルート設定、電源車からの接続訓練を実施。各資機材の接続ルートは津波AMG等に定めている。



凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	104	47		中央制御室の電源喪失対策	中央制御室監視機能用代替バッテリーの多重化・多様化を実施(予備バッテリー配備、他系統融通手順構築等)。
		48	パラメーターの把握不能がますますに	直流電源の浸水防止(設置場所の再検討, 水密性・耐水性強化)	重要機器室(バッテリー, 電源盤等)の浸水防止対策実施済。予備バッテリーを分散配備している他、建屋高所にも緊急用バッテリー、充電設備を設置予定。
		49		予備バッテリーの確保(直流電源車も含む)	No. 35と同じ。
		50		2時間以内を目安とした, 交流・直流電源の復旧	重要機器室への浸水防止対策を実施済。2時間以内の対応としては高台GTGからの給電、原子炉隔離時冷却系(RCIC)手動起動等が想定される。
		51	福島第一原発1号機の非常用復水器停止, 高圧注水系の機能不全	バルブ操作を直流・交流の両方で対応可能にする	駆動源については格納容器内は火花の発生等を懸念し交流駆動としている。また、格納容器外の重要な弁については信頼性の高い直流駆動としている。
		52		電源に頼らないバルブ開放の仕組みの検討(手動/自動化)	電源喪失時の弁動作のインターロックの見直しを実施。RCIC手動起動手順を整備。直流電源強化、代替高圧注水設備(制御時直流不要)を新設予定。
		53	福島第一原発2号機の原子炉隔離時冷却系の動き	高圧冷却系が機能している間に、低圧冷却機能を準備するための手順・訓練が重要	津波AMGで対応時間を含めた手順を整備済。
	105	54	福島第一原発1号機の水素爆発が2号機に影響	複数プラントが稼働していることのリスクの再確認	複数プラント同時被災に対応するため、資機材は基本的に各号機毎に配備している。一方で、電源融通については更に融通ラインを増設している。
		55	福島第一原発3号機の水素爆発が2号機に影響	水素爆発の絶対的防止	<p>【水素爆発メカニズムの評価】 経路等は調査済 福島第一原子力発電所1, 3号機は自号機炉心損傷による水-ジルコニウム反応により水素が発生し、主に原子炉格納容器(PCV)トップヘッドフランジのシール部から原子炉建屋(R/B)へ漏洩した可能性があると推定している。 また、4号機では、3号機で発生した水素がベントラインを経由し、4号機の非常用ガス処理系を逆流し4号機の建屋に流入した。</p> <p>【R/Bにおける水素濃度管理及び適切な放出】 水素が溜まりそうな箇所に静的触媒式再結合器装置(PAR)を設置予定。 最後の手段としてはフローアウトパネルの開放やR/Bトップベント設備によりR/Bオペレーティングフロア(最上階)の水素を放出可能。</p> <p>【フィルタベント設備の設置】 フィルタベント設備(系統内は窒素ガスで不活性化)を設置予定であり、放射性物質を除去した上での水素の放出が可能。 ベント時の水素ガスの自号機内逆流防止対策として、非常用ガス処理系(SGTS)出口弁を「閉」とする手順を整備済。(KKIには排気筒の排気ラインを号機間で共有している箇所は無い。)</p> <p>【PCVトップヘッド注水】 PCVトップヘッド上部に注水し、冷却することで温度上昇を抑制し、シール性能の低下を防ぐ。</p> <p>【格納容器の除熱機能の多様化】 消防車によるPCVスプレイの手順有。</p> <p>【水素センサーの設置】 R/Bオペレーティングフロア(最上階)に水素検出器を設置済。</p>
		56	福島第一原発3号機で判明したHPCIの効果	追加電源などの多重化、多様化と訓練実施	No. 32~34と同じ。
		57	アクシデント・マネジメントの不備が3号機の電源枯渇に	直流電源の予備確保と多重化、多様化(全バッテリーが水没すると交流電源が復旧しても充電出来ない)	直流電源の強化(予備バッテリーの分散配備, 充電器の配備等)。負荷遮断無しで8時間維持、遮断有りでもSBO発生から24時間維持に向けた直流電源強化を実施中。また、交流電源車から充電器を介して直流母線に供給することも可能であり、電源の多様化を図っている。
		58		直流電源の瞬時全喪失、水没による充電不能状態を想定したAM設計と訓練	万が一、直流電源が喪失してもRCICの手動起動が可能ないように手順の整備及び訓練を実施済。

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	106	59	福島第一原発1号機での低圧注水の遅延	予備水源の強化・増設(大型防火水槽の設置)	貯水池・井戸の設置及びタンク等の耐震強化を実施中。また、更なる対策として、海水淡水化装置の導入等を検討中。 また、以下の様な水源及び送水ラインの多様化を実施中。 ○貯水池→淡水タンク→(復水補給水系(MUWC), 消火系(FP))→復水貯蔵槽(CSP), 原子炉圧力容器(RPV), 使用済燃料プール(SFP) ○貯水池→(消防車)→防火水槽→(消防車)→CSP, RPV, SFP ○海→(消防車)→CSP, RPV, SFP 等
		60		消防車やホースの増強	消防車台数及び消防ホースの配備数増強済。
		61		消防車設置場所の見直し	消防車及び関係資機材の高台配備実施済。
		62		消防車移動ルートの事前確保	消防車等の接続ルートは津波AMG等に定めている。
		63		予備電源やポンプの確保, 消防車の能力強化など	消防車を複数台配備。また、貯水池、井戸を新設する等の水源の充実を実施。
		64		ディーゼル駆動消火ポンプの故障原因の究明と対策	セルモータの地絡(当社事故調最終報告P129)が原因と推定される。ディーゼル駆動の消火ポンプ(D/DFP)については機器室の止水対策の他、ディーゼル駆動の注水設備の注水能力の増強も検討中。
	107	65	防火水槽の形状による注水の非効率	防火水槽ホース接続形状の見直し	KKの防火水槽からは複数の同時取水が可能。(接続口の数不足に対応に苦慮した福島第一原子力発電所の状況には陥りにくい。)
		66	ホウ酸水注入系の準備遅延	予備電源(高圧電源車)の確保	高台GTG及び電源車を複数台配備済。
		67		ケーブル, 消防車などの多重化, 多様化	消防車を複数台確保及びケーブル等必要資機材を確保、接続箇所複数設置。 D/DFPについては機器室の止水対策の他、ディーゼル駆動の注水設備の系統容量注水能力の増強も検討中。
		68		水素爆発の阻止	No. 55と同じ。



凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	108	69	福島第一原発1, 2号機の逃がし安全弁の機能喪失	予備バッテリー、バッテリー車、交流電源車からの充電機能などの確保	No. 35と同じ。
		70		バッテリーの耐水性強化	No. 18と同じ。
		71		予備バッテリーの設置時間の迅速化、そのための訓練	逃がし安全弁(SRV)駆動用予備バッテリーを建屋内に配備。津波AMGに手順を定め、設置訓練を実施している。
		72		バッテリーに頼らない逃がし安全弁の仕組みの検討	緊急時のSRV動作の確実性向上のため、直流電源の強化(予備バッテリーの分散配置、充電器の配備等)及び予備窒素ポンペの配備を行っている。また、減圧手段の多様化として、SRV以外の減圧手段構築を検討中。
		73	福島第一原発3号機の逃がし安全弁の操作遅延	バッテリーの持続時間の延長	SRV駆動用予備バッテリーを配備している他、負荷遮断無しで8時間維持、遮断有りでSBO発生から24時間維持に向けた直流電源強化を実施中。
		74	消防車などによる代替低圧注水ライン構築時間の短縮	津波AMGに手順を定め、訓練を実施。結果をフィードバックし、適宜手順を見直している。	
	109	75	減圧実施が遅延するリスク	アクシデント・マネジメント(AM)を以下のように見直し	
		76		①今回判明した想定外の事象の反映	福島第一原子力発電所事故の知見を踏まえた減圧操作の信頼性向上策を講じ、これを実施するための手順を津波AMGに定めている。
		77		②通常の冷温停止手順を不可能と判断する基準の設定と、低圧冷却系準備の目標時間の設定など	津波AMGの判断フローで対応(SBO+LUHSによる通常の冷温停止が不可能な場合の手順であり、移行の判断基準及び各対応の目標時間も定めている。)
		78		③通常の手順が不可能な際の、2次的な行動指針の設定(100点を目指さず、最悪の事態を防ぐ。水素爆発防止、建屋ベント、海水注入、急速減圧など)	津波AMGの判断フローで対応(基本的優先順位は定められている。)
		79		定期的な訓練、対応能力の強化	緊急時のための訓練を複数回実施しており、今後も継続的に実施予定。
		80		電源の確保	各種電源強化対策及び緊急用電源を用いた既設系統(ベント弁駆動源)への給電手順の整備を実施。
		81		照明の確保(建屋のほか、現場作業携帯用など)	可搬型照明設備を配備済(ヘッドライト、バルーン投光器等)。
		82		福島第一原発1号機の格納容器ベントの遅延	緊急通信手段の確保
	83	予備コンプレッサーなど、作業に必要な機器の確保	弁の駆動圧力確保のための予備ポンペを配備済。手動による「開」操作も可能(手動操作機構は改良を検討中)。		
	84	全電源喪失時においても確実にベントできるようにシステムを変更(現場に行くことなく、予備駆動力で開放できるようにする)	電源車等を接続することにより、SBO時においても弁駆動力を確保可能。		

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	110	85	福島第一原発2号機の ベント失敗①	空気圧を使わないベント構造の検討	手動操作機構を設置(改良を検討中)。
		86		ラプチャーディスクの作動圧の見直し	フィルタベント設備の系統設置に伴いラプチャーディスクは弁に交換する方向で検討中。
		87	福島第一原発2号機の ベント失敗②	ラプチャーディスクを高い作動圧に設定した理由の確認	ベント配管に設けられた隔離弁からの漏洩あるいは誤操作によって格納容器の隔離機能を阻害しない設計とするという考え方から、ラプチャーディスクが設置され、開放圧力はベント開始圧力(格納容器設計使用圧力)とした経緯がある。
		88		ラプチャーディスクを撤去し、ベント用バルブを開閉する仕組みへ切り替えることを検討	No. 86と同じ。
		89		ベント弁駆動用ポンペなどの予備確保	No. 83と同じ。
		90	福島第一原発3号機の 作業遅延	ポンペ交換作業の訓練	ポンペの交換は日常業務の中で実施している。
		91	福島第一原発3号機で 開放した弁が閉まった	駆動用ポンペの強化(空気供給ラインの確保、多重化検討)	弁の駆動圧力確保のための予備ポンペを配備済。手動による「開」操作も可能。多重化はフィルタベント設備の設計と合わせて検討中。
	111	92	余震の頻発が作業の 妨げに	劣悪環境の重層や、同時多発を想定したアクシデント・マネジメント(AM)設計と訓練の必要性	No. 42と同じ。
		93		夜間・休日の電源喪失などを想定した訓練	No. 42と同じ。
		94	夜間の作業が難航	弁や計器の「見える化(蛍光塗料塗布など)」	No. 81と同じ。
		95		水源の棲み分けの検討	貯水池・井戸の設置等、水源の増強を実施中。原子炉注水、燃料プールへの注水、火災対応等の必要に応じて臨機応変に使い分ける運用とする方が適切と考えるため、水源の使い分けは実施しない方針。
		96	水源などを複数の目的 で共有するリスク	最重要水源の多重化、多様化	No. 59と同じ。
		97		事故当時の現場体制の課題の整理	各種課題を抽出し、体制見直しを実施中。
		98	複数プラントを稼働する リスク	複数プラントで過酷事象が同時発生したことによる問題点の整理	各種課題を抽出すると共に、全プラント同時被災を前提とした対策を実施中。
		99		上記について、アクシデント・マネジメント(AM)マニュアルへの反映と訓練	No. 42と同じ。

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	112	100	外部電源、直流電源喪失の長期化のリスク	直流・交流電源の多重化, 多様化	No. 32～34と同じ。
		101		代替電源の接続機器一式の準備	各資機材とその接続ルートは津波AMG等に定めている。
		102		上記の接続などについて, 訓練の強化	各手順について訓練を実施。
		103	水素爆発のメカニズムとベント作動圧などとの関係	水素爆発のメカニズムの解明(漏洩経路, 蓄積経路, 着火要因など)	経路等は調査済 福島第一原子力発電所1, 3号機は自号機炉心損傷による水-ジルコニウム反応により水素が発生し, 主にPCVヘッドフランジのシール部からR/Bへ漏洩した可能性があると推定している。 また, 4号機では, 3号機で発生した水素がベントラインを経由し, 4号機のSGTSを逆流し4号機の建屋に流入した。
		104		水素蓄積の防止(水素検出器, 建屋の水素を抜くためのベント機能など)	フィルターは無いが, R/Bルーフベント設備, ブローアウトパネル開放手順を整備済。 フィルタベント設備(系統内は窒素ガスで不活性化)を設置予定であり, 格納容器が高温・高圧化し, 漏洩量が増大する前に放射性物質を除去した上での水素の放出が可能。 R/Bオペレーティングフロア(最上階)に水素検出器を設置済
		105		ベントと水素爆発の関係の検証とその反映	当社事故調報告済。ベント時の水素ガスの自号機内逆流防止対策として, SGTS出口弁を「閉」とする手順を整備済。(KKIには排気筒の排気ラインを号機間で共有している箇所は無い。)
		106		中央制御室の照明, 作業環境, 計測機器の作動などの確実な担保(電源, 照明, 作業服, 線量計など)	電源、照明、作業服、線量計等の予備品を確保済。 中央制御室監視機能用代替バッテリーの多重化・多様化を実施(予備バッテリー配備、他系統融通手順構築等)。
		107	中央制御室の機能不全がもたらした影響	アクシデント・マネジメントへの反映と訓練の継続・強化	中央制御室機能不全時の訓練を実施(当直各班年1回実施)
		108		遠隔式の計測器の採用	再臨界監視の観点での計装設置についてはその必要性を考慮した結果、現在検討対象としていない。 溶融炉心落下時の再臨界については溶融炉心の取りうる形状を考慮すると発生しにくい現象であると推定されている。
	109	福島第一原発以外にもリスクはあった	冷温停止に成功したプラントでも, 手放しでは喜べない潜在リスクがあったことの再確認と対策・訓練	福島第二原子力発電所の震災対応から得られた知見についても対策検討時に確認している。	
	113	110		外部交流電源の確保	
		111		・開閉所の水密性・耐震性の確保, もしくは高所設置	開閉所耐震評価中(JEAC4601による)。脆弱性が確認された点は適宜耐震性の高い設備に交換する方針。 開閉所前に防潮堤を設置中。
		112		・外部電源設備の耐震性向上, 送電経路の多重化, 発電所・プラント間の電力融通を可能とすること	鉄塔の地盤安定性評価済、開閉所耐震評価中(JEAC4601による)。500kV送電ラインへのGIS採用済。 3ルート5回線の外埠送電線確保、西群馬開閉所を経由した社内電源との連携及び刈羽変電所を通じた東北電力との連携。 ※KKIは当社新新潟、南新潟幹線に加え東北電力からの独立ルートの受電設備有り。 緊急用M/Cや母線をを介した号機間電源融通が可能。
		113		・電源ケーブルの地下化	発電所開閉所(高所)から各号機までのケーブルを地下に敷設した。
		114		非常用ディーゼル発電機(D/G)の機能確保	
		115		・D/G室の水密性・耐圧性の確保, もしくは高所設置	D/G給気口への防潮壁設置。D/G室の水密化(浸水対策)実施済み。高台に空冷式GTGを配備済。
116			・D/Gの電力融通機能の強化(すべてのD/Gを, すべての原子炉に共有できるようにする。福島第一原発では, 5, 6号機は融通できたが, 1～4号機には融通できなかった)	No. 24と同じ。	

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容		
報告書	ページ						
最終報告書	113	117	-	・空冷式D/Gや、ガスタービン発電機などの増設(福島第一原発で生き残ったのは海水ポンプが不要な空冷式D/Gだった)	各種電源強化対策及び緊急用電源を用いた既設系統への給電手順の整備を実施。空冷式GTG, 電源車共に高台緊急用M/Cからの給電が可能。各種給電手順を整備済。		
		118		・重油タンク・軽油タンクの高所設置や漂流防止	No. 6と同じ。		
		119		・地震での緊急停止(スクラム)時のD/G自動起動の採用	No. 9と同じ。		
		120		その他の交流電源の確保			
		121		・交流電源の融通(高圧電源盤, 低圧動力用電源盤間の融通)	No. 24と同じ。		
		122		・電源盤などの常設, 増設, 設置場所の見直し	各種電源強化対策及び緊急用電源を用いた既設系統への給電手順の整備を実施。緊急用M/Cを高台に設置済。		
		123		・電源車の種類を増やす(直流, 交流, 直・交流混載, 発電機付き, D/G搭載など)	No. 35と同じ。		
		124		・電源車・予備電源などの空輸移動の積極活用(建屋屋上や周辺にヘリパッドを設置)	ヘリコプターを使った輸送手段確保対策を検討中。サイト敷地内にヘリポート有。		
		125		・電源ケーブル設置などのための工具類の配備	必要な工具も含めて資機材確保済み。今後も随時必要なものが確認され次第、確保していく。		
		126		・電源車から電源盤への接続場所の複数設置, 耐水性確保	原子炉建屋脇2箇所及び緊急用M/Cに接続可能であり、接続位置多重化済み。建屋近接時の接続箇所は建屋内にあり、浸水対策により耐水性を確保。電源盤・電源車接続端子統一済み。接続ルート設定、電源車からの接続訓練を実施。今後も継続して訓練を実施する。		
		127		直流電源(バッテリーなど)の確保			
		128		・水密性・耐圧性の確保, もしくは高所設置	No. 48と同じ。		
		129		・直流電源の容量アップ(8時間から24時間以上の長時間対応へ)	No. 20と同じ。		
		130		・直流電源が使用できなくなった場合のための移動式バッテリー車とケーブルの配備	No. 35と同じ。		
131	・瞬時に接続できる可搬性の高いバッテリーの設置	直流電源の強化(予備バッテリーの分散配備, 充電器の配備等)を実施。					



凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容	
報告書	ページ					
最終報告書	114	132	-	冷却機能の確保		
		133		・貯水槽, 貯水池, 湖, 河川, 海など, 複数の場所からの給水とその経路・方法の確立		No. 59と同じ。
		134		・消防車の必要台数とホースの確保, および高所設置		消防車台数及び消防ホースの配備数増強及び高台配備実施済。
		135		・消防車からの注水接続場所を複数に設置		接続箇所複数設置。
		136		・高圧・低圧冷却系設備の水密性・耐圧性の確保, もしくは高所設置		重要機器室(高圧注水, 低圧注水等)の止水対策実施済。代替高圧注水設備をRCIC(最地下)より1フロア高所に設置予定。消防車はサイト内高台に配備。
		137		・海水ポンプを設置する建屋の水密性, 耐圧性の確保		No. 17と同じ。
		138		・モーターの洗浄装置の設置, 予備の準備		No. 11と同じ。
		139		・代替炉心冷却系(独立した水源・電源・注水系統など)を準備		電源に関しては高台GTGを設置済みであり、新たな水源として貯水池を設置中。また新たな代替高圧注水設備の設置を検討しており、既存の設備から独立した新規設備を各種準備している。
		140		・可搬式水中ポンプの準備		No. 10と同じ。
		141		・ウェットウェル(W/W)ベントによるフィード・アンド・ブリードの実施(高圧注水による水の補給=フィードと, ベントによる排水=ブリードにより冷温停止移行までのヒートシンクを確保する)		既設設備によりフィード・アンド・ブリードは可能であり、津波AMG上のフローに沿って必要な場合にフィード・アンド・ブリードに移行可能。
		142		・使用済燃料プールの監視(温度・水位監視の徹底)		水位低下時, 電源喪失時にも測定可能な水位・温度計を設置済。また、電源車等からの非常用電源への供給によりSFPを監視可能なITVカメラを設置済。
		143		制御室機能の確保		
		144		・計器類が監視不能とならないよう予備バッテリーを準備		No. 47と同じ。



凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	114	145	-	・中央制御室環境の維持・向上(非常用電源の配備など)	電源車等による中央制御室換気空調系への給電手順を策定、中央制御室遮蔽対策を追加検討。
		146		・防護服, 防護マスク, 線量計などの準備	No. 106と同じ。
		147		ベント機能の確保	
		148		・ベントの仕組みの再検討(これまでの仕組みは有効性が不明確), およびラプチャーディスク(R/D)の設計圧などの再検討	ベント配管に設けられた隔離弁からの漏洩あるいは誤操作によって格納容器の隔離機能を阻害しない設計とするという考え方から、ラプチャーディスクが設置され、開放圧力はベント開始圧力(格納容器設計使用圧力)とした経緯がある。フィルタベントの系統設置に伴いラプチャーディスクは弁に交換する方向で検討中。
		149		・ベントライン操作バルブの設置場所の再検討(操作性を重視する)	KKの各号機の格納容器ベント弁はR/Bのフロアにあり、福島第一原子力発電所1~3号機の様にトール室ではないため、トール室よりはアクセス性は良い。また、SBO時に遠隔で操作する仕組み及び手動で操作する手順を整備済。
		150		・ラプチャーディスクが作動しなかったことに鑑み、バルブ開閉方式への皆をし検討	No. 86と同じ。
		151		・原子炉減圧機能について、複数の手段が取れるように検討(逃がし安全弁を、直流電源だけに頼らない仕組みにするなど)	No.72と同じ。
		152		・電源喪失時でもベントライン構成が迅速にできるよう仮設電源、駆動用ポンペを準備	No. 83と同じ。
		153		・逃がし安全弁の減圧操作を確実に実施するため、中央操作室近くにバッテリーを準備	中央制御室の近くにSRV駆動用の予備バッテリーを配備済。
		154		・ベントをする際に放射線量を下げるフィルターの設置	自主的にフィルタベント設備の設置を実施中。

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	115	155	-	水素爆発の防止	
		156		・格納容器の気密性の強化(電気ペネトレーション, ハッチなどの部材見直し, 高温・高圧への耐性強化)	PCVからの主な水素流出経路としてはPCVToppヘッドが想定されることから、PCVToppヘッド上部に注水を行い、冷却することで温度上昇を抑制し、シール性能の劣化を防止する。電気ペネトレーション等、その他の流出経路からの漏洩分については、静的触媒式水素再結合装置を設置することにより、水素蓄積抑制を期待する方策を検討中。また、PCVToppヘッドフランジのOリングの耐熱性強化を検討中。
		157		・万一、水素が大量発生した場合の、建屋の閉鎖空間での滞留防止	水素の蓄積が想定される場所(R/B内)に静的触媒式水素再結合装置を設置することでの対応を検討中。また、R/Bトppベントやブローアウトパネル開放でも対応可能。
		158		・水素検出器の設置	R/Bオペレーティングフロア(最上階)に水素検出器を設置済。
		159		・ベント時、格納容器内への窒素注入の実施	窒素の注入手段を検討中(窒素生成装置又はタンクローリーによる輸送等)。
		160		・水素ベントを可能にする天蓋の設計(リモート駆動, 手動駆動など。および核分裂ガスなどの吸着フィルターを設置)	建屋外からの開放が可能なR/Bトppベントやブローアウトパネル開放手段を整備済。
		161		アクシデント・マネジメント(AM)の整備	
		162		・「現場にある電源・水源で、最悪でも何時間もたせるか?」について明確に数値設定し、マニュアルを設計	津波AMGIに各対応の制限時間、フローを定めている。
		163		・同時に、前項の時間内で、追加の電源・水源・資材などの供給、現場での設置などを、必ず完了するための体制整備と運用マニュアルの設計	津波AMGIに各対応の制限時間、フローを定めており、訓練等を実施し体制、運用手順を整備済。
		164		・左記項目が実施可能であることを確認できる定期的な訓練の実施(夜間・休日, 全号機同時事故など, 過酷条件を想定した訓練も必要)	No. 42と同じ。
		165		インフラの強化など	
		166		・地震後の発電所への運転員の集合, 緊急時対策室要員確保など(設定時間内の集合。大規模災害を想定した代替集合場所の選定)	当直員の増員等を実施。また更なる体制強化を実施中。
		167		・発電所までのアクセス確保(道路・橋梁の補強など)	ウォークダウン(現地調査)を実施し、災害時においても発電所に到達可能なルートを確認している。
		168		・地震・津波発生後の発電所内のアクセス性向上(液状化対策など基幹道路の補強, 瓦礫除去用の重機の配備と運転者の確保など)	路面補強等対策実施中。また瓦礫除去用重機(ホイローダ等)配備済み。発電所員による大型特殊免許等の取得(運転者確保)を実施中。
169	・重油タンクなどの固定	No. 6と同じ。			
170	・現場作業員と、緊急時対策室・中央制御室との通信手段の確保	No. 82と同じ。			

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	118	171	普段からの事故対応手順の周知徹底, 訓練実施	普段からの訓練の重要性の再認識, さらなる強化	総合訓練、個別対応訓練を繰り返し実施。結果をフィードバックし、対応時間短縮の観点も含めて適宜手順を見直している。今後も継続して訓練を実施する。
		172		特に、対策行動のスピードアップ	
		173	情報共有, 通信手段の手順・機能の不足 統合本部の設置	情報共有の質・量・速度の強化	法令改正に伴い、事象発生と同時に、事業者本店に国-事業者の合同本部を立ち上げる運用としている。国、本店、発電所、県と接続し、リアルタイムで共有するシステムを構築中。(立地市町村についてはオフサイトセンターで対応可能と考えられるが、オフサイトセンターの機能自体が現在見直し中。)
		174		情報共有の質・量・速度の強化ための仕組みを作る	
		175		リアルタイムで情報共有する仕組みの重要性の再確認	
		176	複数プラント同時対応の想定不足や対応遅延	複数プラント過酷事故時のプラント別対応者, 要員の決定, 訓練	7プラント同時被災を想定した役割分担、要員を定め、訓練を実施している。
		177	資機材手配の事前準備, 訓練の不足 自衛隊による機動的な資材供給	資機材手配時の体制, 通信手段, 使用一覧, 入・出荷チェックの設計, 訓練	資機材の円滑な供給に向けた後方支援拠点強化対策を実施中。
		178		過酷事故時の、自衛隊などとの連携の手順・体制の確立	資機材の手配・供給については、複合災害時等において、自衛隊が事業者を優先的に支援することには限度があるため、事業者として、過酷事故発生後に必要な資機材(ポンプ、燃料、電源車等)を発電所構内に事前に準備しておくとともに、必要な資機材を確実に輸送できるよう、後方支援拠点の確保、輸送会社との契約・放射線教育など対応強化を行っている。上記対応を行った上でも、事業者でカバーしきれない状況が発生した場合においては、自衛隊を含む国の関係機関の支援を受けられるよう、事業者本店に国の原子力施設事態即応センターが設置される(改正原子力災害対策特別措置法)。今後、国と合同の総合訓練を通じて実効性の向上を図る計画。
119	179	東電・国・県などのハイレベルでの事故対応の訓練不足	実践的な訓練の強化(特にスピードアップなど)	福島第一原子力発電所事故の知見を踏まえた県との合同訓練を予定。社内的には総合訓練、個別対応訓練を繰り返し実施。結果をフィードバックし、対応時間短縮の観点も含めて適宜手順を見直している。今後も継続して訓練を実施する。	

凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	121	180	-	安全の最優先	
		181		・人命尊重ために、「原子炉の安全確保」と「地元の安全確保」が、すべてに対して優先される仕組み(安全文化の醸成)	安全文化醸成対策については具体案をとりまとめ、取り組みを開始している。(事故を二度と繰り返さないという原子力安全の重要性を強く認識するため、「安全文化の醸成(原子力完全意識の高揚)」を組織大で展開していく。)
		182		・水素爆発と放射性物質漏洩の絶対的な阻止(福島の新発防止)	フィルタベント設備の設置、水素爆発防止対策で対応。
		183	-	リアルタイム型情報共有ネットワーク	
		184		・重大事故(またはそのリスクの)発生時には、全関係者がリアルタイムかつ透明に情報共有できるネットワーク	国、本店、発電所、県と接続し、リアルタイムで共有するシステムを構築中。(立地市町村についてはオフサイトセンターで対応可能と考えられるが、オフサイトセンターの機能自体が現在見直し中。)
		185		・AMで対応すべき状況になったことがわかり、その後の進展が双方で共有・協議できる仕組み	状況確認のためのパラメータについても連続的に確認可能であり、上記システムの関係者で共有・協議可能。
		186	-	地元の参画	
		187		・地元自治体が情報を共有し、判断できる仕組み	立地市町村についてはオフサイトセンターで情報共有・判断可能と考えられるが、オフサイトセンターの機能自体が現在見直し中。また、通報連絡の迅速化に向けた対応要員を増員。
		188		・地方自治体における原子力の専門家やアドバイザーなどの人材強化	基本的には地方自治体において検討が進められる事項と考えられるが、原子力災害時に国(原子力規制委員・規制庁)、県、電力本店(本店緊对本部に緊急事態対策監原子力規制委員が派遣され原子力施設事態即応センターとなる)間でTV会議が接続されるシステムを構築中であり、専門家である原子力規制委員からのタイムリーなアドバイスも可能となる。
		189		・教育・研修やトレーニングの推進・強化	新潟県の地域防災業務計画が見直され、県内全域の市町村、消防機関、町内会等の防災リーダーを対象に研修が実施されるとともに、平時より住民向けに原子力防災知識を普及活動が行われる予定。事業者としても防災訓練の場等を通じて、県に協力していく。
		190	-	透明・迅速な意志決定	
		191		・ガバナンスが明確に機能する組織と権限の設計 プラントの安全→現場(所長と当直長)が最高意志決定者である 地元の安全→プラントからの情報がリアルタイムで地元へ共有され、最終判断できる。 ↑これら意志決定のプロセスが透明であり、外的要因によって遅延したりねじ曲げられない。	東京電力の意思決定については津波AMG等で規定。当直長と所長の意志決定事項を明確化。 立地市町村についてはオフサイトセンターで情報共有・判断可能と考えられるが、オフサイトセンターの機能自体が現在見直し中。また、通報連絡の迅速化に向けた対応要員を増員。 国、本店、発電所、県と接続し、リアルタイムで共有するシステムを構築中であり、透明性が確保された中で判断を行う仕組みとなる。
		192	-	安全を担保する研修・訓練	
		193		・上述の事項を担保するためのAM手順書・対策などが適切に定義される	構築した仕組みの運用ルールについては社内の適切な文書に定めている。
		194		・その手順書を実行するために適切な人材が確保され、必要な教育・訓練が実行される	見直した運用ルールによる防災訓練を実施予定。(県との合同訓練を計画中。)
195	・中立的な観点(または機関)から、これら(手順・人材・訓練)が適切であることが定期的にチェック・評価される	原子力災害対策特別措置法が改正され、シビアアクシデントを想定した防災訓練については、結果およびその評価を原子力規制委員会に報告することになっており、原子力規制委員会が結果が十分でないと感じた場合には、訓練方法の改善および必要な措置が命ぜられる。			



凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
最終報告書	123	196	-	リアルタイム型情報共有ネットワーク ・専用回線 ・非常用電源 ・耐震 ・津波対策 ・セキュリティ対策	国、本店、発電所、県と接続し、リアルタイムで共有するシステムを構築中であり、少なくとも東京電力の所掌分については専用回線化、非常用電源接続、耐震・耐津波対策、セキュリティ対策を講じている。
		197	-	アクシデント・マネジメント(AM)モードに入った時点でネットワークがオンになり、必要に応じてプラントと関係者が接続し、リアルタイムで情報共有・会議・意志決定できる仕組み ・対象:プラント、電力会社本店、政府、原発の立地県・市町村など ・機能:プラントの状況・対策、地域の安全・避難などに関する情報共有、協議、判断 ・AMモードになったことがわかり、その進展が見える ・情報共有と意志決定を透明化・迅速化する ・外部への情報漏洩を防ぐ	国、本店、発電所、県と接続し、リアルタイムで共有するシステムを構築中であり、透明性が確保された中で判断を行う仕組みとなる。(立地市町村についてはオフサイトセンターで対応可能と考えられるが、オフサイトセンターの機能自体が現在見直し中。)
	134	198	-	今後の教育・訓練プログラムにおける重要事項(例)	
		199	-	・福島第一原発1号機のように、最も過酷な環境を想定した実践演習	No. 42と同じ。
		200	-	・全電源喪失時において、代替電源・冷却機能を(例えば)2時間以内に発電所へ供給する訓練	津波AMGで対応時間を含めた手順を整備済。訓練にて実現可能性を確認。
		201	-	・対策行動の訓練は、必ず数値目標を具体的に設定し、習熟度をチェック	震災前も通報訓練等で数値目標を設定し、訓練実績の評価を実施していた。今回、福島第一原子力発電所事故を踏まえて強化された現場活動(電源車による電源復旧、瓦礫撤去等)の訓練についても一部数値目標を設定し、評価を開始している。今後も訓練の中で、数値目標の適切性を評価し、継続的に充実・見直しを実施していく。(訓練数値目標の例:通常要員参集時間、非常時徒歩要員参集率、通報連絡時間等)
		202	-	・電力事業者単体ではなく、国・地元・関係機関などと共同で実践的な演習を行う	No. 194と同じ。
	203	-	・日本(および世界)の全電力事業者・全発電所に対して、福島第一原発の現場対応で得た教訓について、将来にわたって伝承する仕組みを構築	福島第一原子力発電所事故及び事故から得た教訓は当社報告書にも取りまとめた他、国内外で各所で報告している。米国原子力発電運転協会(INPO)のレビューも受け、レポートとして国内外の事業者に知見を共有している。国内外に将来にわたって伝承する仕組みは現在検討中。	



凡例: 対策実施済み/実施中 対策未実施であるが、実施に向けて検討中 対策未実施であり、実施を含めて検討中 実施予定なし

記載箇所		No.	起こった事象・問題点	対策と教訓	実施内容
報告書	ページ				
中間報告書	147	204	-	・変電所からの送電を架空線から地下ケーブル送電方式を採用する。	高台に緊急用M/Cを新設し、地下ケーブルで各号機に接続している。
		205	-	・遠隔操作：電源車から遠隔で原子炉へ電源供給する為の送電経路・ケーブル等の確保(または、無線供給できないか?)	緊急用M/C(建屋から100 m以上離れた高所)に接続箇所を設置済。
	148	206	-	・定期検査中はD/Gが点検している可能性が高いため、停止中の脆弱性を払拭する必要あり。D/G1台を追加する。増設にあたっては、空冷式D/G・ガスタービン等を高台に増設する。空冷式の場合、海水ポンプ、海水循環系が不要。なお、淡水による冷却系は津波被害を避けるため高台設置とする。	No. 117と同じ。
	149	207	-	制御室機能の確保	線量評価及び遮蔽材を設置していく方向で検討中。
		208		・緊急時における放射線の影響を受けないようにするために、中央制御室の遮蔽効果を向上させる。	
	150	209	-	高圧冷却系の確保	津波AMGにて、高圧注水系及び各種電源強化対策及び緊急用電源を用いた既設系統への給電手順の整備を実施。
		210		・高圧での原子炉への注水手段としては、SLO系、CRD系、CUW系でも可能であることから、この系統の電源確保も重要である。これらの電源確保のための仮設電源容量も考慮する必要がある。	
	151	211	-	格納容器ベント機能の確保	No. 108と同じ
		212		・メルトダウン時の炉内挙動の状況把握のため中性子モニタを格納容器内に配備する。	
		213		・駆動用供給空気圧力やベントラインの信頼性確保のため、多重化や、安全系への格上げによる信頼性の確保について再検討する。	
	152	214	-	低圧冷却系機能の確保	No. 91と同じ。
		215		・建屋内汚染水なども循環冷却用に使える構造にすること。	
		216		・使用済み燃料プールの状態が監視できなかったことから、電源確保を前提に、温度・水位監視計器を設置するとともに、測定不能となった場合を想定し、携帯式の非接触温度計や水位計を準備しておくことが必要。	
		217		・使用済み燃料プールの冷却システムの多重化による信頼性確保	
	153	218	-	海水冷却系機能等の確保	重要機器室(D/G, 非常用M/C等)の浸水防止対策、緊急用M/Cの高台設置を実施済。高台に空冷式GTG及び電源車を配備済。
		219		・非常用電源増設やリプレイス時には海水冷却に頼らない空冷式の冷却ラインを予備系統として確保する。	
	154	220	-	水素爆発の防止	溶融炉心落下対策を検討中。
		221		・圧力容器をデブリが貫通した場合には、ペDESTALにおけるデブリーコンクリート反応に至ることも想定し、コンクリート補強やデブリキャッチャー等の設置を検討する。	

# 原子力安全改革アクションプラン工程表

具体的実施事項	検討プロセス・工程表																						
	12年度 (H24)															13年度 (H25)				14年度 (H26)			
	11月			12月			1月			2月			3月			1/4Q	2/4Q	3/4Q	4/4Q	1/4Q	2/4Q	3/4Q	4/4Q
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下								
対策 1-1 経営層の安全意識向上	基本となる考え方整理			プログラムの検討												教育実施				継続しつつ見直し			
対策 1-2 原子力リーダーの育成	行動指標の検討			育成プログラムの検討 評価方法の検討												教育実施				継続しつつ見直し			
対策 1-3 安全文化の組織全体への浸透				基本となる考え方整理			プログラムの検討と試運用									運用開始、継続しつつ見直し							
対策 2-1 内部規制組織の設置				組織形態の検討			人選			組織設計			運用開始										
対策 2-2 ミドルマネジメントの役割の向上				評価方法の検討												運用の開始、継続しつつ見直し							
対策 2-3 原子炉主任技術者の位置付けの見直し				組織形態の検討												運用開始							

# 原子力安全改革アクションプラン工程表

具体的実施事項	検討プロセス・工程表																			
	12年度 (H24)					13年度 (H25)				14年度 (H26)										
	11月			12月		1月		2月		3月		1/4Q	2/4Q	3/4Q	4/4Q	1/4Q	2/4Q	3/4Q	4/4Q	
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下								
対策 3-1 深層防護を積み重ねることができる業務プロセスの構築																				
対策 3-2 安全情報を活用するプロセスの構築																				
対策 3-3 ハザード分析による改善プロセスの構築																				
対策 3-4 定期的な安全性の評価のプロセス改善																				
対策 3-5 業務のエビデンス偏重の改善																				
対策 3-6 原子力安全に関わる業績評価の一元管理																				
対策 3-7 組織横断的な課題解決力の向上																				
対策 3-8 部門交流人事異動の見直し																				

# 原子力安全改革アクションプラン工程表

具体的実施事項	検討プロセス・工程表																			
	12年度 (H24)					13年度 (H25)				14年度 (H26)										
	11月			12月		1月		2月		3月		1/4Q	2/4Q	3/4Q	4/4Q	1/4Q	2/4Q	3/4Q	4/4Q	
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下								
対策 4-1 リスクコミュニケーターの設置	在り方の検討 人物像の明確化							(社外の目も入れる) 組織設計		人選		★～コミュニケーター発令				運用開始、継続しつつ見直し				
対策 4-2 リスクコミュニケーションの実施								活動評価の方法検討						活動開始、継続しつつ見直し						
対策 4-3 SC (Social Communication) 室の設置								組織設計						運用開始						
対策 4-4 規制当局との対話力の向上								対応方針決定▽						運用開始、継続しつつ見直し						
対策 5-1 緊急時組織の改編 (ICS導入)						基本検討・体制見直し								関係機関との手続き完了次第運用開始、継続しつつ見直し						
対策 5-2 緊急時対応の運用面の強化						訓練計画の作成								計画に基づく訓練の実施・評価・改善						
対策 6-1 平常時の発電所組織の見直し				組織形態の検討				組織設計(諸手続含む)						★運用開始						
対策 6-2 緊急時対応のための直営作業の拡大	要員要件検討			人数、チーム構成等検討				人選						指導員、資機材、要領書等準備						
						訓練、運営体制等検討								教育、訓練実施						