

# 低線量HICのスリー移替え作業の 安全対策

2021年8月2日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

# 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・スラリー状態確認

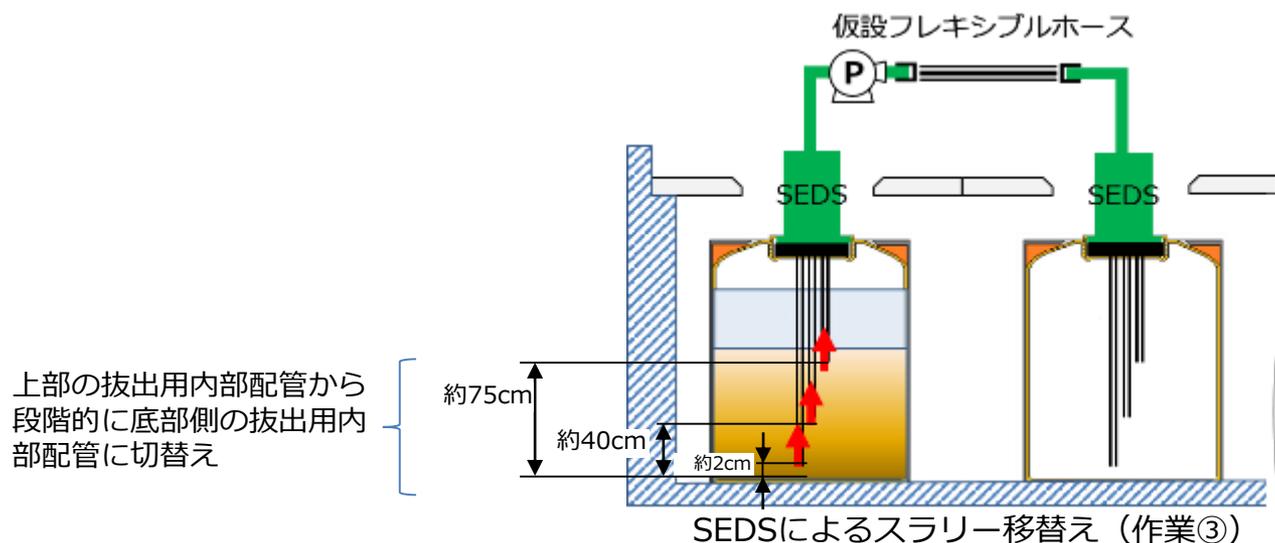
- ・ 作業エリア内にダスト飛散抑制養生を設置。
- ・ 移替え対象HICの上蓋を開放。
- ・ 格納されたスラリー量確認のため、上澄み水とスラリー層の液位を確認。

### 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。
- ・ 上部の抽出用内部配管からスラリー移替えを進め、段階的に底部の抽出用配管に切替え抽出を進める。
- ・ なおHICの内部構造上、抽出用の配管はHIC底部2cm程度上までとなっており、SEDSによる抽出後もスラリーがHIC内に残る。

### 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。

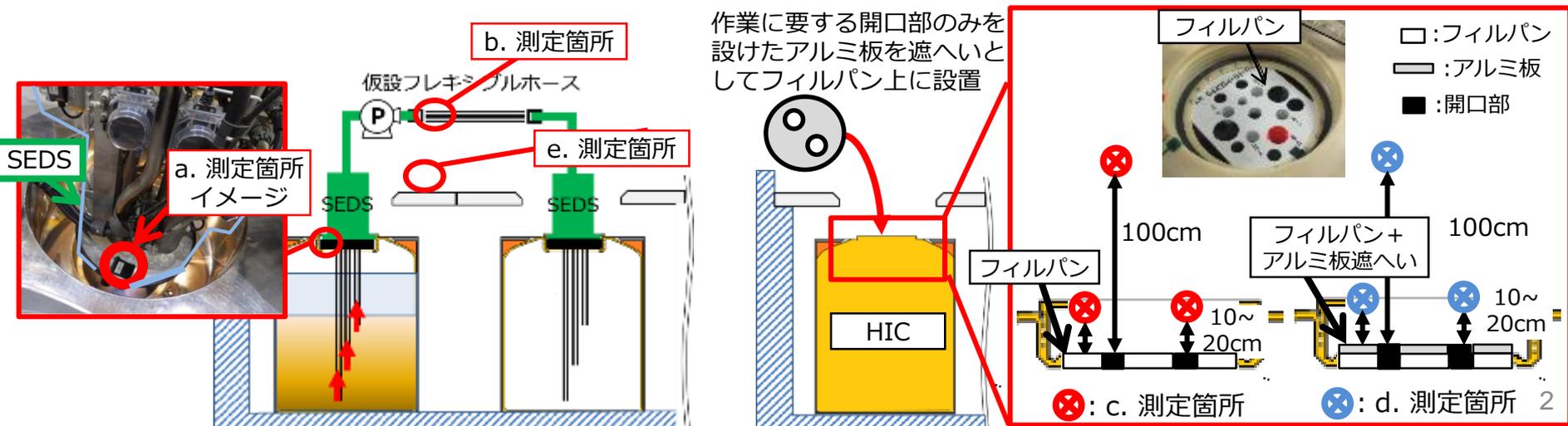


## 2. 移替え時の線量当量率とダスト濃度の測定(1/2)

### 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・エアVENT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 ・スラリー移替え終了後	・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



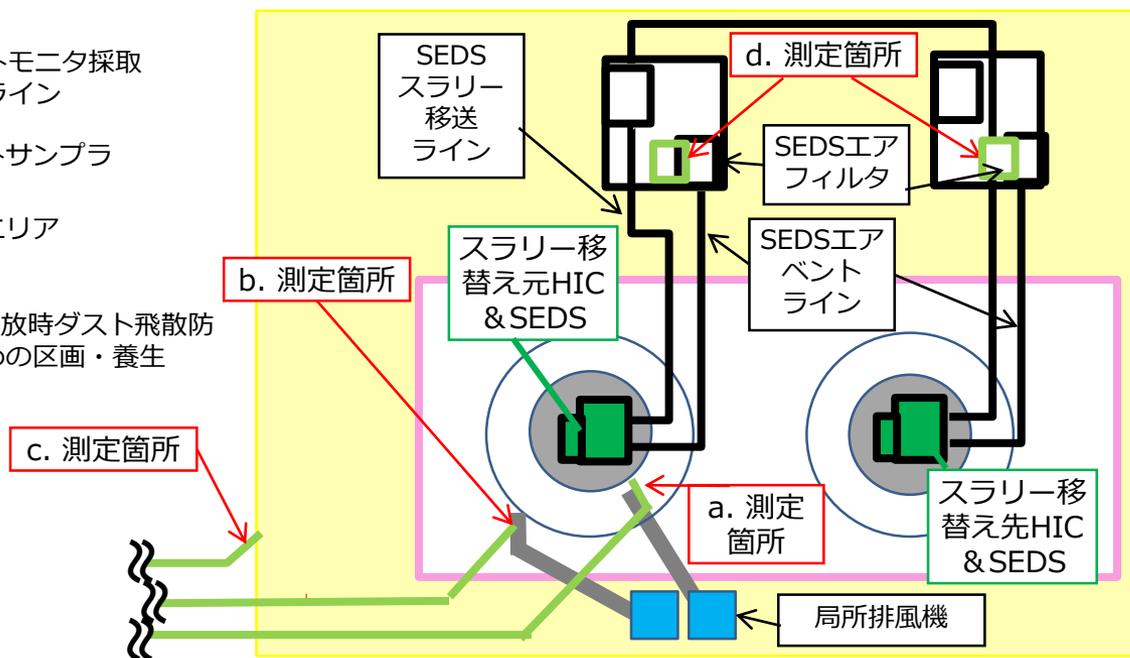
## 2. 移替え時の線量当量率とダスト濃度の測定(2/2)

### SEDSによるスラリー移替え作業におけるダスト濃度測定

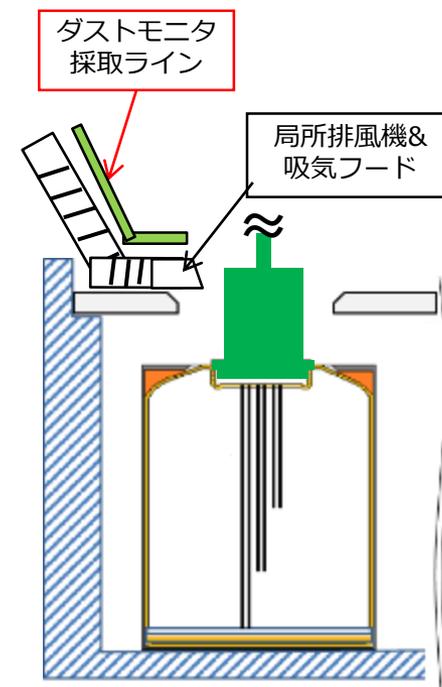
スラリーに関するデータ拡充とダスト濃度管理のため、低線量HICの移替えでは以下の箇所でダスト濃度を測定

測定箇所	使用計器	測定のタイミング	備考
a. HIC開口部近傍	連続ダストモニタ(DM)	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、 ダストを測定&記録 (ダスト濃度管理用)
b. 作業エリア			
c. 作業エリア境界			
d. SEDSエア フィルタ出口	ダストサンプラ(CDS), GM汚染サーベイメータ(GMAD)	スラリー拔出中	移替え元、移替え先の双方のベ ントライン出口で測定

- : ダストモニタ採取  
ライン
- : ダストサンプラ
- : 作業エリア
- : HIC開放時ダスト飛散防  
止のための区画・養生

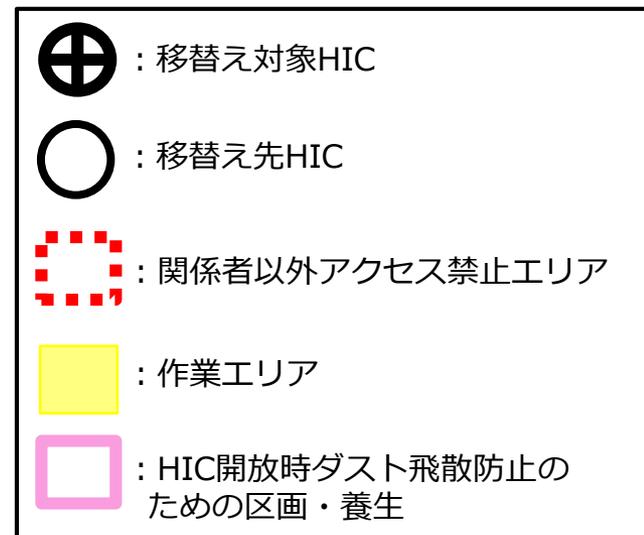
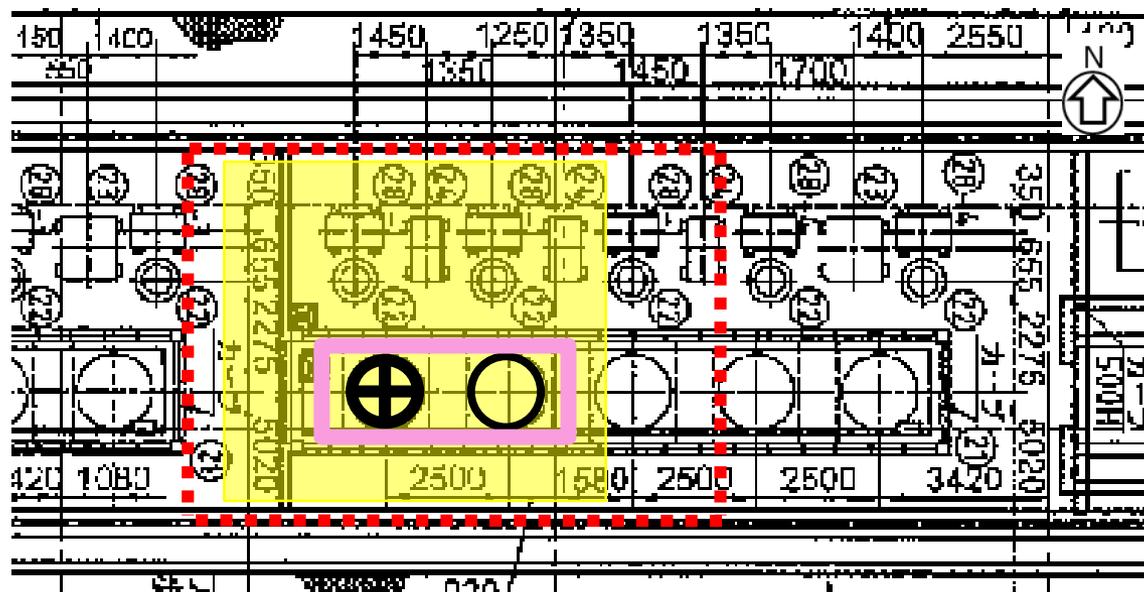


ダスト濃度測定点 イメージ



### 3. 作業実施エリア

- 移替え対象のHICを格納した保管施設から増設ALPS建屋へ移送し、HIC払い出しエリアにある床下ピットへ格納。
- 作業エリアは『Y zone』設定。（増設ALPS建屋内の区域区分と同じ）
- 作業エリアへアクセス可能な周辺の入口についてもロープにより区画し、関係者以外の立ち入りを制限。
- 黄塗り部の作業エリアは、ロープやシート養生によりエリアを区画。
- HIC開放時は開口部の近傍にダスト飛散防止のための養生と区画を実施。
- 待機場所はHICが格納された床下ピットとスラリー移送配管ラインから離隔したエリアを確保。



増設ALPS建屋 HIC払い出しエリア部 汚染管理エリア図

## 4. 低線量HICの移替え作業時の内部被ばく管理(1/2)

- 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定める。

### 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：  $8.0E-4 \text{ Bq/cm}^3$
- 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 $1.0E-4 \text{ Bq/cm}^3$ 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。

## 4. 低線量HICの移替え作業時の内部被ばく管理(2/2)

### ■ 内部取込み有無の確認・記録管理

➤ 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以下の手順で鼻腔スミア測定を実施し、測定結果を個人ごとに記録。

1. 【作業エリア】作業エリアから退域後、装備脱衣補助員(放射線監理員)が濡れウェスで作業員のアノラック表面を拭き取り除染し、全身をサーベイ (ZnSとGM) を実施。汚染がないことを確認してから、装備脱衣補助員(放射線監理員)がアノラックを脱衣させる。
2. 【装備交換所】装備脱衣補助員(放射線監理員)が作業員のマスク脱装し、顔面&手のサーベイ (ZnSとGM) で汚染がないことを確認。外したマスクは汚染している可能性が高いため、すぐにビニール袋に入れて名前を書く。
3. 【入退域管理棟】作業員はハンドフットクロスモニタで汚染チェック実施。放射線監理員立ち合いの元で鼻腔スミアを本人が採取。採取したスミアは、個人が分かるよう分類して袋に封入。
4. 【入退域管理棟】放射線監理員が鼻腔スミアの測定を実施 (ZnSとGM) 。BG+ 3σを超えていないことを確認し、記録用紙に結果を記録。汚染がないことを確認したら、マスクを返却ボックスに返して退域。

【以下、鼻腔スミアのGM管の測定値がBG+ 3σを超えた場合の対応】

5. 復旧班、放射線防護G、作業主管Gへ内部取り込みのおそれありの報告
6. 被験者の尿の採取開始。
7. 以下の測定、算定を実施
  - a. 被測定者は臨時の個人モニタリング(WBC(NaI))を受検。加えて聞き取り調査を行い、放射性物質を摂取した可能性があるかを確認。
  - b. マスクの内側汚染の確認および鼻腔スミアのγ核種(Cs-134,Cs-137) とβ核種(全てSr-90 と仮定)の付着量(Bq)を測定※1。測定結果からβ核種の付着量/γ核種の付着量の比を算出。
  - c. WBCで評価したγ核種の摂取量に、b.で算出した比を乗じてβ線量の摂取量を推定。さらに実効線量係数を乗じて内部被ばく線量を評価。
8. a.~c.で評価で記録レベル (2 mSv) を超えた場合は、内部被ばく線量に応じた機関へ引き渡して尿のバイオアッセイを行う。なお、6.の測定で、鼻腔スミアのCsが検出されなかった場合、WBC (NaI) で検出されなかった場合についても、β核種の付着量/γ核種の付着量の比から内部被ばく量が求められないため、尿のバイオアッセイを行う

※1 γ核種はGe半導体スペクトロメータ、β核種は低バックガスフロー型計数装置を用いて測定

## 5. 外部被ばく線量に対する管理

### ➤ 年間被ばく線量管理

本作業では当社の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

## 6. 作業ステップと想定されるリスク

➤ 以下の赤枠内の対策について変更点を次ページ以降で説明。

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・スラリー状態確認	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

# 7.汚染リスク対策【内部被ばく】(1/2)

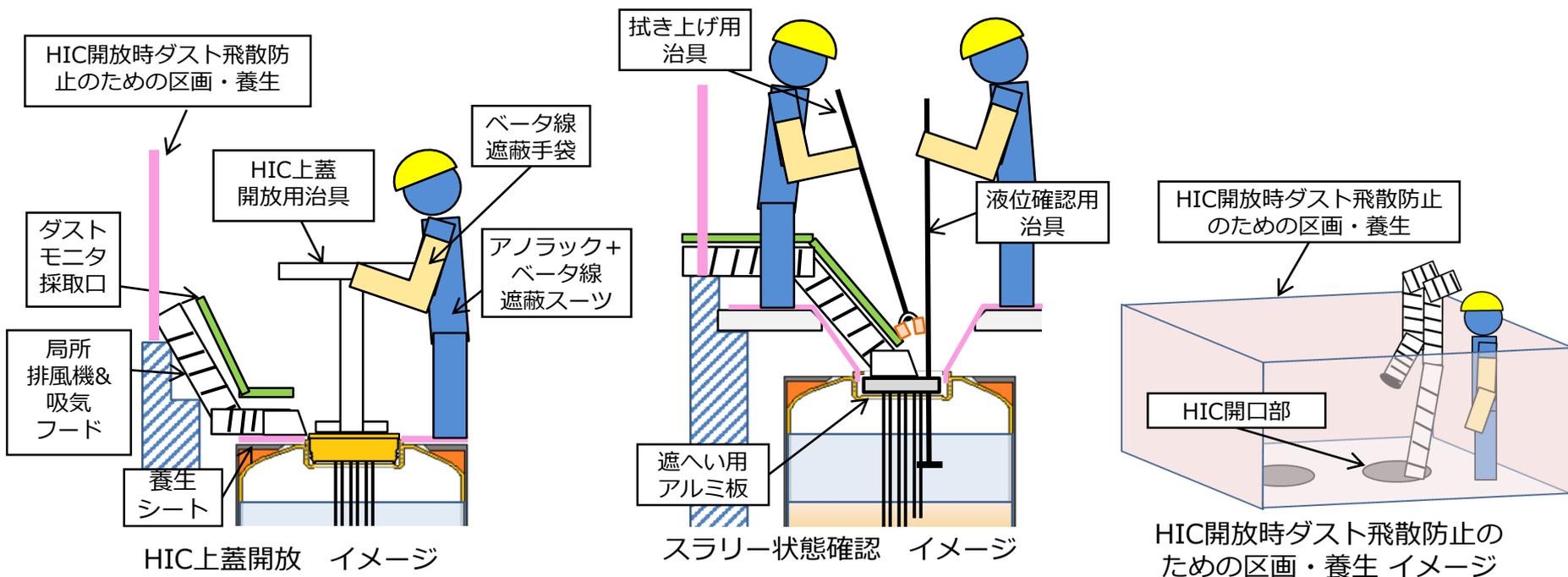
## ➤ 『②-a HICの蓋開放・スラリー状態確認』における内部被ばく対策

- 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<sup>※1</sup>とダスト飛散防止のための区画・養生のうえで<sup>※2</sup>専用の治具を用いて開放<sup>※3</sup>
- 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上蓋にはフィルター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



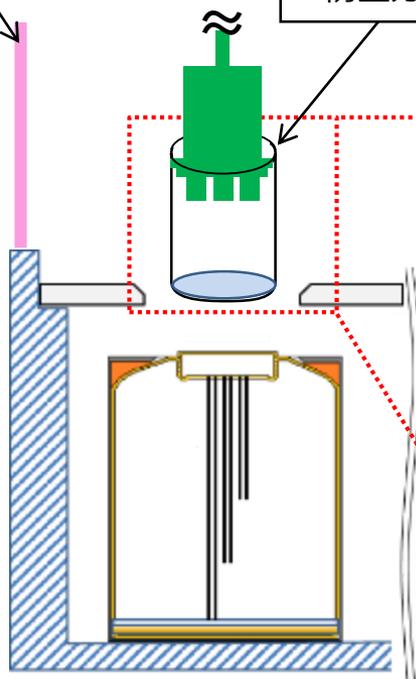
## 7.汚染リスク対策【内部被ばく】(2/2)

### ➤ 『③-a SEDSによるスラリー移替え』における内部被ばく対策 (線量当量率の測定がケース②となる場合)

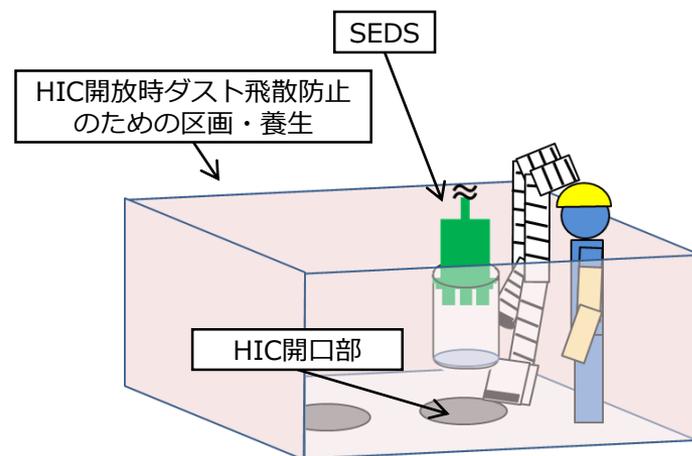
- HICからSEDSを切り離す前は予め、SEDS内部のフラッシングを実施し汚染を低減。
- HICからSEDSを切り離す際は、SEDSに液ダレ防止カバーを装着してダストの飛散を防止。また併せてSEDSの通液部を除染。
- 作業エリアのダスト上昇防止のため、状況に応じて作業エリアに設置した局所排風機により吸気。

HIC開放時ダスト飛散防止のための区画・養生

液ダレ防止カバー



SEDS切り離し イメージ



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

## 【参考】低線量HICのスラリー移替え

7/27面談資料  
から変更なし

- 高線量HICの移替えに関するデータ採取の観点から低線量のHIC 2基について、移替えを実施

シリアルNo.	第二施設への格納年月日	線量率最大値(mSv/h)	収納時Sr-90濃度(Bq/cm <sup>3</sup> ) <sup>※1</sup>
PO641180-162	2014/10/14	0.00323	2.26E+04
PO641180-215	2014/6/1	0.00604	4.23E+04

※1 IRID/JAEAの実スラリー分析データより求めた7.0E+06 Bq/cm<sup>3</sup> per mSv/hを使用

移替え対象となる低線量HIC一覧表

## 【参考】 過去作業の実績(1/3)

7/27面談資料  
から変更なし

- 2018年3月、HICに格納された炭酸塩スラリーの密度測定のため、下記11基を対象にサンプル採取を実施。

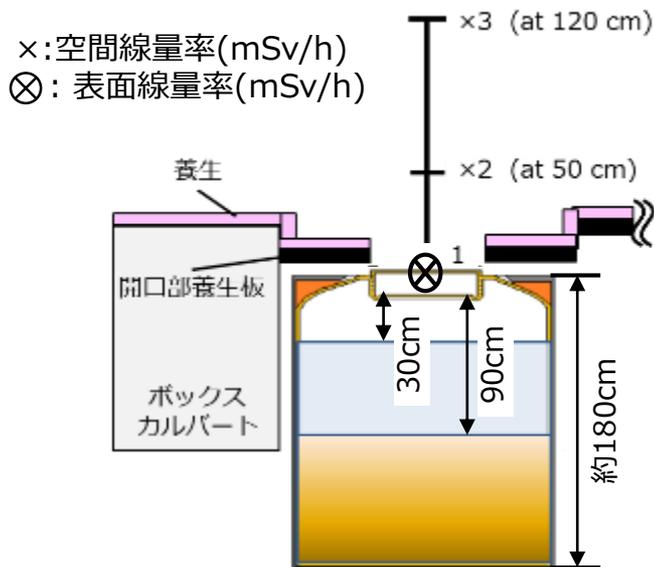
No.	HIC S/N	格納時HIC側面線量当量率 (mSv/h)				払い出し日時
		HIC上部	HIC中部	HIC下部	最大	
1	PO625899-211	0.080	0.525	1.766	1.766	2014/2/11
2	PO641180-152	1.016	1.413	1.407	1.413	2014/10/8
3	PO625899-210	0.730	1.240	1.296	1.296	2013/4/16
4	PO637802-027	1.260	1.590	1.420	1.590	2014/3/16
5	PO625899-249	1.455	2.030	2.120	2.120	2013/11/12
6	PO625899-048	1.808	2.522	2.473	2.522	2013/11/17
7	PO637802-071	0.500	0.810	0.955	0.955	2014/3/17
8	PO641180-144	0.848	1.154	1.143	1.154	2014/10/3
9	PO625899-236	0.825	1.130	1.225	1.225	2013/6/7
10	PO646393-172	8.594	12.800	11.490	12.800	2014/10/31
11	PO625899-137	0.691	1.069	1.178	1.178	2014/2/13

採取作業時においてHIC上部の線量当量率が最も高かったHICと、サンプル採取作業中に作業エリアのダスト濃度が最も上昇したHICについて次頁以降に記載。

➤ HIC上部の線量当量率が最も高かったHIC

- HIC No. PO646393-172※1
- 一時保管施設格納時の側面最大線量当量率：12.8mSv/h

※1 移替え作業対象の高線量HIC31基のうち、HIC側面の線量率が2番目に高いHIC



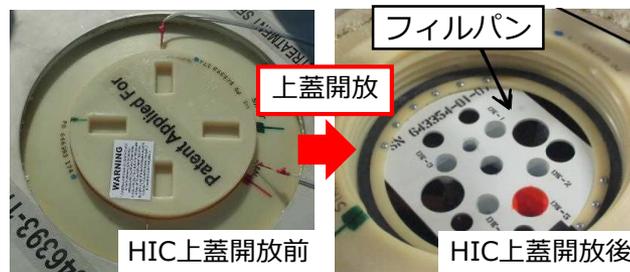
PO646393-172 測定点概要

測定点	線種	HIC上部線量率(mSv/h)	
		上蓋開放前	上蓋開放後
⊗1	γ	0.40	2.00
	γ+β	0.40	300.00
x2	γ	0.12	0.20
	γ+β	0.12	1.00
x3	γ	0.15	0.12
	γ+β	0.15	0.30

上蓋解放時は、  
開口部近傍で高い  
線量率(β)を確認

測定器：応用技研製  
AE-133シリーズ  
シャロー型

PO646393-172 上部線量率測定結果



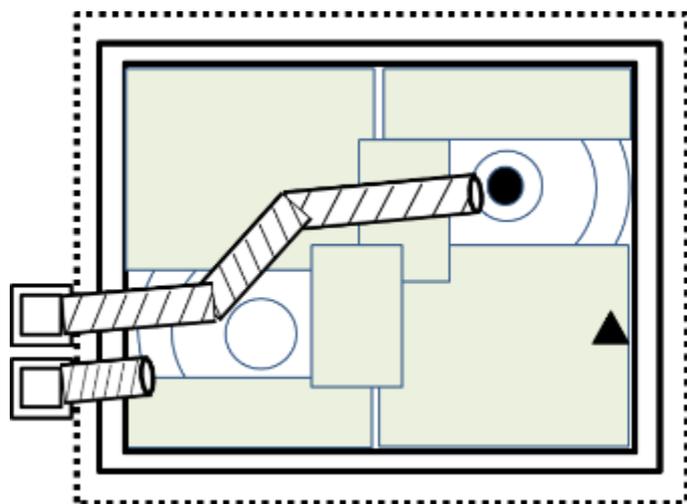
HIC上蓋開放前後の外観※2

※2 画像は未使用のHIC

# 【参考】過去作業の実績(3/3)

7/27面談資料  
から変更なし

- サンプル採取作業中に作業エリアのダスト濃度が最も上昇したHIC
  - HIC No. PO641180-152
  - 一時保管施設格納時の側面最大線量当量率：1.4mSv/h



仮設ハウス内ダスト測定部概要図

仮設ハウス ● : スラリー採取部 ▲ : ダスト測定点※1

□ : 局所排風機本体

局所排風機  
ダクト※2

※1 ダスト測定点は詳細位置の記録無し

※2 ダクト位置は記録無いため推定

測定器：GM汚染サーベイメータ, コードレスダストサンプラ	
β線機器効率：31.9%	線源効率：0.4
使用ろ紙：HE-40T 60φ	ろ紙面積：28.3cm <sup>2</sup>
流量補正値：1	捕集流量：43.9L/min
B.G.測定値：250cpm	

ダストサンプラー設定値

作業内容	測定結果 (Bq/cm <sup>3</sup> )	捕集 時間	10分間 の積算 流量(L)	換算定数 (Bq/cm <sup>3</sup> ・pcm)		Gross
				Bq/cm <sup>3</sup>	pcm	
(1)サンプル作業前確認	検出限界値未満	10分	439	5.65E-05	130	250
(2)HIC【PO641180-152】上蓋開放中	検出限界値未満					
(3)同HICスラリー採取	2.38E-04					
(4)HIC【PO625899-210】※3 上蓋開放中	検出限界値未満					
(5)同HICスラリー採取	検出限界値未満					
(6)ハウス除染	検出限界値未満					

ダスト濃度測定結果

※3 PO641180-152と同一ボックス  
カルバート内のHIC

### 放射線計測器の外観



### 放射線計測器の特徴

GM汚染サーベイメータ【GMAD】  
 型式：TGS-125,136,146,146B他  
 製造メーカー：日立製作所（アロカ）  
 測定レンジ：

min <sup>-1</sup>						
100	300	1k	3k	10k	30k	100k

- GM計数管を用いた放射線計数サーベイメータ
- GM計数管の窓は、接触に弱く割れやすいため、保護膜を付けて使用
- 検出器は5cmφ (19.6cm<sup>2</sup>)



連続ダストモニタ (1 ch) 【DM】  
 型式：iCAM  
 製造メーカー：キャンベラ  
 測定線種：B線 (γ線)、α線

- PIPS検出器使用
- ラドン/トロン<sup>222</sup>のα線及びB線BGを補正

放射線計測器の外観



放射線計測器の特徴

電離箱サーベイメータ【ICW】

型式：AE-133V/A1

製造メーカー：応用技研

測定レンジ：

×1 μSv/h (mSv/h)					
3 (0.003)	10 (0.01)	30 (0.03)	100 (0.1)	300 (0.3)	1000 (1)
×1000 μSv/h (mSv/h)					
3	10	30	100	300	1000

- BGレベルから1 Sv/hまでの幅広い測定領域で使用可能
- 表示単位が2タイプ (μSv/h、mSv/h) ある



電離箱サーベイメータ (高線量)【ICWBH】

型式：AE-133BH 製造メーカー：応用技研

測定レンジ：

mSv/h					
30	100	300	1000	3000	10000

- 幅広い測定領域で使用可能
- B線の校正を実施しており、B線評価が可能
- キャップを外すことによりB線を測定するが、検出部の膜が薄く破損しやすいため扱いに注意すること

放射線計測器の外観



放射線計測器の特徴

電離箱サーベイメータ（低線量）【ICWBL】

型式：AE-133B,AE-133B/A2

製造メーカー：応用技研

測定レンジ：

× 10 μ Sv/h			
3	10	30	100
× 1000 μ Sv/h			
3	10	30	100

- B線の校正を実施しており、B線評価が可能
- キャップを外すことによりB線を測定するが、検出部の膜が薄く破損しやすいため扱いに注意すること



コードレスダストサンプラ【CDS】

型式：TH-D0501035

製造メーカー：千代田テクノル

- 定格吸引流量は、120L/min以上
- ろ紙はHE-40T(105φ,60φ,)、CHC-50(60φ)
- 連続運転時間60min以上
- 重量は約3kgと軽量

放射線計測器の外観	放射線計測器の特徴																								
	<p>電離箱サーベイメータ【ICW】                      型式：ICS-313, ICS-323, ICS-323C他                      製造メーカー：日立製作所（アロカ）                      測定レンジ：</p> <table border="1" data-bbox="1004 406 1671 635"> <tr> <th colspan="6">μSv/h</th> </tr> <tr> <td>10</td> <td>30</td> <td>100</td> <td>300</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <th colspan="6">mSv/h</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>10</td> <td>30</td> <td>100</td> <td>300</td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 積算1cm線量当量0.3~10μSvの測定ができる</li> <li>■ B線の検知が可能であるが、B校正は実施していないため、B線の評価を行わないこと</li> <li>■ 各測定レンジで独立した校正（300mSv/hは校正せず）</li> </ul>	μSv/h						10	30	100	300	-	-	mSv/h						1	3	10	30	100	300
μSv/h																									
10	30	100	300	-	-																				
mSv/h																									
1	3	10	30	100	300																				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 電離箱サーベイメータ【ICW】</li> <li>■ 型式：ICS-1323</li> <li>■ 製造メーカー：日立製作所（アロカ）</li> <li>■ 測定レンジ：</li> <li>■ 積算1cm線量当量0.3~10Svの測定ができる</li> </ul>																								