
安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組

2022年9月1日

原子力エネルギー協議会

1. 安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組

【これまでの取り組み】

- 事業者は、予防保全として大型機器を含めた機器の取替を実施。また、定期的な高経年化技術評価を実施し、その評価結果に基づく長期施設管理方針を策定し、機器の健全性を維持。

本日の主なご説明内容

- ATENAは、これまでの国内の経年劣化管理の現状の取組みと、海外知見を比較分析し、今までの取組みを強化**する以下の3分野を抽出し、それらに関する取組を強化するためのガイドを作成するなど、より安全な長期運転に資する活動を実施。
 - ＜物理的な劣化に関するもの＞
 - ①長期停止期間中の経年劣化管理**
 - ＜非物理的な劣化に関するもの＞
 - ②設計経年化管理**
 - ③製造中止品管理**
- 更に、①の長期停止期間中の経年劣化管理に加え、**④プラント運転中も含めた経年劣化管理**についても、80年認可が行われている米国の知見などを参考に、経年劣化評価に関する知見拡充事項を纏めたレポートを作成。⇒別資料にて本日御説明
- 上記の包括的な経年劣化管理の取組みに加え、運転経験で得られた新知見についても共通課題となるものは個別に取組んでいる（大飯3号加圧器スプレイ配管溶接部の粒界割れを受け、**PWR1次系ステンレス鋼配管粒界割れの知見拡充**に関し体制を組んで取組中）。

2. 経年劣化管理に関するATENAの取組

取組事項	事業者の取組状況 ()には規制対応を含む) とATENAの取組		
物理的な劣化	<p>設備の経年劣化への対応</p> <p>(経年劣化事象) 腐食、SCC、摩耗、照射脆化、疲労等</p>	<p><通常運転時></p> <ul style="list-style-type: none"> 計画的な保全 定期的な経年劣化評価 (高経年化技術評価：30年以降10年毎) 運転期間延長認可申請 (40年超(～60年)運転の評価) 最新知見を踏まえた経年劣化管理の継続的な見直し <p><長期停止期間></p> <ul style="list-style-type: none"> 停止状態を考慮した保全 経年劣化評価 (冷温停止PLM評価、長期停止期間の経年劣化評価) <ul style="list-style-type: none"> 大部分の機器は不使用 <ul style="list-style-type: none"> 停止中は劣化モードなし 保管により有意な劣化なし 一部の機器は使用 <ul style="list-style-type: none"> 保全により機能回復・維持 有意な劣化なし(評価で確認) 	<p>④ ATENAレポートを作成済 (2022年3月発刊)</p> <p>より安全な長期運転に資するべく、米国80年運転認可も参考に、経年劣化評価に必要な知見拡充事項を整理</p>
	<p>最新知見の反映 (設計経年化対応)</p> <p>製造中止品への対応</p>	<p>サイクル毎に最新知見を集約し、分析結果やプラント安全評価結果を元に、プラント安全をレビュー</p> <p>部品・サービスの特性に応じ、事業者毎で安定調達の方法を検討</p>	<p>PWR粒界割れ知見拡充 (WG体制を組んで対応中)</p> <p>運転経験より得られた産業界で取組むべき共通の技術課題として対応</p>
非物理的な劣化	<p>ATENAガイドを作成済 (いずれも2020年9月発刊)</p> <p><①長期停止保全ガイド> 長期停止期間における経年劣化も考慮し、各社個別に策定している停止中の保全計画の策定の考え方を整理</p> <p><②設計経年化評価ガイド> 「設計経年化」の観点からプラントの設計を評価し、継続的な安全性向上に取り組んでいく仕組みの構築</p> <p><③製造中止品管理ガイド> プラントメーカー・事業者間で、製造中止品情報の共有、予備品の充実等を、効率的に管理する仕組みの構築</p>		

3-1. プラント長期停止期間中における保全に係る取組一概要

【従来の取組み】

- 長期停止期間が大幅に長期化している状況を踏まえ、各事業者が劣化管理を確実に行うことは、今後の安全な長期運転のためにも重要。停止中状態を考慮した保全計画については、「特別な保全計画」として、炉規法に基づき規制当局に申請し、保全を実施。

ATENAは、長期停止期間中の経年劣化管理の観点から考慮すべき事項をガイド案として整理

- 経年劣化事象を網羅的に整理の上で、使用する機器／保管機器毎の現場環境を考慮しつつ、長期停止中の劣化影響を一般化した知見として整理
- 重要な取替困難機器については個別に経年劣化影響・保全ポイントを整理

長期停止期間中の取替困難機器の経年劣化影響・保全ポイントを中心に、規制当局と意見交換（次葉）。

⇒プラント毎に適切に保管及び点検することにより、進展を抑制できることを規制当局との間で認識共有。

意見交換結果を反映してATENAはガイドラインとして発刊し、事業者に対しガイドラインを踏まえた保全計画のセルフチェックと、必要に応じ保全計画の見直しを行うことを要求。

⇒各社は保全計画の見直しを含め、停止期間が長期化しているプラントの状況に適確に対応しつつ、事業者間で運転経験に係る情報を共有。

3-1. プラント長期停止期間中における保全に係る取組－規制当局との意見交換

- ATENAは、長期運転を安全に進めるため、経年劣化管理の取組を強化するために作成したガイド案をもとに、規制当局と技術的な意見交換を実施。

<経緯と実績>

- ATENAから、技術的な意見交換の場の設定を要請（令和元年12月2日）
- 原子力規制委員会において、「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」の設置を了承。（令和2年1月29日）
- **技術的意見交換会の開催**（令和2年3月～7月）

回	日時	
第1回	3月 6日	10:00～12:00
第2回	4月27日	9:00～12:00
第3回	5月22日	10:00～12:00 13:30～16:00
第4回	6月 1日	9:30～12:00
第5回	6月15日	9:00～12:00
第6回	7月 1日	16:30～18:30



- 原子力規制委員会は、ATENAとの技術的な意見交換を経て、「見解文書」を発出。

『運転期間延長認可の審査と長期停止期間中の発電用原子炉施設の経年劣化との関係に関する見解』（令和2年7月29日）

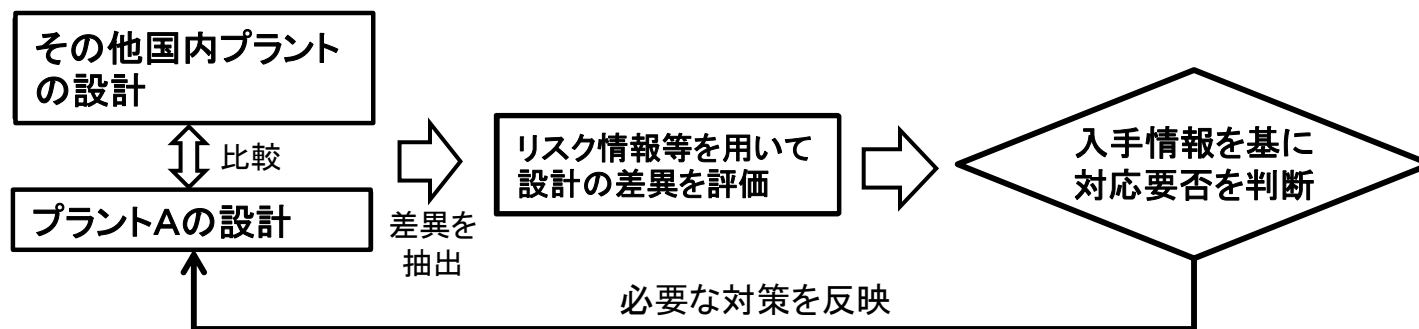
- 中性子照射脆化、低サイクル疲労などについては、長期停止期間中はそのような事象が生じる環境にないことから、考慮しなくてもよい。
- コンクリート構造物の中性化や塩分浸透など、**長期停止期間中も劣化が進展する事象はあるが、各事業者が、プラントごとに適切に保管及び点検することにより、進展を抑制することができる。**
- **規制当局としては、事業者の保管対策及び点検の適切性について、個別プラントごとに確認することが必要である。**

3-2. 設計経年化管理に係る取組

- 基準適合を前提として、今後の安全な長期運転に向けて、**設計の相違に起因する安全上の弱点を特定し、継続的に安全性向上を図るための仕組み**を新たに構築する。

[具体的な取組（内部事象評価の例）]

- 時間の経過に伴い、既設プラントの設計に安全設計上の改善の余地がないかという観点から、国内プラント間で設計を比較し、安全設計上の差異を抽出する。
- 抽出した差異に対して、リスク情報等を用いて安全に対する影響度合いや改善の効果を確認し、必要に応じて対策を検討する。



- ATENAは上記の取組に係るガイドを発刊。**事業者は、ガイドを踏まえて、設計経年化管理に係る取組を通じ、継続的な安全性向上に繋げていく。**

3-3. 製造中止品管理に係る取組

【従来の取組】

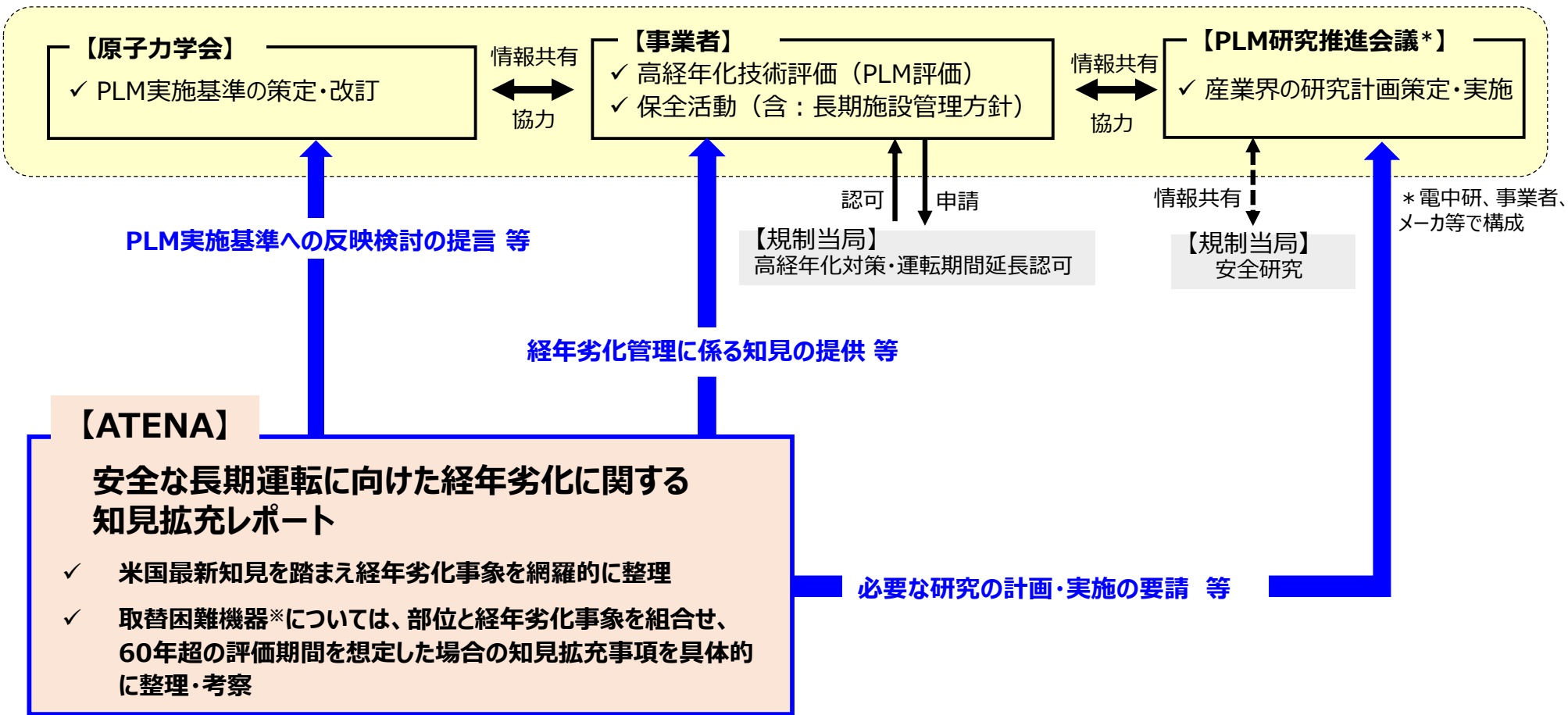
- 既設プラントの安全機能の維持・向上のために、原子力発電所を構成する機器・系統・構築物の保守管理を、定期的かつ計画的に行っている
- 運転開始以降、一部の部品やサービスが提供されなくなる事例が出てきているが、これに対しては、事前に調達先から製造中止等の情報を入手し、予備品の確保や代替品の開発、機器の取替等を行うことで、既設プラントの安全機能の維持、向上に取り組んでいる

- 今後、長期運転を行っていくにあたって、時間の経過に伴い、一部部品の製造中止や既存メーカーの撤退による事例が増加していくことが想定される
- このような状況が顕在化した場合においても、事業者は、既設プラントの安全機能の維持・向上に継続的に自主的に取り組んでいく

- **今後、増加が予想される製造中止品への対応を確実にし、設備の機能を維持するために、これまで主に発電所や担当部門単位で情報を入手し、対応を検討してきた取組を強化し、事業者が製造中止品情報をプラントメーカー等から、継続的に入手・整備し、それを一元的に管理し、事業者が連携して対応する仕組みを、ATENAの自主ガイドライン（製造中止品管理ガイドライン）として取りまとめ。各社はガイドに基づき、適切な管理の仕組み・体制を構築し、運用中。**

3-4. プラント運転中も含めた経年劣化管理に係る取組 (1/2)

80年認可が行われている米国最新知見を参考に高経年化対策 (PLM) 実施基準に記載の無い経年劣化事象を抽出、また、取替困難機器※については、60年を超える評価期間を想定した場合の知見拡充事項を抽出し、レポートを取りまとめた。それらの知見拡充事項については、原子力学会、事業者、研究主体に対し提言等を行い、その進捗をフォローしていく。



3-4. プラント運転中も含めた経年劣化管理に係る取組 (2/2)

- 当該レポートでは以下の検討を実施し、各々の知見拡充事項を整理
 - ✓ 米国最新知見を踏まえた経年劣化事象を網羅的に整理 ⇒ PLM実施基準に無い経年劣化事象を抽出
 - 取替困難機器における80年評価を想定 ⇒ 評価にあたっての知見拡充事項を整理

<米国最新知見に照らし着目すべき経年劣化事象の抽出>

<国内で想定している経年劣化事象>

- 日本原子力学会PLM実施基準
- 各プラントPLM評価書

⇔
比較・分析

<米国の80年運転認可で想定している経年劣化事象>

- 80年認可標準審査指針 (NUREG2192 : SLR-SRP)
- 80年認可劣化知見報告書 (NUREG2191 : SLR-GALL)
- 60年⇒80年認可変更個所の技術根拠 (NUREG2221)

比較・分析の結果

PLM実施基準に記載の無い経年劣化事象としてチタン合金使用伝熱管のSCC等、3件を抽出。その3件については60年を超える事で顕在化する事象ではなく、過去国内実機損傷事例はなく、国内では個別環境を考慮し別の事象を想定して保全を実施。PLM実施基準への反映の検討について、日本原子力学会へ提言済。

<取替困難機器の評価に係る知見拡充事項の整理 (80年の評価期間を想定) >

プラント運転期間に影響を及ぼす取替困難機器において部位と事象を組合せ、米国に倣い80年の評価期間を想定した場合に、従来のPLM評価手法で、科学的・技術的に評価可能か考察

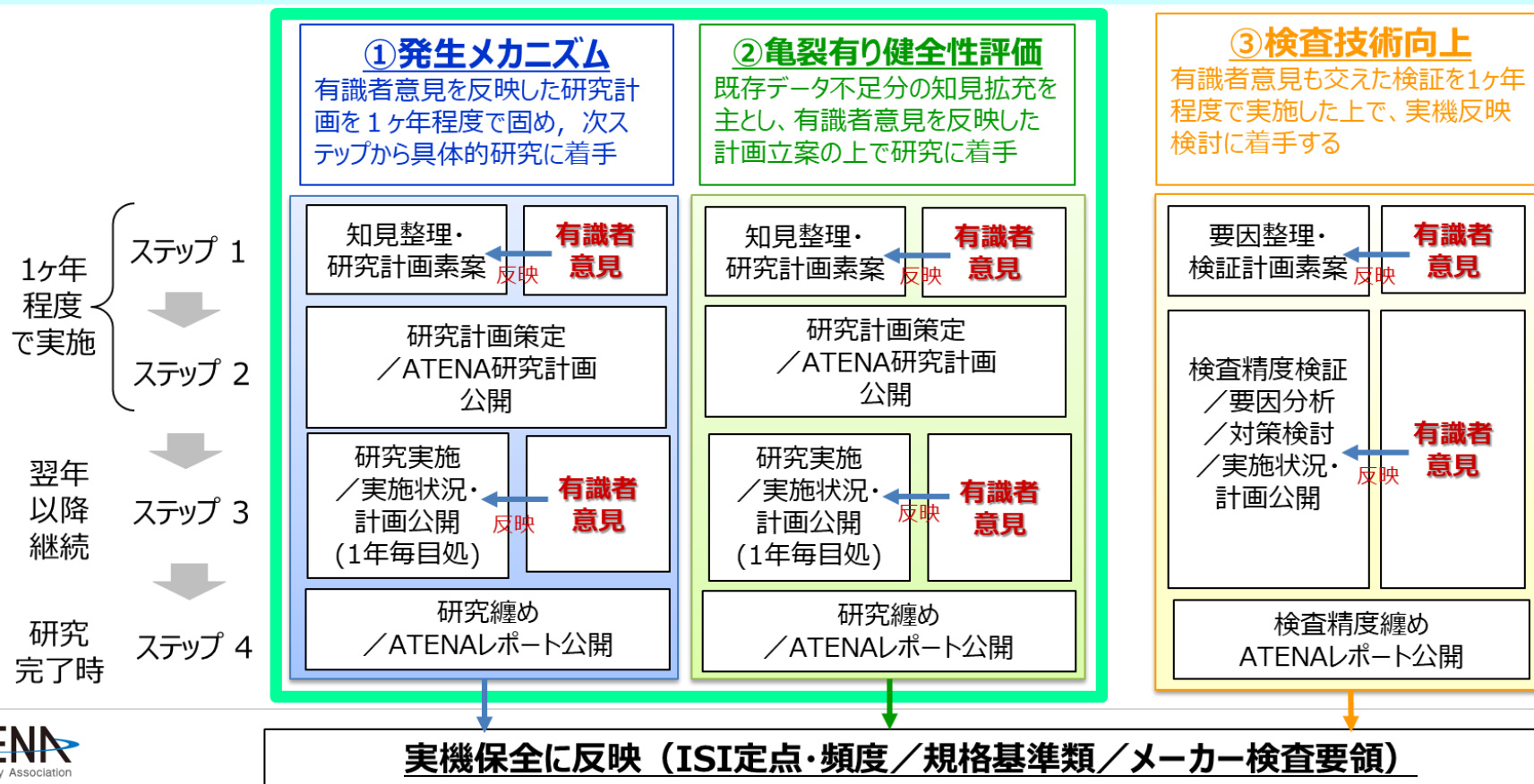


望まれる知見拡充の取組を整理 (⇒中性子照射脆化で2項目抽出)

4. PWR1次系ステンレス鋼配管粒界割れの知見拡充

- 大飯3号機加圧器スプレイ配管溶接部において粒界割れ事象が発生したが、実機事例が極めて少なく、発生に関するラボデータも極めて少ない事象であり、今後の原子力発電所の安全性・信頼性を確保するため、**産業界で取り組むべき共通的技术課題と認識。**

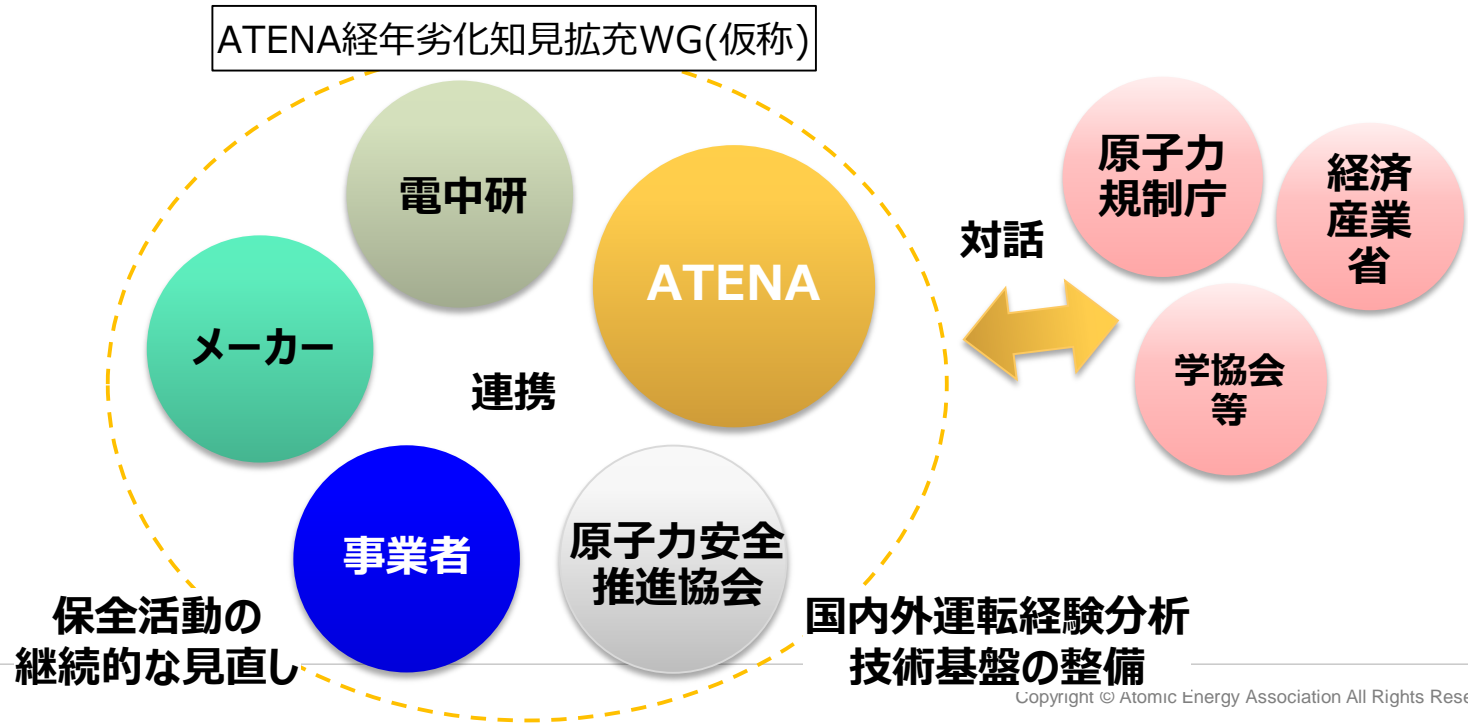
技術課題は大きく分けて「①発生メカニズムの解明」、「②亀裂がある場合の健全性評価」、「③検査技術の向上」の3分類であると整理。**外部有識者を交え知見拡充に向けた取組を実施中。**



5. ATENAを中心とした経年劣化に係る今後の取組

➤ 経年劣化管理に関する諸活動（研究開発、規格策定等）を戦略的・体系的に行っていくためには、最新知見・運転経験等を踏まえて課題を整理し、それに基づき活動の方向性と達成目標を戦略的に設定・実施していく機能が必要。

➤ ATENAに経年劣化知見拡充WG（関係機関が一堂に会し連携）を設置し、経年劣化管理に係る最新知見や運転経験に係る情報などを収集・分析し、活動計画（研究開発計画等）を策定・実施する。→今後具体化



6. より安全な長期運転のための知見拡充に係る取組

- ATENAは、長期運転に関するこれまでの国内の経年劣化管理の取組みと海外知見を比較分析し、物理的な劣化／非物理的な劣化に係る各々の取組みを強化してきた。
- 国内では40年の運転期間を経験したプラントも現れ、経年劣化事象の知見は蓄積しつつあるものの、経年劣化に関する知見は常に更新・拡充していくべきものである。
- この見地に立ち、引続き長期運転における経年劣化管理に関する取組みを継続し、プラントの安全性の維持・向上に貢献していく。