



# 美浜・大飯・高浜発電所の最近の状況について

2022年 5月24日

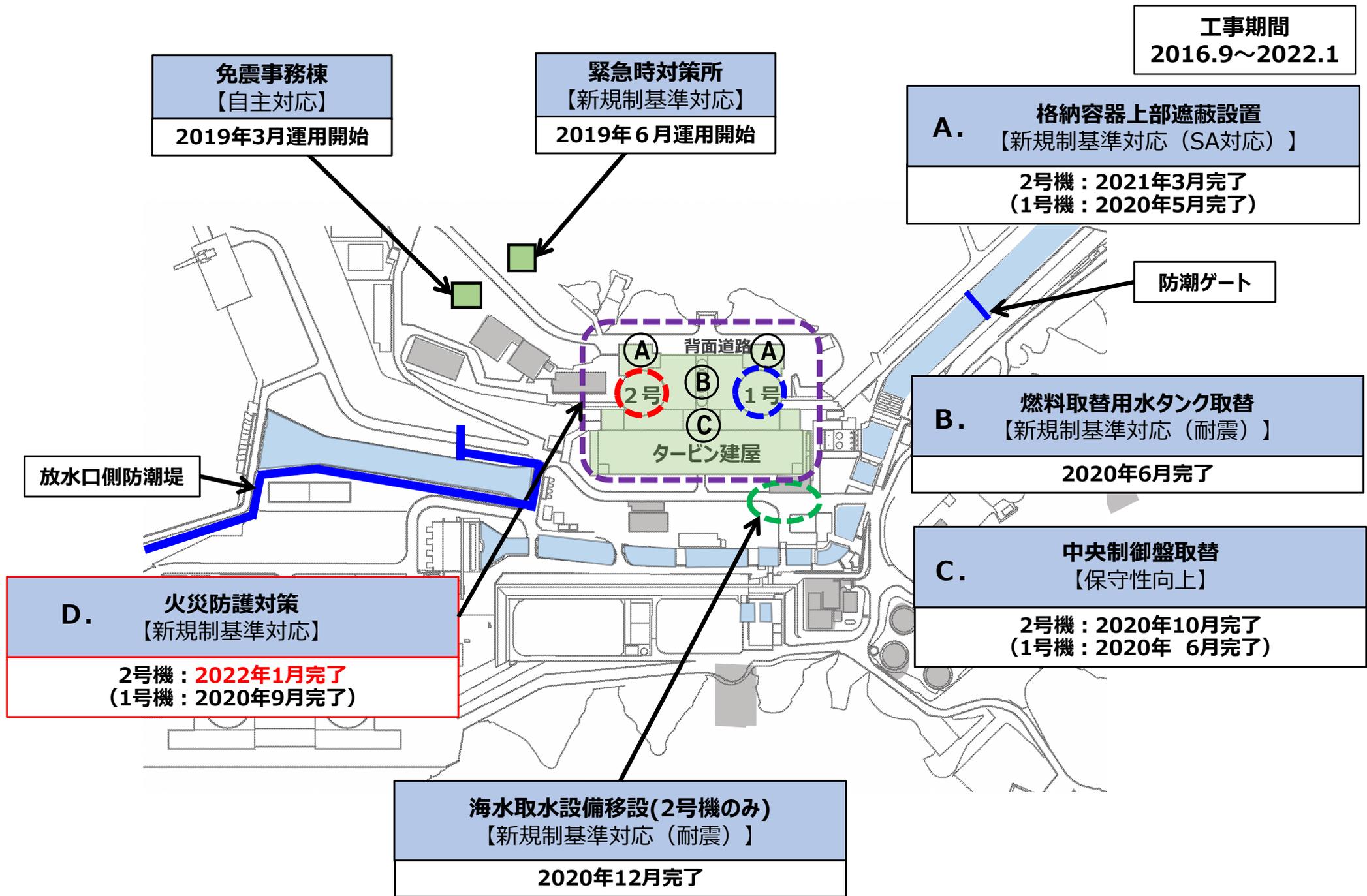
関西電力株式会社

# 各発電所の状況（運転中および再稼動中のプラント）

発電所	~2020年度	2021年度	現時点	2022年度	2023年度
美浜 3号機		▼6/29並列		10/20	12/13 3/5
	第25回 定期検査		第26回 定期検査		第27回 定期検査
		★10/25特重設置期限		▽9月頃特重運用開始	
高浜 3号機	▼3/10並列		▼3/1解列	未定	7/12 9/29
	第24回 定期検査		第25回 定期検査		第26回 定期検査
高浜 4号機		▼4/15並列		6/8 10/24	12/16
	第23回 定期検査			第24回 定期検査	第25回 定期検査 (2023.4.5並列)
大飯 3号機		▼7/5並列		8/23 12/22	2/15
	第18回 定期検査			第19回 定期検査	第20回 定期検査
		★8/24特重設置期限		▽12月頃特重運用開始	
大飯 4号機	▼1/17並列		▼3/11解列	7/6	8月 11月
	第17回 定期検査		第18回 定期検査		第19回 定期検査
		★8/24特重設置期限		▽8月頃特重運用開始	
高浜 1号機	▼2020.9 安全性向上対策工事完了				6/3
			第27回 定期検査		
		★6/9特重設置期限		▽5月頃特重運用開始	
高浜 2号機		▼2022.1 安全性向上対策工事完了			7/15
			第27回 定期検査		
		★6/9特重設置期限		▽6月頃特重運用開始	

▼：実績  
▽：予定

# 高浜2号機 主な安全性向上対策



## A. 【原子炉格納容器上部遮蔽設置】

- 事故時環境線量の低減を目的に鉄筋コンクリート造のトップドーム（屋根）を設置

【施工前】



【施工後】



## B. 【燃料取替用水タンク取替】

- 耐震裕度を向上させるためタンクを取替

最大厚さ  
約30mm→約40mm



## C. 【中央制御盤取替】

- アナログ式から最新のデジタル式に取替

【取替前】



【取替後】



## 【緊急時対策所】

- 事故制圧・拡大防止を図るための対策本部



## 【免震事務棟】

- 事故が長期化した場合の支援（要員待機、資機材保管）



## D. 【火災防護対策】

- 重要なケーブルを燃えにくい難燃ケーブルへ引替
- ケーブルトレイに防火シートを施工



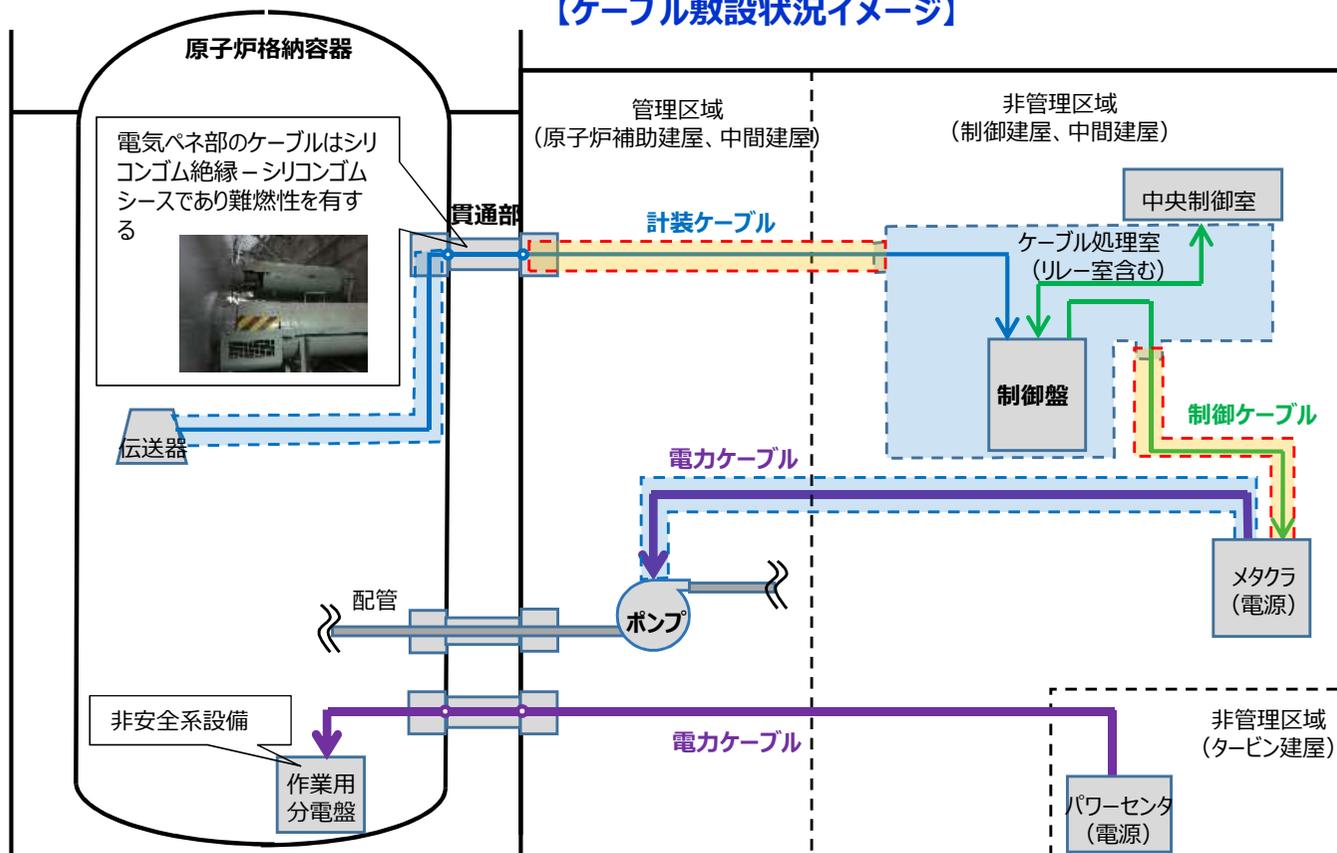
防火シート

結束ベルト

# 高浜2号機 火災防護対策工事について

- 高浜2号機は新規規制基準工事として原子炉格納容器上部遮蔽設置や竜巻防護対策などの工事を2021年に完了。その後火災防護対策工事も完了し、2022年1月末に安全性向上対策工事が完了した。

## 【ケーブル敷設状況イメージ】



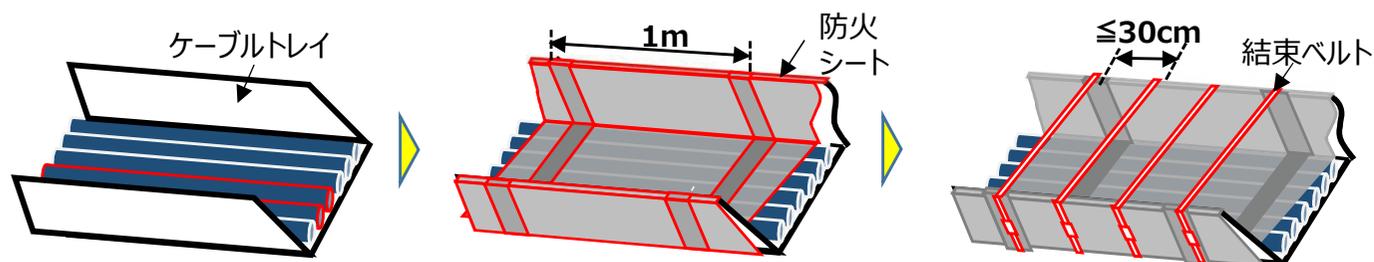
## 【ケーブル火災防護対策実施状況】

--- : 難燃ケーブルに引き替える範囲  
(ケーブル長さ 約390km)

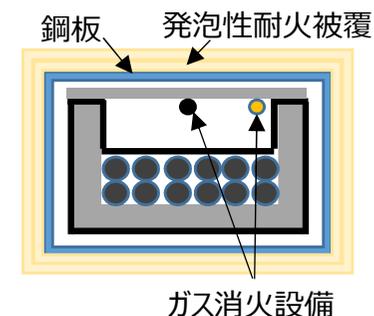
--- : 防火シートを巻きつける範囲  
(ケーブルトレイ 約4.5km)

上記範囲の内、ケーブルが2系統とも同区画にある場合においては片系統に発泡性耐火被覆を貼り付けた鋼板で防火シートの外側を囲う範囲  
(ケーブルトレイ 約2km)

## 【ケーブルトレイ防火シート巻き付けイメージ】



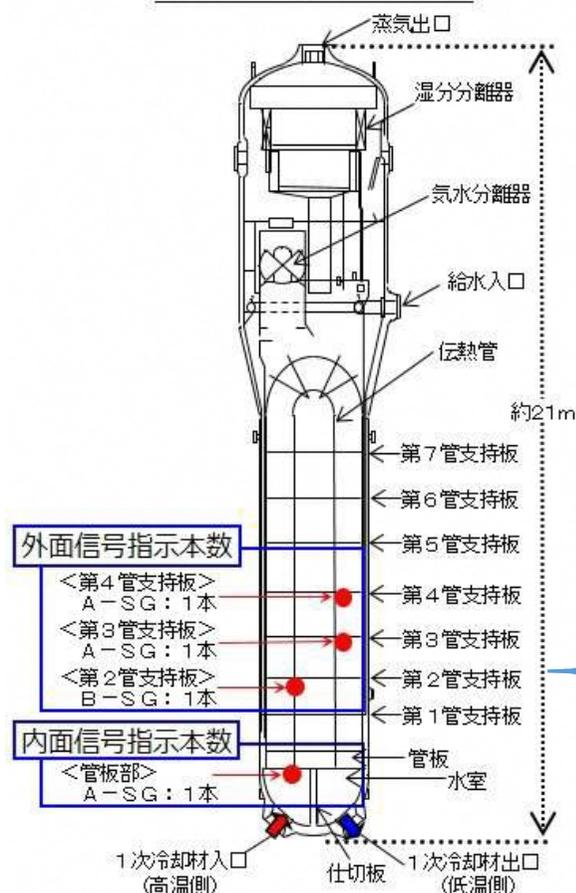
## 【発泡性耐火被覆巻き付けイメージ】



- 高浜発電所 3 号機は、第 2 5 回定期検査（2022年3月1日開始）において、蒸気発生器（SG）の伝熱管全数について渦流探傷検査（ECT）を実施した結果、A-SGの伝熱管 2 本および B-SGの伝熱管 1 本に有意な信号指示が認められた。
- このうち、A-SGの 1 本は、高温側の管板部に内面（1次側）からの割れとみられる信号指示で、残りの 1 本と B-SGの 1 本は、管支持板部付近に外面（2次側）からの減肉とみられる信号指示であった。これらのほか、A-SGの伝熱管 1 本に管支持板部付近に外面（2次側）からの微小な減肉とみられる信号指示（判定基準未満）が認められた。

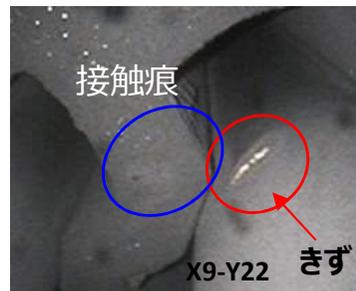
## [外面からの信号指示があった伝熱管の調査]

蒸気発生器の概要図

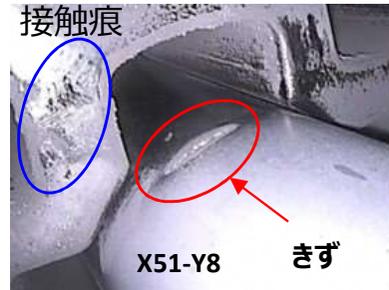


### ○小型カメラによる外観調査

A-SG 第4管支持板



A-SB 第3管支持板



B-SG 第2管支持板



### ○OSG器内のスケール残存状況等の調査

小型カメラにより、A,B-SGについては管板から第7管支持板上部、C-SGについては管板から第2管支持板上部の調査を行った結果、スケールおよびスラッジの残存を確認。また、伝熱管の外観観察の結果、ほぼ全ての伝熱管は全面的にスケールに覆われており、一部の伝熱管は局所的にスケールが剥離した痕跡が認められた。異物は確認されなかった。

### ○OSGから回収したスケールの形状および性状の調査

取り出した約200個のスケールの大半は管支持板の流路穴より大きく、運転中に伝熱管との隙間に留まることが可能な形状だった。化学成分分析の結果、主成分はマグネタイトで、SG器内で発生するスラッジと同成分であることを確認した。スケールの断面観察を行った結果、稠密層（密度の高い酸化鉄の層）が主体のスケールを120個中42個確認した。また、比較的大きなスケールと伝熱管の摩耗試験を行った結果、伝熱管の減肉量がスケール摩滅量よりも大きくなるスケールを50個中1個確認した。

### ○異物混入の可能性の調査

SG器外の系統を対象に、SGブローダウン系統およびタービンサンプラインの仮設ストレナの開放点検を実施した結果、異物は確認されなかった。このため、異物混入の可能性は低いと推定した。

## 推定原因

- 伝熱管の外面減肉が認められた原因は、これまでの運転に伴い、伝熱管表面に生成された稠密なスケールが前回定期検査時の薬品洗浄の後も S G 器内に残存し、プラント運転中に管支持板下部に留まり、そのスケールに伝熱管が繰り返し接触したことで摩耗減肉が発生した可能性が高いと推定した。
- また、伝熱管内面に有意な信号指示が認められた原因は、既往知見である応力腐食割れ(※)と推定した。  
※：S G 製造時に伝熱管内面のローラ拡管の際に生じた引張応力と運転時の内圧および温度環境が相まって生じる割れ。

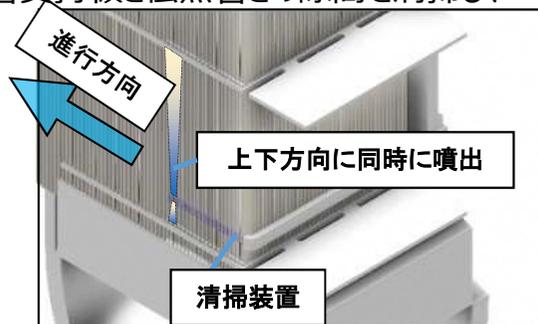
## 【薬品洗浄前の管支持板の洗浄】

### STEP 1：第 7～第 3 管支持板の洗浄

第 7 管支持板上ハンドホール(A)から装置を挿入し、高圧水を噴射することにより、上層の第 7 管支持板上から順に第 3 管支持板上までのスケール等を下層の管支持板へ落下させる。

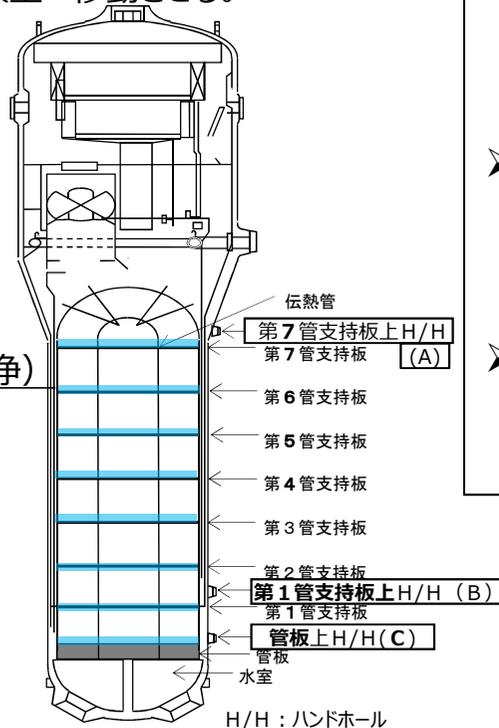
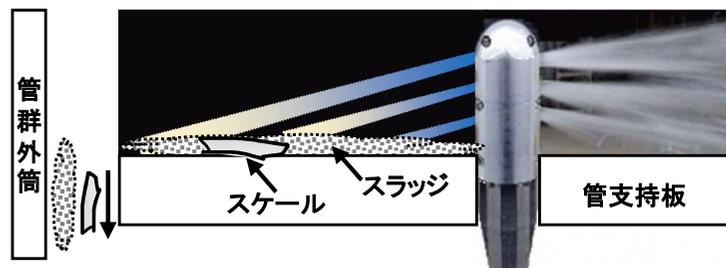
### STEP 2-1：第 2, 1 管支持板の洗浄（垂直ノズルによる洗浄）

第 1 管支持板上ハンドホール(B)から装置を挿入し、上下方向に高圧水を噴射することで、管支持板と伝熱管との隙間を清掃し、スケール等を管支持板上へ移動させる。



### STEP 2-2：第 2, 1 管支持板の洗浄（水平ノズルによる洗浄）

STEP 2-1 により管支持板上に移動させたスケール等を押し流し、管板に落下させる。



## 対策

- 外面からの摩耗減肉に対しては、薬品洗浄前に S G 器内のスケールおよびスラッジを可能な限り除去するため、小型高圧洗浄装置を用いて管支持板の洗浄を実施する。その上で、S G 器内のスケールの脆弱化を図るため、前回より薬品量を増やした条件（1, 2 回目ともに伝熱管全域を薬品濃度3%で洗浄）で薬品洗浄を実施する。
- 内面からの応力腐食割れに対しては、今後も、定期検査毎に実施する渦流探傷検査により、伝熱管内面からの応力腐食割れを早期に検出する。
- きずが認められた伝熱管 4 本については、高温側および低温側管板部で閉止栓(機械式栓)を施工し、使用しないこととする。

### STEP 3：管板上の洗浄

定期検査毎に実施している高圧水による管板上の洗浄により、管板上ハンドホール(C)からスケール等を回収する。

# 各発電所の状況（廃止措置中のプラント）

当社の廃止措置は  
約30年かけて実施する予定

## 大飯1, 2号機が該当

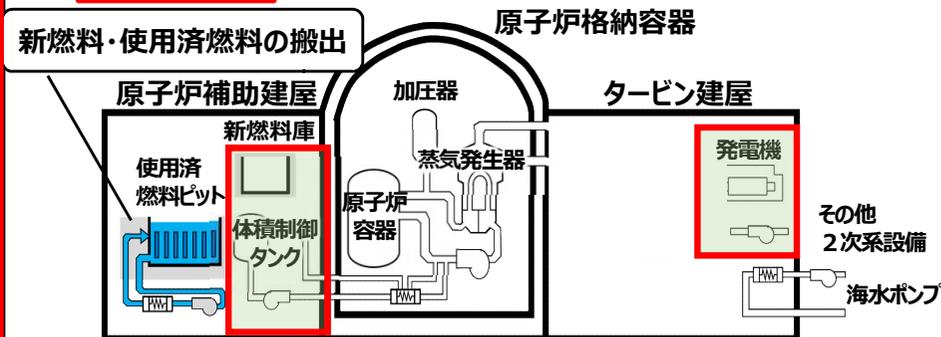
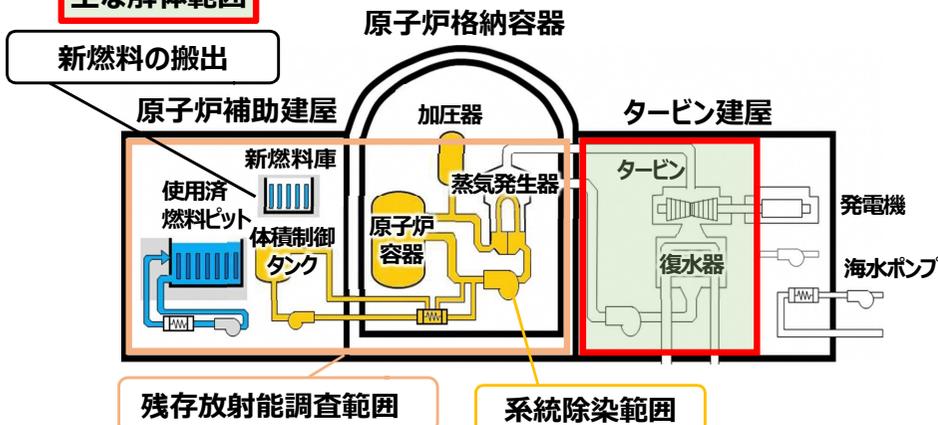
## 美浜1, 2号機が該当

【第1段階】解体準備期間（美浜 約5年 大飯 約8年）

【第2段階】原子炉周辺設備解体撤去期間（美浜 約14年 大飯 約11年）

**主な解体範囲**

**主な解体範囲**



- 工事内容
- ・系統除染
  - ・残存放射能調査
  - ・新燃料の搬出
  - ・2次系設備の解体撤去

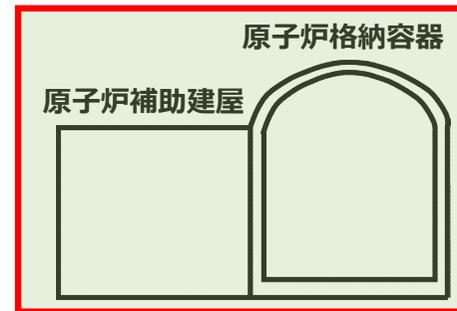
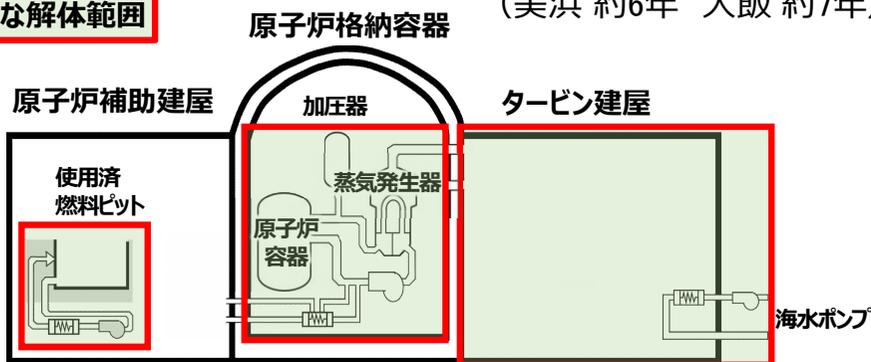
- 工事内容
- ・原子炉周辺設備の解体撤去
  - ・新燃料・使用済燃料の搬出
  - ・2次系設備の解体撤去（第1段階に引き続き）

【第3段階】原子炉領域解体撤去期間（美浜 約6年 大飯 約7年）

【第4段階】建屋等解体撤去期間（美浜、大飯 約4年）

**主な解体範囲**

**主な解体範囲**



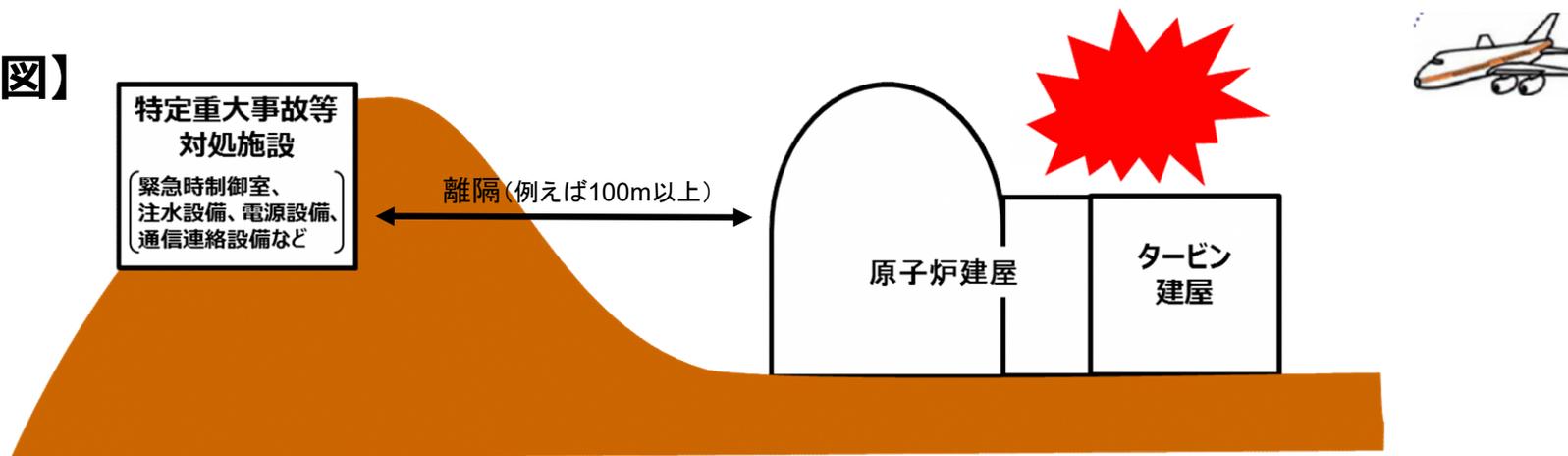
- 工事内容
- ・原子炉領域の解体撤去
  - ・2次系設備の解体撤去（第1、2段階に引き続き）
  - ・原子炉周辺設備の解体撤去（第2段階に引き続き）

- 工事内容
- ・管理区域の解除
  - ・建屋等の解体撤去

### ○特定重大事故等対処施設設置

原子炉建屋への故意による大型航空機の衝突やその他のテロリズム等により、原子炉を冷却する機能が喪失し、炉心が著しく損傷した場合に備えて、原子炉格納容器の破損を防止するための機能を有する施設を設置。

【概念図】



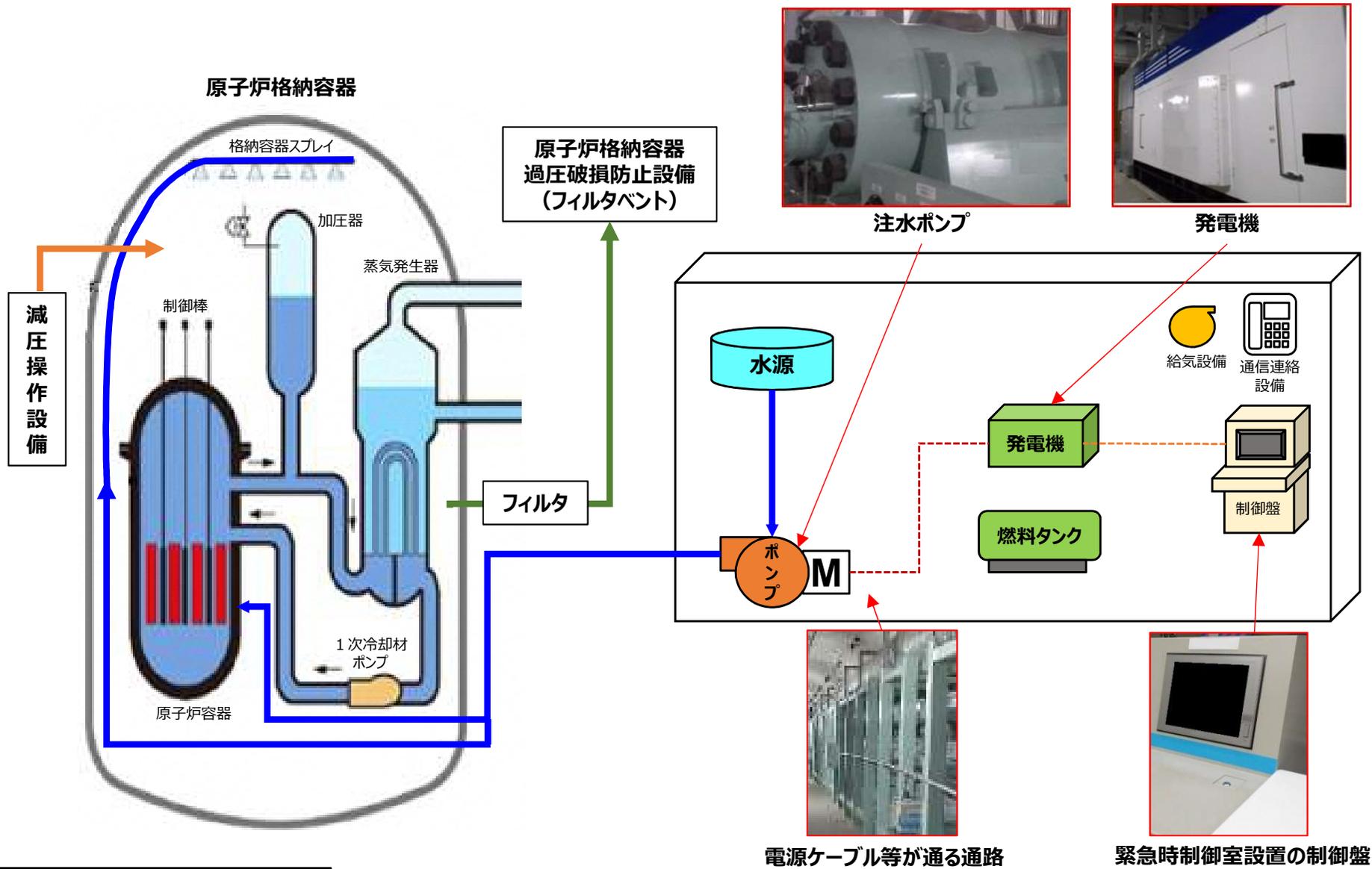
	美浜 3号機	高浜1,2号機	高浜3,4号機	大飯3,4号機		
本体施設の 工事計画認可	2016.10.26	2016.6.10	3号機 : 2015. 8.4 4号機 : 2015.10.9	2017.8.25		
設置期限※1	2021.10.25	2021.6.9	3号機 : 2020. 8.3 4号機 : 2020.10.8	2022.8.24		
実施 状況	設置変更 許可	2020.7.8許可	2018.3.7許可	2016.9.21許可	2020.2.26許可	
	工事計画 認可	2021.4.6認可	2019. 4.25(1/4)、2019.9.13(2/4)、 2019.10.24(3/4)、2020.2.20(4/4)認可	※2	2019.8.7認可	2020.12.22(1/2) ※3 2021. 8.24(2/2)認可
	運用開始時期 ( )は予定	(2022.9頃)	(1号機 : 2023.5頃) (2号機 : 2023.6頃)	3号機 : 2020.12.11 4号機 : 2021. 3.25	(3号機 : 2022.12頃) (4号機 : 2022. 8頃)	

※1 : 実用炉規則により、本体施設の工事計画認可から5年までに設置することを要求。

※2 : 4分割申請

※3 : 2分割申請

□ : 工事中

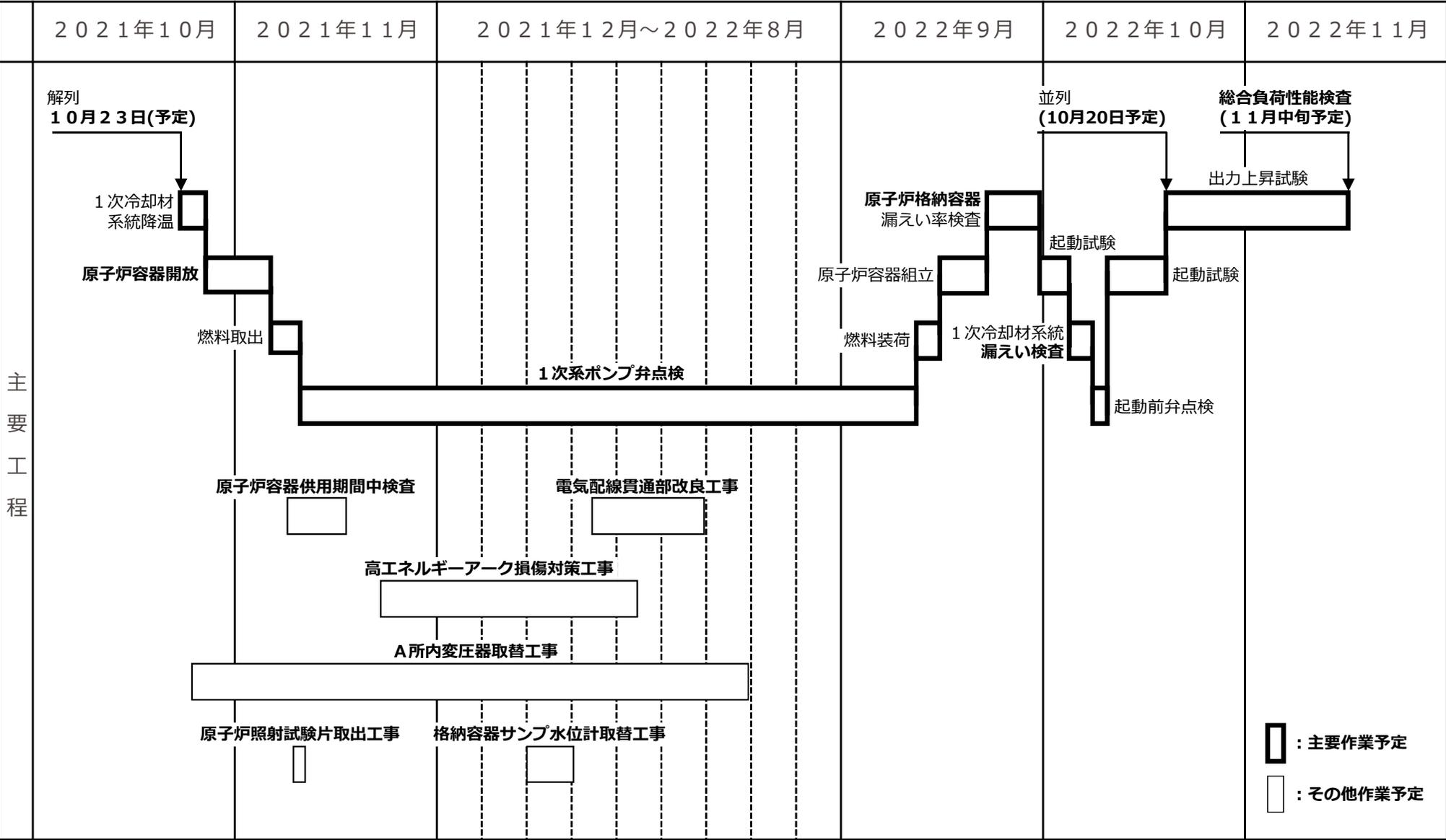


## 特重施設の開示制限について

情報公開法を踏まえ、テロ対策という性質上、セキュリティの観点から設備の名称、設置場所、強度、数等については、公開できないこととなっていますので、ご理解をお願いいたします。

# 美浜発電所 3号機 第26回定期検査の作業工程

2021年10月23日から以下の作業工程で実施。



※美浜発電所 3号機 特定重大事故等対処施設の設置期限：2021年10月25日（2022年9月頃に工事完了、運用開始予定）

# 参 考

# 美浜 3 号機 主な安全性向上対策

工事期間  
2017.6~2020.9

<b>A.</b>	炉内構造物取替 【新規制基準対応（耐震）】
2020年6月完了	

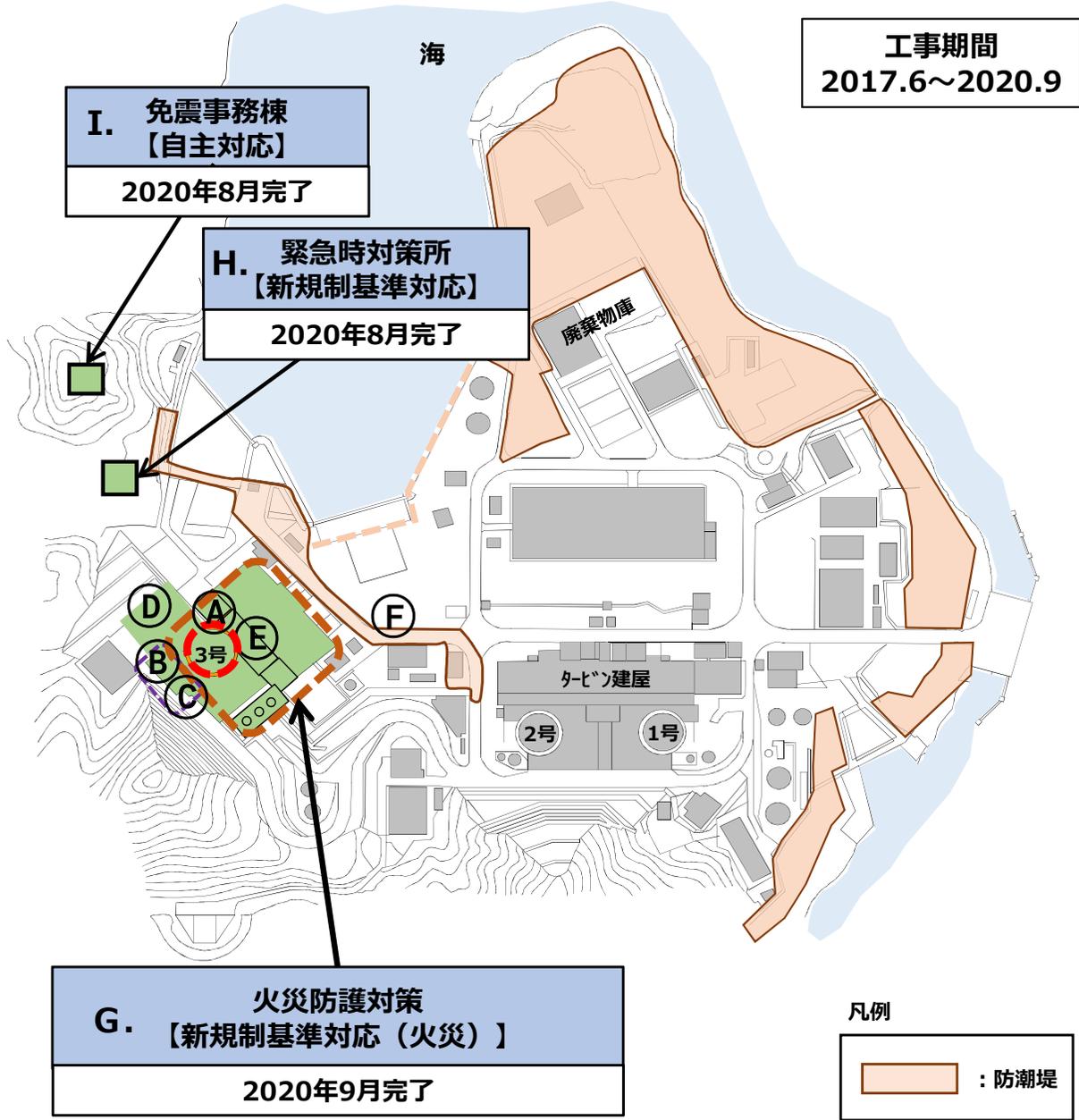
<b>B.</b>	使用済燃料ピット補強 【新規制基準対応（耐震）】
2020年3月完了	

<b>C.</b>	使用済燃料ピットラック取替 【新規制基準対応（耐震）】
2020年4月完了	

<b>D.</b>	構台設置 【新規制基準対応（耐震）】
2020年3月完了	

<b>E.</b>	中央制御盤取替 【保守性向上】
2020年6月完了	

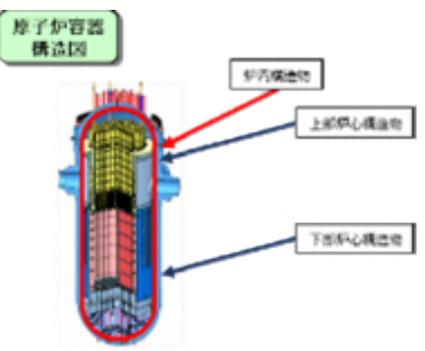
<b>F.</b>	防潮堤設置 【新規制基準対応（津波）】
2020年8月完了	



## 美浜3号機特有な対策

### A.【炉内構造物取替】

- ・炉内構造物を最新型に取替



【新炉内構造物（外観）】



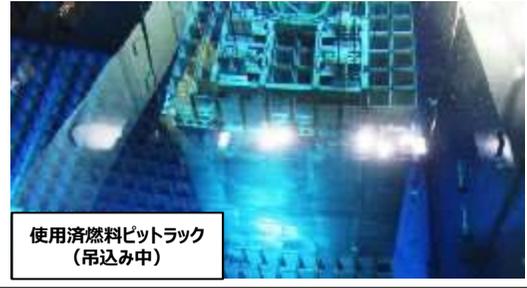
### B.【使用済燃料ピット補強】

- ・支持岩盤に鉄筋コンクリート造の床の施工、鋼管杭を打設



### C.【使用済燃料ピットラック取替】

- ・床に固定しない「フリースタANDINGラック」に取替



使用済燃料ピットラック（吊込み中）

### D.【構台の設置】

- ・盛土の敷地部を削り、新たに構台を設置



構台設置後

### E.【中央制御盤取替】(自主)

- ・アナログ式から最新のデジタル式に取替



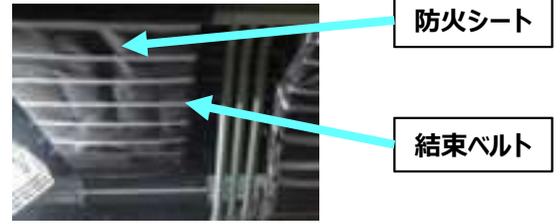
### F.【防潮堤設置】



- ・耐津波性(T.P.+4.0~4.2m)向上のため防潮堤(T.P.+5.5~6.0m)を設置

### G.【火災防護対策】

- ・重要なケーブルを燃えにくい難燃ケーブルへ引替
- ・ケーブルトレイに防火シートを施工

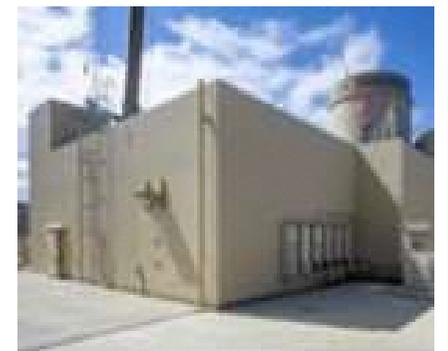


防火シート

結束ベルト

### H.【緊急時対策所】

- ・事故制圧・拡大防止を図るための対策本部

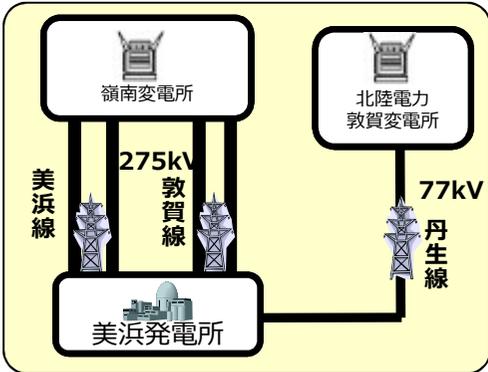


### I.【免震事務棟】(自主)

- ・事故対応が長期化した場合の支援（要員待機、資機材保管）



# 電源の確保(多重化・多様化)



＜主なバックアップ機器＞

【恒設代替電源】  
空冷式非常用発電設備



【可搬式代替電源】  
電源車



・津波の影響を受けない高台に設置

外部電源 (5回線)

外部電源喪失時

非常用ディーゼル発電機 (2台) [3,900kW/台]

使用できない場合に備え

空冷式非常用発電装置 (2台) [1,460kW/台]

更なるバックアップ

※：多様性拡張設備

号機間電力融通※ (1,2~3号機：1組+予備1組)

更なるバックアップ

電源車 (2台+予備1台) [488kW/台]

＜設計基準事故対応設備＞



＜重大事故等対応設備＞



《凡例》

新規設備

《凡例》

新規設備

＜主なバックアップ機器＞

恒設代替低圧注水ポンプ



(1台)

可搬式代替低圧注水ポンプ



(2台+予備1台)

送水車



(2台+予備1台)

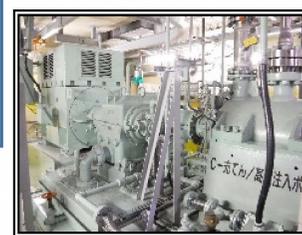
使用できない場合に備え

原子炉格納容器  
スプレイポンプ



(4台)

充てん・高圧注入ポンプ



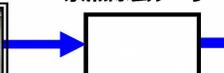
(3台)

余熱除去ポンプ



(2台)

余熱除去クーラー



海水ポンプ



(4台)

使用できない場合に備え

新

＜バックアップ機器＞  
中圧ポンプ(自主設置)



(1台)

＜バックアップ機器＞



大容量ポンプ  
(3台+予備1台)

新

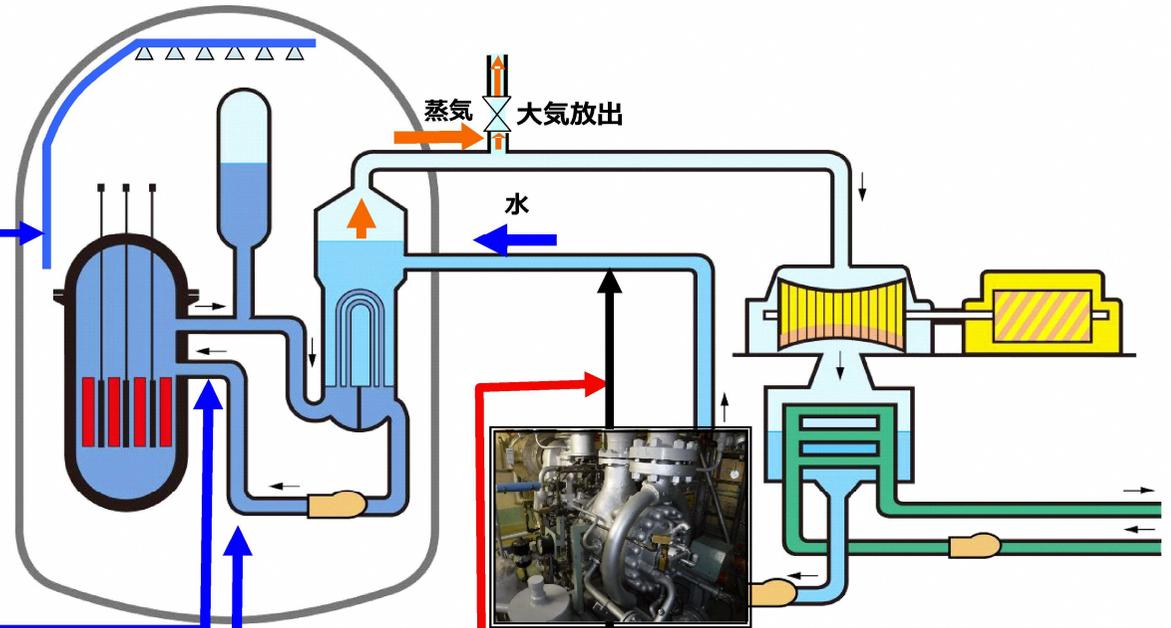
蒸気 大気放出

水

・タービン動補助給水ポンプ (1台)  
・電動補助給水ポンプ (2台)

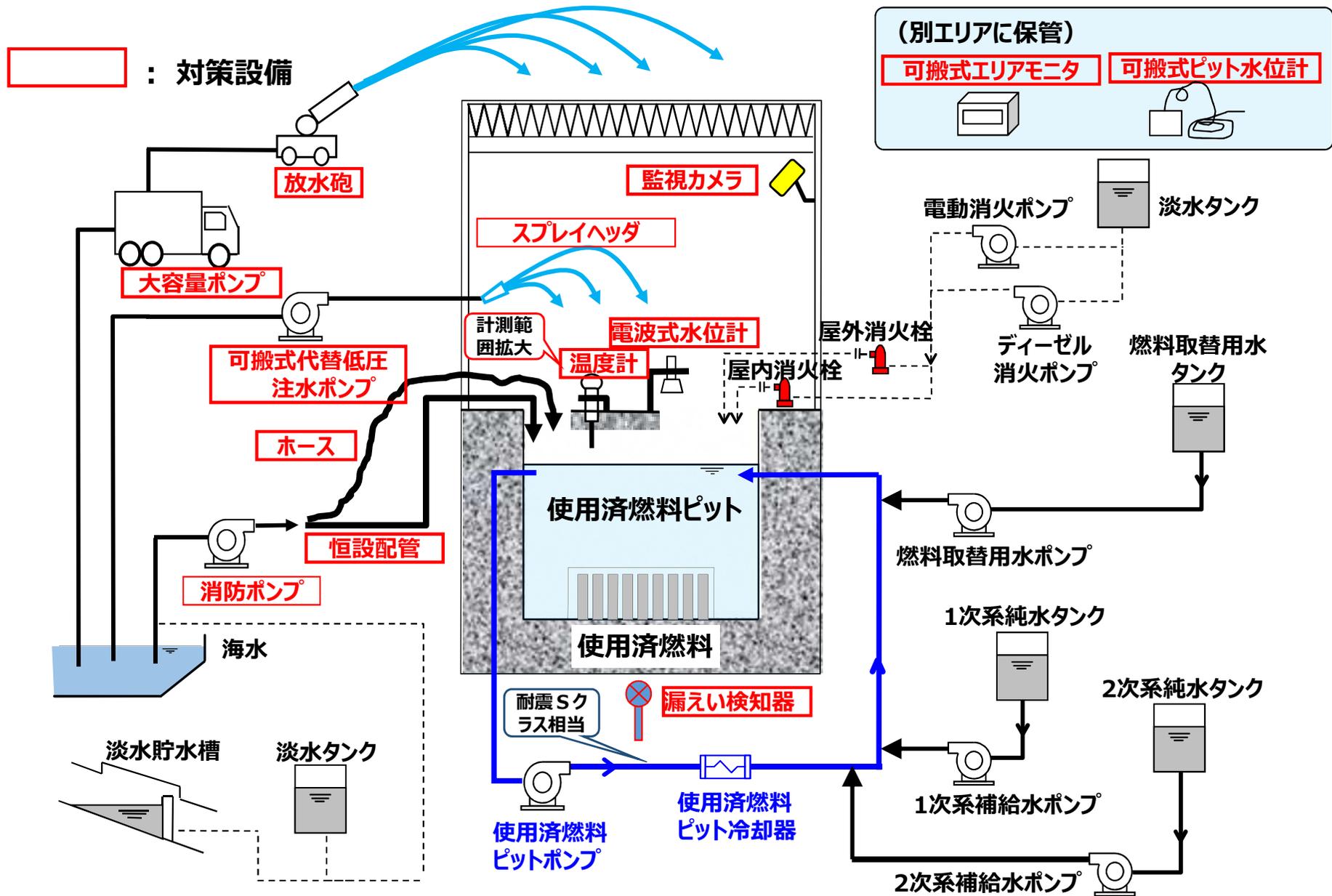
復水  
タンク

淡水  
タンク



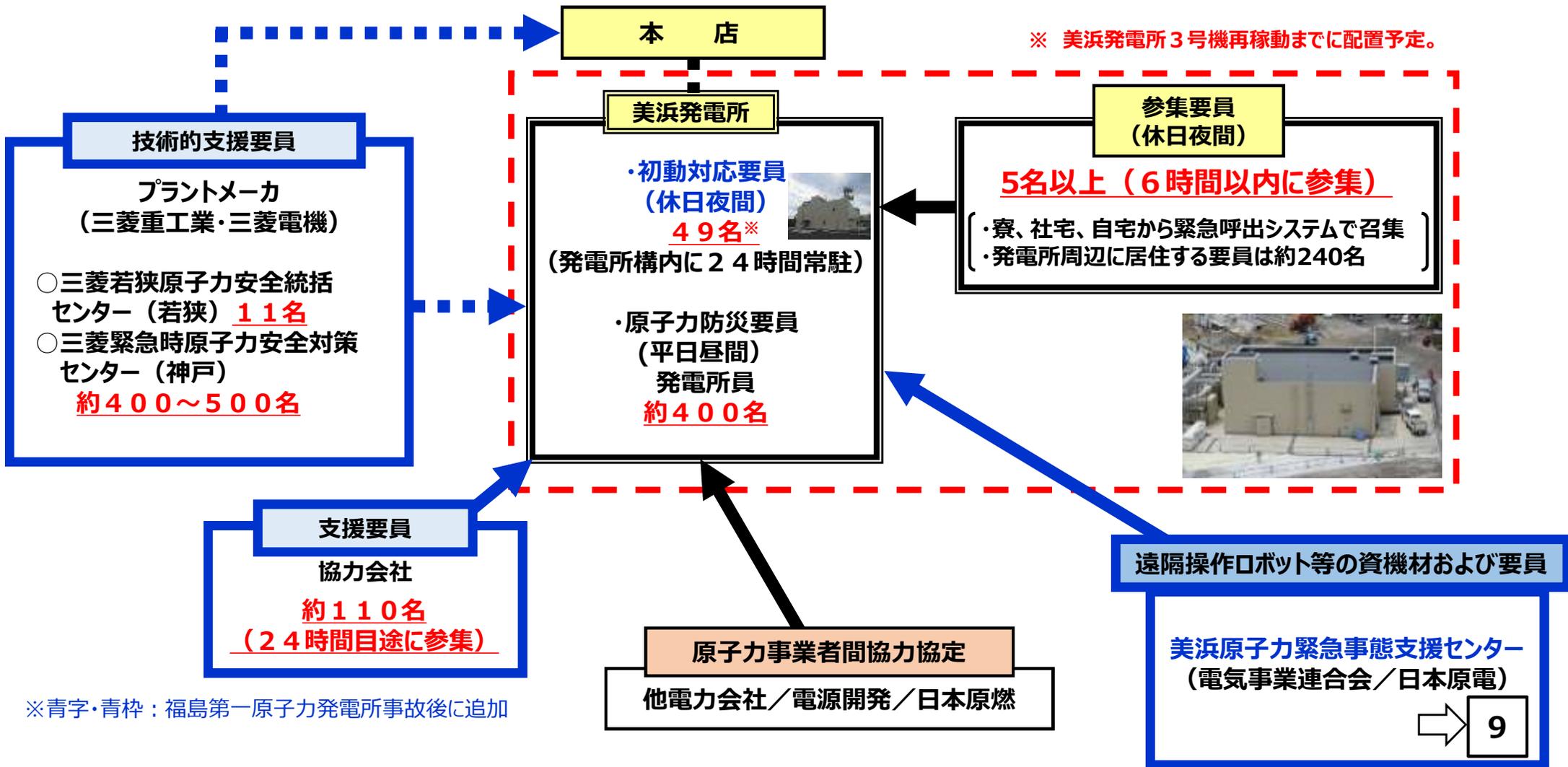
# 使用済燃料ピット漏えい時の対応

福島第一原子力発電所事故を踏まえ、使用済燃料ピットの漏えい時においても、給水機能や監視機能等の安全性向上対策を実施



# 美浜発電所 重大事故等発生時の体制

- 万が一に備え、発電所構内に初動対応要員として **49名が24時間常駐**。  
また、緊急安全対策要員 **5名以上**を事故発生から **6時間以内**に召集する体制を構築。
- さらに、協力会社やプラントメーカ、建設会社による発電所支援により、**合計700名以上が事故収束に注力すること**になっております。



## 発電室運転員によるシミュレーター訓練

- 原子炉の起動・停止操作、事故事象に対する実践的な対応訓練を通じたチームワーク力の維持、向上を目的とした訓練
  - ・ 軽微な機器故障、地震対策、全交流電源喪失対応、重大事故対応等を模擬した対応を実施



(原子力運転サポートセンター)

シミュレーター訓練



(原子力発電訓練センター)

## 遠隔操作資機材操作訓練

- 美浜原子力緊急事態支援センター（日本原子力発電株式会社）への派遣研修
  - ・ 遠隔操作ロボットをハンドコントローラーを用いて、障害物の乗り越え、階段昇降、搭載カメラによる圧力計の指示読み取り等を実施
  - ・ 災害発生時の屋外情報収集に有効な無線ヘリコプターの操作方法について習熟するための訓練に派遣
  - ・ 災害発生時に高放射線環境下においてもアクセスルート等の確保、復旧に有効な無線重機の取扱いに習熟するための訓練に派遣

ロボット操作訓練



ヘリコプター操作訓練



無線重機操作訓練



(美浜原子力緊急事態支援センター)