

廃スラッジ回収装置の進捗状況について

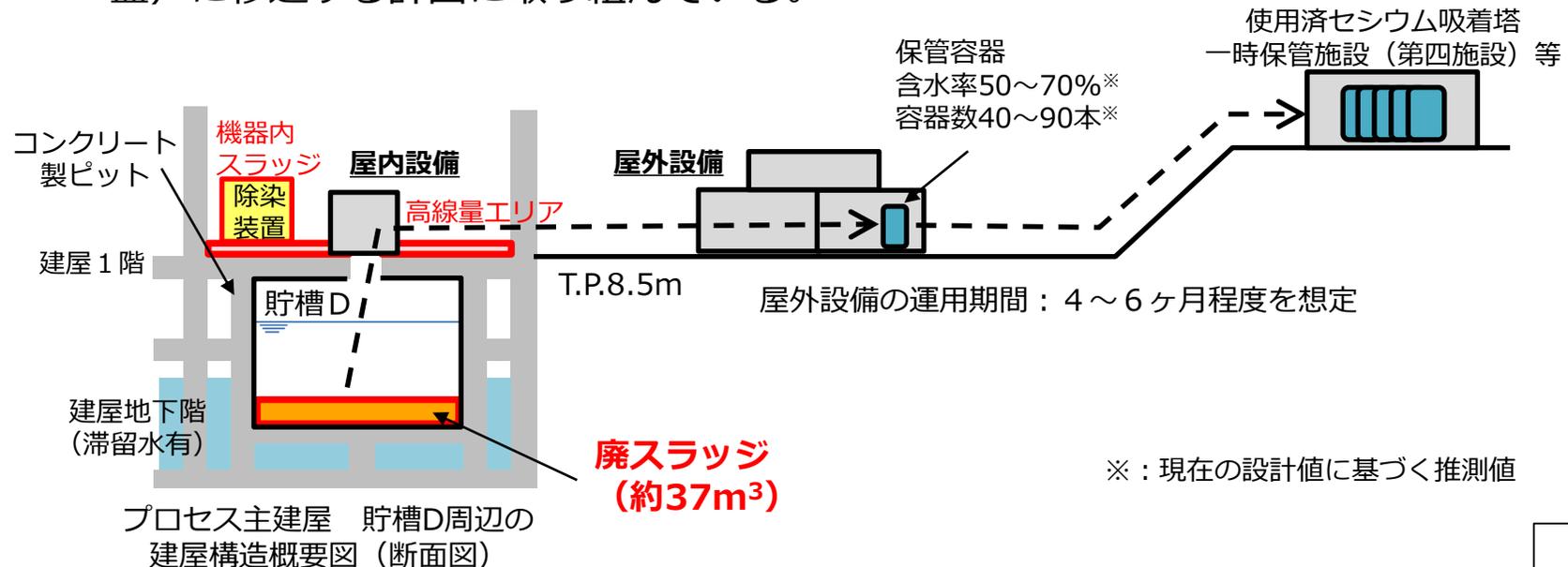
2024年12月16日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

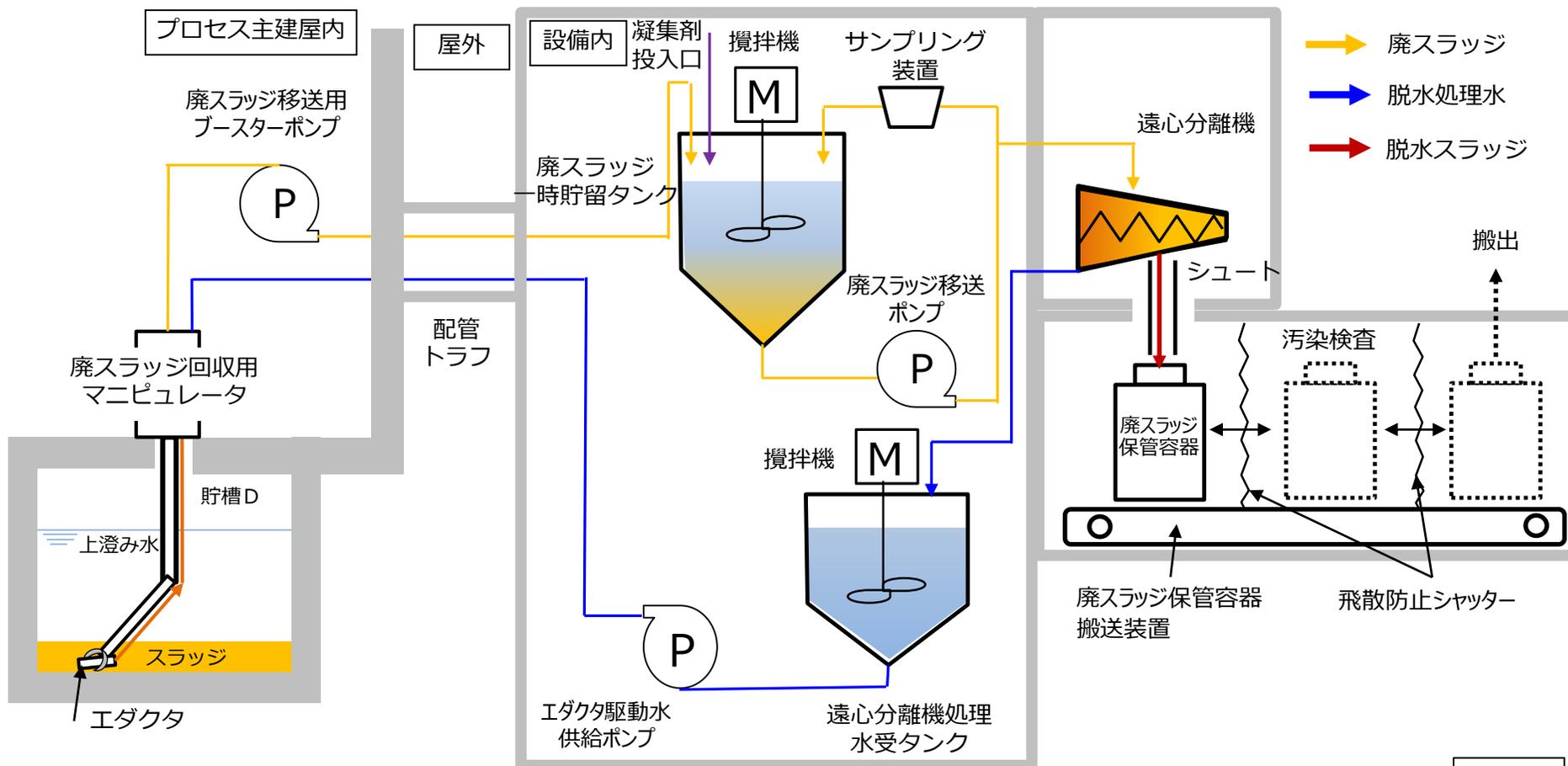
■ 廃スラッジ回収施設設置の目的

- プロセス主建屋に設置した除染装置については、震災後に発生した汚染水进行处理するため、2011年6月～9月にかけて運転していた。運転中に発生した高濃度スラッジ(放射性物質を凝縮したもの。以下、廃スラッジという。)については、同建屋内の造粒固化体貯槽(D)(以下、貯槽D)に保管されている。
- プロセス主建屋はT.P.8.5m盤にあるが、津波の引き波による廃スラッジの屋外流出リスクについてを、既往最大事象3・11津波対策として、建屋の開口部である出入口、管路貫通孔の閉塞等を実施した(2018年9月完了)。
- 既往最大事象を超える津波(検討用津波)への対策を目的に、貯槽Dから廃スラッジを抜き出し、保管容器に入れて、検討用津波到達高さ以上の高台エリア(T.P.33.5m盤)に移送する計画に取り組んでいる。



2. 廃スラッジ回収施設の系統概略図

- 廃スラッジ回収施設はマニピュレータに把持させたエダクタによって貯槽D内の廃スラッジを吸引する。
- 吸引した廃スラッジは廃スラッジ一時貯留タンクにて攪拌し、遠心分離機にて脱水処理を行う。
- 脱水処理した廃スラッジは直下の保管容器にシュートを通じて充填し、余剰水は遠心分離機処理水受タンクへ貯留しエダクタの駆動水として再利用する。



廃スラッジ回収施設系統概略図

3. ダスト閉じ込め対策に関する設備への反映方針

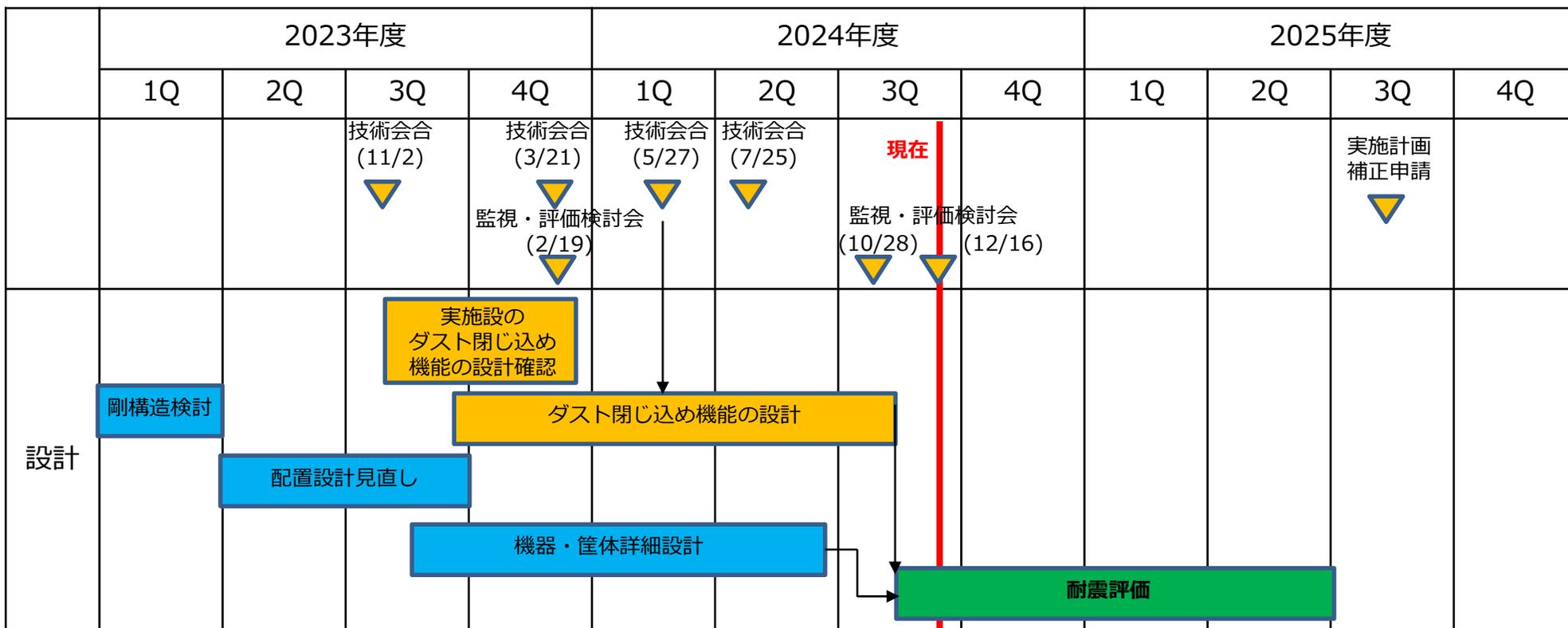
- ダスト閉じ込め対策については監視評価検討会等において、「廃スラッジ回収施設に係る確認事項」「スラリー安定化処理設備に関する確認事項」等として、ご提示を頂いている状況。

ダスト閉じ込め対策に関するご提示（抜粋）

- 【第92回特定原子力施設監視・評価検討会（資料2-1）「スラリー安定化処理設備に関する確認事項」】
 - ・非密封の放射性物質は、限定された区域内で取り扱う設計とすること。その区域は**気密性の確保・負圧維持**などにより、放射性物質を漏えいさせない設計とすること。
 - ・**非密封で扱う区域の外側に中間的な区域を設け、漏えいした場合にもその中間的な区域内に保持することができる設計**とすること。
- 【第95回特定原子力施設監視・評価検討会（資料3-1）「廃スラッジ回収施設に係る確認事項」】
 - 廃スラッジ（Sr-90 等が TBq オーダー）を非密封で取り扱う区域（鉄セル等）を設定していること。当該区域について、**常時負圧の維持機能・浄化機能を備えていること。**
- 【R4.8.19 福島第一原子力発電所における実施計画の変更認可申請（多核種除去設備スラリー安定化処理設備の設置）に係る面談「スラリー安定化処理設備に関する指摘事項」】
 - 「**それぞれの気圧は、原則として、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くすること**」という要求に対し、構築物（東京電力説明資料では「一般エリア」と記載）も負圧を維持すること。
- 【第102回特定原子力施設監視・評価検討会（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」】
 - ダスト取扱エリアは、**遠隔操作により除染作業及び頻度の高いメンテナンス作業を行うことができるセルもしくはグローブボックスとすることを求める**

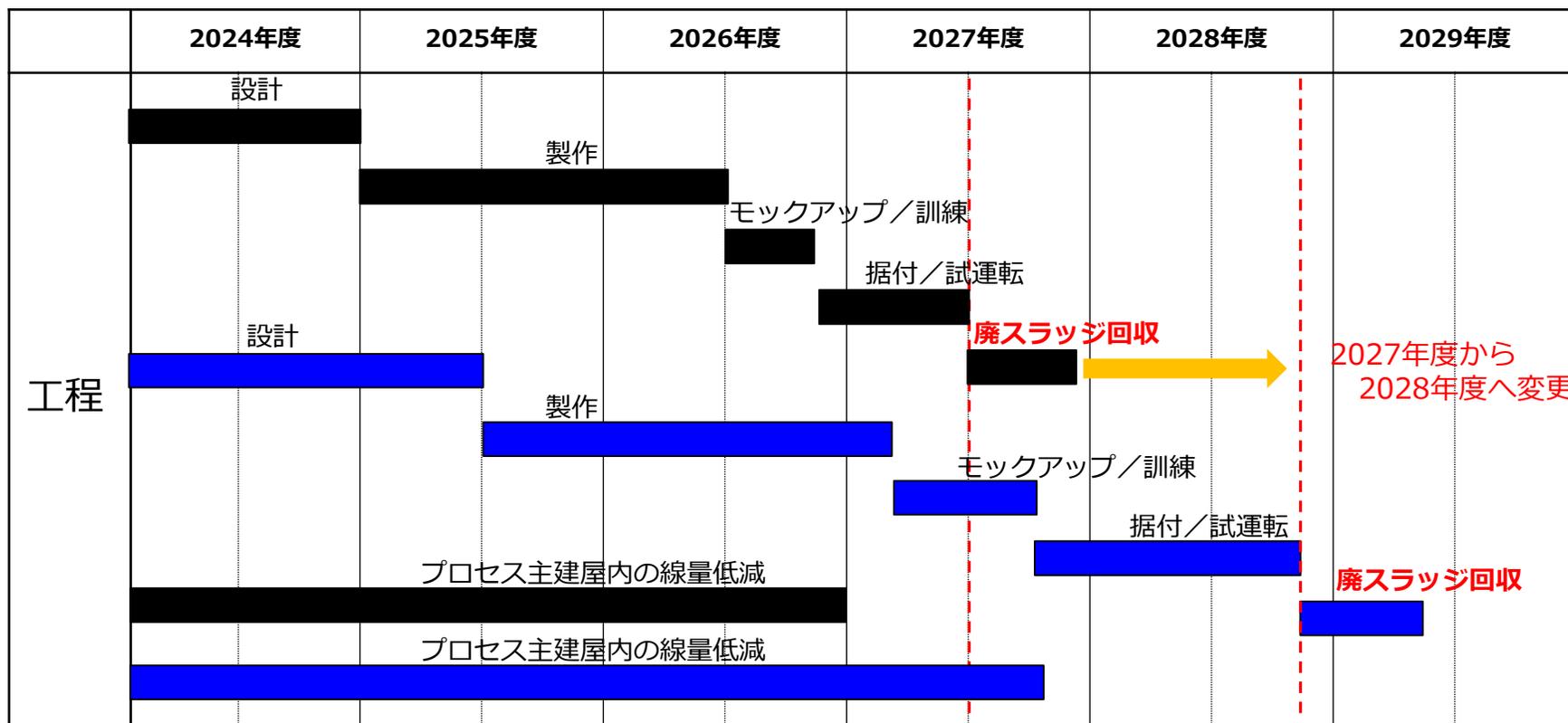
4. 廃スラッジ回収施設の設計状況

- 前頁のダスト閉じ込め対策については、原子力規制庁殿と方向性の合意のもと設計を見直したが、設備の追加や屋外収納ユニットコンテナの大型化に伴い、耐震評価で満足がいく結果を得ていない。
- そのため、配管のサポートの構造やレイアウトの見直し、屋外収納ユニットコンテナの構造も含めて、条件を変更して解析を繰り返すための時間が必要である。
- 耐震評価の工程を現時点で積み上げた場合、設計完了は2025年度下期頃となる見込みであり、完了次第、実施計画の補正申請を行う。



5. 廃スラッジの抜き出し工程について

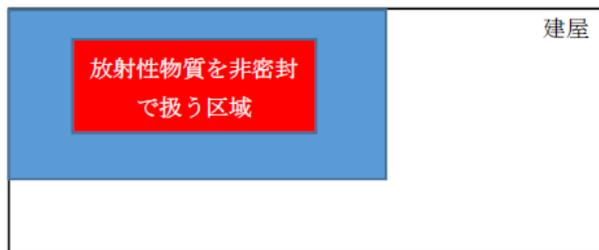
- 耐震評価により設計期間が長期化する見込みであること、モックアップ／訓練による運転員や作業員の習熟度向上は廃スラッジを回収するうえで重要であること、及び耐震評価から得られる製作と据付作業時の物量を考慮すると、廃スラッジ回収の目標を2027年度から2028年度としたい。
- なお、廃スラッジ回収施設設置に向けた準備として、プロセス主建屋内の設置場所の雰囲気線量を低減する環境改善を実施中である。これまでの取り組みにより一定の環境改善効果は得られているが、作業安全の観点から更なる環境改善を実施する。



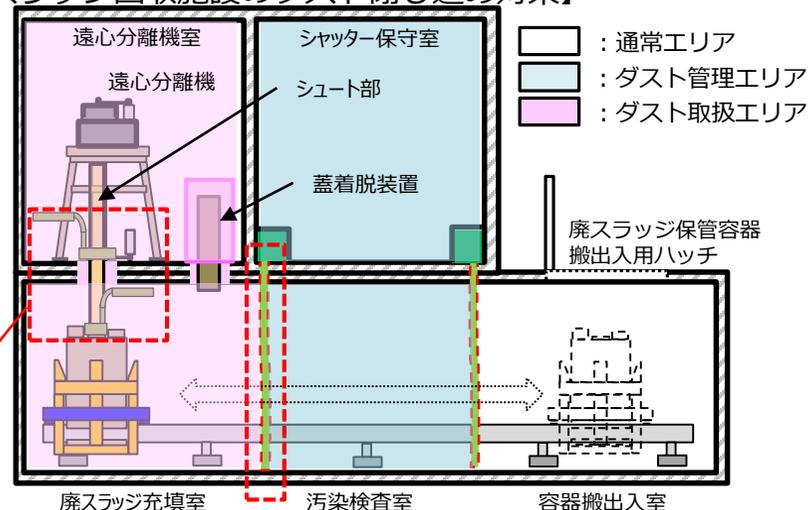
■ : 変更前の工程 ■ : 変更後の工程

【3段階の閉じ込め対策】

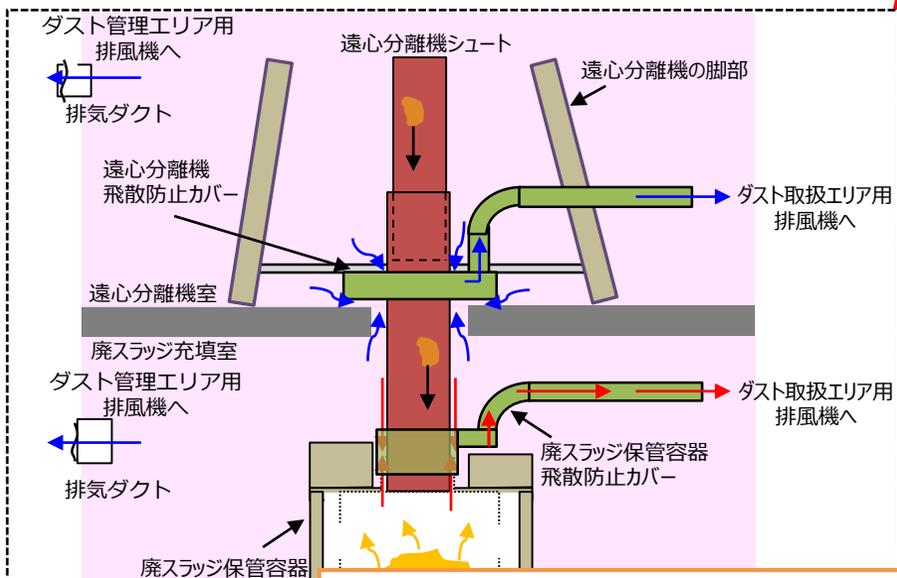
- ✓ 放射性物質を非密封で扱う区域をダスト取扱エリアと設定し、その周囲にダスト管理エリアを設置する。
- ✓ ダスト取扱エリア<ダスト管理エリア<通常エリアの順に気圧が低くなるように設計し、3段階の負圧管理を実施する。



【廃スラッジ回収施設のダスト閉じ込め対策】

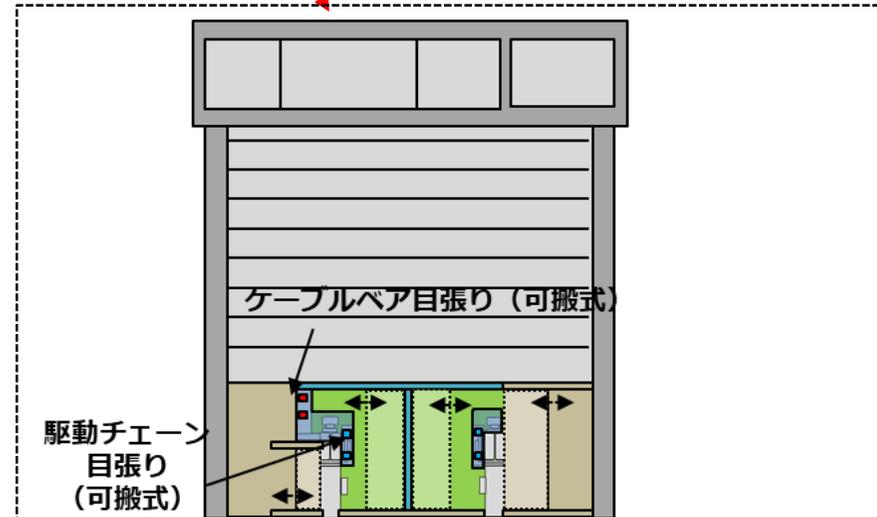


【廃スラッジ充填時の各飛散防止カバーのダスト吸引概要】



➤ 廃スラッジ充填時のダスト飛散防止のため、局所的にカバーで空気を吸引する。

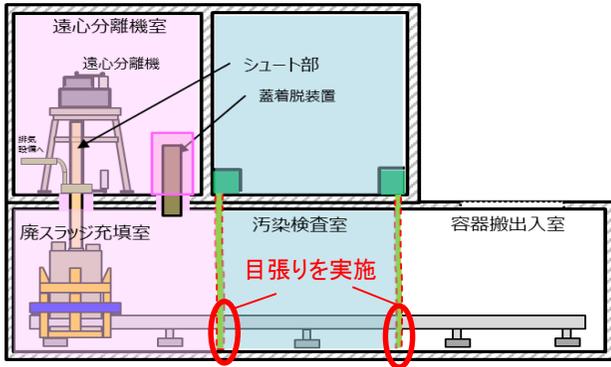
【シャッター部の隙間箇所】



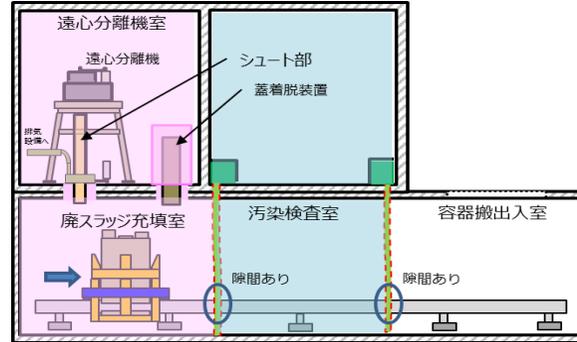
➤ シャッターとレールの構造上、隙間が生じてしまい、計測可能な差圧が確保できなかったが、目張りをする事で差圧を確保する。

■ 廃スラッジ回収施設の運転時において、以下の主要な作業についてのダスト閉じ込め対策について次頁に示す。

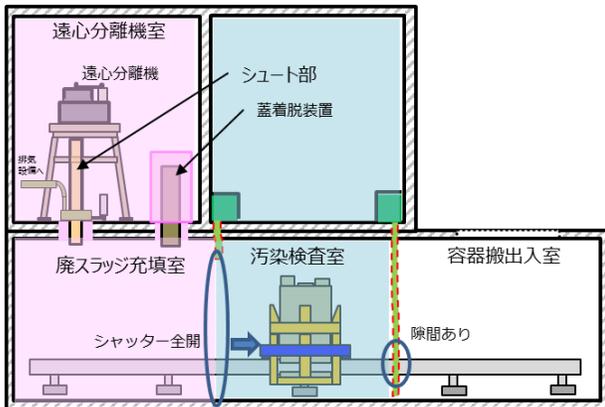
① 廃スラッジ遠心脱水



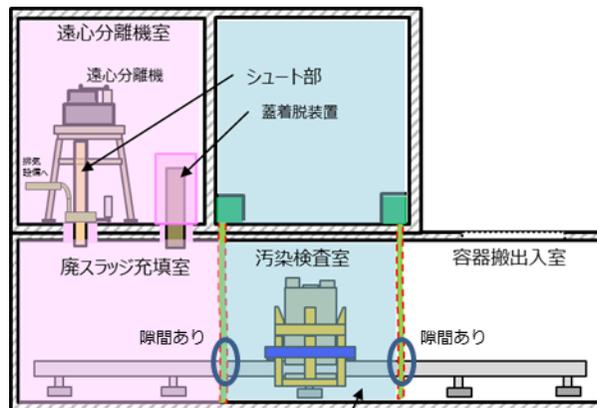
② 廃スラッジ保管容器の移動
(遠心脱水位置 → 蓋締め位置)



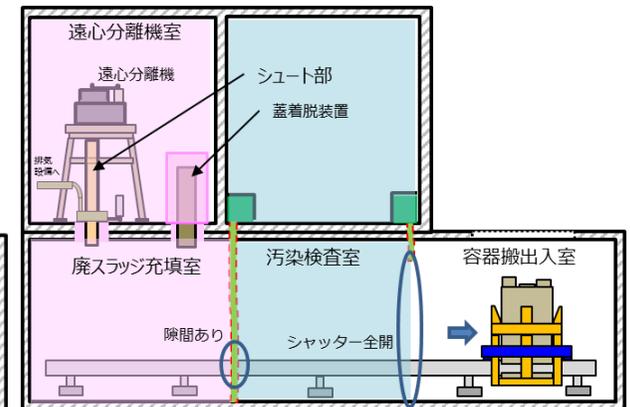
③ 廃スラッジ保管容器の移動
(廃スラッジ充填室 → 汚染検査室)



④ 廃スラッジ保管容器の汚染検査



⑤ 廃スラッジ保管容器の移動
(汚染検査室 → 容器搬出入室)



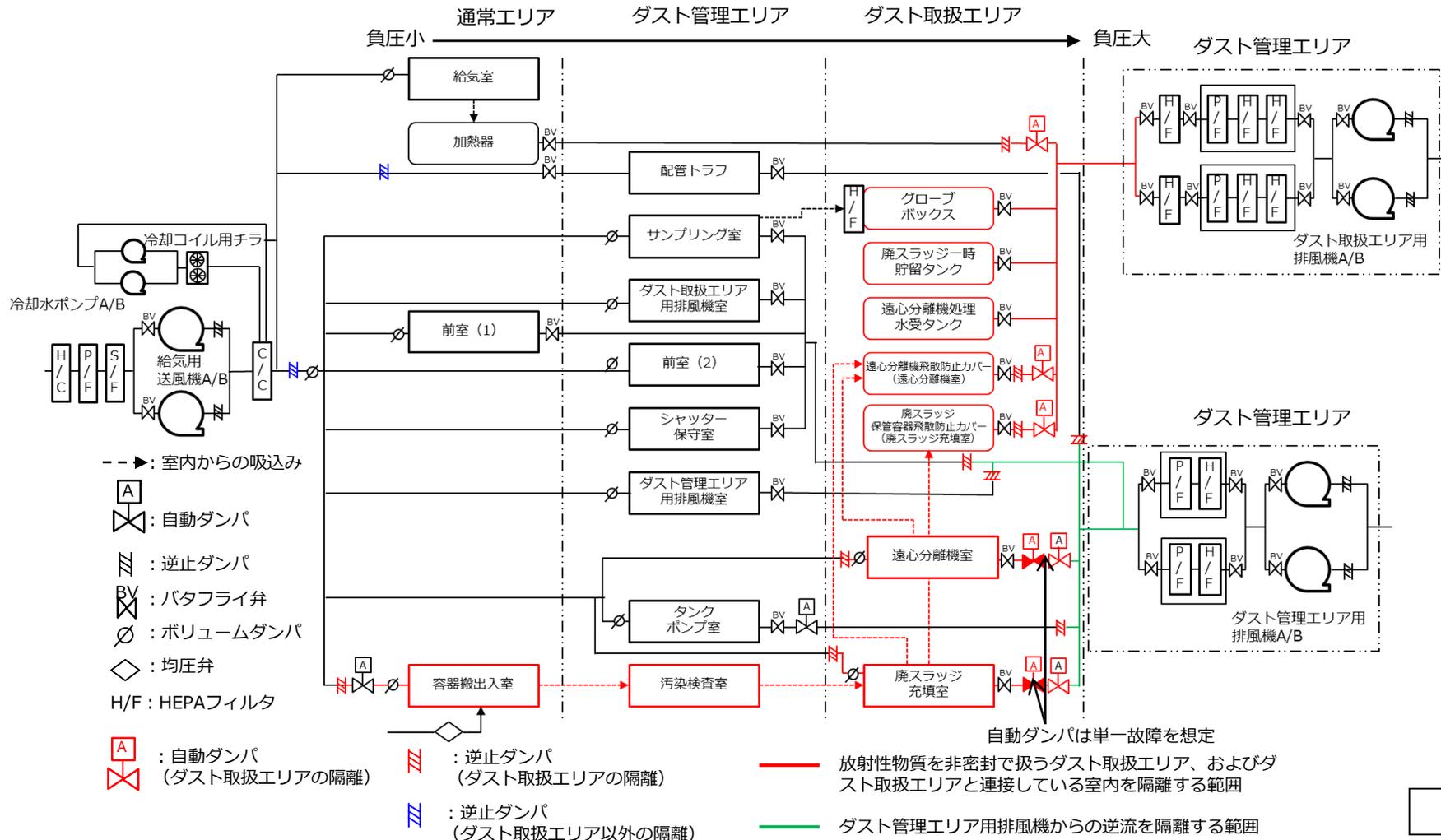
作業員の出入りあり

- 各作業について、以下のとおり閉じ込め対策を行う。
- 万が一、全作業において、ダストが漏れいした場合は、鋼製で密閉された構築物である屋外収納ユニットコンテナ内で閉じ込める。

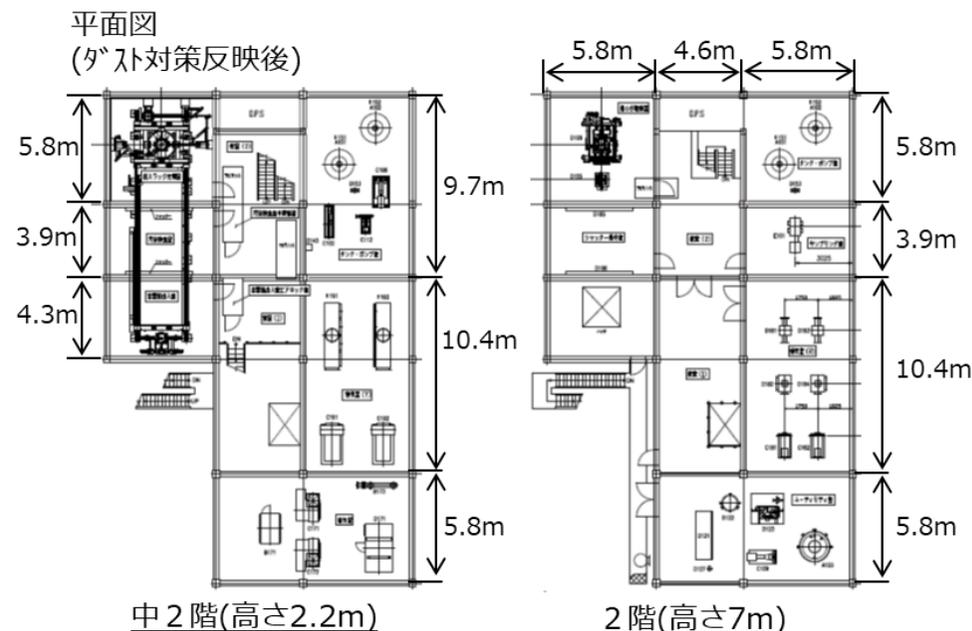
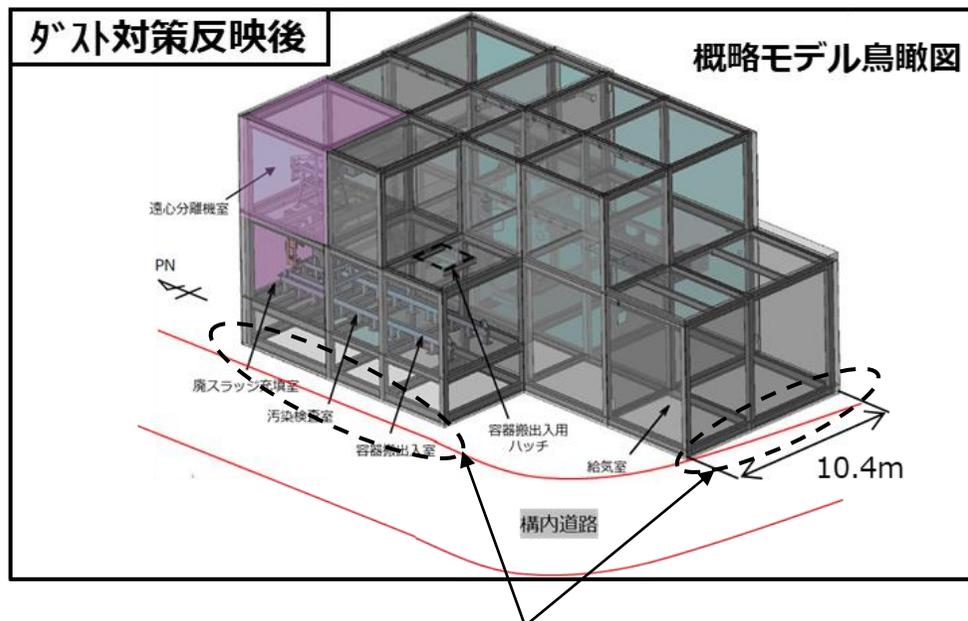
No.	各作業	ダスト発生シナリオ	ダストの閉じ込め対策
①	廃スラッジ遠心脱水 (廃スラッジ充填室)	廃スラッジ保管容器への廃スラッジ充填時に、廃スラッジ充填室内にダストが舞う。	シャッター目張りにより、差圧管理を行うことで閉じ込めを行うとともに、廃スラッジ充填室内のダスト濃度のモニタリングを行い、設定した値を超えた場合、作業を中断する。
②	遠心脱水位置から蓋締め位置までの廃スラッジ保管容器の移動	廃スラッジ保管容器に廃スラッジが付着していた場合、廃スラッジ充填室内での廃スラッジ保管容器移動時に、落下し、ダストが舞う。	計測可能な差圧管理は行えないが、シャッターは全閉とし、可能な限りの差圧の確保を行うとともに、廃スラッジ充填室内のダスト濃度のモニタリングを行い、設定した値を超えた場合は、作業を中断する。 また計測可能な差圧管理を行えないため、汚染検査室側のダスト濃度のモニタリングを行う。
	廃スラッジ保管容器の蓋締め	非密封な状態のため、廃スラッジ保管容器内の廃スラッジが乾燥し、廃スラッジ充填室内でダストが舞う。(水分を含んだ状態のため、乾燥しダストとなる可能性は極めて低い。)	
③	廃スラッジ充填室から汚染検査室までの廃スラッジ保管容器の移動	シャッター開のため、廃スラッジ充填室の空気が汚染検査室内に移動し、ダストが移動する。	廃スラッジ保管容器を、廃スラッジ充填室から汚染検査室に移動させる場合は、シャッターを開とする必要があり、差圧の維持ができない。シャッター開時は、汚染検査室から廃スラッジ充填室へ気流を維持することにより、積極的に汚染検査室へ流れない運用とするが、廃スラッジ保管容器移動時に汚染検査室へ空気が流れる可能性があるため、廃スラッジ充填室と汚染検査室内のモニタリングを行い、設定した値を超えた場合は、作業を中断するとともに、除染作業を行う。
		廃スラッジ保管容器移動時に、廃スラッジが落下し、ダストが舞う。	

No.		ダスト発生シナリオ	ダストの閉じ込め対策
④	廃スラッジ保管容器の汚染検査 (汚染検査室)	廃スラッジ保管容器に廃スラッジが付着していた場合、汚染検査でスラッジに触れ、ダストが舞う。	汚染検査室内での汚染検査は、シャッター目張りによる差圧管理は可能であるが、下記理由より、目張りを実施しないため計測可能な差圧管理は行わないが、シャッターは全閉とし、可能な限りの差圧の確保を行うとともに、汚染検査室内のダスト濃度のモニタリングを行い、設定した値を超えた場合は、作業を中断する。 ✓ 廃スラッジ保管容器は蓋が閉められており、密閉な状態であることから、ダストが舞う可能性が低い。 ✓ 前作業である廃スラッジ充填室から汚染検査までの廃スラッジ保管容器の移動においてもダスト濃度をモニタリングし管理しているため。 ✓ 廃スラッジ充填室と汚染検査室の間のシャッターの目張りは、廃スラッジが充填された廃スラッジ保管容器がある汚染検査室内に作業員が立ち入り作業を実施する必要があり、作業員の作業安全、被ばく量を可能性限り低減するため。
⑤	汚染検査室から容器搬出入室までの廃スラッジ保管容器の移動	シャッターが全開のため、汚染検査室の空気が容器搬出入室内に移動し、ダストが移動する。	廃スラッジ保管容器を、汚染検査室から容器搬出入室に移動させる場合は、シャッターを開とする必要があり、差圧の維持ができない。シャッター開時は、容器搬出入室から汚染検査室へ気流を維持することにより、積極的に容器搬出入室へ流れない運用とするが、廃スラッジ保管容器移動時に容器搬出入室へ空気が流れる可能性があるため、汚染検査室と容器搬出入室内のモニタリングを行い、設定した値を超えた場合は、作業を中断するとともに、除染作業を行う。
-	常時	シュート部や遠心分離機周辺の構造物等にスラッジが付着していた場合に、落下し、廃スラッジ充填室内にダストが舞う。	計測可能な差圧管理、あるいはシャッターは全閉とし、可能な限りの差圧の確保を行う運用とする。(シャッターを開とする時間は最低限とする。) 廃スラッジ充填室、隣室の汚染検査内のモニタリングを行い、設定した値を超えた場合は、廃スラッジ充填室内の除染を行う。

- 換気空調設備が停止した際には、動的機器である自動ダンパと静的機器である逆止ダンパ、もしくはHEPAフィルタにて、バウンダリを維持することでダストを閉じ込める。
- 万が一、廃スラッジ充填室から、汚染検査エリア、容器搬出入室にダストが漏えいした場合、鋼製で密閉された構築物である屋外収納ユニットコンテナ内でダストを閉じ込める。



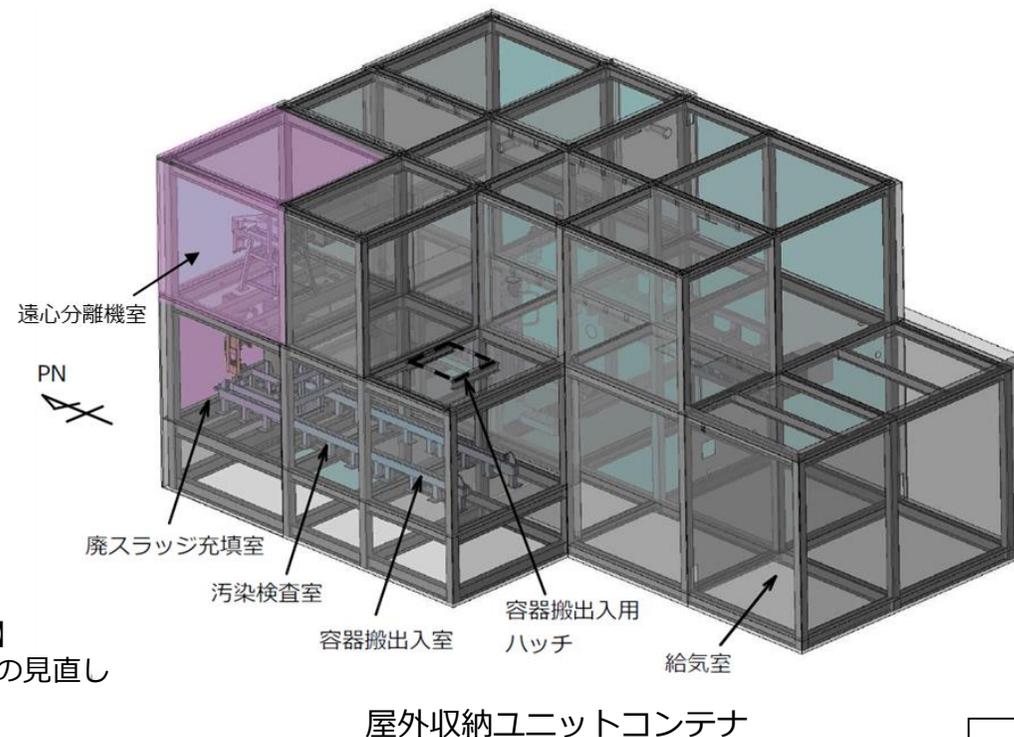
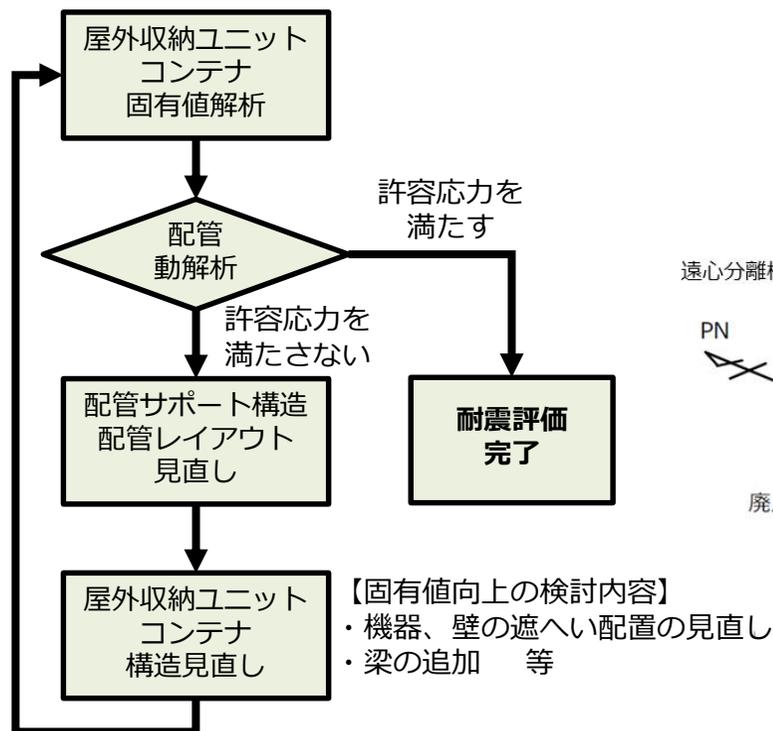
- ダスト閉じ込め対策の反映に伴い、設備の追加や屋外収納ユニットコンテナが大型化（筐体の高層化及び重量増加）に伴い、下記を実施した。
- 限定された敷地への設置が困難な見通しとなり、やむを得ず屋外収納ユニットコンテナの構造を変更した。
- 構造変更に伴い、屋外収納ユニットコンテナ内の配置設計及び換気空調設備系統／機器詳細の見直しと筐体強度／耐震評価を実施中。



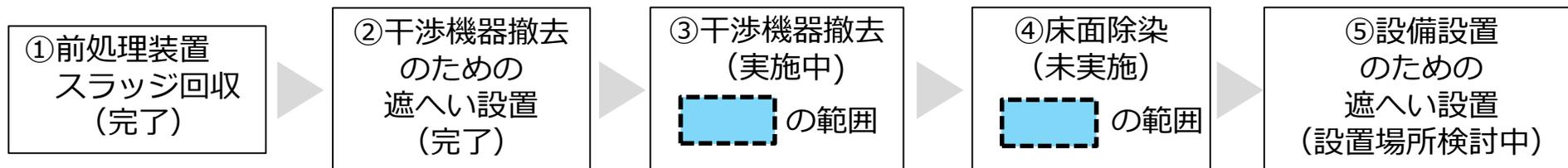
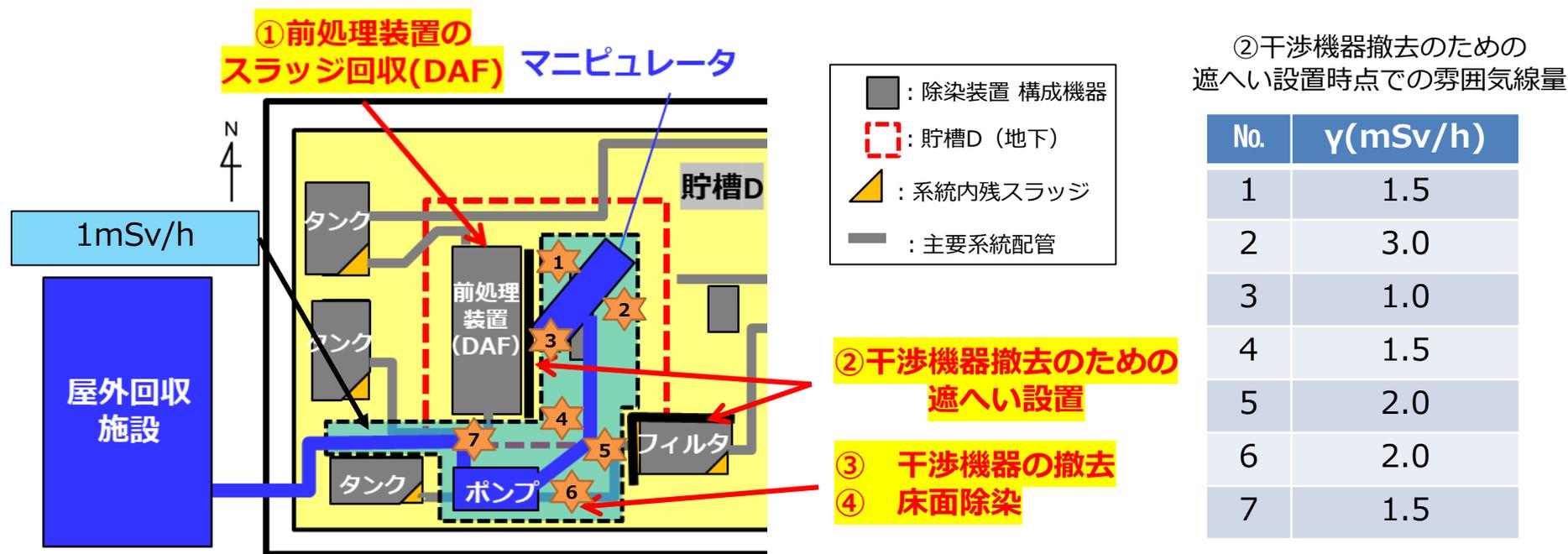
- ダスト閉じ込め対策の反映に伴い、屋外収納ユニットコンテナ自体が大型化したことで敷地内への設置が困難になったことから構造変更を実施。

- 構造変更に伴い、屋外収納ユニットコンテナ内の配置設計並びに筐体強度／耐震評価の見直しを実施。

- 現在の屋外収納ユニットコンテナの固有値解析の結果は3Hzであり、代表配管の動解析の結果、許容応力を満たしていなかった。
- そのため、許容応力を満たすように、配管のサポートの構造やレイアウトを見直すが、屋外収納ユニットコンテナの構造も見直す可能性がある。
- その場合、屋外収納ユニットコンテナの固有値解析と代表配管の動解析を再実施する必要がある。
- 再実施については、機器や壁の遮へい配置を見直し荷重を減らす等、屋外収納ユニットコンテナ固有値の向上対策も実施するが、許容応力を満たす結果を得るには解析を繰り返すための時間が必要な状況。



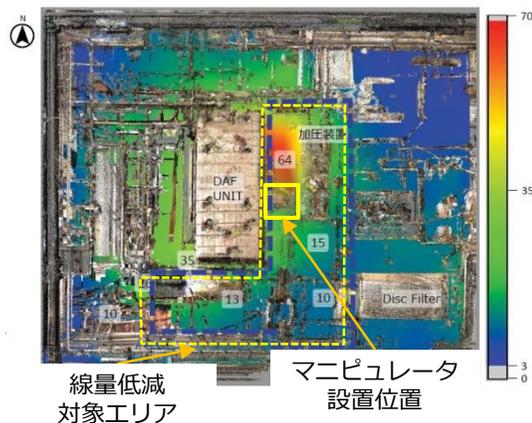
- プロセス主建屋内の廃スラッジ回収施設はマニピュレータ、ポンプ、移送配管から構成。
- 動的機器であるマニピュレータやポンプ周辺の雰囲気線量を下表に示す。
- 雰囲気線量を1mSv/h以下とすべく、環境改善を実施しているが、動的機器の設備保守時の対応を考慮すると、更なる環境改善が必要であると考えている。



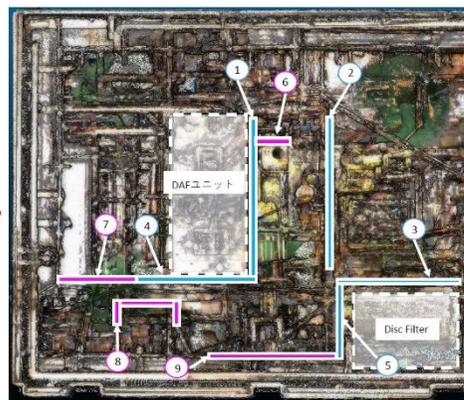
- 更なる環境改善の実施にあたり、線量測定ツールを用いた雰囲気線量の測定、線量分布や機器からの線量寄与の可視化による、遮へい設置や床面除染、干渉機器撤去の有効性の検討、3Dレーザースキャナによる機器寸法の把握など、デジタルツールを有効に活用する。

遮へい設置による線量低減対策の検討例

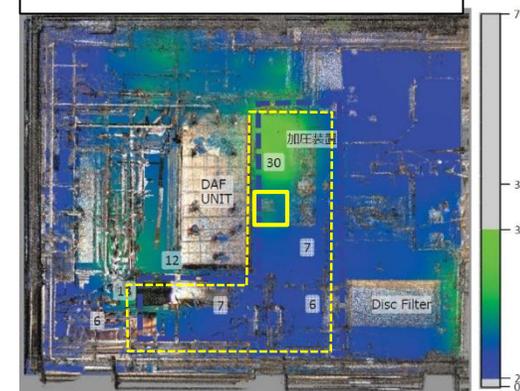
線量分布図



遮へい設置場所 検討



検討場所に遮へいを設置した場合の線量予測図



線量寄与分布図

