

ALPSスラリー安定化処理設備設置  
・ 廃スラッジ回収施設の設置  
の検討状況について

2024年10月28日



東京電力ホールディングス株式会社

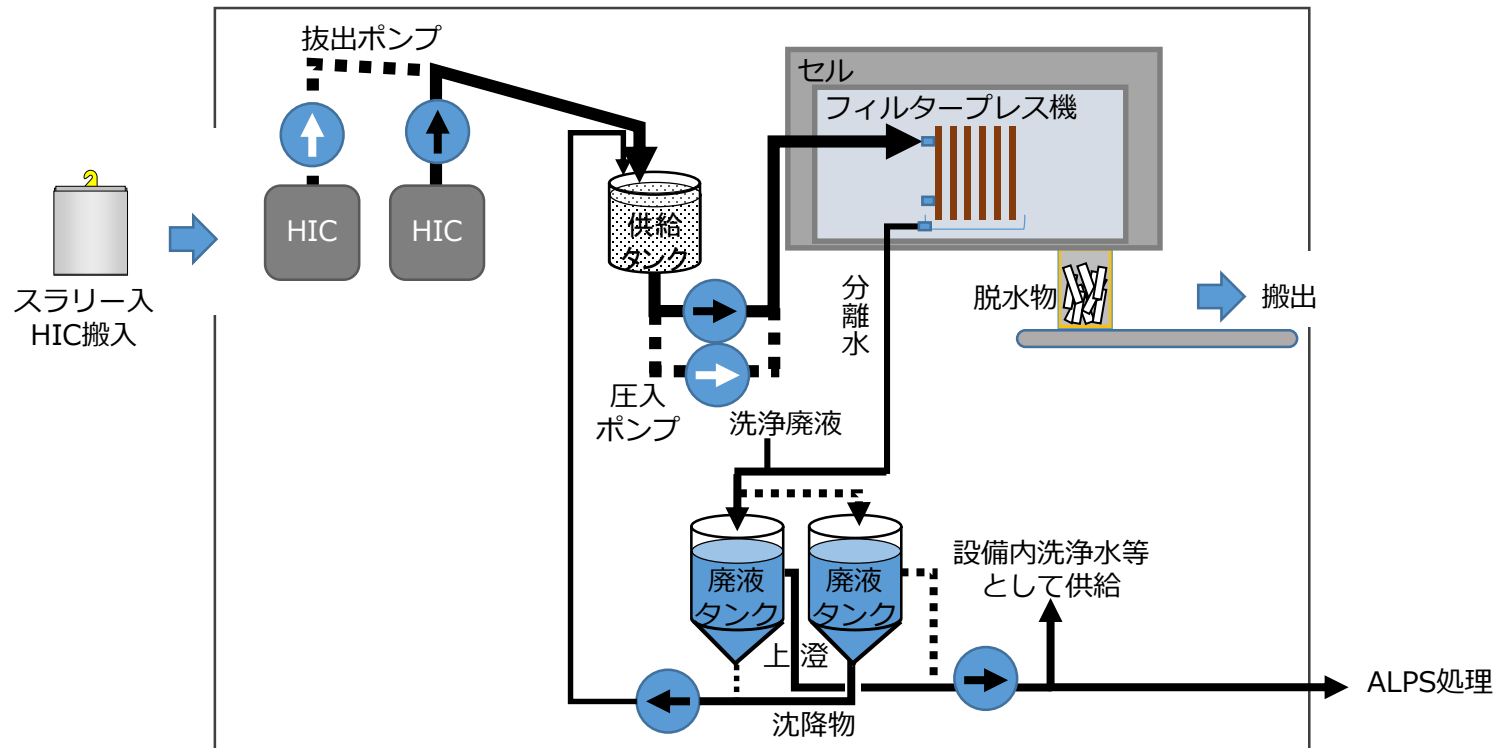
ALPSスラリー安定化処理設備設置  
の検討状況について

# 1. スラリー安定化処理設備の設置目的

## ■ 設置目的・設備概略図

- 既設多核種除去設備及び増設多核種除去設備（以下「ALPS」という）にて発生したスラリーは、高性能容器（以下「HIC」という）に収納し使用済みセシウム吸着塔一時保管施設に保管している。
- スラリー安定化処理設備は、HIC内からスラリーを抜き出し・脱水を行い、スラリー漏えいリスクを低減することを目的とする。

<概要図>



### ■ 第103回 特定原子力施設監視・評価検討会（2022.10.26）

- グローブボックス内で取扱えるようフィルタープレス機本体の小型・簡素化の検討を開始。
- 実機のフィルタープレス機を使用し、模擬スラリーによる適用性・成立性検討開始。

### ■ 第109回 特定原子力施設監視・評価検討会（2023.10.5）

- スラリー抜出装置について、水流による攪拌を行いスラリーの抜出しの成立性を確認。
- スラリー脱水装置について、下記3点を確認。
  1. 模擬スラリーを使用した脱水試験によりスラリーの脱水性を確認。
  2. マニピュレータを使用した遠隔操作試験により、セル内の機器配置の成立性・脱水処理およびメンテナンスの成立性を確認。
  3. 脱水処理時、脱水物充填時において有意なダスト飛散がないことを確認。
- 上記成立性を確認したが、スラリー抜出後のHIC解体に関してもスラリー安定化処理設備の設置候補地近傍にエリアを確保することで一連の作業の合理化が出来る可能性があるため、設置候補地の見直し検討を開始。

### ■ 第19回 特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合（2024.5.27）

- スラリー安定化処理設備を「使用済みセシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）北側」から「Cエリアタンク跡地」へ変更し、機器配置が成立することを確認。
- 「閉じ込めの考え方」について説明。

### ■ 第21回 特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合（2024.7.25）

- 「耐震クラスの考え方」ならびに「新たな抜出装置について」、「脱水物の保管の安全性について」について説明。

## ■ スラリー安定化処理設備の検討状況

第109回 特定原子力施設監視・評価検討会 (2023.10.5) 資料抜粋・一部変更

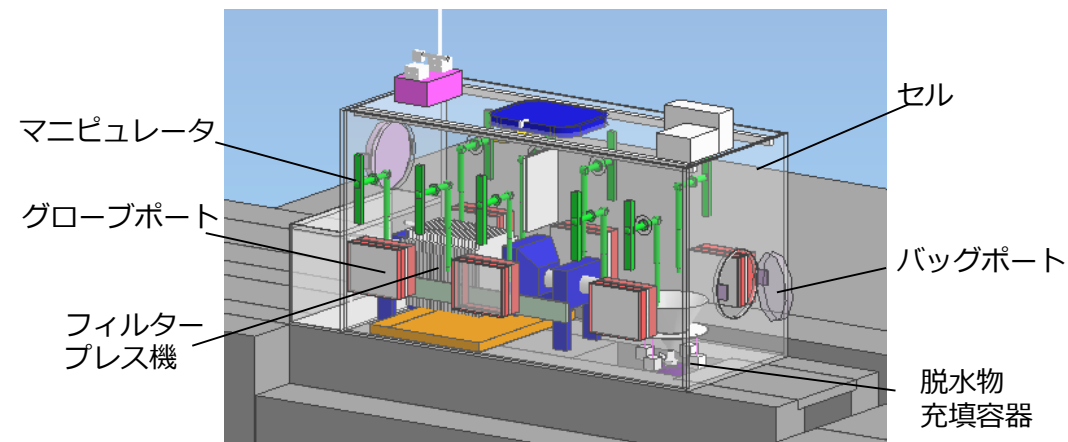
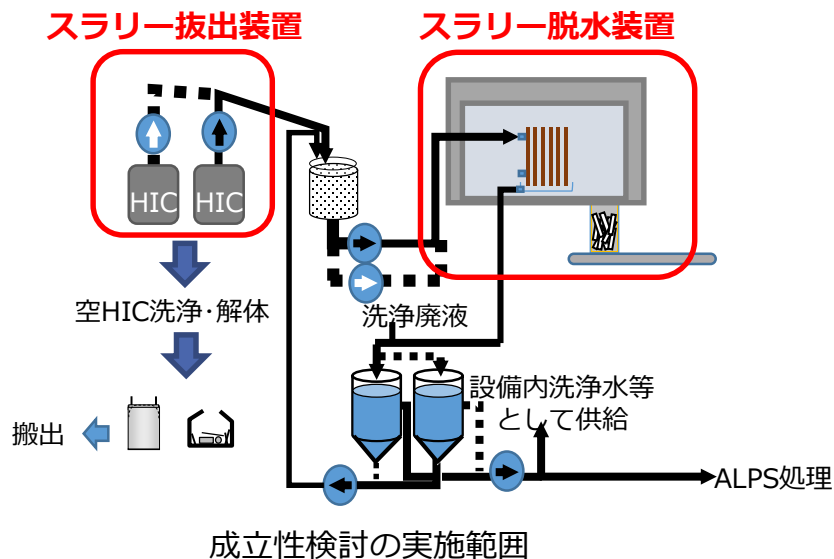
- 第103回 特定原子力施設監視・評価検討会 (2022.10.26) において、フィルタプレス機についてはセルもしくはグローブボックスの中で取り扱う方針に見直しを行い成立性検討を実施することとした。
- スラリー安定化処理設備を構成する「スラリー抽出装置」、「スラリー脱水装置」について、下記の観点で成立性検討を実施した。

### スラリー抽出装置

- ✓ 水流による攪拌を行い、スラリー抽出の成立性を確認した。

### スラリー脱水装置

- ✓ 模擬スラリーを使用した脱水試験により、スラリーの脱水性を確認した。
- ✓ マニピュレータを使用した遠隔操作試験により、セル内の機器配置の成立性、脱水処理およびメンテナンスの成立性を確認した。
- ✓ 脱水処理時、脱水物充填時において有意なダスト飛散がないことを確認した。

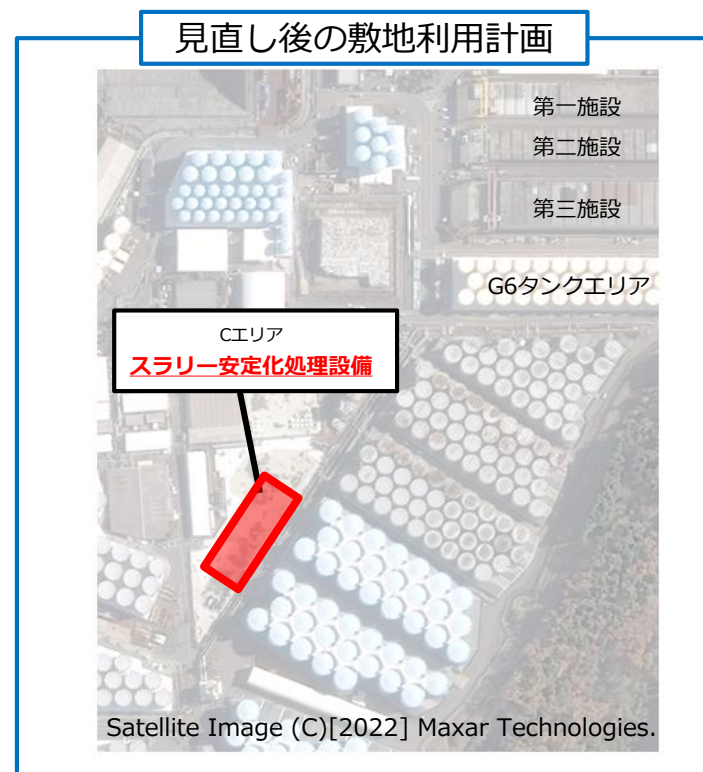
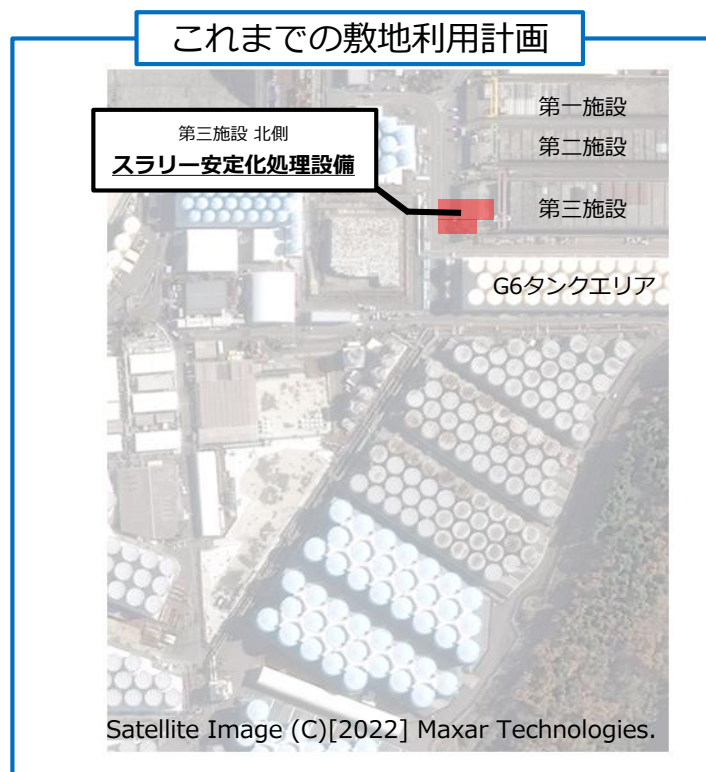


スラリー脱水装置のイメージ

## ■ 機器配置設計の状況

第109回 特定原子力施設監視・評価検討会 (2023.10.5) 資料抜粋・一部変更

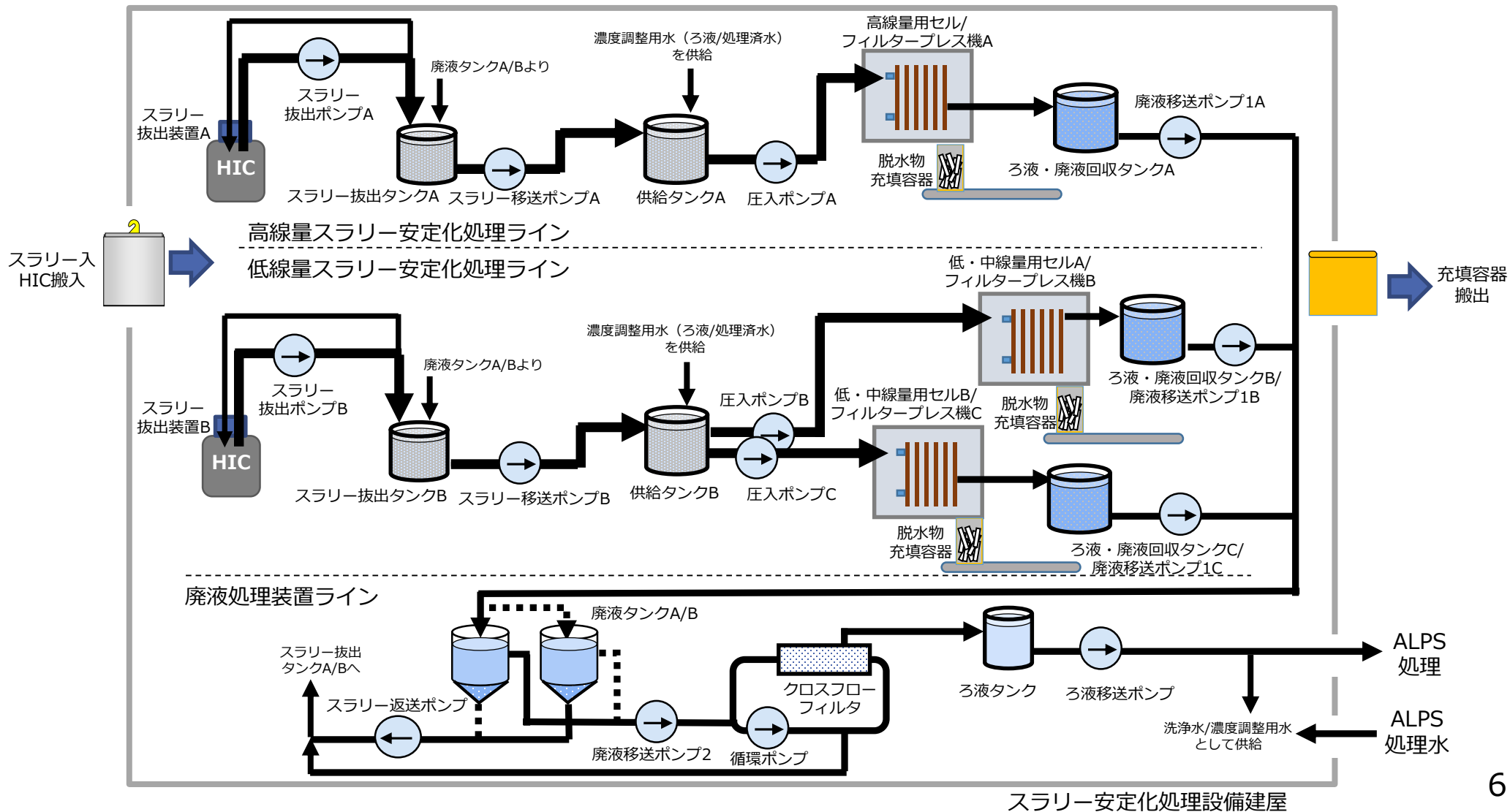
- スラリー安定化処理設備は、使用済みセシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）北側を候補地としていたが、スラリー抽出後のHICの解体に関してもスラリー安定化処理設備の設置候補地近傍にエリアを確保することで一連の作業の合理化を図ることとした。
- 解体エリアをスラリー安定化処理設備内に含める場合は、現状の設置候補地では敷地面積が不足することから、Cエリアを安定化処理設備の設置候補地として敷地利用計画の見直しを行った。



# 3. 系統概要について

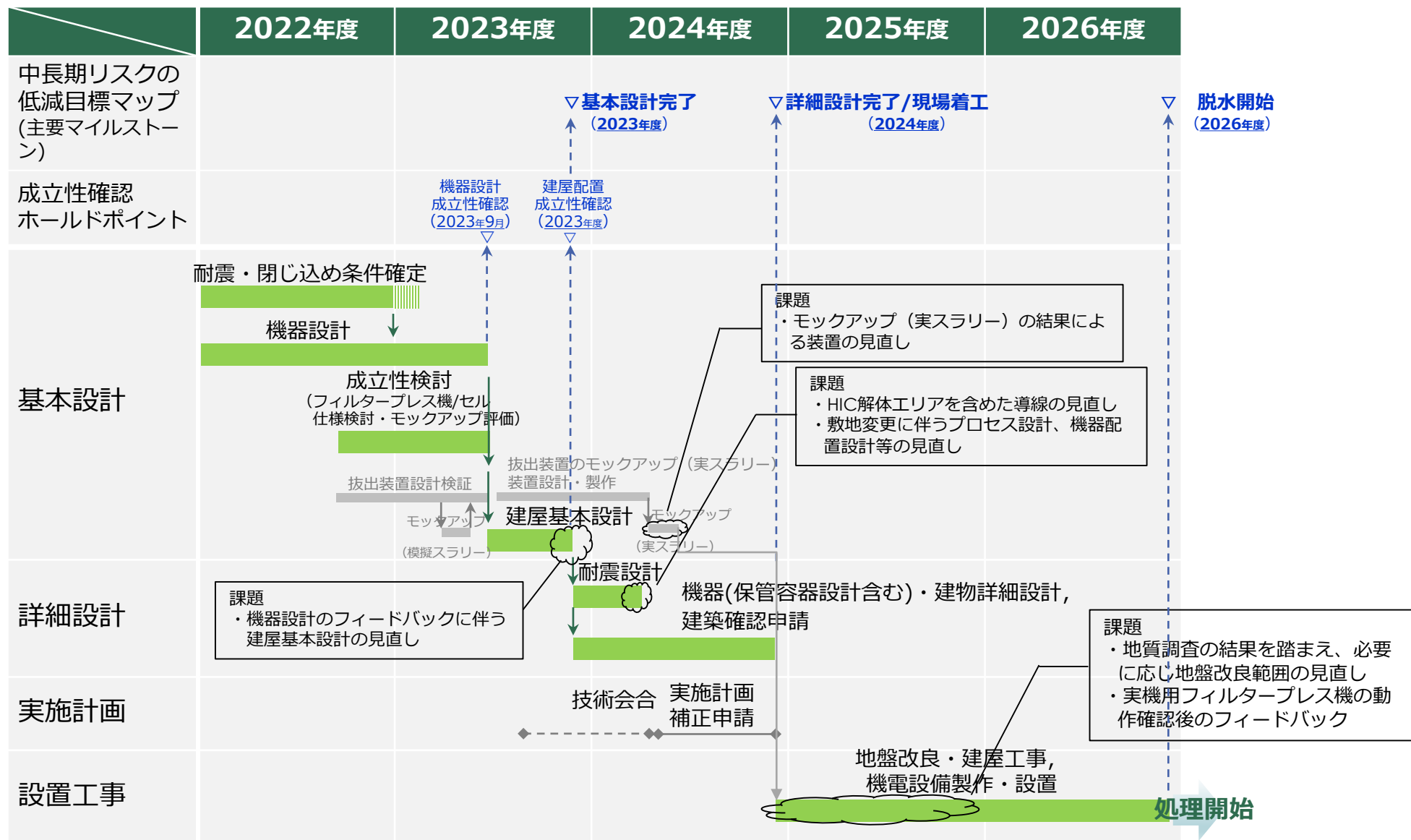
第19回特定原子力施設の実施計画の審査等に係る技術会合 (2024.5.27) 資料抜粋

- 処理対象とするHICよりスラリーを攪拌しながら抜き出し、スラリー抽出タンクに受け入れる。さらに供給タンクに移送し、濃度調整を行った上でフィルタープレス機による安定化処理(脱水処理)を行う。
- スラリー脱水物は充填容器に排出し、保管場所へ移送する。



# (参考) これまでの工程について

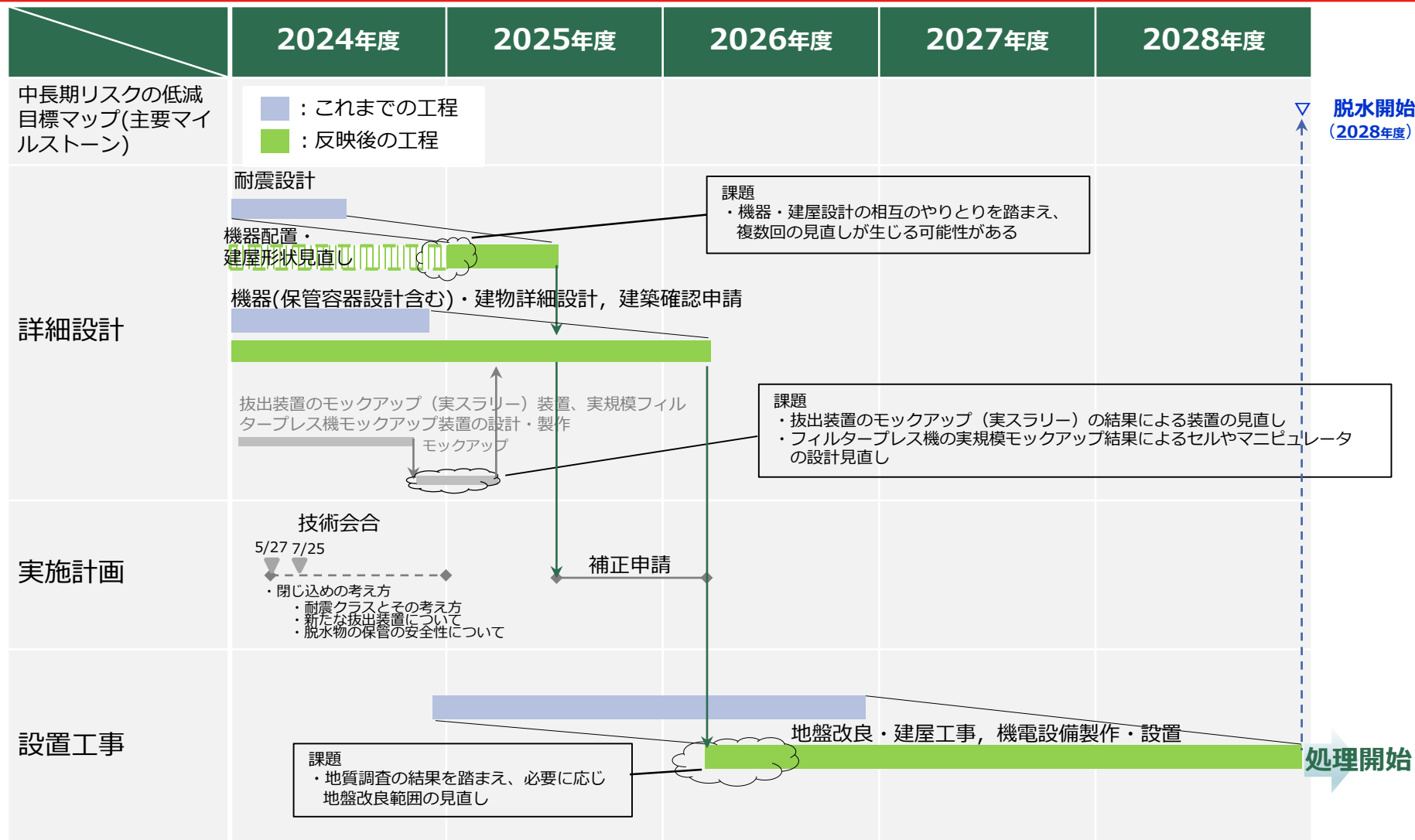
第109回 特定原子力施設監視・評価検討会 (2023.10.5) 資料抜粋





- 2023年度末までに設置候補地見直し後の機器配置及び機器配置から必要となる建屋形状を決め、これらをインプットとして2024年度から建屋の耐震設計を開始した。
- 建屋の耐震設計を進める中で、構造強度の評価結果を受けて機器配置及び建屋形状を見直す必要が生じており、現在、機器配置及び建屋形状の見直しを繰り返しながら、建屋の構造強度の成立性を確認している。2024年度内は、機器配置・建屋形状の見直しを進め、その後、耐震設計を進める。
- また、当初と比べて現状の建屋規模（p.10 参照）が拡大していることから、建屋規模を踏まえた工事期間を工程へ反映した。
- 上記の工程反映を踏まえると、処理開始は2028年度となる見込み（次頁参照）。

## 4-2. 反映後の工程

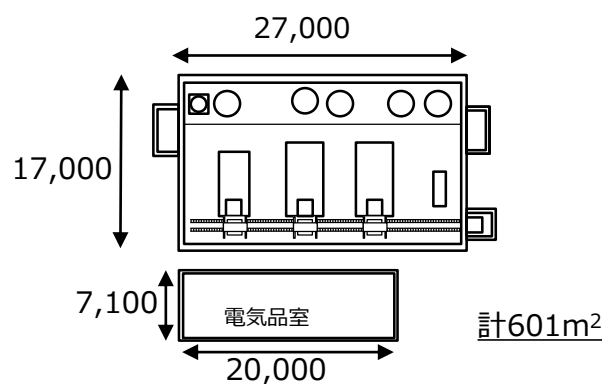


- フィルタープレス機については、当初設備製作の中で計画していた動作確認を、2025年度初頭に実規模の機器を用いて、マニピュレータ操作を含むモックアップを実施することにし、早い段階で機器・建屋設計へフィードバックを計画。

## ■ 機器配置・建屋設計の状況

- 2023年度末までに設置候補地見直し後の機器配置及び機器配置から必要となる建屋形状を決め、これらをインプットとして2024年度から建屋の耐震設計を開始した。
- 建屋の耐震設計を進める中で、構造強度の評価結果を受けて機器配置及び建屋形状を見直す必要が生じており、現在、機器配置及び建屋形状の見直しを繰り返しながら、建屋の構造強度の成立性を確認している。

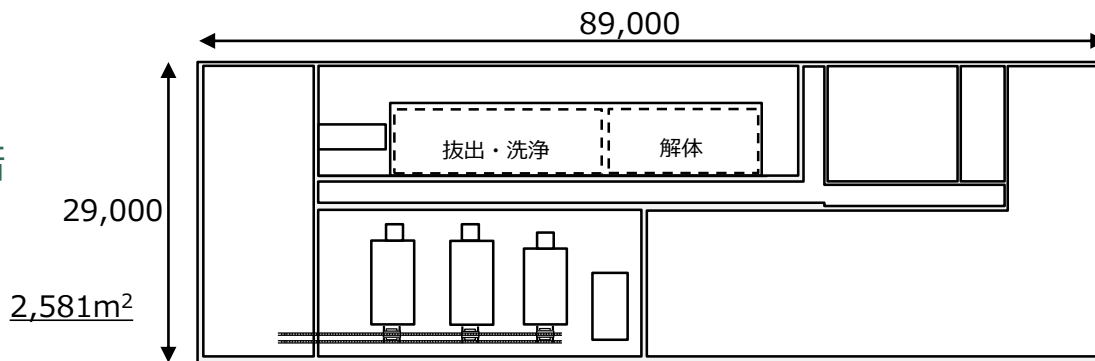
### 設置候補地見直し前設計



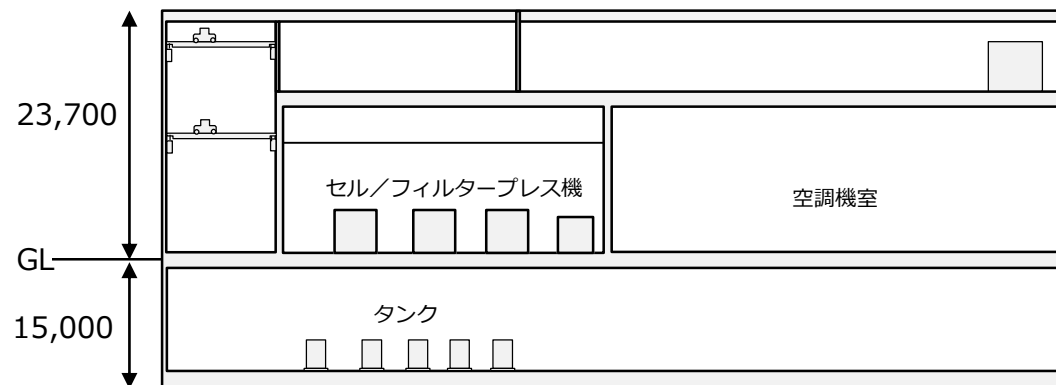
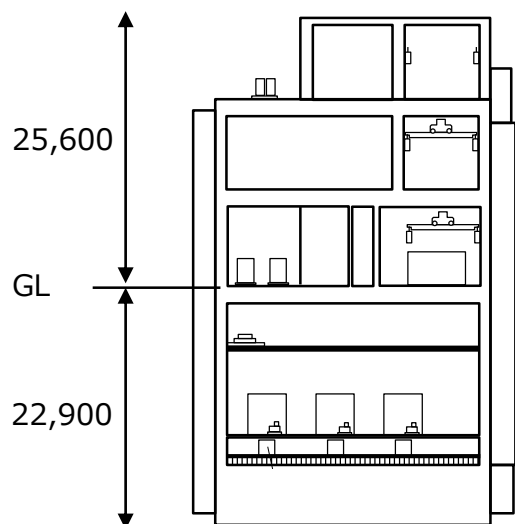
### 設置候補地見直し後設計 (Cエリア)

※2023年末時点の設計状況であり、見直しを実施中

床面積  
約4.3倍

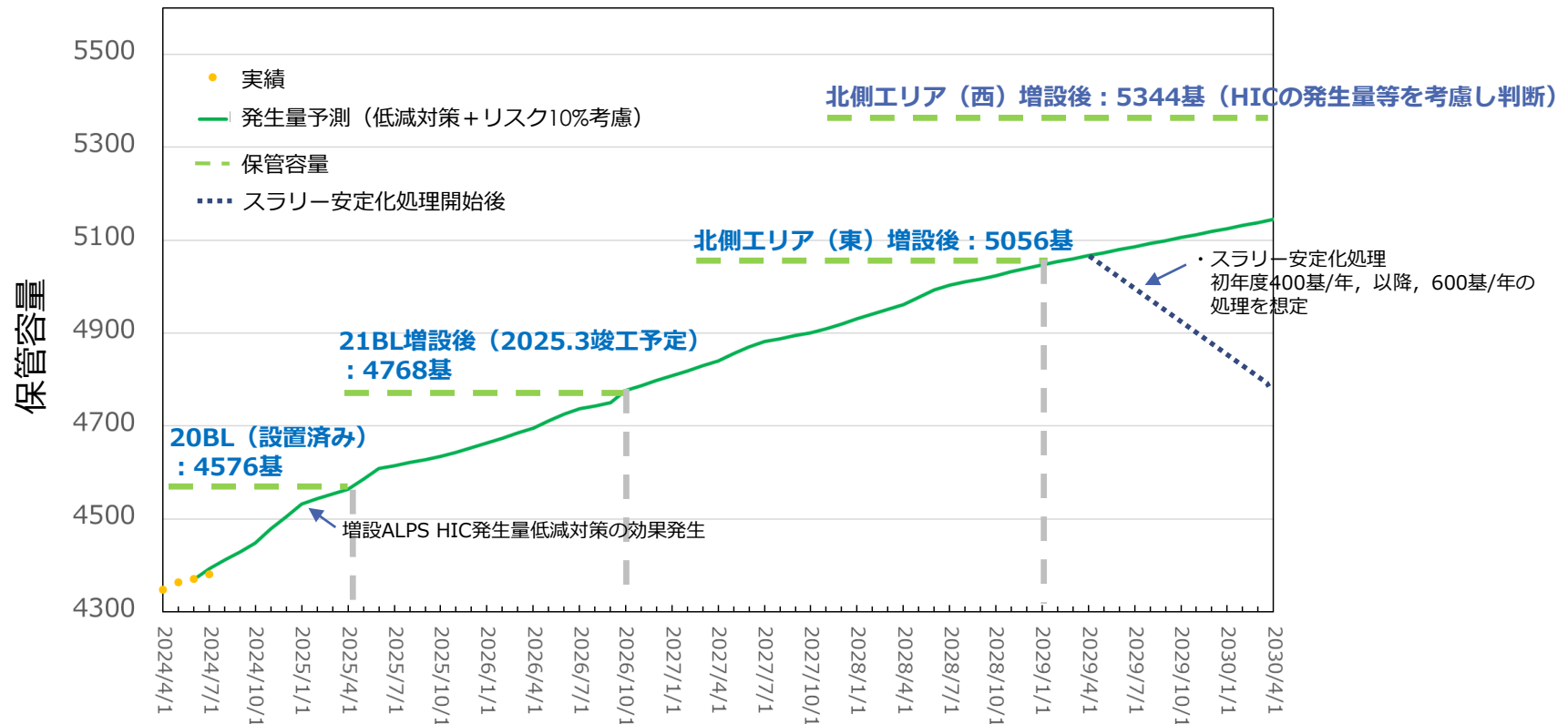


建屋高さ  
約0.8倍



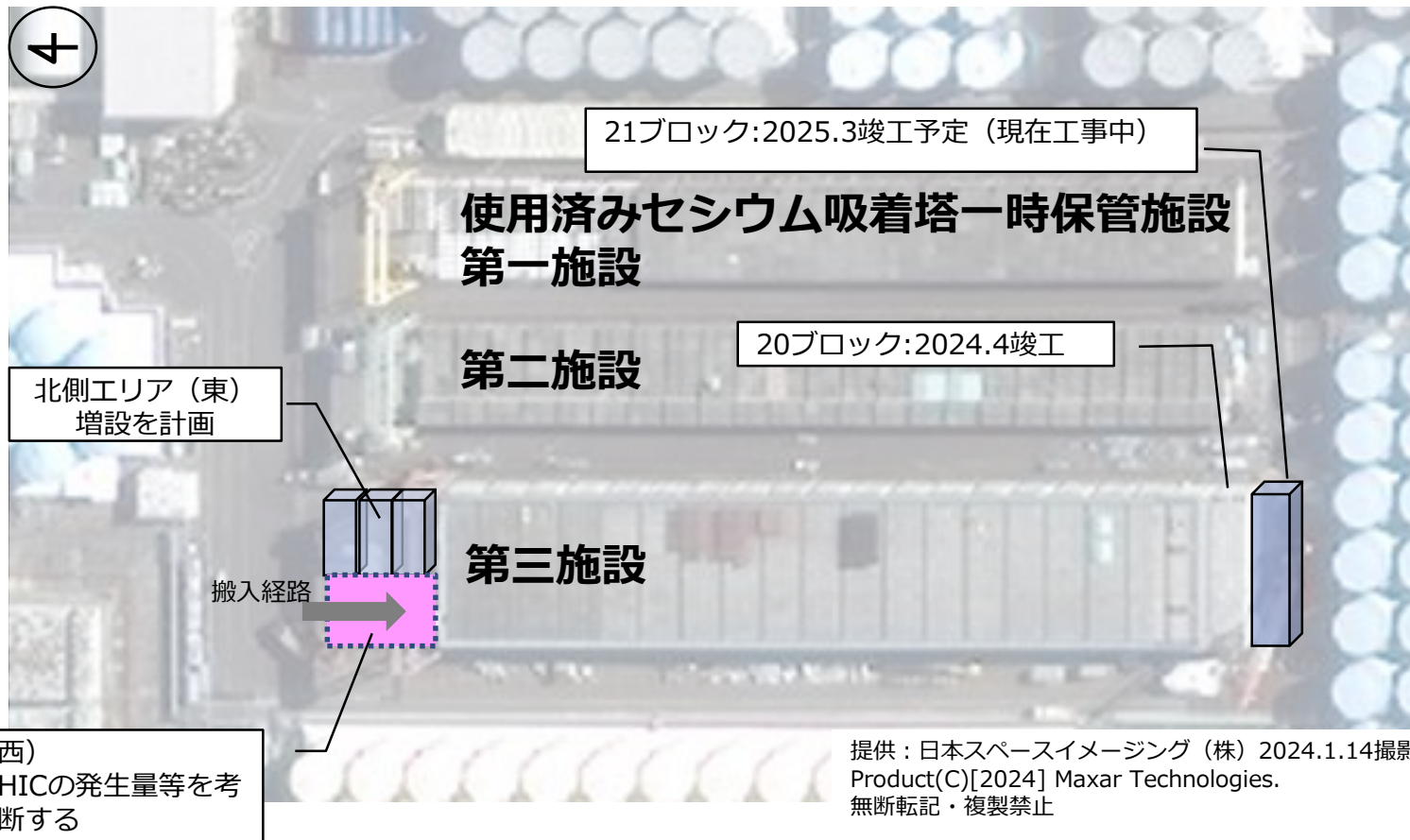
# 5-1. HIC保管容量の見直しについて

- HICの保管容量については、使用済みセシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）の21ブロック（BL）目までの拡張を計画し、工事を実施している。（保管容量：4768基）
- 見直し後のスラリー安定化処理設備の運用開始時期およびHIC発生量予測に基づく4768基までの保管容量では不足する見直しであることから、第三施設北側エリアに新たに増設を行い5056基までの保管容量を確保する。
- なお、第三施設北側エリアには、5344基までの増設が可能であるが、増設については今後のHICの発生量等を考慮しながら判断する。
- また、以下のHIC発生量低減のための施策・検討を進める。
  - HIC内スラリー収容率向上（上澄み水を抜き取り、空いた容量に新たなスラリーを収容（実施済み））
  - 増設ALPS HIC発生量低減対策を実施したA/Cシステムの効率的な運用（今後実施）
  - 既設ALPS・増設ALPSの前処理の合理化（今後、実施の可否を含め検討）



## 5-2. HIC保管容量増設について

- 第三施設北側エリア（東）の増設は、第三施設へのHICの格納作業と干渉しないよう搬入経路を確保しつつ増設を行う。



ALPSスラリー安定化処理設備設置  
の検討状況について

『補足説明資料』

➤ スラリーHICについて、以下の発生量低減策を実施・検討している（①②はHIC発生量予測反映済）。

## ①HIC内スラリー収容率向上

- ✓ 保管中のHICのうち、内包するスラリー量が少ないHICについて、上澄み水を抜くことで得られた空き容量に新たなスラリーやスラリー移替え先として活用することでHICの発生量を抑制する。（2023年1月より実施中）

## ②増設ALPS HIC発生量低減対策工事

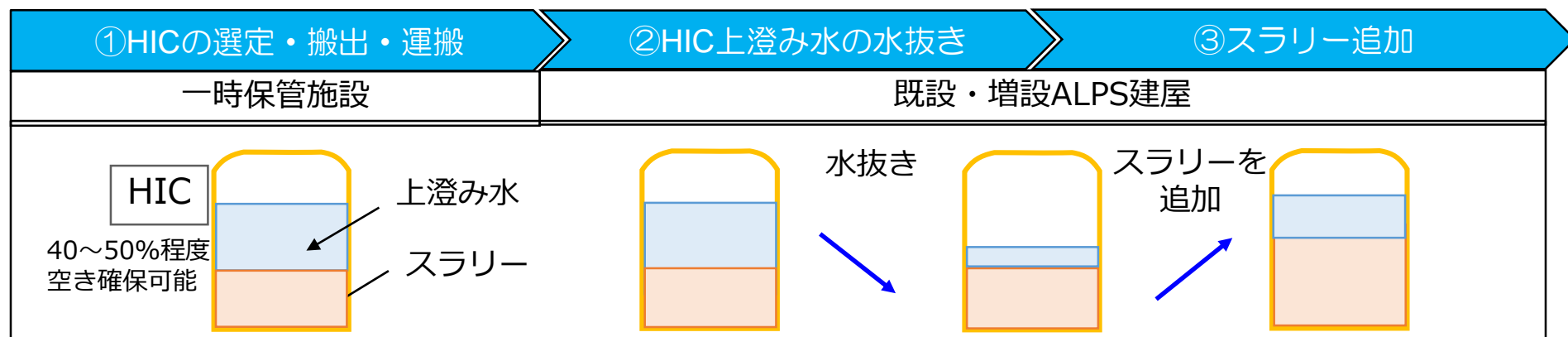
- ✓ 処理対象水中のCa・Mgイオン濃度が当初より低下してきていることで、スラリーが微粒子化し、クロスフローフィルタ（CFF）の閉塞につながっている。
- ✓ Ca・Mgイオン濃度の低下に対応するため、スラリーを粗大化させ沈殿処理するプロセスを新たに設けることで、HICの発生量を低減する。（HOT試験を準備中）

## ③既設ALPS鉄共沈処理の省略

- ✓ 既設ALPSの鉄共沈処理設備は、コバルト60やマンガン54等を除去することを目的とし設置しているが、現在、処理対象水中に含まれるコバルト60やマンガン54等の濃度が低いことから、鉄共沈処理を省略（増設ALPSと同様な処理プロセスに変更）すること、鉄共沈処理設備からのHIC発生量を削減を検討している。（実施時期検討中）

## ➤ HIC内スラリー収容率向上

- ✓ セシウム吸着塔一時保管施設に保管中のHICのうち、内包するスラリーの量が少ない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、空き容量に新たなスラリーを追加し、収容率を向上させることで、新規HICの発生を抑制する。
- ✓ 収容率向上対策は、2023年1月より実施し、HIC発生を抑制している。

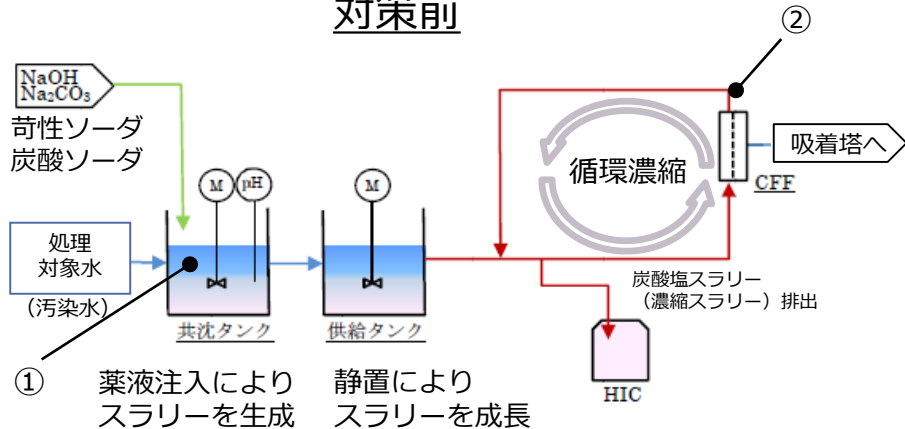




## 増設ALPS HIC発生量低減対策工事 (A/C系)

- ✓ ALPSの前処理設備では、吸着塔による核種除去性能向上のため、処理対象水中に含まれる吸着材の吸着阻害物質 (Ca・Mgイオン) を薬液によりスラリー化させてCFFで濃縮し、HICに排出している。
- ✓ 処理対象水中のCa・Mgイオン濃度が当初より低下してきていることで、スラリーが微粒子化し、CFFの閉塞につながっている。
- ✓ Ca・Mgイオン濃度の低下に対応するため、スラリーを循環しながら濃縮させるプロセスから、スラリーを槽で生成・粗大化させ沈殿処理するプロセスを新たに設けることで、HICの発生量の低減 (現状の3/4~1/2に減少) を見込んでいる。
- ✓ 現在、HOT試験に向けて準備している。

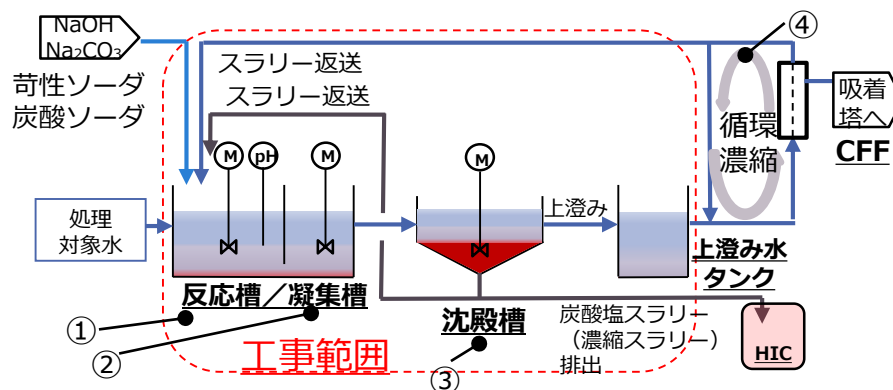
対策前



- ① 薬液注入によりスラリーを生成
- ② 静置によりスラリーを成長

- ① 薬液注入により処理対象水中のCa, Mgイオンをスラリー化
- ② CFFでスラリーを含む水をろ過し、スラリーを循環させながら濃縮 (濃縮後、HICへ排出)  
⇒微粒子状のスラリーによりCFFの閉塞した場合、都度洗浄作業を実施

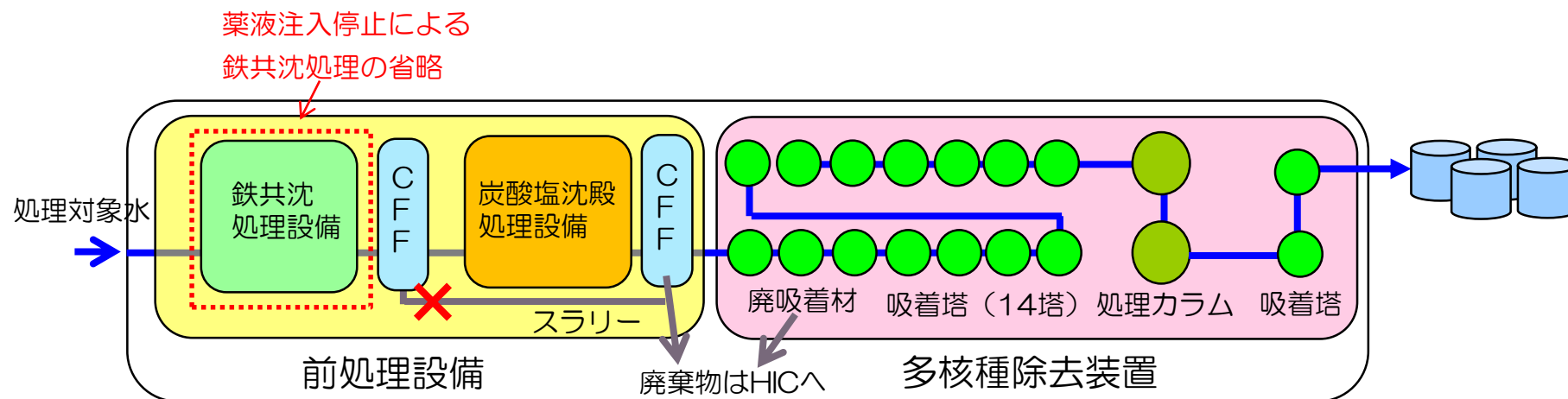
対策後 (スラリー返送式)



- ① 薬液注入により、返送したスラリー表面でCa・Mgイオンが析出
- ② 反応槽～凝集槽でスラリーが循環・滞留する間にスラリー粒径が粗大化
- ③ 粗大化し、沈降性が向上したスラリー粒子は、沈殿槽でスラリーと上澄み水に容易に分離
- ④ スラリー量が少ない上澄み水をCFFでろ過するため、CFFの閉塞が抑制され、洗浄作業頻度が低減

## ➤ 既設ALPS鉄共沈処理の省略

- ✓ 既設ALPSの前処理設備は、鉄共沈処理設備と炭酸塩沈殿処理設備があり、鉄共沈処理設備では、処理対象水中に含まれるコバルト60やマンガン54等を除去するために、薬液によりスラリー化させてCFFで濃縮し、HICに排出している。
- ✓ 現在、処理対象水中に含まれるコバルト60やマンガン54等の濃度が低いことから、鉄共沈処理設備における薬液注入を停止し、スラリー化を止めることで、鉄共沈処理設備からのスラリー入りHIC発生量を削減を検討している。（増設ALPSと同様）
- ✓ 増設ALPS前処理設備の変更後の安定運転を確認出来た後、既設及び増設ALPSの運転計画を踏まえて、実施時期を判断する。



既設多核種除去装置概略図

## ALPSの炭酸塩沈殿処理の省略

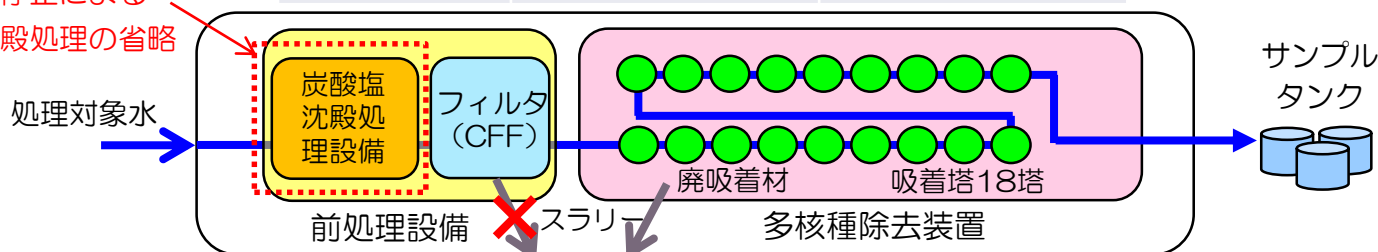
第109回 特定原子力施設監視・評価検討会 (2023.10.5) 資料再掲・一部変更

- ✓ ALPSの前処理設備では、吸着塔による核種除去性能向上のため、処理対象水中に含まれる吸着材の吸着阻害物質 (Ca・Mgイオン) を薬液によりスラリー化させてCFFで濃縮し、HICに排出している。
- ✓ Ca・Mgイオンは、震災時に建屋等に流入した海水に由来するものであり、原子炉注水や地下水等の流入に伴い希釈され、濃度が低下している。(Caはコンクリート等からの供給の可能性もある)
- ✓ Ca・Mgイオン濃度が低下傾向にあるため、炭酸塩沈殿処理における薬液注入を停止し、スラリー化を止めることで、スラリー入りHIC発生量の削減を見込める可能性がある。ただし、今後、濃縮廃液 (上澄み水) といったCa・Mgイオン濃度が高い水の処理も予定していることから、省略運用は限定的となる。
- ✓ 一方で、炭酸塩沈殿処理を省略することで、吸着材の除去性能持続期間や除去性能の低下が懸念される。
- ✓ 以上を踏まえ、炭酸塩沈殿処理を省略した際の影響について、カラム試験等で確認を実施し、可否について検討を進める。

処理対象水中の年度最高濃度

	Ca (ppm)	Mg (ppm)
2015年度	290	535
2023年度	100	71

薬液注入停止による  
炭酸塩沈殿処理の省略

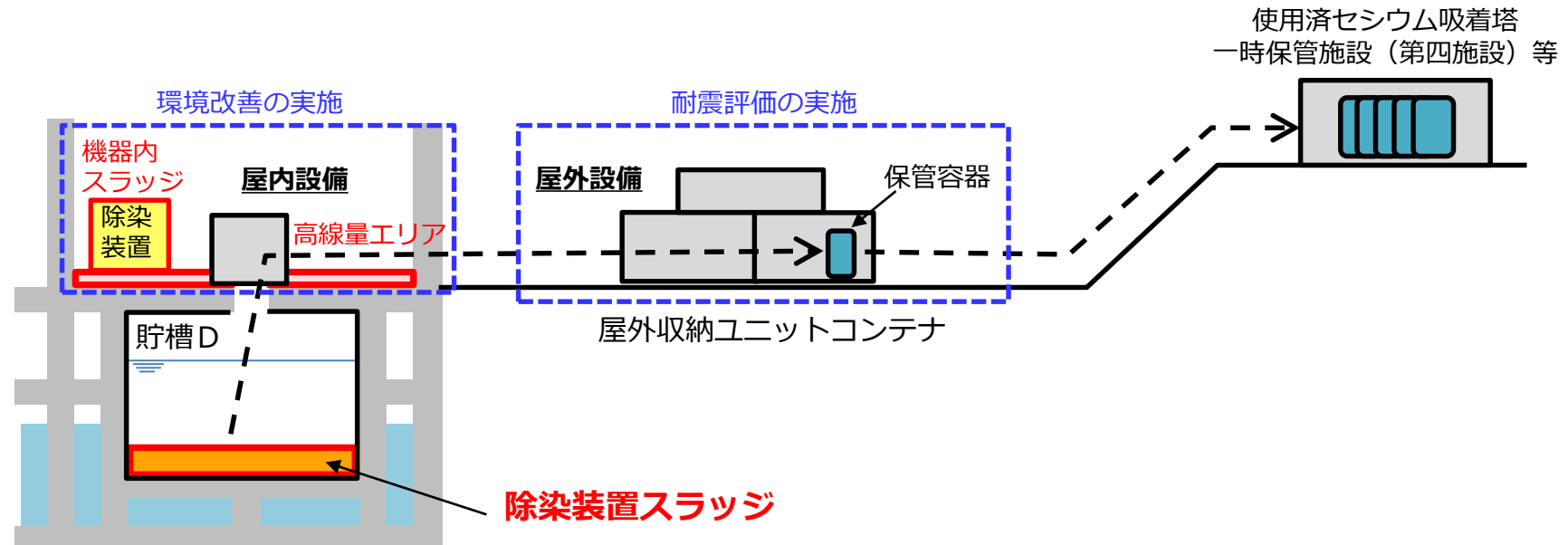


廃棄物はHICへ

増設多核種除去装置概略図

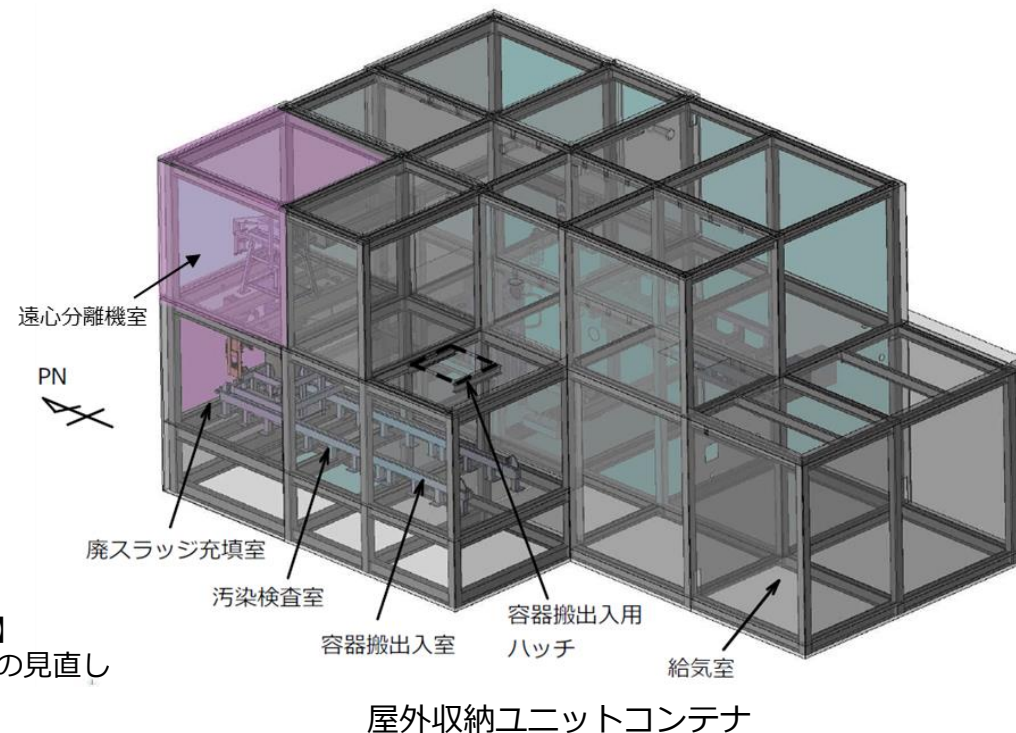
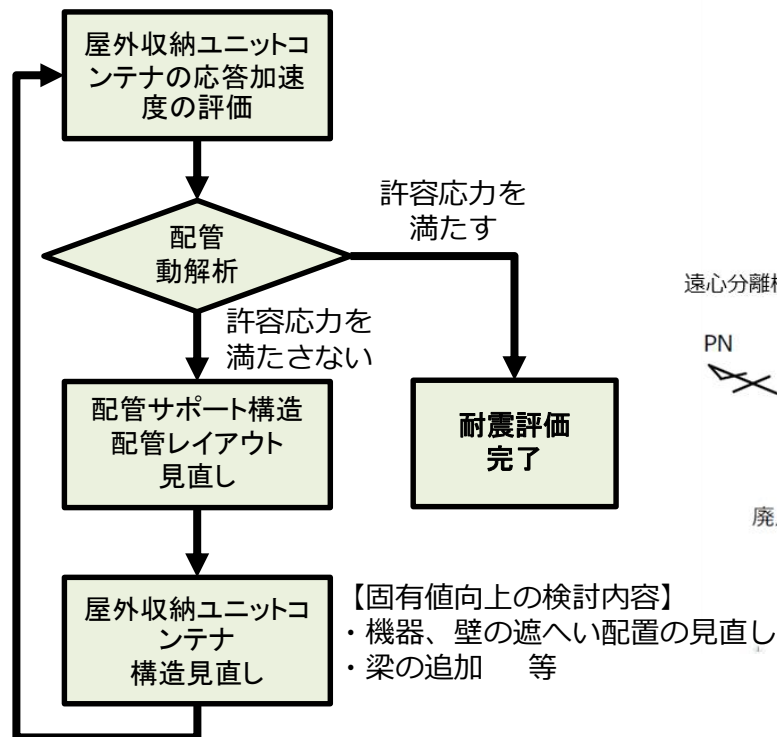
廃スラッジ回収施設の設置  
の検討状況について

- 廃スラッジ回収施設については、現在耐震評価を実施中。しかし、屋外収納ユニットテナ内の配管については、許容応力を超えていることから、配管、屋外収納ユニットの設計を見直して再評価を行う必要がある状況。
- プロセス主建屋内では廃スラッジ回収施設設置に向けた準備として、設置場所の雰囲気線量を低減する環境改善を実施中。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していきたい。
- 耐震評価と環境改善の現状を踏まえ、全体工程の見直しを検討中。

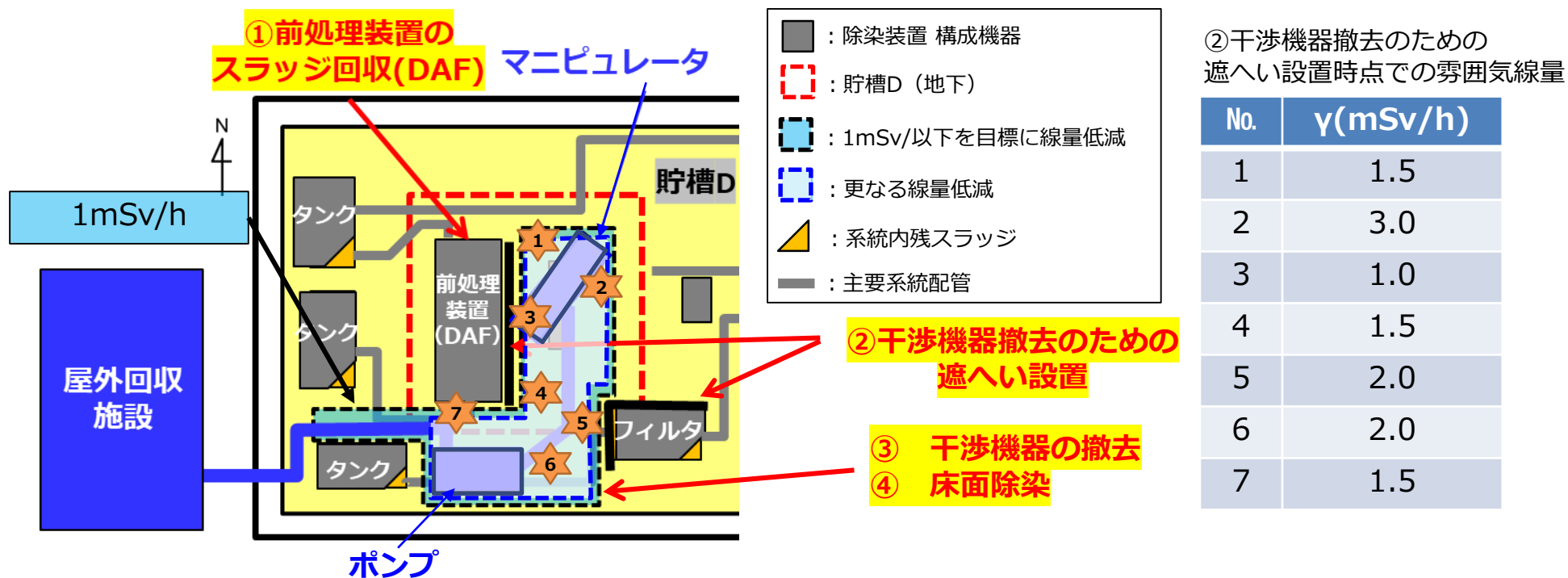


プロセス主建屋 貯槽D周辺の  
建屋構造概要図 (断面図)

- 現在の屋外収納ユニットコンテナの応答加速度にて、当該コンテナ内の配管動解析をした結果、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、配管サポートの構造やレイアウトを見直すことで配管の耐震強度の向上、屋外収納ユニットへの梁の追加等により、屋外収納ユニットコンテナの応答加速度を低減するような構造に見直す必要がある。
- 屋外収納ユニットコンテナの応答加速度の評価と配管の動解析を繰り返し、実施する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。



①前処理装置  
スラッジ回収  
(完了)

②干渉機器撤去  
のための  
遮へい設置  
(完了)

③干渉機器撤去  
(実施中)  
□ (青点線) の範囲

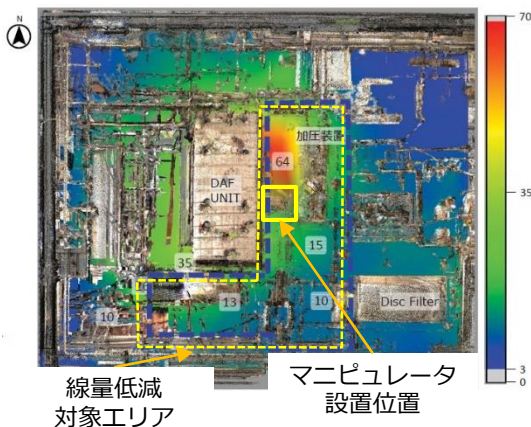
④床面除染  
(未実施)  
□ (青点線) の範囲

⑤設備設置  
のための  
遮へい設置  
(設置場所検討中)

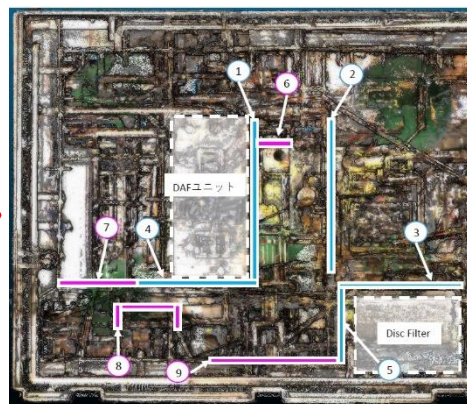
- 更なる環境改善の実施にあたり、線量測定ツールを用いた雰囲気線量の測定、線量分布や機器からの線量寄与の可視化による、遮へい設置や床面除染、干渉機器撤去の有効性の検討、3Dレーザースキャナによる機器寸法の把握など、デジタルツールを有効に活用する。

## 遮へい設置による線量低減対策の検討例

### 線量分布図

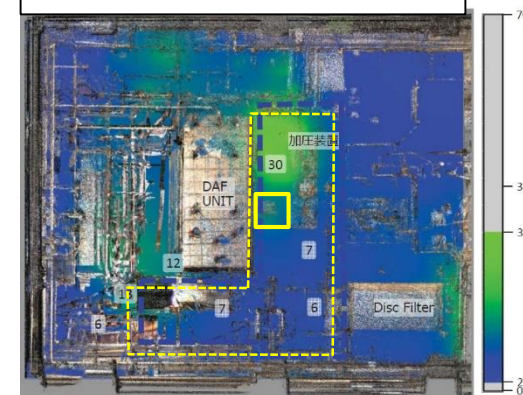


### 遮へい設置場所 検討



解析

### 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

