

東京電力HDの取り組み 自主的安全向上について

令和元年12月23日
東京電力ホールディングス株式会社

新検査制度施行準備と併せて、この機会を活用し自主的安全向上の取組をより一層進めている

○制度施行準備

- 制度理解活動（意識改革）
- フリーアクセス環境整備
- 基本検査試運用対応
- 保安規定変更検討

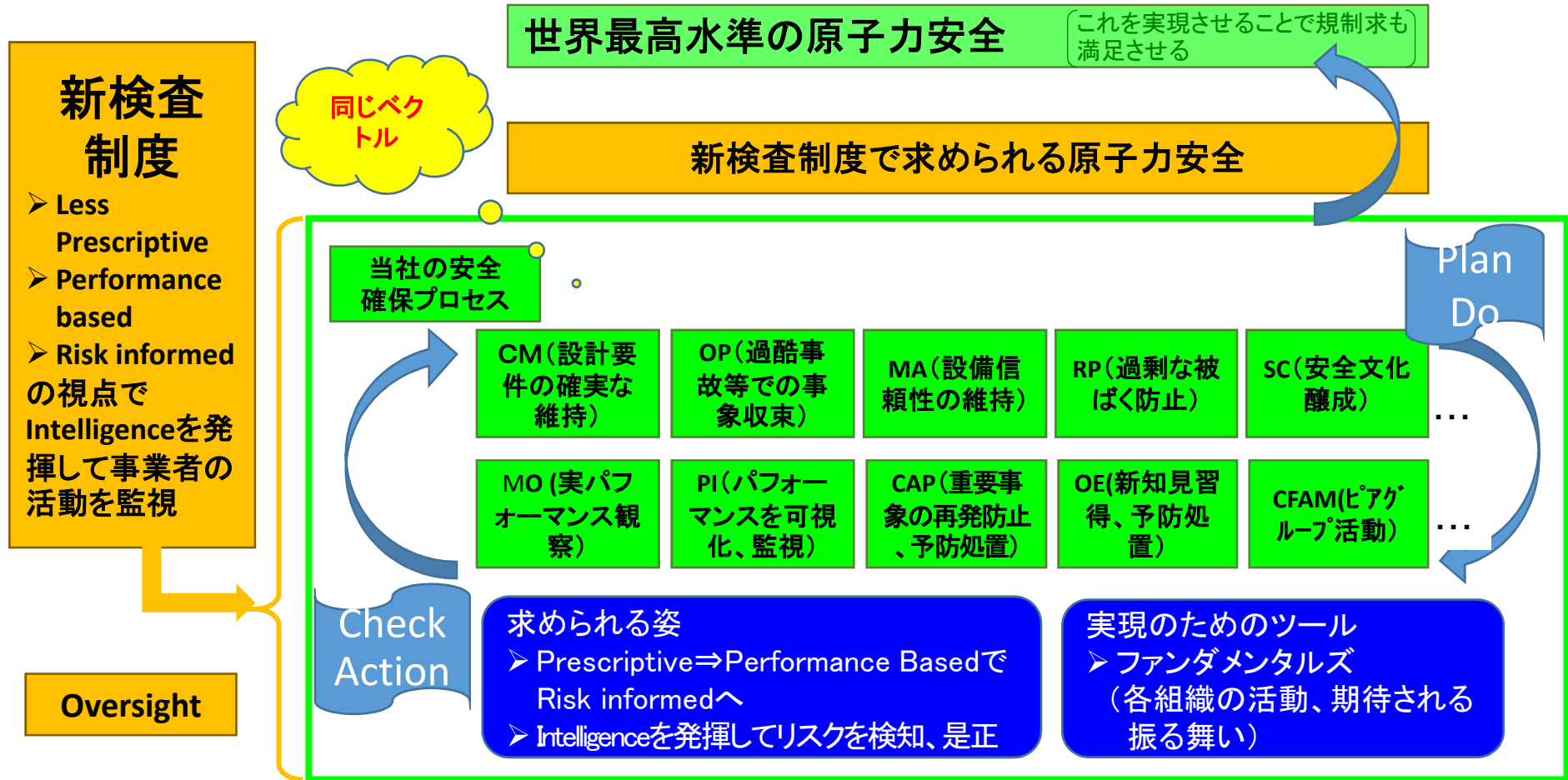
○自主的安全向上

- 業務振り返りや現場観察による改善
- リスク情報活用の実践

○体制

- 本社PJ体制による自主的安全向上の取組の進捗管理
- 発電所PJ体制による試運用対応と自主的安全向上の取組

新検査制度に対応しつつ、より高い原子力安全の実現を目指す

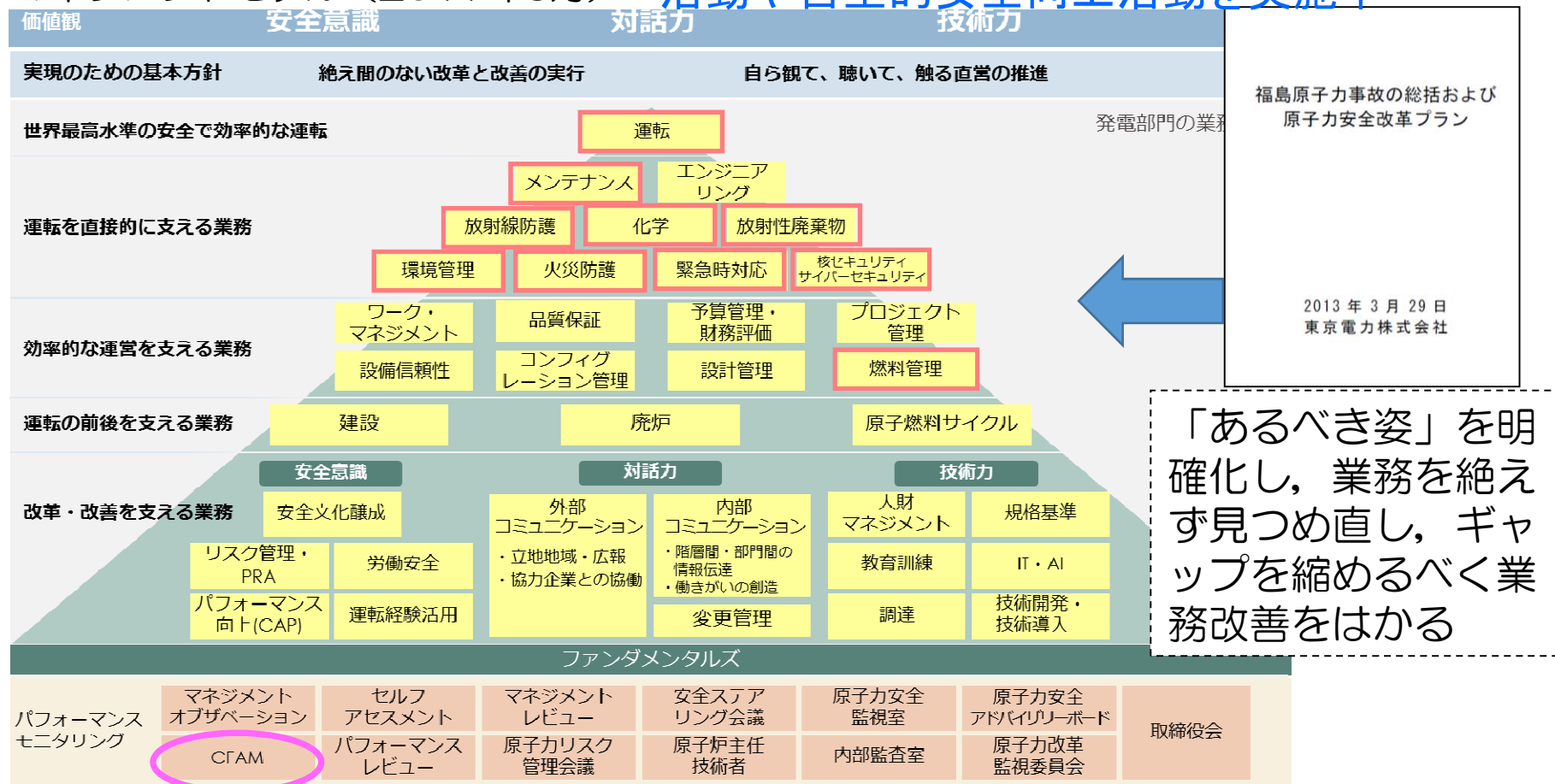


【略語】CM: Configuration Management 構成管理、OP: Operaiton 運転、MA: Maintenance 保全、RP: Radiological Protection 放射線防護
MO: Management Observation マネジメントオブザベーション、PI: Performance Improvement パフォーマンス改善
CAP: Corrective Action Program 是正処置プログラム、OE: Operating Experience 運転経験、SC: Safety Culture 安全文化
CFAM: Corporate Functional Area Manager 機能分野ごとに世界最高水準を目指す活動のリーダー

世界最高水準の達成を目指し、各構成要素でパフォーマンスの達成状況をモニタリングし、改善を続ける

□の関連部門がCFAMを中心に意識改革活動や自主的安全向上活動を実施中

マネジ ムトモデル (2017年6月)



- 試運用の状況を見ると規制庁検査官の振る舞いは「検査制度の基本的な考え方を踏襲」し大きく変化
 - なお、個別指摘事項が安全上の重要度の観点で納得感ある形で評価されるかについて今後注目
- 新検査制度を「規制側の変化」と捉えるのではなく、「運転中の安全性を高める」ために活用していく。
- これまで「規範型の保安検査」を長年経験し、社員にその運用が深く根付いているが、新制度を真に理解し、運転・保全等の全社員が、パフォーマンスベース、リスクインフォームドを日々の仕事の中で実践するように、振る舞いを変えていきたい。
- そのため、制度確立のための議論に積極的に参画

3. 当社の意識改革活動

この機会を自主的安全向上の取組の活性化に繋げるべく、以下のような啓蒙活動を継続中

○社員の意識改革（コンプライアンスベースからパフォーマンスベースへ）

- ・安全性を高めるためには普段から何をすべきかの観点で

①現場ウォークダウン*の充実

米国コンサルタントの指導により感度向上（スライド10）

②検査情報やSDP評価事例を使い安全確保思考の醸成

そのために活用する事例収集・整理（スライド15）

*現場ウォークダウン:設備の状況や人の振る舞いなどについて現場で確認し、その結果を踏まえて必要な改善をおこなう一連の活動

上記を活かし、仕事のやり方を改めて振り返り（セルフアセス）問題ないかの確認に取組中（スライド6）

○改革状況

- ・徐々には意識改革が進んでいるが、まだ所員には従来の慣習的なことが残っている。

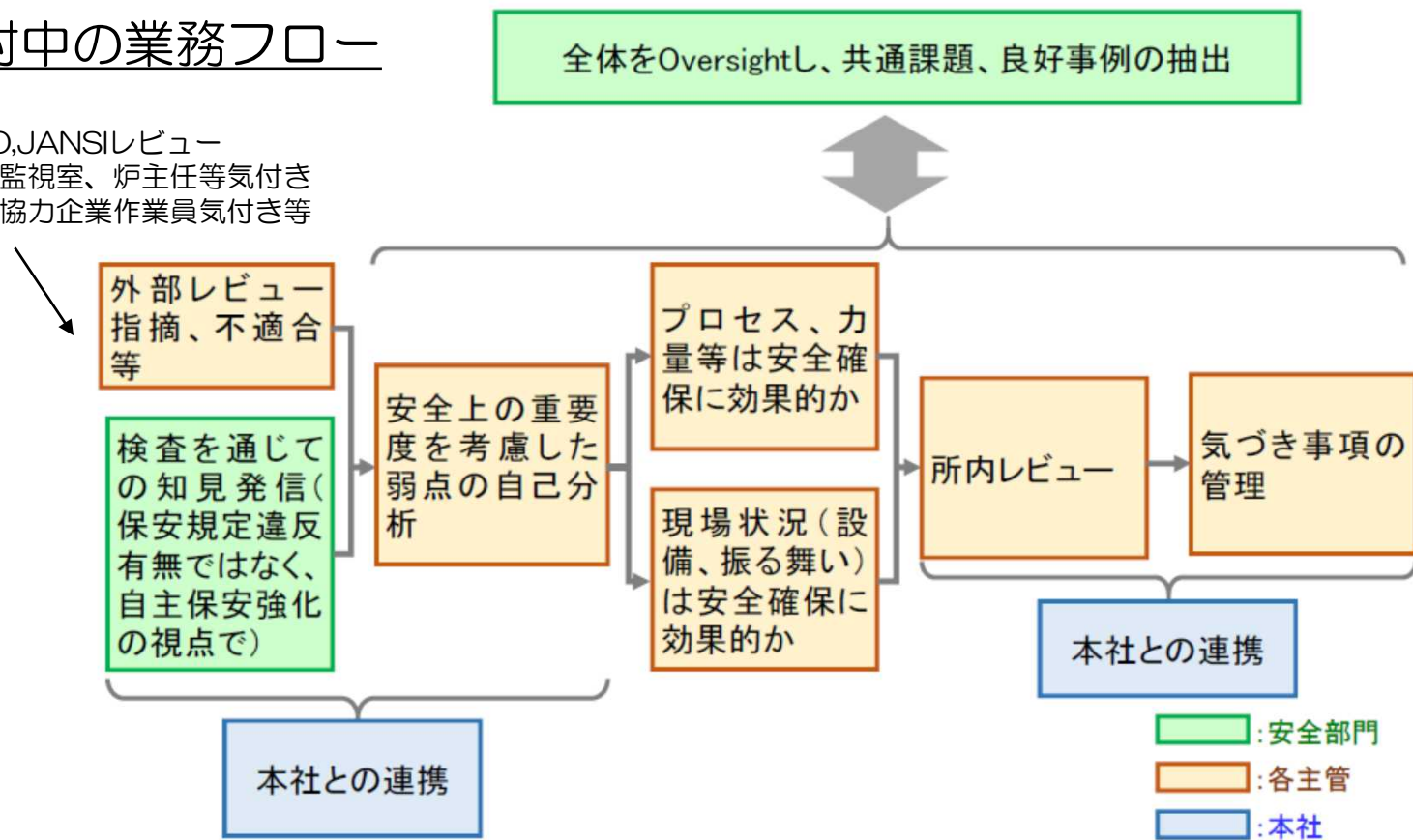
4. 現場改善 ①当社の自主的改善の姿

柏崎刈羽で自主的安全向上に向けて業務のセルフアセス、スキルアップに取り組中。取組を業務フローとして定着させることで新検査制度に自然体で対応できる

検討中の業務フロー

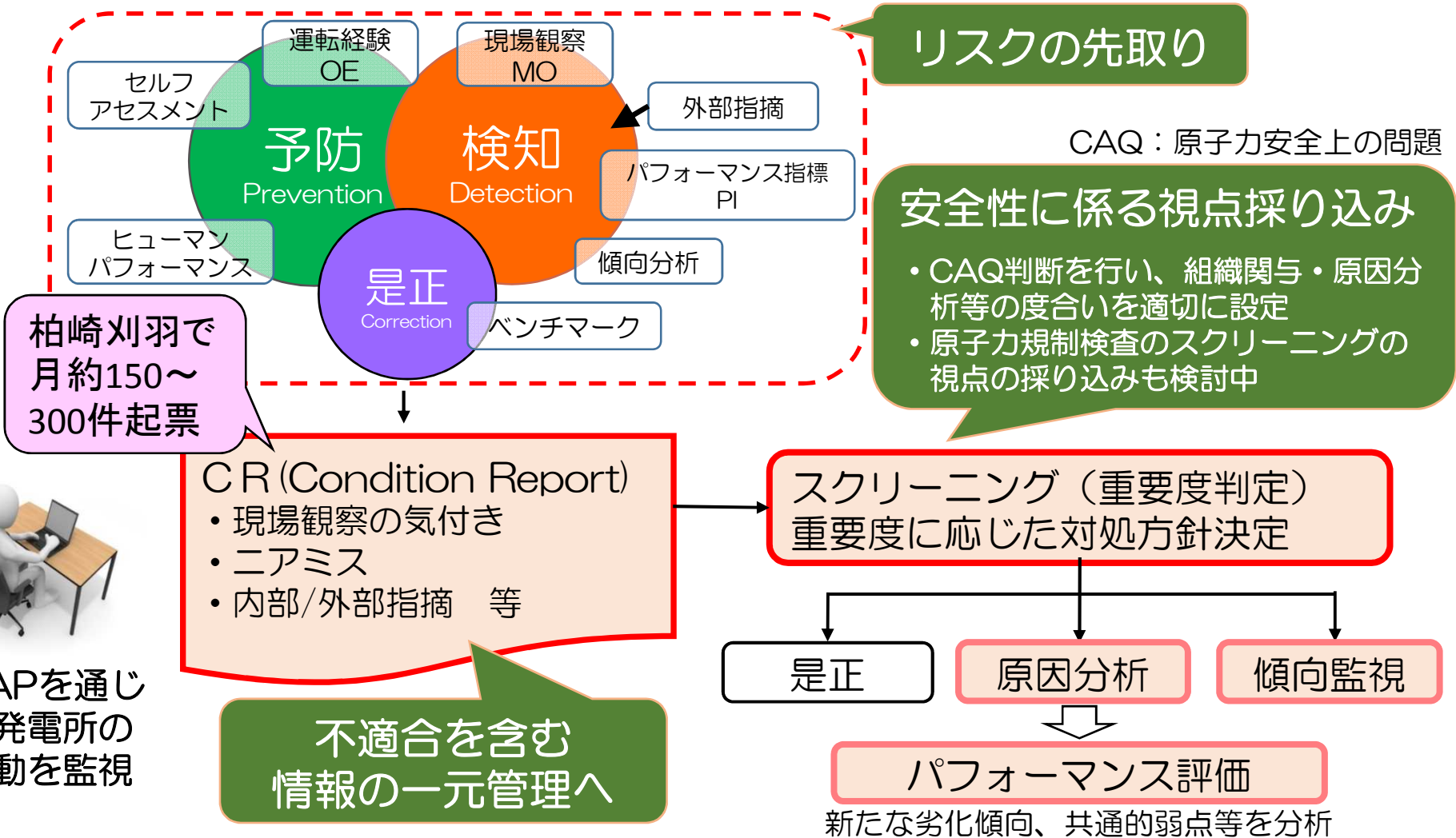
WANO,JANSIレビュー

社内の監視室、炉主任等気付き
所員、協力企業作業員気付き等



4. 現場改善 ②気づきの管理 (CAP)

- 是正中心の不適合管理から脱却。MOなどで集めた各種情報を一元管理・分析して改善の取組に活用
- MO：マネジメントオブバージョン



4. 現場改善 ②気付きの管理 (CAP) (続き)

【CRを活かした分析例】当直と保全部の視点に差異あり。それぞれの視点を共有して広げることで更なる気付き発見等の効果が期待される。

• 仮置資機材に関する気付きについて

保全部の仮置パトロールにおいて、ルール不遵守指摘はされているが、当直では更に「基本ルールは実施しているが設備保護の観点から不十分」という内容の指摘がされている。

CR一例 (P12-9: 仮設機器または資材の配置・保管方法)

【保全部(仮置パトロール員)】

- ・当直長承認印なし
- ・仮置表示の期限切れ

【当直】

- ・ケーブル養生のシートを束ねている紐が消火設備の電線管に固縛
- ・固縛チェーンが容易に外せる。一点固縛で不十分。
- ・危険物エリアに貼り紙。不燃処理されていない。

• 現場設備・機器への気付きについて

当直では通常状態との違い・変化に気付きやすいが、**施工ミス (貫通部処理不十分)** 等の保全部ならではの観点の起票は少ない。

CR一例 (P7-9: 確実な予防保全)

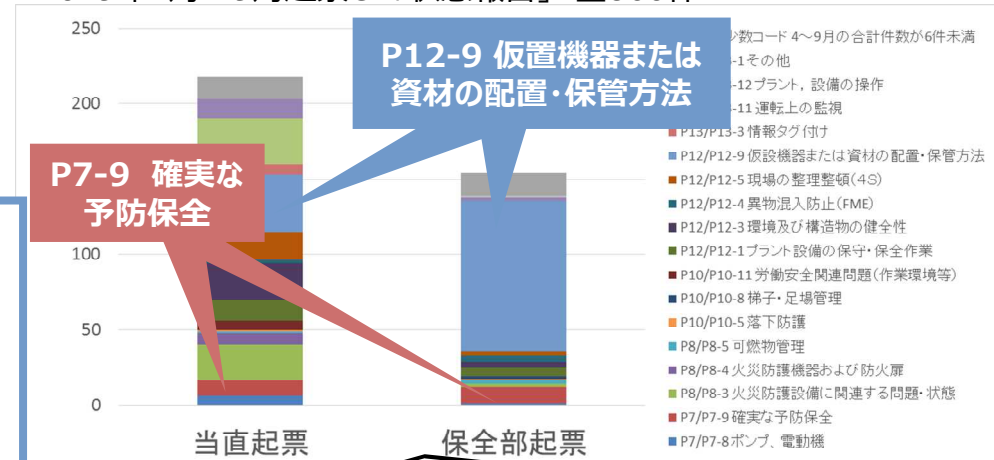
【保全部】

- ・貫通部処理不十分の発見
- ・ケーブル布設が本来の電路(耐震性有り)を経由していない

【当直】

- ・結露水の滴下発見
- ・空調ダクトに錆を確認

2019年4月～9月起票CR「状態報告」全860件



保全部起票のうち「仮置資機材」の指摘は、92件/125件が一全総括G仮置パトロール結果。

傾向分析結果を踏まえ

「所属間での視点共有の推進による気付きの充実」を優先取組事項として抽出。今後、具体的アクションの計画・実施に取り組む

マネジメントオブザベーション（MO）による現場改善を継続中。協力企業にも結果を共有し改善

所員によるMO

- ・ 管理的職位の者が、業務や現場状況（作業実施状況など）を作業準備（TBM）から完了後の振り返りまでをじっくり観察。目標となるふるまい（ファンダメンタルズ）との差を確認し、気づきを提供し現場を改善
- ・ 現場リスクを抽出し関係者と共有した事項が現場で正しく実行されていることを確認
- ・ 月々の指摘件数は現状約200件程度。定期的に分野別に集計、傾向分析を実施。

協力企業との連携

- ・ MOの結果は、毎月の協力企業との連絡会議で共有。各企業は当社各企業担当グループと協働で対策検討



現場でのMO

自ら問題点に気付く力を磨くべく、観察基準を作成し、運転員（プラント管理）、保全員等のスキルアップに取り組み中

- US事業者OB指導の下、具体的内容を盛り込んだ「ウォークダウン観察評価基準」を作成
観察の視点：区画、機器類、足場、火防、溢水、電気安全等



CFAM : Corporate Functional Area Manager

メンテナンス
CFAM

運転CFAM

保安検査
担当部署

メンテナンス
CFAMを中心に
計画・実施

研修：保全部門、運転部門、放管、燃料等各部門の中堅

- 机上講習
Trust but verify。
表面だけでなく見えない部分（裏面等）にも注視すること。
管理状態に注意すること。CR起票し情報共有すること。
- 現場コーチング
少人数（10名以下）で現場に行き、講師と気づき事項を議論し指導。CR起票実施

- （受講者感想）
- 良い方に解釈せず、疑問をもち確認することの重要性を認識
 - 自分の担当設備に限らず、気なる点は追求したい

5. リスク情報活用の実践 ①日々の取組

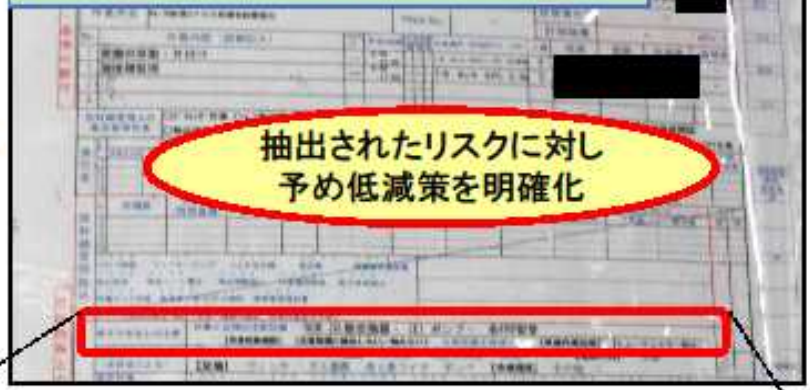
柏崎刈羽では安全対策工事等、日々、300件を超える工事を実施中で、リスク抽出と関係者情報共有に日々取組

①週間作業予定表例(東電技術系管理職で共有)

作業種別	種別	作業内容	原子力リスク有無	リスク	作業日	備考
重要設備近接作業	○
	○

予めリスクのある作業を抽出

②協力企業管理者から現場作業員への作業指示書の例



抽出されたリスクに対し 予め低減策を明確化

③作業開始前に実施するTBM-KY活動の記録ボードの例

会社名	用器名	リスク	リスクの低減策	名前
...	熱交換器	接近(内)	...	全員

作業員が当日の作業開始前に リスク及び低減策を確認

原子力安全上の注意	重要設備の特定 対象と近傍の注意設備 原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ
	リスク低減策 注意設備に接近しない／触れない

低減策の明確化

社員のリスク意識向上のための草の根的な取組を実施中

2019年8月29日
柏崎刈羽原子力発電所 原子炉主任技術者通信 (8月号)

はじめに 9月も暑い日が続きます、体調管理に気を付けましょう。
夏の暑い間は、冷房による室内外の気温差、冷たい飲食物の摂取、夏休みの補償等で知らず知らずの間に体調が乱れやすくなります。体調管理に気を付けましょう。

良好事例

炉主任通信(毎月発行)
◆炉主任が自ら見た実作業、実業務を事例として、原子力安全、リスクの認識、リスクに向き合う姿勢等との関わりを紹介
◆若い所員が、読みやすく、分かりやすいようなコンパクトな記載

技術系線リスク部で、引き継ぎの測定スクリプトが感度を上げやすくなりました。

良好事例 2 仮設設備にも信頼性を
K6 NSS 常用デジタル制御装置取替工事において、工事期間中も CRD ポンプ等の機能確保が必要なため「制御装置の仮設備」を設置し CRD ポンプ等を運用可能にしておきました。計測制御 G に確認したところ、仮設備設置にあたり、多重性や電源の信頼性について検討を行ったとのことでした。多重性を検討するにあたっては、故障時のプラントへの影響、過去の OE 情報(設備の運用情報)を確認し、故障が起きやすい部分については二重化を行う、予備品を準備し、故障時の速やかな対応を可能とするといった工夫がされていました。仮設設備であっても安全上の機能や使用期間を踏まえた信頼性の確保がとられている点が良好であると思います。

良好事例 3 決定論的な情報に PRA を活用し安全性向上 (その1)
技術系 MM (リスク予報)で、原子炉安全グループから、K7MUWC 全停/CSP 水抜きに伴い燃料損傷頻度 (CDF) が管理基準の 10 倍以上に上昇するため、設備ガード運用対象外の「SFP 注水設備として独立性の高い MUWP」について、運転部門と協議のうえ設備ガードを行うとの紹介がされていました。設備不待機によるリスク増加に対して残された設備維持に意識が高められている点、また SFP 注水設備状況といった決定論的な情報に加えて、確率論的な情報 (CDF) を加味し、原子炉安全 G が運転部門へ働きかけ両者で連携して設備ガードを意思決定した点は良好と思います。

安全上の視点の解説・模擬評価演習
◆原子力規制検査の重要度評価の視点の解説や気づき事例の模擬評価の研修を実施

リスクモニタを日常的に活用中

- プラント状態を考慮して、CDF管理基準を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て低減策(工程変更または代替措置)を実施する
- リスク予報をメール発信及び掲示。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

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]

K7

現在の燃焼炉の状態 (Current decay heat)

RPV側 除熱全停止の場合	約 22t 時間後に100℃到達 (0.29 °C/h)	炉心温度: 35℃
SFP側 除熱全停止の場合	約 118t 時間後に65℃到達 (0.25 °C/h)	炉心温度: 35℃

項目	4/20 Mon	4/21 Tue	4/22 Wed	4/23 Thu	4/24 Fri	4/25 Sat	4/26 Sun
原子炉の状態	冷温停止 (Cold Shutdown)	冷温停止 (Cold Shutdown)	冷温停止 (Cold Shutdown)	冷温停止 (Cold Shutdown)	冷温停止 (Cold Shutdown)	冷温停止 (Cold Shutdown)	冷温停止 (Cold Shutdown)
燃料反照	燃料反照 (Fuels in reactor core)	燃料反照 (Fuels in reactor core)	燃料反照 (Fuels in reactor core)	燃料反照 (Fuels in reactor core)	燃料反照 (Fuels in reactor core)	燃料反照 (Fuels in reactor core)	燃料反照 (Fuels in reactor core)
冷却剤状態	A,B,C 冷却剤	A,B,C 冷却剤	A,B,C 冷却剤	A,B,C 冷却剤	A,B,C 冷却剤	A,B,C 冷却剤	A,B,C 冷却剤
炉心損傷頻度 (CDF)	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW

PRAを用いた定量的なリスク情報

項目	4/20 Mon	4/21 Tue	4/22 Wed	4/23 Thu	4/24 Fri	4/25 Sat	4/26 Sun
燃料反照	MID	MID	MID	MID	MID	MID	MID
注水機能	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW	LOW
燃料反照	LOW	MID	MID	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH
EAL発生リスク	LOW	LOW	LOW	MID	MID	MID	MID

今後のリスク評価 (7 Day Look Ahead)

※1 A系、C系の2系が燃料反照不待機状態になっています。
※2 No.1 HST停止。No.2系のHSTは、B系片系のHSTが故障により、外部電源喪失の危険があります。
※3 LST f 65S停止。LST f 65SAの故障により、故障等で外部電源喪失に至した場合、外部電源喪失が時間以上継続してEAL-1になる可能性があります。

保安規定要求からの逸脱のリスクに関する情報

特に柏崎刈羽では運転員、保全部員にアプローチし、リスク情報を日々の業務に採り入れるよう取組中

<柏崎刈羽サイトの取組状況>

○共通的な取組

- ・リスク情報活用についての啓蒙活動

○運転員（プラント管理）や保全部員へのアプローチ

- ・PRA研修

- ・リスク情報活用に有益性を見出す意見が出てきている

運転員意見「日常業務の中で定量的なリスク評価があると有益」

保全部員意見「工程策定の中で定量的なリスク評価があると有益」

⇒プラント管理及び工程策定の中でのリスク情報活用事例は次スライド

○今後の方向性

- ・事例を積み上げリスク情報活用の素養を醸成
- ・ツールの改善（運転、保全ニーズの反映）

・ 工程検討及びプラント管理でリスク面からの取組を実践中

プラント管理での取組

ODM活動実施中

機器の故障または重要な設備の異常等が発生した場合プロセスに則り、

- ・ 監視強化計画
- ・ 不測事態計画を立てて管理する。

例えば

2台あるうちの計装用空気除湿装置1台が故障した場合

<監視強化計画>

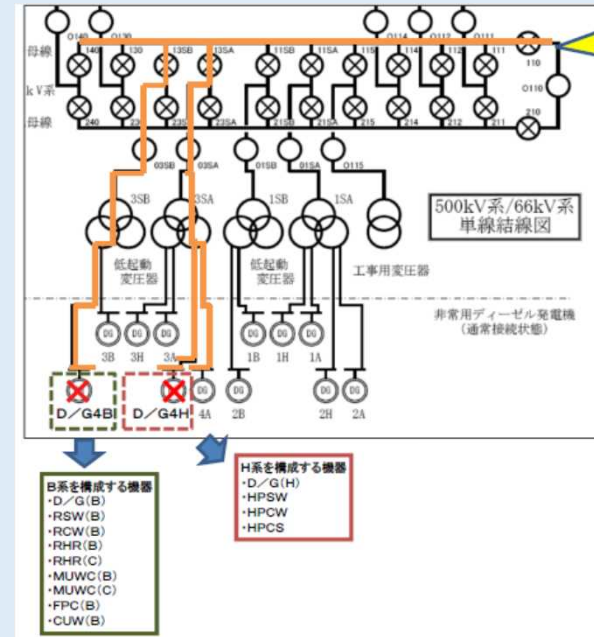
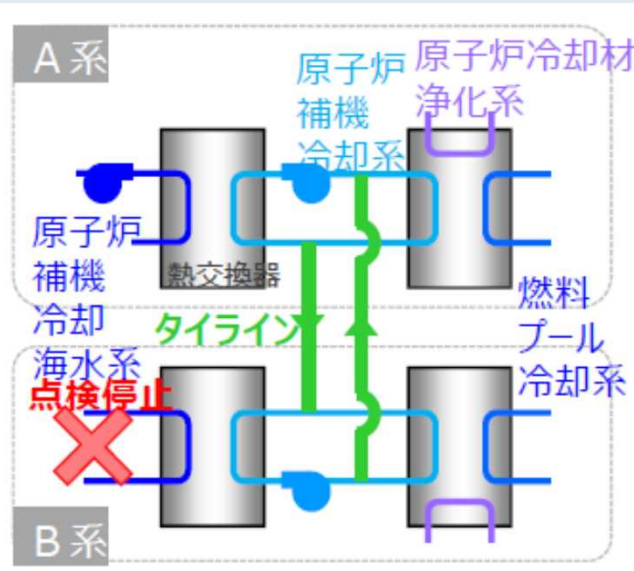
- ・ 健全側の運転状態の確認
出口露点温度、圧力の監視を
中央制御室：1時間毎
現場データ採取：1回/日

<不測事態計画>

- ・ 起動している2台目の除湿装置が故障した場合
 - ・ 露点温度が警報値まで悪化した場合
- 事故時操作手順にて対応する。

工程検討での取組

◆ 原子炉補機冷却海水系のB系統点検に際し、燃料プール冷却の多様性確保のためタイライン運用するか、B系統点検作業に起因する故障時のA系伝播リスクも考慮し系統を切り離しておくか検討し運用を決定した



◆ 開閉所点検のため外電片系統停止中にD/GのB系H系のいずれかを点検する必要が生じた。それぞれを点検する場合のリスク影響度を検討し工程を決定した

ODM : Operational Decision Making

- 原子力安全部門で、新検査制度の重要度評価に対応した社内外事例の評価の相場観を整理中。
- NRAとの議論を通じ相場観を確立し、**リスク情報を活用した自主的安全向上により、その上の原子力安全を目指す。**

○重要度の相場観（検討例）

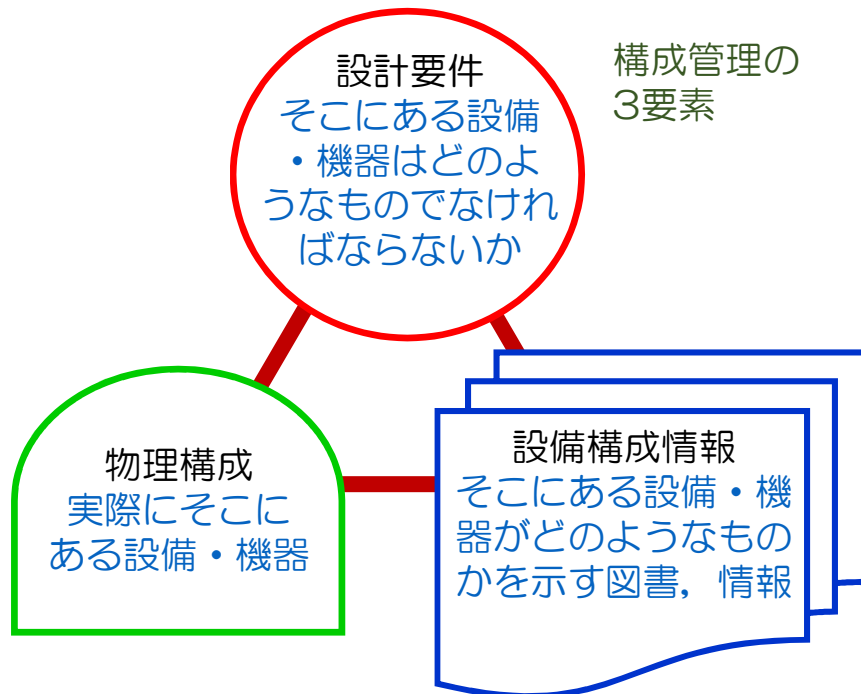
事例	概要	評価	備考
(米国事例) 悪天候からの保護の劣化	悪天候が予想されている日に、検査管が2号炉の現場のウォークダウンを行っていたところ、タービン建屋の屋上に飛来物となる可能性のある廃材が放置されていた。原子炉は出力運転中。	緑	悪天候により、廃材が安全機能を喪失させる可能性が高まっていた。実際に安全機能が喪失しておらず、その蓋然性も小さいことから、「緑」である。
防火扉が開放状態で放置 (水密扉も同じ考え方)	防火扉が開いた状態で放置されていた。	発生した扉の位置及びプラント状態により評価が決まる	• 運転中は火災発生時にプラントを停止し、安定状態に導く能力への影響、長期停止中はSFPの冷却機能への影響で判断する。

○模擬SERP及び模擬RCでの重要度の相場観の認識合わせ

- NRAが重要度評価の参考となる過去事例を抽出し模擬評価会合（SERP）を実施。結果を公開し模擬意見聴取会（RC）の要否照会を受けている。
- ⇒事業者として当該事例の考え方を整理し、NRAを議論することで重要度の相場観の認識を合わせていきたい。

6. 構成管理 ①目標

- 設計要件，実機器，設備図書の整合を維持・管理することで
安全性評価，保全，改造等を適切に実施



原子力規制検査で確認されること

- 機器の状態が設計要件を満たすよう維持されているか
- 設計要件と機器等の性能・機能とが整合しているか

原子力規制検査に対応する構成管理

- 設計要件・根拠に関する図書類の管理を確実にする
- 設計要件、図書、機器の状態を整合させるプロセスの向上

外部レビューの提唱

- 重要なプラント設計データを確実に入手することが必要

3要素の整合の維持・管理に向けた当社の取組み方針

- 事業者が把握・管理すべき設計要件及びその根拠を収集，整理し，設計基準文書に集約
- 設計基準文書の作成を通じて，当社が保有していない図書を入手する活動を実施
- 管理すべき設備図書の明確化
- 改造工事等において整合を維持するため支援システムを開発
- 現場ワークダウの場や設計基準文書を活用し，各人の役割について要員への理解活動を実施

6. 構成管理 ②当社の取組

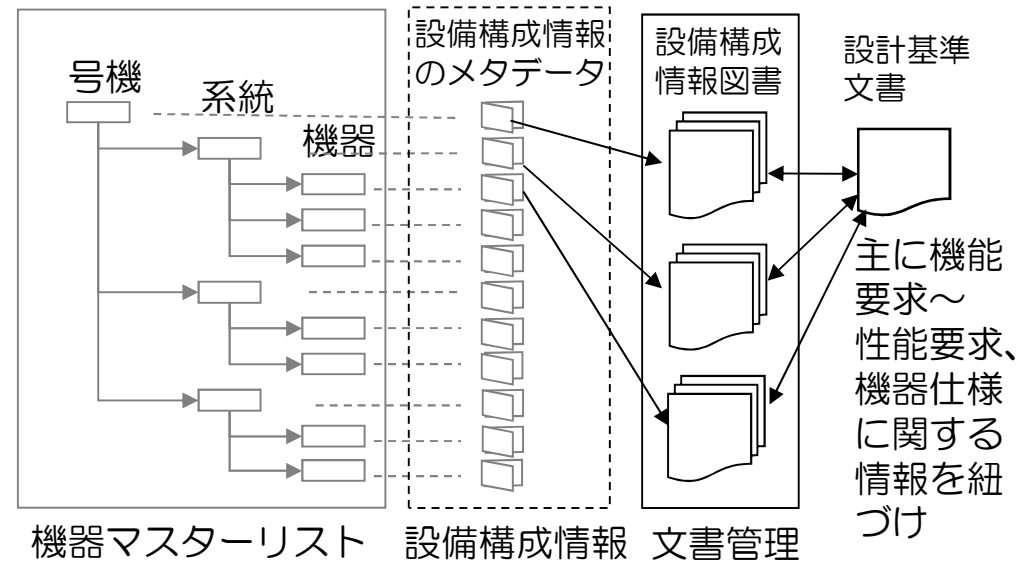
- 設計基準文書を計画的に整備中。設計管理に資する支援システムの開発と運転上の構成管理の取組も今後進める。

設計基準文書整備

- 柏崎刈羽7号機について、安全上重要なシステムを中心に約30系統分を作成予定
 - 一残留熱除去系、非常用交流電源系、燃料貯蔵設備（使用済燃料プール）等の停止維持に必要なシステム（10系統）を上期に作成

支援システム整備

- 文書リンクにより変更スコープを抽出する関連図書支援システムを開発中。今後試運用予定



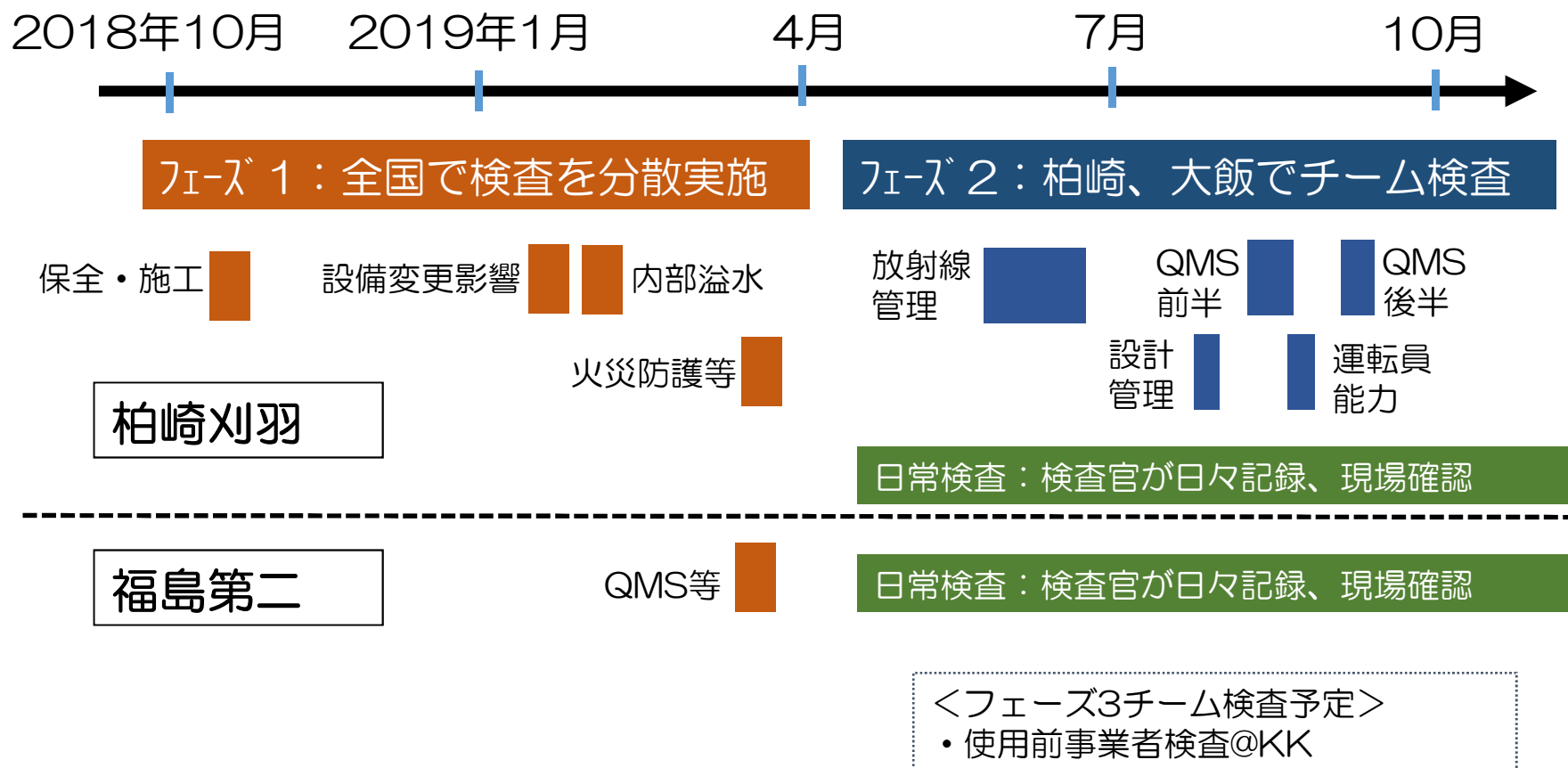
運転上の構成管理強化

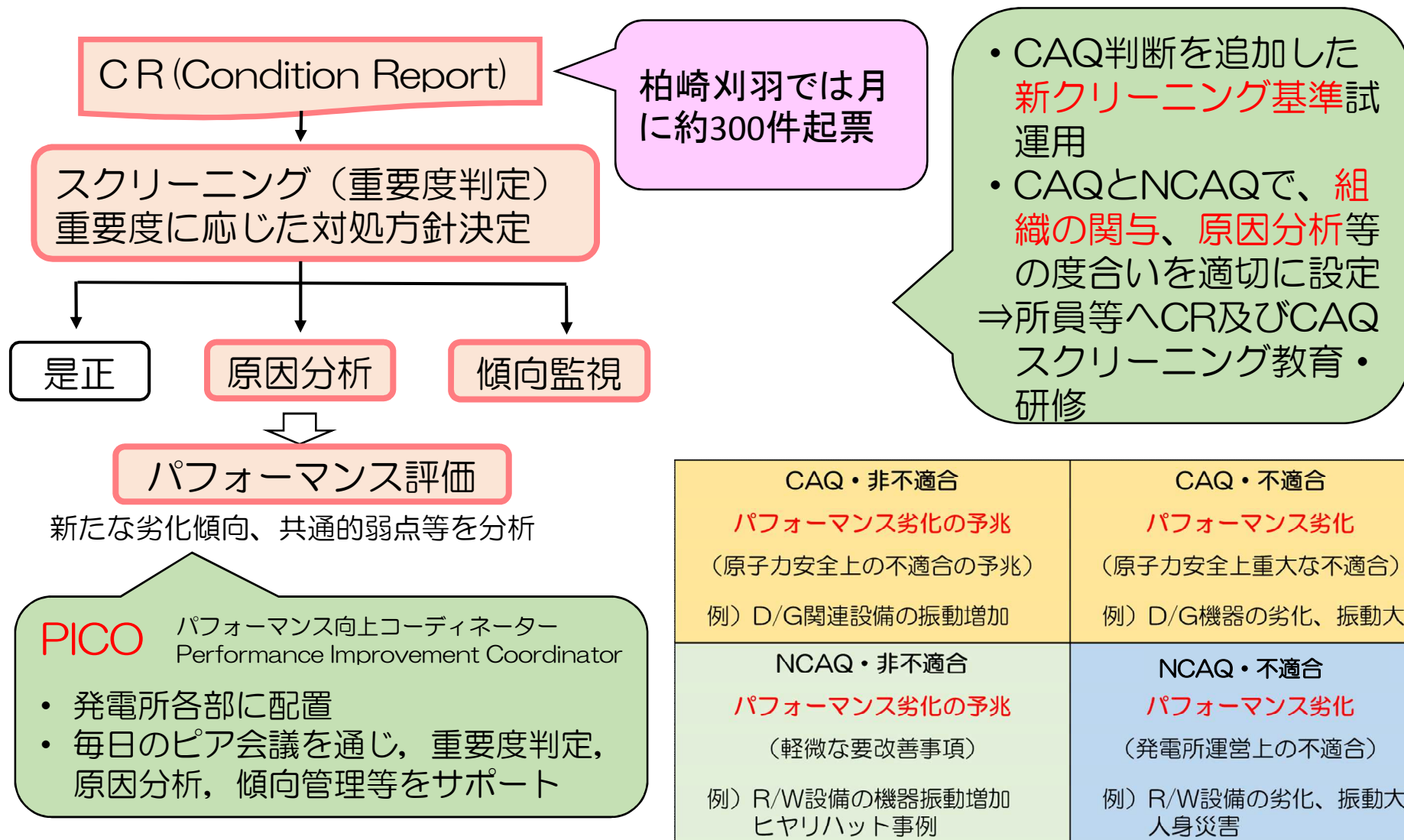
- 現場ウォークダウンにより、設計要件と現場との整合を維持
- 当直の状態管理、状態変更時の保全との情報共有等、マニュアルを整備中

- パフォーマンスベース、リスクインフォームドを日々の仕事の中で実践し、検査制度設計に参画しつつ、社員の振る舞いをかえていきたい。
- その具体的アクションがパフォーマンス向上に寄与していることを確認しつつ、継続的に改善していきたい。

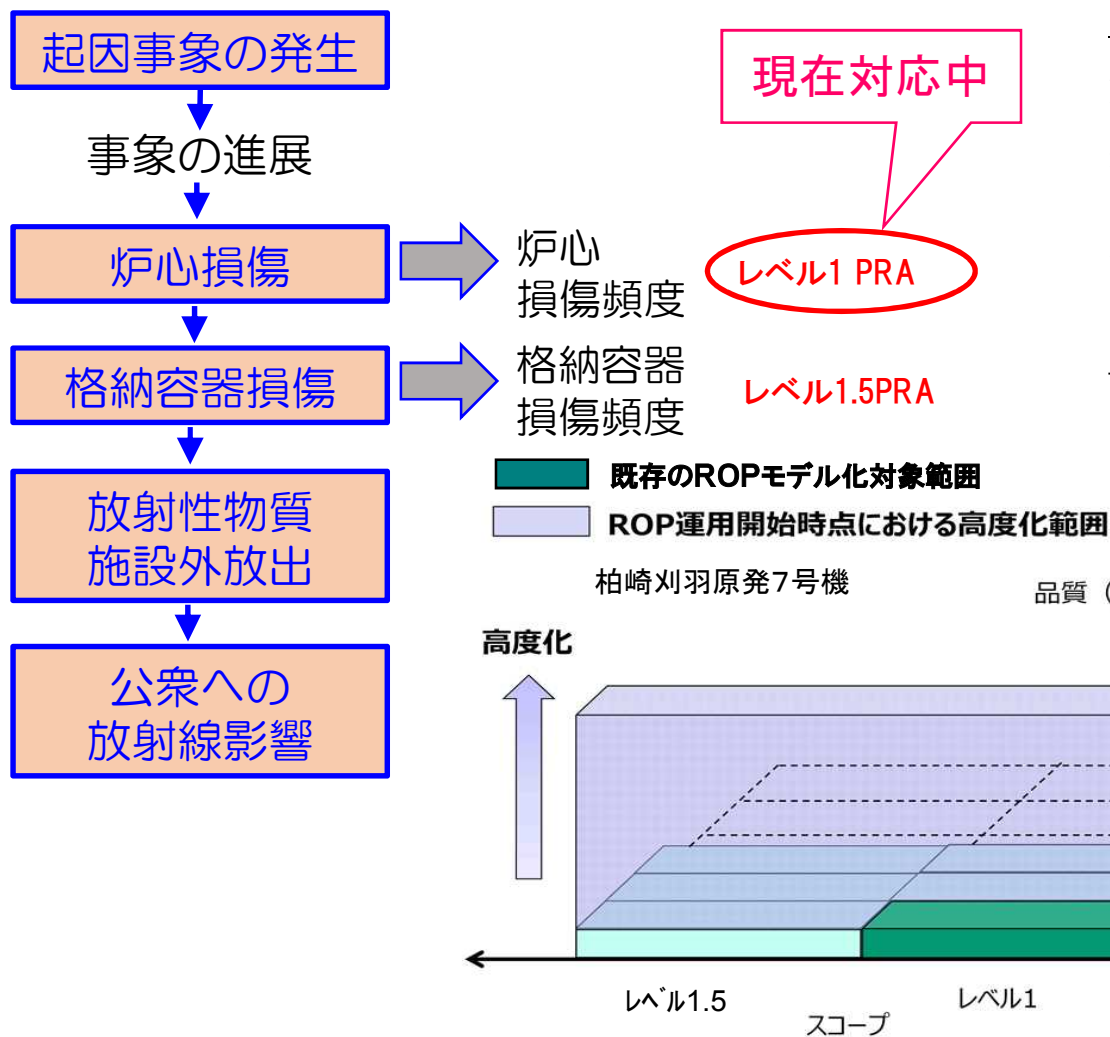
以上

- 検査官はパフォーマンスベースで自律的な検査に移行中
- 意見交換等でふるまいの改善点、気付き事項を議論。気付きはマイナー以下だが、業務・現場の改善必要性を認識。





- 柏崎刈羽7号機のPRAモデルはAs-Is化を実施し、NRAによる検証を受ける予定



PRAとは

原子力施設等で発生するあらゆる事故を対象として、その発生頻度と発生時の影響を定量評価し、その積である「リスク」がどれほど小さいかで安全性の度合いを表現する方法

PRAモデルの高度化とは

- 起因事象（イベントツリー）の多様化
- 機器故障率や事象発生頻度などのパラメータへの最新知見適用