

# 実行計画の取組み状況および 指摘事項への対応について

平成23年4月25日

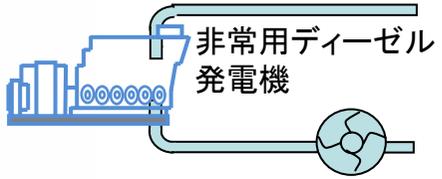
独立行政法人日本原子力研究開発機構

1. 実行計画の取組状況
  - (1) 緊急対策
  - (2) 応急対策
2. 指摘事項に対する対応
3. 応急対策の実施について
4. まとめ
5. 参考：国からの指示文書に対する対応状況(紹介)

現在、原子炉停止中  
(設備点検中)

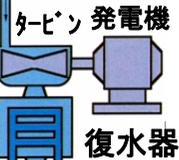
## 【点検等の状況】

非常用ディーゼル発電機の起動試験  
(3/11、3/16、4/6、4/8)

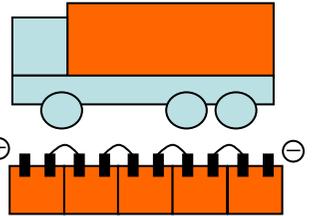


非常用ディーゼル発電機  
補機冷却海水ポンプ

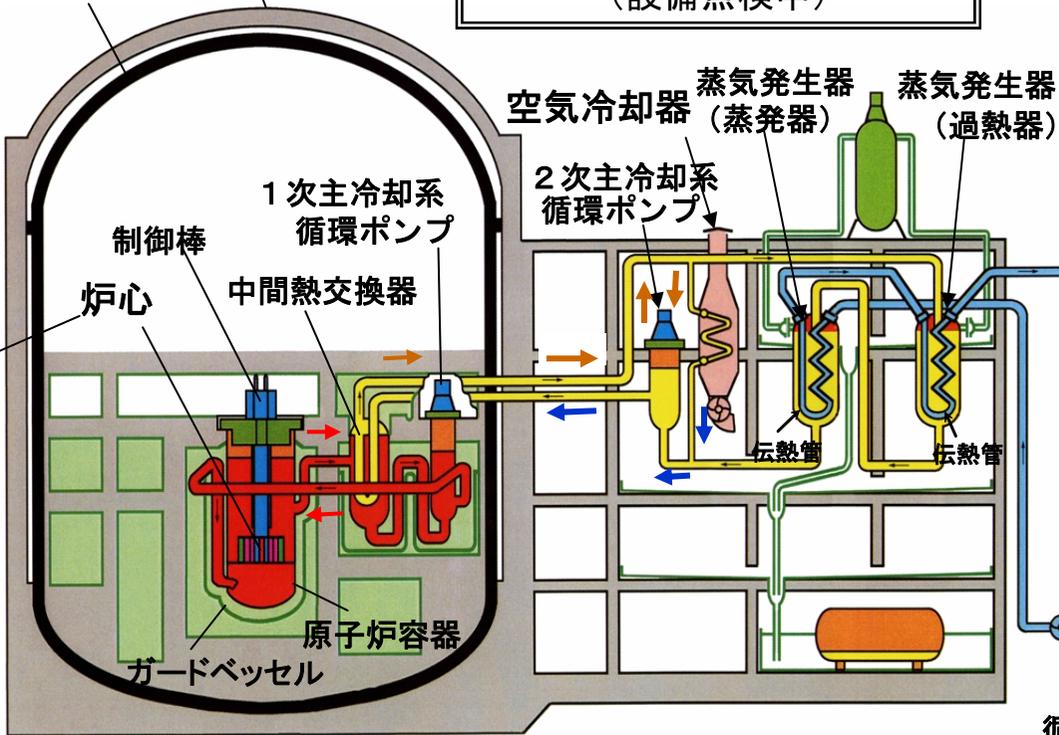
電源車を1台配備 (関電殿より借用)  
(3/18～、訓練4/4、4/5)  
蓄電池の点検  
(3/14、3/21、3/28、4/4)



タービン発電機  
復水器  
循環水ポンプ



原子炉格納容器  
原子炉建物



空気冷却器  
蒸気発生器 (蒸発器)  
蒸気発生器 (過熱器)

1次主冷却系循環ポンプ  
制御棒  
炉心  
中間熱交換器

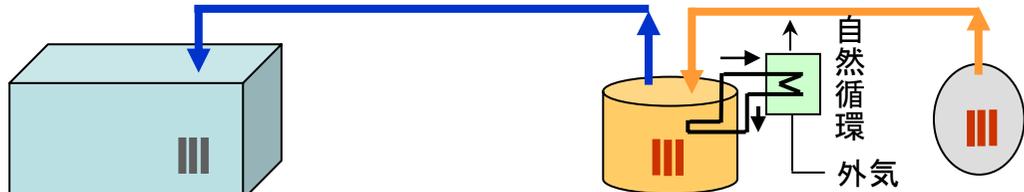
2次主冷却系循環ポンプ  
伝熱管  
伝熱管

原子炉容器  
ガードベッセル

現在は、炉心の崩壊熱が小さく  
(約45kW) 原子炉容器からの自然放熱(約50kW)で除熱できる。

## 【燃料貯蔵設備】

十分冷却された燃料を貯蔵



燃料池(水プール)

炉外燃料貯蔵槽  
原子炉

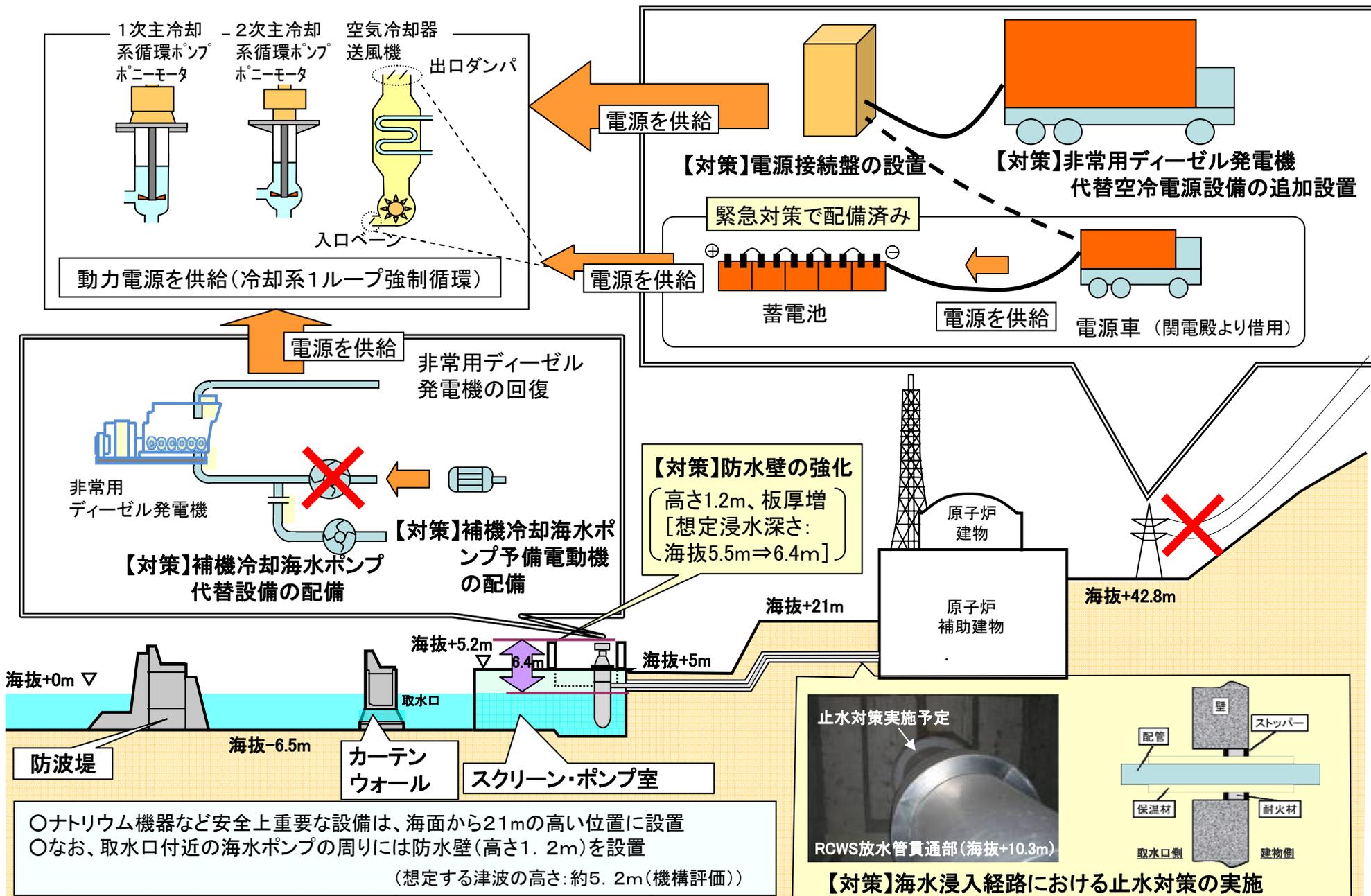
崩壊熱が十分に低下した燃料を貯蔵するため、水は沸騰しない。

ポンプや送風機が運転ができなくなった場合でも、自然循環により冷却可能。

海水ポンプ室の防水壁の点検を実施(3/18)

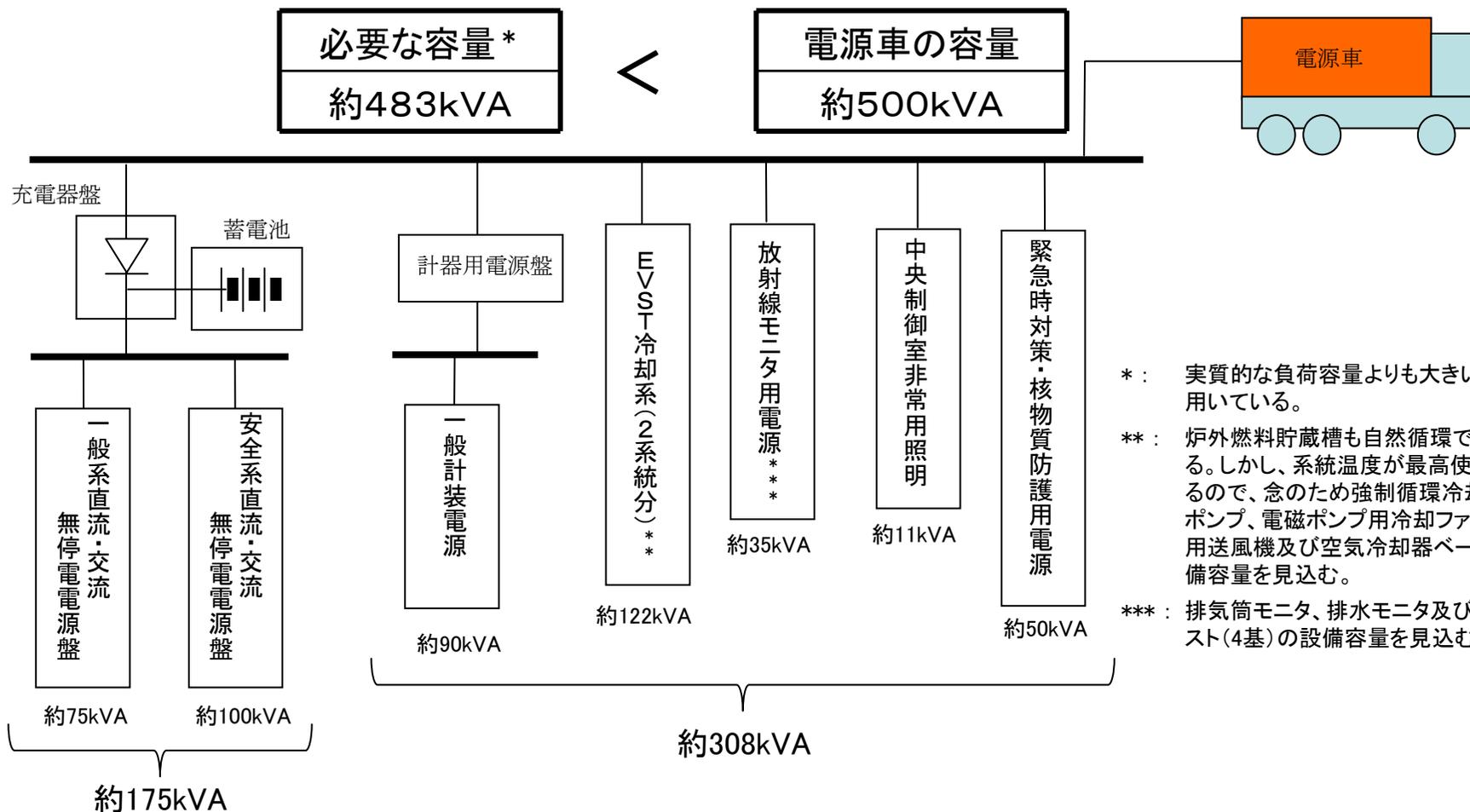
地震・津波発生時の対応手順を再確認(3/18～)、  
負荷制限による蓄電池延長手順など想定を超える状況を想定した対応手順を作成中

停止機能・除熱機能・閉じ込め機能の安全機能確認中



No.	指摘項目	回答 シート番号	
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	消防ポンプの運転継続時間及び補給方法は	8	第2回委員会
4	電源車用のタンクローリの設置場所、消防ポンプの保管場所は。	9	第2回委員会
5	原子炉冷却設備の耐震性は大丈夫か	11	第2回委員会
6	燃料取扱建屋の耐震評価は大丈夫か	12	第2回委員会
7	受電設備、変圧器他の地震・津波対策は	14	第2回委員会
8	津波評価の検討状況は	15	第2回委員会
9	発電所における総合訓練の実施など、シナリオの充実を図っては	17	第2回委員会

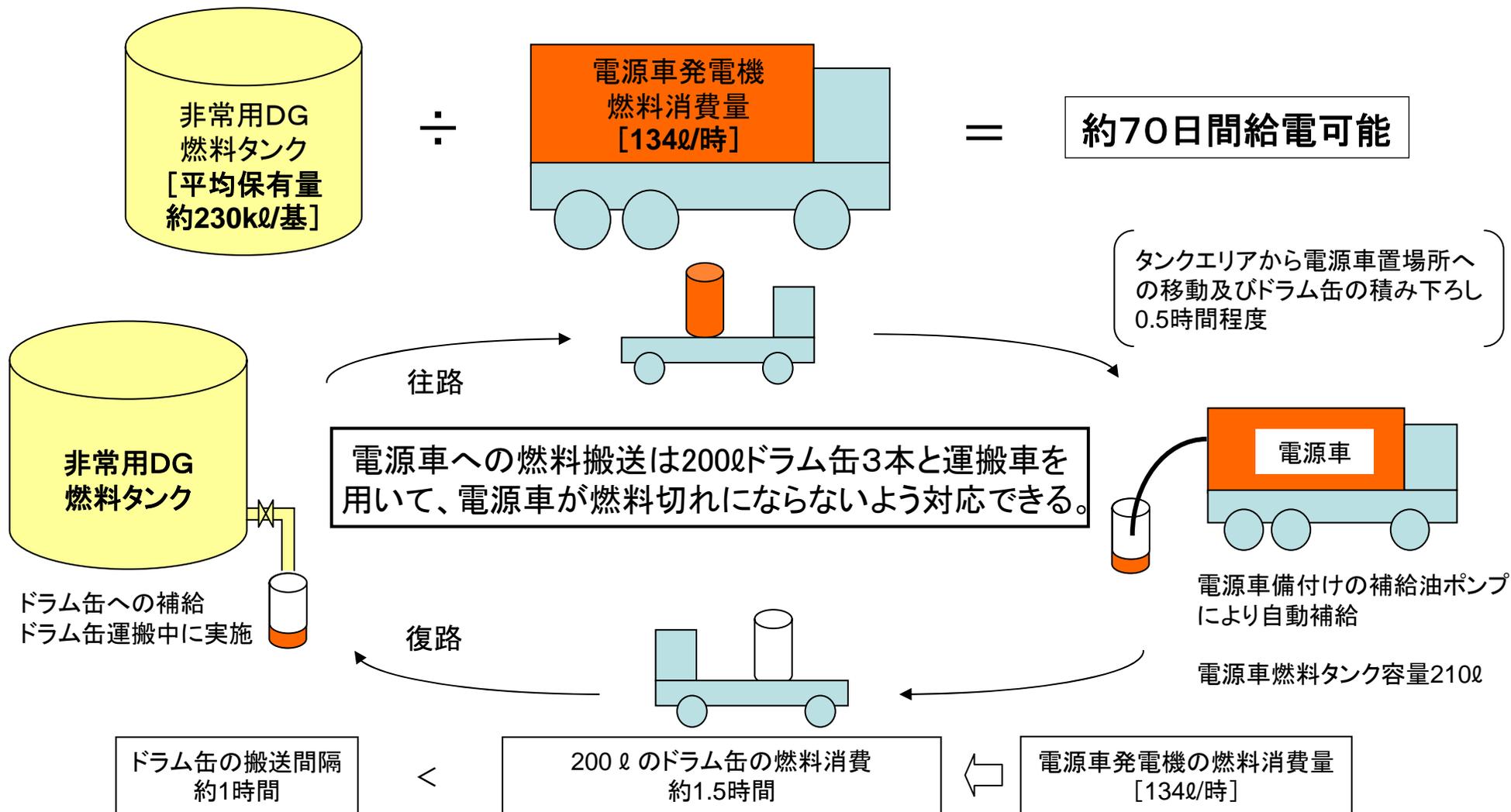
全動力電源喪失時の炉心崩壊熱除去は、1次・2次主冷系及び補助冷却設備の自然循環（空気冷却）により実施可能であることから、動力電源を必要としない。  
 中央制御室にて原子炉の停止状態を監視（原子炉の中性子束、温度、液位やナトリウム漏えい監視、放射線モニタ監視など）するためなどに必要な電源を確保する。



- \* : 実質的な負荷容量よりも大きい保守的な値を用いている。
- \*\* : 炉外燃料貯蔵槽も自然循環で冷却可能である。しかし、系統温度が最高使用温度を超えるので、念のため強制循環冷却を行う。電磁ポンプ、電磁ポンプ用冷却ファン、空気冷却器用送風機及び空気冷却器ベーン・ダンパの設備容量を見込む。
- \*\*\* : 排気筒モニタ、排水モニタ及びモニタリングポスト(4基)の設備容量を見込む。

電源車は中央制御室での停止状態の監視などに必要な容量を有している

非常用ディーゼル発電機用燃料タンク1基に保有している燃料により、約70日間電源車からの給電が可能である。

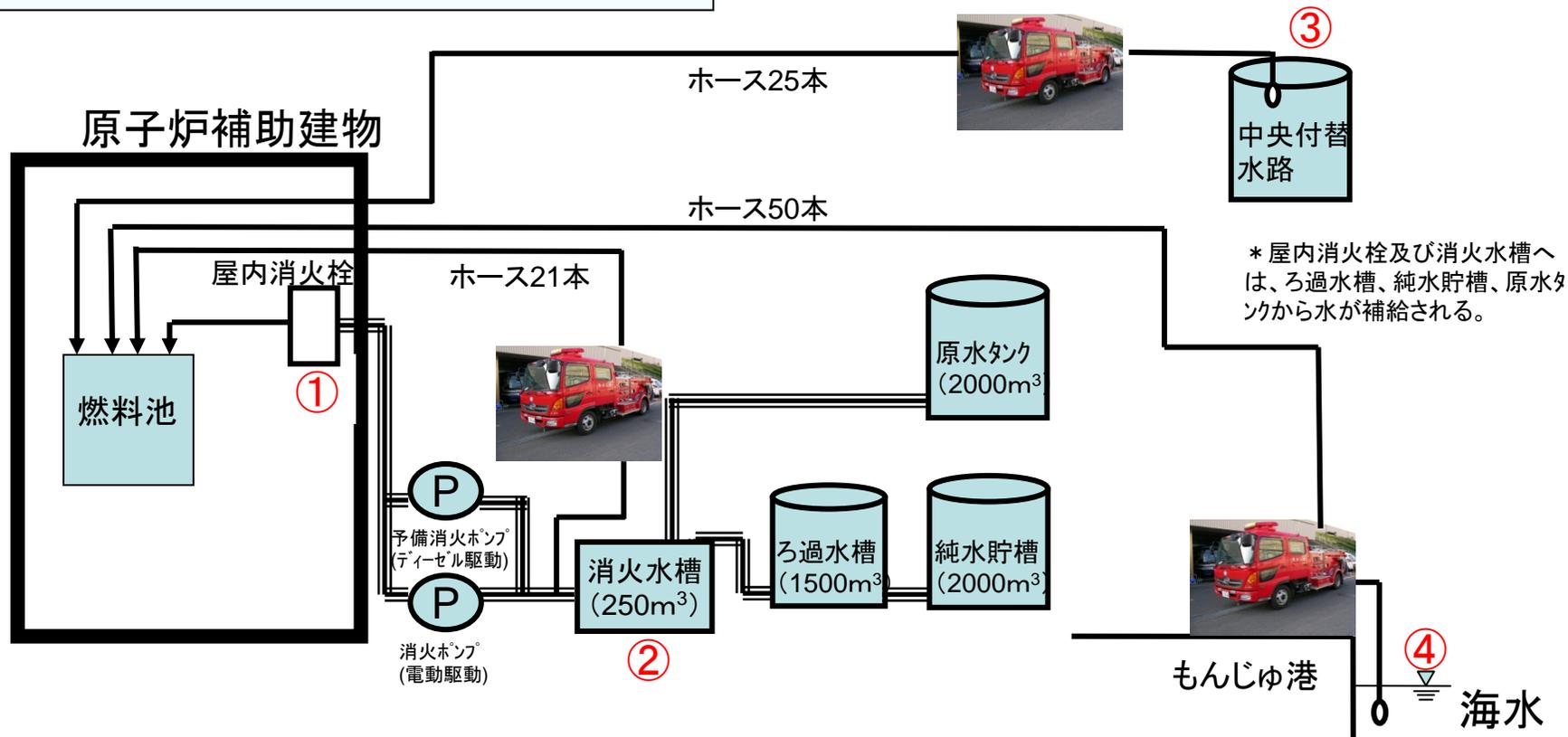


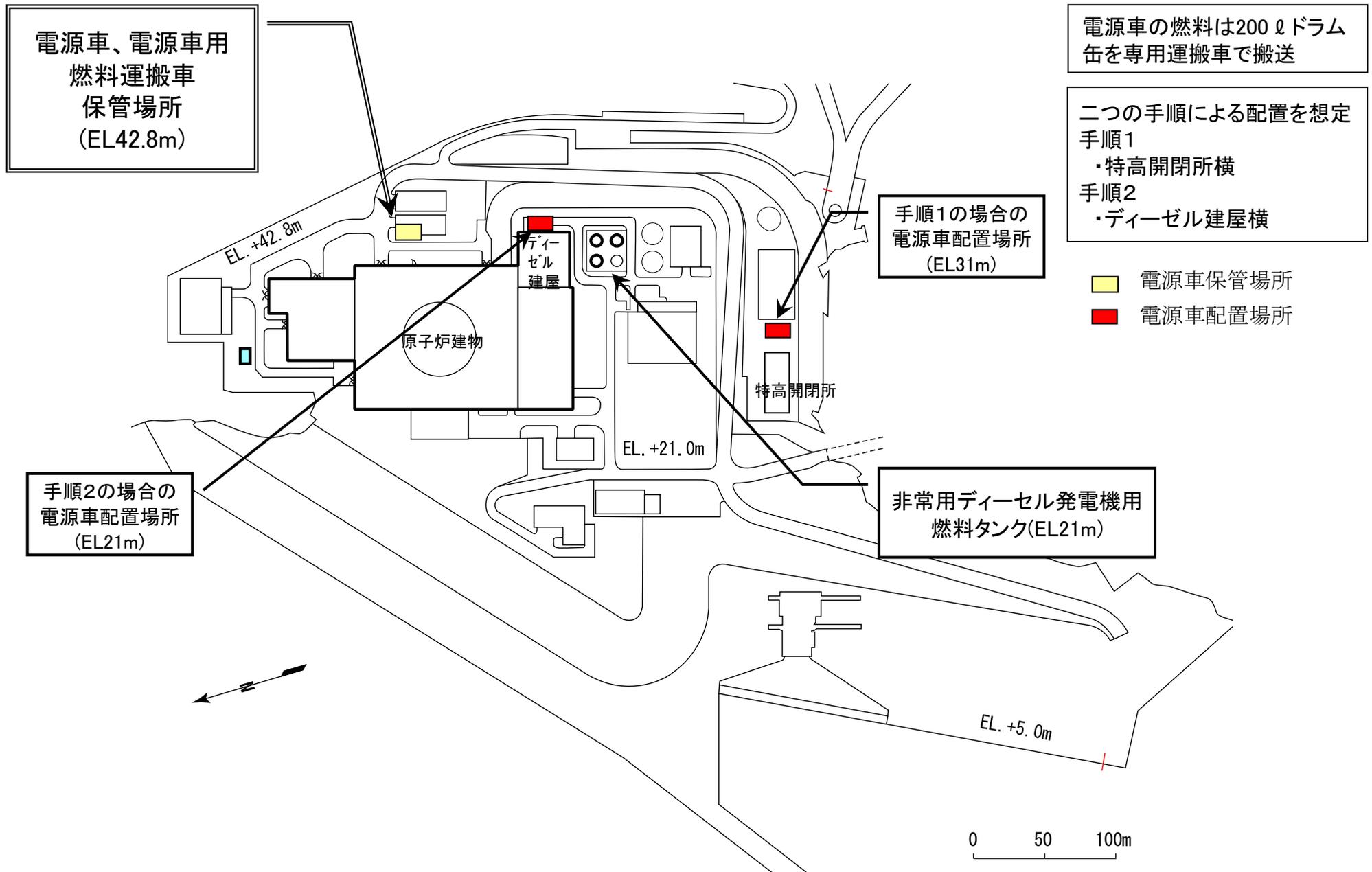
## 燃料池への補給水の水利選択順

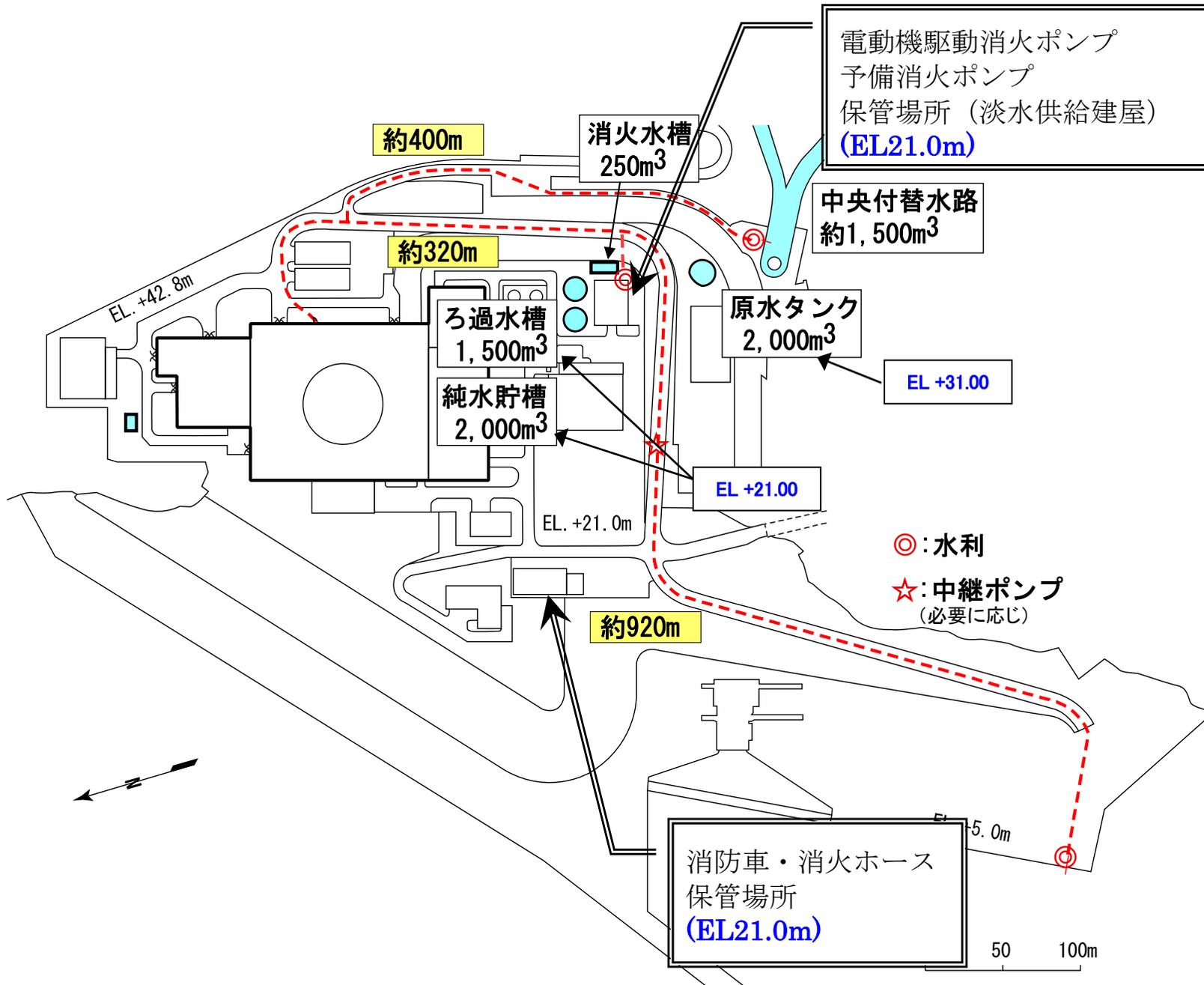
- ① 屋内消火栓からの給水
- ↓
- ② 消火水槽からの給水
- ↓
- ③ 水路を利用した給水
- ↓
- ④ 海水を利用した給水

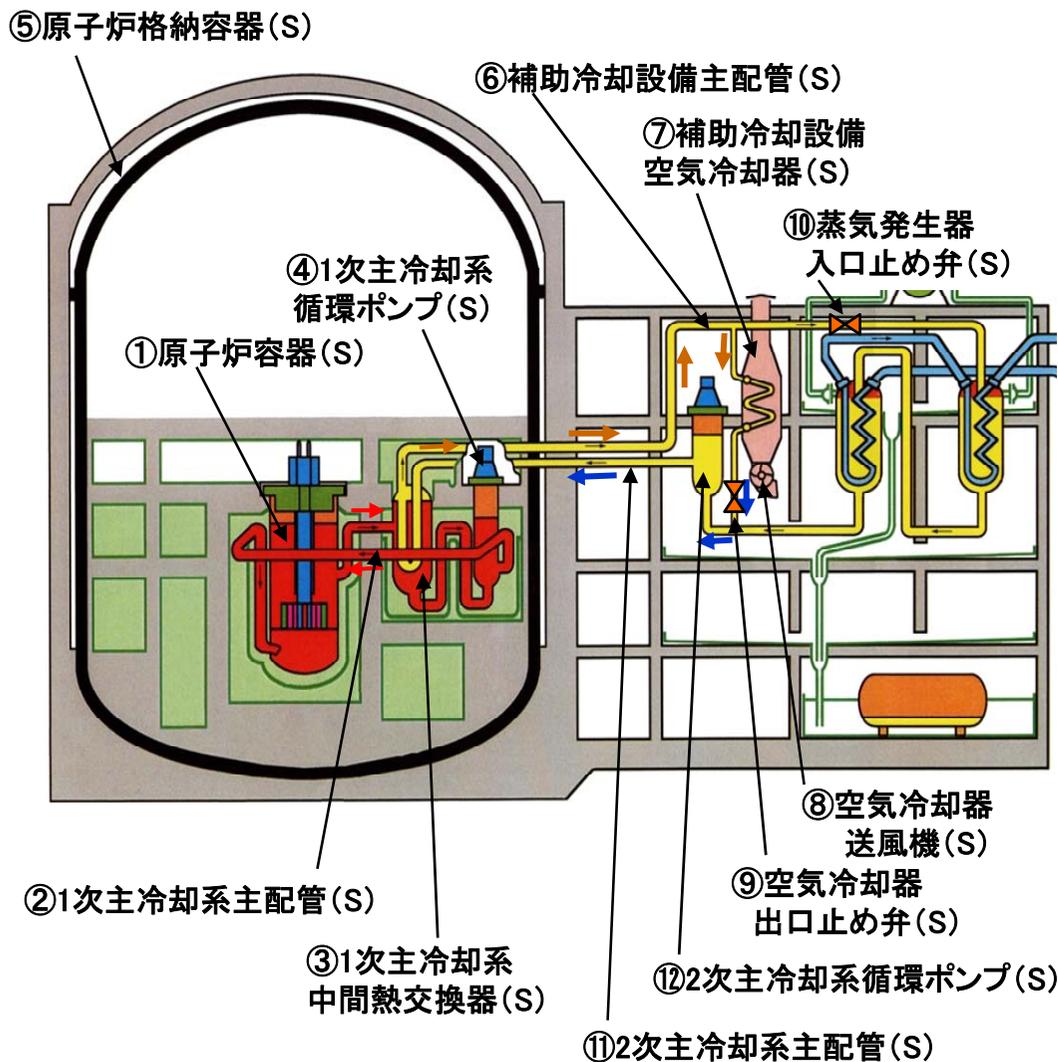
給水中に連続して消防ポンプに対する給油を考慮する必要はない※1。

○燃料池の水は沸騰することはなく、蒸発分※2の水を補給することを前提。  
 ※1: 消防車(消防ポンプ)からは約12m<sup>3</sup>/h程度の給水が可能であり、一日当り2~3時間の給水で蒸発量を賄うことができる。  
 ※2: 缶詰缶頂部露出まで約2.5ヵ月(日最大蒸発量約25m<sup>3</sup>)









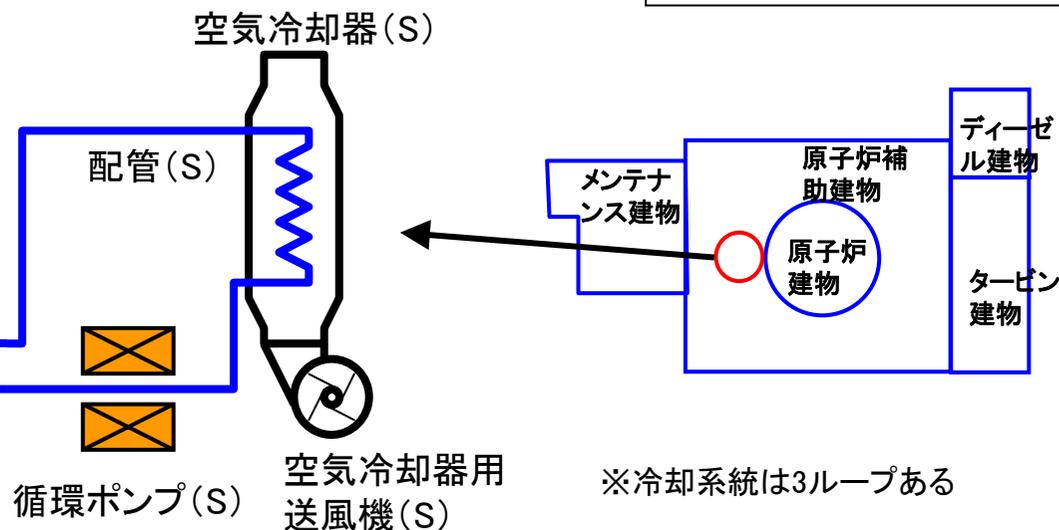
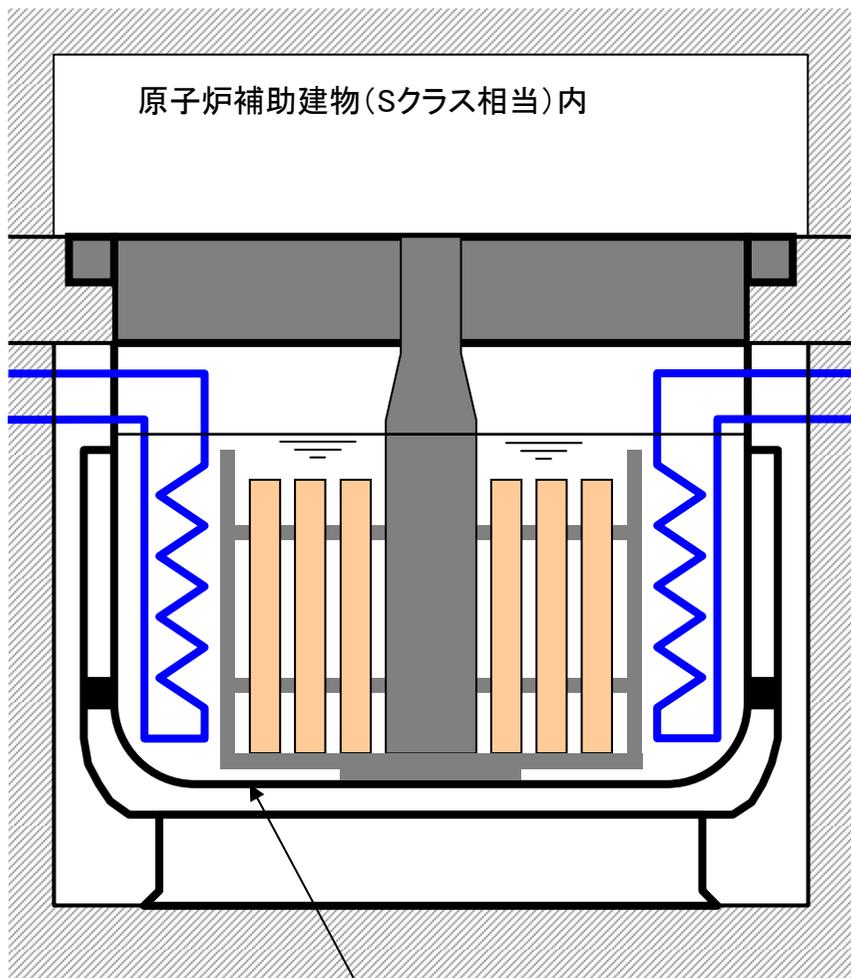
評価設備	発生値	評価基準値
①原子炉容器	309MPa	361MPa
②1次主冷却系主配管	114MPa	245MPa
③1次主冷却系中間熱交換器	126MPa	223MPa
④1次主冷却系循環ポンプ	173MPa	257MPa
⑤原子炉格納容器	288MPa	348MPa
⑥補助冷却設備主配管	214MPa	275MPa
⑦補助冷却設備空気冷却器	$5.25 \times 10^5$ kN・mm	$7.61 \times 10^5$ kN・mm
⑧空気冷却器送風機	1.32G	2.3G
⑨空気冷却器出口止め弁	4.88G	5G
⑩蒸気発生器入口止め弁	4.85G	5G
⑪2次主冷却系主配管	213MPa	260MPa
⑫2次主冷却系循環ポンプ	164MPa	231MPa

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

耐震バックチェックの結果、耐震性を有していることを確認した。

炉外燃料貯蔵設備についてSs地震動による耐震評価

評価基準値を満足していることを確認している



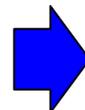
炉外燃料貯蔵設備の耐震評価

評価設備	発生値 (MPa)	評価基準値 (MPa)
炉外燃料貯蔵槽	139	172
配管	256	352
空気冷却器	98	470
空気冷却器用送風機	17	470
循環ポンプ	21	362

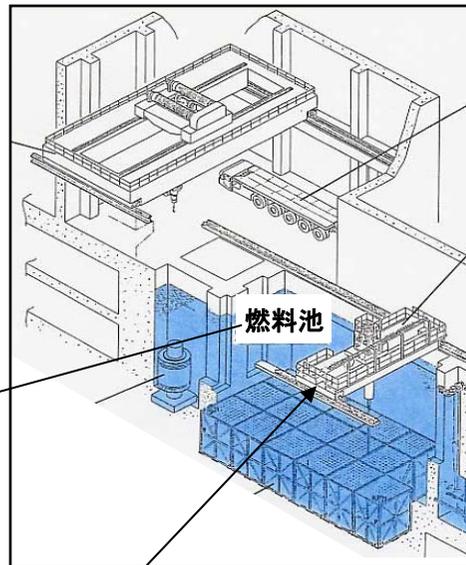
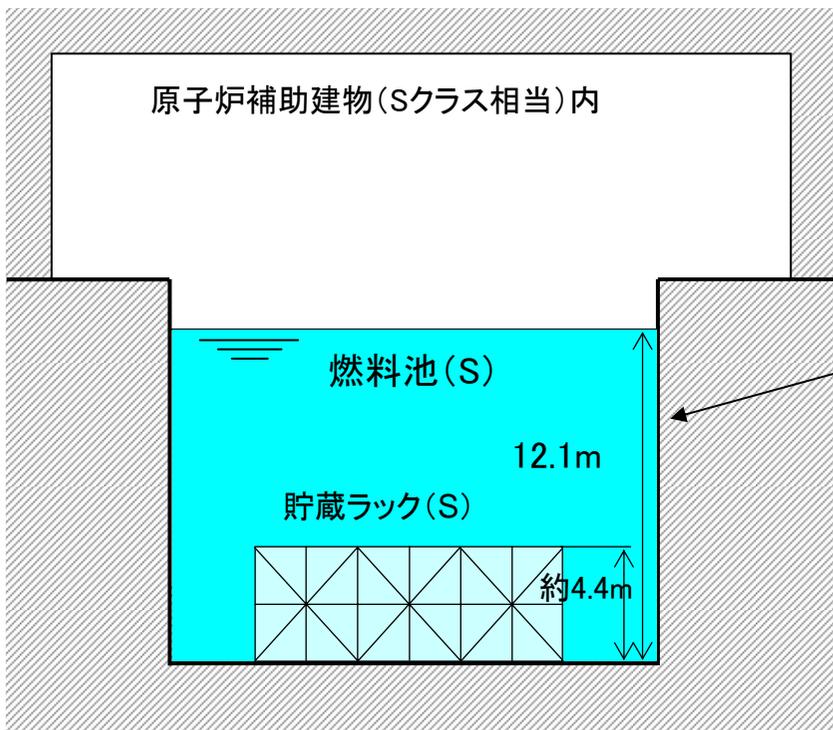
注)設備名に付記した()内の英字は耐震重要度クラスを示す

※炉外燃料貯蔵設備は原子炉補助建物内に設置されている。  
原子炉補助建物についても、Ss地震動による耐震評価を実施して、評価基準値を満足していることを確認している。

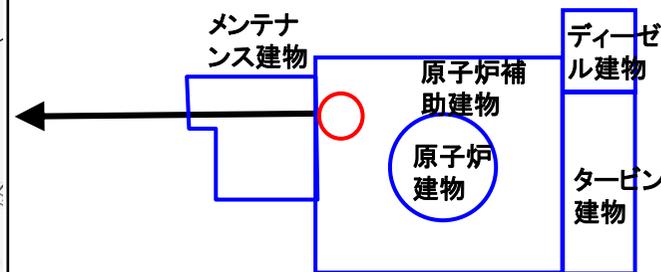
燃料池についてSs地震動による耐震評価



評価基準値を満足していることを確認している



燃料移送機(B)



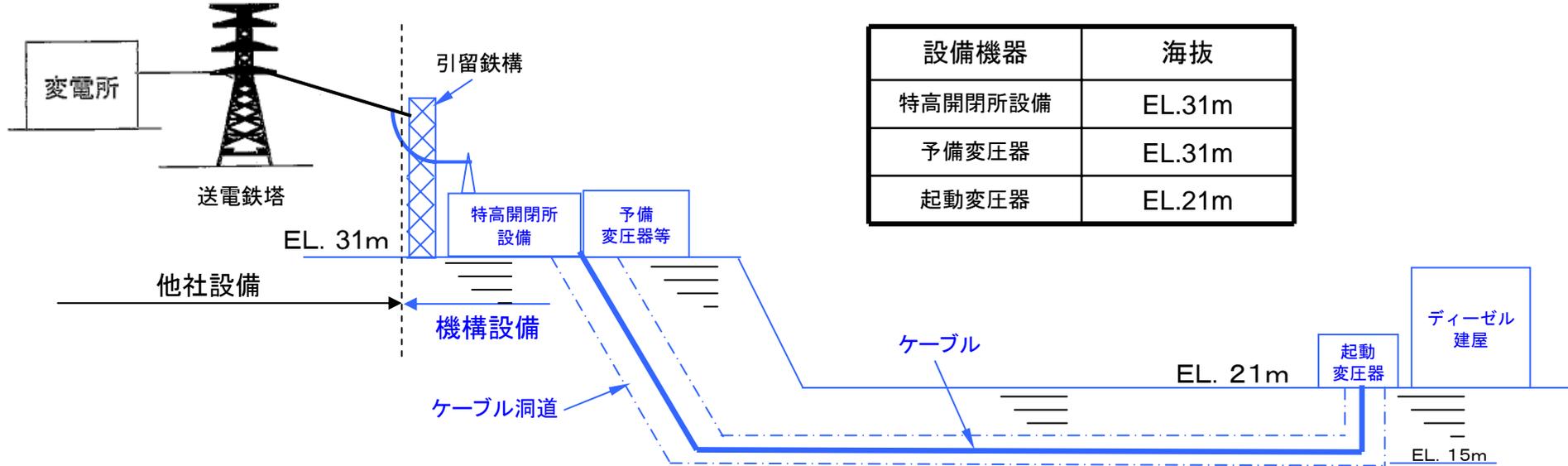
燃料池の耐震評価

評価設備	発生値 (MPa)	評価基準値 (MPa)
燃料池	25	53
貯蔵ラック	127	154
燃料移送機	落下しないことを確認	

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

※燃料池については原子炉補助建物内に設置されている。  
原子炉補助建物についても、Ss地震動による耐震評価を実施して、評価基準値を満足していることを確認している。

275kV系統及び77kV系統



設備機器	海拔
特高開閉所設備	EL.31m
予備変圧器	EL.31m
起動変圧器	EL.21m

発電所内受電設備	地震に係る評価	津波に係る評価
引留鉄構	・平均風速40m/秒の連続風荷重に耐える構造	EL.31mの位置に設置されていることから、津波の影響はないものと考えられる。なお、今回の地震・津波による送電線への影響に係る知見が得られ次第、対応していく。
特高開閉所設備	・地表面で最大水平地震加速度0.3Gの共振正弦3波に耐える設計	同上
予備変圧器、 起動変圧器	同上	EL.21m、31mの位置に設置されており、津波の影響は受けないものと考えられる。なお、今回の地震・津波による変圧器等への影響に係る知見が得られ次第、対応していく。
ケーブル、 ケーブル洞道	耐震Cクラス設備であるが、地中埋設の洞道を設け、洞道基礎は岩着して耐震性を上げている。	地中洞道内ケーブルについては耐水性に富んでおり、冠水状態でも使用可能。

発電所内の受電設備については今回の地震・津波による受電設備への影響に係る知見を反映し、地震・津波に対する影響を低減する対策を検討し、必要な対応を行っていく。

**【津波評価の考え方】**

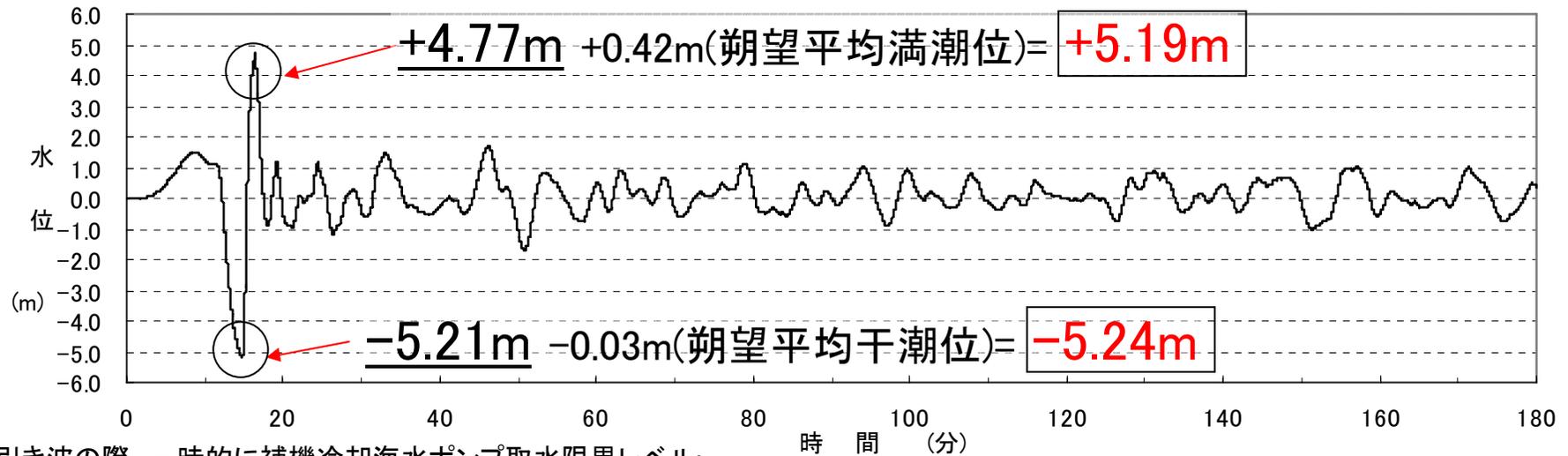
- ・これまで土木学会基準に基づき海岸線と海底地形を最新の地形図等をもとにモデル化し、地震の断層運動による海底の鉛直変位分布を海面に与え、シミュレーション解析により各地点の津波高さを計算。
- ・もんじゅ敷地に対し最も影響の大きい津波は、大陸棚外縁～B～野坂断層による津波であり、港湾奥部で水位上昇、水位低下とも大きくなり、最大水位上昇でT.P. +5.19m、最大水位低下でT.P. -5.24mである。この評価は、既往津波や、日本海東縁部から伝播する津波の水位変動の評価値※(上昇 +3.2m、低下 -2.6m)を上回り、最大水位上昇の際、港湾部敷地に一部越波した海水が溢れ、また最大水位低下の際、一時的に補機冷却海水ポンプの取水レベルを下回る。

※:平成14年の評価値

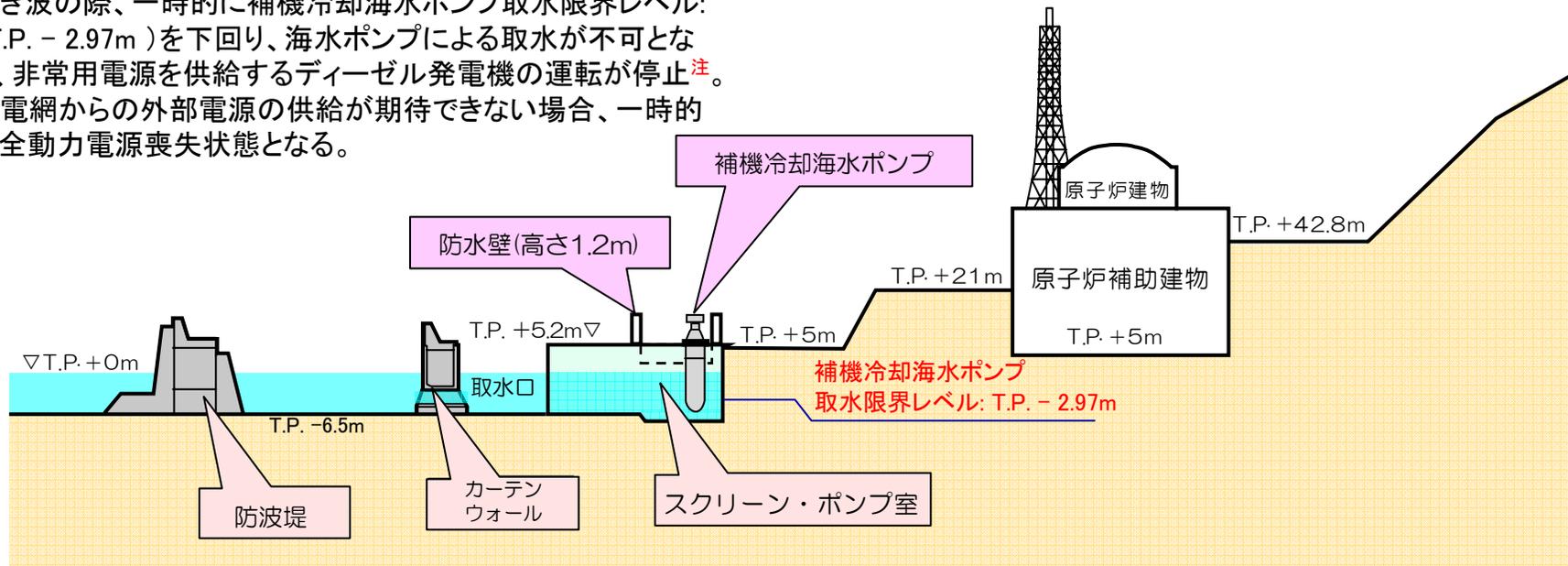
**【津波対策の基本的考え方】**

- ・現時点では上記評価結果に基づき、設置された防水壁に対して、さらに余裕をもたせるための補強を行う。(平成23年度中実施完了予定)
- ・今回発生した津波に関する詳細評価については、現在さまざまな角度からの原因究明が行われており、新しく得られる知見について安全性を高めるため上記応急対策に反映するなど適切な対策を実施していく。

## 港湾最奥部(水位変化最大地点)における水位時系列



引き波の際、一時的に補機冷却海水ポンプ取水限界レベル:  
(T.P. - 2.97m)を下回り、海水ポンプによる取水が不可とな  
り、非常用電源を供給するディーゼル発電機の運転が停止<sup>注</sup>。  
送電網からの外部電源の供給が期待できない場合、一時的  
に全動力電源喪失状態となる。



**注:** 補機冷却海水ポンプはディーゼル発電機に冷却水を供給。海水の取水が不可とな  
るとディーゼル発電機は運転を停止。

※T.P=東京湾平均海面

安全性向上対策として、若狭湾で巨大地震が発生したことを想定し、より一層の信頼性向上のため、「もんじゅ」運転員及び保守課員を対象とした緊急時対応訓練を実施。

### 全電源喪失時のシミュレータ訓練

4/5,20実施

「もんじゅ」シミュレータを用いて、運転員を対象とした「全交流電源喪失」の対応訓練を実施。

→「異常時手順書Ⅱ」に従って、自然循環運転移行までの「炉心冷却」手順について確認



#### 【主な改善事項】

- ・暗闇でも監視計器等が確認できるようにヘルメット等に取り付けが可能なヘッドランプを配備

### 補助冷却設備 空気冷却器 ベーン・ダンパ等の手動操作訓練

4/19,20実施

自然循環運転確保のため、補助冷却設備(ACS)およびEVST冷却系の空気冷却器において、運転員による駆動電源喪失時のベーン・ダンパの手動操作訓練を実施。

→空気冷却器ベーン・ダンパの現場での手動操作が可能であることを確認

#### 【主な改善事項】

- ・手動ハンドルが重いので操作は2名で行うことを手順書に反映

### 電源車接続の訓練

4/4,5,21実施

現場指揮者1名及び班員3名で、電源車ともんじゅ給電ラインにケーブルを接続し、電源車の発電機「起動」等の訓練を実施。(電源ケーブルの給電ラインへの接続等は模擬)



→電源ケーブルの延線及び電源車への繋ぎ込み、発電機の起動操作などの手順を確認

#### 【主な改善事項】

- ・ケーブル敷設の常設化による接続時間の短縮(予定)
- ・ケーブルの接続間違い防止のための識別表示の実施
- ・電源車への燃料補給を確実にするための燃料ドラム缶及び運搬車を準備

### 燃料池給水訓練

4/8,21実施

燃料池の冷却機能の喪失が2, 3ヶ月継続した場合の燃料池水量の減少を補うため、消火水槽からの給水、ホースを連結してもんじゅ港から消防車により水を汲み上げて給水する訓練を実施。(燃料池給水は模擬)

→消火水槽から問題なく給水できることを確認  
最も遠方になるもんじゅ港から問題なく給水できることを確認



#### 【主な改善事項】

- ・複数の水源を設定して給水可能水量を大幅に増大
- ・複数の水源の切替手順を手順書に反映

## 地震・津波による全交流電源喪失に係る訓練の充実

### 緊急対策訓練

#### 【センターにおける個別の訓練】

- ・長期電源喪失想定事故シナリオを検討し、体制、対応手順を定めて訓練を実施

- 1) 運転員
  - ・運転員による全電源喪失時訓練

- 2) 電源復旧、燃料池水補給
  - ・緊急時の電源確保訓練
  - ・燃料池水補給訓練

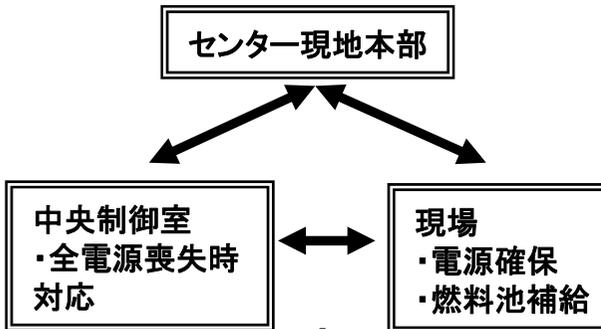


訓練の実施により、改善点を抽出し、フィードバックを実施

### 今後の対応

#### 【センターにおける訓練の充実】

- ・センター現地本部を設置したセンター総合訓練（初動体制の確立、本部と現場との連携等）の実施
- ・夜間を想定した訓練 等



訓練の実施により、改善点を抽出し、フィードバックを実施

### 更なる充実

#### 【総合防災訓練の実施等】

- ・東海本部、敦賀本部を含む総合防災訓練の実施
- ・国・自治体が行う原子力防災訓練との連携

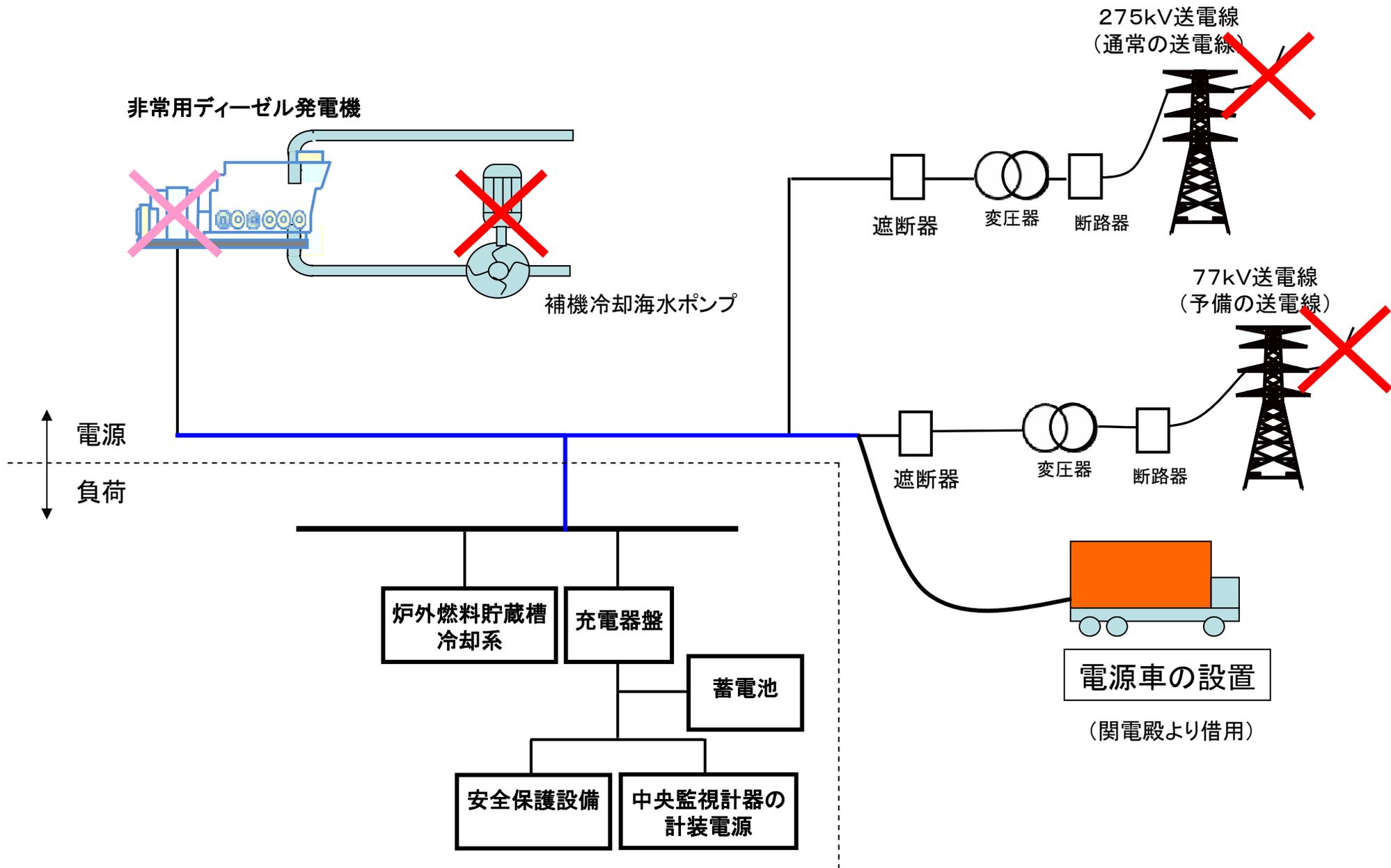
#### 【応急対策向け訓練】

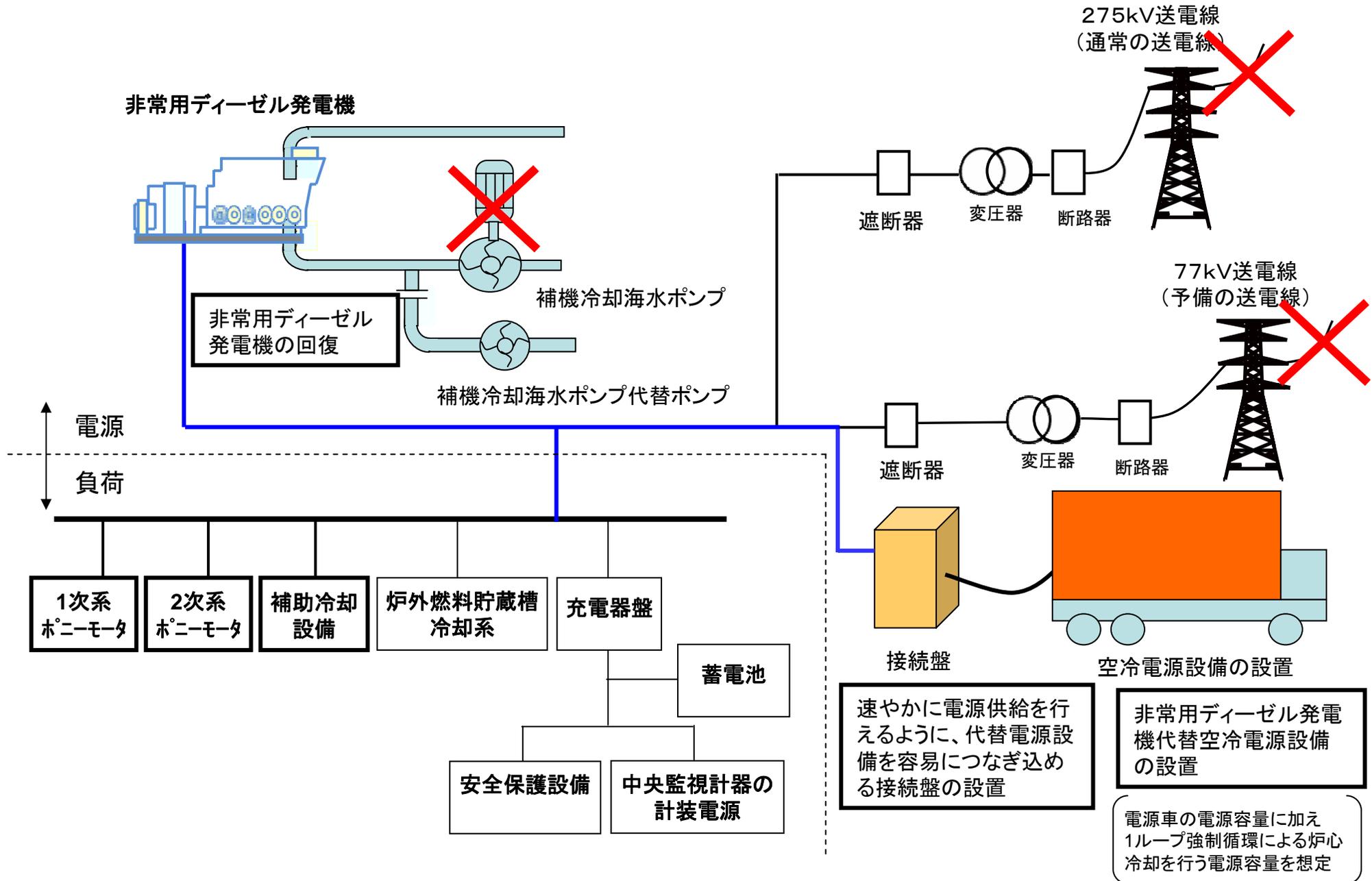
- ・応急対策実施に伴う手順書整備・訓練の実施



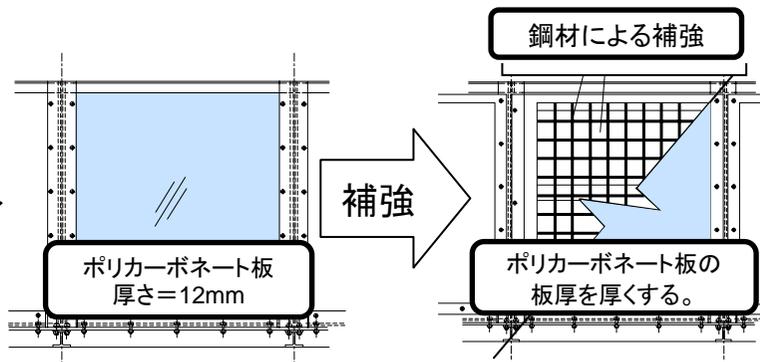
訓練の実施により、改善点を抽出し、フィードバックを実施

### 3. 応急対策の実施について

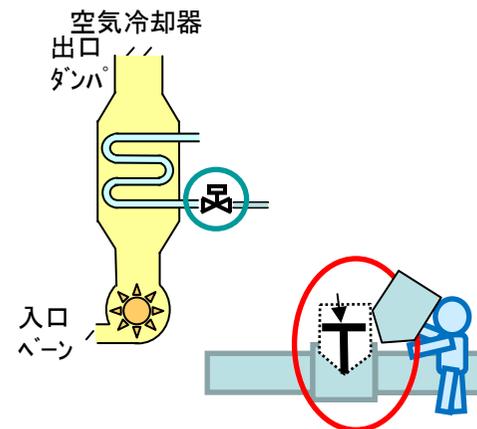




## 原子炉補機冷却海水ポンプ周り防水壁の補強

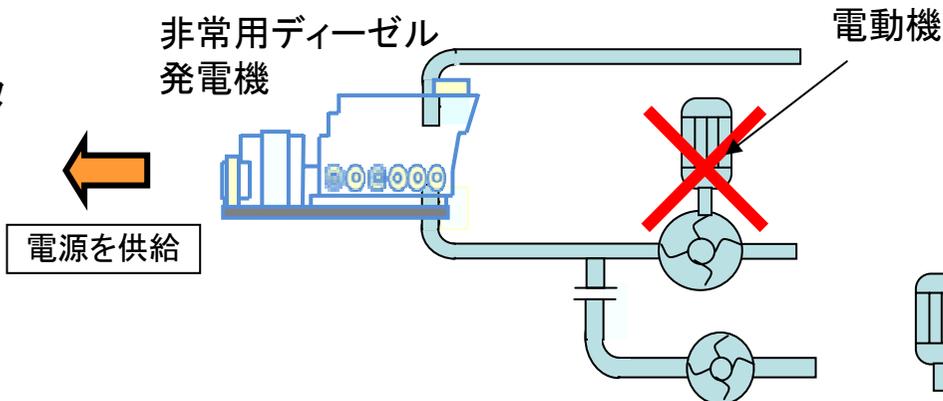


## 蒸気発生器入り口止め弁、補助冷却設備空気冷却器出口止め弁の保温材パッケージ化



## 海水冷却機能復旧対策の実施(補機冷却海水ポンプ予備電動機の配備)

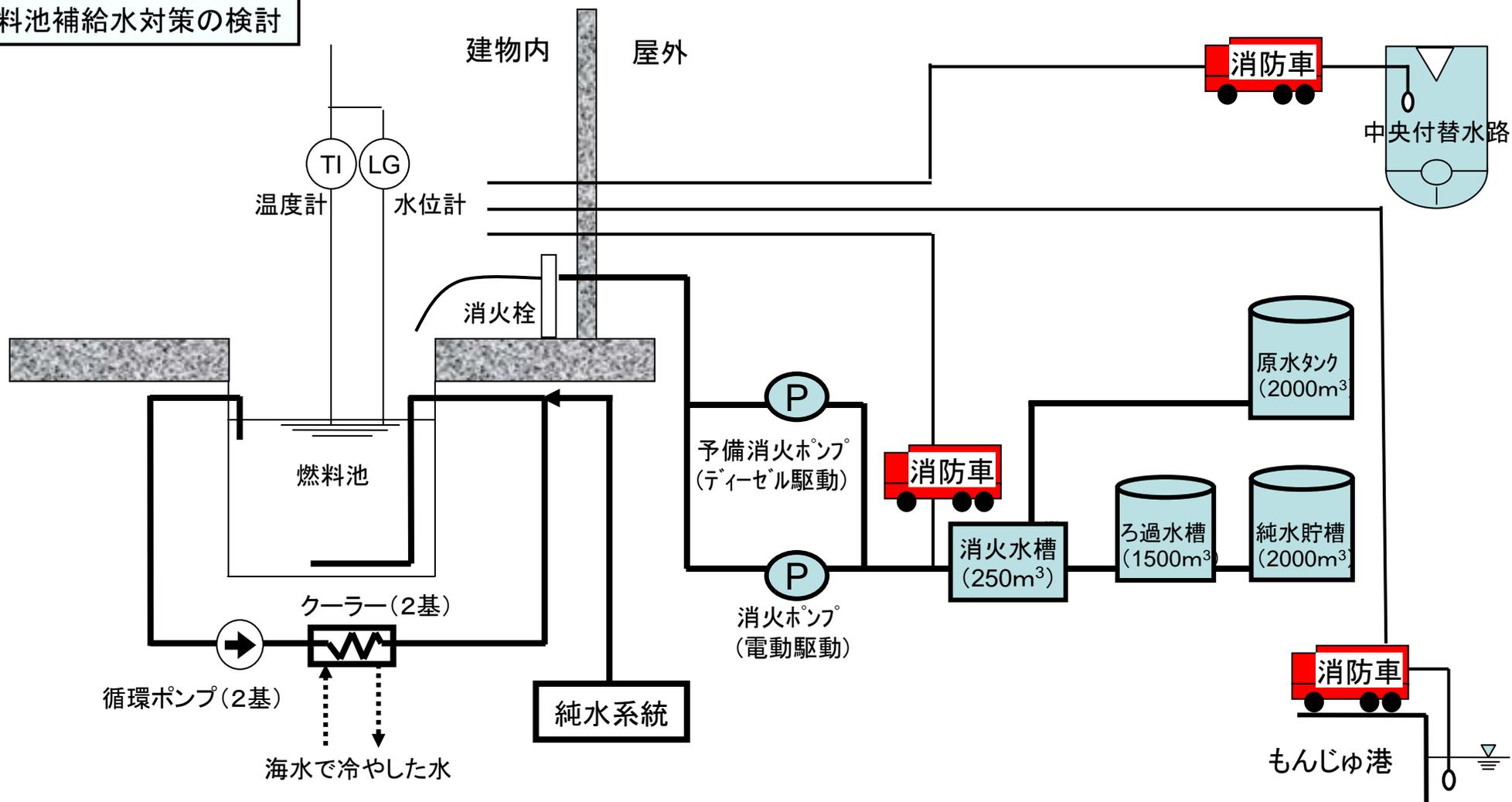
- 1, 2次主循環ポンプ ポニーモータ
- 補助冷却設備
- EVST冷却系
- 安全保護設備
- 中央監視計器 等



補助冷却設備空気冷却器による崩壊熱除去を行うために動作する蒸気発生器入り口止め弁等について、万一モータで動作しなかった場合に備え、短時間で手動で開閉できるように、保温材を簡単に取り外せるようにする。

津波により予想される補機冷却海水ポンプの電動機故障による海水冷却系の機能の喪失を早期に復旧させるため、海水ポンプの予備の電動機を配備する。

## 燃料池補給水対策の検討



燃料池の冷却が出来なくなった場合でも沸騰しない。水温の上昇・蒸発により、水位が低下した場合に消防車等による水の補給を行う。

※1日最大蒸発量約25m<sup>3</sup>

		計画概要	実施時期
設備面の対策	電源の確保	非常用ディーゼル発電機代替空冷電源設備の追加設置	検討:平成23年4月～平成23年7月末 設置:平成23年8月～可及的速やかに
		非常用ディーゼル発電機の緊急復旧のため、原子炉補機冷却海水ポンプ代替設備を配備	検討:平成23年4月～平成23年9月末 設置:平成23年10月～平成24年3月末
		取水口付近からディーゼル建物への海水の止水対策を実施	調査・検討:平成23年3月～平成23年4月末 止水対策実施:平成23年5月～平成23年9月末
	炉心冷却機能の確保	海水冷却機能復旧対策の実施 (海水ポンプ予備電動機の配備)	検討:平成23年4月～平成23年9月末 設置:平成23年10月～可及的速やかに
		止める、冷やす、閉じ込める機能に関わる設備の安全機能確認	継続して実施
		原子炉補機冷却海水ポンプ周り防水壁の補強	方法の検討:平成23年4月～平成23年9月末 補強の実施:平成23年10月～平成24年3月末
		蒸気発生器入口止め弁、補助冷却設備空気冷却器出口止め弁の保温材パッケージ化	検討:平成23年4月 設置:平成23年5月～平成25年3月末
運用面の対策	シビアアクシデントへの対応	全交流電源喪失時の冷却機能に関する再確認解析を実施。 自然循環経路の耐震健全性確認と自然循環を阻害する要因がないかの再検討 出力上昇試験において、自然循環による崩壊熱除去が行われることを確認する自然循環確認試験を実施 全交流電源喪失時の対応手順を検討し、設備対応の進捗に応じた手順の策定と訓練を実施 安全対策について第三者の専門家で構成する委員会にて検証	平成23年3月～平成23年7月末  平成23年8月～平成24年3月末  平成25年度実施予定 手順の検討:平成23年4月～ 設備対応の進捗に応じて手順の策定と訓練 平成23年度
	緊急時対応体制の強化	危機管理体制の強化 (危機管理室の設置) 津波対応体制の確立	手続き完了次第可及的速やかに  非常用ディーゼル発電機の緊急復旧対応体制の確立 平成24年3月末

- 検証委員会での指摘事項を踏まえ、より実行的な対策とした。  
（例） 電源車への燃料補給方法の詳細化  
燃料池への給水方法の詳細化
  
- 実行計画としては緊急対策を完了し、津波が発生した場合における原子炉施設の保全のための活動を行う体制を確立した。今後も、応急対策について継続的に行っていく。
  
- 今後も福島第一原子力発電所事故の情報収集、分析を行うとともに、「もんじゅ」における安全確保の考え方や具体的実施計画について対策検討を継続して行く。  
また、事故の全体像の解明が進み、事故シーケンスの分析や評価が行われた時点で、これらに対応した新たな知見を講ずべき対策について、迅速かつ的確に反映していく。

## 5. 参考：国からの指示文書に対する対応状況

国からの指示	指示概要	当機構の取り組み状況
<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し、概ね1ヶ月(4月中)で提出を求める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①緊急点検実施</li> <li>②緊急時対応計画の点検・訓練実施</li> <li>③緊急時の電源確保</li> <li>④緊急時の除熱機能確保</li> <li>⑤緊急時の使用済燃料プールの冷却機能の確保</li> <li>⑥各サイトの構造等を踏まえた当面必要となる対策</li> </ul> <p>なお、対策1ヶ月目処に完了する短期対策と、事故調査委員会等の議論に応じて決定する中長期対策に区分。</p>	<p><b>【実施済:平成23年4月20日】</b></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>
<p><b>非常用発電機の 配備強化</b> 【平成23年4月9日】</p>	<p>非常用ディーゼル発電機は起動、運転中などを除いた一部期間(定期検査中の燃料取出し期間等)は1台が継続・動作可能な状態であることを求めていたが、今後はいずれの期間においても2台以上が動作可能な状態であること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><b>【実施中:保安規定の変更申請を平成23年4月22日】</b></p> <p>すでに現行の保安規定で「ディーゼル発電機2基以上動作可能であること」が定められていたが、但し書きがあったため削除し、「ディーゼル発電機2基以上動作可能であること」のみに変更。</p>
<p><b>外部電源の 信頼性確保</b> 【平成23年4月15日】</p>	<p>地震等による供給支障等により発電所の外部電源に影響を及ぼすため、電力系統の供給信頼性について分析及び評価するとともに、当該分析及び評価を踏まえ、対策(発電所内電源の強化を含む)を検討実施状況の報告を5月16日に報告することを求める。</p>	<p><b>【計画検討中】</b></p> <p>具体的な計画を検討中</p>