

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去の 進捗状況について

2021年10月28日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

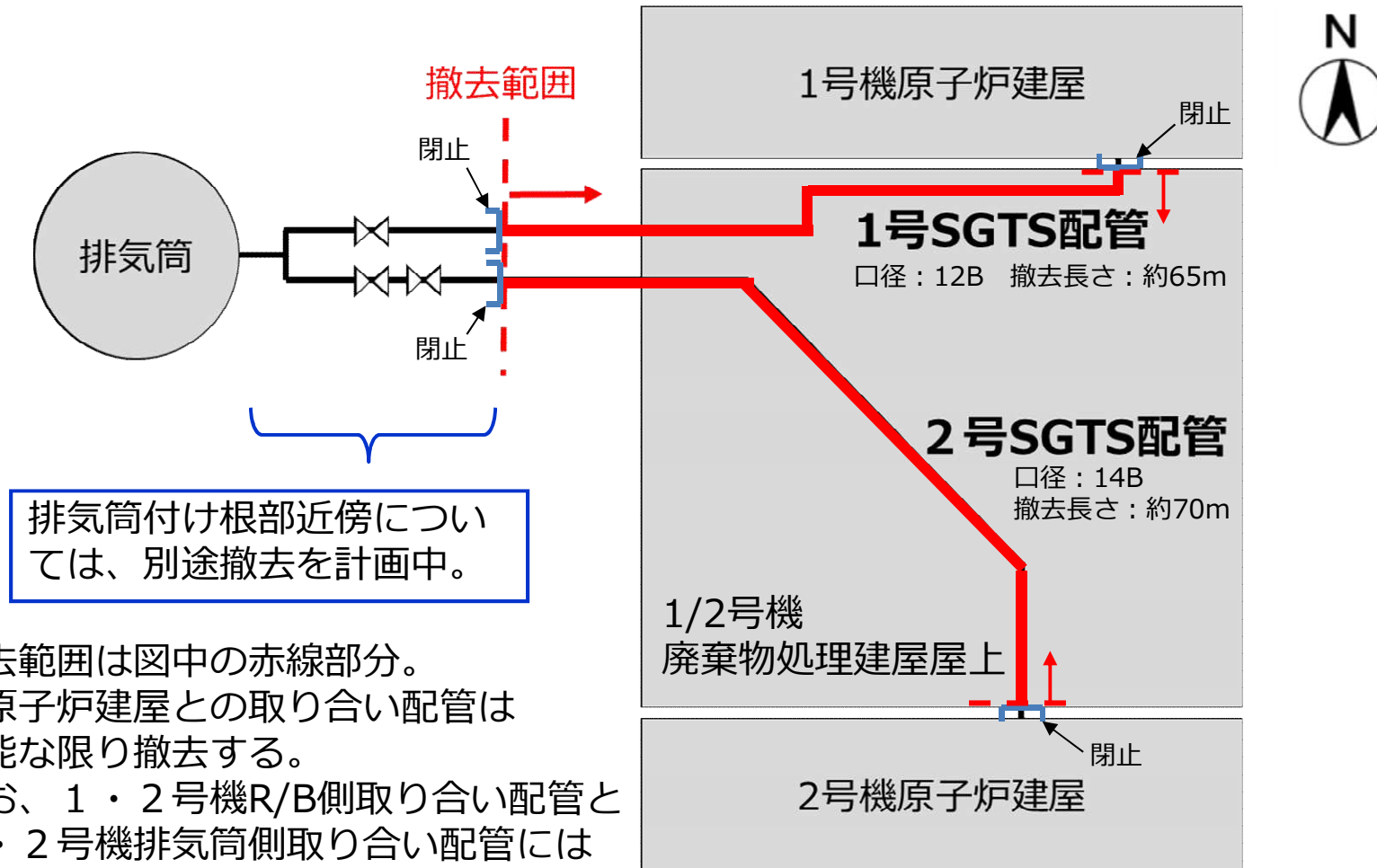
1. 概要

■ 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。

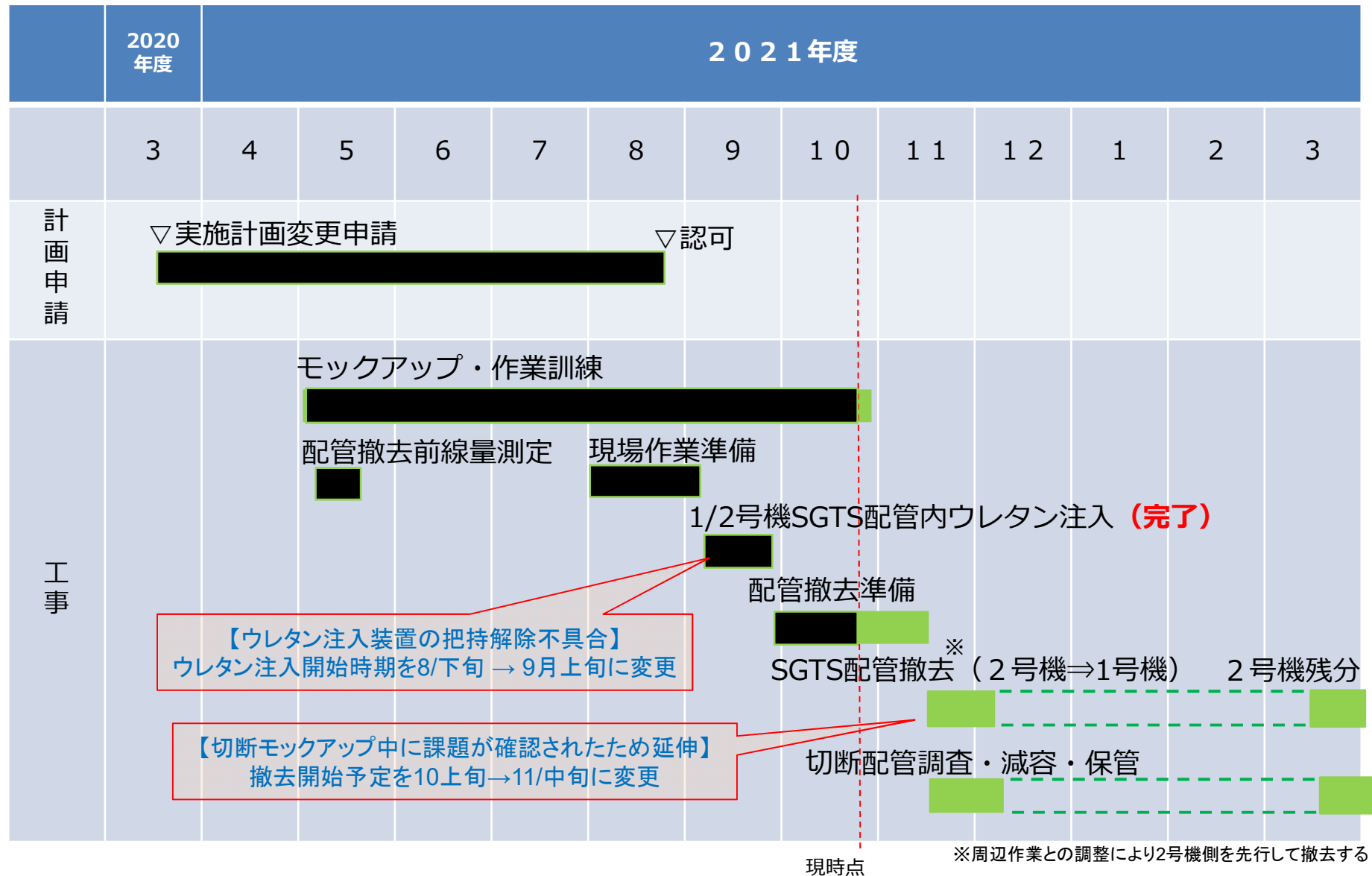


2. 配管撤去範囲



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. 1 / 2号SGTS配管撤去工程



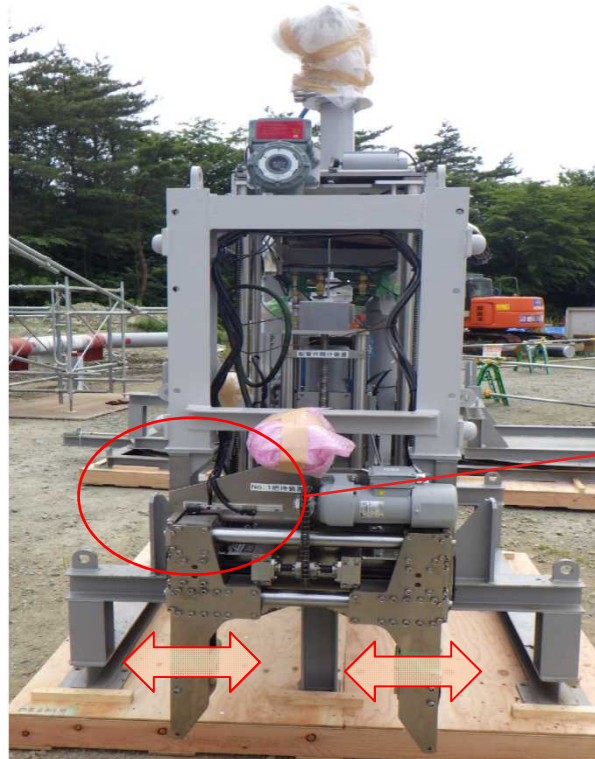
4. 配管内ウレタン注入作業前に於ける把持装置の不具合概要について **TEPCO**

➤ 事象概要

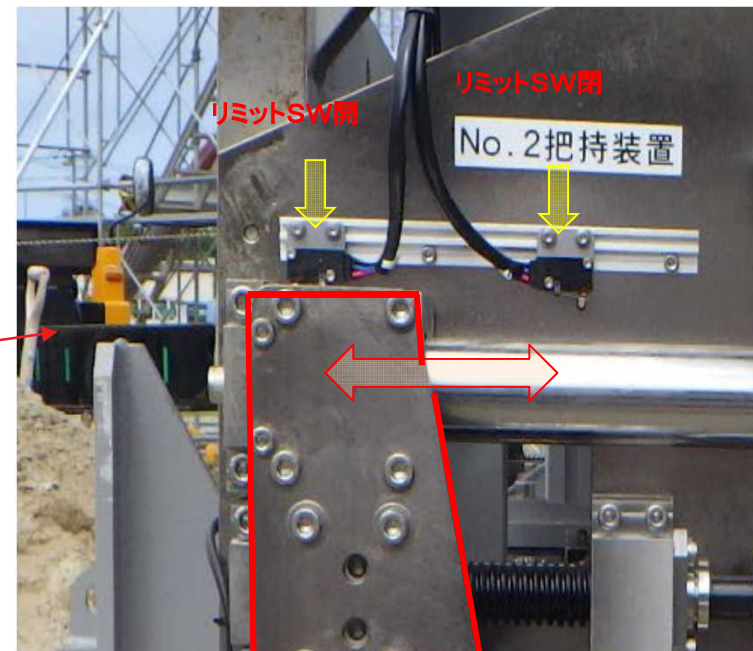
2021年8月28日、ウレタン注入装置実機モックアップ作業（実配管把持・把持開放確認）において、配管把持後に開放スイッチ操作をしても動作しない事象が発生した。

その後、把持力（バネ力）より大きい力を引っ張り方向に加え、強制的に把持解除を実施した。（実施日：2021年8月29日）

なお、モックアップ作業日に事前動作確認を2回実施したが、ウレタン注入装置の把持・開放動作には異常は確認されなかった。



ウレタン注入装置外観



リミットスイッチ部拡大

4. 配管内ウレタン注入作業前に於ける把持装置の不具合概要について **TEPCO**

➤ 原因調査

吊降ろしたウレタン注入装置の目視確認等により、機械的（把持部、リミットスイッチ等）な部分には異常が見られなかったことから電気系である可能性が高いと推定し調査を実施した。

・ 調査結果

導通確認及び触手により、把持 1 装置～電源ボックス間コネクタの接触不良を確認した。

➤ 推定原因

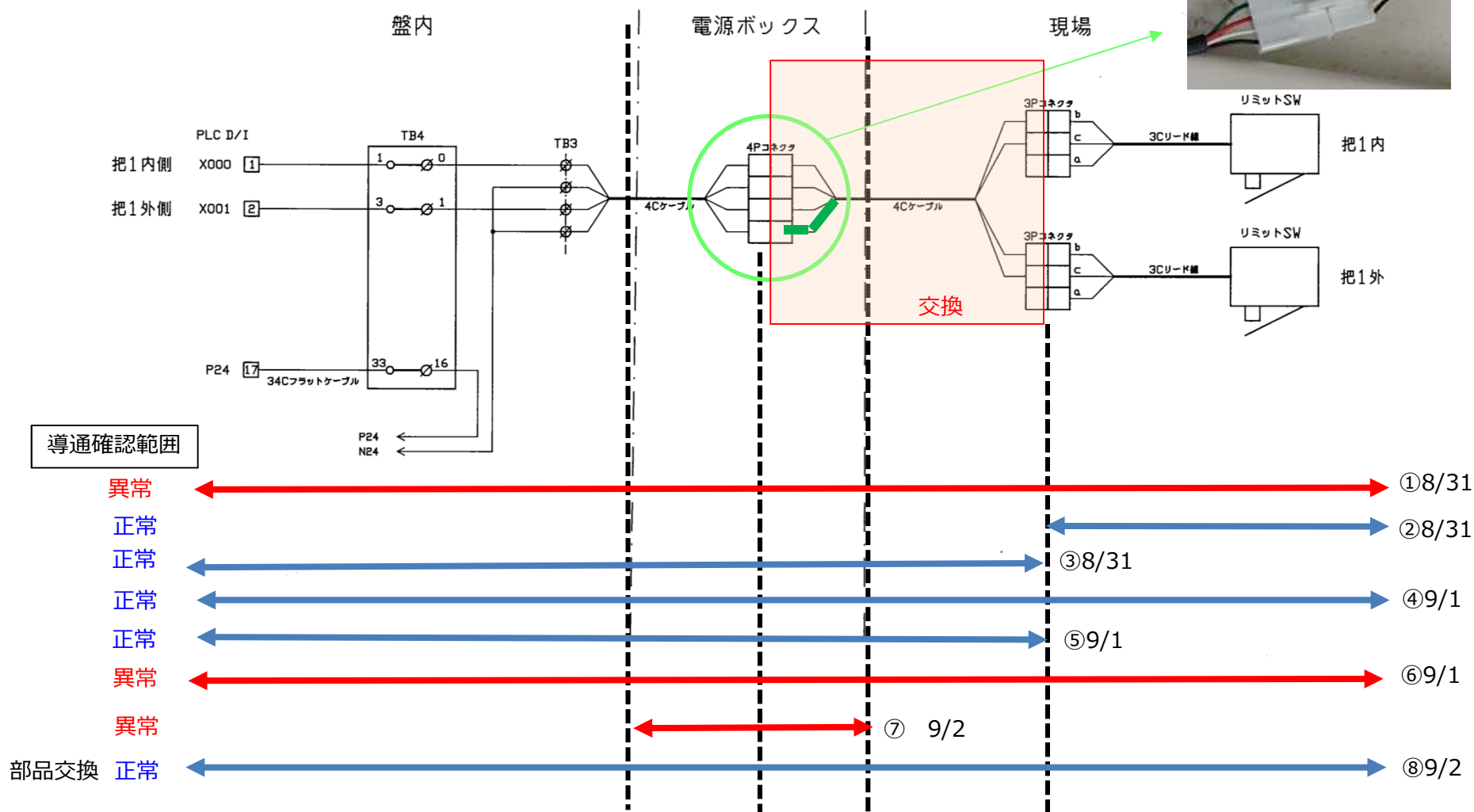
電源ボックス盤内を開放し、クレーンによる吊上げ・吊下げ確認を実施したところ、当該のコネクタ部に振れが発生し、コネクタ端部のケーブルに影響を与えている可能性があることが判明した。

➤ 対策

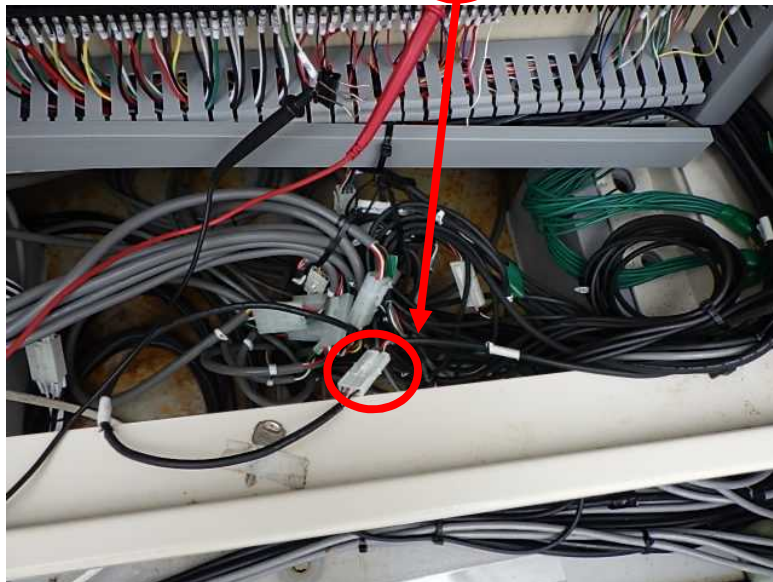
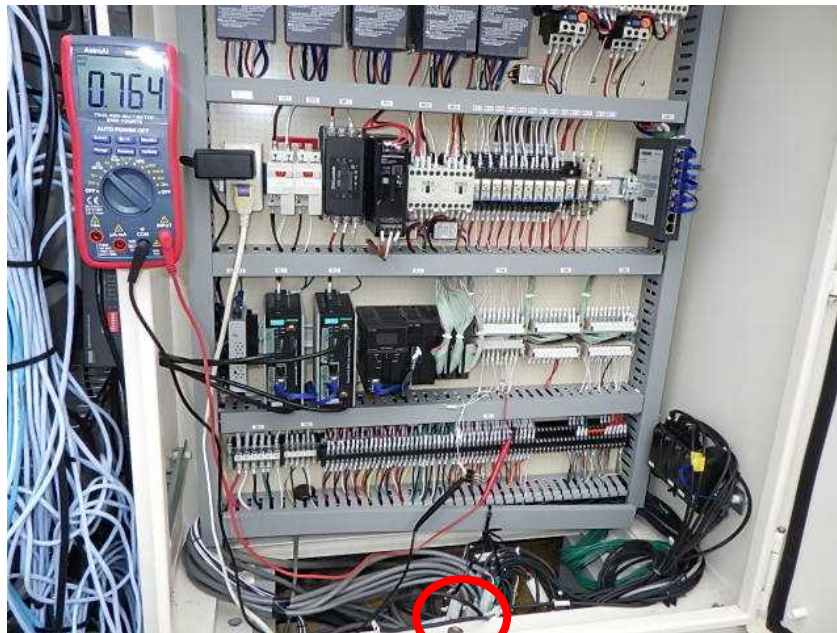
- ・ 不具合の確認されたケーブルコネクタ一式の交換。
- ・ 交換にあたり、単体試験（目視・緩み・導通）を実施。
- ・ 盤内ケーブルコネクタ及び信号系ケーブル全数の目視・緩み・導通を確認。
- ・ 当該コネクタ部以外にも、制御盤内でケーブルに揺れが確認された箇所について、ケーブルの整線を行い新規設置したサポートに固定。

＜参考＞ 導通確認結果（制御盤内～電源ボックス～把持装置）

- ✓導通確認の結果，4Pコネクタ部（外側配線：緑）に接触不良（導通不良）が確認された。
 なお、コネクタを含むケーブル交換後再現性に問題ないことを確認した。

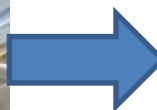
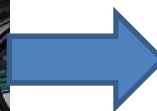


<参考> 制御盤内接触不良コネクタ



＜参考＞ 配線処理実績

TEPCO



＜参考＞ サポート追設状況

TEPCO



サポート追設

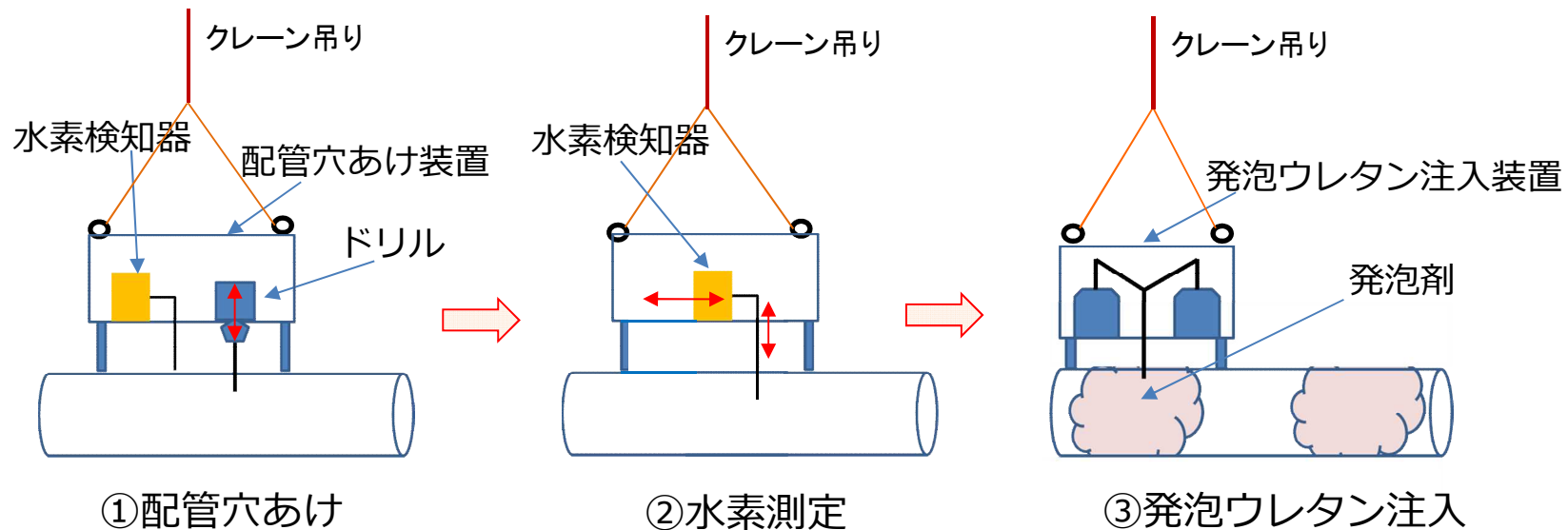
サポート追設後状況



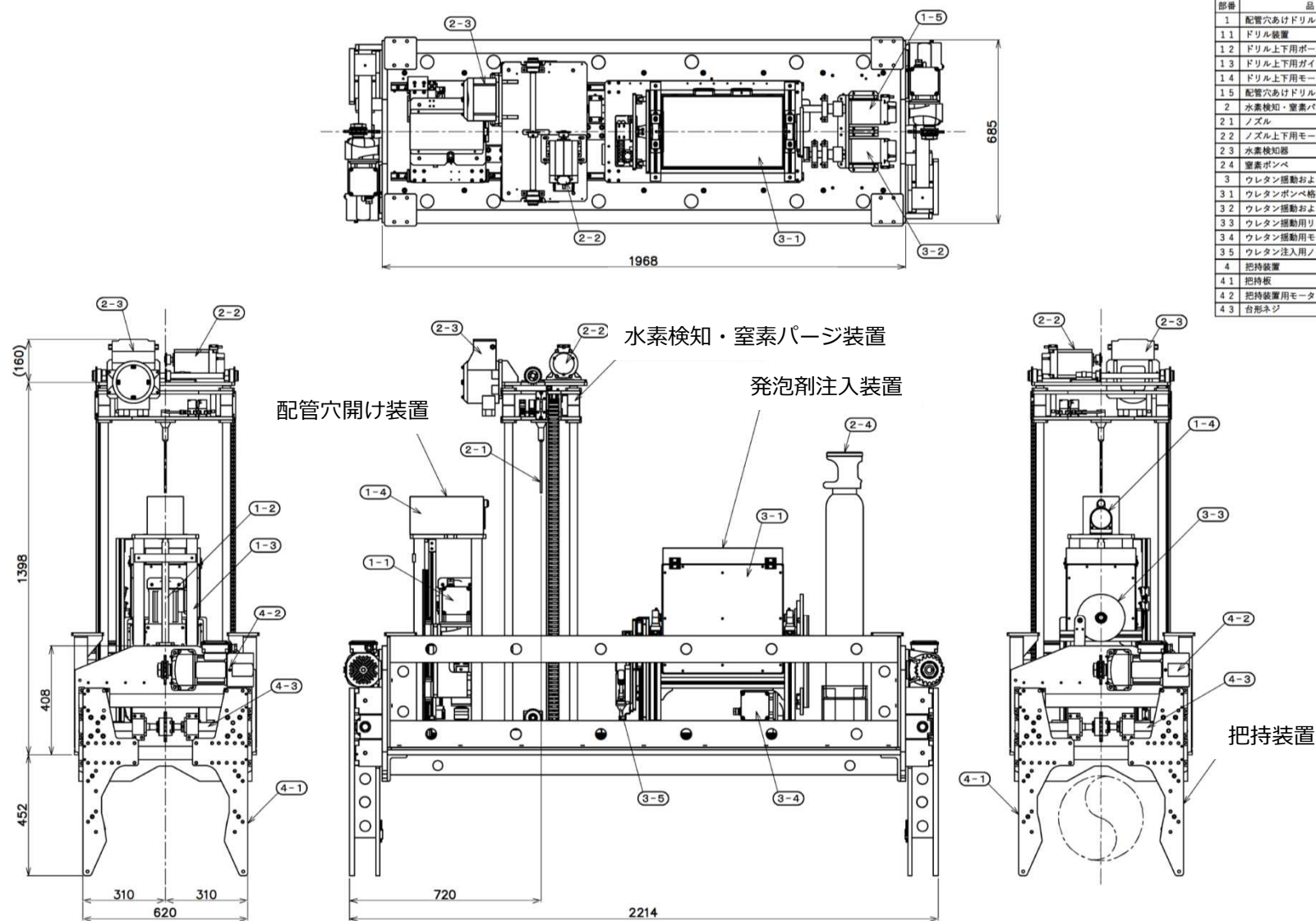
5. ウレタン注入作業実績

➤ SGTS配管穿孔・ウレタン注入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配管切断箇所に発泡ウレタン（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。

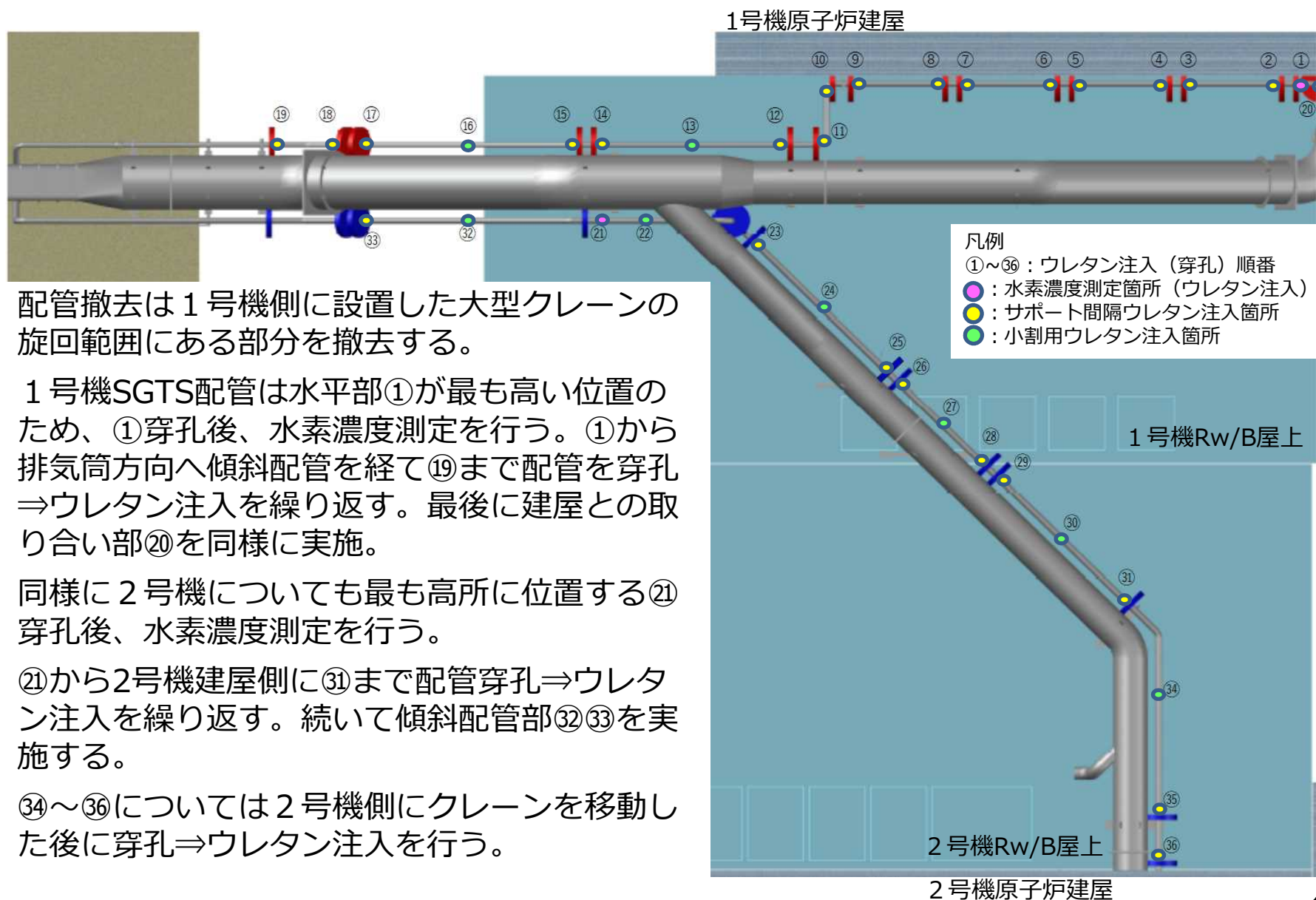


5. ウレタン注入作業実績（装置概要）



部番	品名	数量
1	配管穴あけドリル装置	1式
1.1	ドリル装置	1
1.2	ドリル上下用ボールねじ	1
1.3	ドリル上下用ガイド	2
1.4	ドリル上下用モータ	1
1.5	配管穴あけドリル装置移動用モータ	1
2	水素検知・窒素パージ装置	1式
2.1	ノズル	1
2.2	ノズル上下用モータ	1
2.3	水素検知器	1
2.4	窒素ポンプ	2
3	ウレタン揺動および噴射装置	1式
3.1	ウレタンポンプ格納箱(ポンプ2本) (揺動)	1
3.2	ウレタン揺動および噴射部移動用モータ	1
3.3	ウレタン揺動用リンク	1式
3.4	ウレタン揺動用モータ	1
3.5	ウレタン注入用ノズル	1
4	把持装置	1式
4.1	把持板	4
4.2	把持装置用モータ	2
4.3	台形ネジ	2

5. ウレタン注入作業実績（配管穿孔箇所）



5. ウレタン注入作業実績（施工結果）

○作業実施期間

: 2021.9.8～2021.9.26

○配管穿孔箇所数

: 33箇所（ウレタン注入含む）

○水素濃度確認結果

: 配管穿孔No.1～19及びNo.21～33【水素0.00%】

: 配管穿孔No.20【水素0.21～0.31%※】

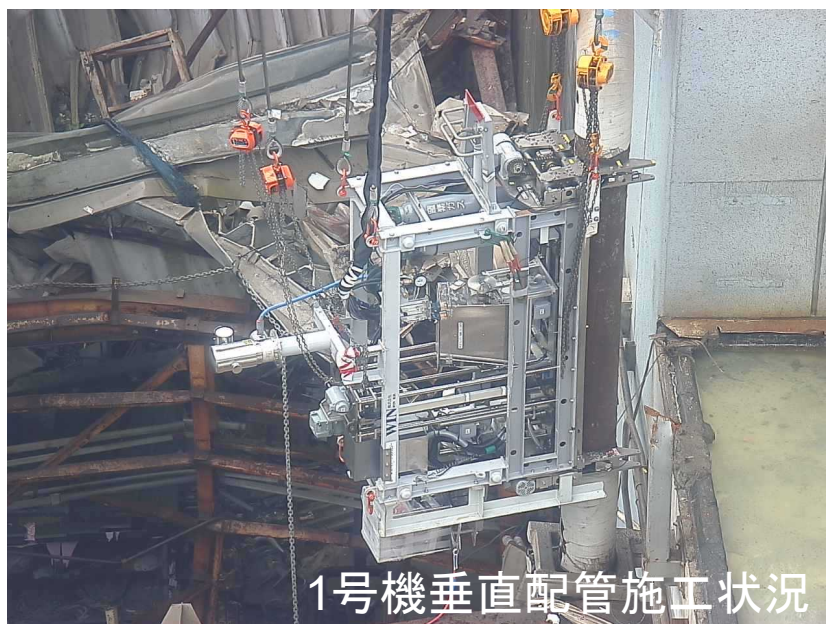
※4回測定した最小～最大を記載

○作業中の放射性ダスト監視

: 日々の作業開始前後のダスト濃度に変化は確認されていない。また、周辺のダストモニタにおいても異常は確認されていない。



水平配管施工状況

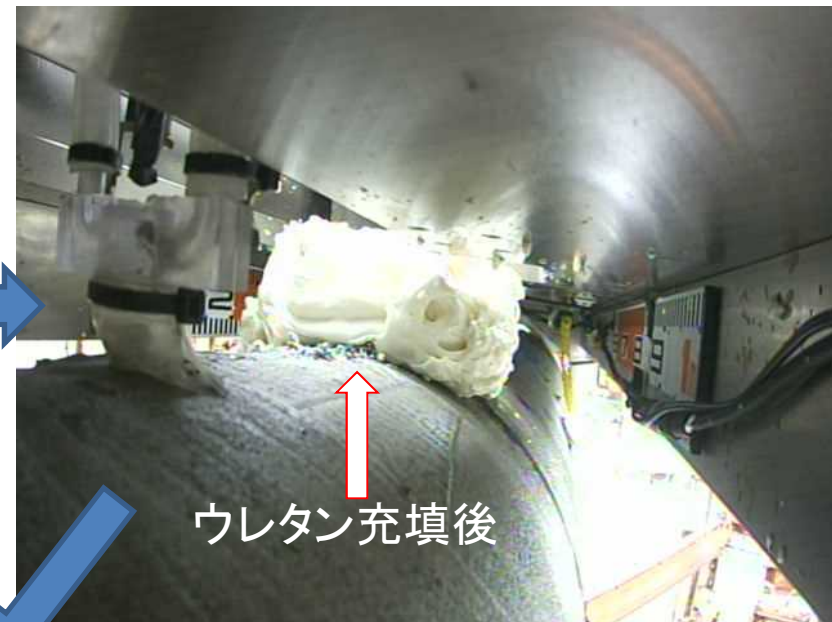


1号機垂直配管施工状況



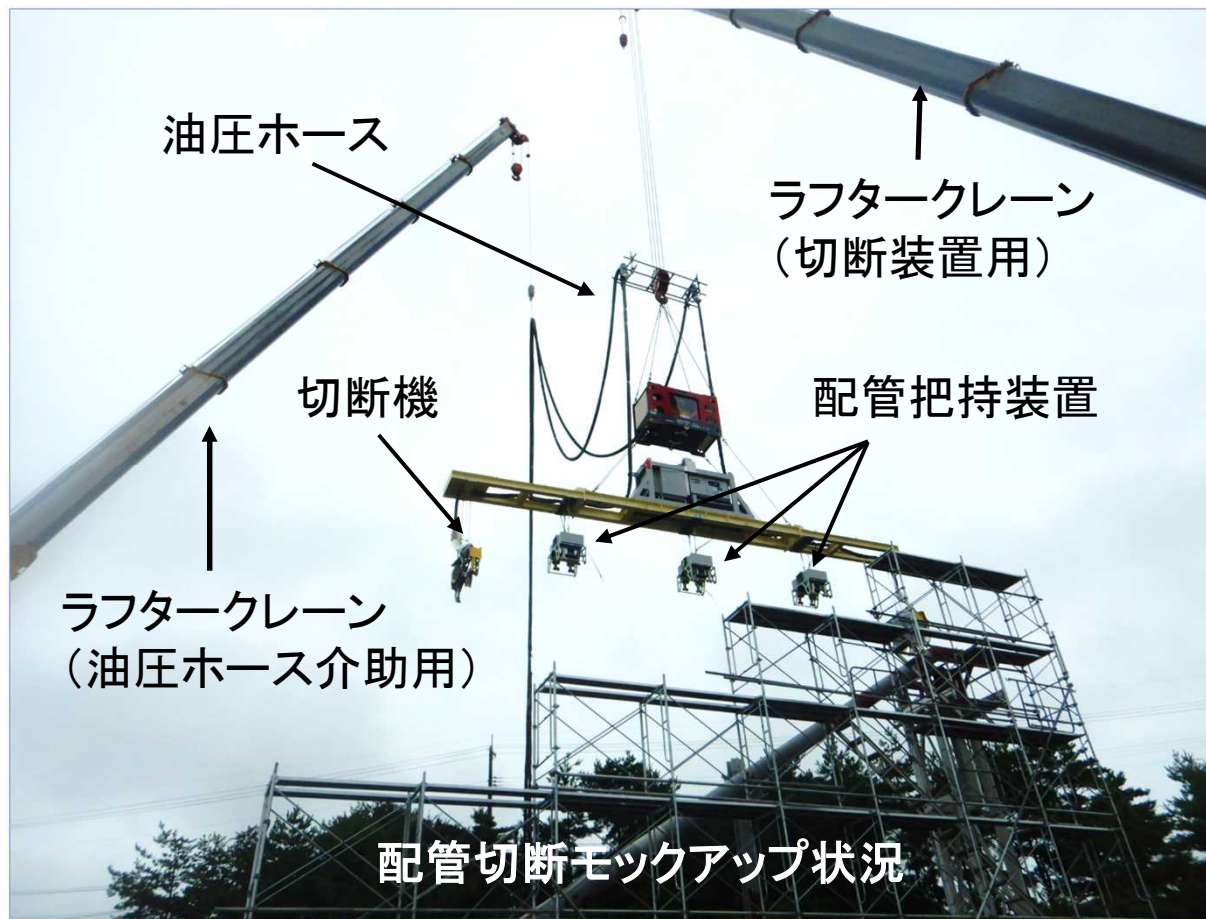
傾斜配管施工状況

5. ウレタン注入作業実績（施工状況）



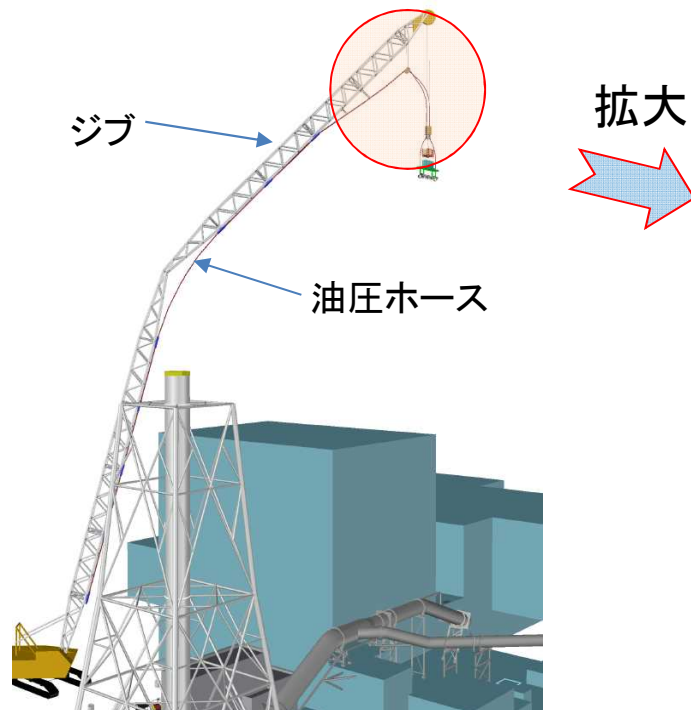
6. SGTS配管切断モックアップの延伸（モックアップ状況）

- 1F構外（広野町）にて配管切断モックアップを実施し、問題なく切断可能を確認。
- 油圧ホースについては、現場に配置するクローラークレーンの構造上敷設可能と判断していた。（モックアップでは油圧ホース介助用のラフタークレーンを使用）



6. SGT5配管切断モックアップの延伸（作業方法の再検討）

- 油圧ホース敷設ルートをクローラークレーンの精密模型，図面を用いて再確認を行ったところ、ジブ先端部の油圧ホース受け（プラスチック：固定式）が滑りにくく引っ掛かり、油圧ホースが損傷する恐れがあることを確認した。
- 材質や構造の変更を検討した結果、下図に示す通りジブ先端部のホース受けを回転式とすることで引っ掛かりが解消できることを確認した。
- 現在、新規回転式油圧ホース受けを取付てのモックアップ（1F構外）にて、スムーズに動くことが確認できたため、1F構内への搬入準備中。
- 1F搬入後も実機クレーンでの操作訓練を重ね、問題がないことを確認したうえで、11月中旬頃～作業に着手予定。



参考資料
(2021.8.26事務局会議資料抜粋)

<参考> 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号機力バー建屋）
 - 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. 配管内窒素パージ（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号機力バー建屋へ運搬）
- 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号機力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

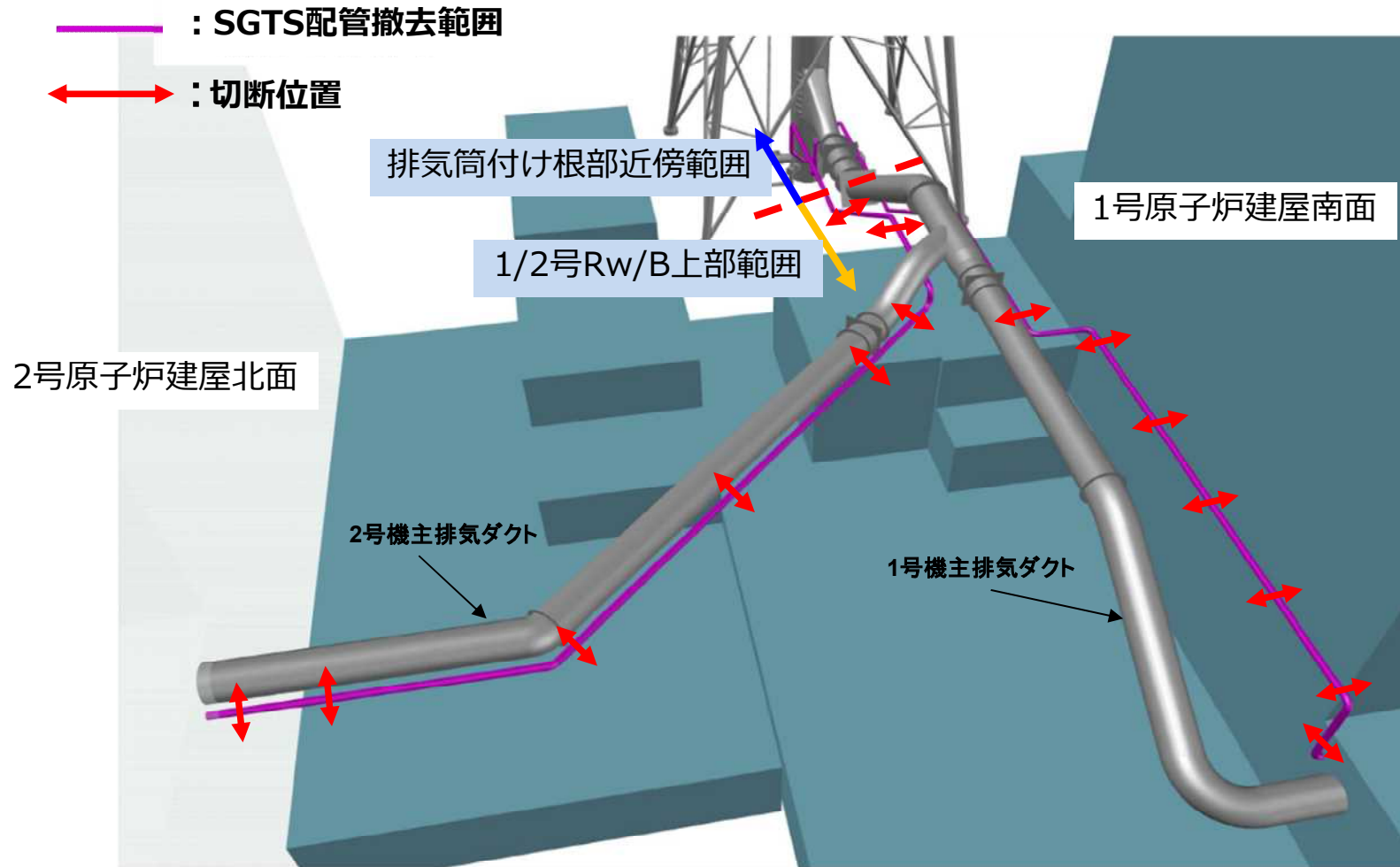
＜参考＞ 構内作業エリア図

TEPCO



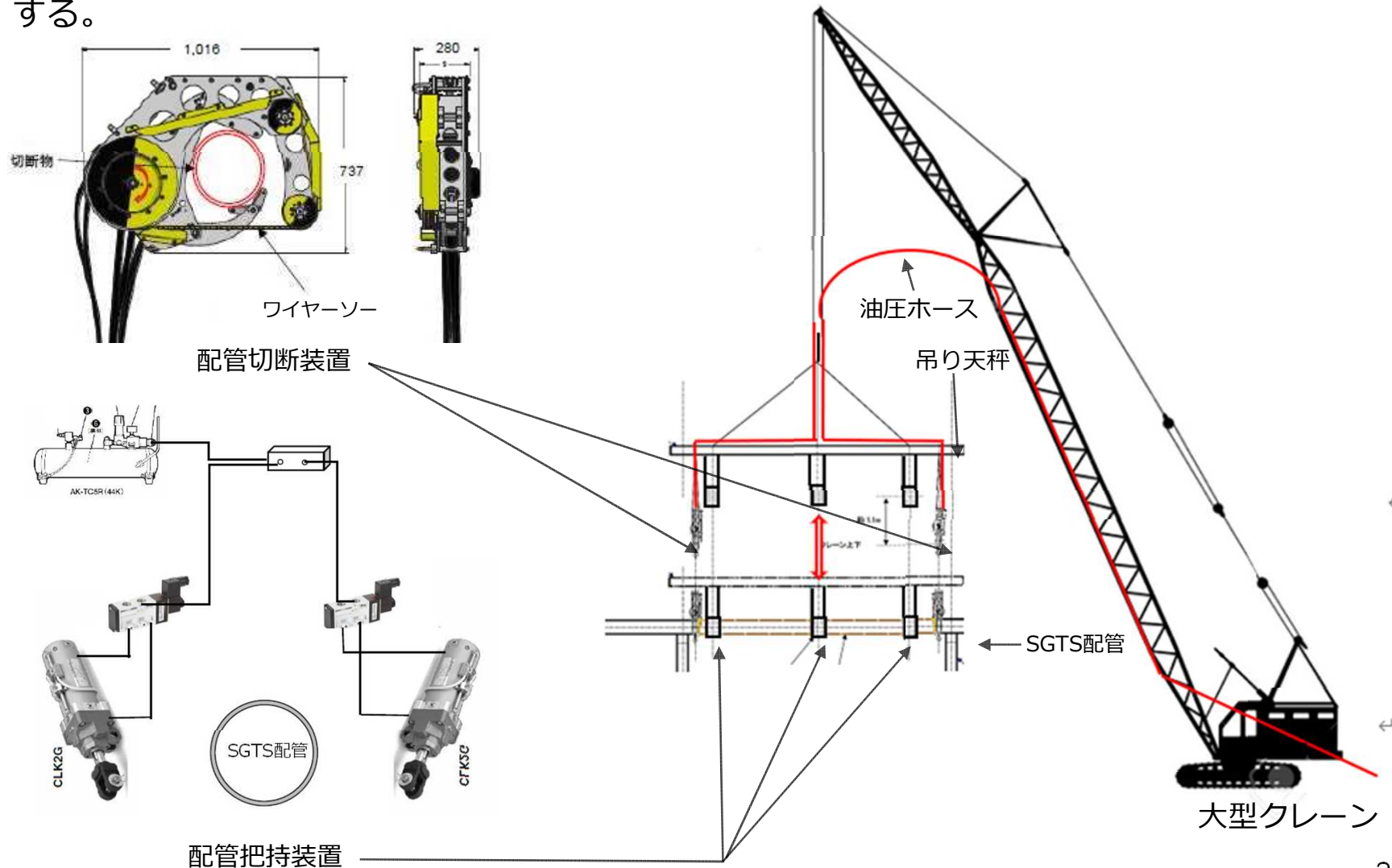
<参考> SGT S配管立体図

■ 撤去対象配管について（東側から見る）



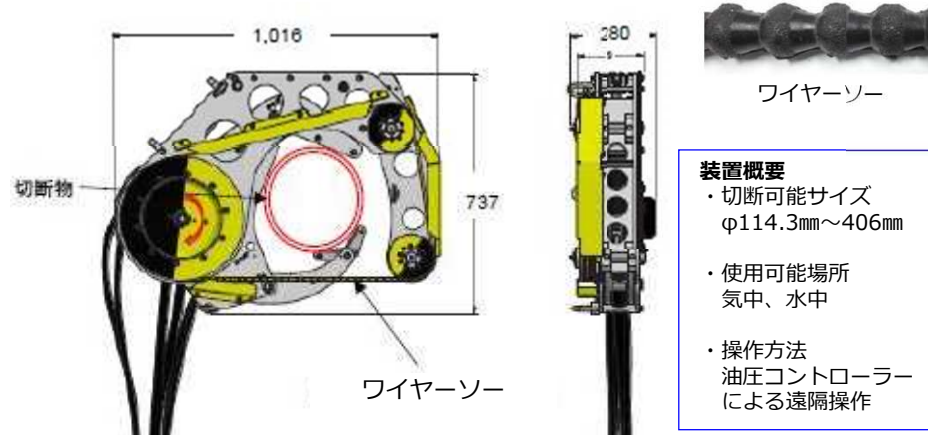
＜参考＞ 配管切断装置概要

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クレーンで移動する。



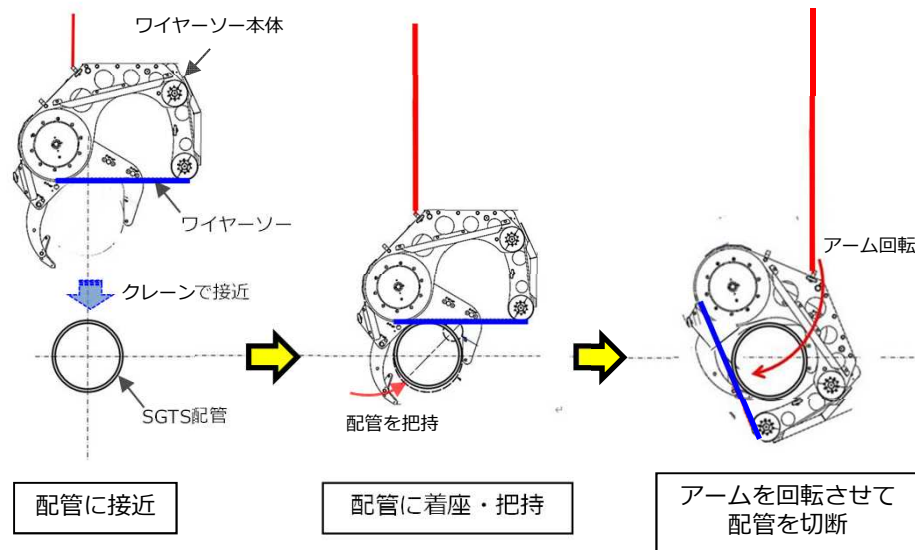
<参考> 配管切断・把持概要

■ 配管切断装置



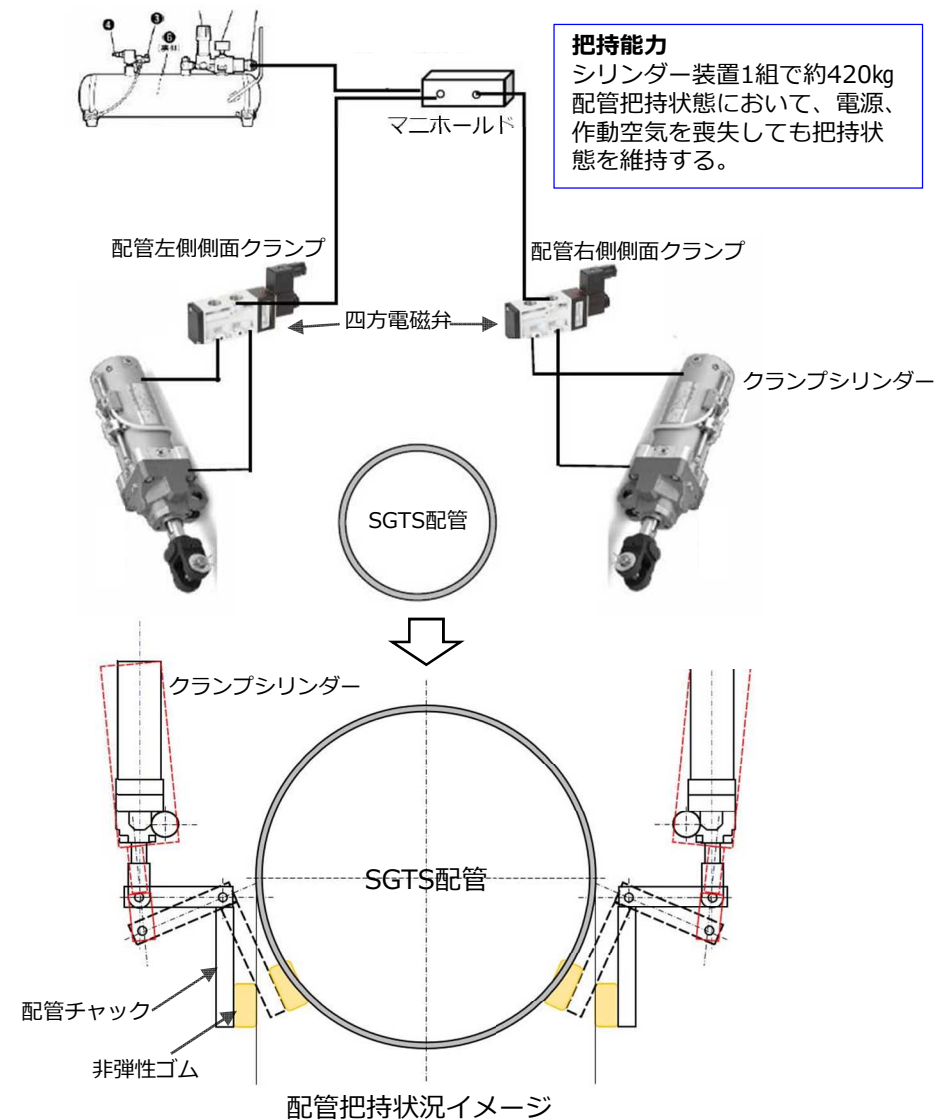
装置の特徴

- ・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。



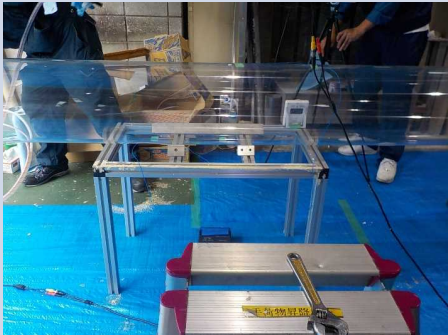
配管把持・切断イメージ

■ 配管把持装置 (シリンダー装置)



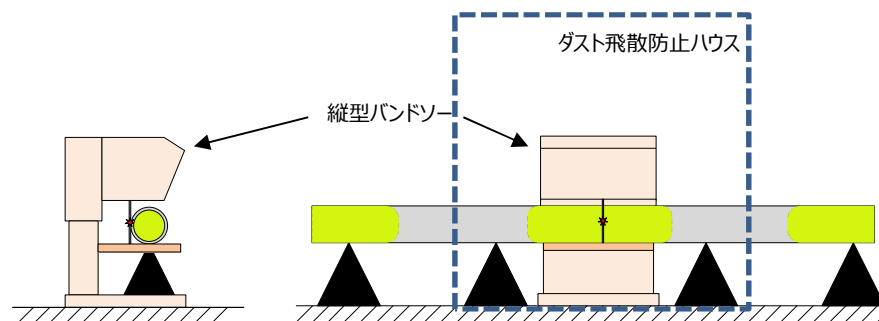
＜参考＞試験状況（発泡ウレタン注入・配管切断）

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。

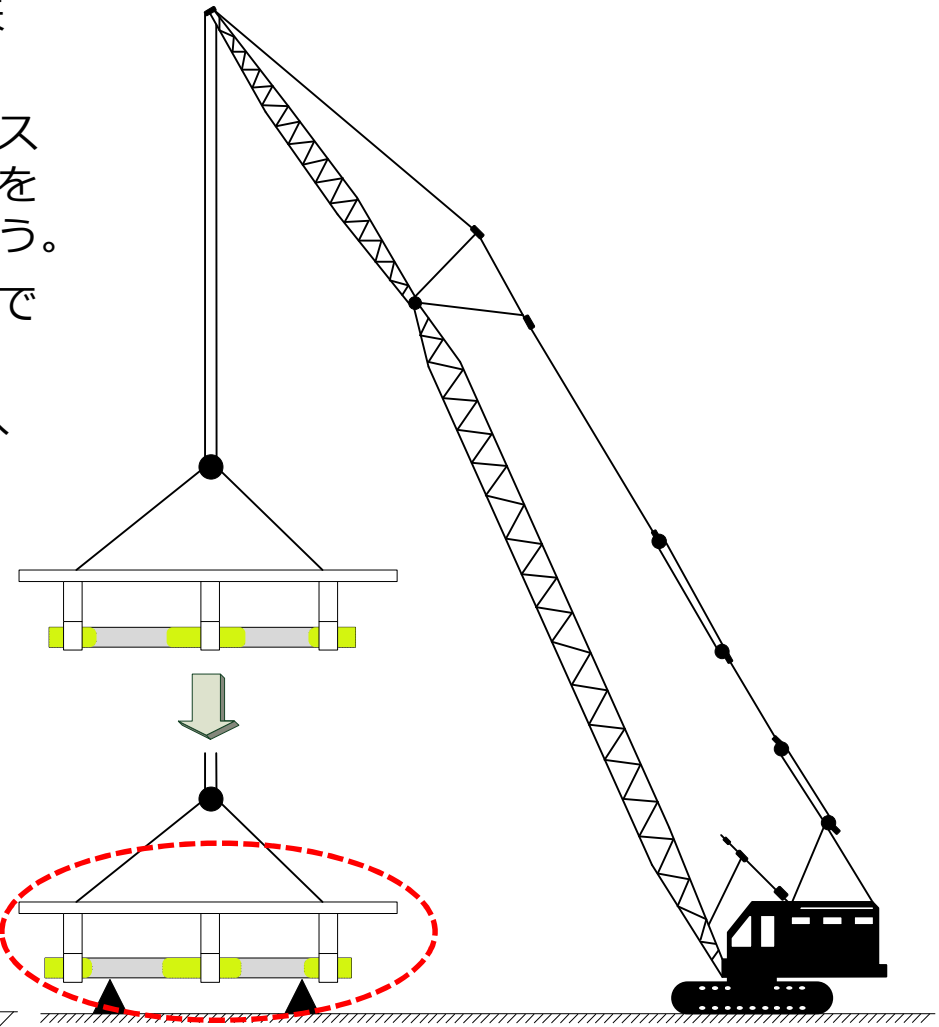
	アクリル管での模擬	同材質配管での模擬		ワイヤーソーによる切断
注入前			切断	
注入中			切断面の状況	
閉塞				

<参考> 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。



SGTS撤去配管細断イメージ図（左：側面図、右：正面図）



SGTS撤去配管吊卸し図

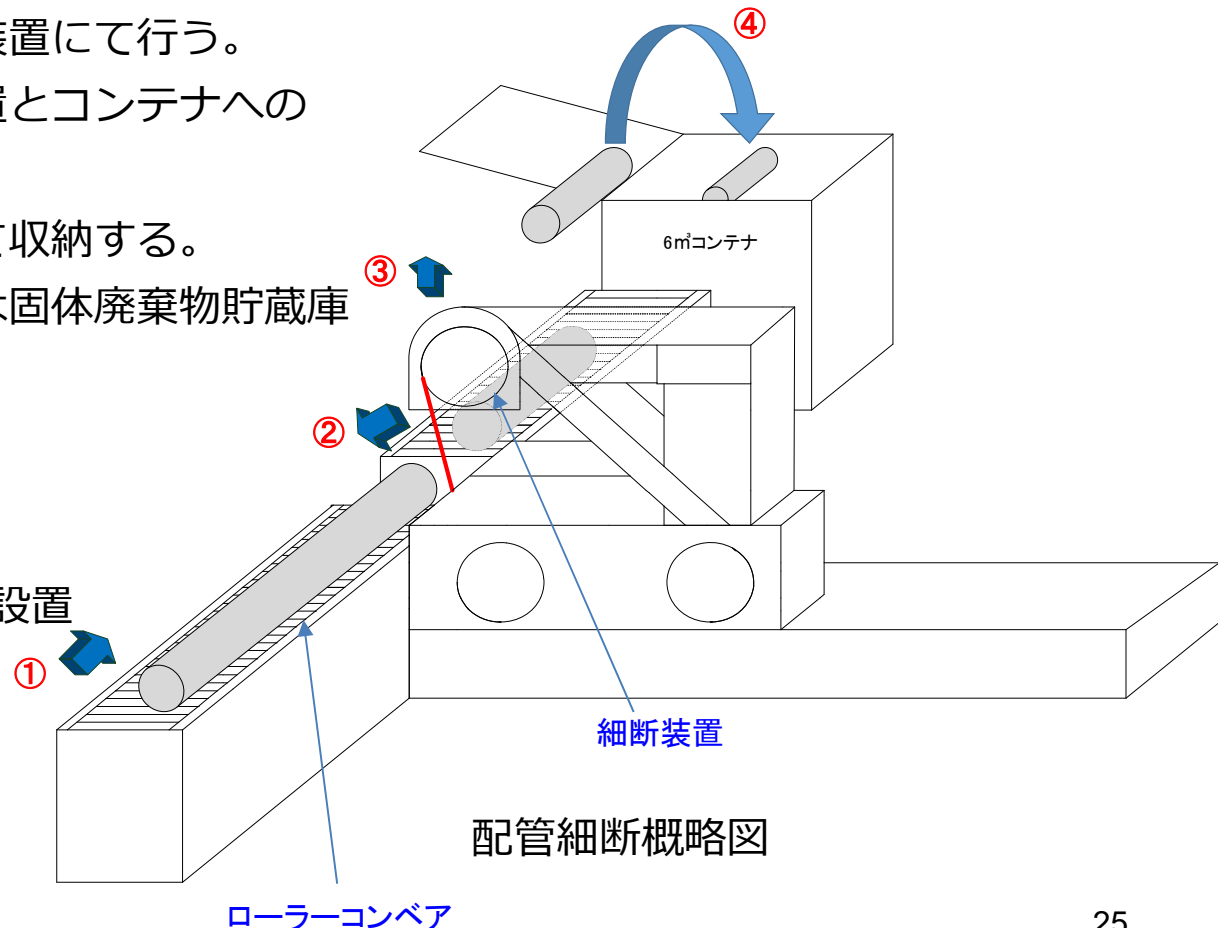
＜参考＞ 配管細断概要（配管減容・収納・輸送）

TEPCO

- 撤去した配管は、4号機力バー建屋内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。

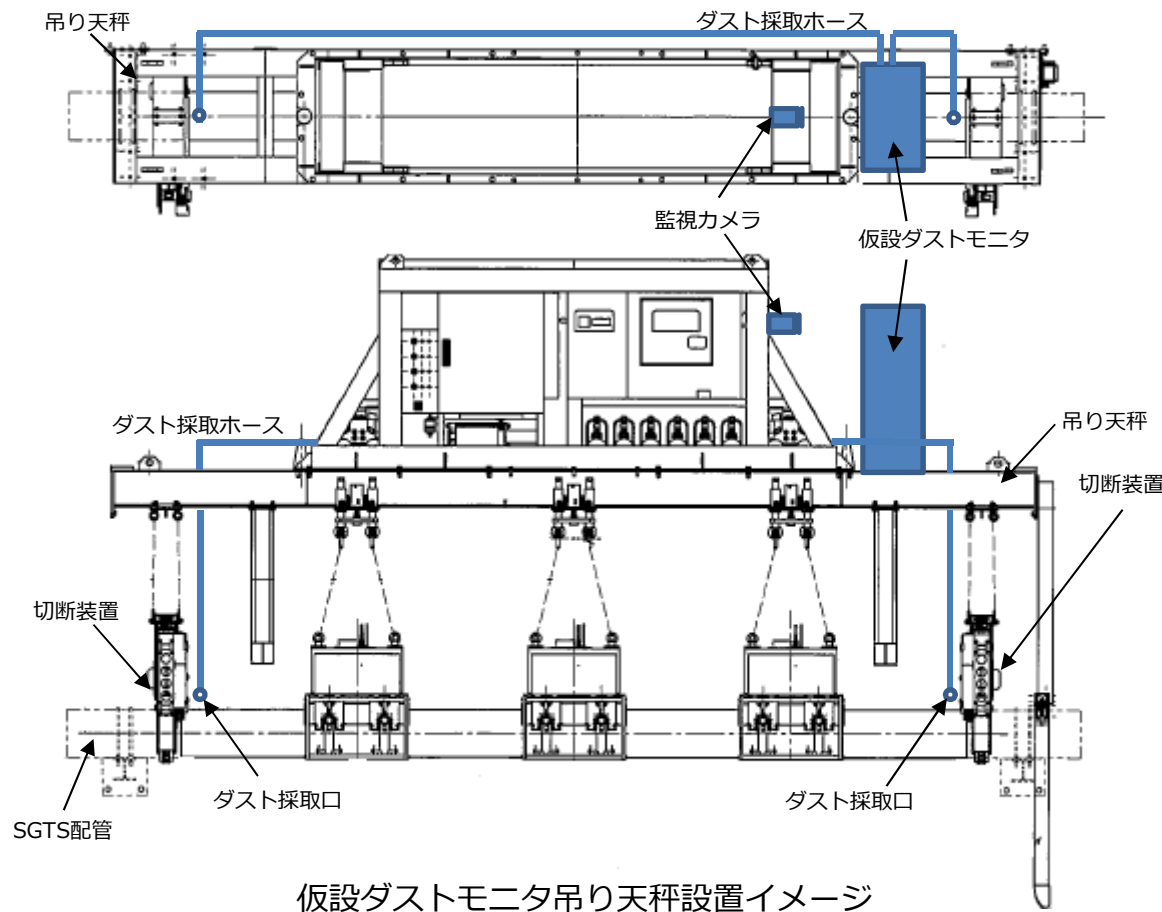
■ 配管減容・保管作業フロー

- 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

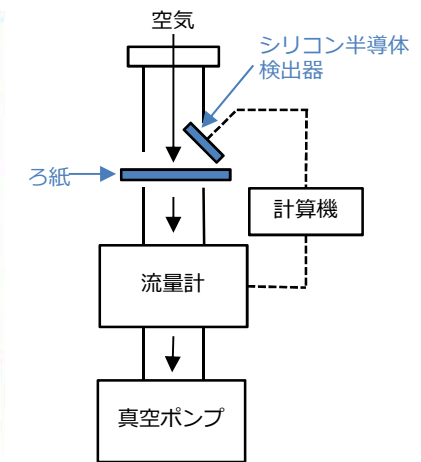


<参考> 仮設ダストモニタによる配管切断近傍における監視

TEPCO



仮設ダストモニタ



測定原理の概要図

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> 配管切断時におけるダスト飛散防止対策



■ 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、切断箇所には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。

• 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。

• 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。

• 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。

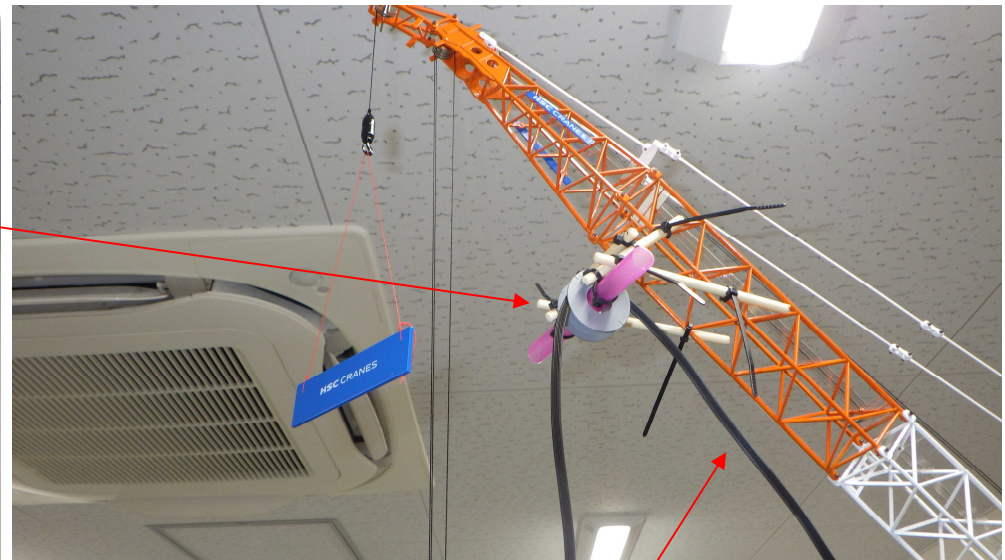
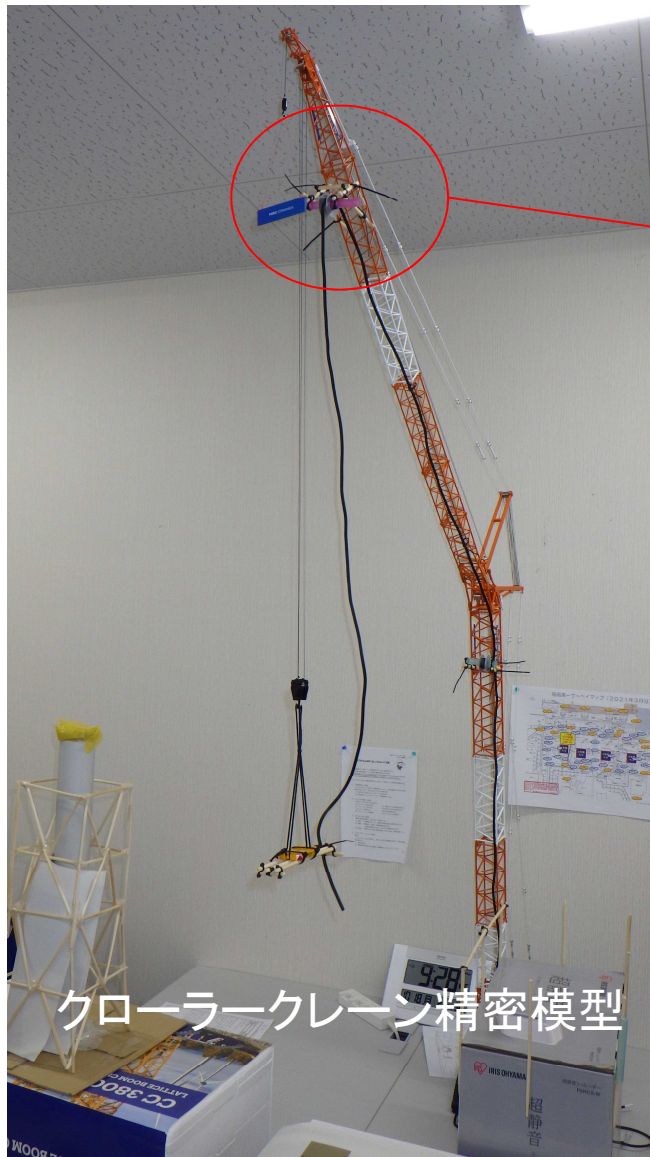
■ ダスト飛散防止対策と飛散率

- 今回のSGTS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 $5.9 \times 10^{-9} \text{ Bq/cm}^3$
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。

〈参考〉 構外モックアップ施設



〈参考〉クローラクレーン精密模型



参考資料

(第23回「東京電力福島第一原子力発電所
における事故の分析に係る検討会」資料抜粋)
【2021年10月19日開催】

1. 1 / 2号SGTS配管撤去に関連した事故調査項目

(1)放射線量率測定（2020年5月～2021年5月 実施済）

- 2020年5月にクレーン接近可能範囲（代表ポイント）の配管上0.1m及び1m上の線量測定を実施。
- クレーンにて接近不可能であった未測定部位（1号機側配管の一部）に対して、今回接近可能となったことから線量測定を実施。
- サポート間隔に合わせて配管を切断する計画のため、事前に切断箇所の線量情報を取得。（実施期間：2021年5月12日～2021年5月24日）

(2)ガンマカメラ測定（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）

- 細断場所(4号カバー建屋1階)にて、キャスク収納前にγカメラによる測定を実施。
- γカメラ測定では、汚染状態をマッピングする。

(3)配管内部確認及びスミア採取（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）

- γカメラで高汚染が確認された部分で且つ、発泡ウレタン材が注入されていない部位の内部確認（映像取得）及びスミア採取を行う。なお、スミアろ紙は配管とは別に保管する。

(4)配管サンプル採取（2021年11月中旬～2021年12月上旬 計画中）

- γカメラで高汚染が確認された部分で且つ、発泡ウレタン材が注入されていない部位のサンプルを採取（幅数c mの輪切り状）し、撤去配管とは別に保管する。

(5)スミア／配管サンプル分析（現在検討中）

- スミア分析及び配管サンプル分析については、1 F 構内に設置中のJAEA第一棟又は東海・大洗研究所での分析を検討中。

2. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査 (1/3)

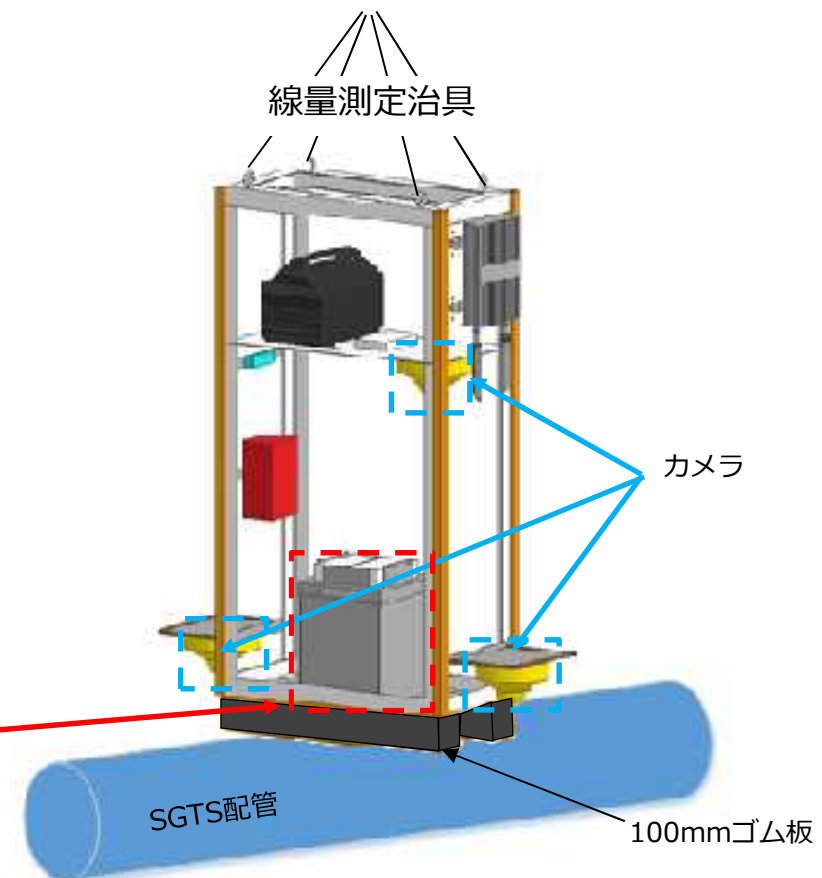
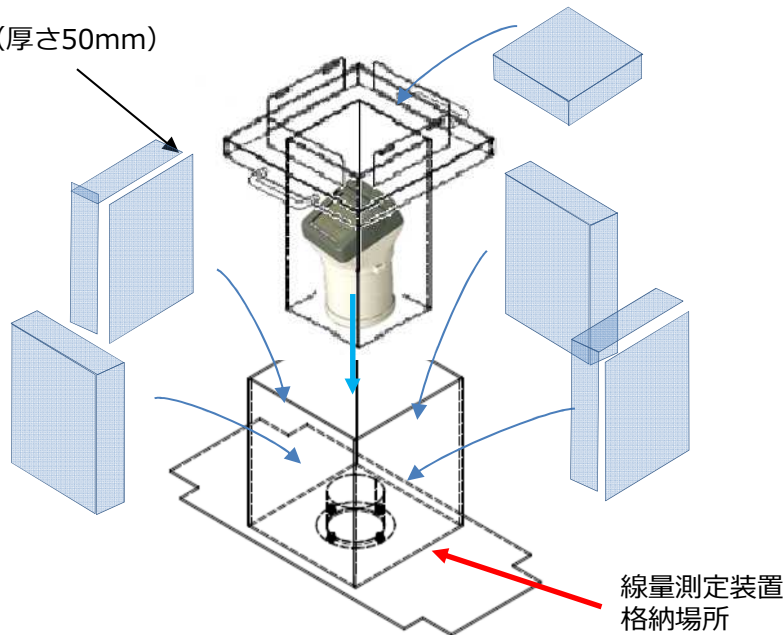
○ 実施内容

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に装着し、750tクローラクレーンにて吊上げSGTS配管直上0.1m及び1m高さの線量調査を実施。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

2020年5月14日（木）、5月15日（金）

鉛（厚さ50mm）



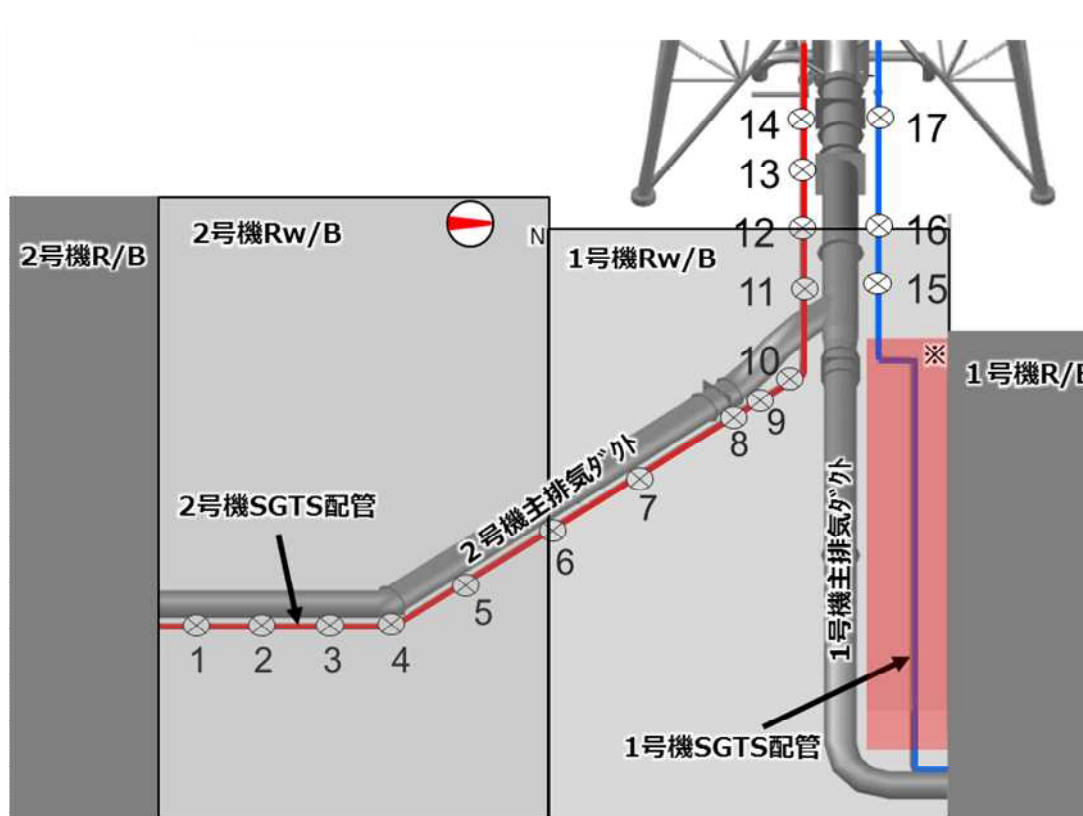
SGTS配管外面線量測定イメージ図

線量計仕様		
品名	電離箱式サーベイメーター(ICW)	電離箱式サーベイメーター(デジタル表示)(ICS)
測定範囲	0.001～1000mSv/h	0.001～300mSv/h

2. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査(2/3)

(1) SGTS配管近傍線量調査結果

- 1号及び2号Rw/B上部のSGTS配管近傍の放射線量を概ね3～5m間隔で測定を実施。
- 測定ポイントのうち比較的高い放射線量はNo.8、No.9、No.13、No.14にみられ、最も高い値は、No.13の2号機SGTS配管表面から高さ0.1mの位置で約650mSv/hであった。



※ 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

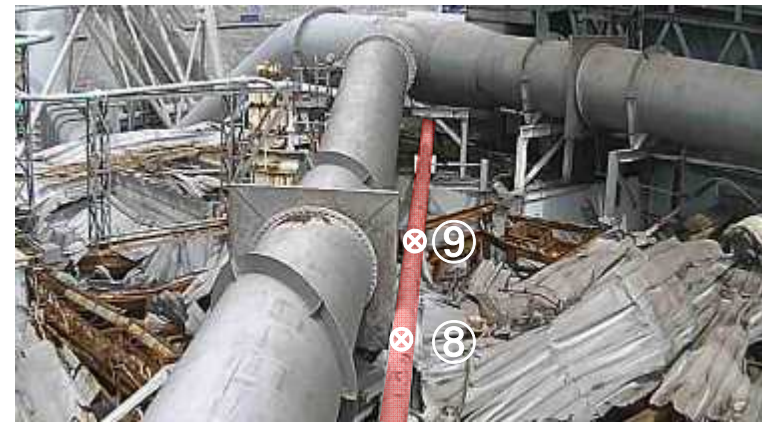
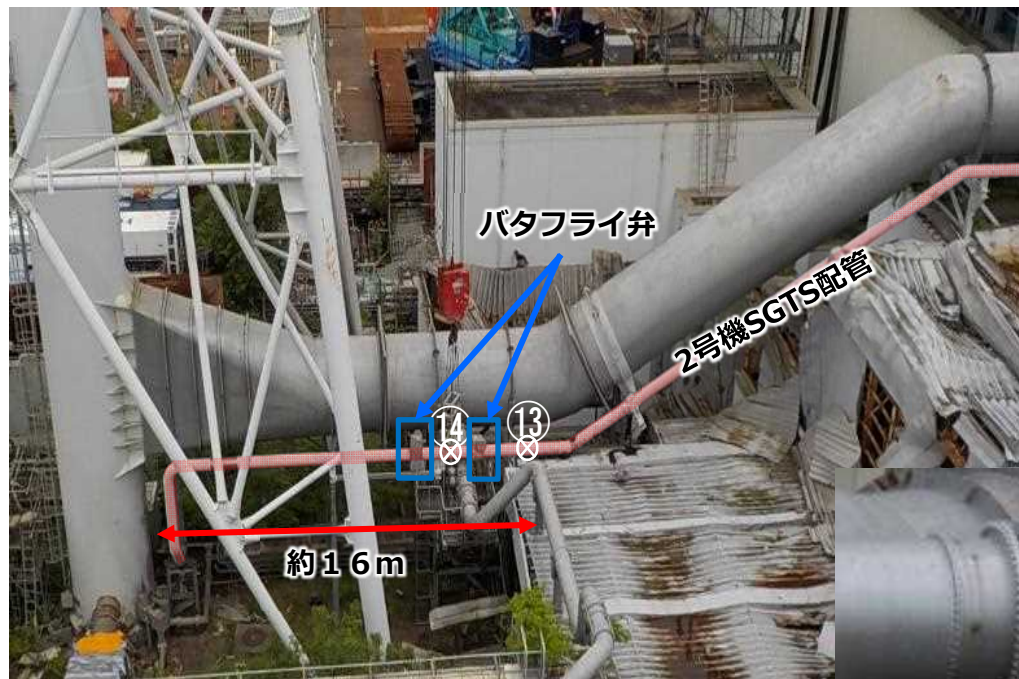
測定ポイント	SGTS配管	
	配管表面(0.1m)	配管上部(1m)
1	6.0	3.0
2	8.0	4.0
3	17.0	5.0
4	26.0	8.0
5	27.0	12.0
6	20.0	8.0
7	60.0	30.0
8	150.0	85.0
9	160.0	50.0
10	60.0	40.0
11	11.0	3.0
12	4.3	2.5
13	650.0	160.0
14	400.0	130.0
15	2.0	1.0
16	2.0	1.4
17	4.0	3.0

※排気筒下部最大線量: 4350mSv/h

2. 2020年 1/2号機SGTS配管線量調査(3/3)

(2) 高線量箇所について

- ・ 高い放射線量が確認されたNo.13(650mSv/h)及びNo.14(400mSv/h)付近にはバタフライ弁が設置されているため、放射性物質が止まりやすい環境も考えられる。
- ・ 一方、No.8/9(⑧150mSv/h、⑨160mSv/h) に関しては水平配管部分であった。



3. 配管切断箇所の放射線量率測定（測定概要）

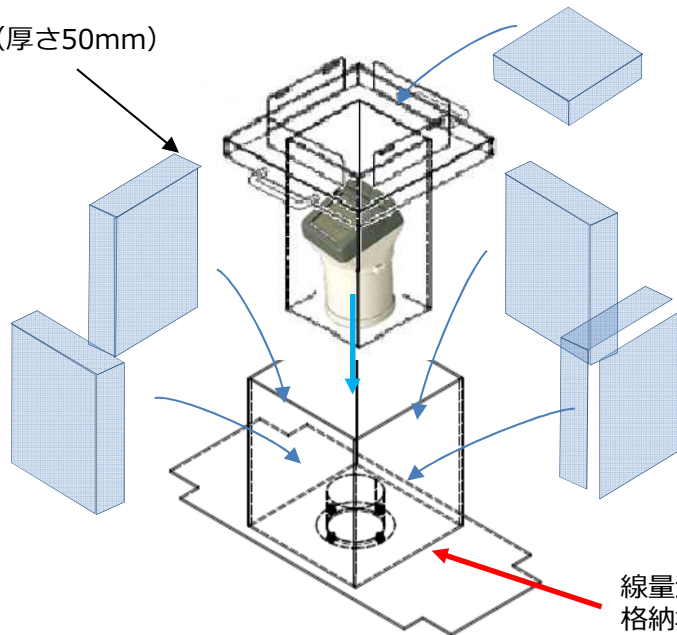
○ 測定方法

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。

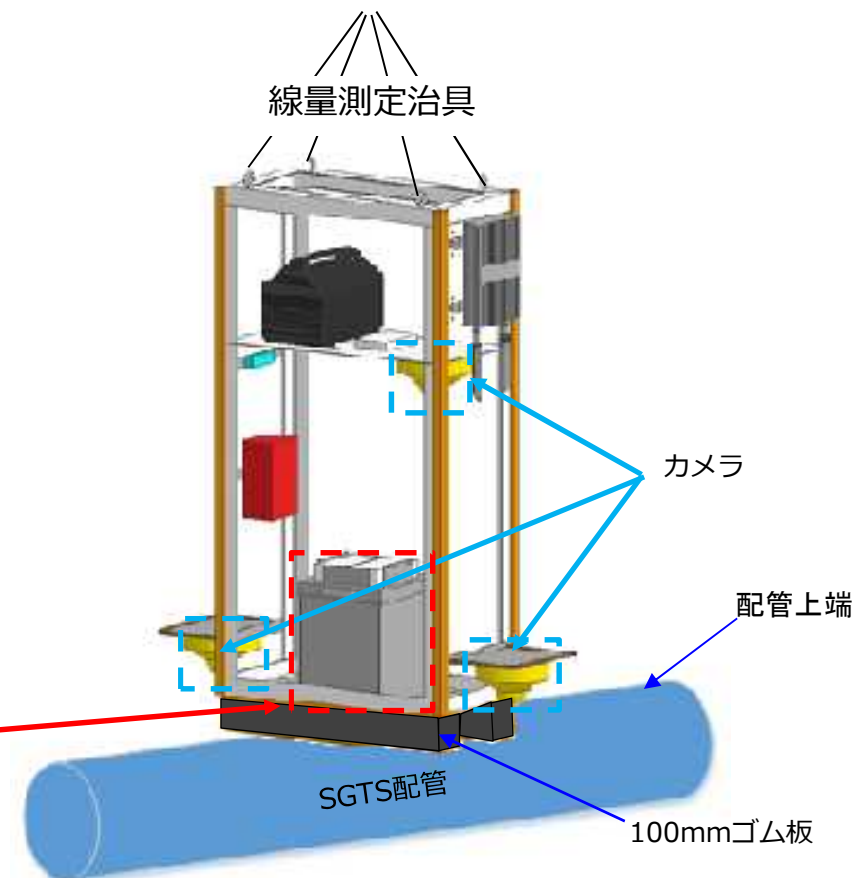
○ 実施日

2021年5月12日～2021年5月24日

鉛（厚さ50mm）



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

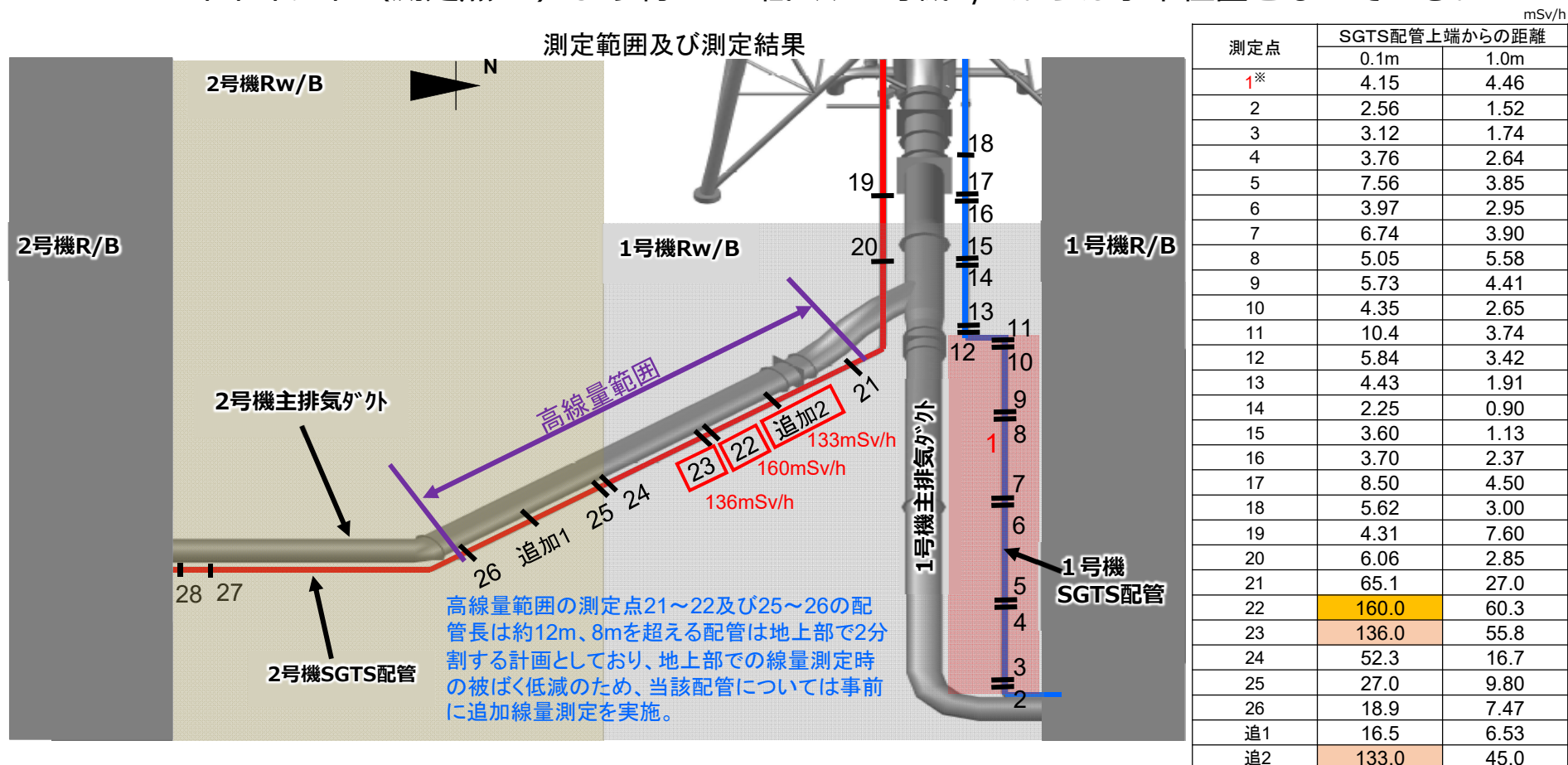


SGTS配管外面線量測定イメージ図

3. 配管切断箇所放射線量率測定（測定結果）

(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号機側は低い結果となった。（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。

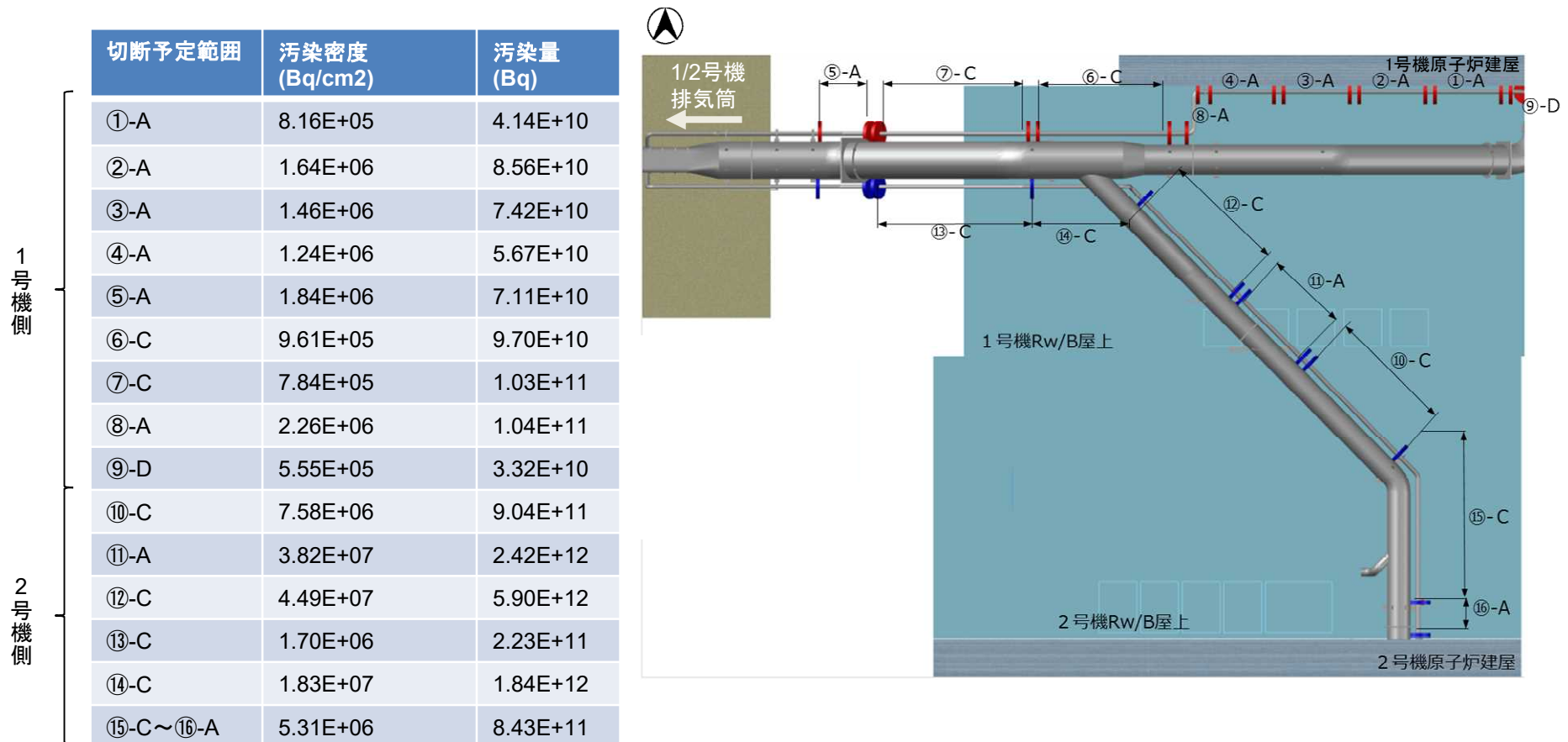


※左記赤枠内上部3.0mにおいて最も高線量箇所を測定

3. 配管切断箇所の放射線量率測定（汚染量評価）

(2) SGTS配管内の汚染評価結果

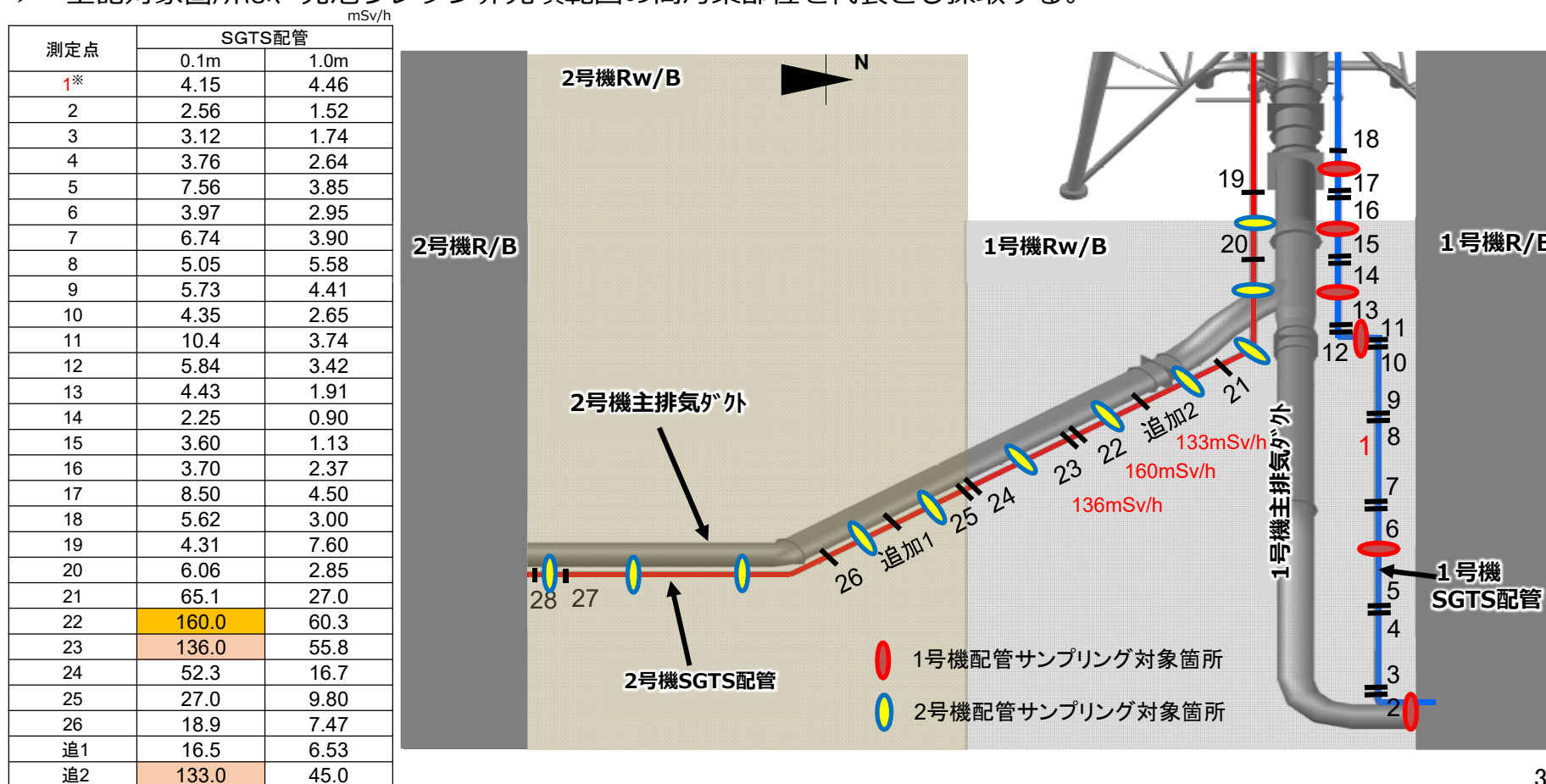
- ・測定した放射線量率から汚染密度を算出し、切断後の配管ごとに汚染量の算出を実施した。
- ・1号機側の汚染量は10～11乗オーダー、2号機側は11～12乗オーダーで、第82回監視・評価検討会で示された汚染量評価値と同等な結果となった。



4. 配管調査（スミア及びサンプル採取箇所）

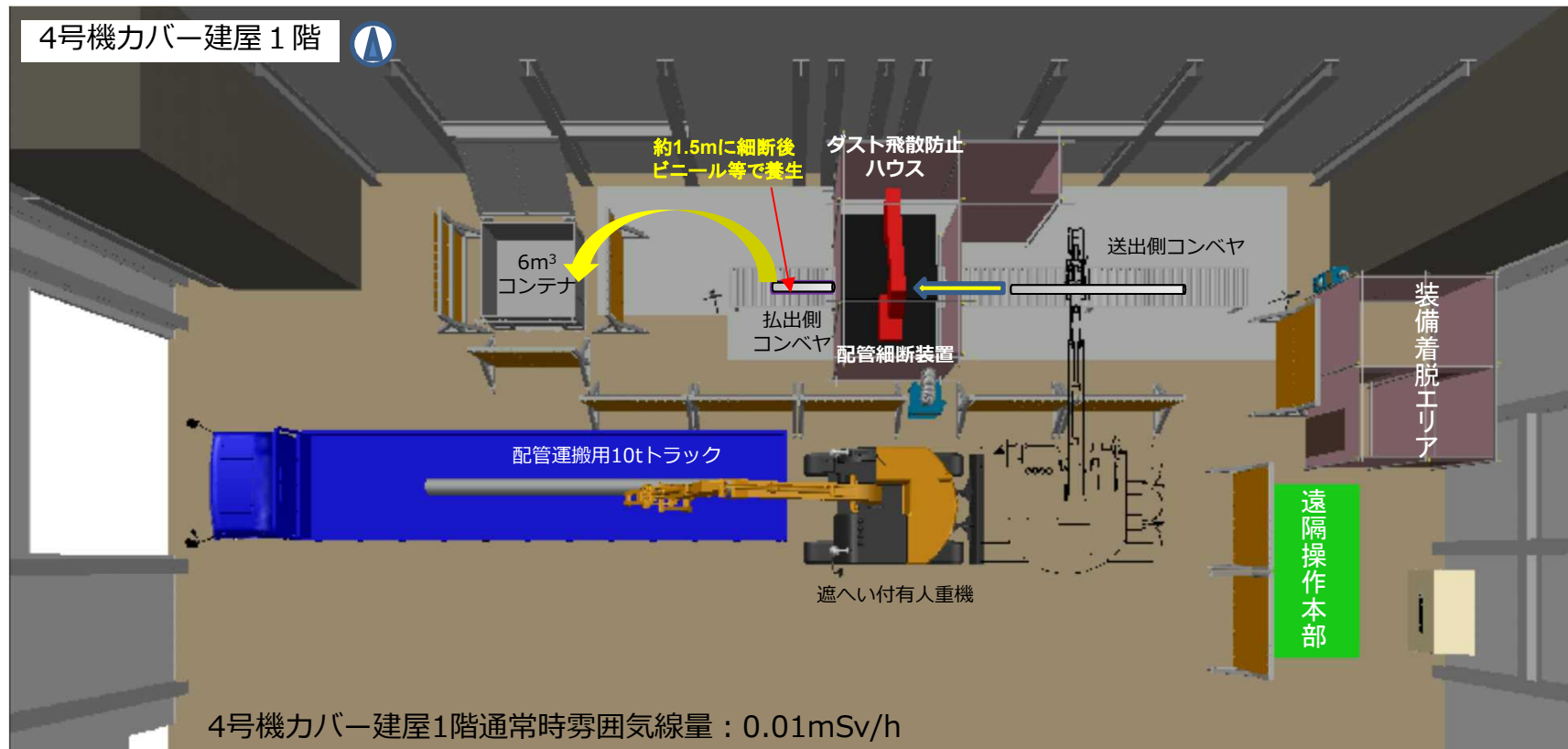
◆ 汚染評価及び配管敷設状況（高低差）等から代表配管（採取箇所）を抽出。

- 1号機については、建屋～No.2（縦配管），No.3～10（1号機R/B南壁近傍水平配管）のうちNo5～6間，No.11～12（90°横エルボ配管），No.13～14（屋外配管のハイポイント），No.15～16（30°斜配管）及びNo.17～18（水平配管）の計6箇所。
- 2号機については、**先行撤去範囲**のNo.19～20（30°斜配管），No.20～21（屋外配管ハイポイント及び90°縦エルボ）の2箇所及びNo.21～No.26（高汚染水平配管）間の5箇所の計8箇所。
No.26～No.28間は、2号機側へ**クレーン移動後**、水平エルボ直近部分1箇所及び水平配管代表2箇所の計3箇所。
- 上記対象箇所は、発泡ウレタン非充填範囲の高汚染部位を代表とし採取する。



※赤枠内上部3.0m付近において最も高線量箇所

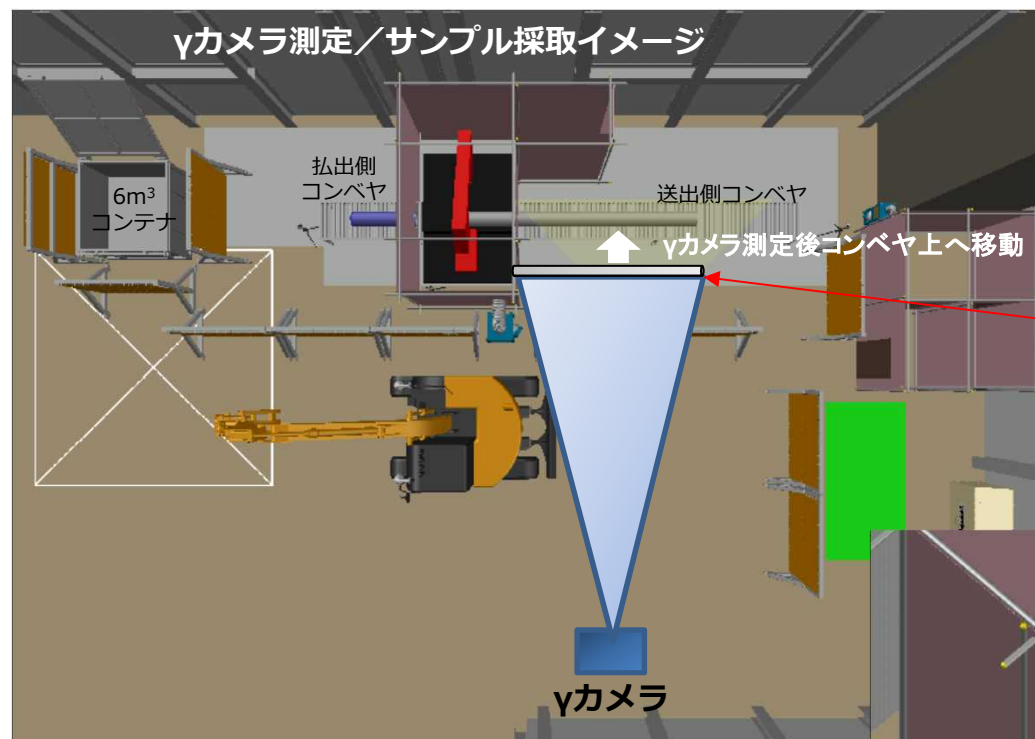
4. 配管調査（撤去配管細断エリア配置図）



- ・ 撤去した配管は、4号機カバ―建屋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フィルタ付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、ダスト飛散防止ハウス内で遠隔の配管細断装置にて行う。（遠隔操作本部から操作）
- ・ 配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は、しゃへい付有人重機にて行う。
- ・ 細断された配管はビニール等で養生した後、6m³コンテナに収納する。
- ・ 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。

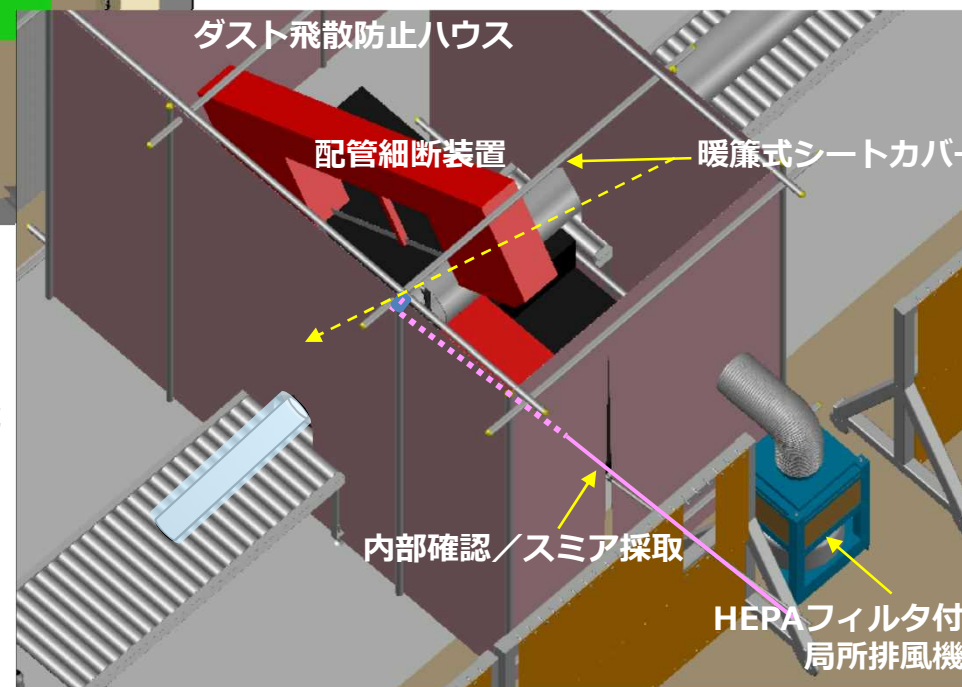
4. 配管調査 (γカメラ測定, 内部確認, スミア/サンプル採取概要)

TEPCO



細断前の配管長さ
最長：約7m, 最短：約2.5m

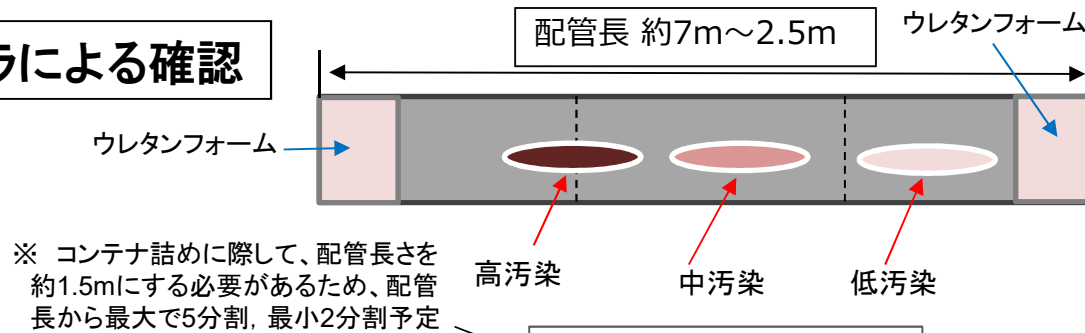
- γカメラの測定は、送出側コンベヤ手前に一度仮置きし測定する。
- 内部確認及びスミア採取は、配管サンプル採取に先立ち高汚染部位を衝立遮へい越しに、ダスト飛散防止ハウス側面から実施する。
- 配管サンプル採取は、高汚染部位を細断装置にて必要幅に輪切りして、収納箱に入れて保管する。
- スミア採取位置は配管内面の上面（0°方向）、下面（180°方向）、側面（90°もしくは270°方向）とする。



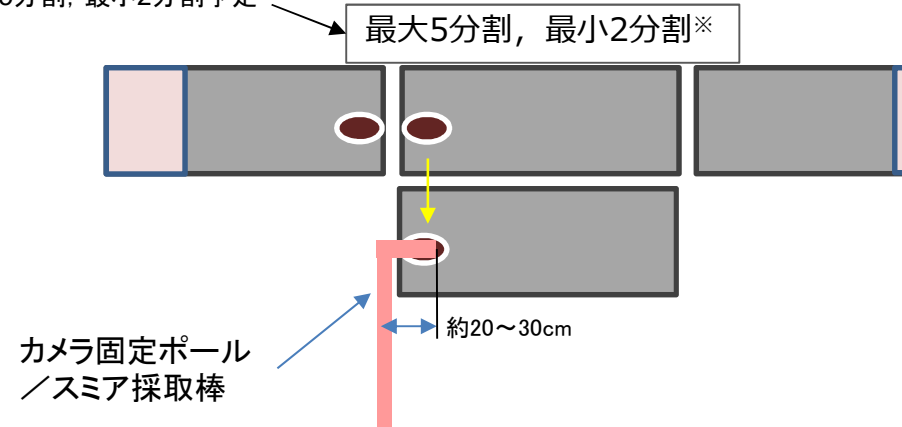
4. 配管調査 (γカメラ, 内部確認, スミア/サンプル採取の流れ)

TEPCO

γカメラによる確認



配管内部確認 ・スミア採取



配管サンプル採取

