浜岡原子力発電所について





(1) 浜岡原子力発電所の概要

浜岡原子力発電所の概要



- ・発電所は静岡県御前崎市に位置しています。
- ・当社は、これまで御前崎市をはじめ牧之原市、掛川市、菊川市ならびに静岡県と「安全協定」を結んできました。 また、2016年7月8日、新たに島田市、磐田市、焼津市、藤枝市、袋井市、吉田町、森町(5市2町)ならびに静岡県と 「県・5市2町の安全協定」を結びました。



○5市2町を含む11市町のうち、PAZ^{※1}+UPZ^{※2}内人口:約84万人(2018年4月)

X1PAZ: Precautionary Action Zone

予防的防護措置を準備する区域(原子力施設から概ね半径5km圏内)

% 2 UPZ : Urgent Protective action planning Zone

緊急防護措置を準備する区域(PAZの外側の概ね半径30km圏内)

浜岡原子力発電所と隣接市の位置関係

01

浜岡原子力発電所の概要



- ・敷地面積は約160万㎡ (東西に約1.6km 南北に約1km) です。
- ・日本で唯一、敷地前面に専用の港を設けていない原子力発電所です。このため、大型機器等は、発電所 と御前崎港との間を陸上輸送しています。
- ・原子炉で発生させ、タービンを回した後の蒸気を間接的に冷やす海水は、沖合600mに設置した取水塔から取水しています。







原子炉圧力容器の陸上輸送の様子



御前崎港の専用岸壁・専用クレーン

01 浜岡原子力発電所の概要



- ・1~4号機は沸騰水型軽水炉(BWR)、5号機は改良型沸騰水型軽水炉(ABWR)です。
- ・現在、1,2号機は廃止措置中。3,4号機は適合性確認審査中。5号機は海水流入事象に伴う対応中です。

1号機(54万kW) 2号機(84万kW)

廃止措置中 (2009.1.30運転終了)

2015.2 燃料搬出 完了 現在、原子炉領域周辺設備解体中



3号機(110万kW)

4号機(113.7万kW)

安全性向上対策実施中

新規制基準への適合性確認審査

2015.6.16 申請

2014.2.14 申請

内閣総理大臣要請を受けて停止 (4号機2011.5.13、5号機2011.5.14)

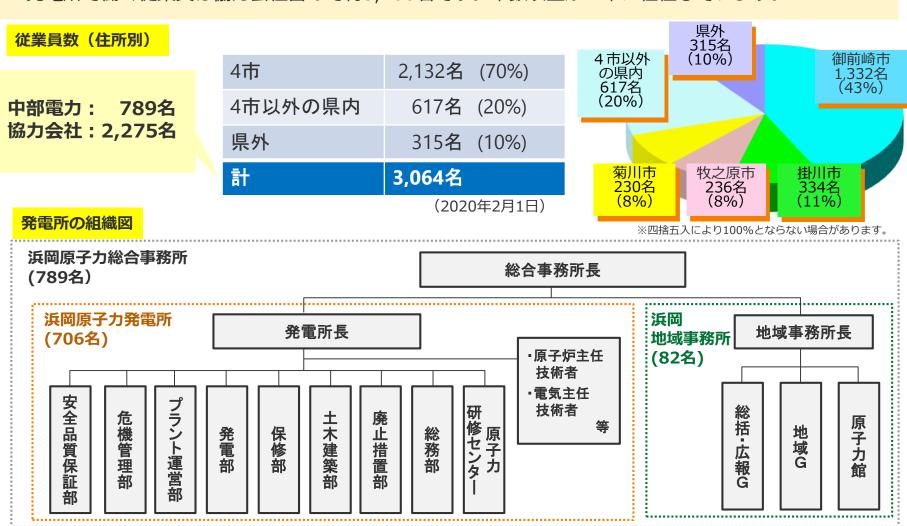
	浜岡の規模	静岡県(富士川以西:60Hz区域)			
最大電力	361.7万kW (3~5号機の総電気出力)	406.0万kW 【2016年8月9日】			
年間電力需要	発電電力量 (震災前の3年度平均 [※]) 220億5,700万kWh	205億858.3万kWh 【2016年度実績】			

※:2006年度~2008年度

01 浜岡原子力発電所の概要



・発電所で働く従業員は協力会社含めて約3,100名です。半数以上が4市に在住しています。



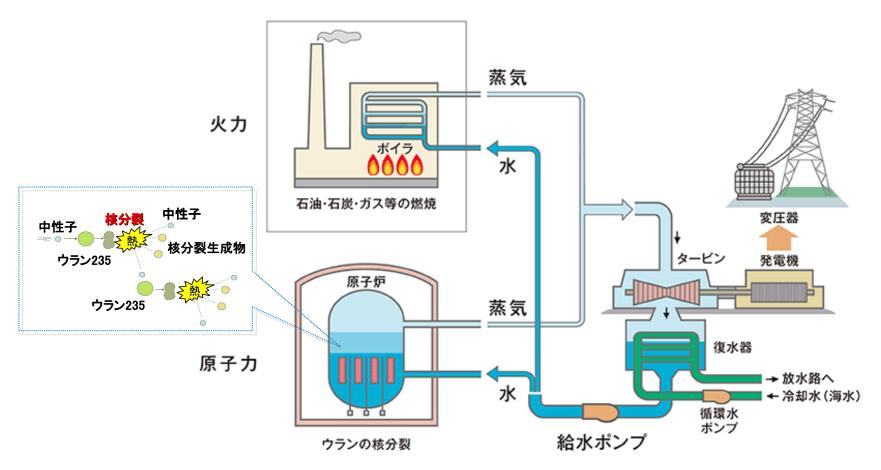
・2012年7月1日より、原子力安全技術研究所(本店技術開発本部所属)を発電所構内に設置

02 原子力発電のしくみ

02 火力発電と原子力発電のちがい



- ・火力発電は、石油・石炭・LNGなどを燃やして蒸気を作り、タービンを回すことで発電します。
- ・原子力発電は、ウランの核分裂による熱で蒸気を作り、タービンを回すことで発電します。

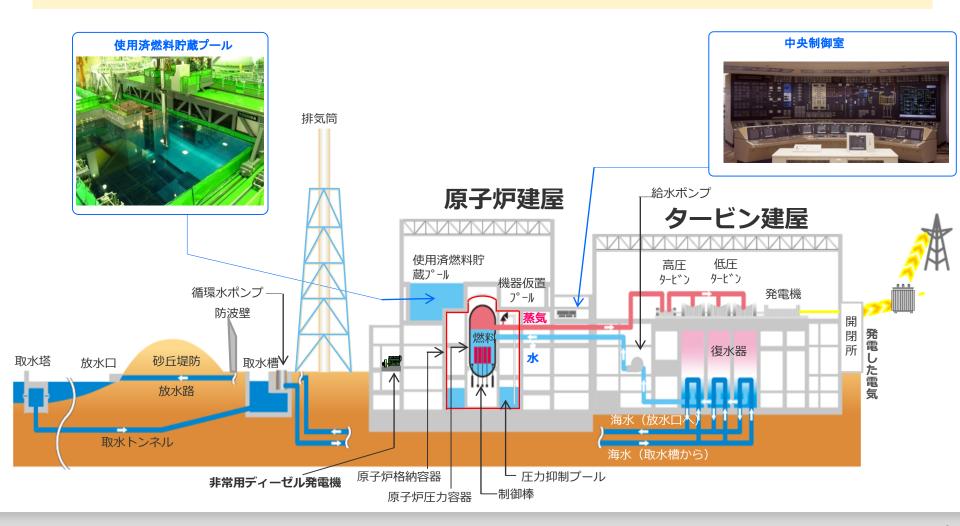


出典: 「原子力・エネルギー」図面集2015 5-1-1

02 原子力発電のしくみ



原子力発電は、ウランの核分裂による熱を利用しています。この熱で水を沸かし、その蒸気の力で、 タービンを回転させることで、発電機で電気をつくります。



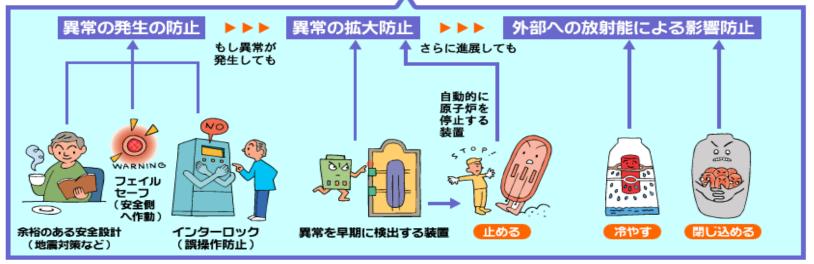


原子力発電所では、「危険なものを扱っている」「機械は故障する場合もある」「人はミスをする場合もある」ということを前提に、何重もの安全対策をとって安全を確保しています。

運転員・保修要員の資質向上

運転員・保修要員は経験や熟練度に応じて計画的に教育・訓練をしています。

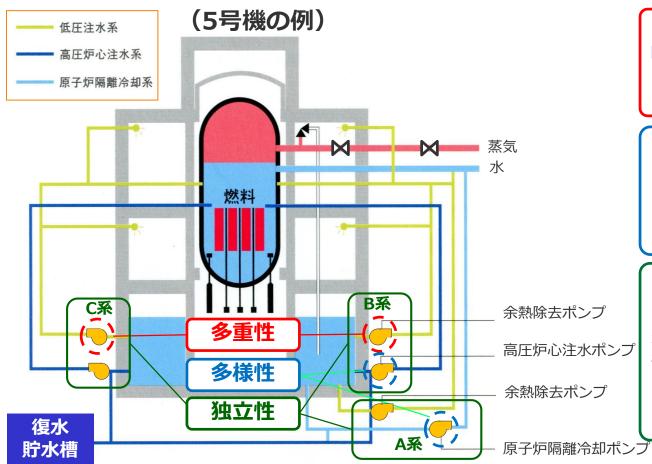




02 浜岡原子力発電所の設計の特徴(非常用炉心冷却装置の例)



配管等の破断により原子炉内の水が減少した場合に備えて、原子炉内への水を注入する非常用炉心冷却装 置は、【多重性】【多様性】【独立性】を備えた系統としています。



【多重性】

同一の機能を有する同一の性質の系統又 は機器が二つ以上あることをいう。

(例) 余熱除去ポンプを複数設置

【多様性】

同一の機能を有する異なる性質の系統又 は機器が二つ以上あることをいう。

(例) 高圧炉心注水ポンプと 原子炉隔離冷却ポンプ

【独立性】

二つ以上の系統又は機器が設計上考慮す る環境条件及び運転状態において、共通 要因又は従属要因によって、同時にその 機能が阻害されないこと。

(例) 電源を含め、系統を複数設置 (A系~C系) し、各系統を場所 的に分離した場所設置



原子力発電所は設備の重要度に応じた設計を行っています。

耐震重要度分類: 耐震Sクラス(A, As クラス*) 耐震Bクラス 放射性物質を閉じ込める 耐震Cクラス 余熱除去系 原子炉建屋 原子炉機器冷却系 原子炉格納容器 発雷機 原子炉機器冷却海水系 タービン建屋 変圧器 源水タンク 地震計 海 熱交換器 (施設概念図) 原子炉を止める制御棒 原子炉を冷やす系統 復水器 非常用ディーゼル発電機 ※耐震指針改定前のクラス

02 新規制基準の概要



【国の取り組み】

●福島第一原子力発電所事故を踏まえて施行された新規制基準(2013年7月)では、従来の規制基準に加えて、共通要因による安全機能の一斉喪失を防止する観点から、自然現象や火災等に対処するための要求事項が新たに明記・強化されました。また、重大事故等※に対処するための要求事項等が新設されました。

※炉心の著しい損傷に至る事故(重大事故)に至るおそれがある事故または重大事故

<従来の規制基準>

●単一の機器の故障を想 定しても炉心損傷に至 らないことを確認

耐震・耐津波性能

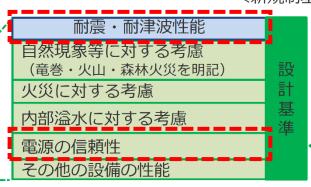
自然現象等に対する考慮

火災に対する考慮 電源の信頼性

その他の設備の性能

<従来の重大事故等対策>

重大事故に備えた対策 (電力会社の 自主的な取り組み)



原心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定) 格納容器破損防止対策 放射性物質の拡散抑制対策 意図的な航空機衝突への対応

- <新規制基準>
 - ●従来の規制基準に加えて、自然現象や火 災等に対処するための要求事項を強化
 - ●重大事故等に対処するための要求事項等 を新設
 - ●共通要因による安全機能の一斉喪失を防止
 - ・自然現象の想定と対策を大幅に引き上げ
 - ・自然現象以外(例:火災等)でも対策を 強化
 - ●万一の重大事故等に備えた対策を要求
 - ①炉心損傷防止
 - ②格納容器破損防止
 - ③放射性物質拡散抑制
 - ⇒それぞれの対策を施し、多段階にわたる防護措置 を講じる
 - ●テロとしての航空機衝突への対策も要求

炉 心 損 傷 :原子炉の炉心を冷却する能力の異常な低下、あるいは炉心の出力の異常な上昇によって炉心の温度が上昇し、燃料棒を包む被覆管の相当量が破損すること。 格納容器破損:炉心損傷後に炉心内・格納容器内で発生する水蒸気等により格納容器内雰囲気が過圧または過温されるなどの破損モードにより格納容器が破損すること。

格納容器破損により、放射性物質閉じ込め機能が喪失する。



13 浜岡原子力発電所の取り組み

03 これまでの取り組み



浜岡原子力発電所では、新規制基準施行前から、最新の知見に照らし発電所の安全性を向上させるため、 様々な取り組みを実施しています。

年	項目	実施内容例
2001年迄	アクシデントマネジメント策	・耐圧性を強化した格納容器ベントラインの設置等
2008年迄	耐震裕度向上工事	・排気筒改造工事 ・配管・電路類サポート改造工事
2011年3月	東日本大震災(福島第一原子力発電所事故)発生	
2011年7月	津波対策および緊急時対策の強化	・防波壁、ガスタービン発電機の設置等
2012年12月	津波対策の強化	・防波壁・改良盛土の嵩上げ、フィルタベント設備の設置
2013年7月	新規制基準施行	
2013年9月	新規制基準を踏まえた追加対策	・基準地震動の見直しに伴う地震対策の強化 ・竜巻、火災、溢水対策等









緊急時淡水貯槽 防波壁

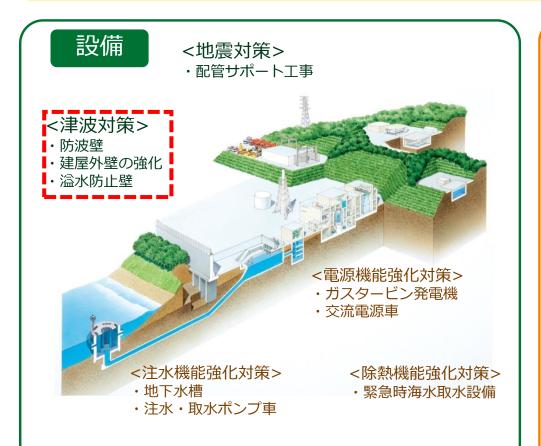


ガスタービン発電機

03 発電所の取り組み (概要)



福島第一原子力発電所の事故の教訓から、発電所では地震や津波等の様々な事態に対処するために、設備の対策やそれらを適切に使うための現場対応力の強化をおこなっています。現在、その内容について、原子力規制委員会による審査を受けています。



現場対応力



総合訓練



シミュレータ訓練



取水ポンプ車操作訓練



交流電源車操作訓練

03 津波対策(防波壁)



対策完了:平成27年12月

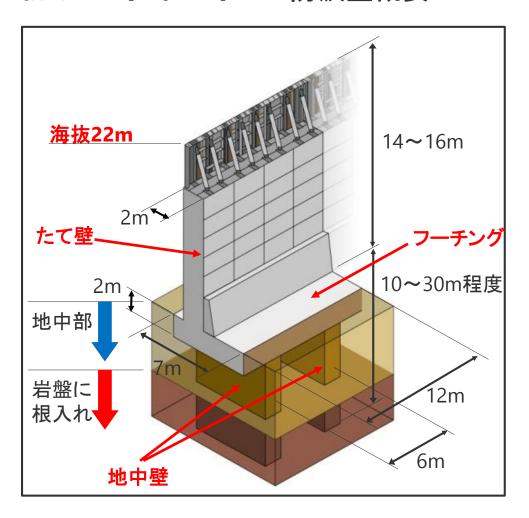
防波壁(1/2)

- ●目的
 - 敷地前面の海側に沿って延長約1.6kmにわたり設置し、津波発生時に敷地内への浸水を防止
- ・壁の高さは海抜22mで、設置位置の状況を考慮した構造形式





防波壁(2/2) ・・・ 防波壁概要



- ・L型形状の壁で、たて壁、フーチング、 地中壁からなる
- ・壁1ブロックの幅は12mで. 延長方向 に計109ブロック構築している

【たて壁】

・鋼構造で、下部については内部の充填 コンクリートおよび鉄筋コンクリートで 補強している(表面は鉄筋コンクリート 製パネルで被覆している)

【フーチング】

・壁の底版部で、鉄骨鉄筋コンクリート 構造であり、地中壁と結合している

【地中壁】

- ・鉄筋コンクリート構造で、岩盤に根入れ した構造としている
- 壁1ブロックあたり2基を設置している

03 津波対策(取水槽他溢水対策)

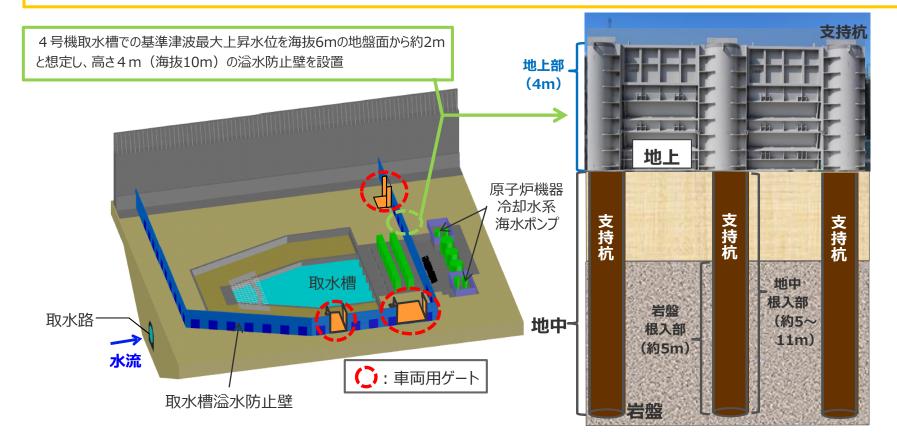


3~5号機対策完了:平成28年9月

取水槽溢水防止壁(1/2)

●目的

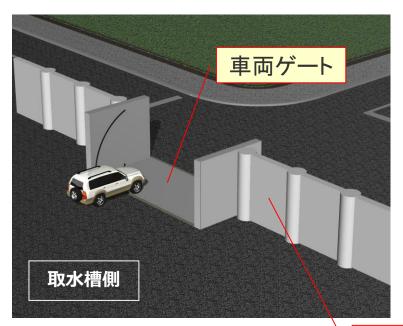
取水槽周囲を溢水防止壁で囲むことにより、取水槽からの溢水による敷地内設備の浸水を防止



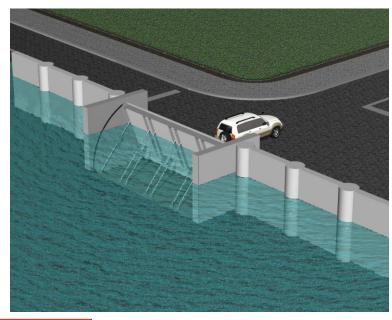


取水槽溢水防止壁(2/2)

〈通常時〉



〈取水槽溢水時〉



溢水防止壁

壁内へアクセスのため、車両ゲートを設置し通行に支障がないようにするとともに、取水槽からの溢水時、水の浮力等により車両ゲートが起き上がり、 周囲の溢水防止壁と連なって壁構造となる

03 津波対策 (建屋外壁の強化)



原子炉建屋大物搬入口(強化扉・水密扉)

3~5号機対策完了:2013年7月

●目的

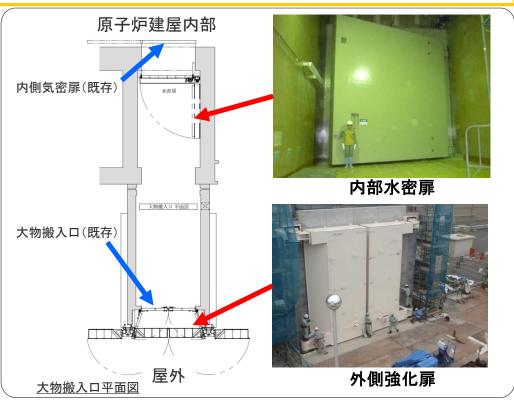
基準津波を超える津波時などにより敷地内に浸水した場合に原子炉建屋内への浸水を防止

●仕様

内部水密扉

	仕 様		仕 様
高さ	約5.8m	高さ	約6.9m
幅	約5.6m	幅	約7.1m
厚さ	約0.8m	厚さ	約1m
重量	約20t	重量	約40t

- ・開閉作業時は、常時人員を配置
- ・人力(大人2,3名)にて2~3分で 閉止が可能



03 発電所の取り組み (概要)



福島第一原子力発電所の事故の教訓から、発電所では地震や津波等の様々な事態に対処するために、設備の対策やそれらを適切に使うための現場対応力の強化をおこなっています。現在、その内容について、原子力規制委員会による審査を受けています。



現場対応力



総合訓練



シミュレータ訓練



取水ポンプ車操作訓練



交流電源車操作訓練

03 電源機能強化対策 (ガスタービン発電機)



対策完了: 平成28年9月

緊急時ガスタービン発電機

●目的

非常用ディーゼル発電機の機能喪失により交流電源が喪失した場合に、原子炉を高温停止から冷温停止に移行し維持するために必要な負荷へ電源を供給

- ・津波の影響を受けない海抜40mに緊急時ガスタービン発電機を設置
- ・緊急時ガスタービン発電機は免震性を有した建屋内に設置
- ・中央制御室の緊急時電源盤から遠隔操作により、緊急時母線への並列操作可能

【緊急時ガスタービン発電機】



【発電装置】

台 数 6台

定格出力 3, 200kW

燃 料 軽油

燃料消費量 1,390リットル/h



緊急時ガスタービン発電機建 屋

【地下燃料タンク外観】 (埋戻し前の工事中写真)





(軽油:100kL×16基) 緊急時ガスタービン 発電機 約7日間運転可能

【地下免震装置】



オイルダンパー:32本

長さ:約4.5m 高さ:約0.4m

03 発電所の取り組み (概要)



福島第一原子力発電所の事故の教訓から、発電所では地震や津波等の様々な事態に対処するために、設備の対策やそれらを適切に使うための現場対応力の強化をおこなっています。現在、その内容について、原子力規制委員会による審査を受けています。



現場対応力



総合訓練



シミュレータ訓練



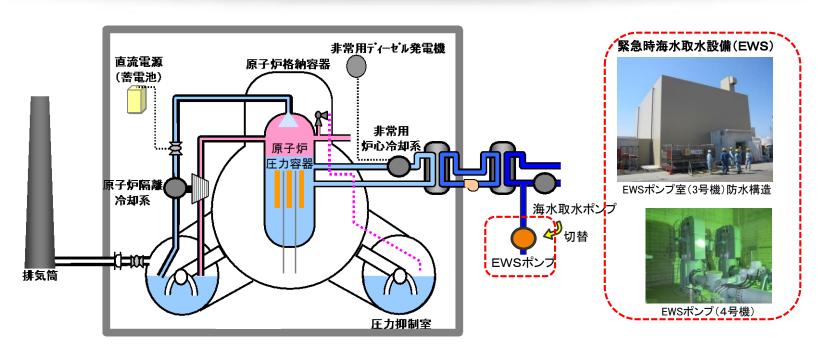
取水ポンプ車操作訓練



交流電源車操作訓練

03 除熱機能強化対策 (緊急時海水取水設備)













防水壁(1.5m)設置および竜巻対策後

03 除熱機能強化対策(緊急時海水取水設備)



26

緊急時海水取水設備(EWS)

●仕様 (ポンプ)

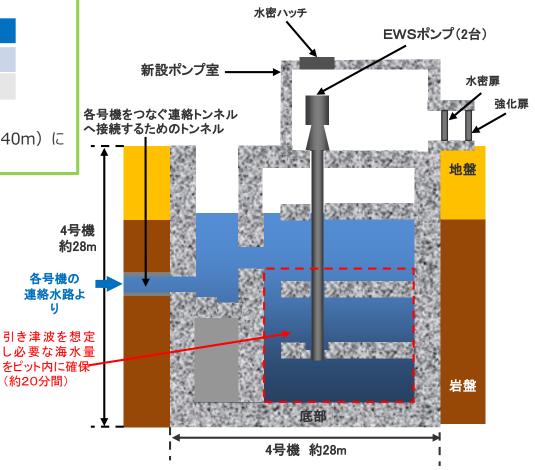
 仕様

 台数 2台

 容量 2,800m³/h(1台あたり)

- ・ポンプは水密構造の建屋内に設置
- ・電源は非常用ディーゼル発電機または敷地高台(海抜40m)に 設置した緊急時ガスタービン発電機から給電が可能





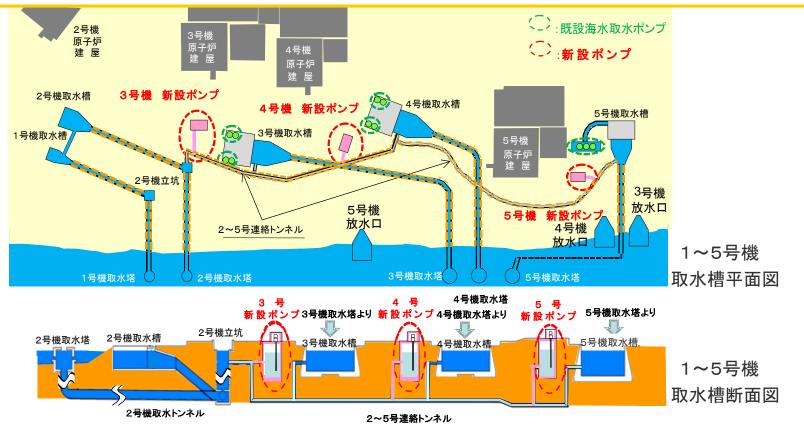




4号機対策完了:平成28年5月

緊急時海水取水設備(EWS)配置

●目的 海水取水ポンプの機能喪失時に代替として海水を供給



03 発電所の取り組み (概要)



福島第一原子力発電所の事故の教訓から、発電所では地震や津波等の様々な事態に対処するために、設備の対策やそれらを適切に使うための現場対応力の強化をおこなっています。現在、その内容について、原子力規制委員会による審査を受けています。



現場対応力



総合訓練



シミュレータ訓練



取水ポンプ車操作訓練



交流電源車操作訓練

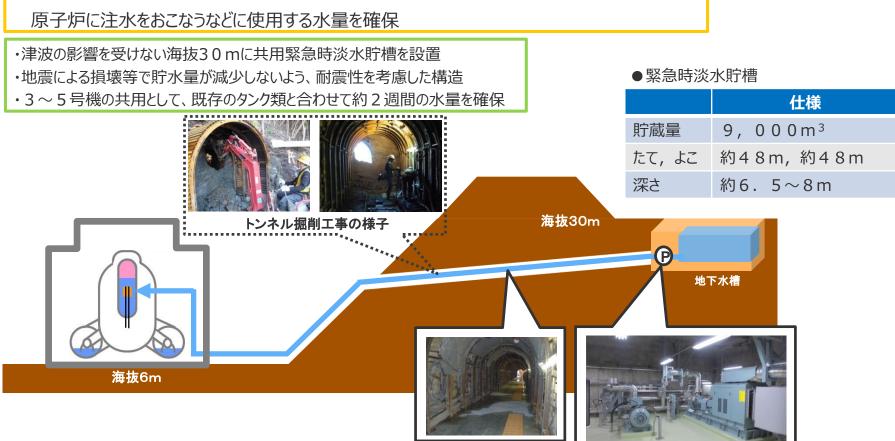
03 注水機能強化対策(緊急時淡水貯槽)



対策完了:平成27年8月

緊急時淡水貯槽(1/2)

●目的



03 発電所の取り組み (概要)



福島第一原子力発電所の事故の教訓から、発電所では地震や津波等の様々な事態に対処するために、設備の対策やそれらを適切に使うための現場対応力の強化をおこなっています。現在、その内容について、原子力規制委員会による審査を受けています。



現場対応力



総合訓練



シミュレータ訓練



取水ポンプ車操作訓練



交流電源車操作訓練

03 発電所の取り組み(設備)



- ・福島第一原子力発電所の事故を受けて制定された新規制基準を踏まえ、従来の設計基準の事故に加えてより厳しい想定の重大事故に対処するため、多様性を持たせた対策を実施しています。
- ・また、対策に柔軟性を持たせるために、備え付けの設備だけではなく、可搬型の設備も配備しています。

【設計基準事故対処設備例】

原子炉施設の安全を確保するための機器が一斉に機能 喪失することがないようします。

<地震対策>











強化扉設置丁事

防波壁設置工事

<電源 機能強化>

【重大事故等対処設備例】

機能を強化しています。



ガスタービン発電機

あえて重大事故等の発生を想定し、事故の進展を防ぐ

<注水 機能強化>



緊急時淡水貯槽

<除熱 機能強化>



緊急時海水取水設備

__



交流電源車



可搬型取水ポンプ車



可搬型注水ポンプ車

<その他自然災害対策>

配管サポート設置丁事

<外部火災対策>



発電所敷地外で発生した火災が発電所施 設に燃え移らないように防火帯を設置

<竜巻対策>



発電所の取り組み(現場対応力)



- ・多様性を持たせる対策として配備した設備が期待通りの機能を発揮するためには、扱う「人」の「現場対応力」が必要
- ・現場対応力を向上させるために、発電所では、以下の取り組みを行っています。

【初動対応の強化】緊急時即応班(ERF)の立ち上げ準備 をおこなっています。

24時間 365日体制 緊急時に特化した 幅広い対応力



役割

- 戦略検討
- アクセスルート確保
- 可搬設備の操作等 現場対応

(18名 2019年8月1日時点)

【手順の整備・資格の取得】

設備導入に伴い、必要な手順 の追加や免許等の資格の取得 をおこなっています。



- <取得免許例>
- 大型自動車免許
- けん引免許
- 移動式クレーン免許

【資機材の充実】

発電所での活動に支障 をきたさないよう様々な 資機材を配備しています。 配備数を見直し、必要 に応じて追加しました。



シンチレーション サーベイメータ



訓練

【訓練の充実】緊急時に対応する組織の能力を向上させるため、 目的に応じた訓練を実施しています。(年間約630回実施※2017年度 実績)

総合訓練



主に現場や発電所外との 連携、対応手順の確認を 目的に実施しています。

図上演習



判断能力の向上を目的と した訓練を平成27年度か ら実施しています。

現場訓練





電源車操作訓練

新たに設置した設備の手順 を確認するとともに、可搬 設備の操作等に必要な力量 の向上に努めています。

発電所の取り組み(現場対応力)



- •事故収束活動の柔軟性確保のため、多様な可搬型車両、重機を配備しています。
- •ERF隊員は、これらの可搬型車両、重機を取り扱い事故収束の初動対応にあたります。
- •また、ERF以外の要員も可搬型車両、重機を取り扱うための資格取得を順次進めています。

多様な可搬型車両、重機の配備

注水機能確保







注水ポンプ車



クローラ型 ホース車

放射性物質の拡散抑制





放水砲 大容量送水ポンプ重

ガレキ撤去



ブルドーザ (20t)

電源機能確保

水素爆発防止



直流電源車



交流電源車



窒素供給車両

燃料確保



タンクローリー

除熱機能確保



熱交換器車



ポンプ重

可搬型車両、重機を取り扱うための資格取得

- ○重機・車両取扱資格を以下のとおり取得
 - ▶ 大型車両:約70名(電源車等)
 - ➤ 不整地車両:約40名(注水車等)
 - ▶ 車両系建設機械:約30名(重機類)

(2019年4月1日時点)

大型車両

雷源車・ 注水車両等

不整地車両

クローラ型注水車両等

車両系建設機械

重機類

- ・ブルドーザ
- 油圧シャベル
- ・ホイールローダ

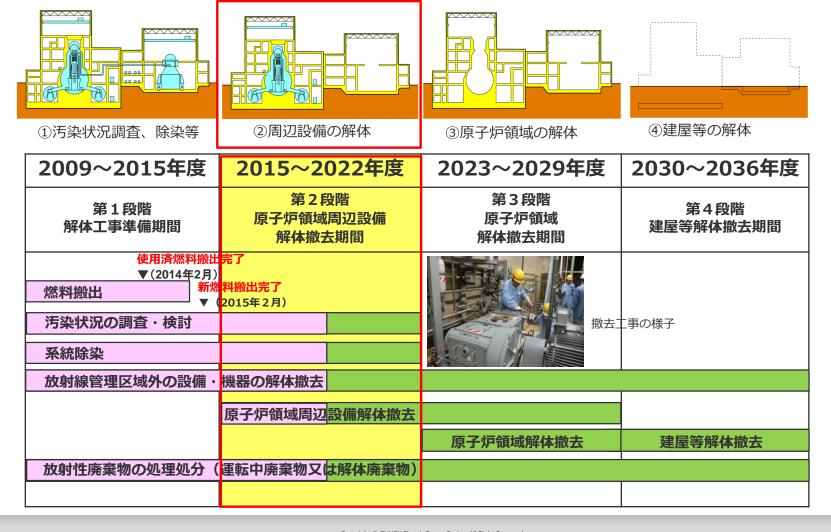


04

発電所の取り組み(廃止措置)



1,2号の廃止措置計画は、以下の4段階に分け、約30年という年月をかけて実施します。 2016年2月3日より廃止措置の第2段階に入り、現在「原子炉領域周辺設備の解体撤去」を実施しています。



04 放射線管理区域外の設備・機器の解体撤去(第1段階~)

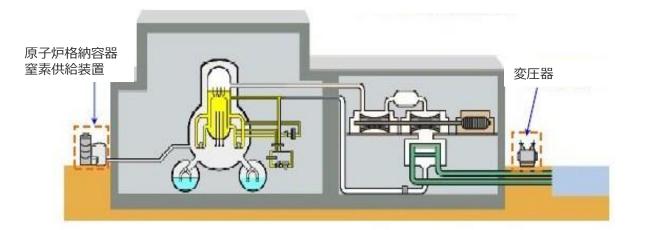


〈原子炉格納容器窒素供給装置の撤去の状況〉









〈変圧器の撤去の状況〉

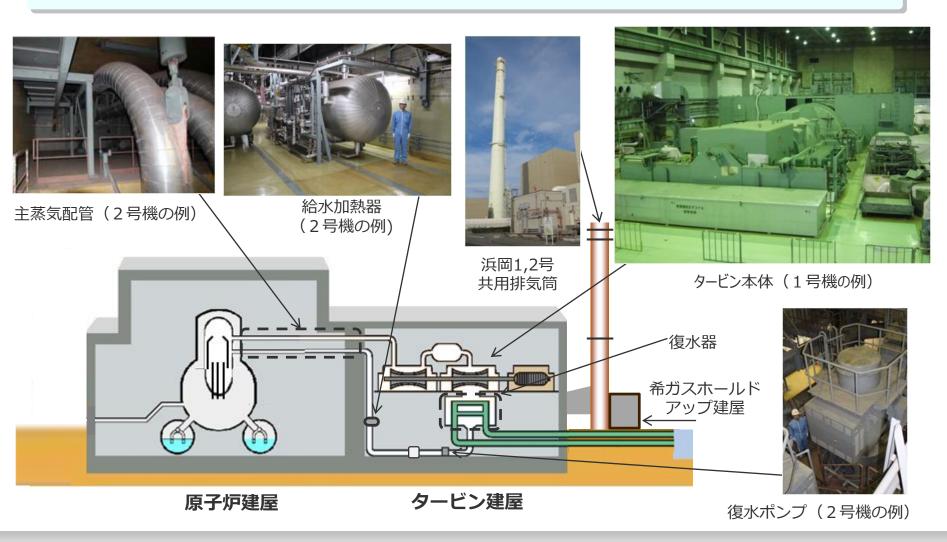




04 原子炉領域周辺設備解体撤去 (第2段階~)



・共用を終了した原子炉周辺の機器等を解体撤去します。



05 クリアランス

05 クリアランスとは



発電所で発生する解体撤去物については資源の有効活用のためにクリアランス制度を適用し再利用してまいります。

▶ 原子力発電所の放射線管理区域で発生した解体撤去物のうち、放射性物質による汚染がきわめてわずかな※ものは、国の認定を受けることにより、放射性物質として扱う必要はなく一般の産業廃棄物と同様に再利用することができます。

※:クリアランス対象物のさまざまな再生利用、処分のケースを想定しそのうち最も線量が高くなるケースでも

年間0.01mSv以下(自然放射線の100分の1以下)

⇒認定を受けるルールを「クリアランス制度」といい、 2005年に**法律**で定められました。

- ▶ 国の認定を受けた物を「クリアランス対象物」と言います。 例えば、写真のようなタービンや分電盤などの設備が クリアランス対象物になると想定しています。
- ▶「クリアランス対象物」は「放射性廃棄物」ではありません。

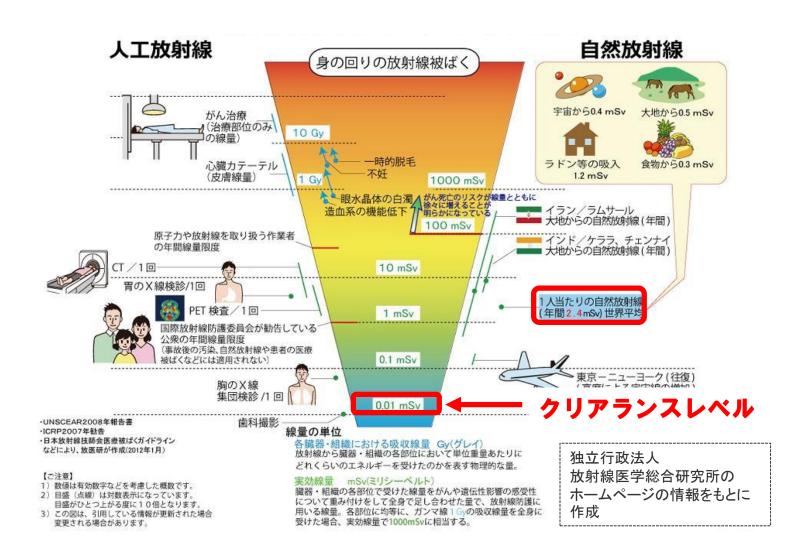




分電盤

05 クリアランスレベルと日常生活の放射線





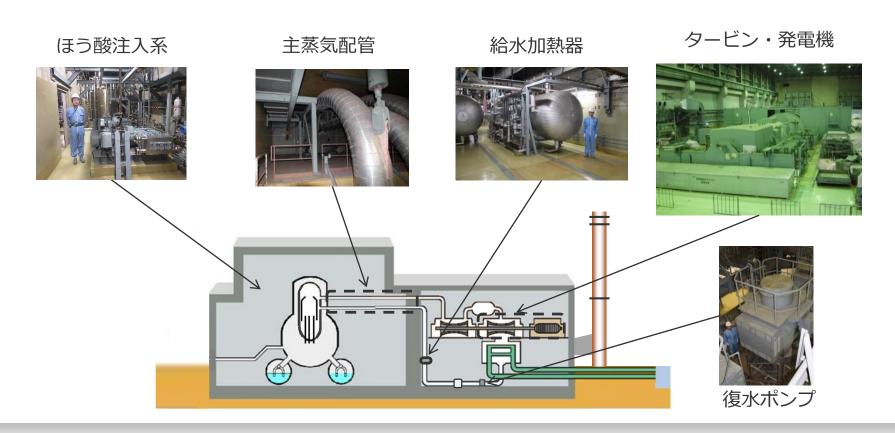
05 クリアランス (1,2号機解体撤去物)



① 2019年3月19日認可の対象物第2段階前半の放射線管理区域内の解体撤去で発生する金属類

② 具体的な対象物 : 主発電機、熱交換器などを解体したもの

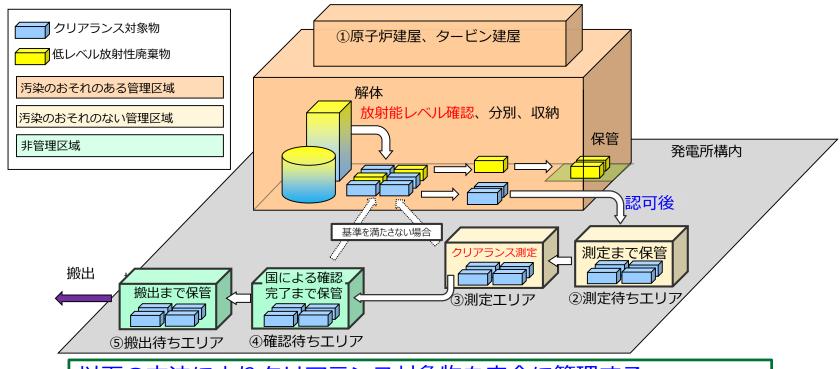
③ 重量 : 約7,700トン



05 クリアランス対象物の流れ



■解体から搬出までの流れ



以下の方法によりクリアランス対象物を安全に管理する。

- ・測定方法について国の認可を得る。
- ・認可を得た方法で測定を実施する。
- ・測定方法や結果を国が確認する。(一部抜き取りで測定)
- ⇒確認後、搬出待ちエリアで保管する。



使用済燃料乾式貯蔵施設

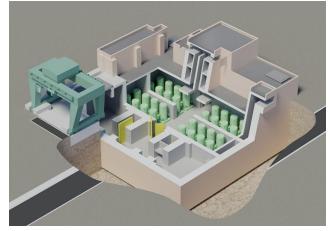
03

発電所の取り組み(使用済燃料乾式貯蔵施設)



当社は、使用済燃料貯蔵対策として、使用済燃料乾式貯蔵施設(※)を建設する計画であり、2008年に建設計画について公表し、地質調査を実施するとともに設計をすすめ、2015年1月に原子力規制委員会へ設置変更許可申請書を提出いたしました。

原子力規制委員会では、対応の選択肢を広げる観点から、耐震性等の基準の見直しをおこないました。当社としても、この基準の見直しを勘案し、必要な対応や検討をおこなっていきます。

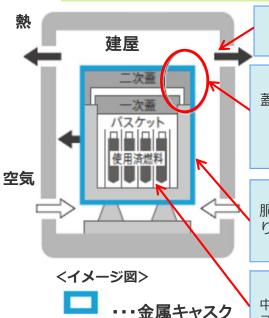


使用済燃料乾式貯蔵施設完成イメージ図

項目	内容
設計	基準地震動Ss1(1,200ガル)
貯蔵容量	約400トン・ウラン (使用済燃料2,200体)
建設予定地	4号タービン建屋北側

※乾式貯蔵施設とは

燃料プールで累計10年以上冷却した使用済燃料を、再処理施設に搬出するまでの間、放射線を遮へいする金属キャスクと呼ばれる容器に入れ、空気の自然循環で冷やしながら貯蔵する施設です。



<除熱>

空気の自然対流により冷却

<閉じ込め>

蓋を二重構造にし、確実に閉じ 込める

(一次蓋と二次蓋の間の圧力を 常時監視)

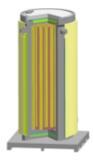
<遮へい>

胴部、一次蓋および二次蓋により放射線を遮へい (放射線モニタでも監視)

< 臨界防止>

中性子吸収材を加えた仕切板(バスケット)により、臨界を防ぐ

金属キャスク



(高さ)約5.4m

(外径)約2.5m

03 【参考】使用済燃料の再処理・最終処分について



- ・発電所で使い終わった燃料は、処理することで、95%~97%、再び燃料として使うことができます(再処理)。
- ・再処理の過程で発生した廃液を、固体化したものが高レベル放射性廃棄物(ガラス固化体)です。
- ・ガラス固化体は、ステンレス製の丈夫な容器に入れて、30年~50年の間貯蔵施設にて冷却します。
- ・その後、放射能レベルが十分低くなるまでの間、深さ300m以上の安定した地層の中に埋設することとしています。

浜岡原子力発電所





使用済燃料貯蔵プール

一世・トトト・(2013年127)31日が				
号機	使用済燃料 最大貯蔵可能量	現在の使用済燃料貯蔵量 (貯蔵量割合)		
3号機	2,370	2,060(87%)		
4号機	2,356	1,977(84%)		
5号機	2,824	2,505(89%)		
合計	7,550	6,542(87%)		

ガラス

固化体





乾式貯蔵施設(イメージ)

現在申請中

単位:体

使用済燃料 最大貯蔵可能量

約2,200

※約10年以上冷却したものの一部を移動



使用済燃料発生量 浜岡3,4号機 約190体/1サイクル 浜岡5号機 約220体/1サイクル (運転中)

原子燃料サイクル施設(青森県)



使用済燃料4.5体の

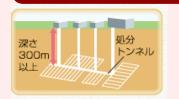
使用済燃料4.5体の 処理量からガラス 固化体1本発生



高レベル放射性廃棄物貯蔵施設

現在、ガラス固化体約8千本を貯蔵可能。 将来は、約3.2万本まで貯蔵量を増量

高レベル放射性廃棄物最終処分場



高レベル放射性廃棄物の 最終処分場

ガラス固化体4万本の貯蔵容量

最終処分場の選定については、国が前面に立って取り組むこととしています。

また、地域の科学的特性を全国地図の形で示した「科学的特性マップ」が2017年7月に提示されました。

