

2023年12月1日
資料 - 3

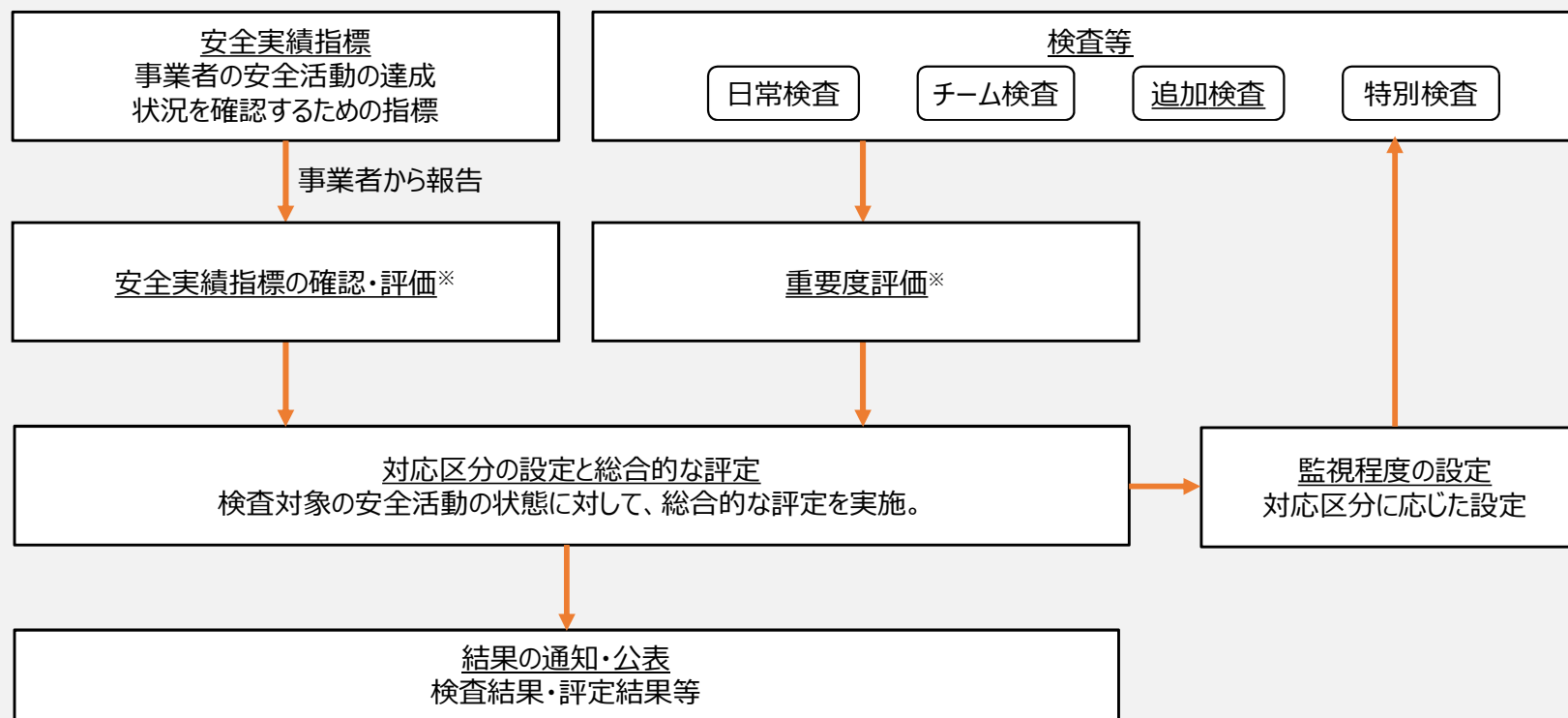


高浜発電所 3号機 運転上の制限からの逸脱に係る改善措置活動 報告書概要

関西電力株式会社

- 当社は、原子力規制庁が定める「安全実績指標に関するガイド」に基づき、安全実績指標を四半期ごとに原子力規制委員会へ報告している。そのうち、重大事故等対処設備の運転上の制限からの逸脱（以下、LCO逸脱）件数については、過去4四半期の合計件数が4件以上になると原子力規制検査の安全実績指標が「白」と分類される。
- 高浜発電所3号機は、2022年7月から2023年6月の1年間で、重大事故等対処設備のLCO逸脱が4件発生した。このため、2023年8月9日に原子力規制検査の安全実績指標が「白」と分類されることを原子力規制委員会へ報告した。
- 本件を受けて、同年8月23日に原子力規制委員会から、追加検査の実施および改善措置活動の計画等の報告を求める通知を受領し、2023年11月30日、改善措置活動を原子力規制委員会へ報告した。

原子力規制検査のプロセス概要



※重要度の高い順に「赤」「黄」「白」「緑」に分類。

赤：安全確保の機能または性能への影響が大きい水準

黄：安全確保の機能または性能への影響があり、安全裕度の低下が大きい水準

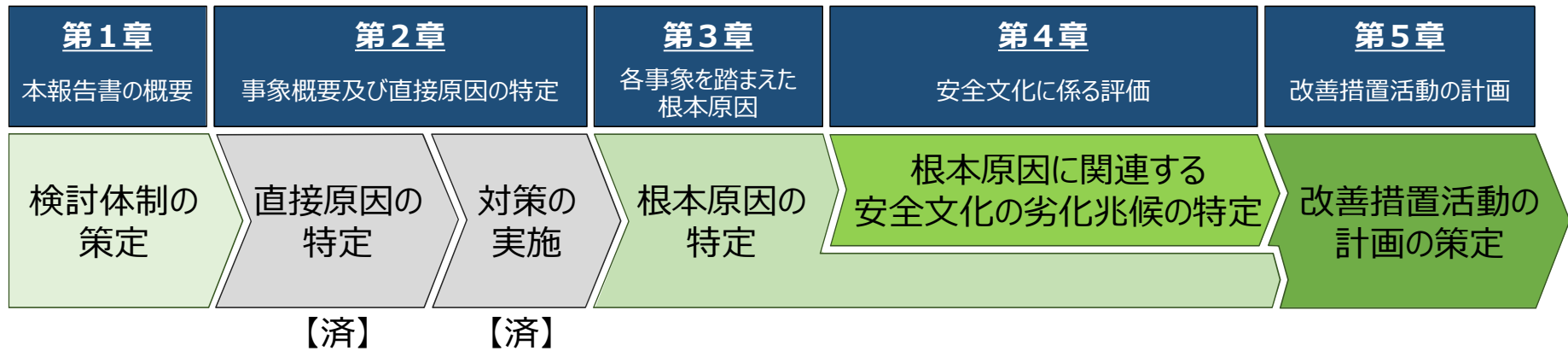
白：安全確保の機能または性能への影響があり、安全裕度の低下は小さいものの、規制関与の下で改善を図るべき水準

緑：安全確保の機能または性能への影響があるが、限定的かつ極めて小さなものであり、事業者の改善措置活動により改善が見込める水準

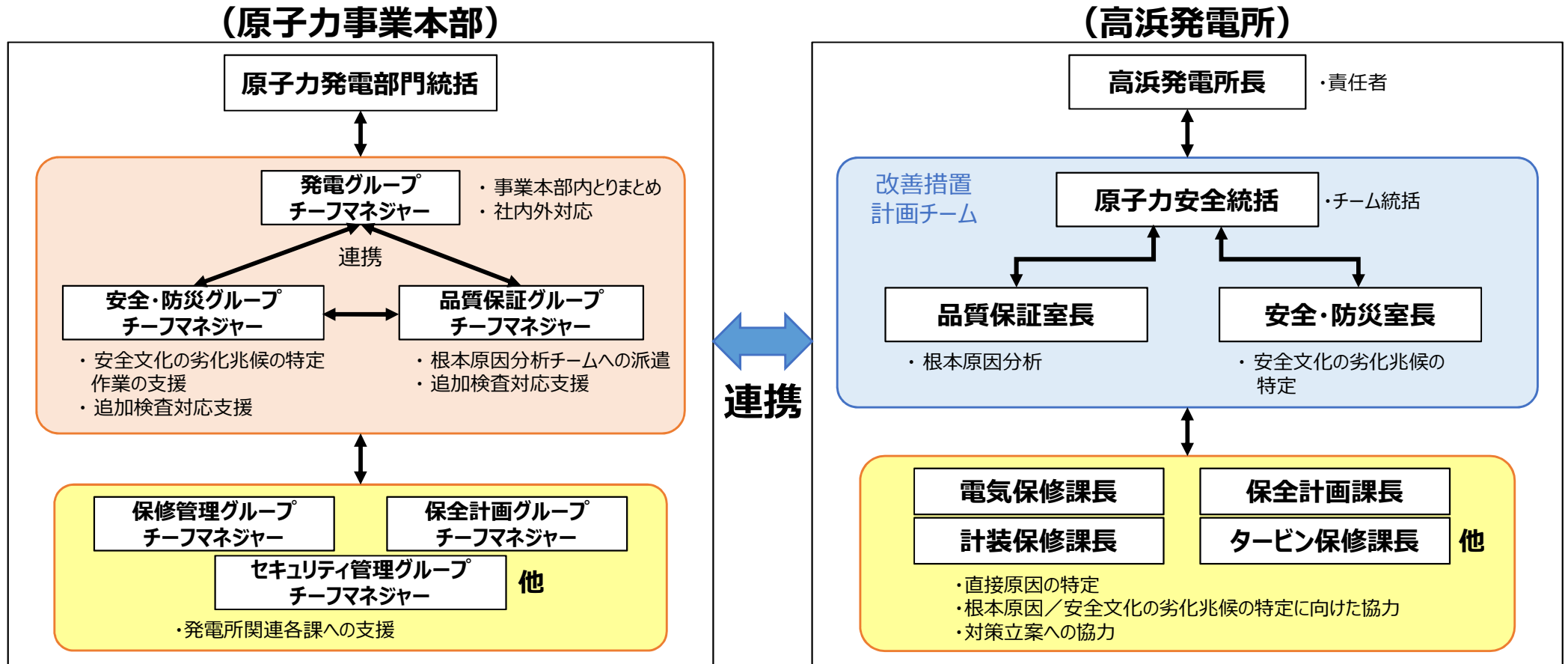
報告対象事象の整理

分類	発生時期	番号	号機	件名	LCO逸脱		検査指摘
					DB	SA	
3号機で発生したSA設備のLCO逸脱事象 報告対象期間に高浜発電所	2022.7.6	①	3号機	特定重大事故等対処施設に係る運転上の制限からの逸脱	-	○	-
	2022.7.13	②	3号機	原子炉水位計伝送器からの水のにじみ跡に伴う運転上の制限からの逸脱	-	○	-
	2023.4.20	③	1, 3, 4号機	通信事業者の衛星通信回線不具合による衛星電話（携帯）使用不能に伴う運転上の制限からの逸脱	-	○	-
	2023.4.22	④	3号機	C蒸気発生器水位計の指示低下に係る運転上の制限からの逸脱	-	○	-
同期間に高浜発電所 検査指摘事項及び他のLCO逸脱事象 で確認された	2022.7.21	⑤	3号機	タービン動補助給水ポンプ制御油系統のオイルフィルタ蓋部からの油漏れに伴う運転上の制限からの逸脱	○	-	緑
	2022.10.30	⑥	3号機	A非常用ディーゼル発電機の待機除外に伴う運転上の制限からの逸脱	○	○ (4号)	-
	2022.10.21	⑦	4号機	B加圧器逃がし弁の出口温度上昇に伴う運転上の制限からの逸脱	○ (4号)	○ (4号)	緑
	2023.3.15	⑧	3号機	原子炉補機冷却水漏えいに伴う運転上の制限からの逸脱	○	-	緑
	2022年度第2四半期	⑨	1号機	屋外アクセスルート確保の失敗	-	-	緑
	2022.7.8	⑩	4号機	蒸気発生器伝熱管の損傷	-	-	緑
	2023.1.30	⑪	4号機	「PR中性子束急減トリップ」警報発信に伴う原子炉自動停止	-	-	緑
	2023年度第1四半期	⑫	3, 4号機	火災防護対象ケーブルの系統分離対策の不備	-	-	緑

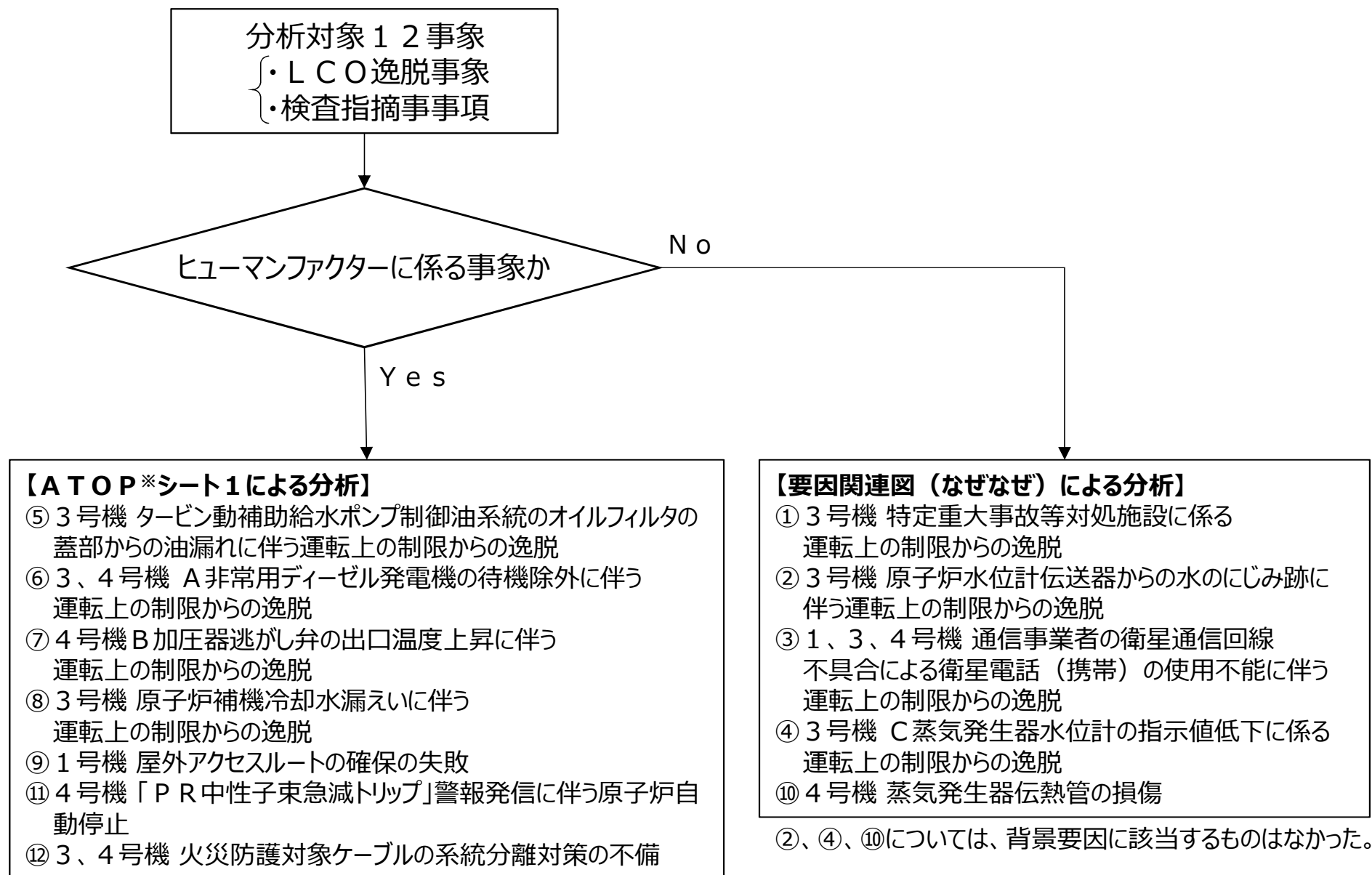
【報告書構成及び検討プロセス】



【検討体制】



【原因分析手法の選定方法】



※ A T O P (Analysis Technique for Organizational and direct causes of Problem)

: ヒューマンファクターを分析対象とし、事象の直接原因（事象発生に直接影響を与えた原因）と根本原因を分析する手法

【原因分析の手順】

(1) 事実の把握 (情報収集)
インタビュー
文書・記録の調査




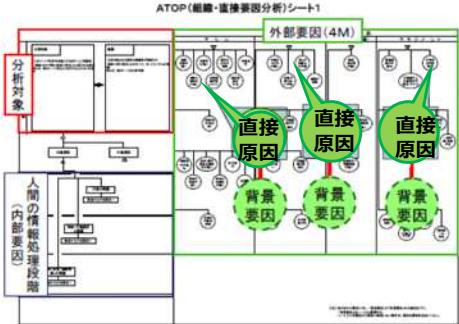
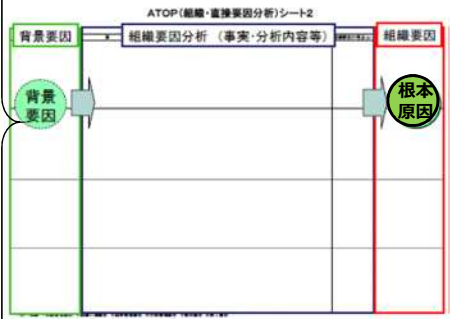
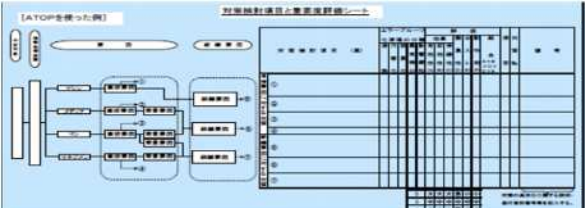
(2) 時系列の整理
年・月・日・時刻
作業、指示、連絡
事象につながった行為
(問題点) の特定



(3) 要因分析の実施
分析対象の選定、
内的要因・外的要因 (直接
原因) の分析
根本原因の分析



(4) 対策の立案
対策案の検討・評価
採否の決定

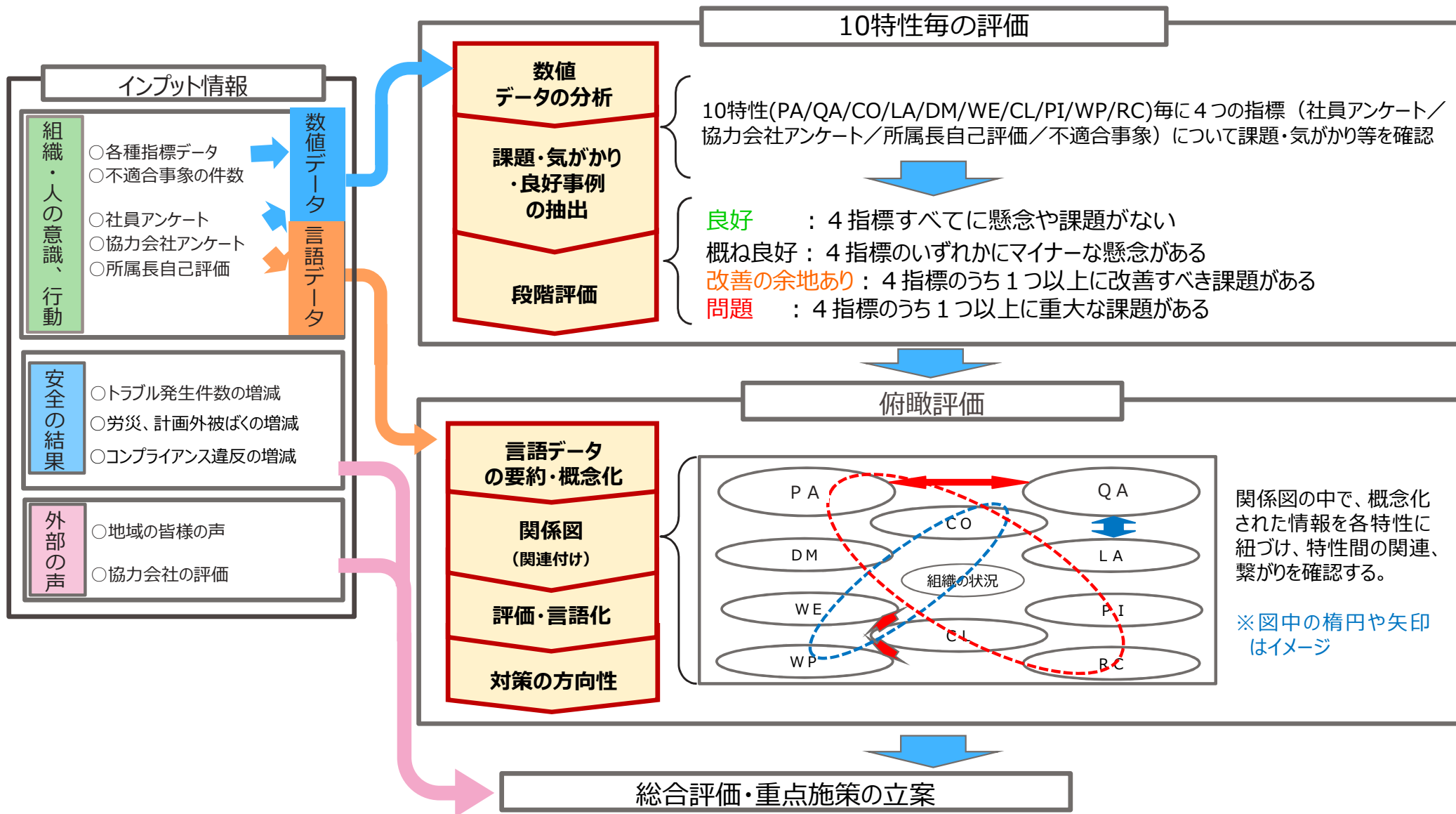
説明	実績																					
	12 事象の関係者 16 名に対し、インタビューを実施																					
<table border="1" data-bbox="891 414 1572 678"> <thead> <tr> <th>日時</th> <th>プラント・機器等の状態</th> <th colspan="4">関係者の操作(作業)、指示、連絡打合わせ等の内容</th> <th>問題点</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Aさん</td> <td>Bさん</td> <td>Cさん</td> <td>Dさん</td> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>②</td> <td colspan="4">③</td> <td>④</td> </tr> </tbody> </table>	日時	プラント・機器等の状態	関係者の操作(作業)、指示、連絡打合わせ等の内容				問題点			Aさん	Bさん	Cさん	Dさん		①	②	③				④	12 事象に対し、14 件の事象につながった行為 (問題点) を特定
日時	プラント・機器等の状態	関係者の操作(作業)、指示、連絡打合わせ等の内容				問題点																
		Aさん	Bさん	Cさん	Dさん																	
①	②	③				④																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 5px;">ATOPシート1</div> <div data-bbox="824 710 1281 1034">  </div> <div style="writing-mode: vertical-rl; border: 1px solid black; padding: 5px;">要因関連図 (なぜなぜ)</div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p data-bbox="952 1053 1131 1077"><分析シート1> (要因関連図)</p> <table border="1" data-bbox="824 1085 1254 1324"> <thead> <tr> <th>問題点</th> <th>1WHY</th> <th>2WHY</th> <th>3WHY</th> <th>4WHY</th> <th>5WHY</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>直接原因</td> <td>背景要因</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;">  </div>	問題点	1WHY	2WHY	3WHY	4WHY	5WHY					直接原因	背景要因	直接原因 (12 件) 背景要因 (16 件) 根本原因 (5 件) を特定									
問題点	1WHY	2WHY	3WHY	4WHY	5WHY																	
				直接原因	背景要因																	
	根本原因 (5 件) に対する対策 (14 件) を決定																					

【分析から特定された根本原因】

根本原因	インタビュー結果等の主な事実	関連件名
A. 組織におけるリスク管理の弱さ	<ul style="list-style-type: none"> ● 請負会社は、タービン動補助給水ポンプ制御油系統の通油確認を運転上の制限が適用される以前に実施出来るよう、制御油系統へのバイパスライン設置を推奨していたが、推奨を受けた当時、当社は改造・手続き等の検討に時間を要することから、実施時期を先送りしていた。 ● 新たな規制要求に対して、利用可能な多種多様な手段を準備し、それ以上の対応は不要（これで十分）と判断したこと、また、リスクのある作業や社内標準の改正の際に自課（室）のみで検討したことにより、社内でのリスク検討の機会を逸し、潜むリスクを把握できなかった。 	<p>⑤</p> <p>③⑧⑪</p>
B. 技術力低下（社員）	<ul style="list-style-type: none"> ● タービン動補助給水ポンプフィルタ蓋は海外製で特殊な形状のため、請負会社では特に慎重な復旧作業が行うなどの対応を行っており、過去には請負会社から当社社員へオイルフィルタ容器の仕様変更を要望していたこともあったが、当社社員は蓋部からの油漏えいにより運転上の制限からの逸脱が発生することまで考えが及ばず、事象発生まで更新に至っていなかった。 	<p>⑤</p>
C. 技術力低下（協力会社）	<ul style="list-style-type: none"> ● 東日本大震災以降、プラントの長期停止や世代交代等により作業員の現場経験が不足しており、現場技術力の低下につながった。 	<p>⑦</p>
D. 問いかける姿勢の弱さ	<ul style="list-style-type: none"> ● 再稼動に向け、業務が輻輳していたことから、設計から検査の各段階において、信頼性を疑うことなく「本当にそれでよいのか」と一旦立ち止まって問いかけることが不足していた。 ● 再稼動対応の繁忙感がある中で、新規制基準の要求に対して、十分な検討がされていなかった。 ● 設置許可や工認の審査において、当社で対策「要」と考えている事項を資料に記載する一方で、「不要」と考えている事項についての具体的記載を省略した結果、規制当局と議論する機会を逸し、規制の意図するところを把握することが出来なかった。 	<p>③⑫</p> <p>⑨</p> <p>⑫</p>
E. 調達管理の弱さ	<ul style="list-style-type: none"> ● 請負会社内の製品調達先や供給体制が業務移管等の理由で変更となった場合において、当社は「外部から提供される製品の管理」に関する請負会社の不備を想定しておらず、請負会社に対して調達管理上の重要性について伝達・注意喚起ができなかった。 	<p>①</p>

1. 安全文化評価の全体像と2022年度の評価結果を踏まえた取組み

- 安全文化評価は、社員アンケート結果等をインプットとして、安全文化の10特性毎に課題等を抽出、評価している。
- 2022年度の評価においては、特性間の関連性を考慮し、抽出した課題等の背景にある共通要因等の深掘りを行う「俯瞰評価」も行っており、これらの結果を総合的に評価し、2023年度の重点施策を立案している。



1. 安全文化評価の全体像と2022年度の評価結果を踏まえた取組み（続き）

- 2022年度の安全文化評価の結果としては、安全文化の10特性のうち4特性(PA/QA/LA/CL)で「改善の余地あり」と評価し課題を抽出しており、これらの課題解決に向け、様々な取組みを進めている。
- 例えば、自ら考え・行動する組織文化への変革に向けた取組みとして、「共感コミュニケーション」を2023年度から実施している。本取組みは、発電所状況等の共通理解及び組織文化の変革のための改善事項を抽出することを目的としており、目下、所員への意見聞き取り等を行っている。
- また、安全文化に係る社員アンケートの結果を踏まえた発電所幹部と各所属長間のディスカッションも実施している。

所員と幹部の対話活動（「共感」コミュニケーション）

- 発電所幹部をファシリテータとした小集団のグループ対話により、全所員を対象に「技術力の維持・向上」等のテーマについて、本音や想いを交えた双方向のコミュニケーションを行っている。



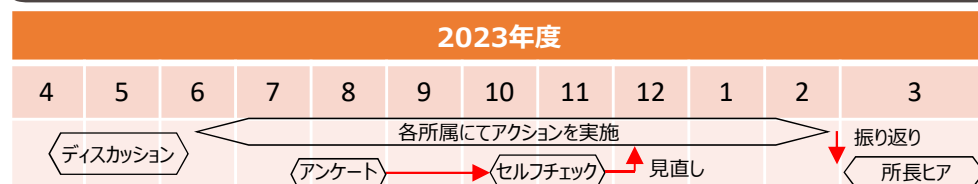
コミュニケーションの様子

安全文化社員アンケート結果を踏まえた幹部と所属長のディスカッション

- アンケート結果について、発電所平均や他発電所同所属との比較を行い、その結果を踏まえた具体的な対策について、発電所幹部と所属長にてディスカッションを実施している。



アンケート結果の比較例



次ページ以降、根本原因分析で抽出された課題について、安全文化との関係性を整理し、現在の取組み内容の有効性を確認する。

2. 白判定に係る安全文化の評価 – 根本原因分析との比較 –

- 2022年度の安全文化評価の結果について、根本原因分析から抽出された課題との関係性を整理した。
- 安全文化評価の結果として4特性(PA/QA/LA/CL)で「改善の余地あり」と評価し抽出された課題については、根本原因分析で抽出された課題に関係するものであり、**安全文化評価と根本原因分析の結果は同等である。**

安全文化評価で「改善の余地あり」と評価した特性

- 安全に関する責任（PA）
- 常に問いかける姿勢（QA）
- リーダーシップ（LA）
- 継続的学習（CL）

同等

根本原因分析から抽出された課題

- ① 組織（当社および協力会社）のリスク管理の向上
- ② 技術力向上（当社社員）
- ③ 技術力向上（協力会社員）
- ④ 問いかける姿勢
- ⑤ 調達管理の向上

根本原因と安全文化の特性との関連

① 組織のリスク管理（関連する特性：LA）

MO等の活動に取り組んでいるものの、現場確認やコミュニケーションによる現場への影響力を十分発揮できておらず、現場第一線までのルール遵守の重要性などの期待事項の浸透に弱みが見られる。この背景には「要員不足による業務繁忙感」、「リーダーがプレイヤーにならざるを得ない状況」があると考えられる。

②・③ 技術力向上（関連する特性：PA、CL）

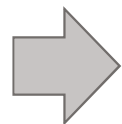
社員自らルールの熟知に努めるとともに、現場に出向いて双方向コミュニケーションを行い、重要な情報を聞き漏らさないことに弱みが見られる。この背景には技術力の維持向上について、定年退職や要員減少への課題として対応が必要であると認識しつつも、「要員数が少なくローテーションする柔軟性が乏しい」、「目先の業務に追われてできない」等があると考えられる。

④ 問いかける姿勢（関連する特性：PA、QA）

組織内の提案や報告から学習し、ルールの合理化・簡素化の改善につなげることができていない様子が見られる。この背景には「社内ルールの目的・本質の理解不足」や「これまでのやり方が安全であるという考え方」があると考えられる。

⑤ 調達管理（関連する特性：LA）

安全文化評価において関連する課題は抽出されていない。



2022年度の安全文化評価で抽出された課題は根本原因分析で抽出された課題と同等であり、この評価結果に基づく現在の取組みを進めていくことは、根本原因分析に係る課題の解決にも有効である。

2. 白判定に係る安全文化の評価 – 俯瞰評価における言語データからの再整理 –

- 安全文化評価結果に基づく取組みの推進にあたり、2022年度の安全文化評価で「改善の余地あり」と評価した4特性 (PA/QA/LA/CL)について、特性間の関連性を考慮した評価(俯瞰評価)により共通要因等の深掘りを行った。
- 下表のとおり、社員アンケートや所属長自己評価における自由記述の分析に基づくポジティブな言語データから改善が図られている面も確認できた一方、ネガティブな言語データとして**要員不足を訴える声が多く、これが課題に係る共通の背景にあると推察している。**

特性	10特性毎の評価	特性	俯瞰評価結果
PA	改善の余地あり (課題)	安全に関する責任 (PA)	○社会からの信頼を意識 △自分の仕事の枠を超えて取り組む姿勢が弱い △ルールの重要性や目的の理解が不足
QA	改善の余地あり (課題)		
CO	概ね良好	常に問いかける姿勢 (QA)	○過去実績・前例にとらわれず意見提起 △疑問点等に時間をかけた検討ができていない
LA	改善の余地あり (課題)		
DM	概ね良好	リーダーシップ (LA)	○リーダーは積極的に現場に出ている △人的資源等のリソースが十分ではない △技術伝承に有効な施策が取れていない
WE	概ね良好		
CL	改善の余地あり (課題)	継続的学習 (CL)	○OJTや教育訓練プログラムを活用している △既存の枠を超えた提案に消極的 △要員不足に伴う技術力維持への不安
PI	概ね良好		
WP	概ね良好		
RC	概ね良好		

- 今回の根本原因分析で提起された課題の共通的な要因として、2022年度の安全文化評価を踏まえ取り組んできた課題に加え、「要員確保に係る課題」が挙げられる、と推察した。**要員確保に係る課題の主たる背景は「3、4号機の定期検査を実施しながら1、2号機の再稼働業務に取り組む状況が長期化したことに伴う繁忙感」と考える。**これに対して、これまで、原子力事業本部及び他発電所等との様々な調整を図り、他発電所や原子力事業本部からは、業務ピーク時の負担が軽減するよう必要に応じて要員を派遣したり、また、安全対策工事や特重施設設置工事等の対応には、火力部門からの異動や協力会社からの出向により、要員の底上げを図ったりする等、適宜対策を行ってきたものの、2023年8月時点のアンケートにおいても、要員不足、繁忙感に係る意見は、引き続きより顕著に提起されている。高浜発電所からは、3、4号機の定期検査を実施しながら1、2号機の再稼働業務に取り組んできたフェーズから4基の安全・安定運転のフェーズに移った状況においても、要員確保に係る課題が提起されていることから、引き続き、各課室間、あるいは発電所・原子力事業本部間で丁寧にコミュニケーションを図り、更なる要員の充実や派遣社員等の配置、外部委託の実施など、発電所要員の業務負荷軽減に向けた施策を原子力事業本部主導で検討していく。併せて、各職場においては、創意工夫により業務効率化を図るとともにDXの推進による負荷低減にも引き続き取り組んでいく。

改善措置活動計画の概要（1 / 2）

- 根本原因、安全文化要素の劣化兆候の特定の検討から得られた課題に対する改善措置活動の計画を以下のとおりまとめる。

課題	改善措置活動の計画	概要	実施時期※1
A. 組織における リスク管理の向上	是正措置プログラム（以下、CAP）※2 ガイドラインの制定	発電所員のリスク感受性を一律に高めることを目的に「コンディションレポート※3として登録すべき事例」や「リスク重要度の判断に関する事例」等を解説した「CAPガイドライン」を新たに制定する。	短期
	CAP 関連情報の共有化	発電所員一人ひとりがリスクに向き合えるよう、コンディションレポートの審議結果や対応状況等のCAP活動の情報を閲覧できるデータベースを構築する。	済
	コンディションレポート分析手法の改善	コンディションレポートの内容を登録したCAPシステムの分析にテキストマイニング※4の手法を取り入れ、有益な情報を抽出する。	済
	リスクレビュー会議※5の運用改善	ガバナンスを強化するため、工事所管課がリスクレビュー会議の付議を不要と判断した工事等についても、発電所幹部が付議の必要性を確認する運用に見直す。	短期
B. 当社社員の 技術力の向上	保修課員の業務効率化、アウトソースの推進	工事の発注手続きを削減するための手続き簡略化や、グループ会社による重要度の低い設備の委託管理範囲の拡大を行う。	短期
	保修課員への現場に出る意義の意識付け活動	再稼動に伴う書類作成等の机上業務が増加したことから、改めて、現場に出ることの必要性を意識付けする活動を行う。	短期
	他社ベンチマーク等を通じた良好事例の展開	他電力における設備保全等のベンチマークを行うことで良好事例を把握し当社への展開を検討する。	短期
	協力会社主催の実務研修等への参加	協力会社の研修について、研修内容を把握するとともに参加機会の創出を図ることで、技術力の向上に繋げる。	済

※1：すでに完了・継続している対策を「済」、今後、1年以内に講じる対策を「短期」、1年以上かけて実施する対策を「中期」と記載。
 ※2：発電所員が報告するコンディションレポートについて、リスクに応じた処置方法等を会議の場で決定のうえ処置等を行い、重要な問題の再発防止や未然防止を図る活動。CAPはCorrective Action Programの略称。
 ※3：設備に係る気付き（ポンプの異音、配管からの漏れ等）やプロセスに係る気付き（パトロールや現場観察における指摘・気付き等）を報告するレポート。
 ※4：文章を単語（名詞、動詞、形容詞等）に分割し、それらの出現頻度や相関関係を分析することで有益な情報を抽出する手法。
 ※5：プラントへの重大な影響・重篤災害に至るリスク抽出・対策の検討結果について発電所幹部を含めた関係者でレビューを行う。

改善措置活動計画の概要（2 / 2）

課題	改善措置活動の計画	概要	実施時期
C. 協力会社社員の技術力向上	協力会社間の相互MO※ ¹ によるベストプラクティスの共有	同じ作業をしている協力会社間で、作業方法等を共有し、改善点を抽出するだけでなく、現場においても、お互いの作業を開始から完了まで観察して問題点や良好事例を報告しあう。	短期
	当社MOの重点項目を設定し、集中的なMOを実施	当社が協力会社に対して実施するMOにおいて、心理的な抵抗を減らすため、重要な観点を明確化した集中型のMOを定着させていく。さらに、定着状況を確認し、長時間滞在型のMOの導入も検討する。	済
	技術力アップに寄与する協力会社の独自取組の横展開	協力会社とのコミュニケーションにより得られた良好事例を他の協力会社に紹介、慫慂する。	済
D. 問いかける姿勢の醸成	「共感」コミュニケーションの実施	自ら考え・行動する組織文化に変えていくため、発電所幹部と「技術力の維持・向上」等のテーマについて、本音や想いを交えた双方向のコミュニケーションを実施する。	短期
	過去の不具合事例等を活用した自分事としての振り返りの実施	過去の不具合事例等について、所員一人ひとりが自分事として振り返るためのディスカッション等を実施する。	短期
E. 調達管理の向上	定期的な請負会社品質監査の場を利用した当該事例※ ² の活用による意識向上	請負会社と対話する場を利用し、「外部調達先に関する管理の重要性」に関する意識付けを行う。	中期
F. 要員不足による業務繁忙の解消	要員の充足検討	さらなる要員の充実や派遣社員等の配置、外部委託の実施など、発電所要員の業務負荷軽減に向けた施策を原子力事業本部主導で検討していく。あわせて、各職場においては、創意工夫により業務効率化を図るとともにDXの推進による負荷低減にも引き続き取り組んでいく。	中期

※ 1：当社や協力会社の管理職等による発電所の現場観察。Management Observationの略称。

※ 2：計装部品の製造メーカー（請負会社による外部調達先）が事業撤退し、新たな製造メーカーに業務を移管した際に設計内容の引継ぎが不十分で、計装設備の一部の部品が未装着で納入された事例。