

東京電力(株) 福島第一原子力発電所1号炉 高経年化技術評価書等に係る 審査結果について

平成23年2月

原子力安全・保安院



目 次

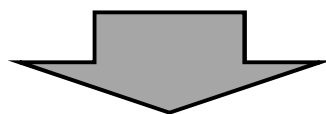
1. 高経年化対策に関する基本的な考え方について
2. 福島第一原子力発電所1号炉の高経年化技術評価について
 - (1) 経緯
 - (2) 審査経緯等
 - (3) 経年劣化事象ごとの評価
 - ・原子炉容器等の低サイクル疲労
 - ・原子炉容器の照射脆化
 - (4) 30年目高経年化技術評価の検証と反映
 - (5) 長期保守管理方針
3. 今後の対応について

<参考資料集>



1. 高経年化対策に関する基本的な考え方について

プラントの一定の安全水準を確保するため、長期供用に伴う経年劣化の特徴を把握して、これに対応した適切な保守管理を行うことが重要。



高経年化技術評価

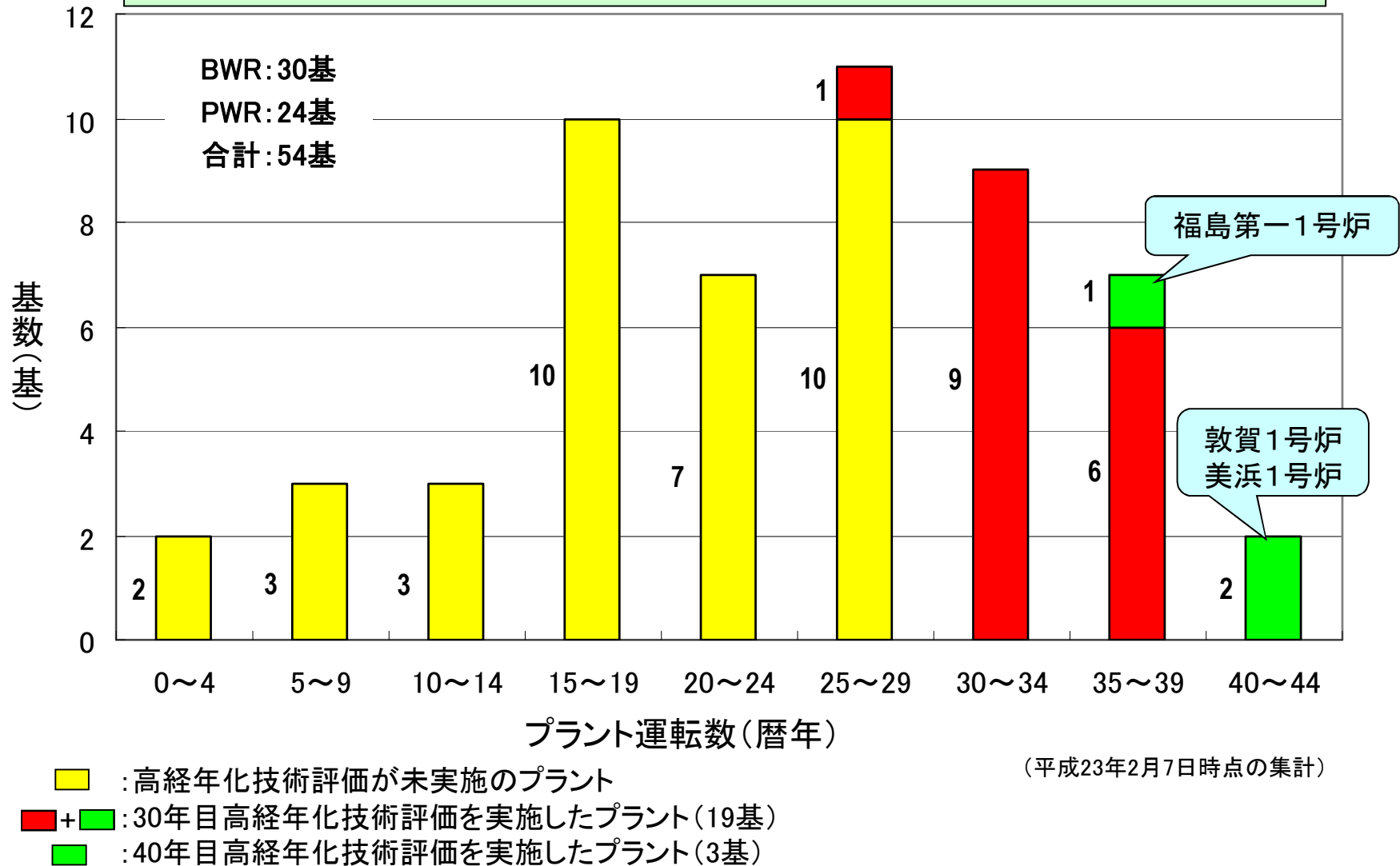
運転開始後30年に至る前に、プラントの機器・構造物の健全性について評価を行い、この評価に基づき長期保守管理方針(現状の保全に追加すべき、今後10年間の保全策)を策定する。

30年以降も10年ごとに健全性評価等を同様に実施する。



我が国の原子力発電プラントの運転年数と基数分布

福島第一1号炉は40年目を迎える国内で3基目の軽水炉となる。

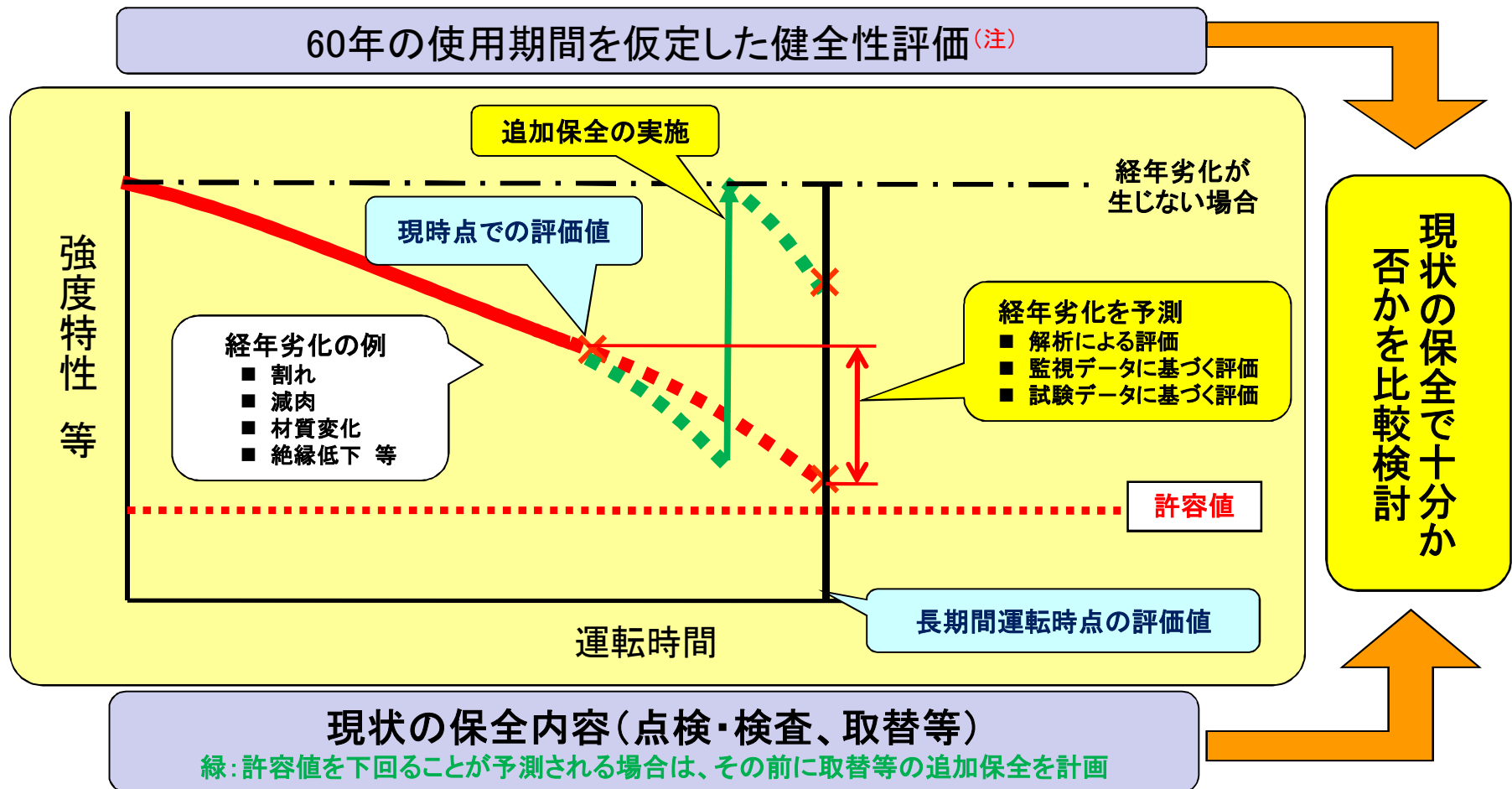


(平成23年2月7日時点の集計)



経年劣化に対する評価

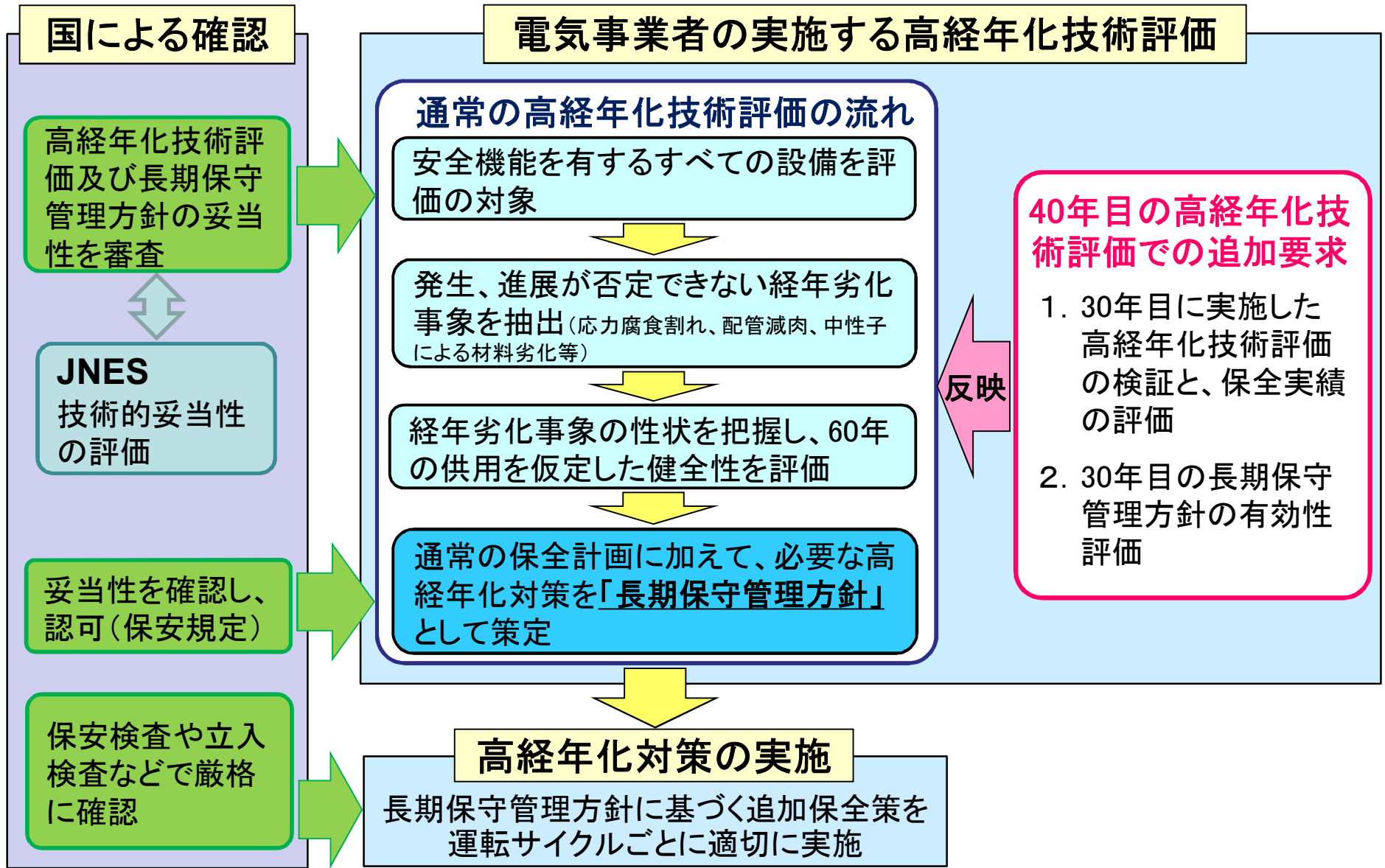
プラントの運転開始から60年を一つの目安とした供用期間を仮定して、機器・構造物の健全性評価を行うとともに、現状の保全内容が十分かどうか確認し、追加すべき保全策の必要性を検討する。



(注) 60年の使用を認めるものではない。経年劣化を予測し、60年時点の健全性を評価。



高経年化技術評価・対策の実施の流れ

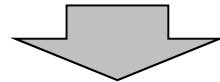


新しい検査制度における高経年化対策(国の関与の強化)

新制度導入前

<原子炉等規制法による高経年化技術評価の義務付け>

- ①事業者は、運転開始後30年目までに高経年化技術評価を実施(30年目以降も10年ごとに同様)。
- ②以後10年間に行う保全対策をとりまとめた保全計画(長期保全計画)を国に報告。
- ③具体的な実施内容については、対策実施後に国に報告。



国の関与を強化(平成21年1月1日開始)

新制度導入後

<高経年化対策に係る保全方針の明確化>

高経年化技術評価とこれに基づく今後10年間の保全方針(長期保守管理方針)を原子炉等規制法に基づく保安規定に記載し、国が審査の上、認可する。

<高経年化対策の実施状況の確認>

高経年化対策の具体的な実施内容については、定期検査毎に

- ① 対策実施前に保全計画書の事前届出により国が確認。
- ② 事業者は保全計画書に基づいて実施。
- ③ 国は保安検査や立入検査などにより実施状況等を確認。



2. 福島第一原子力発電所1号炉の高経年化技術評価について

(1) 経緯

福島第一原子力発電所1号炉 BWR 出力:460MW

昭和46年 3月26日 営業運転開始

平成11年 2月 8日 30年目の高経年化技術評価結果公表

平成22年 3月25日 保安規定変更認可申請書の提出
(高経年化技術評価及び40年目の長期保守管理方針)

平成22年 8月3-5日 発電所への立入検査

平成23年 1月17日 保安規定変更認可申請書の補正の提出

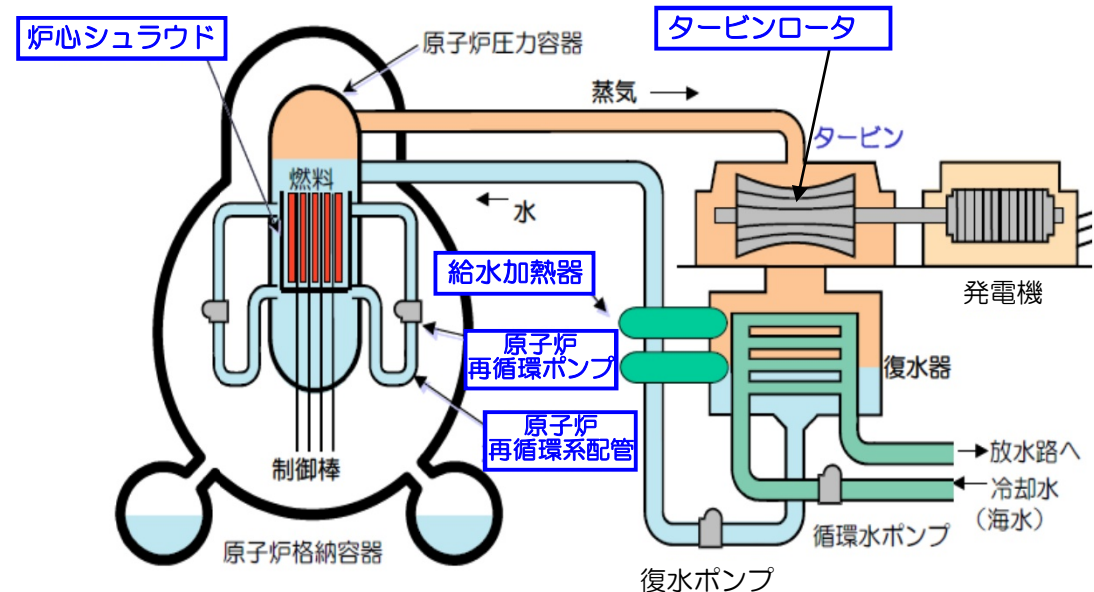
平成23年 2月 7日 保安規定の変更認可
原子力安全委員会へ報告

運転開始後40年を迎えるBWRとしては2基目のプラント



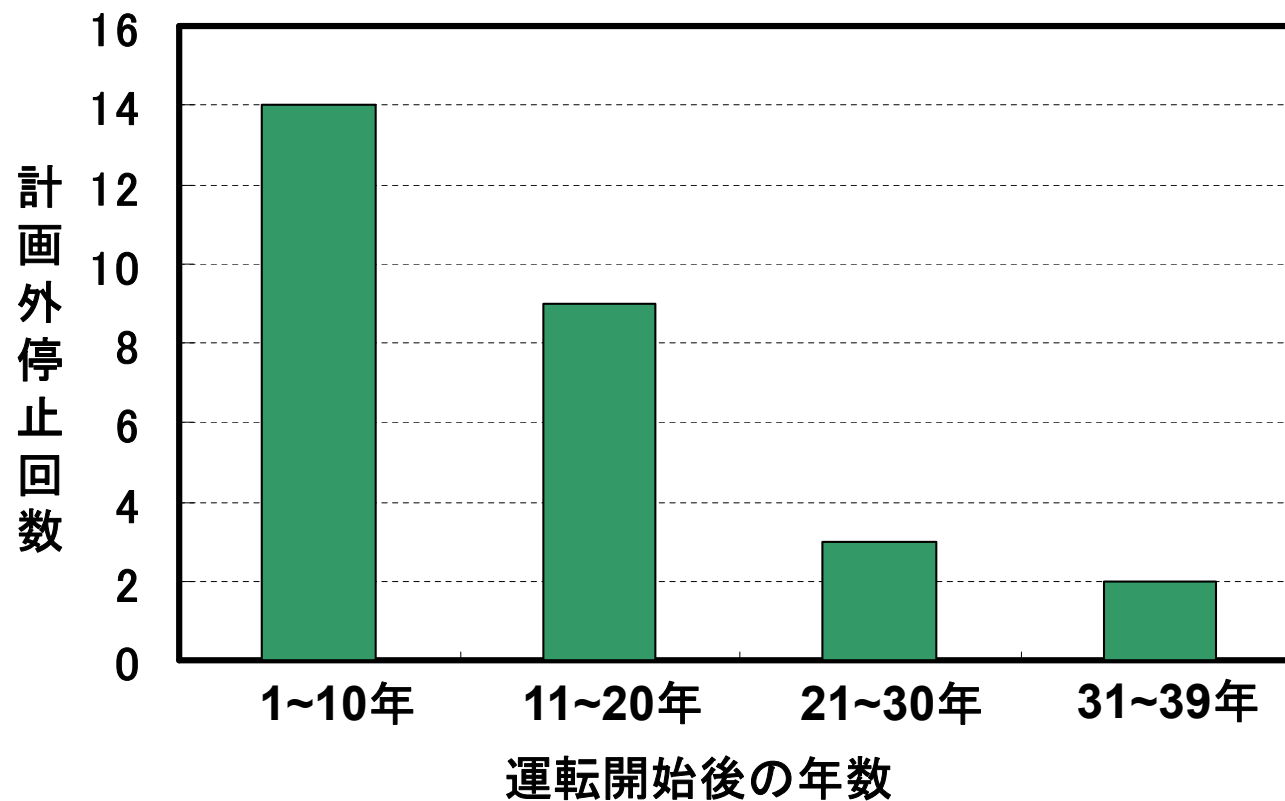
福島第一1号炉でこれまでに実施した主な予防保全工事

- ◆給水加熱器取替 (S56, S57, S59, H5, H8, H12年度)
- ◆炉心スプレイ系ポンプモータ取替 (S59年度)
- ◆原子炉再循環ポンプ水中軸受け取替 (H元年度)
- ◆同上 ケーシングカバー取替 (H8年度)
- ◆タービンロータ取替 (H元, H5, H14年度)
- ◆再循環系配管取替 (H8, H12年度)
- ◆炉心シュラウド取替 (H12年度)
- ◆制御棒駆動水圧系配管等取替 (H14年度)



福島第一1号炉における計画外停止回数の推移

福島第一1号炉はこれまでに合計で28回の計画外停止を行っているが、高経年化に伴って計画外停止回数が増加する傾向は見られない。



(2) 審査経緯等

○原子力安全基盤機構(JNES)による技術的妥当性の確認

- ・技術的妥当性についての書面審査、補正書の審査

○立入検査(平成22年8月3-5日)

- ・JNESも同行し、設備、文書等原本の直接確認

○専門的意見の聴取

- ・高経年化技術評価ワーキンググループ(計6回の審議)

【開催年月日】

平成22年 4月30日

平成22年 7月16日

平成22年 9月24日

平成22年11月 5日

平成22年12月 2日

平成23年 1月19日



高経年化技術評価の実施体制等

①実施体制、実施方法等プロセスの明確性

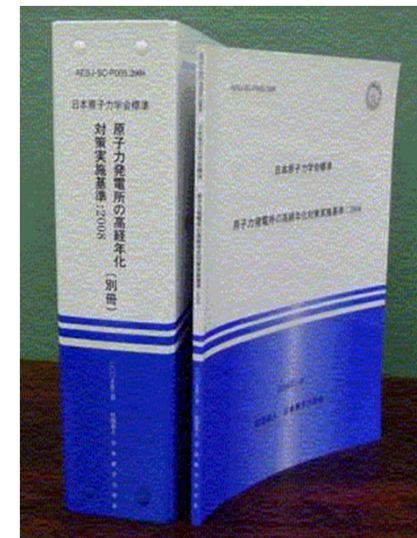
- ・評価にかかる実施体制が妥当であることを確認
(実施体制、工程管理など)

②最新知見の反映

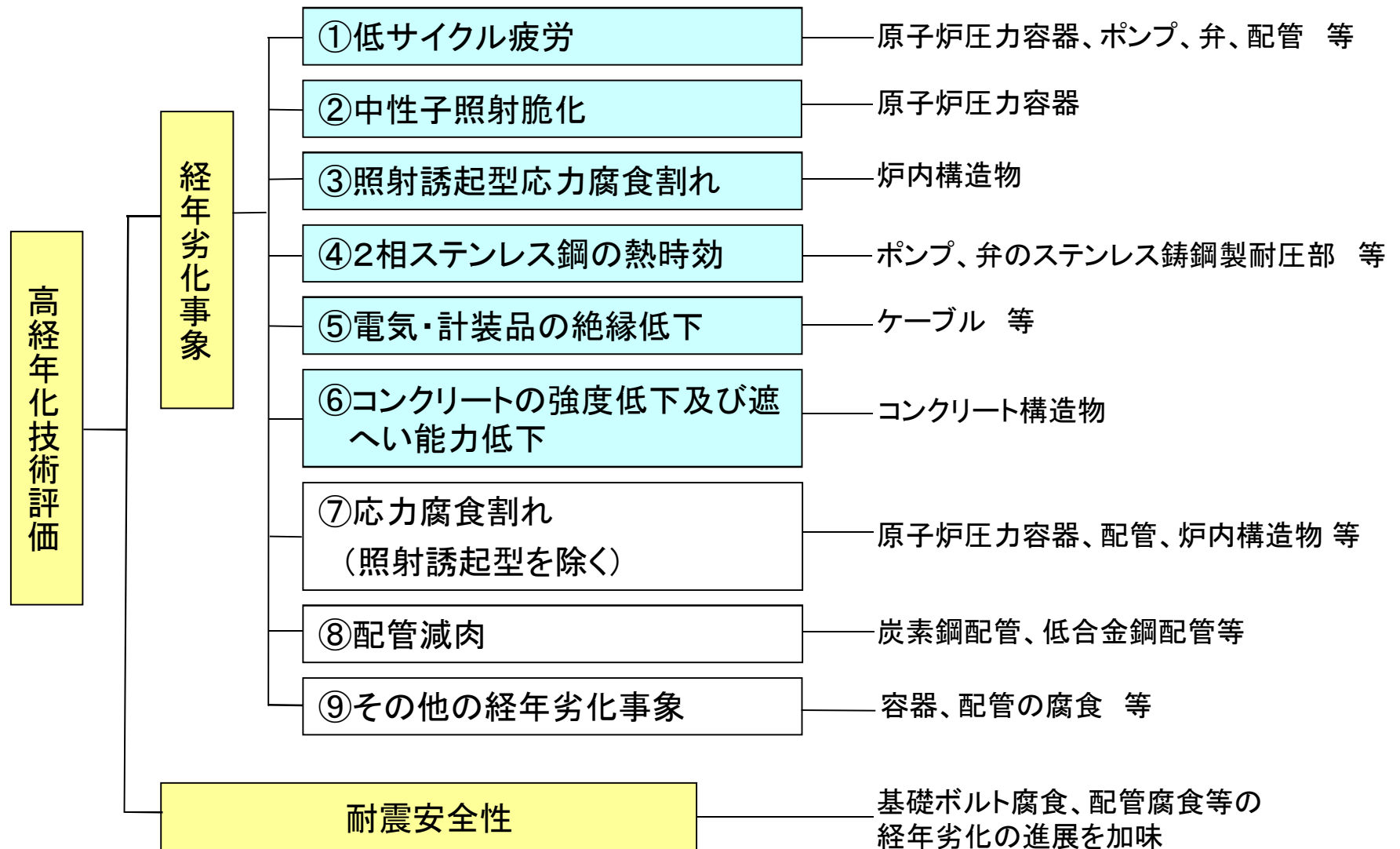
- ・国内外の最新知見・運転経験の反映など

③評価対象機器・構造物及び経年劣化事象の抽出

- ・(社)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:2008」の「経年劣化メカニズムまとめ表」による機器と劣化事象の抽出
- ・福島第一1号炉で発生したトラブル事例の考慮



(3) 経年劣化事象ごとの評価



経年劣化事象ごとの具体的な評価結果の例①

低サイクル疲労

温度・圧力の変化によって、大きな繰り返し応力がかかる部位に割れが発生する事象。

事業者による技術評価

【評価対象部位】 原子炉圧力容器の例：主フランジ、スタッドボルト、給水ノズル、下鏡、支持スカート

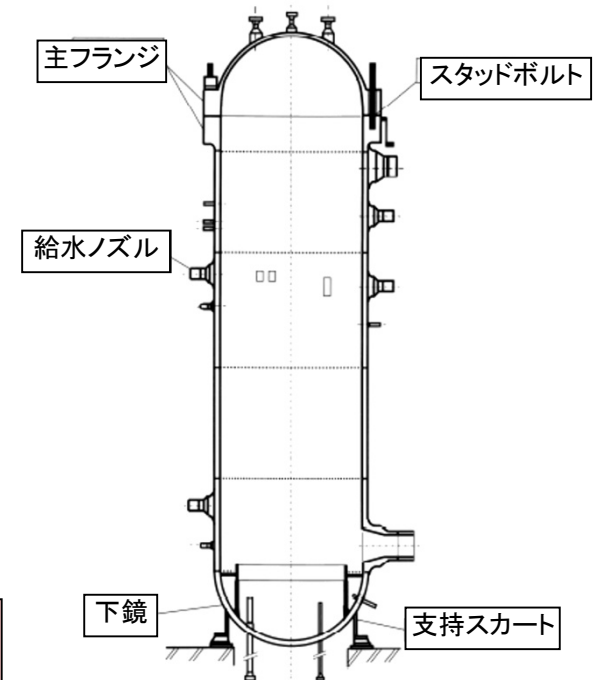
【評価方法】 運転実績に基づき、60年の運転を仮定した疲れ累積係数を算出し、許容値以下であることを評価。接液環境にある評価対象部位については、炉水環境中では疲労寿命が低下することを考慮した疲れ累積係数が許容値以下であることを評価。

【技術評価結果】 上記評価方法に基づき、全ての評価対象部位において、運転実績に基づく60年供用仮定時の疲れ累積係数が許容値以下であることを確認し、健全性に問題ないと評価。

国の具体的な確認内容(例)

- ・ 60年の運転を仮定した疲れ累積係数が許容値を下回るとする評価の内容について、評価に用いた実過渡実績、環境中疲労評価に係わるパラメータ(温度、溶存酸素等)及び評価点の検査記録等により技術評価の妥当性を確認。
- ・ 技術評価方法については、最新の規格・標準類に基づいており、妥当であることを確認。
- ・ 定期的に実施している超音波探傷試験等の他に、実過渡回数確認による疲労評価の定期的な実施を継続していくことにより、今後の健全性が維持されることを確認。

現状保全(実過渡回数による評価と超音波探傷試験等)を継続することにより健全性を維持できると判断



経年劣化事象ごとの具体的な評価結果の例②

中性子照射脆化

長期間にわたり原子炉圧力容器に中性子が照射されることにより、靱性が低下する事象。

事業者による技術評価

【評価対象部位】 原子炉圧力容器

【評価方法】 化学成分に基づく脆化予測式により運転開始後60年時点までの関連温度を、監視試験データに基づき上部棚吸収エネルギー値を予測(JEAC4201)。

【技術評価結果】

関連温度を基に設定される、耐圧漏えい試験温度が適切に設定されており、かつ60年の運転を仮定しても上部棚吸収エネルギーが68J以上となるので、健全性を維持できると評価。

運転開始後60年時点での最低使用温度を86℃と評価。

【追加保全】

最新の脆化予測式による評価を実施する。また、使用済み試験片による追加試験の要否を検討する(中長期)。

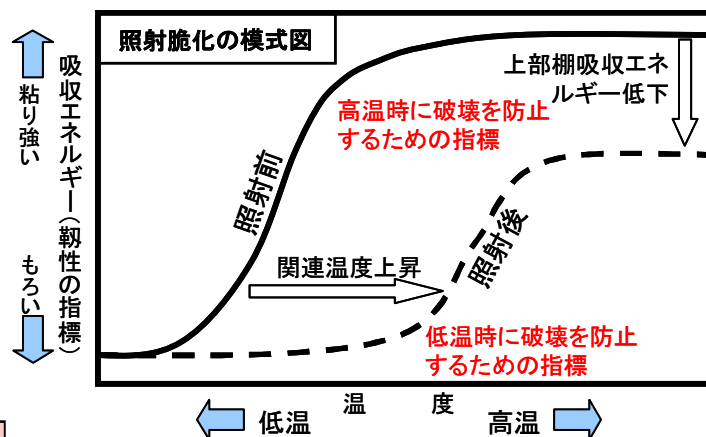
評価時期: 運転開始後60年時点		
関連温度	上部棚吸収エネルギー	上部棚吸収エネルギースクリーニング値*
75℃	81J	≥ 68J

* 68J未満になった場合にはJEAC4206に定められている方法で評価を行い、健全性を評価する。

国の具体的な確認内容(例)

- ・ 至近の監視試験結果を含めて、保守的な脆化予測が行われ、耐圧漏えい試験温度が適切に設定されていることを確認。
- ・ 60年の運転を仮定しても、上部棚吸収エネルギーがスクリーニング値(68J)以上とする評価の妥当性を確認。
- ・ 超音波探傷試験で有意な欠陥指示が記録されていないことを確認。

計画的に監視試験を行うとともに、最新の脆化予測式による評価を実施するとしており、今後も健全性が維持されると判断



(4) 30年目高経年化技術評価の検証と反映

40年目の高経年化技術評価で追加的に実施

事業者の評価結果

1. 30年目に実施した高経年化技術評価の検証

1) 事故・トラブルの分析

- ・ 現状保全の継続により健全性を維持できるとしたものであって、30年目以降に発生した、経年劣化に起因するトラブルについて、30年目の技術評価の時にどのような判断・評価を行っていたか分析。

2) 30年目以降の経年劣化傾向の評価

- ・ 30年目に評価した経年劣化傾向の予測値について、その後の劣化実績と比較評価するとともに、30年目以降の運転経験・研究成果などを踏まえ、30年目の評価で用いた諸条件について評価。

- ・ 30年目評価時以降発生した経年劣化に起因するトラブルを分析し、評価対象部位の抽出または保全要領に問題があった3件について、その対応を含めて40年目の高経年化技術評価に反映。

- ・ 各経年劣化事象ごとに30年目以降の経年劣化傾向の評価を実施し、40年目の高経年化技術評価に反映。
- ・ 経年劣化傾向は、40年目の評価は30年目評価から大きく予測が変わるものでないことを確認。

2. 30年目の長期保守管理方針の有効性評価

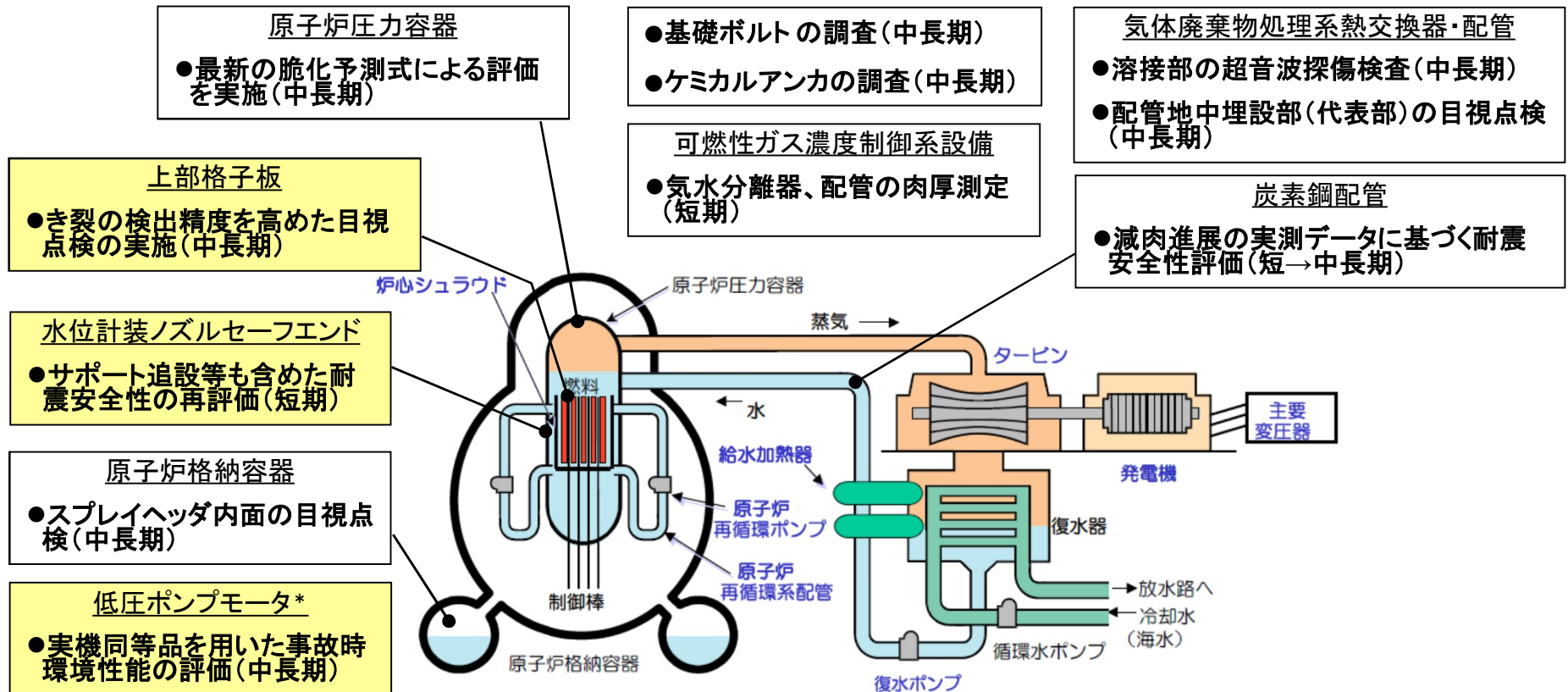
- ・ 30年目の高経年化技術評価において策定した長期保守管理方針が適切に実施され、30年目の評価時に意図していた効果が得られたか(有効であったか)を評価。

- ・ 30年目の高経年化技術評価で策定した長期保守管理方針に基づく保全計画が適切に実施され、有効であった。

30年目の高経年化技術評価の検証が適切に実施され、その結果が40年目の高経年化技術評価に適切に反映されていることを確認。



(5) 長期保守管理方針



：審査の過程で追加となった長期保守管理方針

*: 事故時雰囲気内で機能が要求されるもの
 実施時期 短期: 平成23年3月26日から5年間
 中長期: 平成23年3月26日から10年間

3. 今後の対応について

- ✓ 長期保守管理方針を踏まえた適切な保全を実施することにより、40年以降の運転について安全性が確保されると判断し、長期保守管理方針(保安規定の変更)を認可。
- ✓ 今後、引き続き、適切に高経年化対策が実施されていることを厳格に確認。

事業者の役割

(1) 長期保守管理方針の着実な実施

- ・ 長期保守管理方針は、運転開始後40年以降の保全サイクルから、発電所の保全計画に反映。
- ・ 保全計画は、毎定期検査前に原子力安全・保安院に届け出て、事前確認を受ける。 前回サイクルで実施した長期保守管理方針に基づく点検の結果について有効性評価を行った結果についても、併せて提出。
- ・ 確認を受けた保全計画に基づき、着実に高経年化対策を実施。

(2) 高経年化対策の充実

- ・ 引き続き国内外プラントの運転経験、最新の技術的知見を高経年化対策に適切に反映。

国の確認方針

(1) 保全計画の事前確認

- ・ 毎定期検査前に、届け出がなされる保全計画について、その適切性を事前確認。

(2) 実施状況及び結果の確認

- ・ 確認した保全計画に基づき、高経年化対策が適切に実施されているかについて、立入検査などにより厳格に確認。



高経年化対策実施状況に対する確認の充実について

- ✓ 運転開始後40年を迎える原子力発電所の高経年化技術評価の実績を積み重ねてきた中で、40年目以降の長期保守管理方針に基づく保全活動を開始するものが出てきている。
- ✓ 原子力安全・保安院は、これらの活動を適切に確認していくことが重要と認識し、高経年化対策の実施状況に対する確認を充実する。

「高経年化対策に特化した確認のための立入検査」を新たに追加して実施する。



現場確認を含む

<立入検査での確認事項>

- 運転開始後40年を超えた場合、保全サイクル毎に立入検査を実施
 - ・ 長期保守管理方針に基づく保全活動の実施状況
 - ・ 長期保守管理方針から通常保全に移行した保全活動の実施状況
 - ・ 上記保全活動の妥当性・有効性

[運転開始後30年を超えたものについては約35年経過時に立入検査を実施]



参考資料集

1. 経年劣化事象ごとの評価
 - (1) 低サイクル疲労
 - (2) 中性子照射脆化
 - (3) 照射誘起型応力腐食割れ
 - (4) 2相ステンレス鋼の熱時効
 - (5) 電気・計装品の絶縁低下
 - (6) コンクリートの強度低下及び遮へい能力低下
 - (7) 応力腐食割れ (IASCCを除く)
 - (8) 配管減肉
 - (9) その他の経年劣化事象
2. 耐震安全性の評価
3. 40年目の追加評価の審査について
 - (1) 30年目の高経年化技術評価の検証
 - (2) 30年目の長期保守管理方針の有効性評価
4. 長期保守管理方針



1. 経年劣化事象ごとの評価

(1) 低サイクル疲労

温度・圧力の変化によって、大きな繰り返し応力がかかる部位に割れが発生する事象。

事業者の評価			技術評価結果			国の主な 確認内容
評価部位 (原子炉圧力 容器及び弁の例)	評価方法	運転実績に基づく60年供用仮定時の疲れ累積係数(許容値:<1)				
		JSME設計建設 規格(2005)に基 づく疲労評価	環境を考慮した 疲労評価 JSME環境疲労 評価手法(2006)	備考		
原子 炉 圧 力 容 器	主フランジ	運転実績に基づ き、60年の運 転を仮定した疲 れ累積係数を算 出し、許容値以 下であることを 評価。	0.009	-	非接液部	60年の運転を仮定し た疲れ累積係数が 許容値を下回るとす る評価のプロセスと 内容の妥当性を確 認。
	スタッドボルト		0.198	-	非接液部 取替後から60年供用までの過渡回 数に対する疲れ累積係数を示す。	
	給水ノズル		0.111	0.456	取替後から60年供用までの過渡回 数に対する疲れ累積係数を示す。	
弁	原子炉給水 入口弁		0.087	0.221		
	再循環ポンプ 出口弁		0.060	0.824	取替後から60年供用までの過渡回 数に対する疲れ累積係数を示す。	
指摘事項			対応結果			
低サイクル疲労評価を実施している各部位については、実過渡回数の確認による疲労評価を定期的実施することを高経年化への対応等に反映すること。			実過渡回数の確認による疲労評価の定期的な実施について、技術評価書の「②現状保全」と「③総合評価」において記載内容を充実した。			

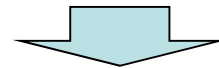
- ・30年目以降の運転経験及び新知見として、実際の運転過渡実績、最新の環境疲労評価法を適切に反映している
 - ・現状実施されている超音波探傷試験などを引き続き行う
- としていることから、事業者の評価は妥当である。



(2) 中性子照射脆化

長期間にわたり原子炉圧力容器に中性子が照射されることにより、靱性が低下する事象。

事業者の評価			国の主な確認内容									
評価部位	評価方法	技術評価結果										
原子炉圧力容器	化学成分に基づく予測式を用いて、運転開始後60年時点までの関連温度及び監視試験データに基づき上部棚吸収エネルギー値を予測。	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">評価時期: 運転開始後60年時点</th> </tr> <tr> <th>関連温度</th> <th>上部棚吸収エネルギー</th> <th>上部棚吸収エネルギースクリーニング値*¹</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>75°C</td> <td>81J</td> <td>≥68J</td> </tr> </tbody> </table>	評価時期: 運転開始後60年時点			関連温度	上部棚吸収エネルギー	上部棚吸収エネルギースクリーニング値* ¹	75°C	81J	≥68J	関連温度を基に設定される、最低使用温度が適切に設定されていることを確認し、60年の運転を仮定しても上部棚吸収エネルギーが68J以上であるとする評価の妥当性を確認。
		評価時期: 運転開始後60年時点										
関連温度	上部棚吸収エネルギー	上部棚吸収エネルギースクリーニング値* ¹										
75°C	81J	≥68J										
* 1: 68J未滿になった場合にはJEAC4206に定められている方法で評価を行い、健全性を評価する。												
指摘事項		対応結果										
運転開始後60年時点の照射脆化を評価するために必要な原子炉圧力容器の内表面から1/4深さでの中性子照射量を記載すること。		原子炉圧力容器の中性子照射脆化の評価に必要な原子炉圧力容器の内表面から1/4深さでの中性子照射量を技術評価書に追記した。										
最低使用温度の評価が評価書に記載されている規格で行われていないことから、計算過程を見直し、正しく評価を行うこと。		技術評価書に記載されている規格で正しく評価した結果を基に技術評価書を補正した。										



- ・第3回監視試験の結果を反映して保守的に脆化予測が行われ、最低使用温度を適切に管理している
 - ・現状実施されている超音波探傷試験で有意な欠陥がないことを確認している
 - ・追加保全として最新の脆化予測式による評価を実施する
- としていることから、事業者の評価は妥当である。



(3) 照射誘起型応力腐食割れ (IASCC)

中性子の照射により、応力腐食割れの感受性が高くなり、ひび割れが発生する事象。

事業者の評価			国の主な確認内容
評価部位	評価方法	技術評価結果	
・炉心シュラウド* ・上部格子板* ・周辺燃料支持金具* ・炉心支持板* ・制御棒案内管 * 2000年度に取替を実施しており、取替後の中性子照射量を評価	60年運転を仮定した累積中性子照射量を予測し、IASCC発生の感受性が表れる中性子照射量のしきい値との比較によって評価。	60年時点の累積中性子照射量は、炉心シュラウド及び上部格子板グリッドプレートにおいてIASCC発生感受性しきい値を超える。炉心シュラウドでは、溶接部残留応力緩和策と計画的目視試験により健全性を確認。上部格子板では、計画的目視試験による健全性確認に加え、グリッドプレートのき裂検出精度を高めた目視試験を追加保全として計画。	60年時点での各部位の累積中性子照射量及び現状実施している保全内容を確認。
指摘事項		対応結果	
炉内構造物の照射誘起型応力腐食割れの健全性評価に当たっては、各々の機器において照射量が最大となる部位の運転開始後60年時点の予想照射量を評価し、その値に基づいて健全性評価を行うこと。		炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板、周辺燃料支持金具、制御棒案内管の運転開始後60年時点の予想照射量は、各々の機器の照射量の最大値に基づいて健全性を評価した。	
上部格子板の照射誘起型応力腐食割れについて、照射量が照射誘起型応力腐食割れ感受性しきい照射量を超えても、日本原子力技術協会「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」及び「維持規格」に規定する点検を実施することで健全性を維持できることの根拠を明確にすること。		・上部格子板については、IASCC感受性しきい照射量を超えるグリッドプレートを含めて維持規格に基づく目視点検等により、損傷のないことを確認している ・高経年化への対応として、その検出精度を上げた目視点検を実施する。	

・評価対象機器の60年時点の累積中性子照射量が最大となる部位の把握を行うとともに、現状実施している維持規格に基づく点検を継続する
 ・追加保全として、上部格子板についてはき裂の検出精度を高めた目視点検を実施する
 としていることから、事業者の評価は妥当である。

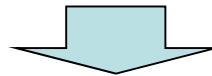


(4) 2相ステンレス鋼の熱時効

2相ステンレス鋼(*)が高温での長期使用に伴い、その靱性が低下する事象。

* : ステンレス鋳物等に特有な、異なる結晶構造をもった2種類の金属組織が入り混じったステンレス鋼

事業者の評価			国の主な確認内容
評価部位	評価方法	技術評価結果	
原子炉再循環系ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 評価部位に対して、目視試験、浸透探傷試験、超音波探傷試験を実施。 ケーシングに対して、き裂安定性評価を実施。 国内外プラントにおける脆化試験の結果を確認。 	各種試験において欠陥が見られないこと、き裂安定性評価において不安定破壊が生じないこと、他プラントで靱性の低下が見られていないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと判断。	各種試験記録、き裂安定性評価結果、国内外プラントの脆化試験結果に基づき、原子炉再循環系ポンプの健全性評価の妥当性を確認。
指摘事項		対応結果	
2相ステンレス鋼の熱時効について、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象の判断項目である目視試験等の根拠を明確にするか、もしくは高経年化対策上着目すべき経年劣化事象として抽出すること。		代表機器として原子炉再循環系ポンプを抽出し、目視などにより確認可能なき裂を想定したき裂安定性評価を行い、不安定破壊が生じないことを確認し、「高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない」とした。	



・30年目以降の研究成果が、靱性低下の予測評価に適切に反映している
 ・現状実施されている目視試験、浸透探傷試験及び超音波探傷検査を引き続き行う
 としていることから、事業者の評価は妥当である。



(5) 電気・計装品の絶縁低下

電気・計装品に使用されている絶縁物が環境(熱、放射線等)及び機械的な要因等で劣化し、電気抵抗が低下する事象。

絶縁低下の代表例: 低圧ケーブル

事業者の評価			国の主な確認内容
評価部位(絶縁体材料)	評価方法	技術評価結果	
EVケーブルの絶縁体 (ポリエチレン)	供用期間中の経年劣化を加速劣化によって付与した長期健全性試験により評価。 ただし、難燃CVケーブルは製造メーカーが異なる難燃CVケーブルの長期健全性試験により評価。	60年間の絶縁性能が維持可能。 ただし、KGBケーブルは、長期健全性試験から27年間の絶縁性能が維持可能と評価し、現状保全(使用開始から27年を経過する前に取替)と合わせ、60年間の絶縁性能が維持可能と評価。	①使用条件及び試験条件の妥当性を確認。 ②代表ケーブルの網羅性を確認。
CVケーブルの絶縁体 (架橋ポリエチレン)			
KGBケーブルの絶縁体 (シリコンゴム)			
難燃PNケーブルの絶縁体 (難燃エチレンプロピレンゴム)			
難燃CVケーブルの絶縁体 (難燃架橋ポリエチレン)			
指摘事項(例)		対応結果	
代表ケーブルと製造メーカーの異なる難燃CVケーブル及びKGBケーブルの絶縁体の絶縁低下については、個別に健全性を評価し、必要に応じて長期保守管理方針に反映すること。		・代表ケーブルと製造メーカーの異なる難燃CVケーブル及びKGBケーブルの絶縁体の絶縁低下については、個別に健全性を評価 ・KGBケーブルについては事故時雰囲気内で機能が要求されないため、現状保全を継続していくことにより60年間の絶縁性能を維持できると評価。	

- ・製造メーカーごとに健全性が評価されているとともに、実機環境調査結果を適切に反映している
- ・長期健全性試験の試験条件がケーブルの使用条件を包絡している
- ・現状保全として絶縁抵抗測定などを実施している
- ・長期保守管理方針として、事故時雰囲気内で機能が要求される難燃CVケーブルについては、実機と同一のケーブルを用いた長期健全性試験によって健全性を再評価するとともに、高経年化への対応として、JNES事業の成果の反映を検討していく

としていることから、事業者の評価は妥当である。



(6)コンクリートの強度低下及び遮へい能力低下

コンクリートの強度が、熱、放射線照射、中性化及び塩分浸透等により低下する事象。また、放射線の遮へい能力が熱により低下する事象。

事業者の評価				国の主な 確認内容
主な要因	評価部位	評価方法	技術評価結果	
強度 低下	熱	原子炉ペDESTAL	温度及び放射線照射量の解析結果、 規格・指針類及び既往文献の判定基準、 各種予測式による予測値を用いて評価	コンクリートの最高温度の解析値が、判定値以下
	放射線照射	一次遮へい壁		60年時点の放射線照射量の解析値が、判定値以下
	中性化	タービン建屋(内壁、外壁) 取水構造物 他		各建屋の60年時点の中性化深さの予測値が、判定値以下
	塩分浸透	取水構造物 (気中帯、干満帯、海中帯)		60年時点の鉄筋腐食減量の予測値が、ひび割れが発生する時点の鉄筋腐食減量以下
遮へい 能力低下	熱	ガンマ線遮へい壁		コンクリートの最高温度の解析値が、判定値以下
指摘事項				対応結果
なし				なし



・評価部位の温度分布解析、放射線照射量解析、中性化深さ測定、鉄筋位置での塩化物イオン濃度測定及び破壊試験の結果並びに最新の規格・指針を適切に反映している
 ・現状実施されている目視点検、中性化深さ測定、塩化物イオン量測定などを引き続き行う
 としていることから、事業者の評価は妥当である。



(7) 応力腐食割れ (IASCCを除く)

材料、環境、応力の3要素が重畳した原因によってひび割れが発生する事象。

事業者の評価				国の主な確認内容
事象	評価部位(例)	評価方法	技術評価結果	
粒界型応力腐食割れ (IGSCC)	再循環系配管、 気体廃棄物処理系排 ガス予熱器、同復水器	国内外の運転 情報や事象発 生の事例及び 最新の技術的 知見に基づい て発生を評価。	シュラウドサポート溶接部のピー ニング等による予防保全及び定期的 な超音波探傷試験、浸透探傷試験、 目視試験等による健全性確認の実 施。 気体廃棄物処理系排ガス予熱器等 については、耐圧部の探傷可能な 範囲の溶接部超音波探傷試験によ る健全性確認を追加保全として実 施。	各評価部位におけ る信頼性向上策の 実施内容と実績及 び検査内容、検査 実績と今後の検査 計画を確認。
ニッケル基合金応力腐 食割れ(NiSCC)	シュラウドサポート溶 接部			
貫粒型応力腐食割れ (TGSCC)	ステンレス鋼配管			
低合金鋼の応力腐食 割れ	タービン車軸、隔板締 付ボルト			
指摘事項		対応結果		
ステンレス鋼使用部位において、SCC対策材への取替を実施した部位については、取替材質のSCC感受性低減効果の根拠を記載すること。		差圧検出・ほう酸水注入ノズルティー、再循環水出入口ノズルセーフエンド等については、研究成果を反映して、SUS316の炭素含有量を抑えることでSCC感受性を低減したステンレス鋼を使用した旨、技術評価書に追記した。		
600系ニッケル基合金使用部位において、SCC対策材への取替を実施した部位については、取替材質のSCC感受性低減効果の根拠を記載すること。		水位計装ノズルについては、研究成果を反映して、ニオブの添加量を高めることによりSCC感受性を低減した材料(NCF600-B)を使用した旨、技術評価書に追記した。		

- ・炉心シュラウド等の取替、シュラウドサポート溶接部に対するピーニング等、信頼性向上策を実施している
- ・現状実施されている超音波探傷試験などを継続して実施する
- ・追加保全として、気体廃棄物処理系排ガス予熱器等について、耐圧部の探傷可能な範囲の溶接部について、超音波探傷試験を実施する

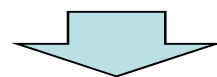
としていることから、事業者の評価は妥当である。



(8) 配管減肉

流れの影響で腐食が加速される「流れ加速型腐食(FAC)」や液滴が高速で壁面に衝突して侵食する「液滴衝撃エロージョン(LDI)」により配管が減肉する事象。

事業者の評価			国の主な確認内容
評価部位	評価方法	技術評価結果	
炭素鋼配管	社内指針「配管減肉管理指針」に基づき、肉厚測定を行い、必要最小肉厚に達するまでの期間(余寿命)を評価。	肉厚測定結果に基づき余寿命を評価し、その結果に応じて次回測定時期を決定するか、または取替を実施することで健全性は維持できると評価。	「配管減肉管理指針」は保安院指示文書や機械学会規格を反映し、評価点を含めて新たな知見を反映しており、適切に管理されていることを確認。
低合金鋼配管			
ステンレス鋼配管			
指摘事項		対応結果	
なし		なし	



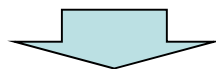
「配管減肉管理指針」に基づく検査、取替を実施していくとともに、「配管減肉管理指針」には新たな知見を反映していくとしていることから、事業者の評価は妥当である。



(9) その他の経年劣化事象

前項までに示した経年劣化事象以外の事象。

事業者の評価			国の主な確認内容
事象	評価部位(例)	技術評価結果	
全面腐食	ドライウェルスプレイヘッダ等	外面等の腐食は目視で検知可能であり現状保全を継続していく。	各評価部位における検査内容、検査実績と今後の検査計画を確認
	可燃性ガス濃度制御系の気水分離器等	現状漏えい確認等を行っているが今後、念のため肉厚測定を実施する。	
	基礎ボルト	基礎ボルトを取り外す機会を利用して、サンプリング等により腐食・付着力等の調査を実施する。	
	気体廃棄物処理系配管	地中埋設部の代表部位の目視点検を実施する。	
樹脂の劣化	ケミカルアンカ	ケミカルアンカを取り外す機会を利用して、サンプリング等により樹脂の劣化等の調査を実施する。	
指摘事項		対応結果	
なし		なし	

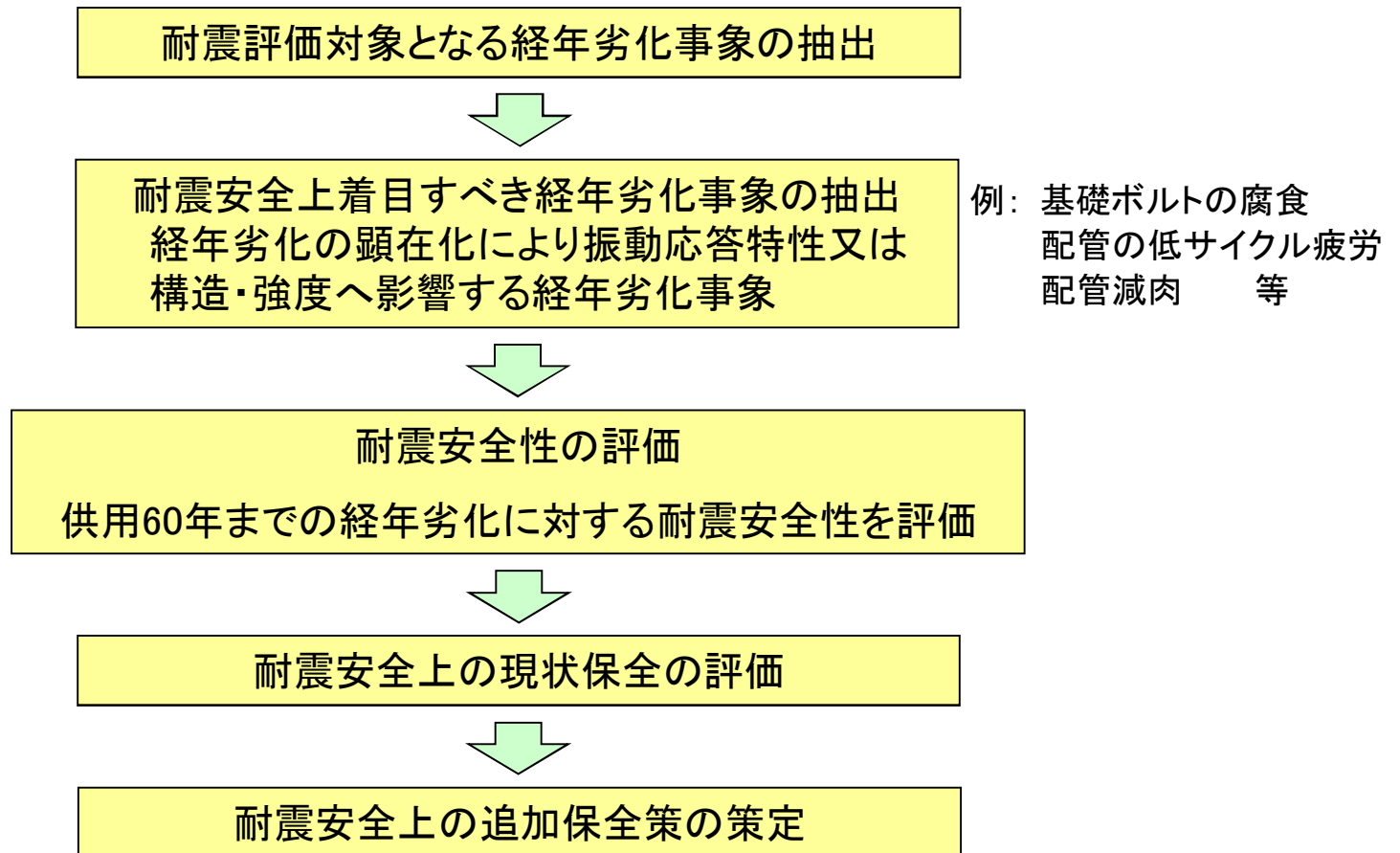


・その他の経年劣化事象についても検査内容、検査実績、今後の計画を確認した
 ・腐食・減肉等に関して未点検箇所に対応方針と現状保全の状況について、①地中埋設品の対象箇所、②コンクリート埋設品(コンクリート貫通部など)、③配管・ダクト等で点検ができていない箇所を確認した
 これらの結果、事業者の評価は妥当である。



2. 耐震安全性の評価

① 耐震安全性評価の概要



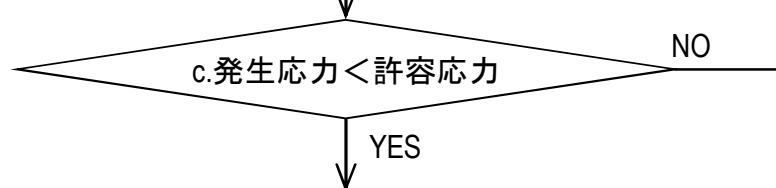
② 耐震安全性評価の例

炭素鋼配管の減肉

(1) 必要最小厚さまで減肉を想定した評価*1
(第一段階評価)

a. 機械学会の配管減肉管理規格を踏まえた減肉想定範囲に必要最小厚さの一樣減肉を想定した配管モデルの作成

b. 耐震重要度分類に応じた地震力に対する配管の発生応力を算出

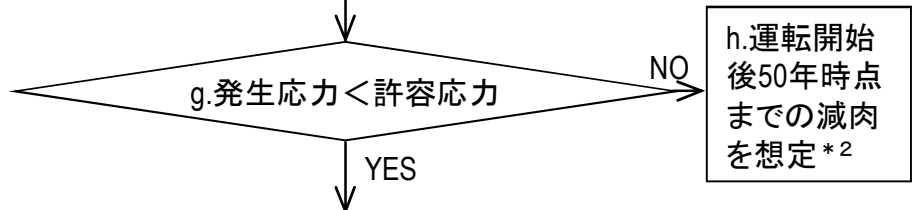


(2) 実機測定データに基づく想定肉厚による評価*1
(第二段階評価)

d. 実機測定データを整理し最大減肉率を算出

e. 減肉想定範囲に運転開始後60年時点までの一樣減肉を想定した配管モデルの作成

f. 耐震重要度分類に応じた地震力に対する配管の発生応力を算出



運転開始後60年時点での配管の耐震安全性は維持されると評価

*1: 配管サポート追設等の対策工事を実施した配管ラインについては工事内容を反映した評価を実施
*2: 給水系配管の一部が該当し、減肉実測データに基づき50年時点での肉厚を推定し再評価する。

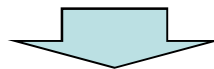


③ 妥当性評価

事業者の評価			国の主な確認内容
評価部位	評価方法	技術評価結果	
原子炉圧力容器 (水位計装ノズル及びセーフエンドの応力腐食割れ)	内面に初期欠陥を想定して評価期間5.1EFPY(ノズル取替え後の定格負荷相当年数)に対するき裂進展を考慮した耐震安全性評価。	評価期間に達する前にサポート追設等を含めた再評価を実施し、必要に応じて対策を行う。	評価対象機器抽出の考え方、耐震安全上着目すべき経年劣化事象及び評価対象機器の経年劣化事象に対する耐震安全性評価等が妥当であることを確認。
配管 (炭素鋼配管の減肉)	必要最小厚さまたは実機測定データに基づく運転開始後60年または50年時点での想定厚さによる耐震安全性評価。	一部の炭素鋼配管*1については、減肉傾向の把握及びデータの蓄積を継続し、今後の減肉進展の実測データを反映した耐震安全性評価を行う。	
上記及び炉内構造物(上部格子板)を除く機器・構築物(基礎ボルトの腐食、配管の低サイクル疲労等)	機器ごとに60年の供用を仮定した劣化を加味し、設計地震力から算出した地震時発生応力等と許容限界とを比較して、耐震安全性を評価。	許容限界との比較により耐震安全性が確保されるので、耐震上の観点から保全策に追加すべき項目として抽出する必要がない。	

*1: 給水系、原子炉冷却材浄化系、非常用復水器系(蒸気部)、タービンランド蒸気系、復水系及び給水加熱器ベント系配管

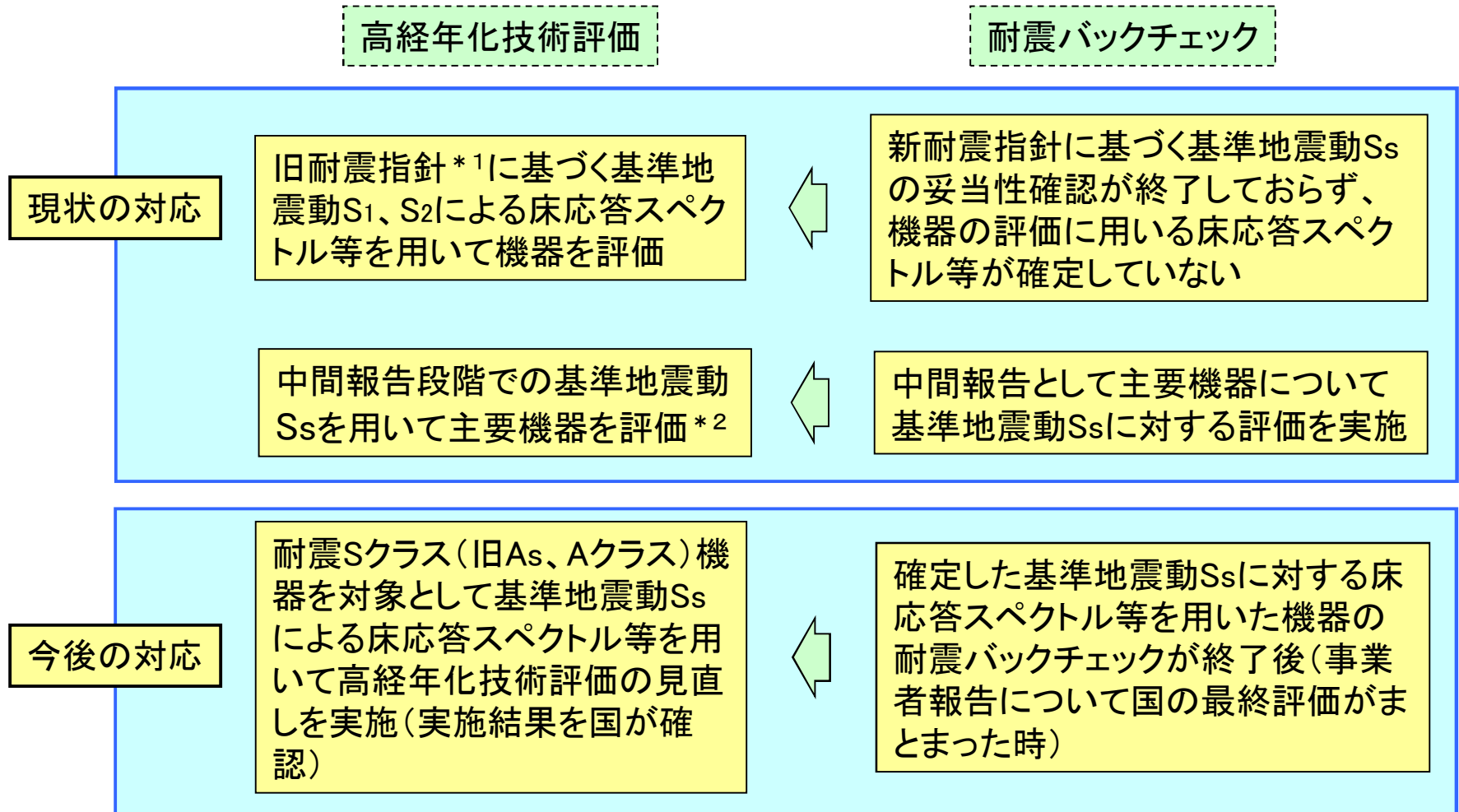
指摘事項(例)	事業者の対応結果
水位計装ノズル及びセーフエンドの粒界型応力腐食割れにおいて、通常運転時圧力を用いて算出した周方向貫通き裂長さに基づいて耐震安全性評価を行うこと。	内面に初期欠陥を想定して評価期間5.1EFPY(ノズル取替え後の定格負荷相当年数)に対するき裂進展評価を実施し、発生応力が許容応力を下回ることから耐震安全性は確保できることを確認し、その旨、技術評価書を補正した。また、評価期間に達する前にサポート追設等を含めた再評価を実施し、必要に応じて対策を行うことを長期保守管理方針にする旨、技術評価書を補正した。



技術評価が的確に実施されており、この結果に基づく長期保守管理方針として、今後の減肉進展の実測データを反映した耐震安全性の再評価等、適切な対応を実施するとしていることから、事業者の評価は妥当である。



④ 今後の対応



- * 1:「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈について(平成20年4月23日一部改正)」による。
- * 2:事業者は、耐震バックチェックの中間報告機器を対象とした基準地震動 S_s に対する評価結果を国へ参考提出し、高経年化技術評価ワーキンググループで審議した。



3. 40年目の追加評価の審査について

事業者は、40年目の技術評価項目として、30年目の高経年化技術評価の検証及び30年目の長期保守管理方針の有効性評価を実施

40年目を迎えるプラントの技術評価に対する国の基本的な考え方

高経年化対策実施ガイドラインに基づき40年目の評価に当たっては、30年目を実施した高経年化技術評価の検証等を行い、40年目の評価に適切に反映させていることを確認する。

具体的な確認内容

(1) 30年目の高経年化技術評価の検証

① 経年劣化に起因する事故・トラブルの分析

- ・ 30年目以降に発生した、経年劣化に起因するトラブルについて、30年目の技術評価の時にどのような判断・評価を行っていたか分析。

② 30年目以降の経年劣化傾向の評価

- ・ 30年目に評価した経年劣化傾向の予測値について、その後の劣化実績と比較評価するとともに、30年目以降の運転経験・研究成果などを踏まえ、30年目の評価で用いた諸条件について評価。

(2) 30年目の長期保守管理方針の有効性評価

- ・ 30年目の高経年化技術評価において策定した長期保守管理方針が適切に実施され、30年目の評価時に意図した効果が得られたか(有効であったか)を評価。

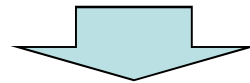


(1) 30年目の高経年化技術評価の検証

① 事故・トラブル事象の分析

事業者は、30年目以降に発生した経年劣化に関連する事故・トラブルのうち30年目の評価の検証に係わる3件を抽出し、40年目の評価に反映すべき事項等を整理した。

トラブル事象	30年目の評価の問題点	40年目の評価での対応
タービン建屋内での水漏れについて (経年劣化事象: 低圧給水加熱器ポンプのバレルの腐食)	ポンプ機能の観点から、バレルを主要部位として抽出していなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ・バレルの材料は炭素鋼であり、腐食が発生し、漏えいした。 ・バレルを被うようにキャン(ステンレス製)の取り付けを行い、腐食を防止するとともに、目視点検で有意な腐食は確認されていないことから、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではないと評価した。
屋外空調ダクト点検及び予防保全作業の終了について(経年劣化事象: 空調ダクトの腐食)	メッキが施されているため、ダクトの腐食を経年劣化事象として抽出していなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ・未点検部位に腐食が発生し、空気が漏えいした。 ・点検内容を見直し、目視確認で有意な腐食が認められた場合には、当該部の補修・取替を実施することとした。 ・試運転時に漏えい確認を実施し、漏えいのないことを確認していることから、高経年化対策の観点より現状の保全内容に追加すべき項目はないと評価した。
復水器洗浄装置制御盤の火災について(経年劣化事象: 電線管の腐食)	経年劣化事象として抽出していたが、点検範囲が不十分であった。	<ul style="list-style-type: none"> ・電線管の腐食により、雨水が電動弁の端子箱に流れ込み、端子箱内漏電が発生し、火災が発生した。 ・トラブル事象踏まえて点検マニュアルの目視点検周期を改訂した。 ・高経年化対策の観点から現状の保全内容に追加すべき項目はないと評価した。



30年目以降に福島第一1号炉で発生した事故・トラブルの原因を分析して、その結果が40年目の評価に的確に反映されていると評価した。



② 30年目以降の経年劣化傾向の評価

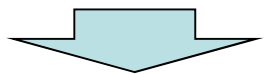
事業者は、40年目の技術評価項目として、30年目以降の経年劣化傾向の評価を実施した。

事業者の評価			国の主な確認内容
経年劣化事象	評価部位	経年劣化傾向の評価	
低サイクル疲労	原子炉圧力容器、PLR配管等	60年時点の過渡回数予測値及び疲れ累積係数の比較	最新規格、最新の実績過渡回数を用いて、疲れ累積係数を評価していることを確認し、30年目の評価結果と乖離が無いことを確認した。
中性子照射脆化	原子炉圧力容器	30年目評価脆化予測と過去10年間の監視試験データを反映した脆化予測との比較 JEAC4201-2004とJEAC4201-2007に従った予測値の比較	第3回目の監視試験で得られた関連温度は、30年目に実施した予測値を上回るものであったが、JEAC4201-2004の化学成分に基づく予測値(運転管理に使用)を上回るものではなく、特異な脆化傾向を示したものではないことを確認した。
応力腐食割れ (IASCC)	炉内構造物(炉心シュラウド等)	60年時点の累積照射量の比較	取替による累積照射量の低下、現状保全内容の妥当性及び追加保全の策定を確認し、30年目の評価結果と乖離が無いことを確認した。



② 30年目以降の経年劣化傾向の評価(続き)

事業者の評価			国の主な確認内容
経年劣化事象	評価部位	経年劣化傾向の評価	
2相ステンレス鋼の熱時効	PLRポンプ、弁	60年時点の熱時効予測評価及び想定欠陥による破壊評価の比較	30年目の評価では、文献データからBWRでは熱時効の影響は無いとしていたが、40年目の評価では1F1の代表部位で熱時効評価を実施していることを確認し、30年目の評価結果と乖離が無いことを確認した。
絶縁低下	事故時に機能要求があるケーブル	30年目時点と40年目時点での評価結果を比較(実機プラントの環境調査結果及びケーブル製造メーカーの違い等を反映)	40年目の評価では、ケーブルの健全性評価は実機環境調査結果及び製造メーカーを考慮して行っていることを確認し、30年目の評価結果と乖離が無いことを確認した。
コンクリートの強度及び遮へい能力低下	原子炉建屋等	30年目時点と40年目時点での評価結果を比較(予測評価に用いたデータの比較)	高度化した解析手法、環境条件を考慮して評価点を再選定していることなどを確認し、30年目の評価結果と乖離が無いことを確認した。



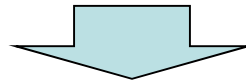
・30年目の予測評価の精度や信頼性に課題がなく、30年目の高経年化技術評価で想定した諸条件は妥当であるとともに、40年目の評価は30年目評価から大きく予測が変わるものでないと評価した。

・30年目の技術評価以降に得られた最新知見等が40年目の高経年化技術評価に的確に反映されていると評価した。

(2) 30年目の長期保守管理方針の有効性評価

① 30年目の長期保守管理方針の有効性評価に対する国からの指摘事項及びその対応

指摘事項	対応結果
1. 取替を実施した機器の長期保守管理方針の有効性評価は、当初に意図した効果を明確にするとともに、取替を行うことによってその効果が得られたか否かを明確にすること。	有効性評価については、予防保全工事、取替等を行っていることも具体的に記載され、有効性評価の記載内容の充実が図られた。
2. 応力腐食割れの有効性評価には点検のみでなく、予防保全工事、取替等を行っていることも記載すること。	
3. 同軸ケーブルの絶縁体の絶縁低下の長期保守管理方針の有効性評価について、記載の充実を図ること。	長期健全性試験を実施したケーブルに取り替えることにより、30年目の長期保守管理方針で意図した効果が得られたこと等が記載され、有効性評価の記載内容の充実が図られた。
4. 非常用ディーゼル発電機関の排気伸縮継手の低サイクル疲労に関する長期保守管理方針の有効性評価の記載については、点検結果に基づく評価内容に修正すること。	外的要因による保温板金の破損箇所から塩化物が雨水とともに流入したことによって、腐食が伸縮継手で発生していることが判明したため、取替を行っており、点検を実施したことにより健全性が維持できたことから長期保守管理方針は有効であったと、補正された。



高経年化技術評価書の補正書を確認した結果、指摘した事項を含め、30年目の長期保守管理方針の有効性評価の記載が充実されていることを確認した。



② 30年目の長期保守管理方針の有効性評価結果

30年目の長期保守管理方針		事業者の有効性評価	国の妥当性評価
1	原子炉再循環ポンプ等の疲労割れについては、実過渡回数に基づく疲労評価を実施する。	実過渡回数に基づく運転開始後60年時点での過渡回数を用いて疲労評価を実施し、健全性を確認し、次回高経年化の技術評価時に、実過渡回数の確認による疲労評価を行う。	通常保全として10年以内に再評価を行うとしており、妥当である。
2	非常用ディーゼル発電機関の排気伸縮継手の疲労割れについては、疲労評価結果を踏まえ、点検又は取替を実施する。	点検(目視及び浸透探傷検査)を実施し、健全性を確認し(うち1箇所は取替)、今後は現状保全として、目視点検等を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。
3	炉内構造物の中性子照射による靱性低下については、火原協「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」、日本機械学会「維持規格」又はNISA指示文書「欠陥の解釈」に基づく点検を実施する。また、点検結果及びオーステナイトステンレス鋼の中性子照射による靱性低下に関する安全基盤研究の成果が得られた場合には、保全への反映の要否を判断し、要の場合は実施計画を策定する。	目視点検を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、目視点検等を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。
4	原子炉圧力容器等の粒界型応力腐食割れについては、火原協「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」、日本機械学会「維持規格」又はNISA指示文書「欠陥の解釈」に基づく点検を実施する。また、点検結果及び粒界型応力腐食割れ発生に関する安全基盤研究の成果が得られた場合には、保全への反映の要否を判断し、要の場合は実施計画を策定する。	定期検査ごとに、目視検査、超音波探傷検査、漏えい検査等を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、目視検査、超音波探傷検査等を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。



② 30年目の長期保守管理方針の有効性評価結果(続き)

30年目の長期保守管理方針		事業者の有効性評価	国の妥当性評価
5	制御棒駆動水圧系配管及びステンレス製配管海水系配管の塩化物による応力腐食割れについては、原子力安全・保安院指示文書「制御棒駆動水圧系配管等ステンレス製配管の塩化物に起因する応力腐食割れに関する対応について」に基づき点検を実施する。	制御棒駆動水圧系配管について、目視点検及び付着塩分測定を実施するとともに、基準値を超えた箇所及び発錆部の浸透探傷検査を実施し、健全性を確認した。また、海水系配管の塩分測定及び目視点検を実施するとともに、基準値を超えていた箇所及び発錆部の浸透探傷検査を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、目視点検及び環境調査を継続していく。	健全性を確認したうえで検査及び環境調査を継続するものであり、妥当である。
6	炉内構造物の照射誘起型応力腐食割れについては、火原協「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン」、日本機械学会「維持規格」又はNISA指示文書「欠陥の解釈」に基づく点検を実施する。また、点検結果及び照射誘起型応力腐食割れ発生に関する安全基盤研究の成果が得られた場合には、保全への反映の可否を判断し、要の場合は実施計画を策定する。	炉心シュラウド、上部格子板、炉心支持板及び周辺燃料支持金具の取替を行うとともに対象部位の目視点検を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、目視点検を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。
7	制御棒の照射誘起型応力腐食割れについては、制御棒の点検を実施し、蓄積した点検データに基づき、保全への反映の可否を判断し、要の場合は予防保全措置の実施計画を策定する。	ハフニウムフラットチューブ型、ハフニウム／ボロン・カーバイド型については、全数取り出し、ボロン・カーバイド型については、制御棒外観点検を実施し、健全性を確認した。今後は使用期間により点検対象を定め、現状保全として、点検を継続していく	現在使用しているボロン・カーバイド型については、点検を継続するものであり、妥当である。
8	高圧タービン等の応力腐食割れについては、超音波探傷検査を実施する。	車軸ダブテール部の超音波探傷検査を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、超音波探傷検査を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。



② 30年目の長期保守管理方針の有効性評価結果(続き)

30年目の長期保守管理方針		事業者の有効性評価	国の妥当性評価
9	組合せ中間弁の弁体ボルトの応力腐食割れについては、目視点検に加えて、浸透探傷検査を実施する。	組合せ中間弁の弁体ボルトについて浸透探傷検査を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、浸透探傷検査を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。
10	原子炉格納容器のドライウェルスプレイヘッダ及びサプレッションチェンバスプレイヘッダの腐食については、内面の目視点検を実施する。	目視点検を実施し、健全性を確認した。今後はドライウェルスプレイヘッダ及びサプレッションチェンバスプレイヘッダの内面の目視点検を実施することを長期保守管理方針とした。	健全性を確認したうえで40年目以降も長期保守管理方針として点検を行うものであり、妥当である。
11	原子炉格納容器等の腐食については、肉厚測定を実施する。	肉厚測定を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、肉厚測定を継続していく。	健全性を確認したうえで肉厚測定を継続するものであり、妥当である。
12	原子炉冷却材浄化系再生熱交換器等の腐食については、肉厚測定を実施する。		
13	低圧タービンの内部車室の腐食については、肉厚測定を実施する。	内部車室の肉厚測定を実施し、必要箇所について肉盛溶接補修を実施した。今後は現状保全として、内部車室の肉厚測定を継続していく。	健全性を確認したうえで肉厚測定を継続するものであり、妥当である。
14	補機冷却海水系配管の内面腐食については、点検を実施する。	ライニング配管について、清掃実施後、目視点検を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、目視点検を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。
15	配管内面のエロージョン・コロージョン及びエロージョンについては、エロージョン・コロージョン及びエロージョンに関する日本機械学会「発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所 配管減肉管理に関する技術規格 JSME S NH1-2006」を踏まえつつ、安全基盤研究の成果が得られた場合には、保全への反映の要否を判断し、要の場合は社内指針を改定する。	継続的に配管肉厚測定を実施し、配管減肉データへ蓄積している。今後も計画的な肉厚測定により減肉傾向を監視していく。	通常保全に取り込まれ、計画的な肉厚測定により減肉傾向を監視していることから、妥当である。



② 30年目の長期保守管理方針の有効性評価結果(続き)

30年目の長期保守管理方針		事業者の有効性評価	国の妥当性評価
16	後打ちケミカルアンカの樹脂の劣化については、類似環境下にある機器の取替が行われる場合、調査を実施する。	SJAE 室壁面、床面のケミカルアンカの引張り試験をサンプリングにて実施し、健全性を確認した。なお、データの拡充を図るため、当該1号炉も含め原子力発電所共通として、ケミカルアンカを取り外す場合に調査を実施することを長期保守管理方針とした。	データの拡充を図るため、実機調査を引き続き長期保守管理方針とするものであり、妥当である。
17	機器付基礎ボルト、主要変圧器(タンク、底板ビーム)等の腐食については、機器の取替が行われる場合、調査を実施する。	原子炉再循環系MG セットの基礎ボルトの外観目視点検、引張り試験等をサンプリングにて実施し、健全性を確認した。なお、データの拡充を図るため、当該1号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す場合に調査を実施することを長期保守管理方針とした。	データの拡充を図るため、実機調査を引き続き長期保守管理方針とするものであり、妥当である。
		38年間使用した主要変圧器のタンク底板及びビームの腐食量測定を行ない、問題となる様な腐食が発生していないこと、運転開始後60年時点のタンク底板腐食量を推定した結果、変圧器タンク強度の確保に必要なタンク肉厚は維持可能であることが確認し、今後は新たな調査は実施しない。	実機調査に基づき60年供用時に健全と評価しており、妥当である。
18	可燃性ガス濃度制御系設備の加熱管、再結合器及び冷却器のクリープについては、代表機器の内部の目視点検を実施する。	代表機器(加熱管)の目視点検を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、目視点検を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。



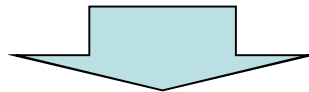
② 30年目の長期保守管理方針の有効性評価結果(続き)

30年目の長期保守管理方針		事業者の有効性評価	国の妥当性評価
19	<p>高圧難燃PN ケーブル等の絶縁体の絶縁特性低下については、機器の取替が行われる場合に実機ケーブルを採取し、これを用いた再評価を実施する。</p>	<p>高圧難燃PN ケーブルについては、長期健全性試験を実施した高圧難燃CV ケーブルへの取替を実施した。CV ケーブル、難燃PN ケーブル、KGB ケーブルについては、劣化確認試験を実施した結果、問題となるような絶縁低下がないことを確認した。なお、その他のケーブルについては、機器取替等の適切な機会が無かった。今後は、現状保全として、絶縁抵抗測定、系統機器の動作試験を実施していく。</p>	<p>現状保全として絶縁抵抗測定、系統機器の動作試験を実施しており、妥当である。</p>
20	<p>同軸ケーブルの絶縁体の絶縁特性低下については、実機ケーブルを用いた60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した長期健全性試験を実施し、健全性の再評価を実施する。この再評価結果に基づき、保全への反映の要否を判断し、要の場合は実施計画を策定する。</p>	<p>二重同軸ケーブルは、長期健全性試験を実施している難燃三重同軸ケーブルと絶縁体及び製造メーカーが同一である難燃二重同軸ケーブルに取替を実施した。また、難燃一重同軸ケーブルは、長期健全性を実施している難燃三重同軸ケーブルと絶縁体及び製造メーカーが同一であることを確認した。今後は現状保全として、絶縁抵抗測定、静電容量測定を実施していく。</p>	<p>現状保全として絶縁抵抗測定、静電容量測定を実施しており、妥当である。</p>
21	<p>同軸コネクタの絶縁体の絶縁特性低下については、60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した長期健全性試験を実施する。この試験結果に基づき、保全への反映の要否を判断し、要の場合は実施計画を策定する。</p>	<p>同軸コネクタ(架橋ポリスチレン)については、実機同等品を用いて長期健全性試験を実施し36年間の健全性を維持できると評価した。今後は現状保全として、定期的な取替を実施していく。</p>	<p>定期的な取替と合わせ、運転開始後60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した健全性を確認しており、妥当である。</p>



② 30年目の長期保守管理方針の有効性評価結果(続き)

30年目の長期保守管理方針		事業者の有効性評価	国の妥当性評価
22	原子炉格納容器の電気ペネトレーション(キャニスタ型及びモジュール型)の絶縁特性低下及び気密性低下については、60年間の運転期間及び事故時雰囲気による劣化を想定した長期健全性試験を実施する。この試験結果に基づき、保全への反映の要否を判断し、要の場合は実施計画を策定する。	絶縁性能を維持するため、運転開始後22年に40年間を想定した長期健全性試験に合格したモジュール型電気ペネトレーションに取替を実施した。	取替に伴い、当初意図した、運転開始から60年間の絶縁性能、気密性能が維持できることを確認できており、妥当である。
		絶縁性能を維持するため、運転開始後22年に40年間を想定した長期健全性試験に合格したモジュール型電気ペネトレーションに取替を実施した。	
23	原子炉建屋、タービン建屋及び取水構造物のコンクリートの強度低下については、定期的な非破壊検査又は破壊検査により強度の確認を実施する。	原子炉建屋、原子炉ペDESTALにおいて、シュミットハンマー法及び超音波法による強度確認を実施し、健全性を確認した。今後は現状保全として、非破壊検査等を継続していく。	健全性を確認したうえで検査を継続するものであり、妥当である。



30年目の長期保守管理方針が適切に実施され、場合によっては追加的な予防保全も実施され、この結果、30年目の評価時に意図した効果が得られていると評価した。



4. 長期保守管理方針

- ・現状保全に追加すべき保全策とされたものについて、具体的な保全方針を定めた以下の長期保守管理方針を策定。

番号	経年劣化事象	項目	実施時期*1
1	照射脆化	最新の脆化予測式による評価を実施し、その結果を踏まえ、確立した使用済試験片の再生技術の早期適用による追加試験の要否を判断し、要の場合はそれを反映した取出計画を策定	中長期
2	応力腐食割れ	気体廃棄物処理系排ガス予熱器等について、探傷可能な範囲の耐圧部の溶接部について超音波探傷検査による点検を実施	短期
3	全面腐食	原子炉格納容器のドライウェルスプレイヘッダ及びサプレッションチャンバスプレイヘッダについて、内面の目視点検を実施	中長期
4	全面腐食	気体廃棄物処理系炭素鋼配管の地中埋設部について、代表部位の目視点検を実施	中長期
5	全面腐食	可燃性ガス濃度制御系設備(気水分離器、配管)について、肉厚測定を実施	短期
6	配管減肉	肉厚測定による実機測定データに基づき耐震安全性評価を実施した炭素鋼配管について、今後の減肉進展の実測データ値を反映した耐震安全性評価を実施	短期(終了は中長期)
7	樹脂劣化	後打ちケミカルアンカの樹脂の劣化について、福島第一1号炉も含め原子力発電所共通として、取り外す場合に調査を実施	中長期
8	全面腐食	機器付基礎ボルト等の腐食について、福島第一1号炉も含め原子力発電所共通として、基礎ボルトを取り外す場合に調査を実施	中長期
9*2	絶縁劣化	事故時雰囲気内で機能が要求される低圧ポンプモータについて、実機同等品を用いて事故時耐環境性能に関する評価を実施	中長期
10	絶縁劣化	事故時雰囲気内で機能が要求される難燃CVケーブル、難燃一重同軸ケーブル*2、難燃二重同軸ケーブル*2について、実機同等品を用いた長期健全性試験による評価を実施	中長期

*1 : 短期は平成23年3月26日からの5年間、中長期は平成23年3月26日からの10年間に実施

*2 : 審査の過程で追加された長期保守管理方針



番号	経年劣化事象	項目	実施時期*1
11	絶縁劣化	事故時雰囲気内で機能が要求される端子台接続、直ジョイント接続*2、同軸コネクタ接続について、実機同等品を用いて事故時耐環境性能に関する評価を実施	中長期
12	特性変化 ・絶縁劣化	事故時雰囲気内で機能が要求される圧力伝送器／差圧伝送器(ダイヤフラム式)等の特性変化及び温度検出器(熱電対式、測温抵抗体式)等の絶縁特性低下について、事故時耐環境性能に関する評価を実施	中長期
13*2	導通不良	事故時雰囲気内で機能が要求される流量検出器について、実機同等品を用いて事故時耐環境性能に関する評価を実施	短期
14	絶縁低下	事故時雰囲気内で機能が要求される電動弁用駆動部について、実機同等品を用いて事故時耐環境性能に関する評価を実施	中長期
15*2	応力腐食割れ	水位計装ノズル及びセーフエンドの粒界型応力腐食割れの耐震安全性評価について、評価期間(5.1EFPY)に達する前にサポート追設等を含めた再評価を実施	短期
16*2	照射誘起型応力腐食割れ	上部格子板グリッドプレートについて、き裂の検出精度を高めた目視点検を実施	中長期

*1 : 短期は平成23年3月26日からの5年間、中長期は平成23年3月26日からの10年間に実施

*2 : 審査の過程で追加された長期保守管理方針



今後10年間に実施すべき追加保全策に基づいて長期保守管理方針が策定されていることを確認し、長期保守管理方針は妥当であると判断した。

