

新しい検査制度に基づく定期検査間隔の評価について て補足資料



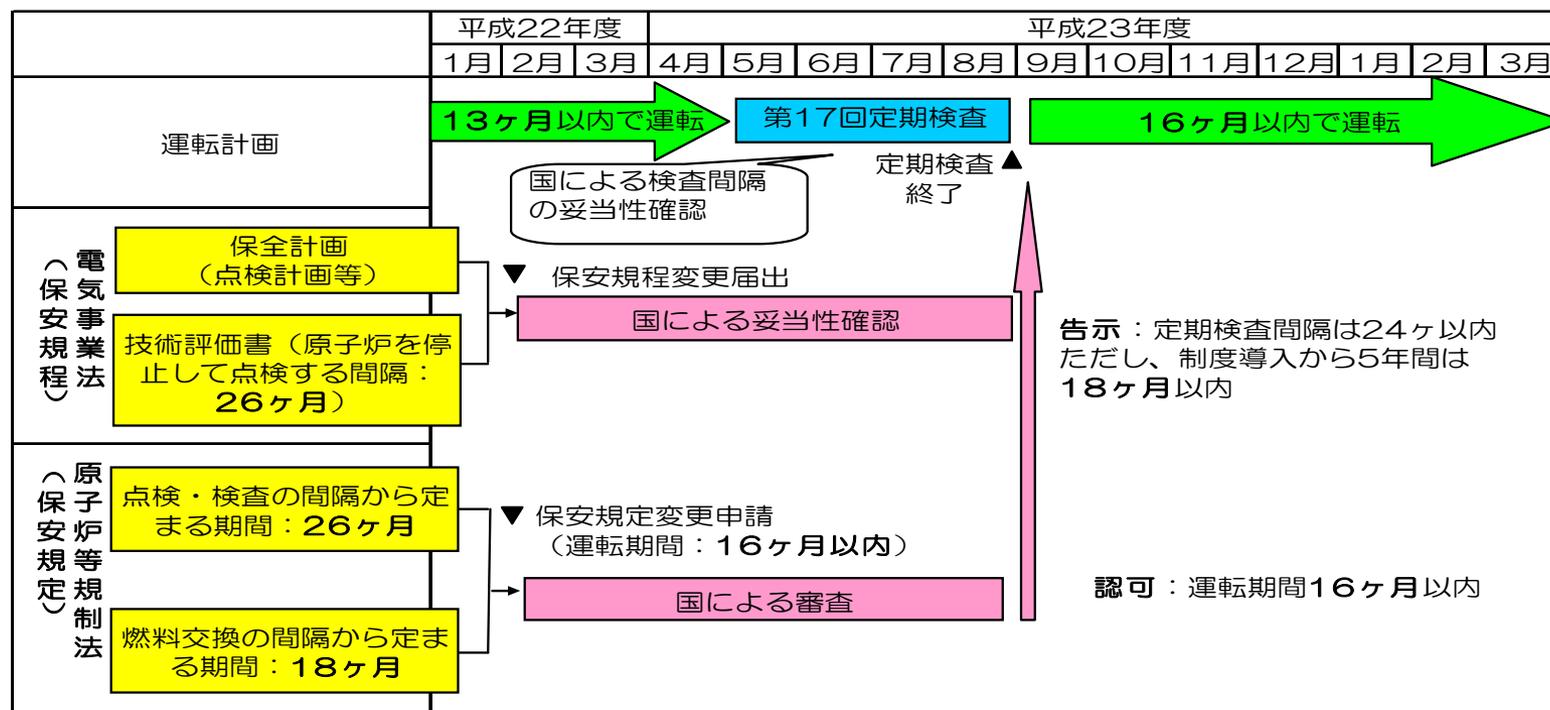
別紙1・・・今後の予定

別紙2・・・点検及び検査の間隔から定まる定期検査間隔
の評価について

別紙3・・・燃料交換の間隔から定まる期間の評価について

2月上旬に、電気事業法に基づき、定期検査間隔の設定に係わる技術評価書を添付した保安規程変更届出をする計画です。

また、同じく2月上旬に、定期検査間隔を16ヶ月以内として、原子炉等規制法に基づき保安規定変更認可申請する計画です。



当社は、今後も継続的に保全活動を充実させ、安全性・信頼性の一層の向上に取り組んでまいります。適切な定期検査間隔の設定については、プラント毎の技術評価等の結果によるものであり、他プラントにおいても、順次、機器の最適な点検頻度などの評価に取り組んでまいります。

点検及び検査の間隔から定まる 定期検査間隔の評価について

平成23年2月3日

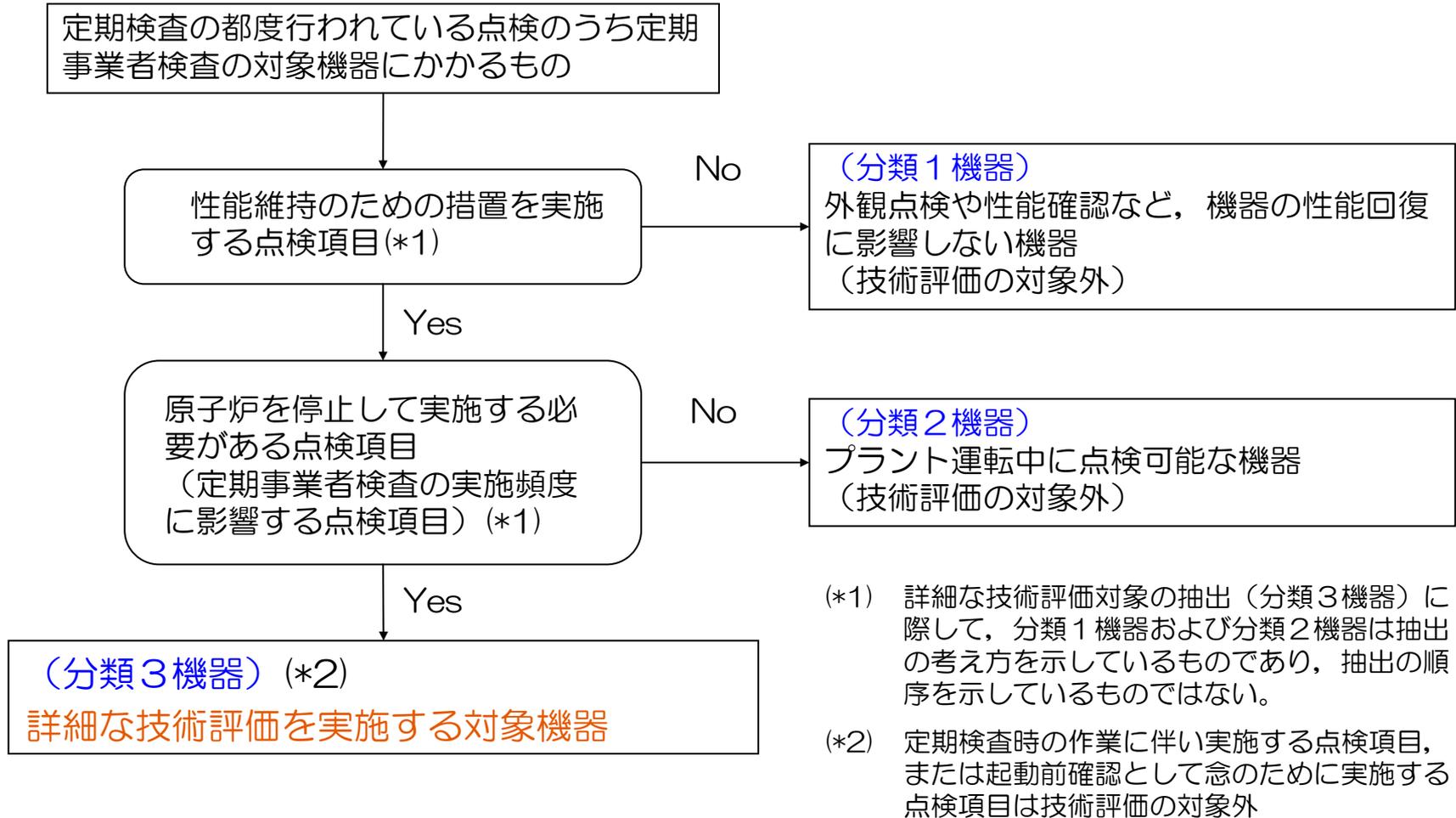
東京電力株式会社



東京電力

I. 機器の分類（評価対象機器の抽出）

原子炉を停止して実施する必要がある点検及び検査の間隔の設定にあたり、「保守管理検討会」での審議を踏まえて電気事業連合会で策定された手引きに従い、詳細な技術評価が必要な点検（評価対象機器）を抽出し、評価を行う



I. 機器の分類（評価対象機器抽出：2F-3の場合）

詳細な技術評価が必要な機器を抽出し、材料や使用条件等が類似しているものを一つにまとめることで、技術評価が必要な対象機器を代表48機器に整理

機種	機器名称	点検の間隔を決定するための 主要部位に対する点検内容
ポンプ	冷却材再循環系再循環ポンプ	軸封部点検
	残留熱除去海水系海水ポンプ	軸封部点検
	循環水ポンプ	軸封部点検
熱交換器	残留熱除去機器冷却系熱交換器	消耗品交換
	第1給水加熱器	消耗品交換
	復水器 [水室・管板面・ホットウェル・冷却管]	消耗品交換
ポンプモータ	冷却材再循環系再循環ポンプ電動機	潤滑油補給
容器	原子炉圧力容器	消耗品交換

Ⅱ. 詳細な技術評価（評価手順）

評価対象機器の点検及び検査の間隔の妥当性を技術的な見地から評価

ステップ1：過去のトラブル実績および是正状況の確認

国内外の原子力発電所における評価対象機器に類する機器のトラブル発生の有無、評価対象機器に対する是正処置の適切性を評価

ステップ2：点検の間隔の変更において詳細な技術評価が必要な部位の抽出

評価対象機器の各部位に想定される劣化事象を整理し、最も劣化進展が早い部位等を抽出
(毎年点検をしなければならない理由となっている部位を特定する)

ステップ3：点検の間隔の変更における詳細な技術評価

点検の間隔を26ヶ月と仮定した上で、抽出された部位の点検及び検査の間隔について、過去の点検実績や手入れ前状態データ、類似機器の使用実績、劣化に関する研究知見などによって26ヶ月使用可能であるかを評価

以上の評価結果から、原子炉を停止して実施する必要がある点検の間隔のうち、最短の間隔が26ヶ月であることを確認する

ステップ1：過去のトラブル実績および是正状況の確認

過去のトラブルに関する情報を踏まえ、代表機器に関係する、原因が機器の劣化に起因する情報を評価し、保全活動が適切であることを確認

過去10年間の国内外のトラブル事象を調査

- 国内情報
 - ◆ 原子力施設情報公開ライブラリー登録（JANTI/NUCIA登録事象）
 - 法令報告事象
 - 保全品質情報
- 海外情報
 - ◆ NRC（米国原子力規制委員会）発行（JANUS/LIS登録事象）
 - Bulletin
 - Generic Letter
 - Information Notice

抽出した事象のうち、時間依存性のある劣化事象に起因する事象を抽出

評価対象機器や類似機器に関わる事象を抽出し、すでに適切な対応が図られていることを確認した上で、その内容について技術評価書にまとめる

- 技術評価対象機器である代表機器に関連する情報に対して、現状の保全活動が適切であることを確認

II. 詳細な技術評価

ステップ2：点検の間隔の変更において詳細な技術評価が必要な部位の抽出

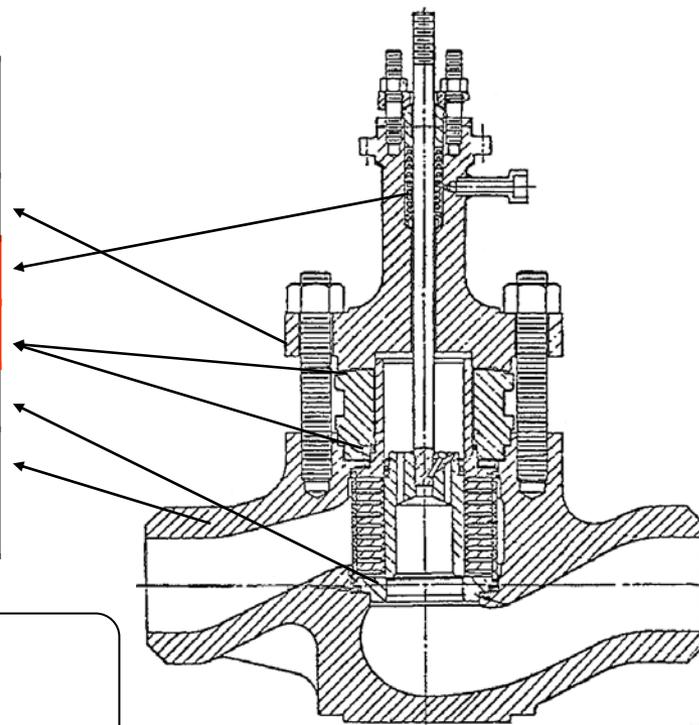
評価対象機器の各部位に想定される劣化事象を整理する

- 高経年化技術評価の知見「経年劣化メカニズムまとめ表（原子力学会）」を反映
- 上記も含め、各部位に想定される劣化を抽出（劣化メカニズム整理表を活用）

最も劣化進展が早い部位、毎回交換等している部位を抽出する

※抽出の例

部位	劣化事象	保全タスク	詳細評価が必要な部位
弁ふた	腐食	分解（目視）	×
グラッドパッキン	性能劣化	分解（交換）	○
ガスケット	性能劣化	分解（交換）	○
弁体	腐食、摩耗	分解（目視）	×
弁箱	腐食	分解（目視）	×
：	：	：	：



劣化が想定されている場合でも

- ・ 定期検査の都度点検が行われていない部位
- ・ 機器の性能回復に影響しない点検（目視確認、漏えい確認）部位などは、詳細な技術評価が不要な部位である

点検の間隔を26ヶ月と仮定した上で、抽出された部位の点検及び検査の間隔について、過去の点検実績や手入れ前状態データ、類似機器の使用実績、劣化に関する研究知見などによって26ヶ月使用可能であるかを評価

4つの手法による評価

① 点検および取替結果の評価

- 過去の点検記録、手入れ前状態データから、継続使用可能かどうか評価

② 劣化トレンドによる評価

- 定量データの推移をもとに、26ヶ月使用可能であるか評価

③ 研究成果等による評価

- 研究データや製造メーカーの知見をもとに、26ヶ月使用可能であるか評価

④ 類似機器等の使用実績による評価

- 他プラント類似機器の使用実績をもとに、26ヶ月使用可能であるか評価

4つの手法を適切に組み合わせて評価し、26ヶ月使用しても機器の健全性が維持されることを確認する

詳細な技術評価の例：2F-3の場合

機器名称	詳細な技術評価が必要な部位	評価等の概要	評価手法	評価の根拠資料
原子炉圧力容器	Oリング (シール材)	<p>過去の交換時の実績から、機能・性能に影響を与えるような劣化は確認されておらず、継続使用が可能な状態であると評価した。</p> <p>またOリングを高温環境で使用する場合、応力緩和の進行によるシール性能の低下により、バウンダリ機能に影響を与える可能性があるが、当該プラントに使用している主フランジ部Oリングの母材であるインコネル718は非常に高い高温強度を有する高ニッケル合金であり、高温環境（540～600℃程度）において、使用開始後から応力緩和が進行した場合においても、時間の経過とともに応力緩和の程度は緩やかになること、また温度が低いほど応力緩和の程度が小さくなるとの知見がある。</p> <p>さらに他BWRプラントにおける、原子炉圧力容器の同仕様・同材料の主フランジ部Oリングについて23ヶ月を超える使用実績がある。</p> <p>以上のことから、研究成果等による知見を踏まえ26ヶ月毎での交換が可能と評価。</p>	①③ (④)	<ul style="list-style-type: none"> • 工事施行記録 • 手入れ前状態データ • インコネル合金に関するメーカー設計知見 • 類似機器の使用実績（海外プラントのため参考扱い）

詳細な技術評価の例：2F-3の場合

機器名称	詳細な技術評価が必要な部位	評価等の概要	評価手法	評価の根拠資料
主蒸気逃がし安全弁	ガスケット (シール材)	<p>過去の交換時の実績から、機能・性能に影響を与えるような劣化は確認されておらず、継続使用が可能な状態であると評価した。</p> <p>また他BWRプラントにおける、使用環境が同等である主蒸気逃がし安全弁予備管台の同仕様・同材料のガスケットについて26ヶ月の使用実績があることから、26ヶ月毎での交換が可能と評価。</p>	①④	<ul style="list-style-type: none"> • 工事施行記録 • 手入れ前状態データ • 類似機器の使用実績（福島第二1号機）
	Oリング	<p>過去の交換時の実績から、機能・性能に影響を与えるような劣化は確認されておらず、継続使用が可能な状態であると評価した。</p> <p>また当該プラントにおける、使用環境が同等である同材料の駆動部シリンダーのOリングについて26ヶ月の使用実績があることから、26ヶ月毎での交換が可能と評価。</p>	①④	<ul style="list-style-type: none"> • 工事施行記録 • 手入れ前状態データ • 類似機器の使用実績（福島第二3号機）

詳細な技術評価の結果（2F-3の場合）

- 定期検査の都度、性能維持のための措置を実施している機器（評価対象機器）について、詳細な技術評価を実施
- すべての評価対象機器について、原子炉を停止して実施する必要がある点検及び検査の最短の間隔（26ヶ月）に調整運転期間等を考慮した24ヶ月（定期検査終了からの期間）以上で、点検及び検査が実施可能であることを確認
- 本確認結果を踏まえ、点検及び検査の間隔から定まる定期検査間隔を24ヶ月（定期検査終了からの期間）に変更可能と判断する

以上

燃料交換の間隔から定まる期間 の評価について

平成23年2月3日

東京電力株式会社



東京電力

原子炉運転期間の設定の妥当性確認に関する評価の基本的考え方（1 / 2）

燃料交換の間隔から定まる期間を設定するにあたっては、評価項目が「安全評価ワーキンググループ（長期サイクル炉心評価）」において抽出されており、これに従って評価を行う。

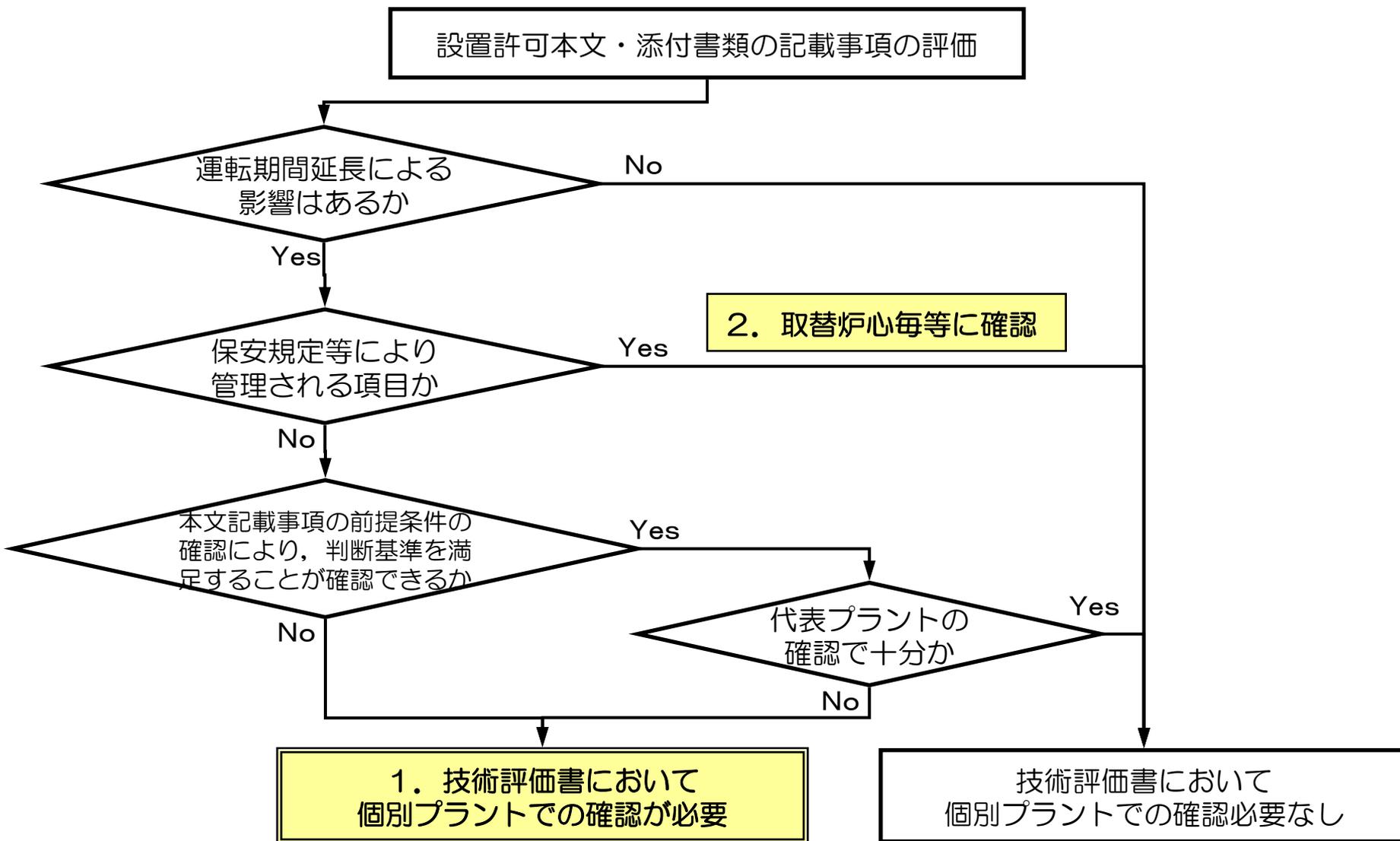
- 原子炉の運転期間の変更に係る保安規定の審査において、基本設計等に則り運転期間が適切に設定されていることを評価するため、平成21年1月に「安全評価ワーキンググループ（長期サイクル炉心評価）」が設置された。
- このワーキンググループでは、9×9燃料を使用する1100MWe級BWR5プラントを代表プラントとして選定し、運転期間を延長した場合の影響評価を精査した。
- その結果を平成21年10月に「原子炉運転期間の設定の妥当性確認に関する評価の基本的考え方」としてとりまとめ、その中で、個別プラントにおける確認項目等を以下の通り分類した。

1. 保安規定申請時の技術評価書において、個別プラント毎に確認が必要な項目

2. 取替炉心毎等に確認が必要な項目（保安規定で管理するもの）

- なお、「原子炉運転期間の設定の妥当性確認に関する評価の基本的考え方」における検討の範囲は、9×9燃料を使用するBWR3、4、5及びABWRにおいて、運転期間を18ヶ月に延長した場合である。

原子炉運転期間の設定の妥当性確認に関する評価の基本的考え方（2 / 2）



1. 保安規定申請時の技術評価書において、個別プラント毎に確認が必要な項目

- ワーキンググループの検討結果を受けて、個別プラントで確認が必要な6項目について評価する。

評価項目	運転期間延長による影響	判断基準
① ほう酸水注入時の実効増倍率及び反応度添加速度	新燃料体数の増加により炉心反応度に影響	設置許可申請書本文記載値を満足すること。 実効増倍率：0.95未満 反応度添加速度：0.001 Δk/min以上
② 「原子炉冷却材流量の部分喪失」の解析評価	サイクル初期の炉心平均燃焼度が小さくなり、ボイドが増加する過渡解析に影響	運転時の異常な過渡変化解析に適用されている判断基準を満足すること。
③ 動的ボイド係数	制御棒密度が高くなることにより、ボイドが減少する過渡解析に影響	設置許可申請書の運転時の異常な過渡変化で使用している動的ボイド係数を変更して、運転時の異常な過渡変化を再評価する必要がないこと。
④ 「原子炉冷却材ポンプの軸固着」の解析評価	サイクル初期の炉心平均燃焼度が小さくなり、ボイドが増加する事故解析に影響	事故解析に適用されている判断基準を満足すること。
⑤ 「制御棒落下」の解析評価	新燃料体数の増加により、炉心の特性が変わることにより、「制御棒落下」事故解析に影響	事故解析に適用されている判断基準を満足すること。
⑥ 「制御棒落下」に関する被ばく線量の解析評価	新燃料体数の増加により、炉心の特性が変わることにより、「制御棒落下」に関する被ばく線量の解析に影響	被ばく線量解析に適用されている判断基準を満足すること。

評価結果のまとめ（2F-3の場合）

- 個別プラントにおいて確認すべき6項目について、詳細な技術評価を実施
- 19ヶ月炉心（運転期間18ヶ月+調整運転1ヶ月）について、個別プラントで確認すべき6項目について、全て判断基準を満足することを確認
- 本評価結果を踏まえ、燃料交換の間隔から設定される運転期間を18ヶ月に変更することは可能と判断する

2. 取替炉心毎等に確認が必要な項目（保安規定で管理するもの）

■取替炉心毎等に確認する項目として、以下の項目を保安規定で管理する。

確認項目		保安規定
①	停止余裕	第82条（燃料取替実施計画）
②	最小限界出力比	
③	燃料棒最大線出力密度	
④	燃料集合体最高燃焼度	
⑤	燃料の出力履歴	
⑥	スクラム反応度	
⑦	安定性（チャンネル，炉心，領域）	
⑧	ほう酸水注入時の実効増倍率	
⑨	制御棒価値	第23条（制御棒の操作）， 第69条（複数の制御棒引き抜きを伴う検査）
⑩	使用済燃料プール水温	第55条（使用済燃料プールの水位及び水温）
⑪	放射性廃棄物放出管理目標値	第88条（放射性液体廃棄物の管理）， 第89条（放射性気体廃棄物の管理）

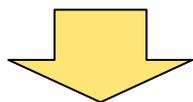
⑤燃料の出力履歴は、運転期間延長に伴い追加される管理項目。それ以外は、運転期間延長によらず従来から管理（保安規定（①～④，⑩，⑪），社内マニュアル（⑥～⑨））されている項目。

(参考) 運転期間による炉心・燃料への影響

運転期間の延長を行うには？

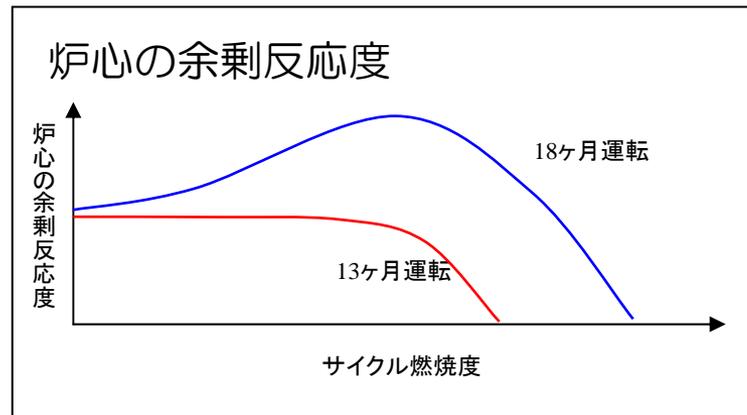
延長した運転期間に対し、定格出力を出すには、新燃料装荷体数の増加が必要。

- ・ 13ヶ月運転：新燃料装荷体数約 1 / 4
- ・ 18ヶ月運転：新燃料装荷体数約 1 / 3
(約50~60%増加)



新燃料装荷体数を増加すると？

- ① 炉心の余剰反応度が増加し、また反応度補償のための制御棒挿入量が増加する。
- ② 燃料配置が制約され、反応度の大きい燃料が集まりやすい。
- ③ 取出燃料体数が増加し、サイクル初期の炉心平均燃焼度が低くなる。



①

②

③

炉心の燃料配置

■ 新燃料

