

連続ダストモニタ（iCAM）でのダスト監視について

2021年11月15日

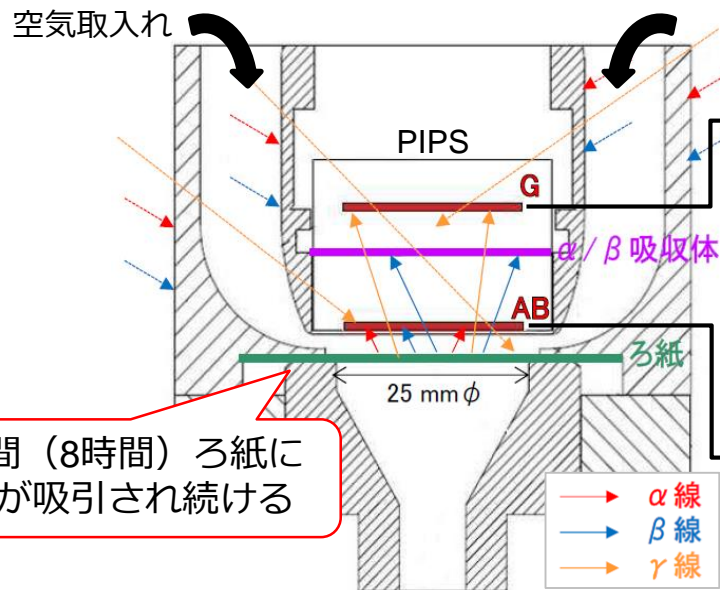


東京電力ホールディングス株式会社

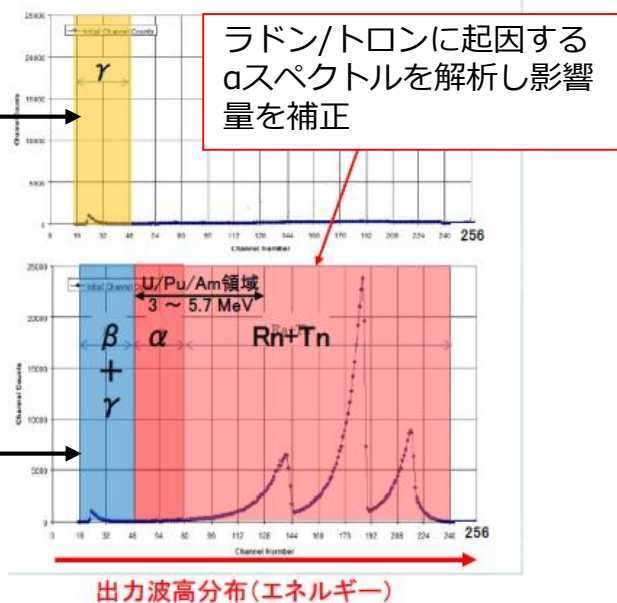
iCAM…半導体検出器によるエネルギー分析を行い、ダスト濃度を連続監視



- 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。

➤ 計数値 (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分間の正味計数値から計算され、15秒毎に更新される。

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

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)

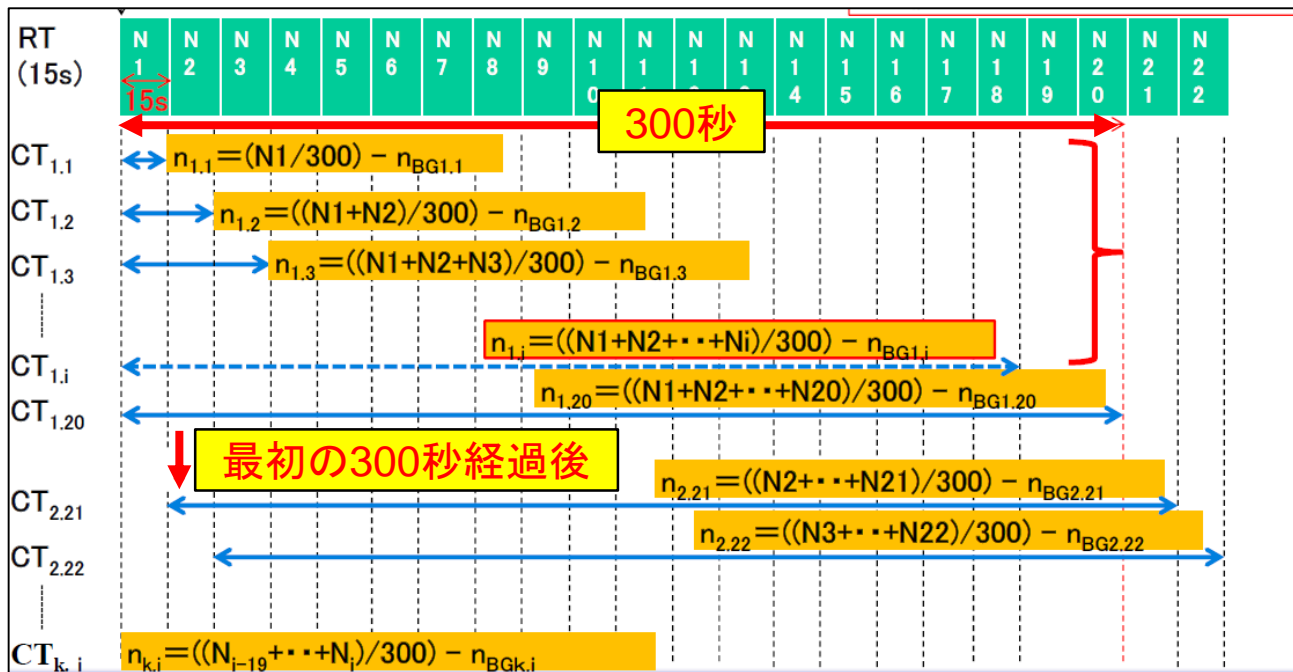
積算放射能濃度の変化量を平均化する時間。

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

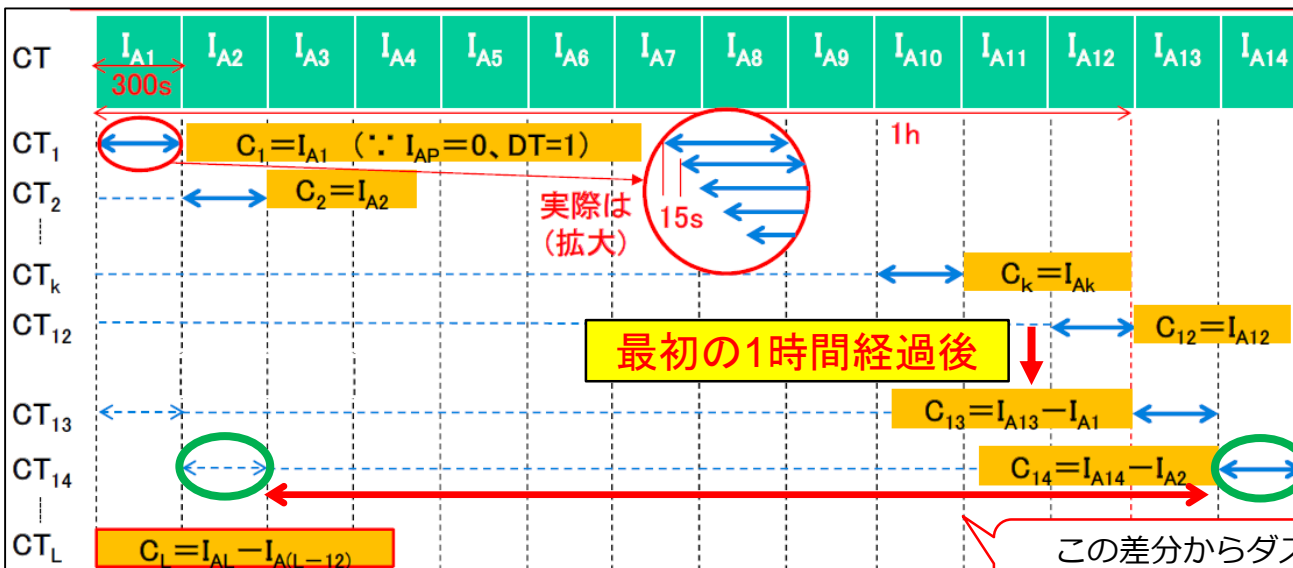
正味計数率



「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

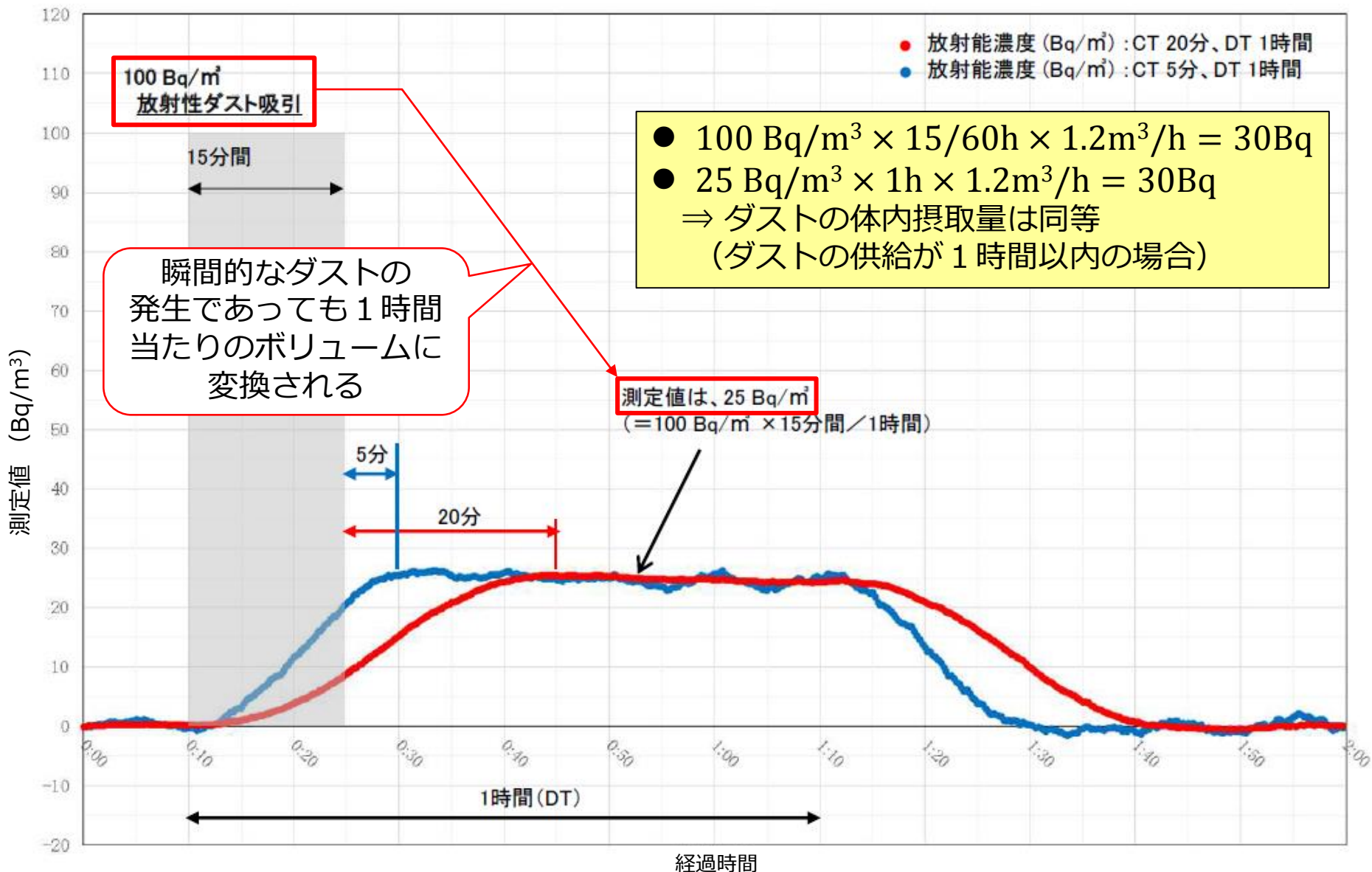


1時間(DT)経過後は差分処理をしながらダストの変化量を計算

(起動後最初の1時間は内部汚染があると高く出る)

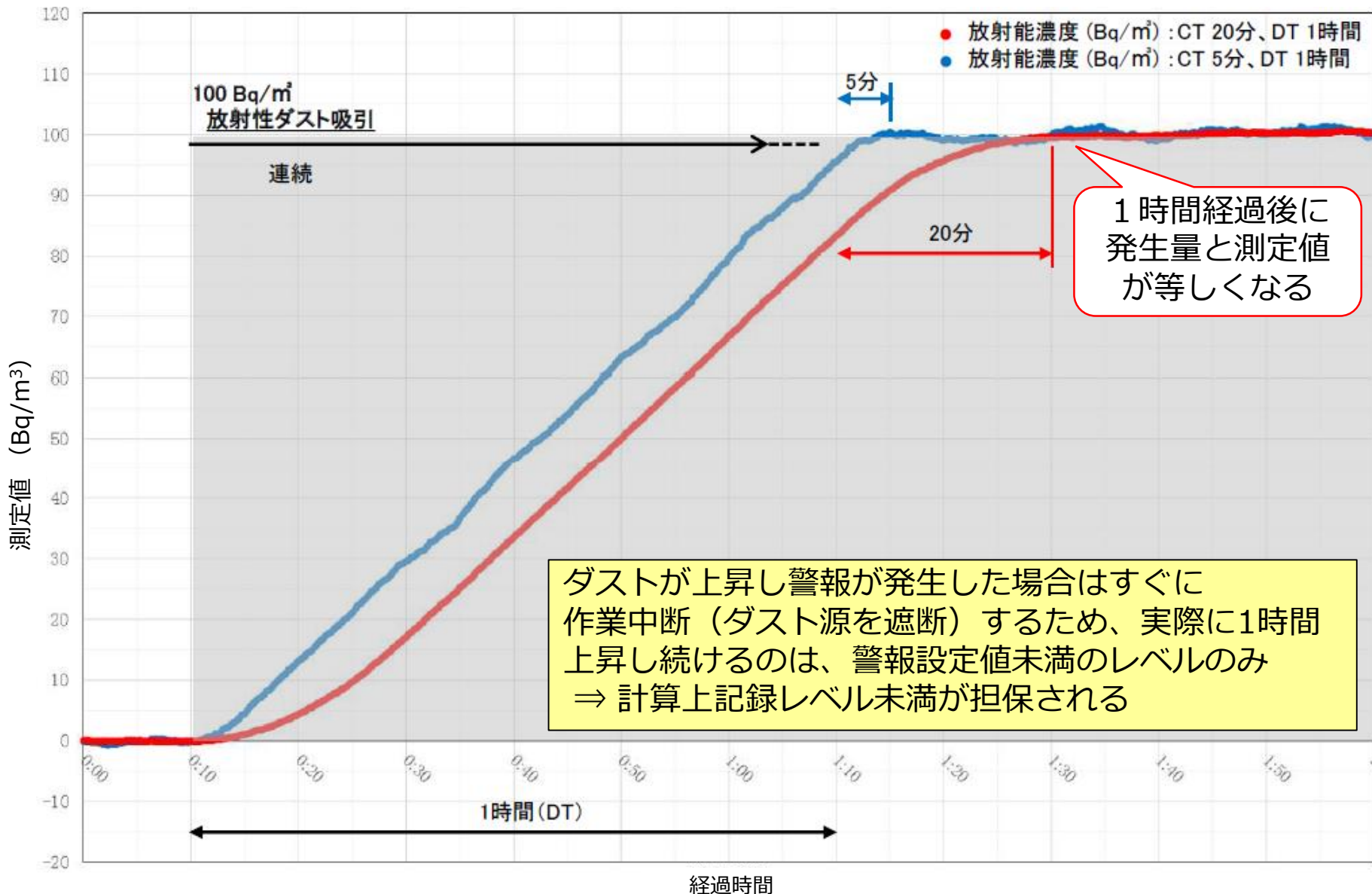
この差分からダストの変化量を1時間で平均化

測定結果例（ダストを15分間吸引した場合）



100 Bq/m³の放射性ダストを15分間吸引した場合

測定結果例（ダストを連続吸引した場合）



100 Bq/m³の放射性ダストを1時間以上吸引した場合

■ スラリー移し替え作業におけるダスト監視の目的

主線源がβ線源（WBC適用不可）であることから、作業員の内部被ばく管理を行う（記録レベル未満の管理）ために、警報値を設定し作業場のダスト濃度を常時監視

- 警報が発生した場合は作業中断（ダスト源を遮断）
- 作業時の内部被ばく線量を計算する場合は4ページの考え方を適用

2-1. 低線量HICの移替え作業時の内部被ばく管理

第93回特定原子力施設
監視・評価検討会資料より

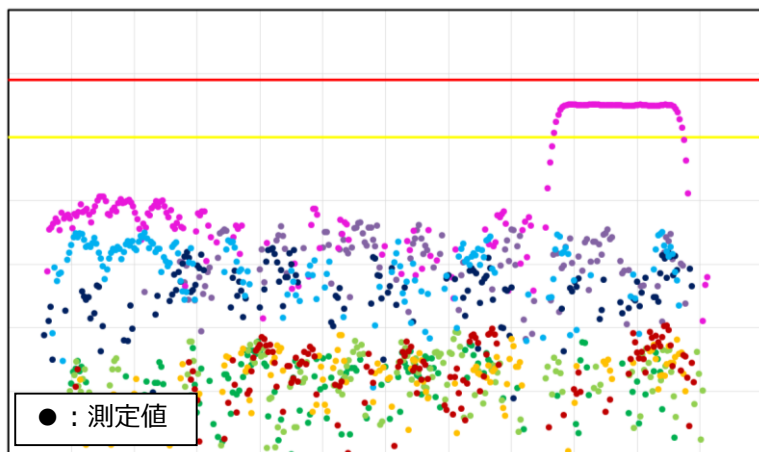
- HICの移替え作業では、内部被ばくに関して記録レベルを超過しないよう下記の管理項目を設定

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： $8.0E-4 \text{ Bq/cm}^3$
- 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

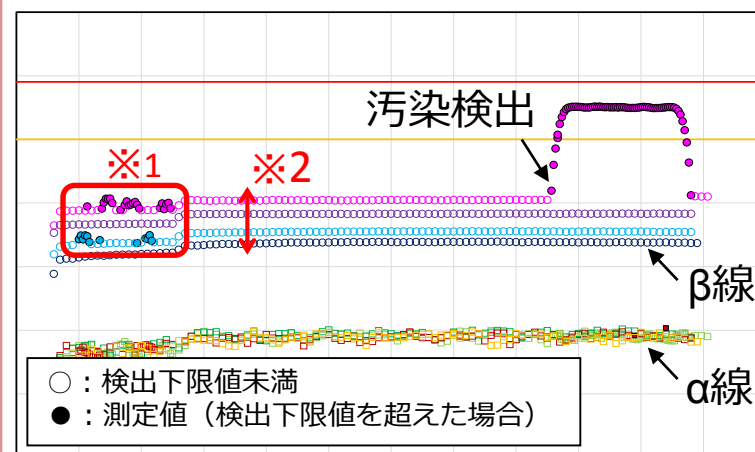
- 第94回特定原子力施設監視・評価検討会でご説明した連続ダストモニタのトレンドグラフについて作業に伴い検出下限値を超える有意なダストが発生したかを確認するため、以下のように修正

【修正前】



- 連続ダストモニタの測定値をそのままプロット
 - BG (検出下限値) との比較ができない

【修正後】



- BGに対する標準偏差 σ を用いて、検出下限値を 3σ として計算
(σ はダストモニタの内部データを抽出して直接確認)
- 測定値が検出下限値を超えた場合にダスト濃度としてプロット
 - 検出下限値を超える有意なダストの発生を把握

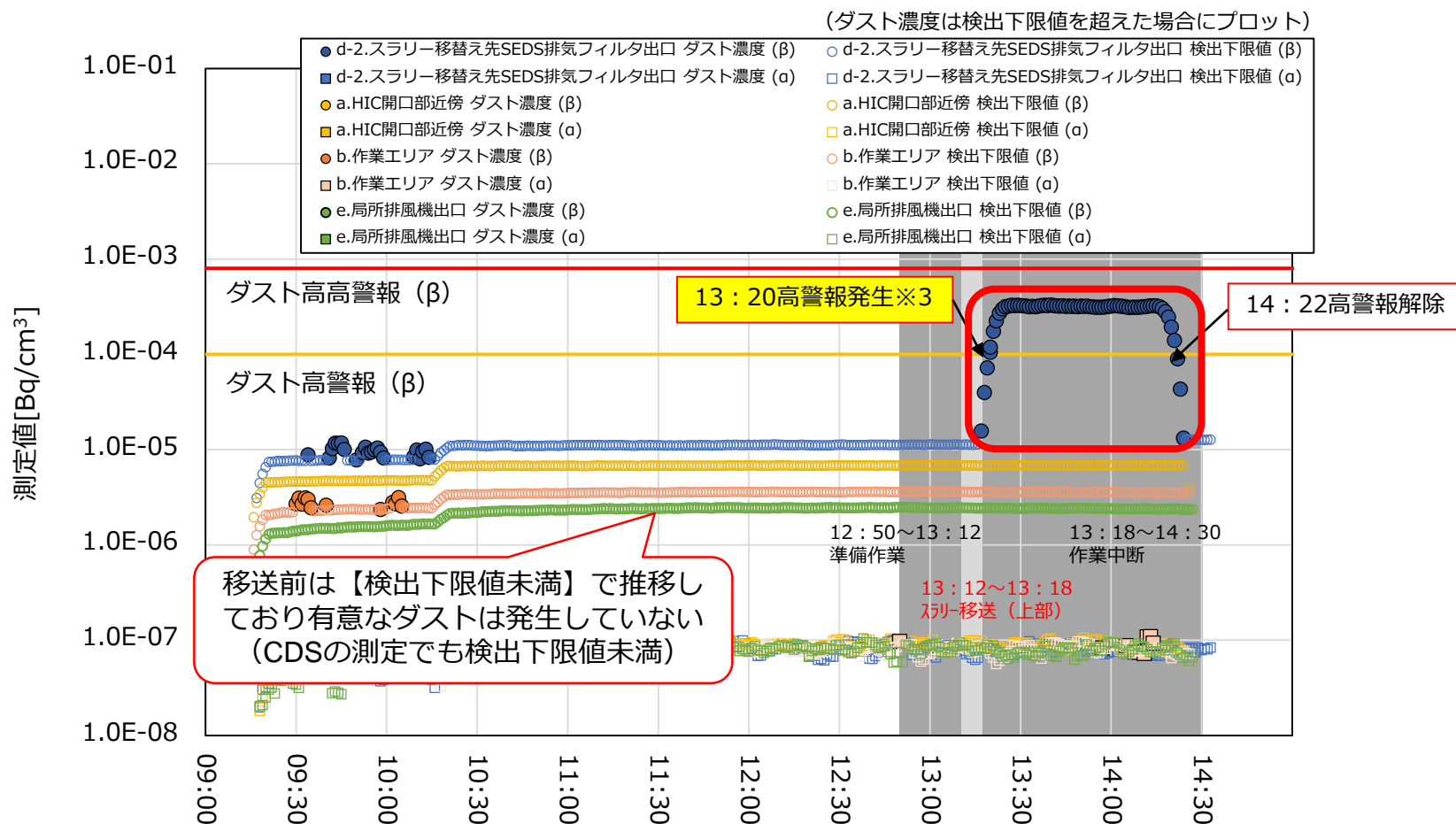
※1 連続ダストモニタ起動後1時間は、演算処理の関係により測定値にばらつきが生じる
 ※2 検出下限値は、ダストモニタ毎の個体差 (内部汚染) によりばらつきが生じる

8/24 スラリー移替作業

移送に伴い、SEDS排気フィルタ出口におけるダスト濃度が $3.0E-4\text{Bq}/\text{cm}^3$ まで上昇

【トレンドの意味】

- ① スラリー移送の6分間で紙に汚染が捕集され、測定値が上昇（1時間あたりのボリュームに変換）
- ② 上昇から1時間経過するまでは、汚染の影響が差分処理の中で差し引かれられないため、横這いになる（1時間前と比べて常に変動がある状態）
- ③ 汚染が捕集されてから1時間以上継続すると、「変化なし」とみなされ測定値が低下



- コードレスダストサンプラを用いたダスト濃度 (β) 測定では、検出下限値未満を超える有意なダスト濃度は確認されなかった

【8/5 移し替え準備作業】

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 スラリー移し替え作業】

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 スラリー移し替え作業】

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

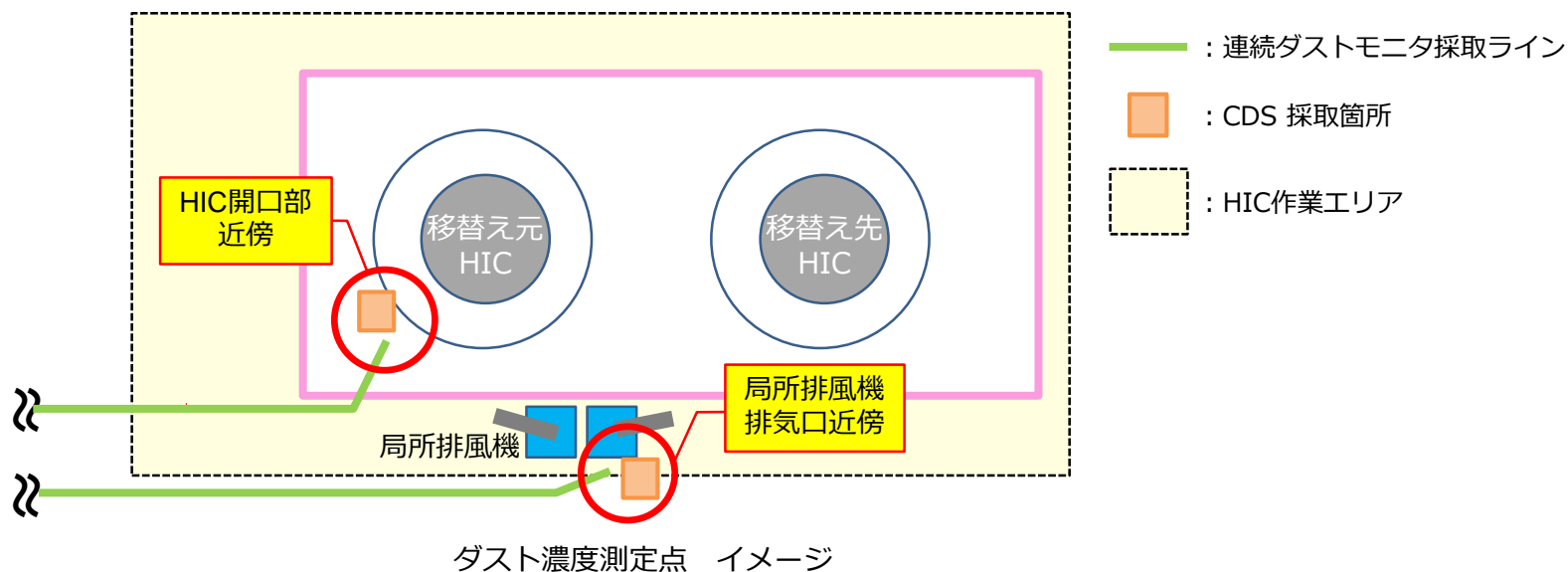
【9/28 SEDS取り外し作業】

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

- 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

