

# 実行計画の取組み状況および 指摘事項への取組みについて

平成23年4月25日

日本原子力発電株式会社

# 目次

## 1. 実行計画の取組み状況

- (1) 事象の流れと必要な対策
- (2) 緊急対策の実施状況

## 2. 指摘事項に対する対応

- (1) 前回委員会等における指摘事項に対する対応
- (2) 取組状況の説明

## 3. 今後、実施すべき追加対策

## 4. まとめ

参考：国からの指示文書に対する対応状況(紹介)

1 ~ 4

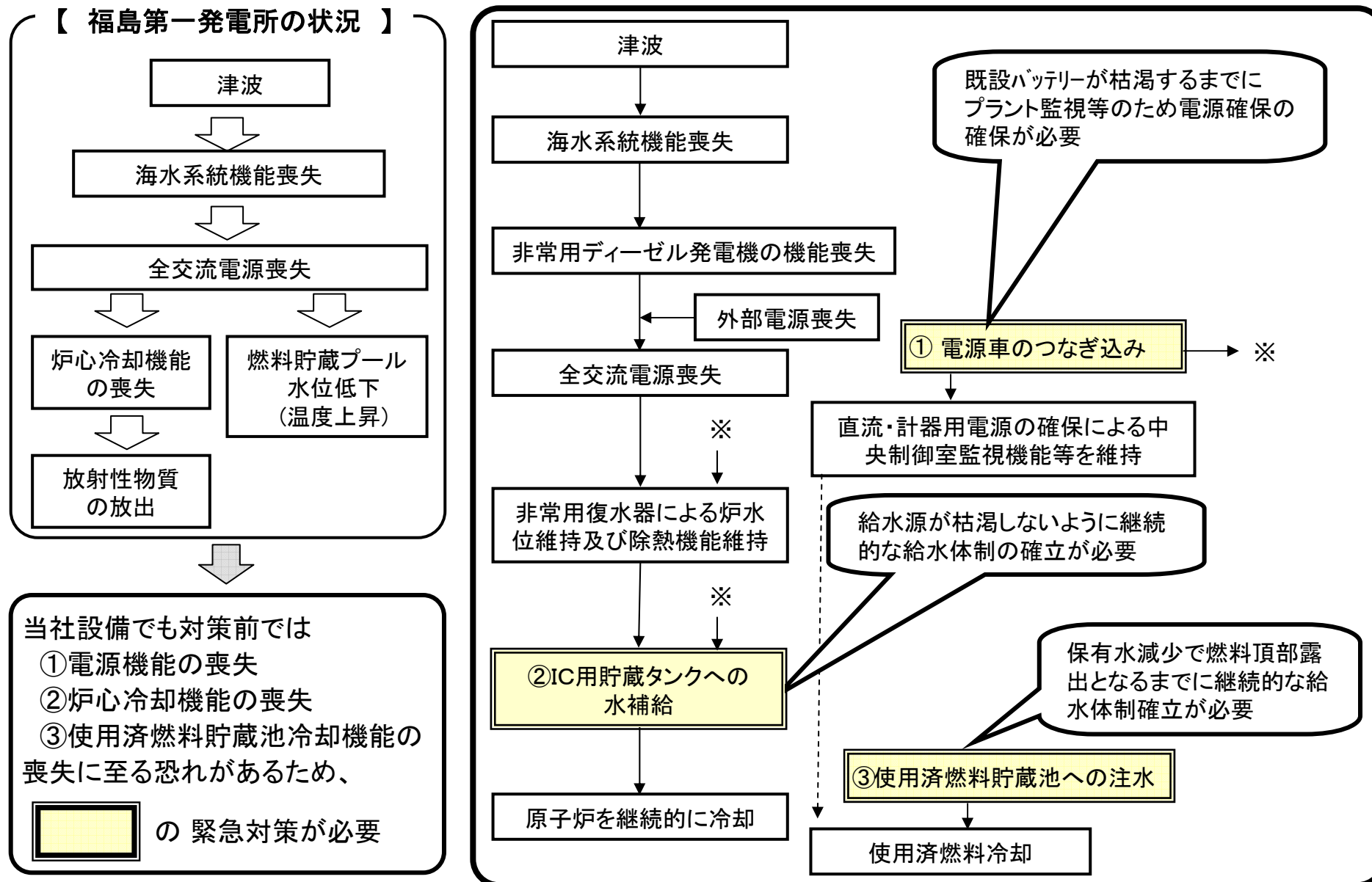
5 ~ 23

24 ~ 36

37

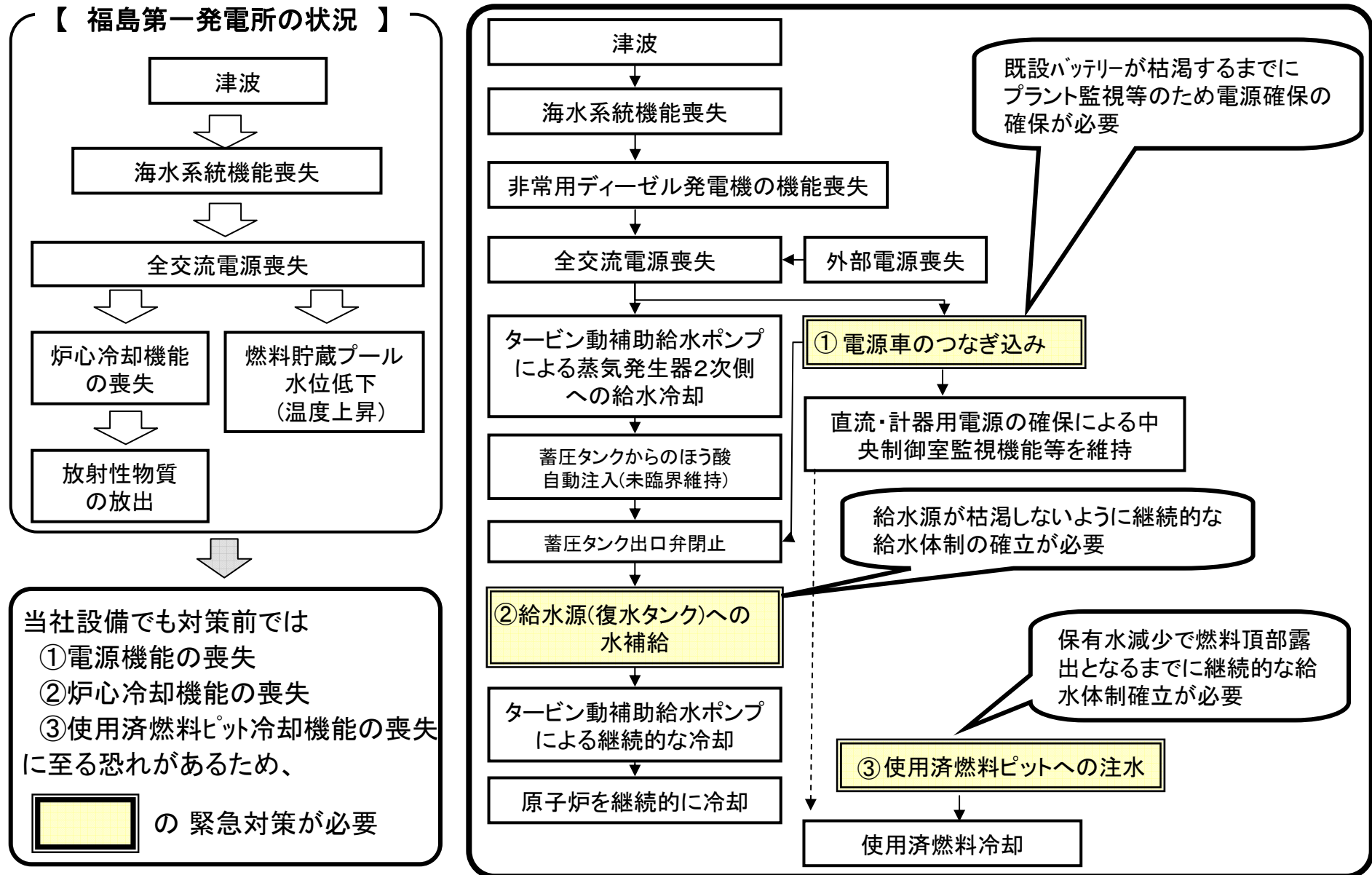
参考1~3

# 1. 実行計画の取組み状況 (1) 事象の流れと必要な対策(敦賀1号機)



3つの機能を確保するため設備面、運用面の緊急対策を完了。また、応急対策も取組中。

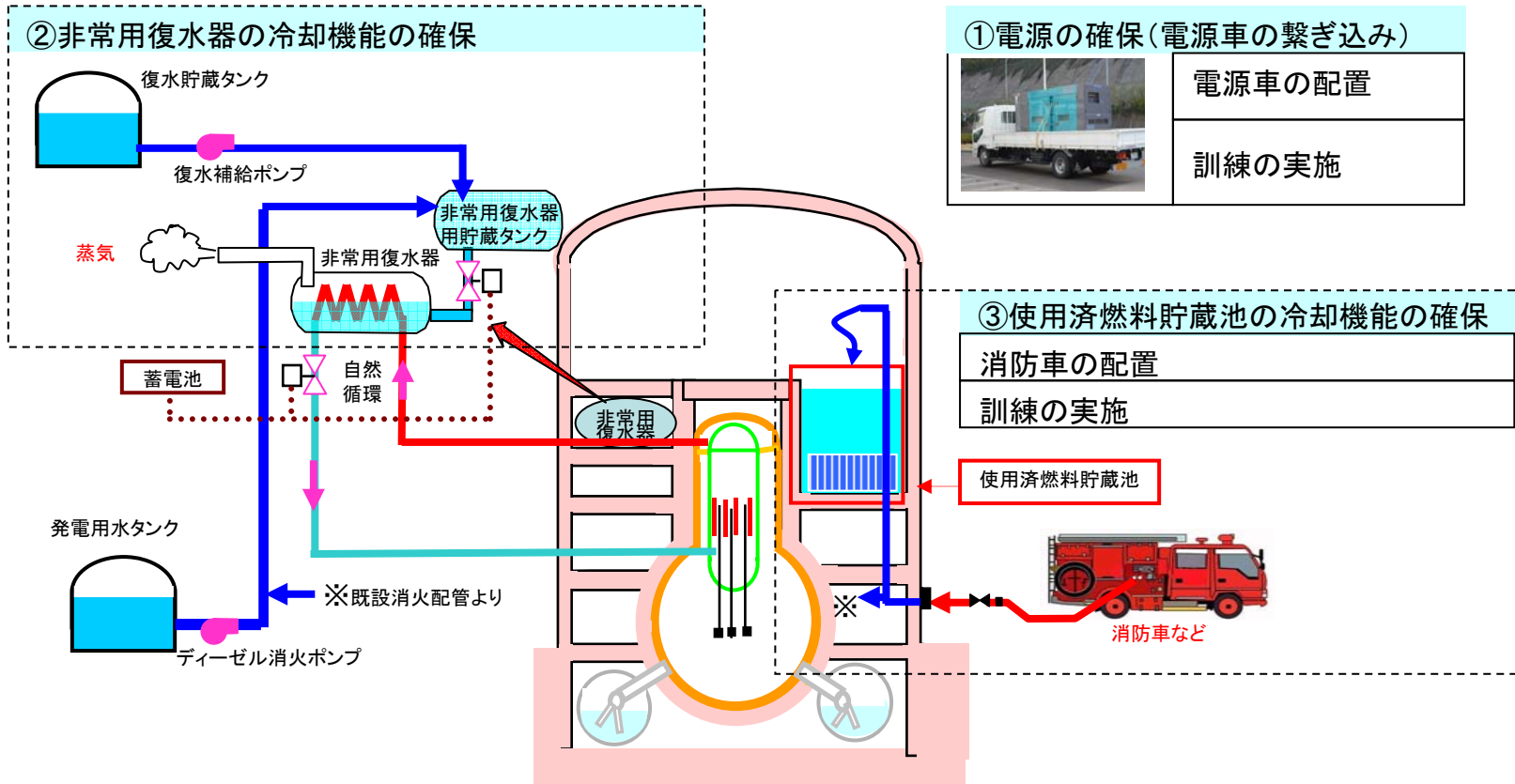
# 1. 実行計画の取組み状況 (1) 事象の流れと必要な対策(敦賀2号機)



3つの機能を確保するため設備面、運用面の緊急対策を完了。また、応急対策も取組中。

## (2) 緊急対策の実施状況(敦賀1号機)

凡例：緊急対策：実施済（一部今定期検査中に実施）



**②非常用復水器の冷却機能の確保**

復水貯蔵タンク  
復水補給ポンプ  
蒸気  
非常用復水器  
非常用復水器用貯蔵タンク  
蓄電池  
自然循環  
発電用水タンク  
ディーゼル消火ポンプ  
※既設消火配管より

**①電源の確保(電源車の繋ぎ込み)**

電源車の配置  
訓練の実施

**③使用済燃料貯蔵池の冷却機能の確保**

消防車の配置  
訓練の実施

使用済燃料貯蔵池  
消防車など

**④定期検査における特別点検**

ECCS系の健全性確認  
使用済燃料貯蔵池冷却水ポンプの分解点検

**⑤安全上重要な設備機能維持のための対策**

既存扉の隙間へのシール施工等

**⑥運用面での対策**

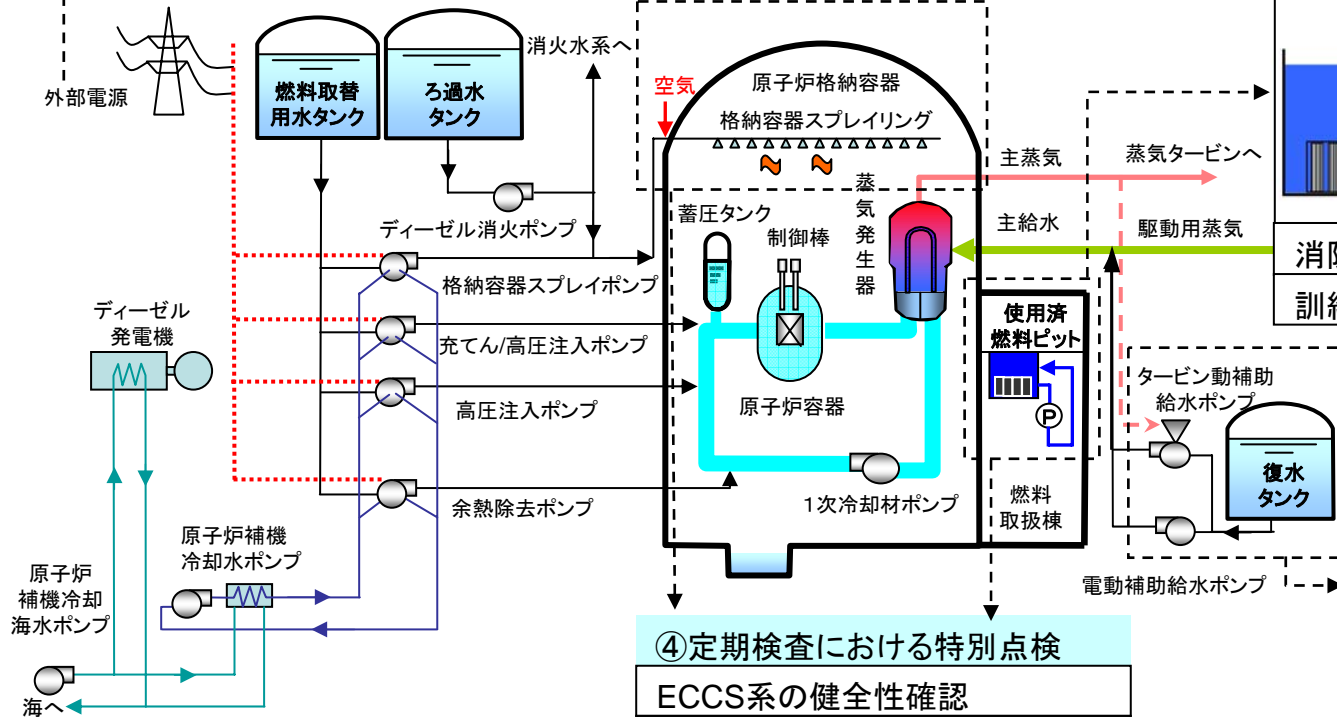
訓練の実施  
緊急対応体制の確立  
福井県の皆様への情報発信

## (2) 緊急対策の実施状況(敦賀2号機)

凡例: 緊急対策: 実施済(一部次回定期検査中に実施)

### ①電源の確保(電源車の繋ぎ込み)

	電源車の配置
	訓練の実施



### ⑥運用面での対策

訓練の実施
緊急対応体制の確立
福井県の皆様への情報発信

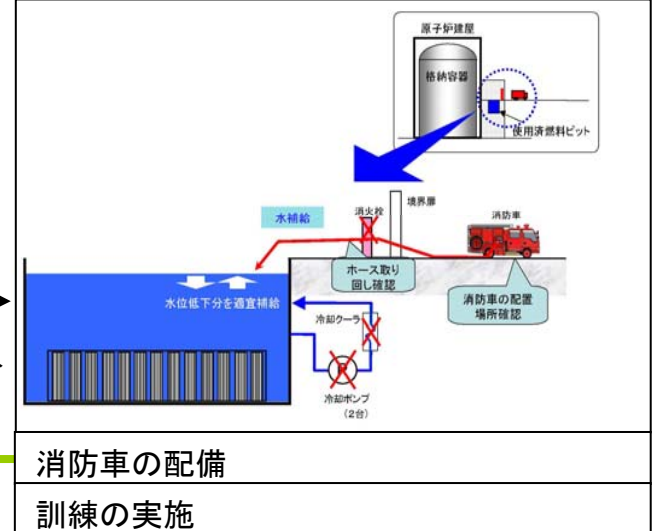
### ④定期検査における特別点検

ECCS系の健全性確認
使用済燃料ピットポンプ分解点検

### ⑤安全上重要な設備機能維持のための対策

既存扉の隙間へのシール施工等
----------------

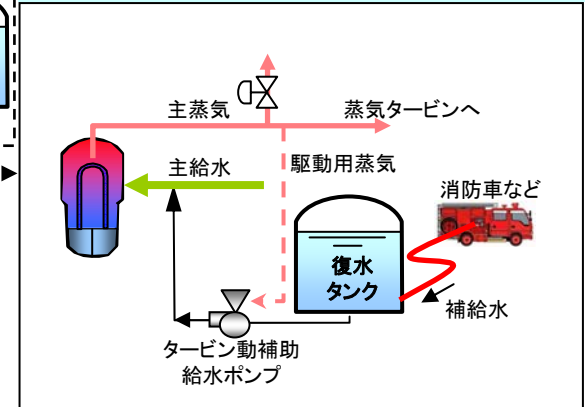
### ③使用済燃料ピットの冷却機能の確保



### 消防車の配備

### 訓練の実施

### ②炉心冷却機能の確保



### 消防車の配備

### 訓練の実施

2.指摘事項に対する対応  
 (1) 前回委員会等における指摘事項に対する対応

No.	指摘項目			
1	電源車の容量は必要十分か	6	第2回委員会	
2	電源車の運転継続時間は	7	第2回委員会	
3	タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気で、安定的に給水できるのか	8	第2回委員会	
4	タービン動補助給水ポンプの水源(復水タンクなど)の容量(敦1の場合、非常用復水器)	9	10	第2回委員会
5	消防ポンプへの燃料補給方法は	11	第2回委員会	
6	電源車、タンクローリ、消防ポンプおよび瓦礫を除去するタイヤシャベルの保管方法は (敦賀はホイールローダ車)	12	13	第2回委員会
7	燃料取扱建屋の耐震バックチェックにおける評価は	14	15	第2回委員会
8	地震・津波時における淡水タンク等の健全性は	16	17	第2回委員会
9	受電設備、変圧器、変電所他の地震・津波対策は	18	第2回委員会	
10	津波評価の検討状況は	19	~ 21	第2回委員会
11	緊急時対策所の津波に対する対応は	22	第2回委員会	
12	発電所における総合訓練の実施や、複数ユニット同時対応訓練など、シナリオの充実を図っては	23	第2回委員会	

## (2) 取組状況の説明

## 電源の確保について

### ご意見 1: 電源車の容量は必要十分か

#### 1. 資機材の確保

(1) 電源車: 必要な容量以上の電源車を準備

○ 給電対象

◇ 1号機

- ・蓄電池
  - ・復水補給ポンプ
  - ・計装電源、中央制御室照明
- = 約144kVA

◇ 2号機

- ・蓄電池
  - ・蓄圧タンク出口弁
  - ・計装電源、中央制御室照明
- = 約628kVA

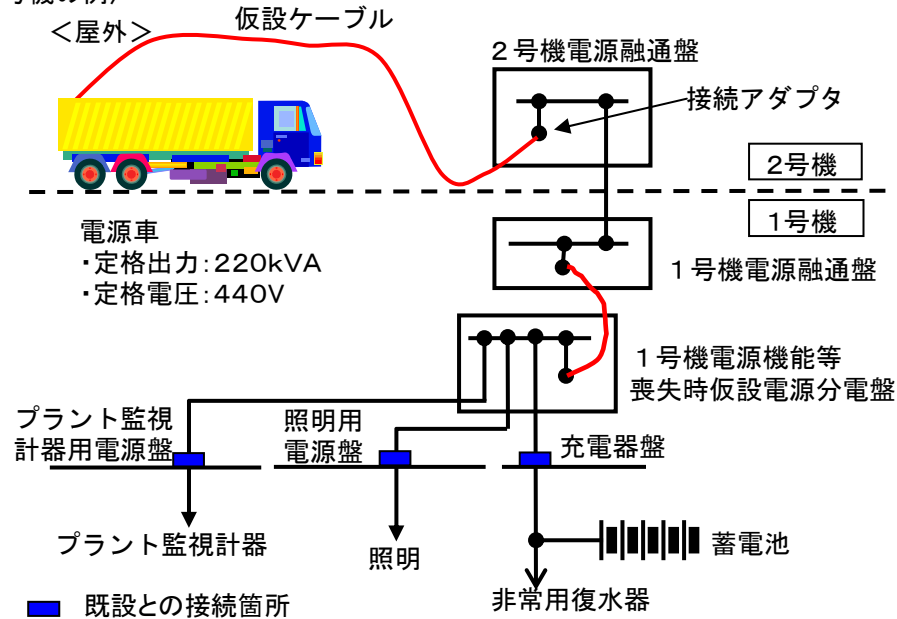
○ 必要な容量

◇ 1号機: 約144kVA < 220kVA

◇ 2号機: 約628 < 1020kVA  
(220kVA + 800kVA)

	1号機	2号機
電源車容量	220kVA	220kVA / 800kVA
必要電源容量	約144kVA	約161kVA / 約467kVA

〈1号機の例〉



電源車を接続すれば、中央制御室でのプラント監視等は継続的に実施可能。



# 電源車の連続運転時間

## ご意見 2: 電源車の運転継続時間は

電源車燃料が空にならないように、燃料が補給できることを訓練で確認した。

電源車燃料タンク容量・燃費

- ・800kVA: 490L (170L/h)
- ・220kVA: 380L (55L/h)

電源車燃料タンク満タンで  
約3時間連続運転可能

電源車には約30分で給油



タンク容量 約26日分※

※優先的に使用する2号機補助ボイラ燃料貯蔵タンクに保有する軽油(通常保有量下端約200kLで算出)で電源車(800 kVA 1台・220 kVA 2台)、消防自動車(2台)を連続使用した場合の容量



電源車までの  
補給時間約30分以下

消防自動車までの  
補給時間約15分以下

### 消防自動車への燃料補給

消防自動車燃料タンク容量・燃費  
・70L (20L/h)

消防自動車燃料タンク満タンで  
約3時間連続運転可能

消防自動車には約15分で給油



ポンプ

ドラム缶

# 炉心冷却機能の確保

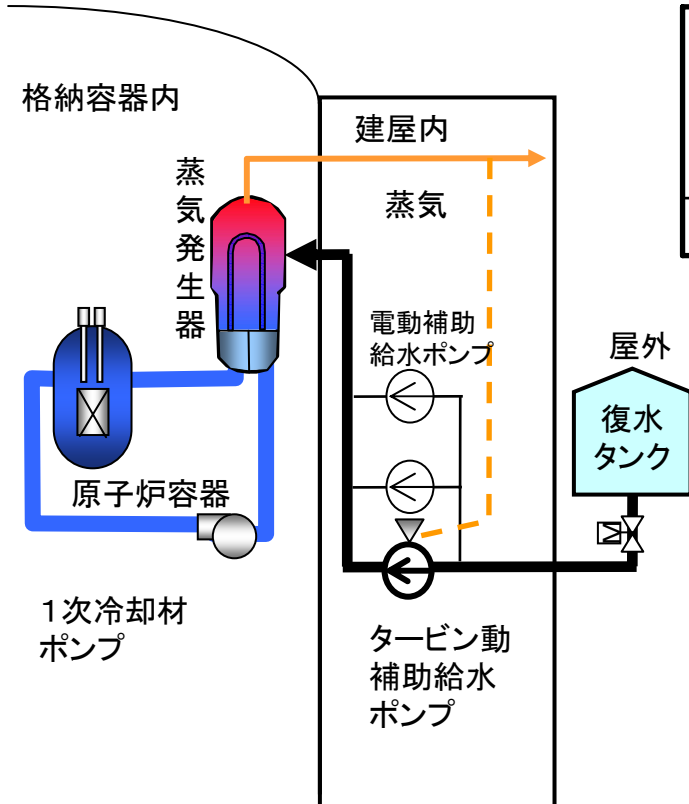
**ご意見 3 :タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気で、安定的に給水できるのか**

タービン動補助給水ポンプの性能(原子炉停止直後)

プラント	台数	定格性能		炉心冷却に必要な給水流量 原子炉停止直後 (m <sup>3</sup> /h)	高温停止状態継続に必要な流量 (m <sup>3</sup> /h)
		揚程 (m)	流量 (m <sup>3</sup> /h)		
敦賀2号機	1	950	250	約96	約22

駆動蒸気圧が小さい時の性能

プラント	駆動蒸気圧力 (MPa)	揚程 (m)	流量 (m <sup>3</sup> /h)
敦賀2号機	0.3	約100	約25

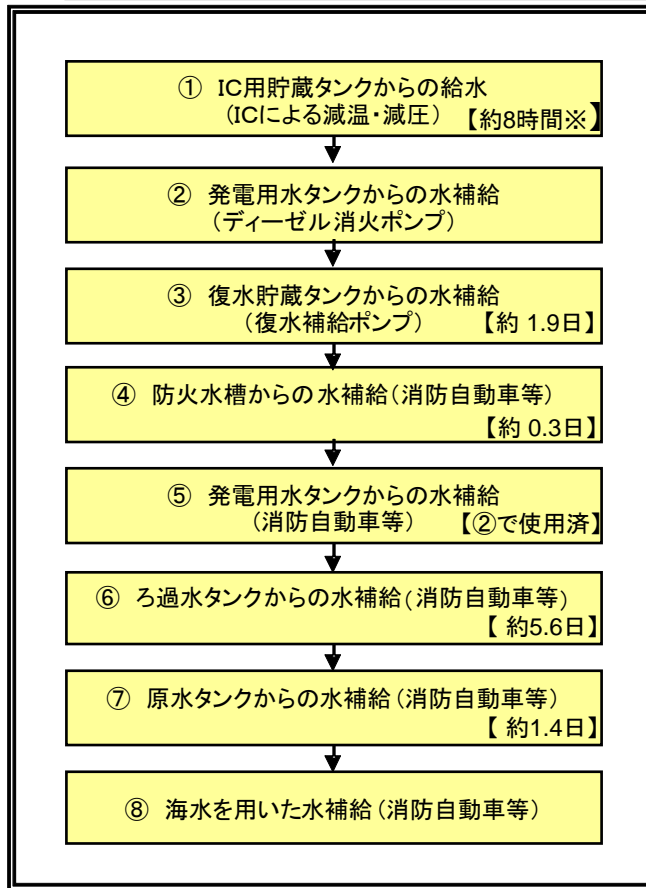


運転中は、定期試験として毎月1回  
起動試験を実施  
定期検査時の原子炉起動時に  
起動試験を実施

タービン動補助給水ポンプは、蒸気発生器に水を供給し続ける機能を有し、原子炉を冷却するのに必要な水を給水する機能を有する。

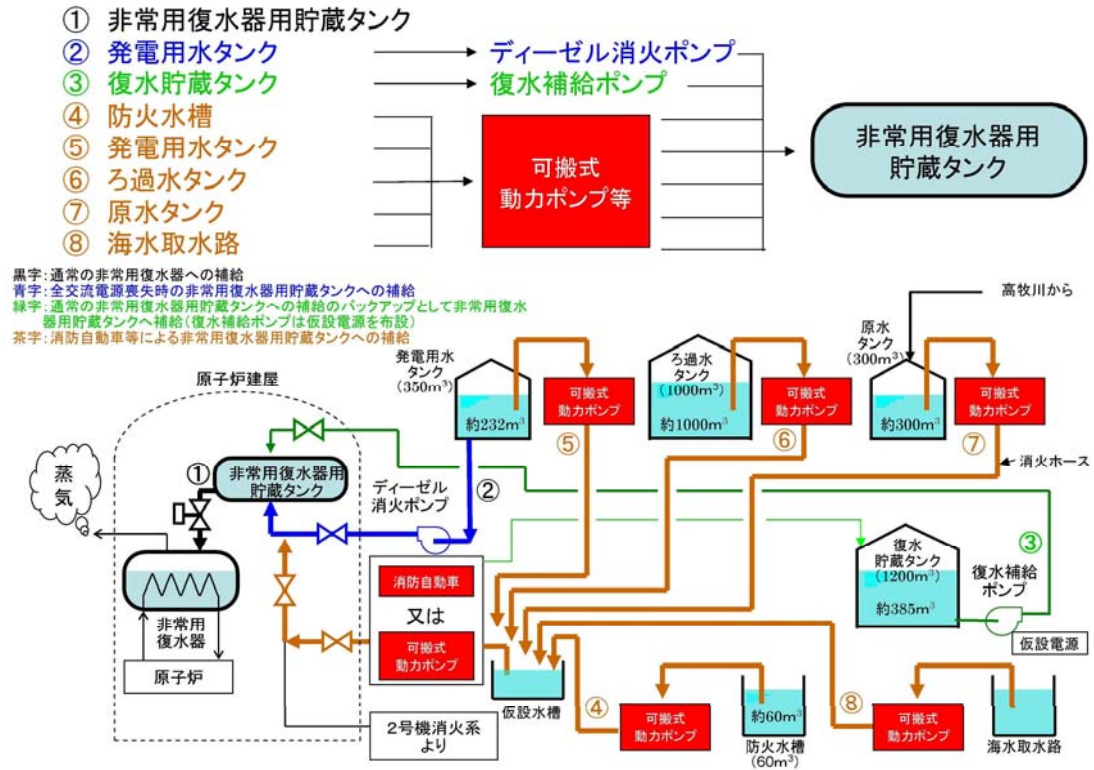
# 炉心冷却機能の確保(1号機)

## ご意見 4: 非常用復水器用貯蔵タンクの水源の容量は



※発電用水タンクからの補給を含む時間

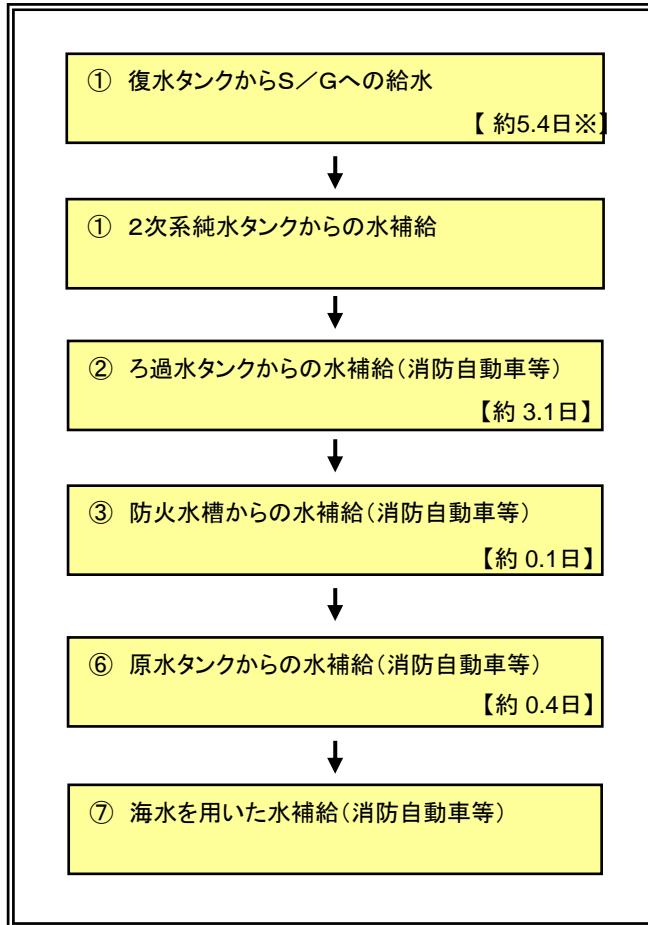
給水可能時間: 約9.5日



発電所内で保有しているタンクの淡水で9.5日間の給水が可能であり、その後、海水で継続冷却

# 炉心冷却機能の確保(2号機)

ご意見 4:タービン動補助給水ポンプの水源(復水タンクなど)の容量は

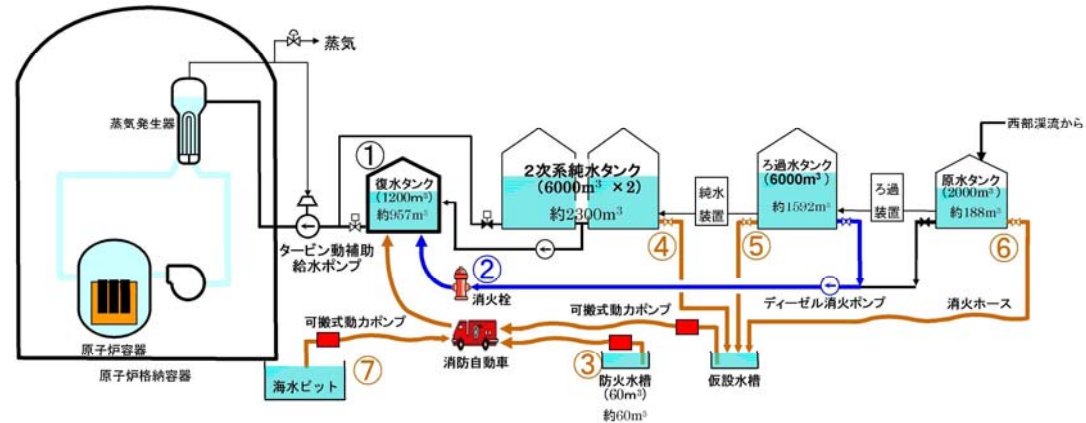


※2次系純水タンクからの供給を含む時間

給水可能時間:約9日

- ①手段1 復水タンク (2次系純水タンクからの供給を含む)
- ②手段2 ろ過水タンク
- ③手段3 防火水槽
- ④手段4 2次系純水タンク
- ⑤手段5 ろ過水タンク
- ⑥手段6 原水タンク
- ⑦手段7 海水ピット

黒字:通常の水源地  
 青字:全交流電源喪失時の復水タンクへの補給  
 茶字:消防自動車等による復水タンクへの補給



発電所内で保有しているタンクの淡水で9日間の給水が可能であり、その後、海水で継続冷却

# 電源車の連続運転時間

**ご意見 5: 消防ポンプへの燃料補給方法は**

電源車燃料が空にならないように、燃料が補給できることを訓練で確認した。

電源車燃料タンク容量・燃費  
 ・800kVA: 490L (170L/h)  
 ・220kVA: 380L (55L/h)

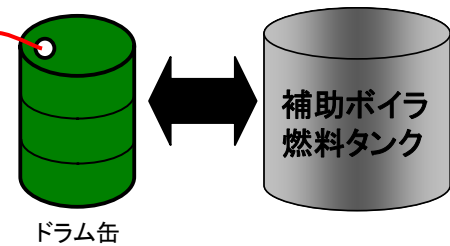


電源車燃料タンク満タンで  
約3時間連続運転可能

電源車には約30分で給油

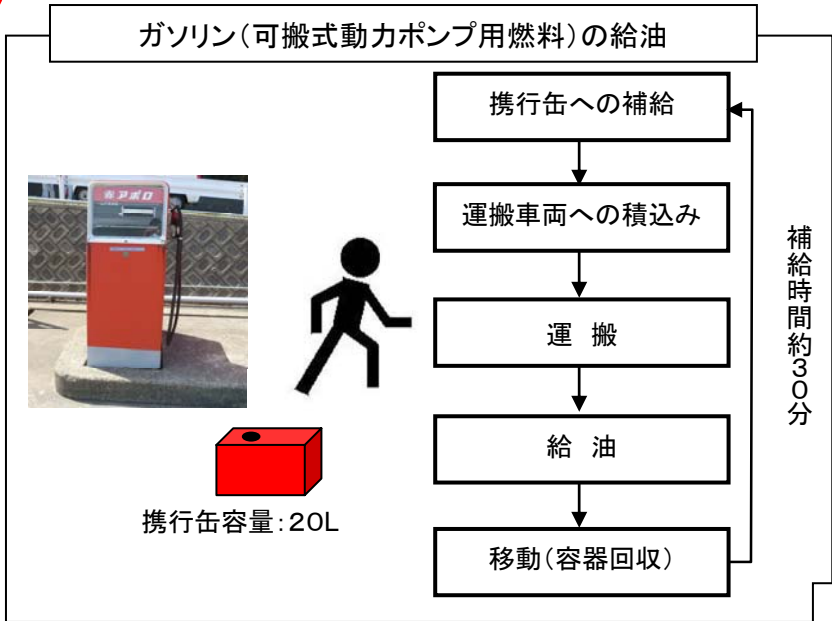
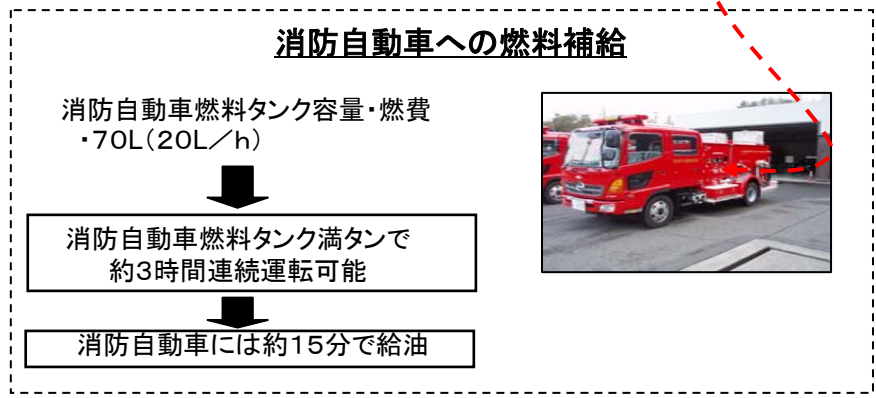
タンク容量 約26日分※

※優先的に使用する2号機補助ボイラ燃料貯蔵タンクに保有する軽油(通常保有量下端約200kLで算出)で電源車(800 kVA 1台・220 kVA 2台)、消防自動車(2台)を連続使用した場合の容量



電源車までの  
補給時間約30分以下

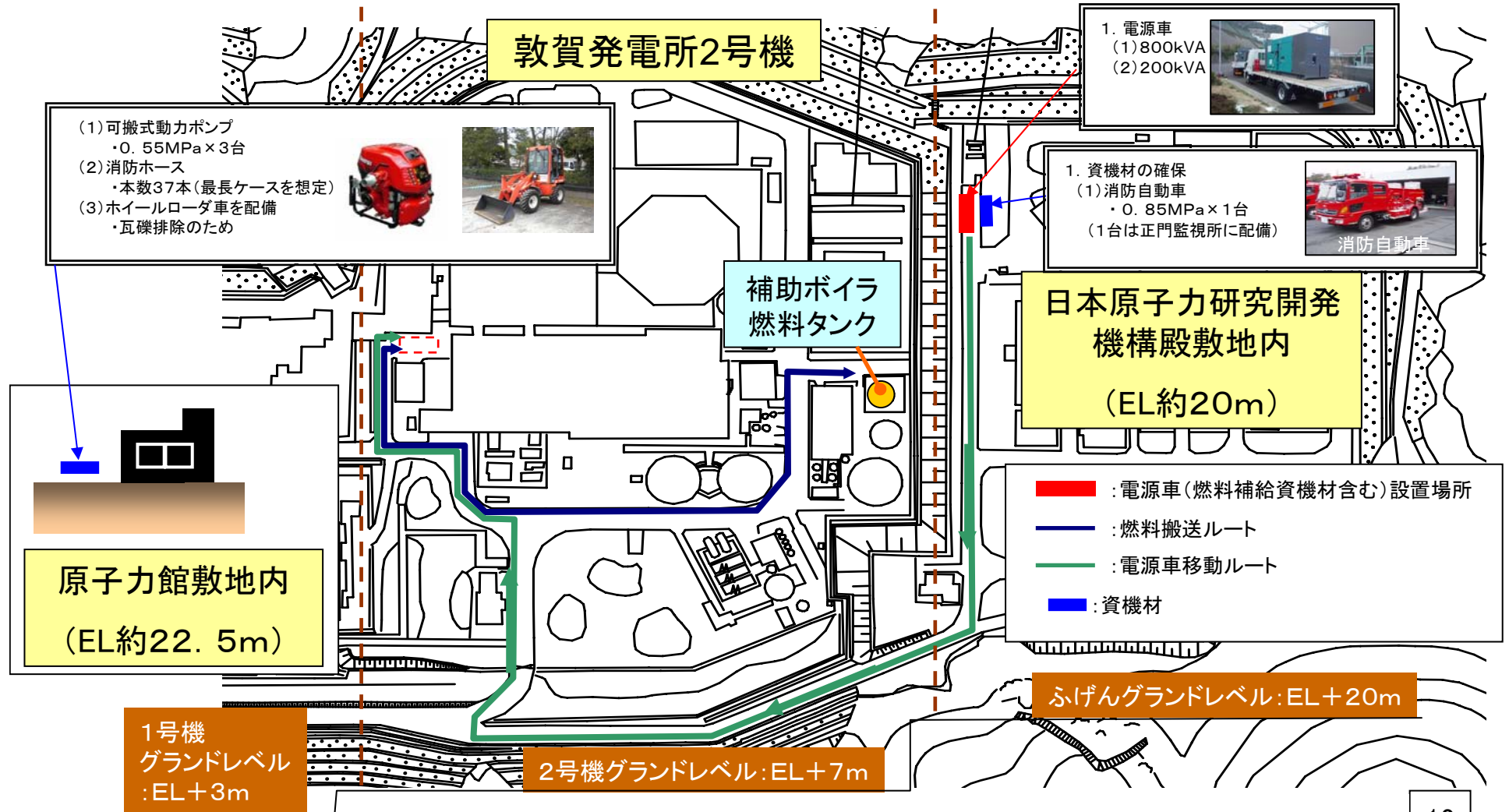
消防自動車までの  
補給時間約15分以下



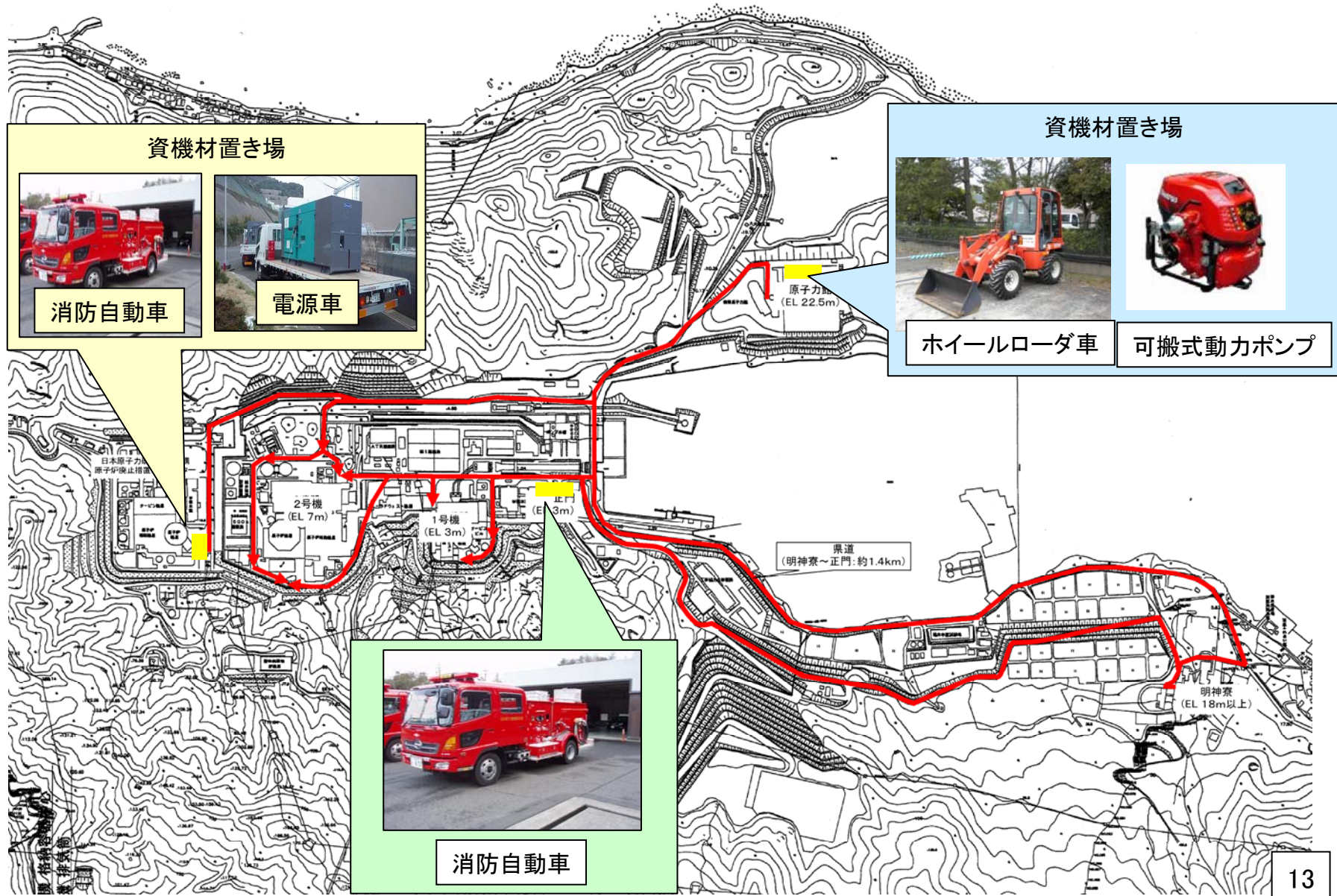
# 燃料搬送ルート、電源車(燃料補給資機材含む)の設置場所

**ご意見 6:電源車、タンクローリ、消防ポンプおよび瓦礫を除去するタイヤショベルの保管方法は**

- ・敦賀はタンクローリの代替としてドラム缶を使用
- ・タイヤショベルの代替としてホイールローダ車を使用

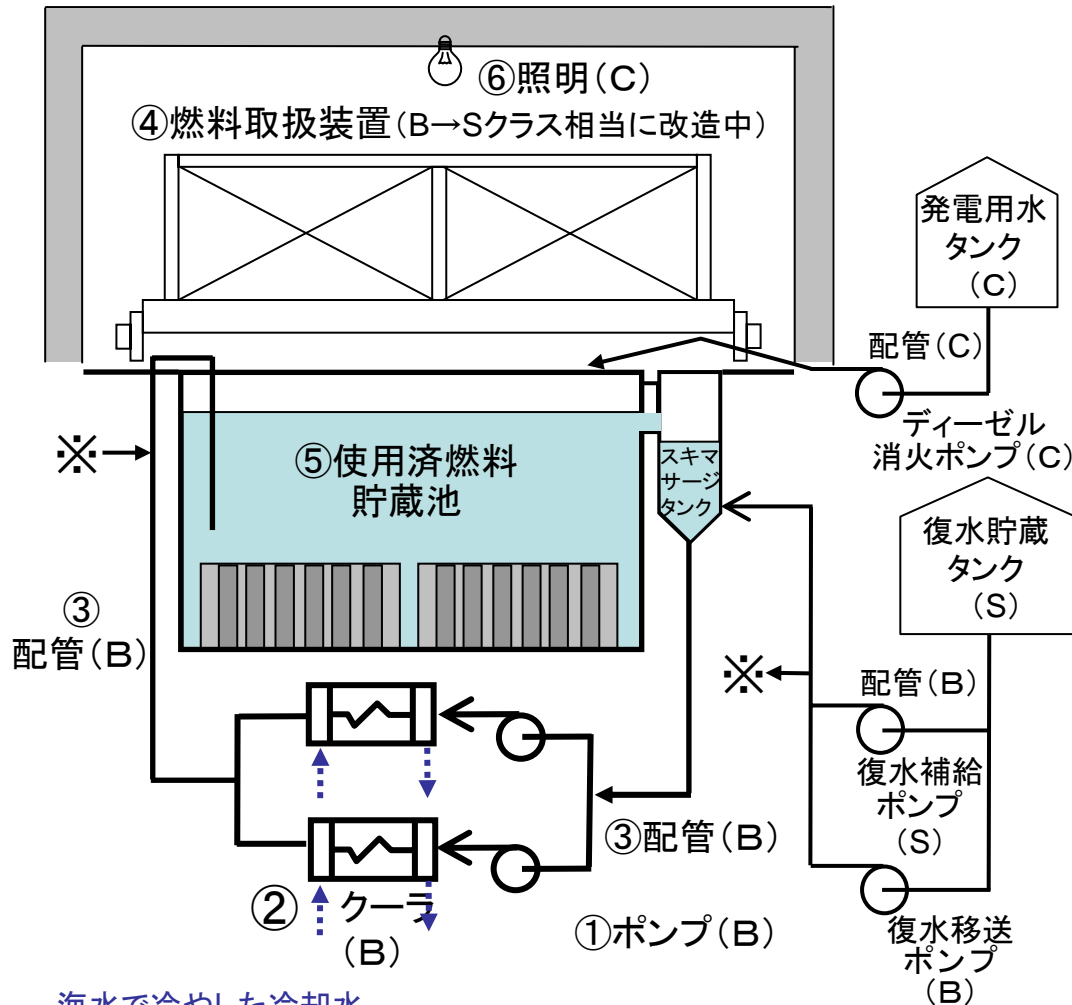


# 燃料搬送ルート、電源車(燃料補給資機材含む)の設置場所



## 使用済燃料貯蔵池関連設備の耐震性(1号機)

ご意見 7：燃料取扱建屋の耐震バックチェックにおける評価は（敦賀1号機においては原子炉建屋）



使用済燃料貯蔵池冷却系統の耐震評価

	耐震クラス
原子炉建屋	S
①ポンプ	B
②クーラ	B
③配管	B
④燃料取扱装置	S
⑤貯蔵池	S
⑥照明	—

使用済燃料貯蔵池関連設備のBクラスの機器について、今後耐震性を有することを確認する。また、必要に応じて対策を実施する。

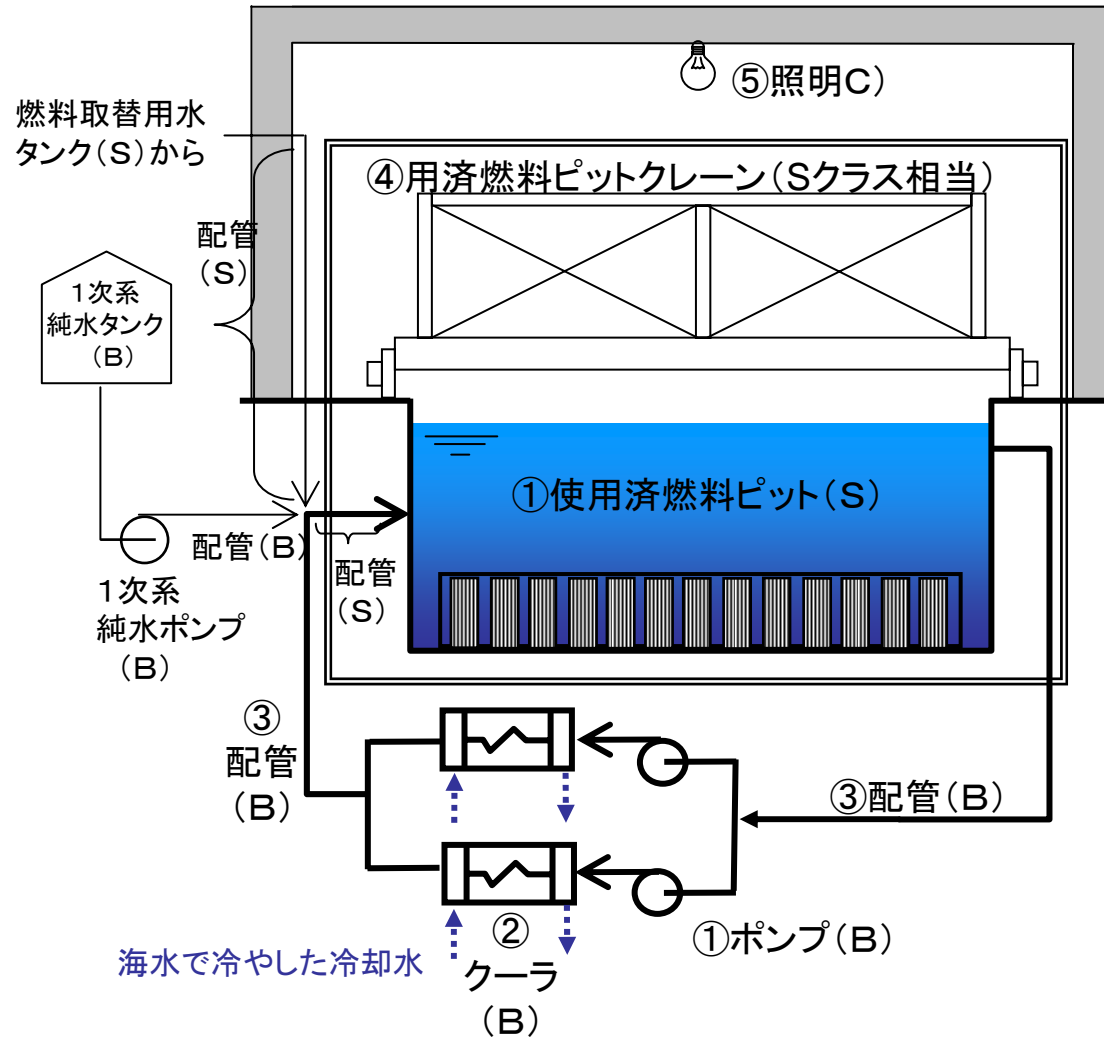
注) 設備名に付記した( )内の英字は耐震重要度クラスを示す

海水で冷やした冷却水



## 使用済燃料ピット関連設備の耐震性(2号機)

**ご意見 7 : 燃料取扱建屋の耐震バックチェックにおける評価は (敦賀1号機においては原子炉建屋)**



使用済燃料ピット冷却システムの耐震評価

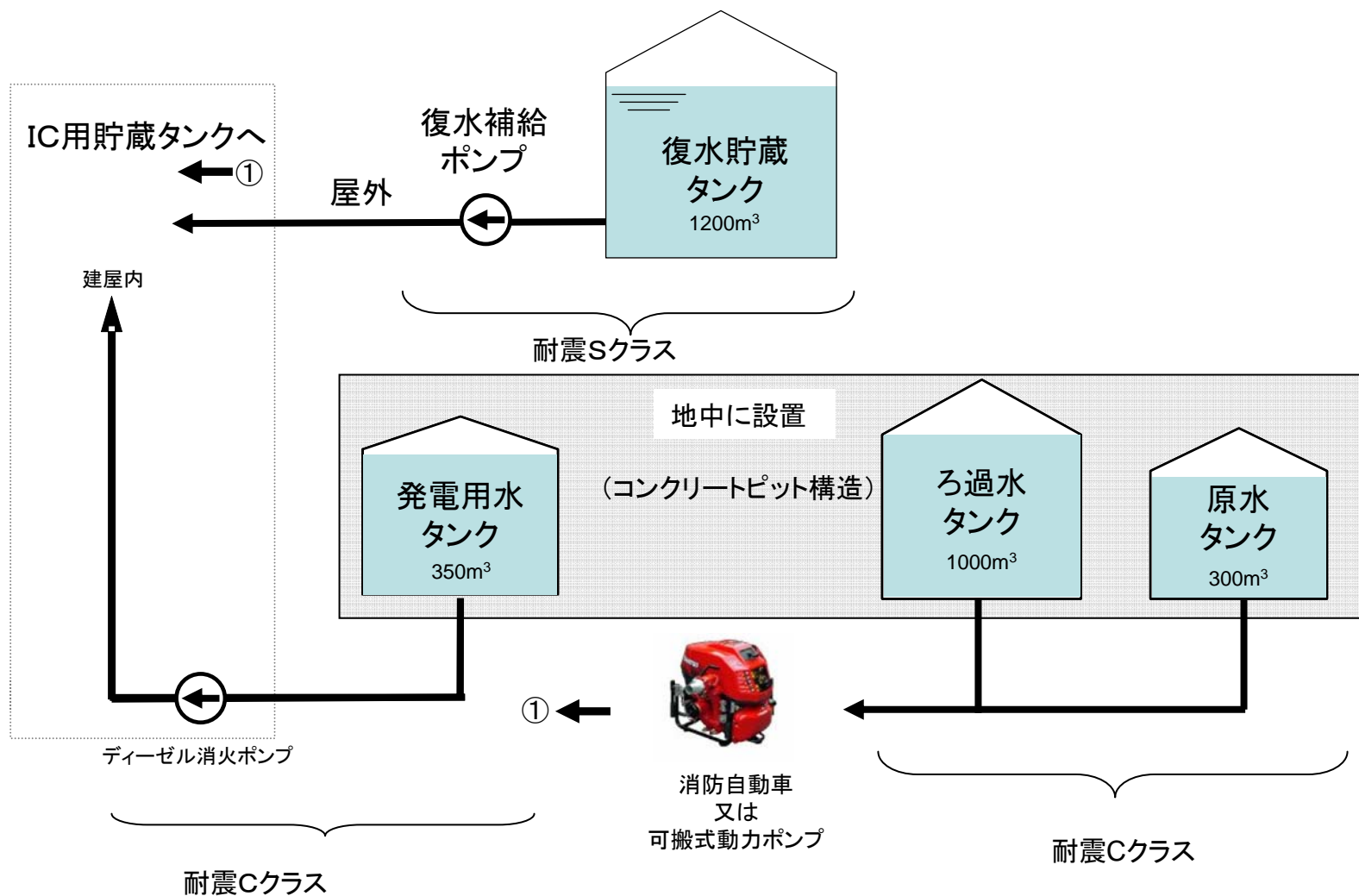
	発生値 (MPa)	評価基準値 (MPa)
①燃料ピットポンプ	11	210
②燃料ピットクーラ	169	202
③配管	156	379
④ピットクレーン	落下しないことを確認済み	
⑤照明	落下しないことを確認する	

※耐震評価を実施し、必要に応じ耐震裕度向上対策を計画する。

注)設備名に付記した( )内の英字は耐震重要度クラスを示す

## 耐震Cクラスタンクの耐震性について(1号機)

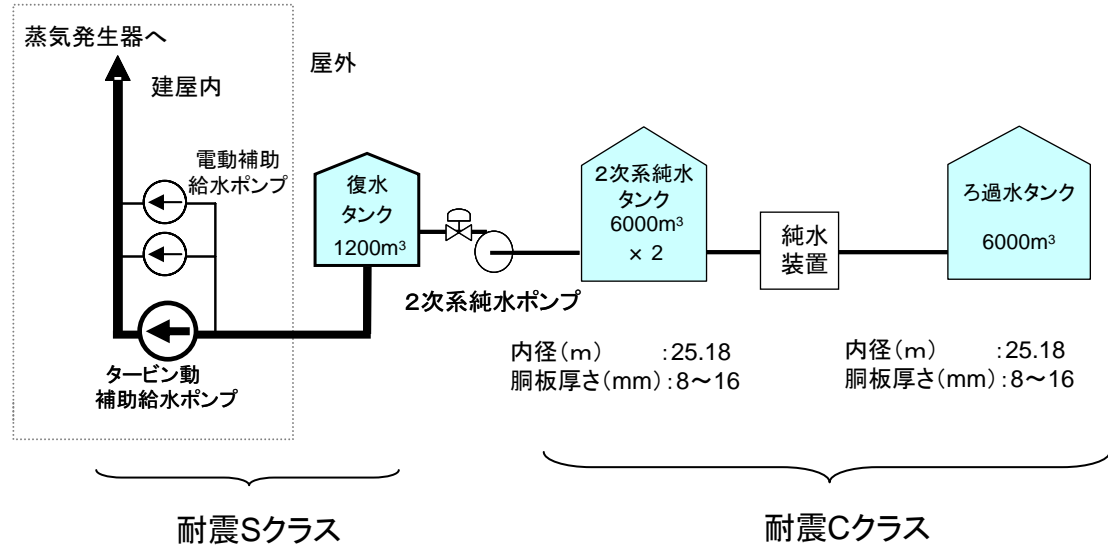
ご意見 8:地震・津波時における淡水タンク等の健全性は



# 耐震Cクラスタンクの耐震性について(2号機)

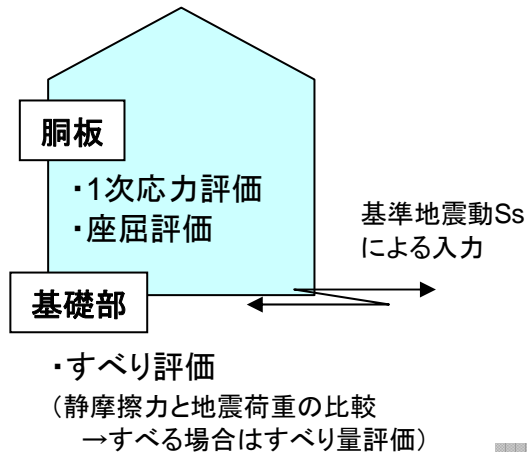
**ご意見 8:地震・津波時における淡水タンク等の健全性は**

○水源となるCクラスのタンクについては、地震、津波などの発生後、使用できるものを活用する考え。  
 ○ある程度の強度見通しを得る意味で、入力について仮にSs地震動を想定した場の評価を実施



<評価条件>

<結果>



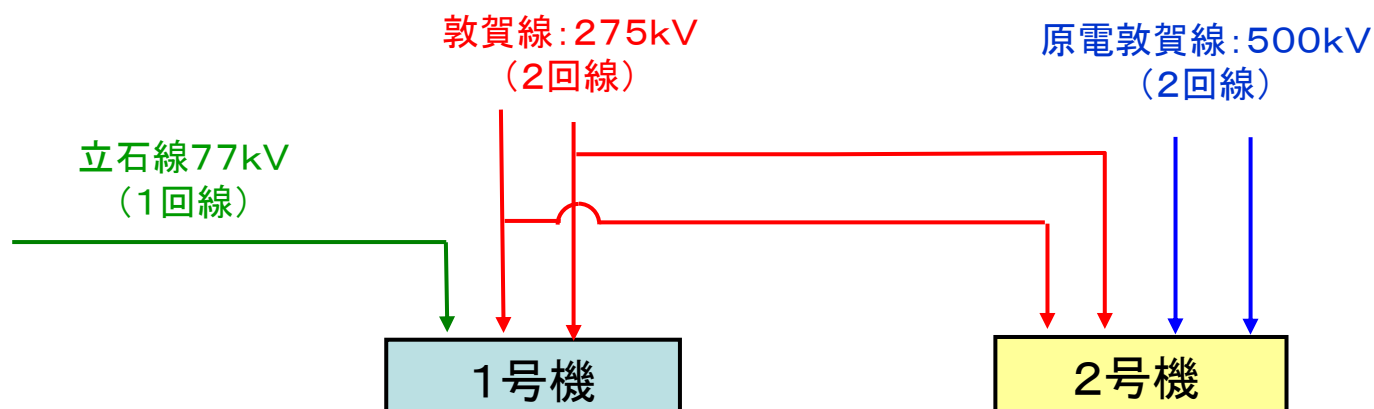
評価部位	評価項目	発生値		評価
		2次系純水タンク	ろ過水タンク	
胴板	一次応力	195MPa	195MPa	価基準値0.6Su=240MPa以下である
	座屈	0.74	0.74	評価基準値:1以下
基礎部	最大すべり量	42.7mm	42.7mm	すべり量は既存のフレキシブル配管等に対応可能と考えられる。

実力ベースでは、機能は維持されるものと評価される。

# 送電系統・受電設備の強化

## ご意見 9: 受電設備、変圧器、変電所他の地震・津波対策は

	地震にかかる評価	津波にかかる評価
発電所受電設備(特高開閉所、ケーブル、変圧器等)	・変電所の設備同様、 <b>0.3Gの共振正弦3波に耐える設計。</b> (耐震クラスはC) ⇒ 変圧器は0.5G、それ以外は0.3G	・特高開閉所設備や変圧器などは、洗浄等の手当が必要。 ・地下のケーブルについては、海水冠水状態でも使用可能。



- ・敦賀線(275kV) : 1, 2号機共に接続
- ・原電敦賀線(500kV) : 2号機のみ接続
- ・立石線(77kV) : 1号機のみ接続

今後、敦賀1号機と2号機の電力供給の信頼性向上に資するよう、全ての送電系統を敦賀1号機、2号機に接続し、電力供給を可能とする (NISA指示)。

## 津波の評価について

### ご意見 10: 津波評価の検討状況は

#### 【津波評価の考え方】

○土木学会基準に基づき海岸線と海底地形を最新の地形図等をもとにモデル化し、地震の断層運動による海底の鉛直変位分布を海面に与え、シミュレーション解析により各地点の津波高さを計算。

また、既往津波の痕跡高の再現計算を実施することにより、数値計算に基づく妥当性確認を行い、津波高さ: EL+ 2.8mと評価。

#### 【津波対策について】

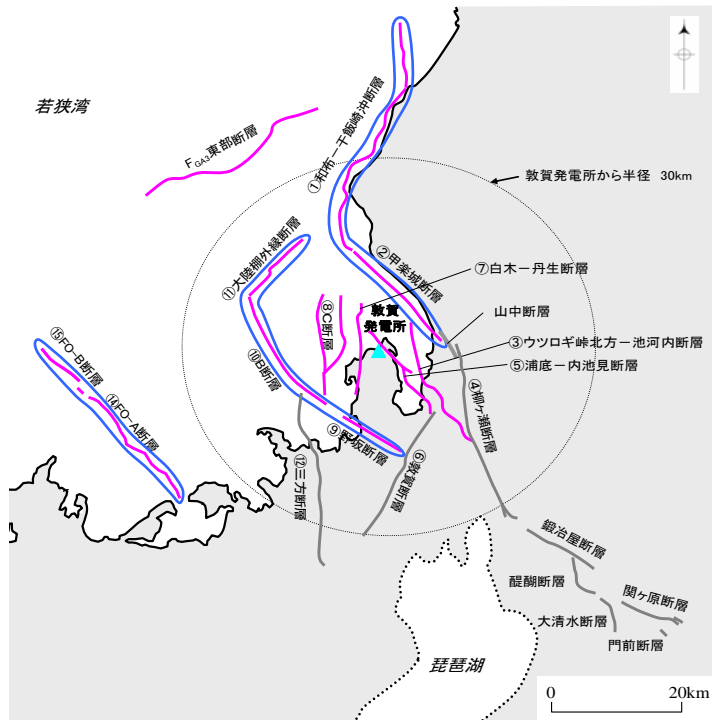
○緊急対策 安全上重要な設備の冠水防止のため扉等へのシール施工

○応急対策

- ・冠水防止のためさらに信頼性を高めるため水密扉への取替
- ・海水ポンプエリアに防護壁を設置(平成24年3月完了予定)

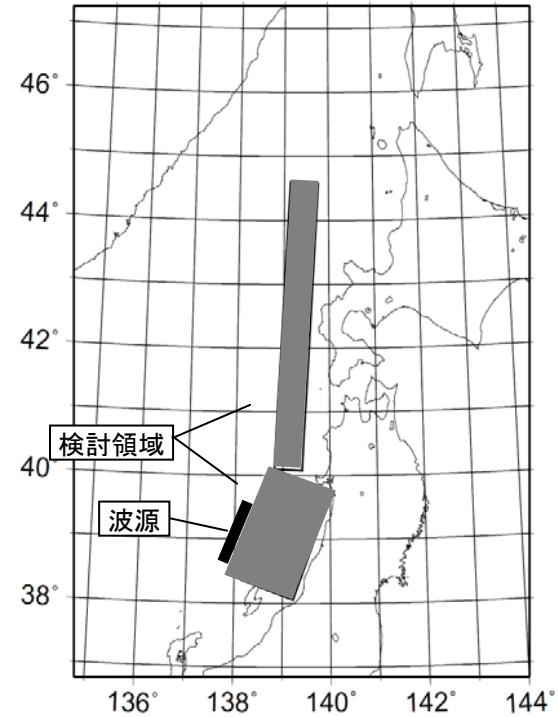
今後、津波高さについては、国大の委員会等での検討も踏まえ、事業者として必要な見直し検討を行う。

# 津波の評価について



## 海域活断層に想定される地震に伴う津波

津波の発生源の不確かさを考慮した計算を実施  
(断層傾斜角、すべり角、断層の上縁深さ)



## 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波

津波の発生源の不確かさを考慮した計算を実施  
(波源の位置、断層傾斜角、断層走向、断層の上縁深さ)

日本海東縁部および、耐震バックチェックで新たに評価した海域の活断層を対象として評価を実施

## 耐震バックチェックにおける津波評価(検討中)

T.P. : 東京湾平均海面

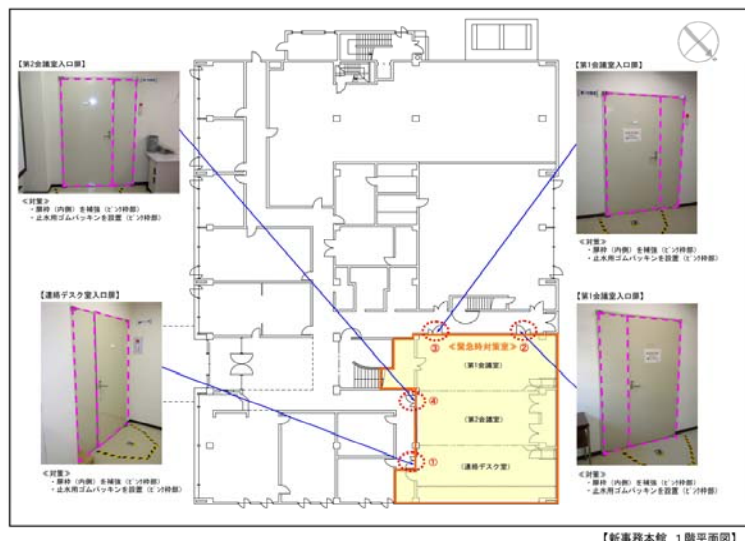
	ユニット	評価レベル (海水ポンプモータ据付レベル)	最高水位 (暫定値)	(参考) 平成14年評価	原子力施設 敷地高さ
敦賀発電所	1号機	T.P. +4. 7m	T.P.+2. 8m	2. 1m	T.P. +3. 0m
	2号機	T.P. +5. 6m			T.P. +7. 0m

今後、津波高さについては国レベルの検討も踏まえ、必要な見直し評価を行う

# 緊急時対策本部の津波対策

## ご意見 11: 緊急時対策所の津波に対する対応は

○緊急時対策本部が1階にあることから、津波対策以下のとおり実施する。また、平成19年に発生した中越沖地震の対応を踏まえた緊急時対策本部を建設中(基礎工事中)であるが、津波対策を踏まえた対応を図る。



### 津波発生時に想定される設備状況

- ① 緊急時対策本部は、1階にあり津波による影響を受ける可能性がある。
- ② 緊急時対策本部に必要な電源、空調についても、水没する可能性がある。
- ③ 所内の通信系統についても、機能喪失する可能性がある。

緊急時対策本部について、津波の影響を受けないよう防水処理を実施する。

### 緊急対応

- ① 大津波警報が出た場合、発電所対策本部(地震によって設置)を設置するとともに、要員は一旦、固体廃棄物貯蔵庫などの高台に退避させる。
- ② 緊急時対策本部や通信設備が機能しない場合を想定し、以下の通信手段を確保
  - ・本店との通信 : 衛星電話(約10台)
  - ・所内での通信 : トランシーバー

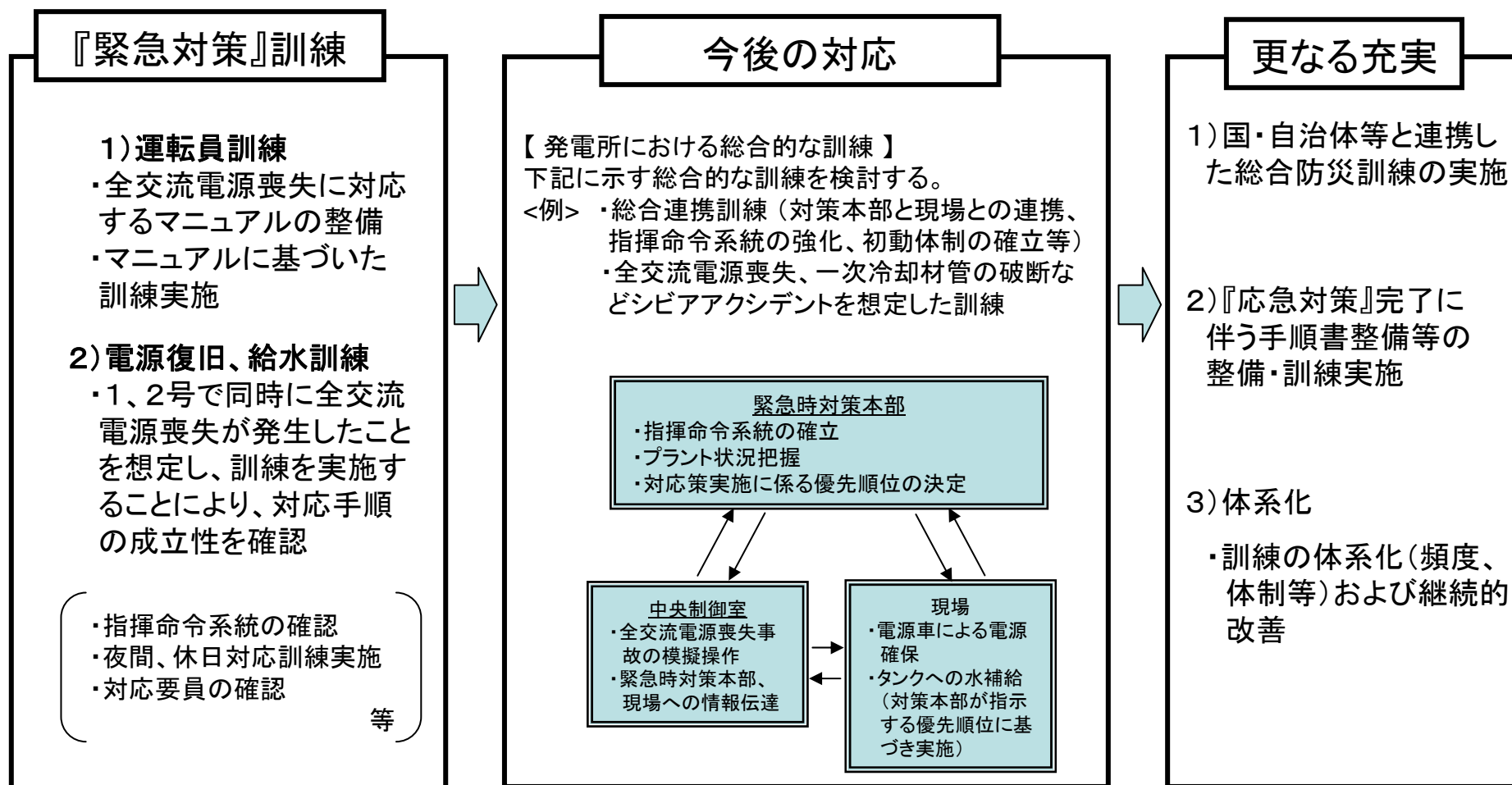
### 今後、検討する対策

- ① 新設する緊急時対策本部に係わる通信設備の検討の中で、緊急時対策本部の機能を機動的に発揮できるよう、通信機材等の増強を検討する。  
衛星通信システム、構内無線等



# 地震・津波による全交流電源喪失に係る訓練の充実

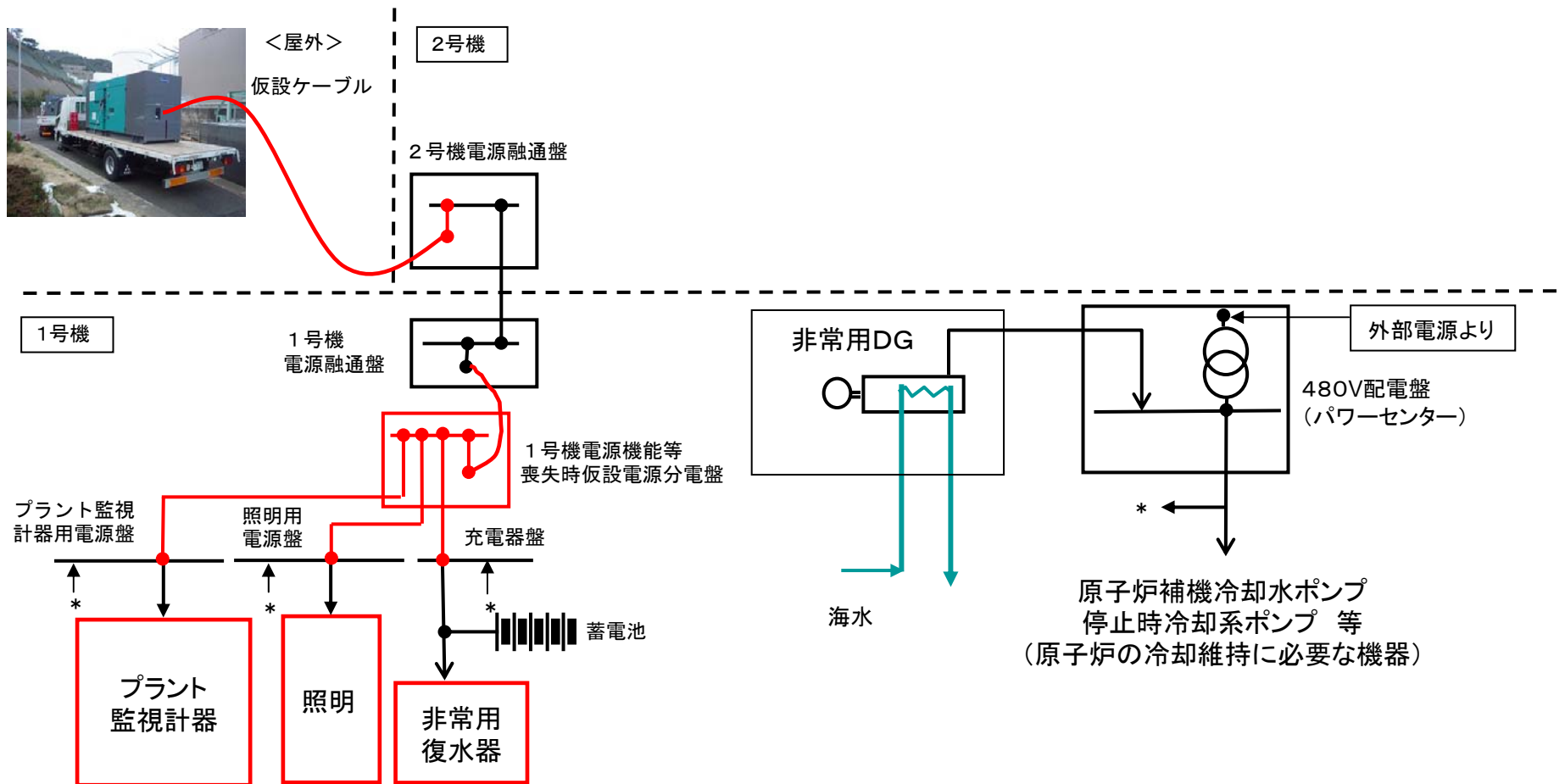
ご意見 12: 発電所における総合訓練の実施や、複数ユニット同時対応訓練など、シナリオの充実を図っては



### 3. 今後、実施すべき追加対策

## ① 1号機 電源の確保(現状)

### ①電源車配備



緊急対策により炉心冷却に必要な監視計器等の電源を確保している

# ① 1号機 電源の確保(追加対策後)

- : 緊急対策
- : 応急対策
- : 追加対策

⑤空冷式の代替DGを設置



非常用ディーゼル発電機(DG)と同規模の非常用発電機を追設すること

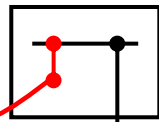
①電源車配備



<屋外>  
仮設ケーブル

2号機

2号機電源融通盤



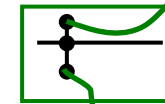
③移動式電源車配備



<屋外>

④電源系強化

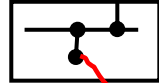
応急対策として設置する中継端子箱



応急対策として敷設する電源ケーブル

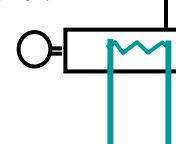
1号機

1号機電源融通盤



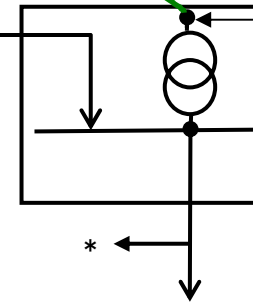
1号機電源機能等喪失時仮設電源分電盤

非常用DG



外部電源より

480V配電盤  
(パワーセンター)



プラント監視計器用電源盤

照明用電源盤

充電器盤

蓄電池

プラント監視計器

照明

非常用復水器

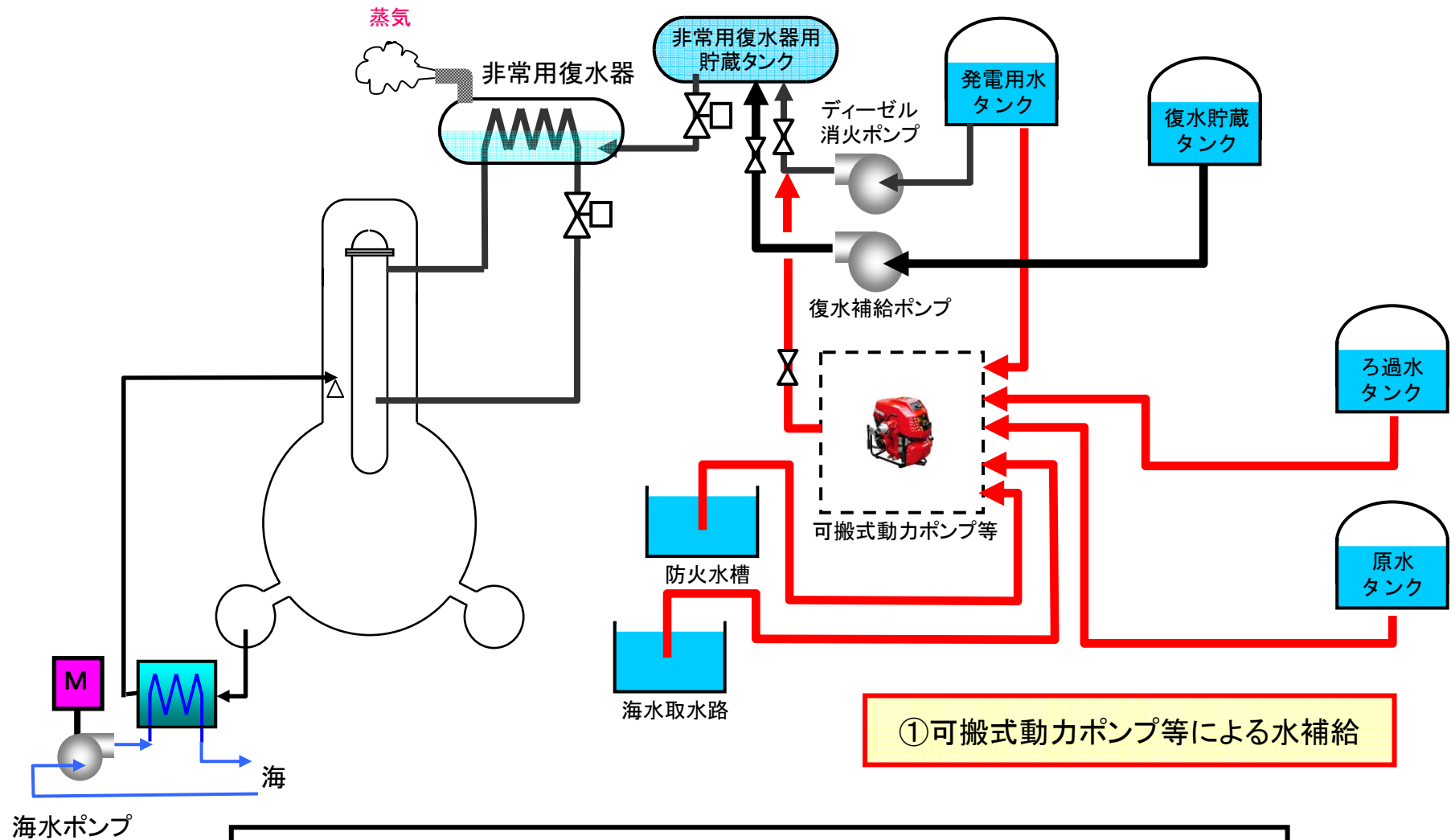


海水

②海水供給用可搬式ポンプ配備

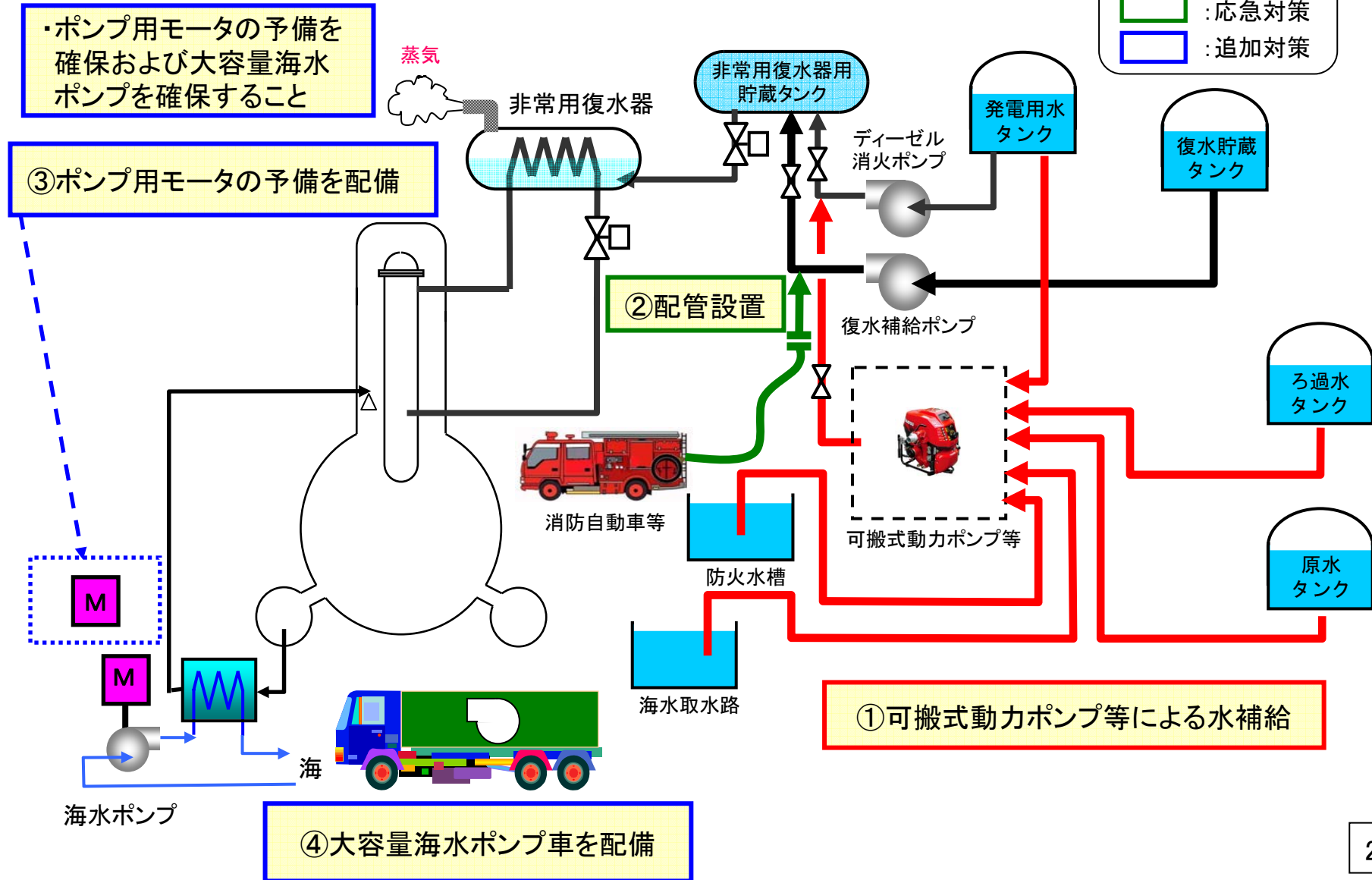
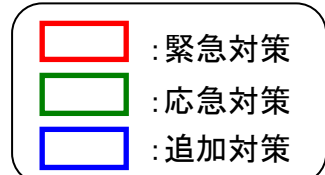
原子炉補機冷却水ポンプ停止時冷却系ポンプ等  
(原子炉の冷却維持に必要な機器)

## ② 1号機 炉心冷却機能の確保(現状)

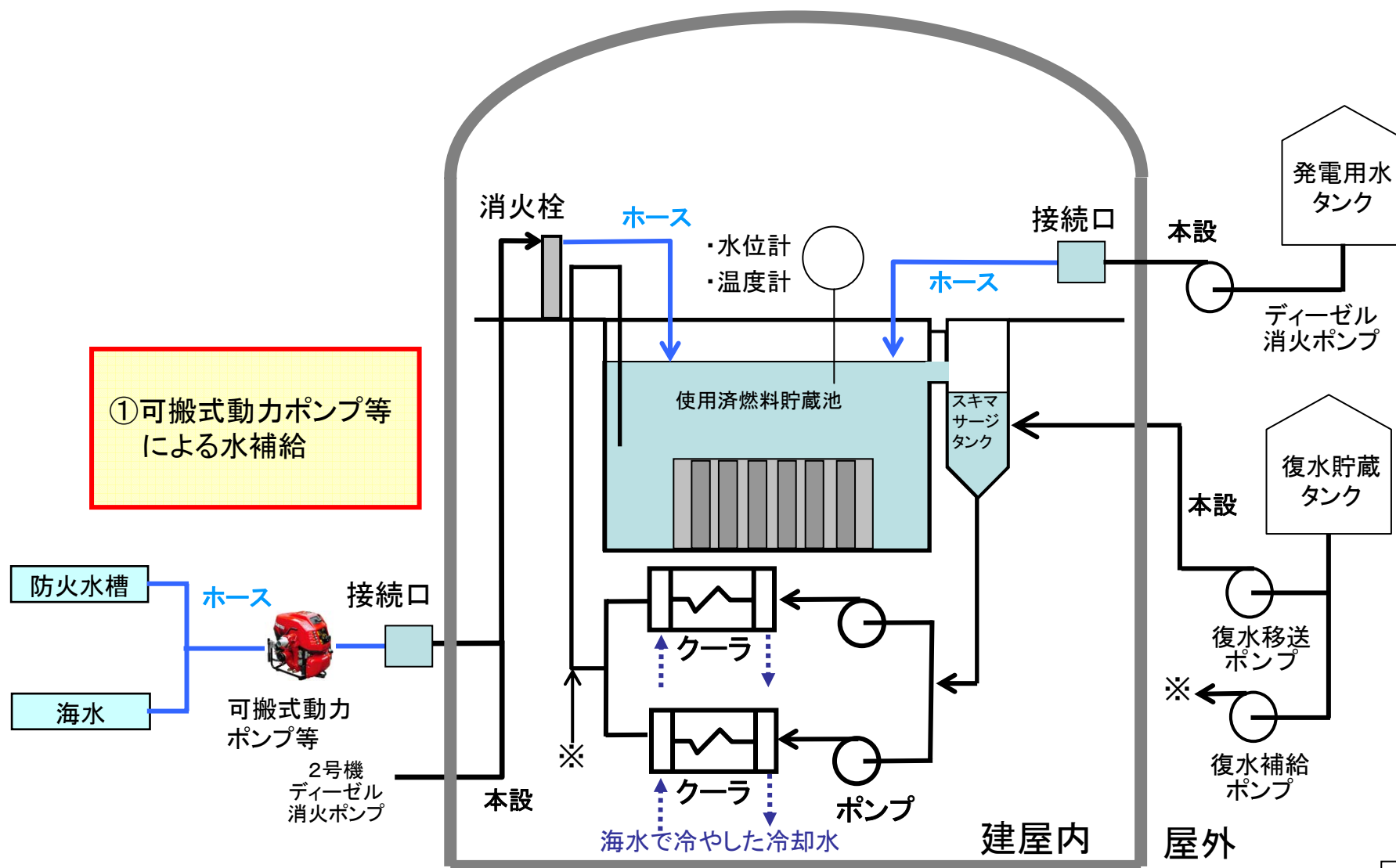


緊急対策により非常用復水器貯蔵タンクに注入し炉心冷却機能を確認している

## ② 1号機 炉心冷却機能の確保(追加対策後)



### ③ 1号機 使用済燃料貯蔵池冷却機能の確保(現状)



緊急対策により使用済燃料貯蔵池の冷却機能を確保している

### ③ 1号機 使用済燃料貯蔵池冷却機能の確保(追加対策後)

- ・外部電源喪失時にも水位、温度監視が可能とすること
- ・水位計監視方法の多様化を図ること

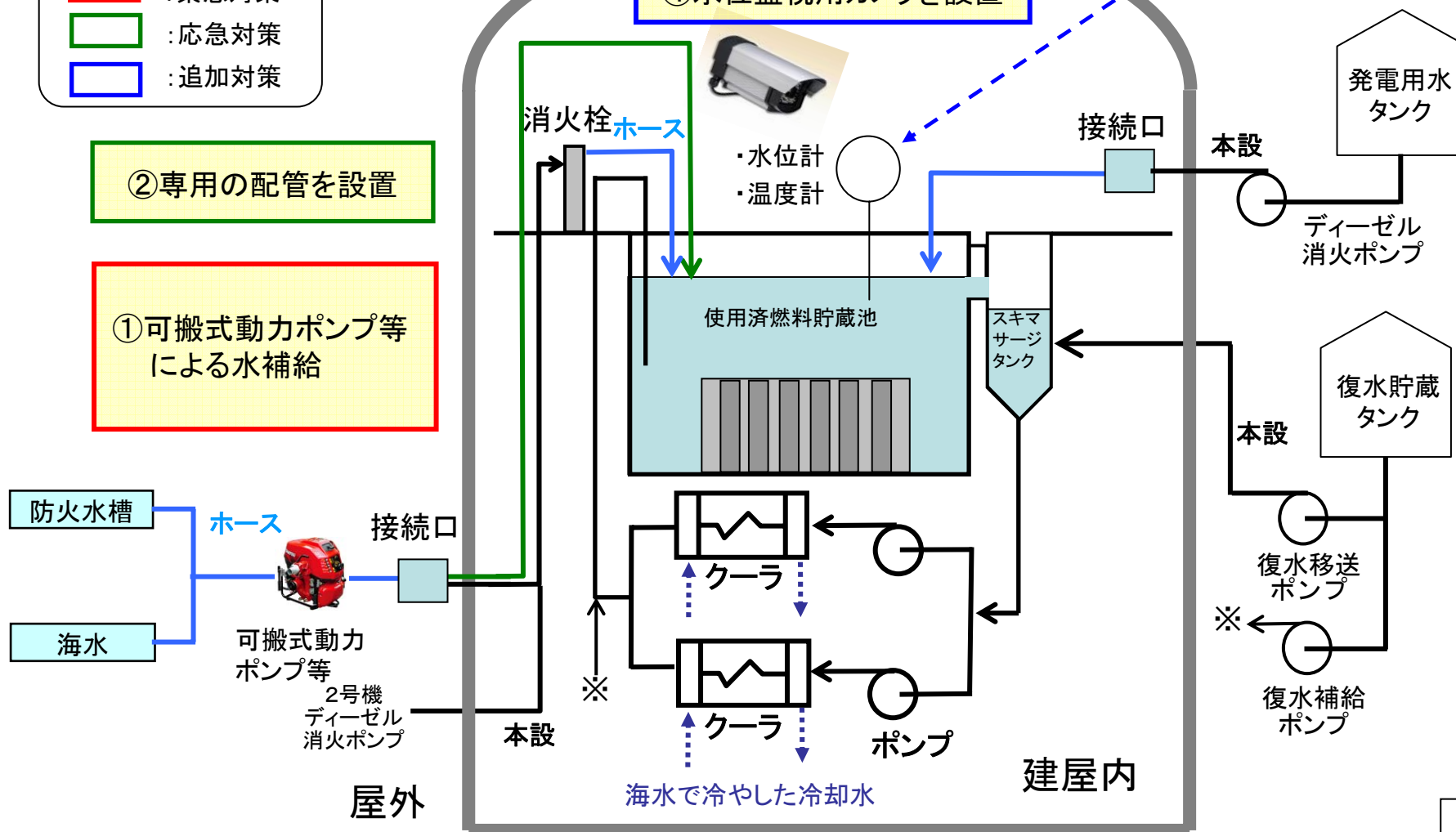
③水位、温度監視用電源を非常用電源から給電出来るように改造

④水位監視用カメラを設置

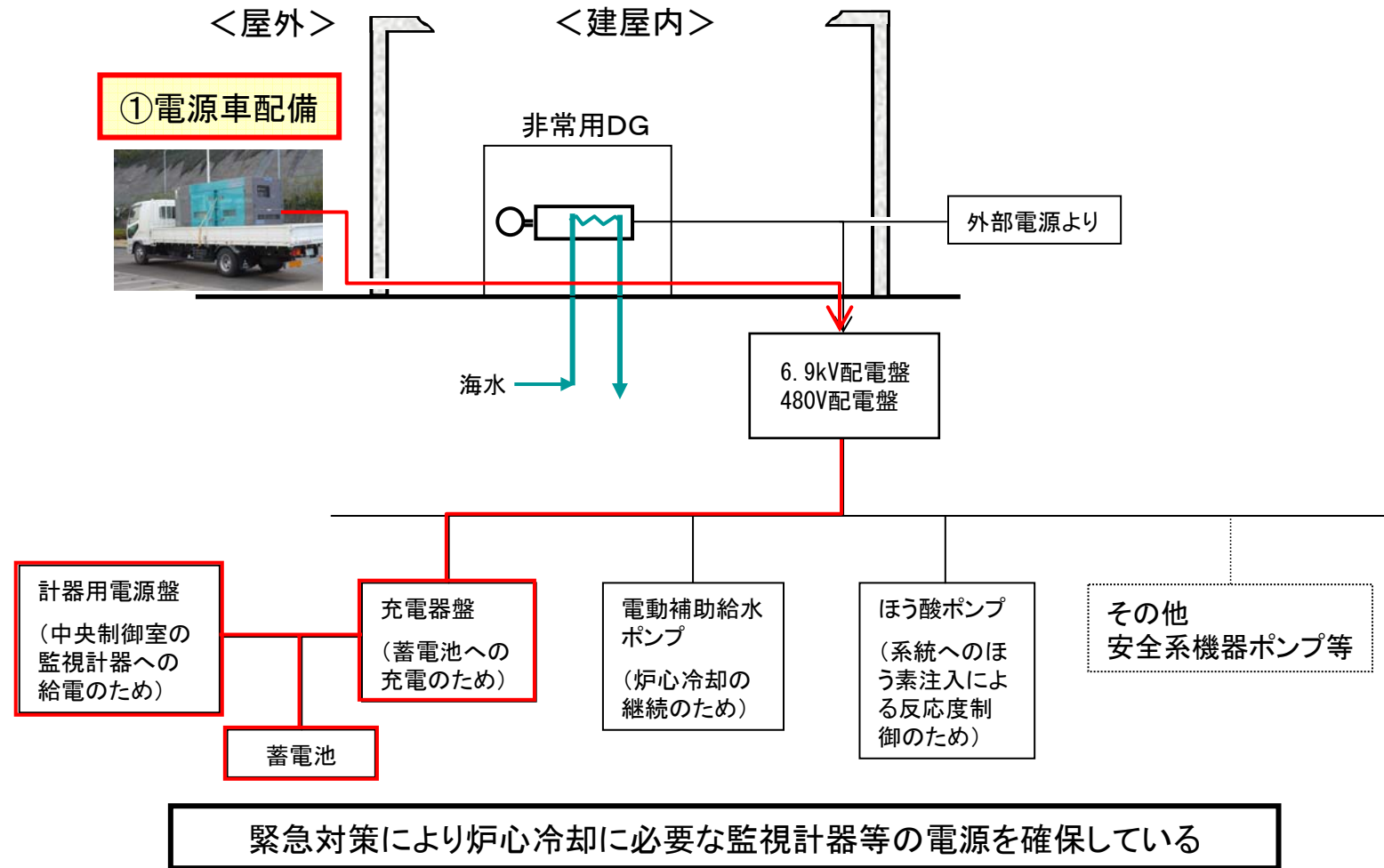
- : 緊急対策
- : 応急対策
- : 追加対策

②専用の配管を設置

①可搬式動力ポンプ等による水補給



# ① 2号機 電源の確保（現状）





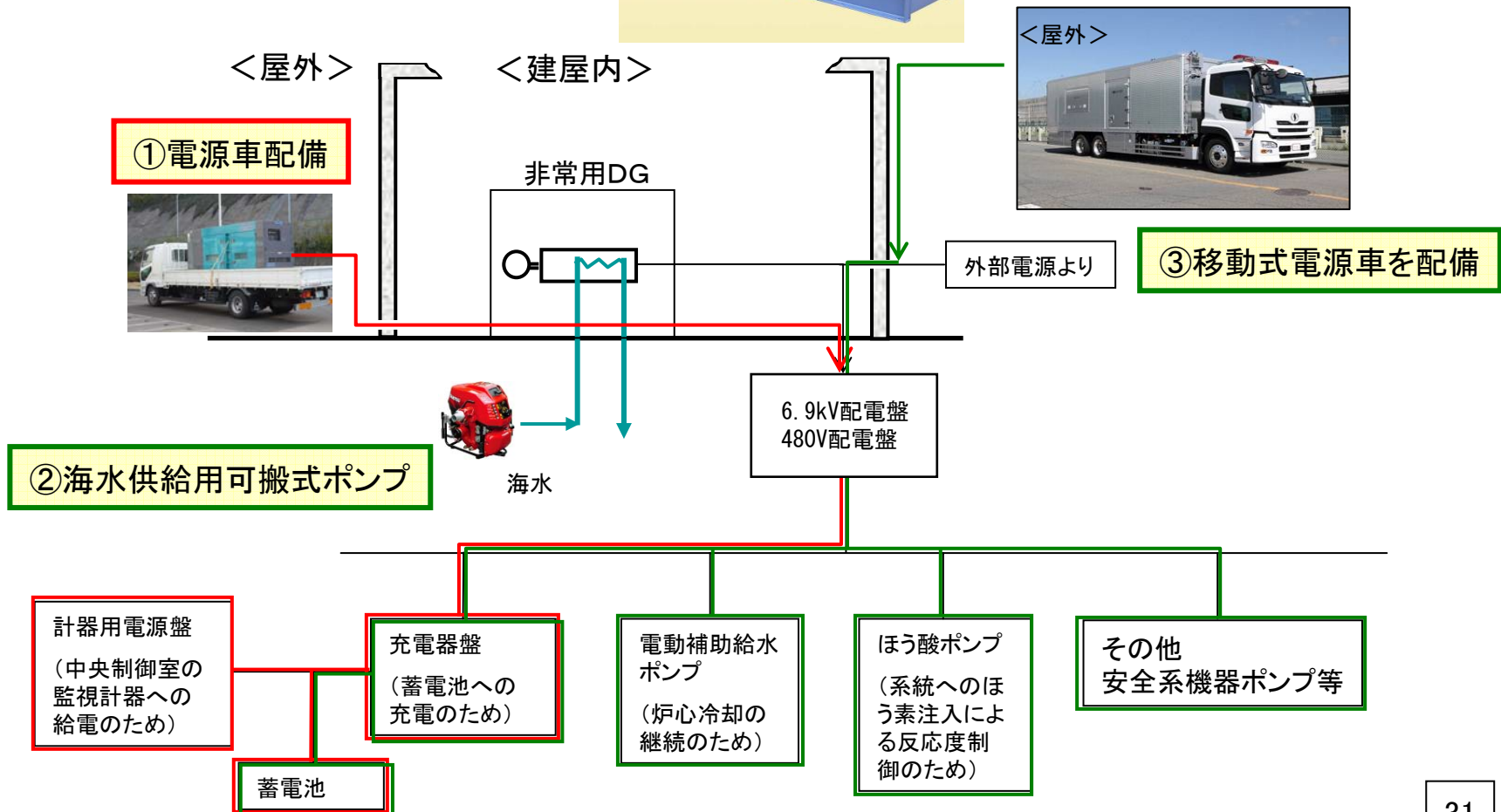
# ① 2号機 電源の確保（追加対策後）

非常用ディーゼル発電機(DG)と同規模の非常用発電機を追設すること。

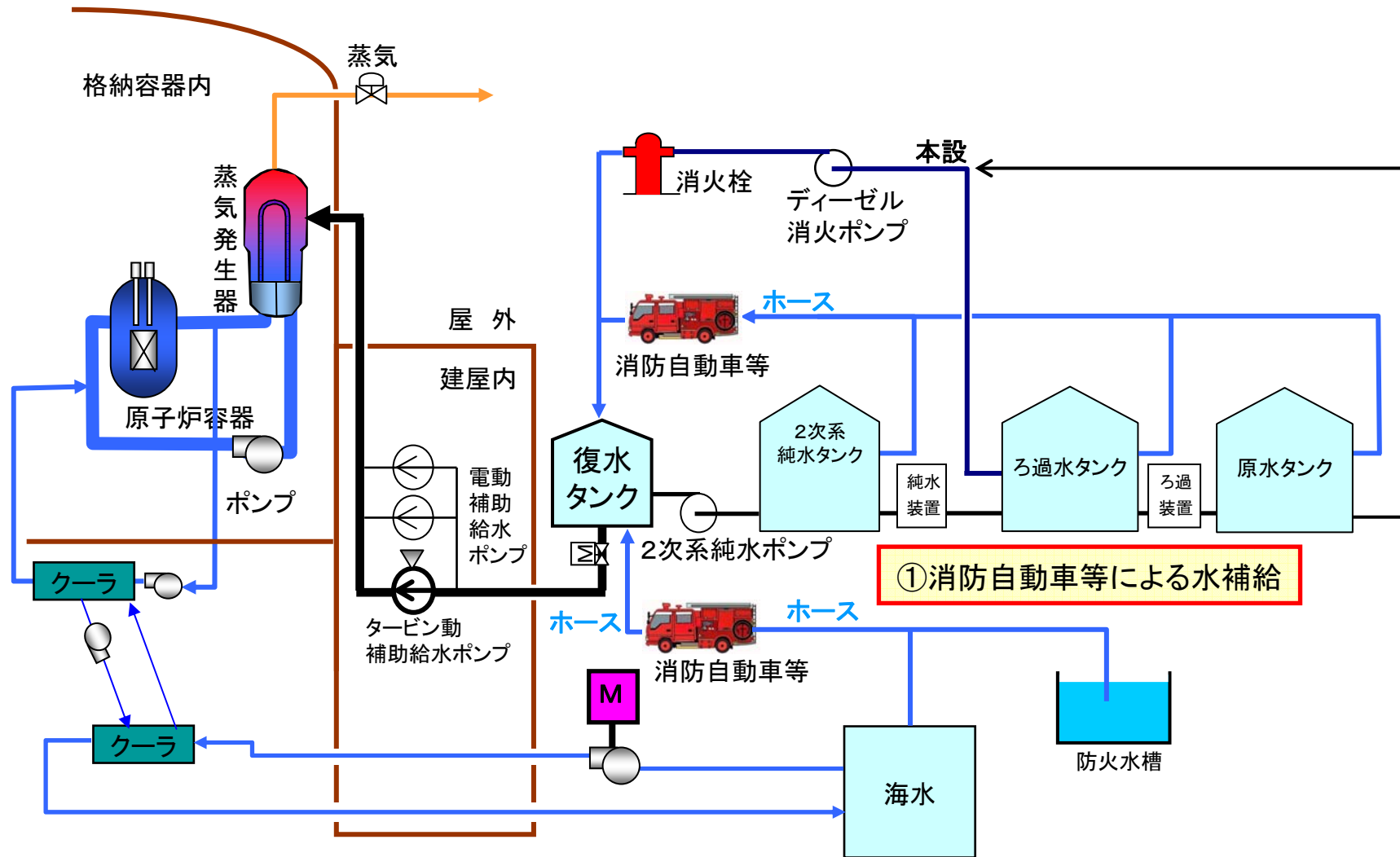
④空冷式の代替DGを設置



   : 緊急対策  
   : 応急対策  
   : 追加対策

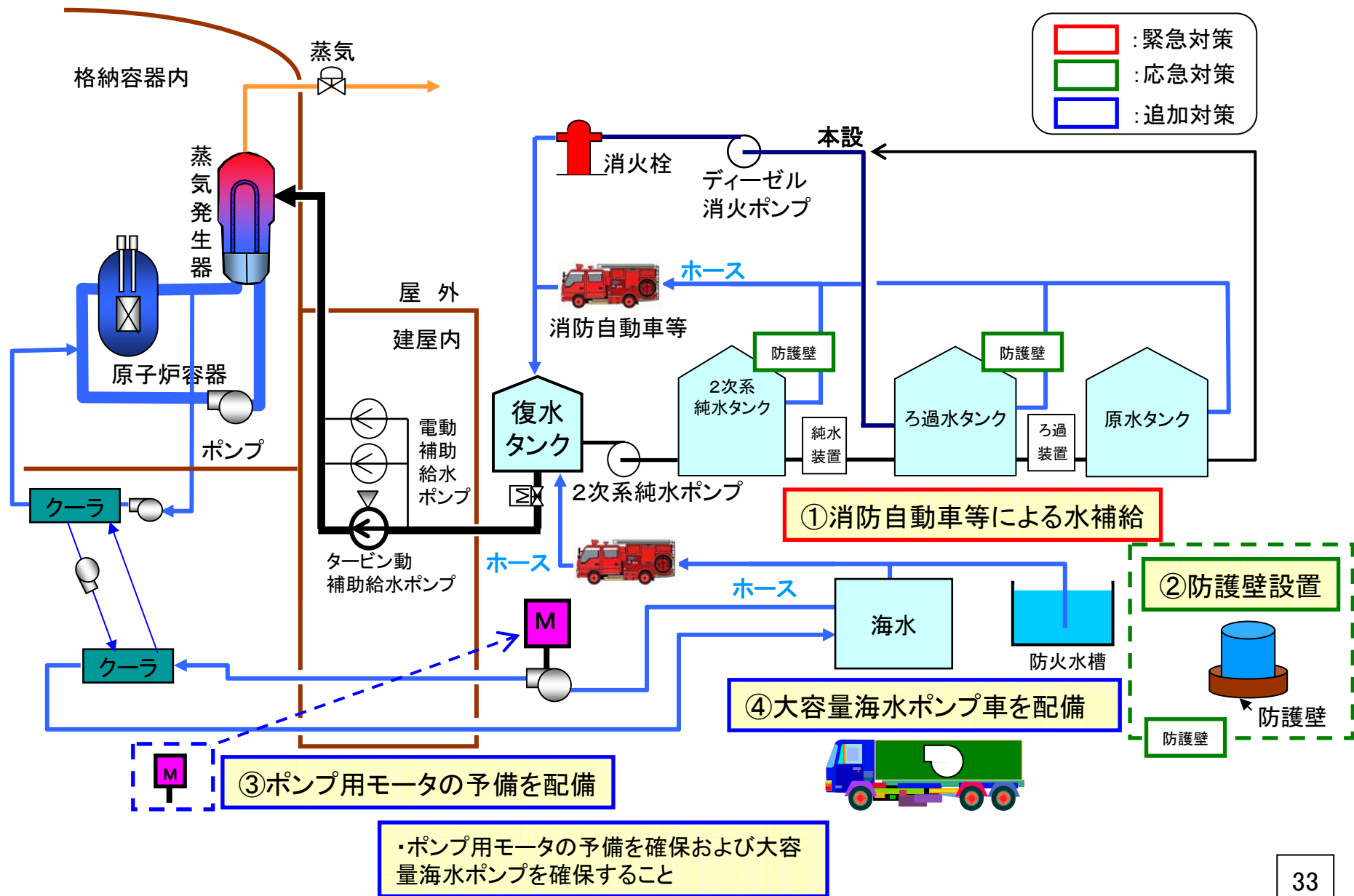


## ② 2号機 炉心冷却機能の確保(現状)

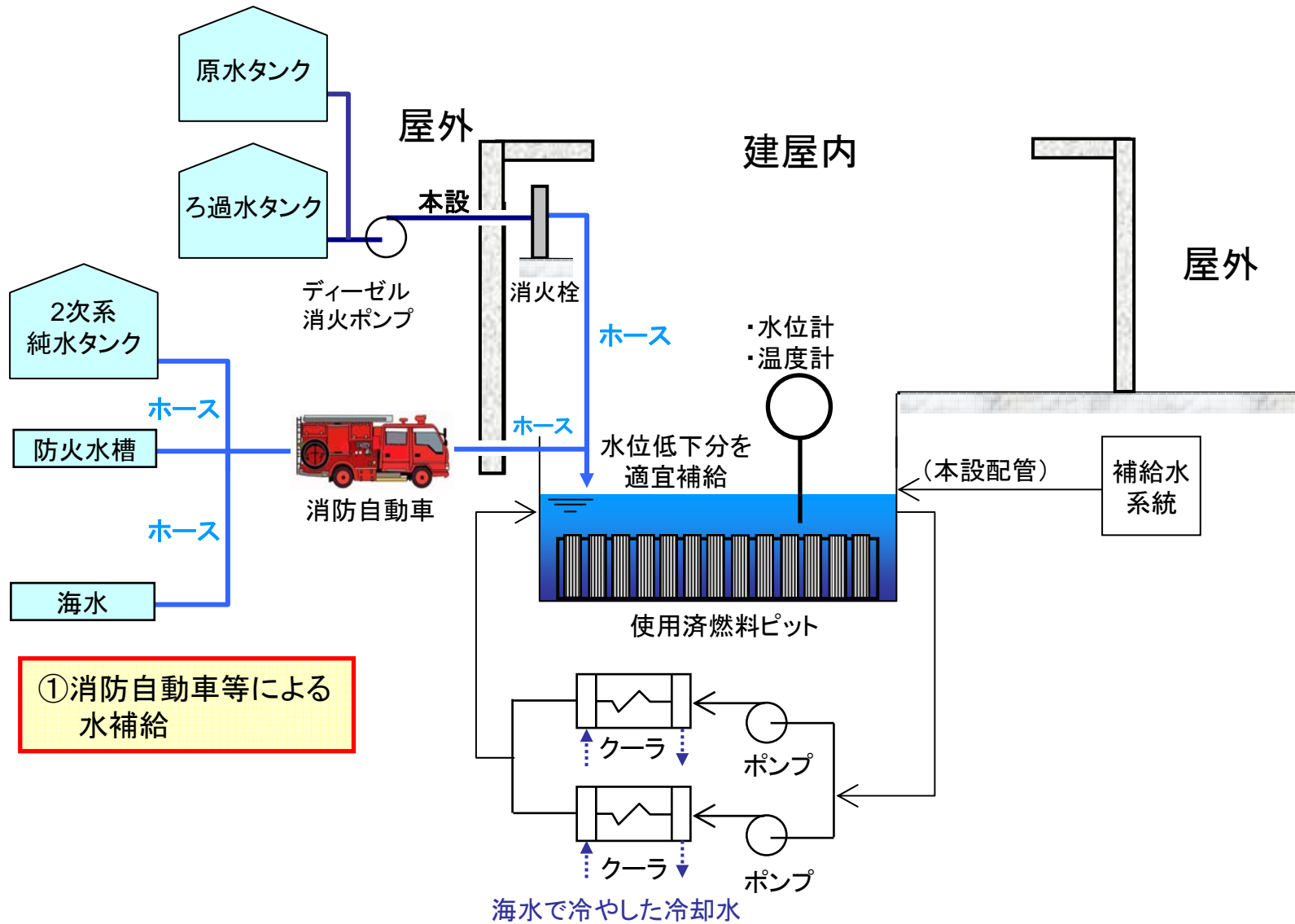


緊急対策により復水タンクから注入水による炉心冷却機能を確保している

## ② 2号機 炉心冷却機能の確保(追加対策後)



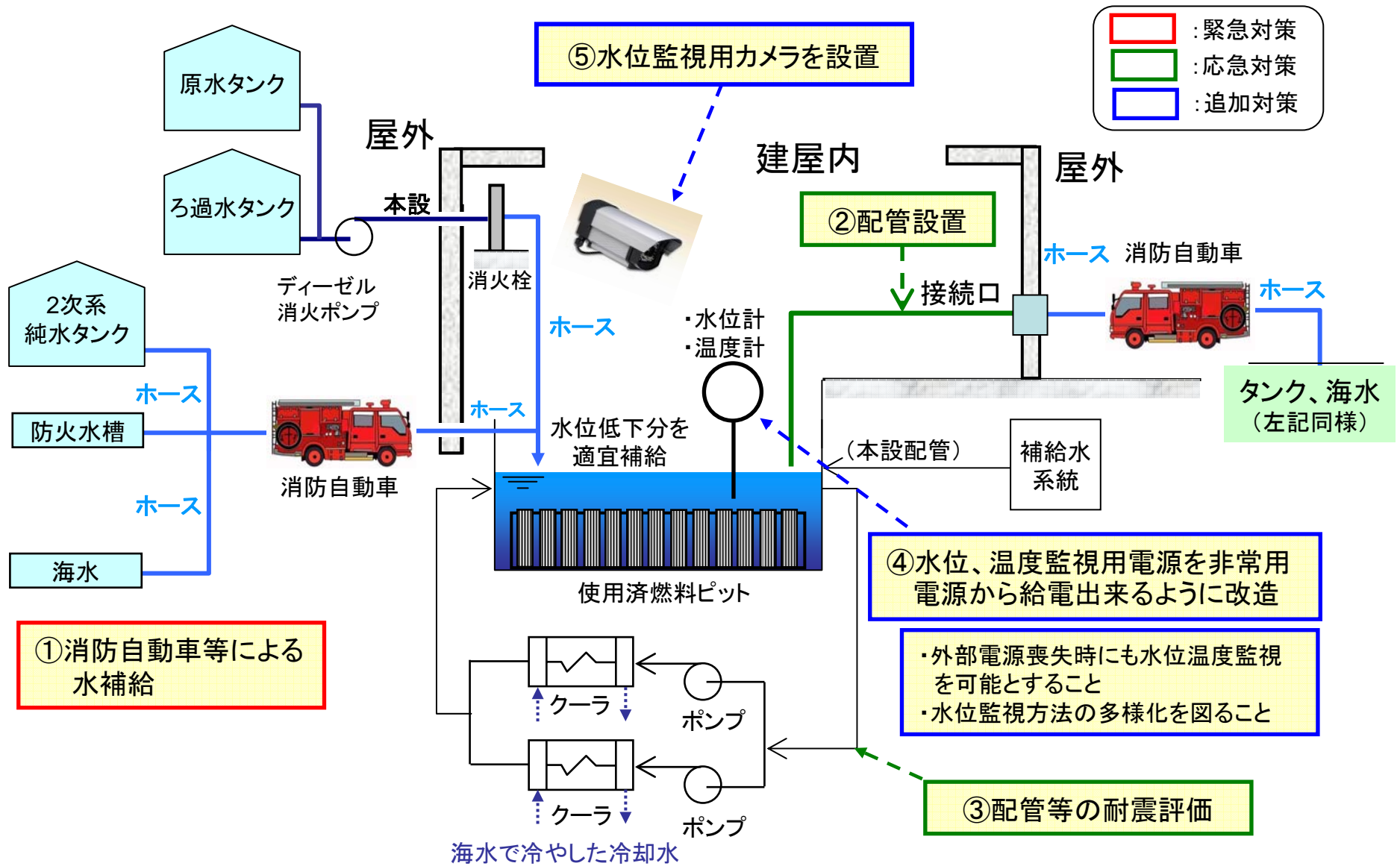
### ③ 2号機 使用済燃料ピット冷却機能の確保(現状)



① 消防自動車等による水補給

緊急対策により使用済燃料ピットの冷却機能を確保している

### ③ 2号機 使用済燃料ピット冷却機能の確保(追加対策後)



検証委員会ご意見、福井県からの要請や、国からの指示に基づき追加対策を検討

	項目	概要	検討状況
設備面の対策	電源の確保	定期検査における燃料取出し中等においても常時2台以上の非常用電源が可動となるよう、恒設の非常用電源を追設する。	中長期的課題として検討
		タービン動補助給水ポンプに加え、冷却機能の多様化を図るため電動補助給水ポンプが可動できる電源を確保する。	平成23年6月迄に配備予定
		外部電源、発電所受電設備他の強化	中長期的課題として検討
	炉心冷却機能の確保	消防ポンプ及びホースの追加配備	平成23年4月迄に配備
		大容量海水ポンプの配備	平成24年9月迄に配備予定
		海水ポンプ用モータ予備品の保有	平成24年2月迄に配備予定
	使用済燃料ピット冷却機能の確保	使用済燃料貯蔵ピットの監視強化のため、水位・温度監視に必要な電源を非常用発電機から確保できるよう設備改造を実施	平成23年12月まで (定期検査中に実施)
		水位の監視手段の多様化のため監視カメラを設置	
	全般	津波により緊急対策本部の機能喪失した場合に備えた津波対策が図られた免震事務所を設置する。 なお、今回の事故にかんがみ、建屋の水密構造の強化を図る。	平成23年12月まで (建設工事中)
運用面の対策	全交流電源喪失事故、一次冷却材配管破断事故などシビアアクシデントを想定した訓練の計画・実施	総合防災訓練への反映、並びに訓練の体系化を検討 (平成23年度中に対応)	

## 4. ま と め

- 緊急対策は定期検査において実施するもの以外は、全項目が実施済みであるが、今後も継続的に改善点を訓練に反映し、実効性を更に高める。
- 各委員から頂いたご意見を、発電所の運営に適切に反映する。
- 今後も継続的に東電事故の情報収集に努め、分析・評価を実施し、また津波評価に関する最新の知見も取り入れ必要な対策を講じていく。

## 国からの指示文書に対する対応状況

参考1

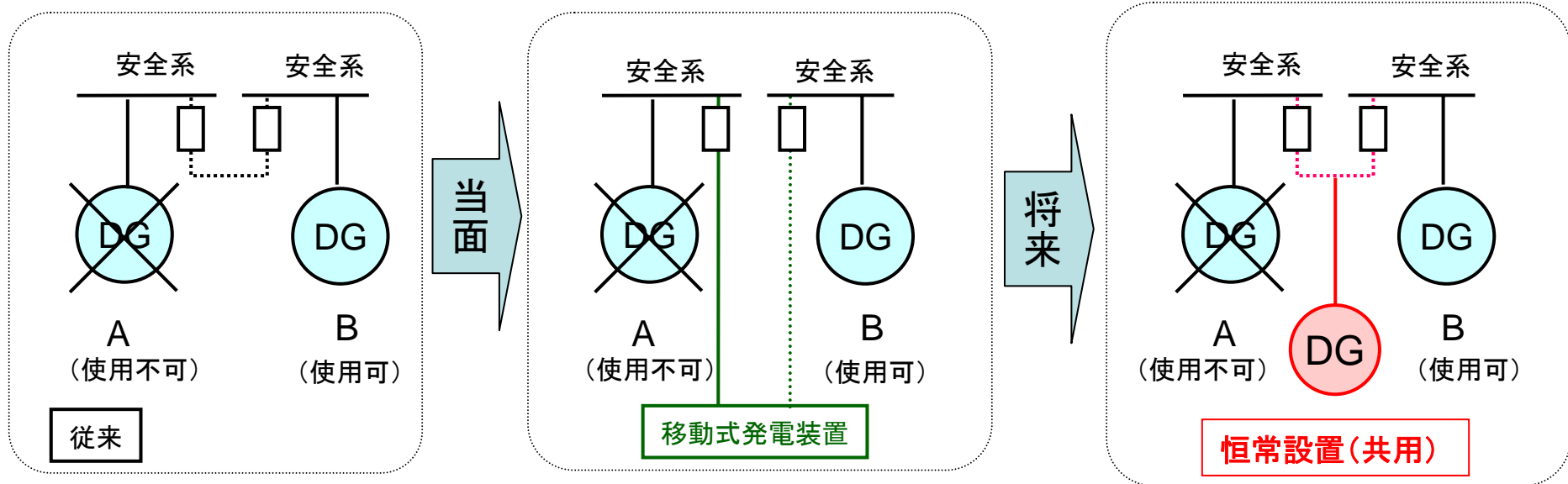
	指 示 概 要	当社の取り組み状況
<p><b>緊急安全対策の実施</b> 【平成23年3月30日】</p>	<p>津波に対する緊急安全対策を以下の観点から要求。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 緊急点検の実施</li> <li>② 緊急時対応計画の点検・訓練の実施</li> <li>③ 緊急時の電源確保</li> <li>④ 緊急時の最終的な除熱機能の確保</li> <li>⑤ 緊急時の使用済燃料貯蔵槽の冷却確保</li> <li>⑥ 各原子力発電所における構造等を踏まえた当面必要となる対応策の実施</li> </ul> <p>なお、短期対策は1か月目処に完了する指示</p>	<p>【実施済：平成23年4月22日】</p> <p>短期対策（実行計画の緊急対策に対応）の実施結果と中長期対策（応急対策）の計画を実施状況報告書として国へ報告。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>県要請に基づく実行計画提出（4/8）</p> </div>
<p><b>非常用発電機の配備強化</b> 【平成23年4月9日】</p>	<p>非常用発電機に対して、定期検査中の燃料取出し期間等においても2台以上が動作可能な状態であること（これまでは1台要求）を求めるもので、運転等の規則にあたる保安規定を4月28日までに変更することを求める。</p>	<p>【実施中：保安規定の変更申請を平成23年4月21日】</p> <p>定期検査等により1台のディーゼル発電機が使用できない期間は代替の電源を配備する。</p> <p>将来的には新たな非常用電源を設置</p>
<p><b>外部電源の信頼性確保</b> 【平成23年4月15日】</p>	<p>地震等により外部電源から発電所への供給支障が生じることにより、発電所の外部電源に影響を及ぼすため、発電所内電源の強化を含め、開閉所の津波対策などを検討し、実施状況の報告を5月16日までに報告することを求める。</p>	<p>【検討中】</p> <p>外部電源の信頼性向上対策について検討中。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; text-align: center;"> <p>検証委員会（4/8）でご意見を頂いた事項</p> </div>



## 非常用発電機の配備強化

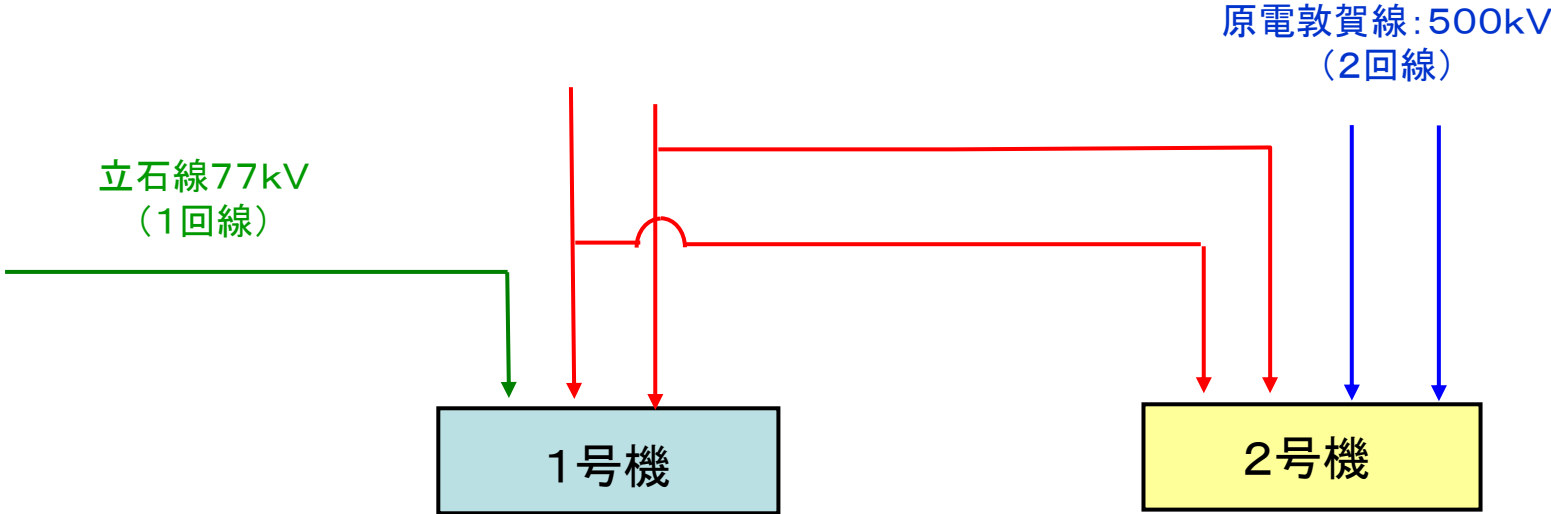
号機毎に2基のディーゼル発電機が設置されており、発電機の保守・点検は燃料取出中などに実施してきたが、今後は常時2台の稼働が可能となることを運転上制限事項とし要求

従来	運転中	←→	燃料取出・交換中
	2台	2台	1台
↓			
今後	2台	2台	2台



恒常設置する発電機(共用)の運用を開始するまでは所要の電力供給が可能な場合、移动式発電装置を非常用発電機とみなすことができる。

# 外部電源の信頼性 確保



- ・敦賀線(275KV) : 1, 2号機共に接続
- ・原電敦賀線(500KV) : 2号機のみ接続
- ・立石線(77KV) : 1号機のみ接続

今後、敦賀1号機と2号機の電力供給の信頼性向上に資するよう、全ての送電系統を敦賀1号機、2号機に接続し、電力供給を可能とする(検討中)。