

2014年春の大会
標準委員会セッション2(システム安全専門部会)
「原子力プラントの長期にわたる安全確保の取り組み」

原子力発電所の高経年化対策実 施基準本格改定(案)の概要

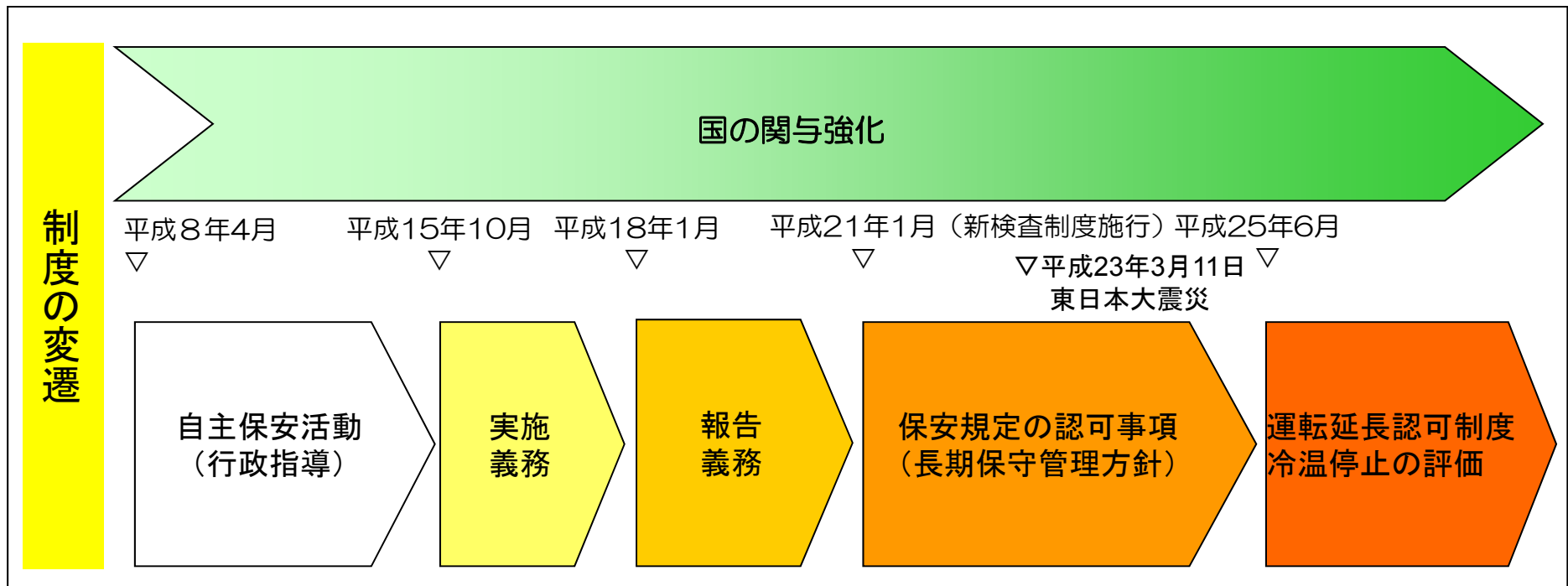
平成26年3月27日(木)

原子力エンジニアリング 三山 彰一

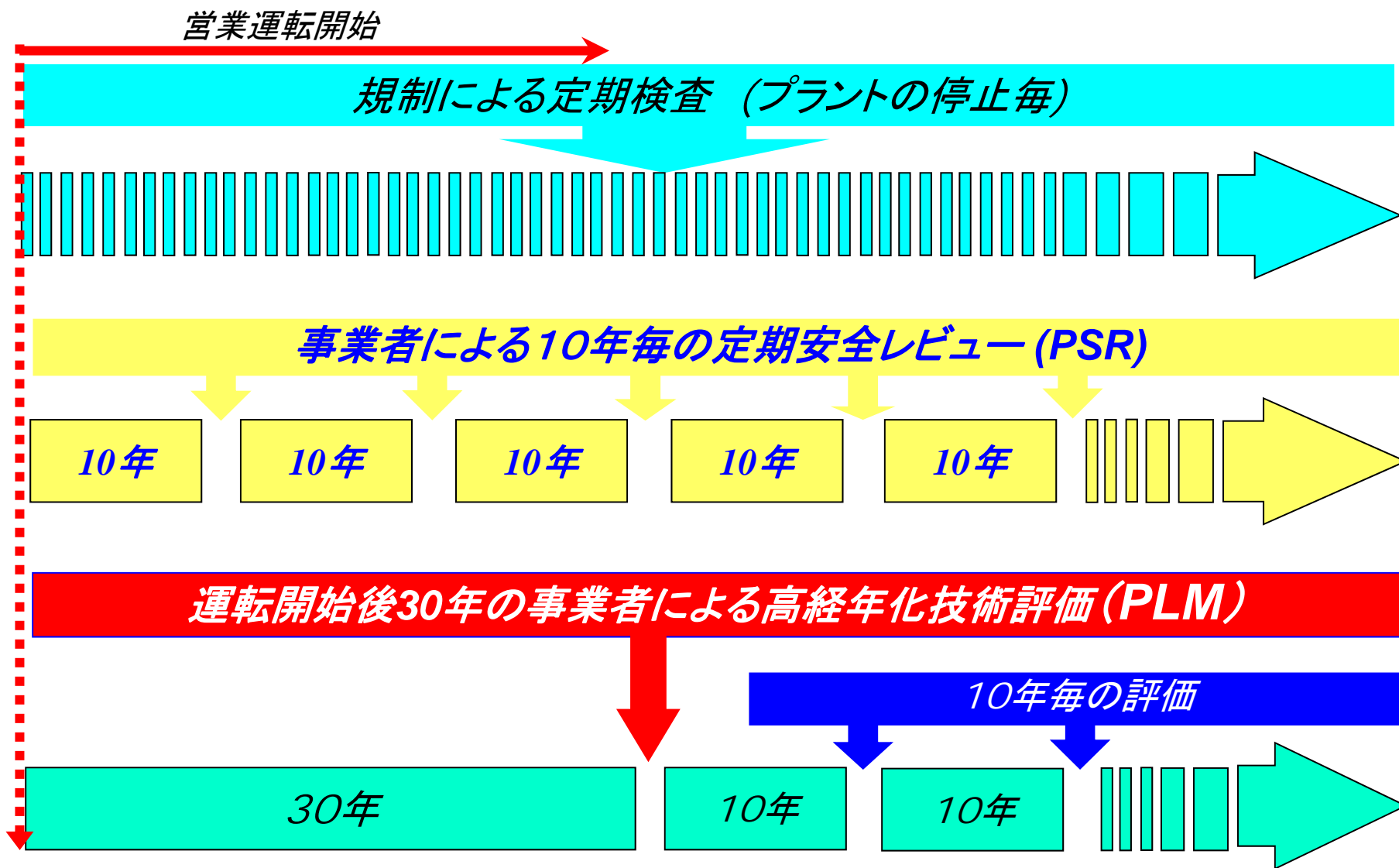
(PLM分科会 幹事)

高経年化対策検討の経緯

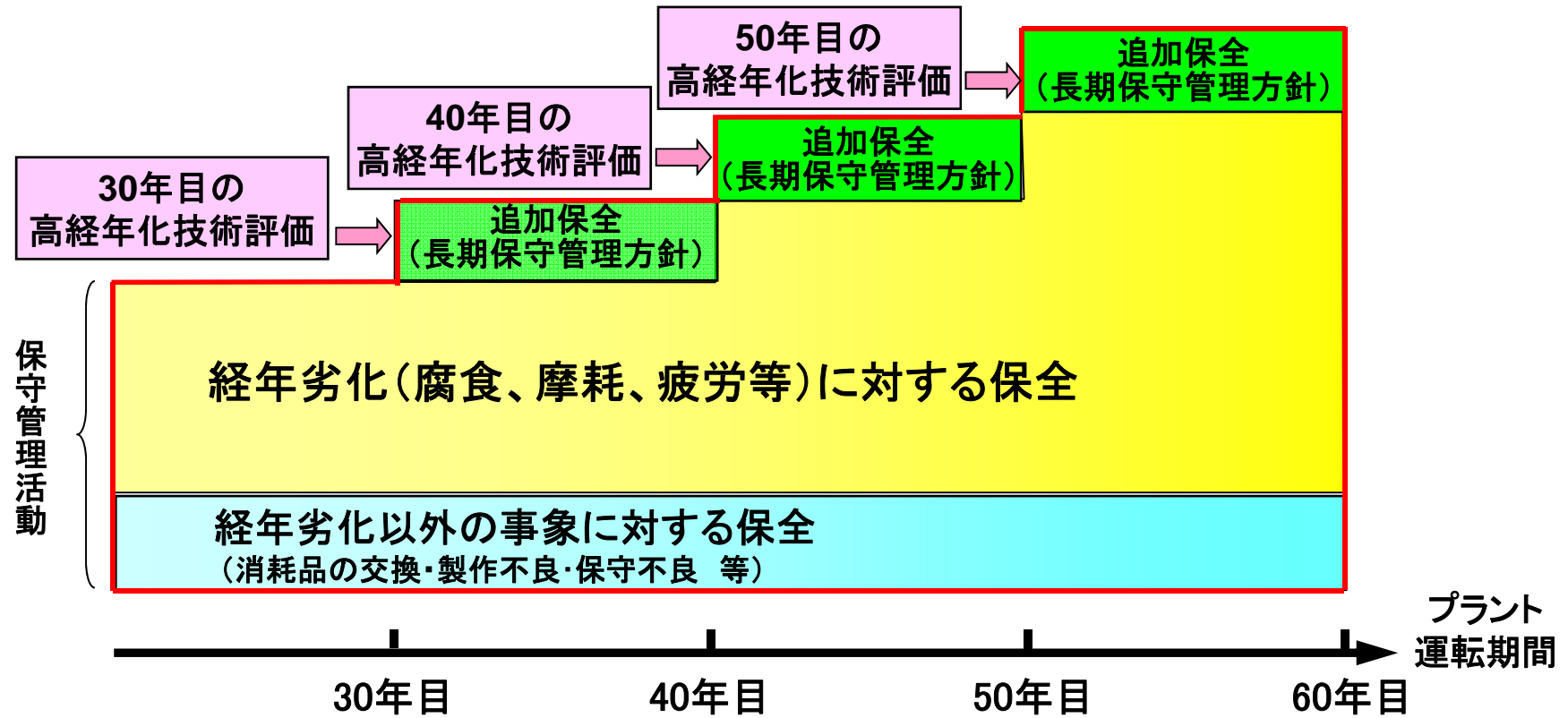
- 平成8年4月に資源エネルギー庁が「高経年化に関する基本的な考え方」を公表、原子力発電所の高経年化対策の実施について指示。



原子力発電所の保全活動



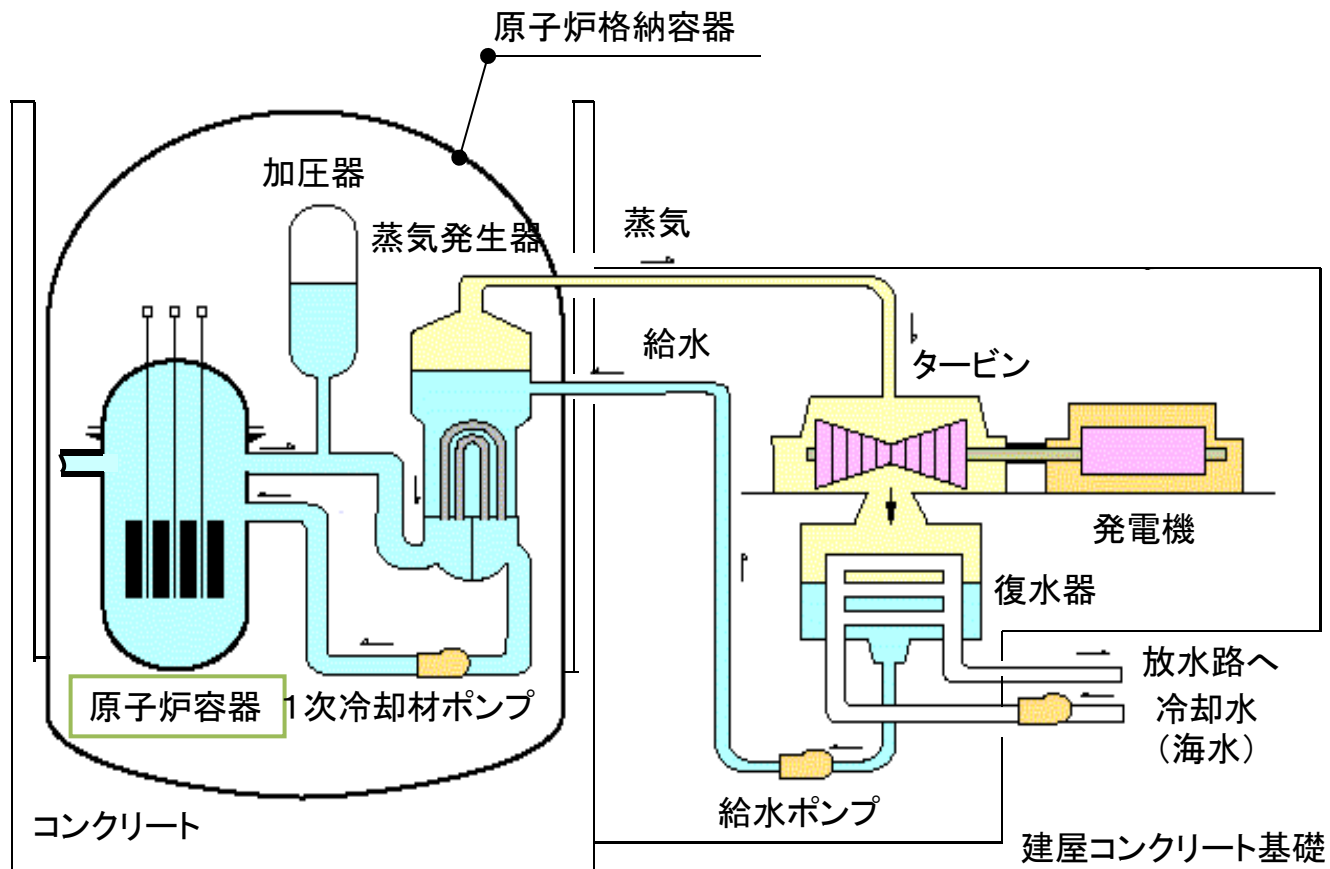
高経年化対策検討を踏まえた 原子力発電所の保全活動



運転開始後30年目に、60年間の運転を仮定した高経年化技術評価を行い、この評価に基づき、追加すべき保守管理の方針(長期保守管理方針)を定め、保安規定の保全プログラムに追加する。以降、10年毎に評価。

高経年化技術評価の例

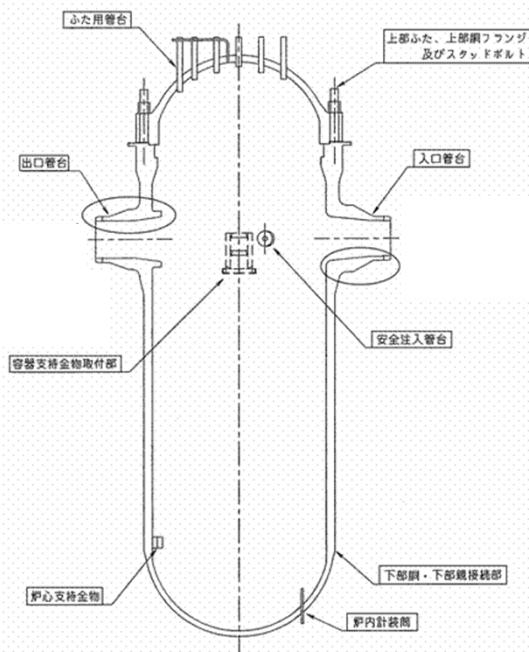
- 原子力発電所の安全上重要な構築物，系統及び機器



高経年化技術評価の例

— 疲労割れの例 —

- プラント実過渡回数から、60年時点の過渡回数を推定し、60時点での疲れ累積係数を評価(環境を考慮した評価, 耐震安全性評価も実施)し、許容値を満足していることを確認。



- 定期的な超音波探傷検査等の非破壊検査や、漏えい試験で健全性を確認している
 - 高経年化技術評価に合わせて、実過渡回数に基づく評価を実施している
- ↓
- 疲労割れが問題となる可能性はないが、今後も実過渡回数を把握し、評価する必要がある

現状保全に追加すべき保全項目があれば抽出する

高経年化対策

(PLM: Plant Life Management)とは？

保守管理のうち原子力発電所の構築物，系統及び機器に想定される経年劣化事象に対して，長期間の供用を考慮した活動を行うこと。

✓ 対象設備

原子力発電所の安全上重要な構築物，系統及び機器

✓ 評価期間

60年

✓ 想定される経年劣化事象

疲労割れ，中性子照射脆化，減肉 等

評価期間に対する高経年化技術評価を行い，現状保全に追加すべき保全項目（長期保守管理方針）を抽出

高経年化対策実施(PLM)基準

1章:適用範囲

2章:用語及び定義

3章:最新知見及び運転経験の反映

4章:運転初期からの経年劣化管理

5章:10年ごとの経年劣化管理

6章:高経年化対策検討

7章:長期保守管理方針に基づく保守管理

8章:高経年化対策検討の再評価

9章:高経年化対策検討の変更

附属書A(規定)経年劣化メカニズムまとめ表に基づく経年劣化管理

附属書B(規定)10年ごとの経年劣化管理の実施方法

附属書C(規定)経年劣化事象に対する技術評価の実施方法

附属書D(規定)耐震安全性評価の実施方法

附属書E(参考)経年劣化事象一覧表

附属書F(参考)経年劣化事象の特性に応じた経年劣化管理の考え方

高経年化対策実施基準の検討経緯

初版

- 平成11年から電気事業者が行っていた高経年化対策の内容を取り纏め、原子力発電所の高経年化対策実施基準（PLM基準）：2007として平成19年3月に発行

2008年版

- 国の規制要求（保安規定との関係強化等）に伴う改定を行い、PLM基準：2008として平成21年2月に発行



本格改定を実施中

PLM基準2008版の主な改訂内容

①プラント運転年数に応じた高経年化対策の検討

高経年化対策は、供用期間によらず、長期間の供用に伴う経年劣化の特徴を把握して、これに的確に対応した保守管理を行うこと。

原子力発電所の保守管理を適切に行うには、運転年数に従って、連続性を持った経年劣化管理が有効。

①短期的な観点からの保守管理活動:

「運転初期からの経年劣化管理」



附属書A

②中期的な観点からの保守管理活動:

「10年ごとの経年劣化管理」



附属書B

③長期的な観点からの保守管理活動:「高経年化対策検討」

②高経年化対策知見の整理（PLM基準2008版附属書A）

これまでの高経年化技術評価結果

- 対象設備 重要度分類 クラス1～3
- 最新知見(最新の研究成果、評価手法etc)
- 運転経験(国内外トラブル)
- 技術評価
 着目すべき部位・経年劣化事象の抽出
 健全性評価+現状保全+総合評価

↓
 長期保守管理方針(研究開発課題を含む)

知見の集約

経年劣化メカニズムまとめ表

これまでの高経年化技術評価結果の知見を基に、高経年化対策上考慮すべき経年劣化事象を集約・整理。

P01-01 ポンプ（ターボポンプたて置斜流/海水/ステンレス鋼）

No.	機能達成に必要な項目	部位	材料	経年劣化事象	備考
1	ポンプの容量-揚程 確保	主軸	ステンレス鋼	摩耗	
2		主軸	ステンレス鋼	腐食（孔食他）	
.	
13	ハウンドリの維持	吐出曲管	铸铁	腐食（孔食他）	
14		吐出管	铸铁	腐食（孔食他）	
.	
23	機器の支持	台板	ステンレス鋼	(想定されず)	
24		基礎ボルト	ステンレス鋼	(想定されず)	
.	

高経年化技術評価の知見を包括的、網羅的にとりまとめ附属書A経年劣化メカニズムまとめ表として整理した。

201X本格改定の主な項目

○最新知見の反映

- ・高経年化対策実施ガイド
- ・海外情報(IGALL), 民間規格, 基盤整備事業国プロ成果等の反映
- ・東日本大震災(福島事故)に係る反映
(福島事故に係る意見聴取会, 事故報告書等)

○経年劣化メカニズムまとめ表(附属書A)への耐震評価情報の追加等(本文、附属書A、附属書D)

①評価対象期間の考え方の整理

評価対象期間60年と設定。長期停止するプラント等を考慮し、次に実施する高経年化対策検討までの期間やプラント運転継続期間を基に、技術評価の保守性を考慮して運転開始後30年から10年以上を評価対象期間として設定可能として規定した。(6.3.3.2 健全性評価)

②長期停止中のプラントの技術評価

地震、事故等によって長期停止を伴ったプラントに対する技術評価では、長期停止に至った理由や長期停止中の運転状態等を考慮して部位・経年劣化事象の抽出を行い、長期停止による影響を考慮した技術評価を行うことを規定。(6.3.3 経年劣化事象に対する技術評価 他)

③耐津波安全性評価の追加

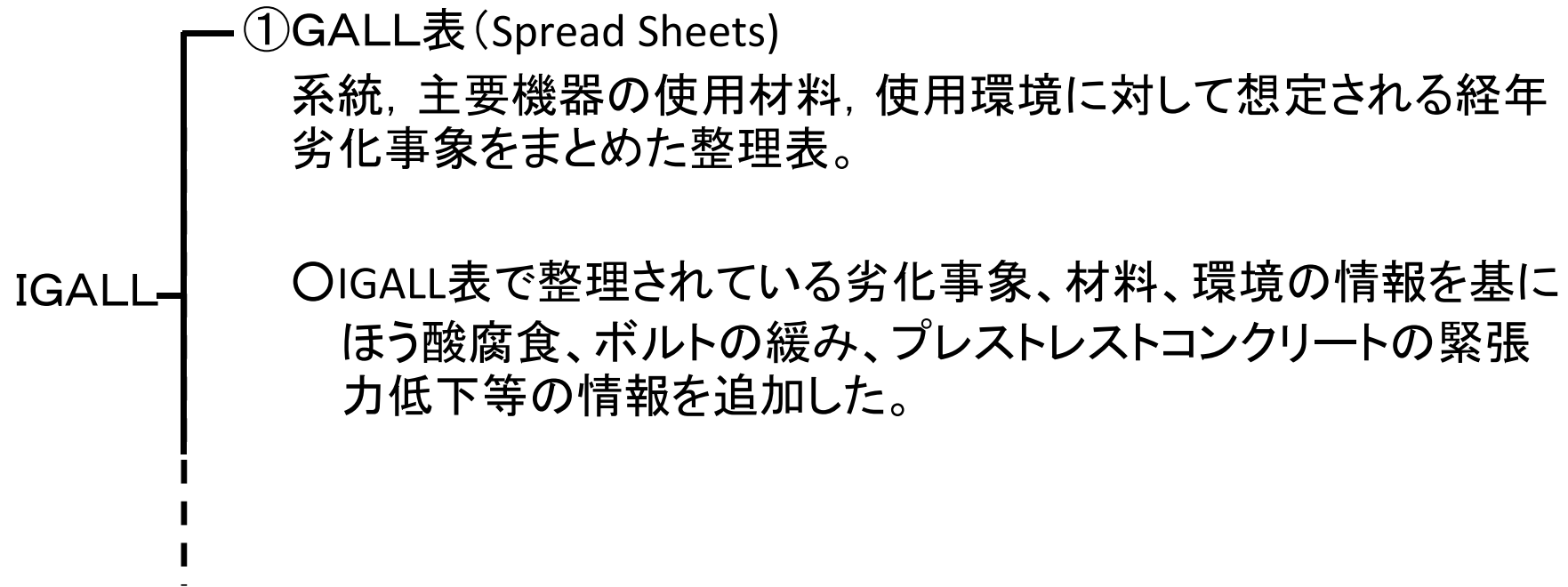
高経年化対策実施ガイドで新たに要求されている経年劣化を考慮した耐津波安全性評価について規定を行った。

④民間規格等の最新知見を反映

- ・日本機械学会 環境疲労評価手法(JSME S NF1-2009)
- ・日本電気協会 原子力発電所の安全系電気・計装品の耐環境性能の検証に関する指針(JEAG4623-2008)
- ・国プロジェクト“原子力プラントのケーブル経年劣化評価技術調査研究”の成果に基づく“ケーブル経年劣化評価試験ガイド” など

⑤IAEA IGALL知見の反映

IAEA IGALL (International Generic Ageing Lesson Learned:研究成果と運転経験の蓄積を基に、劣化メカニズムと影響についてまとめたガイド)について、PLM標準への反映を行った。



⑤IAEA IGALL知見の反映(続き)

②AMP(経年劣化管理プログラム)

経年劣化事象や機器の劣化等に対する予防措置, 検知方法, モニタリングや傾向監視, 緩和策, 許容基準等を整理したもの。

③TLAA(時間限定解析)

設計解析においてプラント運転期間に関する条件が想定されているもの(疲労など)を整理したもの

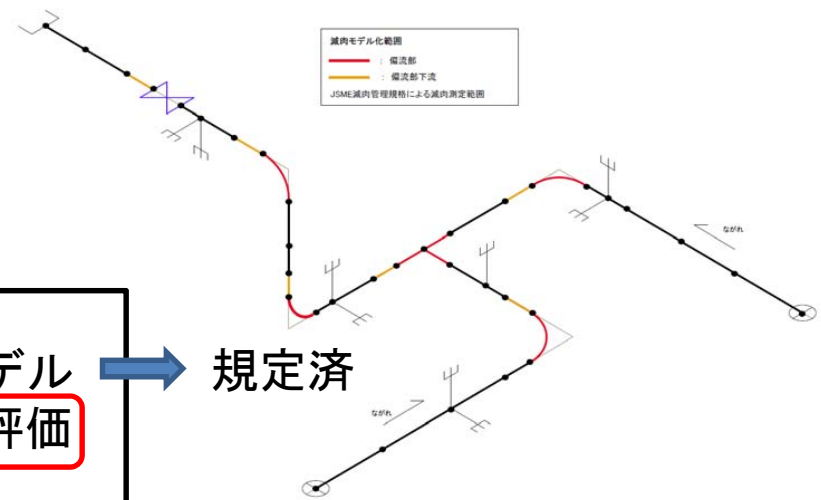
○PLM基準では, 経年劣化事象の発生や進展の特性等検討を行い, 評価対象期間に基づく解析評価により傾向監視を実施する事象として, 低サイクル疲労, 中性子照射脆化等の8事象を抽出し, 評価について附属書Cで規定している。

○これら8事象及び新たに附属書Eに追加した経年劣化事象に対してAMP, TLAAから反映すべき事項の検討を行った。

⑥減肉配管の耐震安全性評価の方法

配管の局所的な減肉による耐震性への影響評価

- ①配管の減肉形状を模擬した減肉配管モデル
- ②健全配管モデルの評価結果を補正して評価



規定済

原子力安全・保安院の高経年化対策強化基盤整備事業の成果「平成22年度高経年化対策強化基盤整備事業-技術情報基盤の整備等-成果報告書」の検証結果及び日本機械学会 論文の知見を反映し，健全配管モデルの評価結果を用いて断面係数比，応力係数比，応答加速度比による評価方法について規定を行った。

⑦附属書Aへの耐震評価情報の追加

- 高経年化技術評価の知見を活用した附属書Aへの耐震評価情報を追加



8事象以外は、日常管理による監視を前提として8事象を中心とした技術評価報告書作成に対応可能。

- 附属書Aに新たにプラントの高経年化技術評価の知見を取り込み

⑦附属書Aへの耐震評価情報の追加(続き)

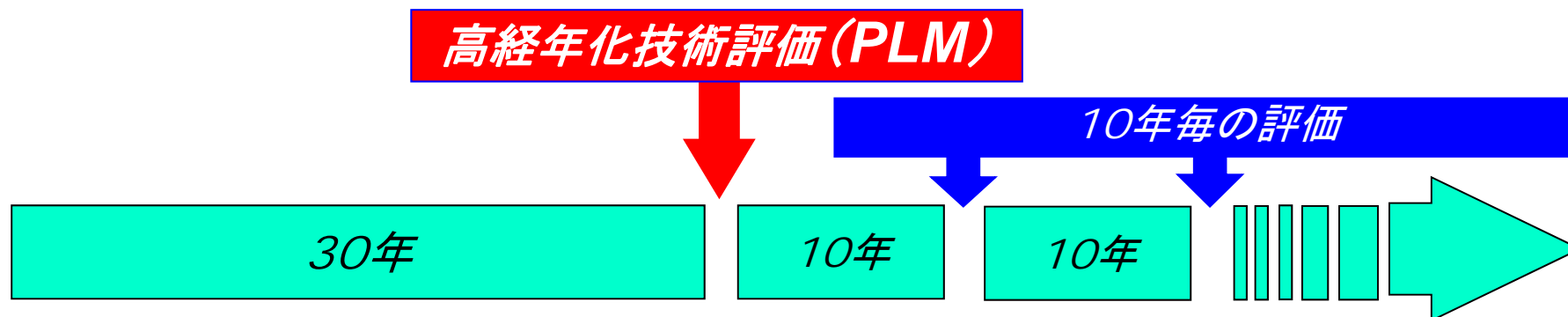
・ポンプ、熱交換器の例

No.	機能達成に必要な項目	部位	材料	経年劣化事象	耐震安全上の		耐震上の影響		
					静的機能	動的機能			
1	ポンプの容量・揚程確保	主軸	ステンレス鋼	摩耗	/	/	▼		
2				疲労割れ(高サイクル疲労割れ)	/	☆	/		
3				羽根車	ステンレス鋼鋳鋼, 銅合金鋳物	腐食(キャビテーション)	/	/	/
4				羽根車リング	-	(消耗品・定期取替品)	/	/	/
5	伝熱性能の確保	伝熱管	インコネル690合金	疲労割れ(フレットング疲労割れ)	/	/	▼		
6				管板クレビス部応力腐食割れ	★	/	/		
7				デントィング	/	/	▼		
8				スケール付着	/	/	▼		
9		振止め金具	ステンレス鋼	摩耗	★	/	▼		
10	バウンダリの維持	冷却材出入口管台セーフエンド(ステンレス鋼)	ステンレス鋼(インコネル肉盛)	応力腐食割れ	★	/	◎		
12		1次側マンホール	低合金鋼(インサートプレートはステンレス鋼)	(想定されず)	★	/	/		
13		管板		低合金鋼(インコネル肉盛)	疲労割れ	/	/	◎	
14					肉盛部応力腐食割れ	★	/	▼	
15					肉盛下層部のき裂	/	/	/	
16		ガスケット	-	(消耗品・定期取替品)	★	/	/		
17		仕切板		インコネル600合金	応力腐食割れ	★	/	▼	
18	インコネル690合金			応力腐食割れ	/	/	/		

耐震安全上の(原子力発電所耐震設計技術指針(JEAC4601)により整理)

- ・静的機能— ★:評価対象、/ :評価対象外
- ・動的機能— ★:評価対象、☆:剛でない場合は評価対象、* :一般の耐震設計で対応、/ :評価対象外
- ・影響— ◎:あり、■:軽微、▼:経年劣化管理状況を確認して◎か■か判定する、/ :評価対象外

⑧高経年化対策検討の再評価



- 40年目(2回目)の高経年化技術評価の再評価では、30年目で実施した高経年化対策検討の有効性確認。

①経年劣化傾向の評価

高経年化技術評価で予測した経年劣化の発生・進展の傾向と、実機データから得られた傾向に乖離がないか評価。

②保全実績の評価

現状保全継続により健全性を維持可能とした経年劣化事象について、保全実績に基づいて、保全の有効性を確認。

③長期保守管理方針の有効性評価

高経年化対策検討で策定した長期保守管理方針の有効性を評価。