

H I Cスラリー移替え作業の状況

2021年10月11日



東京電力ホールディングス株式会社

1-1. HICスラリー移替え作業の進捗状況

- 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
- 低線量HIC（1基目）のスラリー移替え装置（SEDS）による移替え作業を完了（9/28）

※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

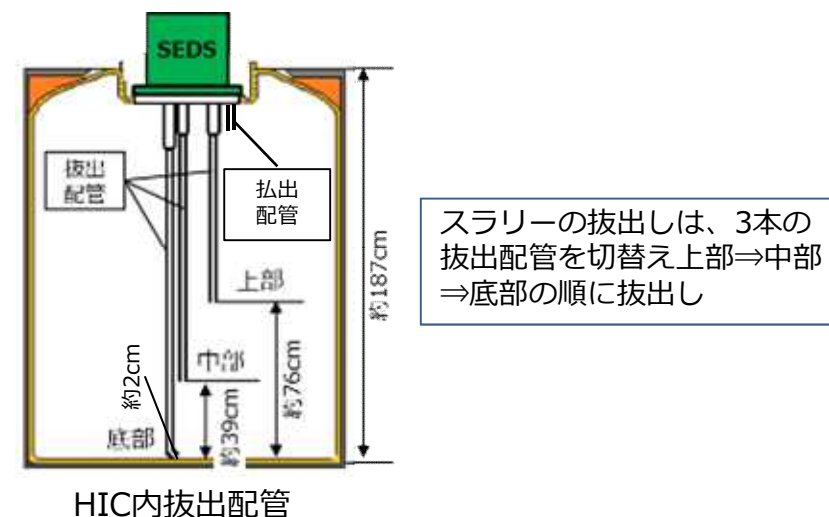
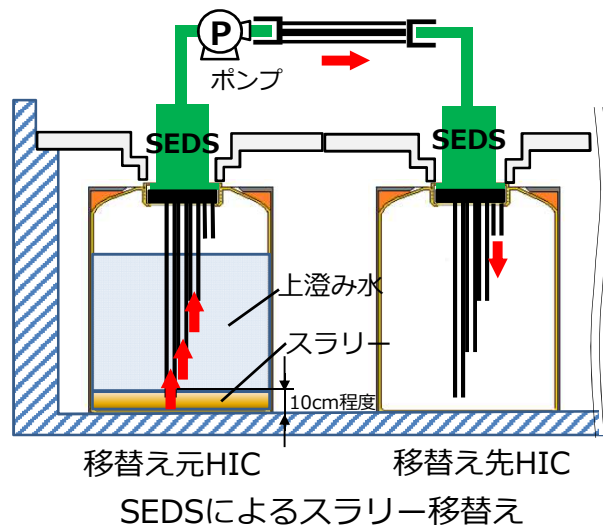
低線量HIC（1基目）の情報

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}
PO641180-162	2014/10/14	0.00323	2.26E+04

※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

移替え作業実績

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	



1-2. 低線量HIC（1基目）移替え作業で得られた情報

➤ 低線量HIC 1基目のSEDSによる移替え作業を実施して得られた情報は以下の通り

	確認できたこと	高線量HICの移替えに向けた課題
ダスト影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ HIC蓋の開放に伴う開口部・作業エリアにおいて有意なダスト上昇はなかった。 ・ 作業に伴う内部取り込みは確認されなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スラリーが少量であったことからダスト濃度の上昇はなく、高線量HICの移替え作業に向けてはよりスラリー量の多いHICで内部被ばく対策（ダスト拡散の影響）を確認する必要がある。
線量影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業エリアで有意な線量上昇はなかった。 ・ 低い被ばく線量で作業を行うことができた。 個人最大被ばく線量 (γ:0.1mSv,β:0.0mSv) ・ スラリー移送後には上澄み水がなくなることでHIC開口部近傍の線量 (β) 上昇が確認された。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スラリーが少量であったことから有意な線量上昇はなく、高線量HICの移替え作業に向けてはよりスラリー量の多いHICで外部被ばく対策を確認する必要がある。
スラリーの性状	<ul style="list-style-type: none"> ・ スラリーの堆積厚さは、HIC底部より10cm程度と少量であった。 ・ SEDSによる移替えが可能な範囲でスラリーを移送することができた。 ※1 ⇒スラリーは移送できる程度の流動性を有していることが確認できた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ スラリー量の堆積厚さは底部より1m程度※2あるものも確認されており、スラリー量が多いものはHIC底部で圧密化している可能性があるため、スラリー量の多いHICで移送性を確認する必要がある。

※ 1 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

※ 2 2018年に実施したスラリー密度・粘度測定時のサンプル採取結果

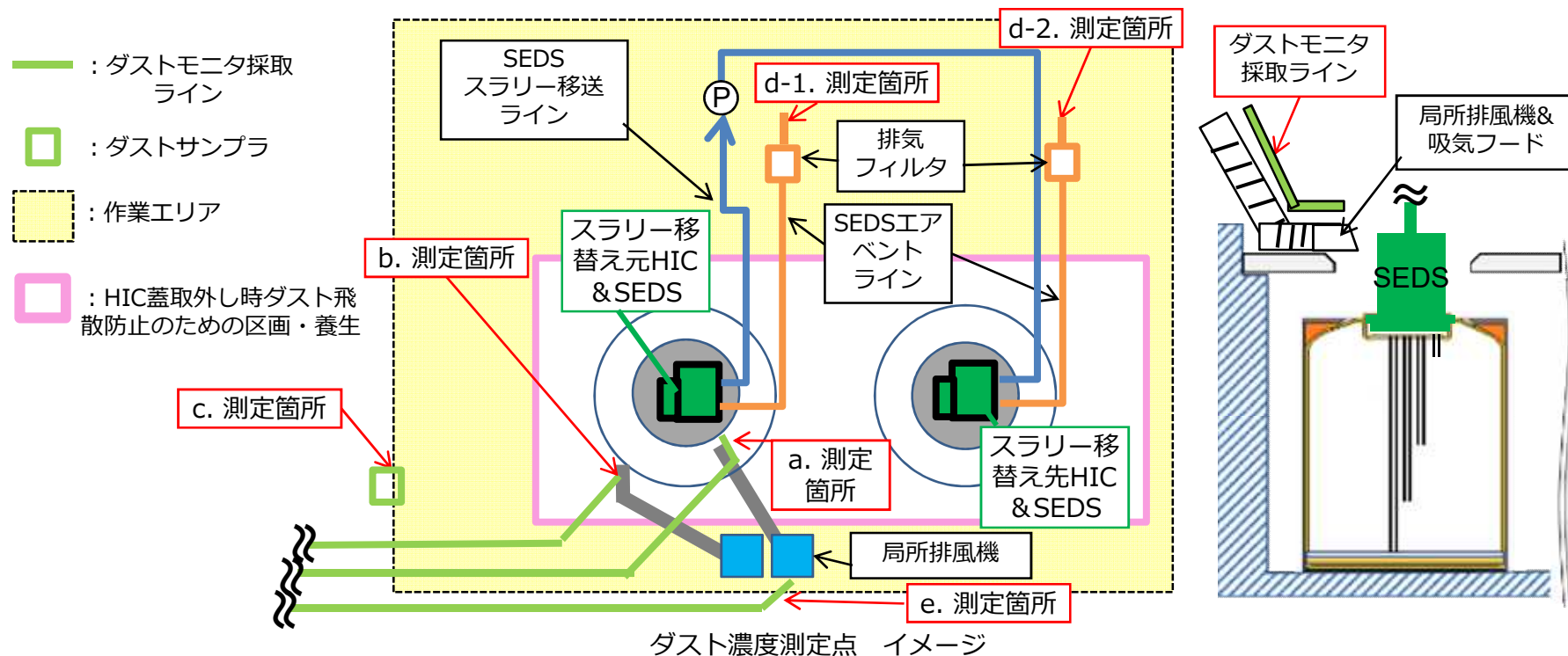
➤ 低線量HIC(1基目)の移替え作業では、作業員の内部取り込みはなく、低い被ばく線量で作業を行うことができ、安全対策が有効であったことを確認できたが、**高線量HICの移替え作業に向けては、よりスラリー量が多いHICでデータを拡充しつつ安全対策の有効性確認が必要**

2. 作業時のダスト濃度測定データ(1/8)

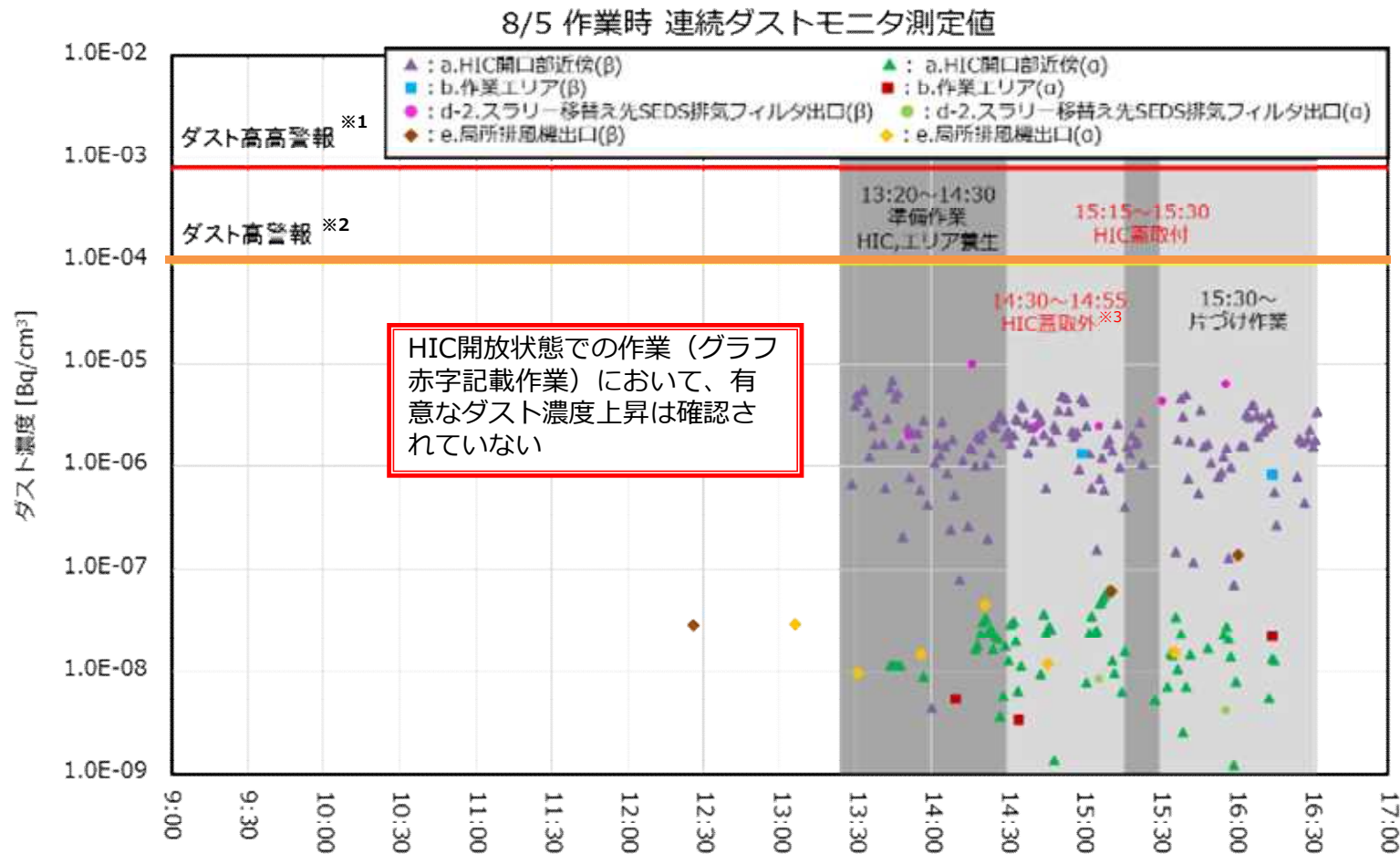
第93回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

- 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)		
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



2. 作業時のダスト濃度測定データ(2/8)



※1 8.0E-4 Bq/cm³

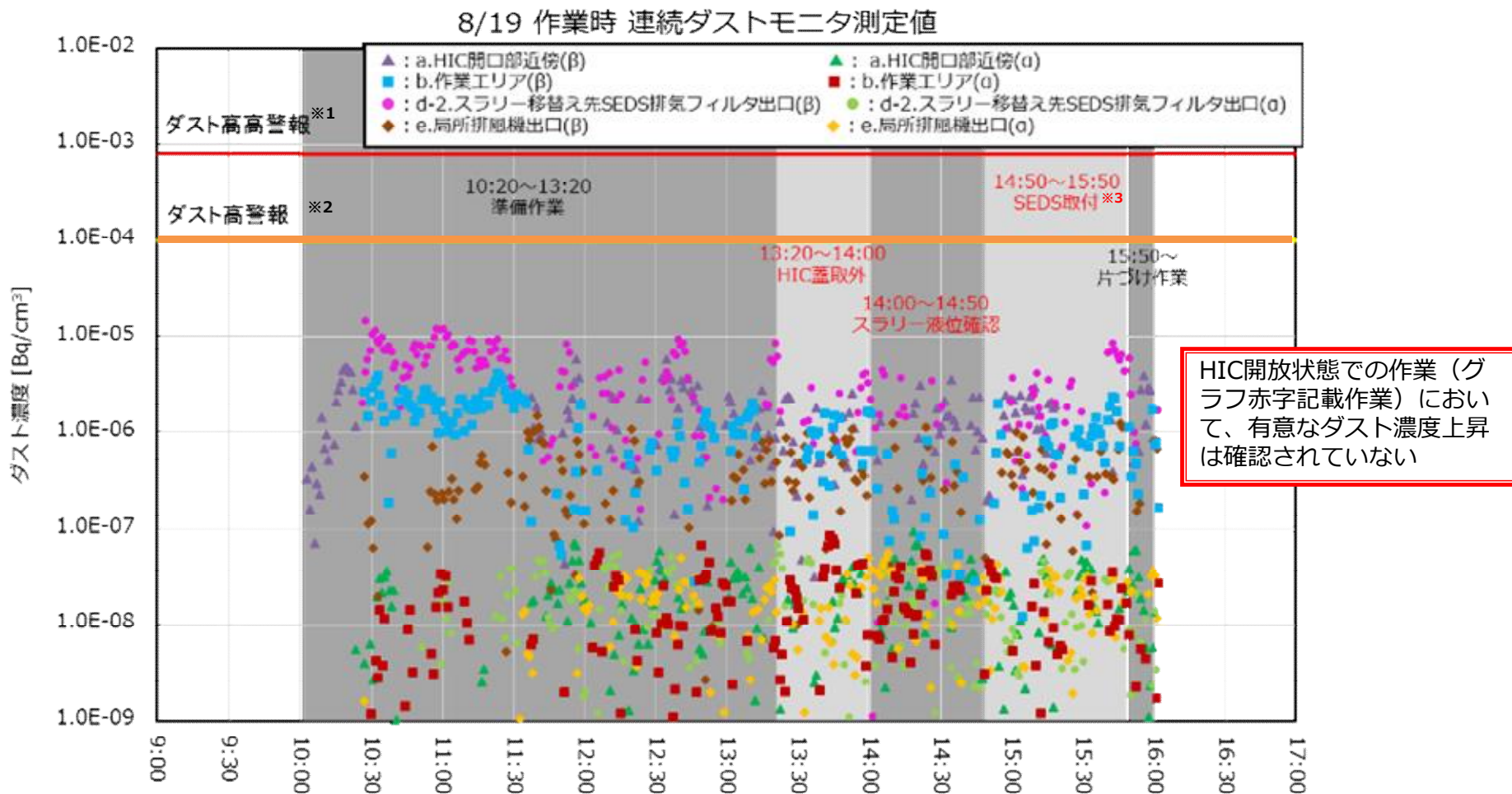
※2 1.0E-4 Bq/cm³

※3 熱中症が発生したため、HIC蓋取付を行い作業終了

8/5 作業時 ダストサンプラ測定値

ダスト測定箇所	測定機器詳細	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

2. 作業時のダスト濃度測定データ(3/8)

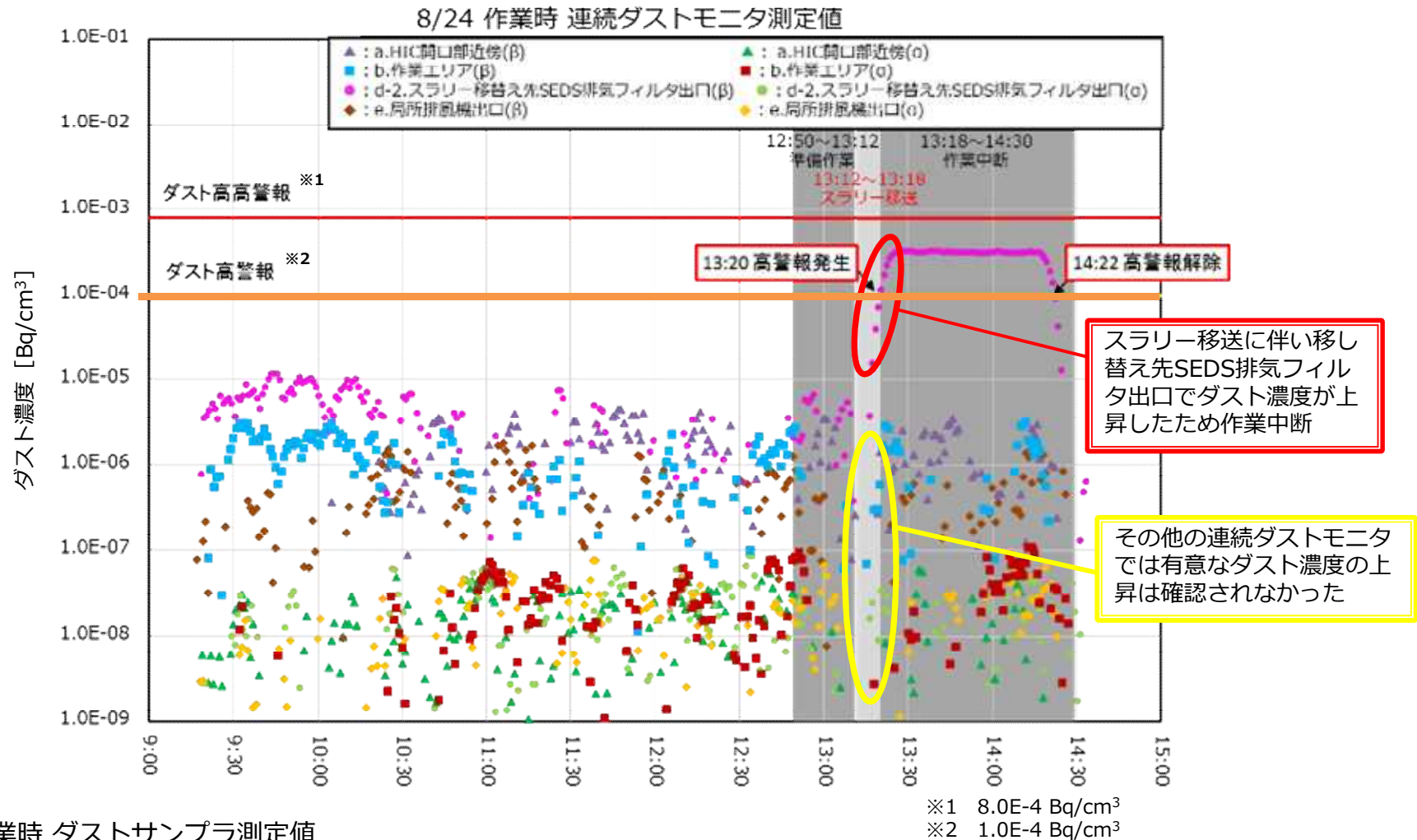


- ※1 8.0E-4 Bq/cm³
- ※2 1.0E-4 Bq/cm³
- ※3 SEDSとHICの接続不良に伴い、SEDS取付作業の途中で作業を終了

8/19 作業時 ダストサンプラ測定値

ダスト測定箇所	測定機器詳細	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 (90Sr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

2. 作業時のダスト濃度測定データ(4/8)



8/24 作業時 ダストサンプラ測定値

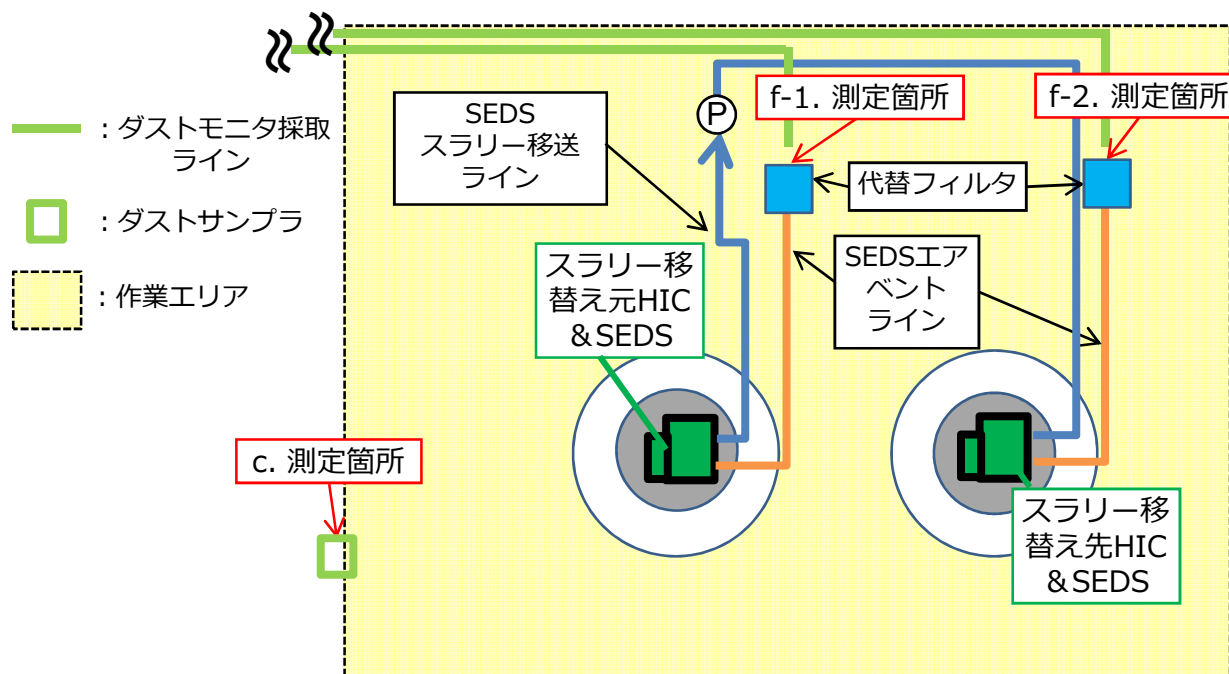
ダスト測定箇所	測定機器詳細	測定のタイミング	採取時間	測定時間	測定結果(β)
					Bq/cm ³
c.作業エリア境界	・ F1-GMAD-235 (90Sr校正) ・ F1-CDS-077	スラリー移送中(上部)	13:10 ~ 13:20	13:23	<1.3E-5
d-1.スラリー移替え元SEDS排気フィルタ出口		作業中断中	13:30 ~ 13:40	13:42	<1.3E-5
d-2.スラリー移替え先SEDS排気フィルタ出口(袋養生外側) ^{※3}		作業中断中	13:46 ~ 13:56	13:59	<1.3E-5

※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

2. 作業時のダスト濃度測定データ(5/8)

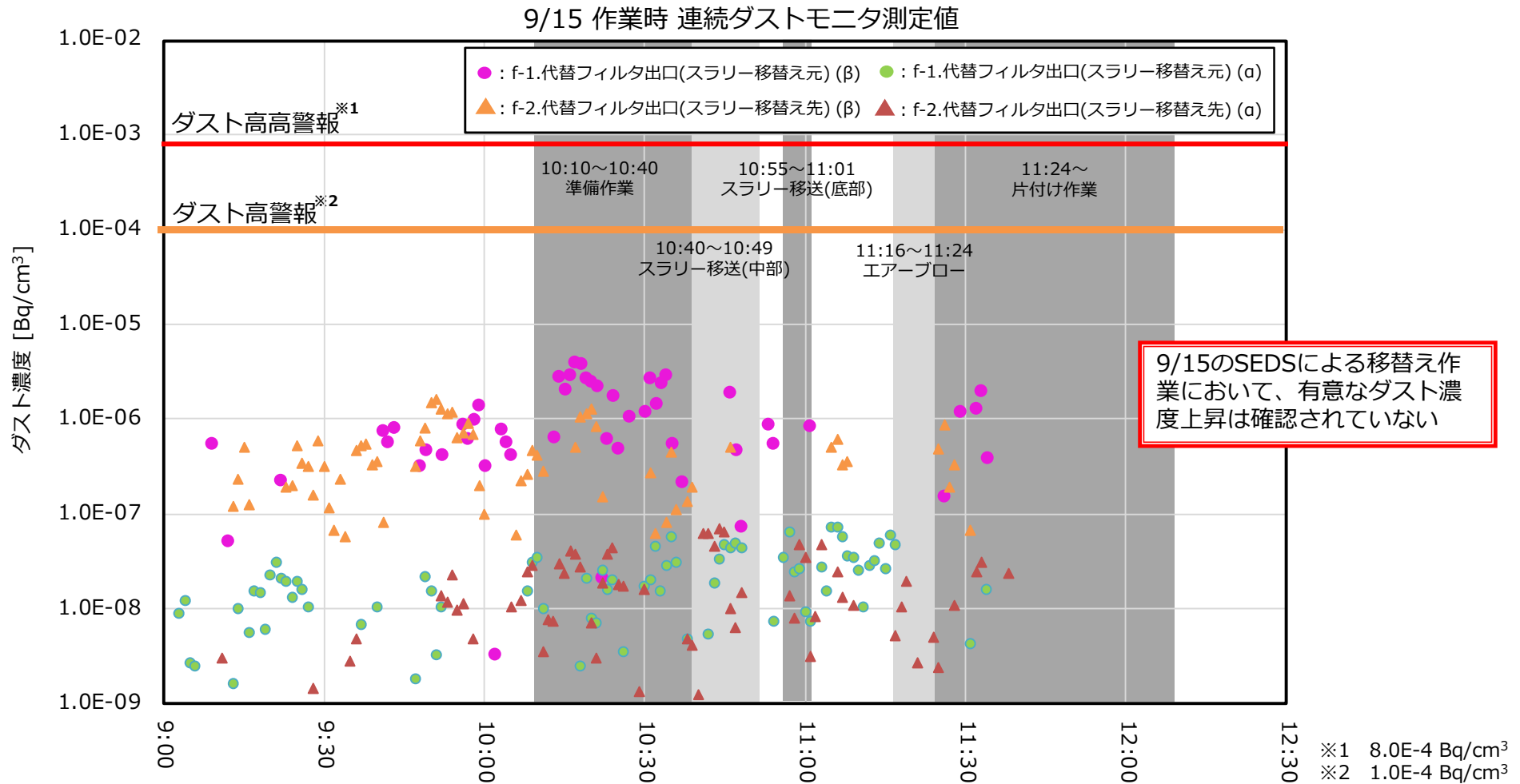
- 移替え作業(HIC内中部、底部側拔出配管使用)(9/15)では、SEDS取付に伴い測定箇所a,b,dおよびeの地点でダストが発生しないこと、排気フィルタ損傷により代替フィルタ設置をしたことから、以下の箇所ダスト濃度を測定

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)		



ダスト濃度測定点 イメージ

2. 作業時のダスト濃度測定データ(6/8)



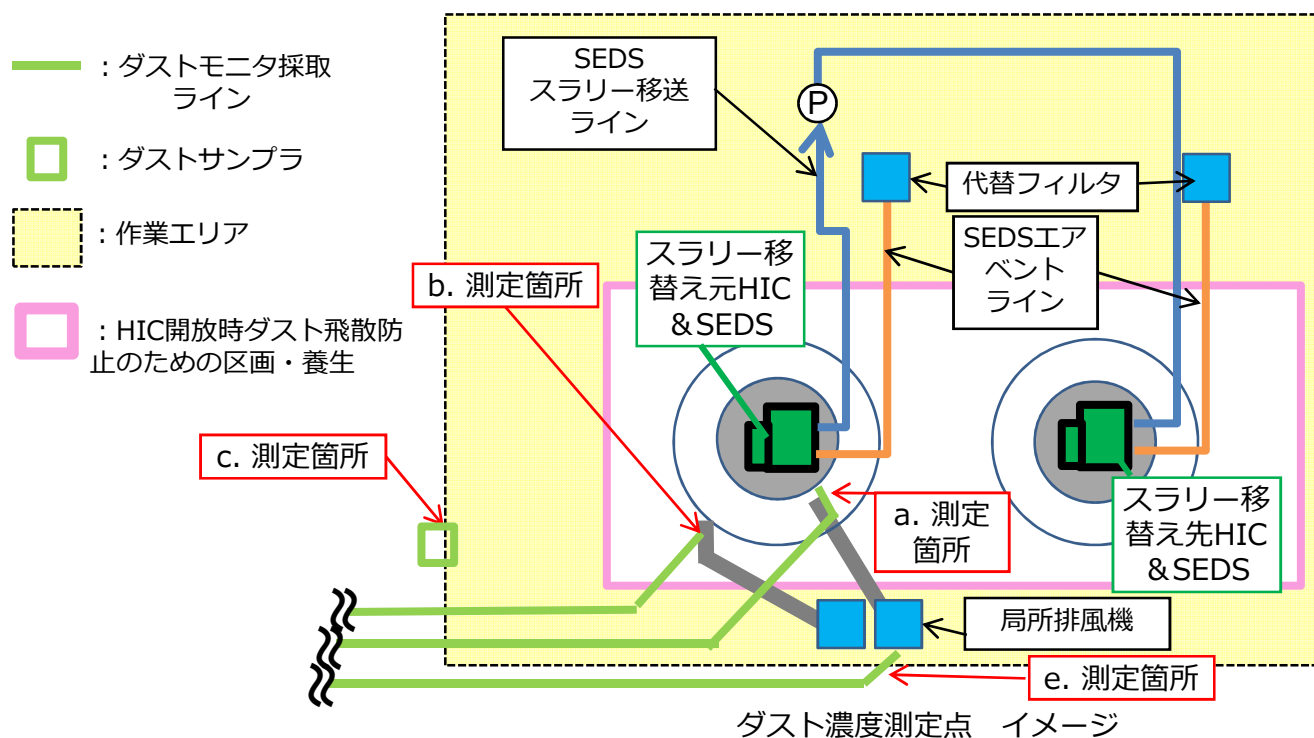
9/15 作業時 ダストサンプラ測定値

ダスト測定箇所	測定機器詳細	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 (90Sr校正) ・ F1-CDS-035 ・ F1-CDS-077	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
		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

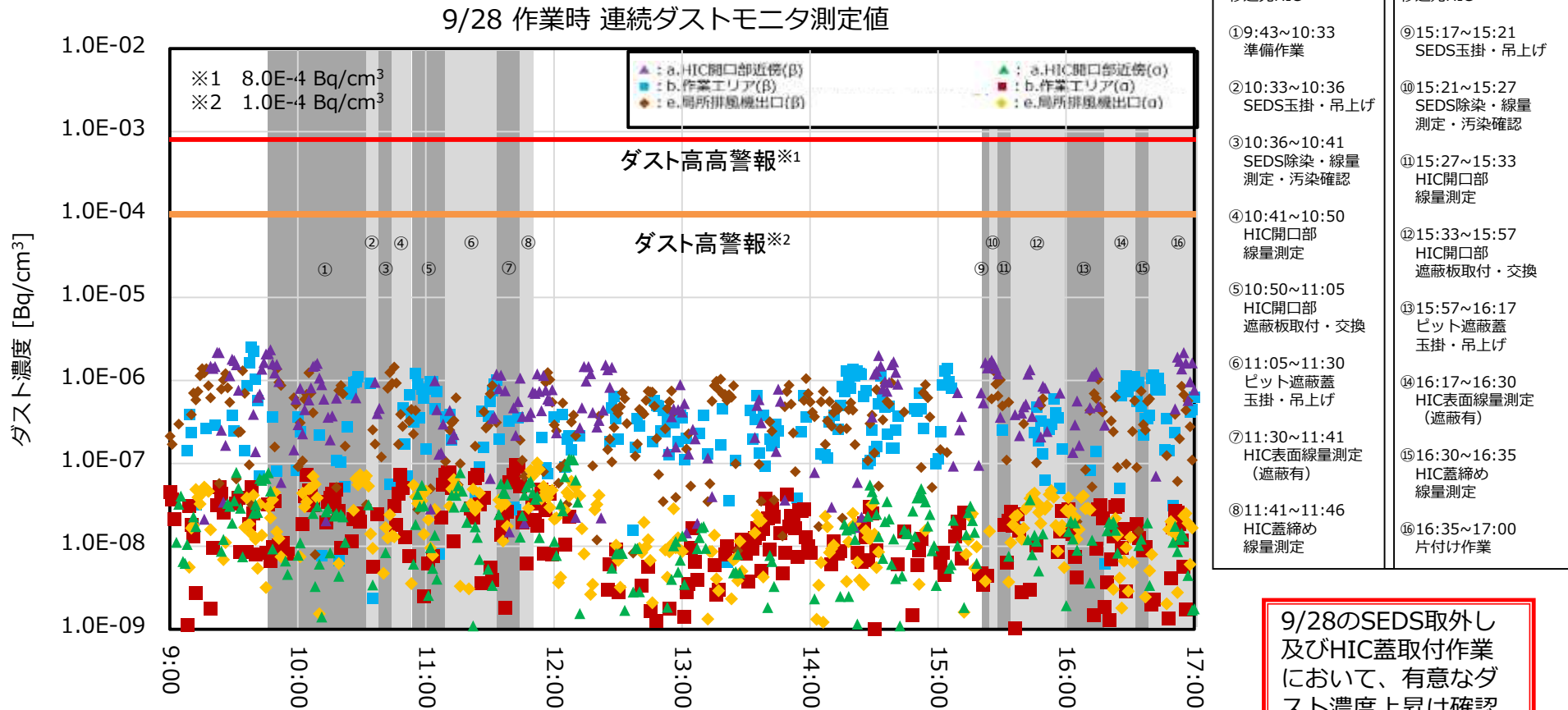
2. 作業時のダスト濃度測定データ(7/8)

➤ 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



2. 作業時のダスト濃度測定データ(8/8)



移送先HIC	移送元HIC
① 9:43~10:33 準備作業	⑨ 15:17~15:21 SEDS玉掛・吊上げ
② 10:33~10:36 SEDS玉掛・吊上げ	⑩ 15:21~15:27 SEDS除染・線量測定・汚染確認
③ 10:36~10:41 SEDS除染・線量測定・汚染確認	⑪ 15:27~15:33 HIC開口部線量測定
④ 10:41~10:50 HIC開口部線量測定	⑫ 15:33~15:57 HIC開口部遮蔽板取付・交換
⑤ 10:50~11:05 HIC開口部遮蔽板取付・交換	⑬ 15:57~16:17 ビット遮蔽蓋玉掛・吊上げ
⑥ 11:05~11:30 ビット遮蔽蓋玉掛・吊上げ	⑭ 16:17~16:30 HIC表面線量測定(遮蔽有)
⑦ 11:30~11:41 HIC表面線量測定(遮蔽有)	⑮ 16:30~16:35 HIC蓋締め線量測定
⑧ 11:41~11:46 HIC蓋締め線量測定	⑯ 16:35~17:00 片付け作業

9/28のSEDS取外し及びHIC蓋取付作業において、有意なダスト濃度上昇は確認されていない

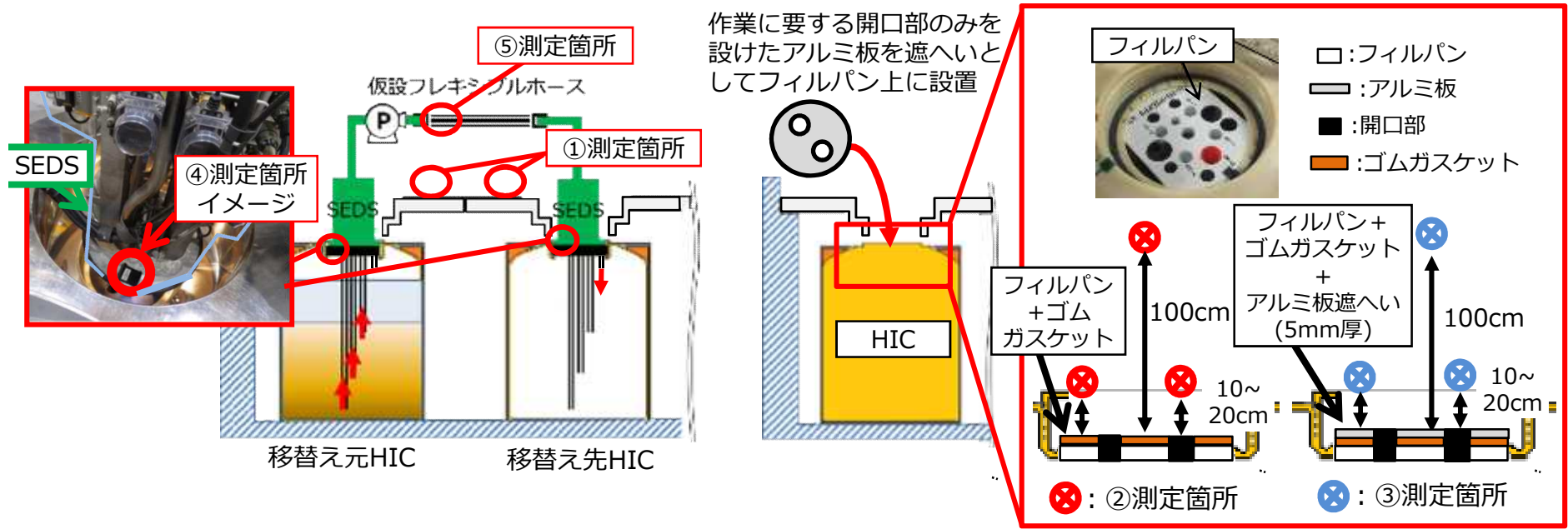
9/28 作業時 ダストサンプル測定値

ダスト測定箇所	測定機器詳細	測定タイミング	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 (90Sr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

3. 作業時の線量当量率測定データ(1/3)

➤ 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



3. 作業時の線量当量率測定データ(2/3)

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

3. 作業時の線量当量率測定データ(3/3)

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。

4. 作業時の被ばく線量

■ 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	0.05	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	・SEDS取外 ・HIC蓋取付 ・片づけ	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 (8月分) の最大値^{※2}
等価線量 水晶体 : 0.2 mSv, 皮膚 : 0.3 mSv

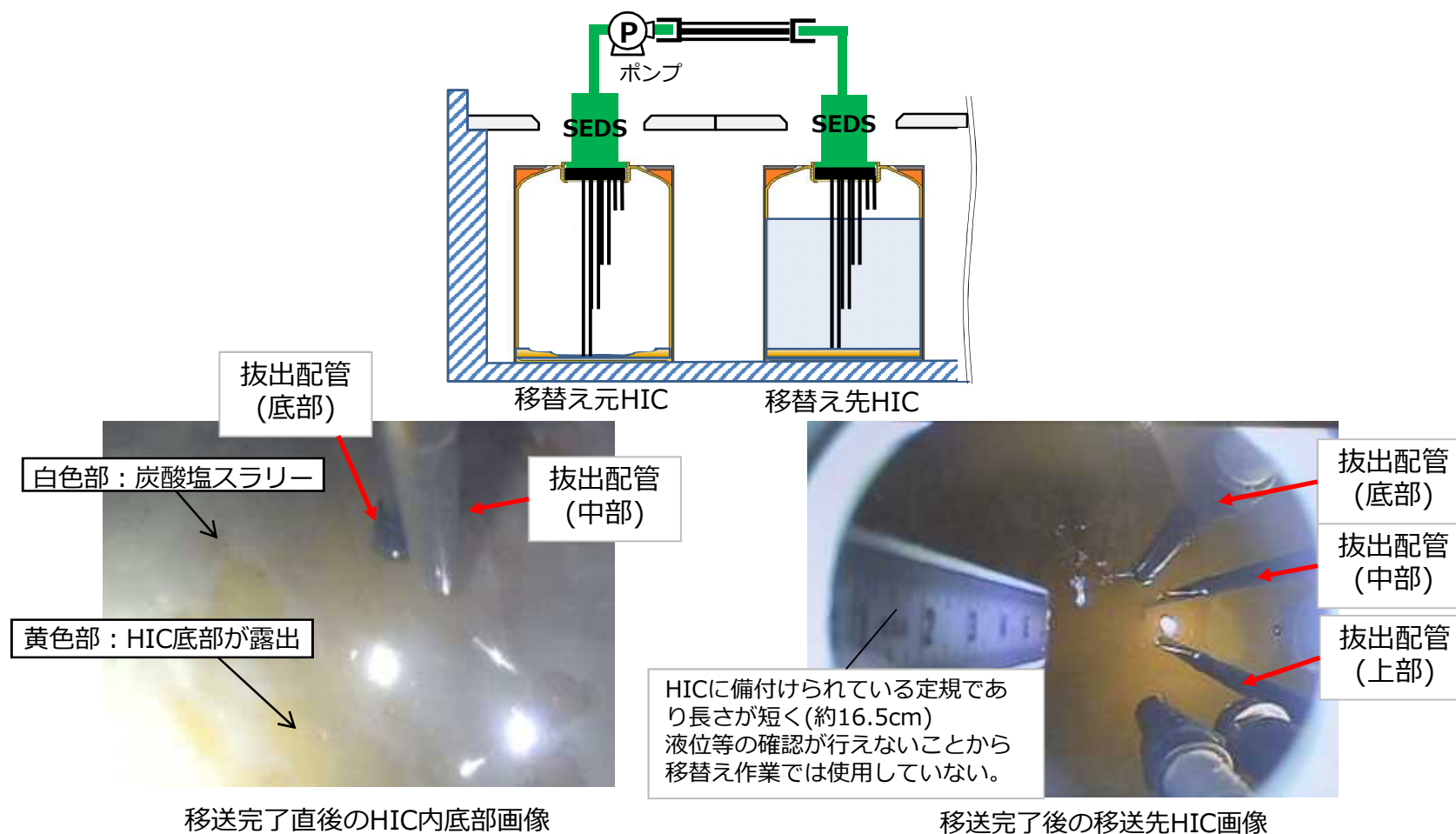
※1 APD値

※2 HIC開口部作業実績の多い8月分作業の被ばく評価値、
また別作業に従事した際の被ばくも含む

5. 移送前後のHIC内スラリーの状態

- 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



6. 低線量HIC2基目の移替え

- 現在計画している低線量HIC2基目の移替え対象は、1基目と同程度の表面線量率のHICであり、1基目と同様にスラリー量が少なく、ダスト濃度・線量・スラリーの移送性に関して高線量HICの移替えに向け十分なデータ採取ができない可能性がある

低線量HIC2基目（現在計画）

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) ^{※1}
PO641180-215	2014/6/1	0.00604	4.23E+04

低線量HIC1基目と同程度

※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

- 以上より、2基目の移替え対象は1基目と比べて補強体表面線量率が高くスラリーの量が多いと推定されるHICに変更を計画する
 - 低線量HIC1基目のHIC補強体表面線量率は0.001mSv/hオーダ、高線量HICのHIC補強体表面線量率は10mSv/hオーダであることから、低線量HIC2基目は両者の中間のものから対象を選定し、**高線量HICの移替えに向け段階的に安全対策の有効性を確認する**
- 2基目の移替え作業は、放射線管理部門を交えた安全対策に係るレビューを実施し、必要に応じ追加の対策を行ったうえで開始する。また、低線量HIC1基目、2基目の移替え作業実績（作業時間や被ばく線量）を収集し高線量HICの移替え作業に向けた安全対策に反映する

追加の外部被ばく対策（案）

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） ・リングバッジ 	<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） ・アクリルフェイスシールド（1cm厚）【採用を検討中】

現状の作業時用装備に加え水晶体被ばく防止の観点からアクリルフェイスシールドの採用を検討中

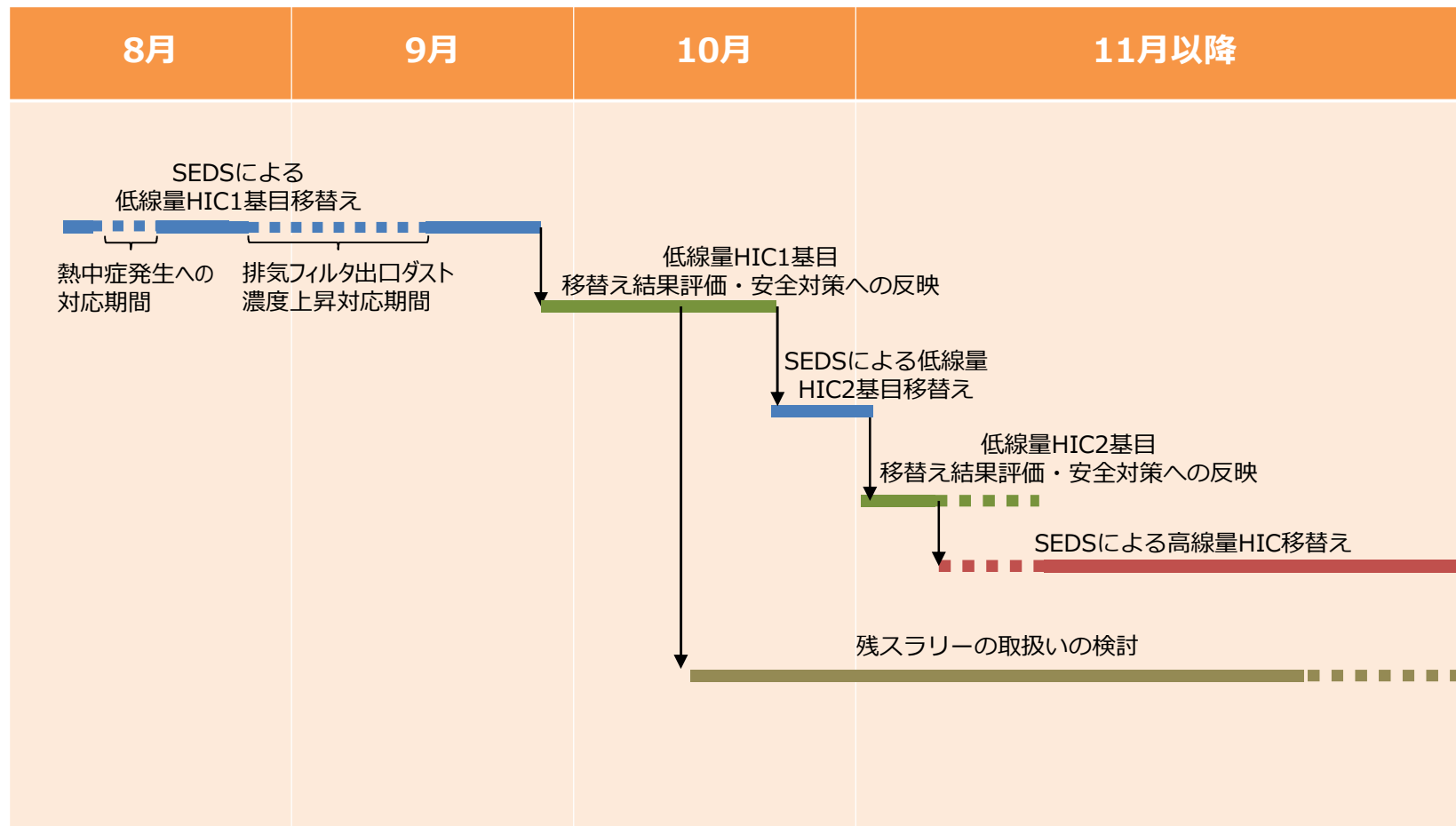
※2 作業状況に応じて使い分け

7. 高線量HICの移替え及びスケジュール

■ 高線量HICの移替えについて

- 高線量HICの移替えは、早期にリスク低減を行うためSEDSを用いた移替え作業を先行して実施する
- SEDSによる移替え後の残スラリーの取扱い時は、上澄み水がなくなり高線量環境下での作業となることから、SEDSを用いた移替え作業と並行して安全対策を踏まえた取扱い方法を検討する

■ スケジュール



補足(1)
低線量HIC移替え作業時の
安全対策等

■ 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

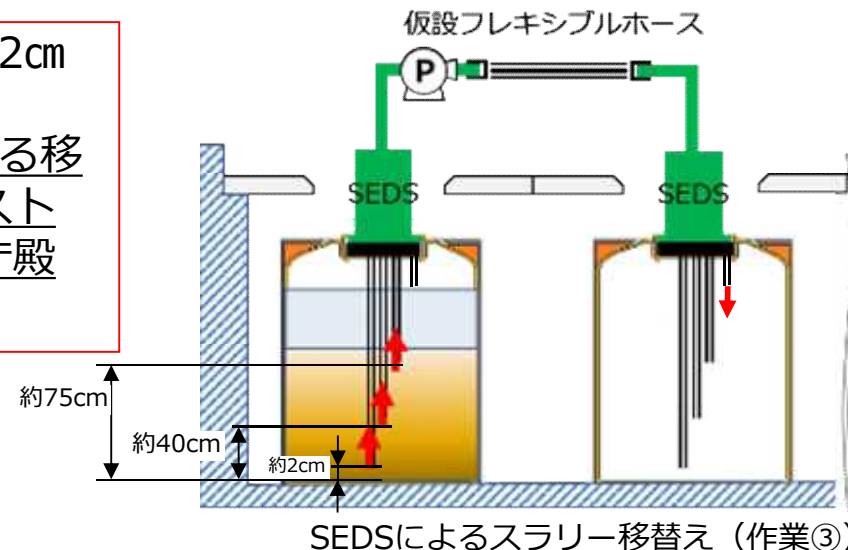
- ・ SEDSのスラリー移送ラインをラインナップ後、HICへSEDSを取り付けてスラリーを移送
- ・ 上部の拔出用内部配管からスラリー移替えを進め、段階的に底部の拔出用配管に切替えて拔出
- ・ なお、HICの内部構造上、拔出用の配管はHIC底部2cm程度上までとなっており、SEDSによる拔出後もスラリーがHIC内に残存

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、β線源（Sr-90）による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： $8.0E-4 \text{ Bq/cm}^3$

- 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
- β線源（Sr-90）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

本作業では当社を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	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	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	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
日計画線量	0.90mSv	10.0mSv
APD警報設定値	0.80mSv	5.0mSv
オフラインAPD警報設定値	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)

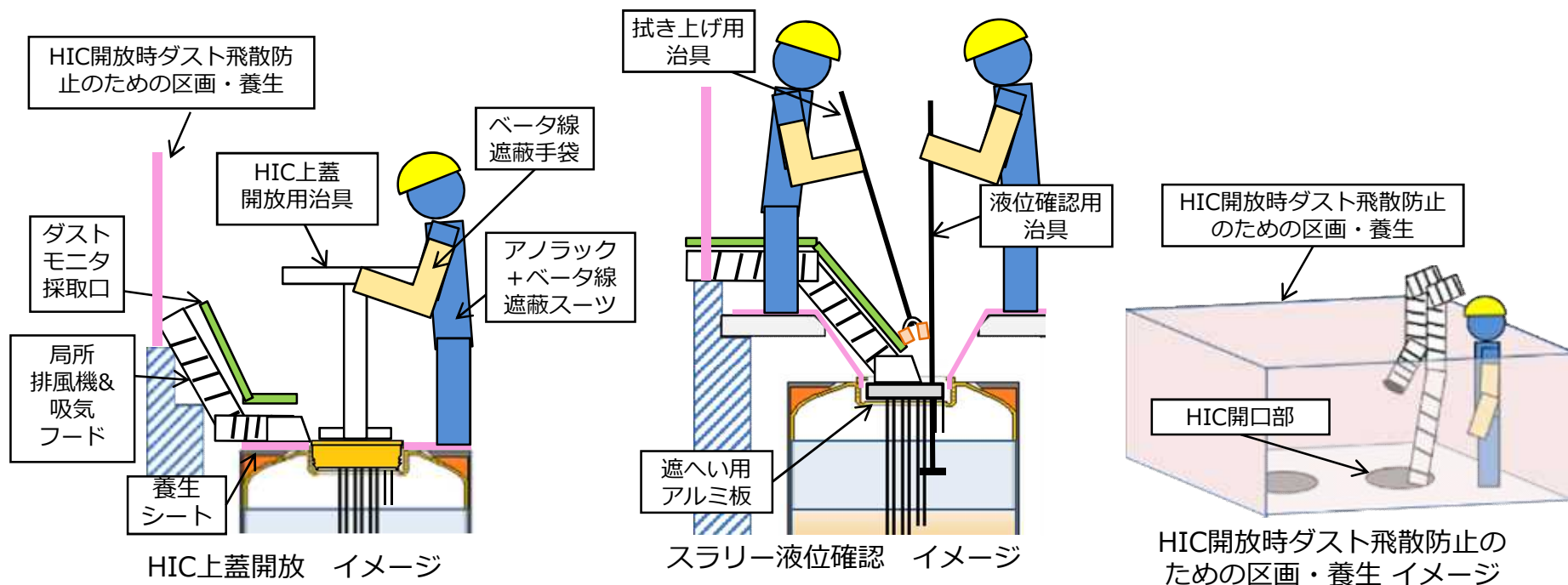
➤ 『②-a HICの蓋開放・スラリー液位確認』における内部被ばく対策

- 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

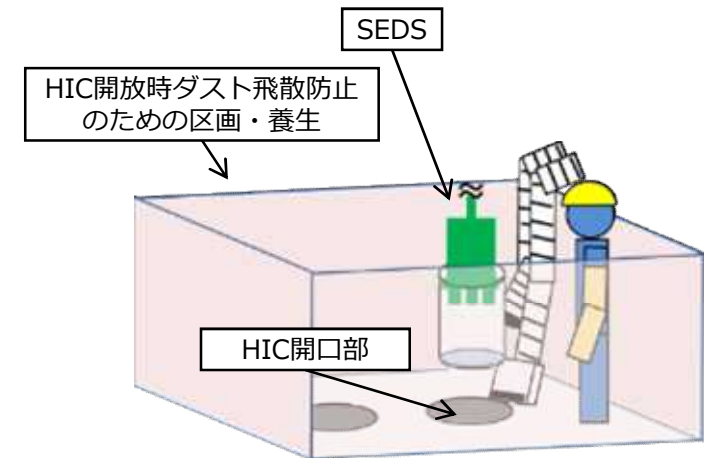
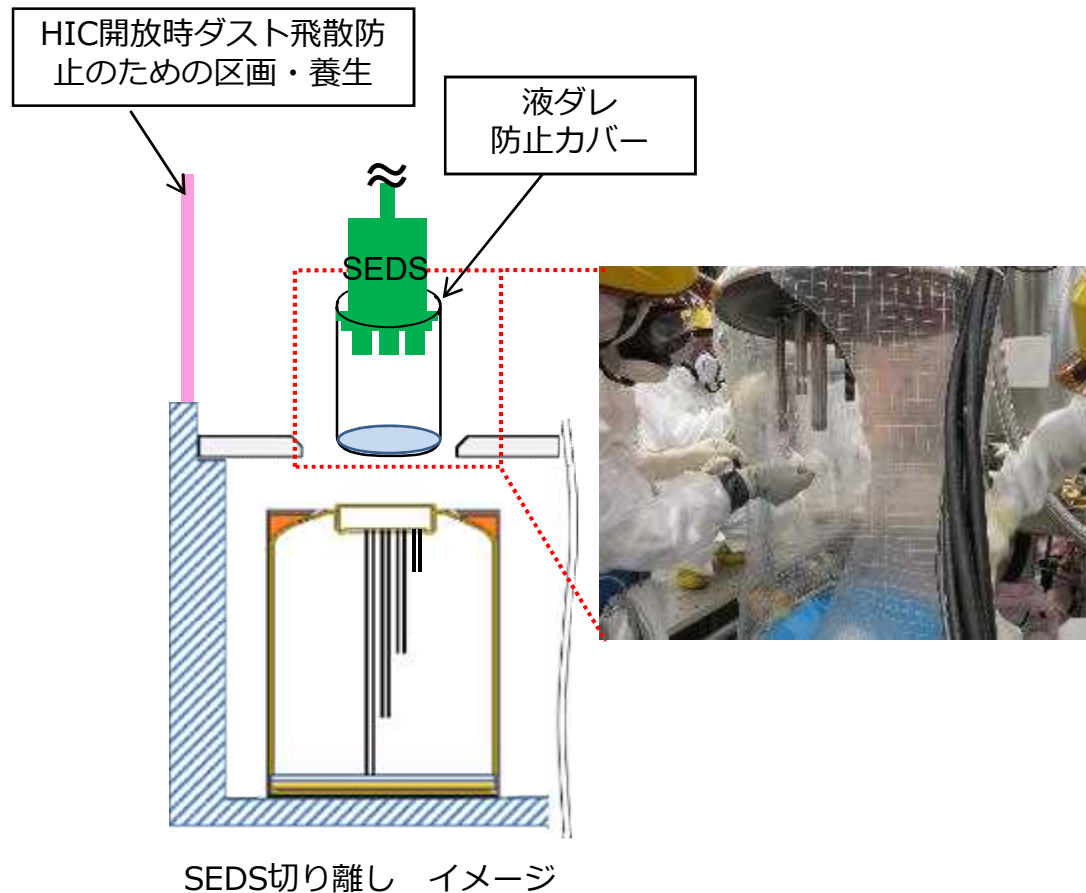


4-1. 汚染リスク対策【内部被ばく】(2/2)

第93回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

➤ 『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)

第93回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

- 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) ・リングバッジ 	<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

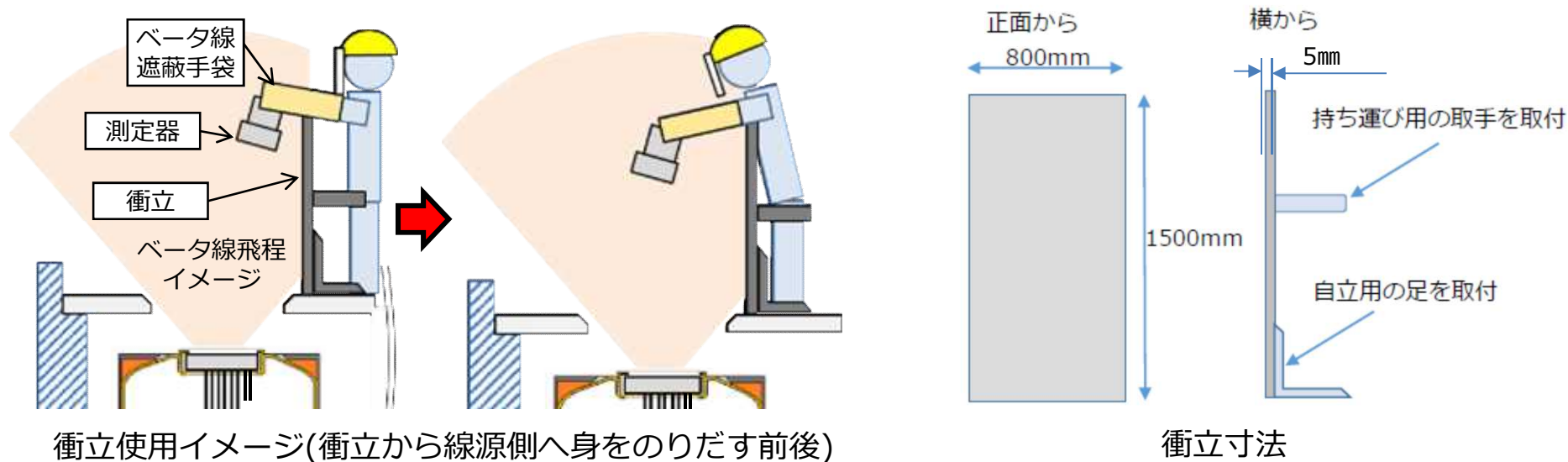
ベータ線(Y-90: $E=2.28$ [MeV]) の最大飛程R [g/cm²] と遮蔽材料の密度 [g/cm³] から、材料の必要最低厚さ[cm]を導出

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

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

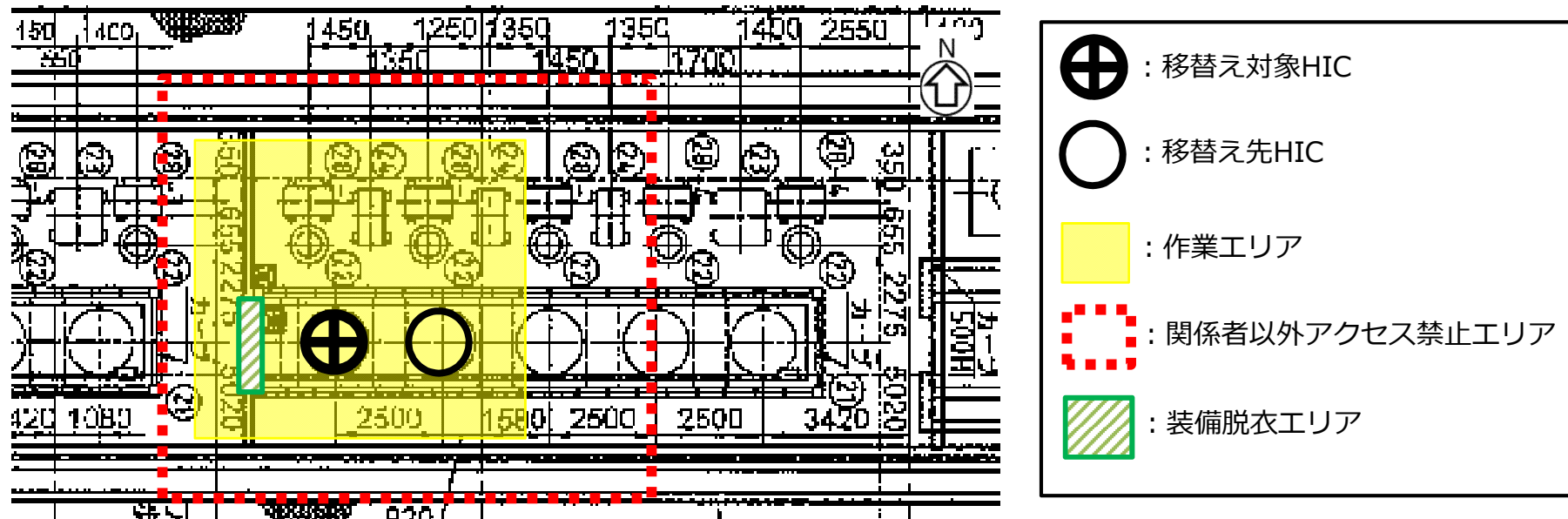
- HIC開口部に近接する作業時、防護装備（β線遮蔽スーツ）による身体への負荷軽減を目的として、作業に干渉しない場合においてアルミ製の衝立(5mm厚)を使用

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当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)の被ばく線量が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

- 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

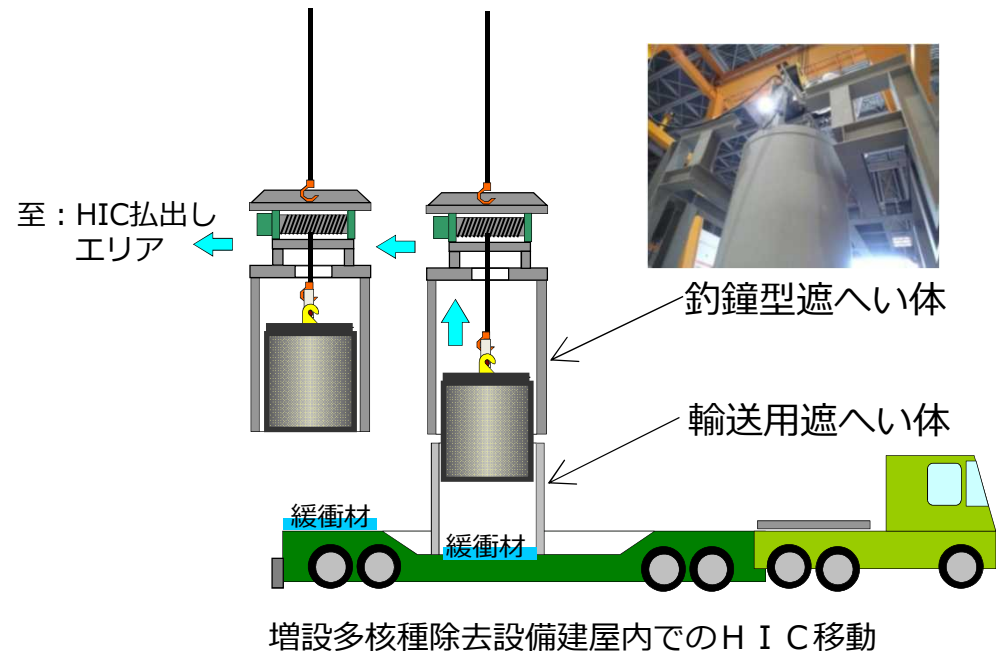


増設ALPS建屋 HIC払い出しエリア部
作業エリア内 装備脱衣箇所図

- 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



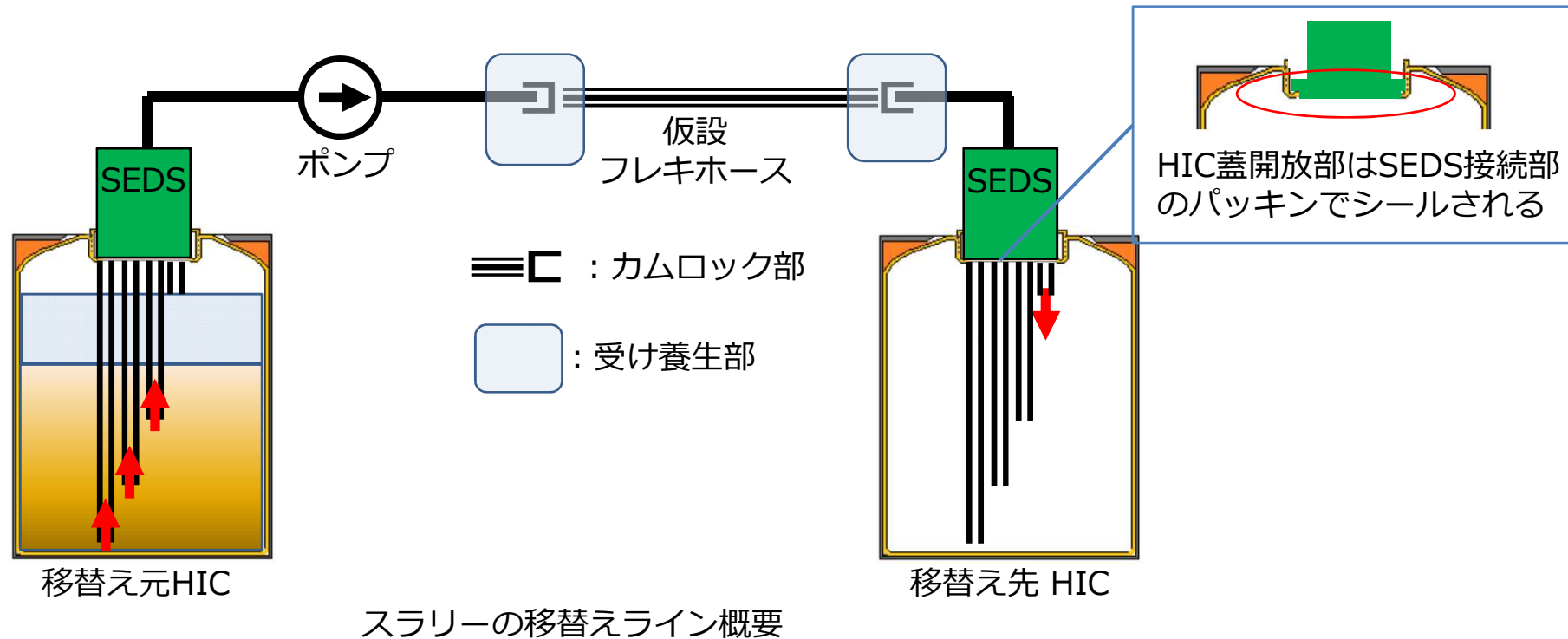
輸送用遮へい体、低床トレーラ



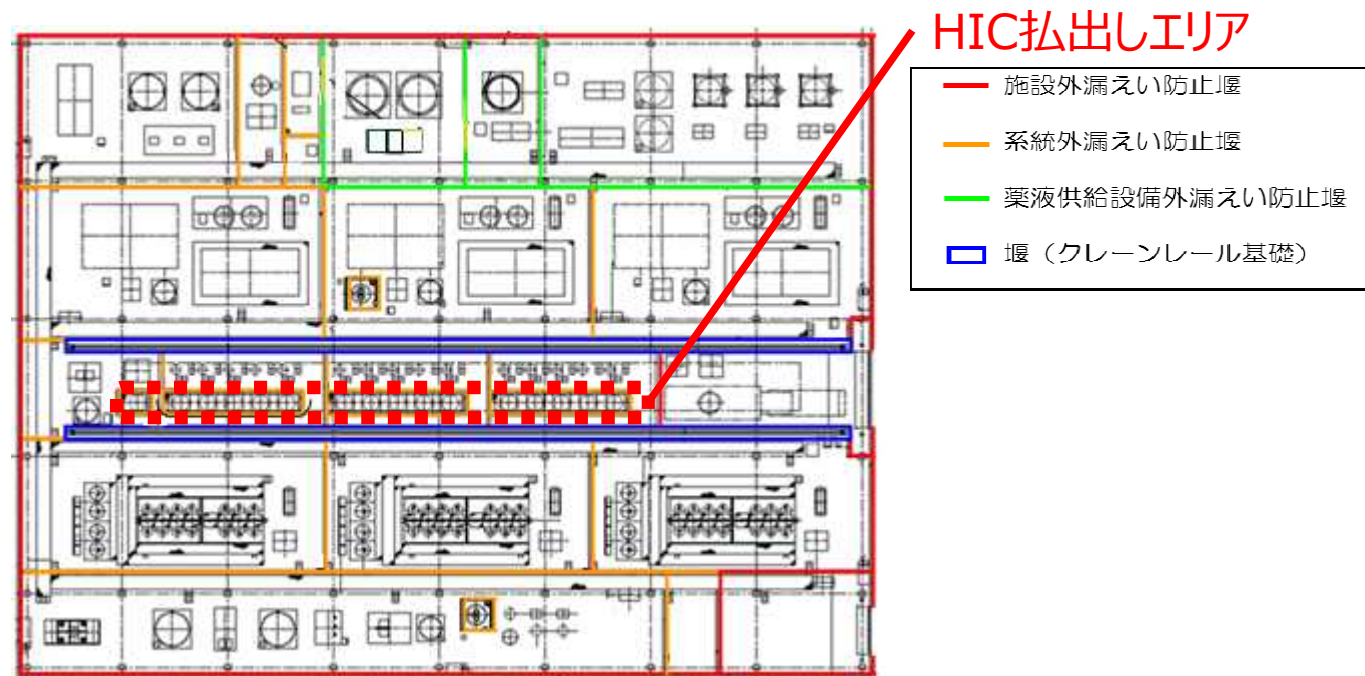
増設多核種除去設備建屋内でのHIC移動

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

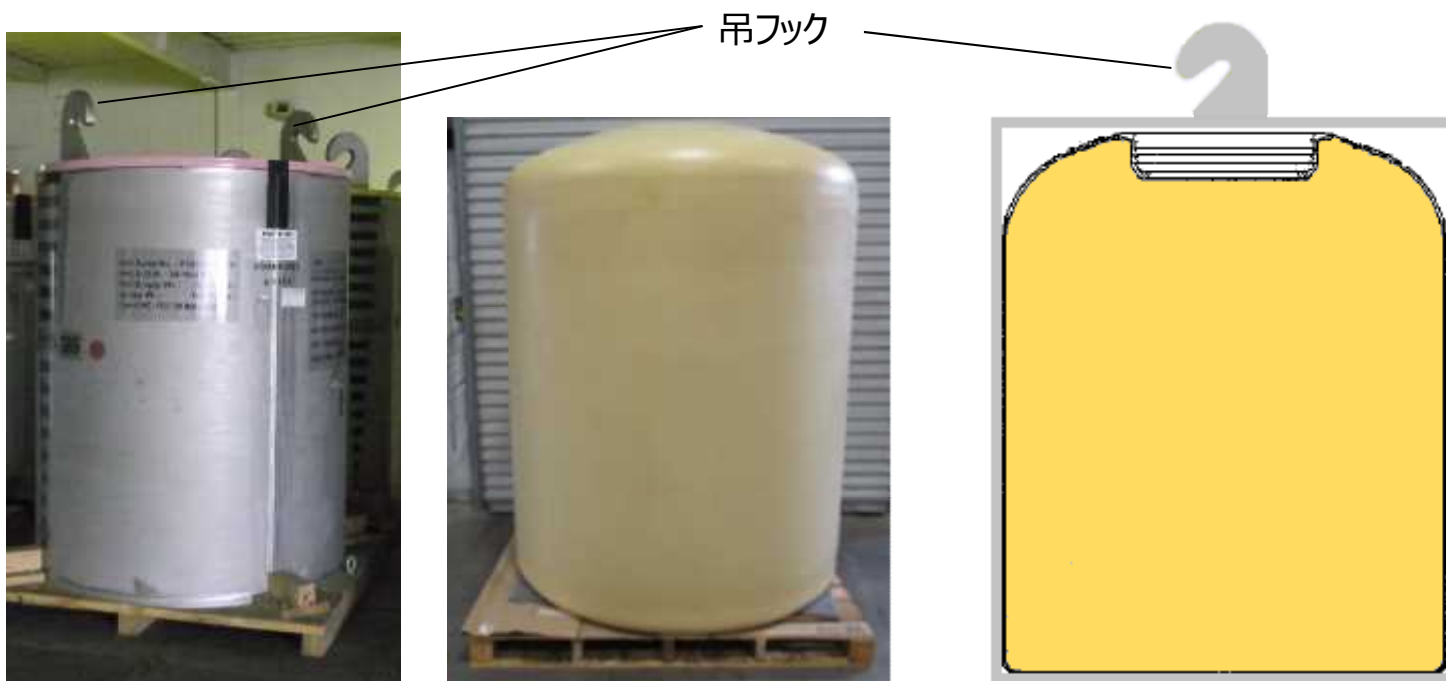


- 作業を行うエリアは、増設ALPS建屋内の系統外漏えい防止堰・施設外漏えい防止堰内であり、エリア自体が建屋床下ピット（ピット内に漏えい検知設置済み）に設けられていることから、万一、漏えいが発生した場合も漏えい物は堰内に留まる



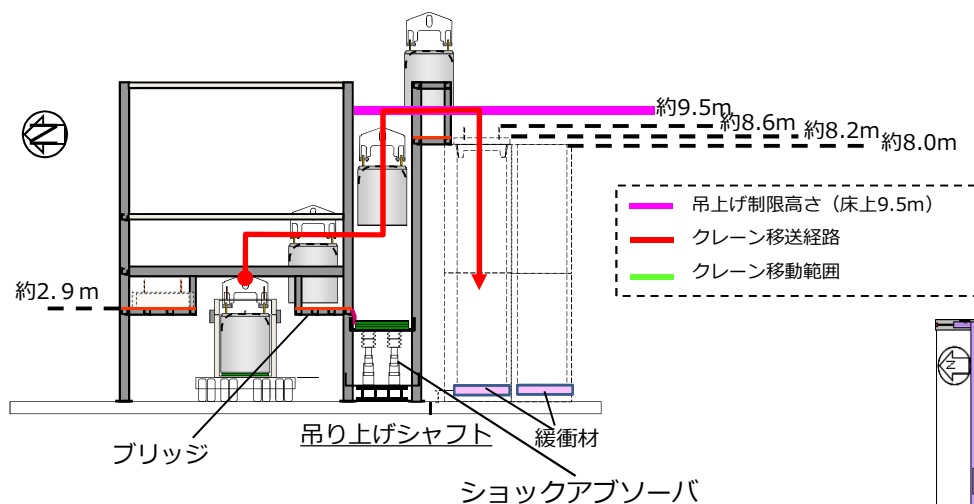
増設多核種除去設備
建屋内堰配置概要図

- 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



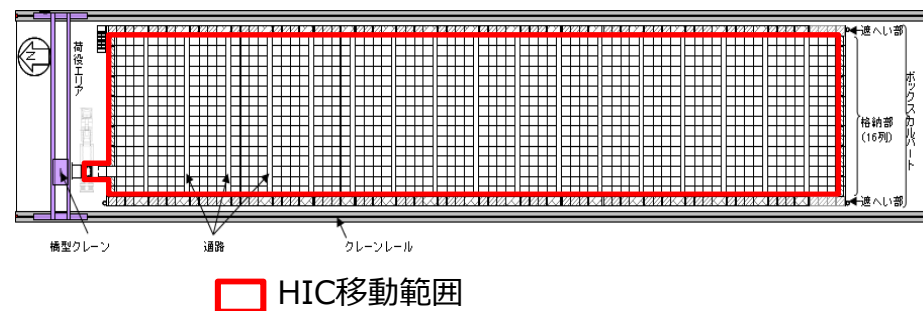
■ クレーンによるHIC移動時の落下防止対策

- ✓ 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



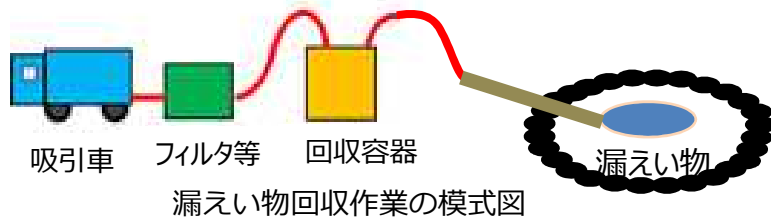
使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）におけるHIC移動範囲の制限

■ 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

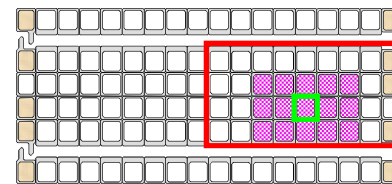


漏えい物回収訓練の様子

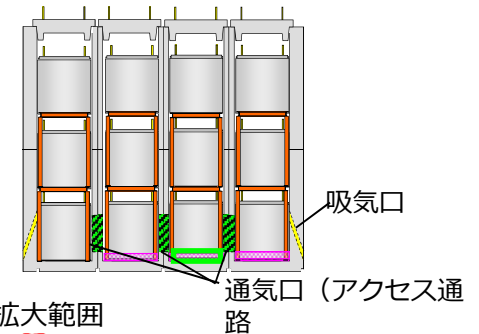
② ボックスカルバート内での漏えい物回収 (回収訓練は一時保管施設(第三施設)で実施)

- ・ 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

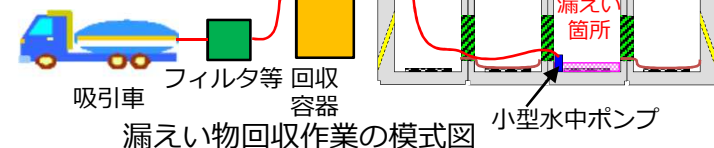
- 漏えい発生箇所
- 漏えい物の拡大範囲【最大】
(HIC1基が全量漏えいした場合)
- アクセス通路による連結範囲



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)



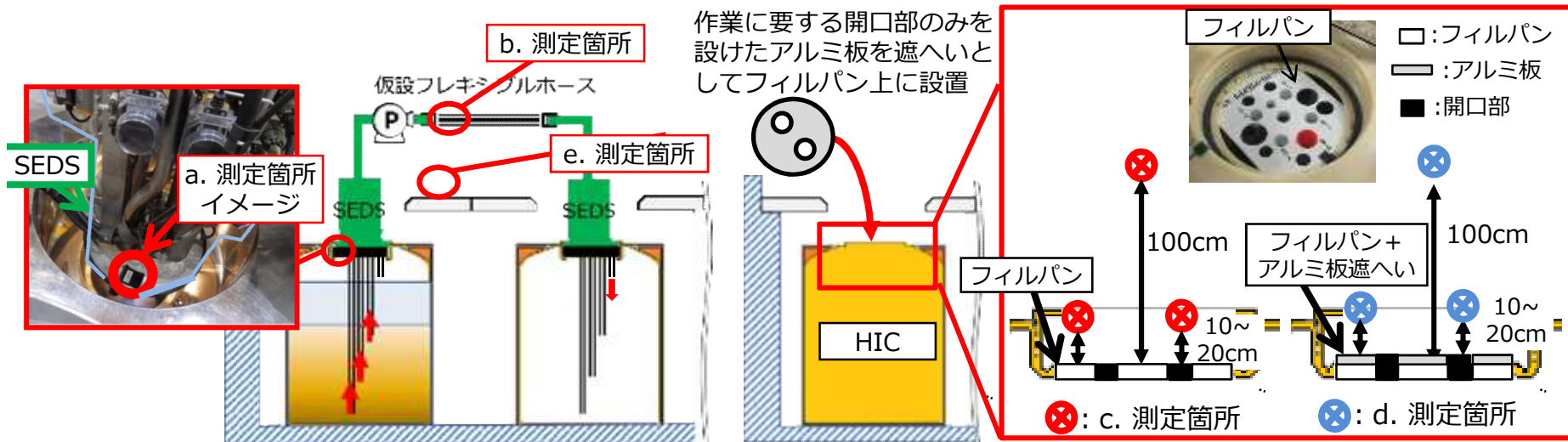
5. 移替え時の線量当量率とダスト濃度の測定(1/2)

■ SEDSによるスラリー移替え作業における線量当量率測定

第93回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

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



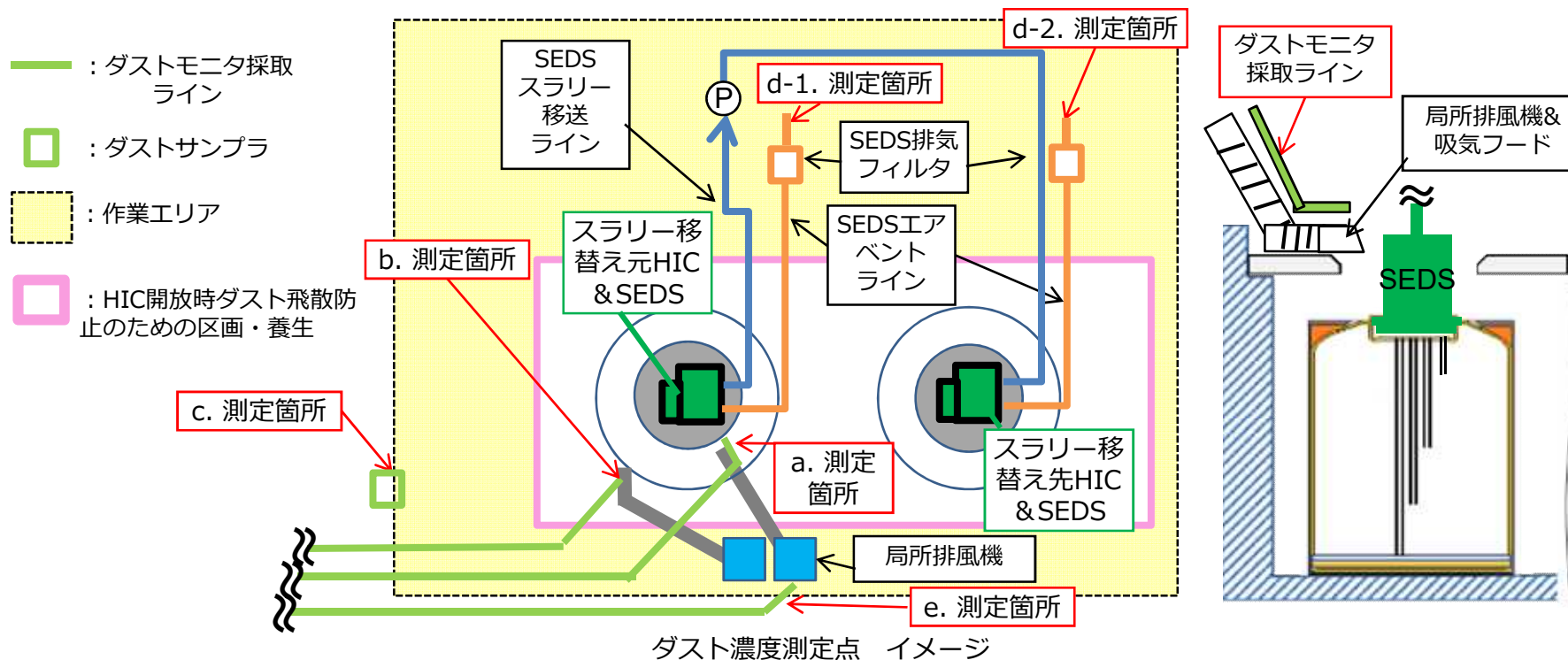
5. 移替え時の線量当量率とダスト濃度の測定(2/2)

SEDSによるスラリー移替え作業におけるダスト濃度測定

第93回特定原子力施設監視・評価検討会資料一部引用

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		



- 現在のHIC発生量は約23基/月。
- 今後、HIC発生量は、日々の汚染水処理により約10基/月程度に低減する想定。左記発生量に加えて、スラリーの移替え作業に伴う増加分を算出した場合、実施計画変更認可申請中の第三施設の保管容量（192基分）の増設を加味して、保管容量は今後約4年分となると推定。
- なお、処理途上水の二次処理を開始すると、保管容量の逼迫予測時期は前倒しされる。
- また、今後の状況変化に伴い、予測時期について変更となる可能性がある。

