

福島第一原子力発電所事故調査報告

平成24年12月14日

本日のご説明内容

- I. 東京電力福島事故調査報告書について . . . 2～5
- II. 福島第一原子力発電所事故の経過と教訓 . . . 6～41
- III. 福島第一原子力発電所事故の教訓と対策 . . . 42～79

I. 東京電力福島事故調査報告書について

福島事故調査の目的と体制

【目的】

事故の当事者として、事実を整理・自ら検証することにより、事故原因を明らかにし、そこから得られた教訓を今後の事業運営に反映していくこと。

【体制】

福島原子力事故調査委員会

委員長 代表取締役副社長 山崎 雅男

委員 代表取締役副社長 武井 優

常務取締役 山口 博

常務取締役 内藤 義博

企画部長

技術部長

総務部長

原子力品質監査部長

事故調査検証委員会^(※)

委員長 矢川 元基 氏（東京大学名誉教授）

委員 犬伏 由利子 氏（消費科学連合会副会長）

河野 武司 氏（慶應義塾大学教授）

高倉 吉久 氏（東北放射線科学センター理事）

首藤 伸夫 氏（東北大学名誉教授）

中込 秀樹 氏（弁護士）

向殿 政男 氏（明治大学教授）

(※) 「福島原子力事故調査委員会」で取りまとめた調査結果について、専門的見地や第三者としての客観的な立場からご意見をいただく諮問機関として「原子力安全・品質保証会議」の下に社外有識者で構成する委員会を設置

福島事故調査の方法

【調査の方法】

福島原子力事故調査委員会

結果を取りまとめるにあたり、以下の調査・確認を実施した。

- 原子力事業者防災業務計画、操作手順書類等の事故前から使用されていた今回事故に関連するマニュアル類の調査・確認
- 今回の事故時に採取された地震・津波のデータ、プラント挙動を示すチャート、警報発生記録等データ、その他採取・記録したプラントパラメータ、並びに事故時に記録された運転日誌、ホワイトボード等の記録類の調査・確認
- 今回の事故時に採取されたデータをもとに実施した津波のインバージョン解析、地震応答解析、炉心損傷解析等の解析評価
- 当社社員およびロボットによって実施した屋内外の主要設備に関する実地調査
- 聞き取り及び記録類による調査・事実認定（発電所の災害対策要員を中心に延べ600名に聞き取りをするとともに各種記録類との突き合わせによる事実認定を実施）

事故調査検証委員会

福島原子力事故調査委員会からの説明に対し、以下を主な視点として検証していただいた。

- 調査や検証の方法が適切であるか
- 事実関係について客観的な証拠などに基づいているか、振り返りの視点ではなく、事象の進展に即して、調査されているか
- 調査内容が妥当であるか
- 第三者に対してわかりやすく説明しているか

なお、検証委員会には、毎回、福島原子力事故調査委員会の委員に加え、福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所及び柏崎刈羽原子力発電所の所長他の責任者も出席した。

福島事故調査の実績

【調査の実績】

福島原子力事故調査委員会

- 平成23年6月11日 第1回福島原子力事故調査委員会
福島原子力発電所の概要、地震・津波の状況、
地震・津波による被害の状況について
- 平成23年7月26日 第2回福島原子力事故調査委員会
初動対応の状況、津波到達以降の事故対応とプラント挙動について
- 平成23年9月20日 第3回福島原子力事故調査委員会
プラント水素爆発評価、事故の分析と課題抽出、事故対応を
踏まえた今後の対応について
- 平成23年11月5日 第4回福島原子力事故調査委員会
福島原子力事故調査報告書（中間報告書）案について

平成23年12月2日 福島事故調査委員会中間報告書公表

- 平成24年2月10日 第5回福島原子力事故調査委員会
最終報告に向けてのスケジュール、最終報告書の構成について
- 平成24年3月29日 第6回福島原子力事故調査委員会
災害時の対応態勢、発電所支援、放射線管理等について
- 平成24年4月14日 第7回福島原子力事故調査委員会
運用面課題整理、安全管理・リスク管理の取り組み等について
- 平成24年5月30日 第8回福島原子力事故調査委員会
福島原子力事故調査報告書（最終報告書）案について

平成24年6月20日 福島事故調査委員会最終報告書公表

事故調査検証委員会（※）

- 平成23年6月15日 第1回事故調査検証委員会
福島原子力発電所の概要、地震・津波の状況、地震・津波による
被害の状況について
- 平成23年8月3日 第2回事故調査検証委員会
初動対応の状況、津波到達以降の事故対応とプラント挙動について
- 平成23年9月22日 第3回事故調査検証委員会
プラント水素爆発評価、事故の分析と課題抽出、事故対応を踏まえた
今後の対応について
- 平成23年11月10日 第4回事故調査検証委員会
福島原子力事故調査報告書（中間報告書）案について

- 平成24年4月16日 第5回事故調査検証委員会
最終報告書の構成、災害時の対応態勢、発電所支援、放射線管理、
運用面課題整理、安全管理・リスク管理の取り組み等について
- 平成24年6月4日 第6回事故調査検証委員会
福島原子力事故調査報告書（最終報告書）案について

- （※）
- 委員会の他、個別の詳細説明や質疑応答のための個別会合を70回以上実施
 - 原子力・立地本部の経営層との個別の意見交換を実施
 - 福島第一及び柏崎刈羽原子力発電所の現地調査を各2回、計4回実施

Ⅱ. 福島第一原子力発電所事故の経過と教訓

福島第一1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	14:46	地震による原子炉スクラム		
	14:47	非常用ディーゼル発電機自動起動	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉自動停止（自動スクラム） タービン・発電機停止 主蒸気隔離弁閉止 外部電源喪失 	
	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。	
	第二波15:35	津波襲来		
		津波襲来時非常用復水器A系の戻り配管隔離弁3Aは閉であったため、原子炉が冷却できない状態に陥った		
	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	原災法第10条該当事象（全交流電源喪失：SBO）と判断		・SBOにより格納容器除熱機能喪失
	<ul style="list-style-type: none"> 直流電源喪失 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） 			
	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			
	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		
		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		
	14:30		格納容器ベント実施（D/W圧力低下確認）	
	15:36	水素爆発		
	19:04	消防車による海水注入開始		

- 3月12日 0時頃 D/W圧力が600kPaを超えている可能性
- 3月12日 9時04分 格納容器ベントを行う作業開始
- 3月12日 9時15分
 - ベントラインMO弁25%開
 - 現場のAO弁は高放射線環境下で手動操作できず
 - 仮設空気圧縮機を設置しAO弁を操作し、ベント操作実施

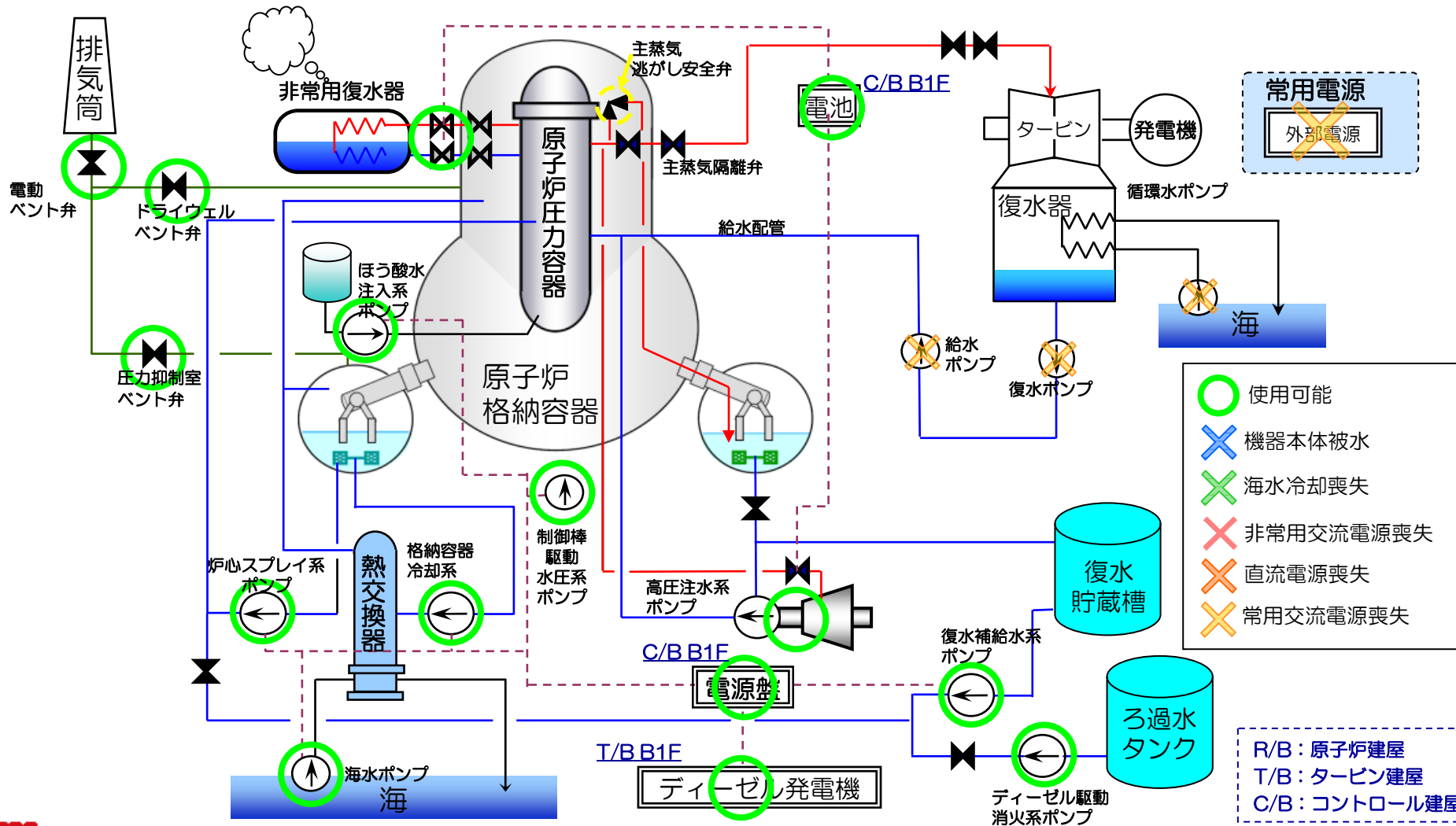
※津波の到達時刻は検潮計への到達時刻を示す。（以降の頁も同様）



地震発生直後のプラント状況（1号機）

地震直後

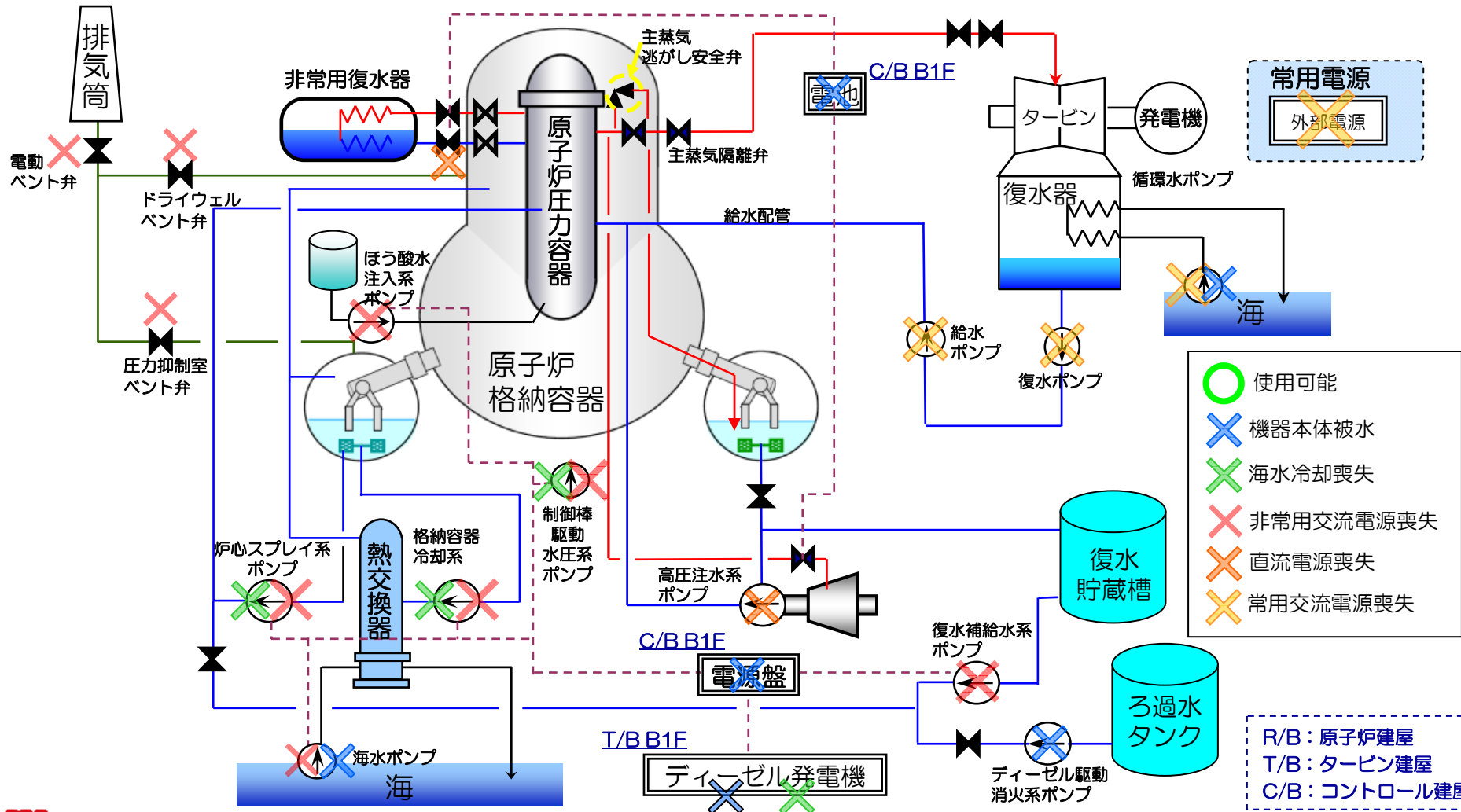
地震によって外部電源が途絶え、常用系の給復水ポンプ類は停止。
 非常用ディーゼル発電機が起動し、全ての非常用機能は正常な状態。



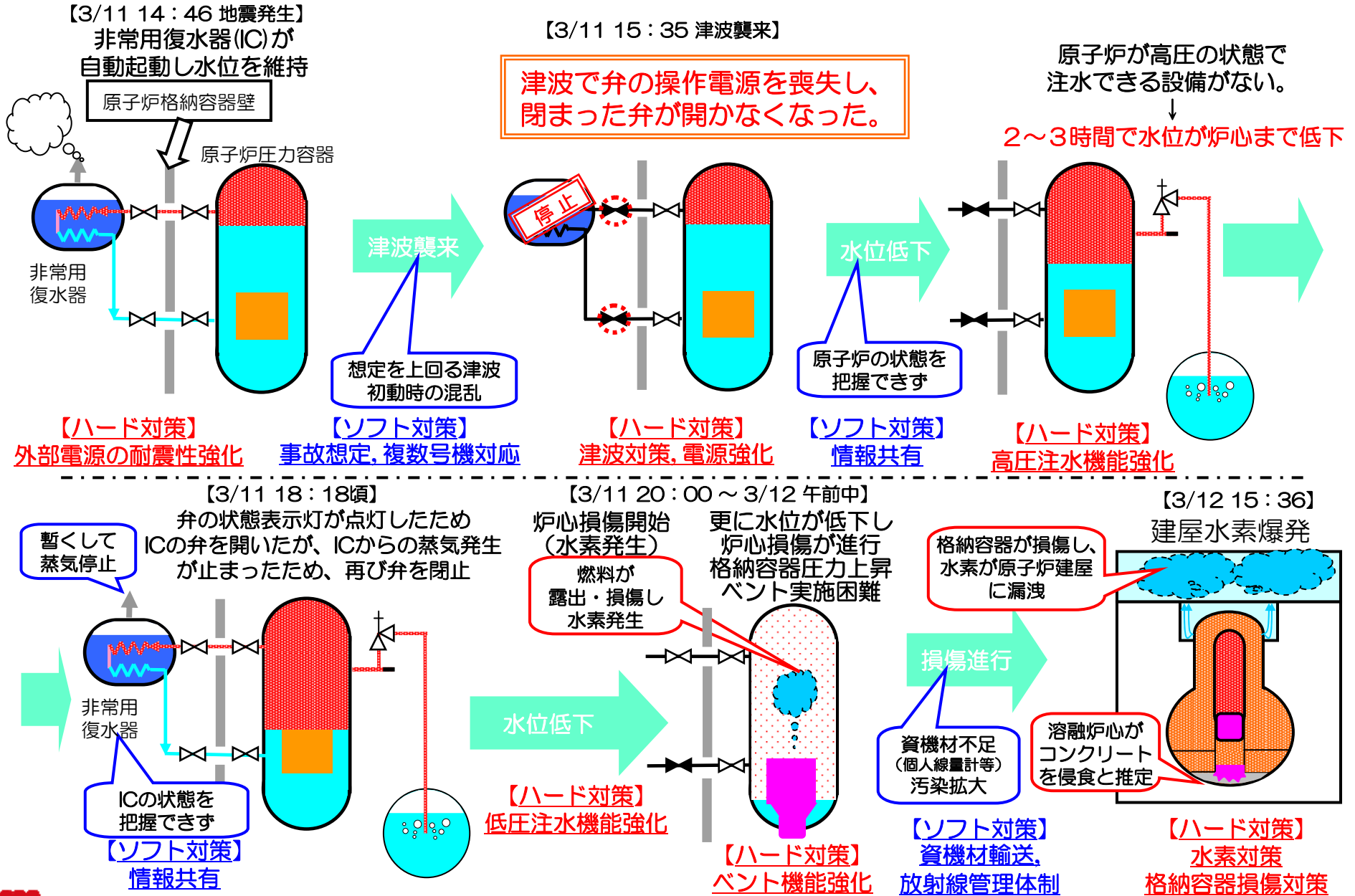
津波襲来後のプラント状況（1号機）

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



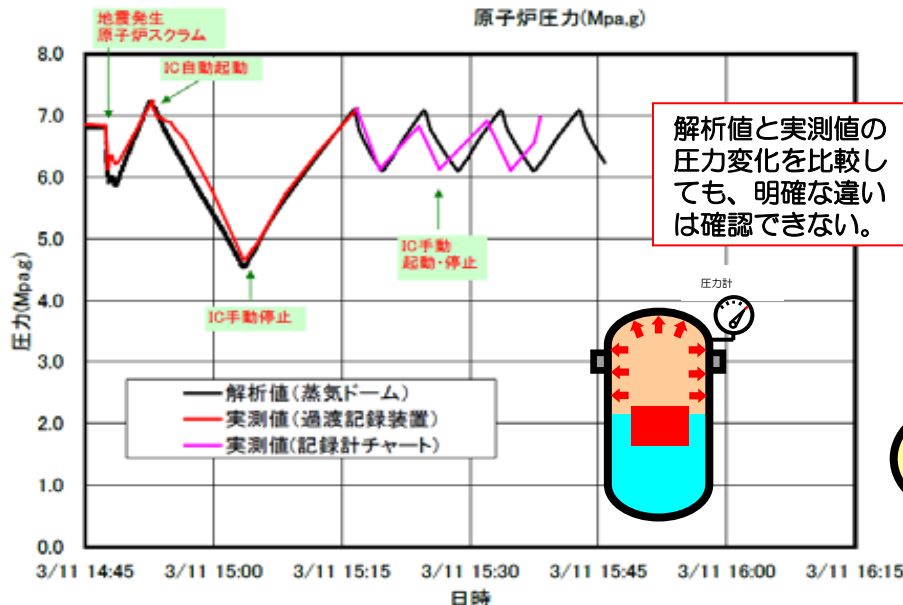
1F-1に対する地震時の影響について、「**原子炉圧力解析**」と「**現場目視確認**」を実施した。

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 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 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**と報告されている**。

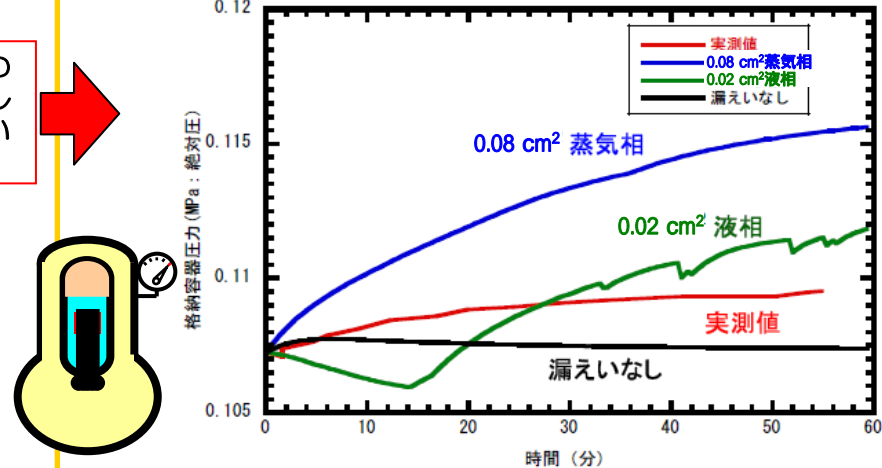
上記知見から 0.3 cm^2 の配管亀裂を仮定した場合の原子炉圧力のシミュレーションを実施。



出典：東京電力（株）福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会—配付資料（JNES）

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 cm^2 、液相の場合で 0.02 cm^2 ）での解析結果と、実測値との比較を行った。



出典：東京電力（株）福島第一原子力発電所事故に関する技術ワークショップ—配付資料（JNES）
（単位の一部を換算）

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。



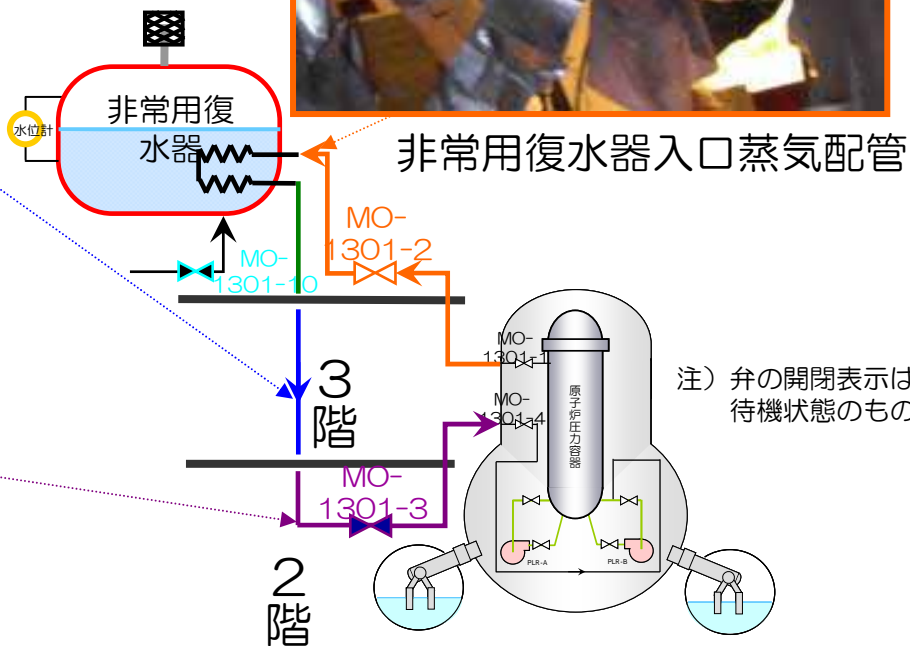
非常用復水器(B)凝縮水戻り配管



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

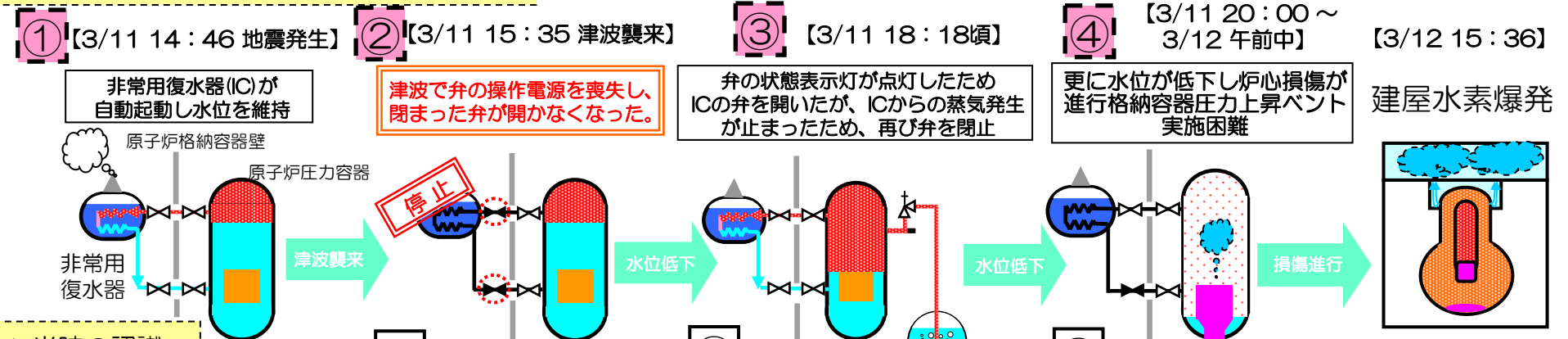


- その他の現場目視確認場所
- 1F5, 6: 原子炉建屋、タービン建屋
 - 1F1~3: タービン建屋
 - 1F2: 原子炉建屋
 - 1F1~4: 屋外設備

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

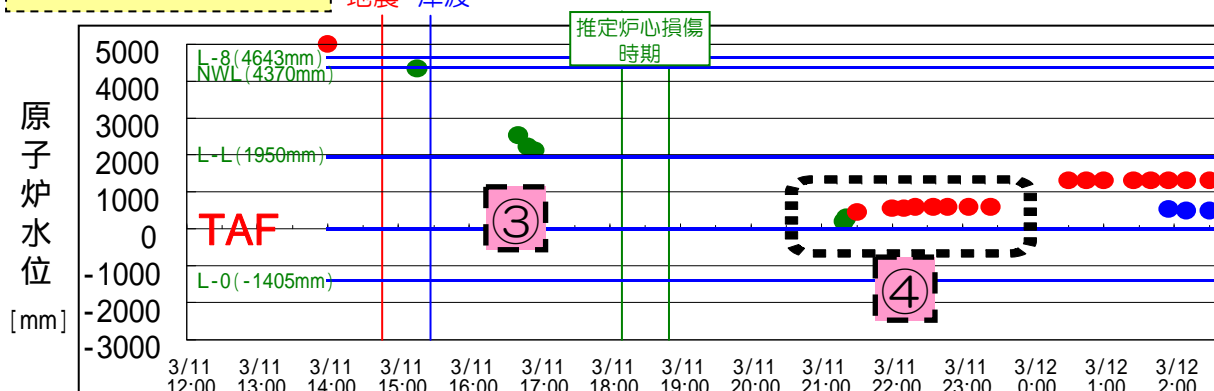
MAAP解析結果による推定原子炉水位



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

中央制御室指示値



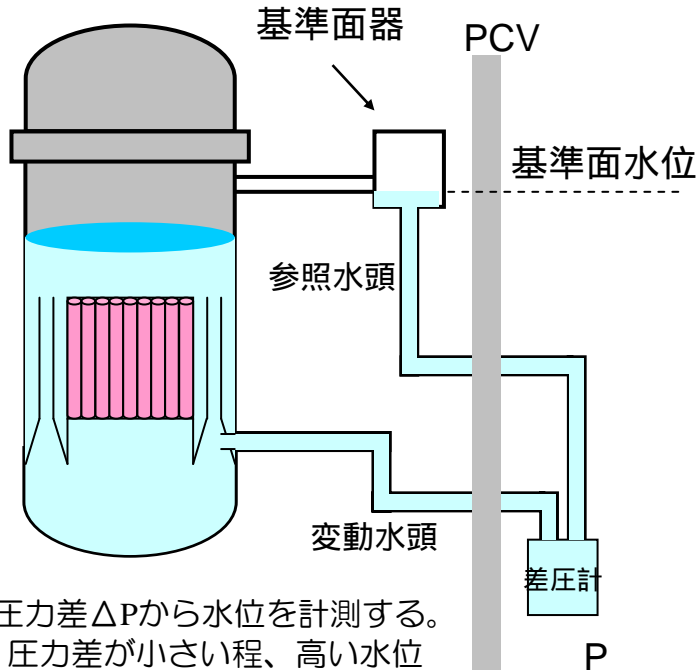
しかし。。。既に21時頃には原子炉水位は残り僅かであったと推定され、ICでの冷却はできておらず、炉心損傷が進行していた。

■ 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

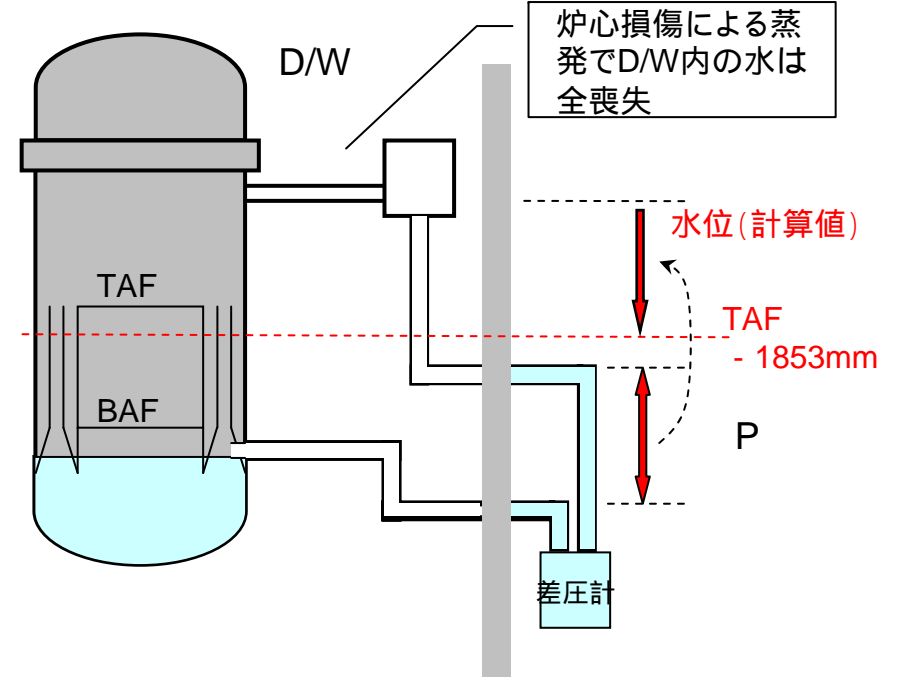


圧力差 ΔP から水位を計測する。
圧力差が小さい程、高い水位を示す。

事故時

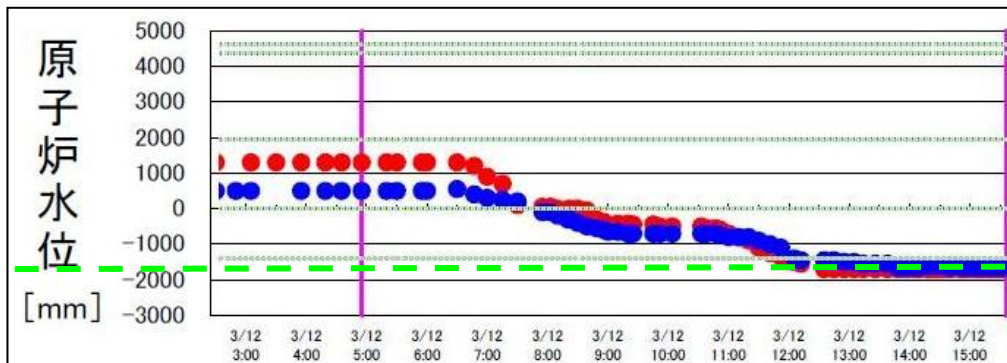
炉心損傷による蒸発で基準面水位が低下
↓
圧力差 (ΔP) が小さくなり水位を過大評価
↓
実際の水位より高い指示を示す

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）



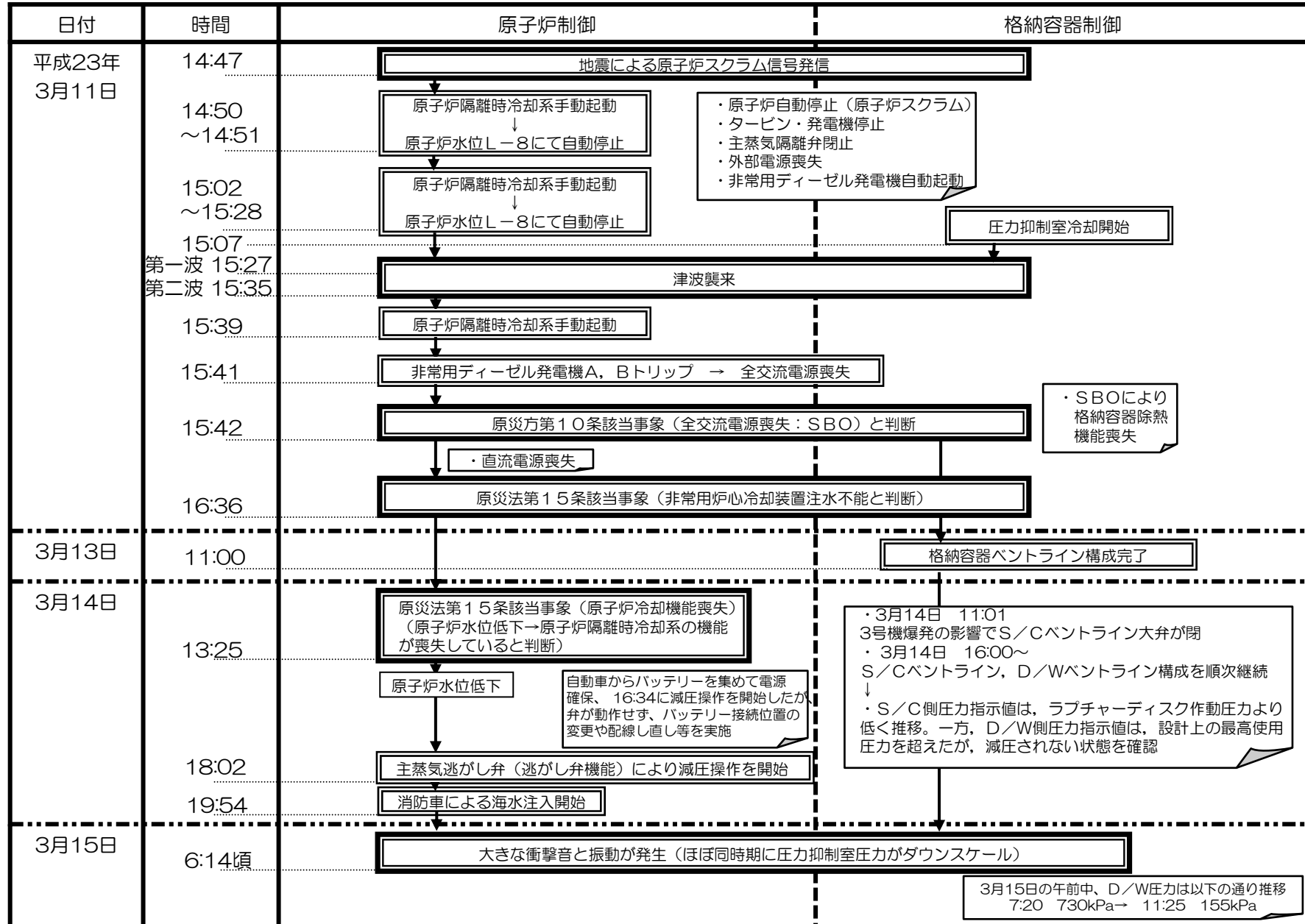
炉心損傷による蒸発でD/W内の水は全喪失

水位(計算値)
TAF - 1853mm
P

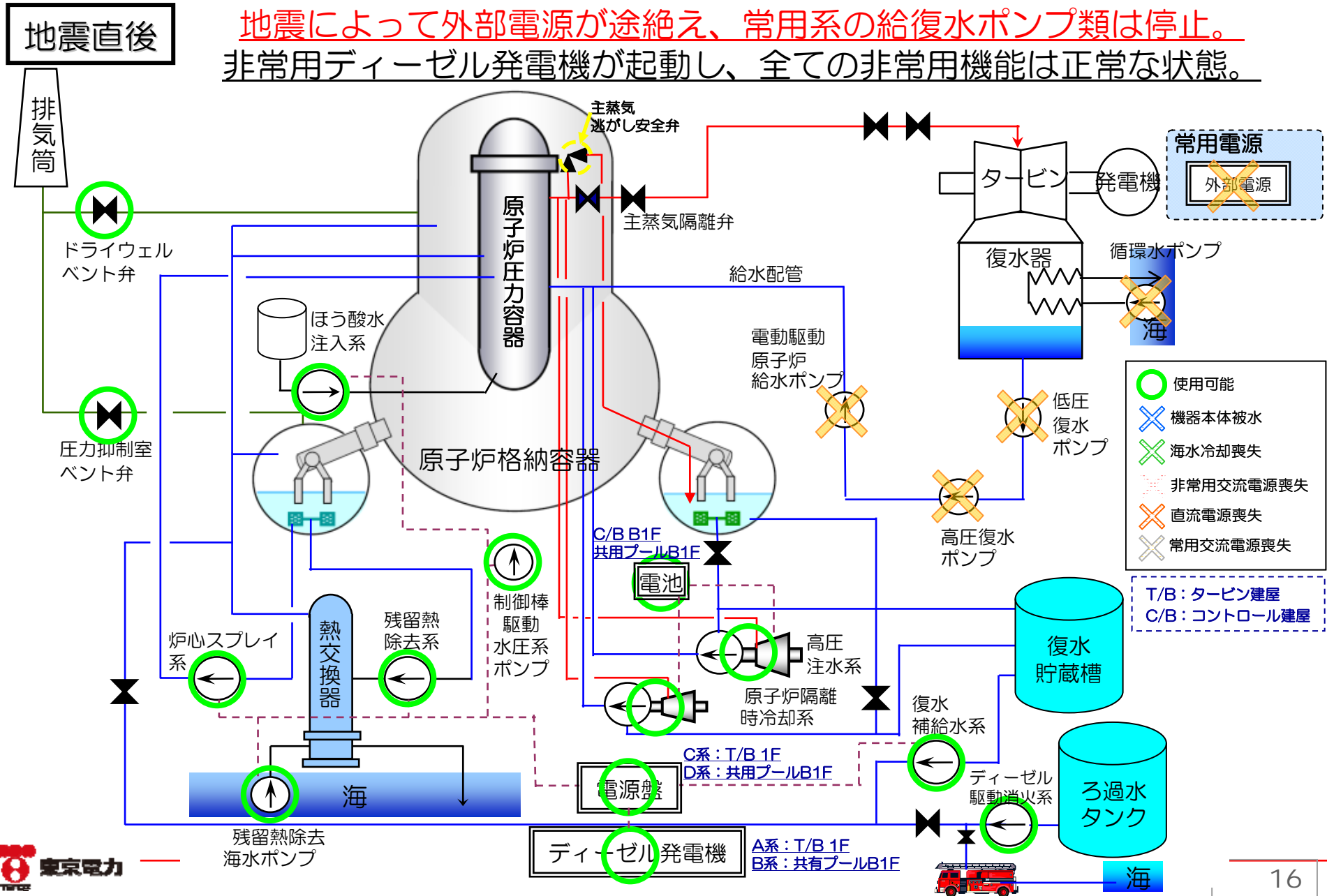


- ・ PCV内の計装配管の水を喪失した場合、水位は計算上、約TAF-1853mmとなる。
- ・ これは3/12以降、1号機にて水位計の指示している一定の値とほぼ一致。

福島第一2号機時系列



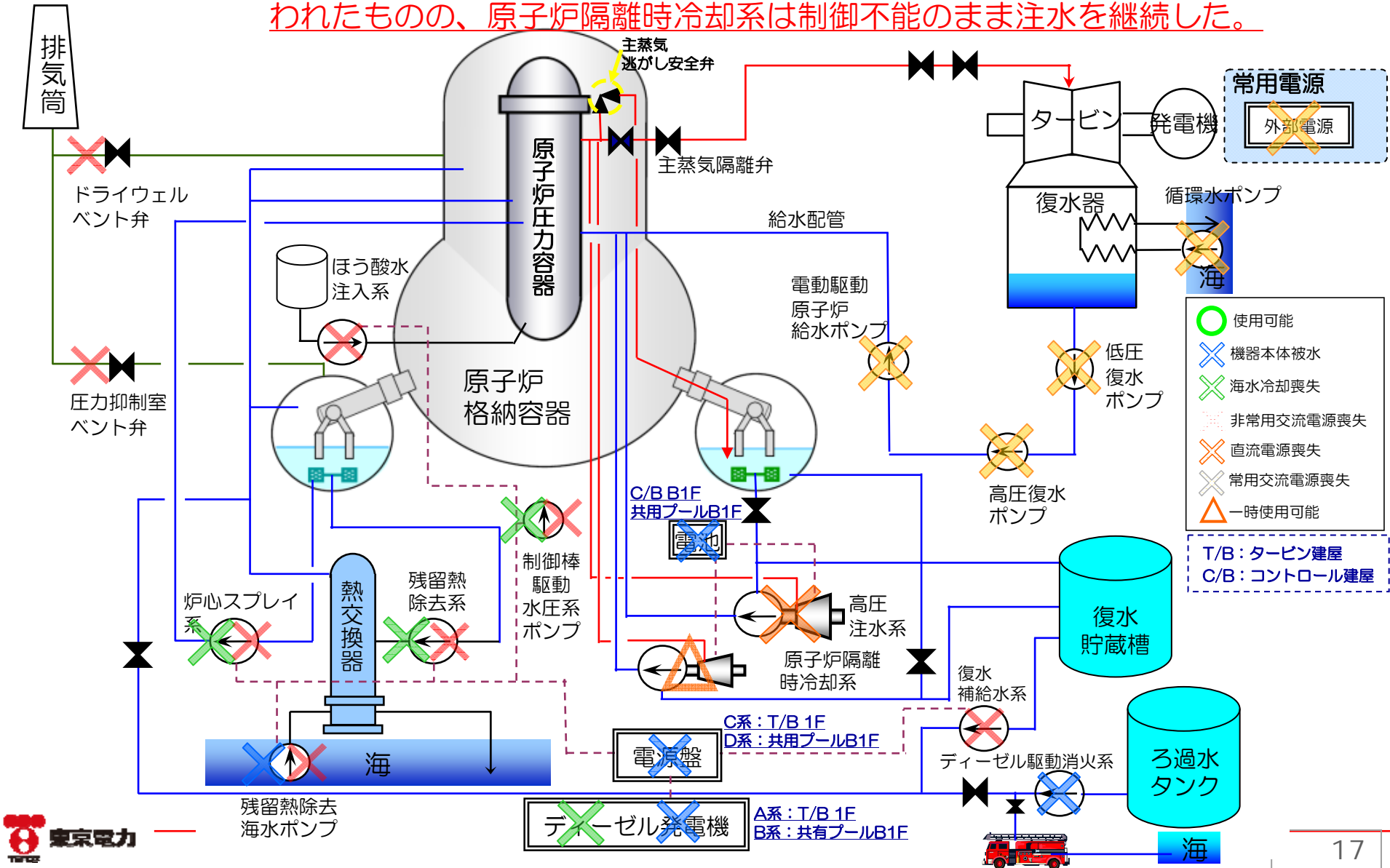
地震発生直後のプラント状況（2号機）



津波襲来後のプラント状況（2号機）

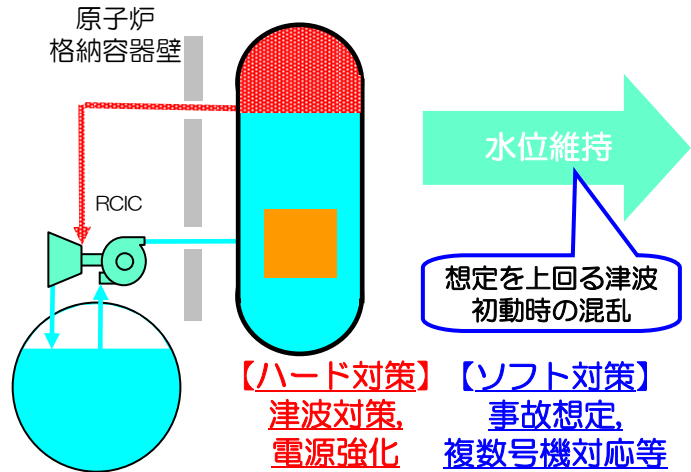
津波浸水後

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。



2号機の事故の経過と必要な対策

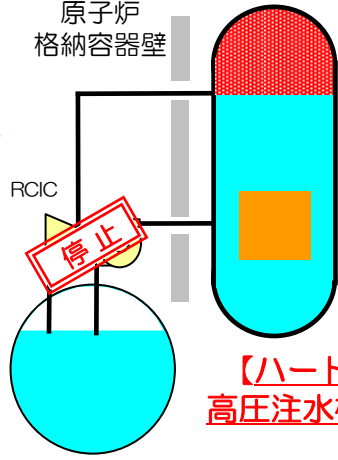
【3/11 15:35 津波襲来】
津波により制御電源（直流）を失い、
制御不能となるも、原子炉隔離時冷却系
（RCIC）は注水を継続し、水位を維持。



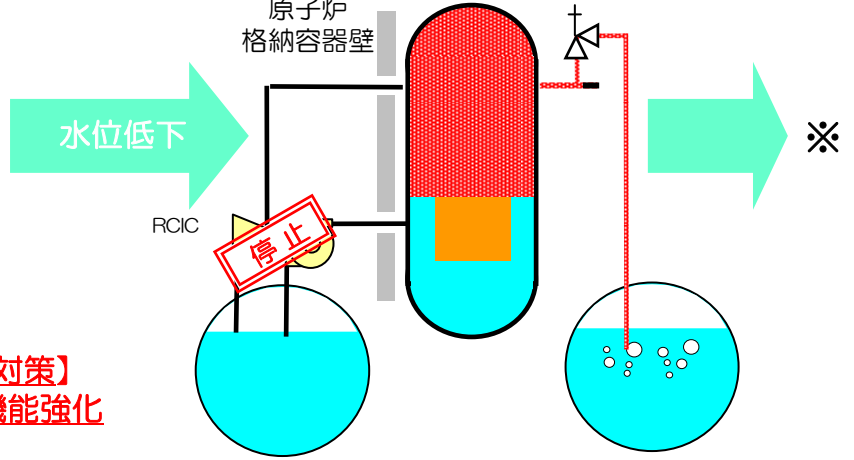
【3/14 12時頃 RCIC機能喪失】
RCIC停止

事故後3日経過

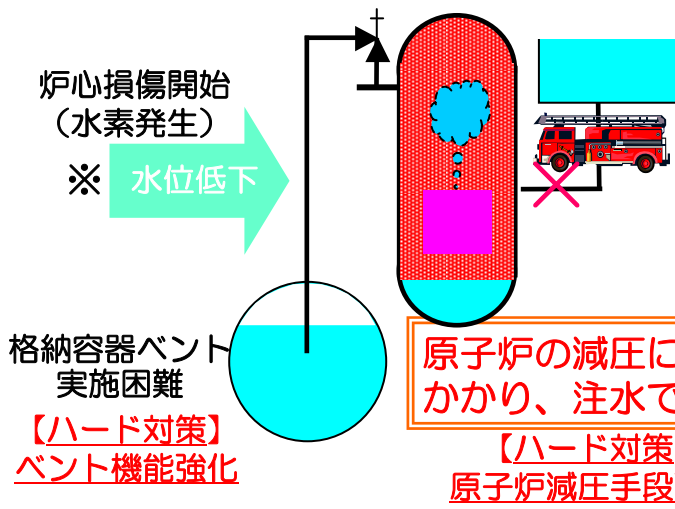
【ソフト対策】
事故対応長期化



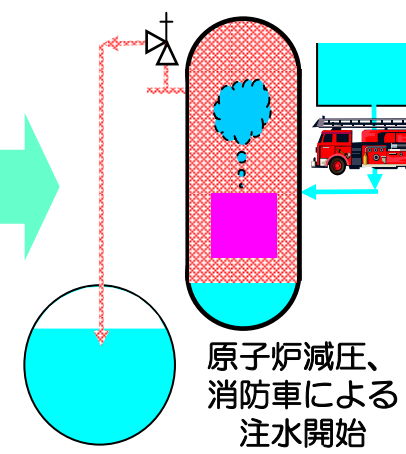
【3/14 16時頃】
原子炉が高圧の状態
注水できる設備がない。
約4時間で水位が炉心まで低下



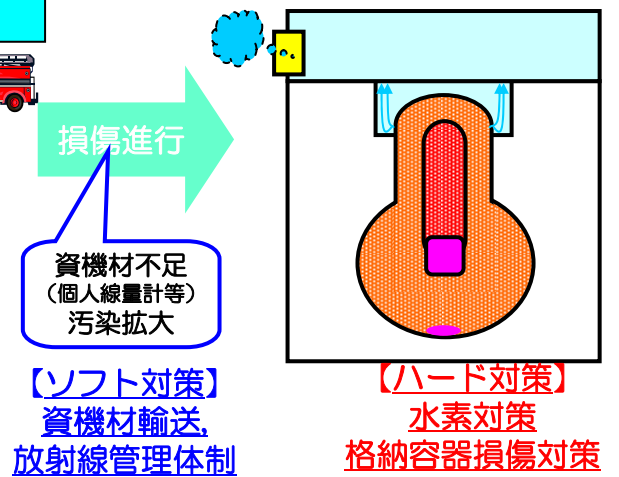
【3/14 18時頃】



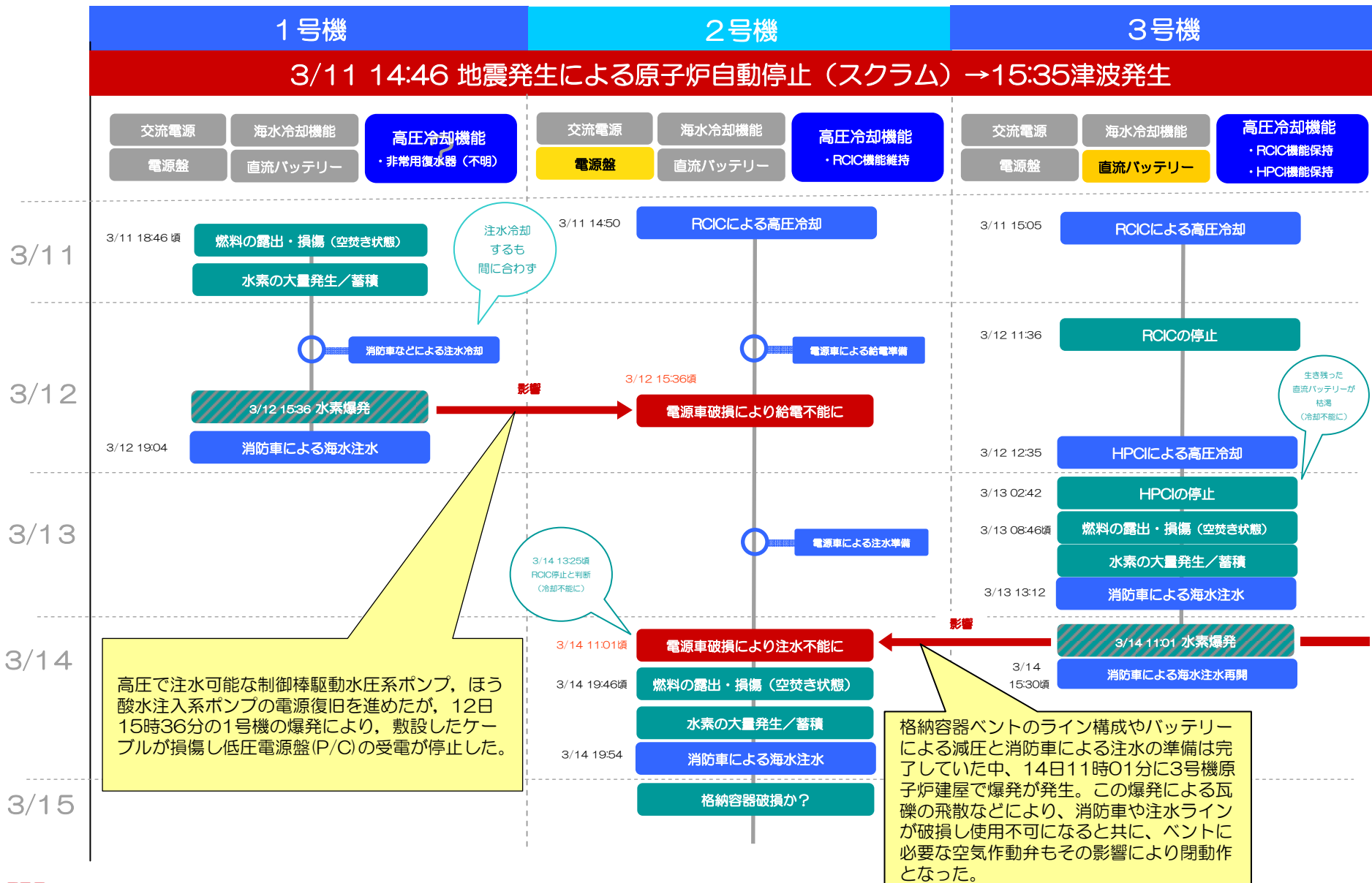
【3/14 20時頃 消防車による注水開始】



水素爆発しなかったのは偶然
バントができず放射能を大量放出

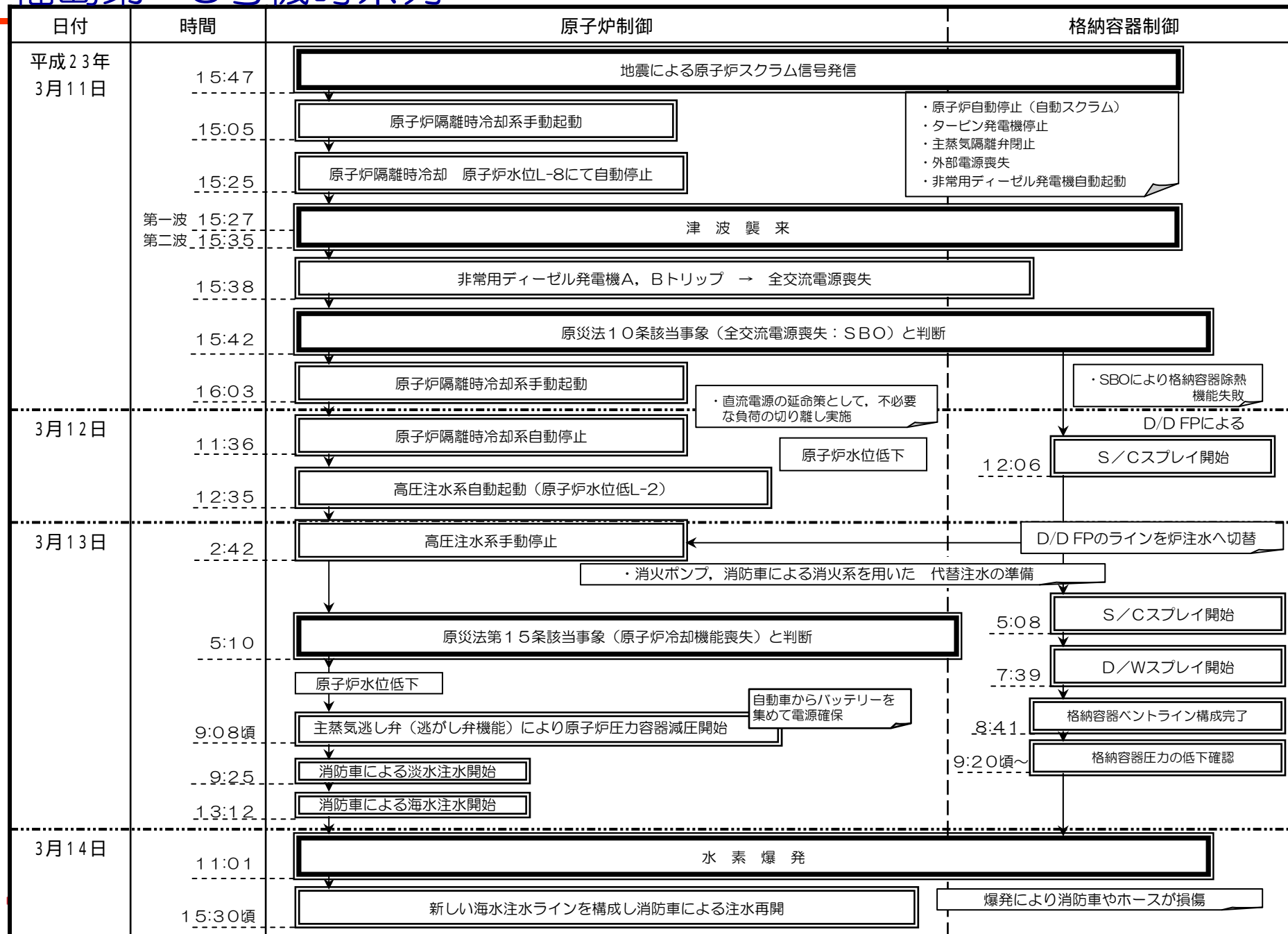


2号機での他号機爆発による対応遅れについて



福島第一3号機時系列

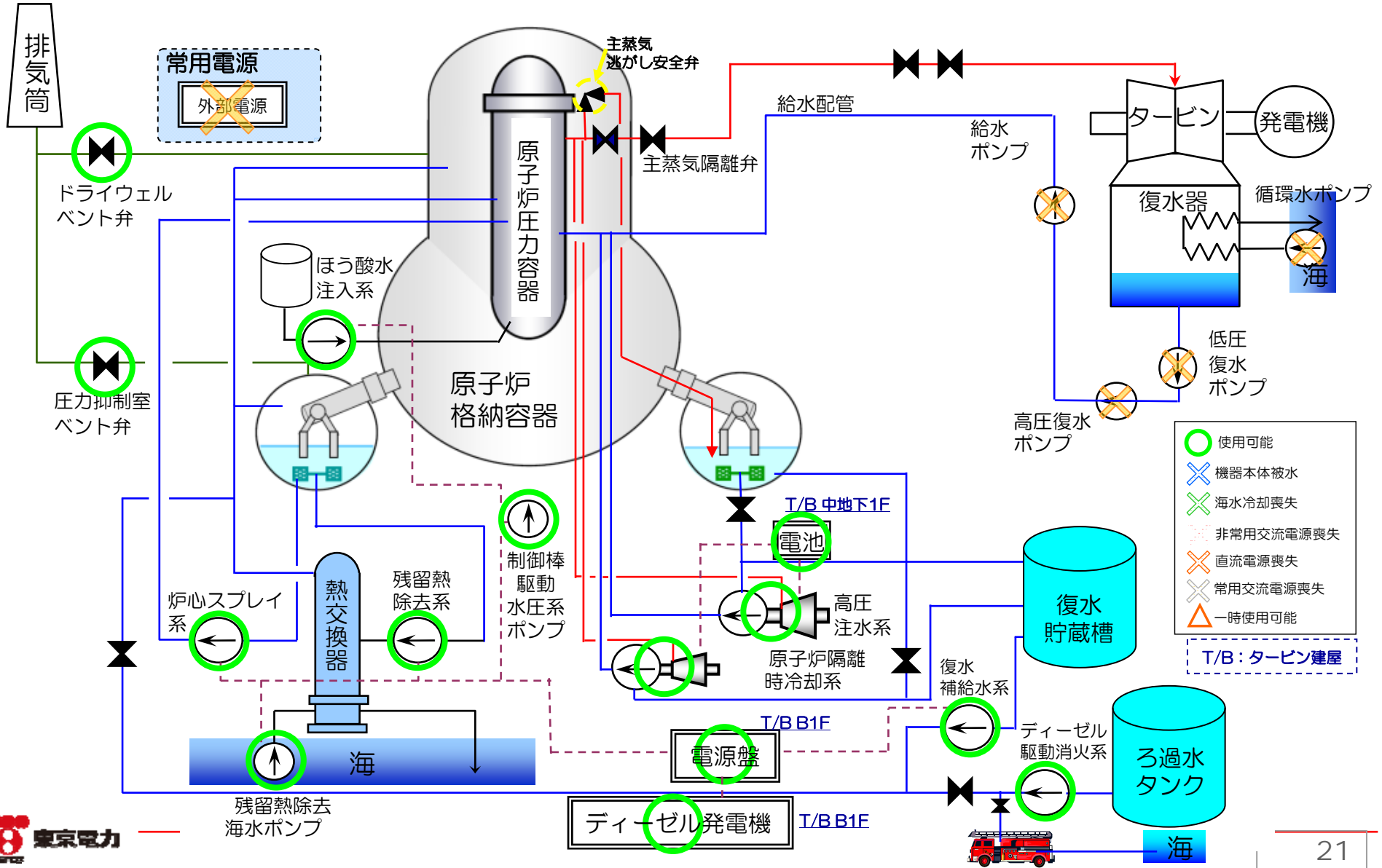
福島第一1~3号機の事故



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。

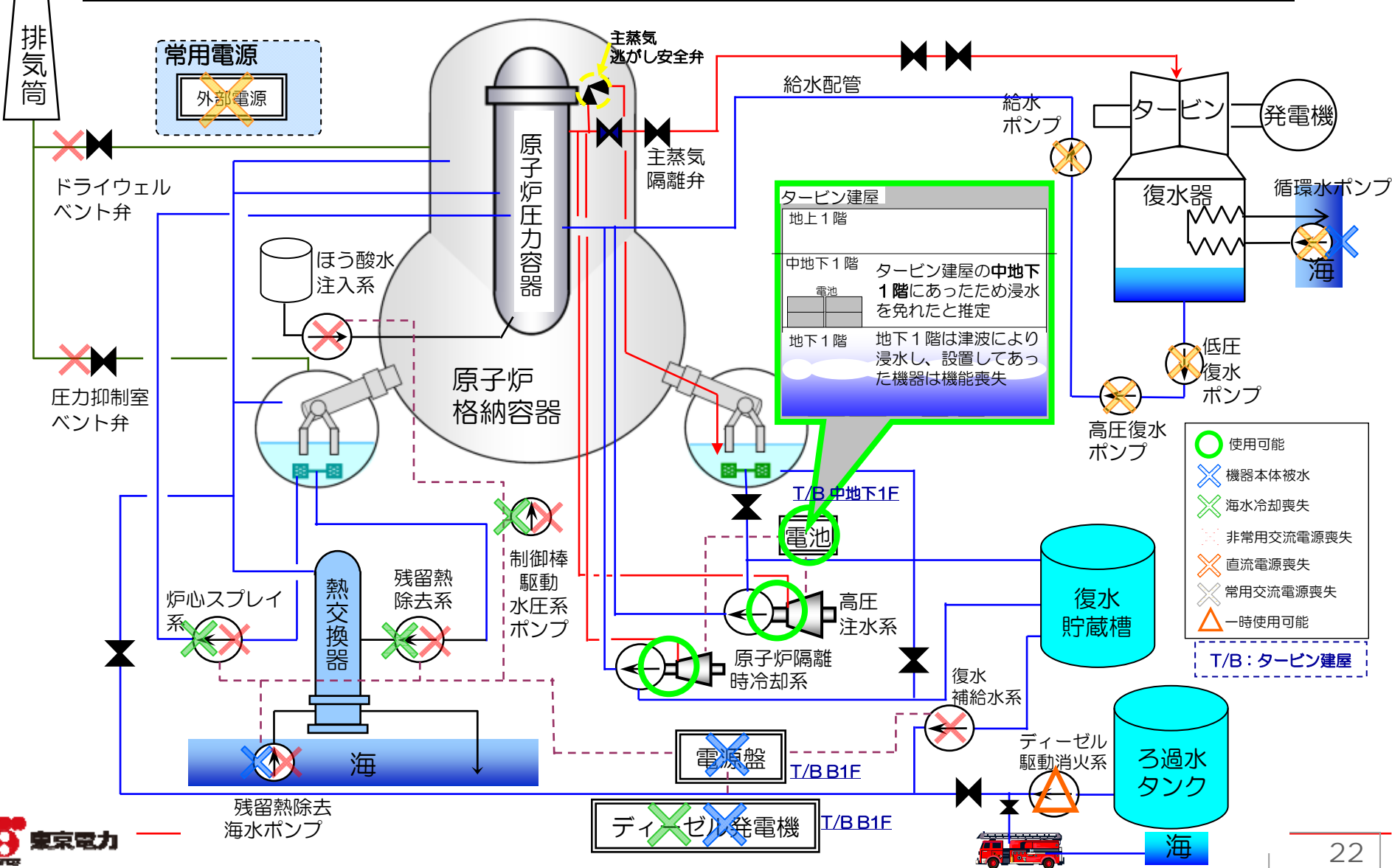


津波襲来後のプラント状況（3号機）

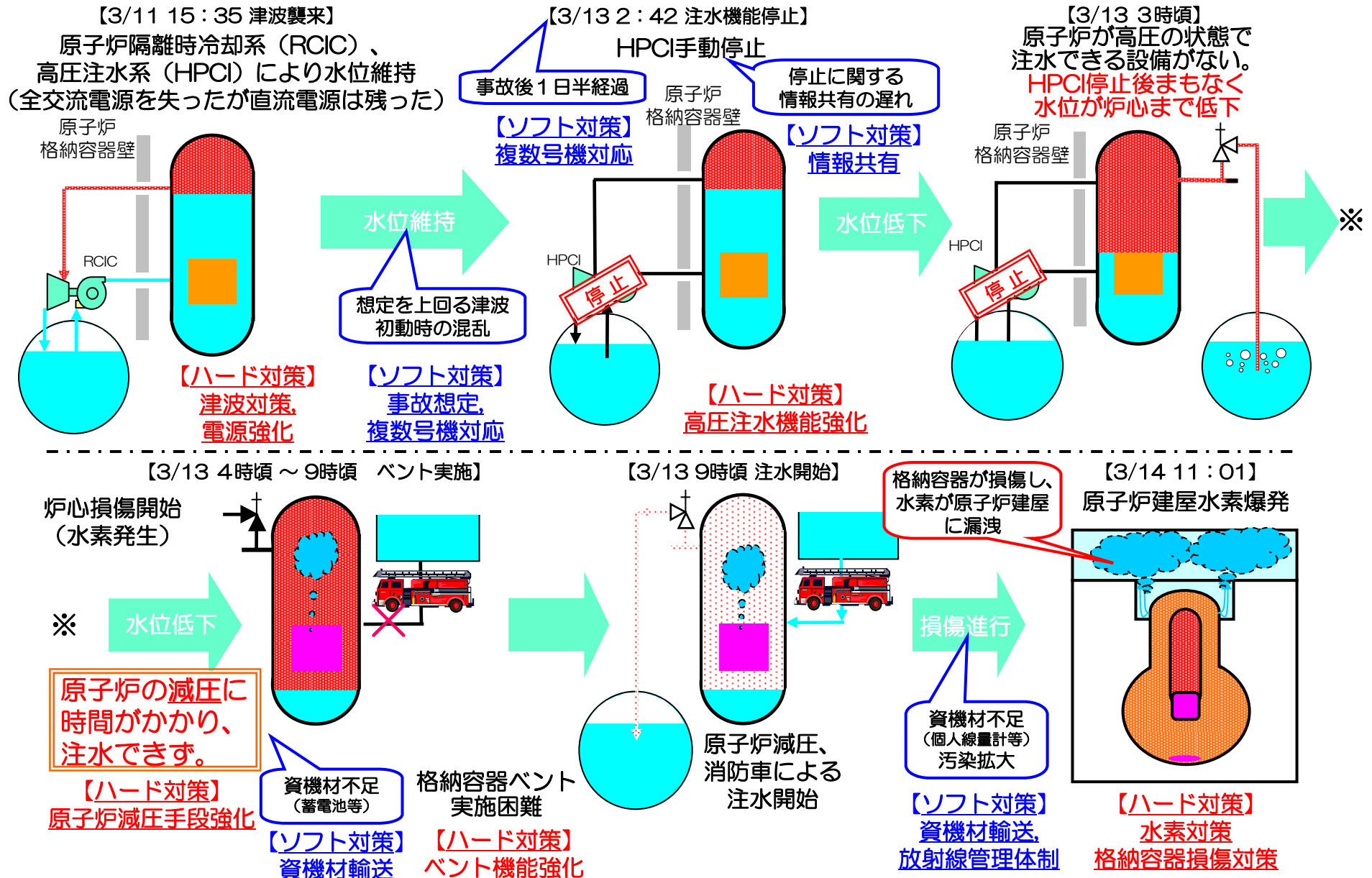
津波浸水後

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、電源盤も機能を喪失。

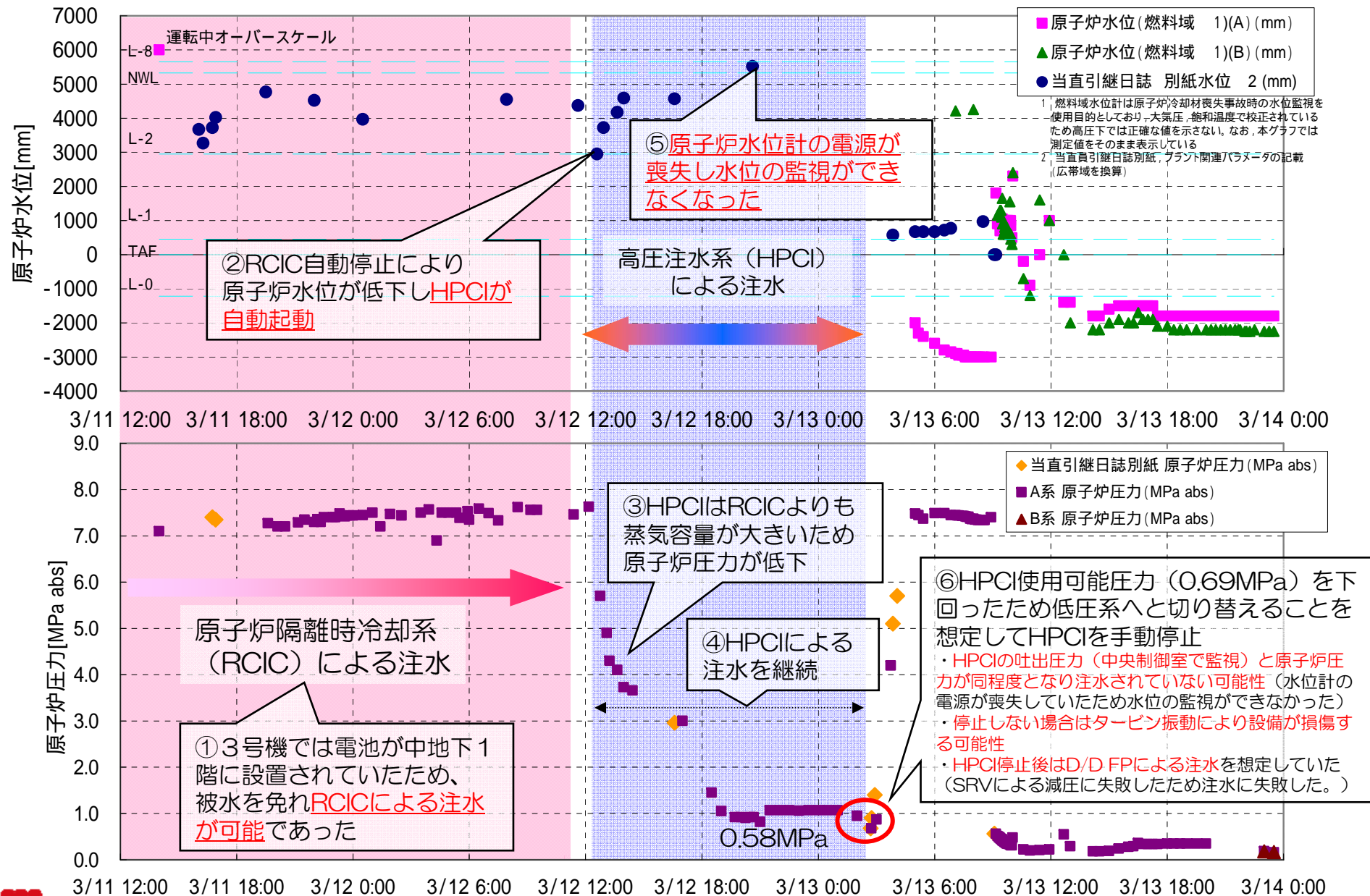
直流電源は使用可能で、原子炉隔離時冷却系及び高圧注水系を用いて注水を継続。計器類も正常。



3号機の事故の経過と必要な対策



3号機 高压注水系の起動・停止の判断経緯



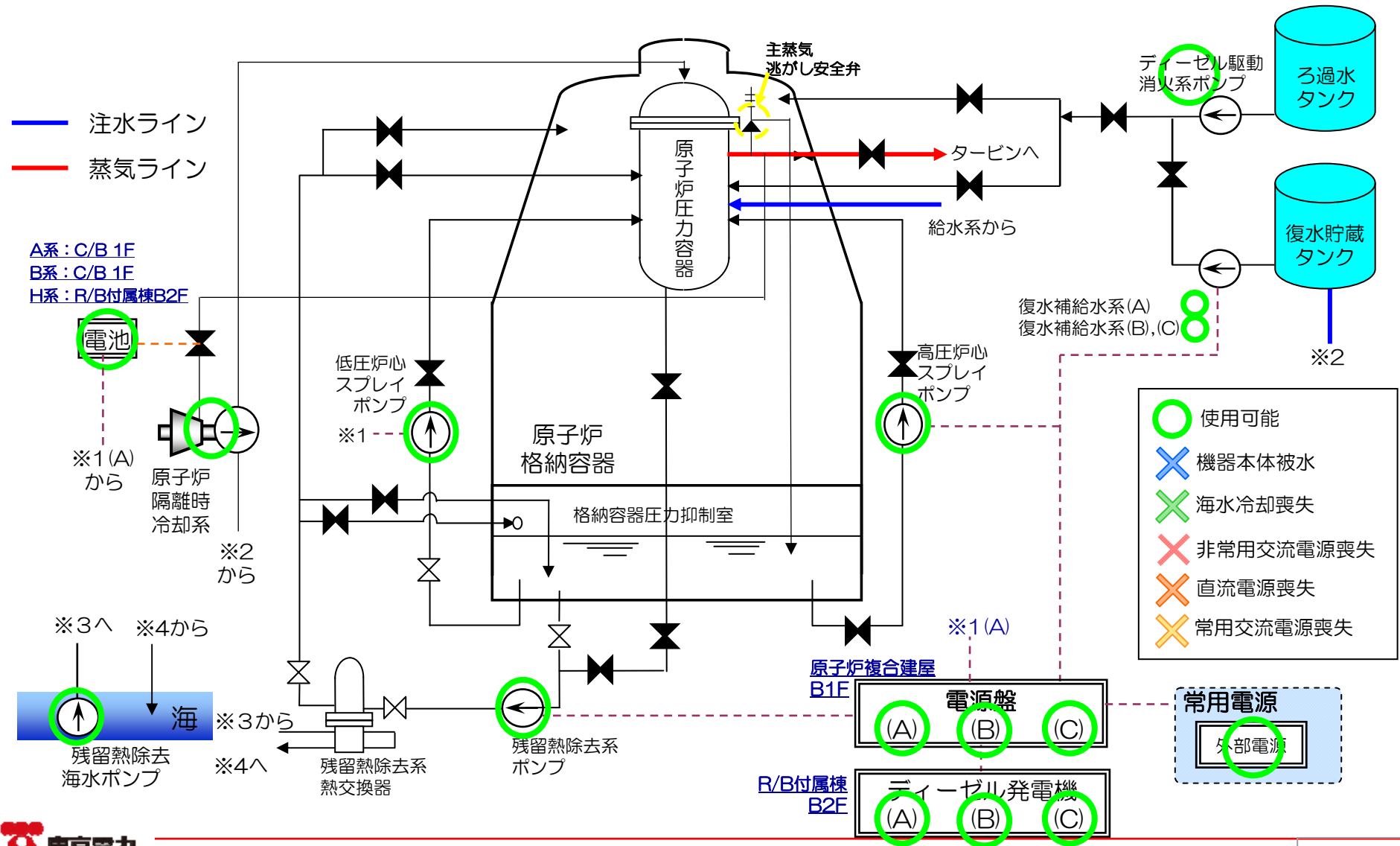
福島第二1号機時系列

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℃	
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）圧力制御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℃		
17:00	原子炉冷温停止（原子炉水温<100℃）			

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。

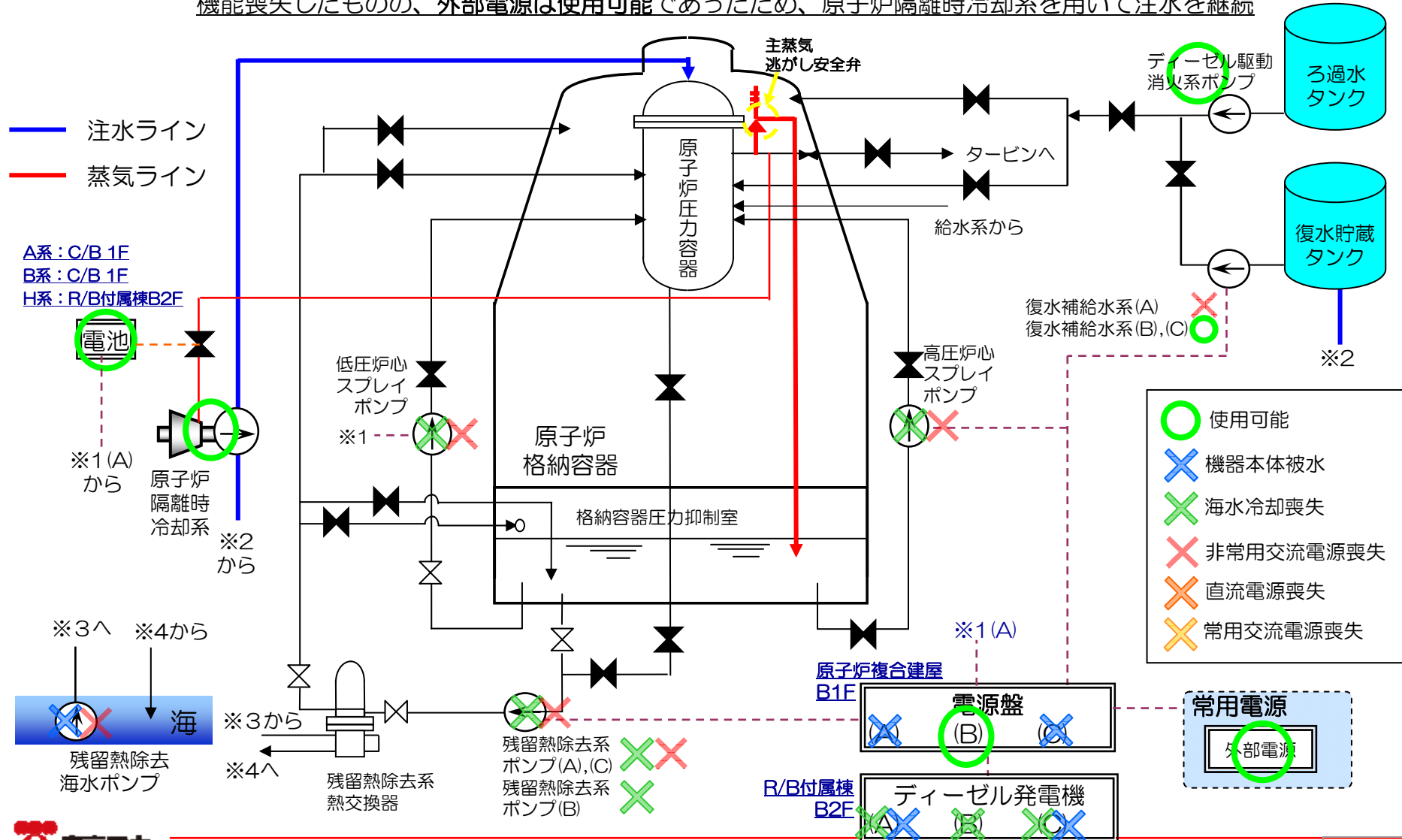


津波襲来後のプラント状況（福島第二1号機）

津波浸水後

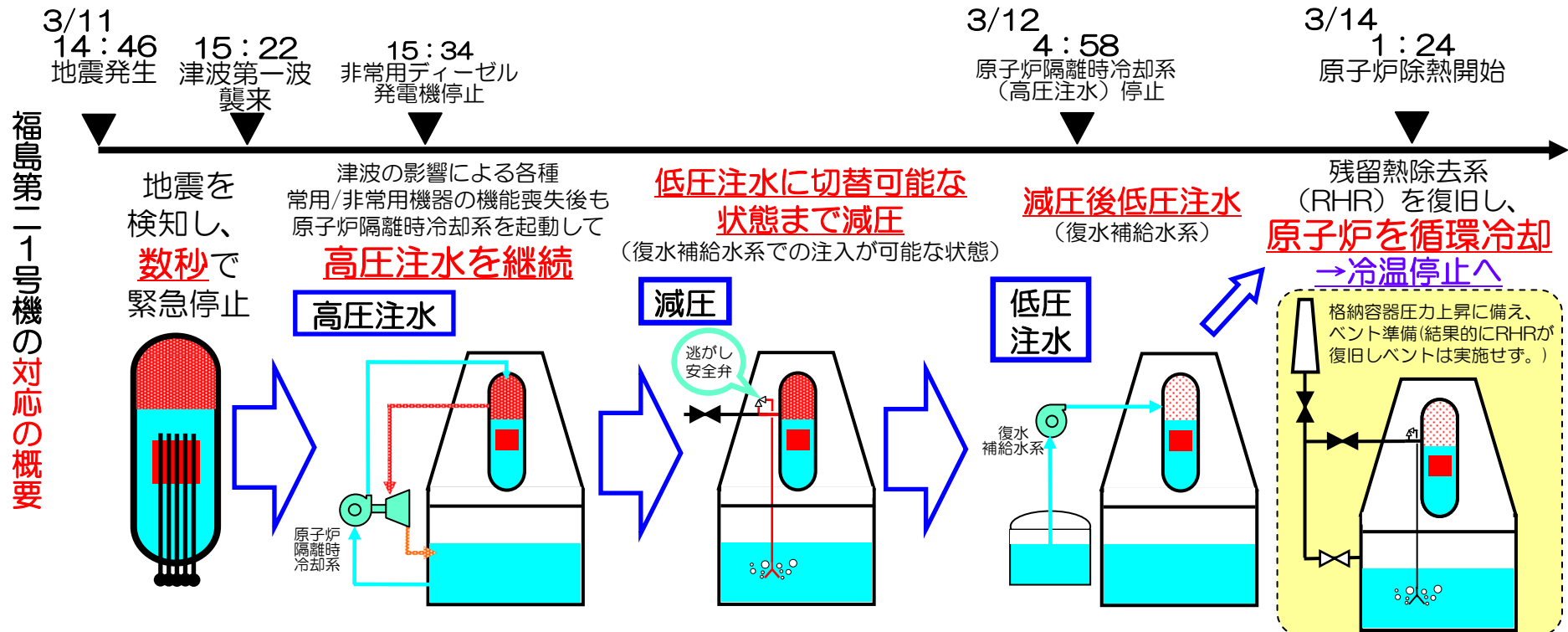
津波襲来後、原子炉隔離時冷却系（蒸気駆動）及び復水補給水系を用いて注水を継続した。

津波により海岸沿設置のポンプ及び電源盤の一部が被水した。被水によりディーゼル発電機が機能喪失したものの、外部電源は使用可能であったため、原子炉隔離時冷却系を用いて注水を継続



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	<p>原子炉緊急停止 (～数秒)</p> <ul style="list-style-type: none"> 制御棒緊急挿入 	<p>原子炉減圧 (高圧注水設備停止前に実施)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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) <p>原子炉注水冷却</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 	<p>原子炉循環冷却 (～約3日後)</p> <p>(福島第二の復旧実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉水を循環させ、熱交換器を通して熱を除去



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）

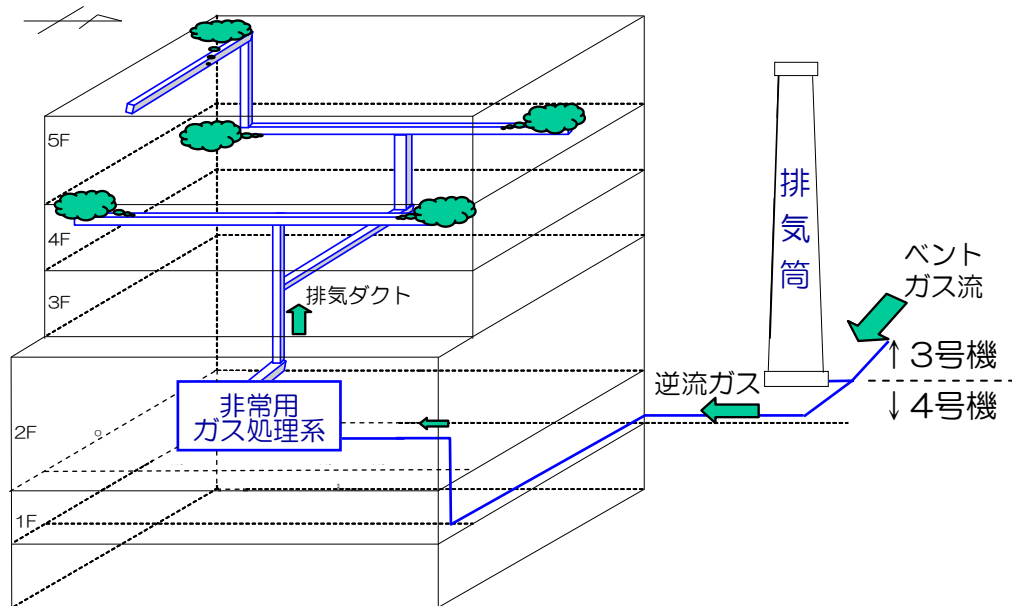
3号機

- 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。

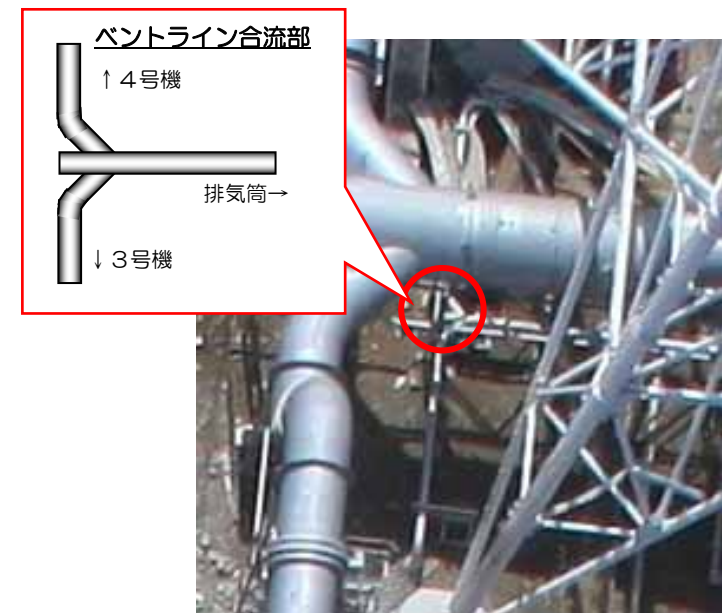
4号機の建屋水素爆発について

○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

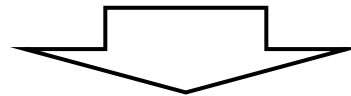


柏崎刈羽原子力発電所では、全ての号機が独立の排気ラインとなっており、福島第一4号機のような**他号機からの逆流事象は起きない仕組みになっています。**

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。

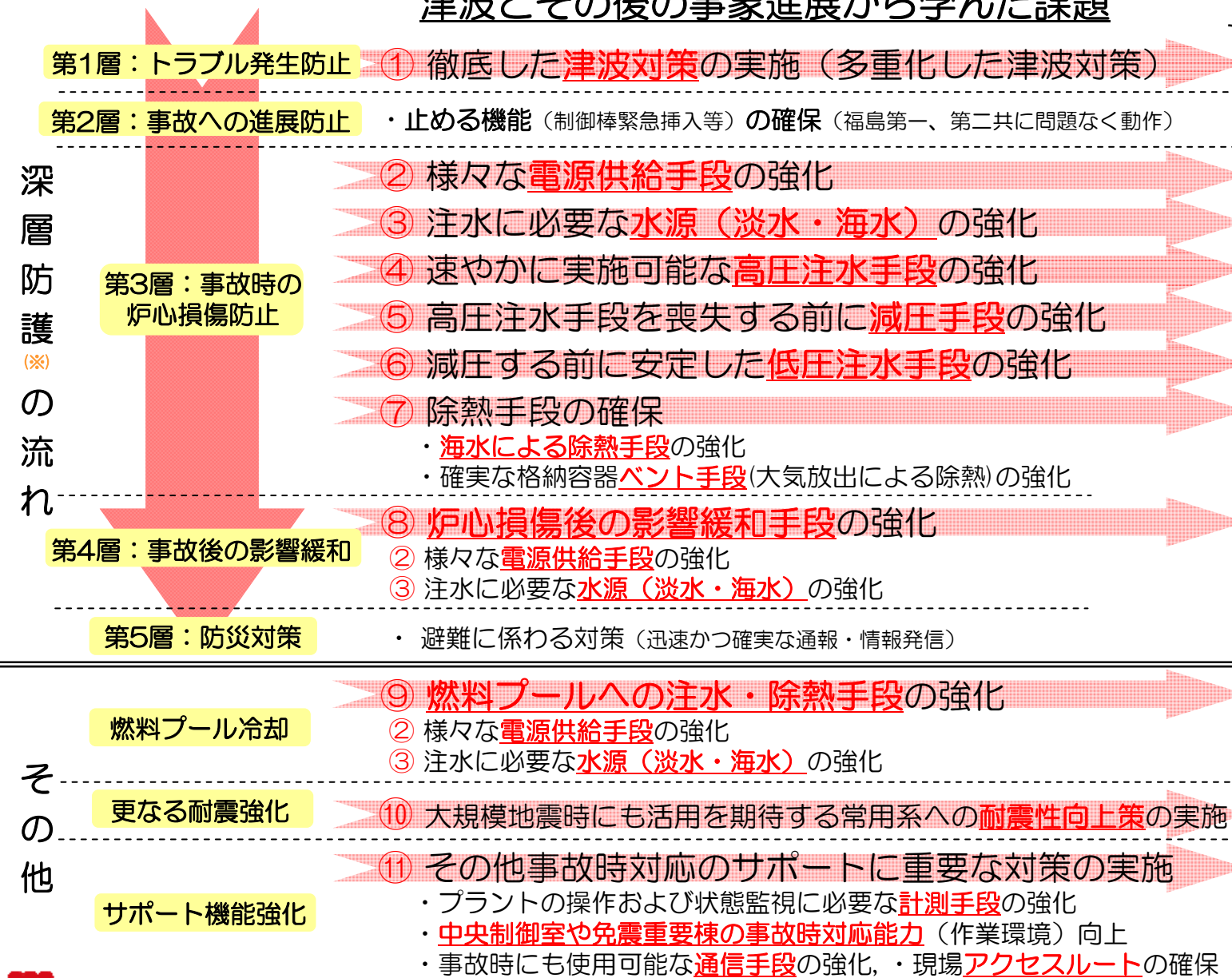


《対策の方針》

- 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。

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



深層防護の各層・各機能を①～⑧に分類、また、その他の項目についても⑨～⑪に分類し、各々について対応能力の厚みが増すよう対策を講じる。

※ 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。

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） ＜柏崎刈羽原子力発電所1号機の例＞

■ 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	■ 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
■ 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	■ 基本設計で採用した設備
■ 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	注：青太枠については、防潮堤による防水対策により効果が期待出来る設備
■ 新潟県中越沖地震を踏まえた対策	

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（防水）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5段	原子炉建屋等防水対策								
第4段	建屋工UP 防水対策								
第3段	建屋浸水対策	変圧器 母線の 防水対策	開閉所 防潮壁設置						
第2段		・防潮堤設置 ・補機取水路蓋掛け						津波警報 システム構築	
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	水処理	免震	変圧器	開閉所	津波監視	

① 津波

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（水素制御、水素濃度監視、コアコンクリート反応抑制）

水素制御
炉心損傷後にZr-水反応等によって生成される水素を適切に排出する。
コア・コンクリート反応抑制
原子炉圧力容器破損後にベテスタルに溶融炉心が落下した場合に、溶融炉心を適切に保持・冷却する。
※FCSはLOCA対策として付けられたものであり、SA時に大量に生じる水素を十分に取り除く量は無い。

第3段	原子炉建屋トップベント設備設置 建屋水素濃度計設置 ブローアウトパネル	溶融炉心落下対策		
第2段	原子炉建屋 水素処理装置 設置	格納容器頂部 水張り設備 設置	フィルター ベント設備設置	消防車を用いた ベテスタルへの注水
第1段	FCS*		MUWCを用いた ベテスタルへの注水	
対策分類	水素制御、水素濃度監視		コア・コンクリート 反応抑制	

⑧ 炉心損傷後の影響緩和

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
・防水対策により、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を新たに確保する。交流電源設備については高台に設置することで、津波に対する裕度を向上させる。

※短期強化対策としては、非常用発電機、直流電源設備を高所に設置。長期強化対策としては、既存直流電源の増強を実施。

第5段	更なる 高台電源等増強				
第4段	電源車 高台配備	蓄電池等 （直流電源） 強化（長期）*			
第3段	空冷式ガス タービン発電 機車高台配備	高台電源設備 （交流電源） 設置	蓄電池等 （直流電源） 強化（短期）*	地元等 外からの 燃料調達	
第2段	非常用D/G （A）、（B）、（H）	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 蓄電池充電	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） （ティアンク）		
対策分類	交流電源		直流電源	燃料	

② 電源

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、除熱機能、監視・計測）

第5段	D/D ポンプ 増強			
第4段	コンクリート ポンプ 設置	代替水を用いた 蒸気凝縮系A （燃料プール除熱）	緊急時用 監視カメラ	
第3段	消防車 （注水用） 高台配備	代替水を用いた燃料 プール冷却浄化系A	緊急時用 水位計	
第2段	復水補給水系	蒸気凝縮系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	水位計	
対策分類	注水機能	除熱機能	監視・計測	

⑨ 燃料プール

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
・防水対策により、既存の水源に期待する。
・貯水池や井戸の設置、海水による注水等多様な水源を確保すると同時に、それら各水源を用いた注水手段についても整備する。

第5段	海水
第3段	貯水池設置、井戸の設置
第2段	純水タンク、ろ過水タンク
第1段	復水貯蔵槽（CSP） 非常用復水貯蔵槽（ECSP）
対策分類	③ 水源

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 常用系設備であっても、緊急時に対応手段の1つとして活用が期待でき、追加の耐震補強が可能な設備は耐震補強を実施する。

第3段	送電鉄塔 基礎安定性 等評価	開閉所、 変圧器 耐震強化	復水補給水系 配管等の 耐震強化	淡水タンク 耐震強化
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、さらに余裕を持つよう耐震強化を実施			
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			

⑩ 地震

第3層 事故時の炉心損傷防止（注水、減圧、除熱）

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 各手段の強化を実施（原子炉、格納容器に対する高圧注水、減圧、低圧注水、除熱）

※1 原子炉停止直後の炉壁熱量を吸収するのに十分な量は注水できないもの、種別的な適用を期待し高圧注水手段として手帳を整備。
※2 シビアアクシデント時に原子炉水位計測が正確に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把握するため、基準面周りに温度計を設置する。
※3 BWRフロントの対策であり、ABWRフロントの場合は、RCIC起動失敗時にHPCFによる代替注水を実施する。従って、ABWRフロントでは、「4高圧注水」の厚みが1段増加し、「6低圧注水」の厚みが1段減少する。

第7段	D/D ポンプ 増強	RCIC 起動失敗時の LPCSによる 代替注水（SBO前）	格納容器 注水ポンプ 増強	※3BWRフロントの対策であり、ABWRフロントの場合は、RCIC起動失敗時にHPCFによる代替注水を実施する。従って、ABWRフロントでは、「4高圧注水」の厚みが1段増加し、「6低圧注水」の厚みが1段減少する。
第6段	代替高圧注水 設備設置		格納水中 ポンプ増強	
第5段	制御棒駆動 水素 処理装置 増強	格納水中 ポンプ増強	代替 格納容器 冷却設備	
第4段	ボウ露水 注入系 増強	ディーゼル 駆動の消火系 （D、DFP）	代替 格納容器 冷却設備	
第3段	RCIC制御 電源増強	SFV駆動用 予備電源 設置	電動駆動の 消火系 （原子炉格納）	格納容器 耐圧強化 （ハンドリング）
第2段	蒸気駆動の 高圧注水系 （RCIC）	SFV駆動用 ポンプ（A）、（B）	格納容器 耐圧強化 （ハンドリング）	フロント除熱 設備強化 （原子炉 水位計）
第1段	電動駆動の 高圧注水系 （HPCS）	送ガス定弁 （A）、（B） （SFV）	格納容器 耐圧強化 （ハンドリング）	フロント除熱 設備強化 （原子炉 水位計）

④ 高圧注水 ⑤ 減圧 ⑥ 低圧注水 ⑦ 原子炉、格納容器冷却（除熱）

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。

※中越沖地震後のアクセス道路補強では、構内道路の沈下や亀裂がみられた箇所について地盤改良を実施。
福島第一を踏まえた短期対策としては、地震発生時に予想される低耐震クラス洞道の変状に伴う道路陥没量を抑制し、緊急車両（電源車、消防車）の迅速な移動を確保するため、低耐震クラス洞道横断道路部の補強工事を実施。

第3段	D/Dポンプ 増強	互換機活用 量の確保				
第2段	活動拠点の 増強	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	アクセス 道路補強※	モニタリング 機能強化	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	アクセス 道路補強※	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

⑪ その他の視点

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どうなるかについて、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中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）

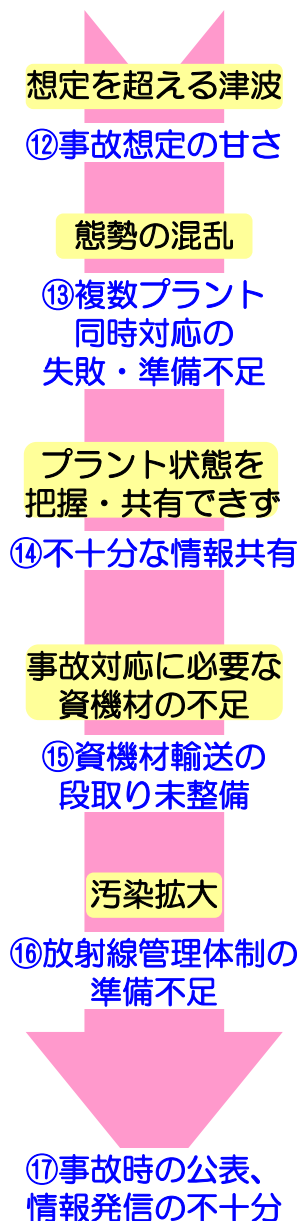
○事故収束対応のための資機材が不足していた。

- ・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）



- 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

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（運用面）

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	 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
 赤字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（実施中）	 基本設計で採用した設備
 黒字 福島第一事故を踏まえた対策[短期]（完了済）	注：青太枠については、防潮堤による防水対策により効果が期待出来る設備
 新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	

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に、必要な資格の取得を実施。

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	福島第一事故を踏まえた対策[中長期]	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
	電源機能等喪失 時対応ガイド類	緊急時設備 応急対応ガイド	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）
	アクシデント マネジメント (AM)の手引き	津波AM の手引き	新潟県中越沖地震等を踏まえた対策	従来から継続している対応
対 策 分 類	事故時運転 操作手順書 復元ヘース	事故時運転 操作手順書 シビアアクシデント	運転員津波AM の手引き研修	緊急時訓練 シビアアクシ デント対策 アフターメン ト研修
	監視発生時 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
	対応手順の整備	教育・訓練	資格取得	重機等の 必要資格取得

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に、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。
・ICS（Incident Command System）の導入
・緊急時対策本部の指揮命令系統の明確化。
・協力企業・メーカ等からの支援体制強化。
・遠隔操作可能なロボット等を有する専任運込原子力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 （遠隔対応要員）	夜間・休祭日 宿直要員の増員	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
	夜間・休祭日 宿直体制 夜間宿直員増強	緊急時対策要員 の大幅増員	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）	原子力レスキュー の整備	代替指揮所 の追加整備	
	夜間・休祭日 宿直体制	緊急時対策要員	態勢整備					
対 策 分 類	対応要員の増員							

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	中央制御室 監視設備	衛星携帯電話 屋外アンテナ付	衛星携帯 電話増強	SPDS停止時の プラント情報共有 手引き	自治体への通報 手段の多様化
	中央制御室 先着重要情報 ホットライン	衛星携帯電話	プラントパラメータ 伝送システム (SPDS)	国とのTV会議 システムに連携		
	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、 通報手段多様化			
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、 通報手段多様化			

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、当面必要な資機材・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。

具 体 的 対 応	非常時の燃料 調達協定	輸送会社運転手 の放射線防護教育	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
	燃料の備蓄	輸送会社との 輸送契約 （警戒区域含む）	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	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	
	緊急時対策要員 の70%の 飲食料を備蓄	輸送会社との 輸送契約	後方支援拠点					
対 策 分 類	備蓄	輸送体制強化	後方支援拠点					

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、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。

具 体 的 対 応	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	モニタリング ポスト電源強化 （非常用電源）	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
				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
				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
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				

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

具 体 的 対 応	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 による積極的 な情報発信
			緊急ラジオ放送 による情報発信
			広報車による 情報発信
対 策 分 類	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 による積極的 な情報発信

福島事故を踏まえた関係機関との情報共有、通報連絡体制の強化

- 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

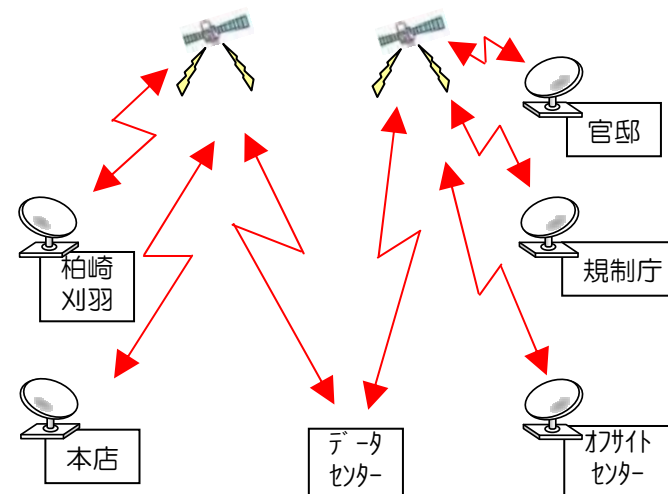
衛星携帯電話の整備、衛星回線を使用した通信ネットワークの構築

- ・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

Ⅲ. 福島第一原子力発電所事故の教訓と対策

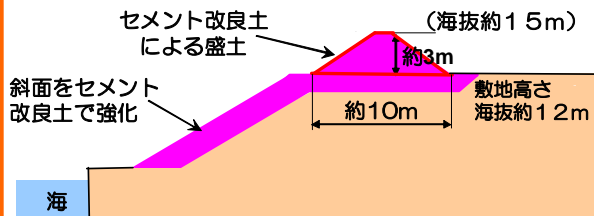
① 防潮堤の設置による敷地内への浸水低減と衝撃回避＜津波対策＞

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。

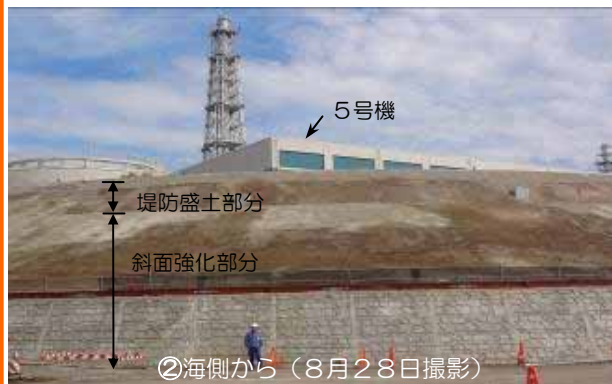
5～7号機側の防潮堤（堤防）

⇒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。



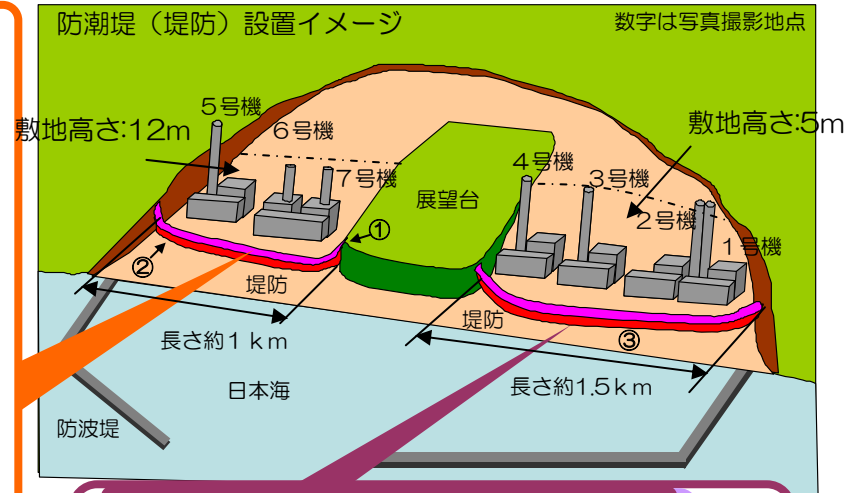
①展望台から（8月28日撮影）



②海側から（8月28日撮影）

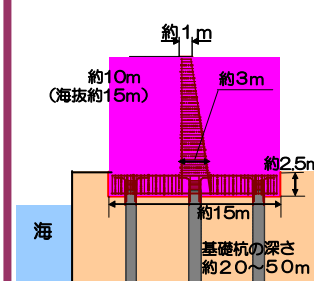
防潮堤内に浸水した場合に備えて排水設備も敷設

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



③3号機海側（8月28日撮影）

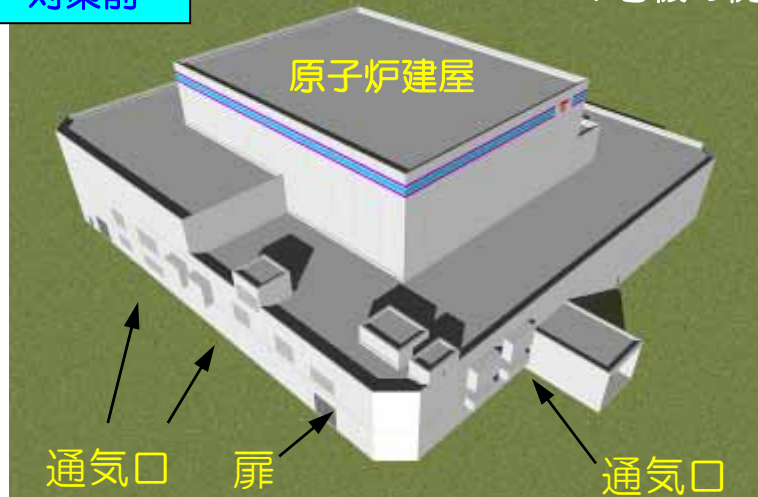
- ◆ 海拔5mの敷地に、基礎杭でしっかり固定した高さ約10mの鉄筋コンクリート製の堤防を作っています。
- ◆ 基礎杭は全891本の打込みが8月28日に完了し、一部の壁部分も完成しています。

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＞

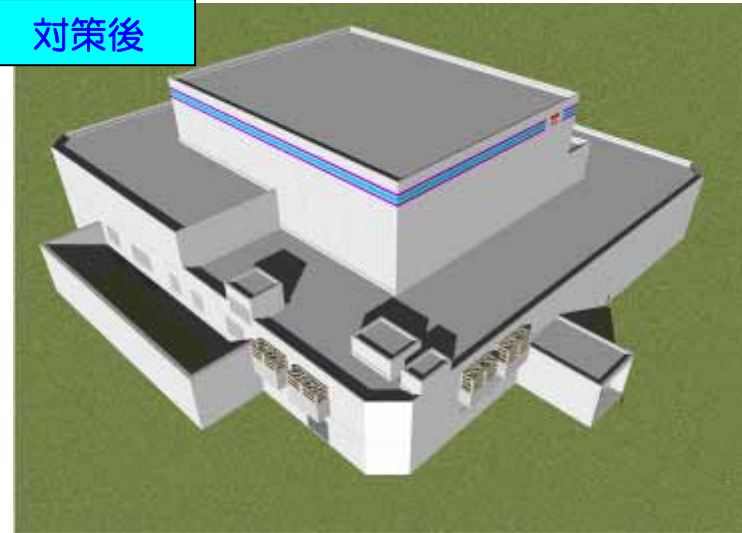
敷地内に海水が浸入し原子炉建屋に襲来した場合においても、建屋内への浸水を防止するため、海拔15mの高さの防潮壁および防潮板等を設置。

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

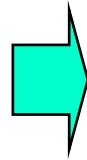
防潮壁

1号機原子炉建屋
(6月29日撮影)

① 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）

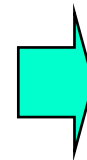


水密扉設置箇所
 ・RCIC室
 ・ECCS室（A系）
 ・MUWC室
 ・非常用電気品室等

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
 18mを設定

配管貫通孔・ケーブルトレイ・電線管

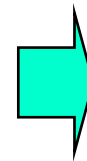
配管
施工例



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（貫通口）
 【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－
 貫通口敷地高さ(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＞

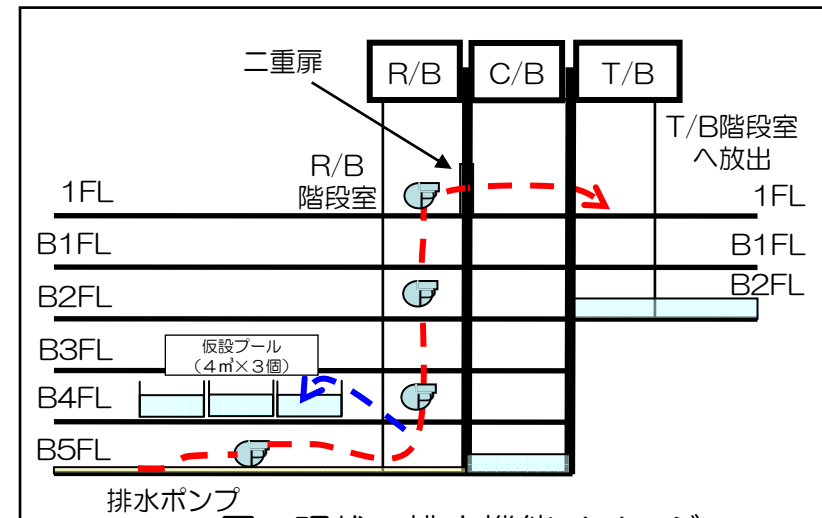
津波に対しては、防潮堤・防潮壁の設置、建屋外部扉の水密化、建屋貫通部防水処理、重要機器室の水密扉化等、重要機器設置箇所への浸水を防止する対策を実施しているが、万一の浸水等による重要機器への影響を防止するため、非常用電源で駆動する仮設及び常設の原子炉建屋内の排水系を設置する。（常設排水系の敷設までの間は下記の「仮設エンジンポンプ」により排水手段を確保する。）

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

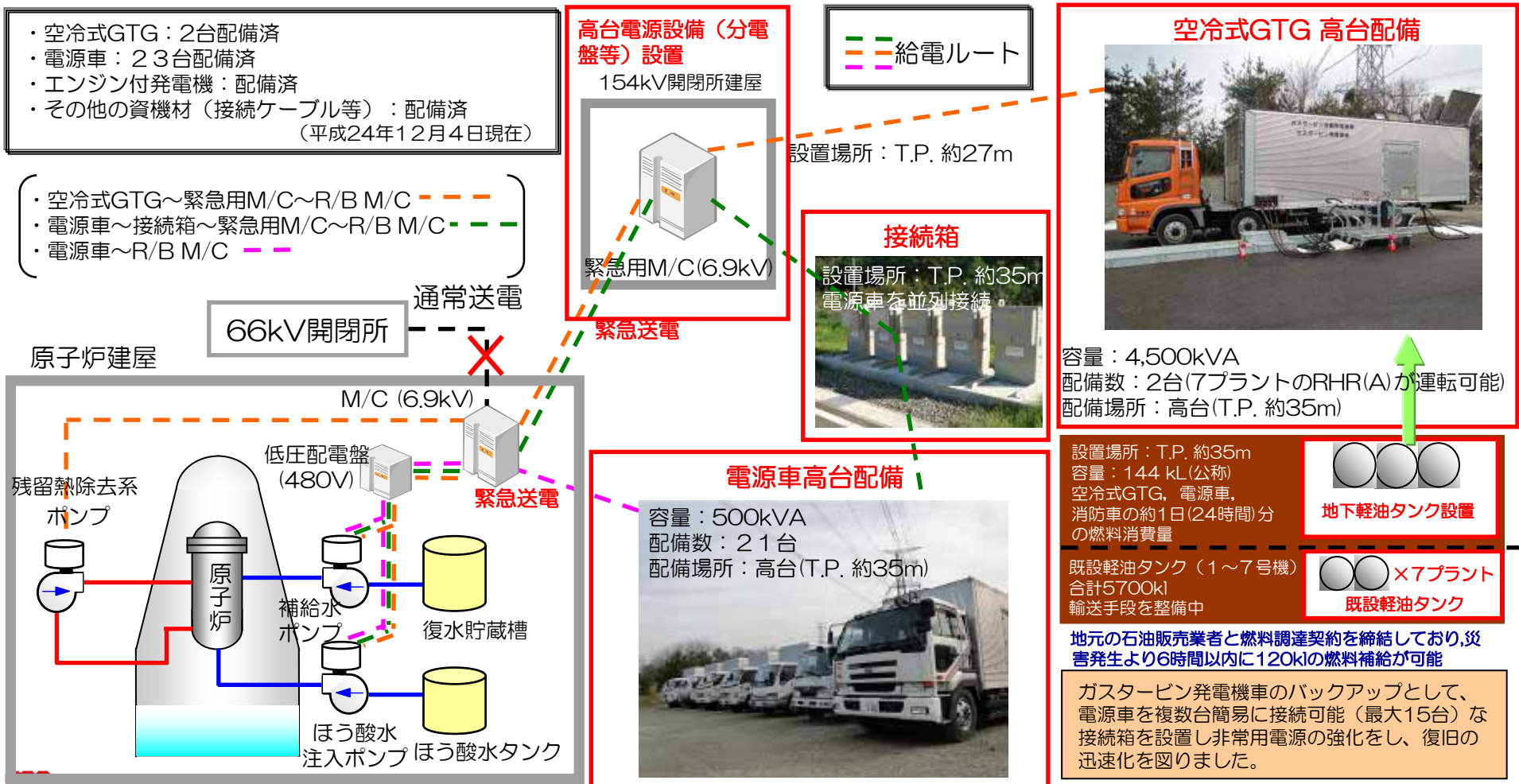
また、SBO状況下においてRCICを手動起動する際の溢水に備え、重要機器室について常設排水系の敷設を進めている。



図：現状の排水機能イメージ

② 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>

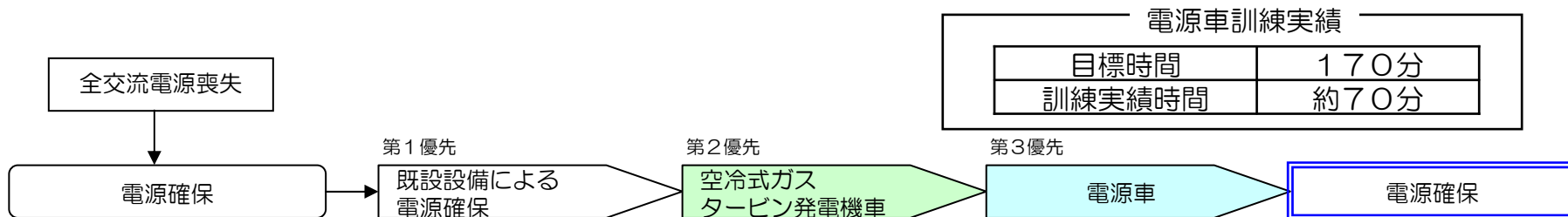
万一、プラントの全交流電源喪失時にも重要機器の動力が迅速に確保できるよう、大容量の空冷式ガスタービン発電機車（空冷式GTG）を高台に配備。併せて、燃料補給用の地下軽油タンクを設置。また、電源供給が迅速に行えるよう高台に緊急用の高圧配電盤（M/C）を設置し、常設ケーブルを各号機へ布設。さらに空冷式GTGに加えて、多数の電源車を高台へ配備。







② 空冷式GTG、電源車による電源復旧の訓練<電源対策>

教訓と対策（完了済）

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"> 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。 	<p><電源確保訓練></p>     <ul style="list-style-type: none"> ① ケーブル布設 ② ケーブル接続 ③ 電源車へケーブル接続 ④ 電源車起動 <p>ガスタービン発電機車</p> 
<ul style="list-style-type: none"> 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"> ガスタービン発電機車、電源車操作訓練 電源車による緊急用高圧配電盤、高圧配電盤受電訓練 ケーブル接続訓練 夜間訓練 他 	

② 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

電源供給
（負荷カット状態）
約8時間

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）

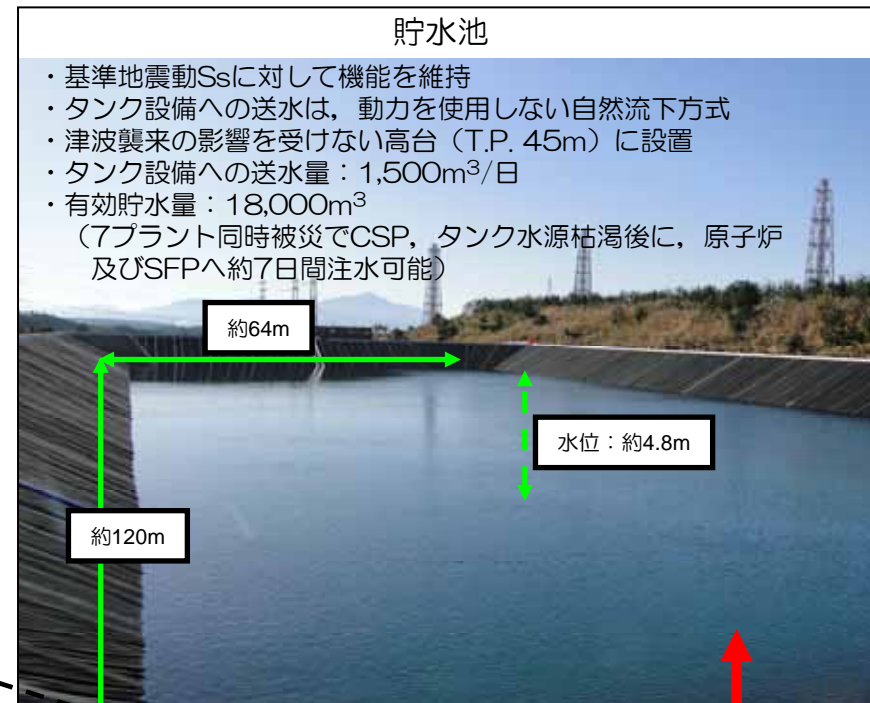
給電

【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

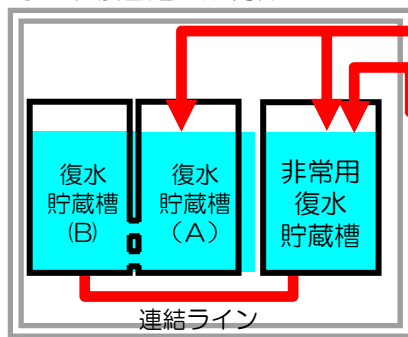
③ 貯水池および井戸の構内設置による淡水の安定確保＜水源対策＞

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（2本）を構内に設置。

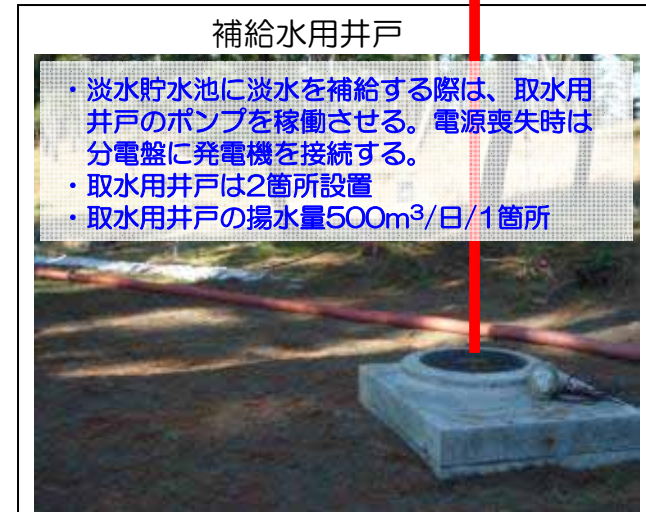
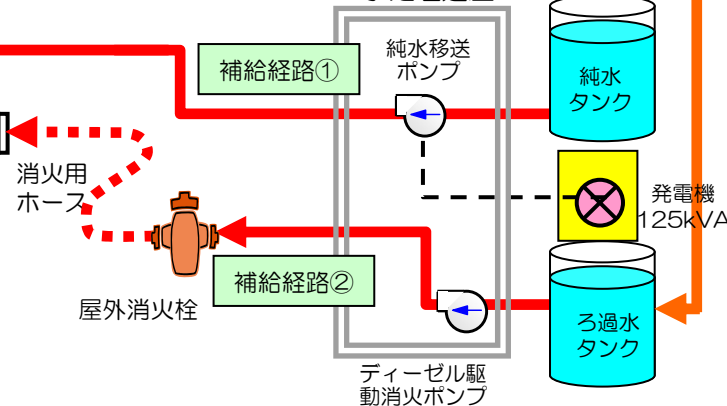


送水ラインは地震による影響を受けにくい柔構造設計

原子炉複合建屋附属棟



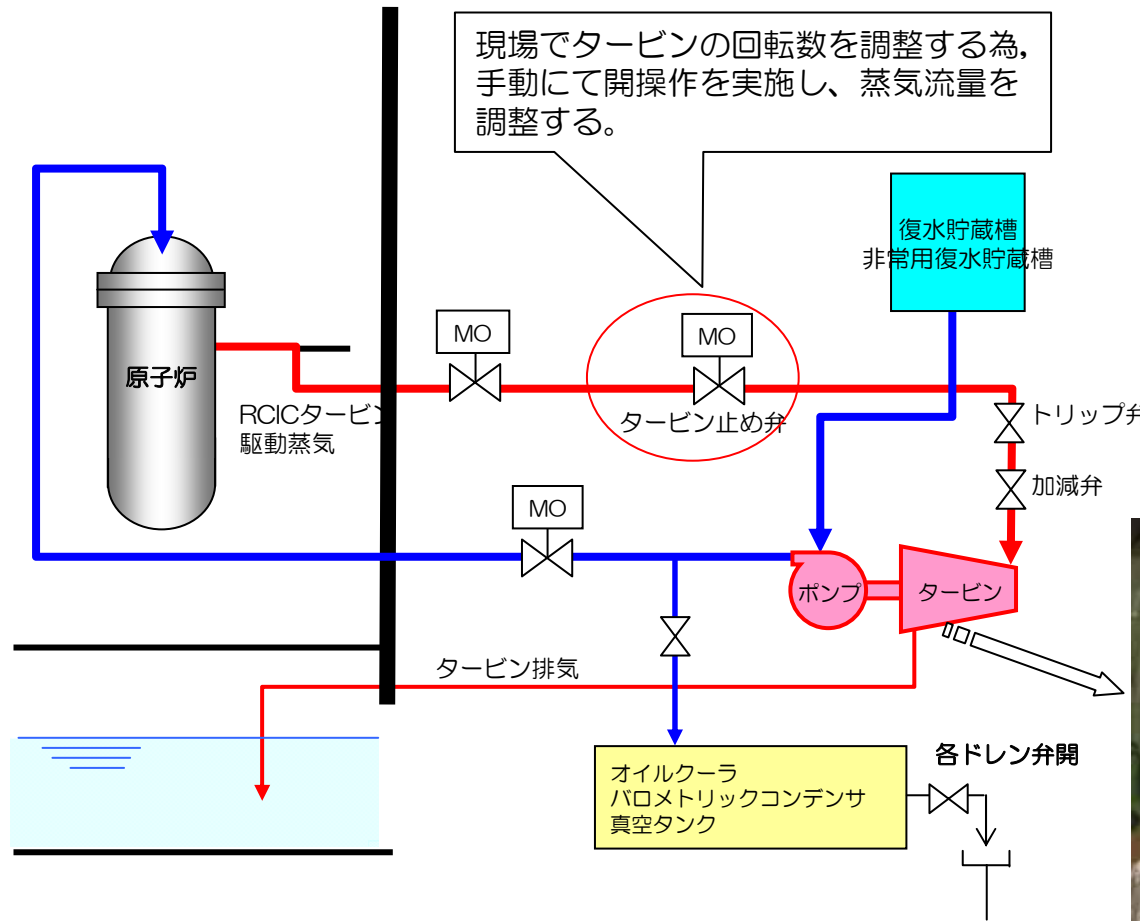
水処理建屋



・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2箇所設置
 ・取水用井戸の揚水量500m³/日/1箇所

④ 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。

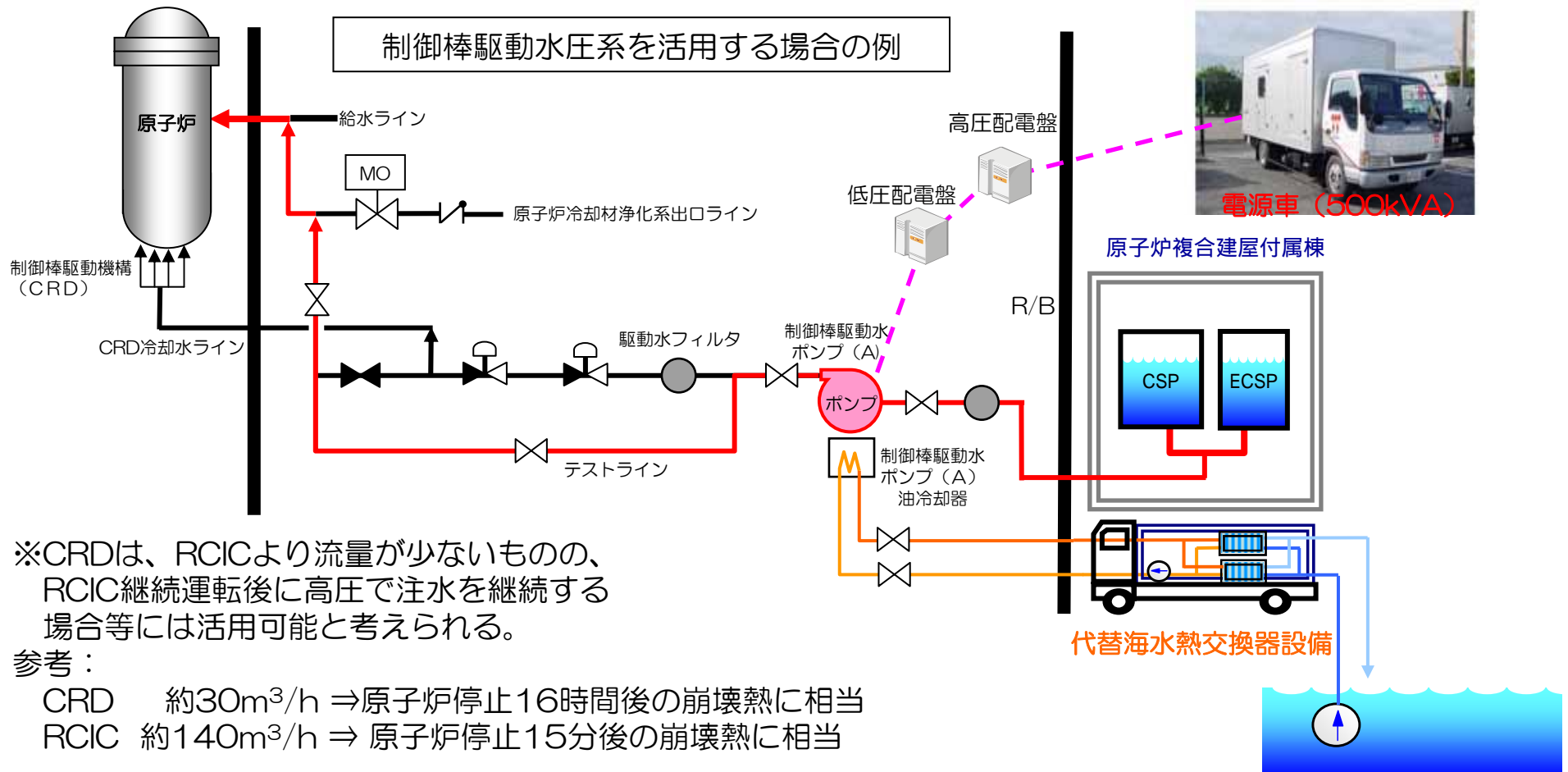


<訓練風景>



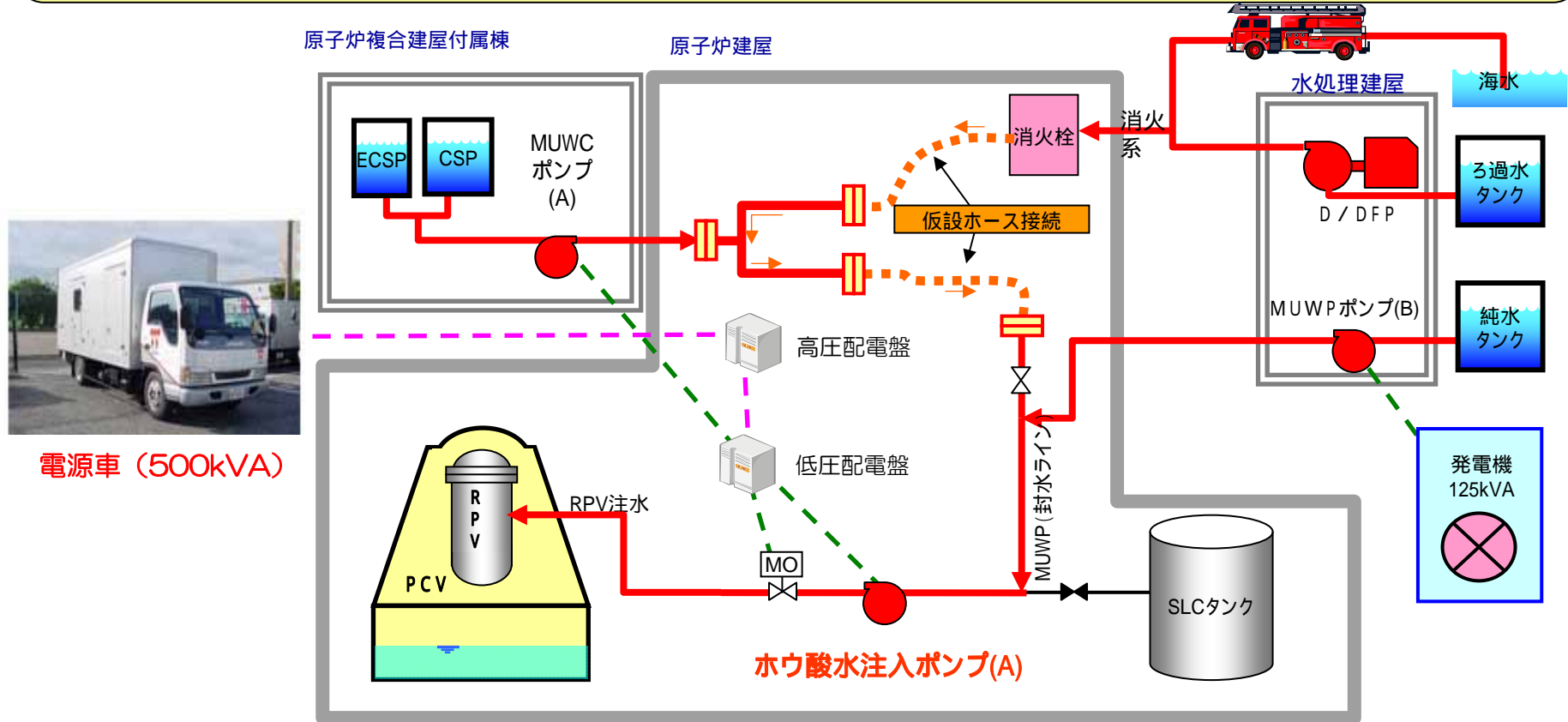
④制御棒駆動水圧系緊急活用手順の整備<高圧注水対策>

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。



④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。



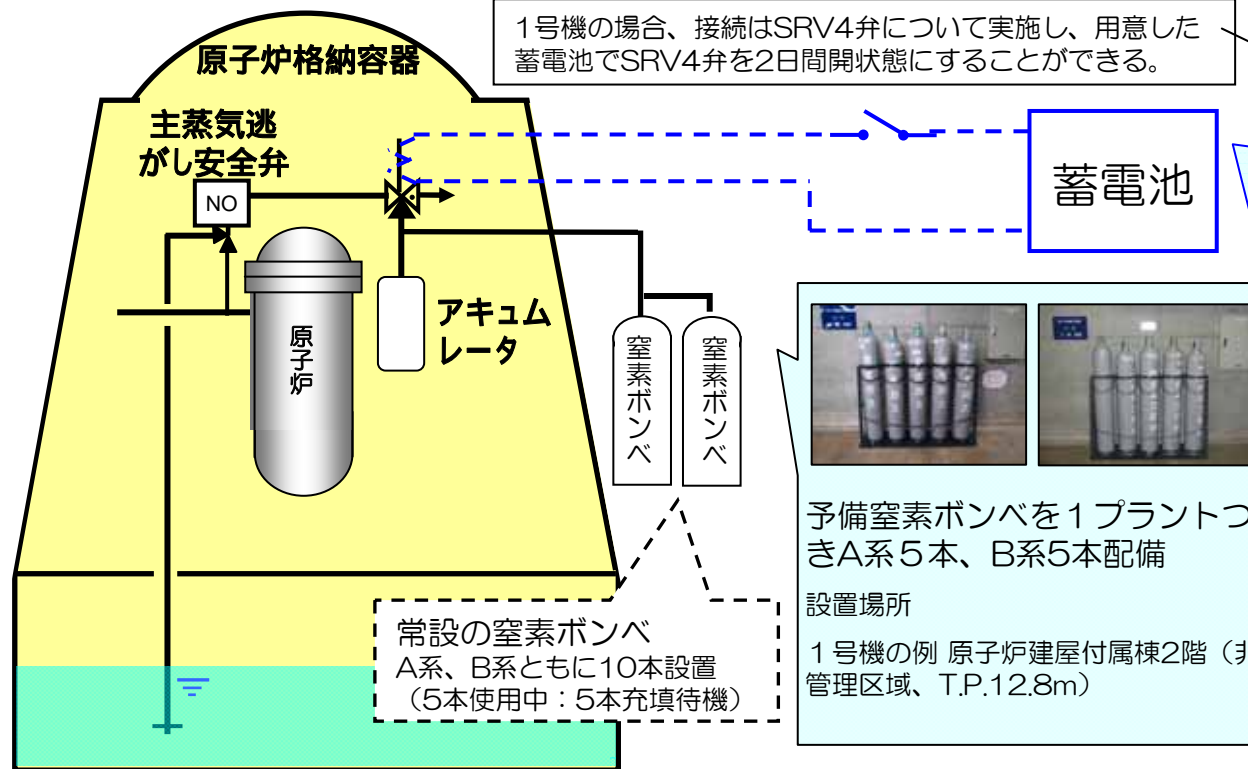
※SLCは、RCICより流量が少ないものの、RCIC継続運転後に高圧で注水を継続する場合等には活用可能と考えられる。

参考：

SLC 約10m³/h

⑤ 主蒸気逃がし安全弁操作の予備蓄電池・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A系5本、B系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）



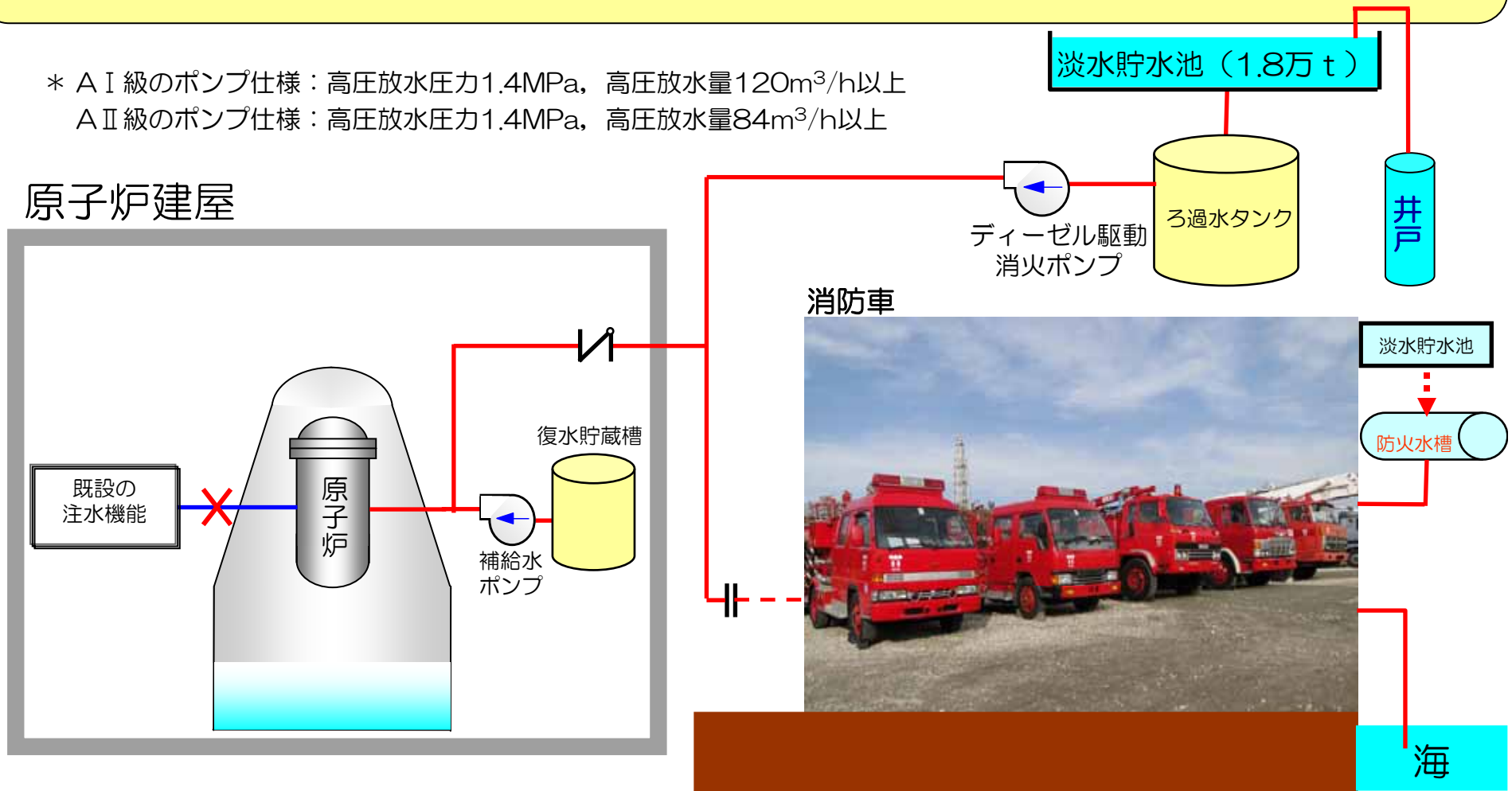
仮設操作スイッチと仮設ケーブル
(1号機の例 仮設操作スイッチ1セット、仮設ケーブル30m)

主蒸気逃がし安全弁の駆動源となる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。

⑥ 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＜低压注水対策＞

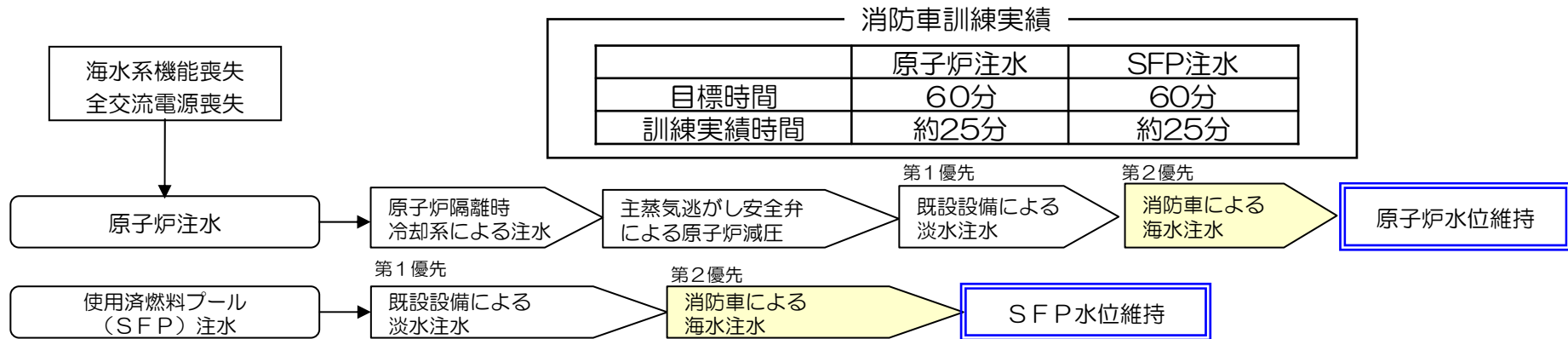
全交流電源喪失により電動の低压注水設備がすべて機能喪失しても、原子炉への注水機能を確保するため、消防車8台（AⅠ級2台，AⅡ級6台）*をT.P.約35mの高台に分散配置。消防車により建屋に設けた注水口等から注水可能。

- * AⅠ級のポンプ仕様：高圧放水圧力1.4MPa，高圧放水量120m³/h以上
- AⅡ級のポンプ仕様：高圧放水圧力1.4MPa，高圧放水量84m³/h以上



⑥ 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"> 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。 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 	<p style="text-align: center;">＜消防車による注水訓練＞</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>消防車を取水口に設置して ホース布設開始</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ホース布設</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>消防ホースの注水ライン接続</p> </div> </div>

⑦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。

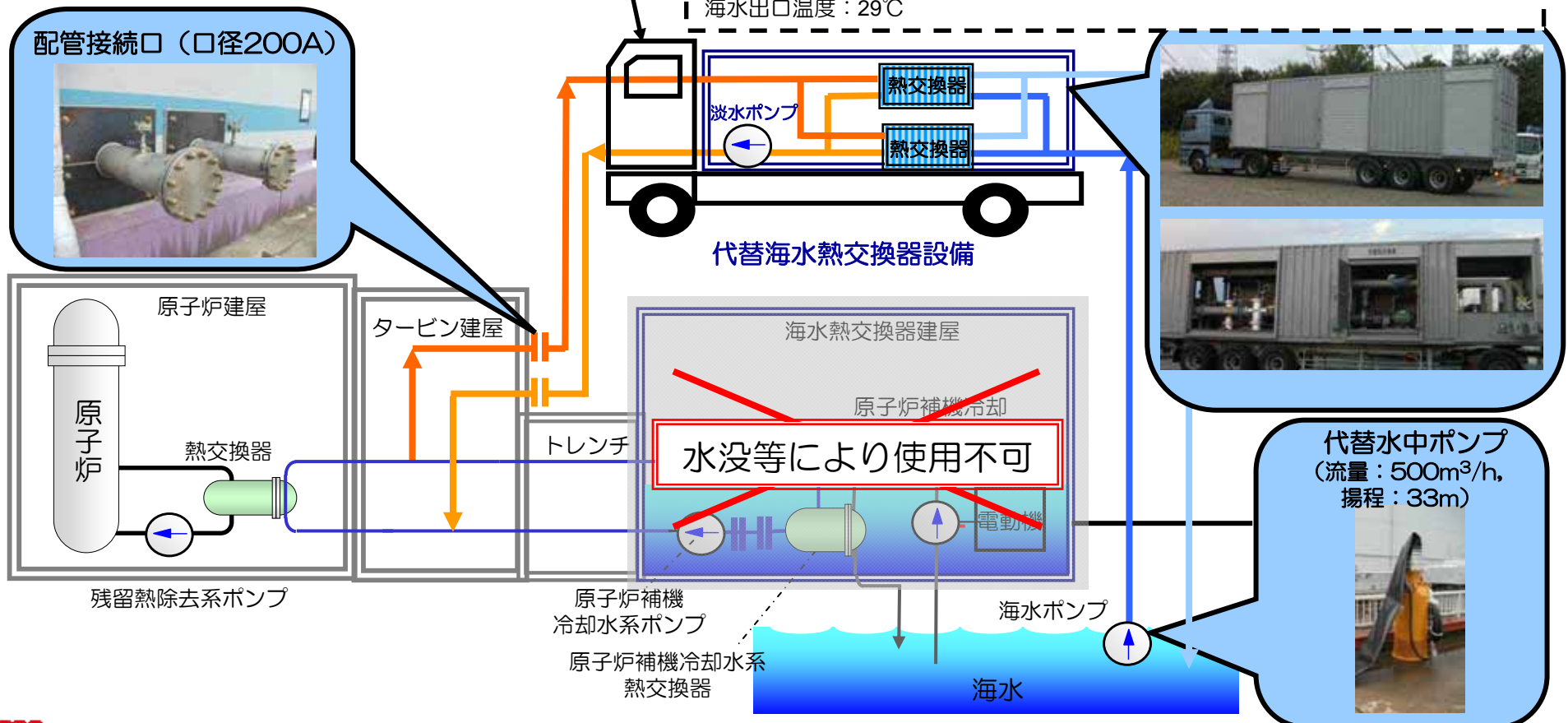
【淡水ポンプ仕様】台数：1、流量：420m³/h、揚程：40m

【熱交換器仕様】形式：プレート式、基数：2

プレート熱交換条件

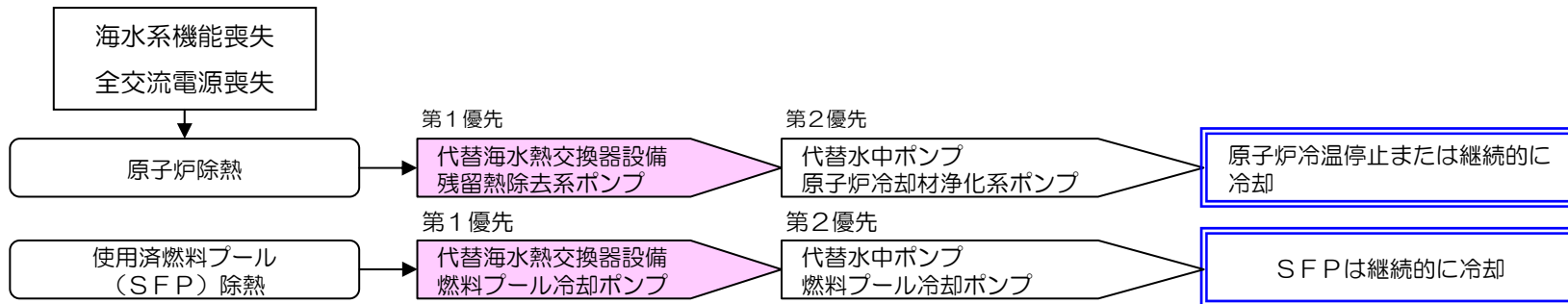
（炉停止48時間後に冷温停止。崩壊熱と雑負荷を除熱可能として設定。）

交換熱量：18.6MW、淡水流量：420m³/h、海水流量500m³/h、淡水出口温度：32℃、海水出口温度：29℃



⑦ 代替海水熱交換器設備の接続訓練 <原子炉等の冷却対策>

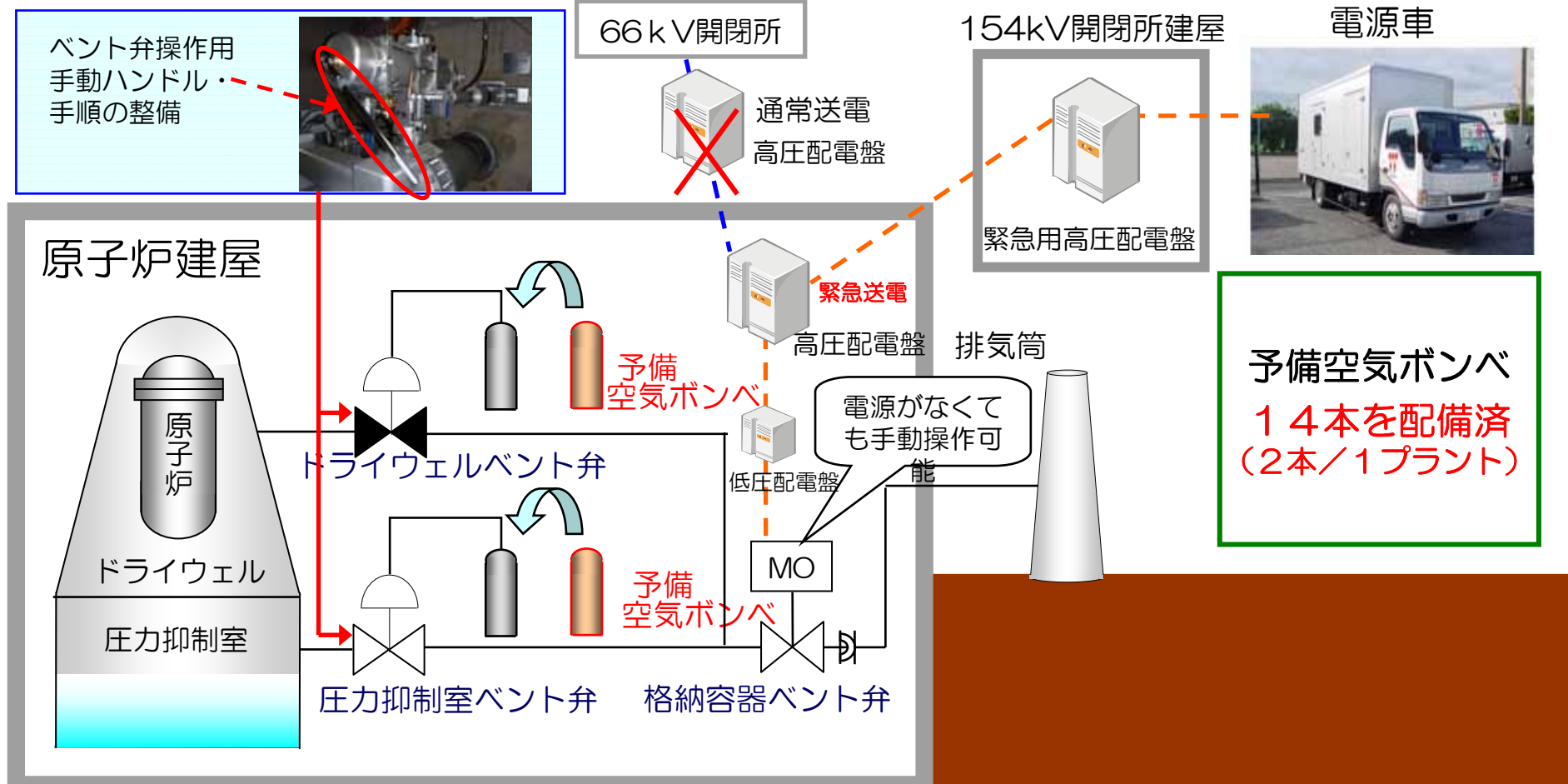
代替海水熱交換器設備、代替水中ポンプなどを用いた総合的な安全対策訓練を繰り返し、手順・体制の実効性確認と継続的改善を実施。



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"> ・代替海水熱交換器設備の電源供給 ・淡水用ホース布設、接続 他 	<p style="text-align: center;"><代替海水熱交換器設備接続訓練></p> 

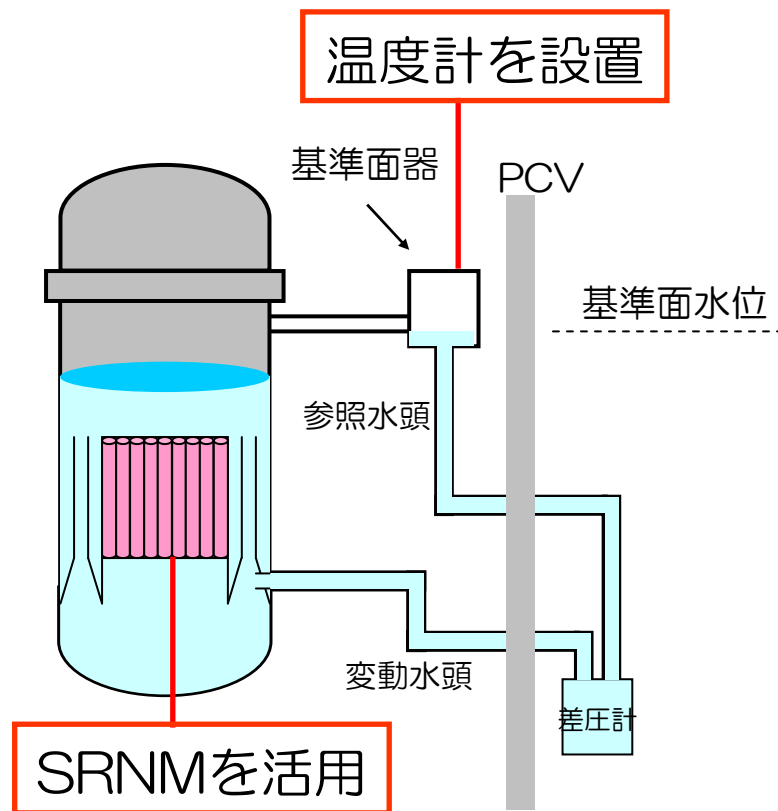
⑦ 格納容器ベントによる冷却と閉込め機能の維持＜格納容器の冷却対策＞

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にハンドルを設置。

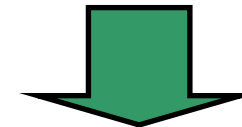


④～⑦ プラント状態監視機能強化（原子炉水位計測）

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。

⑧ 原子炉建屋トップベント設備等の設置

教訓と対策（完了済）

<フィルタベントは実施中>

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。フィルタベント装置では、格納容器内に滞留する水素も大気に放出することができるため、原子炉建屋内への水素滞留を防止することが可能。フィルタベントによる水素排出が十分に実施できない場合は、原子炉建屋トップベント等により、原子炉建屋内に漏れ出た水素の滞留による爆発を防止する。

万が一、建屋内に水素が漏れ出した際は水素検出器により検知。原子炉建屋トップベント等により水素爆発を防止

水素検出器



水素濃度指示計(中操)へ

中操で水素濃度を
確認可能

原子炉建屋トップベント

水素検出器

フィルタベント設備を設置することで
放射性物質(ヨウ素, セシウム)の
放出量を低減する。

排気筒

水素検出器

水素

水素

水素

水素

プロードアウト
パネルの開放

格納容器頂部
水張り

トップヘッドフ
ランジに水を張
り、PCV過温
破損を防止。原
子炉建屋内への
水素流出を抑制
する。

水素

原子
炉

フィルタベント
装置を用いて、
格納容器内に滞
留する水素を大
気に放出し、原
子炉建屋内への
水素滞留を防止

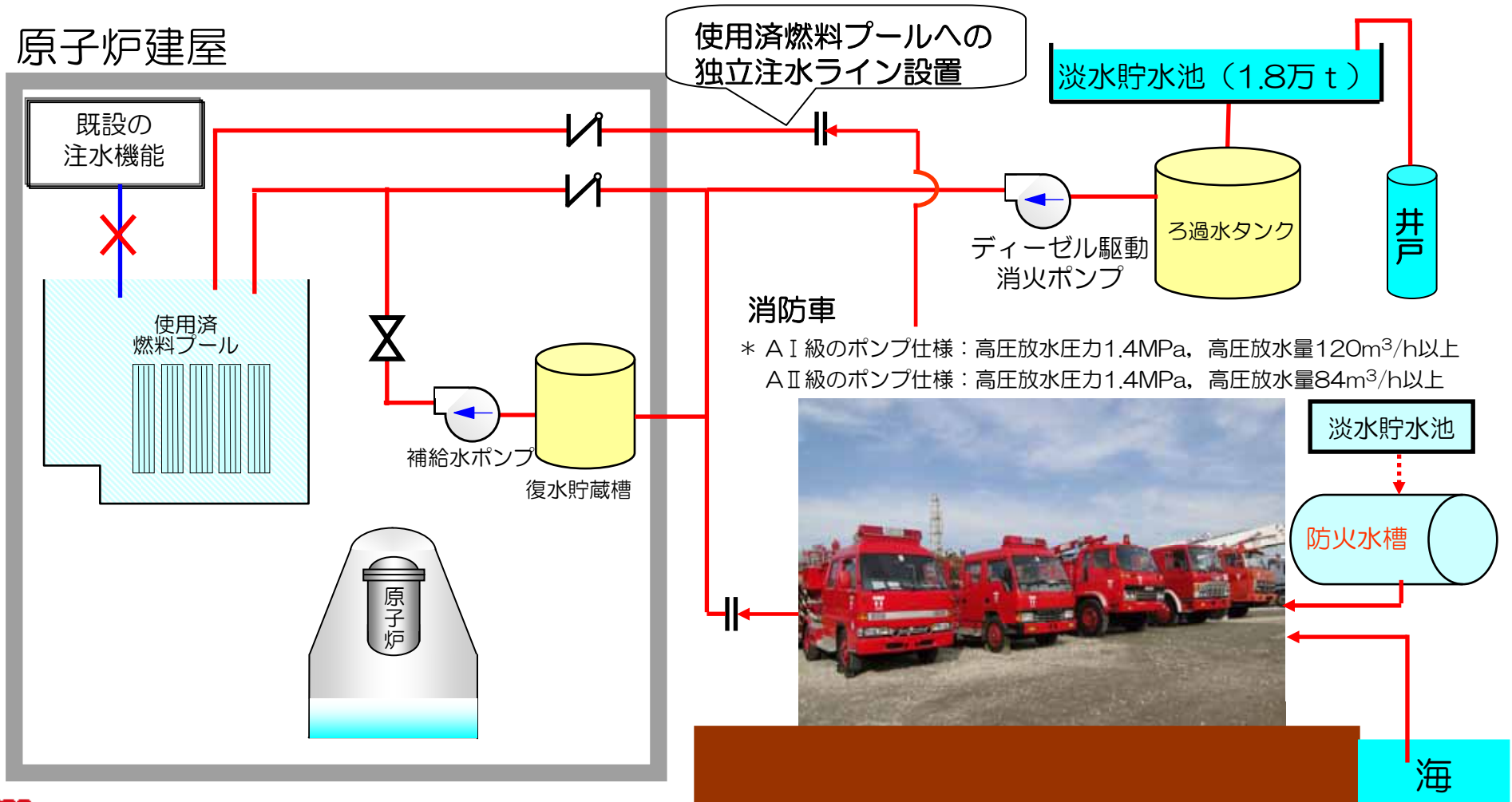
原子炉
建屋頂部から大気へ

水補給

ラプチャーディスクは取り外し、弁への交換を実施中

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消火ポンプの台数・容量を増加。

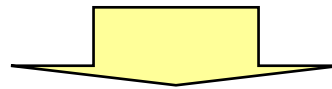


⑩ 復水補給水系配管等の耐震強化＜地震対策＞

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 S_s 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 S_s 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



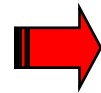
MUWC系ラインの耐震強化実施。基準地震動 S_s に対して実働性確保することにより低圧注水の信頼性を向上

- ・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】

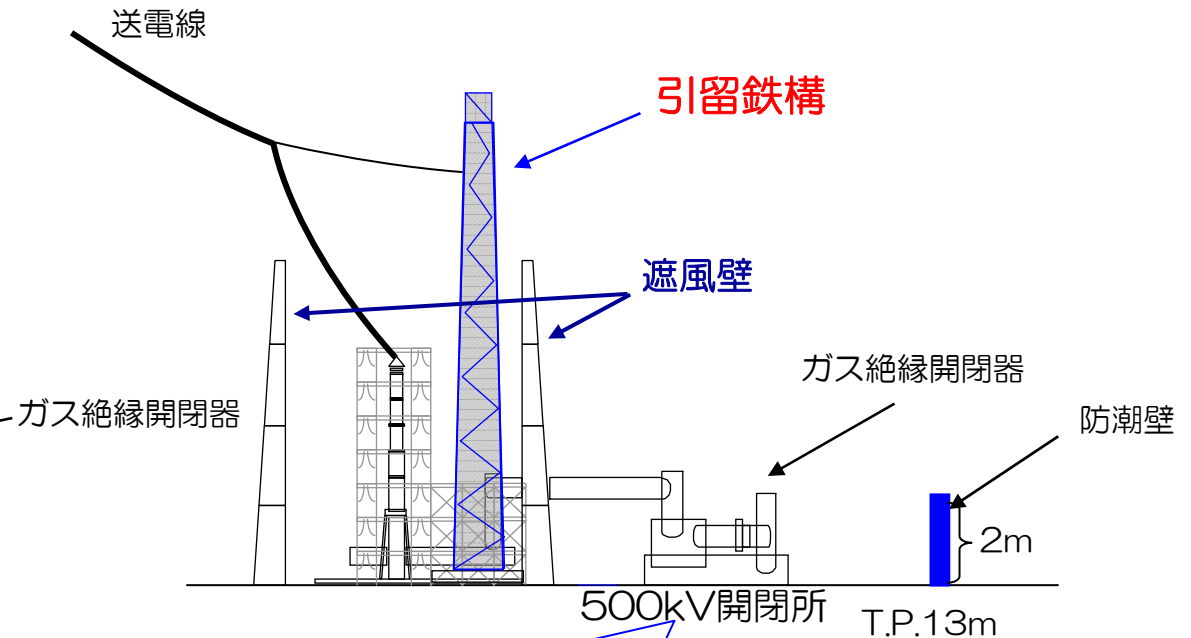
【耐震条件】

耐震強化工事用地震動 $S1000$ （基準地震動 S_s と新潟県中越沖地震増幅波1.5NCOの包絡）に対し余裕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。

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

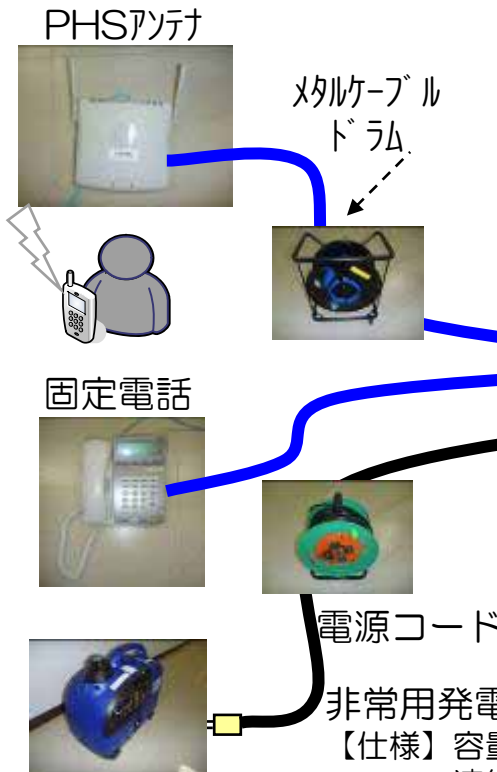
工期：平成24年7月～平成25年12月（予定）

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）

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

通信機器
(可搬型)

光コードドラム



光ケーブル
配線盤

＜可搬型PHS使用訓練風景＞



⑪ プラント状態監視機能強化＜その他の視点対策＞

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。

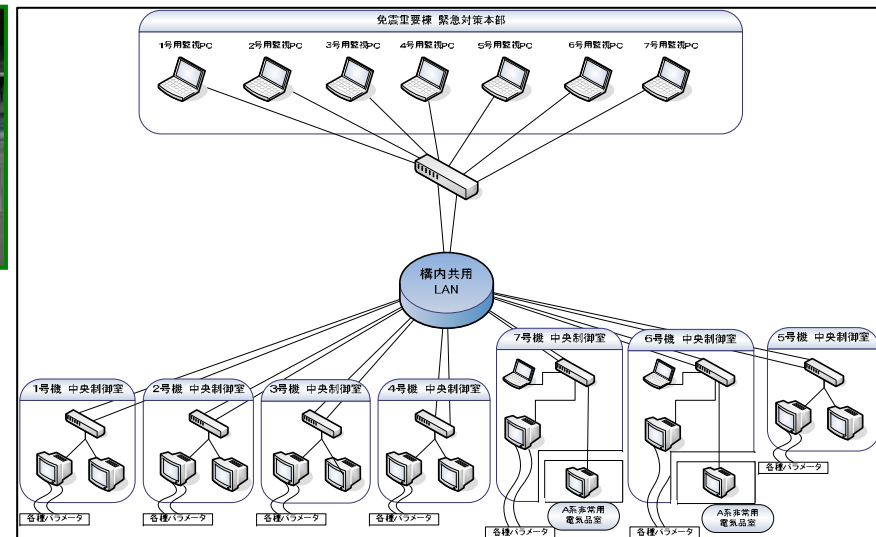
- ・ デジタルレコーダ×14台
- ・ 監視用PC×7台
- ・ 仮設信号用ケーブル式

- ◎ 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

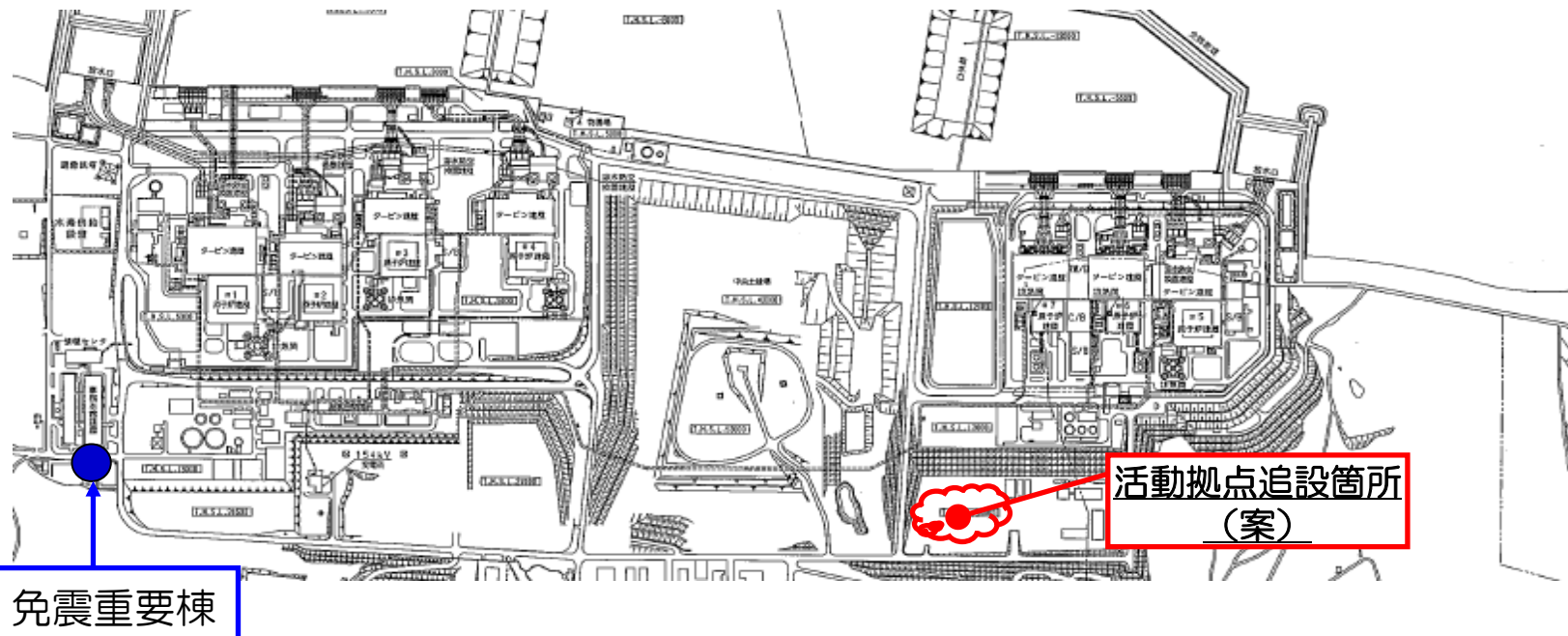


⑪ 活動拠点の増強＜その他の視点对策＞

1 F 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）



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：7回 延べ約1,420人参加
- ・個別訓練：延べ282回実施(H24.10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「列力」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

H24.11末現在	
大型免許	：48名
大型特殊免許	：21名
大型けん引免許	：18名

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＞

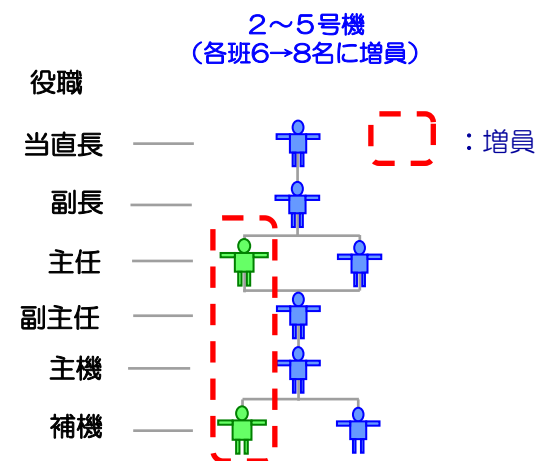
教訓と対策（実施中）

教訓と対策（完了済）

- 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→649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

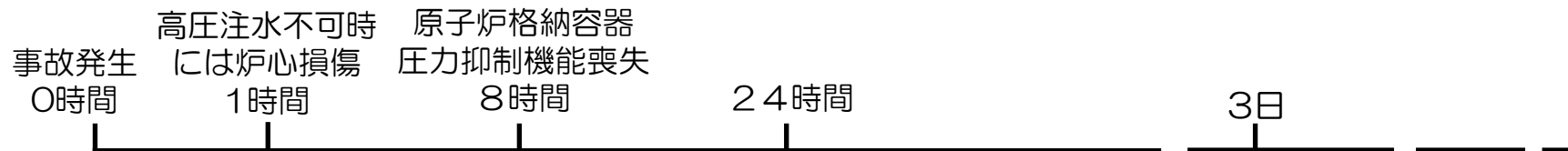
福島事故の教訓から、事故発生直後に実効性のある対応を行うことが重要であり、事故の事象進展に対応できる初動現場対応体制を確保することが必要



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

宿直者以外の
要員参集
 緊急時対策要員を増員
 (324名→649名)

外部支援の
受入

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＞

- 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。

緊急時対策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・メーカー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カ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・メーカーと覚書を締結。
- ・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）

原子カレスキュー隊

- ・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月より福島第二、柏崎刈羽原子力発電所の社員6名の訓練を開始。



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＞

- 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、関係機関と結ぶ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

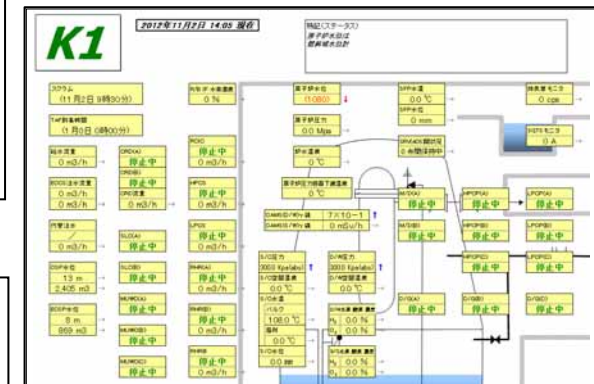
- ・中央制御室に緊急用照明に加え、仮設照明、蓄電池等の資機材を配備
- ・中央制御室の通信設備増強（無線設備、衛星携帯用アンテナ設置）
- ・衛星携帯電話の増強

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、関係機関と結ぶ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 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）

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)

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



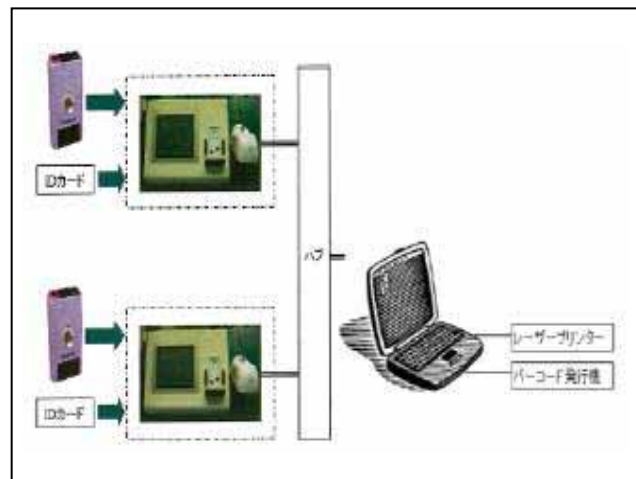
モニタリングポスト
電源バックアップ用発電機



モニタリングカー
1→3台



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

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＞

- 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



簡易WBC 2台

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

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9,400名実施 (H24.11末時点)



放射線測定要員教育（約9400名）

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
③水源対策	貯水池、井戸、各種手順 等		
④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
⑤減圧対策	予備蓄電池、予備ポンプ、空気圧縮機配備 等		
⑥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
⑦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		
⑧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		
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その他の視点对策	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
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
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	
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）
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	
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	
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]