

2 号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の状況

2024年10月 1日

IRID **TEPCO**

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構
東京電力ホールディングス株式会社

1. 現場作業の進捗状況（押し込みパイプ復旧作業）

- 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

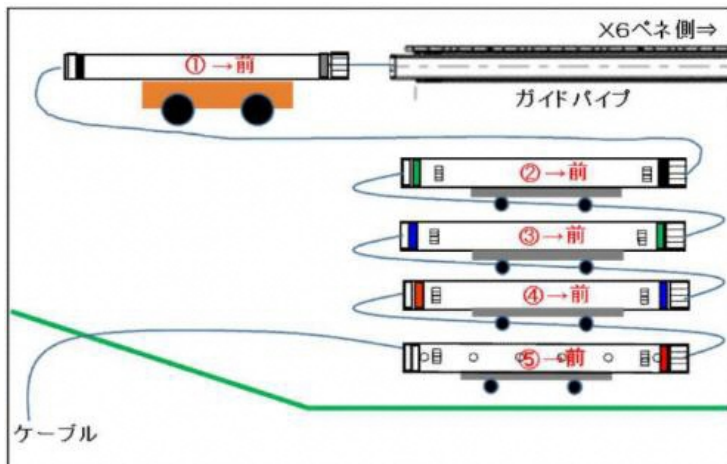


押し込みパイプの復旧作業（現場確認状況）

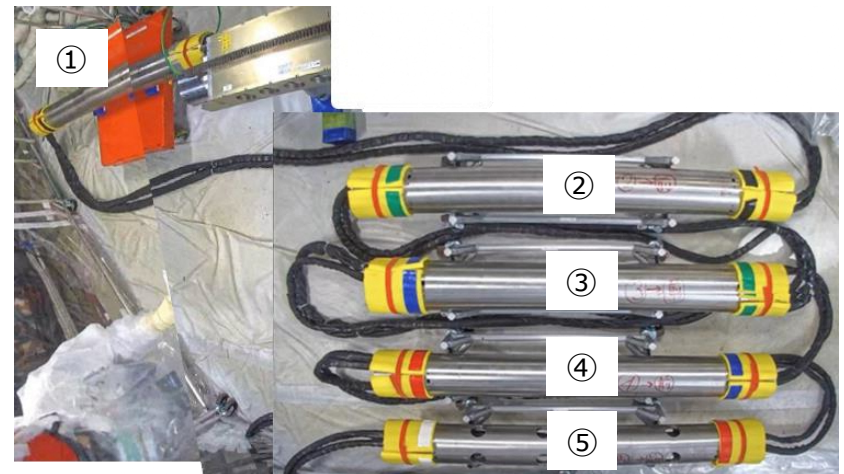


遠隔操作室確認状況

- 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

2. 現場作業の進捗状況（隔離弁通過）

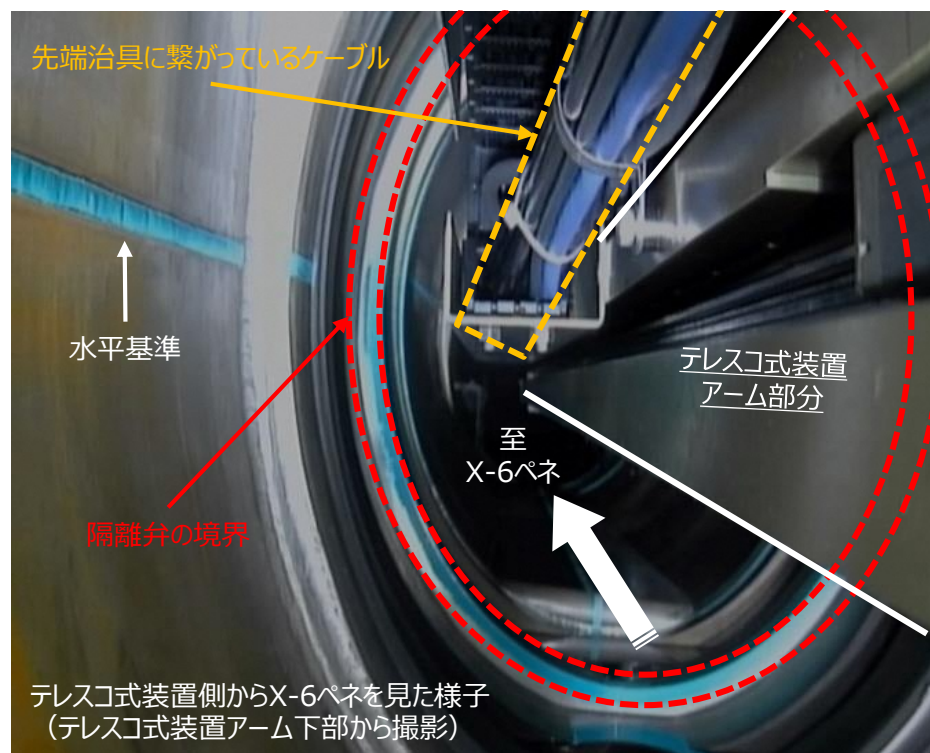
- 9月10日から、試験的取り出し作業（ガイドパイプの挿入）を実施
- ガイドパイプ（内筒）に押し込みパイプ①を接続し、隔離弁の開操作を行い、ガイドパイプを挿入し、テレスコ式装置の先端治具が隔離弁を通過



遠隔操作室における当社の立会



ガイドパイプに押し込みパイプを接続する状況

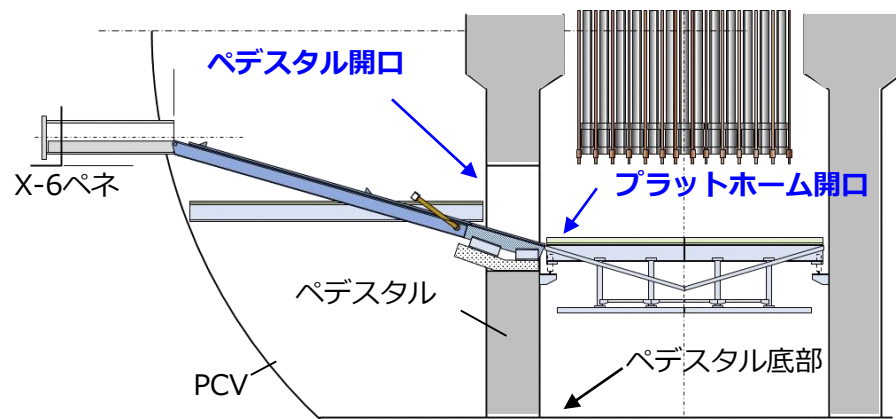


テレスコ式装置側からX-6ベネを見た様子
（テレスコ式装置アーム下部から撮影）

試験的取り出し作業状況（隔離弁通過）

3-1. 現場作業の進捗状況（ガイドパイプ／テレスコ式アームの挿入）

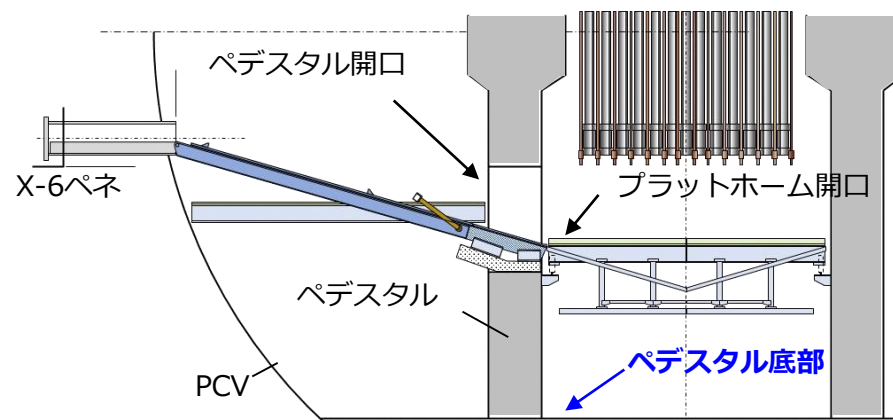
- 9月14日 テレスコ式装置のガイドパイプのPCV内への挿入をペDESTAL開口付近まで実施。その後、テレスコ式アームの動作確認（チルト、テレスコ部、先端治具）及び、ペDESTAL底部の状況を確認



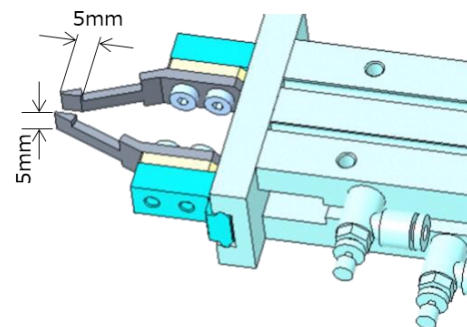
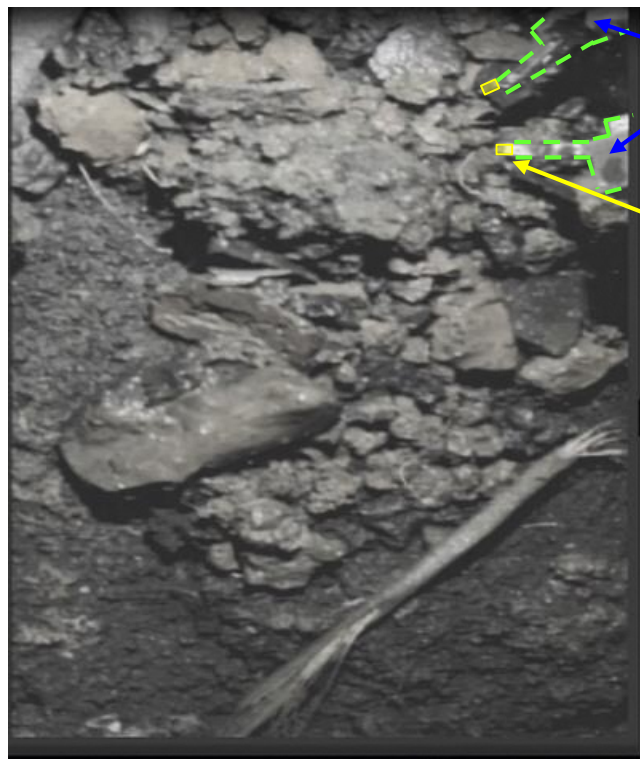
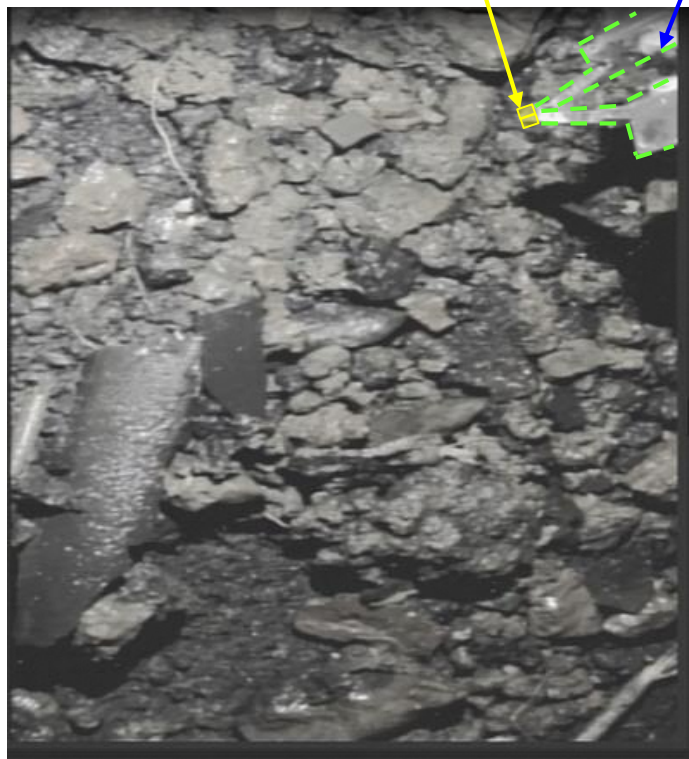
テレスコ式アームカメラの画像（ペDESTAL開口部、プラットホーム開口部の状況）

3-2. 現場作業の進捗状況（ペDESTAL底部確認）

- 9月14日 テレスコ式装置の先端治具を吊り降ろし、ペDESTAL底部の状況を確認。ペDESTAL底部の燃料デブリについて、先端治具のカメラによる視認確認、グリッパによる接触確認を実施。



グリッパの先端が5mm角 グリッパ

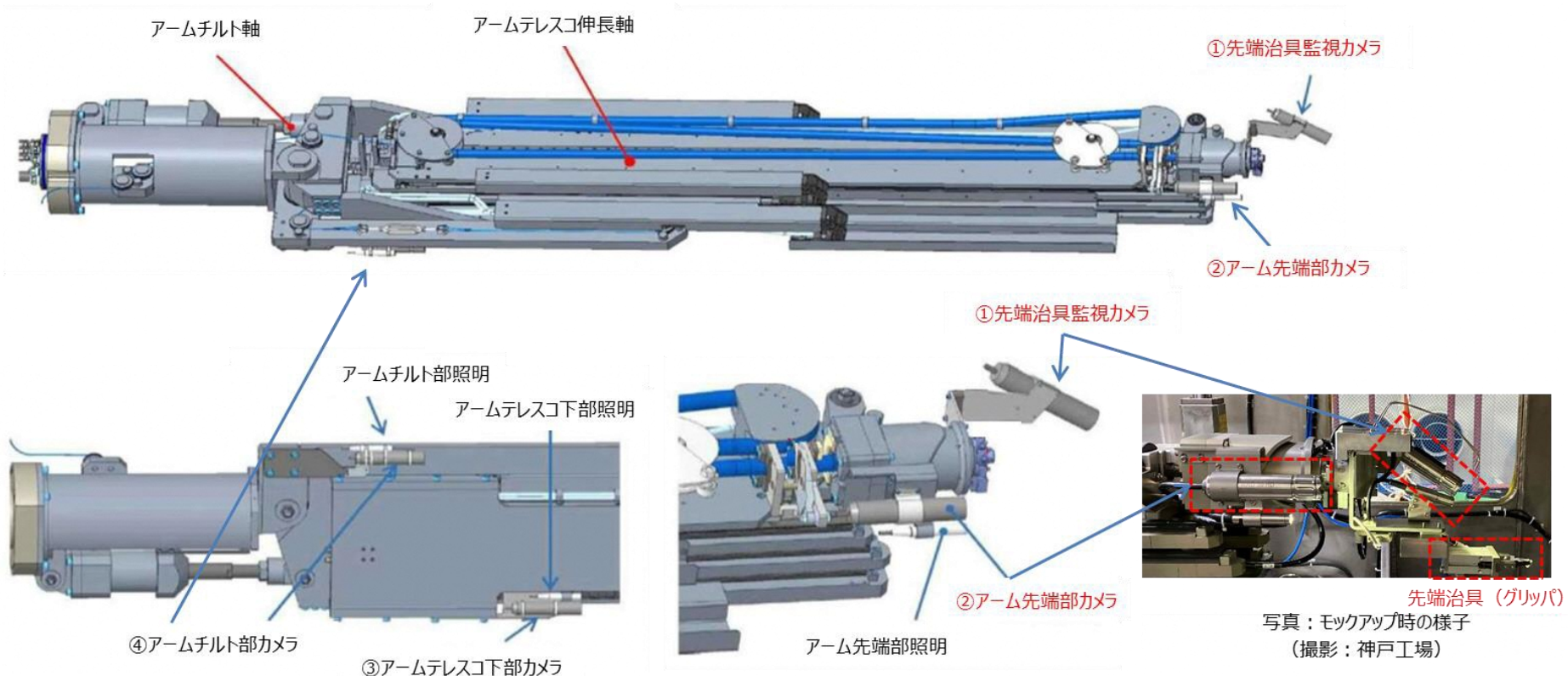


サイズを把握するためのグリッパ爪
(グリッパ型)

テレスコ式アームカメラの画像（ペDESTAL底部の状況）

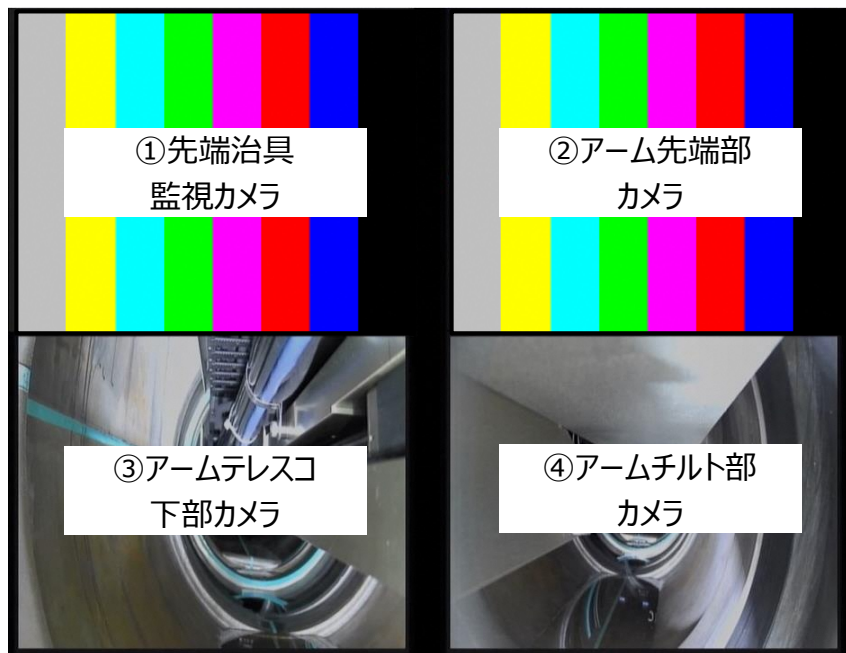
4 - 1. 現場作業の進捗状況（カメラ映像確認調査）

- 試験的取り出し作業について、把持作業の準備として、9月17日に原子炉格納容器内の状況確認やテレスコ式装置の動作確認等を行ったところ、何らかの原因により、装置先端のカメラ映像（①先端治具監視カメラ、②アーム先端部カメラ）が遠隔操作室内のモニタに適切に送られてこないことを確認

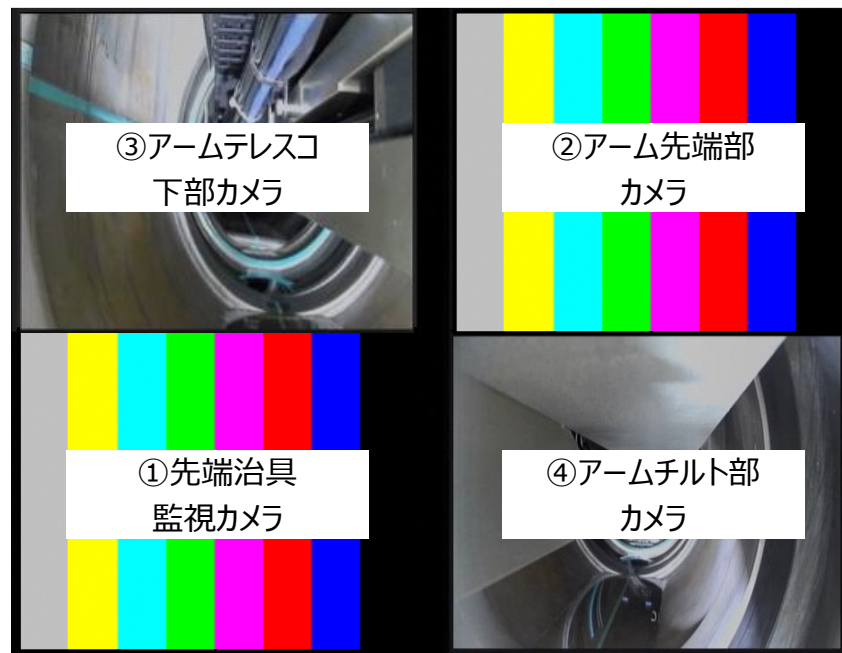


テレスコ式装置のカメラ設置状況

- 9月17日、テレスコ部に4つあるカメラのうち、①②カメラについては、遠隔操作室内のモニタにカラーバーが表示されている状態を確認
- カメラ映像は、原子炉建屋内に設置している映像変換器から、遠隔操作室までは光ファイバーケーブル（有線）で伝送。調査の一環として、原子炉建屋内の制御盤内で、4組のカメラケーブルと映像変換器の接続の組み合わせ変更を実施
- 4つあるカメラとそれぞれに接続されている映像変換器の接続の組み合わせ変更（①⇔③を入れ替え）の結果、入れ替えたモニタにカラーバー表示が移行することを確認（以下、イメージ画像参照）しており、原子炉建屋内の制御盤より遠隔操作室側の状態に問題がないことを確認



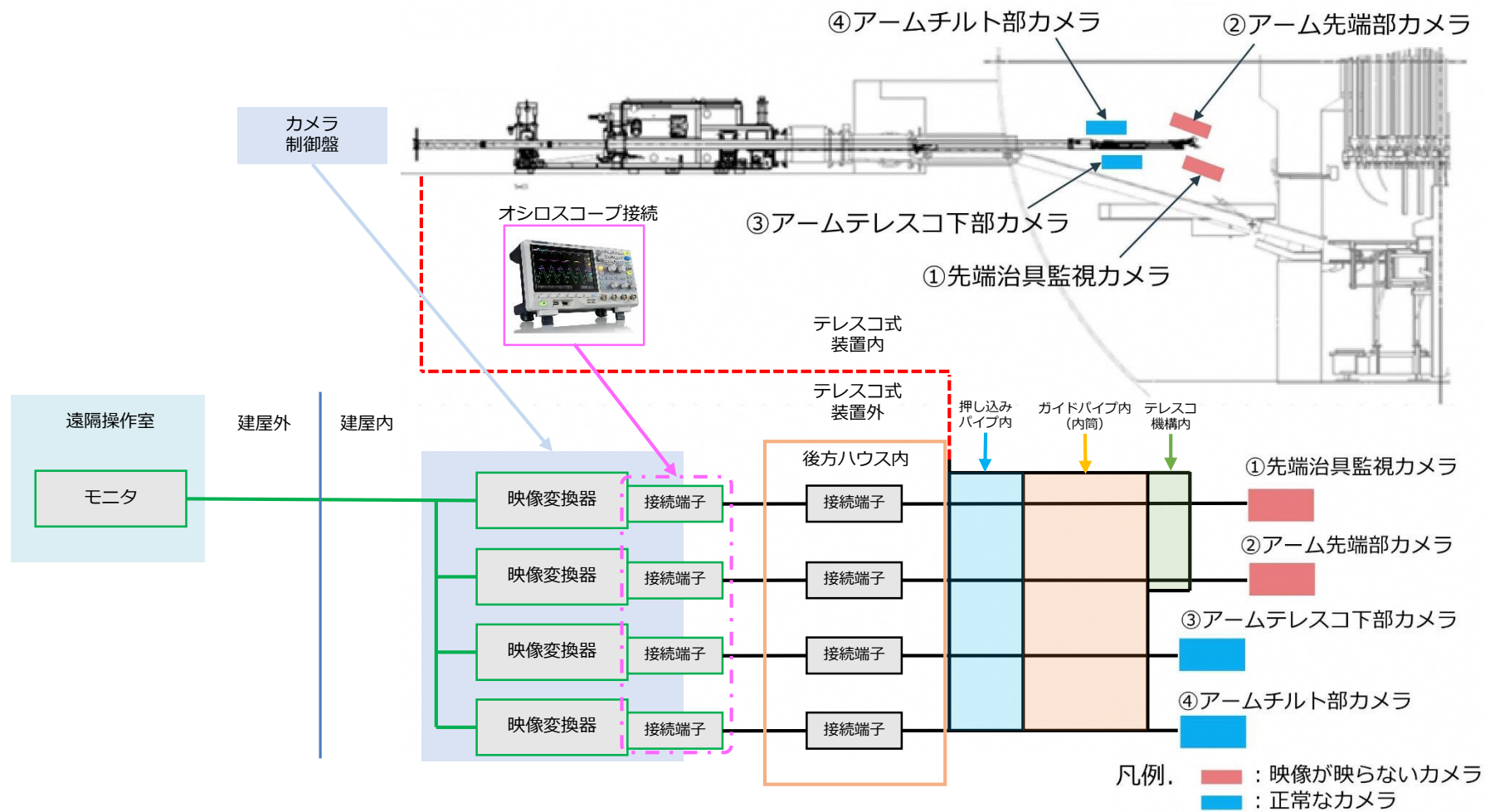
映像変換器の接続の組み換え前（イメージ画像）



映像変換器の接続の組み換え後（イメージ画像）

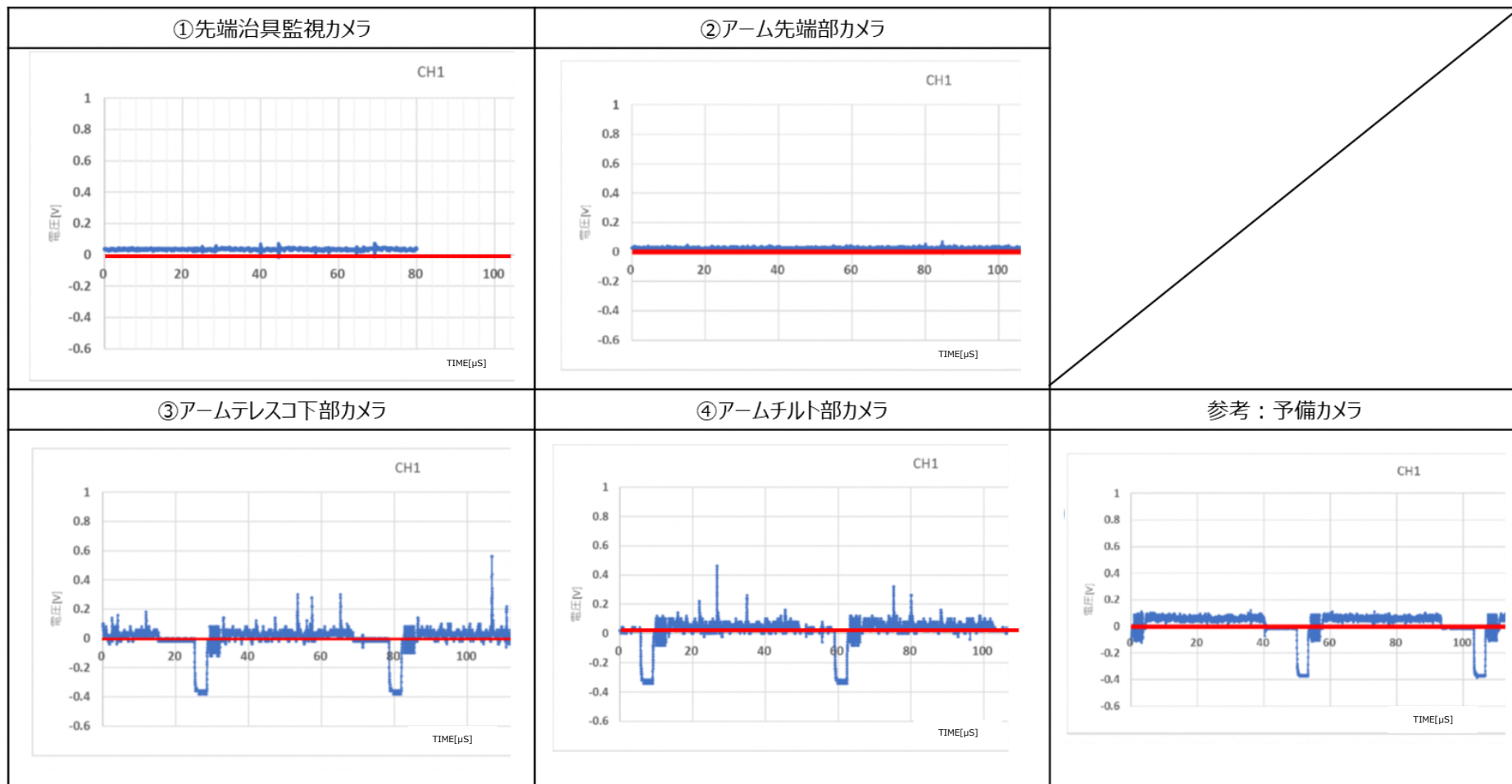
5-2. 現場作業の進捗状況（カメラ映像確認調査）

- 本事案の確認後、原因特定に向け、これまでに遠隔操作室ならびに原子炉建屋内のテレスコ式装置において、カメラケーブル、各接続端子、映像変換器の外観および信号確認、抵抗の測定等を実施
- 9月21日～22日にかけて計器（オシロスコープ）によるカメラ信号の強度確認を実施



参考．現場作業の進捗状況（計器によるカメラ信号の強度確認の結果）

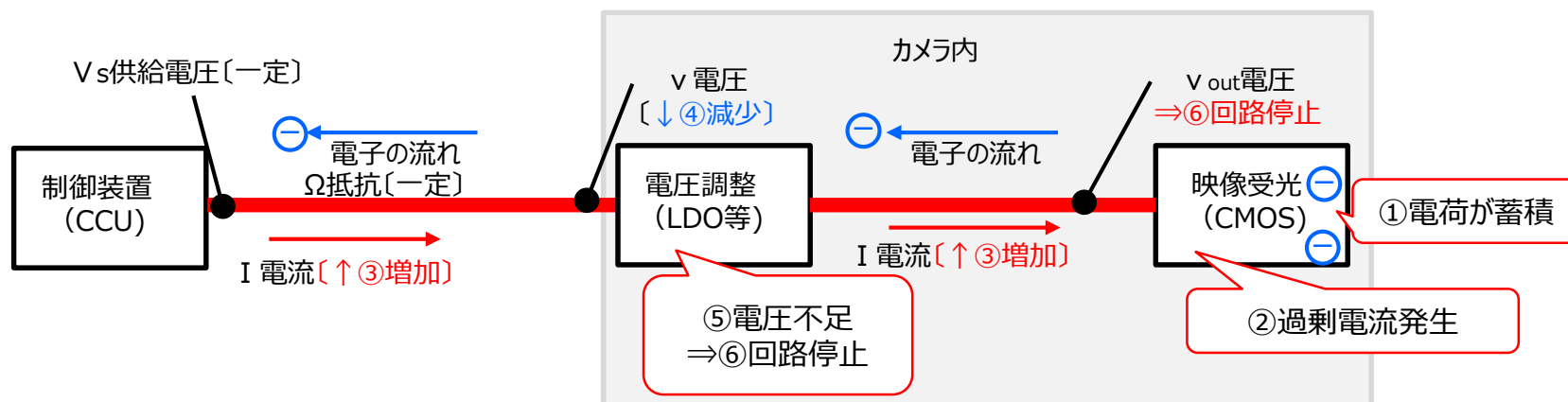
- 装置先端カメラ（①先端治具監視カメラ、②アーム先端部カメラ）と、その他のカメラで信号強度の確認を実施したところ、装置先端カメラと他カメラでは信号挙動に違いがあることを確認



5-3. 現場作業の進捗状況（カメラ映像確認調査）

- 推定メカニズムとして、カメラの半導体素子に放射線が通過し、電離作用により発生した多量の電荷の影響が考えられる
 - 半導体素子に放射線が通過することで電荷が発生するが、制御装置がオフの状態の場合カメラ内の回路に蓄積しつづける
 - 制御装置をオンにした瞬間に、蓄積した電荷により過剰な電流が流れ、過剰な電流の増加に伴い、カメラへ供給する電圧の降下が発生し、カメラ部の回路が停止
- 上記メカニズムを考慮すると、カメラの電源を入にしている場合には電源回路を通じて放電されることにより、電荷の蓄積を低減する効果がある
- 今回の事案を踏まえ、テレスコ式装置は、外観点検およびカメラ映像の状態確認のため、エンクロージャ内へ格納。併せて、低線量下に置き、電源を入状態あるいは切状態に維持すること等により蓄積した電荷を低減することで回復の可能性があることから、テレスコ式装置は数日程度、エンクロージャ内の比較的線量の低い環境で待機させた状態でカメラ映像状態の確認を行い、放射線による影響の検証を実施中
- 検証の結果、カメラの映像が復帰しない場合はカメラの交換を実施する予定

<電荷のメカニズム>



①半導体素子に放射線が通過することで電荷が蓄積するが、その電荷は元の状態にもどろうとする特性がある。

②電荷が回復する際に、過剰な電流が流れ、過剰な電流の増加に伴い、カメラへ供給する電圧の降下が発生し、カメラ部の回路が停止。

- 電気・通信系統に対して、これまで下表の調査を実施。
- 各調査において、現時点で、本事案との因果関係は確認できなかったことから、引き続き調査を継続。

対象	調査結果
ケーブル ・ 接続端子	■ 断線・短絡、絶縁不良 抵抗値計測の結果、カメラ①～④の抵抗値が同等(約110～約116[Ω])であり、予備カメラ実測値とケーブル理論値の合計(約117～約119[Ω])との差異が小さいこと、および電流計測の結果から、導体の断線、短絡および絶縁不良ではないことを確認。（浸水、結露による電気系統の不良はない）
	■ 接続端子の接続不良 接続端子の分解目視確認にて異常がなく、再組立前後で抵抗値に変化がないことからコネクタ接続不良ではないことを確認。
	■ 接続端子・ケーブルの接触不良 テレスコ部を可動させてケーブルを動かした結果、画像、抵抗値に変化が無いことから接続端子・ケーブルの接触不良ではないことを確認。
映像変換機	■ 映像変換機へ入力される信号レベル低 映像変換機単体のみの電源を有効にし、他カメラの信号回り込みによる影響を確認した結果、状況に変化ないため信号レベル低ではないことを確認。
	■ ハードウェア/ソフトウェアの故障 映像不良が生じたカメラと健全なカメラの映像変換機への接続を入れ替えても、健全なカメラの映像は出力されたことからハードウェア/ソフトウェアの故障でないことを確認。
その他	■ ノイズの干渉 他工事によるノイズが無い場合でも、各カメラの映像に変化がないため要因ではない。