

経年劣化管理に係る実務レベルの技術的意見交換会の 振り返りと今後の対応

2020年7月10日
原子力エネルギー協議会（ATENA）

(余白)

1. はじめに
2. 経年劣化管理に関する今後の取組方針
3. 実務レベルの意見交換会の「振り返り」
4. まとめ

資料1-3：「経年劣化管理に係るATENAとの実務レベルの技術的意見交換会」に関する
取りまとめ文書 [2020年7月8日、原子力エネルギー協議会]
(ATENA取りまとめ文書)

1. はじめに

- ATENAは、各プラントにおいて停止期間が大幅に長期化している状況に的確に対応するとともに、将来の運転における安全を更に高めていくために、物理的な経年劣化と非物理的な経年劣化の両面から、対応が必要と考える取組をガイドラインにまとめ、各事業者に対して取組の強化を要求していくこととしている。これら取組について「経年劣化管理に係るATENAとの実務レベルの技術的意見交換会」において、規制当局と意見交換を行った。
- 今回の意見交換会では、技術的な意見交換に留まらず、規制庁から参加いただいた方々から、発電所の現場に今回の取組の主旨が正確に伝わり安全確保につながることへの期待、および今後の産業界の自主的な安全性向上への期待を寄せていただいた。ATENAは、産業界をリードする組織として事業者およびメーカーの安全性向上活動を牽引し、また、今後の取組を通して成果を示すことでこれらの期待に応えていきたい。
- 本日は、「経年劣化管理に係るATENAとの実務レベルの技術的意見交換会」を踏まえた今後の取組方針と振り返りについて説明する。

2. 経年劣化管理に関する今後の取組方針（1/4）

① 長期停止期間中の保全（1/2）

- **【意見交換の認識共有】** 長期停止保全ガイドは、ATENAと事業者自らの責任において活用する。また、長期停止期間中に想定される経年劣化事象は、事業者が参考にできる一般情報として整理したものであり、各事業者が個別の使用環境を考慮して、劣化要因の有無、劣化要因がある場合の進展程度、劣化を管理するための保全を判断する。

【ATENAの今後の取組方針】 ガイドの発刊にあたって、事業者が使いやすいガイドとするために、各事業者に意見募集を行い、ガイドをより良いものに仕上げながら発刊する。

また、ガイド発刊後も、長期化している停止期間中に蓄積される現場経験を事業者の保全活動へ継続的に取り入れられるように、ATENAのWGを通じて事業者間で現場情報の共有を行う。具体的には、従前より実施しているニューシア情報の水平展開状況の共有に加え、各発電所の保全活動の現場におけるCAP情報についても、WGの活動を通じて共有を行う。

2. 経年劣化管理に関する今後の取組方針（2/4）

① 長期停止期間中の保全（2/2）

- **[意見交換の認識共有]** 取替困難機器の部位別に想定される経年劣化事象について、長期停止期間中に劣化要因が有る経年劣化事象については、適切な保全を行うことで、その発生・進展が、プラントの短期・長期によらず将来の運転において機器・構造物の機能維持に影響を及ぼさないように管理することが可能。そのため、ATENAはこれらを保全ポイントとして明確化して定め、事業者に対して適切な保全活動の実施を促していく。

[ATENAの今後の取組方針] ATENAはガイド別添Aにおいて、長期停止期間中に適切な実施が必要な保全ポイント（点検・保管対策）を明確化し、ガイドを発刊する。

ガイド発刊後、各事業者に長期停止期間中の特別な保全計画のレビューを求め、その結果について年内を目処に報告を受けた上で、ATENAは各事業者のレビュー結果を確認・水平展開し、長期停止期間中の適切な保全の実施を確実なものとしていく。

参考：取替困難機器の長期停止期間中の経年劣化事象分類

取替困難機器の部位別に想定される経年劣化事象について、長期停止期間中に劣化要因が有る経年劣化事象については、適切な保全を行うことで、その発生・進展が、プラントの短期・長期によらず将来の運転において機器・構造物の機能維持に影響を及ぼさないように管理することが可能。そのため、ATENAはこれらを保全ポイントとして明確化して定め、事業者に対して適切な保全活動の実施を促していくことを認識共有。

ATENAの説明				NRA理解の概要*1
長期停止期間中の経年劣化要因	ATENAガイド分類	取替困難機器に想定される経年劣化事象（例）	長期停止期間中の保全	
あり	①：長期停止期間中の経年劣化の発生・進展が、プラントの短期・長期によらず将来の運転において機器・構造物の機能維持に影響を及ぼすおそれがある経年劣化事象	該当なし	該当なし	該当なし
	②：長期停止期間中に経年劣化要因があり、経年劣化の発生・進展がプラントの短期・長期によらず将来の運転において機器・構造物の機能維持に影響を及ぼさないように、適切な保全活動を行う必要がある経年劣化事象	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器：応力腐食割れ、腐食 原子炉格納容器：腐食 コンクリート構造物：中性化、塩分浸透 	水質管理等の 保管対策／点検	B 劣化の進展を抑制するために保管対策及び点検が必要なもの C 劣化の進展状況を確認するために点検が必要なもの
なし	③：長期停止期間中に劣化要因がない経年劣化事象	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器：中性子照射脆化 原子炉格納容器：疲労 コンクリート構造物：熱 	ガイドの推奨事項なし	A 環境条件から劣化の要因として考慮しなくても問題ないもの

2. 経年劣化管理に関する今後の取組方針（3/4）

② 設計の経年化管理

- **[意見交換の認識共有]** 設計の経年化（設計古さ）管理の取組は、福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえて、産業界の自主的な取組として実施。
リスク評価の絶対値が小さいだけで安全対策が不要と判断するのではなく、設計を比較して有意な差異があれば改善を検討していく。リスク情報の不確実さも考慮しながら、相対比較を行う等の評価に工夫を行うことで脆弱性に対する着眼点を得る。
また、ハード対策に加え現場の負担にも配慮しながらソフト対策も考慮した改善を図っていく。
- **[ATENAの今後の取組方針]** ガイド発刊後、各事業者の取組計画について年内を目処に報告を受ける。その上で、今回の取組は産業界で初めての取組であることから、各事業者が行う設計差異の共通事項の整理、及び、各ハザードの初回評価にATENAも関与し、ガイドの主旨に沿った取組が行われるように牽引していく。
また、これら評価を通して各社が行う安全性向上対策については、ATENAのWGにおいても共有・水平展開し、各事業者による自主的かつ継続的な安全性向上につなげていく。

2. 経年劣化管理に関する今後の取組方針（4/4）

③ 製造中止品管理

- **【ATENAの今後の取組方針】** ガイド発刊後、プラントメーカー、サプライヤー、関係協力会社及び他事業者との間に、製造中止品情報の入手に係る連携体制を年内を目処に構築し、情報共有と対策検討の取組を進めていく。

○ 経年劣化管理に関する今後の取組方針のまとめ

- ATENAは、今回の意見交換会を通じて、規制当局から示された意見も踏まえた上で、ガイドの最終版を取りまとめ、ATENAステアリング会議の場で、事業者CNOによる決議を行いコミットを得た上で、2020年9月を目処にガイドを発刊し、事業者の安全対策を牽引していく。
- これら将来の運転を安全に進めていくための経年劣化管理の取組状況については、ATENAで取りまとめ、都度ホームページ等で公開していくとともに、今後も規制当局へ適宜報告していく。

3. 実務レベルの意見交換会の「振り返り」(1/3)

● 議論の目的の明確化

[振り返り]

- 意見交換会において、第1回会合ではATENAからはガイドのみを説明し、ガイドの位置づけ等のみ議論。
- 規制当局と何について議論したいのか、意見交換のポイントについて、ATENAからの提示は第2回会合時であり、議論の進め方を双方で認識共有した上で、長期停止期間中の経年劣化の分類に関する技術的な意見交換は、第3回会合になってから本格化。
- また、意見交換のポイントに沿った議論を行うために必要な補足説明資料のATENAからの提示も、第2回会合時であった。

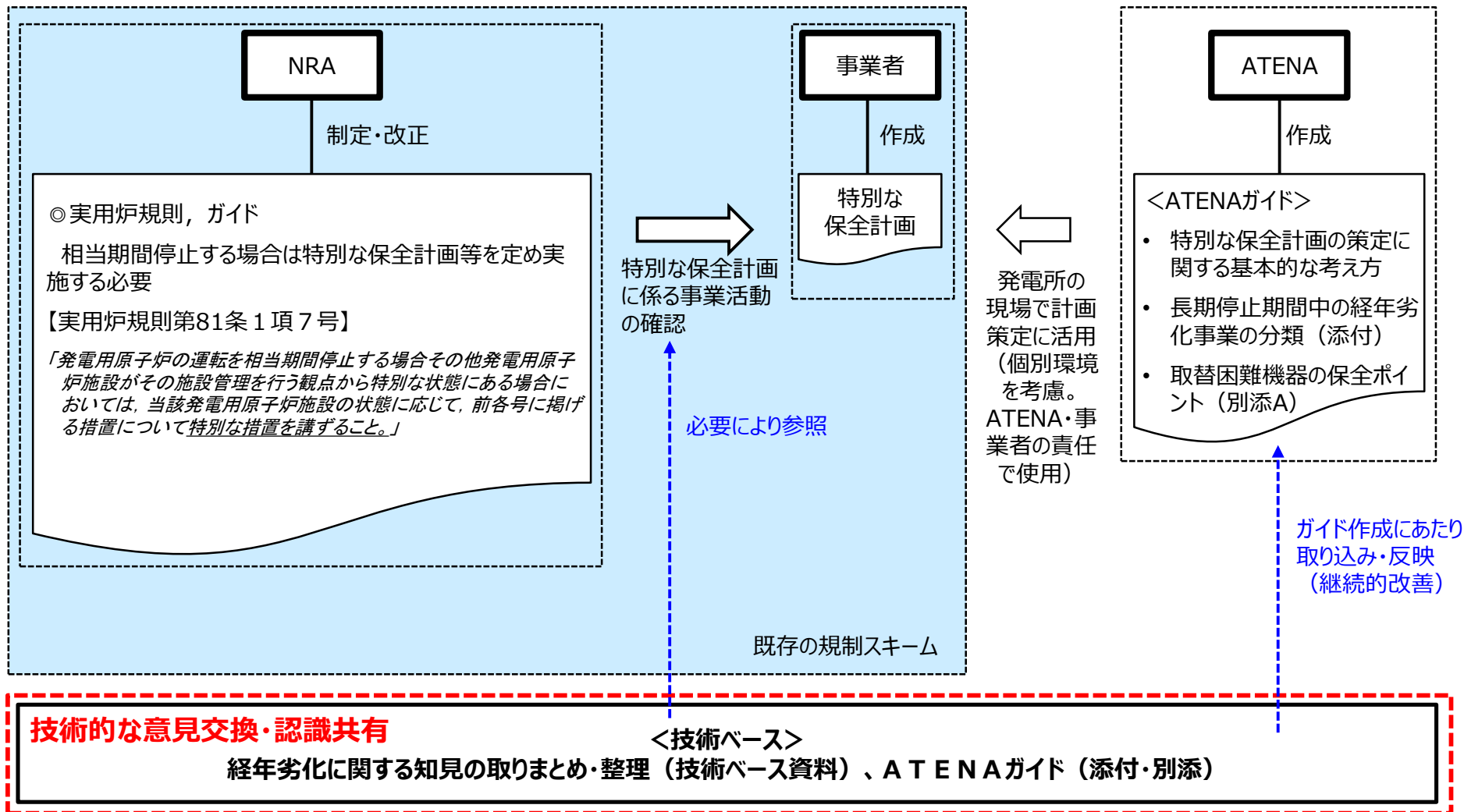


[今後の対応]

- 今後のATENAと規制当局の意見交換においては、議論の目的、出したいアウトプットについて、予め認識共有を図った上で、議論を進めていく。また、そのために必要となる補足説明資料についても提示し意見交換を行う。

参考：長期停止保全ガイドラインの議論のポイント

- ガイドを作成するにあたってインプットとした技術ベースについて、技術的な意見交換を通して認識を共有。



技術的な意見交換・認識共有

<技術ベース>

経年劣化に関する知見の取りまとめ・整理 (技術ベース資料)、ATENAガイド (添付・別添)

3. 実務レベルの意見交換会の「振り返り」（2 / 3）

● ATENA WGの技術検討体制

[振り返り]

- ATENAは設立時の方針として、共通的な技術課題への対応にあたっては、技術検討の主体はATENAの専門スタッフが中心となってい、また、WGはATENAスタッフが主査を務め、ATENAのガバナンスの下に構成し運営することとしている。
- 今回の取組は、設立時の方針を踏まえて取り組み、ATENAの専門スタッフが技術検討をリードし、また、理事自らも定期的に報告を受け議論に参加することで、技術検討を進めてきた。

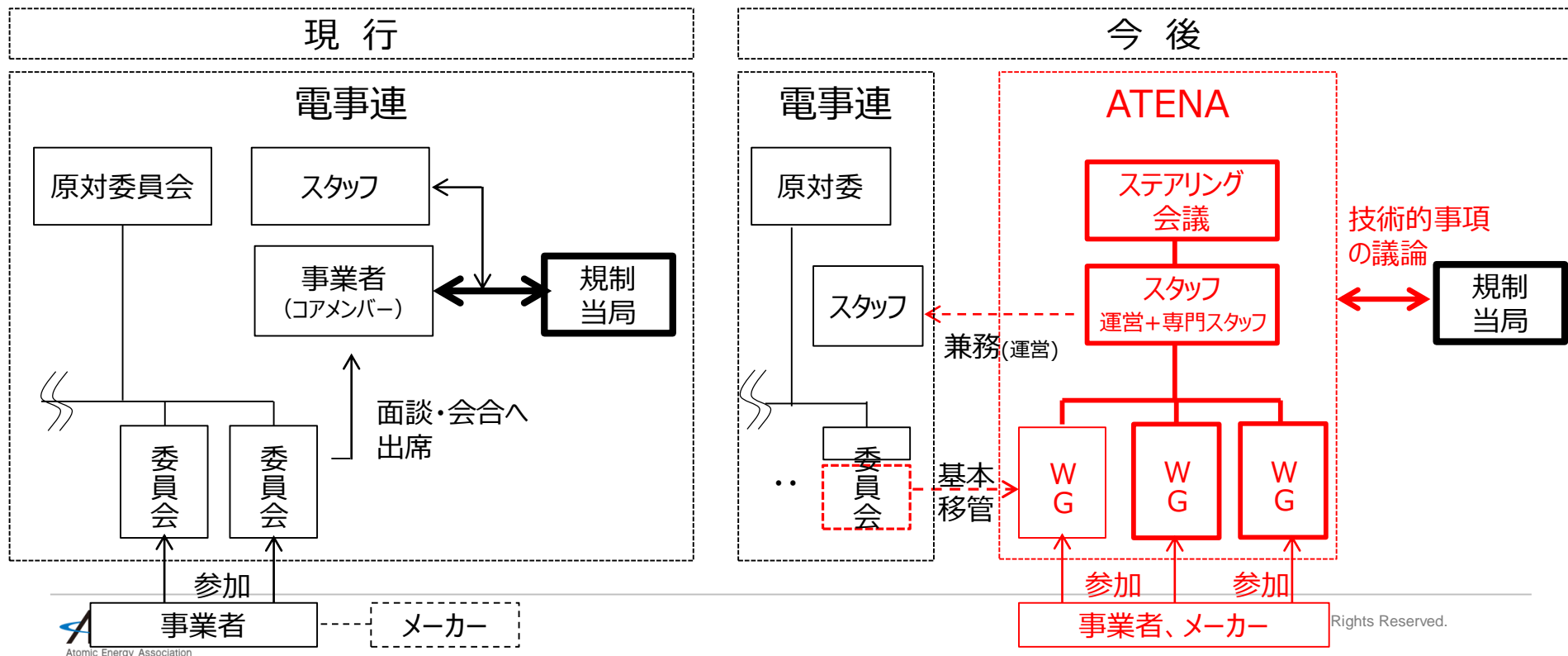
例えば、設計の経年化管理の取組は、産業界としても初めての試みであり、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた取組とするべく、ATENAスタッフだけでなく理事も直接議論に加わり、評価の進め方等の技術論だけでなく、今後の安全性向上に対する姿勢も含めて事業者・メーカーとも多くの議論を重ね作り上げた。

[今後の対応]

- 今後の技術検討においても、ATENAが中心となって議論を牽引できるように取り組み、着実にアウトプットを出していく。一方で、共通的な技術課題の範囲・テーマは拡大しつつあり、それに対応すべく専門スタッフの充実が課題。

- 共通的な規制課題に関する技術的事項の検討は、WGの運営を通じて技術検討を行いながら、ATENAの専門スタッフを中心に行う。
- ATENAのWGは、これまで規制課題の検討を担ってきた電事連の委員会やスタッフを一部承継※しながら、ATENAのガバナンスの下構成し運営する。

※：電事連委員会の一部機能をATENA-WGに移管する。また、ATENA運営スタッフは、電事連と一部兼務で職務にあたる。



3. 実務レベルの意見交換会の「振り返り」（3 / 3）

● 議論のプロセス

[振り返り]

- 公開会合の進め方として、ATENAから事前に説明資料を提出した後に、規制庁で資料を確認した上で、会合前に事前に「説明依頼事項（コメント）」を受領。
- 事前にコメントを受領したことによって、公開会合当日に向けて、追加の説明資料や説明の準備を行うことができたため、当日の会合で効率的に意見交換を進めることができた。
- 一方で、事前に受領したコメントを踏まえて、ATENAが事前に提出していた説明資料の修正や改訂を会合の直前に行ったことで、意見交換のプロセスが不明瞭になってしまった事例があり、改善が求められた。

[今後の対応]

- 今後の意見交換を公開で行うにあたって、技術的な議論のプロセスの透明性を確保する観点にも留意し、規制当局とも認識を共有しながら、説明資料の事前提出や追加提出を行っていく
- 会合当日の意見交換を効率的に進めるために、今後の意見交換においても、事前に「説明依頼事項（コメント）」を提示いただくことをお願いしたい。

4. まとめ

1. ATENAは、意見交換会において規制当局から示された意見も踏まえた上でガイドの最終版を取りまとめ、ATENAステアリング会議の場で事業者CNOによる決議を行いコミットを得た上で、事業者の安全性向上の取組を牽引していく。
2. ATENAは、今回の意見交換会の振り返り、規制当局からの期待も踏まえ、また、自らの技術的能力の向上にも努めながら取組を進めていく。また、取組方針やそれに係る技術ベースについて、産業界を代表し規制当局との意見交換を継続していく。
3. ATENAは、今回の意見交換の結果を「ATENA取りまとめ文書」としてまとめ、規制庁と実務レベルで認識を共有した。これについては、原子力規制委員会においても認識を共有していただき、原子力規制委員会の意見も踏まえた上で、ATENAとしての取組を進めていきたい。

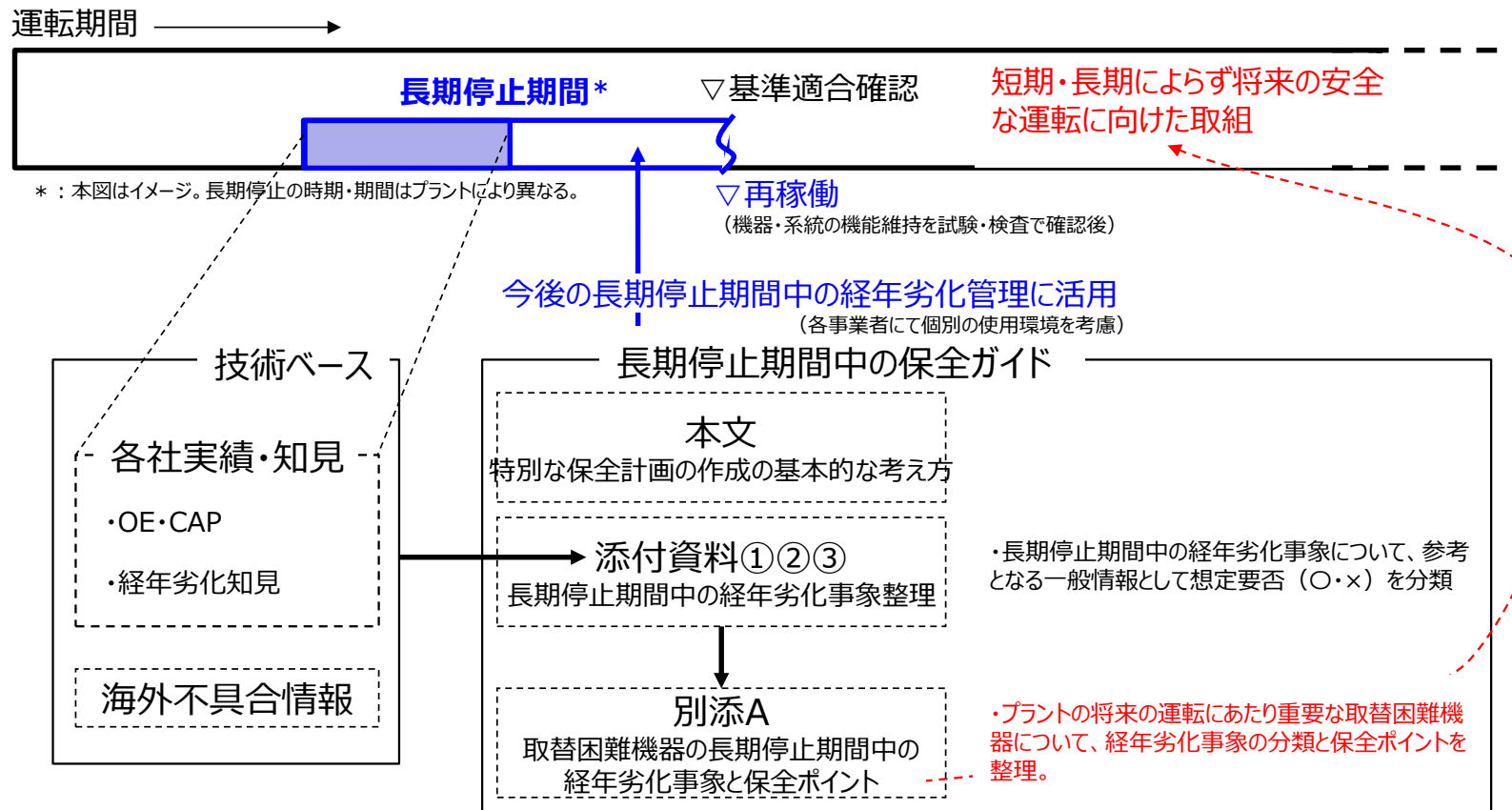
参考

参考. 意見交換会の全体概要

項目	意見交換の概要
① プラント長期停止期間中における保全	<ul style="list-style-type: none"> 本取組では、事業者が実用炉規則等で作成が求められている「特別な保全計画」を作成するにあたってガイドを参照することとなるため、長期停止期間中に想定される経年劣化の分類（ガイドの技術ベース）について、あらかじめ認識を共有することを目的に意見交換を実施。 ATENAガイドの位置づけ、長期停止期間中に想定される経年劣化事象、取替困難機器の経年劣化事象の分類と技術根拠について、認識を共有。
② 設計の経年化管理（設計古さの管理）	<ul style="list-style-type: none"> 本取組では、事業者が「安全性向上評価書」に取組結果を取りまとめて届出を行い、規制当局が取組状況を確認することになるため、その取組方針について意見交換を実施。 福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえて自主的に取り組む事項であること、リスク情報の不確実さも考慮しながらリスク評価の絶対値が小さくても設計を比較して有意な差異があれば改善を検討すること、ハード対策に加えてソフト対策も考慮していく等の取組方針について、認識を共有。
③ 製造中止品の管理	<ul style="list-style-type: none"> 産業界の自主的な活動として、取組方針を説明。
④ SAケーブル知見 ⑤ コンクリート照射知見 対応	<ul style="list-style-type: none"> 原子力規制庁の技術報告に対する事業者の影響評価結果を取りまとめて報告。個別プラントの評価結果については、別途、高経年化技術評価の審査等で規制当局が確認可能であることについて、認識を共有。あわせて、事業者の研究成果についても共有。

参考：プラント長期停止期間中における保全ガイド

- 長期停止保全ガイドは、国内外の運転経験（OE・CAP）や研究知見をベースとして作成。
- ガイドは、「本文」で特別な保全計画作成の基本的な考え方を提示、「添付資料」で長期停止期間中の経年劣化事象を整理。
- 「別添A」では、プラントの将来の運転に影響を及ぼす可能性がある取替困難機器を対象に、長期停止期間中の経年劣化事象を整理するとともに、推奨する保全ポイントを整理。



参考：取替困難機器の長期停止期間中の保全

長期停止期間中の経年劣化要因	ガイド分類	ガイド分類の説明 (長期停止期間中の経年劣化影響)	対象機器・構造物及び経年劣化事象 (※：高経年化技術評価を未評価のプラントは、別途個別に評価が必要)	長期停止期間中の保全活動* (適切な点検・保管対策の実施が必要であり ATENA ガイドの保全ポイントとして明確化)				
あり	①	長期停止期間中の経年劣化の発生・進展が、プラントの長期運転において機器・構造物の機能維持に影響を及ぼすおそれがある経年劣化事象。	該当なし	該当なし				
	②	長期停止期間中に経年劣化要因があり、経年劣化の発生・進展がプラントの長期運転において機器・構造物の機能維持に影響を及ぼさないように、適切な保全活動を行う必要がある経年劣化事象	原子炉圧力容器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 応力腐食割れ (PWR (冷却材入口管台等)、BWR (計装ノズル等)) ・ ピッティング (PWR (上部胴フランジ)) ・ 腐食 (全面腐食) (BWR (主蒸気ノズル等)) ・ 腐食 (全面腐食) (BWR (基礎ボルト)) ・ 摩耗 (摺動部) (BWR (スタビライザブラケット、スタビライザ)) 	水質管理 養生・点検 水質管理 空調運転・点検 点検			
			原子炉格納容器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 腐食 (PWR (トップドーム部、円筒部)、BWR (ドライウェル、サブプレッションチェンバ (円筒部等)等)) ・ 摩耗 (BWR (スタビライザ等)) 	塗膜点検 点検			
			コンクリート構造物※	<ul style="list-style-type: none"> ・ 中性化 (コンクリートの強度低下) 	点検			
				<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩分浸透 (コンクリートの強度低下) 	点検			
				<ul style="list-style-type: none"> ・ 機械振動 (コンクリートの強度低下) 	点検			
				<ul style="list-style-type: none"> ・ アルカリ骨材反応 (コンクリートの強度低下) 	点検			
			<ul style="list-style-type: none"> ・ 凍結融解 (コンクリートの強度低下) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 凍結融解 (コンクリートの強度低下) 	点検			
			なし	③	長期停止期間中に劣化要因がない経年劣化事象。	原子炉圧力容器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低サイクル疲労 (PWR (冷却材入口管台等)、BWR (ノズル、セーフエンド等)) ・ 中性子照射脆化 (PWR (下部胴等)、BWR (胴部 (炉心領域部))) ・ クラッド下層部のき裂 (PWR (下部胴等)、BWR (胴部等)) ・ 腐食 (FAC) (BWR (主蒸気ノズル等)) 	推奨なし
						原子炉格納容器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 疲労割れ (PWR (トップドーム部等)、BWR (ダイヤフラムフロアシーラベローズ、ベント管ベローズ)) 	
コンクリート構造物						<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱 (コンクリートの強度低下) ・ 放射線照射 (コンクリートの強度低下) ・ 熱 (コンクリートの遮蔽能力低下) 		

* ATENA 保全ガイドでは、長期停止期間中の点検・保管対策を保全ポイントとして推奨。なお、点検の結果に不具合等があれば、事業者はその状況に応じて補修・改造・取替等の保全を行う。

(第6回意見交換会資料：抜粋)

参考：設計の経年化管理

- 設計の経年化（設計古さ）管理の取組は、福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえて、産業界の自主的な取組として実施。

[設計経年化評価ガイド(序文抜粋)]

設計の経年化管理の取組みは、福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえた自主的な安全性向上の取組みである。福島第一原子力発電所では、タービン建屋の地下に安全系の電源系設備(非常用ディーゼル発電機, メタクラ等の設備)が設置され、これが津波による全電源喪失事故の一因となった。

タービン建屋の地下に安全系の電源系設備が設置されている設計は古いプラント固有の設計であり、津波などの浸水に対する脆弱性があったといえるが、事故が起こるまでの間に自主的に改善されることはなかった。

したがって、プラント設計が古いことによる安全上の弱点を抽出する仕組みが重要であると判断し、これまでに実施してきた定期安全レビューの活動に、新旧プラント設計の違いに着目して安全性を評価する事業者自主の仕組みを導入することとした。

- 安全性向上対策は、ハード対策に加えて、ソフト対策も考慮することを推奨。安全上の効果が小さいものを絶対値のみで切り捨てるのではなく、評価を工夫しながら、継続的な改善を積み重ねていく。

参考：『設計の経年化評価ガイドライン』の概要

●『設計の経年化評価ガイドライン』

- 設計の経年化管理では、基準適合プラントの設計を対象に、安全上の評価すべき着眼点を抽出し、どのような影響があるかを評価して、必要に応じて対策を検討するための具体的な手法をとりまとめ。

【ガイドラインの評価フロー概要】

① 着眼点の抽出

- 設計情報比較やPRA等により、内的小よび外的事象の観点から設計経年化の着眼点を抽出

② 評価

- ①で抽出した着眼点毎に、PRA評価結果等の視点から安全上の重要性を評価。

③ 対策案の検討

- 評価された着眼点毎の重要性に応じ、対策案を検討。
- 考え得る対策を幅広く列挙し、対策案導入に伴う悪影響の確認や必要なリソースを整理。

④ 対策要否の検討

- 個別プラント評価結果と対策導入による効果およびリソースを総合的に勘案し、具体的な対策を検討の上、採否を判断。

⑤ 継続的な評価

- 事業者は、国内での新設計情報や海外の新知見等を活用し、評価を実施。

参考：ATENAから提示した議論のポイント（第2回意見交換会時）

項目・資料	説明概要〔ご意見いただきたい事項〕
<ul style="list-style-type: none"> ● プラント長期停止期間中における保全 	
資料2-1：「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン」の目的、位置づけ等について	
資料2-2：「プラント長期停止期間中における保全ガイドライン」の作成にあたり参考とした現場経験及び知見とその反映について	<ul style="list-style-type: none"> ● ガイドの位置づけ・活用方法。また、ガイドの技術ベース（OE等のインプット情報、及び、添付・別添資料）を説明。
資料2-3：プラント長期停止期間中における保全ガイドライン（案）	〔 炉規法で作成が求められている「特別な保全計画」を事業者が作成するにあたって参照するため、長期停止期間中に想定される経年劣化の分類（ガイドの技術ベース）についてご意見をいただきたい。 〕
資料2-4：第1回意見交換会の説明依頼事項への回答	
資料2-5：第2回意見交換会の説明依頼事項への回答	
<ul style="list-style-type: none"> ● 設計の経年化管理（設計古さの管理） 	
資料3：安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組 設計の経年化管理について	<ul style="list-style-type: none"> ● 規制基準適合に留まらず、自主的な安全向上の取組に、「設計古さ」の視点を新たに加えて安全向上を進める今後の取組方針を説明。
参考資料2：設計の経年化評価ガイドライン（案）	〔 これらは、「安全性向上評価書」に取りまとめて届出を行うため、設計古さ管理に関する今後の取組方針についてご意見をいただきたい。 〕
<ul style="list-style-type: none"> ● 製造中止品の管理 	
資料4：安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組 製造中止品への対応	<ul style="list-style-type: none"> ● 事業者の自主的な取組として、製造中止品等を管理する今後の取組方針を説明。
参考資料3：製造中止品管理ガイドライン（案）	〔 本件は規制活動と直接的に関連するものではないが、事業者の取組状況を把握しておいていただきたい。 〕