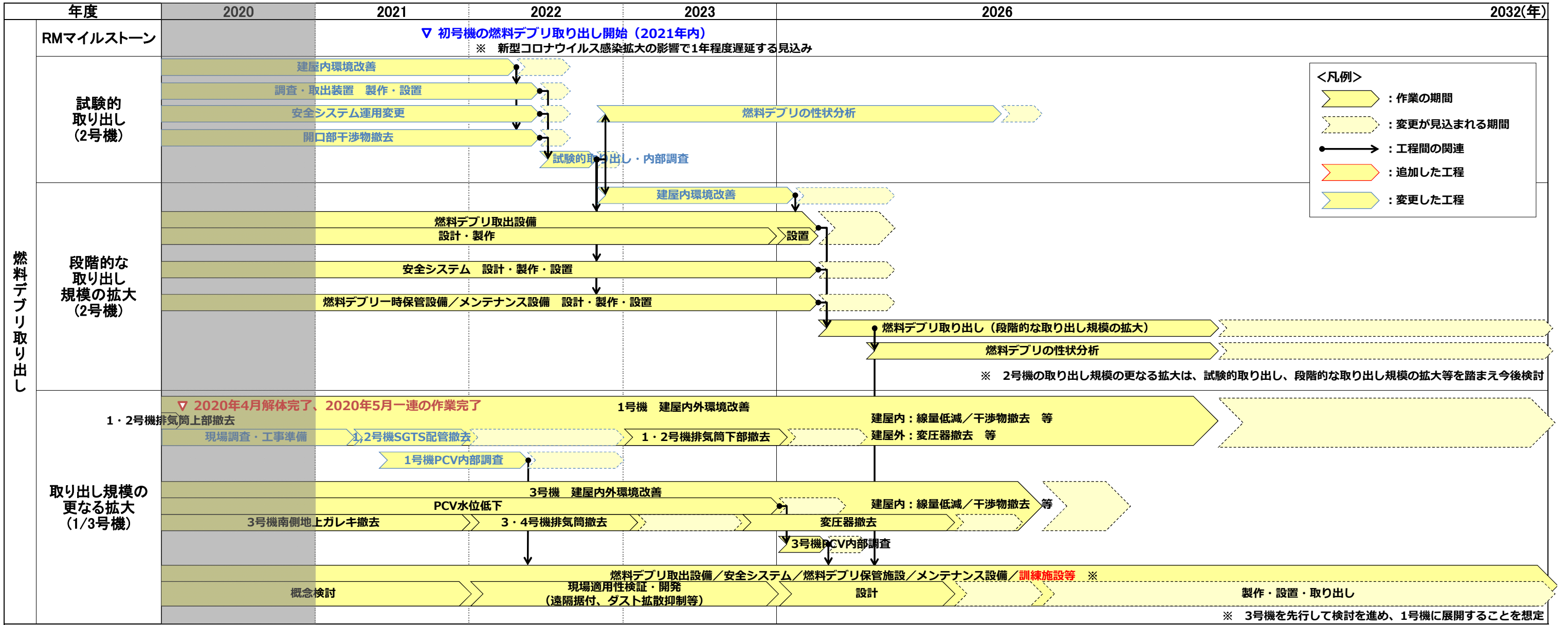


燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

区分名	炉中長期実行プラン2021 目標工程	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月以降			備考								
					18	25		1	8	15	22	29		5	12	19	26		2	9	16	23	30		6	13	20	27			3	10	17	24	31		
燃料デブリ取り出し準備	原子炉建屋内の環境改善	原子炉建屋内の環境改善	1号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	建屋内環境改善 2階線量低減に向けた準備作業 作業準備・3階床面穿孔作業																														(2022年2月完了予定)	建屋内環境改善 ・2階線量調査の準備作業のうち3階床面穿孔 20/7/20~8/31 R/B2階の線量調査に向けた準備作業のうち、3階南側 エリアの床面穿孔を実施。 ・2階線量調査準備作業・調査 20/9/2~9/9、 20/10/7~10/9 ・2階線量低減の準備作業 21/3/12~4/9、6/28~22/2月予定	
			2号	(実績)なし (予定)なし																																	
			3号	(実績) ○建屋内環境改善(継続) (予定) ○建屋内環境改善(継続)	建屋内環境改善 北西エリア機器撤去および除染 準備作業・機器撤去																																
		格納容器内水循環システムの構築	1号	(実績)なし (予定)なし																																	
			2号	(実績)なし (予定)なし																																	
			3号	(実績)なし (予定) ○原子炉格納容器水位低下(新規)	原子炉格納容器水位低下 取水設備設置																														(2021年度完了予定)	・3号機原子炉格納容器内取水設備設置に係る実施計画変更申請(21/2/1) -補正申請(21/7/14) -認可(21/7/27)	
	燃料デブリ取り出しの開始	共通	燃料デブリ取り出し	共通	(実績) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	【研究開発】PCV内部詳細調査技術の開発 PCVベデスタル内(CRD下部、プラットフォーム上、ベデスタル地下階) 調査技術の開発																														(継続実施)	
					(予定) ○【研究開発】格納容器内部詳細調査技術の開発(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発(継続) ○燃料デブリ取出設備 概念検討(継続)	PCVベデスタル外(ベデスタル地下階、作業員アクセス口) 調査技術の開発																														(継続実施)	
					(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続) ○1/2号機SGTS配管撤去(新規)	PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業																														(2021年8月末より干渉物切断作業を再開 作業進捗により完了時期を検討)	OPCV内部調査 PCV内部調査に係る実施計画変更申請(18/7/25) -補正申請(19/1/18) -認可(19/3/1) 【主要工程】 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業19/4/8~
					(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	1/2号機SGTS配管撤去																														(2022年3月完了予定)	○1/2号機SGTS配管撤去 1/2号機SGTS配管撤去(その1)に係る実施計画変更申請(21/3/12)
					(実績) ○原子炉格納容器内部調査(継続) (予定) ○原子炉格納容器内部調査(継続)	PCV内部調査 PCV内部調査装置投入に向けた作業																														(2022年内完了予定)	PCV内部調査に係る実施計画変更申請(18/7/25) -補正申請(20/9/9)、認可(21/2/4)
					(実績) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続) (予定) ○3号機南側地上ガレキ撤去(継続)	3号機南側地上ガレキ撤去																														(2022年3月完了予定)	・1号機PCV内作業時のダスト飛散現象を踏まえて、2号機においてもダスト対策対策を検討中。2号機PCV内部調査は2022年内開始を目指す試験的取り出しと合わせて実施すること検討中。 ・PCV内部調査装置投入に向けた作業20/10/20~ ・X-6ベネ内埋地調査(埋地調査:20/10/28、3D スキャン調査:20/10/30) ・常設監視計器取外し20/11/10~ ・X-53ベネ調査21/6/29 ・X-53ベネ孔埋入作業21/9/13~

燃料デブリ取り出し準備 スケジュール

分科名	燃炉中長期実行プラン2021 目標工程	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後6ヶ月の予定	7月		8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月以降			備考					
					18	25	1	8	15	22	29	5	12	19	26	2	9	16	23	30	6	13	20	27	4	11	18		25				
燃料デブリ取り出し準備	RPV/PCV健全性維持		圧力容器/格納容器の健全性維持	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○腐食抑制対策 ・窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○腐食抑制対策 ・窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施(継続) 	検討・設計																												
					現場作業																										腐食抑制対策(窒素ハブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減)	(継続実施)	
					検討・設計																												
					現場作業																												
					検討・設計																												
					現場作業																												
	炉心状況把握		炉心状況把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○事故関連factデータベースの更新(継続) ○炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新(継続) ○1~2号機原子炉建屋上部階調査の実施(新規) 	検討・設計																								事故関連factデータベースの更新	(継続実施)			
					現場作業																										炉内・格納容器内の状態に関する推定の更新	(継続実施)	
					検討・設計																												
					現場作業																											1~2号機原子炉建屋上部階調査 2号機	最新工程反映
					検討・設計																											1号機	
					現場作業																												
●燃料デブリの処理・処分方法の決定に向けた取り組み	取出後の燃料・デブリ安定保管	燃料デブリ性状把握	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等(継続) ・燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)(継続) 	検討・設計																								【研究開発】燃料デブリの性状把握のための分析・推定技術の開発 ・燃料デブリ性状の分析に必要な技術開発等	(継続実施)				
				現場作業																										燃料デブリ微粒子挙動の推定技術の開発(生成挙動)	(継続実施)		
				検討・設計																													
				現場作業																													
				検討・設計																													
				現場作業																													
●段階的な取り出し規模の拡大(2号機)	燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ臨界管理技術の開発	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】臨界管理方法の確立に関する技術開発 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発(継続) ・臨界防止技術の開発(継続) 	検討・設計																								【研究開発】「燃料デブリ・炉内構造物の取り出しに向けた技術の開発」の一部として実施 ・未臨界度測定・臨界近接監視のための技術開発	(継続実施)				
				現場作業																										臨界防止技術の開発	(継続実施)		
				検討・設計																													
				現場作業																													
				検討・設計																													
				現場作業																													



<凡例>

- : 作業の期間
- : 変更が見込まれる期間
- : 工程間の関連
- : 追加した工程
- : 変更した工程

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について

2021年8月26日

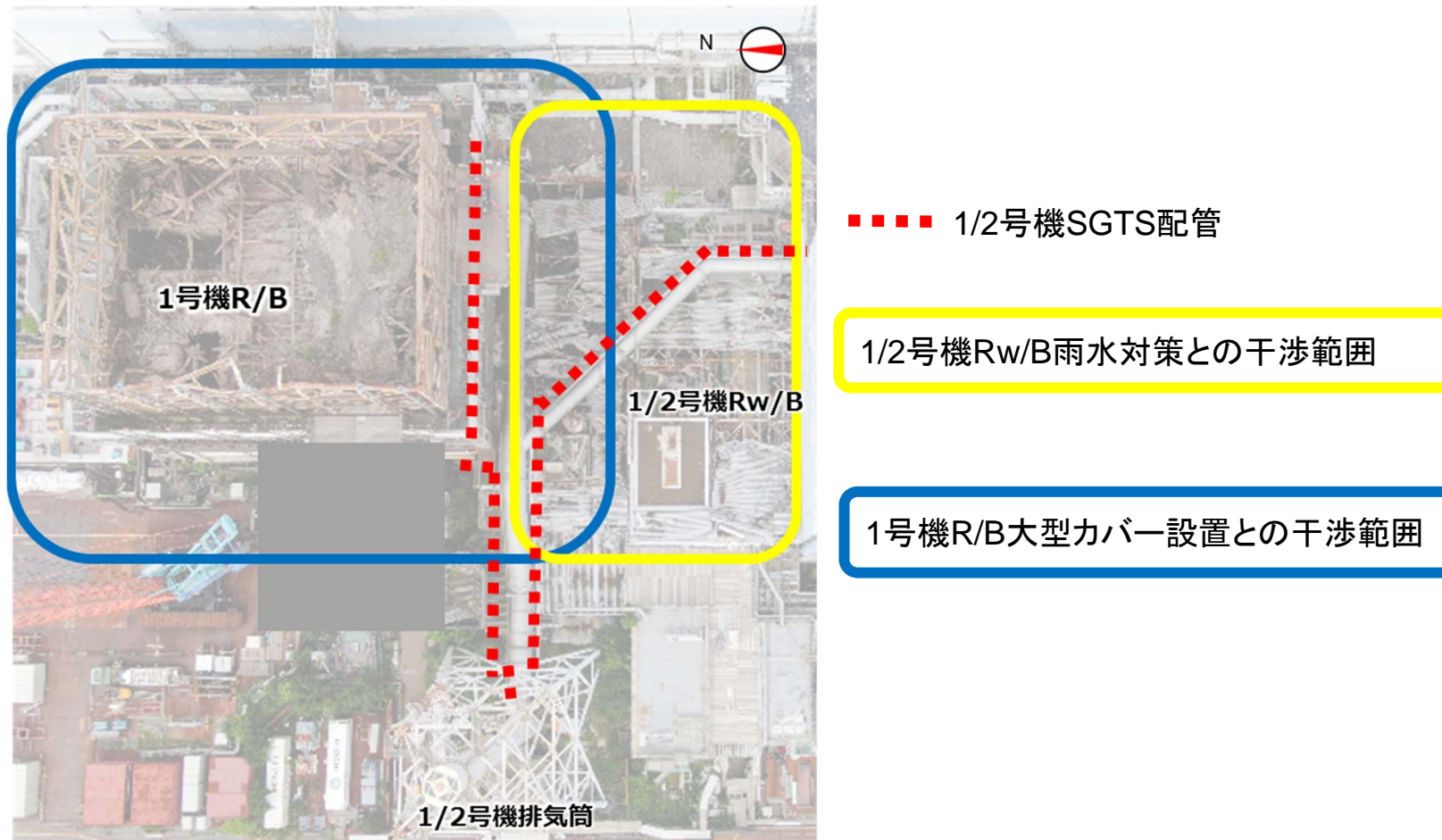
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

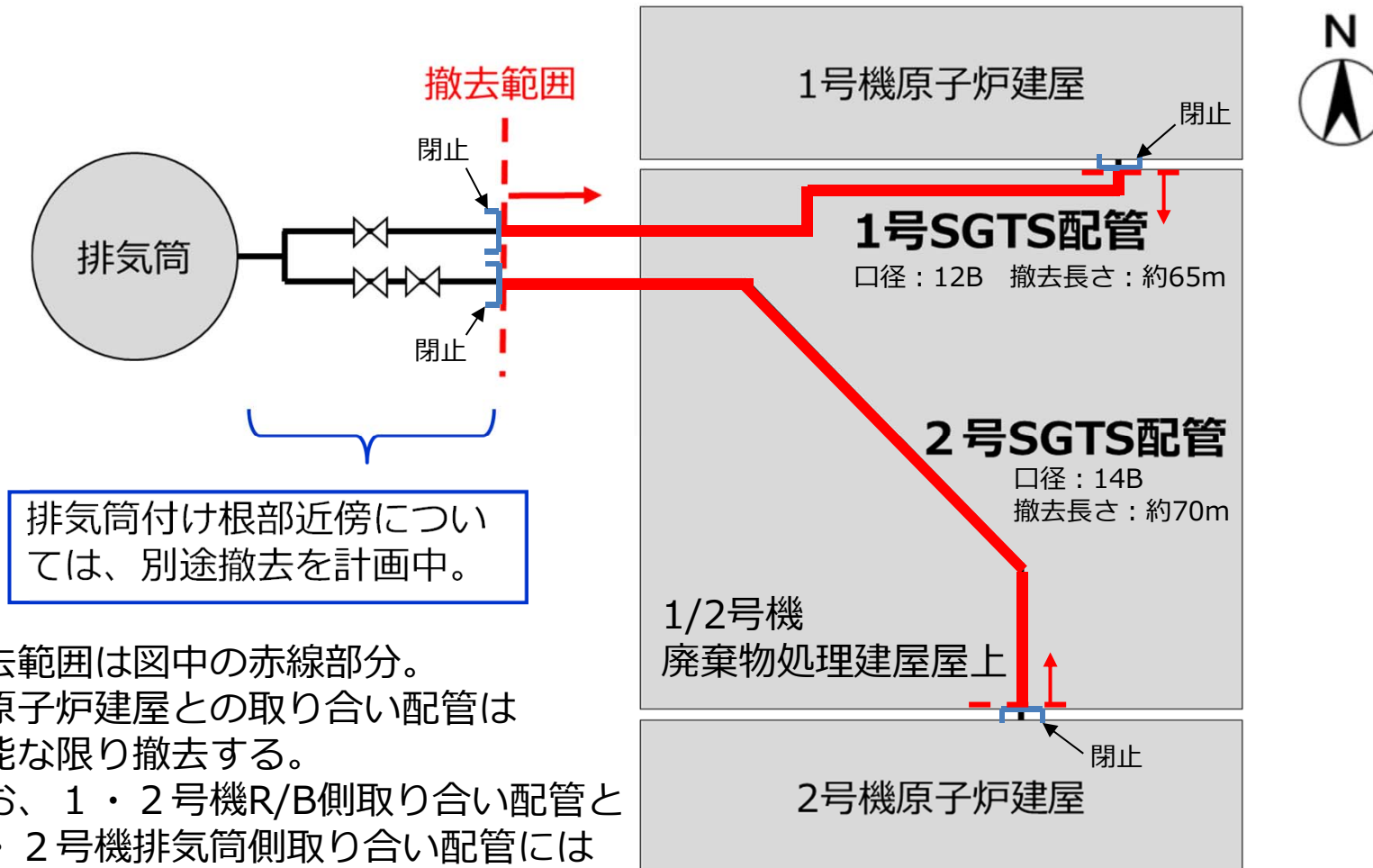
1. 概要

■ 目的

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管（以下、SGTS配管）のうち屋外に敷設されている配管については、1/2号機廃棄物処理建屋雨水対策工事及び1号R/B大型カバー設置工事に干渉することから配管の撤去を実施する。



2. 配管撤去範囲



撤去範囲は図中の赤線部分。
各原子炉建屋との取り合い配管は
可能な限り撤去する。
なお、1・2号機R/B側取り合い配管と
1・2号機排気筒側取り合い配管には
閉止を取り付ける。

3. 配管撤去作業の流れ

1. 作業準備

- ① 作業準備
 - a. エリアサーベイ
 - b. エリア区画・設定
 - c. 資機材搬入
 - d. 本部設置（1,2号機開閉所東側）
 - e. 小割エリア設定（西側ヤードエリア）
 - f. 減容エリア設定（4号機カバー建屋）
 - g. 機材組立・接続
 - h. 機材試運転・調整

2. 配管撤去

- ① 配管閉塞
 - a. 配管穿孔
 - b. 水素濃度測定
 - c. 配管内窒素パーセント（水素濃度による）
 - d. 発泡剤（ウレタンフォーム）注入
- ② 配管撤去
 - a. ウレタン注入部位の配管切断・撤去
 - b. サポート部残存配管撤去
- ③ 撤去配管小割・運搬
 - a. 長尺配管小割（8m以上の長尺配管）

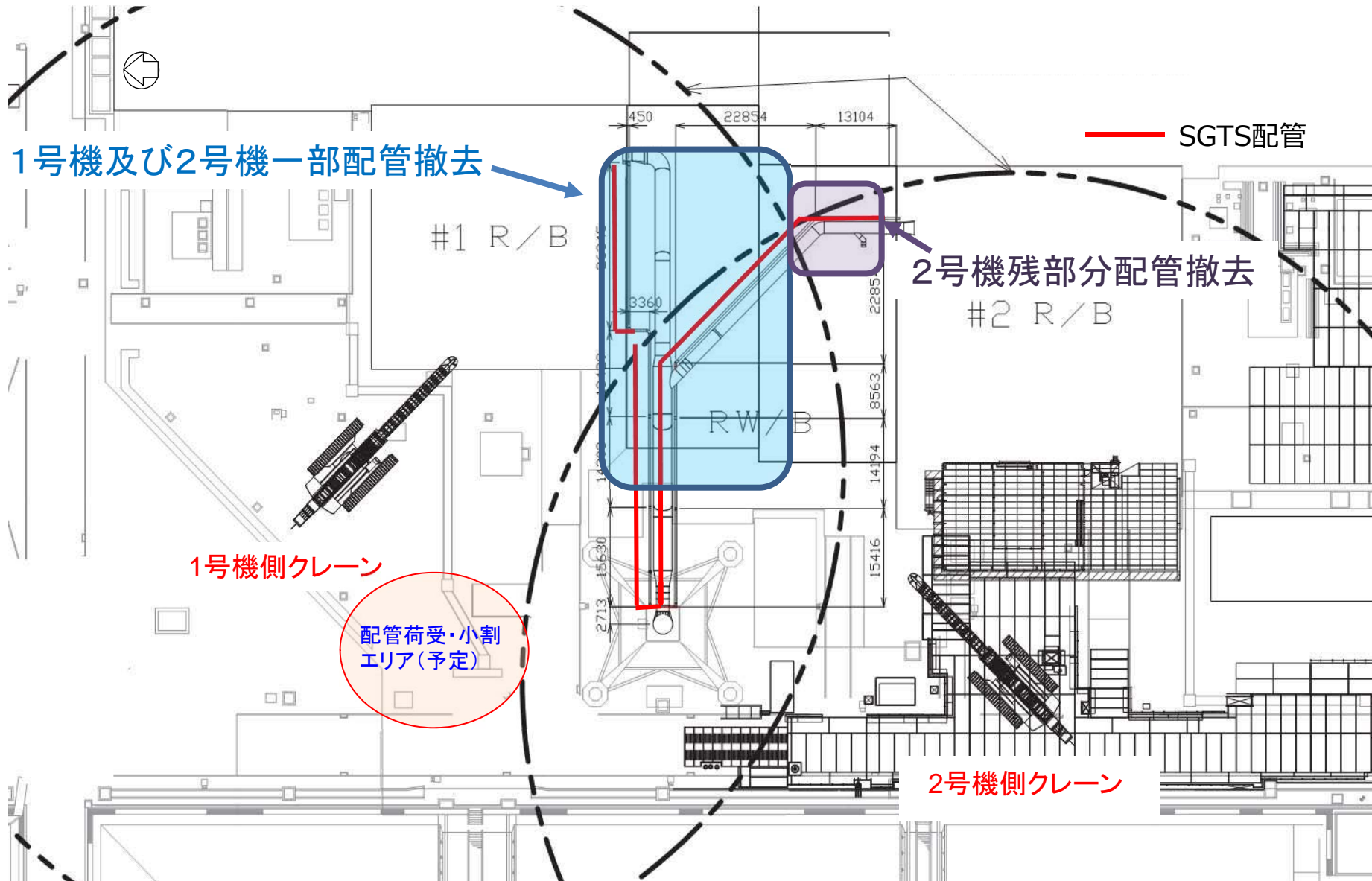
- b. 配管端部養生取付
 - c. 配管運搬（4号機カバー建屋へ運搬）
- ④ 閉止取り付け
 - a. 建屋側および排気筒側取り合い配管開口部に閉止キャップを取り付ける

3. 撤去配管減容・保管

- ① 撤去配管搬入
 - a. 4号機カバー建屋内細断エリアへ搬入
- ② 汚染分布測定（γカメラによる測定）
 - a. 細断前のγカメラによる汚染分布測定
- ③ 撤去配管減容
 - a. 重機で細断装置に撤去配管をセット
 - b. 細断装置による撤去配管の細断
- ④ 事故調査に係る試料採取
 - a. 細断した配管内面のスミヤ採取
 - b. 細断した配管のサンプル採取
 - c. 採取試料の分別保管
- ⑤ 廃棄物保管
 - a. コンテナ収納
 - b. 固体廃棄物貯蔵庫へ運搬
 - c. 固体廃棄物貯蔵庫における保管

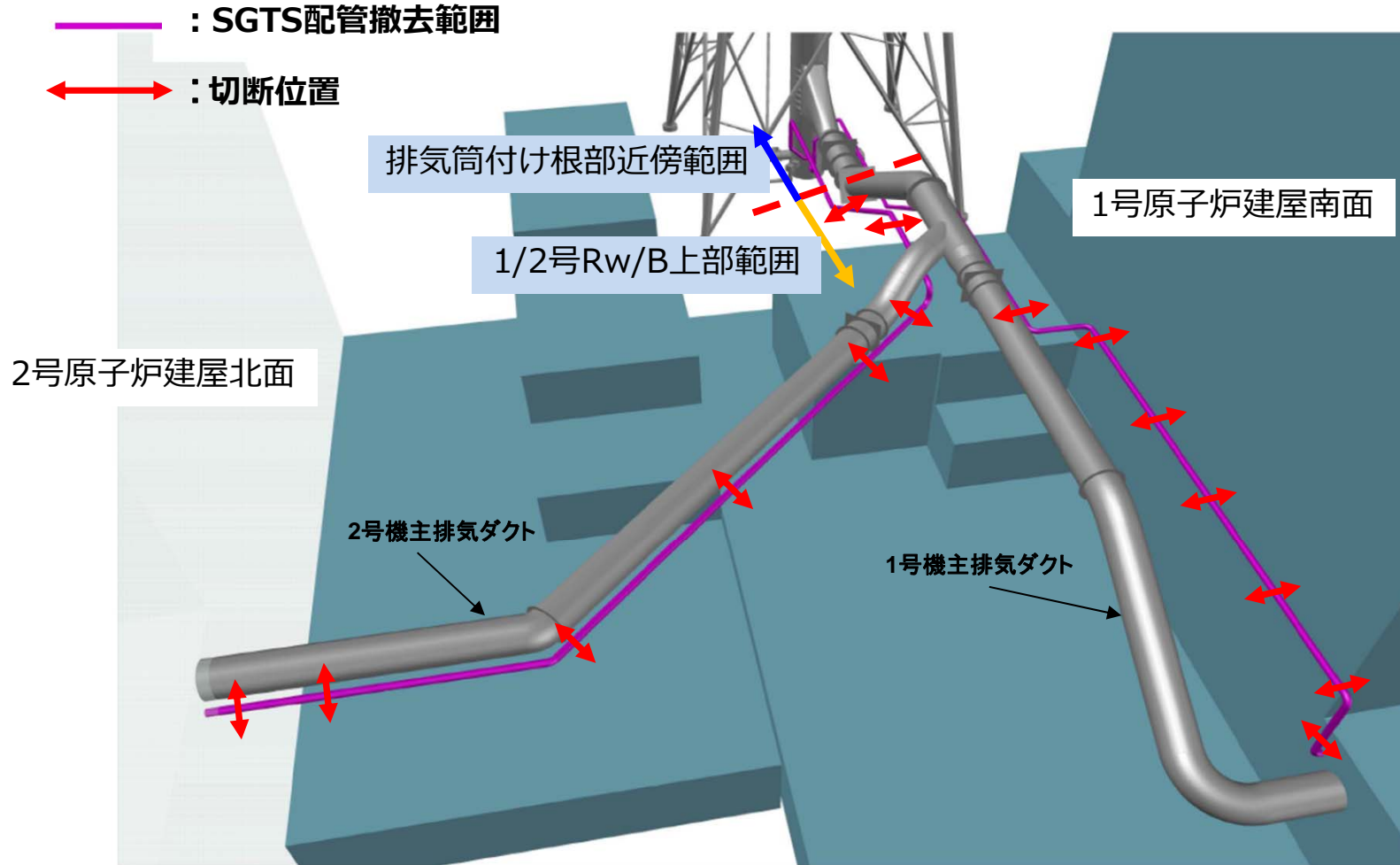
4. 構内作業エリア図





5. SGT S配管立体図

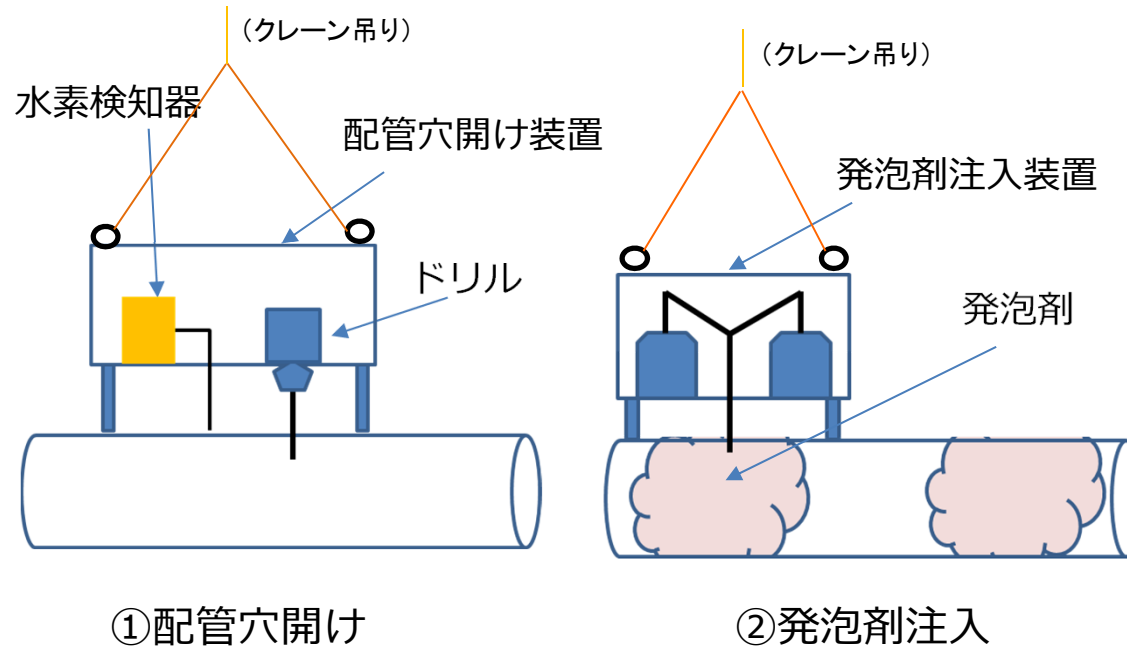
■ 撤去対象配管について（東側から見る）



6. 配管閉塞（配管穿孔／発泡剤注入）イメージ

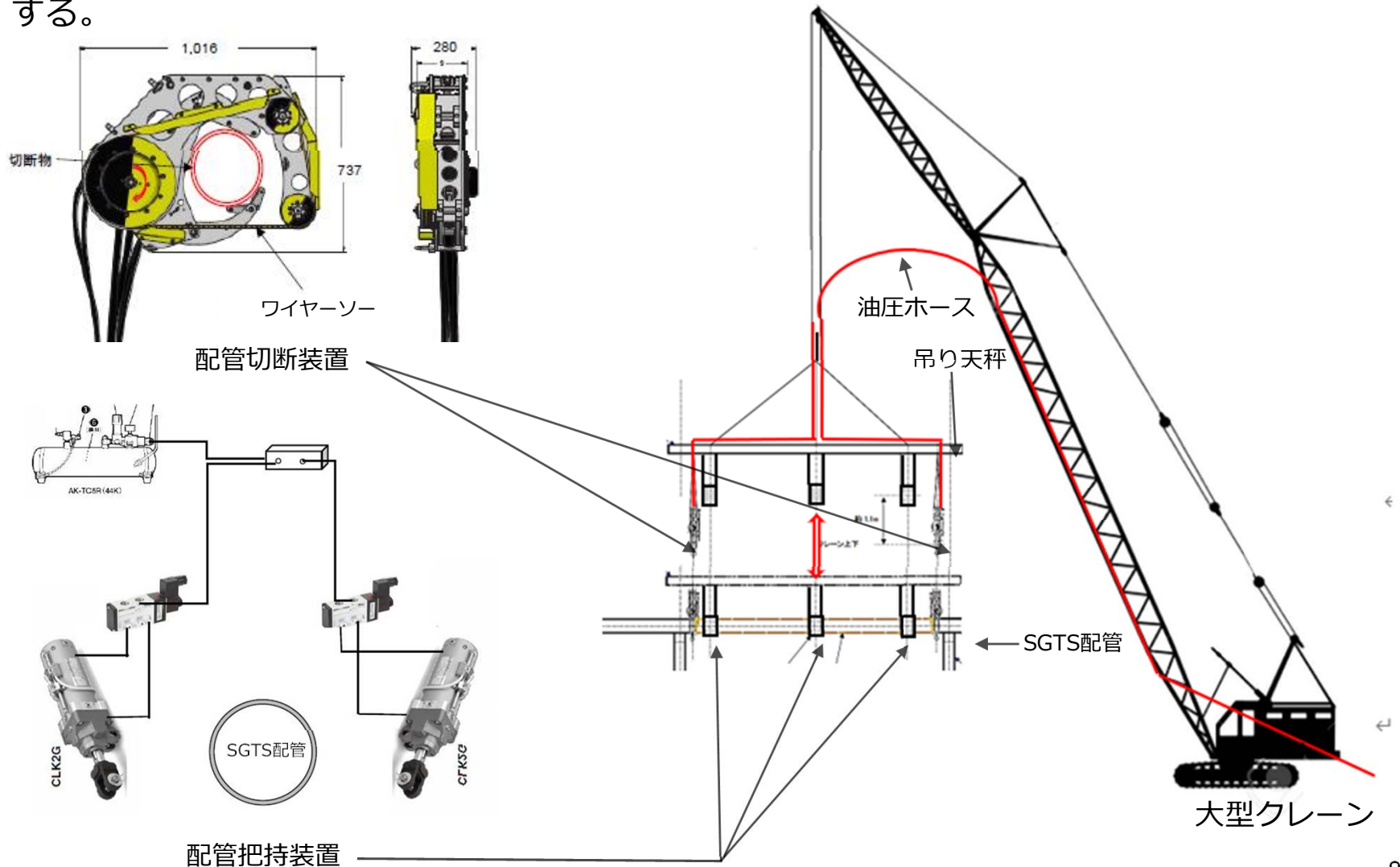
➤ SGTS配管穿孔イメージは以下の通り。

- ①撤去するSGTS配管内に水素はほとんど存在しないと推定するが、火花が出ない低速回転のドリルにて穿孔（穴開け）を実施。配管穴開け後、配管内の水素濃度を測定する。
なお、水素濃度が4%以上（水素の爆発限界下限値）ある場合は窒素ガスによるパージを試みる。
- ②SGTS配管切断箇所を発泡剤（2液性発泡硬質ウレタンフォーム）を注入し、切断時の放射性ダストの飛散防止を図る。



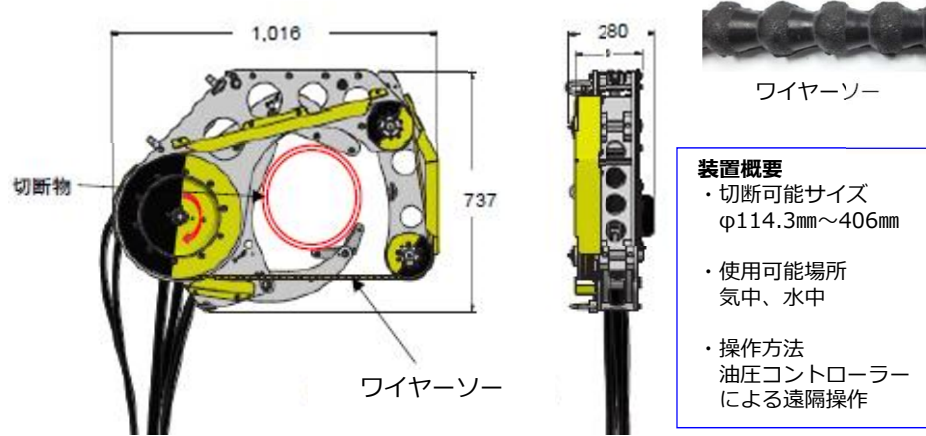
7-1. 配管切断装置概要

吊り天秤に配管切断装置、配管把持装置を搭載し、大型クレーンで吊り、切断箇所に装置を合わせて遠隔操作にて配管を把持、切断を行う。切り出した配管はそのまますべてクレーンで移動する。



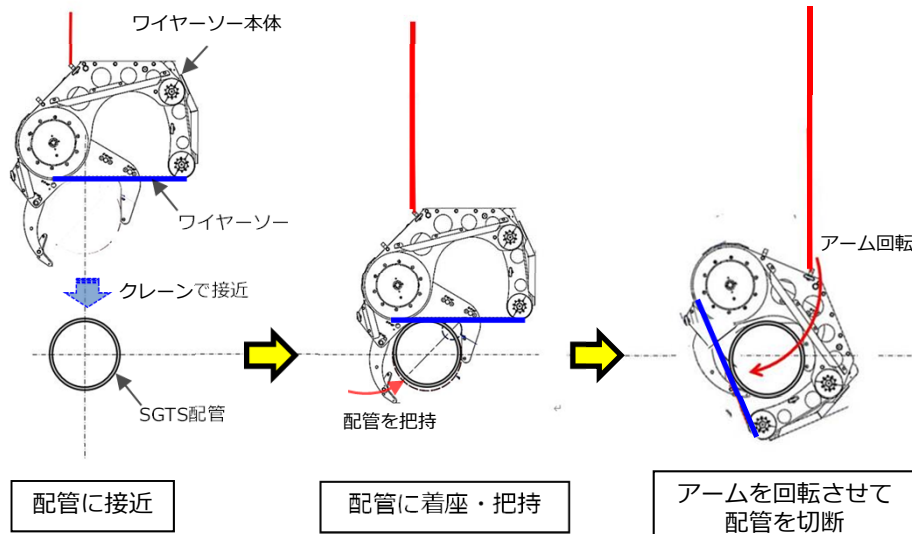
7-2. 配管切断・把持概要

■ 配管切断装置



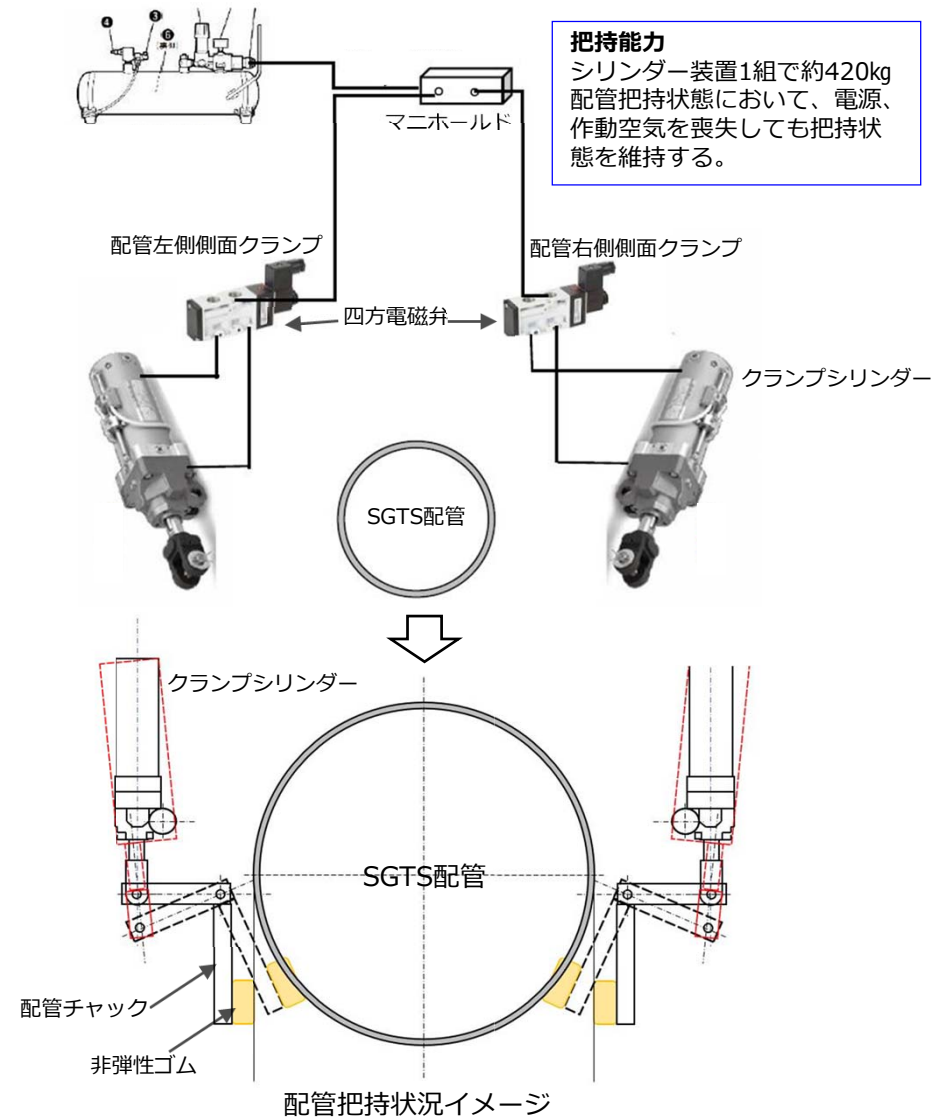
装置の特徴

- ・乾式切断可能 ⇒ 水を使用しないので汚染水が発生しない。
- ・ワイヤーソー逆回転可能 ⇒ ワイヤーソーが配管切断時に噛み込んだ際、逆回転させることによって噛み込みの解除が可能。



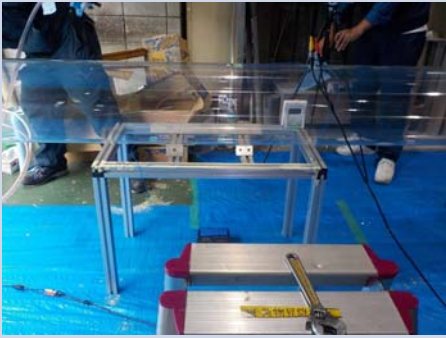
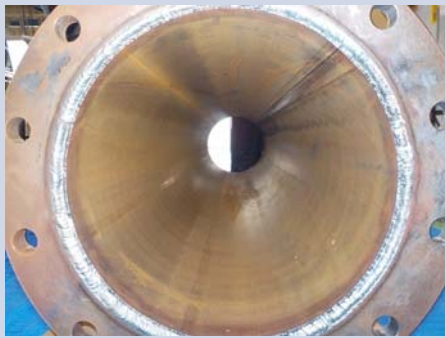

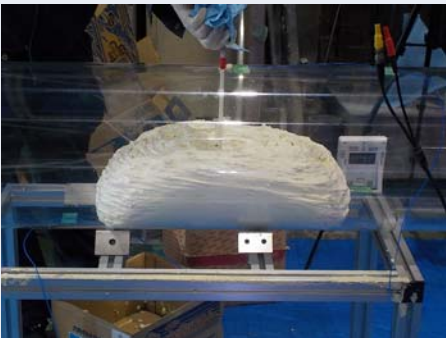
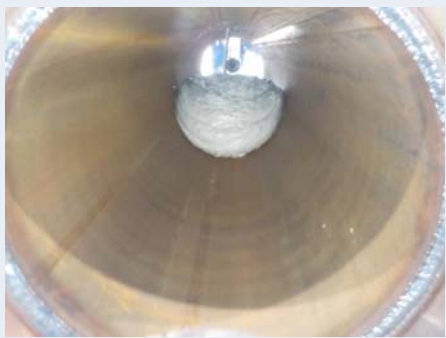

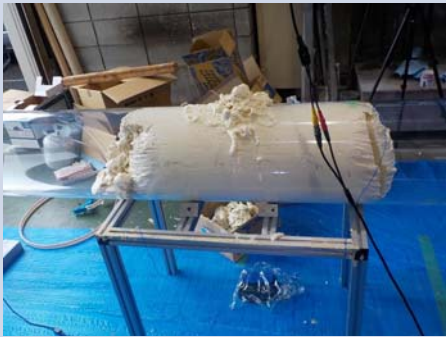
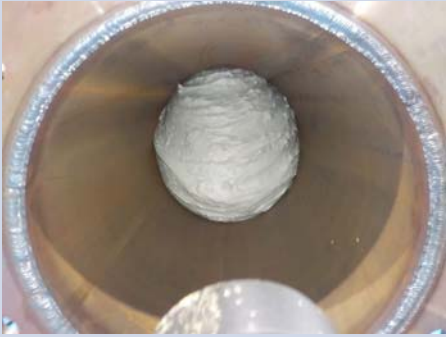

配管把持・切断イメージ

■ 配管把持装置（シリンダー装置）



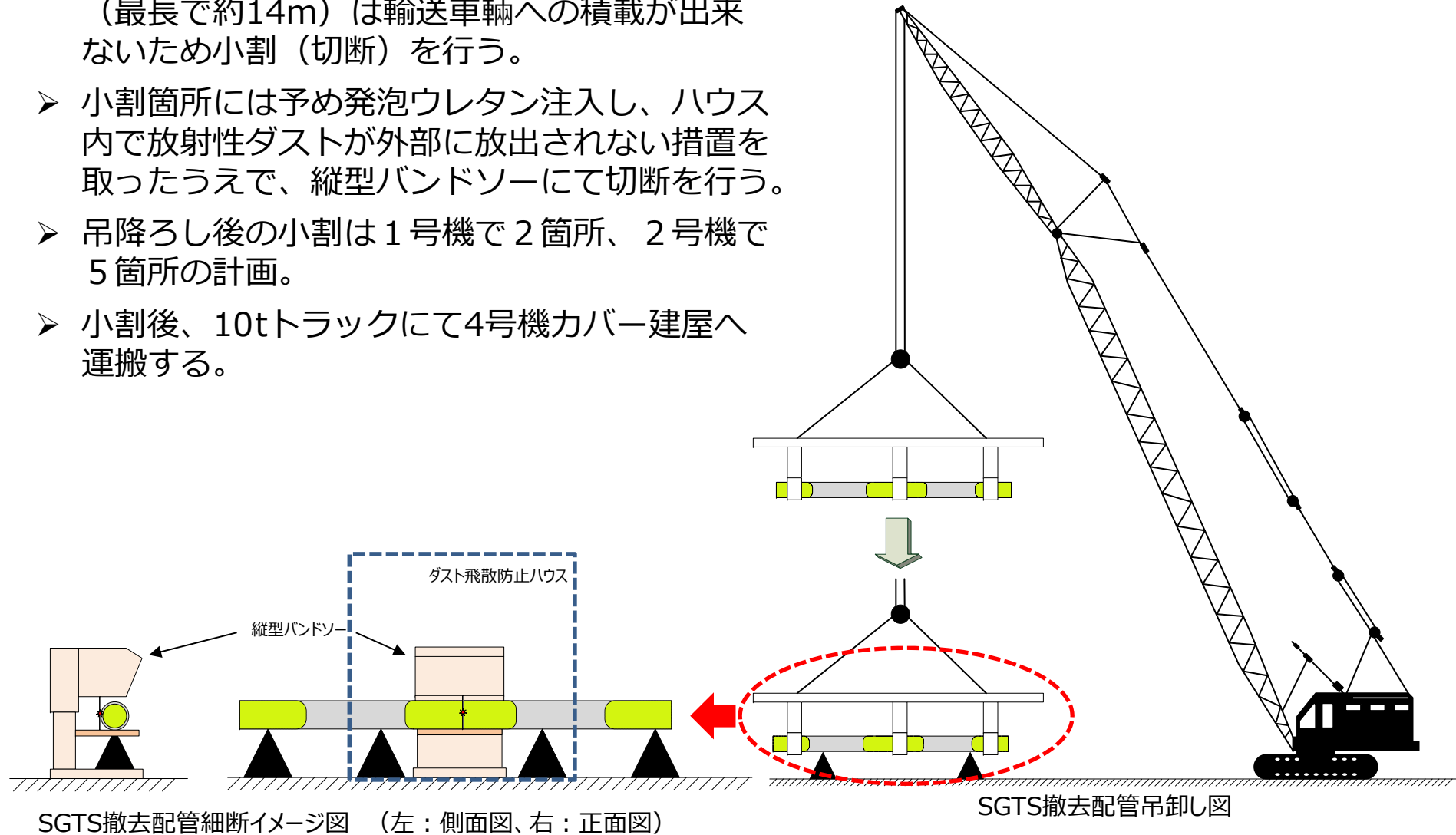
<参考> 試験状況（発泡ウレタン注入・配管切断）

配管切断時のダスト飛散防止対策として、配管内に発泡ウレタンを注入し、配管を閉塞させた後にダイヤモンドワイヤーソーで切断を行う。

	アクリル管での模擬	同材質配管での模擬		ワイヤーソーによる切断	
注入前			切断		
注入中				切断面の状況	
閉塞					

8. 吊降ろし後の配管小割概要

- SGTS配管吊り降ろし後、8 m以上の長尺配管（最長で約14m）は輸送車両への積載が出来ないため小割（切断）を行う。
- 小割箇所には予め発泡ウレタン注入し、ハウス内で放射性ダストが外部に放出されない措置を取ったうえで、縦型バンドソーにて切断を行う。
- 吊降ろし後の小割は1号機で2箇所、2号機で5箇所の計画。
- 小割後、10tトラックにて4号機カバー建屋へ運搬する。

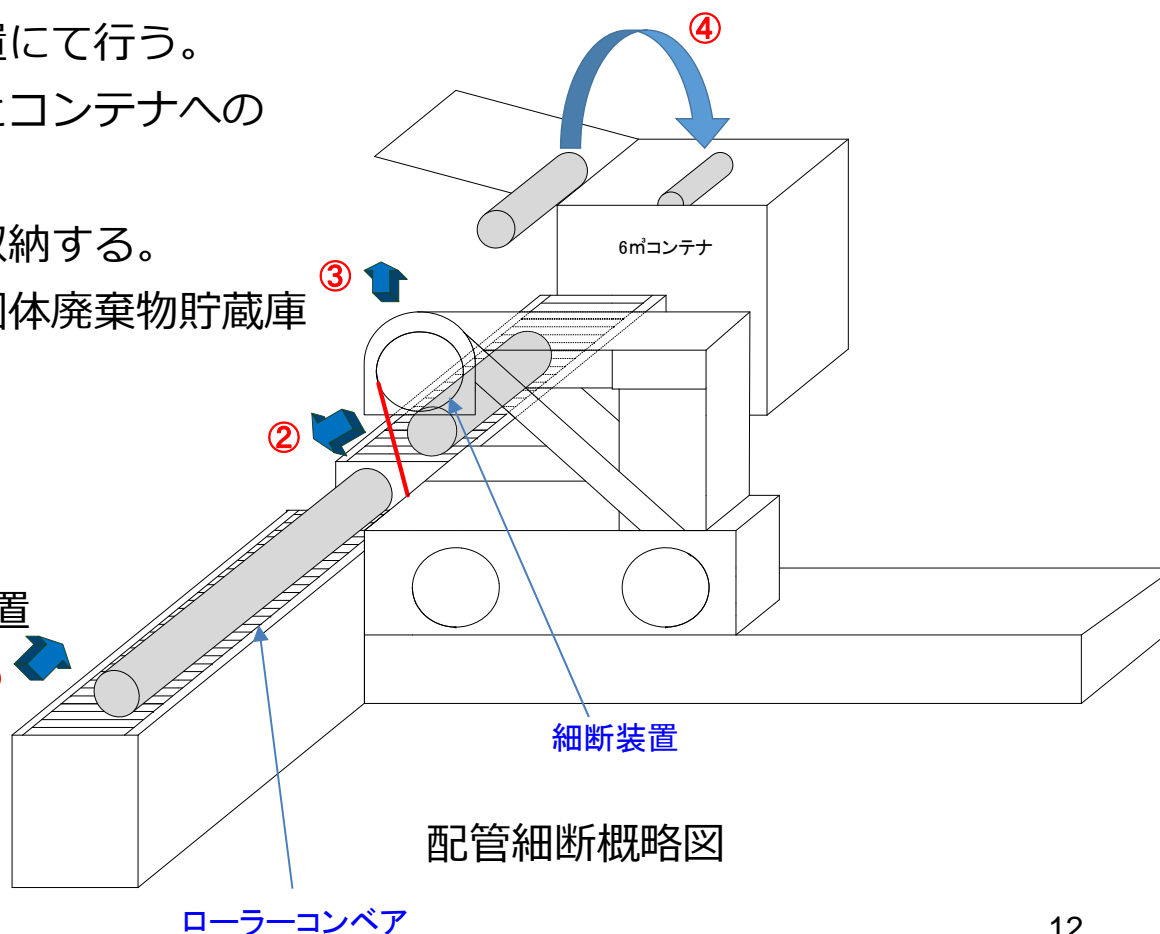


9. 配管細断概要（配管減容・収納・輸送）

- 撤去した配管は、4号機カバー建屋内1階に設置したハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
 - ・ハウス内はHEPAフィルター付きの局所排風機を運転して、ハウス外への放射性ダストの拡散を防止する。また、ハウス近傍で仮設のダストモニタによる監視を行う。
 - ・配管の細断は遠隔の細断装置にて行う。
 - ・配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は重機にて行う。
 - ・細断された配管は養生して収納する。
 - ・配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

■ 配管減容・保管作業フロー

- ① 配管をローラーコンベアに設置
- ② 配管細断（配管細断装置）
- ③ 細断配管揚重（重機）
- ④ 細断配管収納



■ ダスト飛散防止対策と飛散率

- 今回のSGT5配管撤去にあたり、配管の表面線量が非常に高い部位があり、この線量から評価された配管内部の汚染密度も高い値となっている。
- これにより、放射性物質の飛散を可能な限り防止するために、配管切断箇所へ飛散防止剤を散布しながら切断を行うこととした。
- 本作業に伴う放射性物質の放出率は、放出量総計 $6.83 \times 10^6 \text{Bq}$ 及び切断作業合計時間9.4hを基に算出した結果、放出率 $7.26 \times 10^5 \text{Bq/h}$ となった。
- 求められた放出率より敷地境界における放射線量及び空气中放射性物質濃度は、
敷地境界における放射線量 $2.53 \times 10^{-6} \text{ mSv/年}$
敷地境界空气中放射性物質濃度は $5.9 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$
となり、評価上十分低い値であることを確認した。
- また、更なる放射性物質の飛散を抑制するため、配管切断箇所を覆う「飛散防止カバーの取付」、更にカバー内を局所排風機（ALARAベンチ）で吸引、切断に伴い発生する切粉も回収を行う。

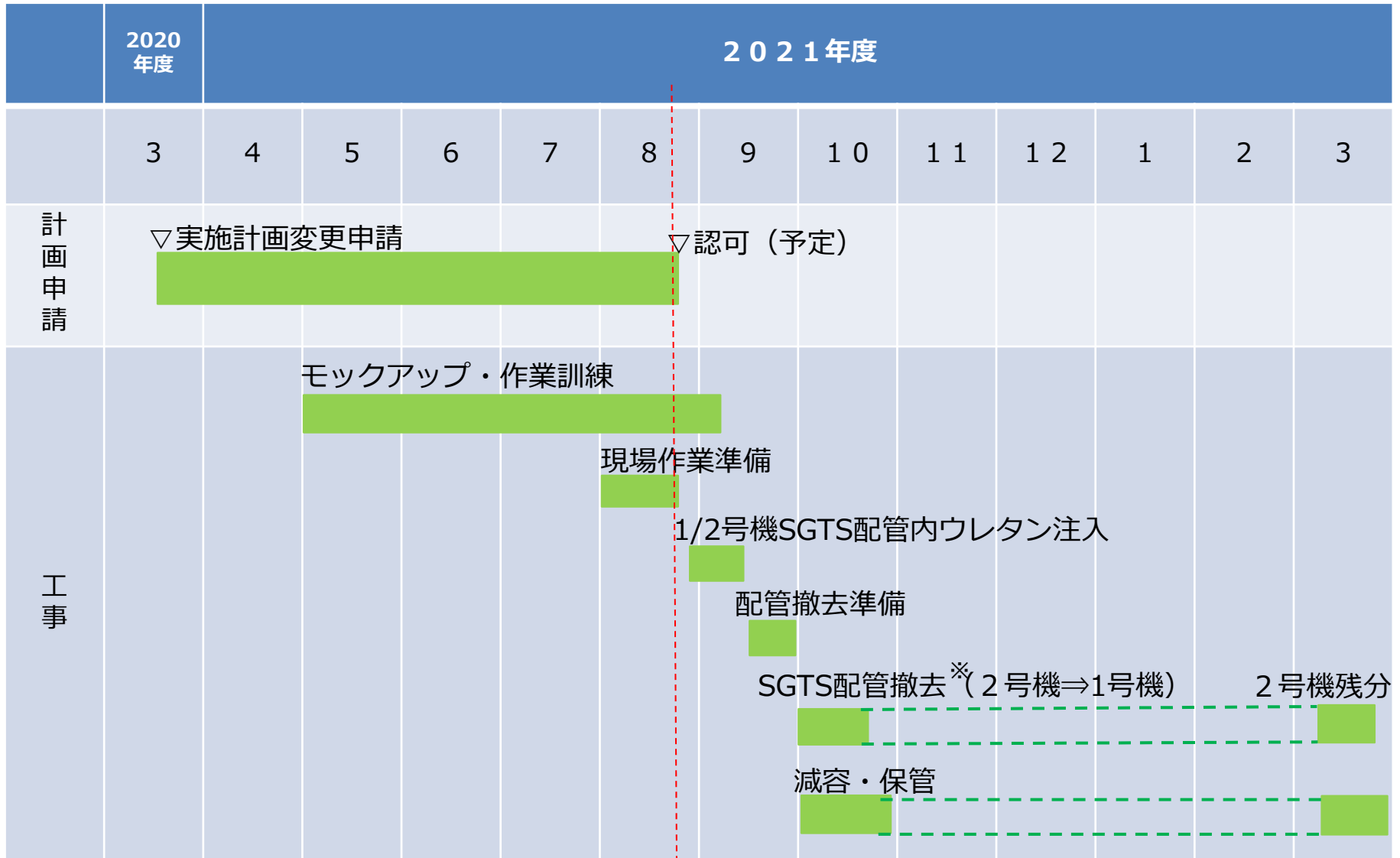
1 1. 総被ばく線量

- 1/2号機SGTS配管撤去工事は、高線量配管を取り除くための配管撤去、撤去した配管を運搬車両に積載するための配管小割、配管細断箇所へ運ぶための配管運搬、保管コンテナへ収納するための配管細断、その他付帯作業を計画。
- 本工事における総被ばく線量は約190人・mSvを計画しており、高線量エリアでの作業は可能な限り遠隔装置を使用することで被ばく線量を抑制する。

	作業内容	作業場所	遠隔装置の使用	被ばく線量※ (人・mSv)	想定作業人工 (人・日)	計画線量
①	配管撤去	1/2号機西側ヤード 遠隔操作室	配管撤去装置	約116	約710	Y作業 0.9mSv/人/日 Ra作業* 3.0mSv/人/日
②	配管小割*	1/2号機西側ヤード	小割装置	約 6	約 50	
③	配管運搬	1/2号西側ヤード～ 4号カバー建屋	—	約 23	約130	
④	配管細断*	4号カバー建屋内	細断装置	約 15	約100	
⑤	作業準備・片付	1/2号西側ヤード～ 4号カバー建屋	—	約 12	約100	
⑥	装備着脱補助*	1/2号西側ヤード～ 4号カバー建屋	—	約 18	約150	

※：被ばく線量は今後の現場状況に応じて適宜見直しを図る。

1 2. 今後の予定



現時点

※周辺作業との調整により2号機側を先行して撤去する

参考資料1

【敷地境界線量／放射性ダスト低減対策】

■ 配管切断時におけるダスト飛散防止対策

ダスト飛散防止対策として下記を複合的に組み合わせることにより、さらなるダスト飛散の抑制を図る。

● 飛散防止剤散布

配管切断中、切断箇所にて飛散防止剤を散布する。散布された飛散防止剤はワイヤーソーと配管との摩擦熱により、水分が蒸発して切断箇所におけるダストの定着が促される。散布する飛散防止剤は約1L/箇所程度。万一、余剰な飛散防止剤が発生した場合はワイヤーソーの進行方向に切粉（沈降粉塵）と共に飛ばされるため、設置する切粉受にて回収される。（参考資料1-2-①飛散防止カバー取付および吸引イメージ参照）

● 飛散防止カバー取付

飛散防止カバーはテフロン処理を施した防災シートのカバーで切断装置の表裏に2枚ずつ重なるように配置され、ワイヤーソーの切断（アームの旋回）に伴い、2枚のカバーが配管を跨ぐかたちで開き、切断箇所から発生するダストをカバー内に留める。（参考資料1-2-②飛散防止剤散布イメージ参照）

● ALARAベンチによる飛散防止カバー内の吸引

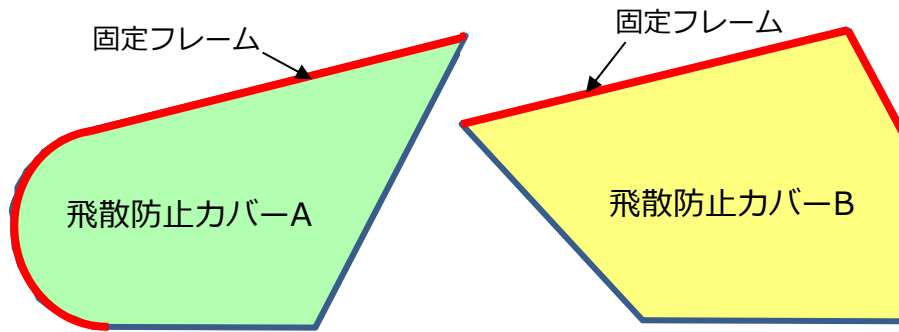
飛散防止カバーによりカバー内に留めたダストをALARAベンチにより吸引する。ALARAベンチにはHEPAフィルターが配置されており、ダストはこれにより回収される。

（参考資料1-2-①飛散防止カバー取付および吸引イメージ参照）

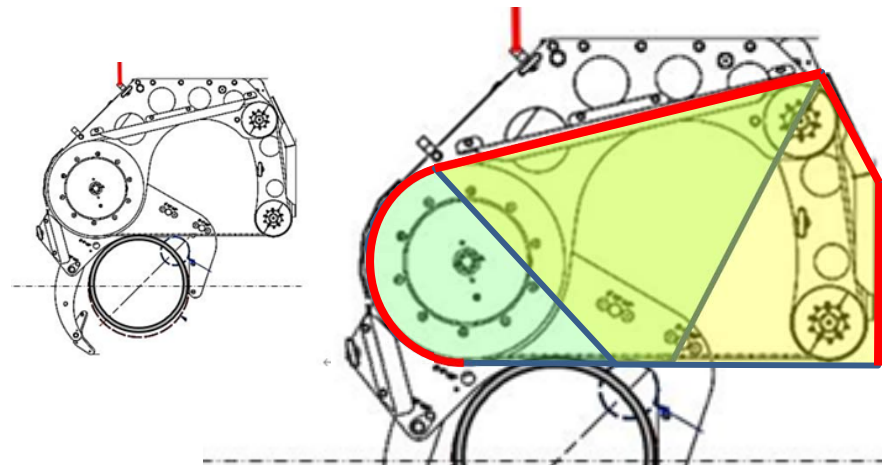
● 切粉回収

ワイヤーソーによる切断に伴い発生する切粉はワイヤーソーの進行方向に切粉受を設置して回収する。切粉受には余剰な飛散防止剤を回収するための機能も期待するため、切粉受内に水分吸収シートを配置して余剰な飛散防止剤を回収する。

（参考資料1-2-③切粉受イメージ参照）



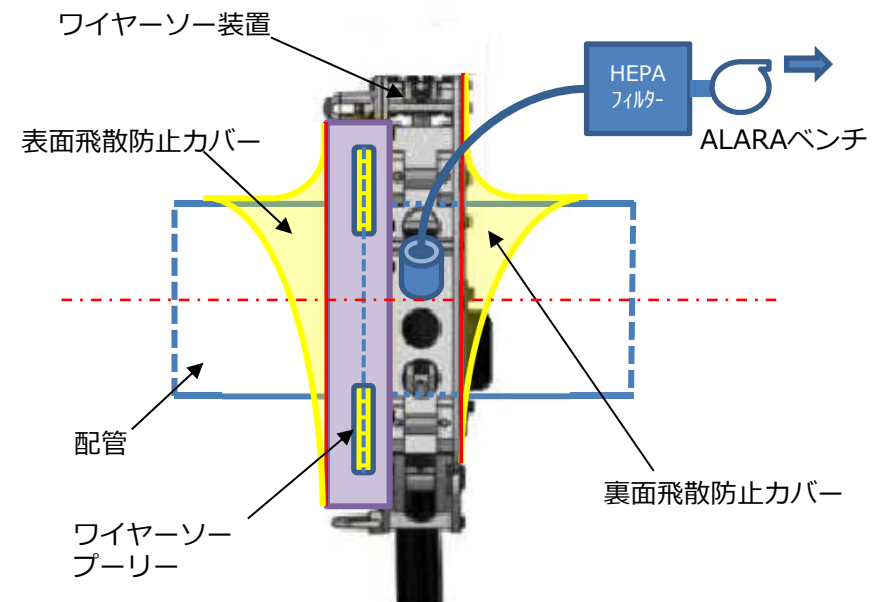
- 飛散防止カバーA・Bは防災シートにテフロン処理をしたもの。固定フレーム部でシートは固定されており、固定フレーム部以外は自由端。



ワイヤーソー装置にカバーA・Bを重ねるように取付ける。なお、裏側にも同様にカバーA・Bを取付ける。

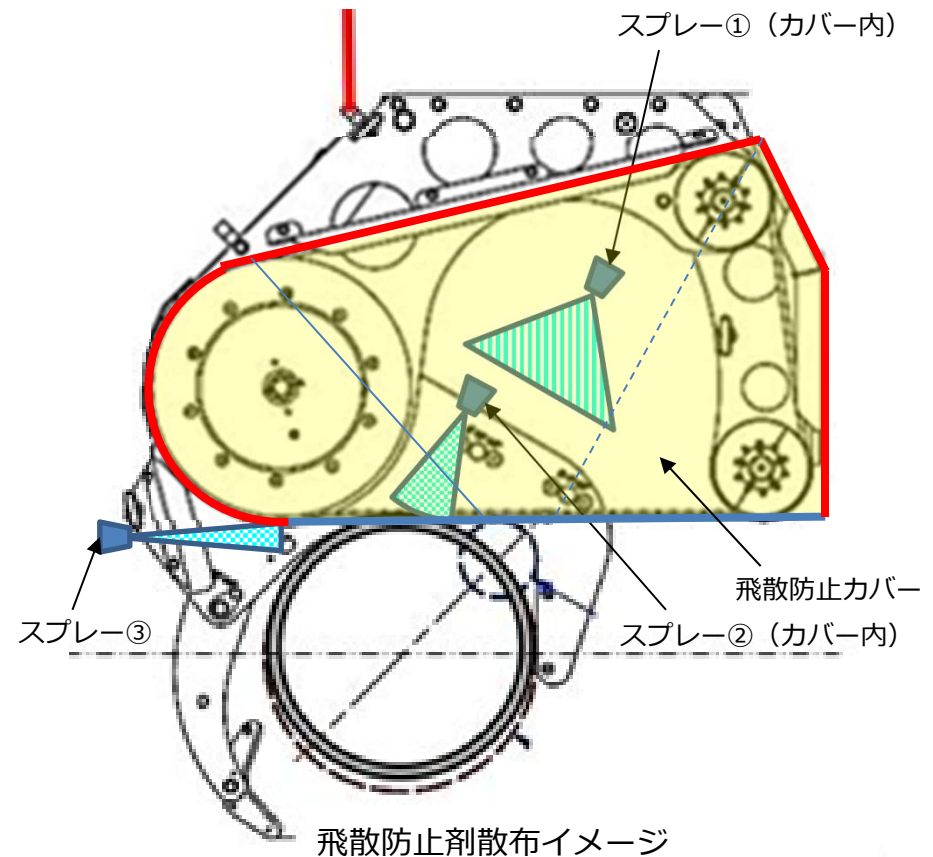
飛散防止カバー取付イメージ

- ワイヤーソー装置に飛散防止カバーAおよびBを表裏に取り付ける。
- 配管切断に伴い、ワイヤーソー装置のアームが回転すると、2枚のカバーを重ね合わせている部分が、配管形状に沿ってめくれることによって表裏カバー内の空間が確保される。
- このカバー内の空間に配管切断に伴うダストが留まることにより、外部へのダスト放出を抑制。
- さらに、このカバー内の空間をHEPAフィルター付きのALARAベンチで吸引することにより、さらなるダストの放出を抑制する。

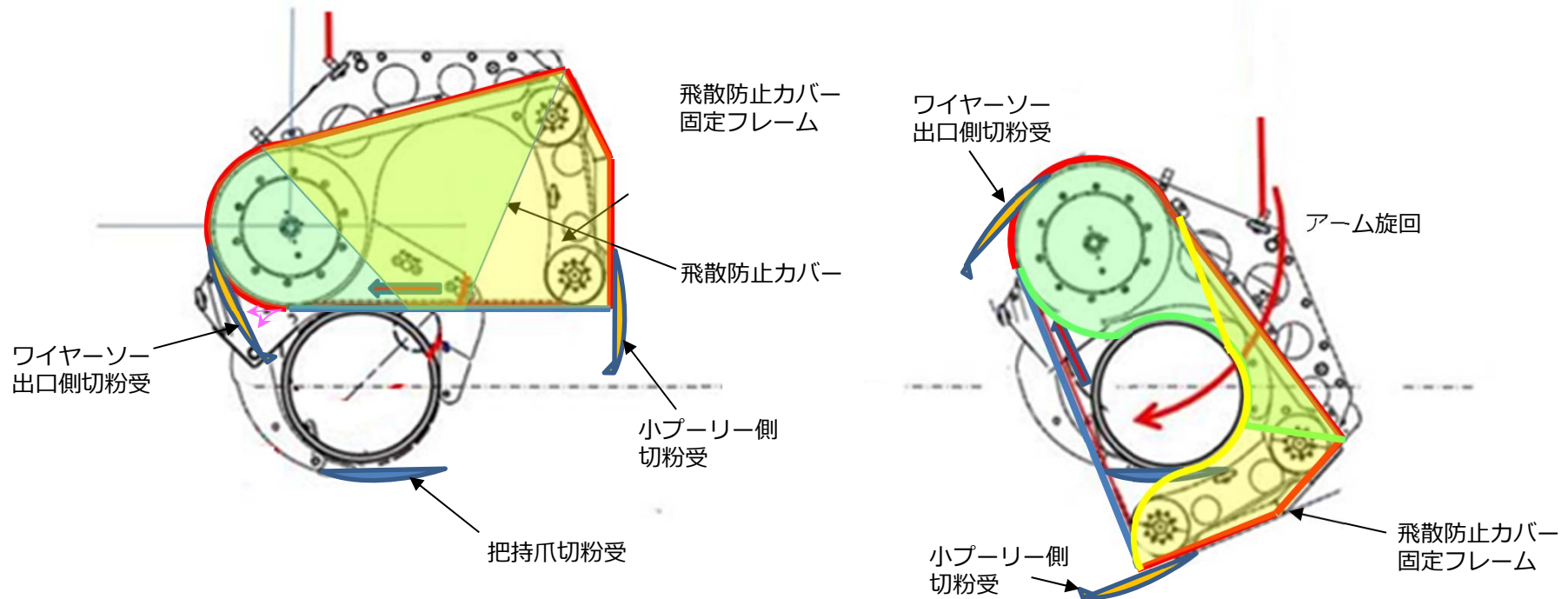


飛散防止カバーと吸引イメージ

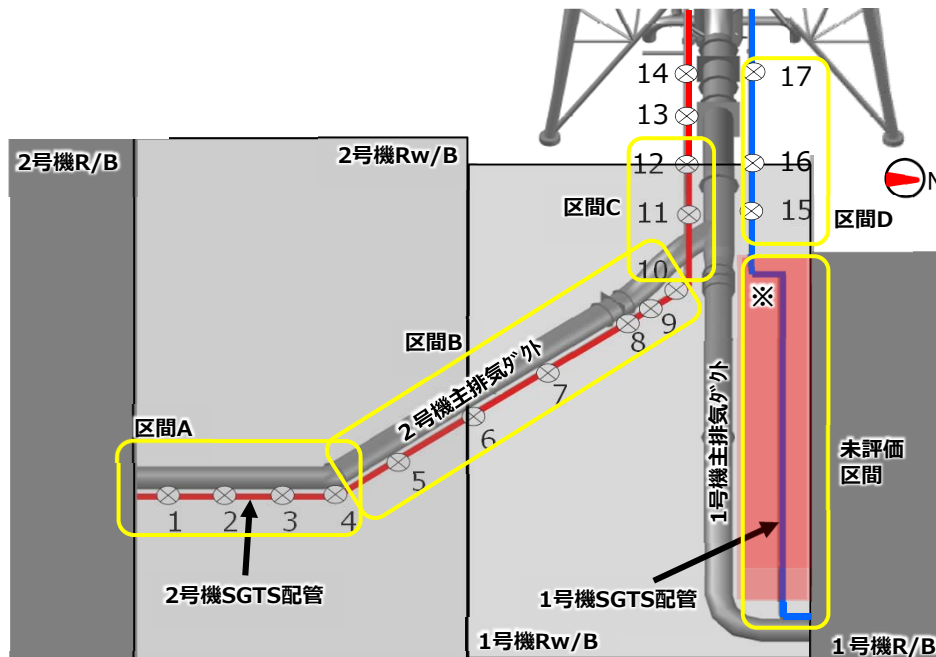
- SGTS配管切断に伴う放射性ダストの飛散を防止するための対策の一つとして、飛散防止剤の散布を行う。
- 飛散防止剤の散布は①ダスト飛散カバー内の配管表面、②ワイヤーソーによる配管切断箇所（切断溝）、③ワイヤーソー出口の3箇所に散布する。
- ①ダスト飛散カバー内の配管表面は、SGTS配管切断中にカバー内に上昇してくるダストを定着・抑制する目的で散布する。
- ②ワイヤーソーによる配管切断箇所(切断溝)は、その場で発生するダストの定着と切粉の凝集を目的として散布する。
- ③ワイヤーソー出口はワイヤソー進行方向へ飛行する切粉やダストを凝集する目的で散布する。
- ①～③のスプレーノズルはワイヤーソー装置のアーム旋回に合わせて位置を変える機構を有するものとする。
- ①～③のノズルから散布される飛散防止剤は切断箇所1箇所につき、合計で約 1 L 程度。
- 余剰な飛散防止剤は切粉と共に水分吸収材を配した切粉受で回収する。
- 飛散防止剤は1/2号排気筒上部解体工事等で実績のあるファイバーコレクトを使用予定。



- 切粉受は飛散防止カバーのワイヤーソー出口側と小プーリー側のカバー固定フレームの2箇所とワイヤーソー装置配管把持爪に1箇所取り付けることにより、放射性物質を含んだ切粉や水分の落下抑制を図る。
- 切粉受内には切粉を吸着するためのマグネットシートを取付けておくことにより、ワイヤーソー装置のアームが回転しても切粉が落下しない。
- 合わせて、飛散防止剤の余剰となった液体を収集するために水分吸収材を切粉受内に取付ける。



参考資料1-3 SGTS配管撤去に伴う放射性物質の放出量について①



※ 1号機原子炉建屋カバー架構下部のため、クレーンによる線量測定不可であった区間

配管表面線量No. 1～No.17については2020年5月に測定したデータ。(第81回特定原子力施設監視・評価検討会にて報告済)
 汚染密度については第82回特定原子力施設監視・評価検討会 資料2-3「1/2号機屋外SGTS配管内部のCs-137放射量の推定」(2020年7月20日 原子力規制庁)より数値を引用。
 新規測定区間の配管表面線量については2021年5月(1号機原子炉建屋カバー架構撤去後)に採取したデータ。
 右表のように2号機側No. 1～4までを区間A、No. 4～10を区間B、No.10～12までを区間C、1号機側新規測定部位とNo.15～17までを区間Dとし、各区間毎の放出率を算出する。

区間分けと表面線量・汚染密度

区間 測定No.	A	B	C	D	配管表面線量		汚染密度 (Bq/cm ²)	
					(0.1m)	(1m)		
1	■				6.0	3.0	2.81×10 ⁵	
2	■				8.0	4.0	8.43×10 ⁵	
3	■				17.0	5.0	3.37×10 ⁶	
4	■	■			26.0	8.0	5.90×10 ⁶	
5		■			27.0	12.0	6.18×10 ⁶	
6		■			20.0	8.0	5.62×10 ⁶	
7		■			60.0	30.0	1.69×10 ⁷	
8		■			150.0	85.0	4.21×10 ⁷	
9		■			160.0	50.0	4.49×10 ⁷	
10		■	■		60.0	40.0	1.69×10 ⁷	
11			■		11.0	3.0	3.09×10 ⁶	
12			■		4.3	2.5	9.93×10 ⁵	
13					切断せず	650.0	160.0	1.83×10 ⁸
14					切断せず	400.0	130.0	1.12×10 ⁸
新規測定区間※				■	2.56~ 10.40	1.52~ 5.58	評価予定	
15				■	2.0	1.0	4.34×10 ⁵	
16				■	2.0	1.4	4.34×10 ⁵	
17				■	4.0	3.0	8.68×10 ⁵	

■ 放出量計算

区間	区間最大汚染密度 (Bq/cm ²)	切断回数	切断幅(m)	欠損面積(cm ²)	付着汚染(Bq)	気中移行割合	放出量(Bq)
A	5.90×10 ⁶	2	0.01	207.47	1.22×10 ⁹	0.0002	2.45×10 ⁵
B	4.49×10 ⁷	6	0.01	622.41	2.79×10 ¹⁰	0.0002	5.59×10 ⁶
C	1.69×10 ⁷	2	0.01	207.47	3.51×10 ⁹	0.0002	7.01×10 ⁵
D	8.68×10 ⁵	4	0.01	374.35	3.25×10 ⁸	0.0002	6.50×10 ⁴
新規測定区間	8.68×10 ⁵ *	14	0.01	1310.23	1.14×10 ⁹	0.0002	2.27×10 ⁵
	前頁表参照	28回	ワイヤーソー幅	配管内径× 円周率×切断幅 ×切断回数	汚染密度× 欠損面積	0.02%	付着汚染× 気中移行割合

*新規測定区間の汚染密度は表面線量測定の結果、No.15~17と概ね同程度であったことから、No.17の汚染密度を採用した。
 配管内径：1号機 297.9mm (12B sch40) ⇒区間D及び未評価区間に適用 2号機 330.2mm (14B 12.7t) ⇒区間A・B・Cに適用

◎ 気中移行割合計算
 ⇒ 気中移行割合 = 飛散率 × 欠損面積 ÷ 対象物面積
 ⇒ 欠損面積 ÷ 対象物面積
 = ワイヤーソー幅 × 切断回数 ÷ 区間長
 気中移行割合は「気中機械的切断による放射化金属切断時の飛散率**」に対する0.0002を使用。
 汚染(Bq)は対象面積に対して区間毎に一様とするため、
 気中移行割合 = 飛散率 (欠損面積 = 対象物面積)

全体の放出率	
放出量総計(Bq)	6.83×10 ⁶
作業時間(h)	9.4
放出率(Bq/h)	7.26×10 ⁵

作業時間：20分/箇所×28箇所 = 560分 = 9.4h

** (財) 電力中央研究所「廃炉措置工事環境影響評価ハンドブック (第3次版)」 (平成19年3月) より引用。

- SGT5配管切断に起因する放出による敷地境界線量（プルーム、地表沈着、吸入の合計）
先に求めた放出率から、プルーム、地表沈着、吸入について評価。
 - プルーム
「発電用軽水炉型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」より求める。
プルーム： 7.58×10^{-11} mSv/年 （計算式：資料1-5）
 - 地表沈着
「発電用軽水炉型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について」より求める。
地表沈着： 2.52×10^{-6} mSv/年 （計算式：資料1-6）
 - 吸入
「発電用軽水炉型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価方針」より求める。
吸入： 1.03×10^{-8} mSv/年 （計算式：資料1-7）

したがって、
敷地境界線量（プルーム、地表沈着、吸入の合計） = 2.53×10^{-6} mSv/年 となり、
この値は「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」において求められている敷地境界線量 1 mSv/年
を下回ることを確認。

■ SGTS配管切断に起因する放出による敷地境界空气中放射性物質濃度について評価

➤ 敷地境界空气中放射性物質濃度

「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の基本拡散式(資料1-8)より求める。

敷地境界空气中放射性物質濃度： $5.9 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$

となり、この値はモニタリングポスト近傍ダストモニタ警報設定値 ($1.0 \times 10^{-5} \text{ Bq/cm}^3$) を下回る結果となった。

■ SGTS配管切断に起因する放出による敷地境界への影響緩和対策

敷地境界における線量は「特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して求める措置を講ずべき事項について」において求められている敷地境界線量 1 mSv/年を下回ることを確認した。

また、ダストについても敷地境界モニタリングポスト近傍に設置されたダストモニタの警報設定値を下回ることを確認した。

さらなる敷地境界への影響対策として配管切断箇所近傍からの吸引、飛散防止カバーの設置等の物理的な飛散防止対策を施したうえで作業時のダストについて本設の構内ダストモニタや仮設のダストモニタを使って監視を行い、早期にダスト濃度の上昇傾向を検知する必要があると考える。

実施計画Ⅲ-3-2.2.1.4 「単位放出量あたりの実効線量計算」(2-2-4) 式より求める。

$$D = K_1 \cdot E \cdot \mu_{en} \cdot \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_0^\infty \frac{e^{-\mu r}}{4\pi r^2} \cdot B(\mu r) \cdot \chi(x', y', z') dx' dy' dz' \quad (2-2-4) \text{式}$$

D : 計算地点 $(x, y, 0)$ における空気カーマ率 ($\mu\text{Gy/h}$)

K_1 : 空気カーマ率への換算係数 $\left[\frac{\text{dis} \cdot \text{m}^3 \cdot \mu\text{Gy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{h}} \right]$

E : γ 線の実効エネルギー (MeV/dis)

μ_{en} : 空気に対する γ 線の線エネルギー吸収係数 (m^{-1})

μ : 空気に対する γ 線の減衰係数 (m^{-1})

r : 放射性雲中の点 (x, y, z) から計算地点 $(x, y, 0)$ までの距離 (m)

$B(\mu r)$: 空気に対する γ 線の再生係数で、次式から求める。

$$B(\mu r) = 1 + \alpha(\mu r) + \beta(\mu r)^2 + \gamma(\mu r)^3$$

ただし、 μ_{en} 、 μ 、 α 、 β 、 γ については、 0.5MeV の γ 線に対する値を用い、以下の通りとする。

$$\mu_{en} = 3.84 \times 10^{-3} \text{ (m}^{-1}\text{)} \quad \mu = 1.05 \times 10^{-2} \text{ (m}^{-1}\text{)}$$

$$\alpha = 1.000 \quad \beta = 0.4492 \quad \gamma = 0.0038$$

$\chi(x', y', z')$: 放射性雲中の点 (x', y', z') における濃度 (Bq/cm^3)

実施計画Ⅲ-3-2.2.1.5(2)「地面に沈着した放射性物質からのγ線に起因する実行線量」
 (2-2-6) 式より求める。（発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について）

$$H_A = K \frac{\mu_{en}}{(1-g)} E \int_{-\infty}^0 \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \frac{B e^{-(\mu_1 r_1 + \mu_2 r_2)}}{4\pi r^2} C_0 \cdot f(z) \cdot \rho \cdot d\theta dp dz \cdots \cdots (2-2-6) \text{式}$$

H_A : 年間実効線量 (mSv/年)

$$K : 3.91 \times 10^3 \left(\frac{\text{dis} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{mGy}}{\text{MeV} \cdot \text{Bq} \cdot \text{y}} \right) \times 0.8 \left(\frac{\text{mSv}}{\text{mGy}} \right)$$

(0.8(mSv/mGy) は、空気カーマから実効線量への換算係数)

μ_{en} : 空気のガンマ線の線エネルギー吸収係数 (1/cm)

(1-g) : 制動放射による損失の補正

E : γ線実効エネルギー (MeV/dis)

C_0 : 地表面付近の土壌における放射性物質濃度 (Bq/cm³)

B : 空気、土壌の2層γ線ビルドアップ係数 (-)

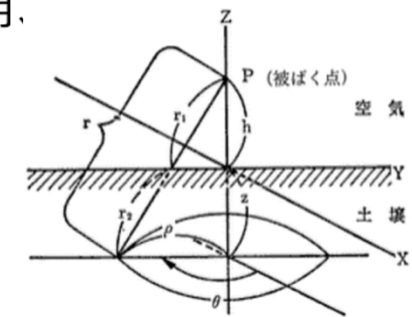
μ_1, μ_2 : 空気及び土壌のγ線線減衰係数 (1/cm)、土壌はAlで代用、
 ただし、密度は1.5 (g/cm³) とする。

$r_1, r_2, r, \rho, \theta$: 右図（沈着評価モデル）に示す。

r : 土壌中の任意点 (ρ, θ, z) から被ばく点までの距離 (cm)

$f(z)$: 放射性物質の土壌中鉛直分布

h : 被ばく点地上高 (100cm)



沈着評価モデル

実施計画Ⅲ-3-2.2.1.5(3)「吸入摂取による実行線量」(2-2-16)式および(2-2-17)式より求める。（「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」）

$$H_I = 365 \sum_i K_{Ii} \cdot A_{Ii} \dots\dots\dots(2-2-16)式$$

$$A_{Ii} = M_a \cdot \bar{x}_i \dots\dots\dots(2-2-17)式$$

- H_I : 吸入摂取による年間の実効線量 (μSv/年)
- 365 : 年間日数への換算係数 (d/年)
- K_{Ii} : 核種 i の吸入摂取による実行線量係数 (μSv/Bq)
- A_{Ii} : 核種 i の吸入による摂取率 (Bq/d)
- M_a : 呼吸率 (cm³/d)
- \bar{x}_i : 核種 i の年平均地上空気中濃度 (Bq/cm³)

「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の基本拡散式より求める。
 (実施計画Ⅲ-3-2.2.1.2(2)「放出源と有効高さ」(2-2-1)式)

$$\chi(x, y, z) = \frac{q}{2\pi\sigma_y\sigma_zU} \cdot \exp\left(-\lambda\frac{x}{U}\right) \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \left[\exp\left\{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

……………(2-2-1)式

$\chi(x, y, z)$: 点 (x, y, z) における放射性物質の濃度 (Bq/m³)

q : 放出率 (Bq/s)

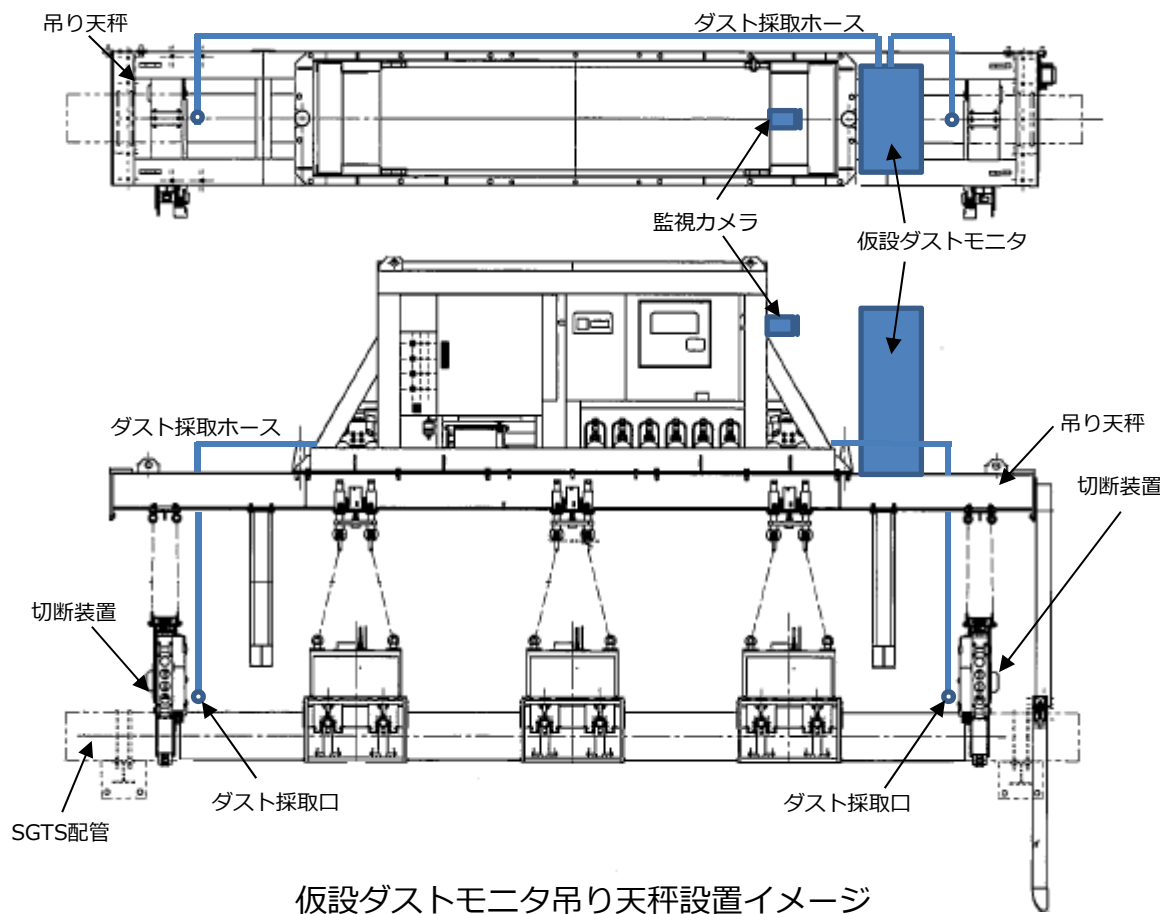
U : 放出源高さを代表する風速 (m/s)

λ : 物理的崩壊定数 (1/s)

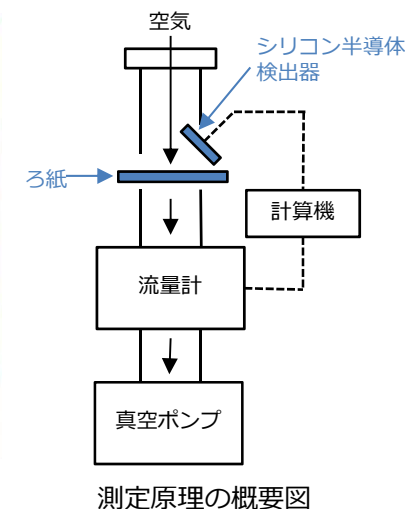
H : 放出源の有効高さ (m)

σ_y : 濃度分布のy方向の拡がりのパラメータ (m)

σ_z : 濃度分布のz方向の拡がりのパラメータ (m)



仮設ダストモニタ



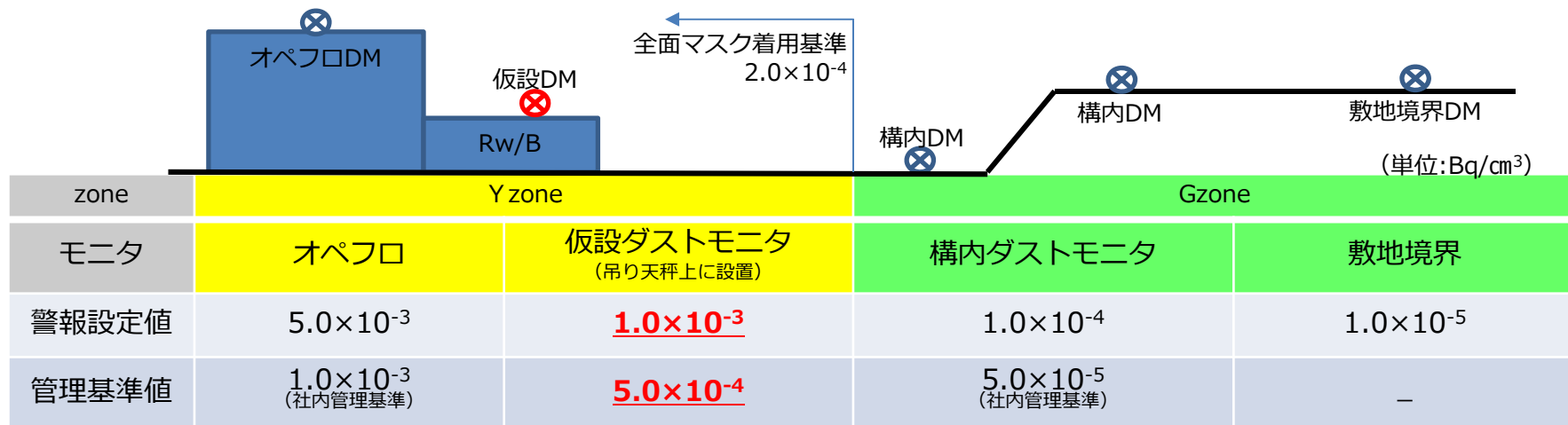
測定原理

- 真空ポンプで吸引した空気中のダストをろ紙で集塵する。
- 集塵しているろ紙をシリコン半導体検出器にて放射エネルギーを測定する。
- 流量計で測定した空気流量で放射エネルギーを割って、濃度を算出する。
- 測定を終え交換したろ紙は工事完了まで全数保管し必要に応じて分析を行う。

吊り天秤に仮設ダストモニタを設置し、配管切断時に切断箇所近傍のダストを集塵して放射性ダスト濃度の監視を行う。なお、配管切断作業中は監視カメラにて仮設ダストモニタの表示部と発報ランプを遠隔操作室にて随時監視する。監視は管理基準値を基に行い、警報設定値に至らないように作業負荷の加減調整を行う。

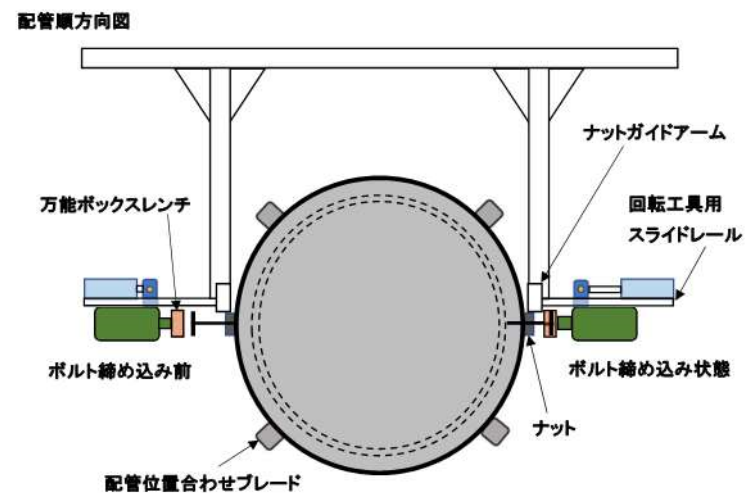
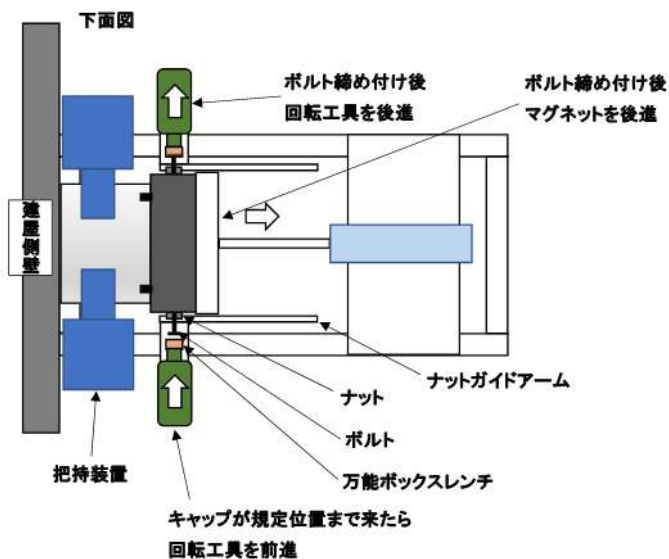
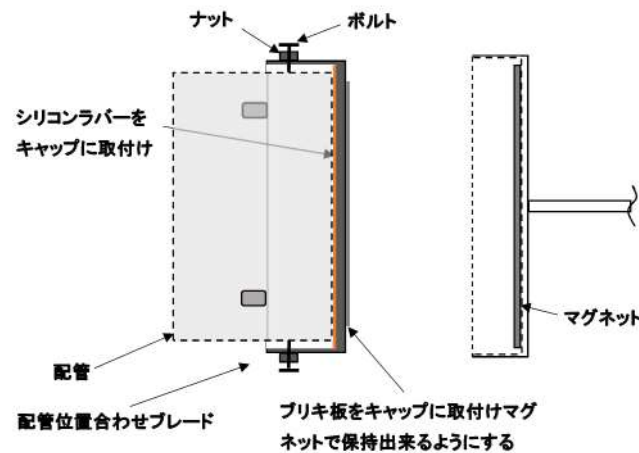
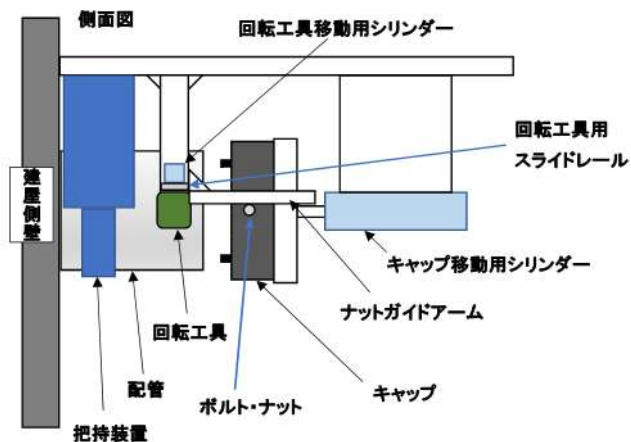
参考資料1-10 仮設ダストモニタの警報設定値

- 敷地境界ダストモニタの警報設定値： $1.0 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$
 周辺監視区域境界の告示濃度Cs-134： $2 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ （線量告示別表第2・第五欄）の1/2
- 構内ダストモニタの警報設定値： $1.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$
 放射線業務従事者の告示濃度Cs-134： $2 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ （線量告示別表第2・第四欄）の1/20
 また、警報設定値の1/2を社内管理基準として $5.0 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ を設定。
- オペフロダストモニタの警報設定値： $5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$
 周辺監視区域境界の告示濃度Cs-134： $2 \times 10^{-5} \text{Bq/cm}^3$ （線量告示別表第2・第五欄）の1/2に相当するレベルを超えない値。また、警報設定値の1/5を社内管理基準として、 $1.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ を設定。
- 仮設ダストモニタの警報設定値
 周辺のオペフロや構内ダストモニタの警報設定値、全面マスク着用基準との関係から、警報設定値： $1.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ とする。また、早期にダスト濃度の上昇兆候を把握するため警報設定値の1/2である $5.0 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ を管理基準値とする。



参考資料1-11 配管閉止キャップ取付

- 建屋側と排気筒側に残存する取り合い配管部に遠隔で閉止キャップを取り付ける。
また、2号機の建屋側に一時、残存する取り合い配管にも遠隔で閉止キャップを取付ける。



参考資料2

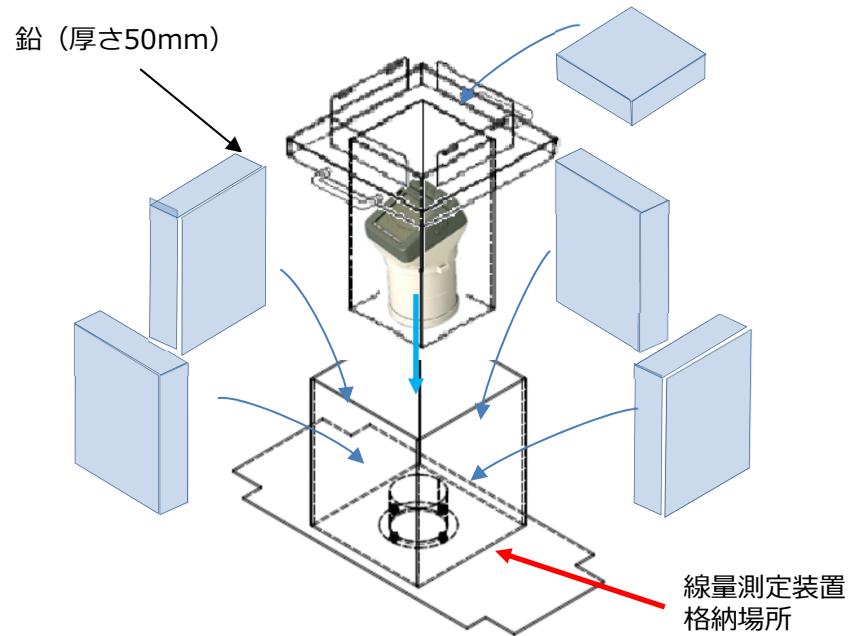
【2021年5月放射線量率測定結果】

○ 測定方法

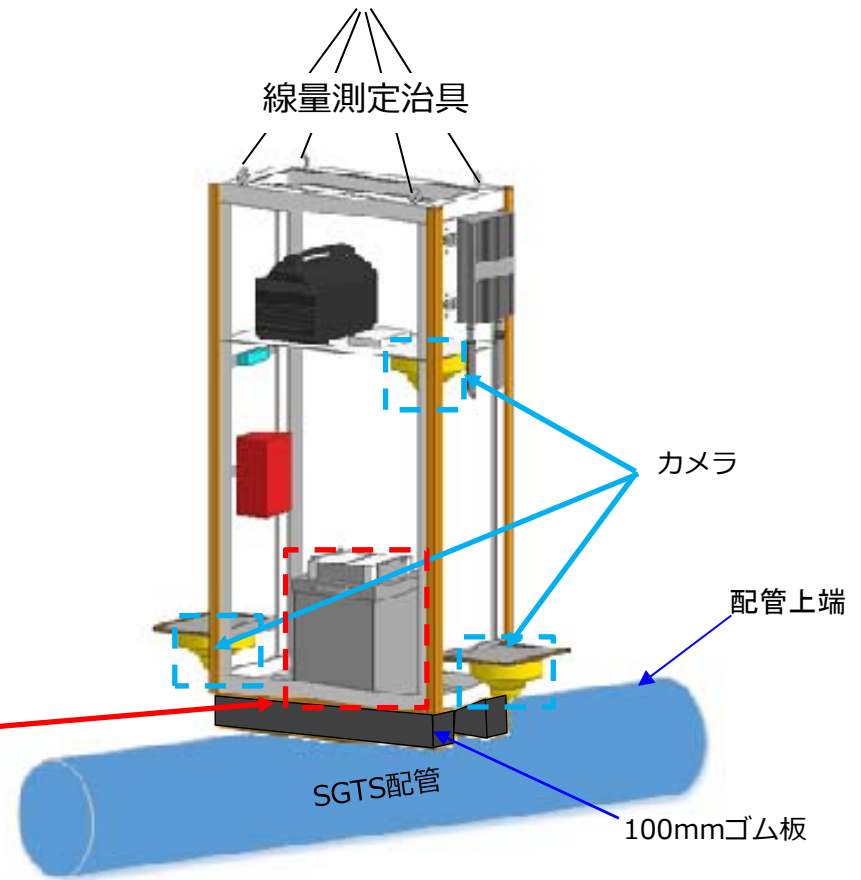
散乱線の影響低減を図るため、厚さ50mmの鉛でコリメートした線量計を線量測定治具内に装着し、クローラクレーンにて吊上げSGTS配管直上0.1m及び1m高さの線量測定を実施。合わせて、線量測定治具内に固定したカメラで配管外面確認を実施。

○ 実施日

2021年5月12日～2021年5月24日



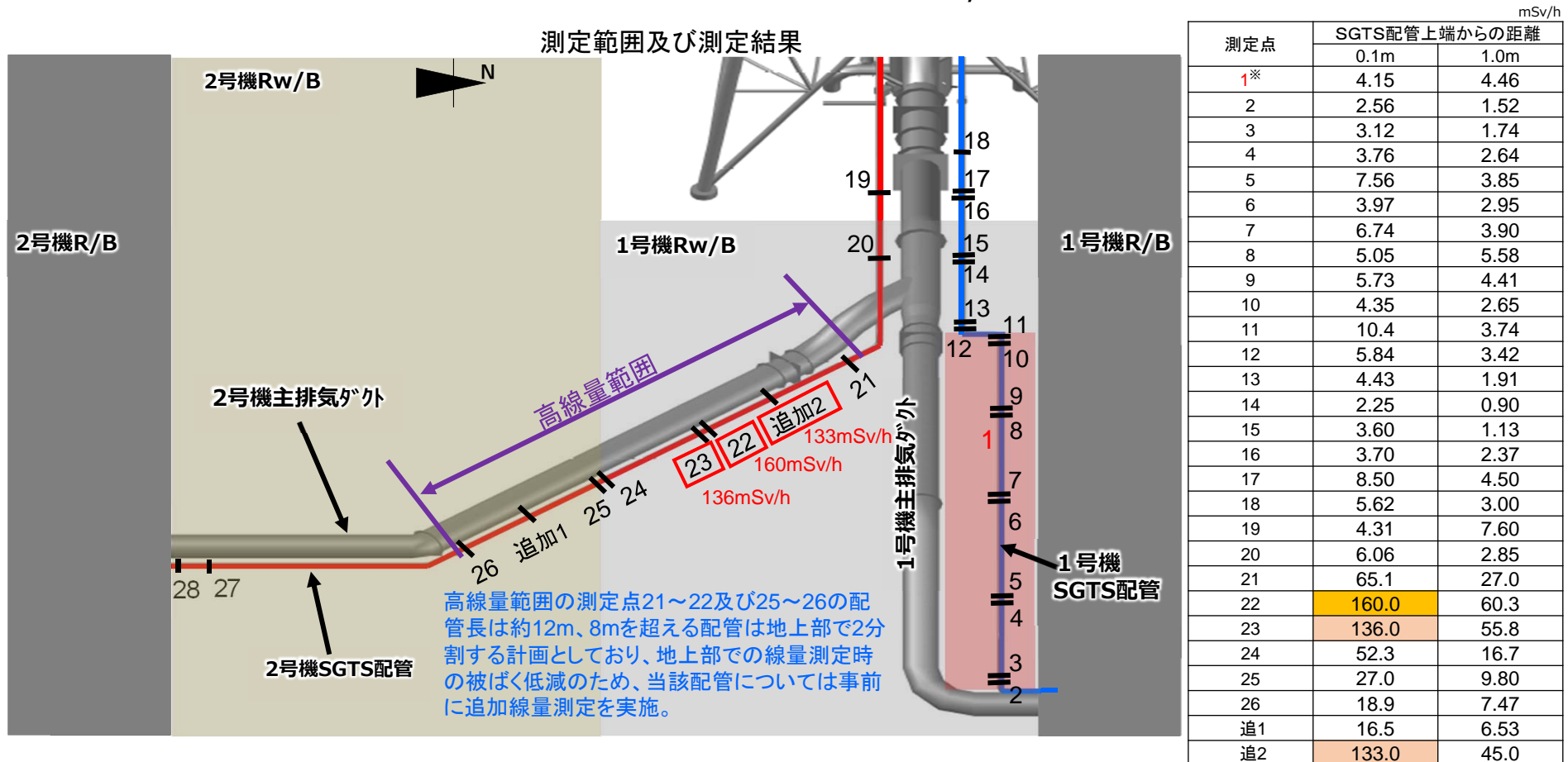
線量計仕様	
品名	電離箱式サーベイメーター (デジタル表示) (ICS)
測定範囲	0.001～300mSv/h



SGTS配管外面線量測定イメージ図

(1) SGTS配管線量測定結果

- ・ 下記に示す通り、配管線量率は2号機側が高く1号機側低い結果となった。（昨年と同傾向）
- ・ これらは、ベント流速が速かった1号機配管より2号機は原子炉建屋内のSGTS系機器（フィルタ、ラプチャーディスク等）が抵抗となり流速が抑えられ滞留したものと推測している。
- ・ なお、2号機配管で高線量が確認された範囲（測定点21～26）の配管位置関係は、屋外配管のハイポイント（測定点20）より約1.2m低く、2号機R/Bからは水平位置となっている。



※左記赤枠内上部3.0mにおいて最も高線量箇所を測定

参考資料3

【構外施設でのモックアップ状況】

〈参考〉 構外モックアップ施設



〈参考〉 配管穿孔（穴開け） モックアップ状況

