

H I C スラリー移替え作業の状況

2021年9月13日



東京電力ホールディングス株式会社

(1) スラリー移替え作業の進捗状況

1. HICスラリー移替え作業の進捗状況(1/2)

6/7 特定原子力施設監視・評価検討会ご説明事項

- 炭酸塩スラリーによるβ線照射影響を受けた高性能容器（HIC）のうち、積算吸収線量5,000kGy^{※1}を超えると評価された高線量HICは、移替えを計画
- 低線量のHICの移替えで作業手順・安全対策の確認を行ったうえで高線量HICの移替えを計画

※1 万一落下した場合において構造健全性が確認できている積算吸収線量

- β線源（Sr-90/Y-90）が支配的な高線量の炭酸塩スラリーを扱うことから、原子力規制庁殿との面談結果を踏まえ、被ばくに関する安全対策の追加検討を行い8/5より低線量HICの移替え作業を開始

作業安全に係る主な実施事項

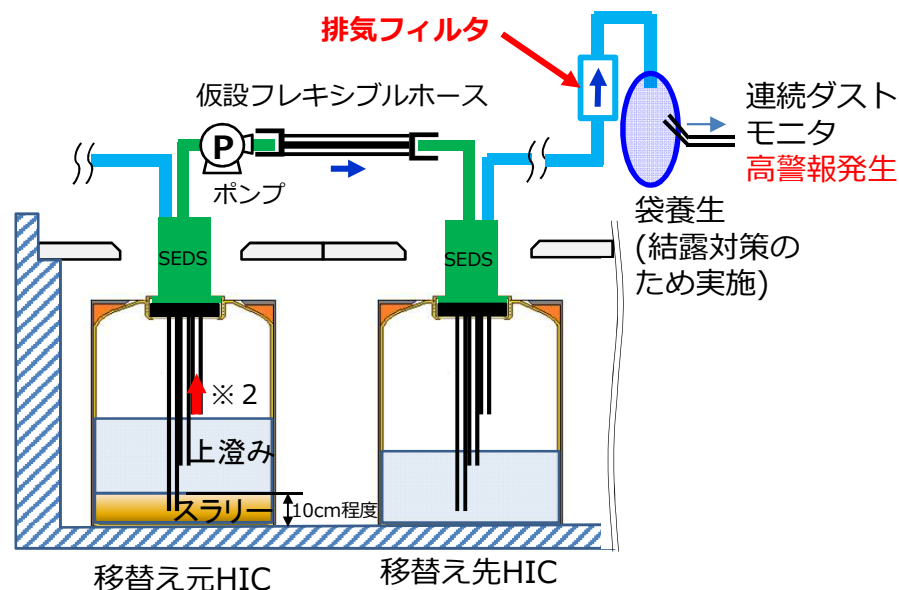
項目	実施事項
ダスト飛散抑制 ・汚染拡大防止策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ HICの蓋を開放して行う作業時は、ダスト飛散抑制のための作業エリアの区画・養生を行い局所排風機でダストを吸気するとともに、作業エリアにおけるダスト濃度を連続監視 ➤ スラリー移替え装置(SEDs)の取外し時は、予めフラッシングを行いスラリーの飛散防止のため液だれ防止カバーを装着
外部 被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ HIC開口部に近接する作業では、スラリーからの外部被ばくを抑制するためアクリル製フェイスシールド・β線遮へいスーツといった防護装備を使用
内部 被ばく対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 主線源がSr-90/Y-90などのベータ核種であり、Cs-137の寄与が極めて小さい場合、WBCを用いた内部被ばく線量の算定が困難になるおそれがある。そのため、HICの蓋を開放して行う作業は、退出モニタでの汚染確認に加えて、作業エリアのダスト濃度と入域した作業員の作業時間の管理^{※2}を行い、内部被ばく線量が記録レベル（2mSv）未満を担保 ➤ HICの蓋を開放して行う作業時は、作業後に作業員全員の鼻腔スミア測定を実施

※2 作業時間の上限（4時間）、ダスト濃度(8.7E-4 Bq/cm³)：4時間継続すると内部被ばくが記録レベルに達するダスト濃度で、この濃度を下回るようにダスト管理を実施

1. HICスラリー移替え作業の進捗状況(2/2)

- 8/5に低線量HIC移替えの準備作業を開始したものの、熱中症、SEDSの不具合、排気フィルタ出口ダスト濃度上昇により、現在、低線量HIC 1基目のスラリー移替えを開始したところで作業を中断中
- 低線量HIC 1基目※1の移替え作業状況（9/10時点）
 - 低線量HICを移替え作業エリアである増設ALPS建屋に移動完了
 - スラリーの液位測定（当該HICのスラリーは10cm程度）、SEDSの接続完了
 - SEDSにより移替え作業を開始したところで**排気フィルタ出口ダスト濃度が上昇したため作業を中断**

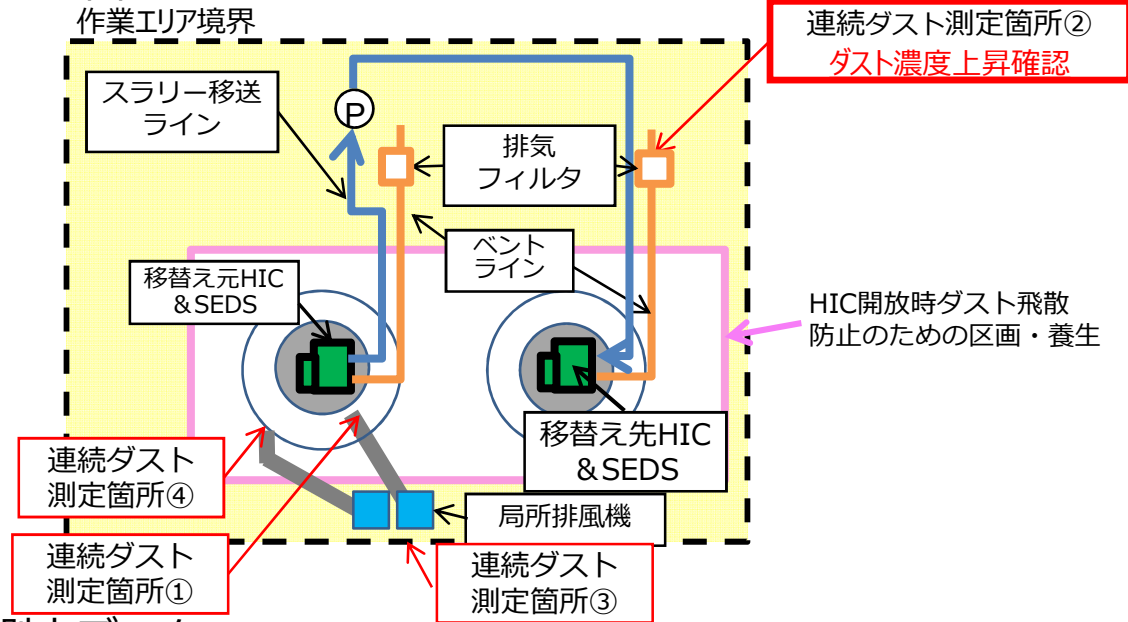
※1 HIC No.PO641180-162, 保管施設格納時の最大表面線量率:0.00323 mSv/h, Sr-90濃度評価値:2.26E+04Bq/cm³



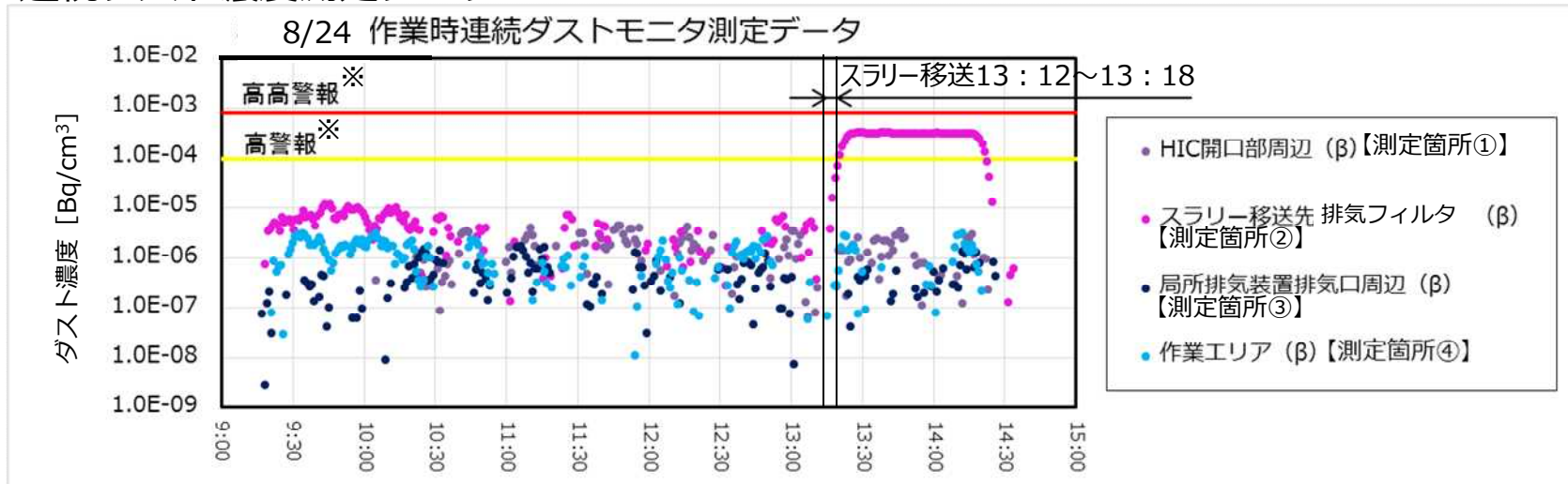
※2 3箇所ある抜出配管のうち、上層の抜出配管での移替え完了直後にダスト濃度高警報が発報

2. 排気フィルタ出口におけるダスト濃度上昇

➤ 連続ダスト濃度測定箇所



➤ 連続ダスト濃度測定データ



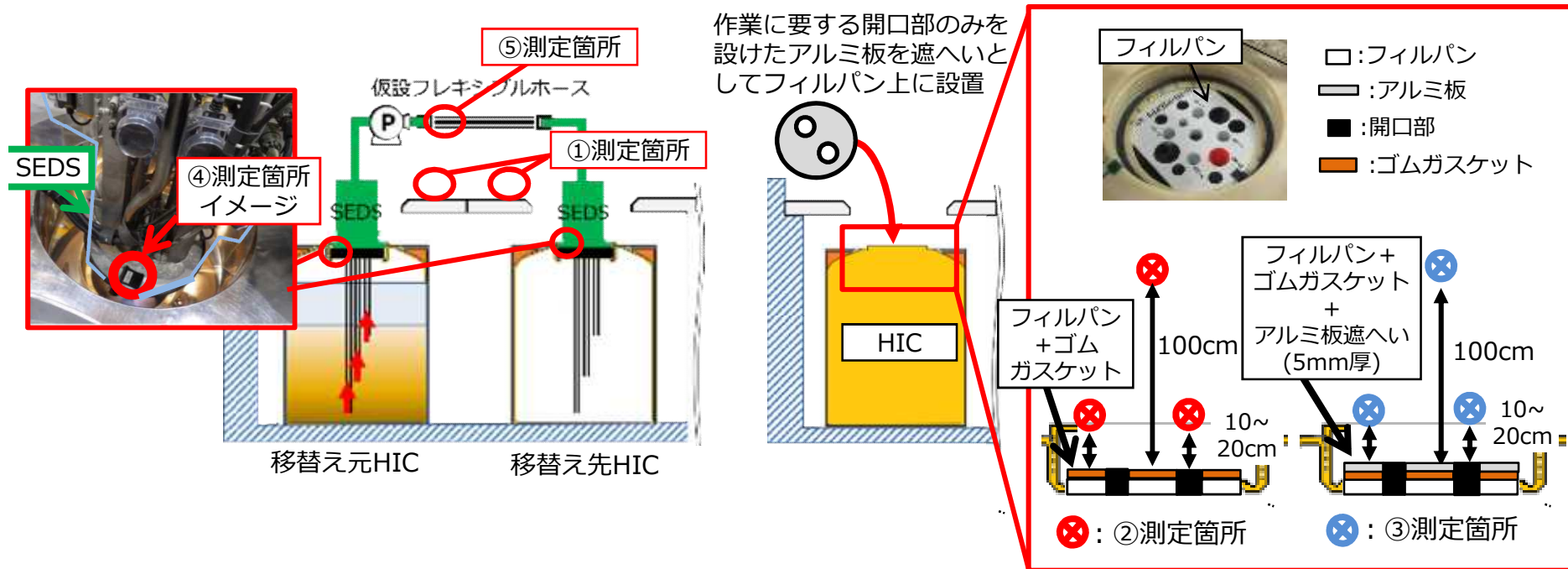
※ 低線量HICの移替え作業では、β線源に対して以下の警報値を設定

- ・ 高高警報【8.0E-4 Bq/cm³】：4時間継続すると内部被ばくが記録レベルに達するダスト濃度(8.7E-4 Bq/cm³)を超えないよう設定した値。
- ・ 高警報【1.0E-04 Bq/cm³】：高高警報よりさらに低いダスト濃度として設定した値。この濃度を超えた場合は作業を中断することとしている。

3-1. 作業時の線量当量率測定データ(1/2)

➤ スラリーに関するデータ拡充と被ばく管理のため、以下の箇所で線量当量率を測定

測定箇所	使用計器	測定のタイミング
①HIC開口部近傍	電離箱 サーベイ メータ (ICW, ICWBH, ICWBL)	SEDS接続後 スラリー移送開始前
②フィルパン上部		スラリー移送中
③フィルパン遮蔽上部		HIC上蓋開放後
④SEDS上表面		HIC上蓋開放後
⑤仮設フレキシブルホース表面		スラリー移送開始前
		スラリー移送中
		SEDS接続後 スラリー移送開始前
		スラリー移送中



3-1. 作業時の線量当量率測定データ(2/2)

測定箇所	使用計器	測定のタイミング	測定箇所詳細	線量当量率 (mSv/h)	
				γ	γ+β
①HIC開口部近傍	電離箱 サーベイ メータ (ICW, ICWBL)	SEDS接続後 スラリー移送開始前	スラリー移替え元SEDS	0.005	0.005
			スラリー移替え先SEDS	0.002	0.060
		スラリー移送中	スラリー移替え元SEDS	0.003	0.004
			スラリー移替え先SEDS	0.003	0.065
②フィルパン上部 ^{※1}		HIC上蓋開放後	穴部の上方10~20cmの高さで測定	0.002	0.055
			上方10~20cmの高さで測定	0.002	0.110
			上方約100cmの高さで測定	0.003	0.011
③フィルパン 遮蔽上部 ^{※2}		HIC上蓋開放後	穴部の上方10~20cmの高さで測定	0.002	0.015
			上方10~20cmの高さで測定	0.002	0.065
			上方約100cmの高さで測定	0.003	0.006
④SEDS上表面	スラリー移送開始前	スラリー移替え元SEDS	0.005	0.005	
		スラリー移替え先SEDS	0.003	0.065	
	スラリー移送中	スラリー移替え元SEDS	0.005	0.005	
		スラリー移替え先SEDS	0.002	0.017	
⑤仮設フレキシブル ホース表面	スラリー移送開始前		0.004	0.006	
	スラリー移送中		0.002	0.005	

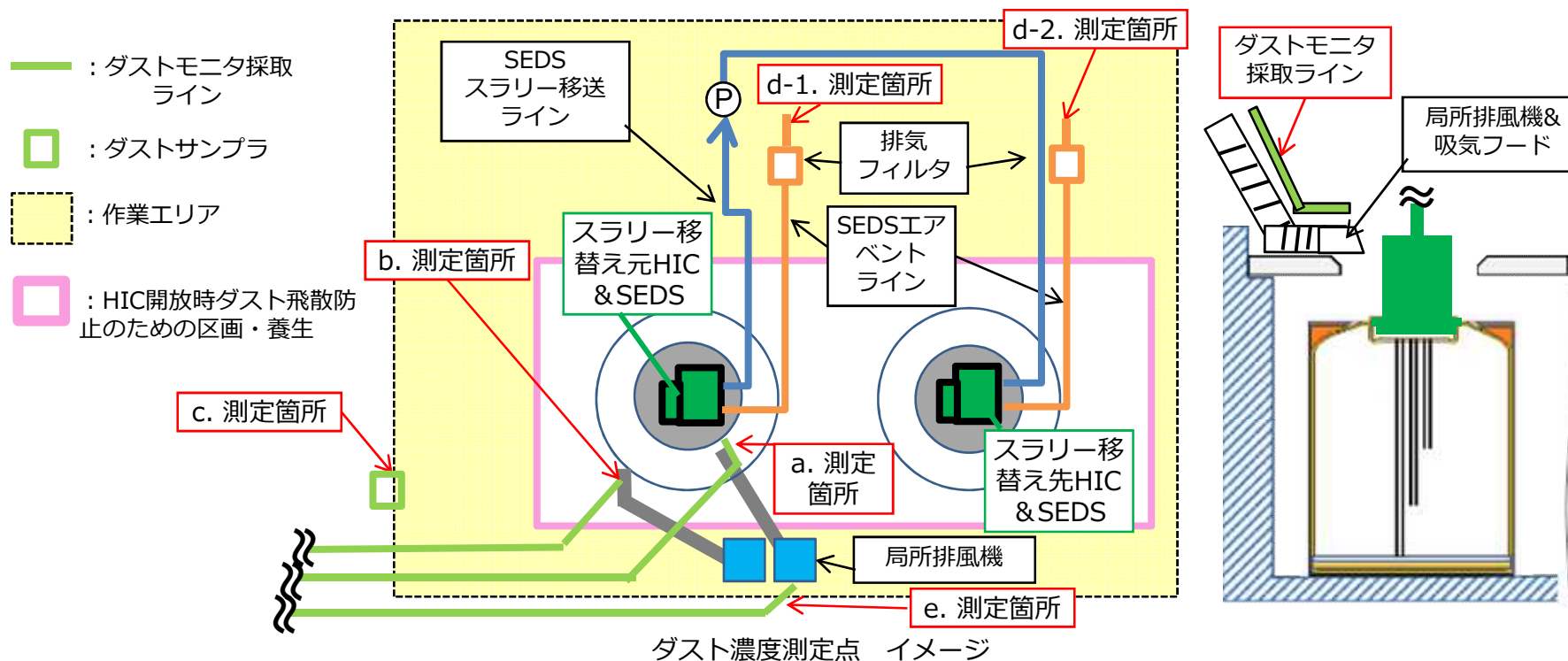
※1 今回、移替え対象となったHICではフィルパン上にゴムガスケットが設置されていたため、ゴムガスケット上を測定

※2 ゴムガスケット上にアルミ遮蔽を設置して測定

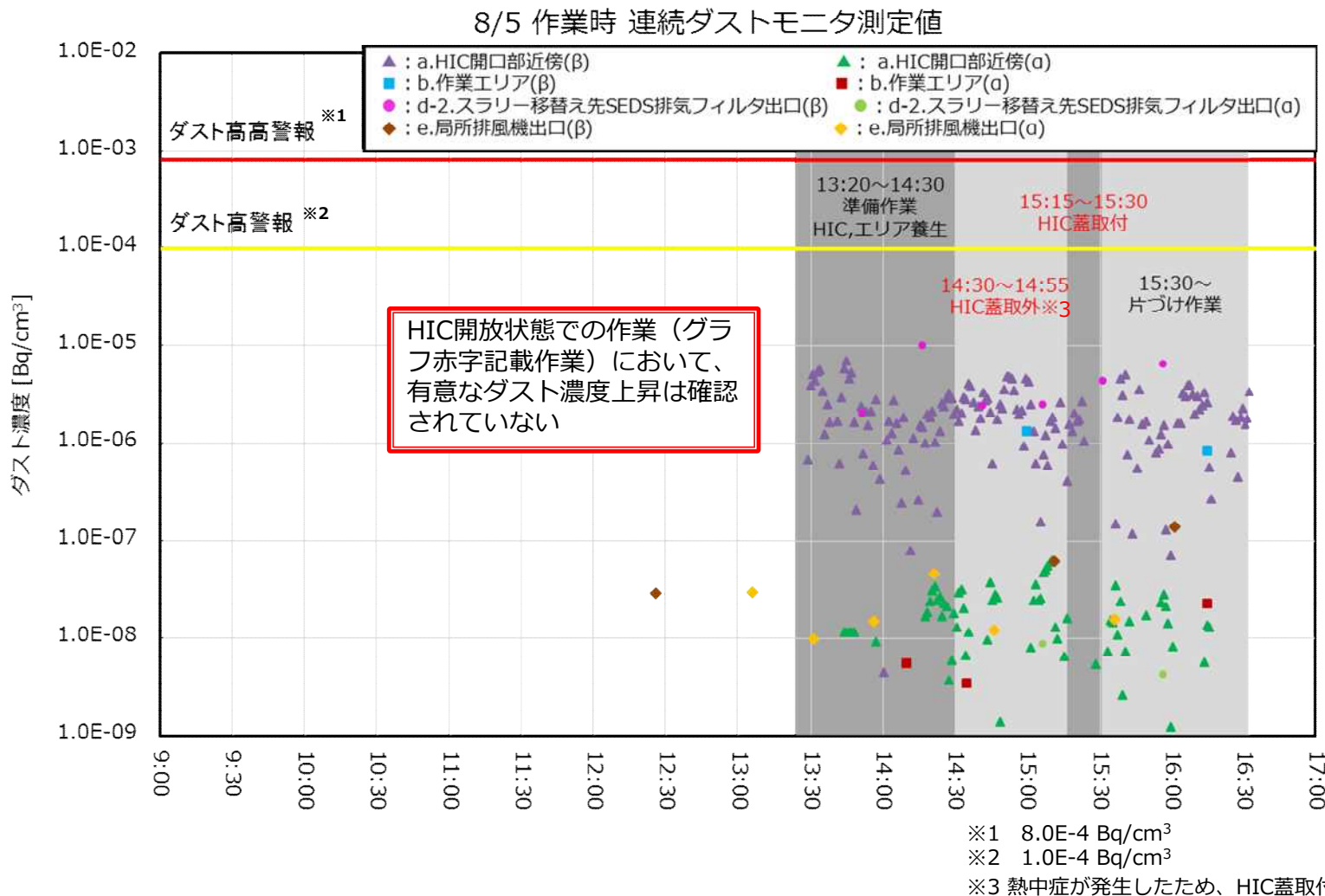
3-2. 作業時のダスト濃度測定データ(1/4)

➤ ダスト濃度管理とデータ拡充のため、低線量HICの移替えでは以下の箇所でダスト濃度を測定

No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍	・連続ダストモニタ(DM) ・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラー(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b	作業エリア		
c	作業エリア境界		
d-1	排気フィルタ出口 (スラリー移替え元)	・連続ダストモニタ(DM)	移替え作業前、作業中で 各1回測定
d-2	排気フィルタ出口 (スラリー移替え先)		
e	局所排風機出口		作業開始前～作業終了まで 連続で測定



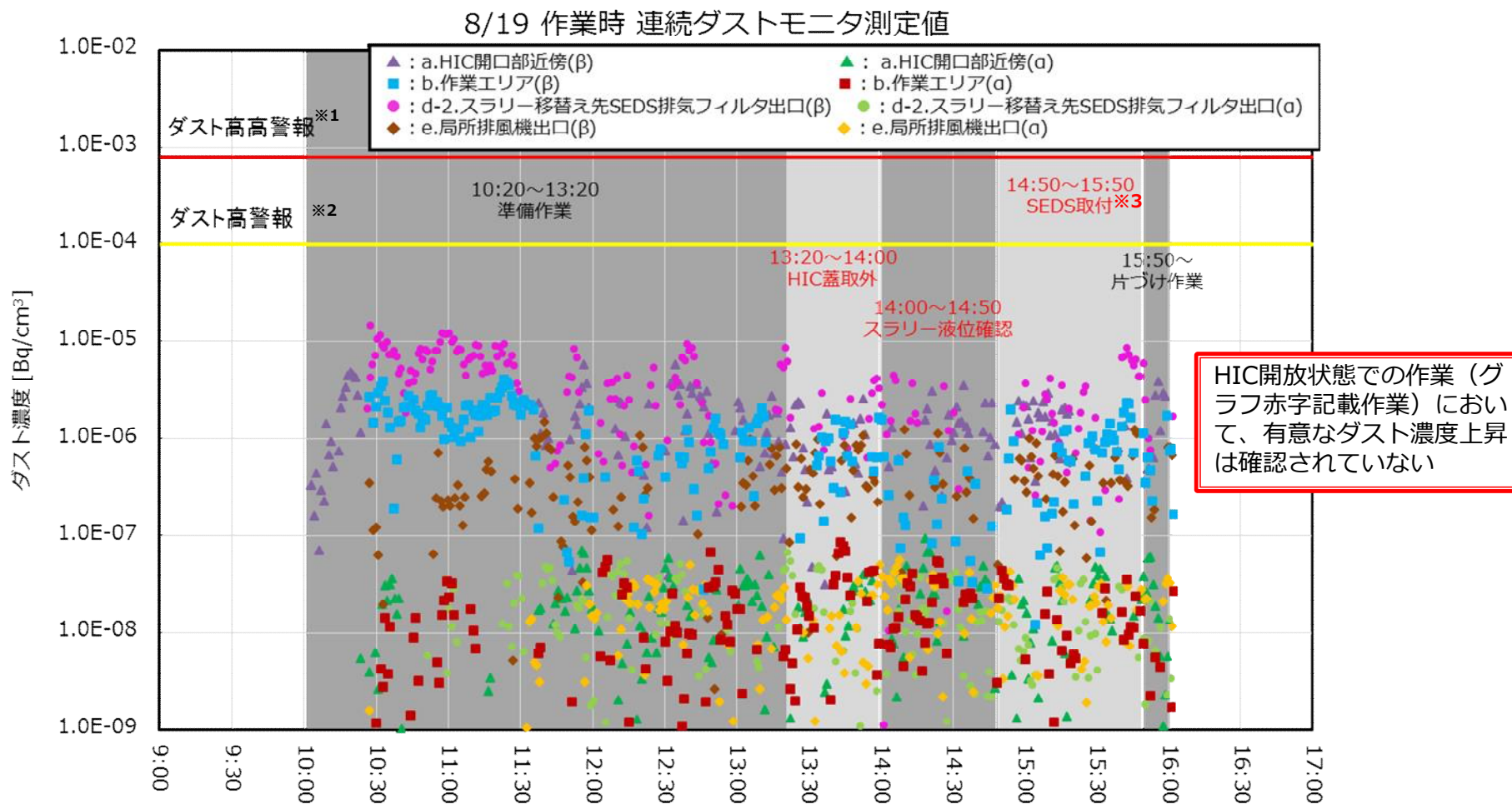
3-2. 作業時のダスト濃度測定データ(2/4)



8/5 作業時 ダストサンプラ測定値

ダスト測定箇所	使用計器	測定のタイミング	採取時間	測定時間	測定結果(β)
					Bq/cm ³
c.作業エリア境界	・ F1-GMAD-235 (⁹⁰ S r 校正) ・ F1-CDS-077	作業前	12:40 ~ 12:50	12:55	<1.3E-5
d-1.スラリー移替え元SEDS排気フィルタ出口		HIC周り養生	13:25 ~ 13:35	13:40	<1.3E-5
c.作業エリア境界		準備作業~HIC蓋取外	14:25 ~ 14:35	14:40	<1.3E-5

3-2. 作業時のダスト濃度測定データ(3/4)

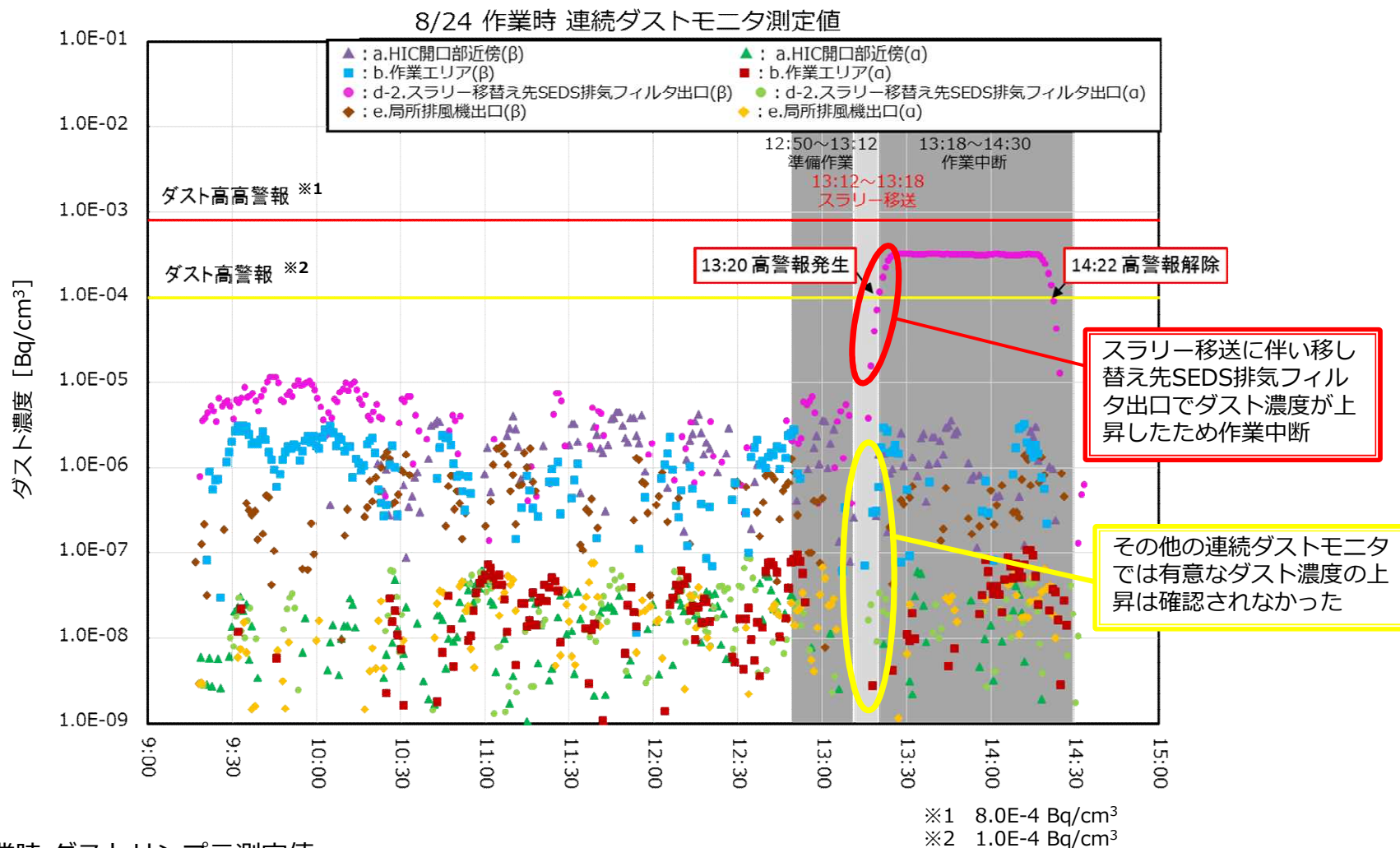


- ※1 8.0E-4 Bq/cm³
- ※2 1.0E-4 Bq/cm³
- ※3 SEDSとHICの接続不良に伴い、SEDS取付作業の途中で作業を終了

8/19 作業時 ダストサンプラ測定値

ダスト測定箇所	使用計器	測定のタイミング	採取時間	測定時間	測定結果(β)
					Bq/cm ³
c.作業エリア境界	・ F1-GMAD-235 (⁹⁰ S r 校正) ・ F1-CDS-077	準備作業～HIC蓋取外	13:18 ~ 13:28	13:35	<1.3E-5
d-1.スラリー移替え元SEDS排気フィルタ出口		HIC蓋取外	13:40 ~ 13:50	13:57	<1.3E-5
c.作業エリア境界		スラリー液位確認	14:05 ~ 14:15	14:30	<1.3E-5

3-2. 作業時のダスト濃度測定データ(4/4)



8/24 作業時 ダストサンプラ測定値

ダスト測定箇所	使用計器	測定のタイミング	採取時間	測定時間	測定結果(β)
					Bq/cm ³
c.作業エリア境界	・ F1-GMAD-235 (⁹⁰ Sr校正) ・ F1-CDS-077	スラリー移送中	13:10 ~ 13:20	13:23	<1.3E-5
d-1.スラリー移替え元SEDS排気フィルタ出口		作業中断中	13:30 ~ 13:40	13:42	<1.3E-5
d-2.スラリー移替え先SEDS排気フィルタ出口(袋養生外側) ^{※3}		作業中断中	13:46 ~ 13:56	13:59	<1.3E-5

※3 連続ダストモニタのダスト高警報発報後、ダスト飛散有無を確認するため袋養生外側にて測定

3-3. 作業時の被ばく線量

日付	作業エリア	作業内容	人・mSv	人工	個人最大被ばく量 (mSv)
8/5	保管施設	移替え対象HIC輸送	0.00	6	0.09
	HIC開口部近傍 (HIC開放時ダスト飛散防止のための区画・養生内)	<ul style="list-style-type: none"> ・準備作業 ・HIC,エリア養生 ・HIC蓋開放 ・HIC蓋取付 ・片づけ 	0.14	3	
	作業エリア内(HIC開口部近傍除く)		0.38	12	
8/19	作業エリア内	準備作業	0.13	17	0.01
	HIC開口部近傍 (HIC開放時ダスト飛散防止のための区画・養生内)	<ul style="list-style-type: none"> ・HIC蓋開放 ・スラリー液位確認 ・SEDS取付 ・片づけ 	0.05	8	0.05
	作業エリア内(HIC開口部近傍除く)		0.28	14	
8/24	作業エリア内 (SEDS取付済みのため、HIC開口部無し)	準備作業	0.09	12	0.01
		<ul style="list-style-type: none"> ・スラリー移送 ・作業中断 	0.11	13	0.02



これまでの実績では日計画線量
0.90mSvに対して低い値

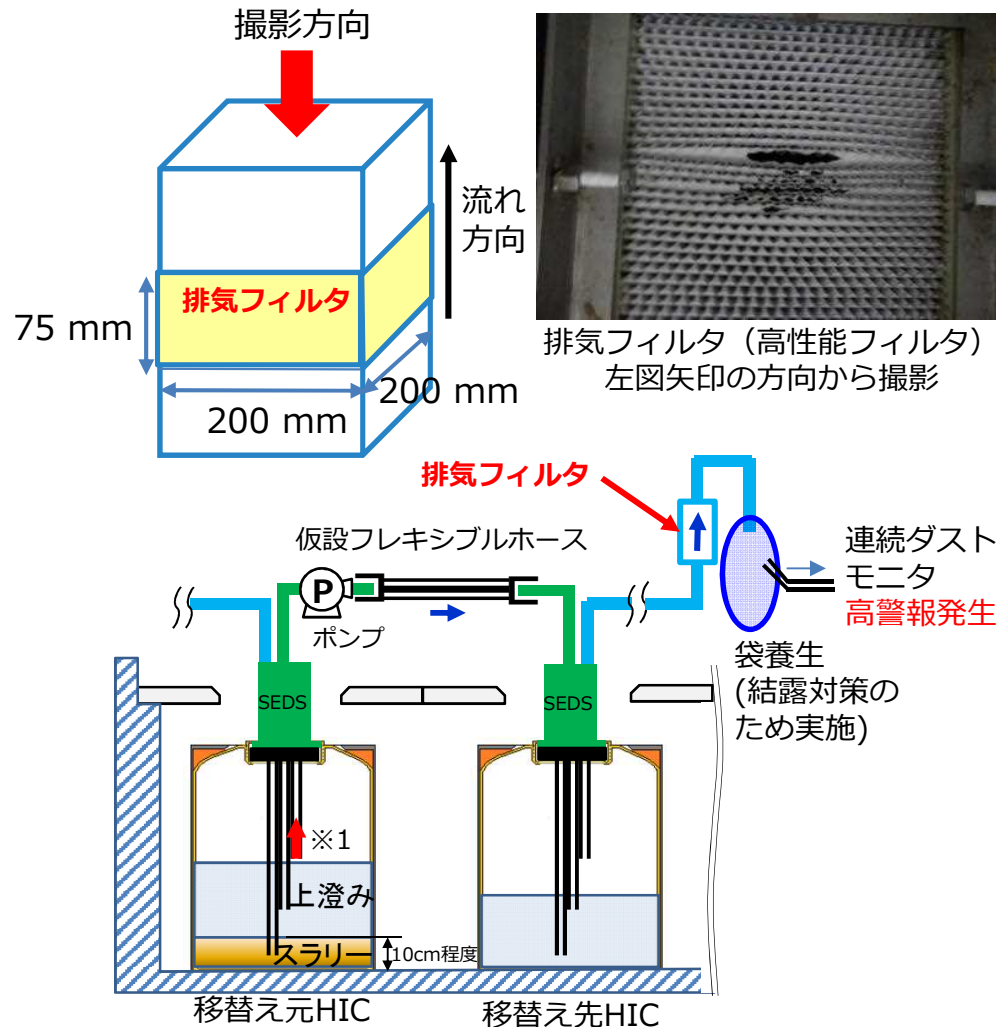
3-4. 作業時の線量当量率・ダスト濃度測定結果（まとめ）

- 線量当量率に関して、これまで行った作業では、有意な変動はなし
- ダスト濃度に関して、排気フィルタの損傷に伴うダスト濃度上昇を確認したが、それ以外のHIC上蓋を開放する作業では有意な上昇はなし

(2) 排気フィルタの調査状況

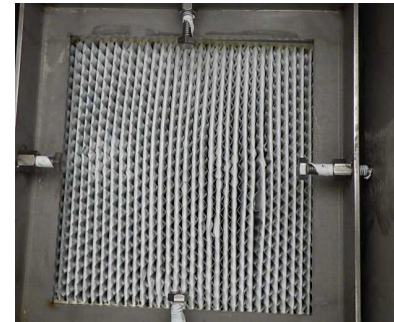
1. 排気フィルタの調査状況

- 排気フィルタ下流側のダスト濃度上昇を踏まえて、現場調査を実施した結果、当該フィルタに損傷を確認。
- 排気フィルタ損傷に伴い、同様のフィルタを確認した結果、当該排気フィルタ含めて25箇所中24箇所に損傷があることを確認。



今回の排気フィルタ調査の状況

■ 損傷が確認されたフィルタ



変形を確認



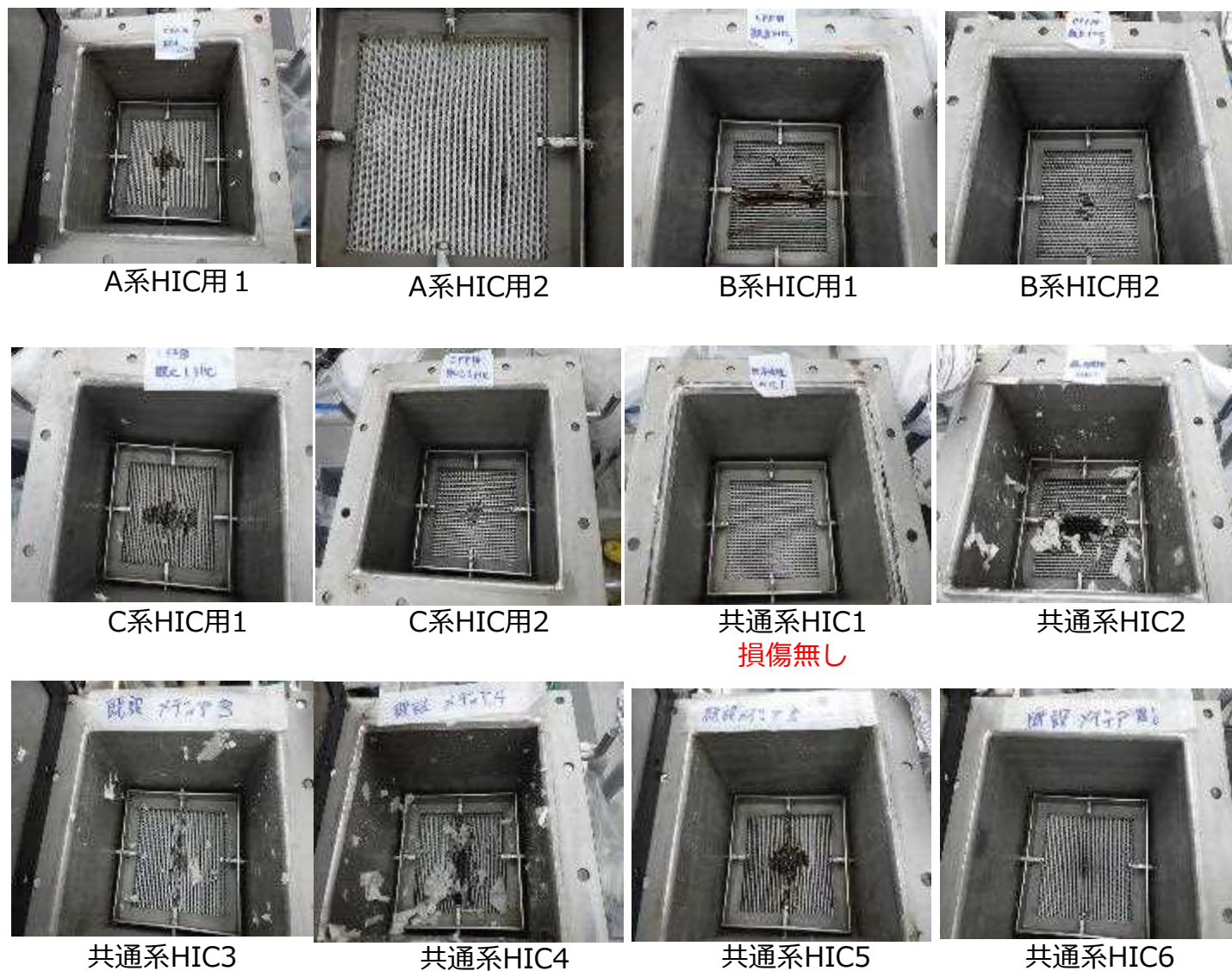
損傷を確認

■ 損傷が確認されなかったフィルタ

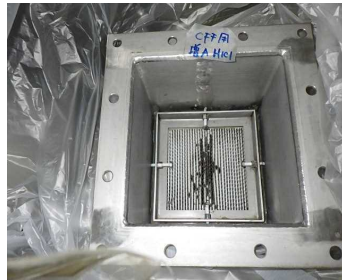


※1 3箇所ある拔出配管のうち、上層の拔出配管での移替え完了直後にダスト濃度高警報が発報

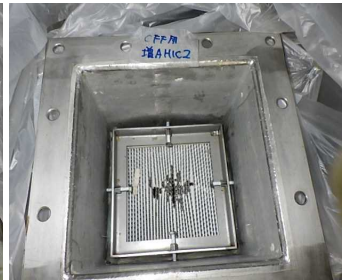
2-1. 排気フィルタの調査状況（既設ALPS）



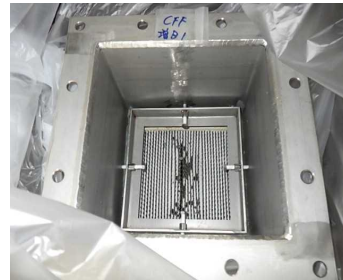
2-2. 排気フィルタの調査状況 (増設ALPS)



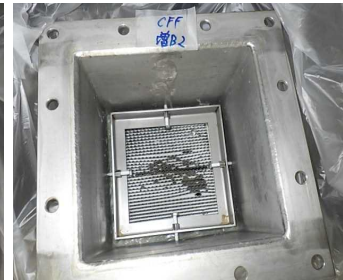
A系HIC用1



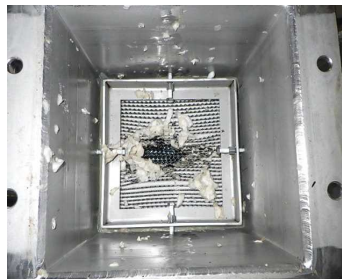
A系HIC用2



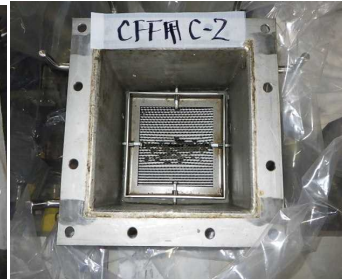
B系HIC用1



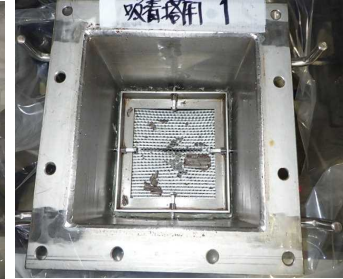
B系HIC用2



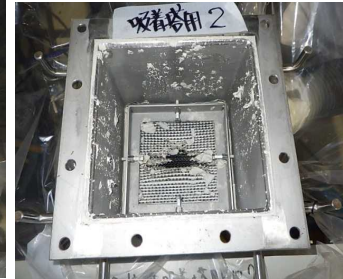
C系HIC用1



C系HIC用2



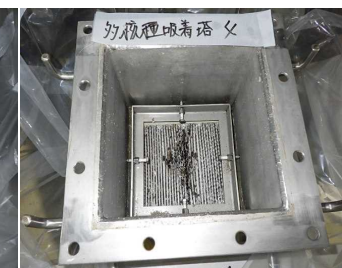
共通系HIC1



共通系HIC2



共通系HIC3



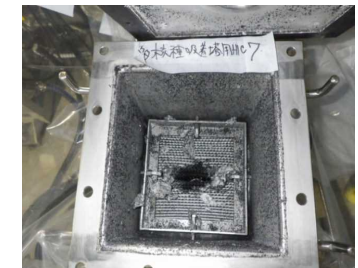
共通系HIC4



共通系HIC5

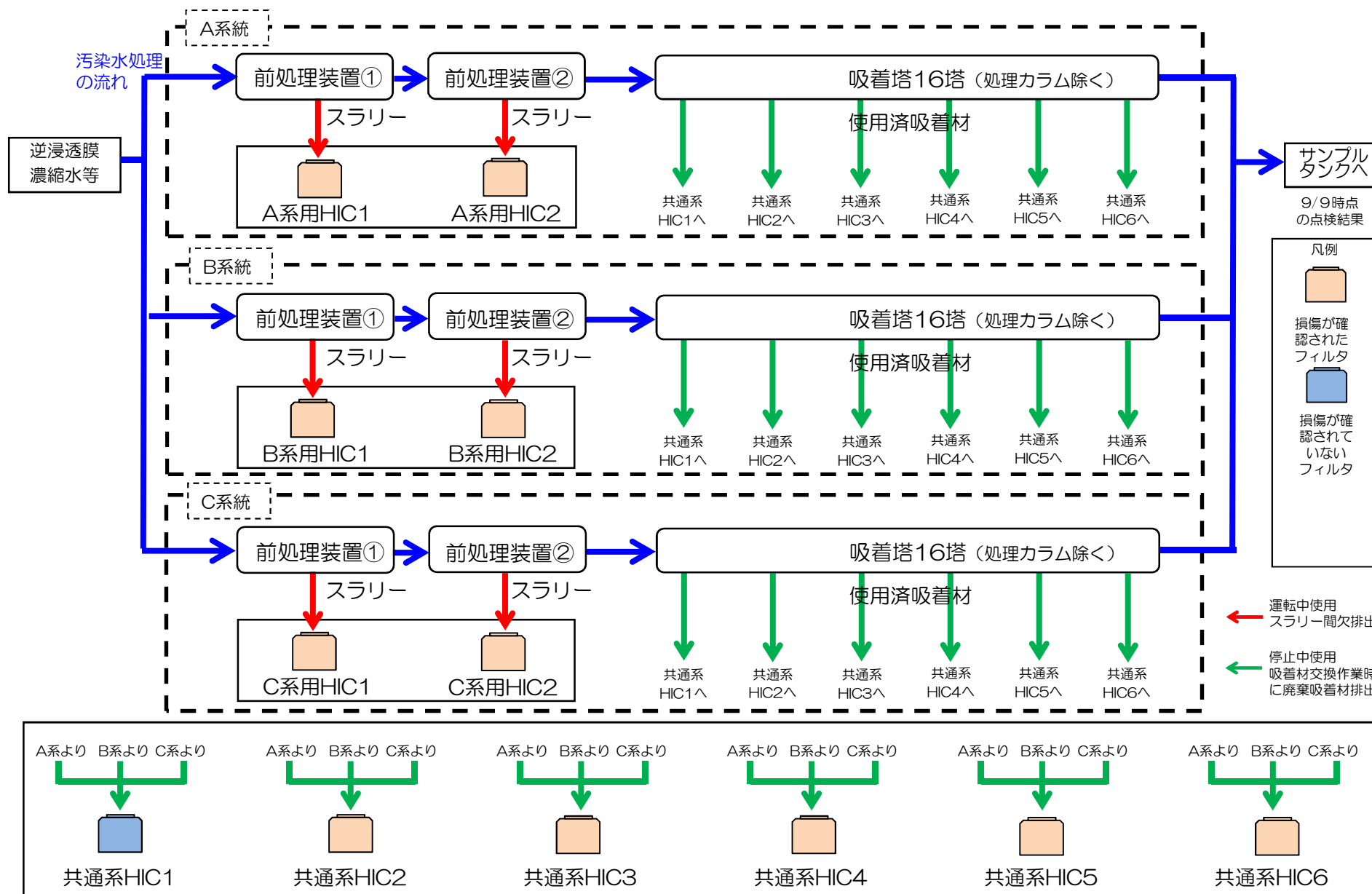


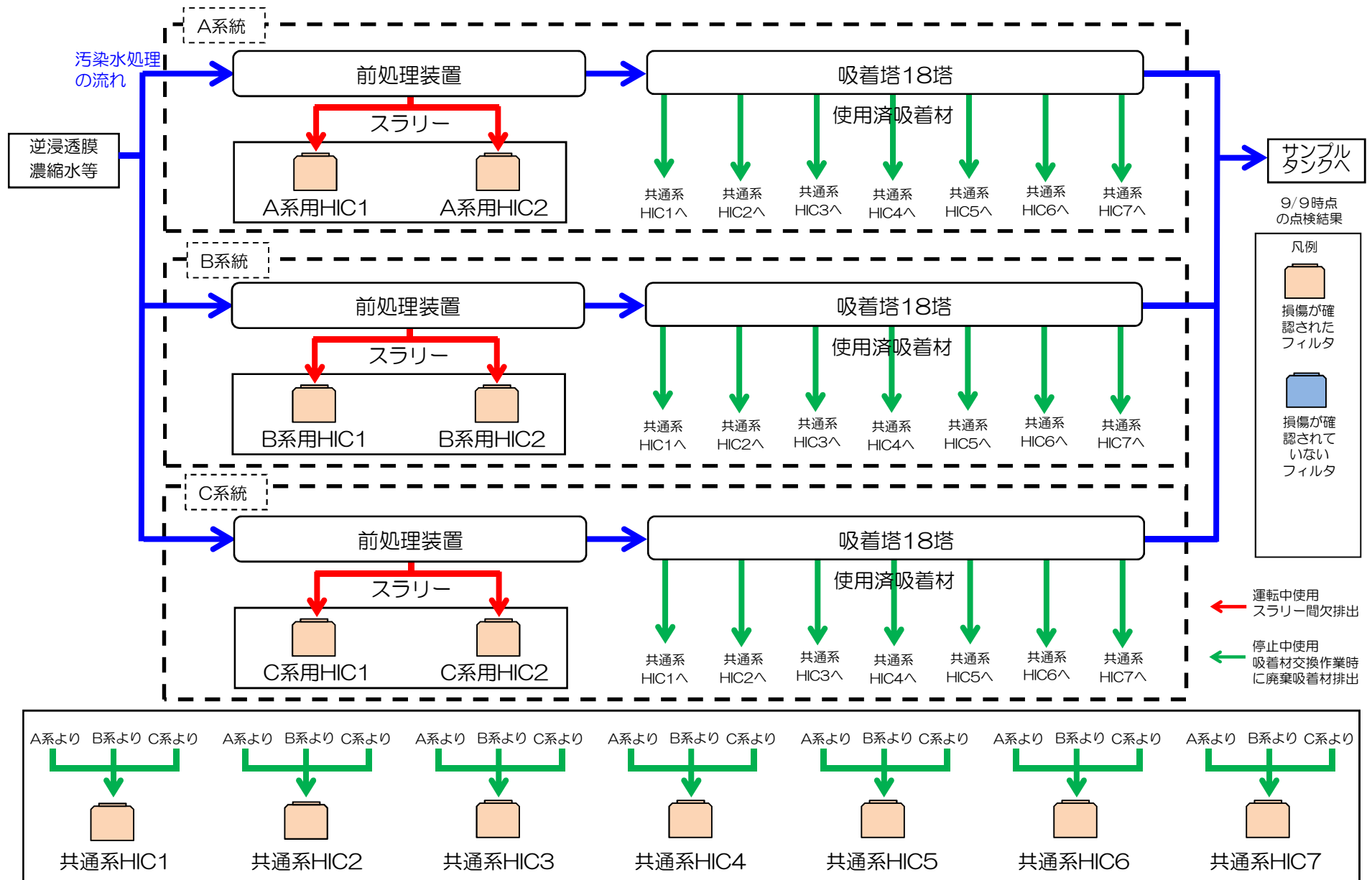
共通系HIC6



共通系HIC7

(参考) HIC概要 (既設ALPS) HIC12基の使用箇所

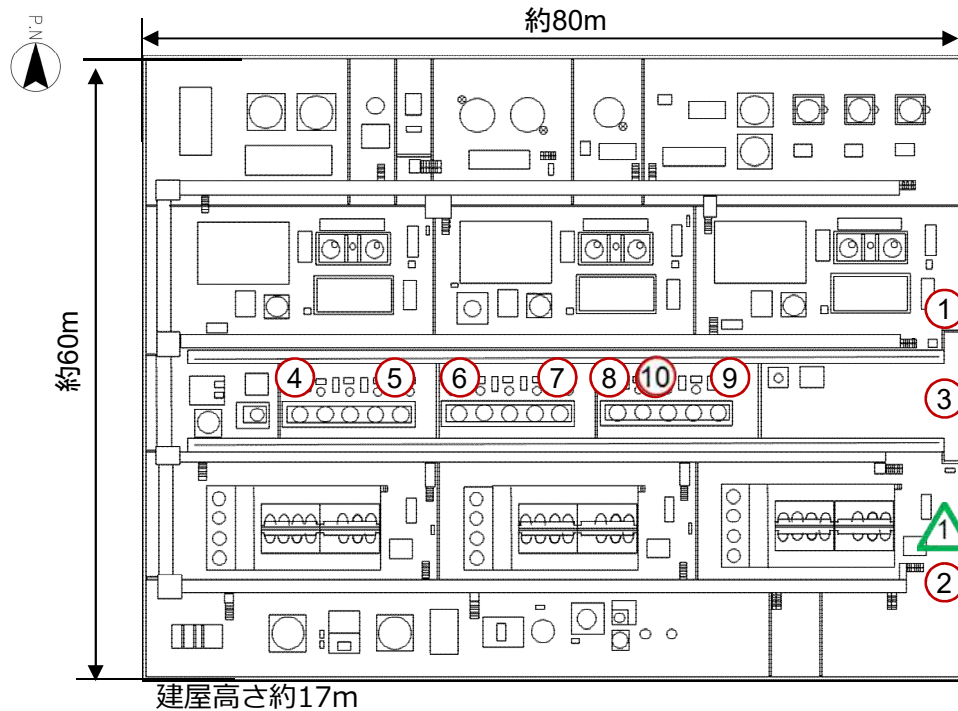




3. ダスト濃度上昇の影響について

- 今回、ダスト濃度上昇が確認された排気フィルタ出口の連続ダストモニタ以外では有意なダスト濃度上昇が確認されなかったことから、排気フィルタ出口におけるダスト濃度上昇の影響範囲は限定的（スライド10）
- 増設ALPS建屋内及び同仕様の排気フィルタを有する既設ALPS建屋内において、約3年間のダスト濃度推移では有意な濃度上昇がなく、至近の表面汚染密度の測定結果から有意に高い値は確認されていない。以上のことから、排気フィルタ損傷に伴う建屋外への影響は確認されていない（スライド20, 21）

3-1. 増設ALPS建屋内のダスト濃度及び表面汚染密度の測定結果

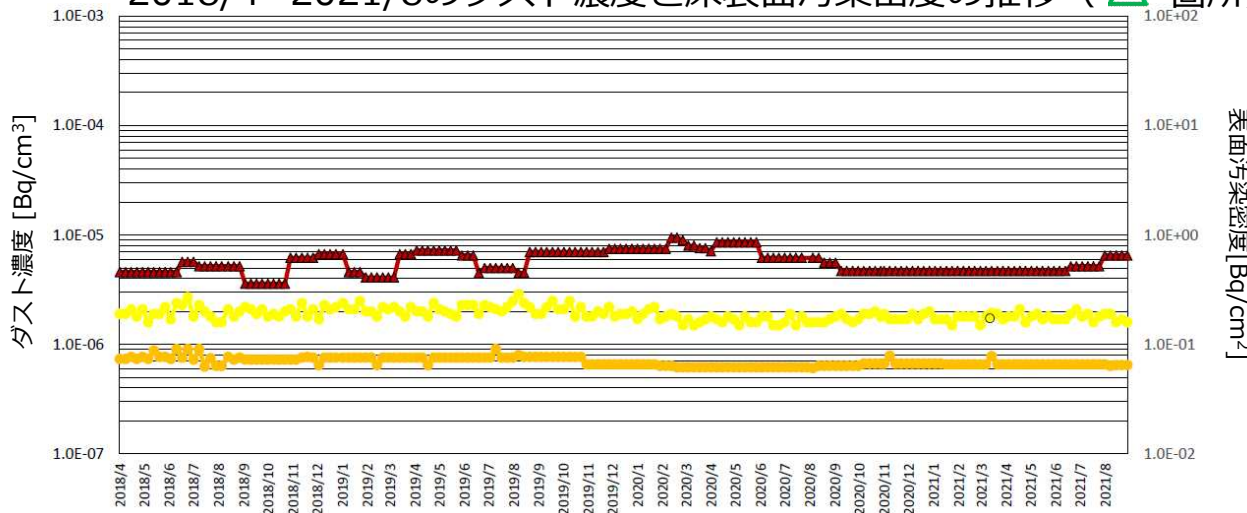


表面汚染密度測定結果 (β) 採取日: 2021/8/31

採取地点	測定値【cpm】 (グロス値)	表面汚染密度 【Bq/cm ² 】	備考
①	80	<9.7E-01	扉
②	100	<9.7E-01	扉
③	100	<9.7E-01	シャッター
④	1600	4.3E+00	SEDS制御盤上部
⑤	900	2.3E+00	SEDS制御盤上部
⑥	1000	2.6E+00	SEDS制御盤上部
⑦	500	1.2E+00	SEDS制御盤上部
⑧	500	1.2E+00	SEDS制御盤上部
⑨	900	2.3E+00	SEDS制御盤上部
⑩	200	3.4E-01	フィルタユニット
BG	80	-	-

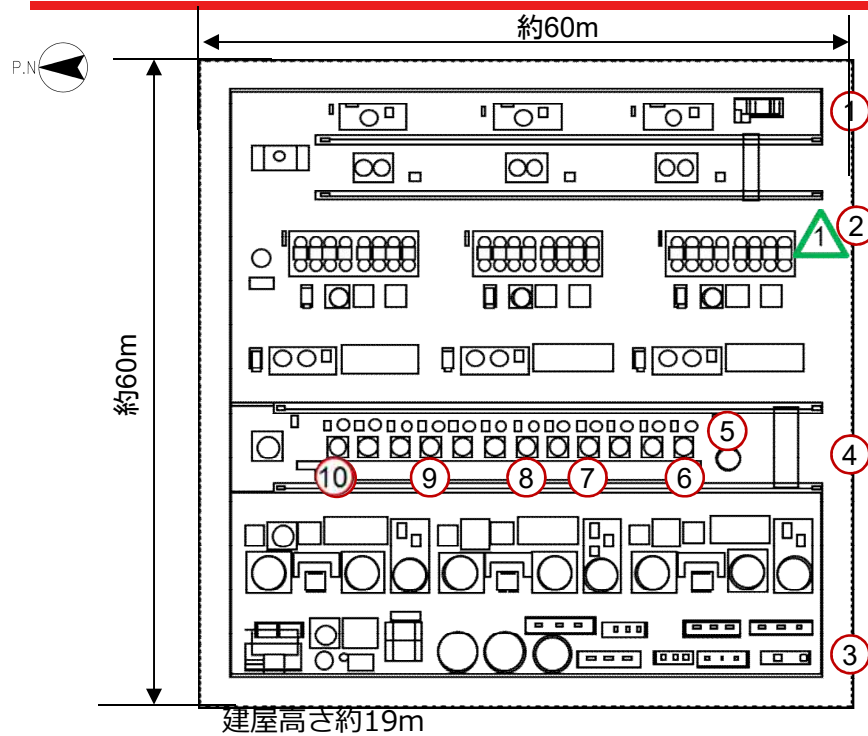
SEDS排気フィルタ
近傍の測定点

2018/4~2021/8のダスト濃度と床表面汚染密度の推移 (△ 箇所)



- ダスト全β (検出)
 - ダスト全β (未検出) ※1
 - ダスト全α (検出)
 - ダスト全α (未検出) ※1
 - ▲ 床表面汚染密度β ※2 (検出)
 - ▲ 床表面汚染密度β ※2 (未検出) ※1
- ※1 検出限界値未満
※2 測定点床表面をGM管式サーベイメータを用いて直接法で測定

3-2. 既設ALPS建屋内のダスト濃度及び表面汚染密度の測定結果

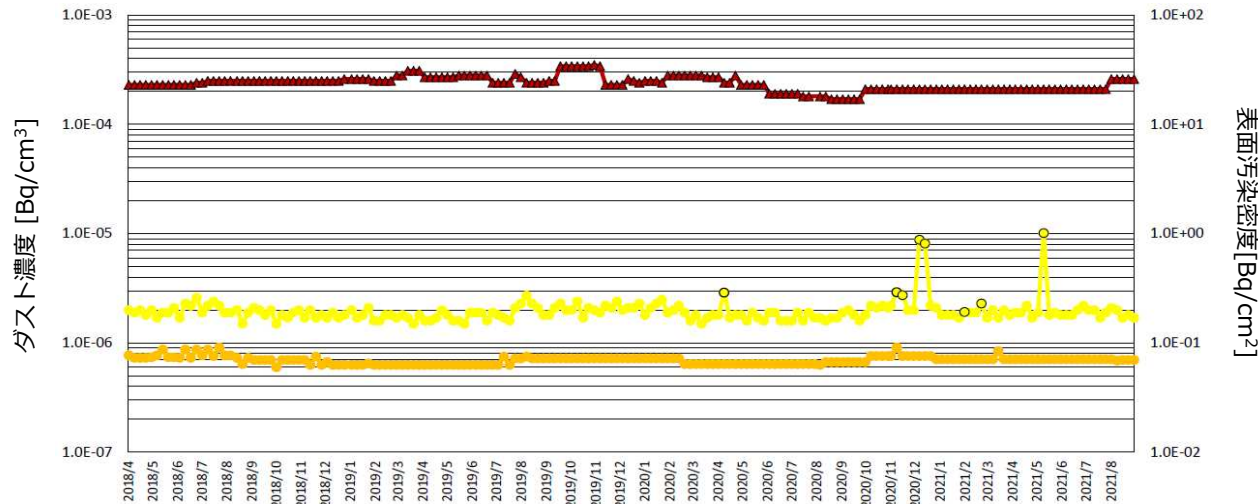


表面汚染密度測定結果 (β)

採取日: 2021/8/31

採取地点	測定値【cpm】 (グロス値)	表面汚染密度 【Bq/cm ² 】	備考
①	200	1.7E+00	扉
②	150	9.9E-01	扉
③	120	<9.7E-01	扉
④	100	<9.7E-01	シャッター
⑤	200	3.4E-01	HIC輸送用遮蔽体上部
⑦	300	6.2E-01	フィルタユニット上部
⑦	1200	3.2E+00	フィルタユニット上部
⑧	1000	2.6E+00	フィルタユニット上部
⑨	1200	3.2E+00	フィルタユニット上部
⑩	1100	2.9E+00	フィルタユニット上部
BG	80	-	-

2018/4~2021/8のダスト濃度と床表面汚染密度の推移 (△ 箇所)



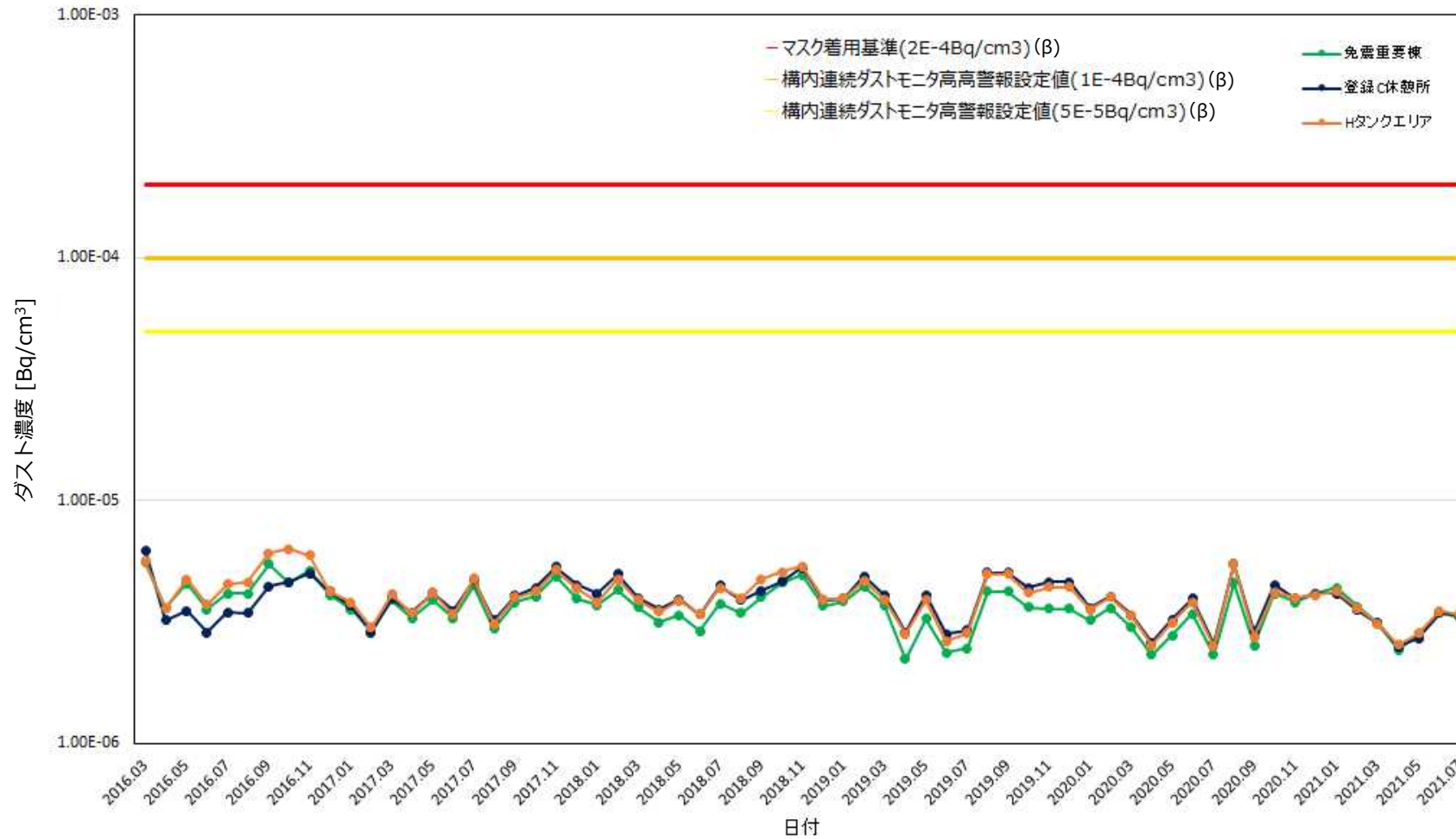
- ダスト全β (検出)
 - ダスト全β (未検出) ※1
 - ダスト全α (検出)
 - ダスト全α (未検出) ※1
 - ▲ 床表面汚染密度β ※2 (検出)
 - ▲ 床表面汚染密度β ※2 (未検出) ※1
- ※1 検出限界値未満
 ※2 測定点床表面をGM管式サーベイメータを用いて直接法で測定

SEDS排気フィルタ近傍の測定点

(参考) 構内連続ダストモニタの測定結果

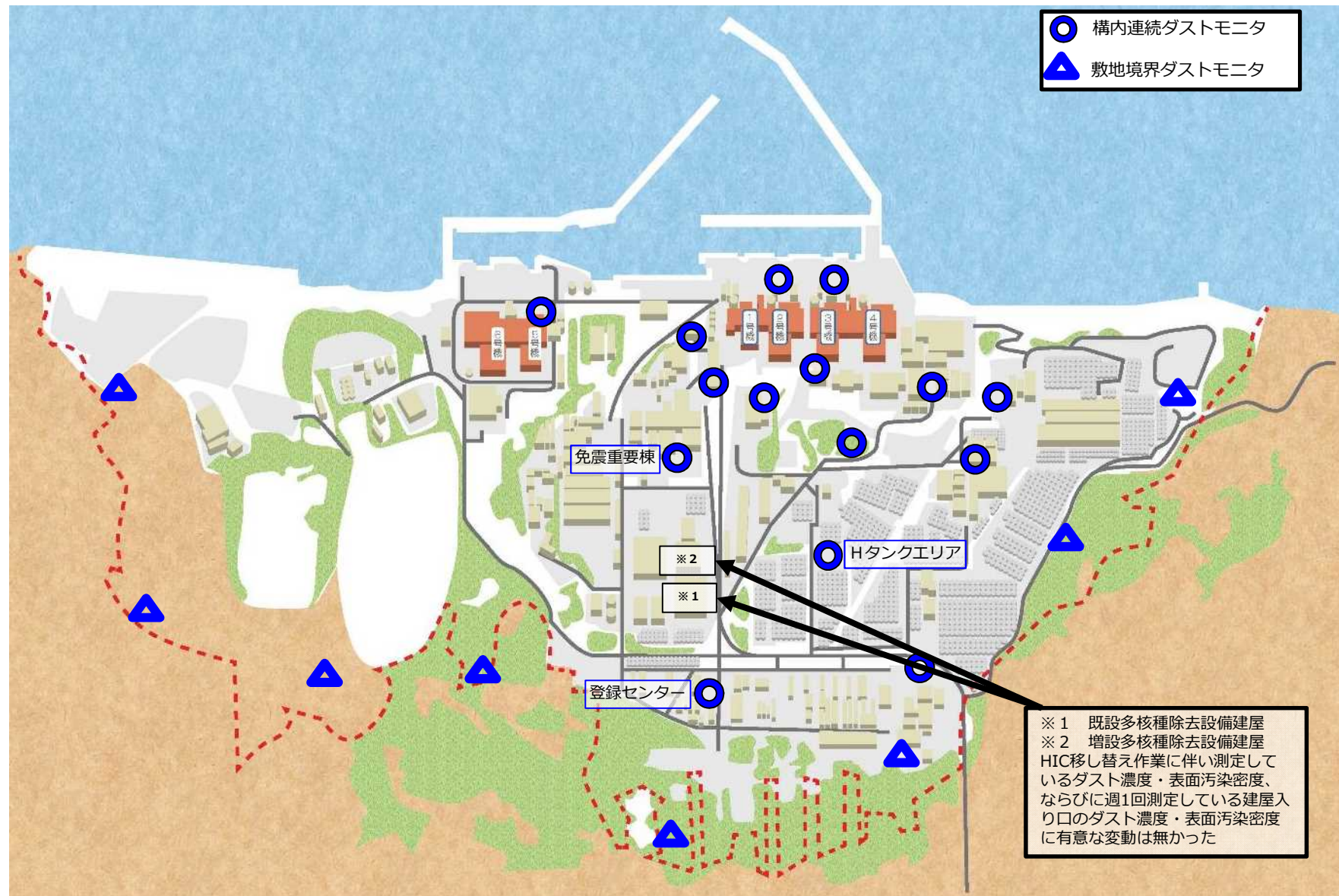


構内連続ダストモニタの推移 (月平均)



多核種除去設備建屋近傍の構内連続ダストモニタの推移を示す

(参考) 構内連続ダストモニタ配置図



4. 通常作業とスラリー移替え作業におけるHIC排出手順の違い

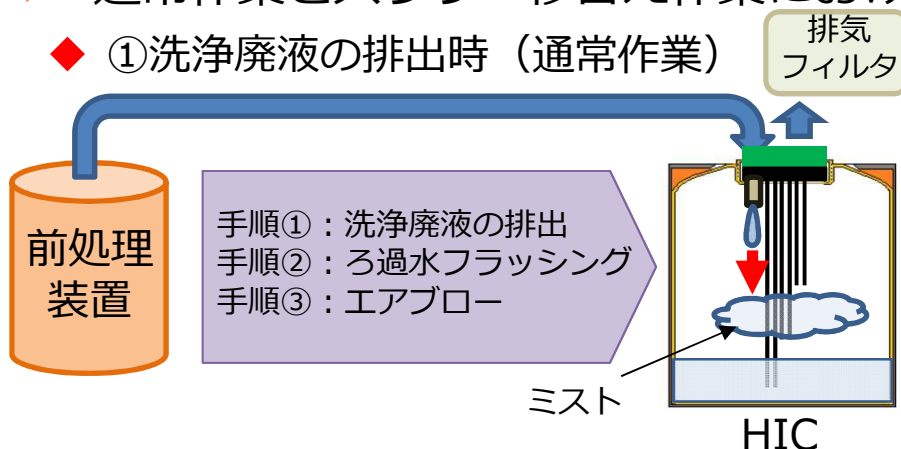
➤ SEDSは、主に以下の作業で使用

- ① 前処理装置洗浄作業後の洗浄廃液の排出
- ② 吸着塔からの使用済み吸着材排出
- ③ 前処理装置からのスラリー排出
- ④ スラリー移替え作業

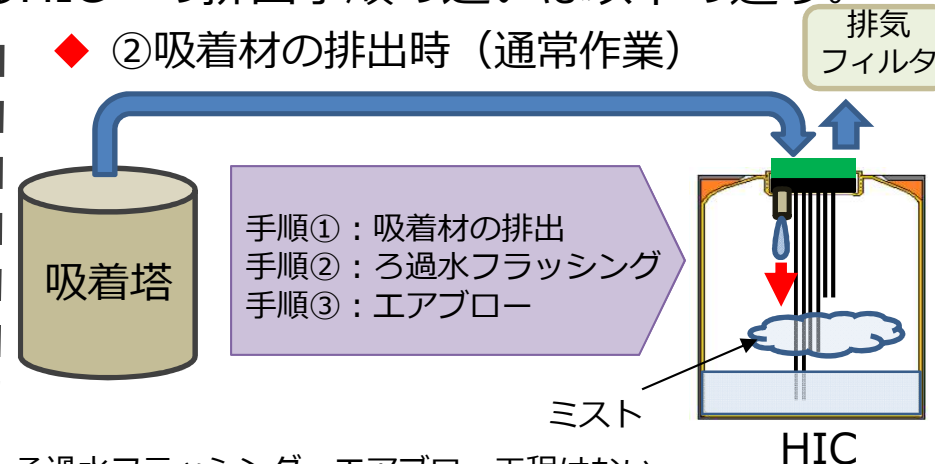
⇒ALPSの運用のために行う「通常作業」

➤ 通常作業とスラリー移替え作業におけるHICへの排出手順の違いは以下の通り。

◆ ① 洗浄廃液の排出時（通常作業）

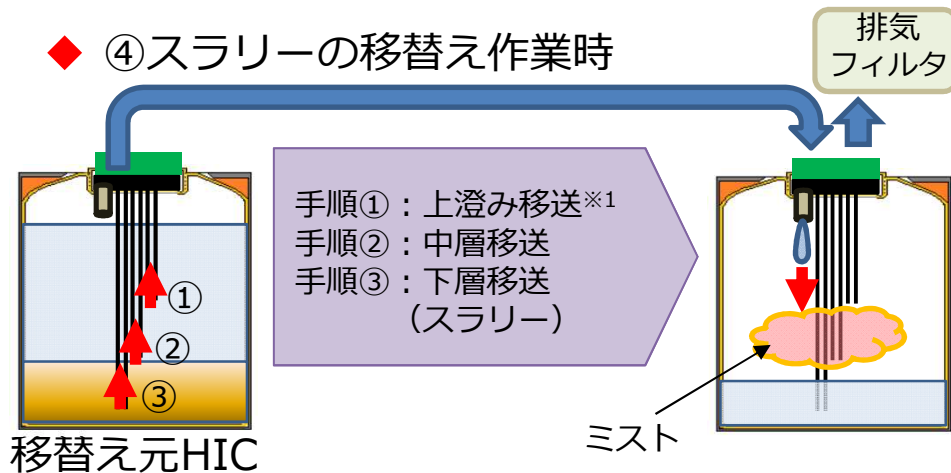


◆ ② 吸着材の排出時（通常作業）

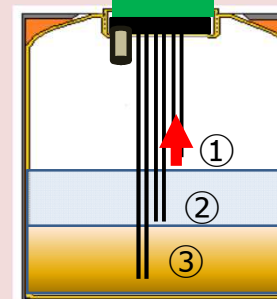


* ③前処理装置からのスラリー排出は、スラリー排出のみで、ろ過水フラッシング・エアブロー工程はない

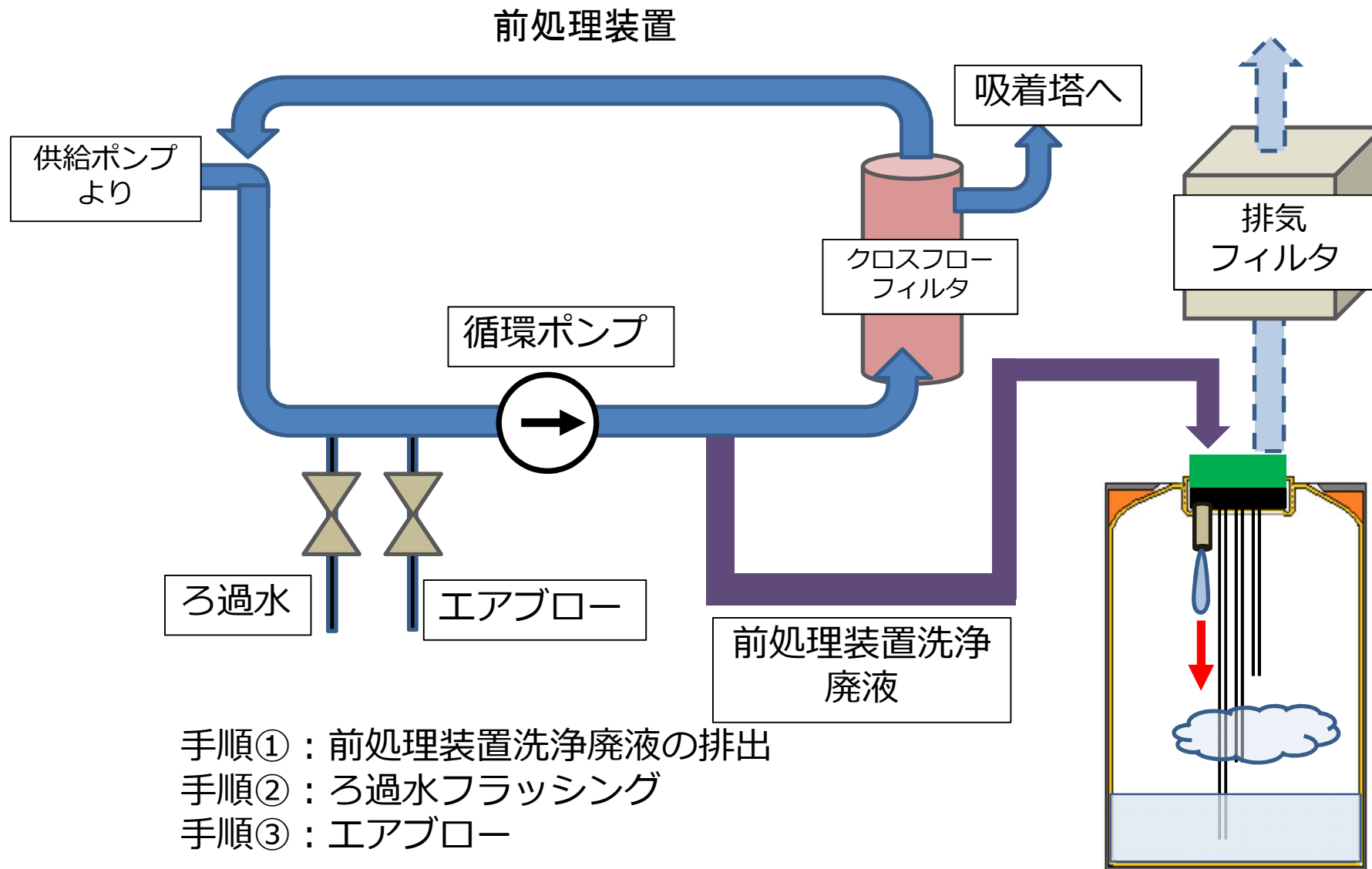
◆ ④ スラリーの移替え作業時

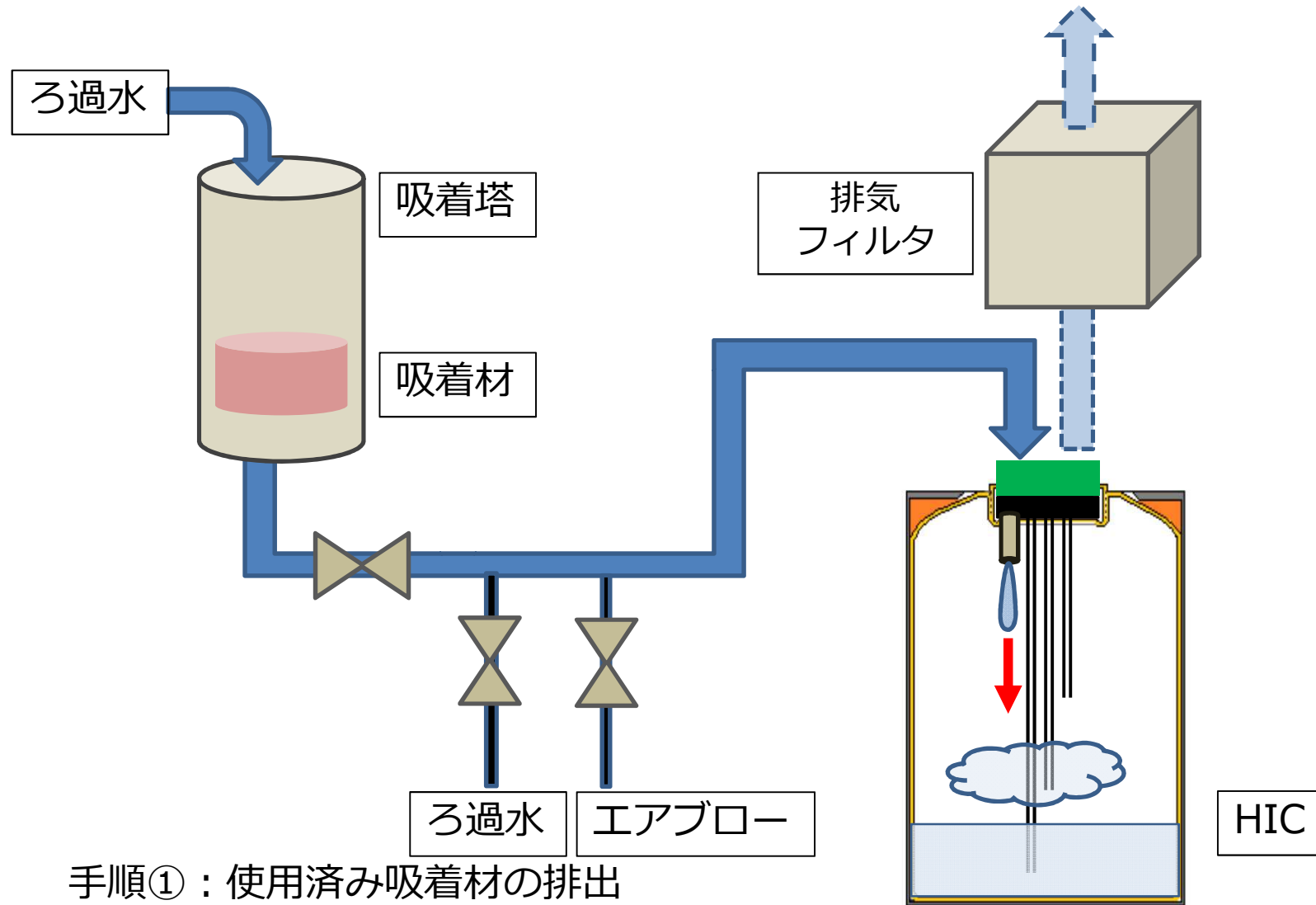


※1 エア吸込みについて

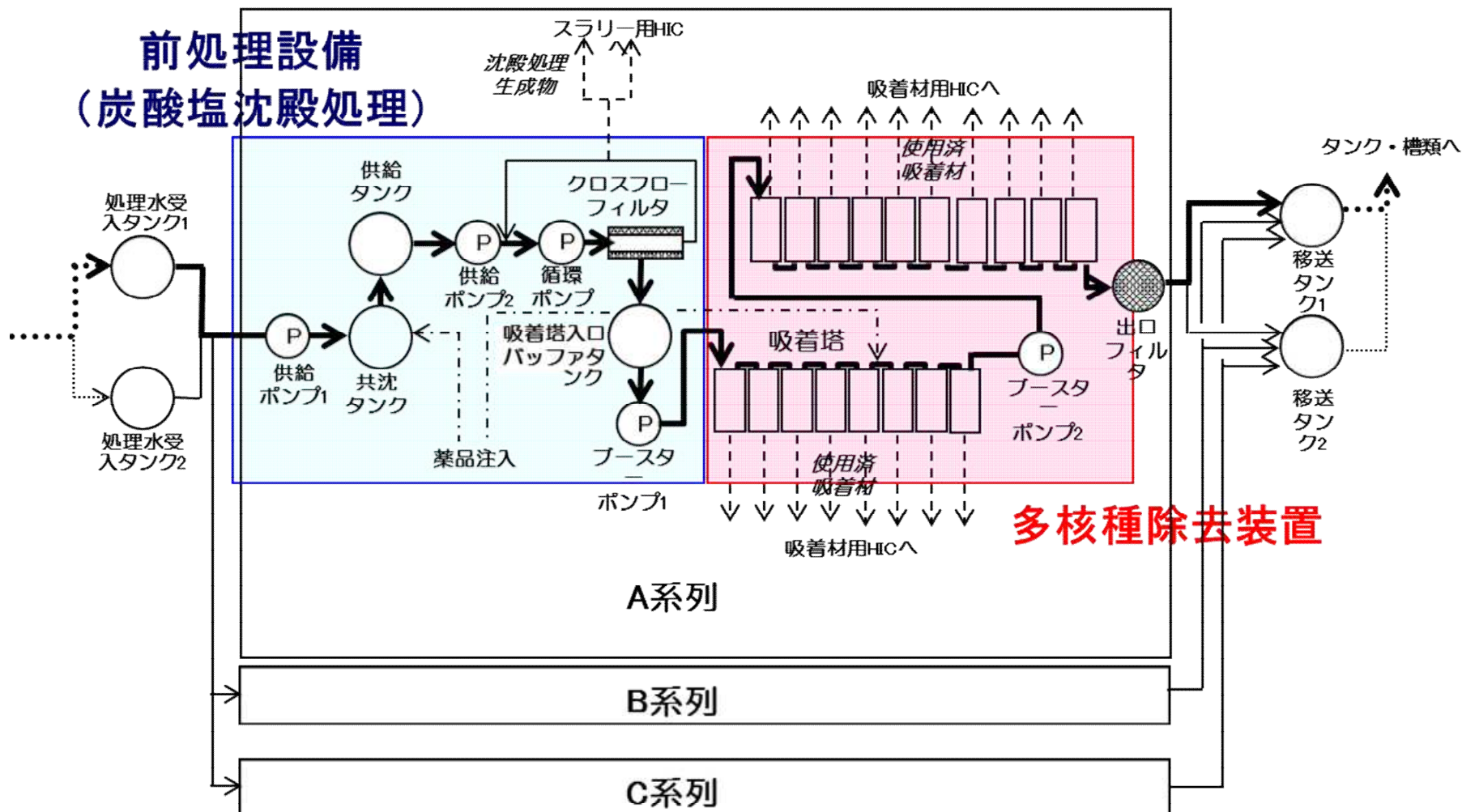


手順①にて水位低下に伴いエアを吸ったことでミストが発生



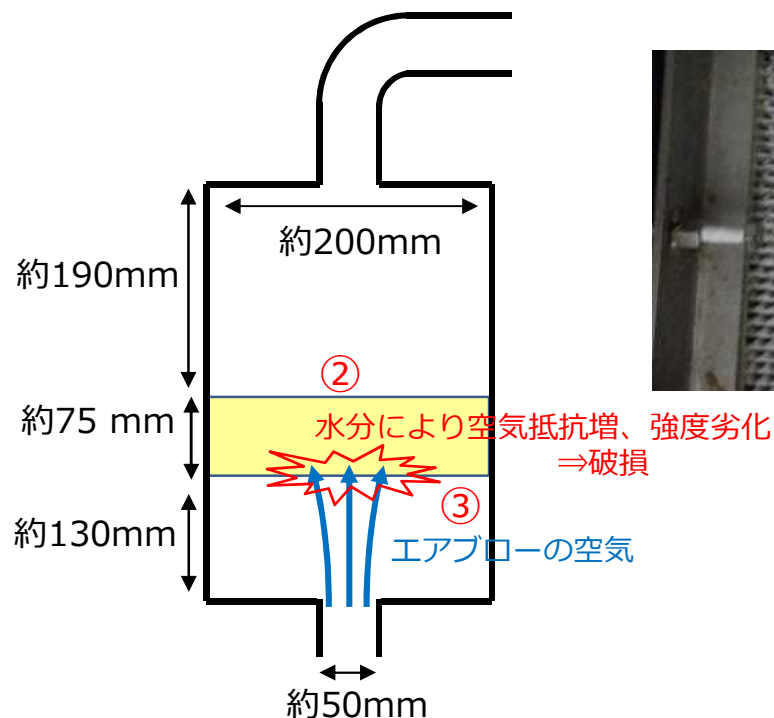
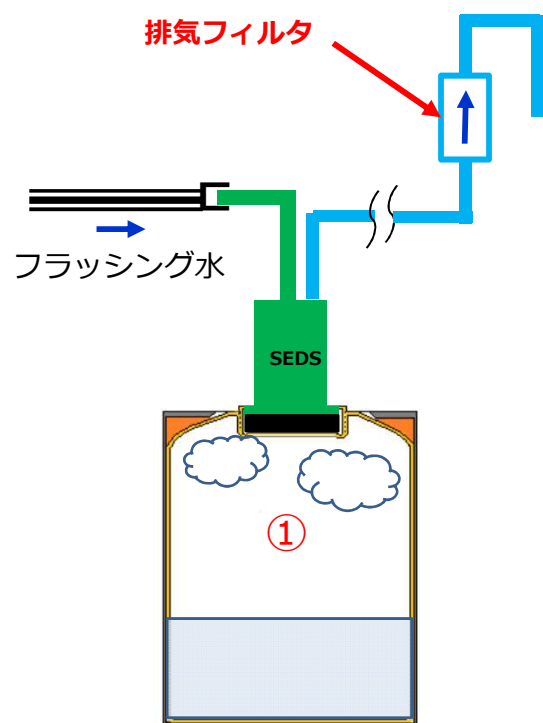


- 手順① : 使用済み吸着材の排出
- 手順② : ろ過水フラッシング
- 手順③ : エアブロー



5. 排気フィルタ損傷に関する推定原因

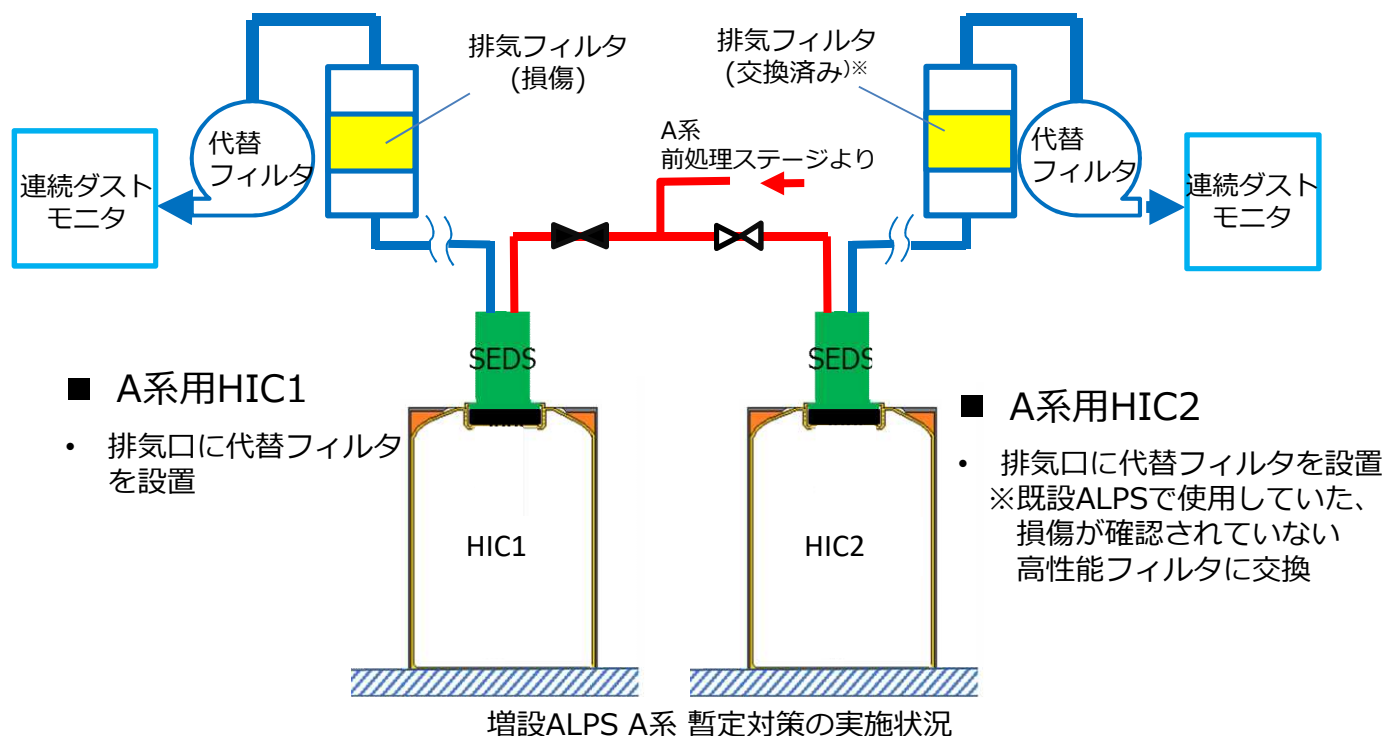
- 排気フィルタ損傷の推定原因は以下の通り
 - ① 通常作業における洗浄廃液及び吸着材の排出作業におけるエアブローにより、HIC内部にミストが発生し、排気フィルタまで到達
 - ② ミストにより排気フィルタが湿潤し、空気抵抗が増加およびフィルタが強度劣化
 - ③ 作業時におけるエアブローの空気が排気フィルタ中央付近に集中し、損傷が発生



(3) 今後の対応について

1. ALPSの運転再開について

- 排気フィルタが損傷した推定原因を踏まえて、以下の暫定対策を講じて、9月7日に増設ALPS(A)系の運転を再開
 - ミストとエアブローに対して、プレフィルタ等により影響を緩和できる代替フィルタを排気フィルタの下流に設置
 - フィルタが損傷した場合に速やかに検知できるように連続ダストモニタを設置
- ALPSの運転を長期停止することは水処理全体のリスクを高めることになるため、暫定対策の有効性を確認しながら慎重に運転を実施
- 恒久対策は、暫定対策の有効性を検証のうえ、ミストとエアブロー対策を設計への反映を検討

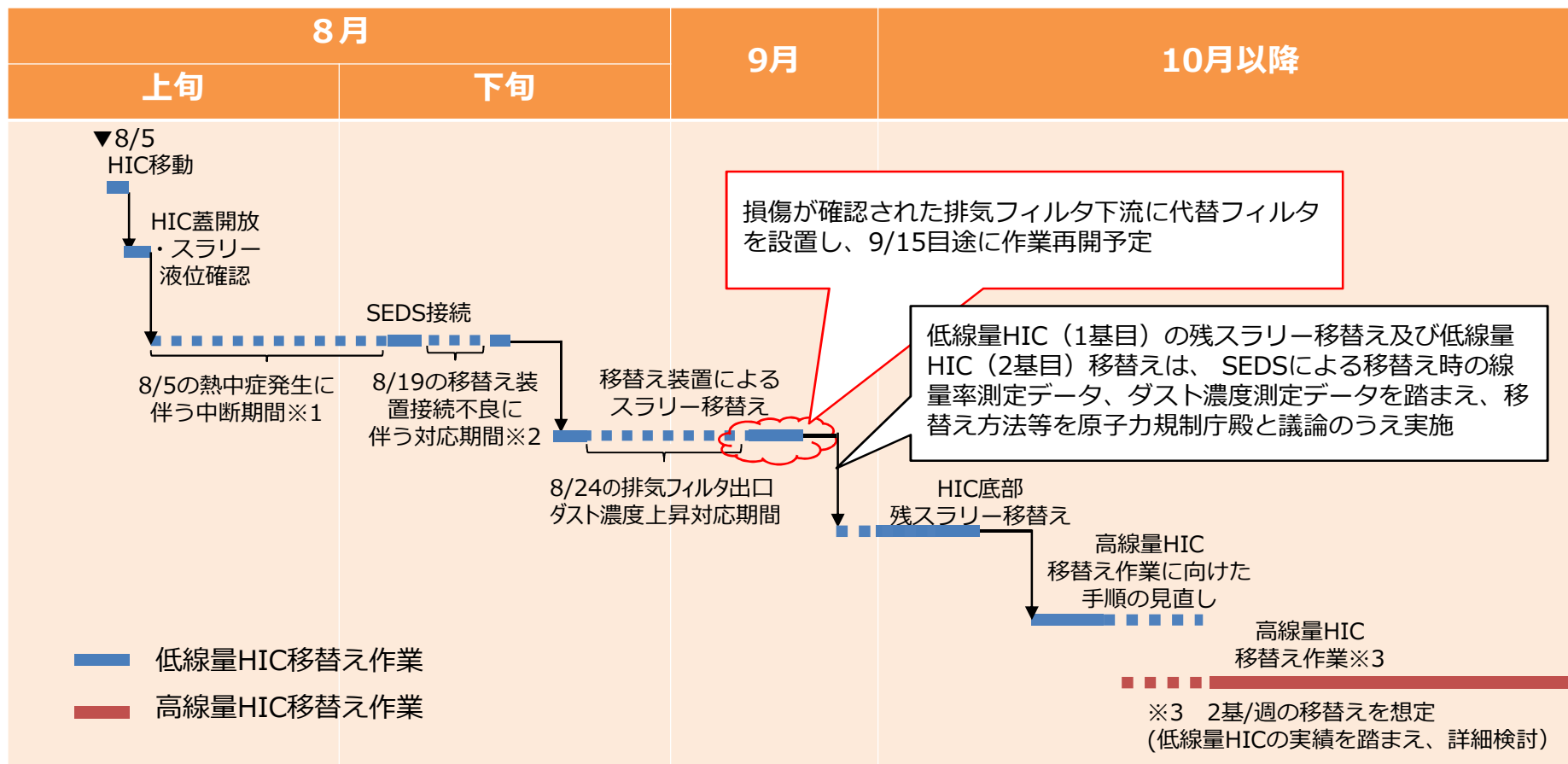


2. スラリー移替え作業の再開について

- 排気フィルタの損傷事象を踏まえて、以下の対応を実施して、スラリー移替え作業を再開していく（9/15日途）
 - 損傷が確認された排気フィルタ下流に代替フィルタを設置し、代替フィルタ下流で継続してダスト濃度を測定
 - 代替フィルタの活用を踏まえた手順書の見直し

- 低線量HIC（1基目）の残スラリー移替え及び低線量HIC（2基目）移替えは、SEDSによる移替え作業時の線量率測定データ、ダスト濃度測定データを踏まえ、移替え方法等を原子力規制庁殿と議論のうえ実施

3. スラリー移替え作業工程



	発生日	事象	事象への対応状況
※1	8/5	熱中症発生	β線遮へいスーツを着用しての作業時に熱中症が発生しており、長時間の作業とならないよう作業時間の見直しを実施【対応完了】
※2	8/19	移替え装置とHICの接続不良	SEDSとHICとの接続に用いるエアモータへ空気を供給するラインの電磁弁に動作不良が確認されたため、当該弁を手動操作しSEDSとHICを接続【対応完了】

補足(1)
低線量HIC移替え作業時の
安全対策等

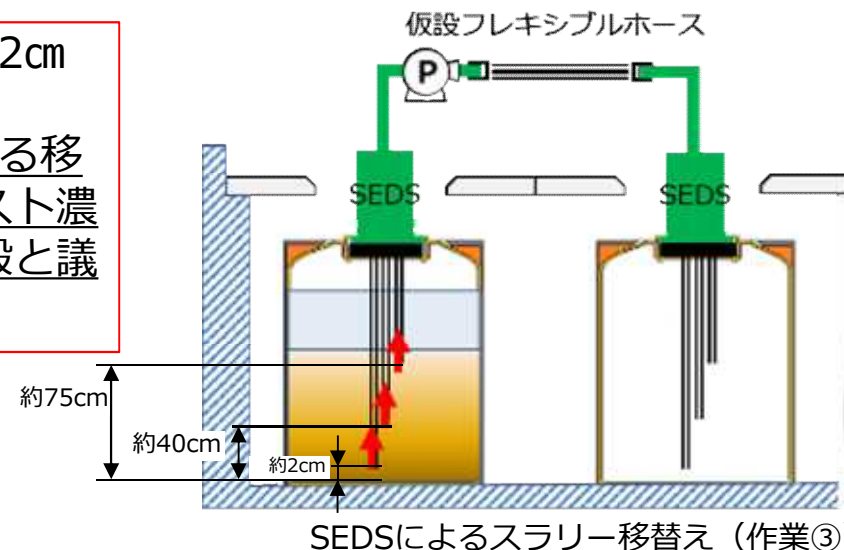
1. 低線量HICのスラリー移替え作業概要

■ HICのスラリー移替えにおける作業ステップ

- ① スラリー移替え元HICの移動
 - ・ 保管施設より、移替え対象HICを増設ALPS建屋へ移送し、HIC払い出しエリアの床下ピットに設置
- ② HICの蓋開放・スラリー液位確認
 - ・ 作業エリア内にダスト飛散抑制養生を設置
 - ・ 移替え対象HICの上蓋を開放
 - ・ 格納されたスラリー量確認のため、上澄み水とスラリー層の液位を確認
- ③ SEDSによるスラリー移替え
 - ・ SEDSのスラリー移送ラインをラインナップ後、HICへSEDSを取り付けてスラリーを移送
 - ・ 上部の拔出用内部配管からスラリー移替えを進め、段階的に底部の拔出用配管に切替えて拔出
 - ・ なお、HICの内部構造上、拔出用の配管はHIC底部2cm程度上までとなっており、SEDSによる拔出後もスラリーがHIC内に残存
- ④ 移替え元・移替え先HICの払い出し（次工程まで期間がある場合）
 - ・ 移替えが完了した後のHIC（移替え対象，移替え先）は、保管施設に移動して保管

- ・ SEDSによる移替え作業では、底部に2cm程度スラリーが残存
- ・ 残ったスラリーの移送は、SEDSによる移替え作業時の線量率測定データ、ダスト濃度測定データを踏まえ原子力規制庁殿と議論のうえ実施

上部の拔出用内部配管から段階的に底部側の拔出用内部配管に切替え



2-1. 低線量HICの移替え作業時の内部被ばく管理

- HICの移替え作業では、内部被ばくに関して記録レベルを超過しないよう下記の管理項目を設定

管理項目

- ・ H I C 蓋開放から閉止までの作業時間の上限：4時間（1日）・250時間（3ヶ月）
- ・ ダストモニタ警報設定値： $8.0E-4$ Bq/cm³

- 上記のダストモニタ警報設定に加え、低線量HICの移替え作業では、ダストモニタの測定値について $1.0E-4$ Bq/cm³を目標値として設定し、目標値を超える場合はダスト濃度が低減するまで作業を中断 また、作業エリア境界においてもダストモニタを測定しバックグラウンドと同程度であることを確認
- β 線源の内部取込み有無確認のため、作業エリアへH I C 蓋開放時に入域した作業員は鼻腔スミア測定を実施し、測定結果を個人ごとに記録

2-2. 外部被ばく線量に対する管理

➤ 年間被ばく線量管理

本作業では当社で設定する個人被ばく線量目標値より低い値を設定し、作業期間中は超過しないように遮蔽や作業時間の管理を実施

		単年	5年	
法令の 被ばく線量限度	実効線量		50mSv	100mSv
	等価線量	水晶体	50mSv	100mSv
		皮膚	500mSv	—
当社の個人 被ばく線量目標値	実効線量		18mSv	80mSv
	等価線量	水晶体	18mSv	80mSv
本作業の個人 被ばく線量管理値	実効線量		10mSv	50mSv
	等価線量	水晶体	10mSv	50mSv

➤ 日ごとの被ばく線量管理

作業時間から雰囲気線量当量率の上限を設定し、超過する場合は作業を中断

		γ線	β線
放射線管理計画書(RWA)記載値	日計画線量	0.90mSv	10.0mSv
	APD設定値	0.80mSv	5.0mSv
日ごとの被ばく線量上限値	実効線量	0.60mSv	3.0mSv
	水晶体の等価線量	0.60mSv	3.0mSv

3. 作業ステップと想定されるリスク

➤ 作業ステップごとに対策を実施（次ページ以降）

作業ステップ	汚染リスク		
	a.内部被ばく(ダスト)	b.外部被ばく	c.漏えい
①スラリー移替え元HICの移動	—	①-b : HICへの接近による被ばく	①-c : クレーン移動時の落下による内容物漏えい
②HICの蓋開放・スラリー液位確認	②-a : スラリー由来のダスト発生による内部被ばく	②-b : スラリーへ接近することによる被ばく	—
③SEDSによるスラリー移替え	③-a : スラリー由来のダスト発生による内部被ばく	③-b : HIC及び移送ラインへの接近による被ばく	③-c : 移送ラインからの漏えい
④移替え元・移替え先HICの払い出し	—	④-b : HICへの接近による被ばく	④-c : クレーン移動時の落下による内容物漏えい

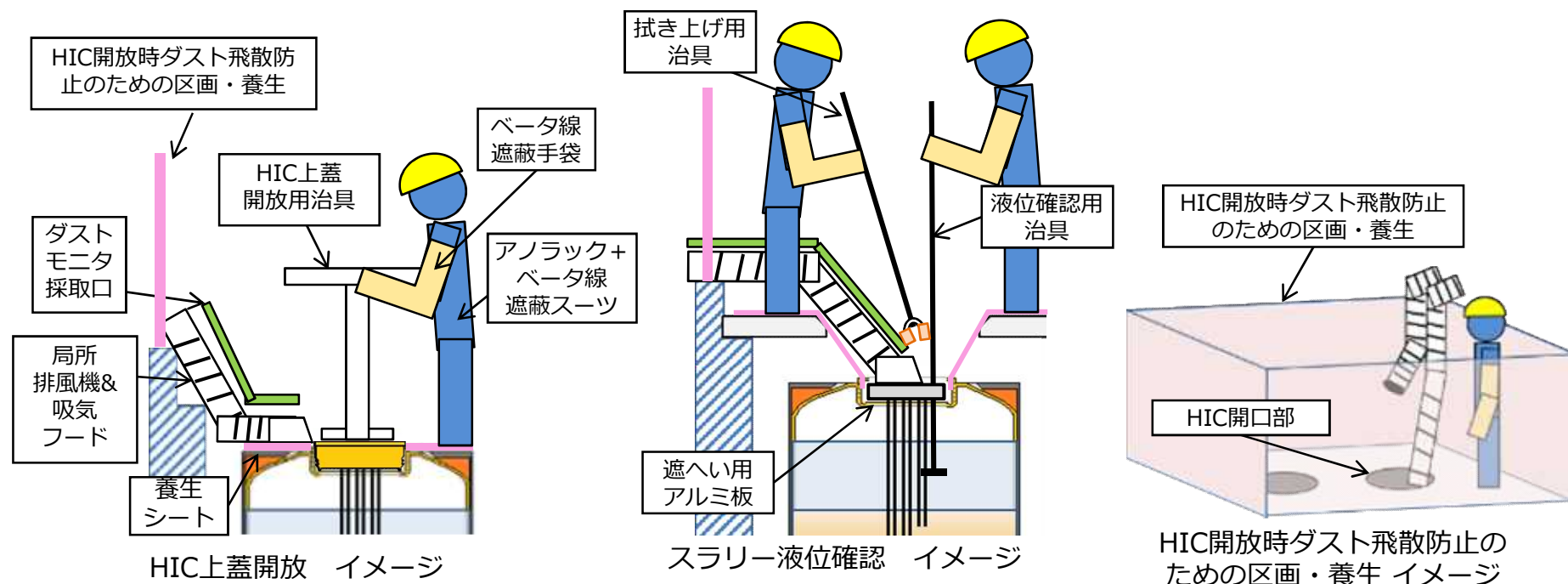
4-1. 汚染リスク対策【内部被ばく】(1/2)

- 『②-a HICの蓋開放・スラリー液位確認』における内部被ばく対策
 - HIC蓋の開放・スラリー状態確認は、作業エリアのダスト上昇防止のため局所排風機による吸気^{※1}とダスト飛散防止のための区画・養生のうえで^{※2}専用の治具を用いて開放^{※3}
 - 蓋の開放後、すぐにHIC開口部に遮へい(アルミ製,5mm厚)を設置し、作業に用いないフィルパン貫通部を閉塞
 - 液位確認用治具をHIC内から引き抜く際は、治具で拭き上げ&表面線量測定により汚染拡大を防止

※1 上蓋近傍の水素濃度を確認後に開始

※2 区画・養生を行い、局所排風機による吸気を行った状態でHIC開口部にてスモークテストを実施し、スモークがHIC開口部近傍の局所排風機に回収されていることを確認

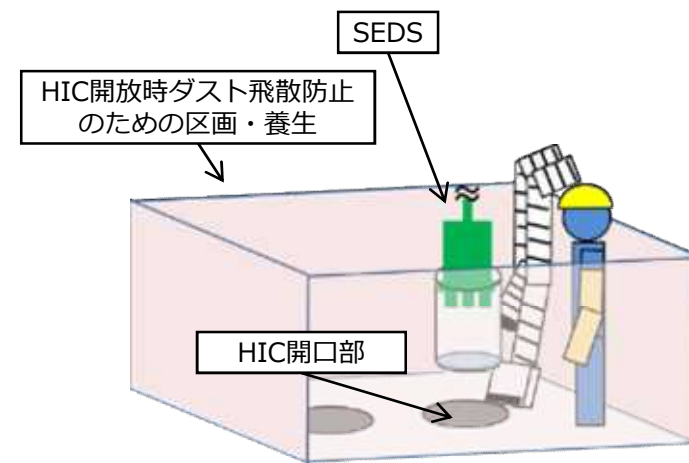
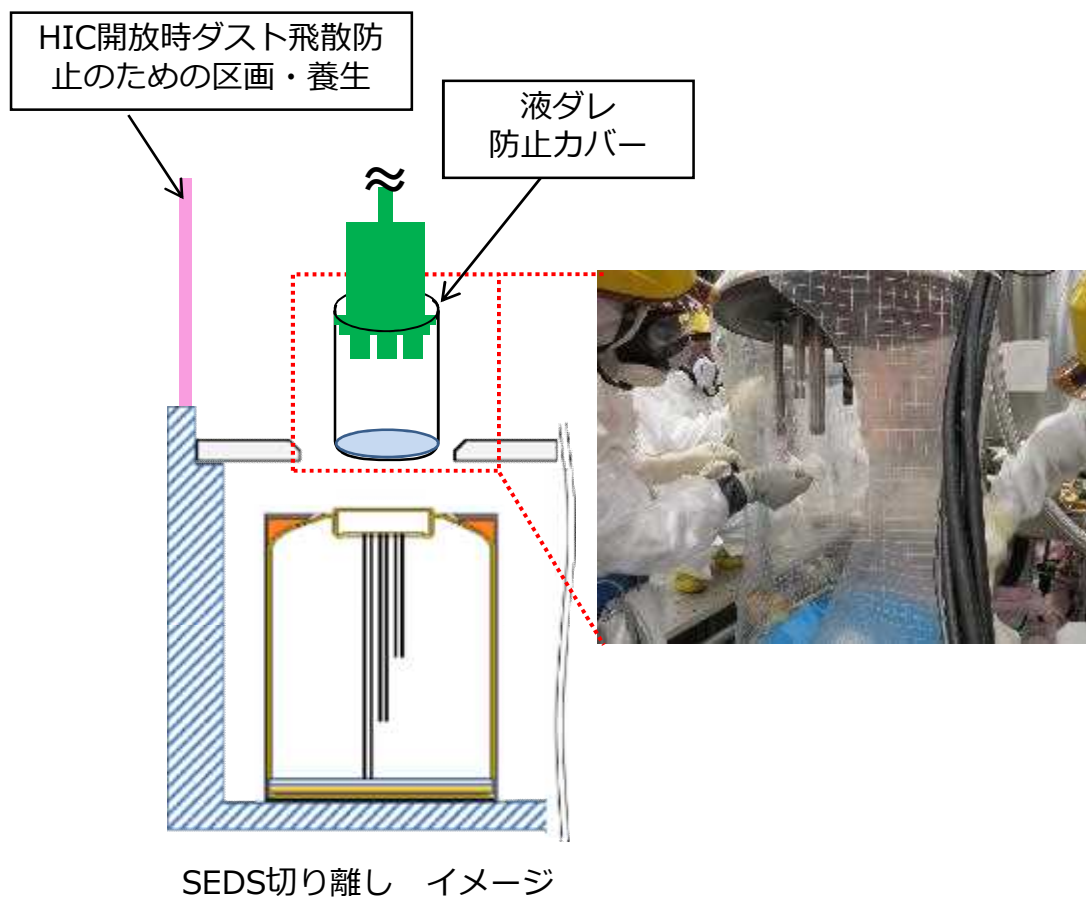
※3 HIC上蓋にはフィルタ付き通気口があるため、内圧開放によるダスト舞い上がりは無い



4-1. 汚染リスク対策【内部被ばく】(2/2)

➤ 『③-a SEDSによるスラリー移替え』における内部被ばく対策

- HICからSEDSを切り離す前は予め、SEDS内部のフラッシングを実施し汚染を低減
- HICからSEDSを切り離す際は、SEDSに液ダレ防止カバーを装着してダストの飛散を防止
また、併せてSEDSの通液部を除染
- 作業エリアのダスト上昇防止のため、状況に応じて作業エリアに設置した局所排風機により吸気



SEDSによるスラリー移替え時ダスト飛散防止のための区画・養生 イメージ

4-2. 汚染リスク対策【外部被ばく】(1/4)

- HIC開口部に近接する作業では、通常時装備に加え近接作業時の装備を用意

通常時装備	近接作業時用装備
<ul style="list-style-type: none"> ・ 電動ファン式全面マスク ・ カバーオール ・ ゴム手袋 (三重) ・ 長靴 ・ APD (胸部) ・ ガラスバッジ (胸部) ・ 頭用ガラスバッジ (水晶体) ・ 足用バッジ (末端部) 	<p>左記に以下の装備を追加</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アノラック上下 ・ アクリルフェイスシールド(1cm厚) (高線量HICの移し替え作業より使用) ・ β線遮蔽手袋 ・ β線遮蔽スーツ ・ 可搬型アルミ製衝立遮蔽(5mm厚) ・ オフラインAPD(胸部)(遮蔽スーツ着用者のみ) <p>⇒ 作業状況に応じて使い分け(次頁参照)</p>

- アクリルフェイスシールドと可搬型アルミ製衝立遮蔽の材料の厚さは以下のように設定

ベータ線 (Y-90: E=2.28 [MeV]) の最大飛程R [g/cm²] と遮蔽材料の密度 [g/cm³] から、材料の必要最低厚さ[cm]を導出

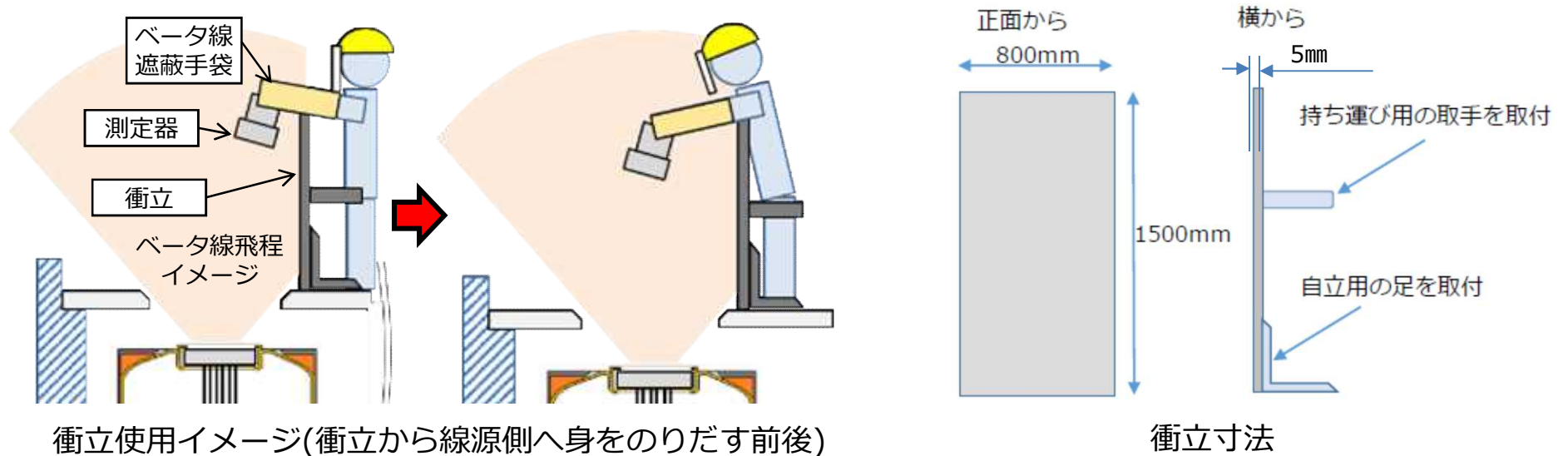
$$0.8 < E \text{ であるため } R[\text{g/cm}^2] = 0.542E[\text{MeV}] - 0.133 = 1.1$$

- ・ 材料がアクリル(密度 : 1.2g/cm³) のとき
 $1.1[\text{g/cm}^2] \div 1.2[\text{g/cm}^3] = 0.92 [\text{cm}]$
- ・ 材料がアルミ(密度 : 2.7g/cm³) のとき
 $1.1[\text{g/cm}^2] \div 2.7[\text{g/cm}^3] = 0.41 [\text{cm}]$

4-2. 汚染リスク対策【外部被ばく】(2/4)

- HIC開口部に近接する作業時、防護装備（β線遮蔽スーツ）による身体への負荷軽減を目的として、作業に干渉しない場合においてアルミ製の衝立(5mm厚)を使用

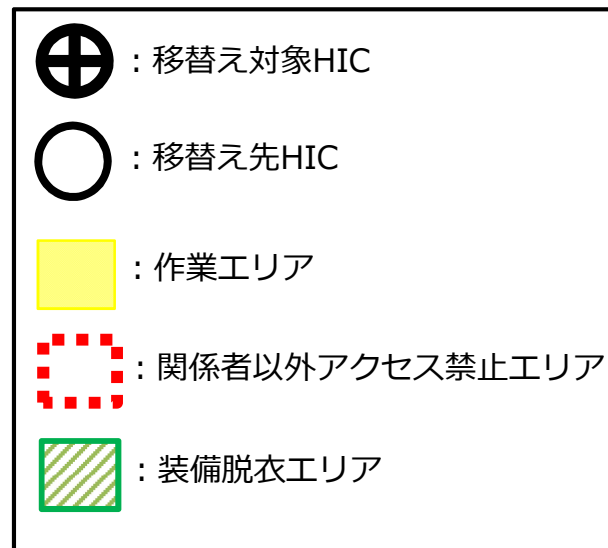
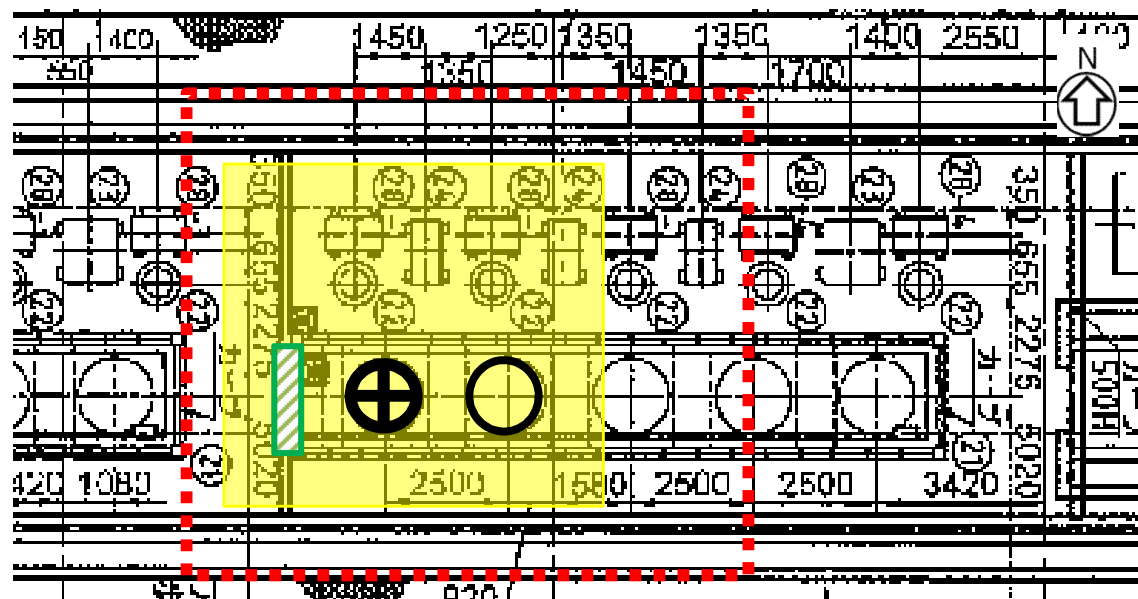
衝立から線源側へ身をのりだす際は、線源側の雰囲気線量当量率が作業ごとに定められた計画線量等量率以下であることを確認



- HIC近傍エリアにおける作業時、HIC開口に衝立等の遮蔽対策を取れずに接近する場合は、β線遮蔽スーツを着用
 - β線遮蔽スーツをアノラックの下に着用することでβ線(Sr-90,Y-90)の被ばく量が75%低減(カタログ値)
 - 実績が無い主要装備(β線遮蔽手袋)は装備越しの線量変化を測定して低減率をあらかじめ評価

4-2. 汚染リスク対策【外部被ばく】(3/4)

- 防護装備の脱衣は汚染拡大防止の観点から以下のように実施
 - 装備脱衣時は、作業中に付着した汚染水（スラリー）による身体汚染を防止する為、アノラックあるいはβ線遮蔽スーツ及びマスクの拭き上げを行い、汚染確認を実施してから装備脱衣補助員により脱衣
 - 装備脱衣は作業エリア内に設定された装備脱衣エリアで実施
 - 現場で脱衣後の装備や、除染のために使用して汚染された物品については二重のポリ袋に封入のうえ、β線量が高い廃棄物として管理



増設ALPS建屋 HIC払い出しエリア部
作業エリア内 装備脱衣箇所図

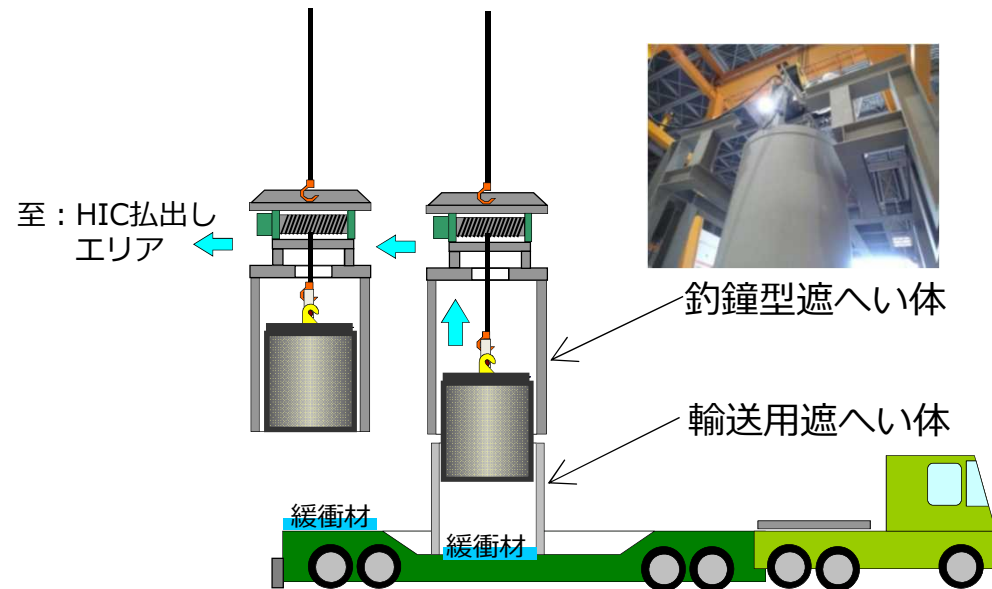
4-2. 汚染リスク対策【外部被ばく】(4/4)

- ①-b スラリー移替え元HICの移動、④-b 移替え元・移替え先HICの払い出しにおける外部被ばく対策
- HICの使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設・第三施設）～増設多核種除去設備間の屋外移動時は、輸送用遮へい体に格納のうえ低床トレーラで輸送
- 増設多核種除去設備でのHICの移動は、施設内の作業員の被ばく防止のためにHICを釣鐘型遮へい体に格納しクレーンにて移動



輸送用遮へい体

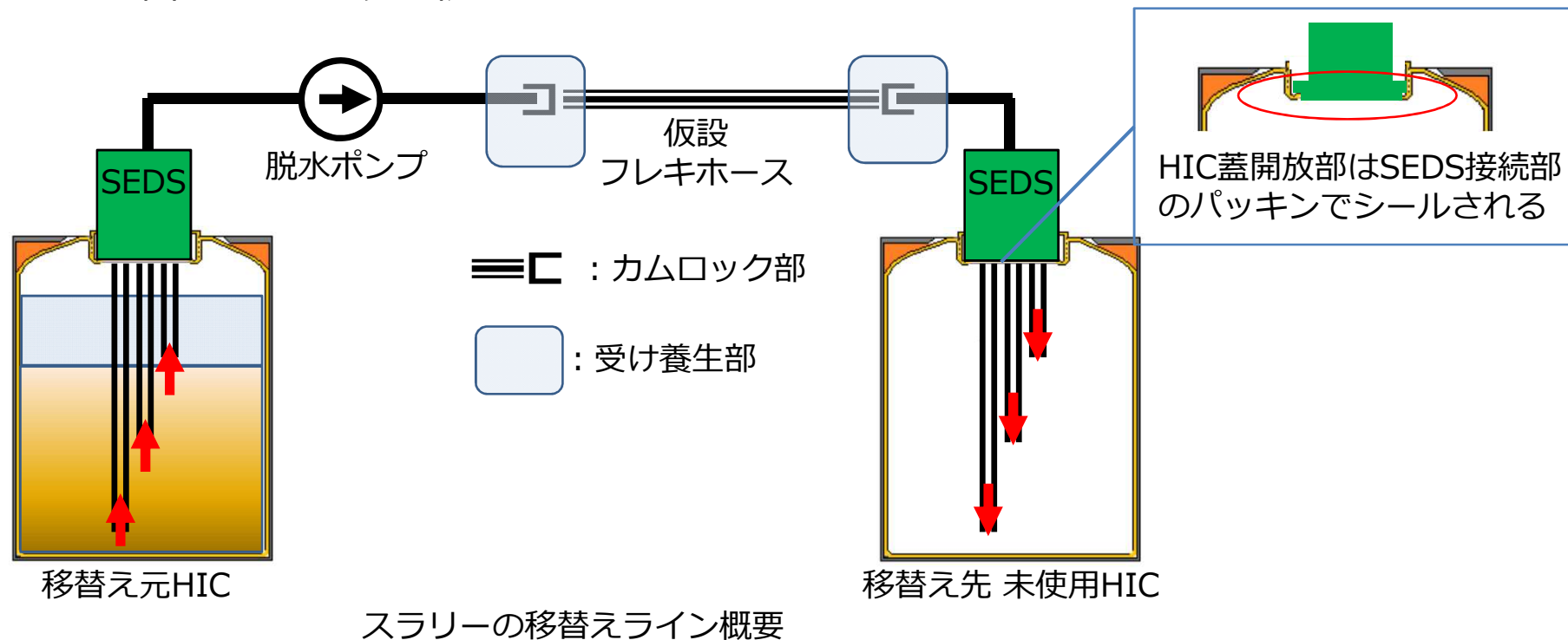
輸送用遮へい体、低床トレーラ



増設多核種除去設備建屋内でのHIC移動

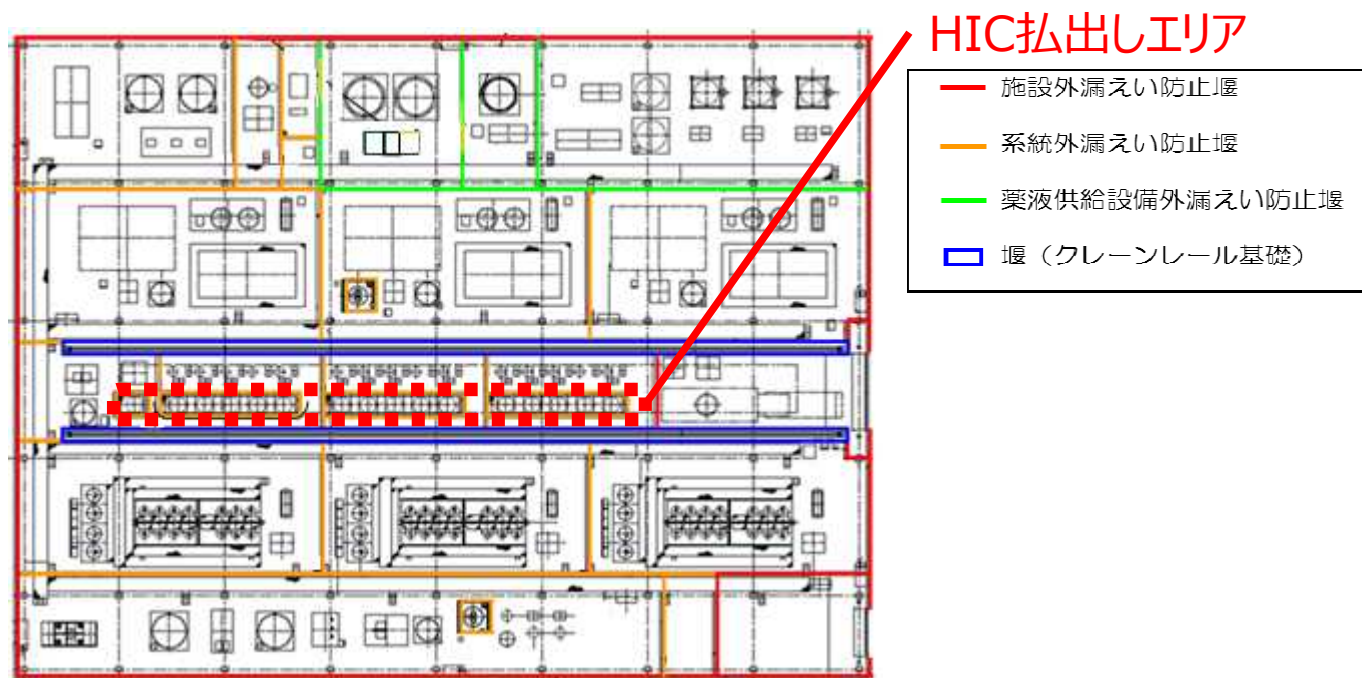
③-c SEDSによるスラリー移替えにおける漏えい対策

- スラリー移送用の仮設ラインからの漏えい対策は以下の通り
 - 漏えい防止の観点から、仮設フレキホース接続前にカムロック部パッキンを目視点検し、異常がないことを確認
 - カムロック部は袋養生し、移送中は漏えいが無いかを監視
 - 移送完了後、SEDS配管内はフラッシングとエアブローを行うことで作業エリアの雰囲気線量の上昇を防止



4-3. 汚染リスク対策【漏えい】(2/5)

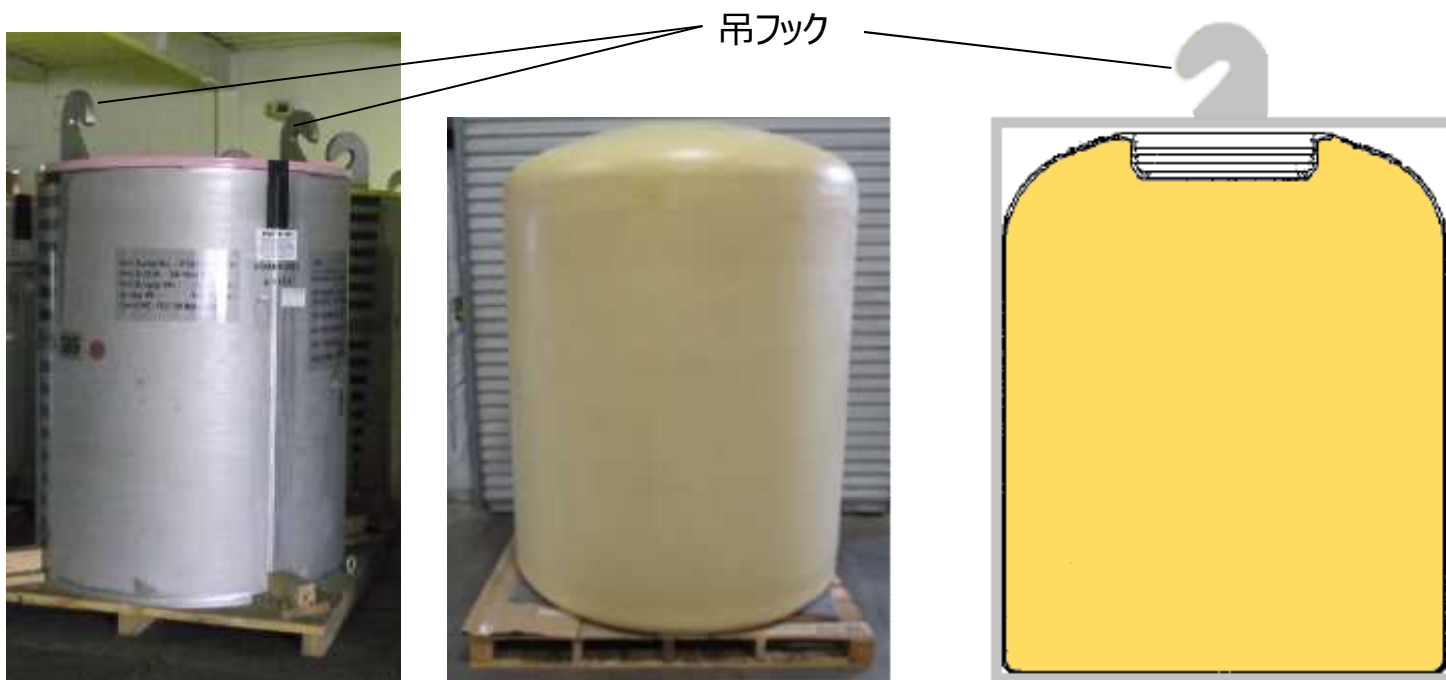
- 作業を行うエリアは、増設ALPS建屋内の系統外漏えい防止堰・施設外漏えい防止堰内であり、エリア自体が建屋床下ピット（ピット内に漏えい検知設置済み）に設けられていることから、万一、漏えいが発生した場合も漏えい物は堰内に留まる



増設多核種除去設備
建屋内堰配置概要図

4-3. 汚染リスク対策【漏えい】(3/5)

- ①-c スラリー移替え元HICの移動、④-c 移替え元・移替え先HICの払い出しにおける漏えい防止対策
- HICのクレーンによる移動時は、ステンレス製の補強体に取り付けられた吊フックをクレーンで持ち上げるため、内部のポリエチレンの照射劣化の影響はない



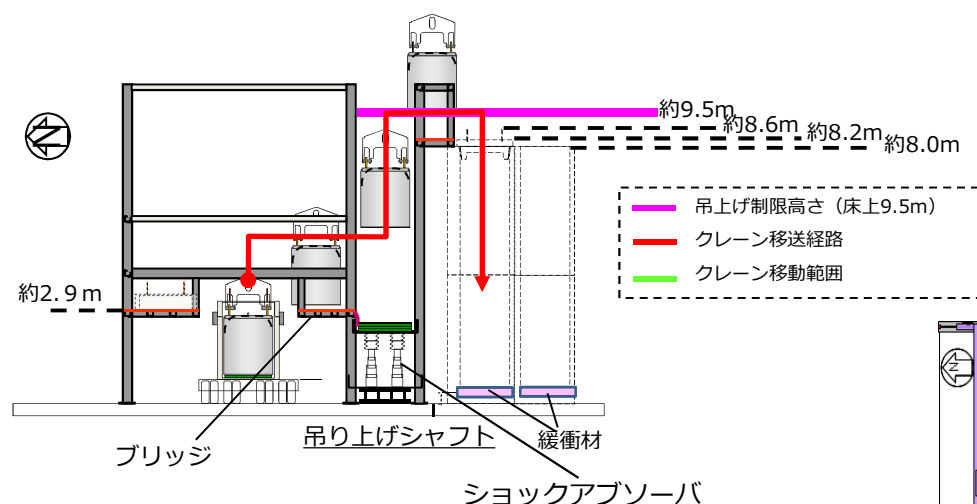
HIC外観（右はステンレス製の補強体取付け前の状態）

HIC補強体収容時のイメージ

4-3. 汚染リスク対策【漏えい】(4/5)

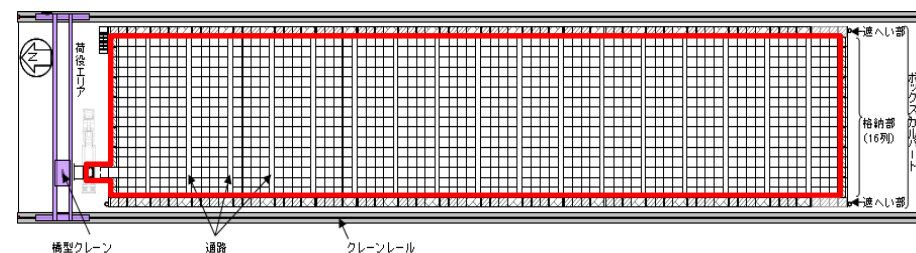
■ クレーンによるHIC移動時の落下防止対策

- ✓ クレーンによるHICの取扱時は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設及び増設多核種除去設備建屋内のクレーン作業は、操作者に加え、専任監視員を配置
- ✓ HICの落下に備えて吊上げ高さ・移動範囲を制限



HICの落下試験（放射線影響を受けていない条件）で健全性が確認で来ている最大落下高さが9.5m以下（緩衝材上）となるよう吊上げ高さを制限

使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）
における吊り上げ高さ制限



使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）
におけるHIC移動範囲の制限

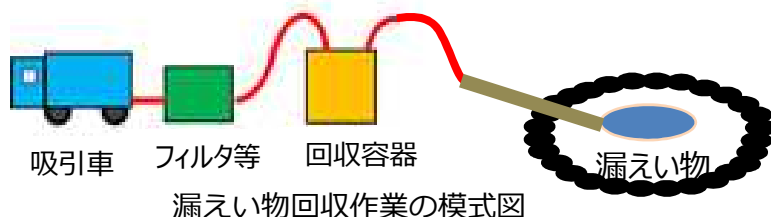
4-3. 汚染リスク対策【漏えい】(5/5)

■ クレーン移動時の落下による内容物漏えい拡大防止対策

- 万一、HICが落下し内容物の漏えいに至った場合は、吸引車を用いて漏えいスラリーを回収
- ボックスカルバート内外で漏えいした場合を想定し各1回/年の頻度で回収訓練を実施

① ボックスカルバート外での漏えい物回収

- ・ 漏えい拡大防止のため漏えい物の周囲に土嚢を設置、回収エリアを区画
- ・ 吸引車を使い漏えい物を回収

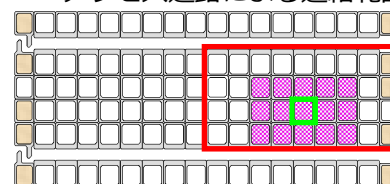


漏えい物回収訓練の様子

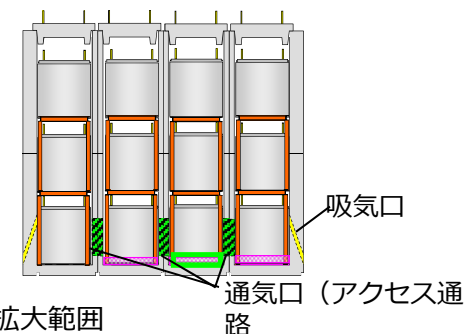
② ボックスカルバート内での漏えい物回収 (回収訓練は一時保管施設(第三施設)で実施)

- ・ 漏えいが発生した場合、漏えい物はボックスカルバート内に留まる
- ・ 漏えい箇所確認後、近隣のボックスカルバートからアクセスし吸引車を用いて、漏えい物を回収

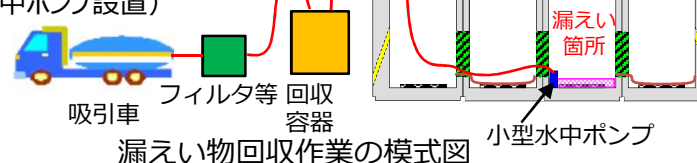
- 漏えい発生箇所
- 漏えい物の拡大範囲【最大】
(HIC1基が全量漏えいした場合)
- アクセス通路による連結範囲



HIC漏えい時の漏えい拡大範囲



訓練の様子
(小型水中ポンプ設置)

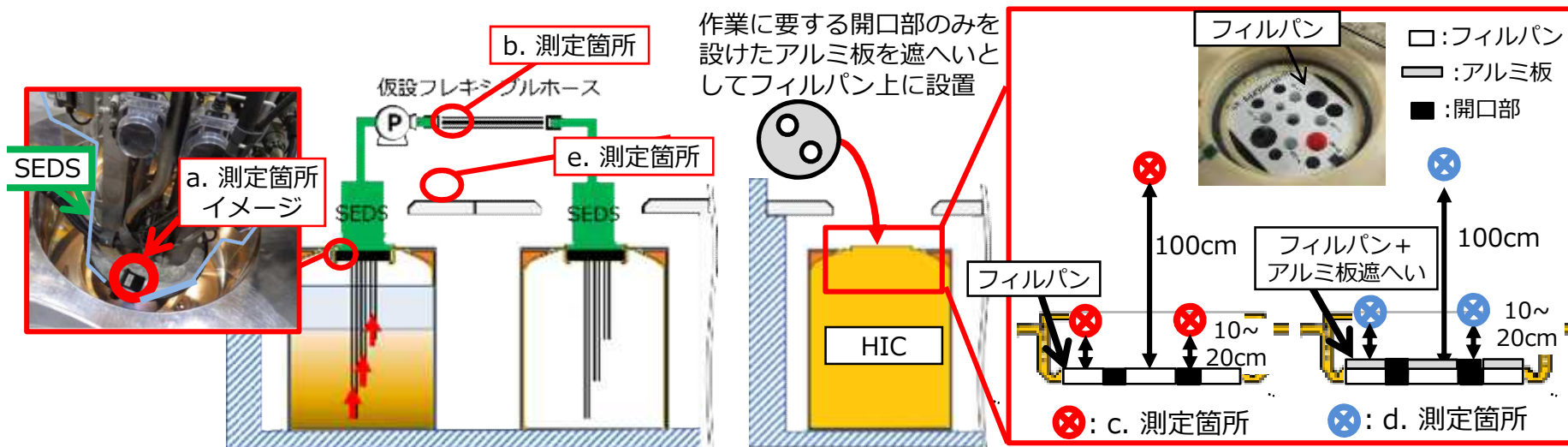


5. 移替え時の線量当量率とダスト濃度の測定(1/2)

■ SEDSによるスラリー移替え作業における線量当量率測定

スラリーに関するデータ拡充と被ばく線量管理のため、低線量HICの移替えでは以下の箇所で線量当量率を測定

測定箇所	使用計器	測定のタイミング	備考
a. SEDS上表面	電離箱 サーベイメータ (ICW, ICWBH, ICWBL)	・スラリー移替え開始前 ～スラリー移替え終了	・スラリー拔出し配管・排気管から極力離隔距離を確保した位置で測定 ・スラリー拔出の間は複数回、線量を測定&記録
b. 仮設フレキシブル ホース表面		同上	・スラリー拔出の間は複数回、線量を測定&記録
c. フィルパン上部		・スラリー移替え開始前	・フィルパン開口部と、非開口部の上方10~20cm(HICが床下ピットに格納されているため、測定者の手が届く範囲)で測定 ・フィルパン上方100cmで測定(被ばく線量管理用)
d. フィルパン 遮へい上部		同上	・フィルパン上部にアルミ板遮へい(5mm厚)を設置し、開口部と、非開口部の上方10~20cmで測定 ・フィルパン上部にアルミ板遮へいを設置した上方100cmで測定(被ばく線量管理用)
e. HIC開口部近傍		・スラリー移替え開始前 ～スラリー移替え終了	・スラリー拔出の間は複数回、線量を測定&記録



5. 移替え時の線量当量率とダスト濃度の測定(2/2)

SEDSによるスラリー移替え作業におけるダスト濃度測定

ダスト濃度管理とデータ拡充のため、低線量HICの移替えでは以下の箇所でダスト濃度を測定

No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b	作業エリア		
c	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	移替え作業前、作業中で 各1回測定
d-1	SEDS排気フィルタ出口 (スラリー移替え元)		
d-2	SEDS排気フィルタ出口 (スラリー移替え先)	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
e	局所排風機出口		

