

伊方発電所2号機の廃止措置について

平成31年3月28日
四国電力株式会社

はじめに

1. 廃止措置移行時の流れ
2. 廃止措置の全体概要
3. 廃止措置対象施設と解体の対象となる施設
4. 第1段階（解体工事準備期間）での実施事項
5. 第2段階以降での実施事項

【参考1】廃止措置に関連する法令：廃止措置計画の認可申請

【参考2】廃止措置計画認可申請書（本文）の申請概要と審査基準

【参考3】廃止措置計画認可申請書（添付書類）の申請概要と審査基準

【参考4】解体工事準備期間中の被ばく線量等の評価（詳細）

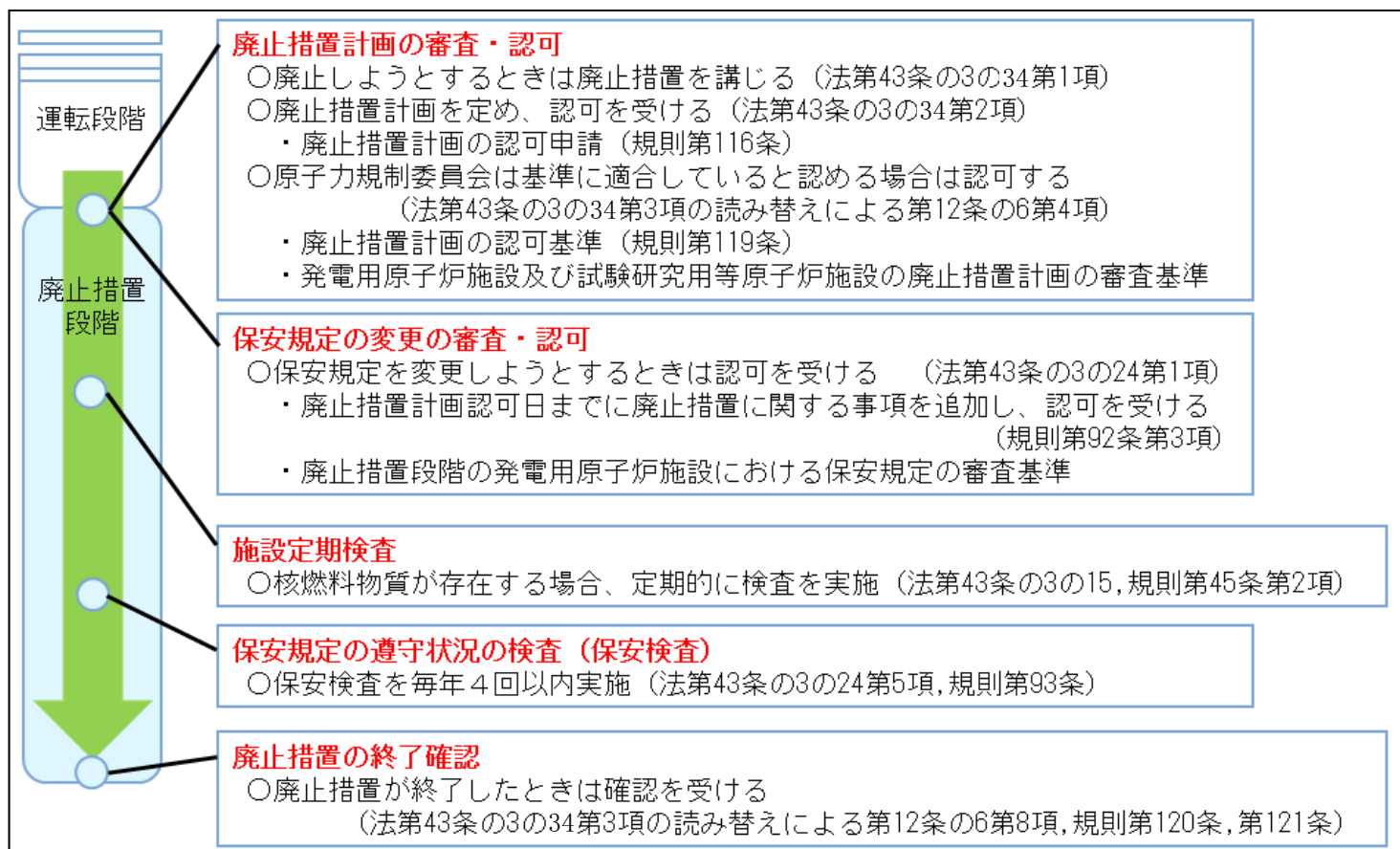
【参考5】国内外における原子炉の廃止状況

はじめに

- ▶伊方発電所2号機は、昭和57年3月に営業運転を開始して以来、四国地域の安定かつ低廉な電力供給を支える基幹電源として、その役割を果たしてまいりましたが、平成30年5月23日に運転を終了しました。
- ▶伊方発電所2号機の廃止に伴い、「廃止措置計画認可申請書」を、平成30年10月10日、原子力規制委員会へ提出するとともに、愛媛県・伊方町に対し、「伊方原子力発電所周辺の安全確保及び環境保全に関する協定書」に基づく事前協議の申し入れを行ったところです。
- ▶本資料にて、伊方発電所2号機の廃止措置計画の申請内容について報告致します。

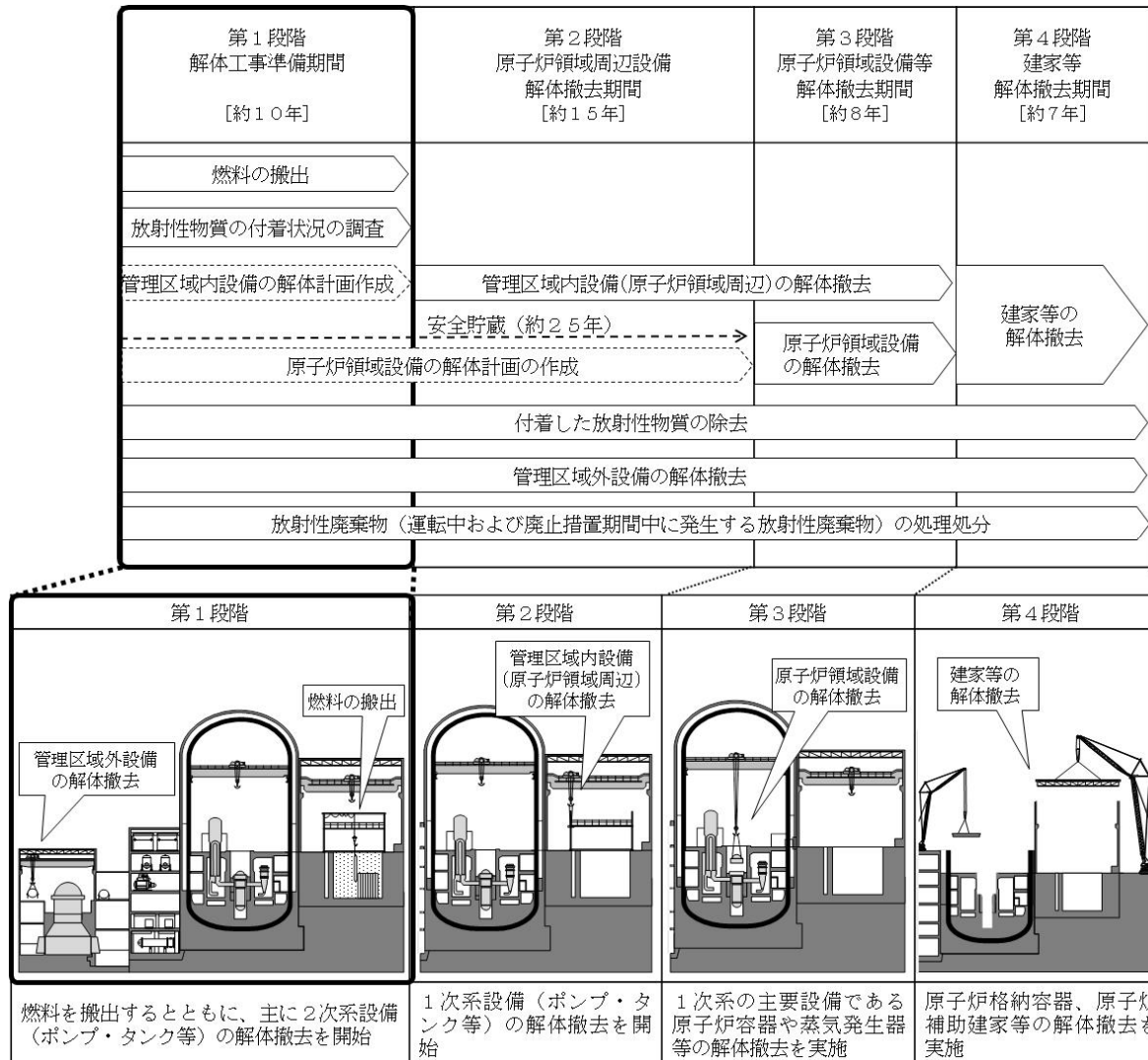
1. 廃止措置移行時の流れ

- 廃止措置の着手にあたっては、原子力規制委員会から廃止措置計画の認可を受ける必要があり、今回、廃止措置の全体概要と第1段階（解体工事準備期間）に行う具体的事項をとりまとめ、申請している。
- あわせて、廃止措置期間中における保安のために講ずるべき事項を「保安規定」に定め、変更の認可を受ける。



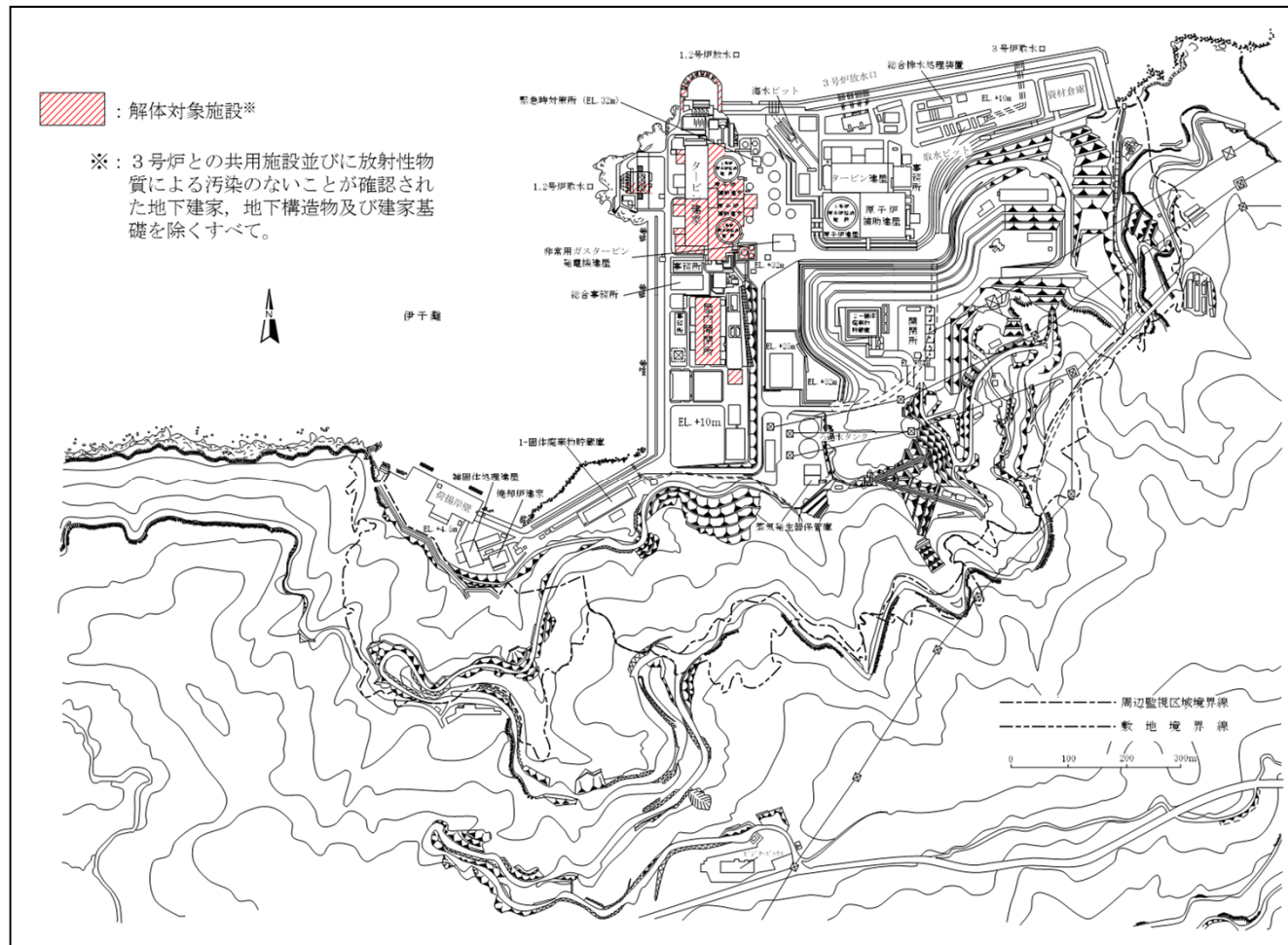
2. 廃止措置の全体概要

○廃止措置にて実施する汚染状況の調査及び各設備の解体作業等を確実に安全に進めるため、1号機と同様、全体工程を4段階に区分して約40年かけて実施する。



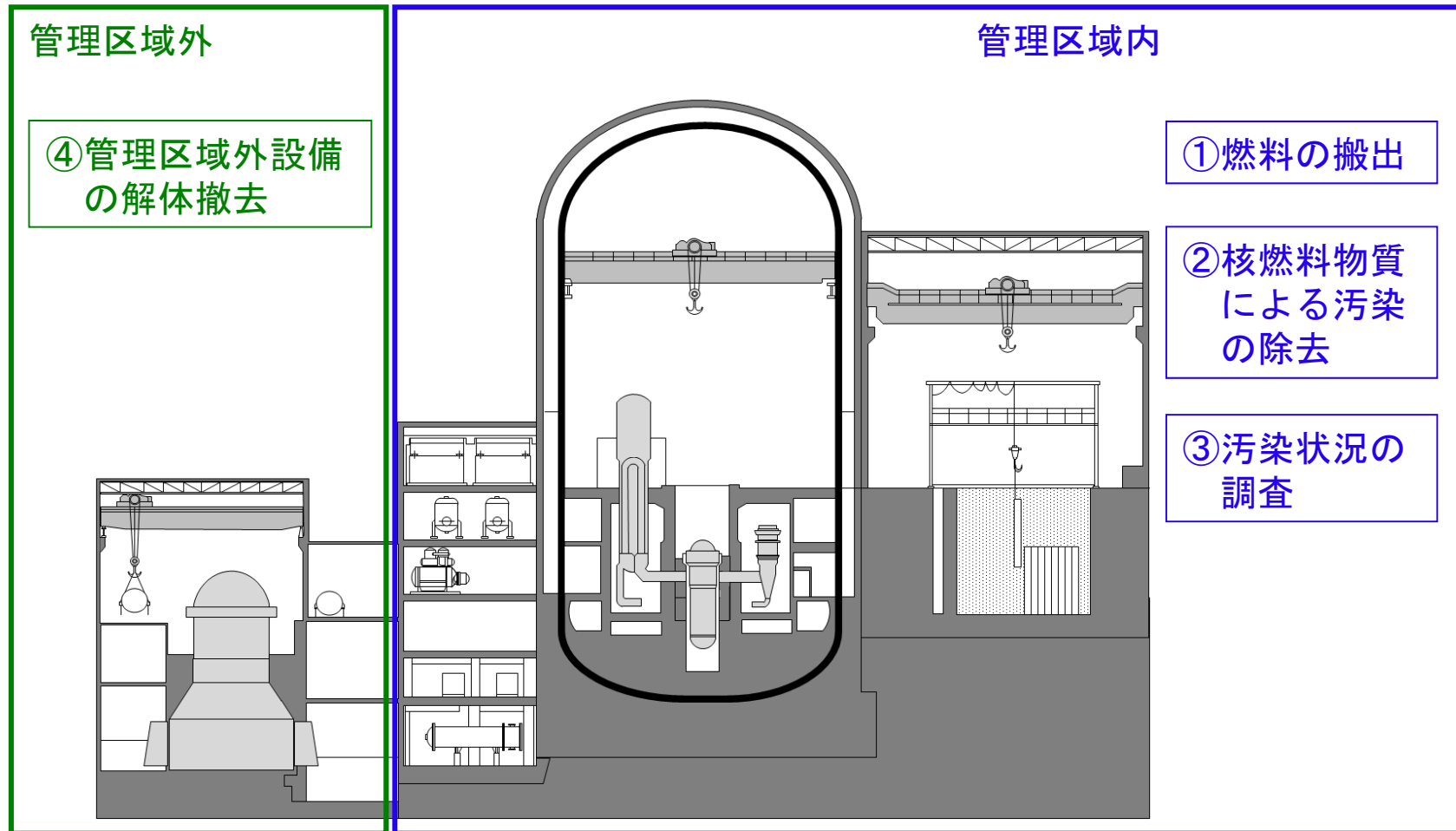
3. 廃止措置対象施設と解体の対象となる施設

- 廃止措置対象施設のうち解体の対象となる施設は、3号炉との共用施設並びに放射性物質による汚染のないことが確認された地下建家、地下構造物及び建家基礎を除くすべてである。
- 1号及び2号炉の共用施設の解体は、2号炉にて実施する。



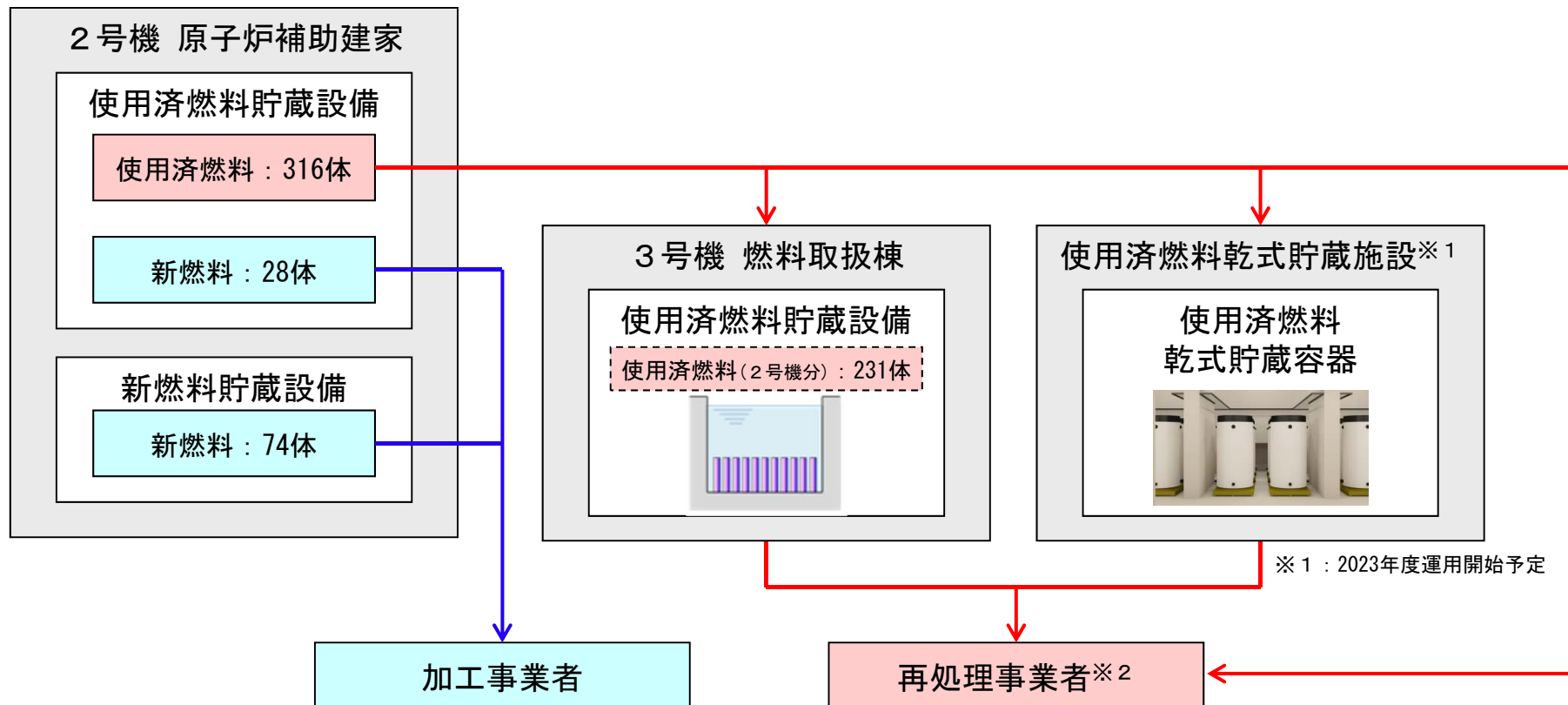
4. 第1段階(解体工事準備期間)での実施事項

○第1段階(解体工事準備期間)では「①燃料の搬出」、「②核燃料物質による汚染の除去」、「③汚染状況の調査」及び「④管理区域外設備の解体撤去」を実施する。



4-1. 解体工事準備期間での実施事項：①燃料の搬出

- 使用済燃料は、第1段階の期間中に六ヶ所再処理工場、3号機燃料取扱棟の使用済燃料貯蔵設備、または、事前協議を申し入れた使用済燃料乾式貯蔵施設に搬出する。
- 新燃料は、第1段階の期間中に加工事業者に譲り渡す。
- 使用済燃料は、廃止措置終了までに再処理事業者に譲り渡す。



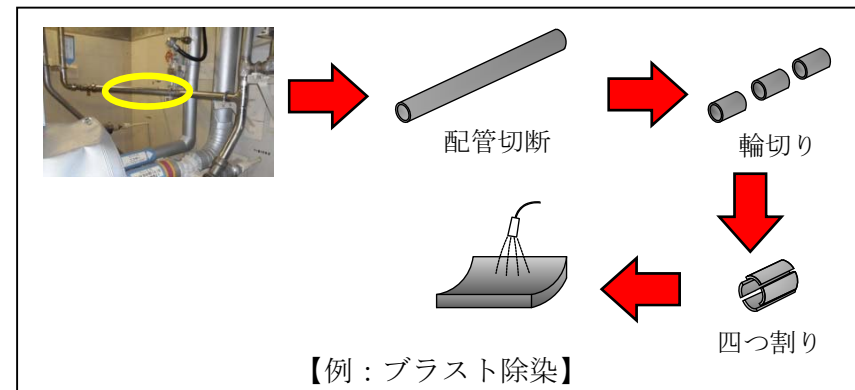
4-2. 解体工事準備期間での実施事項：②核燃料物質による汚染の除去

○除染の方針

- ・線量の高い設備については、機械的方法または化学的方法を効果的に組み合わせた除染を行う。
- ・その他の設備については、長期間の安全貯蔵により放射能の減衰を図る。

○第1段階の除染

- ・線量の高い設備で第2段階にて解体撤去する設備を対象とする。
- ・研磨剤を使用するブラスト法、ブラシ等による研磨法等の機械的方法により行う。
- ・除染対象物の形状等に伴い必要な場合には、化学的方法による除染を行う。



○第2段階以降

- ・第1段階で実施する汚染状況の調査結果を踏まえ、第2段階開始までに廃止措置計画に反映し、変更の認可を受ける。

4-3. 解体工事準備期間での実施事項：③汚染状況の調査

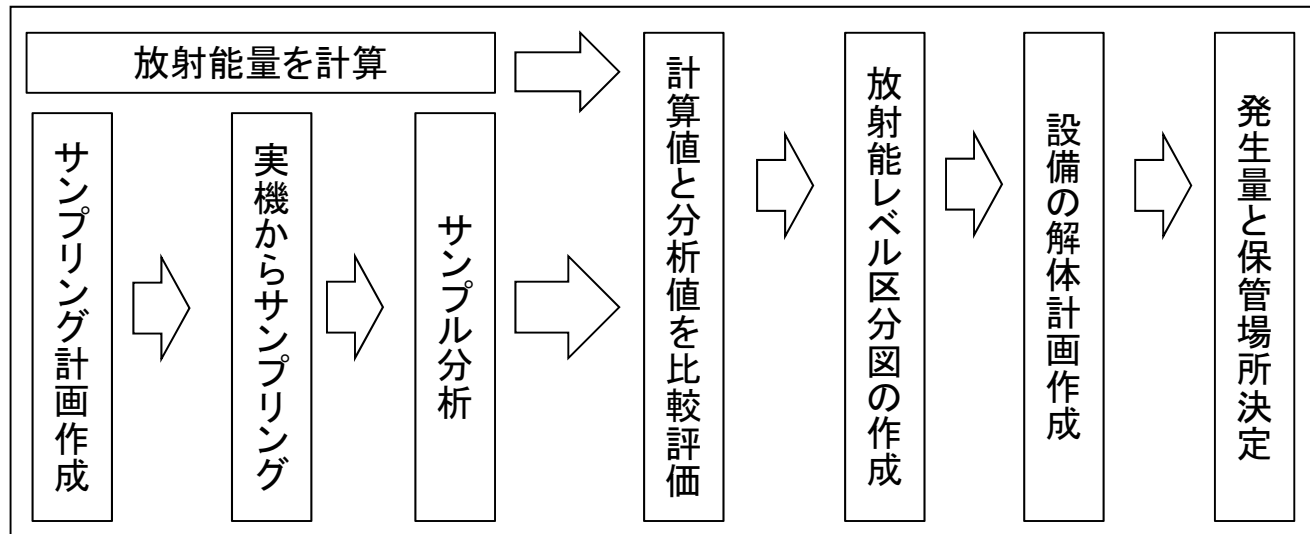
○ 目的

- ・適切な解体撤去工法及びその手順を策定して、放射線業務従事者及び周辺公衆の被ばく低減を図る。
- ・解体に伴い発生する廃棄物の合理的な処理方法を策定する。
- ・汚染状況の調査結果をもとに廃棄物の区分ごとの発生量と保管場所を決定し、第2段階移行前に廃止措置計画に反映し、変更の認可を受ける。

○ 調査方法

- ・放射能レベルの高い原子炉領域設備は、放射エネルギーを計算評価するとともに、サンプルの採取・分析を行い、計算値と分析値を比較評価したうえで、設備の解体計画を作成する。
- ・それ以外の機器・配管など設備は、外部から放射線量等を測定する。

【例：原子炉領域設備の汚染状況の調査方法】



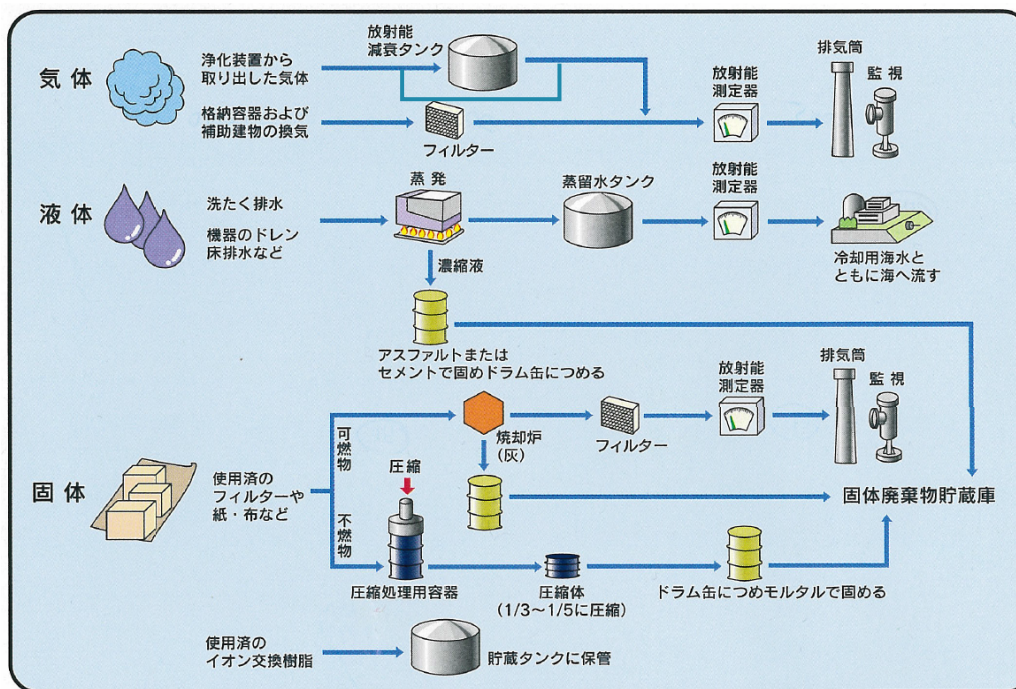
4-4. 解体工事準備期間での放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の管理

■ 放射性気体廃棄物

- 建家の換気系からの排気が主となる。
- 原子炉運転中と同様に処理を行い、監視しながら排気筒から放出する。
- なお、ガス減衰タンクから放出する場合、ガス減衰タンクで必要な減衰期間は十分に経過していることから、ガス減衰タンクでの貯留による減衰を行わず放出する。

■ 放射性液体廃棄物

- 施設の隔離等により発生する機器ドレン廃液、床ドレン廃液等の原子炉運転中と同様な廃液が発生する。
- 原子炉運転中と同様に処理を行い、監視しながら放水口から放出する。



4-5. 解体工事準備期間中の事故想定とその評価

○放射線業務従事者の評価（解体工事準備期間）

- ・実施予定の作業内容をもとに、過去の被ばく線量実績、作業場所の線量当量率等を考慮して評価した結果から、10年間で約1.4人・Sv（集団の線量）と推定する。

○平常時における周辺公衆の線量評価（解体工事準備期間）

- ・「設置許可申請書 添付書類九」等を参考として評価を実施し、放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出に伴う周辺公衆の被ばく線量は最大で年間約 $4.6 \mu\text{Sv}$ （個人の線量）であり、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」に示される線量目標値の年間 $50 \mu\text{Sv}$ を下回る。

○事故時における周辺公衆の線量評価（解体工事準備期間）

- ・「設置許可申請書 添付書類十」等を参考として評価を実施し、廃止措置期間中に想定される事故である「燃料集合体落下」及び「放射性気体廃棄物処理施設の破損」を想定した場合、環境へ放出される放射性物質の放出量は最大で約 $2.6 \times 10^{11} \text{Bq}$ 、周辺公衆の被ばく線量は最大で $0.25 \mu\text{Sv}$ （個人の線量）であり、放出量は少なく、周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはない。

○想定を超える自然災害等

- ・使用済燃料ピットから冷却水が大量に漏れいする事象を考慮しても、使用済燃料は室内空気の自然対流により冷却され、燃料被覆管温度の上昇による燃料の健全性に影響はなく、また、不確定性を考慮しても実効増倍率は0.937と、基準値の0.98を下回り臨界にならないと評価できることから、周辺公衆の放射線被ばくへの影響は小さい。

4-6. 解体工事準備期間中に機能を維持すべき設備及び期間

- 周辺公衆及び放射線業務従事者の被ばくの低減を図るとともに、使用済燃料の貯蔵のための管理、汚染の除去工事、解体撤去工事及び核燃料物質によって汚染された物の廃棄等の各種作業の安全確保のために、必要な機能及び必要な機能に係る運転中と同等の性能を維持管理する。
- これら維持管理対象設備の機能及び性能については、必要な期間中、必要な機能及び性能が維持できるように点検等を実施する。

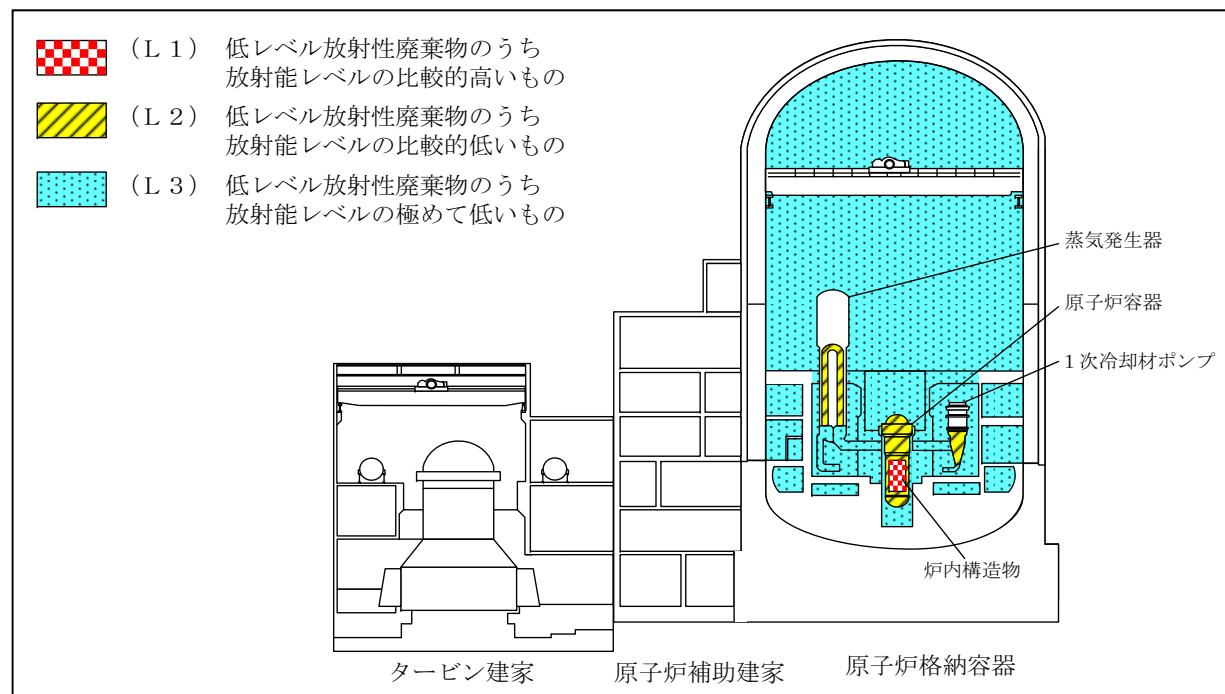
■主な維持管理対象設備の維持機能と維持期間

| 対象設備 | 維持機能 | 維持期間 |
|---|---|----------------------------------|
| 原子炉補助建家 | 放射線遮蔽機能、 放射性物質漏えい防止機能 | 線源となる設備の解体が完了するまで 管理区域を解除するまで |
| 原子炉容器周囲コンクリート壁、 原子炉格納容器外周のコンクリート壁 | 放射線遮蔽機能 | 炉心支持構造物等の解体が完了するまで |
| 使用済燃料ピットクレーン、 新燃料ラック、使用済燃料ピット、 使用済燃料ピット水浄化冷却設備、 燃料取替用水タンク、ディーゼル発電機、 原子炉補機冷却水冷却器、海水ポンプ 等 | 臨界防止機能、 水位及び漏えいの監視機能、 浄化・冷却機能、 給水機能、 電源供給機能 | 新燃料又は使用済燃料、若しくは両燃料の搬出が完了するまで |
| 補助建家排気筒、補助建家排気筒ガスモニタ 格納容器排気筒ガスモニタ | 放射性廃棄物処理機能、 放出管理機能 | 放射性気体廃棄物の処理が完了するまで |
| 冷却材貯蔵タンク、廃液貯蔵タンク、 廃液蒸発装置、洗浄排水蒸発装置、 廃棄物処理設備排水モニタ 等 | 放射性廃棄物処理機能 放出管理機能 | 放射性液体廃棄物の処理が完了するまで |
| 使用済樹脂貯蔵タンク、アスファルト固化装置 セメント固化装置、ベイラ | 放射性廃棄物貯蔵機能 放射性廃棄物処理機能 | 放射性固体廃棄物の処理が完了するまで |
| 原子炉格納容器、原子炉格納容器排気筒、 格納容器排気ファン、補助建家排気ファン 放射線管理室排気ファン 等 | 放射性物質漏えい防止機能、 換気機能、 放射線遮蔽機能 | 管理区域を解除するまで (原子炉補助建家は加えて) |
| 消火栓、非常照明 | 消火機能、照明機能 | 各建家を解体する前まで |

5-1 . 第2段階以降での実施事項（解体に伴い発生する放射性固体廃棄物の処理処分）

- 主な廃止措置対象施設の推定汚染分布を以下に示す。
- 原子力プラントから発生する廃棄物は、放射性物質として扱う低レベル放射性廃棄物と、一般の廃棄物として扱う廃棄物に区分され、低レベル放射性廃棄物の割合は、全体の約1%である。
- 低レベル放射性廃棄物は放射性物質の濃度に応じて、3段階（L1、L2、L3）に区分し、それぞれの区分に応じて廃止措置終了までに廃棄事業者の廃棄施設に廃棄する。

【主な廃止措置対象施設の推定汚染分布】



5-2 . 第2段階以降での実施事項（解体に伴い発生する放射性固体廃棄物の処理処分）

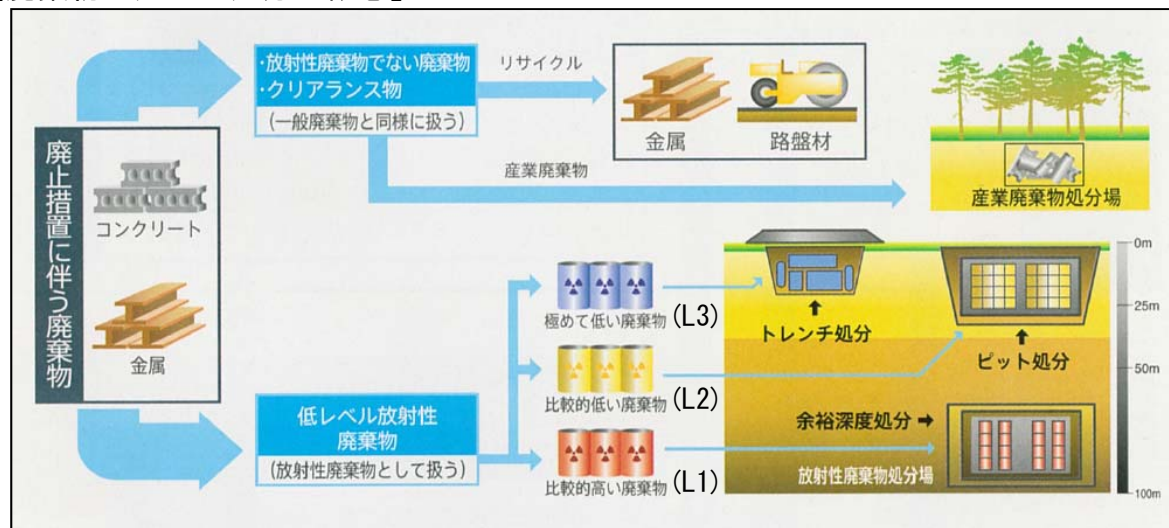
○ 廃止措置期間中の放射性固体廃棄物の推定発生量と処理・処分の概念を以下に示す。

【廃止措置期間中の放射性固体廃棄物の推定発生量】

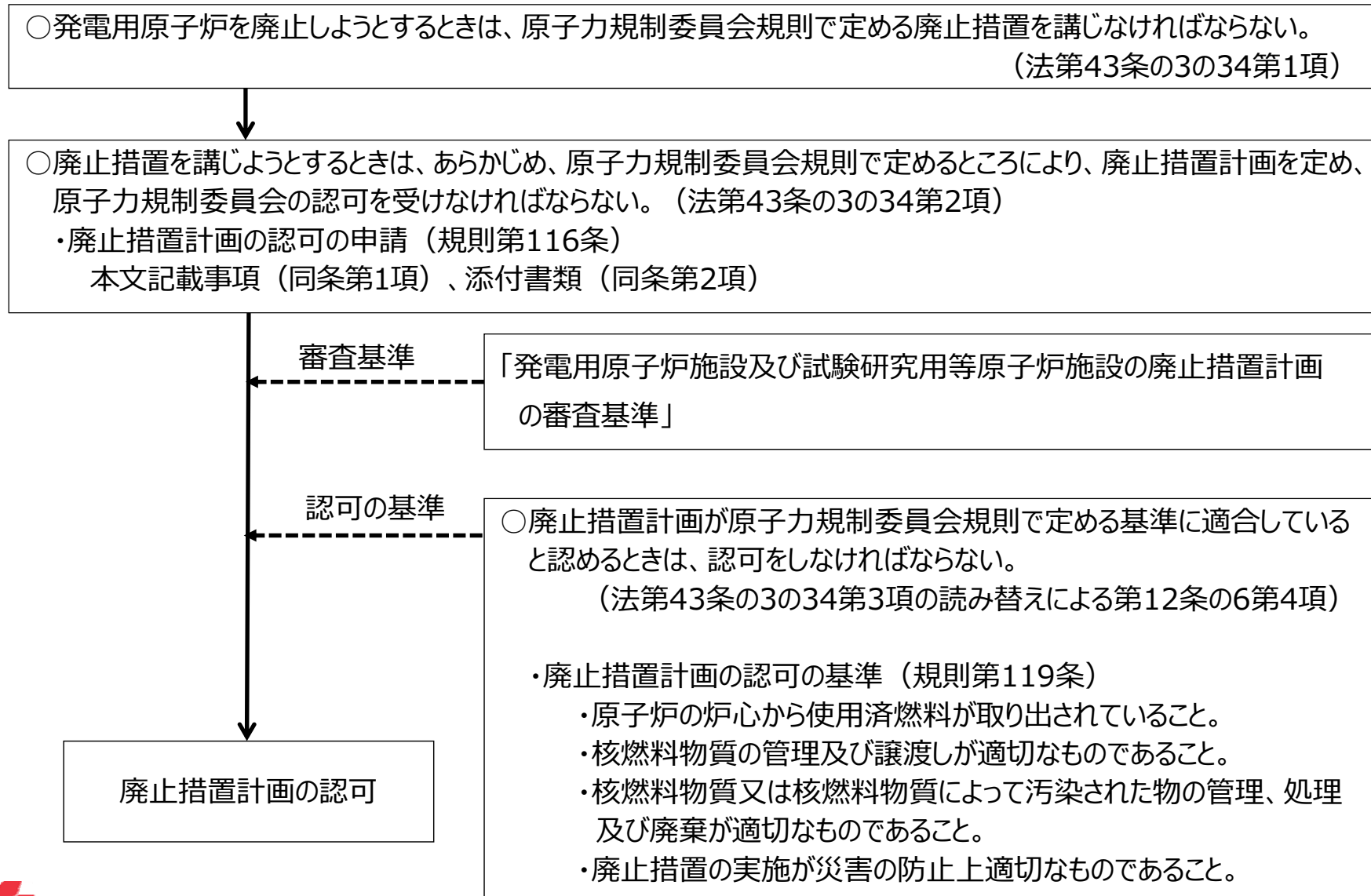
| 放射能レベル区分 | | 推定発生量※ | |
|---|---------------------|------------|------------|
| | | 2号機 | 1号機 |
| 低レベル 放射性廃棄物 | 放射能レベルの比較的高い廃棄物（L1） | 約 90トン | 約 90トン |
| | 放射能レベルの比較的低い廃棄物（L2） | 約 880トン | 約 880トン |
| | 放射能レベルの極めて低い廃棄物（L3） | 約 2,000トン | 約 2,090トン |
| | 合計 | 約 2,960トン | 約 3,050トン |
| 放射性物質として扱う必要のないもの（クリアランス物）、 放射性廃棄物でない廃棄物（管理区域外からの発生分を含む） | | 約251,000トン | 約267,000トン |

※第1段階の汚染状況の調査により物量を精査し、発生量の見直しを実施。

【廃棄物の処理・処分の概念】



【参考1】廃止措置に関連する法令：廃止措置計画の認可申請



【参考2-1】廃止措置計画認可申請書(本文)の申請概要と審査基準

| 本文 | 項目 | 申請概要 | 審査基準 |
|-------|--------------------------------|---|--|
| 本文一～三 | 発電用原子炉の名称等 | — | — |
| 本文四 | 廃止措置対象施設及びその敷地 | 廃止措置対象施設は発電用原子炉及びその附属施設 | 対象原子炉施設に係る設置の許可がなされたところにより、廃止措置対象施設の範囲を特定する。 |
| 本文五 | 廃止措置対象施設のうち解体の対象となる施設及びその解体の方法 | 解体の対象となる施設は3号機との共用施設並びに放射性廃棄物による汚染のないことが確認された地下建家、地下構造物及び建家基礎を除くすべて | 廃止措置対象施設のうち解体の対象となる施設が示されていること。 原子炉施設の廃止措置期間全体を見通し、段階ごとに講じる措置が示されていること。また、各工事の着手要件、完了要件が適切に設定されていること。 |
| 本文六 | 核燃料物質の管理及び譲渡し | 使用済燃料及び新燃料の管理と譲り渡し | 核燃料物質が適切な譲渡し先に譲渡されること等を示し、このうち使用済燃料については、設置許可を受けた「使用済燃料の処分の方法」に従い、適切な譲渡し等の措置が示されており、核燃料物質の譲渡し等に当たっては、必要な措置を講じることが示されていること。 |

【参考2-2】廃止措置計画認可申請書(本文)の申請概要と審査基準

| 本文 | 項目 | 申請概要 | 審査基準 |
|-----|---------------------------|---------------------------------|--|
| 本文七 | 核燃料物質による汚染の除去 | 汚染の除去は機械的方法又は化学的方法を効果的に組み合わせて実施 | 核燃料物質による汚染の分布等の事前評価結果、汚染の除去の方法及び安全管理上の措置の内容が示されていること。 |
| 本文八 | 核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の廃棄 | 第1段階で発生する気体・液体・固体廃棄物の管理 | 放射性廃棄物の適切な廃棄を確実に行うことが示されていること。 放射性固体廃棄物については、適切な廃棄が確実に行われるまでの間は、当該施設の放射性廃棄物の廃棄施設に保管することが示されていること。 核燃料物質によって汚染された物の廃棄について、必要な措置を講じることが示されていること。 |
| 本文九 | 廃止措置の工程 | 廃止措置全体工程 | 廃止措置の全体計画として、廃止措置の着手時期、維持管理期間、解体撤去工事に着手する時期及び終了時期を示すために、廃止措置の方針・手順を時間軸の単位を年度として工程表により示すとともに、その概要が説明されていること。 |

【参考3 -1】廃止措置計画認可申請書(添付書類)の申請概要と審査基準

| 添付書類 | 項目 | 申請概要 | 審査基準 |
|-------|---|--------------------------------|---|
| 添付書類一 | 既に使用済燃料を発電用原子炉の炉心から取り出していることを明らかにする資料 | 燃料集合体取出し作業の完了日 平成25年3月7日 | 運転日誌等で炉心から燃料が取り出されていること、空白の炉心配置図等で燃料が炉心に装荷されていないことが明らかになっていること。 |
| 添付書類二 | 廃止措置対象施設の敷地に係る図面及び廃止措置に係る工事作業区域図 | 工事作業区域図(2号機原子炉補助建家、タービン建家等) | 敷地図の中で、廃止措置に係る部分(建家、施設等)が明らかになっていること。 |
| 添付書類三 | 廃止措置に伴う放射線被ばくの管理に関する説明書 | 放射線管理と、第1段階での平常時における周辺公衆の被ばく評価 | 廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物の形態(放射性気体廃棄物、放射性液体廃棄物等の別)に応じて適切な放射線管理の下に、確実に廃棄が行われること、また、廃止措置期間中の平常時における周辺公衆への影響を確認する。 |
| 添付書類四 | 廃止措置中の過失、機械又は装置の故障、地震、火災等があった場合に発生することが想定される事故の種類、程度、影響等に関する説明書 | 第1段階での事故時における周辺公衆の被ばく評価 | 廃止措置の工事上の過失等があった場合に発生すると想定される原子炉施設の事故の種類、程度、影響等を確認する。 |

【参考3-2】廃止措置計画認可申請書(添付書類)の申請概要と審査基準

| 添付書類 | 項目 | 申請概要 | 審査基準 |
|-------|--|---|---|
| 添付書類五 | 核燃料物質による汚染の分布とその評価方法に関する説明書 | 解体の対象となる施設の汚染の分布評価(第1段階で実施する汚染状況の調査結果を踏まえて見直しを実施する) | 発電用原子炉施設に残存する放射性物質(放射化放射性物質、汚染放射性物質及び発電用原子炉の運転中に発生した放射性固体廃棄物)の種類、数量及び分布が、発電用原子炉の運転履歴等を基にした計算結果、測定結果等により、適切に評価されていること。 |
| 添付書類六 | 廃止措置期間中に機能を維持すべき発電用原子炉施設及びその性能並びにその機能を維持すべき期間に関する説明書 | 被ばくの低減と廃止措置の実施に対する安全確保のため、必要な期間、必要な機能を維持管理する | 当該施設内に残存する放射性物質の数量及び分布等を踏まえ、核燃料物質による汚染の除去手順、設備・機器又は施設の解体手順等の措置が立案されていること。 また、これら措置との関係において、維持すべき設備・機器及びその性能並びに必要な期間が、廃止措置期間を見通し適切に設定されていること。 |
| 添付書類七 | 廃止措置に要する費用の見積り及びその調達計画に関する説明書 | 解体引当金制度に基づく総見積額 | 発電用原子炉施設解体に要する費用の見積もり総額が明示されていること。 発電用原子炉施設解体引当金累積積立額が明示され、それを含めた費用の調達方法が明示されていること。 |
| 添付書類八 | 廃止措置の実施体制に関する説明書 | 廃止措置の実施体制、廃止措置に係る経験、技術者の確保 | 廃止措置に係る組織、廃止措置に係る各職位の職務内容、監督を行う者を選任する際の基本方針が定められていること。 |

【参考3 -3】廃止措置計画認可申請書(添付書類)の申請概要と審査基準

| 添付書類 | 項目 | 申請概要 | 審査基準 |
|-----------|---------------|----------------------------------|--|
| 添付書類 九 | 品質保証計画に関する説明書 | 保安規定に品質保証計画を定め、原子力安全の達成・維持・向上を図る | <p>発電用原子炉施設保安規定において、事業者の代表者をトップマネジメントとする品質保証計画を定めること。</p> <p>廃止措置に関する保安活動の計画、実施、評価及び改善の一連のプロセスを明確にし、これらを効果的に運用することにより、原子力安全の達成・維持・向上を図ることが明示されていること。</p> <p>品質保証計画のもとで機能を維持すべき設備及びその他の設備の保守等の廃止措置に係る業務が行われることが明示されていること。</p> |

【参考4】解体工事準備期間中の被ばく線量等の評価（詳細）

○解体工事準備期間中の被ばく線量等の評価（詳細）は以下のとおりである。

- ・ 平常時の周辺公衆の線量評価については、放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出に伴う被ばく線量を評価した結果、評価上厳しくなる伊方発電所の敷地境界においても年間約 $4.6\mu\text{Sv}$ となり、「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針」に示される線量目標値の年間 $50\mu\text{Sv}$ を下回るとともに運転中の $11.0\mu\text{Sv}$ 、1号機廃止時の $6.6\mu\text{Sv}$ よりも小さな値となっている。（詳細は申請書 添付書類三に記載）
- ・ 事故が発生した場合の周辺公衆の線量評価については、想定される事故として「燃料集合体の落下」及び「放射性気体廃棄物処理施設の破損」を選定し、評価した結果、環境へ放出される放射性物質の放出量は最大で運転中の $1.1\times 10^{14}\text{Bq}$ に対し約 $2.6\times 10^{11}\text{Bq}$ 、周辺公衆の被ばく線量は最大で運転中の $110\mu\text{Sv}$ に対し $0.25\mu\text{Sv}$ となり、放出量は少なく、周辺公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えることはないと判断している。なお、この値は運転中と比較し2ケタ以上小さくなっている。（詳細は申請書 添付書類四に記載）
- ・ 使用済燃料ピットから冷却水が大量に漏れいする事象に対する影響については、冷却水がなくとも使用済燃料は室内空気の自然対流により冷却されるため、燃料の健全性に影響はなく、また、解析モデルや解析コードに係る不確定性などを考慮した評価においても実効増倍率 0.937 と基準値 0.98 を下回り、臨界にならないことを確認している。（詳細は申請書 添付書類六追補に記載）

【参考5】国内外における原子炉の廃止状況

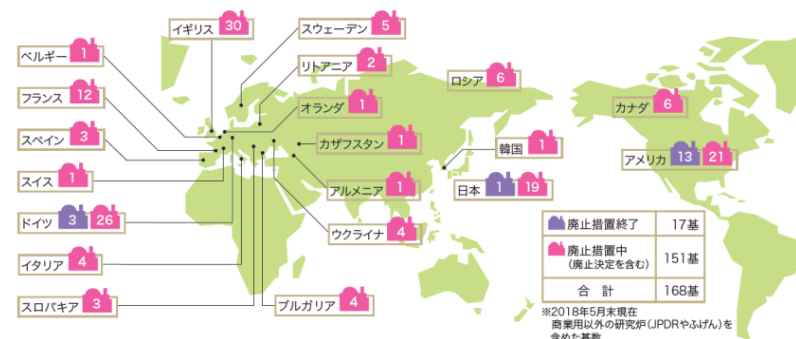
○世界においては、2018年（平成30年）5月末時点で160基を超える原子力発電所での廃止措置が進められており、そのうち17基については廃止措置が終了している。

○日本においては、動力試験炉（JPDR）において廃止措置が終了しており、東海発電所をはじめ19基が廃止措置中である。

【伊方1号機の状況】

| | | |
|------------------|-------------|-------------|
| 廃止決定 | 平成28年 3月25日 | |
| 運転終了 | 平成28年 5月10日 | |
| 廃止措置計画 認可申請 | 申請 | 平成28年12月26日 |
| | 認可 | 平成29年 6月28日 |
| 原子炉施設 保安規定 | 申請 | 平成29年 4月14日 |
| | 認可 | 平成29年 6月28日 |
| 安全協定に基づく 事前協議 | 申入 | 平成28年12月26日 |
| | 了解 | 平成29年 9月 8日 |
| 廃止措置作業開始 | 平成29年 9月12日 | |

【世界の廃止措置状況（2018年5月末時点）】



IAEA(国際原子力機関)ホームページを基に作成

【廃止措置を終了した原子力発電所】

アメリカ エリクリバー、 Shippingport、Shoreham、Fort St. Vrain、Trojan、Maine Yankee、
Saxton、Pickering Point、Bass Point、Yankee Rowe、Haddam Neck、Carrville、Lancho Seco-1
ドイツ ニーダアイヒバッハ、グロスベルツハイム、カール
日本 動力試験炉(JPDR)

出典：電気事業連合会「原子力発電所の廃止措置」

■国内の廃止措置状況(JPDR)



廃止措置前



アークソー切断



原子炉格納容器の解体



廃止措置終了後

廃止措置中



出典：わが国ではじめての発電用原子炉(JPDR)の運転から廃止までの完遂[日本原子力学会]