

福島第一原子力発電所 多核種除去設備（ALPS）の概要等

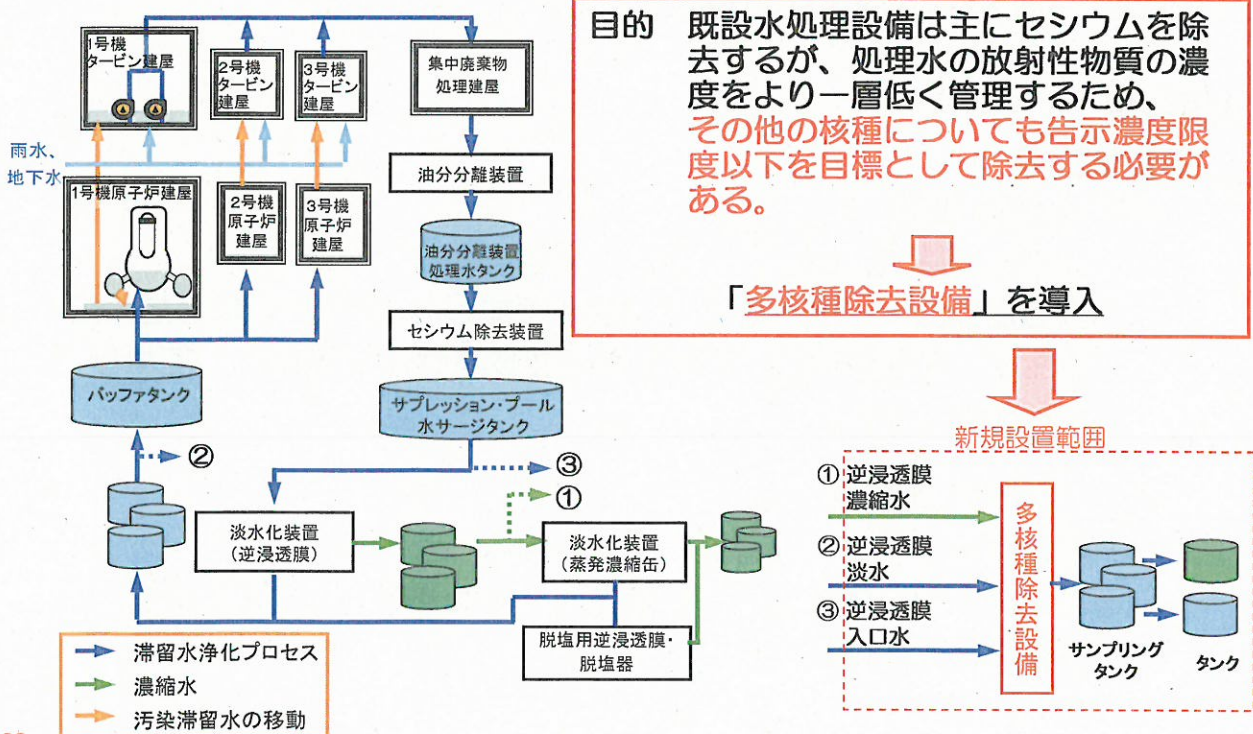
平成25年4月3日

東京電力株式会社



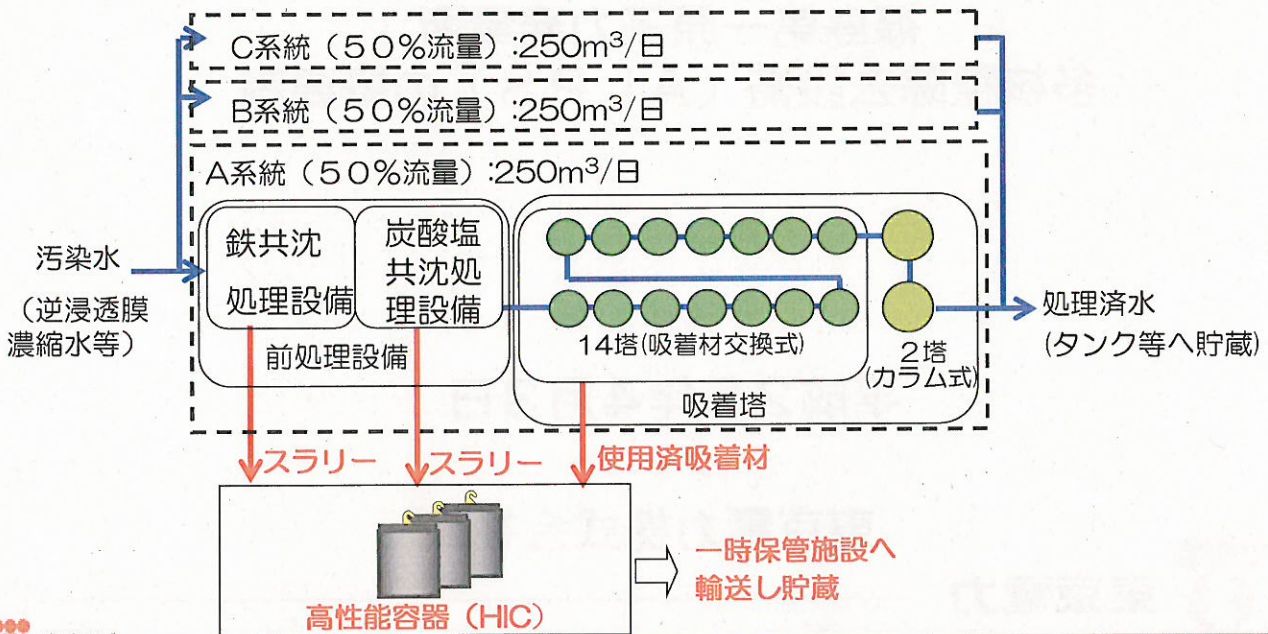
多核種除去設備設置の目的

■ 「多核種除去設備」設置の背景



多核種除去設備の概要

- 前処理設備・吸着塔に汚染水を通水し、放射性物質を除去。
- 廃棄物（スラリー、使用済吸着材）は高性能容器（HIC）に移送、廃棄物を規定の量受入れたHICは、一時保管施設へ輸送し貯蔵する。



主要設備

- 系統構成
 - 50% 2系列運転 (500m³/日)
- 主要設備
 - 前処理設備
 - ◆ 鉄共沈処理設備
 - ✓ α核種の除去、Co-60、Mn-54等の除去
 - ✓ 次亜塩素酸ソーダ、塩化第二鉄を添加した後、pH調整のために苛性ソーダを添加して水酸化鉄を生成させ、凝集剤としてポリマーを投入する。
 - ◆ 炭酸塩沈殿処理設備
 - ✓ 吸着障害イオン (Mg、Ca等) の除去
 - ✓ 共沈タンクに炭酸ソーダと苛性ソーダを添加し、2価の金属の炭酸塩を生成させる

主要設備

●多核種除去装置（吸着塔、処理カラム）

- ✓処理対象水に含まれるコロイド状及びイオン状の放射性核種を選択的に吸着処理する機能を有する。

表1 多核種除去装置の吸着材種類と必要塔数

No.	収容	吸着材の組成	主な除去対象核種	塔数
1	吸着塔	活性炭	コロイド	1
2		チタン酸塩	Sr (M^{2+})	3
3		フェロシアン化合物	Cs	2
4		Ag添着活性炭	I	2
5		酸化チタン	Sb	2
6		キレート樹脂	Co (M^{2+} , M^{3+})	4
7	処理カラム	樹脂系吸着材	Ru, 負電荷コロイド	1 (1) ※1

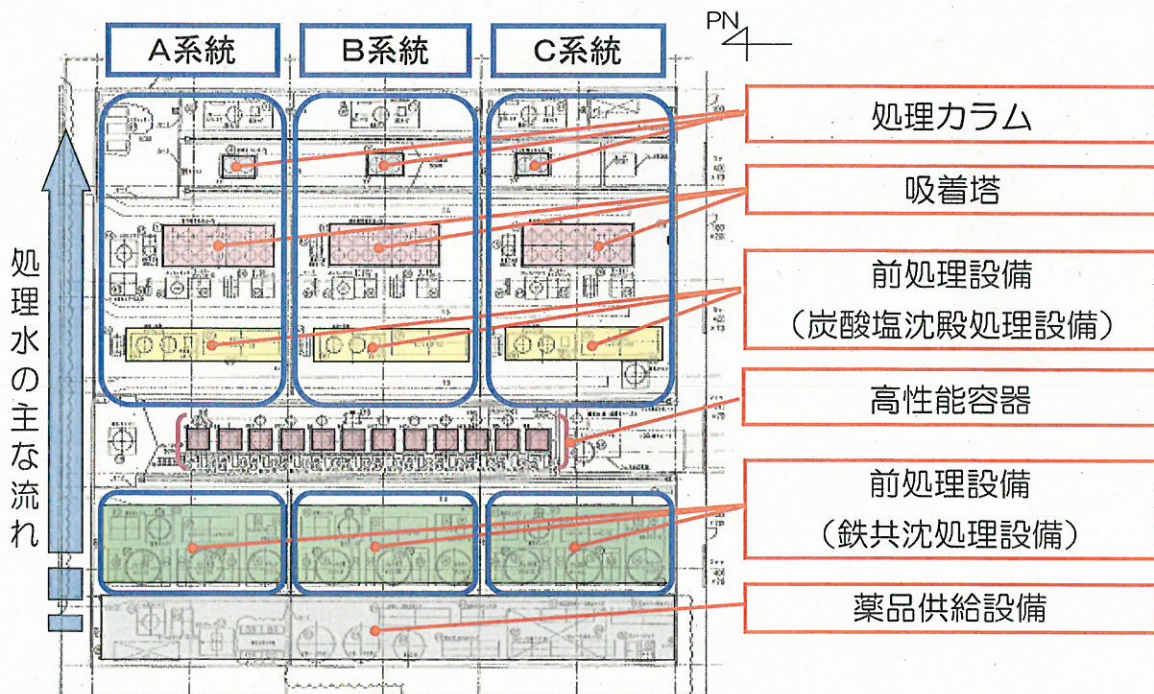
※1：処理カラム2塔のうち1塔は予備

- ✓吸着材は、所定の容量を通水した後、高性能容器へ排出される。また、処理カラムに含まれる吸着材は、所定の容量を通水した後、処理カラムごと交換する。吸着材を収容した高性能容器、使用済み処理カラムは、使用済セシウム吸着塔一時保管施設で貯蔵する。

機器配置

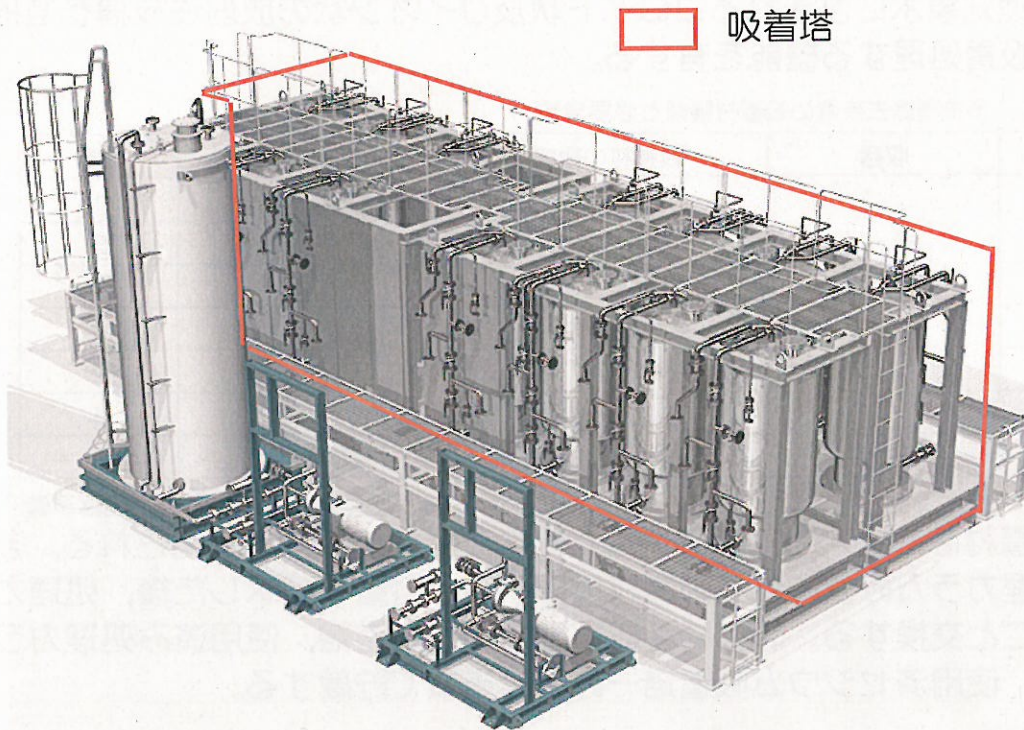
■多核種除去設備の機器配置

各機器は、基礎上の屋外に配置する。



主要設備

■ 吸着塔イメージ



吸着塔

主要設備

■ 高性能容器

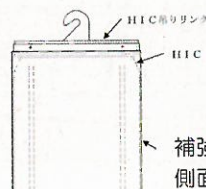
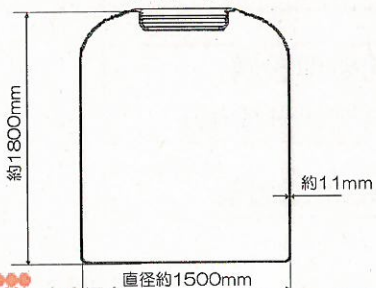
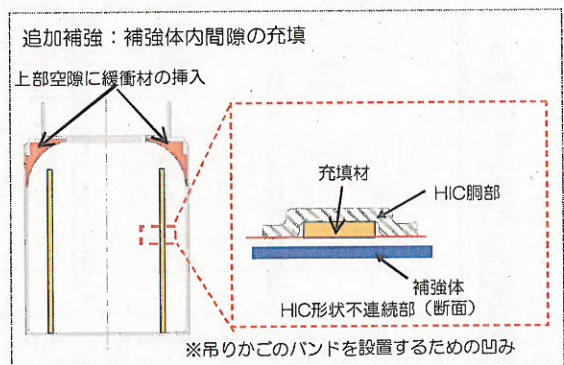
- ✓ 強度、耐久性、耐放射線性、耐薬品性に優れたポリエチレン製容器で、使用済みの吸着材、沈殿処理生成物を貯蔵する。
- ✓ 使用済みの吸着材は、収容効率を高めるために脱水装置により脱水処理される。
- ✓ 高性能容器に補強体を取付け、万一の落下の際の容器健全性を確保する



(イメージ)



(HIC補強体外観)



補強体 (SUS製)
側面10mm、底面20mmJ

現地の状況 (1/2)

多核種除去設備 建屋設置状況
平成25年3月27日撮影



南側より撮影



北西側より撮影



北側より撮影

現地の状況 (2/2)

多核種除去設備 機器の設置状況
平成24年9月16日撮影



吸着塔 (処理カラム)
平成25年3月27日撮影



制御盤 平成25年3月27日撮影



ホット試験とは

- ・ホット試験においては、多核種除去設備の性能に関し、放射性物質の**“除去性能”**及び運転の間**“除去性能が維持されること”**を確認する。
- ・NISA（当時）より提示された『所定の性能確認が出来る必要最小限の期間、設備範囲内（A系のみ）の試験とすること』に関する対応として、まずA系で行う。

＜除去性能の確認＞

- ✓ 除去対象とする62核種に対して、告示濃度限度を満足することを確認。
- ✓ 確認は、**1系列あたり約1000~2000m³**処理する期間にて実施。

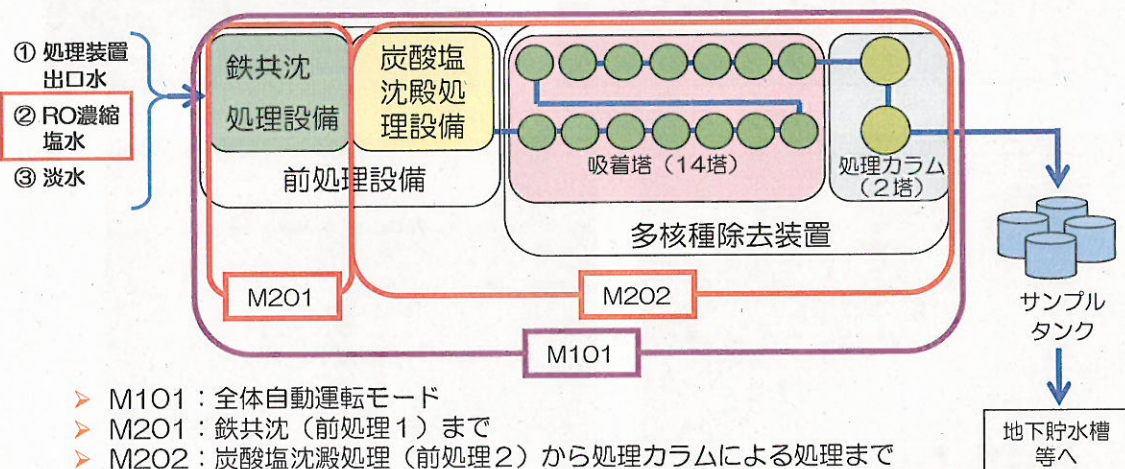
＜除去性能が維持されることの確認＞

- ✓ 吸着材の交換までの間、除去性能が維持されることを確認する。
- ✓ 確認は、交換周期が最も長い吸着材7の交換周期が121日（処理流量換算で約30,000m³）であることから、**1系列あたり約30,000m³**を処理する期間にて実施。

ホット試験概要（A系統ホット試験）

- これまで実施したコールド試験において、ろ過水による各機器の水張り漏えい確認、機器単体の試運転、系統運転（M101, M201, M202）試験等を実施済み
- ホット試験はRO濃縮塩水（汚染水）を用いて、以下を実施する

- ① RO濃縮塩水受入試験
- ② 系統運転（M201, M202）試験
- ③ 系統運転（M101）試験
- ④ 性能維持確認及び廃吸着材移送試験



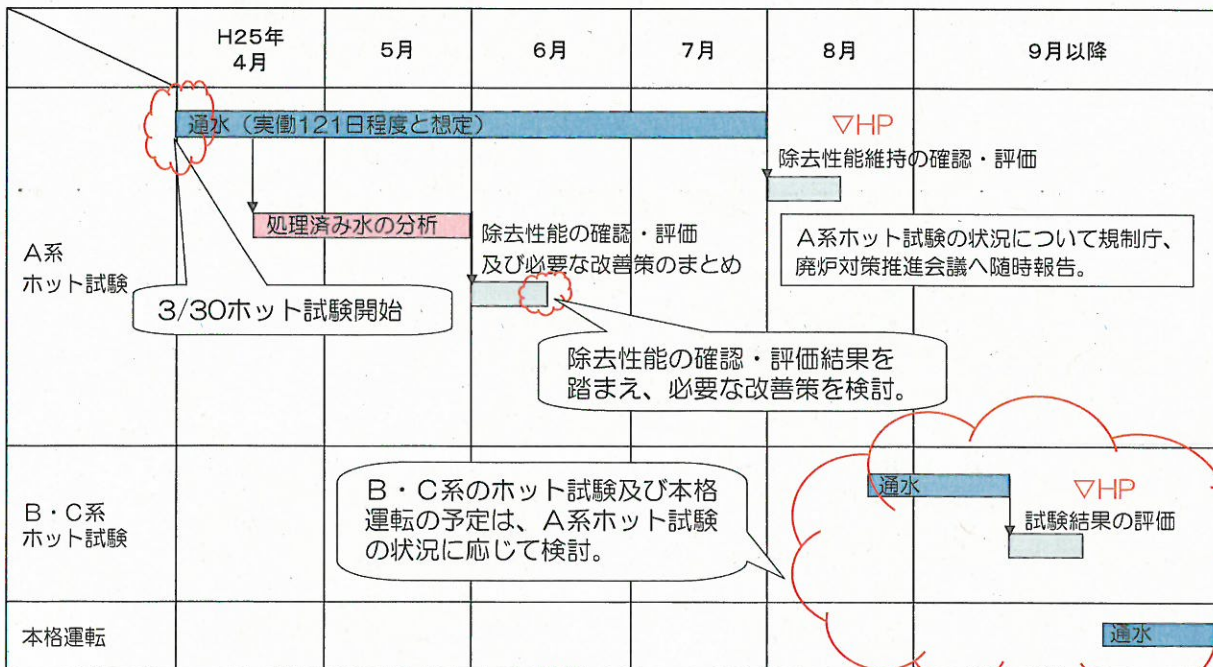
ホット試験及び本格運転スケジュール（1 / 2）

■ ホット試験及び本格運転スケジュール

- 3月19日 A系ホット試験開始について、原子力規制委員会の了解
3月25日 ホット試験運用についての原子炉施設保安規定変更認可
- ホット試験は、A系から実施するものとし、**除去性能の確認及び除去性能がホット試験の間、維持されることを確認する。**
- A系のホット試験の状況は、規制庁及び廃炉対策推進会議へ随時ご報告する。
- B・C系のホット試験および本格運転の予定は、A系のホット試験の状況に応じ、検討する。

ホット試験及び本格運転スケジュール（2 / 2）

■ ホット試験及び本格運転スケジュール（案）



HP：ホールドポイント

多核種除去設備の運転に伴うリスクへの対応（1 / 4）

多核種除去設備を運転するにあたり、漏えい・作業員被ばくに関するリスクに対して適切な対策を講じている。

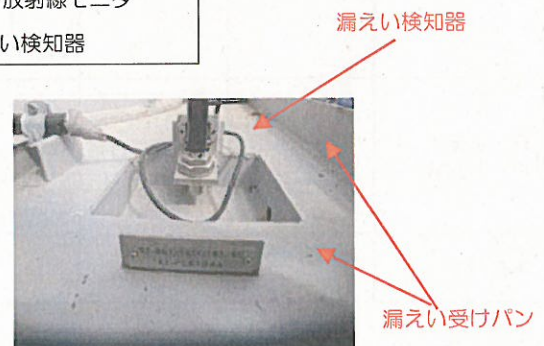
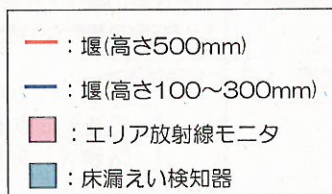
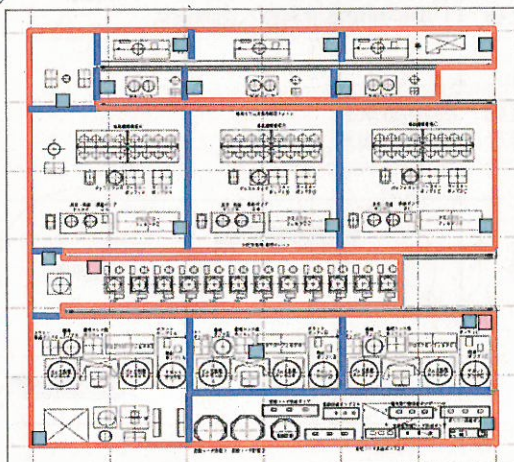
■漏えいリスクに対する対策

リスク		対策
内部 事象	経年劣化	<ul style="list-style-type: none"> 適切な運転・保守管理の実施。 配管には被覆材（保温材含む）等、ポリエチレン製配管には紫外線対策カバーを取付 HICは、貯蔵期間（20年間）に対する長期健全性の確認
	偶発事象	<ul style="list-style-type: none"> 適切な運転・保守管理の実施。 高性能容器（HIC）取扱時に想定される落下を考慮し、補強等により健全性を有する構造とする。また、落下防止対策等を講じる。
	ヒューマンエラー	<ul style="list-style-type: none"> 手順書の作成、教育・訓練等、ヒューマンエラー対策を実施。
外部 事象	凍結	<ul style="list-style-type: none"> 配管・ポンプ類は、保温材の取付、水抜き等を実施
	地震	<ul style="list-style-type: none"> 堰、土堰提等による系外放出防止、巡視点検による監視を実施。 漏えいのリスクが低いポリエチレン管、ステンレス鋼管等を採用。
	津波	<ul style="list-style-type: none"> 設備を高台に設置済
	火災	<ul style="list-style-type: none"> 発電所全体として、早期検知に努めるとともに、消火設備を設ける。 発電所構内について毎日パトロールを実施し、火災等異常の早期発見に努める。
	台風・竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 堰、土堰提等による系外放出防止、巡視点検による監視を実施。 漏えいのリスクが低いポリエチレン管、ステンレス鋼管等を採用。
	人為事象	<ul style="list-style-type: none"> 堰、土堰提等による系外放出防止、巡視点検による監視を実施。 漏えいのリスクが低いポリエチレン管、ステンレス鋼管等を採用。

多核種除去設備の運転に伴うリスクへの対応（2 / 4）

■漏えい拡大防止対策（多核種除去設備）

- ✓ 設備を構成する各機器スキッドに、漏えい受けパンと漏えい検知器を設置
- ✓ 設置エリア外への漏えい拡大防止のため、系統分離堰（高さ100mm～300mm）及び外周堰（高さ500mm）を設置
- ✓ スキッド外で漏えいが発生した際の検知性を確保するため、堰で区画されたエリア毎に床漏えい検知器を設置
- ✓ カメラ及びエリア放射線モニタによる監視を実施



多核種除去設備エリアの漏えい拡大防止対策

機器スキッド漏えい検知器の一例

多核種除去設備の運転に伴うリスクへの対応（3/4）

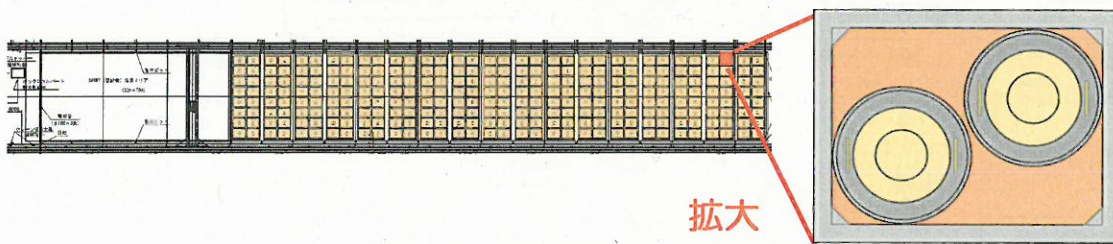
■漏えい拡大防止対策（一時保管施設）

多核種除去設備で発生する廃棄物を収容した高性能容器（HIC）は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設）（以降、「一時保管施設」という）へ輸送し、ボックスカルバート内に貯蔵する（下図参照）。

HICは、長期間の貯蔵における耐食性、耐放射線性等について健全性を有しており、コンクリート製のボックスカルバート内に静置することで**安定的に貯蔵可能**であるが、さらに以下の対応を実施。

- ✓ボックスカルバートの上蓋を開け、内部のHICに漏えいがないことを定期的に確認。なお、万一、HICから漏えいが発生した場合においても、漏えい物はボックスカルバート内に留まる（下図参照）。

※確認対象は、作業員の被ばく低減の観点から、最も高線量となるスラリー（鉄共沈処理）を収容したHICのうち一時保管施設に最初に保管する1基を代表とする。



一時保管施設におけるHIC貯蔵概要

多核種除去設備の運転に伴うリスクへの対応（4/4）

■作業員被ばくリスクに対する対策

<設計上の考慮>

- ✓多核種除去設備の機器は、各機器から1mの距離において1mSv/h以下となるよう設計
- ✓主な運転及び監視操作は、制御室からの遠隔操作にて実施可能
- ✓制御室は、多核種除去設備設置エリアより約900m離れた位置に設置しており、設備の運転に伴う制御室の線量増加は3 μ Sv/年程度
- ✓機器メンテナンス時の線量低減のため、フラッシングラインを設置

<放射線防護対策>

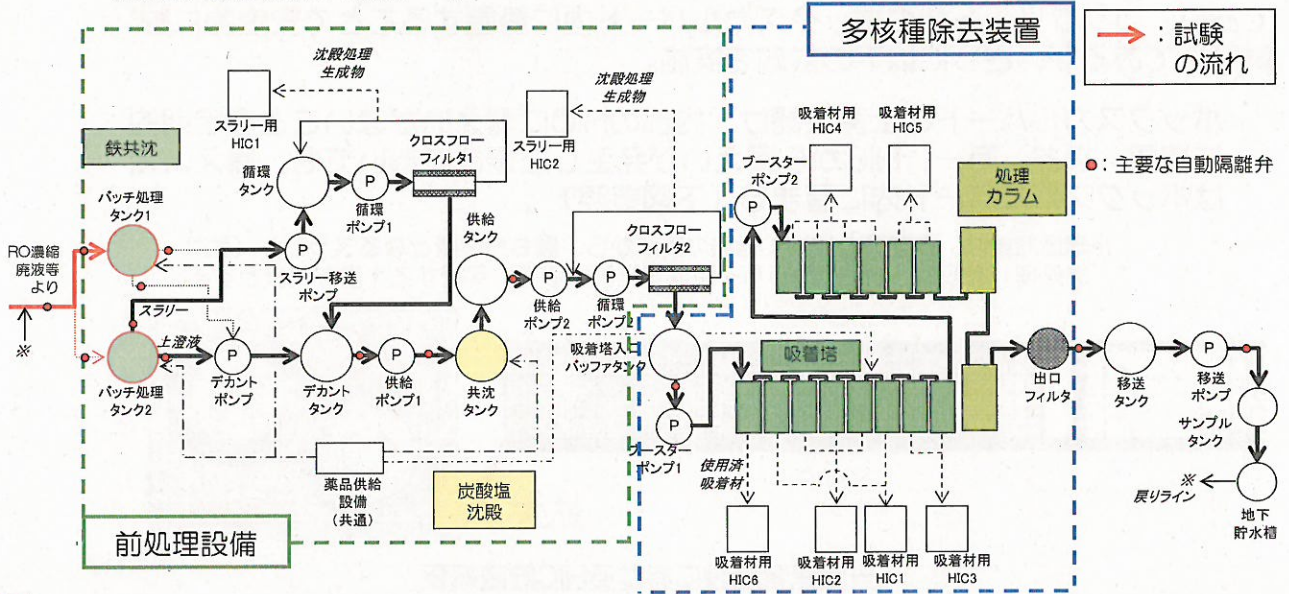
- ✓運転操作等に係る放射線業務従事者以外の者が不要に近づくことがないように、当該区域を周知すると共に標識等を設ける。
- ✓放射線レベルの高い区域は標識を設け、運転操作等に係る放射線業務従事者の被ばく低減を図る。

<個人被ばく管理>

- ✓処理水中に多量に含まれている β 核種の影響により、 β 線線量率の高い作業環境となることが想定されるため、下記の線量管理を実施する。
 - ・作業に応じて被ばくする線源や作業姿勢を考慮し適切な放射線測定器（例えば、 β 線被ばく作業においては、 β 線測定用線量計、リングバッチ等）を着用させ、その都度線量の測定を行う。

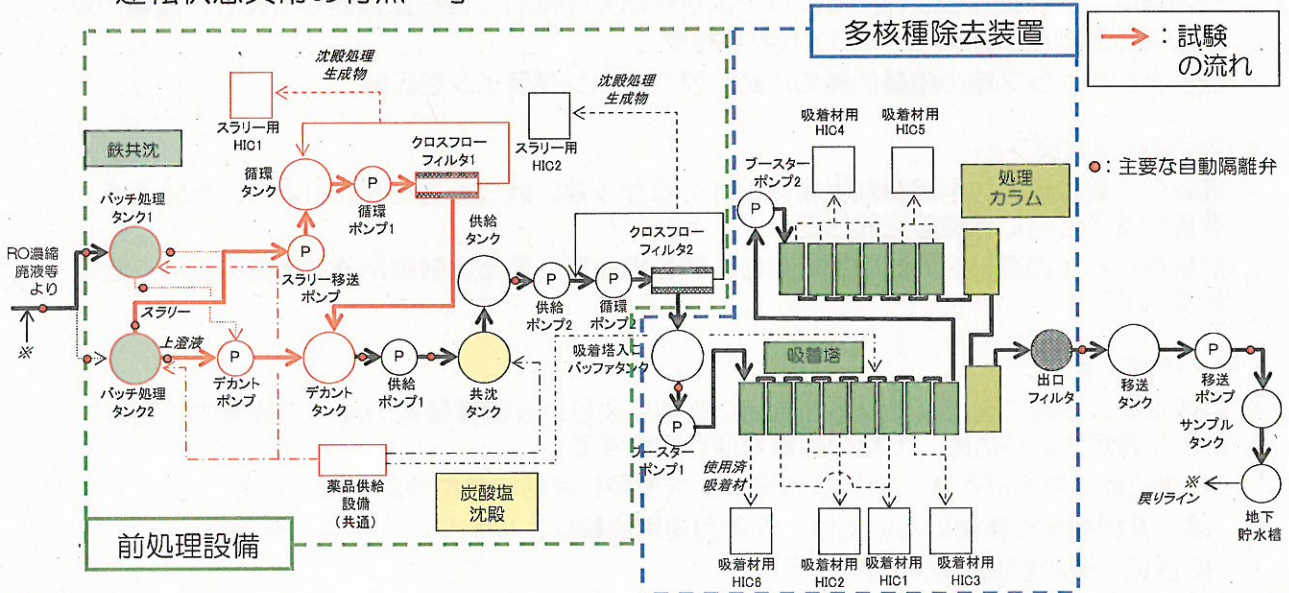
参考資料) ALPSホット試験系統図① 処理対象水受入

- ✓ 処理対象水であるRO濃縮廃水をバッチ処理タンクへ受け入れさせる試験
- ✓ 確認事項、判定基準
 - 受入後バッチ処理タンクの液位
 - 漏えいの有無
 - 運転状態異常の有無 等



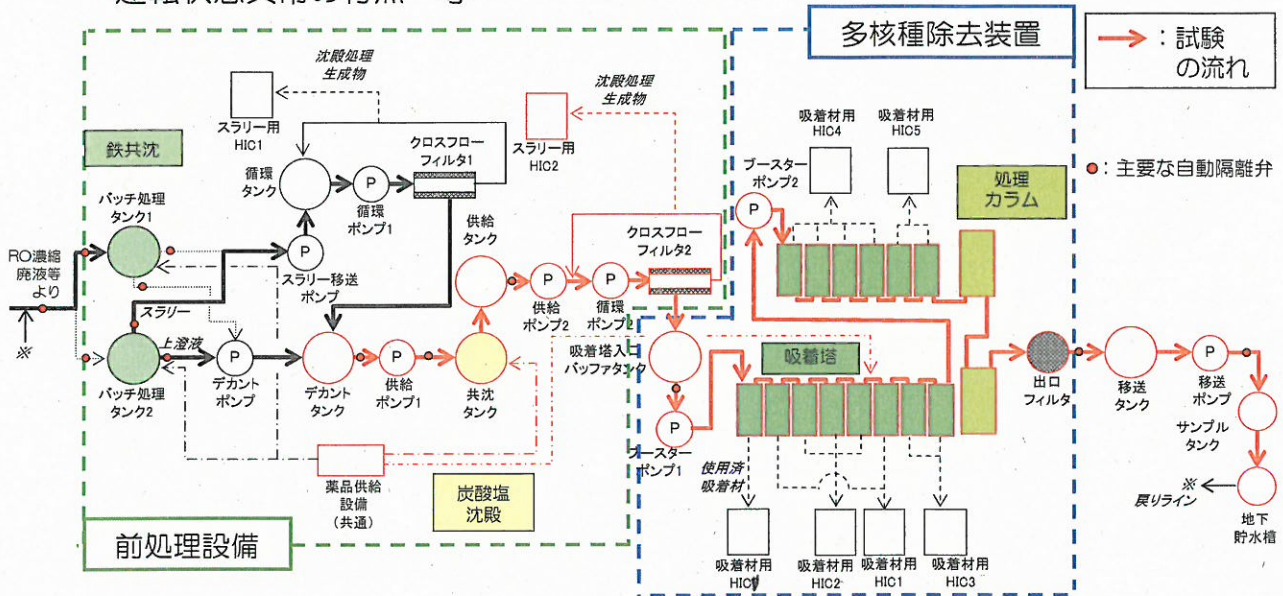
参考資料) ALPSホット試験系統図② 調整運転 (M201モード)

- ✓ バッチ処理タンク～デカントタンクの試運転
- ✓ 鉄共沈に伴う廃スラリーのHIC移送、逆洗操作の確認等
- ✓ 確認事項、判定基準
 - 漏えいの有無
 - 運転状態異常の有無 等



参考資料) ALPSホット試験系統図③ 調整運転 (M202モード)

- ✓ デカントタンク～仮設タンクの試運転
- ✓ 炭酸塩沈殿処理に伴う廃スラリーのHIC移送、逆洗操作の確認等
- ✓ 確認事項、判定基準
 - ・漏えいの有無
 - ・運転状態異常の有無 等



参考資料) ALPSホット試験系統図③ 連続運転 (M101モード)

- ✓ 全体自動運転モードにて、最初から最後まで通水させる試験
- ✓ 確認事項、判定基準
 - ・漏えいの有無
 - ・運転状態異常の有無
 - ・放射性物質の除去性能確認 等

