

多核種除去設備スラリー安定化処理設備の設置に関する 補足説明資料

2022年2月8日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. はじめに

■ 今回の面談の位置づけ

スラリー安定化処理設備については、これまでの監視評価検討会および実施計画審査面談でのコメントを受けて、設計の再検討を実施している。

今回、当社の検討概要が、原子力規制庁殿の審査方針に沿っているかを確認するため、面談での説明を行うものである。

【原子力規制庁殿の審査方針】

- ① 放射性物質が外に漏れることのないよう、ダスト濃度の警報管理や電源の多重化を行い、閉じ込め機能が発揮される確実な設計とすること。
- ② 2月13日の福島県沖地震を踏まえた耐震設計として、設備設計を行うこと。
- ③ 保管容器に関する腐食進展について、現状の設計で長期保管が可能な仕様なのか、根拠をもって説明すること。また、腐食進展が確認された場合の対応について検討していくこと。

■ 説明内容

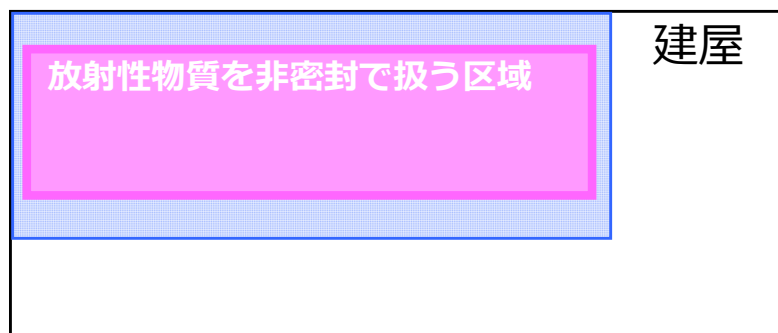
今回の確認においては、上記のうち、先行して当社の考え（検討概要）が纏まった審査方針①ならびに②についてご説明させていただくもの。

- 審査方針①・・・閉じ込め機能の考え方
- 審査方針②・・・耐震設計の考え方

2. 閉じ込め機能 ダスト管理／取扱エリアについて

- スラリー安定化処理設備における閉じ込め機能について、原子力規制庁殿が求める事項に対して、当社の設計方針を見直しして、対応していく。

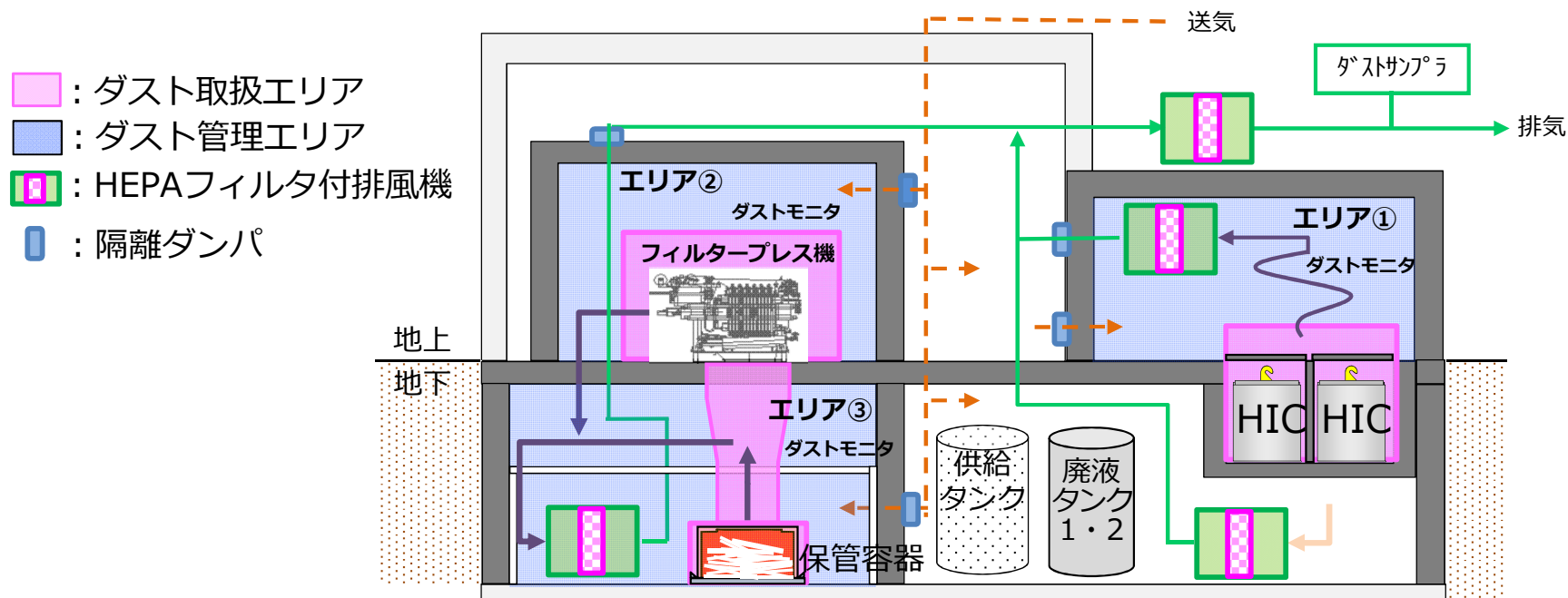
原子力規制庁殿の要求	当社の設計方針
非密封の放射性物質は、限定された区域内で取り扱う設計とすること。その区域は気密性の確保・負圧維持などにより、放射性物質を漏えいさせない設計とすること。	非密封の放射性物質を取り扱う区域をダスト取扱エリアとして限定する。ダスト取扱エリアは負圧を維持することにより、放射性物質を漏えいさせない設計とする。
非密封で扱う区域の外側に中間的な区域を設け、漏えいした場合にもその中間的な区域内に保持することができる設計とすること。	ダスト取扱エリアの外側にダスト管理エリアを設け、ダスト取扱エリアから漏えいした場合、ダスト管理エリア内にて放射性物質を閉じ込める設計とする。
放射性物質を非密封で取り扱う区域内において常時負圧維持及び浄化機能を備えた排気設備による管理、並びにダスト濃度の警報管理を行うこと。	放射性物質を非密封で取り扱う区域内の負圧を維持し、浄化機能を備えた排気設備による管理を行い、ダスト濃度の警報管理を行う設計とする。



イメージ（平面図）

2. 閉じ込め機能 ダスト管理／取扱エリアについて

- 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（フィルタープレス機、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れ出したダストは、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。
- 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。



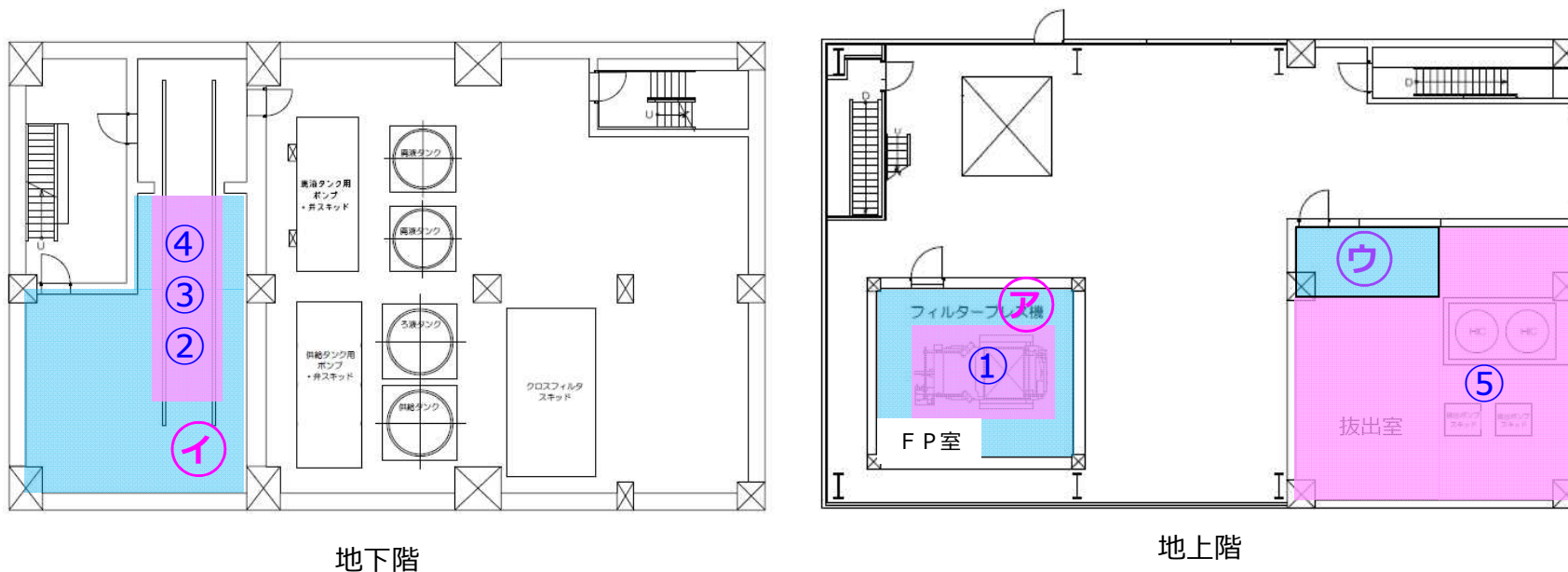
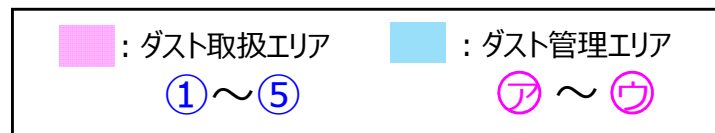
2. 閉じ込め機能

ダスト管理／取扱エリアについて_計画（案）

<設計・運用概要>

- ダスト取扱エリアでは、ダスト濃度の上昇する恐れがある作業を行う際に負圧管理を行い、差圧値が管理値以上であることを確認して作業を実施する。
- 次のエリアをダスト取扱エリアとする。① フィルタープレス（以下 FPと記載）機周り、② F P 下の排出シュート部、③ 保管容器の蓋締め完了までの動線周り、④ 蓋締め装置周り、⑤ 抜出室
- ダスト管理エリアではダスト濃度の測定※を行い、ダスト管理エリアへ作業者が立ち入る際に、放射線管理上の適切な値であることを確認する。
- 次のエリアをダスト管理エリアとする。ア F P 室、イ F P 室直下の地下階、ウ 抜出室前室

※都度測定でも十分であるが当面は連続測定とし、取扱エリアが適切に負圧管理されていることの確認や、ダスト濃度の時系列分析など知見拡充を行う予定。



2. 閉じ込め機能 ダスト管理／取扱エリアについて_計画（案）

<設計・運用概要（続き）>

- ダスト取扱エリアは、ダスト濃度の上昇する恐れがある作業*を行う際に負圧管理を行う。
※具体的には、F P機にスラリー圧送を始めてからろ布の洗浄が終わるまで、保管容器にて脱水物の受け入れを開始してから蓋締めを終えるまで、スラリー抜出装置にてH I Cの上蓋を開放してから閉止するまでの作業。
- ダスト管理エリアは、エリア内空気が管理エリア外へ流出しないよう、気流管理を行う。人の出入りで扉を開とする際は速やかに閉にし、開放したままとしない。
- ダスト取扱エリアの差圧値が管理値を下回る場合、当該エリアの作業を中止し、作業者は速やかに退出する。その後、差圧値が低下した原因を調査し、必要に応じて対策を行う。
- ダスト管理エリアのダスト濃度が管理値を超える場合、当該エリアの作業を中止し、作業者は速やかに退出する。その後、換気空調系の運転によりダスト濃度が管理値内に低下したことを確認した上で、ダスト濃度が上昇した原因を調査し、必要に応じて対策を行う。
- 作業者はダスト管理エリアから退出時、汚染拡大防止のために保護衣を脱いで退出する。退出後、表面汚染のサーベイを行う。なお、作業の内容や実績により本運用が不要と判断できる場合は省略する。

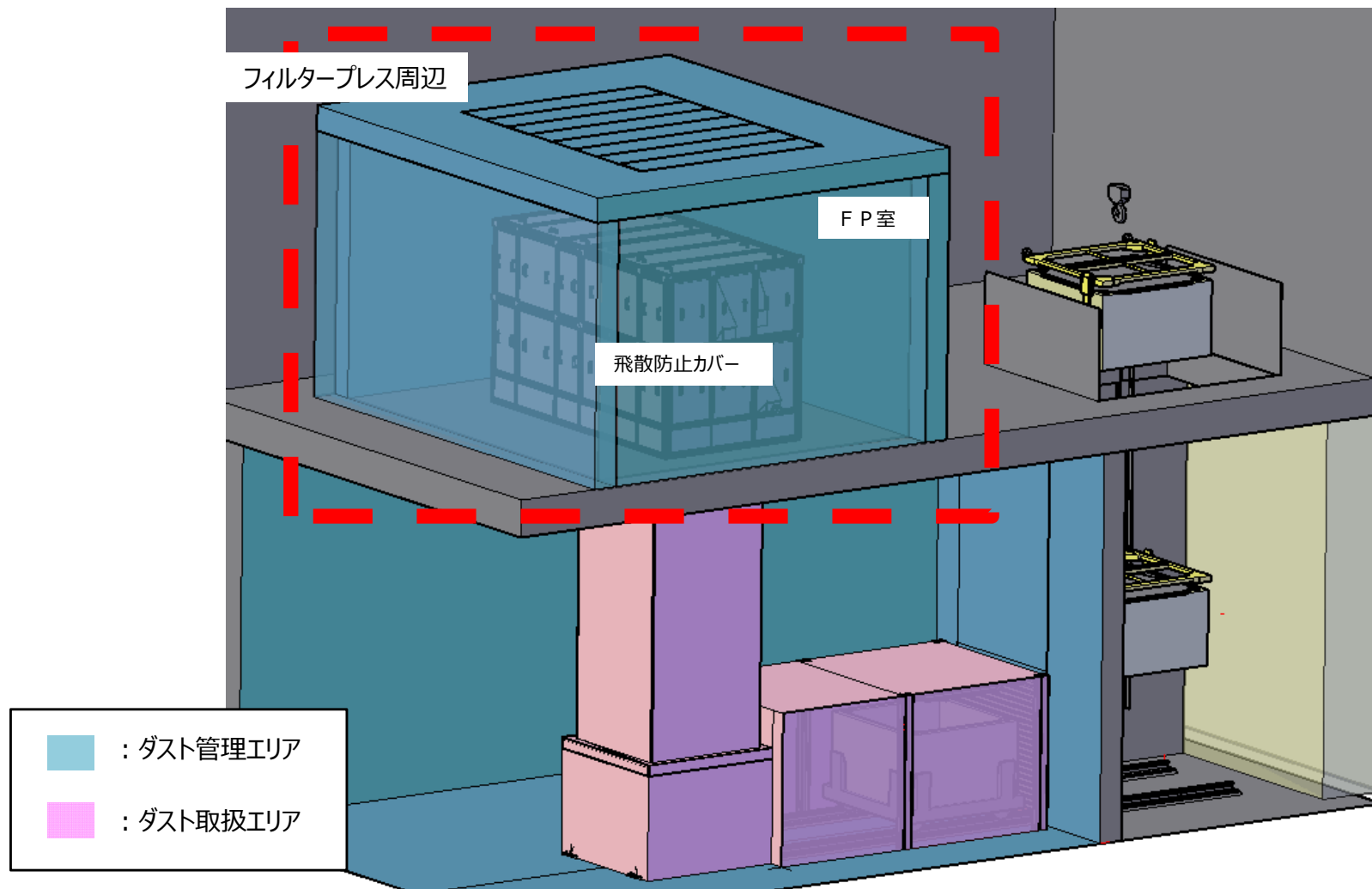
<電源停止時の取り扱い>

- 電源停止時は、換気空調系が停止となるが、隔離ダンパー（空気圧駆動）が自動的に閉となり、ダスト管理エリアのバウンダリが維持される。
- ダスト濃度の測定が停止となるが、ダスト管理エリアのバウンダリは維持されているため支障はない。なお、ダスト管理エリア内に作業者がいる場合は速やかに退出する。原因調査等の対応のため、ダスト管理エリアへ立ち入る必要がある場合には可搬型のダストモニタを用いて計測を行い、必要に応じて仮設の局所排風機による浄化を行う。この対応のため、ダスト管理エリアバウンダリの建屋壁面またはダクトに取り合いとなる接続口を設ける。接続口は、通常時は閉とする。また、機器の駆動に必要なバッテリー・非常用電源を確保する。
- 以上より、閉じ込め機能の維持を目的とした電源の多重化は不要とする。

2. 閉じ込め機能

フィルタープレス機の運用方法_通常運転時

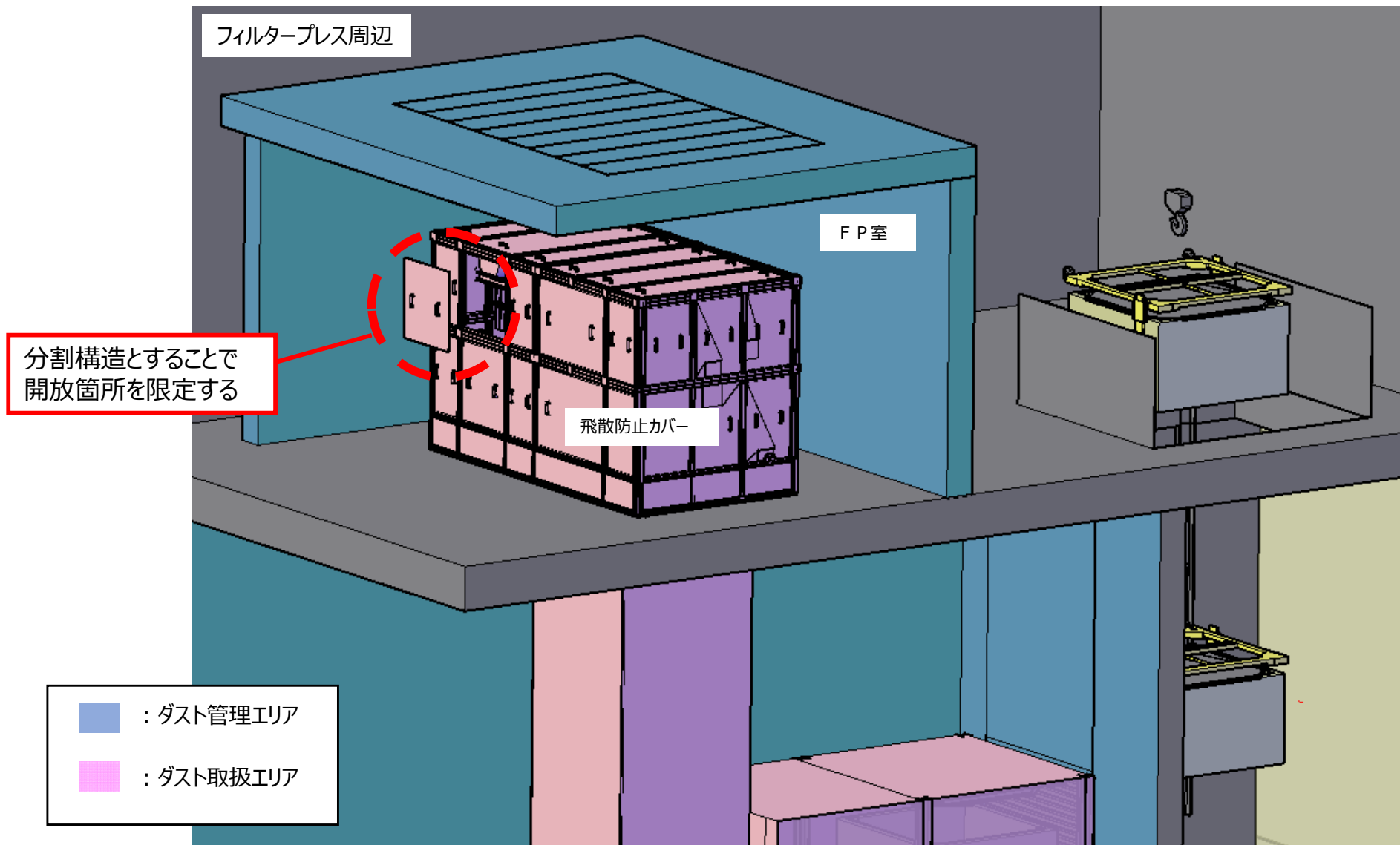
- F P機周りは、飛散防止カバーをダスト取扱エリアバウンダリとする。ダスト濃度の上昇する恐れがある作業※を行う際に負圧管理を行い、差圧値が管理値以上であることを確認して作業を実施する。
※具体的には、F P機にスラリー圧送を始めてからろ布の洗浄が終わるまで
- F P機周りは、F P室をダスト管理エリアバウンダリとする。エリア内はダスト濃度の測定を行い、当該エリアへ作業者が立ち入る際に、放射線管理上の適切な値であることを確認する。
- 通常運転時において、ダスト取扱エリア内に作業者は立ち入りを行わない。



2. 閉じ込め機能

フィルタープレス機の運用方法_通常運転時

- F P機は軽微な清掃・メンテナンスのため、ダスト濃度の上昇する恐れがある作業を行わない時に限り、飛散防止カバー（ダスト取扱エリアバウンダリ）を部分的に開放する。
- バウンダリ開放中はダスト取扱エリアの運用は行わないが、ダスト管理エリアの運用は通常運転時と同様に行う。

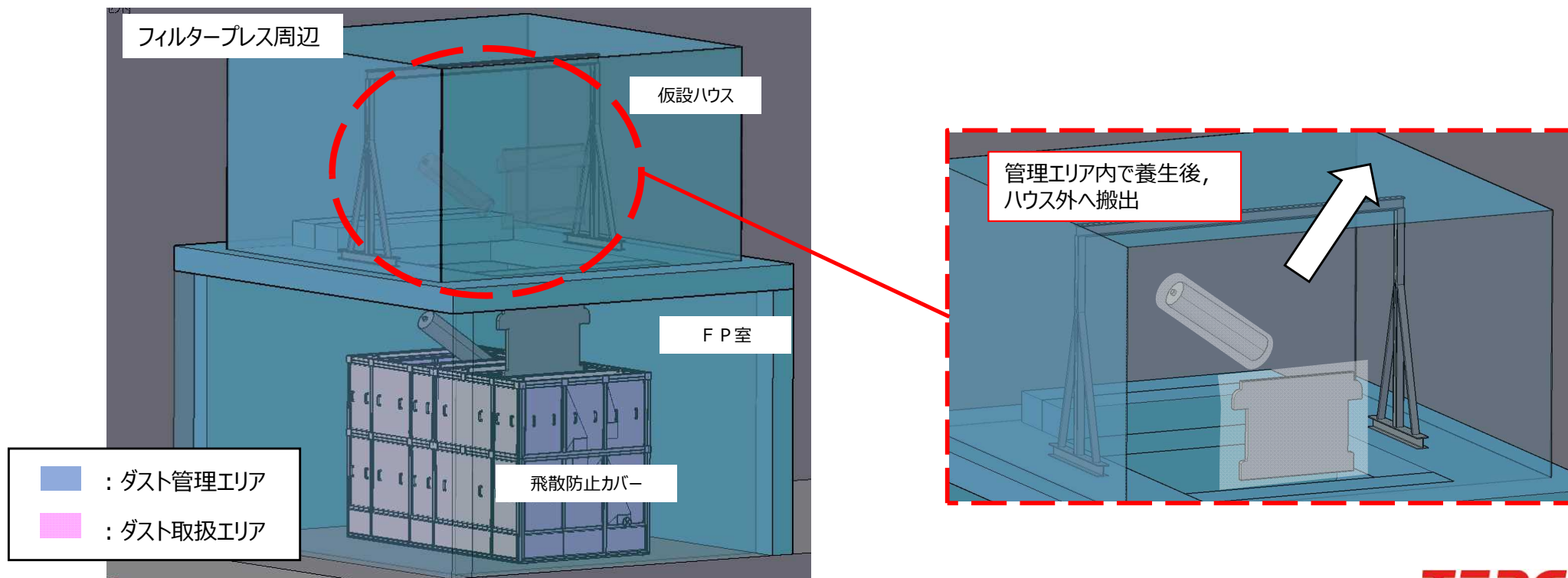


2. 閉じ込め機能

フィルタープレス機の運用方法_メンテナンス時

- F P 機は定期的な部品交換のため、ダスト濃度の上昇する恐れがある作業を行わない時に限り、F P 室の天井（ダスト管理エリアバウンダリ）を一部開放する。開放後、F P 室上部には仮設ハウス※を設置し、ダスト管理エリアと同様に取り扱う。
- その後、飛散防止カバー（ダスト取扱エリアバウンダリ）を取り外して部品交換を行う。飛散防止カバー復旧後、F P 機から取り出した部品は養生した状態で、仮設ハウス外へ搬出する。
- バウンダリ開放中はダスト取扱エリアの運用は行わないが、ダスト管理エリアの運用は通常運転時と同様に行う。

※仮設ハウスは足場材、養生シートで構成するものではなく、ダスト管理エリアとして使用できるものを設置する。
また、仮設ではなく常設することも含めて設計検討中である。



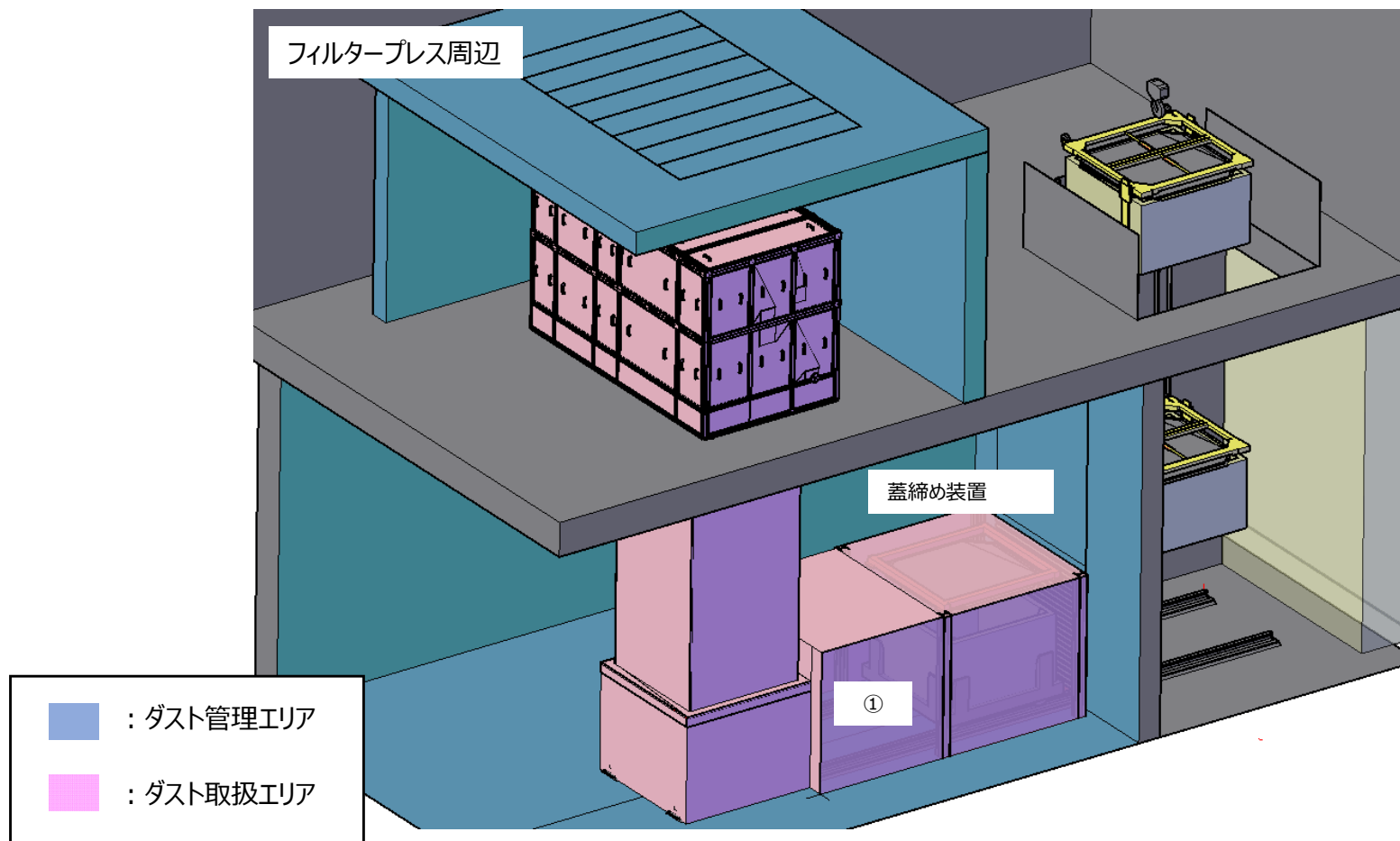
2. 閉じ込め機能

脱水物の排出動線__通常運転時

- F P 下の排出シュート部、保管容器の蓋締め完了までの動線周り、蓋締め装置周り（脱水物排出動線）は、排出シュート及び保管容器の動線・蓋締め装置を覆うダクト、蓋締め装置脇のシャッターをダスト取扱エリアバウンダリとする。ダスト濃度の上昇する恐れがある作業※を行う際に負圧管理を行い、差圧値が管理値以上であることを確認して作業を実施する。

※具体的には、保管容器にて脱水物の受け入れを開始してから蓋締めに終わるまで

- 脱水物排出動線は、F P 室直下の地下階をダスト管理エリアバウンダリとする。エリア内はダスト濃度の測定を行い、当該エリアへ作業者が立ち入る際に、放射線管理上の適切な値であることを確認する。
- 通常運転時において、ダスト取扱エリア内に作業者は立ち入りを行わない。

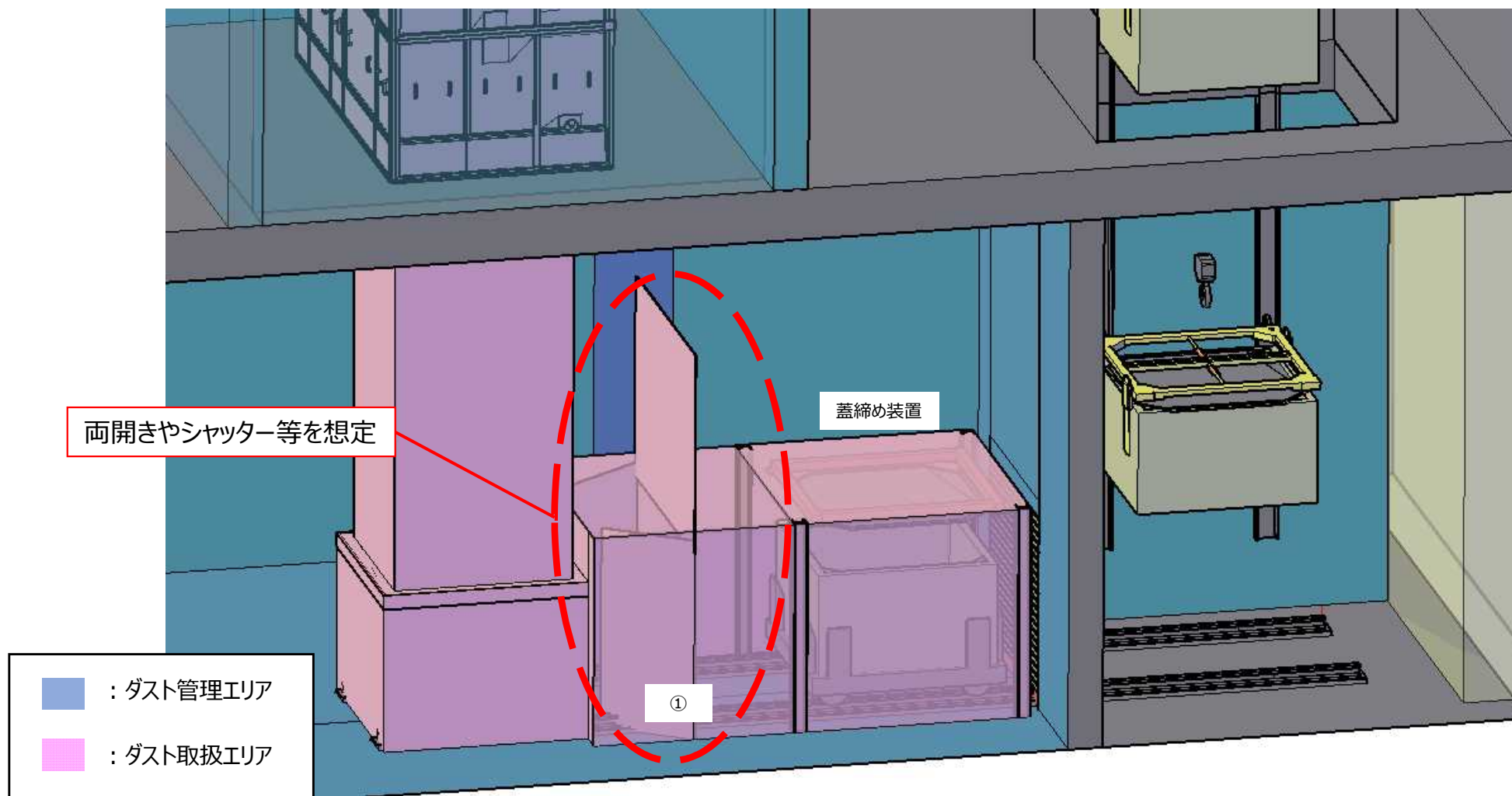


2. 閉じ込め機能

脱水物の排出動線__保管容器搬出時

- 保管容器を搬出する際は、蓋締め装置での蓋締め完了後、排出シュート部－蓋締め装置間（下図の①）を閉止する※。その後、保管容器の養生取り外しを行い、蓋締め装置脇のシャッターを開放し、保管容器を地上階へ吊り上げて建屋外へ搬出する。

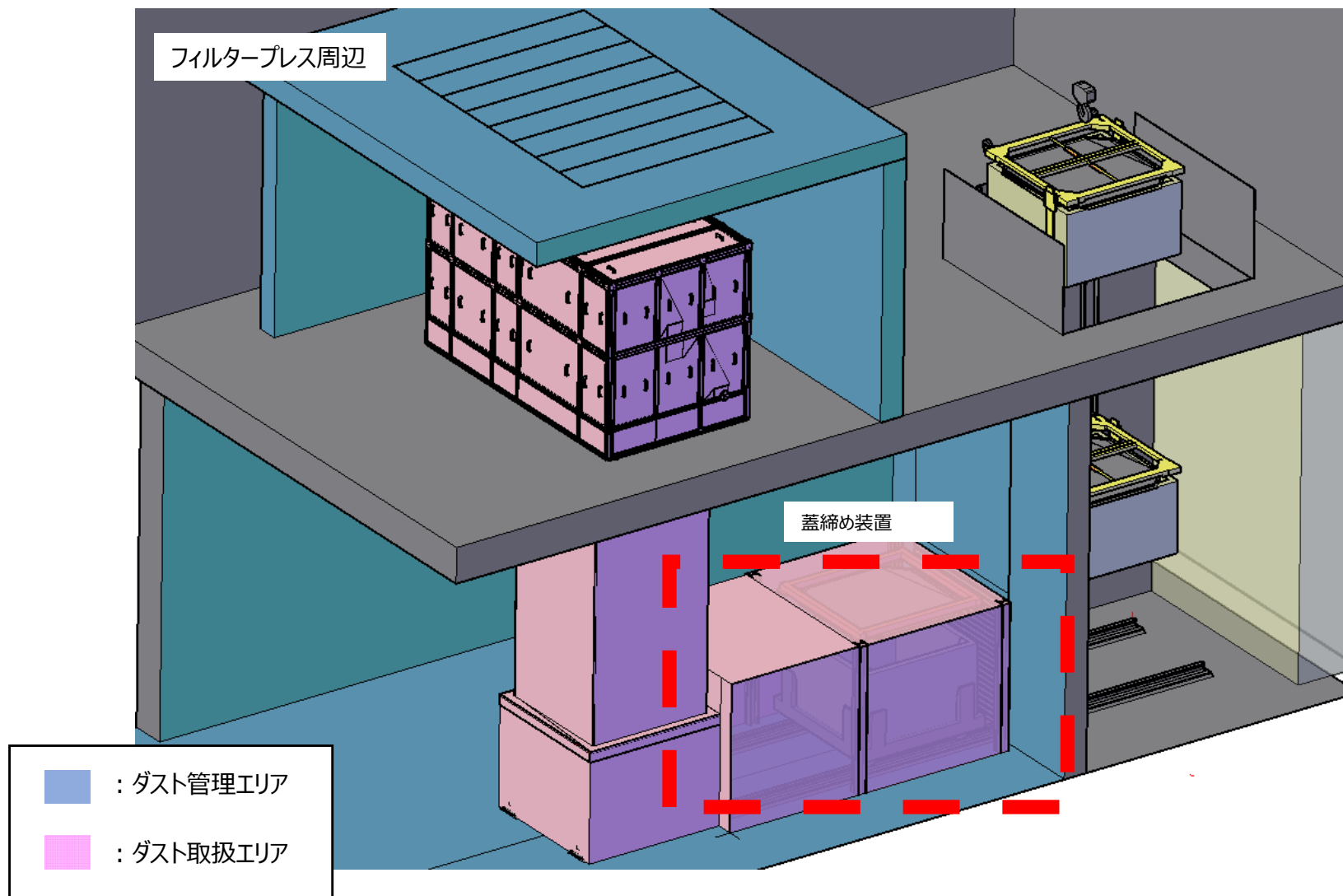
※①～蓋締め装置脇シャッターの間はダスト取扱エリア⇒ダスト管理エリアに変更となる。



2. 閉じ込め機能

脱水物の排出動線_メンテナンス時

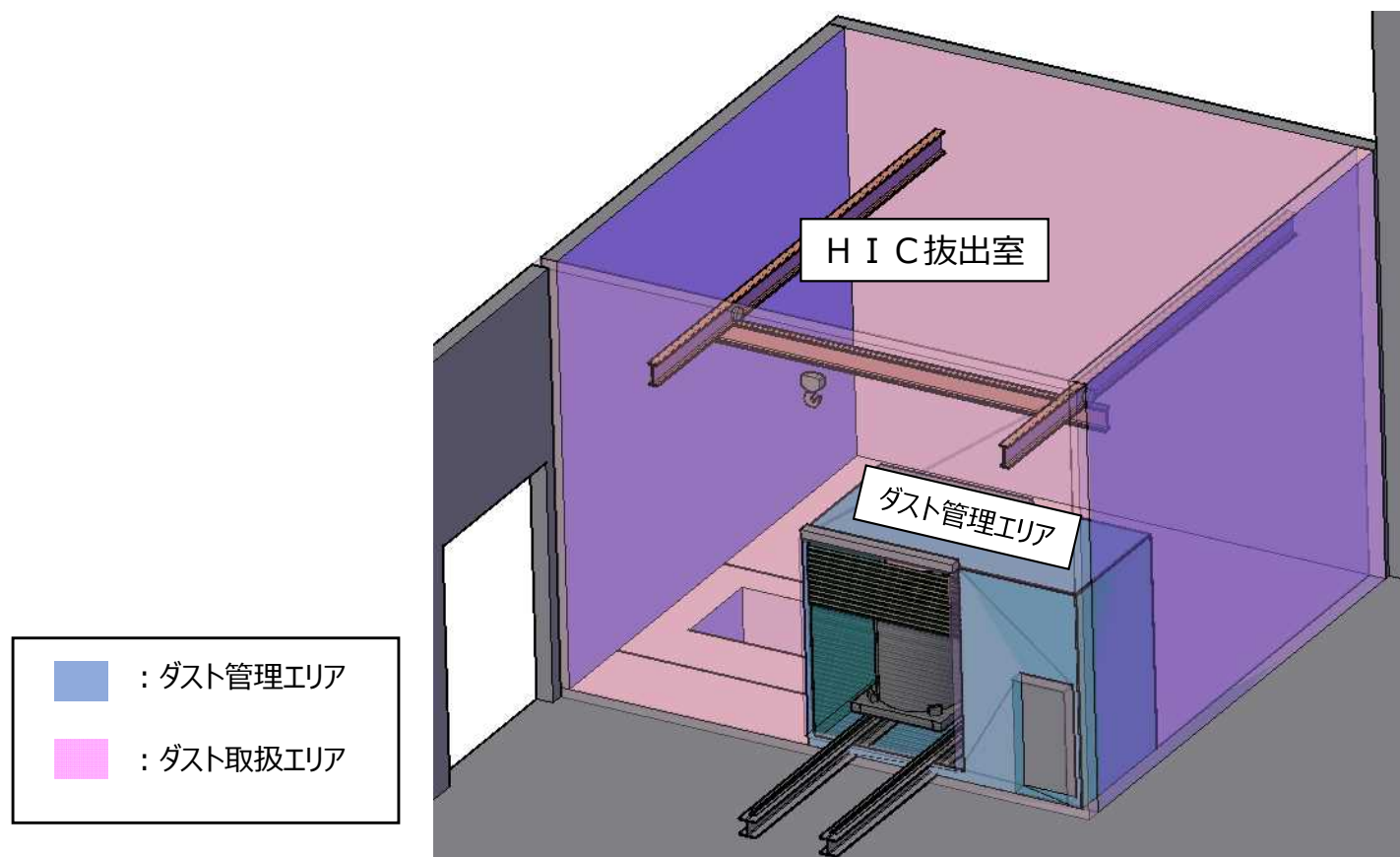
- 脱水物排出動線はメンテナンスのため、ダスト濃度の上昇する恐れがある作業を行わない時に限り、ダスト取扱エリアバウンダリを開放する。
- バウンダリ開放中はダスト取扱エリアの運用は行わないが、ダスト管理エリアの運用は通常運転時と同様に行う。



2. 閉じ込め機能

スラリー排出装置の運用方法_通常運転時

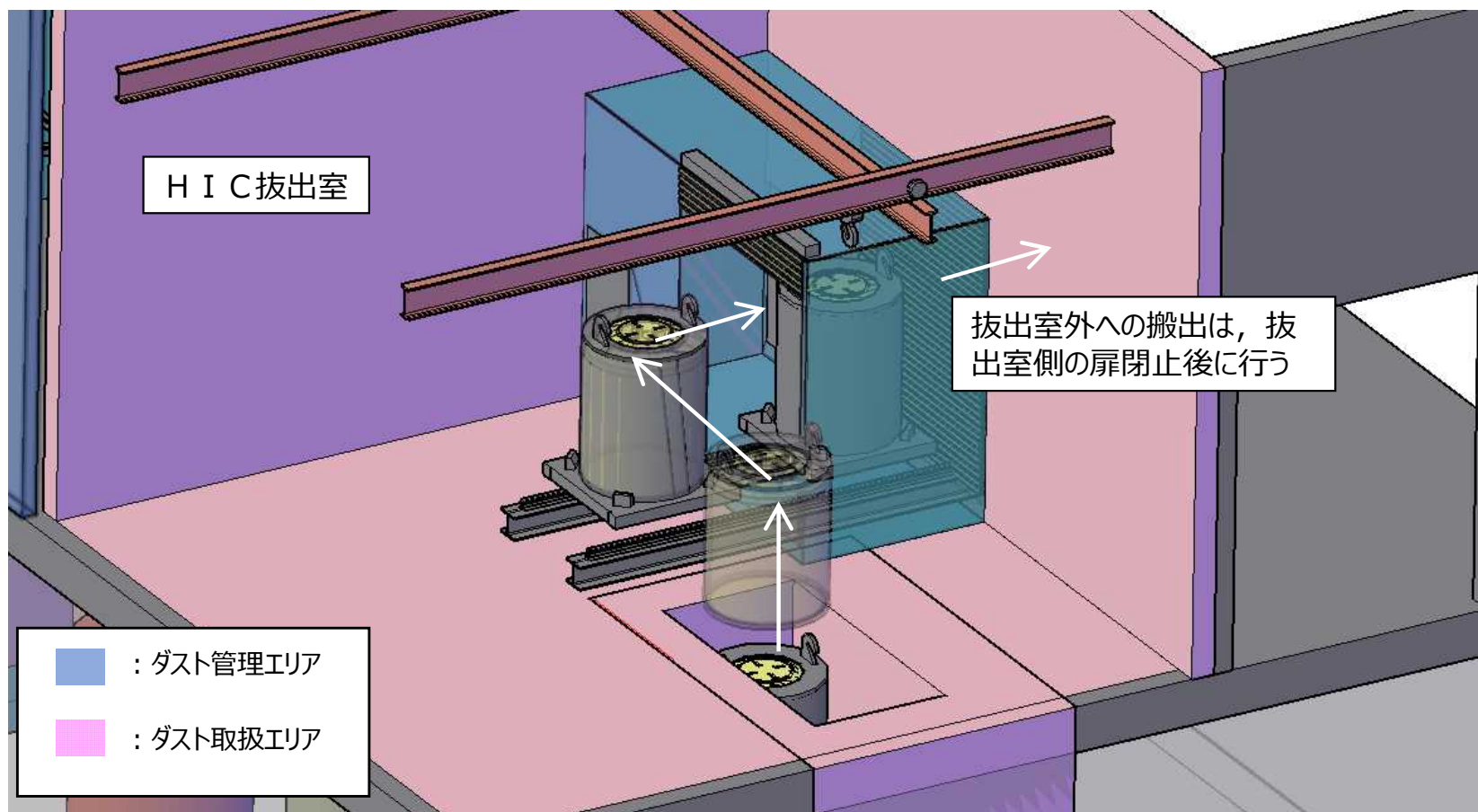
- スラリー排出装置周りは、排出室内をダスト取扱エリアバウンダリとする。ダスト濃度の上昇する恐れがある作業※を行う際に負圧管理を行い、差圧値が管理値以上であることを確認して作業を実施する。
※具体的には、スラリー排出装置にてH I Cの上蓋を開放してから閉止するまで
- 通常運転時において、ダスト取扱エリア内に作業者の立ち入りが発生する。排出室内は、ダスト管理エリアと同様にダスト濃度の測定を行い、当該エリアへ作業者が立ち入る際に、放射線管理上の適切な値であることを確認する。排出室内へ出入りするための扉は、人の出入りで開とする際は速やかに閉にし、開放したままとしない。
- スラリー排出装置周りは、排出室前室をダスト管理エリアバウンダリとする。エリア内はダスト濃度の測定を行い、当該エリアへ作業者が立ち入る際に、放射線管理上の適切な値であることを確認する。



2. 閉じ込め機能

スラリー排出装置の運用方法_HIC搬出時

- HICの搬出は、HIC上蓋が閉止された状態にて実施する。搬出室内で表面汚染の有無の確認を行い、汚染が有る場合には拭き取りを行ったうえで、搬出室前室へ通じる扉（ダスト取扱エリアバウンダリ）を開放し、前室内へHICを移動する。その後、開放した扉を閉止した上で室外へ通じる扉（ダスト管理エリアバウンダリ）を開放し、HICを搬出する。
- スラリー排出装置周りのメンテナンスはダスト取扱エリア内で実施可能と想定しているが、必要な場合にはダスト濃度の上昇する恐れがある作業を行わない時に限り、ダスト取扱エリアバウンダリを開放する。
- バウンダリ開放中はダスト取扱エリアの運用は行わないが、ダスト管理エリアの運用は通常運転時と同様に行う。



3. 耐震設計について はじめに

- 第92回 特定原子力施設監視・評価検討会（2021年7月12日）において、審査中の設備の耐震クラスの見え方が示された。
- スラリー安定化処理設備については、実施計画変更認可申請時(2021年1月7日)に耐震クラスをBクラスとして設定していたが、新たに示されたSs900体系ではB+クラス設定適用という考えが示された。

新たに示された適用の考え方

耐震クラス	Ss900体系による考え方	
	適用する 静的地震動	適用する 動的地震動
<u>B+クラス</u>	水平：1.5Ci(0.3G) 鉛直：－	1/2Ss450機能維持 1/2Sd225弾性範囲 (共振時のみ)

- 本書は、上記の考えに対する当社の耐震クラス設定の考えをお示しするもの。

3. 耐震設計について

当社の耐震設計に対する考え

- 安全機能がない状態において、検討用地震動(Ss900)発生時に想定される当該施設の災害影響に対する評価を実施。

- 想定される事故シナリオ

建屋外壁ならびに機器が損傷し、各機器が破損してHICに内包するスラリーが漏えいする。

- 事故シナリオが発生した場合の敷地境界への線量影響

- シナリオ：遮蔽効果なし

- 建屋地上階および地下階の遮へい効果が期待できない設定。
- 建屋地上階ならびに地下階の機器が損傷し、内包するスラリーが漏えいした場合においても、0.53mSv/y^{※1}程度の線量増加と評価。

※1：簡易評価はP19 表1参照。なお、1年の間に十分な事故収束ができると判断。

- また、各機器の破損により漏出した放射性物質（放射性ダスト）を同敷地境界地点の一般公衆が吸引することで、0.59mSv^{※2}程度の線量増加と評価した。

※2：簡易評価はP20 表2参照。

- 事故シナリオが発生した場合、最寄りの敷地境界評価点で5mSv/y未滿【total 1.12mSv】程度の線量増加と評価。
- なお、実際には、建屋地上階の外壁や天井等、崩落する瓦礫による遮へい効果が期待できるため、線量増加は評価値よりも低減されると想定。

3. 耐震設計について 当社の耐震設計に対する考え

➤ 公衆への放射線影響を踏まえた耐震クラス分類

前述のとおり、最寄りの敷地境界評価点で5mSv/y未満の線量増加であるため、公衆への放射線影響を踏まえた耐震クラス分類はBクラスと判断。

<参考>

1Fにおける安全上の観点からの耐震クラス分類>

Bクラス : $50\mu\text{Sv}$ < 敷地周辺の公衆被ばく線量 \leq 5mSv

➤ 設備共用期間

既設/増設ALPS設備が稼働し、HICが発生する限り恒久的に使用

➤ 耐震クラス設定に対する当社の考え

- 公衆への放射線影響を踏まえた耐震クラスについてはBクラスに該当となるが、スラリー安定化処理設備が恒久的に使用する設備であることから耐震クラスを【B+クラス】と設定し、同クラス要求に準じた安全対策ならびに安全機能の維持評価を実施
- ただし、本体建屋や主要機器に該当しない、操作室や電源室、濾過水等ユーティリティ系統など『補助設備』についてはCクラス設定※とする

※：Cクラス機器の転倒または倒壊により、B+機器に波及的影響を及ぼさない評価を実施した上でCクラス対象となる機器を選定

3. 耐震設計について 当社の耐震設計に対する考え

■ 適用する静的地震力

静的地震力については，変更認可申請時のBクラス適用の考えから変更なし。

- 水平 1.5Ci(0.3G)
- 鉛直 -

■ 適用する動的地震動

動的地震動については，新たに示されたSs体系による考え方を適用。

- 1/2Ss450における機能維持
- 1/2Sd225弾性範囲（共振時のみ）

<参考>

- 波及的影響

なし

- 周辺設備に対する波及影響

建設予定地の周囲に耐震Sクラス設備が無いため，Sクラス設備に波及的影響を及ぼすものではないと判断。

3. 耐震設計について 当社の耐震設計に対する考え

- 波及的影響

- 当該設備に対する波及影響

補助設備はCクラスを適用とするが、Cクラス機器の転倒または倒壊により、B+クラス本体設備に波及的影響を及ぼさないことを評価の上、Cクラス機器を選定。

また、電源喪失時においても隔離機能（ダスト閉込め機能）を有しており、仮設D/G等の外部電源が供給できる設計とすること、空調設備についても仮設移動式の活用により、隔離機能（ダスト閉込め機能）の維持が可能となる設計とする。

※：電源喪失時の取り扱い（詳細）についてはP5参照。

- 特記事項

検討用地地震動(Ss900)発生時に想定される公衆への放射線影響を踏まえた耐震クラス設定を行っているため、従来実施していたSクラス相当の参考評価（水平・鉛直震度に対する評価）は不要と判断する。

3. 耐震設計について

<参考> 敷地境界における線量影響評価結果（簡易評価）

表1：遮へい等が消失した場合の敷地境界線量影響の簡易評価

機器名称	No.7線量	鉄遮へい	コンクリート遮へい	遮へいを無効にした線量
	[mSv/y]	[mm]	[mm]	[mSv/y]
供給タンク	4.60E-06	6	700	1.92E-02
廃液タンク	4.20E-05	6	700	1.75E-01
ろ液タンク	9.40E-09	6	700	3.92E-05
C F F	3.50E-07	0	700	1.11E-03
H I C	2.90E-05	59.53	300	1.42E-02
フィルタープレス機	4.40E-04	0	450	7.82E-02
脱水物保管容器	5.70E-05	6	700	2.38E-01
合計	5.73E-04			5.25E-01

※鉄遮へい5cmで線量が1/10に、コンクリート遮へい20cmで線量が1/10になると設定して評価。

3. 耐震設計について

<参考> 敷地境界における線量影響評価結果（簡易評価）

表2：漏出した放射性物質を公衆が吸引した場合の線量簡易評価

		単位	値	備考
放射性物質質量	MAR	Bq	1.12E+15	実施計画記載の敷地境界線量評価条件より設定。核種はSr-90。
MARのうち事故の影響を受ける割合	DR	-	1	全機器が損傷するとして保守側に設定
雰囲気中に放出され浮遊する割合	ARF	-	5.00E-05	出典※1より
肺に吸入され得る微粒子の割合	RF	-	1	知見となるデータが無いため保守側に設定
環境中へ漏れ出る割合	LPF	-	1	機器・建物の損傷の程度を考慮せず保守側に設定
五因子法※2による放射性物質放出量	ST	Bq	5.60E+10	MAR×DR×ARF×RF×LPF
一般公衆の呼吸率	Ma	m ³ /s	2.57E-04	出典※3より2.22E+07cm ³ /日を換算
実効線量換算係数	H	mSv/Bq	7.7E-05	出典※4よりSr-90の値
発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針による相対濃度	χ/Q	s/m ³	5.32E-04	大気安定度:D, 風速3.1m/s, 最寄り敷地境界(No.7)まで250m
公衆が漏出した放射性物質を吸引することによる内部被ばく線量	Di	mSv	5.89E-01	ST×(χ/Q)×Ma×H

※1：U.S. Department of Energy, AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES, Volume I - Analysis of Experimental Data, DOE-HDBK-3010-94 December 1994

※2：五因子法とは、核燃料サイクル施設の事故解析ハンドブック（NUREG/CR-6410）に記載された簡易的に放射性物質の放出量を評価する手法である。

※3：発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標に対する評価指針

※4：核原料物質又は核燃料物質の精錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示