

原子力発電所における 日々の改善への九州電力の取組み

2024年1月23日
九州電力株式会社

1. 当社原子力発電の状況
2. 改善措置活動(CAP)の状況
 - CAPプロセスとは
 - CAP運用状況
 - CAPプロセスを取扱うシステムの改善
 - CAP導入による利点（期待する効果）
 - CAP導入による効果
3. パフォーマンス改善への取組み
4. 原子力規制検査への対応について

【参考】

参考 川内原子力発電所における火山影響等発生時の対応

1. 当社原子力発電の状況

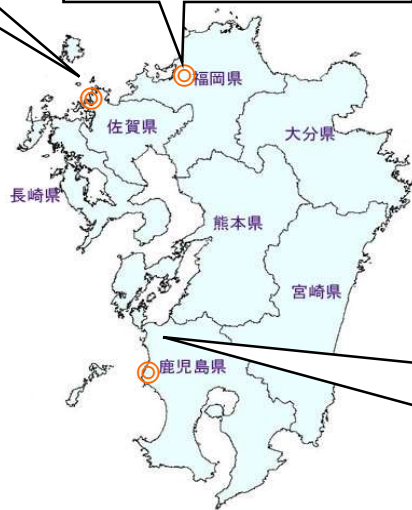
新規規制基準施行後、川内原子力発電所は、1号機が2015年9月10日、2号機が2015年11月17日、玄海原子力発電所は、3号機が2018年5月16日、4号機が2018年7月19日に通常運転復帰し、これまで大きなトラブルなく順調に運転を継続中。

＜玄海原子力発電所＞



号機	認可出力 (万kW)	運転年数
1号機	55.9	39年5ヶ月 (2015年4月廃止)
2号機	55.9	37年10ヶ月 (2019年4月廃止)
3号機	118.0	29年9ヶ月※
4号機	118.0	26年5ヶ月※

＜本店＞



＜川内原子力発電所＞



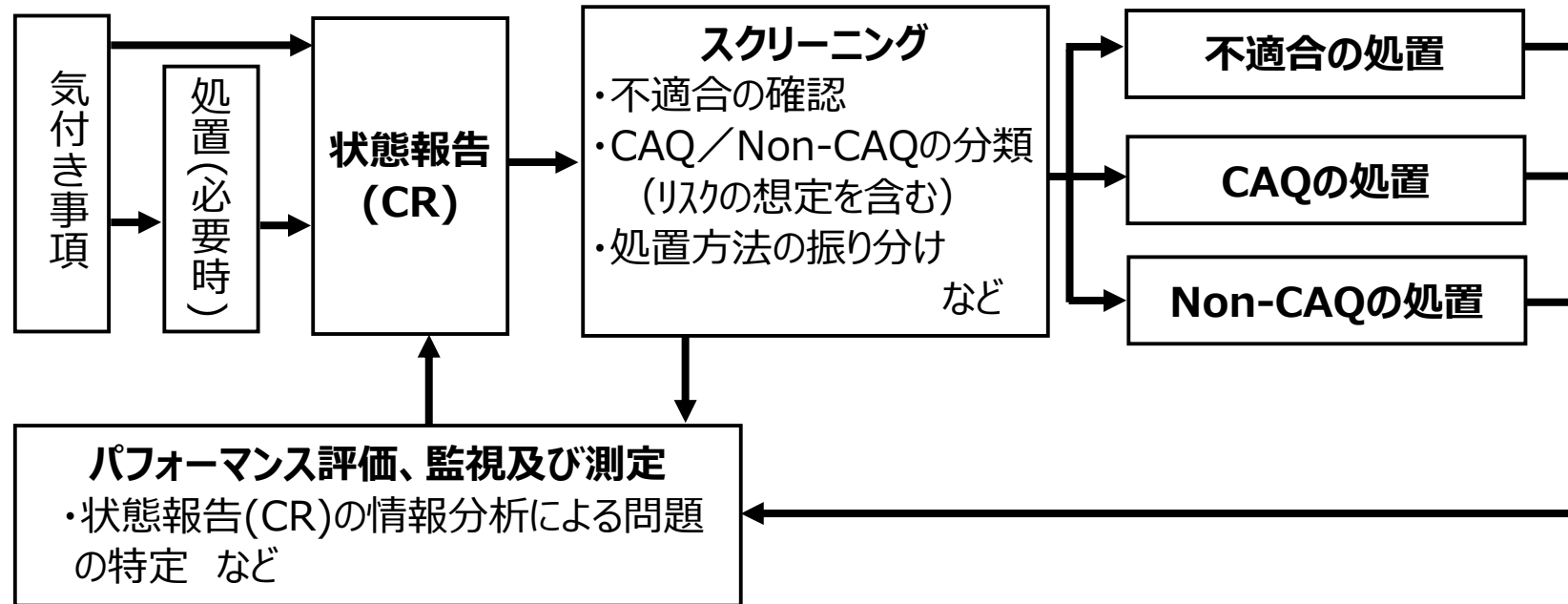
号機	認可出力 (万kW)	運転年数
1号機	89.0	39年5ヶ月※
2号機	89.0	38年1ヶ月※

※2023.12末時点
2023.11末時点

従業員数	玄海原子力 発電所	玄海原子力 総合事務所	本店	川内原子力 発電所	川内原子力 総合事務所	合計
社員	573人	35人	238人	482人	45人	1,373人
協力会社	約3,370人	—	—	約1,240人	—	約4,610人

■ CAPプロセスとは

原子力発電所の安全・安定運転に向け、日々の巡視・点検や計画的な予防保全に取り組んでおり、その過程で得られた様々な気づきに基づく継続的な改善を、下記のCAPプロセスを活用して取り組んでいる。



CAPプロセスとは、

- あらゆる気づきを集約し、多角的な観点で原子力安全への影響の大きさを確認し、適切な処置方法に振り分ける
- 得られた気づきを母集団として類似性・頻発性の観点等で分析し、新たな改善点を見出す

ことで、事業者が自ら問題を特定し、改善していく仕組み。

【用語】CAP(Corrective Action Program):改善措置活動 CR(Condition Report):状態報告
CAQ (Condition Adverse to Quality):原子力安全(品質)に影響を及ぼす状態
Non-CAQ (Non-Condition Adverse to Quality):原子力安全(品質)に影響を及ぼさない状態

2. 改善措置活動(CAP) (2/7)

CAP運用状況

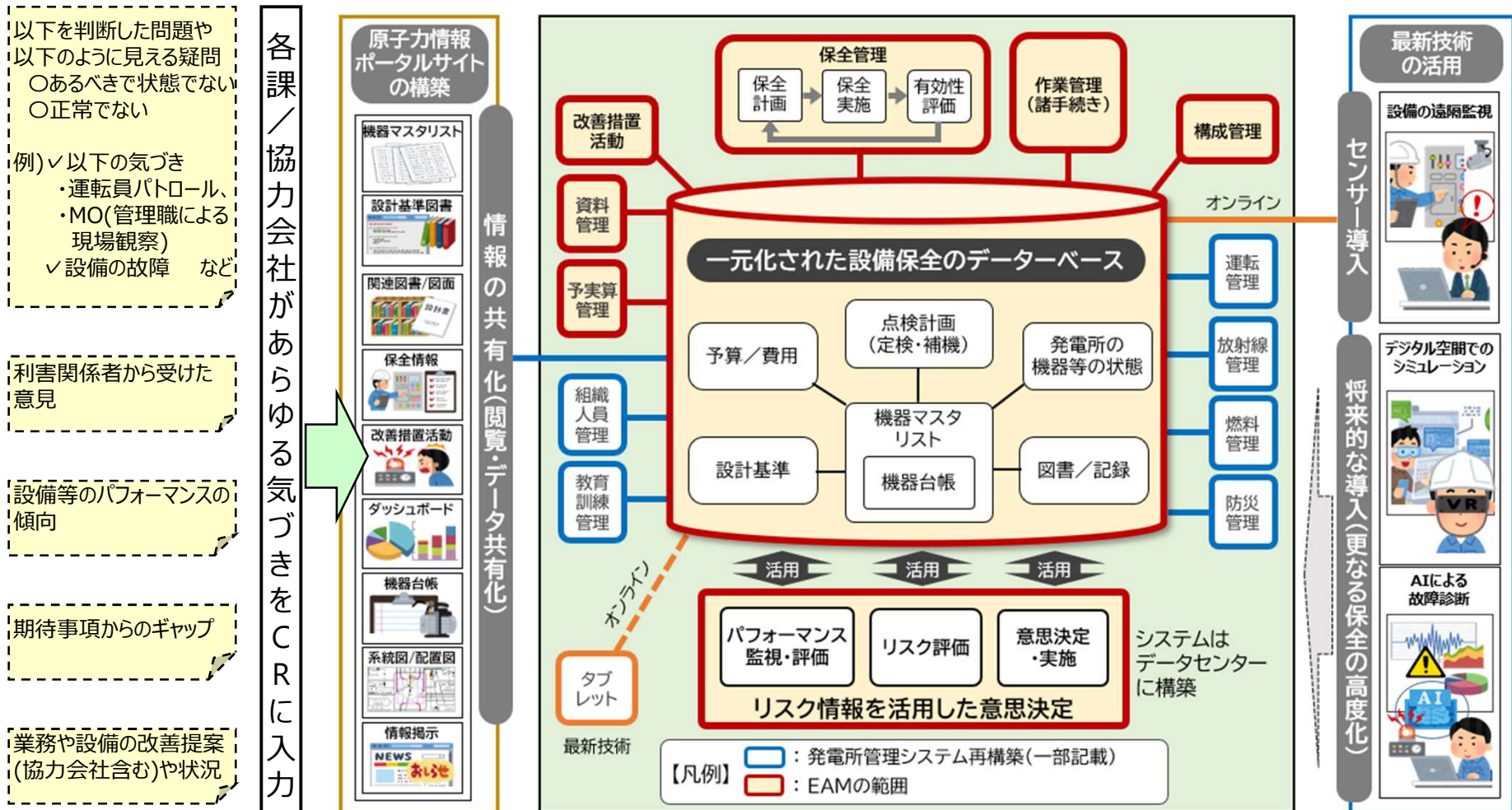
CAPのプロセスの試運用を2018年10月から、本運用を2019年12月より開始

プロセス	頻度(原則)	担当	概要
①状態報告 (CR)	適宜	社員(協力会社員を含む)	軽微な気付きを含めて状態報告する意識づけを継続して実施 現状：5件/日程度の件数
②スクリーニング	プレスクリーニング	毎日 プレスクリーニングチーム (10名程度)	CRをプレスクリーニングチームが確認し、CAQ、Non-CAQ分類、処置の割当てを行い、CAP会議がその結果の妥当性を審議して、決定
	CAP会議	1回/週 議長：安全品質保証統括室長 委員：主任技術者、次長、課長 (30名程度)	
③処置	CAQ (Condition Adverse to Quality) の処置	適宜 各課長、 CAP会議(妥当性確認等)	各課長が根本原因分析、是正処置、予防処置プロセスによる処置を実施 CAP会議が処置の計画の妥当性、処置結果をフォロー
	Non-CAQの処置	適宜 各課長	処置方法（「修正、改善、様子見、対応不要）を決定し、各課の通常業務の中で、処置を実施
④パフォーマンス評価、監視及び測定	1回/6か月	安全品質保証統括室長	状態報告全体の傾向分析による問題の特定

2. 改善措置活動(CAP) (3/7)

CAPプロセスを取扱うシステムの改善

従来のCAPシステムは、CAPのみを取扱うシステムだったが、2023年10月より設備保全データベースと連携して様々な情報を一元的に取り扱うことのできるシステム(EAM)による運用を開始



※EAMとは、enterprise asset managementの略
 運用資産と機器の保守と制御に使用されるソフトウェア、システム、サービスを組み合わせたもの

CAP導入による利点 (期待する効果) (1/3)

- ・小さな気づきを発電所幹部とも共有し、リスクも考慮して必要な対応をとることで、更なる安全性の向上につながる。

(例 1)

気づき

2次系設備のタンク・熱交換器は水位監視用として水面計を設置しているが、運転中の巡視点検で脱気器水面計の漏えいを確認。

CAP

ガラス水面計を使用している箇所は高温環境下であり、ガラスの破損やパッキンからの漏えいのリスクが大きいため、マグネット式水面計へ取替を実施。なお、今後、他の2次系水面計はマグネット式へ更新する計画。

	ガラス式水面計	マグネット式水面計
構造		
特徴	<p>ガラスを覆った水面計カバーでガスケットにて流体をシールする構造。</p> <p>ガラス越しに液位(水位)の直視が容易であるが、高温流体に対してガラスの破損やパッキンからの漏えいのリスクがある。</p>	<p>鋼管内部に磁石内蔵型のフロートを浮かせ、外付けの表示器の色が反転し液位(水位)を間接的に表示</p> <p>耐圧構成部は全て鋼管であり、ガラス部品を使用していないため漏えいのリスクは極めて低い。</p>

更なる原子力安全の向上につながった。

CAP導入による利点 (期待する効果) (2/3)

- ・小さな気づきを発電所幹部とも共有し、リスクも考慮して必要な対応をとることで、更なる安全性の向上につながる。

(例2)

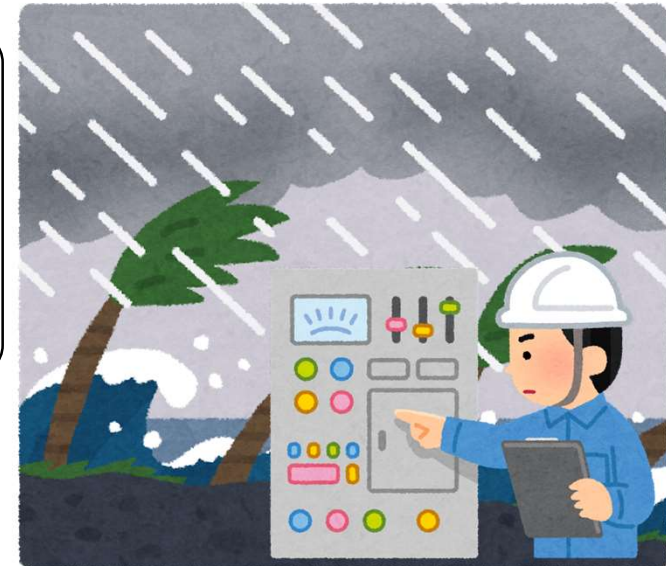
気づき

大型台風接近に際して、その影響を考慮して、海水ポンプ潤滑水の供給が途切れないための追加措置（バックアップラインの事前活かし）等を行った。この経験を今後も活かしていくために、対応内容をマニュアルに追加してはどうか。

CAP

今後の発電所の安全・安定運転の継続に有効であることから、気づきの内容について採用と判断。実施する条件も含めて検討し、大型台風接近時の対応内容をマニュアルに追加した。

更なる原子力安全の向上につながった。



CAP導入による利点 (期待する効果) (3/3)

- ・小さな気づきを発電所幹部とも共有し、リスクも考慮して必要な対応をとることで、更なる安全性の向上につながる。

(例3)

気づき

事故対応訓練中の荷下ろし作業において、資機材を支える作業者がフォークリフトの爪の先に立っていた。



CAP

負傷者はいないものの、労働災害につながるリスクがあり、対策が必要と判断。

作業者と資機材の位置決めを行い、手順に反映した。



労働災害リスクの低減、事故対応能力の向上につながった。

CAP導入による効果

構築したプロセスが意図した効果を発揮できるように、意識面も含めた活動の定着を継続的に進めており、今後もEAMの活用等によりCAPプロセスの課題の解決に努め、実効的な活動としていく必要がある。

現在確認できる主な効果は以下のとおり。

- CAP会議では活発な議論を行い、主管課が実施した不適合の処置に対して、影響範囲を見直して更なる処置を検討するなど、業務横断的視点で確認する効果を発揮している。
- 気付き事項がCAPのデータベースの中で一元管理されていることで、類似事象や経緯確認の検索性が向上した。
- 意識調査によって、CAPに関する以下の効果が確認された。
 - ✓ CAPにより、以前より多くの改善点が共有され、改善の必要性等が理解されてきた。
 - ✓ マネジメントオブザベーション (MO) での指摘を、CRへ登録してPDCAを回していることを通じて、結果だけではなく、結果を出すまでのプロセスや振る舞いなどについても注視するようになってきた。
 - ✓ 潜在的风险を見逃す可能性が低くなり、更なる安全性向上につながっている。

パフォーマンス改善への取組み

○パフォーマンス指標（PI）

- ・安全実績PI、WANO/JANSI-PI等のPIを用いて、四半期ごとに発電所が自らのパフォーマンスを分析・評価
- ・本店が、川内・玄海のPIや国内／海外のPIとの比較により、パフォーマンスを分析／評価

○管理職による現場観察

- ・パフォーマンス向上のため、管理職が自ら運転員や作業員（協力会社社員）の振舞い等の現場観察を行い、CAPプロセスを用いて改善を実施

○ピアレビュー等

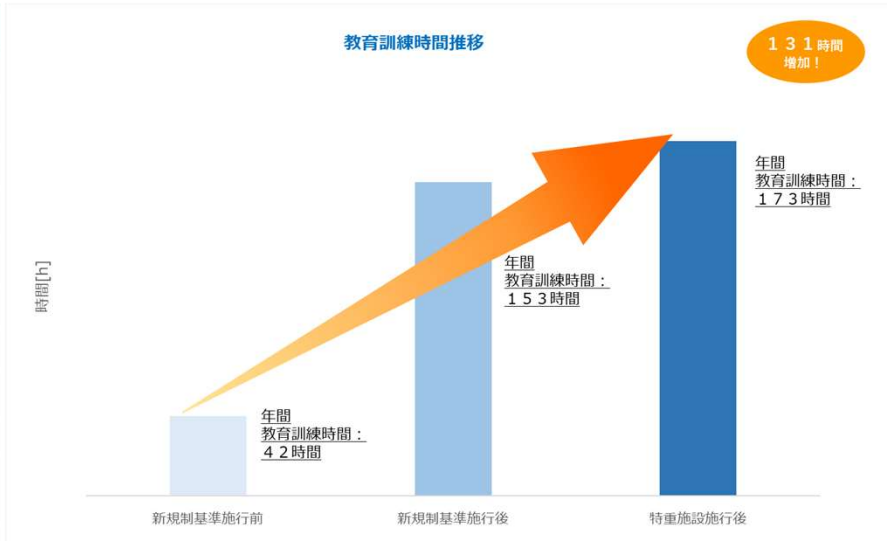
- ・定期的にWANO・JANSIのピアレビューや国内他社のレビュー等を受け、継続的にパフォーマンス改善活動を実施

パフォーマンス改善への取組み

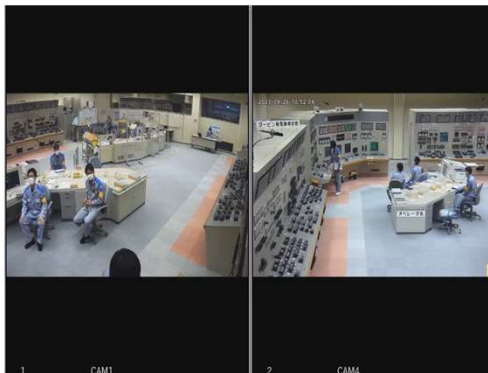
○教育訓練

- ・新規制基準への適合に向け、様々な安全対策が導入されたことから、日々様々な教育訓練を実施し、パフォーマンスを維持・向上

項目	実施頻度	項目	年間教育時間 (h)
保安規定研修	奇数月	10項目 (1~2項目/月)	6時間
緊急処置訓練	毎月	68項目 (7~8項目/月)	59時間
SAシミュレーター訓練	2回/年	9項目 (4~5項目/月)	8時間
技術的能力に係る成立性確認訓練	2回/年	19項目 (9~10項目/回)	12時間
中央制御室主体の操作に係る成立性確認訓練	2回/年	7項目 (3~4項目/回)	8時間
現場主体の作業・操作に係る成立性確認訓練	1回/年	4項目	3時間
特重施設の操作に係る成立性確認訓練	2回/年	2項目 (1項目/回)	2時間
ファミリー訓練	2回/年	7項目 (3~4項目/回)	16時間
緊急作業従事者訓練	1回/年	3項目	3時間
現場シーケンス訓練	2回/年 (任意の班)	2項目 (1項目/回)	48時間
その他保安教育	6回/年	6項目 (1項目/回)	6時間



シミュレータ
訓練



シーケンス
訓練



原子力規制検査の対応状況

2020年4月に原子力規制検査が開始されて以降、川内原子力発電所では以下に示す6件の指摘事項があった。

いずれも指摘の趣旨をよく検討したうえで、是正及び水平展開を計画的に実施中である。引き続き、規制への対応にとどまらず、安全性向上に向けた取組みを進めていく。

件名	重要度※1	深刻度※2
川内原子力発電所2号機 配線処理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
川内原子力発電所1号機 A安全補機開閉器室及び制御棒駆動装置電源室における火災感知器の不適切な箇所への設置【2021年度第3四半期】	緑	SL IV
川内原子力発電所1号機 施錠管理対象弁に対する不適切な施錠管理による誤操作防止の不徹底【2021年度第3四半期】	緑	SL IV
川内原子力発電所1、2号機 放射線管理区域内の放射線作業環境測定における不適切な評価【2022年度第4四半期】	緑	SL IV
川内原子力発電所における核物質防護事案（立入承認、出入管理）【2022年度第4四半期】	緑	SL IV
川内原子力発電所1、2号機 不適切な設計管理による火災防護対象ケーブルの系統分離対策の不備【2023年度第1四半期】	緑	SL IV
川内原子力発電所1、2号機 系統分離対策を行う火災防護対象機器等選定時の誤った火災影響評価による火災防護対象機器等の系統分離対策の不備【2023年度第2四半期】	緑	SL IV

※1：原子力安全への影響の大きさにより分類したものであり、重要度が低い順に緑・白・黄・赤の4区分がある。

※2：意図的な不正行為や法令違反の有無等により分類したものであり、深刻度が低い順にSLIV・SLIII・SLII・SLIの4区分がある。



ご清聴ありがとうございました

火山影響等発生時（降灰時）における設備対策

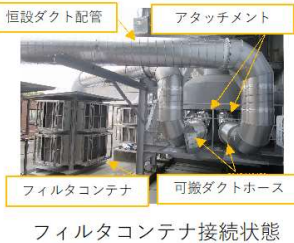
- (1) 非常用交流動力電源設備の機能維持（非常用ディーゼル発電機）
- (2) 代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能維持（タービン動補助給水ポンプ）【新規設備対策なし】
- (3) 交流電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策（可搬型ディーゼル注入ポンプ）

①非常用ディーゼル発電機（非常用DG）設備対策【(1)の対策】

降灰時、安定的に非常用DGを運転するために、吸気消音器にフィルタコンテナ2台を接続する



- a. 発電所への降灰前にアタッチメント、可搬ダクトホース閉止板を取り付ける（各資機材は作業場所付近の容器に保管）
- b. フィルタコンテナ接続後は、定期的にフィルタコンテナについているカートリッジフィルタを交換・清掃する



フィルタコンテナ接続状態

②可搬型ディーゼル注入ポンプ（可搬型DGポンプ）設備対策【(3)の対策】

降灰時に可搬型DGポンプを使用するため、コンテナ内のディーゼル機関における吸気部分にフィルタコンテナ1台を接続する



フィルタコンテナ概略図



フィルタコンテナユニット (1基/可搬型DGポンプ)

- a. アタッチメント、可搬ダクトホースを取り付ける（各数材は作業場所付近の容器または車内に保管）
- b. フィルタコンテナ接続後は、定期的にフィルタコンテナについているカートリッジフィルタを交換・清掃する



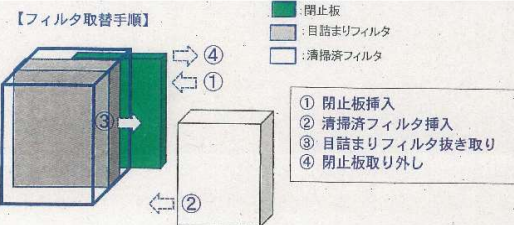
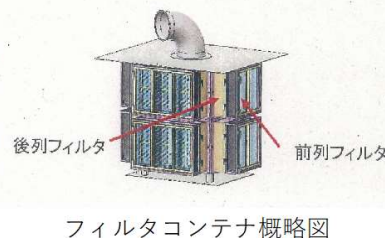
フィルタコンテナ接続状態

③フィルタ交換・清掃

フィルタコンテナのカートリッジフィルタを二重化し、前列と後列を交互に交換・清掃することで非常用DGと可搬型DGポンプを継続的に運転する

a. フィルタ交換

カートリッジフィルタ



フィルタ交換概略図（後列から前列への交換）

b. フィルタ清掃

