

原子力安全改革の取り組み状況

2024年2月13日

東京電力ホールディングス株式会社

今回のご報告内容

- 2023年12月27日、原子力規制検査に係る対応区分を「第4区分」から「第1区分」に変更することが決定された。当社は、あくまで「スタートラインに立ったに過ぎない」ことを自覚し、追加検査を通じて特定した“実行力やコミュニケーションの弱さ”の向上など、継続的改善にむけて不断の努力を続けていく
- 今回の委員会では、柏崎刈羽原子力発電所の“建設モード”から“運転モード”への移行にあたり、原子力安全改革の取り組みとして「3つのP※」の観点での主たる準備状況と、実行力（人財育成）・コミュニケーションの向上への取り組みについて報告する

※ 3つのP：People、Plant、Procedure

1. People（人の体制・能力）

- 1-1. パフォーマンス向上に関する取り組み
- 1-2. 運転員の個別訓練・評価
- 1-3. 緊急時対策訓練の実施
- 1-4. 火力発電所・PWRでの研修実績

2. Plant（発電所の設備）

- 2-1. 柏崎刈羽原子力発電所6/7号機の主な安全機能を有する設備
- 2-2. 使用前事業者検査

3. Procedure（仕組み・手順）

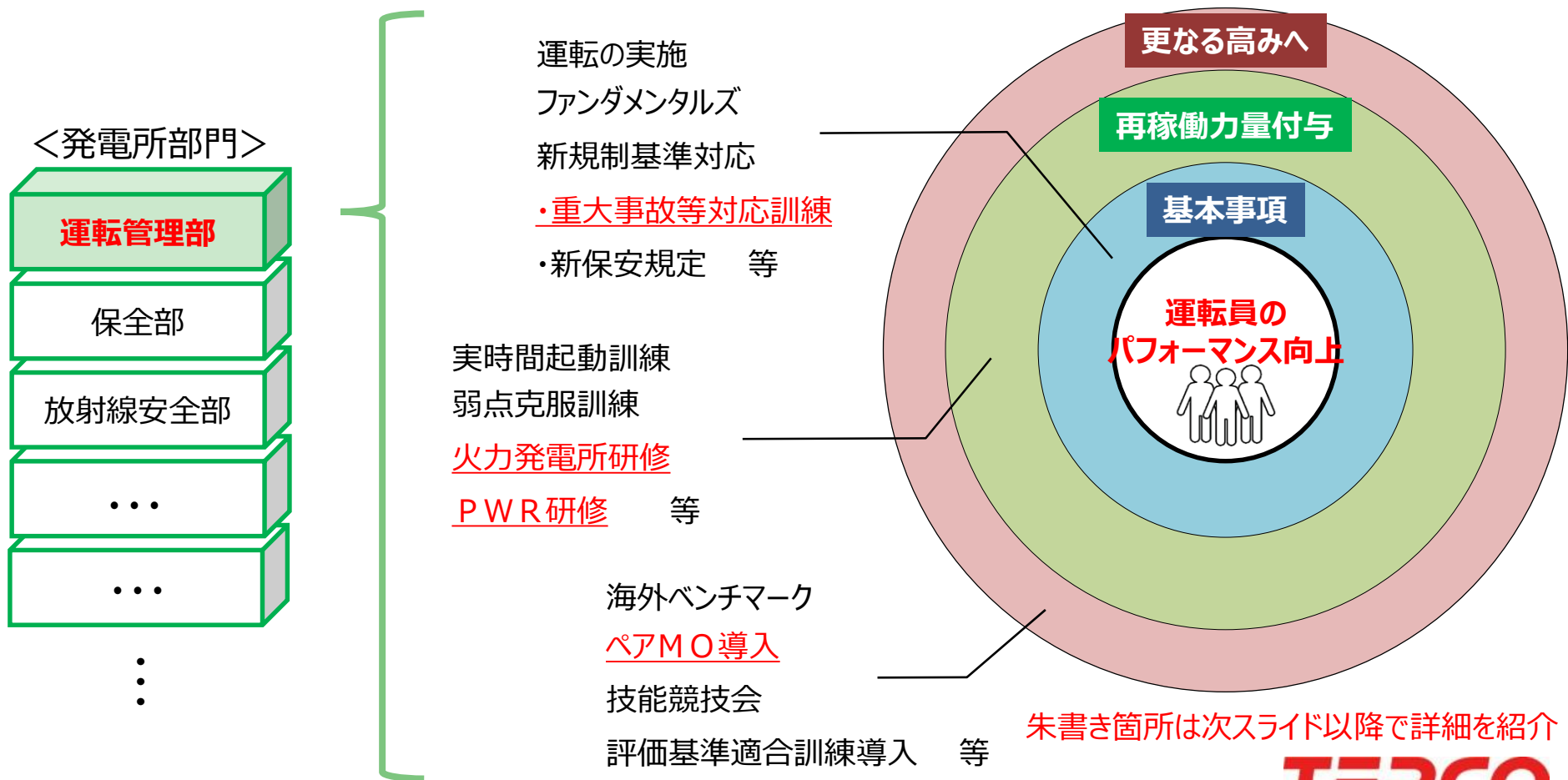
- 3-1. 手順書の拡充・新規制定
- 3-2. リスク管理の強化
- 3-3. 是正処置プログラム（CAP）

4. 実行力・コミュニケーション

- 4-1. 人財育成の取り組み（階層別研修）
- 4-2. コミュニケーション活動の改善

1. パフォーマンス向上に関する取り組み

- “運転モード” への移行にあたり、各分野毎に必要な力量を付加・管理する取り組みを実施
- 長年のプラント停止で運転経験のない・少ない運転員に対し、多様な訓練・研修・経験を付与
- 重点事項として運転員の力量向上等の体制整備を実施し、運転員のパフォーマンスについてJANSI特別賞を2020年に受賞済



1-1. 運転員の個別訓練・評価

- 柏崎刈羽原子力発電所の運転員243人のうち、約4割が運転未経験（6/7号運転員は約5割）（2024年1月1日時点）
- 全ての当直班に対する訓練（ユニット起動・事故時）について、社内外評価を実施し、合格ラインを維持。また、訓練自体の有効性をJANSIやWANOによるレビュー等により確認している
- また、WANO PR（2021年5月）の指摘事項等をふまえ、運転管理部管理職・人財育成Gインストラクターによる訓練観察を強化。弱点克服の訓練を繰り返し、力量向上を図った

運転員に対する訓練（ユニット起動・事故時）

訓練の有効性評価

社内評価

（運転管理部管理職）
（人財育成Gインストラクター）



運転員：243名
（運転未経験：84名）
※ 2024年1月1日時点



合格ライン：90点

評価シナリオの例

- ・ 系統動揺・地震・取水槽水位低下・D/W内漏えい・給水喪失等

有効性評価の概要

- ・ 教育訓練の有効性プログラムの構築
- ・ BWR電力間でパフォーマンスを観察・評価しあう取り組み（2022年度まで北陸電力との合同訓練実施）
- ・ JANSIによる訓練観察
- ・ WANOによるレビュー

社外評価

（BTC）
（東電設計）

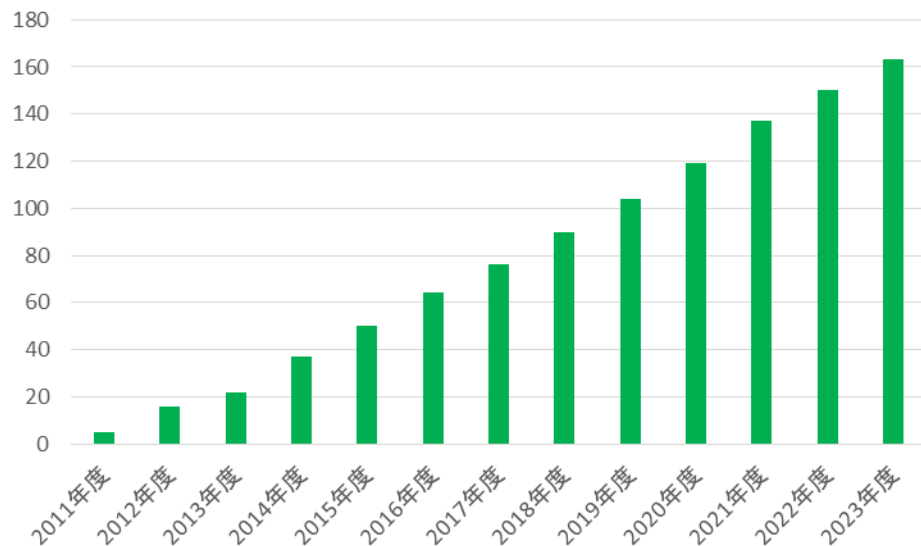
- 2023年度計画・実績
- ・BTCファミリー訓練（事故時訓練）10回
 - ・PCシミュレータ訓練（起動・停止訓練）5回

※ BTC：BWR運転訓練センター（BWR Operator Training Center）

1-2. 緊急時対策訓練の実施

- 福島第一原子力発電所事故以降、緊急時対策訓練を163回（2023年12月末時点）、個別訓練は約3万回（2023年9月末時点）実施している
- 2022年度の原子力事業者防災訓練に対する原子力規制庁からの評価結果は、福島第二原子力発電所と柏崎刈羽原子力発電所が“14項目すべての指標で最高評価（A評価※1）”、福島第一原子力発電所は“指標4※2を除いた項目でA評価”であった

※1：A～Cの3段階で評価 ※2：指標4（確実な通報・連絡の実施）



緊急時対策訓練の実施回数（累計）



がれき撤去訓練



空冷式ガスタービン発電機車起動訓練



注水訓練



緊急時対策所での訓練風景

柏崎刈羽原子力発電所では、緊急時に対応する訓練をさまざまな条件で繰り返し実施している。訓練では、一部で「ブラインド型訓練」（シナリオの詳細を事前に参加者に明かさずに行う訓練）を実施し、応用力や判断力を養っている。

1-3. 火力発電所・PWRでの研修実績

- プラント長期停止に伴い、運転経験のない若手運転員の増加や技術力低下への懸念を背景に、火力・PWRプラントを管理する経験を通じて、原子力プラント起動に備えることを目的に研修を実施
- 運転経験のない6/7号機の全運転員について、火力発電所への派遣が完了（2023年12月時点）し、再稼働へのモチベーションが向上。来年度以降も火力研修を継続予定

火力研修内容

- 巡視点検同行
- 中操および現場での定例試験確認
- プラント出力調整警報対応などの中操操作の見学
- J E R A 運転員との意見交換会

PWR研修内容

- 運転号機の体制及び維持管理について
- 運転未経験者の運転プラント体験および知見の収集
- 新規制後の再稼働へ向けた取り組みを確認
- PWR運転員との意見交換会

期間・・・2015年度～
派遣人数・・・125人
派遣回数・・・33回



期間・・・2018年度～
派遣人数・・・31人
派遣回数・・・6回



1-4. ペアMO（補機操作員に対する対話型MO）

- 現場運転員の力量向上を図るため、2023年8月よりペアMOの本格運用を開始し、基本事項の問いかけ、現場での技術伝承・多角的視点での気づきを共有
- ペアMOでは、観察者の評価視点を統一の上、管理職を含む2名が観察者となり、被観察者に対する設備・機器等の“問いかけ”や“フィードバック”を通じた対話型MOを実施。現場運転員の共通的な弱点の特定や、観察者のコーチングスキルアップにも寄与

実施回数
48回（人）

◇ 1～5号機・・・37回（人）

◇ 6 / 7号機・・・11回（人）



※2023年8月よりペアMO本運用開始



ポイント

- 観察者による評価視点の統一
- 現地・現物のもと、設備・機器について質問し回答を求める対話型MO
- 経験年数を考慮し、回答へのフォローや更なる問いかけを実施（力量・経験に応じた目標を設定）
- 共通設問による共通弱点の特定

ペアMOの視点
（基本事項の一例）

- ヒューマンパフォーマンスツールの実践
- 計器の見方（計器マーキングの意味合い）
- 重要設備の保護（設備ガード、足場、仮置き）
- 作業エリアでのふるまい（高線量、高所、火気作業現場等）
- 巡視経路上のCR,ODMの発行状況
- 水・油滴下発生時の対応

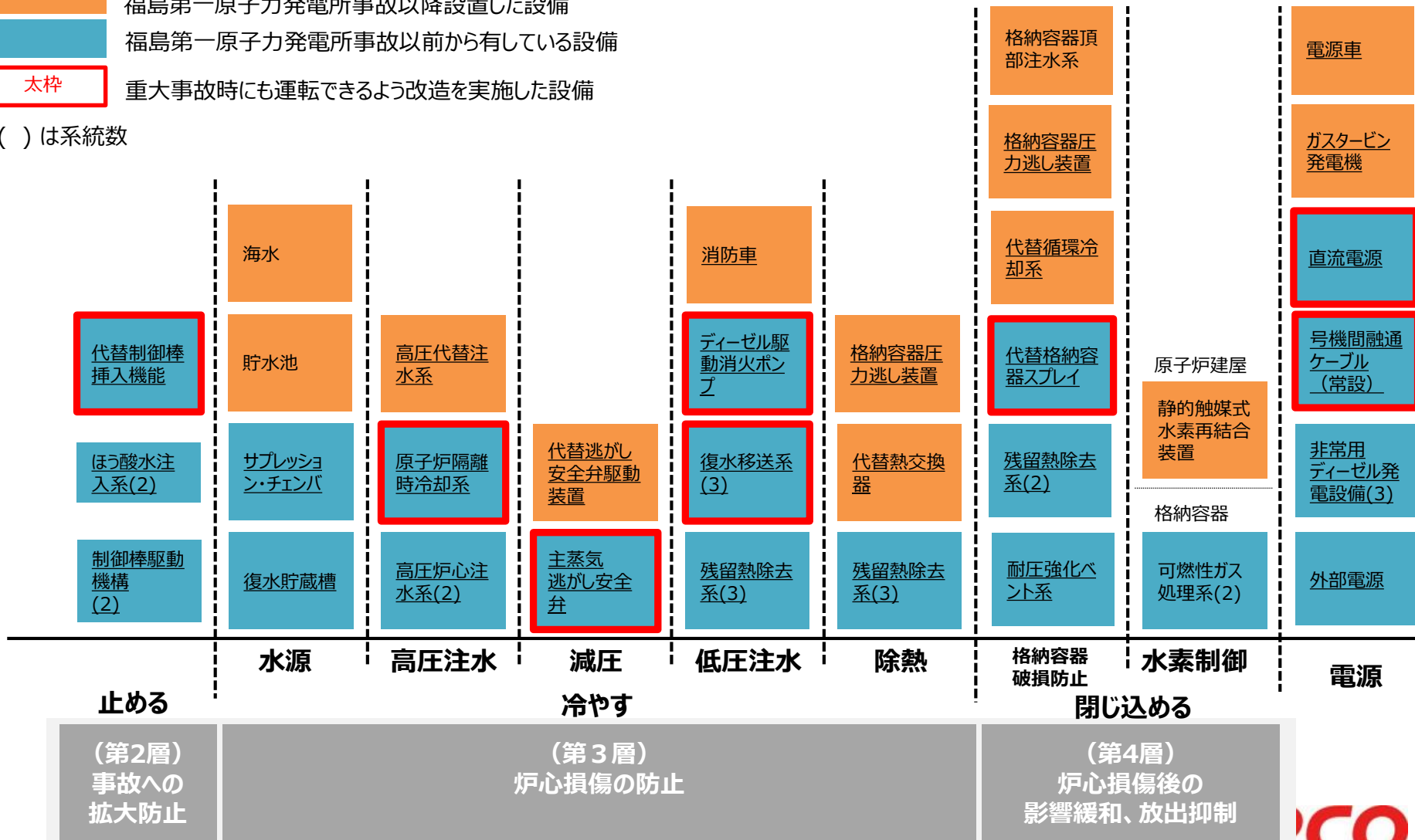
2-1. 柏崎刈羽6/7号機の主な安全機能を有する設備

■ 福島第一原子力発電所事故以降、安全対策工事を通じた設備の追加・改造により、炉心損傷頻度が大幅に低減（福島第一原子力発電所事故以前と比較して、約 1 / 100※に低減）

※ 内的事象を対象に評価。下記設備のうち下線部の設備を対象に評価。

- 福島第一原子力発電所事故以降設置した設備
- 福島第一原子力発電所事故以前から有している設備
- 太枠** 重大事故時にも運転できるよう改造を実施した設備

() は系統数



【深層防護における各層の目的】



(参考) 能登半島地震を受けた発電所の状況

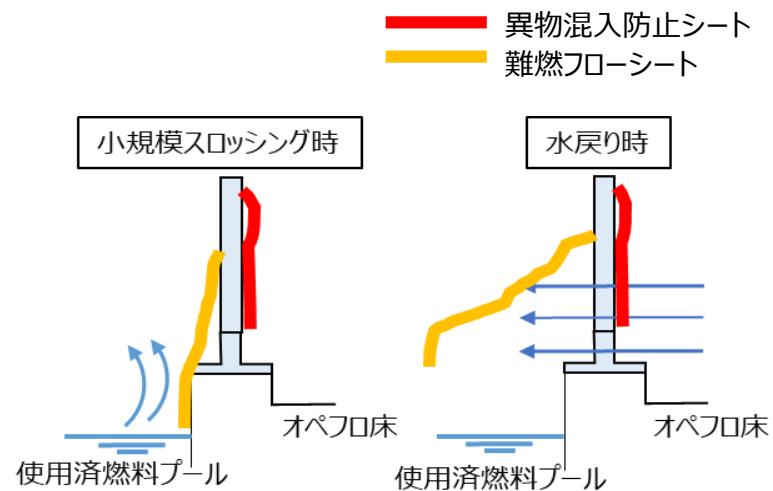
- 今回の能登半島地震でプラント設備の異常や液状化等の被害、外部への放射能の影響は確認されていない。なお、地震加速度は中越沖地震と比較しても大きく下回る
- 2、3、4、6、7号機において、使用済燃料プールからの溢水が確認されたが、プール水の漏えい対策や貫通部の止水処理等の溢水対策により、オペレーティングフロア（管理区域）外への漏えいはなし

能登半島地震と新潟県中越沖地震の
各号機原子炉建屋観測点（最地下階）における
加速度振幅値比較（単位：Gal）

号機	能登半島地震 (2024年1月1日 16時10分頃)			新潟県中越沖地震 (2007年7月16日 10時13分頃)		
	NS(北南)	EW(東西)	UD(上下)	NS(北南)	EW(東西)	UD(上下)
1	76.3	51.1	38.0	311	680	408
2	75.2	45.4	46.7	304	606	282
3	87.1	60.5	50.9	308	384	311
4	66.7	63.7	42.2	310	492	337
5	80.9	63.7	45.1	277	442	205
6	86.4	61.9	51.8	271	322	488
7	84.2	72.3	61.8	267	356	355

- ✓ 6号機にてプラント点検の一環として中央制御室の記録を詳細に確認をしたところ、原子炉建屋3階にある原子炉自動停止信号を発信する制御用地震計にて設定値（水平185Gal）を上回った信号が出ていたが、現在は燃料が装荷されていないため、プラントへの影響はない。
- ✓ なお、最地下階の加速度は各建屋の設計の基礎となるものであり、地盤に近く他の影響を受けづらいことから、この数値を公表している。

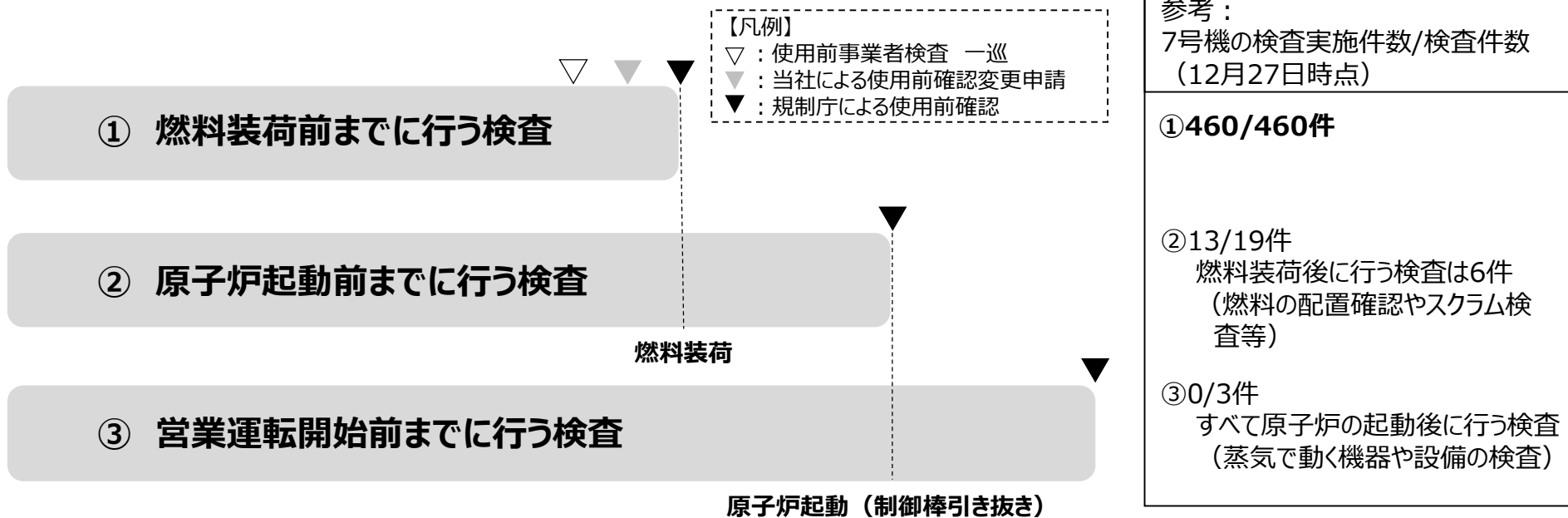
使用済燃料プール水の漏えい対策



6、7号機は、使用済燃料プールの水が大量に溢水した際に、プールに水が戻り、使用済燃料を冷やせるようにしている。

2-2. 使用前事業者検査











- 新規規制基準を踏まえた安全対策工事の施工については、一通り実施
- 安全対策工事のうち、燃料装荷前までに行う使用前事業者検査について、これまでに計画していた検査は、一巡（下図①参照：460/460件）
- 原子力規制庁への使用前確認変更申請に向け、使用前事業者検査に漏れがないかについて確認中
- なお、当社としては、燃料装荷までの安全対策工事について、原子力規制庁による使用前確認をもって完了と考えており、それまでの間に気づき等があれば、適宜是正していく



※検査件数は、消耗品の交換等を行うことにより再検査が生じ、変更となる可能性有

3-1. 手順書の拡充・新規制定

- セーフティについて、福島第一原子力発電所事故後に、種々の要求事項に漏れなく対応するため、既存の事故時運転操作手順書の拡充及び、新規手順書の制定を実施した。また、安全対策工事を通じた設備の追加・改造に対して手順書を整備するとともに、訓練シミュレーターにも反映を実施している
- セキュリティについて、柏崎刈羽原子力発電所における核物質防護に係る一連の事案への対策やサイバーセキュリティへの規制強化に対応するため、新規マニュアルの制定を実施した

	要求事項	反映・制定した手順書
セーフティ	<ul style="list-style-type: none"> ● 設置許可基準規則 ● 技術基準規則 ● 保安規定 ● 海外知見（共同研究報告書） ● 福島第一原子力発電所事故の教訓 ● OSART※指摘事項 <p>※ Operational Safety Review Team; 運転管理調査評価チーム。 IAEAが編成する、国際的専門家で構成されるチーム。</p>	<p>凡例</p> <p> : 新規制定  : 既存</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 事故時の運転手順書 <ul style="list-style-type: none">  AOP  EOP  SOP  停止時EOP ● 機器の個別操作手順書 <ul style="list-style-type: none">  AM設備別
セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ● 核物質防護規定※ ● 専門家評価委員会の提言 <p>※ 上位法令の実用炉規則91条2項がINFCIRC225/Rev5を取り込んでいる</p>	<ul style="list-style-type: none">  核物質防護基本マニュアル  情報システムセキュリティ業務マニュアル  核物質防護部門の 要員配置ガイド

AOP : Accident Operating Procedure ; 事象ベース

EOP : Emergency Operating Procedure ; 徴候ベース

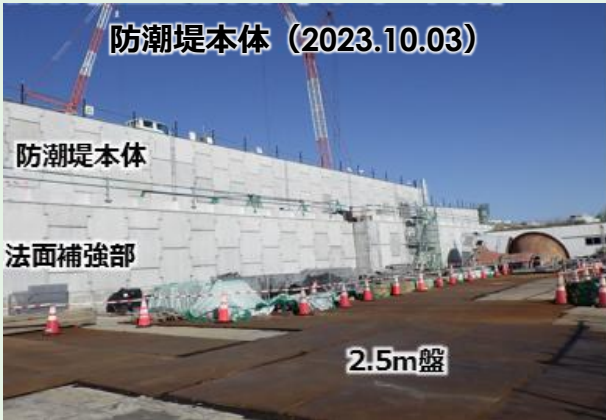

SOP : Severe Accident Operating Procedure ; シビアアクシデント

AM設備別 : Accident Management

3-2. リスク管理の強化 ～報告実績～

入手情報

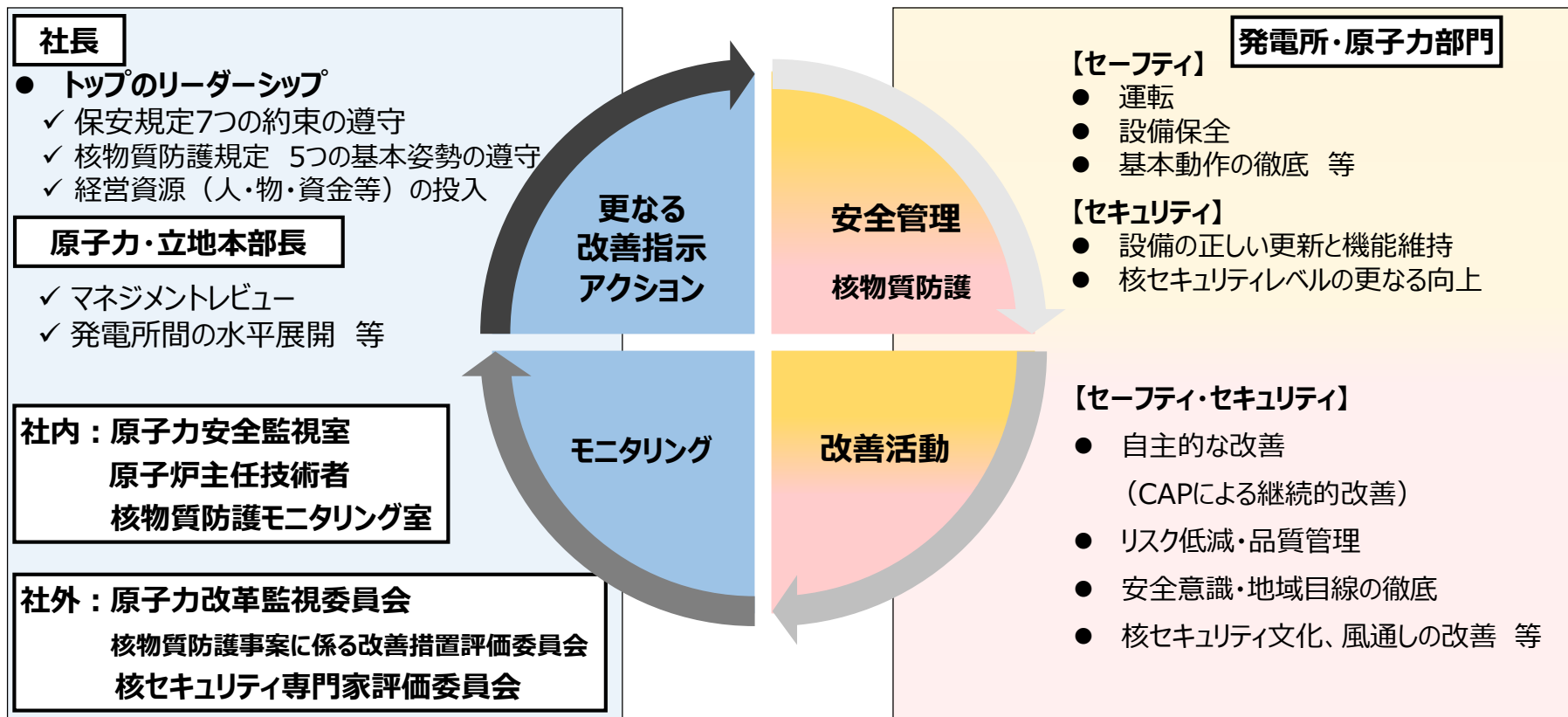
内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」から日本海溝（三陸・日高沖）モデル（Mw9.1）と千島海溝（十勝・根室沖）モデル（Mw9.3）の2つの波源モデルについて津波シミュレーション結果が2020年4月21日に公表された。なお、当該シミュレーションは、社内で実施していた想定条件と異なるものであった

	対応状況
①リスク情報収集	【2020.4.21】上記の情報を入手。 内閣府の検討結果が、社内検討に基づき建設中の防潮堤高さを超える可能性あり。
②リスク情報を速やかに報告	【2020.4.22、27】廃炉・汚染水対策最高責任者（CDO）、 <u>社長へ報告実施。</u> <u>社長指示：汚染物の流出を防ぐ方法を検討すること。</u>
③リスク緩和措置の実施	社長指示を受け、下記を実施。 ・資機材 ⇒【2020.4.28】追加配備要と決定。追加資機材配備は2020年度に完了。 ・訓練 ⇒【2020.4.28】追加訓練要と決定。追加訓練は2020年度に開始し、継続実施中。
④追加措置の実施	<ul style="list-style-type: none"> 内閣府の波源モデルを入手し、津波シミュレーションを実施 ⇒2020年度上期に完了。 追加措置として、2021年度より日本海溝津波防潮堤設置工事着工。2024年3月完成予定。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>防潮堤本体 (2023.10.03)</p> <p>防潮堤本体</p> <p>法面補強部</p> <p>2.5m盤</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2.5m盤施行中 (2023.10.03)</p> <p>2.5m盤</p> <p>乗込道路</p> <p>法面補強部</p> <p>防潮堤本体</p> </div> </div>

※能登半島地震に関しては、各研究機関等から知見の収集を継続し、必要に応じプラントの設計に反映していく

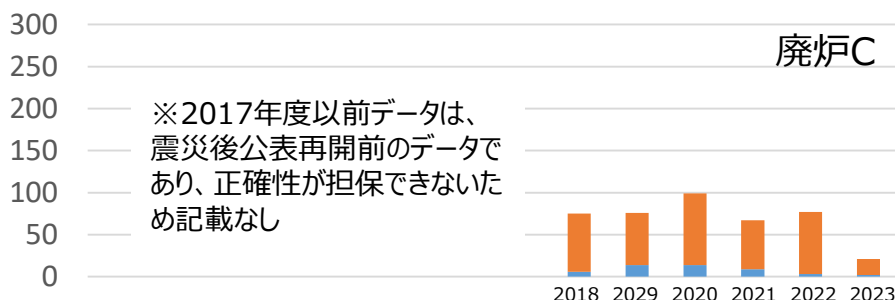
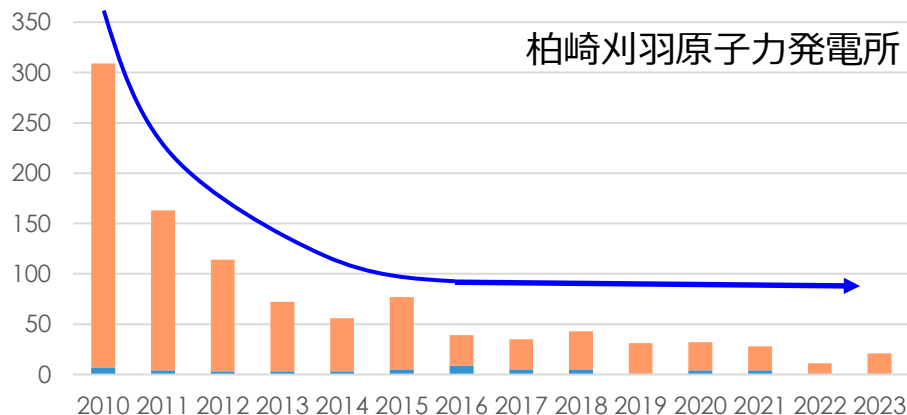
3-3. 是正措置プログラム（CAP）～取り組みの全体像～

- 核物質防護事案の改善措置を通じ、自律的かつ持続的に改善するための仕組みを構築。改善意識を発電所全体に浸透させるため、セーフティ側にも水平展開し、保安規定の「原子力事業者としての基本姿勢」に反映
- セーフティ、セキュリティ両面の取組について、柏崎刈羽原子力発電所でパフォーマンスを確認した上で、福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所にも水平展開していく



- 重要不適合発生件数は、不適合低減の取り組みにより着実に減少している
- 今後は、不適合そのものにフォーカスするだけでなく、気付き等の改善情報の活用による未然防止活動へシフトし、協力企業（現場）の声の活用推進により更なる低減に取り組んでいく

【重要不適合発生件数】



- G I 発電所施設運営に重大な影響を与える事象
- G II 発電所施設運営に影響を与える事象

※2023.12末時点

● 改善情報の活用

- ・不適合以外の改善情報の起票を推進し、不適合発生リスク低減の取り組みを強化
- ・RPA（Robotic Process Automation）の活用による、より起票し易い環境を整備

● 協力企業（現場）の声の活用推進

- ・協力企業からの意見をより丁寧に拾う取り組みへシフト（RPAの活用等）
- ・セキュリティ部門においても協力企業の気づきを直接CR起票する運用を開始

今後は

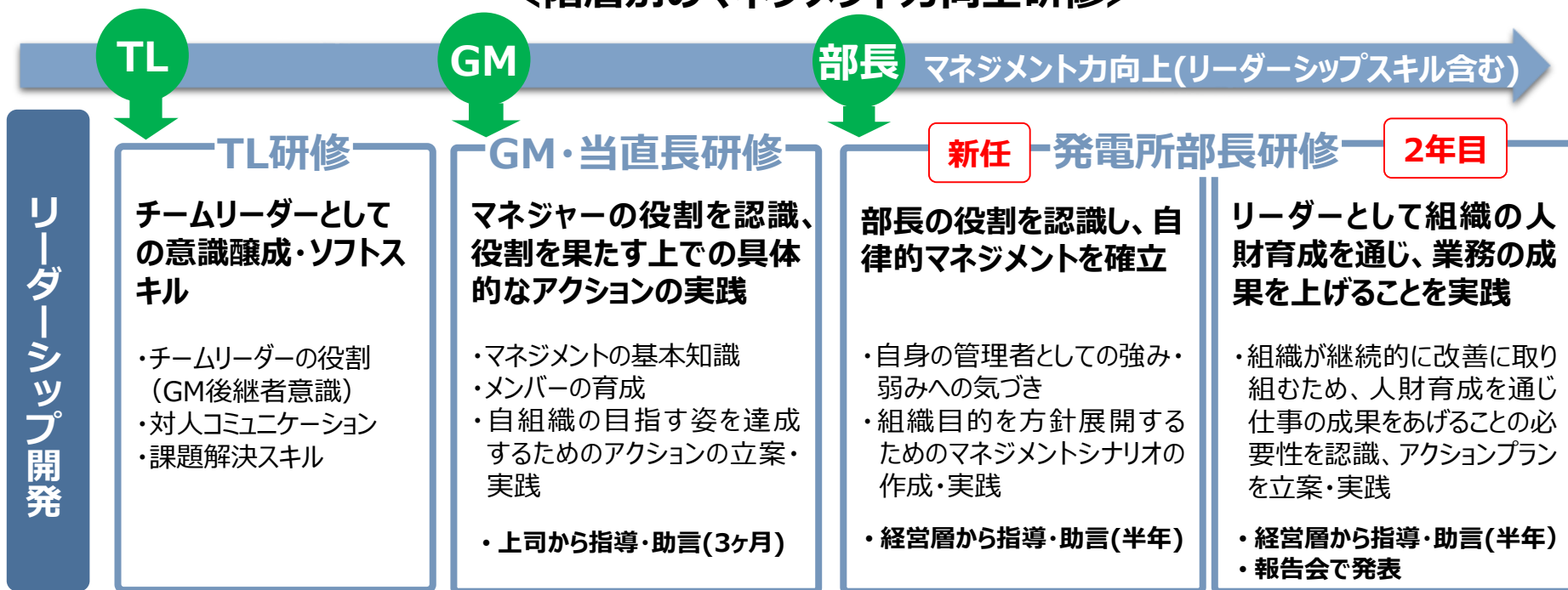
セキュリティ部門において改善した取り組みが一過性のものにならないよう仕組み※2の定着を図る

- ※2
- ①核物質防護に係るモニタリング体制の構築
 - ②モニタリングに係る業務の文書化
 - ③行動観察当による気づきの抽出
 - ④モニタリング組織による組織文化の評価

4-1. 人財育成の取り組み（階層別研修）

- 発電所で働く全員が、現場実態を把握した上で業務の目的を理解して計画を立て、計画どおり着実に実行する組織的能力を高めることが必要（弱み）
- 核となる現場のリーダーを育成するとともに効果的なキャリアパスやロールモデルを整備していく
- まずは、幹部職員・管理職・担当職員の階層別のマネジメント力向上研修による人財育成を実施中
 - ✓ 上位職がサポートしつつ、現場業務の実践を通じてリーダーを育成（現場の実行力向上）
 - ✓ 実行力を継続的に高めるため「後継者育成計画の仕組みの改善」にも取り組み中

<階層別のマネジメント力向上研修>



- 核物質防護に係る改善措置評価委員会（2023年12月）からは、「発電所で働く全ての方々が共通認識を持てるよう、経営層・発電所上層部のメッセージをワンボイスで伝えること」と「情報の受け手が知りたいことを伝えること」等、社内外における情報発信の在り方についてご指摘いただいた
- ワンボイスへの取組として、単に行動を指示するだけでなく、所員・協力企業一人ひとりまで、その目的まで理解・浸透させる取り組みを強化していく（所員全員参加型の説明会、管理職による協力企業の朝礼参加）

<協力企業（47社）の朝礼に管理職が毎月参加>

<協力企業の朝礼でのトピックス>



自分と同僚の身の安全を守りましょう、そのための“ルール”です

- ✓ 放射線・放射能のリスクから皆さまの身を守るため、法令で**個人線量計の着用、防護指示書で示された装備の着用**などが義務づけられています
- ✓ これは原子力発電所における**基本的なルール**です

----- 放射線防護・放射線管理に関する重大な不適合が発生しました -----

KK (柏崎刈羽) 管理区域内での個人線量計の取外し

せまい場所での作業中、体勢を変えると作業服の胸ポケットから個人線量計が何回も落ちてしまった。破損をおそれ、**個人線量計を取り外してしまった**

- 管理区域では、個人線量計（ガラスバッジ等やAPD）を外さないで下さい
- 難しいとき困ったときは**いったん立ち止まり**、放射線管理員や周りの人に**相談しましよ**

1F (福島第一) 増設ALPS※配管洗浄作業における身体汚染

増設ALPS配管を洗浄していたところ、廃液タンク内の仮設ホースが外れ、洗浄廃液が飛び散った。廃液がかかった作業員二人は、**アノラックを着用していなかった**

- 防護指示書で、事前に指示された**装備を着用**しましょう
- 作業手順や内容に変化があったときは**いったん立ち止まり**、上長や周りの人に**相談しましよ**

※ ALPS（多核種除去設備）：汚染水に含まれる放射性物質を取り除く設備

4-2. コミュニケーション活動の改善（地域とのコミュニケーション）

- 地域の皆さまへの情報発信については、広報誌やSNS等で発電所の情報について発信。地域の皆さまが知りたいことへの対応として、寄せられたご質問への回答や声に対する改善事例の紹介を実施中
- その他、当社からの一方的な情報発信だけでなく県民の皆さまへの説明会やコミュニケーションブース等での、双方向のコミュニケーションの機会も増やしているところ
- 今後も、社員一人ひとりが地域の方と触れ合う機会を増やし、発電所で働く人や想いをお伝えしていくとともに、いただいたご意見やご要望を踏まえた情報発信をより一層展開していく

【地域の皆さまが「知りたいこと」への対応】

皆さまの声から 改善しました

発電所では、地域の皆さまからいただいた声を受けて、より良い発電所の運営を行うための改善活動を行っています。その一例をご紹介します。

発電所の通勤バスが交差点付近で停車することで、渋滞したり右折の際に対向車が見えにくかったり困ったことがある。道幅の狭いところでは危ない思いも何度かしているため、停留場所を検討してほしい。

改善

通勤バスの乗降箇所について、地域の皆さまにはご迷惑をおかけしました。今回ご指摘いただいた箇所の現地確認を行い、社内で検討の上、停車位置の調整を行いました。

なお、当社の通勤バスの乗降箇所は、可能な限り地域の皆さまにご迷惑をお掛けしないよう交差点付近を避けて設定したり、路線バスのバス停を利用させていただいたりしています。地域の皆さまにおかれましては、引き続きご理解とご協力をお願いします。



今後も皆さまからのご意見を発電所運営に活かしてまいります



コミュニケーションブース



地域の方との対話会



県民の皆さまへの説明会

寄せられたご質問への回答や声からの改善（広報誌）

私たちの決意

福島第一原子力発電所事故を決して忘れることなく、昨日よりも今日、今日よりも明日の安全レベルを高め、比類無き安全を創造し続ける原子力事業者になる

参考資料

(参考) 3-2. リスク管理の強化

リスク情報の収集・分析結果

改革プランの取り組みの一つとして進めているリスク管理体制の強化については、保安規定における「原子力事業者としての基本姿勢」の中にも位置付けられており、構築した仕組みに則り運用を開始している。運用実績は以下の通り。

(1) 情報の収集対象

収集対象は、国の機関等の報告、運転経験情報、学協会等の論文・報告、雑誌等の刊行物、海外情報等。

(2) 情報の整理方法

情報源から知見を収集し、原子炉施設の設計・開発の想定を超えるおそれがあるものを、特に重要度が高い「重要なリスク情報」として抽出。

(3) 結果

(1) (2) により情報を収集・抽出した結果、今回報告分としては重要なリスク情報は0件だった。

以下の内容については、添付にて補足する。

- 収集対象となる情報源の具体例
- 情報の整理方法の概要

なお、重要なリスク情報には至らないまでも原子炉施設の安全性向上に資する情報については、適宜設備の設計や運用に反映し、継続的な改善へと展開している。

収集対象となる情報源の具体例

収集対象項目	情報源 (約280箇所、以下例示)
安全に係る研究	<ul style="list-style-type: none">・ 自社研究・ 電力共通研究・ 日本原子力研究開発機構(JAEA)・ 米国 電力研究所(EPRI)
運転経験情報	<ul style="list-style-type: none">・ 原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)・ 電気事業連合会・ 世界原子力発電事業者協会(WANO)・ 米国原子力発電協会(INPO)
確率論的リスク評価を実施するために必要な情報	<ul style="list-style-type: none">・ 電力共通研究・ 電力中央研究所報告書・ 米国 原子力規制委員会(NRC)報告書・ NRC技術諮問委員会(TAC)コメント
国内外の規格基準情報	<ul style="list-style-type: none">・ 日本電気協会規格・ 日本機械学会規格・ 国際原子力機関(IAEA)基準・ 米国 原子力学会(ANS)基準
国際機関及び国内外の学会等の情報 (自然現象以外)	<ul style="list-style-type: none">・ 日本原子力学会・ 日本機械学会・ 米国 原子力学会(ANS)・ 米国 機械学会(ASME)
国際機関及び国内外の学会等の情報 (自然現象)	<ul style="list-style-type: none">・ 地震調査研究推進本部・ 国土地理院・ 日本火山学会・ 気象庁

情報の整理方法の概要

