安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組

プラント長期停止期間中における保全について

2020年3月6日

原子力エネルギー協議会

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

目次

１．はじめに
２．「長期停止中における保全ガイドライン」の構成、使い方
３．運転期間に影響を与える可能性がある取替困難機器の経年劣化と保全ポイント
４．ATENAガイドの活用（事業活動への反映等）
５．まとめ

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

1．はじめに

- ATENAは、各プラントにおける今後の安全な長期運転に向け、長期停止が大幅に長期化している状況にも的確に対応していくため、「物理的な経年劣化」に関する今後の取組方針として以下を特定。

> ＜今後の取組方針＞ （第10回 NRA-CNO意見交換会資料より）
>
> ・ATENAは、長期停止期間中の経年劣化評価結果も踏まえ、長期停止中の保全計画策定の基本的な考え方をガイドとして作成。

- **本日は、ATENAがとりまとめている「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン（以下、「ATENAガイド」） 」を説明**。

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

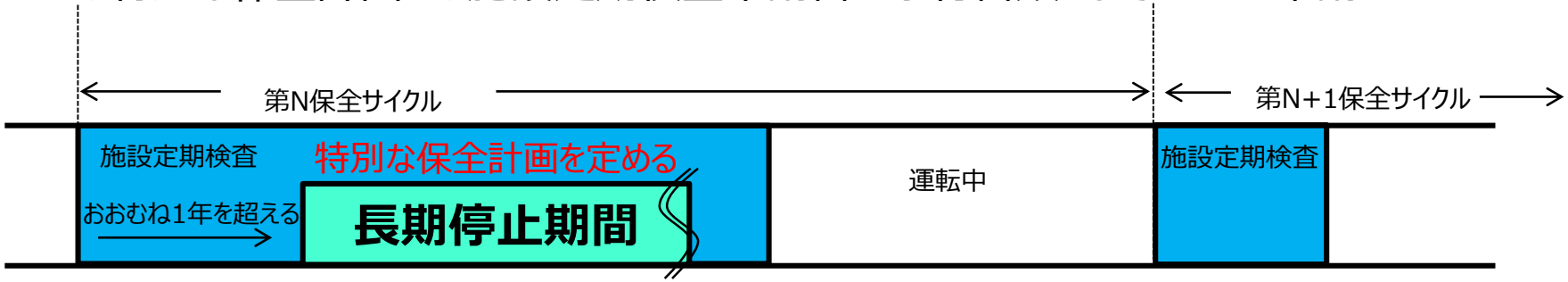
1．はじめに（長期停止期間中における保全活動（現状））

＜通常保全サイクル＞

- 事業者は、運転期間にわたる機器・構造物の安全機能維持のため、**「保全計画」**の策定、実施、評価、見直しのPDCAを回しながら経年劣化管理を実施。
- また、運転期間が30年を超過する原子炉施設については、高経年化技術評価（PLM）にて、長期運転期間中の劣化を想定した評価を行い、長期施設管理方針を定めて、保全計画に反映。

＜長期停止期間中＞

- 停止期間がおおむね1年を超える「特別な状態」の場合、法令※1及び規制ガイド※2に従い、各事業者において**「特別な保全計画」**を定め、停止期間中の機器・構造物の使用状態や劣化を考慮の上、追加点検や保管対策を実施。
- また、特別な保全計画は、施設定期検査申請書の添付書類としてNRAに申請。



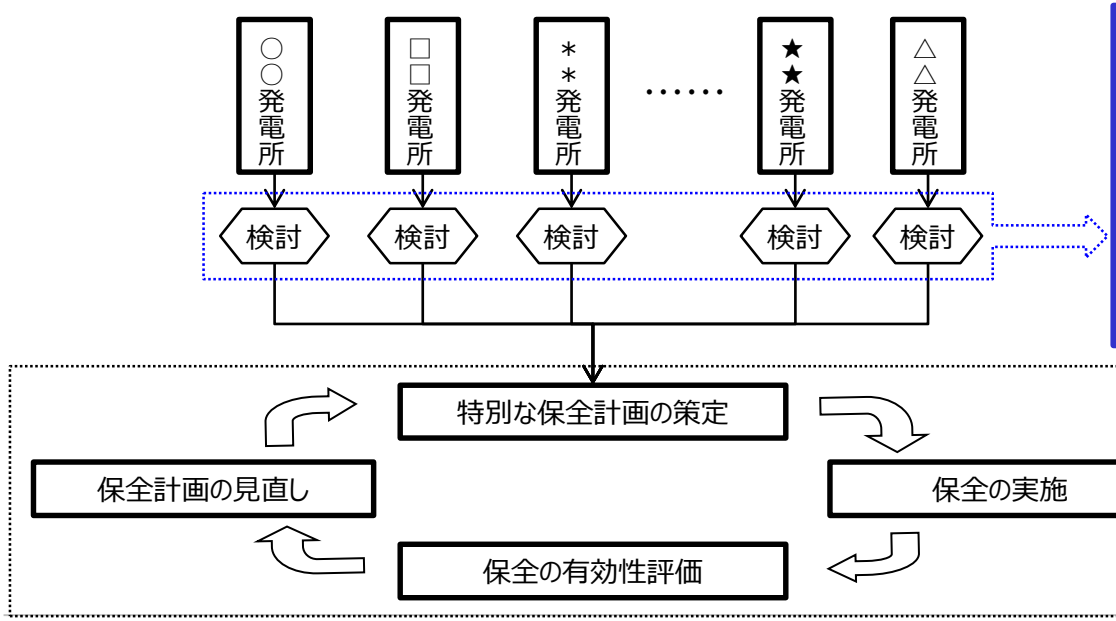
※１：実用発電用炉規則第81条1項第7号

※２：発電用原子炉施設の使用前検査、施設定期検査及び定期事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則のガイド
（2020年4月以降は、原子力事業者等における使用前事業者検査、定期事業者検査、保安のための措置等に係る運用ガイド）

1．はじめに（ATENAガイド作成の目的）

- 長期停止期間が大幅に長期化している状況を踏まえ、各事業者が、長期停止期間中における経年劣化事象をもとに、経年劣化管理を確実に行うことは、再稼働後の機器・構造物の安全機能を確保し、今後の安全な長期運転を実現していくためにも重要。
- ATENAガイドは、**保全を行う各事業者の発電所の現場において、長期停止期間中の経年劣化の適切な管理に活用**されることを念頭に作成。

  学協会規格（PLM学会標準）の経年劣化事象に係る知見に加え、各発電所が長期停止期間中の保全活動で得た経験も取り込み、長期停止期間中の経年劣化事象を整理した上で、**特別な保全計画を作成する基本的な考え方をガイドに取りまとめ。**



特別な保全計画の策定にあたっての基本的な考え方をATENAガイドとして取りまとめ

- 「特別な保全計画」の策定に関する基本的な考え方（本文・添付資料）
- 運転期間に影響する可能性がある取替困難な機器構造物の経年劣化事象及び保全ポイント　（別添A）

現場の保全担当者がガイドを活用

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

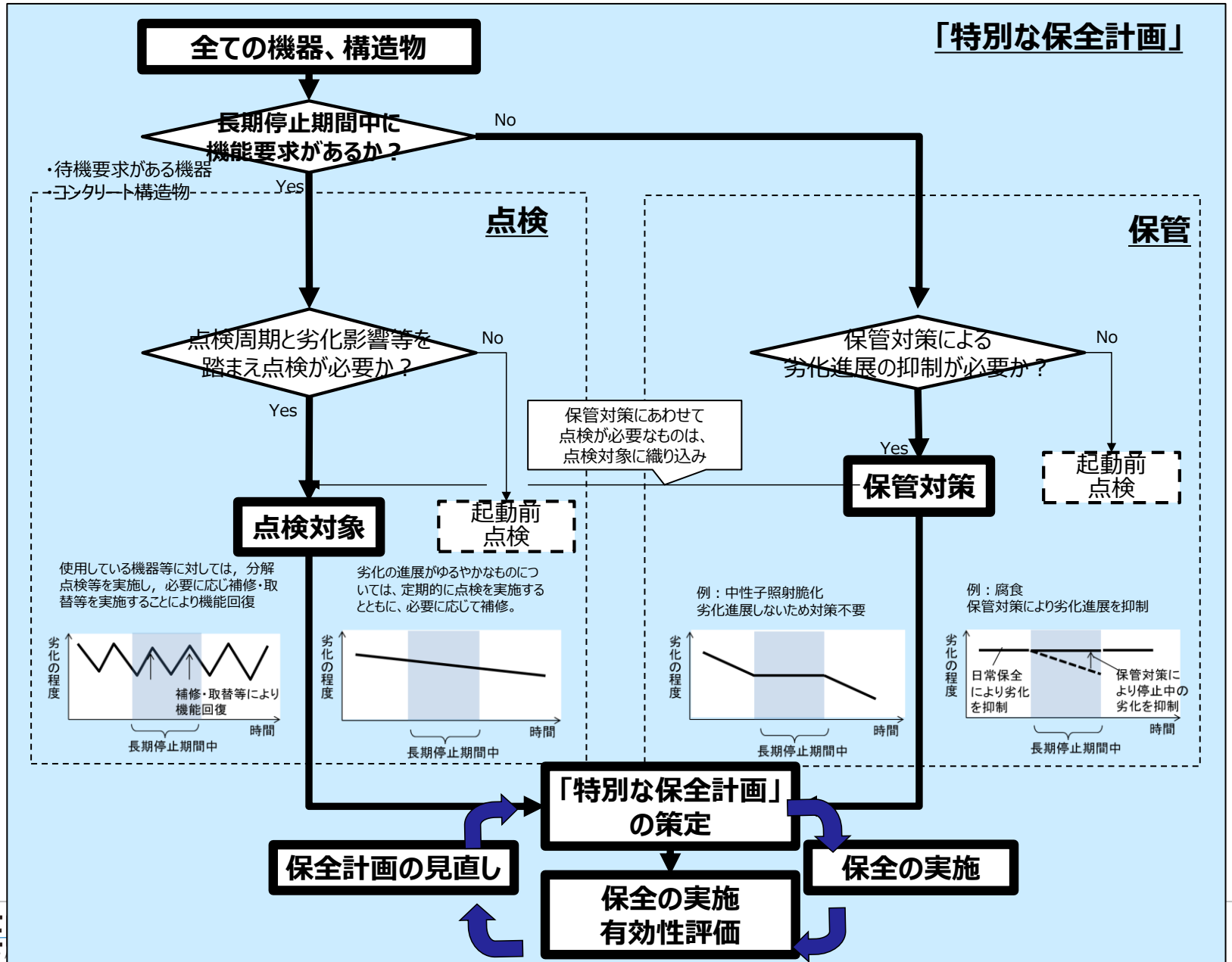
2．ATENAガイドの構成について

＜ATENAガイド＞

- 本文：特別な保全計画策定の基本的な考え方 ⇨ 7
- 添付資料：「構築物、系統及び機器において長期停止期間中に想定される経年劣化事象一覧」 ⇨ 8 9
- 別添：「プラント運転期間に影響する可能性がある取替困難な構築物,系統及び機器の経年劣化事象及び保全ポイント」 ⇨ 12
- 解説

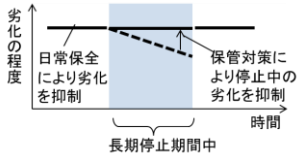
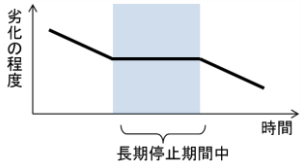
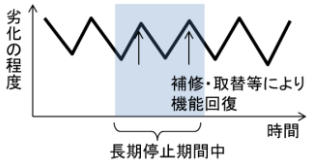
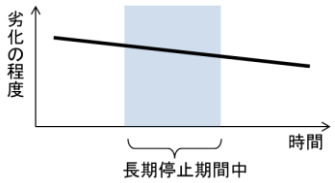
Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

2．ATENAガイド：本文



2．ATENAガイド：添付（1/2）

- 添付資料①では、使用しない機器を対象として、PLM学会標準をベースに、長期停止期間中の機器・構造物の状態を踏まえた経年劣化事象の想定要否を整理。
- 添付資料②では、使用する機器を対象として、通常保全サイクルよりも進展程度が大きい可能性のある経年劣化事象を整理。

分類	経年劣化事象の傾向	経年劣化事象の例	ATENAガイドへの反映
機能要求がない機器等	保管状態次第で経年劣化事象は進展する可能性 	腐食　⇒停止中も進行する可能性	添付資料① 想定要否を「○×」で分類
		固着　⇒停止に伴い進行する可能性	
	経年劣化事象は進展しない 	中性子照射脆化、疲労	
機能要求がある機器等	使用に伴い経年劣化は進展 	腐食（全面腐食） ⇒通常保全サイクルと変わりなし	（PLM学会標準参照）
		摩耗 ⇒通常よりも使用頻度が増える場合は、通常保全サイクルよりも経年劣化事象程度が大きくなる可能性	添付資料②
	経年劣化は進展（緩やか） 	コンクリート構造物の強度低下（要因例：中性化、塩分浸透）	添付資料③

2．ATENAガイド：添付（2/2）

＜添付資料（例：添付①　経年劣化事象一覧（保管状態））＞

長期停止期間中に想定される経年劣化事象一覧表（機械編）

添付資料①

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(AESJ-SC-P005:2015)」附属書E											ATENAガイド		
第１段階スクリーニング						第２段階スクリーニング					停止中スクリーニング		
工業材料で想定される経年劣化事象				軽水炉で考慮すべき事象		使用材料ごとに想定される経年劣化事象				経年劣化事象の分類	長期停止期間中の保管機器(**使用しない機器**)に想定される経年劣化事象		
損傷モード	経年劣化事象 区分	経年劣化事象 詳細事象	定　義	要否	否の理由	主要材料	発生部位と要因	想定要否の検討	要否		要否	理由	想定される設備の例
減肉	腐食	全面腐食	局部電池作用によって表面一様に錆が発生する腐食	○		炭素鋼 低合金鋼 銅合金	腐食性の環境にさらされる部位で問題となることが考えられる。 腐食性の強い環境及び温度が高い場合に加速される。	防錆剤の注入された環境以外の環境にある部位について想定要 防錆剤の注入された環境（冷却水系統設備）では有意な腐食が生じないことが確認されているが想定要	○	腐食	○	管理された水質による満水保管，乾燥保管，空調運転の継続、塗装等による防食措置等により，劣化を抑制することができるが，想定は必要。 なお，保温材が取り付けられた屋外配管については，雨水の侵入に伴う外面腐食を考慮する必要がある。保温材の取り付け状態の確認等により劣化を防止することができるが，想定は必要。	ポンプ，容器，配管，弁等 保温材の取り付けられた屋外配管 （運転時高温のもの）
		異種金属接触腐食	腐食電位が大きく異なる２種類の金属が電解質中で電気的に接触されている時，腐食電位の違いによって生じる腐食	○		ステンレス鋼 ニッケル基合金 炭素鋼 低合金鋼 銅合金	腐食性雰囲気環境に置かれている，異種金属の電気的な接触のある部位で問題となることが考えられる。 腐食電位差，導電率，温度等によって加速される。	屋外環境及び海水環境等の腐食性雰囲気にあり，異種金属の電気的接触が考えられる部位については想定要	○			保管状態であっても，屋外環境，海水環境等の腐食性雰囲気環境にある機器，湿式保管で水質管理できない場合や，乾式保管で乾燥状態を維持できない場合については想定要。	海水系統設備（ポンプ，弁等）。水質管理や乾式保管で乾燥状態を維持できない系統の隙間部。
		孔食	材料表面の不動態膜の破壊によって生じる局部的腐食	○			通常塩化物を含む水環境に置かれた不動態金属の自由表面上に凹み状の金属溶解箇所が拡大していく腐食形態であり，水質（塩素イオン濃度，溶存酸素濃度），温度等によって加速される。	海水環境や屋外環境等の腐食性雰囲気環境にある部位について想定要 （IGALL(2013)）	○				
		隙間腐食	材料表面の異物付着または構造上の隙間部分に生じる酸素濃度濃淡電池作用あるいは金属イオン濃度による濃度差電池作用による腐食	○		ステンレス鋼 ニッケル基合金 炭素鋼 低合金鋼 銅合金	腐食性のある水質環境に置かれ 隙間形状を有する材料に生 食形態であり，水質（導電 素イオン，溶存酸素等）お 間形状（隙間幅，隙間深さ によって加速される。		○				

経年劣化事象を想定する前提とする使用条件・環境や、劣化抑制に資する対策例を提供

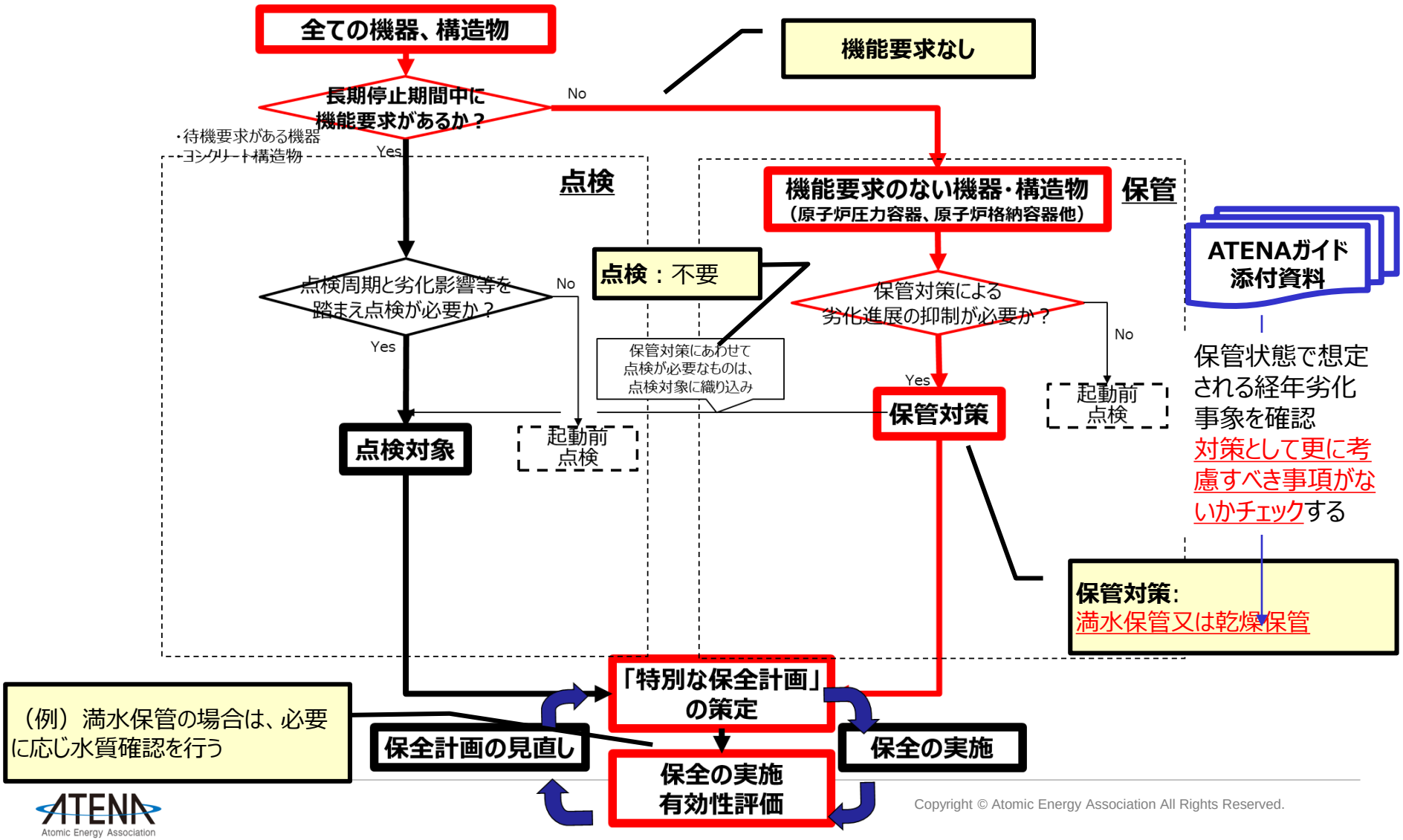
Draft

ATENA Atomic Energy Association

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

2．ATENAガイドの使い方について（保管の例）

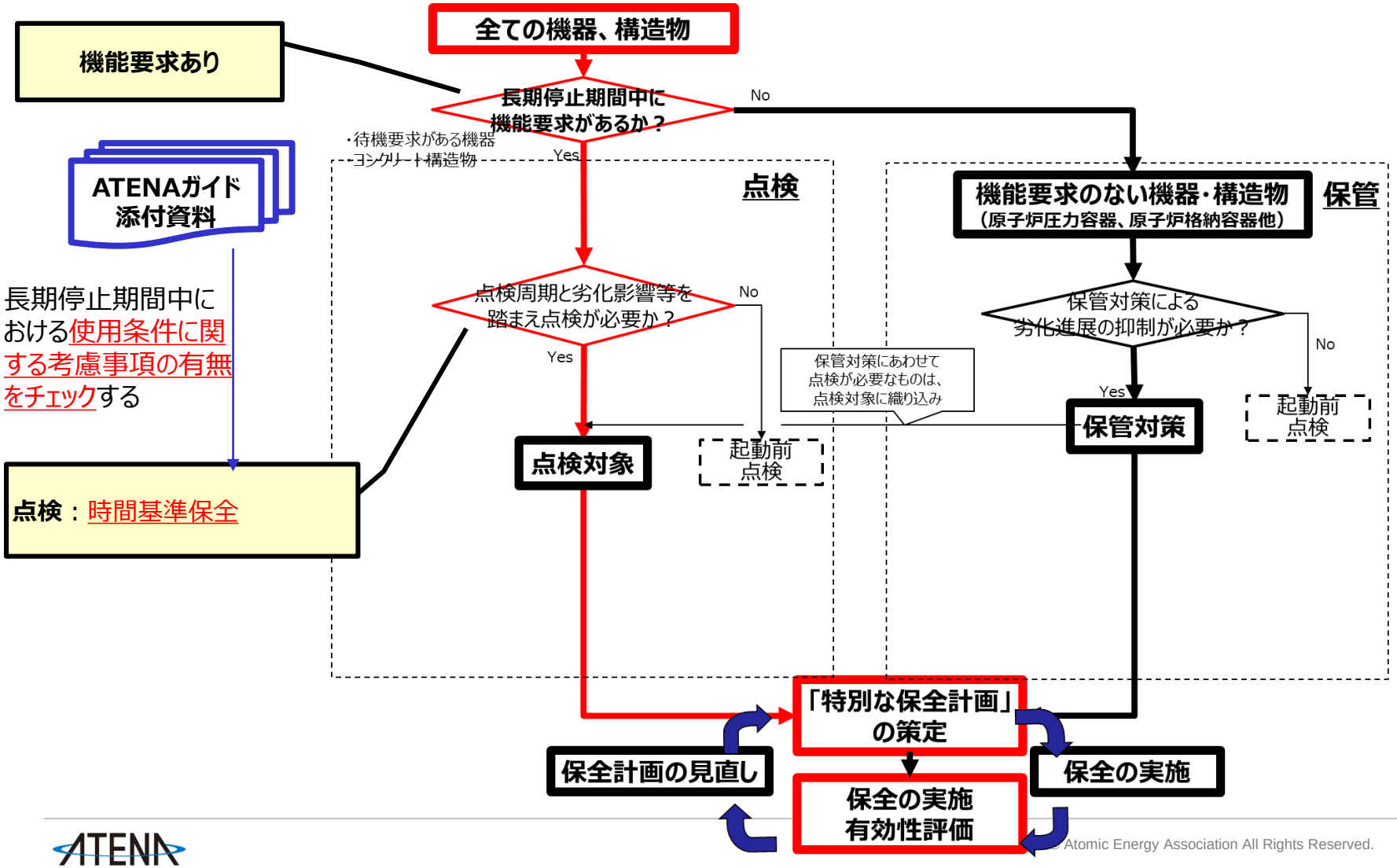
（ガイド活用例） PWR二次系配管（給水・炭素鋼）



Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

2．ATENAガイドの使い方について（点検の例）

（ガイド活用例）使用済燃料ピットポンプ



© Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．ATENAガイド：別添A

- **プラント運転期間に影響する可能性がある取替困難機器について、長期停止期間中において適切な経年劣化管理を行うことは、今後の安全な長期運転のために重要な取組。**
- ATENAガイドでは、高経年化対策上着目すべき経年劣化事象が想定される機器・構造物や、特別点検の対象とされている機器・構造物も参照し、運転期間に影響を与える可能性がある取替困難機器（以下、「取替困難機器」）について、長期停止期間中に、想定される経年劣化事象及び保全ポイントを整理。

（プラント運転期間に影響する可能性がある取替困難な機器・構造物）

・原子炉圧力容器　・原子炉格納容器　・コンクリート構造物

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．（参考）取替困難機器抽出フロー

プラントの安全性を確保するために必要な機能を有する全ての機器・構造物

高経年化対策の観点

高経年化対策上着目すべき経年劣化事象※1が想定される

No

その他の経年劣化事象（例：腐食）が想定される機器

※１以下の経年劣化事象
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
④２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蔽能力低下

Yes

（抽出機器の例）
・原子炉圧力容器（①②）
・炉内構造物（①③）
・冷却材配管（①④）
・ケーブル（⑤）
・コンクリート構造物（⑥）

取替等による機能回復が困難

No

炉内構造物
冷却材配管
ケーブル等

Yes

・原子炉圧力容器
・コンクリート構造物
（コンクリート製原子炉格納容器含む）

日常保全又は技術評価により、経年劣化管理が可能。
必要に応じ取替、補修等により機能維持

運転延長認可制度との整合

No

特別点検対象※2

Yes

※２運転延長認可制度において、「取替困難な設備・機器、構造物等」を特別点検対象としている

・原子炉圧力容器
・原子炉格納容器
・コンクリート構造物

プラント運転期間に影響する可能性がある取替困難な機器・構造物

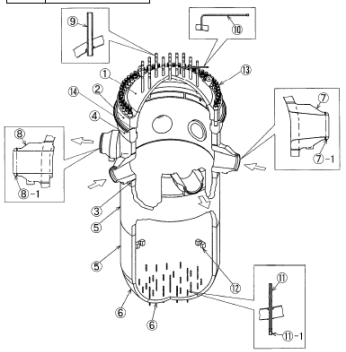
・原子炉圧力容器　・原子炉格納容器　・コンクリート構造物

3．別添Aの整理方法：原子炉圧力容器（PWR）の例

① PLM学会標準及び既設プラントの過去のPLM評価書を元に、構成する部位別に経年劣化事象を整理

No.	部　位
①	上　蓋（※1）
②	上蓋フランジ（※1）
③	上 部 胴
④	上部胴フランジ
⑤	下 部 胴
⑥	下 部 鏡
⑦	冷却材入口管台
⑦-1	セーフエンド
⑧	冷却材出口管台
⑧-1	セーフエンド

No.	部　位
⑨	蓄用管台（※1）
⑩	空気抜用管台（※1）
⑪	炉内計装筒
⑪-1	セーフエンド
⑫	炉心支持金物
⑬	スタッドボルト（※1）
⑭	Oリング（※1）



（※1）：取替可能な部位

表 2.1-1　原子炉圧力容器（PWR）に想定される経年劣化事象

部位（※1）	材料（※1）	経年劣化事象（※1）
上部胴，下部胴，下部鏡	低合金鋼（ステンレス鋼クラッド）	低サイクル疲労
		中性子照射脆化
		クラッド下層部のき裂
上部胴フランジ	低合金鋼（ステンレス鋼クラッド）	ピッティング
		低サイクル疲労
		内張り下層部のき裂
冷却材入口管台，冷却材出口管台	低合金鋼（ステンレス鋼クラッド）［セーフエンドはステンレス鋼，溶接金属は 600 系ﾆｯｹﾙ基合金］（※2）	低サイクル疲労
		応力腐食割れ（溶接金属）
		クラッド下層部のき裂
安全注入管台（※3）	低合金鋼（ステンレス鋼クラッド）［セーフエンドはステンレス鋼，溶接金属は 600 系ﾆｯｹﾙ基合金］	低サイクル疲労
		応力腐食割れ（溶接金属）
		クラッド下層部のき裂
炉内計装筒	600 系ﾆｯｹﾙ基合金［セーフエンドはステンレス鋼，溶接金属は 600 系ﾆｯｹﾙ基合金］（※4）	低サイクル疲労
		応力腐食割れ（溶接金属を含む）
炉心支持金物	600 系ﾆｯｹﾙ基合金（※4）	低サイクル疲労
		応力腐食割れ（溶接金属を含む）
容器支持金物	低合金鋼	低サイクル疲労

② 長期停止期間中の経年劣化事象がプラント運転期間に及ぼす影響（有・無①・無②）と保全ポイントを整理。（整理結果は、次頁以降を参照）

経年劣化事象	想定される部位	長期停止期間中の経年劣化影響		長期停止期間中の保全ポイント	備考
		影響有無	説明		
低サイクル疲労	冷却材入口管台等	無②	停止期間中は大きな圧力・温度変動がない	－	
中性子照射脆化	下部胴等	無②	停止期間中は放射線の影響を受けない	－	
応力腐食割れ	冷却材入口管台等	無①	停止期間中の保有水（一次冷却材）の温度は 100℃未満と低く，一次冷却材を保有した状態では応力腐食割れの発生，進展の可能性は極めて小さいが，水質管理を適切に行うことは必要（※1）（※2）	水質管理を適切に行う（塩素イオン濃度等が適正な水準に維持されていることを適宜確認する）	（※1）：国内プラントにおいては、原子炉圧力容器内に一次冷却材を保有した状態での保管が一般的 （※2）：経年劣化影響技術レポート［(2)応力腐食割れ-5)プラント長期停止の影響］参照
クラッド下層部のき裂	下部胴等	無②	国内プラントでは、製作時に溶接入熱を管理することで、き裂の発生を防止している	－	

無①：長期停止期間中の劣化進展が僅かである、もしくは**保全活動により機能維持・回復が可能**であるため、運転期間に影響がないと言えるもの

長期停止期間中の保全ポイントを整理

無②：劣化は進展しない又は極めて小さい

3．別添A（原子炉圧力容器）

経年劣化事象 （赤：PLM上着目すべき事象）	想定される部位 （P:PWR,B:BWR）	経年劣化事象の運転期間への影響		保全ポイント
低サイクル疲労	P:冷却材入口管台 B:ノズル、セーフエンド等	無②	停止期間中は大きな圧力・温度変動がない。	–
中性子照射脆化	P:下部胴等 B:胴部（炉心領域部）	無②	停止期間中は放射線の影響を受けない。	–
応力腐食割れ	P:冷却材入口管台等 B:計装ノズル等	無①	停止期間中の保有水の温度は100℃未満と低く、一次冷却材を保有した状態では応力腐食割れの発生、進展の可能性は極めて小さい。	水質管理を実施
クラッド下層部のき裂	P:下部胴等 B:主フランジ等	無②	国内プラントでは、制作時に溶接入熱を管理することで、き裂の発生を防止している。	–
腐食（FAC及び全面腐食）	B:主蒸気ノズル等	無①	停止期間中は内部流体の温度が100℃未満と小さく、蒸気が高速で流れる環境でないことから、腐食の発生の可能性は小さいが、水質管理を適切に行うことは必要。	水質管理を実施
腐食（全面腐食）	B:基礎ボルト等	無②	停止期間中は空調運転を継続しており、停止期間中の目視点検においても有意な腐食は発生しないことから、腐食の発生する可能性は極めて小さい。	
腐食（摺動部）	B:スタビライザブラケット，スタビライザ	無②	地震時のみに摺動するものであり、長期停止中に摩耗が発生する可能性は極めて小さい。	–
ピッティング	P:上部胴フランジ （フランジシート面）	無①	通常運転中と異なり、保管状態（上部蓋開放）においては狭隘部にならないが、シート面であることから、劣化（発錆）の発生を抑制する保管管理が必要。	養生

【凡例】（以下同じ）　有：運転期間に影響を及ぼす。 無①：劣化進展が僅かである、もしくは保全活動により機能維持・回復が可能であり、運転期間に影響がないと言えるもの。 無②：劣化は進展しない又は極めて小さいため運転期間に影響がないと言えるもの。

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．別添A（原子炉格納容器）

経年劣化事象 （赤：PLM上着目すべき事象）	想定される部位 （P:PWR,B:BWR）	経年劣化事象の運転期間への影響		保全 ポイント
疲労割れ	P:トップドーム部等 B:ダイヤフラムフロアーシールベローズ、ベント管ベローズ	無 ②	停止期間中は大きな圧力・温度変動がない。	－
腐食	P:トップドーム部、円筒部 B:ドライウェル（円筒部、円錐部）サプレッションチェンバ等	無 ①	鋼板の内表面及び外表面は防食塗装が施されているため、腐食が発生する可能性は小さい。	塗膜管理
腐食	P:コンクリート埋設部（スタッド含む） B:基礎ボルト（コンクリート埋設部）	無 ②	コンクリート内の水酸化カルシウムにより強アルカリ環境を形成しており、鉄表面は不動態化しているため、腐食速度としては極めて小さい。	－
摩耗	B:スタビライザ等	無 ②	当該部は地震時のみ摺動するものであり、発生回数が非常に少なく、長期停止中に摩耗が発生する可能性は極めて小さい。	－

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．別添A（コンクリート構造物）

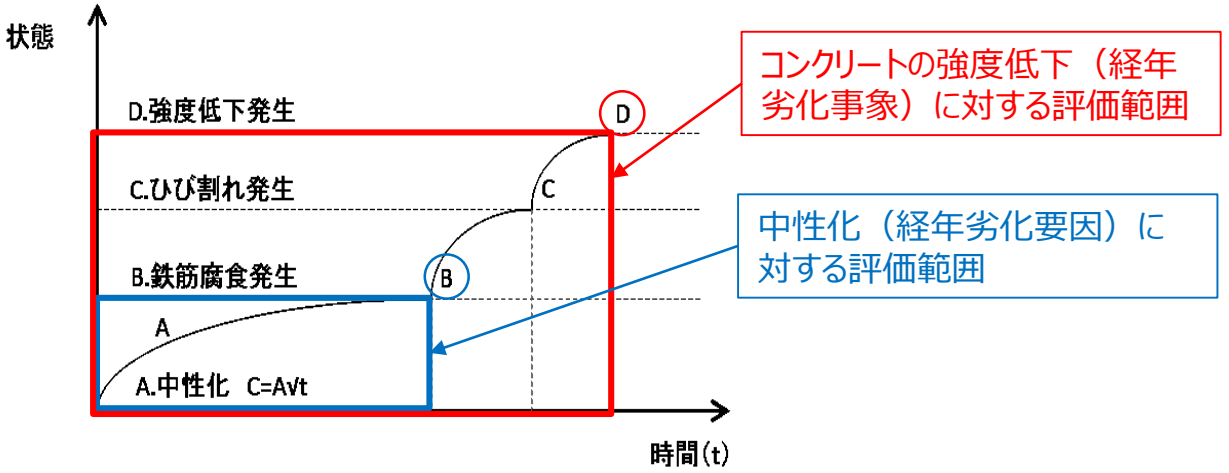
経年劣化要因（事象）（赤：PLM上着目すべき事象）	想定される部位（P:PWR,B:BWR）	経年劣化事象の運転期間への影響		保全ポイント
熱（コンクリートの強度低下）	P:内部コンクリート（1次遮蔽壁） B:原子炉ペデスタル、一次遮へい壁	無②	停止期間中は高い熱の影響を受けない。	
放射線照射（コンクリートの強度低下）	P:内部コンクリート（1次遮蔽壁） B:原子炉ペデスタル、一次遮へい壁	無②	停止期間中は放射線の影響を受けない。	
中性化（コンクリートの強度低下）	全コンクリート構造物	無①	劣化進展は僅か。運転中と傾向が変わるものではない。*	目視点検等の定期点検、必要に応じた補修等
塩分浸透（コンクリートの強度低下）	屋外部コンクリート	無①	劣化進展は僅か。運転中と傾向が変わるものではない。*	
アルカリ骨材反応（コンクリートの強度低下）	全コンクリート構造物	無②	比較的新しいプラントにおいては、反応性骨材ではないこと等を確認しているため、影響はない。	
機械振動（コンクリートの強度低下）	P:タービン架台等 B:タービン発電機架台等	無②	停止期間中は大きな機械振動の影響を受けない。	
凍結融解（コンクリートの強度低下）	地上部コンクリート	無②	設計・施工段階において凍結融解作用に対する対策を施しているため、影響はない。	
熱（コンクリートの遮蔽能力低下）	P:内部コンクリート（1次遮蔽壁） B:ガンマ線遮へい壁、一次遮へい壁	無②	停止期間中は高い熱の影響を受けない。	

＊：長期停止期間中にも想定が必要な劣化要因である中性化及び塩分浸透に対しては、経年劣化の進展傾向および余裕を評価により確認。

ATENA Atomic Energy Association
Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．別添A（コンクリート構造物）：中性化

- 高経年化技術評価プラントにおける、運転開始後60年時点の中性化深さは、鉄筋が腐食し始めると考えられる深さ（B点）を十分に下回っていることを確認（ATENAガイド参照）。
- 中性化がB点まで進展するまでには、 運転開始後60年に加え、更に20年以上の余裕がある。
- また、仮に中性化がB点まで進展したとしても、鉄筋が腐食し、構造物の健全性に影響を与える（D点）までには更に余裕がある（コンクリート構造物の一般知見）。
- **保全ポイント：運転中と同じく、目視点検などの保全活動を継続することにより、長期停止期間中の経年劣化を管理。**

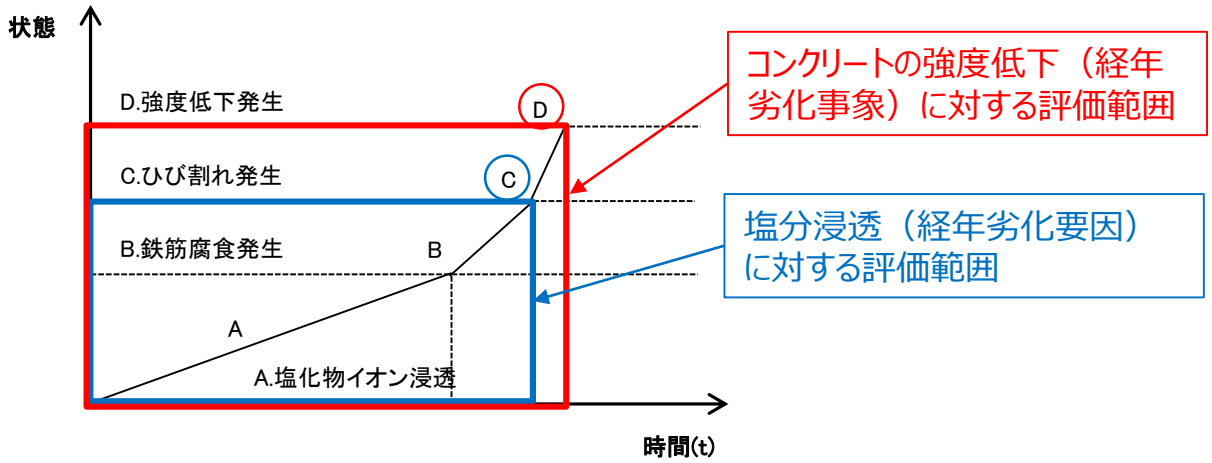


中性化による影響の概念図

ATENA Atomic Energy Association
Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．別添A（コンクリート構造物）：塩分浸透

- 高経年化技術評価プラントにおける、運転開始後60年時点の鉄筋の腐食減量は、かぶりコンクリートにひび割れが発生する時点での鉄筋の腐食減量（C点）を十分に下回っている。
- 鉄筋の腐食減量がC点まで到達するまでには、運転開始後60年に加え、更に20年以上の余裕がある。
- また、仮に鉄筋の腐食減量がC点まで進展したとしても、影響を受ける部位は屋外面であり、補修による機能回復は比較的容易である。
- **保全ポイント：運転中と同じく、目視点検などの保全活動を継続することにより、長期停止期間中の経年劣化を管理。**



塩分浸透よる影響の概念図

ATENA Atomic Energy Association
Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

3．別添A（まとめ）

- ATENAガイドの別添にて、運転期間に影響する可能性のある取替困難機器について、長期停止期間中の経年劣化事象、及び、保全ポイントを整理。
- 事業者が、下表の保全ポイントに従い保全活動を行い、適切に経年劣化を管理することで、長期停止期間中の経年劣化はプラント運転期間に影響を与えない。

機器・構造物	経年劣化事象	長期停止期間中の保全ポイント
原子炉圧力容器	応力腐食割れ 腐食	水質管理等
原子炉格納容器	腐食	塗膜管理
コンクリート構造物	中性化、　塩分浸透	定期的な点検（目視点検）及び必要に応じた補修等

ATENA Atomic Energy Association
Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

4．ATENAガイドの活用（事業活動への反映等）

- ATENAガイドは、**NRAとの意見交換の結果を反映し**、**各社CNOが参加するATENAステアリング会議にて決議の上、**正式に発刊する。
- ガイドラインの発刊にあわせて、**各事業者に対して以下の事項を求めるものとし、また、ATENAが事業者からの報告内容を確認する**。

  （事業者に求める事項）

  １．ATENAガイドの発電所への展開

  ２．特別な保全計画のセルフチェック

  （例）採用中の保全方式等のチェック

  取替困難機器に対する保全ポイントのチェック

  その他（保全の有効性評価方法の検討等）

- （参考）NRAは、ATENAガイドに基づき各事業者が実施する保全活動について、以下の断面で確認が可能。

  ①　定期事業者検査報告書（新たに「特別な保全計画」を定める場合）

  ②　原子力規制検査

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

5．まとめ

- ATENAは、今後の安全な長期運転に向け、長期停止期間が大幅に長期化している状況にも的確に対応していくため、長期停止期間中の特別な保全計画作成の基本的な考え方を、ガイドラインとして取りまとめ。

  また、プラント運転期間に影響する可能性のある取替困難機器について、長期停止期間中の経年劣化事象と保全ポイントについてもガイドラインに整理。

- 各事業者は、ATENAガイドを発電所に展開した上で特別な保全計画のレビューを行い、長期停止期間中の経年劣化管理を適切に行っていく。

  また、各事業者は、経年劣化がプラント運転期間に影響を与えないよう、取替困難機器の保全ポイントに従い保全活動を行い、適切に経年劣化を管理する。

- ATENAは、各事業者における特別な保全計画のレビュー結果を確認し、ガイドの反映状況をフォローしていく。

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

参　考

Copyright © Atomic Energy Association All Rights Reserved.

参考：ATENAガイドの位置づけ

【規制要求及び規格基準類（JEAC4209）との関係】

- ATENAガイドは、各事業者が、規制要求に基づき特別な保全計画を定めるにあたって、作成の基本的な考え方について、各発電所が長期停止期間中の保全活動で得た経験も元に整理。

規制要求

◎実用炉規則，ガイド

相当期間停止する場合は特別な保全計画等を定め実施する必要

【実用炉規則第81条１項７号】

「発電用原子炉の運転を相当期間停止する場合その他発電用原子炉施設がその施設管理を行う観点から特別な状態にある場合においては，当該発電用原子炉施設の状態に応じて，前各号に掲げる措置について特別な措置を講ずること。」

【保安措置ガイド※】

「発電用原子炉の運転を相当期間停止する場合その他プラントがその施設管理を行う観点から特別な状態にある場合においては，特別な保全計画等を定め，実施する必要がある。相当期間とは，おおむね１年以上とする。特別な状態にある場合とは，比較的広範な機器に対し追加的な点検等を実施する必要がある場合や，設備全般に対する長期保管対策を実施する場合等とする。」

規制要求

事業活動（長期停止期間中の保全活動）

事業活動に反映

JEAC4209

＜特別な保全計画の策定＞

(1) 組織は、地震、事故等により長期停止を伴った保全を実施する場合などは、あらかじめその方法及び実施時期を定めた計画を策定する。

(2) 組織は、特別な保全計画を実施する構築物、系統及び機器が、所定の機能を発揮しうる状態にあることを、点検により確認・評価する時期までに次の事項を定める。

a. 点検の具体的方法

b. 所定の機能を発揮しうる状態にあることを確認・評価するために必要な点検の項目、評価方法及び管理基準

c. 点検の実施時期

発電所の現場で活用

経験を取り込み

ATENAガイド

＜主な推奨事項＞

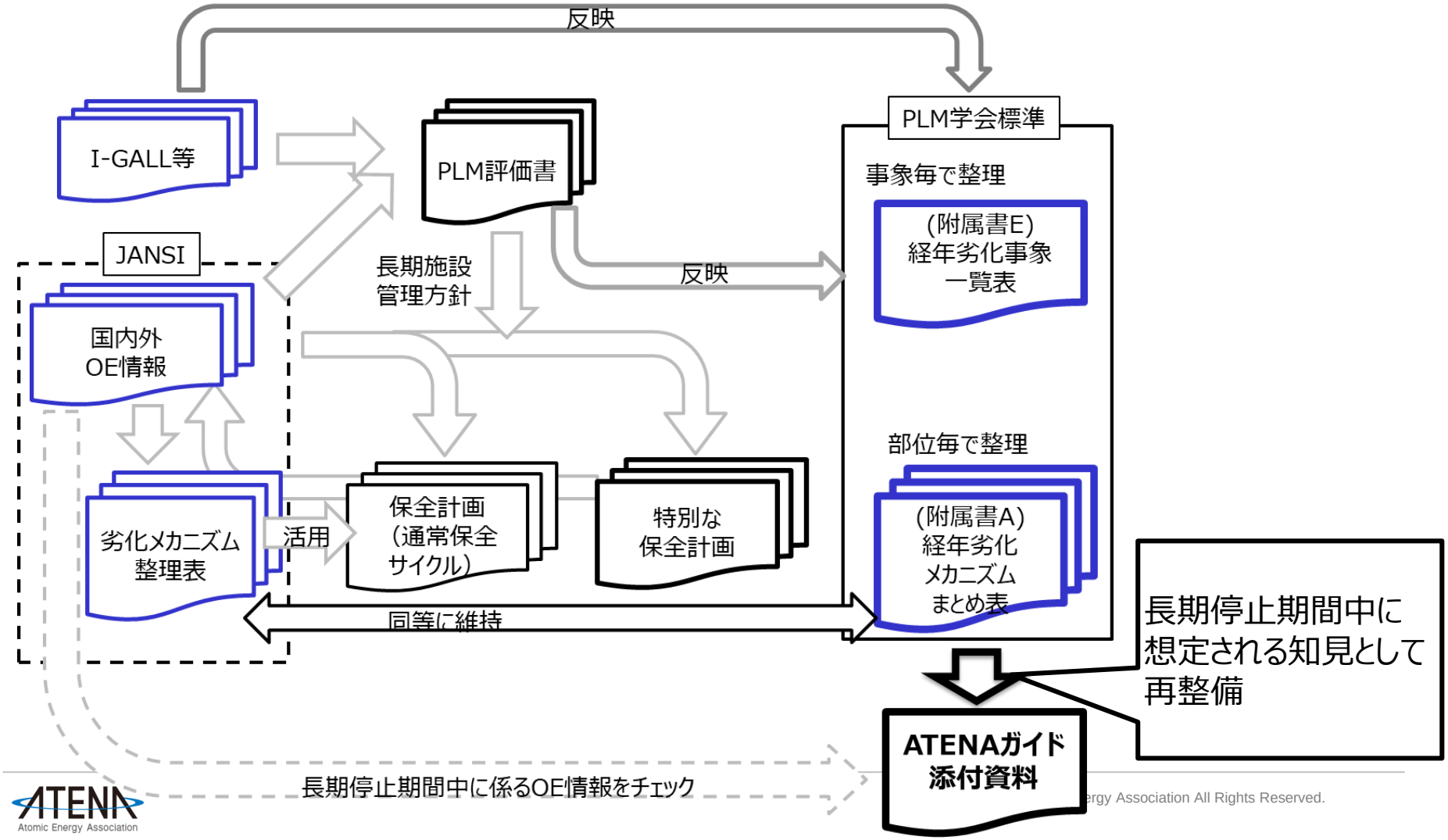
- 特別な保全計画の策定に関する基本的な考え方（How-to）

※「原子力事業者等における使用前事業者検査，定期事業者検査，保安のための措置等に係る運用ガイド」
2020年4月以前は，「発電用原子炉施設の使用前検査，施設定期検査及び定期事業者検査に係る実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則のガイド」

参考：長期停止期間中の経年劣化事象の整理

【規格基準類（PLM学会標準）との関係】

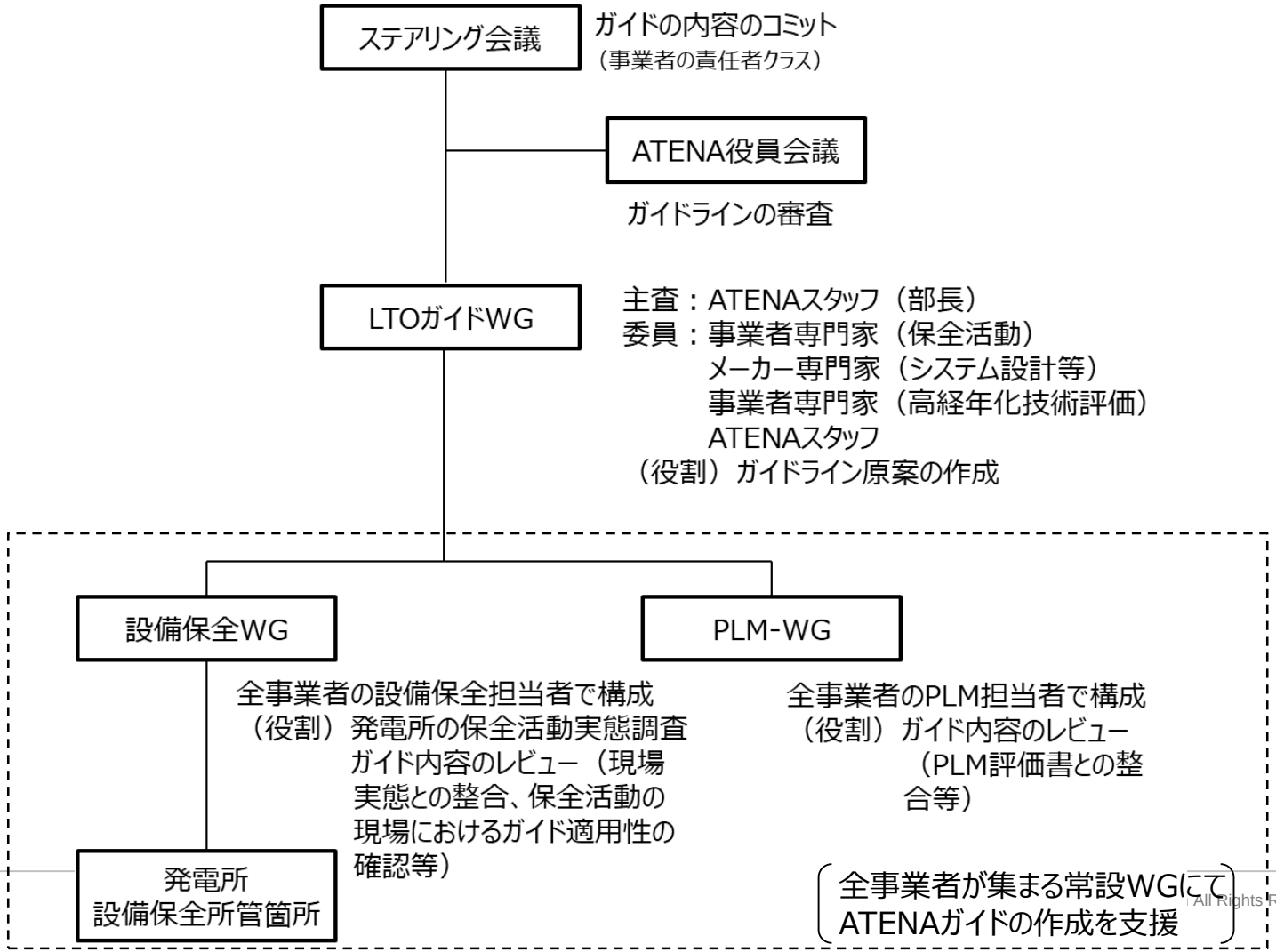
- ATENAガイドの添付資料は、PLM学会標準で整備されている経年劣化事象に関する知見やOE情報を元に、長期停止期間中に想定される経年劣化事象の知見として整理。



ATENA Atomic Energy Association
ergy Association All Rights Reserved.

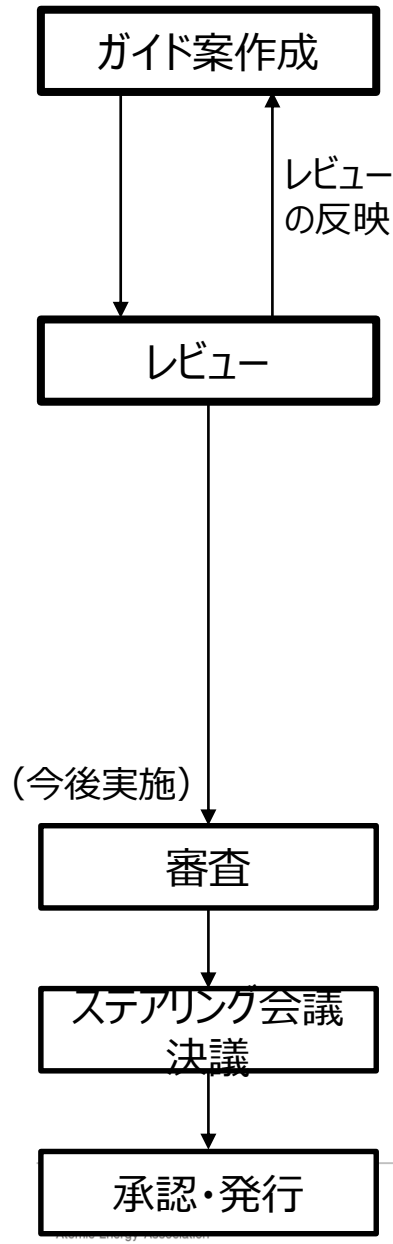
参考：ATENAガイド作成体制

- ATENAガイドは、発電所現場での経験の吸い上げや経年劣化事象に関する知見の再整理がコアとなる。このため、ATENAのWGとして、事業者の発電所の保全活動や経年劣化管理に精通した専門家を中心とした「LTOガイドWG」を設置し、同WGにてガイド原案の作成を行った。



ATENA Atomic Energy Association
All Rights Reserved.

参考：ATENAガイド作成プロセス



以下の情報を元に、LTO-WGにおいてガイド原案を作成

・各事業者における保全活動の現状調査結果（特別な保全計画の作成方法等）
・PLM学会標準（添付資料①～③のベース）
・PLM評価書（添付資料②及び別添Aのベース）
・事業者の経年劣化影響評価技術レポート（2018年発行）

1．国内外OE情報のチェック

以下の国内外OE情報を元に、長期停止期間中に想定される経年劣化事象に関する知見について、添付資料①～③へ反映すべきものがないか確認

(1) NUCIA情報（2003～2019.12の長期停止に関連するトラブル等情報）

(2) 事業者の経年劣化影響評価技術レポートに対するEPRIレビュー結果（EPRIは、長期停止経験プラントとして、米国Browns Ferry1号機を例示）

(3) JANSIが実施した、1年以上の長期停止を経験した海外プラントに関する海外OE情報（INPO, WANOのOE情報）の分析結果※

※：JANSIが、事業者向け再稼働支援活動として、OE情報分析を実施。

2．設備保全WGレビュー

全事業者の設備保全担当者が集まるWGにて、ガイド本文の記載内容を確認。また、ガイドの現場への適用性をチェックし、確認結果を添付資料①～③や解説に適宜反映。

3．PLM-WGレビュー

添付資料①～③及び別添Aに掲載している経年劣化事象について、過去に作成したPLM評価書の内容と比較して漏れ等がないことを確認。

4．メーカーレビュー

メーカーが携わった過去の保全活動の経験を踏まえ、添付資料①～③で想定する必要がある経年劣化事象や設備、取替困難な機器を確認。

長期停止保全ガイドライン　コメント対応一覧

	原子力規制庁コメント（2020.3.2）	説明概要
1	長期停止保全ガイドラインの位置づけ、保全の対象範囲について説明して下さい。	ガイド作成の目的等（P5）
2	長期停止保全ガイドラインと関連する学協会規格との関係を具体的に説明して下さい。	ガイドの位置づけ（P24）
3	長期停止保全ガイドラインの策定プロセスと体制について説明して下さい。	作成体制・プロセス（P26・27）
4	ガイドラインの実効性の担保について説明して下さい	ガイドの活用（P21）
5	原子炉等規制法は、長期停止中であっても、技術基準に適合していることを求めています。これに対し、長期停止保全ガイドラインは、長期停止中に機能要求がない場合には、保管していれば機能を維持しなくともよいように読めます。当該ガイドラインと技術基準規則との関係を説明して下さい。説明には「機能要求がない」とはどういう意味なのかについても含んでください。	ガイドライン本文[P4・5]
6	劣化事象には、運転を停止していても進行する劣化、停止しているために進行する劣化、停止していると（ほとんど）進行しない劣化等があると考えられます。どのように分類したのかわかるように説明して下さい。現場で具体的に確認された劣化事象を挙げて下さい。	経年劣化の分類（P8）
7	長期停止保全ガイドラインには、JEAC4209が引用されています。原子力規制委員会の保安規定の審査基準及び保安措置等のガイドは、施設管理の範囲が異なることから、JEAC4209を引用していません。この点について、長期停止保全ガイドラインはどのように対応しているのか説明して下さい。	ガイドライン本文[P1～3]
8	「図２．１－１「特別な保全計画」に関する基本フロー」には、YES又はNoの判定があります。判定の基準はどのように行うのかを説明して下さい。	ガイドライン本文[P5]
9	同図には、「停止中保全の実施」として、PDCAサイクルが記載されていますが、効果の監視測定や、その結果を特別な保全計画に反映する仕組み等について説明して下さい。	ガイドライン本文[P7・9・11]
10	５ページには、「機能要求がない構築物、系統及び機器」及び「保管対策対象」の選定について記載されています。これらの選定基準を設けるに当たって行った技術的検討の内容について説明して下さい。	ガイドライン本文[P4・7]
11	「表３．１．２－１　保管対策の例」には主な保管対策が、添付資料②の「長期停止期間中に想定される経年劣化事象（使用条件の違いによるもの）」の２つの表には、使用条件の違いにより影響を受ける経年劣化事象が記載されています。これらの表を作成するに当たって検討した技術的内容を説明して下さい。	作成プロセス（P27）
12	海外の長期停止したプラントから得られた知見を取り込んでいるか、取り込んでいる場合その内容について説明して下さい。	作成プロセス（P27）