

原子力発電の安全性向上に向けた 自主的かつ継続的な取組み

2021年12月8日

関西電力株式会社

- 当社は2004年8月の美浜3号機事故以降、「安全最優先」の事業活動を経営の最優先課題として、全社一体となって展開している。より高みを目指す観点から、安全文化醸成活動をはじめ、自主的かつ継続的な安全性向上にかかる取組みを積極的に進めている。
- 今回は、原子力発電所の状況と特に美浜3号機の再稼動への取組みおよび安全性向上に向けた主な取組みについて、ご説明させていただく。

1. 当社の原子力発電所の状況

ユニット名	電気出力 (万kW)	状況
美浜1号機	—	廃止措置工事实施中（タービン建屋設備撤去工事中）
美浜2号機	—	
美浜3号機	82.6	2021.6.29に並列、7.27に本格運転を再開した後、2021.10.23より定期検査を開始 特重施設工事实施中であり、 2022年10月再稼動予定 ⇒ 3 ~ 5
高浜1号機	82.6	安全対策工事は、1号機完了、2号機は12月完了予定 特重施設工事を実施中であり、 2023年6月、7月再稼動予定
高浜2号機	82.6	
高浜3号機	87.0	高浜 3, 4号機は、定格熱出力一定運転中 3号機は来年3月、4号機は来年5月より定期検査を実施予定
高浜4号機	87.0	
大飯1号機	—	廃止措置工事实施中（2次系設備解体撤去工事中）
大飯2号機	—	
大飯3号機	118.0	大飯 3, 4号機は、定格熱出力一定運転中。 特重施設工事を実施中 3号機は来年8月、4号機は来年3月より定期検査を実施予定
大飯4号機	118.0	

凡例
 : 廃止措置
 : 再稼動未
 : 再稼動済

1. 美浜3号機再稼動に向けた取組み（1 / 3）

- 再稼動に万全を期すため、以下の取組みを実施
 - ①長期停止期間中における定期的な停止時点検や保管管理による設備保全
 - ②運転員の力量維持
 - ③再稼動時における入念な設備点検

①長期停止期間中の設備保全

- 長期停止期間中（2011.6.11に停止し2021.6.29に並列するまで約10年間）の設備、機器の健全性確保のため、特別な保全計画を策定し、**適切な設備管理**を実施
 - 停止期間中も使用する海水ポンプ等、機器、設備の使用条件、環境に応じた**停止時点検**を実施
 - 腐食防止を目的としたタービンの乾燥保管等、環境に応じた**保管管理**を実施

【海水ポンプ分解点検状況】



【タービン乾燥保管状況】

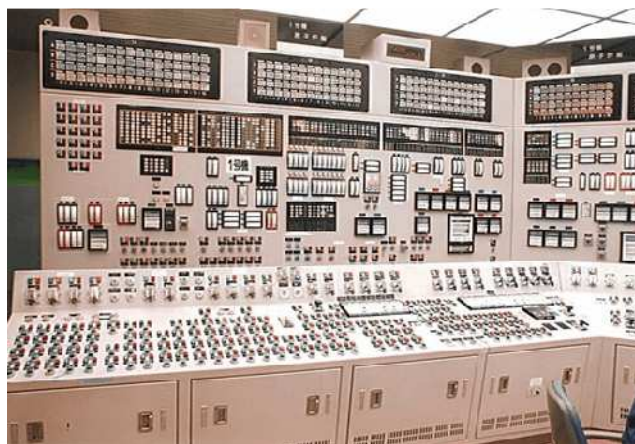


1. 美浜3号機再稼動に向けた取組み（2 / 3）

② 運転員の力量維持

- 美浜発電所の運転員の3割は運転を経験していないため、**未経験操作習熟のための教育**の実施、現場でベテランから若手運転員への**運転ノウハウの伝承**
- 熱、音、振動等の運転中プラントでしか経験できない五感を養うため、美浜3号機の運転員を、高浜発電所、大飯発電所に派遣し、**高浜3・4号機、大飯3・4号機の再稼動時の運転操作や再稼動以降の通常運転時の運転操作を経験**
- また、今回新たに設置したデジタル式中央制御盤に対応するため、**シミュレータもデジタル式に更新し、運転員の習熟訓練**を実施

旧中央制御盤



デジタル式中央制御盤（イメージ図）



保守性向上のため更新
(監視操作性も向上)

1. 美浜3号機再稼動に向けた取組み（3 / 3）

③再稼動時の入念な設備点検

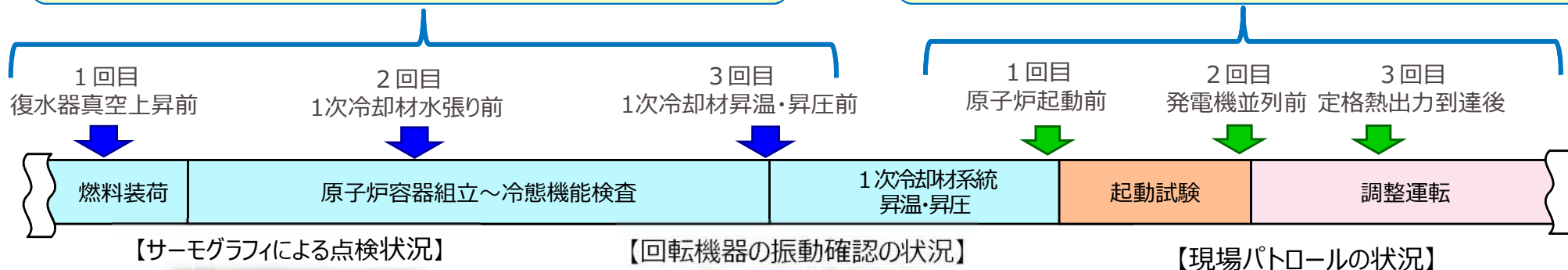
- 再稼動時の設備点検として、従来の点検に加えて、「**総点検**」と「**集中的な安全確認**」を追加。
- 他発電所社員やOB等を動員し、機器・設備に限定せず、資機材の配置（整理整頓）状況などを含め、**現場におけるあらゆる気がかり事項を見つけ処置**を行い、万全を期した。

【総点検】

- ・今回の再稼動で特別に実施
- ・美浜発電所社員、メーカー・協力会社社員、**再稼動経験のある大飯発電所社員が参加（延べ約320名）**

【集中的な安全確認】

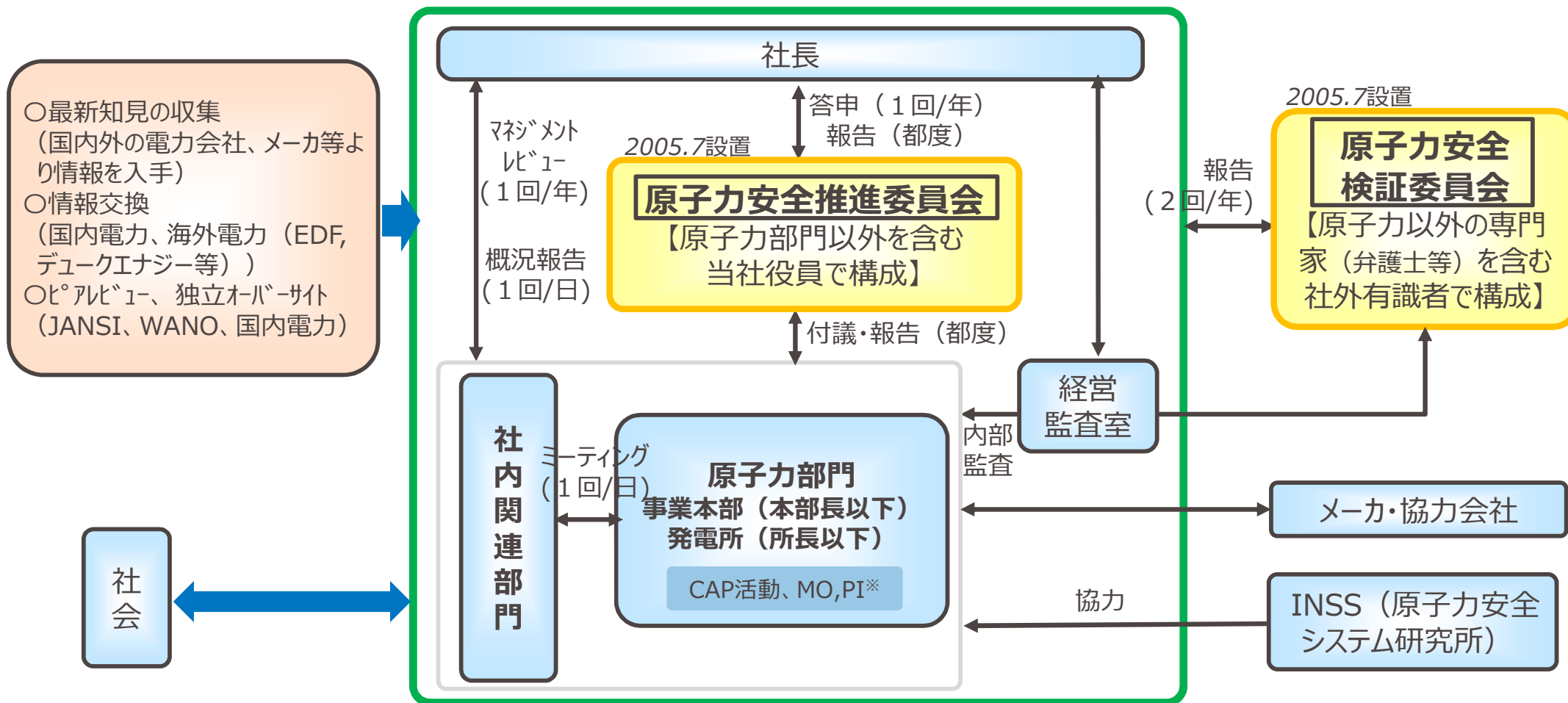
- ・これまでの再稼動でも実施
- ・美浜発電所社員、メーカー・協力会社社員、**トラブル等の知見を持つ当社OBが参加（延べ約430名）**



- これらの取組みを実施してきた中で、タービン動補助給水ポンプの定期試験中の不具合が発生。
- ストレナを開放点検し、配管内面およびストレナの洗浄を行い、スラッジが残存していないことを確認の上、試験を再開し、**運転継続に問題がないことを確認**し復帰。
- 再稼動に向けた取組みで得られた教訓・経験については、**今後の保全活動に反映**していく。

2. 原子力安全にかかるマネジメント体制

- 原子力安全にかかるマネジメント体制は、社外有識者で構成する「**原子力安全検証委員会**」、社内の他部門役員を含む「**原子力安全推進委員会**」などを中心とし、安全性向上にかかる取組みについて、**多角的に審議を行う体制を整え、原子力安全を高める活動を実施している。**



※ INSS : 原子力安全システム研究所
MO : Management Observation (管理職による発電所の現場観察)
PI : Performance Indicator (定量的に管理する指標)

3. 原子力発電の安全性向上の取組み

- 原子力事業運営の根幹は、「社会の信頼」であり、今後も改善や工夫を加えながら、更なる安全性向上に継続して取り組んでいくことが事業者としての責務であり、以下に示すとおり、ありたい姿（5つの柱）を展開、半期毎に評価を実施している。

ありたい姿（5つの柱）

具体的な活動（例）

(1) 安全最優先の理念の浸透および定着

①現場とのコミュニケーション ⇒ **8**

②安全文化醸成活動 ⇒ **9**

(2) 安全性向上に関する基盤整備

①技術力の維持・向上 ⇒ **11**

②核物質防護に係る取り組み ⇒ **12**

(3) 安全性向上に関する活動の実施

①自然現象に対する対応 ⇒ **13**

②原子力防災訓練 ⇒ **14**

(4) リスクマネジメントをはじめとする マネジメントシステムの確立・改善

①発電所の取り組みに対する観察・評価 ⇒ **16**

②新型コロナウイルスに係る対策 ⇒ **17**

③重大な労働災害の再発防止対策 ⇒ **18**

(5) コミュニケーションの充実等

①立地地域等における理解活動 ⇒ **19**

(1) 安全最優先の理念の浸透及び定着 ①現場とのコミュニケーション

- 美浜3号機事故の教訓として毎年実施している「安全の誓い」の日（8月9日）の取組みを継続実施。
- 本年は再稼動を控えた美浜発電所や高浜発電所にて、**自らの言葉で現場第一線に期待事項を発信。**

継続 「安全の誓い」の日の取組み

- 「安全の誓い」の日に、①**発電所石碑に黙祷**、②**所員へ訓示**、③**全社員へ社長メッセージを発信**



「安全の誓い」の日（石碑の前での黙祷）



「安全の誓い」の日（所員への訓示の様子）



充実 期待事項の発信

- ✓ 一人ひとりが事故の教訓を深く胸に刻み、**協力会社の皆さまと一緒に、安全最優先で日々行動していくこと。**
- ✓ 規制基準に留まらない、**自主的かつ継続的に安全性を向上していくという努力が、我々の基本。**
- ✓ 日本全体がカーボンニュートラルに向かう中での**主力を担う立場であるという自覚と誇り**を持つべき。将来に亘って日本の原子力の中核となるべく共に努力をしていきたい。

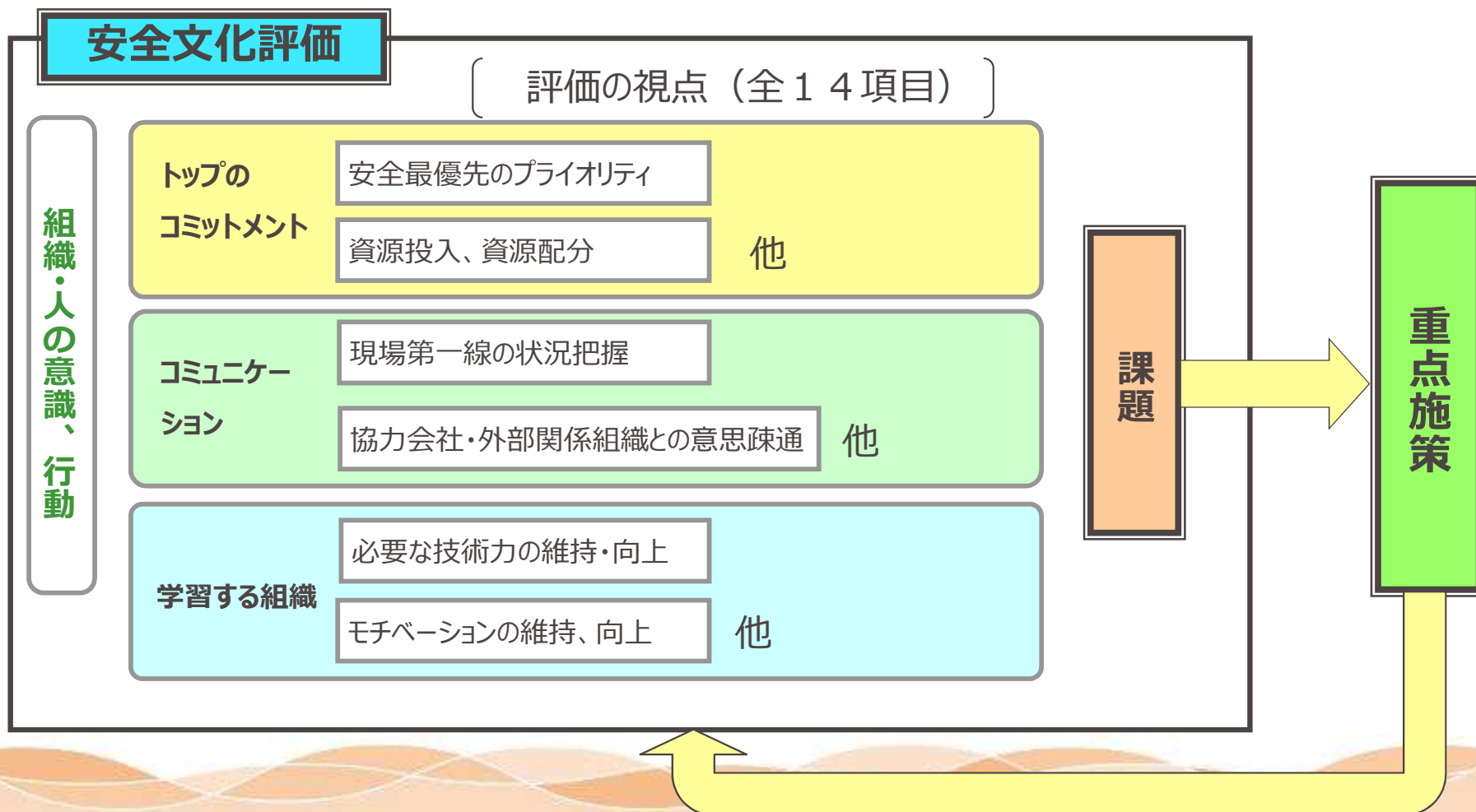


美浜発電所訪問時（2021年6月27日）

(1) 安全最優先の理念の浸透及び定着 ②安全文化醸成活動 (1 / 2)

- 毎年、安全文化を評価し、安全文化上の課題を抽出、重点施策として取り組んでいる。
- 抽出した課題や重点施策については、**他部門を含めて多角的な視点から議論**（原子力安全推進委員会）し、改善を重ねている。

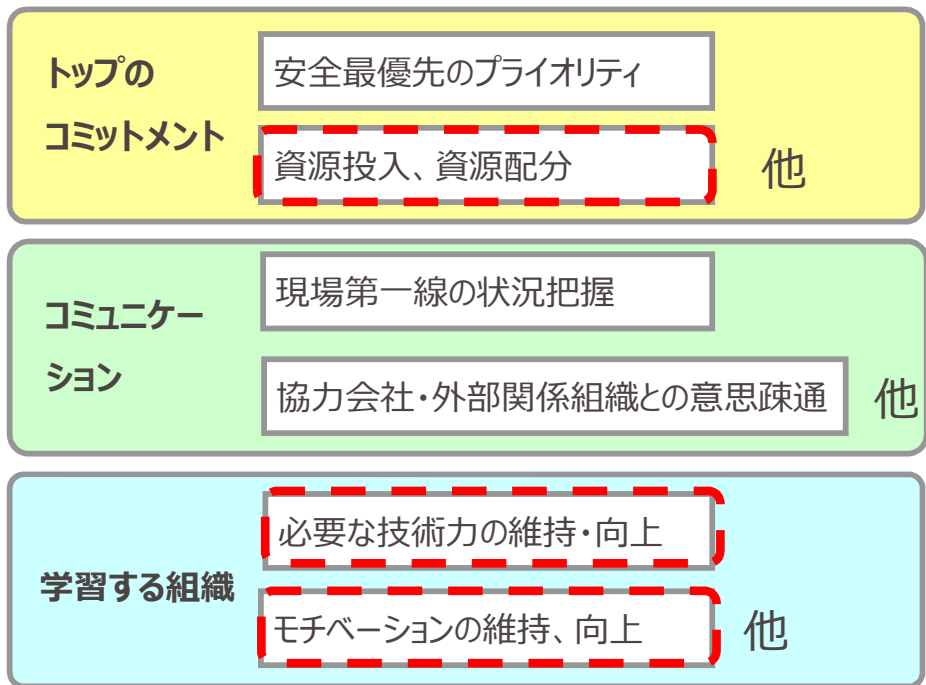
継続 安全文化醸成活動



(1) 安全最優先の理念の浸透及び定着 ②安全文化醸成活動 (2 / 2)

2020年度の安全文化評価結果

- 安全文化評価の結果、以下**赤枠の視点**について、複数の発電所、または複数の部門において課題が見られた。
- これらの課題を分析した結果、**原子力部門の経営層と従業員の認識に、以下に示すようなギャップが生じていることが確認された。**



分析例：モチベーションの維持・向上に関する課題に対して

(原子力部門の経営層)
機微情報に触れない範囲で、各種会議体や公開資料を通じ、当社の原子力にかける想いや取組み内容を共有している。

↕ **ギャップ** ↕

(従業員)
各種発表は報道が先行することがあり、経営層から、原子力政策や燃料サイクルに対する当社スタンスの説明が不十分と感じていて、将来に不安を抱いている。

2021年度の重点施策

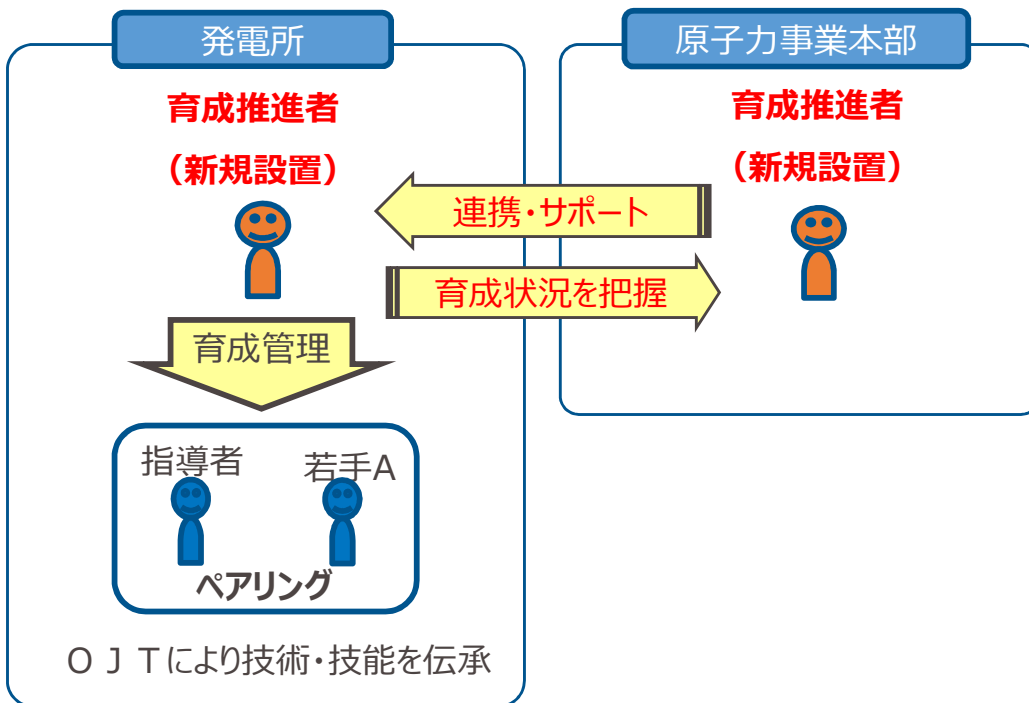
当社の中期経営計画や第6次エネルギー基本計画が決定された際には、計画の概要や参考情報をまとめた資料を作成し、丁寧な説明を行う等、経営層と従業員の認識のギャップを解消するため、**経営層が「伝えることを明確にした伝わるコミュニケーション」に取り組んでいる。**

(2) 安全性向上に関する基盤整備 ①技術力の維持・向上

- 若手社員の育成のため、指導者とのペアリングを行うとともに、要員を早期に効率的に育成するため、**育成推進者による管理・サポート体制の充実**を図った。
- JANSIから提案を受け、運転員のチームパフォーマンスを向上すべく、**長時間負荷訓練を導入**。

充実 若手育成の取組み

- 従来、要員の育成管理は発電所の各部署に任せていた
- **育成推進者を新たに設置**し、推進者同士の連携により、良好事例の共有を図る等、**部署横断的に育成管理**



充実 運転員の長時間負荷訓練

- 通常のシミュレータ訓練は約1時間であるが、より**長時間（約2時間）**の訓練を行い、かつ通常より**多くの故障や事故が連続する訓練シナリオ**によって、高ストレス環境下における運転員のパフォーマンスを観察し、改善事項を抽出
- 訓練参加者による振り返りを行い、**次回訓練時のチームとしての行動目標を設定**



(2) 安全性向上に関する基盤整備 ③核物質防護に係る取り組み

- 核物質防護（P P）業務においても、**是正処置プログラム（CAP）を2020年より導入。**
- 発電所のテロ対応能力の強化のため、防護本部の責任者（防護隊長）として、**危機管理能力に優れた自衛隊出身者を登用。**

充実 P P C A P の導入

PP設備の不具合
事項等を報告

【スクリーニング会議】

- ・PP上の品質に影響を及ぼす状態か否かを評価
- ・PP以外のCAPとのスクリーニングレベルを統一

それ以外

品質に影響を及ぼす可能性のある状態

【CAP会議】

- ・影響度高・中・低を決定
- ・処理担当箇所、処置方法を決定
- ・処理状況の報告 等

処置計画承認
／処置実施

各課にて
処置

※ P P C A P に品質保証部門も参画

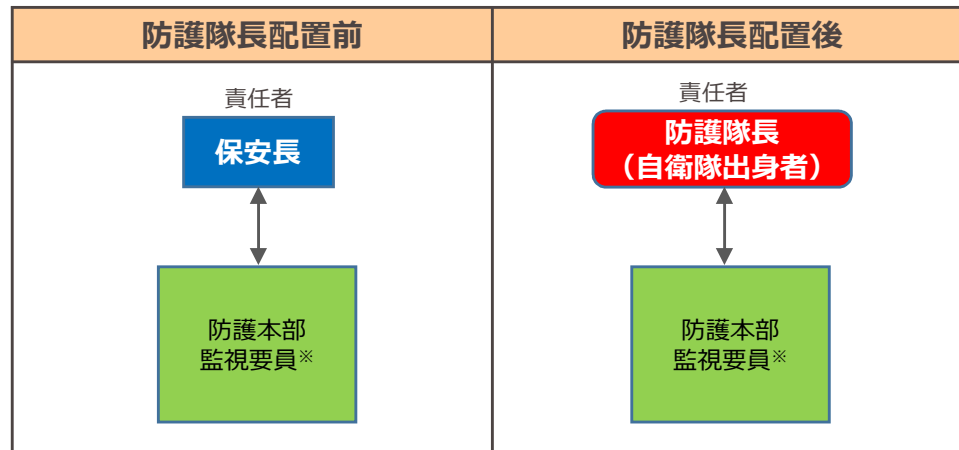
充実 防護本部への自衛隊出身者の登用

【実施状況】

- ・高浜発電所は、2020.5に配属済
- ・大飯発電所は2021年度中、美浜発電所は2022年度中の配属を予定

【高浜発電所における評価】

- ・**侵入者の模擬訓練での指揮能力には、警察から高い評価**
- ・避難訓練計画立案、P P 教育テキストへのコメントなどに貢献



※：核物質防護に関する体制であり、詳細は省略

(3) 安全性向上に関する活動の実施 ①自然現象に対する対応

➤ 自然現象に関しては、国の機関による報告、学協会の論文、海外情報等の新知見情報を収集し、当社プラントへの反映要否を検討する活動を実施するとともに、更なる安全性向上に係る取組みを進めており、以下にその一例を示す。

継続 取組み事例（構外潮位計の追加設置）

➤ 警報なし津波への対応

津波襲来時には、発電所の潮位観測を基に取水路防潮ゲートの閉止を判断する運用。

➤ 早期に津波の兆候を捉えた対応への取組（津居山地点への潮位計の設置）

兵庫県所有の潮位計(津居山地点)を活用するとともに、**同地点に自社潮位計を設置**。

継続的な潮位観測により、早期に津波の兆候を捉えた対応が可能。

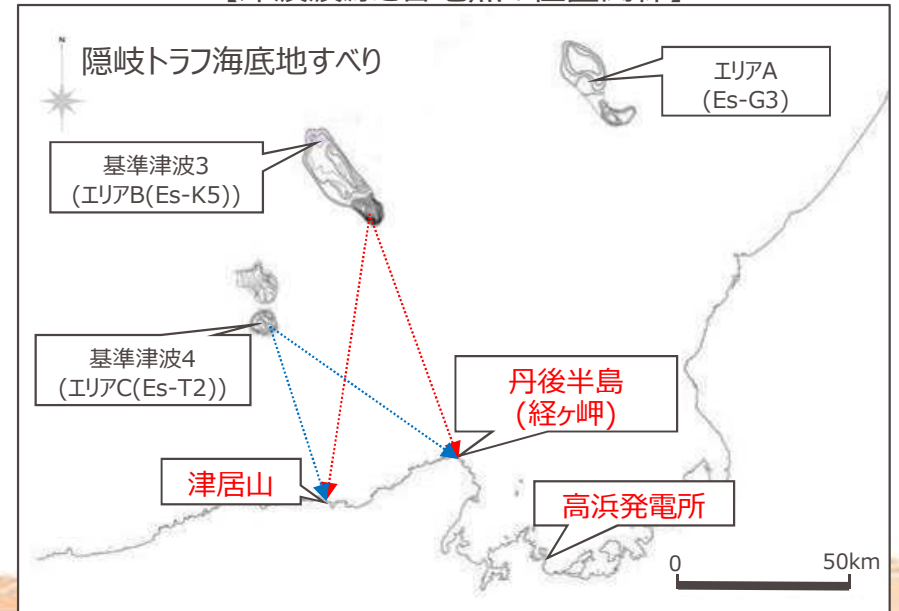
➤ 更なる安全性向上に係る取組み（丹後半島付近への潮位計の追加設置）

「より早期に津波の兆候を捉えること」及び「潮位計の地点分散による多様化」を目的として、**京都府の丹後半島付近への潮位計の追加設置**について、現在、候補地点の選定等、設置に向けた具体的調整を進めている。

【津居山、丹後半島（経ヶ岬）への津波到達時間】

海底地すべり津波	津居山	丹後半島（経ヶ岬）	高浜発電所
基準津波3 (エリアB(Es-K5))	31分	22分	43分
基準津波4 (エリアC(Es-T2))	24分	23分	47分

【津波波源と各地点の位置関係】



<原子力規制庁との情報連携>

- 毎年、訓練での反省事項を基に改善を行っており、昨年は、原子力事業本部「緊急時対応センター（ERC）対応チーム」から、原子力規制庁「ERC」への情報伝達の迅速性および的確性に課題があるとの指摘を受けたことから、以下の改善を図った。
- 2020年度訓練では、その効果を確認。
(改善状況（評価点向上）は、規制庁訓練報告会（8/3）においてもご確認頂いた)

充実 訓練における改善項目

昨年実施した「原子力規制委員会と当社との意見交換」（2020/9）にてご説明した4点の改善項目

1	情報内容の定型化（情報発信のポイント集の充実）
2	ERC説明者の負担軽減（役割分担の見直し）
3	発電所対策本部～ERC対応チーム間の情報ルートの充実（ホットライン設置）
4	情報発信者の育成（発電所と一体となったスキル向上） (他事業者へNRA役の模擬をお願いするなど情報発信者を育成)

改善項目4 他事業者連携訓練



北海道電力によるERC模擬役

今後も、訓練で得られた教訓から、継続的な改善に努め、実効的な訓練を目指す

<事故対応能力の向上>

- 事故対応能力を高めるために、「情報共有」の充実に加え、「判断能力」や「実動能力」の向上を目指し、各種訓練を継続的に実施

継続 訓練に係る概略体系

福島第一発電所事故を踏まえ、改善を重ねながら継続的に実施
(年間約5,200回)

原子力関連の主な訓練

原災法に基づく防災訓練

- 事業者防災訓練

判断能力

実動能力

情報共有



炉規法(保安規定)に基づくSA訓練

- 技術的能力の確認訓練
- 成立性確認訓練
- 机上訓練

判断能力

実動能力

判断能力

実動能力

判断能力



他事業者の良事例を改善に繋げるため、**事業者間での相互評価やベンチマーキング活動のより一層の充実**を図っていく。

① 発電所の取り組みに対する観察・評価

➤ 2003年の（原子力部門の）品質マネジメントシステムの導入以降、社長をトップマネジメントとしたマネジメントレビューを毎年開催しており、以下の通り、継続的に改善を図っている。

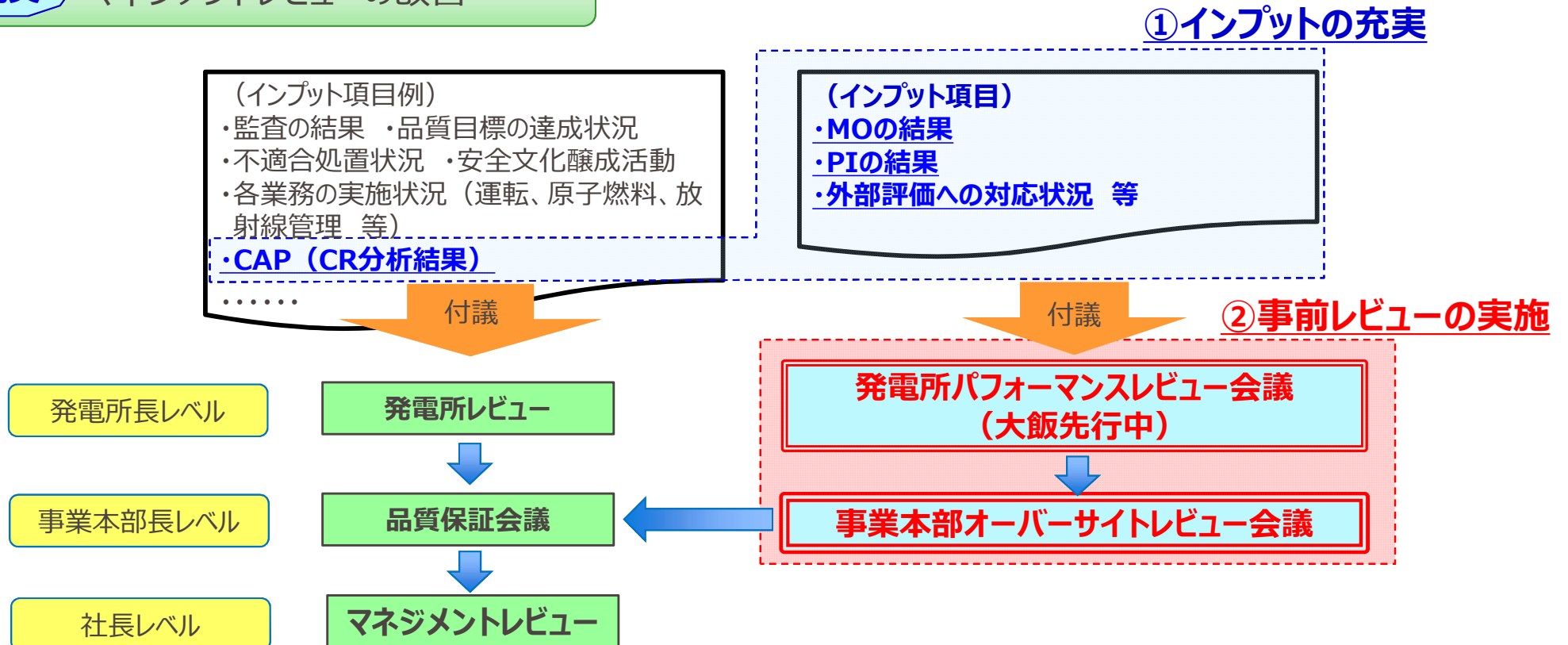
① インプットの充実

（従来は、法令（規格）要求に基づくものが中心であったが、MO、PI、CAP等をインプット情報として活用）

② 事前レビューの実施

（PIやMO等の結果について、包括的・多面的に評価し、発電所長、事業本部長がレビューする取組みを開始。その結果をインプット情報として活用）

充実 マネジメントレビューの改善



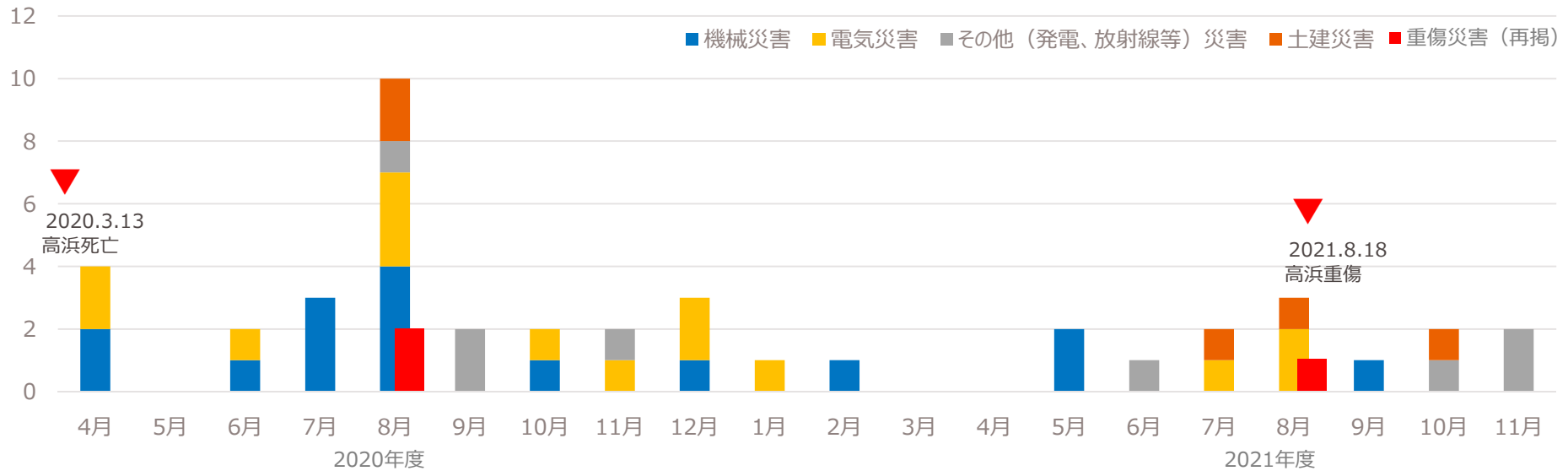
② 重大な労働災害の再発防止対策

- 労災の発生原因を経年で傾向分析し、対策を重点化（不安全行動の管理と協力会社へのフィードバック（基本動作遵守の徹底）、新規入構者の安全意識向上）

充実 労働災害の再発防止対策と発生状況

取組み	取組内容
不安全行動の管理と協力会社へのフィードバック	○基本動作の遵守に重点を置いた各種パトロールを実施。 ○ パトロールで発見された不安全行動をレポート化し、元請会社へ通知。
新規入構者の安全意識向上	○新規入構者への基本動作遵守等の問いかけ・復唱 ○ 新規入構者教育資料の充実

<労災発生件数>



- ✓ 2020年下期以降は、労災件数は減少傾向
- ✓ 一方で、今年8月に重傷災害が発生しており、引き続き実効性のある取組みを展開し、**「労災ゼロ」に向けて不断の努力を行っていく。**

③新型コロナウイルスに係る対策

- マスク着用の義務化、体調管理の徹底、執務室動線の分離等、各種取り組みを感染予防対策を実施。
- 感染者が発生した場合、接触の可能性があった対象者に速やかに自宅待機を指示し、自主的なPCR検査を実施することで、感染拡大を予防。（検査キットを複数ルートから確保し備蓄）
- 全国的に感染が拡大していたお盆期間は、福井県外へ帰省する社員・協力会社社員に対し、抗原検査キットを配布、陰性を確認してから入社することを徹底。
- ワクチン職域接種については、円滑に完了。

継続 新型コロナウイルス感染予防対策

○入構時のサーモグラフィ検温



○各階の執務室動線を分離



○食堂の間仕切り設置



○当直窓口への衝立設置



ワクチン職域接種の様子



接種希望者約5,500名に対して、全員2回目の接種が完了（美浜発電所、高浜発電所、大飯発電所で実施）

【原子力発電所入構者の感染状況】

（2020年11月14日※～2021年11月30日までの合計）

※発電所で初めて感染者が確認された日

	美浜	高浜	大飯
当 社	5	3	2
協力会社	24	38	17

(5) コミュニケーションの充実等 ①立地地域等における理解活動

- 社長が、立地地域等を訪問し、安全対策工事・廃止措置の状況等について、**直接説明し、ご意見を確認**
- 原子力事業本部長をはじめとする役員や社員が、**立地地域等の皆さまからのご意見を、各戸訪問を通じて直接確認（美浜町、高浜町で全戸訪問）**
- いただいたご意見は、**原子力事業本部内で共有し、事業運営に活かす仕組みを整備**

継続 社長による立地地域への説明

立地地域との原子力懇談会※を10/12(美浜町)、10/13(おおい町、高浜町)に実施

※美浜3号機事故の再発防止に係る行動計画の実施状況、発電所の運営状況、発電所運営に係る当面の課題等に係る立地町との皆さまとの対話の場。



2021年10月の原子力懇談会

充実 各戸訪問実施状況（2020.10～2021/9実績）

対象		戸数	実績
美浜町	全戸訪問	約3,100戸	2回（12,4月）
	地元三区(上記とは別に)	約240戸	4回（6,7,8,9月）
高浜町	全戸訪問	約4,000戸	1回（7月）
	内浦地区(上記とは別に)	約250戸	2回（12,3月）
おおい町	大島地区	約180戸	5回（10,12,3,6,9月）
小浜市	PAZ圏内	約70戸	5回（10,12,3,6,9月）
敦賀市	白木地区	15戸	6回（12,3,4,7,8,9月）
舞鶴市	PAZ圏内	約150戸	4回（10,12,3,7月）



原子力事業本部長による各戸訪問

美浜発電所長による各戸訪問

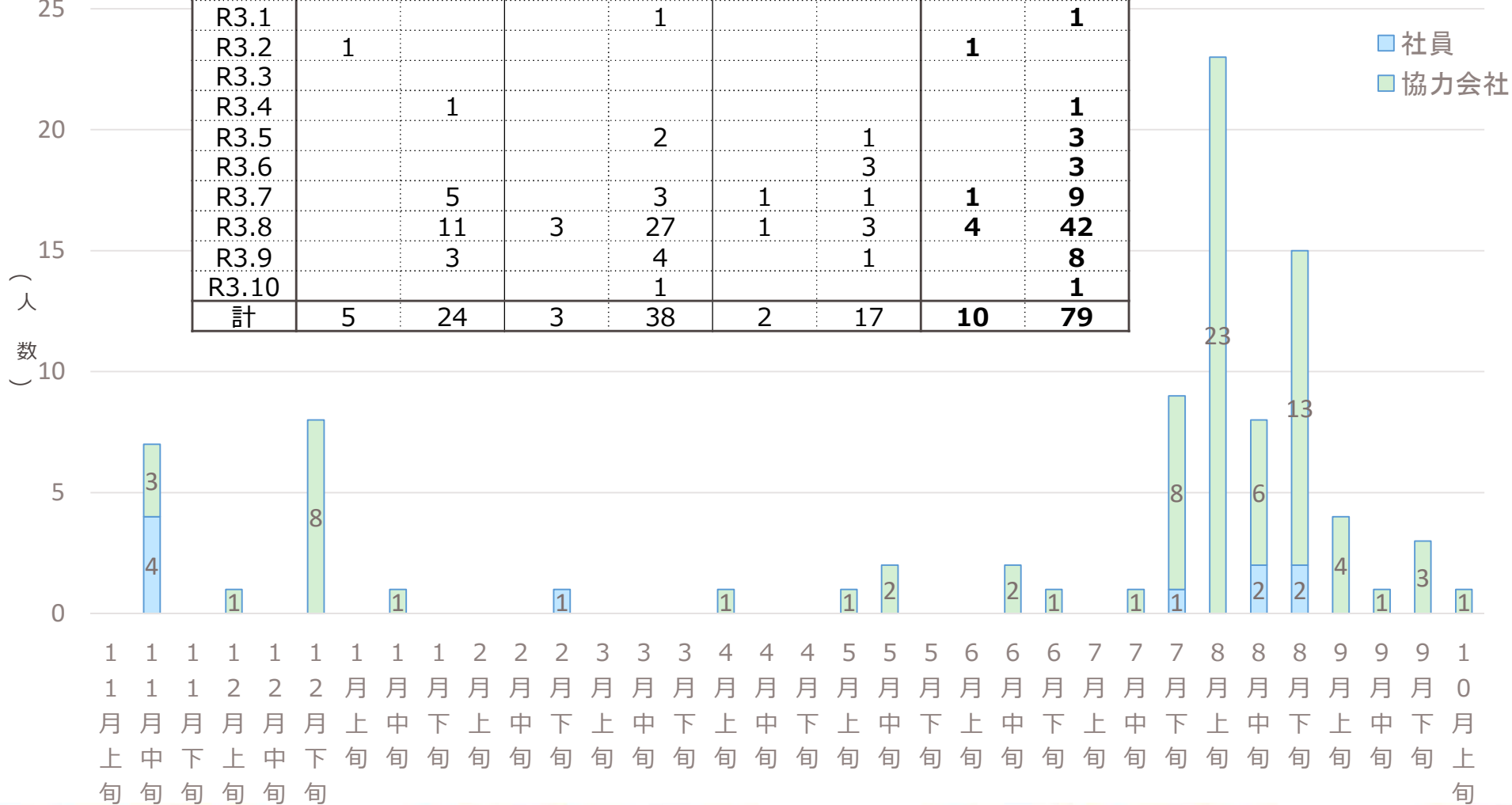
参考資料

参考資料：当社の原子力発電所の状況（工程関係）

発電所	~2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
美浜3号機		▼6/29並列	▽10/23解列	▽10/20 並列
	第25回 定期検査	第26回 定期検査		▽12/13解列 第27回 定期検査
		★10/25特重設置期限		▽2/28 並列
		▽9月頃特重運用開始		
高浜1号機	▼2020.9安全性向上対策工事完了			▽6/20並列
	第27回 定期検査			▼：実績 ▽：予定
		★6/9特重設置期限		▽5月頃特重運用開始
高浜2号機	▽12月頃安全性向上対策工事完了			▽7/20並列
	第27回 定期検査			
		★6/9特重設置期限		▽6月頃特重運用開始
高浜3号機	▼3/10並列	▽3/1解列	▽5/19並列	▽7/12解列
	第24回 定期検査	第25回 定期検査		第26回 定期検査
				▽9/29 並列
高浜4号機	▼4/15並列		▽5/25解列	▽10/10並列
	第23回 定期検査		第24回 定期検査	
				▽12/3解列
				第25回 定期検査
大飯3号機	▼7/5並列		▽8/23解列	▽12/22並列
	第18回 定期検査		第19回 定期検査	
			★8/24特重設置期限	▽2/15解列
			▽12月頃特重運用開始	第20回 定期検査
				(2023.4.19並列)
大飯4号機	▼1/17並列	▽3/11解列	▽7/20並列	▽9/14解列
	第17回 定期検査	第18回 定期検査		第19回 定期検査
			★8/24特重設置期限	▽11/17 並列
			▽8月頃特重運用開始	

参考資料：新型コロナ感染者数推移（原子力発電所入構者）

	美浜		高浜		大飯		合計	
	社員	協力会社	社員	協力会社	社員	協力会社	社員	協力会社
~R2.10								
R2.11	4	3					4	3
R2.12		1				8		9
R3.1				1				1
R3.2	1						1	
R3.3								
R3.4		1						1
R3.5				2		1		3
R3.6						3		3
R3.7		5		3	1	1	1	9
R3.8		11	3	27	1	3	4	42
R3.9		3		4		1		8
R3.10				1				1
計	5	24	3	38	2	17	10	79



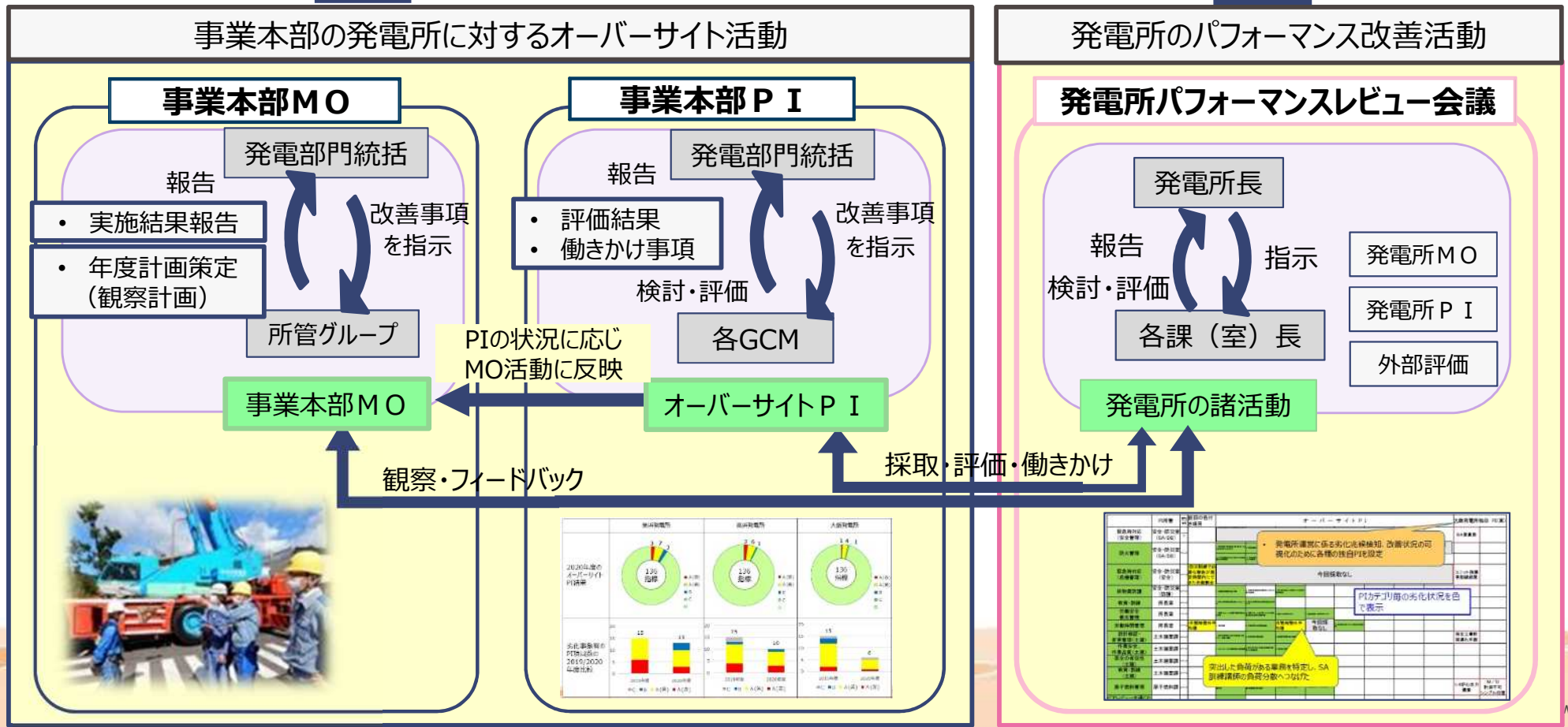
➤ 原子力事業本部長が発電所のパフォーマンスを包括的、多面的に評価し、本部長自らが要求するパフォーマンスレベルとのギャップを指摘し、改善等を指示する。

目指す姿：

- ・ トップダウンによるパフォーマンス引き上げを実現するための会議体。
- ・ パフォーマンス改善に関する指示、リソース配分等発電所支援に関する指示等。

インプット情報 当面、試行しながら情報を改善していく **インプット情報**

・ 発電所のパフォーマンスを包括的、多面的に表す情報（PI、MO等の情報を整理・分析）
 ・ サイト間比較、国内外他社とパフォーマンスを比較できる情報



➤ 協力会社へのフィードバックに関するフロー図を以下に示す。

