

スラリー安定化処理設備に関する 審査上の論点（規制庁提示）を踏まえた当社回答

2022年10月26日



東京電力ホールディングス株式会社

本資料は、第102回 特定原子力施設監視・評価検討会の資料2-1「スラリー安定化処理設備に関する審査上の論点」（原子力規制庁）において示された4つの論点について、検討状況を示すもの。

論点1．スラリーの安定化処理の実現性

論点2．HIC保管容量のひっ迫

論点3．耐震クラス分類※

論点4．放射線業務従事者の被ばく管理

※スラリー安定化処理設備に限定したものではなく、1Fにおいて建設される全ての施設に対して適用されるものであるため、別資料にてご説明する。

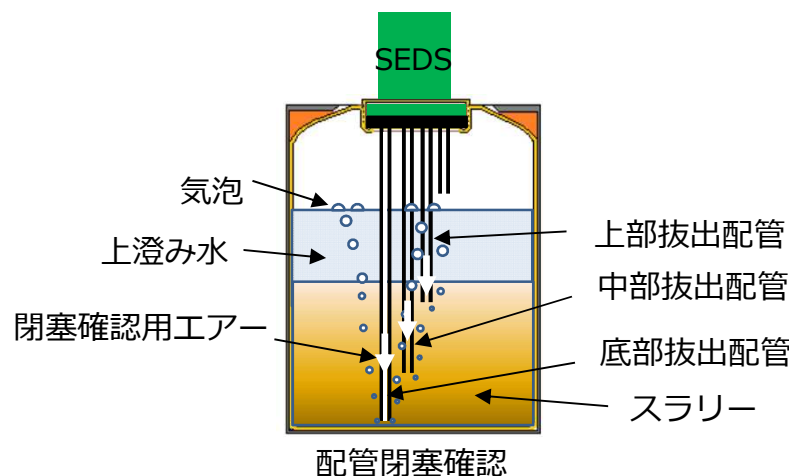
<規制庁殿ご意見>

現在実施中の抜き出しポンプによるHIC内スラリーの移し替え作業において、下部スラリーは物理的に移し替えできていないことから、スラリー安定化設備の設置目的が確実に達成できることについて説明を求める。

① スラリーの抜き出しの実現性

(下部スラリーが抜き出せない場合洗浄による抜き出しの実現性)

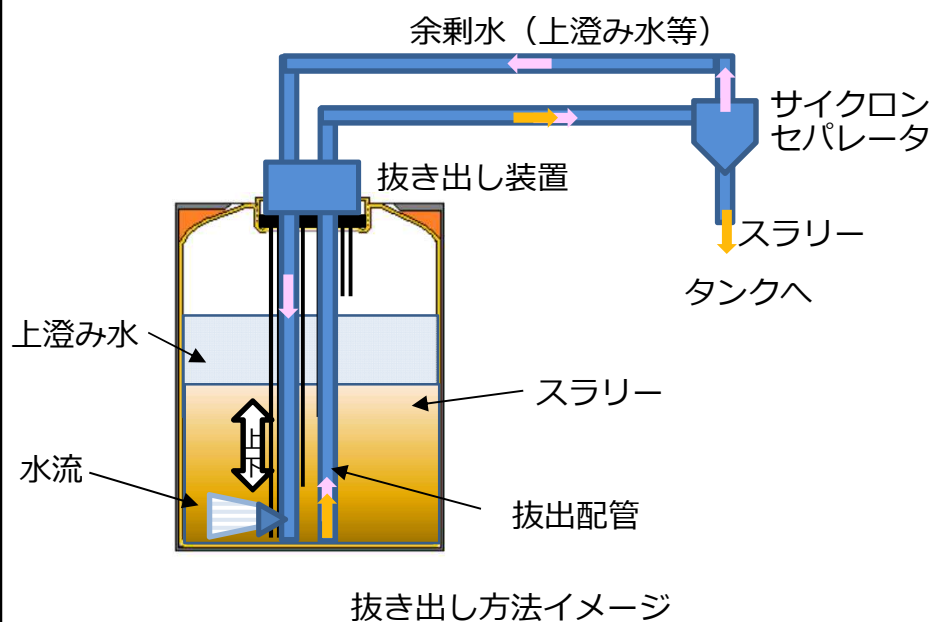
- 現在実施しているHICからのスラリー移替え作業において、以下の状況を確認している。
 - 上澄み水がある状態においては、HIC内に3カ所ある抜出配管からスラリーが移送できていること。
 - 移送開始前にエアにて各抜出配管の閉塞確認を実施しているが、水面まで気泡が出てきていること。(スラリーにエアがトラップされるような状況ではない)
- 以上より、HIC底部のスラリーは固着していないと推定され、上澄み水がなくなるとどの配管からもスラリーが移送できない状況であることを踏まえると、安定的にスラリーの抜き出しを行うためには上澄み水とともにスラリーを移送することが必要であると考えられる。



① スラリーの抜き出しの実現性

(下部スラリーが抜き出せない場合洗浄による抜き出しの実現性)

- スラリー安定化設備においては、水流にてほぐすことにより、水とともに回収する装置を検討している。なお、水流に使用する水は、上澄み水やフィルタープレス時に発生する廃液を活用し、サイクロンセパレータで分離した余剰水を循環させることで、汚染水増加を抑制する。
- 装置開発にあたっては、HIC底部スラリーの性状確認（固着有無等の確認）や現在実施中の移替え作業の知見を活用しながら設計を進めていき、模擬スラリーで成立性の確認、実スラリーを用いて実証を行う。

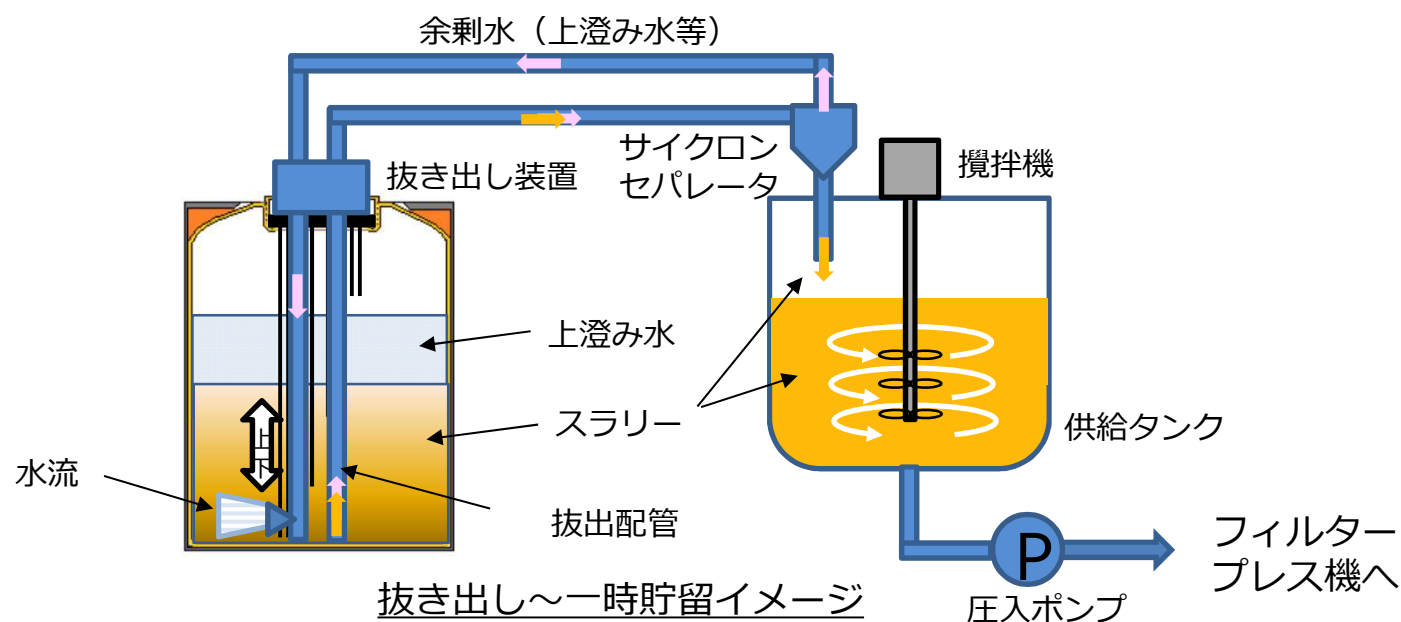


スケジュール（スラリー抜き出し装置）

2022年度	2023年度	2024年度
▽HIC底部スラリーの性状確認：2022年内		
↓	抜き出し方法の検討	
	↓↑	↑↓
	モックアップ試験 (模擬スラリー)	モックアップ試験 (実スラリー)
		装置製作

② 上澄み水と下部スラリーに分離している場合のフィルタプレス機による脱水の実現性

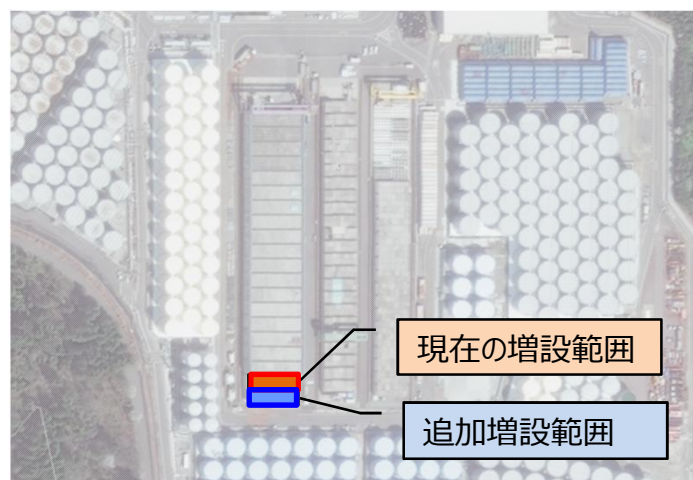
- 現状、HIC内では上澄み水とスラリーに分離しているが、抜き出し装置による水流でほぐしながら移送することから、攪拌された状態で供給タンクへ送られる。
- 移送したスラリーは供給タンクに一時貯留され、供給タンクからフィルタプレス機に送られるが、供給タンクには攪拌機が設置され、スラリーが沈降し水と分離しないよう攪拌して流動性を保った状態でフィルタプレス機へ移送が可能な設計としている。
- なお、攪拌機については、既存の設備（既設ALPSや増設ALPS等）のタンクにおいても、沈降防止等の観点から使用している実績がある。



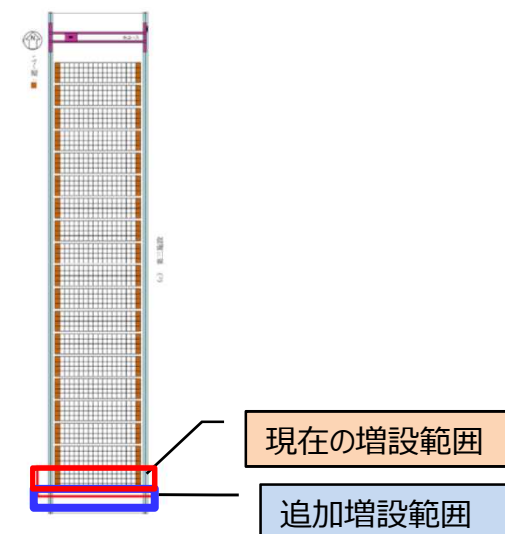
<規制庁殿ご意見>

①HICの保管容量が3年以内（2025年6月）にひっ迫する対策として、スラリー安定化処理設備の運用を2025年3月に開始し、保管量を低減していくと説明しているが、現時点の審査進捗状況を踏まえるとHICの保管場所を一時的に増設する必要があると考えている。

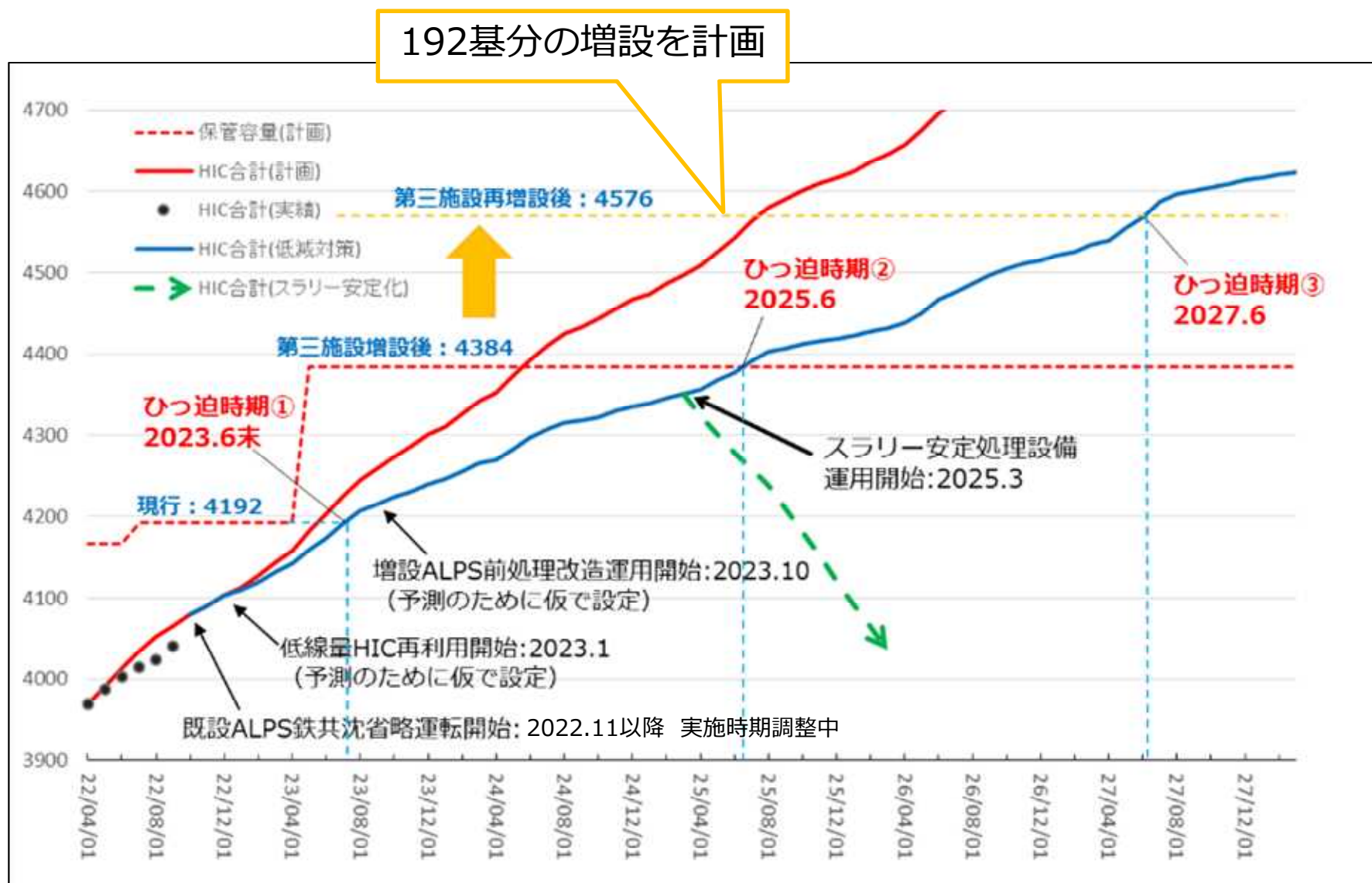
- 現在のHIC保管容量（4,192基）に加え、第三施設の192基（下図、赤枠部分）の増設およびHIC発生量低減対策によりHICの保管容量ひっ迫時期は、2025年6月頃としている。
- 上記に加え、さらに192基（下図、青枠部分）の増設エリアを確保しており、合計4,576基のHIC保管容量とすることで、スラリー安定化処理設備の運用開始遅延リスクに備える。



提供：日本スペースイメージング（株）2021.4.8撮影
Product(C)[2021] DigitalGlobe, Inc., a Maxar company.
無断転載・複製禁止



(参考) H I C 保管容量の推移について



<規制庁殿ご意見>

②スラリー安定化処理設備が稼働しHIC保管量が減少した後にも継続的に使用するボックスカルバートについては、HICに内包されるインベントリやHICの保管本数等を踏まえてより堅牢な保管方法を検討すべきであり、時期を定めて、Ss900に対する影響を加振試験等により確認し、必要に応じて、補強策を含めより耐震性を確保するための保管方法を検討し、説明すること。

- 既設設備については、インベントリの大きい設備および従来の耐震クラスがSクラスの設備については、Sクラスに求められる地震力（Ss900）を受けた場合における設備の損傷状況について設備の実状に応じた評価を行い、設備の安全機能への影響、および代替手段の整備状況を踏まえて、敷地境界線量影響の評価を行う事としている。
- 敷地境界線量の評価に応じて、供用期間・実現性を考慮し、代替手段、耐震強化、影響緩和措置の検討を実施していく。
- 一方で、「論点3. 耐震クラス分類」にて、福島第一原子力発電所全体の施設に対しての考え方を整理しているところである。
- 今後、「耐震クラス分類」の整理後、下記時期を目途に検討を進めていく。
 - 耐震クラス分類に応じた耐震評価 : 2022年度末
- なお、継続的に使用するボックスカルバート基数については、『論点4 放射線業務従事者の被ばく管理』の対応を踏まえた運用開始時期から算出する。

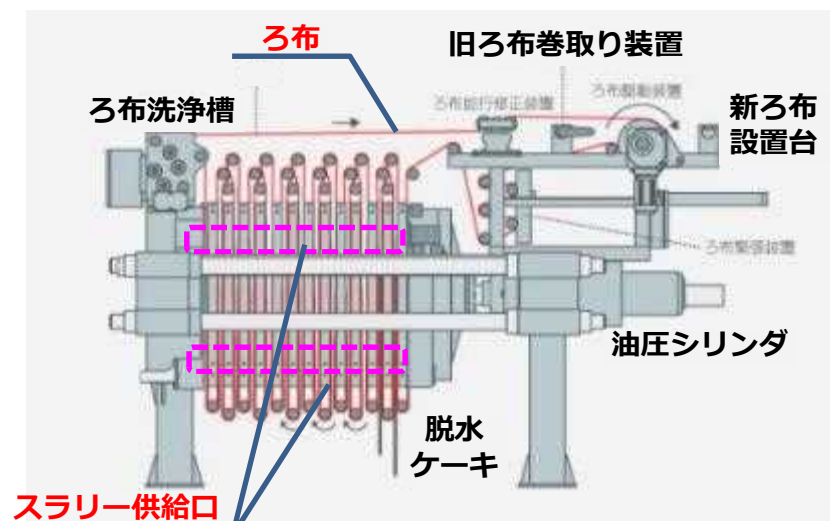
＜規制庁殿ご意見＞

フィルタープレス機周辺のダスト取扱エリアは、スラリーの飛散・付着を考慮することは必須であり、遠隔作業により除染およびメンテナンス作業を行うことが出来るセルもしくはグローブボックスとすること

＜フィルタープレス機選定における背景＞

- 高レベル液体放射性物質の漏えい・水素放出リスクを低減することを目的として、乾燥減容・遠心分離・加圧ろ過（以下 フィルタープレスと記載）の各脱水方式について、技術的成立性を評価。
- 放射性ダストの発生を抑制するため、一定量の含水率が保持可能で、且つ、処理容量の優位性の観点より、フィルタープレス方式を採用している。
- なお、日々発生するH I Cに対しての容量を踏まえると構造が大型となり、現行のフィルタープレス機ではセルもしくはグローブボックスによる遠隔メンテナンス作業が困難。

<遠隔メンテナンスが困難となる主たる作業（現行のフィルタープレス機）>



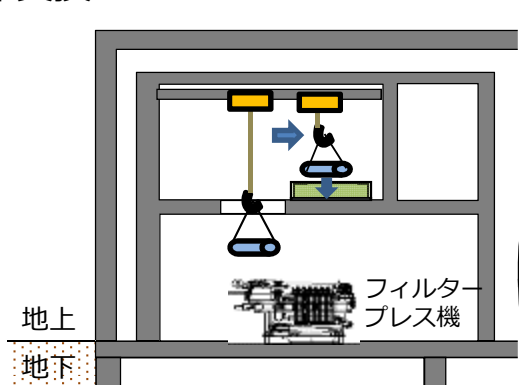
メンテナンス項目	想定作業員数	作業時間	頻度
ろ布交換	交換作業員：5人 クレーン操作員：1人	60分程度	4回/年
スラリー供給口清掃	清掃作業員：3,4人	50分程度	1回/週

※その他、定期点検（1回/年）を実施

ろ布交換



ろ布交換作業の様子
(ろ布洗浄槽での洗浄後実施)



交換したろ布は養生のうえ、
クレーンで保管容器に収納

スラリー供給口メンテナンス



スラリー供給口清掃
(フラッシング後実施)

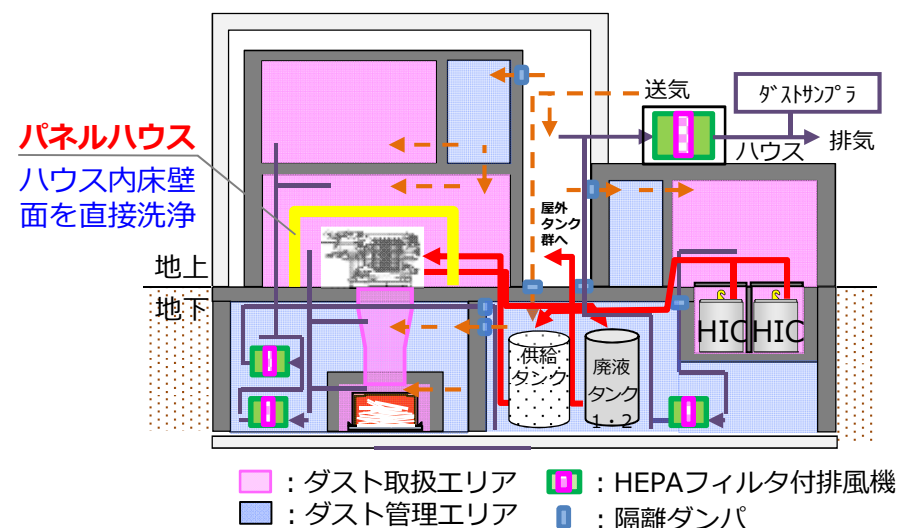
※：情報開示の観点より、作業写真についてはぼかし加工を施しています

論点4 放射線業務従事者の被ばく管理 【従来設計に対する考え】

TEPCO

- フィルタープレス機は負圧管理されたダスト取扱いエリアの中に設置されており、メンテナンス時においても建屋外へのダスト飛散は抑制されている。
- 一方、フィルタープレス機をパネルハウスで覆うことで、メンテナンス時の作業員の被ばくを低減させる。

＜パネルハウス設置概要＞



＜パネルハウスの設置目的＞

【ダスト閉じ込め機能】

- ・ フィルタープレス機からダスト取扱いエリアへのスラリーの飛散（周辺拡散）の抑制

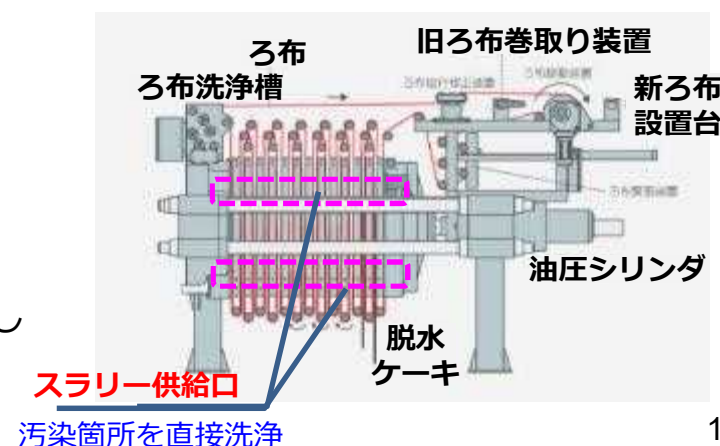
【作業員の被ばく防止】

- ・ パネルハウス内床壁面洗浄機能による（スラリー付着に伴う）ダストの舞い上がりを抑制
- ・ スラリー供給口部洗浄機能によるスラリーの堆積リスクの抑制

＜メンテナンスにおける作業員の被ばく管理フロー＞

1. パネルハウス内洗浄
 - ・ パネルハウス内床壁面洗浄
 - ・ スラリー供給口洗浄
2. ダスト濃度、雰囲気線量を測定
 - ※基準値：全面マスク着用で作業可能な値であること
 - ※基準値超過の場合、基準値を満足するまで1,2を繰り返す
3. 基準値を満足した後に全面マスクにより入域

＜フィルタープレス機洗浄部概要＞



＜放射線業務事業者の被ばく管理に関する考え＞

- スラリー安定化処理設備の設計については、液体状のスラリーを保管することによる漏えいリスクへの対応を早期実施するため、計画を進めてきた。
- 作業員の被ばくに関しては、現行のフィルタプレス機をパネルハウスで覆い、外部から洗浄等を行うことでメンテナンス時における作業員の被ばく低減が図れると考えている。
- しかしながら、この方法ではメンテナンス作業時に、作業員がフィルタプレス機近傍に立ち入る必要があり、設備を長期に使用することを踏まえると、メンテナンス時の被ばくリスクを考慮した設備構成とする必要がある。



- 以上より、グローブボックス内で取扱えるようフィルタプレス機本体の小型・簡素化の検討を進めている。

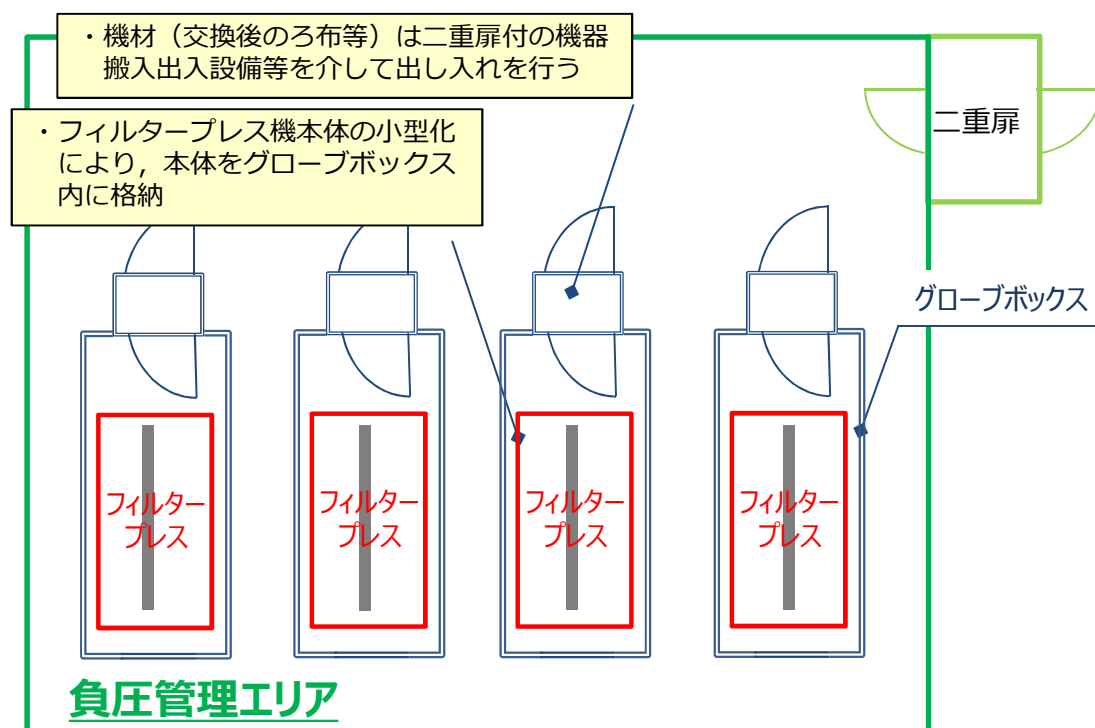
※：小型・簡素化したフィルタプレス機を採用するためには、実機のフィルタプレス機を使用し、模擬スラリーによる適用性・成立性検討を進めていく。

論点4 放射線業務従事者の被ばく管理 【今後の設計方針】

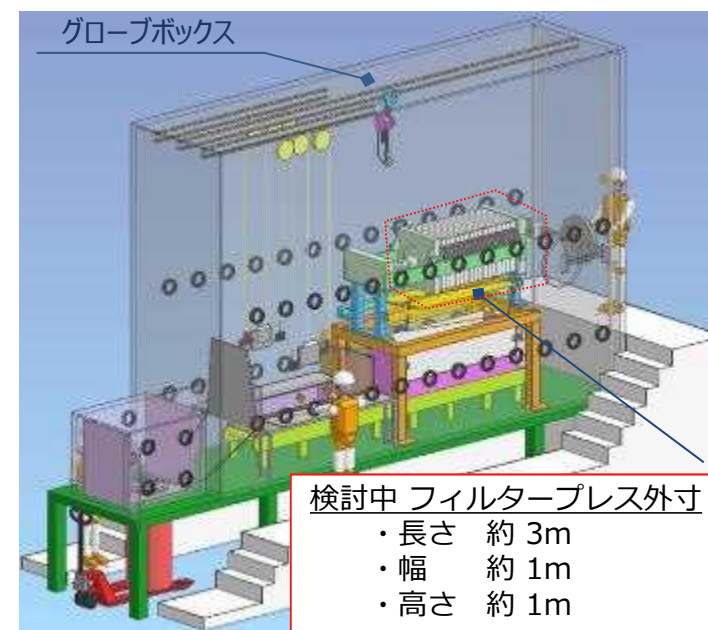
＜グローブボックスの採用に向けた検討（案）＞

- フィルタープレス機を小型・簡素化することでメンテナンス性を向上。
- フィルタープレス機本体エリアを負圧にて管理する。
- また、フィルタープレス機から脱水物の保管容器入口までをグローブボックスに格納し、グローブボックスについては上記エリアよりも深い負圧において管理する。
- グローブボックスの内部に揚重機ならびに機器搬出入設備等の付帯設備を取付け、メンテナンスならびに保管容器への梱包作業をグローブボックスの外側から行う。
- 小型化に伴い処理量が低下するため、複数台設置により必要な処理量を確保する。

フィルタープレス機エリア配置（イメージ）



小型フィルタープレス機（イメージ）



＜グローブボックスの採用に向けた検討（案）の成立性確認＞

- 今後は、フィルタプレス機をグローブボックス内で取扱うことを主軸に設計検討を進める。
- 小型のフィルタプレス機は、現状のフィルタプレス機とは仕様が異なることから、模擬スラリーを用いた適用性・成立性確認等の実施を予定している。
 - 適用性・成立性確認における検証項目の整理 ～ 2023年2月
 - ・ 脱水物性状確認（脱水物の含水率等）
 - ・ ろ布に対する脱水物の離脱性確認
 - ・ 処理パラメータ等の確認（圧力、処理時間等）
 - ・ 模擬 グローブボックス等を使用したメンテナンス成立性確認
 - グローブボックス内で取り扱う構成機器の確定 ～ 2023年1月
 - グローブボックス内で取り扱う機器のメンテナンス項目確定 ～ 2023年1月
- 上記の検証項目等の整理スケジュールを踏まえ、2022年度内を目途に全体工程を見直すとともに、HIC保管容量に対する影響を確認する。

以降 補足説明資料

■ 目的

- 多核種除去設備及び増設多核種除去設備（以下「ALPS」という）等にて発生した放射性液体廃棄物であるスラリーは、高性能容器（以下「HIC」という）に収納し使用済セシウム吸着塔一時保管施設に保管しているが、 β 線照射影響による漏えいリスクを有している。
- このため、HIC内スラリーの抜き出し・脱水を行い、漏えいリスクを低減することを目的に、スラリー安定化処理設備を設置する。

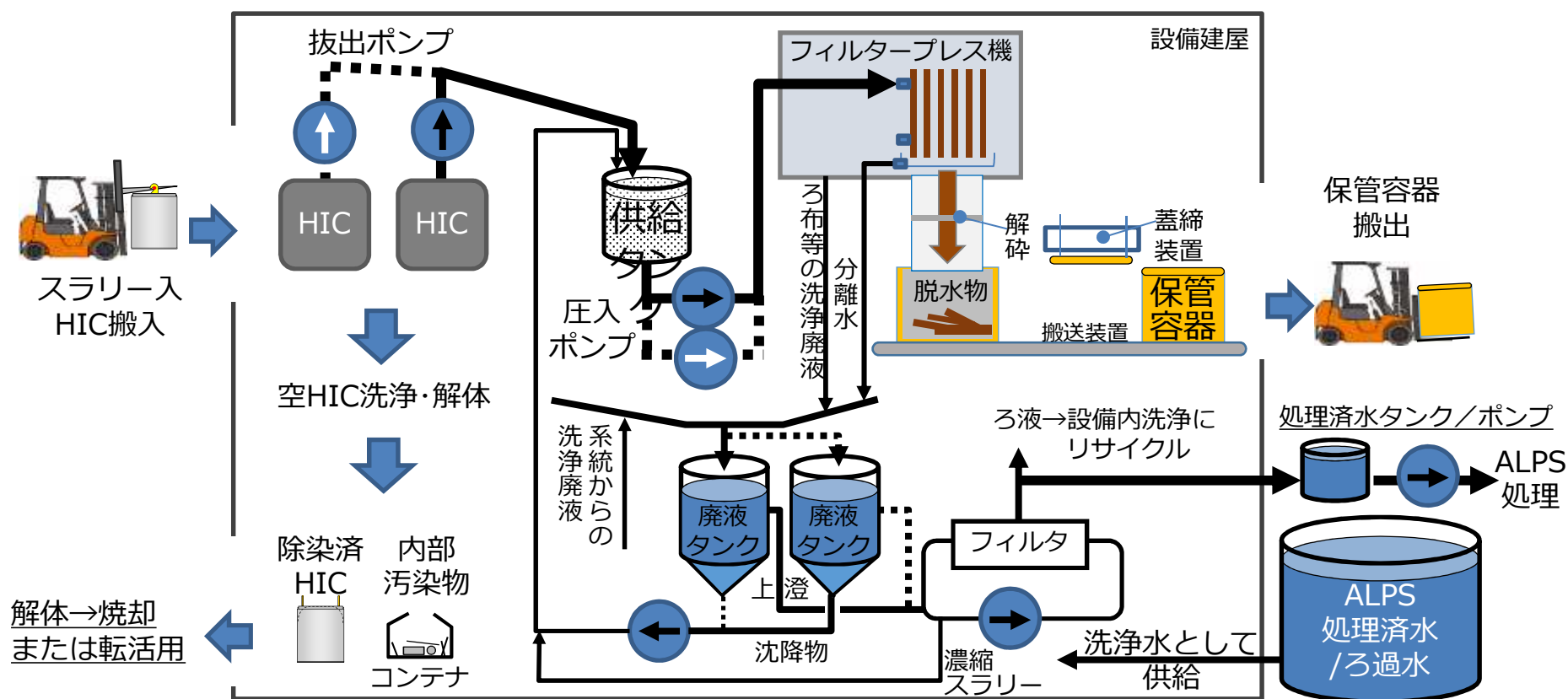
参考：フィルタプレス方式による脱水前後における模擬スラリー



脱水

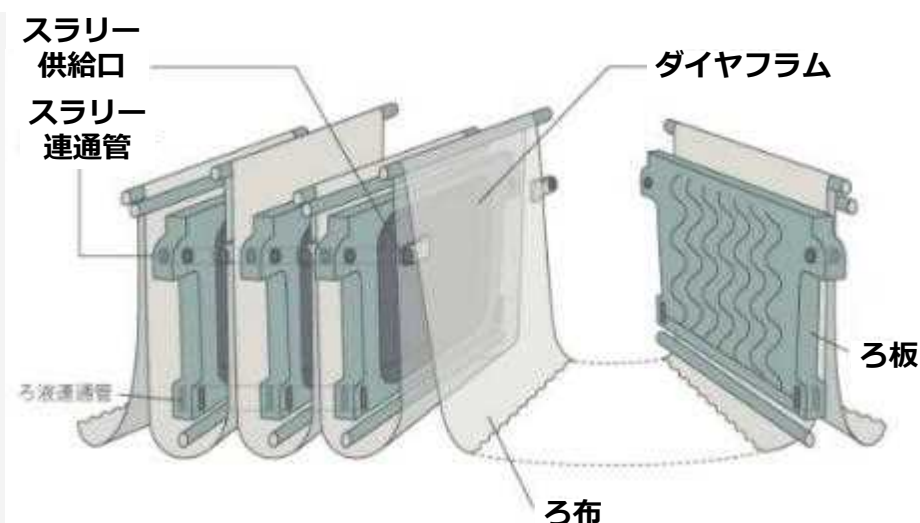
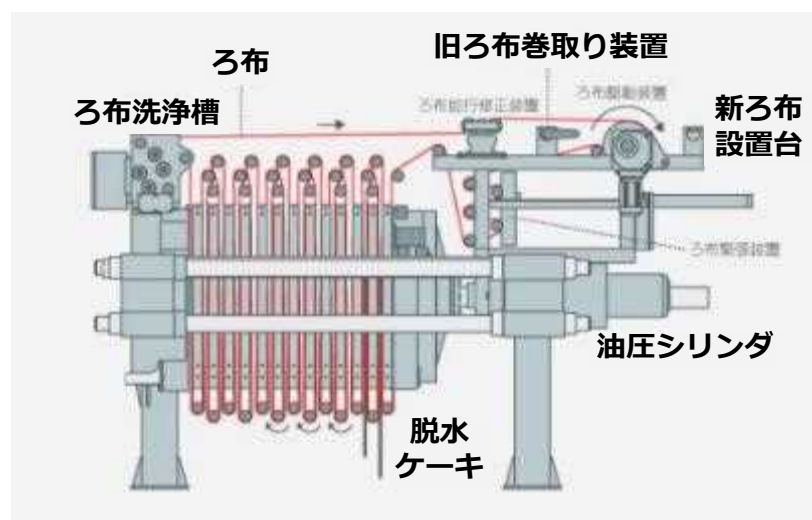


- 処理対象とするHICよりスラリーを抜き出し、供給タンクに受け入れる。
- 供給タンクに受け入れたスラリーは、圧入ポンプでフィルタープレス機へ移送し、脱水処理後に保管容器へ充填し、保管場所へ搬出する。

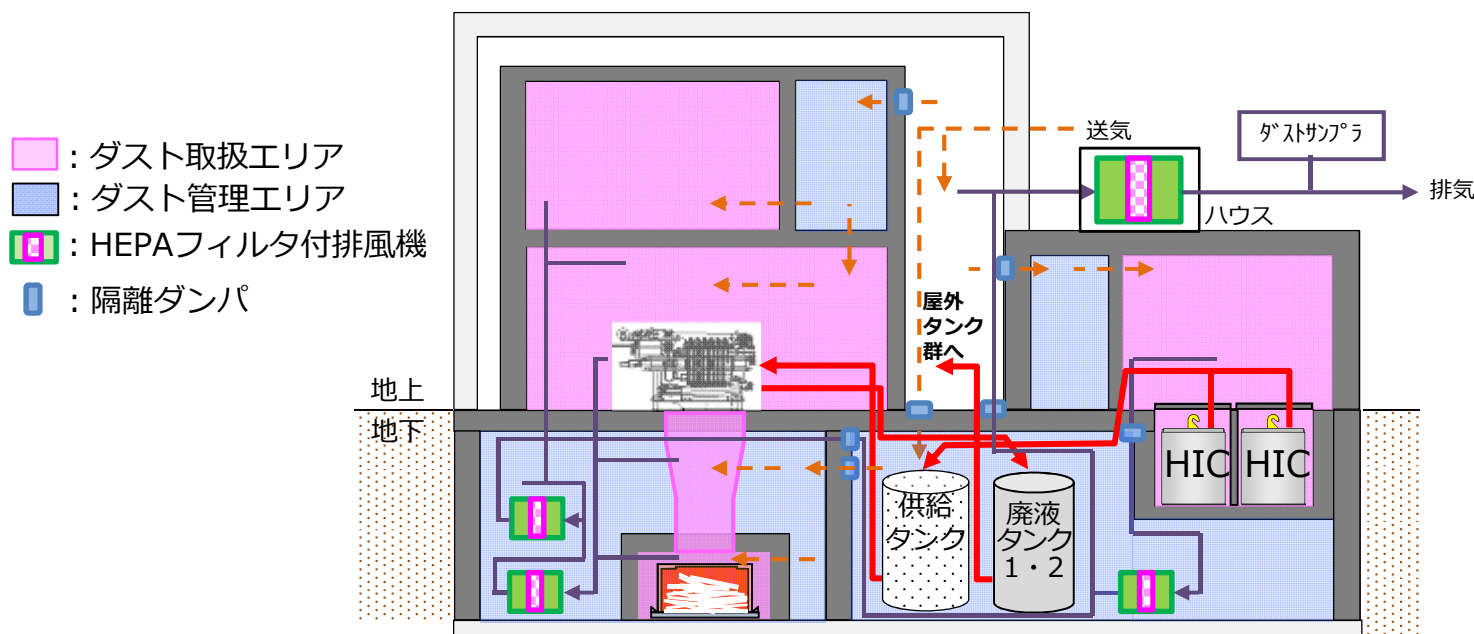


■ フィルタープレス方式の概要

- フィルタープレス方式は、汚泥処理等で広く使用されている技術。
- ろ布をろ板で挟んだ閉鎖空間(ろ室)に処理対象の液体を圧入して水分をろ過し、残ったケーキ分をダイヤフラムで圧搾し、ケーキの水分を更に搾った後、脱水ケーキを下部から排出する。
- スラリーが付着するろ布の経路に洗浄機が組み込まれており、ろ布交換のための巻取り前に洗浄されるため、作業時の被ばく抑制が可能。

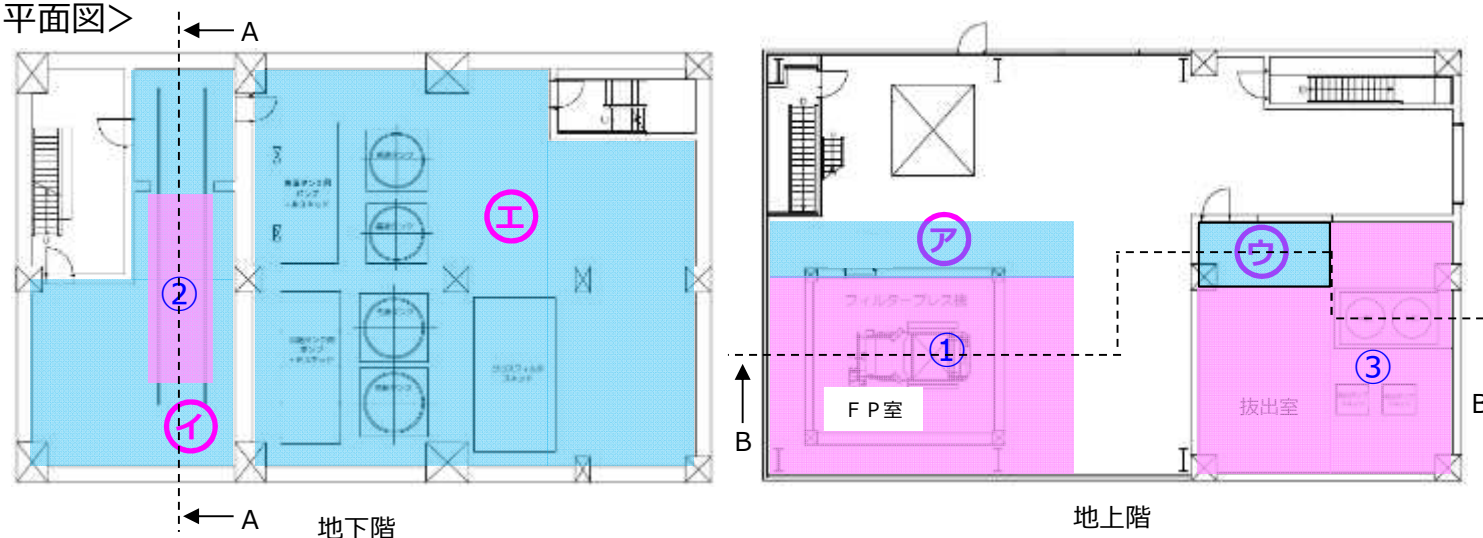


- 閉じ込め機能を確保するために見直した設計方針を踏まえて、設備設計を実施していく。
- ダスト含有機器（フィルタプレス機、保管容器、HIC）は、ダスト取扱エリア内で取り扱い、使用施設と同程度の負圧にて管理する。
- ダスト取扱エリアから漏えいしたダストは、ダスト管理エリア内にて閉じ込める。
- 換気設備停止時、ダスト発生作業を中止し、隔離ダンパによる閉じ込め機能にて放射性物質の漏えいを防止する。
- 作業者の被ばく防止のため上記エリアにおいて、浄化機能を有した排風機にて浄化し、放射性核種や作業環境に応じた管理値を設定してダスト濃度を監視する。なお、閉じ込め機能に必要な機器の電源は多重化する。

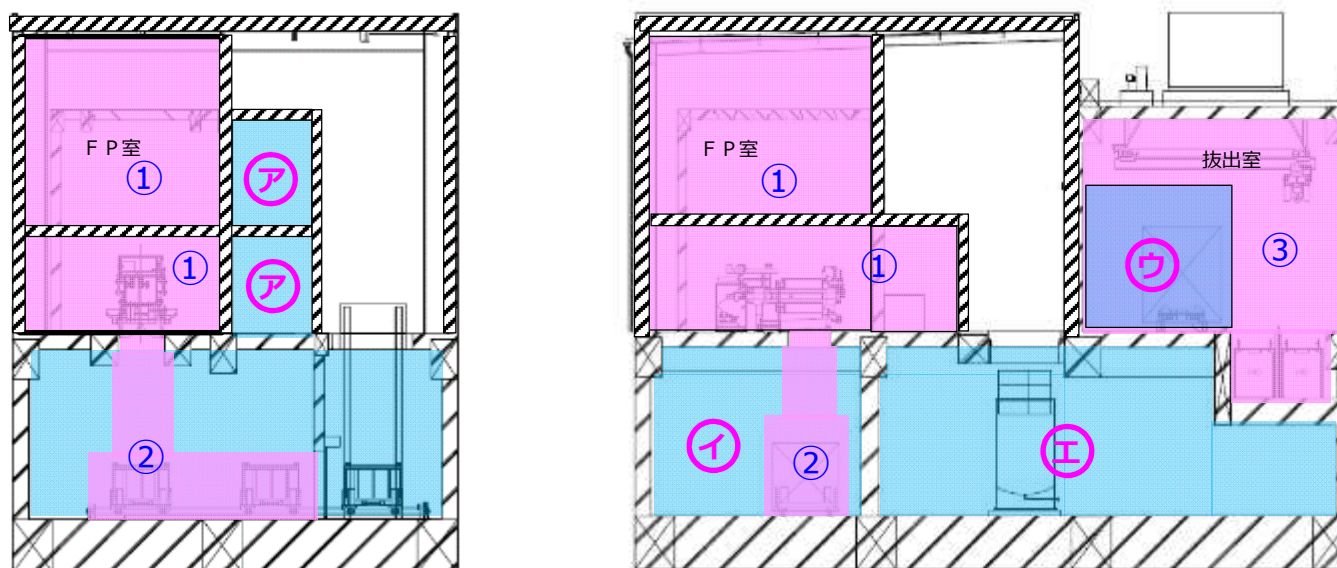


【参考】スラリー安定化処理設備の閉じ込め機能について

<平面図>



<断面図>

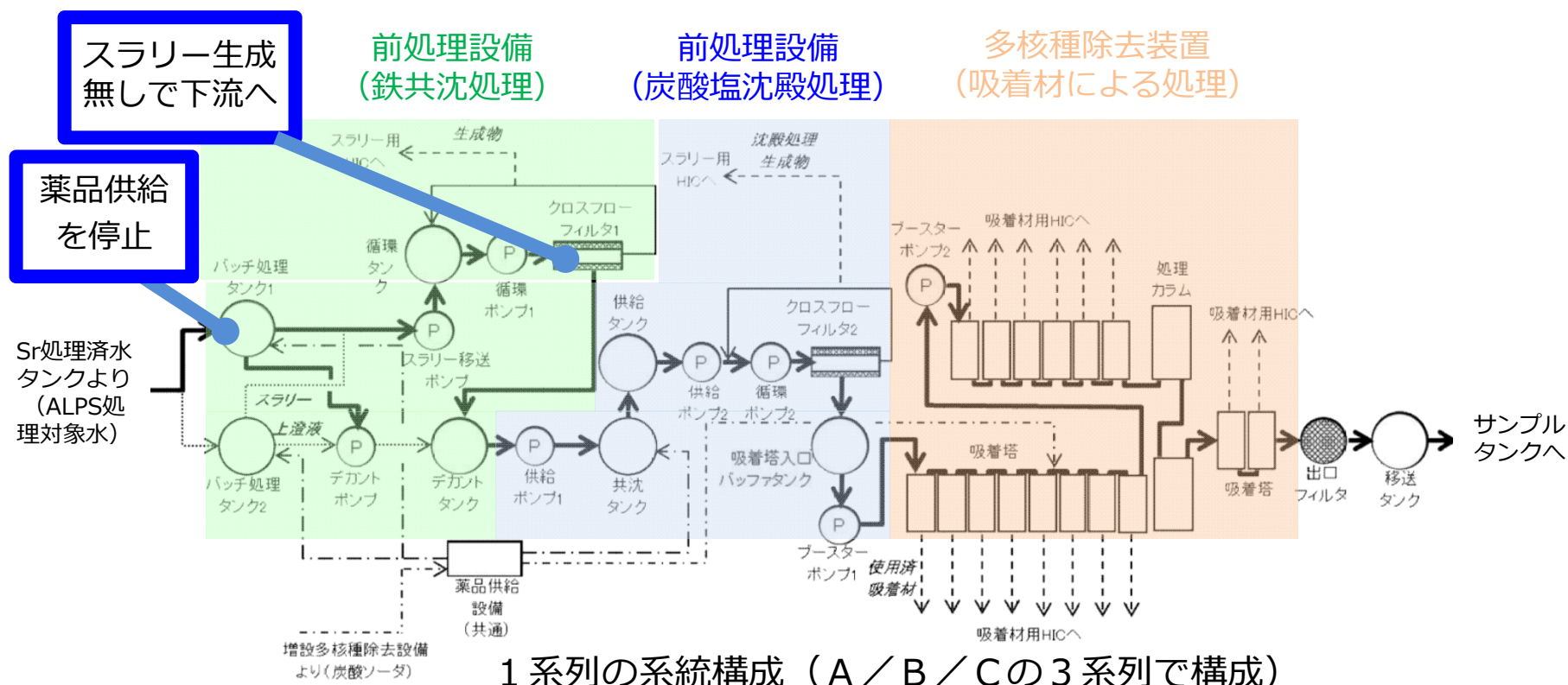


A - A断面

B - B断面

- : ダスト取扱エリア
- ① F P 室
- ② シュート部及び蓋締め装置周り
- ③ 抜出室
- : ダスト管理エリア
- ア F P 室前室
- ① F P 室直下の地下階
- ウ 抜出室前室
- イ 機器エリア

- 鉄共沈処理工程（ステージ1）は主にα核種、Co-60、Mn-54等の除去を目的としており、現状の水質ではこれらの濃度は低いため後段の吸着塔による処理で十分である。
- スラリー発生量の低減を目的として、ステージ1にてスラリーを生成しないよう、薬品の供給を停止する。
- 2024年度にバイパスラインを設置予定であり、それまでの間、鉄共沈処理工程省略運転として実施する。



(参考) 低線量HICの再利用

- セシウム吸着塔一時保管施設に保管中の表面線量の低いHICを対象に、スラリーを吸い込まない高さまで上澄み水を抜き、空き容量分を再利用することで新規HICの発生を抑制する。
- 作業は、増設ALPS内にて実施し、1～2基/週ペースの水抜きを目標とする。（詳細な手順を検討中）

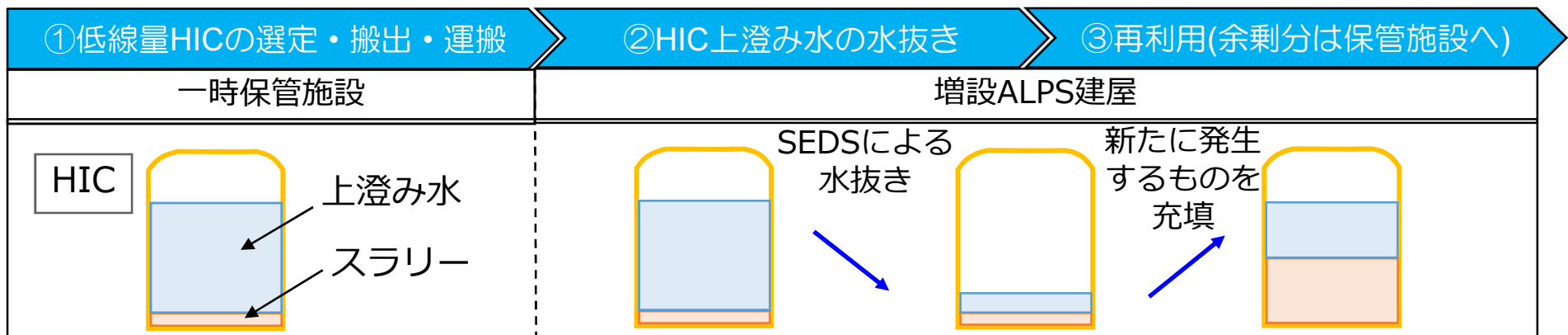


図 作業の流れ

(参考) 増設ALPS前処理改造

- 増設多核種除去設備（増設ALPS）の前処理設備において、後段の吸着塔による核種除去性能向上のため、薬品注入によりストロンチウム処理済水中の吸着阻害物質（Ca, Mgイオン）をスラリー化させて、クロスフローフィルタ（CFF）で濃縮し、高性能容器に排出している。
- 前処理設備改造により、CFFの上流で高い効率でスラリーを回収し、CFFの詰まり発生頻度を低減し設備稼働率を向上すること、スラリー回収率向上により高性能容器(HIC)発生量を低減することを目的とし、処理プロセスの改善を図る。

