

低線量HIC移替え作業（1基目）の状況 及び高線量HIC移替えに向けた対応方針

2021年11月22日

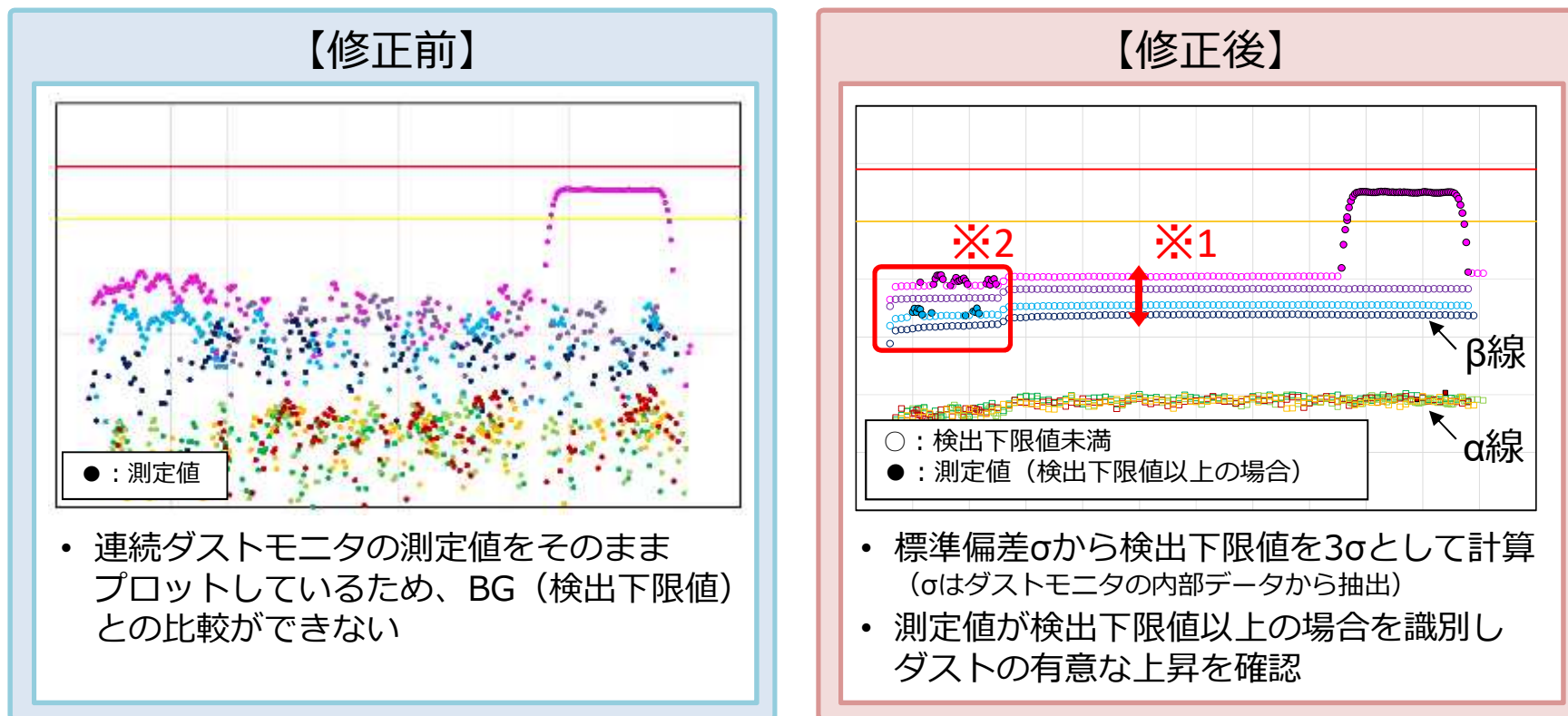


東京電力ホールディングス株式会社

1. 低線量HIC 1 基目移替え時のダスト濃度

1.1 連続ダストモニタのトレンドグラフ

- 第94回特定原子力施設監視・評価検討会でご説明した連続ダストモニタのトレンドグラフについて、検出下限値を示しダストの有意な上昇を確認

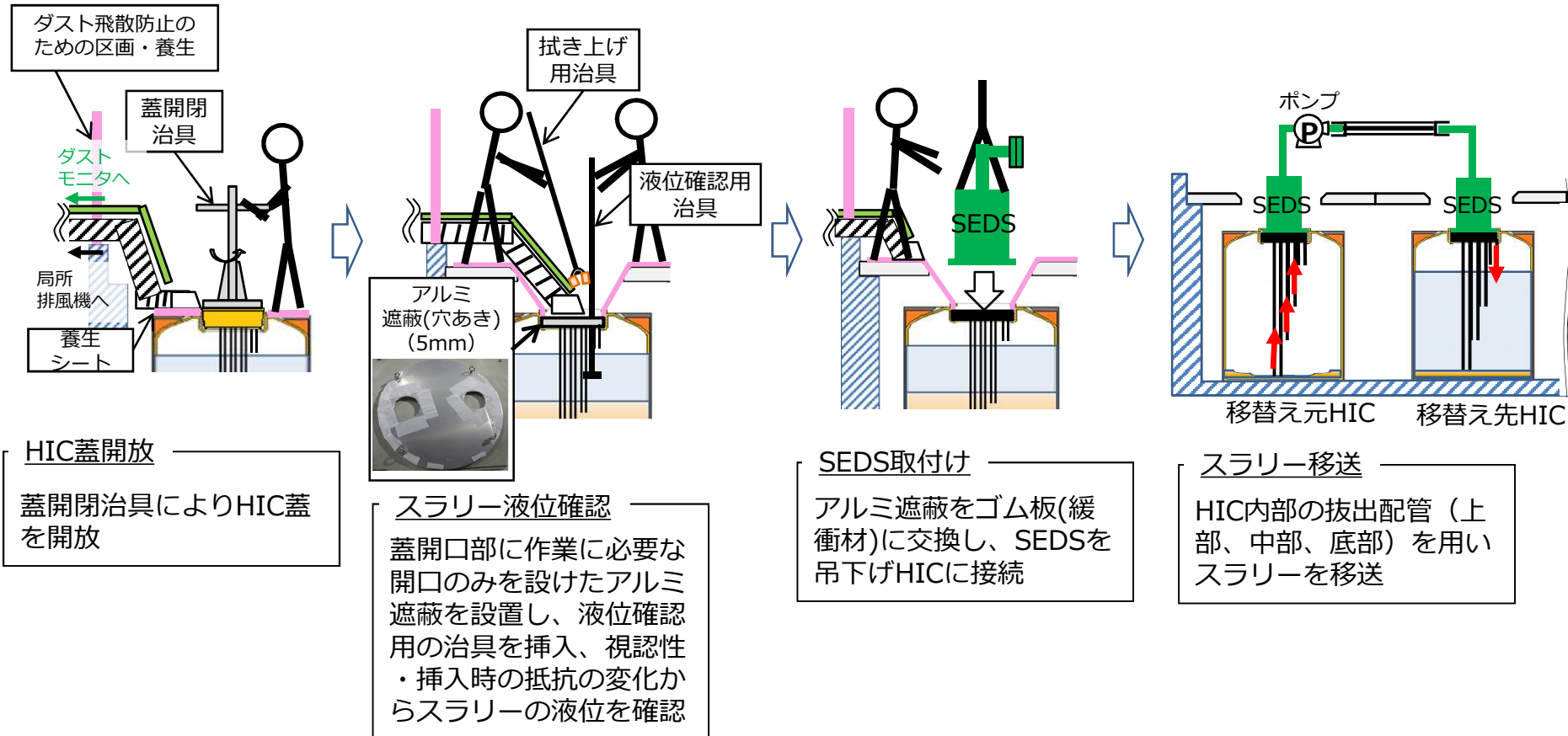


- ※1 ダストモニタの使用環境によって、通気ラインに汚染が蓄積した場合に検出下限値が上昇するため、モニタ毎にばらつきが生じる
- ※2 1時間の移動平均により放射能濃度を計算するため、起動後1時間以内は差分処理が行われず測定値にばらつきが生じる

1.2 低線量HIC1基目移替え作業内容

➤ 低線量HIC1基目移替え作業内容

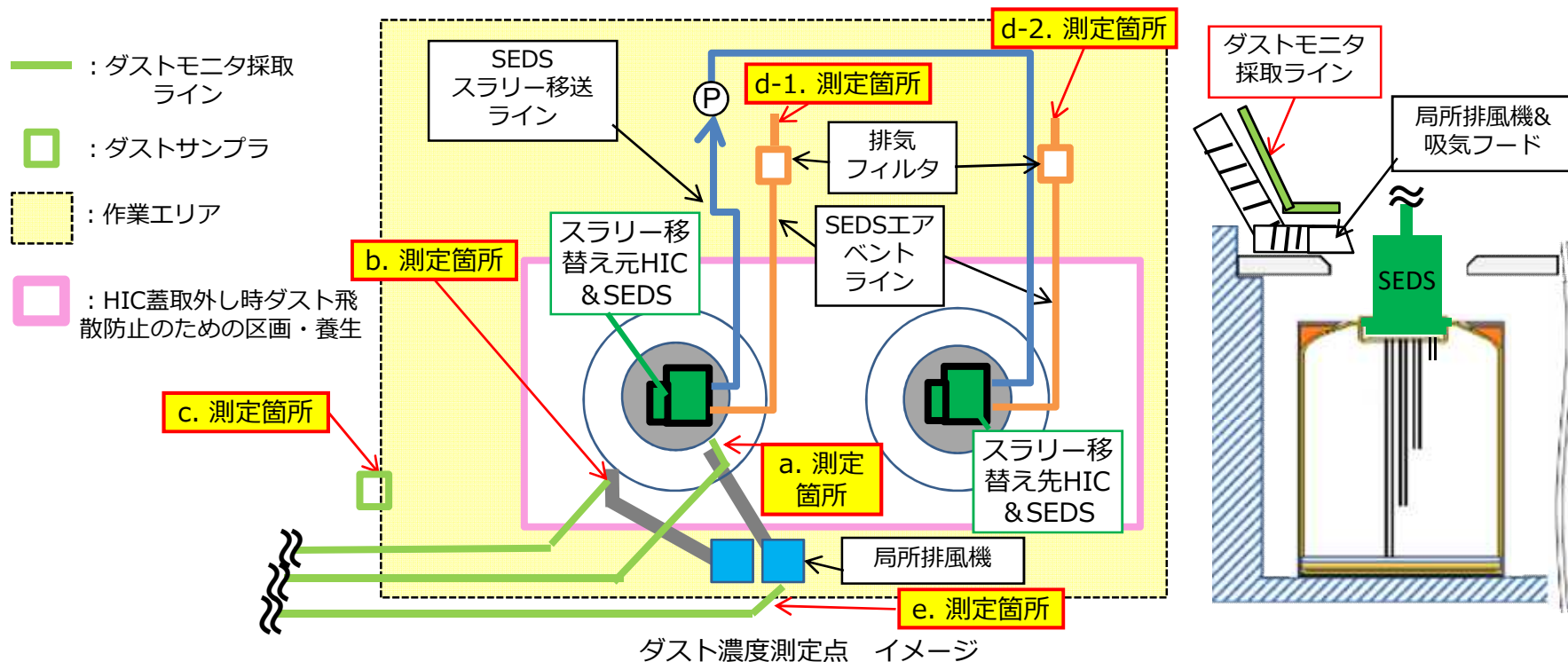
実施日	主な作業内容	備考
8/5	・ HICの移動 ・ HIC蓋取外し、取付け	
8/19	・ HIC蓋取外し ・ スラリー液位確認 ・ SEDS取付け	スラリー堆積厚さはHIC底部より10cm程度であることを確認
8/24	・ スラリー移送(HIC内上部側抜出配管使用)	
9/15	・ スラリー移送(HIC内中部、底部側抜出配管使用)	SEDSによるスラリー移替えを完了。 ただし、抜出配管の構造上底部2cm上までしか移送することができないためスラリーの一部は残留
9/28	・ SEDS取外し ・ HIC蓋取付け	



1.3 作業時のダスト濃度測定データ(1/9)

- 移替え準備作業(8/5)、液位確認(8/19)、移替え作業(HIC内上部側拔出配管使用)(8/24)では以下の箇所でダスト濃度を測定

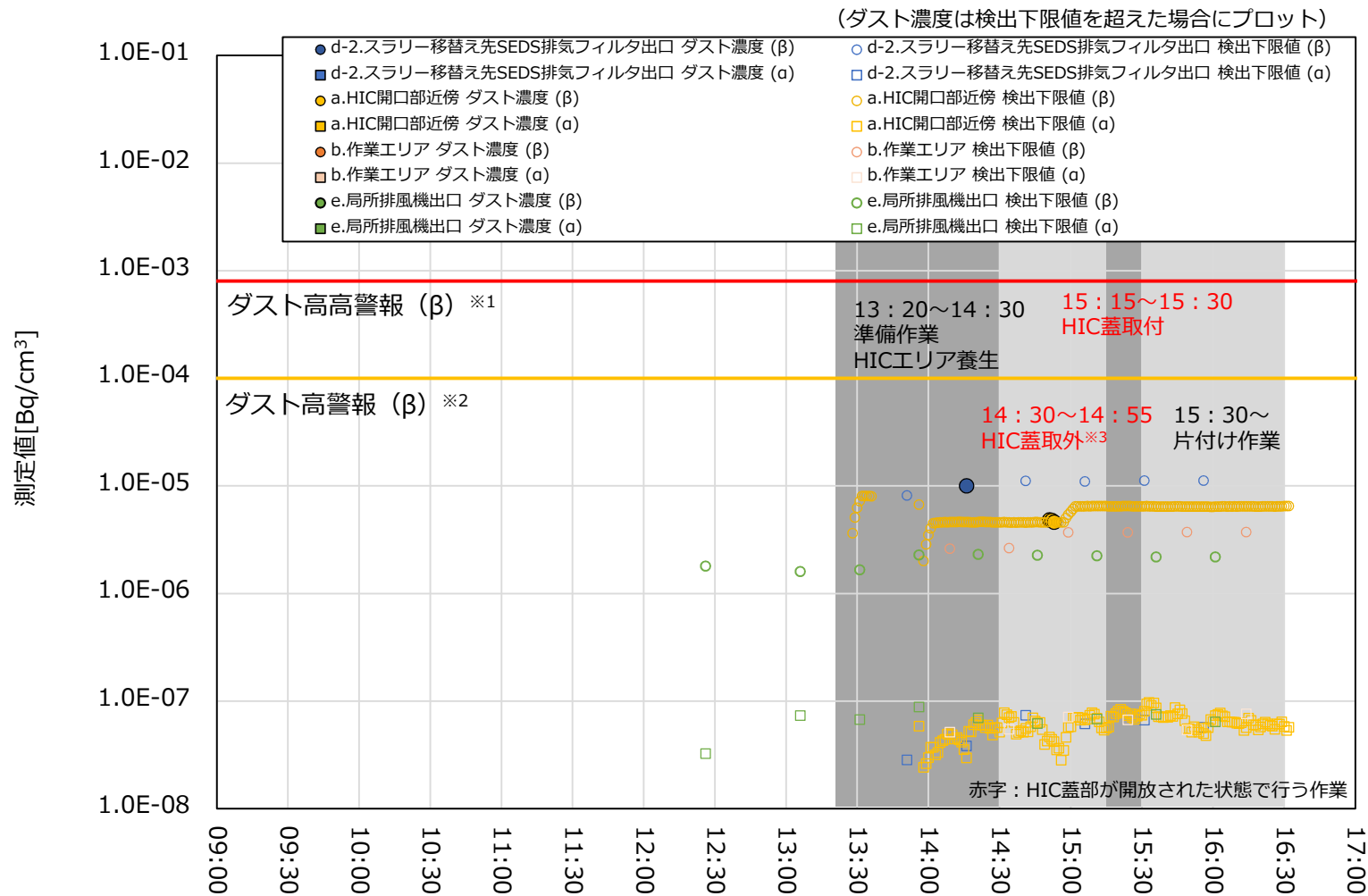
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b	作業エリア		
c	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	移替え作業前、作業中で 各1回測定
d-1	排気フィルタ出口 (スラリー移替え元)		
d-2	排気フィルタ出口 (スラリー移替え先)	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
e	局所排風機出口		



1.3 作業時のダスト濃度測定データ(2/9)

■ 8/5 移替え準備作業

- HICの蓋取り外し作業(HIC開放状態)におけるダスト濃度の有意な上昇は確認されなかった

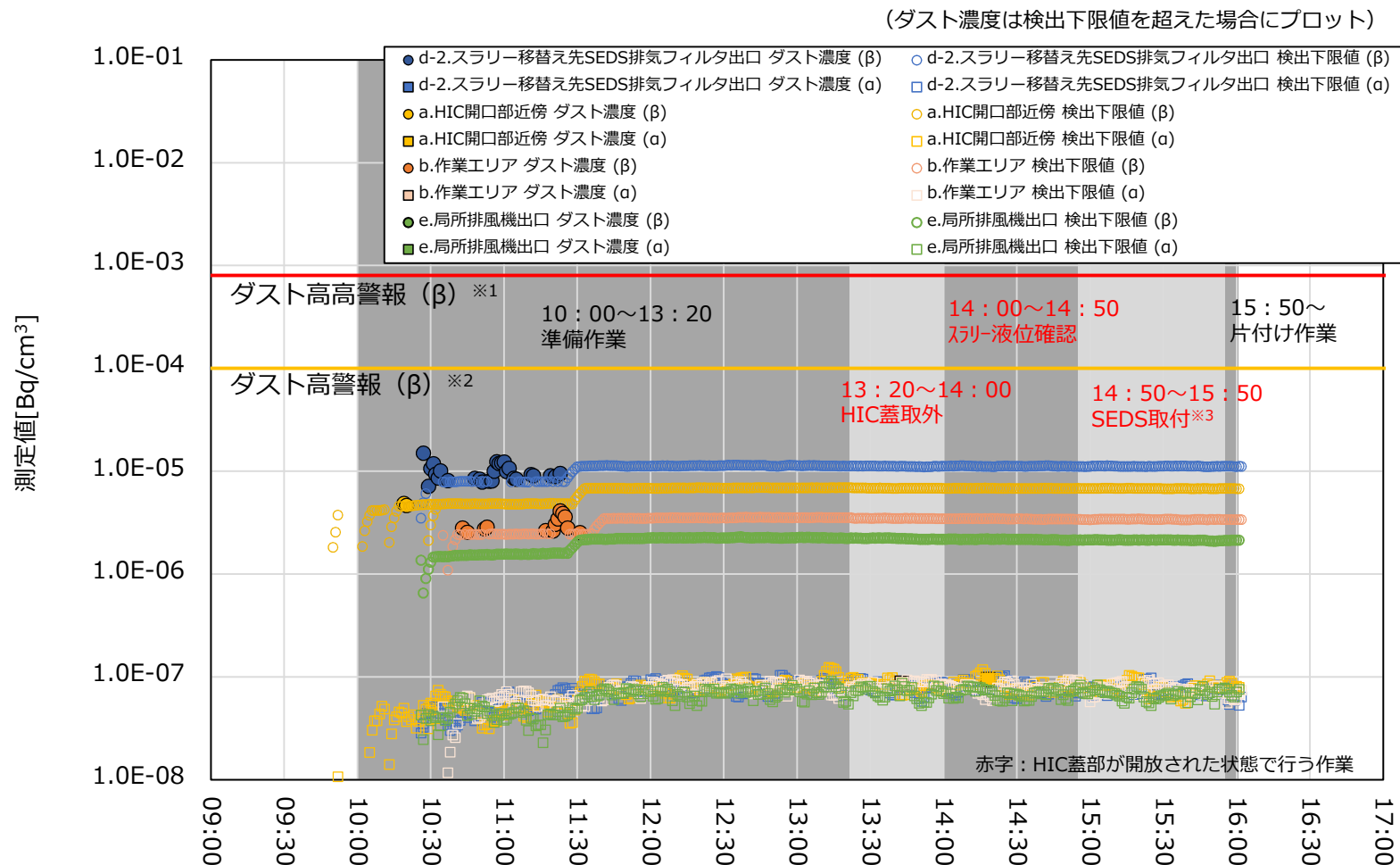


※1 8.0E-4Bq/cm³
 ※2 1.0E-4Bq/cm³
 ※3 熱中症発生により作業終了

1.3 作業時のダスト濃度測定データ(3/9)

8/19 液位確認作業

- HIC蓋取外し及び液位確認作業（HIC開放状態）において、ダスト濃度の有意な上昇は確認されなかった

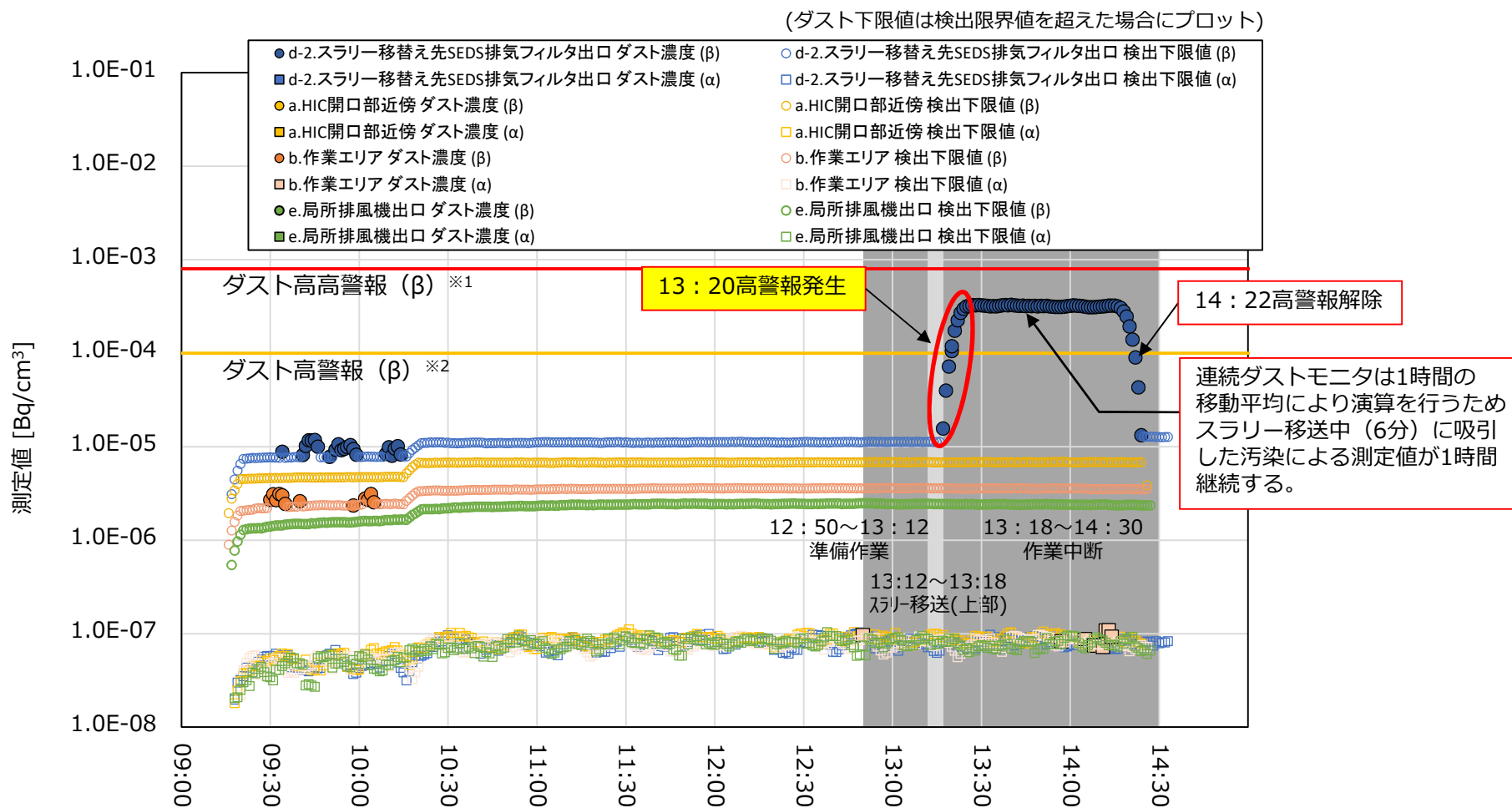


※1 8.0E-4 Bq/cm³
 ※2 1.0E-4 Bq/cm³
 ※3 SEDSとHICの接続不良に伴い、SEDS取付作業の途中で作業終了

1.3 作業時のダスト濃度測定データ(4/9)

■ 8/24 スラリー移替え作業

- SEDSによるスラリーの移送時に、排気フィルタの破損によるフィルタ出口のダスト濃度の上昇 ($3.0E-4Bq/cm^3$)が確認されたため、作業を中断
 - 移送停止の約2分前からダスト濃度上昇がみられ、停止後約2分で高警報が発報
- その他の連続ダストモニタでは有意なダスト濃度の上昇は確認されなかった。

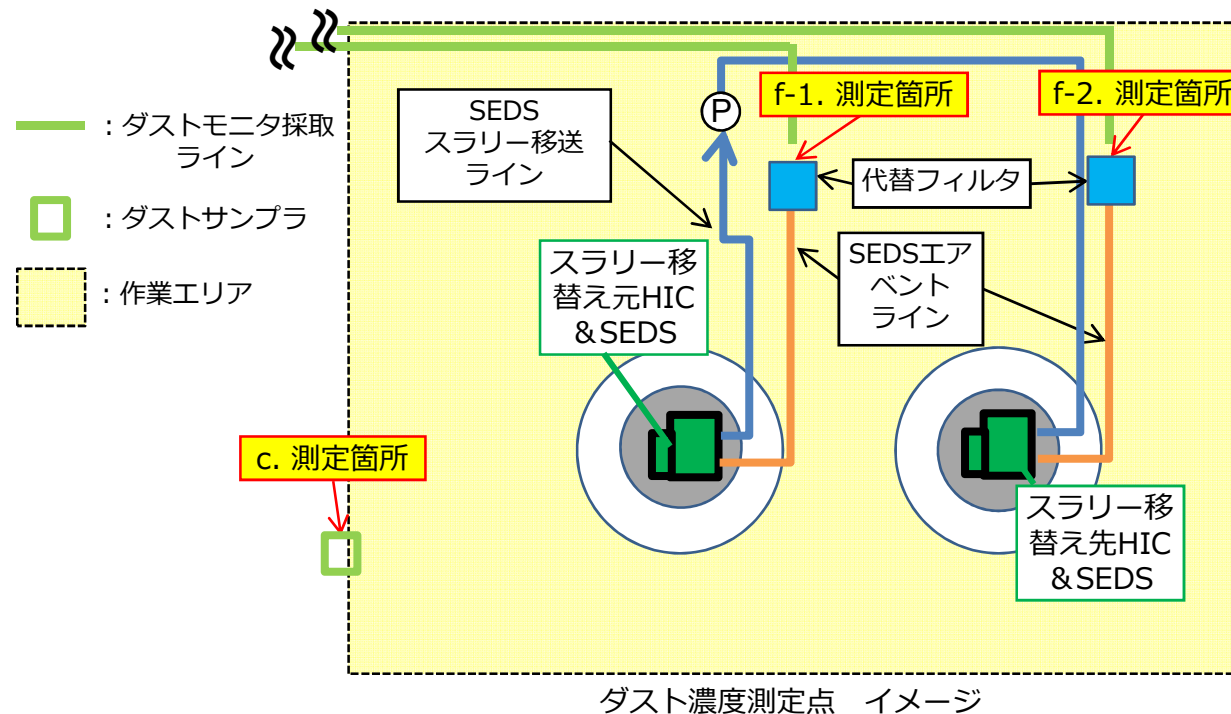


※1 $8.0E-4 Bq/cm^3$
 ※2 $1.0E-4 Bq/cm^3$

1.3 作業時のダスト濃度測定データ(5/9)

- 移替え作業(HIC内中部、底部側抜出配管使用)(9/15)では、SEDS取付に伴い測定箇所a、b、dおよびeの地点でダストが発生しないこと、排気フィルタ損傷により代替フィルタ設置をしたことから、以下の箇所でダスト濃度を測定

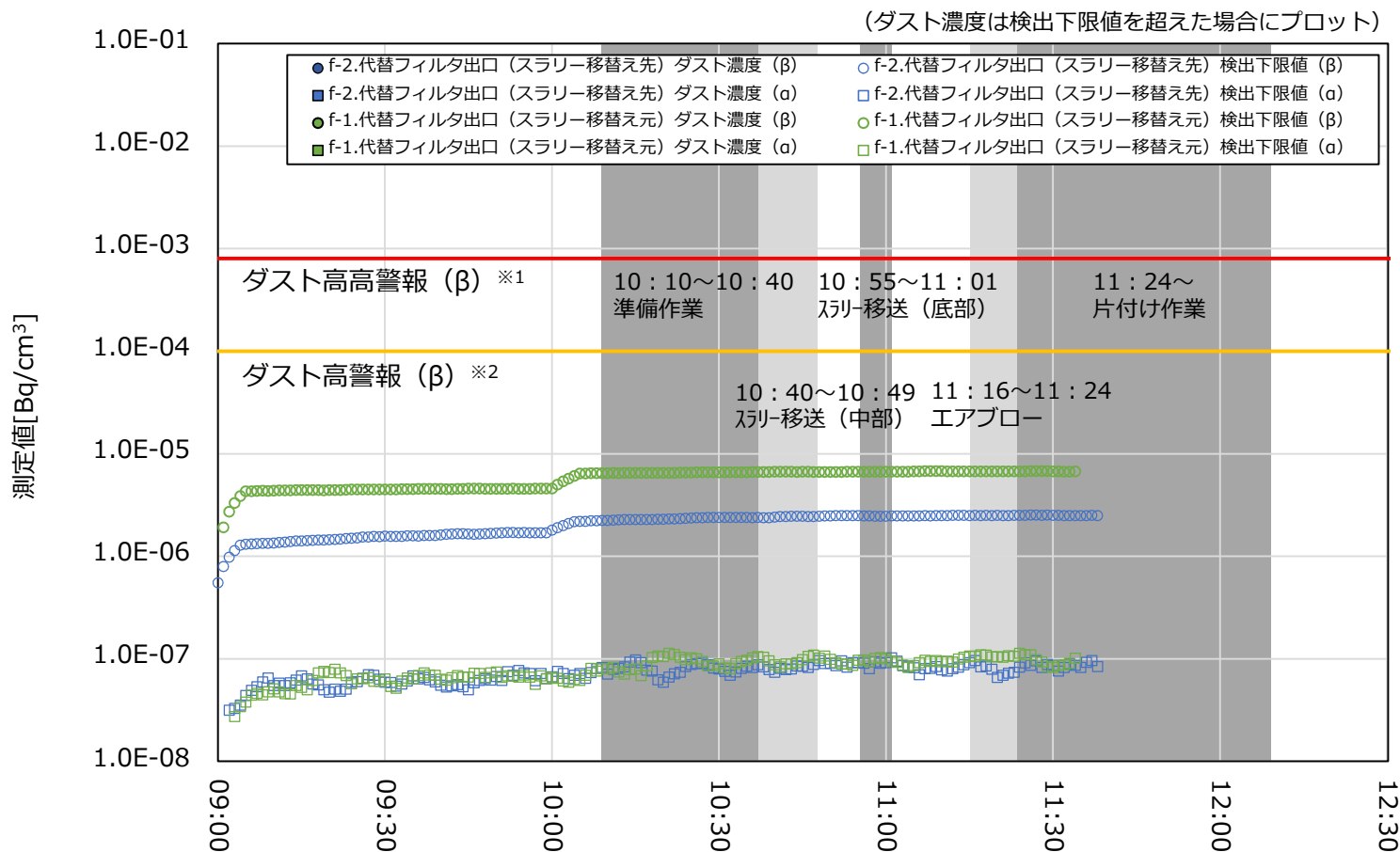
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
c	作業エリア境界	・ GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	各作業ステップで逐次測定
f-1	代替フィルタ出口 (スラリー移替え元)	・ 連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
f-2	代替フィルタ出口 (スラリー移替え先)		



1.3 作業時のダスト濃度測定データ(6/9)

■ 9/15 スラリー移替え作業

- SEDSによるスラリー移替え作業において、ダスト濃度の有意な上昇は確認されなかった

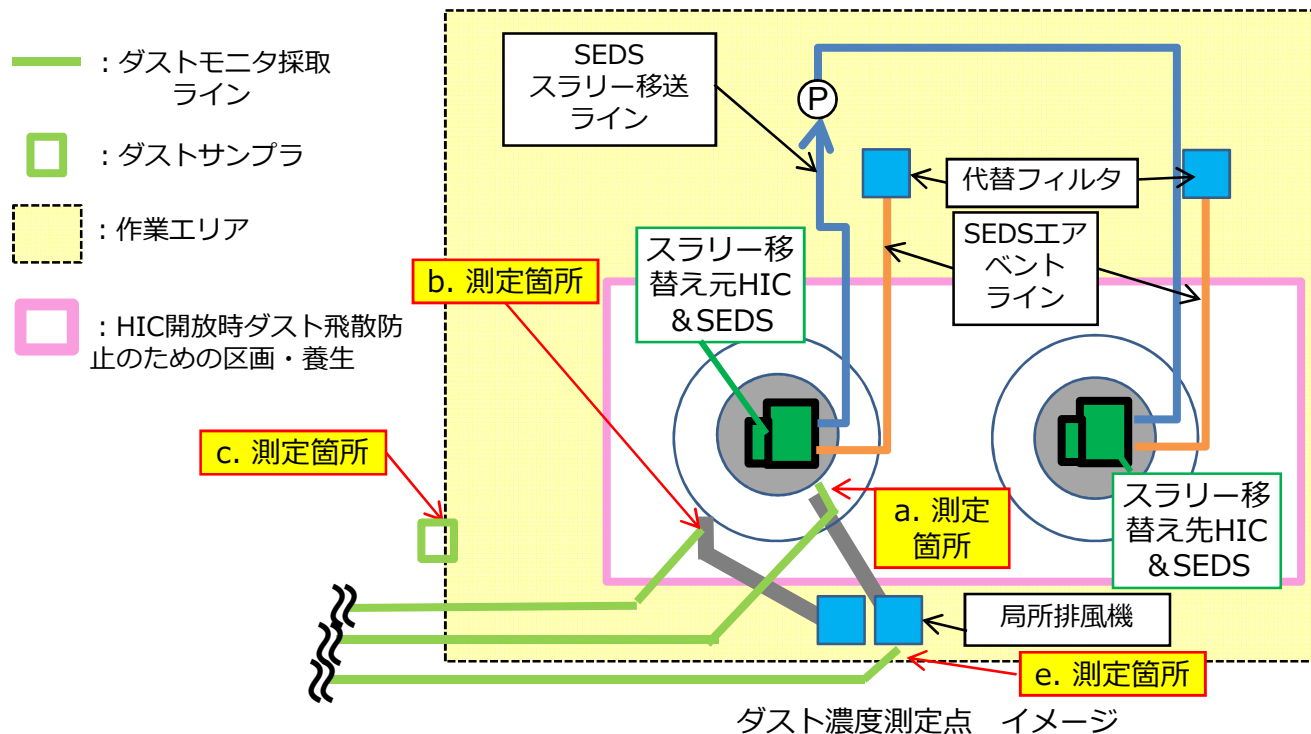


※1 8.0E-4 Bq/cm³
 ※2 1.0E-4 Bq/cm³

1.3 作業時のダスト濃度測定データ(7/9)

➤ SEDS取外、HIC蓋取付 (9/28)では、以下の箇所でダスト濃度を測定

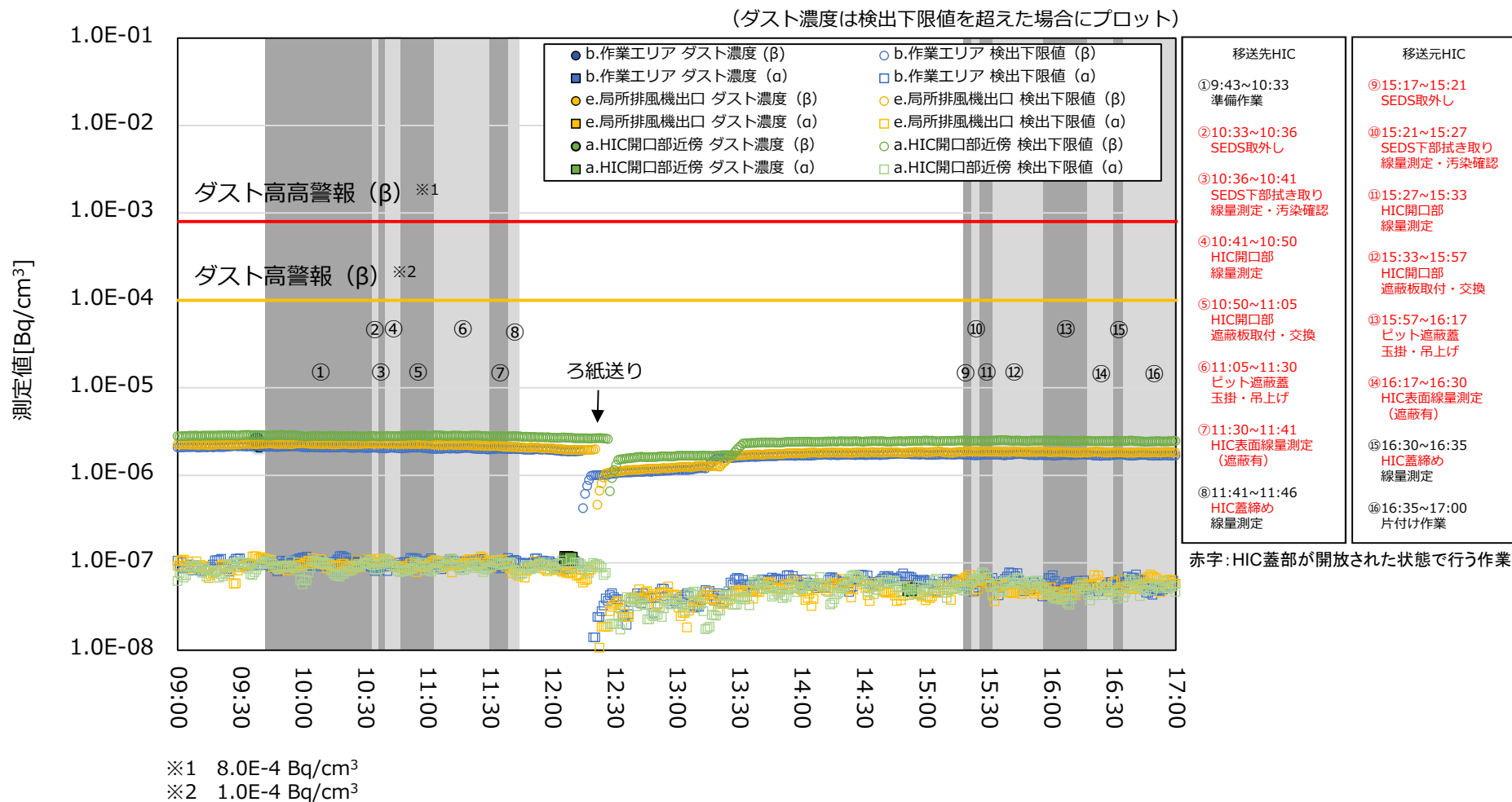
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b	作業エリア		
c	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	各作業ステップで逐次測定
e	局所排風機出口	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定



1.3 作業時のダスト濃度測定データ(8/9)

■ 9/28 SEDS取外し作業

- SEDSの取外し及びHICの蓋取付け作業において、ダスト濃度の有意な上昇は確認されなかった



1.3 作業時のダスト濃度測定データ(9/9)

第94回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

■ コードレスダストサンプラを用いたダスト測定では、有意なダスト濃度は確認されなかった。

【8/5 移替え準備作業】

ダスト測定箇所	測定機器	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)	作業前	12:40 ~ 12:50	12:55	<1.3E-5
d-1.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	・ F1-CDS-077	準備作業~HIC蓋取外	14:25 ~ 14:35	14:40	<1.3E-5

【8/19 液位確認作業】

ダスト測定箇所	測定機器	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)	準備作業~HIC蓋取外	13:18 ~ 13:28	13:35	<1.3E-5
d-1.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	・ F1-CDS-077	スラリー液位確認	14:05 ~ 14:15	14:30	<1.3E-5

【8/24 スラリー移替え作業】

ダスト測定箇所	測定機器	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)	スラリー移送中(上部)	13:10 ~ 13:20	13:23	<1.3E-5
d-1.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. 移替え先SEDS排気フィルタ出口 (袋養生外側)*	・ F1-CDS-077	作業中断中	13:46 ~ 13:56	13:59	<1.3E-5

* 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

【9/15 スラリー移替え作業】

ダスト測定箇所	測定機器	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)	準備作業中	10:15 ~ 10:25	10:27	<1.5E-5
		スラリー移送中(中部)	10:41 ~ 10:51	10:53	<1.5E-5
	・ F1-CDS-035 ・ F1-CDS-077	スラリー移送中(底部)	10:55 ~ 11:05	11:07	<1.5E-5
		配管内エアブロー中	11:16 ~ 11:26	11:28	<1.5E-5
		片付け作業中	11:59 ~ 12:09	12:11	<1.3E-5

【9/28 SEDS取外し作業】

ダスト測定箇所	測定機器	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	準備作業中	9:43 ~ 9:53	9:55	<1.6E-5
		移送先SEDS吊上げ中	10:29 ~ 10:39	10:41	<1.6E-5
		移送先HIC開口部遮蔽板取付・交換	10:53 ~ 11:03	11:06	<1.6E-5
		移送先HIC表面線量測定	11:30 ~ 11:40	11:43	<1.6E-5
		移送元SEDS吊上げ中	15:15 ~ 15:25	15:27	<1.6E-5
		移送元開口部遮蔽板取付・交換	15:37 ~ 15:47	15:49	<1.6E-5
		移送元HIC表面線量測定	16:17 ~ 16:27	16:29	<1.6E-5
		片付け作業中	16:34 ~ 16:44	16:46	<1.6E-5

- HIC蓋開放前のダスト濃度と開放時のフィルパン近傍のダスト濃度は、ほとんどが検出下限値未満であり、排気フィルタの損傷によるスラリー移送時の上昇を除き、蓋開放によるダスト濃度の上昇は確認されていない。
- SEDSの排気フィルタ損傷により排気フィルタ出口のダスト濃度がおよそ $3.0E-04\text{Bq/cm}^3$ に上昇していることから、HIC内部から外部へ空気の移動がある状況では、内部のダストが排気フィルタを通じた気流により外部へ移行すると推定。なお、損傷した排気フィルタを代替フィルタに取替えた後は、フィルタ出口でのダスト上昇はなく、内部のダストは代替フィルタで捕集されている。

2. 高線量HICの移替えに向けた対応

2.1 高線量HIC移替えに向けた対応

- 積算吸収線量5,000kGyを超過している高線量HICについては、落下等によるスラリー漏えいリスク低減のため、健全性を確保していく必要があるが、スラリーはSr-90濃度が高く、性状が把握できていないことから、スラリー性状や作業時の安全対策の妥当性を確認して進めていく計画。
- 低線量HIC 2 基目は、低線量HIC 1 基目で開口部近傍での線量当量率が低かったため、よりSr-90濃度が高いHICで線量やダスト濃度データを拡充し、被ばく線量を精緻化したうえで高線量HICの移替え作業における安全対策の妥当性を確認していく。なお、必要に応じて、データの更なる拡充のため、低線量HICを追加して実施していく。
- 高線量HICについては、作業員の被ばく低減の観点から、安全対策の妥当性を確認しながら、Sr-90濃度の低いHICから移替えを実施していく。
- 安全対策を実施したうえで作業エリアが高線量（目安として作業エリア全体が1mSv/hを超える）となる場合、作業員の被ばく低減の観点から、遠隔装置等を活用していく。高線量となる主な作業は、蓋の開閉作業であり、この作業の遠隔化を検討する。高いダスト濃度に関しては、作業エリアの無人化・閉空間での作業を検討する。
- 遠隔装置等の運用開始までは、積算吸収線量の高いHICの漏えい防止や拡大防止措置等の代替措置も検討していく。

	シリアルNo.	保管施設への格納年月日	HIC補強体表面線量率最大値(mSv/h)	収納時Sr-90濃度(Bq/cm ³) ^{※2}	HIC開口部上部1mの線量当量率	
					1cm線量当量率(mSv/h)	70μm線量当量率(mSv/h)
低線量HIC1基目	PO641180-215	2014/6/1	0.00604	4.23E+04	0.007	0.04
低線量HIC2基目	PO653765-498	2016/2/2	0.574	4.02E+06	0.31 (推定)	3.2 (推定)
高線量HIC (Sr-90濃度が最も高いもの)	PO646393-182	2014/11/1	13.24	9.31E+07	7.1 (推定)	74 (推定)

※2 IRID/JAEAの実スラリー分析データより求めた7.0E+06 Bq/cm³ per mSv/hを使用

➤ 低線量HIC2基目移替え作業

Sr-90濃度が高いHICでデータ採取し被ばく線量を精緻化、高線量HICのダスト影響を評価するためのデータ採取のため、低線量HIC2基目の移替えを実施する。

➤ 低線量HIC2基目移替え時の作業ステップ

- ①HIC移動（使用済みセシウム吸着塔一時保管施設⇒増設ALPS）
- ②準備作業（作業用ハウス設置等）
- ③HICの蓋開放（開口部線量測定を含む）
- ④SEDS取付け
- ⑤SEDSによるスラリー移送
- ⑥SEDS取外し作業（開口部線量測定を含む）
- ⑦HIC内部調査（ダスト測定、線量当量率測定等）
- ⑧HICの蓋閉止
- ⑨HIC移動（増設ALPS⇒使用済みセシウム吸着塔一時保管施設）

赤字は、HIC蓋部が開放された状態で行う作業

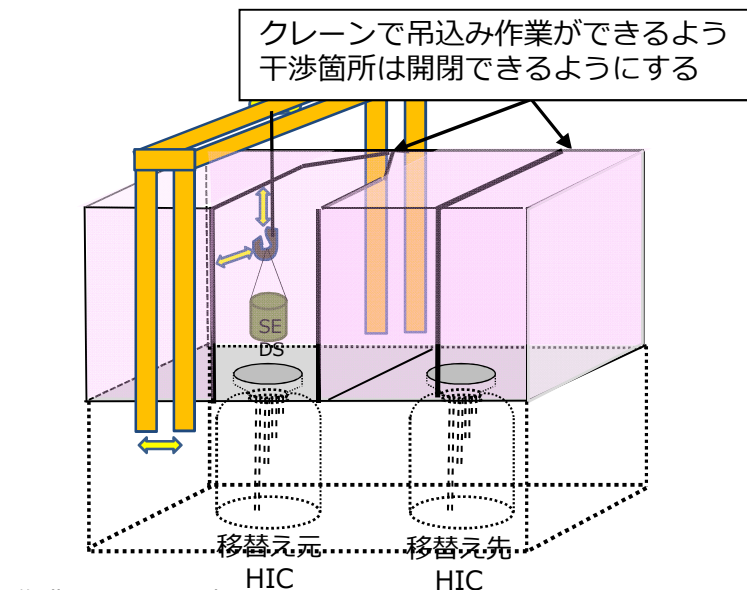
2.3 低線量HIC2基目移替え作業時の安全対策

➤ ダスト対策

- HIC内部からのダストの舞上りを抑制するため、HICの蓋開放後は開口部を遮蔽板で閉止
- ダストが作業エリア内に舞い上がった場合に備え、局所排風機をHIC蓋開口部近傍と作業用ハウス内に設置
- HICの蓋を開放して行う作業は、作業用ハウス内で実施【低線量HIC2基目以降の追加対策】
- HIC蓋を開放して行う作業では作業用ハウス内のダスト濃度を連続ダストモニタにて測定し、高警報値（ $1.0E-4 \text{ Bq/cm}^3$ ）を超える場合は作業を中断

➤ 被ばく対策

- HICの蓋開放後は開口部を遮蔽板で閉止
- HICの蓋を開放時では、治具を用い開口部から離隔距離を確保し、HIC近接作業時用装備に水晶体被ばく防止のためのアクリルフェイスシールドを採用【低線量HIC2基目以降の追加対策】



作業用ハウスの概要

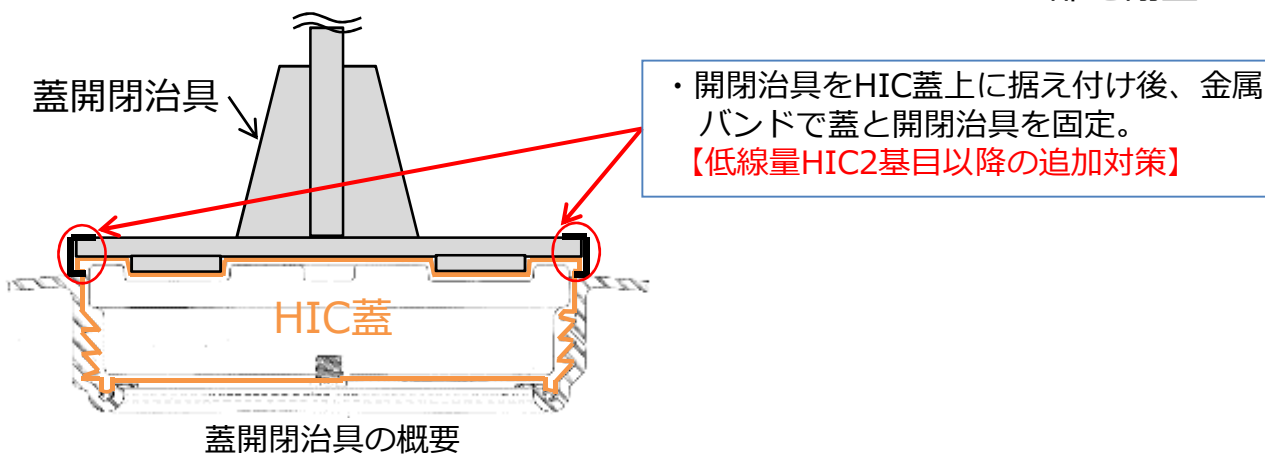
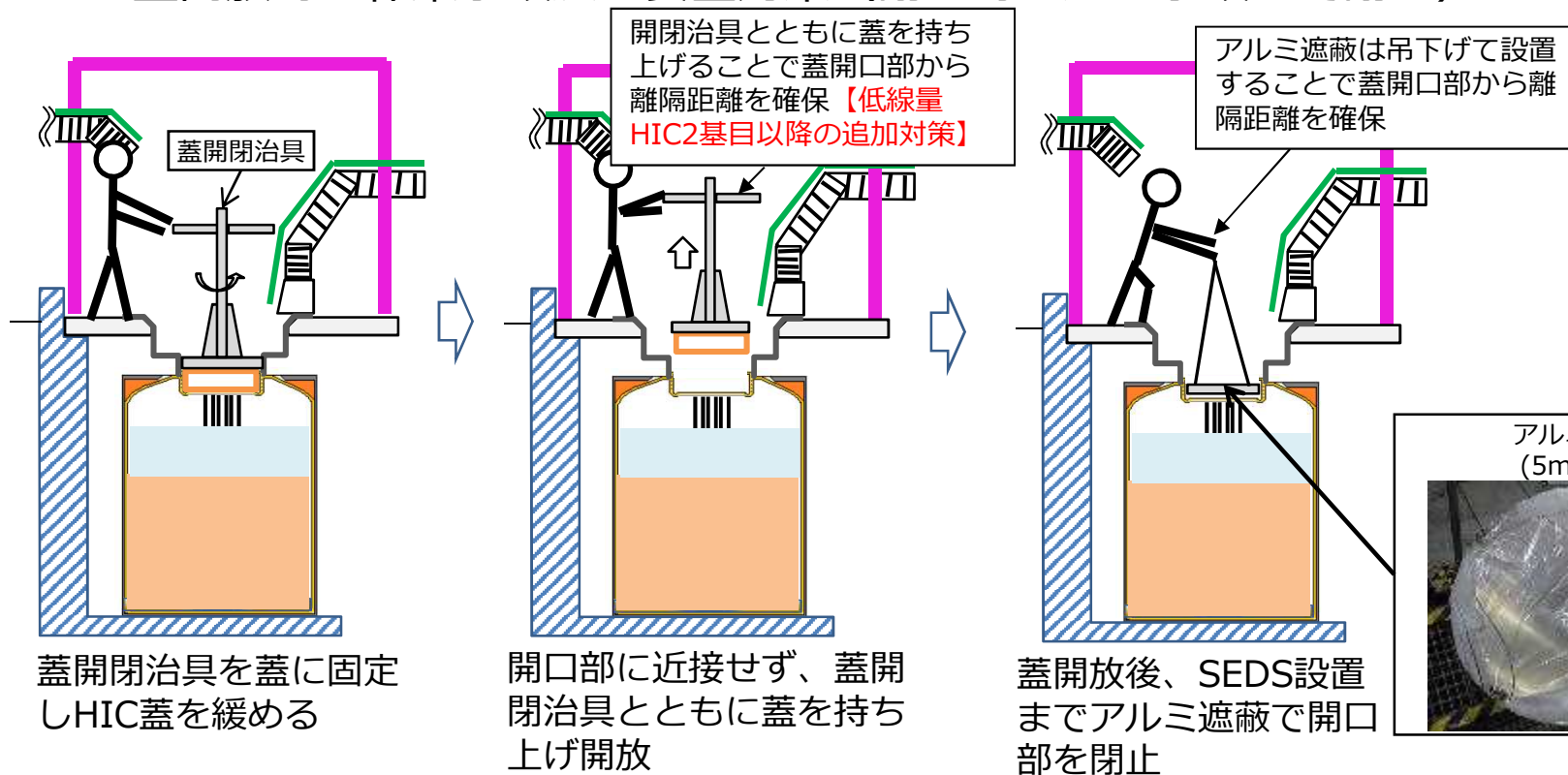
- 約 $5.3\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m} = 21\text{m}^3$
- 局所排風機（排気量 $9\text{m}^3/\text{min}$ ）×2台設置により外部へのダスト飛散を抑制

HIC近接作業時用装備

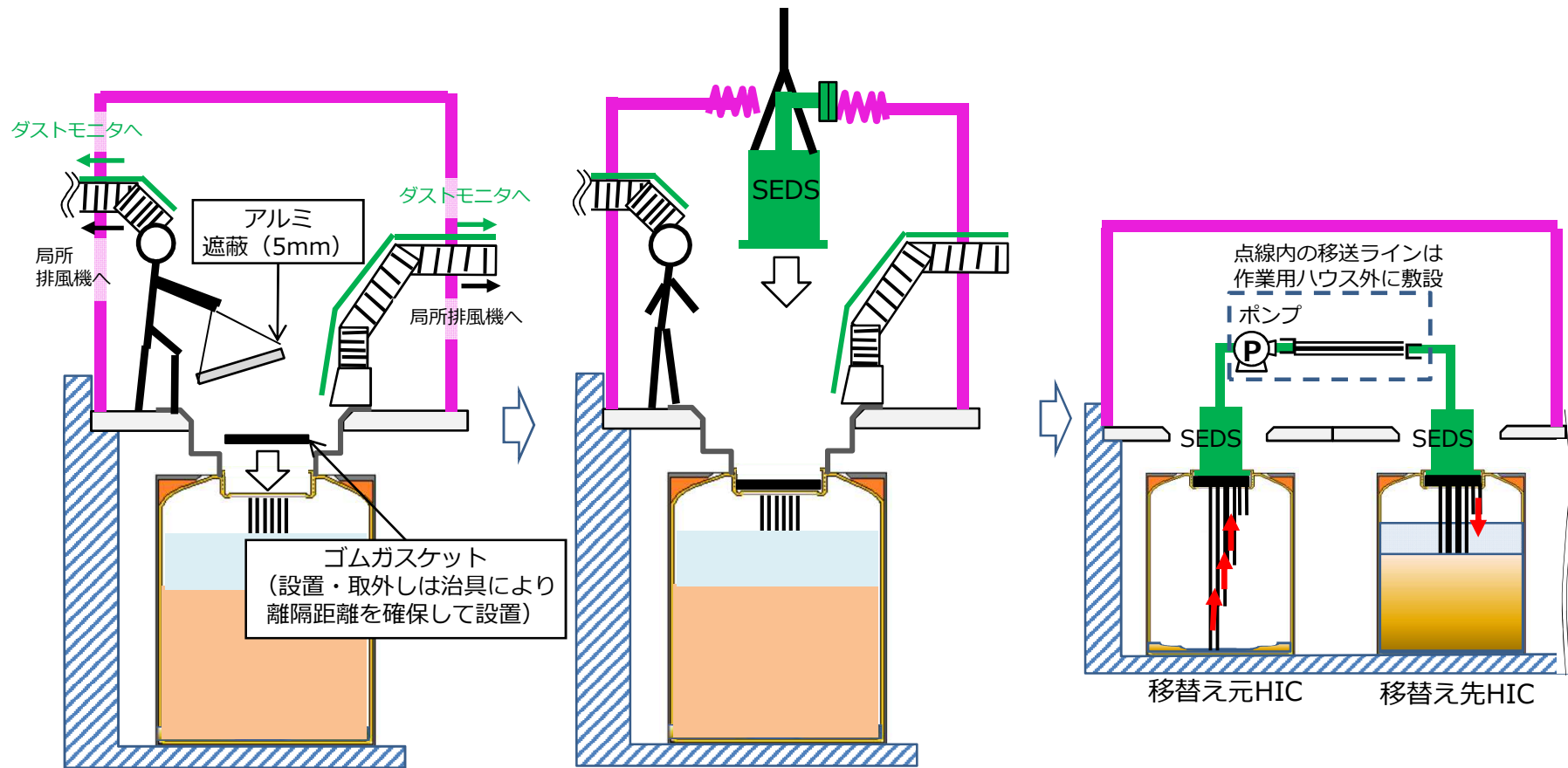
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 電動ファン式全面マスク • カバーオール • ゴム手袋（三重） • 長靴 • APD（胸部） • ガラスバッジ（胸部） • 頭用ガラスバッジ（水晶体） • 足用バッジ（末端部） | <ul style="list-style-type: none"> • リングバッチ • アノロック上下 • β線遮蔽手袋 • β線遮蔽スーツ • オフラインAPD(胸部)
(遮蔽スーツ着用者のみ) • アクリルフェイスシールド
(1cm厚)【低線量HIC2基
目の追加対策】 |
|---|---|

2.3 低線量HIC2基目移替え作業時の安全対策（HIC蓋開放・HIC蓋閉止） **TEPCO**

➤ HIC蓋開放時の作業手順及び安全対策（閉止時は逆の手順にて閉止）



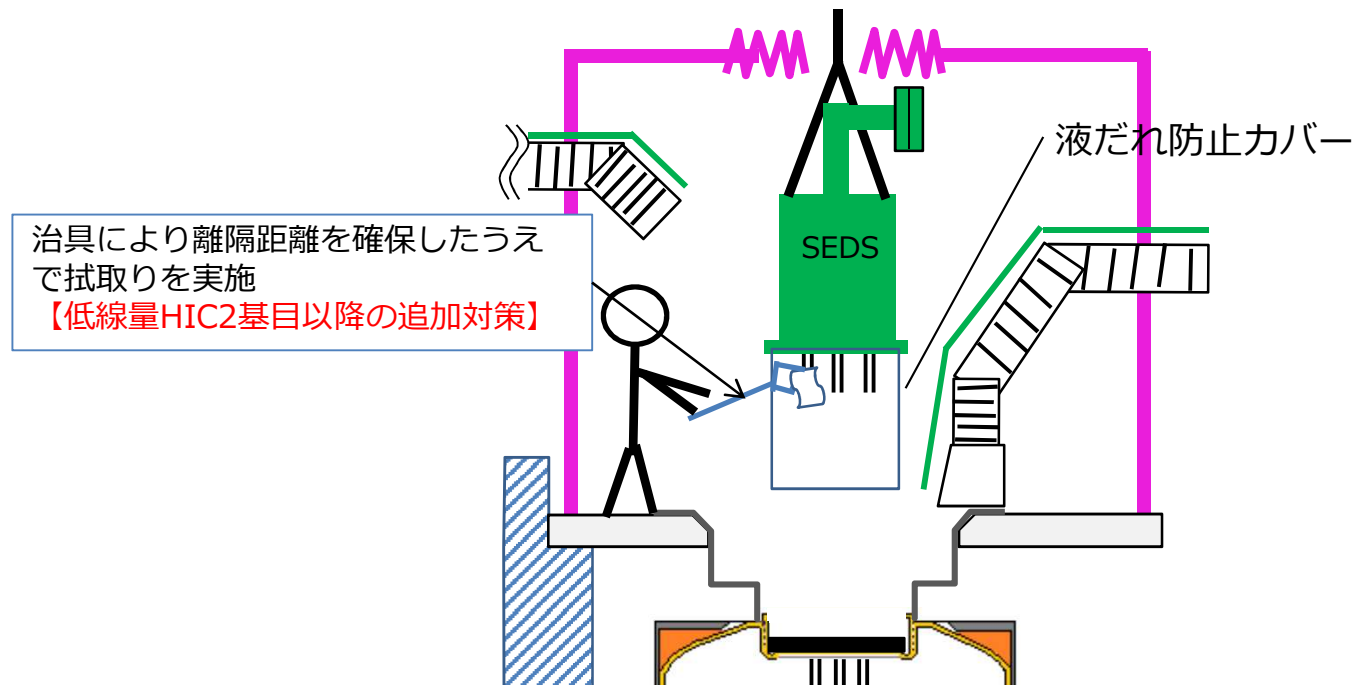
2.3 低線量HIC2基目移替え作業時の安全対策（SEDS取付け）



アルミ遮蔽をゴム板（SEDS 設置時の緩衝材）に交換

SEDSをクレーンにより 吊込み、設置

移送用ホースを接続し、 HIC内部の拔出配管（上部、中部、底部）を用い スラリーを移送

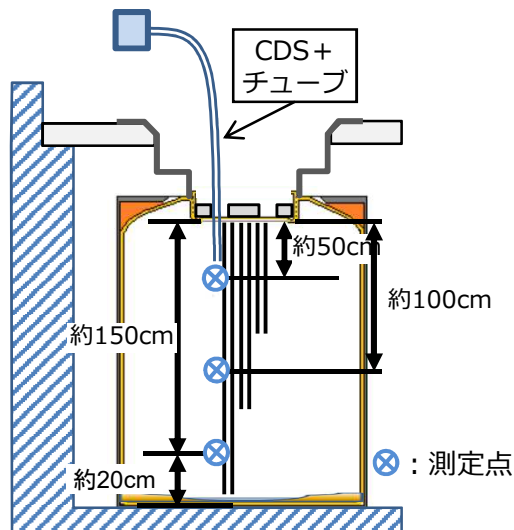


- SEDSから離隔距離を確保したうえで治具を用いて、液だれ防止カバーの隙間からSEDS底部をふき取る

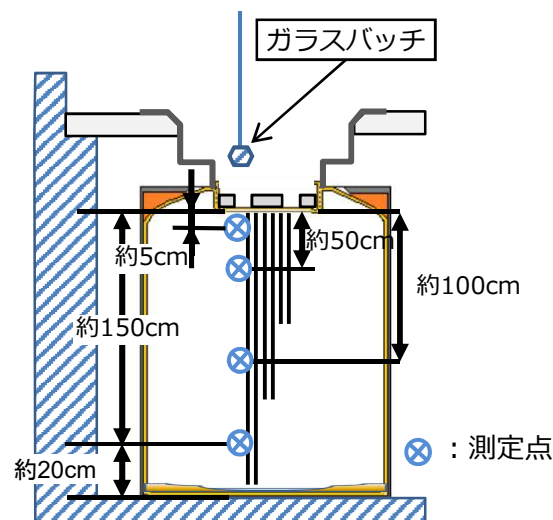
2.4 低線量HIC2基目移替え作業時の内部調査

➤ 内部調査項目（低線量HIC 1基目においても同項目を実施）

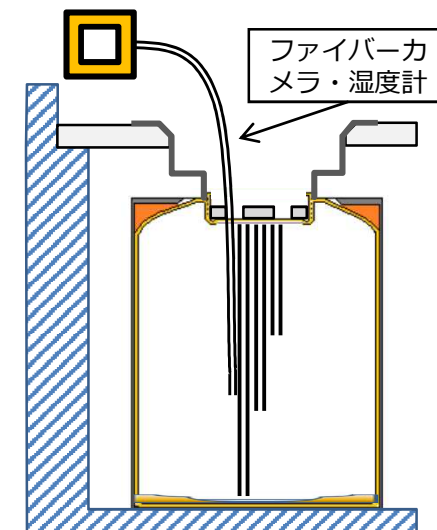
追加調査項目	目的	調査方法
HIC内部のダスト測定	<ul style="list-style-type: none"> 高さ方向3点でダストを採取・分析し、ダストに含まれる核種および濃度分布を確認。 低線量HICの濃度分布の相関から高線量HIC内部のダスト濃度を推定。 	コードレスダストサンプラ(CDS)の吸気口にチューブを取付け、移替え元HIC内の底部、中部、上部のダストを採取。
HIC内部の線量当量率測定	<ul style="list-style-type: none"> 高さ方向4点で線量を測定することで、底部に残存したスラリーから生じる放射線量とダスト濃度との相関を確認、高線量HIC内部のダスト濃度を推定。 	ガラスバッジをHIC内に一定時間挿入し、HIC内の底部、中部、上部、開口部近傍の線量を測定。
HIC内部の確認	<ul style="list-style-type: none"> HIC内部のスラリーの状態（底部の状況、HIC内壁面への付着状況）、湿度を調査。 	移替え元HICの内部にファイバーカメラ・湿度計を挿入して確認。



HIC内部のダスト
測定イメージ



HIC内部の線量当量率
測定イメージ



HIC内部の確認
イメージ

2.5 低線量HIC2基目移替え時の被ばく量（1/3）

- 低線量HIC 1 基目移替え作業での空間線量の測定結果及び作業時間等から低線量HIC2基目で高線量となると予想されるHIC蓋を開放して行う作業での作業員被ばく量を推定（詳細は次ページ）。

作業員被ばく量（低線量HIC2基目）

作業項目	作業時間 (分)	実効線量 推定値(mSv)	等価線量 推定値(mSv)	
			水晶体	手
HIC蓋開放 (開口部線量測定を含む)	9	0.022	0.022	0.078
SEDS取付け	2	0.0060	0.0060	0.021
SEDS取外し	11	0.039	0.039	0.39
HIC内部調査	26	0.17	0.17	0.36
HIC蓋閉止	10	0.052	0.052	0.24

本作業でのAPD設定値： γ :0.8mSv, $\gamma + \beta$:5.0mSv

2.5 低線量HIC2基目移替え時の被ばく量 (2/3)

➤ 被ばく量推定の詳細(1/2)

低線量HIC 1 基目移替え作業時の空間線量当量率等から低線量2基目移替え時の空間線量当量率を算出し、作業時間及び
 装備の防護係数を考慮し実効線量、等価線量（水晶体、手）を推定

作業項目	作業内容	① 作業時間 (分)	低線量1基目 空間線量当量率				低線量2基目 空間線量当量率 (mSv/h)		⑥ 装備の 防護係数		実効線量 推定値 (mSv) (①×④ ÷60÷⑥)	等価線量 推定値(mSv)	
			② バック グラウンド(BG) (mSv/h)		③ 空間線量当量率 (BG除く) (mSv/h)							水晶体 (①×④ ÷60÷ ⑥) ^{※1}	手 (①×⑤÷60÷⑥)
			1cm線量 当量率	70μm線 量当量率	1cm線量 当量率	70μm線 量当量率	④1cm 線量 当量率 (②+③ ×Sr90濃度 比)	⑤70μm 線量 当量率 (②+③ ×Sr90濃 度比)	1cm 線量 当量率	70μm 線量 当量率	1cm 線量 当量率	3mm 線量 当量率	70μm 線量 当量率
HIC蓋開放 (開口部線量 測定含む)	HIC蓋開放	5	0.0020	0.0030	0.0010	0.0080	0.18	1.4	1	2.27	0.015	0.015	0.052
	開口部 線量測定 (アルミ遮蔽なし)	2	0.0020	0.0030	0.0010	0.0080	0.18	1.4	1	2.27	0.0060	0.0060	0.021
	HIC開口部 線量測定 (アルミ遮蔽あり)	2	0.0025	0.0030	0.0001	0.0020	0.020	0.36	1	2.27	0.00068	0.00068	0.0053
SEDS取付け	SEDS取付け	2	0.0020	0.0030	0.0010	0.0080	0.18	1.4	1	2.27	0.0060	0.0060	0.021
SEDS取外し	SEDS吊上げ	5	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	0.31	3.2	1	2.27	0.026	0.026	0.12
	SEDS底部 拭取り	4	-	-	-	-	0.096 ^{※2}	6.9 ^{※2}	1	2.27	0.0064	0.0064	0.20
	SEDS底部 線量測定	1	-	-	-	-	0.096 ^{※2}	6.9 ^{※2}	1	2.27	0.0016	0.0016	0.050
	アルミ遮蔽設置	1	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	0.31	3.2	1	2.27	0.0052	0.0052	0.024

※1 アクリルフェイスシールドのアクリル厚さは1cmのためβ線を遮蔽するが、γ線の防護係数に係るエビデンスがないため、水晶体の等価線量は1cm線量当量率で評価

※2 SEDS底部はスラリーに接液はしておらず、ダストの付着により汚染される。よって、低線量2基目に収容しているスラリーをALPS設備から払出した際のSEDS底部の線量当量率を基に作業時の当該部からの離隔距離（20cm）を考慮し空間線量当量率を評価

2.5 低線量HIC2基目移替え時の被ばく量 (3/3)

➤ 被ばく量推定の詳細(2/2)

作業項目	作業内容	① 作業時間 (分)	低線量1基目 空間線量当量率				低線量2基目 空間線量当量率 (mSv/h)		⑥ 装備の 防護係数		実効線量 推定値 (mSv) (①×④ ÷60÷⑥)	等価線量 推定値(mSv)	
			② バック グラウンド(BG) (mSv/h)		③ 空間線量当量率 (BG除く) (mSv/h)							胸	手
			1cm線量 当量率	70μm線 量当量率	1cm線量 当量率	70μm線 量当量率	④1cm 線量 当量率 (②+③ ×Sr90濃度 比)	⑤70μm 線量 当量率 (②+③ ×Sr90濃 度比)	1cm 線量 当量率	70μm 線量 当量率	1cm 線量 当量率	3mm 線量 当量率	70μm 線量 当量率
HIC内部調査 (開口部線量 測定含む)	開口部線量測定	4	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	0.31	3.2	1	2.27	0.021	0.021	0.094
	HIC開口部線量測 定(アルミ遮蔽 (穴なし))	4	0.0020	0.0020	0.00024	0.00065	0.044	0.12	1	2.27	0.0029	0.0029	0.0034
	HIC開口部線量測 定(アルミ遮へい (穴あり))	2	0.0020	0.0020	0.0012	0.0055	0.21	0.98	1	2.27	0.0070	0.0070	0.014
	HIC 内部調査	16	0.0020	0.0020	0.0030	0.012	0.54	2.1	1	2.27	0.14	0.14	0.25
HIC蓋閉止	HIC蓋閉止	10	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	0.31	3.2	1	2.27	0.052	0.052	0.24

※1 アクリルフェイスシールドのアクリル厚さは1cmのためβ線を遮蔽するが、γ線の防護係数に係るエビデンスがないため、水晶体の等価線量は1cm線量当量率で評価

2.6 高線量HIC移替え時の作業ステップ

➤ 高線量HIC移替え時の作業ステップ

- ①HIC移動（使用済みセシウム吸着塔一時保管施設⇒増設ALPS）
- ②準備作業（作業用ハウス設置等）
- ③HICの蓋開放
- ④SEDS取付け
- ⑤SEDSによるスラリー移送
- ⑥SEDS取外し
- ⑦HICの蓋閉止
- ⑧HIC移動（増設ALPS⇒使用済みセシウム吸着塔一時保管施設）

赤字は、HIC蓋部が開放された状態で行う作業

※高線量HICでは、被ばく低減、作業エリアへのダスト飛散防止のため移替え作業のみ実施。

2.7 高線量HIC移替え時の安全対策

- 高線量HICの移替えでは低線量HIC 2 基目の安全対策を実施し、低線量HIC 2 基目移替え実績による被ばく評価・ダスト影響評価により追加の対策が必要となった場合は反映。
- また、SEDSの排気フィルタの損傷に伴い使用している代替フィルタについて、高線量HICの移替え作業ではダストの捕集率を向上のため2重化を予定。
 - 代替フィルタはプレフィルタの後段にHEPAフィルタが設けられており、排気フィルタの損傷要因となった湿分、エアブローによる圧力上昇を緩和する。低線量HIC 1 基目の移替え時にエアブローを行いHEPAフィルタが健全であることを確認済み。
 - 万一、スラリー移替え作業時のエアブローにより上流側の代替フィルタが損傷、下流側代替フィルタ出口のダスト濃度が高警報を超える濃度まで上昇した場合は、連続ダストモニタにより検知し速やかに作業を停止する。そのうえで、損傷した代替フィルタを交換する。

○代替フィルタの材質

プレフィルタ：ポリエステル・ナイロン

HEPAフィルタ：ガラスフィルター

2.8 高線量HIC移替え時の被ばく量（1/2）

- 低線量HIC 1 基目移替え作業での空間線量の測定結果及び作業時間等から高線量HIC移替え作業で高線量となると予想されるHIC蓋を開放して行う作業での作業員被ばく量を推定（詳細は次ページ）。
- 低線量HIC 2 基目の移替え時のデータを踏まえ、数値の精緻化を実施予定。

作業員被ばく量（高線量HICのうちSr-90濃度が最も高いもの）

作業項目	作業時間 (分)	実効線量 推定値(mSv)	等価線量 推定値(mSv)	
			水晶体	手
HIC蓋開放	5	0.34	0.34	1.2
SEDS取付け	2	0.14	0.14	0.48
SEDS取外し	11	0.81	0.81	5.6
HIC蓋閉止	10	1.2	1.2	5.4

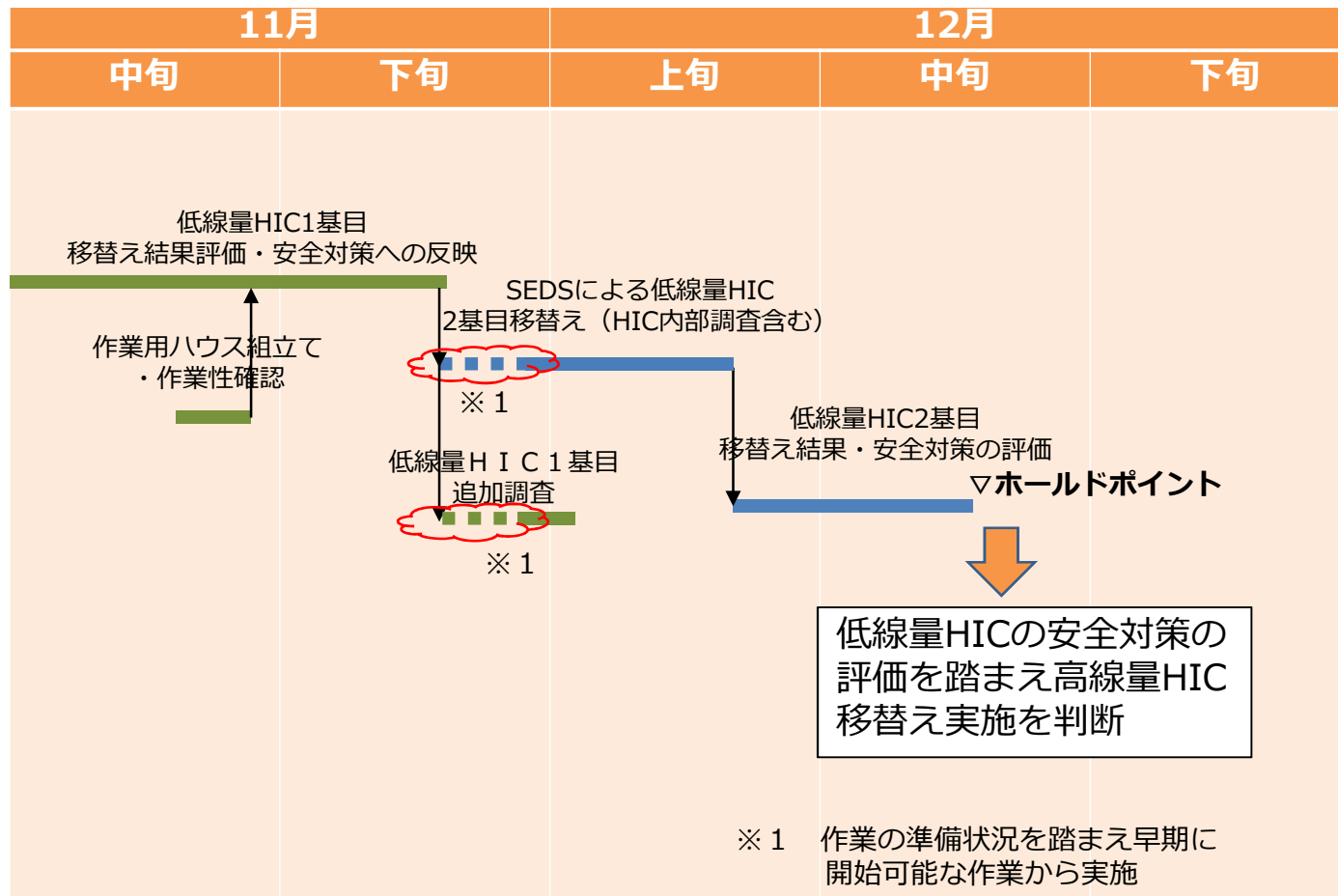
2.8 高線量HIC移替え時の被ばく量 (2/2)

- 低線量HIC 1 基目移替え作業での空間線量の測定結果及び作業時間等から高線量となると予想されるHIC蓋を開放して行う作業での作業員被ばく量を推定。

作業員被ばく量 (高線量HICのうちSr-90濃度が最も高いもの)

作業項目	作業内容	① 作業時間 (分)	高線量HIC 空間線量当量率				高線量HIC 空間線量当量率 (mSv/h)		⑥ 装備の防護係数		実効線量推定値 (mSv) (①×④÷60÷⑥)	等価線量推定値(mSv)	
			② バックグラウンド(BG) (mSv/h)		③ 空間線量当量率 (BG除く) (mSv/h)				胸	手		水晶体 (①×④÷60÷⑥) ^{※1}	手 (①×⑤÷60÷⑥)
			1cm線量当量率	70μm線量当量率	1cm線量当量率	70μm線量当量率	④1cm線量当量率 (②+③×Sr90濃度比)	⑤70μm線量当量率 (②+③×Sr90濃度比)	1cm線量当量率	70μm線量当量率	1cm線量当量率	3mm線量当量率	70μm線量当量率
HIC蓋開放	HIC蓋開放	5	0.0020	0.0030	0.0010	0.0080	4.1	33	1	2.27	0.34	0.34	1.2
SEDS取付け	SEDS取付け	2	0.0020	0.0030	0.0010	0.0080	4.1	33	1	2.27	0.14	0.14	0.48
SEDS取外し	SEDS吊上げ	5	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	7.1	74	1	2.27	0.60	0.60	2.7
	SEDS底部拭取り	4	-	-	-	-	1.1 ^{※2}	64 ^{※2}	1	2.27	0.073	0.073	1.9
	SEDS底部線量測定	1	-	-	-	-	1.1 ^{※2}	64 ^{※2}	1	2.27	0.018	0.018	0.47
	アルミ遮蔽設置	1	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	7.1	74	1	2.27	0.12	0.12	0.54
HIC蓋閉止	HIC蓋閉止	10	0.0020	0.0020	0.0017	0.018	7.1	74	1	2.27	1.2	1.2	5.4

※1 アクリルフェイスシールドのアクリル厚さは1cmのためβ線を遮蔽するが、γ線の防護係数に係るエビデンスがないため、水晶体の等価線量は1cm線量当量率で評価
 ※2 SEDS底部はスラリーに接液はしておらず、ダストの付着により汚染される。よって、高線量HICに収容しているスラリーをALPS設備から払出した際のSEDS底部の線量当量率を基に作業時の当該部からの離隔距離 (20cm) を考慮し空間線量当量率を評価

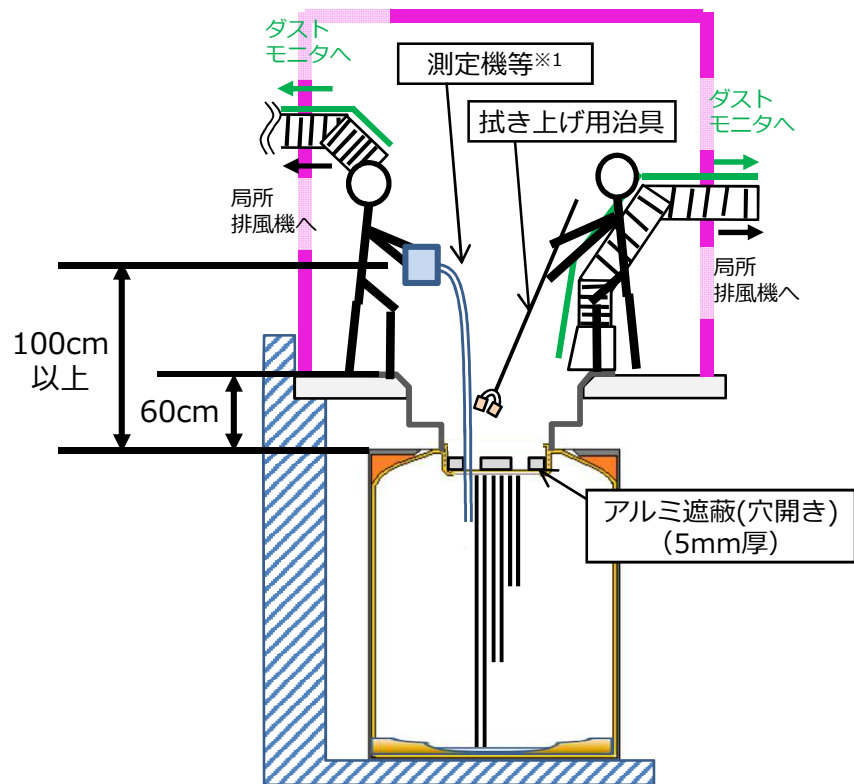


補足 1
低線量HIC1基目内部の
追加調査作業概要

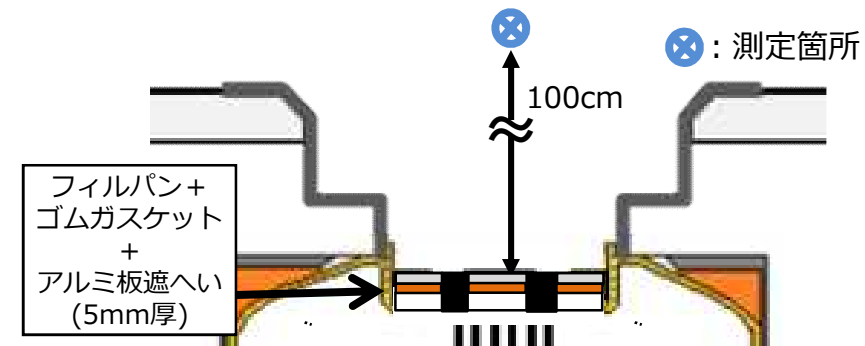
1.1 低線量HIC1基目内部の追加調査時の安全対策

➤ 安全対策

- 低線量HIC1基目内部の追加調査は、作業用ハウス内で実施
- HIC蓋開口部に近接する蓋開閉作業では、作業手順を見直し開口部から離隔距離を確保
- 測定機等を用いた作業は、線量当量率が低いことを確認済みであるHIC蓋開口部から100cm程度の位置で実施



※1 HIC内部の調査に用いるCDS、ガラスバッチ、湿度計、ファイバークメラ



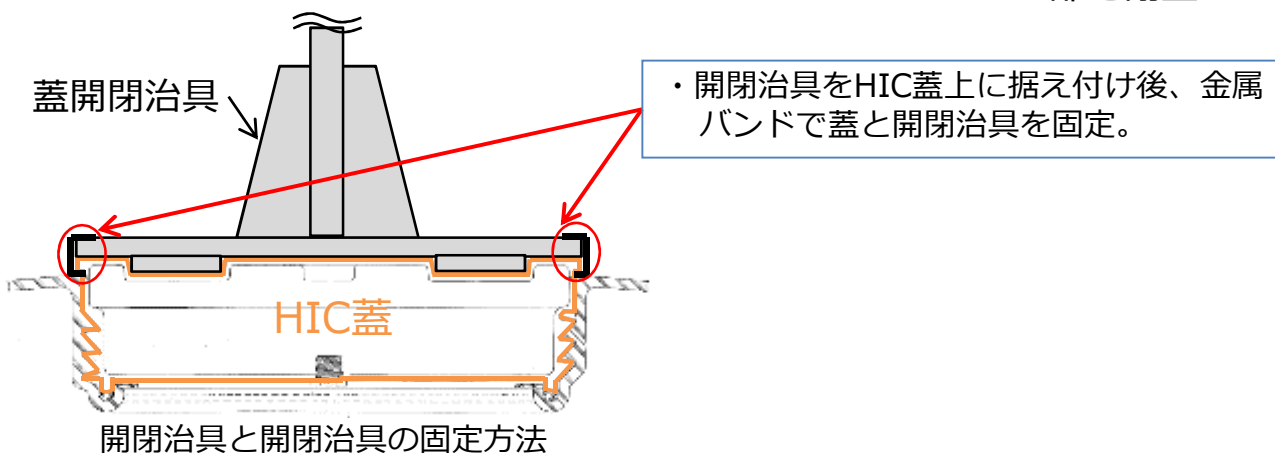
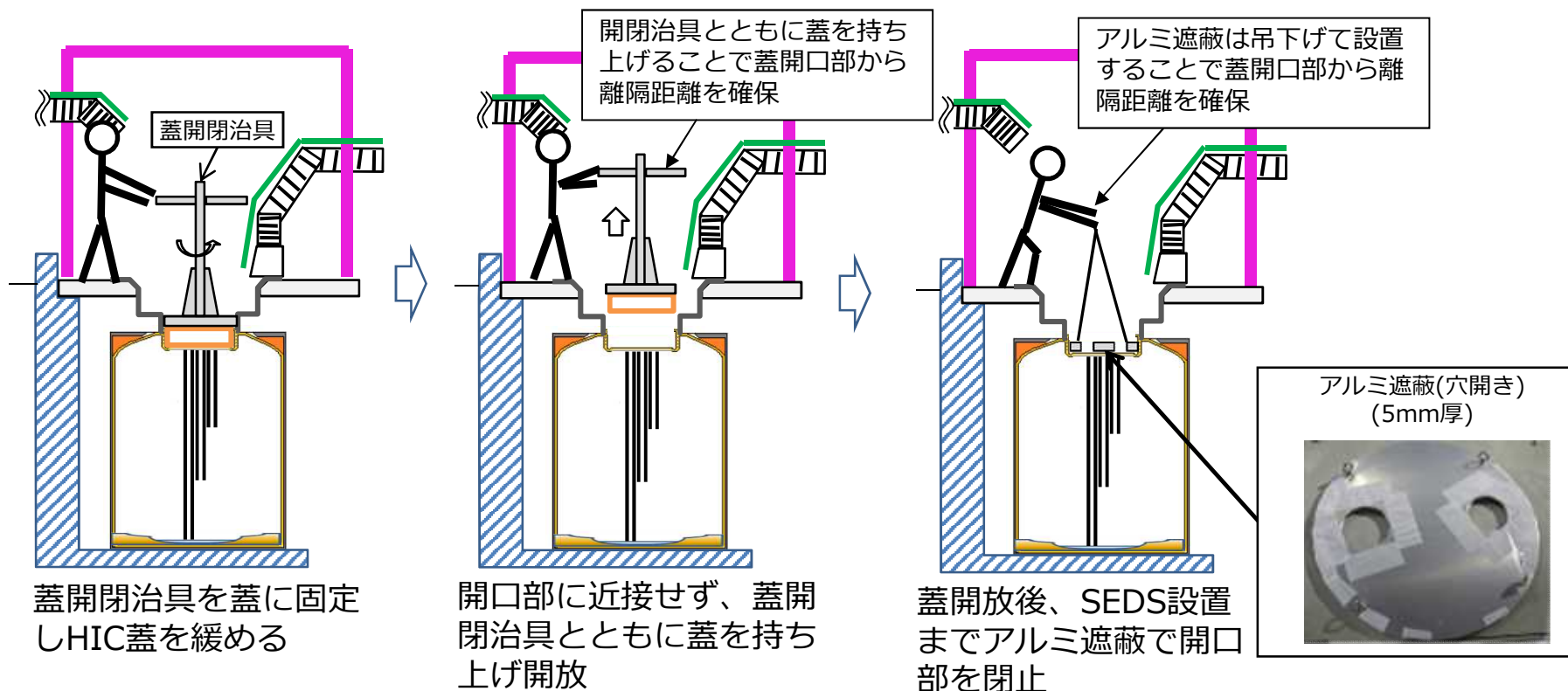
測定箇所	測定箇所詳細	1cm線量当量率 (mSv/h)	70μm線量当量率 (mSv/h)
フィルパン遮蔽上部	上方100cmの高さで測定	0.005	0.014

スラリー移替え後の移替え元HICのフィルパン上線量当量率測定結果

HIC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) • ガラスバッチ (胸部) • 頭用ガラスバッチ (水晶体) • 足用バッチ (末端部) • リングバッチ 	<ul style="list-style-type: none"> • アノラック上下 • 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)

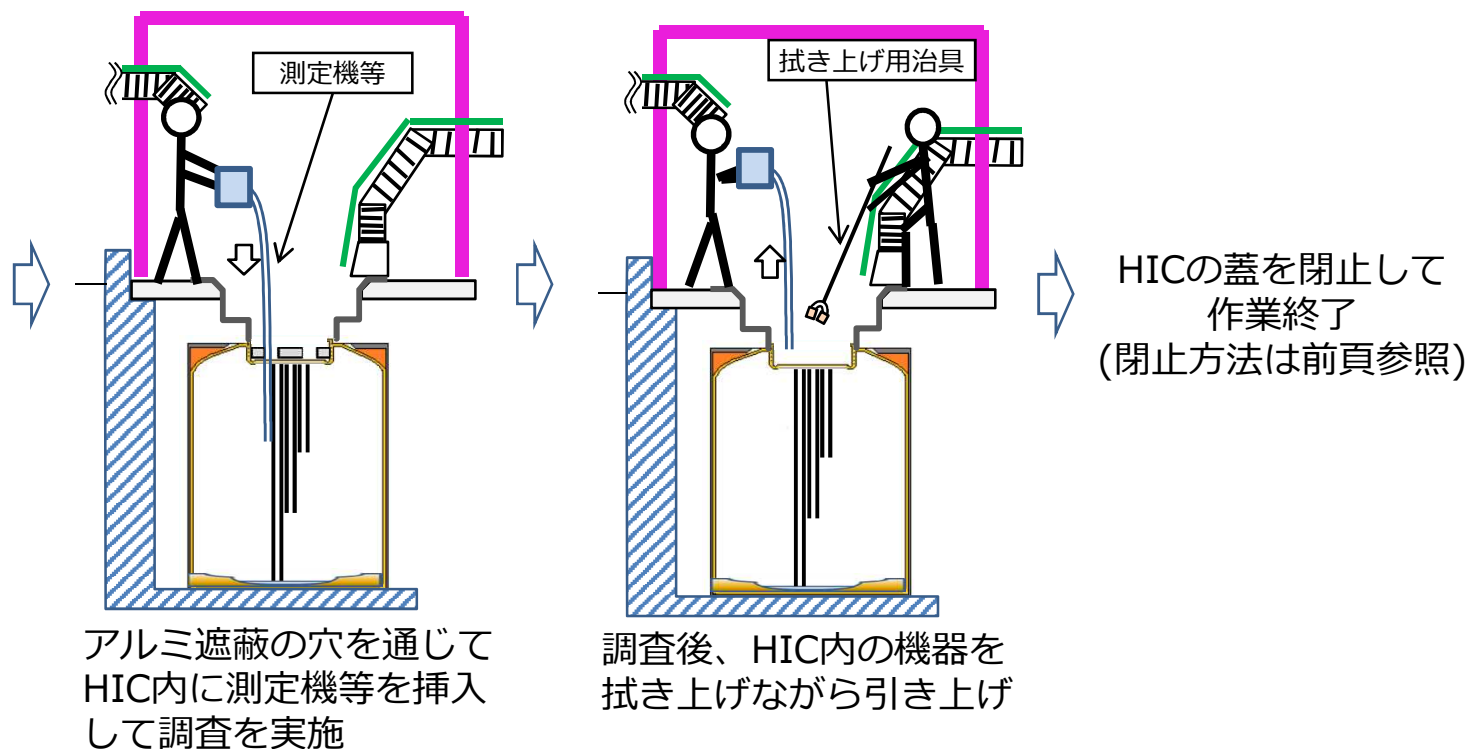
1.2 低線量HIC1基目内部の追加調査時の作業手順(1/2)

➤ HIC蓋開放時の作業手順（閉止時は逆の手順にて閉止）



1.2 低線量HIC1基目内部の追加調査時の作業手順(2/2)

➤ HIC内部調査時の作業手順



補足2

低線量HIC2基日

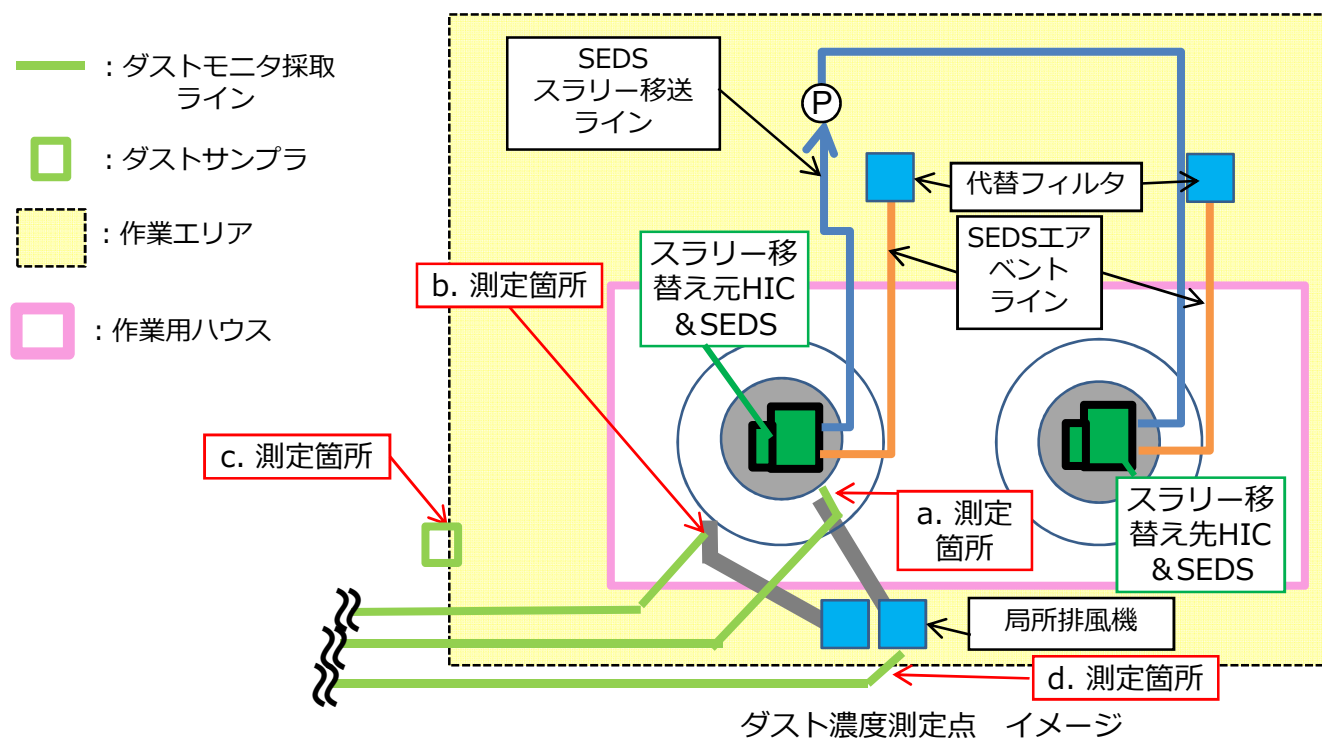
移替え作業エリアの線量当量率

・ダスト濃度測定箇所

1. ダスト濃度測定箇所（低線量HIC2基目）

- 作業ハウス設置後、以下の測定箇所でダスト濃度を測定（SEDSによるスラリー移送作業時は次頁参照）

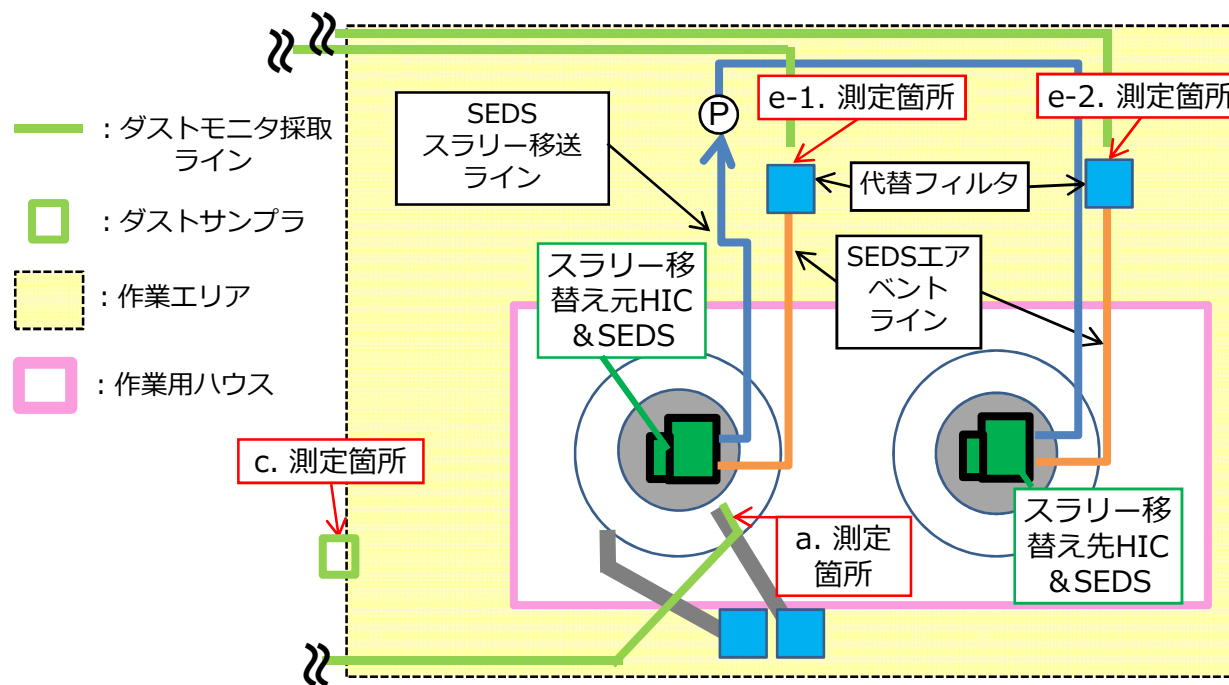
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b	作業エリア		
c	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	各作業ステップで逐次測定
d	局所排風機出口	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定



1. ダスト濃度測定箇所（低線量HIC2基目）

➤ スラリー移送作業時は、以下の測定箇所ではダスト濃度を測定

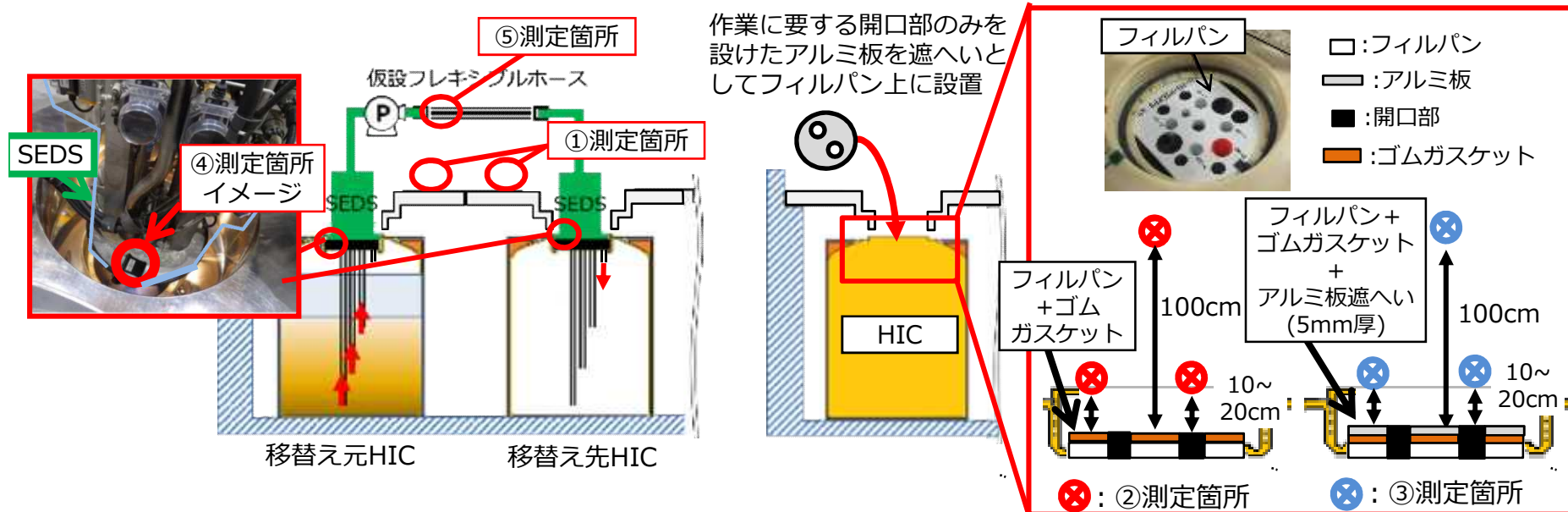
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
c	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を 評価	各作業ステップで逐次測定
e-1	代替フィルタ出口 (スラリー移替え元)	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
e-2	代替フィルタ出口 (スラリー移替え先)		



ダスト濃度測定点 イメージ

2. 線量当量率測定箇所（低線量HIC2基目）

測定箇所	測定機器	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 移送開始前
②フィルパン上部		上澄み水、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 移送開始前
⑤仮設フレキシブルホース 表面		SEDS接続後 移送開始前 上澄み水、スラリー移送中

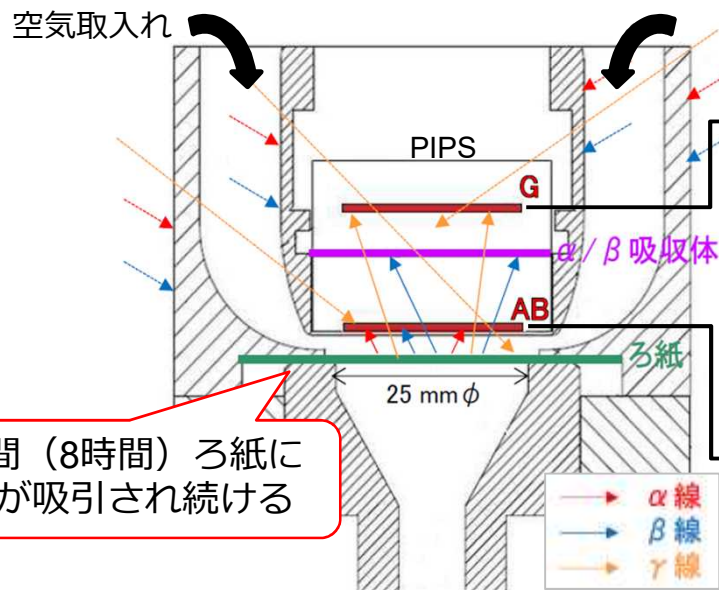


補足3 連続ダストモニタの仕様

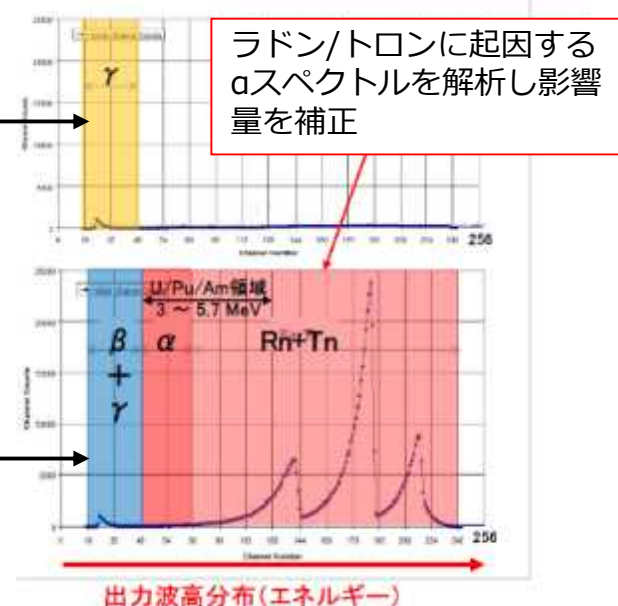
半導体検出器によるエネルギー分析を行い、ダスト濃度を連続監視



測定対象	: α線 / β線放射能濃度
検出器	: 2重シリコン半導体検出器 (PIPS)
集塵方式	: 間欠ろ紙送り集塵方式 集塵径: 25mmφ
BG補正 (リアルタイム)	: Rn/Th起因のα線 / β線 ⇒ アルファ線スペクトルの解析 環境γ線 ⇒ 二重検出器による補正



一定時間 (8時間) ろ紙にダストが吸引され続ける



- RT (Refresh Time) : 測定値更新時間 (15秒)

測定値が更新される時間。

➤ 計数值 (N:cnts) を計測する最小単位

- CT (Collection Time) : 計数時間 (5分)

5分間での正味計数率 (n:cps) を検出効率 (η) で割ることで、ろ紙に捕集されているダストの放射能 (A:Bq) を算出する。

$$A = \frac{n}{\eta}$$

正味計数率は、5分間の正味計数值から計算され、15秒毎に更新される。

$$n = \frac{\Sigma N}{CT} - n_{BG} \quad n_{BG} : Rn/Th \text{ 及びガンマ線バックグラウンドの計数率}$$

放射能を流量 (F:m³/h) で割り、積算放射能濃度 (I_A:Bq·h/m³) を算出する。

$$I_A = \frac{A}{F}$$

- DT (Differenece Time) : 平均化時間 (1時間)

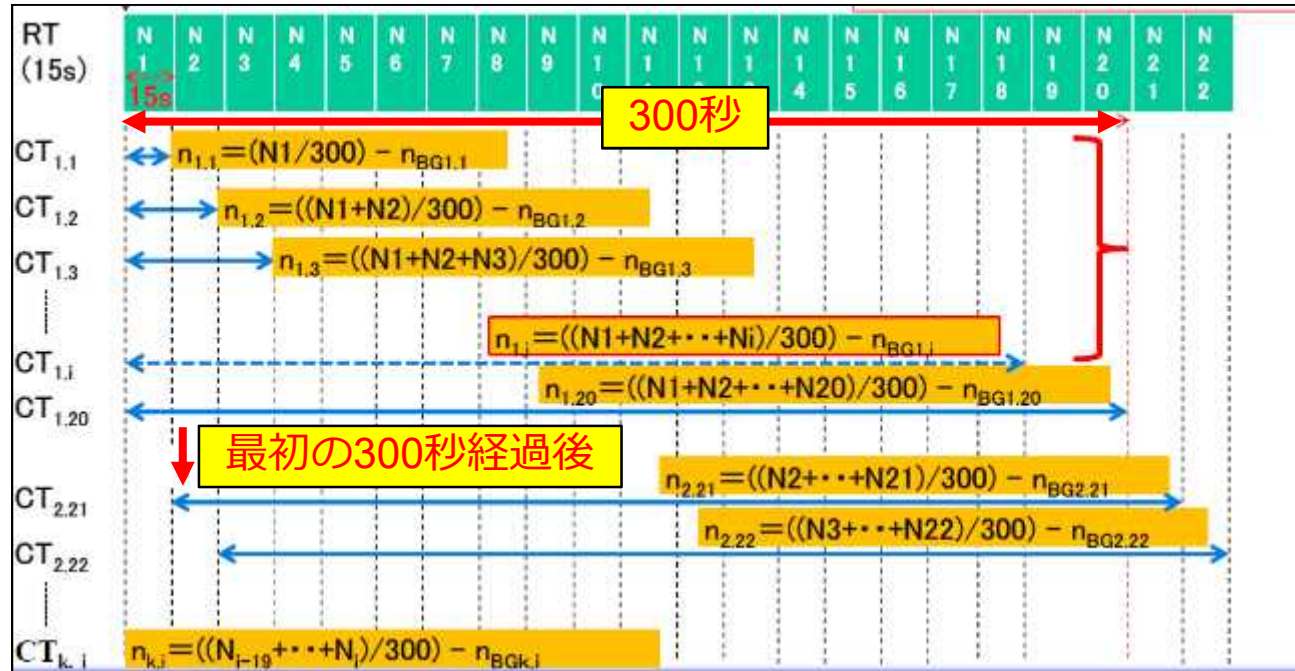
積算放射能濃度の変化量を平均化する時間。

1時間分のI_Aの差をDT (=1h) で割ることで、放射能濃度 (C:Bq/m³) を算出

$$C = \frac{I_{A(DT+CT)} - I_{A(CT)}}{DT}$$

1時間あたりの変化量
として放射能濃度を算出

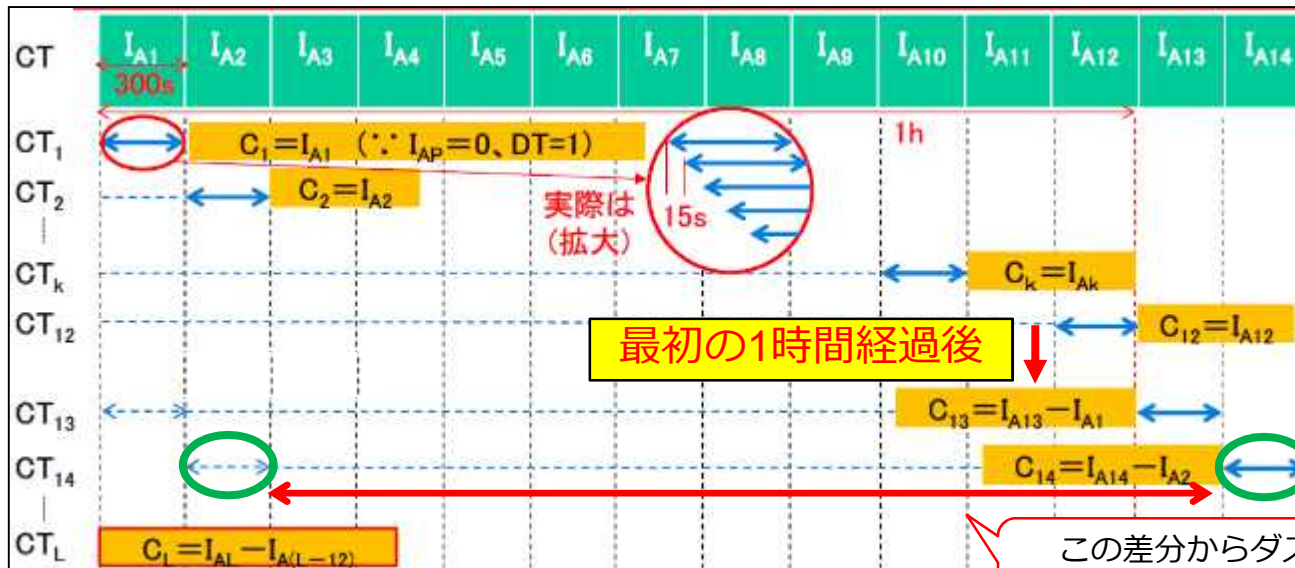
正味計数率



「300秒(CT)測定」をベースとして15秒(RT)毎にスライドしながら正味計数率を更新

(起動後最初の5分間は計数率は上昇し続ける)

放射能濃度



1時間(DT)経過後は差分処理をしながらダストの変化量を計算

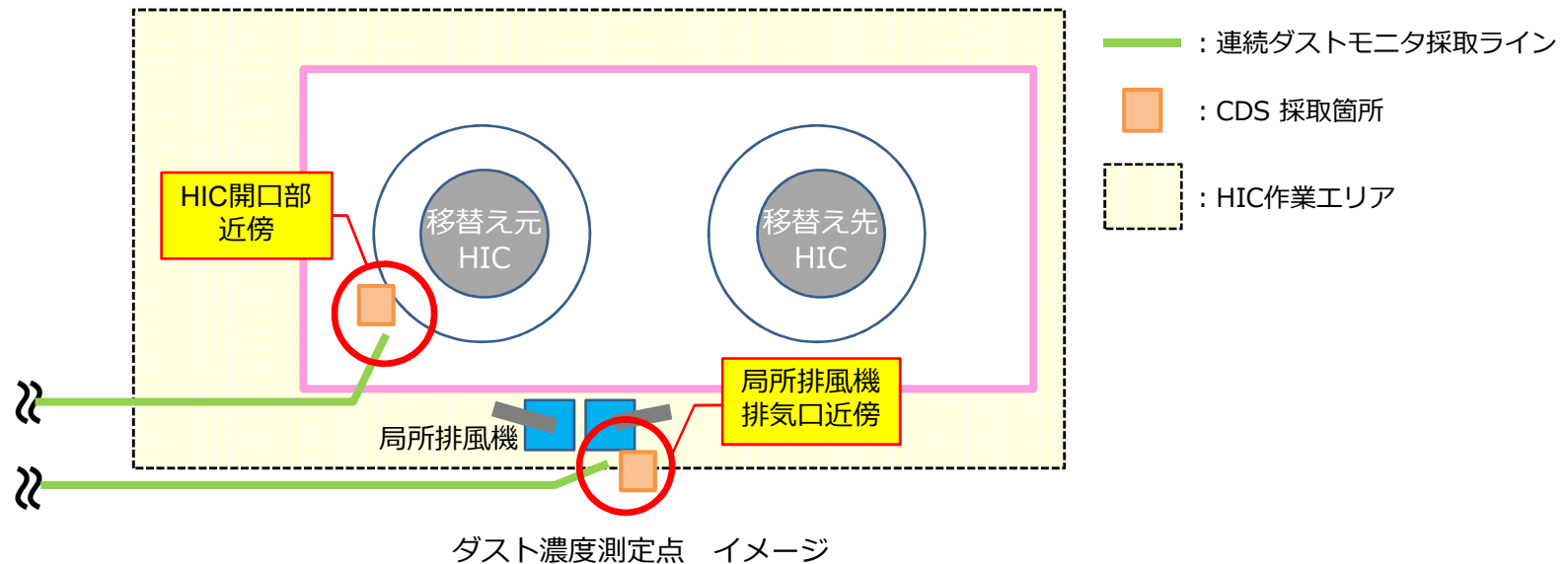
(起動後最初の1時間は内部汚染がある場合高く出る)

この差分からダストの変化量を1時間で平均化

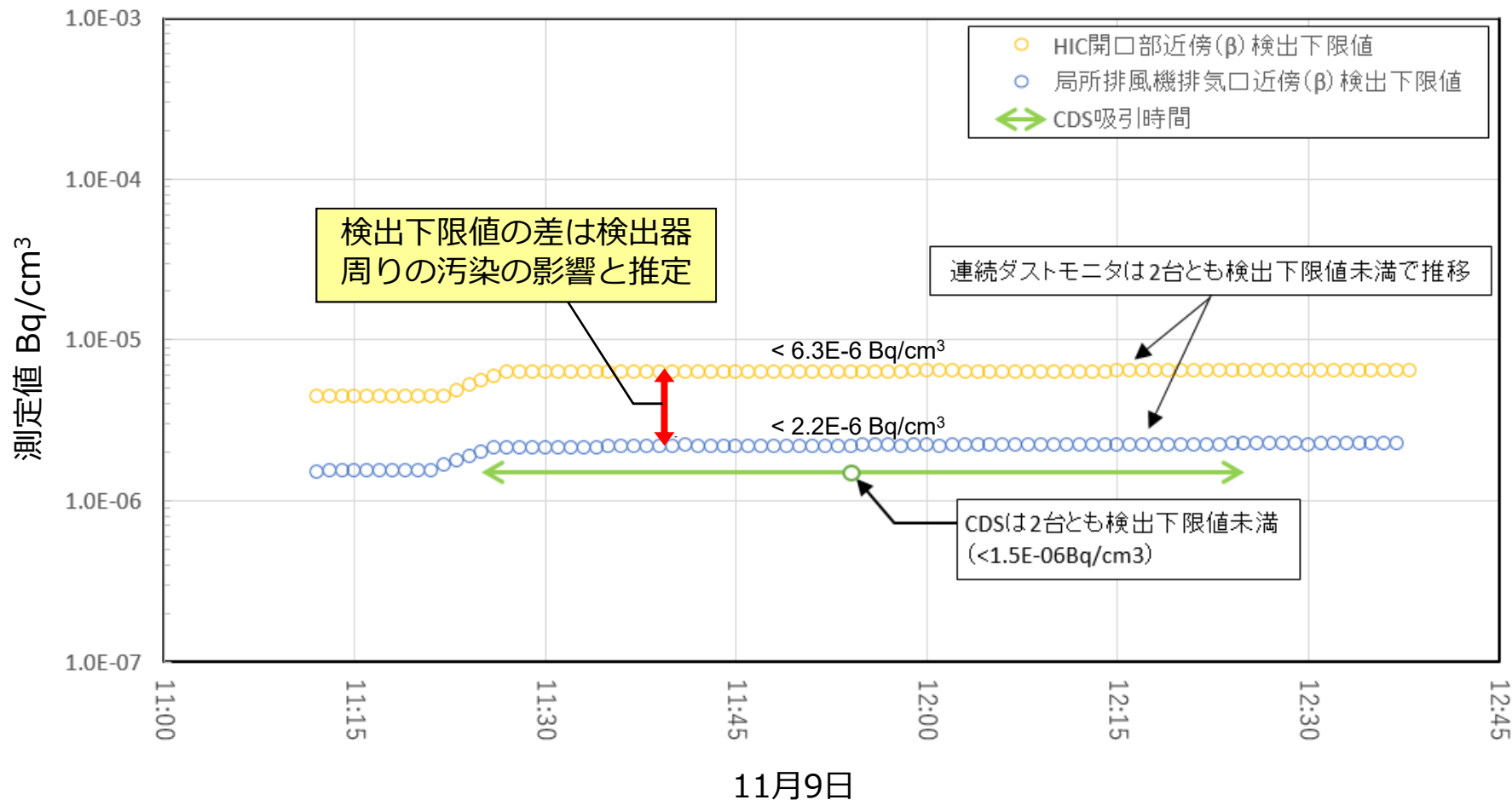
- 増設ALPS内の定常的なダスト濃度を確認し、連続ダストモニタの検出下限値との比較をするため、連続ダストモニタ（2台）とCDS（2台）による同時測定を実施。

（実施日：11/9）

- 連続ダストモニタ2台は隣接して設置
- 検出下限値を下げるためCDSの吸引時間は60分



- CDSの測定結果は2箇所とも検出下限値未満 ($<1.5E-6Bq/cm^3$)であった。
 - 増設ALPS建屋内の定常的なダスト濃度は-6乗オーダー以下
- 連続ダストモニタのバックグラウンドに主に寄与するRn/Tn及び環境γ線の影響は同等であるため、ダストモニタ固有の検出下限値の差はモニタ内部（検出器周り）の汚染によるものと推定



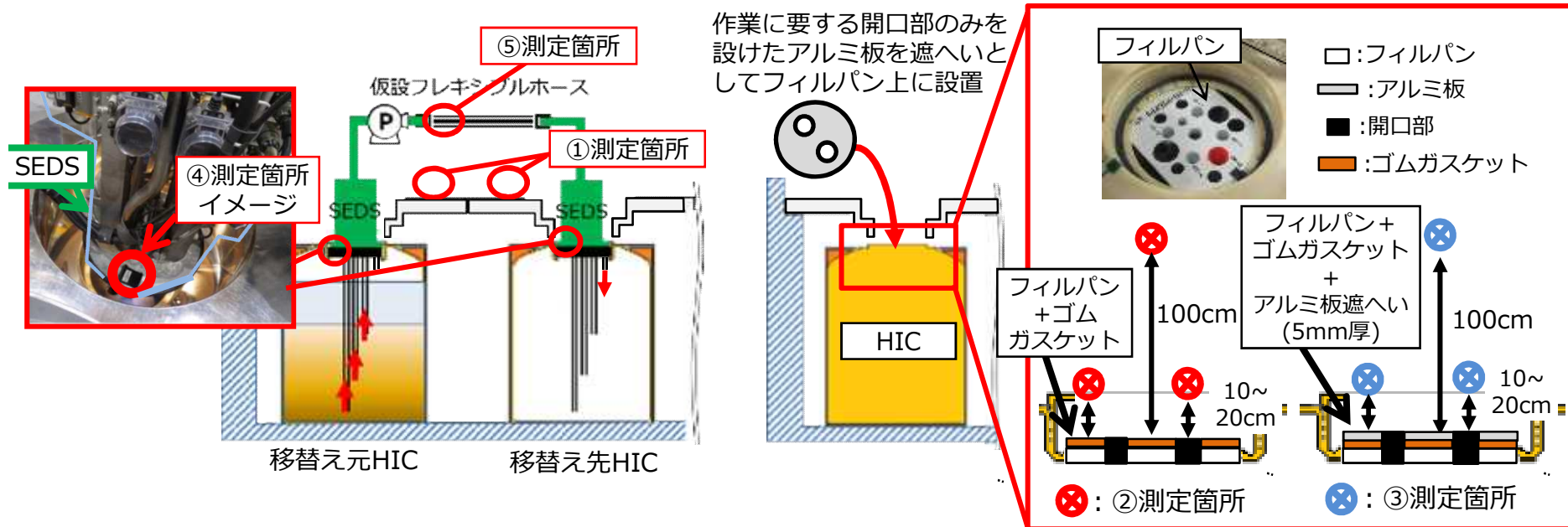
参考

1. 低線量1基目作業時の線量当量率測定データ(1/3)

第94回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

➤ 作業において、以下の箇所で線量当量率を測定

測定箇所	測定機器	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 移送開始前
②フィルパン上部		上澄み水、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		移送開始前
		上澄み水、スラリー移送中
		SEDS接続後 移送開始前
		上澄み水、スラリー移送中



1. 低線量1基目作業時の線量当量率測定データ(1/3)

第94回特定原子力施設監視・
評価検討会資料一部引用

測定箇所	測定箇所詳細	測定のタイミング	測定日	スラリー移替え元HIC		スラリー移替え先HIC		測定機器
				1cm線量当量率 (mSv/h)	70μm線量当量率 (mSv/h)	1cm線量当量率 (mSv/h)	70μm線量当量率 (mSv/h)	
①HIC開口部近傍	SEDS近傍で測定	SEDS接続後 移送開始前	8/24	0.005	0.005	0.002	0.06	
	SEDS近傍で測定	スラリー移送中(上部)	8/24	0.003	0.004	0.003	0.065	
	SEDS近傍で測定	SEDS接続後 移送開始前	9/15	0.007	0.009	0.004	0.005	
	SEDS近傍で測定	スラリー移送中(中部)	9/15	0.009	0.009	0.004	0.004	
	SEDS近傍で測定	スラリー移送中(底部)	9/15	0.01	0.011	0.004	0.004	
	SEDS近傍で測定	スラリー移送後	9/15	0.009	0.009	0.004	0.004	
②フィルパン上部※1	穴部の上方10~20cmの高さで測定	HIC上蓋開放後 移送開始前	8/19	0.002	0.055	—	—	電離箱 サーベイメータ (ICW, ICWBL)
	上方10~20cmの高さで測定		8/19	0.002	0.11	—	—	
	上方約100cmの高さで測定		8/19	0.003	0.011	—	—	
	穴部の上方10~20cmの高さで測定	SEDS取外後 移送終了後	9/28	0.007	0.3	0.002	0.11	
	上方10~20cmの高さで測定		9/28	0.006	0.3	0.002	0.1	
	上方約100cmの高さで測定		9/28	0.007	0.04	0.002	0.01	
③フィルパン遮蔽上部※2	穴部の上方10~20cmの高さで測定	HIC上蓋開放後 移送開始前	8/19	0.002	0.015	—	—	
	上方10~20cmの高さで測定		8/19	0.002	0.065	—	—	
	上方約100cmの高さで測定		8/19	0.003	0.006	—	—	
	穴部の上方10~20cmの高さで測定	SEDS取外後 移送終了後	9/28	0.005	0.08	0.002	0.013	
	上方10~20cmの高さで測定		9/28	0.006	0.04	0.002	0.009	
	上方約100cmの高さで測定		9/28	0.005	0.014	0.002	0.004	

移送終了後
線量上昇を確認

※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asketが設置されていたため、ゴムガasket上を測定

※2 ゴムガasket上にアルミ遮蔽を設置して測定

1. 低線量1基目作業時の線量当量率測定データ(3/3)

第94回特定原子力施設監視・
評価検討会資料引用

測定箇所	測定のタイミング	測定日	スラリー移替え元HIC		スラリー移替え先HIC		測定機器
			1cm線量当量率 (mSv/h)	70μm線量当量率 (mSv/h)	1cm線量当量率 (mSv/h)	70μm線量当量率 (mSv/h)	
④SEDS 上表面	移送開始前	8/24	0.005	0.005	0.003	0.065	電離箱 サーベイメータ (ICW, ICWBL)
	スラリー移送中(上部)	8/24	0.005	0.005	0.002	0.017	
	SEDS接続後 移送開始前	9/15	0.004	0.004	0.002	0.06	
	スラリー移送中(中部)	9/15	0.005	0.005	0.002	0.06	
	スラリー移送中(底部)	9/15	0.004	0.004	0.002	0.065	
	スラリー移送後	9/15	0.005	0.006	0.002	0.06	

測定箇所	測定のタイミング	測定日	1cm線量当量率 (mSv/h)	70μm線量当量率 (mSv/h)	測定機器
⑤仮設フ レキシブル ホース 表面	移送開始前	8/24	0.004	0.006	電離箱 サーベイメータ (ICW, ICWBL)
	スラリー移送中(上部)	8/24	0.002	0.005	
	移送開始前	9/15	0.002	0.004	
	スラリー移送中(中部)	9/15	0.002	0.012	
	スラリー移送中(底部)	9/15	0.002	0.015	
	スラリー移送後	9/15	0.003	0.011	
	スラリー移送後(配管内エアブロー後)	9/15	0.002	0.01	

- 低線量HICの移替えであったため、有意な線量上昇は確認されなかった。
- スラリー移替え元のHICフィルパン上部において、移替えに伴い上澄み水がなくなることで、線量上昇が確認された。

2. 低線量1基目作業時の作業時の被ばく線量

第94回特定原子力施設監視・
評価検討会資料一部引用

■ 各作業における作業者の人工数と個人最大被ばく線量

日付	作業エリア		作業内容	人・mSv	人工	個人最大被ばく線量 ^{※1} (mSv)	
						γ線	β線
8月5日	保管施設		移替え対象HIC輸送	0	6	0.09	0.0
	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)		・準備作業 ・HIC, エリア養生 ・HIC蓋開放	0.14	3		
	作業エリア内(HIC開口部近傍除く)		・HIC蓋取付 ・片づけ	0.38	12		
8月19日	作業エリア内		準備作業	0.13	17	0.01	0.0
	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)		・HIC蓋開放 ・スラリー液位確認 ・SEDS取付	0.05	8		
	作業エリア内(HIC開口部近傍除く)		・片づけ	0.28	14		
8月24日	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	0.0
			・スラリー移送中(上部) ・作業中断	0.11	13		
9月15日	作業エリア内 (SEDS取付済みのため、HIC開口部無し)		・スラリー移送中(中部) ・スラリー移送中(底部)	0.1	12	0.01	0.0
9月28日	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)		移替え先HIC	0.16	8	0.1	0.0
			移替え元HIC	0.17	8		
	作業エリア内(HIC開口部 近傍除く)		移替え先HIC	0.1	12		
			移替え元HIC	0.14	12		

➡ APD警報設定値 (γ線 : 0.8mSv、β線 : 5mSv) よりも低い被ばく線量で作業を実施

■ 作業者の等価線量の最大値^{※2}

8月 : 水晶体 : 0.2 mSv, 皮膚 : 0.3 mSv

9月 : 水晶体 : 0.2 mSv, 皮膚 : 0.6 mSv

※1 APD値

※2 当該作業以外の作業に従事した際の被ばくも含む

2. 低線量1基目作業後のHIC内スラリーの状態

第94回特定原子力施設監視・
評価検討会資料一部引用

- 移替え元HICは、移送前のスラリー液位確認において治具挿入時の視認性※1・抵抗の変化からスラリーの堆積厚さは10cm程度
- 移替え元HICはSEDSによる移送完了後にHIC底部が視認できたこと、移替え先HICは配管底部がスラリーによる濁りで視認できないことから移替え先HICへのスラリーの移送は行えている
- 一方で移替え元HICの底部にはスラリーが残っている部分も確認。SEDS備付けのカメラでの内部観察では底部に残った残スラリーの堆積厚さや底部外周部の状況は確認できていない

※1 治具先端がスラリーより視認できなくなった高さから推定

