

新型転換炉ふげん発電所トリチウム除去装置建屋における 火災警報の発報について（原因と対策）

〔新型転換炉ふげん（新型転換炉；定格電気出力16.5万kW）は、平成15年3月29日に運転を終了し、現在、第18回定期検査中。〕

このことについて、本日、核燃料サイクル開発機構から原因調査結果と対策について報告を受けた。

また、去る9月9日に核燃料サイクル開発機構敦賀本部長に対し、口頭で申し入れた安全管理の再徹底については、現在、核燃料サイクル開発機構において別添のとおり取り組んでいる。

1. 発生状況

平成15年9月8日17時06分頃、トリチウム除去装置建屋の火災警報が発報し、重水精製建屋の排気筒から白煙が確認された。17時34分に発電所職員が現場に立ち入ったところ、トリチウム除去装置建屋1階にある後置フィルタが黒く焦げていることなどが確認された。18時28分、敦賀美方消防組合により鎮火が確認された。なお、本件によるけが人はない。また、重水精製装置、については停止中であり、重水精製建屋排気筒などのモニタ指示に変動はなく、環境への放射能の影響はない。

9月9日に後置フィルタ内部を点検した結果、内部に取り付けられているプレフィルタおよび高性能(HEPA)フィルタ全ての焼失が確認された。また、トリチウム除去装置の運転操作記録や温度チャート等を調査した結果、9月8日16時21分に運転モード切替のために装置を一旦手動停止した後、16時46分に再起動した際、後置フィルタの前段に設置されている吸着塔(A、B 2塔)の選択操作において、加熱再生直後で冷却が不十分な吸着塔Aを選択したため、高温の乾燥した空気(約270℃と推定)が、吸着塔Aから後置フィルタに送り込まれていたことが確認された。

- * 吸着塔：空気の湿分中に含まれるトリチウムを捕集するため、各部屋から吸引した空気を吸湿剤により除湿する装置。吸着(除湿)運転後は吸湿剤の過熱再生と冷却が必要のため、2塔を交互に切替えて運転している。

(9月8日18時20分、21時10分、9月10日16時 記者発表済み)

2. 原因調査

- (1) トリチウム除去装置については、後置フィルタおよび系統機器の外観点検および開放点検を行い、損傷状況を確認した結果、後置フィルタ内部に取り付けられているプレフィルタおよび高性能(HEPA)フィルタ全ての焼失を確認した。また、後置フィルタ出口以降の配管、ダクトで塗装の剥離、配管の変色等が認められたが、変形、損傷は認められなかった。
- (2) 今回のトラブルでは、約270 の乾燥した空気が後置フィルタに送り込まれたことが火災の原因と推定されるため、後置フィルタ実機を模した試験装置による燃焼確認試験を行った。その結果、250 の高温乾燥空気を通気した試験で、高性能(HEPA)フィルタが燃焼することを確認した。
- (3) トリチウム除去装置再起動時の運転操作経緯等について調査した結果、再起動する際の吸着塔選択について、運転操作手順書では具体的な判断方法を定めておらず、判断は実際に運転指示を行う発電課運営班重水管理チーム担当者に任せられていた。担当者は装置の技術的知見について、教育内容が不十分であったため、吸着塔は冷却して使用することを知らなかった。そのため、加熱再生直後の吸着塔が湿分吸着能力が高く、運転に有利であると判断して選択指示したことが確認された。また、装置には誤操作防止のインターロック機能は備わっていないことが確認された。

以上のことから今回の火災は、不適切な吸着塔を選択したため、後置フィルタに約270 の乾燥空気が送り込まれたことが原因であると推定された。

(添付1：原因調査結果 参照)

3. 再発防止対策

原因調査結果を踏まえ、トリチウム除去装置の設備および運転管理について、以下の対策を行うこととする。

(1) 装置の復旧

焼損した後置フィルタについては、ユニット全体を同一仕様のユニットと取り替える。

塗装以外に損傷がなかった配管およびダクトについては、外表面の手入れ、塗装を施す。

8台の弁については、全て分解点検を行う。

(2) 再発防止対策

運転操作手順書には、装置を再起動する際の吸着塔の選択について、選択基準、操作手順、注意事項等を具体的に記載する。

トリチウム除去装置等の運転管理において、判断が必要な操作については、日勤当直長等により妥当性をチェックする体制に改善する。

トリチウム除去装置に関する教育資料を基本的な知識、注意事項、禁止事項など運転管理上の必要な内容を記載して改訂するとともに、関係職員、協力会社運転員に対し、再教育を実施する。

トリチウム除去装置起動時に、吸着塔下部の温度が高い状態の吸着塔を選

択、使用できないようインターロック機能を追加する。

4．他の設備への水平展開について

今回の事象を踏まえ、「ふげん」の運転設備のうち、今後も運転・運用を継続する電源設備、換気系設備、使用済燃料貯蔵設備、廃棄物処理設備等について、安全管理の徹底を図るため、以下の水平展開を行う。

設備の運転管理において、現場で判断に迷うことがある場合には、上位の者に相談することを基本教育資料に反映し、周知徹底する。

運転操作手順書について、運転操作上での判断基準や、考慮すべき注意事項等が具体的に記載されているかを点検し、不備な点があれば改訂する。今後、手順書を作成する場合には、記載事項の不備が生じないように、チェックシートを導入して確認するとともに、これまでは、保安規定に定める「原子炉等安全審査委員会」の承認対象ではなかった原子炉施設等以外の設備の操作手順書についても、承認を受けることとする。

運転管理を担当する職員への教育について、各設備の運転操作や巡視点検に必要な知識、技術が十分であることを再確認し、教育資料の見直しを行うとともに、それらを確実に習得させ、運転員の技術力の維持向上を図るために教育訓練計画を改訂し、着実に実施する。

同様な吸着塔を持つ設備についても、誤操作を防止するインターロック機能を追加するとともに、安全装置が十分かどうか、運転員が監視や確認を行いやすい設備になっているかどうかの観点から点検を行い、改善が必要な点については、今後計画的に設備改善を行う。

問い合わせ先（担当：宮川） 内線2353・直通0776(20)0314
--

<主な時系列>

9月8日

- 4 : 0 1 トリチウム除去装置（吸着塔 A : 吸着中、 B : 冷却中、 運転モード A で運転中）
「排気ダクトトリチウムモニタ高高」警報等発生
（原因はノイズによる誤作動であることを確認、 運転モ - ドは自動でモード A からモード B に切り替わる）
- 1 1 : 1 5 吸着塔 A B へ自動切り替わり（吸着塔 A は加熱再生を開始）
- 1 6 : 1 5 吸着塔 A、 加熱再生終了、 冷却開始
- 1 6 : 2 1 トリチウム除去装置を手動で停止
（警報発生以降、 運転モ - ドを B から A に戻す操作を行ったが、 弁の開閉がうまく動作せず、 警報をリセットするため、 トリチウム除去装置を停止）
- 1 6 : 4 6 トリチウム除去装置、 吸着塔 A : 吸着に選択して再起動（運転モード A で起動）
- 1 7 : 0 6 重水精製建屋の光電アナログ注意発報
- 1 7 : 0 7 重水精製建屋の火災警報発報
- 1 7 : 1 1 トリチウム除去装置を手動で停止（火災警報発報による）
- 1 7 : 3 4 発電課 2 名と安全管理課 2 名がトリチウム除去装置建屋入域（空気呼吸器装備）
- 1 7 : 4 5 後置フィルタおよび接続配管が黒く焦げていることを確認
- 1 8 : 2 8 敦賀美方消防組合により鎮火確認（火災扱い）

添付1 原因調査結果

(1) 機器の外観点検および開放点検結果

焼損した後置フィルタや、吸着塔出口から排気筒までの系統、および再生加熱器系統について点検した結果、以下のことを確認した。

- ・ 後置フィルタ内部に取付けられているプレフィルタおよび高性能(HEPA)フィルタ全てが焼失していた。
- ・ 後置フィルタ出口以降の配管、ダクトで塗装の剥離、配管の変色等が認められたが、変形、損傷は認められなかった。また、後置フィルタ入口までの配管については特に変化は認められなかった。
- ・ 再生加熱器を開放点検した結果、異常は認められなかった。
- ・ 全8台の弁について、外観点検および作動試験を行った結果、吸着塔出口弁(AV244-4A)の作動試験で異音が認められたが、変形、損傷は認められなかった。

(2) 模擬試験装置によるフィルタ燃焼試験結果

吸着塔Aから後置フィルタに流入した乾燥した空気の温度は約270 と推定されたため、実機を模擬した試験装置により、フィルタの燃焼試験を行った結果、250 の乾燥した空気を通気した約2分後に、煙(熱分解ガス)の発生を確認した。(試験は安全性を考慮し、通気を4分で停止)

4時間後にプレフィルタおよび高性能(HEPA)フィルタを試験装置から取り出して点検した結果、高性能(HEPA)フィルタ中心部から煙の発生と温度上昇(282)、フィルタ材の炭化を確認した。なお、この温度条件においてプレフィルタの燃焼は確認されなかった。

(3) 運転操作に関する調査結果

トリチウム除去装置を手動停止した場合、吸着塔が吸着または再生途中の状態となるため、再び起動する際には、使用する吸着塔を運転員が選択しなければならない。今回、装置を再起動した際、運転指示を行う発電課運営班重水管理チーム担当者は、加熱再生は終了していたが、冷却が不十分な吸着塔を選択していた。

このことについて、運転操作手順書の内容、運転管理体制、装置の運転管理に関する教育の内容を調査した結果、以下のことを確認した。

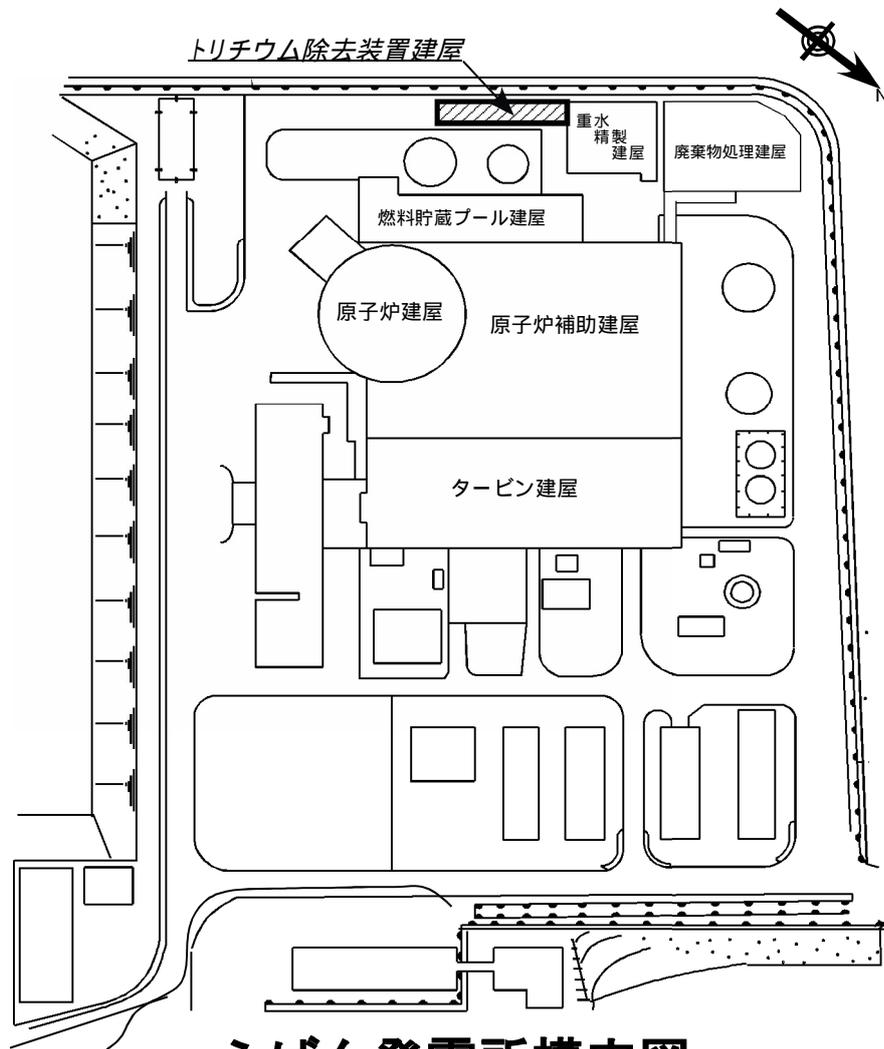
- ・ 非常停止後の吸着塔の選択について、運転操作手順書には判断基準となる記載が不明確であった。
- ・ 運転操作は運転操作手順書に従って行われるが、今回の場合のように手順書の記載において判断基準が不明確な場合、担当者が自ら判断して操作する運用となっており、判断の妥当性を上位者がチェックする体制になっていなかった。
- ・ 発電課運営班重水管理チーム員に対するトリチウム除去装置についての教育は、装置の概要や運転モードの説明、警報設定値などについて記載した

教育資料により行われていたが、吸着塔冷却工程の必要性などに関する知識、注意事項や禁止事項、制限事項など、運転管理上で必要な内容が不足していた。

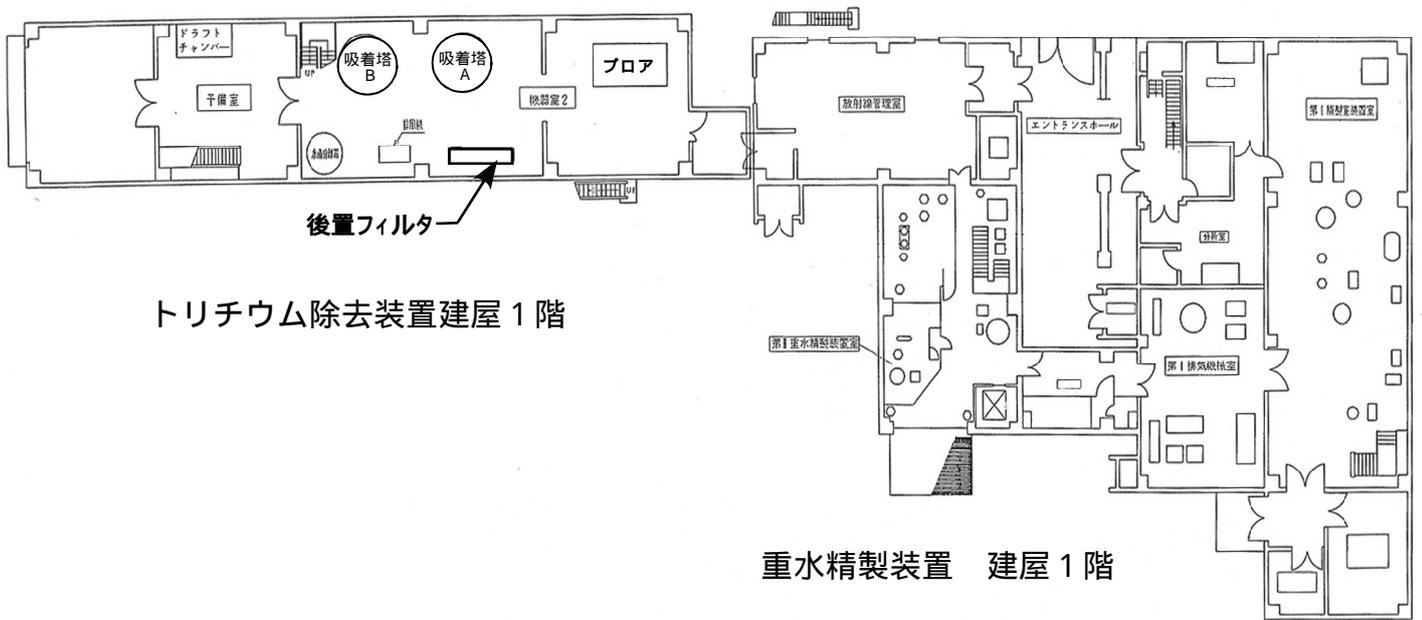
- ・ 運転操作手順書を作成する際のマニュアルでは、作成した手順書と機器の取扱説明書との整合を図ることや、各ステップの注意事項を安全性、操作性を考慮し記載する旨が規定されていたが、その具体的な検討が不十分であったため、手順書には運転管理上の注意事項や禁止事項、温度等の制限範囲などに関する記載が不足していた。

(4) 安全保護装置に関する調査結果

火災防止、放射性物質の漏えい防止、人的危害防止の観点から、トリチウム除去装置の安全保護装置が十分であるかについて調査した結果、吸着塔選択において誤った操作を防止するインターロックが備わっていないことを確認した。



ふげん発電所構内図



トリチウム除去装置建屋 1階

重水精製装置 建屋 1階

重水精製装置 建屋 1階

図-1 トリチウム除去装置建屋平面図

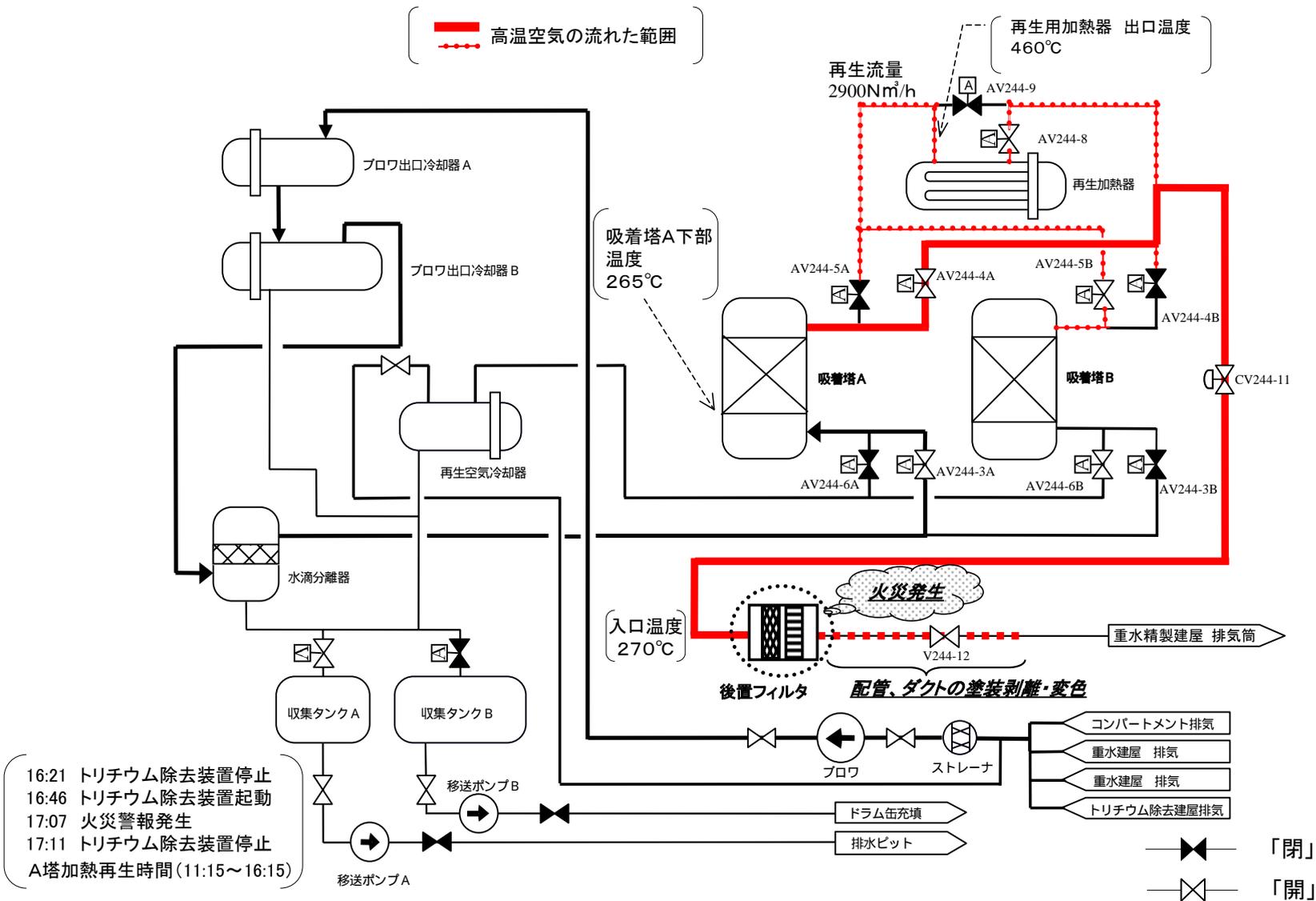
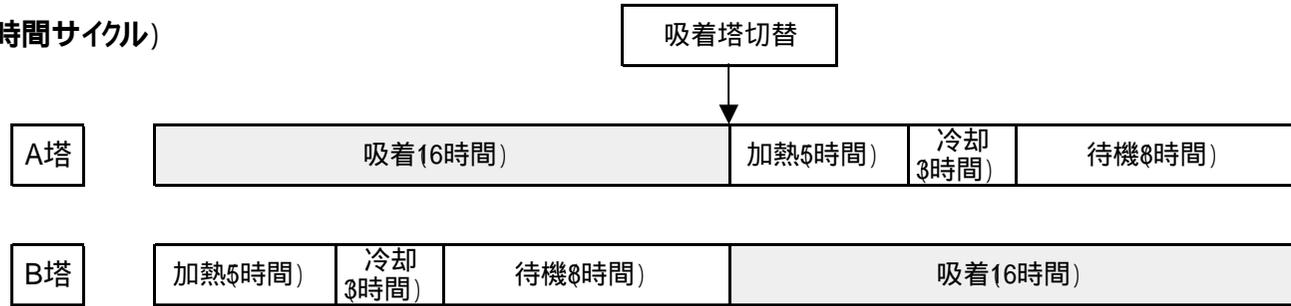


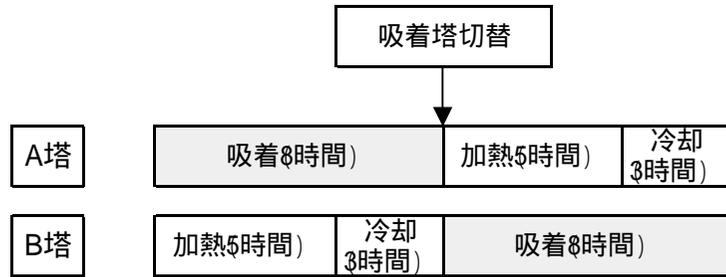
図-2 トリチウム除去装置火災発生時の状況

吸着塔の運用方法

Aモード(6時間サイクル)



Bモード(8時間サイクル)



吸着塔の運用

吸着排気中の水分・トリウムを吸着材で除湿する。
加熱吸着剤の水分を高温乾燥空気を通気して取り除く。
冷却加熱された吸着材を常温乾燥空気で冷却。

AモードとBモードの違い

Aモードは通常の運転モードであり、Bモードは重水漏えいの際、Aモードで吸引している箇所に加え、漏えいの箇所
の空気も吸引処理する。そのため、吸着塔の処理量が増加
することから吸着能力を考慮して8時間切替サイクルとし
た。

今回の吸着塔の状態

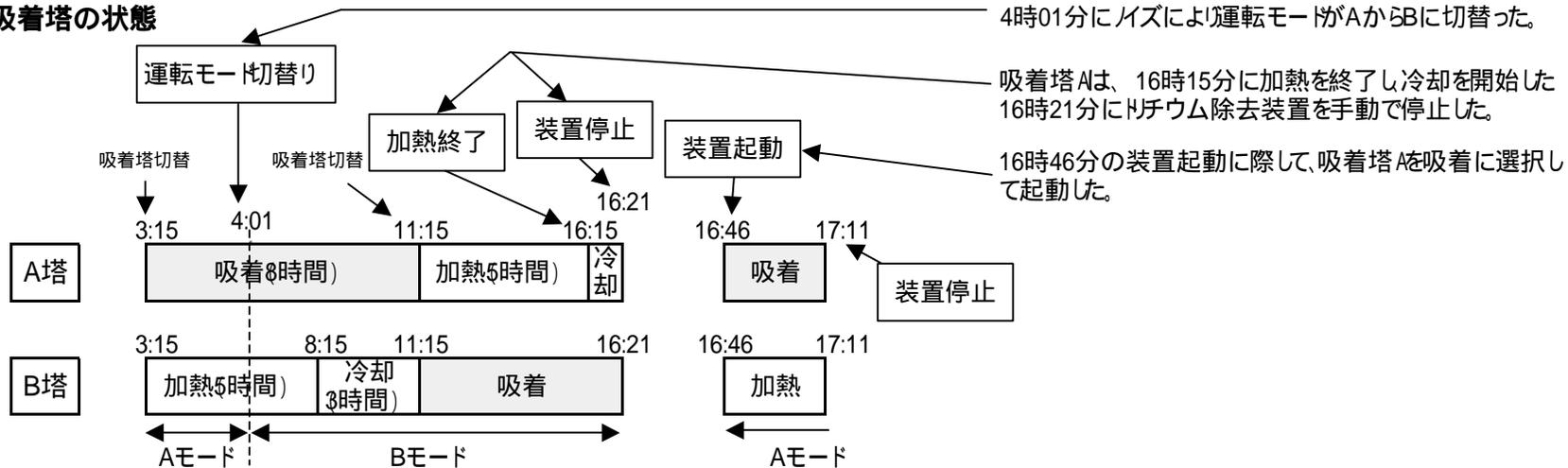
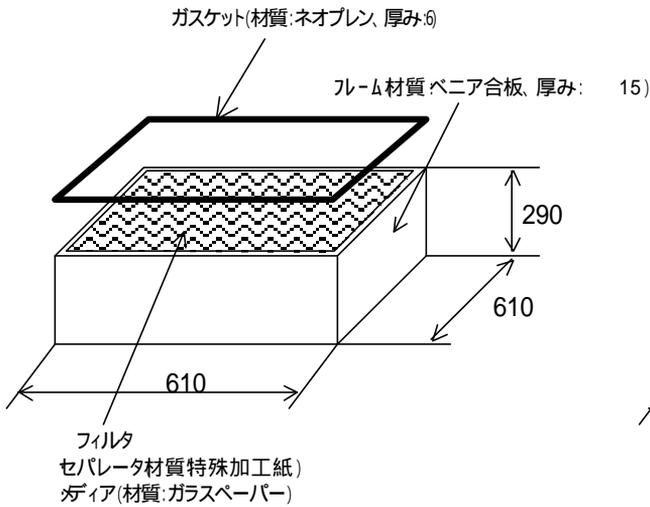
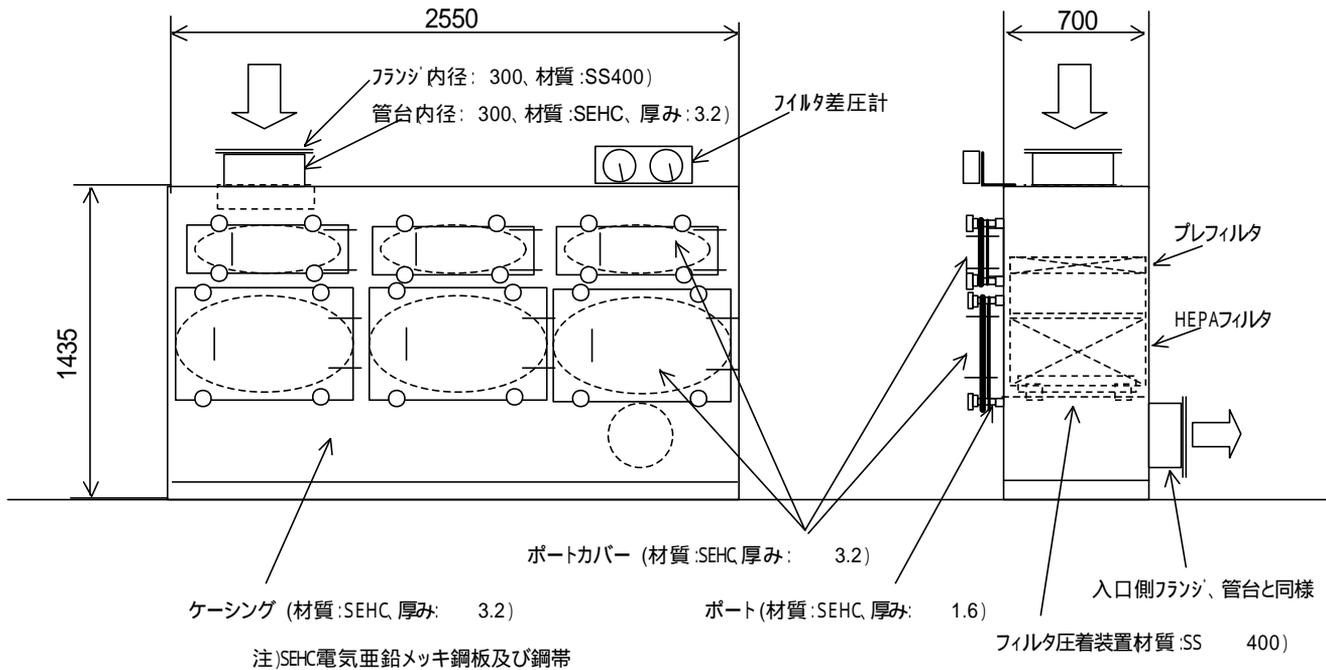
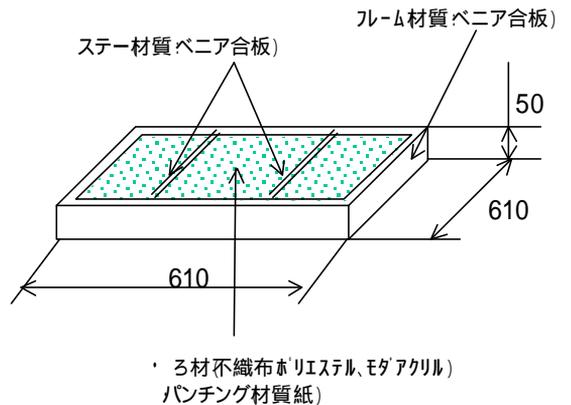


図-3 トリウム除去装置の運転サイクル



HEPAフィルタ



プレフィルタ

(単位: mm)

図 - 4 後置フィルタユニット

・後置フィルタユニット内に設置されていた、プレフィルタ及びHEPAフィルタは燃焼し、原形をとどめていない状態であった。各部の状態は以下のとおり。



入口管台側(ユニット下方より)

・入口側の多孔板は、それほど焼け焦げてはいない。



中央HEPAフィルター据付枠上面より

・HEPAフィルタフレーム合板が炭化したと思われる残渣が認められる。



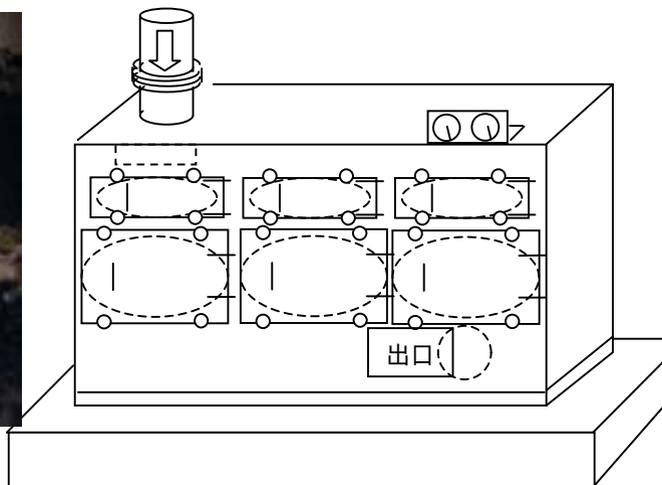
右側フィルタカバー-開放状況

・カバー内面には焼焦げたネオプレンラバーが認められる。



左側フィルタカバー-開放状況

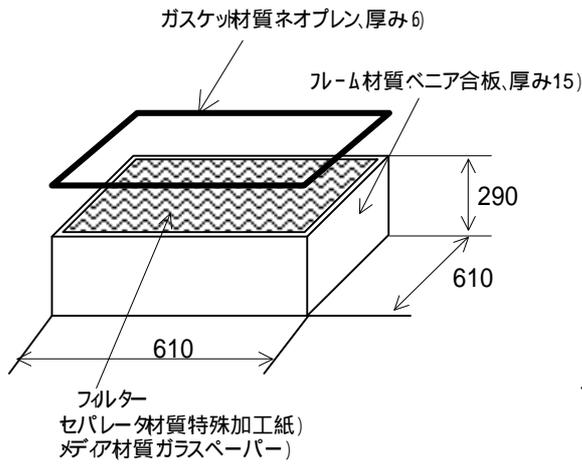
・HEPAフィルタフレーム合板が炭化したと思われる残渣が堆積している。



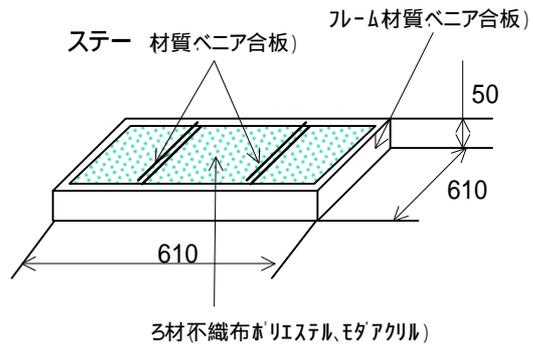
出口管台(ユニット内より)

・炭化したHEPAフィルタ等が底部に堆積している。壁面にはHEPAフィルタフレーム合板が炭化したと思われる残渣が認められる。

図 - 5 後置フィルタユニット内部状況(9月9日撮影)

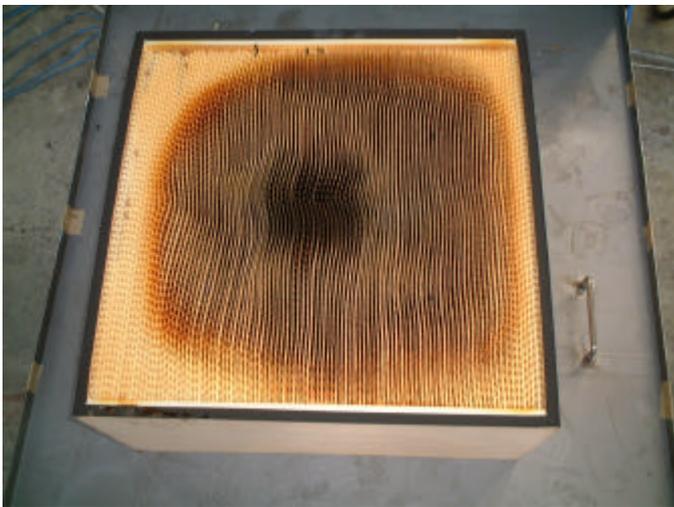


HEPAフィルタ



プレフィルタ

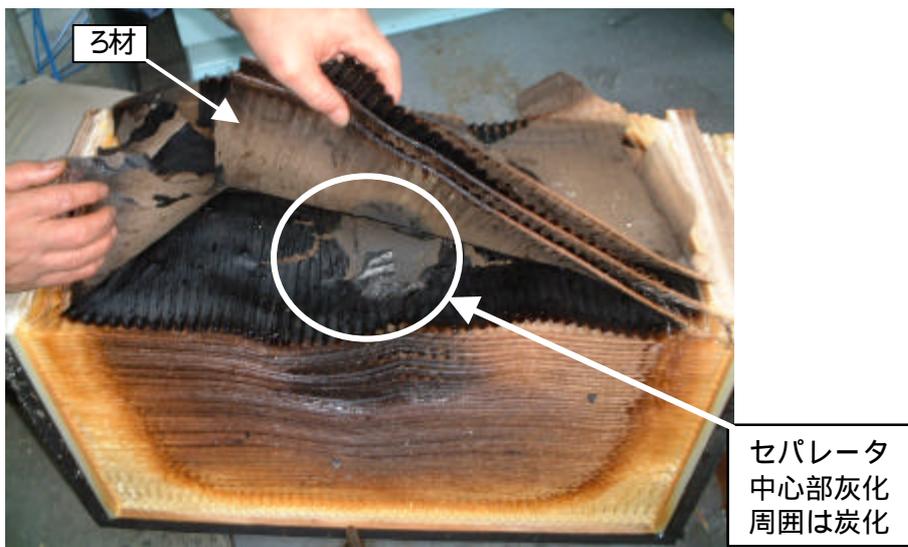
(単位: mm)



フィルタ燃焼試験後 HEPAフィルタ上面外観写真



フィルタ燃焼試験後 プレフィルタ外観写真



フィルタ燃焼試験後 HEPAフィルタ断面写真

図 - 6 フィルタ燃焼試験結果

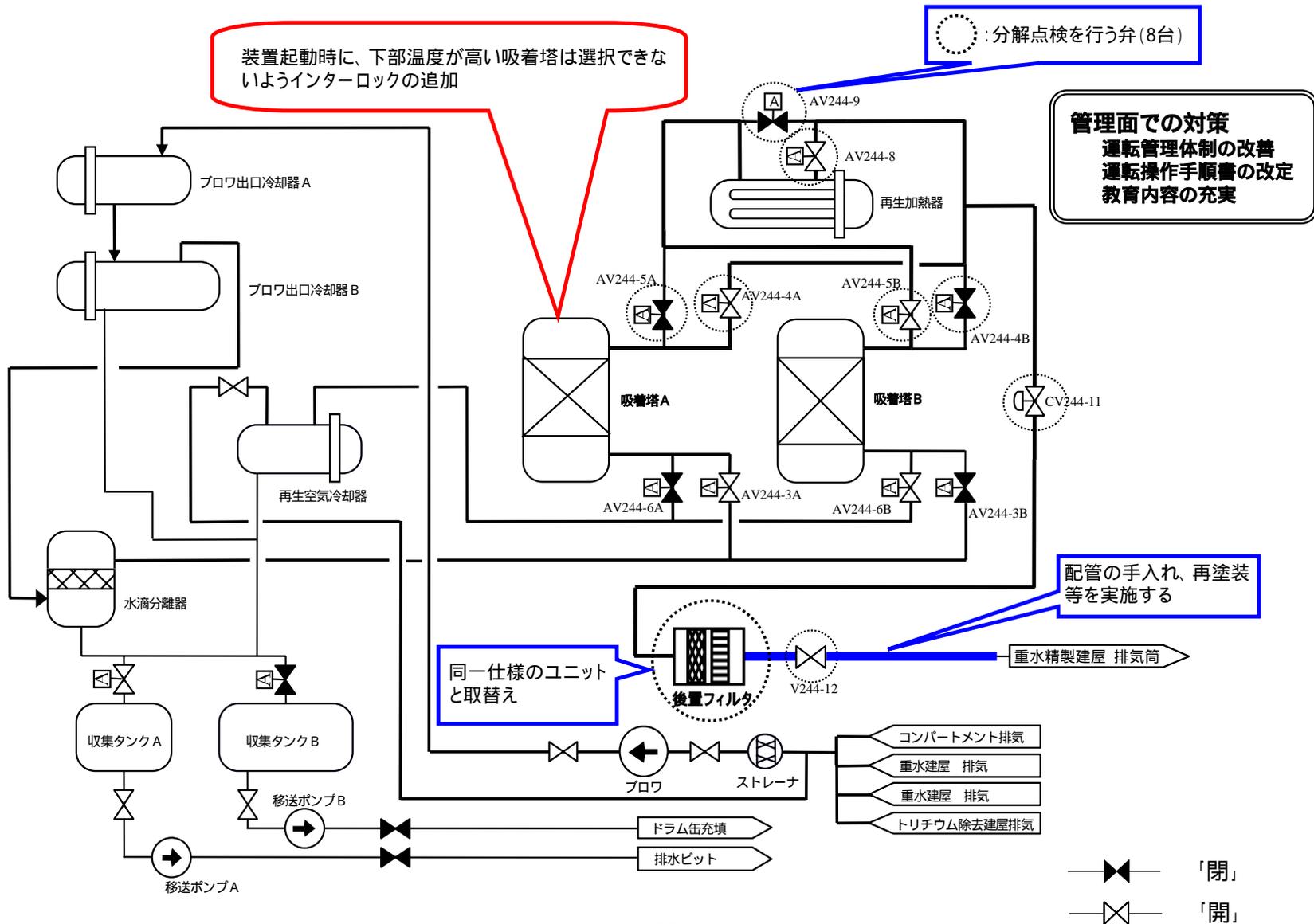
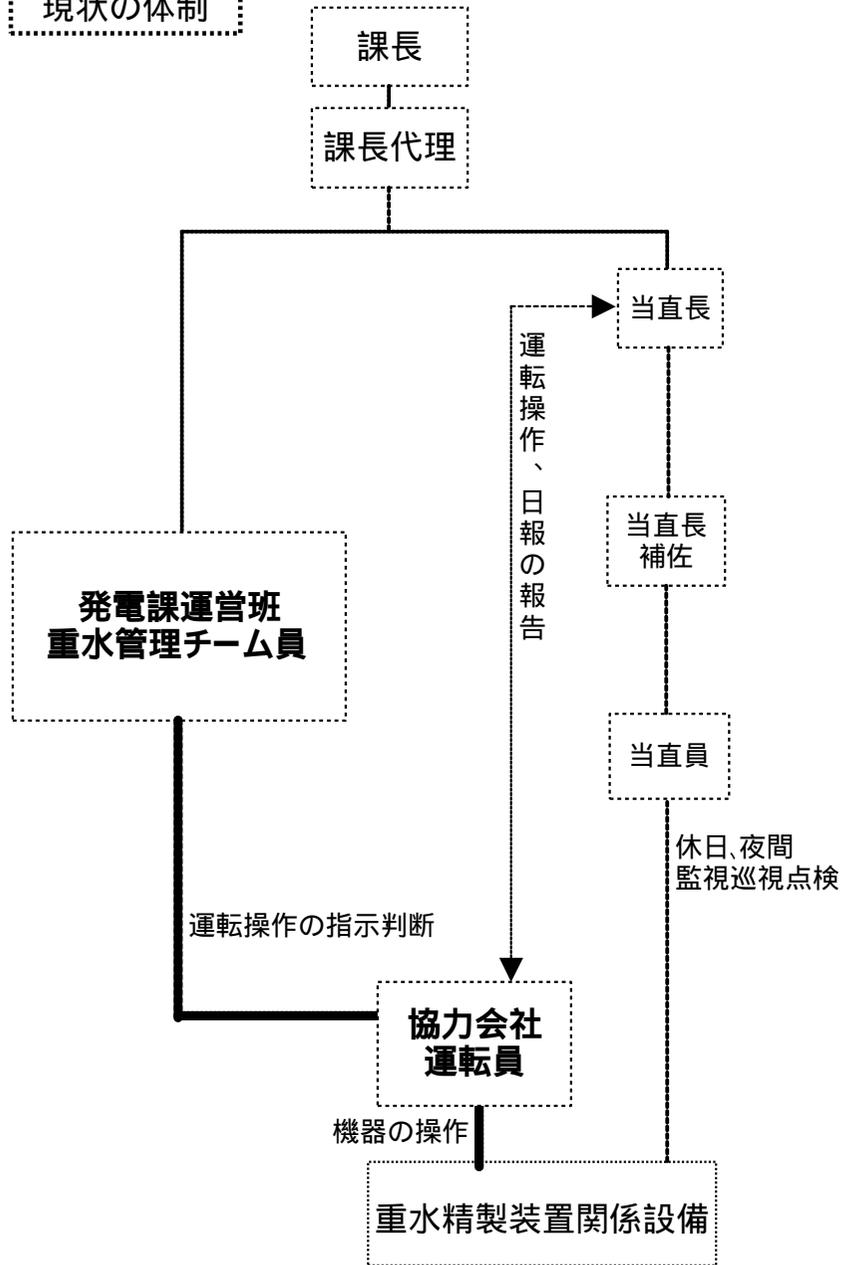
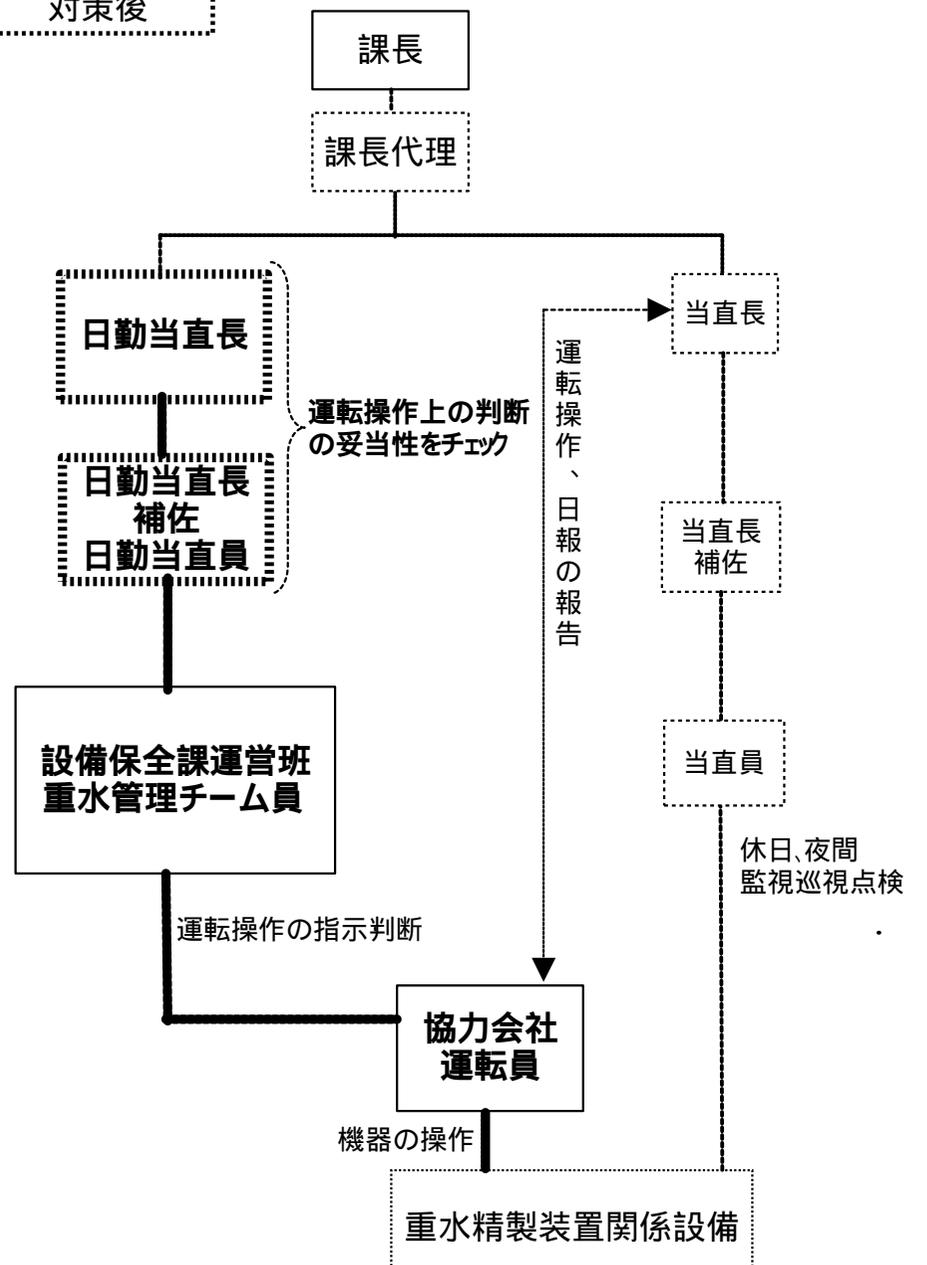


図-7 トリチウム除去装置対策内容

現状の体制



対策後



10/1組織変更により発電課は設備保全課となった。

図-8 重水精製設備運転管理体制の対策

現行手順書

運転操作手順書 (操作にあたっての留意事項)

Aモードからの停止 (非常停止) 操作手順

非常停止後は、吸着塔再生が不完全な状態となるため、吸着塔の選択状態はリセットされる。従って、次の立ち上げにあたっては、非常停止をかけた時の運転記録から、運転に有利とみられる吸着塔を選択し、装置を起動する。

○**現行手順書の問題点**
手順書の表現が不明確である。

○**手順書改訂方針**
手順書の表現を明確にする。

○**現行手順書の問題点**
次回立ち上げ (起動) 時の吸着塔選択の手順が具体的に示されていない。

○**手順書改訂方針**
非常停止後の、起動時の吸着塔選択操作の考え方を明記する。

運転操作手順書

Aモードからの手動起動 吸着塔選択操作ステップ

前回の運転でプログラム停止をしなかった場合、或いは一旦運転モードを「手動」にした場合は塔の選択を行う必要がある。(前回の運転記録を確認して、塔の再生が終わっている方を選択する。)

○**現行手順書の問題点**
・プログラム停止をしなかった場合の吸着塔選択の手順が明確に記載されていない。

○**手順書改訂方針**
・プログラム停止をしなかった場合の吸着塔選択基準を明記する。
・インターロック追加に伴う吸着塔状態表示の「吸着塔再生完了」について記載する。
また、注意事項欄に、インターロックの設定値の根拠を記載する。
吸着塔選択は、吸着塔状態表示画面で「吸着塔再生完了」表示灯が点灯している塔を選択することを明記する。
また、吸着塔下部温度が70以下であることを確認することを明記する。
状態表示画面及び吸着塔下部温度を確認する計器名称、計器番号、盤番号を注意事項欄に明記する。

安全管理徹底に対する取組みについて

1. 敦賀本部全体での取組み

- 1) 敦賀本部における安全大会の実施(10月1日)
全職員、協力会社が一同に会し、安全管理徹底へ積極的に取り組んでいくことを代表者が決意表明する。
- 2) 10月1日から1ヶ月間を「安全管理活動集中キャンペーン月間」として、
トラブル防止に向けての「所長との職域懇談会」
全従業員が各担当業務のリスクを提出し改善策を提案
安全管理に関する講演会の開催
などを全職域で実施します。

2. 「ふげん」での取組み

- 1) 実施体制(「運転管理班」の設置)
平成15年10月1日の所内組織改正に併せて、保安規定に基づく原子炉主任技術者等(以下「主任技術者」という。)の下に新たに専任スタッフとして「運転管理班」を設置して、プラント設備全般にわたってマニュアル・設備の点検、教育訓練の充実強化を行い、安全管理体制を強化していくとともに本点検の指導・助言も行います。

また、当面の点検作業の期間、サイクル機構OB、民間からの専門家を強化要員として増員し、第三者的な立場、専門的な立場からも指導・助言をいただきます。

- 2) プラント設備の運転操作手順等の点検

今後も運転・運用する設備の運転操作手順書について記載内容の不足な点や運転員が判断に迷う恐れは無いかなどの観点から運転操作手順書の点検と改善を行うとともに、これらの設備・機器についてインターロックなどの安全装置の点検を行います。

- 3) 教育訓練の充実・強化

現行の運転員教育訓練計画を見直し、火災の発生や放射性物質の漏洩などのトラブル防止の観点から、機器・設備の運転操作や巡視点検の注意点などの基本事項や基礎技術教育の徹底のほか、運転習熟度を上げるために必要な教育訓練計画を立案し実行します。