

1号機建屋カバー解体・ガレキ撤去時の ダスト飛散抑制対策と放射性物質濃度の監視について

(平成25年8月に発生した免震重要棟前の
ダスト濃度上昇を踏まえた対応)

平成26年7月23日
東京電力株式会社

目次

- 平成25年8月12日,19日に発生した免震重要棟前ダスト濃度上昇及び身体汚染者発生に関する原因と対策について
- 1号機建屋カバー解体・ガレキ撤去時のダスト飛散抑制対策と放射性物質濃度の監視について

平成25年8月12日,19日に発生した
免震重要棟前ダスト濃度上昇及び
身体汚染者発生に関する原因と対策について

1.H25年8月12日に発生した身体汚染の発生状況

平成25年8月12日（月）

■事象

平成25年8月12日 12時33分頃、免震重要棟前に設置してある連続ダストモニタで、放射能濃度が高いことを示す警報が発生。

■時系列

- 12時33分頃 連続ダストモニタ(B) 高高警報発生
- 12時39分頃 連続ダストモニタ(A) 高高警報発生
- 12時48分頃 構内全域マスク着用指示を判断
- 13時02分頃 一斉放送：マスク着用指示を実施
- 13時05分～25分頃 ダストサンプリング
- 13時16分頃 一斉放送：水道水使用禁止
(免震重要棟、5,6号機、入退域管理施設)
- 13時25分頃 免震重要棟前上部ミスト運転停止
- 16時17分頃 構内全域マスク着用指示の解除を判断
- 16時21分頃 一斉放送：マスク着用指示を解除
- 16時45分頃 一斉放送：水道水使用禁止を解除

■免震棟前ダストサンプリング結果

14時10分～14時30分：

- ・ Cs-134： $7.3 \times 10^{-7} \text{Bq/cm}^3$
- ・ Cs-137： $1.5 \times 10^{-6} \text{Bq/cm}^3$

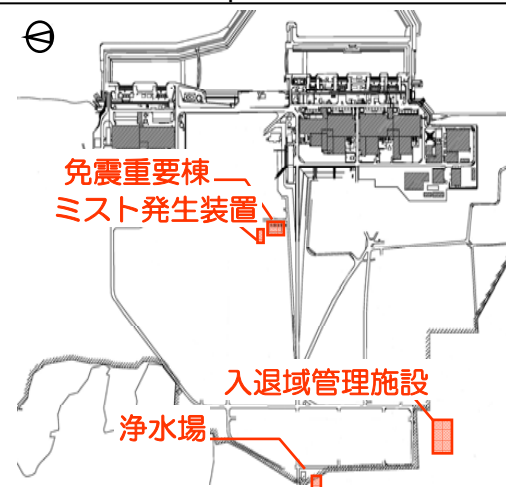
■身体汚染の発生

13時08分頃 免震重要棟発（12時35分頃）の構内バスに乗車した当社社員12名と協力企業4名のうち、当社社員10名の身体汚染を入退域管理棟にて確認（Max. 約 19Bq/cm^2 ）

- ・ 除染の後、退出モニタ（ 4Bq/cm^2 未満）又はGM汚染サーベイメータによる測定を行い退域。ホールボディカウンターを受検した結果、内部被ばくの影響が無いことを確認。

■水の分析結果

（免震重要棟、ミスト発生装置、入退域管理施設、浄水場）
ガンマ：ND（セシウム134：約 3Bq/l 未満、セシウム137：約 3Bq/l 未満）
全ベータ：ND（約 13Bq/l 未満）



構内配置図（サンプリング箇所）

2.平成25年8月19日に発生した身体汚染の発生状況

平成25年8月19日（月）

■事象

平成25年8月19日 10時04分頃、免震重要棟前に設置してある連続ダストモニタで、放射能濃度が高いことを示す警報が発生。

■時系列

09時29分頃 連続ダストモニタ(B) 高警報発生
09時34分頃 連続ダストモニタ(A) 高警報発生
09時50分～10時10分 ダストサンプリング
10時04分頃 連続ダストモニタ(A) 高高警報発生
10時12分頃 構内全域マスク着用指示を判断
10時15分頃 一斉放送 マスク着用指示を実施

■免震棟前ダストサンプリング結果

09時50分～10時10分：

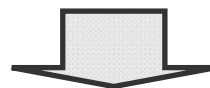
- ・ Cs-134： $2.6 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
- ・ Cs-137： $5.8 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$

■身体汚染の発生

10時20分頃 免震重要棟発（9時55分頃）の構内バスに乗車した協力企業3名のうち、2名の身体汚染を入退域管理棟にて確認（約 13Bq/cm^2 、約 7Bq/cm^2 ）
10時57分頃 除染の後、退出モニタ（ 4Bq/cm^2 未満）にて退域
13時00分頃 ホールボディカウンターを受検した結果、内部被ばくの影響が無いことを確認

■ミスト発生装置の使用状況

ミスト発生装置は、8/12以降使用していない。

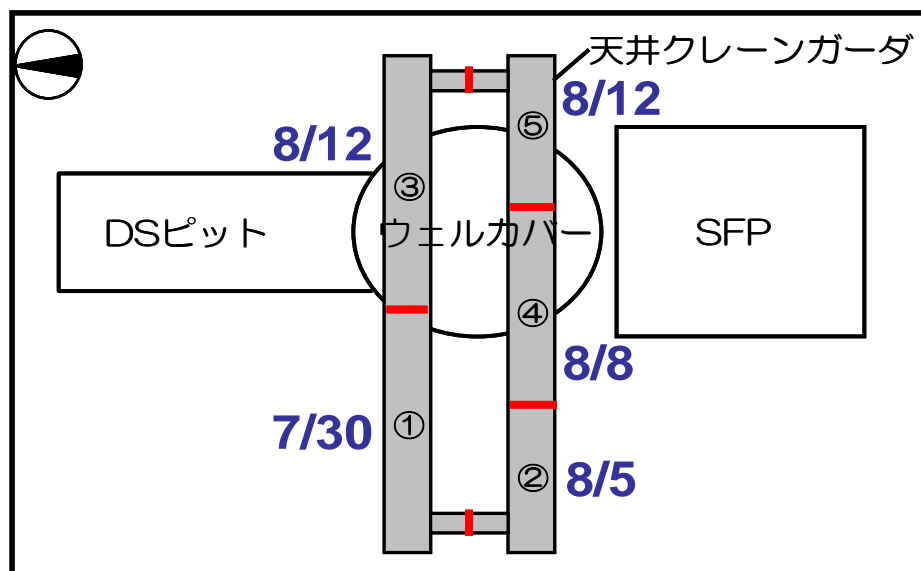


8月12日及び19日に免震重要棟前の風上（南東・南南東）方向で実施され、ダストを舞い上がらせる可能性のある作業として、「3号機原子炉建屋上部ガレキ撤去作業」を抽出。

3. 3号機オペフロ上のガレキ撤去作業内容とダスト飛散想定原因

■ 今まで風雨の影響を受けず天井クレーンガーダの下敷きとなり堆積していたダストが外気にさらされたことにより飛散したと判断している。

■ 天井クレーンガーダ撤去実績

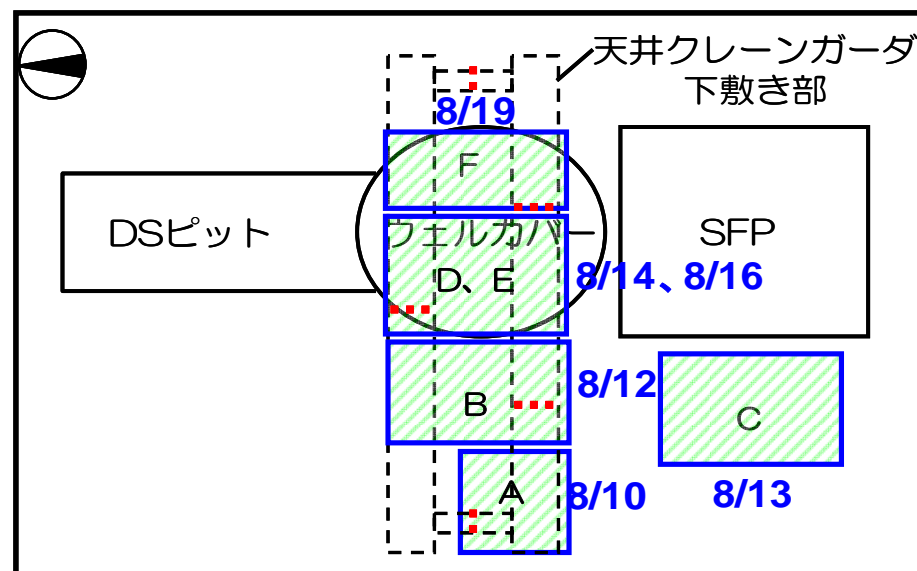


— 天井クレーンガーダ切断位置

【天井クレーンガーダ撤去実績】

- 7/30: 天井クレーンガーダ①撤去
- 8/ 5: 天井クレーンガーダ②撤去
- 8/ 8: 天井クレーンガーダ④撤去
- 8/12: 天井クレーンガーダ③⑤撤去

■ オペフロ上がれき撤去実績



瓦礫集積もしくは撤去範囲

【オペフロがれき撤去実績】

- 8/10: がれき集積・撤去A
- 8/12: がれき集積・撤去B
- 8/13: がれき集積・撤去C
- 8/14: がれき集積・撤去D
- 8/16: がれき集積・撤去E
- 8/19: がれき集積・撤去F

※作業開始前のがれきの撤去範囲に飛散防止剤を散布

4.再発防止対策

■飛散防止剤の散布方法の見直しによるダスト飛散抑制対策の強化

【散布範囲の見直し】

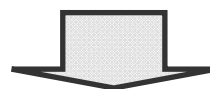
(見直し前) ガレキ撤去の進捗に応じて**作業開始前**にガレキの撤去範囲に飛散防止剤を散布していた。

(見直し後) **当日の作業開始前ならびに作業終了後**に、ガレキ撤去範囲に加え、天井クレーンガードの下に堆積していた範囲にも飛散防止剤を散布する方法に変更する。

【飛散防止剤の散布濃度の見直し】

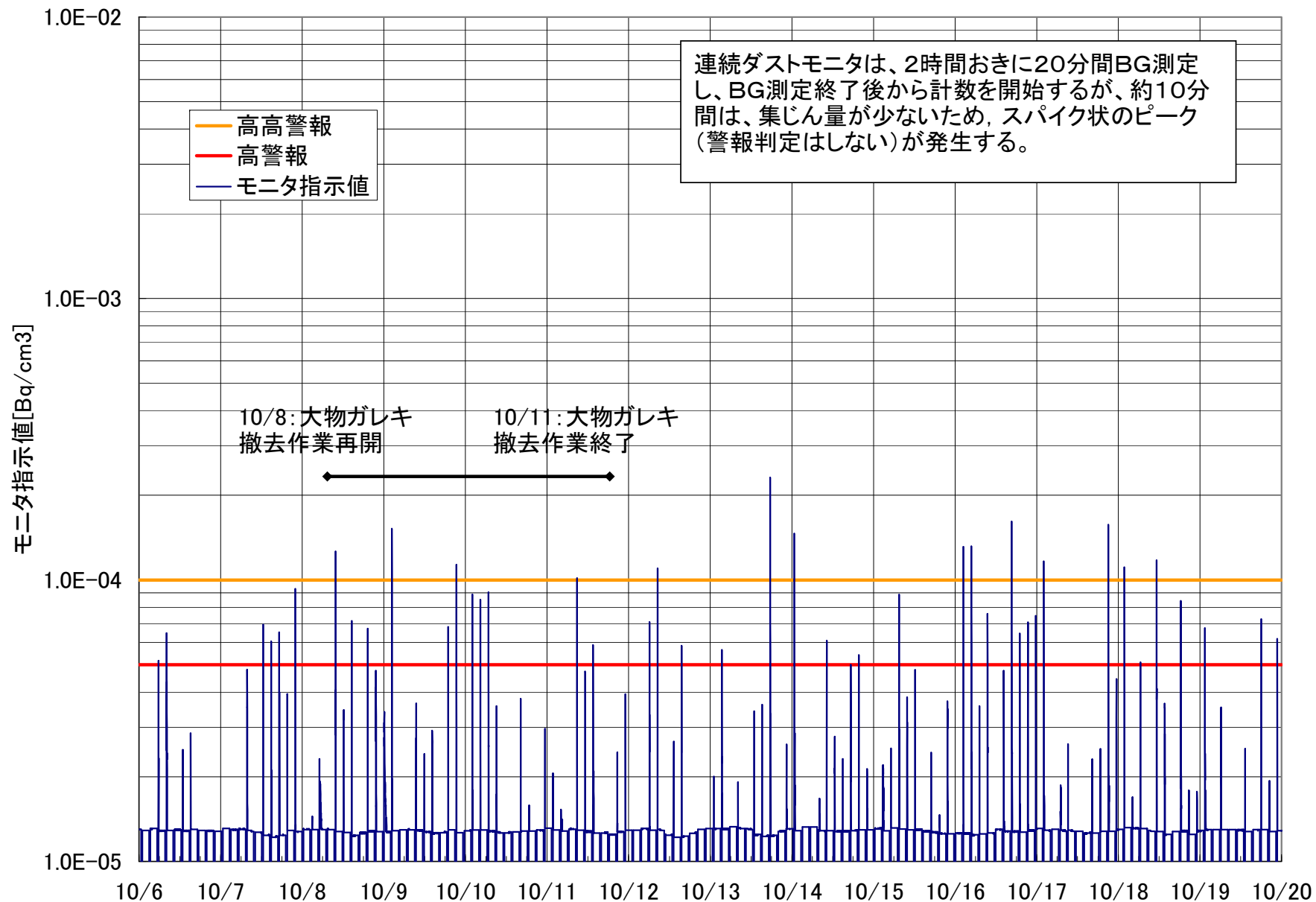
(見直し前) 飛散防止剤を**100倍**に希釈して使用

(見直し後) 飛散防止剤を**10倍**に希釈して使用



対策強化後は、**ダストモニタの警報は発報していない。**

(参考) 対策強化後の免震重要棟前ダストモニタ



5.放射性物質濃度の監視体制の強化

■ オペフロ上および原子炉建屋近傍での放射性物質濃度の監視体制を強化

- ① オペフロ上にダストモニタを設置
- ② 3号機原子炉建屋近傍の法面上にダストモニタを設置



6. 「毎月実施している追加的放出量」及び「3号機ダスト上昇を考慮した推定値」について①

○毎月実施している追加的放出量

H25年8月の放出量評価は、0.1億Bq/時と評価。

（内訳） 1号機： 0.002億Bq/時

2号機：0.0004億Bq/時

3号機： 0.03億Bq/時

※1～3号機の放出量合計値は0.04億Bq/時

→上記の評価は、変動等を考慮して0.1億Bq/時としている。

当該値における年間の被ばく評価は、0.03mSv/年と評価。

6. 「毎月実施している追加的放出量」及び「3号機ダスト上昇を考慮した推定値」について②

○3号機ダスト上昇を考慮した推定値

①毎月の追加的放出量評価への影響

◆評価に用いたデータ

- ・ 免震重要棟前ダスト濃度から推定した放出率：2800（億Bq/時）
- ・ 放出時間：4（時間）

◆評価結果

毎月の評価： 0.1 （億Bq/時） $\times 744$ （時間） $<$ 当該事象の評価： 2800 （億Bq/時） $\times 4$ （時間）

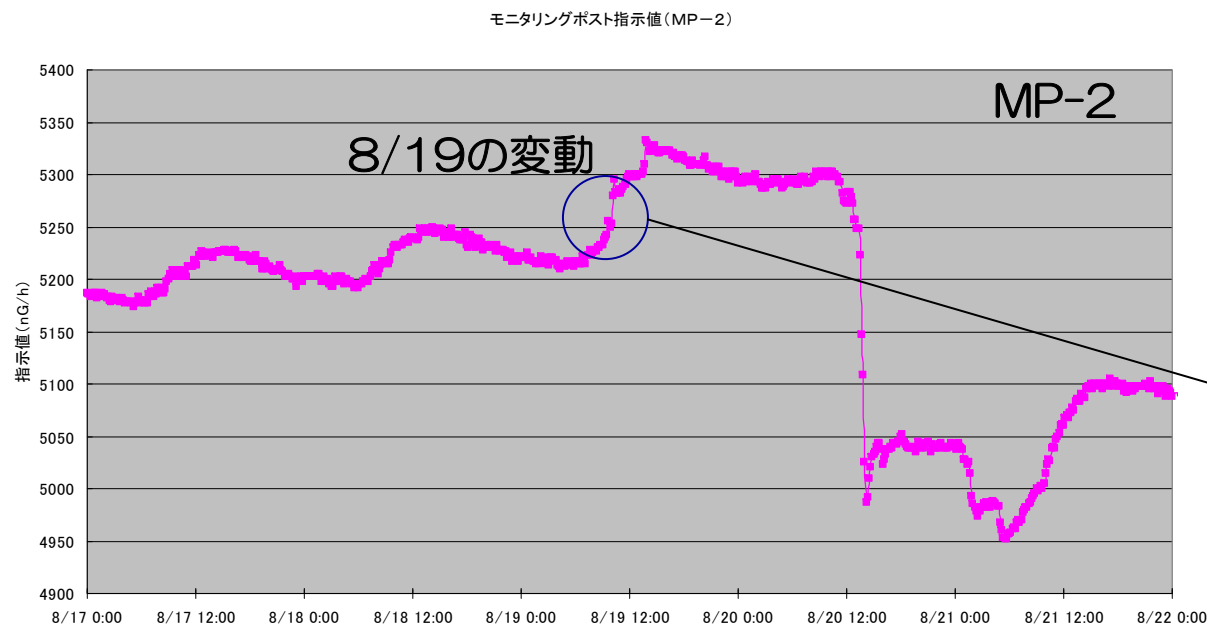
毎月の追加的放出量は、年間の被ばく評価に用いているため、一時的に発生した当該事象は、個別に評価を行い、報告するものとする。

なお、今後は毎月実施している追加的放出量进行评估する際は、敷地内に設置してあるダストモニタにて、データに変化が無いかを確認するとともに、ダストモニタの設置台数を増加することを検討する。

6. 「毎月実施している追加的放出量」及び「3号機ダスト上昇を考慮した推定値」について③

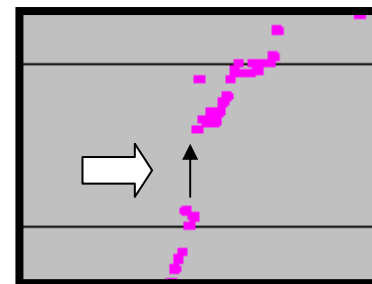
②敷地境界線量への影響

風下方向にあるモニタリングポストNo.2において、約50nGy/hの上昇が見られたが、放出が4時間継続した場合でも、約200nGyの線量となり、毎月実施している追加的放出量による被ばく評価（0.03mSv/年）に対して有意な数値ではない。



MPの指示値は、昼夜の環境変化で毎日昼間が高く、夜は低めに指示する。
また、雨が降ると指示値は下降し、晴天が続くと昼夜の上下動を繰り返しながら少しずつ上昇する特徴がある。

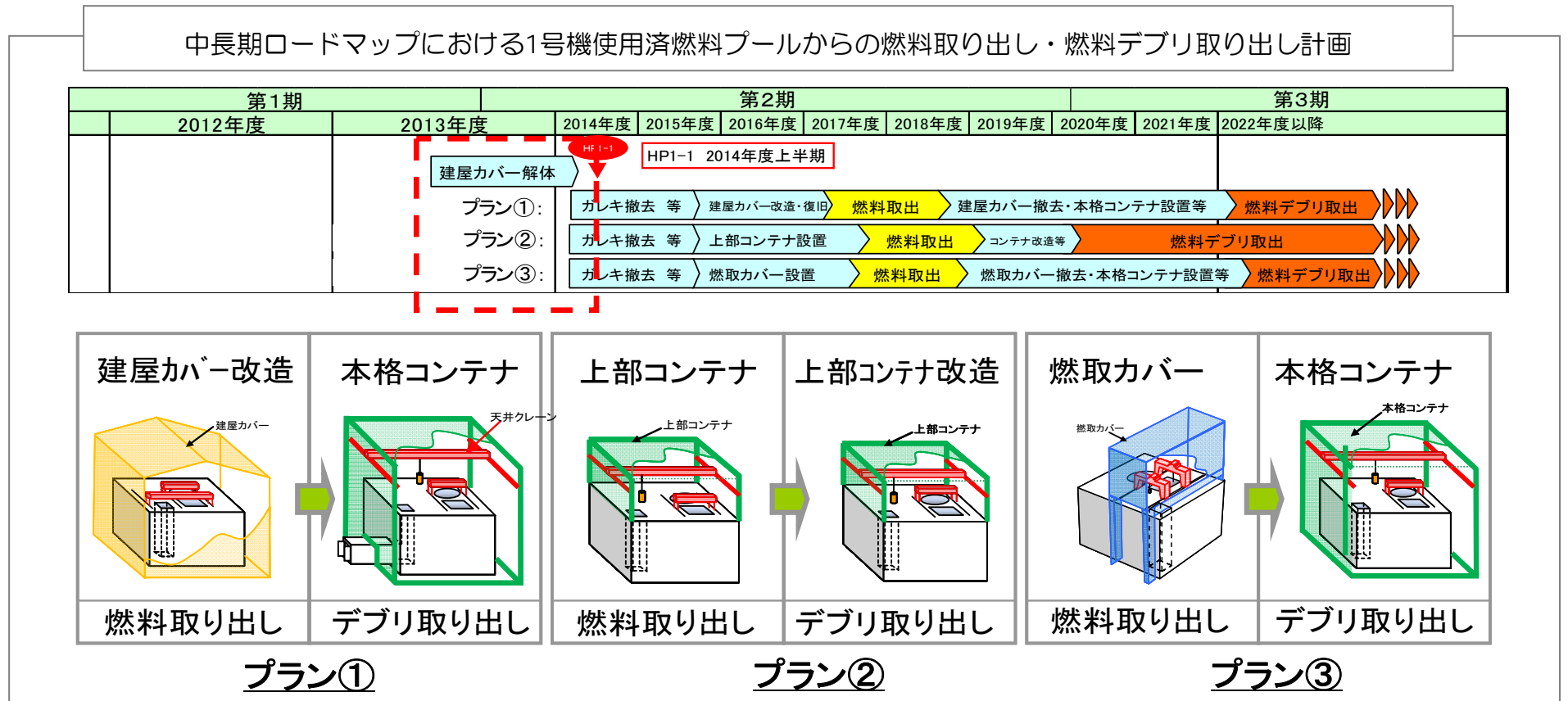
(参考)8/19 10:00頃のMP2変動時



1号機建屋カバー解体・ガレキ撤去時の
ダスト飛散抑制対策と放射性物質濃度の監視について

1. 1号機使用済燃料プールからの燃料取り出し計画について

- 東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ（東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議：2013年6月27日）における、1号機使用済燃料プール内の燃料取り出し開始は、2017年度を目標としている。



2. 1号機原子炉建屋の現状

- 建屋カバーは放射性物質の飛散抑制を目的として2011年10月に設置。
- 建屋カバー内のオペフロ上には、**今も、瓦礫が堆積**している。
- 崩落した屋根は、オペフロ上に面状に近い形状のまま落下している。

建屋カバー



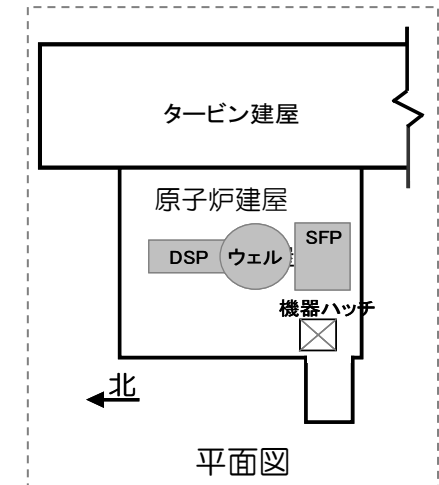
撮影H23.10月

オペフロ状況



燃料取扱機

撮影H24.10月(オペフロ バルーン調査)

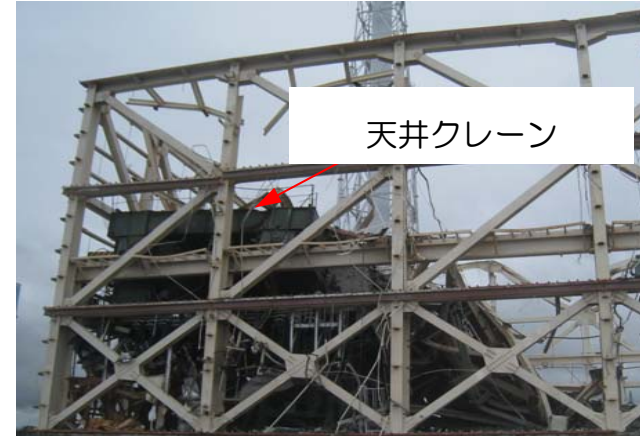


オペフロ全景 (北西面)



撮影H23.6月頃

オペフロ全景 (南東面)



天井クレーン

撮影H23.6月頃

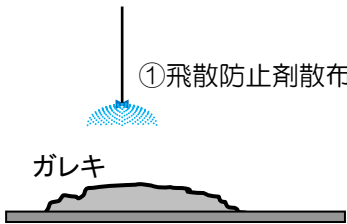
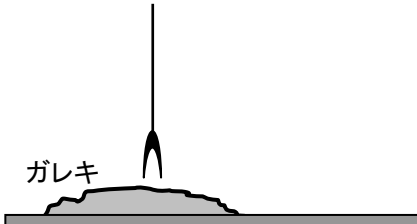
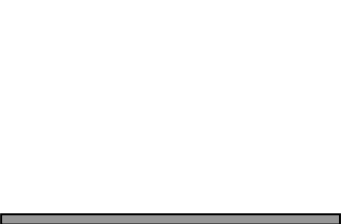
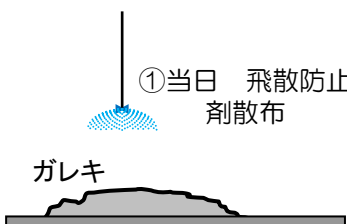
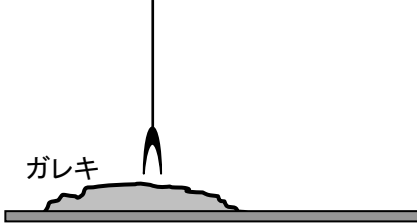
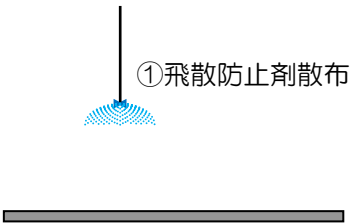
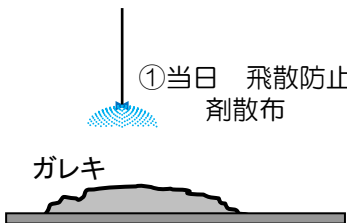
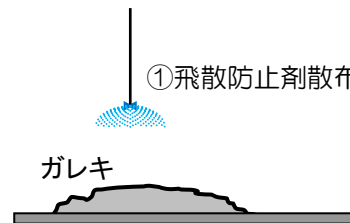
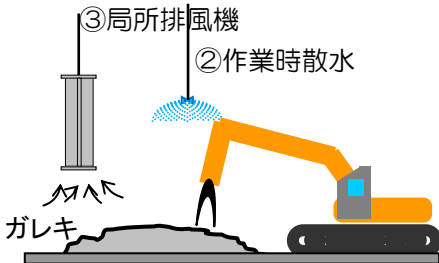
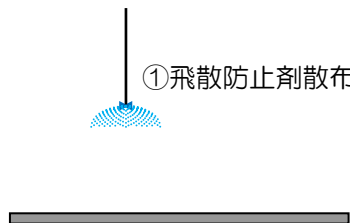
3.ガレキ撤去作業時の飛散抑制対策の比較（3号機と1号機） ①

		ガレキ撤去作業範囲の対策					オペフロ全体への対策			
		①飛散防止剤			②作業時散水	③局所排風機	①飛散防止剤 散布	④防風シート	⑤簡易バルーン等の設置	⑥散水設備
		希釈濃度	散布量	散布頻度						
3号機	事象発生前	1/100	1.5kg/m ²	■ガレキ撤去作業範囲に作業開始前に散布	無	無	—	無	無	無
	事象発生後			■当日のガレキ撤去作業範囲に作業開始前・終了後に散布	無	無	—	無	無	無
1号機		1/10	1.5kg/m ² 以上※1	■当日のガレキ撤去作業範囲に 作業開始前・終了後に 散布 ■ガレキ切断・圧碎などダストが飛散する可能性が高い 作業直前に 散布	■散水しながらガレキ撤去作業を実施	■吸引しながらガレキ撤去作業を実施	■飛散防止剤の 固着性を継続 させるため原則1回/月の頻度で全面に散布	有	有	■ダストモニタが上昇傾向若しくは発報した時に 散水（緊急） ■湿潤状態を維持するために 散水（間欠）

※ 実験による飛散抑制効果の確認。（P19～21）

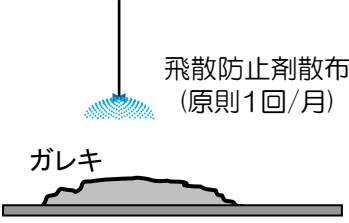
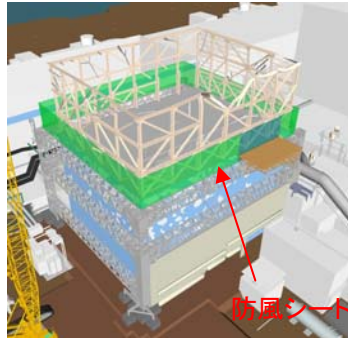

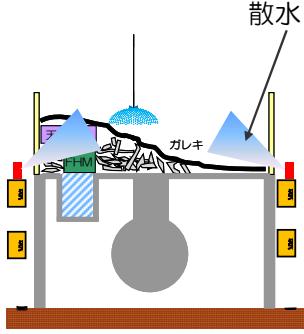
※1 原則1.5kg/m²とするが、オペフロが乾燥しているようであれば、それ以上に散布する。

3. ガレキ撤去作業時の飛散抑制対策の比較（3号機と1号機） ②

		ガレキ撤去作業範囲の対策			
		作業開始前	作業直前	作業中	作業終了後
3号機	事象発生前		—		
	事象発生後		—		
1号機					

※ 今後、ガレキ撤去作業のモックアップ等を行い、ダスト飛散を抑制する最適な散布方法・頻度等について継続して検討を進める。

3.ガレキ撤去作業時の飛散抑制対策の比較（3号機と1号機） ③

	オペフロ全体への対策			
	固着させる	風の流入量を抑制する		湿潤させる
3号機	—	—	—	—
1号機	①飛散防止剤	④防風シート	⑤バルーン 等	⑥散水設備
	 <p>飛散防止剤散布 (原則1回/月)</p> <p>ガレキ</p>	 <p>防風シート</p>	 <p>バルーン</p> <p>3階の機器ハッチ開口部に バルーンを設置)</p>	 <p>散水</p> <p>ガレキ</p>

※ 今後、ガレキ撤去作業のモックアップ等を行い、ダスト飛散を抑制する最適な散布方法・頻度等について継続して検討を進める。

4. 放射性物質濃度の監視体制 ①

【放射性物質濃度の監視体制】

- オペフロ上のダストモニタで監視※(1, 3号機各4箇所)
- 原子炉建屋近傍のダストモニタで監視 (2箇所)
- 構内ダストモニタで監視 (5箇所)
- 敷地境界におけるモニタリングポストによる監視 (8箇所)

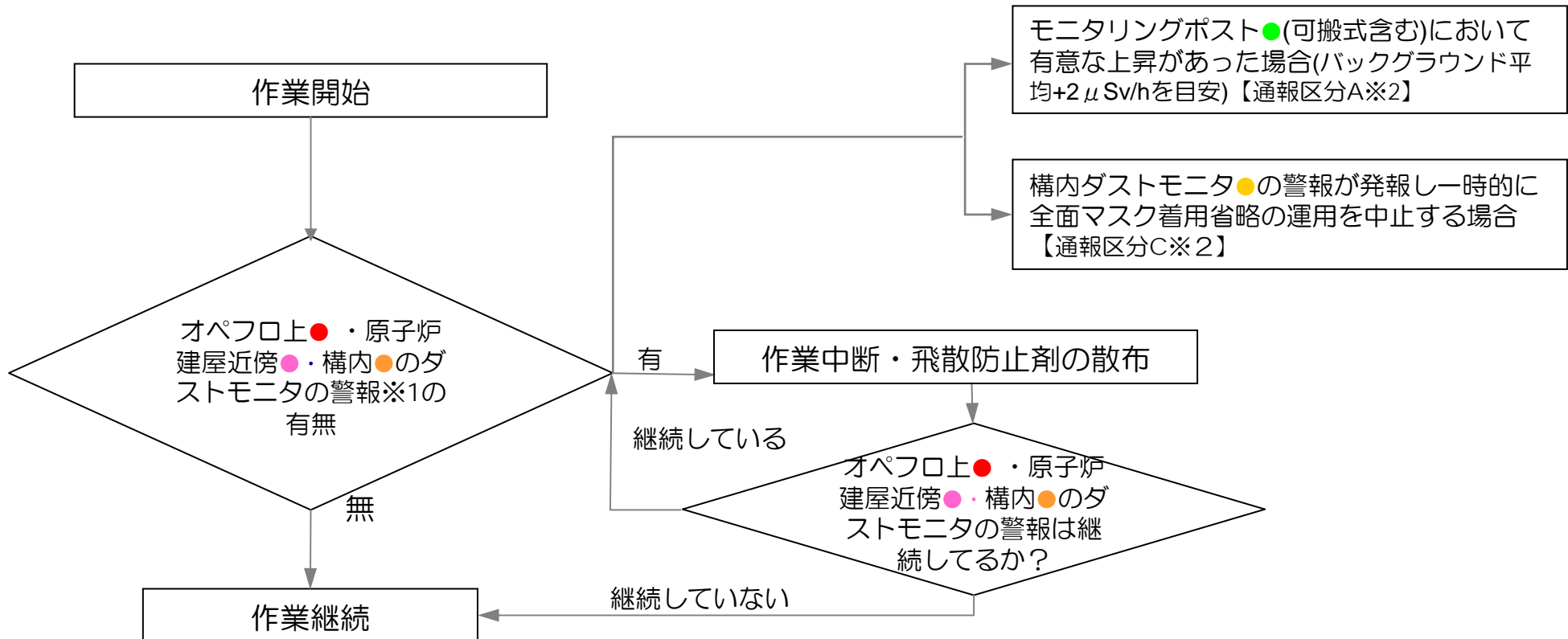


※建屋カバー解体に伴う、測定点の移設・追設期間を除く

4. 放射性物質濃度の監視体制1 ②

- 放射性物質濃度の監視はモニタリングポスト●・ダストモニタ(オペフロ上のダストモニタ●・原子炉建屋近傍のダストモニタ●・構内ダストモニタ●)にて行う。

(各ダストモニタの色はP17参照)



※1：オペフロ上のダストモニタ警報設定値は、発電所構内の全面マスク着用省略エリアに影響を与えないこと、及び発電所敷地境界のMPに変動を与えないことを考慮し、 7.7×10^{-3} (Bq/cm³) としている。

また、構内のダストモニタ警報設定値は、当社マスク着用基準である線量告示の1/10以下に、更に1/2を考慮し、 1×10^{-4} (Bq/cm³) としている。

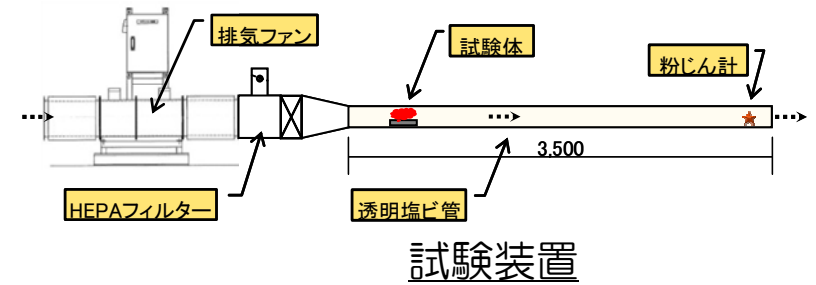
※2：福島第一原子力発電所におけるトラブルに関する「通報基準と公表方法」の更新について（平成26年2月19日）
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2014/images/handouts_140219_11-j.pdf

(参考)風に対する飛散防止剤のダスト保持効果の確認

■ 「飛散防止剤散布なし」と「飛散防止剤散布あり」による風に対する飛散量の確認

■ 試験条件

- ・ 模擬粉体；ルーフブロック粉体 5g (中心粒径 $46\mu\text{m}$)
- ・ 風速；5-10-15-20-25m/s
- ・ 測定時間；5分
- ・ 飛散防止剤塗布量；7.5g(1.5 kg/m^2 相当)
- ・ デジタル粉じん計により飛散量を測定



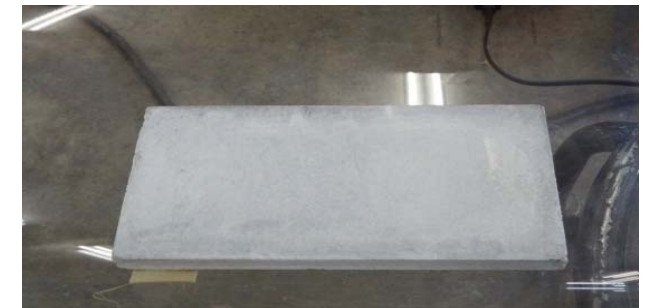
➤ 飛散防止剤散布なし 【試験開始前】



【風速10m/s;約20%飛散】



【風速15m/s以上;100%飛散】



➤ 飛散防止剤散布あり (※ 飛散防止剤を散布した場合、風速20m/sまで飛散は確認されなかった。) 【試験開始前】

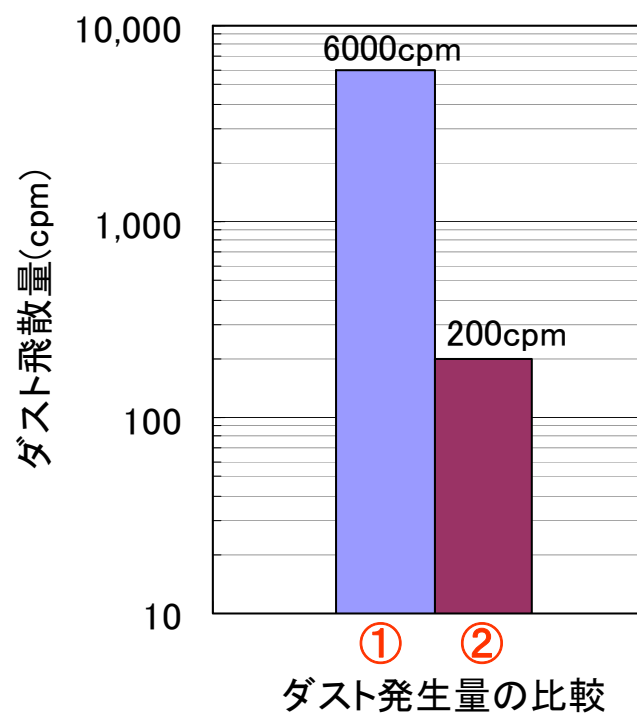
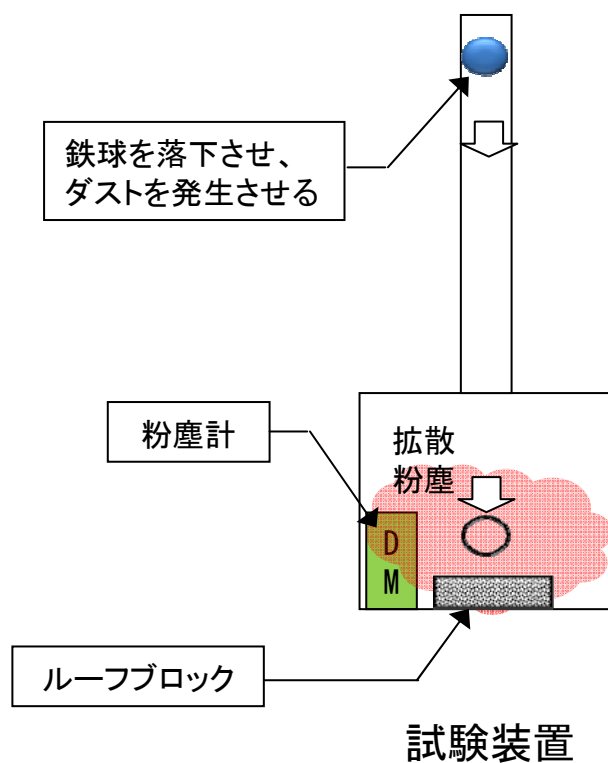


【風速25m/s;約0.1%飛散】



(参考) ガレキ撤去作業の模擬衝撃に対する飛散防止剤のダスト保持効果の確認

- ルーフブロックに衝撃を与え、舞い上がるダストの発生量を、「飛散防止剤あり／なし」のケースで比較した。
 - ① 「飛散防止剤散布なし」でのダスト発生量
 - ② 「飛散防止剤を散布あり」でのダスト発生量



(参考) 舞い上がったダストに対する散水による飛散抑制効果の確認

- 舞い上がったダストに対する散水による飛散抑制効果の確認
- 試験条件
 - ・ 模擬粉じん
 - ルーフブロック微粉 (中心粒径 $46\mu\text{m}$)
 - 標準粉体JIS2種_珪砂 (中心粒径 $29\mu\text{m}$)
 - 標準粉体JIS3種_珪砂 (中心粒径 $11\mu\text{m}$)
 - ・ チャンバ: $3.6\text{m} \times 3.5\text{m} \times 1.8\text{m}$ (23m^3)

粉塵種類	粉じん拡散量 (g)	ミスト噴射量 (g/min.)	ミスト噴射量時間	粉じん濃度(mg/m ³)		飛散抑制効果
				散布前	散布後	
ルーフブロック微粉	10	7,500	2分	49	0.44	1/111
JIS2種(珪砂)				52	0.25	1/208
JIS3種(珪砂)				70	0.24	1/292



試験チャンバー



噴射イメージ

(参考) 建屋カバー解体手順

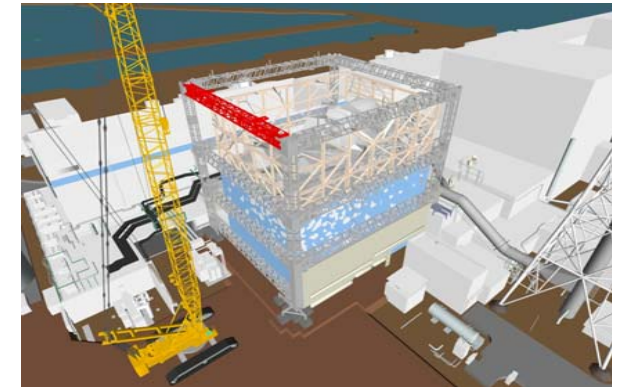
- 建屋カバー解体は、屋根パネル⇒壁パネル⇒柱と梁の順で解体



①屋根パネル解体開始



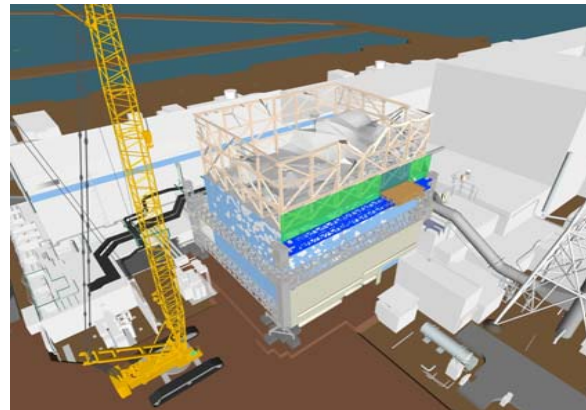
②壁パネル解体開始



③フレーム解体開始



④梁取り外し※



⑤梁再取付等※



⑥建屋カバー解体完了
⇒その後、ガレキ撤去作業に移行

- 建屋カバー解体作業の安全性・確実性を高めるため、2枚目の屋根パネル解体後に、一定期間、傾向監視を行った上で、それ以降の屋根パネル解体に移行する等、慎重に作業を進めていく。

※建屋カバーの梁を取り外し、取り外した建屋カバーの梁に防風シート等を取り付けた後、梁の再取り付けを行う。

(参考) 建屋カバー解体時の飛散抑制対策①

■ 建屋カバー解体時の飛散抑制対策①

【飛散防止剤の散布】

- 飛散を抑制するため飛散防止剤を散布し放射性物質を固着させる。

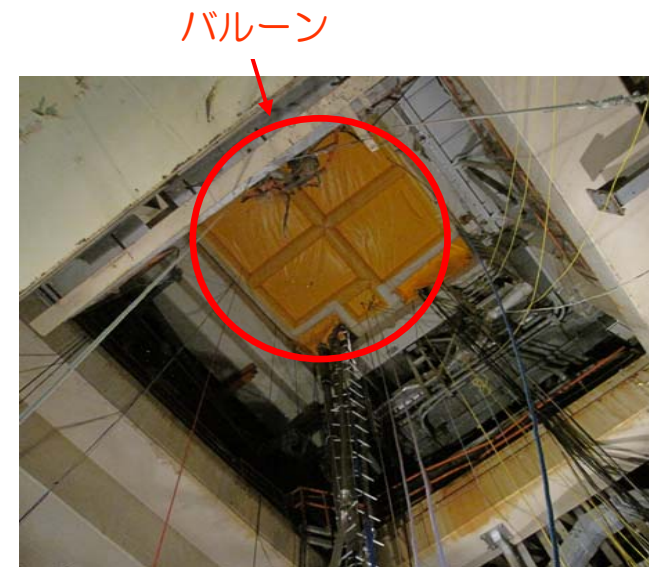
【オペフロに流入する風量の低減】

- 原子炉建屋内(①機器ハッチ②二重扉③非常用扉)の開口面積を縮小し、オペフロに流入する風量を低減する。(2014年6月4日設置完了)



飛散防止剤散布

壁パネル解体前に壁パネルに孔をあけ、側面からガレキ下面に飛散防止剤を散布



原子炉建屋1階から見上げ

原子炉建屋の開口面積を縮小するため、3階の機器ハッチ開口部にバルーンを設置)

(参考) 建屋カバー解体時の飛散抑制対策②

■ 建屋カバー解体時の飛散抑制対策②

【ガレキ・ダストの吸引】

- 崩落した屋根上に散乱しているルーフブロック・砂・ダスト等を壁パネル解体着手前に吸引する。

【散水設備の設置】

- ガレキ撤去作業時に設置を計画していた散水設備の前倒し設置に向け準備中



ガレキ・ダスト吸引装置



散水設備のイメージ

(参考) 建屋カバー解体時の飛散防止剤の散布計画

- オペフロのガレキ状況から建屋カバー解体に伴う放射性物質の飛散箇所は、
 - ①崩落ガレキ上に付着している放射性物質が飛散
 - ②崩落ガレキ下に付着している放射性物質が飛散
 - ③解体する建屋カバーに付着している放射性物質が飛散
 が想定される。
- ⇒飛散を抑制するため、飛散防止剤にて放射性物質を固着させる

■ 飛散防止剤の散布計画

散布箇所	①崩落ガレキ上		②崩落ガレキ下		③解体部材	
イメージ図						
概要	建屋カバー解体前に屋根パネルに孔をあけ、順次、ガレキ上面に飛散防止剤を散布	屋根パネル解体にあわせ、順次、ガレキ上面に飛散防止剤を散布	壁パネル解体前に壁パネルに孔をあけ、側面からガレキ下面に飛散防止剤を散布	壁パネル解体にあわせ、順次、側面からガレキ下面に飛散防止剤を散布	崩落した屋根スラブのすき間やコンクリートに孔あけし、上面から飛散防止剤を散布	解体部材の取り外し前に飛散防止剤を散布
備考					建屋カバー解体にあわせ、ガレキ状況調査を行い実施可否を判断する。	放射性物質の付着が殆どないことが確認された場合には散布の必要性を再検討する。