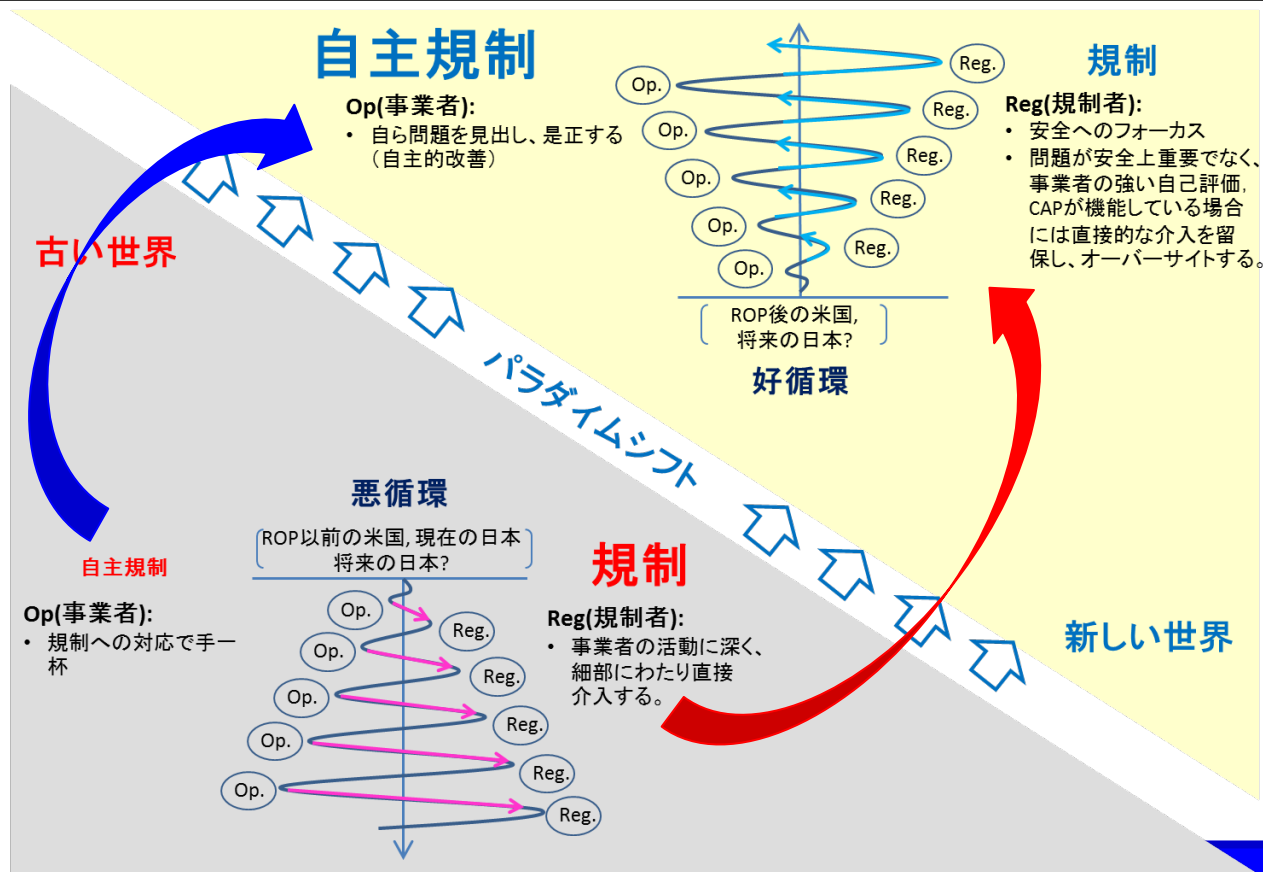

新検査制度導入と原子力発電所の安全性を高めるための
事業者の取り組み

2019年3月22日

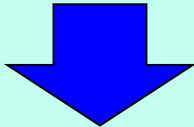
電気事業連合会
横尾 智之

リスクインフォームド・パフォーマンスベースの規制

- 米国ROPにおいては、事業者が原子炉施設の安全確保における自らの責任を主体的に果たすことを制度の前提としており、これによって軽微な事項は事業者の改善活動に委ね、規制は事業者の改善活動を監視しつつ、安全上重要な問題への対応に規制資源を集中。
- 日本においてもリスク・インフォームド、パフォーマンス・ベースの考え方に基づき、規制と事業者がそれぞれの役割分担の下、効率的に実質的な安全性の向上を目指した検査制度とするためには、事業者の自主的安全性向上活動が不可欠と認識。



リスク情報活用の実現に向けた戦略プラン

- 事業者は、原子力発電所の安全性向上とリスクの低減に向け、リスク情報を活用した意思決定（Risk-Informed Decision-Making: RIDM）プロセスを発電所のマネジメントに導入することとした。
 - RIDMの導入にあたっては、リスクを判断のツールとして活用していくためのPRA高度化や、関連するアイテムの基盤整備が重要。
- 
- このため、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」として取り纏めた。

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

自律的な安全性向上のマネジメントシステム

規制要件、工学的評価、補償的措置、基準、目標等を考慮して**最良の解決策を決定し、実施。**

(3)
意思決定
実行

(1)
パフォーマンス
監視・評価

・**パフォーマンスを監視・評価**し、課題とその解決策の候補を抽出。
・解決策実施後の有効性を監視・評価。

(2)
リスク評価

P R Aを含め、様々な新知見、国内外の運転経験等の様々な事項を考慮し、**意思決定に必要な情報を提供。**

(4)是正処置プログラム (CAP)
(5)コンフィギュレーション管理

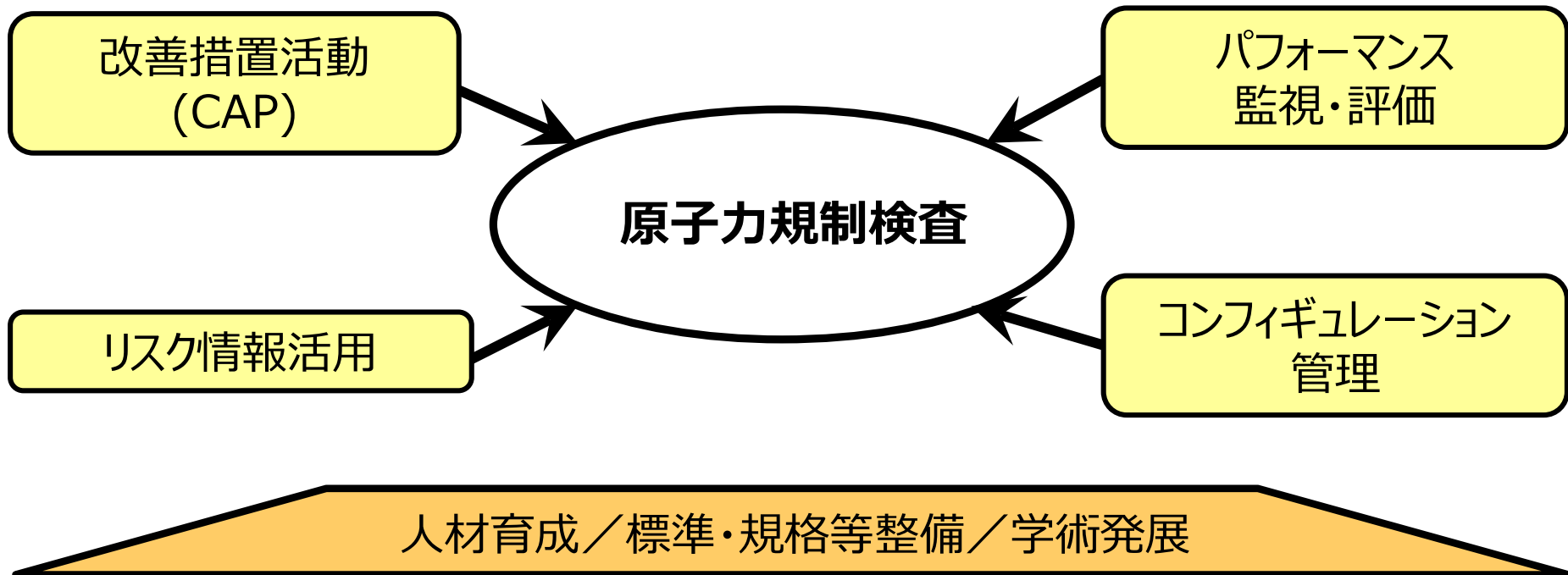
システムを支える機能

- (4) 改善措置活動 (Corrective Action Program: CAP)
事業者における問題を発見して解決する取組み。問題の安全上の重要性の評価、対応の優先順位付け、解決するまで管理していくプロセスを含む。
- (5) コンフィギュレーション管理
設計要件、施設構成情報、施設の物理構成の3要素の一貫性を維持するための取組み。

リスク情報を活用し発電所マネジメントを高度化

事業者の取組み

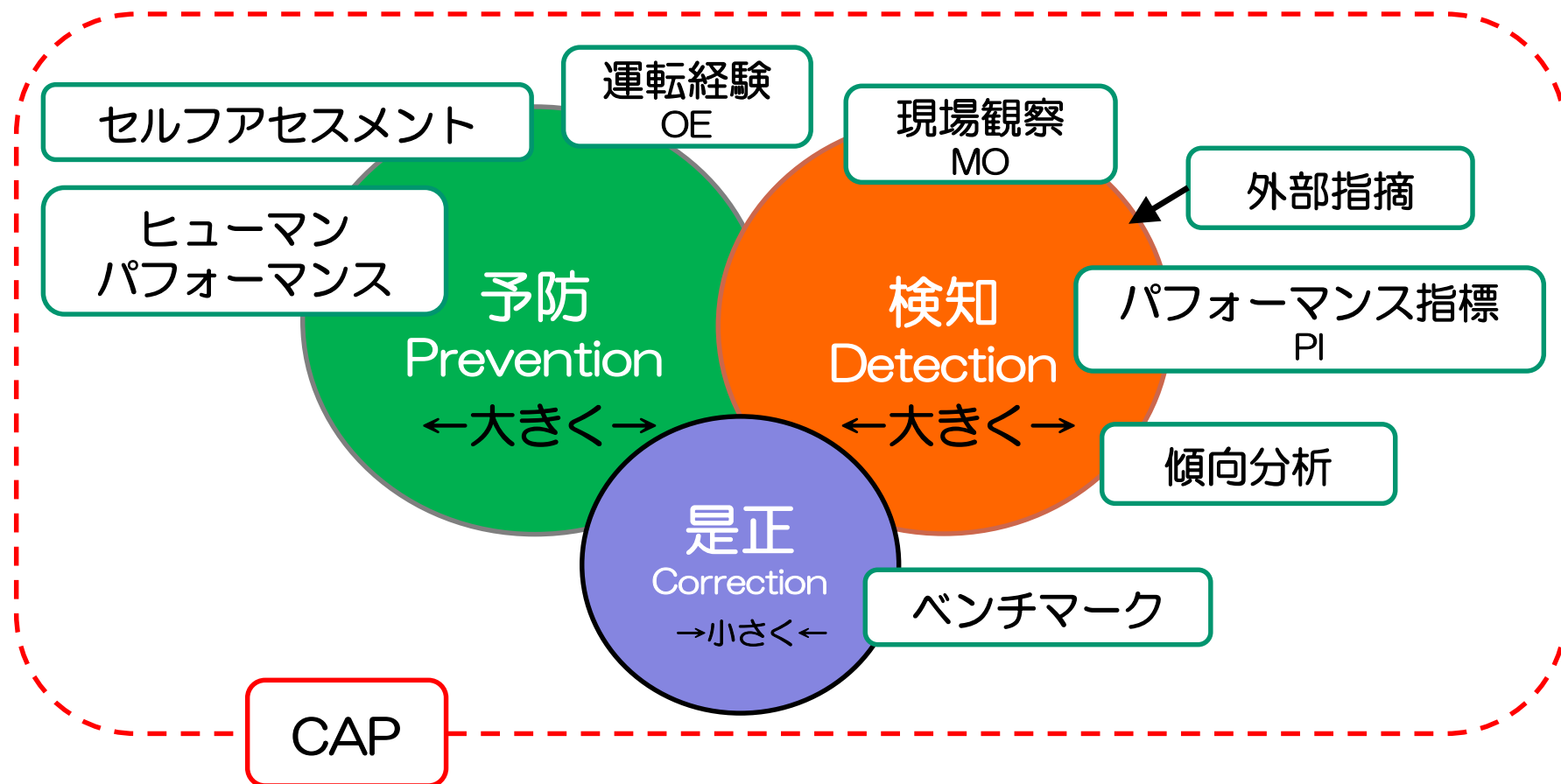
- 事業者は、原子力発電所の安全性を高めるとともに原子力規制検査のスムーズな導入に向けて、前述の、「改善措置活動（CAP）」、「パフォーマンス監視・評価」、「コンフィギュレーション管理」、「リスク情報活用」の充実に取り組んでいるところ。
- これらアイテムの詳細については、次ページ以降で紹介する。



是正中心の活動から、予防・検知に重点をおいた活動へ

目指す姿

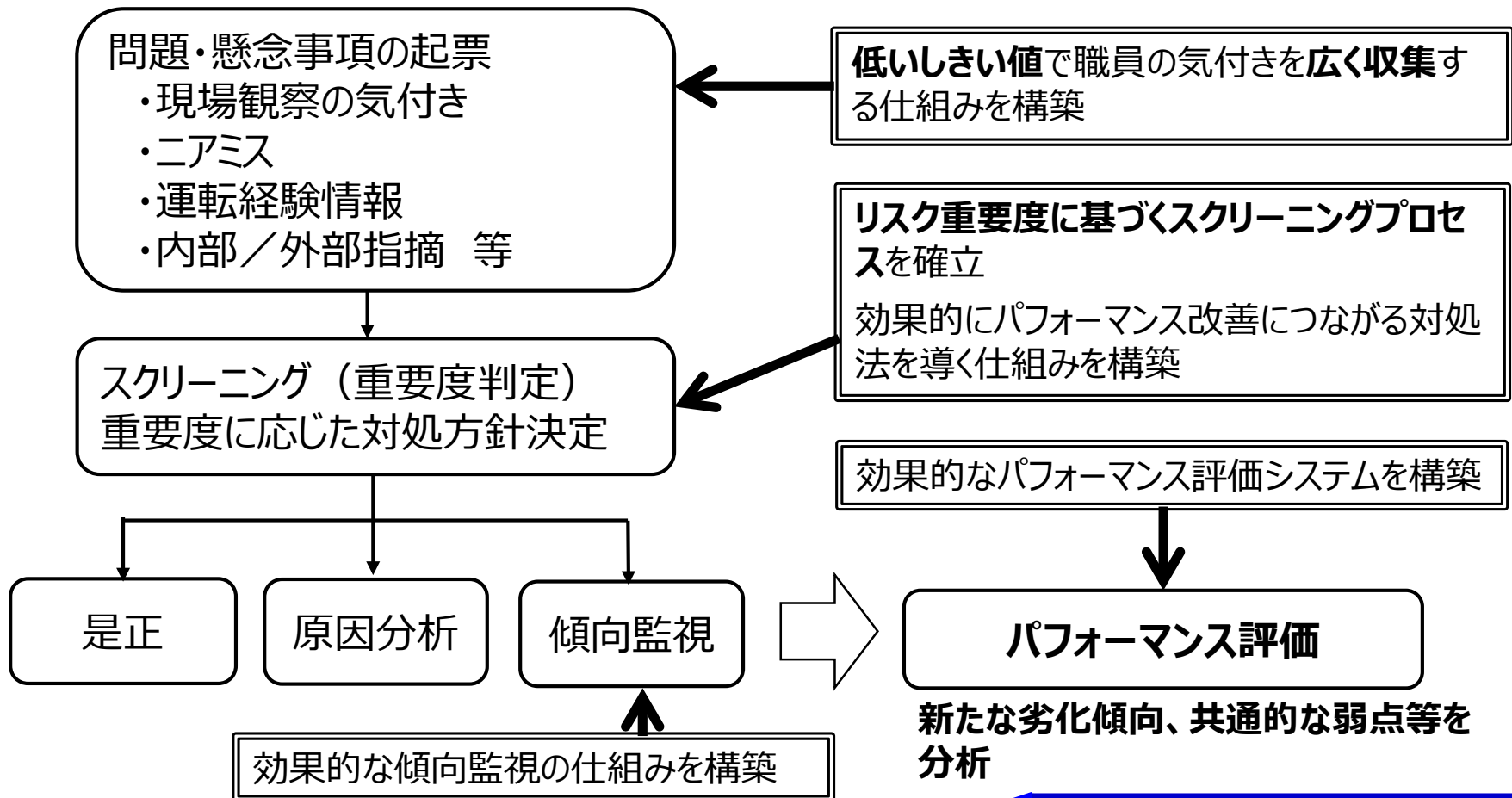
- ・これまでは、事象発生後の不適合情報をもとに是正
- ・これからは、事象発生前の劣化兆候や品質未達事項も含め、原因分析・是正



「CAP」充実の方向性

- 日々の保安活動を通じて問題・懸念事項を把握し是正することに加え、これらを傾向分析し、多面的に問題点を改善。

CAPシステムの全体像



現在までの改善状況

- 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月に策定
- ガイドラインを参考に以下の①～③の項目を踏まえ各事業者で改善を実施中

①低いしきい値での報告

- 本来あるべき状態とは異なる状態等、ローレベル事象、ニアミスを含めた低いしきい値で報告

②リスク上の重要度を考慮した是正処置の検討

- ①で収集した報告事項について、品質に影響を及ぼす事象(CAQ)と品質に影響を及ぼさない事象(NCAQ)にスクリーニング
- 品質に影響を及ぼす状態の検討にあたっては、その事象のリスクを考慮した上で重要度分類を設定し、この重要度に応じた対応を実施

③広範囲な情報の傾向分析による改善点の抽出

- 様々な気づき事項を拾い集め、これらの情報を総合的に勘案した発電所の弱点把握のプロセス及びシステムを構築

東京電力HDの改善例

柏崎刈羽のCAP改善プラン

原子力規制検査試運用▼

2017年度第4四半期	2018年度第1四半期	2018年度第2四半期	2018年度第3四半期
インプットの拡充 状態報告(CR)による報告の運用		社内外の気づきのインプット 現場観察気づき, 原子炉主任技術者気づき, 検査官指摘, 外部指摘等	
重要度判定, 分析 PICO*によるスクリーニング, 分析		ニアミス, 協力企業気づき より低いしきい値, 幅広いインプット	
		情報の一元管理 状態報告 (CR) と不適合報告の報告様式を統一化	

*:PICO (Performance Improvement Coordinator) パフォーマンス向上コーディネーター

「パフォーマンス監視・評価」充実の方向性

- 原子力規制検査で活用するパフォーマンス指標（PI）に加え、事業者が独自のPIを設定することで、プラントの弱点の把握やパフォーマンス改善につなげる仕組みを構築

事業者が採取するパフォーマンス指標（例）

規制要求

安全実績指標（PI）

- ・原子力規制検査のプラント評価

保安検査に活用する安全に係る指標

（30指標）

- ・数年に及ぶデータの蓄積を踏まえ、指標の有用性、結果の活用方法について原子力規制庁として再度検討を行う方針

保全活動管理指標（PC）

- ・保全有効性の監視・評価

事業者にて監視

事業者共通

- ・JANSIと事業者のタスクで検討
- ・事業者間ベンチマークでの活用を想定

発電所固有

- ・発電所のパフォーマンス変化を監視する上で有用だと考えられるPIを個社にて設定し、パフォーマンス改善に繋げる活動は継続して実施

他の発電所のパフォーマンスと相互比較し、自発電所のパフォーマンス改善に繋げることも有効な活動であることから、事業者間で共通的に採取する共通自主PI（約40項目）を設定。

共通自主PIの具体例

指標	定義
火災件数	過去4四半期における火災発生件数をカウントする。
原子炉停止系の機能故障件数(LCO逸脱件数)	過去4四半期における以下に関連するLCO逸脱件数をカウントする。 ・CR動作機能、CRスクラム機能、SLC(BWRの例)
格納容器漏えい率	定期事業者検査にて実施する格納容器漏えい率(全体漏えい率)
内部被ばくの記録レベル超過件数	過去4四半期における内部被ばくの記録レベル(2mSv)を超えた件数をカウントする。
防災訓練評価におけるA評価の割合	防災訓練評価結果(A、B、C評価)のうちA評価の割合

現在までの改善状況

○安全実績指標

- ・ データ収集、計算方法等に関して事業者内でガイドラインを策定し、ドラフト版として2018年9月のNRA主催の検査制度見直し検討WGで提示。
- ・ 本ガイドラインを参考に2018年10月より代表プラント(柏崎刈羽、大飯)で試行的にデータ採取を開始。
- ・ 2019年4月より全プラントでデータ採取を開始予定
- ・ 試運用を通じて、データ収集方法等の検証を実施し、必要に応じてガイドラインの見直し等を実施。

○事業者が自主的に定めるPI

- ・ 共通自主PIのデータ収集、計算方法等に関して事業者内で活用するガイドラインを2018年9月に策定。
- ・ 2018年10月より全プラントで試行的に共通自主PIに係るデータ採取を開始
- ・ 共通自主PI以外のPIについても各社毎に指標を設定し、パフォーマンス改善につなげる仕組みを検討。

コンフィギュレーション管理（1 / 2）

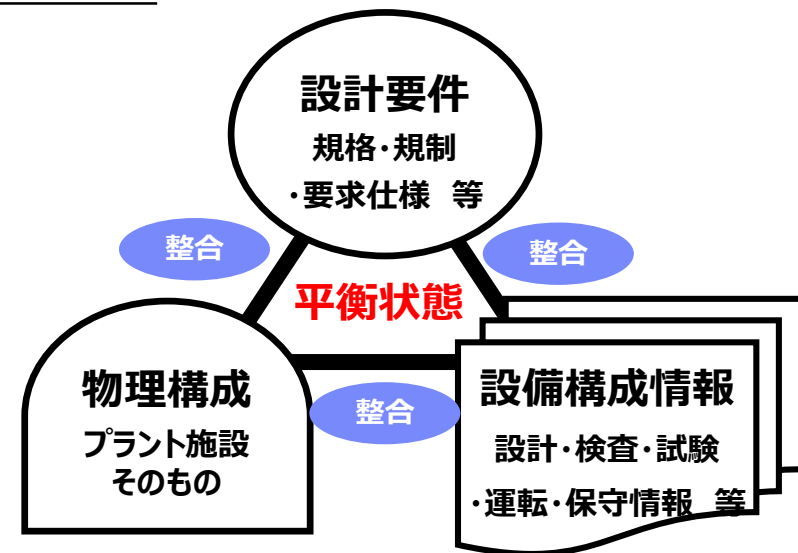
「コンフィギュレーション管理」充実の方向性

- 設計要件、実機器、設備図書の整合を適切に維持・管理する仕組みを構築

コンフィギュレーション管理（CM）は、事業者として原子力発電プラントを適切に運転・維持管理していくために必要な管理プログラムであり、事業者の保安活動の基盤となる機能である。

設計要件、物理構成、設備構成情報の3要素の整合の維持・管理に向けた取組み

- 事業者として管理すべき設計・設備情報を抽出
- 米国の取組みを参考に設計基準文書（DBD）を作成
 - ・機器設計仕様書、系統設計仕様書、技術検討書等に分散している設計要件、根拠を設計基準文書に集約



CMの3要素

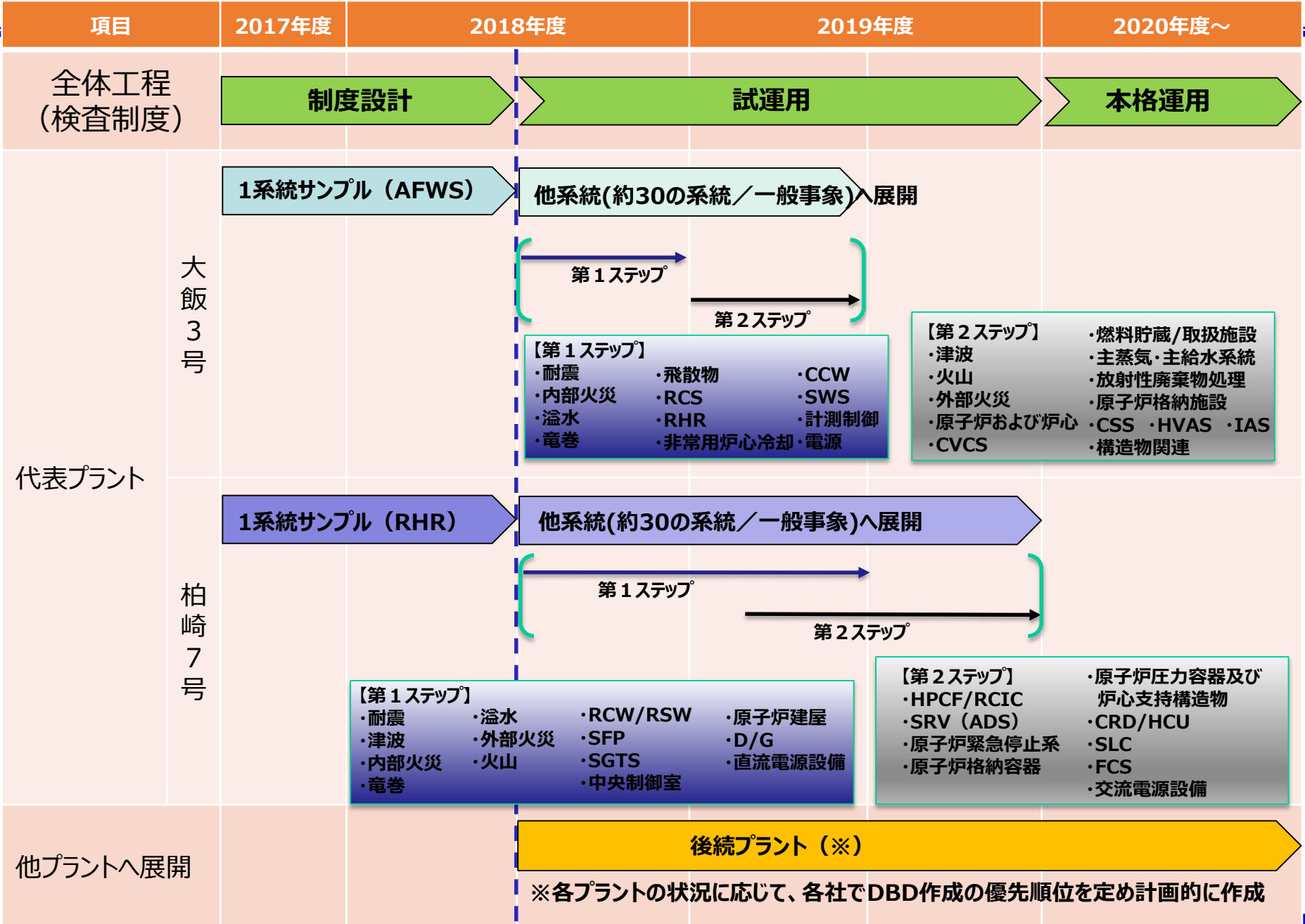
CM : Configuration Management

◆ 現在までの改善状況

- CMの基本的な考え方をまとめたガイドラインを2018年9月に策定
- PWR(関西電力)は、DBDサンプル4 系統の作成完了。他の系統について作成中。
 - PWR：補助給水系統，余熱除去系統，安全注入系統
内部火災防護
- BWR(東京電力)は、DBDサンプル1 系統の作成完了。他の系統について作成中。
 - BWR：残留熱除去系統

なお、運転中プラントについては、安全重要度の高い系統を中心にDBDを準備、停止プラントについては、停止時に必要な系統から先行してDBDの準備を進めている。

設計基準文書 (DBD) の作成予定



リスク情報活用 (1 / 4)

「リスク情報活用」充実の方向性

- 各社でPRAモデルの高度化を実施し、事業者のPRAモデルを規制庁へ提供
- 事業者内でもPRAを用いた検査の指摘事項の評価やPRAを用いたパフォーマンス評価（MSPI評価：緩和系性能指標評価）を試行

東京電力HDの例

実践例：リスク予報

- ・ 工事のリスクを評価
リスクの低い工程策定
バックアップ対策検討

<社内掲示>

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] 2018年1月14日(日) ~ 2018年1月20日(土)

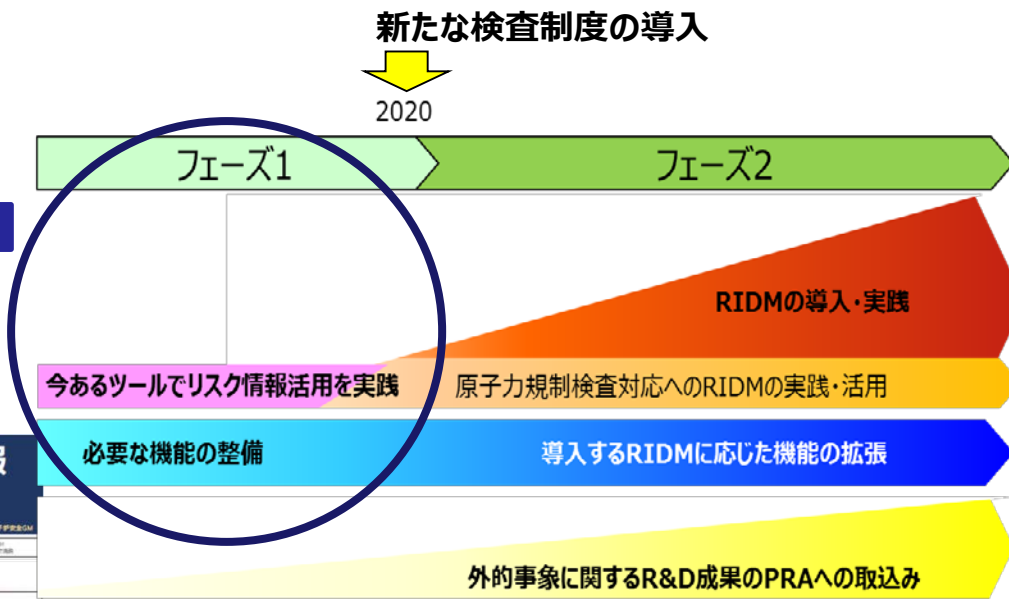
2018年1月12日 発表 KK-2017-S015648R00

6号炉	Rx Mode: 燃料交換 (Refuel)	Fuel: 全燃料取出し (All Fuels in SFP)	SFP Gate: Gate Open			
1/14	1/15	1/16	1/17	1/18	1/19	1/20
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

7号炉 Rx Mode: 燃料交換 (Refuel) Fuel: 全燃料取出し (All Fuels in SFP) SFP Gate: Gate Close

1/14 1/15 1/16 1/17 1/18 1/19 1/20

OK OK OK OK OK OK OK



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 (2018年2月公表)

外的事象に関するR&D成果のPRAへの取込み

リスク情報活用（2 / 4）

➤ PRA高度化パイロットプロジェクト

- 伊方3号機(PWR)、柏崎刈羽6,7号機(BWR)においてパイロットプロジェクトとして、先行的にPRA高度化を実施
- PRA高度化モデルについては、海外専門家によるレビューを実施
- パイロットプロジェクトで得られた知見は各社で共有し、各社のプラントのPRA高度化に反映

➤ 伊方3号機パイロットプロジェクト

- 原子力リスク研究センター（NRRC）技術諮問委員会（TAC）の提言に基づき、2015年1月に、運転時内のレベル1 PRAを中心とする各種技術タスクの検討を開始。
- TACの提言に基づく技術タスク（運転時内のレベル1 PRAに関するもの）

✓ イベントツリー等の高度化

- 起因事象について、再稼働時の設置変更許可の12事象から、制御用空気系の全喪失等、サポート系の機能喪失による起因事象を追加するなど**44事象**を選定し、イベントツリーを構築。

✓ PRA信頼性パラメータの高度化

- 機器保全情報データベース（EAM）等により過去の機器故障回数や運転時間等のプラントデータについて収集し、その分析を実施。

✓ 人間信頼性評価の高度化

- 人間信頼性評価用ツールとして、米国で広く使用されているHRA Calculatorを導入。
- NRRCで整備した実施ガイドを参考に、事故時の運転員操作に対する運転手順書の分析や運転員インタビューを実施し、HRA Calculatorの入力パラメータを整備。

リスク情報活用（3 / 4）

外部専門家による助言（伊方3号機、柏崎刈羽（KK）6,7号機）

【伊方3号機】

- ✓ 2017年より、海外専門家によるレビューを開始。
- ✓ 第3、4回の海外専門家レビューでは、運転時内的レベル1 PRAを対象とし、ASME /ANS PRA標準の要件に対する適合状況について、NEI のPRAピアレビューガイドを参考に実施。

【KK6,7号機】

- ✓ 伊方3号機に追従する形で、運転時内的レベル1PRAの海外専門家によるレビューを実施中（起因事象から順次実施）。
- ✓ 海外専門家からのコメントをモデルに反映後、伊方と同様ピアレビュー形式の海外専門家レビューを受ける予定（2020年度初頭予定）。

	伊方3号機	KK6,7号機
内容	第1回：地震（2017.1） 第2回：運転時内的レベル2（2017.8） 第3回：運転時内的レベル1（2018.2） 第4回：運転時内的レベル1（2018.8）	第1回～第4回：運転時内的レベル1 （2017.2～2018.5） 第5回：運転時内的レベル1.5、停止時内的レベル1 （2018.10）
参加者	海外専門家、四国電力、三菱重工業、NRRC	海外専門家、東京電力HD、テプコシステムズ、NRRC
オブザーバ	PWR各社、規制庁（第4回）	BWR各社、規制庁（第5回）

リスク情報活用（4 / 4）

➤ PRA信頼性パラメータの高度化


- ✓ 従来は、原子力安全推進協会（JANSI）で整備したデータベースを機器故障率として使用していたが、PRAのために整備したデータベースではないことから、収集されるデータの品質が一定ではなかった。
- 
- ✓ NRRCは、海外を含む外部有識者の意見を参考に、「確率論的リスク評価（PRA）のためのデータ収集実施ガイド」を作成。
 - ✓ 事業者は、同ガイドに基づき、過去のデータ（2004年度～2010年度）を対象とした機器の故障回数等に係るデータ収集を開始。
 - ✓ 収集したデータは、個別プラントでのPRA信頼性パラメータ整備及びNRRCにおける国内一般パラメータの整備に活用する予定。

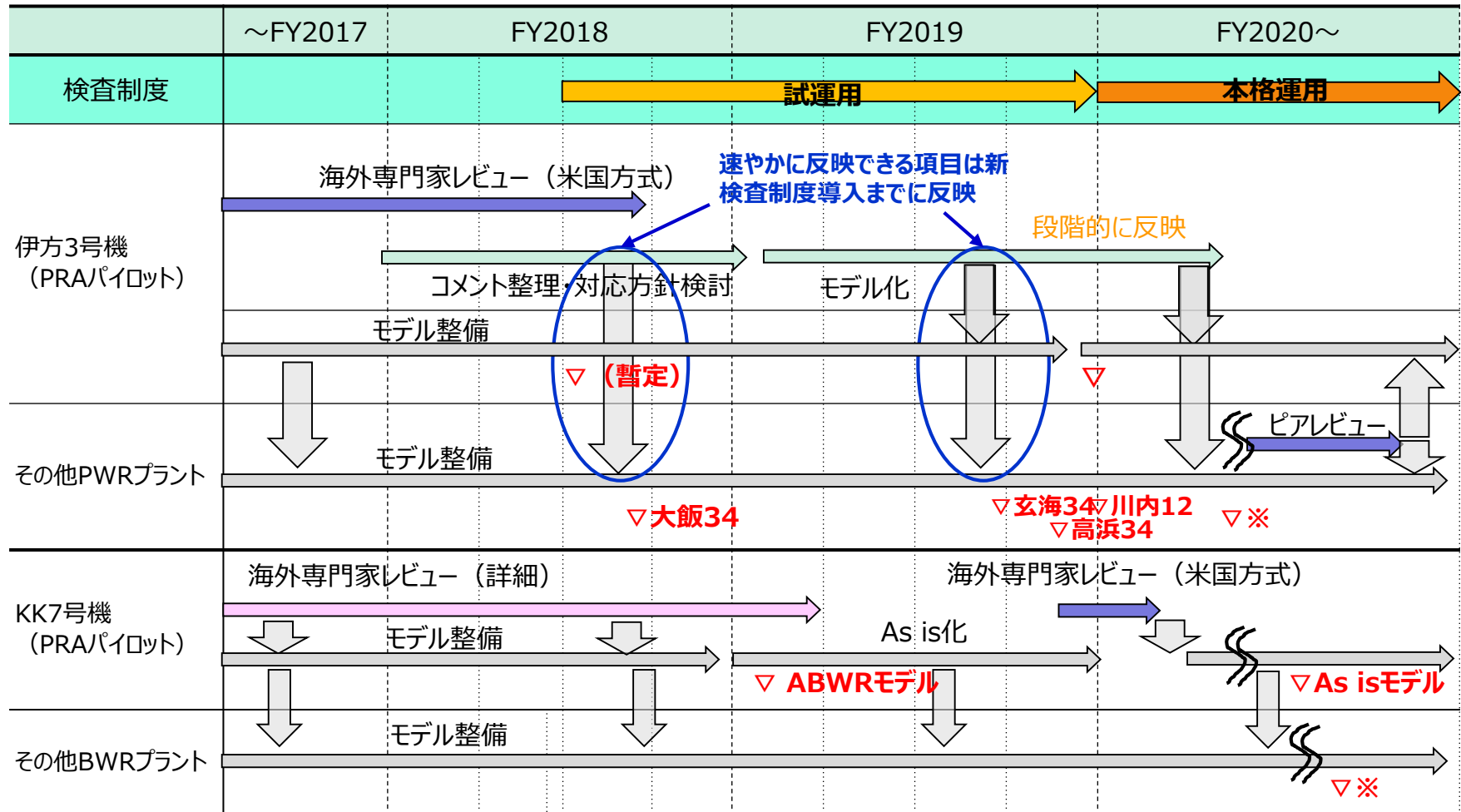
表 PRA信頼性パラメータの整備スケジュール

実施項目	体制	2017年度		2018年度		2019年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期
データ収集実施ガイドの策定	共通	■					
個別プラントのデータ収集	各社		■				
個別プラントのPRA信頼性パラメータ整備	各社					■	
国内一般パラメータの整備	共通					■	

PRAモデルの開示スケジュール

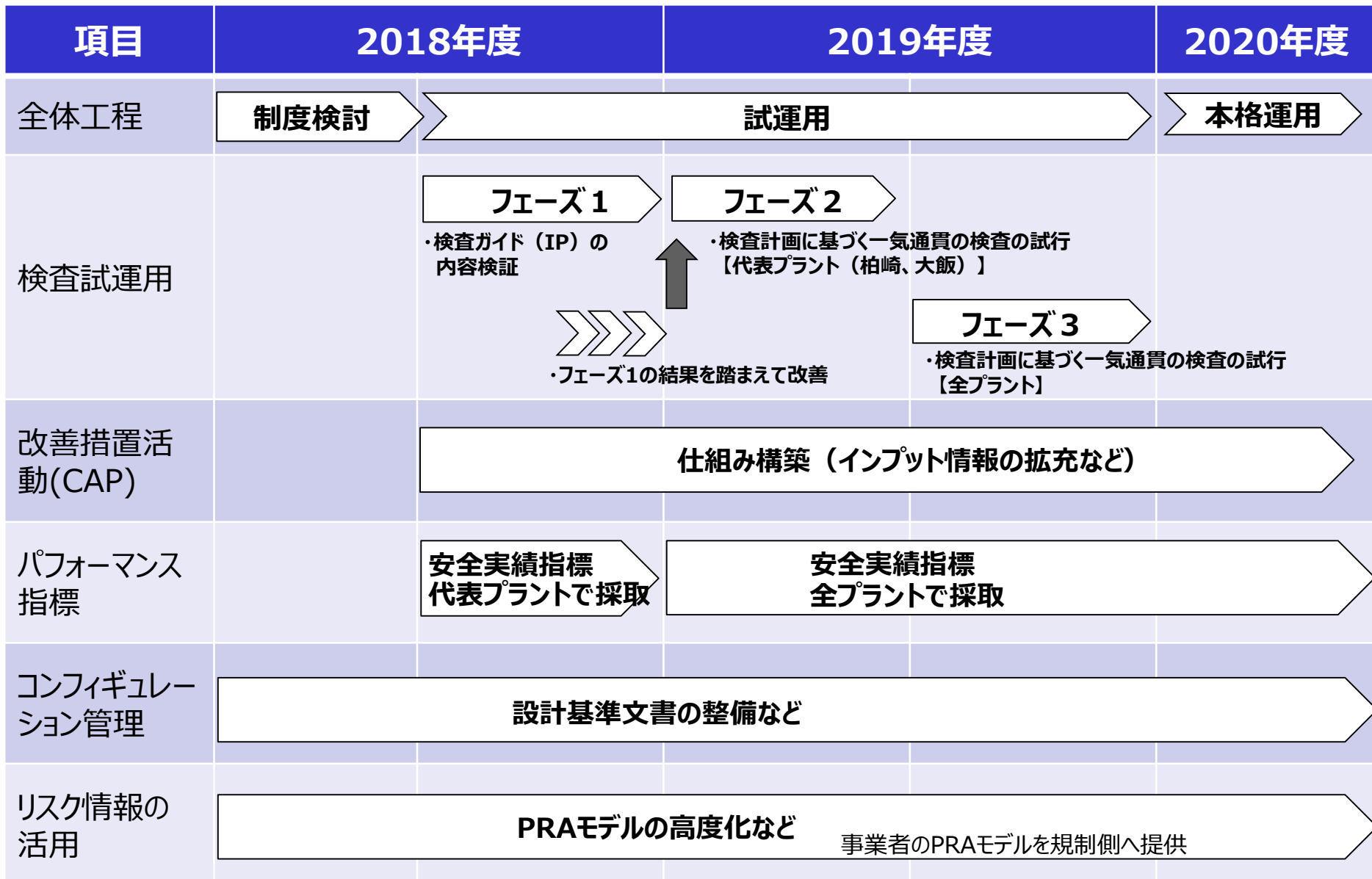
- 再稼働したプラントは2020年4月までにPRA高度化を完了させ、規制庁にPRAモデルを提供
- その他プラントは再稼働までにPRAモデルの高度化作業を終え、規制庁にPRAモデルを提供

▽ : モデル開示時期



※長期停止中のプラントは、再稼働までにPRAモデルの高度化作業を終え、NRAにPRAモデルを開示

事業者の取組み全体スケジュール



まとめ

- 原子力規制検査は、米国の検査制度であるROPをひな形に、リスク・インフォームドパフォーマンス・ベースの考えを取り入れ、規制と事業者がそれぞれの役割分担の下効率的に実質的な安全性の向上を目指した検査制度となるよう制度設計。
- この制度を成立させる前提は、事業者が自らの責任として原子炉施設の安全確保を主体的に果たすことであり、以下に示す事業者の自主的安全性向上活動が不可欠。
 - 改善措置活動（CAP）
 - パフォーマンス監視・評価
 - コンフィグレーション管理
 - リスク情報活用
- 特にリスク情報活用に関しては、PRAの精度を高めることで、原子力規制検査の重要度決定プロセス（SDP）等をより客観的・精緻に実施することが可能となる。
- 2020年4月の原子力規制検査の本格導入を踏まえ、上記の基盤整備を着実に進めると共に、事業者として継続的な安全性向上に取り組んで参りたい。
- 今後、規制（原子力規制検査）と自主規制（事業者の取り組み）が上手く噛み合い、スパイラルアップしながら原子力発電所の安全性が向上していくことを期待。

御清聴
ありがとうございました

電気事業連合会