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ブレース撤去の進捗について）

2018年11月2日

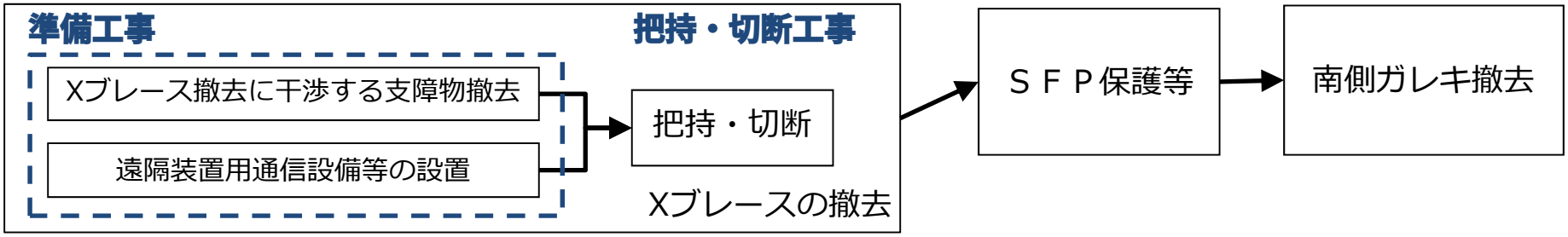
TEPCO

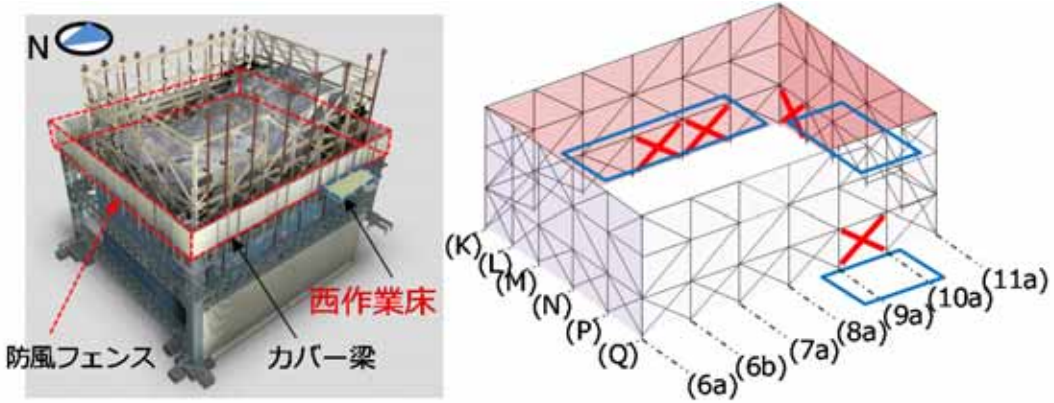
東京電力ホールディングス株式会社

# 概　要

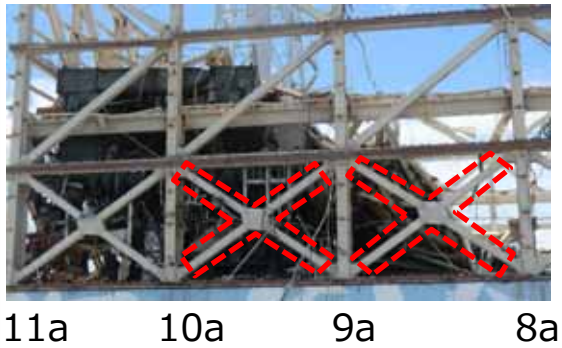
今後実施する南側ガレキ撤去に際し、ガレキ等がSFPへ落下することを防止するSFP保護等を実施予定。

- 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箇所で実施。
- 2018年9月19日西面のＸブレース撤去に着手し、9月25日に撤去を完了した。
- 10月19日に南面のXブレース撤去に着手し、撤去作業を実施中。




１号機原子炉建屋の外観イメージ




東面　Xブレース撤去範囲

# １．進捗状況（西面Xブレース撤去）

2018年9月19日撮影

バンドソーでのXブレース切断

2018年9月20日撮影

セーバーソーでのXブレース切断

2018年9月25日撮影

把持装置でのXブレース引き抜き

2018年9月25日撮影

Xブレース撤去後

Xブレース撤去の状況写真（西面）

# ２．進捗状況（南面Xブレース撤去）

2018年10月19日撮影

セーバーソーでのXブレース切断（右下）

2018年10月23日撮影

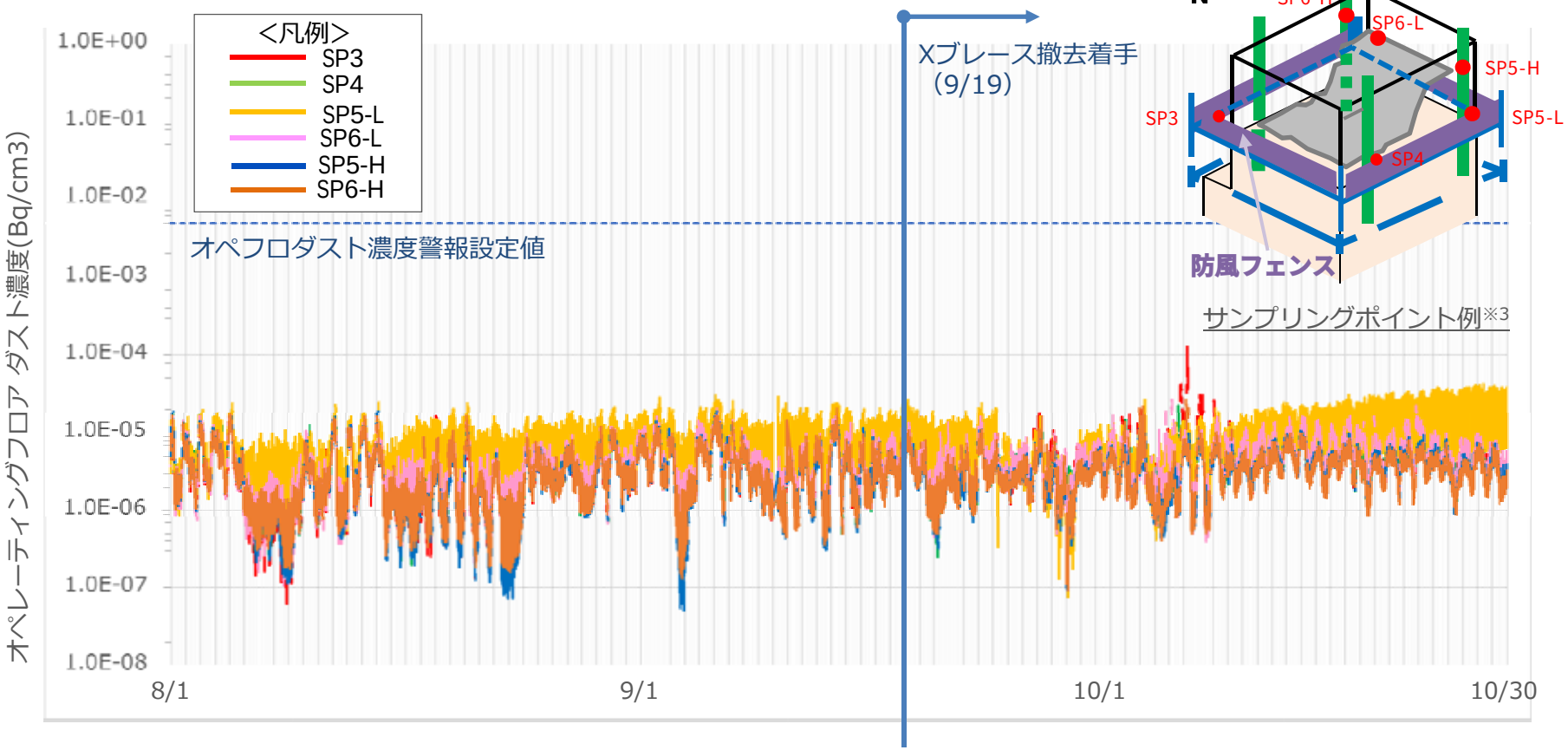
セーバーソーでのXブレース切断（右上）

Xブレース撤去の状況写真（南面）

# 3．オペレーティングフロアの空気中の放射性物質濃度

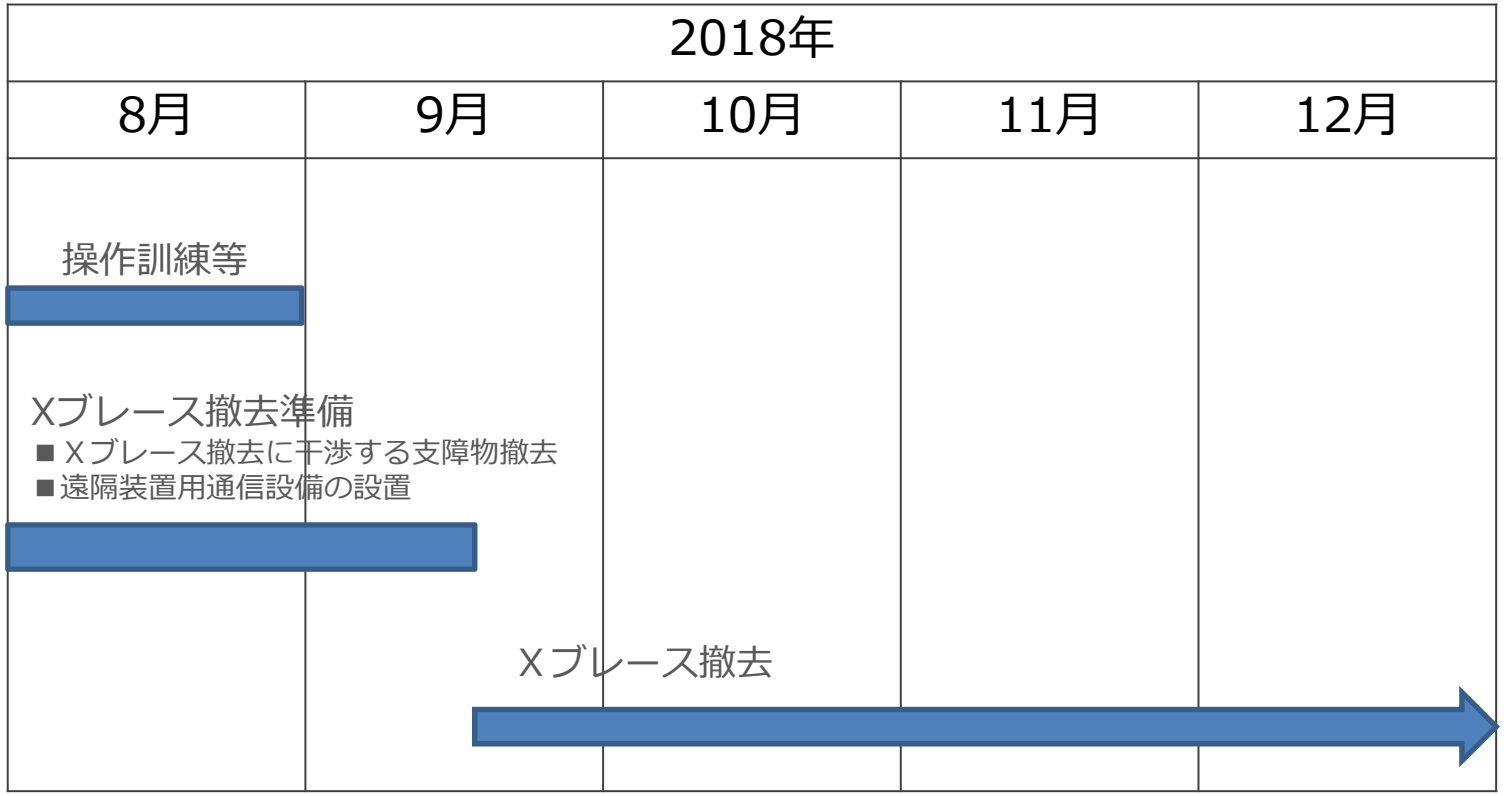
オペレーティングフロアに設置した連続ダストモニタで測定した、2018年8月1日～2018年10月30日の「空気中の放射性物質濃度」を以下のグラフに示す。

■ オペフロのダスト濃度に有意な変化はなく、空気中の放射性物質濃度は、オペレーティングフロアダスト濃度警報設定値※2（5.0×10-3Bq/cm3）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

# ４．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。

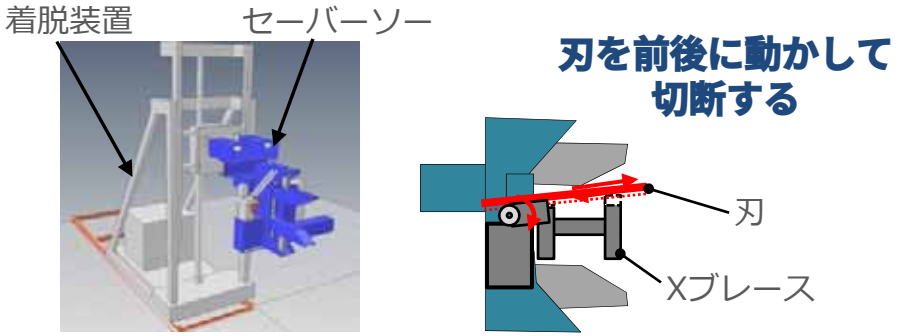
# 【参考】Xブレース把持・切断に使用する遠隔装置

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。

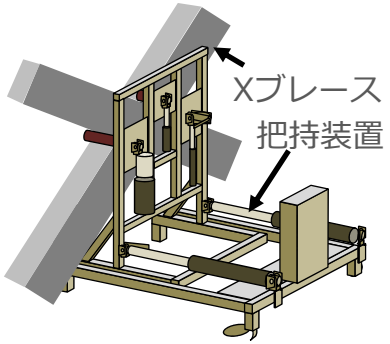
■セーバーソー・バンドソー：Xブレースを切断する。(切断部位に合わせて装置を選択)

■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。

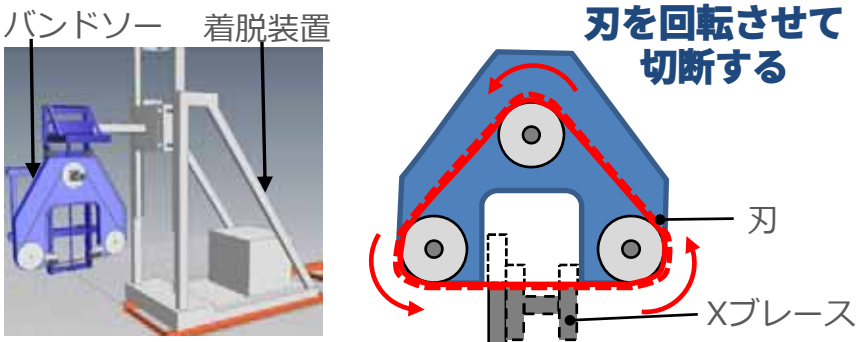
■把持装置：「切断中のXブレースの転倒防止」「切断後のXブレースの引出し」を行う。



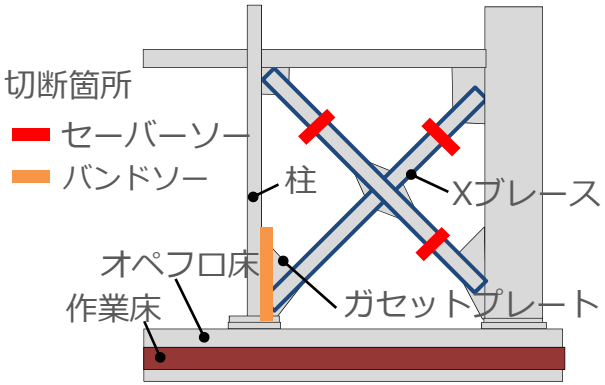

セーバーソー外観イメージ




把持装置外観イメージ




バンドソー外観イメージ




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

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
（原子炉建屋オペフロの残置物片付作業の進捗及び残置物片付後の調査について）

2018年11月2日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

# 概　要

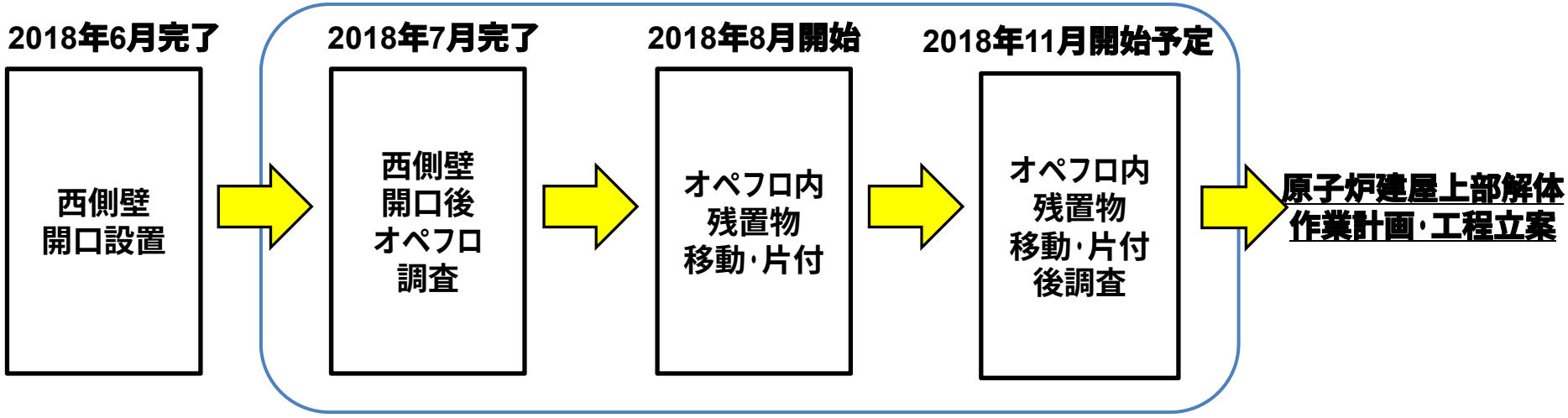
TEPCO

■7月2日から7月18日かけて、遠隔ロボットによる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、「残置物移動・片付」及び「残置物移動・片付後調査」に支障がないことを確認。

■8月２３日より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し、11月初旬に完了を予定。

■**2**号燃料取り出しに向け、原子炉建屋の上部解体等を予定しており、放射線物質の飛散防止策の検討、設備設計及び作業計画の立案を行うため、オペフロ全域の汚染状況及び設備状況調査を**11**月より開始予定。

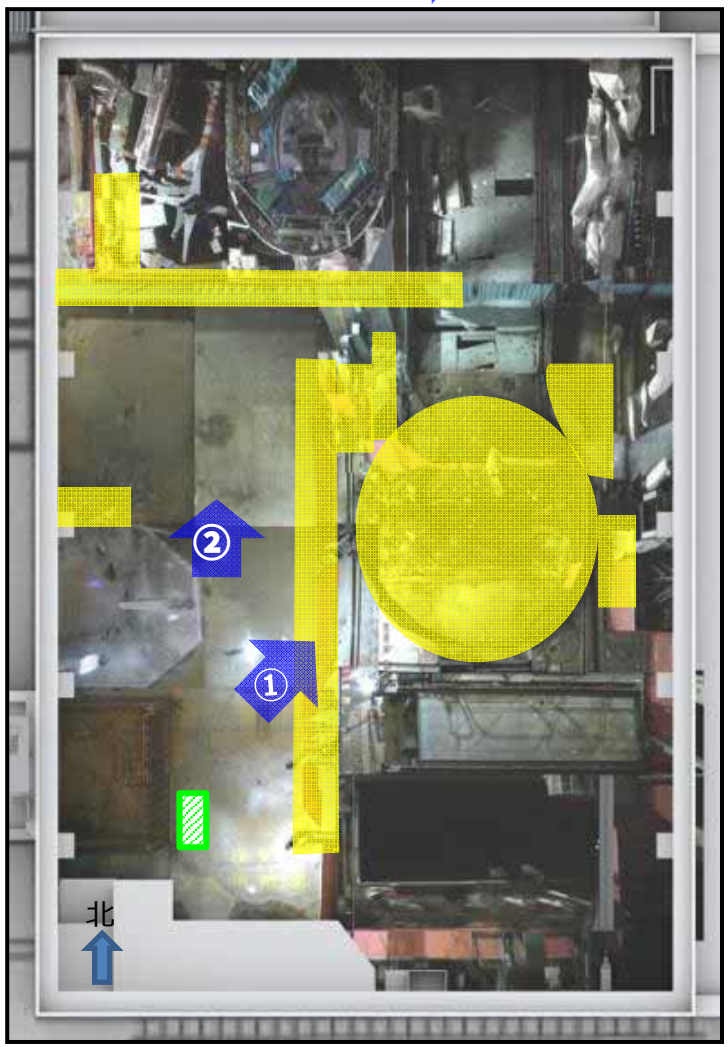
オペフロ調査等



# １．オペフロ内残置物移動・片付　進捗状況について

TEPCO

: Warrior仮置き箇所
: 残置物片付実施箇所　: 撮影方向




■８月２３日より作業を開始し１０月２２日現在で、以下の残置物の片付を実施した。

・西側壁開口周辺残置物　・遠隔操作ロボット(Warrior)
・ウェル周りフェンス及び残置物、C区域フェンス　他

①残置物片付前（ウエル上）撮影日(8/18)

①残置物片付後（ウエル上）撮影日(10/22)

② 残置物片付前（北側）撮影(8/18)

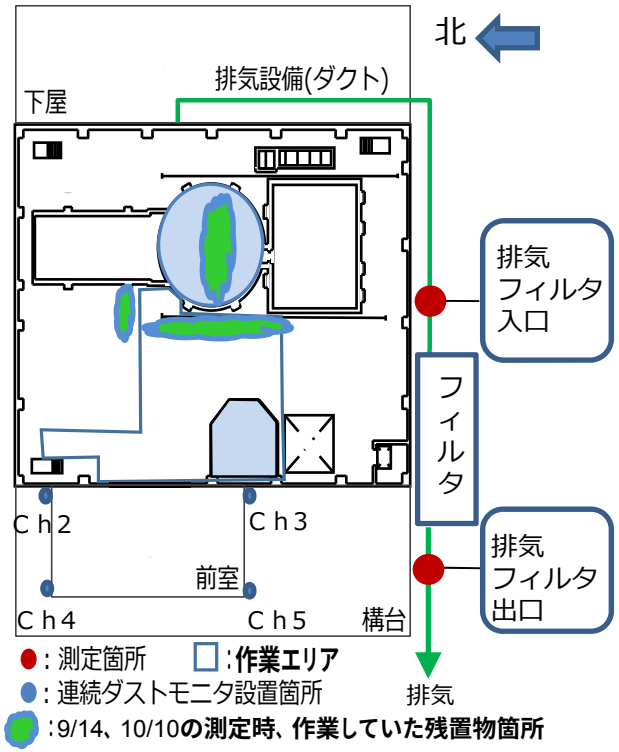
②残置物片付後（北側）撮影日(10/22)

# ２．オペフロ作業によるダスト濃度の状況について

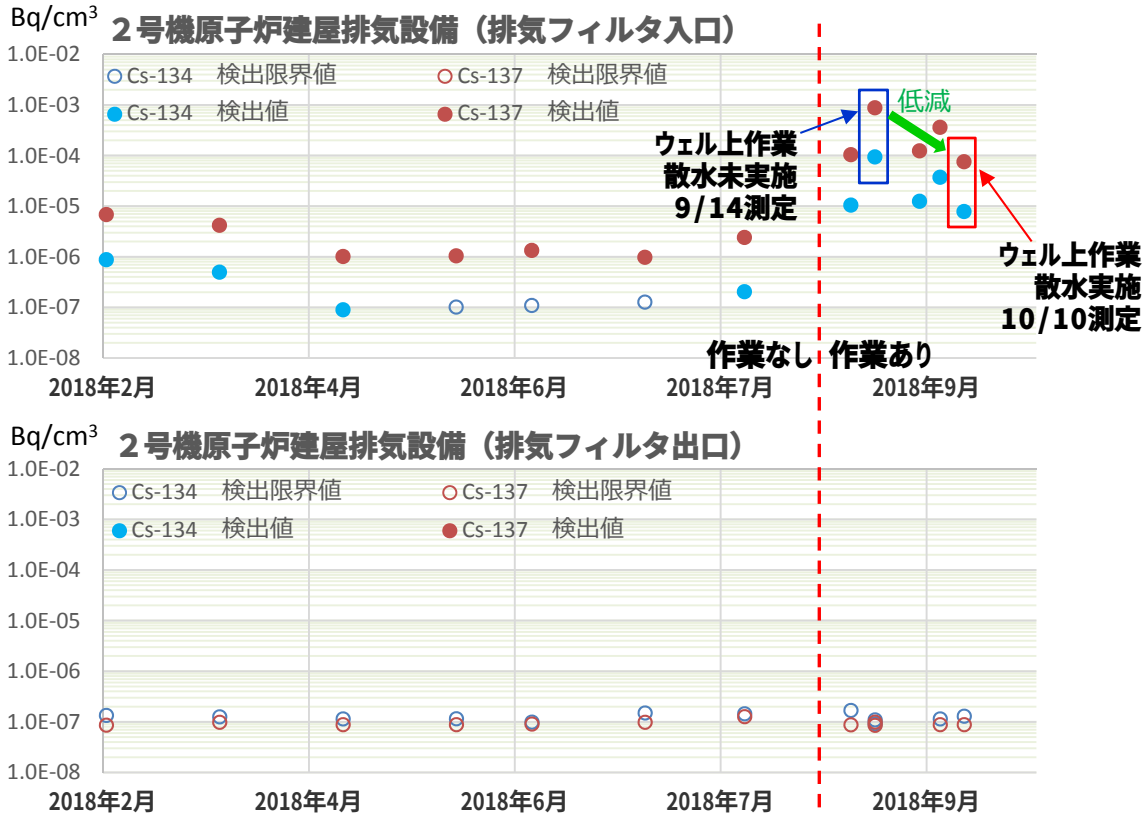
TEPCO

- 残置物撤去作業開始以降、月例の原子炉建屋排気設備排気フィルタ入口・出口のダスト濃度測定においてフィルタ入口の放射能濃度の上昇傾向を確認したが、排気フィルタ出口のダスト濃度及び周辺のダストモニタ(西側前室，１・３号機オペフロ)に有意な変化はなく、外部への影響がないことを確認した。
- 外部への影響はないが、オペフロ作業時はオペフロ内の放射能濃度が上昇していることを確認したため、更なる安全対策として残置物片付作業範囲に散水を行い、ダストの飛散抑制を行う。
- 排気フィルタ入口のダスト濃度は、散水を実施した場合、放射性濃度が散水実施前に比べ低減していることを確認。

**⇒9/14測定値：<u>8.8E-04Bq/cm3</u>　10/10測定値：<u>7.5E-05Bq/cm3</u>（作業はどちらもウェル上作業を実施、Cs-137で比較）**




**<u>残置物撤去作業場所及びダスト採取箇所</u>**




**<u>排気フィルタ入口・出口のダスト濃度測定状況</u>**

# ３．オペフロ内残置物移動・片付後調査

TEPCO

【目的】

■２号機使用済燃料プール内の燃料取り出しに向け、今後原子炉建屋上部の解体等を計画しており、周辺環境や作業員に対する安全上のリスクが増加しないよう放射性物質の飛散防止策の徹底、除染方法･遮へい･設置設備等の設計並びに作業計画の立案を目的として、オペフロ内の床･壁面･天井部について線量測定、汚染状況及び設備の状態等について調査を行う。

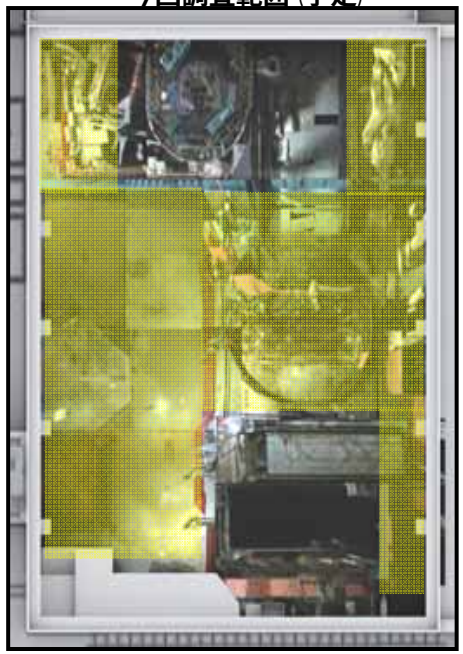
■主な調査内容は以下の通り

･表面/空間線量率測定　･スミア測定　･ダスト測定

･オペフロ内カメラ撮影　･３Ｄスキャンによる寸法形状測定　･γカメラ撮影

北

今回調査範囲（予定）



（壁面･天井についても実施予定）

使用する遠隔無人重機･ロボット

BROKK400D

主な役割

･転倒防止対策用スロープ設置

･γカメラ撮影　等

Kobra（左）Packbot（右）

主な役割

･表面／空間線量率測定、スミア測定

・調査助勢　等

Survey Runner

主な役割

･３Ｄスキャン

･調査助勢　等

高所除染台車

主な役割

･表面／空間線量率測定

･スミア測定

・３Ｄスキャン　等

（高所部測定時使用）

# ４．今後のオペフロ調査等の工程

- オペフロ残置物移動・片付作業完了後、残置物移動・片付後オペフロ調査を11月から1月で実施予定。

# 【参考】オペフロ内残置物移動・片付

TEPCO

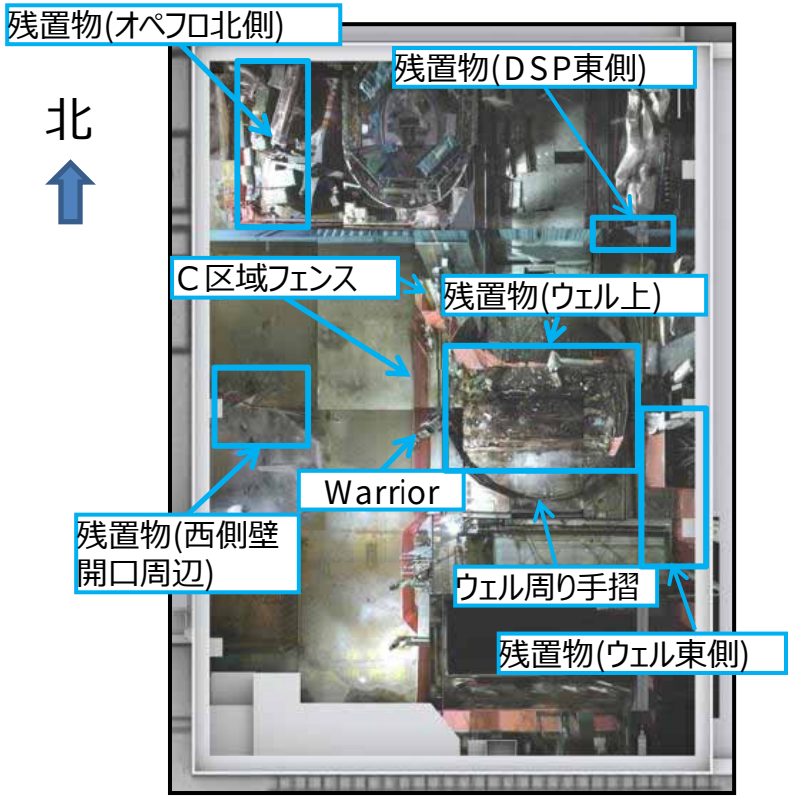
【目的】

■「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）**

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１－２－３

# 福島第一原子力発電所３号機建屋プール燃料取出し

（燃料取扱設備の調達における品質管理上の問題と対策）
（燃料取扱設備の安全点検の進捗状況について）

2018年11月2日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

# 概　要

TEPCO

## １．３号機燃料取扱設備の調達における品質管理上の問題と対策

製造～納品までの反省点として、当社は、購入品が要求仕様通りの品質であるか確認する機会があったにもかかわらず、対策を施さなかったこと・多数の不適合を受けて、購入品を部品レベルの品質まで（一次調達先の品質まで）疑う必要があったことがあった。
一次調達先以降の製品の品質確保策、製品の仕上がりだけでなく途中の段階で当社が確認するといったより手厚い対応が必要となり、以下方向性を励行していく

・一般汎用品を使用する際は、具体的な要求仕様を提示（工業規格にて明示）
・工業規格に応じた、予備品確保（対象物・量を検討）、代替品の早期調達策の確保
・一次調達先以降の製品の品質を確保する仕組みとして、部品レベルで、初めて参加するメーカー、海外製品など対象となる基準を設定した上で、当社の要求を満たす製品が作られていることを確認する仕組みを構築（対象基準によって、当社直接（当社の検品）、受注者を通して間接）
・仕組みを徹底させる責任者の配置本社と1Fをまたぐ、安全品質責任者及び補助スタッフの配置

## ２．３号機燃料取扱設備の安全点検

- 2018年3月15日の試運転開始以降，複数の不具合が発生していることから，設備の不具合発生リスクを抽出するために，*燃料取扱設備の安全点検を実施する。安全点検において確認された不具合についても原因を調査し対策を実施する。また，必要に応じ燃料取出し手順への反映を行う。*
- *不具合が確認されたケーブル・コネクタについては，*製品の品質が担保されていることを確認の上，復旧を行う。
- *また，経年変化による不具合は安全点検での確認は困難であるため，不具合発生リスクを完全に無くすことはできない。このような観点も踏まえ，予備品の購入，不具合が発生した場合の手順作成及び実試験，燃料取出し環境の改善，点検計画及び設備の品質管理確認を行い，燃料取出し開始に向けて万全を期していく。*

# １．３号機燃料取扱設備の調達における品質管理上の問題と対策

## 1. 燃料取扱設備(FHM･クレーン)一連の不具合と調達の状況

TEPCO

■ 3号機燃料取扱設備の一連の不具合において、問題の事象は以下3点

a. コネクタの製造不良による、制御系ケーブル･リード線の断線（2018.8発生）

b. FHM機外ケーブルに防塵対策パーツ（グロメット）の組み込み忘れ（a.の事象を踏まえた類似箇所調査から発覚）

c. クレーン電圧設定誤りによる、ブレーキレジスターの損傷（2018.3発生）

■ 3号機FHM･クレーンの調達

| 契約種別 | 契約件名 | 契約先 | 3事象との関係 |
|---|---|---|---|
| **購買契約**：モノを買う<br>• 当社の要求仕様を満たす製品を、工場での製作･試験を経て、当社指定の場所に納入すること | ①燃料取扱機及びクレーン他の購入 | 東芝ESS※ | 工場試験と現地据付時の電圧設定の違い（c） |
| | ②燃料取出･移送関連設備の購入 | 東芝ESS※ | |
| **据付工事契約**：買ったモノを据付ける<br>• 当社指定の製品を当社指定の場所に設置し、試運転を経て、当社の要求仕様を満たす性能を発揮すること | ③燃料取扱機及びクレーン他設置工事 | 東芝ESS※ | 据付工事にて調達したケーブル･コネクタ類に不具合(a)、(b) |

※ 東芝ESS：東芝エネルギーシステムズ㈱

## 2. 調達プロセスの概要 (1/2)

TEPCO

- 発注者：当社、受注者：東芝ESS
- 今回の不具合事象c（購買・据付工事契約）及びa、b（据付工事契約）における調達プロセスを以下に示す

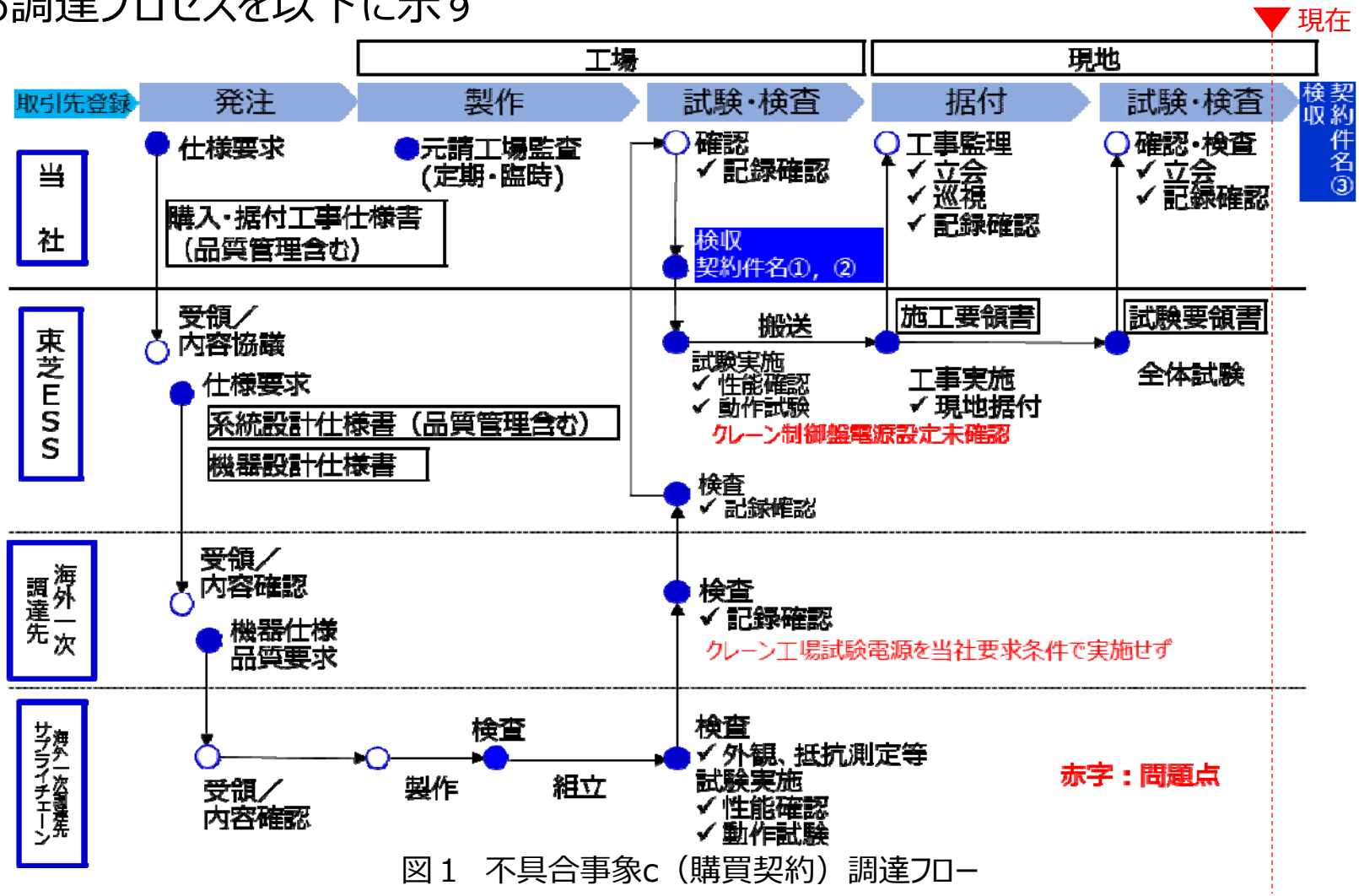



図１　不具合事象c（購買契約）調達フロー

# 2. 調達プロセスの概要 (2/2)

TEPCO

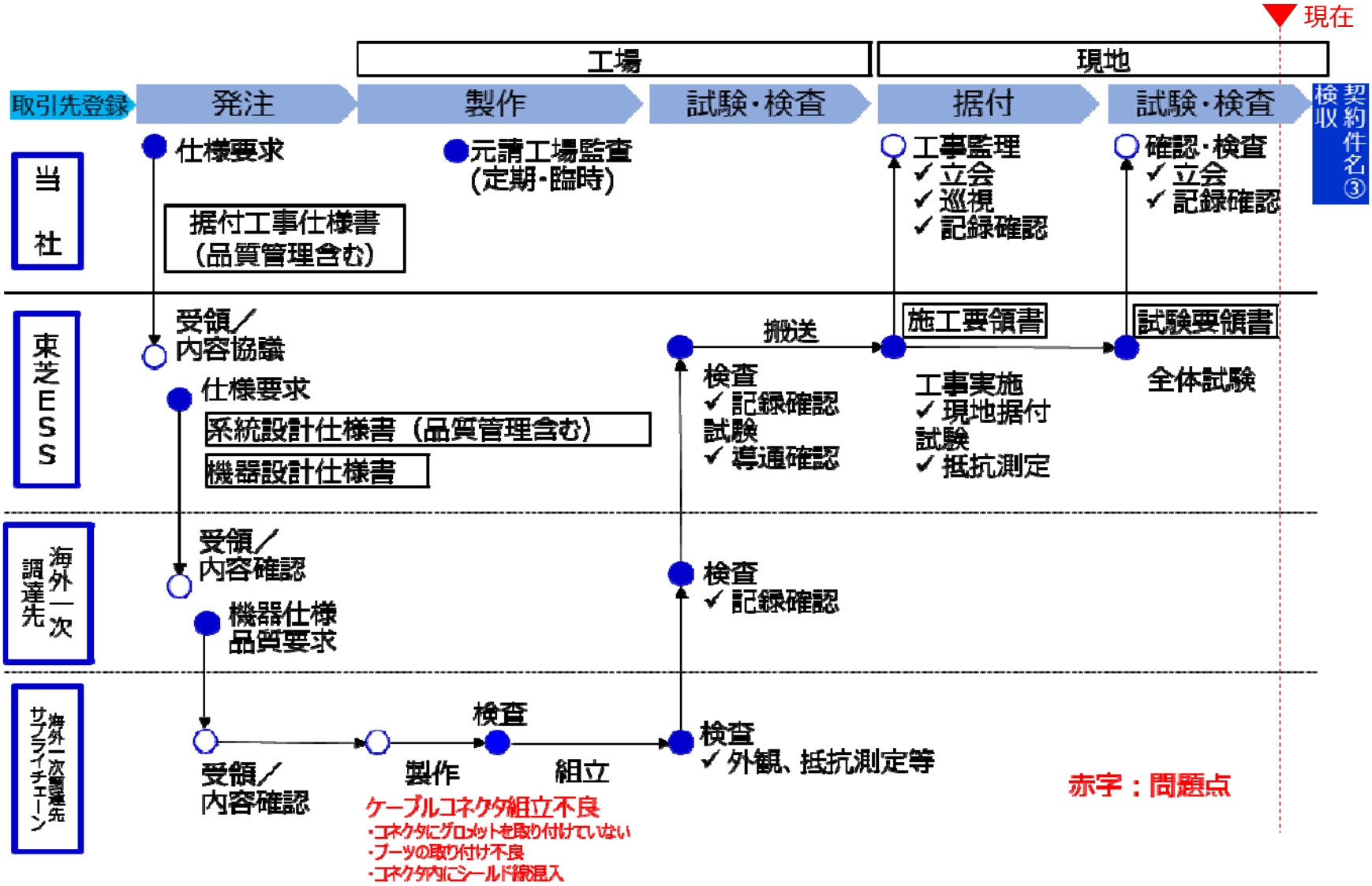



図２　不具合事象a、b（据付工事契約）調達フロー

## 3．調達品の品質に係る問題点の抽出 (1/3)

TEPCO

■ 製品の要求仕様について

● 今回の不具合3事象に関連する設備について、当社の要求仕様と受注者の回答を整理

✓ 当社は購入仕様書及び据付工事仕様書にて要求、受注者は見積仕様書にて回答、かつ、当社・受注者担当組織間での協議を重ね、仕様を明確化

| 不具合関連設備 | | 当社要求 | 受注者回答 |
|---|---|---|---|
| クレーン電圧 | | • 当社と協議して決定した電源盤から電気を供給するための電気工事を実施 | • 480V原子炉カバー用MCC 3B<br>• クレーン制御盤 440V |
| 制御系ケーブル | 設計方針 | • 施工時・運用開始後のメンテナンス時の被ばく低減を考慮した設計とすること<br>• オペフロ上のケーブルは、敷設作業の簡略化のためもコネクタを設け分割可能なものとすること | • 南側構台上制御コンテナとFHMガータ上の設備を繋ぐケーブルは、1Fサイトでのケーブルの施工簡易化のため、コネクタを設け分割可能なものとする |
| | 環境条件（防水・防滴等） | • 風雨に直接晒されないよう電気品室等を用いた設計とすること<br>• 風雨に晒される機器は、その影響を軽減するよう設置すること | • FHMが雨水に晒されることを考慮する設計 |
| | 品質グレード | • 一般汎用品扱いとするよう協議 | • 一般汎用品扱い |

⇒ 要求仕様における、当社・受注者間の認識は一致（**<u>要求仕様における問題なし</u>**）

## 3．調達品の品質に係る問題点の抽出 (2/3)

TEPCO

■ 1F3FHMケーブルの設計の特殊性

- 1F3で使用したFHMケーブルは、1F4や通常炉で使用するものとは異なる設計
  - ✓ 屋外を通るため雨水の影響を考慮する必要　→　防水・防滴性
  - ✓ 高線量エリア　→　コネクタを用いることで、作業時間を短縮し被ばく低減

■ 反省点

- 要求仕様について、当社・受注者間の認識相違はなかったものの、設計の特殊性に鑑み、具体的に、**<u>工業規格を明示して要求</u>**すべきだった

■ 1F3FHMケーブルの品質管理上の対策

- 復旧にあたって、新たに調達するケーブルは、防水・防滴性を受注者と確認
  - ✓ IP6・7相当（防塵について最上級レベル、防水について水面下15cm～1mで30分間に水の浸入のないレベル）を用いることを、当社・受注者で確認
  - ✓ 設計図にて構造上、防水・防滴性が十分であることを、当社が直接確認
  - ✓ 規格及び設計図通りに、製造されることを確認（記録や試験立会などの確認方法、当社・受注者の役割分担を調整中）

## 3．調達品の品質に係る問題点の抽出 (3/3)

TEPCO

■ 製造～納品までの反省点

- 当社は、購入品が要求仕様通りの品質であるか確認する機会があったにもかかわらず、対策を施さなかった

> - 購入品は、海外で製作後、現地の工事環境を整えるための追加作業により、据付工事に着手するまで、東芝ESSの工場にて約3年間保管
> - 保管中、作動確認や操作訓練において、約30件の不適合が発生

- 多数の不適合を受けて、購入品を部品レベルの品質まで（一次調達先の品質まで）疑う必要があった
  - ✓ 一次以下調達先の部品は、海外メーカーであり、**当社が技術的信頼度を把握していないメーカー**もあった
  - ✓ 社内第三者組織から、海外調達の注意点を指摘されたが、今後の発注に対して教訓を生かすのみに留まってしまった

⇒ **一次調達先以降の製品の品質確保策**、製品の仕上がりだけでなく**途中の段階で当社が確認**するといったより手厚い対応が必要

## 4. 対策の方向性

TEPCO

① 一般汎用品を使用する際は、具体的な要求仕様を提示（工業規格にて明示）

② 工業規格に応じた、予備品確保（対象物・量を検討）、代替品の早期調達策の確保

③ 一次調達先以降の製品の品質を確保する仕組みとして、部品レベルで、初めて参加するメーカー、海外製品など対象となる基準を設定した上で、当社の要求を満たす製品が作られていることを確認する仕組みを構築
（対象基準によって、当社直接（当社の検品）、受注者を通して間接）

④ 仕組みを徹底させる責任者の配置

- 本社と1Fをまたぐ、安全品質責任者及び補助スタッフの配置

TEPCO

## ■ FHM不具合のトップとしての関与

- 2018年3月に生じたブレーキレジスターの損傷、8月に生じたケーブル・リード線の断線は、事象発生後、直ちに、社長へ報告

（社長指示）

- 問題の解決にあたっての廃炉推進カンパニー内のリソース評価と当社グループ専門分野の知見・協力の指示
- トラブル対応・検討の進め方、スケジュールに関する指示
  - ✓ 燃料を少しでも早く出すことが1Fリスクの低減になることを踏まえ、仮復旧を含めた、復旧までの工程調整
- 今回の事象を踏まえた、調達管理の改善を廃炉推進カンパニー及び原子力・立地本部に指示

⇒ トラブル発生における、社長への報告とリソース配分、改善指示など社長による全体指揮を行ってきた

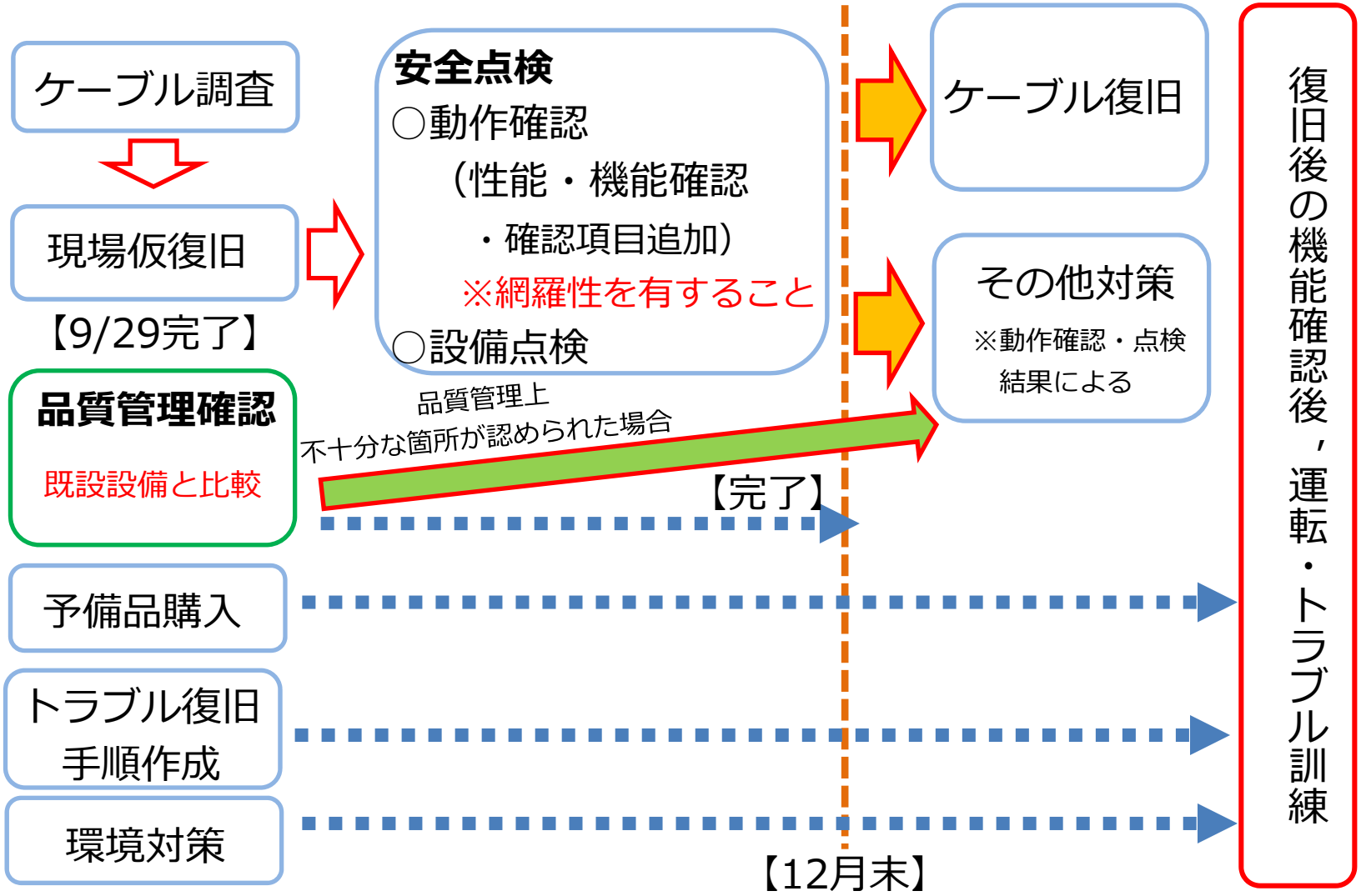
引き続き、廃炉推進カンパニーの対応状況を報告し、適宜、指示を受け、廃炉・汚染水対策を安全に進めていく

# ２．３号機燃料取扱設備の安全点検

# １．燃料取扱設備不具合に対する今後の対応

TEPCO

■ ケーブルの抵抗異常が複数確認されたため，燃料取出し開始までに設備の信頼性を万全にする必要がある。また，不具合箇所復旧は品質管理について確認したうえで実施する。



## ２．安全点検

TEPCO

安全点検は，試運転と燃料取出し作業時との条件の違いによる設備の不具合発生リスクを抽出を目的として，異常が確認されているケーブル・コネクタを仮復旧※し，機器単品や安全系インターロック並びに燃料取出し作業を模擬した組み合わせの動作確認を実施する。

さらに，設備設置環境の影響による経年劣化を確認するための設備点検も実施する。また，その結果を考慮して燃料取出し開始時期を精査する。

対象設備：燃料取扱機（ＦＨＭ），クレーン，ＩＴＶ（カメラ）
ツール類（吊具，移送容器蓋締付装置　等）

- 動作確認
  - ケーブル交換前に燃料取出し作業時と同等な気中及び水中での動作確認（ダミー燃料入りキャスクを使用した動作確認含む），並びに燃料取出し作業時に想定されるあらゆる操作を想定した動作確認を実施し，不具合発生リスクを抽出・対策を実施することで設備不具合の発生を防止する。
- 設備点検
  - 各機器に対して外観確認等を行い，設備設置環境の影響や異常（発錆，劣化，変形，き裂等の確認）の有無を行う。また，劣化傾向の確認が見られた機器・部品は手入れ・補修・交換等の処置を行う。
  - リミットスイッチ（LS）等の計器の健全性確認。

※ 仮復旧は，調査のためにコネクタを分解したケーブル（５ライン６本*）について，同型のケーブルへ交換，又はコネクタ修理を実施する。

＊ 抵抗値に異常を確認し分解調査をしたケーブル２ライン３本
防塵対策パーツの有無を確認するために分解調査したケーブル３ライン３本

## ３．安全点検の状況

TEPCO

- 現在、安全点検として機器単品の動作確認を実施中であるが、９件の事象が確認されている。

- これらの事象については、原因調査中のものがあるものの、「キャスクとダミー燃料を使用した実機相当の確認」を実施するうえで、燃料及び使用済み燃料プールに影響を与えないことから、一連の動作確認を順次実施し、引き続き不具合発生リスクを抽出していく。

- 燃料取り出しはこれらの未完了事象の対策を完了させてから開始する。

# 3．安全点検の状況

TEPCO

| 項目 | 機器名 | | 種別 | 主な実施事項 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 動作確認 | 機器単品 | クレーン | 本体 | ・基本動作確認<br>・電源断時のインターロック確認<br>・水中での動作確認<br>・LS等の計器の健全性確認<br>・ブレーキ動作確認<br>等 | | ▼②　▼⑥ | ▼現在 | 機器単品完了 |
| | | | ツール | | | ▼⑧<br>▼⑤ | | |
| | | FHM | 本体 | | | | | 機器単品完了 |
| | | | テンシルトラス | | ▼①　▼③　▼⑦ | | | 機器単品完了 |
| | | | ツール | | | ▼④ ▼⑨ | | |
| | ワンスルー | クレーン/FHM | ー | キャスクとダミー燃料を使用した実機相当の確認 | | | | |
| 点検 | 設備点検 | | ー | 外観確認等 | | | | |

■　発生事象　【安全点検における発生事象は，燃料取り出し開始までに対策を実施。なお、ワンスルーの動作確認の実施には影響しない。】

| № | 発生日 | 発生事象 | 状況 |
|---|---|---|---|
| ① | 2018/9/29 | テンシルトラスホイスト3ドラム回転異常 | 部品納入待 |
| ② | 2018/10/10 | クレーンでのエラーメッセージ発生（クレーンインバータ異常） | 原因調査中 |
| ③ | 2018/10/12 | 駆動源喪失時のマニピュレータの挙動 | 原因調査中 |
| ④ | 2018/10/17 | 水中ポンプ動力ケーブル及び圧力検知用センサーケーブルの絶縁低下 | 部品納入待 |
| ⑤ | 2018/10/19 | 垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷 | 対応済 |
| ⑥ | 2018/10/19.22，11/1 | クレーンブリッジ動作時トロリ動作異常 | 原因調査中 |
| ⑦ | 2018/10/22 | マニピュレータ関連動作不良事象 | 原因調査中 |
| ⑧ | 2018/10/23 | 燃料健全性確認用治具の状態表示不良 | 修理中 |
| ⑨ | 2018/10/30 | マニピュレータ関連ツール交換不良事象 | 原因調査中 |

# ４．①動作確認で抽出された事象（ﾃﾝｼﾙﾄﾗｽﾎｲｽﾄ3ﾄﾞﾗﾑ回転異常）

TEPCO

【事象①】

テンシルトラスを降下させた際に「テンシルトラスホイスト３ドラム回転異常」※警報が発生し停止。

＊FHMトロリー上部のセンサーでホイスト３ドラムの回転状態を監視しており，回転状態に異常があった場合に警報を発報する。

【原因調査結果】

警報の発生したホイスト3と正常動作しているホイスト２のセンサーのケーブルをJBOX内で入替え原因調査を実施した結果，ホイスト2側に異常が発生したため，ホイスト3のセンサーの異常と判断。

【今後の対応】

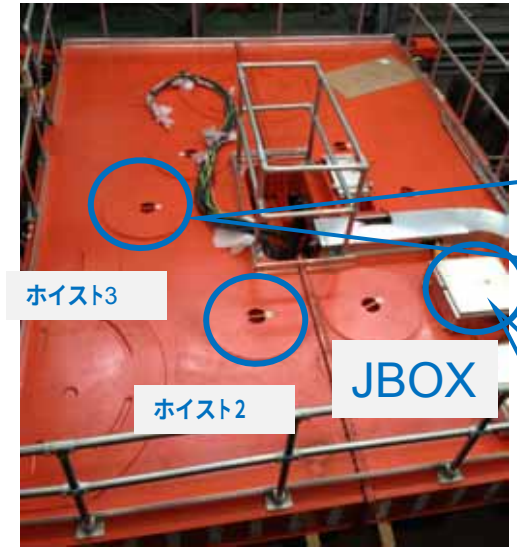
✓ センサーを交換（センサー納入待）

✓ 当該センサーをバイパスして動作確認（ワンスルー）を実施

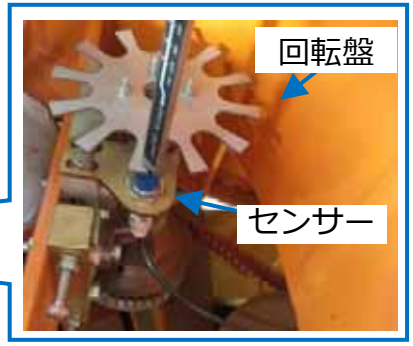
⇒当該センサーは，ワイヤー巻取時の乱巻きを防止する機構の状態を監視することを目的として設置されているが，ワイヤー巻取時の巻取ドラム状態を監視する他のセンサーがあるため，動作確認（ワンスルー）実施にあたりバイパスしても実施上の問題はない。

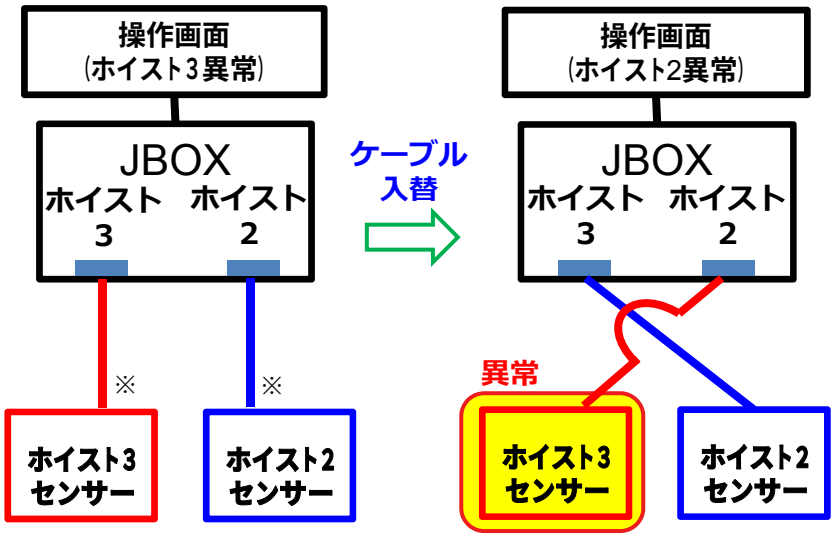
【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

✓ 燃料取り出し作業中のガレキ等落下につながる事象ではない。




FHMトロリー上部






※センサーと一体のケーブル

調査方法

# ４．②動作確認で抽出された事象（クレーンでのエラーメッセージ発生）

【事象②】

クレーンの動作確認の際，テストウェイト（約49ton）の吊上げ時にエラーメッセージ「BE2」*が発生しクレーンが停止。

＊主巻の巻き上げ操作時，設定時間以内に吊り荷重量相当のトルク電流をインバータが発生させていることを確認する機能。
（インバータ電流が規定値以上発生しない等の状態と判断された場合エラーとなる）

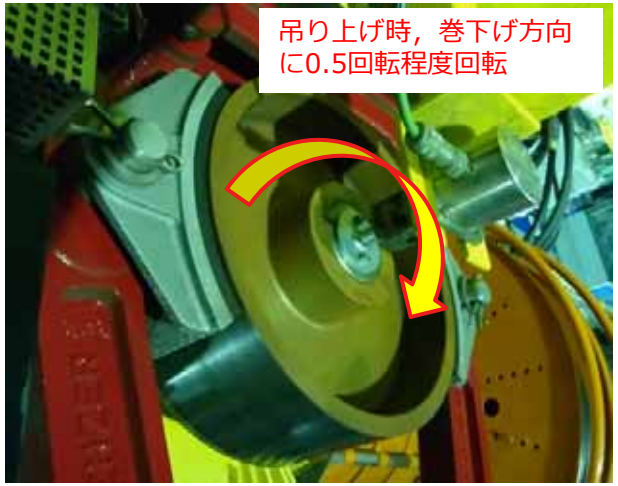
【類似事象】

8/15　3号機燃料取扱設備試運転中に，オペレーティングフロア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，エラーメッセージ「BE2」が発生しクレーンが停止。

【原因調査】

吊荷荷重とＢＥ２チェック時の巻下げ方向トルクが重畳したことにより，一時的にブレーキ性能を超過した荷重がかかり，クレーンが停止したことが確認できたことから，

インバータで定義された動作方向(巻上，巻下)に対してBE2チェック時の動作方向が整合していない(本来，巻上のところ巻下方向でチェック)可能性がある。



ブレーキドラム

【今後の対応】

・上記不整合が発生する可能性について詳細調査中。
・ソフトの修正を検討中（回転方向制御にかかわる全ての検証が必要）
・ソフトの修正・検証が完了するまでは，「BE2」を無効化して動作確認（ワンスルー）を実施
　⇒吊荷の位置検出装置にて，吊荷落下防止できる別警報があるため，動作確認（ワンスルー）実施する上で実施上の問題はない。

【参考】　クレーン構造規格に「BE2」相当の機能要求はない
　　国内プラントメーカが納入のクレーンには「BE2」相当機能はない

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

✓　燃料取り出し作業中のキャスク落下等につながる事象ではない。

# ４．③動作確認で抽出された事象（駆動源喪失時のマニピュレータの挙動）

TEPCO

【事象③】

小ガレキ等の撤去を行うマニピュレータの動作確認を実施。駆動源を意図的に喪失させ，姿勢が維持されるかを確認した結果，マニピュレータが僅かながら姿勢が維持できない※ことを確認。
なお，駆動源がある状況では本事象は発生しない。

※マニピュレータの先端部の関節が徐々に下がる。
マニピュレータの先端部の把持機能が徐々に開く。

【原因調査】調査中

マニピュレータ動作確認時に目視可能な範囲の作動流体の漏えいが無いことを確認済
目視不可能な範囲の漏えい確認方法及び通常動作に異常がなく，装置外への漏えいが無い前提条件で当該事象が発生するメカニズムについてメーカ確認中

【今後の対応】

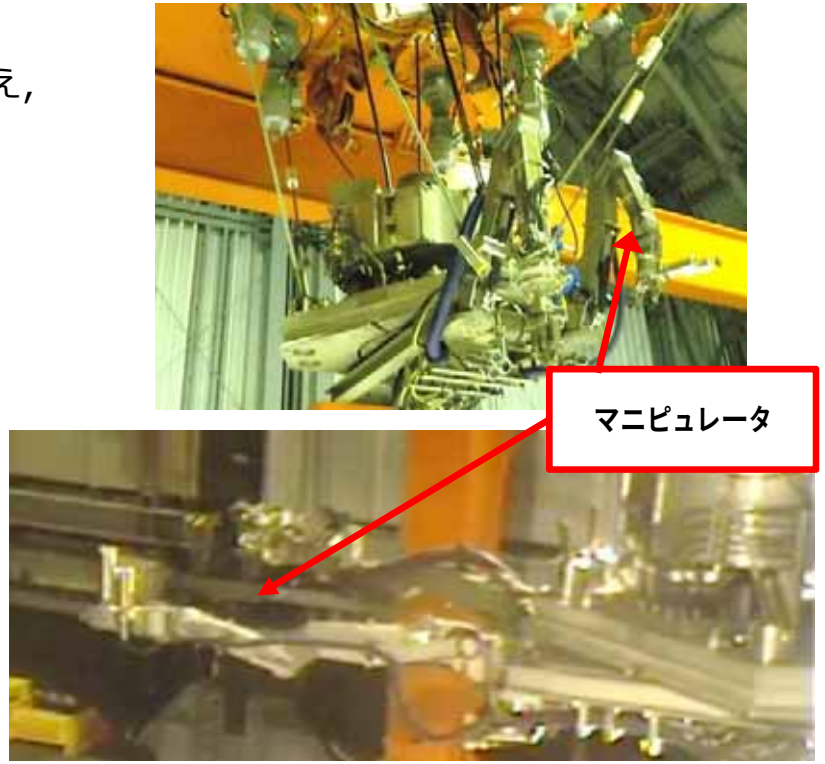
✓ （検討中）原因調査結果及び事象発生メカニズムを踏まえ，対策を実施

✓ 現状の状態で動作確認（ワンスルー）を実施
- 通常動作に異常がないこと
- 動作確認（ワンスルー）経路に使用済燃料が無いこと
- 動作確認（ワンスルー）で取り扱うフランジプロテクターの重量は33kgであり，仮に電源喪失等の影響により把持しているフランジプロテクターを落下させても使用済燃料プールライナーに与える影響はないこと

上記3点より，動作確認（ワンスルー）実施する上で実施上の問題はない。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

✓ マニピュレータの把持機能が徐々に開くため、燃料取り出し作業中にガレキ等を落下させる可能性がある。
しかし、万が一ガレキが落下したとしても、燃料の健全性に影響を与えないことを確認しており、放射線安全上のリスクはない。



## ４．④動作確認で抽出された事象
## （水中ポンプ動力ケーブル及び圧力検知用センサーケーブルの絶縁低下）

TEPCO

【事象④】

ガレキ撤去装置（吸引装置）を使用済燃料プールに設置後，水中ポンプ動力ケーブルの絶縁抵抗測定を実施した結果，絶縁抵抗が低下していることを確認。（10月3日，気中で絶縁抵抗測定時は異常なし）
また，水中ポンプの圧力センサのケーブルでも地絡を確認。

【原因調査】

吸引装置を水中から引き揚げ詳細調査を実施し，水中ポンプの分解調査を実施。

・外観点検の結果：異常なし

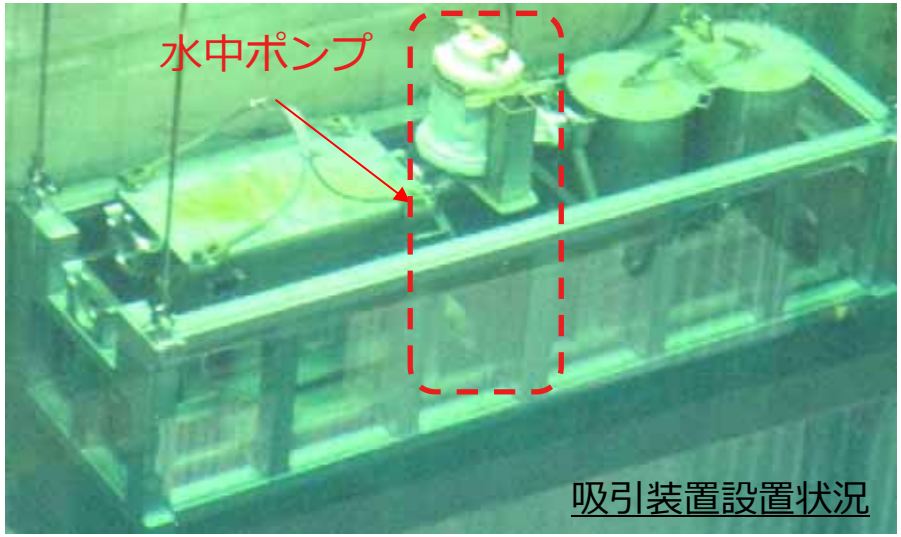
・分解調査結果

ケーブル側：異常なし

モータ巻き線：絶縁抵抗値低下

外観点検：多湿な状況であり，水分が流入した可能性が高い

⇒シール部からの流入と推定



吸引装置設置状況

【今後の対応】

✓ 水中ポンプ及び圧力センサーを予備品と交換
（水中ポンプ納入待）

✓ 現状の状態で動作確認（ワンスルー）を実施
⇒吸着装置とキャスクとの作業干渉の確認が目的であるため，影響はない。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

✓ 水中ポンプ起動中に電源断等の影響により，ポンプが停止した場合，ホース内にある吸引途中の瓦礫（～約φ25mm）が落下する可能性があるが，万が一ガレキが落下したとしても、燃料の健全性に影響を与えないことを確認しており、放射線安全上のリスクはない。

## ４．⑤⑥動作確認で抽出された事象（クレーンブリッジ動作時，トロリ動作異常）（垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷）

【事象⑤】垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷【図1】
クレーンへの垂直吊具取付作業時，垂直吊具の水圧供給用ホースカプラを接続する際，真っ直ぐ接続出来ず，カプラプラグのガスケットが損傷。

【今後の対応】
（完了）損傷したカプラプラグは予備のカプラプラグに交換済

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】
✓ 既に部品を交換し、不具合は解消している。

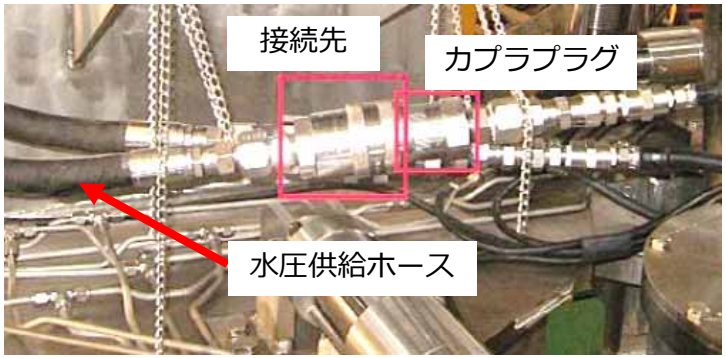


図1　水圧供給用ホース接続イメージ

【事象⑥】
クレーンブリッジを西方向（図2→方向）に操作していたところ，「トロリ動作異常」が発生しクレーンが停止した。
（事象発生時の警報はクリア済み）

【原因調査】調査中
トロリを操作していないにも関わらず，トロリが移動したという位置情報が出た事から警報が発生した可能性が考えられる。
位置情報検出器やケーブルを含めた制御機器の異常か，機械的な異常によりトロリが実際に移動したか切り分けを実施し，原因を調査中。

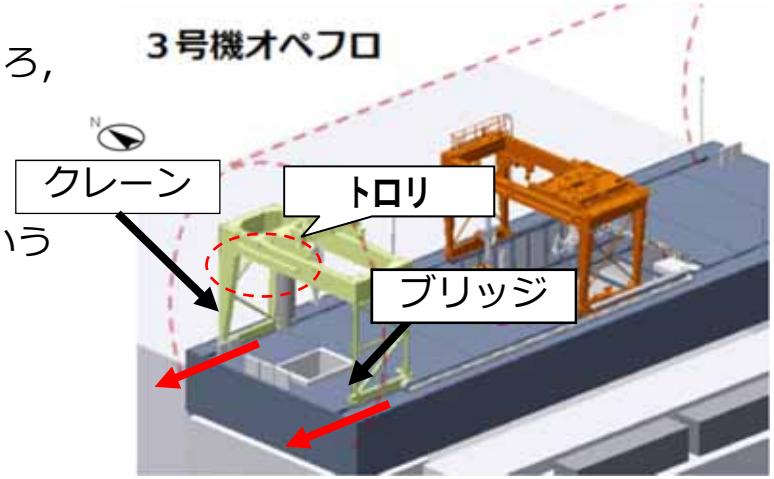


図2　クレーン概要

【今後の対応】
✓ （検討中）原因調査結果及び事象発生メカニズムを踏まえ，対策実施する。
✓ 現状の状態で動作確認（ワンスルー）を実施
✓ 現在警報は発生していないこと，仮に警報が発生した際にはクレーンは動作を停止するため，動作確認（ワンスルー）実施する上で実施上の問題はない。（クレーンは監視カメラ，位置検出装置，作業者による監視が可能である。）

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】
✓ 燃料取り出し作業中のキャスク落下等につながる事象ではない。

# ４．⑦動作確認で抽出された事象（マニピュレータ関連動作不良事象）

TEPCO

【事象⑦】

マニピュレータの動作確認時に，遠隔操作室の操作卓によりマニピュレータをFRZ（フリーズ）状態※にしたところ，マニピュレータ左腕が50㎜ほど右に移動した。

※FRZ（フリーズ）：マニピュレータコントローラを操作しても現場のマニピュレータが動かないようにする設定。

【原因調査】調査中

マニピュレータ動作確認時に目視可能な範囲の作動流体の漏えい確認は実施済
⇒目視可能な範囲の漏えいは確認されていない
目視不可能な範囲の漏えい確認方法及び通常動作に異常がなく，機器外部漏えいが無い前提条件で当該事象が発生するメカニズムについてメーカ確認中

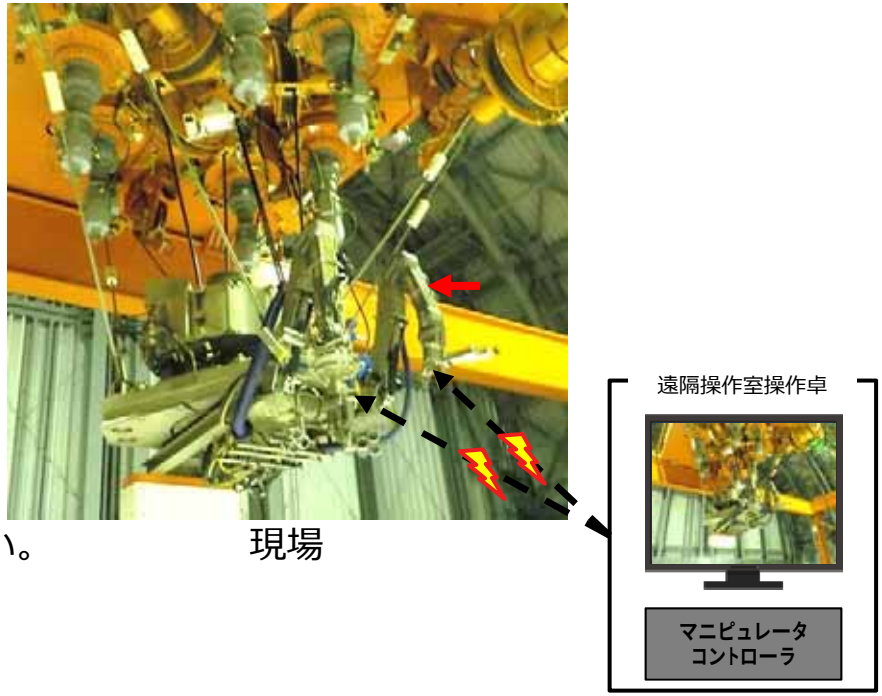
【今後の対応】

✓ （検討中）原因調査結果及び事象発生メカニズムを踏まえ，対策を実施

■ FRZ機能を使用するのは，手先の細かい作業を実施する際に，作業姿勢を固定するために使用する機能である。
動作確認（ワンスルー）では，水中での動作確認であり，当該機能を使用しないため，問題はない。

【仮に燃料取り出し中に発生した場合の影響】

✓ 瓦礫撤去作業中の瓦礫落下等につながる事象ではない。



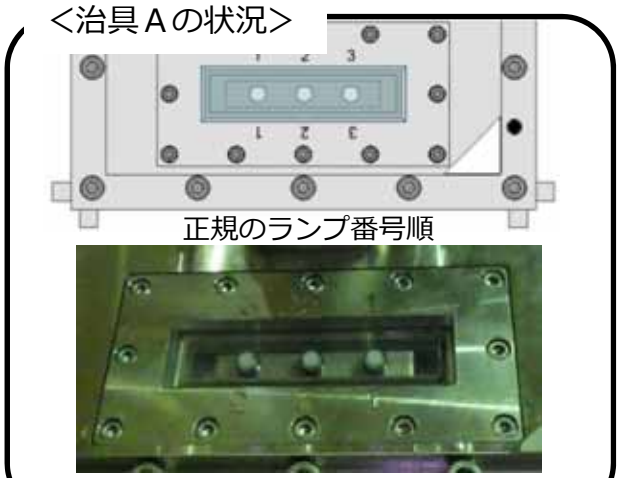
# ４．⑧動作確認で抽出された事象（燃料健全性確認用治具の状態表示不良）

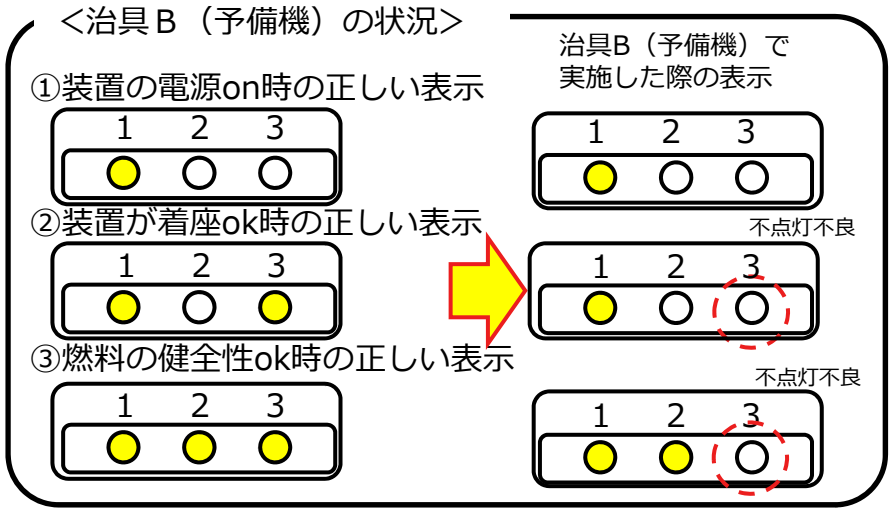
TEPCO

【事象⑧】

・燃料健全性確認用治具とは，燃料上部に当てて（垂らす）ハンドル部の状態を確認する装置。
・当該治具の健全性を確認したところ，燃料ハンドル部の状態等を表示するランプが２台ある治具のうち１台（治具Ａ）は番号順が逆さになっていること，１台（治具Ｂ・予備機）は不点灯があることを確認。

燃料健全性確認用治具




【原因調査】

・治具A：表示プレートに刻印されたランプ番号が逆さになっている。
　　2018年7月に実施した点検時に，表示プレートを逆さに取り付けたと推定。
・治具B：表示パターンが正しい表示と比較すると不点灯箇所があり，LEDランプの点灯不良，
　　もしくは装置内ケーブル不良と考えられる。

【今後の対応】

✓ 動作確認（ワンスルー）にて治具Aでランプが３つ点灯することを確認。その後，表示プレートを修正
✓ 治具Bは，LED交換若しくは装置内ケーブルの取替を実施

【燃料取り出しへの影響】

✓ 燃料取り出し時ではなく、燃料取り出し前に燃料集合体把持部の健全性を確認する治具の不具合である。

# ４．⑨動作確認で抽出された事象（マニピュレータ関連ツール交換不良事象）

TEPCO

【事象⑨】

マニピュレータの動作確認時に，右腕のツール交換が遠隔操作にて実施出来ない事象を確認。

【原因調査】調査中

ツール側：接続部及びマニピュレータの外観に異常のないことを確認済

マニピュレータ側：接続部及びツールとの外観に異常のないことを確認済

水圧コネクタ（下図●部）が，所定の位置まで挿入できない状態を確認

水圧コネクタが所定の位置まで挿入できない原因について，内部にある電磁弁動作不良の可能性も踏まえ調査を継続して実施

【今後の対応】

✓ （検討中）原因調査結果及び事象発生メカニズムを踏まえ，対策実施する。

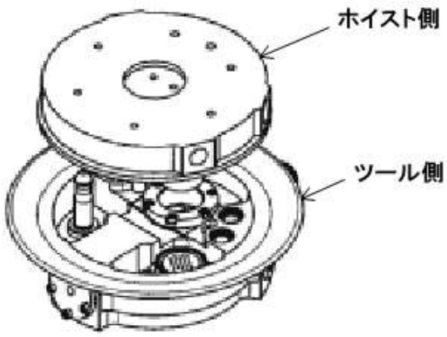
✓ 動作確認（ワンスルー）時は，ツール交換が発生しないため，ツールを取り付けることが出来れば，動作確認（ワンスルー）が実施可能。

【参考事項】

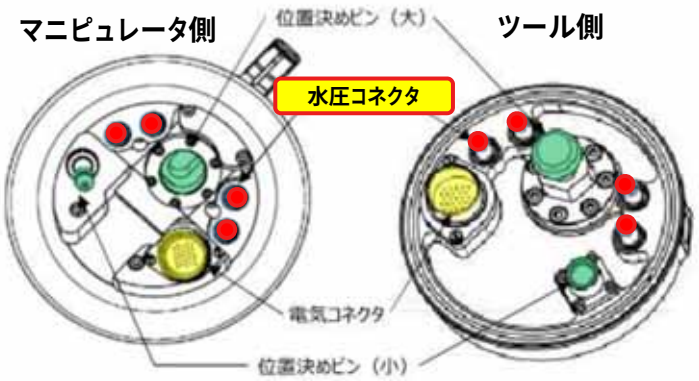
マニピュレータ右腕はツール交換が可能であるが，左腕は掴み具固定である。

【燃料取り出しへの影響】

✓ 燃料取出し時ではなく、気中で実施するツール交換時の不具合である。



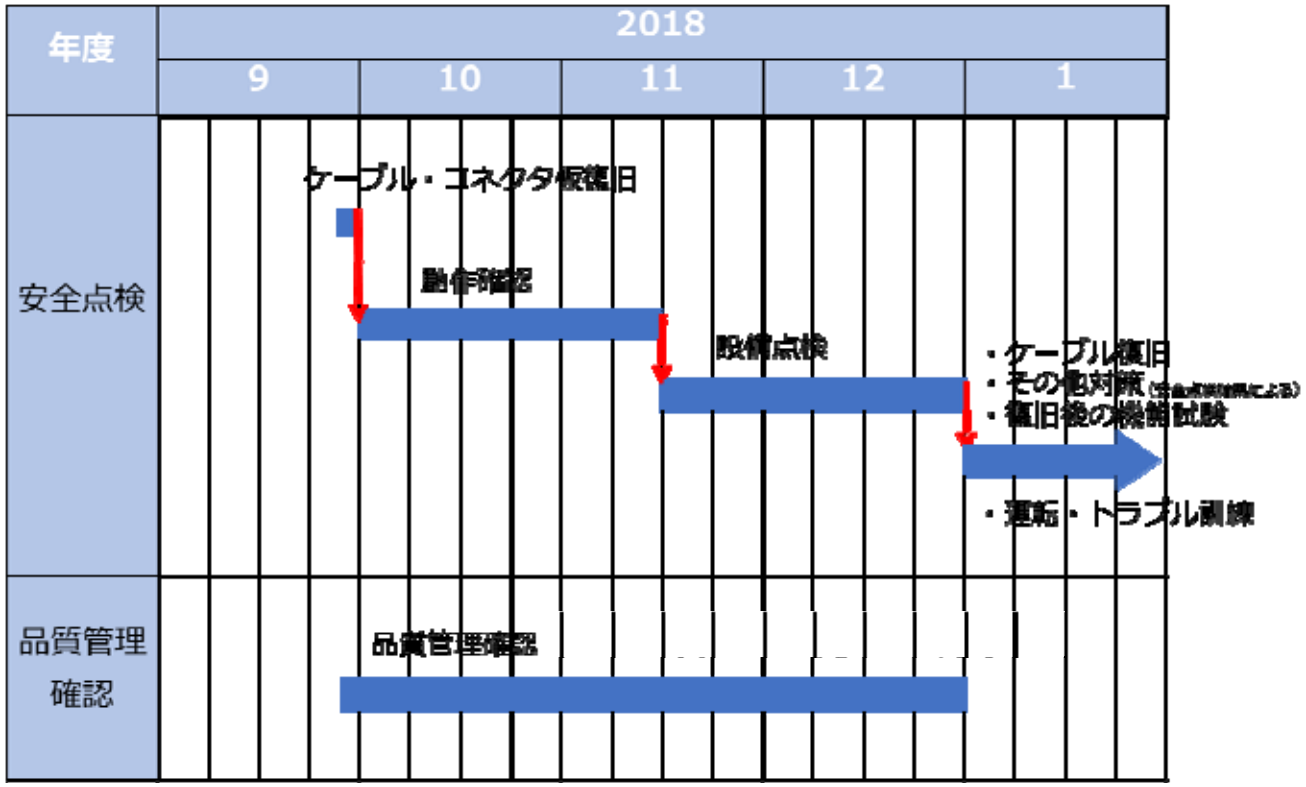

ツール交換時のカップリング状況



# 5．安全点検と品質管理確認工程（案）

TEPCO

- 2018年3月15日の試運転開始以降，複数の不具合が発生していることから，設備の不具合発生リスクを抽出するために，*燃料取扱設備の安全点検を実施する。安全点検において確認された不具合についても原因を調査し対策を燃料取出し開始までに実施する。また，必要に応じ燃料取出し手順への反映を行う。*
- *不具合が確認されたケーブル・コネクタについては，*製品の品質が担保されていることを確認の上，復旧を行う。
- *また，経年変化による不具合は安全点検での確認は困難であるため，不具合発生リスクを完全に無くすことはできない。このような観点も踏まえ，予備品の購入，不具合が発生した場合の手順作成及び実試験，燃料取出し環境の改善，点検計画及び設備の品質管理確認を行い，燃料取出し開始に向けて万全を期していく。*



# 【参考】燃料取扱機およびクレーンの概要

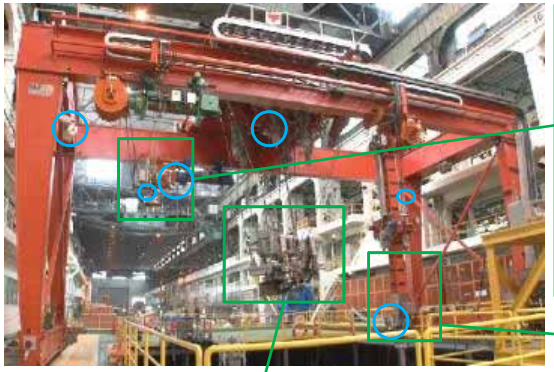
TEPCO

## ■燃料取扱機（FHM）

・マニピュレータと補助ホイストに各種ツールを接続してがれきを撤去する
・燃料集合体のハンドル部をつかみラックから引き抜き，使用済燃料プール内に置いた構内用輸送容器に装填する

## ■クレーン

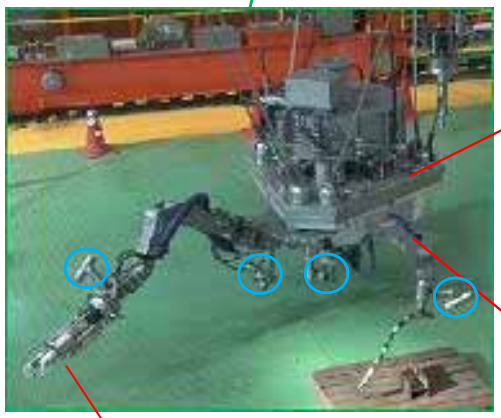
・燃料装填した構内用輸送容器の蓋の締め付け，使用済燃料プールから地上階への移送を行う



補助ホイスト先端にフック形状のツールを接続し，バスケットを吊り下げて,マニピュレータでつかんだがれきを回収

燃料集合体のハンドル部をつかんで移送する燃料把握機。確認されている曲がったハンドルもつかめる

## ■FHMテンシルトラス



テンシルトラスには,2本のマニピュレータが設置　され,がれきのつかみ・　切断作業が可能
各関節は駆動水圧を喪失した場合でも,その場で保持する構造

マニピュレータで,プール内のがれきの撤去や,燃料取り出しをサポートする

## ■FHMツール類

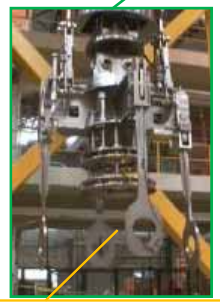
マニピュレータ先端に接続するツールは遠隔で交換可能。つかみ用・切断用のツールを準備

つかみ具

カッター

○：カメラ設置箇所

## ■クレーンツール類



主巻フックに取り付けた吊具で構内用輸送容器を吊り上げる

補巻先端に接続した構内用輸送容器蓋締付装置で蓋を締める

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(ﾓｯｸｱｯﾌﾟ)の進捗状況）

2018年11月2日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

# 概　要

TEPCO

- 8月28日より1/2号機排気筒の解体装置の実証試験に着手している。
- 作業監視用の各種カメラ配置調整・切断ツールのパラメータ調整などの装置改良を都度実施しながら，解体装置の性能検証を実施している。
- また，切断作業に伴う装置振動によるセンサー不具合や，筒身切断時の切り屑回収機構の改良などが必要となる課題も確認されており，対応・検討中。

- 解体装置の改良作業もあり，11月初旬までは解体装置の性能検証作業を実施する予定。
- 11月初旬よりSTEP2の施工計画の検証を行った上で，排気筒解体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・解体装置置き架台の組立等)に着手する計画。

# １．進捗状況

- 8月28日より1/2号機排気筒の解体装置の実証試験に着手している。
- 作業監視用の各種カメラ配置調整・切断ツールのパラメータ調整などの装置改良を都度実施しながら，解体装置の性能検証を実施している。
- また，切断作業に伴う装置振動によるセンサー不具合や，筒身切断時の切り屑回収機構の改良などが必要となる課題も確認されており，対応・検討中。

実証試験実施状況（2018.9.28）

装置据付け時のカメラ画像

# ２．実証試験の状況

TEPCO

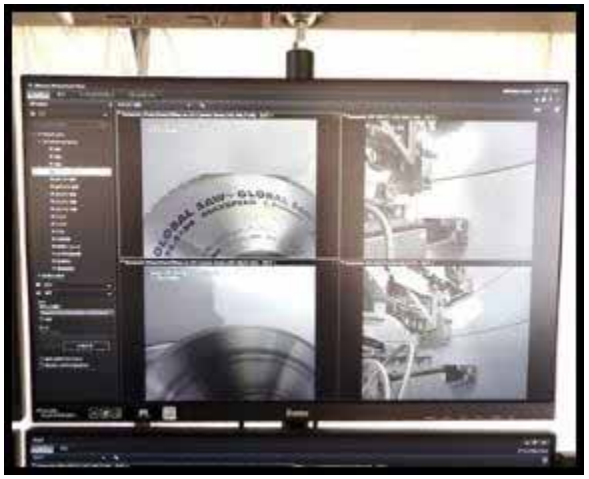
■ 解体装置の性能検証作業を順次実施している。

主柱切断装置切断状況

斜材切断装置切断状況

6軸アームロボット梯子切断状況

遠隔操作車両内

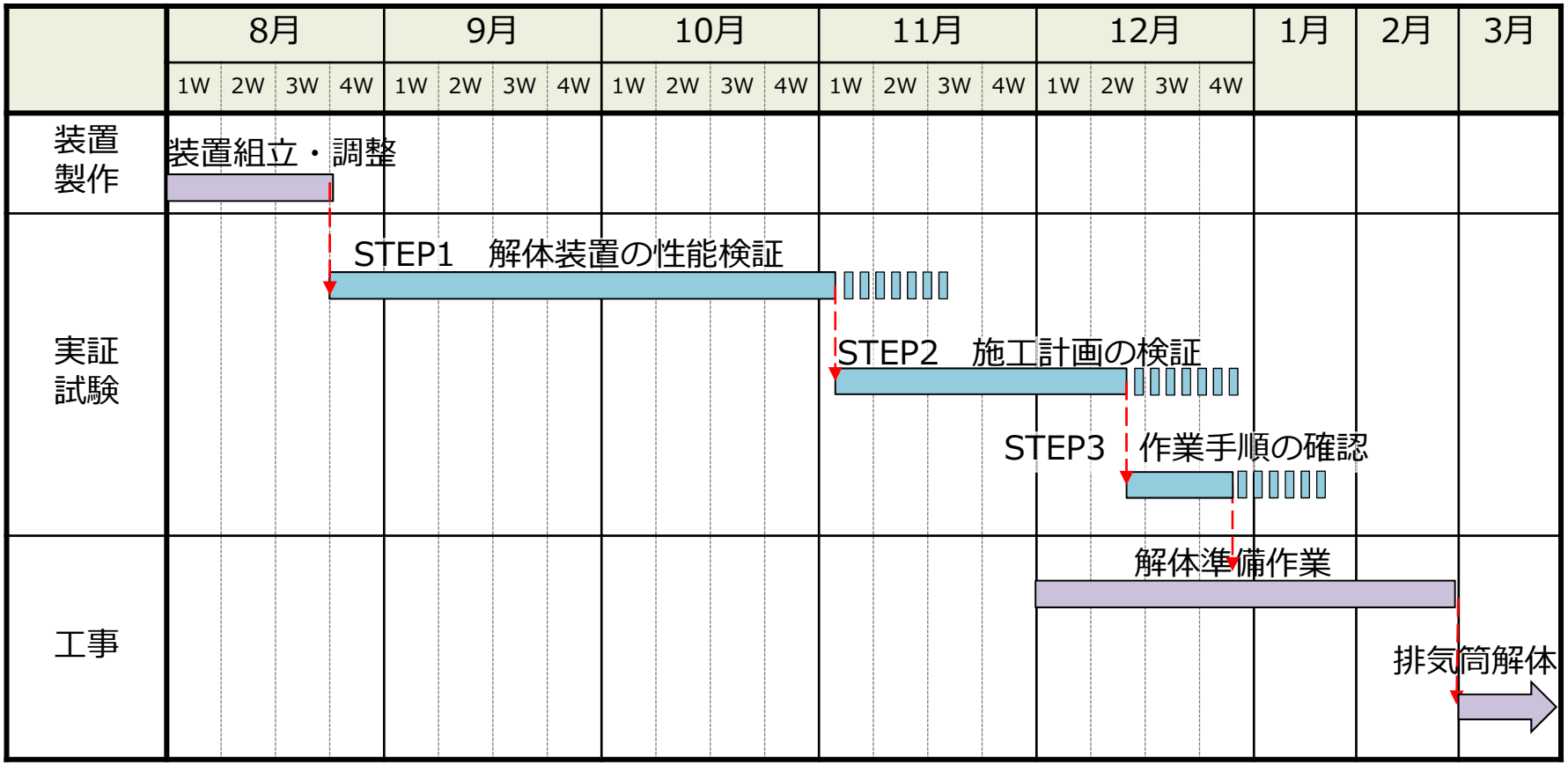


内周切断時モニター確認状況

クロスハンガー吊り上げ状況

# 3．スケジュール

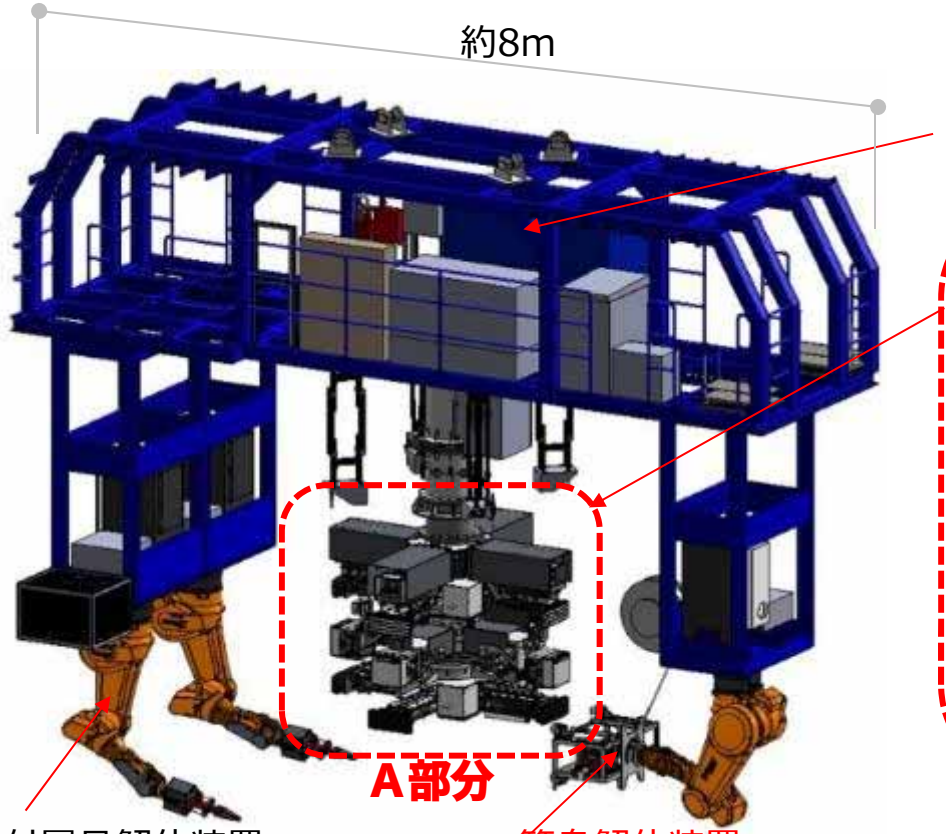
- 解体装置の改良作業もあり，11月初旬までは解体装置の性能検証作業を実施する予定。
- 11月初旬よりSTEP2の施工計画の検証を行った上で，排気筒解体工事工程を最終確定する予定。
- 2018年12月より，福島第一構内での準備作業(周辺設備養生・解体装置置き架台の組立等)に着手する計画。

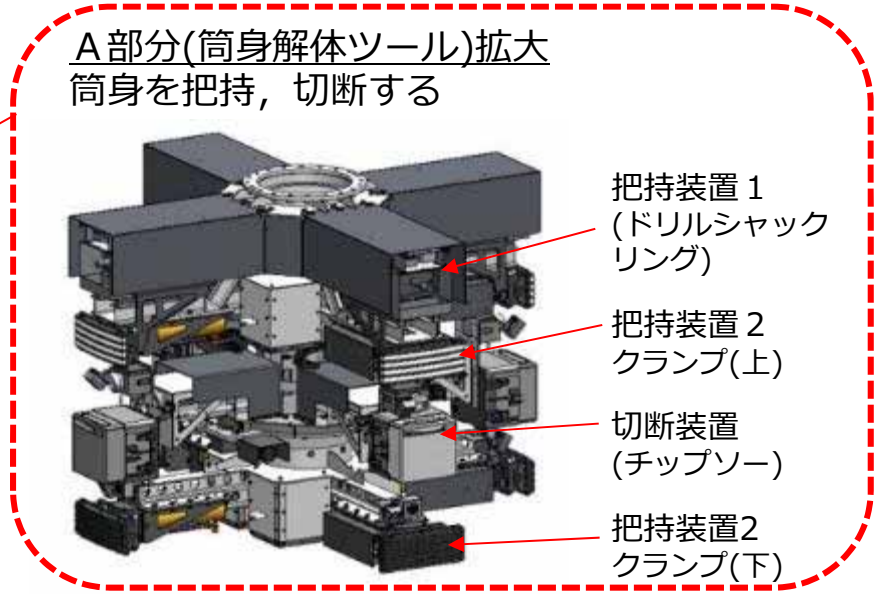


# 参考１．　装置概要（筒身解体装置）

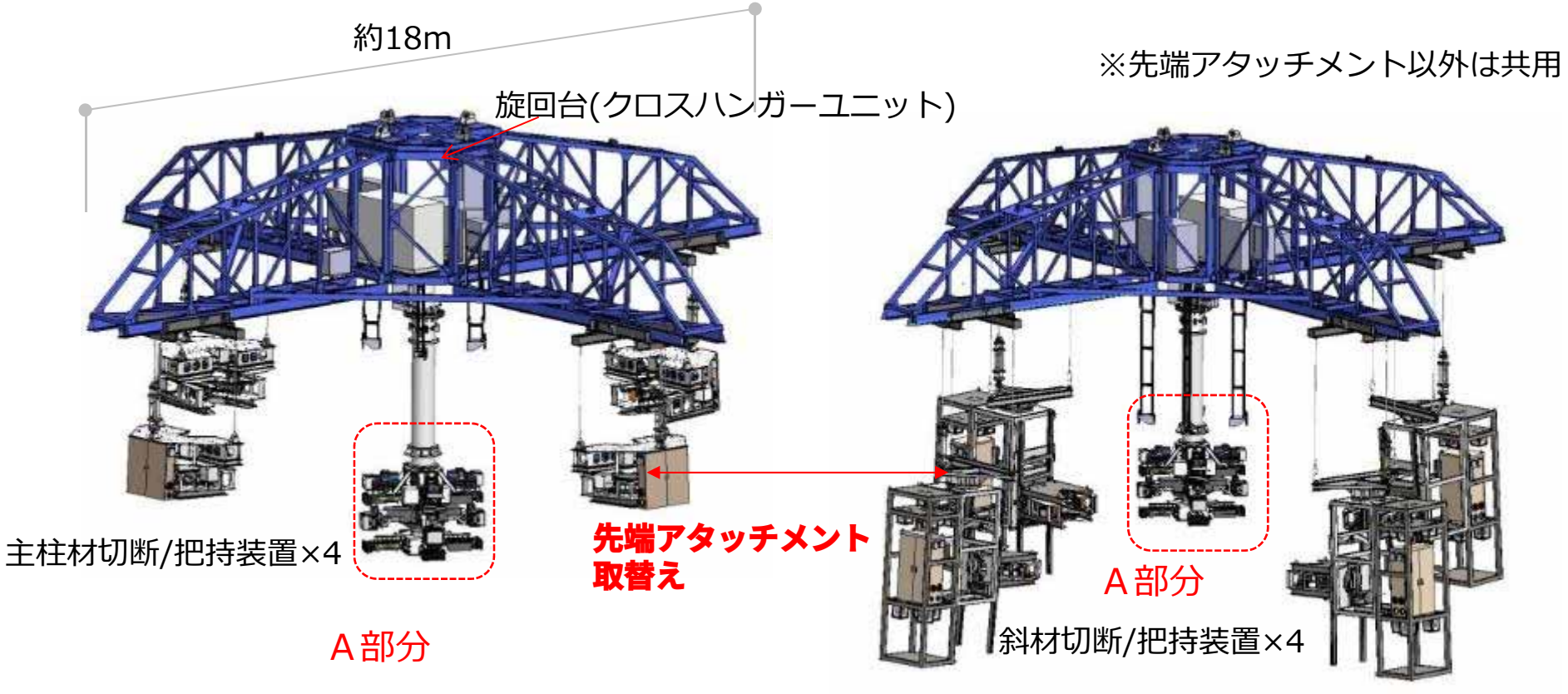
TEPCO

- 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)

TEPCO

- 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，主柱材および斜材を把持して切断する。
- 対象部材（主柱材，斜材）に応じ，先端アタッチメントを取り替える。