

劣化状況評価（高経年化技術評価）に係る 制度について

2022年4月25日

1. 運転期間延長認可制度
2. 劣化状況評価（高経年化技術評価）の流れ

1. 運轉期間延長認可制度

運転期間延長認可制度

40年の運転期間について、原子力規制委員会の認可を受ければ、1回に限り20年を超えない期間延長（最大60年運転）できる制度

運転期間

（核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第43条の3の32）

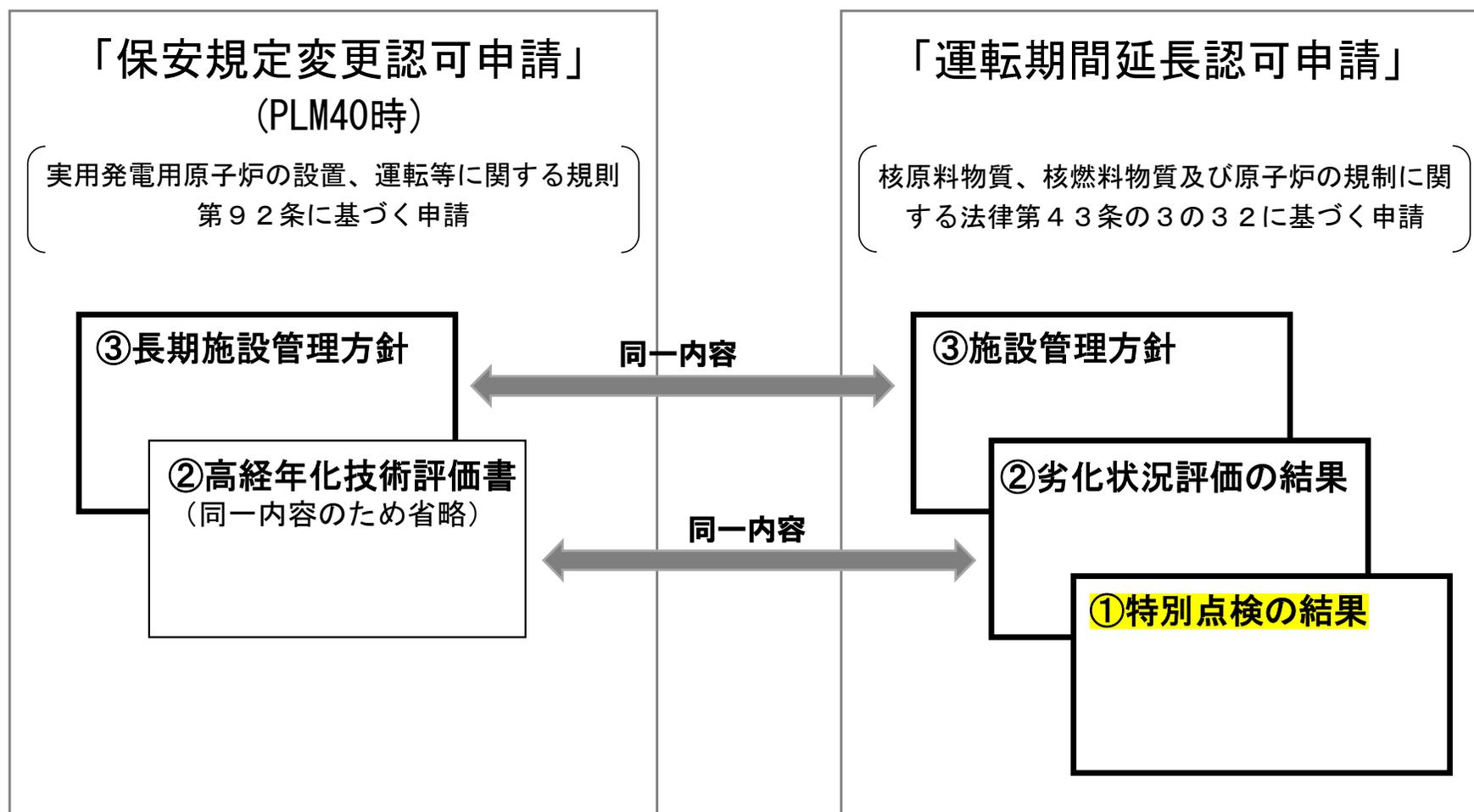
（運転の期間等）

第四十三条の三の三十二 発電用原子炉設置者がその設置した発電用原子炉を運転することが
できる期間は、当該発電用原子炉について最初に第四十三条の三の十一第三項の確認を受
けた日から起算して四十年とする。

- 2 前項の期間は、その満了に際し、原子力規制委員会の認可を受けて、一回に限り延長することができる。
- 3 前項の規定により延長する期間は、二十年を超えない期間であつて政令で定める期間を超えることができない。
- 4 第二項の認可を受けようとする発電用原子炉設置者は、原子力規制委員会規則で定めるところにより、**原子力規制委員会に認可の申請をしなければならない。**
- 5 原子力規制委員会は、前項の認可の申請に係る発電用原子炉が、長期間の運転に伴い生ずる原子炉その他の設備の劣化の状況を踏まえ、その第二項の規定により延長しようとする期間において安全性を確保するための基準として原子力規制委員会規則で定める基準に適合していると認めるときに限り、同項の認可をすることができる。

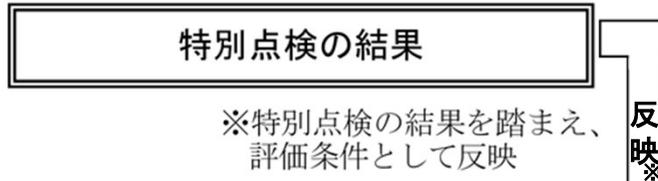
申請書の構成

運転期間延長認可申請時には、
運転開始後30年目の高経年化技術評価(PLM30)時の保安規定変更認可申請と同様の書類(②高経年化技術評価書及び③長期施設管理方針)を添付して、40年目の高経年化技術評価(PLM40)に係る「保安規定変更認可申請」を行うとともに、②と③と同一内容の資料に加え、①特別点検の結果を添付して、「運転期間延長認可申請」を行う必要がある。

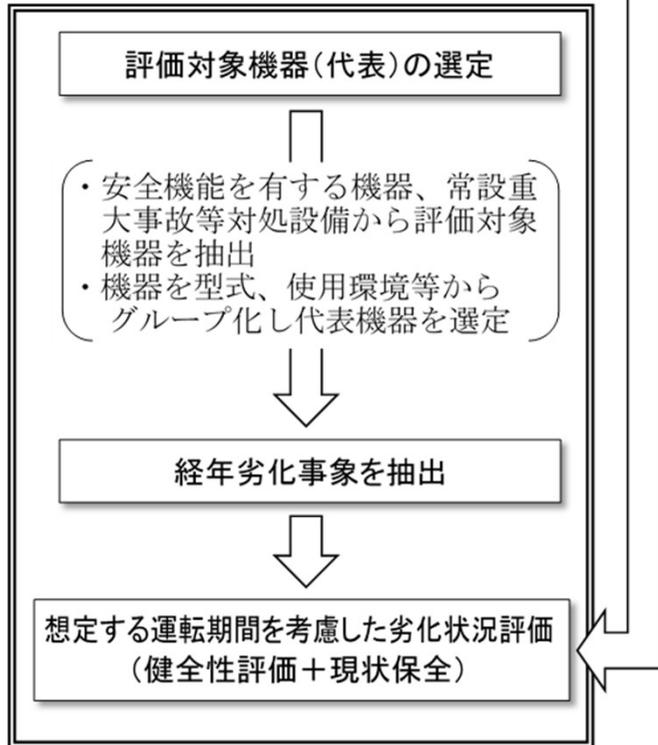


(参考) 運転期間延長認可申請

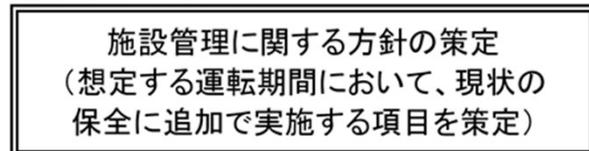
① 特別点検



② 劣化状況評価



③ 施設管理方針



運転期間延長認可申請

(核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 第43条の3の32第4項に基づく申請)

運転期間を延長する場合は、**実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第113条**に基づき、**運転開始後40年満了日の1年前***までに、以下の添付書類とともに申請が必要

- ① 申請に至るまでの間の運転に伴い生じた原子炉その他の設備の劣化の状況の把握のための点検 (**特別点検**) の結果 (添付書類一)
- ② 延長しようとする期間における運転に伴い生ずる原子炉その他の設備の劣化の状況に関する技術的な評価 (**劣化状況評価**) の結果 (添付書類二)
- ③ 延長しようとする期間における原子炉その他の設備に係る**施設管理方針** (添付書類三)

* 運転期間延長認可申請書提出期限

(1号炉) 2023年7月4日

(2号炉) 2024年11月28日

高経年化技術評価に係る保安規定変更認可申請

实用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第82条に基づく技術評価及び、同第92条に基づく申請)

運転を開始した日以後30年を経過する日までに、その後10年毎に、原子炉施設の安全を確保する上で重要な機器、構造物について、経年劣化に関する技術的な評価を行う。

経年劣化に関する技術的な評価結果に基づき、10年間に実施すべき具体的な保全内容を取りまとめた以下の書類を取り纏め、保安規定の変更認可申請が必要

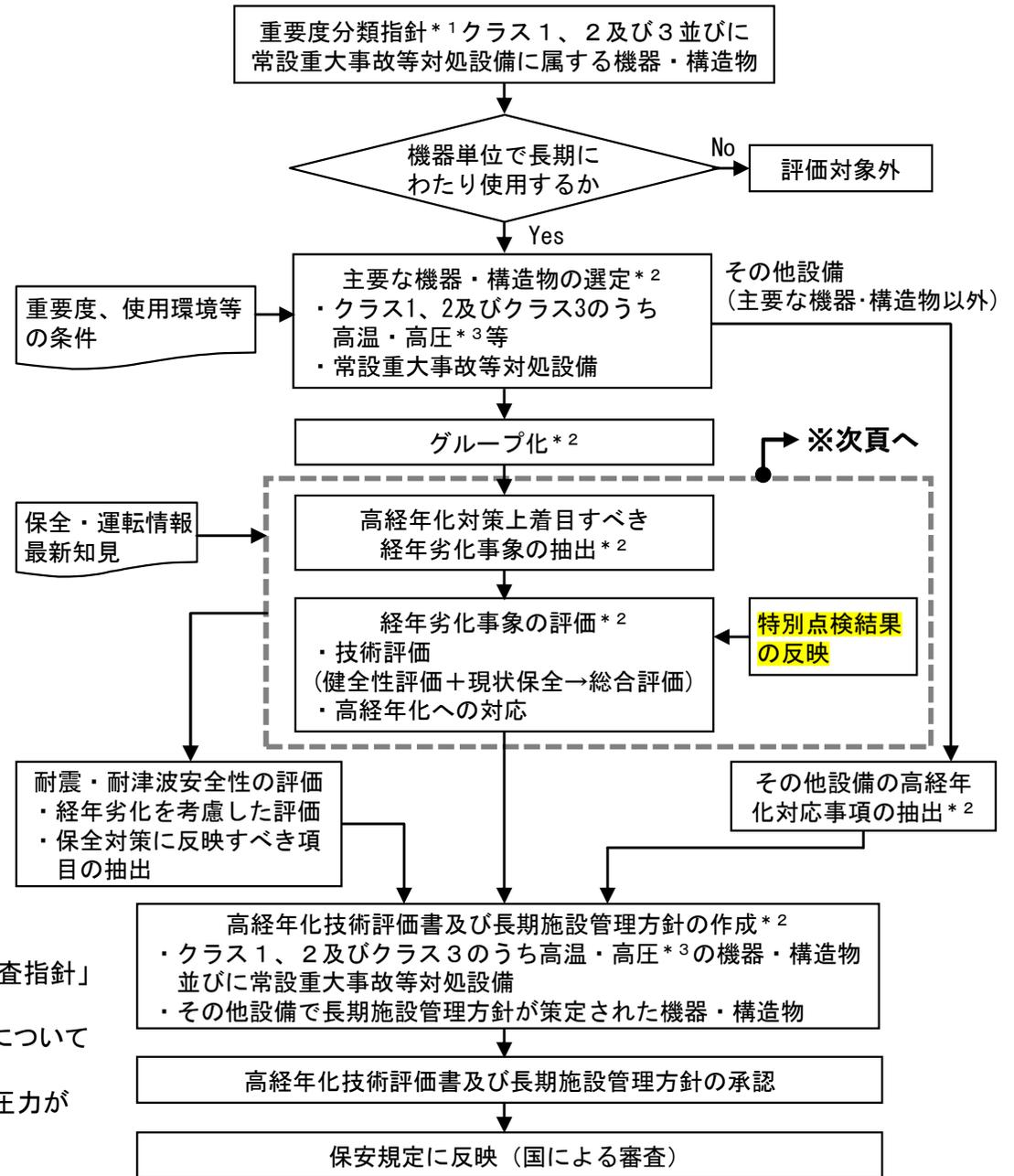
- ・ 変更内容 長期施設管理方針
(運転期間延長認可申請 添付書類三 と同じ内容)
- ・ 添付書類 高経年化技術評価書
(運転期間延長認可申請 添付書類二 と同じ内容)

2. 劣化状況評価 (高経年化技術評価) の流れ

高経年化技術評価の評価フロー(1/2)

○評価の方法

- 評価のフローは社内マニュアル「原子炉施設の経年劣化に関する技術的な評価実施基準」で明確にして実施
- 各ステップの実施内容は「高経年化技術評価の実施手順（次々頁以降）」に記載
- 右図に技術評価フローを示す
- 次頁に「経年劣化事象の抽出及び技術評価フロー」、「冷温停止状態維持評価対象設備抽出フロー」を示す
- 運転期間延長認可申請に当たっては、特別点検の結果を踏まえ、評価条件として反映する

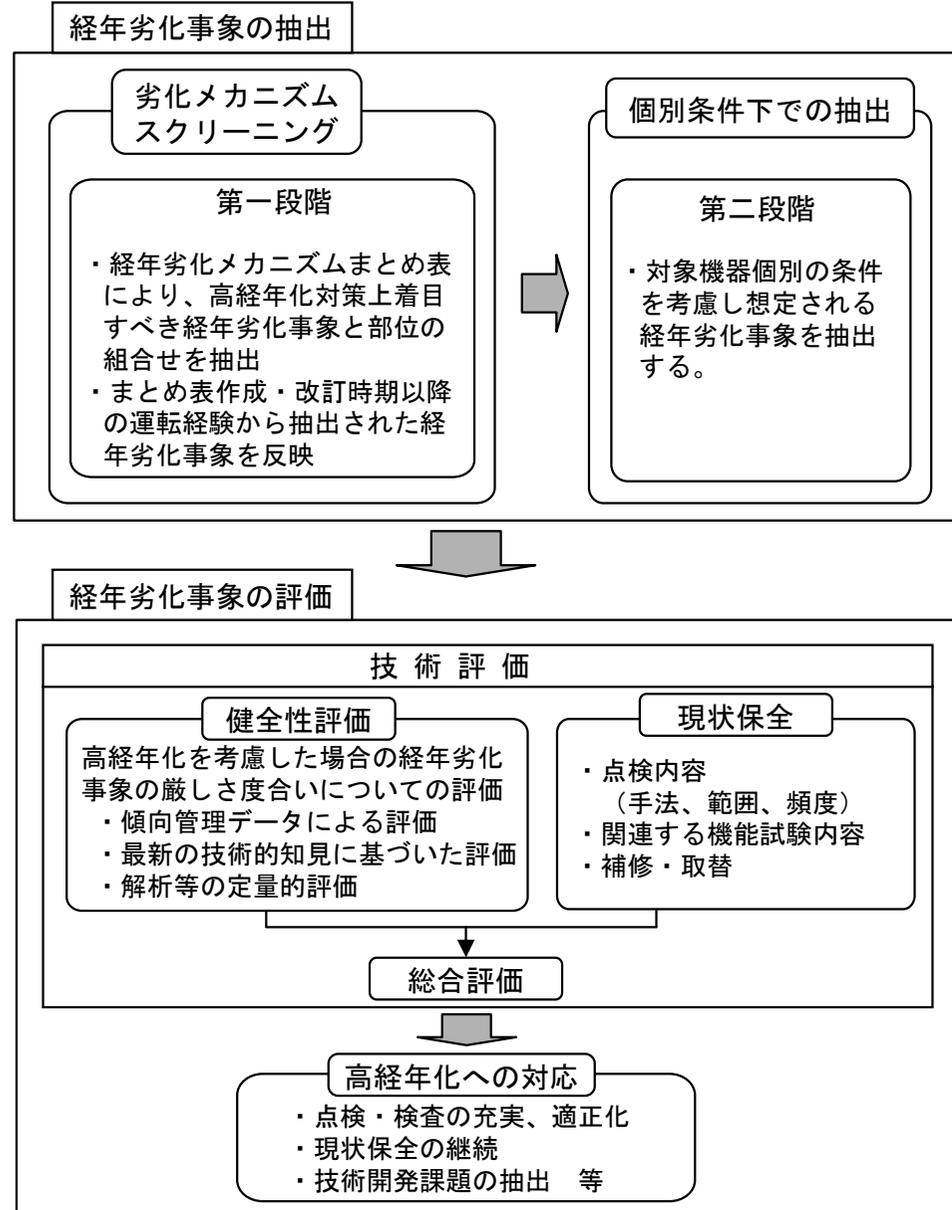


- * 1: 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）の重要度分類
- * 2: 断続的運転評価及び冷温停止状態維持評価（次頁参照）の各々について実施
- * 3: 重要度クラス3のうち、最高使用温度が95℃を超え又は最高使用圧力が1,900kPaを超える環境下にある機器（原子炉格納容器外に限る）

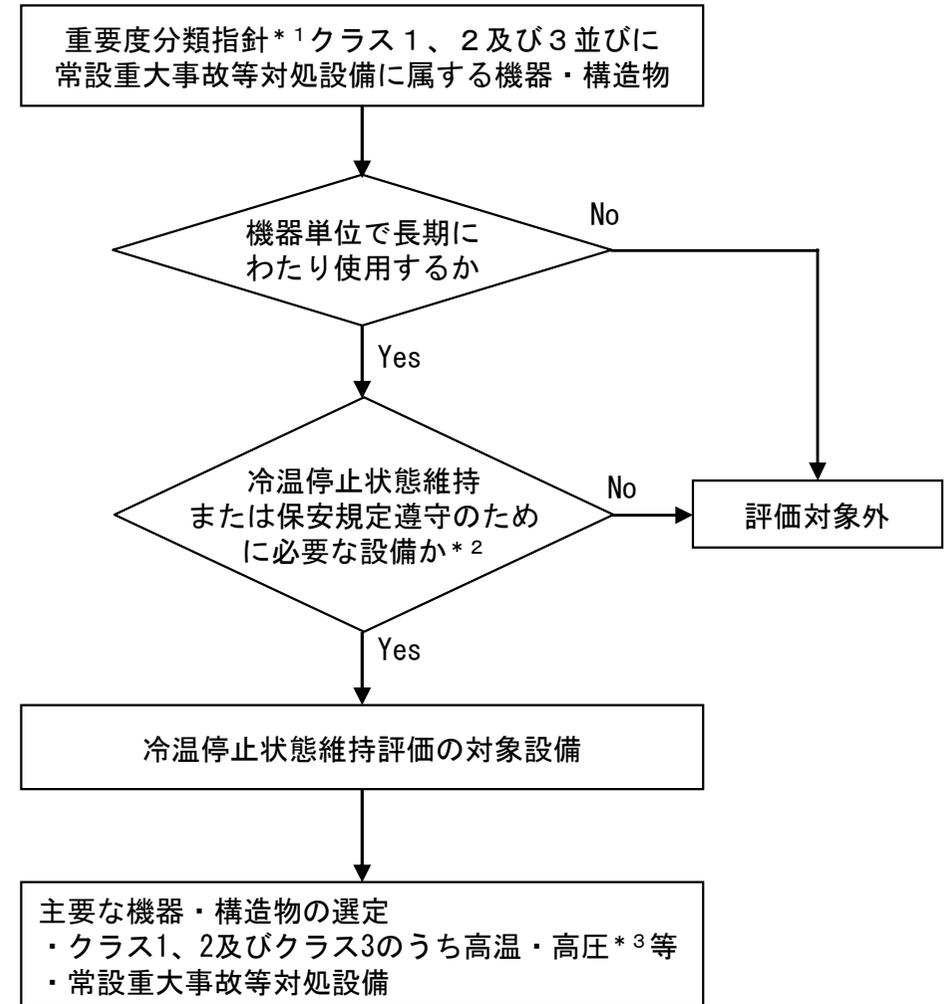
技術評価フロー

高経年化技術評価の評価フロー（2/2）

※前頁より



経年劣化事象の抽出及び技術評価フロー



- * 1 : 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）の重要度分類
- * 2 : 保安規定において「運転モード5、6及び照射済燃料の移動に対して要求される設備」並びに「運転モードによらず要求される設備」
- * 3 : 重要度クラス3のうち、最高使用温度が95℃を超え又は最高使用圧力が、1,900kPaを超える環境下にある機器（原子炉格納容器外に限る）

冷温停止状態維持評価対象設備抽出フロー

高経年化技術評価の実施手順(1/7)

以下に 川内 1 号機 高経年化技術評価 (PLM 3 0) 時の具体的な手順について示す。

○技術評価対象機器

評価対象機器は、川内 1 号炉の安全上重要な機器等（「実用炉規則 第八十二条第 1 項」で定める機器・構造物）

- 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）」におけるクラス 1、2 及び 3 の機能を有する機器・構造物並びに常設重大事故等対処設備に属する機器・構造物とし、系統図等を基に抽出
- 対象機器については、運転を断続的に行うことを前提とした評価（以下、「断続的運転評価」という。）及び冷温停止状態が維持されることを前提とした評価（以下、「冷温停止状態維持評価」という。）の各々について抽出
- 供用に伴う消耗が予め想定され、設計時に取り替えを前提とする部品又は機器分解点検時等に伴い必然的に取り替えている部品は、消耗品として評価対象から除外
また、設計時に耐用期間内に計画的に取り替えることを前提とする部品であり、取替周期が発電所の作業管理要領等により定められているものは定期取替品として評価対象から除外

○機器のグループ化及び代表機器の選定

- 評価にあたっては、ポンプ、熱交換器、ポンプ用電動機、容器、配管、弁、炉内構造物、ケーブル、電気設備、タービン設備、コンクリート構造物及び鉄骨構造物、計測制御設備、空調設備、機械設備、電源設備に分類し評価
- 評価対象機器は合理的にとりまとめるため、構造（型式）、使用環境、材質等により、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準」の「経年劣化メカニズムまとめ表」を参考に、対象機器をグループ化し、代表機器を選定
- グループ化及び代表機器の選定は、断続的運転評価及び冷温停止状態維持評価の各々について実施

○国内外の新たな運転経験及び最新知見の反映

川内1号炉の高経年化技術評価を実施するにあたり、当社至近の先行プラントである玄海原子力発電所2号炉の高経年化技術評価書を参考にするとともに、それ以降平成21年4月～平成25年7月までの国内外の運転経験及び最新知見を確認し、高経年化への影響を判断して反映を実施

(国内の運転経験)

(社)原子力安全推進協会が運営している原子力施設情報公開ライブラリーにおいて公開されている「トラブル情報」、「保全品質情報」を対象

(国外の運転経験)

NRC(米国原子力規制委員会 : Nuclear Regulatory Commission)のうち

- ・ Bulletin
- ・ Generic Letter
- ・ Information Notice

(指示文書他)

- ・ 原子力規制委員会からの指示文書等
- ・ 国の定める技術基準、(社)日本機械学会、(社)日本電気協会及び(社)日本原子力学会等の規格・基準類 他

○経年劣化事象の抽出

- 高経年化技術評価を行うにあたっては、選定された評価対象機器の使用条件（構造（型式）、使用環境、材質等）を考慮し、日本原子力学会標準「原子力発電所の高経年化対策実施基準」に基づき、「経年劣化メカニズムまとめ表」を参考にして経年劣化事象と部位の組合せを抽出
- 抽出された経年劣化事象と部位の組合せのうち、以下のいずれかに該当する場合は高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象として除外
 - a. 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考えがたい経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの
 - b. 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられない、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象

○経年劣化事象に対する技術評価

選定された評価対象機器について、「経年劣化事象の抽出」で抽出した高経年化対策上着目すべき経年劣化事象と部位の組合せに対する技術評価を以下に示す手順で実施

(1) 健全性評価

機器ごとに抽出した部位・経年劣化事象の組合せごとに、評価期間として運転を開始した日から60年間の期間について、傾向管理データによる評価及び解析等の定量評価、過去の点検実績、一般産業で得られている知見等により健全性の評価を実施

(2) 現状保全

評価対象部位に対して実施している点検内容、関連する機能試験内容、補修・取替等の現状保全の内容について整理

(3) 総合評価

「(1) 健全性評価」、 「(2) 現状保全」を合わせて、現状保全の内容の妥当性等を評価

具体的には、健全性評価結果と整合の取れた点検等が、発電所における保全活動で実施されているか、当該の経年劣化事象の検知が可能か等を評価

(4) 高経年化への対応

現状保全の継続が必要となる項目、今後新たに必要となる点検・検査項目、技術開発課題等を抽出

なお、評価は「断続的運転評価」及び「冷温停止状態維持評価」の各々について実施

○耐震／耐津波安全性評価対象機器・構造物の抽出

- 耐震安全性評価：「技術評価対象機器」と同じ
- 耐津波安全性評価：浸水防護施設に属する施設のうち取水構造物（水密扉）

○耐震安全性評価

●経年劣化事象の抽出

- ・「技術評価」における評価結果を取り入れ、経年劣化事象を以下のとおり整理し、b. の事象についてのみ耐震安全性評価を実施
 - a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの又は小さいもの
 - b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの
- ・ここで、整理されたb. の経年劣化事象について、これらの事象が顕在化した場合、機器の振動応答特性又は構造・強度上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を実施

●耐震安全性評価

- ・上記「経年劣化事象の抽出」で抽出した経年劣化事象ごとに、耐震安全性評価を実施
- ・評価の基本となる項目は、大別すると以下のとおり分類
- ・評価に際しては、「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）」等に準じて実施
 - a. 機器の耐震クラス
 - b. 機器に作用する地震力の算定
 - c. 想定される経年劣化事象のモデル化
 - d. 振動特性解析（地震応答解析）
 - e. 地震荷重と内圧等他の荷重との組合せ
 - f. 許容限界との比較

○耐津波安全性評価

●経年劣化事象の抽出

- ・「技術評価」における評価結果を取り入れ、経年劣化事象を以下のとおり整理し、b. の事象についてのみ耐津波安全性評価を実施
 - a. 現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの又は小さいもの
 - b. 現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの
- ・ここで、整理されたb. の経年劣化事象について、これらの事象が顕在化した場合、施設の強度及び止水性上、影響が「有意」であるか「軽微もしくは無視」できるかを検討し、耐津波安全性上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出を実施

●耐津波安全性評価

- ・上記「経年劣化事象の抽出」で抽出した経年劣化事象ごとに、耐津波安全性評価を実施

(参考)川内原子力発電所1、2号機 30年目高経年化技術評価実績

○ 川内原子力発電所1号機

- ・ 2013年12月18日 30年目高経年化技術評価の実施に伴う保安規定変更認可申請
- ・ 2015年 8月 5日 認可

○ 川内原子力発電所2号機

- ・ 2014年11月21日 30年目高経年化技術評価の実施に伴う保安規定変更認可申請
- ・ 2015年11月18日 認可

○ 30年目高経年化技術評価における主な経年劣化事象

主な劣化事象	分科会での説明時期
低サイクル疲労	第3回 分科会(今回)
コンクリートの強度低下及び遮蔽能力低下	第3回 分科会(今回)
中性子照射脆化	第4回 分科会以降
照射誘起型応力腐食割れ	第4回 分科会以降
熱時効	第4回 分科会以降
絶縁低下	第4回 分科会以降