

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

浜岡原子力発電所の 安全性向上の取り組みについて

2019年9月3日

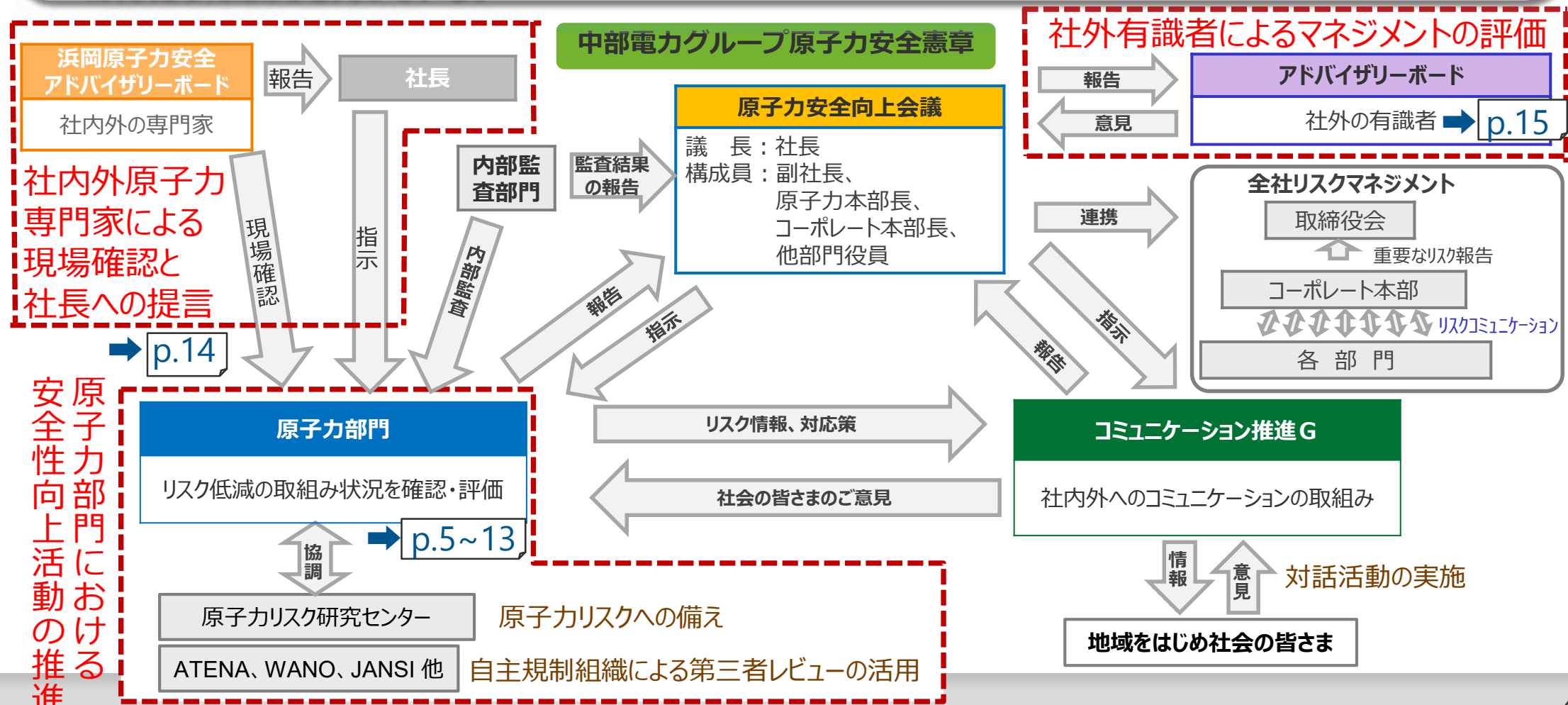
- 1 発電所の安全性向上の取り組み
- 2 原子力防災対策の改善
- 3 浜岡 1、2 号機廃止措置の取り組み
- 4 まとめ

1

発電所の安全性向上の取り組み

01 | 浜岡原子力発電所の安全性向上のマネジメント体制

- 全社で、浜岡原子力発電所のリスク低減活動をマネジメントする体制を構築し、継続的に取り組んでいる。
- 原子力部門は、発電所の自主的、継続的な安全性向上活動を推進している。原子力安全向上会議に活動状況を報告するとともに、必要な経営判断を仰ぎ、指示を受け、その改善に取り組んでいる。
- 経営層は、社外有識者で構成されるアドバイザリーボードより、安全性向上の取り組みに係る経営レベルのマネジメントに対する意見を伺うとともに、社長は、浜岡原子力安全アドバイザリーボードより、原子力安全に特化した意見を伺っている。

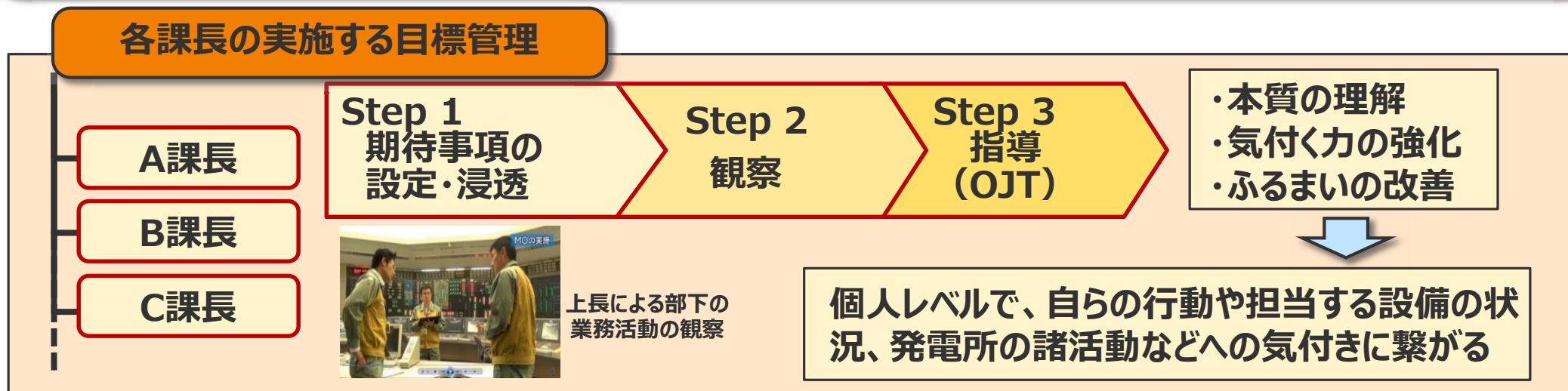


原子力部門における安全性向上活動の推進

- 発電所の継続的な安全性向上のため、安全性向上対策（設備対策の強化）や防災対策（現場対応力の強化）に取り組む。さらに、日常の機器の保全活動を常に最適なものとするため、現場を管理する能力を向上させることが、極めて重要であり、その基盤強化に努めている。
 - ① 発電所の機器、系統およびプラント全体の状態を監視し、常に機器が正常（安定）であることを確認する。異常・劣化の兆候を捉え、適切に保全計画に反映する。（状態監視）
 - ② 停止中の原子力発電所では、一部の機器・系統が運転または待機状態にあることや、多くの作業が輻輳した状況にあることを踏まえ、現場作業を行わせる場合の「作業場の設定」を徹底する。（作業場の設定）
- 上記の活動に関して、以下に例示する取り組みを進めている。
 - （状態監視）
 - ・ 所員の機器の異常や劣化兆候に「気付く力」が重要であり、気付く力を強化するため、基本に立ち返り、発電所の課長がリーダーとなって目標管理を徹底して行う。（p.6）
 - ・ 上記の活動等を通じ得られた気付きやヒヤリハット等の情報を、所大で共有し、改善活動に役立てるため、CAPシステムの改善を図る。（p.7）
 - ・ CAP情報の是正を図ることに加え、類似事象や繰り返し起こる事象等の組織横断的な問題に対処するため、CAP情報の分析評価を高度化する。（p.8）
 - （作業場の設定）
 - ・ 停止中の発電所では、一部の機器・系統は運転あるいは待機した状態にあり、また、現場は多くの作業が輻輳した状況にある。このため、現場作業を行わせる場合には、運転側と作業側の責任と役割を明確にする。運転員や作業員等が現場状況を確実に把握するため、また現場作業におけるヒューマンエラーを防止にするため、機器の識別、立入制限や安全措置の強化を図る。（p.9, 10）
 - ・ 停止中プラントにおいて、日々の点検作業によって変わる系統の状態を、PRAを用いて変化するリスク（燃料損傷頻度）として見える化し、作業場の設定やリスク低減措置に活用する。（p.11）

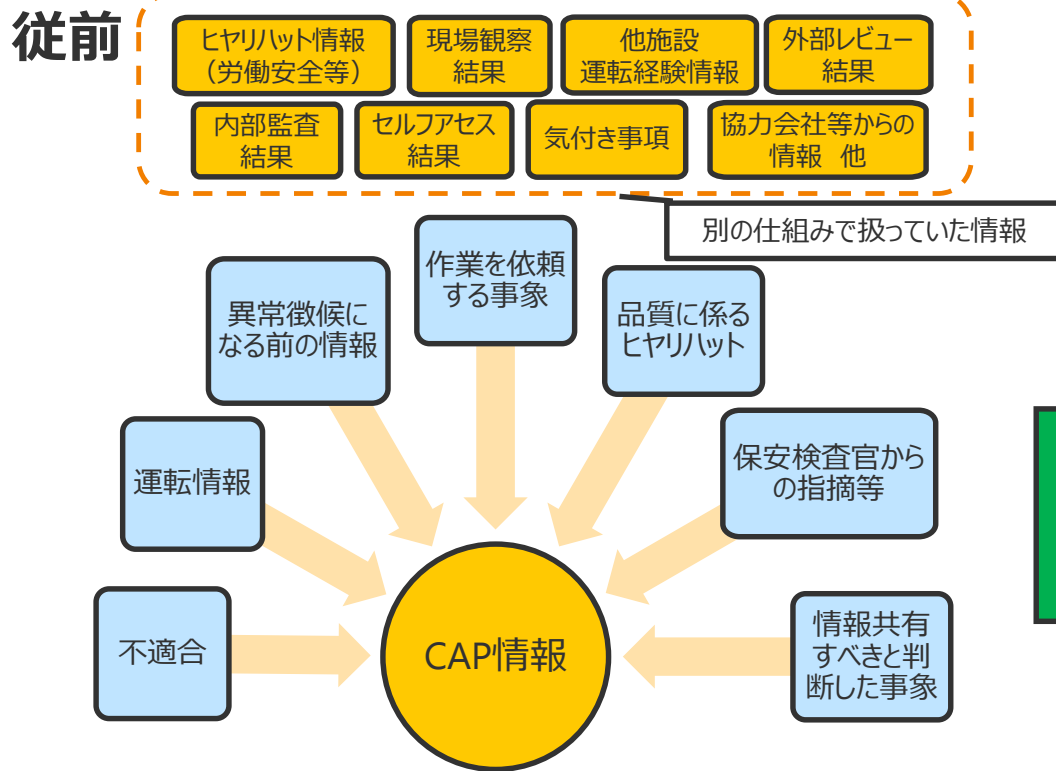
02 | 目標管理の徹底

- 発電所の継続的な安全性向上のため、安全性向上対策（設備対策の強化）や防災対策（現場対応力の強化）に取り組む。さらに、日常の機器の保全活動を常に最適なものとするため、現場を管理する能力を向上させることが、極めて重要である。発電所の機器、系統およびプラント全体の状態を監視し、常に機器が正常（安定）であることを確認する。異常・劣化の兆候を捉え、適切に保全計画に反映することが重要である。
- そのため、所員に必要な技量が異常や劣化の兆候に「気付く力」であり、発電所では、基本に立ち返り、目標管理の徹底に取り組んでいる。
- 発電所の課長がリーダーとなり、部下に「ルールや業務はなぜあるのか」といった本質を伝える。
- 上長（課長、副長）と部下の緊密なコミュニケーションのもとで、上長は部下に気付きを与えるため、業務への期待を設定・浸透させ、部下の活動を観察し、改善すべき事項があれば速やかに指導（OJT）する。
- 目標管理のPDCAを廻すことで、個人の技量を上げ、自らの行動、設備状況や発電所の運営活動への気付きに繋げる。



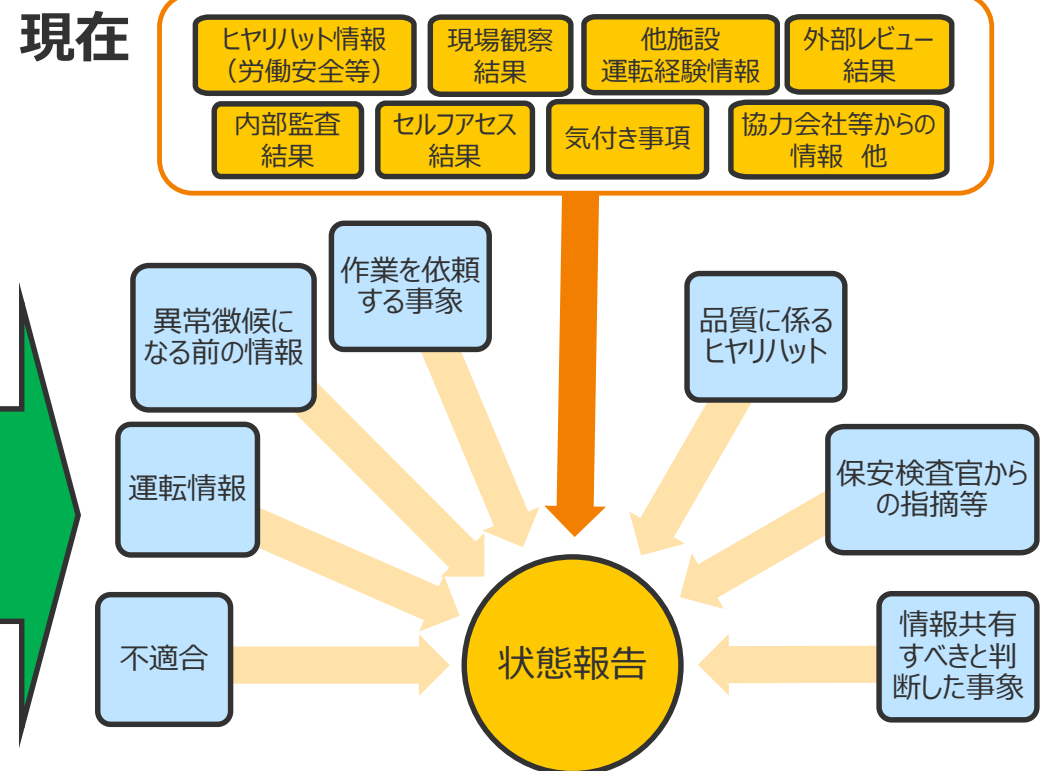
02 | 是正処置プログラム (CAP) の改善 (1/2)

- 不適合情報や、職場の目標管理の活動を通じて得られた気づきの情報等を所大で共有し、改善活動に活用するため、CAPシステムの改善を図った。
- 協力会社や所員からの気づきやヒヤリハットなどの情報が増えており、運転員だけでなく作業員を含む発電所で働く者の気づきの意識改善が進んでいる。



従前より不適合だけではなく、不適合以外の情報も収集

報告件数：約1,400件／年（2017年度実績）



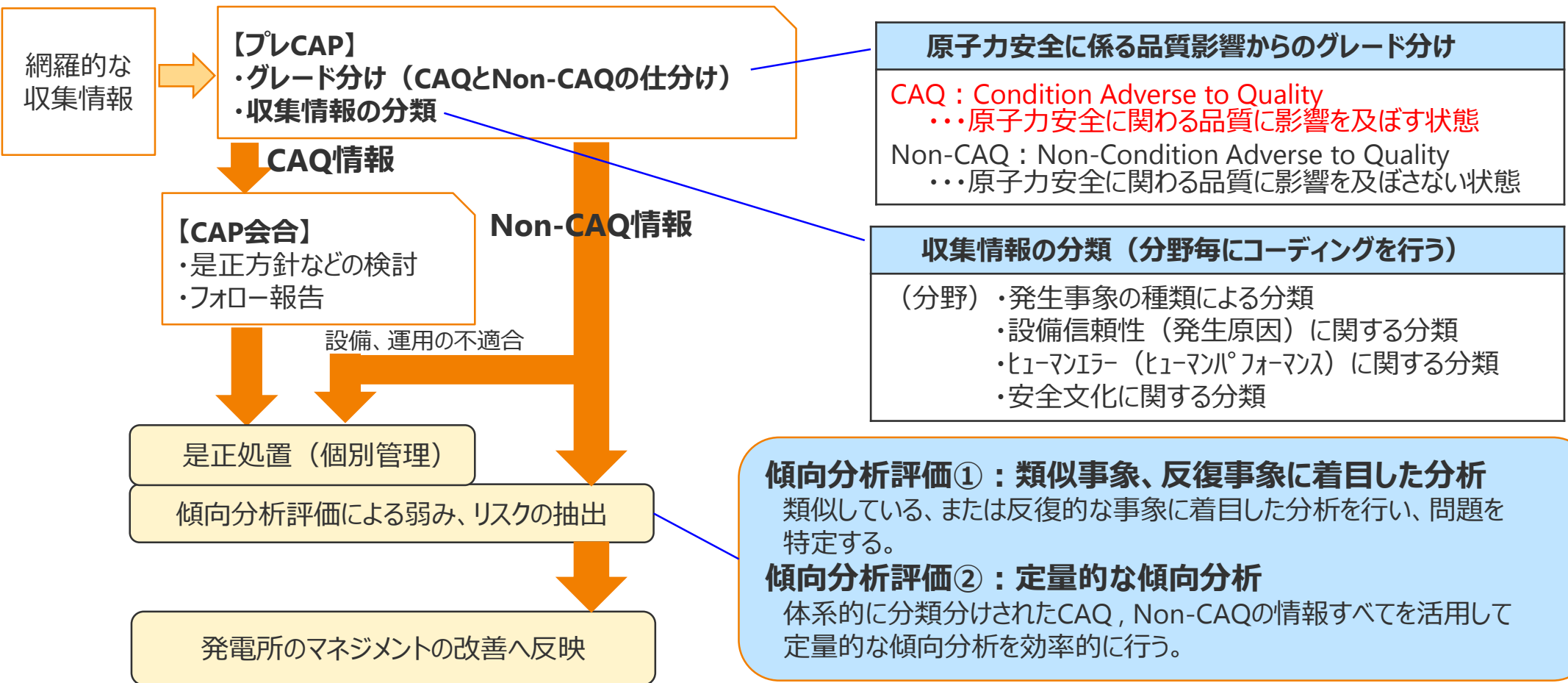
従前の情報に加え、別の仕組みで扱っていた情報も収集

報告件数：約2,800件／年（2018年度実績）
 約1,300件／年（2019年度1Q実績）
 →2019年度の予想として約5,200件／年

02 | 是正処置プログラム (CAP) の改善 (2/2)

- CAP情報の是正を図ることに加え、類似事象や繰り返し起こる事象等の組織横断的な問題に対処するため、CAP情報の分析評価を高度化する。
- 発電所のあらゆる部署が参加するCAP会合にて広く議論を行うことで、所大で情報を共有し、所内各部署の知見や知恵を活用する。

収集情報の活用フロー



- 停止中の発電所では、一部の機器・系統は運転または待機した状態にあり、また、現場は多くの作業が輻輳した状況にある。
- CAP情報や過去に発生したトラブルへの対策として、現場作業を行わせる場合の運転側と作業側の責任と役割を明確にした。運転員や作業員等が現場状況を確実に把握するため、また現場作業におけるヒューマンエラーを防止するため、機器の識別、立入制限や安全措置の強化を図っている。

① 現場における重要機器の識別強化

重要系統の状態表示

建屋入口付近に表示等により待機系統を周知することで、作業員の点検対象機器の誤認識を防止する。



系統の状態を示す掲示

重要機器に柵等で立ち入り禁止措置を実施

安全上重要な機器や停止時PRAの結果、必要と判断される機器等のポンプ・ファン・弁・計器・制御盤・電源盤について、柵等による立入禁止区域を設定し、不用意な接触を防止する。



現場の設置状況 (例)

② 運転員による安全措置の確認強化

安全措置を行う際の体制、役割、手順の明確化

運転部門において、安全措置の実施に際し操作順序が必要となるものは、作業内容や実施する運転員の力量に拘わらず手順書を作成する運用とし、**安全措置を確実に行う**とともに関係者が操作状況を把握しやすいようにした。また、操作にあたっては、**事前に体制と役割を明確**にした。

③ 現場リスクマップの共有

現場リスクを可視化し共有



「現場リスクマップ」の例

毎日、現場のリスクを可視化し、注意すべき場所や、そこでの注意ポイントを記載している。
 現場状況を把握することでリスクの感度を高め、事故発生を未然に防ぐ等のリスク低減に寄与することが期待できるため、社員・協力会社に対して幅広く共有している。

⇒運転員が巡視点検する際の注意ポイントとして活用している。

⇒作業管理者や作業員が、作業エリア周辺における重要機器（運転または待機）の有無や足場作業の有無の確認に活用している。

④ 作業管理者による現場確認の強化

作業管理者による現場確認と協力会社作業員とのコミュニケーション強化

当社の作業管理者は、工事着手前に、協力会社の現場監督者とともに作業現場を確認※し、潜在するリスクを共有し、リスク低減措置を図る運用とした。また、確認したリスクを現場に提示し、日々のTBM等において活用している。

※従前は作業管理者と現場監督者は工事着手前の工事要領書の打合せにおいて、過去の不適合事例を共有し、リスク低減措置を図っていた。

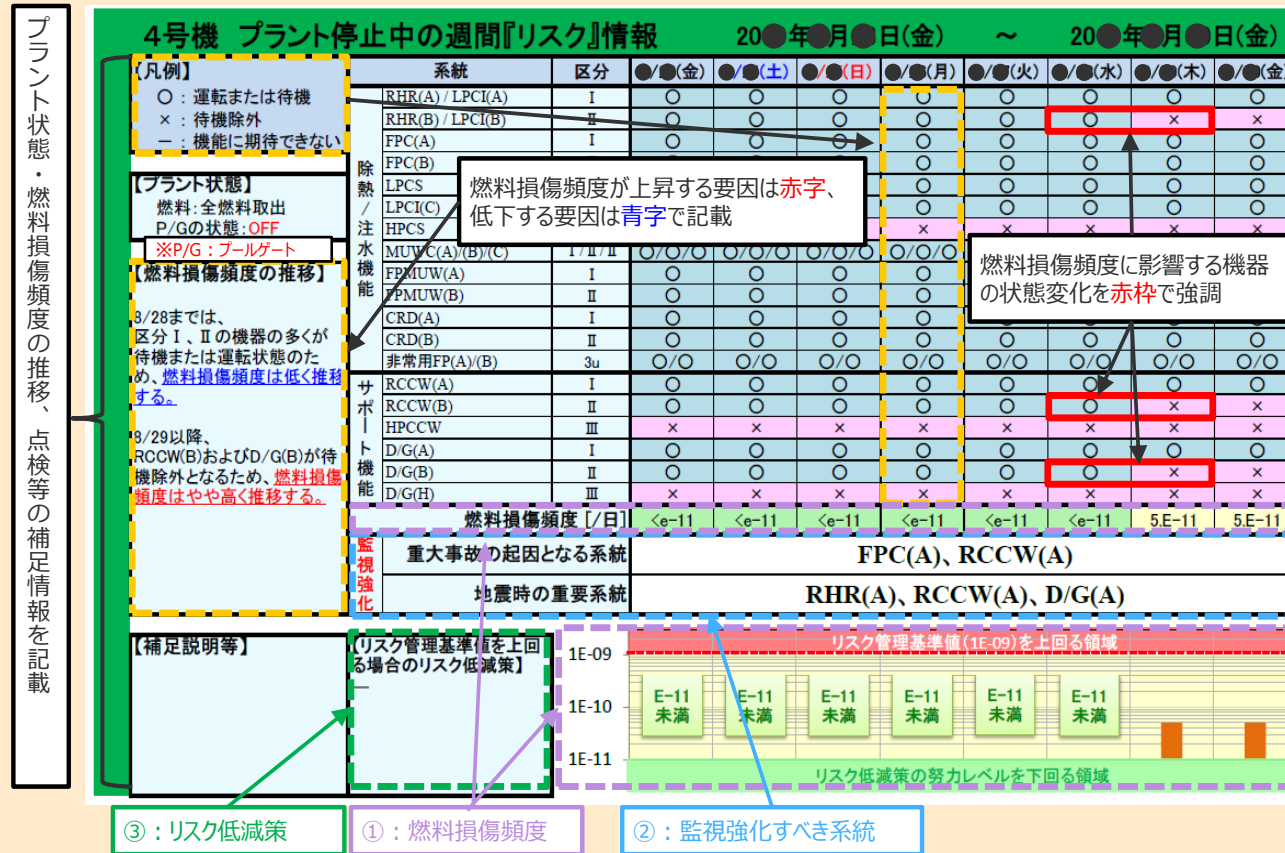
枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

02 | 停止中プラントのリスク低減のためのPRA活用

- 停止中プラントにおいて、日々の点検作業によって変わる系統の状態を、PRAを用いて変化するリスク（燃料損傷頻度）として見える化し、作業場の設定やリスク低減措置に活用している。
- 情報連絡会※にて、「週間リスク情報」を活用して情報共有（1回/週）を行っている。

※ 発電所長以下、発電所の部長、課長および主任技術者が参加する朝のミーティング（月～金の毎朝開催）

系統の状態変化と燃料損傷頻度を可視化



- 3～5号機のプラント状態の変化をもとに、日々の燃料損傷頻度を可視化している。
- 1週間の評価結果を明示している。
- 燃料損傷頻度が目安レベルを超過する場合は、プラント状態に応じたリスク低減策を検討している。
- リスク低減策 (例)
 - ・可搬設備（ポンプ、ホース他）の配備（燃料プール注水）
 - ・監視の強化

「週間リスク情報」の例

03 | 技術力の維持・向上の取り組み（1/2）

- 2011年5月以降、全号機が停止していることから、現在、運転（発電プラント）を経験していない所員の割合が約3割となり、若手社員が自らの知識、技量への不安を感じている状況にある。
- 発電プラントを管理する技術を維持するために、火力発電所での研修等の施策に取り組んでいる。

運転プラントの経験がない発電所の所員

【技術系社員】 約30%

【当直運転員】 約55%

（発電指令課長や副長を除く）

若手社員の不安

- ・運転を経験していない中で、知識、技能の維持、伝承が難しい。
- ・予想以上の停止期間の長期化によって、モチベーションの維持が難しい。

プラント運転や定期点検に必要な技術力の維持・向上の取り組みを実施

【取り組み事例】

発電所内

- ・実時間ベースでのユニット起動操作訓練
- ・運転員の技能コンテスト
- ・廃止措置プラントを活用した所員への現場教育
- ・模擬燃料を用いた燃料取替機操作の訓練

社内

- ・若手運転員、保守員の火力発電所研修

社外

- ・稼働中の国内原子力発電所へのベンチマーキング
- ・3社（東京電力HD、北陸電力、中部電力）の技術協力協定に基づく合同ファミリー訓練、相互現場観察



廃止措置プラントでの現場教育



若手保守員の火力研修
タービンロータ振動測定



若手運転員の火力研修
巡視点検



他電力との合同ファミリー訓練



相互現場観察

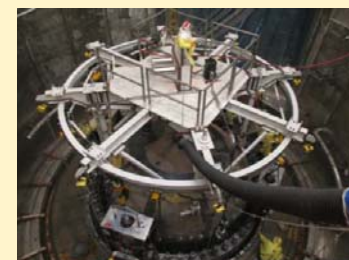
03 | 技術力の維持・向上の取り組み (2/2)

- 海外のプラント運転や定期点検の経験を得るため、海外メーカーへの派遣やベンチマーキングを行っている。
- 2014年より、米国PG&E社のディアブロ・キャニオン発電所 (DCPP) との技術交流を続け、PRA、耐震、検査制度、発電所運営等をテーマに情報交換を行い、双方の発電所運営に活用している。（成果の一部は「プロダクト」として電力間で共有）

【取り組み事例】

・**米国BWRプラントメーカーでの研修**
定期点検中の保守、設計等の幅広い分野を6か月間学んでいる。

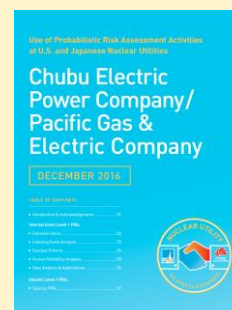
・**海外ベンチマーキング**
DCPPと技術交流を通じて、**PRAや耐震、ROP等に関する情報入手・共有**を行い、**双方の発電所運営に活用**している。



米国BWRプラントメーカーでの研修

海外

最近の主な実績



PRAに関するプロダクト



浜岡の現場観察



DCPPの現場観察

時期	技術交流等概要	実施場所
2016年10月	発電所運営に係る意見交換(PI導入等)、若手による現場観察・意見交換	DCPP
2018年9月	訓練・現場・CAP会合等視察、検査制度・リスクマネジメント・企業リスク等に係る意見交換	浜岡、名古屋
2018年11月	耐震知見の共有・交換（日米土木学会調査に両社からも参加）	北海道
2019年5月	保修（CBM）、技術交流計画等に関する意見交換	浜岡、名古屋

- 発電所の安全性向上を目的に、社長は、原子力専門家から原子力安全に特化した提言を頂くため、2017年10月に「浜岡原子力安全アドバイザーボード」を設置し、継続した活動を行っている。
- 委員は、約1週間に亘って発電所などの現場観察を行い、気づき事項を社長に提言している。
- 社長は、委員報告をもとに必要な指示を発出し、発電所では所大の議論を行い、改善活動に繋げている。

現場観察
による
委員の気づき



委員による現場確認



委員と所員のディスカッション

委員による具体的な気づきの例

- ・「活着ている機器に鈍感になっているのではないか」
- ・「一人一人が安全を考えて行動する姿勢がまだ足りないのではないか」
- ・「本当に動くのかと職員が不安に思っているので、経営層からのメッセージが大事である」

社長指示
の発出

第1回指示：「何が不足しているか、今一度、現状を振り返り、目標管理をしっかり進めること」

第2回指示：「**自らが気づき、改善をする行動姿勢を高めること**、引き続きコミュニケーションの向上に取り組むこと」

第3回指示：「進めている取り組みを継続的に評価、改善していくこと、基本事項を見つめ直し徹底すること」

第4回期待：「目的意識を持ち、進めている取り組みについて継続的にPDCAを回し、一層の安全性向上に繋げていくことを期待」

取り組み例

- ・安全向上に資する「気づく力」を高めるために、ベテランと若年層による現場ペアパトロール
若者とベテラン双方が、現場確認と会話を通じて新たな気づきを得ることで、「気づく力」を向上させる。
- ・ヒヤリハット事例のさらなる活用により、トラブルやヒューマンエラーに「気づく力」を高める。




ペアパトロールの様子

発電所
での改善
活動

04 | 原子力安全向上会議とアドバイザリーボード

- 原子力安全向上会議では、経営層が、社内各部門の視点を踏まえて、安全性向上のマネジメントを評価し、会社として採るべき方向性等を指示している。
- アドバイザリーボードは、社外委員が原子力安全向上会議を中心とした経営レベルのマネジメントを評価し、経営層に意見している。
- 原子力部門等では、原子力安全向上会議およびアドバイザリーボードの指示、意見に対する対応を検討し、アクションプランに反映することでPDCAを廻している。

【アドバイザリーボードからの発電所活動へのご意見をもとに、改善に活用した事例】

主なご意見	主な活用例
<p>テクニカルスキルだけでなく、ノンテクニカルスキルについても、バランスよく、こつこつと教育・浸透させることが重要である。</p> <p>テクニカルスキル ：業務を遂行するうえで必要な専門技能</p> <p>ノンテクニカルスキル ：テクニカルスキルを十分に発揮するために、必要な技能（コミュニケーション、状況認識・意思決定、リーダーシップ、チームワーク）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・中期計画を立て、ノンテクニカルスキルの向上訓練を実施している。 ・情報伝達や集団討議の演習を通じて、緊急時の指揮者としてのノンテクニカルスキルの基礎を学ぶとともに、組織力の向上を図っている。  <p>情報伝達演習の様子</p>
<p>他産業の体験も学ぶことが多い。</p>	<p>他業種ベンチマークを行った。</p>
<p>放射線についても分かりやすく伝える対話ツールを作成してはどうか。</p>	<p>放射線の基礎や健康影響について、アニメーションをベースに東大病院の中川准教授の解説を加えた教材を作成し、見学会等での活用する。</p>
<p>避難計画など自治体の取り組みについて地域の人たちにしっかりと伝わるように、中部電力の役割を含め、事業者の支援、フォローをお願いしたい。</p>	<p>避難計画は、自治体にて策定頂くものの、事業者が果たすべき役割もあり、そこを含めて意見交換会等を通じ地域の皆さまに説明していく。御前崎市、牧之原市および当社にて締結した協定のもとに、要支援者の安全確保等について支援を強化する。</p>

2

原子力防災対策の改善

- 2018年9月の総合防災訓練の結果、事象進展が早い状況下における発電所－本店－規制庁ERC間での情報共有（プラントの対応戦略、進展予測等の共有）の不足を課題として認識した。
- これを踏まえ、情報共有ツールの改善、情報の流れの改善に取り組んできた。

(1) 情報共有の改善

訓練での主な反省

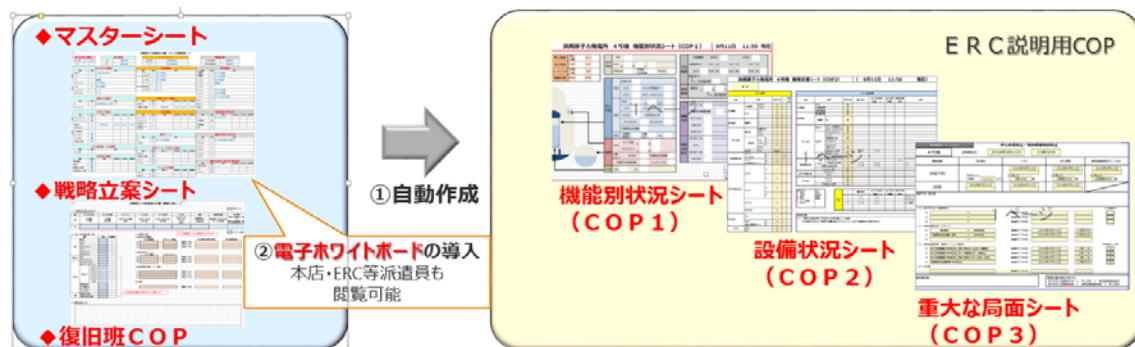
- 発電所からの情報収集が不十分
 - ・情報共有シートCOPの活用が不十分
 - ・情報伝達や問い合わせ対応に遅れ
- 本店内ブリーフィングと規制庁へのブリーフィングを連動する運用としたため、互いの情報共有を阻害

① 情報共有ツールの改善

- 簡潔で伝えるポイントを明確にしたCOPの作成（3社協力協定に基づく相互協力も活用）
- COPは情報量の多い発電所データベースから自動作成（省力化）
- 電子ホワイトボードを導入しリアルタイムに情報共有

② 情報の流れの改善

- 発電所－本店間にコンタクトパーソンを増員
- 本店内ブリーフィングと規制庁ブリーフィングを切り離す運用に見直し



- 2018年12月の総合訓練前に、改善事項の定着化を目的としたシナリオ開示型図上訓練を複数回実施した。
- シナリオ開示型図上訓練は、対応要員の役割認識や組織対応力向上の観点で有効であったことから、2019年度は、単独の訓練として定期的に実施し、熟練者の増加に取り組んでいる。

(2) 訓練による定着化

12月訓練での改善事項

- 新たな運用の習熟
 - ・シナリオ開示型訓練を繰り返し実施することにより、各要員の役割および運用の定着
- 改善した情報共有ツールの有効性を確認
 - ・さまざまなシナリオで使用することにより、情報共有ツールの仕様の改善や運用の見直しを実施

2019年度の取り組み

- シナリオ開示型図上訓練の継続的实施
 - ・総合訓練（シナリオ非開示）とは別に、発電所と本店連携で定期的に訓練を実施
 - ・事前に訓練の狙い・期待事項を周知し、訓練効果を高めるための開示型の訓練を実施
- テロや輸送事故等様々な事象を想定した図上訓練（シナリオ非開示）も並行して実施



(発電所本部)



(本店本部)

02 | 原子力事業者間の支援体制の強化（3社の協力協定）

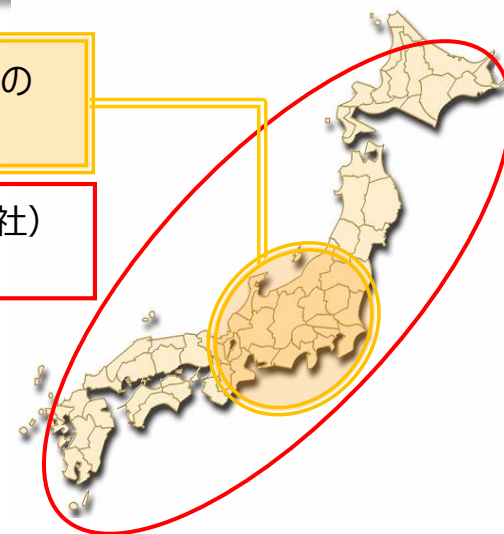
- **中部電力、東京電力HDおよび北陸電力は、3社間で締結した「原子力安全向上にかかる相互技術協力協定（2017年3月7日締結）」に基づき、原子力防災にかかる協力として、相互の訓練への参加や訓練の相互評価を通じて対応力の強化を図っている。**

地域の皆さまの避難支援等の協力 (地理的近接性を活かし、12社間協定の 実効性を向上)

- **事故収束活動支援（オンサイト）**
 - ・発災事業者への技術者派遣による状況把握
 - ・災害対策支援拠点の運営助勢 等
- **住民避難に関する活動支援（オフサイト）**
(要員や資機材の提供等)
 - ・緊急時モニタリング
 - ・避難退域時検査 等
- **各社総合防災訓練や自治体主催の
原子力防災訓練への相互参加**

中部・東京・北陸（3社）の
相互技術協力協定

原子力事業者間協力協定（12社）
・原子力災害時における協力



緊急事態対策訓練に技術者派遣
(東京ERC即応センター)
2018年12月4日

- ・協定事業者は、警戒事態の段階で、速やかに技術者をリエゾンとして即応センターに派遣
- ・発災事業者は、派遣された技術者を通じて事故収束活動や住民避難支援に必要な要員や資機材等を受け入れ



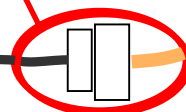
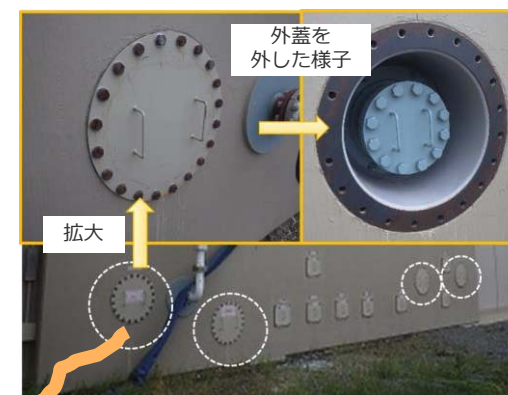
静岡県避難退域時検査に
検査員派遣（浜松市）
2019年2月6日

03 | 可搬型設備等の事業者間融通

- 更なる安全性向上の観点から、米国FLEX※戦略を参考にし、原子力事業者各社が保有する可搬型の電源、ポンプ等の資機材情報をデータベース化し、事業者間で共有した。2018年度7月からは美浜原子力緊急事態支援センターで一元管理している。
- 他社の可搬型注水設備および電源車の融通を考慮したアタッチメントを整備した。

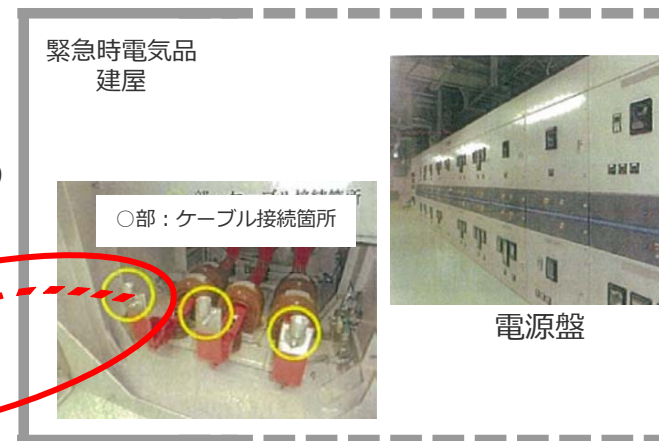
※FLEX (Diverse and Flexible Coping Strategies)

: 持ち運びが可能な緊急時対応用の機器を常時保管し、緊急事態に直面している事業者に提供する。



アタッチメント付きのケーブルの配備

各社仕様の統一

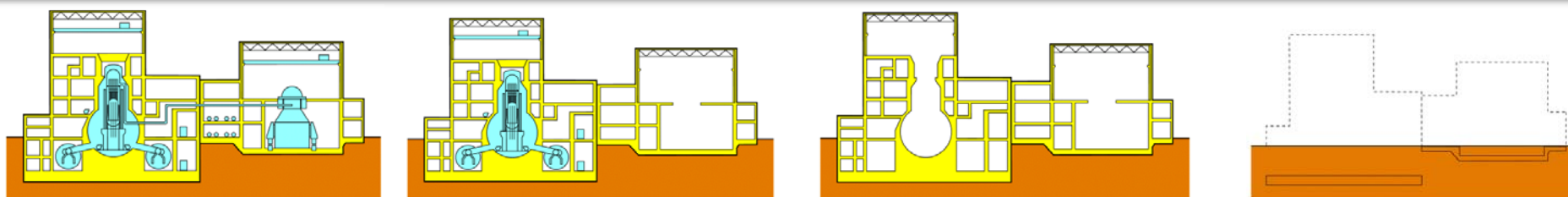


3

浜岡 1、2号機 廃止措置の取り組み

01 | 浜岡 1、2号機廃止措置の状況

- 2009年11月に廃止措置段階に移行し、第1段階において燃料の搬出を完了した。
- 現在は第2段階にあり、原子炉周辺設備の解体撤去を進めている。また、第3段階の準備として原子炉圧力容器内の除染を実施している。

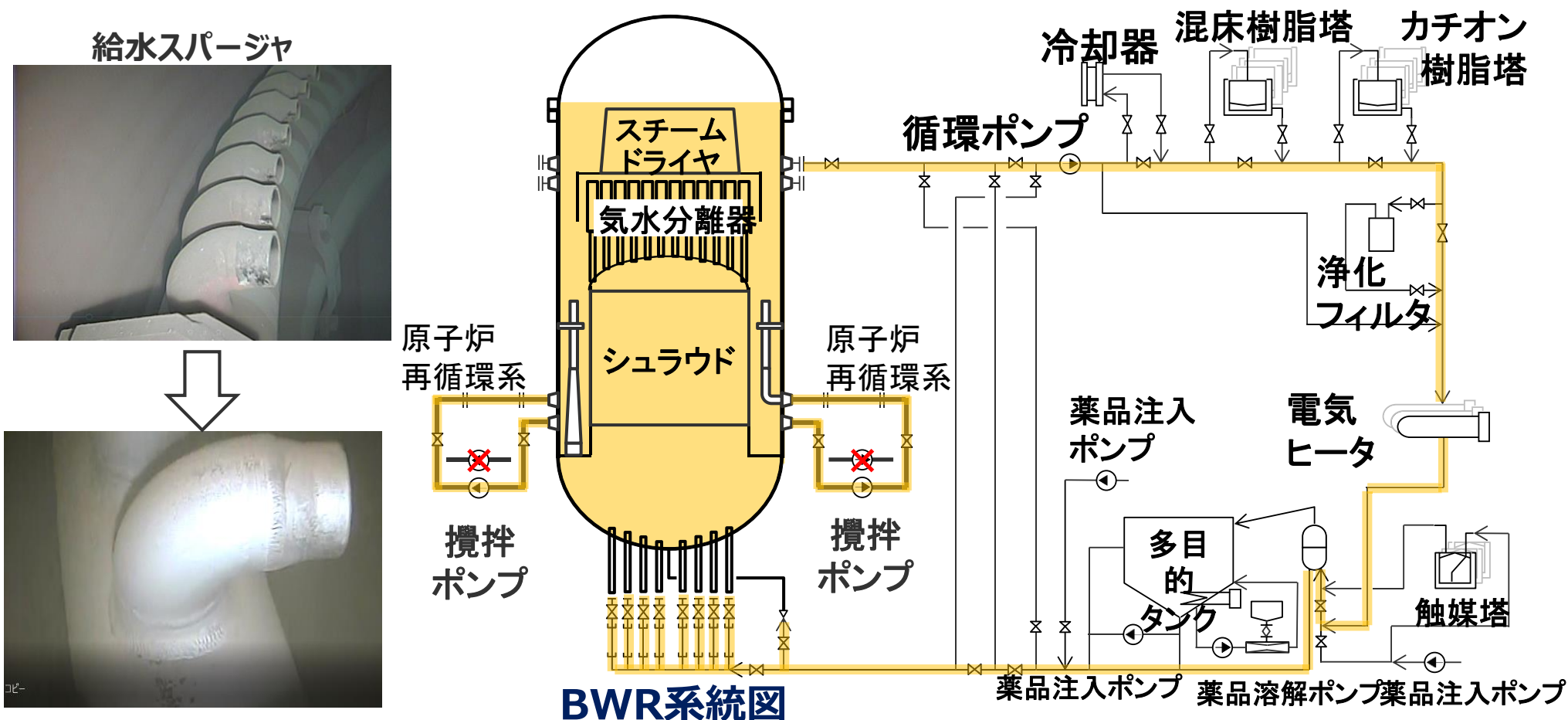


2009～2015年度	2015～2022年度	2023～2029年度	2030～2036年度
<第1段階>	<第2段階>	<第3段階>	<第4段階>
解体工事の準備 ・燃料搬出 ・汚染状況調査 など	原子炉周辺設備の解体 炉内除染 など	原子炉領域の解体 など	建屋の解体 など

02 | 廃止措置 第2段階 (1/3)

○ 2019年1月に廃止措置計画変更認可を受け、原子炉領域の解体前準備として、炉内除染を行っている。

- ・ **廃止措置計画変更認可 (2019年1月：炉内除染の具体的事項を廃止措置計画に反映)**
- ・ 原子炉領域の解体前準備として実施。(1号機は2019年4月完了, 2号機は2020年度実施予定)
- ・ 特徴：気水分離器及び蒸気乾燥器を原子炉圧力容器に収納した状態で同時に除染を実施。



02 | 廃止措置 第2段階 (2/3)

○ タービン・発電機廻りの解体工事の状況

【タービン (ダイヤフラム/ラジエーションシールド)】



発電機 (回転子)
(固定子)



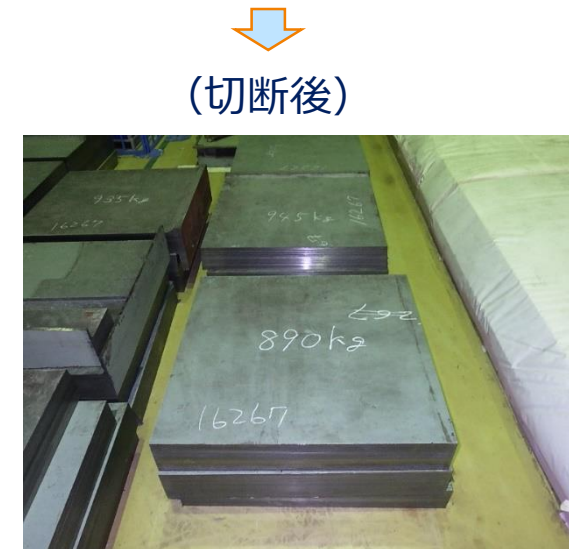
(ダイヤフラム)



(ラジエーションシールド)



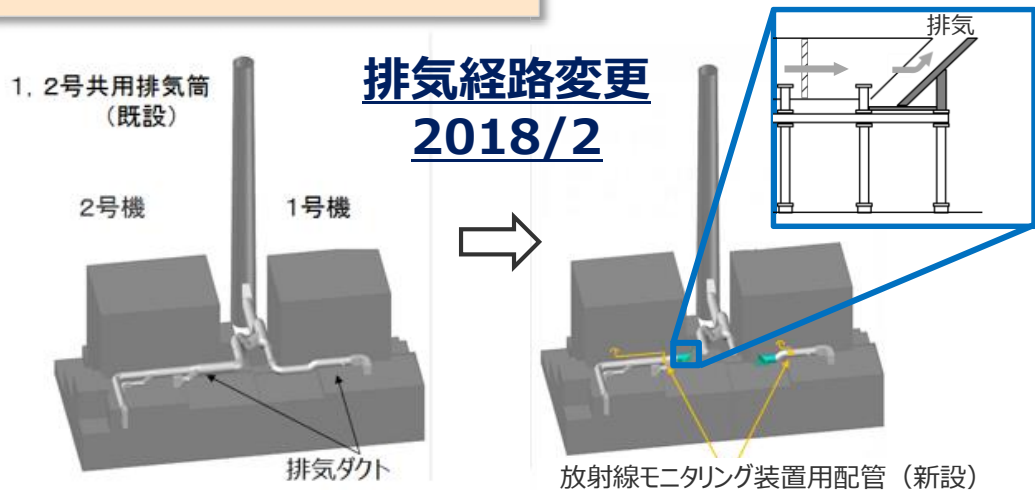
(切断・除染後)



(切断後)



○ 排気筒の解体工事の状況

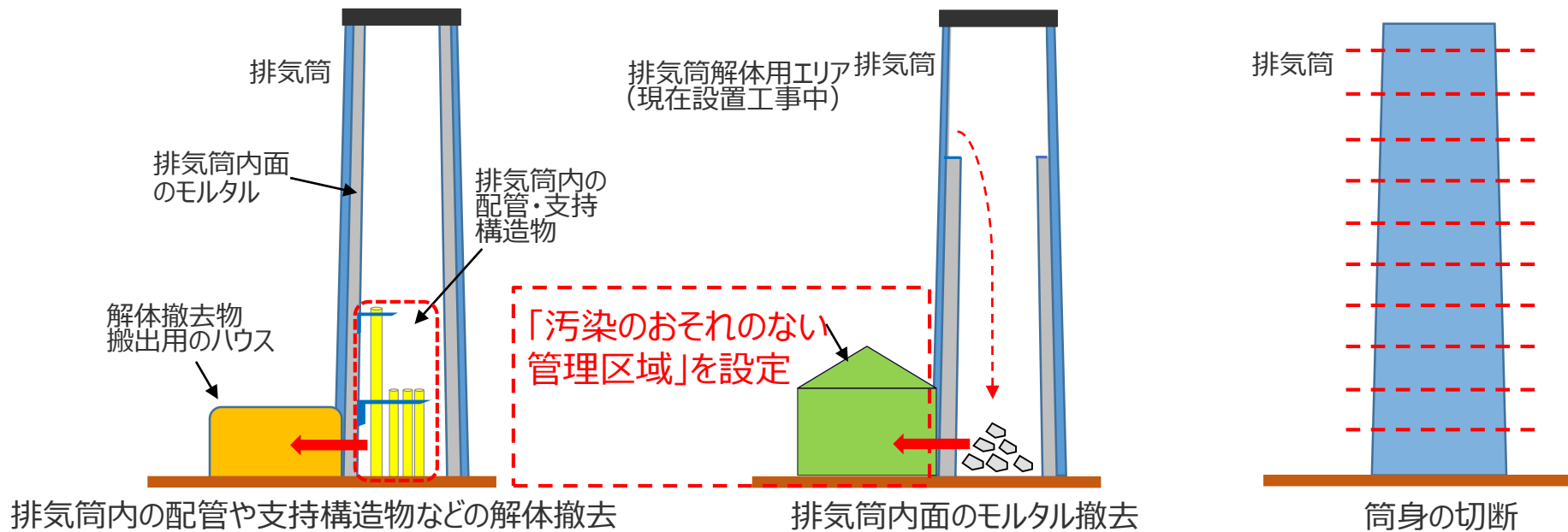


排気筒接続部の排気ダクト解体撤去の状況

① **現在** (①工事完了)

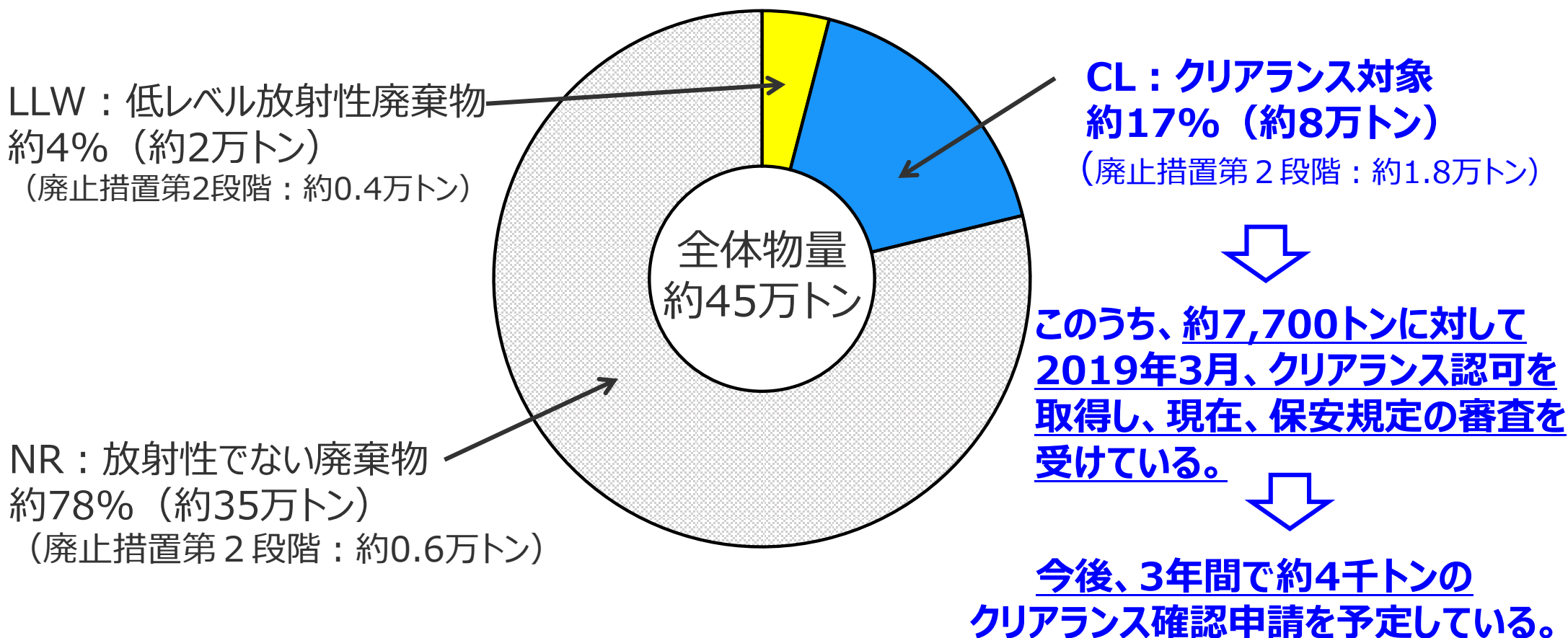
② 保安規定変更認可後着手

③ 2021年度着手予定



03 | クリアランスへの取り組み

- 浜岡1,2号機の解体工事（廃止措置）で発生する解体撤去物は約45万トンであり、そのうち、約8万トン（約17%）がクリアランス可能として想定している。
- 廃止措置第2段階のうち、主に前半分として約7,700トンを対象にクリアランス認可を3月に頂き、現在、審査中の保安規定の変更の認可後に、測定を開始する。



4

まとめ

- 浜岡原子力発電所の安全性向上対策（設備対策の強化）や防災対策（現場対応力の強化）を通じて原子力安全のリスクを極小化させるとともに、日常の機器の保全活動を常に最適なものとするため、現場を管理する能力の向上に取り組む。所員の「気付く力」を向上させるために目標管理を強化し、これを定着させるための不断の努力が重要であると認識している。
- トップマネジメントの直接的な関与のもと、浜岡原子力発電所の自主的・継続的な安全性向上の取り組みを着実に進める。
- 浜岡4号機の新規制基準適合性審査に迅速かつ真摯に対応し、引き続き、許可の取得に向けて努力する。
- 浜岡1、2号機の廃止措置を安全かつ着実に進める。
- 安全性向上に向けた取り組みについて、地元をはじめとする社会の皆さまに丁寧に説明していくことで、原子力発電の信頼回復に努める。

