

資料 1 - 2 使用済燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 1

# 福島第一原子力発電所 1号機建屋プール燃料取出し (Xブレース撤去に向けた準備状況について)

2018年8月23日

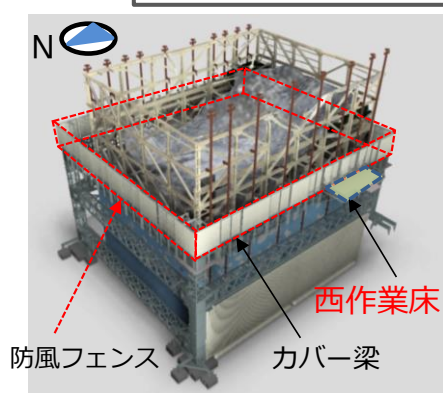
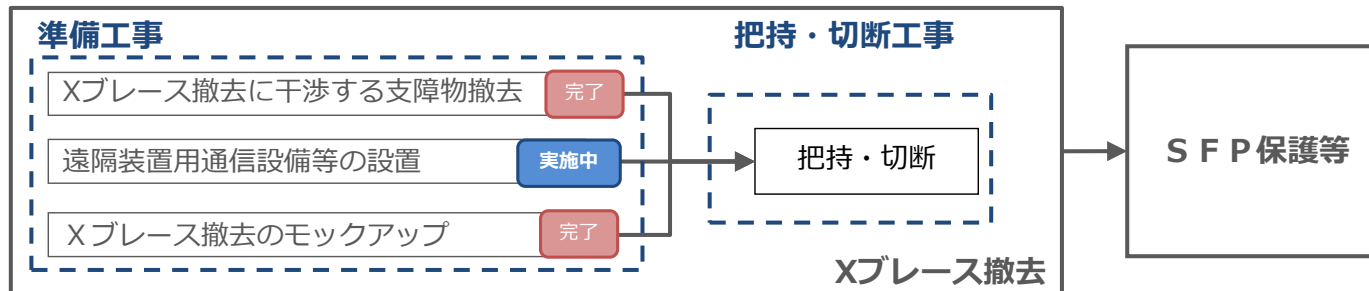
The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company) is displayed in a bold, red, sans-serif font. It is positioned in the upper right corner of the page, above a thick red horizontal line that spans the width of the page.

東京電力ホールディングス株式会社

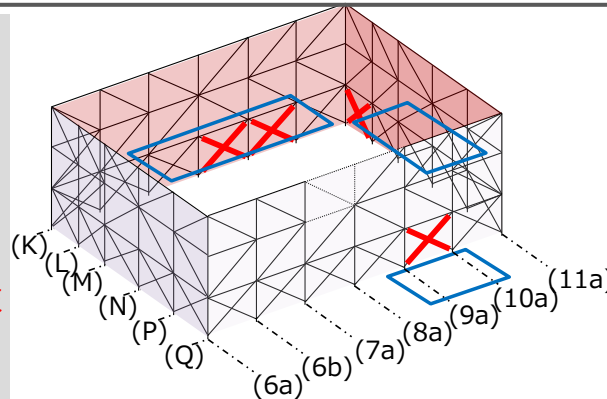
# 概要

今後実施する南側ガレキ撤去に際し、ガレキ等がSFPへ落下することを防止するSFP保護等を実施予定。

- SFP保護等は、作業床からSFPへのアクセスを計画しており、ルート確保のため一部のXブレースを撤去。
- Xブレース撤去は、建屋カバー梁に設置した東西南の作業床に撤去装置を設置し、東面2箇所・西面1箇所・南面1箇所，計4箇所を実施。
- 現在は，Xブレース撤去に備えて準備工事を実施中。2018年9月にXブレース把持・切断に着手予定。



1号機原子炉建屋の外観イメージ



11a 10a 9a 8a

東面 Xブレース撤去範囲

# 1. Xブレース撤去に干渉する支障物撤去

Xブレース撤去に干渉する支障物撤去の状況を以下に示す。

主な支障物を示す



支障物撤去の状況（東面）



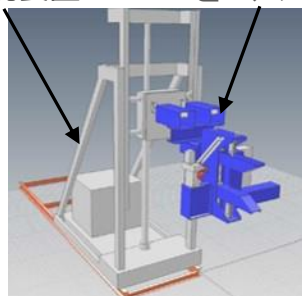
支障物撤去の状況（南面外部側）

## 2. Xブレース把持・切断に使用する遠隔装置

Xブレースの撤去は、以下の装置を使用する。なお、装置は地上より遠隔で操作する。

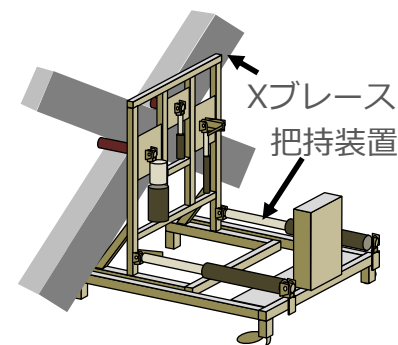
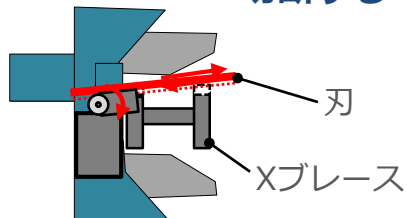
- セーバーソー・バンドソー：Xブレースを切断する。(切断部位に合わせて装置を選択)
- 着脱装置：Xブレースへのセーバーソーおよびバンドソーの取り付け・取り外しを行う。
- 把持装置：「切断中のXブレースの転倒防止」「切断後のXブレースの引出し」を行う。

着脱装置 セーバーソー



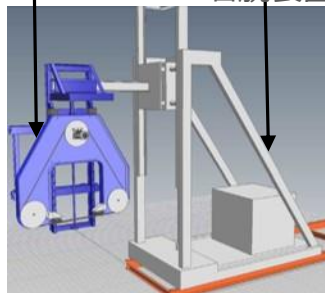
セーバーソー外観イメージ

刃を前後に動かして  
切断する



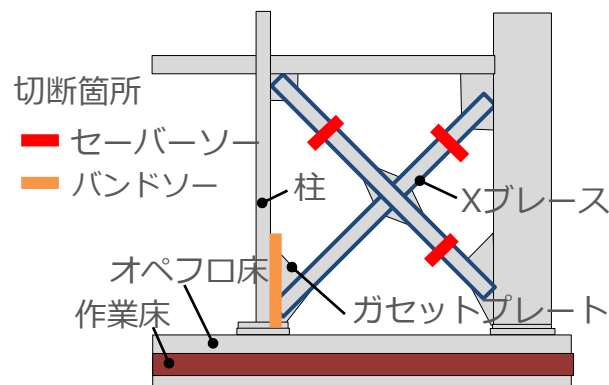
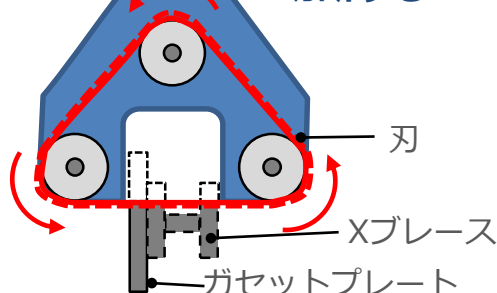
把持装置外観イメージ

バンドソー 着脱装置



バンドソー外観イメージ

刃を回転させて  
切断する



Xブレース切断イメージ (南面の例) ※1

※1 東面・西面は、干渉物回避や内空確保の理由で切断位置が異なる

### 3. Xブレース撤去のモックアップ

2018年6月に1F構外で実寸大のXブレースを用いた作業検証を実施した。

- 遠隔操作により、Xブレース切断から把持・引出までの一連作業状況を確認した。
- 今後、作業手順の精査及び操作訓練を実施して万全な準備を進める。



セーバーソーによる切断



バンドソーによる切断



把持装置による引出



Xブレース全景

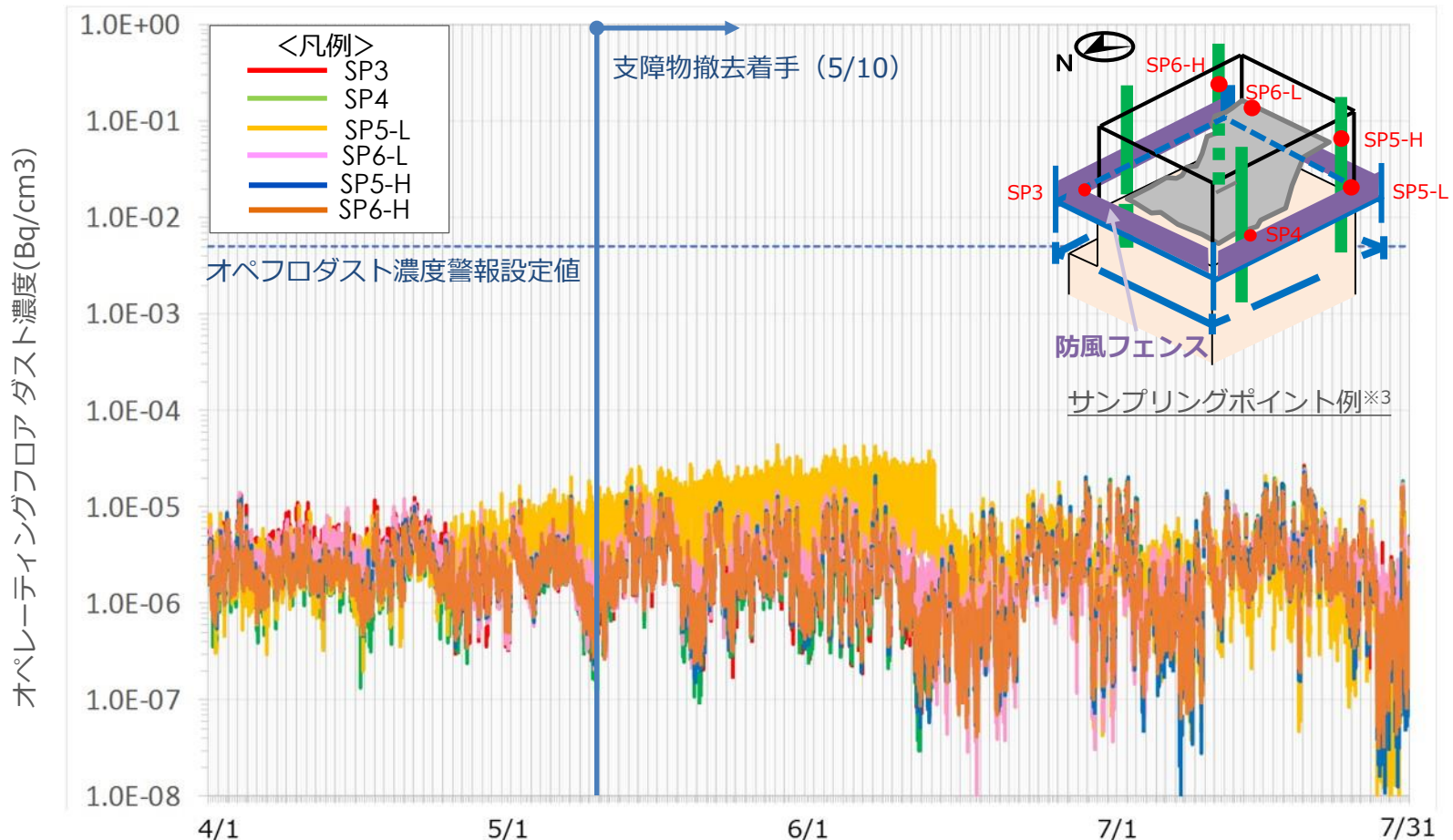


小型ロボットによる監視

## 4. オペレーティングフロアの空气中的放射性物質濃度

オペレーティングフロアに設置した連続ダストモニタで測定した、2018年4月1日～2018年7月31日の「空气中的放射性物質濃度」を以下のグラフに示す。

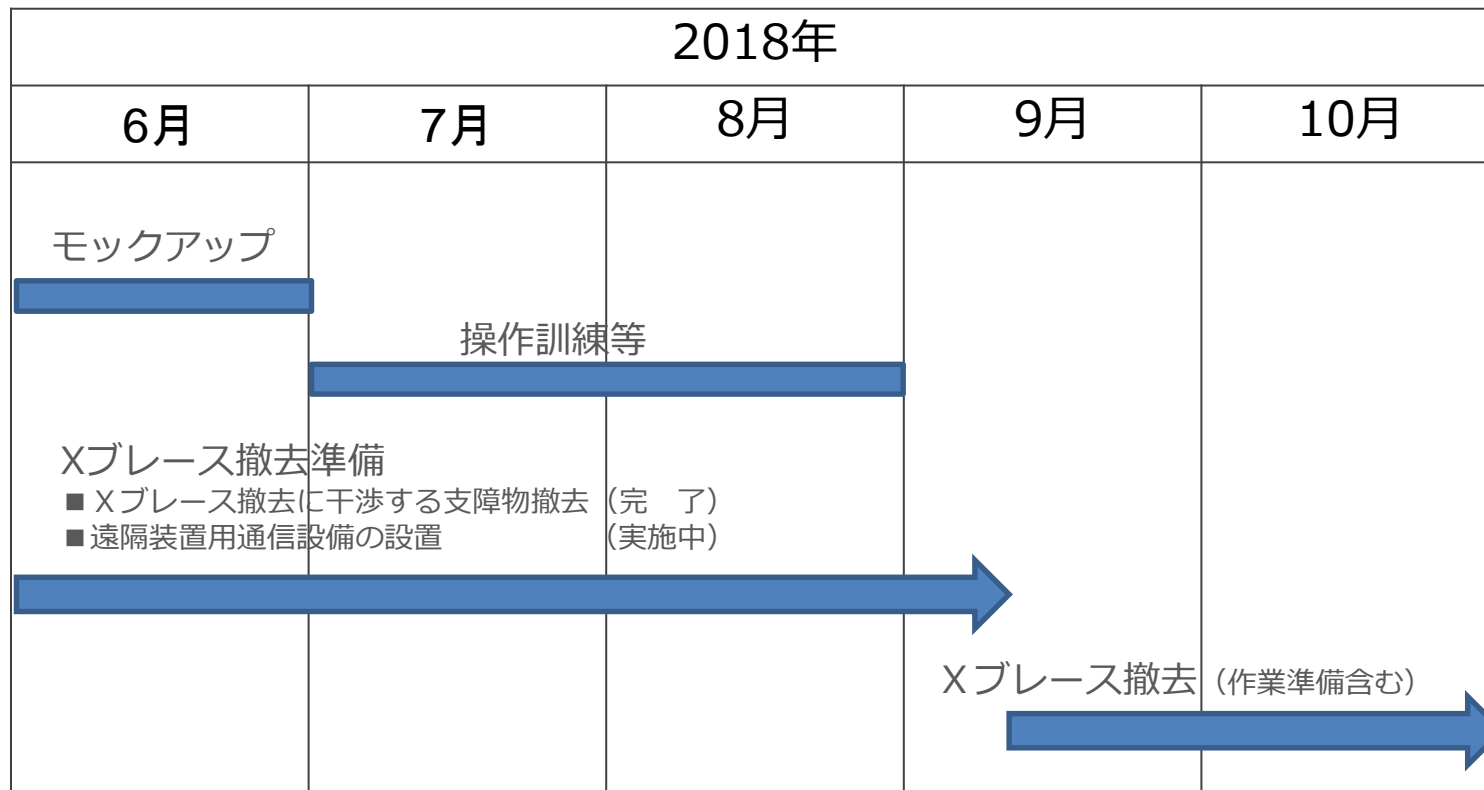
- オペフロのダスト濃度に有意な変化はなく、空气中的放射性物質濃度は、オペレーティングフロアダスト濃度警報設定値<sup>※2</sup> ( $5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ ) に対し低い値で推移した。



※2 敷地境界モニタリングポスト近傍のダストモニタ警報値より設定した公衆被ばくに影響を与えないように設定した値

※3 サンプリングポイントは、防風フェンスが取外されている間、近傍のダスト鉄骨に切り替えられている

## 5. Xブレース撤去の工程



※ 天候等により作業工程が変更になることもある。

資料 1 - 2 使用済燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 2

## 福島第一原子力発電所 2号機建屋プール燃料取出し (2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査の実施について)

2018年8月23日

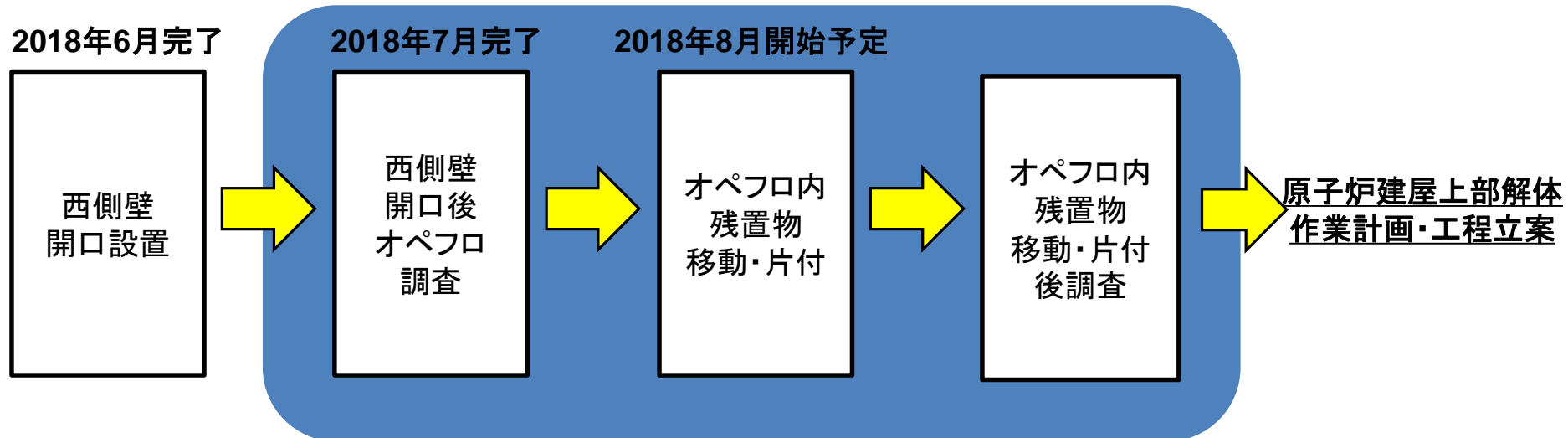
The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company of Japan) is displayed in red, bold, uppercase letters. It is positioned in the upper right corner of the page, above a thick red horizontal line that spans the width of the page.

東京電力ホールディングス株式会社



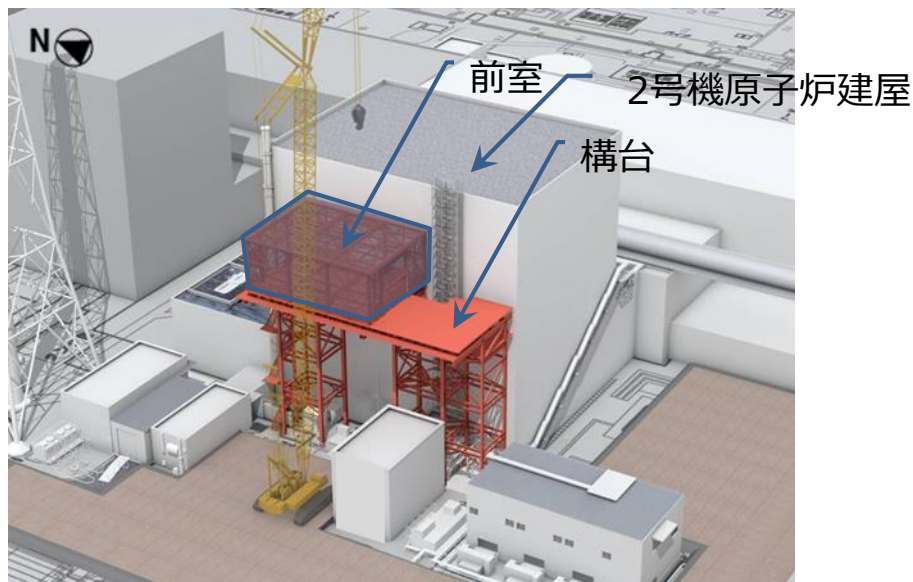
- 2号機使用済燃料プール内の燃料取り出しに向けた原子炉建屋上部建屋解体に先立ち、放射性物質の飛散抑制策を徹底するため、オペレーティングフロア（以下、オペフロ）（5階）内で線量，ダスト濃度等の調査を実施。
- 7月2日より遠隔ロボットを使用し、オペフロ内の残置物を移動させずに実施可能な範囲について線量や汚染状況、ダスト濃度等の調査を実施し、7月18日に完了。
- オペフロ全域を調査するにあたって弊害となる残置物等の片付け作業を開始予定。（8月下旬～）

## オペフロ調査等



## 1-1. 西側壁開口の設置の概要

- 本工事は、オペフロ調査等のため、原子炉建屋の西側外壁の5階部分に作業搬出入用開口を設置するものである。作業は前室内で行う。
- 主な工事内容は以下の通り
  - 2号機原子炉建屋の西側壁開口設置（開口の大きさ：幅約5m×高さ約7m）
  - ダスト飛散抑制策（前室の設置、循環換気設備の設置、前室外周部のダスト測定等）



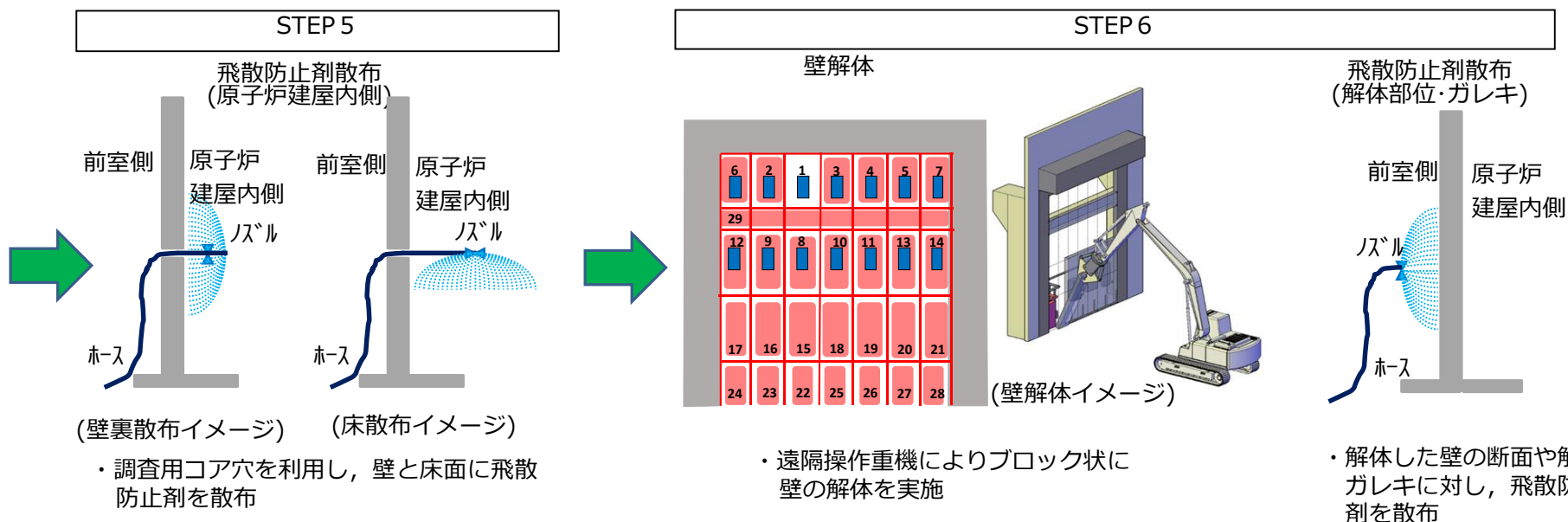
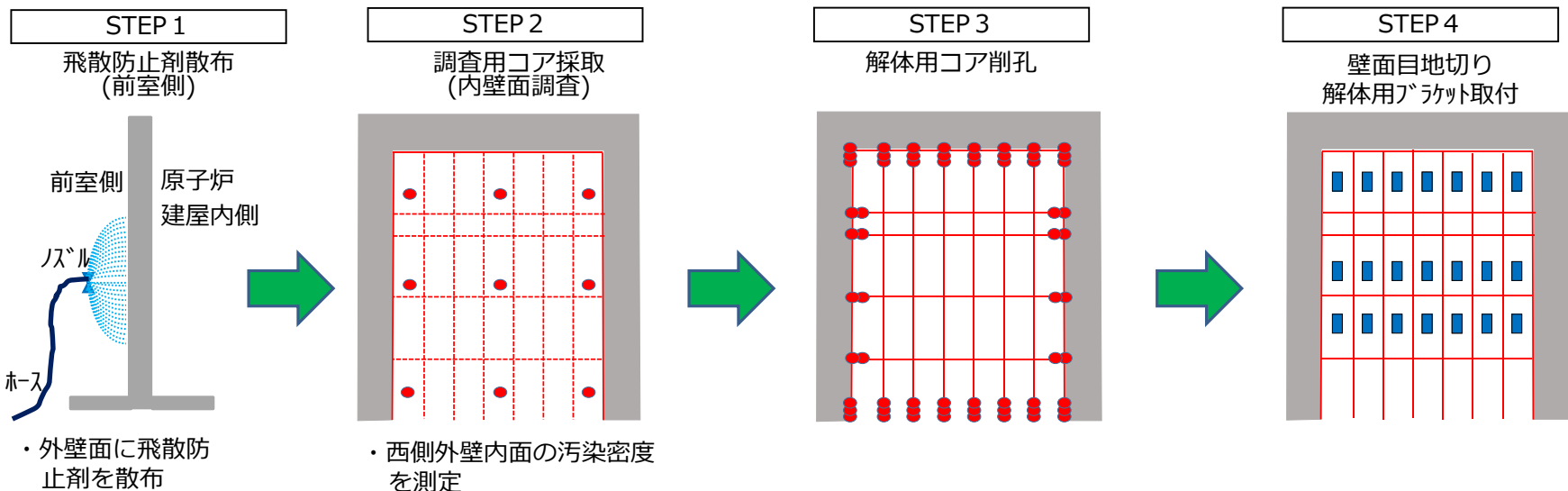
工事箇所



2018年6月撮影

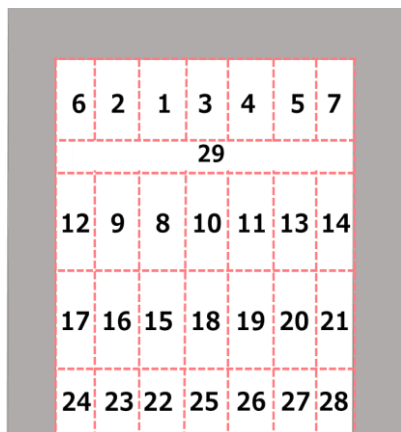
※前室と構台は2017年6月に完成済み

# 1-2. 西側壁開口設置作業の手順



### 1-3. 西側外壁開口工事の作業状況

- 6月21日に、2号機原子炉建屋西側の壁全29ブロックの解体が終了し、今後のオペフロ調査等の出入り口として使用する開口部の設置が完了
- 5月28日から壁解体を開始してきたが、作業中における放射性物質濃度を監視しているダストモニタや、敷地境界に設置してあるモニタリングポストに有意な変動はなかった



壁解体ブロック図



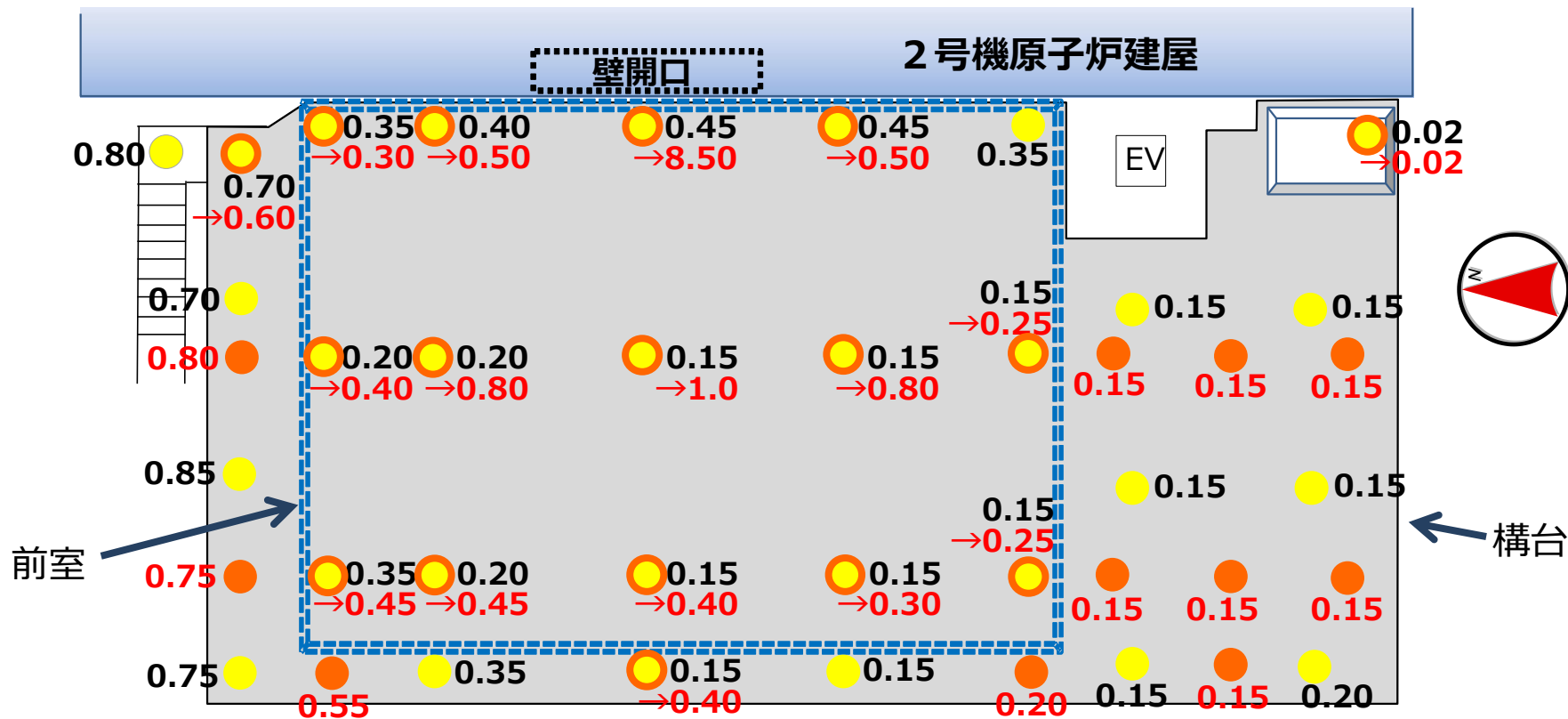
開口部の様子（6月21日撮影）



開口部の様子（6月20日撮影）

# 1-4. 作業前後の放射線量変化状況 (1/2)

- これまでの構台上の空間線量は以下の通り。
- 特に壁直近において線量が上昇しているが、事前の線量評価通りの水準である。



(単位 : mSv/h 測定高さ : 1 m)

- 黒字 2018年3月23日 (開口設置前)
- 赤字 2018年6月21日 (開口設置後)

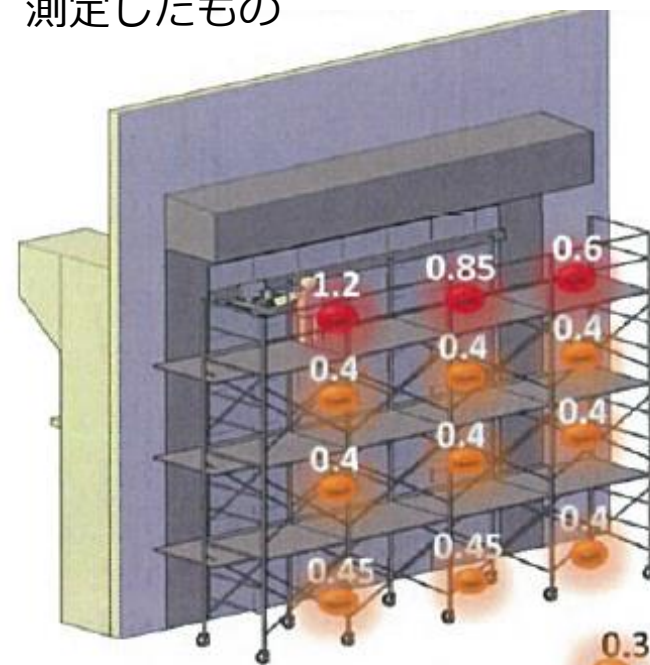
# 1-4. 作業前後の放射線量変化状況 (2/2)

6	2	1	3	4	5	7
			● <b>11.5mSv/h</b> 床上約6m 5月29日測定			
29						
12	9	8	10	11	13	14
			● <b>13.7mSv/h</b> 床上約3.5m 5月31日測定			
17	16	15	18	19	20	21
			● <b>9.0mSv/h</b> 床上約2m 6月5日測定			
24	23	22	25	26	27	28
	● <b>9.0mSv/h</b> 床上約1m 6月7日測定		● <b>9.0mSv/h</b> 床上約1m 6月8日測定			

・測定位置（水平位置）：R/Bと前室の境界  
 ※測定はいずれも解体完了後の開口が開いた状態での測定

## 開口作業開始前の線量

足場上での作業を実施するために測定したもの



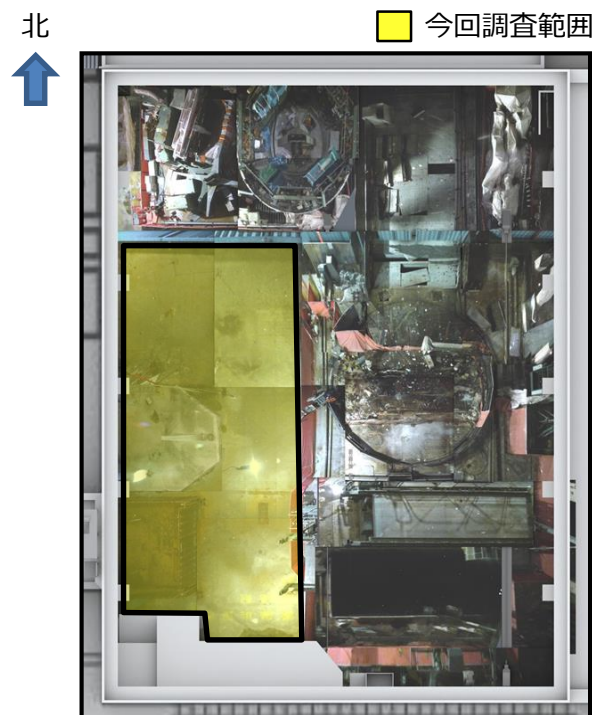
(単位：mSv/h)

測定日：2018年5月12日  
 壁からの距離：約50cm

## 2-1. 西側壁開口後オペフロ調査

### 【調査目的】

- 「オペフロ内残置物移動・片付」及び「オペフロ内残置物移動・片付後調査」を円滑に実施するため、残置物状況の調査及びオペフロ西側壁開口近傍の線量等の調査を行う。
- 主な調査内容は以下の通り
  - ・ 空間線量測定 ・ 表面線量測定 ・ 表面汚染密度測定（スミア測定）
  - ・ 空气中放射性物質濃度測定（ダスト測定） ・ カメラによる残置物等の状況調査



使用する遠隔無人ロボット

※過去のR/B内調査、作業等で使用実績あり。



Kobra

主な役割  
・ 調査全般

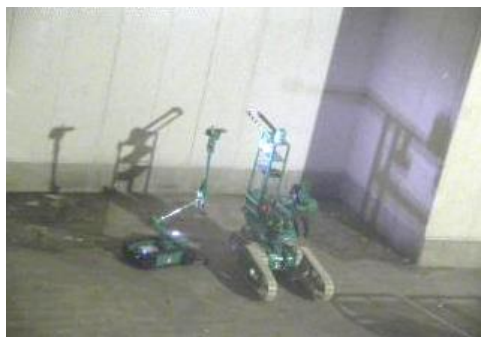


Packbot

主な役割  
・ Kobraの作業監視  
・ 作業補助

■ 空間線量の測定結果：床面から約1.5m高さのγ線線量率※を測定

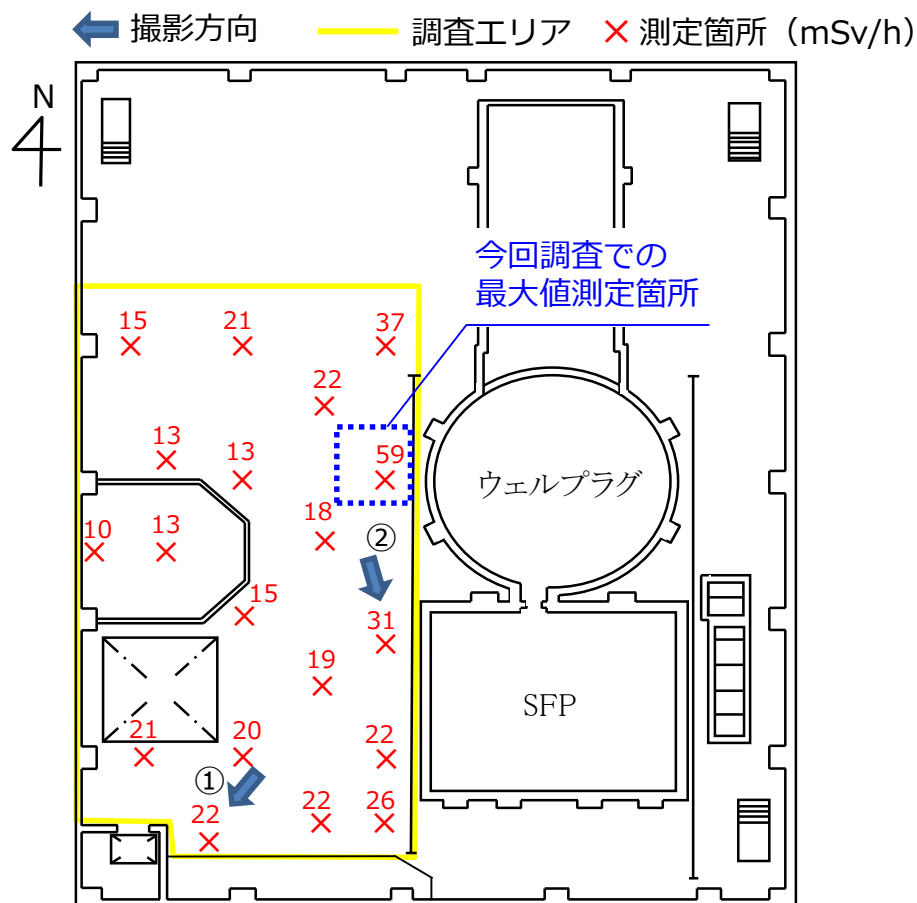
ウエルプラグ近傍の線量率が高く、そこから離れるにしたがって線量が低くなる傾向があるため、主な線源はウエルプラグと推定。(2012年度の調査でも、ウエルプラグ上で880mSv/h、ウエルプラグから離れると線量が下がる傾向を確認)



① 遠隔無人ロボット測定状況(天井カメラ撮影)



② 遠隔無人ロボット測定状況(ロボット撮影)



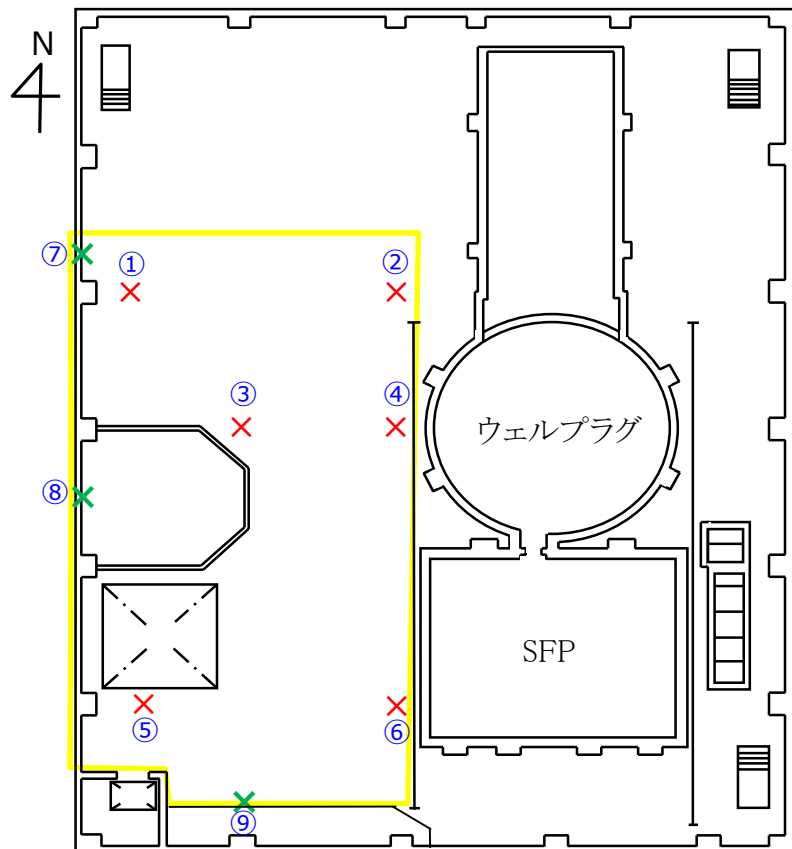
※: 1cm線量当量率



## ■ 床・壁の表面汚染密度 (スミア測定) の測定結果

### 【測定箇所】

— 調査エリア × 測定箇所(緑:壁面)



### 【測定結果】

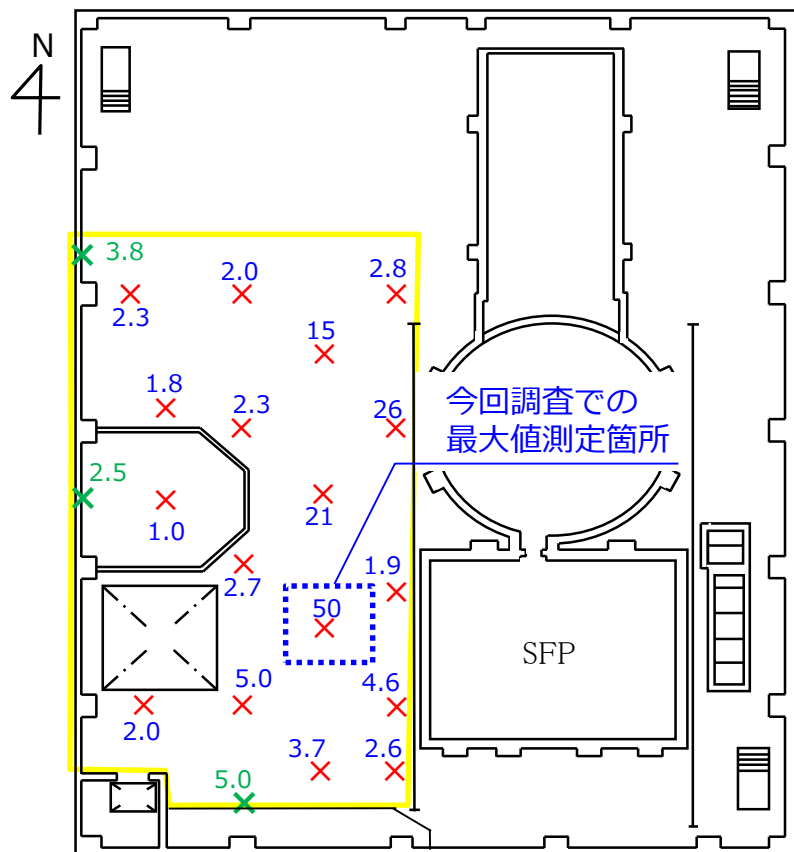
採取場所	表面汚染密度 (Bq/cm <sup>2</sup> )			
	ガンマ線放出核種		ベータ線放出核種	アルファ線放出核種
	Cs-134	Cs-137	全β	全α
①床	$2.4 \times 10^3$	$2.3 \times 10^4$	$> 2.6 \times 10^2$	$5.2 \times 10^0$
②床	$9.7 \times 10^2$	$8.9 \times 10^3$	$> 2.6 \times 10^2$	$4.0 \times 10^0$
③床	$1.1 \times 10^3$	$1.0 \times 10^4$	$> 2.6 \times 10^2$	$2.2 \times 10^0$
④床	$3.0 \times 10^3$	$2.8 \times 10^4$	$> 2.6 \times 10^2$	$8.8 \times 10^0$
⑤床	$7.7 \times 10^3$	$7.2 \times 10^4$	$> 2.6 \times 10^2$	$9.2 \times 10^0$
⑥床	$5.1 \times 10^3$	$4.8 \times 10^4$	$> 2.6 \times 10^2$	$6.6 \times 10^0$
⑦壁	$2.9 \times 10^1$	$2.4 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$	$< 9.9 \times 10^{-2}$
⑧壁	$6.5 \times 10^0$	$5.8 \times 10^1$	$6.8 \times 10^1$	$< 9.9 \times 10^{-2}$
⑨壁	$2.7 \times 10^1$	$2.3 \times 10^2$	$8.6 \times 10^1$	$< 9.9 \times 10^{-2}$

### ■ 表面線量率測定によるSr-90の有無の確認

$\gamma$  +  $\beta$ 線線量率 (Cs等の $\gamma$ 線放出核種とSr-90等の $\beta$ 線放出核種による線量寄与) が、 $\gamma$ 線線量率に比べて高いため、Sr-90等のエネルギーの高い $\beta$ 核種が表面上に存在していると推定。

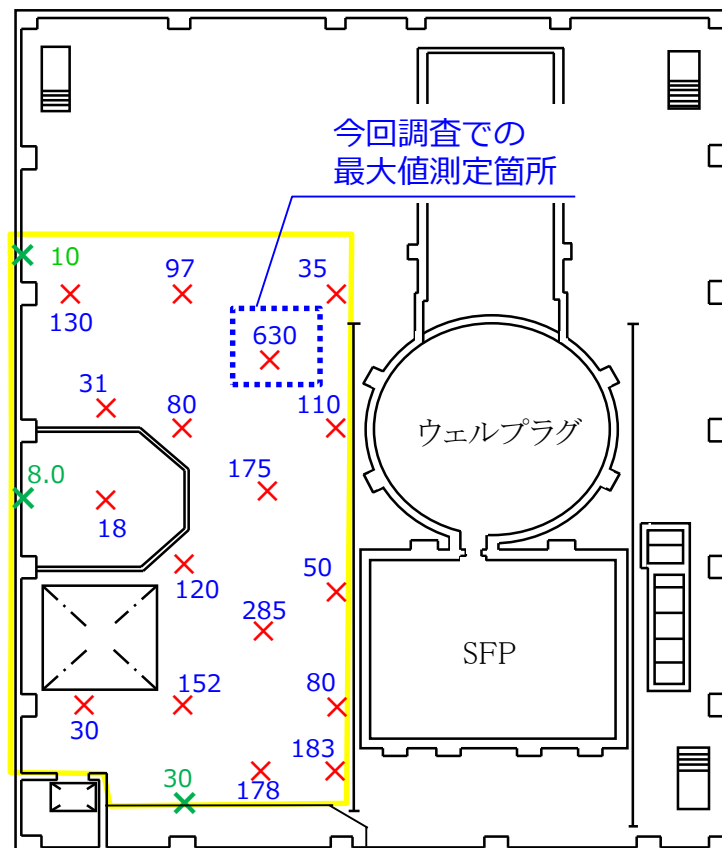
— 調査エリア × 測定箇所(緑:壁面) (mSv/h) 測定高さ: <1cm

【 $\gamma$ 線線量率<sup>※1</sup>】



※1 1cm線量当量率

【 $\gamma$ + $\beta$ 線線量率<sup>※2</sup>】

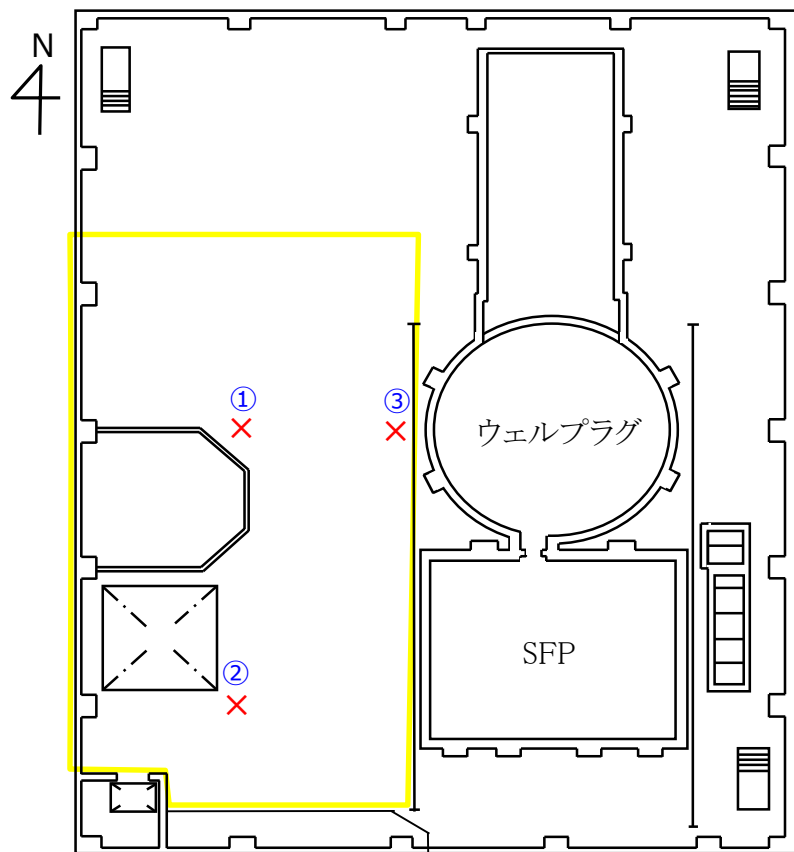


※2 70 $\mu$ m線量当量率: エネルギーの高い $\beta$ 線が存在すると  
1cm線量当量率に比べて有意に高くなる

## ■ 空气中放射性物質濃度（ダスト測定）の測定結果

### 【測定箇所】

— 調査エリア × 測定箇所



### 【測定結果】

採取場所		空气中放射性物質濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )			
		ガンマ線放出核種		ベータ線放出核種	アルファ線放出核種
		Cs-134	Cs-137	全β	全α
① ※1	静定時	5.0×10 <sup>-6</sup>	4.0×10 <sup>-5</sup>	分析中	
	動作時	<1.2×10 <sup>-6</sup>	<9.4×10 <sup>-7</sup>		
② ※1	静定時	9.8×10 <sup>-6</sup>	8.6×10 <sup>-5</sup>		
	動作時	2.5×10 <sup>-5</sup>	2.5×10 <sup>-4</sup>		
③ ※2	静定時	1.0×10 <sup>-4</sup>	9.3×10 <sup>-4</sup>		

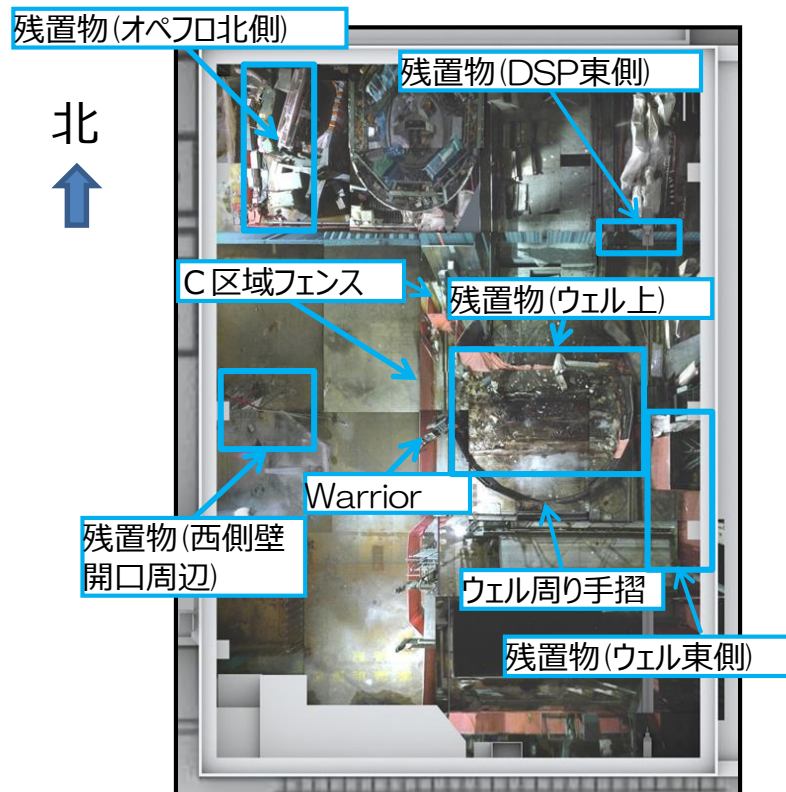
※1 ロボットが動いている際のダスト状況を比較するため、ダスト測定器の周りを動き回った「動作時」と静止している「静定時」を採取した。

※2 ウェルプラグ上からのダスト影響を確認するため、③位置の「静定時」採取した。

- 「オペフロ調査」にて得られた空間線量率、表面線量率、表面汚染密度は遠隔無人ロボットの活動に支障はなく、遠隔無人ロボットの汚染は前室内で行う有人でのメンテナンス作業に支障を与えるものではないため、「残置物移動・片付」及び「残置物移動・片付後調査」は予定通り実施していく。
- 前室内作業（遠隔無人ロボット等に人が直接接触するような作業）において、これら汚染に関する情報を踏まえた放射線管理を徹底していく。

#### 【目的】

- 「オペフロ内残置物移動・片付後調査」の支障となる資機材等の残置物の移動・片付を行う。
- 主な移動・片付対象物は以下の通り
  - ・ C区域フェンス
  - ・ ウェル周り手摺
  - ・ Warrior
  - ・ チャンネル着脱器
  - ・ ツールラック等



使用する遠隔無人重機・ロボット



BROKK400D

- 主な役割
- ・ Warriorの移動
  - ・ フェンスの切断・片付 等



BROKK100D

- 主な役割
- ・ 残置物(小物)の片付
  - ・ フェンスの切断・片付 等

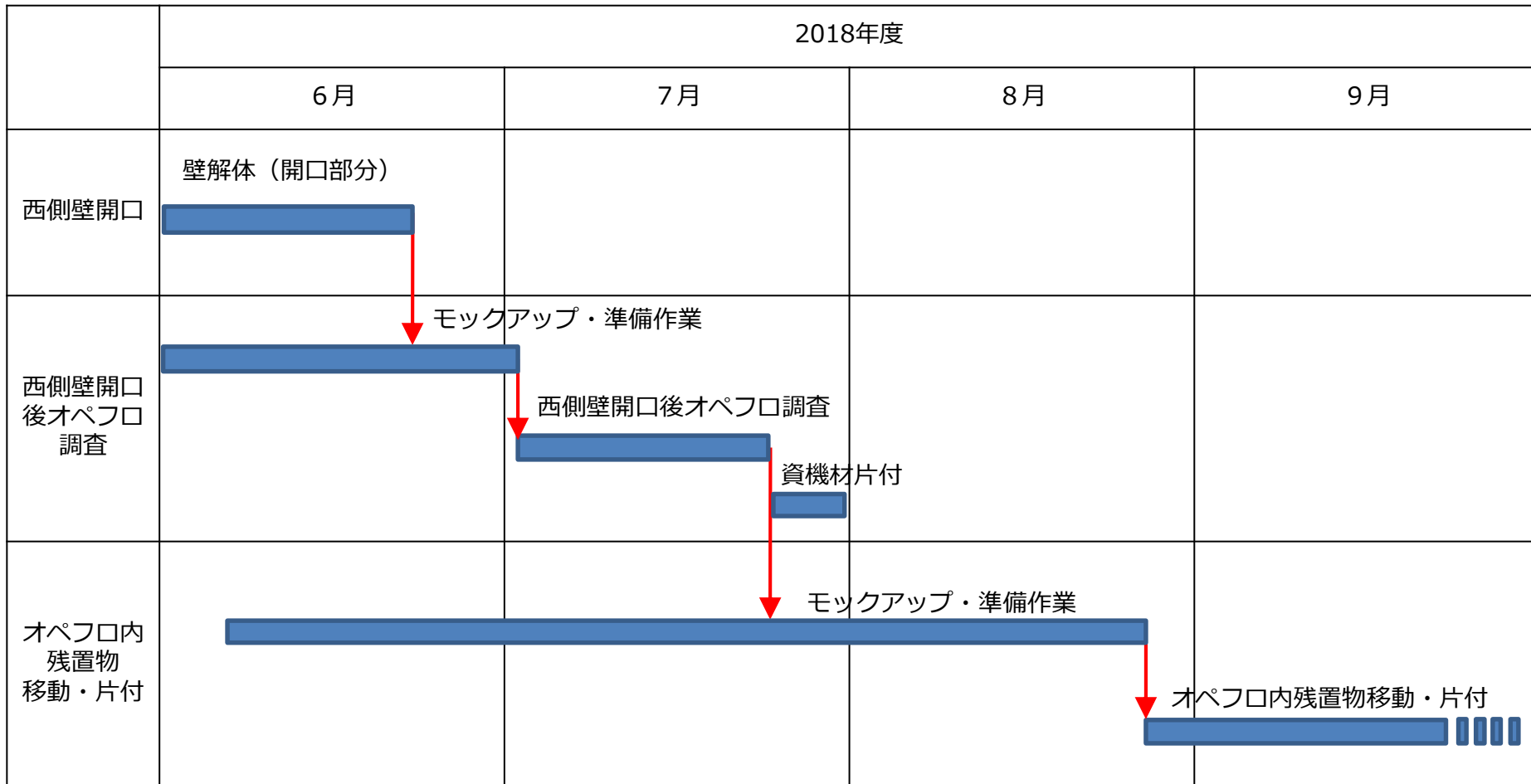


Kobra (左) Packbot (右)

- 主な役割
- ・ BROKKが作業する上で死角になる箇所へのカメラワーク (作業状況により導入)

### 3-2. 今後のオペフロ調査等の工程

8月下旬よりオペフロ内残置物移動・片付け作業開始予定。



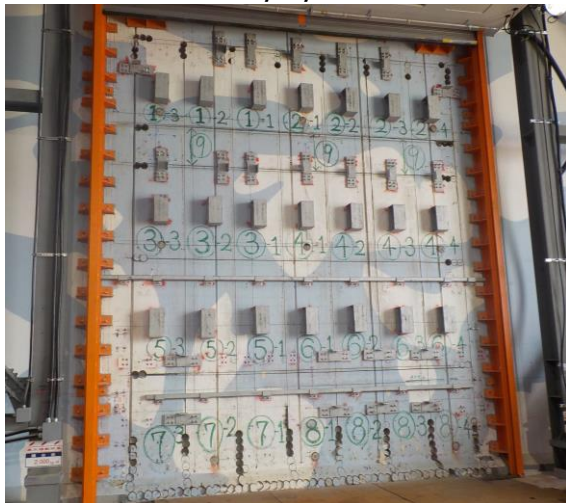
■ 解体用コア抜き工事状況は以下のとおり



解体用コア削孔（STEP3）  
2018/4/24撮影



壁目地切り（STEP4）  
2018/5/14撮影



壁解体(STEP6)  
2018/5/28撮影



壁解体（STEP6）  
2018/5/28撮影



前室内 (2018.6.20)



オペフロ内 (2018.7.9)



主な放射線として、 $\alpha$ 線（アルファ線）、 $\beta$ 線（ベータ線）、 $\gamma$ 線（ガンマ線）等がある。放射線には、物質を通り抜ける性質があり（透過性）、その透過力の強弱は、放射線の種類によって異なる。

### $\alpha$ 線

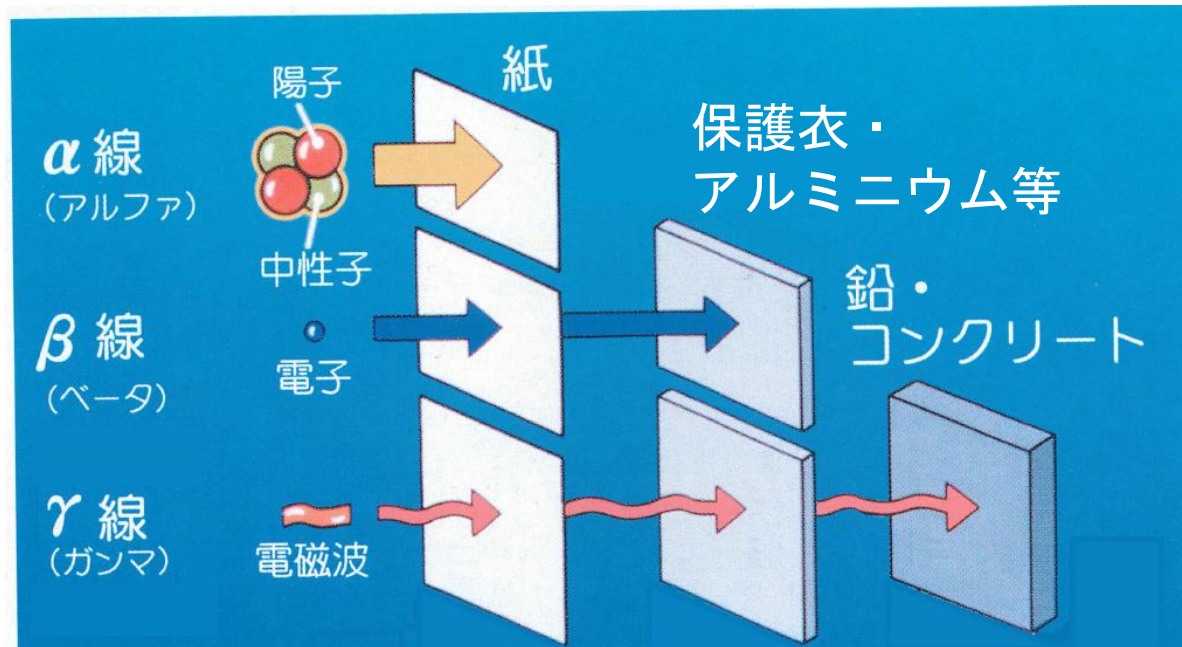
透過力が非常に小さく、紙1枚で吸収される

### $\beta$ 線

透過力が小さく、空気や保護衣などにほとんど吸収される

### $\gamma$ 線

透過力が大きく、作業員被ばくを考慮する上で放射線管理の中心となる放射線



以下に示すとおり、空間線量率は線量管理に役立てるために測定する。また、表面汚染密度及び表面線量率は汚染管理に役立てるために測定する。

### 線量管理

【測定項目】  
空間線量率  
(mSv/h)

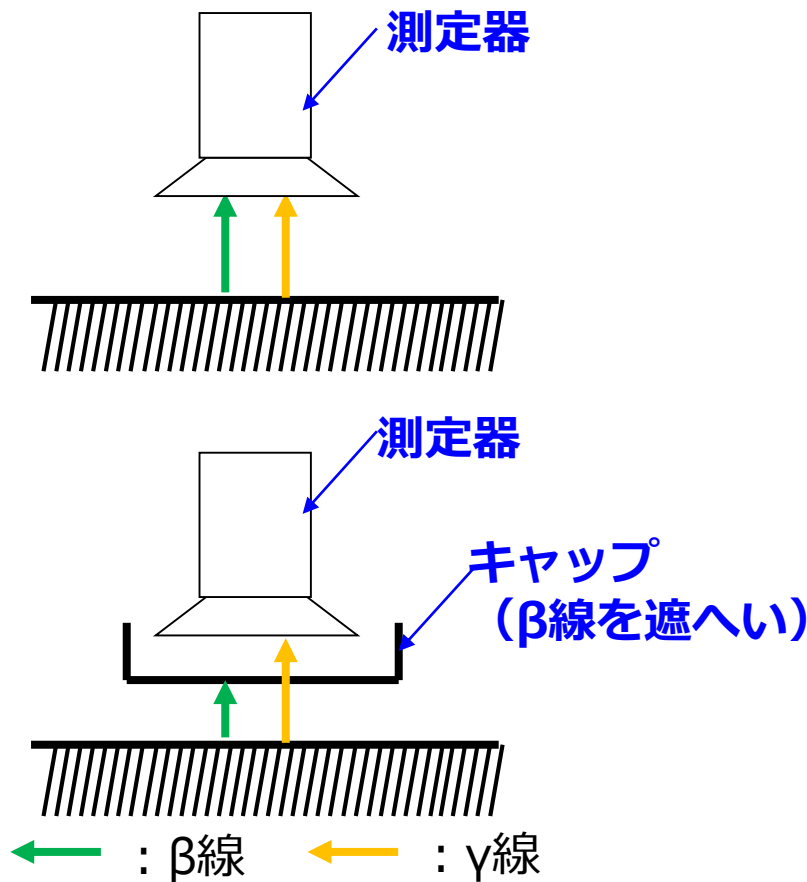
作業員が受ける被ばく量は、 $\gamma$ 線の線量率を用いて評価する。このため、作業員の胸元高さでの $\gamma$ 線線量率を測定し、作業員がその場所で作業できるかを判断する。

### 汚染管理

【測定項目】  
表面汚染密度  
(Bq/cm<sup>2</sup>)  
表面線量率  
(mSv/h)

作業員の内部被ばく防止や汚染の持出抑制等を確実にするために、作業環境の汚染状況（ $\alpha$ 線/ $\beta$ 線/ $\gamma$ 線を放出する核種）を事前に把握したうえで、汚染管理の方法を判断する。

- β線線量率のみを測定する測定器がないため、 $(\gamma + \beta \text{線線量率}) - (\gamma \text{線線量率})$ によりβ線線量率を測定する。
- 以下において、①が②より高い場合、β線放出核種が測定箇所が存在している。



- ①  $\gamma + \beta$ 線線量率  
✓ β線とγ線の線量率を測定

- ② γ線線量率  
✓ γ線の線量率のみを測定  
✓ β線は測定器にキャップを取付けることで遮へい

資料 1 - 2 使用済み燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 3

## 福島第一原子力発電所 3号機建屋プール燃料取出し (使用済み燃料プールからの燃料取り出しについて)

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

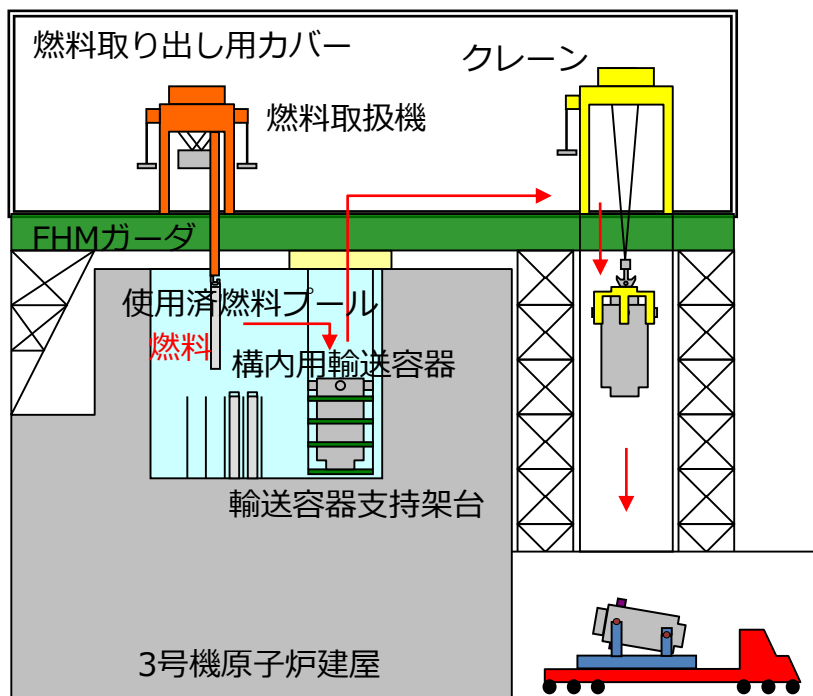
- クレーンの不具合について部品の交換を行い、7/14より燃料取扱機・クレーンの試運転を再開した。
- 8/8,9の燃料取扱機の使用前検査においてクレーンの現場確認は終了したが、燃料取扱機にて不具合が発生し、使用前検査は中断している。調査の結果、燃料取扱機に制御ケーブルとケーブル接続部に損傷の可能性を確認した。
- 8/15クレーンを用いて資機材を片付けていたところ、警報※が発生しクレーンが停止した。原因は現在調査中。
- 2020年度中の燃料取り出し完了を目指す。3号機では燃料取り出し作業を遠隔操作で行うことや、がれきによりハンドルが変形した燃料が確認されていることから、今後の実機訓練や作業員の習熟度、燃料ハンドルの状態など、取り出し工程が変動する要素がある。引き続き、安全を最優先に工程を精査していく。

※：警報は荷重制限に関するものではなく、主巻きブレーキの状態を示す。

# 1. 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し概要 (1/2)

- 3号機の使用済燃料プールには,使用済燃料514体,新燃料52体 (計566体) の燃料を保管している
- 燃料取扱設備を遠隔で操作し,燃料上部の小がれきを撤去した上で燃料を構内用輸送容器に入れて敷地内の共用プールへ輸送する

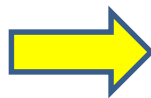
3号機原子炉建屋



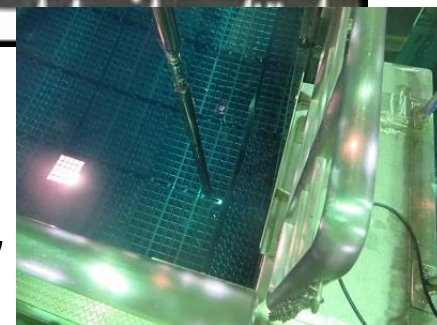
共用プール



構内輸送



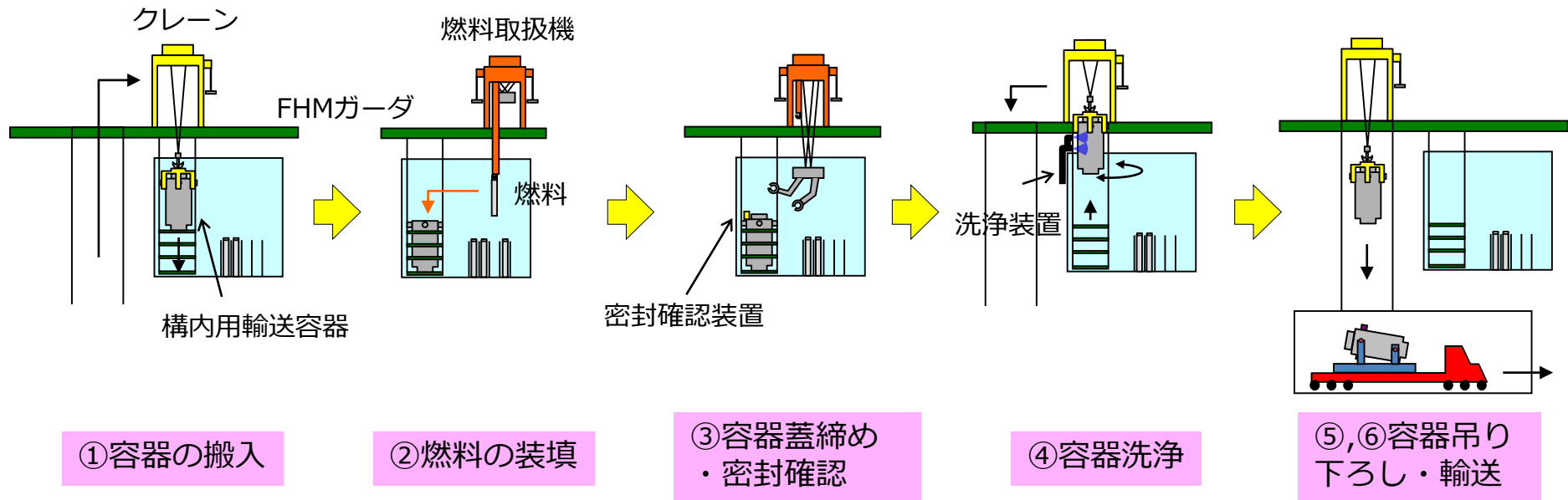
燃料ラック  
に保管



撮影：2013年11月22日

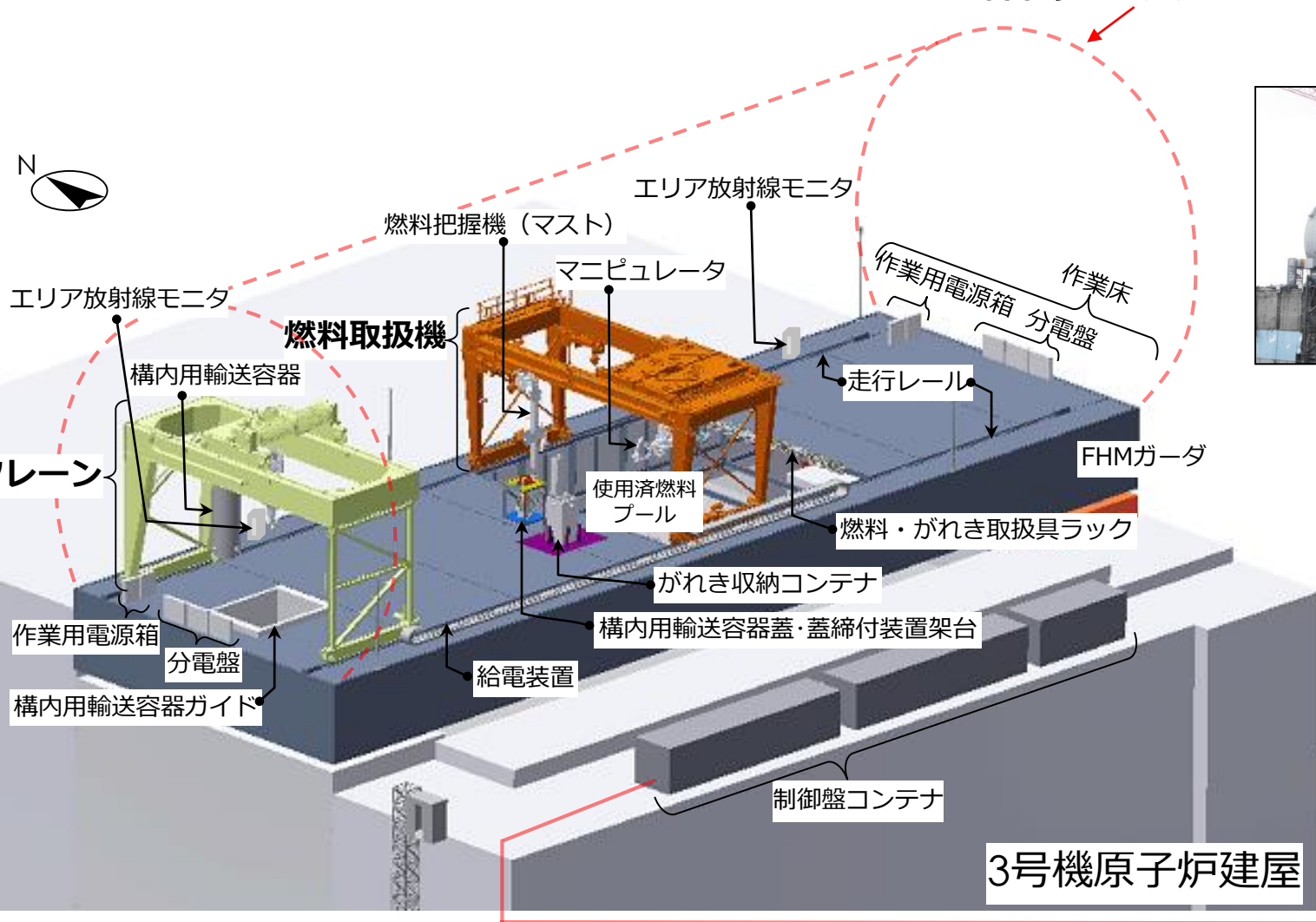
# 1. 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し概要 (2/2)

- ① 構内用輸送容器をクレーンで吊上げ使用済燃料プールに搬入する
- ② 燃料を1体ずつ燃料取扱機でつかみ、構内用輸送容器に装填する
- ③ 構内用輸送容器の一次蓋を設置し密封を確認する
- ④ 構内用輸送容器の表面を洗淨・水切りする
- ⑤ 構内用輸送容器をクレーンで地上階まで吊り下ろす
- ⑥ 構内用輸送容器の二次蓋を設置後、輸送車両に積載し共用プールへ輸送する



# (参考) 燃料取り出し用カバー, 燃料取扱設備の概要

## 燃料取り出し用カバー



3号機外観

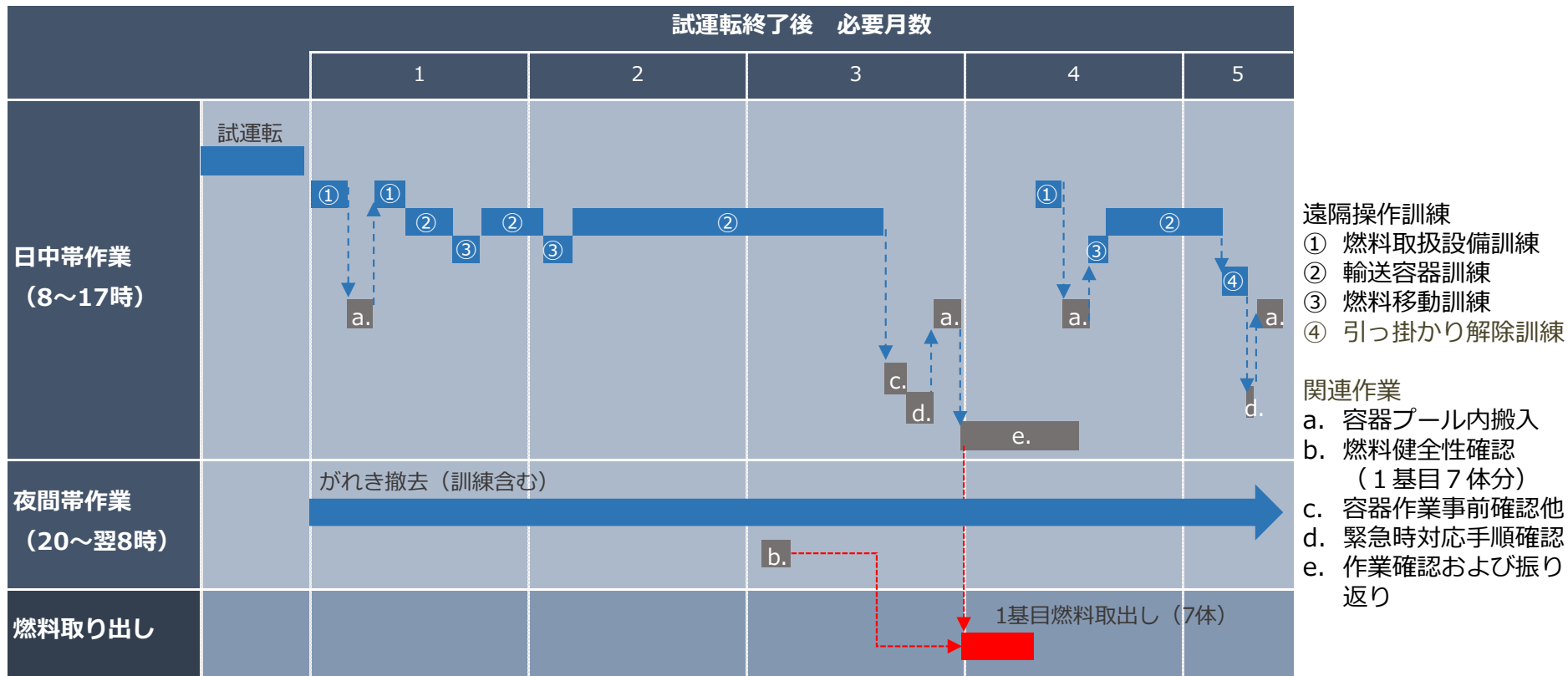


遠隔操作室  
(事務本館)



## 2-1. 燃料取り出し開始までの工程について

- クレーンの不具合について部品の交換を行い, 7/14より燃料取扱機・クレーンの試運転を再開したが, 8/8,9の燃料取扱機の使用前検査においてクレーンの現場確認は終了したが, マストホイストの制御に係る異常の警報が発生し検査を中断している。現状, 燃料取扱機に損傷は確認していない。不具合の状況を次頁に示す。
- 以下に使用前検査終了後から燃料取り出し開始までに行う, プール内がれき撤去および燃料取り出し実機訓練の工程を示す



※訓練等の順序・期間は必要に応じて見直しを行う  
 ※上記の工程は, 延伸リスク日数を含む。詳細日数はP11~14参照

## 2-2. 燃料取扱機設置の経緯

- 燃料取扱機は、国内工場で動作確認を実施後、発電所に搬入後も動作試験を実施している。使用前検査（8/8）前日までは、マストホイストの制御に係る異常警報は発生していない。
- 燃料取扱機設置に係る時系列

時期	内容
2014/2	納入
2014/6～8	国内工場で動作確認実施
2015/2～12	国内工場で遠隔操作訓練の実施
2017/9	国内工場にて1Fへの輸送前の動作確認実施
2017/11	1Fへ海上輸送，ガーダ上へ据付
2018/3～8	試運転実施，異常がないことを確認
2018/8/8	使用前検査中にマストホイストの制御に係る異常警報が発生

## 2-3. 使用前検査で発生した不具合

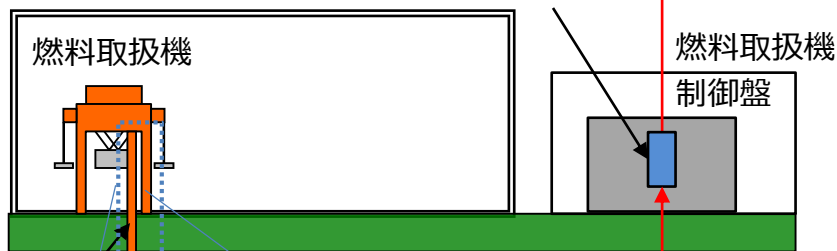
### ■ 警報発生状況

→ ……信号の流れ

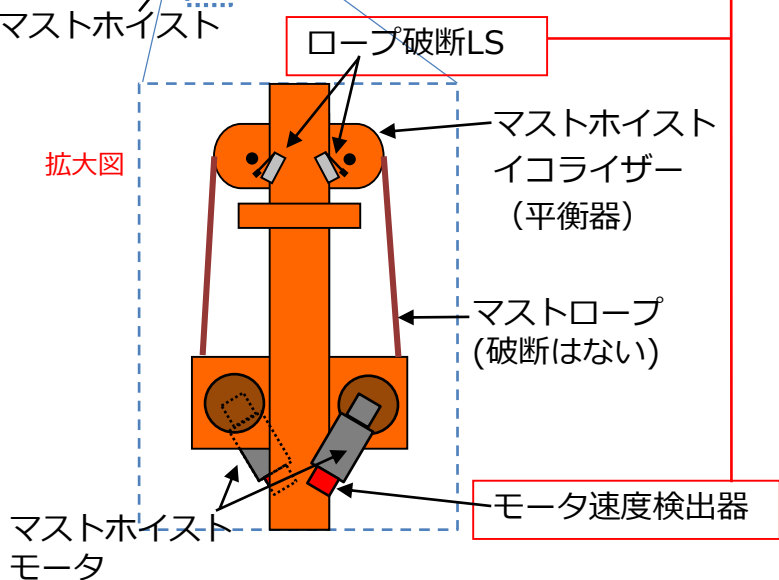
3号原子炉建屋  
オペフロ上

制御盤内コントローラ  
(simotion(商品名))

遠隔操作室  
(事務本館)



拡大図



### 発生警報

- ① 『マストホイストsimotion異常』
- ② 『マストホイスト# 2 モータ・イコライザー異常』
- ③ 『ロープ破断なし (2)』 (消灯) ※

※ 通常は正常であることを検知しており、今回検知できなくなった。

### パラメータ異常

- ④ 『マストホイストモータ1・2』のモータ回転量情報、ロープ引出し長さ情報が非表示(####)

### ■ 各警報の発生要素について

#### 【①～③発生警報】

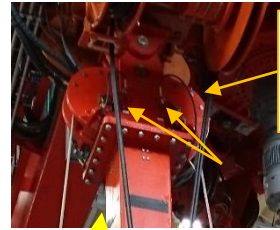
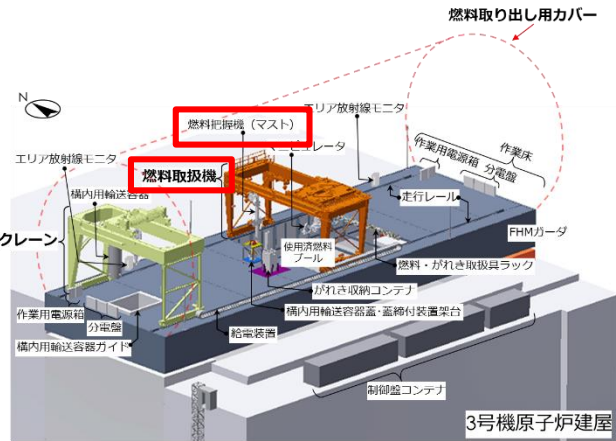
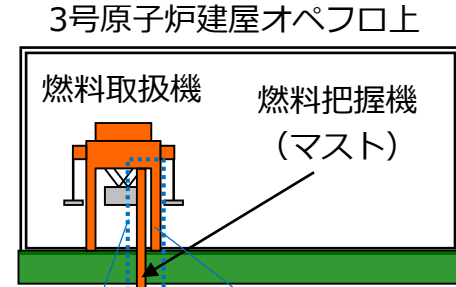
- ロープ破断を検出するリミットスイッチ(LS)の信号により警報③が発生し、①②はその関連警報として同時に発生する。
- ロープ破断、LS単品、信号ケーブル等に不具合のある可能性が考えられる。
- 調査の結果、ロープの破断、LSの故障は確認されていない。

#### 【④パラメータ異常】

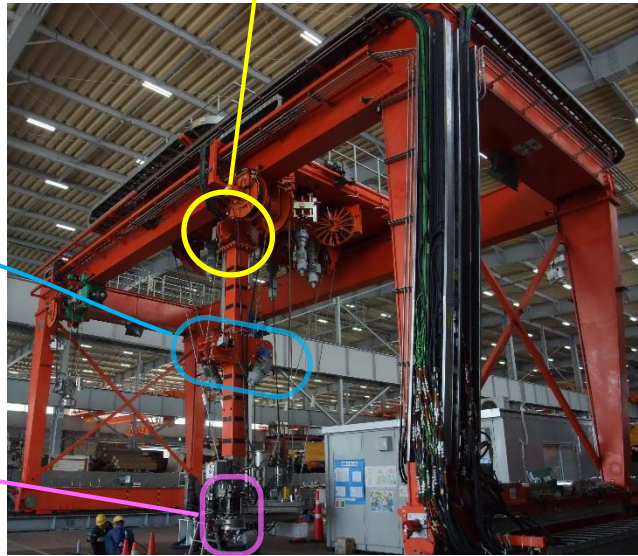
- ④のモータ回転数、ロープ引出し長さ情報の表示が非表示(####)となる可能性は、モータ速度検出器の単品故障、信号ケーブルの不具合、接続部の異常が考えられる。
- 調査の結果、接続部の異常は確認されていない。

# (参考) 燃料把握機概要

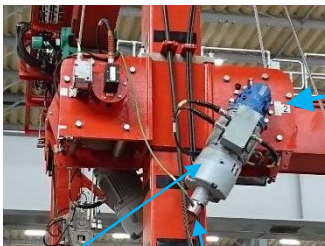
- 燃料把握機（マスト）は、マストホイストモータでマストロープを出し入れすることで、上下に伸縮する。
- マストロープは2本あり、片側のロープが破断しても、もう片方のロープで燃料等の保持が可能。片方のロープが破断した際は、マストホイストイコライザが傾きロープの破断を検知する。



マストホイストイコライザ (平衡器)



燃料取扱機 (FHM)

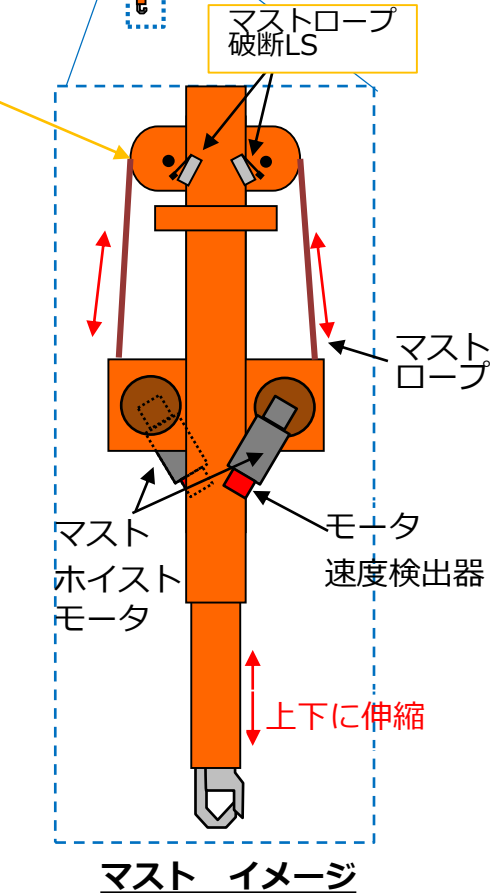


マストホイストモータ

モータ速度検出器



グラブ (マスト先端据付状態)



### ■ 調査状況

- 外観確認 （詳細は参考1参照）
  - ロープの破断、リミットスイッチの故障、制御ユニットをはじめとする制御系部品の損傷等は確認されなかった。
  - 制御ユニットに新たなエラー表示を確認した。
- 確認試験 （詳細は参考2参照）
  - マストホイストモータのモータ速度検出器からエラー表示のある制御ユニットにつながる制御ケーブルを、エラー表示のない制御ユニットに接続した結果、同様のエラー表示が出たため、ケーブル/検出器の故障の可能性を確認した。
- 抵抗測定 （詳細は参考2、3参照）
  - 故障の可能性のあるケーブル/検出器に対して抵抗測定をした結果、ケーブルに断線・地絡傾向、及びケーブル同士の接続部に短絡傾向を確認した。
- ケーブル調査 （詳細は参考4参照）
  - 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認した結果、片側（オス側）の接続部内部に断線と異物を確認した。

### ■ 調査結果

- 不具合調査の結果、検出器から制御ユニットにつながるケーブルに断線・地絡傾向・短絡傾向が確認された。また、ケーブルの接続部内部に断線と異物を確認した。詳細確認中

### ◆概要

8月15日、3号機燃料取扱設備の試運転中に、オペレーティングフロア（以下、オペフロ）に設置してあるクレーンを用いて資機材を片付けていたところ、警報※<sup>1</sup>が発生しクレーンが停止した。

警報発生の原因を調査していくなかで、定格荷重以上の荷重※<sup>2</sup>を吊っていたことが確認された。

※<sup>1</sup> 警報は荷重制限に関するものではなく、主巻きブレーキの状態を示す。

※<sup>2</sup> 吊った荷重は、使用前検査にて使用した検査荷重および訓練用の模擬燃料。

### ◆定格荷重(50.0t)の超過(約50.9t)について

資機材片付け実施中、下記の資機材を同時に吊り上げ(20mm程度の地切り)を実施した。

- ・テストウエイト(架台・吊り具含む) 約50.6t
- ・模擬燃料 約0.3t



<クレーン全景>



<テストウエイト>

### 3-1. 燃料取り出し実機訓練

- 作業員の技能向上のため、燃料取り出し開始前に、燃料取扱設備・構内用輸送容器の一連の遠隔操作訓練を行う

訓練内容		
①	燃料取扱設備訓練	燃料取扱設備（燃料取扱機，クレーン）の動作方法等を確認する
②	輸送容器訓練	遠隔操作での輸送容器の蓋締め，密封確認装置の操作，1階への吊り下ろし等の訓練を行う
③	燃料移動訓練	模擬燃料を用いてラック～輸送容器間の燃料移動の訓練を行う
④	引っ掛かり解除訓練	燃料吊り上げ時にがれきの干渉が発生した場合の解除訓練を行う

※番号は工程表上の番号に対応

- 輸送容器1基の輸送訓練が終了した後，1基目の燃料取り出しを行う。輸送完了後，振り返りを行い，必要に応じて手順を改善する
- 実機訓練及び燃料取り出しの実施体制は以下の通り

	訓練 (8～11月)	燃料取り出し (1回目)	訓練 (12月)	燃料取り出し (2回目～)
燃料移動操作班 (6班)	①4班 ③4班	4班で作業	①2班 ③2班 ④6班	6班で作業
輸送容器取扱操作班 (6班)	①5班 ②5班	5班で作業	①1班 ②1班	6班で作業

- 燃料取り出し実機訓練の他、以下の関連作業を燃料取り出し開始前後に行う

関連作業		
a.	容器プール内搬入	輸送容器を1階からオペレーティングフロア上に吊り上げ、プール内に搬入し一次蓋を開放する
b.	燃料健全性確認	燃料上部のがれき撤去後、燃料上部に治具を被せハンドルの沈み込み、傾きが無いか確認する
c.	容器移送作業事前確認他	1階に吊り下した輸送容器への二次蓋の取付け、車両積載作業等の有人作業について取合確認等を行う
d.	緊急時対応手順確認	燃料取扱い中に地震等が発生した場合の対応手順の確認を行う
e.	作業確認および振り返り	1基目の取り出しの作業確認および振り返りを行い、必要に応じて手順を改善する

※番号は工程表上の番号に対応

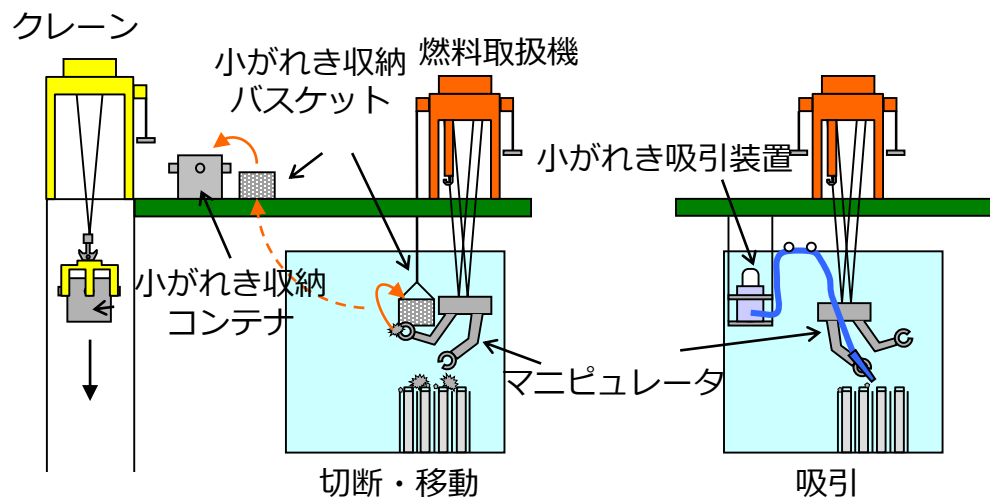


## 4. プール内小がれき撤去作業

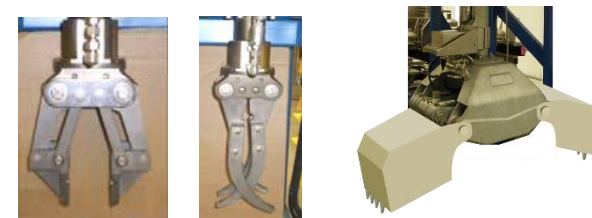
- 建屋の爆発の影響で使用済燃料プール内に小がれきが堆積しているため、マニピュレータやツールを用いて吸引、把持、切断等により撤去する
- 燃料取扱設備の試運転後、燃料ハンドルより上の小がれきから撤去し、習熟後に燃料ハンドル付近の小がれきを撤去する
- 小がれき撤去作業は夜間帯に行う



2015年プール内調査時の画像



小がれき撤去作業のイメージ



つかみ具

バケット



鉄筋カッター



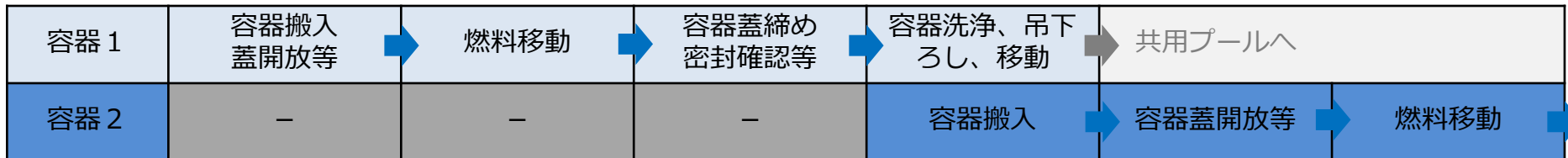
ケーブルカッター

小がれき撤去用ツール

## 5. 燃料取り出し作業

- 燃料取り出しは、リスクの低い燃料から進めていく予定
  - がれき衝突による変形の無い新燃料
  - がれき衝突による変形の無い使用済燃料
  - 震災以前に損傷が発生した使用済燃料・がれき衝突により変形した燃料
- 燃料取り出しおよび小がれき撤去作業は、24時間作業で行う予定（下図参照）
  - 燃料移動作業および小がれき撤去作業：6班
  - 輸送容器取扱作業：6班

### <燃料取り出し作業の主な流れ>



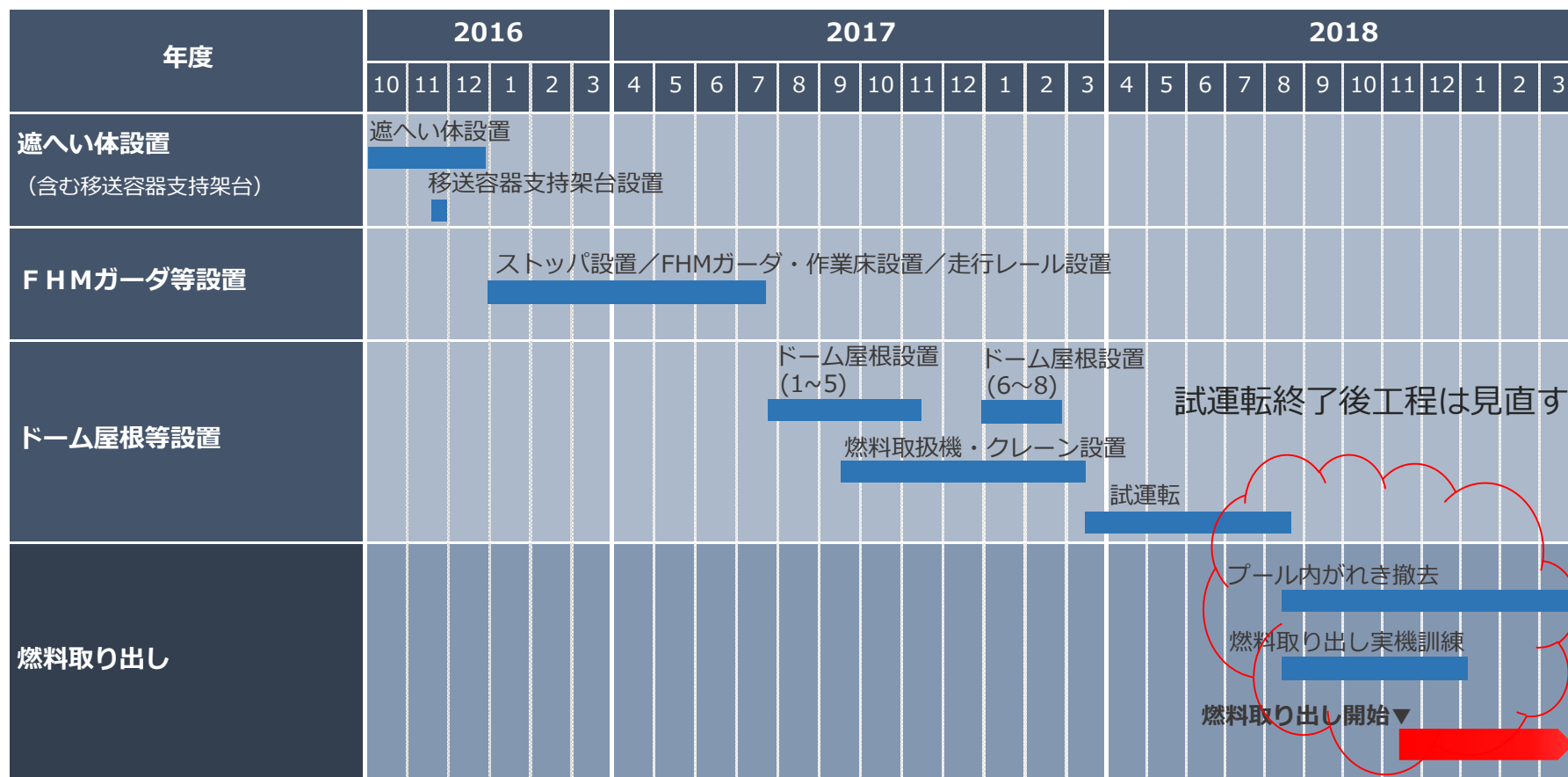
### <24時間作業の状況>

日中帯 (8時～ 20時)	容器搬入 蓋開放等	燃料移動	容器蓋締め 密封確認等	容器洗浄、吊下 ろし、移動	容器蓋開放等	燃料移動
				容器搬入		
夜間帯 (20時 ～翌8時)	小がれき撤去			小がれき撤去	小がれき撤去	

※各作業に要する日数を示すものではない

## 6. 3号機燃料取り出しのスケジュール

- 燃料取り出し開始時期は、試運転終了から約3ヶ月後の予定
- 2020年度中の燃料取り出し完了を目指す。3号機では燃料取り出し作業を遠隔操作で行うことや、がれきによりハンドルが変形した燃料が確認されていることから、今後の実機訓練や作業員の習熟度、燃料ハンドルの状態など、取り出し工程が変動する要素がある。引き続き、安全を最優先に工程を精査していく。



# 参考 1. 燃料取扱機不具合調査 【外観確認結果】

## ■ 外観確認の結果以下を確認

- マストホイストイコライザが傾いていないことを確認
- ワイヤの切断・乱巻がないことを確認 【写真1】
- LSLレバー及び取付け部のゆるみがないことを確認 【写真2】
- LSLレバーとLS作動検知用バーのクリアランスに問題ないことを確認 【写真2】

## ■ マストロープ破断LS動作確認

- LSを手動操作し、マストロープ破断信号が出ることを確認

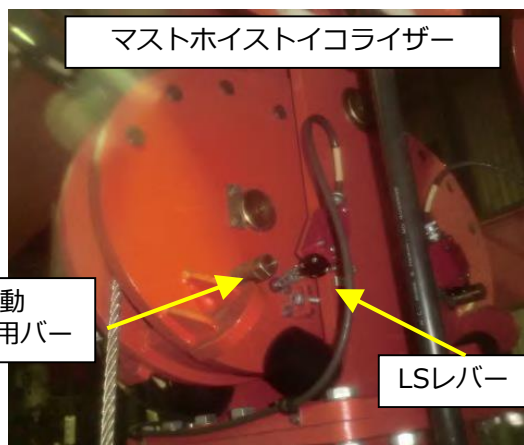
## ■ 制御盤の表示確認

- 3つの制御ユニットにエラー表示を確認 【写真3】 【写真4】

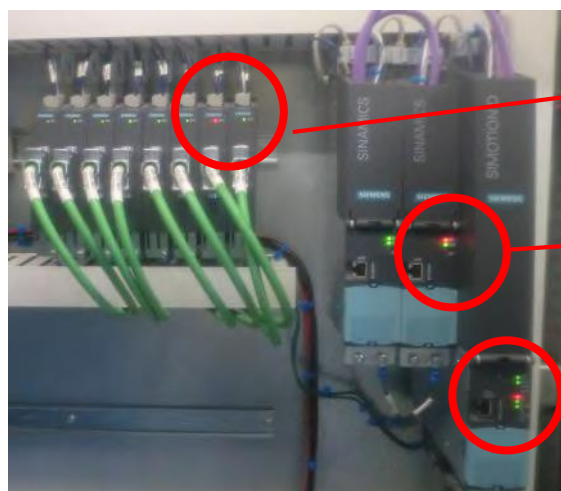


モータ速度検出器

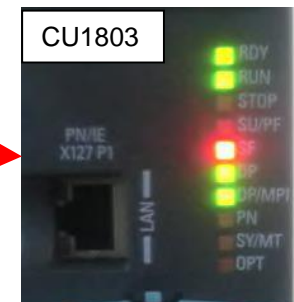
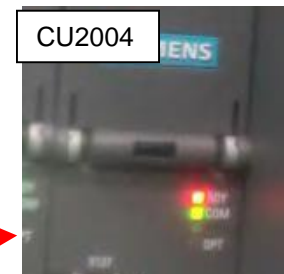
【写真1】



【写真2】



【写真3】



【写真4】

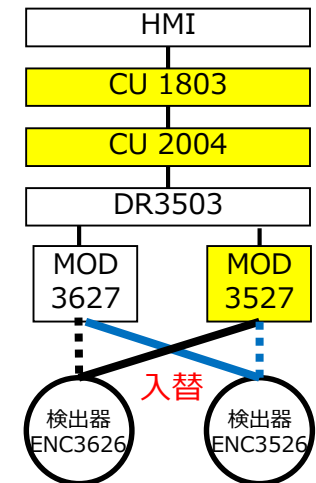
■ 確認試験（ケーブル／検出器 入替確認）

● 目的

エラー表示のある制御ユニット（黄色箇所）から、異常箇所を特定するために、エラー表示のない制御ユニットとケーブルの入替を実施。

● 結果

ケーブルを入れ替えた結果、当初エラー表示のなかったMOD 3627側に同様のエラー表示が出たことから、MOD3527側のケーブル／検出器に異常の可能性を確認。



黄色:エラー信号発生箇所  
点線:本来の接続箇所

■ 抵抗測定

● 目的

MOD3527側のケーブル／検出器の健全性を確認するために絶縁抵抗／導体抵抗を確認。

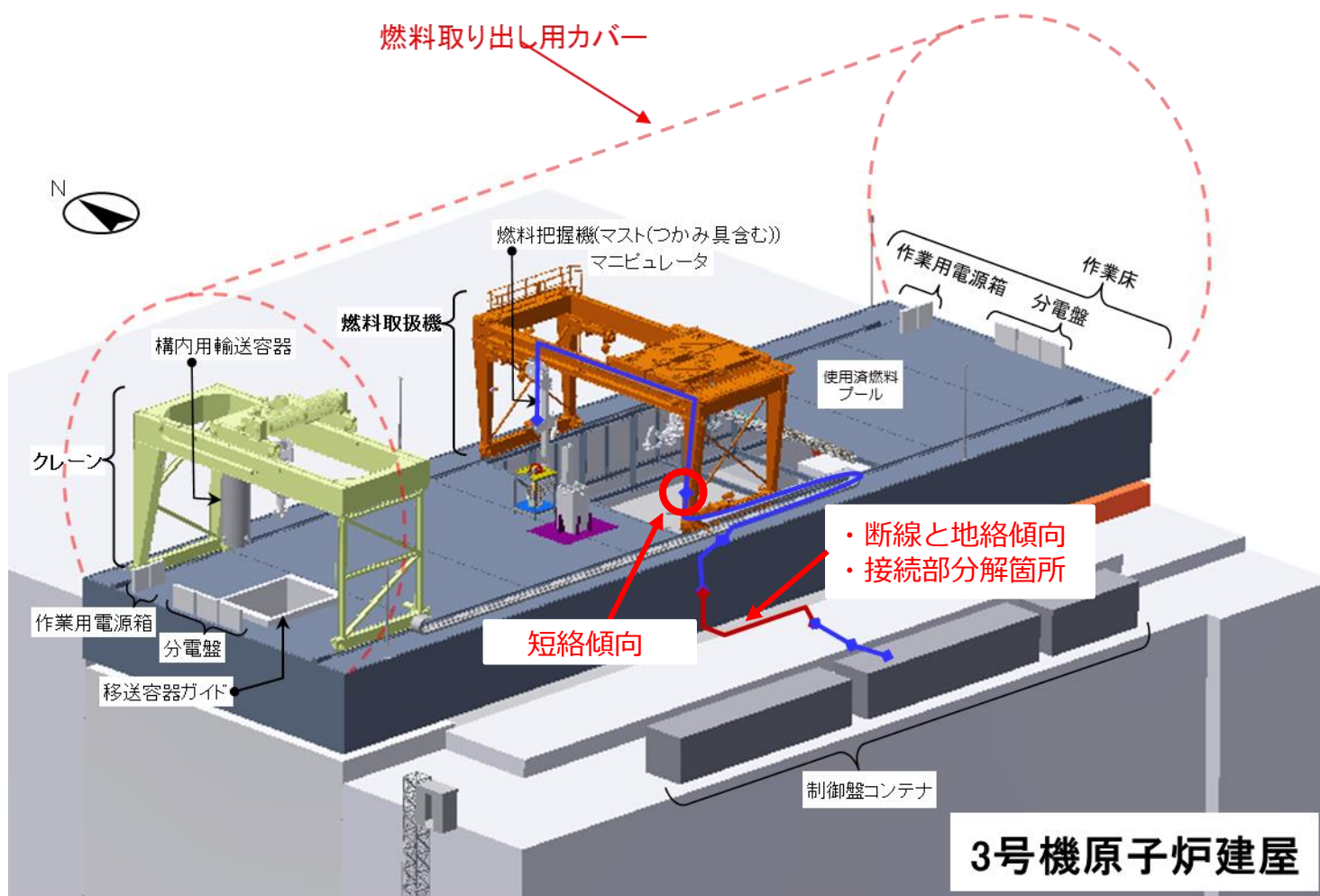
● 結果

検出器本体は異常なし

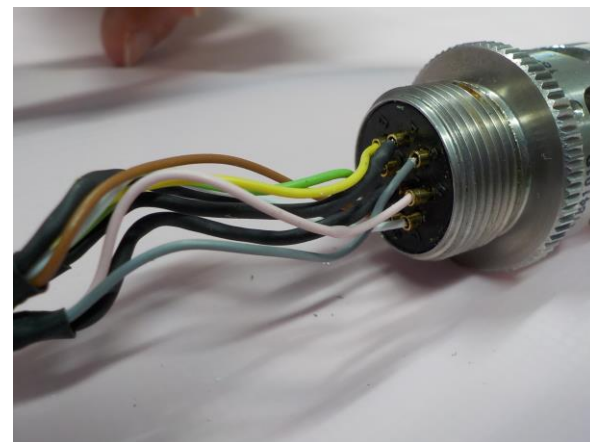
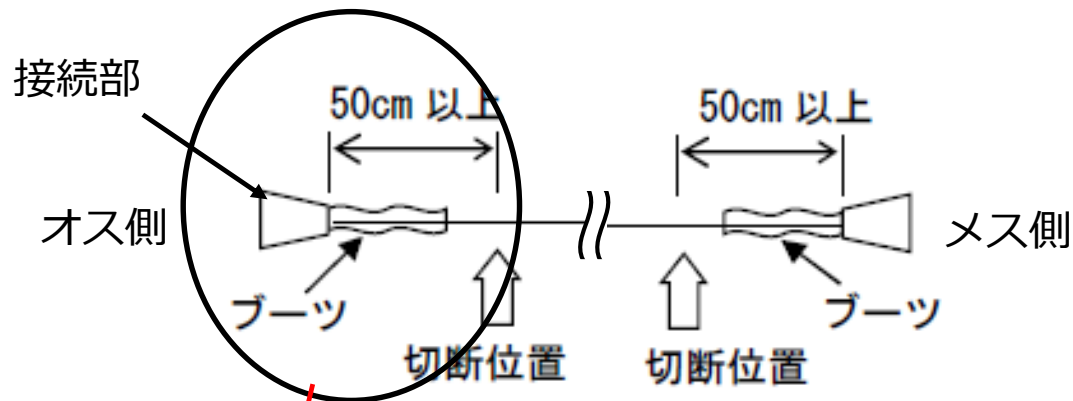
6本でつながれているケーブルのうち、

- ・ケーブル1本に断線と地絡傾向
- ・コネクタ1か所に短絡傾向

を確認。



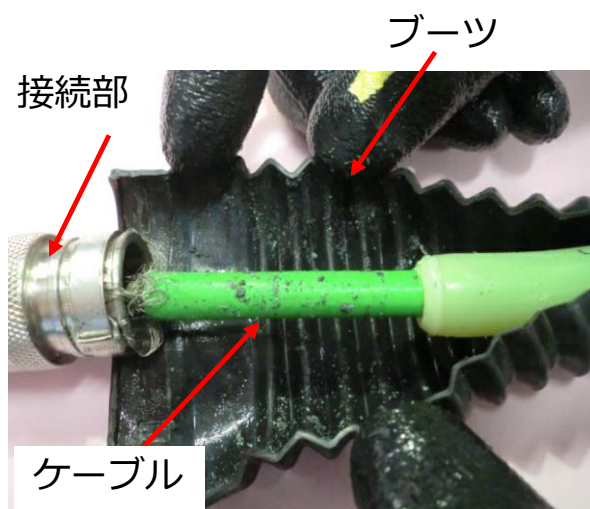
- 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認
  - 片側（オス側）の接続部内部に断線と異物を確認



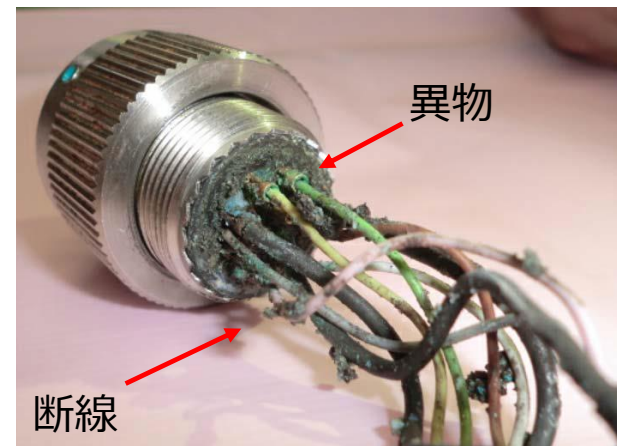
分解後  
(メス側、異常なし)



ケーブルと接続部  
(オス側)



ブーツ剥がし  
(オス側)



分解後  
(オス側)

資料 1 - 2 使用済み燃料プールからの燃料取り出しに関わる対応状況について

資料 1 - 2 - 4

# 福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体 (遠隔解体の実証試験(モックアップ°)について)

2018年8月23日

The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company) is displayed in a bold, red, sans-serif font. It is positioned on the right side of the page, above a thick red horizontal line that spans the width of the page.

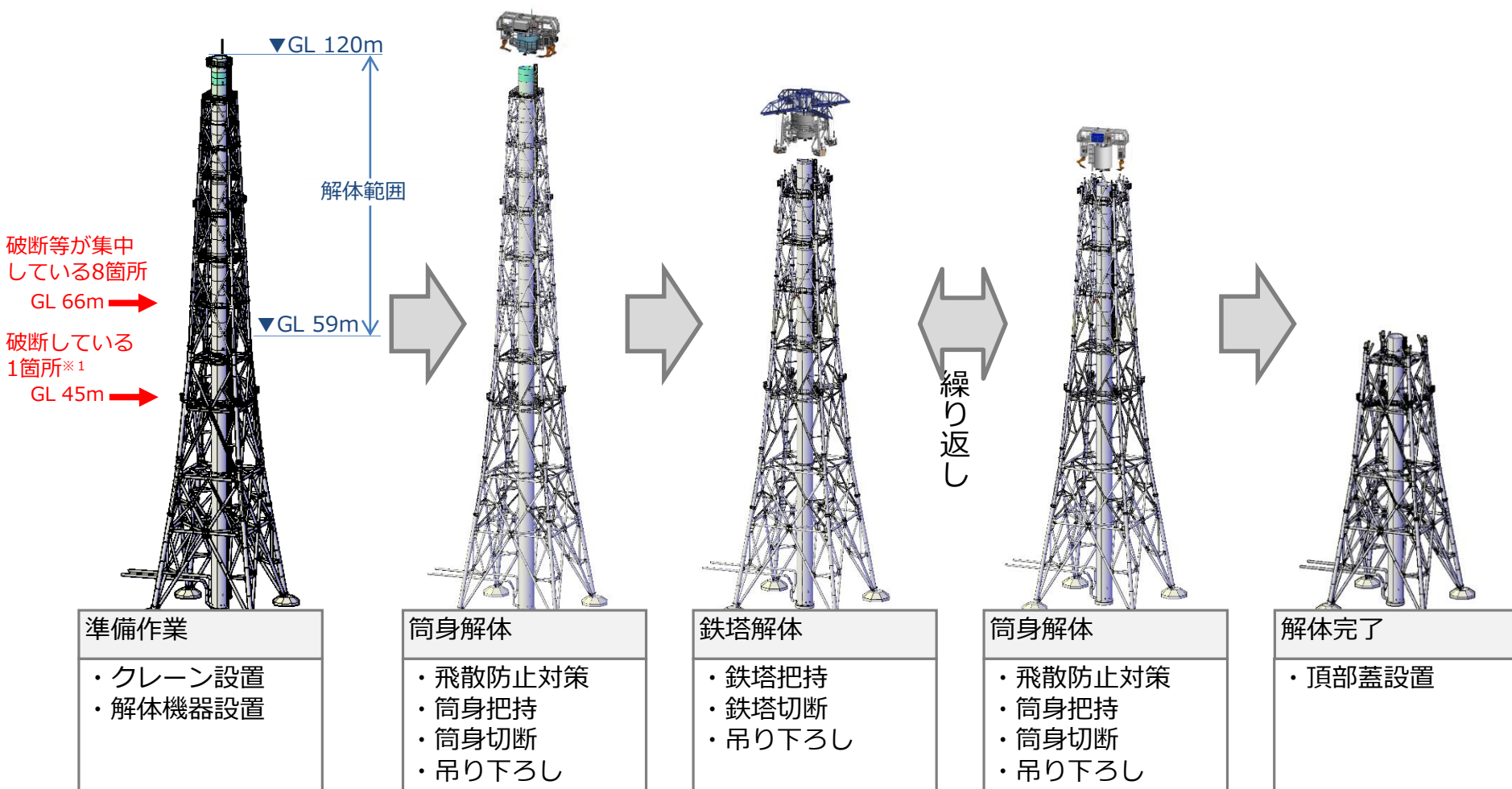
東京電力ホールディングス株式会社



- ✓ 1 / 2号機排気筒は、損傷・破断箇所があることを踏まえ、リスクをより低減する観点から、上部を解体し耐震上の裕度を確保する計画としている。
- ✓ 作業員被ばく低減を重視し、筒身解体装置と鉄塔解体装置を使用して、排気筒上部での作業を無人化した解体工事を計画している。
- ✓ 現場作業を円滑に実施するために解体工事を模擬した実証試験を行う予定であり、現在は、解体装置の製作および排気筒の模擬施設を設置など、実証試験開始に向けた準備を進めている。
- ✓ 2018年8月より、実証試験において解体装置の性能確認試験を実施し、10月頃から解体工事施工計画の確認作業を進める予定。
- ✓ 実証試験が完了する2018年12月より、福島第一構内での準備作業(周辺設備養生・解体装置の組立等)に着手する計画としている。

# 1. 排気筒解体計画概要

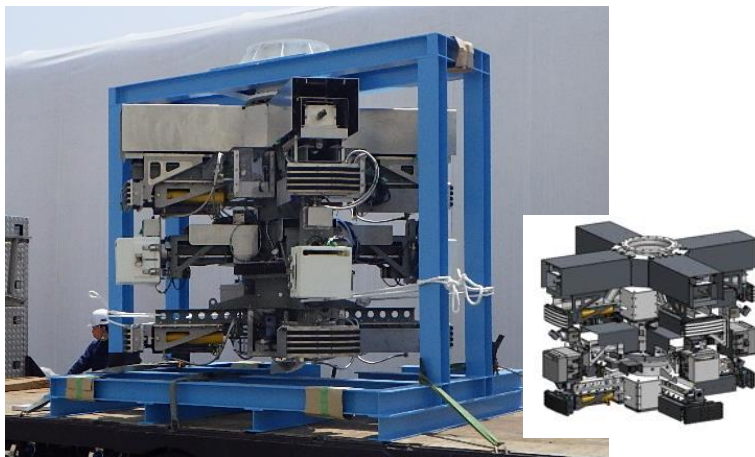
- 大型クレーンを使用し、筒身や鉄塔をブロック単位で解体する。
- 筒身と鉄塔について、切断や把持機能を有する解体装置を使用し、省人化をはかる。
- 初めに突き出ている筒身を解体した後は、解体を繰り返す。



※1 GL45m付近の破断斜材については、取り除く予定

## 2. 解体装置製作進捗状況

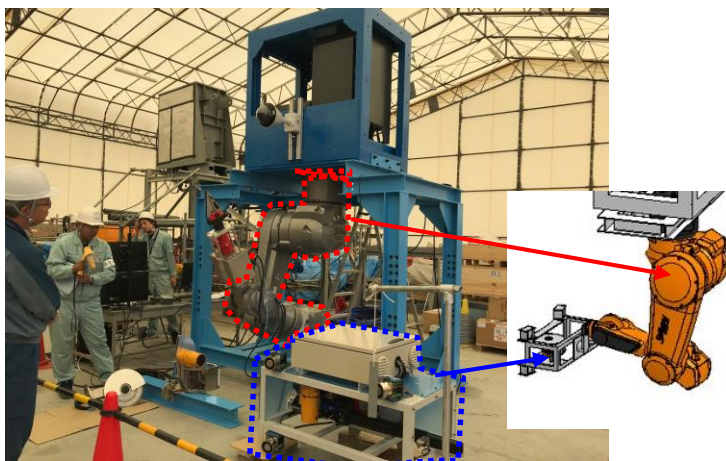
- 筒身解体装置，鉄塔解体装置（支柱材用・斜材用）の装置を組み立て中
- 装置製作は8/22時点で98%完了



筒身解体装置 組立状況



鉄塔解体装置（支柱材用）組立状況



6軸アームロボット・筒身外周切断装置 単体動作試験



鉄塔解体装置（斜材用）組立状況

## 3-1. 実証試験概要

### 【目的】

排気筒の解体計画は遠隔による解体作業であり、現場作業を円滑に実施するために解体工事を模擬した実証試験を行う。

### 【内容】

排気筒解体装置と排気筒模擬施設を使用し、下記  
3STEPで検証を行う。

代表的な作業工程を検証可能な高さ18mの  
模擬施設を設置

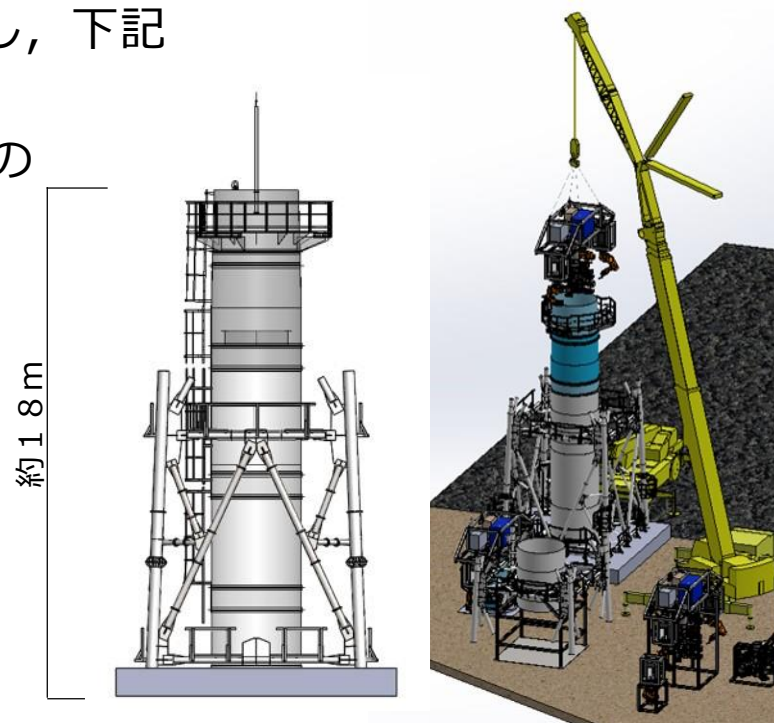
STEP1 解体装置の性能検証

STEP2 解体施工計画の検証

STEP3 作業手順の確認

### 【スケジュール】

2018年8月下旬～順次実施



模擬施設 概要図

実証試験のイメージ

## 3-2. 実証試験に向けた準備の進捗状況

- 排気筒模擬施設は6/15に設置完了
- 大型バスを改造した遠隔解体装置の操作室を準備中



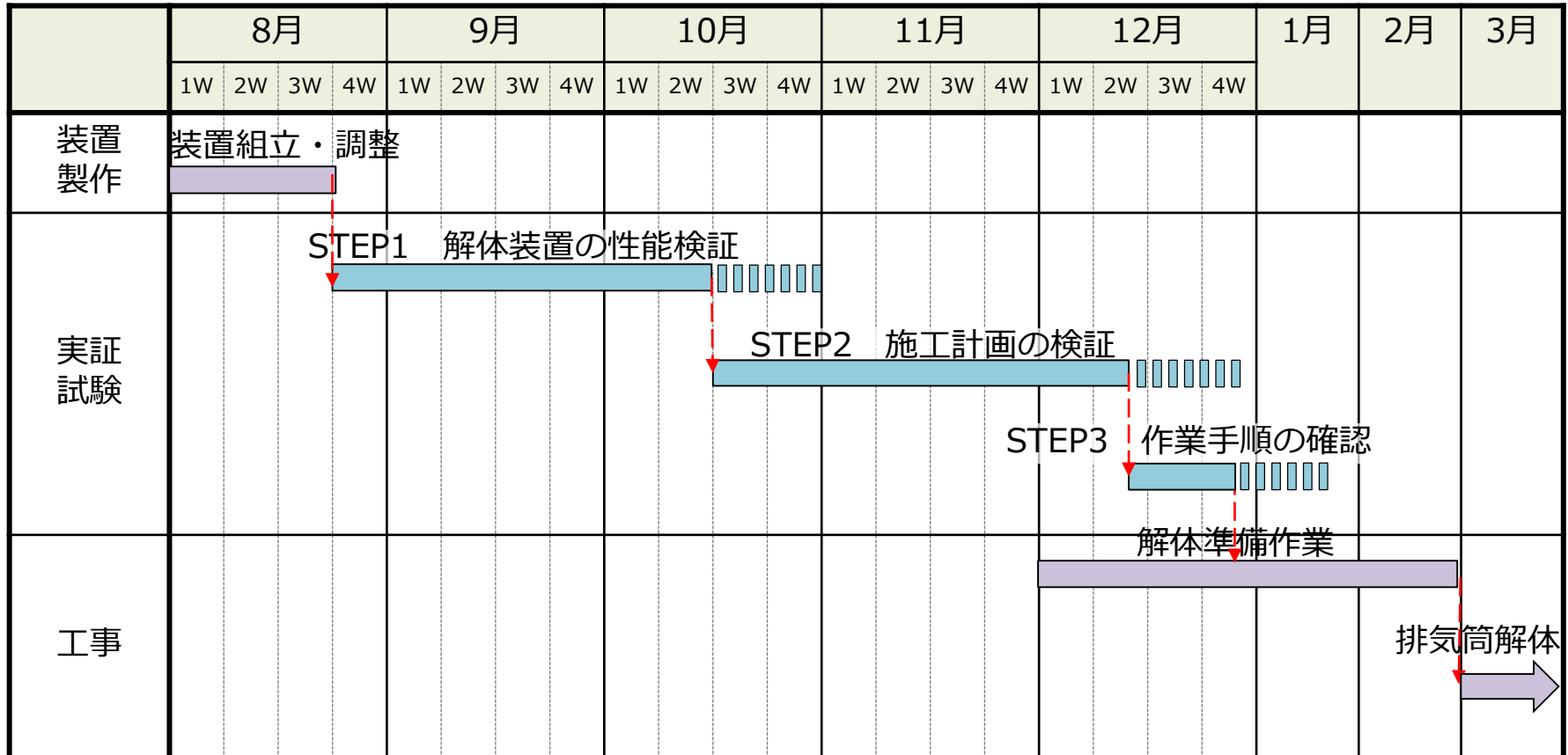
排気筒模擬施設 設置作業状況  
(6/15設置完了)



遠隔解体装置の  
操作室準備作業状況

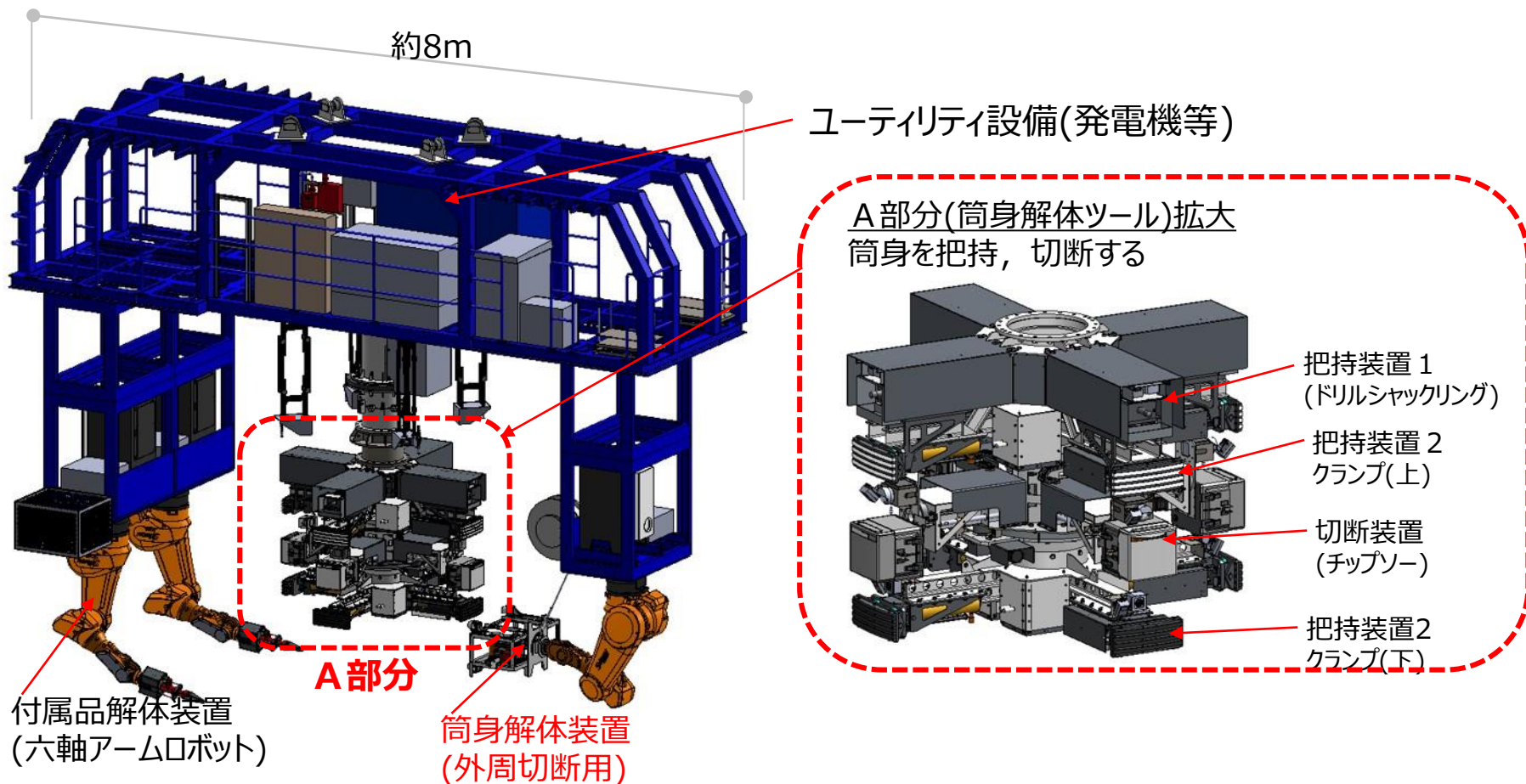
## 4. スケジュール

- 8月末から排気筒の模擬体を使用した解体装置の性能検証作業を進め,10月より実際の解体作業を模擬した施工計画の検証(作業手順や所要時間等)を行う予定。
- 実証試験では各STEPで装置・作業の安全性を着実に確認しながら,次STEPに進む計画。
- STEP2の施工計画の検証を行った上で,排気筒解体工事の工事工程を最終確定する予定。
- 2018年12月より,福島第一構内での準備作業(周辺設備養生・解体装置の組立等)に着手する計画。



# 参考 1. 装置概要 (筒身解体装置)

- 筒身解体装置は、筒身解体ツール(下図のA部分)を筒身内に差し込んで、2種類の把持装置により把持・固定する。
- 筒身は、筒身内部よりチップソーにて切断する。
- 筒身切断時に干渉する付属品(梯子など)は、六軸アームロボットにより撤去する。
- 飛散防止剤は別装置にて散布する。



## 参考2. 装置概要 (鉄塔解体装置)

- 鉄塔解体装置は、筒身解体ツール(下図のA部分：筒身解体装置と同じ)を筒身内に差し込んで、2種類の把持装置により旋回台(クロスハンガーユニット)を固定する。
- 旋回台の四隅から吊り下げた切断/把持装置により、支柱材および斜材を把持して切断する。
- 対象部材(支柱材, 斜材)に応じ、先端アタッチメントを取り替える。

