

3号機 原子炉建屋 1階 高所除染装置（ドライアイスブラスト装置） 実機検証結果について

2016年5月26日
東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構 (IRID) の成果を活用しております。
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1-1. これまでの線量低減の経緯

- 建屋内除染については、線源分布および線量率分布の測定結果に基づき、低所(0~1.5m高さ)、中所(1.5~4m高さ)、高所(4~8m高さ)に分けて除染を実施することを計画した。低所・中所については先に着手済み、高所は既存技術がないため、国プロの高所除染装置の開発後に除染作業を行う計画とした。
- 高所除染装置の除染対象は、主な線源をCs、形態は遊離性と固着性を考慮し、高圧水（遊離性）、ドライアイスブラスト（遊離性/固着性）、スチールブラスト（固着性）の各除染装置の開発をした。

TEPCO

無断複製 転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1-2. 実証目的について

- 高所の除染計画を行うにあたり、国PJで開発した装置の基本性能を確認すること。

(DF※¹評価値 (除染前後のβ線量率で評価) 5を目標)

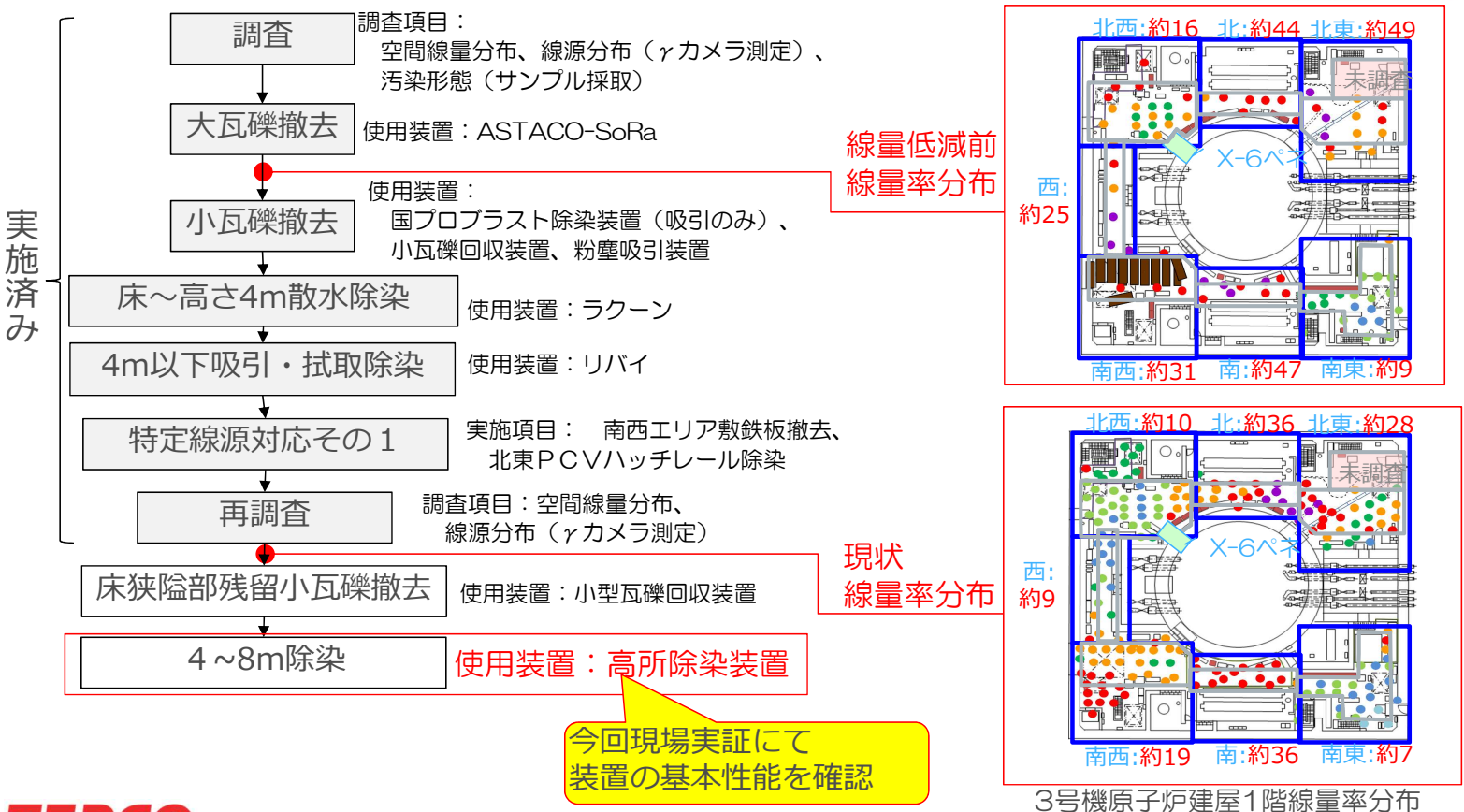
※1: Decontamination Factor (除染係数)の略

DF=(除染前表面汚染密度)/(除染後の表面汚染密度)

- 現場の除染前後のデータを採取すること。
- 現場実証は、高所除染装置のうち、準備が整ったドライアイスブラスト除染装置の現場実証を実施。

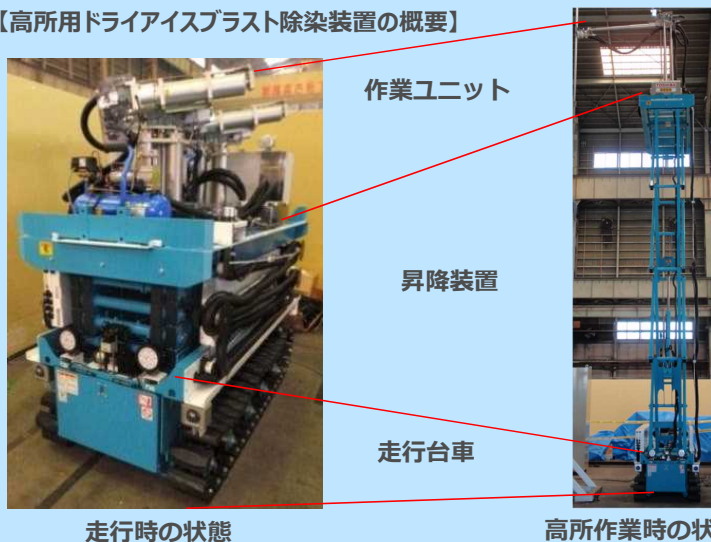
1-3. 3号機原子炉建屋1階線量低減の流れと高所除染装置実証の位置づけ

■ 3号機原子炉建屋1階線量低減の流れ



1-4. 高所用ドライアイスブラスト除染装置の概要

【高所用ドライアイスブラスト除染装置の概要】



【装置仕様】

寸法：2069mm (全長)
930mm (全幅)
1961mm (全高)
重量：約1700kg
最高到達高さ：約8000mm

【除染用ノズルの種類】



上面吸引ノズル



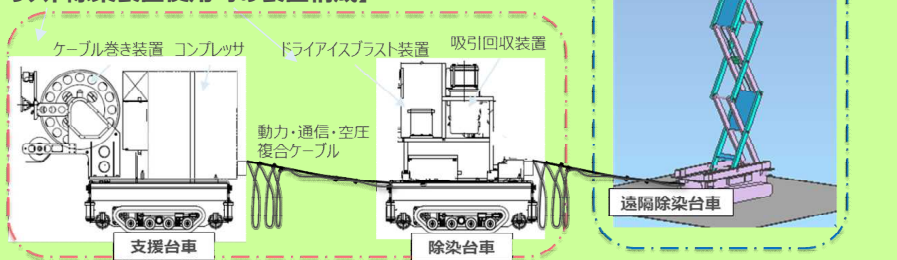
局部吸引ノズル



壁面ドライアイスブラストノズル

【高所用ドライアイスブラスト除染装置使用時の装置構成】

高所用ドライアイスブラスト除染装置の後に低所用ドライアイスブラスト除染装置を接続した構成で使用する。



無断複製 転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2-1. 高所除染装置実証試験概要

◆ 実証箇所の選定

原子炉建屋1階は現在も線量低減実施中であり、実証試験も線量低減の一環として行った。そのため、実証後の作業被ばく低減につながるよう、機器搬入口が有り作業員アクセスの多い南西において、除染による空間線量率の減少が期待できる、表面汚染が多い(線源はCs134,137を想定しβ線量を指標とした)エリアを選定して実証を行った。

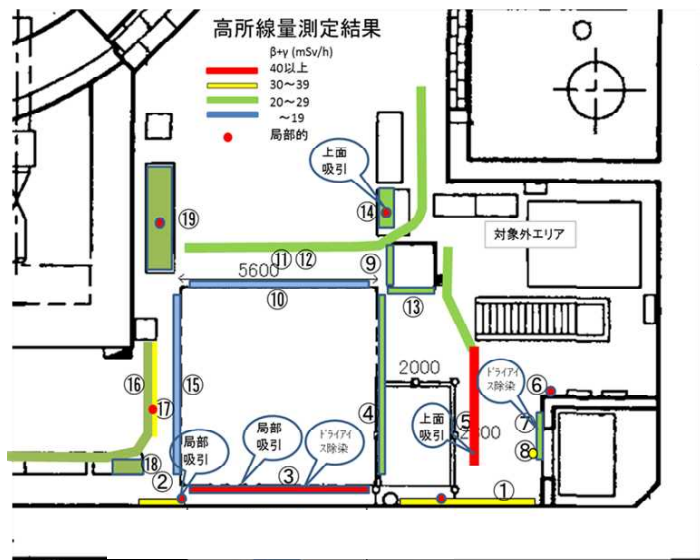
● 表面汚染が多いエリアの選定方法

1. γカメラ測定で線源強度の高い19エリアを選定
2. 19エリアのβ線量率を測定し、値の高い6エリアに絞り込み

● 実証試験対象エリア

- ・上面吸引：⑤南側ケーブルトレイ⑭南東側MCC盤上面
- ・壁面吸引：②搬入口北西側壁面③搬入口上部壁面
- ・ドライアイスブラスト除染：⑦エレベータホール壁面
- ・吸引+ドライアイスブラスト除染：③搬入口上部壁面※

エリアNo	場所	エリアNo	場所
エリア①	搬入口南西側壁面	エリア⑪	東側ケーブルトレイ
エリア②	搬入口北西側壁面	エリア⑫	東側RHR遮へい体
エリア③	搬入口上部開口部西側壁面	エリア⑬	西側柱
エリア④	搬入口上部開口部南側壁面	エリア⑭	南東側MCC盤
エリア⑤	南側ケーブルトレイ	エリア⑮	搬入口上部開口部北側壁面
エリア⑥	南側電気機器	エリア⑯	北側ケーブルトレイ
エリア⑦	エレベータ上部壁面	エリア⑰	北側RHR遮へい体
エリア⑧	電線管コンクリート部	エリア⑱	西側計装ラック
エリア⑨	北側柱	エリア⑲	北側MCC盤
エリア⑩	搬入口上部開口部東側壁面		



3号機原子炉建屋1階南西
γカメラ測定結果から選定した線量率測定対象箇所



※：③のドライアイスブラスト実施中にノズル不具合が生じたため、③は途中中断 無断複製 転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2-2. 吸引除染の除染効果(⑤ケーブルトレイ上面の例)

ケーブルトレイ上面に堆積している遊離性汚染の吸引を実施。DF評価値(除染前後のβ線量率で評価): 1.3(A-1)(除去率26%)、1.4(A-2)(除去率28%)、1.5(B-1)(除去率32%)、2(B-2)(除去率50%)

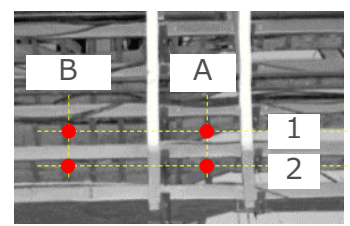


除染前



除染後

吸引除染前後の状況(B-2)



測定ポイント



B-1の内部状況

吸引除染前後の線量率の変化

ポイント	$\beta + \gamma$ 線量率(β 線量率) (mSv/h)		γ 線量率(mSv/h): 参考	
	除染前	吸引除染後	除染前	吸引除染後
A-1	58(35)	49(26)	22.8	22.8
A-2	55(32)	43(23)	22.6	19.8
B-1	52(28)	42(19)	24.3	23.0
B-2	50(28)	34(14)	22.3	20.0



2-3 吸引除染の除染効果(⑭南東側MCC盤上面の例)

除染後の写真を見ると盤上面のほこりを部分的に吸引したものの、線量率測定結果では効果が見られなかった。

盤上面が変形しており、吸引できたのが、凸部に限定されたのが要因と考えられる。



除染前

吸引箇所



測定ポイント



除染後

吸引除染前後の線量率の変化

ポイント	$\beta + \gamma$ 線量率(β 線量率) (mSv/h)		γ 線量率(mSv/h): 参考	
	除染前	除染後	除染前	除染後
A-1	40(21)	44(24)	19.2	20.0



2-4 吸引除染の除染効果(②搬入口北西側壁面の例)

A-2の電線管に付着していたほこりを局部吸引ノズルで吸引することで、一定の効果が見られた。

DF評価値(除染前後のβ線量率で評価):2.1(除去率53%)

A-1は、①(搬入口扉枠上部)の残留汚染の影響により、A-2に比較して効果は低かった。

DF評価値(除染前後のβ線量率で評価):1.5(除去率36%)

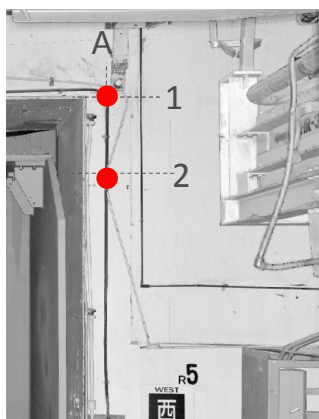


A-1の状況



A-2の状況

電線管



測定ポイント

吸引除染前後の線量率の変化

ポイント	$\beta + \gamma$ 線量率(β 線量率) (mSv/h)		γ 線量率(mSv/h) : 参考	
	除染前	除染後	除染前	除染後
A-1	73(61)	52(40)	11.7	12.3
A-2	45(34)	27(16)	10.3	11.2

2-5 吸引除染の除染効果(③搬入口上部の例)

B-1,C-1の電線管上部の堆積ほこりの吸引作業においては、一定の除染効果が見られた。

DF評価値(除染前後のβ線量率で評価):1.4~1.9(除去率30~47%)

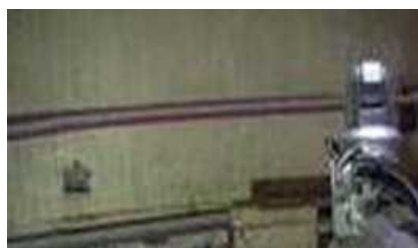
A-2,B-2,C-2の部分は、コンクリート粉やコンクリート片が溜まっており、これらを除去することで、大きな効果が期待できたが、準備した局部吸引ノズルだけでは、比較的大き目のガレキが吸引回収できなかったことから、効果は限定的であった。



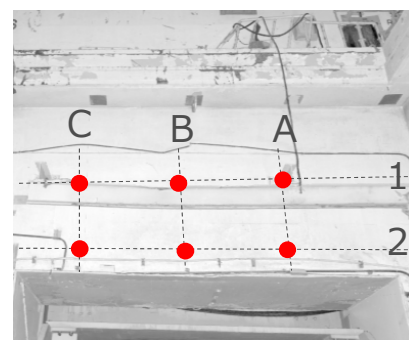
B-2付近の吸引作業状況

局部吸引ノズルでの吸引作業中にガレキによる吸引ホースの閉塞が発生。このため、局部吸引ノズルの開口部にメッシュを取付け、ホースの閉塞防止を図った。これにより、少し大きめのガレキは残留しており、対策が必要である。(検討中)

残留したガレキ



A-1付近の電線管



測定ポイント

吸引除染前後の線量率の変化

ポイント	$\beta + \gamma$ 線量率(β 線量率) (mSv/h)		γ 線量率(mSv/h) : 参考	
	除染前	除染後	除染前	除染後
A-1	41(31)	44(33)	10.2	11.3
A-2	52(40)	34(22)	12.0	12.0
B-1	55(45)	34(24)	10.5	10.0
B-2	52(38)	57(45)	13.9	12.3
C-1	56(46)	42(32)	9.7	10.2
C-2	57(45)	38(26)	12.0	12.1

2-6. ドライアイスブラスト除染の除染効果 (⑦エレベータホール上部壁面)

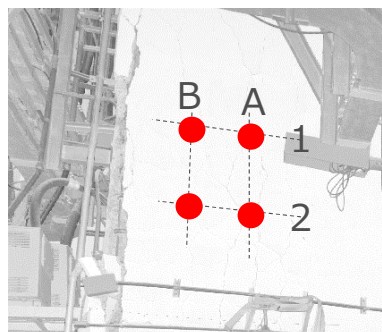
DF評価値(除染前後のβ線量率で評価): 1~1.6(ドライアイス) (除去率0%~36%)
 除染効果にばらつきが見られ、壁面のひび割れ部に残留する汚染の影響が考えられる。



ドライアイスブラスト除染状況



壁面のひび割れ状況



測定ポイント

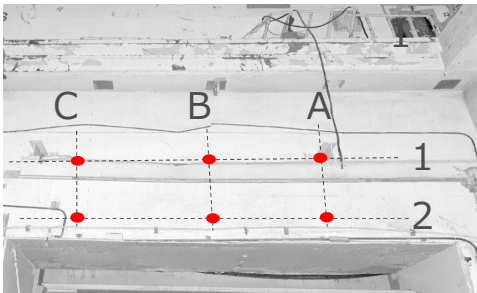
ドライアイスブラスト除染前後の線量率の変化

ポイント	β+γ線量率(β線量率) (mSv/h)		γ線量率(mSv/h) : 参考	
	除染前	除染後	除染前	除染後
A-1	20(9)	17(8)	10.5	9.5
A-2	17(7)	15(7)	10.3	8.2
B-1	22(11)	17(7)	10.9	10.0
B-2	18(7)	15(6)	10.9	8.7

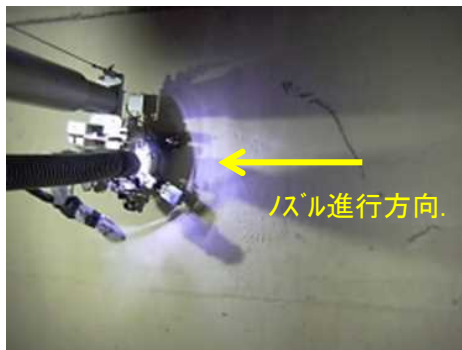


2-7. ドライアイスブラスト除染の除染効果 (③搬入口上部壁面)

壁面の固着汚染に有効であることを確認した。ドライアイス除染は実施中にノズル詰まりが生じ、中断している。
 DF評価値(除染前後のβ線量率で評価): 2.4~3.6(ドライアイスブラスト) (除去率58%~72%)
 4.5~5.1(吸引+ドライアイスブラスト) (除去率78~80%)



測定ポイント



壁面へのドライアイスブラスト実施状況。

吸引・ドライアイスブラスト除染前後の線量率の変化

ポイント	β+γ線量率(β線量率) (mSv/h)			γ線量率 (mSv/h): 参考		
	除染前	吸引 除染後	ドライアイスブラスト 除染後	除染前	吸引 除染後	ドライアイスブラスト 除染後
A-1	41(31)	44(33)		10.2	11.3	
A-2	52(40)	34(22)		12.0	12.0	
B-1	55(45)	34(24)	17(10)	10.5	10.0	6.8
B-2	52(38)	57(45)		13.9	12.3	
C-1	56(46)	42(32)	16(9)	9.7	10.2	6.9
C-2	57(45)	38(26)		12.0	12.1	



3-1. ドライアイスブラスト高所除染装置実証結果まとめ

■ 除染作業実績

● 除染面積

- ・ 上面※吸引 約0.1m²/日 ×4日
 - ・ 壁面吸引 約0.6m²/日 ×2日
 - ・ ドライアイスブラスト除染 約0.09m²/日 ×6日
- 合計約2.1m² (参考：3号機原子炉建屋1階天井面積約900m²)

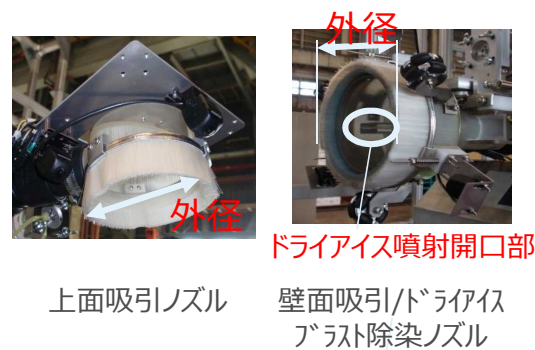
● 除染ノズル寸法

- ・ 上面吸引用※：直径100mm(外径)
- ・ 壁面吸引/ドライアイスブラスト除染用：直径128mm(外径)
- ・ ドライアイス噴射開口部：21mm×1.5mm ※：ケーブルトレイ等

● 除染作業期間：2016/1/15～2016/2/20(実働12日間)

● のべ作業時間：19時間56分

● 1日あたりの作業時間：約2時間 (搬出入20～30分、建屋内移動約5分、上昇/下降約20分、除染40～60分)



上面吸引ノズル

壁面吸引/ドライアイスブラスト除染ノズル

■ 各機能のDF

- 吸引除染：DF 1.3～2.1
- ドライアイスブラスト除染：DF 1～3.6
- 吸引+ドライアイスブラスト除染：DF 4.5～5.1

■ 評価

- 目標DF 5に対し、吸引+ドライアイスブラストの組合せで達成。(除染性能を確認)
- 壁面の凹凸部分への適用など、課題はあるものの、今後の具体的な実機適用に向けた検討を継続。



無断複製 転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

参考. ドライアイスブラスト高所除染装置実証試験中のノズル詰まり事象について

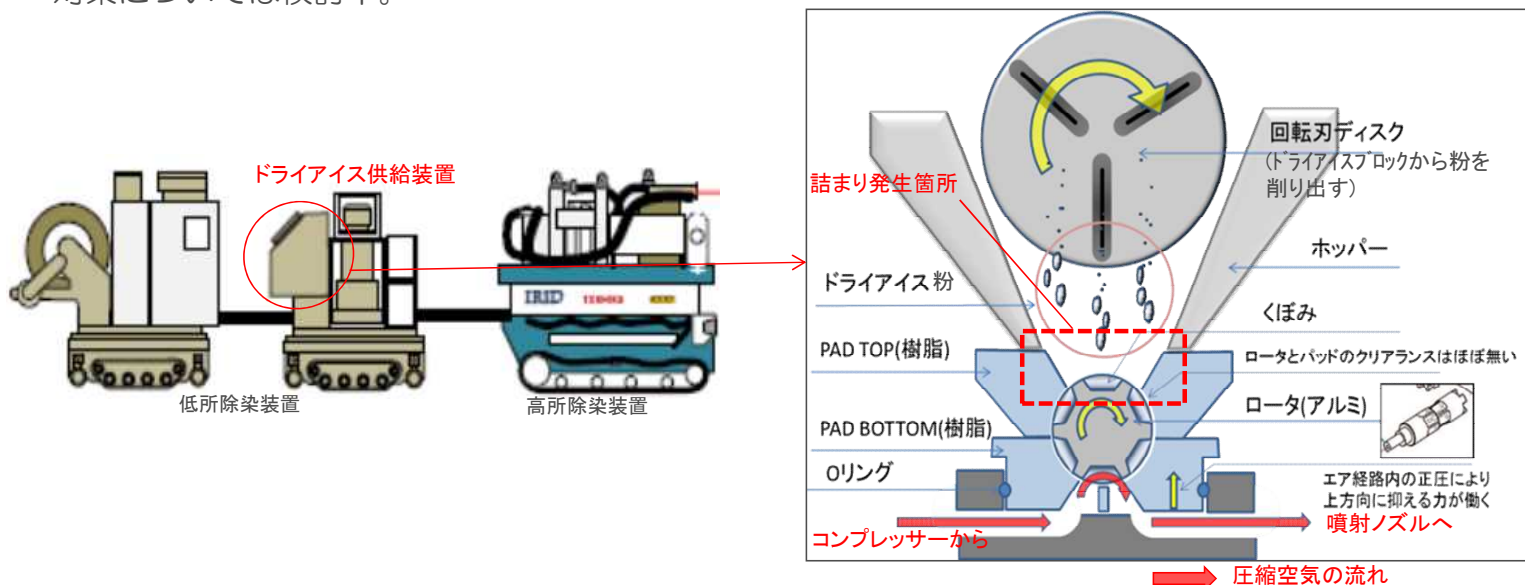
■ ドライアイス噴射ノズル詰まり事象

- ドライアイスブラスト除染作業中にノズル詰まり発生、実証試験中に解消できず工場にて同型のドライアイスブラスト装置を用い、再現を試みたところ、ドライアイスブロックを粉状に削り出して、エアラインに供給する過程で詰まり発生。詰まりが発生した状況は以下の通り。

① 圧縮空気の流量減に伴うホッパー内ドライアイス粉の堆積

② ホッパー内部の結露にドライアイス粉が付着し氷を形成

対策については検討中。



無断複製 転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社