

連続オンライントーク第11回

原発事故の後始末～「燃料デブリ取り出し」ありきではない、もう一つの選択肢とは

燃料デブリの試験取り出し は今どうなっているのか (15分)

まさのあつこ (ジャーナリスト)

日時: 2024年9月27日 (金)

15:00～16:30

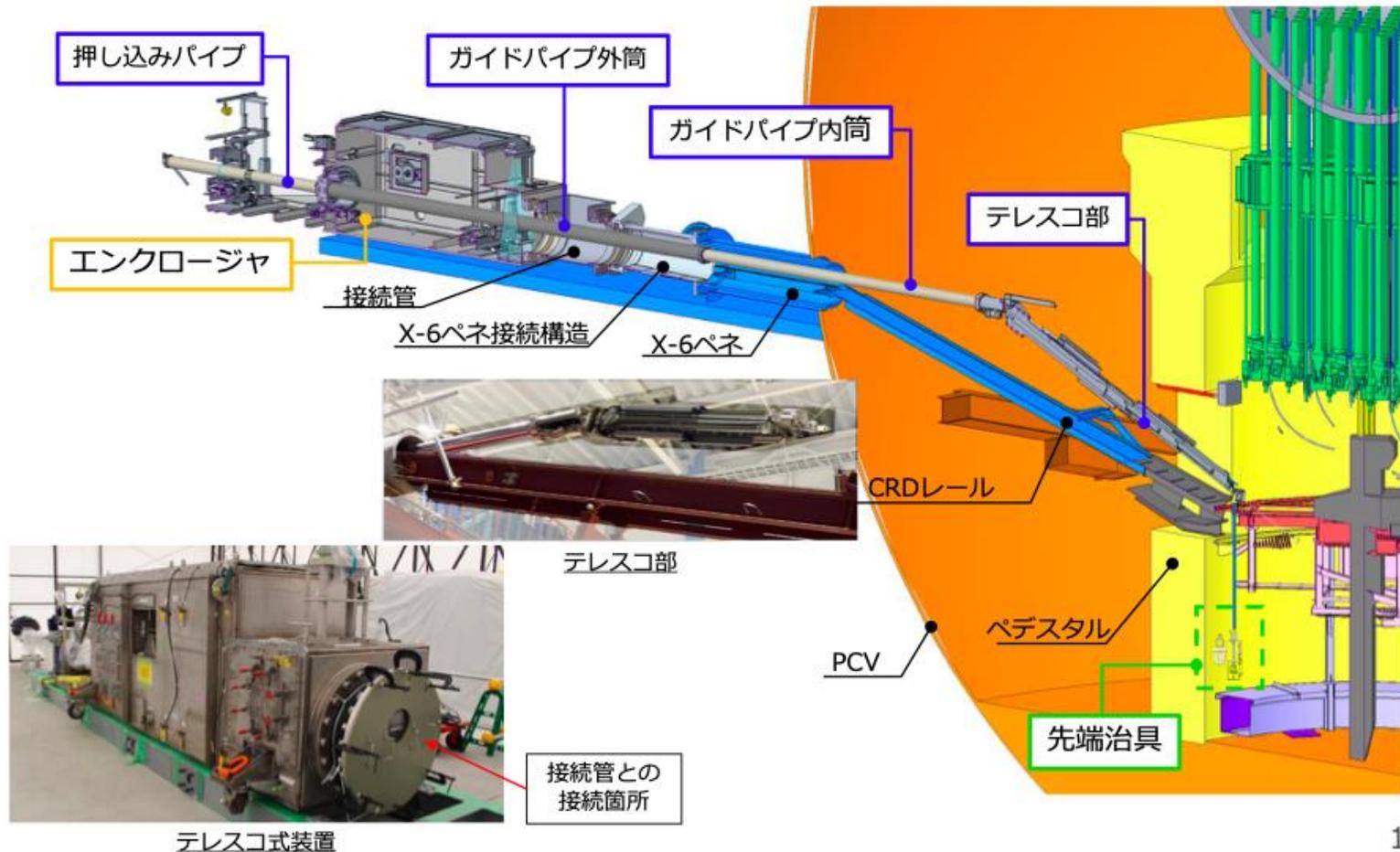
主催 国際環境NGO FoE Japan

協力 原子力市民委員会

参考. テレスコ式試験的取り出し装置によるデブリ採取

TEPCO

- 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



「耳かき一杯」と言った前原子力規制委員長の見立て

原子力規制委員会記者会見録 2020年4月1日(水)

<https://www.nra.go.jp/data/000307454.pdf>

○更田委員長

2号機からデブリの調査に入るとしても、本当に最初は耳かき、スプーン1杯ぐらいから入って行って、組成なり調べていきますけれども、それは2つの視点があって、1つは事故の進展がどのようなものであったかという調査分析の視点もありますけれども、一方で廃炉の方となると、組成がどうこうというより、場の線量がどのくらいにたっているのか、そういったことの方が非常に重要で、今後は要するに遮蔽をどのように取るかが勝負になっていくので、それすらまだなかなか分からない状態ですし。

また、給水が喪失している期間が号機によって違うので、2号機で得た情報が、例えば1号機は、より溶融が進んでいる可能性がある。ですから、2号機で得た情報が1号機に適用できるとも限らないので、デブリの取り出しに関しては再三申し上げますけれども、まだまだこれからであって、そもそも見通しを立てるのは非常に難しい。

「限られた情報」という現原子力規制委員長の見立て

原子力規制委員会記者会見録 2024年9月11日(水)

<https://www.da.nra.go.jp/view/NRA100005140?contents=NRA100005140-001-001#pdf=NRA100005140-001-001>

○山中委員長

今回の方式ですと、ペDESTALの近傍のデブリの性状が少し分かる程度でございますので、やはりロボットアームによるデブリの取出しで広範囲にわたったデブリの性状が把握できるようになって初めて、今後のデブリの取出しの工法の技術開発ですとか、あるいは工法の決定に関しての知見が得られるような段階になるというふうに考えています。

まだ、現状では本当に限られた位置、あるいは限られた情報でございますので、まずその第一歩という段階で、試験的な取出しというふうな段階でも、まだまだ初歩の段階だというふうに考えています。

場の線量は？
遮蔽をどのように取るかが勝負？

2024年9月26日中長期ロードマップ会見で、試験的作業取り出し中断の原因は「線量」と推定するも線量計をつけていないので、推定のままになる見込み。

耳かき一杯、とれたらこうするつもりだった

2-1. 現地準備作業状況

試験的取り出し作業（内部調査・デブリ採取）の主なステップ



測定して24mSv 以上だったら
格納容器に戻す

1. 隔離部屋設置

2. X-6ペネハッチ開放

3. X-6ペネ内堆積物除去

X-6ペネ内部にある堆積物・ケーブル類を除去する

- 【低・高圧水】で堆積物の押し込み
- 【AWJ】でケーブル除去
- 【押し込み装置】でケーブルを押し込み

4. X-6ペネ接続構造及び接続管設置

X-6ペネに接続構造及び接続管を取り付け、隔離部屋から接続構造にバウンダリを変更

(注記)
・隔離弁：PCV内/外を仕切る弁
・AWJ（アブレイシブウォータージェット）：高圧水に研磨材（アブラ）を添加して使用

5. テレスコ式装置設置

6. 試験的取り出し

（前スライド ステップ6より）

9-1. 燃料デブリの収納

（前スライド ステップ8より）

9-2. 燃料デブリ回収装置先端部の収納
構内輸送用容器へ収納・線量計測

7. ロボットアーム

8. ロボットアーム

①内部調査

●アーム先端の【AWJ】で干渉物（CRDレール、電線管等）を除去

(注記)
・AWJ（アブレイシブウォータージェット）：高圧水に研磨材（アブラ）を添加して使用

8. ロボットアーム

9-1. 燃料デブリの収納

（前スライド ステップ6より）

（前スライド ステップ8より）

9-2. 燃料デブリ回収装置先端部の収納
構内輸送用容器へ収納・線量計測

9-2. 燃料デブリ回収装置先端部の収納
構内輸送用容器へ収納・線量計測

（前スライド ステップ8より）

●エンクロージャ内で双腕マニピュレータにより容器へ収納

●エンクロージャ内で構内輸送用容器へ線量計測後収納

●汚染拡大防止を図りながら取外し

10. グローブボックス受入・計量

10. グローブボックス受入・計量

（前スライド ステップ9より）

●内部を負圧にしたグローブボックスに受入

●グローブボックス内で計量、容器への収納を実施

11. 容器の取出し・輸送容器へ収納・搬出

11. 容器の取出し・輸送容器へ収納・搬出

（前スライド ステップ10より）

●ビニール製バッグにて汚染拡大防止を図りながら容器を取出し

●構外輸送容器へ収納し、輸送車両へ積載

※：輸送前に、輸送物の表面線量・汚染密度等を測定し、法令基準以下であること確認

12. 構外輸送及び構外分析

12. 構外輸送及び構外分析

（前スライド ステップ11より）

(注記)
・DPTEコンテナ：Double Porte pour Transfert Etancheの略。コンテナの蓋とグローブボックスのダブルドアが一体となって開閉することで、密閉を維持しながら物を移送することが可能なコンテナ

しかし、それすら失敗（その0 ハッチが開かない!開いた!）

【参考】現場本部,X-6ペネハッチの開放等の状況(10月16日撮影)

TEPCO



図1. X-6ペネハッチの開放作業前の状況



図2.X-6ペネハッチの開放作業中の状況



図3.X-6ペネハッチの開放後の状況①
(X-6ペネを右側から見た状況 左がハッチ(蓋))



図4.X-6ペネハッチの開放後の状況②
(X-6ペネを正面から見た状況 左がハッチ(蓋))

開いた!

2023年10月16日
福島第一原子力発電所2号機原子炉格納容器内部調査・試験的取り出し作業

X-6ペネハッチの開放(開き角度:約90°の全開放)等について

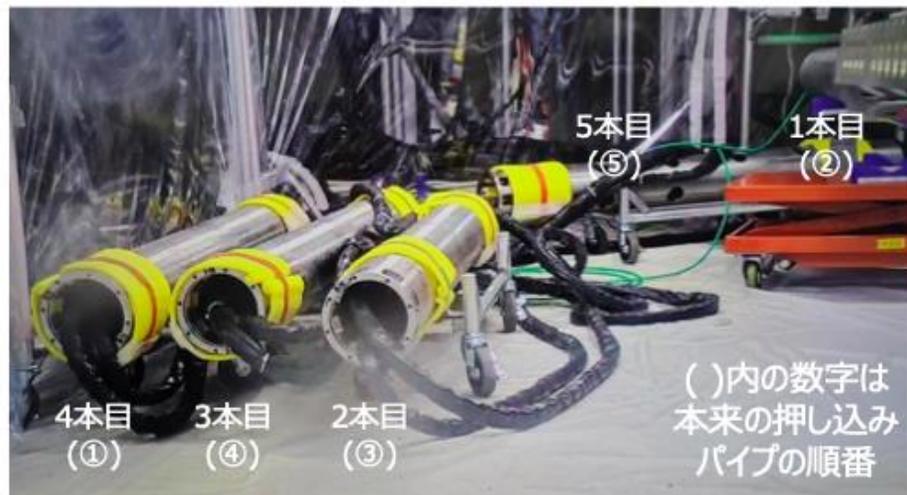
https://www.tepco.co.jp/dec/ommission/information/news/release/reference/pdf/2023/2h/rf_20231016_1.pdf

しかし、それすら失敗（その1 順番を間違えた）

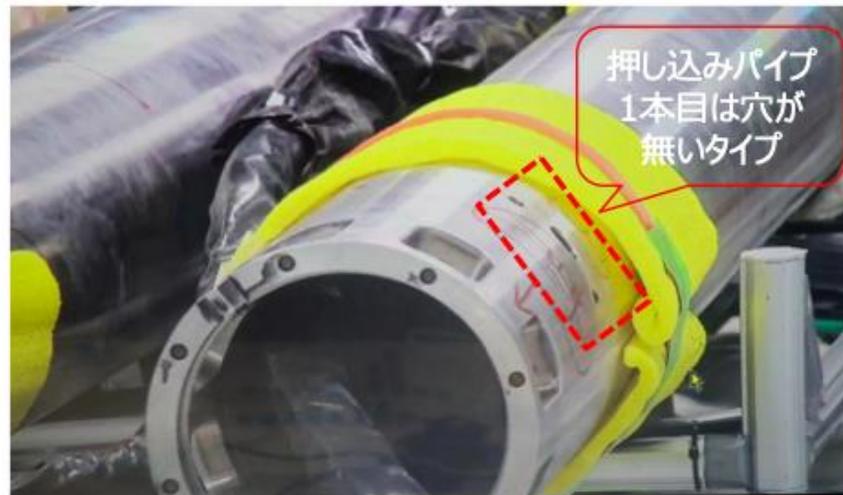
福島第一原子力発電所 2号機PCV内部調査・試験的取り出し作業状況について

< 参考資料 >
2024年8月22日
東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

- 2号機燃料デブリ試験的取り出し作業について、本日（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挿入しております。
- その後、ガイドパイプが隔離弁手前まで進み、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、本日は、隔離弁手前までの作業としております。（本日の作業は午前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本目の位置にあったことを確認しました。
- 現在、本事案が発生した要因を確認しております。今後、必要となる作業について、手順を含め確認・整理を行ってまいります。
- 今後の対応については、改めてお知らせさせていただきます。



押し込みパイプの設置状況



参考：2本目（③）の押し込みパイプの先端部分

2024年8月22日
作業開始初日にまさかの「押し込みパイプ」の順番間違えて中断。

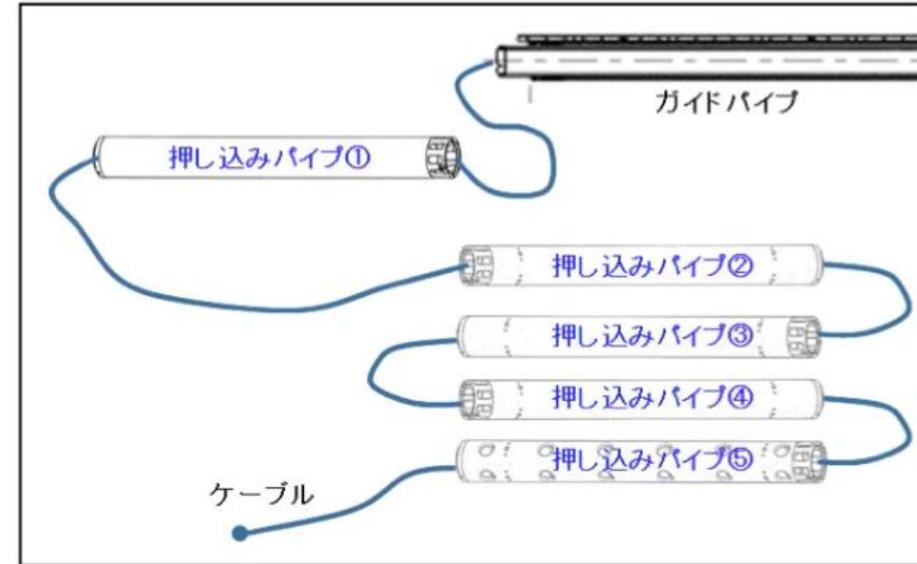
https://www.tepco.co.jp/d/ecommission/information/newsrelease/reference/pdf/2024/2h/rf_20240822_1.pdf

しかし、それすら失敗（その1 順番を間違えた）

9月2日に原因を経産大臣に説明するはずが直前で延期→9月5日に説明して緊急会見

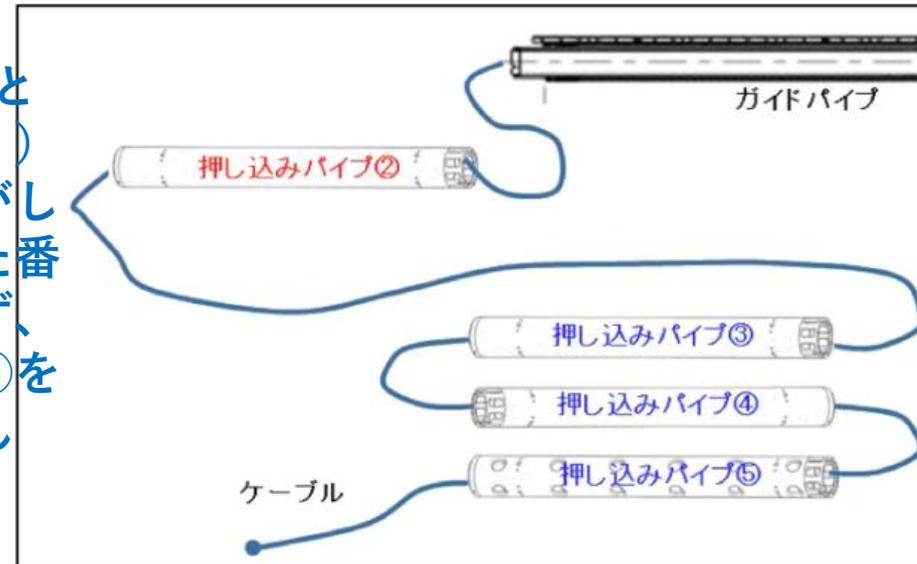
- 作業は7月27日と28日、2日で行うことを予定→実際には29日まで（計3日）。
- 27日：「押し込みパイプ」5本を仮置き場からテレスコ式装置近くに持っていくべきところ、1本（①）を仮置き場に取り残した。（しかし、運搬作業は「終了した」と報告）
- 28日：5本目がないと気づかず4本（②③④⑤）にケーブルを挿入。
- 5本ないと気づいた一人の元請（三菱重工）工事担当者が、残り1本（①）を仮置き場からテレスコ式装置近くに持ってきたが、番号を確認せず、②と誤認した。（②は端に来てはいけない）

本当はこうなるべきところ



28日

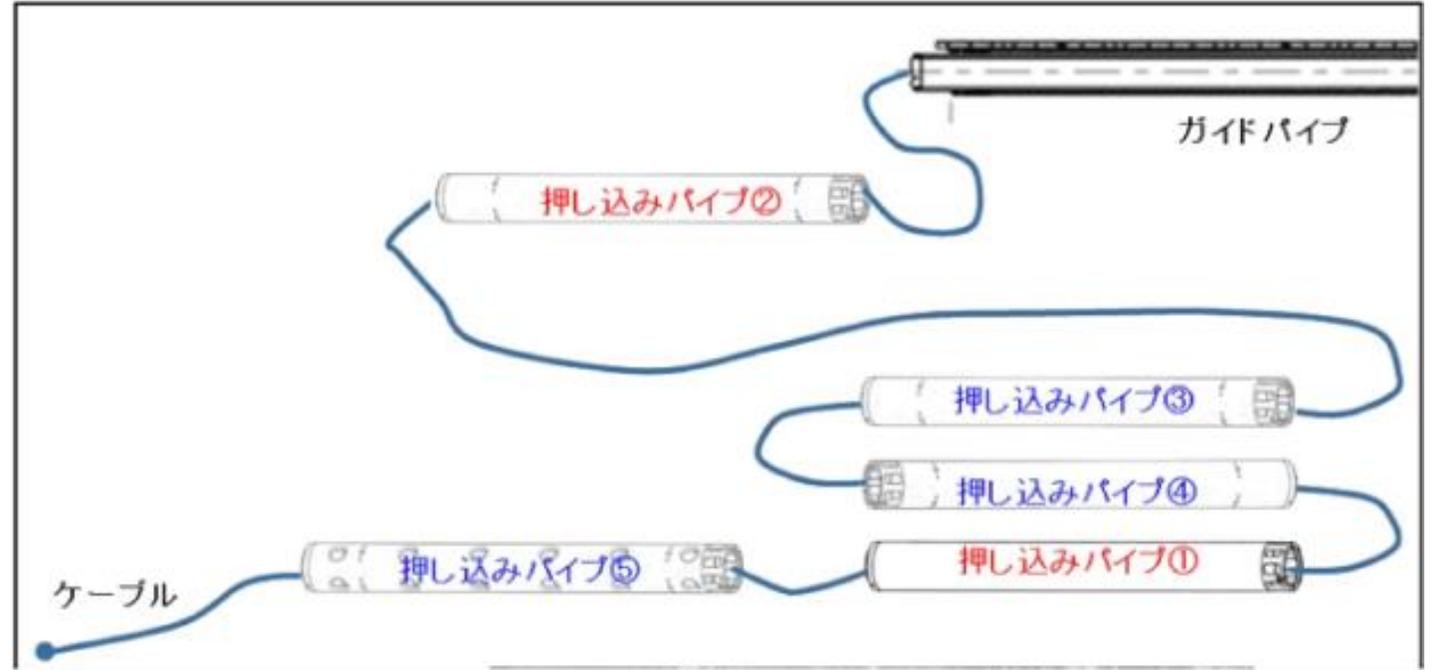
- 5本目がないと気づかず（！）
- 養生材を剥がして記載された番号も確認せず、
- 仮置き場の②を①と思い込んだ。



しかし、それすら失敗（その1 順番を間違えた）

（続き）

- 29日：同じ元請工事担当者が、遠隔操作室福島第一構内の事務所にいる三菱重工の「設計担当者」と相談。
- この状態で並びは②③④⑤＋①だったが、彼らの頭の中では①③④⑤＋②だと考えた（養生を剥がして番号を確認せず）
- ⑤と②を入れ替えたつもり（②③④は同じ形状）で、①③④②⑤となり問題解決したと認識。実際は②③④①⑤になった。
- 同日、別の元請工事担当者も「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」。
- 30日、東京電力監理員も訓練通りと考え、順番通りかどうかを確認しなかった



運搬・開梱の訓練はしていなかった！

しかし、それすら失敗（元請企業まかせだった）

5. 原因のまとめ

TEPCO

【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。）

模型で訓練はしたが

（2024年7月25日 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

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/committee/roadmap_progress/pdf/2024/d240725_24-j.pdf#page=23)

2号機燃料テフリ試験的取り出し作業中断に関する原因と対策

2024年9月5日 P9

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2024/2h/rf_20240905_1.pdf

しかし、それすら失敗（元請企業まかせだった）

失敗の最中、小早川社長は、柏崎市役所にいた

新潟県柏崎市の桜井雅浩市長が求めていた、**柏崎刈羽原発の再稼働条件7項目の進捗**について、東電社長がきょう報告へ

市長は「要求ほぼ満たされた」と前向きな回答を示唆

2024/8/22 新潟日報

<https://www.niigata-nippo.co.jp/articles/-/462410>

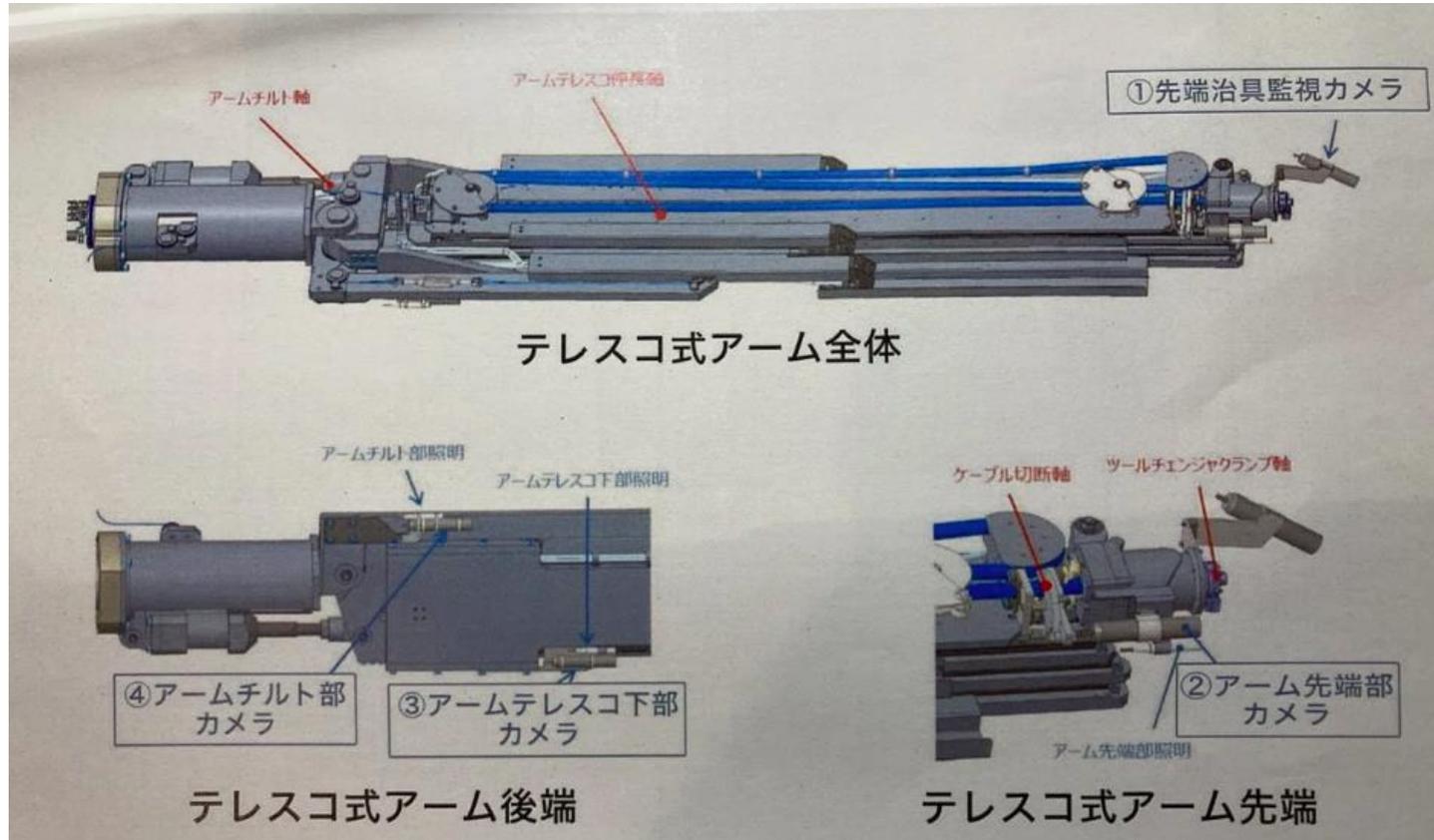
柏崎刈羽原発の再稼働条件7項目の「1」は

1 柏崎刈羽原子力発電所を運転する事業者の責任として福島第一原子力発電所の**廃炉を主体的に取り組み**、やりきる覚悟とその実績を示す。

廃炉を進めるにあたっては、計画的にリスクの低減を図り、課題への対応について地元をはじめ関係者の関心や疑問に真摯に応え、正確な**情報発信**を通じてご理解を得ながら取り組み、廃炉と復興を実現する。

<https://www.tepco.co.jp/press/news/2023/pdf/230831a.pdf>

しかし、それすら失敗（その2 カメラが映らない）



2024年9月17日
東電提供動画より

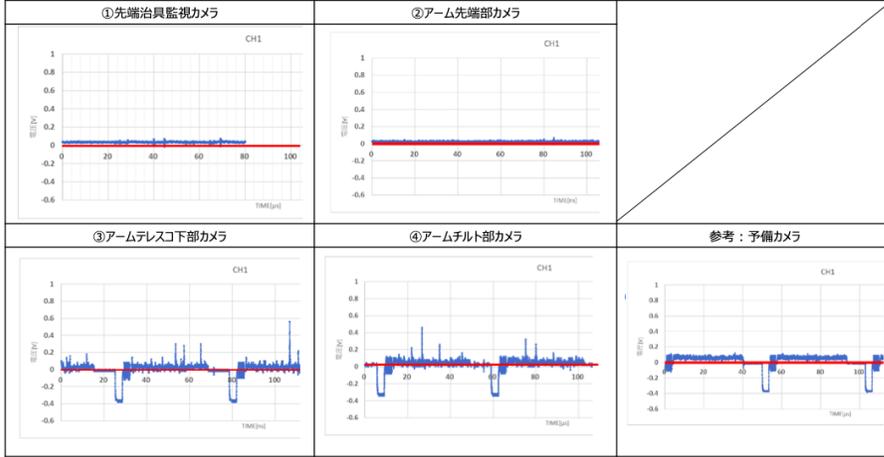


福島第一原子力発電所 2号機燃料テブリ試験的取り出し作業の
状況について2024年9月19日

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2024/2h/rf_20240919_1.pdf

しかし、それすら失敗 (その2 カメラが映らない)

■ 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が確認されています。



- オシロスコープでカメラ①②から信号が戻らない。
- カメラ③④予備カメラからは信号が変える。
- ケーブル、接続端子、映像変換器、その他は要因ではない。

2024年9月24日 (連休あけ火曜日)

福島第一原子力発電所 2号機燃料テブリ試験的取り出し作業におけるカメラ調査状況について

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2024/2h/rf_20240924_3.pdf

対象	調査結果
ケーブル ・ 接続端子	<p>■ 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)</p>
	<p>■ 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。</p>
	<p>■ 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。</p>
映像変換機	<p>■ 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。</p>
	<p>■ 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。</p>
その他	<p>■ 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。</p>

失敗原因はリスク抽出不足（今後も行き当たりばったり）

6-3. 現場作業の進捗状況（カメラ映像確認調査）

TEPCO

- 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

ざっくり言うと、

カメラが映らない直後会見（24日）では

- 耐放射線、耐熱性、耐湿度に集中質問
- カメラの耐放射線は累積4万9000グレイ/時。
- 2019年までの調査で測った線量で計算すると問題ないので、線量計はつけていない。

26日、東電の推定原因は

- 「高い放射線があたるところで電荷がたまる」ことは一般論として認識
- 故障後、カメラ製造会社に聞いて「電荷がたまると問題が起きることを初めて知った。

今後

- 9月30日まで電源オン、10月3日朝までオフで電荷を解消。
- それでも直らなければ、カメラ交換。それもダメな場合は考えていない

こんな質疑も（概要）

Q:カメラ機能を損失するリスクは想定したか。

A:はい

Q:線量計、温度計、湿度計はつけるべきではなかったか

A:なかった。

Q:推定原因がハズレで、予備カメラに交換すれば、原因不明。予備カメラには最低でも線量計をつけるべきでは？

A:ご意見として承る。

行き当たりばったりで、リスク抽出も甘い。こんな調子では、今の東電経営陣には事故処理は無理だと思う。

2号機 PCV内部調査・試験的取り出し作業の状況 2024年9月26日

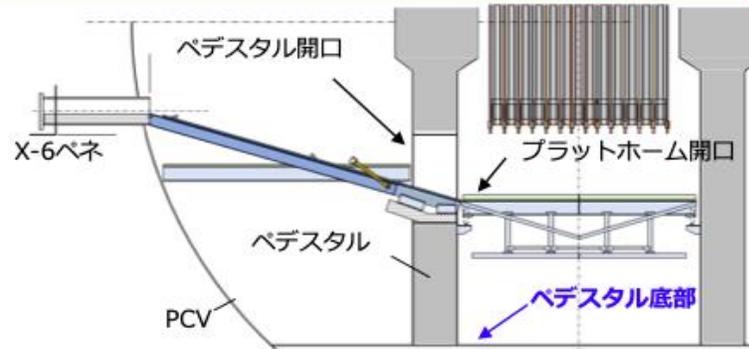
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2024/09/09/3-3-2.pdf>

オマケ：今回も「情報後出し」

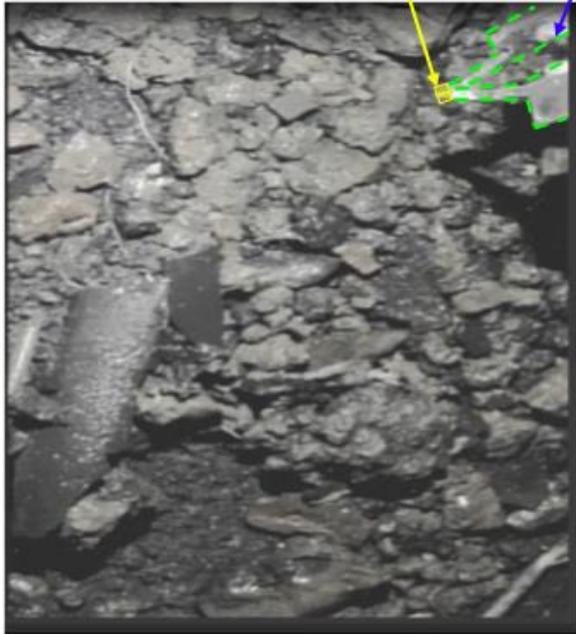
5-2. 現場作業の進捗状況（ペDESTAL底部確認）

TEPCO

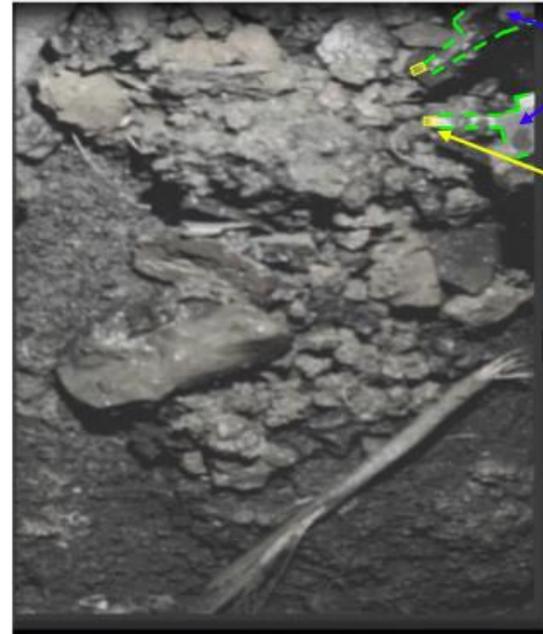
■ 9月14日 テレスコ式装置の先端治具を吊り降ろし、ペDESTAL底部の状況を確認。ペDESTAL底部の燃料デブリについて、先端治具のカメラによる視認確認、グリッパによる接触確認を実施。



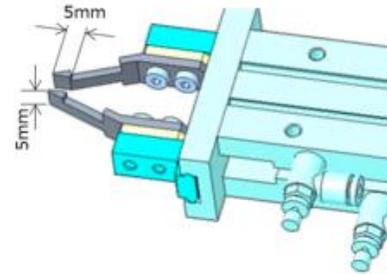
グリッパの先端が5mm角 グリッパ



テレスコ式アームカメラの画像（ペDESTAL底部の状況）



グリッパ
グリッパの先端が5mm角



サイズを把握するためのグリッパ爪（グリッパ型）

一例

9月14日の動画を9月26日まで隠蔽（いまだ静止画のみ）

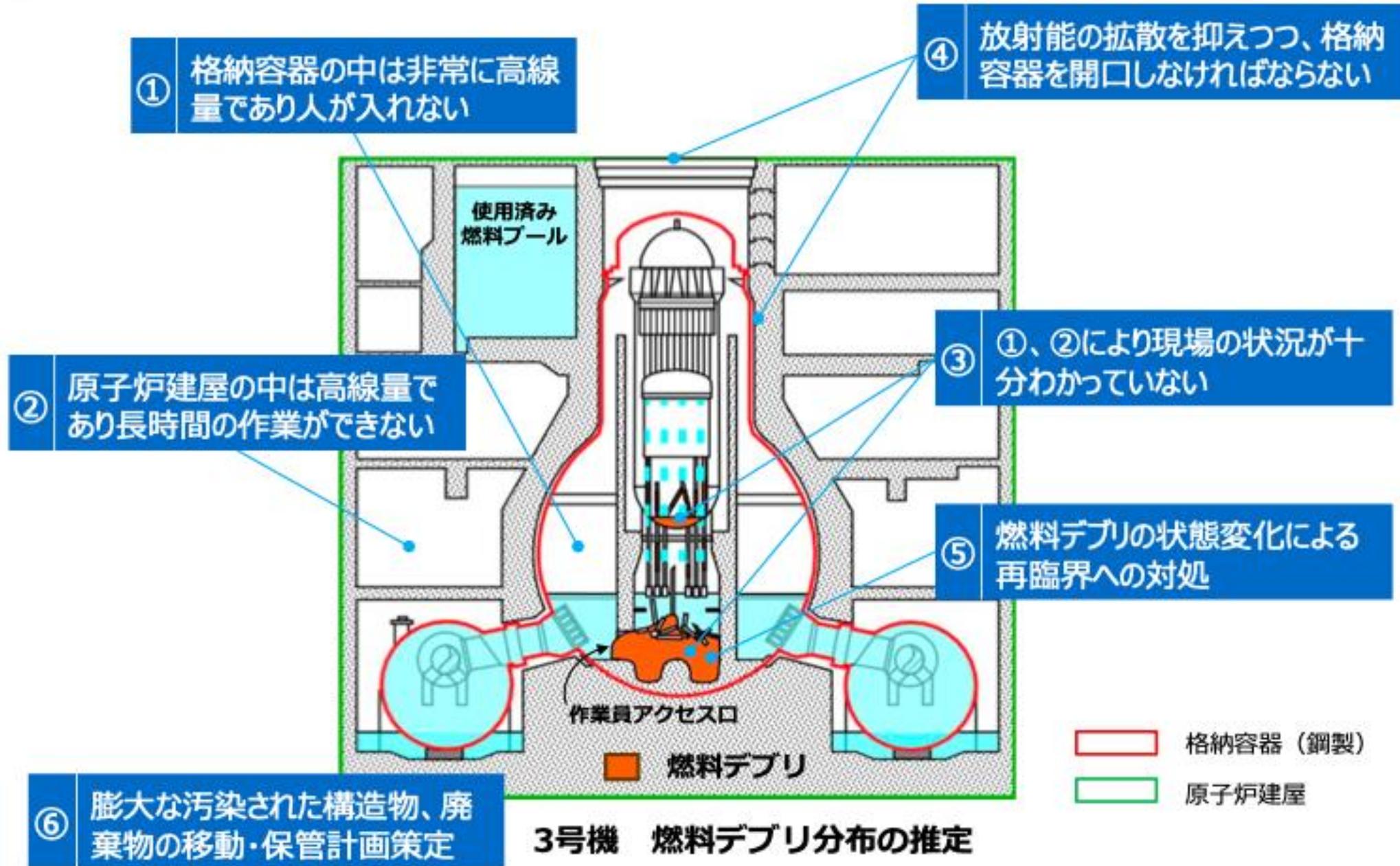
9月24日会見での質疑

- Q: 9月17日会見では、どれをピックアップするかという目星をつけた情報はなかった
- A: カメラがないと作業ができませんので、基本的には映像はございません。どのような形で提供するかは、検討しています
- Q: いや、それは公開していただかないと。

← 9月26日資料

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2024/09/09/3-3-2.pdf>

2. 燃料デブリ取り出しの難しさ



燃料デブリ取り出し工法評価小委員会報告書 (概要)

2024年3月7日
原子力損害賠償・廃炉等支援機構 燃料デブリ取り出し工法評価小委員会

https://ndf.s2.kuroco-edge.jp/files/user/press/at2024/20240308h_g.pdf

関係する地味な取材ノート

2024年8月23日

一夜明け、写真説明が間違っていたと東電広報が:2号機の燃料デブリ3g取り出し失敗

https://note.com/masanoatsuko/n/n67a9ec119c42?sub_rt=share_pw

2024年9月3日

500kgのパイプを人手で回転させる設計 #福島第一原発2号機燃料デブリ

<https://note.com/masanoatsuko/n/nb3cd5e56d1c9>

2024年9月5日

臨時会見 #福島第一原発2号機燃料デブリ

<https://note.com/masanoatsuko/n/n77bb91ea3fae>

2024年9月20日

2度目の中断:2号機燃料デブリの試験的取り出し。優先する必要があるのか

https://note.com/masanoatsuko/n/n69246b10cbad?sub_rt=share_pw

2024年9月25日

IF 燃料デブリの試験的取り出し、失敗か?成功したとしてその意味は?

https://note.com/masanoatsuko/n/n0705f603e63c?sub_rt=share_pw