

2016.10 原子炉設置
変更許可
2016.11 運転延長認可

40年以降の運転に向けた主な安全性向上対策工事の実施状況 (美浜3号機)

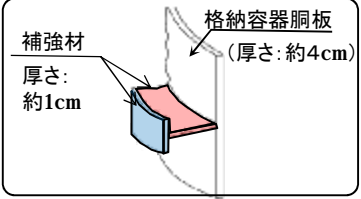
参考2

1

事故の発生・進展・拡大を防止する対策を何段階にも講じ、多重化多様化を図るべく、工事を進めています

①原子炉格納容器に係る耐震裕度向上工事

原子炉格納容器円筒部に補強材を設置



補強材
厚さ:
約1cm

格納容器胴板
(厚さ:約4cm)

補強材設置中

②外部遮へい壁耐震補強工事

耐震性向上のため、外部遮へい壁を補強

外部遮へい壁補強中


④緊急時対策所設置工事

プラントに緊急事態が発生した際、事故の制圧・拡大防止を図る対策所を設置

躯体工事完了 型枠解体中

③炉内構造物取替工事

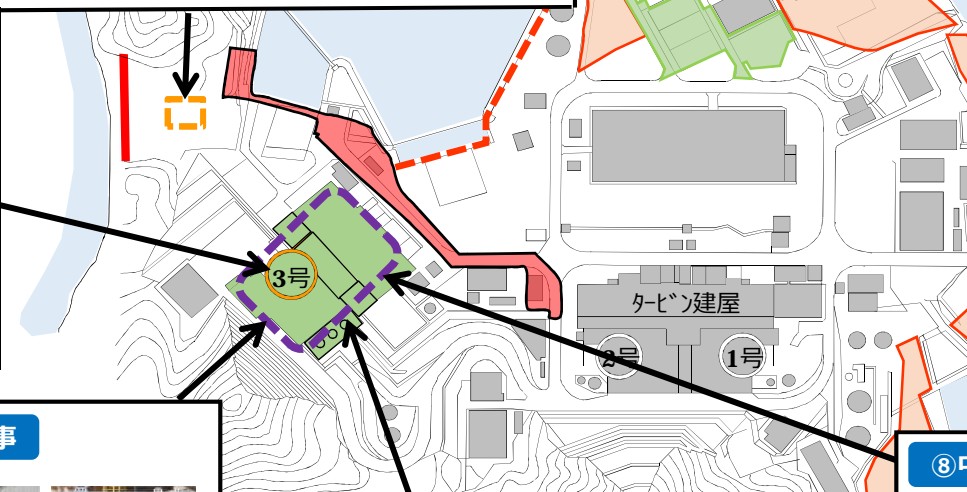
耐震性向上および海外プラント事例を踏まえた予防保全の観点から炉内構造物を取替え



上部炉心支持板

炉心さう 炉心板(上部・下部) 下部炉心支持柱

構造物各部品を工場組立中



海


廃棄物庫

タービン建屋

1号 2号 3号

⑤防潮堤設置工事

津波対策として、防潮堤を設置



- 外周防潮堤 (盛土部)
- 防潮堤
- 外周防潮堤 (防護壁部)
- 廃棄物貯蔵庫周辺防潮堤
- 外海側(あご越え)防潮堤(設置済み)


〔入力津波高さT.P.4.2m(3号機取水口前)
T.P.4.0m(1,2号機取水口前)〕

防潮堤を岩盤に設置することから、岩盤まで地盤掘削中

⑥使用済燃料ピットラック取替、補強工事

使用済燃料ピットラック耐震性向上のため、床に固定しない「フリースタANDINGラック」に取替え。背面地盤に鉄筋コンクリート造の床、鋼管杭を打設等実施

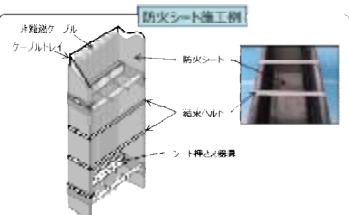
- 既設ラックを順次撤去し、新ラックに変更中
- ピット背面地盤を補強中



ラック上から撮影

⑦火災防護対策工事


敷設されている非難燃ケーブルに対し、難燃ケーブルに引替えや防火シートの施工等による防火措置を実施



- 難燃ケーブル引替え中
- 防火シート施工中

⑧中央制御盤取替工事

保守性向上の観点から、中央制御盤全体を最新のデジタル式に取替え



(取替前) (完成イメージ)

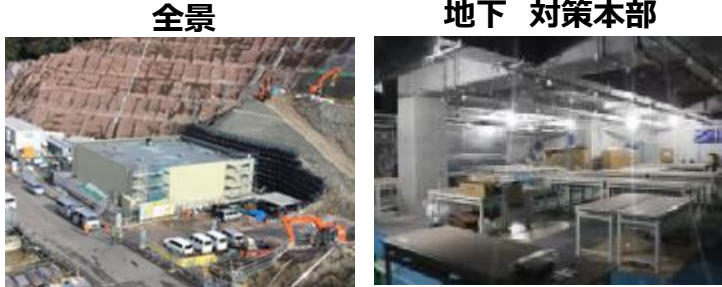
既設制御盤他を撤去中

事故の発生・進展・拡大を防止する対策を何段階にも講じ、多重化多様化を図るべく、工事を進めています

①緊急時対策所設置工事(1~4号機)

プラントに緊急事態が発生した際、事故の制圧・拡大防止を図る対策所を設置

建物仕上げ、機電工事中



②燃料取替用水タンク取替工事

耐震裕度を向上させるため、増板厚した新タンクに取替え

タンク基礎拡張補強中

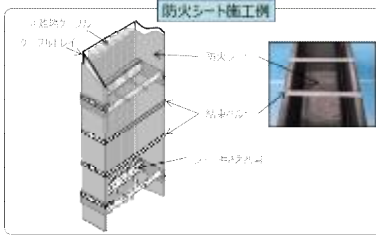


(旧タンクの仮置き状況)

④火災防護対策工事

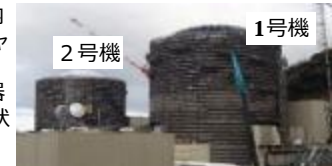
敷設されている非難燃ケーブルに対し、難燃ケーブルに引替えや防火シートの施工等による防火措置を実施

難燃ケーブル引替え中



③格納容器上部遮蔽設置工事

重大事故時の格納容器からのスカイシャインガンマ線を低減するため、格納容器上部外側にドーム状の遮へいを設置



1号機：上部遮へい設置
2号機：外部遮へい壁を補強中

⑥中央制御盤取替工事

保守性向上の観点から、中央制御盤全体を最新のデジタル式に取替え



既設制御盤他を撤去中

⑤海水取水設備移設工事(2号機のみ)

基準地震動の見直しを踏まえ、強固な岩盤上に海水管を移設

トンネルを構築中



事故の発生・進展・拡大を防止する対策を何段階にも講じており、多重化多様化を図っています

自然現象から発電所を守る備え(事故発生防止)

地震

○発電所周辺の断層の運動性等について、詳細な調査を実施。



保守的に運動性等を評価し、地震想定を引上げ。
(基準地震動Ss:700ガル)
約830箇所にて耐震補強等実施。



配管補強の例

重大事故を発生させないために

津波

○最大規模の津波を想定し、取水路防潮ゲート(T.P.+8.5m)、放水口側防潮堤(T.P.+8.0m)を設置。



取水路防潮ゲート

<水位上昇側>(入力津波高さ)
・取水路防潮ゲート前面:T.P.+6.2m
・3、4号機海水ポンプ室前面:T.P.+2.9m
・放水路(奥):T.P.+6.7m
<水位下降側>(入力津波高さ)
・3、4号機海水ポンプ室前面:T.P.-2.4m



放水口側防潮堤

外部火災

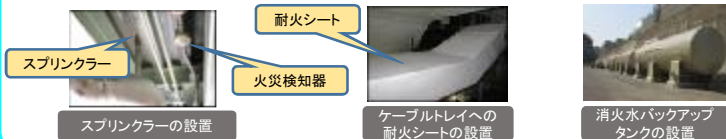
○森林火災の延焼を防ぐため、発電所施設周辺の樹木を伐採し、幅18mの防火帯を確保



5

内部火災

○火災の影響軽減の各防護対策を追加実施。
・ケーブル等に耐火シートを巻き付け。
・異なる種類の火災検知器やハロン消火設備に加え、スプリンクラー等を追加設置。



スプリンクラーの設置

耐火シート
火災検知器

ケーブルトレイへの耐火シートの設置

消水バックアップタンクの設置

竜巻

○飛来物から機器を守るために竜巻対策設備を設置※
※過去の日本最大風速(92m/秒)を上回る、風速100m/秒の竜巻が発生した場合に、鋼製材が飛来すると想定



工事前

工事後

《上面》鋼鉄製の金網で飛来物のエネルギーを吸収
《側面》鋼板で貫通を阻止

※図はイメージです。

アクセスルート確保

○がれき撤去用重機を配備



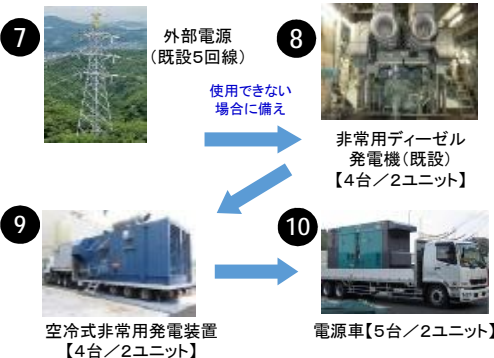
C



※図はイメージです。

電源設備

○外部電源の強化や、所内電源を多重化・多様化



7

外部電源(既設5回線)

8

非常用ディーゼル発電機(既設)【4台/2ユニット】

9

空冷式非常用発電装置【4台/2ユニット】

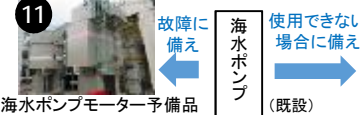
10

電源車【5台/2ユニット】

重大事故等対策(事故進展防止)

冷却機能の強化

○海水取水手段の多様化



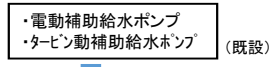
11

海水ポンプモーター予備品

12

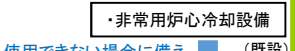
大容量ポンプ【3台/2ユニット】

○蒸気発生器の冷却手段の多様化



中圧ポンプ【2台/2ユニット】(当社の自主的な安全対策)

○炉心の直接冷却手段の多様化



可搬式代替低圧注水ポンプ【5台/2ユニット】

13

消防ポンプ

14

可搬式代替低圧注水ポンプ【5台/2ユニット】

15

可搬式代替低圧注水ポンプ【5台/2ユニット】

万一、重大事故が発生した場合に備え

重大事故等対策(事故拡大防止)

放射性物質の放出抑制対策



A

放水砲(大気拡散抑制)【3台/2ユニット】

B

大容量ポンプ(放水砲専用)【2台/2ユニット】

C

シルトフェンス(海洋拡散抑制)

格納容器の水素爆発防止対策



16

静的触媒式水素再結合装置【5台/ユニット】

17

原子炉格納容器水素燃焼装置(イグナイタ)【13台/ユニット】

事故の発生・進展・拡大を防止する対策を何段階にも講じており、多重化多様化を図っています

重大事故が発生させないために

地震



○発電所周辺の断層の連動性等について、詳細な調査を実施。

保守的に連動性等を評価し、地震想定を引上げ。
(基準地震動Ss:856ガル)

必要箇所には、耐震補強等を実施。

1

津波

○海水ポンプ室及びその周辺にT.P.+8.0mの防護壁を設置し、敷地への津波の浸水を防止。また、海水ポンプの引き津波対策として、天端高さT.P.-2.35mの貯水堰を設置。

2

- <入力津波高さ(水位上昇側)>
3,4号機海水ポンプ室前面: T.P.+6.3m
- <入力津波高さ(水位下降側)>
3,4号機海水ポンプ室前面: T.P.-4.8m

外部火災

○森林火災の延焼を防ぐため、発電所施設周辺の樹木を伐採し、幅18mの防火帯を確保。

4




内部火災

○火災の影響軽減の各防護対策を追加実施。

- ・ケーブル等に耐火シートを巻き付け。
- ・異なる種類の火災検知器やハロン消火設備に加え、スプリンクラー等を追加設置。

3



ハロン消火設備の設置 スプリンクラーの設置 ケーブルトレイへの耐火シートの設置

電源設備

○外部電源の強化や、所内電源を多重化・多様化

6 外部電源 (既設5回線)

7 非常用ディーゼル発電機 (既設) 【4台/2ユニット】

8 空冷式非常用発電装置 【4台/2ユニット】

9 電源車【5台/2ユニット】

※1 使用できない場合に備え

冷却機能の強化

○海水取水手段の多様化

10 海水ポンプモーター予備品 【2台/2ユニット】

11 大容量ポンプ【3台/2ユニット】

○蒸気発生器の冷却手段の多様化

12 電動補助給水ポンプ・タービン動補助給水ポンプ (既設)

13 中圧ポンプ【2台/2ユニット】 (当社の自主的な安全対策)

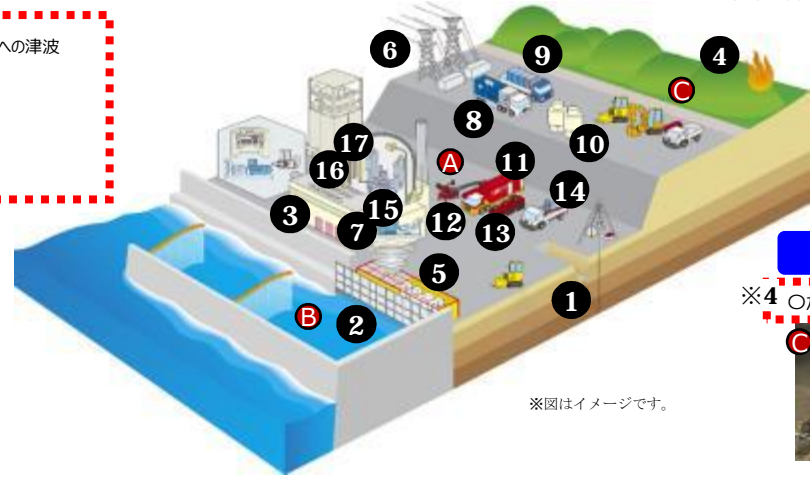
14 送水車【5台/2ユニット】

15 可搬式代替低圧注水ポンプ【5台/2ユニット】

16 恒設代替低圧注水ポンプ【2台/2ユニット】

※2 使用できない場合に備え

※3



万一、重大事故が発生した場合に備え

放射性物質の放出抑制対策

A 放水砲 (大気拡散抑制) 【3台/2ユニット】

B 大容量ポンプ (放水砲専用) 【2台/2ユニット】


C シルトフェンス (海洋拡散抑制)

竜巻

○飛来物から機器を守るため竜巻対策設備を設置

※ 過去の日本最大竜巻(92m/秒)を上回る、風速100m/秒の竜巻が発生した場合に、鋼製材が飛来すると想定。

5



《上面》鋼鉄製の金網で飛来物のエネルギーを吸収

《側面》鋼板で貫通を阻止

格納容器の水素爆発防止対策

16 静的触媒式水素再結合装置(PAR) 【5台/ユニット】

17 原子炉格納容器水素燃焼装置(イグナイタ) 【14台/ユニット】

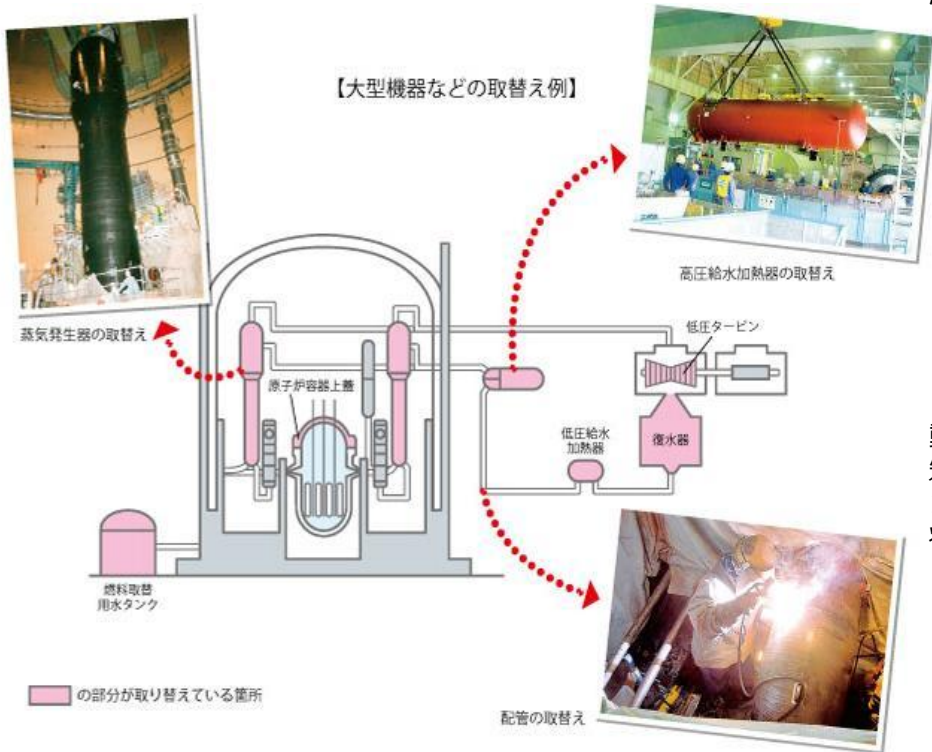
： 前回再稼動(H24.7)後に実施、配備、増台等

※1： 大飯支線(77kV)接続 ※3： 消防ポンプから変更
※2： 増台(2台) ※4： 多種配備により瓦礫撤去機能強化

美浜発電所3号機、高浜発電所1,2号機は、60年までの運転期間延長について、原子力規制委員会から認可を受け、安全対策工事を進めています。

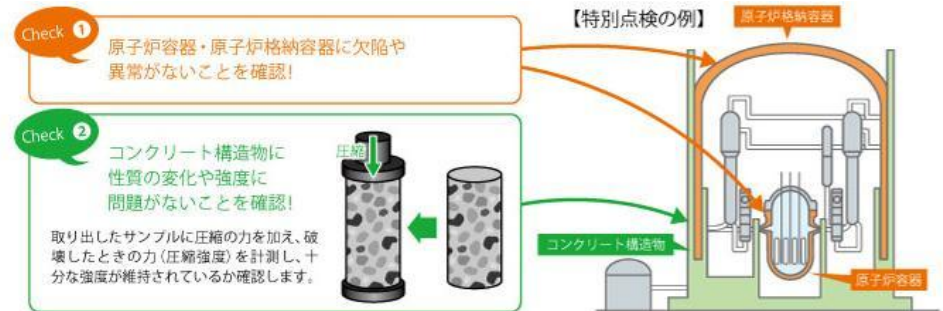
大型機器やポンプ、配管など、取り替えられるものは積極的に新しいものに取り替え、設備や機器の安全性を確保しています。

例えば、高浜1,2号機、美浜3号機では、トラブルを事前に防ぐために1993～1996年度には蒸気発生器を、2000～2006年度には高圧給水加熱器を、当時の最新のものに取り替え、発電所全体の安全性を高い水準に維持しています。



取替えが難しい「原子炉容器」「原子炉格納容器」「コンクリート構造物」について、通常のメンテナンスに加え、運転開始から40年を迎える前に劣化の状況を詳細に把握する為の点検（特別点検）を行い、60年間の運転に問題がないことを確認しています。

原子炉容器の特別点検では、1日24時間体制で約1か月をかけ、目視での念入りな点検に加え、超音波や電流を使って「ひび」や「割れ」などの欠陥がないことを確認しました。さらに、原子炉格納容器に「塗装の剥がれ」や「腐食」がないことや、コンクリート構造物からサンプルを取り出し、性質の変化や強度についても問題がないことを確認しています。

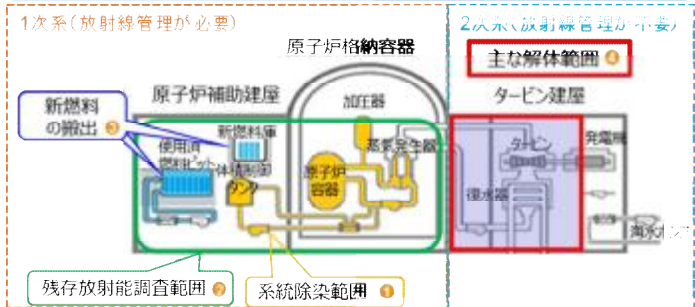


日々の点検では、目視や触診で確認できる大きな変化だけでなく、赤外線診断や振動診断など、さまざまな診断技術を使って、発熱や振動など目に見えない小さな変化も察知し、異常の早期発見に努めています。加えて、運転開始後30年目を迎える前とその後10年ごとに、60年までの運転を想定して、設備や機器を部品レベルにまで分解し、劣化状況の評価を行うなど、60年までの運転を安全にできることを確認しています。

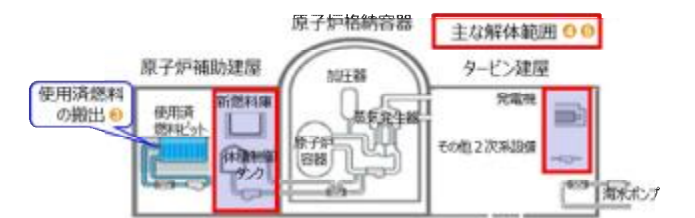


大きく4段階に分け、約30年かけて廃止措置を着実に実施いたします。

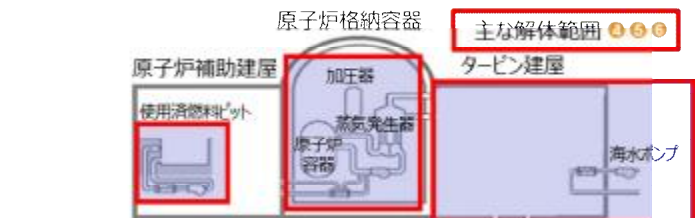
第1段階 解体準備 2017年度（認可後）～2021年度



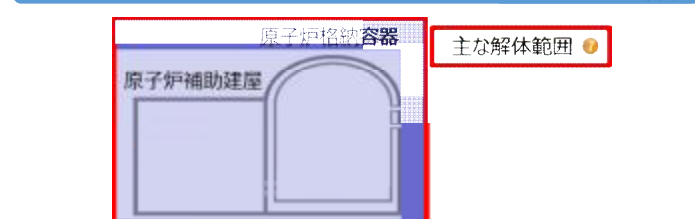
第2段階 原子炉周辺設備解体撤去 2022年度～2035年度



第3段階 原子炉領域解体撤去 2036年度～2041年度



第4段階 建屋等解体撤去 2042年度～2045年度



1 放射性物質の除去

2 残存放射能の調査

3 核燃料物質の搬出

4 2次系設備（放射性物質を含まない系統）の解体撤去

5 原子炉周辺設備の解体撤去

6 原子炉領域の解体撤去

7 建屋等の解体撤去

8 放射性廃棄物の処理・処分

【廃止措置の基本方針（概要）】

- 安全の確保を最優先に、廃止措置期間中の保安のために必要な機能を維持管理しつつ着実に進める。
- 周辺公衆および放射線業務従事者の被ばく線量を低減するよう、効果的な除染技術、遠隔装置の活用等を講じた解体撤去の手順および工法を策定し実施する。
- 廃止措置の全体工程（約30年間）を4段階に区分し、段階的に進める。*

※：なお、大飯1,2号機については、廃止措置計画認可申請書の審査中

- 1 今後の機器解体時の作業環境改善（作業員の被ばく量低減等）のため、配管および機器等の内面に付着した放射性物質を、薬品を用いて除去しました。具体的には、放射性物質を含む系統に薬品を注入し、1サイクルあたり数日間循環する作業を数サイクル実施した結果、除染前にあらかじめ定めた目標値（90%以上の放射性物質除去）を達成できました。
- 2 作業員等の被ばく低減を考慮した解体廃棄物の合理的な処理・処分方法を定めるため、原子炉容器内、および原子炉容器外の放射能分布状況を調査します。具体的には、放射能測定装置、コンクリートの試料採取装置、遠隔操作装置を使って試料を採取し、元素の分析、放射能測定等を行い評価し、汚染分布図を作成します。現在は、原子炉容器外および原子炉容器内の放射能分布状況調査を実施中です。
- 3 新燃料、使用済燃料は、搬出するまでの期間、発電所の燃料貯蔵設備で安全に管理し貯蔵します。
新燃料：108体の新燃料は、第1段階が終了する2021年度までに加工施設へ搬出する計画です。
使用済燃料：国の政策に基づき、従来より、再び燃料として使えるようにするため、再処理工場に搬出することとしています。保有する741体の使用済燃料については、第2段階が終了する2035年度までに、再処理工場または中間貯蔵施設等へ搬出する計画です。
- 4 タービン建屋内、屋外の設備を解体します。現在は保温材の撤去と、機器の解体撤去を実施中です。
- 5 原子炉補助建屋、原子炉格納容器内の設備（新燃料庫、使用済燃料ピット、蒸気発生器等）を解体します。
- 6 原子炉容器、炉内構造物を解体します。
- 7 原子炉補助建屋、原子炉格納容器を解体します。
- 8 解体に伴い発生する放射性廃棄物を処理処分します。