
原子力の安全性を高めるための産業界の取り組み および新検査制度導入に向けての準備状況

2019年7月16日

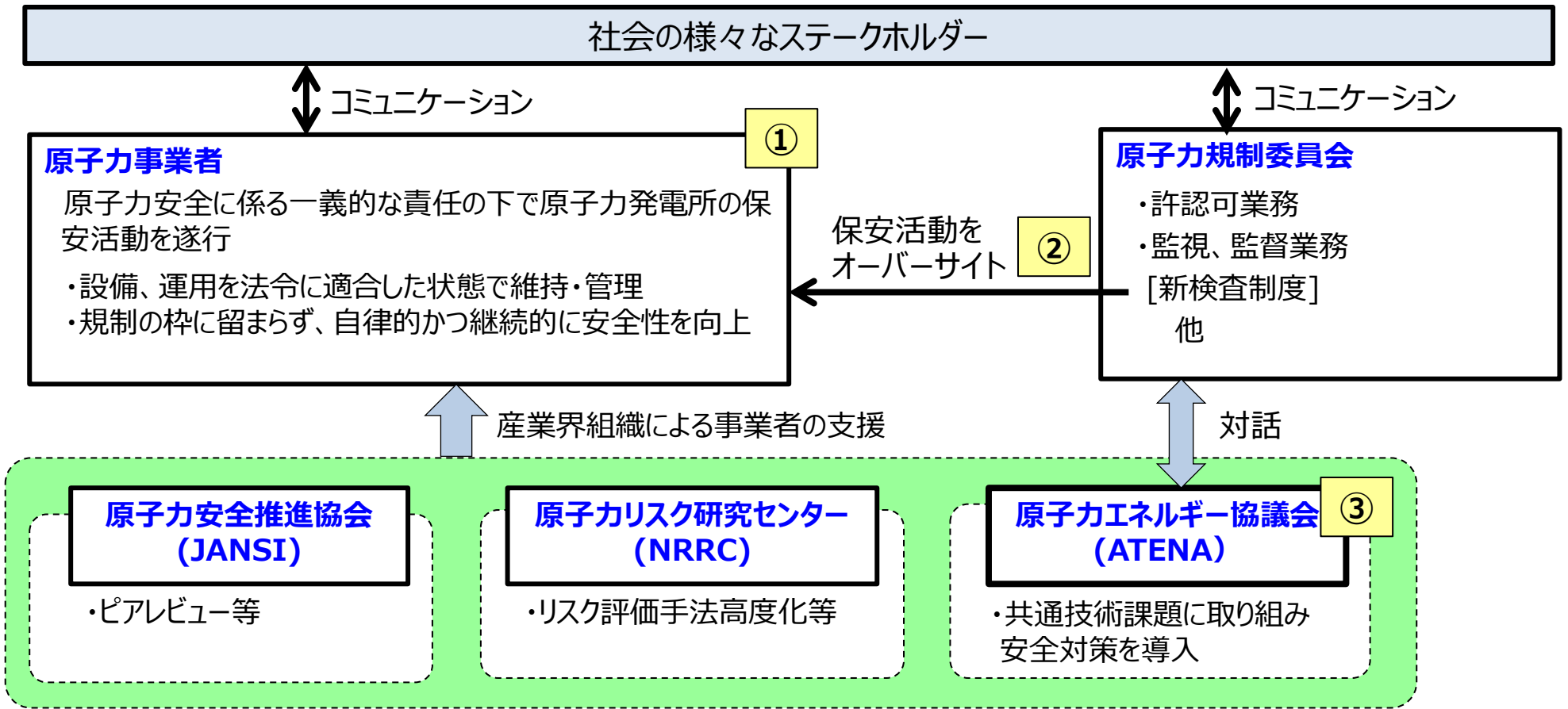
原子力エネルギー協議会 (ATENA)

示野 哲男



本日の説明事項

- ①事業者における自主的活動の実施状況
- ②新検査制度試運用フェーズ2の実施状況
- ③ATENAの活動状況



①事業者における自主的活動の実施状況

リスク情報活用の戦略プラン及びアクションプラン

● 事業者はリスク情報活用を実現させるための取り組みの基本方針・アクションプラン等を「RIDM導入戦略プラン」として取りまとめ2018年2月に公表

RIDM導入戦略プラン

リスク情報活用の実現に向けた
戦略プラン及びアクションプラン

北海道電力株式会社
東北電力株式会社
東京電力ホールディングス株式会社
中部電力株式会社
北陸電力株式会社
関西電力株式会社
中国電力株式会社
四国電力株式会社
九州電力株式会社
日本原子力発電株式会社
電源開発株式会社

平成30年2月8日

● 約1年間の取り組み状況を取りまとめて2019年5月に公表

取り組みの概要資料

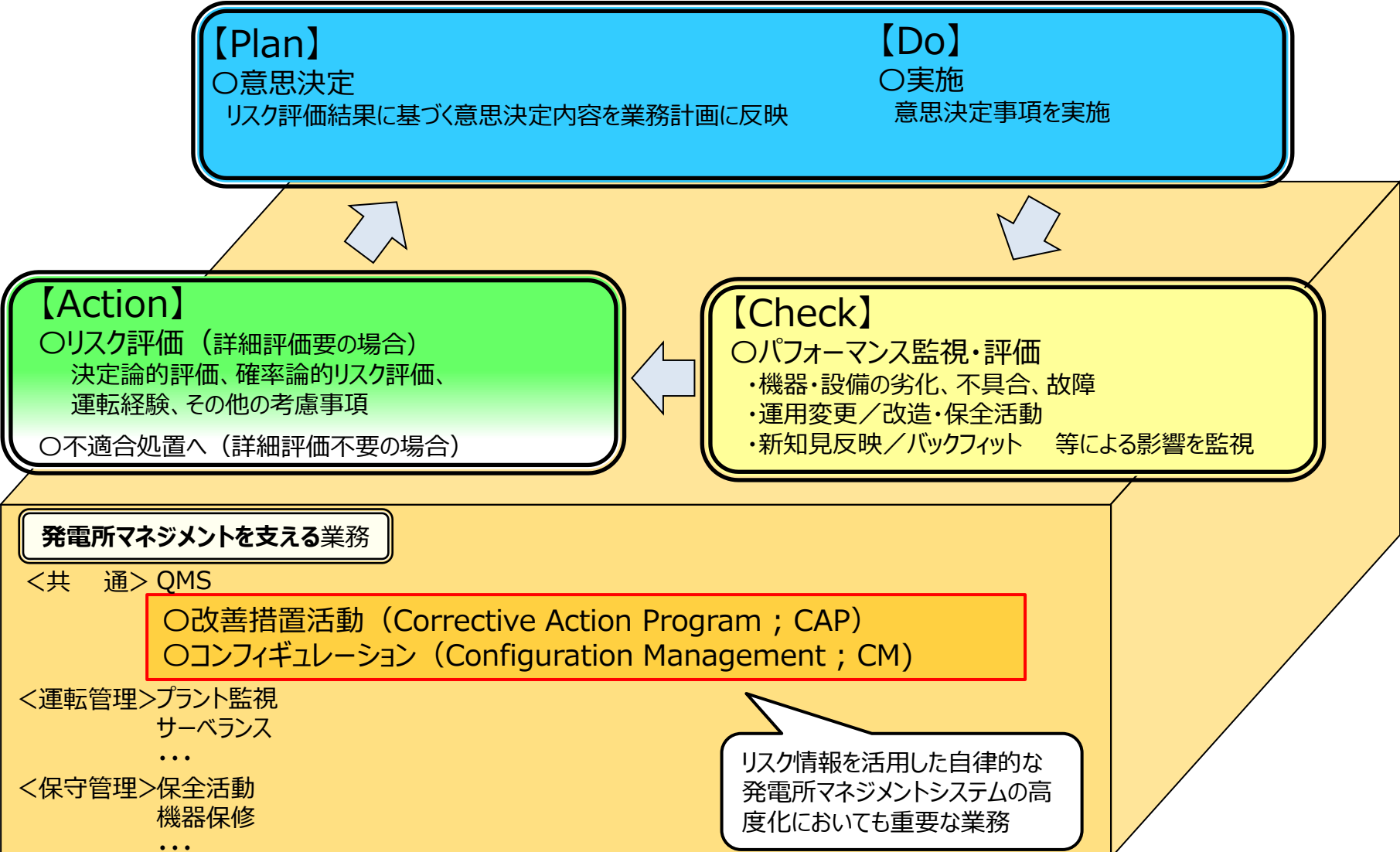
リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン
及びアクションプランの取り組み状況について

2019年5月
電気事業連合会

各社の取り組み状況

➡ スライド 4 ~ 16 で紹介

リスク情報を活用した意思決定の発電所業務への適用イメージ



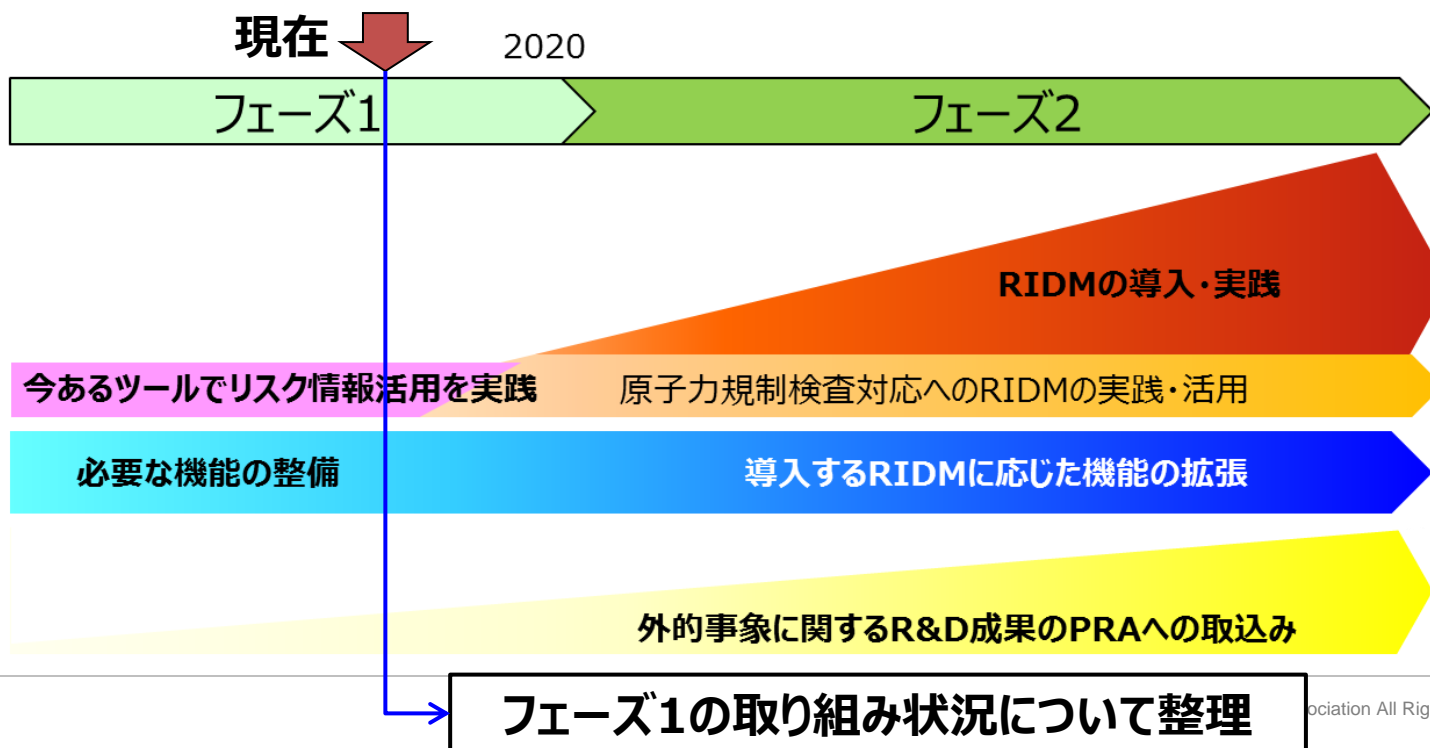
RIDMの導入に向けたアクションプラン フェーズ1、2

フェーズ1（2020年もしくはプラント再稼働までの期間）

- リスク情報を活用した**自律的な発電所マネジメントの高度化**。
⇒具体的な取組みをアクションプランとして策定

フェーズ2（2020年もしくはプラント再稼働以降）

- 自律的な**発電所マネジメントを継続的に改善**するとともに**RIDM活用範囲を拡大**。
⇒日常の発電所運転・保守管理について、RIDM活用範囲を拡大。
⇒PRA等の必要な機能を高め、将来的には、米国同様の運転中保全のようなRIDMを導入した安全性向上のマネジメントの仕組みにまで適用範囲を拡大。



事業者の取り組み状況

以下の5つの機能について、事業者のアクションプランフェーズ1の取り組み状況について整理。

- 意思決定・実施
- パフォーマンス監視・評価
- リスク評価
- 改善措置活動：CAP
- コンフィギュレーション管理：CM



フェーズ1達成に向けた取り組みを抽出

事業者の取り組み状況【意思決定・実施】

取り組みの目的

プラント運営に係る課題解決の意思決定において、従来の決定論的な評価からの知見などに加えて、確率論的リスク評価（PRA）から得られる情報（リスク情報）を組み合わせた評価により判断することにより、規制基準にとどまらず、プラントの安全性を向上していく。

フェーズ1の達成目標

従来の決定論的評価からの知見に加えて、確率論的リスク評価（PRA）から得られる知見を組み合わせた評価に基づき、意思決定を行うプロセスを構築する。

事業者の取り組み状況

- ・従来から意思決定にリスク情報を活用している**停止時安全管理**等に加えて、**設計管理、CAP処理区分選定**などのプロセスにおいてリスク情報活用の試運用もしくは試運用の準備をしている。
- ・リスク情報を活用した「意思決定・実施」をより効果的にするため、「パフォーマンス監視・評価」、「リスク評価」、「改善措置活動」、「コンフィギュレーション管理」、それぞれの機能を強化し、整備を進めている。

フェーズ1の目標達成に向けた取り組み

- ・発電所の業務プロセスでの試運用もしくは準備を進める。
- ・原子力リスク研究センター（NRRC）は、**上級管理職向けのリスク情報活用に向けた演習コース**を整備する。

事業者の取り組み状況 【パフォーマンス監視・評価】

取り組みの目的

構造物・系統・機器のパフォーマンスの監視・評価を行い、発電所の状態を把握し、パフォーマンスの劣化兆候（特に安全性に関わる劣化兆候）を早期に発見し、その対策を検討する。また、現場作業における人的パフォーマンスを監視し、問題の特定とその対策を検討する。

フェーズ1の達成目標

パフォーマンス指標およびツール・マニュアル類の整備とともに、本格運用に向けた自社プロセスを構築する。

事業者の取り組み状況

- ・**安全実績指標**について、データ収集方法等に関して事業者内で**共通のガイドライン**（ドラフト版）を策定し、代表プラント（大飯、柏崎刈羽）にて試行的にデータ採取を開始。
- ・各社で共通的に採取する指標（**共通自主PI**）についても、JANSI取り纏めのもと、**ガイドライン**を作成。事業者内でPIを設定し、各社でツール、マニュアル等の整備を開始。
- ・発電所パフォーマンスの確認・向上を目的とした会議体を新たに本店に設置するなど、発電所の活動を客観的に監視・評価する仕組みを整備中。

フェーズ1の目標達成に向けた取り組み

- ・発電所のパフォーマンス向上に向け、データ収集を継続し、自社プロセスを構築・改善する。

事業者の取り組み状況【リスク評価】(1/2)

取り組みの目的

パフォーマンス監視等から得られた課題とその解決策について、発電所の安全にどのような影響を与えるか評価し、意思決定に必要な情報を提供する。これまで活用が弱かったPRAについては、保守性をできるだけ排除したモデルにより、プラントの現物・現実に即した評価を行う。

フェーズ1の達成目標

従来の決定論的評価に加えて、PRAからの知見を得るために既存のPRAモデルを高度化するとともに、PRAの信頼性パラメータとして個別プラントデータを用いる。また、各社、PRA実務者を育成する。さらに、産業界の取り組みとして、高度化したPRAモデルの品質の維持・向上を図るための、PRAピアレビューの体制を検討する。

事業者の取り組み状況（PRAの高度化）

- ・伊方3号機（PWR）、柏崎刈羽7号機（BWR）をパイロットプラントとして、**海外専門家**によるPRAモデル**高度化のレビュー**を実施。パイロットプラントで得られた知見を各社で共有し、それぞれのプラントのPRAモデルに反映中。パイロットプラント以外では、大飯3,4号機のPRAモデルへ反映。

(次ページへ続く)

事業者の取り組み状況【リスク評価】(2/2)

事業者の取り組み（PRAの高度化）（続き）

- PRA高度化のための**データ収集**については各社**共通のガイドを策定**し、そのガイドに従い個別プラントデータ収集を開始。今後のPRA入力データの精度向上につなげていく。
- 各社、PRA実務者育成のため、**NRRCのPRA実務者育成教育**（EPRI6週間コース）を活用。また、PRAの基礎について社内教育を開始。
- NRRCにて、PRAの品質確保に必要なピアレビュー実施のため、**PRAピアレビューガイド**を作成中。また、ピアレビュー体制の検討を開始。

フェーズ1の目標達成に向けた取り組み

- 再稼働したプラントについては、2020年4月の新検査制度導入までにパイロットプラントで得られた知見をPRAモデルに反映する。
- 停止中プラントについては、再稼働までにパイロットプラントで得られた知見をPRAモデルに反映する。
- NRRCは、2020年4月までにPRAピアレビューガイドを作成する。

事業者の取り組み状況【改善措置活動:CAP】

取り組みの目的

発電所における安全上の問題を見逃さないために、低いしきい値で広範囲の情報を収集し、安全への影響度に応じた是正を行うことにより、重要な問題の再発防止や未然防止を図る。また、発電所の資源を、安全上重要な問題に集中させ、効果的に活用することにより、プラントの安全性の更なる向上を目指すことを目的とする。

フェーズ1の達成目標

不適合情報だけでなく、通常と異なる状態に関する報告（Condition Report：CR）を発電所のすべての階層の職員から報告される仕組みを構築する。また、それらの情報をリスク上の重要度を考慮し、是正処置の検討につなげるための自社プロセスを構築する。

事業者の取り組み状況

- ・ JANSI取り纏めのもと、**CAPの原則、基本的な考え方**をまとめた**ガイドライン**を2018年3月に作成。
- ・ 各社、CAP試運用を開始。マニュアルを制定し、報告対象の**しきい値を下げ、広範囲な情報を収集する運用を開始**。
- ・ すべての事象に一律に対応するのではなく、**リスク上重要な事象に着目**し発電所の資源を集中できる仕組みを導入するため、**品質に影響を及ぼす状態（CAQ）/品質に影響を及ぼさない状態（Non-CAQ）のスクリーニング試運用を開始**。

フェーズ1の目標達成に向けた取り組み

- ・ CAPで得られた情報を傾向分析し、改善につなげるプロセスを検討する。

事業者の取り組み状況【コンフィギュレーション管理:CM】

取り組みの目的

構築物、系統及び機器が設計で要求したとおりに製作・設置され、運転・維持されていることを常に確認、保証する仕組みを構築し、プラントの諸活動を安全かつ適切に実施することを可能とする。

フェーズ1の達成目標

安全上重要な系統を抽出し、構築物、系統及び機器に関する個別に管理されていた安全に影響する事項を、体系的に「設計基準図書（Design Basis Document：DBD）」として再整理する。設計基準図書を、現場の変更管理を確実にを行うためのツールとして活用する仕組みを構築する。

事業者の取り組み状況

- ・ JANSI取り纏めのもと、**CMの基本的な考え方**をまとめた**ガイドライン**を2018年9月に作成。
- ・ 東京電力HD（BWR）、関西電力（PWR）において、代表系統の設計基準図書案を作成。そこでの知見も踏まえ、各社、設計基準図書の作成に着手。**再稼働したプラント**については**2020年4月までに設計基準図書を整備**する計画。停止中プラントについては、停止時に必要な重要系統を優先して設計基準図書を整備する。

フェーズ1の目標達成に向けた取り組み

- ・ 各社、整備すべき系統を抽出し、必要な設計基準図書を整備する。
- ・ 設計基準図書を活用し、構成変更を確実に管理するプロセス、システムを構築する。

取り組み事例（東京電力HD）

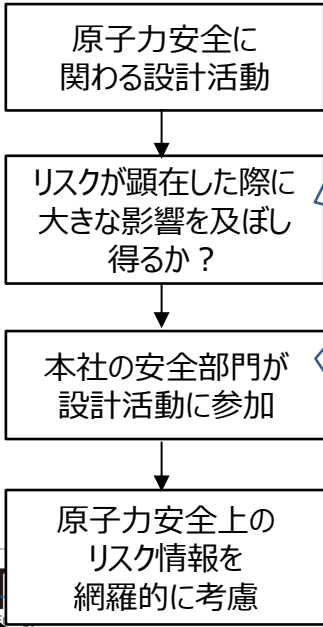
（「意思決定・実施」、「リスク評価」における確率論的リスク評価の活用）

<設計管理プロセス>

リスク情報を設計活動に活用する

- 設計活動において、原子力安全の観点から確認すべき視点を**リスク情報(決定論とPRA)から選定**し、そのリスト化を実施。
 - 安全部門は、原子力安全に関わる設計活動に参加(**リスク顕在化時の影響の大きさに応じ対象は選択**)。この際に上記のリストを活用し、原子力安全上のリスク情報を網羅的に考慮する。
- ⇒原子力安全の観点から重要な項目を網羅的に検討することが可能となる。

<業務フロー>



- 安全機能に対し、当社原子力部門で初めて導入する新設計及びそれに関わる設計変更を実施する場合
- リスク重要度「高」のシステムに対する設計変更など

安全部門は設計活動に参加し、原子力安全の観点(決定論とPRA)から確認。
 <視点の例>
 [決定論]許認可,保安規定,深層防護,波及的影響,多重性 など
 [確率論]信頼性解析の実施, CDFへの悪影響の確認など

<停止時安全管理プロセス>

リスクモニタを日常的に活用中

- 現状と今後継続するプラント状態を考慮して、CDFの管理基準を検討し、マニュアルに明確化。基準値からの**リスク上昇の大きさに応じ**、3段階でその**重要度を評価し**、それに**応じた低減策(工程変更または代替措置)を実施**する。
 - リスク予報のメール発信と掲示を行い、本社と発電所内でリスクを周知。
 - 本社と発電所が毎日行うプラント情報会議で、リスクを確認
- ⇒リスクの低い工事工程の策定や、バックアップ対策の事前準備が可能となる。

柏崎刈羽原子力発電所 プラント停止中の 週間『リスク』予報

RISK ASSESSMENT IN PLANT SHUTDOWN [WEEKLY FORECAST]

現在の副熱器の状況 (Current decay heat)

| | | | |
|--------------|-----------------------------|-------|-----------------------|
| RPV側 発熱停止の場合 | 約 221 時間後に100℃到達 (0.29 ℃/h) | CDF値 | 基準(運転中) 4.7E-11 (1/年) |
| SFP側 発熱停止の場合 | 約 118 時間後に65℃到達 (0.25 ℃/h) | 原子力係数 | 運転中の基準 約1/10以上 |

原子力係数 (Core Shutdown) 燃料温度 (Fuels in reactor core) SFPゲート状態 炉心状態 A,B,C炉保護

| | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 炉心損傷頻度 (CDF) Core Damage Frequency (年/年) | 4/20 Mon | 4/21 Tue | 4/22 Wed | 4/23 Thu | 4/24 Fri | 4/25 Sat | 4/26 Sun |
| 注水機能 | LOW | LOW | LOW | LOW | LOW | LOW | LOW |
| 注水機能 | MID | MID | MID | MID | MID | MID | MID |
| 注水機能 | MID | MID | MID | MID | MID | MID | MID |
| 注水機能 | LOW | LOW | LOW | LOW | LOW | LOW | LOW |
| 注水機能 | MID | MID | MID | MID | MID | MID | MID |
| EAL発生リスク | LOW | LOW | LOW | MID | MID | MID | MID |

今週のリスク評価 (7 Day Look Ahead)

① A系、C系の2系統が仮想不待機期間となっています。B系の機能維持を確実に実施してください。B系機能(D/G/B含む)不具合によるLCO逸脱のリスクを低減するため、仮想不待機中のA系、C系についても機能維持に努める必要があります。万が一、B系の重要機器にトラブルが発生した際、A系、C系の仮想不待機を中止してください。

② No.1 HSTH停止。既2のHSTHは、それ片系のHSTHの故障により、外部電源喪失5分供給を失う。

③ LST r 65B停止。LST r 65Aの故障により、故障時外部電源喪失に並発。外部電源喪失が時間以上継続TEAL-12となる。

【B系が使用不能となった場合】 RH(R)(A)がPAC工事のため使用不可能で、第40条の注水機能としてC系DCCS機能が必要となります。

PRAを用いた定量的なリスク情報

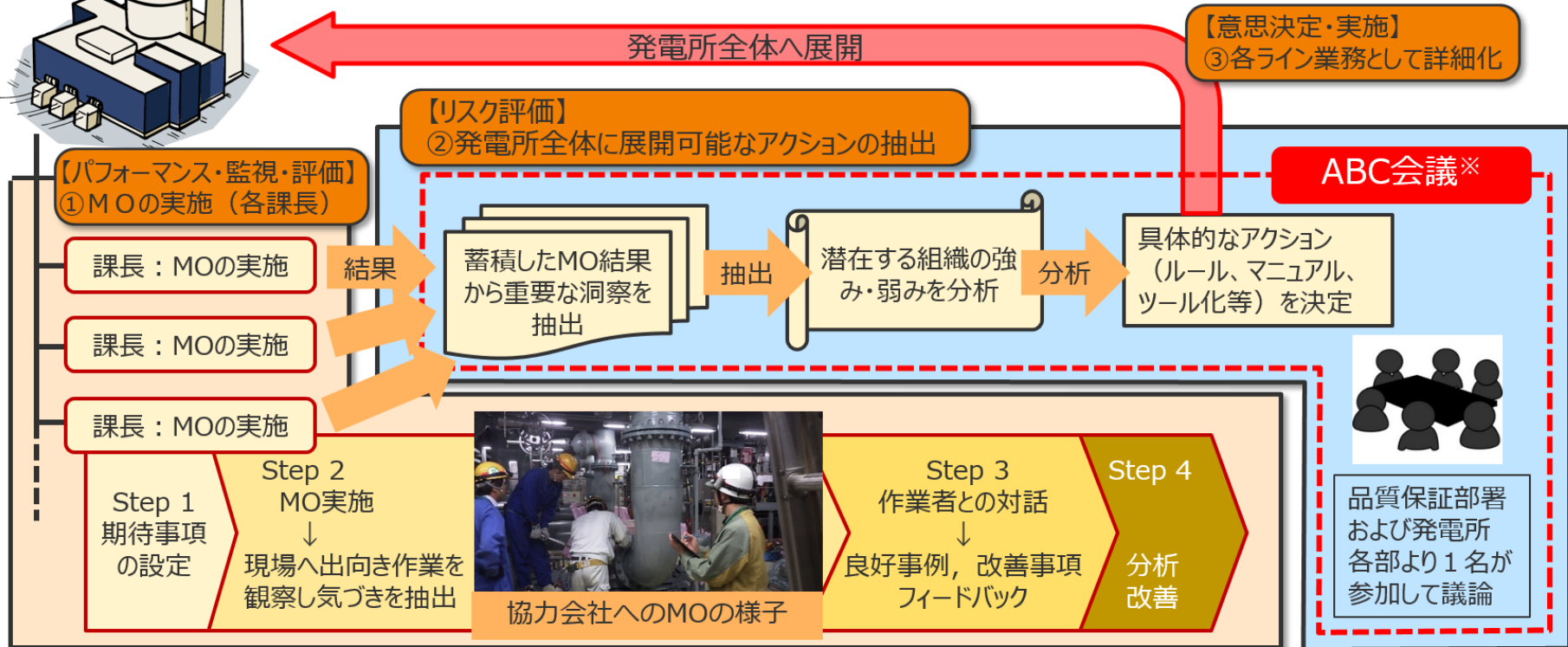
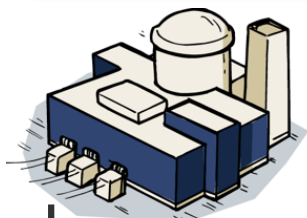
保安規定要求からの逸脱のリスクに関する情報

取り組み事例（中部電力）

（「パフォーマンス監視・評価」の強化としてMO活動を展開）

MO（マネジメント・オブザベーション）の実施

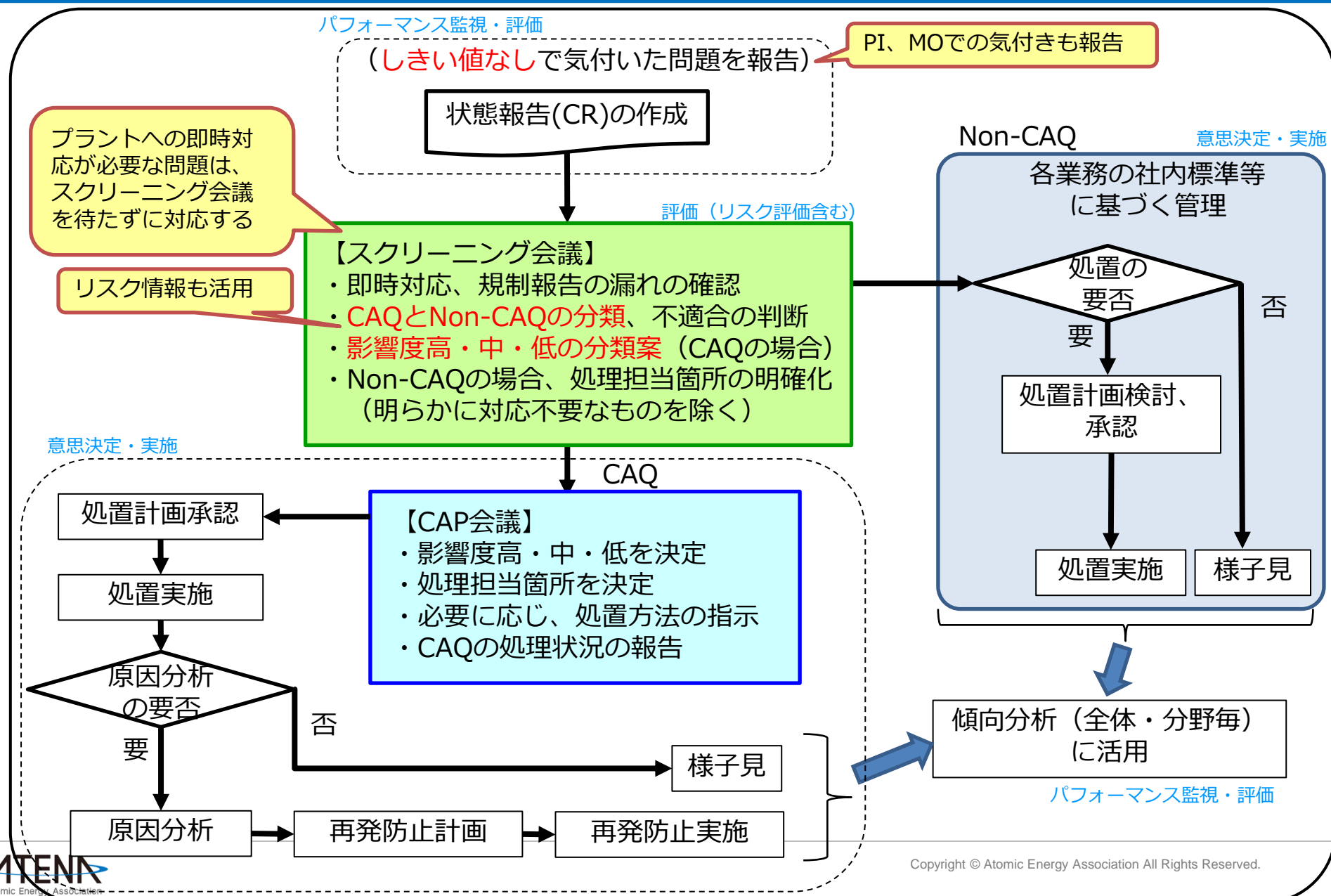
- ◆ 外部組織（WANO）ピアレビューの結果を踏まえ、各課長（マネジメント層）が期待事項を明確化、自身が現場に赴き観察（オブザベーション）を実施
- ◆ 良好事例、改善事項のうち重要なものを抽出し、発電所全体へ展開



※ ABC会議・・・ABC活動（A:あたり前のことを、B:バカにせず、C:ちゃんとやる）を推進するための会議

取り組み事例（関西電力）

（CAP高度化における「パフォーマンス監視・評価」、「リスク評価」、「意思決定・実施」の強化）



取り組み事例（PRAモデルの高度化）

海外専門家によるPRAモデル高度化のレビュー

- ・リスクマネジメントを強化するため、リスクの定量化に用いるPRAのモデルの精度、データ整備の必要性を認識。個別プラントの現状を十分に反映した固有のPRAに見直す作業を開始。
- ・見直し後のPRAモデルについて、伊方3号機（PWR）、柏崎刈羽7号機（BWR）をパイロットプラントとして、国際的な先行事例（State-of-the-Practice）に基づく指摘、提言を得ることを目的に、海外専門家によるレビューを複数回実施。
- ・本プロジェクトでは、全事業者が一体となって各社のPRAモデルを高度化できるよう、パイロットプラントで得られた知見を全事業者と共有し、自社プラントのPRAモデルに反映していく。



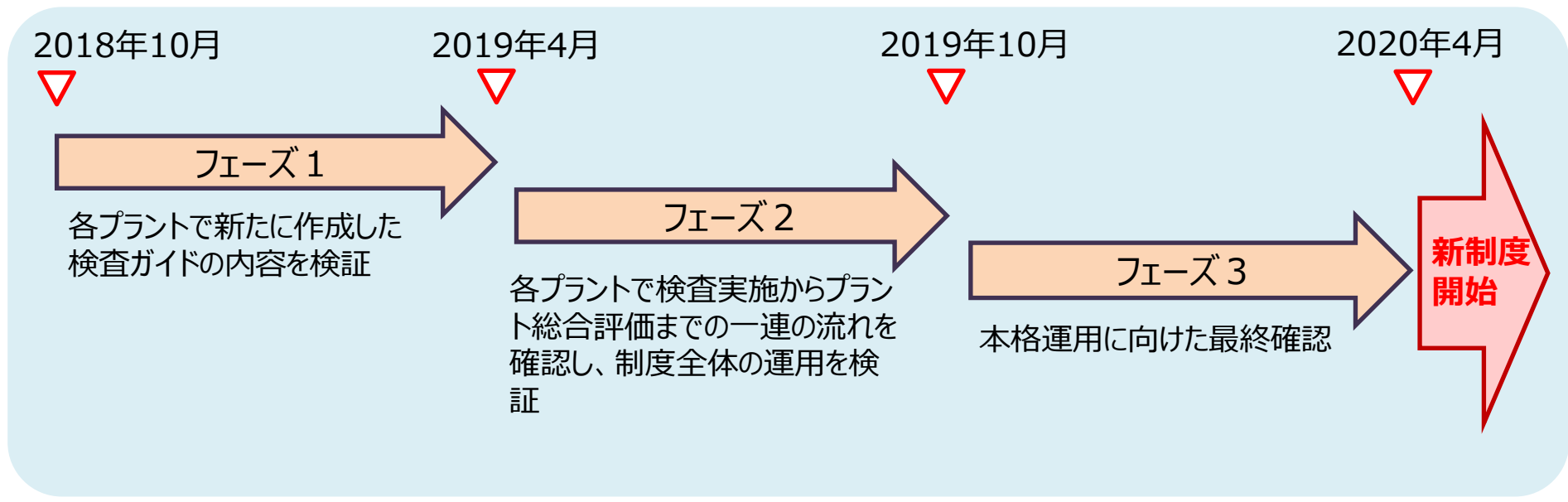
伊方3号機のレビューの様子

②新検査制度試運用フェーズ2の実施状況

新検査制度試運用スケジュール

- 2020年4月を予定している原子力規制検査の施行に向けて、2018年10月1日より新たな検査制度の試運用を実施。
- 試運用は、半年を区切りとして3つのフェーズに分けて実施。
- 2019年4月から試運用フェーズ2を開始し、各プラントで検査実施からプラント総合評価までの一連の流れを確認。

<試運用の流れ>



新検査制度試運用フェーズ2の実施状況

● 試運用フェーズ2の目的

- 本格運用に限り無く近い状況を模擬して、新たな検査制度を検証。

【試運用フェーズ2の実施事項】

- (1) 事務所検査官のみでの日常検査の計画的且つ継続的な試運用の実施
- (2) 事務所検査官における試運用後の継続的なスクリーニングと本庁におけるSDPの実施
- (3) チーム検査を含めた総合的な評価の実施（大飯発電所、柏崎刈羽原子力発電所）など

● 試運用フェーズ2の状況及び評価

- 昨年の**試運用フェーズ1**において**気付いた事項、課題について、本年5月時点での現状を確認**し、引き続き課題として取り組むべき事項を整理。

【試運用フェーズ1で気付いた事項、課題】

- | | | |
|---------------|------------|-------------|
| ① 検査ガイドにおける問題 | ② フリーアクセス | ③ 気づき事項への対応 |
| ④ 検査官の振る舞い | ⑤ 試運用の実施方法 | ⑥ 核物質防護 |

新検査制度試運用フェーズ2：これまでに抽出された課題

| 項目 | 課題 |
|-------------|---|
| 検査ガイドにおける問題 | <ul style="list-style-type: none"> ・試運用フェーズ1の結果を踏まえ、検査ガイド毎の記載の重複については整理されているものの、統合・整理した検査ガイドについて、今後の試運用を通じて検査目的、検査対象、検査時間、サンプル数などの妥当性を検証していくことが必要。 |
| フリーアクセス | <ul style="list-style-type: none"> ・検査官が事業者の情報システムを自ら活用し、必要な情報を入手するなどフリーアクセスで情報を取得されている。今後、検査官が必要とする情報や図書類へのアクセス性の向上を図っていく。 |
| 気づき事項への対応 | <ul style="list-style-type: none"> ・試運用フェーズ1、フェーズ2を通しての気づき事項の件数は非常に少ないため、過去事例を用いて重要度評価に係る議論を行うことで、気づき事項の評価に係る習熟を図る必要がある。 |
| 検査官の振る舞い | <ul style="list-style-type: none"> ・試運用フェーズ1では検査官、事業者間のコミュニケーションに課題があったが、試運用フェーズ2では解消されてきている。引き続き、検査官、事業者間で十分コミュニケーションを図りながら検査を実施していくことが必要。 |
| 試運用の実施方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・多くの発電所の検査においてはパフォーマンスベースの意識が定着してきているが、一部では十分に定着していないところもある。引き続き、パフォーマンスベースの検査に変わることに伴って意識改革を図ることが必要。 |
| 核物質防護 | <ul style="list-style-type: none"> ・6月から2プラント（大飯、柏崎刈羽）、10月から全プラントで試運用を開始される。検査ガイド、重要度評価ガイドなどの内容等について議論させていただくと共に、試運用を通じて新たな制度の検証をしていくことが必要。 |

③ ATENAの活動状況

ATENAの組織

名称 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 門上 英 (三菱重工業(株))
理事 豊松 秀己 (関西電力(株))、富岡 義博 (電気事業連合会)
監事 高橋 明男 ((一社)日本原子力産業協会)、高本 学 ((一社)日本電機工業会)

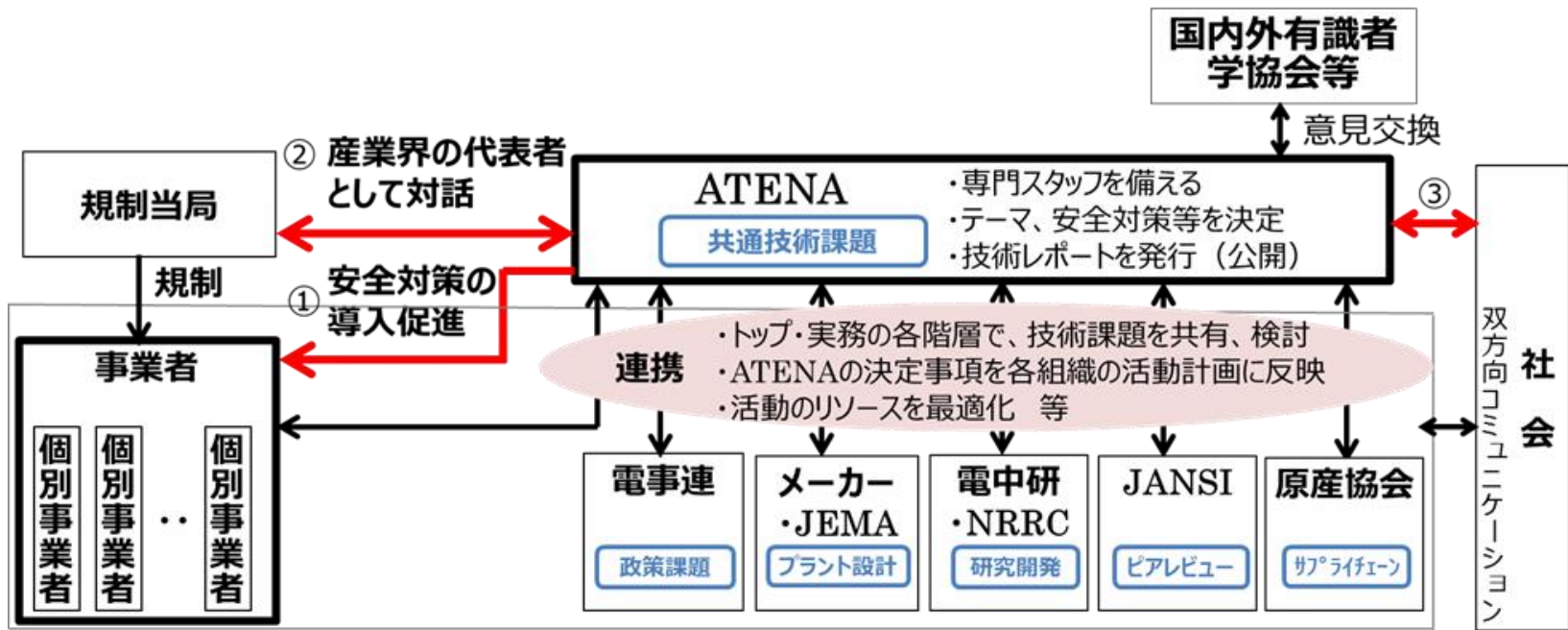
職員 原子力事業者およびメーカーから、各分野の専門家を結集
(専門分野) 安全設計、機械電気設備、自然外部事象、規制制度
職員数：33名 (2019年7月1日時点)

会員 電力11社 北海道電力(株)、東北電力(株)、東京電力ホールディングス(株)、中部電力(株)、北陸電力(株)、関西電力(株)、中国電力(株)、四国電力(株)、九州電力(株)、日本原子力発電(株)、電源開発(株)
メーカー4社 東芝エネルギーシステムズ(株)、(株)日立製作所、三菱重工業(株)、三菱電機(株)
関係団体4団体 電気事業連合会、(一財)電力中央研究所、(一社)日本原子力産業協会、(一社)日本電機工業会
(オブザーバー参加：(一社)原子力安全推進協会、日本原燃(株)、日本原子力研究開発機構)

ATENAの役割

ATENAは、共通的な技術課題の解決のため、原子力産業界の中で以下の役割を担う。

- ① 原子力産業界全体で共通的な技術課題（テーマ）の解決に取り組み、原子力事業者に効果的な安全対策の導入を促す
- ② 安全性向上という共通の目的の下、原子力産業界の代表者として、規制当局と対話する
- ③ さまざま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行う（社会への積極的な情報発信及び社会からの意見を事業活動に反映）



JEMA : (一社)日本電機工業会、NRRC : 原子力リスク研究センター、JANSI : (一社)原子力安全推進協会

主な技術課題・テーマ一覧

赤字は、技術レポートを発行したテーマ

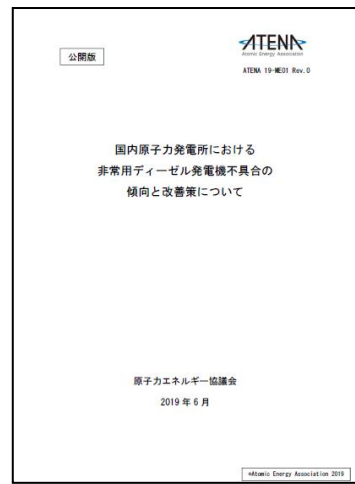
| 技術課題 | テーマ（2019年度以降、短中期で取り組んでいくもの） |
|-----------------------------------|--|
| ①新知見・新技術の積極活用 | <ul style="list-style-type: none"> ・サイバーセキュリティ対策導入ガイドラインの立案 ・デジタル保護系共通要因故障対策導入ガイドライン ・安全上の重要度に応じたバックフィットルールの検討 |
| ②外的事象への備え | <ul style="list-style-type: none"> ・不確実さの大きい自然現象への対応 ・震源を特定せず策定する地震動の見直しへの対応 ・新知見によるSs見直しの際の対応方針の策定 |
| ③自主的安全性向上の取り組みを促進するしくみ | <ul style="list-style-type: none"> ・新検査制度の制度運用関連ルール作り ・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 |
| その他 （深層防護全体での効果的なリスク低減に資するもの等） | <ul style="list-style-type: none"> ・SA設備の重要度分類に応じた効率的かつ効果的運用の推進 ・SA機器を収納した建屋免震の技術基準適合性評価手法の策定 ・地盤液状化現象の評価手法の高度化 ・サプライヤー（素材・部品等）の不適合への対応要領の策定 ・非常用ディーゼル発電機の不具合に係る傾向分析と対策の検討 |

【用語】 Ss：原子力発電所の耐震設計において基準とする地震動（基準地震動）

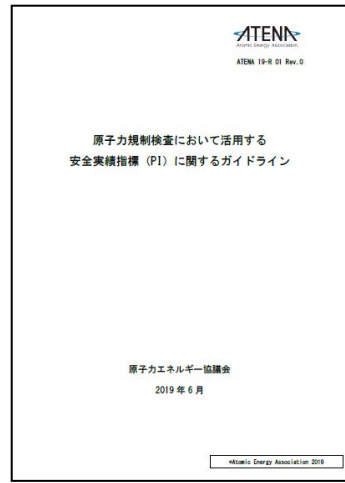
SA設備：シビアアクシデント（Severe Accident：重大事故）への対処を目的に導入した設備

・下記の2件の技術レポートを発行し、ATENAホームページで公開済み

○国内原子力発電所における非常用ディーゼル発電機不具合の傾向と改善策について
(2019年6月21日公開)



○原子力規制検査において活用する安全実績指標 (PI) に関するガイドライン
(2019年6月28日公開)



まとめ

- ・産業界は、引き続き「リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン及びアクションプラン」のフェーズ1の目標達成に注力するとともに、フェーズ2のアクションの具体化についても検討を深めていく。
- ・新検査制度の試運用については、原子力規制委員会の計画に沿って、本格運用に向けた「試運用フェーズ2」「試運用フェーズ3」の活動を着実に進める。
- ・ATENAは、取り組むテーマに関して順次、技術レポートを作成・公開するとともに、原子力発電所に導入された対策の実施状況をフォローしていく。
- ・本年4月には、原子力規制委員会がATENAを原子力発電所に関する規制課題に対して一元的に対応する組織として認め、5月以降は新検査制度の議論など、これまで電事連が対応してきた課題についてATENAが引き継いで対応している。ATENAとして規制機関との対話を進めたい課題についても、今後、対話をスタートさせていく予定。