

高線量HIC移替えに向けた対応

2022年2月17日



東京電力ホールディングス株式会社

1. これまでの経緯

- 多核種除去設備の処理運転に伴い発生する二次廃棄物（スラリー）を保管する高性能容器（HIC）の長期使用に際して、材料（ポリエチレン）のβ線劣化が発生するおそれがある積算吸収線量5,000kGyを超過しているHIC（高線量HIC）については、健全性を確保する必要がある。このため、スラリー移替え作業を行い、HICの健全性を確保し、放射性液体廃棄物の漏えいリスクを低減させる。
 - 高線量HICのスラリー移替え作業に先立って、低線量HIC移替え作業で被ばく低減対策を検討し、低線量HICの1基目を2021年8月～9月に、よりスラリー量が多く線量が高い2基目を2021年12月に実施した。
 - 低線量HICの移替え作業において、作業員被ばく量は基準値内に収まり、HICの蓋を開けての作業エリアにおけるダスト濃度は検出下限値以下であることを確認した。
- ▼
- 低線量HIC 2基目の移替え実績を踏まえ、高線量HIC移替えに向けた追加の対策を実施

スラリー移替え作業対象HICのデータ

移替え対象HIC シリアル No.	一時保管施設への 格納年月日	保管施設格納時補強体表面 最大線量当量率(mSv/h)	収納時Sr-90濃度 (Bq/cm ³) ^{※1}	移替え作業順 ^{※2}
PO641180-215	2014/6/1	0.00604	4.23E+04	低線量HIC1基目
PO653765-498	2016/2/2	0.574	4.04E+06	低線量HIC2基目
PO641180-248	2014/11/5	7.32	5.15E+07	高線量HIC1基目 (高線量HICのうちSr-90 濃度が最も低いHIC)
PO646393-182	2014/11/1	13.24	9.31E+07	高線量HIC2基目 (高線量HICのうちSr-90 濃度が最も高いHIC)

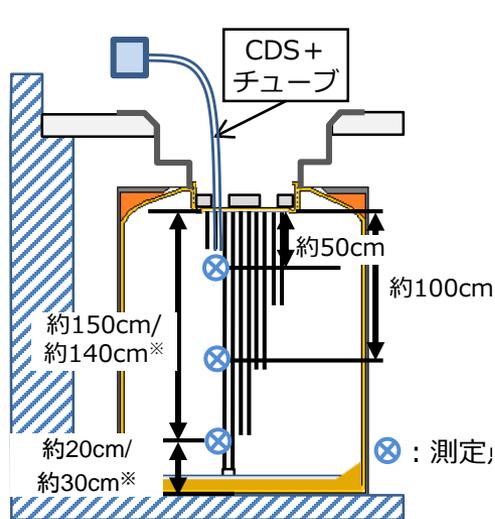
※1 IRID/JAEAの実スラリー分析データより求めた7.0E+06 Bq/cm³ per mSv/hを使用

※2 高線量HIC2基目以降は順次、Sr-90濃度が高いHICを優先して移替えを実施

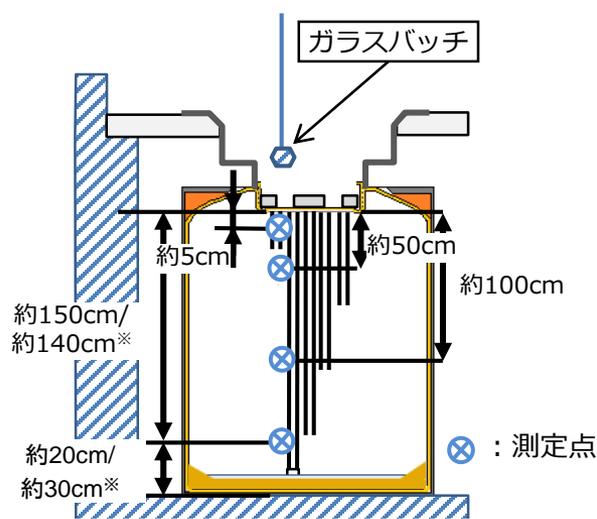
2. 低線量HIC2基目内部調査結果(1/5)

HIC内部調査項目

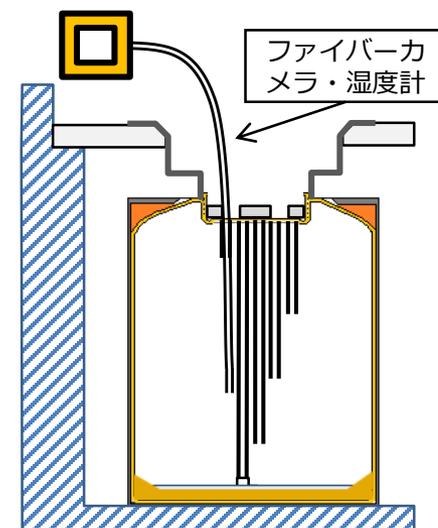
調査項目	目的	調査方法
HIC内部のダスト測定	<ul style="list-style-type: none"> 高さ方向3点でダストを採取・分析し、ダストに含まれる核種および濃度分布を確認。 低線量HICの濃度分布の相関から高線量HIC内部のダスト濃度を推定 	コードレスダストサンプラ(CDS)の吸気口にチューブを取付け、移替え元HIC内の底部、中部、上部のダストを採取。
HIC内部の線量当量率測定	<ul style="list-style-type: none"> 高さ方向4点で線量を測定することで、底部に残存したスラリーから生じる放射線量とダスト濃度との相関を確認、高線量HIC内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



HIC内部の線量当量率測定



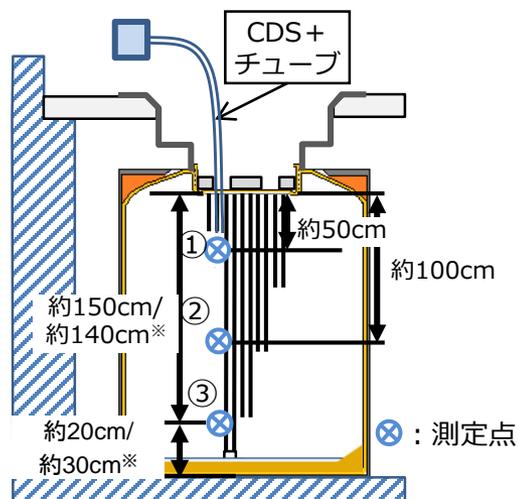
HIC内部の確認

※ 低線量HIC 1基目では底部から約20cmの位置、低線量HIC 2基目では低線量HIC1基目よりスラリー残存量が多いことを確認したため、1基目より10cm上方の約30cmの位置で測定。

2. 低線量HIC内部調査結果(2/5)

➤ HIC内部のダスト濃度測定結果

HIC内部の3箇所にて測定し、いずれの箇所においても検出限界値以下($<1.5E-5Bq/cm^3$)



HIC内部のダスト測定

※ 低線量HIC 1基目では底部から約20cmの位置、低線量HIC 2基目では低線量HIC1基目よりスラリー残存量が多いことを確認したため、1基目より10cm上方の約30cmの位置で測定。

HIC内部のダスト濃度

単位 : Bq/cm^3

測定箇所	低線量HIC 1基目	低線量HIC 2基目
①	$<1.5E-5$	$<1.5E-5$
②	$<1.5E-5$	$<1.5E-5$
③	$<1.5E-5$	$<1.5E-5$

HIC内部の湿度

低線量HIC 1基目	低線量HIC 2基目
76.7%	77.2%

➤ 高線量HIC内ダスト濃度について

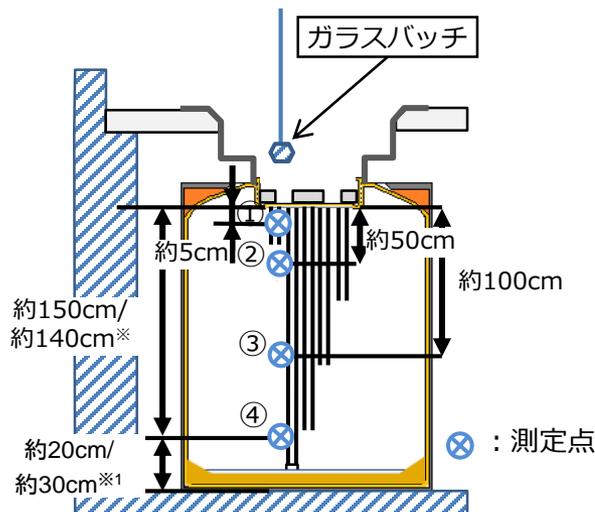
- 低線量HIC1基目、2基目においてダスト濃度は検出限界値未満であったことから、線量当量率との相関は評価できなかった。
- 低線量HIC 2基目でダスト濃度が低かった要因としては、低線量HICでは容器内の湿度が70%程度あったため、このような湿潤した環境ではダストが舞い上がりにくいと推定。
- 高線量HIC内のSr濃度は低線量より大きくなるのが想定されるが、内部の液位量は、低線量HIC 1基目、2基目と同程度であり湿潤した環境となると想定されるため、作業ハウス内での局所排風機による環境改善やダスト濃度の連続監視により、作業員の内部被ばく及び作業ハウス外へのダスト拡散防止を行う。

2. 低線量HIC2基目内部調査結果(3/5)

➤ HIC内部の線量当量率測定結果

測定結果より、底部のスラリーが主な線源であること、70 μ m線量当量率の方が大きいことから、 β 線による寄与が支配的であった。なお、ガラスバッチの70 μ m線量の測定範囲は下面120度であるため、測定箇所④は底部全域をカバーできておらず、測定箇所①～③に対し④の70 μ m線量当量率は低くなったものと考えられる

単位：mSv/h



HIC内部の線量当量率測定

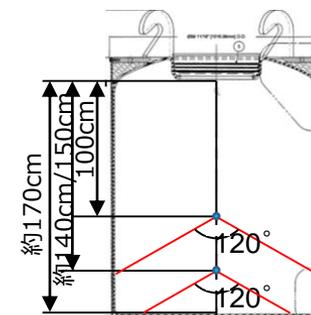
測定箇所	低線量HIC 1基目		低線量HIC 2基目	
	1cm線量当量率	70 μ m線量当量率	1cm線量当量率	70 μ m線量当量率
①	<0.2	2.0	1.0	86.6
②	<0.2	2.6	1.6	114.8
③	<0.2	2.2	3.6	145.0
④	<0.2	1.0	5.0	30.2

※1 低線量HIC 1基目では底部から約20cmの位置、低線量HIC 2基目では低線量HIC1基目よりスラリー残存量が多いことを確認したため、1基目より10cm上方の約30cmの位置で測定。

➤ 高線量HICにおける線量影響

低線量HICの2基目内部の70 μ m線量当量率で100mSv/hオーダーであり、 β 線による寄与が支配的であった。

高線量HICでは、低線量HIC 2基目と比べSr90濃度が20倍程度となり1Sv/hオーダーとなると推定されるため、被ばく対策が重要となる。

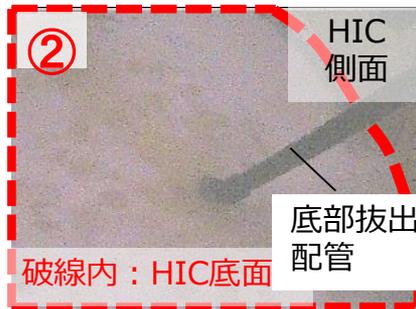
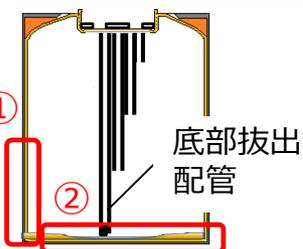


2. 低線量HIC2基目内部調査結果(4/5)

➤ HIC内部の状態

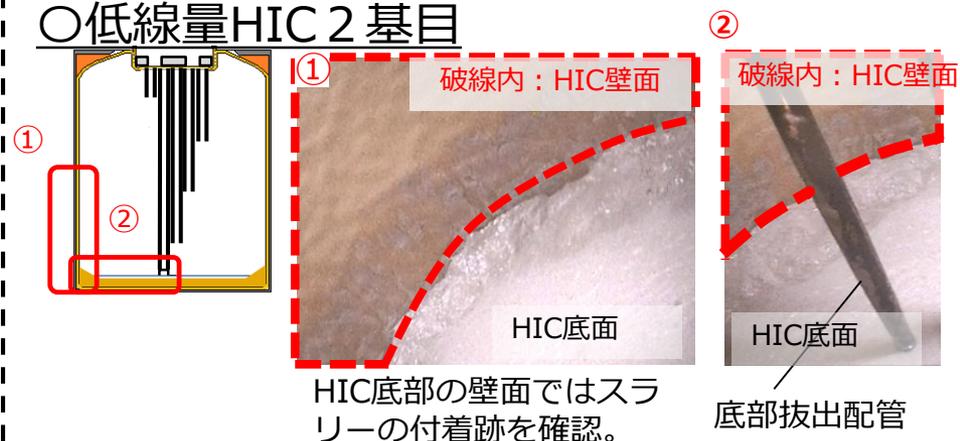
- ファイバーカメラで確認した範囲では、HIC容器に損傷は確認されなかった。
- 1基目、2基目ともにポンプにより空気を吸込み始めたのを確認しスラリーの移送を停止しているが、1基目よりスラリー量が多いと推定される2基目の方が残スラリーが多かった。
- 高線量HICでも低線量2基目と同程度の残スラリーが残ると想定されるため、抜き出し方法の見直しを検討

○低線量HIC 1基目



HIC容器の部材が視認できており、スラリーの壁面への付着は軽微

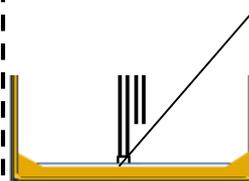
○低線量HIC 2基目



HIC底部の壁面ではスラリーの付着跡を確認。
底部抽出配管吸込み口は残存スラリーの液面下にあり、抜出終了後に周囲のスラリーが吸込み口近傍に流入したものと推定

➤ HIC底部のスラリーの状態

底部抽出配管先端のエルボ一部分が一部露出していることから、残スラリーの液面高さはおよそ8cm程度と推定



➤ 内部調査結果まとめ及び高線量HICに向けた対応

• 内部被ばく（ダスト影響）

低線量HICにおいて、HIC内が湿潤環境であったこと、スラリーの移替えから時間経過(約2週間)したことでダストが沈降したことから、ダスト濃度は検出限界値未満であり、線量当量率との相関は評価できなかった。

高線量HICでは、Sr濃度は低線量より大きくなることが想定されるが、湿潤環境であることには変わりないため、作業ハウス内での局所排風機による環境改善やダスト濃度の連続監視により、作業員の内部被ばく及び作業ハウス外へのダスト拡散防止を行う。

• 外部被ばく（作業エリアの線量影響）

当該作業における主要な線源は、HIC底部のスラリーが主な線源であり、β線による寄与が支配的である。

高線量HICでは、低線量HIC 2基目と比べSr90濃度が20倍程度であり、HIC内部の線量当量率は1Sv/hオーダーと推定されるため、遮へいの改良を実施する。

3. 低線量HIC1基目移替え作業時の被ばく線量

➤ 各作業における被ばく線量

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

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	0.05	0.0
	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	0.02	0.0
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		

■ 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

4. 低線量HIC2基目移替え作業時の被ばく線量

➤ 各作業における被ばく線量

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

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
12月9日	保管施設	・HIC移送	0.00	2	0.04	0.0
	作業エリア内	・準備作業	0.36	13		
12月10日	作業ハウス内	・HIC蓋開放 ・開口部線量測定 ・SEDS取付け ・スラリー移送	0.05	4	0.03	0.0
	作業ハウス周辺	・クレーン操作 他	0.22	14		
12月14日	作業ハウス内	・SEDS取外し ・開口部線量測定 他	0.16	6	0.04	0.0
	作業ハウス周辺	・クレーン操作 他	0.30	14		
	片付け	・片付け	0.10	11		
12月15日	作業ハウス内	・開口部線量測定 他	0.14	4	0.06	0.0
	作業ハウス周辺	・片付け	0.33	14		
12月23日	作業ハウス内	・HIC蓋開放 ・HIC内部調査	0.27	6	0.07	0.0

➤ 作業者の等価線量(12月分)の最大値^{※2}

等価線量 水晶体：0.4mSv ，皮膚：0.7mSv

※1 APD値

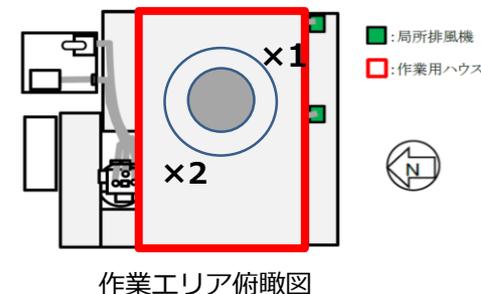
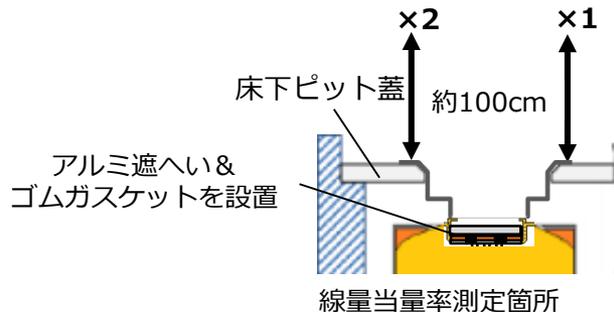
※2 別作業に従事した際の被ばくも含む

5.高線量HICの移替え作業における追加安全対策(1/3)

➤ 低線量HIC2基目の実績から高線量HIC移替え時の作業エリアの線量当量率を推定

低線量HIC 2 基目 (移替え元) 近傍の作業エリアの線量当量率

遮蔽種類	放射線	×1 (mSv/h)	×2 (mSv/h)
アルミ遮へい	1cm	0.10	0.11
	70μm	0.35	0.45
BG	1cm	0.003	
	70μm	0.005	



高線量HIC (Sr濃度最大) 移替え時の作業エリア線量当量率 (推定)

遮蔽種類	放射線	×1※1 (mSv/h)	×2※1 (mSv/h)
アルミ遮へい	1cm	2.24	2.47
	70μm	7.96	10.27



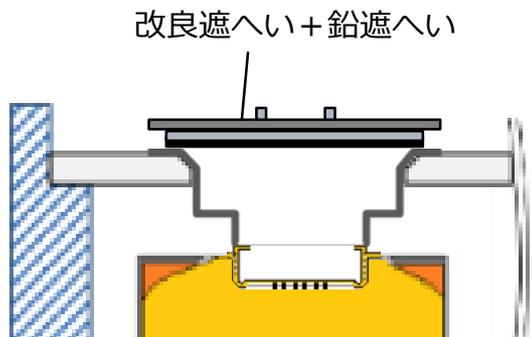
アルミ遮へい設置状況 (外周部に若干の隙間有り)

※1 高線量HICの作業エリア空間線量当量率は下記の式により評価

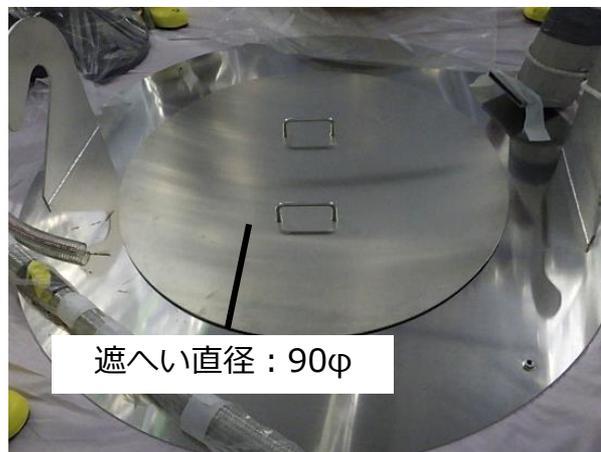
$$\text{高線量HIC推定値 (mSv/h)} = \frac{\text{高線量HICのうちSr-90濃度が最も高いHICと低線量HIC2基目のHIC補強体表面線量の比}}{\text{低線量HIC2基目の移替え作業エリア空間線量(BG含まず)(mSv/h)}} + \text{低線量HIC2基目の移替え作業エリアのBG (mSv/h)}$$

- ×1,2の作業空間の線量当量率について、高線量HICの移替え作業時には70μm線量当量率が10mSv/h程度となると推定。
- よって、**作業エリアの線量当量率低減のために遮へいの改良を実施。**

- 床下ピットの蓋開口部全体を閉止する形の改良遮へいを設置、改良遮へい上に鉛遮へいを設置することで遮へい効果を検証

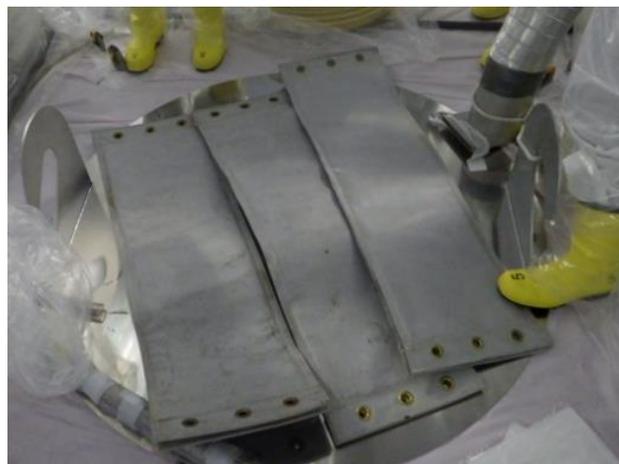


改良遮へい + 鉛板設置時イメージ



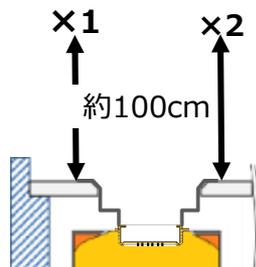
アルミ厚：5mm
ゴム厚：3mm

改良遮へい外観



改良遮へい上に鉛遮へいを設置した状況

➤ 改良遮へいの効果検証結果



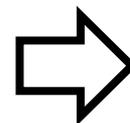
低線量HIC 2基目の×1、×2の箇所の改良遮へい設置有/無の線量当量率から高線量HIC移替え時の線量当量率を評価

低線量HIC2基目の移替え元HICの作業空間線量一覧

遮蔽種類	放射線	×1 (mSv/h)	×2 (mSv/h)	×1,2の平均 (mSv/h)
改良前 アルミ遮へい	1cm	0.10	0.11	0.11
	70μm	0.35	0.45	0.40
改良遮へい	1cm	0.065	0.085	0.074
	70μm	0.075	0.095	0.084
改良遮へい + 鉛板	1cm	0.028	0.035	0.031
	70μm	0.03	0.035	0.032
BG	1cm	0.003		
	70μm	0.005		

高線量HICの移替え元HICの作業空間推定線量一覧

高線量HICの作業エリア空間線量当量率を推定



遮蔽種類	放射線	×1,2の推定値 (mSv/h)
改良前 アルミ遮へい	1cm	2.4
	70μm	9.0
改良遮へい	1cm	1.648
	70μm	1.836
改良遮へい + 鉛板	1cm	0.655
	70μm	0.637



高線量HICのスラリー移替え作業時においても作業エリアの70μm線量当量率を1mSv/h未満に低減できる見通しが得られた。

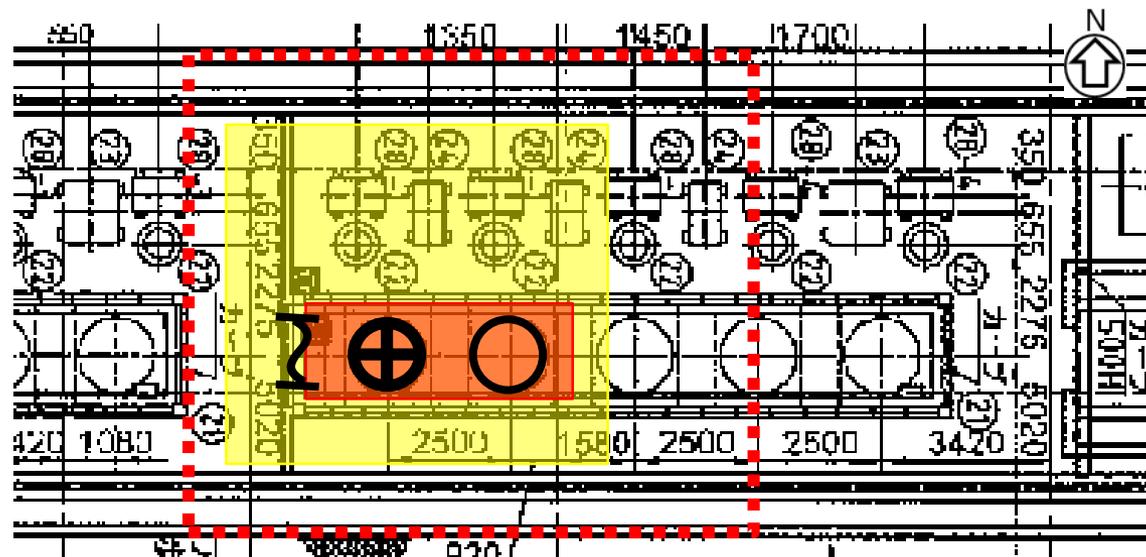
- 高線量HICのスラリー移替え作業時には作業エリアの70μm線量当量率を1mSv/h未満に低減した環境を保つよう、改良遮へいと鉛遮へいを活用する。

高線量HIC移替え作業時 の安全対策

6.高線量HICの移替え作業における安全対策(1/6)

低線量HIC 2 基目移替え時
から変更なし

- 作業エリアの区画
- 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)
- 移替え対象のHICを格納したピット近傍については、ダスト飛散の恐れのあるHICの作業時、作業用ハウスを設置してβ汚染を含むダストの飛散を防止。
- 比較的被ばくリスクの低い黄塗り部の作業エリアは、部外者の侵入防止のためロープによりエリアを区画。
- 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。
- 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

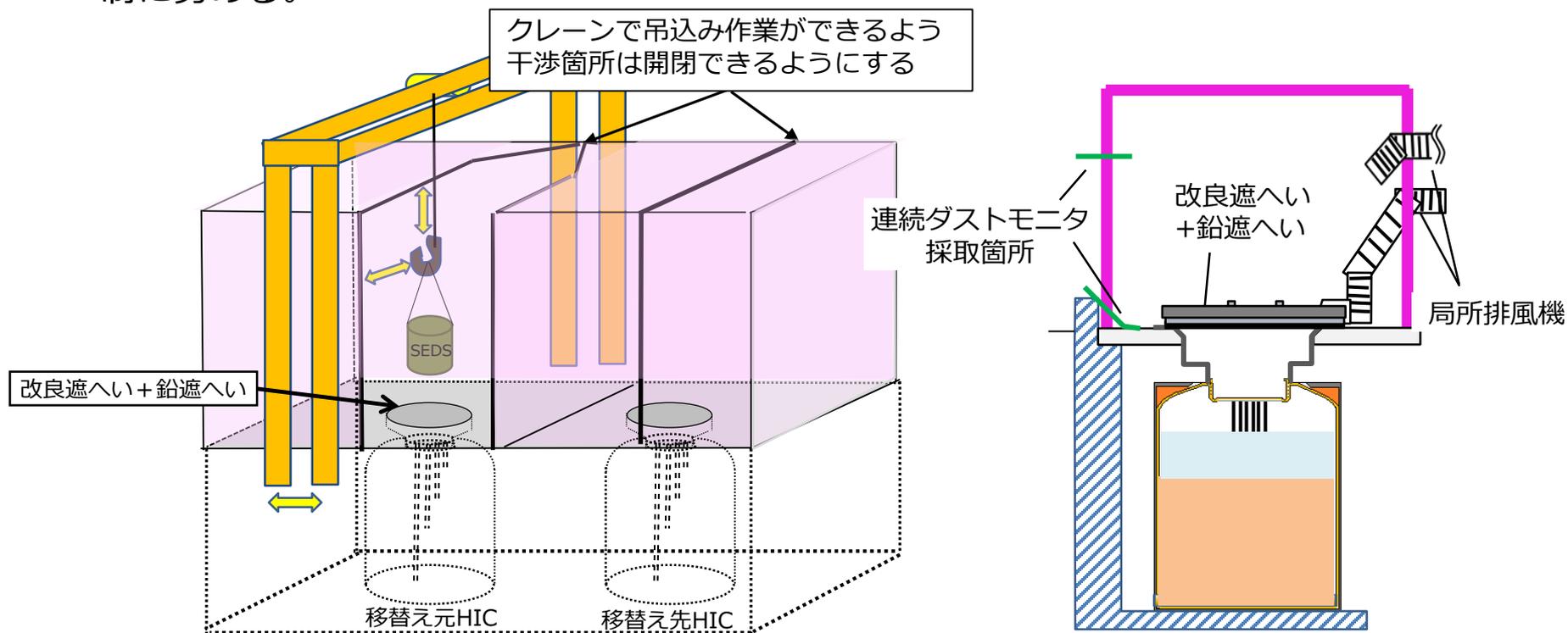


6.高線量HICの移替え作業における安全対策(2/6)

低線量HIC 2 基目移替え時
から改良遮へい+鉛遮へい設
置の部分を変更

内部被ばくに関する対策

- HIC内のダスト源がHIC蓋開放等により作業エリアに拡散されることを抑制するために作業ハウスを設置し、作業ハウス内は局所排風機により浄化を行う。また、作業ハウス内は、ダスト濃度を連続監視して、異常を早期に検知する。【作業ハウス内ダスト濃度管理値： $1.0E-4$ Bq/cm³】
- 作業ハウスは、SEDS等をクレーンにて吊込む際には、可能な限り開放部分は少なくし、作業ハウスを開放する際には、HIC蓋の開放部は、改良遮へいにて閉止し、ダスト飛散抑制に努める。



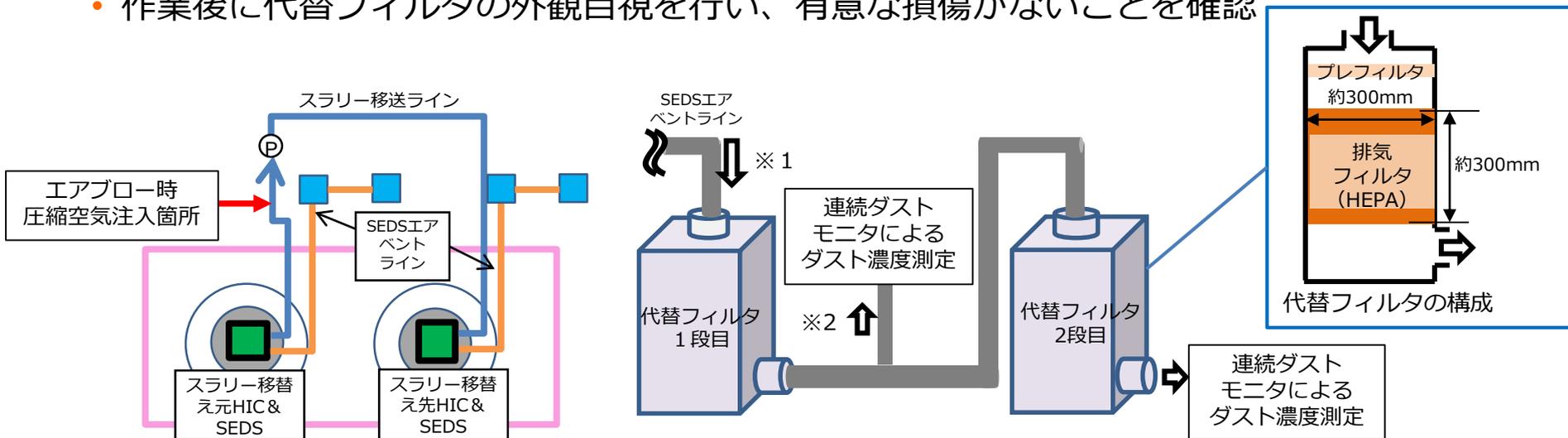
作業ハウス概要

6.高線量HICの移替え作業における安全対策(3/6)

低線量HIC 2 基目移替え時
から変更なし

内部被ばくに関する対策

- ダスト捕集率の向上及びフィルタ損傷に備えSEDSエアベントラインの代替フィルタを2重化
- スラリー移替え後、スラリー移送ラインのエアブロー時、排気フィルタの定格流量を下回るよう、エアブロー流量を調整することで損傷を防止。また、代替フィルタは排気フィルタの前段にプレフィルタが設けられており、湿分の影響を緩和
- 代替フィルタ1 段目出口、2 段目出口のダスト濃度を測定することで代替フィルタ損傷時の濃度上昇を検知
- 作業後に代替フィルタの外観目視を行い、有意な損傷がないことを確認



- : 代替フィルタ
- : 作業用ハウス

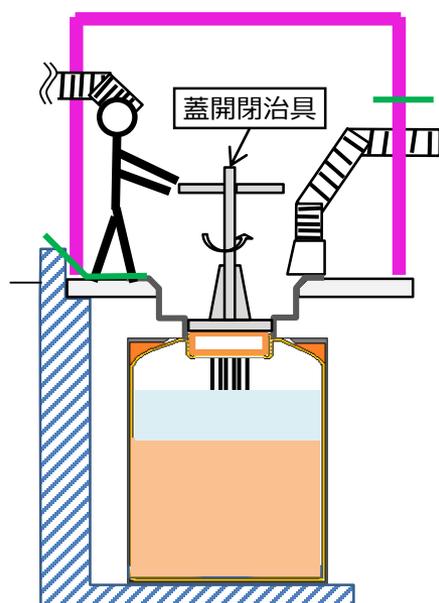
- ※1 空気供給ラインのバルブの開度調整により排気フィルタの定格流量 ($8\text{m}^3/\text{min}$) を下回るよう、エアブロー流量をバルブの開度 (エアブロー流量が $0.3\text{m}^3/\text{min}$ 程度となる開度) で管理。
なお、スラリー移送ラインのポンプ流量は、最大で $0.4\text{m}^3/\text{min}$ 程度であることから、スラリー移送時のSEDSエアベントラインの流量は排気フィルタの定格流量を下回る。
- ※2 連続ダストモニタの吸気量は $0.03\text{m}^3/\text{min}$ 程度

6.高線量HICの移替え作業における安全対策(4/6)

低線量HIC 2 基目移替え時
から改良遮へい+鉛遮へい設
置の部分を変更

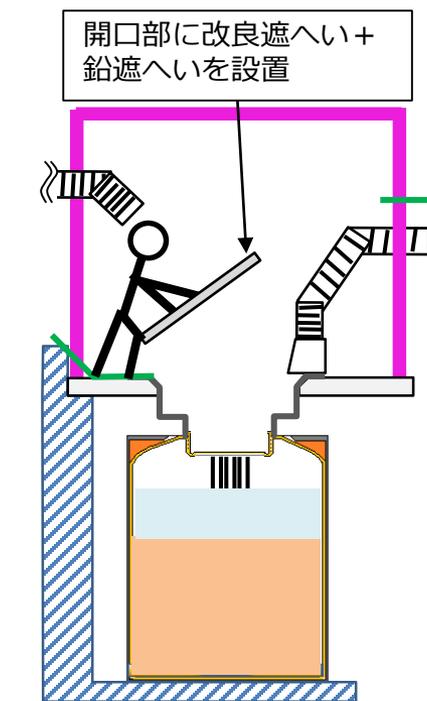
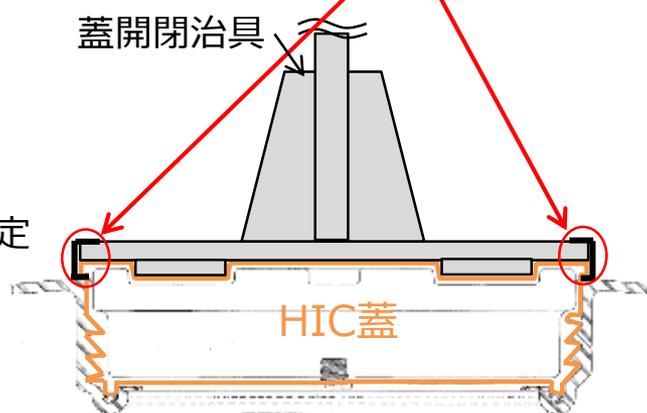
外部被ばくに関する対策

- HICの蓋開放/閉止作業における作業者の近接作業を離隔距離が取れる蓋開閉治具を使用。
- HIC蓋開放後に、改良遮へいと鉛遮へいにてHICからの線量を低減。



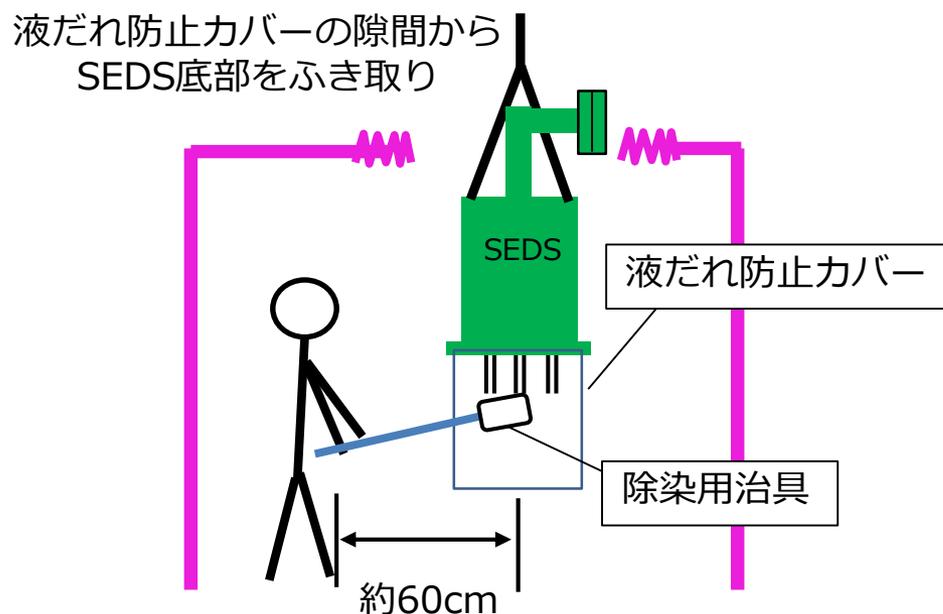
蓋開閉治具を蓋に固定しHIC蓋を緩める

・開閉治具をHIC蓋上に据え付け後、金属バンドで蓋と開閉治具を固定。



蓋開放後、SEDS設置までの間、遮へいを設置

- 外部被ばくに対する対策
 - 移替え作業後のSEDS取外しにおいて、SEDS下部の除染を実施する際、離隔距離を確保できる治具を活用。
 - HIC蓋開放/閉止、SEDS取付/取外（SEDS下部の除染含む）において、 β 遮蔽スーツや手袋に加えて、水晶体の β 線被ばく対策としてアクリルフェイスシールドを使用。



SEDS下部の除染時における
離隔距離確保イメージ

➤ 内部・外部被ばくの管理

• 内部被ばく

ダスト濃度について、作業者の内部被ばくに関して記録レベルを超過しないようダスト濃度警報設定を1.0E-4 Bq/cm³とし、警報が発報した場合は作業を一時中断する。

• 外部被ばく

APD設定値(γ :0.8mSv, $\gamma + \beta$:5.0mSv)を超えない値としてHICの蓋開放直後の線量測定時、作業エリアで1cm:2.4mSv/h, 70 μ m:60mSv/h※を超える値が検出された際、作業を一時中断する。

※ 当該線量到達後、HICの蓋閉止と作業エリアからの退避時間として保守的にみて15分掛ると想定し、APDの設定値を超えないよう設定した値。

7.高線量HIC移替え時の被ばく量評価(1/2)

- 高線量HIC移替え時の被ばく量評価(Sr-90濃度が最も高いHIC)
低線量HIC2基目のスラリー移替え時の空間線量当量率等から高線量HIC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て実効線量、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2基目空間線量当量率				高線量2基目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)		④1cm線量当量率(②+③×Sr90濃度比)	⑤70μm線量当量率(②+③×Sr90濃度比)	胸	手		水晶体(①×④÷60÷⑥)	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					1cm線量当量率		
HIC蓋開放	HIC蓋開放	1	2.0E-03	2.0E-03	1.7E-03	1.9E-01	4.2E-02	4.3E+00	1	2.27	7.0E-04	7.0E-04	3.2E-02
	改良遮へい設置	0.5	2.0E-03	2.0E-03	1.7E-03	1.9E-01	4.2E-02	4.3E+00	1	2.27	3.5E-04	3.5E-04	1.6E-02
SEDS取付け	SEDS移動	5	2.0E-03	2.0E-03	1.7E-03	2.9E-03	4.2E-02	6.9E-02	1	2.27	3.5E-03	3.5E-03	2.5E-03
	改良遮へい撤去	0.5	2.0E-03	2.0E-03	1.7E-03	1.9E-01	4.2E-02	4.3E+00	1	2.27	3.5E-04	3.5E-04	1.6E-02
	SEDS取付け	2	2.0E-03	2.0E-03	1.7E-03	1.9E-01	4.2E-02	4.3E+00	1	2.27	1.4E-03	1.4E-03	6.4E-02
SEDS取外し(移送元)	SEDS玉掛・つり上げ(移送元)	3	3.0E-03	5.0E-03	7.3E-02	1.9E+00	1.7E+00	4.3E+01	1	2.27	8.5E-02	8.5E-02	9.5E-01
	改良遮へい設置(移送元)	0.5	3.0E-03	5.0E-03	7.3E-02	1.9E+00	1.7E+00	4.3E+01	1	2.27	1.4E-02	1.4E-02	1.6E-01
	鉛遮へい設置	1	3.0E-03	5.0E-03	7.1E-02	7.9E-02	1.6E+00	1.8E+00	1	2.27	2.7E-02	2.7E-02	1.3E-02
	SEDS移動(移送元)	5	3.0E-03	5.0E-03	2.8E-02	2.7E-02	6.6E-01	6.4E-01	1	2.27	5.5E-02	5.5E-02	2.3E-02
	鉛遮へい撤去	1	3.0E-03	5.0E-03	7.1E-02	7.9E-02	1.6E+00	1.8E+00	1	2.27	2.7E-02	2.7E-02	1.3E-02
	改良遮へい撤去(移送元)	0.5	3.0E-03	5.0E-03	7.3E-02	1.9E+00	1.7E+00	4.3E+01	1	2.27	1.4E-02	1.4E-02	1.6E-01
HIC蓋閉止(移送元)	HIC蓋閉止(移送元)	1	3.0E-03	5.0E-03	7.3E-02	1.9E+00	1.7E+00	4.3E+01	1	2.27	2.8E-02	2.8E-02	3.2E-01
SEDS取外し(移送先)	SEDS玉掛・つり上げ(移送先)	3	4.0E-03	5.0E-03	1.5E-02	3.4E-01	3.5E-01	7.9E+00	1	2.27	1.7E-02	1.7E-02	1.7E-01
	改良遮へい設置(移送先)	0.5	4.0E-03	5.0E-03	1.5E-02	3.4E-01	3.5E-01	7.9E+00	1	2.27	2.9E-03	2.9E-03	2.9E-02
	SEDS移動(移送先)	5	4.0E-03	5.0E-03	1.5E-02	1.6E-02	1.9E-02	2.1E-02	1	2.27	1.6E-03	1.6E-03	7.7E-04
	改良遮へい撤去(移送先)	0.5	4.0E-03	5.0E-03	1.5E-02	3.4E-01	1.9E-02	3.5E-01	1	2.27	1.6E-04	1.6E-04	1.3E-03
HIC蓋閉止(移送先)	HIC蓋閉止(移送先)	1	4.0E-03	5.0E-03	1.5E-02	1.0E-01	3.5E-01	2.4E+00	1	2.27	5.8E-03	5.8E-03	1.8E-02
SEDS下部拭き取り	SEDS下部拭き取り(移送元)	2	—	—	—	—	1.1E+00*	5.8E+00*	1	2.27	3.7E-02	3.7E-02	8.5E-02
	SEDS下部拭き取り(移送先)	2	—	—	—	—	1.3E+00*	6.4E+00*	1	2.27	4.5E-02	4.5E-02	9.4E-02
計											3.7E-01	3.7E-01	2.2E+00

※ 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に收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(60cm)を考慮し空間線量当量率を評価

➤ 作業時の装備

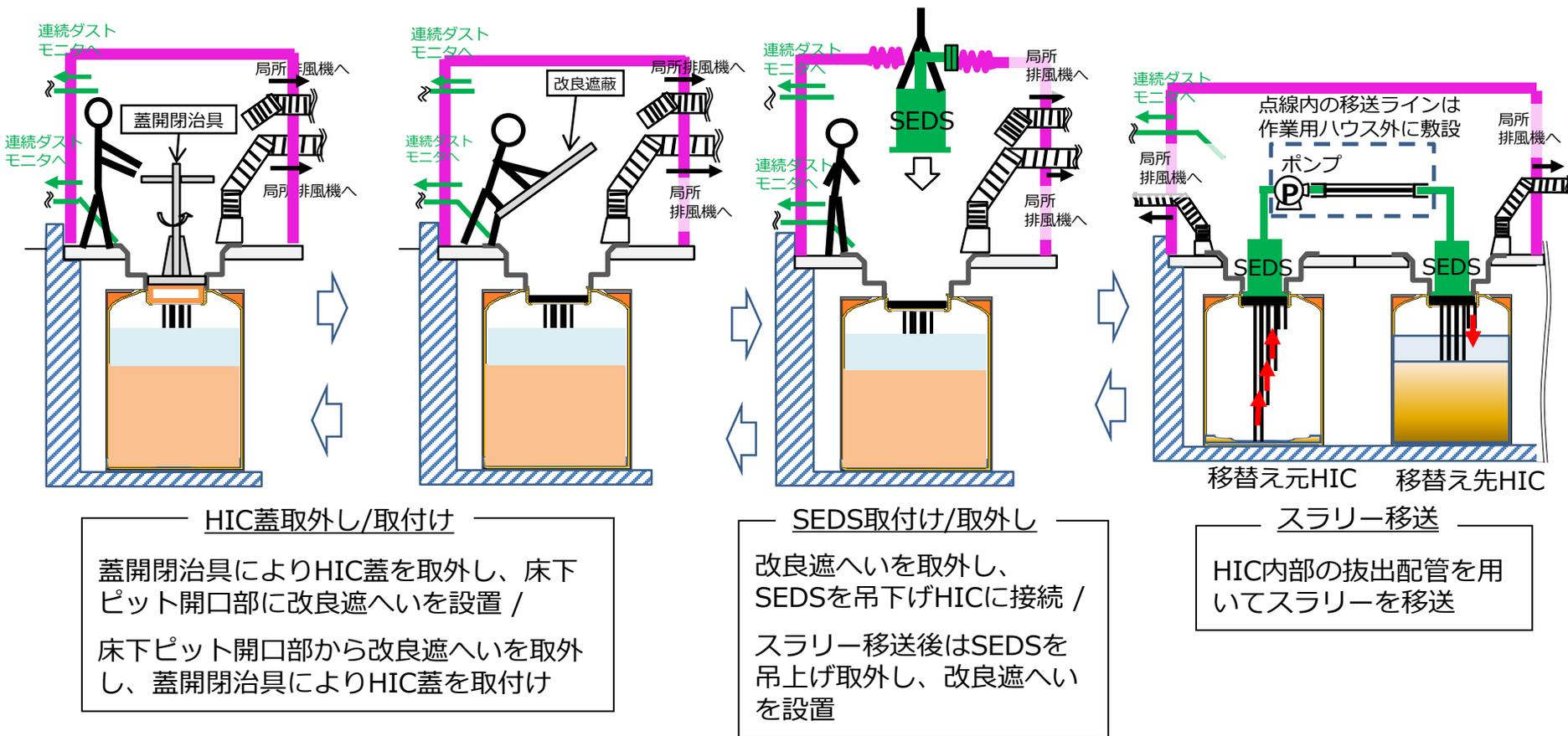
通常時装備(Y装備)	近接作業時用装備
<ul style="list-style-type: none"> ・電動ファン式全面マスク ・カバーオール ・ゴム手袋 (三重) ・長靴 ・APD (胸部) ・ガラスバッジ (胸部) ・ガラスバッジ (手) ・頭用ガラスバッジ (水晶体) ・足用バッジ (末端部) 	左記に以下の装備を追加 <ul style="list-style-type: none"> ・アノラック上下 ・アクリルフェイスシールド(1cm厚) (低線量HIC2基目の作業から使用) ・β線遮蔽手袋 ・β線遮蔽スーツ ・可搬型アルミ製衝立遮蔽(0.5cm厚) ・オフラインAPD(胸部)(遮蔽スーツ着用者のみ)

➤ 防護装備及び防護係数

防護装備	防護部位	適用有無		防護係数(低減前/低減後)	
		Y装備	近接作業時 用装備	1cm線量当量率	70μm線量当量率
カバーオール	皮膚 胸(体幹)	○	○	1 ^{※1}	1 ^{※1}
アノラック			○	1 ^{※1}	1 ^{※1}
β線遮蔽スーツ			○	1 ^{※1}	4
電動ファン式全面マスク	水晶体	○	○	1 ^{※1}	1 ^{※1}
アクリルフェイスシールド			○	1 ^{※1}	透過無し ^{※2}
ゴム手袋(三重)	皮膚 手	○		1.64	1.33
ゴム手袋(二重)+β線遮蔽手袋			○	4.35	2.27

※1 低減効果の根拠が無い場合、防護係数は1とした。 ※2 アクリルがSr-90由来のβ線を遮へい厚(1cm)があるため70μm線量当量率の透過は無し。一方、ガンマ線に対する低減率の根拠がなく等価線量は1cm線量当量率で計算。

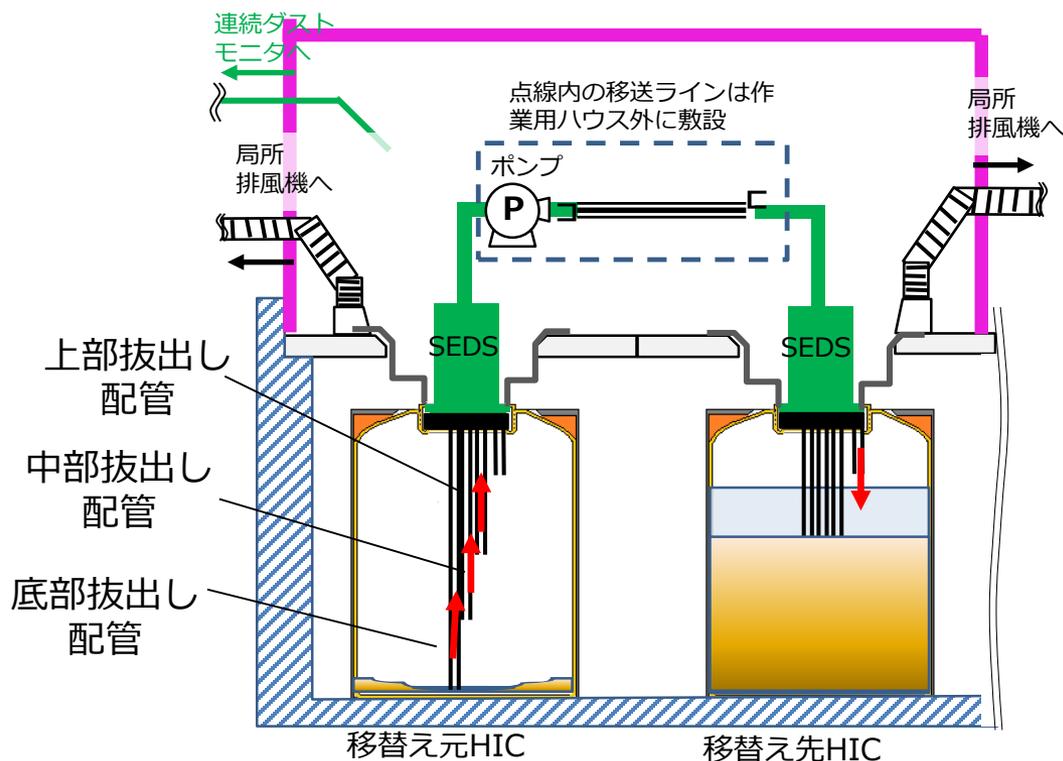
➤ 低線量HIC2基目移替え作業内容



高線量HICの移替え作業時の作業手順（閉止時は逆の手順にて閉止）

➤ スラリーのHIC内部からの抽出方法

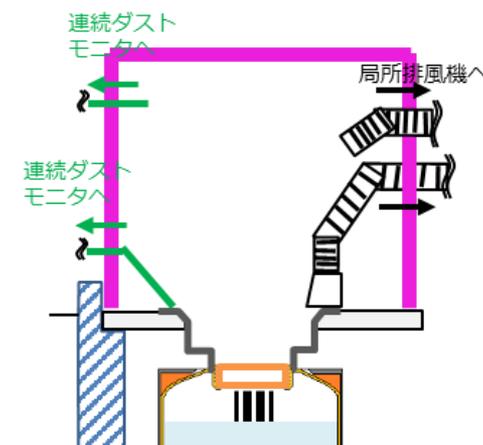
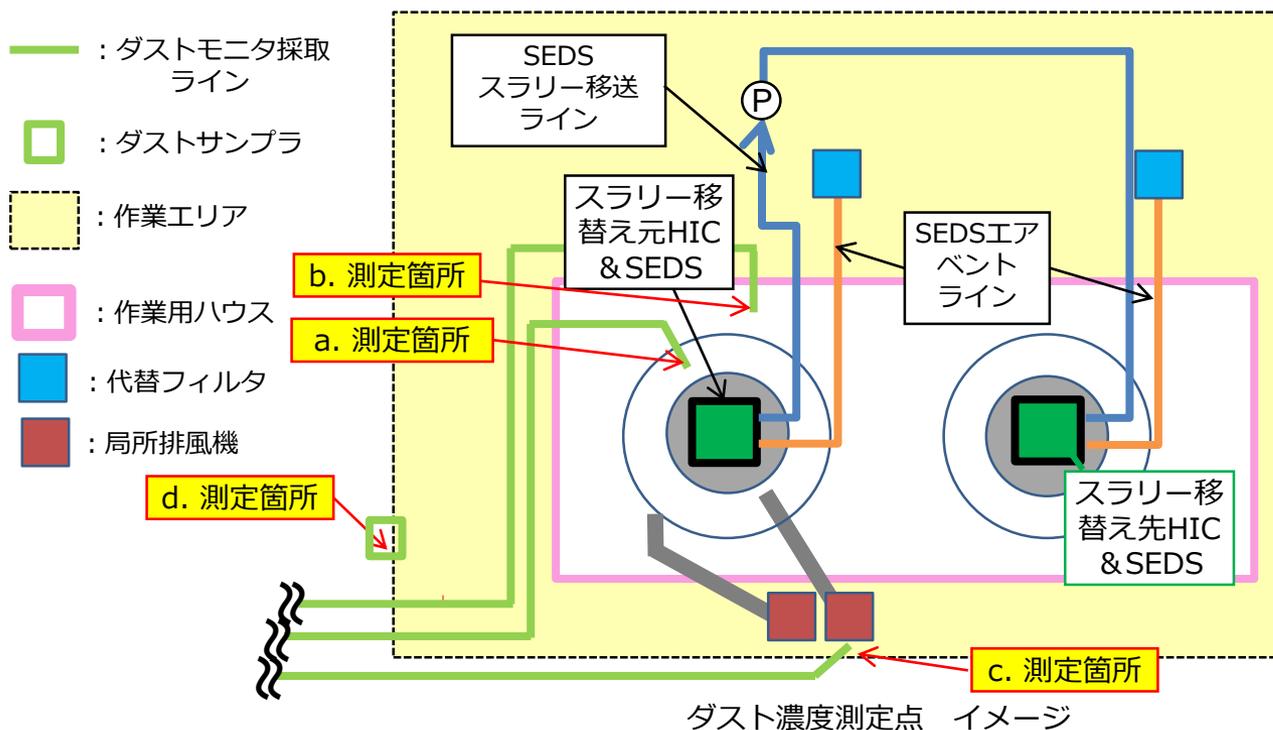
- スラリーの抽出は、現在、上部→中部→底部抽出配管の順に移送配管を切り替えて移送を実施
- 低線量HIC 2 基目の移替えでは底部抽出配管での移送後にスラリーが約8cm程度残っていたことを踏まえ、スラリーの移送性向上のため以下の手順に見直し
 - 高線量HICでは上部抽出し配管から抽出を開始し、移送配管内を呼水で満たす
 - その後、底部抽出配管に切り換え上澄み水とともにスラリーを移送することで流動性を確保しながらスラリーを移送。



- 高線量HIC移替え時のHIC蓋取外し・取付け、SEDS取付け・取外しでは、以下の箇所でダスト濃度を測定

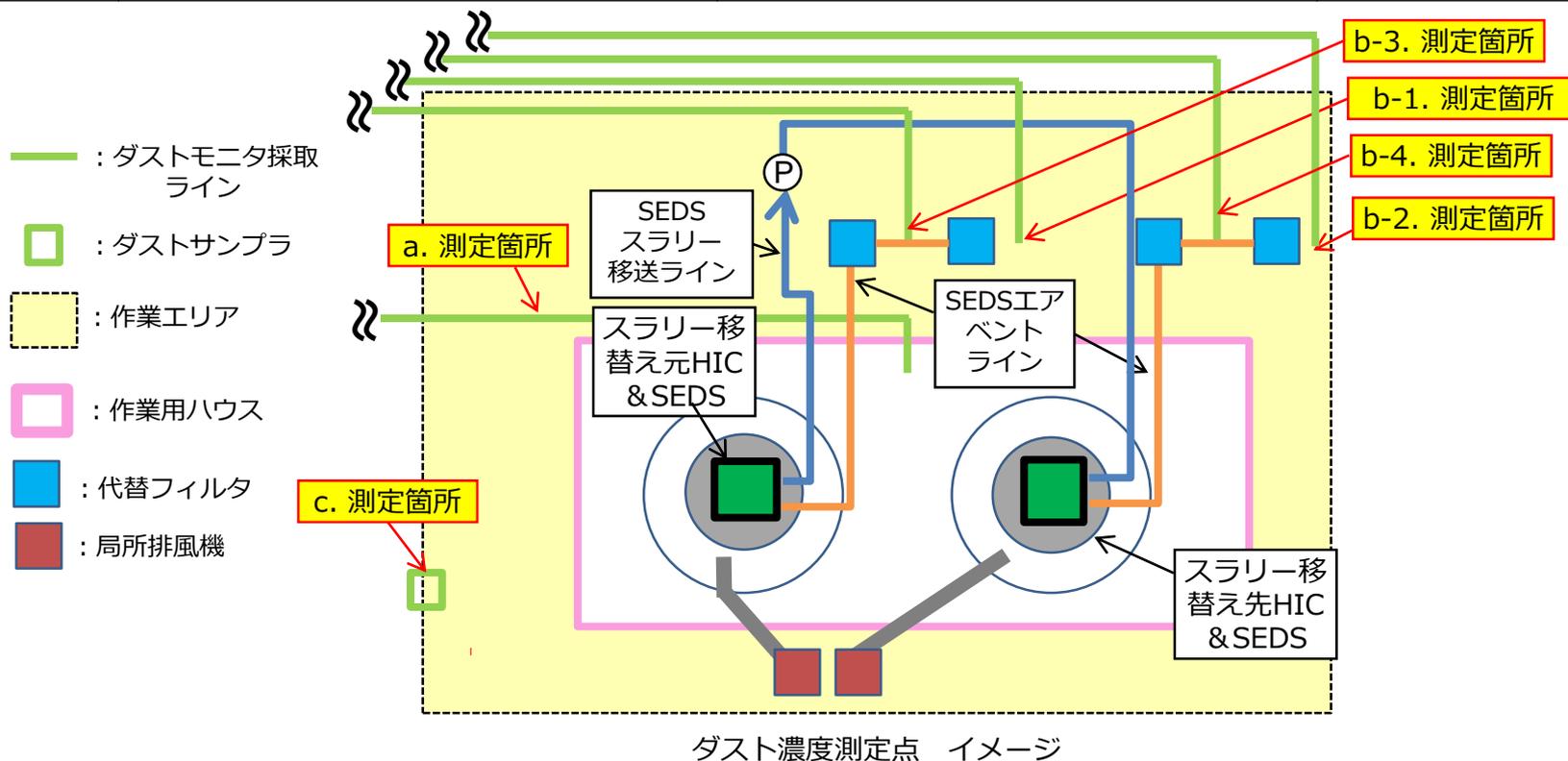
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	HIC開口部近傍*	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b	作業エリア*		
c	局所排風機出口		
d	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	各作業ステップで逐次測定

※ 移替え先、移替え元のHICごとに、ダストモニタ採取ラインと局所排風機の位置を変更



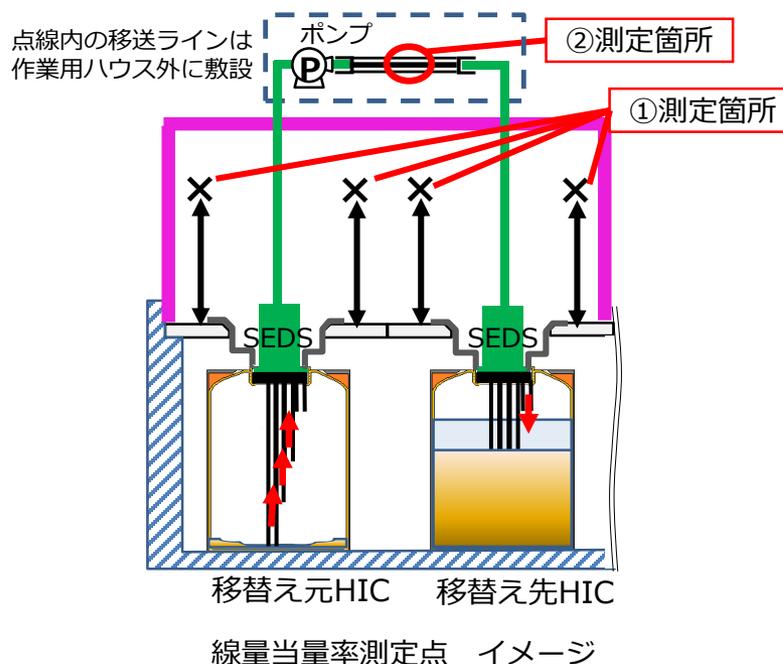
■ 高線量HIC移替え時のSEDSによるスラリー移送作業では以下の箇所でダスト濃度を測定

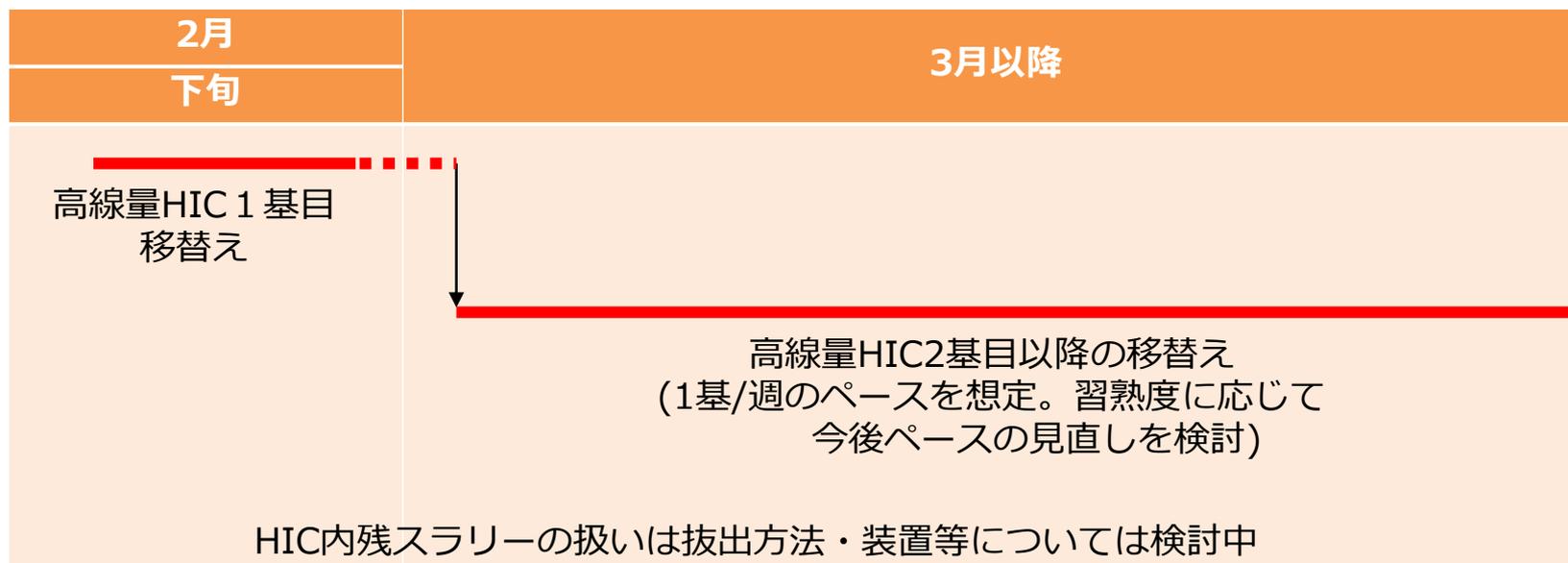
No.	ダスト測定箇所	測定機器	測定のタイミング
a	作業エリア	・連続ダストモニタ(DM)	作業開始前～作業終了まで 連続で測定
b-1	代替フィルタ2基目出口(スラリー移替え元)		
b-2	代替フィルタ2基目出口(スラリー移替え先)		
b-3	代替フィルタ1基目出口(スラリー移替え元)		
b-4	代替フィルタ1基目出口(スラリー移替え先)		
C	作業エリア境界	・GM汚染サーベイメータ(GMAD) コードレスダストサンプラ(CDS)で 集塵したろ紙を測定してダスト濃度を評価	各作業ステップで逐次測定



➤ 高線量HIC移替え時は以下の箇所で線量当量率を測定

測定箇所	測定のタイミング	測定機器
①作業エリア [床下ピット蓋上100cm] (蓋開放時の線量上昇の確認のために測定)	作業開始前	電離箱 サーベイ メータ (ICW, ICWBH, ICWBLの いずれか)
	移送開始前 HIC上蓋解放後	
	移送開始前 遮へい設置後	
	移送完了後 SEDS取外し後	
	移送完了後 遮へい設置後	
②仮設フレキシブルホース表面 (フラッシングによるスラリー排出状況の確認のため)	移送完了後	
	フラッシング&エアブロー完了後	

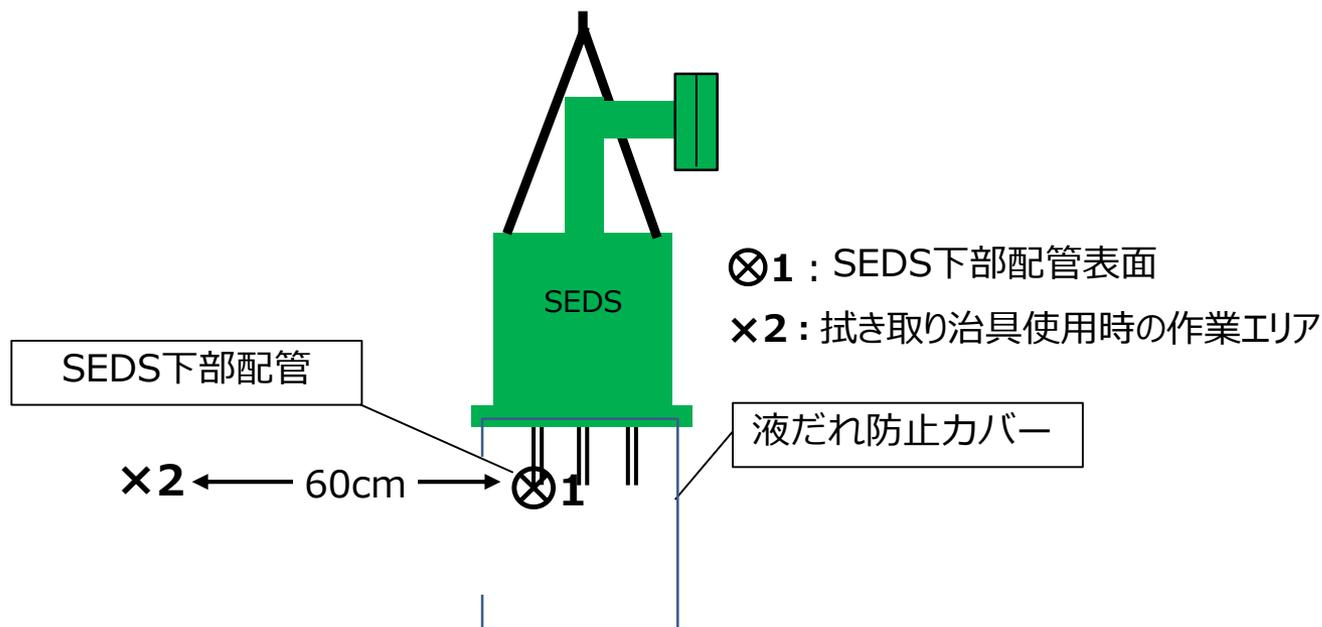




- 高線量HICの移替えは、Sr-90濃度の低いHIC(PO641180-248)で安全対策の妥当性確認を行い、その後は5000kGyの到達時期が早いHICから優先的に移替えを実施。

移替え順	シリアルNo.	格納場所 (20210624時点)	発生場所	線量最大値 (mSv/h)	収納時Sr-90濃度 (Bq/c m ³)	沈降時Sr-90濃度 (Bq/c m ³)	5,000kGy 到達年月	備考
1	PO641180-248	第三施設	増設	7.32	5.15E+07	4.53E+08	2022/1/24	移替え作業の安全対策の妥当性確認のため高線量HIC1基目の移替え対象とするHIC
2	PO646393-182	第二施設	増設	13.24	9.31E+07	7.82E+08	2018/11/12	
3	PO646393-172	第二施設	増設	12.80	9.00E+07	7.56E+08	2019/1/3	
4	PO646393-190	第二施設	増設	12.37	8.70E+07	7.31E+08	2019/3/2	
5	PO646393-209	第三施設	増設	11.71	8.23E+07	7.25E+08	2019/3/20	
6	PO646393-183	第二施設	増設	11.35	7.98E+07	6.70E+08	2019/7/31	
7	PO646393-194	第二施設	増設	11.10	7.80E+07	6.56E+08	2019/9/11	
8	PO646393-213	第二施設	増設	11.10	7.80E+07	6.56E+08	2019/9/12	
9	PO641180-230	第三施設	増設	10.53	7.40E+07	6.52E+08	2019/9/27	
10	PO641180-239	第三施設	増設	10.13	7.12E+07	6.27E+08	2019/12/11	
11	PO641180-228	第三施設	増設	9.64	6.78E+07	5.96E+08	2020/3/21	
12	PO646393-181	第二施設	増設	9.55	6.71E+07	5.91E+08	2020/4/8	

- SEDSによるスラリー移替え完了後、汚染拡大防止のためSEDS下部の水滴を拭き取り
- SEDS下部配管表面と作業エリアにおけるSEDS拭き取り前後の線量当量率を以下に示す



SEDS周り線量測定位置イメージ

	1cm線量当量率 (mSv/h)		70 μ m線量当量率 (mSv/h)	
	拭き取り前	拭き取り後	拭き取り前	拭き取り後
⊗1	1.3	1.2	30	30
×2	0.5	0.5	0.5	0.5

【補足】 移替え前後のHIC補強体表面線量について

- スラリー格納後に保管施設へ格納する際、スラリー移替え作業前に保管施設から払い出す際、スラリー移替え後に保管施設へ格納する際のそれぞれでHIC補強体表面線量を測定した線量当量率データ※は以下の通り

※ 上段:床面鉛直距離：1433.5 mm, 中段:床面鉛直距離：884.5 mm, 下段：床面鉛直距離：335.5 mm

低線量HIC1基目

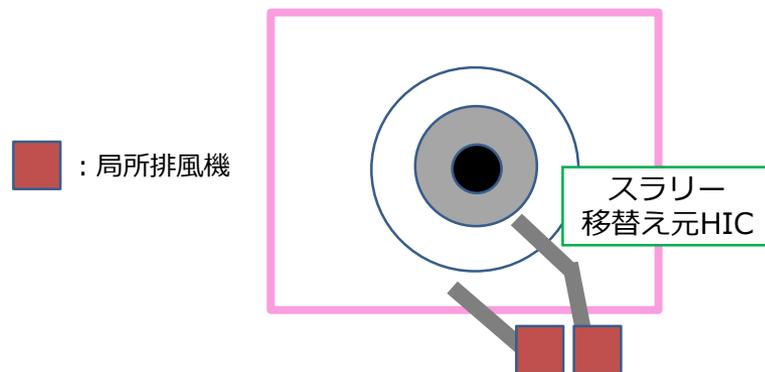
		保管施設格納時 2014/10/14	移替え前 払出時 2021/8/5	移替え後 格納時 移替え元：2022/1/6 移替え先2021/11/12
移替え元HIC (PO641180-162)	上段	0.0006 mSv/h	0.00031mSv/h	0.00218 mSv/h
	中段	0.00105 mSv/h	0.00059 mSv/h	0.00213 mSv/h
	下段	0.00323 mSv/h	0.00222 mSv/h	0.00505 mSv/h
移替え先HIC (PO105OH00899-184)	上段	—	—	0.00018 mSv/h
	中段	—	—	0.00021 mSv/h
	下段	—	—	0.00018 mSv/h

低線量HIC2基目

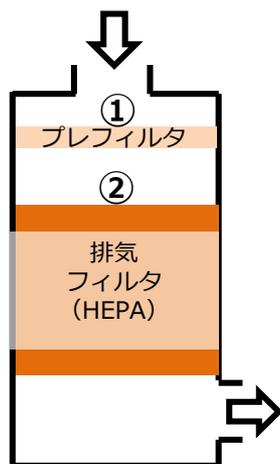
測定時		保管施設格納時 2016/2/2	移替え前 払出時 2021/12/9	移替え後格納時 移替え元：2022/2/4 移替え先：2022/2/2
移替え元HIC (PO653765-498)	上段	0.48 mSv/h	0.00251 mSv/h	0.134 mSv/h
	中段	0.519 mSv/h	0.332 mSv/h	0.275 mSv/h
	下段	0.574 mSv/h	0.908 mSv/h	0.547 mSv/h
移替え先HIC (PO105OH00899-119)	上段	—	—	0.00598 mSv/h
	中段	—	—	0.02512 mSv/h
	下段	—	—	0.509 mSv/h

【補足】 排気フィルターの汚染密度測定結果

- 低線量HIC2基目の内部調査作業前後で、作業用ハウス内の局所排風機のフィルタ部の汚染密度測定を下記の通り実施
- 作業後にフィルタ部の有意な汚染密度の上昇は確認されていないことから、HIC開放に伴う作業エリアへのダスト影響は軽微



局所排風機の設置箇所のイメージ



局所排風機の構成と
点検箇所イメージ

測定内容	測定点	HIC開口部局所排風機		ハウス内局所排風機	
		作業前	作業後	作業前	作業後
スミア測定 (Bq/cm ³)	①	1.1E+1	8.8E+0	<7.4E-1	<7.4E-1
	②	3.3E+0	2.8E+0	<7.4E-1	<7.4E-1

第97回 特定原子力施設監視・評価検討会における ご意見に対する回答について

2022年2月17日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 特定原子力施設監視・評価検討会におけるご意見

■ 面談の位置づけ

- 第97回 特定原子力施設監視・評価検討会では出されたご意見に対し、当社のリスク低減に向けた目標設定をお示しし、ご回答とするもの。

特定原子力施設監視・評価検討会ご意見

- ALPS処理-(HIC)安定化処理設備設置について、2022年度迄には何が実施できるのかを明確にすること。
- 2022年度末までに発生する積算吸収線量5,000kGyを超過するHICの移替作業について、2022年度内にどれだけ対応できるか目標設定すること。

2. リスク低減に向けた当社の目標設定

		2021年度				2022年度				2023年度				2024年度				2025年度			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
リスク分野	固形状の放射性物質	ALPSスリ-(HIC)安定化処理設備設置																※1			
		検討・設計								設置											
	液状の放射性物質	高性能容器 (HIC) 内スラリー移替作業																			
		低線量				高線量HIC内スラリー移替															

※1 : ALPSスリ-(HIC)安定化処理設備による安定処理

リスク低減に対する目標設定

	全体目標	2022年度目標
ALPSスリ-(HIC)安定化処理設備設置	2024年度中に運用開始	2022年度中の設計検討完了
高性能容器 (HIC) 内スラリー移替作業	2023年度末迄に同年度末迄に発生する積算吸収線量5,000kGy超過HICの全数移替作業が完了	45基移替完了 (積算吸収線量到達が早いHICを優先的に実施)

<参考> 高性能容器（HIC）内スラリー移替作業の目標詳細

- 積算吸収線量5,000kGyを超過するHICは、時間経過とともに増加するが、2023年度に新たに積算吸収線量5,000kGyを超過するHICを含めて2023年度内に移替を完了する目標とする
- なお、2022年度初旬は高線量HIC移替におけるデータ採取や作業員の被ばく対策等により時間を要するが、徐々に移替対象HICの線量が低減されること、および作業における習熟効果により、移替対象HIC数を増加させていく
- 2024年度以降、スラリー安定化設備が稼働するまでの時間経過に伴い増加する移替対象HICについては、継続的に対応していく

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度
年度末までに発生する積算吸収線量5,000kGyを超過するHIC基数 (括弧内は前年度残数と翌年発生の累積を示す)	51 (51)	28 (77)	21 (55)	27 (27)
移替作業目標基数	2	43 <small>2022年末までに45基移替完了</small>	55	27
年度末までに積算吸収線量5,000kGyを超過※するHIC残数	49	34	0 <small>2023年末までに超過HICゼロ</small>	0

※：積算吸収線量5,000kGyを超過するHICは、静置状態では漏えいリスクはないものの、漏えい監視を行いつつ管理していく