

2号機燃料デブリ試験的取り出し作業中断に係る 原因と対策

TEPCO

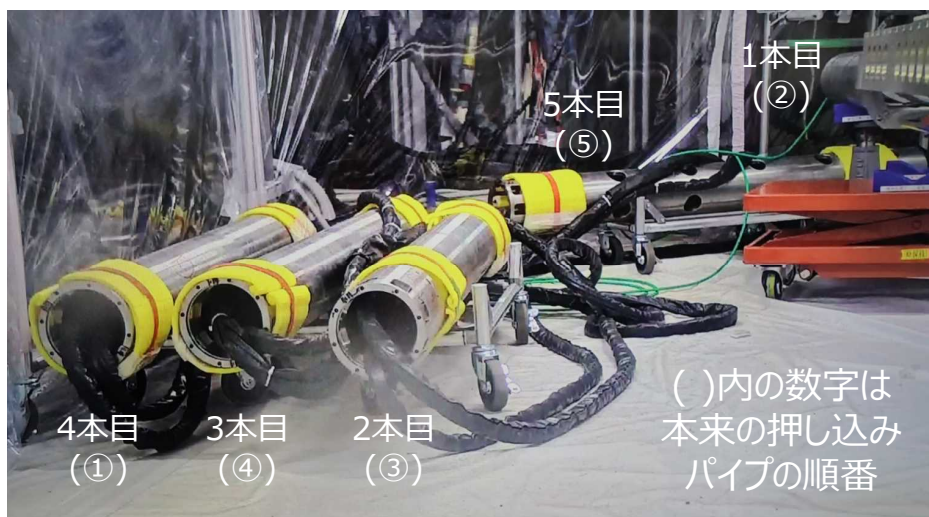
2024年10月24日

東京電力ホールディングス株式会社

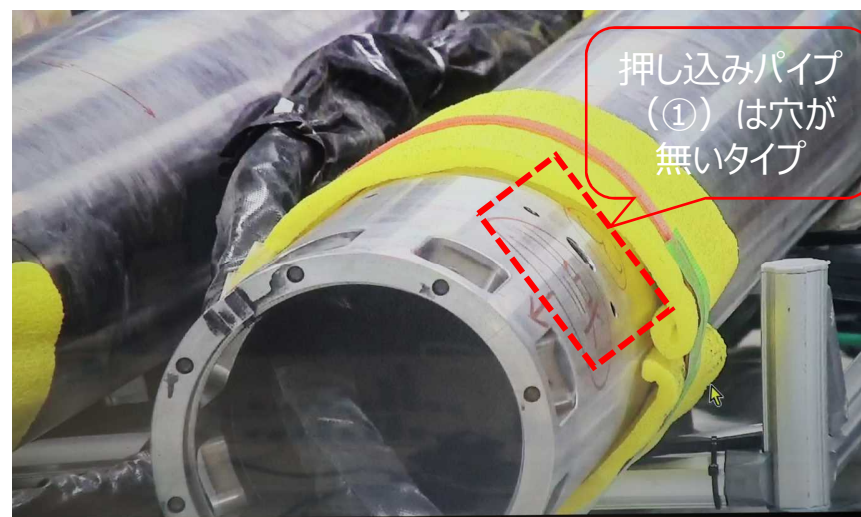
1. 事案概要
2. 時系列
3. 押し込みパイプ設置時系列と現場状況(7月27~29日)
【参考】現場状況写真
4. 本事案に対する調査結果
5. 原因のまとめ
6. 燃料デブリの試験的取り出し再開に向けた取組
【参考】テレスコ式装置による試験的取り出し進捗状況
【参考】今後実施する試験的取り出し作業について
【参考】テレスコ式装置概略図
【参考】押し込みパイプ設置状況

1. 事案概要

- 2号機燃料デブリ試験的取り出し作業について、8月22日 午前7時49分にテレスコ式装置のガイドパイプを原子炉格納容器内に挿入開始。
- その後、ガイドパイプ先端のテレスコ機構を接続機構内の隔離弁手前まで進め、ガイドパイプ末端に押し込みパイプの1本目（全5本中の1本目）の接続準備をしていたところ、現場の最終チェックにおいて、押し込みパイプ1本目が、計画していた順番のものと異なることを確認したことから、作業を中断した。（作業は午前8時53分まで実施）
- 現場を調査したところ、本来、1本目の位置にあるべき押し込みパイプが、4本目の位置にあることを確認。
(①→②→③→④→⑤の順番であるべきところ、②→③→④→①→⑤となっていた)
- 本事案は作業安全、原子力安全上の問題はなく、周辺環境への影響はなし。



押し込みパイプの設置状況



参考：2本目 (3) の押し込みパイプ先端部分

2. 時系列

7月27日

- 押し込みパイプ（①～⑤）を、2号機原子炉建屋1階大物搬入口から、原子炉建屋1階南西エリア（以下、南西エリア）に運搬し仮置き。その後、4本（②～⑤）を原子炉建屋1階西側通路（以下、西側通路）まで運搬
- 被ばく線量が当日予定の線量に近づいたことから作業を終了

7月28日

- 西側通路まで運搬した押し込みパイプ4本（②～⑤）を開梱し、テレスコ式装置近傍に運搬しケーブル入線作業を実施
- 南西エリアに残置していた押し込みパイプ1本（①）を西側通路まで運搬

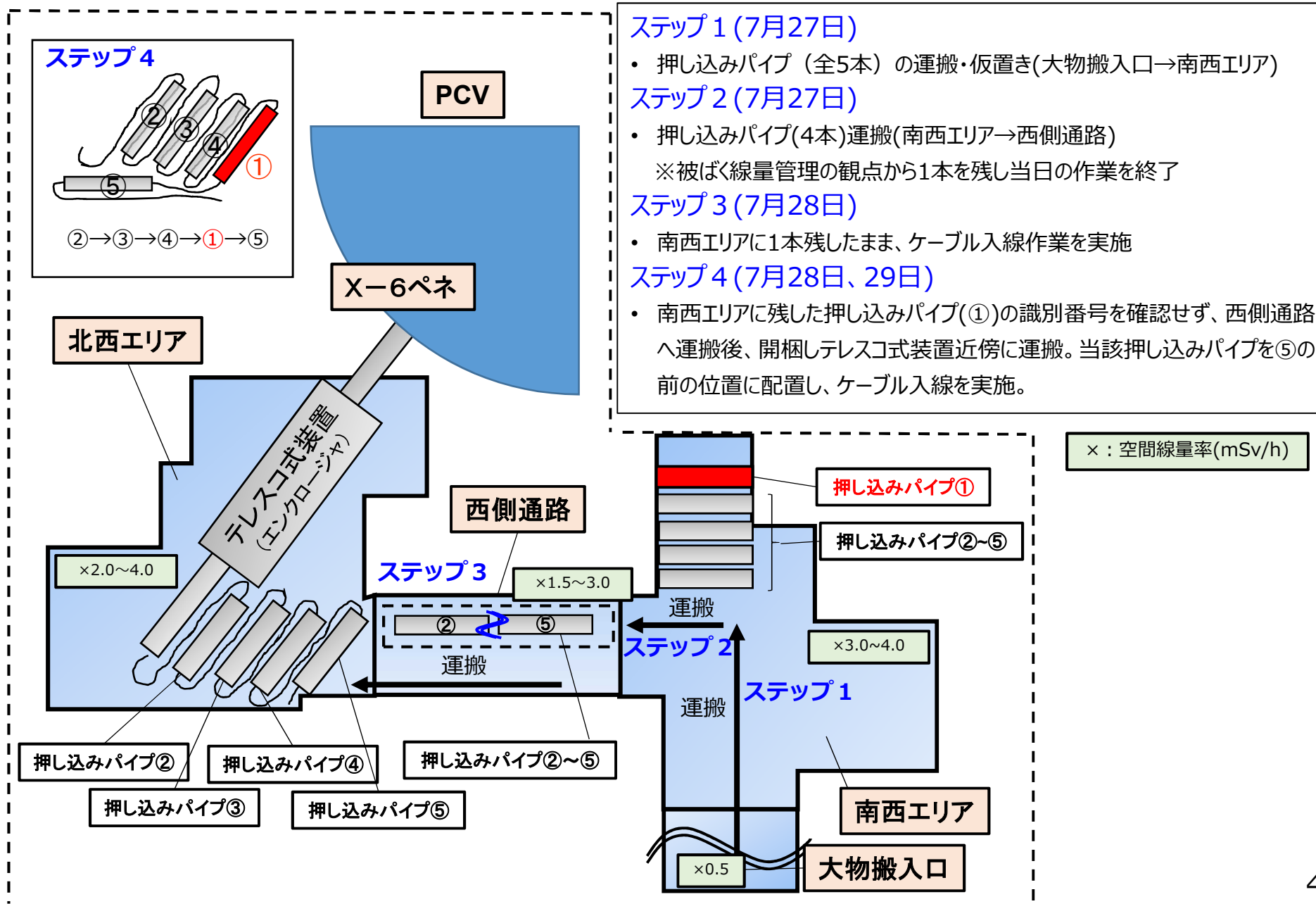
7月29日

- 西側通路まで運搬した押し込みパイプ1本（①）を開梱し、テレスコ式装置近傍に運搬し、押し込みパイプのケーブル入替作業を実施

8月22日

- 接続機構の隔離弁「開」操作
- テレスコ式装置のガイドパイプを挿入開始
- 押し込みパイプ1本目の接続準備をしていたところ、現場の最終チェックにおいて、押し込みパイプ1本目が、計画していた順番のものと異なることを確認し、作業を中断。

3. 押し込みパイプ設置時系列と現場状況(7月27~29日)



【参考】現場状況写真



押し込みパイプ外観
(工場での模擬環境における作業訓練時)
(2024年5月27日)



福島第一原子力発電所構内に搬入時
(2024年7月10日)



原子炉建屋内1階大物搬入口から
西側通路へ運搬
(2024年7月27日)



押し込みパイプへケーブル入線作業を実施
(2024年7月28日)



原子炉建屋内1階西側通路からテレス
コ式装置近傍に運搬
(2024年7月29日)

4. 本事案に対する調査結果（1 / 2）

- 本来は押し込みパイプを順番に5本（①～⑤）並べてケーブル入線する作業であったが、本事案においては、4本（押し込みパイプ②～⑤）並べてケーブル入線した後、1本の押し込みパイプ①を入れ替えた作業となった。

● 押し込みパイプの運搬から、パイプ4本（②～⑤）のケーブル入線までの作業

- 7月27日、協力企業作業員は、5本の押し込みパイプを運搬する計画であったところ、予定の線量に近づいたため、4本（押し込みパイプ②～⑤）の運搬に留まり、残り1本（押し込みパイプ①）は仮置きの状態のままとした。
- 協力企業作業員は、1本（押し込みパイプ①）が仮置きのままの状態であったが、当日予定の線量に近づいたため早期の退域に気を取られ、最終確認をせずに5本運搬されたと思い込み、運搬作業をすべて終了したと元請工事担当者に報告した。
- 元請工事担当者は、協力企業作業員からの報告を受け、現場が高線量であったことから直接現場を確認せず、5本運搬したと認識した。
- 7月28日、元請工事担当者は5本運搬が終了している認識のもと、ケーブル入線作業を協力企業作業員に指示した。協力企業作業員は、元請工事担当者の指示に従い、押し込みパイプは4本（押し込みパイプ②～⑤）しかなかったが、既にテレスコ式装置に押し込みパイプ①が設置されていると誤認し、②③④⑤の順で押し込みパイプの入線をした。

4. 本事案に対する調査結果（2 / 2）

● 押し込みパイプ①を4番目に配置した作業

- e. 7月28日、元請工事担当者は、現場で入線状況を確認したところ、入線されている押し込みパイプが4本であり、1本足りないことに気づいた。
- f. 元請工事担当者は、残りの1本が南西エリアに仮置きされていることを確認し、西側通路に運搬したが、押し込みパイプの番号を直接確認しなかった。
- g. 元請工事担当者は、協力企業作業員からの報告の中で当該押し込みパイプは②であると誤認した。その際、現場の押し込みパイプを直接確認しなかったため、当該押し込みパイプが①であることに気づけなかった。
- h. 7月29日、元請工事担当者は、押し込みパイプ②③④は同一設計であり、⑤を外して当該押し込みパイプ（②と誤認した①）を挿入することは、機能上問題なく作業性と被ばく低減上合理的であると判断し、⑤を外して当該押し込みパイプ（②と誤認した①）を挿入する旨、協力企業作業員に作業を指示した。協力企業作業員は、元請工事担当者の指示通りに配置し、作業を終えた。
- i. 元請工事担当者は、作業プロセスの中で、適正に配置したと思い込み、押し込みパイプの順番を直接確認しなかった。
- j. 東京電力監理員は入線作業が模擬環境での作業訓練の対象であるため、訓練通りに実施できると考えていた。東京電力監理員はケーブル入線されていることを確認したものの、順番通りであることを確認しなかった。

4. 本事案に対する調査結果（背後要因）

● 背後要因

- 東京電力は、原子力安全・作業安全に関する作業に着目し確認することとしており、パイプ運搬といった運搬・開梱等の一般的な準備作業については、確認することとしていなかった。また、ケーブル入線作業については、ケーブル入線されていることを確認したものの、十分訓練されており、順番通りに設置されていると考えたため、順番を確認しなかった。
- 押し込みパイプ①と②～④は異なる仕様であったものの、外形が同様であるため、高線量^{※1}で重装備^{※2}が必要な厳しい環境下では、外観上識別が難しかった。また、識別表示はなされていたものの、重装備の作業員にとっては必ずしも明瞭でなく、また遠隔操作室からは確認できるものでなかった。
- 元請企業は、試験的取り出し作業は原子炉建屋の中で高線量かつ重装備で実施することから、作業に先立って原子力安全・作業安全に関する作業を主眼に模擬環境での作業訓練を行っていたが、押し込みパイプの運搬作業は、運搬・開梱等の一般的な準備作業のため、模擬環境での作業訓練の対象外としていた。また、ケーブルの入線作業訓練は、元請企業の指導のもと、押し込みパイプが順番通りに並んだ状態での訓練としており、押し込みパイプの番号の確認までは訓練項目としていなかった。

※1：数mSv/h程度

※2：全面マスク、アノラック、カバーオール 等

【主な原因】：確認作業の不足

- ✓ パイプ運搬といった運搬・開梱等の一般的な準備作業、及び十分訓練しているパイプのケーブル入線作業は、当社が確認することとしていなかった。

また、併せて、「現場視点」や「模擬環境での作業訓練」が不足していた点も関連する原因と認識している。

【その他関連する原因】

1. 「現場視点」の不足

- ✓ 高線量で重装備が必要な厳しい環境下であることを意識した作業工程の組み方や作業手順にするとといった「現場視点」が不足していた。（作業員目線での視認性の向上や短時間で済むオペレーション上の工夫等）。

2. 「模擬環境での作業訓練」の不足

- ✓ 準備作業に対して、模擬環境での作業訓練が不足していた。（準備作業については、実作業員による模擬環境で作業訓練の対象外としていた。）

6. 燃料デブリの試験的取り出し再開に向けた取組（1/2）

- 主な原因に対しては、当社自身による確認の実施を徹底する。

主な原因への対応：当社自身による確認の実施

- 燃料デブリの試験的取り出しの工程全般にわたって、当社自身による確認プロセス（対象作業ごとの確認方法や確認体制等）を再精査するとともに、その結果も踏まえた上で、当社自身による確認を行う。なお、計画通りに実施していることを確認できなかった場合、安全を最優先に一旦立ち止まり、作業状況の確認を行う。
- また、併せて、その前提として、「現場視点」に立った、準備作業も含めた工程全般の再確認、検証や「模擬環境での作業訓練」の確認・検証等を行い、再開の準備を進めていく。

【その他関連する原因】

1. 「現場視点」に立った、準備作業も含めた工程全般の再確認、検証

- 現場視点に立って、改めて、燃料デブリの試験的取り出しの工程全般について、準備作業も含めて、再確認や工程の検証を行う。（再確認や工程の検証にあたって、現場で困難な作業を経験した人材を投入済み）
- その上で、必要に応じて、現場視点に立った作業工程の見直しを行う。例えば、
 - ✓ 押し込みパイプの配置及びケーブルの入線の順番を手順書に明記する。
 - ✓ 押し込みパイプへの更なる識別表示の取付を実施する。
 - ✓ 押し込みパイプの配置を適切に並び替えてケーブルを入線する 等。

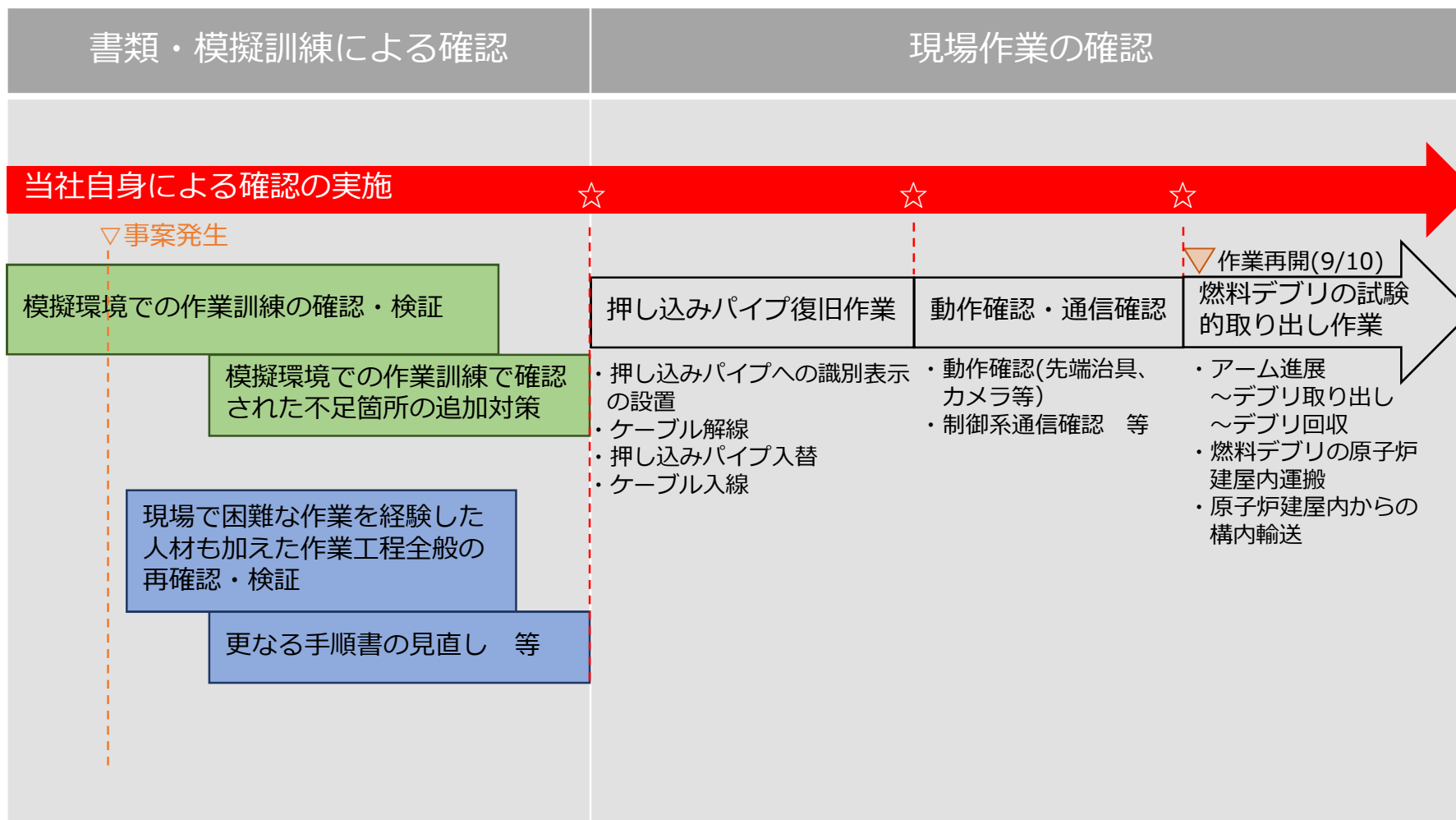
2. 「模擬環境での作業訓練」の確認・検証、不足箇所の抽出及び追加対策の実施

- 模擬現場と現場環境との差異を明確にして、現場作業時に問題が生じないように、作業手順を精査する。
- これまで実施した作業訓練における不足を抽出し、不足が確認された箇所については、追加対策を実施する（燃料デブリの原子炉建屋内運搬、原子炉建屋内からの構内輸送）

- なお、今回の反省を教訓として、福島第一廃炉作業において、高線量エリアなど作業環境が非常に厳しい場所での作業にあたっては、**当社自身による確認等の取組を活かしていく。** 10

6. 燃料デブリの試験的取り出し再開に向けた取組 (2/2)

- 燃料デブリの試験的取り出し再開に向けた確認事項は以下の通り。



【参考】押し込みパイプ復旧作業の状況

- 9月6日、「作業工程全般の再確認・検証」「更なる手順書の見直し」「作業訓練の確認・検証ならびに不足箇所の追加対策」が完了したことから、9月7、8日押し込みパイプの復旧作業、装置動作確認を実施し、問題がないことを確認

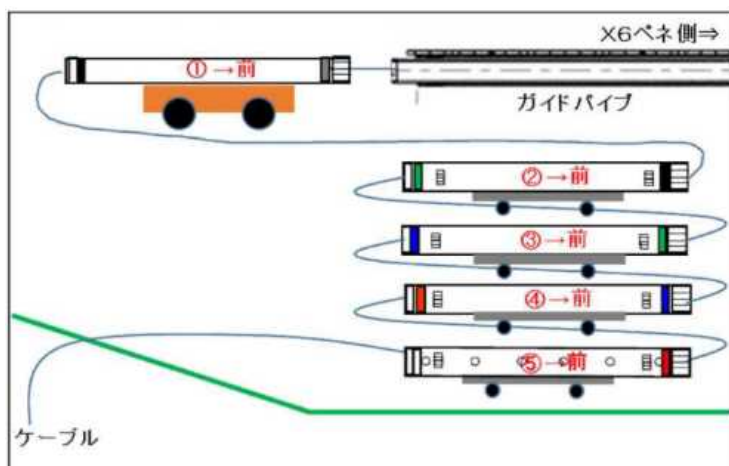


押し込みパイプの復旧作業（現場確認状況）



遠隔操作室確認状況

- 識別番号を重装備や遠隔カメラでも視認できるように見やすい位置に記載。
- 押し込みパイプ端部の保護シートに色違いのカラーテープを貼り付け。

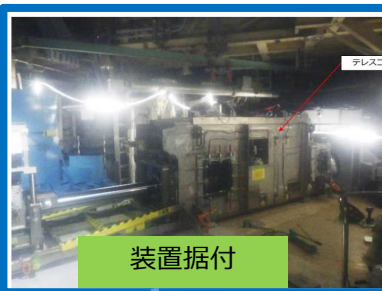


押し込みパイプの復旧作業の完了イメージ



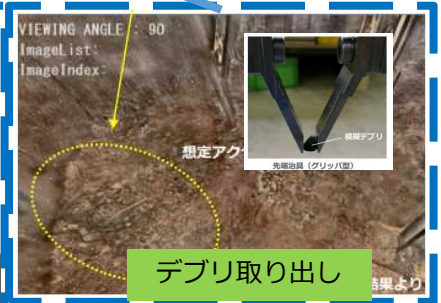
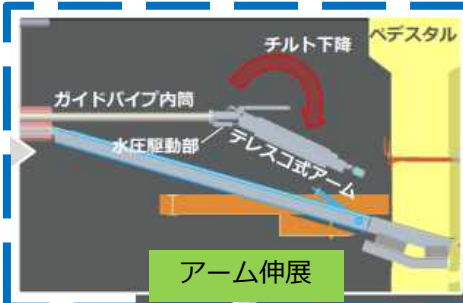
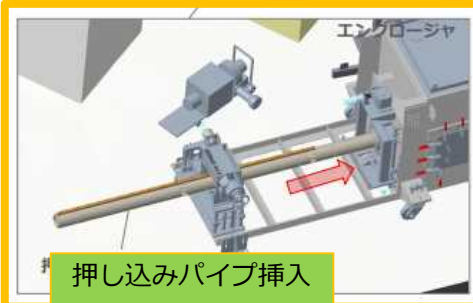
押し込みパイプの復旧作業の完了

【参考】テレスコ式装置による試験的取り出し進捗状況 **TEPCO**



テレスコ式装置製作・設置準備等設計

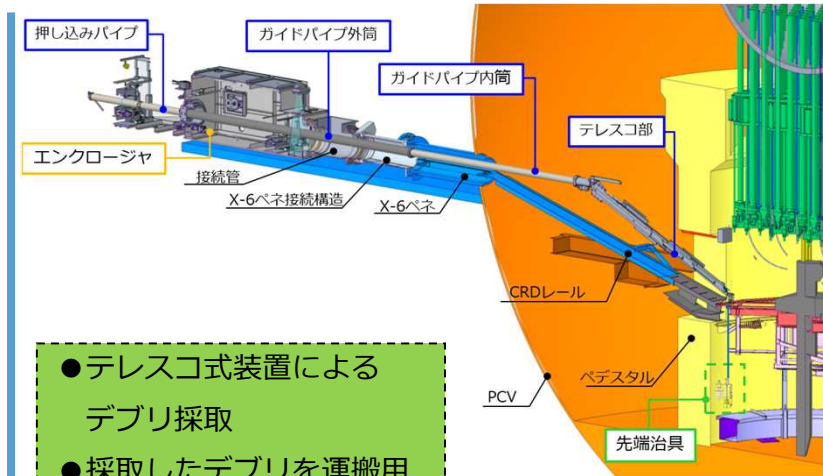
現在▼
試験的取り出し作業



- : 訓練済み作業
- : 高線量エリアでの人手作業

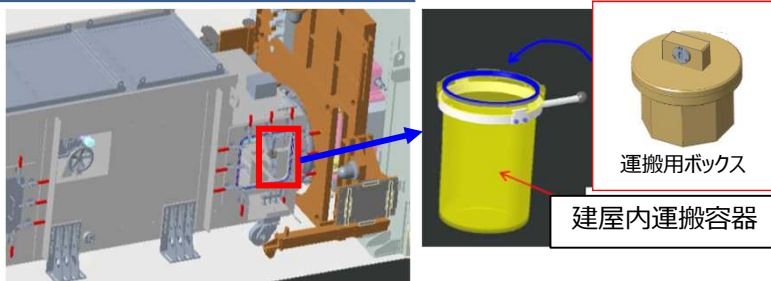
【参考】 今後実施する試験的取り出し作業について

試験的取り出し (テレスコ式装置によるデブリ採取)



- テレスコ式装置によるデブリ採取
- 採取したデブリを運搬用ボックスに収納

燃料デブリの収納

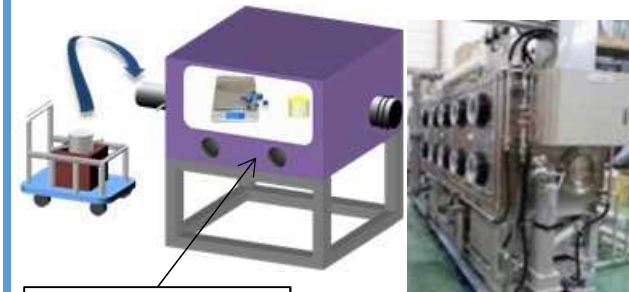


- 運搬用ボックスを建屋内運搬容器に収納
- 原子炉建屋内を運搬容器でグローブボックスまで運搬

- : 訓練済み作業
- : 追加訓練作業

- : 高線量エリアでの人手作業

グローブボックス受入・計量

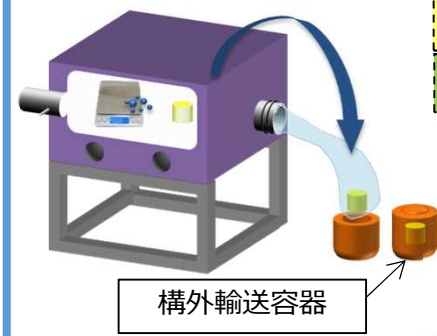


グローブボックス

<グローブボックス外観>

- 運搬容器の受入
- 計量、容器への収納

容器の取出し・輸送容器へ収納・搬出



構外輸送容器

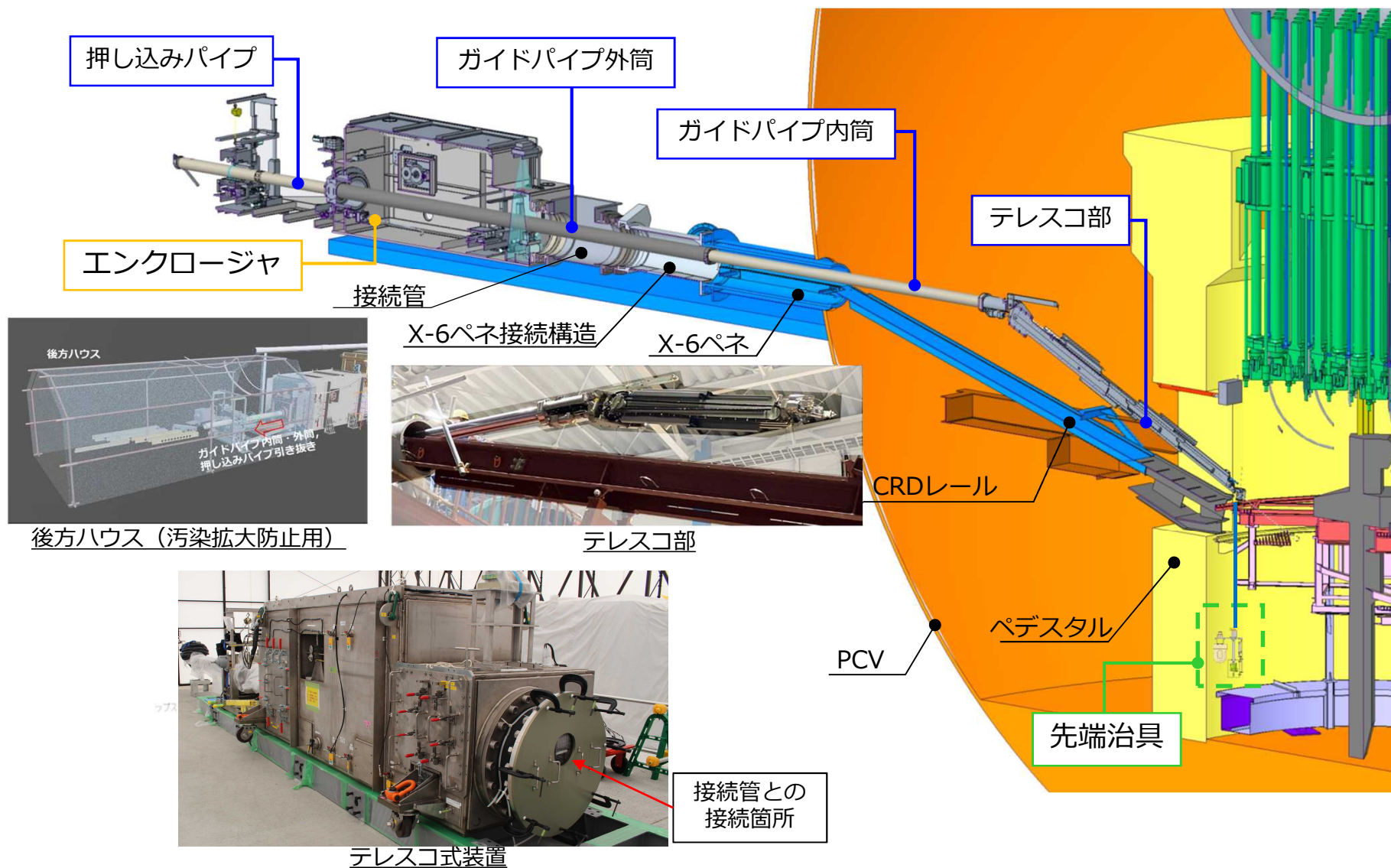
- 構外輸送容器へ収納
- 輸送車両へ積載

- 原子炉建屋から、輸送車両で構内輸送

構外輸送及び構外分析

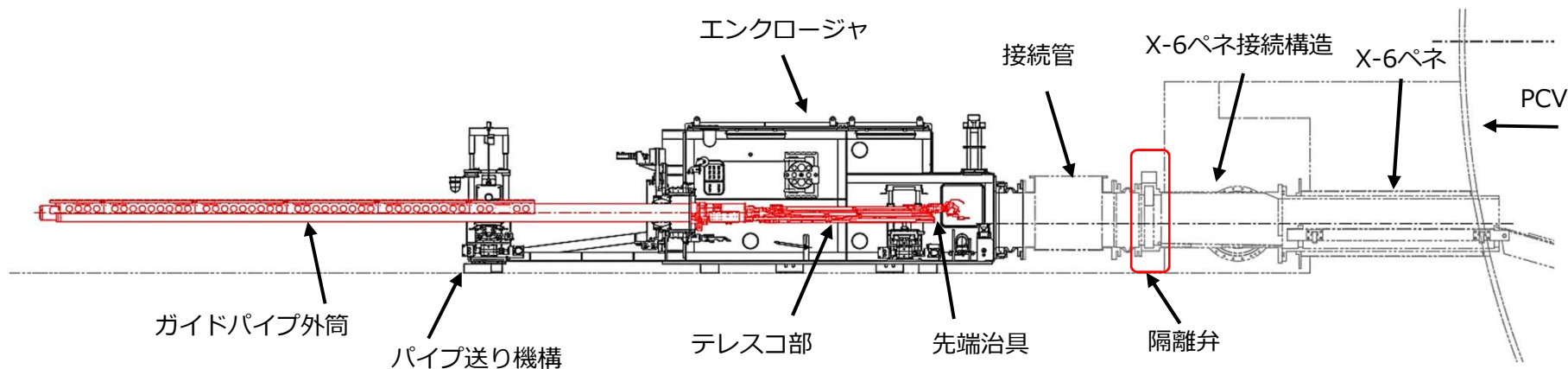
【参考】テレスコ式装置概略図（1 / 3）

- テレスコ式装置は、X-6ペネからPCV内にアクセスし、燃料デブリの試験的取り出しを行う装置
- エンクロージャは、接続管に接続することで試験的取り出し時におけるPCVバウンダリの機能を有する

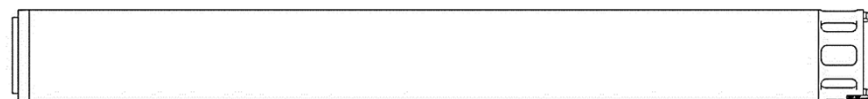


【参考】テレスコ式装置概略図（2 / 3）

【初期状態】

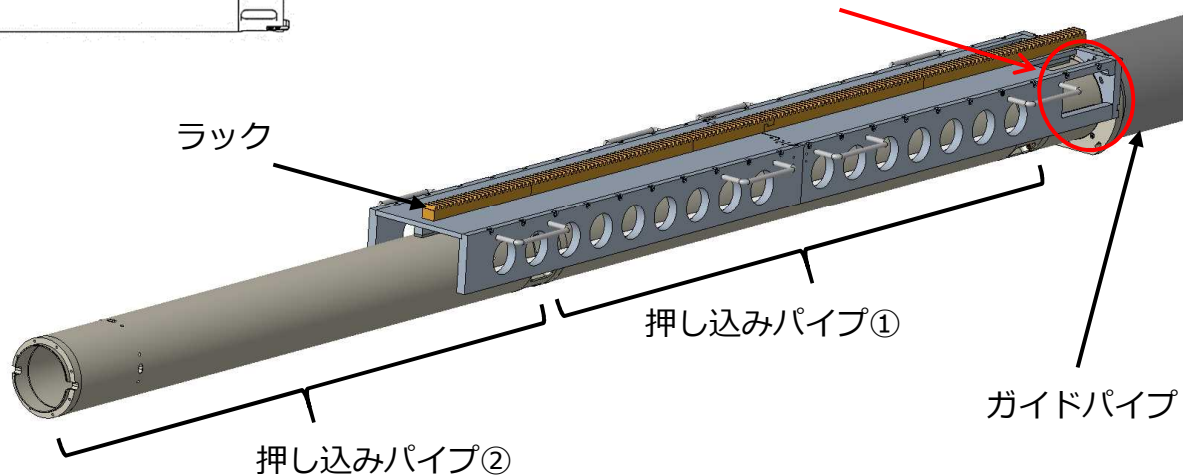


【押し込みパイプ①の形状】



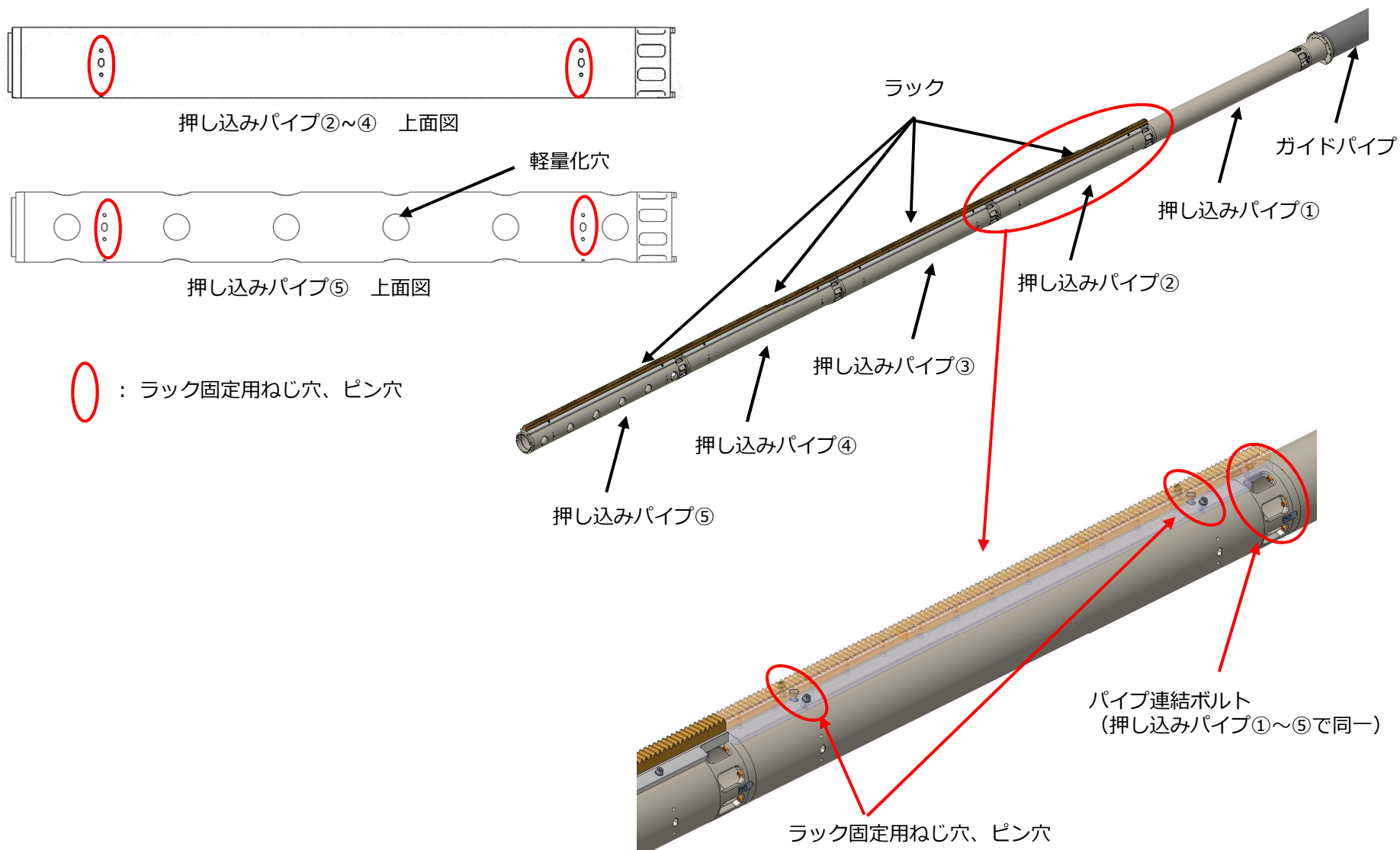
上面図

**押し込みパイプ①には、ラック取付のねじ穴なし。
(ラックはガイドパイプ後部のフランジに取り付けるため。)**



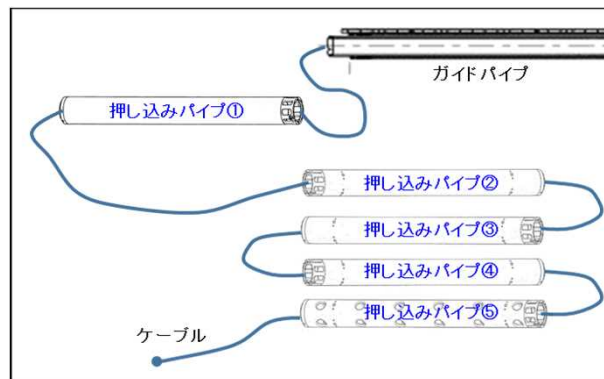
【参考】テレスコ式装置概略図（3 / 3）

【押し込みパイプ②～⑤の形状】



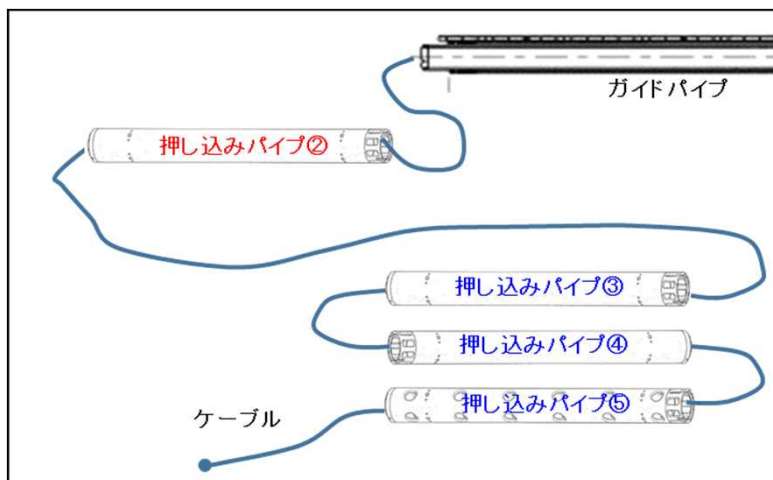
【参考】押し込みパイプ設置状況

模擬環境における
作業訓練での配置
(本来の配置)

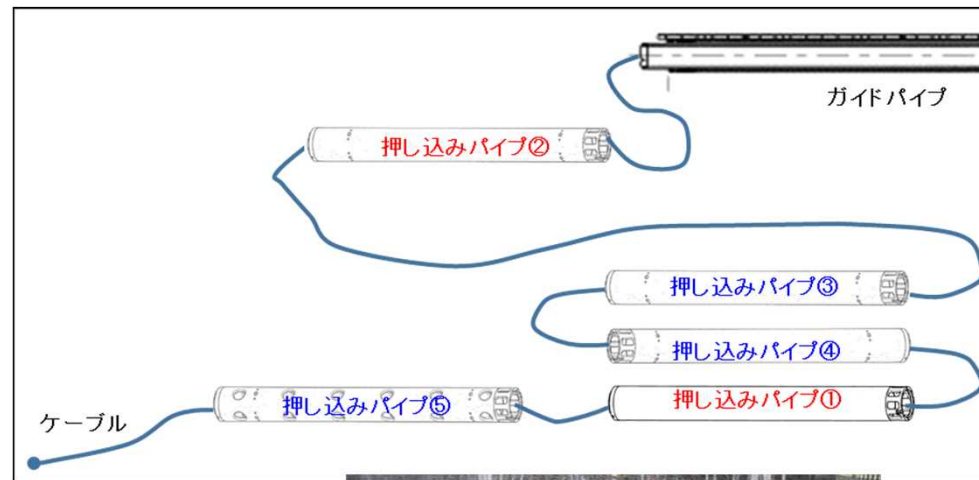


ケーブルの整線も考慮したうえで5本を並べた配置を実施

現地での配置(7月28日時点)



7月29日(①を追加)時点の配置



7月28日の配置状態から、④と⑤の間に①を設置した。
この際に、右図のような配置となった。

