

新検査制度における四国電力の取り組み

四国電力株式会社

2022年1月14日

目次

1. はじめに	.....	2
2. 原子力規制検査の対応状況	.....	3
3. 原子力規制検査を受けて（振り返り）	.....	4
4. CAP活動の実施状況	.....	6
(1) CAPシステムの概要		
(2) 状態報告（CR登録）		
(3) 傾向分析		
5. リスク情報活用の取り組み	.....	10
(1) RIDMの実践		
(2) PRAの高度化		
6. まとめ	.....	14

- 当社は、発電所の安全性を自律的に向上させることを目的に、発電所の状態を現物・現実に則して正しく把握し（パフォーマンスベースド）、リスク評価によって得られる重要度を活用した判断とし（リスクインフォームド）、改善に向け速やかに意思決定を行うためのマネジメントシステムとしてRIDMプロセスを導入することを、2018年2月に公表した。
- 新検査制度についても、RIDMプロセス導入により目指すべき方向と同じであることから、改善措置活動（CAP）、パフォーマンス指標（PI）、設備構成管理（CM）等、2020年4月の施行に向けて各機能の充実化に取り組んできた。
- 新検査制度導入以降、当社独自と考えられる取り組みを中心に振り返り、成果や今後の課題について取りまとめた。

2. 原子力規制検査の対応状況

- 新検査制度施行から2年が経過しようとしており、日々の保安活動を確認する日常検査に加えて、20件のチーム検査を実施。
- 検査指摘事項が4件発生したものの、全て事業者自らの自律的な改善を図っていくレベルとして評価されており、CAP活動による適正な是正を実施している。

チーム検査件数	評価	
20件 ※検査ガイド単位	緑／SL IV	3件
	SL IV (通知あり)	1件

→ 詳細は参考資料に示す。

3. 原子力規制検査を受けて（振り返り）（1/2）

- 新検査制度導入前より実施してきた、EAM（統合型保守管理システム）による改善活動や定検中のリスク管理等を継続するとともに、CAP・PRA・CM等、各機能の充実化を図りつつ新検査制度に対応してきた。
- そのなかで、原子力規制検査を受検する立場としての実感を紹介する。

（1）検査官とのコミュニケーション

① 旧保安検査では、期間を定めて集中的に検査が実施され、限られた検査期間に合わせた受検対応が必要だったが、新検査制度の日常検査では検査期間が限定されない。これにより、日常検査においては、検査官からの質問に対してその意図を確認するなど確実なコミュニケーションが取れ、お互いの共通認識が図りやすくなった。

② ISIのチーム検査において、亀裂解釈改正（2021年7月21日）の適用状況について検査がなされた。（2021年度 第2四半期）

亀裂解釈の改正案は、公開プロセスとして2021年7月21日の原子力規制員会で決定され即日施行されたものの、当時、亀裂解釈の最新版は規制庁HPに掲載されていなかったこともあり、最新の規制要求情報が入手しづらい（コミュニケーションが不足している）と感じる面もあった。

3. 原子力規制検査を受けて（振り返り）（2/2）

(2) リスク情報活用、パフォーマンス向上の観点での検査

① リスク情報の活用に必要な基盤整備として、PRA、CAP、CMと各機能の充実化を図ってきた。プラントが約2年間停止していたこともあり、PRAの活用機会が少ない状況ではあったが、PRAやその知見を使った議論ができるよう日々の業務のなかで意識を高めていくことが必要である。

→ 「5. リスク情報活用の取り組み」にてRIDMの実践事例を紹介する。

② PIデータの収集期間がまだ2年足らずで、その間プラント停止中だったこともあり、PIデータを使った分析の実施やパフォーマンス向上が実現されにくい状況であった。引き続きデータ収集に取り組むとともに、パフォーマンス改善活動に取り組んでいく。

③ 新検査制度では、これまでの官庁検査（使用前検査等）が、事業者検査化され、柔軟な検査計画が可能となった。また従来の保安検査時に事業者が対応していた現場エスコートや資料説明等が、一部フリーアクセスとして確認されるようになり、効果的な検査が実施できている。

一方、新検査制度導入に伴い、リスク情報を活用したパフォーマンス向上を指向したいと考えつつも、法令要求のある許認可手続きや検査を中心とした業務プロセスから、事業者側も規制側も今一歩抜け出せておらず、多大なリソースが必要なままとっている。

(1) CAPシステムの概要

- 当社は、発電所の設備・保守管理に係わる情報を統合化して保全の意志決定や迅速化・透明化を支援するツールとして、2008年にEAM（統合型保守管理システム）を導入している。
- EAMの導入に伴い、運転員の巡視点検等において設備に異常が見られた際には、EAMの作業管理より作業依頼（状態報告）を発行し、保守部門による設備の点検・保守の計画および処置につなげていく等の改善活動を実施してきた。
- 2020年度の新検査制度導入に伴い、CAP(Corrective Action Program)をさらに強化することとし、EAMシステムの改修を実施した。



EAM（統合型保守管理システム）

EAMの主な機能

主な機能	具体的内容
作業管理	作業依頼、作業計画、作業実施、報告等の管理
保全計画	点検計画、点検周期等の計画
設備管理	設備仕様、保守履歴等の管理
文書管理	系統図、設計図、解析書、工事記録等の管理
予算管理	工事件名、費用、在庫情報、発注・検収等の管理

4. CAP活動の実施状況（2/4）

(2) 状態報告（CR登録）

- EAMシステム改修前においては、設備や労働災害に関する項目が主にEAMで管理されていた。

○EAMシステム改修前の主な管理方法

 : EAM、
 : 個別台帳、
 : 個別報告書、
 : メール・電話等による周知・連絡

No.	項目
1	異常兆候または不適合と思われる事象
2	不適合や異常兆候に該当しない作業依頼または計画外作業
3	労働災害
4	規制コメント
5	MO結果
6	ヒヤリハット情報
7	内部監査による指摘事項
8	各パトロール結果等
9	教育・訓練反省事項
10	作業終了後の振り返りによる改善事項
11	マネジメントレビューの結果
12	プラントパラメータの変動
13	放管パラメータの変動

No.	項目
14	安全性向上評価のための確率論的リスク評価等の評価結果
15	パフォーマンス評価結果
16	外部レビューによる指摘事項
17	自治体等の外部からの指摘事項
18	学協会、産業界からの情報
19	関係会社等の意見・要望
20	改善提案
21	各種会議で出た懸案事項
22	情報共有すべきと判断した事象
23	国内外トラブル情報等
24	リスク情報、科学的知見
25	原子力規制委員会からの情報
26	その他必要と認める事項

4. CAP活動の実施状況 (3/4)

- EAM改修後においては、これまでEAM以外の手法で個別に管理または周知等がされていた項目についても、**EAMによる一元管理**を行っている。これにより、スクリーニング会議（CAP会議）において専門知識を活かした議論をするとともに、発電所員、協力会社社員に対して、より幅広い情報の共有が合理的に行われ、現場の状況が適切に把握できるようになった。また、EAMで確実に管理するとともに処理を実施しており、伊方発電所の安全性向上に寄与している。

○EAMシステム改修後の管理方法

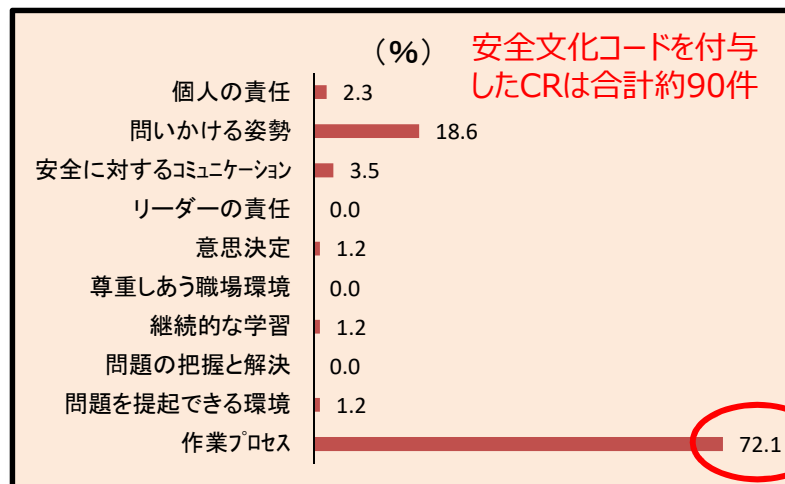
 : EAM(CR登録)、
 : 個別台帳、
 : 個別報告書、
 : メール・電話等による周知・連絡

No.	項目
1	異常兆候または不適合と思われる事象
2	不適合や異常兆候に該当しない作業依頼または計画外作業
3	労働災害
4	規制コメント
5	MO結果
6	ヒヤリハット情報
7	内部監査による指摘事項
8	各パトロール結果等
9	教育・訓練反省事項
10	作業終了後の振り返りによる改善事項
11	マネジメントレビューの結果
12	プラントパラメータの変動
13	放管パラメータの変動

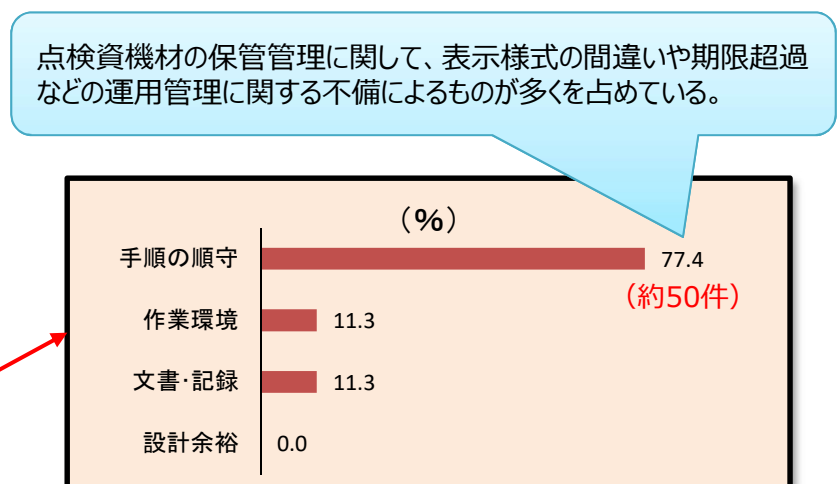
No.	項目
14	安全性向上評価のための確率論的リスク評価等の評価結果
15	パフォーマンス評価結果
16	外部レビューによる指摘事項
17	自治体等の外部からの指摘事項
18	学協会、産業界からの情報
19	関係会社等の意見・要望
20	改善提案
21	各種会議で出た懸案事項
22	情報共有すべきと判断した事象
23	国内外トラブル情報等
24	リスク情報、科学的知見
25	原子力規制委員会からの情報
26	その他必要と認める事項

(3) 傾向分析

- 年間を通して収集されたCRに対して、付与した各種コードを使用した評価・分析を行っている。
- 2020年の評価事例として、安全文化に着目したところ、安全文化の10特性のうち「作業プロセス（手順の順守）」に関連するものが多く確認された。具体的には、パトロール等により点検資機材の保管管理が手順書通りに実施されていないものを発見した事象が多くを占めている。
- 本結果を受けて、点検資機材の一時保管時に使用する表示様式の改正および運用の再周知を行っており、改善に向けた活動を実施している。
- 今後、統計的な処理にとどまらず、安全文化に関する意識調査等と組み合わせた体系的な評価を実施することにより、発電所全体としての弱みを抽出できるよう改善を進めていく。



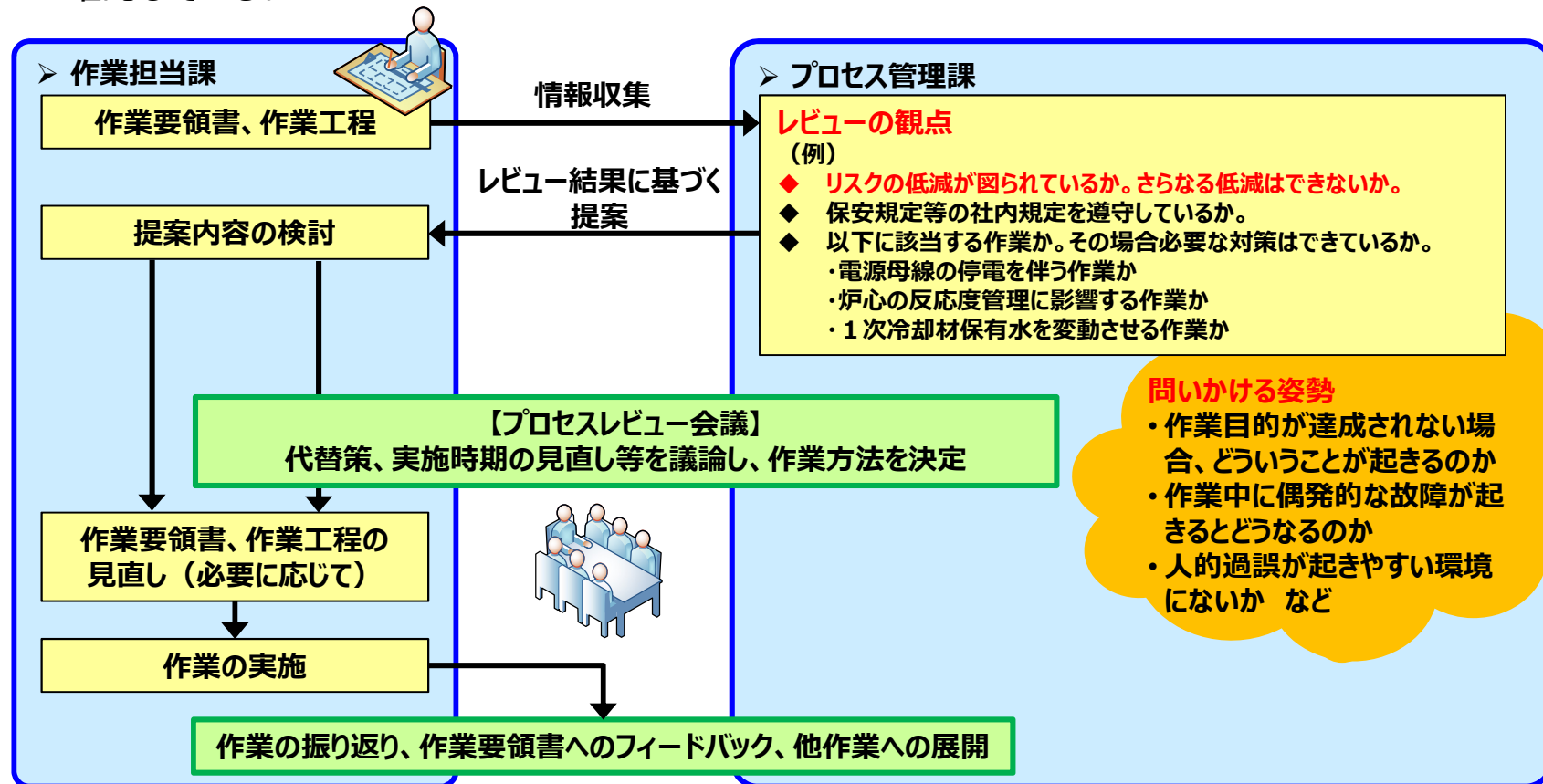
安全文化による分類の結果 (例)



作業プロセスの詳細分類の結果

(1) RIDMの実践 (事例① 作業計画)

- 作業計画段階でのレビュー強化の観点から、新チームを2020年4月に設置し、2020年9月に恒常的な組織として「プロセス管理課」を設置した。
- プロセス管理課では、作業担当課が策定した作業計画（作業要領書や作業工程等）を独立した立場から、リスクマネジメントの視点を取り入れ、リスク上重要な作業に着目してレビューし、妥当性を確認している。



(1) RIDMの実践 (事例② 設計検討)

- 工事計画段階で設備変更がある場合には、関係各部署へ設備変更に係る影響についてレビューを行う運用を規定している。このなかで、決定論的な安全評価を行うとともに、確率論的な安全評価も活用することとしている。
- 2020年1月に発生した「伊方発電所 所内電源の一時的喪失」の恒常対策を計画するにあたって評価した事例を以下に示す。

a. 事象の概要

187kV開閉所において保護リレーが動作し、187kV送電線4回線からの受電が停止したことにより、187kV送電線から受電していた伊方1～3号機の外部電源が一時的に喪失した。

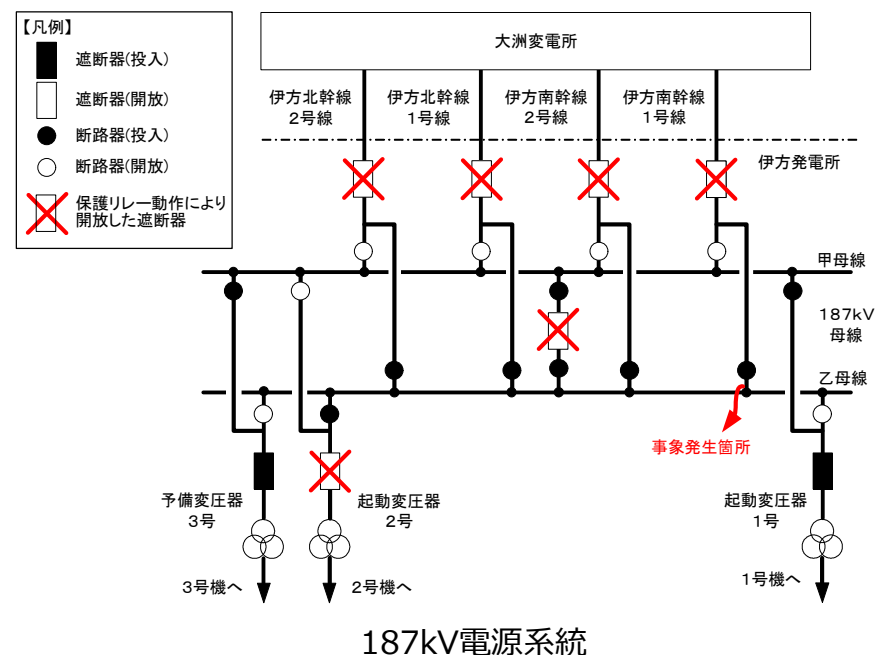
その後、1、2号機は予備系統から受電し、3号機は非常用ディーゼル発電機から受電した後に、500kV送電線からの受電に切り替え復旧した。

原因を調査した結果、断路器において短絡が発生していたことが判明した。

b. 原因

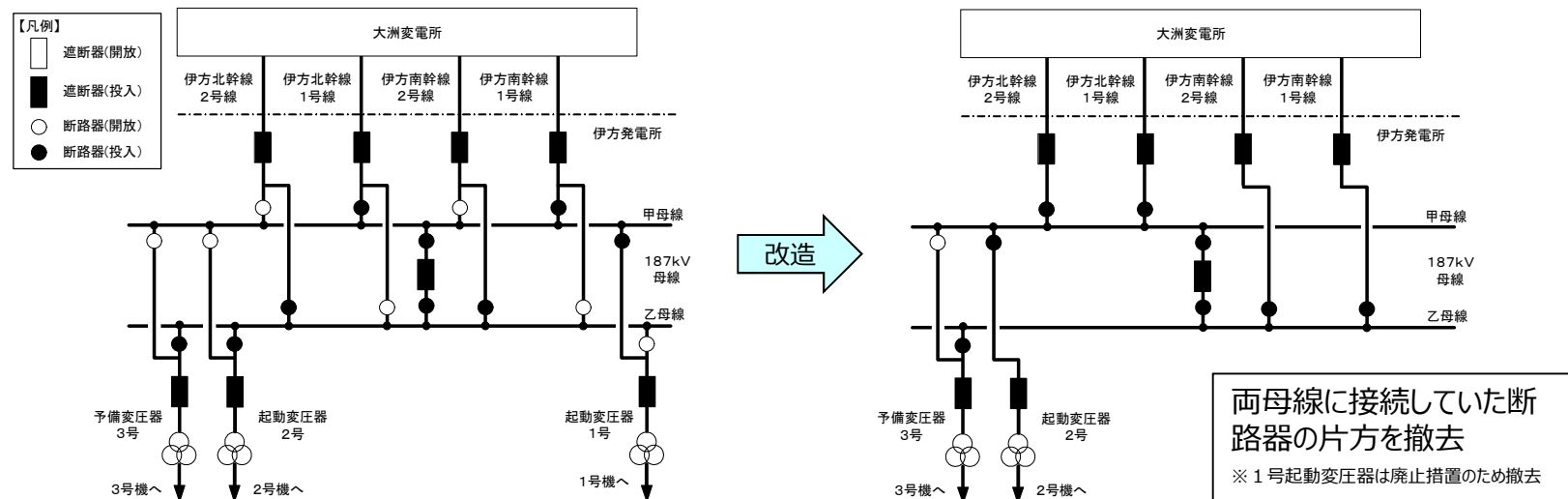
断路器の設備故障が原因であった。

- ※ 断路器内部の可動接触子と絶縁操作軸埋金の嵌合部が非接触状態（断路器が開放状態）で電圧が課電されることによって、嵌合部に放電が発生し、最終的に短絡に至った。



c. 恒常対策

今回短絡が発生した断路器と同一構造かつ使用状態が同じものについては、同様の事象が発生する恐れがあることから監視を強化するとともに、恒常的な対策を実施する。恒常対策は、発生メカニズムを踏まえ、両母線に接続していた断路器の片方を撤去する設備構成の変更を実施することとした。



d. 設備構成変更に伴う影響評価

設備構成を変更することから、PRAから得られた知見を使って、機器毎の故障確率をもとに187kVから所内電源が受電できなくなる確率（不信頼度）を評価することにより、工事影響を確認した。

e. 設計レビュー

上記計画について、伊方発電所設計レビュー会議においてレビューを行った。

(2) PRAの高度化

- 伊方3号機は、PWRパイロットプラントとしてPRAモデルを整備し、既にリスク情報活用に使用している。現在、特重施設等の新たに設置した機器をモデルに更新中。
- 伊方3号機のPRAモデルは、原子力規制庁において適切性が確認されており、原子力規制検査の重要度評価に活用される。
- 適切性確認時に指摘された要修正箇所について、修正作業を進めている。
- 外部ハザード評価等を含め、PRA評価手法は電中研リスク研究センター（NRRC）において電力大での研究を進めている。

PRAモデルの適切性確認状況

レベル1 PRA 炉心損傷 頻度評価	原子力規制庁にて 適切性確認済 規制委員会報告 2020.3
レベル1.5 PRA 格納容器機能 喪失評価	原子力規制庁にて 適切性確認済 規制委員会報告 2021.7

適切性確認におけるNRAからの指摘事項への対応

	NRAからの指摘事項		対応方針
	修正箇所	指摘概要	
レベル1 PRA	外部電源喪失の 発生頻度	<ul style="list-style-type: none"> ・PWR、BWRプラントの運転実績を含めることが適切 ・地震起因の実績（遠方地震による外部電源喪失事例）の取り扱いの適正化 	2022年度上期を目途にモデル修正作業を実施中
	共通原因故障の 範囲及び確率	<ul style="list-style-type: none"> ・冗長性がある機器で運転状態が異なる機器に対して共通原因故障を考慮することが適切 	
レベル1.5 PRA	現実的な 検査間隔の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・検査計画に基づく間隔にてモデル化することが適切 	
両PRA	運転状態の反映	<ul style="list-style-type: none"> ・交互運転システムの運用をモデル化することが適切 	

- 検査指摘事項が4件発生したものの、全て事業者自らの自律的な改善を図っていくレベルとして評価されており、CAP活動による適正な是正を実施している。
- 本資料で紹介したように、新検査制度に対応するなかで、従業員一人一人の担当業務が保安活動に繋がっていると改めて強く意識するようになるなど、発電所の安全性向上につながっている。
- 今後、PRA・CAP・CM等の各機能を整備するだけに留まらず、その機能が定着して期待される効果を十分発揮できるよう、また、安全上の重要度、リスク情報の活用を考慮した活動が定着していくよう、日々の実務のなかで継続して改善していく。

以下、参考資料

日々の保安活動を確認する日常検査に加えて、以下のチーム検査を実施。

➤ チーム検査一覧

	件名	検査時期	評価	
1.	放射線環境監視プログラム(BR0080)	2020 年度	第1四半期	—
2.	放射線モニタリング設備(BR0090)			
3.	品質マネジメントシステムの運用(BQ0010)		第2四半期	—
4.	燃料体管理(貯蔵・輸送)(BO0060)		//	—
5.	火災防護(3年)(BE0021)		//	指摘あり
6.	供用期間中検査に対する監督(BM1050)		第3四半期	—
7.	空气中放射性物質の管理と低減(BR0040)		//	—
8.	放射性気体・液体廃棄物の管理(BR0050)			
9.	重大事故等対応要員の訓練評価(BE0070)		第3四半期 第4四半期	—
10.	重大事故等対応訓練のシナリオ評価(BE0080)			
11.	運転員能力(BO1070)	第4四半期	—	
12.	品質マネジメントシステムの運用(BQ0010)	2021 年度	第1四半期	—
13.	放射線被ばく評価及び個人モニタリング(BR0020)		第2四半期	—
14.	放射線被ばくALARA活動(BR0030)			
15.	重大事故等対応要員の訓練評価(BE0070)		//	—
16.	重大事故等対応訓練のシナリオ評価(BE0080)		//	—
17.	使用前事業者検査に対する監督(BM0010)			
18.	設計管理(BM0100)			
19.	供用期間中検査に対する監督(BM1050)			
20.	取替炉心の安全性(BO1050)		//	—

➤ 指摘事項一覧

	件名	指摘時期	評価
a.	海水管トレンチ室内における不適切なケーブル敷設による火災影響軽減対策の不備	2020年度 第2四半期	緑／ SL IV
b.	制御盤室内における感知器の不適切な箇所への設置による火災感知機能の信頼性低下	2020年度 第2四半期	緑／ SL IV
c.	核物質防護事案(物理的防護)	2020年度 第4四半期	緑／ SL IV
d.	宿直中の重大事故等対応要員の無断外出	2021年度 第2四半期	SL IV (通知あり)

➤ 指摘事項の概要

a. 海水管トレンチ室内における不適切なケーブル敷設による火災影響軽減対策の不備

<概要>

安全系AトレンチとBトレンチの耐火隔壁が必要なエリアにおいて、耐火隔壁から露出したケーブルがあり、一部耐火材が施工されていない箇所があった。既にCAPを活用した改善検討を行い、類似ケーブルの把握および耐火材の施工などを実施済みである。

<再発防止対策>

耐火隔壁が必要なエリアへのケーブル敷設時は、耐火材を取り付けるよう、社内規定に追記した。

➤ 指摘事項の概要 (つづき)

b. 制御盤室内における感知器の不適切な箇所への設置による火災感知機能の信頼性低下

<概要>

火災感知器の設置場所が、消防法令要求である空調吹出口からの距離を満足していなかった。既にCAPを活用した改善検討を行い、当該感知器および類似箇所の移設などを実施済みである。

<再発防止対策>

火災感知器の新設または移設時は、消防法令要求と同等以上の感知性能を有する設置方法にて施工するよう、社内規定に追記した。

d. 宿直中の重大事故等対応要員の無断外出

<概要>

過去に当社元社員（現在は退職）が、宿直勤務中に無断で発電所外へ出ており、その間、一時的に保安規定に定める必要な要員数を満たしていない時間帯があった。なお、本事案は、伊方発電所構内に設置している「気付事項登録BOX」に投函されたことにより判明したものであり、通常の手順通り、事務局がEAMにCR登録を行っている。

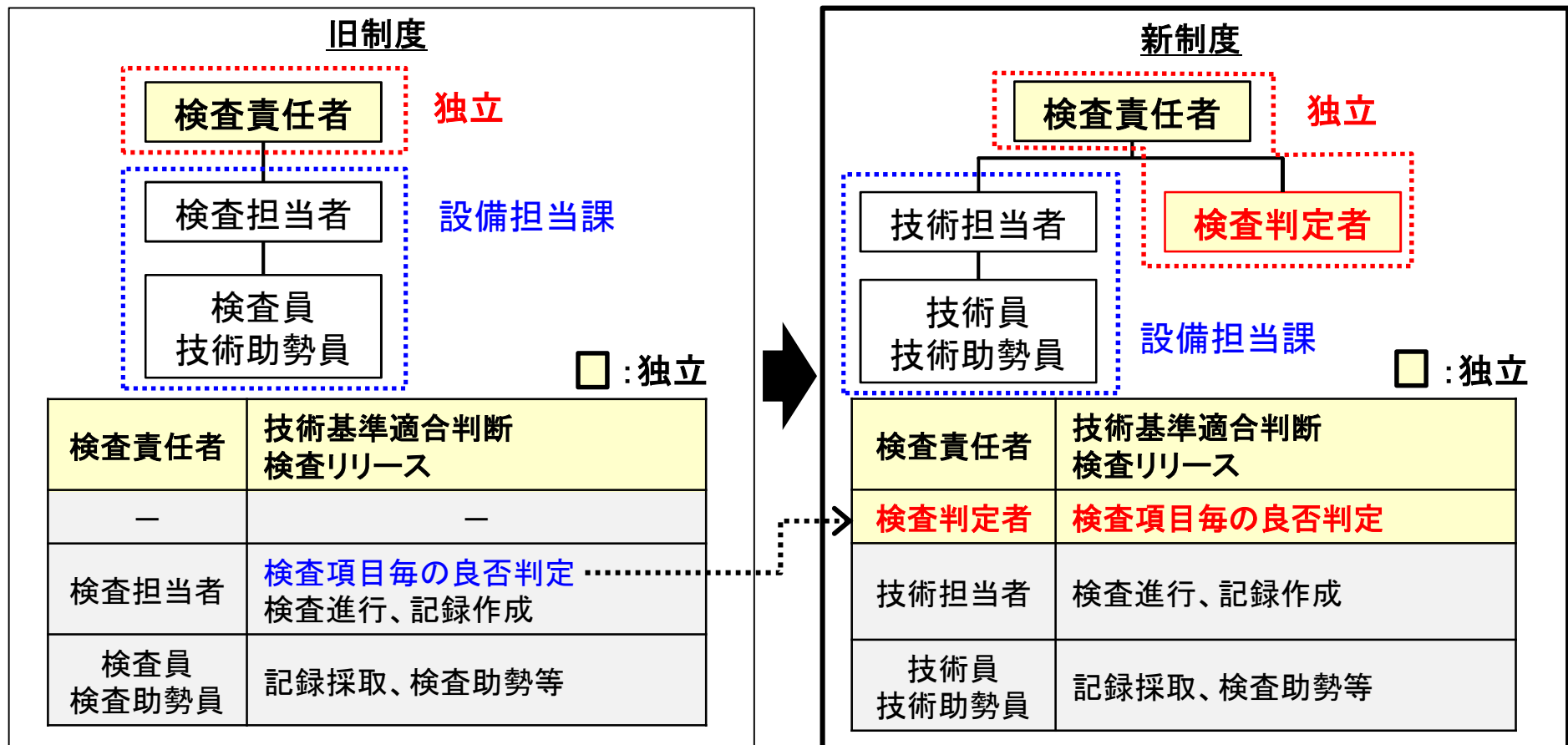
<再発防止対策>

経営層の訓話等によるコンプライアンス意識の徹底、コンプライアンス教育の実施、宿直当番者に対する点呼を不定期（抜き打ち）に変更、GPS付きスマートフォンによる宿直当番者の所在確認、出入管理システムによる発電所退出者管理の強化など。

※ c. 核物質防護事案(物理的防護)の概要については、核物質防護上の観点から本資料へ記載しない。

○ 検査体制の変更イメージ

- 原子力規制検査の導入前から、独立した検査責任者のもとで定期事業者検査を実施してきた。原子力規制検査の導入後は、良否判定業務も独立性を確保した「検査判定者」が実施し、信頼性の高い検査体制を構築している。
- 当該設備に精通した設備担当課も引き続き関与させることで、安全性と作業品質を維持している。

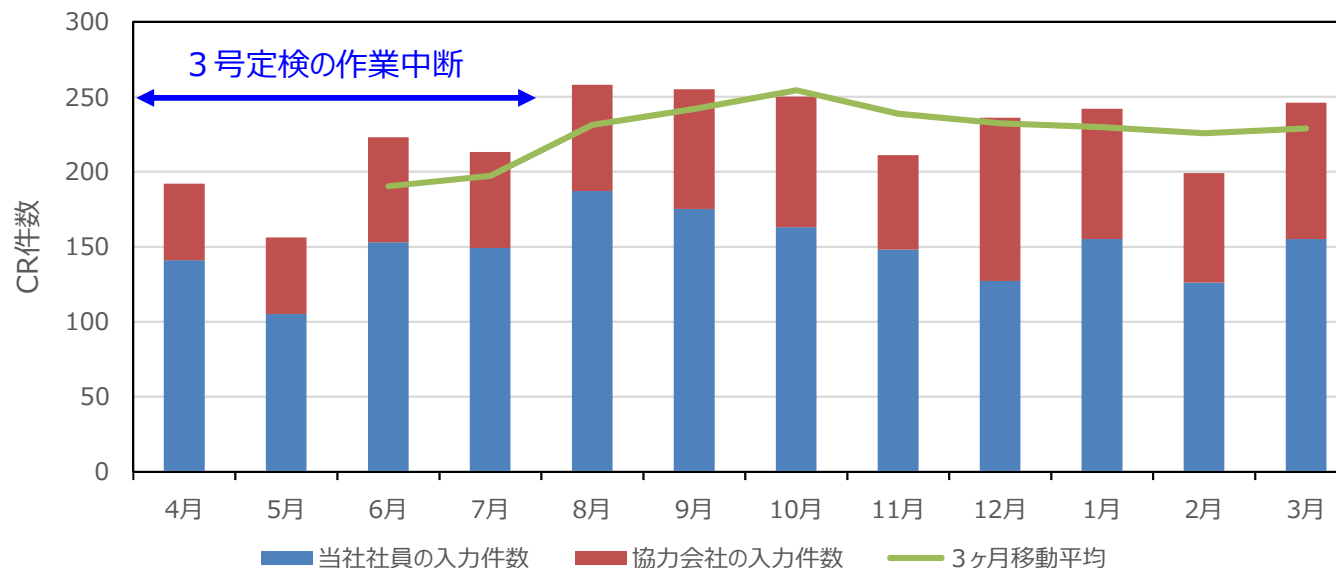


○ CR件数の推移

- 2020年度においては、約2,700件のCR登録がされている。(約220件/月)
- 8月上旬まで3号機の定期事業者検査の作業が中断していたことから、作業依頼に関するCRが減少したため、月間の件数が減少してる。8月以降については、作業の再開やCAPに対する啓蒙活動を進めたことにより、件数が上昇に転じている。引き続き、組織全体への啓蒙活動を実施していく。

	2020年度
CR件数	約2,700件 (約220件/月)
協力会社の入力数	約900件 (約33%)

2020年度のCR登録件数の推移

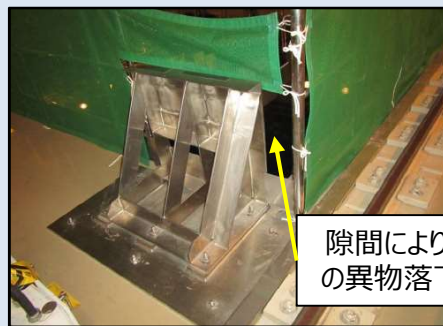


○ CAPにより改善に結び付いた事例

①使用済燃料ピットの落下防止ネットの追加取付 (発電所員からの改善提案)

使用済燃料ピット (SFP) に異物混入防止のために落下防止用ネットを敷設しているが、ネットと支持構造物との間に隙間があり、使用済燃料ピット内への異物落下のおそれがある。

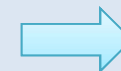
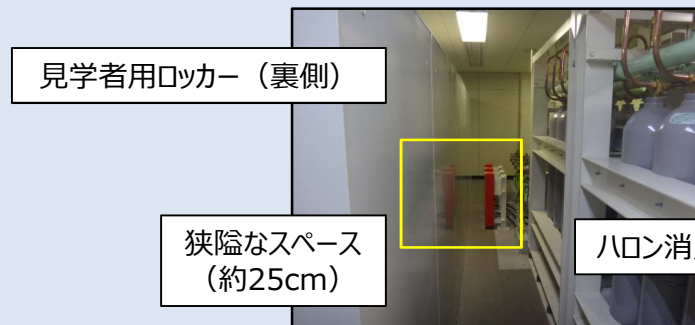
⇒ 隙間のないよう防護ネットの追加取付を実施。(全8箇所)



②見学者用ロッカーの一部撤去 (保守作業後の振り返り)

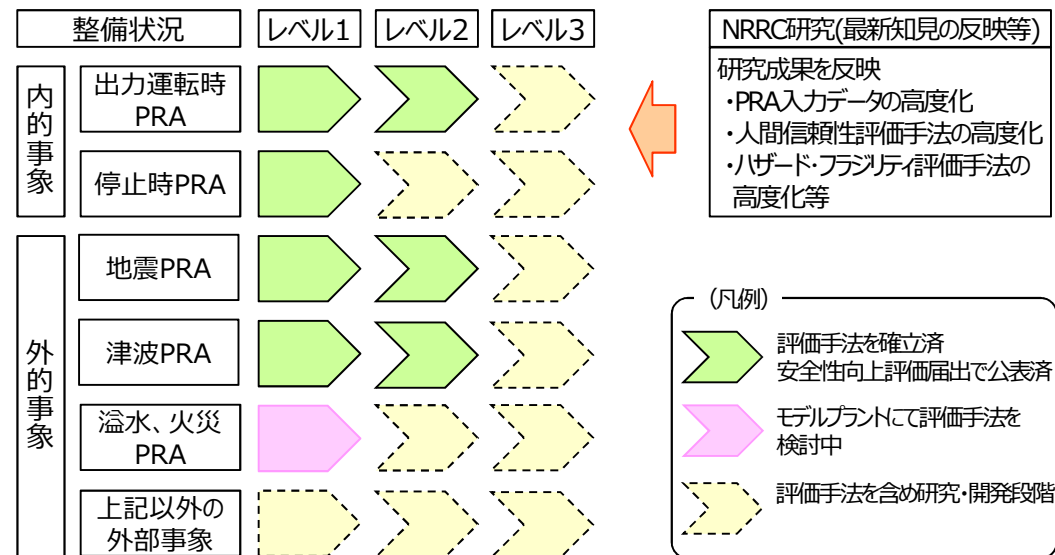
放射線管理区域の出入管理室の見学者用ロッカーとハロン消火設備との間のスペースが狭いことから、点検に伴う侵入時に、工具等の接触、不必要な動作等の懸念がある。

⇒ 干渉する見学者用ロッカーを一部撤去し、仕切りを設置。



○ PRAの高度化

- PRAの評価対象により評価手法の整備状況が異なり、パイロットプラントで得られた知見は他プラントのPRAモデルへ反映するとともに、電中研リスク研究センター（NRRC）において電力大での研究を進めている。
- 評価手法が確立しているPRA評価に対しても、最新知見の反映や評価の整備課について、継続して研究を進めている。



○ RIDMの実践（事例③ 定検計画のリスク管理）

➤ PRAモデルから得られる知見も用いて以下の改善を行った。

✓ 定検工程のリスク管理および工程変更

定検工程表が確定（所長承認）する前に、定検リスク評価結果を参考に「さらにリスクの低下はできないか（停電工程の短縮・時期変更はできないか 等）」「リスクは許容できるレベルか」などの原子力安全確保の観点で工程表の確認を行っている。

✓ リスクに応じた作業範囲の設定、重要機器へのバリア設置



ミッドループ運転

- 原子炉容器上蓋取り外し準備等により、1次冷却系の水位を原子炉ノズルセンター付近まで低下させた状態。
- この期間は、1次冷却材の保有水量が低下している状態にあり、1次冷却材系統の冷却が停止した場合の炉心露出又は燃料破損までの余裕時間が他の状態に比べて少なくなる。