

ドラフト

安全性向上に向けた ATENAの取り組みについて

2023年7月19日
原子力エネルギー協議会
(ATENA : Atomic Energy Association)

1. ATENAの概要

2. 共通的な技術課題への対応と規制当局との対話

3. デジタルCCFへの対応を踏まえたATENAの取組

4. 課題と方向性

1. ATENAの概要

2. 共通的な技術課題への対応と規制当局との対話

3. デジタルCCFへの対応を踏まえたATENAの取組

4. 課題と方向性

ATENAの概要

名称 原子力エネルギー協議会 (**Atomic Energy Association**)

設立 2018年 7月 1日

ミッション 原子力産業界全体の知見・リソースを効果的に活用しながら、原子力発電所の**安全性に関する共通的な技術課題**に取り組み、自主的に効果ある安全対策を立案し、事業者の現場への導入を促すことにより、**原子力発電所の安全性をさらに高い水準**に引き上げる。

役員 理事長 魚住 弘人 (元株式会社日立製作所) 理事2名、監事2名

職員 原子力事業者及びメーカーから、**各分野の専門家を結集** (約30名)
(専門分野) 安全設計、自然外部事象、機械・電気設備 等

会員 電力：11社、プラントメーカー：4社、関係機関：4機関

北海道電力、東北電力、東京電力ホールディングス、中部電力、関西電力、北陸電力、中国電力、四国電力、九州電力、日本原子力発電、電源開発
東芝エネルギーシステムズ、日立製作所、三菱重工業、三菱電機
電気事業連合会、電力中央研究所、日本原子力産業協会、日本電機工業会

オブザーバー：原子力安全推進協会、日本原燃、日本原子力研究開発機構

(順不同)

ATENAの活動方針

原子力発電所の共通的な技術課題への対応

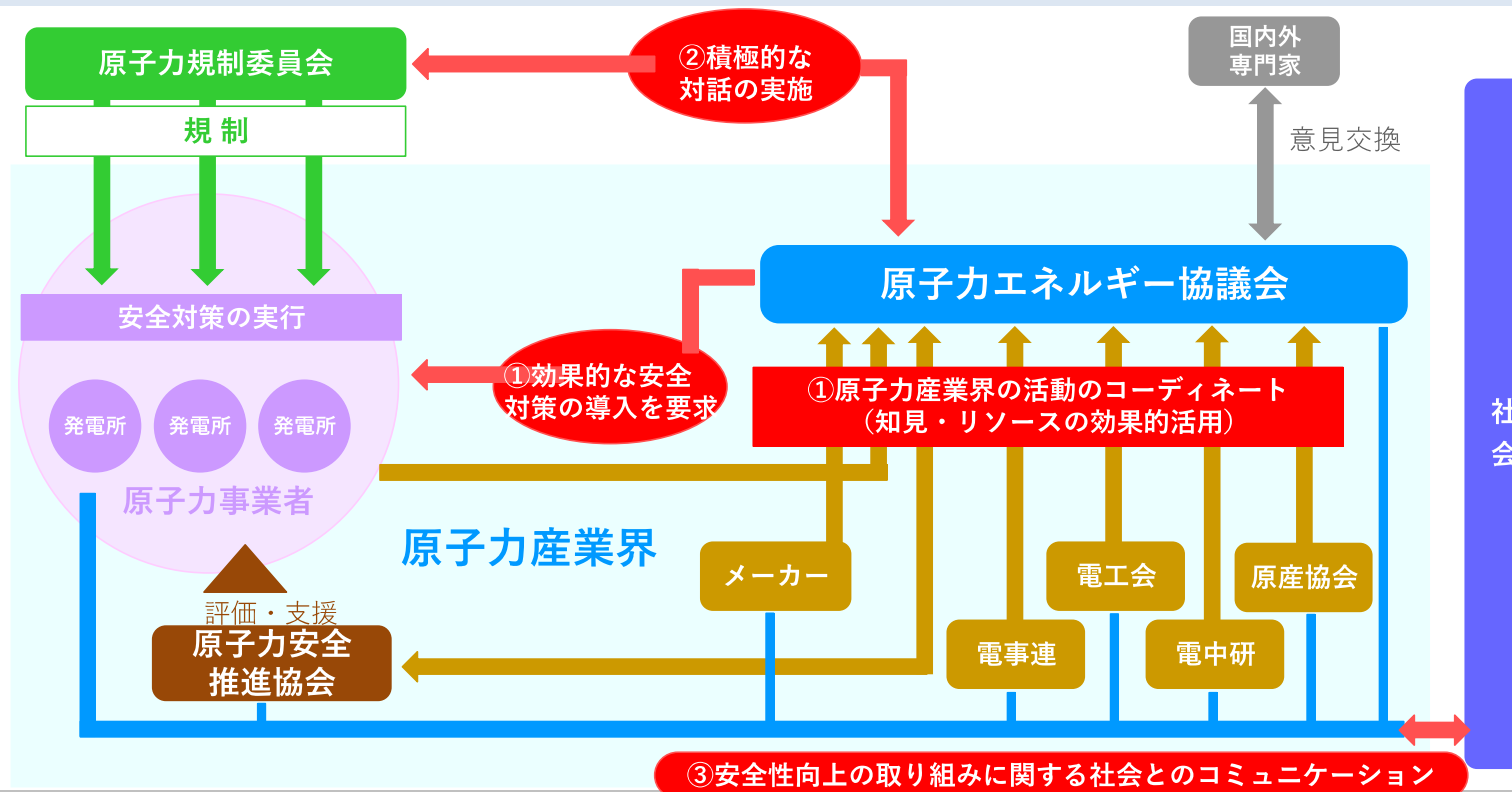
- ATENAは、新知見・新技術への対応をはじめとした**共通的な技術課題に対し、専門性を持って、原子力発電所の効果的な安全性向上を目指し技術検討を行う。**
また、検討結果は、必要に応じ技術レポートにまとめ、発行する。
- ATENAが**安全性を高める上で効果的な対策を立案し、事業者の利害関係に関わらず、一部に反対する事業者がいる場合も、ステアリング会議で決議（実施について事業者のコミットを得る）を行い、すべての事業者に対策の導入を要求する。**
- 事業者の対策実施状況を確認し、公開する。

規制当局との対話の積極的な実施

- **共通的な規制課題については、ATENAが一元的に取り扱う。**
- ATENAは、**原子力産業界を代表して規制当局と対話を行う。**

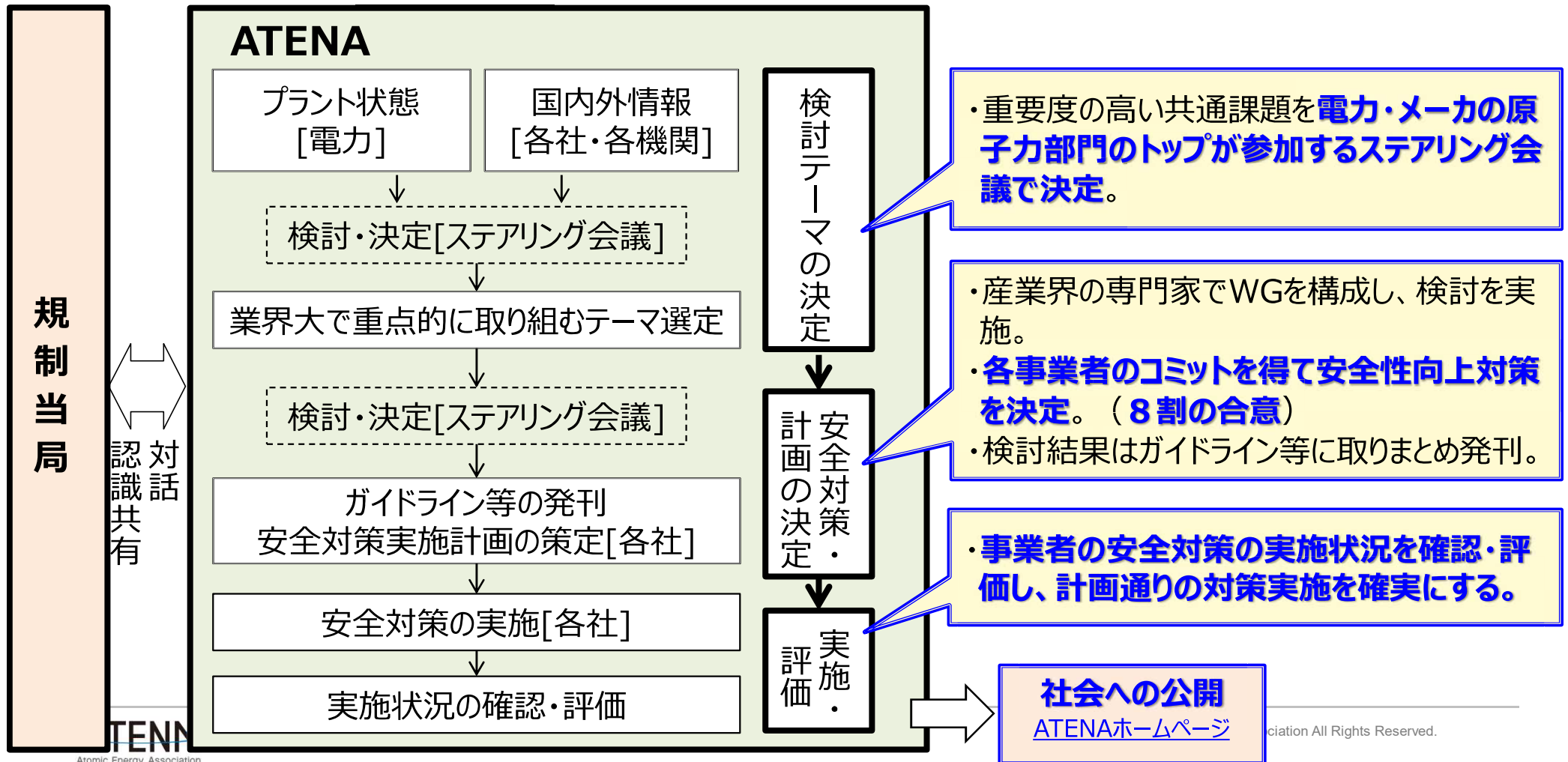
ATENAの役割

1. 電力だけでなくメーカーの専門家も参加している強みを活かし、効果的な安全対策を立案し、事業者に安全対策の導入を要求する。なお、課題の特定・検討段階において、産業界の活動をコーディネートし、各機関の知見・リソースを活用。
2. 安全性向上という共通の目的のもと、規制当局と積極的な対話を実施。
3. 様々なステークホルダーと安全性向上の取り組みに関するコミュニケーションを実施。



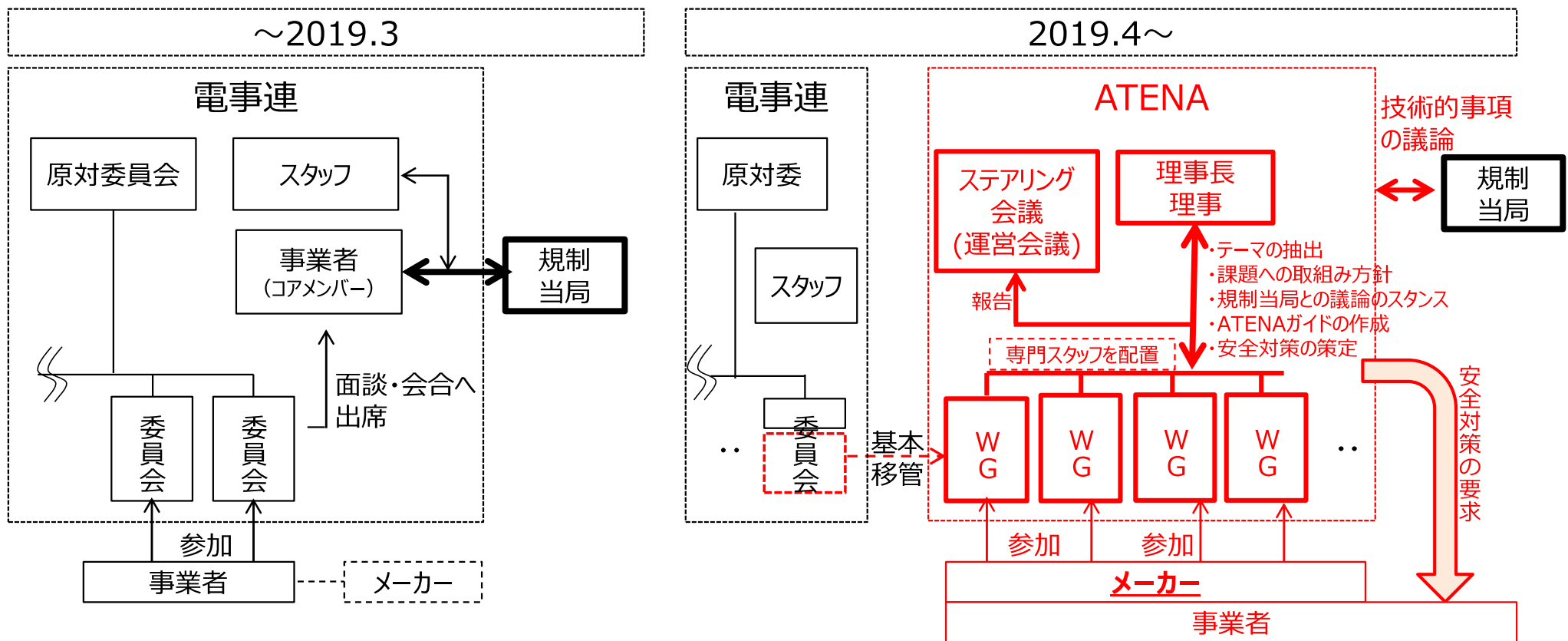
活動のしくみ

- **国内外の動向を把握し、重要度の高い共通的な技術課題をテーマとして選定。**
安全性向上対策をガイドライン等に定め、個社へ展開することにより原子力発電所の一層の安全性向上につなげる。
- ATENAが取り組むテーマや安全性向上対策の検討に際して、**規制当局との対話を通じて認識共有を図る**とともに、取り組み状況について、**社会へ公開**する。



ATENAの運営体制

- 共通的な規制課題に関する技術的事項の検討は、**メーカーも参加するWG**の運営を通じて、**ATENAの専門スタッフが中心となってい**、**理事長・理事の確認**のもと、進めている。



1. ATENAの概要

2. 共通的な技術課題への対応と規制当局との対話

3. デジタルCCFへの対応を踏まえたATENAの取組

4. 課題と方向性

技術的共通課題への対応

- ATENAは、福島第一原子力発電所事故の反省と教訓等を踏まえて、共通的な技術課題として、「①**新知見・新技術の積極活用**」、「②**外的事象への備え**」、「③**自主的安全性向上の取り組みを促進するしくみ**」に取り組む。



安全性向上に向けた重点的な取り組み事項（1 / 2）

現在、国内外の動向を踏まえ、原子力発電所の安全性を効果的に高めていく分野として、3項目について重点的に取り組みを進めている。

I. 新知見・新技術の導入拡大への対応

- 既設の原子力発電所においても、安全上の重要度の高い系統へのデジタル技術の導入が進みつつあり、**サイバー攻撃やソフトウェア共通要因故障などへの対策**に加え、デジタル機器の増加に伴うノイズの増加による周辺機器への悪影響がないか、**電磁両立性（EMC）**に関する課題の検討にも取り組んでいる。
- **福島第一原子力発電所事故から得られた知見**をもとに産業界として自主的な対策の検討に取り組み、必要な対策（**アクシデントマネジメントガイド（AMG）の改定**）を実施した。引き続き、必要な対策（**設備改造を含めた水素防護対策等**）について、継続して検討を進める。
- **PWR1次系ステンレス鋼配管における割れ**について、実機事例や発生に関する研究結果が極めて少ない事象であることから、産業界全体の共通課題として、原因究明・再発防止対策等の検討に取り組んでいる。
- 燃料棒の本数を増やし **1本あたりの熱的負荷を緩和することにより更なる安全性の向上**を図った**新型燃料（10×10燃料）**や被覆管の改良などにより**事故時の水素発生量を抑制する事故耐性燃料**の導入に向けた検討に取り組んでいる。

安全性向上に向けた重点的な取り組み事項（2 / 2）

II. 自然事象への対応

- 自然事象は、不確実さが大きい事象という特徴がある。新規制基準への対応として、保守性を見込んだ上で頑健な安全対策が進んでいるが、福島第一原子力発電所事故の教訓も踏まえて、**自然事象への対応は、規制基準の枠に留まることなく**安全性向上に取り組んでいる。（設計の経年化評価における外的事象への対応、新知見によるSs見直しの際の対応方針の策定等）

III. 安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取組

今後、新規制基準に適合し再稼働した既設炉が、**長期に亘って安全に運転**を継続するため、**産業界共通の課題である経年劣化管理**に取り組んでいる。

- これまでの**国内の経年劣化管理の現状の取組と、海外知見を比較分析し、今までの取組を強化**する3項目を抽出。**長期停止期間中の経年劣化管理の取組み**に加え、長期運転を安全に進める活動として、**設計のレビュー（設計の経年化管理）**や**製造中止品管理**のようなソフト面からの取組を強化。
- **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**事項の取り纏めを実施。
- 産業界として効果的に取り組んでいくために、リーダーシップを発揮し、**ATENAに設置した「経年劣化知見拡充WG」**のもとで、**他組織や国内専門家との連携を強化**しながら、経年劣化管理に係る活動計画を策定・実施中。

今後、重点的に取り組む事項

今後、重点的に取り組む事項として、安全性を維持しつつ、**リスク情報**などを用いて効率的運用を目指す取り組み等の**原子力価値**を高めていく取り組みについても検討している。

本取り組みについて、ATENAは規制当局と対話（実務レベルでの意見交換を含む）を行いたいと考えている。

IV. 今後、重点的に取り組む事項

- **リスク情報を活用した保安規定における運転上の制限（LCO）等の改善やオンラインメンテナンス**について、検討中。
- **GX基本方針の次世代革新炉**のうち、事業者が最早の導入を見込んでいる革新軽水炉の導入に向けた課題検討（規制基準との関連等を含む）を実施中。

規制当局との対話

- ATENAが一元的に規制当局と対話することで、以下の効果が得られている。
- **取り組むべき共通課題**については、**テーマ選定の段階**から規制当局と認識を共有し、**課題解決に向けた早期かつ実効的な取り組み**を進めていきたい。

<規制当局との対話から得られる効果>

- **新技術・新知見に対する自律的・効果的な対応による早期の安全対策導入**
サイバーセキュリティ対応、デジタル安全保護系の共通要因故障対応、
一相開放事象対応、水素対策（福島第一原子力発電所事故対応） 等
- **事業者からの許認可申請に先立った論点整理による申請プロセスの円滑化**
LCO等の改善の考え方、10×10燃料 等
- **産業界としてのワンボイス発信による意思決定の迅速化**
緊急時活動レベルの見直しへの対応
高経年化した発電用原子炉の安全規制 等

1. ATENAの概要

2. 共通的な技術課題への対応と規制当局との対話

3. デジタルCCFへの対応を踏まえたATENAの取組

4. 課題と方向性

デジタルCCFにかかる経緯（1 / 4）

- ◆ 原子力規制委員会（2019年9月13日）
「発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護回路のソフトウェアに起因する共通要因故障対策」（デジタルCCF対策）検討会設置を了承し、これまで第1回～第7回の公開会合が開催された。
- ◆ 第4回公開会合(2020年1月29日)
ATENAから、産業界として追加対策を行う方針と、産業界として自律的かつ計画的に取り組んでいく方針を説明した。
 - ・ATENAは、技術要件を纏め、安全解析及び設計を各事業者が合理的かつ早期に対応できるようにする。
 - ・ATENAは各事業者へ実施計画の提出を要求し、実施計画を公開する。また、進捗をフォローし、進捗状況及び対策完了状況を公開する。
- ◆ 第5回公開会合(2020年10月6日)
産業界としての下記基本方針を説明した。（P19のプロセス参照）
 - ① 事業者はデジタルCCF対策を、責任を持って自律的かつ計画的に実施する。
 - ② ATENAは、技術要件書を提示し、事業者に、実施計画と要件整合報告書の提出を求める。
 - ③ ATENAは、半期に一度の実施状況確認(主要なプロセスの完了時期を管理)と要件整合確認結果及び対策完了実績を公開する。
 - ④ 再稼働済みのプラントは、デジタルCCF対策設備を2023年度以降最初の定検で導入する。

デジタルCCFにかかる経緯（2 / 4）

◆ 第33回原子力規制委員会(2020年10月21日)

第5回公開会合(2020年10月)における下記聴取結果が報告された。

- ① 対策水準を自律的に進めていくための産業界の基本方針について
 - ✓ ATENAが、対策水準を実現するための技術要件書を策定し、事業者に提示し対応の実施をめる。この際事業者に対して、実施計画書、有効性評価書、要件整合報告書の提出及び進捗状況の報告（半期に一度）を求める。
 - ✓ ATENAは、事業者から提出された文書及びその確認結果並びに対策の進捗状況及び完了実績をATENAホームページで公開する。
- ② 各事業者の実施予定時期について
- ③ ATENA作成の技術要件書について
- ④ 原子力規制委員会への報告等について
 - ✓ ATENAは、全てのプラントに関し、確認した事業者の進捗状況を半期に一度書面で報告する。

今後の進め方として、必要があれば、進捗の状況を公開会合等で把握し、事務局はその結果を原子力規制委員会に報告することとされた。

デジタルCCFにかかる経緯（3 / 4）

◆ 第6回公開会合(2023年2月17日)

第5回公開会合で説明した基本方針を引用し、ATENAの関与を説明するとともに、川内1号機に対する事業者とATENAの以下の対応方針を説明した。

- ①事業者は、自主検査を、使用前事業者検査と同等の内容及び体制で実施する。
- ②事業者は、保全計画、手順書の整備、管理体制を保安規定に基づく管理体制及び保安体制で管理する。
- ③ATENAは、事業者に対して設計管理及び検査実施の方法について報告を求め、工事計画認可対象の工事と同等のプロセスで管理されていることを確認する。

規制当局からは、以下のコメントがあった。

- ・事業者の自主対策に対しATENAがどういう位置づけで関わるか方針を明確にすること。
- ・事業者が行うことに対してATENAが確認するプロセスを構築すること。
- ・許認可設備への悪影響防止について、要件整合報告、事業者検査での確認内容を示すこと。
- ・ATENAは現場確認を行うべき。
- ・手順書と教育訓練の要件整合も行うべき。
- ・ATENAの要件整合確認における力量と独立性を明確にすること。
- ・運用段階においてもPDCAを回す仕組みを作ること。
- ・デュープロセス全体を見直すこと。

デジタルCCF対策にかかる経緯（4 / 4）

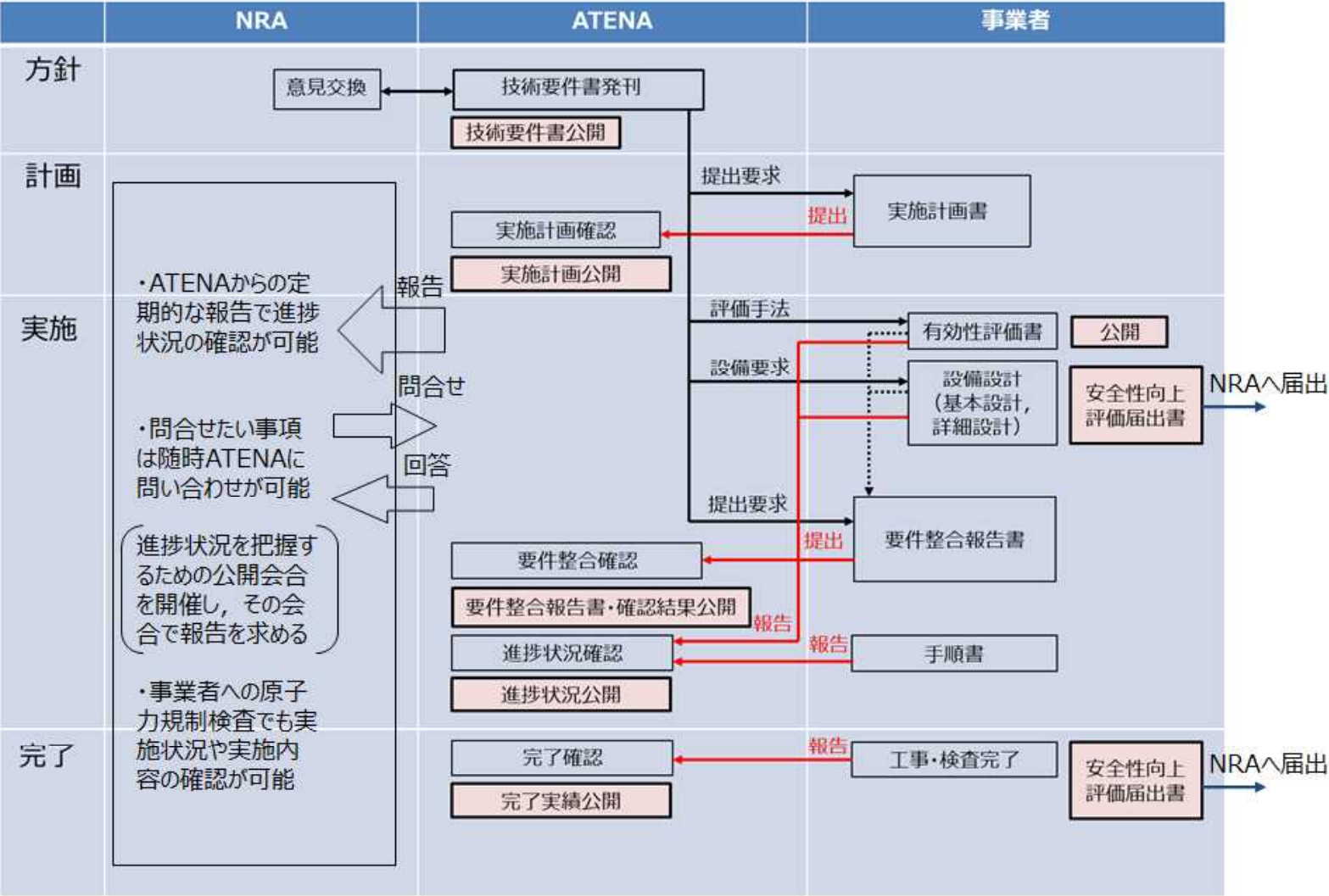
◆ 第7回公開会合(2023年3月20日)

ATENAは、第6回公開会合を踏まえ下記の追加対応を行うこととした。（P20のプロセス参照）

- ①ATENAは、事業者に対して下記追加対応を要求する。
 - ✓ 要件整合報告書(手順書)を提出すること。
 - ✓ 自主検査を使用前事業者検査と同等の内容と体制で実施すること。
 - ✓ 運用開始後の管理体制を保安規定に基づく規定文書で管理すること。
 - ✓ 設計管理について、設工認と同等のプロセスで管理すること。
- ②ATENAは、事業者から提出された記録等の確認を行い、確認結果を公開する。
- ③ATENAは、安全保護回路への波及的影響防止については、その重要性に鑑み、事業者自主検査にATENA又は第三者機関が現場で同席する。
- ④ATENAは、ホールドポイント(工事開始前、設備使用開始前)を設けてプロセスを管理する。
- ⑤ATENAは、改善事項や良好事例を抽出し、技術要件書等へ反映を行い、PDCAを回す。

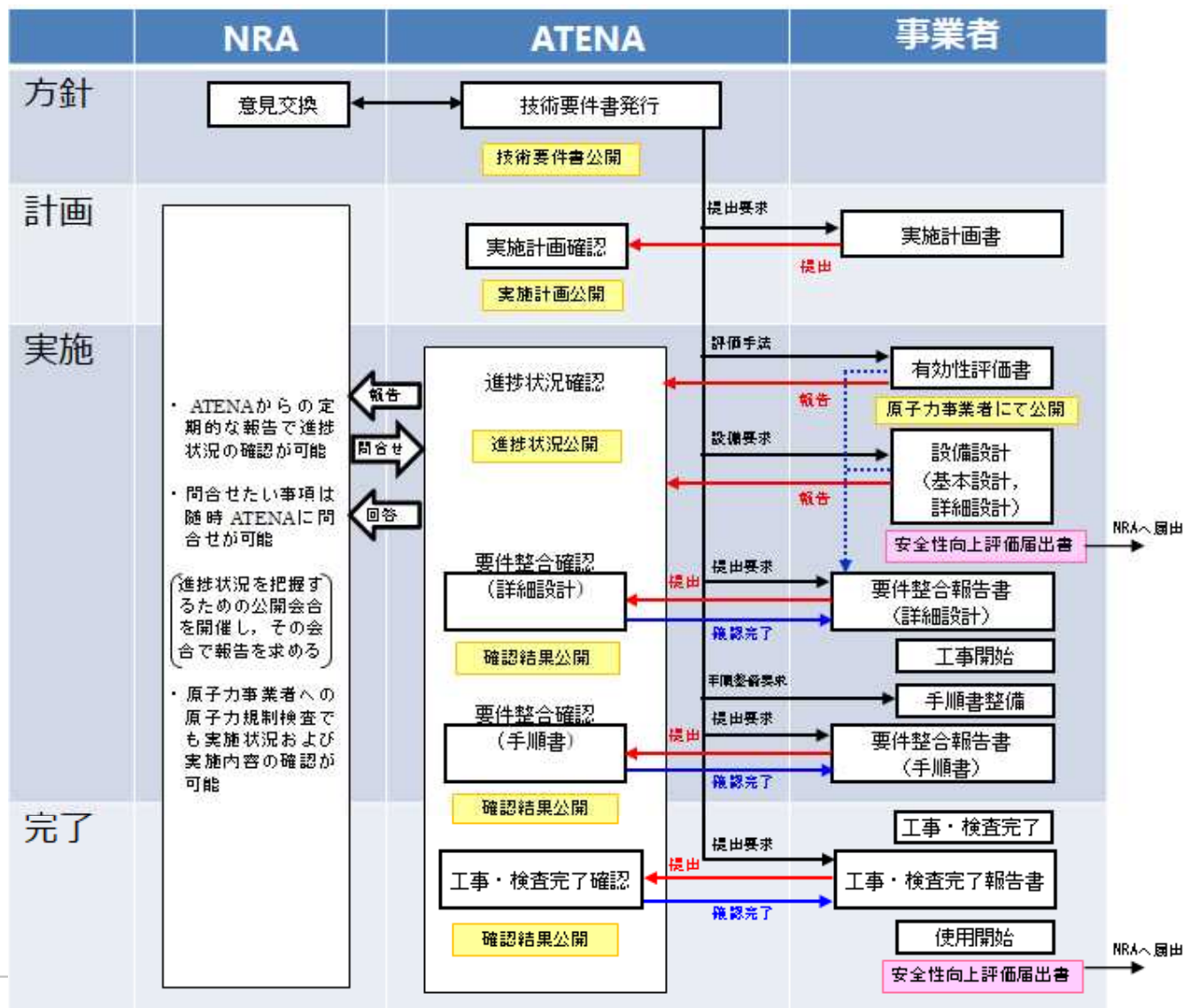
基本方針に基づく対応フロー（2020年10月）

◆ 2020年10月第5回公開会合で示した基本方針に基づく対応フロー



基本方針に基づく対応フロー（2023年3月）

◆ 2023年3月第7回公開会合で見直した基本方針に基づく対応フロー



川内 1 号機の評価と今後の進め方

1. 産業界が自律的に進める方法として、第 5 回公開会合では ATENA の組織特性を鑑み、有効性評価や設備設計の内容が技術要件書で示した要件に整合しているかを確認することとしたが、第 6 回公開会合を踏まえ、検査、手順書、品質保証体制、運用後の管理体制についても確認することとした。

川内 1 号機で実施したプロセス全般について振り返りを行った結果、以下の評価結果を得た。

- ① 事業者は、ATENA が求めたデジタル CCF 対策を実施できていた。
- ② 事業者の実施内容に対する ATENA の確認結果を公開することにより、事業者の取り組みについて、外部の者への透明性が高まった。
- ③ 安全保護系への波及的影響の防止については、その重要性に鑑み、ATENA が事業者自主検査へ同席し確認することで、一層の確実性を担保した。

以上から、当初から予定していた要件整合確認だけでなく、追加対応についても、今後も継続することとした。

2. 「ATENA は、審査・検査を行わない組織である」が、設計図書、検査記録、社内規定等を確認することにより、**事業者の自律的な取り組みが適切に行われていることの透明性を高める仕組みを構築した**。なお、第三者機関を活用することも、今後検討する。

デジタルCCFにおける工程管理の改善

◆ 対策工事の着工時期を把握していなかった要因

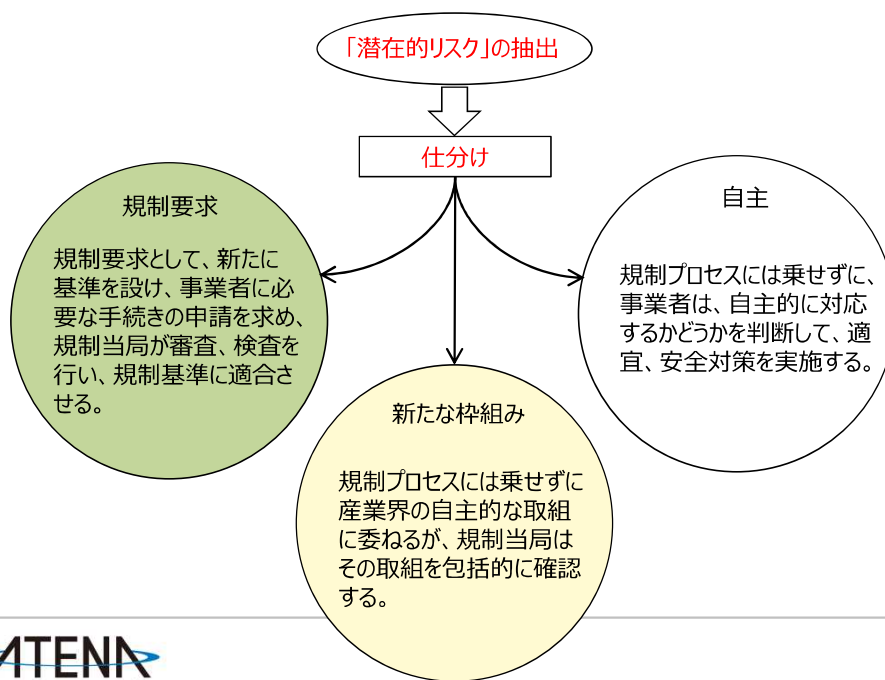
当初ATENAは、第5回公開会合で約束した対策の実施予定時期を守るため、工事・検査完了時期を重点的に管理することとし、工事開始時期を管理対象としていなかった。

◆ 改善策

- ✓ 今後、ATENAは、事業者の工事開始・検査開始・設備使用開始を年月ベースで把握し、工程管理をATENAと事業者で確実に行うこととした。
- ✓ ATENAは「事業者のプロセスの開始・停止を行う権限を有していない」が、「事業者はATENAの確認がなければ工事開始や設備使用開始に進まないこと」を、ホールドポイントを設けて管理する仕組みを構築した。

デジタルCCFを踏まえた対応

- デジタル安全保護系の共通要因故障の対応（デジタルCCF対策）では、**規制当局との対話**を踏まえ、**事業者の自律的な取り組み**として、ATENAが技術要件書を定め、事業者自らが計画的に対策を行うという**新たな枠組みで自律的安全性向上**を進めている。
- 今後も**事業者の自律的な取り組みを推進したい**と考えており、ATENAは事業者の自律的な取り組みに対し、安全上の重要度や対策の内容等に応じて対応方針（ATENAの実施項目）を検討し、**対策が確実に導入されるよう取り組む**。



【新たな枠組み】

- ATENAは安全対策をガイドライン等で明確化し公開（社会へ約束）
- 事業者の計画、対策の実施状況を確認（公開）
- 期待する効果
 - ✓ 安全対策を早期に実現
 - ✓ 事業者が良く知る現場実態に即した効果的な対策を立案
 - ✓ 自主による改善を機動的に積み重ね

原子力規制委員会主催の「継続的な安全性向上に関する検討チーム」第5回会合（2020年11月）において、ATENAが提出した資料をもとに作成

安全対策の実施に伴うATENAの実施項目について

- ✓ 産業界が自律的に実施する安全対策において、ATENAは組織の特性を踏まえ、**安全上の重要度や対策内容等に応じて実施項目を定める。**

概要	項目	これまでの事例
実施内容・状況の確認 [安全上の重要度に応じて、実施内容は取捨選択する]	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 要件整合の確認 詳細設計・手順書の確認 ➤ 事業者の工事検査確認 記録確認 ➤ 既設設備への悪影響防止の確認 現場同席 ➤ 品質保証体制確認 ➤ ホールドポイントを設けてプロセス管理 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ デジタルCCF対策
実施内容のフォロー	<ul style="list-style-type: none"> ➤ スケジュール管理 ➤ 実施内容・結果のフォロー 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ EDGに関するヒューマンエラー対策 ◆ サイバーセキュリティ対策 ◆ 長期停止期間中の経年劣化管理 ◆ 製造中止品管理プログラムの仕組みの構築 ◆ 運転上の制限（LCO）等の改善 ◆ 水素防護対策に係るAMG改定
スケジュール管理	<ul style="list-style-type: none"> ➤ スケジュール管理（対策完了報告） 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1相開放故障事象対策 ◆ 製造業者不適切行為の抑止及び発生への対策

1. ATENAの概要

2. 共通的な技術課題への対応と規制当局との対話

3. デジタルCCFへの対応を踏まえたATENAの取組

4. 課題と方向性

課題と方向性

- これまで、共通的な技術課題を20件以上特定し、4年で約10件の安全対策を事業者に要求してきた。一方で、「原子力産業界が自ら一歩先んじて取り組む」という活動は、まだまだ不十分であると認識しており、新発見・新技術の把握-分析を一層強化し、**機動的かつ積極的に技術課題を特定する取り組みを進めていく**とともに、**PRA等を活用し、原子力価値および安全性の向上の両立**への取り組みも進めていく。
- 取り組むべき共通課題について、**テーマ選定の段階から規制当局と認識を共有**する。また、効率的に安全性向上を進めるためのATENAの役割や規制との関わりについても意見交換をしながら、タイムリーで、実効的な課題解決につなげていきたい。

参 考 资 料

NEIとATENAの役割

技術課題（規制課題）に対応する組織・業務プロセスは、ほぼ同様となっている。
 ただし、NEIは、技術課題（規制課題）に対応する部門の他に、ロビー活動、コミュニケーションを担当する部門があるが、ATENAはそれらの機能を有しない組織として設立

	NEI	ATENA
産業界における役割	<p>①規制対応：被規制者としてではなく、産業界の意見を代表してワンボイスで発信できる組織として折衝。</p> <p>②ロビー活動：NRCの規制が予算の無駄使いになっている場合には、議会へ働きかけ。</p> <p>③コミュニケーション：技術的に正確な情報を発信し、地方自治体へも働きかけ。</p>	<p>産業界の共通的な技術課題についてATENAが主体となり安全性向上対策を立案、事業者に対策実施を要求し、事業者の安全への取り組みを牽引。</p> <p>（ロビー活動、原子力の理解促進活動は行わない：ロビー活動は電事連、一般広報は電事連、原産協会、日本原子力文化財団などの既存組織が担当）</p>
スタッフ体制	<ul style="list-style-type: none"> ・約125人（95%はプロパー） ・規制対応約40人。ロビー活動、コミュニケーション部門もそれぞれに業界を代表する専門スタッフを配備。 ・課題検討は、タスクフォース（エンジニアクラスで技術的課題を検討／主査はNEI） ・ワーキンググループ（エグゼクティブクラスで政策的判断が必要な課題を検討／主査はNEI） 	<ul style="list-style-type: none"> ・専門スタッフが8名、運営スタッフが7名＋電事連兼務者15名。（うちメーカー出身7名） ・専門スタッフが主査となり、アドホックWGを設置。 ・課題内容に応じて事業者、メーカーの専門家が参画。課題解決までのプロセスをマネジメント。
意思決定プロセス	<p>規制に対する事業者のポジション・対応方針を、CNO会議（NSIAC※）において電力CNOの投票により意志決定。（80%以上の賛成で決定）</p>	<p>ステアリング会議において、「決議」するプロセスを採用。 事業者の80%以上の賛成で対策を決議。 決議された対策には、すべての事業者がコミット。</p>

JANSIとATENAのミッションの比較

	JANSI	ATENA
ミッション	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 日本の原子力産業界における世界最高水準の安全性の追求 (～たゆまぬエクセレンスの追求～) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 原子力産業界全体の知見・リソースを効果的に活用しながら、自主的に効果ある安全対策を決定し、原子力事業者の現場への導入を促すことにより、原子力発電所の安全性をさらに高い水準に引き上げる
説明	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 原子力事業者から独立した立場で、第三者的に活動する組織 ✓ 各発電所の運営面のパフォーマンスについて、世界のトップレベルと比較・評価し、個別発電所において運営上改善すべき事項を抽出し、自律的・継続的改善のための支援を行う役割を担っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 原子力事業者と同じ立場で、いわゆる「1人称」で活動する組織 ✓ 規制に関する事項を含めた共通的な技術課題を取り上げて安全性向上対策を立案し、発電所の現場に確実に導入させていくという役割とともに、産業界を代表して規制と対話する役割を担っている。
主な活動内容	<p>発電所運営に係る</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 評価 ピアレビュー、パフォーマンス評価 ✓ 支援 個別改善の支援、運転経験情報分析、リーダーシップ研修、安全文化診断 (発電所個別に直接関与) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 共通課題の検討（技術レポートの発刊）、安全対策の要求 ✓ 規制当局との対話 (産業界の技術的共通課題を主な対象とした取り組み)

<参考> 主な技術課題・テーマ一覧

技術課題	テーマ	検討結果の決定・公開
① 新知見・新技術の積極活用	サイバーセキュリティ対策導入ガイドラインの立案	○
	デジタル安全保護系のソフトウェア共通要因故障への対応	○
	SA設備の重要度分類に応じた効率的・効果的運用の推進	○
	1相開放故障（OPC）事象への対応	○
	原子力発電所の計測制御設備に関する電磁両立性（EMC）への対応	○
	安全上の重要度に応じたバックフィットルールの検討	
	地盤液状化現象の評価手法の高度化	
	東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析から得られた知見への対応	○
	燃料高度化の促進	
② 外的事象への備え	震源を特定せず策定する地震動の見直しへの対応	○
	SA設備を収納した建屋免震の技術基準適合性評価手法の策定	○
	不確実さの大きい自然現象への対応	
	新知見によるSs見直しの際の対応方針の策定	
③ 自主的安全向上の 取り組みを促進するしくみ	新検査制度の制度運用関連ルール作り	○
	サプライヤー（素材・部品等）の不適合への対応要領の策定	○
	安全な長期運転に向けた経年劣化管理の取り組み	○
	自主的安全性向上対策導入の促進に向けた対応	
	新規制基準への対応設備・運用の見直し	
④ その他	非常用ディーゼル発電機（EDG）の不具合に係る傾向分析と改善策の検討	○
	EAL（原子力緊急時活動レベル）の見直しへの対応	
	PWR1次系ステンレス鋼配管粒界割れの知見拡充	
	審査経験・実績の反映による規制基準の継続的な改善への対応	
	柔軟な運転サイクル導入のための取り組み	

- DB設備のLCO等は、「保安規定審査基準」※により設定することが要求され、「保安規定変更に係る基本方針」に基づき、安全機能を有する系統及び機器全てではなく、安全機能の重要度分類に基づき選定されている。
- 一方、SA設備等に関しては、その導入の際、LCOの設定に関してDB設備との整合性等の整理・検討が十分に行えていなかったことから、全てのSA設備等に対してLCO等が設定されている。

※「実用発電用原子炉及びその附属施設における発電用原子炉施設保安規定の審査基準」

➤ SA設備等のLCO設定の見直し

下表のとおり、SA設備等についても重要度に応じたLCO設定を行うことで、合理的に安全性を向上させる。

LCOの設定の観点	DB設備		SA設備等		
	現状		変更後	現状	
重要度の考え方にに基づく設定範囲	「重要な機能」として、安全機能の重要度分類に基づき、LCOを設定している ・PS-1、MS-1の「当該系」設備及びその「直接関連系」設備 ・MS-2のうち「重要度の特に高い安全機能を有する設備等」にあたる設備		SA設備等のうち、同様の機能を持つDB設備が存在し、そのDB設備にLCOが設定されている場合は、そのSA設備等は「重要な機能」を有していると解釈し、LCO設定する	保安規定審査基準では「重要な機能に関してLCOを設定する」とされているものの、SA設備等に関しては、その導入の際、LCOの設定に関してDB設備との整合性等の整理・検討が十分に行えていなかったことから、全てのSA設備等に対してLCO等が設定されている。	
	当該系	LCO設定している	LCO設定する		
	関連系	直接関連系	LCO設定している		LCO設定する
		間接関連系	LCO設定していない		LCO設定しない（運転管理の章以外で管理）
SA等対応として重要な機能を有する設定範囲	-		SA等対応上特有(DB設備にはない)の機能を有する設備等は、LCO設定する		
	当該系	-	LCO設定する		
	関連系	直接関連系	-		LCO設定する
		間接関連系	-		LCO設定しない（運転管理の章以外で管理）

代表プラントでSA設備等（110設備）のLCO設定の見直し【試評価】を行った結果、24設備が保安規定の他の章あるいは下部規定で管理可能となった。（例：衛星携帯電話設備、使用済燃料ピット状態監視カメラ 等）

- DB設備やSA設備におけるLCO逸脱時の措置（「要求される措置」）において、同等の機能を有するSA設備や特重施設（以下「SA設備等」という。）の動作可能性確認は、必ずしも考慮されていない。

LCO等の 設定設備	LCO逸脱時の措置で、動作可能性等を確認する設備		
	第1段階	第2段階（以下の何れかの動作可能性を確認）	
	DB設備	SA設備	特重施設
DB設備	健全側システムの動作可能性確認（起動）	なし	
SA設備	対応する設備の動作可能性確認（起動および記録確認）	同様の機能を有する設備の動作可能性確認（記録確認）	なし
特重施設	対応する設備の動作可能性確認（起動および記録確認）	SA設備又は特重施設のうち同様の機能を有する設備の動作可能性確認（記録確認）	

➤ LCOが設定されているDB/SA設備に対する「要求される措置」の充実

LCO逸脱時の「要求される措置」に、SA設備等の動作可能性確認が考慮されていない設備については、これを考慮し、いずれの設備のLCO逸脱に対しても、同様の機能を有するDB設備とともに、SA設備等のうち有効な設備を措置に加える（上表 □ に追加する）ことで、リスク低減が可能。

- 要求される措置の完了期間（AOT）設定にあたり考慮すべき事項
- (1) LCO逸脱時は、単一故障基準が一時的に緩和されている状態であることから、AOTを必要以上に長くすることは好ましくない
⇒適切なAOT設定により、**リスクの増分を十分低く抑える**
 - (2) LCO逸脱からの復旧のため、原因特定、復旧方法の検討、復旧作業、機能確認等の期間を確保
⇒適切なAOT設定により、**作業品質を確保する**
 - (3) 安定運転している原子炉を停止させることにより、過渡的な状態が発生するリスクを回避
⇒適切なAOT設定により、**トランジェント発生リスクを低減する**

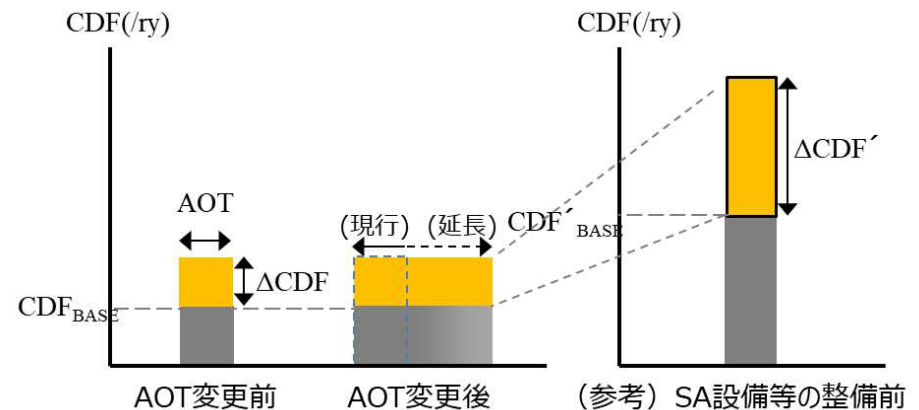
適切なAOT設定には、**(1)～(3)のリスクのバランスを取りつつAOTを設定**することが重要
(従来は、主として工学的判断に依っていたが、リスク情報活用が期待される)

➤ **要求される措置の充実に踏まえたリスク評価によるAOTの変更**

SA設備等の導入及びそれらによる「要求される措置」を充実すること等により、設備の待機除外に伴うリスク増分（以下「積算リスク」という。右図 ■）を低減させていることから、SA設備導入前に比べて積算リスクを増加させずにAOTを変更（延長）することが可能である。

これにより、要求される措置の完了期間(AOT)を変更することで、積算リスクは増加するものの、適切な復旧時間確保や原子炉停止リスク回避により、全体としてのリスク低減が期待される。

⇒**リスク評価の結果、積算リスクの増分が小さい場合に限り、AOTを変更する。**



AOT変更による定性的なリスク低減効果

- ・作業品質の確保
- ・停止操作時トランジェント発生リスクの低減

【参考】取り組み事例

オンラインメンテナンス（OLM）適用範囲の拡大

原子力は、エネルギー安全保障とカーボンニュートラルの実現に不可欠な電源であり、事業者は、安全を前提に利用率向上及び長期運転による発電電力量の増加に取り組む必要がある。

運転開始後のプラントで重要となるのは「運転」と「メンテナンス」であり、「メンテナンスの品質向上」を達成することにより、トラブルに起因する利用率低減を防止し、電力の安定供給を達成するとともに、プラントの安全性を維持・向上させていく必要がある。

【OLM適用範囲拡大によるメンテナンス品質の向上】

➤ 定期点検中の作業ピークの緩和

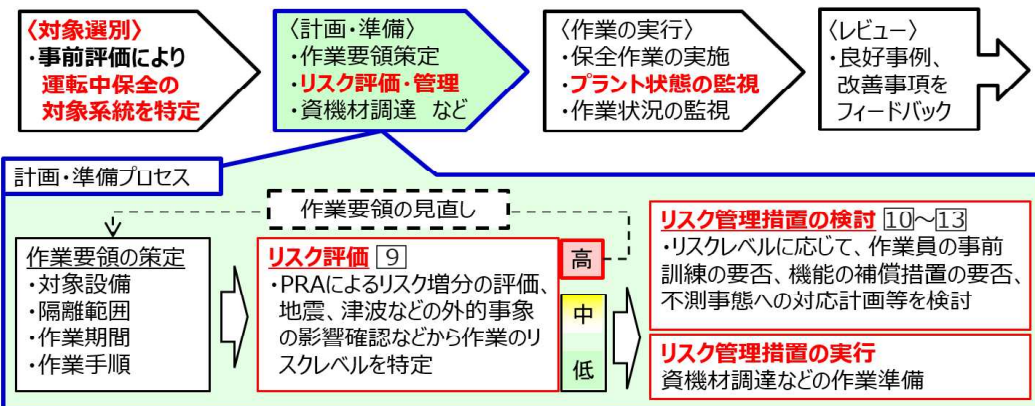
- ・作業環境の向上(作業物量、作業スペース錯そうの緩和)により、高い技術をもった作業員が分散せず、作業品質が向上する。
- ・作業負荷平準化により年間を通じてメンテナンスに従事することで、高い技術の維持・向上に繋がる。

【OLM実施時のリスクについて】

OLMの導入によりプラントの安全性向上を目指していくが、LCO設定設備に対して運転中保全を実施する場合、安全機能が要求されてる設備、システムを待機除外とするため、一時的にリスクが上昇することとなる。このリスクに対しては、以下のとおりの措置を実施する。

- 運転中保全の実施の可否は、リスクレベルの基準を設け、**予め設定した許容範囲内にリスクレベルが収まる場合に限り、実施する。**
- リスクレベルが予め設定した許容範囲内で運転中保全を実施する場合でも、プラントのリスク状態を監視し、**リスクレベルに応じた安全措置を実施することにより、上昇するリスクを抑制、低減させる。**

運転中保全実施時に必要な一連のプロセス



OLMは安全を前提として実施するものであり、OLMの計画・準備・実行段階において**リスク評価・リスク管理などの必要な安全確保策をガイドライン**としてまとめ、保全作業時に上昇するリスクを適切に管理していくことで、安全性を確保したOLMを実現する。

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 <input type="checkbox"/> (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) 	<p>+</p> <p>④ ATENAレポートを作成済 (2022年3月発刊) 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>+</p> <p>PWR粒界割れ知見拡充 (WG体制を組んで対応中) 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> <p>+</p> <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>
	非物理的な劣化	<p>最新知見の反映 (設計経年化対応)</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>製造中止品への対応</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>+</p>

設計の経年化評価における外的事象に係る評価

【ATENAガイドラインの概要（①設計経年化の着眼点の抽出（外的事象））】

- ✓ 外的事象に対するプラントの頑健性は、現場の配置等にも大きく影響を受けることから、系統図等の設計情報の比較だけでは、着眼点を抽出するには不十分である。
- ✓ そこで、プラントの当該ハザードに対する脆弱性を評価する PRAやストレステスト等を実施し、脆弱性を大きく支配する設計上の特性を着眼点として抽出していくこととした。

a)PRA：ドミナントシーケンスに含まれる機器等に着眼し、設計の経年化による影響を考え得るものを抽出。

b)ストレステスト：対象ハザードの強度を設計基準より大きくした場合に対する脆弱性に着眼し、抽出。

【着眼点の抽出手法の検討状況】

- ✓ 効果的に着眼点を抽出するため、外的事象それぞれの特性を踏まえ、設計基準を超える領域に対する適切な評価手法について検討中。

ハザード	評価手法の例
地震	<ul style="list-style-type: none"> • <u>地震PRAが利用可能であり、設計基準を超えた領域までの機器等の損傷確率を考慮してCDF等</u>を評価している。 • <u>地震PRAはハザードによる影響が大きいことから、ハザードの影響に依らずにプラント間比較をするため、リスク重要度等の相対値を活用して着眼点を抽出することが有効である</u>と考える。
津波	<ul style="list-style-type: none"> • <u>建屋内の機器等の浸水状況について、ストレステスト的に評価することが有効である</u>と考える。 • 設計基準を超える津波によって<u>建屋内の浸水レベル毎の事故シーケンスを検討し、着眼点を抽出することが有効である</u>と考える。
内部火災	<ul style="list-style-type: none"> • 設計基準として火災の発生防止、検知・消火、影響緩和の対策が取られているが、<u>設計基準を超える状態として、物理的に発生し得る状態を仮定して火災影響を評価し、着眼点を抽出することが有効である</u>と考える。

継続的な安全性向上に関する枠組みの検討について（1 / 2）

参考3

令和2年11月10日
原子力エネルギー協議会

継続的な安全性向上に関する枠組みの検討について

1. はじめに

本年8月に原子力規制委員会に「継続的な安全性向上に関する検討チーム」（以下、検討チーム）が設置され、安全性向上をもたらす環境や枠組みの在り方等に関する議論が開始された。検討チームにおける議論では、有識者の先生方から他産業における規制制度の例などをふまえて様々な論点の提示があり、また、事業者における自主的安全性向上の取組について意見聴取が行われたと承知している。

原子力エネルギー協議会（A T E N A）は、原子力産業界が、規制の枠に留まらない自律的かつ継続的な安全性向上の取組を行い、それらを定着させていくために、原子力産業界全体の知見・リソースを効果的に活用し、規制当局等とも対話を行いながら、効果ある対策を立案し、原子力事業者の現場への導入を促すことを目的として設立した組織である。

検討チームにおいては、今後、これまでの議論をふまえて、枠組みの在り方についての議論が具体的に始まるものと考えている。その議論は、現在、A T E N A が取り組んでいる産業界の安全性向上の活動と密接に関わる議論になると考えており、A T E N A が検討チームの会合に参加して、意見、提案できる機会を設けて頂きたい。

2. A T E N A の意見、提案条件

(1) 新たな枠組みのイメージと、期待される効果

安全性向上を継続的かつ効果的に行っていくためには、規制当局・事業者の双方が、安全上の重要度を考慮して、適切に分担してそれぞれのリソースを適切に配分し、安全性を効果的に高めていくことが重要と認識している。

従来は、新たな知見に対応する方法としては、以下のいずれかが適用されてきた。

- ① 規制当局がバックフィットの枠組みを用いて新たに規制基準を設け、事業者に必要な手続きの申請を求め、規制当局が審査、検査を行い、規制基準に適合させる。
- ② バックフィットを求めるまでもない要件については、規制プロセスには乗せずに、事業者の判断に委ねる。事業者は、自主的に対応するかどうかを判断して、適宜、安全対策を実施する。

A T E N A は、こうした従来の対応に加えて、規制当局、事業者のリソースをより効果的に活用でき、安全性向上が一層、促進されるような新たな枠組みを導入することが有効であると考えている。

具体的には、新たな知見への対応において、安全上の重要度から判断して、バックフィットの枠組みに乗せずに産業界の自主的な取組に変えるが、規制当局はその取組を包括的に確認する（必要に応じて「対策水準」を提示する）という枠組みを考えている。（図1）

このような枠組みのもとで、事業者におけるリソースの割り当てが合理的なものとなって安全性向上の取組がより活発になり、次のようなメリットが生まれるものと考えられる。

- ① 安全対策が早期に実施できる
 - ② 事業者が良く知る現場実態に即した効果的な対策を立案しやすくなる
 - ③ 自主による改善を機動的に積み重ねやすくなる
- また、規制当局においては、より安全上重要な事項に、重点的に規制リソースを割り当てることができるようになると考える。
- そのような新たな枠組みのもとで、A T E N A は、実効的な対策が適切な時期に確実に履行されるための中心的役割を担う所存である。
- なお、既に「デジタル安全保護回路の共通要因故障対策（デジタルCCF）」については、規制当局との意見交換を重ねた結果、A T E N A を中心とした産業界の自主的な対応を進めるとともに、規制当局がその取組を包括的に確認していく方向となっており、新たな枠組みを先駆的に実行しつつあると認識している。

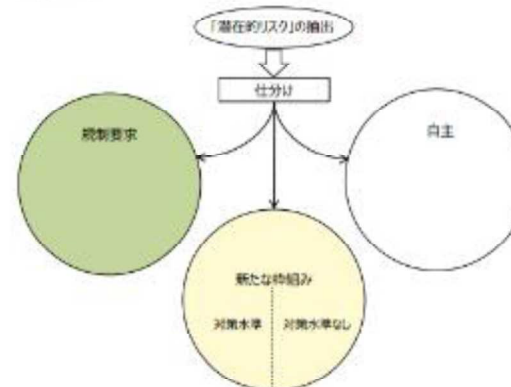


図1 新たな枠組みイメージ

(2) 新たな枠組みのもとでのA T E N A の具体的な役割について

従来のバックフィットの対応においては、規制当局は、

- ・規制基準の制定
- ・事業者からの申請を受けて、規制基準に適合していることを設計段階で審査
- ・審査どおりに対策が履行されていることを工事実施段階で検査

という機能を担って、規制基準通りの対策実施がなされることを担保している。

新たな枠組みにおいては、これらの機能を主に産業界が担い、規制当局は全体のプロセスを包括的に確認することが効果的と考える。産業界が担う機能のうち、A T E N A が担う機能について概要を示すとともに（表1）、このようなプロセスを採用することのメリットについても示す。

継続的な安全性向上に関する枠組みの検討について (2 / 2)

表1 新たな枠組みにおける各主体の役割

機能	規制要求 (バックフィット対応)		新たな枠組み			
	規制当局	事業者	規制当局	ATENA	事業者	
要求水準の提示と義務化	○基準要求 ・規制基準 ・審査ガイド		〔対策水準 認識共有〕	○要求事項 〔ガイド〕 〔技術要件書〕 ○実施計画書の確認	○対策内容、実施 工程のコミット メント (実施計画書)	
要求水準への適合性を設計段階で確認	○審査 ・設置許可 ・工事計画	○基本設計 (設置変更許可 申請書) ○詳細設計 (竣工設計図書)		○確認 設計進捗を ATENAへ 確認可能	○要求事項への 整合性の確認	○基本設計 ○詳細設計 (要件整合確認書) (安全性向上評価届出)
要求水準への適合性を工事実施段階で確認	○検査 ・原子力 規制検査	○工事実施 ○使用前事業者 検査		○確認 〔現地にて 確認可能〕	○工事完了の確認	○工事実施 ○自主検査 (安全性向上評価届出)

① 要求水準の提示と義務化

ATENAは、安全性向上対策に係る要求事項を技術要件書としてとりまとめ、事業者に提示する。事業者は、ATENAステアリング会議において、要求事項を満たす対応を進めることにコミットする。

② 要求水準への適合性を設計段階で確認

ATENAは、設計段階において、技術要件書の各要求事項との整合性について、具体的な確認を事業者に求め、その確認結果の提出を受けて、要求水準への適合性を確認する。

③ 要求水準への適合性を工事実施段階で確認

ATENAは、計画通りに安全性向上対策が完了したことについて事業者から報告を受け、事業者の完了報告及び事業者自主検査の結果等から、対策が履行されていることを確認する。

ATENAは上記①～③において、事業者の実施計画に基づき安全性向上対策が計画通りに実施されていることを定期的に確認し、事業者の実施計画が変更になる際には、適宜、変更の理由と変更計画の提出を要求することとし、対策の確実な遂行を促す。さらに、確認結果を公開し社会へ透明性を持って取り組んでいく。

さらに、上記①～③に付帯する以下の4つの機能について、ATENAとして取り組んでいく。

A) 「潜在的なリスク」の抽出

安全性向上を行うためには、現在気付いていないかもしれない「潜在的なリスク」を抽出する工夫を行っていく必要がある。

各事業者は、CAP情報や運転経験情報の入手や第三者機関によるピアレビューなどを通して、その気付きを得る工夫を行っている。

ATENAは、海外の産業界組織との情報交換や、規制機関（国内、海外）における公開技術情報、ならびに産業界の各組織（事業者、メーカー、原子力安全推進協会（JANSI）等）が収集している国内外情報や研究成果を集約し、産業界のリソースを効果的に活用して安全性向上

につながる知見の抽出を行っていく。

なお、不確実性の大きい自然外部事象については、特に重要視して技術課題の抽出に取り組んでいる。

B) 仕分け

安全性向上の取組を規制要求とするか、規制要求までは不要とするかについては、規制機関の責任において、安全上の重要度を考慮し判断されるものと認識する。

安全上の重要度については、決定論的な評価に基づく判断に加えて、必要に応じて、利用可能な定量的確率論的リスク評価結果を活用することになると考える。

ATENAは、決定論的な評価、確率論的リスク評価の両面において、安全上の重要度を判断するための判断材料を提示し、規制当局と認識を共有したいと考える。

C) 継続的な改善

ATENAは、自主的に作成した安全性向上対策に係る技術要件書に基づく安全対策について、更なる改善の余地がないか、継続的に新知見の収集、設計の経年化評価等を実施し、必要に応じて追加対策を要求することとし、継続的安全性向上対策のスパイラルアップを目指す。

継続的な改善を検討する際には、各事業者がそれぞれ検討するよりも、ATENAが共通的に検討することによって、効率的かつ迅速な改善が可能となる。

なお、こうした継続的な改善を行うにあたっては、福島第一原子力発電所事故の教訓をふまえる必要があり、過去の自主対策（アクシデントマネジメント対策）では産業界共通の技術要件書を定め継続的に改善していく取組が行われなかったが、そのような取組を導入することで、事故の教訓が生かされることになる。さらに、不確実性が大きい自然外部事象については、設計基準を高めて防止対策を拡充するという対応に限らず、設計基準を超える事象も含めた臨機応変な緩和対策を検討することも重要である。こうした取組は、従来の規制基準の枠組みではなく、自主的な枠組みで実施した方が機動的に実施できる可能性がある。

D) 事業者の対策実施の遅延や不履行があった場合の産業界の対処

ATENAは、各事業者の実施計画を一覧にして公表することによって、事業者が合理的な理由なく対策実施時期を遅らせるような計画を表明しづらくし、牽制効果を働かせる。

また、事業者の進捗状況について、要求事項の未達、または実施計画に対する遅延を確認した場合には、その内容を公開するとともに、改善を指示するなどの産業界の対処について検討し、取組に反映していく。

— 以上 —