



# 美浜発電所 1号炉及び2号炉 第2段階以降の解体撤去工事の解体手順及び工法について

2022年1月27日  
関西電力株式会社

第2段階以降に行う解体の方法についての具体的事項については、第1段階に実施する残存放射能調査の結果や2次系設備の解体撤去の経験等を踏まえ、解体撤去の手順や工法、放射性廃棄物の処理及び管理方法等について検討を進め、廃止措置計画に反映することとしていた。

第2段階以降の「解体撤去の手順」については、解体対象施設を「2次系設備」、「原子炉周辺設備」及び「原子炉領域」に分け、廃止措置全体を見通した上で、それぞれ、各段階で解体撤去する設備について大筋の考え方で整理した計画としている。個別機器の詳細な解体手順については、この大筋の考え方にに基づき、設備の維持期間、クリアランス物や放射性廃棄物の処理状況等を踏まえて、解体撤去する機器を個別に選定していく。

また、「解体撤去の解体工法」については、既往の工事の経験や知見に基づき、具体的な解体機器に応じて選定していく。本資料においてこれらの考え方について説明する。

また、第2段階以降の解体撤去工事を計画するに当たり、第1段階の結果や経験を踏まえて反映する内容についても説明する。

(1) 各解体撤去工事（「2次系設備」、「原子炉周辺設備」及び「原子炉領域」の解体撤去工事）の解体手順及び工法の選定の考え方

⇒P2～P7

(2) 第1段階の経験等（残存放射能調査や2次系設備の解体撤去の経験等）を踏まえ、第2段階以降の解体撤去工事計画に反映した事項

⇒P8～P9

## 「2次系設備」の解体撤去の手順について

2次系設備の解体撤去では、タービン建屋の解体時に支障となる大型機器から解体撤去する。大型機器の解体撤去後、その他の機器を解体していき、タービン建屋は第3段階に解体撤去する計画。

|                | 原子炉周辺設備解体撤去期間<br>(第2段階)<br>(2022~2035年) | 原子炉領域解体撤去期間<br>(第3段階)<br>(2036~2041年) |
|----------------|---|---------------------------------------|
| 2次系設備の<br>解体撤去 | 大型機器解体                                  |                                       |
|                | その他機器解体                                 |                                       |
|                |   | タービン建屋解体                              |

### 大型機器解体

タービン建屋解体に支障となる大型機器（発電機及び湿分分離器加熱器）を第2段階の前半で解体撤去する。その他の大型機器（タービン、復水器、脱気器）については、第1段階中に解体撤去する。

### その他機器解体

大型機器解体撤去後、供用が終了している機器（復水器空気抽出ポンプ等）並びに性能維持施設（消火栓、タービン復水器冷却水放水路）及びその他自ら定める設備（補助蒸気系統、計器用空気コンプレッサー等）について、維持期間の終了後、適宜解体撤去を行う。

### タービン建屋解体

タービン建屋内に維持が必要な機器がないことを確認し、タービン建屋の解体撤去を実施する。

## 個別機器の詳細な解体手順 (エリア・機器の選定) 及び 解体工法の選定概要 (原子炉周辺設備)

### 解体エリアの選定

- 残存放射能調査結果に基づき、解体撤去物の多くがNRやCL物である原子炉補助建屋内 (性能維持施設に影響しない範囲) をエリアごとに分け、
  - ・ 保管エリアとして活用できる面積が大きいエリア
  - ・ 解体物量が比較的少ないエリア
  - ・ 物流を考慮し、CL処理などの作業場所として利用可能なエリア
  - ・ 上記のエリアの解体に合わせて解体することが合理的なエリアを優先的に解体するエリアとして選定
- その他のエリアは、保管エリア確保後に解体するエリアとして選定

### 解体機器の選定

- 各解体エリア内の全設備を解体対象機器として抽出し、その中から、安全貯蔵範囲及び性能維持施設を除く設備を第2段階に解体する機器として選定。残りの設備は第3段階に解体
- 解体に伴う追加的な汚染が発生しないよう、残存放射能調査結果に基づく放射能レベルの低いものから原則解体を実施 (NR→CL→L3→L2)

### 解体工法の選定

- 解体機器に応じて、周辺公衆及び放射線業務従事者の被ばく低減、作業の施工性、労働災害防止等の観点から熱的切断又は機械的切断を選定するなど、合理的な解体工法を選定

## 「原子炉周辺設備」の解体撤去の手順について

解体撤去物を保管・処理するエリアを確保するために、まず、原子炉補助建屋内の保管エリア等設置予定場所を先行して解体撤去し、その後は各機器の維持期間等に応じて解体撤去を進める。また、原子炉格納容器内の機器解体についても、保管エリア設置予定場所を先行して解体撤去し、その後は各機器の維持期間等に応じて解体撤去を進める。

|                  | 原子炉周辺設備解体撤去期間<br>(第2段階)<br>(2022～2035年) | 原子炉領域解体撤去期間<br>(第3段階)<br>(2036～2041年) |
|------------------|---|---------------------------------------|
| 原子炉周辺設備の<br>解体撤去 | ① 保管エリア予定場所等の機器解体                       | ③ 使用済燃料ピットの解体                         |
|                  | ② 原子炉補助建屋の機器解体                          | ②' 原子炉補助建屋の機器解体                       |
|                  | 原子炉補助建屋内                                |                                       |
|                  | 原子炉格納容器内                                |                                       |
|                  | ① 保管エリア予定場所の機器解体                        | ③ 安全貯蔵範囲の機器解体                         |
|                  | ② 格納容器の機器解体                             | ②' 格納容器の機器解体                          |

### 原子炉補助建屋内

- ① 保管エリア予定場所および作業エリアの機器解体
- ② 保管エリア確保後、保管エリア予定場所以外の機器解体
- ②' 第2段階に引き続き、原子炉補助建屋内機器の解体
- ③ 核燃料物質の搬出後、使用済燃料ピットを解体

- 例) 内部スプレポンプ室、1次系純水タンク 等
- 例) 体積制御タンク室、非再生クーラ室 等
- 例) 換気空調設備、廃棄物処理設備 等
- 例) 使用済燃料ピット、燃料ラック

### 原子炉格納容器内

- ① 保管エリア予定場所の機器解体
- ② 保管エリア確保後、保管エリア予定場所以外の機器解体
- ②' 第2段階に引き続き、格納容器内機器の解体
- ③ 安全貯蔵完了後、解体

- 例) 格納容器循環空調装置
- 例) 加圧器逃しタンク 等
- 例) 冷却材ドレンタンク 等
- 例) 蒸気発生器、加圧器 等

## 解体工法の選定 (原子炉周辺設備)

- 解体工法については、解体機器に応じて、周辺公衆及び放射線業務従事者の被ばく低減、作業の施工性、労働災害防止等の観点から熱的切断又は機械的切断を選定するなど、合理的な解体工法を選定する。
- 金属機器の解体は、運転中からの改造工事等の経験、第1段階での2次系設備の解体撤去の経験等を踏まえ、分解・取外した後、周辺公衆の被ばく低減、労働災害防止等の観点から、基本的にはバンドソー等を用いた機械的切断により実施する。ただし、放射線業務従事者の被ばく低減、労働災害防止等の観点から、作業性向上及び作業時間の短縮を図るため、タンク類、大口径配管等の大型機器の解体においてはプラズマ溶断等の熱的切断を選択する。
- 低線量のコンクリートの解体は、ブレイカーや破砕機を用いたはつりで実施する。
- 運転中に発生した高線量の使用済制御棒、使用済バーナブルポイズン等については、専用の解体装置を用いて、水中での機械的切断を遠隔操作で実施する。

### 解体工法選定の基本的な考え方

| 種類     | 工法                       | 機器の例           | 基本的な考え方   |
|--------|--------------------------|----------------|---|
| 金属     | 熱的切断<br>(プラズマ溶断、ハイドロ溶断等) | 熱交換器           | 熱交換器、タンク類については、解体対象が大型であり、バンドソーを用いた解体が困難なため、放射線業務従事者の被ばく低減、労働災害防止等の観点から、作業性が良く、作業時間短縮が図れる熱的切断を採用する。 |
|        |                          | タンク類           |   |
|        |                          | 大口径配管 (100A超)  |   |
|        | 機械的切断<br>(バンドソー、ジグソー等)   | 小口径配管 (100A以下) | 周辺公衆の被ばく低減、労働災害防止等の観点から、機械切断を採用する。  |
| 弁、ポンプ  |                          |                |   |
| コンクリート | はつり等<br>(ブレイカー、破砕機)      | 一次遮蔽壁 (低線量)    | 放射能濃度の低いコンクリートの解体は、ブレイカーや破砕機を用いたはつりで行う。   |
|        |                          | 二次遮蔽壁          |   |

※1：ただし、一次冷却材管のようにステンレス製で特に板厚の厚い（板厚約100mm）材質の配管については、汎用性のある工法では困難であり、専用装置等を用いた切断が必要となるため、過去に実績を有する機械式切断を採用し、安全に解体する。

## 「原子炉領域」の解体撤去手順及び工法案について

原子炉領域は、支持構造物、原子炉容器及び一次遮蔽壁の順に解体する。  
解体工法については、将来の技術の発展等も踏まえ、安全かつ合理的な工法を選定する。

|                | 原子炉領域解体撤去期間 (第3段階)<br>(2036~2041年) |       |       |
|----------------|------------------------------------|-------|-------|
| 原子炉領域の<br>解体撤去 | 支持構造物                              |       |       |
|                |                                    | 原子炉容器 |       |
|                |                                    |       | 一次遮蔽壁 |

### 解体工法案

#### 支持構造物

キャビティに水を張り、キャビティ内の架台に支持構造物を設置し、遠隔操作で専用の解体装置を用いて容器に収納可能な大きさまで水中で機械的切断し、容器に収納する。

#### 原子炉容器

キャビティ水張り時に原子炉容器上蓋を吊り上げ、EL.10.0Mのフロア上で解体する。

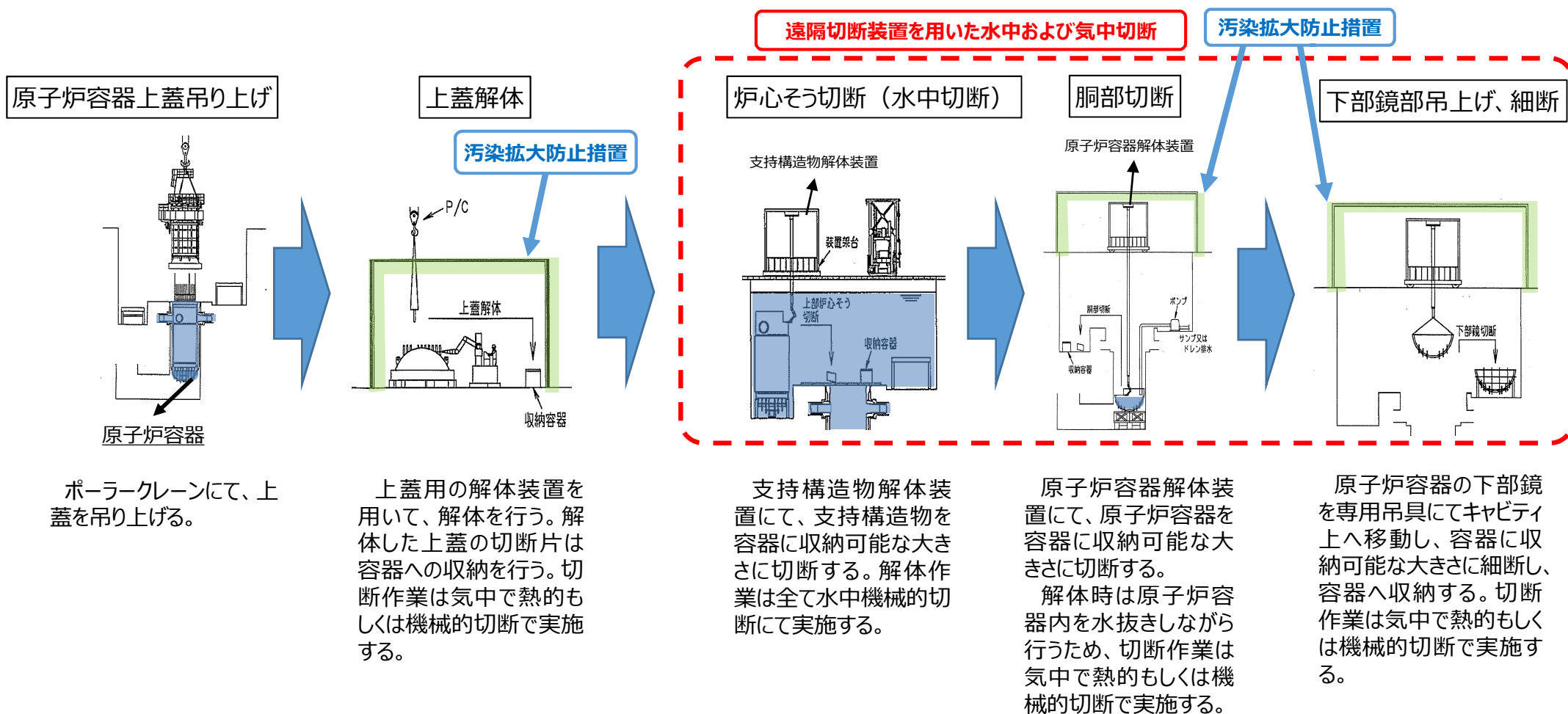
キャビティ水抜き後、原子炉容器内の水を抜きながら、遠隔操作で専用の解体装置を用いて容器に収納可能な大きさまで気中で熱的もしくは機械的切断し、容器に収納する。

#### 一次遮蔽壁

原子炉容器解体後に放射線量の高い炉心周辺のコンクリートは、ワイヤソー切断もしくは大型コアボーリング法により遠隔操作で切り出し、気中で切断して容器に収納する。線量の低い外側のコンクリートは、はつり用重機等を用いて解体する。

## 「原子炉領域」の解体撤去イメージ

第3段階に実施する高線量機器である「原子炉容器」及び「支持構造物」の解体撤去イメージについて以下に示す。





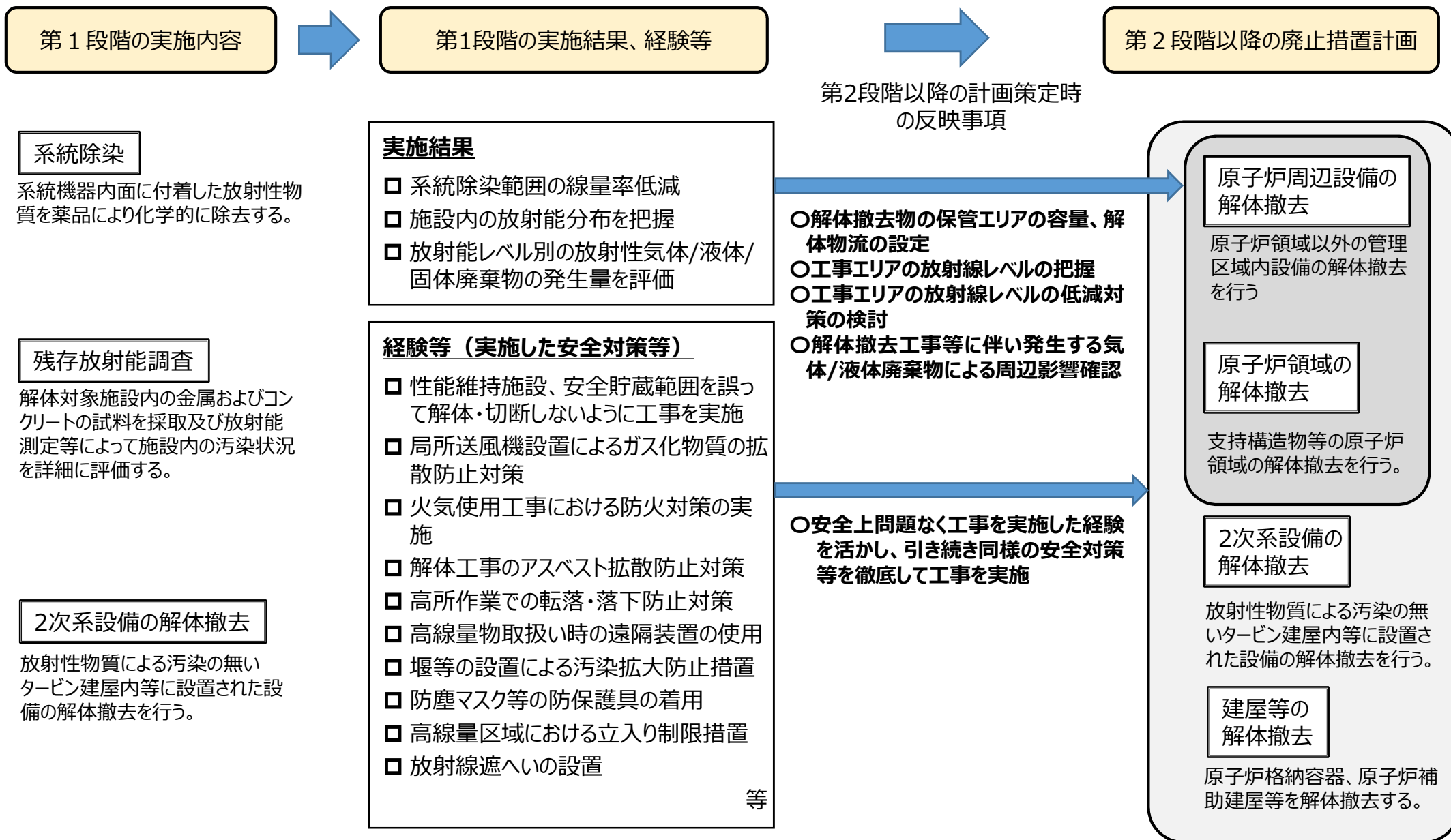
3. (2) 第1段階の経験等を踏まえ、  
第2段階以降の解体撤去工事計画に反映した事項 (1 / 2)

**第1段階に実施した廃止措置工事で得られた実施結果及び経験について**

| 廃止措置工事     | 得られた内容 (□結果、■経験等)   |
|------------|---|
| 系統除染       | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 系統除染により、管理区域内の線量率低減</li> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <li>■ 性能維持施設を誤って解体・切断しないように工事を実施</li> <li>■ 放射線遮へいの設置</li> <li>■ 堰等の設置による汚染拡大防止措置</li> <li>■ 防塵マスク等の防保護具の着用</li> <li>■ 高線量区域における立入り制限措置</li> </ul>    |
| 残存放射能調査    | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 解体対象施設内の放射能分布を把握</li> <li>□ 廃止措置期間中における放射性気体/液体/固体廃棄物の発生量を評価</li> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <li>■ 高線量物取扱い時の遠隔装置の使用</li> <li>■ 放射線遮へいの設置</li> <li>■ 堰等の設置による汚染拡大防止措置</li> <li>■ 防塵マスク等の防保護具の着用</li> </ul> |
| 2次系設備の解体撤去 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 性能維持施設を誤って解体・切断しないように工事を実施</li> <li>■ 火気使用工事における防火対策の実施</li> <li>■ 局所送風機設置によるガス化物質の拡散防止対策</li> <li>■ 高所作業での転落・落下防止対策</li> <li>■ 解体工事時のアスベスト拡散防止対策</li> <li>■ 防塵マスク等の防保護具の着用</li> </ul>                                     |

### 3. (2) 第1段階の経験等を踏まえ、 第2段階以降の解体撤去工事計画に反映した事項 (2 / 2)

#### 第1段階の経験と第2段階以降の廃止措置計画への具体的な反映内容について



参考

## 【工事目的】

解体工事の作業者の被ばく線量低減及び放射性廃棄物の放射能濃度低減を図るため、系統機器内面に付着した放射性物質を薬品により化学的に除去する。

## 【経験等（実施した安全対策等）】

□ 性能維持施設、安全貯蔵範囲を誤って解体・切断しないように工事を実施

□ 放射線遮へいの設置

特に高線量となる、系統除染で使用する仮設樹脂塔・仮設フィルタ等の周辺やサンプル収納作業エリアの周辺には、鉛板を使用した被ばく低減エリアを設置した。

□ 堰等の設置による汚染拡大防止措置

系統除染を行う前に試運転を実施し、機器・配管からの漏えいがないことを確認するとともに、漏えいが発生した場合に備え、除染装置周囲に汚染拡大防止囲いを設け、汚染拡大防止措置を講じた。

□ 防塵マスクなどの防保護具の着用

ダストサンプラー等による空气中放射性物質濃度のサンプリング測定を行い、工事エリア内の空气中放射性物質濃度を監視し、必要に応じマスク等の適切な防保護具を着用した。

□ 高線量区域における立ち入り制限措置

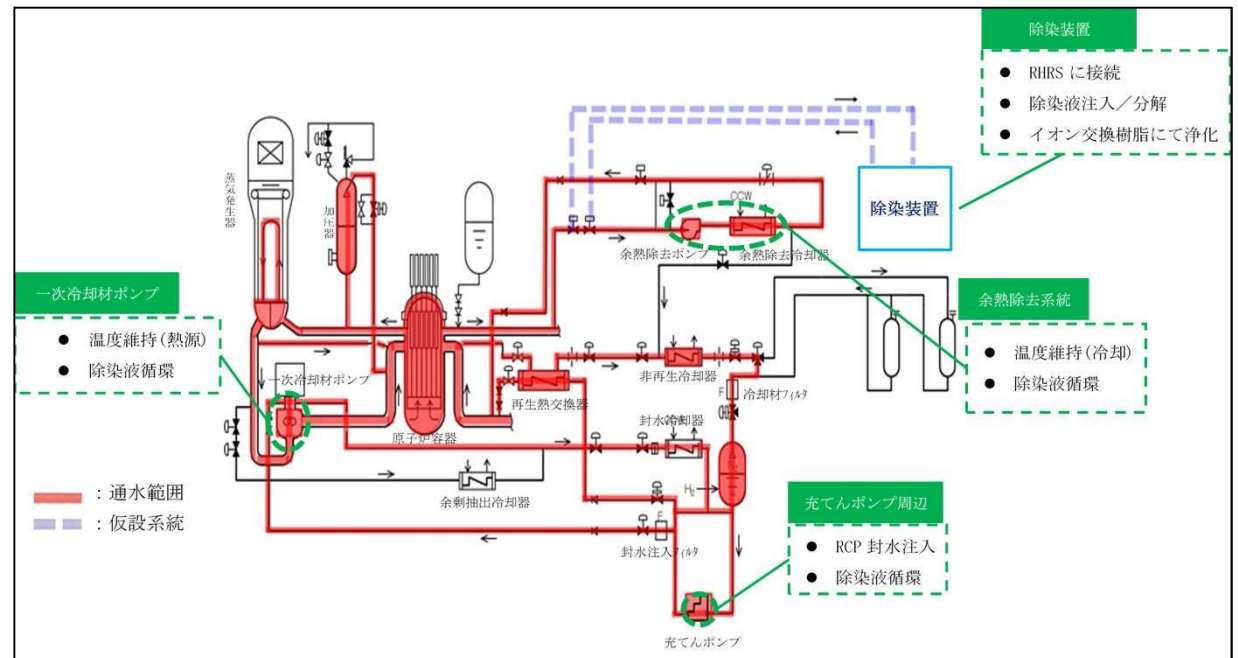
系統除染工事作業中及び廃樹脂移送作業により線量当量率が上昇するため、格納容器全域及び補助建屋の一部を標識等の掲示、ロープ等により区別し、立ち入り禁止措置を行う。

## 【系統除染結果】

| プラント | 主要材質   | 除染係数※ |     |
|------|--------|-------|-----|
|      |        | 平均値   | 目標値 |
| 1号機  | インコネル  | 8.9   | 3.0 |
|      | ステンレス鋼 | 3.2   |     |
| 2号機  | インコネル  | 1.74  |     |
|      | ステンレス鋼 | 3.0   |     |

※除染係数

(除染前の機器の表面線量率)/(除染後の機器の表面線量率)



## 【工事概要】

作業員の被ばく低減および合理的な解体工法の策定を目的として、金属およびコンクリートの試料を採取し、放射能測定等によって施設内の汚染状況を正確に把握

## 【経験等（実施した安全対策等）】

### □ 高線量物取扱い時の遠隔装置の採用

原子炉容器、支持構造物からのサンプル採取等は、遠隔装置を用いて行った。

### □ 放射線遮へいの設置

### □ 汚染拡大防止措置

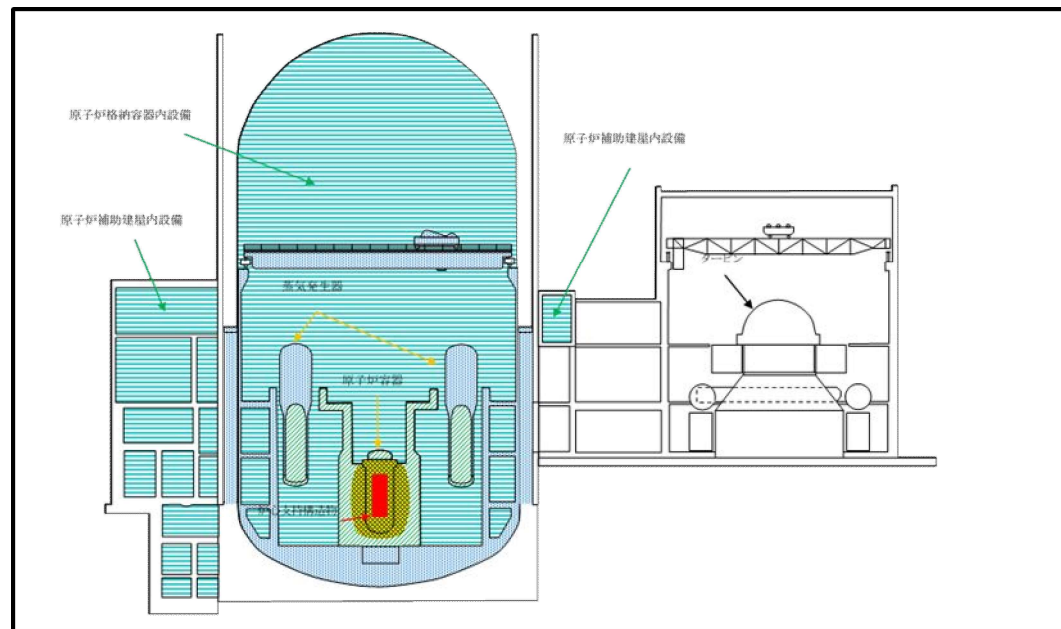
### □ 防保護具の着用

## 放射性固体廃棄物の推定発生量

| 放射能レベル区分              |                    | 美浜1号機  | 美浜2号機  |
|-----------------------|--------------------|--------|--------|
| 放射性廃棄物                | 放射能レベルの比較的高いもの(L1) | 約80    | 約80    |
|                       | 放射能レベルの比較的低いもの(L2) | 約620   | 約790   |
|                       | 放射能レベルの極めて低いもの(L3) | 約2,380 | 約2,510 |
| 放射性物質として扱う必要のないもの(CL) |                    | 約6,400 | 約7,500 |

※1：端数を切り上げしているため、合計が合わないことがある。

汚染の推定分布図（美浜1号炉）



## 【工事概要】

放射性物質による汚染の無いタービン建屋内等に設置された設備の解体撤去を行う。

## 【経験等（実施した安全対策等）】

□ 性能維持施設を誤って解体・切断しないように工事を実施

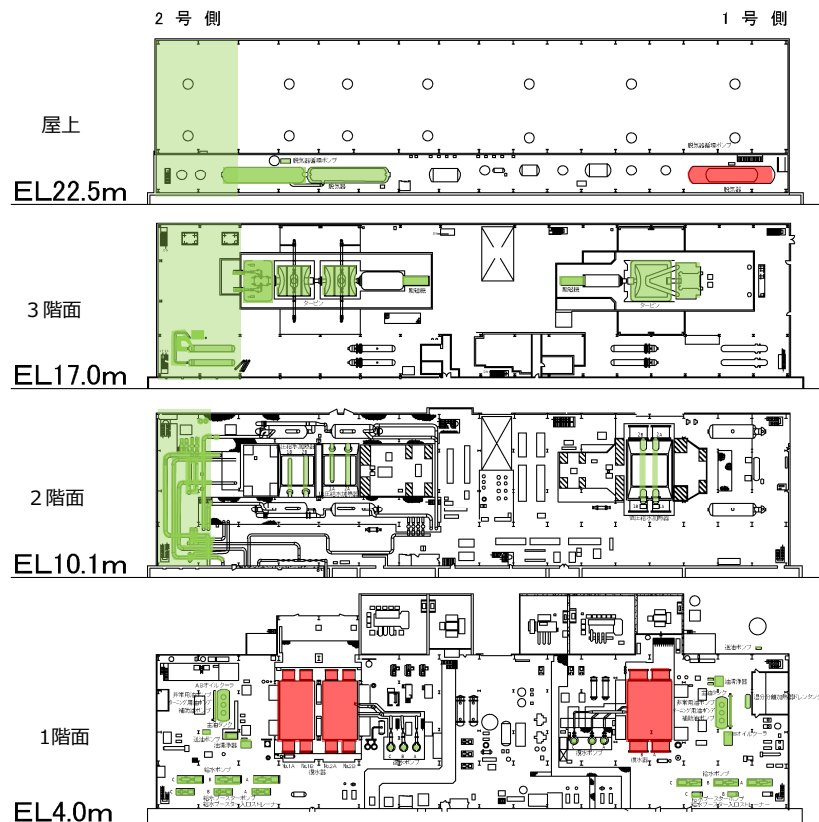
□ 火気使用工事における防火対策の実施

工事エリアに火気切断エリアを設け、火の粉飛散、ノロ滴下時の火災防護措置を行う。

□ 局所送風機設置によるガス化物質の拡散防止対策

必要に応じて局所フィルタおよび局所排風機を設置し、ガス化物質（ヒューム）の放出抑制・拡散防止を実施した。

□ 高所作業での転落・落下防止対策



■ : 解体中  
■ : 撤去済

### 脱気器、脱気器タンク

| 機器名    | 1号機   | 2号機 |
|--------|-------|-----|
| 脱気器    | 1 済   | 1 済 |
| 脱気器タンク | 1 撤去中 | 2 済 |

### 高圧タービン、低圧タービン、励磁機、高圧給水加熱器

| 機器名     | 1号機 | 2号機 |
|---------|-----|-----|
| 高圧タービン  | 1 済 | 1 済 |
| 低圧タービン  | 1 済 | 2 済 |
| 励磁機     | 1 済 | 1 済 |
| 高圧給水加熱器 | —   | 2 済 |

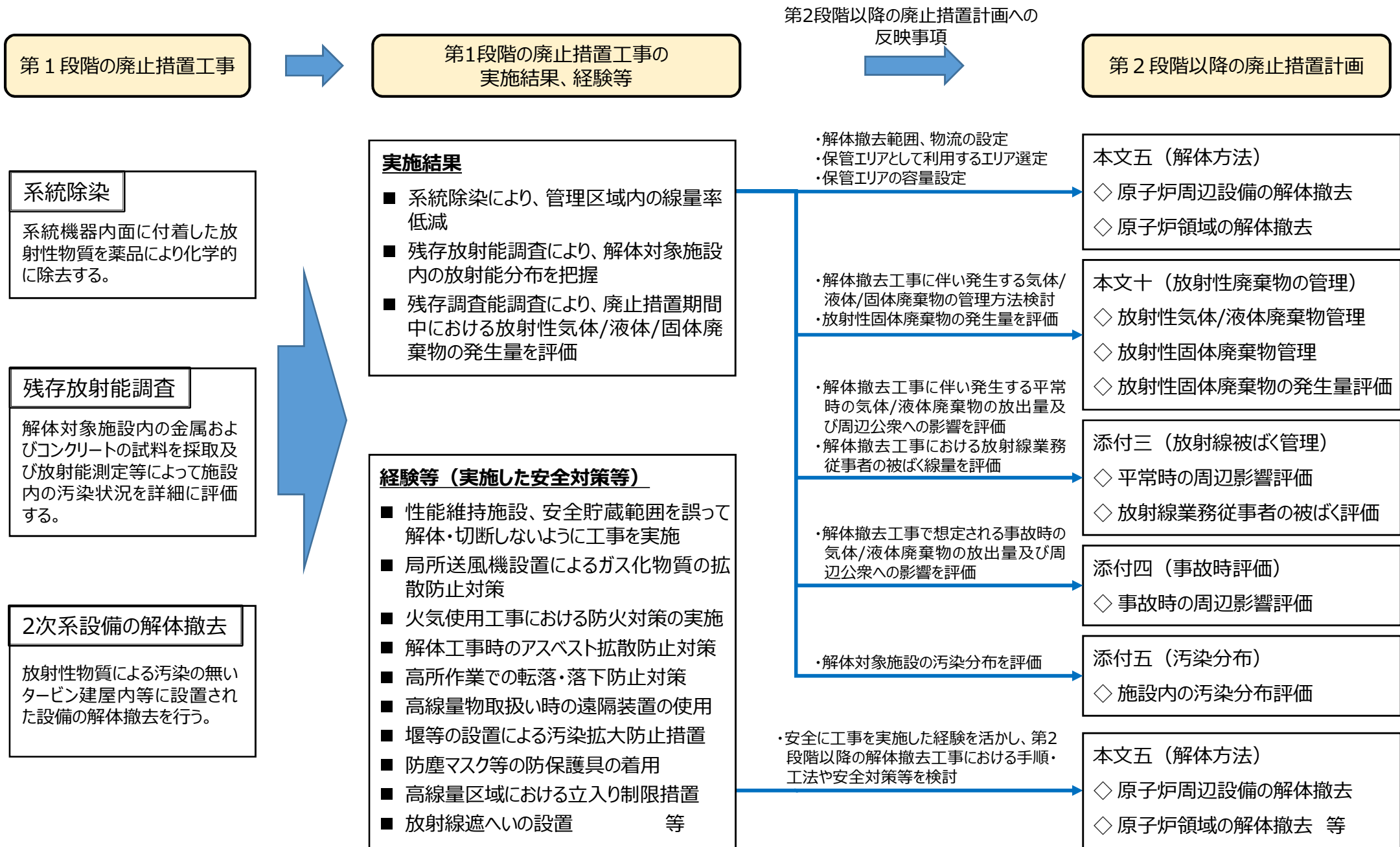
### 低圧給水加熱器

| 機器名       | 1号機 | 2号機 |
|-----------|-----|-----|
| 第1低圧給水加熱器 | 1 済 | 2 済 |
| 第2低圧給水加熱器 | 1 済 | 2 済 |

### 復水器、給水ポンプ、主油タンクおよび干渉配管・弁

| 機器名           | 1号機   | 2号機   |
|---------------|-------|-------|
| 復水器           | 1 撤去中 | 2 撤去中 |
| 給水ポンプ・モータ     | 3 済   | 3 済   |
| 給水プースタポンプ・モータ | 2 済   | 3 済   |
| 復水ポンプ・モータ     | 3 済   | 3 済   |
| 主油タンク         | 1 済   | 1 済   |
| 主油クーラ         | 2 済   | 2 済   |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>①解体準備期間</b> (2016～2021年)</p> <p><b>主な解体範囲</b></p>   | <p><b>②原子炉周辺設備解体撤去期間</b> (2022～2035年)</p> <p><b>主な解体範囲</b></p>  |
| <p>主な解体機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2次系設備の解体撤去<br/>2次系の主要な大型機器の解体（タービン、復水器 等）</li> </ul>  | <p>主な解体機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2次系設備の解体撤去<br/>主要な大型機器の解体（発電機 等）<br/>2次系機器の解体（復水器空気抽出ポンプ 等）</li> <li>○原子炉周辺設備の解体撤去<br/>原子炉補助建屋内の機器解体（体積制御タンク 等）<br/>格納容器内の機器解体（格納容器循環空調装置 等）</li> </ul> |
| <p><b>③原子炉領域解体撤去期間</b> (2036～2041年)</p> <p><b>主な解体範囲</b></p>  | <p><b>④建屋等解体撤去期間</b> (2042～2045年)</p> <p><b>主な解体範囲</b></p>  |
| <p>主な解体機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○2次系設備の解体撤去<br/>2次系機器の解体（海水ポンプ 等）、タービン建屋解体</li> <li>○原子炉周辺設備の解体撤去<br/>原子炉補助建屋内の機器解体（使用済み燃料ピット 等）<br/>格納容器内の機器解体（加圧器、蒸気発生器 等）</li> <li>○原子炉領域の解体撤去</li> </ul> | <p>主な解体機器</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○建屋等の解体撤去</li> </ul>   |





|                    | 準備期間<br>(第1段階)<br>(2016～2021年)                         | 原子炉周辺設備解体撤去期間<br>(第2段階)<br>(2022～2035年)  | 原子炉領域解体撤去期間<br>(第3段階)<br>(2036～2041年)                                     | 建屋等解体撤去期間<br>(第4段階)<br>(2042～2045年)                         |
|--------------------|--|--|---|---|
| 全体工程               | 系統除染   |  |   |   |
|                    | 残存放射能調査  |  |   |   |
|                    |  | 核燃料物質の搬出   |   |   |
|                    |  | 2次系設備の解体撤去   |   |   |
|                    |  | 原子炉周辺設備の解体撤去   |   | 原子炉領域の解体撤去  |
|                    |  |  |   | 建屋等の解体撤去  |
|                    |  | 安全貯蔵   |   |   |
| a.<br>2次系設備の解体撤去   | 大型機器解体<br>2次系の主要な大型機器の解体<br>例) ・タービン<br>・復水器<br>・脱気器 等 | 大型機器解体<br>第1段階に引き続き、<br>主要な大型機器の解体<br>例) ・発電機<br>・温分分離加熱器                                  | 2次系機器の解体<br>例) その他の小型機器等  | タービン建屋解体<br>機器も併せて解体  |
|                    |  |  | その他機器解体   |   |
| b.<br>原子炉周辺設備の解体撤去 |  | ① 原子炉補助建屋<br>保管エリア予定場所等の機器解体<br>保管エリア予定場所および除染等を行うエリアの機器解体<br>例) ・内部スレイボンプ室<br>・余熱除去クーラ室 等 | ② 原子炉補助建屋の機器解体<br>保管エリア確保後、保管エリア予定場所以外の機器解体<br>例) ・体積制御タンク室<br>・非再生クーラ室 等 | ⑤ 原子炉補助建屋<br>使用済み燃料ピットの解体<br>核燃料物質の搬出後、使用済み燃料ピットを<br>解体する。  |
|                    |  |  |   | ⑥ 原子炉補助建屋の機器解体<br>第2段階に引き続き、<br>原子炉補助建屋内機器の解体               |
|                    |  |  |   | ⑦ 格納容器<br>安全貯蔵範囲の機器解体<br>安全貯蔵後、解体する。<br>例) ・蒸気発生器<br>・加圧器 等 |
|                    |  | ③ 格納容器<br>保管エリア予定場所の機器解体<br>保管エリア予定場所の機器解体<br>例) ・格納容器循環空調装置                               | ④ 格納容器の機器解体<br>保管エリア確保後、保管エリア予<br>定場所以外の機器解体<br>例) ・加圧器逃しタンク 等            | ⑧ 格納容器の機器解体<br>第2段階に引き続き、格納容器内機器の解体                         |
|                    |  |  |   |   |
|                    |  |  |   |   |
|                    |  |  |   |   |
|                    |  |  |   |   |
| c.<br>原子炉領域の解体撤去   |  |  | ⑨ 支持構造物   |   |
|                    |  |  | ⑩ 原子炉容器   |   |
|                    |  |  | ⑪ 一次遮蔽壁   |   |
|                    |  |  | 支持構造物、原子炉容器、一時遮蔽壁の順に解<br>体する。   |   |
| d.<br>建屋等の解体撤去     |  |  |   | 格納容器解体  |
|                    |  |  |   | 原子炉補助建屋解体   |
|                    |  |  |   | 管理区域解除後に、建屋解体を実施する。   |