短縮版：昨年3月末、筆者の不注意で編集用pptxファイルを壊してしまい修復中です。修復が終わるまでの期間は短縮版でアップロードします。修復完了まではリンク先のない参照ボタンもありますがご了解ください。2022年3月以前のレポートは、https://1fwatcher.wordpress.com/ でご覧ください。

（短縮版）使用済み核燃料プール対策

概要

1・2号機原子炉建屋5階の使用済み燃料プール内にある計1007**体の使用済み核燃料の取り出しに係る最大の課題は、取り出しに向けた作業時の、放射性物質の環境への漏えいの抑制**です。

このための**1号機での当面の目標は、新大型原子炉建屋カバーの設置**です。2011年の水素爆発により原子炉建屋5階上部が崩壊し、むき出しとなった5階フロアに山積した放射能を帯びたガレキを撤去する際の放射性物質の放出を抑制するために、再び原子炉建屋をカバーします。2019年12月の「中長期ロードマップ第6版」のマイルストーンでは設置完了は2023年度頃ですが、2022年3月の「中長期実行プラン2022」では2024年度となっています。

一方、水素爆発を起こさず原子炉建屋が壊れなかった**2号機では、**ベント 用語解説へ の失敗により極度の高線量だった5階線量の一定程度の低下という経過を経て、燃料の取り出し工法が、放射性物質の環境への追加的放出の障壁となりうる原子炉建屋を保全したまま行う工法に変更されています。**当面の目標は燃料取り出し用構台の設置**です。これは取り出しに向けた作業時に、保存された原子炉建屋5階内部へアクセスするために設置されるものです。2021年度末に本体設置工事が開始され、2019年12月の「中長期ロードマップ第6版」のマイルストーンでは取り出しは2024～2026年度に予定されていますが、2022年3月の「中長期実行プラン」では2025年度以降となっています。

……

今月は新たなレポートはありません。

なお、4号機は2014年12月に、3号機では、2021年2月に、全燃料の取り出しと地上の共用プールへの移送が完了しています

【続報・更新】

1/2号機SGTS配管撤去再開準備中の人身事故による再中断（128ページ）

2号機使用済み核燃料取り出しに向けた工事（197ページ）

使用済み核燃料保管状況（19ページ）

最新スケジュール（39ページ）、作業エリア配置図（41ページ）、循環注水スケジュール（47ページ）

このレポートは、基本的に表題の年月に東京電力、原子力規制委員会、経済産業省その他から発表された福島第一原発の現況に関する資料の要点などを、できる限り専門用語・略語を排してまとめ、理解に必要な最小限の解説を加えたものです。文中「イチエフ」とは、福島第一原発の略称です。

目次

1 使用済み核燃料とはどのようなものか …3

2 作業項目と作業ステップ、および取り出しの予定時期 …22

3 各号機の取り出し工法 …24

4 各号機の使用済み核燃料取り出しに向けた取り組み状況

(1) 使用済み核燃料プール対策スケジュール …39

(2) 作業エリア配置図 …41

(3) 循環注水冷却 …42

(4) 1号機 …48

(5) 1/2号機SGTS配管撤去 …107

(6) 2号機 …131

(7) 3号機 …201

5 3/4号機排気筒 落下物対応について …264

6 (1) 1/2号機排気筒解体 …268

用語解説 …304

修復中 マークがついたページは、そのページにあるドキュメント内リンクが未修復です

概要に戻る

1 使用済み核燃料とはどのようなものか？

(1) 電気を作る一発電の仕組みと核燃料の役割

←発電機の磁石を回す

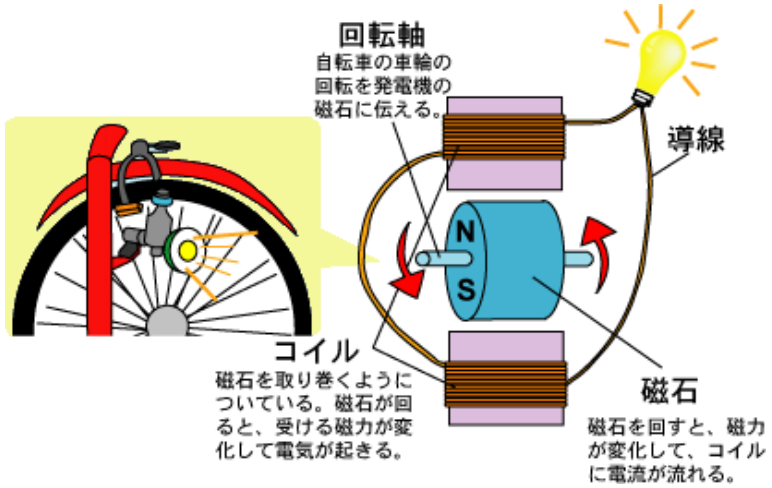
何で回す？

←人力/水/風/蒸気

←蒸気の場合どうやってお湯を沸かす？

磁石の磁力線はNからSに向かっています。これを横切るようにコイルを動かすとコイルの導線に電気が流れます。この原理を利用して下の図に示すようにコイルの内側に磁石をおき、それを回転させることによって電気をつくることが出来ます。自転車のダイナモから原子力発電まで、発電の基本原理は同じです。

磁石を廻すための力としてなにを使うかにより発電方法が変わります。自転車の発電機には人力、水力発電にはダムなどにためた水力、風力発電では風力が使われます。また蒸気で回転させる方法もあります。蒸気を発生させるためのエネルギー源としては地熱を利用する地熱発電、石油、石炭、天然ガス等の化石燃料を使う火力発電、原子力を使う原子力発電等があります。



参照文献及び図版出典：藤村陽、石橋克彦、高木仁三郎「高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるかⅠ」『科学』2000年12月号pp1064-1072（岩波書店）
http://geodispo.s24.xrea.com/katudo/IwanamiKagaku/kagaku2000_12.html#ref07

概要に戻る

番外編　目で見える火力発電の仕組み（夏休みの自由研究編）

BioLiteというアメリカ製の小さな薪ストーブがあります。高さ20 cmほどのほんとに小さなストーブなので薪といってもくべることができるのは小枝や木くずです。このストーブにはUSB出力4 W・5 Vの発電ユニットがついています。分解していないので正確には分かりませんが、燃焼部に突き出た銅製の棒からユニット内に熱が伝わり、そこで生じる熱風で発電機のファンを回し、発電された電気を内蔵された650 mAh(3.7 V)リチウム電池に蓄え、ここから出力する仕組みと思われます。火力＋風力発電とでもいいましょうか？このユニットはスマホへの充電を意図しているようです。

この夏、筆者の小学校1年の孫が来泊し、このストーブによる発電に興味を持ちました。しかし、スマホに充電しても小さなLEDランプが灯るだけでもう一つ電気が起こっているという実感が湧かないようでした。

そこで筆者は、夏休みのバーゲン品の単3乾電池3本を使うLEDランタンを買ってきて、USBケーブルにつなげるよう改造してみました。

そして発電実験。結果は下の写真の通りでした。めでたしメデタシ(笑)







概要に戻る

(2) 原子力発電の仕組み

←原子炉でお湯を沸かす

←どうやってお湯を沸かす？

下右の図は、沸騰水型（BWR）原子炉（イチエフもこれ）の概念図です。この型の原子炉は加圧水型(PWR)原子炉と違い、一次冷却水、二次冷却水の区別はなく、原子炉の中で直接お湯を沸かし蒸気を作っています。この蒸気を気水分離器という装置を使って取り出してタービンを廻し発電します。

どちらの原子炉においても蒸気を作るのに核分裂のエネルギーを使うのが原子力発電で、燃料として使われる物質は天然ウランを濃縮したウラン235です。

ウラン235に中性子が一つ当たると図2に示すようにウランの原子核が二つに割れる核分裂が起こります。この分裂の時に中性子が2から3個飛び出し、同時に熱が発生します。

核分裂の時にでてきた中性子の数をうまく調整していき次々にウラン235に当てると核分裂反応を定常的に起こさせることができます（この状態を臨界と言います）。その時に発生する膨大な熱でお湯を沸かし、蒸気を発生させ、タービンを廻し、発電します。

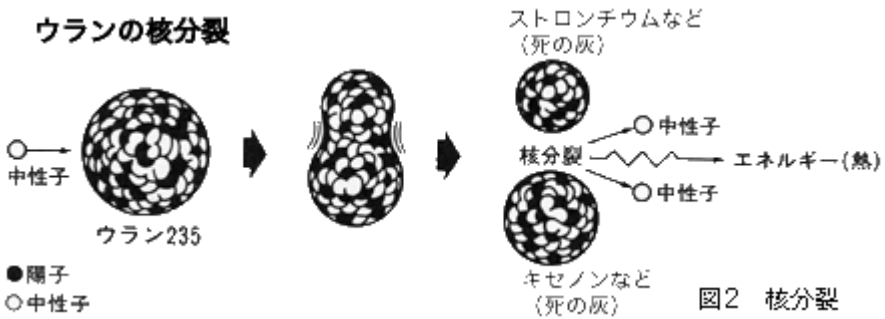
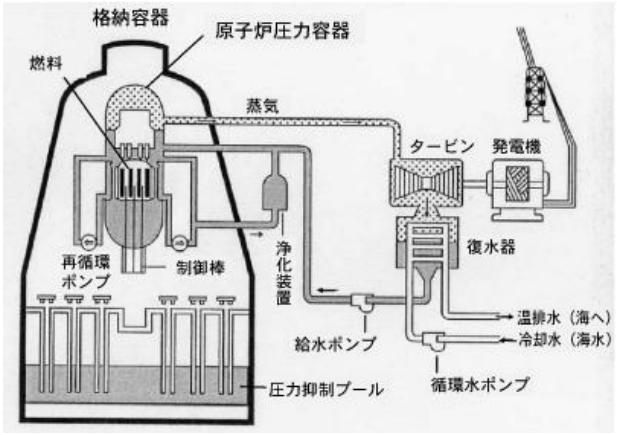


図2 核分裂



参照文献及び図版出典：

藤村陽、石橋克彦、高木仁三郎「高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるか I」『科学』2000年12月号pp1064-1072（岩波書店）

http://geodispo.s24.xrea.com/katudo/IwanamiKagaku/kagaku2000_12.html

原子力教育を考える会「よくわかる原子力」

http://www.nuketext.org/mansion.html

概要に戻る

(3) 核「燃」料は「燃えない」！

炭や石油を完全に「燃やす」と、その中の大部分を占める炭化水素が酸化され、熱と「物質的に安定した」二酸化炭素と水になります。

実際には燃料には窒素・硫黄などが含まれ、窒素酸化物・硫黄酸化物・炭化水素化合物が生まれます。例えば炭を燃やせば灰が残ります。灰は物質的に安定し、基本的に「生物にとって無害」でむしろ大昔から肥料などに利用されてきました。もっとも、二酸化炭素も地球温暖化の原因と言われており、窒素酸化物や硫黄酸化物は酸性雨やぜんそくの原因になり、それぞれ対策が求められていますが。

繰り返しますが、「燃える」ということの基本は、燃料の大部分を占める炭化水素が火をつけることによって急激に酸化され、熱と「生物にとって無害」で「物質的に安定した」二酸化炭素と水になることです。

では核「燃」料はどのようにして「燃える」のでしょうか?

核「燃」料は「燃えない」のです。燃料の中のウラン235に中性子を当てることで、燃える（＝急速な酸化）のではなく「核分裂」を起こします。核分裂は「燃焼」に必要な酸素を必要としません。原子力潜水艦が長期間潜航したまま行動できる理由です。定常的な核分裂（臨界）は二酸化炭素も水も生みません。主に生まれるのは大量の熱と中性子、「物質的に不安定」で「生物にとって有害」な核分裂生成物やマイナーアクチニドです（次ページをご覧ください）。

また、「使用済み」核燃料は燃えた後の炭や石油のように完全に「燃えきってはいません」。核分裂によって生成されるサマリウムやキセノンといった原子核が付け火にあたる中性子を吸収してしまい連鎖的な核分裂反応が妨げられていくため、ウラン235が約2/3反応したところで核燃料は効率性という理由から新しいものに交換されます。実際には1/4から1/3の「部分的に使用された」核燃料が一年ごとに新しい核燃料に交換されるのです。

原子力発電では核「燃」料は、「燃えず」、「使用済み」核燃料は「使用しきっていない」のです。

参照文献：原子力教育を考える会「よくわかる原子力」
http://www.nuketext.org/mansion.html
ATOMICA軽水炉の使用済燃料(**04-07-01-02**)
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=04-07-01-02
Okamoto「使用済燃料と高レベル放射性廃棄物問題
http://rokamoto.sakura.ne.jp/education/nuclearpower/used_high_level_radioactive_fuel140116A.pdf

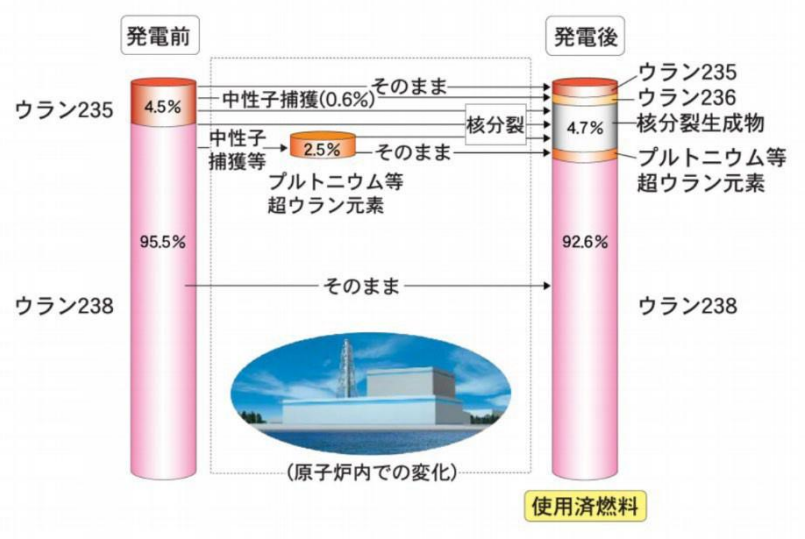
概要に戻る

(4) 使用前核燃料と「使用済み=部分的に使用された」核燃料

原子炉で核燃料を使用すると、ストロンチウム90、セシウム137、セリウム137といった放射能をもつ核分裂生成物が生成します。また、長期間放射線を出し続ける性質があり問題となるプルトニウムやマイナーアクチニド（ネプツニウム、アメリシウム、キュリウム等ウランより重いプルトニウム以外の自然界に存在しなかった元素）も生まれます。核分裂をしないウラン238は中性子を捕獲し、ウラン235を材料とするものとはタイプが違いますがやはり原子爆弾の材料となるプルトニウム239に変化します。

「部分的に使用された」ですから核分裂を起こしていないウラン235やプルトニウム239に変化していないウラン238も残っています。

下の図は、使用前の核燃料と使用済み核燃料の放射性元素の構成比です。



参照文献：日本原子力研究開発機構「高速増殖炉と核燃料サイクル－１」
https://web.archive.org/web/20160514154149/http://www.jaea.go.jp/04/turuga/mext-monju/yakuwari/fbr_ncycl_01.htm
福島原発事故における燃料および核分裂生成物の挙動東北大学多元物質科学研究所 佐藤 修彰
http://www.applc.keio.ac.jp/~tanaka/lab/AcidRain/%E7%AC%AC35%E5%9B%9E/1.pdf
図版出典：（財）環境科学技術研究所「超ウラン元素とは何か」
http://www.ies.or.jp/publicity_j/data/SN-H18-02.pdf

概要に戻る

(5)「使用済み」核燃料に含まれる放射性元素の性質

核燃料を使用するとプルトニウム、ストロンチウム90などの核分裂生成物（質量数90付近と140付近にピークをもって幅広く分布しており、原子番号30番台から60番台の元素がすべて含まれます。40種ほどの元素を雑多に含むため、化学的には複雑で取り扱いもむずかしい）、およびネプツニウムなどの超ウラン元素（ウランよりも原子番号が大きい元素）が大量に生じ燃料棒の中にたまっていきます。そしてこれらの元素は物理的に不安定で、放射線と崩壊熱を放出しながら変化を続けます。これらの現象を放射性壊変と言います。

核分裂生成物では、多くの場合ガンマ線を放出します。半減期は1日に満たないものが多いのですが、数年から数千万年といったものもあります。

超ウラン元素は、鉛の安定同位体になるまでアルファ崩壊などを繰り返します。アルファ線は放射線としては粒子の質量が重いために飛程が短く、そのうえエネルギーも高いので、体内被曝の影響が非常に大きいものです。また半減期の長い核種が多くなっています。

原子炉から取り出した直後の燃料棒の放射能は、使用前の一億倍にもなるとも言われます。

使用前の燃料の放射能はウランによるものだけですが、「使用済み」核燃料には、核分裂生成物と超ウラン元素の放射能が加わります。

また、取り出して1年後の使用済み核燃料1トンに含まれる放射性核種のうち30種近くの放射能量が、それぞれの核種についての一般人の年間摂取限度の1億倍を超えており、これらを合計すると数十兆倍にもなるとも言われています。

（筆者注：出典2には「合計すると数十兆倍にもなる」とありますが、1億の30倍では数十兆になりませんが、その根拠は書かれていません）時間とともに、放射能は低下していきますが、再処理される時点でも、使用前の十万倍以上とされています。安定な原子核になるまで、放射性壊変は続きます。放射性壊変を人は止めることはできません。

「使用済み」核燃料の放射能が使用前の燃料棒と同程度になるには、少なくとも100万年はかかると考えられています。次ページの図は使用済み核燃料1トンの放射能の経年変化をグラフ化したものです。

参照文献及び図版出典：ATOMICA軽水炉の使用済燃料(04-07-01-02)
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=04-07-01-02
藤村陽、石橋克彦、高木仁三郎「高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるか I」『科学』2000年12月号pp1064-1072（岩波書店）
http://geodispo.s24.xrea.com/katudo/IwanamiKagaku/kagaku2000_12.html
原子力教育を考える会「よくわかる原子力」
http://www.nuketext.org/mansion.html

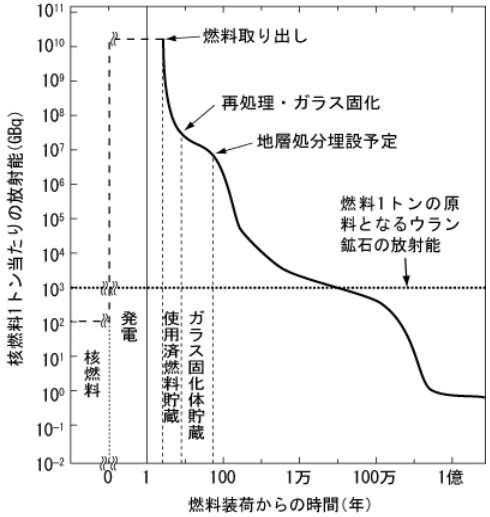
概要に戻る

(6) 取り出しを待たれる「使用済み」核燃料

炭や石油は短い時間で燃え尽き二酸化炭素や水、灰といった自然界にありふれたものを残します。また酸素の供給を遮断すれば消すことができます。しかし、使用済み核燃料はその中のある部分は何万年ものあいだ崩壊し尽さず、最終的に鉛の安定同位体になるまで、α線、γ線といった生物にとって極めて有害な放射線を発しながらこれまで地上にはほとんど存在しなかった原子核へと放射性壊変を重ねていきます。そして人はこれを止めることはできないのです。

沸騰水型原子炉(イチエフもこれです)使用前核燃料ペレット1個に含まれるウランの重量は約8～9 g、このうち約2～7 %が使用によって核分裂生成物とプルトニウム、マイナーアクチニドになっています。これが燃料棒1本に350個、これが核燃料集合体1体に72本。この集合体が1～3号機で1393体。これらの数字から計算すると5～20トンの核分裂生成物、マイナーアクチニドが、巨大地震、海水注入、水素爆発(2号機を除く)により損傷を受けた1～3号機の原子炉建屋5階の燃料プールで今も取り出しを待っています。

なお、3号機では、2021年2月、全燃料の取り出しと地上の共用プールへの移送が完了しています。



筆者注::左のグラフの横軸の0年時核燃料1トンの放射能は 10^2 GBqです。その上の 10^{10} GBqまでの破線は使用によって増加する放射能
(10^8=1億倍)を示しています。

放射性物質	放出される放射線*	半減期
トリウム232	α·β·γ	141億年
● ウラン238	α·β·γ	45億年
カリウム40	β·γ	13億年
● プルトニウム239	α·γ	2.4万年
炭素14	β	5,730年
ラジウム226	α·γ	1,600年
● セシウム137	β·γ	30年
ストロンチウム90	β	28.7年
コバルト60	β·γ	5.3年
● セシウム134	β·γ	2.1年
● ヨウ素131	β·γ	8日
ラドン222	α·γ	3.8日
ナトリウム24	β·γ	15時間

●:使用済み核燃料に多く含まれる元素

概要に戻る

参照文献及び図版出典：「This is 原発危機を考える ペレット1個から原発を考える」
http://tomtittot.asablo.jp/blog/2011/10/23/6167117
財団法人 環境科学技術研究所「アトミックサイエンスノート 超ウラン元素とは何か」
http://www.ies.or.jp/publicity_j/data/SN-H18-02.pdf
原子燃料工業株式会社「原子炉（軽水炉）燃料の紹介」
https://web.archive.org/web/20210323075654/https://www.nfi.co.jp/product/prod02.html
「使用済み燃料と高レベル放射性廃棄物問題」
http://rokamoto.sakura.ne.jp/education/nuclearpower/used_high_level_radioactive_fuel140116A.pdf
東京電力2015年11月26日「使用済み燃料等の保管状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1126_3_2k.pdf
藤村 陽「特集 放射能と放射線『放射性廃棄物』」
https://web.archive.org/web/20101218100857/http:/www.scienceportal.jp/contents/guide/rikatan/1012/101206.html

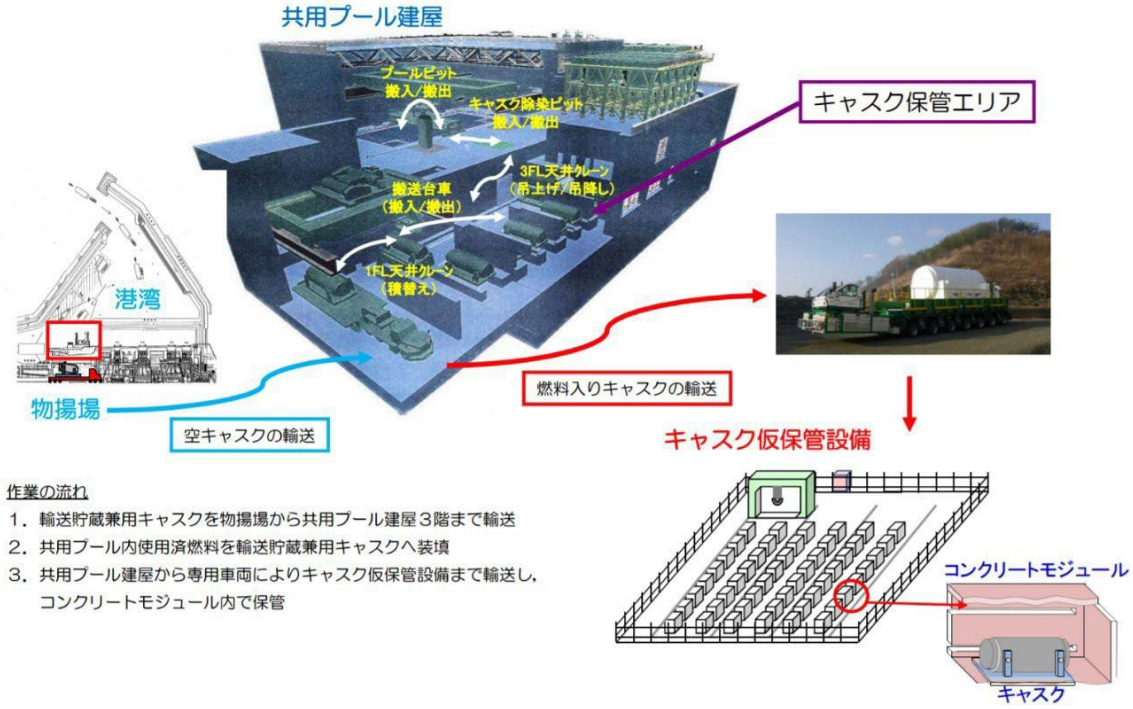
(7) 使用済み核燃料の輸送と保管

① 共用プールからの使用済み核燃料構内輸送について

東京電力は、3号機使用済み核燃料（566体）の取り出しに備え、共用プールの空き容量を確保するため、2018年5月から8月にかけて、輸送貯蔵兼用キャスク7基により、共用プールの燃料483体を使用済み核燃料乾式キャスク仮保管設備へ輸送する予定です（2017年に2基138体は輸送済み）。

その後、2021年2月、3号機使用済み核燃料プールの燃料566体（使用済み核燃料514体、使用前燃料52体）の敷地内の共用プールへの輸送が完了しました。

（作業のイメージ）



出典：2018年5月31日 第54回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「共用プールから乾式キャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-06.pdf

概要に戻る

(7) 使用済み核燃料の輸送と保管

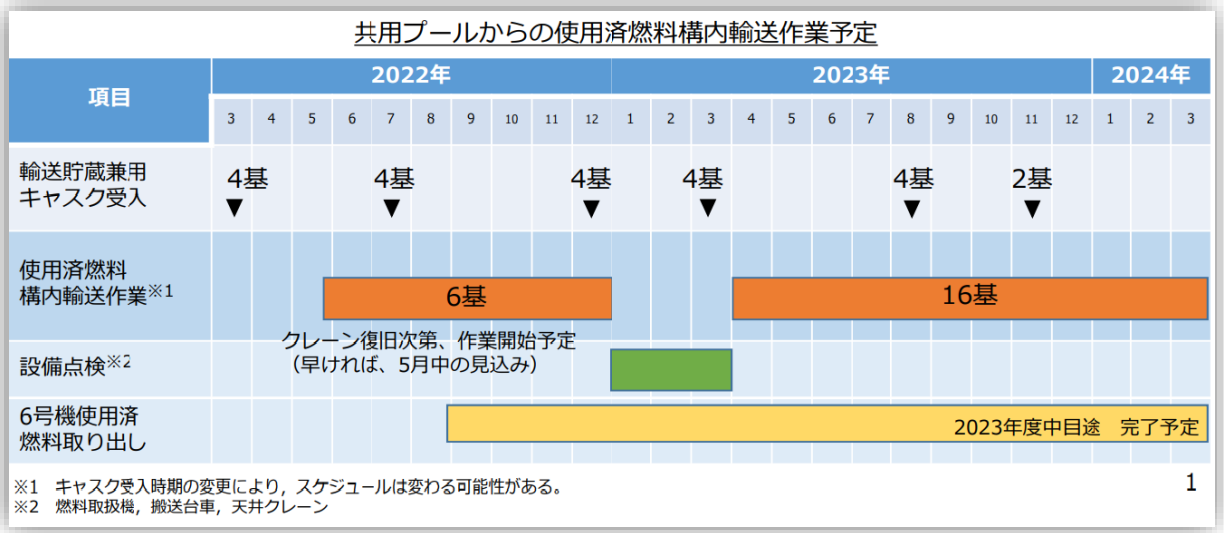
②共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業開始時期の見通しについて

東京電力は、2022年8月末頃から6号機使用済み核燃料（1,456体）を取り出し、共用プールへの輸送を開始する予定です。

この輸送に備え、共用プールの空き容量を確保するため，貯蔵されている使用済み核燃料を輸送貯蔵兼用キャスク22基（1基あたり燃料69体収納可能）に装填しキャスク仮保管設備へ構内輸送し保管します。作業のイメージは前ページの2018年の輸送時と同じです。

しかし、2022年3月16日の地震により、共用プール建屋1階天井クレーンの走行が不能になった（詳細は下記出典をご覧ください）ため、3月末に予定していた構内輸送作業の開始時期を下記予定表のように見直すことを明らかにしました。

なお、8月末頃に開始する予定の6号機使用済燃料の取り出しは計画通りとしています。



出典：2022年3月31日 第100回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業開始時期の見通しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

(7) 使用済み核燃料の輸送と保管

③ 6号機からの使用済み核燃料の取り出しについて

東京電力によると、6号機使用済み核燃料(1,456体)の取り出しと共用プールへの移送・保管については、前ページで報告した予定通り、2022年8月末頃より開始し2023年度末頃を目途に完了予定とのことです。スケジュールは次々ページの通り示されています。

6月現在、前ページで報告した3月16日の地震による共用プール建屋1階天井クレーンの故障は修復され、(8) 使用済み核燃料 ① 保管状況の(朱書)にあるように、移送先の共用プールの空き容量を確保するため、共用プールに貯蔵されている使用済燃料を乾式キャスク22基(1基あたり使用済み核燃料69体を収納可能)に収納し、共用プール建屋からキャスク仮保管設備へ構内輸送し保管する作業が開始されたようです。

なお、漏えい燃料棒1本(原子炉運転中に燃料被覆管にピンホールが発生しFPガス 用語解説へ が漏えいした燃料。次ページ上画像参照)を含む、6号機燃料の共用プールへの移送に使用する構内輸送容器は、4号機での取り出しで実績のあるNFT型(次ページ下画像参照)を使用するとのことです。

東京電力によると、2022年5月11日より1基目の乾式キャスクへ燃料を装填し作業を開始したものの、蓋の気密性確認時の基準超過(キャスク一次蓋取付け前の燃料上部清掃により現在は基準を満足している)、また7月20日に共用プール1階天井クレーンの走行不能事象が確認されたことからキャスク仮保管設備への輸送に期間を要しているとのことです。このため、6号機燃料取り出し開始前に実施する使用済燃料の構内輸送は、当初4基程度を計画していたが、現状では1基のみとなる見込みだそうです。なお、6号機燃料取り出しは予定通り8月末より開始予定としています。

次々ページに、2022年3月時点でのスケジュールと、7月に更新されたスケジュールを引用してあります。

出典:2022年6月30日 第103回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力
「6号機からの使用済燃料取り出しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/06/3-2-5.pdf
2022年7月28日 第104回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力
「共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業の状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/07/3-2-3.pdf

概要に戻る

■ 漏えい燃料は，過去の点検で漏えい燃料棒が1本であることを確認している。
■ 漏えい燃料の輸送は，4号機燃料取り出し時と同様，NFT-12Bを用いる。

6号機漏えい燃料の過去の点検結果

・平成13年5月の中間停止時のシッピング検査において発見。
・平成14年2・3月に詳細調査を実施。

燃料タイプ：9×9B

調査項目：

（1）超音波（UT）装置による燃料棒の同定。
（2）ファイバースコープ（FS)装置による漏えい燃料棒の確認。

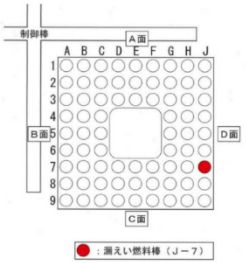
調査結果：

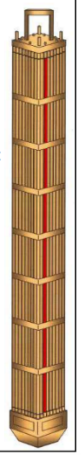
- 右図の燃料集合体の**J-7（赤）**の位置に漏えい燃料棒を確認。
- 異物の混入，変形，腐食，損傷等の異常は認められない。

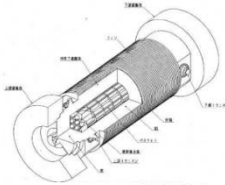
表　6号機漏えい燃料の仕様

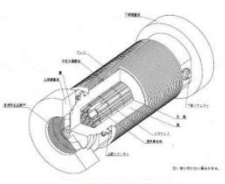
燃焼度	1974 MWd/t
冷却期間	7504 日※1
最終炉停止日	2001.5.16

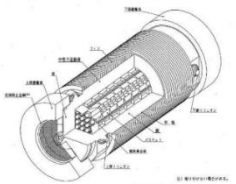
※1　炉停止日2001年5月16日から2021年12月1日までの日数






NFT-12B型外観図

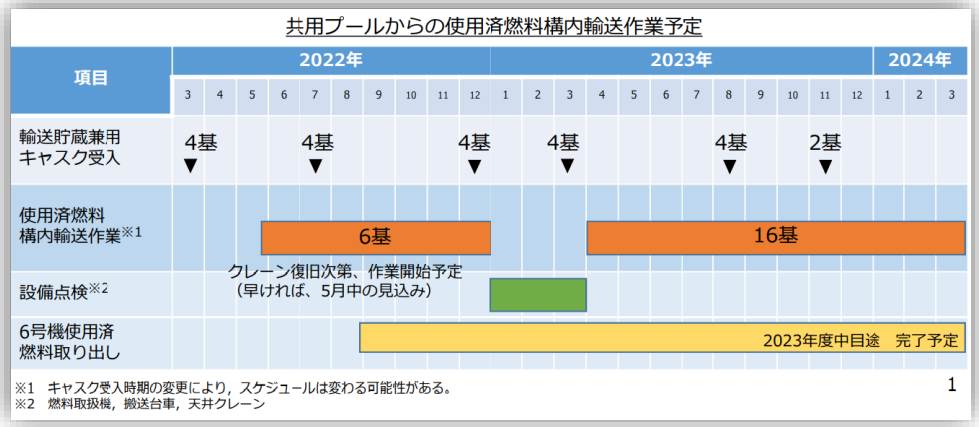

NFT-22B型外観図


NFT-32B型外観図

		NFT-12B型	NFT-22B型	NFT-32B型
総重量		約73 トン	約97 トン	約106 トン
外形寸法	外径	約2.3 m	約2.6 m	約2.4 m
	長さ	約6.4 m	約6.3 m	約6.4 m
収納体数		**12 体**	**22 体**	**32 体**
収納可能な燃料タイプ		7×7 8×8 新型8×8 8×8BJ 高燃焼度8×8 9×9（漏えい燃料含む）※	7×7 8×8 新型8×8 8×8BJ 高燃焼度8×8 9×9	7×7 8×8 新型8×8 8×8BJ 高燃焼度8×8 9×9※
所有基数（1F）		2 基	2 基	1 基

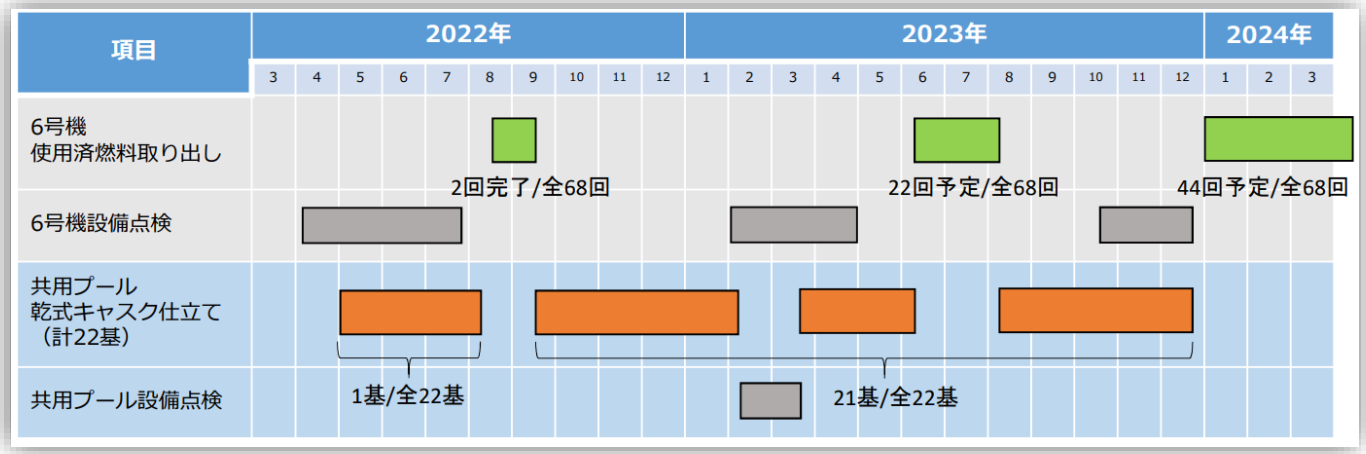
出典：2022年6月30日 第103回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「6号機からの使用済燃料取り出しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/06/3-2-5.pdf

概要に戻る



↑
2022年3月時点スケジュール

2022年9月更新スケジュール→



東京電力によると、6号機使用済み核燃料の取り出しが2022年8月30日（火）に開始されました。
6号機の燃料プールに保管されていた使用済み核燃料1456体を含む1884体の核燃料のうち、今回は44体の使用済み核燃料が乾式キャスクNFT-22B型（前ページ参照）2基に収納され、共用プール 参照 に移送・保管されました。
6号機使用済み燃料の取り出しと移送は2024年度までに68回に分けて行われる予定だそうです。

出典：2022年3月31日 第100回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業開始時期の見通しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/03/3-2-3.pdf
2022年9月29日 第106回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「6号機燃料取り出し進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/09/09/3-2-3.pdf

概要に戻る

(7) 使用済み核燃料の輸送と保管

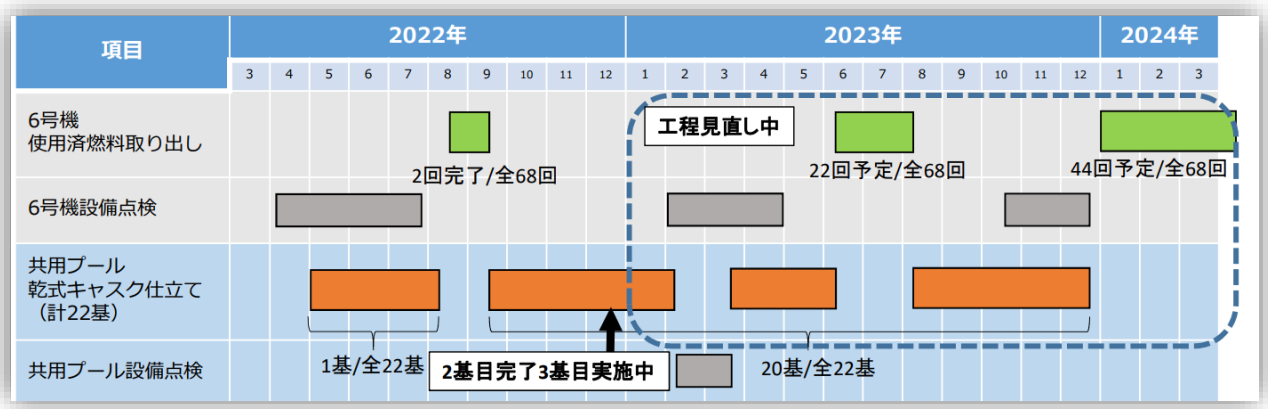
④ 乾式キャスクの気密性の問題

前ページまででレポートしたように、東京電力は、6号機燃料プール内の使用済み核燃料（以下、燃料）を取り出し共用プールへの移送・保管作業中です。

また、この6号機燃料を受け入れる共用プールの空き容量を確保するため、共用プールに貯蔵されている使用済燃料を乾式キャスク22基に収納し，共用プール建屋からキャスク仮保管設備へ構内輸送し保管する作業を実施中です。

しかし、東京電力によると、これまで3基の乾式キャスクへの燃料収納を実施しましたが、3基とも気密性確認時に判定基準を満足しませんでした。そのうち2基については燃料を一旦キャスクから取り出した後、燃料上部を清掃後判定基準を満足したため乾式キャスク仮保管設備への輸送が完了しました。

3基目については、今後キャスクから燃料取り出し後再度燃料上部を清掃し気密性確認を実施するとともに、気密性を確保するための追加手順の確立について検討中ということです。このため、東京電力は6号機燃料取り出しの完了時期を見直し中です。 次ページに状況画像、東京電力が推定した原因をレポートしておきます。



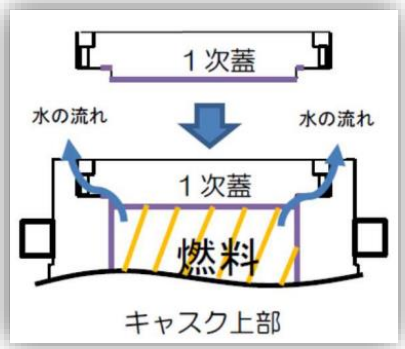
出典：2022年12月22日 第109回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/12/12/3-2-3.pdf

概要に戻る

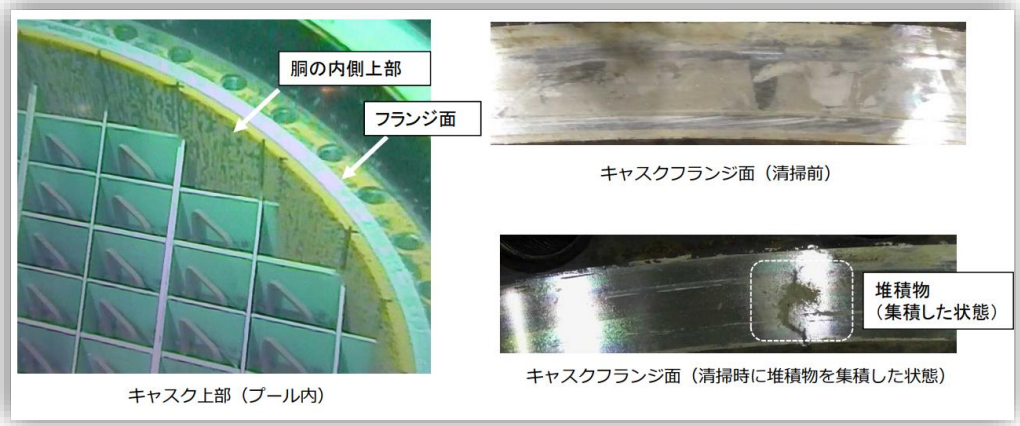
東京電力によると、2基目の状況を観察したところ、キャスク上部およびフランジ面に、酸化鉄と炭酸カルシウムの付着が確認されました。これらの付着物がキャスクの気密性を損なったと思われます。

比較対象するため3基目のキャスクに使用済み核燃料（以下、燃料）を装填せずに状態を観察し気密性を確認したところ、付着物は見られず、気密性も満足されたということです。

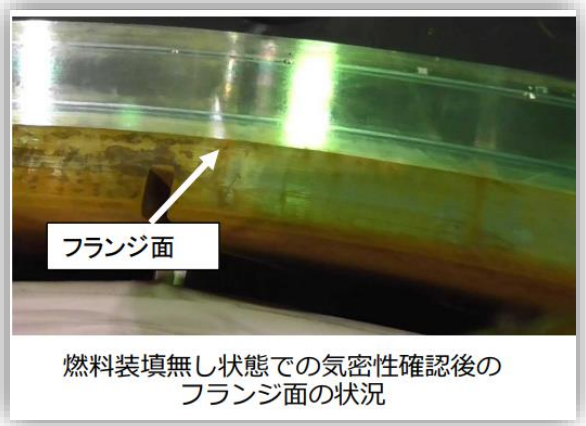
このことから東京電力は、燃料をキャスクに装填することが気密性に影響を与えていると推定しています。



(2基目の状況)



(燃料未装着の3基目の状況)



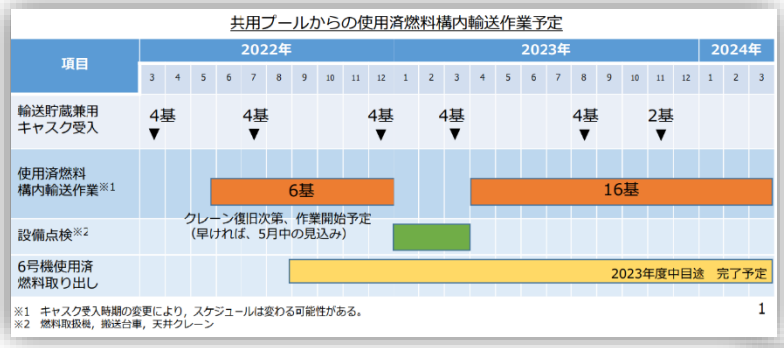
出典：2022年12月22日 第109回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/12/12/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑤ 6号機使用済燃料取り出し工程の見直し

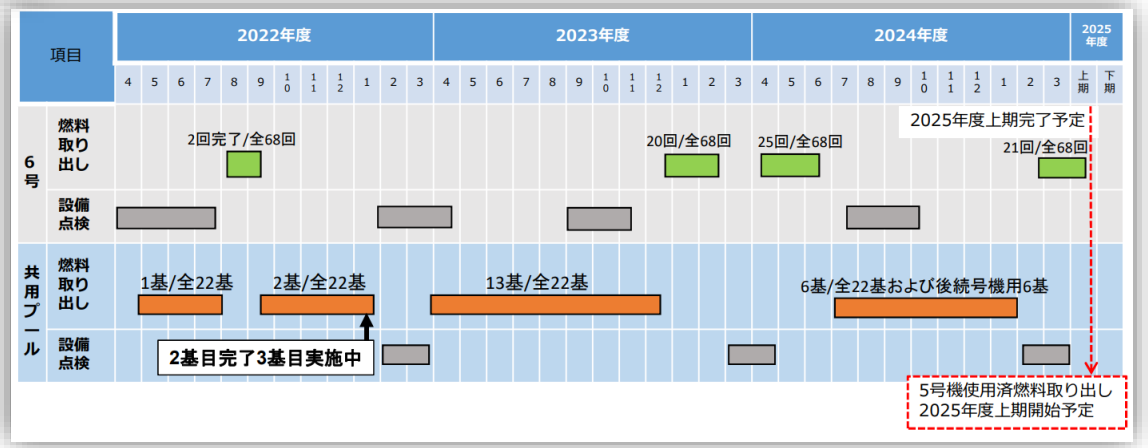
6号機使用済燃料を共用プールに受け入れる空き容量を確保するため、共用プールに貯蔵中の使用済み核燃料（以下、「燃料」）を乾式キャスクにより共用プール建屋からキャスク仮保管設備へ輸送・保管する作業中でしたが、乾式キャスクの気密性の問題が発見され洗浄手順が追加されたため、輸送・保管作業は中断しています。

東京電力は、作業手順追加に伴い燃料取り出し工程を見直し、6号機燃料取り出し完了時期を当初計画の2024年度から2025年度上期に先延ばしするとしています。なお、その後2025年度上期に5号機燃料取り出し開始予定だそうです。



↑
2022年3月時点スケジュール

2023年1月更新スケジュール→



出典：2022年3月31日 第100回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「共用プールからキャスク仮保管設備への使用済燃料構内輸送作業開始時期の見通しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/03/3-2-3.pdf
2023年1月26日 第110回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「6号機使用済燃料取り出し工程の見直し」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/01/01/3-2-3.pdf

概要に戻る

(7) 使用済み核燃料の輸送と保管

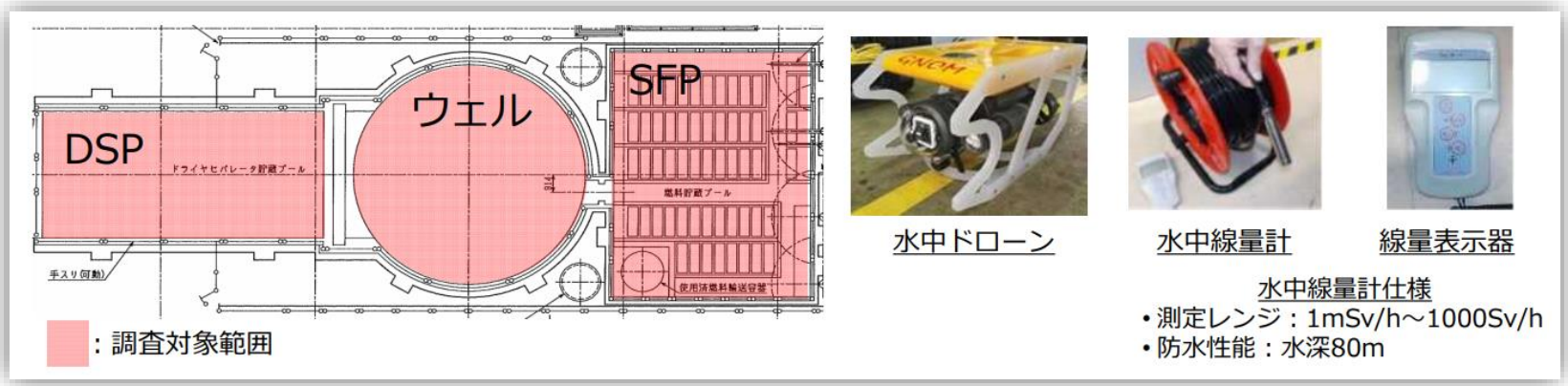
⑥ 4号機使用済燃料プール内他の高線量機器取り出しに向けた調査結果

この事項は、本レポートが主な狙いとしている1～3号機の使用済み核燃料の取り出しからは外れますが、下記出典の会議において、使用済燃料プール対策の一部として示されたので、報告しておきます。

4号機は、2014年12月に使用済燃料プールからの燃料取り出しが完了していますが、ドライヤ・セパレータ貯蔵ピット（DSP）用語解説へ・原子炉ウェル・使用済燃料プール（SFP）内に、運転時に炉心で使用していた高線量機器等が保管されています。これら高線量機器の取出し工法・保管場所の検討材料として、および変形や破損などの新たな懸案事項が無いことを確認するため、2021年5月～6月および2022年5月に、プール内等の状況確認・線量調査が行われたようです。

東京電力によると、調査内容は、水中ドローンおよび水中カメラによるプール内等にある機器の保管状況確認、水中線量計（コリメートなし）による測定対象近傍（0～0.2 m）の線量測定だったそうです。

調査の結果、高線量機器取り出しに影響を及ぼす新たな懸案事項は確認されなかったとのことです。



出典：2022年6月30日 第103回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「４号機使用済燃料プール内他の高線量機器取り出しに向けた調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/06/3-2-4.pdf

概要に戻る

(8) 使用済み核燃料 ① 保管状況 （更新）

保管場所	保管体数(体) 使用済燃料プール 新燃料	使用済燃料	新燃料貯蔵庫 新燃料	合計	取出し率	(参考) 2011/3/11時点	備考
1号機	100	292	0	392	0.0%	392	
2号機	28	587	0	615	0.0%	615	
3号機	0	0	0	0	100.0%	566	
4号機	0	0	0	0	100.0%	1,535	
5号機	168	1,374	0	1,542	0.0%	1,542	・2011/3/11時点の体数は炉内含む
6号機	198	1,412	230	1,840	2.3%	1,704	・2011/3/11時点の体数は炉内含む ・使用済燃料プール保管新燃料のうち180体は4号機新燃料
1～6号機	494	3,665	230	4,389	30.9%	6,354	

保管場所	保管体数(体) 新燃料	使用済燃料	合計	保管率	(参考) 保管容量	備考
乾式キャスク仮保管設備	0	2,240	2,240	56.5%	3,965	キャスク基数40 （容量:65基）
共用プール	76	6,432	6,508	96.6%	6,734	ラック取替工事実施により当初保管容量6,840体から変更

	保管体数(体) 新燃料	使用済燃料	合計
福島第一合計	800	12,337	13,137

赤字:2023/2/22報告時からの変更点

筆者注：乾式キャスクの気密性の問題が発見され洗浄手順が追加されたため輸送・保管作業が中断していた、共用プールに貯蔵中の使用済み核燃料を乾式キャスクにより共用プール建屋からキャスク仮保管設備へ輸送・保管する作業は再開され、共用プールに保管されていた使用済み核燃料69体が乾式キャスクに収められ、仮保管設備に移されました。

(次ページに使用済み核燃料保管配置図)

出典：2023年3月30日 第112回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「使用済燃料等の保管状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-2-4.pdf

概要に戻る


乾式キャスク仮保管設備
MP-1
クレーン
コンクリートモジュール
防護柵
MP-4
6号
5号
6号機核燃料移送開始に戻る
乾式キャスク仮保管設備
MP-5
1号
2号
3号
4号
共用プール
MP-6
正門
MP-7
MP-8
共用プール

概要に戻る

② 乾式キャスクに装填した回収ウラン燃料について

2017年8月31日、東京電力は、2013年11月に乾式キャスクへの装填可否を確認していない使用済み核燃料（回収ウラン燃料※）を4体、使用済み核燃料共用プールから乾式キャスク2基に装填し、乾式キャスク仮保管設備に保管していたことを発表しました。

（※ 原注：使用済み核燃料を再処理施設で再処理し、転換・濃縮を行い成型加燃料）

東京電力は、回収ウラン燃料は、通常のウラン燃料と核種組成は異なるものの、同等に取り扱えるものであり、燃料装填後からキャスクの蓋間圧力、温度およびエリアモニタ指示値に有意な変動は確認されていないとしています。これらの回収ウラン燃料は、実施計画※で記載している乾式キャスクの仕様（収納可能燃料のタイプ、燃焼度、冷却期間）を満たすが、厳密には、乾式キャスクの安全評価では通常ウラン燃料の核種組成を入力条件として使用しているため、通常ウラン燃料と核種組成が微少に異なる回収ウラン燃料については安全評価結果から逸脱しないことを確認する必要があったとし、8月30日、回収ウラン燃料の乾式キャスク収納は安全評価上の検討が不十分と判断し、翌31日に回収ウラン燃料を取り出すことを決定しました。

（※ 原注：福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画）そして、10月19日にはキャスク仮保管設備に保管されている使用済回収ウラン燃料が収納されたキャスク2基について、キャスク仮保管設備から共用プールへ輸送が完了したとのことです。

出典：2017年8月31日東京電力プレスリリース「福島第一原子力発電所乾式キャスクへのウラン燃料の装填誤りについて」
http://www.tepco.co.jp/press/mail/2017/1450511_9013.html
2017年9月28日東京電力「福島第一原子力発電所乾式キャスクへの回収ウラン燃料の装填について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-02-07.pdf
2017年10月20日東京電力「福島第一原子力発電所の状況について（日報）」
http://www.tepco.co.jp/press/report/2017/1461959_8981.html

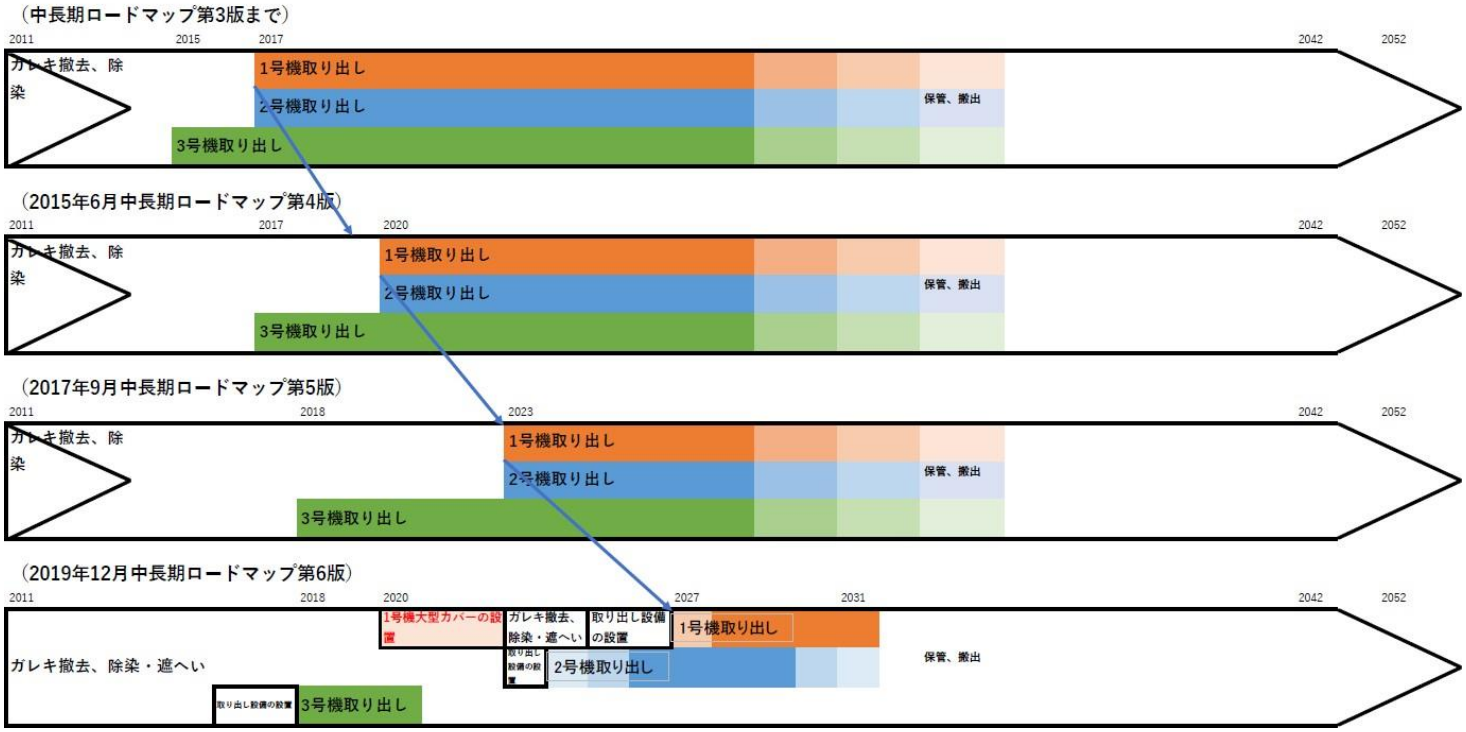
概要に戻る

2（1） 作業項目と作業ステップ、および取り出しの予定時期

「中長期ロードマップ」が改訂されるつど、1号機の使用済み核燃料取り出し開始時期は下図のように先送りされています。
しかし、2011年12月から30～40年後とされている廃炉完了予定時期は変更されていません。

（次ページもご参照ください）

使用済み核燃料の取り出し開始時期の変遷

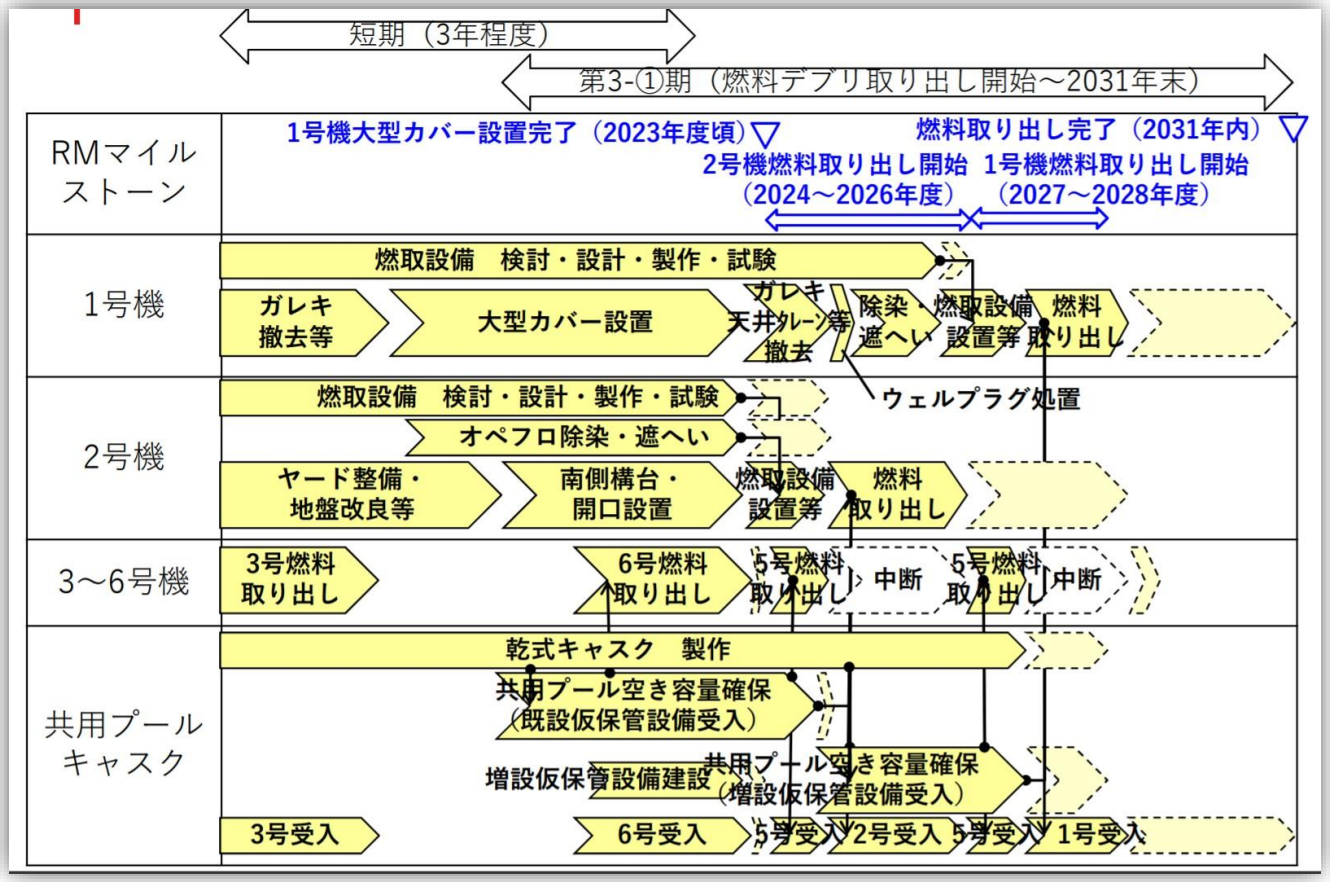


出典：2015年6月12日廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(第4版)」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0625_4_1c.pdf
2015年5月28日廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議「廃炉・汚染水対策の概要」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/150528_01_2_01.pdf
2015年6月25日廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議「廃炉・汚染水対策の概要」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0625_2a.pdf
2017年9月28日第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議「廃炉・汚染水対策」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/2-00-01.pdf
2019年12月27日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議
「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ（第6版）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20191227.pdf

概要に戻る

2 (2)「廃炉中長期実行プラン2020」に示された使用済み核燃料取り出しの主要な作業プロセス

東京電力は、2020年3月27日、中長期ロードマップ等に示された主要な目標工程や規制庁リスクマップに掲げる目標を達成するための、現状から短期～中期～長期へと一貫性のある廃炉全体の具体的な長期計画として、「廃炉中長期実行プラン2020」を公表しました。
ここでは同プランに示された1～3号機、5、6号機の使用済み核燃料プールからの使用済み核燃料取り出しの主要な作業プロセスを紹介します。



出典：2020年3月27日 第76回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「廃炉中長期実行プラン2020」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/03/4-1.pdf

概要に戻る

3 各号機の取り出し工法

(1) ① 1号機

2016年11月まで原子炉建屋カバーで覆われていた1号機（下左図）では、オペレーティングフロア上部に、燃料取り出し専用カバーを設置するプランを選定していましたが（下中央図）、2019年12月の中長期ロードマップ第6版から、原子炉建屋を覆う大型カバーを再設置し、カバー内でガレキ撤去を行う工法に変更されました（下右図）。

（次ページに続く）

新大型カバー設置準備工事の開始に戻る　SGTS配管一部撤去に戻る　天井クレーン支保の設置に戻る



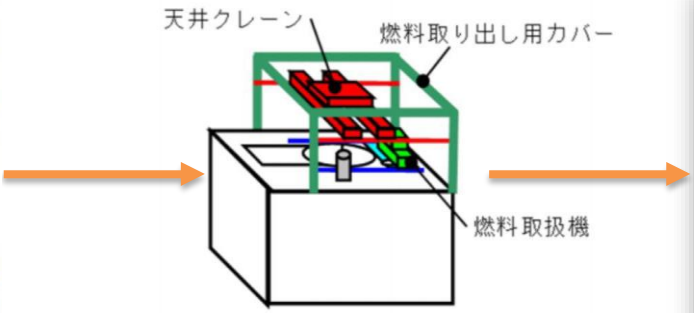
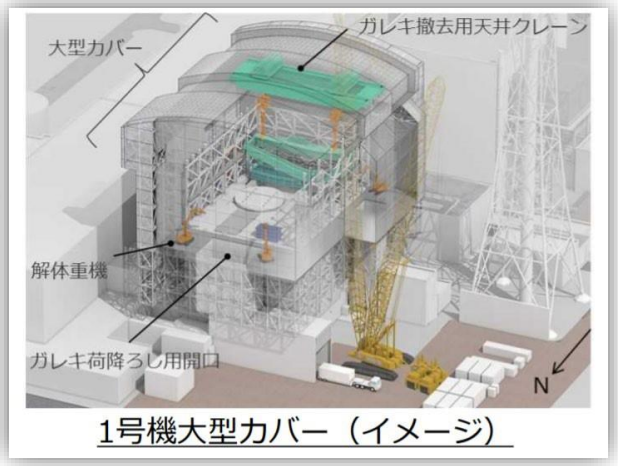


図１　１号機の燃料取扱設備等（イメージ図）



1号機大型カバー（イメージ）

出典：2015年6月12日廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議
「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(第4版)」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0625_4_1c.pdf
2020年3月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第76回）資料「廃炉中長期実行プラン2020」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/03/4-1.pdf

SGTS配管撤去に戻る

概要に戻る

② 1号機燃料取り出し工法の検討状況について

「ガレキ撤去完了後に燃料取り出し用のカバーを設置する」から
「原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、カバー内でガレキ撤去を行う」へ

1号機は、2018年1月からオペレーティングフロア（オペフロ）上部のガレキ撤去作業に着手。オペフロ北側及び中央の屋根スラブ撤去は概ね完了しましたが、オペフロ南側については屋根の崩落に伴い、現存している天井クレーンおよび燃料取扱設備は大きく損傷しており、これまで南側の屋根ガレキや天井クレーン等の調査を進めてきました。また、正規の位置からずれている原子炉ウェルプラグについても、プラグのずれ状況や汚染状況等について調査を進めてきました。

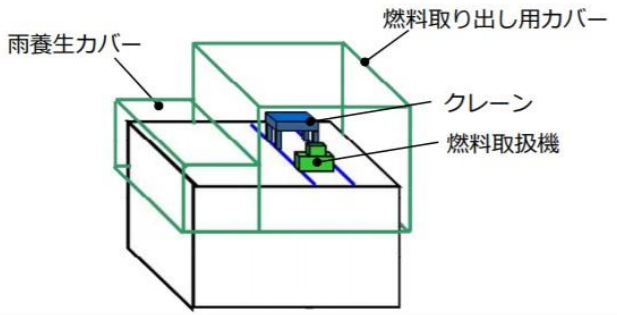
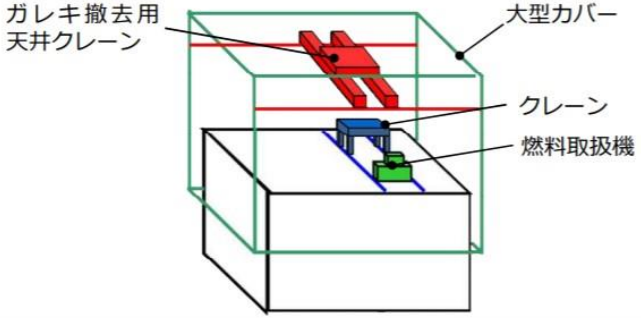
東京電力は2019年11月、

> 今後、オペフロ南側の崩落した屋根等の撤去作業を進めて行くためには、上記調査結果を踏まえ、ダスト飛散に留意したより慎重な作業が求められる。1号機の使用済燃料プールからの燃料取り出しについては、これまで検討してきた「ガレキ撤去完了後に燃料取り出し用のカバーを設置する」プランと、ダスト飛散対策の信頼性向上等の観点から、「原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、（筆者補注：新たに設置する天井クレーンおよび燃料取扱設備によって）カバー内でガレキ撤去を行う」プランの2案について、検討を実施中である。

とし、次ページのような検討プランの概要を示しました。
そして12月19日、プランA、プランB案を比較検討の結果、プランBの方がオペフロ作業中のダスト対策の信頼性や雨水の建屋流入抑制の観点で優位性があると判断し、原子力損害賠償・廃炉等支援機構もこの選択を妥当であると評価しました。次々ページにプランA、プランBの比較評価結果の表、その次のページにプランBのイメージ図を掲載しておきます。

出典：2019年11月28日 第72回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「1号機燃料取り出しプランの検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/11/3-2-3.pdf 2019年12月19日 第73回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「1号機燃料取り出しプランの検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/12/3-2-3.pdf
2019年12月19日 第73回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 原子力損害賠償・廃炉等支援機構「福島第一１号機燃料取り出し工法(プラン)の選定に関する評価」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/12/3-2-4.pdf

概要に戻る

	プランA	プランB
イメージ		
概要	・ガレキ撤去後，除染・遮へいを行い，燃料取出し用カバー，燃料取扱設備を設置し，燃料取り出しを行う	・原子炉建屋を覆う大型カバーを先行設置し，カバー内の天井クレーンを用いてガレキを撤去・除染・遮へい後，燃料取扱設備を設置し，燃料取り出しを行う
ダスト飛散	•ダスト飛散の少ない工法の採用により，ダスト飛散対策の信頼性を向上	•カバー内でのガレキ撤去作業により，ダスト飛散対策の信頼性を向上
作業員被ばく	•カバー施工時はオペフロガレキ撤去後の状態であり、プランBに比べ、作業員被ばくは少ないと想定	•カバー施工時はオペフロガレキがある状態であり、遠隔施工や作業員の被ばく低減対策が必要
雨水対策	•カバー設置時期はガレキ撤去後となる	•カバーの先行設置により，雨水流入を早期に抑制
R/B周辺工事との干渉	•カバー施工時の地組ヤードやカバー部材の通行ルートの確保が必要(プランA,B共通)	•カバー先行設置に伴い、地上干渉設備の移設等や周辺工事との調整が必要

（次ページに続く）

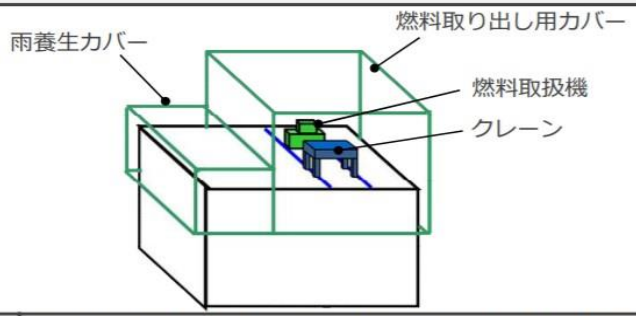
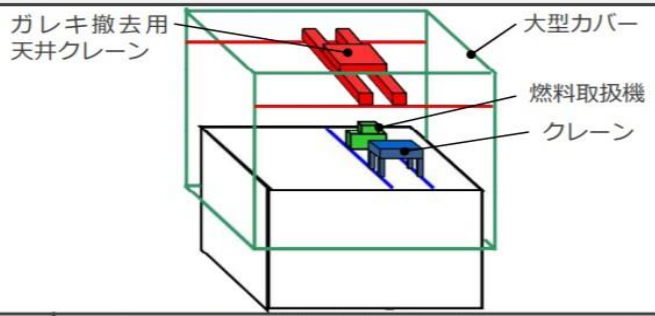
出典：2019年11月28日 第72回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機燃料取り出しプランの検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/11/3-2-3.pdf

概要に戻る

3－1．評価結果

TEPCO

■ 大型カバーを先行設置し，カバー内でガレキ撤去を行うプランBの方が，オペフロ作業中のダスト対策の信頼性や雨水の建屋流入抑制の観点で優位性があると判断。

プラン名		プランA		プランB	
架構イメージ					
評価	ダスト飛散	○	・**飛散防止剤の散布やダスト飛散の少ない工法を採用**し，管理を実施	◎	・**カバー内でのガレキ撤去作業**により，ダスト飛散対策の信頼性を向上
	作業員被ばく	○	・カバー施工時はオペフロガレキ撤去後の状態で実施。燃取り完了までの被ばく想定(**約20Sv・人**)	△	・カバー施工時はオペフロガレキがある状態で実施。燃取り完了までの被ばく想定(**約24Sv・人**) ・今後の詳細検討のなかで，遠隔施工や省人化，遮へい等により可能な限り被ばく低減を図る。
	雨水対策※1	△	・**カバー設置時期はガレキ撤去後**となる	○	・**カバーの先行設置**により雨水流入を**早期に抑制**
	R/B周辺工事との干渉	○	・カバー施工時の地組ヤードやカバー部材の通行ルートの確保が必要(プランA,B共通)	○	・カバー設置時に南側既設設備等の撤去作業と干渉するが，南面施工時期を調整し対応予定
	工事期間	△	・作業手順の組み替えのためプランBに対して大差はないと判断。但し，ガレキ撤去期間は屋外作業のためプランBより長くなると想定。	△	・作業手順の組み替えのためプランAに対して大差はないと判断。但し，カバー施工期間は架構規模が大きいためプランAより長くなると想定。
	燃料取り出し作業期間	○	・プランA,Bで燃料取扱設備(燃料取扱機，クレーン)及び構内輸送容器は同じため，同等と想定	○	・プランA,Bで燃料取扱設備(燃料取扱機，クレーン)及び構内輸送容器は同じため，同等と想定

※1 建屋への雨水流入量は、R/B屋根面積と年間降雨量平年値より、1.8千m3/年程度と試算

5

（次ページに続く）

出典：2019年12月19日 第73回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「1号機燃料取り出しプランの検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/12/3-2-3.pdf

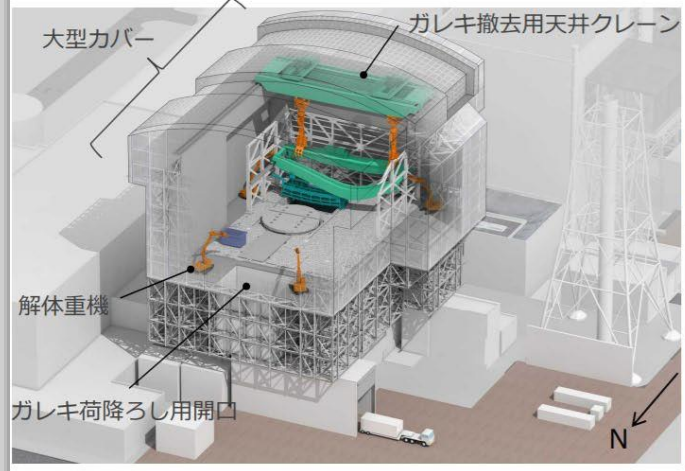
概要に戻る

2019年12月の中長期ロードマップの改訂（第6版）では、プランBが採択され、取り出しの開始が4年から5年先送りされました。

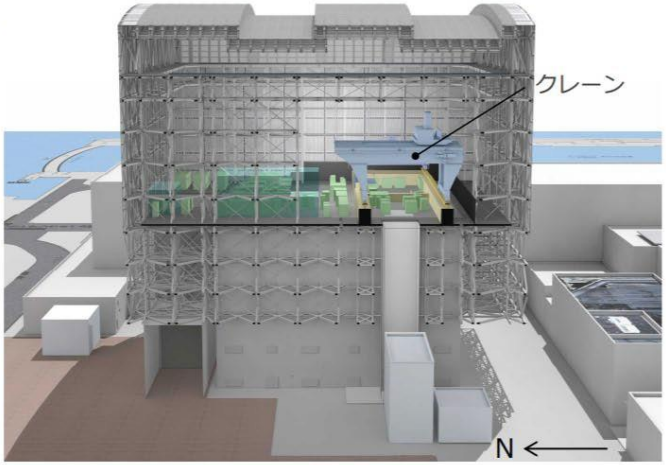
4．プランBの概要

TEPCO

- オペフロ全体を大型カバーで覆い，カバー内のガレキ撤去用天井クレーンや解体重機にてガレキ撤去を行う。
- ガレキ撤去後，オペフロの除染・遮へいを行い，燃料取扱設備(燃料取扱機，クレーン)を設置する。



ガレキ撤去時のイメージ図



燃料取り出し時のイメージ図※

※パース作成上，図示されていない設備有り(ガレキ撤去用天井クレーン，燃料取扱機等)

出典：2019年12月19日 第73回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「1号機燃料取り出しプランの検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/12/3-2-3.pdf
2019年12月27日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議
「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ（第6版）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20191227.pdf

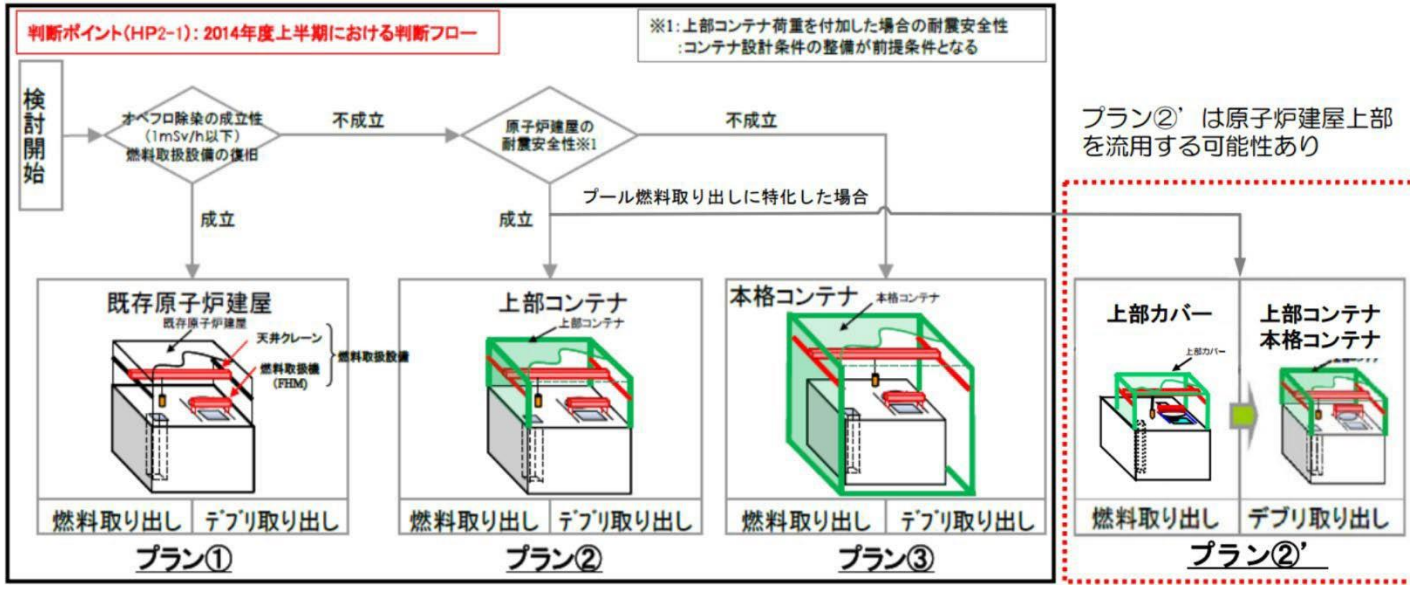
概要に戻る

(2) ① 2号機

2号機のオペレーティングフロアは線量が極めて高く 参照 、既存の除染技術によって除染しても有人作業は不可能であり、プラン①の燃料取扱設備を復旧させることは極めて困難です。またプラン③は架構規模が大きく工期が長くなります。

そこで、下記のプランうち、プラン②およびプラン②'について2016年度中ごろまで検討するとされていましたが、その後、**東京電力は、いずれの案になるにしても、安全性と工期の両面から原子炉建屋オペレーティングフロア上部を全面的に解体撤去することが望ましいと判断**し、取り出し工法決定の時期を2017年度に先送りしていました(2017年の中長期ロードマップ(第5版)ではプラン②'の2案の選択の時期について「適切な時期に」とされていました。

建屋上部解体と放射性ダストの追加的放出に戻る　2号機取り出し方法の検討状況戻る　保護層撤去に戻る



出典：東京電力2014年10月30日「福島第一原子力発電所1,2号機の燃料取り出し計画について」
https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/90087.pdf
東京電力2015年11月26日「福島第一原子力発電所第２号機原子炉建屋オペレーティングフロア上部解体・改造範囲について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1126_3_2d.pdf
2017年9月26日廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(第5版)
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hairo_osensui/dai3/siryou2.pdf

概要に戻る

② 2号機燃料取り出し工法の検討状況について

水素爆発を起こし原子炉建屋上部が吹き飛んだ1・3号機と比較して、2号機は原子炉建屋がオペレーティングフロア（オペフロ）の上部を含め健全性を保っています（経年劣化による雨漏りなどはあります）。
2017年の中長期ロードマップ(第5版)は、2号機の使用済み核燃料取り出しについて、2号機はオペフロの線量が極めて高く、既存の除染技術によって除染しても有人作業は不可能であり、燃料取扱設備を復旧させることが極めて困難であり、安全性と工期の両面から原子炉建屋オペフロ上部を全面的に解体撤去して取り出すことが望ましい 参照 と判断しています。
そして、撤去については次々ページに示した3案のうち、オペフロ上部解体の2案から一方を適切な時期に選択し、2023年度を目処に取り出しを開始することとされていました 参照 。

しかし、2018年11月～2019年2月に実施したオペフロ内調査では、2011～2012年に実施した調査結果と比較すると、最大線量が880 mSv/hから148 mSv/hへと低減している傾向が確認されました 参照 。
東京電力は2019年5月、上記の調査結果を踏まえ，遮へい等を適切に実施することによりオペフロ内でも限定的な作業であれば実施できる見通しが得られたとし、上部建屋を解体せず、南側からオペフロ内にアクセスする構台を設置し、取り出し作業を進める新たなプランB(次々ページ「オペフロ上部残置、プール燃料取り出し特化案」)を示し、この案も含めプラン検討を進めていると発表しました。 燃料取り出し用構台設置に戻る

図らずも2019年1月レポート以来、筆者が、放射性ダストの環境への追加的放出を抑えつつ2号機の使用済み核燃料取り出し作業を遂行するためのステップとして示した＜④　原子炉建屋上部の全面解体以外の方法にシフトチェンジする＞案も示されたことになります。 参照

出典：2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

東京電力は、プランの検討に当たっては、以下の4つの重点項目を中心に総合的に評価し燃料取り出し工法を検討するとしています。

1. ダスト飛散対策
原子炉建屋解体時のダスト飛散リスクがより低い工法を検討する。
2. 作業員被ばく
2018年11月～2019年2月に実施したオペフロ内調査では，過去の線量調査結果に比べて，線量が低減している傾向が確認できたが，依然として高い線量環境であることから，作業員被ばくをより低減できる工法を検討する。
3. 雨水対策
建屋滞留水の流入抑制の観点で，燃料取り出し関連工事の際にも，より建屋に流入する雨水が低減できる工法を検討する。
4. 工事ヤード
2号機原子炉建屋周辺では，炉内調査や排気筒解体等，多くの廃炉作業が並行して行われていることから，他の廃炉作業への工事影響が少ない工法を検討する。

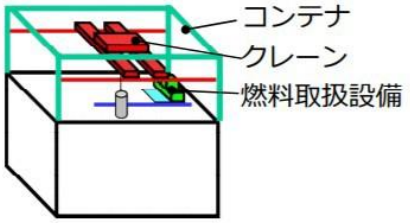
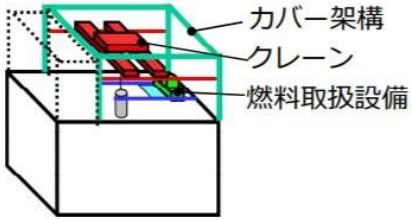
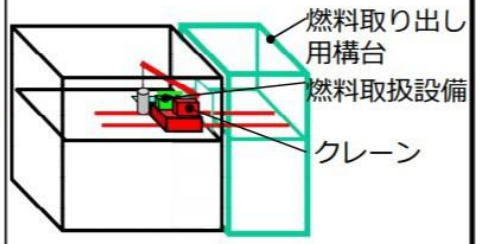
東京電力は、原子炉建屋上部を解体しないプランBの導入の理由について、オペフロの線量低減傾向を挙げ、原子炉建屋上部を解体したとしてもダスト飛散について敷地境界への影響が小さいことは評価済みとしていますが、すでにレポートした2号機原子炉建屋排気設備撤去に伴う影響調査の棚上げという経過 参照 などを考え合わせると、筆者が考察したように 参照 、原子炉建屋上部を解体し依然として高い線量環境のオペフロを裸の状態にしての作業は、放射性ダストの飛散リスクが高いと判断していると思われます。 燃料取り出し用構台設置に戻る

（次ページに、出典から検討プランの概要を引用しておきます）

出典：2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

■ プール燃料取り出し特化案は，原子炉建屋上部を全面解体する工法(プランA)に加え，オペフロ上部をできるだけ解体せず南側からのアクセスする工法(プランB)の2案を検討していく。

プラン名	デブリ取り出し共用コンテナ案（オペフロ上部解体）	プール燃料取り出し特化案	
		プランA(オペフロ上部解体)	プランB(オペフロ上部残置)
イメージ			
概要	**オペフロ上部を全面解体**して，デブリ取り出し時にも使用可能な架構(コンテナ)を設置	**オペフロ上部を全面解体**して，燃料取り出しに必要最小限なカバー架構を設置	**オペフロ南側開口**を設置し，南側からオペフロ内にアクセスする構台を設置
ダスト飛散	• 上部建屋を解体するため，ダスト飛散抑制と監視により対策。 • 解体時も敷地境界への影響が小さいことは評価済み。		• 原子炉建屋内及び構台内で管理した状態での作業が可能
作業員被ばく	• 上部建屋を解体するため，作業員被ばくが多くなると想定。		• 上部建屋を解体しないため，作業員被ばくが抑えられると想定。
雨水対策	• 上部建屋を解体するため，滞留水増加抑制のための雨水対策（仮設のカバー設置など）が必要。		• 上部建屋を解体しないため，雨水流入はしない。
工事ヤード	• 上部建屋解体・カバー架構設置にあたって，西側・南側のヤードを占有し，他工事との調整が課題。		• 主な工事ヤードは原子炉建屋南側になるため，他工事で西側ヤードを共有しやすい。

出典：2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

東京電力は、前々ページの4つの評価項目について、前ページのプランAおよびプランBを評価した結果、原子炉建屋上部を解体しないプランBの方が，主に建屋解体時のダスト飛散対策の信頼性や被ばくの低減，雨水の建屋流入抑制，工事ヤード調整の観点で優位性があると判断したと発表しました。

また、原子力損害賠償・廃炉等支援機構（NDF）も、以下の通り、安全性・迅速性の観点でプランBを選択することが妥当と評価しました。

1）安全性・迅速性

解体時のダスト飛散対策については、オペフロ上部をできるだけ解体しないプランBでは、影響が限定的であり、より信頼性の高いダスト飛散管理が可能である。プランAでは、ダスト発生量が多くなると考えられ、大規模な対策が必要になる。

プランAでは、オペフロ上部を全面解体するため、スカイシャイン対策を含む作業員被ばくへの配慮が必要になる。

プランBでは、オペフロ上部の解体範囲が限定的なので、燃料取り出し用構台の設置を考慮しても、リスク源となるプール燃料の搬出開始時期が早いと想定される。ダスト飛散対策の信頼性の高さ、作業員の被ばく量、リスクの早期低減の観点で、プランBが優位である。

2）確実性

プランAには、従来の燃料取り出し方法が適用できるが、発電所構内初となる原子炉建屋オペフロ上部の大規模解体が必要であり、ダスト飛散対策を含めた工事方法に不確実性がある。プランBでは、新たにブーム型クレーンを適用した燃料取扱設備を計画している。燃料取扱設備に関しては、後述の留意すべき事項に示す取り組みを確実に行うことが重要である。

（次ページに続く）

出典：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-4.pdf
2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 原子力損害賠償・廃炉等支援機構
「福島第一 2 号機燃料取り出し工法(プラン)の選定に関する評価」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-5.pdf

概要に戻る

③ 合理性

プラン B では、オペフロ上部の解体範囲が限定的だが、デブリ取り出し時にオペフロ上部を全面解体することを想定した場合、オペフロ上部解体による廃棄物量はプラン A と同等である。なお、プラン B では、燃料取り出し用構台を地盤面から構築するため、基礎（鉄筋コンクリート造）が必要であり、解体・撤去する場合には廃棄物となる。工程に関しては、まだ詳細設計中であり、精査されていないことから、定量的な比較は難しい。定性的には、工事期間については、燃料取り出し用構台の設置に要する期間を考慮しても、オペフロ上部の解体が限定的なプラン B が優位、燃料取り出し作業期間については、輸送容器の容量が大きく、有人作業が可能なプラン Aが優位である。工事期間、燃料取り出し作業期間の作業員数と費用についても、それぞれ、定性的には工程と同様な傾向と考える。

オペフロ上部を解体すると雨水流入によって滞留水が発生する。解体範囲が限定的なプラン B では雨水流入はほぼない。雨水対策に関しては、プラン B が優位である。

4）現場適用性

プラン A では、上部解体、カバー設置で西側、南側のヤードを占有し、他工事との調整が課題となる。プラン B では、主な工事ヤードが原子炉建屋南側になるため、他工事で西側ヤードを活用でき、プラン B が優位である。

5）総合評価

以上の検討から、主に、安全性・迅速性の観点でプラン B を選択することが妥当と考える。

（次ページに続く）

出典： 2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-4.pdf
2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 原子力損害賠償・廃炉等支援機構
「福島第一 2号機燃料取り出し工法(プラン)の選定に関する評価」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-5.pdf

概要に戻る

また原子力損害賠償・廃炉等支援機構（NDF）は、オペフロ上部の解体を妥当とする2015年11月の評価を今回変更した理由として、以下の状況の変化を挙げています。

＊1）既往の評価からの状況の変化

オペフロ内作業エリアや既設設備表面の線量が高いことから、既設の天井クレーン、燃料取扱設備（FHM）の復旧は難しく、2015年11月時点では、東京電力は、オペフロ上部の全面解体が必要と判断していた。その際、プール燃料取り出し特化案としてオペフロ上部を全面解体せず、柱・梁の解体を伴う開口を設置して燃料を取り出す案も含まれていたが、開口部の大規模な補強と限られた空間での作業効率の悪さによる工程延伸と作業員被ばく増大が懸念された。NDFも同様の判断をしていた。

これに対し、「2.（1）計画案の概要」で記載したとおり、燃料取扱設備が小型化されており、今回の評価では、以下の2点で既往の評価とは状況が異なる。

・小規模開口で燃料と輸送容器を取り扱うことが可能となった。これにより、大規模な補強が不要となった。
・オペフロ内ではなく、新たに構築する燃料取り出し用構台の前室内等で組み立てた燃料取扱設備を小規模開口からオペフロ内に搬入することが可能となった。

また、保守・点検作業も前室内で実施可能となった。これによりオペフロ内作業が軽減され、作業員被ばくの低減が図れる。また、2018年11月～2019年2月に東電が実施したオペフロ内調査では，2011～2012年に実施した調査結果と比較すると線量が低減している傾向が確認されており、遮へい等を適切に実施することによりオペフロ内でも限定的な作業であれば実施できる見通しが得られている。

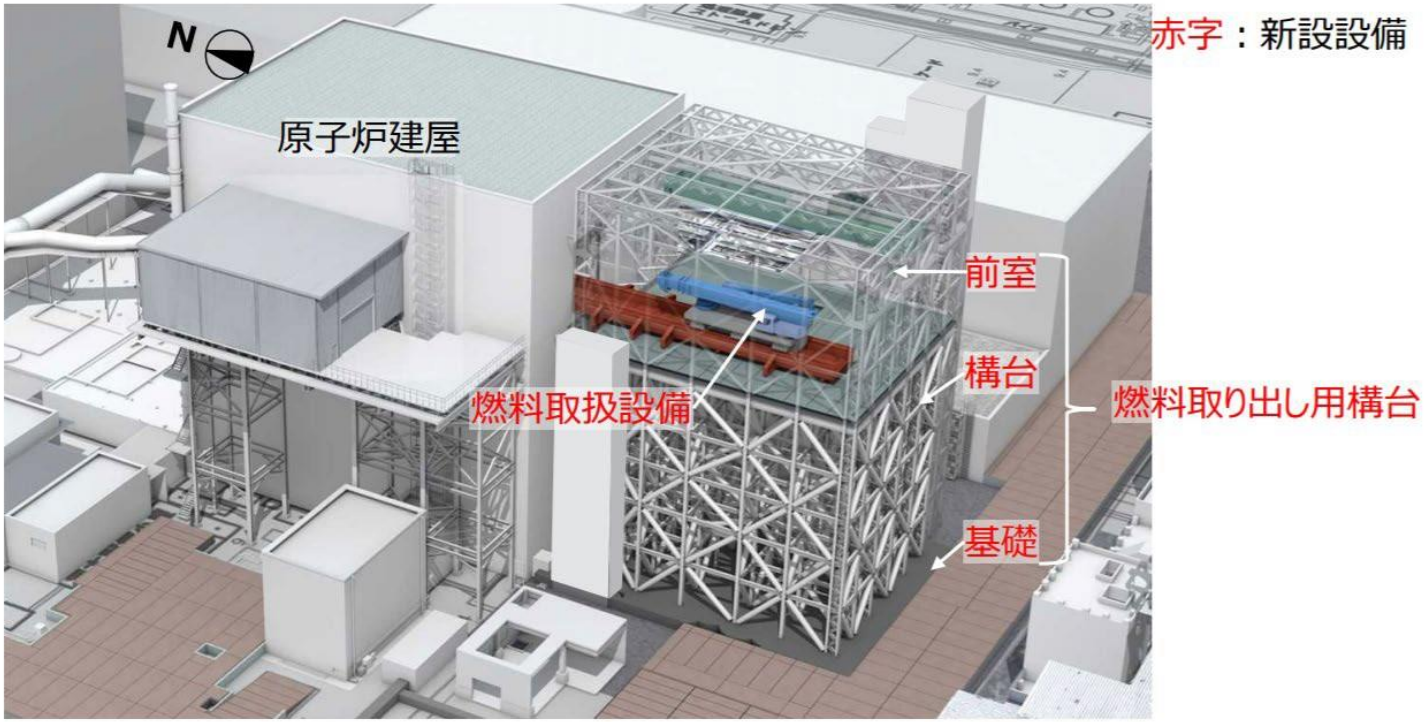
次ページ、次々ページに東京電力が発表したプランBの「燃料取り出し用構台概念図」および「燃料取扱設備概念図」を掲載しておきます。

検討状況に戻る

出典：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 原子力損害賠償・廃炉等支援機構
「福島第一 2号機燃料取り出し工法(プラン)の選定に関する評価」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-5.pdf

概要に戻る

- 原子炉建屋上部を全面解体せず，南側に構台・前室を設置した上で，南側外壁の小開口から燃料と輸送容器を取り扱う。
- ブーム型クレーン式の燃料取扱設備を採用することで，南側外壁の開口部は小さくなり，原子炉建屋の構造部材のうち柱と梁の解体を回避できる。
- 燃料取扱設備は，燃料取り出し用構台での組立・保守作業が可能となることから，作業員被ばくを低減できる。



燃料取り出し用構台概念図（鳥瞰図）

実施計画の変更申請に戻る

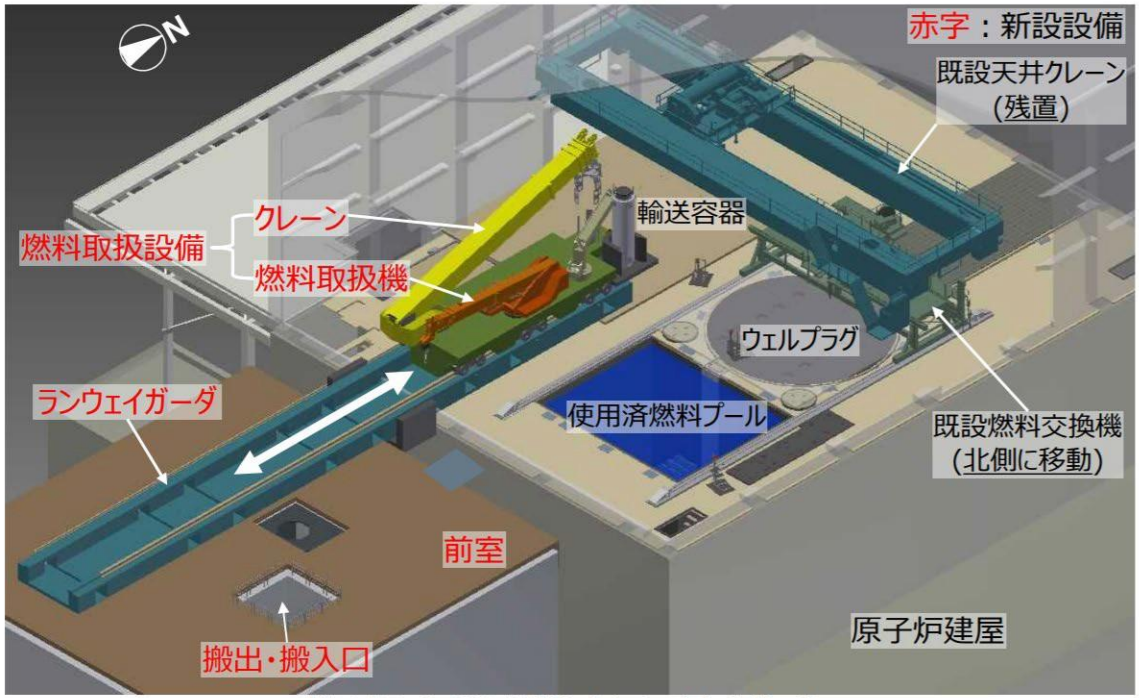
出典：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

2019年12月の中長期ロードマップの改訂（第6版）では、プランBが採択され、取り出しの開始が1年から3年先送りされました。

- 燃料と輸送容器は，燃料取扱設備にて遠隔操作により取り扱う。
- 燃料取扱設備は，ランウェイガーダ上を走行することで原子炉建屋オペフロと燃料取り出し用構台前室間を移動する。
- 輸送容器の吊り降ろしは燃料取り出し用構台に新設する搬出・搬入口を利用する。



燃料取扱設備概念図（鳥瞰図）

実施計画の変更申請に戻る
取り出しまでの作業ステップに戻る
構台設置に向けた準備に戻る

出典：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-4.pdf
2019年12月27日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議
「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ（第6版）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/20191227.pdf

概要に戻る

修復中

(3) 3号機

作業員の被ばく線量を低減するため、オペレーティングフロアの除染・遮へいを実施し、その後、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備等を設置し、2017年度内に燃料の取り出し開始を目指すとしていました（図3参照）。

下記出典のロードマップ第4版での計画からは遅れたものの、3号機の使用済み核燃料の取り出しについては、進展しています。カバー設置は2018年2月に竣工し 参照 設備の不具合対応を経て2019年4月から燃料取り出しが始まりました 参照 。

カバー設置後に発生したいくつもの不具合については、クレーンの不具合について以下をご参照ください。 参照

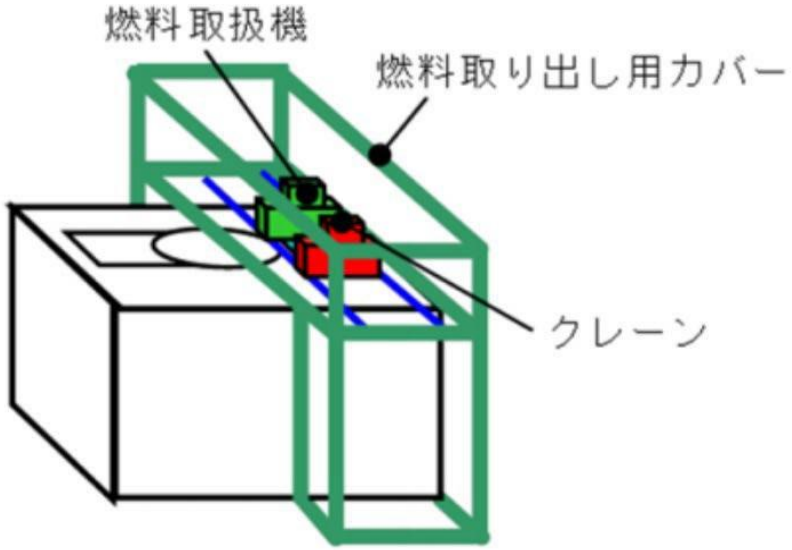


図３ ３号機の燃料取扱設備等（イメージ図）

出典：2015年6月12日廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議
「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(第4版)」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/0625_4_1c.pdf

概要に戻る

4 各号機の取り組み状況

（更新）

SFP：用語解説へ

FHM：用語解説へ

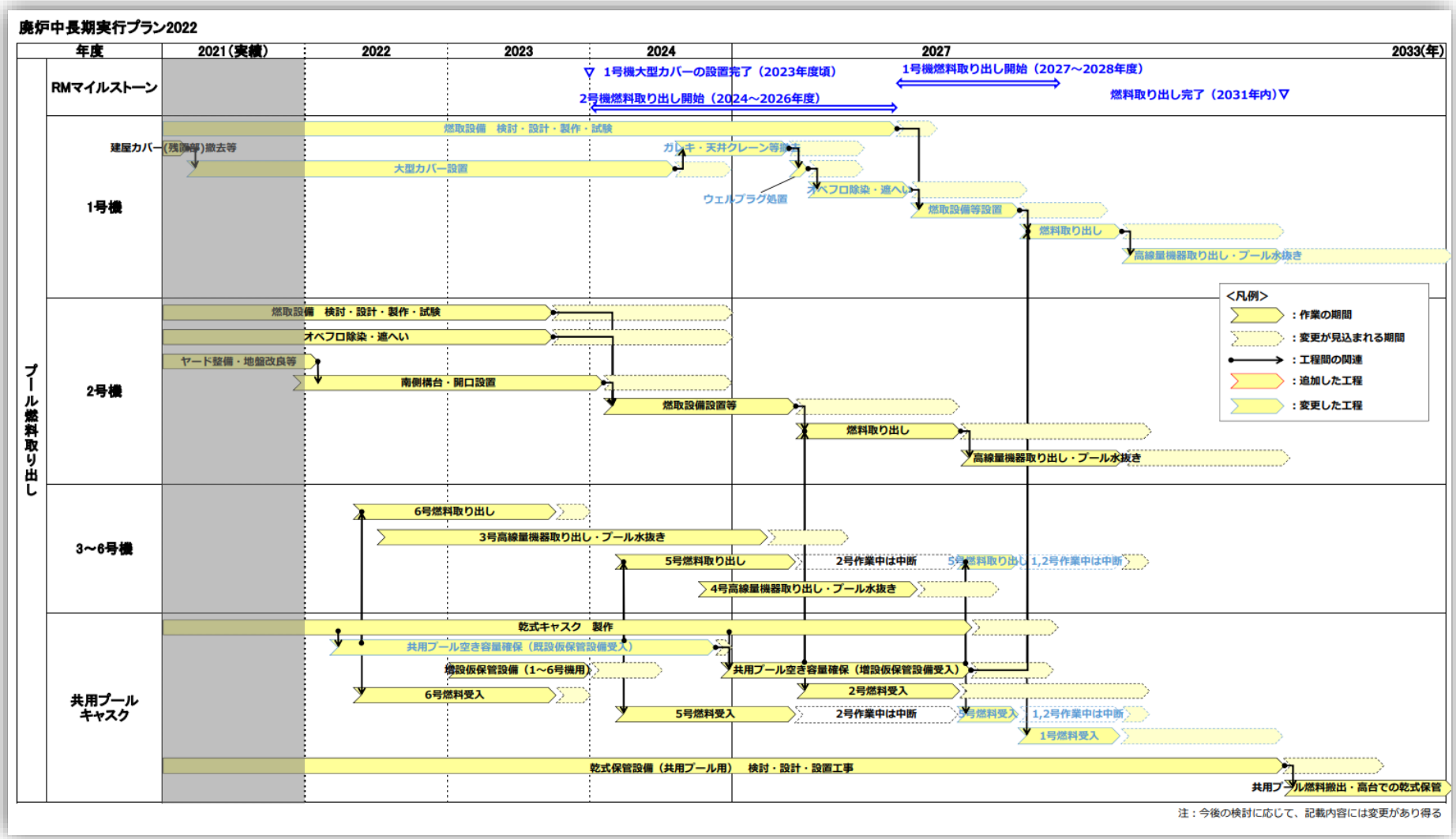
(1) 使用済み核燃料プール対策スケジュール

筆者注：細かな図表のため、下記の出典を開き拡大してご覧になることをお勧めします。（次ページに続く）



出典： 2023年3月30日 第112回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「工程表（使用済燃料プール対策）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-2-1.pdf

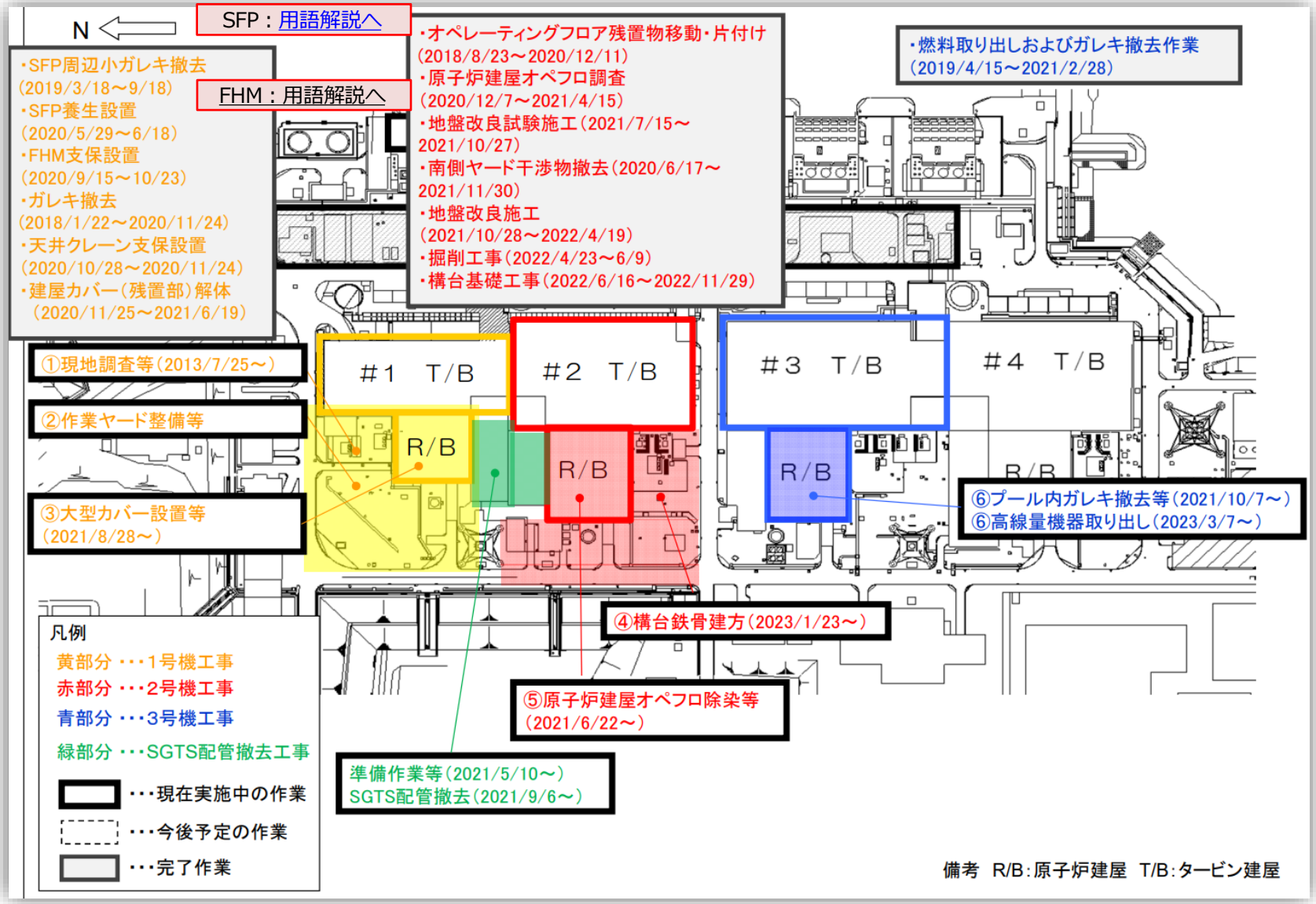
概要に戻る



出典： 2023年2月22日 第111回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「工程表（使用済燃料プール対策）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-1.pdf

概要に戻る

(2) 各号機の使用済み核燃料取り出し準備作業エリア配置図 (更新)



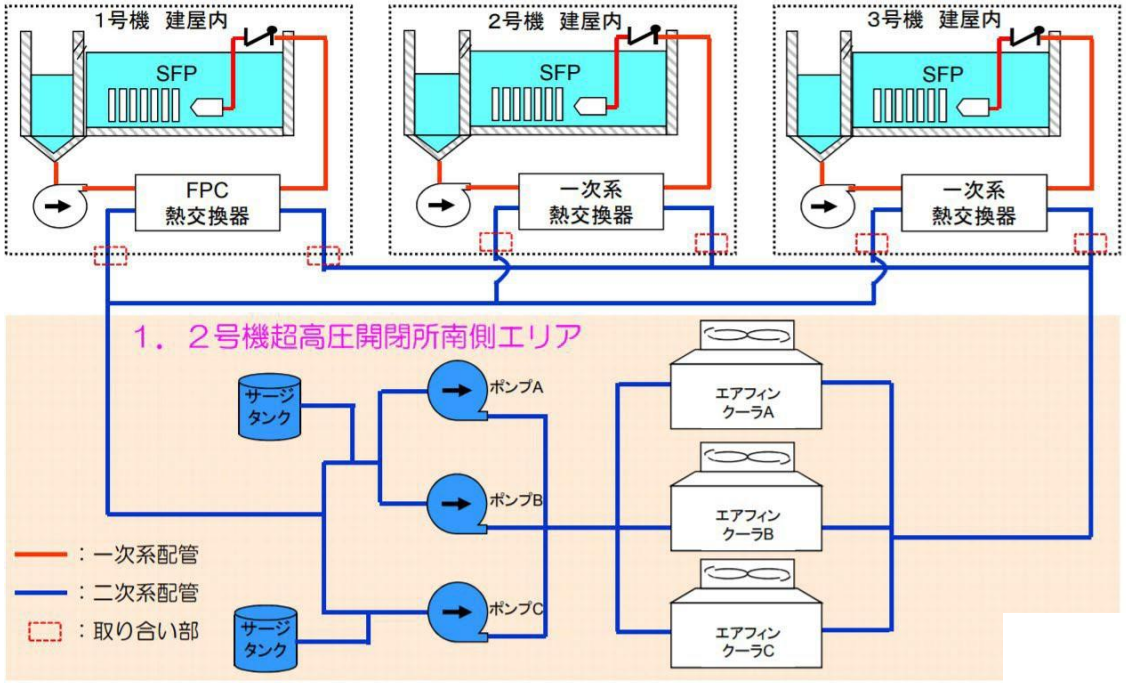
出典： 2023年3月30日 第112回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「使用済燃料プール対策 作業エリア配置図」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-2-2.pdf

概要に戻る

(3) 循環注水冷却について ①

使用済み核燃料（以下、燃料）の冷却水については、燃料プール（SFP）循環冷却系にて冷却していますが、燃料プールに保管している使用済み核燃料は崩壊熱の低下が継続しており、東京電力は、燃料プールの冷却水の冷却を停止した状態でも、使用済み核燃料プール表面から外気への自然放熱により、水温は運転上の制限値（1号機：60℃、2・3号機：65℃）未満で安定するものと推定しています。

種々の工事・点検に伴う燃料プールの循環注水冷却の一時的停止の進行状況については、「使用済み核燃料プール循環注水冷却スケジュール」をご参照ください。 参照



出典：2017年7月13日東京電力「福島第一原子力発電所１号機使用済燃料プール循環冷却設備の冷却停止試験の実施について」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2017/images2/handouts_170713_02-j.pdf
画像：2016年8月5日 東京電力「１～３号機使用済燃料プール循環冷却設備 二次系共用設備設置工事に伴う全停作業について」
http://www.nsr.go.jp/data/000160665.pdf

概要に戻る

② 1号機 冷却を停止した状態での使用済み核燃料プール水温度の温度推移の確認

東京電力は前ページの予測を踏まえ、今後の使用済み核燃料プール（以下、燃料プール）循環冷却系の運用方法を再検討するため、1号機料プール循環冷却系を一時停止（一次系冷却水を冷却している熱交換器への通水を停止し、熱交換器をバイパスした状態で運転）し、燃料プール水の温度推移を確認することとしました。
2017年4月に実施した試験においては、冷却を停止しても、使用済み核燃料の崩壊熱と燃料プールからの放熱がバランスし、燃料プール水温が安定することが確認されました。
その後7月から8月にかけては、外気温の高い夏季においても燃料プールを自然冷却で十分冷却できることを確認することを目的に冷却を停止しました。冷却停止前の、自然放熱を考慮した燃料プール水温の予測では、運転上の制限温度（60℃）未満で推移する見込み（平年並みの外気温の場合、約38℃で安定すると予測）とされていました。

ただし、以下の場合には試験を終了し冷却を再開するとされていました。
① 燃料プール水温が自然放熱を考慮した水温の予測において最も厳しい予測（燃料プール水温49℃）を超える場合（これにより、運転上の制限温度60℃に対して十分余裕の有る温度で冷却再開が可能。使用済み核燃料プール水温49℃で試験終了となった場合でも60℃到達までの時間は約210時間あり、予備機切替等の対応を実施可能）。

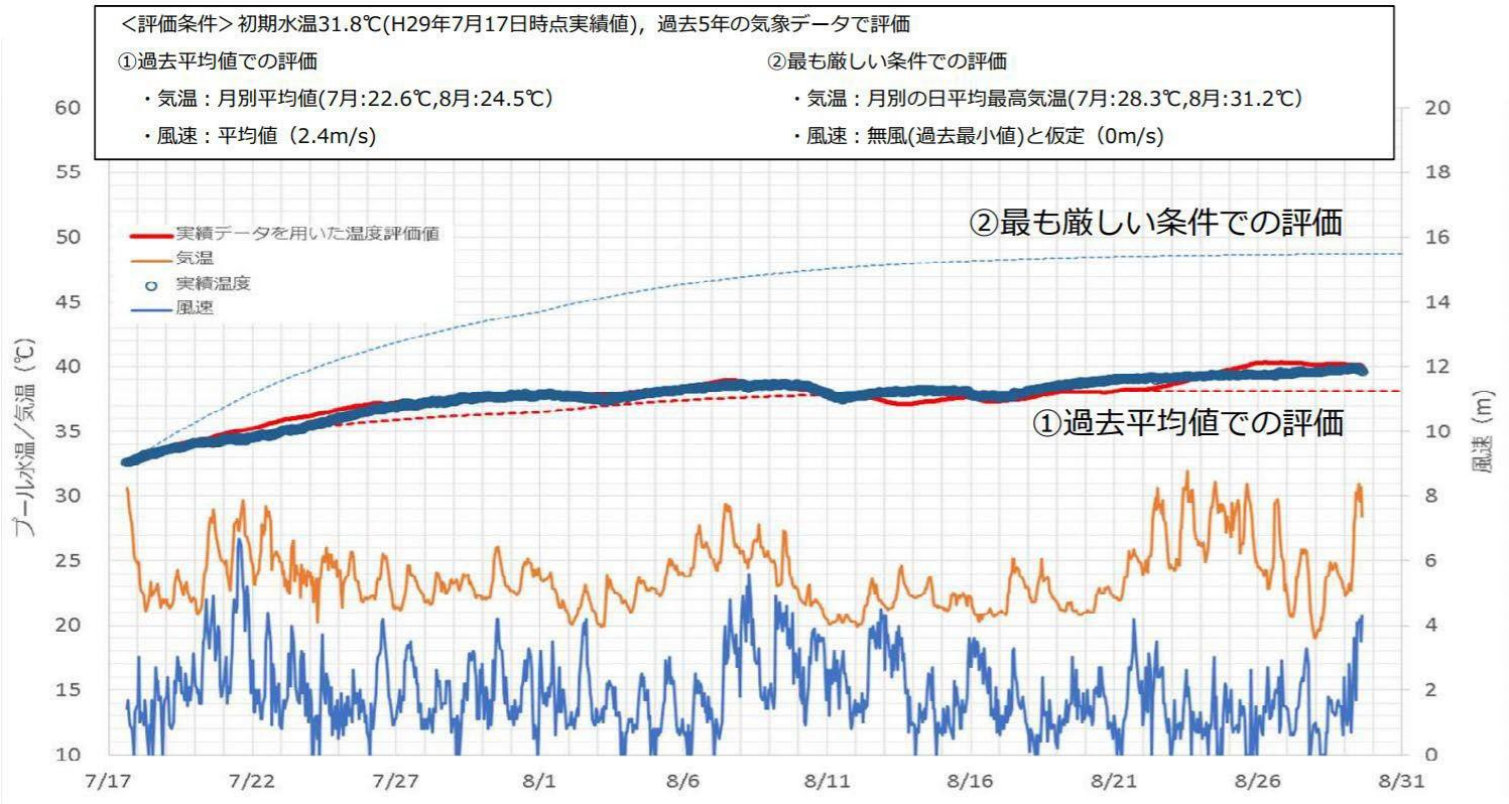
② 湯気の発生により、作業に支障を来す場合。

（次ページに続く）

出典：2017年4月5日東京電力「福島第一原子力発電所の状況について（日報）」
http://www.tepco.co.jp/press/report/2017/1403202_8981.html
同4月26日
http://www.tepco.co.jp/press/report/2017/1414901_8981.html
2017年7月13日東京電力「福島第一原子力発電所１号機使用済燃料プール循環冷却設備の冷却停止試験の実施について」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2017/images2/handouts_170713_02-j.pdf

概要に戻る

東京電力によると、実績温度は過去5年間平均の気象実績データを用いて予測したグラフ（過去平均グラフ）と概ね一致している傾向が見られ、使用済み核燃料プール（SFP）水温は予想通り推移しており，運転上の制限温度（60℃）未満（約39℃）で推移することが確認されました。また、湯気の発生は確認されませんでした。（試験期間中(7/17～8/29）の気象条件（1F構内）平均気温：23.7℃,平均風速：1.9 m/s）



出典：2017年8月31日東京電力
「1F-1号機 使用済燃料プール循環冷却設備の冷却停止試験（熱交換器バイパス運転）の終了及び実施結果について」
https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11623215/www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/08/3-05-02.pdf

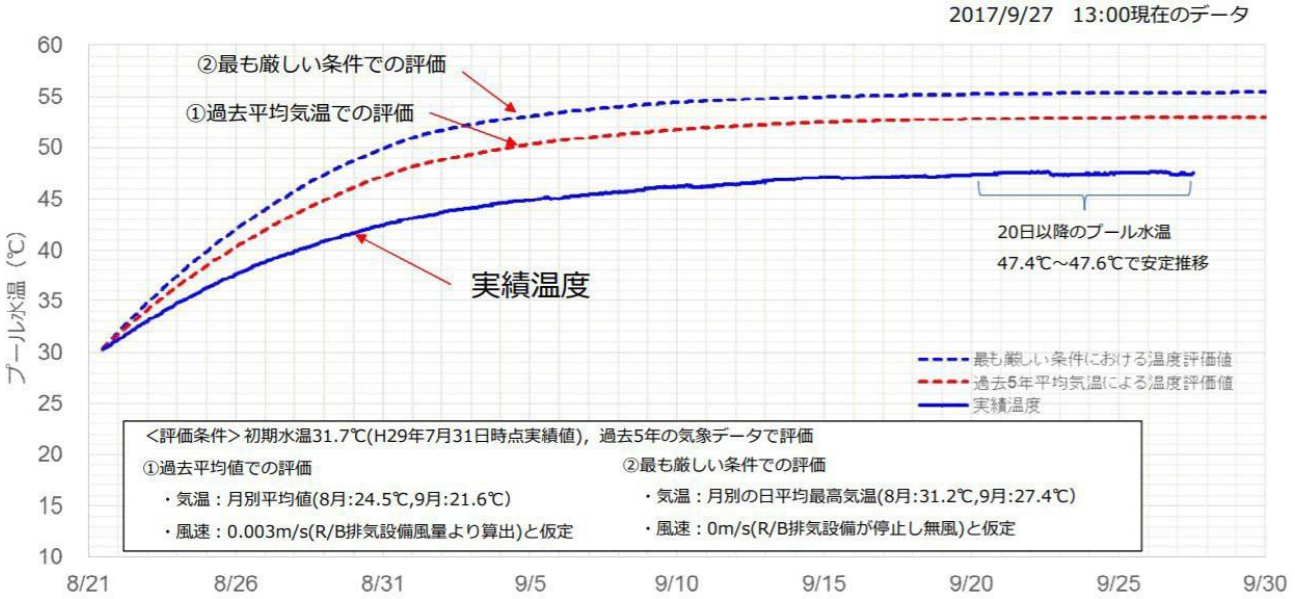
概要に戻る

③ 2号機 冷却を停止した状態での使用済み核燃料プール水温度の温度推移の確認

東京電力は、前々ページで紹介済みの1号機に引き続き2号機においても、自然放熱を考慮した使用済み核燃料プール（SFP）の水温評価式の2号機・3号機への適用性を確認するために、2017年8月21日～9月29日にかけて、崩壊熱が大きい2号機を代表として、冷却停止試験を実施しました。

その結果、水温は運転上の制限温度（65℃）未満で推移し（下グラフ参照）、自然放熱でも制限温度に達しないこと、崩壊熱が大きい号機での使用済み核燃料プール水温評価式の妥当性が確認できたということです。

なお、2号機の使用済み核燃料の崩壊熱は、2017年9月にはおおよそ180 kWと事故発生直後の約29 %まで低減しているそうです。



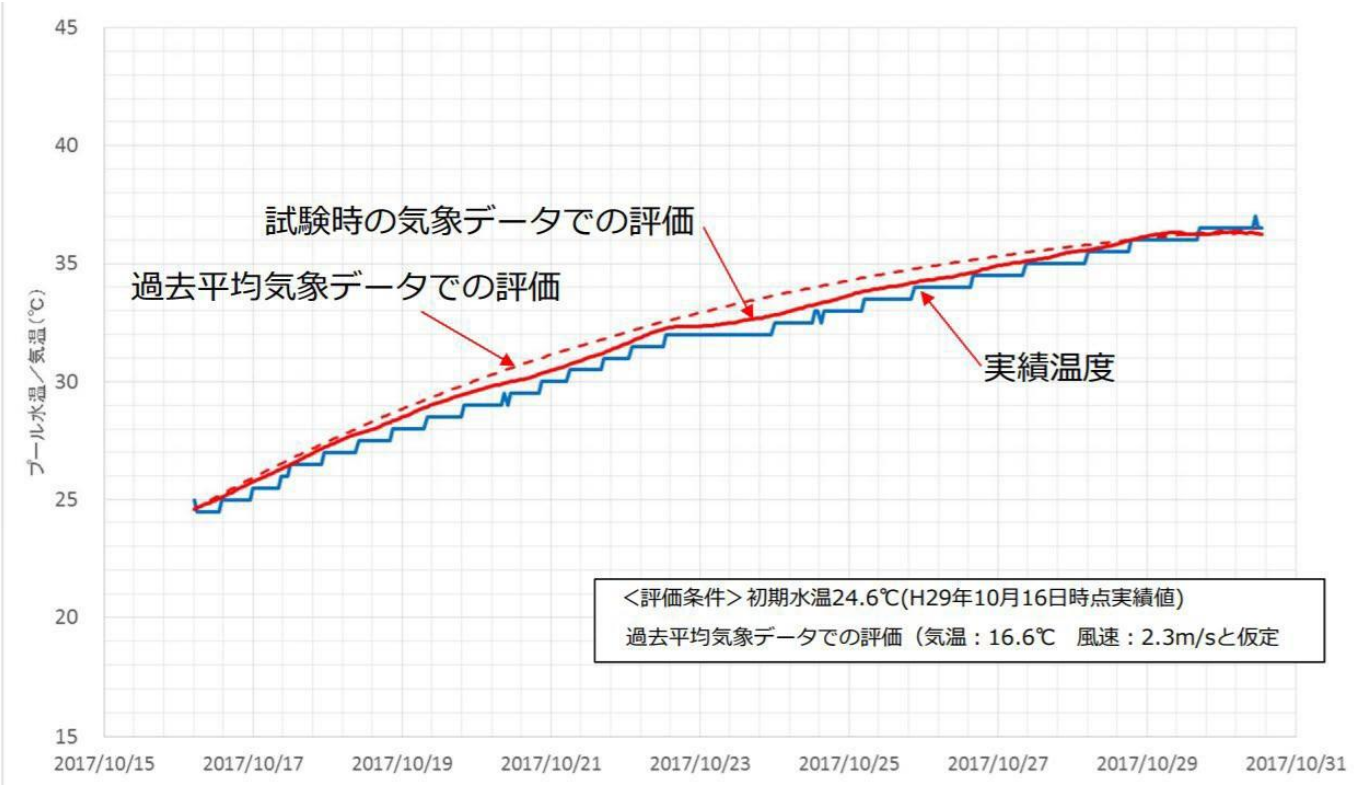
出典：第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2017年9月28日資料東京電力
「1F-2号機使用済燃料プール循環冷却設備冷却停止試験（二次系通水停止運転）実施状況【結果報告】」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-05-02.pdf

概要に戻る

④ 3号機 冷却を停止した状態での使用済み核燃料プール水温度の温度推移の確認

東京電力は、前ページで紹介済みの2号機に引き続き3号機においても、使用済み核燃料プール（以下、燃料プール）信頼度向上対策工事のため、2017年10月16日～10月30日にかけて循環冷却設備を停止しました。

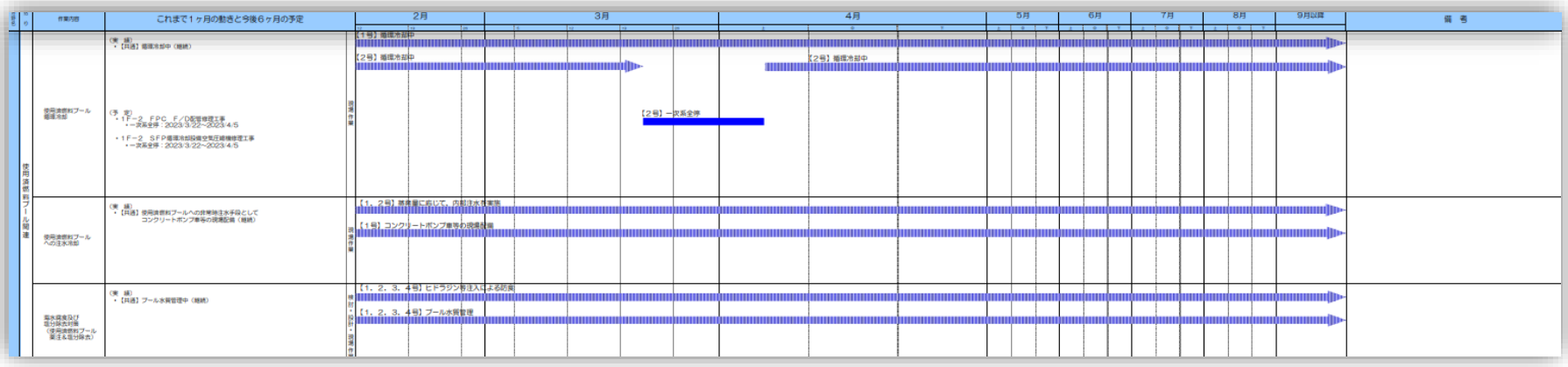
東京電力は、この間の燃料プールの水温は、去平均の気象データを用いて予測した温度と実績温度は概ね一致（最大温度差1.6℃）し、水温評価式の妥当性を確認したとのことです。



出典：2017年11月2日資料東京電力「福島第一原子力発電所３号機 使用済燃料プール循環冷却設備の停止に伴う水温評価」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2017/images2/handouts_171102_03-j.pdf

概要に戻る

⑤ 使用済み核燃料プール循環注水冷却スケジュール （更新）



循環注水冷却①に戻る

出典： 2023年3月30日 第112回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「循環注水冷却スケジュール」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-5-1.pdf

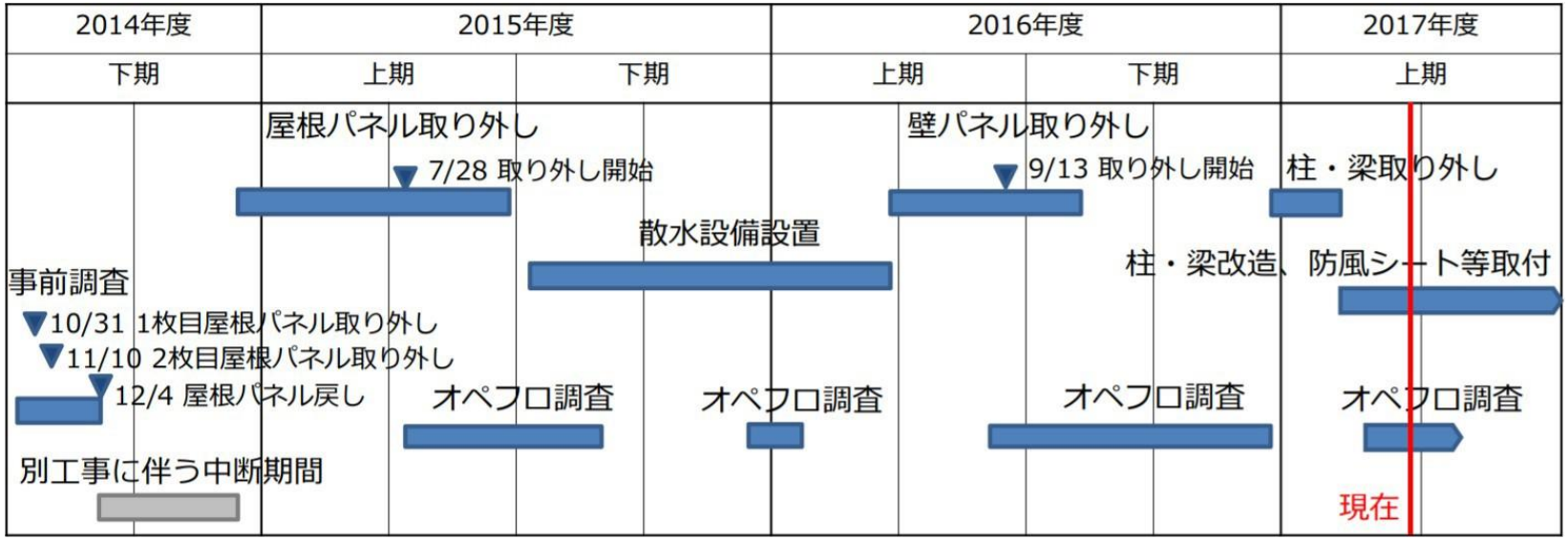
概要に戻る

（4） 1号機の取り組み状況

① 原子炉建屋カバー解体の流れ

2017年6月28日、原子力規制委員会の第48回特定原子力施設監視・評価検討会に下記出典の資料が提出されました。

この出典中の図が、1号機原子炉建屋カバー解体作業の経過を概観しやすいので下に掲載しました。
2011年3月12日水素爆発を起こし原子炉建屋の上部が吹き飛んだ1号機を、放射性物質の拡散を防止するためにすっぽり覆うカバーが完成したのが2011年10月です。建設と解体、5年間の大きな手戻りと言えるかもしれませんが、放射性物質の飛散防止・調査技術・ガレキの撤去技術等、使用済み核燃料取り出し向けて必要な技術の成熟を待つ必要な5年間だったと思います。



出典：2017年6月28日特定原子力施設監視・評価検討会（第54回） 2017年6月28日東京電力資料
「1号機原子炉建屋オペレーティングフロア調査結果（中間）について」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2017/images1/handouts_170628_03-j.pdf

概要に戻る

② 原子炉建屋カバー解体および防風フェンス設置工事の完了

2016年9月13日に始まった全18枚の壁パネル取り外し作業は、11月10日完了しました。
その後、原子炉建屋上部のガレキ撤去時のダスト飛散抑制のための防風シート設置に向け、2017年3月31日より建屋カバーの柱・梁の取り外しを開始し、5月11日に完了しました。
そして、防風フェンスを取り付けるために改造した北側の柱・梁を2017年8月29日～8月31日にかけて設置しました。
防風シートは、2017年12月19日設置を完了しました。
また、ガレキ撤去作業に向けて、オペレーティングフロアでのダスト監視体制を4点連続監視から6点連続監視に変更する工事を9月6日～21日にかけ実施しました。
この間、作業に伴うダストモニタの警報発報はなく、モニタリングポストも有意な変動はなかったとのことです。



作業開始前の状況写真（2016年7月11日撮影）



【2017年12月19日：防風フェンス取り付け完了】

出典：2016年7月28日第32回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議東京電力資料「１号機原子炉建屋カバー解体工事」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/07/3-02-05.pdf
2017年12月21日第49回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋防風フェンス設置について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/12/3-02-03.pdf

概要に戻る

③ 壁パネル取り外し後のオペレーティングフロア調査について

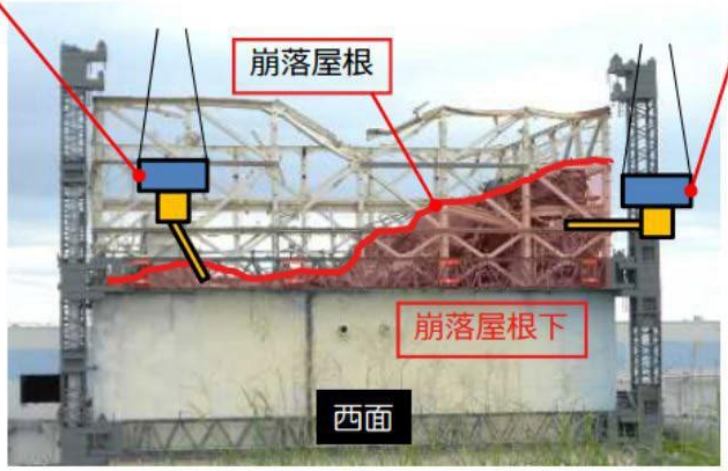
1号機では原子炉建屋の屋根が崩落したままになっているため、オペレーティングフロアのガレキの状況が分かっていません。このため、建屋カバー壁パネルの取り外しに併せ、ガレキ撤去方法を検討するためのデータ収集等を目的に、崩落屋根下のガレキ状況調査等を実施しています。

調査内容はガレキ状況調査、放射線量率測定、空気中の放射性物質濃度測定、ガレキの汚染状況調査・分析ダストの粒径分布調査・分析です。

調査範囲は、側面調査を崩落屋根南側の西・南面から行い、コア抜き調査を側面調査が困難な崩落屋根北側の調査を行うとのことです。



コア抜き調査イメージ



建屋カバー建設中の状況写真(2011年)



側面調査イメージ

出典：2016年9月29日東京電力「福島第一原子力発電所1号機壁パネル取り外し後のオペレーティングフロア調査について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/09/3-02-04.pdf

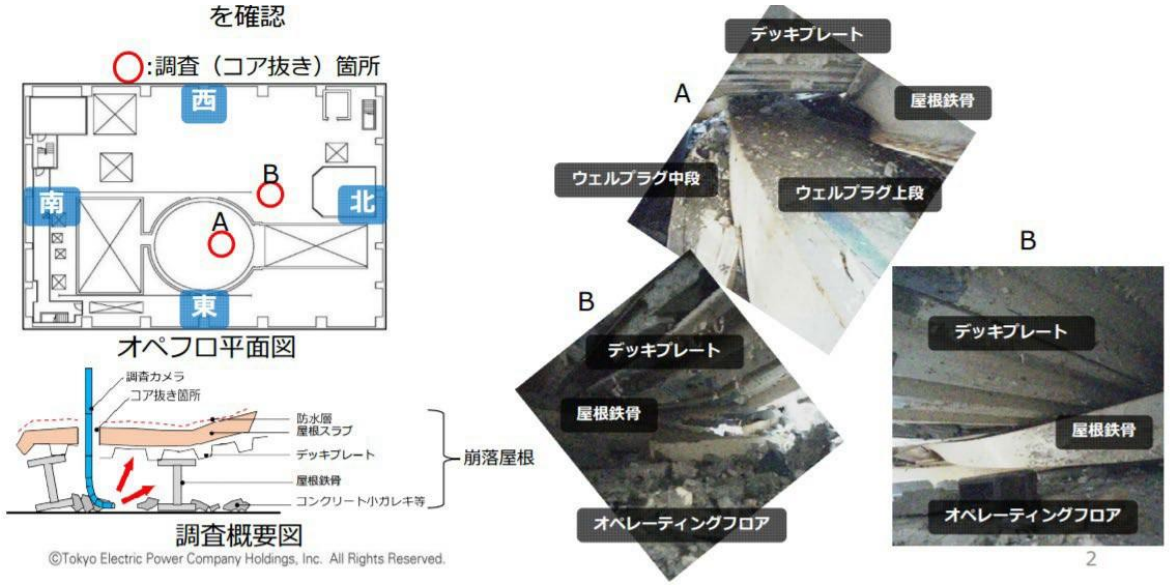
概要に戻る

④ 1号機オペレーティングフロア調査結果（中間）について

これまでの調査内容は、ガレキの状況の把握と線量の測定に大別されます。

1 ガレキの状況の把握

（1）崩落屋根の状況



東京電力によると、これまで調査した屋根鉄骨はほぼ原型をとどめており、切断によって撤去ができることが確認できたとのことです。しかし屋根スラブが崩れ小ガレキとなっている箇所も確認され、今後小ガレキを吸引し、屋根鉄骨の調査を進めるということです。

出典：2017年3月30日第40回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議東京電力資料「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロア調査結果（中間）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-02-03.pdf

概要に戻る

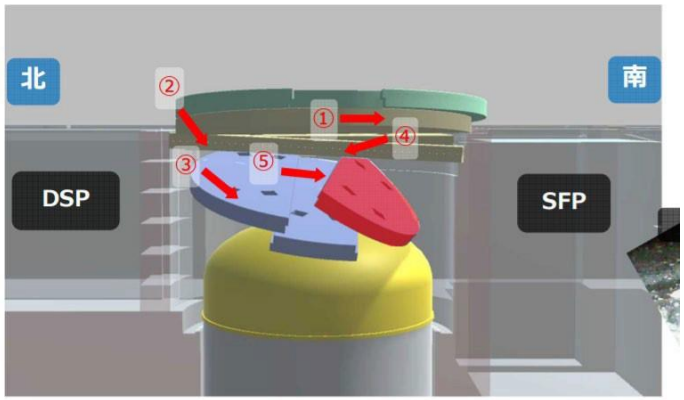
修復中

大量のセシウムの存在に戻る

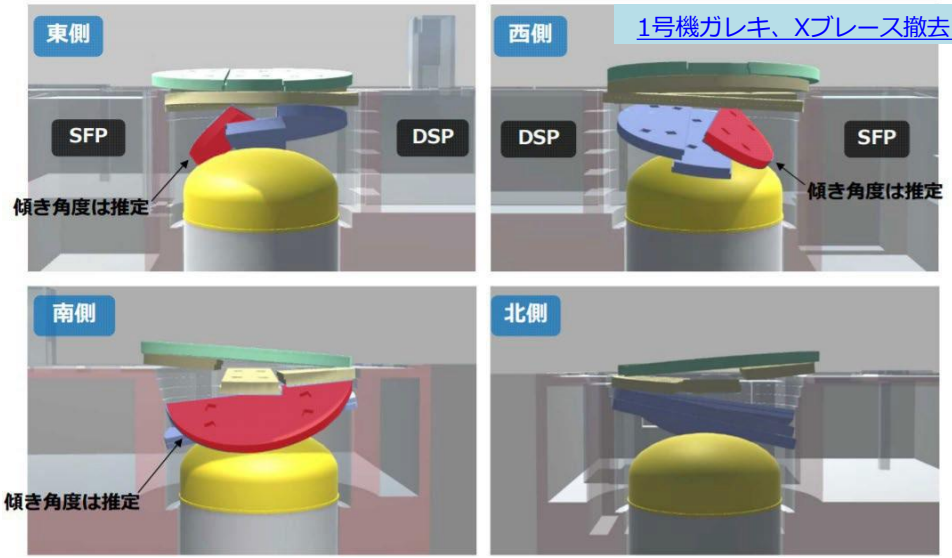
(2) 原子炉ウェルプラグの状況

ウェルプラグとは、原子炉格納容器内部からの放射線を遮へいするためにオペレーティングフロアに設置された、それぞれが3分割された総重量約500トン超の3層の蓋です。ただし、気密性はありません。 追加調査結果報告に戻る

■ ウェルプラグ状態図（調査結果を基にイメージ図を作成） 1号機ウェルプラグ調査に戻る



ウェルプラグイメージ図（西側）



1号機ガレキ、Xブレース撤去に戻る

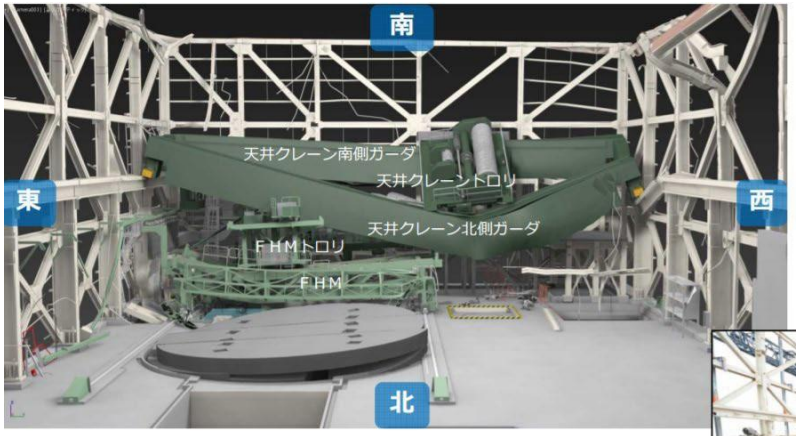
上の図のように、緑色の上段（南／北）と黄色の中段（中／西）に加え、上段（中）及び中段（東）のウェルプラグのずれに加え、水色の下段のプラグについてもずれが確認されたようです。ずれは確認されたものの、月1回のダストサンプリングで原子炉上部に問題となるような空気中放射性物質濃度は検出されていないこと、オペレーティングフロアのダストモニタによる24時間ダスト濃度の監視においても、これまで有意な変動は観測されていないことから、東京電力は原子炉格納容器からの有意な放射性物質の放出は無いと推定しています（原子炉格納容器からの**放射線**はある）。 3D計測とスミア採取結果に戻る

出典：2017年3月30日第40回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議東京電力資料「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロア調査結果（中間）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-02-03.pdf
2016年11月24日 東京電力資料「福島第一原子力発電所 1号機建屋カバー解体工事の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/11/3-02-03.pdf

概要に戻る

（3）天井クレーン等の状況

右下の写真のもち上がった部分の下にある天井クレーンと燃料取扱設備(FHM)について、東京電力は3Dスキャンの結果と撮影写真を基に、左上の図のようなイメージ図を描いています。



天井クレーン・FHMのイメージ図



崩落屋根状況

天井クレーン等は崩落屋根が覆い被さった状態であるため、ガレキ撤去の進捗にあわせ天井クレーンと屋根鉄骨の接触面等の調査を進めるとしています。

出典：2017年3月30日第40回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議東京電力資料
「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロア調査結果（中間）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-02-03.pdf

概要に戻る

修復中

2 線量測定の結果、次のようなことが分かりました。

① 屋根スラブ上1mの位置での線量は約6～121 mSv/h

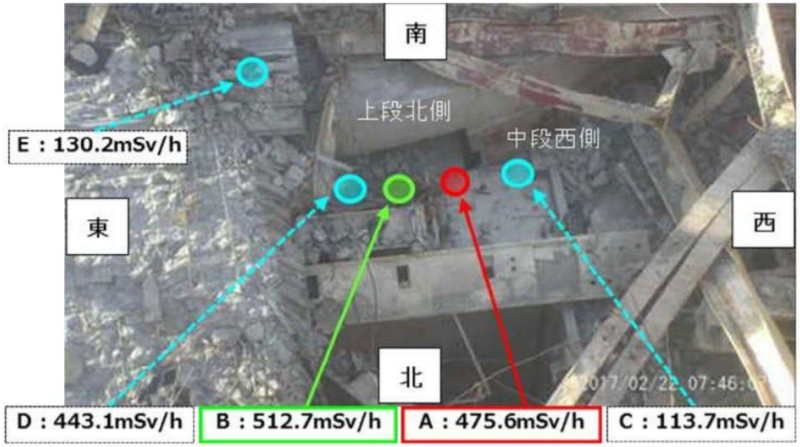
② 原子炉ウェル、使用済み核燃料プール周りで線量が比較的高いこと

③ ウェルプラグ隙間部からの線量寄与が概ね400～460 mSv/h、オペフロ床面からの線量寄与が概ね100 mSv/hと推定されること

④ 原子炉ウェルプラグ内部の線量調査に向けた装置の確認試験結果、ウェルプラグ内部（上段と中段の間）は、中央部に近づくほど線量率が高いこと 2号機γカメラ撮影結果に戻る

東京電力は、今後もウェルプラグ周囲・内部の調査を継続し、内部の線量状況等を確認していくとしています。

（原子炉ウェルプラグ周辺の線量）



出典：2017年3月30日第40回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議東京電力資料
「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロア調査結果（中間）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-02-03.pdf

概要に戻る

⑤ 1号機オペレーティングフロア追加調査の実施について

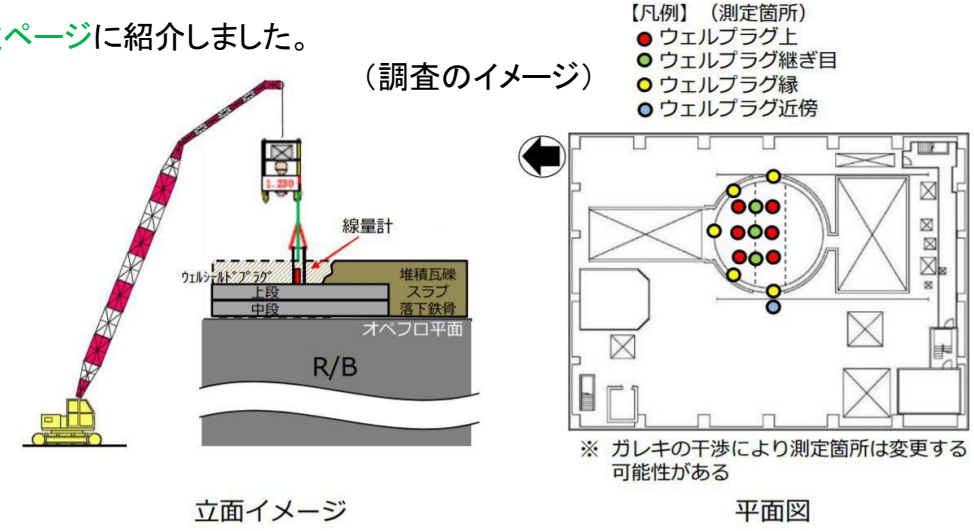
前回までの調査で、崩落屋根・天井クレーン・燃料取扱設備の損傷状況・ウェルプラグのずれ等、ガレキ撤去計画の立案に有用な情報が取得できたようですが、東京電力によると、新たに確認されたウェルプラグのずれへの対応を含め、安全にガレキ撤去を進める作業計画の立案のためには、更なるデータ蓄積・状態把握が必要ということで、2017年5月下旬から7月上旬にかけての追加調査を計画しました。調査内容は以下の通りとされています。

・ガレキ状況調査（ウェルプラグ（上段）および周囲、ドライヤ・セパレータピット（DSP）用語解説へ の、カメラおよび3Dスキャナによる調査）

・空間線量率測定（ウェルプラグ上）

その結果は次ページに紹介しました。

（調査のイメージ）



「福島第一原子力発電所1号機オペレーティングフロア調査の実施について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/05/3-02-03.pdf

概要に戻る

修復中

⑥ 1号機オペレーティングフロア追加調査結果報告について

東京電力は、前回の調査で新たにずれが確認され、かつ高い線量が測定されたウェルプラグ 参照 自体に手を加えることの可否をはじめ、安全にガレキ撤去の計画を立てるためには、さらにデータの蓄積・状態の判断が必要と判断し、2017年5月22日から追加調査を実施しています。

今回は、放射線測定結果についてレポートします。
調査内容は、(1)ウェルプラグ周辺の線量率測定、および(2)ウェルプラグのガンマ線スペクトル測定です。
主な調査結果は以下の通りです。

①ウェルプラグ上の表面線量率は200 mSv/hで、中央部分が高い
②ウェルプラグの隙間に近いほどスペクトル全体の強度が大きく、ウェルプラグの内部に線源があると考えられる
③ウェルプラグの表面は除染で所定の線量率低減を達成した3号機に比べて、セシウムの光電ピークと散乱線領域の比が高いため、ウェルプラグの除染および南側ガレキ撤去が必要と思われる。

なお、福島第一廃炉推進カンパニーの増田プレジデント（当時）は、2017年7月27日の記者会見の質疑のなかで、1号機のウェルプラグは線量が高く、線源を突き止めずれの生じているウェルプラグを修理する、あるいはまるごと遮へいするなどの線量率低減対策をやらなければならないとの認識を示しています（下記出典に示した動画では1時間10分過ぎ）。 ウェルプラグ空間線量率に戻る

出典：2017年7月27日 第44回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおける放射線測定結果（追加調査）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/07/3-02-03.pdf
2017年7月27日 東京電力HP 動画アーカイブス「2017/7/27(木) 中長期ロードマップ進捗状況について」
https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61693&video_uuid=v52l66k0

概要に戻る

前ページでウェルプラグ周辺の線量率測定結果についてレポートしましたが、今回は以下についてレポートします。

① ウェルプラグのずれ状況（オペレーティングフロア上の位置情報）

② ウェルプラグの損傷状況（プラグ上面から確認）

③ ドライヤ・セパレータピット（DSP）内のガレキの堆積状況、損傷状況

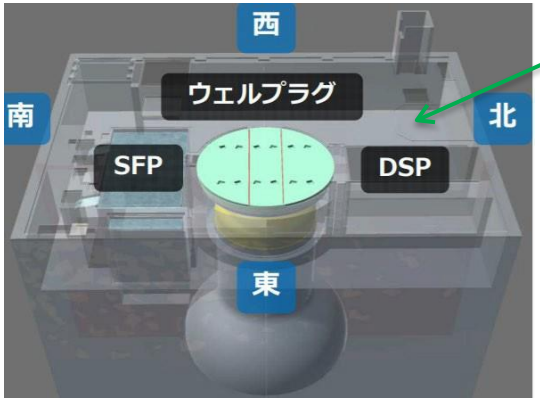
④ 今後、撤去が必要となるエレベータシャフト（EVS）の詳細な施工手順を検討するため、エレベータシャフト表面付近の線量率の測定結果

（筆者注：ドライヤ・セパレータピットとは、運転中は圧力容器内にある蒸気乾燥器（ドライヤー）および気水分離器という炉内構造物を定期検査中に仮置きするオペレーティングフロア上にある穴（ピット）です）

③を調査するのは、前ページの調査結果の通り線量が高いウェルプラグを移動する場合の移動先候補としてドライヤ・セパレータピットを検討しているためです。

オペレーティングフロア上のウェルプラグ、ドライヤ・セパレータピットの位置関係は下図をご覧ください。

なおSFPは使用済み核燃料プールです。



（エレベータシャフトはこのあたりです）

出典：2017年9月28日第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおけるガレキ状況調査結果（追加調査）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-02-03.pdf

概要に戻る

以下が今回公表された調査結果です。

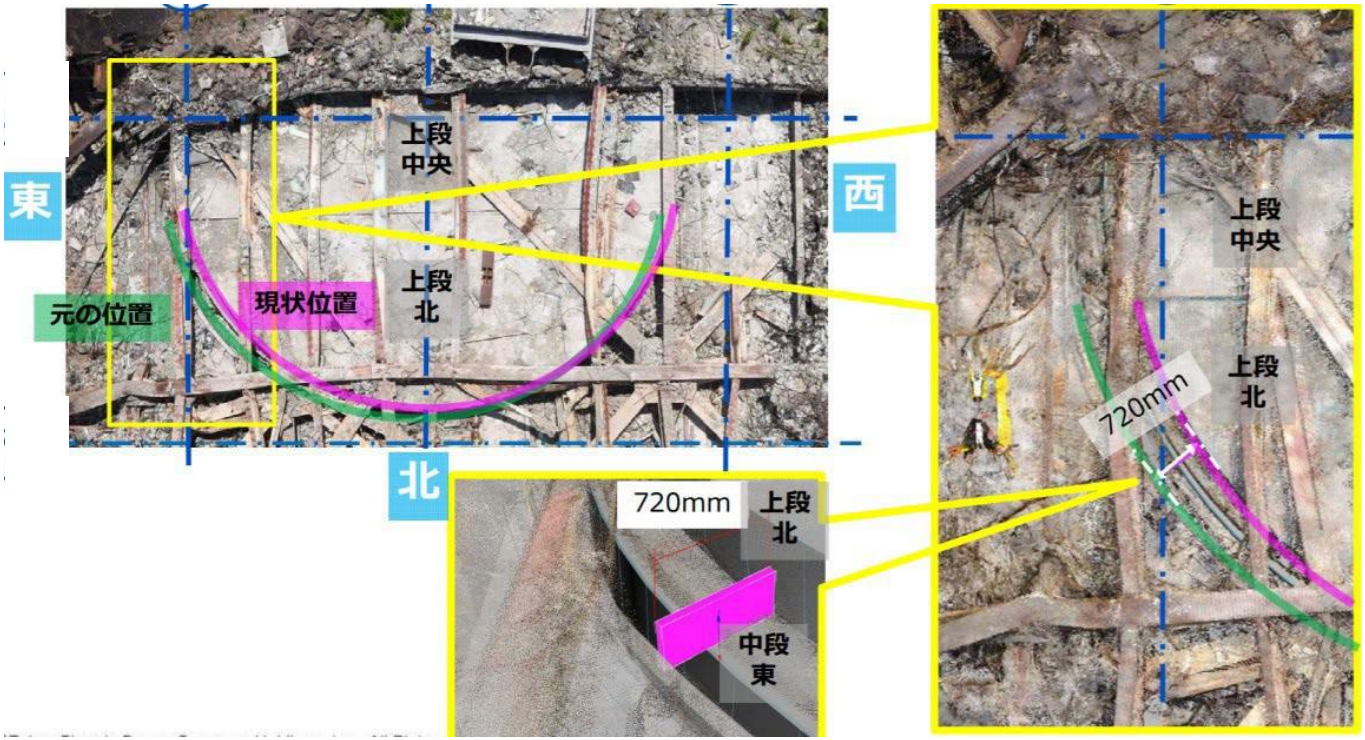
① ウェルプラグのずれ状況（オペレーティングフロア上の位置情報）について

「上段・北」は、西よりに720 mmずれています（下図参照）。

② ウェルプラグの損傷状況について（プラグ上面から確認）

「上段・北」で下方に最大84 mmたわんでいます（次ページ上図参照）。

「上段・中」でも下方に最大155 mmたわんでいます（次ページ下図参照）。



出典：2017年9月28日第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおけるガレキ状況調査結果（追加調査）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-02-03.pdf

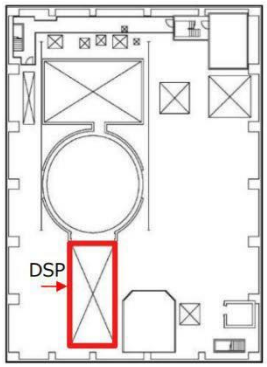
概要に戻る

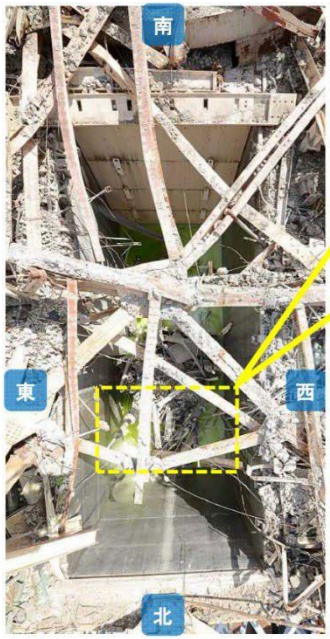
③ドライヤ・セパレータピット（DSP）内のガレキの堆積状況、損傷状況について

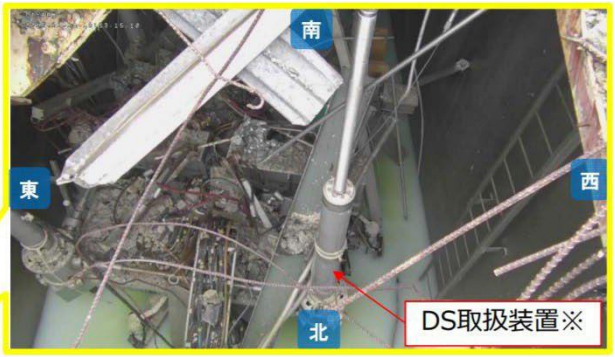
調査可能な範囲においてDSP内壁面に損傷や変形は確認されなかったがドライヤ・セパレータピット内にはガレキが堆積しています（下写真参照）。

④ エレベータシャフト表面付近の線量率の測定結果について

線量率はエレベータシャフト天井上面が最大で約15 mSv/hであり、ウェルプラグ上段上面（最大値約200 mSv/h、平均値約125 mSv/h）よりも1桁低い値でした。



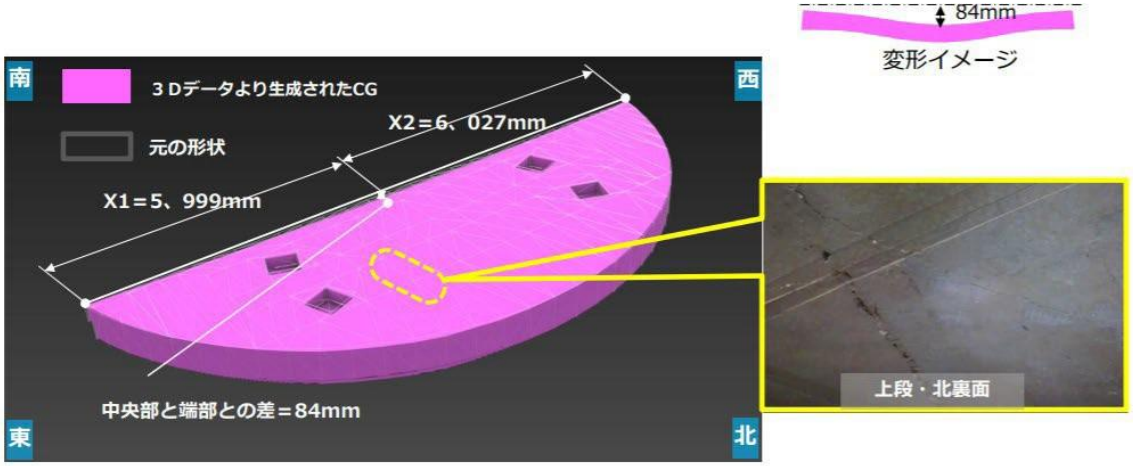


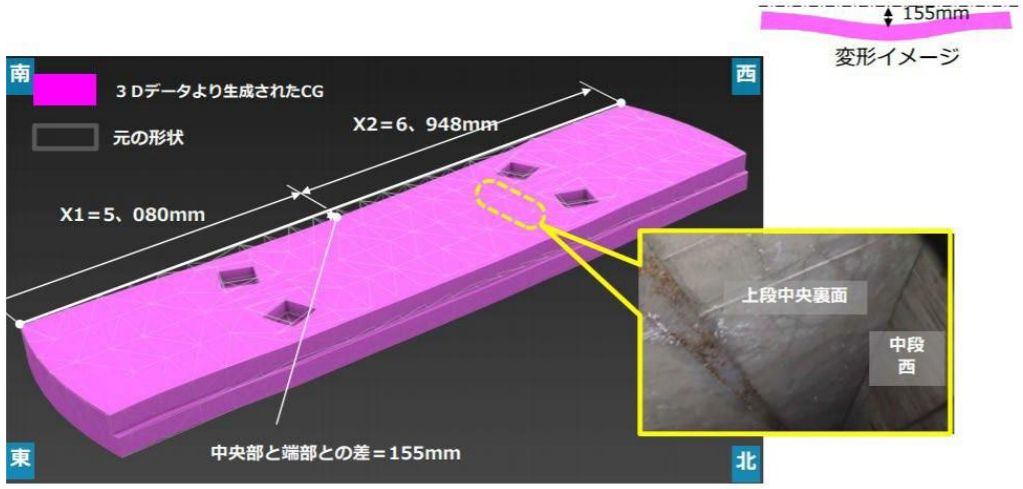


※DS取扱装置：定期検査時にドライヤ・セパレータを把持し、移動させるために使用。震災前から設置していたもの。

出典：2017年9月28日第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおけるガレキ状況調査結果（追加調査）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-02-03.pdf

概要に戻る





出典：2017年9月28日第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋オペレーティングフロアにおけるガレキ状況調査結果（追加調査）について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-02-03.pdf

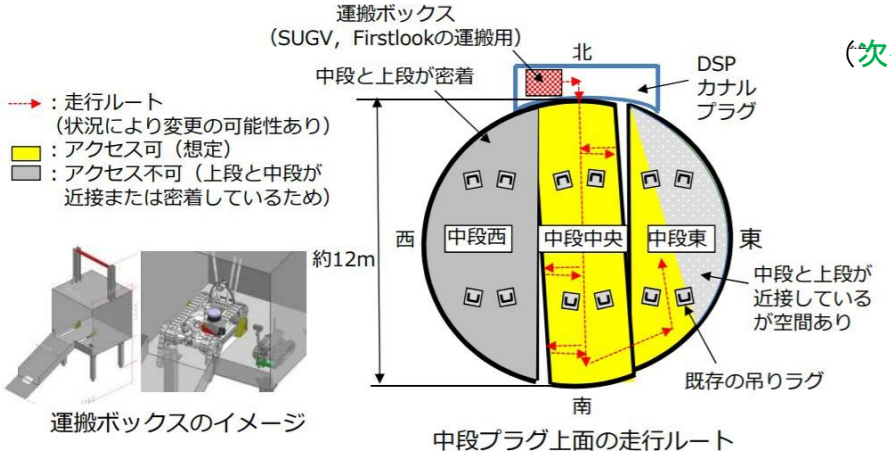
概要に戻る

修復中

⑦ 1号機ウェルプラグ調査について

前ページまでのレポートの通り、2017年の調査により、事故時の水素爆発によって正常な位置からズレていることや周辺の線量は明らかになった1号機ウェルプラグ 参照 ですが、プラグの保持状態やプラグ自体の汚染状況等までは分かっていません。
東京電力は、調査ロボットを投入する開口部周辺のガレキ撤去も進み、調査計画も取まとまったため、以下の通り、再度プラグの調査を行うことを計画しています。

調査範囲：クローラクレーンを用いて，プラグ北側に調査ロボットを搭載した運搬ボックスを設置。開口部からプラグ内に入り，走行可能な範囲で中段プラグ東やプラグ間の隙間部にアクセスし，カメラ撮影や3D計測，空間線量率等の各種データを採取する。なお，プラグのズレ状況や重なり状況等により，走行ルートや調査ポイントを変更する可能性がある。
調査項目：カメラ撮影（ウインチから最大約1m吊り降ろしを含む）空間線量率測定（ウインチから最大約3m吊り降ろしを含む）3D計測スミア採取



（次ページに調査装置画像と工程表）

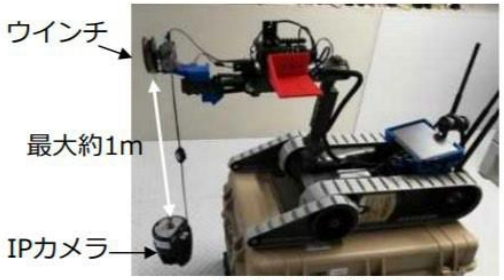
出典：2019年6月27日 第67回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1号機 ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-2-4.pdf

概要に戻る

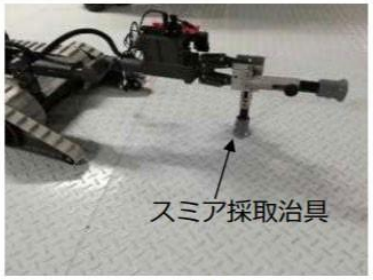
（調査装置画像）



線量率測定



カメラ吊り降ろし



スミア採取

（工程表）

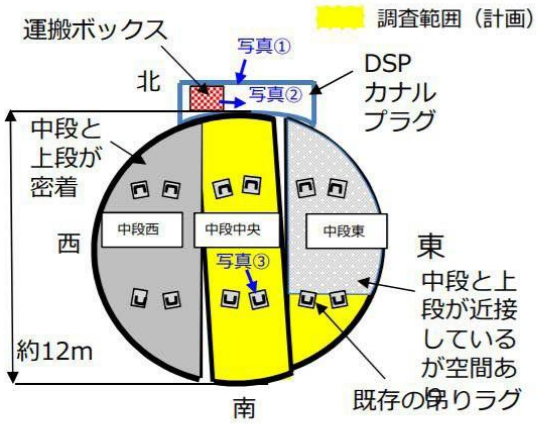
- プラグ調査は，現在実施中の資機材の準備や開口部廻りの小ガレキ撤去後に実施する。
- 今回の調査結果を踏まえ，追加の調査が必要となった場合には，別途検討していく。

年月	2019年度		
	6月	7月	8月
全体工程	使用済燃料プール周辺小ガレキ撤去　等		
プラグ調査	資機材準備（モックアップ試験含む）	開口部廻り小ガレキ撤去	プラグ調査
			片付

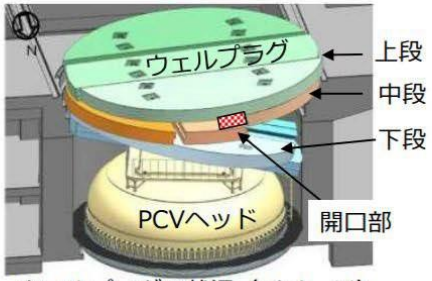
出典：2019年6月27日 第67回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1号機 ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-2-4.pdf

概要に戻る

東京電力によると、2019年7月17日からウェルプラグ調査を開始。これまでに、走行ルートに干渉するガレキの撤去を進めつつカメラ撮影が実施されました。引き続き、空間線量率測定、3D計測、スミア採取を実施するそうです。
下にカメラ撮影時の画像等を引用しておきます（一部再掲）。



中段プラグ（上面）の状況



ウェルプラグの状況（イメージ）



写真①　運搬ボックス設置状況



写真②　内部への侵入状況
（運搬ボックス内のカメラから撮影）



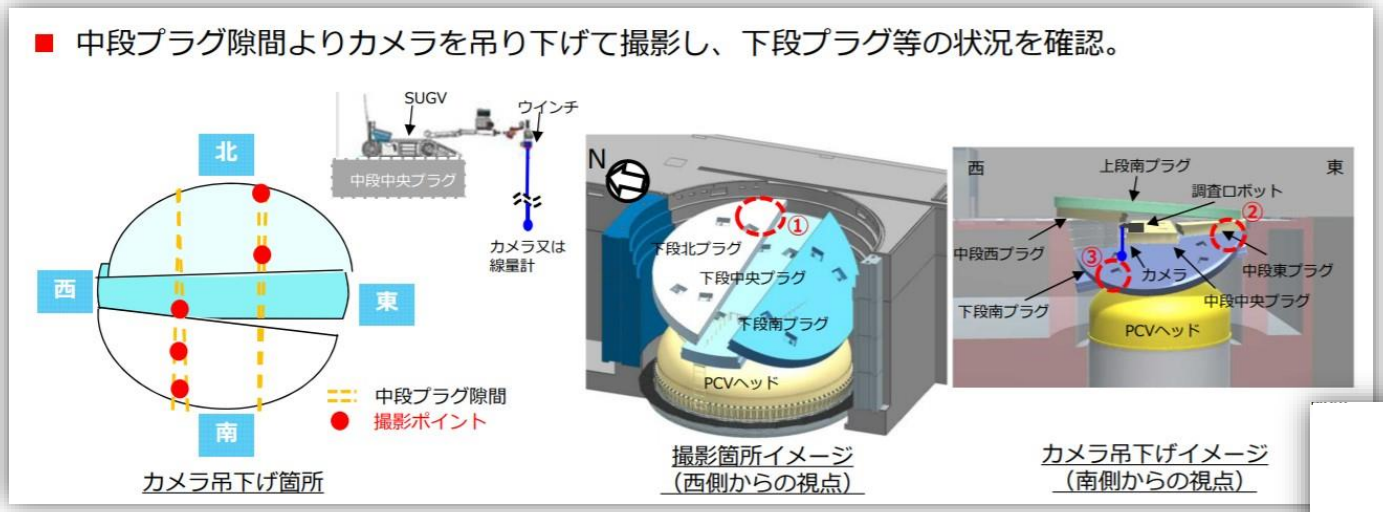
写真③　ガレキ撤去の状況
（中段中央より南側を撮影）

5

出典：2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-3.pdf

概要に戻る

調査については下のイラストが公表されています。

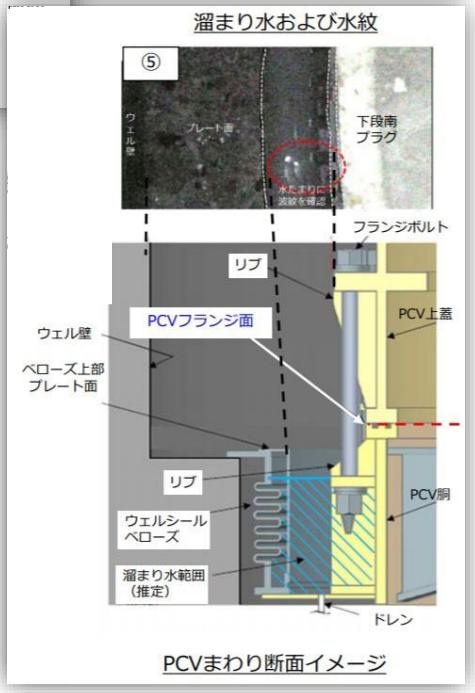


その結果、下段プラグのカメラ撮影からは、ウェル壁ライナの剥がれ、原子炉ウェル下部のPCVまわりに溜まり水（流入した雨水等と推定）および水紋（調査ロボットの動作に伴う小ガレキの落下あるいは気泡の発生と推定）が確認されました。

（次ページに続く）



ウェル壁ライナ剥がれ



PCVまわり断面イメージ

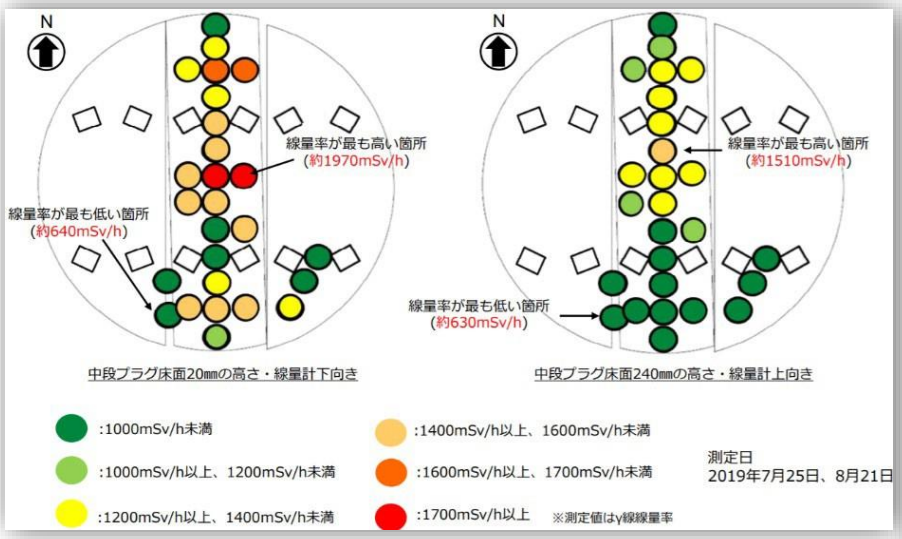
出典：2019年8月29日 第69回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋SFP内干渉物調査及びウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/08/3-2-3.pdf

概要に戻る

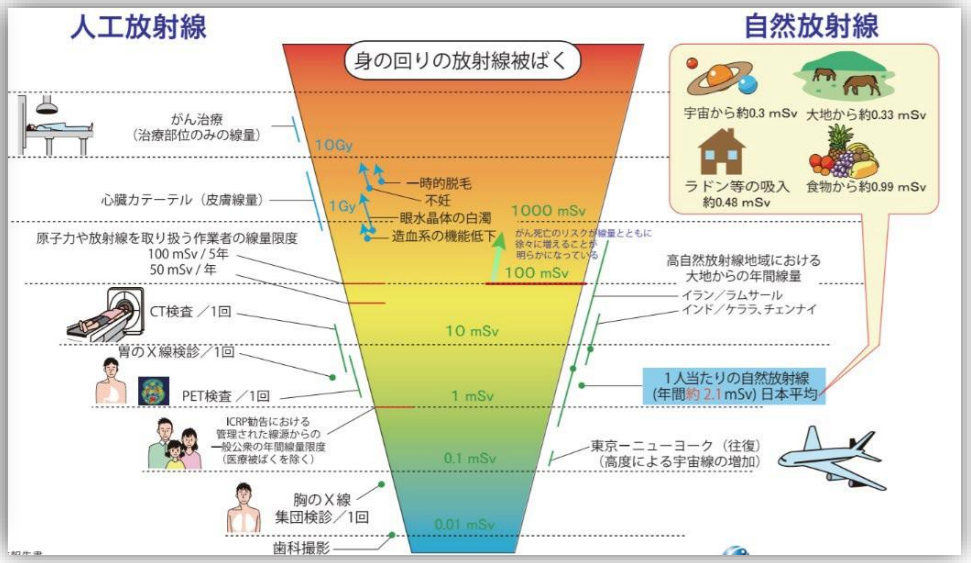
修復中

空間線量率については、東京電力の速報によると、中段プラグ上では中央プラグの中央付近の線量が高い傾向、中段プラグ下では各測定位置共に、中段プラグより下側で高くなる傾向が確認されました。相当高い線量率です（下図参照）。1号機の使用済み核燃料プールにある392体の使用済み核燃料等を取り出すためには、オペレーティングフロア上に絡み合い堆積しているガレキ（崩落した鉄骨メタルサイディング製のオペレーティングフロアの屋根等。2・3号機は鉄筋コンクリート製）を撤去しなければならないのですが、そのためには、この高線量で総重量500トンを超えるウェルプラグを修理する、あるいはまるごと遮へいするなどの線量率低減対策 参照 について東京電力等がどう判断するのか見守っていきたいと思います。

（中段プラグ上の空間線量率）



（放射線被ばくの早見図）



出典：2019年8月29日 第69回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋SFP内干渉物調査及びウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/08/3-2-3.pdf国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所資料「放射線被ばくの早見図」
https://www.nirs.qst.go.jp/data/pdf/hayamizu/j/20160401.pdf

概要に戻る

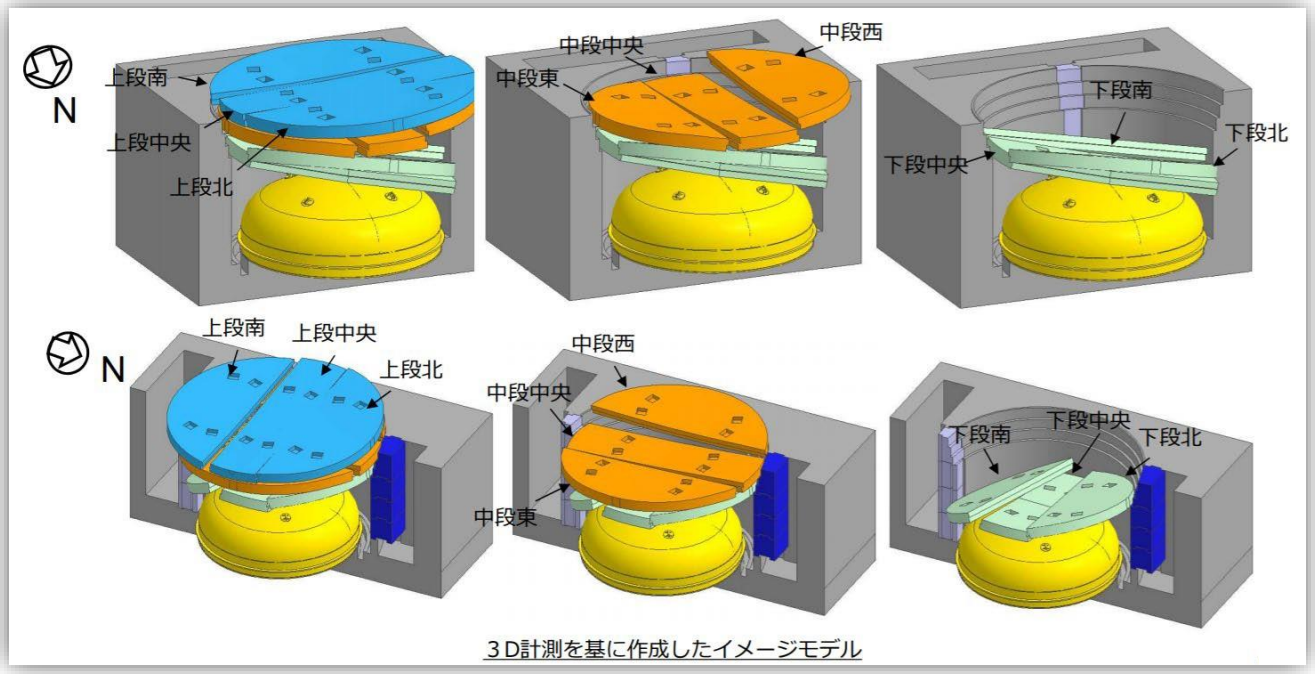
修復中

3D計測とスミア採取結果について

3D計測では、2016年11月～2017年2月の調査により推定されていた、ウェルプラグ9片のズレ 参照 、変形 参照 が確認されました。
東京電力は、今後、得られた結果に基づいてウェルプラグの処置について検討していくとしています。

また、スミア採取結果については以下のように報告しています。

調査用ロボットが中段プラグ上面を走行し、アクセス可能な範囲でスミア採取を実施。
スミアサンプルの分析を行った結果、Cs-134,Cs-137,Co-60,Sb-125, α 線放出核種が検出された。
線量率の測定結果と合わせ、ウェルプラグ処置の計画立案等に必要となる汚染密度分布を評価する予定。



3D計測を基に作成したイメージモデル

出典：2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑧ 1号機オペレーティングフロア北側のガレキの撤去についての、実施計画の変更認可申請の一部補正について

東京電力は2017年11月16日、原子力規制委員会に対し、オペレーティングフロア上に燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備を設置する準備作業として、2018年1月から実施する予定の、1号機オペレーティングフロア北側ガレキの撤去について、「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」中「Ⅱ 特定原子力施設の設計，設備　2.11 使用済み核燃料プールからの燃料取り出し設備」に添付資料−10「福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋 オペレーティングフロア北側のガレキの撤去について」を追加する変更認可申請の一部補正を提出しました。内容としては、ガレキ撤去対象物ごとの装置・工法の使い分けについて記載の追加、撤去作業に伴う放射性物質の環境影響について、吸引・把持による撤去に関する記載の追加、建屋滞留水の増加を踏まえた散水時間に関する記載の追加、撤去作業中の装置およびガレキの落下対策について記載の追加、その他記載の適正化です。

（撤去範囲）

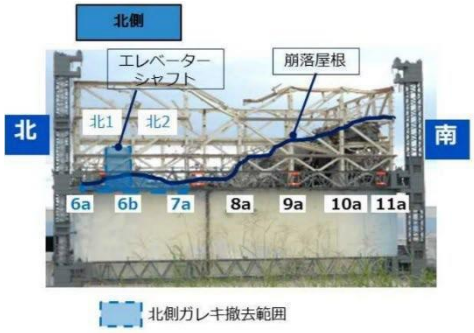


図２　立面イメージ

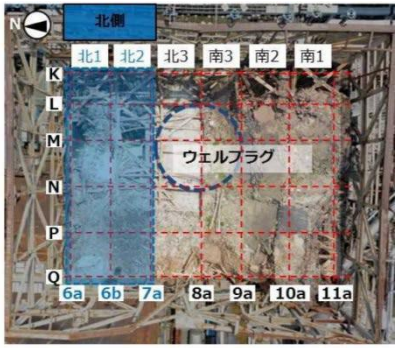


図３　平面イメージ

（ガレキの構成）

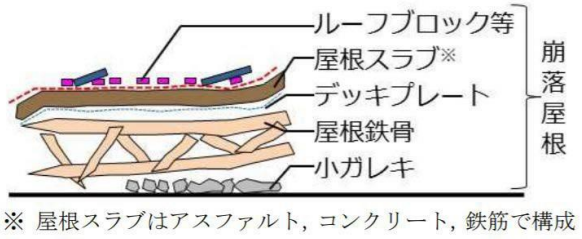




図４　ガレキの状態

出典：原子力規制委員会ホームページ「規制法令及び通達に係る文書」
http://www.nsr.go.jp/disclosure/law/FAM/00000643.html
2017年11月16日原子力規制委員会変更認可申請一部補正資料 東京電力「2.11 使用済燃料プールからの燃料取り出し設備」
http://www.tepco.co.jp/press/release/2017/pdf2/171117j0101.pdf

概要に戻る

修復中

⑨ 1号機オペレーティングフロア北側・中央のガレキ撤去

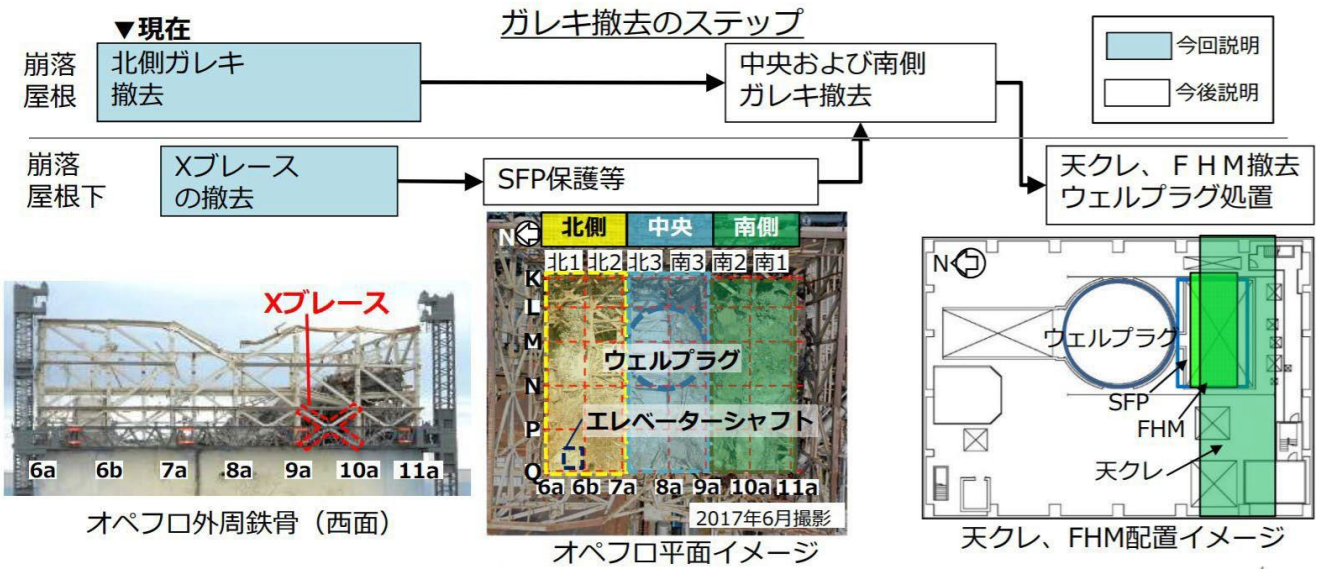
および、使用済み核燃料プールの保護に向けたXブレース撤去について

東京電力は2018年3月1日、「1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済み核燃料（以下、燃料）プール（SFP）の保護に向けたXブレースの撤去について」を発表しました。

概要は、2018年1月22日に着手している原子炉建屋オペレーティングフロアの北側ガレキ撤去について、ガレキ撤去装置の追加により、北側ガレキ撤去計画を見直すとともに、北側ガレキ撤去と並行して実施する燃料プール保護等に向け、Xブレース（外周鉄骨の一部、下図参照）を撤去する、というものです。

燃料プール保護の目的については、将来の南側ガレキ撤去の際に、ガレキ等が燃料プール内へ落下して燃料プール及び燃料プール内に保管する燃料を損傷することを防止し影響を緩和するためとしています。

SFP：用語解説へ
FHM：用語解説へ
天クレ：用語解説へ
ウェルプラグ：用語解説へ



出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf

概要に戻る

北側ガレキの撤去について

北側ガレキ撤去作業が南側のガレキに影響しないように中央部（7a通り）で分断する屋根鉄骨について、当初カッター切断による分断を計画していましたが、モックアップ試験により切断時の振動が確認されたことから、より安全に分断するためカッターより振動が小さいワイヤーソーを用いる計画に変更するということです。(図3～5)

これに伴い、ワイヤーソーが準備できるまで、北側ガレキ撤去を一時中断し、屋根鉄骨切断前に中央ガレキの一部を先行して撤去するそうです。

また、この工事に関して4月16日、ワイヤーソーによる屋根鉄骨切断箇所を追記した「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書の一部補正について」が、原子力規制委員会に提出されています。

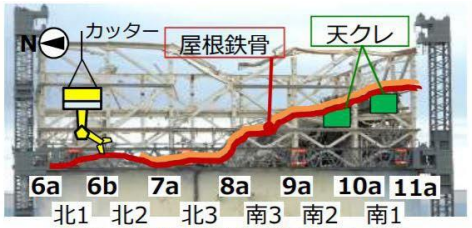


図1 崩落屋根形状(西面より)

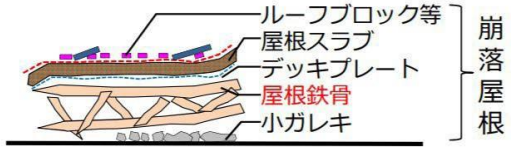


図2 崩落屋根の状態

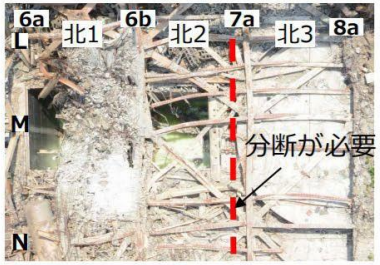


図3 オペフロ7a通り周辺状況

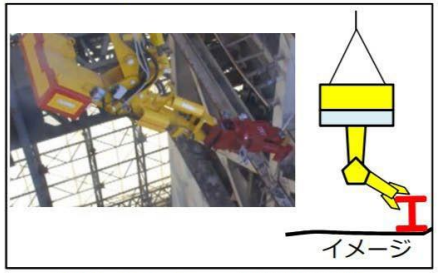


図4 カッター（当初計画）

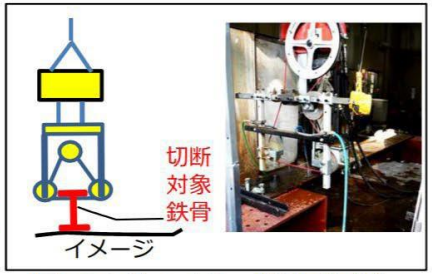
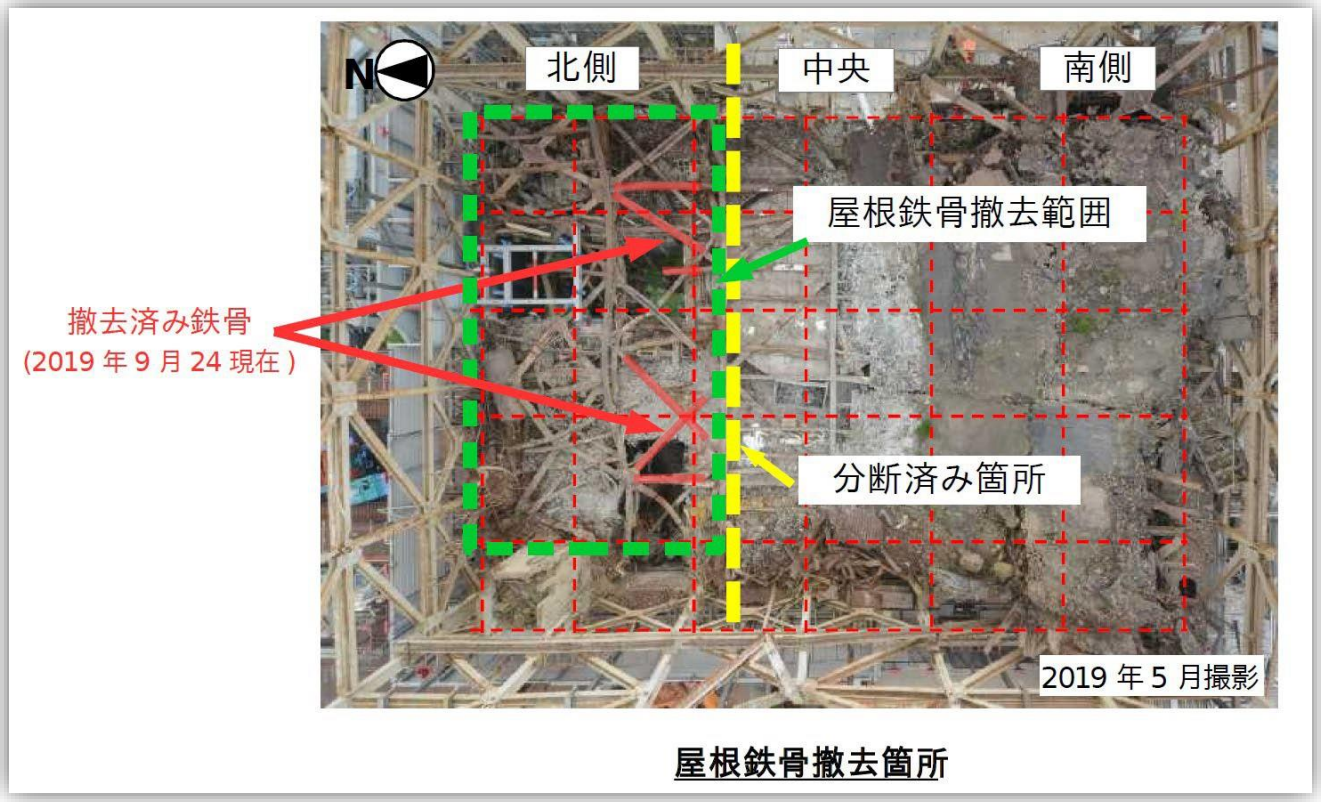


図5 ワイヤーソー（今回追加）

出典 2018年3月1日第51回「 1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf
2018年4月16日東京電力「「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」の変更認可申請の一部補正について」
http://www.tepco.co.jp/press/release/2018/1485918_8707.html

概要に戻る

南側ガレキに影響がないように、2019年2月6日～2月22日にワイヤーソーで分断し中央・南側の屋根鉄骨から切り離し済みだった北側屋根鉄骨について、東京電力は、2019年9月17日より大型カッターにて切断、撤去を開始しました。



屋根鉄骨撤去箇所

出典：2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-3.pdf

概要に戻る

中央ガレキの一部撤去について

図1「①」の範囲の崩落屋根はオペレーティングフロア床上に落下しています。崩落屋根のうち「ルーフブロック等～デッキプレート」についてダスト発生量の少ない吸引・把持（北側と同工法）により撤去を行うそうです。

図1「②」の範囲は、ダスト飛散抑制の観点から「ルーフブロック等」を吸引によって撤去します。

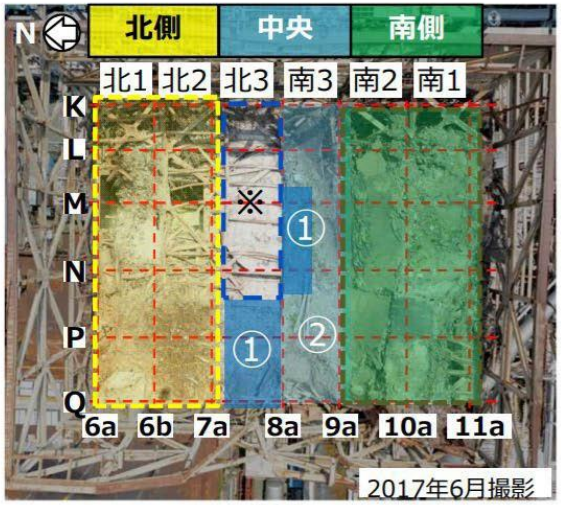


図1

※ 中央東側（ウェルプラグ周辺）は、これまで実施したオペフロ調査にて、崩落屋根のうち「ルーフブロック等～デッキプレート」を吸引・把持により撤去済み

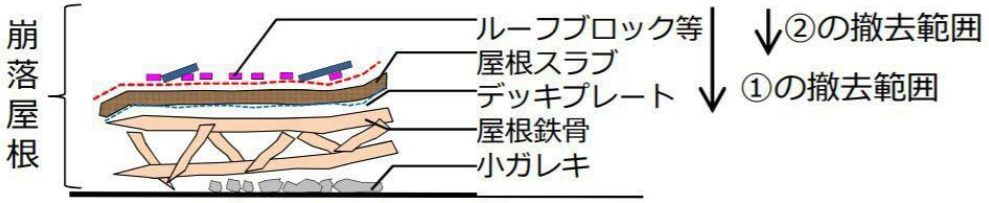


図2　崩落屋根の状態

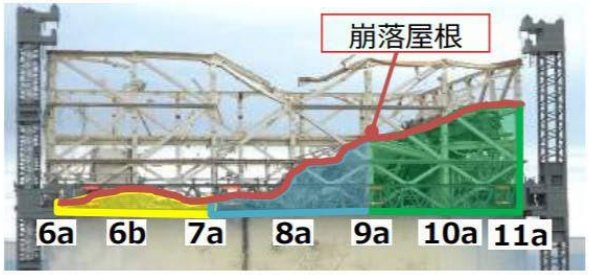


図3

出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf

概要に戻る

南側ガレキの状況と使用済み核燃料プールの保護について

南側の崩落屋根は天井クレーン上に落下し、天井クレーンの下には燃料取扱設備、使用済み核燃料（以下、燃料）プールがあります。（図1）これまでの調査で、天井クレーンは北側桁（ガーダ）が変形、また、燃料取扱設備は南東側の脚部が変形していることが確認されています。（図2）

今後実施するオペレーティングフロア南側のガレキ撤去に際し、上記天井クレーン・燃料取扱設備他のガレキ等が燃料プールへ落下することを防止するため、燃料プール保護等を実施します。

また、この工事は、作業床（設置済み）からのアクセスを計画しており、ルート確保のため計4箇所のXブレースを撤去します。

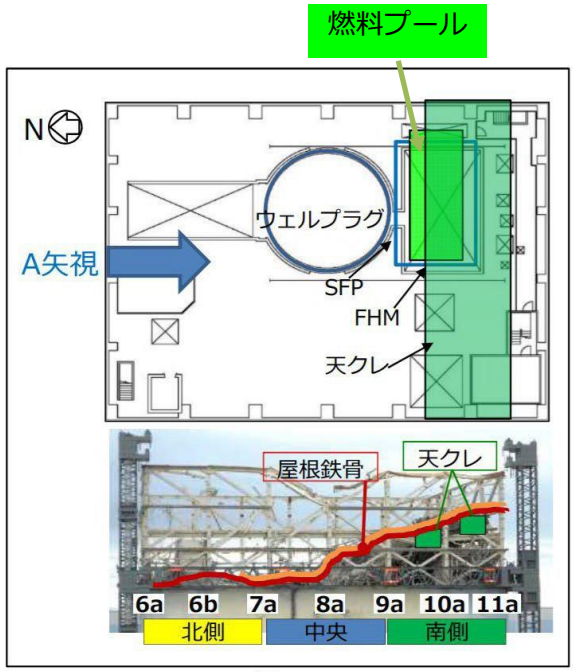


図1

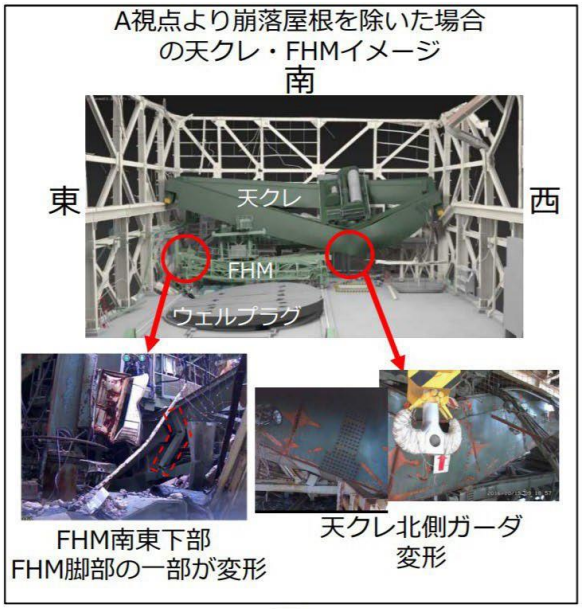


図2

出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf

概要に戻る

Xブレースの撤去について

計4箇所のXブレース（下中央図の赤い×）を、建屋カバー梁に設置した各々の作業床（図参照）に撤去装置を設置して撤去する予定ですが、これに先立ってまずXブレース撤去に干渉する支障物を撤去します。

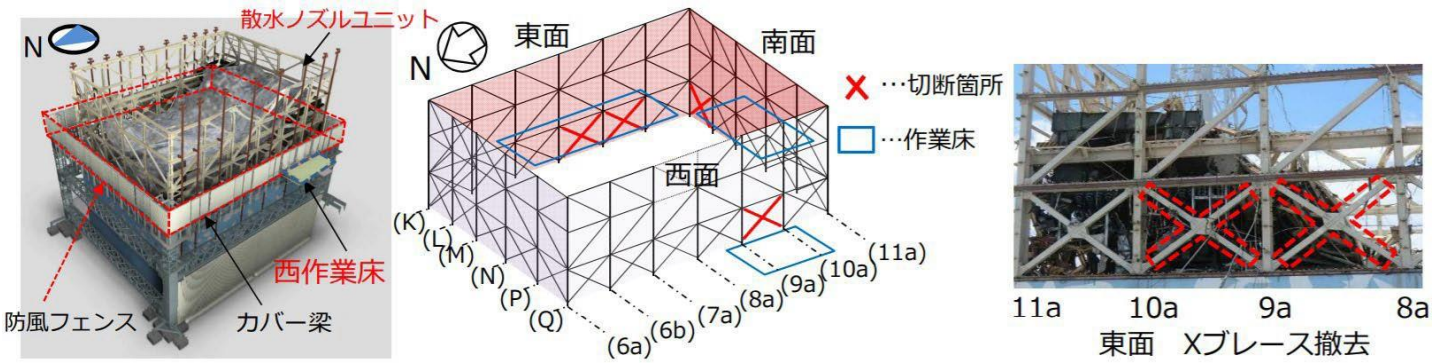
また、作業床にXブレース把持・切断工事・使用済み核燃料プール保護等に使用する遠隔装置用の通信設備等を設置します。

2018年10月の現地工事開始に向けて、6月にイチエフ構外で実寸大のXブレースを用いた作業検証を実施し、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ました。

なお、これらのガレキ撤去作業については以下のサイトで動画を見ることができます。

東京電力ホームページ 動画アーカイブ「2018/02/23(金) ガレキ撤去はじまる ～1号機原子炉建屋」

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=nbheu0c4



出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf
2018年5月31日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第54回）資料 東京電力
「1号機原子炉建屋Xブレース撤去に干渉する支障物撤去の状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-03.pdf
2018年7月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第56回）資料 東京電力「1号機 原子炉建屋Xブレース撤去に向けた準備状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-3.pdf

概要に戻る

これら一連の作業においてのダスト飛散抑制対策について

東京電力は、ダストを固着し飛散を抑制するために、崩落屋根上下のガレキに月1回の頻度で飛散防止剤を散布し、万一警報が発報した場合には緊急散水を行う。さらに作業で新たに露出した作業範囲にも飛散防止剤を散布することで、オペフロ面は常にダストが固着されている状態にしていくとしています。
なお、これまでのガレキ撤去作業においては、2017年9月よりオペレーティングフロア上の監視体制を強化（オペレーティングフロア上のダストモニタ：4箇所→6箇所）し、2018年1月22日からのガレキ撤去に際してはダスト濃度に有意な変化はなくオペレーティングフロアダスト濃度警報設定値（5.0×10^{-3} Bq/cm^3）対し低い値で推移したとしています。

特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請について

これらの作業内容・手順の変更について東京電力は、2018年3月1日原子力規制委員会に対し、「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画」の変更認可を申請しました。

出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「1号機原子炉建屋北側・中央のガレキ撤去および使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf
東京電力ホームページ2018年3月1日日報
http://www.tepco.co.jp/press/release/2018/1478367_8707.html
同「特定原子力施設に係る実施計画変更認可申請書」
http://www.tepco.co.jp/press/release/2018/pdf1/180301j0201.pdf
原子力規制委員会ホームページ「同 新旧対照表」
http://www.nsr.go.jp/data/000221958.pdf
東京電力ホームページ 動画アーカイブス「2018/02/23(金) ガレキ撤去はじまる ～１号機原子炉建屋」
http://www.tepco.co.jp/tepconews/library/archive-j.html?video_uuid=m0c41ku2&catid=69619

概要に戻る

⑩ Xブレースの撤去完了後の、機器ハッチ養生および北側ガレキ撤去の進捗状況

2018年12月20日の全4箇所のXブレース撤去完了、北側崩落屋根のルーフブロック等・屋根スラブ・デッキプレートの撤去完了、2019年2月22日の北側と南側の鉄骨の分断作業完了、2月末の機器ハッチ養生設置作業に干渉するウインチ、ヒンジ等撤去完了を経て、3月6日に機器ハッチ養生カバーの設置を完了しました。

東京電力は、今後、遠隔操作重機を各作業床からオペレーションフロア上にアクセスさせて、使用済み核燃料プール(SFP)保護等の作業に支障となる使用済み核燃料プール周辺床面上の小ガレキを撤去する計画で、3月18日からはペンチ及び吸引装置を用いて使用済み核燃料プール周辺東側エリアの小ガレキ撤去作業を先行実施しており、4月から遠隔操作重機を用いた作業を開始する予定としています。



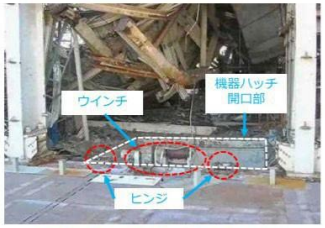
ウィンチボルト・ナット切断の様子
※アーム先端にチップソーを装着して切断



ウインチ撤去の様子
※ガレキ撤去ツールのペンチを使用



機器ハッチ養生カバー設置の様子
※大型吊り天秤とクレーンを使用



機器ハッチ養生作業前（西作業床より）



機器ハッチ養生カバー設置後（西作業床より）

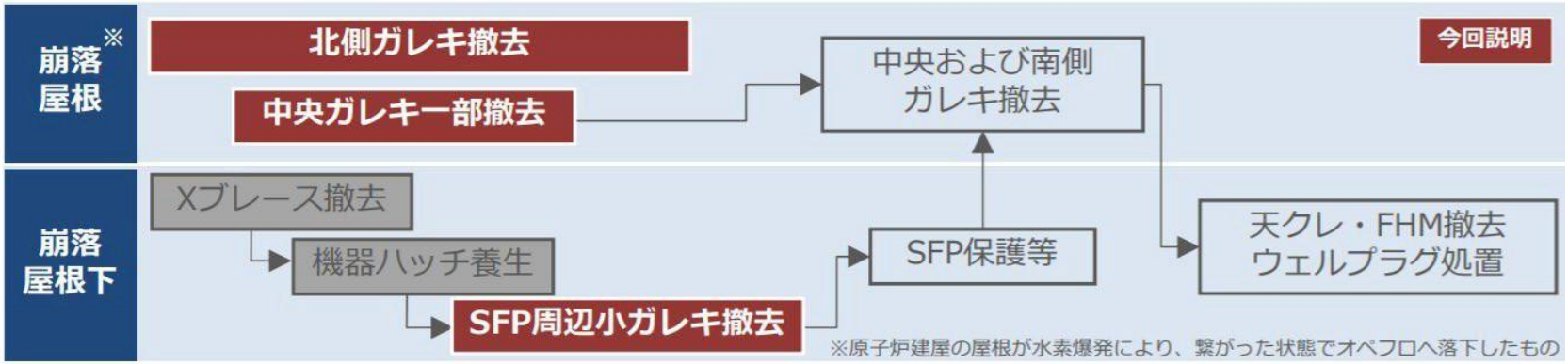
出典：2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機原子炉建屋ガレキ撤去のうち使用済燃料プールの保護等の計画について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-2.pdf
2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機原子炉建屋機器ハッチ養生および北側ガレキ撤去の進捗について
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-3.pdf
2019年3月28日 第64回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 機器ハッチ養生の完了及び使用済燃料プール周辺小ガレキ撤去の開始について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

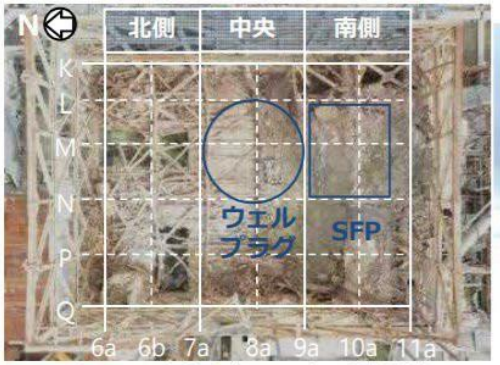
⑪ 使用済み核燃料プール周辺東側エリアの小ガレキ撤去作業の進捗状況

前ページまでレポートしてきた1号機オペレーティングフロア整備の段取りについて、比較的分かりやすい表及び図が示されたため下に示します。

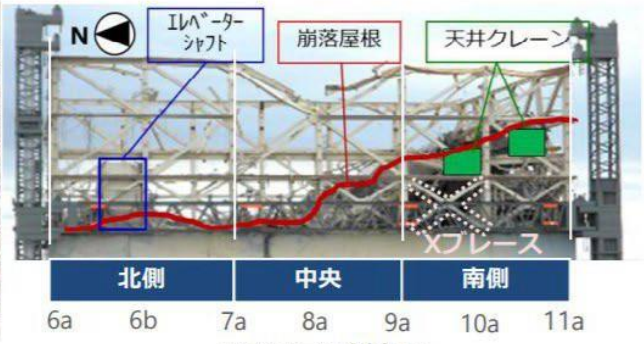
（次ページに続く）



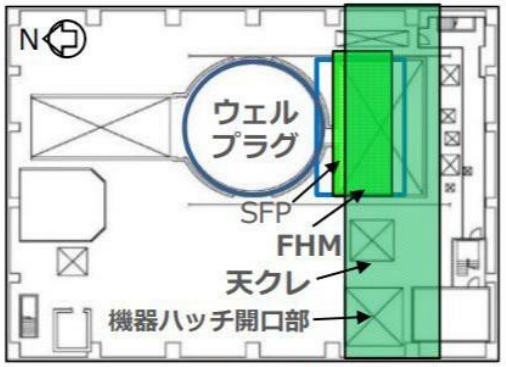
ガレキ撤去のステップ



オペフロ平面（2018年9月撮影）



オペフロ西側立面



天クレ・FHM配置

出典：2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 使用済燃料プール周辺小ガレキ撤去の進捗状況 及び崩落屋根撤去時の粒径分布測定の実施について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-3.pdf

概要に戻る

東京電力は、2019年3月18日からペンチ及び吸引装置を用いて使用済み核燃料プール（SFP）周辺東側小ガレキ撤去作業を先行実施し、4月2日から遠隔操作重機を用いた作業を開始しました。

下はこの作業状況の写真画像です。

この作業における放射性ダスト飛散防止策について、東京電力は以下のように説明しています。

> 作業前は、飛散防止剤の定期散布により、ダストが固着されている状態である。また、作業で新たに露出した作業範囲に対し、飛散防止剤を散布することで、オペフロ面は常にダストが固着されている状態にする。
>
> 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、2019年3月1日～2019年4月16日の（**中略**）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※1（5.0×10^{-3}Bq/cm^3）に対し低い値で推移した。

さらに、7月9日よりSFP周辺南側エリアの小ガレキ撤去を開始しました。



遠隔操作重機による作業状況


飛散防止剤散布状況


小ガレキ撤去前


小ガレキ撤去状況



南側小ガレキ撤去前



南側小ガレキ撤去後

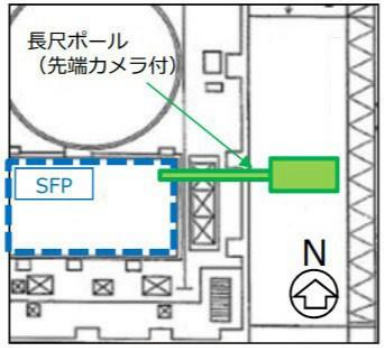
出典：2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 使用済燃料プール周辺小ガレキ撤去の進捗状況 及び崩落屋根撤去時の粒径分布測定の実施について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-3.pdf
2019年8月29日 第69回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋SFP内干渉物調査及びウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/08/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑫ 使用済み核燃料プール（SFP）周辺小ガレキ撤去の進捗状況

及び崩落屋根撤去作業時のダスト性状把握について

2019年3月18日に開始されたSFP周辺小ガレキ撤去作業により、東側エリアにおいて、前ページ右下の写真の通り、SFP保護等の後半工程に使われる作業空間を確保できました。東京電力は、今後、南側エリア作業に移行する他、SFPへ東側から部分的にアクセスが可能となったことから、 SFP保護等の計画立案のため、水中カメラを用いたSFP内の干渉物調査等を計画・実施していくとしています。



SFP内干渉物調査等のイメージ


（参考）長尺ポール

- ガレキ撤去作業の監視に使用する長尺ポールの先端に水中カメラを吊り下げ、SFP北東コーナー部にカメラを投入する。
- プール水の透明度（濁り具合）を確認し、干渉物調査等の計画に反映する。

また5月27日、東京電力はガレキ撤去時に生じるダストの性状把握のため粒径分布測定を行い、併せて、作業をしていない環境下の粒径分布との比較を行い、その結果について以下の通り報告しています。

- 測定結果（作業前後各10分、作業中60分測定）
  崩落屋根撤去作業時の測定結果，以下の粒径分布を確認した。
  - 0.3～0.5μmの粒子　約92%（作業前後：約92%）
  - 0.5～1.0μmの粒子　約 7%（作業前後：約7%）
  - 1.0μm以上の粒子　　約 1%（作業前後：約1%）

  ⇒崩落屋根撤去作業中の粒径分布は、作業で生じると考えられる粒径の大きな粒子の割合の増加はなく、作業前後の粒径分布に有意な変化はなかった。

出典：2019年6月27日 第67回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 使用済燃料プール周辺小ガレキ撤去の進捗状況 及び崩落屋根撤去作業時のダスト性状把握について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

⑬ 使用済み核燃料プール（SFP）の保護、および保護に向けた準備作業

1号機原子炉建屋では屋根、おそらく天井クレーンや燃料取扱設備(FHM)などの機器もオペフロ床上に崩落しており、将来の使用済み燃料の取り出しに向け、これらをすべて撤去しオペフロ上を整備しなければなりません。またこの整備作業時にガレキ等がSFPに落下し、使用済み核燃料等の健全性を損なうことを極力防ぐ必要があります。

東京電力は、SFP水面を、エアモルタルを充填した養生バッグで覆うことで、SFPの保護を図る計画を発表しました。この作業は2020年3月から開始されました。 全体概要へ戻る 養生バッグ設置完了に戻る 天井クレーン支保の設置に戻る

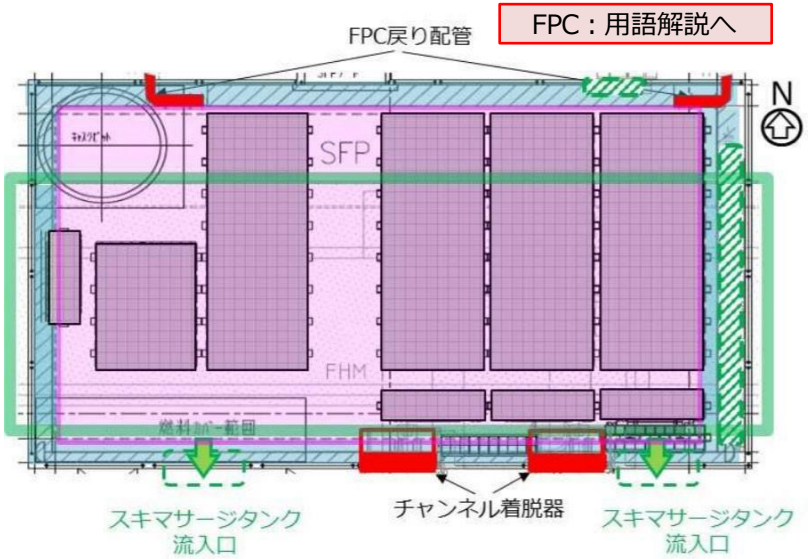
また、これに先立ち、2019年8月～9月、この作業の邪魔になるウェルプラグ上のH鋼を、東作業床上に2種類のクレーンを設置し撤去するとのことです。さらに、同時期、養生バッグ展張作業時等に支障となる干渉物がないことを事前に確認する調査も行うとしています。

（養生バッグの構造）



（養生バッグ施工範囲）

FPC：用語解説へ



出典：2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 使用済燃料プール養生の計画について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-4.pdf
2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-3.pdf

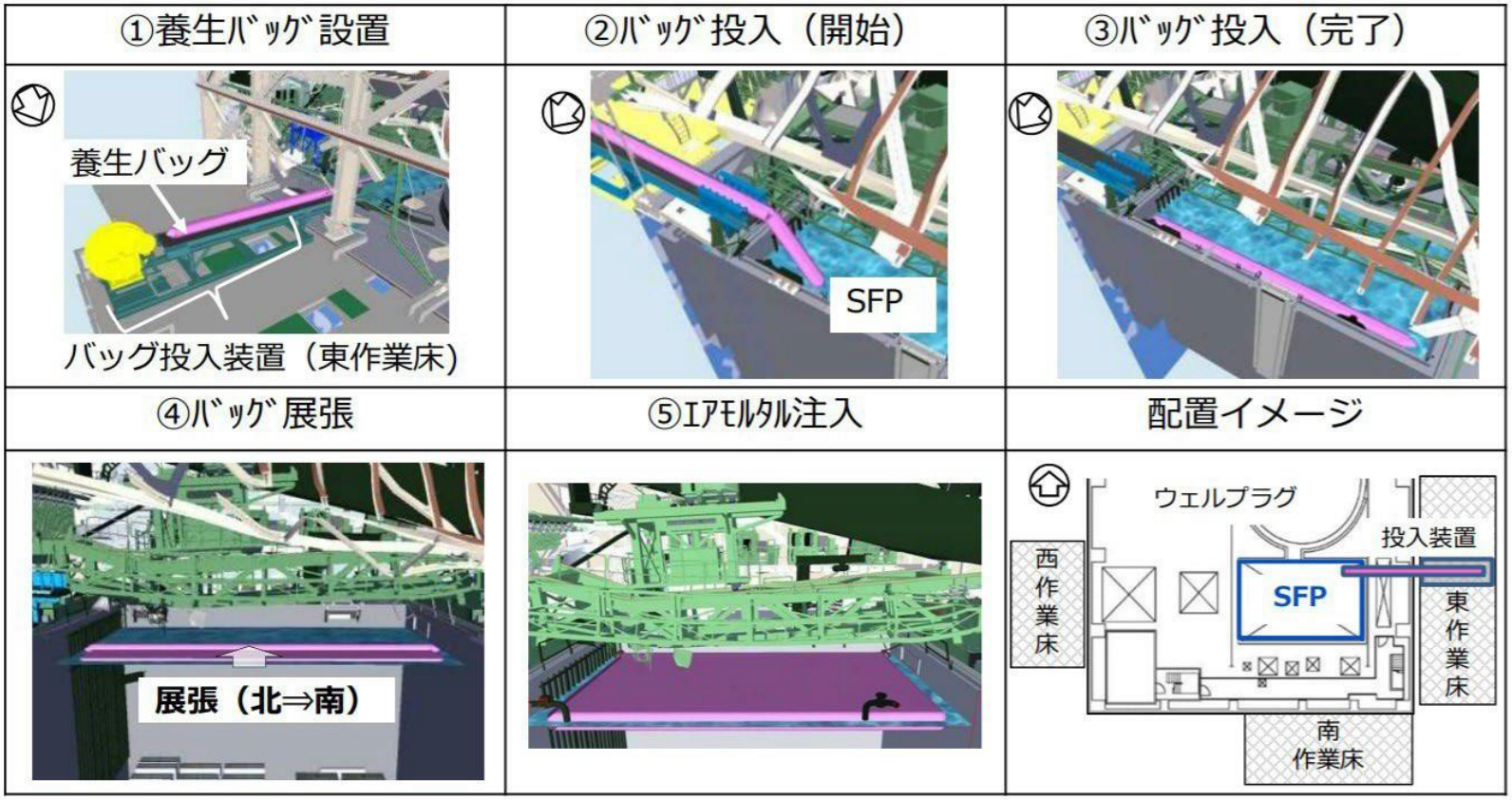
概要に戻る

修復中

使用済み核燃料プール（SFP）養生の設置手順

原子炉建屋東側に設置した作業床に養生バッグ投入装置を設置し、巻物状にした養生バッグをSFPに投入し（①～③）、投入完了後に養生バッグを空気で展張させ（④）、展張後にエアモルタルを注入する（⑤）。

養生バッグ設置完了に戻る



出典：2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 使用済燃料プール養生の計画について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-4.pdf

概要に戻る

前々ページで予告された、養生バッグ展張作業時等に支障となる干渉物がないことを事前に確認する二つの調査が開始されました。

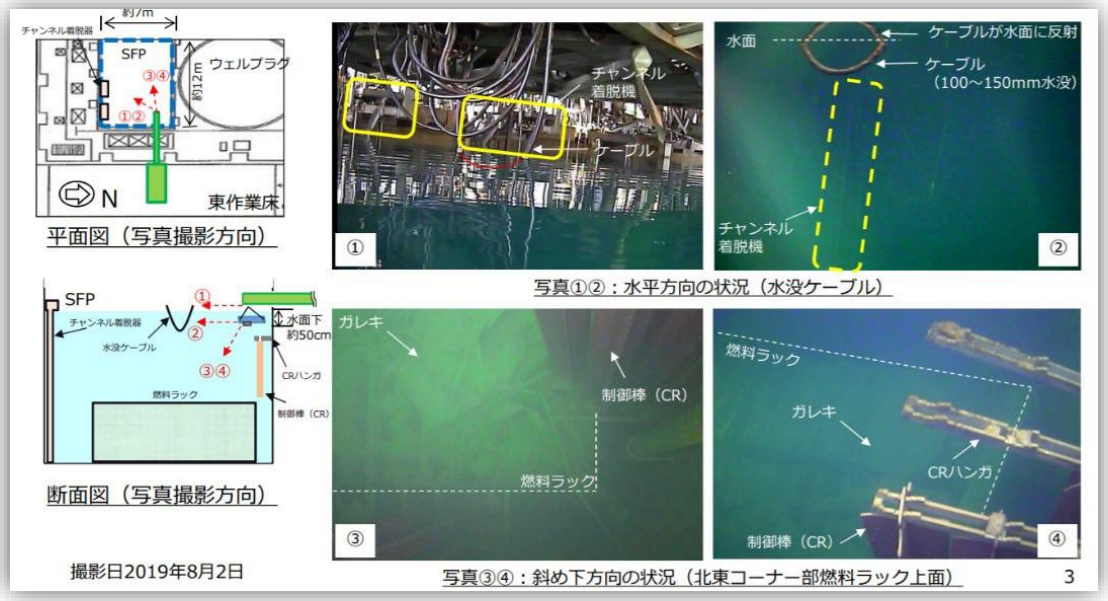
調査1は、プール水の透明度(濁り具合)の確認を目的とした調査で2019年8月2日に実施されました。

調査2は、調査1の結果を踏まえて行うプール上層部全体の干渉物確認を目的とした調査で、9月に実施されました。

今月は調査1の概要と調査結果をレポートします。

ガレキ撤去作業の監視に使用する長尺ポールの先端に水中カメラを吊り下げ、SFP北東コーナー部の水深約50cmにカメラを投入し、水平方向および斜め下方向の撮影しました。

その結果、水平方向では、カメラから4m程度に水没ケーブル、7m程度にチャンネル着脱器(SFP内で燃料にチャンネルボックス(燃料集合体に取り付ける金属製の筒)の取付・取外等を行う装置)が、斜め下方向では、水面より7m程度下の燃料ラック上面にガレキが堆積している状態が確認されました。また、照明設備等の環境を整えることで、7m程度の視界があることも確認されました。



出典：2019年8月29日 第69回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋SFP内干渉物調査及びウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/08/3-2-3.pdf

概要に戻る

1号機では2019年9月、使用済み核燃料プール（SFP）養生バッグ設置に向け、前月の調査1に引き続き、プール上層部全体の干渉物調査2が実施されました。

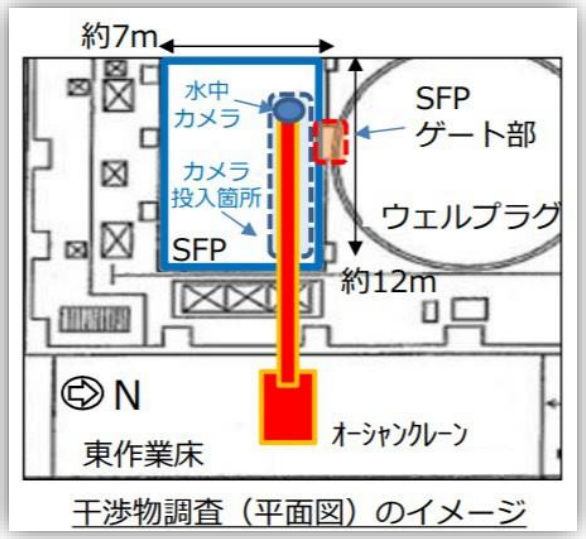
オーシャンクレーン先端にパンチルト機能付水中カメラを吊下げ、クレーンブームを伸縮させSFP内及びゲート部周辺を撮影したところ、

・ゲート部周辺には手摺等のガレキがあるが、SFP保護等の作業に影響がないことを確認した。

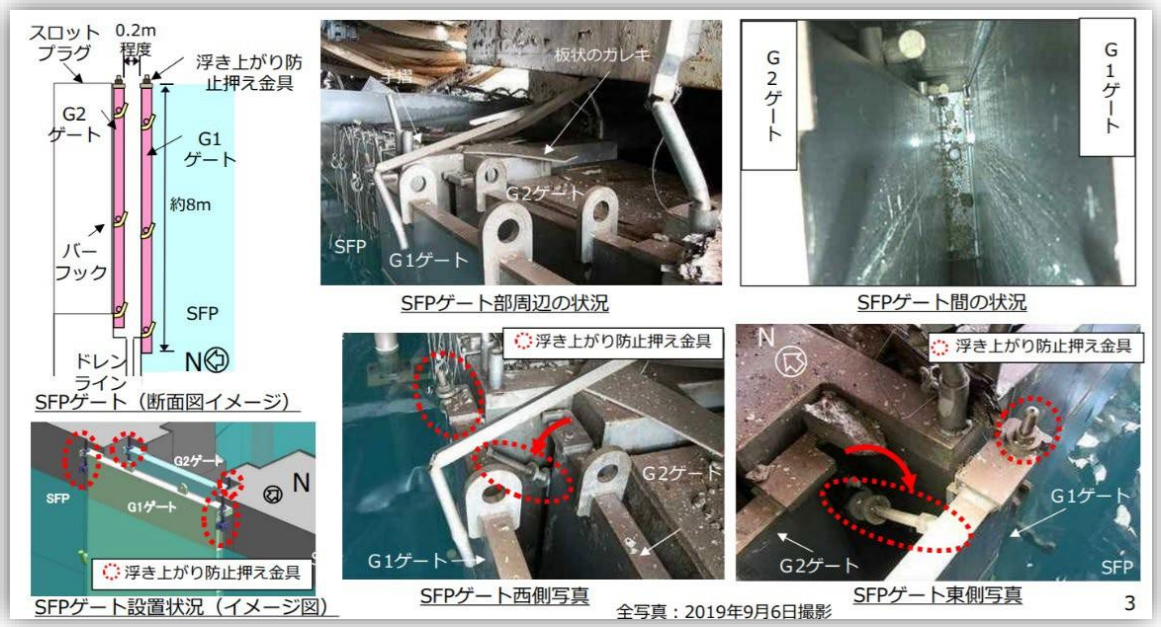
・ G1ゲートからの漏えいはなくプールの水密性を確保していること、ゲート間には小片ガレキのみ落下していることを確認した。

・ SFPゲートにはゲートの浮き上がりを防止する「浮き上がり防止押え金具」があり、G2ゲートの金具が外れている状況を確認したが、G2ゲートに変形は認められない。

という結果だったということです。



干渉物調査（平面図）のイメージ



出典：2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-3.pdf

概要に戻る

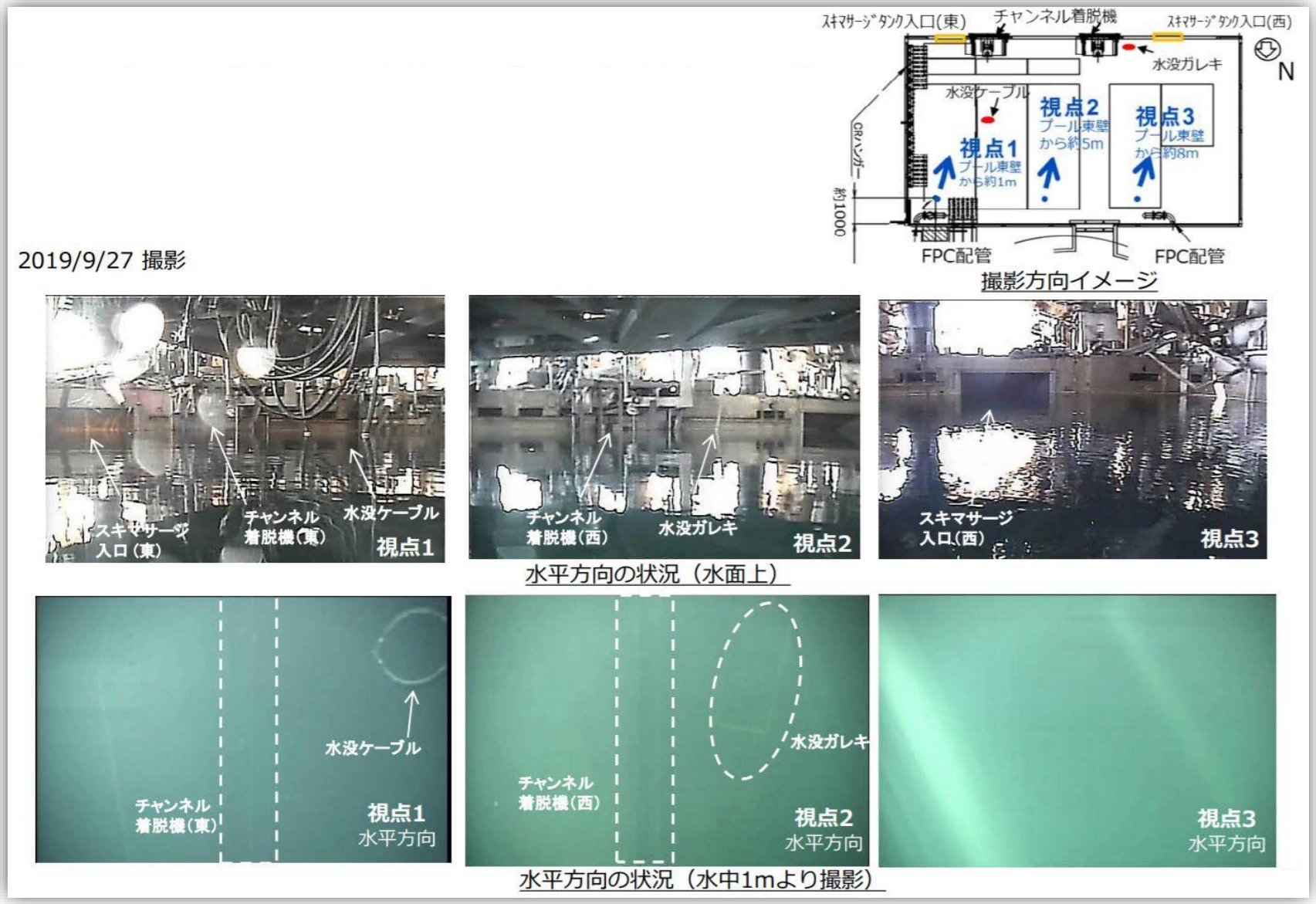
2019年9月27日には、水深1 mでの調査が行われました。
その結果、使用済み核燃料プール（SFP）水深1 mの範囲では、水没ケーブル及び水没ガレキを確認しましたが、東京電力によると、SFP養生設置の計画に支障となるものではないそうです。
また燃料ラック上では、3号機SFP内で確認されたコンクリートハッチのような重量物がないこと、パネル状や棒状のガレキが燃料ラック上に点在していることが確認されました。

次ページに水深1 mの写真を、次々ページに燃料ラック上の写真を掲載しておきます。



出典 ：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 使用済燃料プール内干渉物調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-3.pdf

概要に戻る



出典：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 使用済燃料プール内干渉物調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-3.pdf

概要に戻る

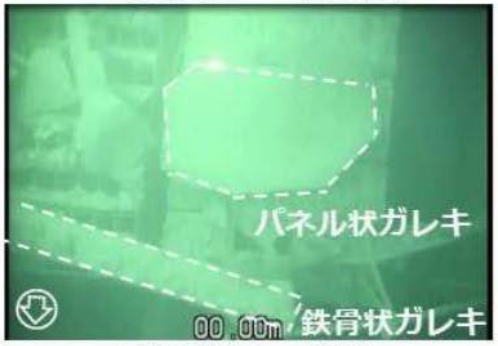
2019/9/27 撮影



写真①（水中1m　斜め下方向）



写真③（水中1m　斜め下方向）



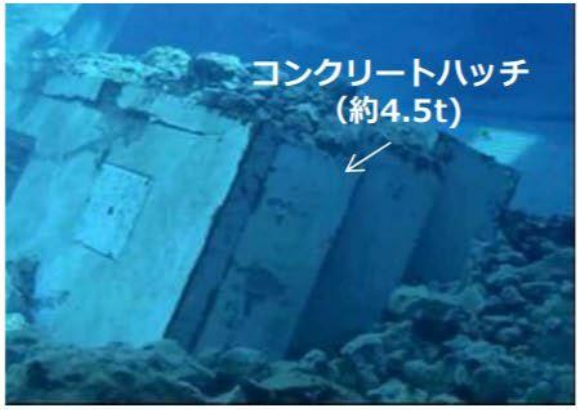
写真②（水中1m　下方向）



写真④（水中1m　下方向）

燃料ラック上の状況（水中1mより撮影）





【参考】３号機SFP内ガレキ状況
2014年度撮影

出典：2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 使用済燃料プール内干渉物調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-3.pdf

概要に戻る

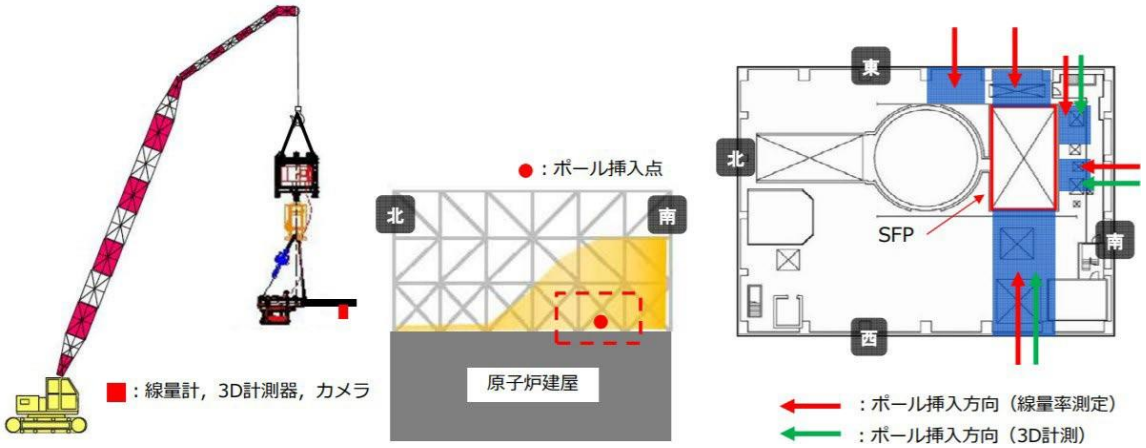
⑭ 福島第一原子力発電所
1号機オペレーティングフロア調査の実施について

1号機では、使用済み核燃料（以下、燃料）プール(SFP)のあるオペレーティングフロア南側のガレキを撤去する際、ガレキが燃料プールに落下し燃料を損傷することを防ぐ対策を講じる必要があります。

このため、東京電力は2018年7月中旬から8月下旬にかけて、燃料プール周辺のガレキ撤去時のダスト影響評価、ガレキ落下対策の作業計画立案に必要なデータを取得するため調査を実施することとしていました。

調査内容としては、① 崩落屋根下ガレキ表面の空間線量率測定（ダスト影響評価用） ② 3D計測（ガレキ落下対策立案用）の二点を挙げています。

- 各測定エリアで3ポイント測定
- 測定高さはオペフロ床面近傍
- ガレキとの干渉を回避するため、ポール挿入方向・挿入点及び測定箇所を調整する。



出典：2018年6月28日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第55回）資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1号機 オペレーティングフロア調査の実施について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑮ 1号機 オペレーティングフロア調査結果について

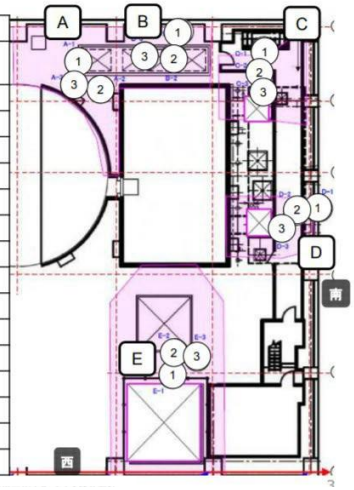
前ページで計画を紹介した調査は、2018年7月23日から8月2日にかけて実施されました。

東京電力は調査結果について以下のようにまとめています。

<線量率測定>
- SFP周辺にある崩落屋根下の線量率測定を実施し、概ね40～80mSv/h であることを確認した。
- 過去に実施したオペフロ上の他のエリアの線量率測定結果と比較しても著しく高い線量率ではない。
- 今回の測定結果を用いて、SFP周辺ガレキ撤去時のダスト影響を評価する予定。

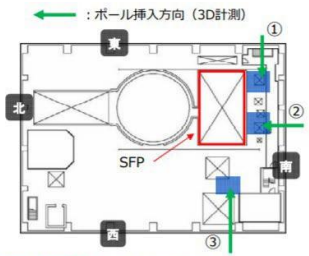
<3D計測>
- SFP保護等のガレキ落下対策において、干渉物及び作業空間を寸法を計測した。
- 過去に実施したガレキ状況調査結果に加えてより詳細な情報を取得できた。
- 今回の調査で得られた情報をSFP保護等のガレキ落下対策の作業計画に反映する予定。

線量率 [mSv/h]			
エリア	ポイント	ガレキ表面	ガレキ上部（表面からの高さ[m]）
A	A-1	67	68（1.0）
	A-2	64	67（1.0）
	A-3	68	77（1.0）
B	B-1	71	67（0.7）
	B-2	84	55（0.7）
	B-3	50	49（0.3）
C	C-1	58	55（0.1）
	C-2	48	51（0.2）
	C-3	48	—
D	D-1	56	45（0.6）
	D-2	71	64（0.6）
	D-3	64	69（1.0）
E	E-1	42	44（1.0）
	E-2	37	57（0.9）
	E-3	40	64（0.9）





①からFHM近傍を捉えた画像







出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1号機オペレーティングフロア調査結果について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑯ 福島第一原子力発電所
1号機オペレーティングフロア調査の実施について

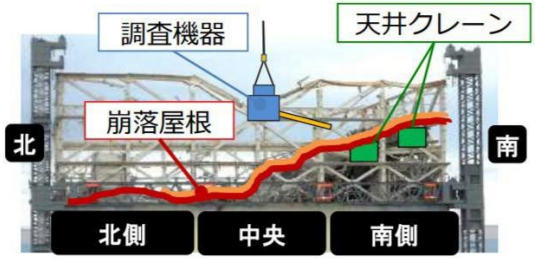
1号機原子炉建屋の屋根はオペフロ床上に崩落しており、南側の屋根は使用済み核燃料（以下、燃料）プール上にある天井クレーン上に落下しています。

東京電力は、2019年8月に、崩落屋根の開口に上空から調査機器(ロングアームカメラ)のアームを挿入し撮影し、天井クレーンの状況を確認し、将来の燃料の取り出しに向けたオペフロ整備作業計画の立案への情報の取得を目指すとしています。

なお、調査で支障となる小ガレキ（崩れた屋根等のコンクリート）は、吸引・把持し撤去するそうです。



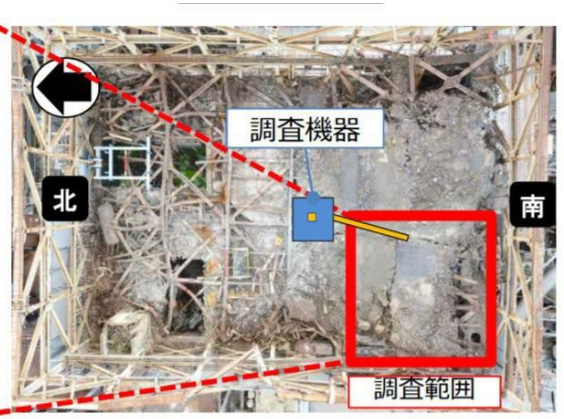
調査機器イメージ



オペフロ西側立面



オペフロ平面南側拡大



オペフロ平面(2019年3月撮影)

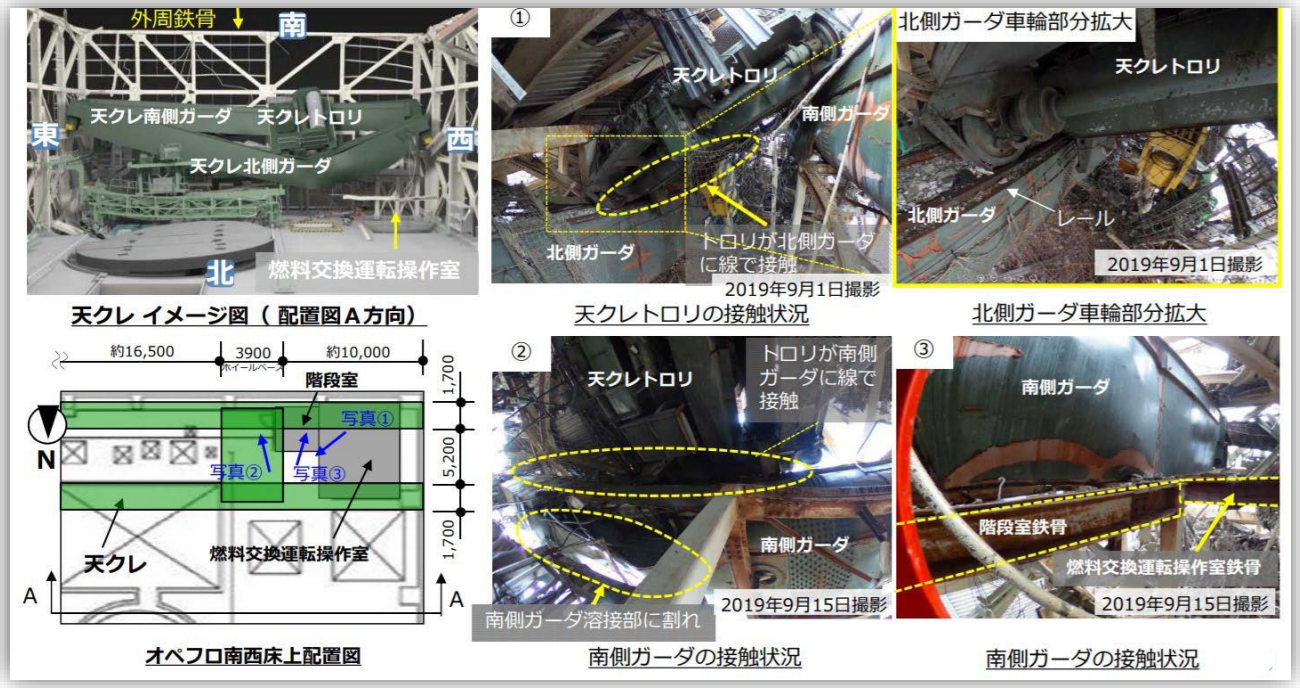
出典：2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-3.pdf

概要に戻る

1号機原子炉建屋の南側の屋根は使用済み核燃料プール上にある天井クレーン（天クレ）上に落下しています。
東京電力は、今回の調査では、崩落屋根の開口に上空から調査機器(ロングアームカメラ)のアームを挿入・撮影し、天井クレーンの以下のような状況を確認しました。

- 天クレトロリは天クレ南北両ガーダ上に線状で接している状況を確認(①②)。
- 天クレトロリ北側端部が北側ガーダの上面中央部にあることを確認(①)。
- 天クレ南側ガーダの一部の溶接部が割れていることを確認(②)。
- 天クレ南側ガーダの西部は階段室及び燃料交換運転操作室鉄骨で複数箇所支持されていることを確認(③)。

結果は今後の作業計画立案に活かすそうです。



出典：2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

⑰ ガレキ落下防止・緩和対策の全体概要及び目的

東京電力は、使用済み核燃料プール（SFP）上の崩落屋根ガレキ撤去作業を進めるにあたり、その下にある既存の天井クレーンや燃料取扱設備がガレキ撤去中に落下することを防止するため、支え（支保）を設置する計画を発表しました（次ページ参照）。また、ガレキが万が一落下した場合に、燃料及びプールゲートに与える影響を緩和するため、使用済み核燃料プールに養生バッグ 参照 及びプールゲートカバーを設置（次々ページ参照）する予定です。

FHM 支保の設置に戻る

天井クレーン支保の設置に戻る



出典：2020年1月30日 第74回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 ガレキ撤去作業時のガレキ落下防止・緩和対策の実施について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/01/3-2-3.pdf

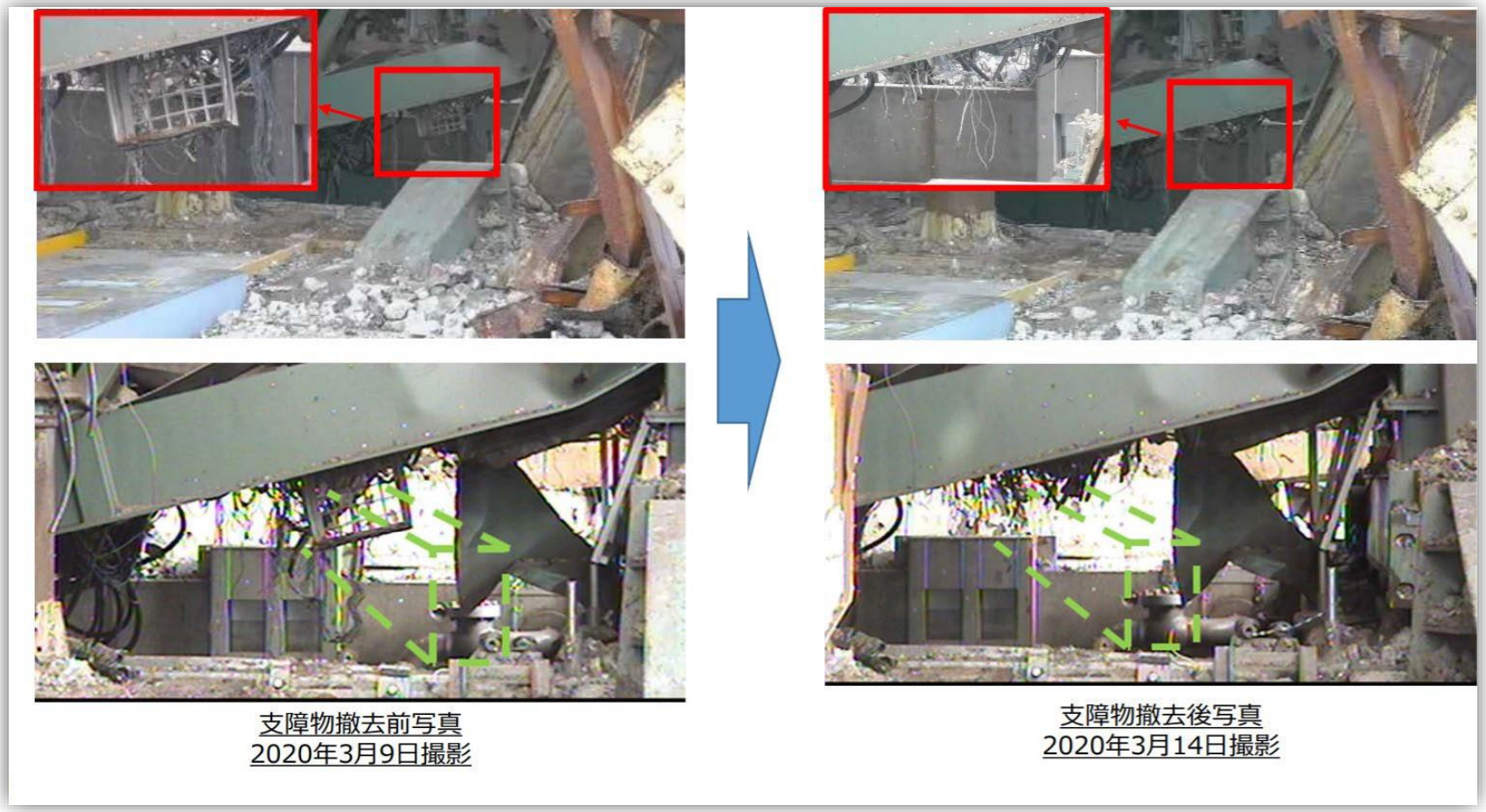
概要に戻る

修復中

天井クレーンの支保（支え）、燃料取扱設備（FHM）支保の設置について

天井クレーン・FHM落下対策としての天井クレーンの支保挿入作業に支障となる照明保護カバー及びケーブルが2020年3月14日撤去されました。今後、下図のように、天井クレーンとFHMに対してアクセス可能で効果的な位置に支保材と支保梁を設置する計画です。

西側支障ガレキ撤去に戻る



支障物撤去前写真
2020年3月9日撮影

支障物撤去後写真
2020年3月14日撮影

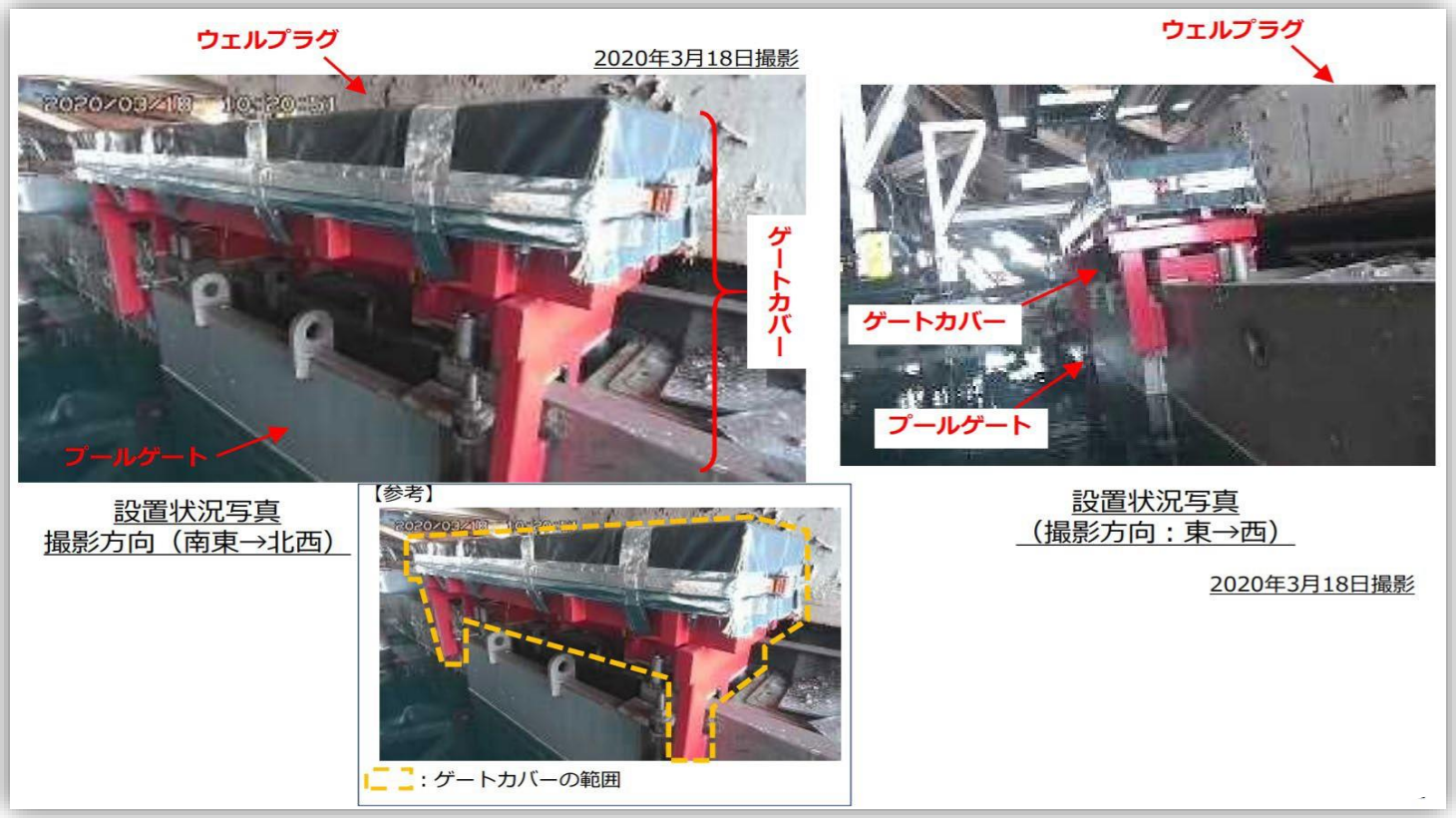
出典：2020年3月27日 第76回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 ガレキ撤去作業時のガレキ落下防止・緩和対策の進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/01/3-2-3.pdf

概要に戻る

使用済み核燃料プール（SFP）ゲートカバーの設置について

屋根鉄骨・小ガレキ等がSFPゲート上に落下した際のSFPゲートのずれ・損傷による水位低下リスクを低減するため、東作業床に設置したオーシャンクレーンにより、遠隔操作にてプールゲートに接触しないようプールゲート上部に設置する計画です。

SFPゲートカバーの設置は3月18日に完了しました。



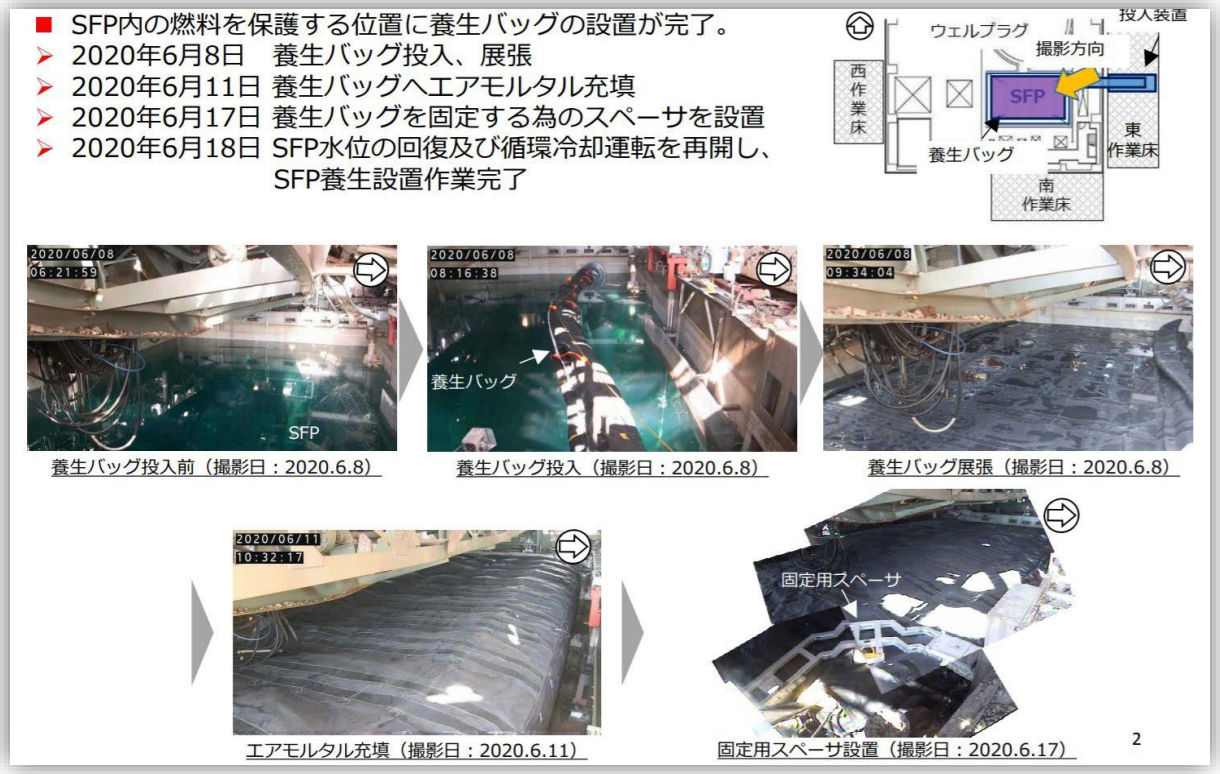
出典：2020年3月27日 第76回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 ガレキ撤去作業時のガレキ落下防止・緩和対策の進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/01/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

使用済み核燃料プール（SFP）保護体（エアモルタル充填養生バッグ） 参照 の設置作業の完了について

2020年6月18日、使用済み核燃料プール（SFP）保護体（養生）の設置作業が完了しました。
この作業に伴い、5月29日午前9時からSFP循環冷却系の運転を停止し、また30日からSFP水位を低下させていました。6月18日、作業の完了に伴いSFP循環冷却系の運転を再開し、SFP水位がオーバーフロー水位付近にあること、およびSFP循環冷却系の運転状態に異常のないことが確認されました。運転再開後のSFP水温度は、循環冷却系運転停止期間終了時点で約 41.4℃と推定されていましたが、運転再開後のSFP水温度は36.4℃でした。



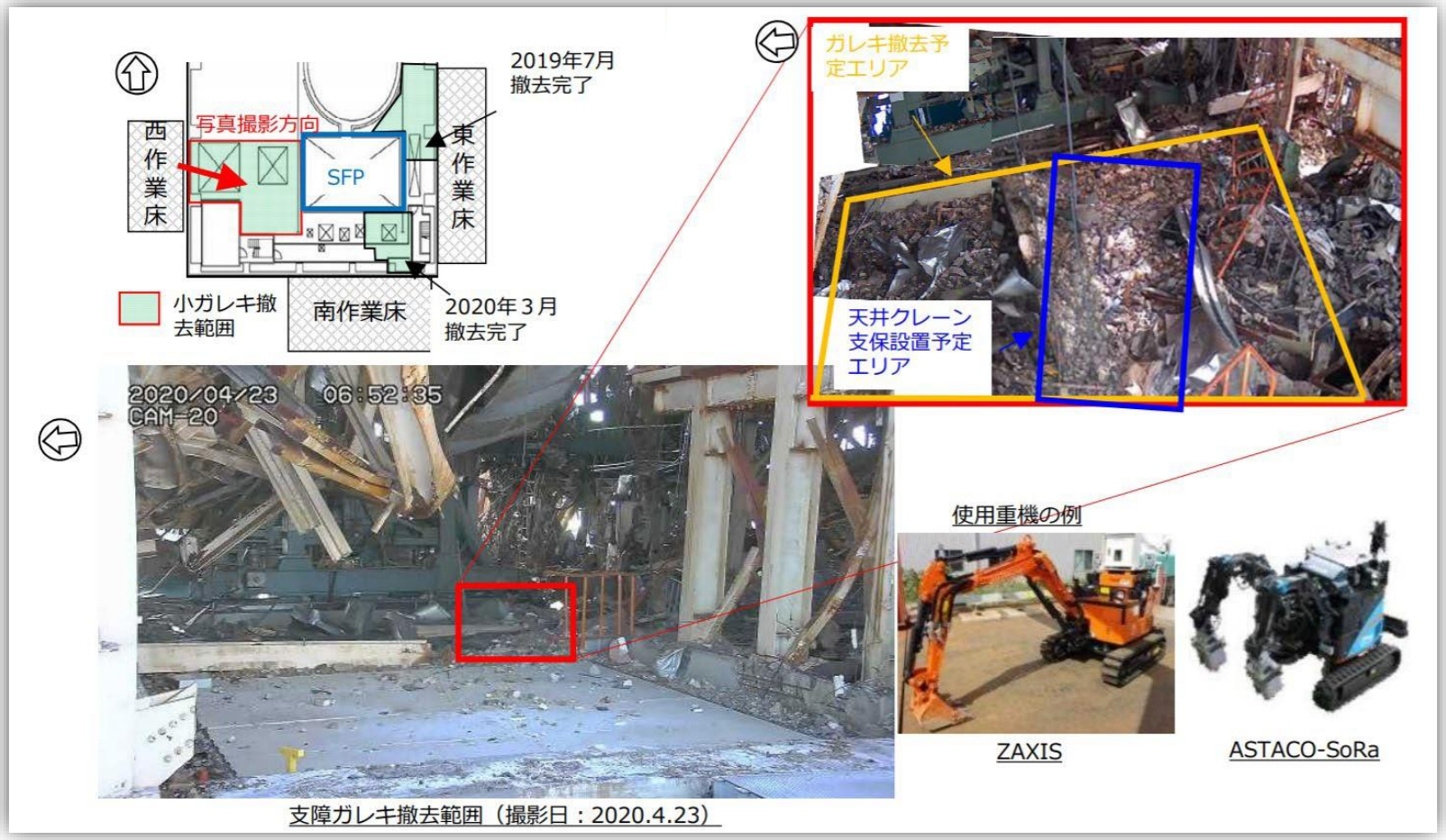
出典：2020年7月2日 第79回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 ガレキ撤去作業時のガレキ落下防止・緩和対策の進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/06/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

西側支障ガレキ撤去について

天井クレーン支保設置 参照 に向け、天井クレーン支保設置エリアに存在するSFP西側の支障ガレキ撤去が行われています。2020年6月19日に準備作業が開始され、7月6日にはガレキ撤去作業が開始される予定です。



出典：2020年7月2日 第79回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 ガレキ撤去作業時のガレキ落下防止・緩和対策の進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/06/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

燃料取扱設備支保の設置について

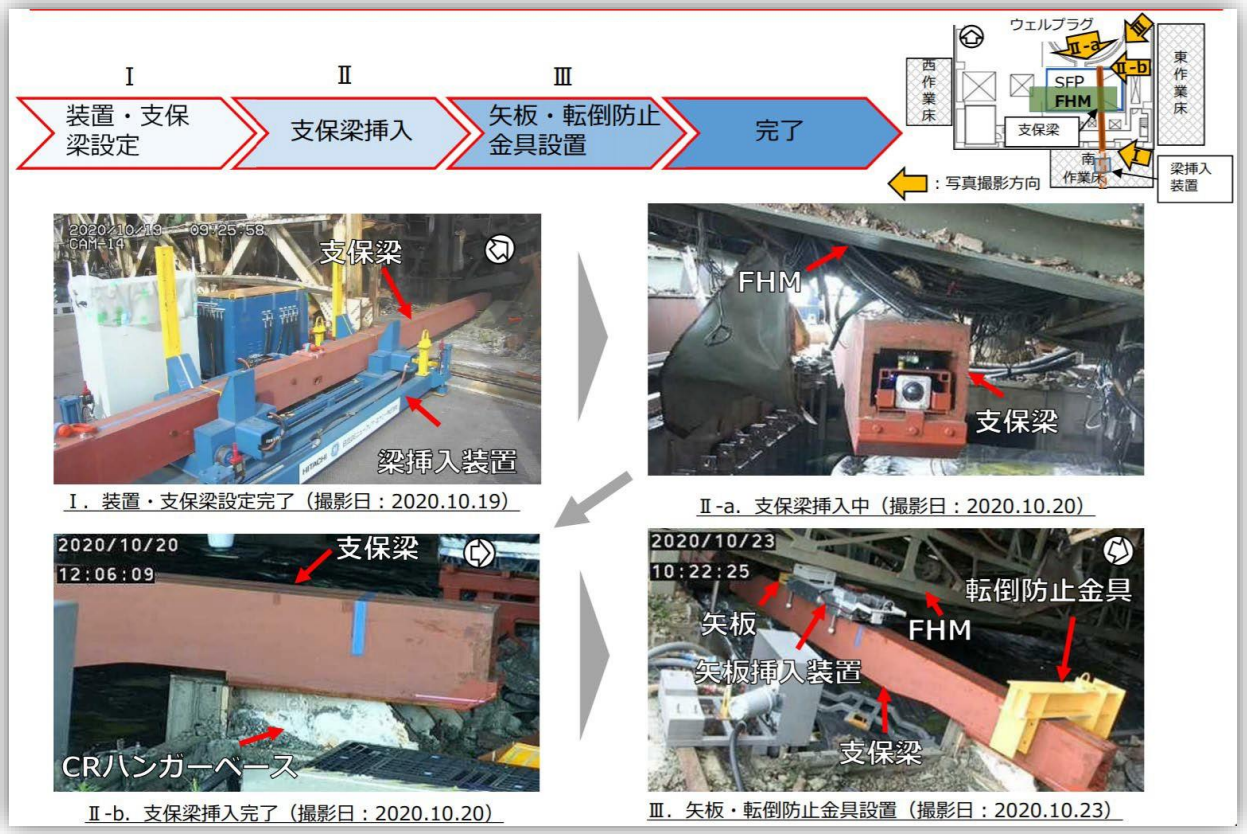
東京電力は、南側崩落屋根等の撤去の際、屋根鉄骨・ガレキ等が使用済み核燃料プール（以下、SFP）等へ落下するリスクを可能な限り低減するため、ガレキ落下防止・緩和対策を実施することを進めています。 参照

2020年9月から燃料取扱設備（FHM）支保の設置準備開始し、10月23日、設置作業を完了しました。

また、7月6日から、天井クレーン支保設置に向け、SFP周辺西側の支障ガレキ撤去が開始され、9月18日に撤去作業が完了しました。

（次ページに続く）

※筆者注：FHM＝燃料取扱設備～使用済み核燃料プールに核燃料を出し入れする機器 参照



出典：2020年10月29日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 ガレキ撤去作業時のガレキ落下防止・緩和対策の進捗状況(FHM支保の設置)」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/10/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

天井クレーン 参照 支保の設置

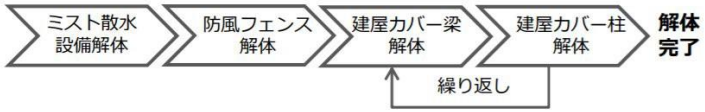
2020年3月から開始された 参照 一連の使用済み核燃料プールへのガレキ落下防止・緩和対策 参照 は、2020年11月24日の天井クレーン支保の設置完了をもって終了しました。

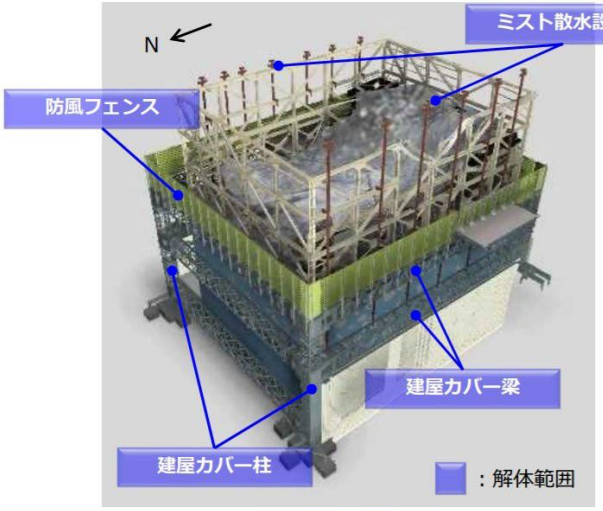
今後は、原子炉建屋を覆う大型カバーの再設置 参照 に向けて、カバーの再設置の妨げとなる旧建屋カバーの残置部の解体が、下図のような計画で12月から開始されます。

（次ページに続く）

- 建屋カバーは嵌合接合（嵌め込み式）されているため、クレーンにより吊り上げることで、取り外しが可能。
- 取り外した部材は、低線量エリアへ移動し小割解体を行い、ガレキとして構内で保管する。

作業フロー





建屋カバー解体範囲



上部解体時の梁取り外し状況
撮影：2017.7



上部解体時の小割解体状況
撮影：2017.4

出典：2020年11月26日 第84回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機原子炉建屋のガレキ落下防止・緩和対策の完了及び建屋カバー解体の開始について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/11/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑱ 1号機原子炉建屋カバー(残置部)解体の開始について

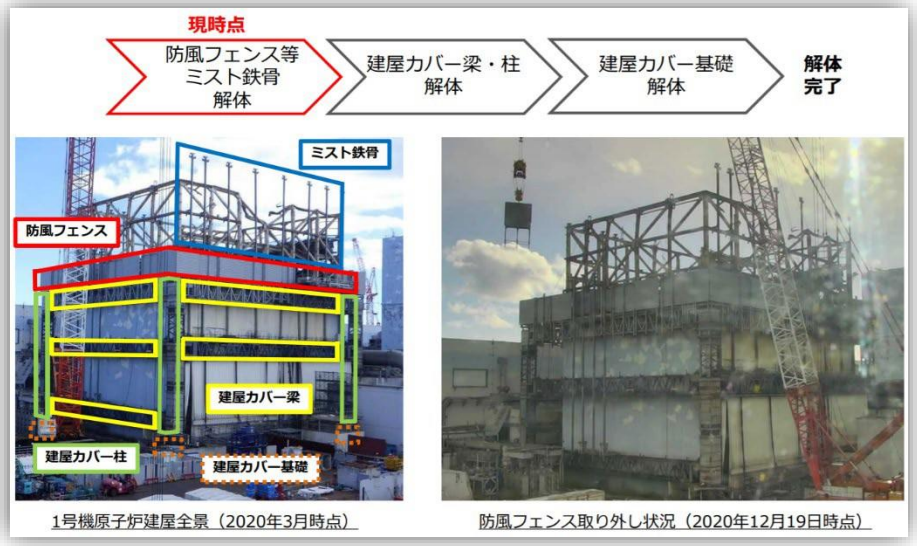
2020年12月19日、前ページで予告した旧原子炉建屋カバー(残置部)の解体作業が開始されました。なお東京電力によると、防風フェンス取り外し作業時、オペフロの放射性物質濃度に有意な変化は無かったということです。

2021年6月19日、旧原子炉建屋カバー(残置部)の解体作業が完了しました。

原子炉建屋周囲の作業ヤードの整備、構外ヤードでの仮設構台の組立て作業等は継続しています。

また、東京電力は、新原子炉建屋カバーの設置に係る「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画」の変更認可を原子力規制委員会に申請し、受理されました。

(次ページに続く)



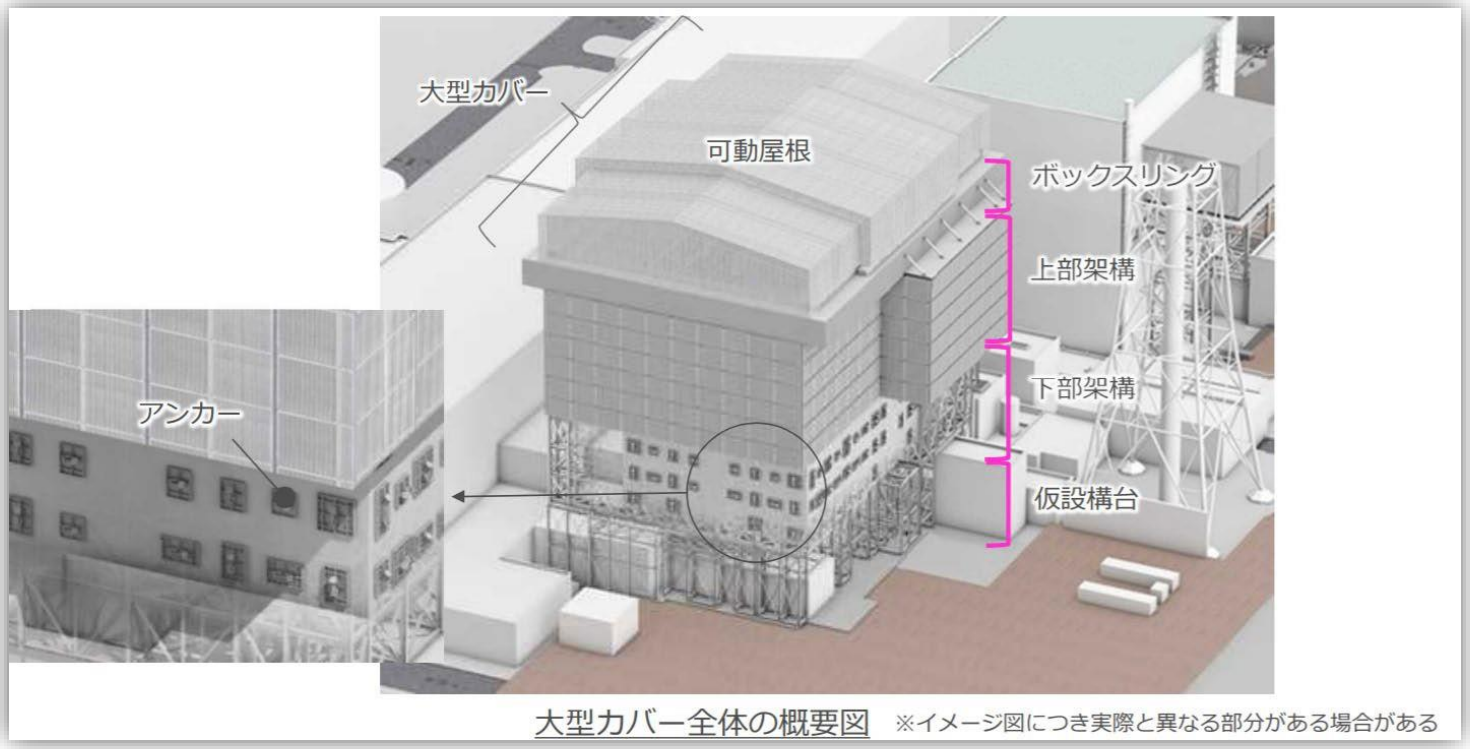
出典：2020年12月24日 第85回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機原子炉建屋カバー(残置部)解体の開始について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/12/3-2-3.pdf
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-3-3.pdf
2021年6月21日 東京電力資料「福島第一原子力発電所 1号機原子炉建屋建屋カバー残置部等の解体完了について」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2021/1h/rf_20210621_1.pdf
2021年6月24日 原子力規制委員会「東京電力ホールディングス（株）から「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」の変更認可申請（1号機原子炉建屋大型カバーの設置等）を受理」
https://www.nsr.go.jp/disclosure/law_new/FAM/140000200.html
2021年6月24日 第91回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/06/91-3-2-3.pdf

概要に戻る

⑲ 新大型原子炉建屋カバー設置準備工事の開始について

1号機では使用済み核燃料（以下、燃料）取り出しに向け、ガレキ撤去時のダスト飛散抑制や作業環境の構築、雨水流入抑制を目的に原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、燃料取り出しを行う計画です 参照 。大型カバーは、下部架構、上部架構、ボックスリング、可動屋根で構成される鉄骨造の構造物であり、下部架構の位置で原子炉建屋にアンカーで支持されます。 工程の組替えに戻る ½号機SGTS配管撤去の再開に戻る

2021年8月下旬、まず仮設構台と近接する高さのアンカー設置が開始される予定です。 （次ページに続く）



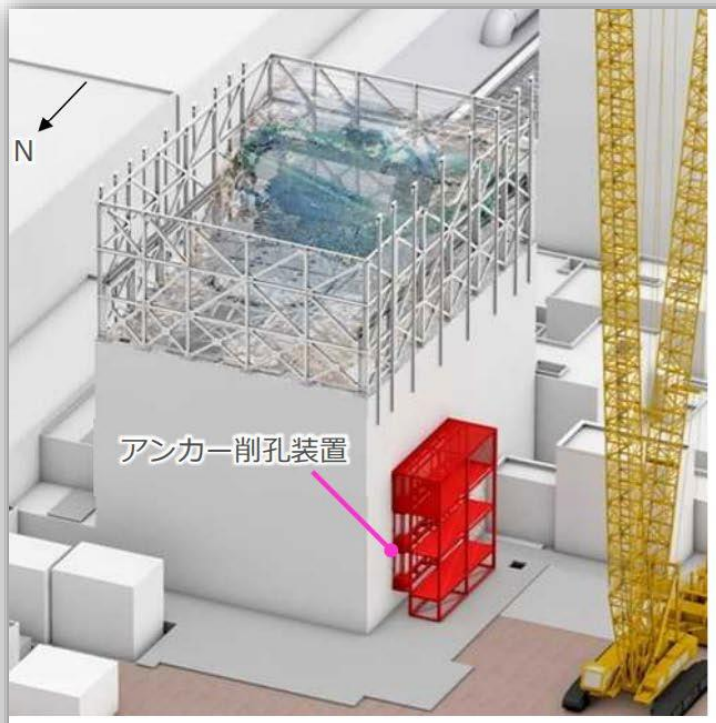
大型カバー全体の概要図 ※イメージ図につき実際と異なる部分がある場合がある

出典：2021年8月26日 第93回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-3-3.pdf

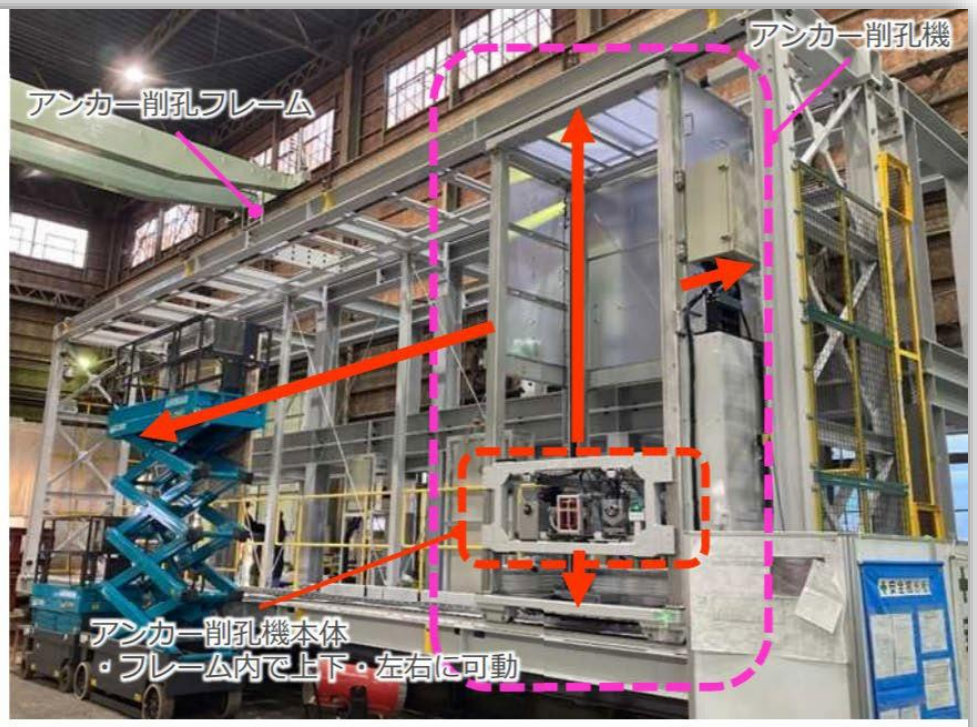
概要に戻る

東京電力によると、アンカー設置は、アンカー削孔装置を用いて遠隔操作によりアンカー削孔を実施し、その後、大型カバー用ベースプレートを設置する計画です。

（次ページに続く）



アンカー設置作業イメージ



アンカー削孔装置

出典：2021年8月26日 第93回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-3-3.pdf

概要に戻る

⑳ １号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について

【鉄骨等野地組作業】

構外ヤードで行われている鉄骨等の地組作業等については、東京電力によると、2022年3月31日現在、仮設構台の地組が完了、下部架構の地組が約90%完了という進捗状況とのことです。

【外壁調査】

新大型原子炉建屋カバーをアンカーで支持する原子炉建屋(以下、R/B)外壁部の強度等調査については、R/B外壁が高線量であることを踏まえ代表箇所による調査とされており、R/B外壁のアンカー設置位置に、

①有意なひび割れが無いこと

②コンクリート強度が建設時の設計基準強度(22.1 N/mm^2)以上あること(リバウンドハンマーによる推定)

を確認します。

東京電力によると、3月31日現在、各面21箇所のうち西・北・東面の17箇所の調査が完了し、いずれもアンカー設置に支障がないことが確認されたとしています。

(次ページに続く)



構外ヤード全景(撮影:2022年3月14日)



現場状況(北西より)
(撮影:2022年3月18日)


コンクリート面に衝撃を与え,返ってきた衝撃の程度によりコンクリートの強度を推定する方法

※リバウンドハンマーの概要

出典:2022年3月31日 第100回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力
「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/03/3-2-4.pdf

概要に戻る

⑳ １号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について

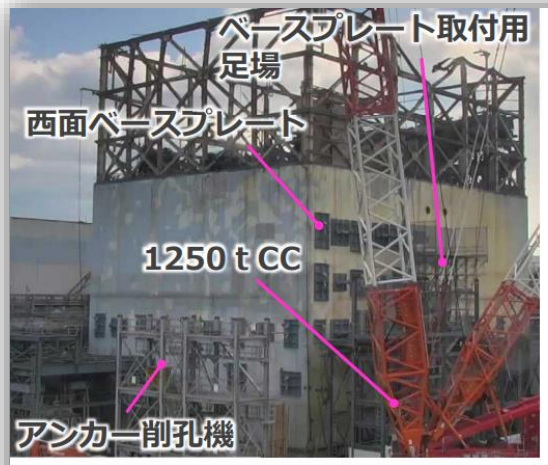
SGTS配管撤去工事の長期延期という工程の変更により、2023年度という完成予定時期の先延ばしが懸念される1号機新大型カバーの設置工事ですが、2023年2月現在、構外では、新大型カバーの鉄骨等の地組作業のうち、仮設構台、下部架構の地組が完了し、上部架構の地組が約83 %完了したそうです。

構内では、原子炉建屋に新大型カバーを支持するためのアンカーおよびベースプレートを設置中です。設置が終えた箇所より、仮設構台の設置も進められているようです。

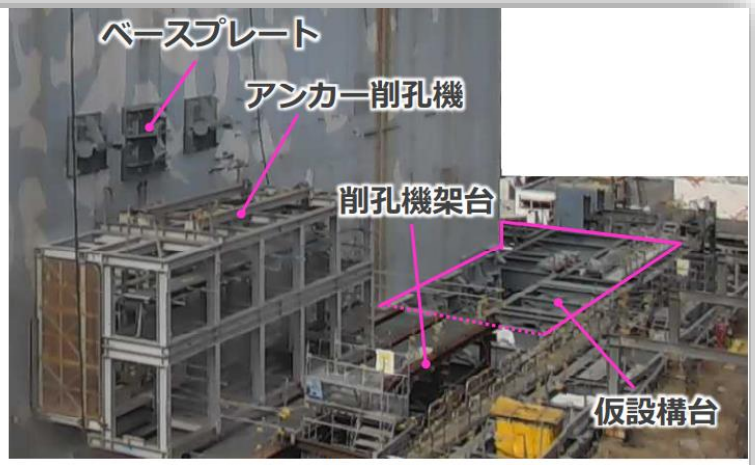
また、今後実施予定であるオペレーティングフロアレベル近傍でのアンカー削孔作業において作業に干渉するガレキの撤去を3月より先行して開始するそうです。

なお、1/2号機SGTS配管 用語解説へ が作業に干渉している南面4箇所の外壁調査は、SGTS配管撤去等 参照 が完了後実施される予定とされています。

次ページに最新作業スケジュール表を更新、次々ページから4ページで新たに作業ステップ図を出典から引用掲載しておきます。



現場状況（北西面）
（撮影：2023年2月9日）



アンカー削孔状況（東面）
（撮影：2023年2月9日）

出典： 2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）資料「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-3.pdf

概要に戻る



↑
2022年3月時点スケジュール

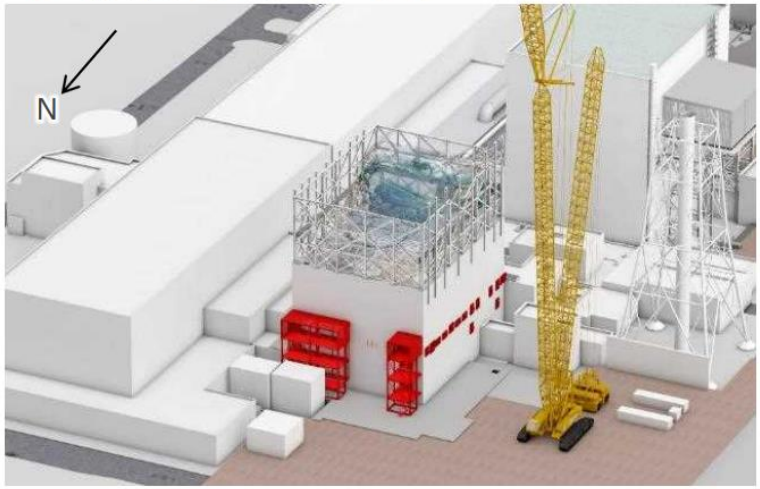
2023年2月更新スケジュール→



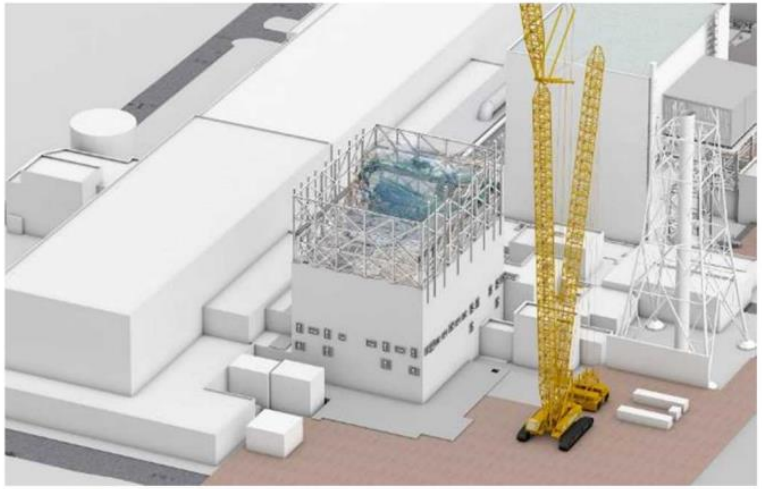
出典：2022年3月31日 第100回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/03/3-2-4.pdf
2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）資料「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-3.pdf

概要に戻る

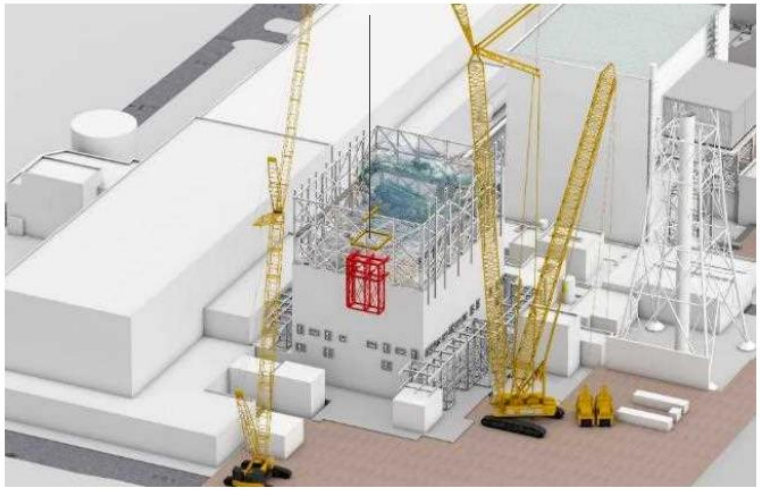
■ 作業ステップ（1）



仮設構台部アンカー・ベースプレート設置中



仮設構台部アンカー・ベースプレート設置完了



仮設構台設置中



仮設構台設置完了

出典： 2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）資料「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-3.pdf

概要に戻る

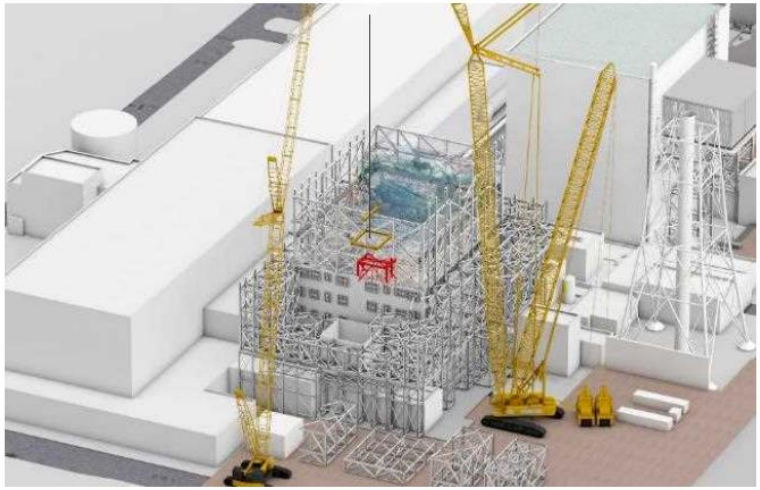
■ 作業ステップ（2）



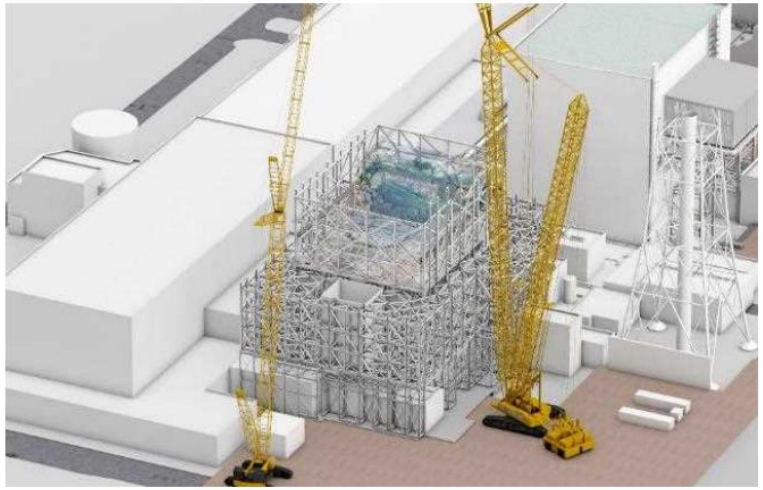
アンカー・ベースプレート設置中



アンカー・ベースプレート設置完了



下部架構設置中

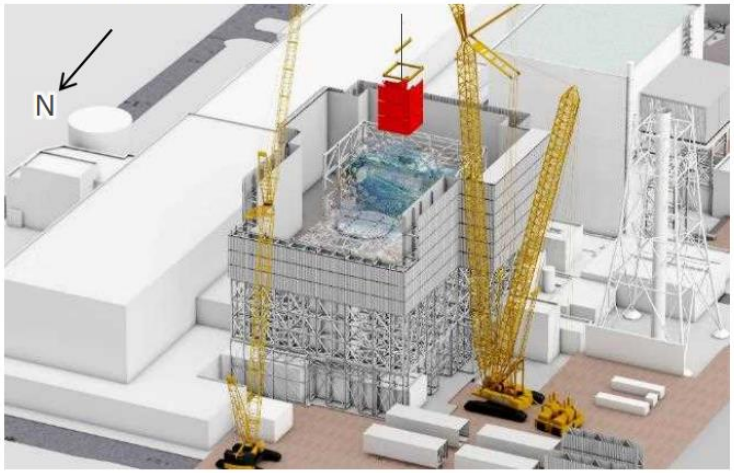


下部架構設置完了

出典： 2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）資料「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-3.pdf

概要に戻る

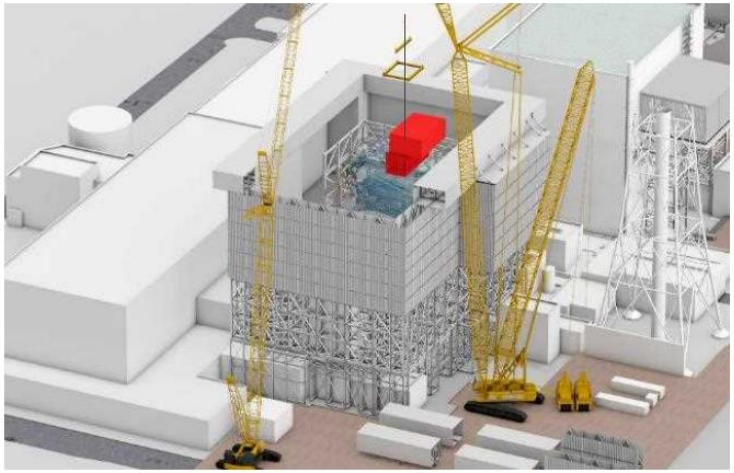
■ 作業ステップ（3）



上部架構設置中



上部架構設置完了



ボックスリング設置中



ボックスリング設置完了

出典： 2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）資料「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-3.pdf

概要に戻る

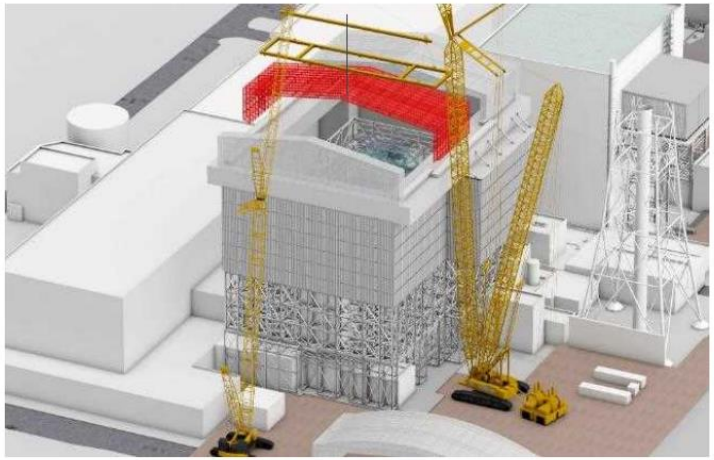
■ 作業ステップ（4）



ガレキ撤去用天井クレーン設置中



ガレキ撤去用天井クレーン設置完了



可動屋根設置中



可動屋根設置完了

出典： 2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）資料「１号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-3.pdf

概要に戻る

(5) ① 1/2号機SGTS配管撤去に向けた今後の調査方針について

1号機は、使用済み核燃料の取り出しに向けて、2011年10月に設置した原子炉建屋カバーを2016年11月に撤去しましたが、2019年12月の中長期ロードマップ第6版から、再度原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、カバー内でガレキ撤去を行う工法に変更されています。 参照

現在のところ月例の廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議には報告されていませんが、下記出典によると、原子炉建屋を覆う大型カバーの設置の前に解決を要する大きな課題があるようです。

それは、損傷・破断箇所があり、倒壊のリスクを下げるために2020年5月に上半分が解体撤去された1/2号機排気筒の基部にある高線量 参照

> (1号機及び2号機Rw/B上部のSGTS配管近傍の放射線量を測定し、2号機側に高い放射線量が確認された。(最大約650mSv/h)排気筒下部周辺のSGTS配管線量調査を実施し、最大で排気筒接続部にて約4.3Sv/hを確認した)。

の非常用ガス処理系(SGTS)配管の撤去です。 SGTS：用語解説へ

東京電力は、撤去が必要な理由を次のように述べています。

> 1/2号機廃棄物処理設備建屋(以下Rw/B)雨水対策工事範囲と干渉していること。1号機原子炉建屋(以下R/B)大型カバー設置計画範囲と干渉していること。
>
> 1/2号機排気筒下部の現場環境の改善(線量低減)を図ること。 撤去の開始と中断に戻る

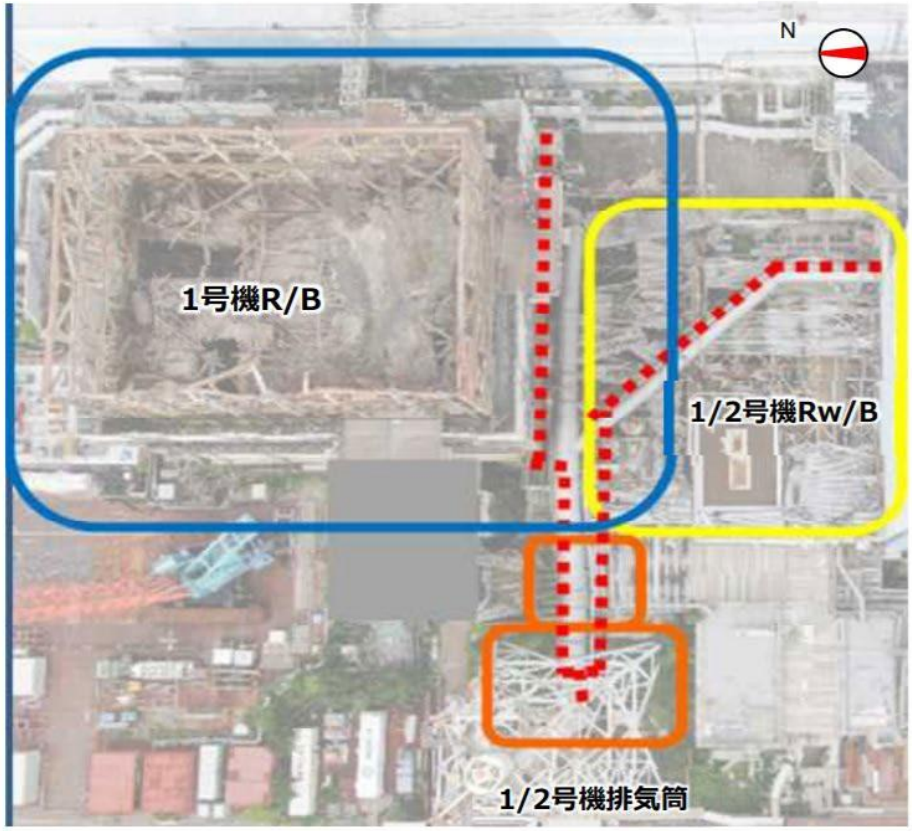
そして撤去に向け、2020年4月～6月にかけ、SGTS配管の穿孔・内部確認(雨天時含む)及び内部線量測定、SGTS配管外面線量調査が行われています。

またこの計画は、今後、「原子炉の状態7月レポート」2ページの「0 主な取り組み」で紹介した「1-4号機SGTS室調査の計画」と関係してくると思われます。

今月は次ページに1号機原子炉建屋(R/B)大型カバー設置との干渉範囲の概念図のみを掲載し、調査結果、1-4号機SGTS室調査の計画との関係等については来月以降に報告します。 (次ページに続く)

出典：2020年7月20日 第82回特定原子力施設監視・評価検討会資料 東京電力「1/2号機SGTS配管撤去に向けた今後の調査方針について」
https://www.nsr.go.jp/data/000319212.pdf

概要に戻る



1/2号機SGTS配管

1/2号機Rw/B雨水対策との干渉範囲

1号機R/B大型カバー設置との干渉範囲

1/2号機排気筒下部の環境改善

撤去の開始と中断に戻る

原子炉建屋内のSGTS室調査結果については、核燃料デブリの取り出し準備レポート
https://1fwatcher.files.wordpress.com/2020/11/202010-05-debris.pdf
でレポートしました。85ページをご覧下さい。

出典：2020年7月20日 第82回特定原子力施設監視・評価検討会資料 東京電力「1/2号機SGTS配管撤去に向けた今後の調査方針について」
https://www.nsr.go.jp/data/000319212.pdf

概要に戻る

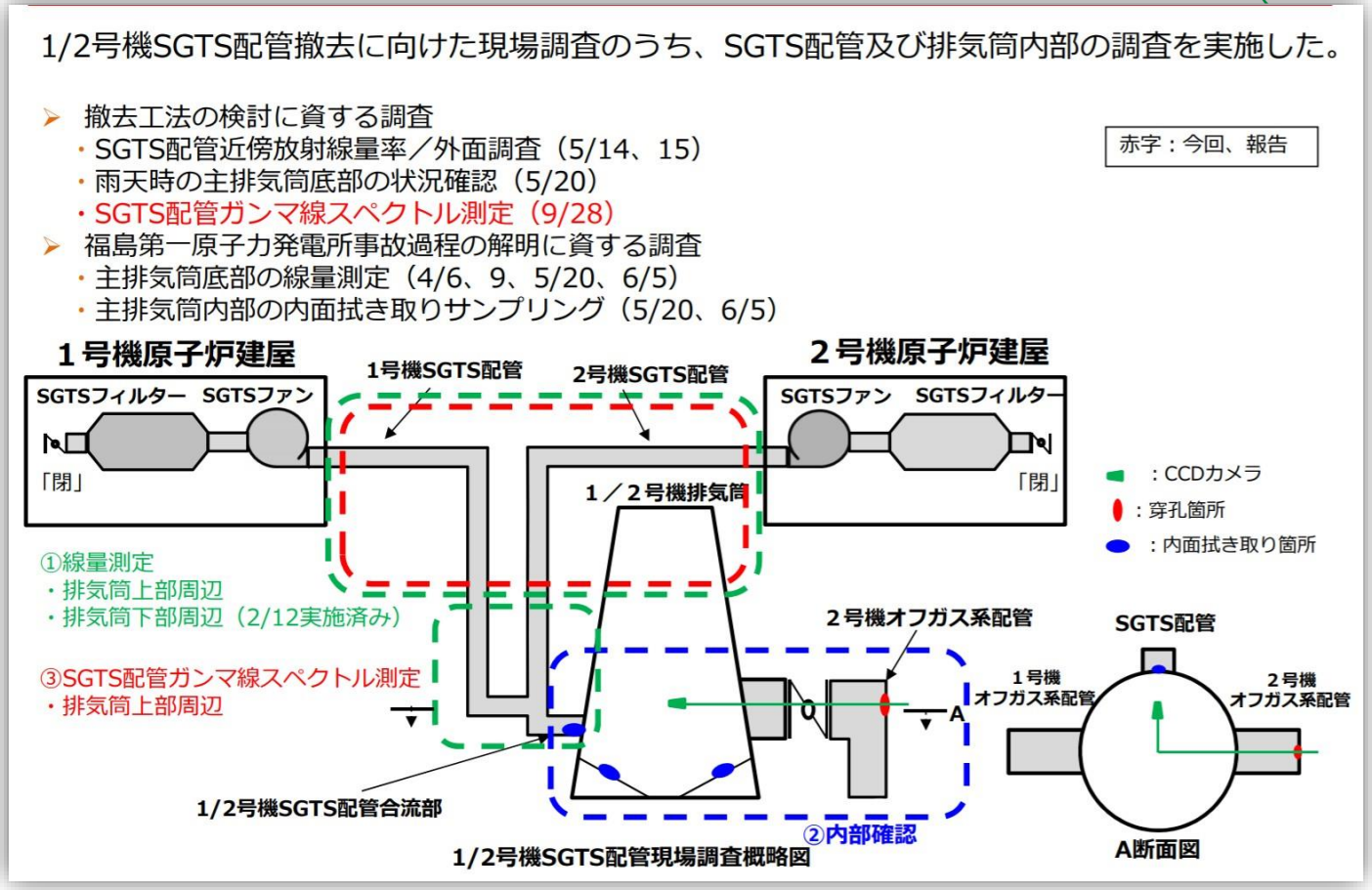
② 1/2号機SGTS配管撤去に向けた調査結果について

SGTS：用語解説へ

東京電力は2020年10月29日、4月～6月にかけて行われたSGTS配管の穿孔・内部確認(雨天時含む)及び内部線量測定、SGTS配管外面線量調査(前々ページ・前ページ参照)の結果を公表しました。

まず、調査の概要について下図の引用をご覧下さい。

(次ページに続く)



出典：2020年10月29日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「11/2号機SGTS配管撤去に向けた調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/10/3-1-4.pdf

概要に戻る

公表された調査結果は以下の通りです。

【撤去工法の検討に資する調査】

SGTS配管近傍放射線量率／外面調査（5/14、15）結果

·1号機及び2号機Rw/B 参照 上部のSGTS配管近傍の放射線量を測定し、2号機側に高い放射線量が確認された。（最大約650 mSv/h）

·排気筒下部周辺のSGTS配管線量調査を実施し、最大で排気筒接続部にて約4.3 Sv/hを確認した。なお、高い放射線量の要因は、事故時の1号機格納容器ベントによる影響と想定。

·配管外面確認の結果、瓦礫の衝突が原因と思われる配管表面の防水・ 防食テープ剥離が確認されたが、割れ等は確認されなかった。

・雨天時の主排気筒底部の状況確認（5/20）

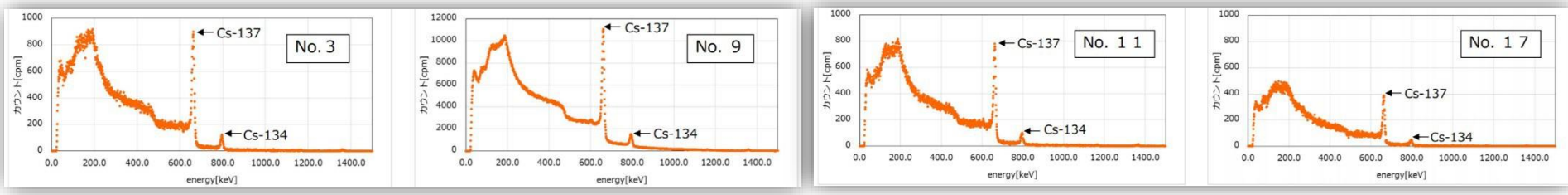
雨天時に排気筒内部へカメラを挿入し調査を実施し、SGTS配管からの雨水流入の無いことを確認した。

したがって、SGTS配管は、1/2号機排気筒ドレンサンプピット水の放射濃度高の原因となっていないことを確認した。

・SGTS配管ガンマ線スペクトル測定（9/28）

ガンマ線スペクトルを測定した結果、光電ピークが確認された核種はCs-137とCs-134であった。

（次ページに続く）



出典：2020年10月29日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「11/2号機SGTS配管撤去に向けた調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/10/3-1-4.pdf

概要に戻る

【福島第一原子力発電所事故過程の解明に資する調査】

主排気筒底部の線量測定（4/6、9、5/20、6/5）

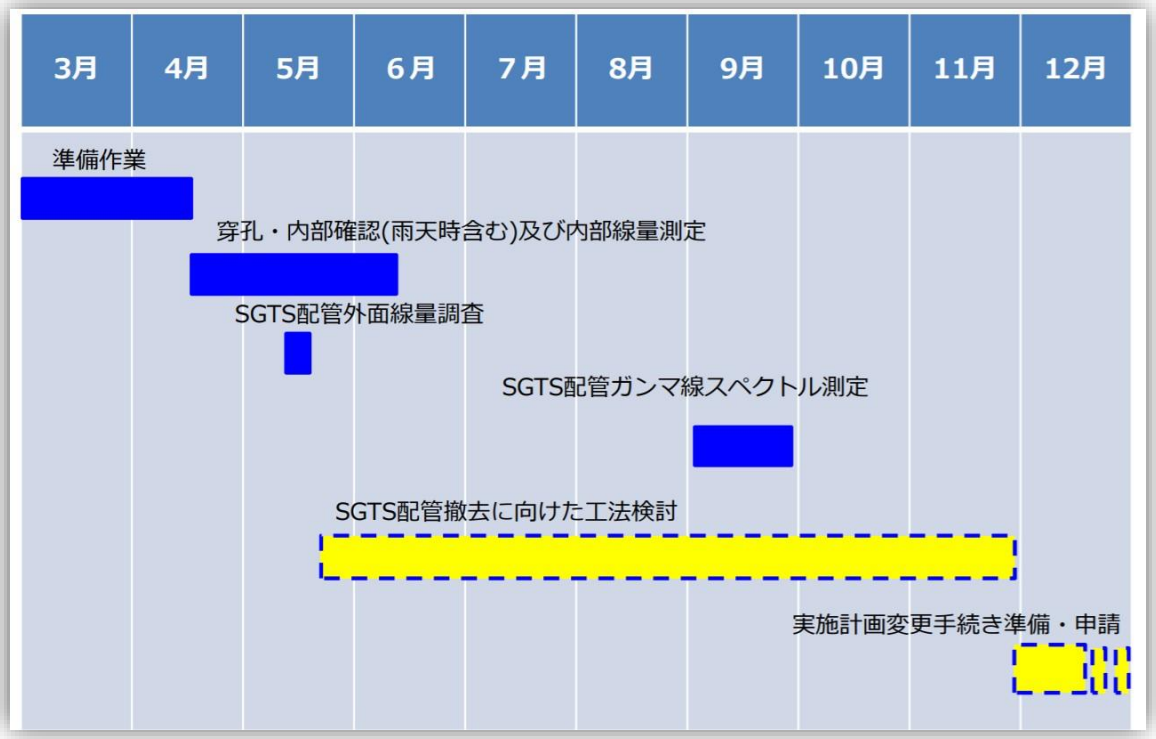
配管穿孔箇所より線量計を装着した操作ポールを排気筒内部へ挿入し線量測定を実施。最大で820mSv/hを確認。

主排気筒内部の内面拭き取りサンプリング（5/20、6/5）

SGTS配管内部の内面拭き取りサンプリングを実施できたが、ろ紙の線量が高いため、所外搬出し分析を実施する。

東京電力はこの結果を受け、2021年中の下記のスケジュールで、SGTS配管撤去に向けて工法を検討中としています。

（次ページに続く）



出典：2020年10 月29日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「11/2号機SGTS配管撤去に向けた調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/10/3-1-4.pdf

概要に戻る

③ 1号機及び2号機SGTS(非常用ガス処理系)配管の一部撤去について

SGTS：用語解説へ

5ページ前から事前調査についてレポートしてきましたが、1号機及び2号機SGTS(非常用ガス処理系)配管のうち屋外に敷設されている高線量の 参照 配管については、1号機R/B大型カバー設置工事 参照 及び1/2号機Rw/B雨水対策工事 参照 に干渉することから配管の撤去を実施する計画です。撤去エリアについては4ページ前をご覧ください。

この工事は使用済み核燃料の取り出しや、汚染水対策の基盤整備ですが、切断を要する大型の放射性廃棄物の処理という点では2020年5月に完了した1/2号機排気筒の解体 参照 に次ぐものです。 R/B：用語解説へ Rw/B：用語解説へ

また、排気筒解体が地上120 mでの作業だったという点では、地上で行われる本作業は技術的な難度は相対的には小さいのかもしれませんが、表面線量率が最大で排気筒接続部にて約4.3 Sv/hと、筆者が知る解体・撤去された排気筒筒身内部で測定された最大表面線量率0.60 mSv/hと比べて四桁も高く、かつ廃棄物量も多いと思われる作業です。

撤去→小割り→4号機カバー建屋内細断エリアへの運搬→細断・コンテナ収納→固体廃棄物貯蔵庫へ運搬・保管等の作業の各局面で、作業員の被ばく管理、作業時の放射性ダストの抑制が重要な課題になります。

東京電力は、作業員の被ばく管理については「本工事における総被ばく線量は約190人・mSvを計画しており、高線量エリアでの作業は可能な限り遠隔装置を使用することで被ばく線量を抑制する」としており、放射性ダストの飛散抑制策と推定値については、次ページのように述べています。

※ なお、この作業は燃料デブリの取り出し準備スケジュール表によると、2021年8月末開始、2022年3月完了の予定でしたが、8月28日、配管把持装置の動作確認において把持した配管を解放できない不具合が生じ、スケジュール通りには開始できなかったものと見られます。

出典：2021年8月30日 東京電力資料「1・2号機非常用ガス処理系配管一部撤去作業に向けた実機動作確認中における配管把持装置の不具合について」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2021/2h/rf_20210830_1.pdf
2021年8月26日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-4-2.pdf

概要に戻る

・配管切断箇所へ飛散防止剤を散布しながら切断を行う。

・配管切断箇所を覆う「飛散防止カバーの取付」、更にカバー内を局所排風機（ALARAベンチ）で吸引、切断に伴い発生する切粉も回収を行う。

・本作業に伴う放射性物質の放出率は、放出量総計6.83×10^{6} Bq及び切断作業合計時間9.4 hを基に算出した結果、放出率7.26×10^{5} Bq/h。

・敷地境界における放射線量2.53×10^{-6} mSv/年、敷地境界空気中放射性物質濃度は5.9×10^{-9} Bq/cm^{3}となり、評価上十分低い値である。

ここからは、この作業における作業員の被ばく管理、放射性ダストの抑制策の概要を画像で追って見ていきます。
詳しい説明をお求めの読者は出典をお読みください。

（次ページに続く）

遠隔操作クレーンの配置

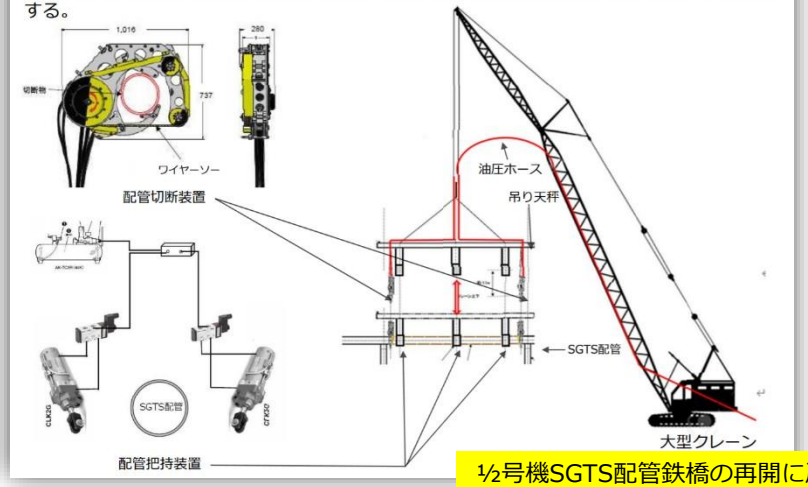


出典：2021年8月26日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-4-2.pdf

概要に戻る

遠隔切断、把持装置

吊り天秤に配管切断装置、配管把持装置を搭載し、大型クレーンで吊り、切断箇所に装置を合わせて遠隔操作にて配管を把持、切断を行う。切り出した配管はそのままクレーンで移動する。

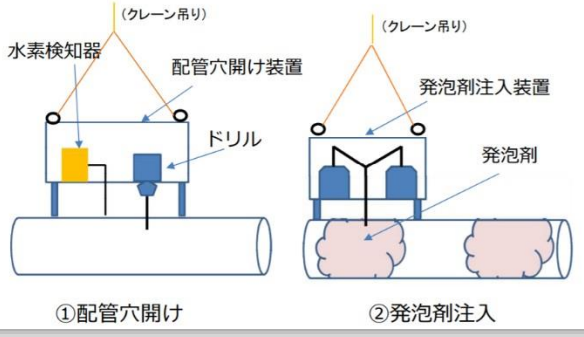


½号機SGTS配管鉄橋の再開に戻る

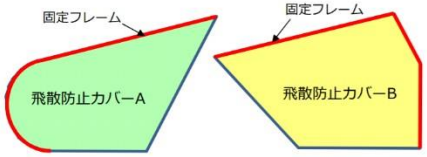
発泡剤注入

➢ SGTS配管穿孔イメージは以下の通り。

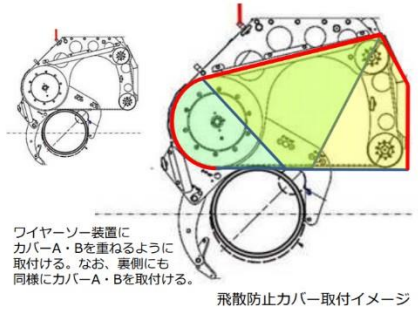
①撤去するSGTS配管内に水素はほとんど存在しないと推定するが、火花が出ない低速回転のドリルにて穿孔（穴開け）を実施。配管穴開け後、配管内の水素濃度を測定する。
なお、水素濃度が4%以上（水素の爆発限界下限値）ある場合は窒素ガスによるパージを試みる。
②SGTS配管切断箇所に発泡剤（２液性発泡硬質ウレタンフォーム）を注入し、切断時の放射性ダストの飛散防止を図る。



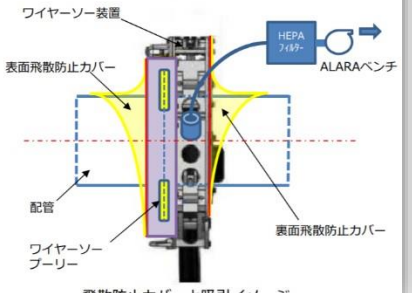
飛散防止カバー



- 飛散防止カバーA・Bは防炎シートにテフロン処理をしたもの。固定フレーム部でシートは固定されており、固定フレーム部以外は自由端。

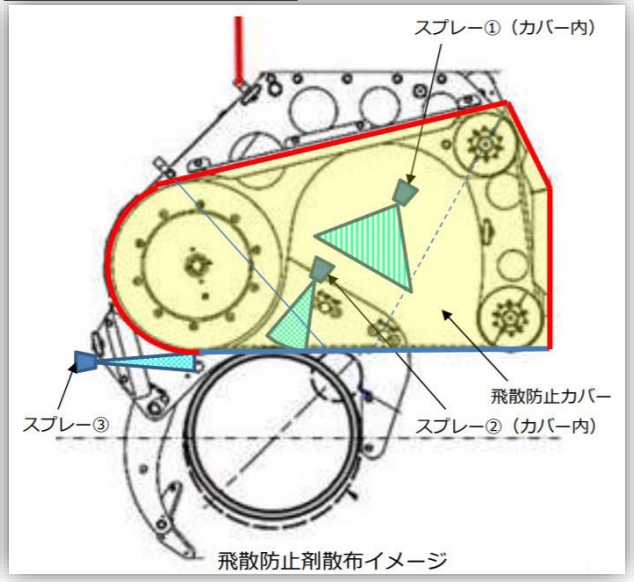


- ワイヤーソー装置に飛散防止カバーAおよびBを表裏に取り付ける。
- 配管切断に伴い、ワイヤーソー装置のアームが旋回すると、２枚のカバーを重ね合わせている部分が、配管形状に沿ってめくれることによって表裏カバー内の空間が確保される。
- このカバー内の空間に配管切断に伴うダストが留まることにより、外部へのダスト放出を抑制。
- さらに、このカバー内の空間をHEPAフィルター付きのALARAベンチで吸引することにより、さらなるダストの放出を抑制する。



18

飛散防止剤散布

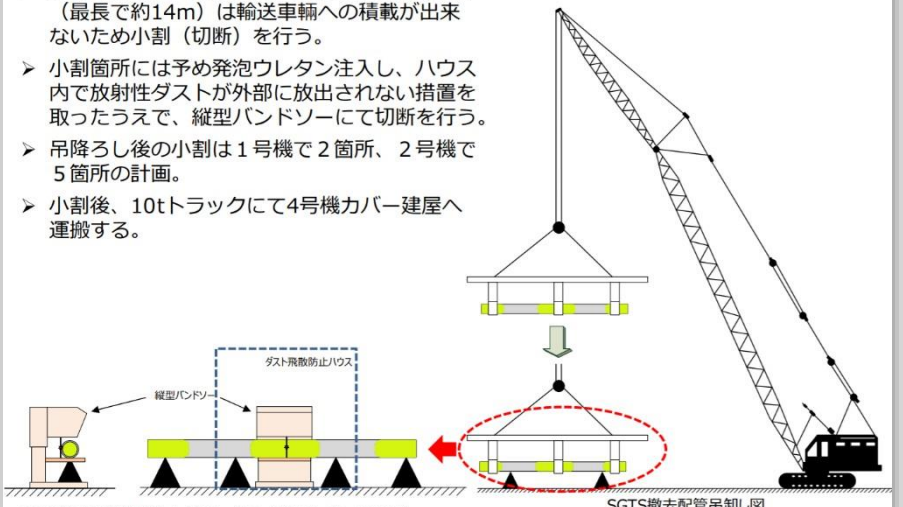


出典：2021年8月26日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-4-2.pdf

概要に戻る

小割り

- SGTS配管吊り降ろし後、８m以上の長尺配管（最長で約14m）は輸送車輌への積載が出来ないため小割（切断）を行う。
- 小割箇所には予め発泡ウレタン注入し、ハウス内で放射性ダストが外部に放出されない措置を取ったうえで、縦型バンドソーにて切断を行う。
- 吊降ろし後の小割は１号機で２箇所、２号機で５箇所の計画。
- 小割後、10tトラックにて4号機カバー建屋へ運搬する。



SGTS撤去配管細断イメージ図 （左：側面図、右：正面図）

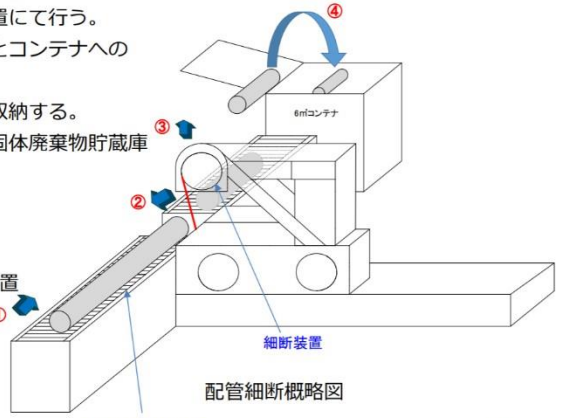
SGTS撤去配管吊卸し図

細断

- 撤去した配管は、4号機カバー建屋内１階に設置したハウス内に輸送され、コンテナ詰めにするために約1.5m程度に細断する。
  - ・ハウス内はHEPAフィルター付きの局所排風機を運転して、ハウス外への放射性ダストの拡散を防止する。また、ハウス近傍で仮設のダストモニタによる監視を行う。
  - ・配管の細断は遠隔の細断装置にて行う。
  - ・配管細断装置への配管設置とコンテナへの配管収納は重機にて行う。
  - ・細断された配管は養生して収納する。
  - ・配管を収納したコンテナは固体廃棄物貯蔵庫に輸送して保管する。

■ 配管減容・保管作業フロー

①配管をローラーコンベアに設置
②配管細断（配管細断装置）
③細断配管揚重（重機）
④細断配管収納

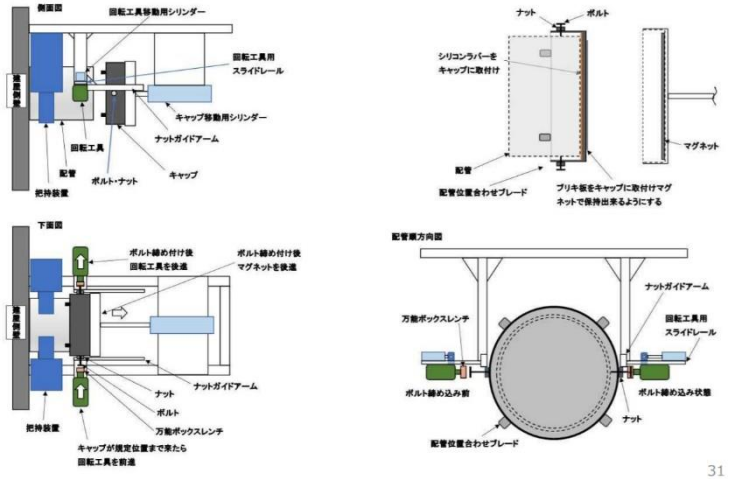


配管細断概略図

12

閉止キャップの取り付け

■ 建屋側と排気筒側に残存する取り合い配管部に遠隔で閉止キャップを取り付ける。
また、2号機の建屋側に一時、残存する取り合い配管にも遠隔で閉止キャップを取付ける。



31

配管穿孔（穴開け）モックアップ状況



出典：2021年8月26日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/08/93-3-4-2.pdf

概要に戻る

④ 1号機及び2号機SGTS（非常用ガス処理系）配管の一部撤去の進捗状況

SGTS：用語解説へ

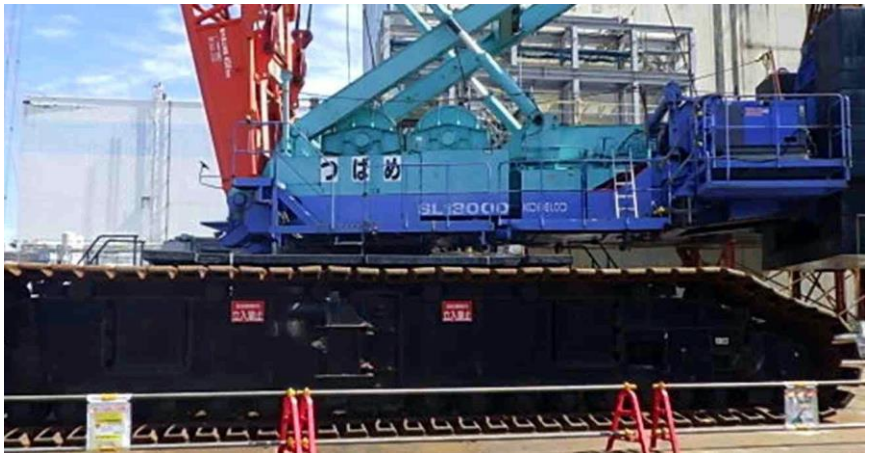
2021年8月28日、発泡剤（ウレタン）注入装置実機のモックアップ作業（実配管把持・把持開放確認）時に、配管把持後に開放スイッチ操作をしても把持が開放されず、作業が中断していました。

その後、強制的に把持解除を実施し、原因調査を実施。不具合の確認されたケーブルコネクター一式の交換等の対策が講じられ、この問題は解消されました。

9月8日には発泡剤（ウレタン）注入作業は終了しました。

この間水素濃度、放射性ダスト濃度が監視されていました。東京電力によると、水素は33カ所中No.20の穿孔で0.21～0.31%が確認され、放射性ダストについては、日々の作業開始前後のダスト濃度に変化は確認されず、また、周辺のダストモニタにおいても異常は確認されていないとのことです。

また、イチエフ構外（広野町）では配管切断装置のモックアップ試験が実施され、問題なく切断可能であることが確認されています。



しかし、11月3日の準備作業中に、撤去に使用するクローラクレーンの1台（左引用写真）が異音を発し、3台中2台の減速機にシャフトの揺れ、ベアリングの錆が確認され準備作業は中断していました。

中断していた準備作業は、部品等の交換を終え、2022年1月中旬再開。撤去作業は1月下旬に開始されるようです。

調整後の最新スケジュールは次ページです。

出典：2021年12月23日 第87回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1/2号機SGTS配管撤去準備作業中に確認されたクローラークレーンの不具合に伴う点検状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/12/97-3-4-4.pdf
2021年11月25日 第86回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1/2号機SGTS配管撤去準備作業中に確認されたクローラークレーンの不具合に伴う点検状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/11/96-3-4-3.pdf

概要に戻る

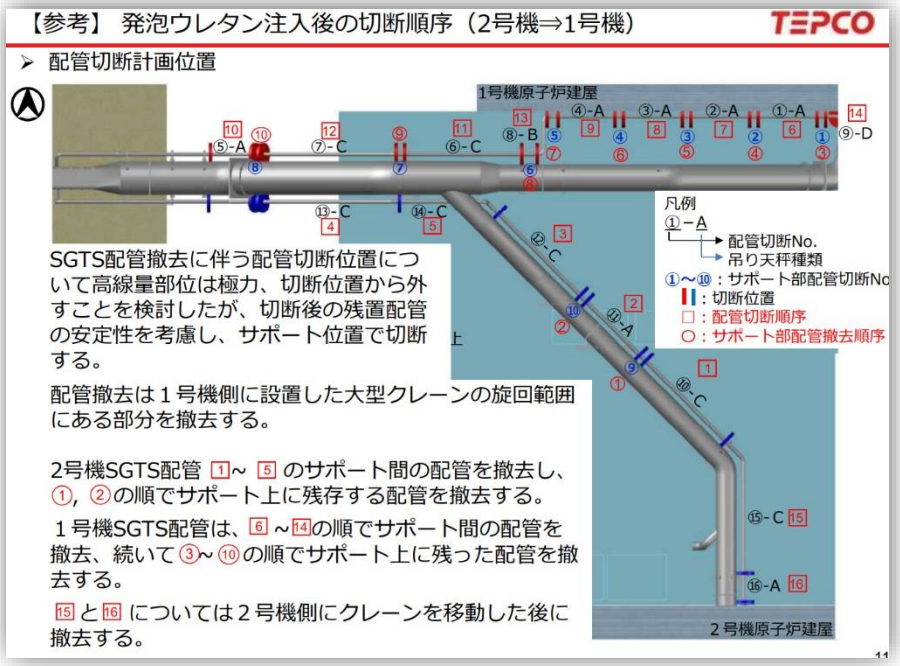
⑤ 1号機及び2号機SGTS（非常用ガス処理系）配管の一部撤去の開始と中断

2011年のメルトスルー事故時、原子炉格納容器（以下、PCV）の損壊を防ぐため、PCV内の高濃度の放射性ガスを排気筒から大気中に逃がした（ベント）際、ガスが通った1・2号機非常用ガス処理系(SGTS)配管の撤去が開始されました。

東京電力が挙げる撤去の目的については、参照 の下部明朝体部分を 参照 の図と対照してご覧ください。なお、参照 図の下部、1/2号機排気筒寄りの大きなオレンジ色の囲み内の排気筒付け根部近傍は、極めて線量が高く 参照 今回の撤去とは別途撤去が計画されるとのことです。

前ページでレポートしたクレーンの不具合以降、2022年2月6日の配管切断装置用油圧ユニットからの油漏れと対策の実施を経て、当初開始予定の2月24日は強風のため延期、3月1日に2号機SGTS配管のうち下図 1 の、 参照 図では黒い矢印で示す部分から切断が開始されました。

しかし、ダストモニタの高警報の発生、さらに切断装置から切断用のワイヤーが外れ、作業を中止。



問題に対処後、3月2日に切断作業が再開されましたが、今度は切断装置の切断用ワイヤーが切れ、再度作業を中止。

東京電力は、今後、発電所構内で模擬配管を使って配管切断作業を再現し、原因の究明と対策を講じたうえで、SGTS配管切断作業を再開する予定としています。

2月24日時点の最新スケジュールは次ページで更新しましたが、今後さらに見直しが行われると思います。

概要に戻る

出典：2022年2月24日 第99回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/02/3-3-5.pdf

2022年3月3日 東京電力資料「福島第一原子力発電所 1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去作業に関する対応状況（2022年3月3日時点）」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2022/1h/rf_20220303_1.pdf

b 1号機及び2号機SGTS（非常用ガス処理系）配管の一部撤去の開始と中断

前ページでレポートした2022年3月2日の切断用ワイヤーソーの破断について、東京電力は、配管切断時にワイヤーソーの刃の摩耗量が不均一とならず安定的に切断できる油圧や流量等のパラメータを特定するとともに、作動油の温度をメーカー推奨値である30℃～40℃に維持するよう管理するという対策を講じ、3月27日、切断作業を再開しました。

しかし、切断装置ワイヤーソーの刃が配管に噛み込み、動かなくなったため作業を中断し、切断装置の配管把持状態を解除し、クレーンにて切断装置の吊りおろし作業を完了しました。

東京電力によると、ワイヤーソーの刃が配管に噛み込んだ原因については、現在調査中とのことです。



出典：2022年3月31日 第100回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/03/3-3-4.pdf

概要に戻る

c 1号機及び2号機SGTS（非常用ガス処理系）配管の一部撤去の再開

前ページでレポートしたワイヤーソーの刃の配管への噛み込みによる中断後、配管をクレーンで上方へ吊り上げることで切断面の圧縮力を低減する等の対策を講じ、5月23日、切断作業を再開。2か所目の切断が完了しました。

なお、切断面の2号機側に放射性ダスト飛散防止用のウレタンが充填されていないことが確認されましたが、その他の飛散防止策により、仮設ダストモニタの指示値は管理基準値に至らなかったとのことです。

管理基準値 5.0×10^{-4}（Bq/cm^3）

今回の最大値 1.0×10^{-4}（Bq/cm^3）

切断した配管の線量【配管上流側（2号機側）】

・配管内側 γ：100 mSv/h、$\beta+\gamma$：3000 mSv/h

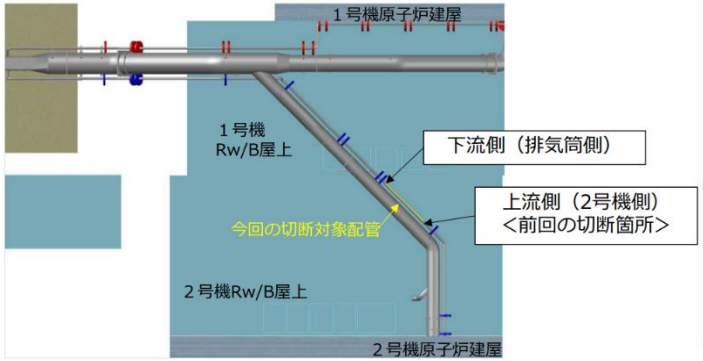
・配管外側 γ：60 mSv/h、$\beta+\gamma$：60 mSv/h

【配管下流側（排気筒側）】

・配管内側 γ：65 mSv/h、$\beta+\gamma$：120 mSv/h

・配管外側 γ：60 mSv/h、$\beta+\gamma$：60 mSv/h

（5月23日切断箇所）





出典：2022年5月26日 第102回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/05/3-3-4.pdf

概要に戻る

c 1号機及び2号機SGTS（非常用ガス処理系）配管の一部撤去の再開

東京電力によると、2号機SGTS配管（2本目）の上流側（次ページ画像赤矢印部分）切断作業が、切断面への圧縮力の低減対策、及びウレタン充填部を切断するための対策を施した上で、2022年6月10日（金）開始されました。

しかし、同日午後16時00分頃、当該配管を約9割切断したところで切断装置のワイヤーソーの刃が配管に噛み込み、動かなくなりました。

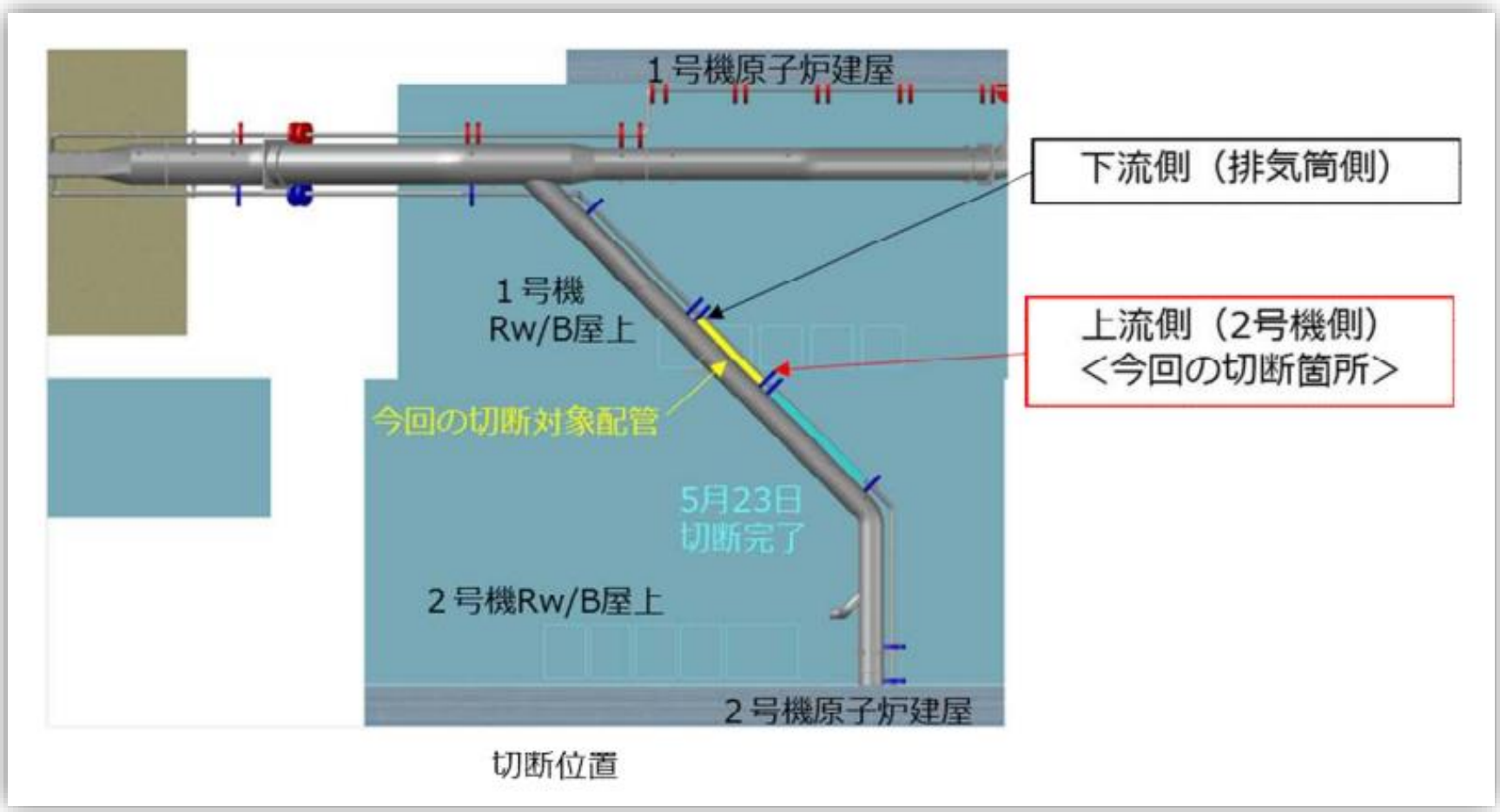
切断装置のワイヤーソーの正転／逆転、電動ウインチによる切断装置の上下動作、および吊り天秤をクレーンで上下動作させたが、噛み込みは解消せず。切断終了付近の切断面積を小さくするよう、切断装置の角度変更を行うため、配管の把持を解除しクレーンにて切断装置を吊り上げ、刃の噛み込みを解消後、切断装置が吊り降ろされました。その際、ワイヤーソーの刃が切れたため、同日の作業は見送られました。

6月11日（土）、2号機SGTS配管（2本目）の上流側について、前日に約9割切断したところでワイヤーソーの刃の配管への噛み込みが発生したことから、約8割切断したところで切断装置の角度変更を行う予定で作業が開始されましたが、ワイヤーソーの刃をウレタン注入口付近へ近づけるため電動ウインチで上下動作を繰り返していたところ、切断装置の角度変更用の電動ウインチのワイヤーに乱巻きが生じたため、作業は中断され、ウインチが交換されました。

出典によると、その後他の不具合も生じ、6月29日現在切断作業は再開されていないようです。

出典：2022年6月30日 第103回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/06/3-3-4.pdf
2020年6月原子力規制委員会資料「追加説明資料SGTSの配管設計等について～ 1～4号機SGTSの配管設計等の比較 ～」
https://www.nsr.go.jp/data/000315700.pdf

概要に戻る



出典：2022年6月30日 第103回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機及び2号機非常用ガス処理系配管一部撤去の対応状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/06/3-3-4.pdf

概要に戻る

⑥ 1/2号機SGTS配管撤去作業の長期中断中の工程組み換え工事、および1/2号機Rw/B周辺工事の工程の組み替え

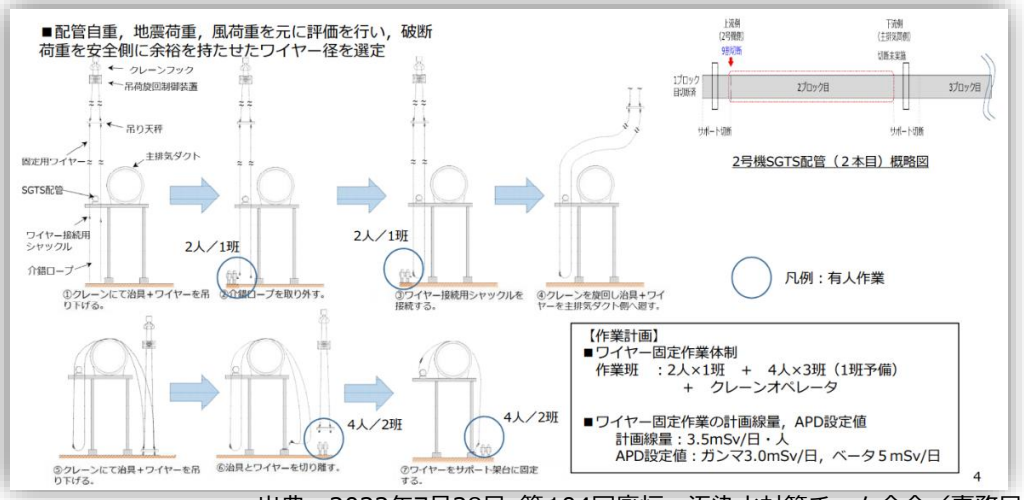
1号機新大型原子炉建屋カバー設置 参照 工事との空間的干渉解消のため2022年3月に着手された、1/2号機非常用ガス処理系（以下、SGTS）配管の、クレーンに吊るされたワイヤーソー方式切断装置による切断と撤去は、ワイヤーソーの配管への食い込みや破断により、中断と再開を繰り返してきました。

7月28日、東京電力は、1号機新大型原子炉建屋カバー設置工事の工程遅延が更に大きくなるリスクを回避するため、2本目の配管の切断途中で現状での切断作業の継続を断念し、工程の組み換えを明らかにしました（次ページ引用表参照）。

今後は、遠隔操作に用いていた大型クレーンの差し替え（次々ページ引用画像参照）、および1号機廃棄物処理建屋（以下、Rw/B）のガレキ撤去（3ページ先引用画像参照）が先行実施される予定です。

SGTS配管の切断・撤去については、その間に切断装置の改造検討、噛み込み時の対応方法の見直しを行い、2022年度第4四半期に再開する工程を明らかにしました。

切断再開までの間、切断途中の2本目の配管は、下引用画像の方法で固定される予定です。



出典：2022年7月28日 第104回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1／2号機廃棄物処理建屋（Rw/B）周辺工事のリスク低減のための工程組み替えについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/07/3-3-3.pdf

概要に戻る

⑦ 長期中断中の1/2号機SGTS配管撤去作業の、工程組み換え工事である 1/2号機Rw/B周辺工事の進捗状況

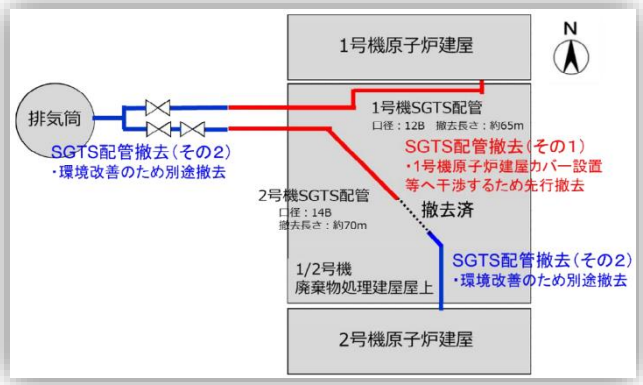
1号機新大型原子炉建屋カバー設置 参照 工事との空間的干渉解消のため、2022年3月に着手された1/2号機SGTS配管撤去作業は、前ページまででレポートしてきたとおり、ワイヤーソーの配管への食い込みや破断の繰り返しにより、7月に中断したままとなっています。

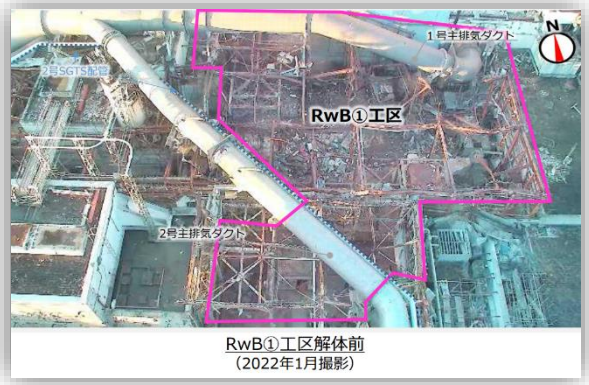
この1/2号機SGTS配管撤去作業の工程組み換え工事である、1号機廃棄物処理建屋（以下、Rw/B）のガレキ撤去の進捗状況についてレポートします。

1号機新大型原子炉建屋カバーを設置するためには、下左図の赤で示したSGTS配管および灰色の正方形部分のガレキ撤去が必要です。しかしSGTS配管の切断撤去は技術的な事情でとん挫しているため先行させた、灰色の正方形で示した1号機廃棄物処理建屋の西側半分（下中央、下右図ではピンク色の線で囲んだ部分）のガレキ（下中央図）解体は2023年1月までに下右図のとおり完了しました。

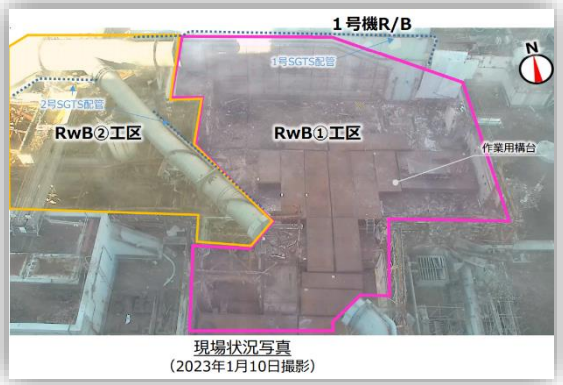
今後の工程としては、SGTS配管切断撤去を再開し、その後下左図の灰色の正方形の東半分（RwB②工区）のガレキ解体への進む予定です。SGTS配管切断装置については、イチエフの外部のモックアップ施設で改良が進められているようです。

またSGTS配管の2箇所にリスク低減のため、ウレタンを追加注入したそうです。





RwB①工区解体前
（2022年1月撮影）



現場状況写真
（2023年1月10日撮影）

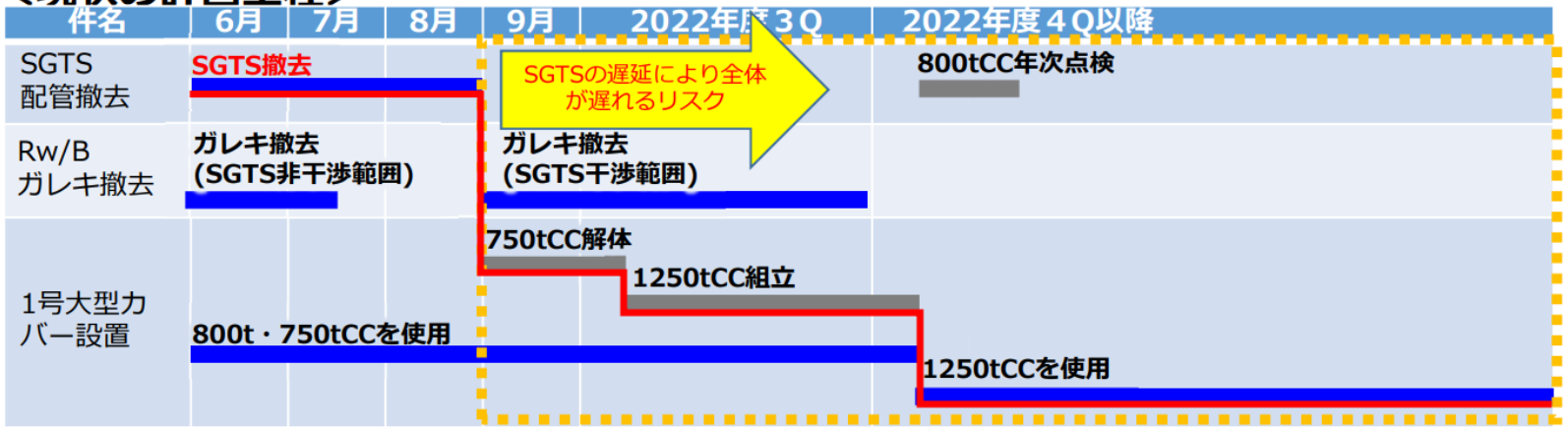
出典：2023年1月26日 第110回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1／2号SGTS配管撤去（その１）の進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/01/01/3-3-4.pdf

概要に戻る

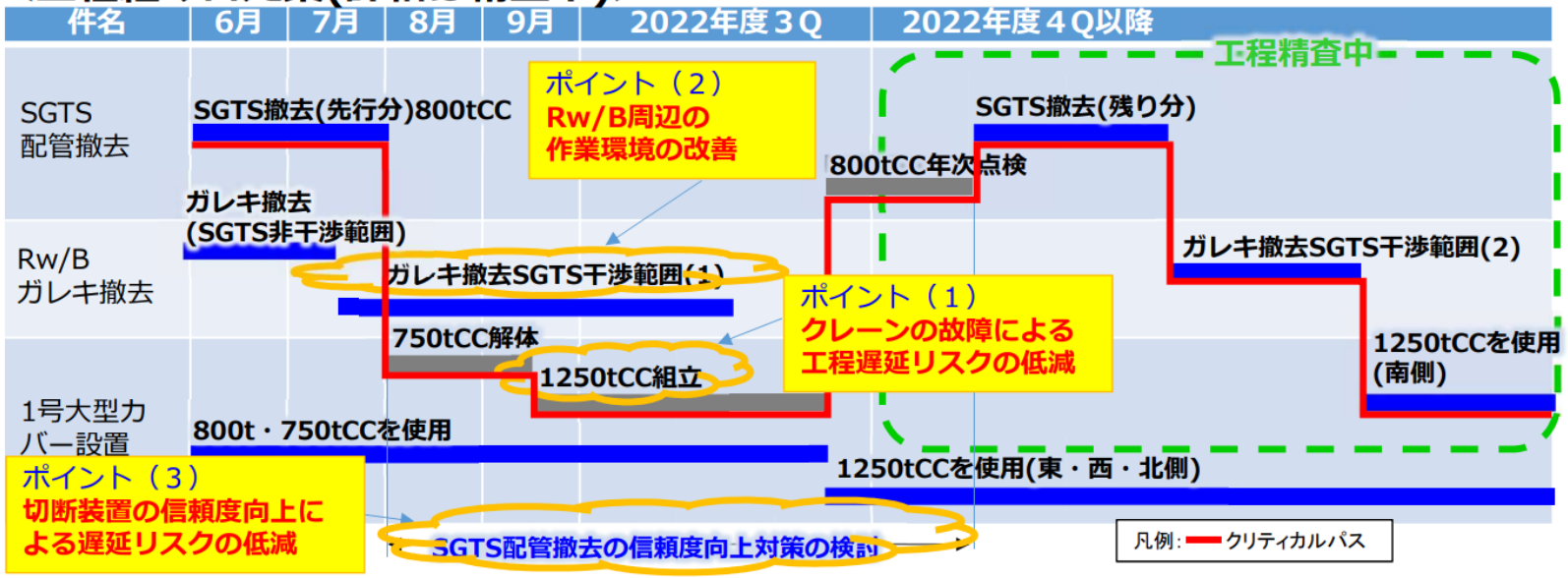
2．1/2号機Rw/B建屋周辺工事の現行工程との比較

TEPCO

<現状の計画工程>



<工程組み替え案(詳細は精査中)>

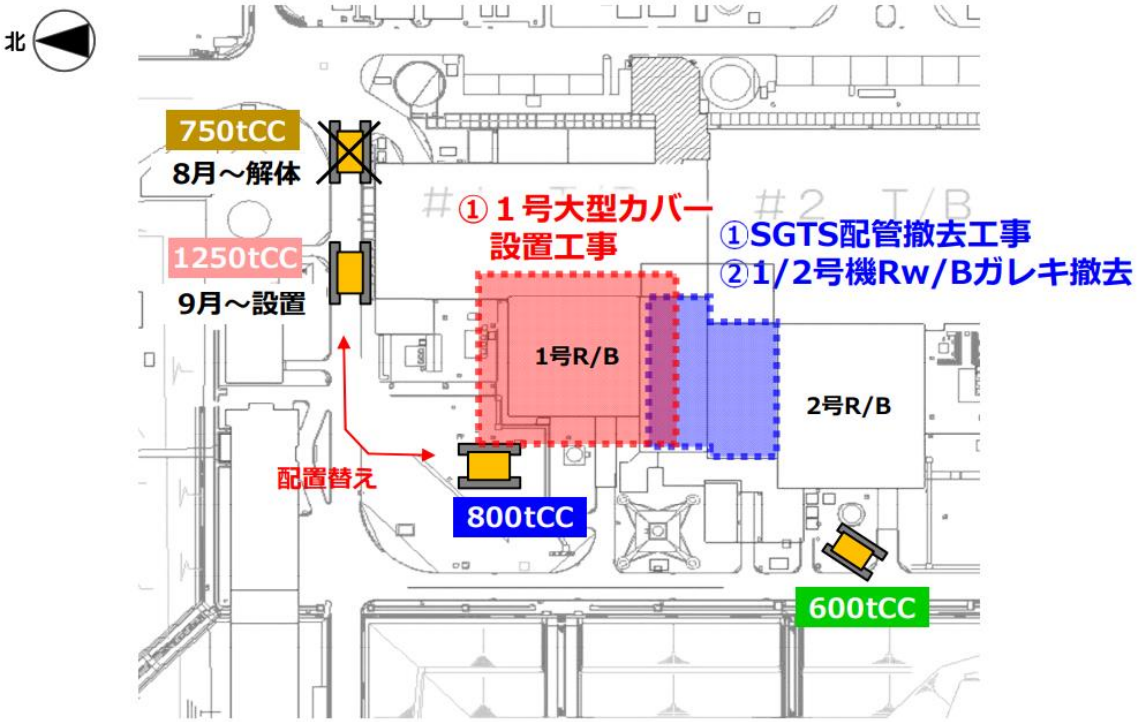


概要に戻る

（参考）1/2号機周辺大型クレーン配置計画

TEPCO

- 現在，SGTS配管撤去工事では，800tCCを使用しており，バックアップ用に750tCCを配置
- 1号大型カバー工事では揚重能力の高い1250tCCを使用する計画であるが，1号機R/B北側のエリアには，大型クレーンが3台配置出来ないため，老朽化した750tCCを解体した後に1250tCCを組み立て，800tCCと入れ替える予定
- 工程組み替えにより1250tCC配置を優先し，1号カバー設置工事の遅延抑制およびSGTS配管撤去工事で使用するクレーンの信頼性向上を図る



概要に戻る

⑧ 1/2号機Rw/B建屋周辺工事の至近の作業予定

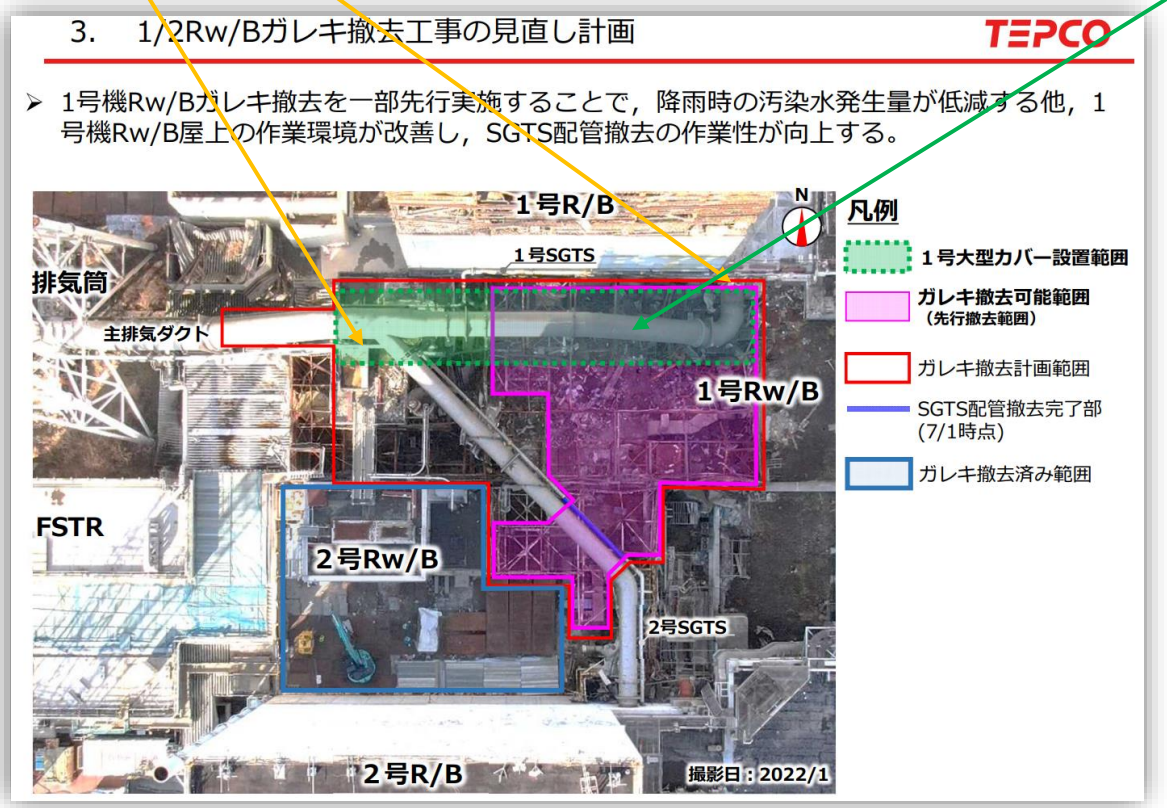
【SGTS配管撤去】

9月より切断面への閉止キャップ取り付けを実施予定。

【Rw/Bガレキ撤去】

8月23日より、SGTS干渉範囲（下図ピンクシャドウ部）のガレキ撤去を再開し、準備が整い次第8月30日を目途に主排気ダクトの1ブロック目の撤去を開始予定。

ガレキ撤去（SGTS干渉範囲（1））については，12月までに撤去作業をすすめる計画。



出典：2022年8月25日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第105回）資料
「1／2号機廃棄物処理建屋（Rw/B）周辺工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/08/3-3-3.pdf

概要に戻る

⑨ 1/2号機SGTS配管撤去(その1)の再開

1号機原子炉建屋では、将来の使用済み核燃料の取り出し、および取り出しに向けた工事時の放射性物質の環境への放出を抑制するために新大型原子炉建屋カバーを建設中です 参照 。しかし、原子炉建屋南面に位置する1/2号機SGTS配管 用語解説へ がこの工事に干渉しており撤去しなければなりません。

SGTS配管撤去工事は2021年8月から開始されましたが、前ページまででレポートしてきたとおり、切断装置のワイヤーソーの配管への噛み込みなどのトラブルで、中断と再開を繰り返し、東京電力は、2022年7月に工程を組み替え、いったん切断装置を構外のモックアップ（実物大試験）施設に搬出し、トラブルの原因の解明と対策に努めてきました。

モックアップ試験は完了し、3月9日、切断装置は福島第一原子力発電所構内に戻されました。構内での切断装置の作動試験等を実施したうえ、準備ができ次第(3月16日以降)、SGTS配管の切断・撤去を再開するとのことです。

東京電力は、ワイヤーソーの配管への噛み込みの原因について、クレーンによる吊り上げだけ 参照左上図 では配管自重による配管のたわみを抑制できず、切断が進むにつれ、切断面に圧縮応力が加わり、ワイヤーソーの刃が噛み込んだものと推定しています。

（次ページに続く）

工事の進捗に戻る

出典：2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）東京電力　資料
「1／2号SGTS配管撤去（その１）の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-3-5.pdf
2023年3月9日　東京電力　資料「1・2号機SGTS配管撤去(その1)の再開について」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2023/1h/rf_20230309_1.pdf

概要に戻る

（更新）

そして、この対策として、

①把持装置に電動ホイストを追加し、配管を水平に維持することで圧縮応力の発生を低減 ②配管サポートを先行して切断することで応力の発生を低減 ③切断途中でワイヤーソーの角度を変更し、切断面の接触面積を低減させ摩擦抵抗を低減するとしています。

また油圧ホースの油漏れについても、油圧ユニットを天秤に載せることで油圧ホース長を約330 mから約20 mに短縮し、油圧ホースの送り／戻しを削減するそうです。

次ページに切断箇所、次々ページに切断装置の改造前と改造後の概要図を引用掲載しておきます。

しかし、切断作業再開準備中の2023年3月13日、SGTS配管表面のウレタン除去作業において人身災害が発生したため、SGTS配管撤去に関連する全ての作業が中断されました。

その後、災害発生の原因分析および再発防止対策が実施され、3月27日から準備作業が再開されているようです。

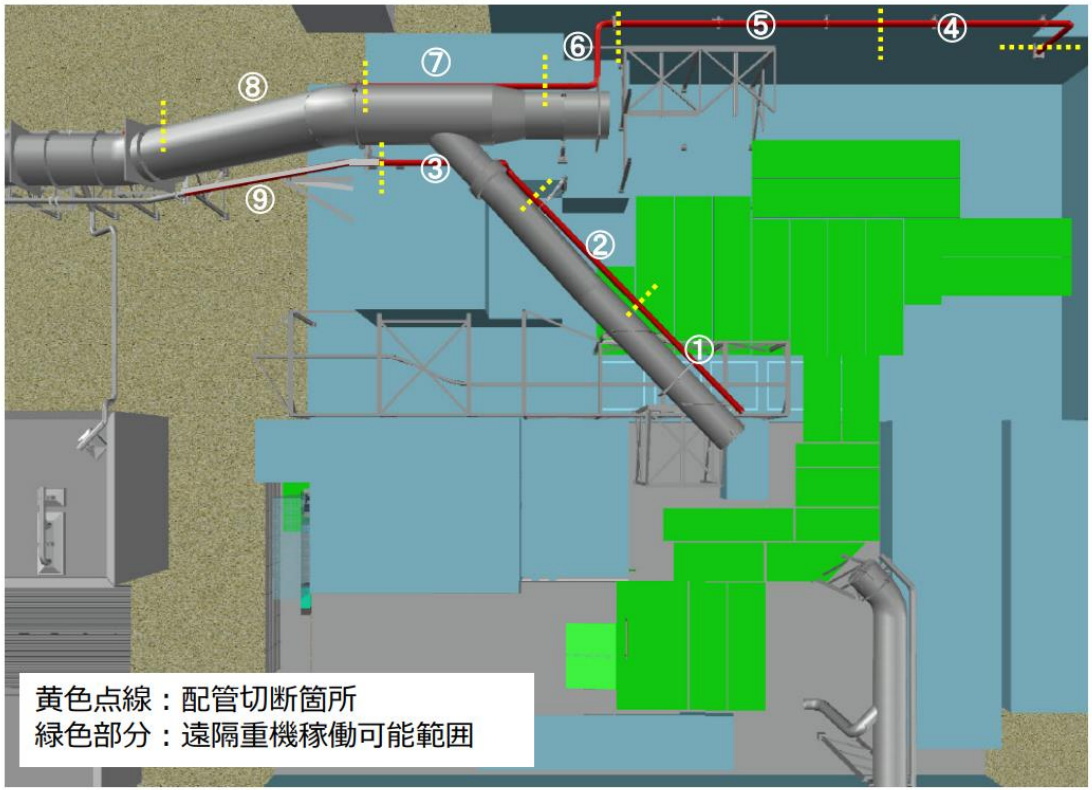
工事の進捗に戻る

出典：2023年2月22日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第111回）東京電力　資料
「1／2号SGTS配管撤去（その１）の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-3-5.pdf
2023年3月9日　東京電力　資料「1・2号機SGTS配管撤去(その1)の再開について」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2023/1h/rf_20230309_1.pdf
2023年3月30日廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第112回）東京電力　資料
「1／2号SGTS配管撤去（その１）の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-3-4.pdf

概要に戻る

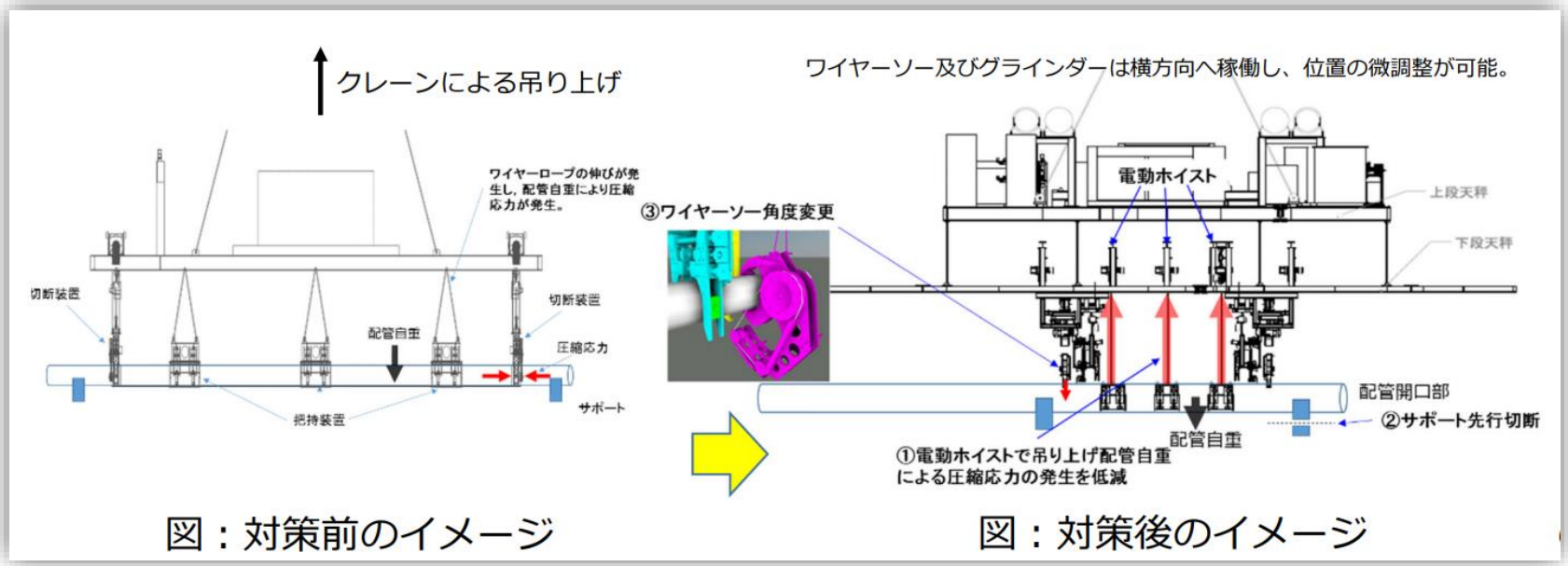
SGTS配管撤去（その１）の配管切断箇所

- SGTS配管撤去（その1）では8本のSGTS配管を撤去する予定です。
- ⑨については、SGTS配管が廃棄物処理建屋建造物と干渉していることを、3Dスキャン採取時に確認しました。建屋干渉物撤去には周辺ガレキの撤去が必要であるため、工程組み替えを行いガレキを撤去した後に、建屋干渉物の撤去及びSGTS配管の切断、撤去を行う予定です。
  なお、⑨は1号機大型カバー設置工事と干渉がないことを確認しています。



出典：2023年3月9日　東京電力　資料「1・2号機SGTS配管撤去(その1)の再開について」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2023/1h/rf_20230309_1.pdf

概要に戻る



さらに東京電力は、このエ法でトラブルが生じた場合の代替案として次の4つを挙げています。

対策① ワイヤーソー切断で噛み込みが発生した場合、配管の残余分を吊天秤に追設した高出力グラインダーにて切断。

対策② 1／2号機Rw/B 用語解説へ 上部のガレキ撤去が完了している箇所から、地上重機による切断を準備。

対策③ Rw/B上部からアクセス可能で地上重機のアクセスが難しい箇所には高所作業車※による切断を準備。

対策④ 地上重機のアクセスが難しい箇所には、搭乗設備※による切断を準備。

※ 高所作業車の作業員搭乗部分および搭乗設備には鉛遮へいによる被ばく防止対策を実施。

出典：2023年3月9日 東京電力 資料「1・2号機SGTS配管撤去(その1)の再開について」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2023/1h/rf_20230309_1.pdf

概要に戻る

修復中

（5） 2号機の取り組み状況

① 2号機の困難性

～オペレーティングフロアの高線量

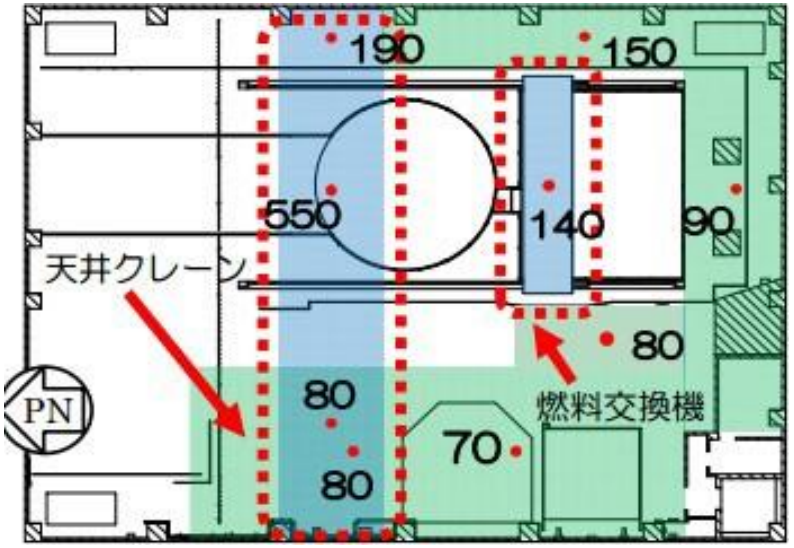
燃料取り出し作業を遠隔操作で行う場合でも、設備設置時やメンテナンス時には有人作業が必要であり、東京電力の除染等による線量低減後の目標値は1 mSv/h以下です。 1/2号機排気筒解体部材の測定結果に戻る

2014年の発表では、2号機においては、γカメラ撮影等を行い汚染状況を調査した結果、オペレーティングフロア内の除染前の線量率は、70～550 mSv/h程度(有人作業可能線量率 3 mSv/h）でした。

既存の除染技術を用いて除染作業を行った場合の予想線量率を予測した結果でも、床上1 mでの線量率は20～50 mSv/hと依然として高く、目標値の1 mSv/hを大きく上回り、有人作業は極めて困難です。 2号機の取り出し方法に戻る

仮に 1 mSv/h程度の環境となった場合でも、5号機の燃料取扱設備の復旧実績から作業量を想定すると膨大な作業員が必要となり、作業員の確保が困難です。**<u>現状確保し得る作業員規模にて燃料取扱設備の復旧を可能とするには、線量率を約0.2 mSv/h以下とする必要がありますが、東京電力は現時点では達成できる見込みはないとしています。</u>** 参照

2号機オペフロの線量分布（単位はmSv/h）



ダスト飛散防止策に戻る
規制庁協働オペフロ調査結果に戻る
オペフロ調査結果に戻る
保護層撤去に戻る

出典：2014年10月30日東京電力「福島第一原子力発電所1,2号機の 燃料取り出し計画について」
https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/90087.pdf
図版出典： 2014年12月1日福島第一廃炉推進カンパニー「福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策の現状」
http://www.nrmc.jp/report/__icsFiles/afieldfile/2017/08/08/10_j7.pdf

概要に戻る

② 2号機の困難性の克服
～原子炉建屋上部の解体に向けて
～アクセス確保の準備

2号機は、前ページで紹介したとおり、原子炉建屋内の線量が高くオペレーションフロアの作業に着手できていませんでしたが、将来的に燃料取り出しカバー（又はコンテナ）および燃料取扱設備を設置するために、原子炉建屋上部を解体する計画でした。それに先立ち、まずオペレーティングフロア内部の諸状況を調査し、その結果に応じた方法で片付け・清掃及び使用済み核燃料プールへの養生設置を行わなければなりませんでした。そのために原子炉建屋の西側外壁の5階部分に前室を備えた作業用搬出入用開口を設置しました。

オペレーティングフロアにアクセスするための構台の設置作業は2017年2月中旬に完了し、前室の設置作業も2017年3月末に完了しています。

2017年7月には、上部解体を今後進めていくための遠隔解体装置用の通信環境の整備に向けて通信ケーブル敷設等の準備工事を原子炉建屋周辺で実施しました。

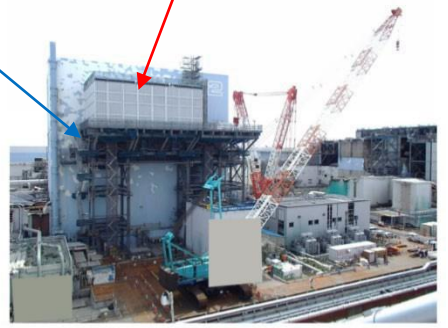
（次ページに続く）



写真②　無線通信用アンテナ架台設置状況



写真③　ケーブル敷設作業状況



写真③　２号機原子炉建屋　前室設置状況（全景、2017.5.9撮影）

出典：第31回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2016年6月30日資料東京電力「２号機原子炉建屋西側外壁の開口設置について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/06/3-02-04.pdf
第42回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2017年5月25日資料「福島第一原子力発電所2号機建屋カバー工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/05/3-02-07.pdf
2017年7月27日 第44回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 7月18日東京電力
「福島第一原子力発電所 2号機建屋カバー工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/07/3-02-10.pdf

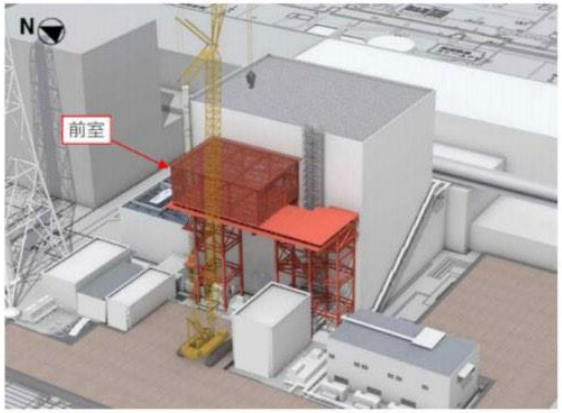
概要に戻る

修復中

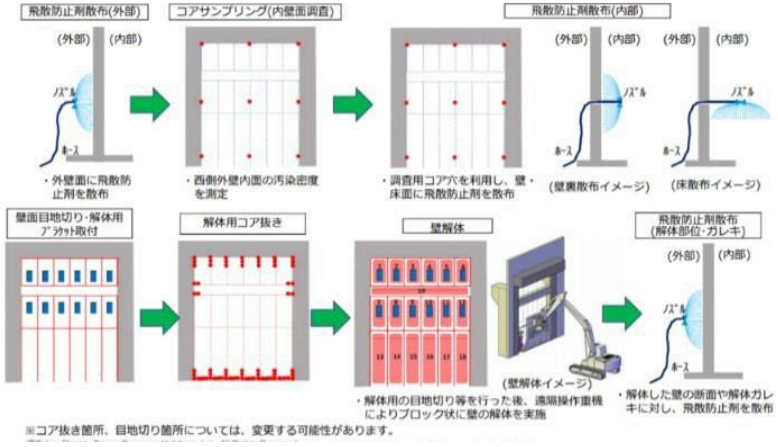
東京電力は、2号機使用済み核燃料プール内の燃料取り出しに向け、原子炉建屋上部を全面解体することを計画中ですが、解体に先立ち、放射性物質の飛散抑制策を徹底するため、オペレーティングフロア（5階）内で線量、ダスト濃度等の調査を計画しています。

また、調査後は残置物の片付作業や使用済み核燃料プールの養生作業等を計画しており、原子炉建屋の西側外壁の5階部分の設置済み前室内部に、下右図の手順で幅約5m×高さ約7mの作業用搬出入用開口を設置する作業を2018年4月に開始しました。 参照

この工事に関して原子力規制委員会は、東京電力からあった「福島第一原子力発電所特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請（2号機原子炉建屋調査・除染のための開口部の設置等）」に対し、2017年12月21日、「措置を講ずべき事項を満たしており、核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は原子炉による災害の防止上十分であるものであると認められる」として認可しています。



原子炉建屋西側構台・前室のイメージ

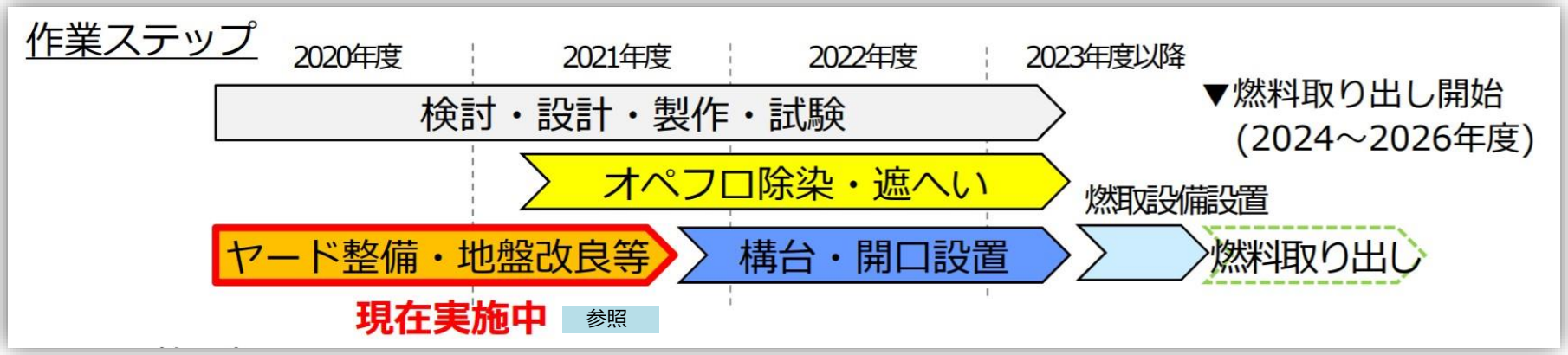


出典：第52回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2018年3月29日資料東京電力「2号機原子炉建屋西側外壁の開口設置について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/04/3-02-03.pdf
2017年12月21日原子力規制委員会「東京電力ホールディングス株式会社福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画の変更認可申請（2号機原子炉建屋調査・除染のための開口部の設置等）に係る審査について」
http://www.nsr.go.jp/data/000214823.pdf

概要に戻る

③ 使用済み核燃料の取り出しまでの作業ステップ

2019年12月の中長期ロードマップの改訂（第6版）における、原子炉建屋最上部を解体する工法から、解体せずに、原子炉建屋南側に燃料取り出し用構台を設置して取り出しをめざす工法への変更 参照 により、使用済み核燃料プールからの核燃料取り出しまでの作業ステップは下図のように更新されました。



出典：2020年3月27日 第76回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機燃料取り出し用構台設置に向けた準備工事の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/03/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

④ 原子炉建屋外壁の穴あけ時の放射性ダスト飛散の防止策

2号機のオペレーティングフロアの線量率は、2014年で70～550 mSv/h程度(有人作業可能線量率3 mSv/h)ときわめて高い水準にあります 参照 。

被ばくの懸念に戻る 調査結果に戻る

このため、この開口の設置に当たって、東京電力は次ページのように放射性物質濃度の監視に慎重を期すとしています。

＜ダスト飛散防止策＞（前々ページ右図を参照してください）

・前室を設置後、前室内部で開口設置作業を行うことでダストの飛散を抑制する

・前室内の空気は換気設備により吸気・浄化し、前室に戻すことで、ダストの飛散を抑制する

・開口設置作業開始前に、外壁の外面に飛散防止剤を散布する

・内壁面調査用のコアサンプリング時は、吸引装置を使用し、ダストの飛散を抑制する

・内壁面調査用のコアサンプリング実施後に、コア穴を利用し、外壁の内面及び開口近傍の床面に飛散防止剤を散布する

・壁面の目地切り及び解体用のコア抜き時には、吸引装置を使用し、ダストの飛散を抑制する

・日々の解体作業終了後は、解体した壁の断面や解体ガレキに飛散防止剤を散布する

（次ページに続く）

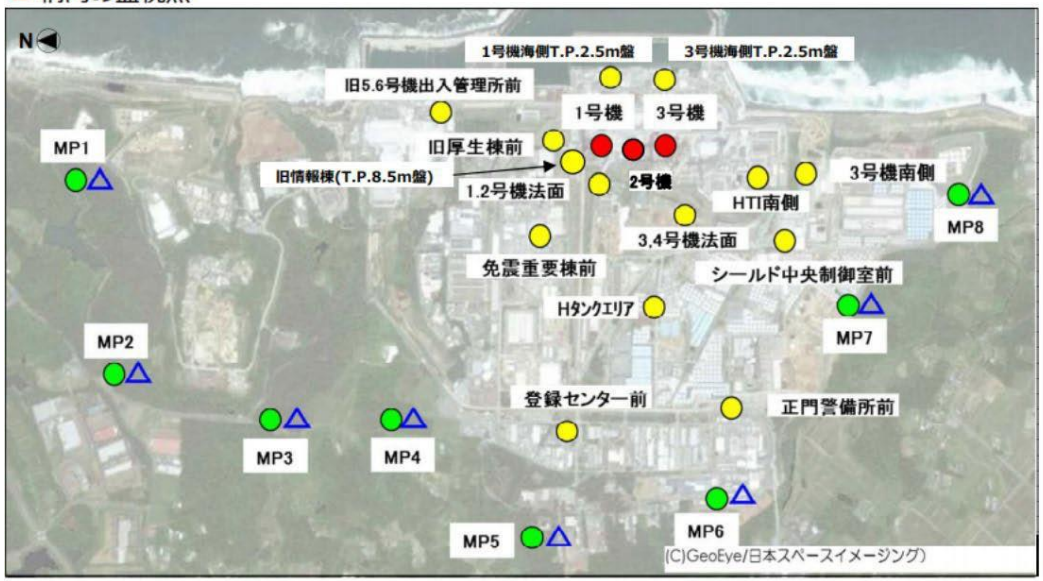
出典：第52回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2018年3月29日資料東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁の開口設置について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/04/3-02-03.pdf

概要に戻る

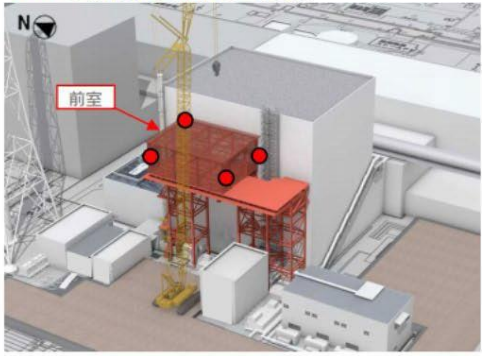
＜放射性物質濃度の監視および監視体制＞

放射性物質濃度は、下図のように、各監視点での濃度を24時間体制で免震重要棟にて監視するそうです。

■ 構内の監視点



■ 2号機前室周囲の監視点



■ 警報設定値

		警報設定値	その他の設定値（兆候把握）
①	●1,3号機オペレーティングフロア上のダストモニタ、2号機前室周囲のダストモニタ	5.0×10^{-3}(Bq/cm^3)	1.0×10^{-3}(Bq/cm^3)
②	●構内ダストモニタ	1.0×10^{-4}(Bq/cm^3)	5.0×10^{-5}(Bq/cm^3)
③	△敷地境界ダストモニタ　●敷地境界モニタリングポスト	1.0×10^{-5}(Bq/cm^3)	－

出典：第52回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2018年3月29日資料東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁の開口設置について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/04/3-02-03.pdf

概要に戻る

⑤ 原子炉建屋外壁の穴あけに向けて

2018年4月16日、2号機原子炉建屋西側外壁開口作業が開始されました。
4月16・17日には調査用コアを採取し、建屋内壁面の汚染状況を確認した結果、調査コア9本のうち最大で2.9×10^2 Bq/cm^{2}であり、入域実績がある原子炉建屋1階の汚染密度と同程度の値であることが確認されたそうです。
この作業の間、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おいて，有意な変動はなかったということです。
東京電力は、今後、採取したコアは構外に搬出し詳細な分析を行う予定としています。

また、東京電力のホームページの報道関係者向け動画集で「2018/05/28(月)2号機原子炉建屋西側外壁開口工事壁解体作業開始」を見ることができます。なおこの動画が肝心の壁解体場面の直前で終わっているのは、東京電力の記者会見「2018/5/31(木)中長期ロードマップ進捗状況について」によると、この部分の公開が「原子炉規制法」に定められた「核燃料物質の防護のために講ずべき措置」に抵触するためだそうです。 （次ページに続く）



コア削孔装置設置状況



コア採取状況

出典：2018年4月26日第53回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料
「福島第一原子力発電所2号機 2号機原子炉建屋西側外壁開口の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/05/3-05-01.pdf

概要に戻る

修復中

調査用コア採取に伴う，壁面削孔箇所近傍の空間線量率の推移は以下のとおりだったそうです。

削孔開始前：[下段]0.45[中段]0.5[上段]1.00（単位：mSv/h）

削孔終了直後：[下段]1.00[中段]2.5[上段]3.00（単位：mSv/h）

（筆者注：なお、削孔終了直後の上段の空間線量率3 mSv/hは、有人作業エリアの目標線量率の上限です。）

コア採取後、調査箇所は孔塞ぎを実施し，作業開始前と同程度の空間線量率である事が確認されています。

なお、コア表面の汚染密度（スミア法）は、最大290 Bq/cm^2（原子炉建屋1階と同程度）。スミアのガンマ線核種分析を行った結果、Cs-134、Cs-137、Co-60、Sb-125が検出され、アルファ線放出核種も微量ながら検出されたそうです。

1/2号機排気筒解体部材の測定結果に戻る


調査用コア採取の作業状況（全景）


調査用コア採取の状況


調査用コア採取状況


調査箇所の孔塞ぎ状況

出典：2018年5月31日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第54回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口工事及びオペフロ調査等について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-04.pdf
2018年4月26日第53回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所2号機 2号機原子炉建屋西側外壁開口の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/05/3-02-04.pdf
下線部出典：2014年8月28日 国際廃炉研究開発機構「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」ほか
http://www.tepco.co.jp/decommision/principles/technology/robot/robot_upper/pdf/arounder01.pdf

概要に戻る

修復中

⑥ 原子炉建屋外壁の穴あけの実施

2018年5月28日、2号機原子炉建屋のオペレーティングフロア階（5階）西側外壁に、幅5 m×高さ7 mの作業搬出入用の穴があけられました。 開口の開始に戻る



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

出典：2018年5月31日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第54回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口工事及びオペフロ調査等について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-04.pdf

概要に戻る

修復中

⑦ 被ばくの懸念

東京電力によると、4月16・17日に調査用コアを採取した際は、前室内のダスト濃度、線量率は、削孔前後で有意な変動はありませんでしたが、削孔箇所近傍の線量率は、削孔直後に建屋内からの放射線の影響を受けて、一時的に増加したとのことです。しかし削孔箇所を塞いだ後は削孔前と同程度の線量率に戻ったと報告されています。

この作業で懸念されるのは、5月28日の大きな穴あけによる放射性ダストの飛散と、前室内で作業した作業員の被ばくです。

放射性ダストについては、出典6ページ・スライド10によれば、前室外周4か所のダスト濃度の最大値は、27、28日にはやや増加しているものの29日には以前の数値に戻っており、東京電力が実施したダスト飛散防止策 参照 は有効に作用していると思われます。

しかし、作業員が作業した前室内の線量については、出典には5月7日までの数値しか示されておらず（6ページ・スライド11） 参照 、3号機のオペレーティングフロア作業時の作業員の被ばく線量等の概要のような報告もありません。穴あけの実施が5月28日で出典資料は5月31日ものですから、精査されていないだけかもしれませんが、今後注目していく必要があると思います。

5月31日の東京電力記者会見「中長期ロードマップ進捗状況について」によると、同日現在、撤去する外壁の12/29が撤去された段階だとのことです。

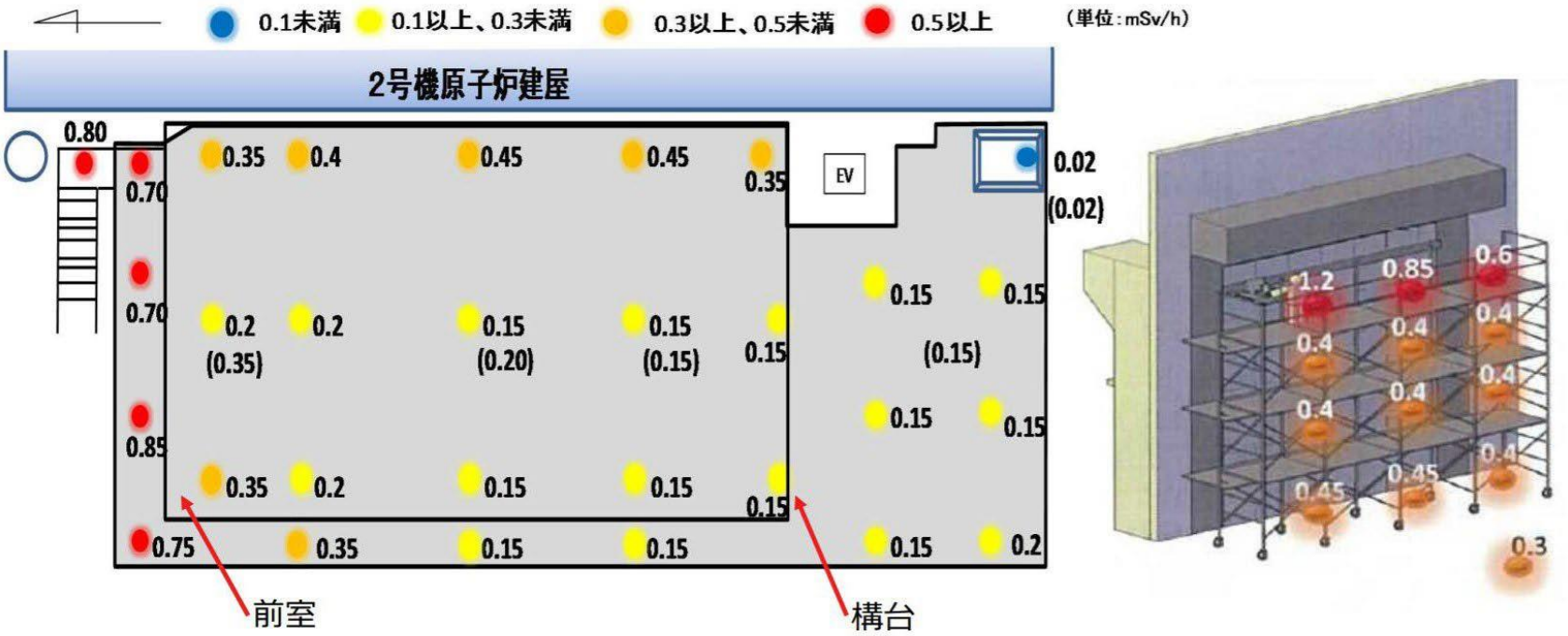
次ページに、3月23日および5月7日の前室内の線量を示した画像を掲載しておきます。

渉猟した限りの資料によれば、壁解体用の重機も遠隔操作で操縦されたようです。しかしこの重機の前室内への設置、メンテナンスがどのように行われたか、有人で行われたとすれば作業員の被ばく線量はどのくらいであったか、調べを継続したいと考えています。

出典：2018年5月31日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第54回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口工事及びオペフロ調査等について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-04.pdf

概要に戻る

■ 構台上（前室内）床面および西側外壁面の線量を以下に示す



構台および前室床面

西側外壁面

●測定日：2018.03.23 ●測定器：F1-1CW-051 ●測定高さ：約1m
●（ ）：2018.05.07 ●測定器：F1-1CWBL-082 ●測定高さ：約1m

●測定日：2018.05.12
●測定器：F1-1CWBL-082
●測定距離：W=500

出典：2018年5月31日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第54回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口工事及びオペフロ調査等について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-04.pdf

概要に戻る

修復中

⑧ オペフロ予備調査等について

オペレーティングフロア西側外壁の穴あけは2018年6月21日に完了しました。

現在は本格的な建屋上部解体時の放射性ダスト飛散の防止策の立案のためのオペレーティングフロア調査に先立つ、予備調査が行われています。

この予備調査が終わると、**7月からオペレーティングフロアに残置されたフェンス、ラック、2014年に放置された調査ロボットなどの残置物の片づけが開始されます（進捗状況は以下を** 参照 **）。**

オペレーティングフロアは線量率が高いため、これらの作業は、遠隔操縦のロボットにより無人で行われるとのことです。下に予備調査の範囲と、使用されるロボットを図示しました。 残置物片付け開始に戻る

予備調査の調査内容としては、空間線量測定・ダスト測定・スミア測定（床・壁）・カメラによる残置物等の状況調査・コリメート付線量計による測定（床・壁）が挙げられています。

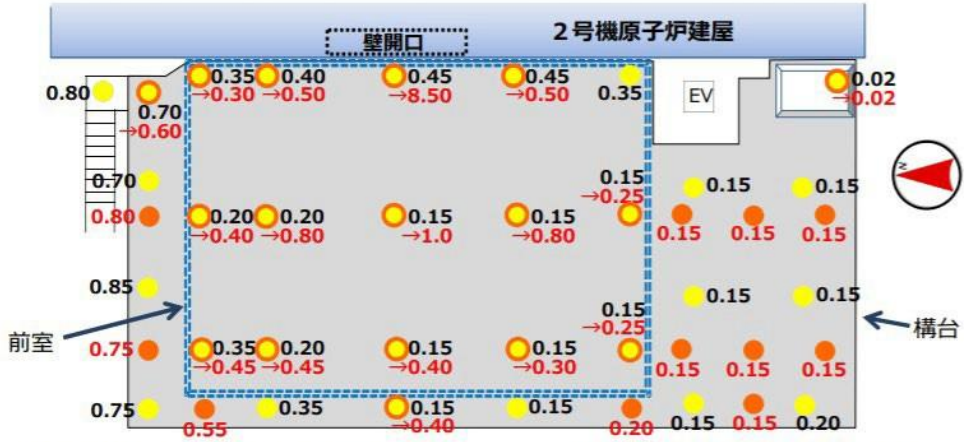
次ページに穴あけ前後の構台、前室の線量率の変化を掲載しておきます。



出典：2018年6月28日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第55回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査等について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-4.pdf

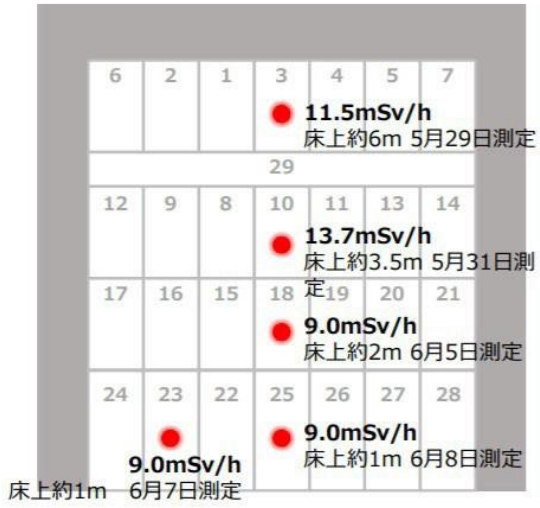
概要に戻る

- これまでの構台上の空間線量は以下の通りです。
- 特に壁直近において線量が上昇していますが、事前の線量評価通りの水準でもあり、遠隔操作ロボット等によるオペレーティングフロア内調査の準備を進めてまいります。



● **黒字** 2018年3月23日測定
● **赤字** 2018年6月21日（耐風梁解体後）測定

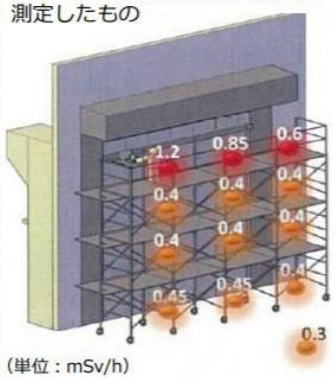
（単位：mSv/h 測定高さ：1m）



・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

出典：2018年6月28日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第55回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査等について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-4.pdf

概要に戻る

⑨ オペフロ予備調査結果について

2018年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調査可能な範囲について、線量や汚染状況、ダスト濃度等の予備調査を実施し、7月18日に完了しました（予備調査の動画はこちら）。

東京電力によると、この調査の結果は以下の通りです。

1、空間線量率について

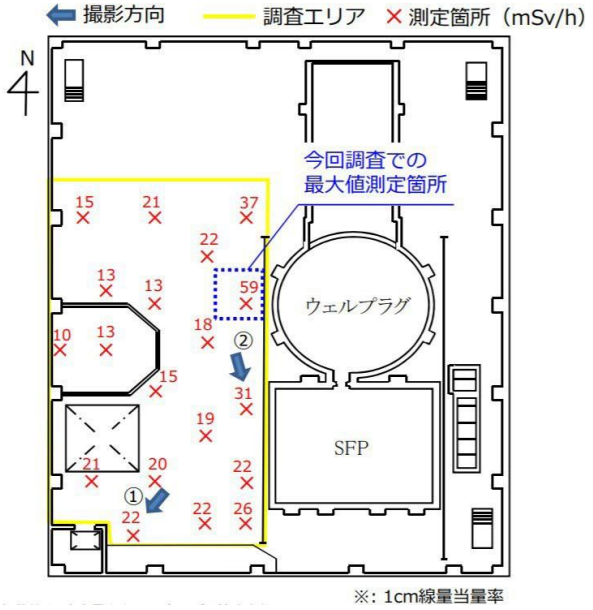
床面から約1.5m高さのγ線線量率を測定したところ、ウェルプラグ近傍の線量率が高く、そこから離れるにしたがって線量が低くなる傾向があるため、主な線源はウェルプラグと推定されます。 （次ページに続く）



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)

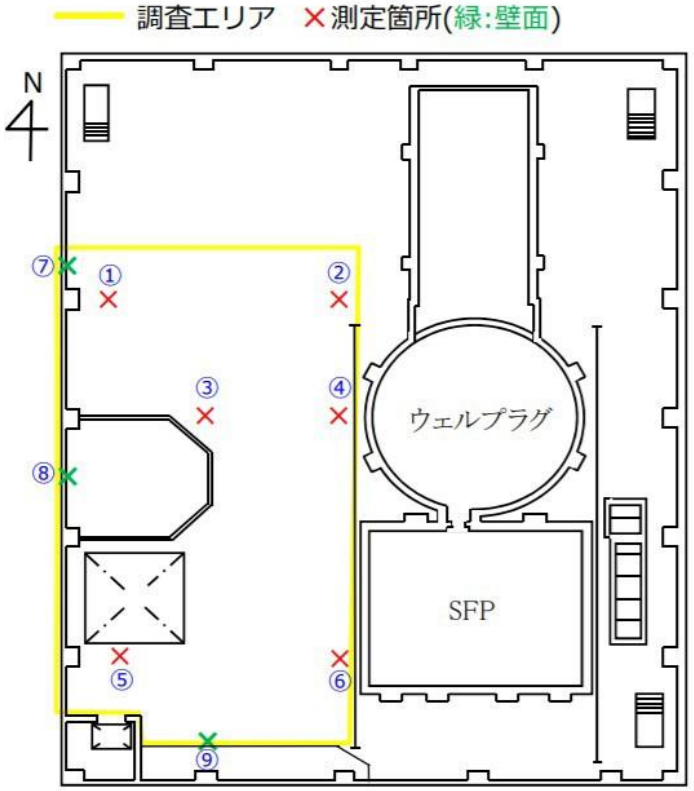


出典：2018年7月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第56回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査の実施について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-4.pdf

概要に戻る

2、床・壁の表面汚染密度（スミア（拭き取り）測定）の測定結果について

【測定箇所】



【測定結果】

採取場所	表面汚染密度（Bq/cm²）			
	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	2.4×10^{3}	2.3×10^{4}	$> 2.6\times10^{2}$	5.2×10^{0}
②床	9.7×10^{2}	8.9×10^{3}	$> 2.6\times10^{2}$	4.0×10^{0}
③床	1.1×10^{3}	1.0×10^{4}	$> 2.6\times10^{2}$	2.2×10^{0}
④床	3.0×10^{3}	2.8×10^{4}	$> 2.6\times10^{2}$	8.8×10^{0}
⑤床	7.7×10^{3}	7.2×10^{4}	$> 2.6\times10^{2}$	9.2×10^{0}
⑥床	5.1×10^{3}	4.8×10^{4}	$> 2.6\times10^{2}$	6.6×10^{0}
⑦壁	2.9×10^{1}	2.4×10^{2}	2.3×10^{2}	$< 9.9\times10^{-2}$
⑧壁	6.5×10^{0}	5.8×10^{1}	6.8×10^{1}	$< 9.9\times10^{-2}$
⑨壁	2.7×10^{1}	2.3×10^{2}	8.6×10^{1}	$< 9.9\times10^{-2}$

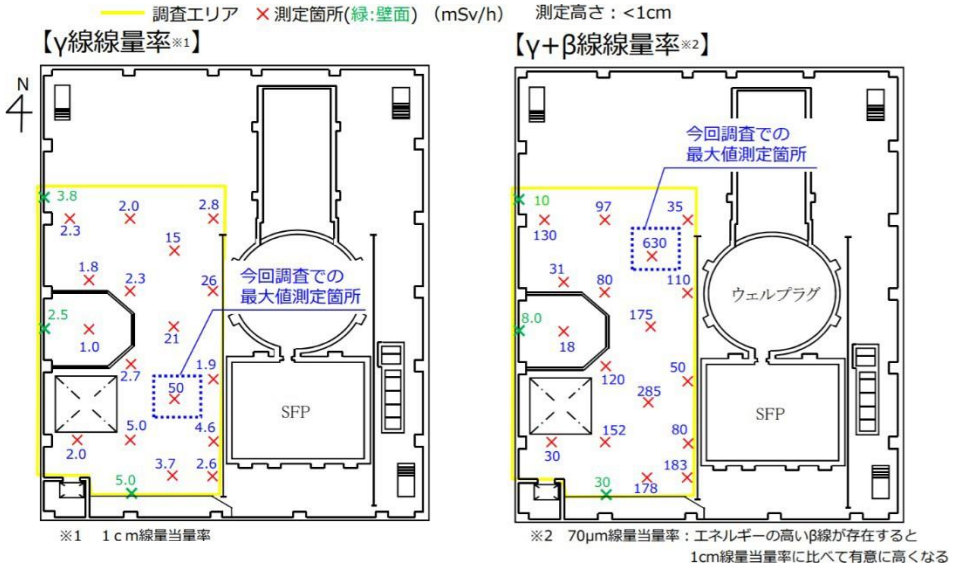
出典：2018年7月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第56回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査の実施について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

3、表面汚染状況について

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



プール内調査計画に戻る

4、まとめ

東京電力は、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も、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としています。

東京電力は、今後、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を予定しています。

出典：2018年7月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第56回）資料 東京電力
「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」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-4.pdf

概要に戻る

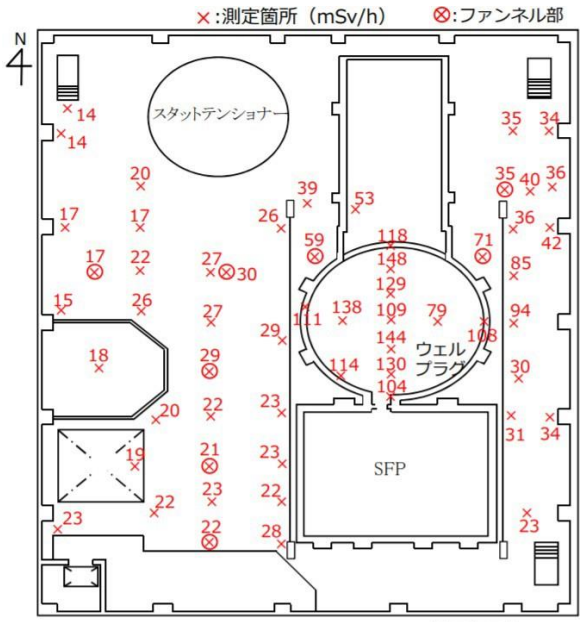
修復中

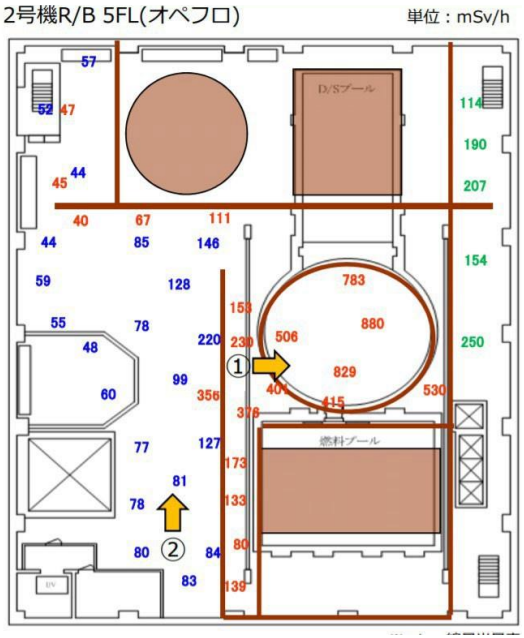
⑩ オペフロ調査等結果について

2018年11月14日より、原子炉建屋上部解体時の放射性物質飛散防止策の検討、設備設計及び作業計画の立案を行うためのオペフロ全域の汚染状況及び設備状況調査が開始され、2019年2月1日に終了しました。また1月31日、オペレーティングフロアの空間線量率の測定結果が速報されました。

公表された床面から1.5 mの高さでのガンマ線の1 cm線量当量率は下左図の通りです。下右図は2011年～2012年に遠隔操縦ロボットによって測定された空間線量率です。東京電力はウェルプラグ上の最大線量率が880 mSv/hから148 mSv/hと大幅に低下していることを報告しています。

オペレーティングフロアの高線量1に戻る
規制庁協働オペフロ調査結果に戻る
202102~03調査 空間線量率に戻る
2号機取り出し方法の検討状況戻る





ちなみに、東京電力は有人作業が可能な線量率を、作業エリアで3 mSv/h以下、アクセス通路で5 mSv/h以下の線量としています 参照 。

建屋上部解体と放射性ダストの追加的放出に戻る

また、2014年の段階では、現状確保し得る作業員規模で燃料取扱設備の復旧するには、線量率を約0.2 mSv/h以下とする必要があるが、達成できる見込みはないとしていました 参照 。

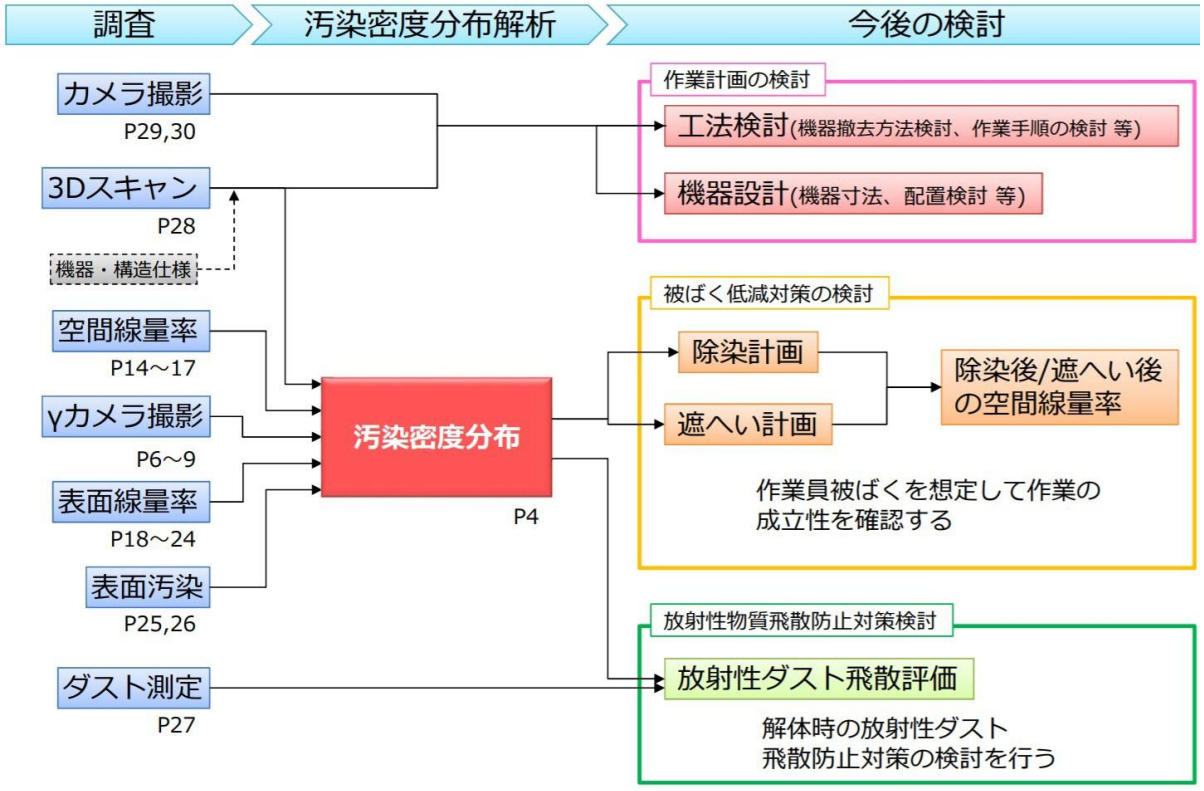
出典：2019年1月31日 第62回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ残置片付後調査進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/3-2-4.pdf

概要に戻る

今回の空間線量率の測定結果が、2011、2012年の測定結果と比較して平均で78.5 %低減(100 % → 21.5 %)していたこと(下記出典8ページ・スライド15)は朗報ではありますが、また、前ページでレポートしたとおり、依然として有人作業を厳しく拒む高線量でもあります。

東京電力が、今回調査の概要と、調査結果の解析結果を次のステップでどのように生かしていこうとしているのかについて、下図をご覧ください。

なお東京電力によると、3月末から床面清掃(ダスト抑制対策)・定検資機材等残置物のコンテナ詰め等が再開される予定です。

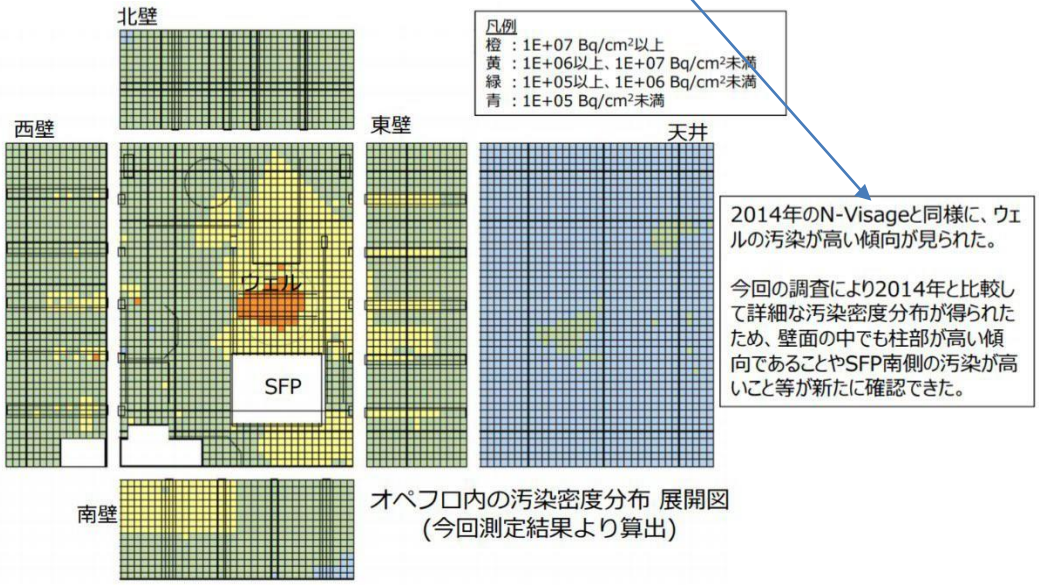


出典:2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付後調査の結果について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-4.pdf

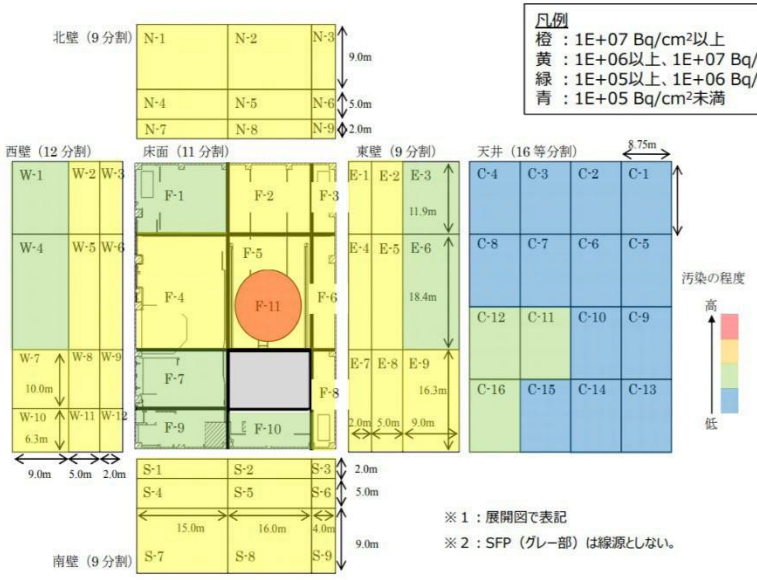
概要に戻る

下左図は、前ページで示した各所調査結果から解析した汚染密度分布図です。下右図は2014年の汚染密度分布図です。

結果の解説は下左図の右側コラムに東京電力によるものが示されているので省略します。



オペフロ内の汚染密度分布 展開図
(今回測定結果より算出)



オペフロ内汚染密度分布
(2014年N-Visage測定データを基に算出)

出典：2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付後調査の結果について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

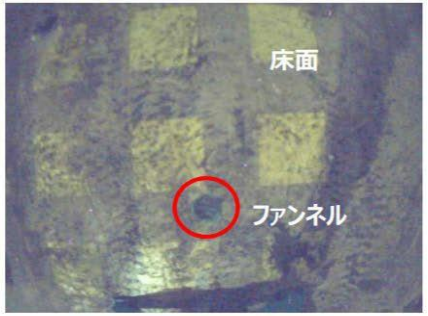
下図は、γカメラ撮影の結果の一部です。1号機と同じく 参照 ウェルプラグ上面の汚染レベルが高いことが見てとれます。



【原子炉ウェル】
・ウェル上面は、養生シートやガレキの撤去をしたものの、依然として汚染レベルが高い状況。
・ウェル上面の汚染は、蒸気がウェルと養生シートの間に滞留し、その後乾燥したものと考えられることから、養生シートやガレキを撤去しても汚染は残留しているものと考えられる。



【機器ハッチ上面】
・機器ハッチが除染ピットと比較して汚染レベルが高い。機器ハッチの汚染は、柵の内側付近が高い。
・機器ハッチ手前の隙間から雨水等の水が流れ、その際に随伴した放射性物質が蓄積したと考えられる。



【ファンネル】
・雨水等の水がファンネルに流れこみ、その際に放射性物質を随伴し、ファンネルに汚染が蓄積したものと考えられる。
・逆の流れがないため、汚染が高い部分はファンネルに限定されていると考えられる。

出典：2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付後調査の結果について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

⑪ 2、3号機シールドプラグ下面における大量のセシウムの存在

前4ページでその高線量を見てきた2号機のウェルプラグですが、1月26日、原子力規制委員会が、2020年10月8日に実施した現地調査の結果などを盛り込んだ「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ(案)」を公表しました。

この中で、1号機についてその高線量をレポートしてきた原子炉建屋5階の3層のウェルプラグ（各種報道では「原子炉格納容器の上ぶた」、中間取りまとめ(案)では「シールドプラグ」）参照 の内部に、2号機、3号機では、1号機より2桁多い量のセシウム137の存在（2号機：2～4×10^{16} Bq、3号機：4×10^{16} Bq）が推計されています。

1月27日の東京新聞の報道によれば、更田原子力規制委員会委員長は記者会見において、この状況について「格納容器の底にあるデブリが、高いところにもあるようなもの。廃炉にとって極めてインパクトの強い情報」と述べています。なお原子力規制庁は、この案に対するパブリックコメントを募集しています。



規制庁協働オペフロ調査結果に戻る

202102~03 2号機ガンマカメラ調査結果に戻る

筆者注：右の画像は2021年1月27日東京新聞 TOKYO Webからの引用です。

出典：東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会「東京電力福島第一原子発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ(案) 」
https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/PcmFileDownload?seqNo=0000213528
e-Govパブリック・コメント「「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ（案）」に対する意見の募集について」
https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCMMSTDETAIL&id=198020219&Mode=0
2021年1月27日東京新聞 TOKYO Web「「デブリが上にあるようなもの」格納容器の上ぶた高濃度放射能汚染 福島第一原発の廃炉に新たな壁」
https://www.tokyo-np.co.jp/article/82249

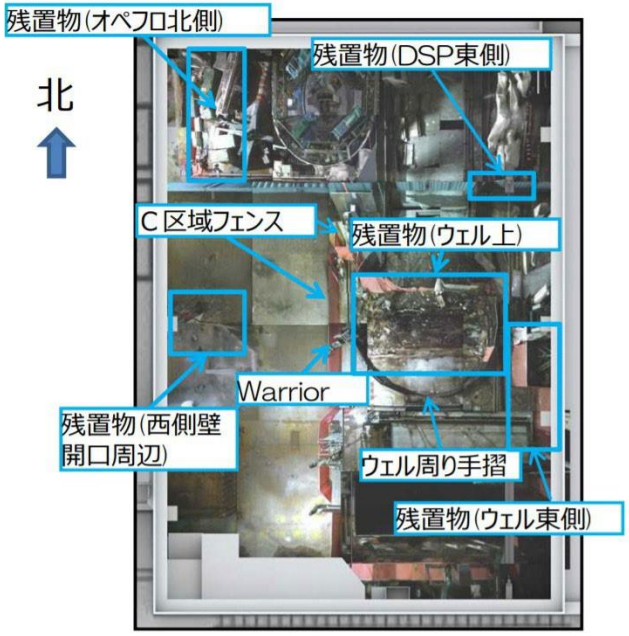
概要に戻る

修復中

⑫ 残置物の片付け作業の開始について

予備調査の結果 参照 を得て、東京電力は2号機オペレーティングフロア上に残置されている残置物の片付け作業を、2018年8月23日から開始しました。

オペレーティングフロアの高い空間線量率(有人作業可能線量率3 mSv/h)、強い表面汚染状況を勘案し、作業は全て無人化された遠隔操縦ロボットにより行われています。





①残置物移動片付前（北側）


②残置物移動片付後（北側）

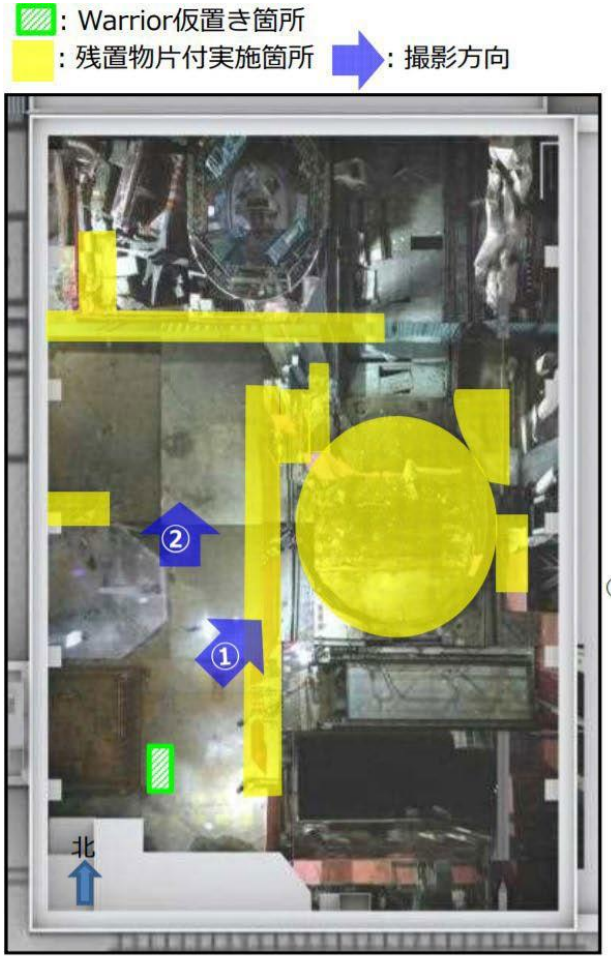
オペフロ予備調査に戻る

出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業の開始について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-4.pdf

概要に戻る

⑬ 残置物の片付け作業の進捗状況について

2018年10月22日現在で、下図のように残置物が片付けられました。



■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)

出典：2018年10月25日 第59回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業の進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/3-2-4.pdf

概要に戻る

11月6日、オペレーティングフロア上の残置物の片付けが完了しました。

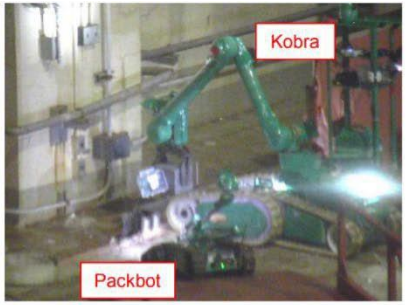
その後、11月14日からオペフロ内のγカメラ撮影を開始し同月20日に完了しています。（下画像参照）

11月29日から12月上旬にかけてはオペフロ内低所の表面／空間線量測定を予定、東京電力はその後、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も計画しています。

（調査現場の状況）



①γカメラ撮影状況



②低所空間／表面線量率測定状況



③３Dスキャンによる寸法形状測定状況



④低所表面汚染測定状況



⑤高所空間／表面線量率測定状況

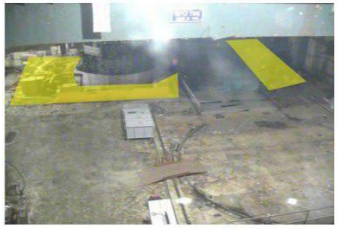
出典：2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業完了及び残置物片付後調査の進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-3.pdf
2018年12月27日 第61回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ残置物片付後調査進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/13/3-2-3.pdf

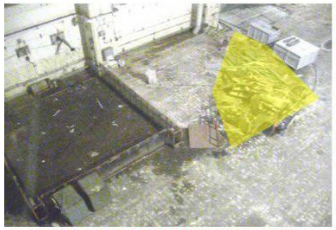
概要に戻る

東京電力は、2018年秋のオペレーティングフロア上の残置物の片付けに引き続き、2019年4月4日から、定検資機材等残置物の片付（コンテナ詰め）・床面清掃（ダスト抑制対策）等を内容とする、2回目のオペフロ内残置物移動・片付を開始しました。

作業範囲および作業状況の画像を下に示します。




①オペフロ北側の残置物


②オペフロ西側の残置物

使用する遠隔無人重機・ロボット

BROKK400D



主な役割
・資機材等切断、移動
・床面清掃

BROKK100D



・階段手摺切断
・残置物コンテナ詰め等

Kobra



Packbot



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）



①散水状況（ダスト抑制対策）



②床面清掃状況



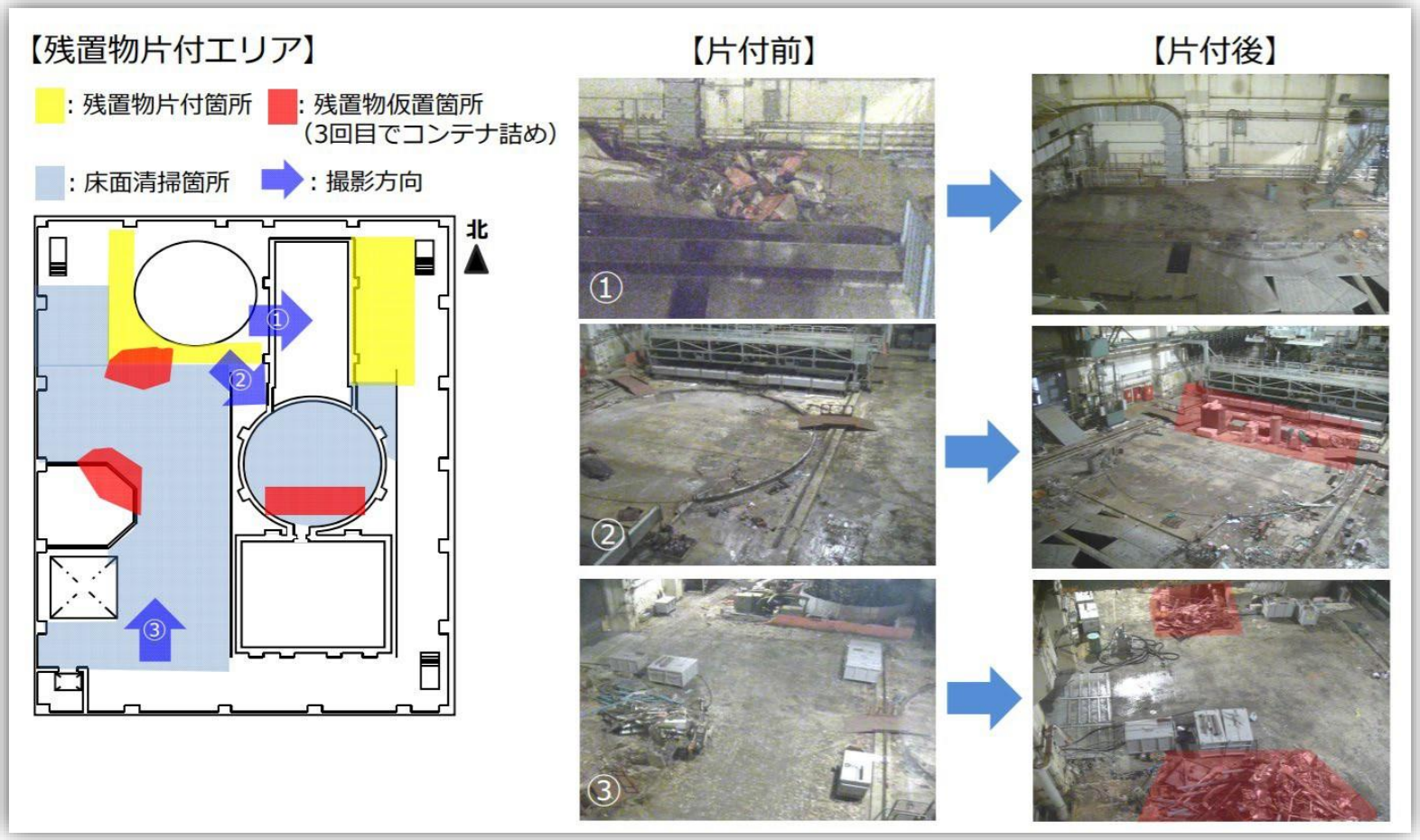


清掃用ブラシを用いて、床面の遊離性ダスト（砂等）を集め、集塵機で回収を行う。

出典：2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付（2回目）状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-4.pdf

概要に戻る

東京電力によると、2019年4月8日から8月21日にかけて実施した2回目のオペフロ内残置物移動・片付及び床面の清掃については、予定していた作業範囲について完了し、残置物移動・片付（3回目）にてコンテナ詰めを行う予定の残置物について整理を行い、オペフロ内に仮置きしました。

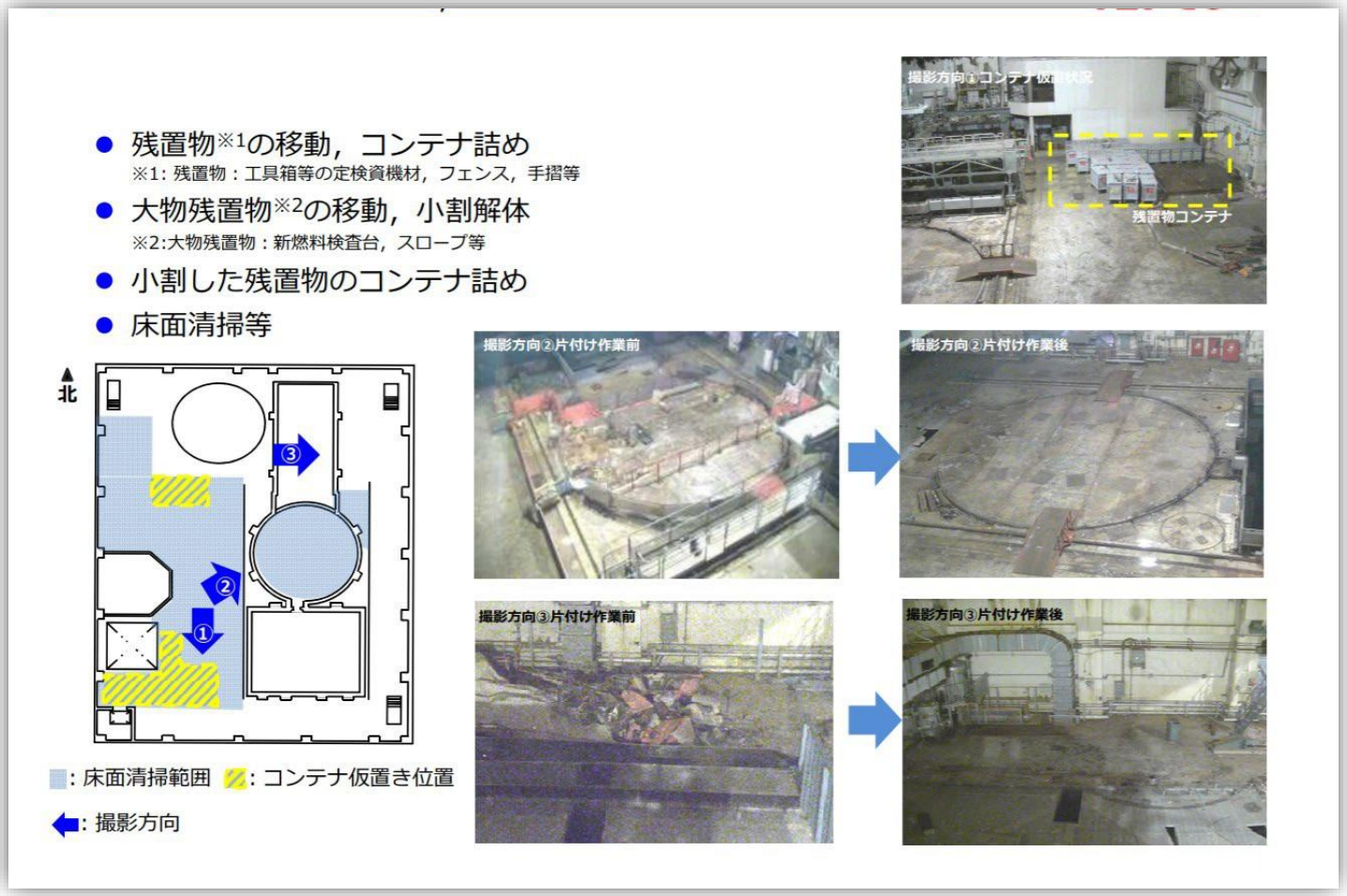


出典：2019年8月29日 第69回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付（2回目）の実施状況報告とオペフロ内残置物移動・片付（3回目）の計画」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/08/3-2-4.pdf

概要に戻る

東京電力は、2020年2月に実施した作業について、下記の通り報告しています。

3月からは、残置物を詰め込んだコンテナ搬出に向け作業習熟訓練を実施するそうです。



出典：2020年2月27日 第75回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/3-2-5.pdf

概要に戻る

⑭ 2号機原子炉建屋排気設備撤去に伴う影響調査の実施について

修復中



東京電力は、2号機原子炉建屋(R/B)周辺の海洋汚染防止対策（雨水対策）として、ガレキ等の撤去による汚染低減対策を計画しています。しかし、ガレキ等の撤去をするためには、オペフロ内の作業環境改善を目的に設置された原子炉建屋排気設備（以下、排気設備、右写真）が邪魔になります。このため排気設備を撤去する計画です。

排気設備の撤去にあたっては、事前に敷地境界線量への影響評価（以下、放出量評価）を行い、敷地境界線量へ与える影響が十分に小さいことを確認するとしています（筆者注：2018年6月の2号機の放出量評価値は1.9×10^4 Bq/hです）。

調査の概要は以下の通りです。

調査は、原子炉建屋(R/B)屋上からダスト濃度測定装置を吊り下ろして測定します。

STEP1(8月30日～事前測定ー排気設備を稼働した状態)とSTEP2(9月中旬～本測定ー排気設備を停止した状態)の2ステップで、オペフロ環境の変化および敷地境界線量への影響（以下、放出量評価）を確認します。

STEP2は排気設備を停止して作業することから、期間中はダストを監視しながら実施、警報が発生（設定値1×10^3Bq/cm^3）した場合は、作業を中断し、排気設備を起動するとして、10月に調査を実施する予定でいました。

しかしその後、次ページ以降の通りオペフロ内作業によりダスト濃度が上昇することが確認されたため、

建屋上部解体と放射性ダストの追加的放出に戻る

いったん11月に延期し、さらに実施の要否を含め検討・調整することになりました。

重点評価項目に戻る

出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋排気設備撤去に伴う影響調査の実施について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-5.pdf
2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業完了及び残置物片付後調査の進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

⑮ 2号機周辺海洋汚染防止対策の進捗

2号機タービン建屋(T/B)下屋の既設配管等の撤去について

前ページに示したとおり、2号機原子炉建屋(R/B)周辺の海洋汚染防止対策（雨水対策）としての、ガレキ等の撤去、そのための原子炉建屋排気設備の撤去計画は、オペフロ内作業によりダスト濃度が上昇することが確認されたため一頓挫しているようです。東京電力は、その代替プログラムとして2号機タービン建屋下屋の既設配管等の撤去を打ち出しました。

本レポート（使用済み核燃料プール対策）で取り上げるのが適切かどうか疑問もありますが、2019年3月28日の第64回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議内容において、使用済み核燃料プール対策の括りで示されているので触れておきます。

内容としては、2号機タービン建屋の下屋の雨水対策工事を行うというものです。

出典は、2号機周辺の海洋汚染防止対策としての雨水対策としては、原子炉建屋(R/B)屋上の工事 参照 がそれにあたるとして下の画像を提示しています。



2R/B上屋対策状況

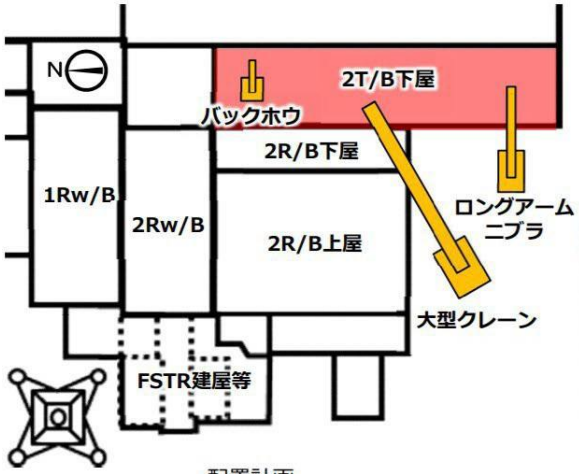


FSTR建屋片付け状況

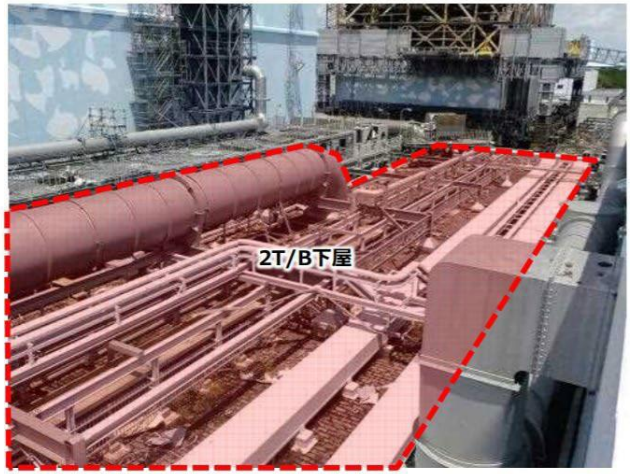
出典： 2019年3月28日 第64回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「２号機周辺海洋汚染防止対策の進捗（２号機タービン建屋下屋の既設配管等の撤去について）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-4.pdf

概要に戻る

そして今後の作業として、2019年3月25日から、タービン建屋(T/B)下屋の既設配管やルーフブロック等の撤去を行うとしています。撤去作業は、下図のように、ロングアームニブラや大型クレーン吊りのカッター、フォーク、クレーンの作業範囲外はバックホウを下屋に載せて行うそうです。



配置計画



2T/B下屋の状況


カッター


フォーク


ロングアームニブラ


バックホウ

出典：2019年3月28日 第64回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「２号機周辺海洋汚染防止対策の進捗（２号機タービン建屋下屋の既設配管等の撤去について）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-4.pdf

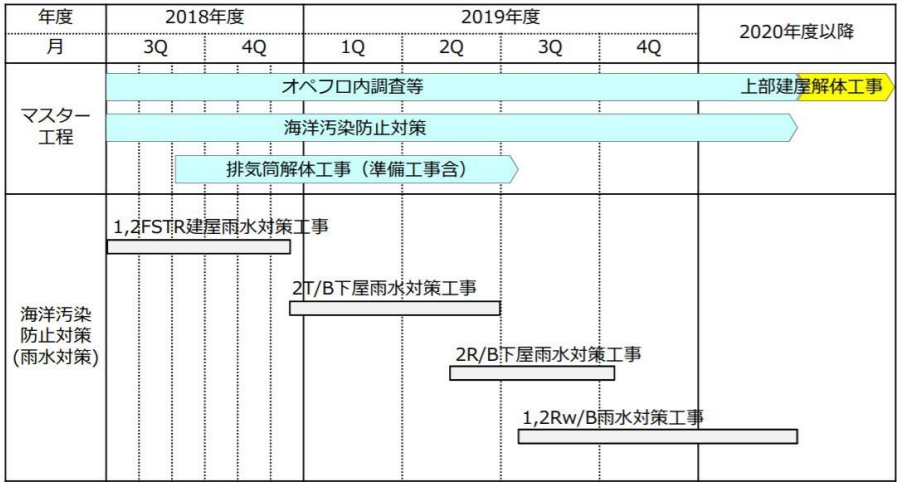
概要に戻る

修復中

下右図の各建屋の雨水対策工事のスケジュールとしては、下左表が示されていますが、2号機オペレーティングフロア内調査、海洋汚染防止対策、1/2号機排気筒解体工事が競合し、調整に苦慮しているようでもあります。

R/B：用語解説へ
SGTS配管調査結果に戻る
Rw/B：用語解説へ
SGTS配管一部撤去に戻る
T/B：用語解説へ

- 2T/B下屋の雨水対策工事は3/25に開始。
- 2R/B下屋の雨水対策工事および1,2Rw/Bの雨水対策工事は詳細設計中。



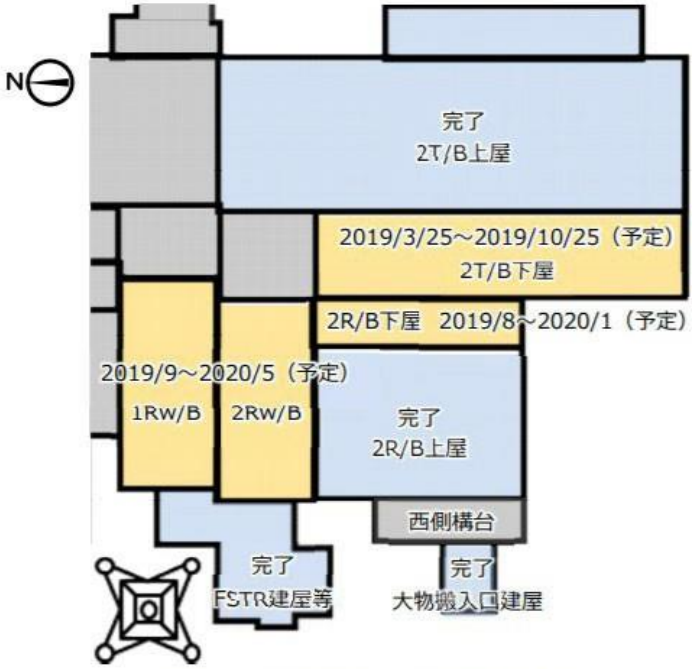


図１　2号機周辺雨水対策範囲

出典：2019年3月28日 第64回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「２号機周辺海洋汚染防止対策の進捗（２号機タービン建屋下屋の既設配管等の撤去について）」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-4.pdf

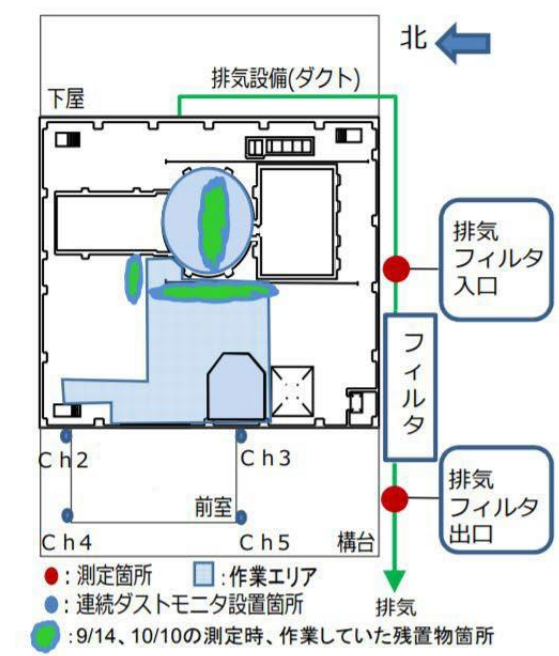
概要に戻る

⑯ 残置物の片付け作業の進捗状況について

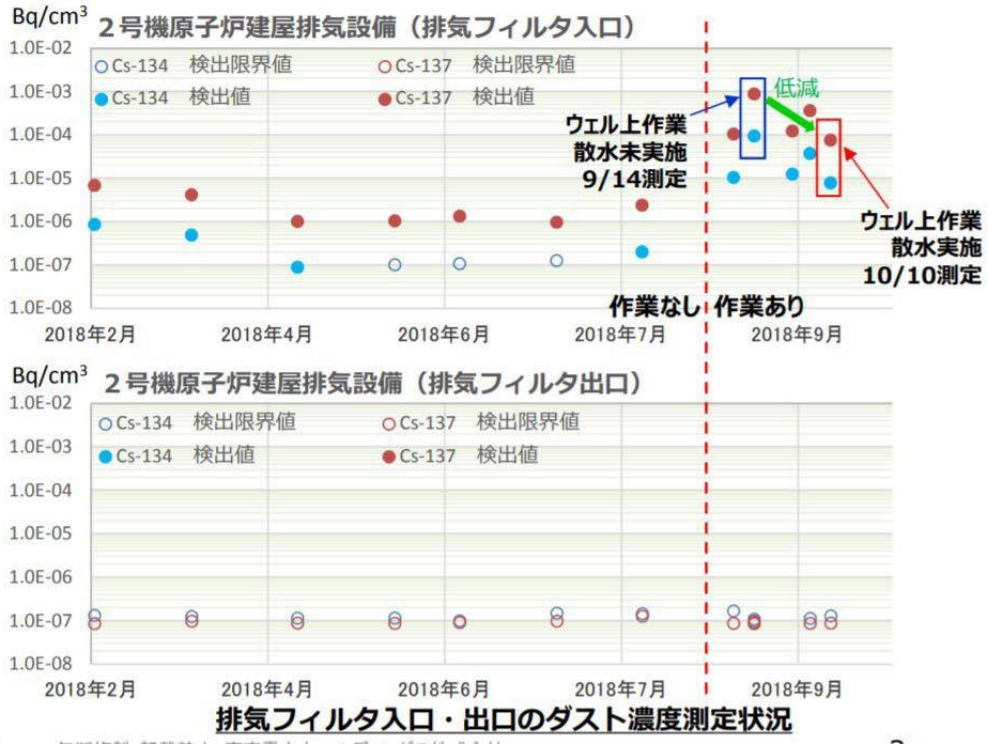
ⅰ 片付作業時の原子炉建屋から放出されたダスト濃度の上昇について

残置物の片付け作業の開始以降、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)計測値に有意な変化はないものの、2018年9月14日、原子炉建屋排気設備排気フィルタ入口のダスト濃度測定において放射能濃度の上昇傾向を確認したため、東京電力は、10月10日、残置物撤去作業範囲に散水を実施し、排気フィルタ入口のダストの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しました。

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



残置物撤去作業場所及びダスト採取箇所



排気フィルタ入口・出口のダスト濃度測定状況

出典：2018年10月25日 第59回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業の進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/3-2-4.pdf

概要に戻る

ii 片付作業時に放射性ダスト濃度が上昇したことと、放射性物質の追加的放出量評価値が上昇したこととの関係について

表題の問題について東京電力は、同時に提出された「1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量評価結果2018年10月評価分（詳細データ）」

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-6-3-2.pdf

においては、2018年9月の作業にともない、開口の隙間およびブローアウトパネルの隙間(下図参照)で、二桁程度ダスト濃度が上昇をしたことを報告しています。

重点評価項目に戻る





出典：2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業完了及び残置物片付後調査の進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-3.pdf
：2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロの残置物片付作業完了及び残置物片付後調査の進捗について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-3.pdf
2017年6月16日 福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会 東京電力資料「（１）２号機原子炉建屋開口設置作業況」
https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/222043.pdf
2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力
「2号機原子炉建屋排気設備撤去に伴う影響調査の実施について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-5.pdf

概要に戻る

また、東京電力は、2018年9月の作業時に、9月の敷地境界における空気中放射性物質濃度と被ばく線量の評価値が

（8月）→（9月）

Cs-134（単位ベクレル/cm^3） 5.4×10^{-12} → 1.4×10^{-11}

Cs-137（単位ベクレル/cm^3） 3.1×10^{-11} → 1.1×10^{-10}

被ばく線量0.00045 mSv/年未満 → 0.0011 mSv/年未満

と増加したことも報告しています。

出典：2018年9月27日 第58回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（２０１８年８月）」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/10/3-6-3.pdf
2018年10月25日 第59回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（２０１８年９月）」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/3-6-3.pdf

概要に戻る

そしてこのことについて、2018年10月25日第59回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料「廃炉・汚染水対策の概要」

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/2-1.pdf

では以下のように説明しています(強調は筆者)。

- 2018年9月の評価上の放出量は、放出管理の目標値(筆者注:1 mSv/y)を十分下回ったが、前月と比較すると増加。
- これは2号機原子炉建屋オペフロ残置物撤去作業に伴い、オペフロ内の空気中放射性物質濃度が上昇したことで、評価上の放出量が増加したもの

と解説し、さらに

・(**筆者注:評価のための式は**)過小評価となることを避けるため、建屋内の空気中の放射性物質濃度ならびに排気風量に保守的な条件を仮定して評価していることから、実際の放出量は評価値より小さくなる。

・また、当該作業中の2号機原子炉建屋開口部近傍(西側構台)のダストモニタならびにモニタリングポストには有意な変動はなく、周辺への影響はない。

・今後、放出量評価を実際の値に近づけるため、建屋からの排気風量評価値を低減する対策として、10月中に原子炉建屋の開口部の一つである二重扉をシート養生し、開口部面積を低減する。

また、対策実施済の西側前室、ブローアウトパネルの隙間の開口部面積についても見直した上で評価を行う。

概要に戻る

2019年1月17日、参議院議員会館で開催された公益社団法人　福島原発行動隊の第78回院内集会「福島第一原子力発電所の現状と今後の課題」において、筆者が講師の福島第一廃炉カンパニー・プレジデント兼廃炉・汚染水対策最高責任者 小野明氏に、

「昨年9月、2号機オペフロ上での作業により敷地境界における空気中放射性物質濃度の評価値が上昇したことについて、昨年10月の廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第61回）に東京電力が提出した2本の資料において、評価式の問題性の指摘と併せて『評価上の放出量が増加したもの』と表現されていたが、今後の追加的放出が生じる可能性がある作業のためにも、これは『評価上の放出量が（過大に）増加したもの』と表現すべきではなかったか？」

と質問したところ、

「言葉の問題について不注意であり、よい指摘をいただいた。ただ当該の作業時、原子炉建屋からの排気設備フィルターの入り口では放射性ダストの上昇は見られても出口では検知されなかったので、放射性ダストの原子炉建屋からの追加的放出はなかったと思う。

空気中放射性物質濃度の評価の方法は難しく改良を検討しているところであり、今後国や原子力規制委員会とも協議することになるのではないか。

しかし、原子炉建屋に完全な気密性はないので、放射性ダストの追加的放出による外の環境への影響は評価しておく必要はある」

という回答を得ました。

概要に戻る

このような状況、および小野氏の発言を整理してみます。

① 2号機原子炉建屋には完全な気密性はない。

② したがって、放射性ダストの追加的放出による外の環境への影響を推定（評価）しておく必要はある。

（出典1：SVCF通信第107号 http://svcf.jp/wp/wp-content/uploads/2019/02/SVCF%E9%80%9A%E4%BF%A1_107.pdf

3～4ページ参照）

③ 2018年9月の作業時に、9月の敷地境界における空気中放射性物質濃度と敷地境界上の被ばく線量の評価値が増加した。

④ このとき、原子炉建屋排気設備の排気フィルタ入口ではダスト濃度の上昇（全α放射能も検出）を確認したが、出口では有意な変動はなく、前室外側やMPのダストモニタについても有意な変動は見られなかった。

⑤ 現行の評価式はパラメーターである開口部面積を低減することによって評価放出量は減少する。

（出典2：『2019年1月 原子炉の状態』レポート

https://1fwatcher.files.wordpress.com/2019/02/201901-01-gennshiro.pdf 7～11ページ参照）

⑥ 2018年9月の作業時については、評価上の放出量が（過大に）増加したというべきだったが、評価の方法は難しく、表現の改良について検討を要する（出典1参照）。

概要に戻る

これらを総合すると、2号機原子炉建屋には完全な気密性はないという事実から、原理的に、原子炉建屋内部で濃度が二桁以上増加した放射性ダストの、建屋外部への放出が全く増えなかったたわけがないと筆者は考えます。
一方、2号機原子炉建屋近傍の連続ダストモニタ等の測定値データからは、2018年9月の2号機オペレーティングフロア内作業による放射性ダスト濃度の上昇に伴い2号機原子炉建屋から外部への放射性ダストの放出が有意に増えたという直接的エビデンスはない、ということになります。

筆者は、2018年10月25日第59回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 東京電力資料「廃炉・汚染水対策の概要」

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/2-1.pdf

の

- 2018年9月の評価上の放出量は、放出管理の目標値（筆者注：1 mSv/y）を十分下回ったが、前月と比較すると増加。
- これは2号機原子炉建屋オペフロ残置物撤去作業に伴い、オペフロ内の空気中放射性物質濃度が上昇したことで、評価上の放出量が増加したもの

という記述は、2号機原子炉建屋が完全な気密性を保ち、建屋内の作業による建屋からの放射性物質の放出が増えることはないという誤読を招きかねない、不適切な表現だと考えます。

概要に戻る

修復中

・現在、東京電力は、2号機使用済み核燃料プール内の燃料取り出しに向けて、原子炉建屋上部を全面解体することとしています 参照 。

・原子炉建屋上部を全面解体後なんらかのカバーをするとしても、その間はオペレーティングフロアは大気中に露出されます。

・2号機オペレーティングフロアの空間線量率は2012年の水準の約1/6に低下していますが、依然有人作業をできる水準よりはるかに高い線量です 参照 。

・したがって、原子炉建屋上部の全面解体前に、除染・遮へい等の措置で相当程度線量を低下させなければなりません。

・そしてこの除染・遮へい等の作業そのものも、オペレーティングフロア内の放射性ダスト濃度の相当程度の上昇を伴うはずです。

・放射性ダストの環境への追加的放出を抑えつつこの作業を遂行するためのステップとしては大まかに言って以下の四つのケースが考えられと思いますが、どのような選択をするにせよ、現状で2号機原子炉建屋が完全な気密性を保っているかのような誤解を招かないように、情報は正確に伝えておくべきだと思います。

① 2号機の原子炉建屋、少なくともオペレーティングフロア部分について、完全な気密性を持たせる措置をとる。

② 東京電力、また地域社会、規制委員会、国も、追加的放出量を極力抑えることを前提としつつ（例えば、散水等のダスト飛散抑制措置をとる、地上部ガレキ撤去のための排気設備撤去等は行わない 参照 等）、原子炉建屋での廃炉作業にはある程度の放射性物質の追加的放出があり得ることを相互に確認し、合意しておく。

③ 線量が下がるまで待つ。

④ 原子炉建屋上部の全面解体以外の方法にシフトチェンジする。 2号機取り出し方法の検討状況に戻る

概要に戻る

iii 2号機原子炉建屋からの漏洩率について ①

前ページまでで考察してきた、2号機原子炉建屋の気密性の問題ですが、下の東京電力の資料の写しをご覧下さい。

東京電力自身が、フィルターの備わった排気設備およびPCVガス管理システム以外の部位から、1時間当たり2600 m^3漏洩していると推定しています。2号機原子炉建屋の概寸が三辺とも46 mですから、体積を約97000 m^3、壁や床・設備を除く空間をその7割の約68000 m^3とすると、1時間当たり、2号機原子炉建屋内の空気の約3.8 %が浄化されないまま外部の大気と入れ替わっていると東京電力は推定していることになります。

2.2 2号機の放出量評価
作業期間外

TEPCO

1. 排気設備

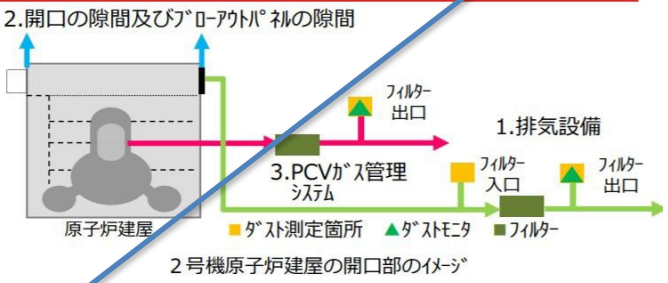
（1）ﾀﾞｽﾄ測定結果とﾀﾞｽﾄﾓﾆﾀ値（単位Bq/cm³）

採取日	核種	①排気設備出口
5/7	Cs-134	ND(1.4E-7)
	Cs-137	1.4E-7

	②ﾀﾞｽﾄ採取期間	月間平均	相対比①/②	
ﾀﾞｽﾄﾓﾆﾀ値	4.2E-7	2.7E-7	Cs-134	3.3E-1
			Cs-137	3.4E-1

（2）月間排気設備流量：1.0E+4 m³/h

2.開口の隙間及びﾌﾞﾛｰｱｳﾄﾊﾟﾈﾙの隙間



2号機原子炉建屋の開口部のｲﾒｰｼﾞ

2.開口の隙間及びﾌﾞﾛｰｱｳﾄﾊﾟﾈﾙの隙間

（1）ﾀﾞｽﾄ測定結果（単位Bq/cm³）

採取日	核種	排気設備入口
5/9	Cs-134	ND(1.0E-7)
	Cs-137	ND(9.8E-8)

（2）月間漏洩率評価：2.6E+3 m³/h

3. PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ

（1）ﾀﾞｽﾄ測定結果とﾀﾞｽﾄﾓﾆﾀ値（単位Bq/cm³）

採取日	核種	①PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ出口
5/7	Cs-134	ND(1.4E-6)
	Cs-137	ND(9.2E-7)

核種	PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ出口 月間平均値(Bq/cm³)
Kr-85	3.7E+1

	②ﾀﾞｽﾄ採取期間	月間平均	相対比①/②	
ﾀﾞｽﾄﾓﾆﾀ値	8.4E-6	2.2E-6	Cs-134	1.7E-1
			Cs-137	1.1E-1

（2）月間平均流量結果：1.4E+1 m³/h

4. 放出量評価

排気設備出口+開口の隙間及びﾌﾞﾛｰｱｳﾄﾊﾟﾈﾙ隙間(Cs-134)	= 2.7E-7	×	3.3E-1	×	1.0E+4	×	1E+6	+	1.0E-7	×	2.6E+3	× 1E+6	= 1.1E+3Bq/時未満
排気設備出口+開口の隙間及びﾌﾞﾛｰｱｳﾄﾊﾟﾈﾙ隙間(Cs-137)	= 2.7E-7	×	3.4E-1	×	1.0E+4	×	1E+6	+	9.8E-8	×	2.6E+3	× 1E+6	= 1.2E+3Bq/時未満
PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ(Cs-134)	= 2.2E-6	×	1.7E-1	×	1.4E+1	×	1E+6						= 5.0E+0Bq/時未満
PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ(Cs-137)	= 2.2E-6	×	1.1E-1	×	1.4E+1	×	1E+6						= 3.3E+0Bq/時未満
PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ(Kr)	= 3.7E+1	×	1.4E+1	×	1E+6								= 5.1E+8Bq/時
PCVｶﾞｽ管理ｼｽﾃﾑ(Kr被ばく線量)	= 5.1E+8	×	24 ×365 ×2.4E-19 ×0.0022/0.5 ×1E+3										= 4.7E-6mSv/年

端数処理の都合上，合計が一致しない場合があります。

出典：2019年6月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第67回）資料 東京電力「1～4号機原子炉建屋からの（詳細データ） 別紙 追加的放出量評価結果 2019年5月評価分」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-6-4.pdf

概要に戻る

iii 2号機原子炉建屋からの漏洩率について ②

前ページで考察した、2号機原子炉建屋の漏洩率評価値(算定値)ですが、考察の不足がありましたので訂正します。東京電力によると、原子炉建屋の漏洩率評価値は、外部風速、建屋内外圧差、隙間面積を組み込んだ評価式に一定時間の16方位毎の平均風速等を代入して求めます。下表はこの1年間の1号機～3号機の月ごとの漏洩率評価値を、2・3行目に示した出典から筆者がまとめたものです。2号機で見ると、2019年10月27日の二重扉閉塞後では、最大値が2019年4月の2.8×10^{3} m^3/h、最小値が2018年11月の4.8×10^{2} m^3/hと月によって変化しています。評価の詳細は出典の13～15ページをご覧下さい。

単位:m^3/h	期間	201808	201809	201810	2号機二重扉閉塞後 10/27～	201811	201812	201901	201902	201903	1号機機器ハッチ養生後3/7～	201904	201905	201906	201907
		原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2018年8月）	原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2018年9月）	原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2018年10月）		原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2018年11月）	原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2018年12月）		原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2019年2月）	原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2019年3月）		原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2019年4月）	原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2019年5月）		原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（2019年7月）
			1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量評価結果2018年9月分（放出量評価の補足）	1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量評価結果2018年10月評価分（詳細データ）		1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量評価結果 2018年11月評価分（詳細データ）							1～4号機原子炉建屋からの（詳細データ）別紙追加的放出量評価結果2019年5月評価分		1～4号機原子炉建屋からの（詳細データ）別紙追加的放出量評価結果2019年7月評価分
1号機	原子炉上部	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}		1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	1.6×10^{2}	ND	1.5×10^{2}
	建屋隙間	1.4×10^{3}	1.2×10^{3}	1.2×10^{3}		1.2×10^{3}	1.1×10^{3}	1.4×10^{3}	1.4×10^{3}	1.1×10^{3}	1.4×10^{3}	1.4×10^{3}	1.3×10^{3}	ND	1.3×10^{3}
	計													ND	
2号機	開口の隙間及びブローアウトパネル隙間	1.4×10^{4}	1.1×10^{4}	4.7×10^{3}	9.2×10^{2}	4.8×10^{2}	1.1×10^{3}	1.8×10^{3}	1.7×10^{3}	2.5×10^{3}		2.8×10^{3}	2.6×10^{3}	ND	8.4×10^{2}
3号機	原子炉上部	1.9×10^{2}	1.9×10^{2}	1.9×10^{2}		1.9×10^{2}	1.9×10^{2}	1.9×10^{2}	1.9×10^{2}	1.9×10^{2}		1.9×10^{2}	1.9×10^{2}	ND	1.8×10^{2}
	機器ハッチ	3.9×10^{3}	3.2×10^{3}	2.9×10^{3}		2.7×10^{3}	2.7×10^{3}	3.3×10^{3}	3.3×10^{3}	3.9×10^{3}		4.3×10^{3}	3.1×10^{3}	ND	3.6×10^{3}
	燃料取り出し用カバー隙間	2.5×10^{3}	1.1×10^{3}	7.8×10^{2}		4.1×10^{2}	3.9×10^{2}	1.4×10^{3}	1.2×10^{3}	2.2×10^{3}		2.3×10^{3}	2.6×10^{3}	ND	1.6×10^{3}
	計													ND	

出典 ：上表 の2行目 ・3行目の出典名 にリンク を貼って あります

概要に戻る

⑰ 使用済み核燃料取り出し工法の変更に伴う、燃料取り出し用構台設置に向けた準備工事

修復中

2号機の使用済み核燃料取り出しは、先にレポートした通り 参照 、2019年12月の中長期ロードマップの改訂（第6版）において、原子炉建屋最上部を解体する工法から、解体せずに、原子炉建屋南側に燃料取り出し用構台を設置して取り出しをめざす工法へと変更されました。 燃料取扱設備概念図に戻る 工法の検討状況に戻る

これに伴い、今後原子炉建屋南側には燃料取り出し用構台が設置されます。このため、2020年4月より地盤改良工事に向け南側ヤードの整備が開始されます。準備作業としてとして該当区域にあった共用ボイラ建屋が、2020年3月23日に解体されました。



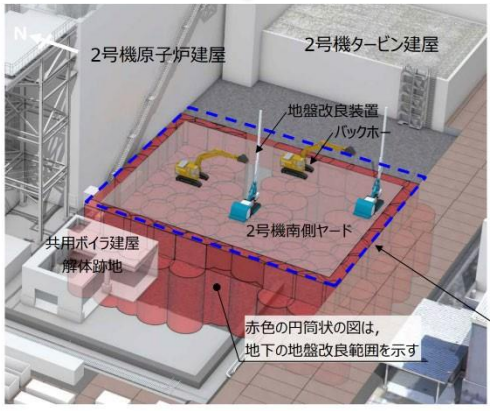
共用ボイラ建屋解体前（2019年12月撮影）



共用ボイラ建屋解体後(2020年3月撮影)



2号機燃料取り出し用構台設置イメージ



地盤改良イメージ図

工事の進捗状況に戻る

取り出しまでのスケジュールに戻る

出典：2020年3月27日 第76回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機燃料取り出し用構台設置に向けた準備工事の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/03/3-2-4.pdf

概要に戻る

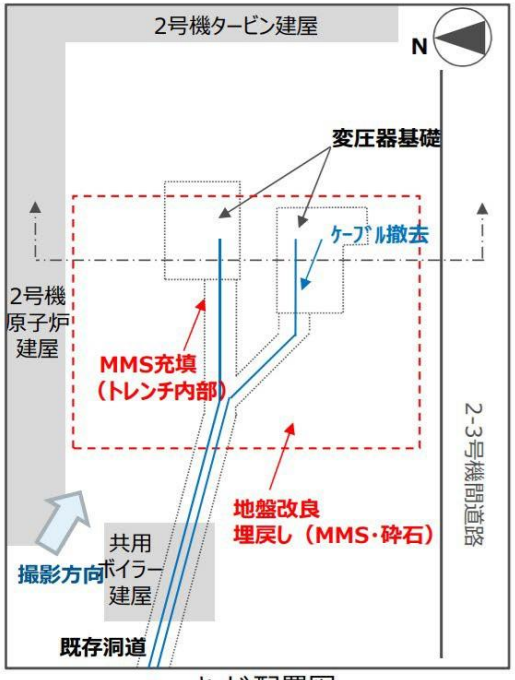
修復中

⑱ 燃料取り出し用構台設置準備としての原子炉建屋南側ヤードの整備状況

2021年7月現在、東京電力は、2024～2026年に予定している使用済み核燃料（以下、燃料）取り出し開始に向けて、燃料取り出し用構台（以下、構台。前ページ参照）を設置する原子炉建屋南側ヤードの干渉物撤去（地中埋設物等）を進めています。その後地盤改良工事を行い、2022年度上期には構台設置工事を開始する計画です 参照 。

■ ２号機構台設置範囲のSTEP1干渉物撤去・STEP2地盤改良準備作業を実施中。
- 新設する構台基礎と干渉する変圧器基礎，防災用地下タンクの干渉物撤去
- 地盤改良範囲の掘削（汚染土の除去作業）
- 防災用地下タンク・ケーブルトレンチへのMMS※打設

※MMS(Man Made Soil)：
セメント・固化材・土を混合した流動化処理土



ヤード配置図



２号機原子炉建屋南側ヤード状況（撮影日：2021年7月17日）

出典：2021年7月29日 第92回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/07/92-3-3-3.pdf

概要に戻る

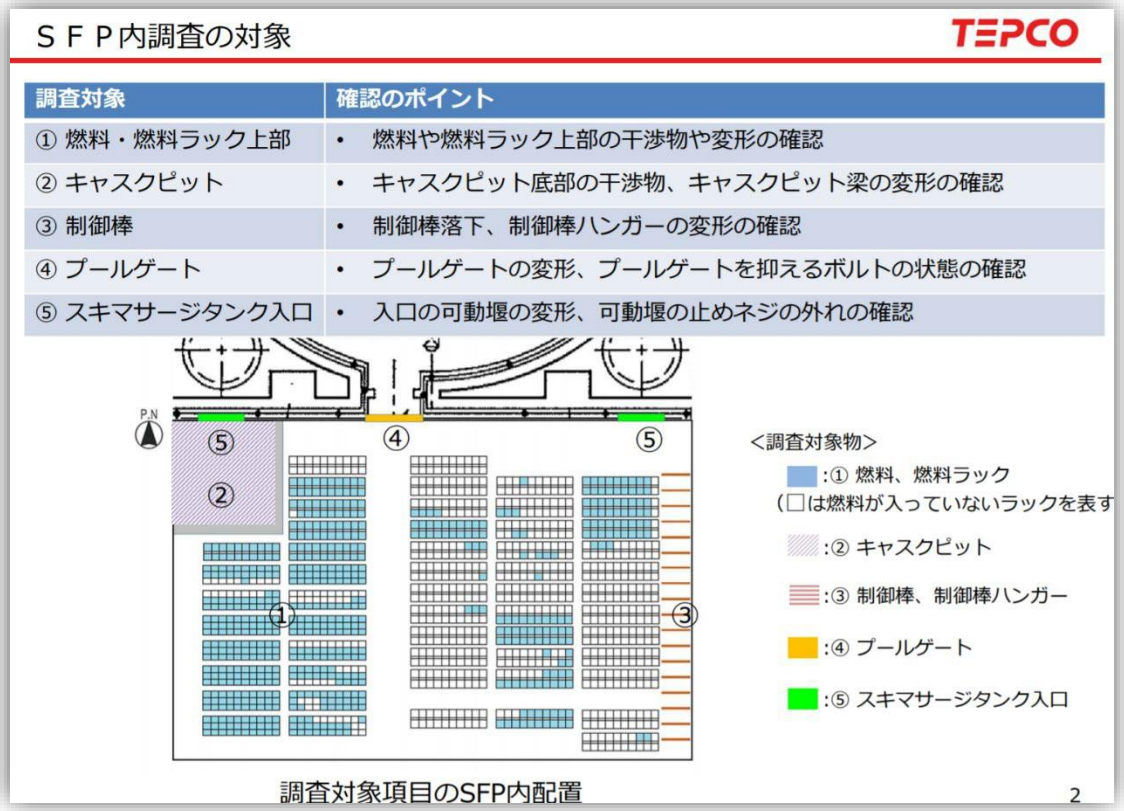
修復中

⑲ 2号機使用済み核燃料プール内調査の計画について

2号機はオペフロ内の線量が高く 参照 アクセスが困難なため、これまで使用済み核燃料プール（SFP）内の調査が出来ていませんでした。

東京電力は、燃料取り出し時に燃料上部やキャスクピット内で干渉する物の有無、またプールゲートやスキマサージタンクの状態を確認をするため、2020年6月中旬に使用済み核燃料プール内部の調査を実施する計画を発表しました。

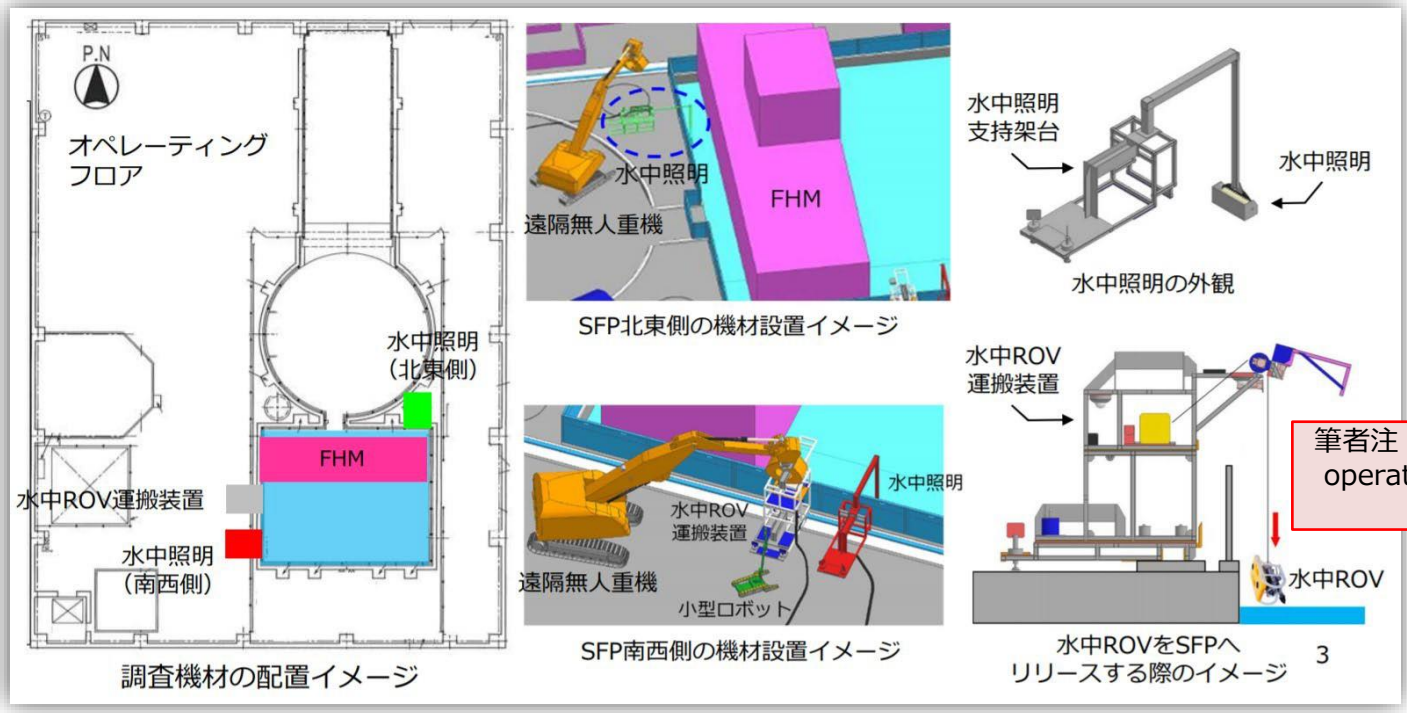
調査方法としては、これまでのオペフロ内残置物移動・片付け作業で使用した遠隔無人重機・小型ロボットにより西側構台の前室から搬入した、水中ロボットを遠隔操作して調査するとしています。 （次ページに続く）



出典：2020年4月30日 第77回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機使用済燃料プール内調査の計画について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/04/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中



筆者注：ROV＝Remotely operated vehicle遠隔操作探査機



出典：2020年4月30日 第77回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機使用済燃料プール内調査の計画について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/04/3-2-4.pdf

調査結果に戻る
概要に戻る

修復中

⑳ 2号機使用済み核燃料プール内調査 参照 結果について

東京電力は、2020年6月10日から11日にかけて、2号機西側構台の前室から機材を搬入し、水中ROVを遠隔操作して調査を行いました。水中ROVや水中照明の設置など機材の搬入・片付けは、これまでのオペフロ内残置物移動・片付け作業で使用している遠隔無人重機・小型ロボットを利用しました。

今回の調査では、東京電力社員の直営対応能力を向上すること、および操作者の視点から作業内容を改善することを目的として、水中ROV操作、準備・片付け作業における小型ロボット操作は東京電力社員によって行われたとのことです。

調査結果については下表を、以前からプール内にあった不具合のある核燃料（筆者初見）の取扱いについては次ページをご覧ください。

次々ページ以降に調査画像、および調査結果に対する東京電力の評価を掲載しました。

筆者注：ROV＝Remotely operated vehicle遠隔操作無人探査機

調査対象物		確認事項	確認結果
①	燃料	• 燃料ハンドルの有意な変形の有無	○（変形なし）
		• 燃料上部における干渉物等の有無	△（軽微な干渉物あり）
	燃料ラック	• 燃料ラック上部の有意な変形の有無	○（変形なし）
②キャスクピット		• キャスクピット梁の有意な変形の有無	○（梁の変形なし）
		• キャスクピット底部における干渉物の有無	△（底部に砂状の堆積物あり）
③制御棒、制御棒ハンガー		• 制御棒ハンガーに制御棒全数が適切に掛かっていること	○（全数適切に掛かっている）
		• 制御棒ハンガーの有意な変形、腐食の有無	○（変形、腐食なし）
④プールゲート		• プールゲートの有意な変形、傾きの有無	○（変形、傾きなし）
		• プールゲート支持軸のゲート取付け用ラグからの外れの有無	○（全箇所外れなし）
⑤スキマサージタンク入口		• スキマサージタンク入口の可動堰の有意な変形や傾きの有無	○（可動堰の変形、傾きなし）
		• スキマサージタンク入口を塞ぐ干渉物、また塞ぐ可能性のある干渉物の有無	○（入口を塞ぐ干渉物なし）

3

出典：2020年７月２日 第79回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機使用済燃料プール内調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/06/3-2-4.pdf

概要に戻る

【参考】2号機に保管している非健全燃料について

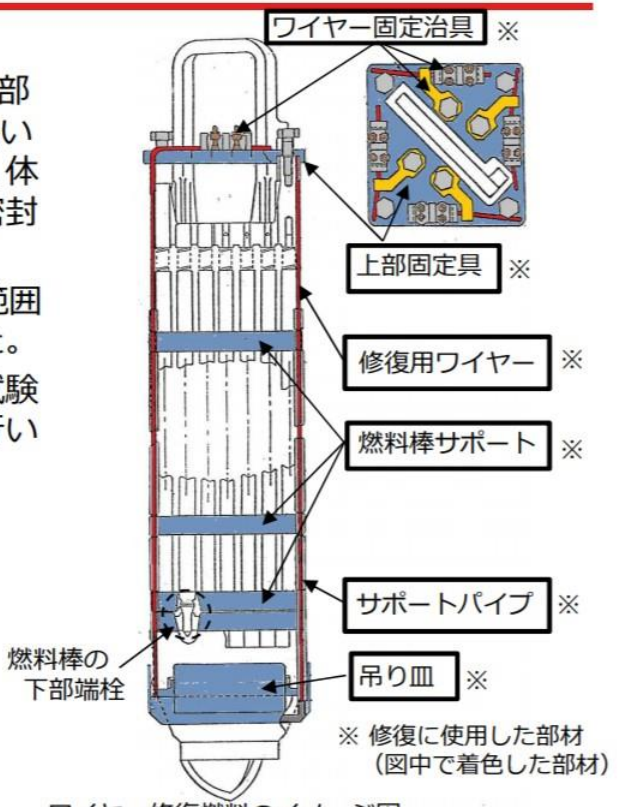
TEPCO

(ワイヤー修復燃料)

- 2号機SFP内には1981年に取扱中の落下により結合燃料棒*1の下部端栓*2が折損して吊上げ不可となり、翌年、燃料取扱機で取り扱いができるよう、ワイヤー等で一体化して修復した燃料集合体が１体保管されている。なお、当該燃料は外観点検等により被覆管の密封性には影響ないことが確認されている。
- 今回の調査で当該燃料の上部を観察し、水中ROVで視認できる範囲で修復用ワイヤーの断線や固定治具の外れがないことを確認した。
- 当該燃料の取扱い方法は、現在実施中の修復用ワイヤーの腐食試験結果を踏まえて検討するとともに、取扱い前には吊上げ試験を行い吊上げ可能であることを確認する予定。

*1 通常の燃料棒であるが、下部端栓にネジが切られており、下部タイプレートと結合している。燃料集合体を吊上げる際、自重を支える強度部材になっている。燃料集合体１体につき結合燃料棒は８本ある。

*2 燃料棒下端の部材であり、ペレットを内包するための金属の筒である被覆管と溶接されている。



ワイヤー修復燃料のイメージ図

(その他の非健全燃料)

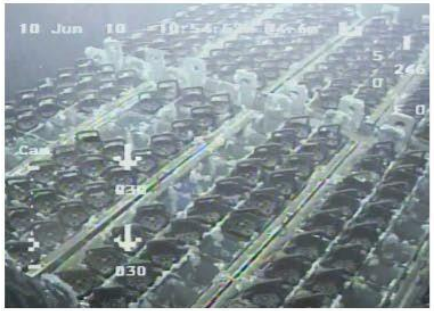
- その他、2号機SFP内には震災前から被覆管にピンホール大の穴が空いた漏えい燃料と下部タイプレート側面の部材が変形した燃料が１体ずつ保管されている。これらについては通常の燃料と同様に燃料取扱機による取扱いが可能である。



ワイヤー修復燃料上部の様子

【調査結果】①燃料、燃料ラック、②キャスクピット

TEPCO



燃料ハンドルの様子



燃料ハンドルの様子（拡大）



燃料ハンドル上の干渉物の様子

- 燃料ハンドルに変形はなし
- 燃料上の一部に薄い塗膜片もしくはシート類が確認されたが、いずれも軽量なものと推定され、除去可能なため、燃料取り出しへの影響は小さい。（6ページ）
- 白色堆積物は、震災時の海水注入の影響でAl合金製燃料ラックに生成したもので３号も同様に確認されており取り出しに支障はない。



キャスクピット上面の梁の様子

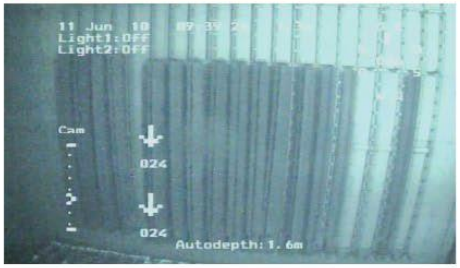


キャスクピット底部の様子

- キャスクピットの梁に変形はなし
- 底部に砂状の堆積物が確認されたものの、他に大きな干渉物等はなかったことから、燃料取り出しへの影響は小さい。

概要に戻る

【調査結果】③制御棒ハンガー、④プールゲート、⑤スキマサージタンク入口 TEPCO



制御棒、制御棒ハンガー全体の様子

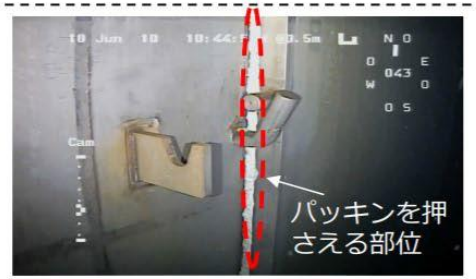


制御棒ハンガー（北東側）の様子

- 制御棒は制御棒ハンガーに適切に掛かっており、ハンガーの変形や腐食は見られなかった



プールゲート正面の様子

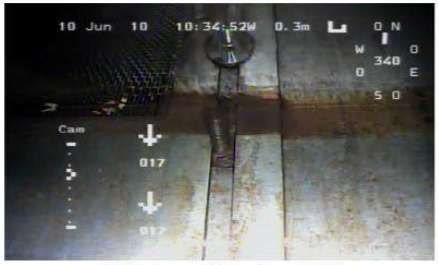


プールゲート支持軸の様子

- プールゲートに変形、傾きはなし
- パッキンを押さえる部位に白色の生成物が確認されたが、燃料ラックと同じAl合金製のため同様に生成したものと推定される。なお、プールゲートの止水性を担保するシリコン製パッキンには影響はない



スキマサージタンク入口（北西側）
正面の様子



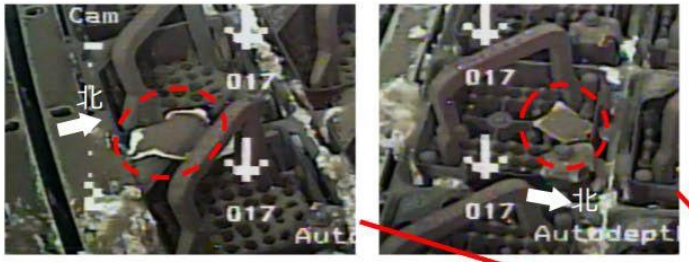
可動堰のボルトの様子
（北西側の右下部分）

- スキマサージタンク入口の金網に薄い塗膜片のようなものが水面付近に確認されたが流路を塞ぐ状況にはないため、プール冷却に影響はない
- スキマサージタンク入口（北西側）の可動堰にボルトの変形・ナットの脱落が１か所確認されたが、残り３か所のボルト・ナットは健全でありプール水位に影響はない

燃料上部にシート等が確認された箇所

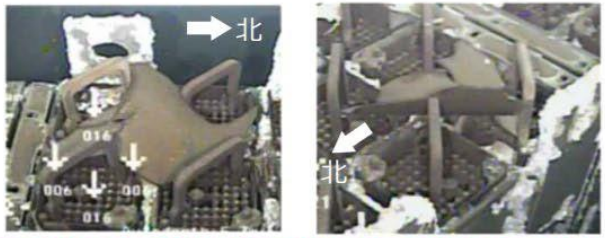
TEPCO

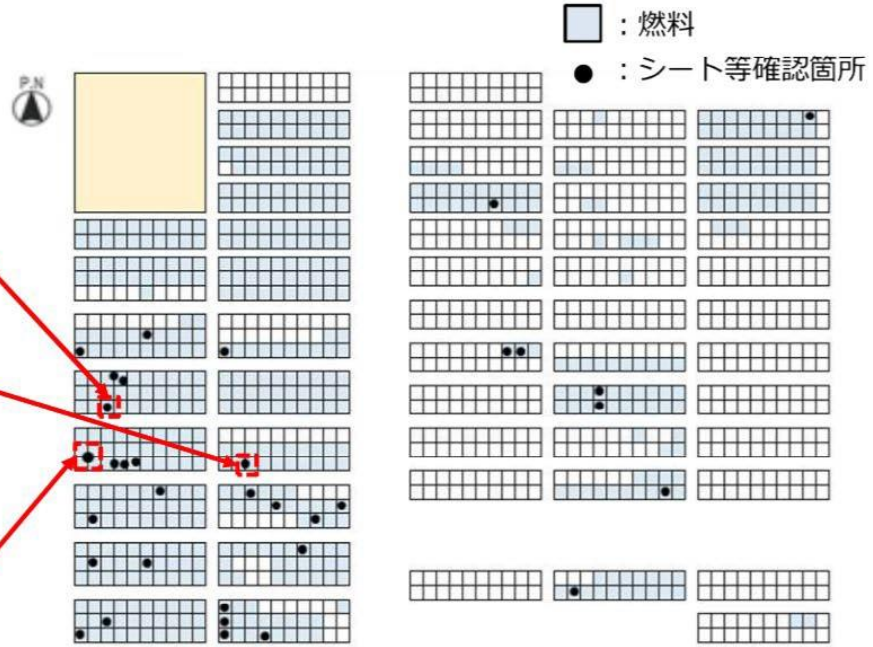
＜確認された塗膜片の例＞



＜確認された最大のシート類＞

・寸法：約２００×２５０mm
・厚さ：約１.５mm





2号SFP内においてシート等が確認された箇所

＜シートの由来について＞

- SFP周りの手摺に震災前に設置した異物混入防止用シートが喪失しており、今回調査で確認したシートと同程度の厚さであることから、震災時の影響で一部がSFP内に落下したものと推定される。



SFP周りの手摺の様子（震災前）

概要に戻る

㉑ 2号機原子炉建屋 オペフロ内残置物移動・片付の終了と調査計画

東京電力によると、2号機の使用済み核燃料（以下、燃料）プールからの燃料の取り出しに向け、2018年8月から開始された高線量の原子炉建屋5階オペレーティングフロアの残置物等の遠隔無人重機による移動・片付け、清掃は、2020年7月に終了しました。

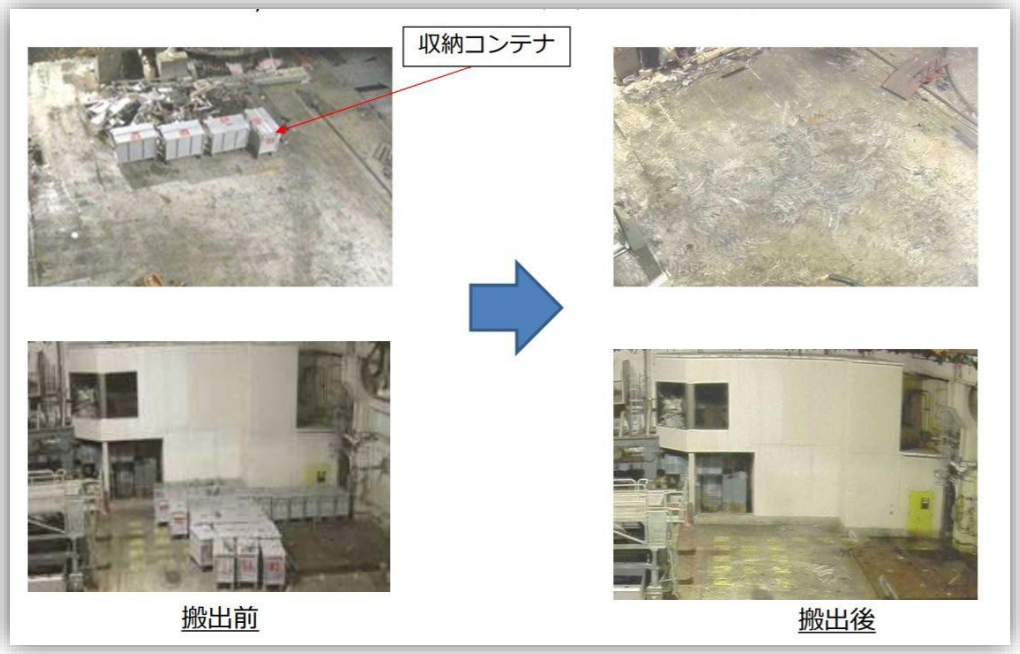
残置物は収納コンテナ44基に収納済みであり、この収納コンテナを搬出用コンテナに2台に収納した後，オペフロ上から搬出し、固体廃棄物貯蔵庫に運搬・貯蔵されています。

11月25日時点でコンテナ全基を搬出完了し、今後、使用した重機の片付け作業が12月上旬頃まで実施されます。

その後、残置物撤去が完了し変化した環境の線量評価、及び線量低減対策の精度向上を目的とした調査が12月から実施される予定です。

調査項目は、空間線量率測定（床高さ：約1.5m）、γカメラ撮影（オペフロ全域）、表面汚染測定（床面，壁面：床高さ約1.5m）とされています。

（次ページに続く）



出典：2020年11月26日 第84回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機使用済燃料取り出しに向けた検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/11/3-2-4.pdf

概要に戻る

㉒ 2号機原子炉建屋オペフロ調査の速報

a 調査

東京電力は、将来の燃料取扱設備設置に向けたオペフロ内調査に向けた調査の概要について、下の通り発表しています。

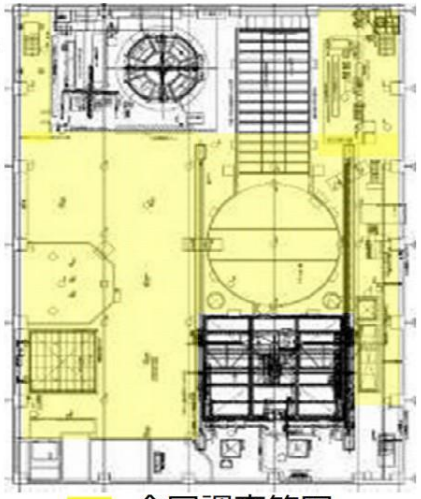
(次ページに続く)

■ オペフロ内の残置物移動・片付け作業を2020年12月に完了し，環境が変化したことから，線量低減対策の精度向上及び更なる線量低減検討を目的として調査を実施。

調査内容

✓空間線量率測定（床高さ：約1.5m）　✓γカメラ撮影（オペフロ全域）
✓表面線量測定（床面，壁面：床高さ約1.5m）

Ⓐ



■：今回調査範囲
（壁面：約1.5mの高さを調査）

調査に用いた遠隔操作機器

遠隔操作機器	 BROKK400D	 Kobra	 Packbot
役割	・γカメラ測定	・空間線量率測定 ・表面汚染測定 ・調査助勢	

出典：2021年3月25日 第88回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロ調査の速報について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/03/3-2-3.pdf

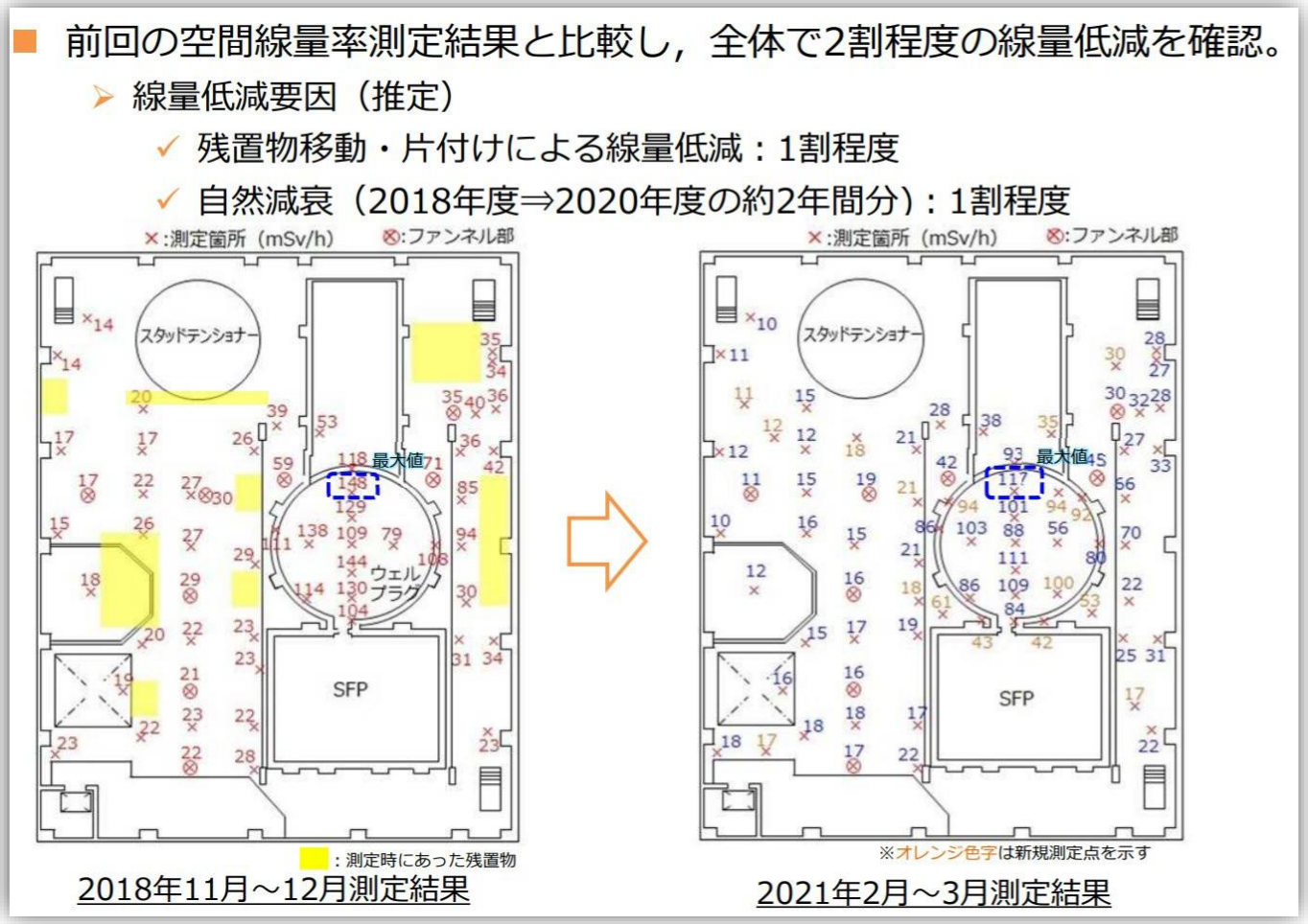
概要に戻る

修復中

b 線量の低減

今回調査で得られた空間線量率については、2018年11～12月の調査結果 参照 と比較して、下の引用画像の通り、全体として2割程度低減したとしています。

(次ページに続く)



出典：2021年3月25日 第88回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロ調査の速報について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/03/3-2-3.pdf

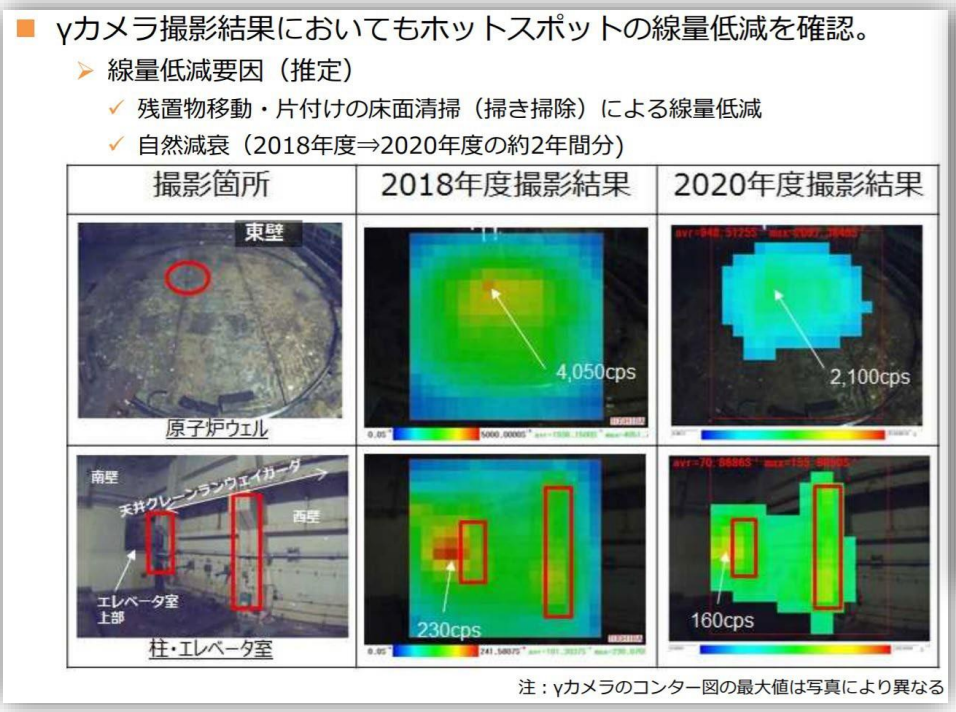
概要に戻る

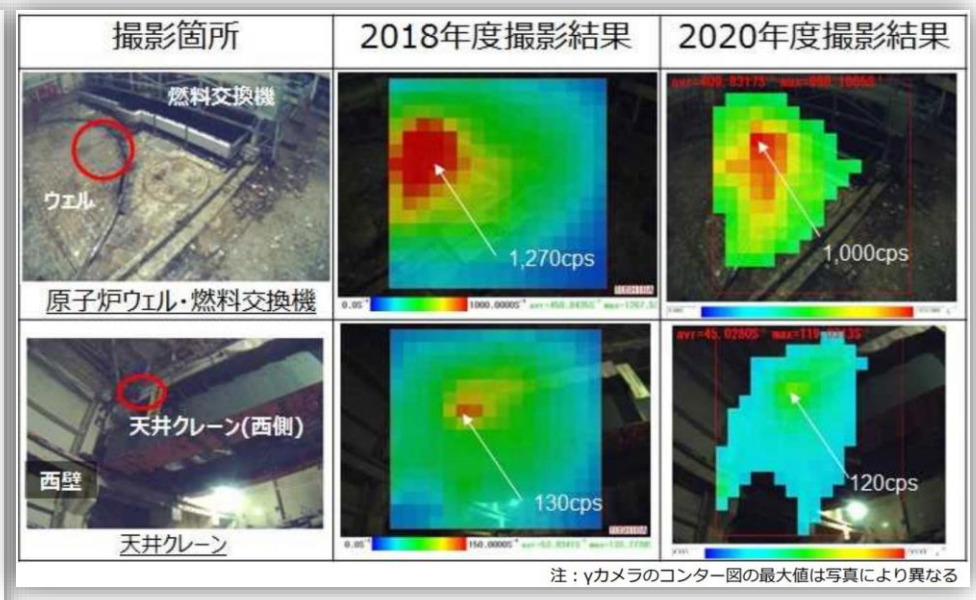
修復中

c γカメラ撮影結果−ウェルプラグ他

東京電力は、γカメラ撮影結果においてもホットスポットの線量低減を確認したとしていますが、ウェルプラグ(筆者注:下の引用画像では「原子炉ウェル」と表示)上部に比べてウェルプラグの縁の遮減率は小さく、2020年10月に実施された原子力規制委員会の原子炉建屋内実地調査により指摘されたウェルプラグ内部の大量のセシウム137の存在 参照 を伺わせます。

(次ページに続く)





出典：2021年3月25日 第88回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機原子炉建屋オペフロ調査の速報について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

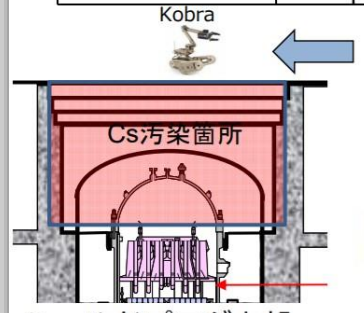
d ウェルプラグ対策

このウェルプラグについて、東京電力は、下の通り、内部の汚染量を確定するための調査を、原子力規制庁と共同で行う事を計画しているようです。

(次ページに続く)

- 昨年1月に実施した2号機オペフロの線量調査に引き続き，規制庁と協働した，当社ロボットチームによる原子炉ウェル内汚染の定量化のための調査を調整中。
- 除染作業の準備期間中のオペフロ作業の端境期を活用して調査を実施。
- 調査結果は，事故分析のみならず，プール燃料取り出し作業のための除染作業，将来の燃料デブリ取り出しのインプットとしても活用。

	2020年度				2021年度								
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
オペフロ調査	調査（準備・片付け含む）												
オペフロ除染				準備作業・モックアップ					オペフロ除染				
原子力規制庁との協働調査（時期調整中）				協働調査可能期間									





Kobraに線量計を搭載し、遠距離、近距離に存在するCsからのγ線とβ線の線量の関係からシールドプラグ下面に付着するCs量を評価する。

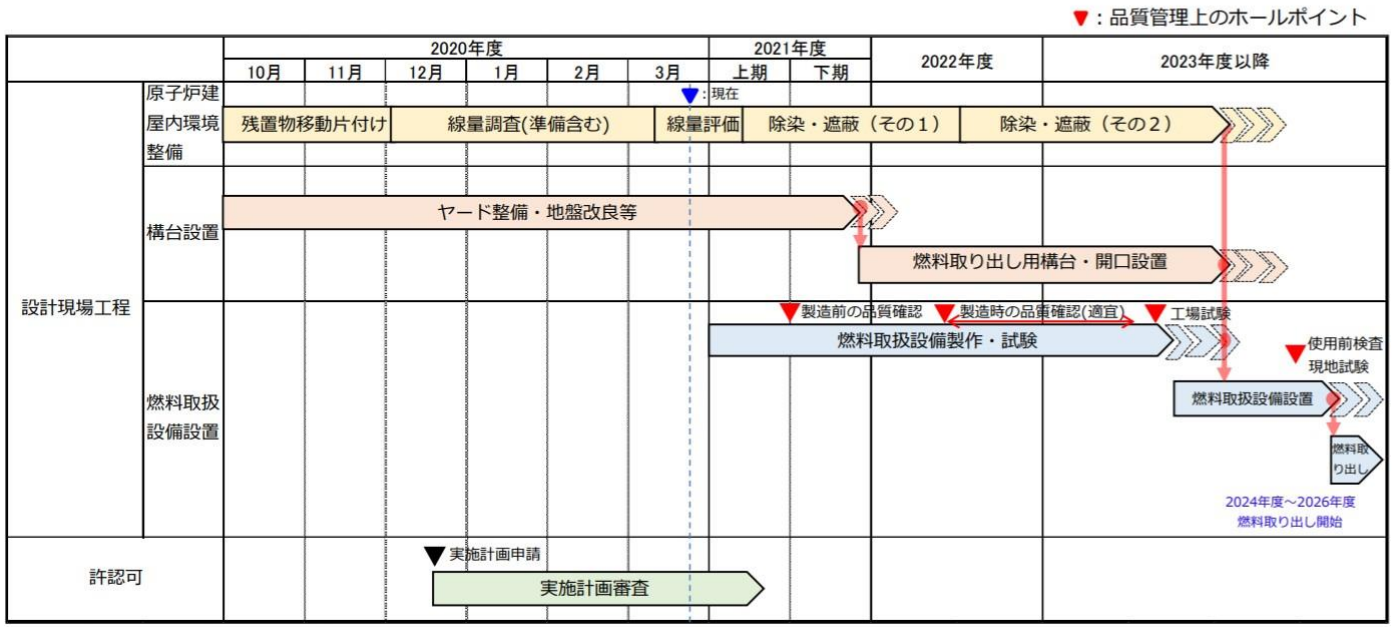
出典：2021年3月25日 第88回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロ調査の速報について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

e 今後のスケジュール

今回調査、および前ページに示した原子力規制庁との共同調査を踏まえ、燃料取扱設備の設置までのスケジュールは下引用図の通りとしています。

- 今回の調査結果を用いて線量評価（オペフロ内汚染密度分布）を実施中。
- 2021年上期に着手予定の，オペフロ除染のモックアップの準備作業を実施中。
- 2021年4月にオペフロ内調査を規制庁と協働して実施予定（詳細は，参考4参照）。
- 2024~2026年度の燃料取り出し開始に向け，今後も計画的に作業を進めていく。



※工程の進捗により変更する可能性有

出典：2021年3月25日 第88回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロ調査の速報について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

㉓ 原子炉建屋上部を全面解体しない使用済み核燃料の取り出し工法、および実施計画の変更申請

2019年12月の中長期ロードマップ第6版において、2号機の使用済み核燃料プール（以下、プール）からの使用済み核燃料（以下、燃料）の取り出しについては原子炉建屋上部を全面解体する工法から、原子炉建屋上部を解体せず、原子炉建屋南側に燃料取り出し用構台を構築し、小開口から小型の燃料取扱設備を出し入れし使用済み核燃料取り出しを行う工法に変更されています。 参照

一方、イチエフの廃炉作業においてなすべきことを規定した「福島第一原子力発電所　特定原子力施設に係る実施計画」最新版は、原子炉建屋上部を全面解体する工法のままとなっています。このため東京電力は、2020年12月25日、原子力規制委員会に対して、引用した下表の工法の変更を主な内容とする実施変更の申請をしています。詳細については、変更認可申請書、変更部分については新旧対照表をご参照ください。

- 原子炉建屋上部を全面解体せず，原子炉建屋南側に燃料取り出し用構台を構築し，原子炉建屋南壁に設ける小開口から燃料取扱設備を出し入れすることで，燃料取り出しを行う。
- 原子炉建屋オペフロ及び燃料取り出し用構台前室から放射性物質の飛散抑制のため換気設備放射性物質の濃度監視のためダスト放射線モニタを設置する。
- 作業員の放射線防護の観点から，エリア放射線モニタを設置する。

また、構台の概念図については 参照 を、燃料取扱設備の概念図については 参照 をご覧ください。
構内輸送容器、燃料取り出し作業については今後別途申請することになります。

次ページに燃料取り出し手順の概念図を出典より引用しておきます。

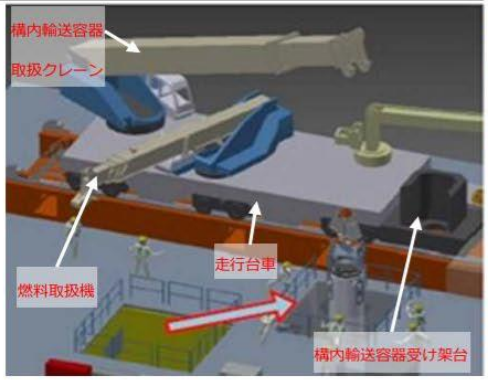
出典：2020年11月26日 第84回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機使用済燃料取り出しに向けた検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/11/3-2-4.pdf

概要に戻る

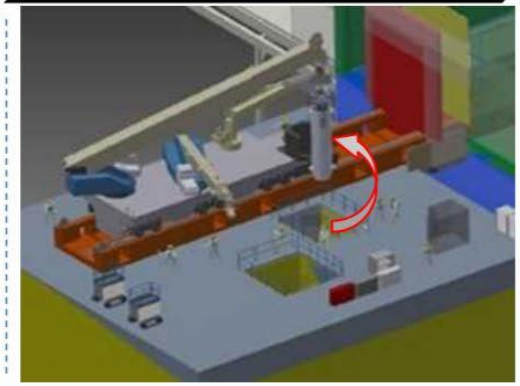
2－2．燃料取り出し手順

TEPCO

①燃料取り出し用構台へ構内輸送容器を搬入



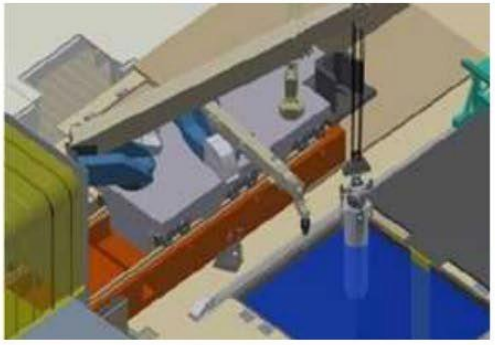
②走行台車へ構内輸送容器を積載



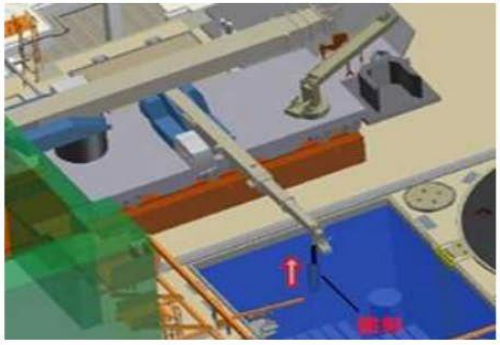
③汚染拡大防止ハウスを展開し
原子炉建屋へ移動



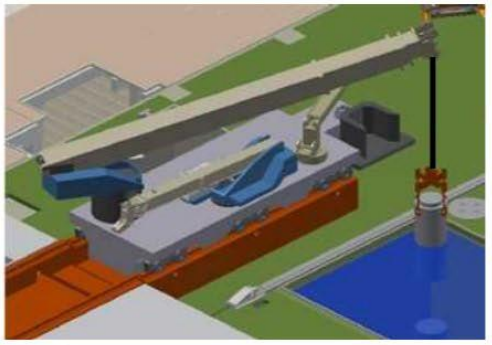
④構内輸送容器取扱クレーンで構内
輸送容器をキャスクピットへ移動



⑤燃料取扱機で燃料を構内輸送容器へ
移動



⑥燃料が格納された構内輸送容器を
走行台車へ搭載
⇒燃料取り出し用構台に戻る



出典：2020年11月26日 第84回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「2号機使用済燃料取り出しに向けた検討状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/11/3-2-4.pdf

概要に戻る

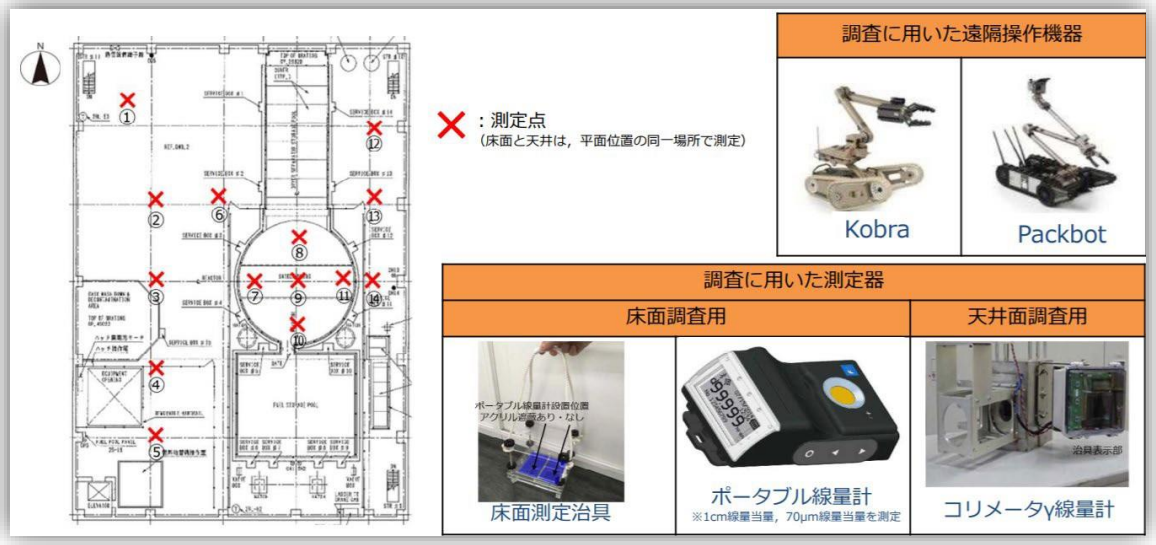
修復中

㉔ 原子力規制庁との協働で実施した2号機オペレーティングフロア調査結果について

1～3号機の中で、2号機は、使用済み核燃料プールの位置するオペレーティングフロア（以下、オペフロ。原子炉建屋5階）の線量率が、2019年で最大線量率148　mSv/h（シールドプラグ上）と最も高くなっており、将来の使用済み核燃料の取り出しに向けて、東京電力が有人作業が可能な線量率としている、作業エリアで3 mSv/h 以下、アクセス通路で5 mSv/h以下という線量率とするまでには大幅に線量を低減していかなければなりません。 参照 参照

一方、2020年10月8日に原子力規制委員会が実施した現地調査において、1号機についてその高線量をレポートしてきた原子炉建屋5階の3層のウェルプラグ（または「シールドプラグ」）の内部に、2号機、3号機では、1号機より2桁多い量のセシウム137の存在（2号機：2～4×10^{16}（京）Bq、3号機：4×10^{16}（京）Bq）が推計されています。 参照

このため、東京電力は原子力規制庁と協働し、4月14日・15日、オペフロ内床面と天井面の表面汚染密度を測定し、オペフロ内の空間線量率がシールドプラグ上部で高くなっている原因を探りました。 （次ページに続く）



出典：2021年5月27日 第89回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子力規制庁と協働で実施した２号機オペレーティングフロア調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-2-3-1.pdf

概要に戻る

東京電力は、測定の結果、オペフロ内床面の表面汚染密度評価値は、西側平均3.6×10⁴（万）Bq/cm²、シールドプラグ上平均8.4×10⁴（万）Bq/cm²、東側平均6.8×10⁴（万）Bq/cm²と、いずれの測定点でも有意な差はなかったとしています。

また、天井面の表面汚染密度評価値は平均23×10⁴（万） Bq/cm²であり、この汚染源からの床面高さ1mの位置における線量寄与は，0.9 mSv/h程度であると評価しました。

これらの結果を踏まえ、東京電力は、シールドプラグ上の空間線量率がオペフロ上の他の場所より高くなっている原因は、シールドプラグの隙間などにあるセシウム137の直接線(γ線)が構造体(シールドプラグなどのコンクリート)に衝突してコンプトン散乱を起こし、それにより発生した散乱線によるものと推定しています。

（次ページに続く）



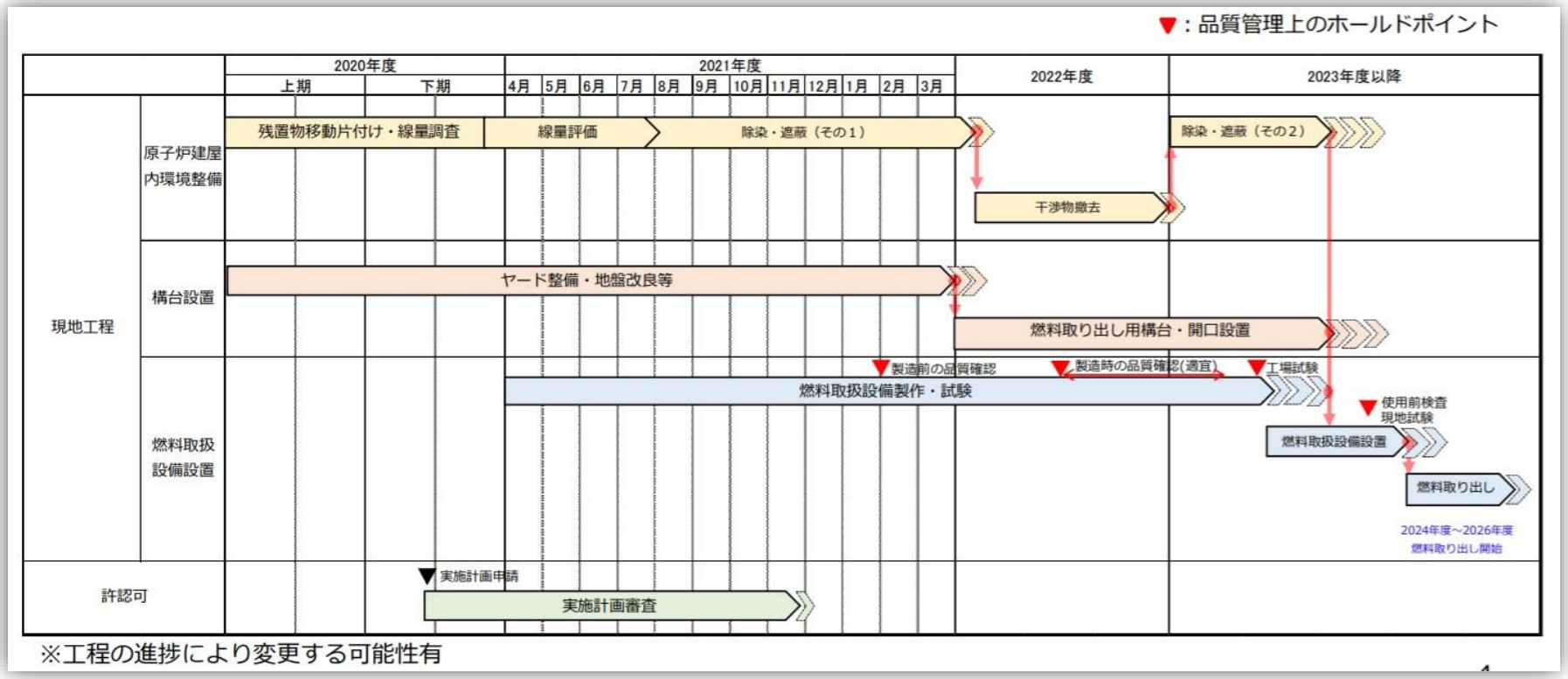
散乱線の寄与が大きい場合のオペフロγ線線量率イメージ

出典：2021年5月27日 第89回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子力規制庁と協働で実施した２号機オペレーティングフロア調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-2-3-1.pdf

概要に戻る

東京電力はこの調査結果を踏まえ、散乱線は、直接線に比べてγ線エネルギーが低いことから、今後実施する遮蔽の線量低減効果に十分期待できるとし、オペフロ環境の目標線量1 mSv/h以下を達成すべく、下表のようなスケジュールで除染作業と遮蔽設置作業を進めるとしています。

次ページに、出典から、東京電力が2号機の使用済み核燃料の取り出しに向けて、どのような有人作業が必要と考えているか、そのためにオペフロ上のどの部分でどのような線量低減策を取ろうとしているのかが窺える、オペフロ線量低減の設計状況のページをまるごと引用しておきます。



出典：2021年5月27日 第89回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子力規制庁と協働で実施した２号機オペレーティングフロア調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-2-3-1.pdf

概要に戻る

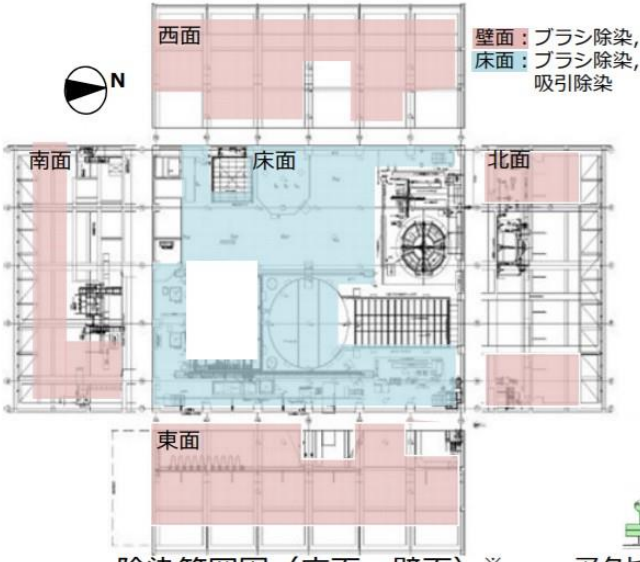
修復中

再掲 2021.1.25特定原子力施設監視・評価検討会

参考５．オペフロ線量低減の設計状況

TEPCO

- 2018年度に実施したオペフロ調査結果から，遮蔽体設置工法及び除染の仕様について現在詳細な検討を進めている。
- 除染及び遮蔽設置後の評価結果より，原子炉建屋内の有人作業は限定的な作業ではあるが，可能であると評価している。想定している有人作業は以下の通り。 SFP：用語解説へ
  - 設備設置時：SFP近傍へのITV及び照明設置，非常用注水配管設置，ランウェイガーダ設置
  - 設備不具合時：ITV故障，燃料取扱機油圧系統不具合等 ランウェイガーダ：用語解説へ
- 今後実施する線量低減作業時にホールドポイント（除染・遮蔽完了後等）を設け，線量低減効果の確認を行い，追加線量低減対策の要否を検討する計画。 ITV：用語解説へ

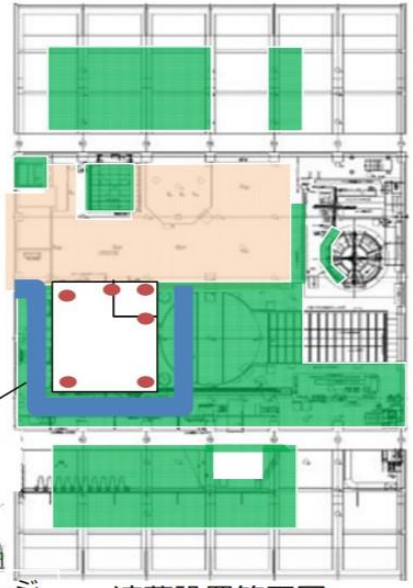


除染範囲図（床面，壁面）※

※アクセス可能な範囲で実施



アクセス通路イメージ



遮蔽設置範囲図

【オペフロ内の線量評価】

- ✓ 有人作業を想定しているエリアでの線量率の評価結果 約1.8～2.3mSv/h
- ✓ アクセス通路内部の評価結果 約0.2mSv/h

【遮蔽計画】

- ■：鉄板遮蔽厚さ
  - ウェル上：250mm
  - 床面：80mm
  - 壁面：40～60mm
- ■：コンクリート遮蔽厚さ
  - 床面：200mm
- ●：ITV配置箇所
- ■：アクセス通路

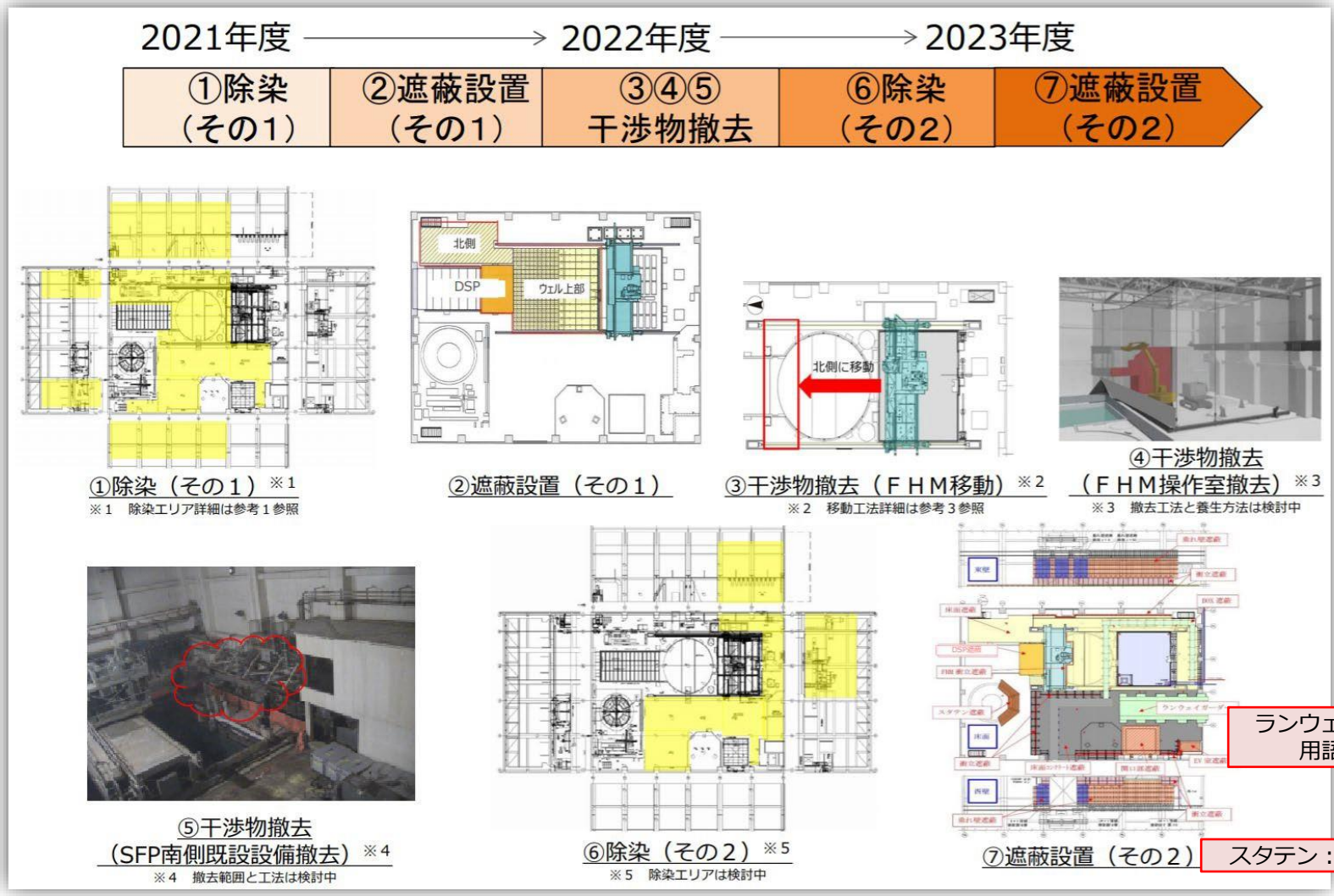
9

出典：2021年5月27日 第89回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子力規制庁と協働で実施した２号機オペレーティングフロア調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-2-3-1.pdf

概要に戻る

修復中

2021年7月東京電力は、前ページで検討を進めているとした、遮蔽体設置工法および除染の仕様について、下に引用した概念図を明らかにしました。



ランウェイガーダ：用語解説へ

スタテン：用語解説へ

SFP：用語解説へ

出典： 2021年5月27日 第89回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「原子力規制庁と協働で実施した２号機オペレーティングフロア調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-2-3-1.pdf

概要に戻る

㉕ 2号機使用済み核燃料取り出しに向けた工事の進捗について（オペレーティングフロアの線量低減 除染）

2号機では、2024～2026年度の燃料取り出し開始に向けて、使用済み核燃料プールのある原子炉建屋（以下、建屋）5階のオペーレーティングフロア（以下、オペフロ）の除染と、建屋南側敷地での2021年度末に本体工事が開始される核燃料取り出し用構台の設置に向けての準備工事とが進められています。

東京電力によると、オペフロでは、床面の粗除染を完了しました。最終的な床面除染は高所壁面の除染が完了した後、実施する予定だそうです。

2021年11月現在、オペフロ内の高所壁面除染が継続して実施されています。

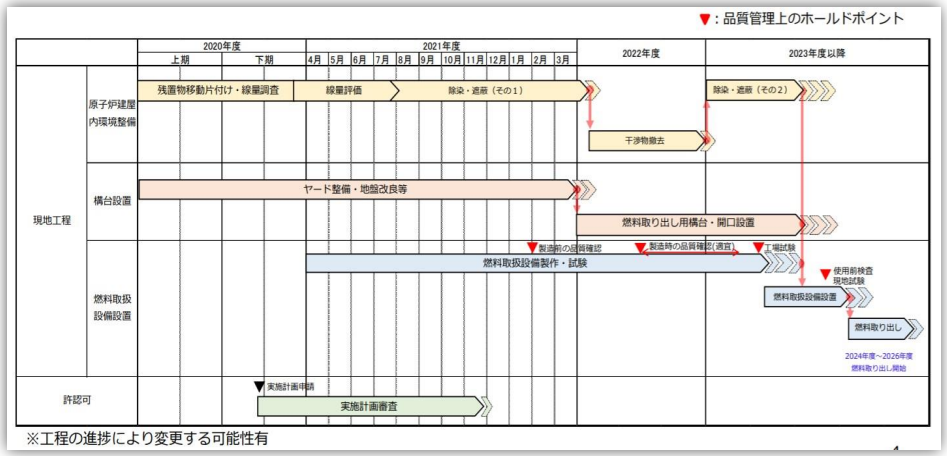
除染(1)は、次ページの最新スケジュールよれば、2021年第4四半期に完了しています。

（次ページに最新スケジュール）



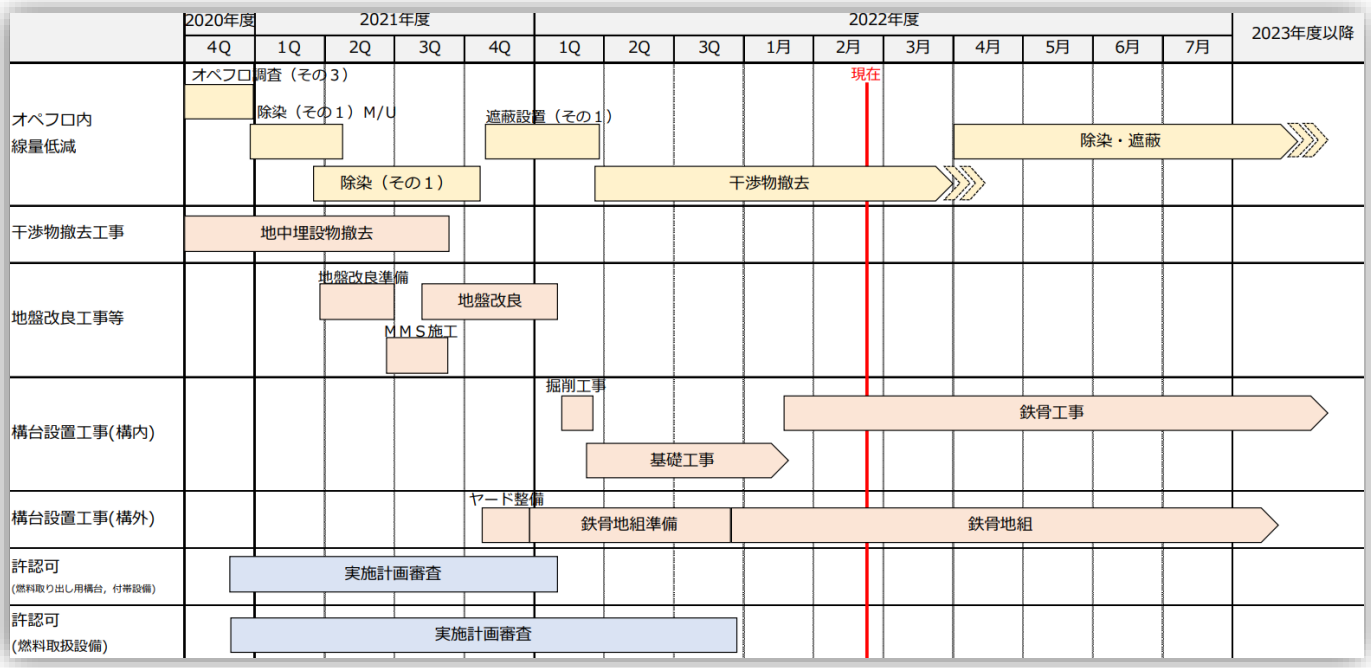
出典：2021年11月25日 第96回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/11/96-3-3-4.pdf

概要に戻る



↑
2021年5月時点スケジュール

2023年2月更新スケジュール→



出典：2021年5月27日 第89回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「原子力規制庁と協働で実施した２号機オペレーティングフロア調査結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/05/90-3-2-3-1.pdf
2023年2月22日 第111回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/02/02/3-2-4.pdf

概要に戻る

㉕’2号機使用済み核燃料取り出しに向けた工事の進捗について

（オペレーティングフロアの線量低減 遮蔽体の設置(1)）

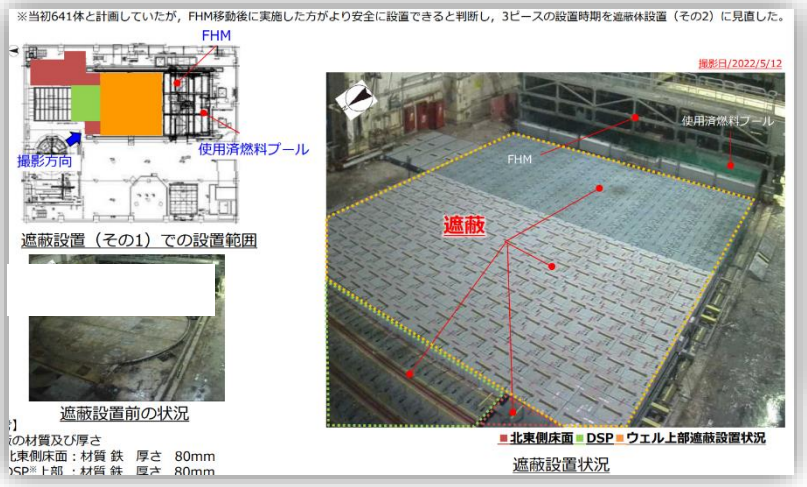
2号機では、2024～2026年度の燃料取り出し開始に向けて、使用済み核燃料プールのある原子炉建屋（以下、建屋）5階のオペーレーティングフロア（以下、オペフロ）の除染が完了し、2022年2月17日より遮蔽設置（その1）が着手されています。

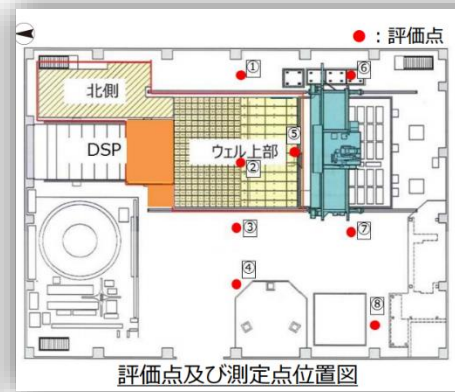
遮蔽材は、高線量の原子炉ウェル上に設置されます。4月22日時点で、全641体中558体が設置されました。

5月12日には遮蔽材638体の設置が完了し、5月17日に線量測定が実施されています。線量測定値(実測値)は遮蔽前の線量評価値を下回っており、計画通りの低減効果が出ているとのことです。

6月には既設燃料取扱機(FHM)を原子炉建屋北側に移動する作業に着手し、6月末には完了する予定です。

遮蔽体の設置(1) は、前ページの最新スケジュールよれば、2022年第1四半期に完了しています。





線量測定値と評価値との比較　単位：mSv/h

評価点	2021年3月時線量測定値（実測値）	遮蔽設置（その1）完了時の評価値	2022年5月17日の実測値
①	70	15	11
②	88	10	9
③	21	12	10
④	16	12	10
⑤	84	15	10
⑥	22	22	18
⑦	17	17	16
⑧	18	23	14

出典：2022年4月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第101回）資料「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/04/3-2-4.pdf
2022年5月26日 第102回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

㉕’’2号機使用済み核燃料取り出しに向けた工事の進捗について （更新）

（オペレーティングフロアの線量低減 既設設備解体）

2号機オペレーティングフロアでは、2022年8月22日から始められた、FHM 用語解説へ 操作室撤去作業は完了し、2022年2月に開始された南側既設設備撤去も3月20日に完了し、3月30日現在、解体瓦礫の回収および搬出作業が行われています。解体瓦礫の回収および搬出終了後、4月からはオペレーティングフロア南側を中心に残された部分の除染⑵が開始され、その後遮蔽体の設置⑵と進められる予定です。

除染⑵計画の概要は来月レポートします。

（次ページに続く）



出典： 2023年3月30日 第112回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

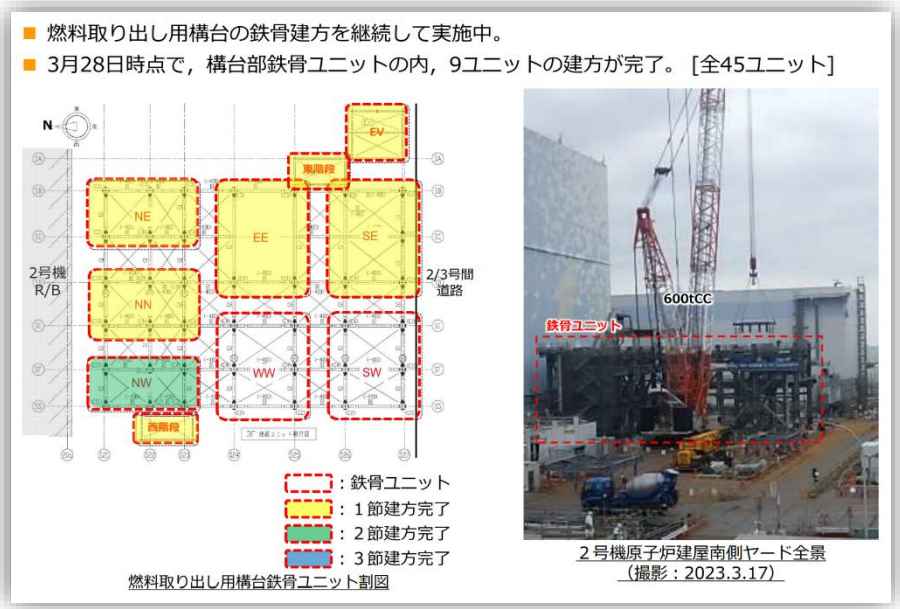
㉕’’’ 2号機使用済み核燃料取り出しに向けた工事の進捗について（燃料取り出し用構台の設置） （更新）

原子炉建屋南側敷地では、使用済み核燃料取り出し用構台 参照 設置に向けた地盤改良工事が2022年度初頭に完了し、現在は構台の鉄骨建方の段階です。

東京電力によると、2号機燃料取り出し用構台は、設置時の作業員被ばく低減の観点から、構外低線量エリアで鉄骨をユニット化（地組作業）して，2号機南側ヤードに運搬・建方作業を行う計画だそうです。

2022年8月には、構外低線量エリアで地組作業が開始され、2023年1月からは、地組された鉄骨ユニットが構内に搬入され、原子炉建屋南側ヤードで鉄骨建方が開始されています。

鉄骨ユニットは計45ユニット（前室部：18ユニット、 構台部：27ユニット）で構成されますが、2023年2月現在構台部全27ユニット中9ユニットの建方が完了しています。



燃料取り出し用構台鉄骨ユニット割図

2号機原子炉建屋南側ヤード全景
（撮影：2023.3.17）

出典： 2023年3月30日 第112回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「２号機燃料取り出しに向けた工事の進捗について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2023/03/03/3-2-3.pdf

概要に戻る

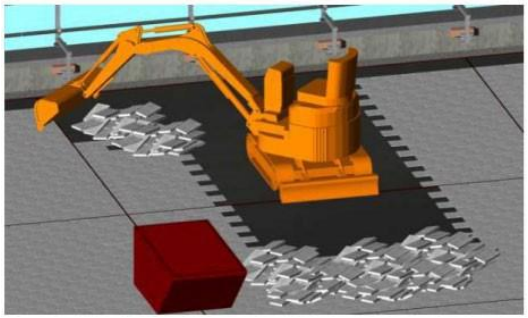
修復中

㉖ 原子炉建屋屋根保護層撤去工事について

東京電力は、2号機の使用済み核燃料の取り出しに向けては、前にレポートしたオペレーティングフロアの線量の高さ 参照 に鑑み、安全性と工期の両面から**原子炉建屋オペレーティングフロア上部を全面的に解体撤去することが望ましい**と判断していました。 参照

また一方では、東京電力は2017年9月28日、10月から2018年5月にかけて、2号機原子炉建屋上のルーフブロック等の屋根保護層撤去を実施し、屋上の汚染物の撤去を行い、また、隣接機での爆発により破損したと想定される屋上部材の落下リスクを軽減するため、屋上外周の立ち上がり部材（笠木）の撤去も実施することを発表しました。屋根保護層撤去の工事に際しては、作業員の被ばく低減の観点から遠隔操作が可能な撤去装置を使用した計画とし、無人化に努めるが、屋上外周部周りは、立ち上がり部分や屋上支障物の落下リスクがあり、機械化による作業が困難な箇所があるため、**部分的に有人にて作業を行う**としています。

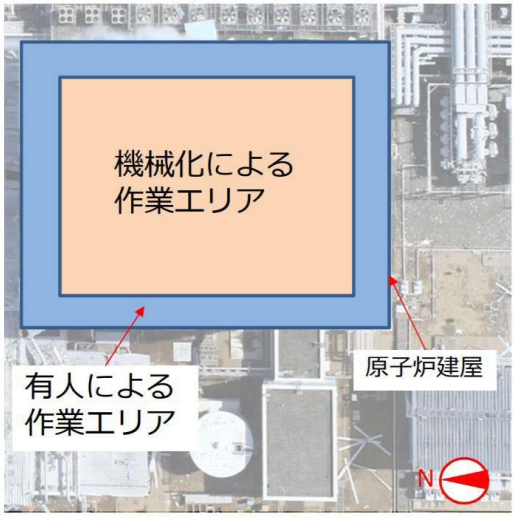
なお2号機屋上の空間線量率は0.5～2.5 mSv/h、面積は1550 m²です。 TB下屋配管撤去に戻る （次ページに続く）



遠隔重機によるルーフブロック撤去イメージ



立ち上がり部材（笠木）状況



屋上の作業エリアイメージ

出典：第46回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2017年9月28日資料東京電力「2号機原子炉建屋屋根保護層撤去工事について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-02-05.pdf

概要に戻る

下の写真は2017年12月1日撮影の工事状況です。

翌1月から遠隔重機による屋根保護層の撤去作業が開始されました。



架台設置状況（原子炉建屋屋上）



屋上での笠木撤去状況



笠木等撤去後の手摺り設置状況



ダストサンプリング状況

出典：2017年12月21日第49回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力「2号機原子炉建屋屋根保護層撤去工事について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/12/3-02-04.pdf

概要に戻る

（6） 3号機の取り組み状況

① オペレーティングフロアの遮へい工事の完了と今後のステップ

2017年度中（遅くとも2018年3月まで）に使用済み核燃料の取り出しの開始が計画されていた3号機では、原子炉建屋に燃料取り出し装置やカバーを設置する準備として、2013年10月15日に始められたオペレーティングフロアの線量低減作業が、2016年12月2日に完了しました。使用済み核燃料(以下、燃料)取り出し作業の一里塚と言えると考えます。
燃料の取り出しは主に無人重機で施工されますが、一部は人手で行う必要があり、オペレーティングフロアの線量を人が作業できる水準にまで下げなければなりません。

この水準について、東京電力は、作業エリアで3 mSv/h以下、アクセス通路で5 mSv/h以下の線量としています。
線量低減策のうち除染による作業は2016年3月7日に終了し、かなりの線量低減効果はあったものの120 mSv/hを超える個所が残り除染による線量低減の限界をうかがわせました（2016年3月月例レポート20ページ参照）。

https://1fwatcher.files.wordpress.com/2016/04/201603-04-nenryo.pdf

そして4月12日に遮へいによる線量低減作業が始められ（2016年4月月例レポート21ページ参照）

https://1fwatcher.files.wordpress.com/2016/05/201604-04-nenryo.pdf

今に至ったわけです。次ページ以下で、まず、オペレーティングフロアの線源の推定と遮へい体の設置による線量低減策の経過をたどり、その後、計画されている燃料取り出し作業の概要とそこに至るステップを示します。

出典：第37回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 2016年12月22日 東京電力資料
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 遮へい体設置工事の完了について 」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/12/3-02-03.pdf
国際廃炉研究開発機構 2014年8月28日「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発 平成25年度実績概要p2
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140828/140828_01_034.pdf

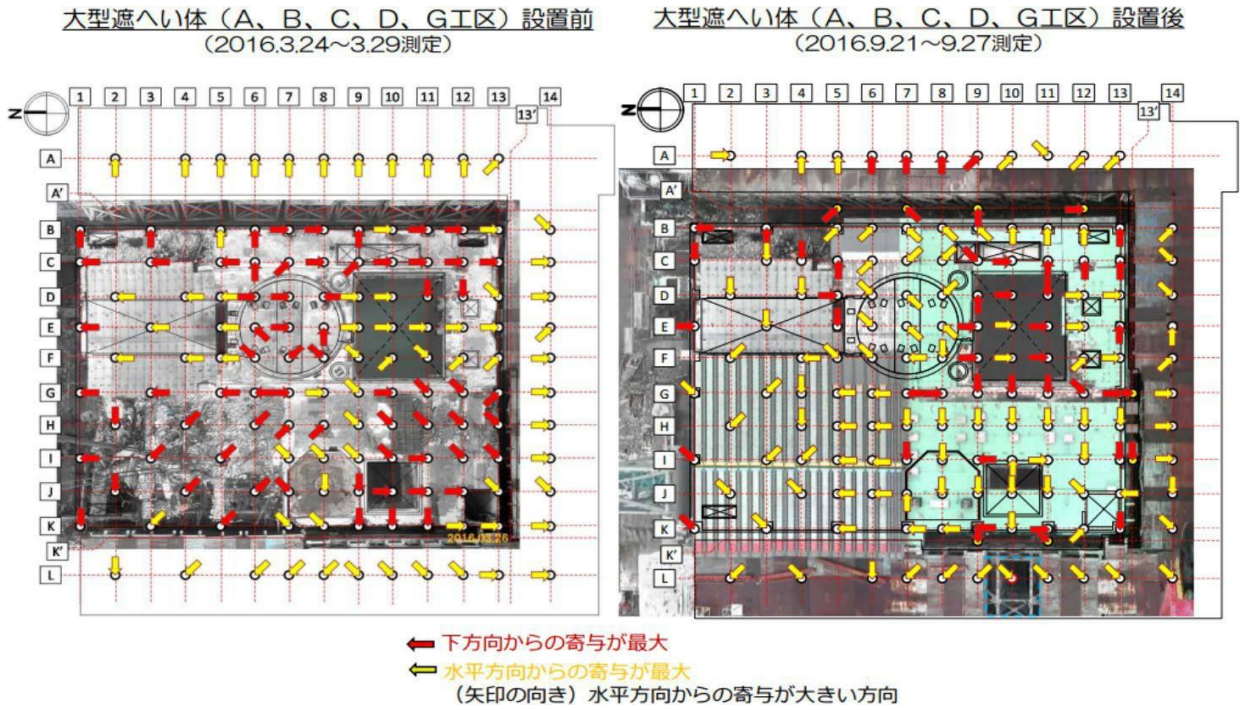
概要に戻る

② オペレーティングフロア上の主要線源の位置の推定

2015年10月に実施したγ線スペクトル測定の結果から、オペフロ上の線量は散乱線の寄与が大きく、主要線源はオペフロ表面ではなく建屋内部の格納容器にあると推定されることは9月にレポートしたところですが(2016年8月版25ページ)、下の図を見ても、遮へい後に下方向からの線量ベクトルの割合は減っており、改めてそのことが示されています。

この知見は、他号機での使用済み核燃料の取り出し、さらに(核)燃料デブリの取り出しにも生かされると思われます。

(線量寄与のベクトルマップの遮へい設置前後の比較)



出典：第35回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 2016年10月27日 東京電力資料
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 オペレーティングフロアの線量状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/10/3-02-03.pdf

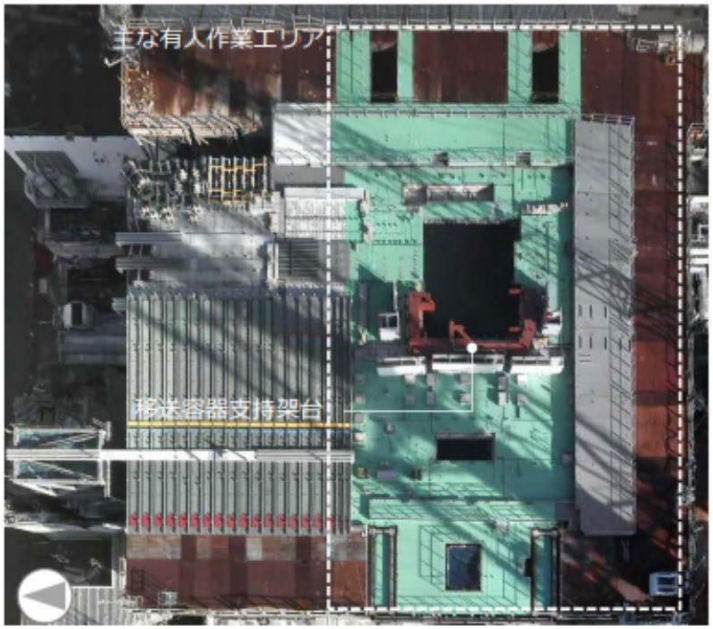
概要に戻る

③ オペレーティングフロアの遮へい工事の完了

2016年12月2日、全ての遮へい体の設置が完了しました。
左は2014年3月3日、除染作業が開始された直後に撮影された3号機オペレーティングフロアの平面写真です。
右は遮へい体の設置が完了した後の12月12日に撮影されたものです。

（次ページに続く）



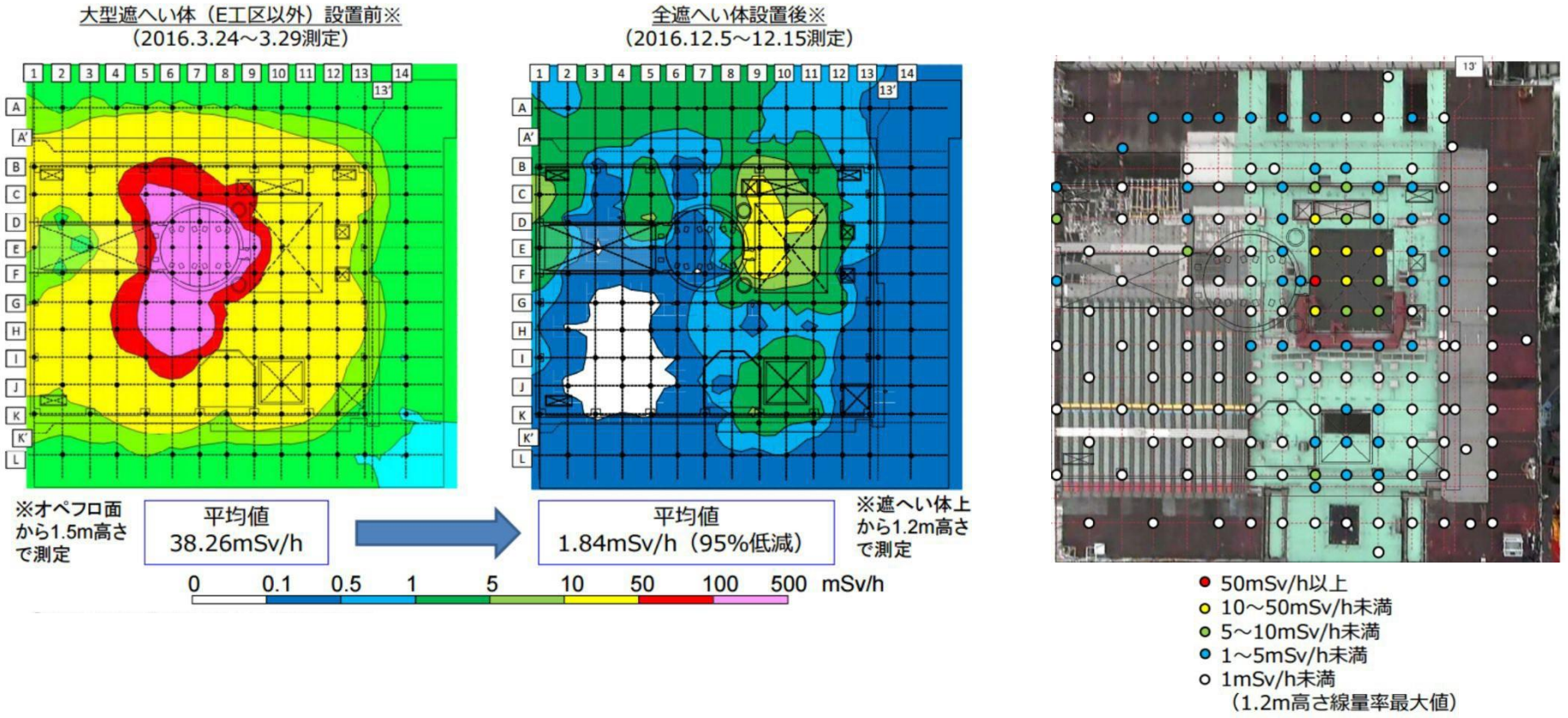


出典：第35回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2016年10月27日東京電力資料
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 オペレーティングフロアの線量状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/10/3-02-03.pdf
第37回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2016年12月22日東京電力資料
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 遮へい体設置工事の完了について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/12/3-02-03.pdf

概要に戻る

下の図を見ると、大型遮へい体の設置が線量低減に効果があったことが分かります。
一番右の測定ポイントごとの1.2 m高さ線量測定結果（中央の図）からは、使用済み核燃料プール上と使用前燃料貯蔵庫周辺に5 mSv/h以上の線量の地点が残っていますが、それ以外では概ね5 mSv/h未満に低減していることが見て取れます。

（下方向の線量率の遮へい体設置前後の比較）



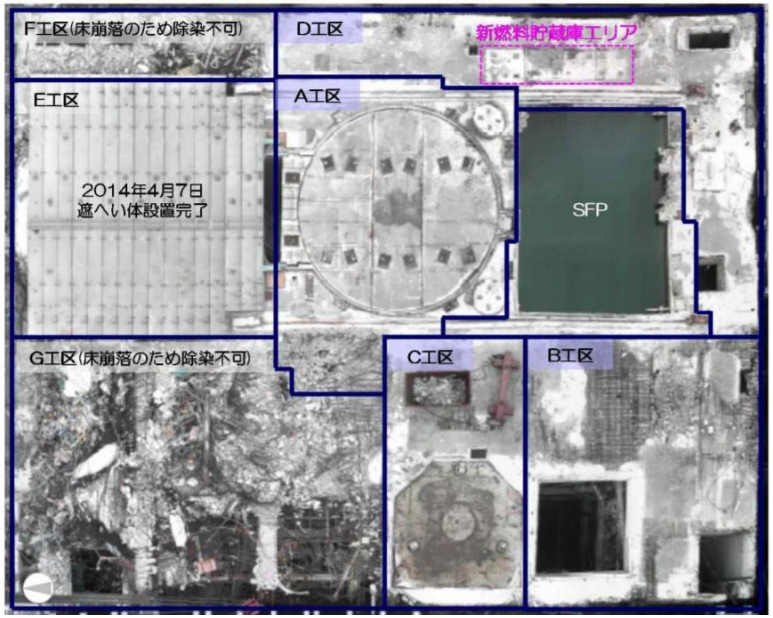
出典：第37回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 2016年12月22日 東京電力資料
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 遮へい体設置工事の完了について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/12/3-02-03.pdf

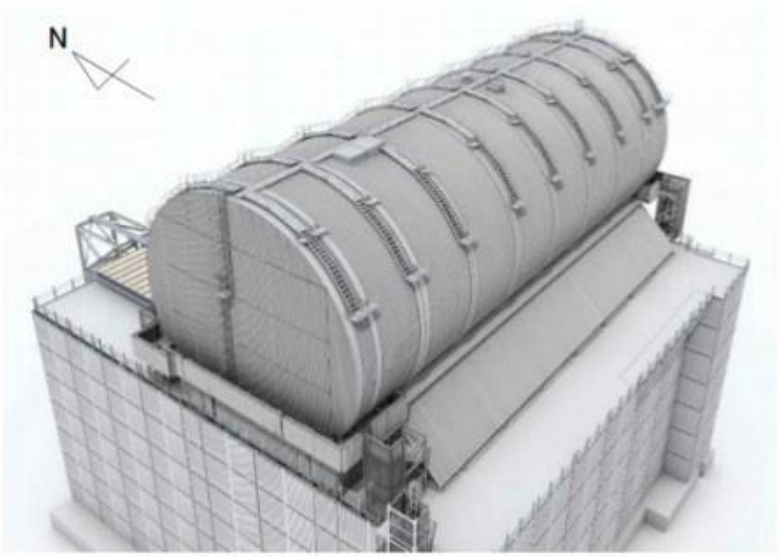
概要に戻る

④ オペレーティングフロア平面図と燃料取り出し用カバーの完成イメージ

左の図は2016年2月20日に撮影した遮へい体設置前の3号機オペレーティングフロアの平面です。本ページ以降の3号機オペレーティングフロアの平面図では、特にお断りしない限り左が北になります。中央やや上に丸く見えるのが格納容器の上部、その右のSFPと書かれた濃緑色の長方形が使用済み核燃料(以下、燃料)プールです。

右の図はオペレーティングフロアに燃料取り出し用カバーを設置したイメージです。
次ページに示すステップを、その次のページに示したスケジュールで踏み、左の図でいうと燃料プール(SFP)を覆うように縦に設置されます。





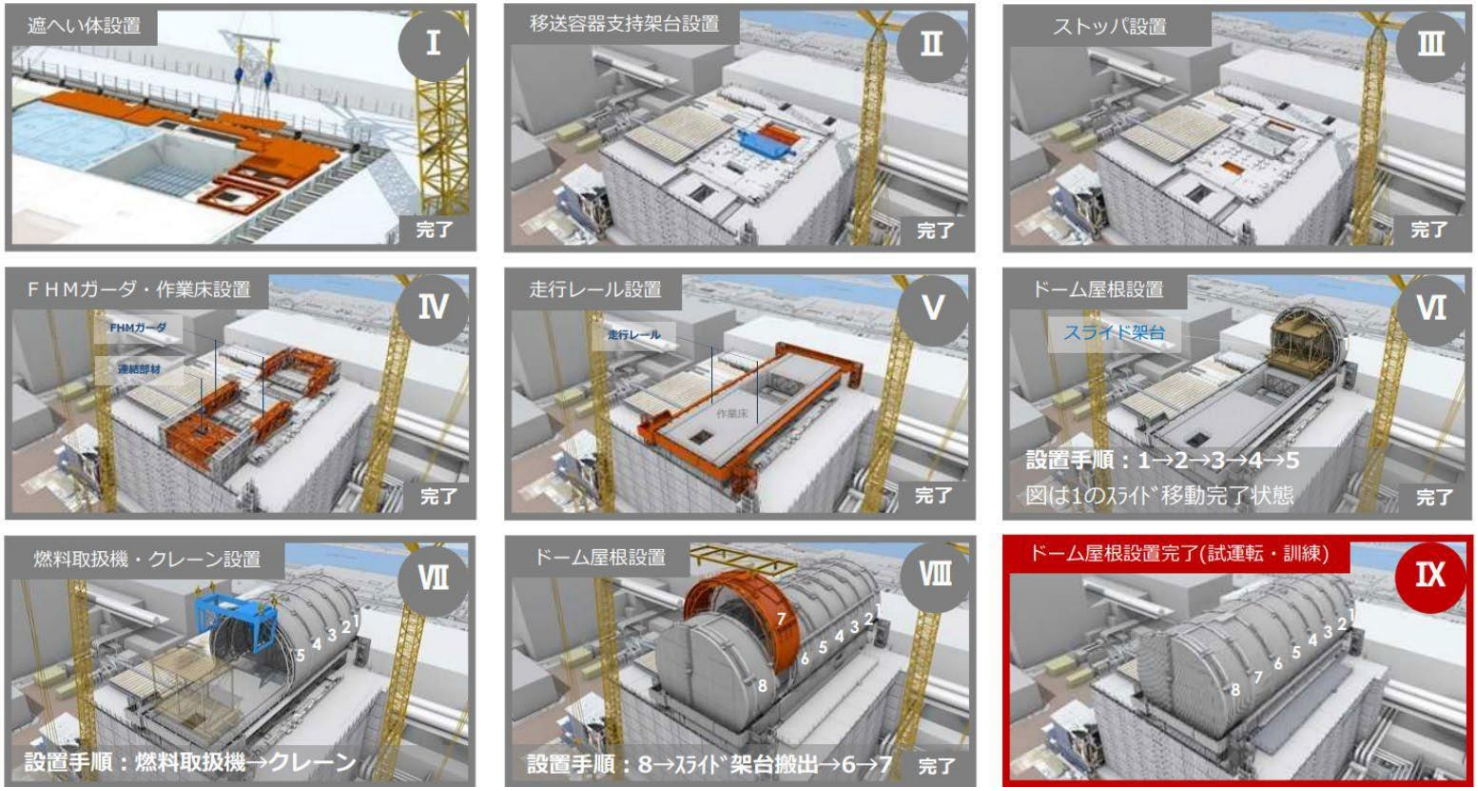
3号機燃料取り出し用カバー 完成イメージ

出典：2016年3月23日東京電力資料
「福島第一原子力発電所 第3号機原子炉建屋オペレーティングフロアの線量低減状況について」
https://www.nsr.go.jp/data/000146298.pdf

概要に戻る

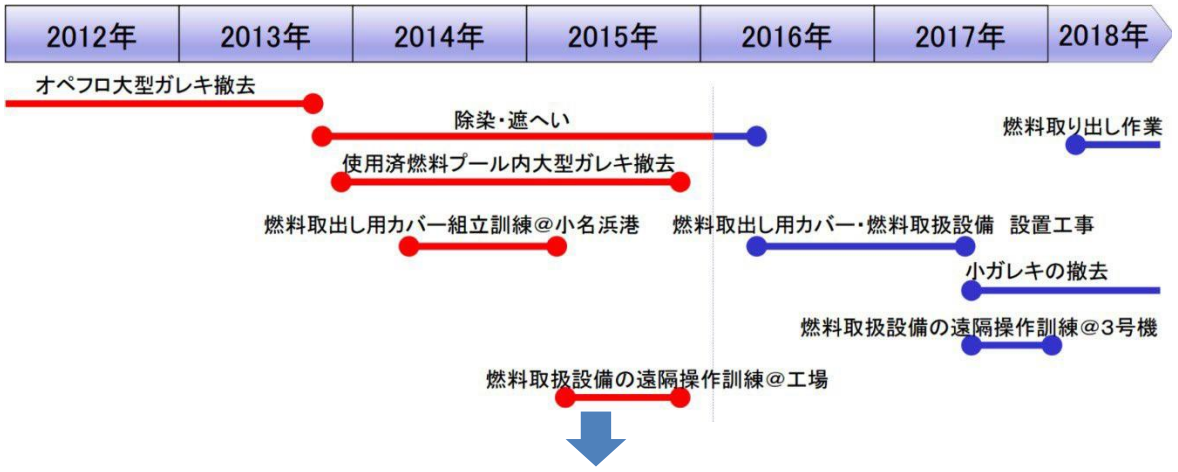
⑤ 燃料取り出し用カバー等設置の作業ステップ

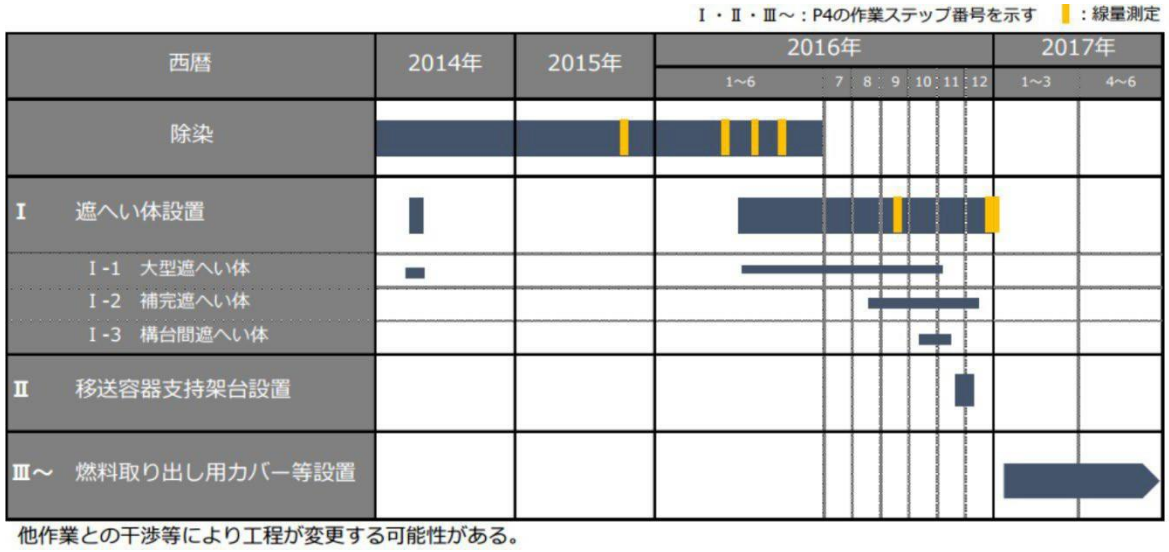
- ステップⅢ～Ⅳ：門型架構の設置
- ステップⅤ　　：走行レールの設置
- ステップⅥ～Ⅸ：ドーム屋根部材および燃料取扱設備等の設置



出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-04.pdf

概要に戻る





他作業との干渉等により工程が変更する可能性がある。

出典：東京電力2016年1月18日
「福島第一原子力発電所 3号機 使用済燃料プール内からの燃料取り出しに向けて～燃料取扱設備・クレーンメディア公開～」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2016/images1/handouts_160118_03-j.pdf
第36回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2016年11月24日東京電力資料
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 遮へい体設置工事の進捗状況と今後の予定について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/11/3-02-04.pdf

概要に戻る

修復中

⑥ 燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備について

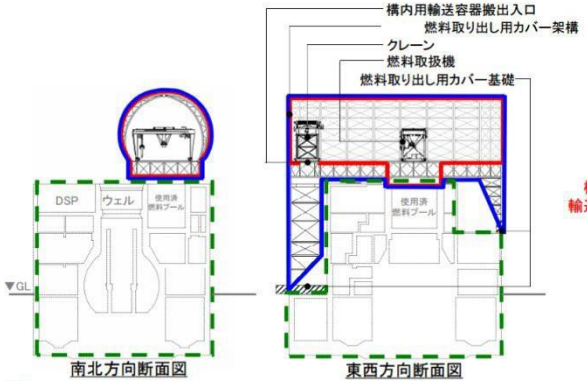
2017年度に燃料プールからの使用済み核燃料の取り出し開始が予定されている3号機について、東京電力から、燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備、および作業の概要が公表されました。

下図は設備の概要、次ページはシステムの概要、次々ページに作業の進め方の概要を示しました。
また、下記のアドレスで、YouTubeにアップされた、東芝京浜事業所での遠隔操作訓練の様子を見ることができます。

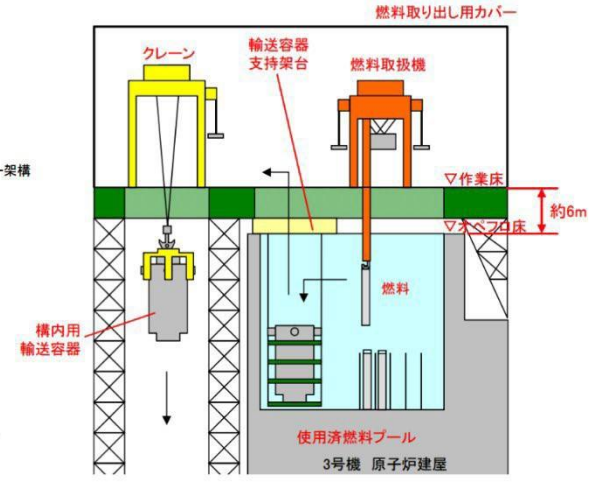
https://www.youtube.com/watch?v=Xuffg6nmhCo



3号機燃料取り出し用カバー 完成イメージ



- 燃料取り出し用カバー架構は東西方向に門型形状で設置するため、燃料取扱設備が稼働する作業床はオペフロ床面より約6m高くなる
- オペフロ床上に遮へい体を設置するが、カバー架構および作業床等も遮へい効果を有する



3号機燃料取り出し作業イメージ

クレーンの不具合に戻る
FHM支保の設置に戻る
クレーン支保の設置に戻る

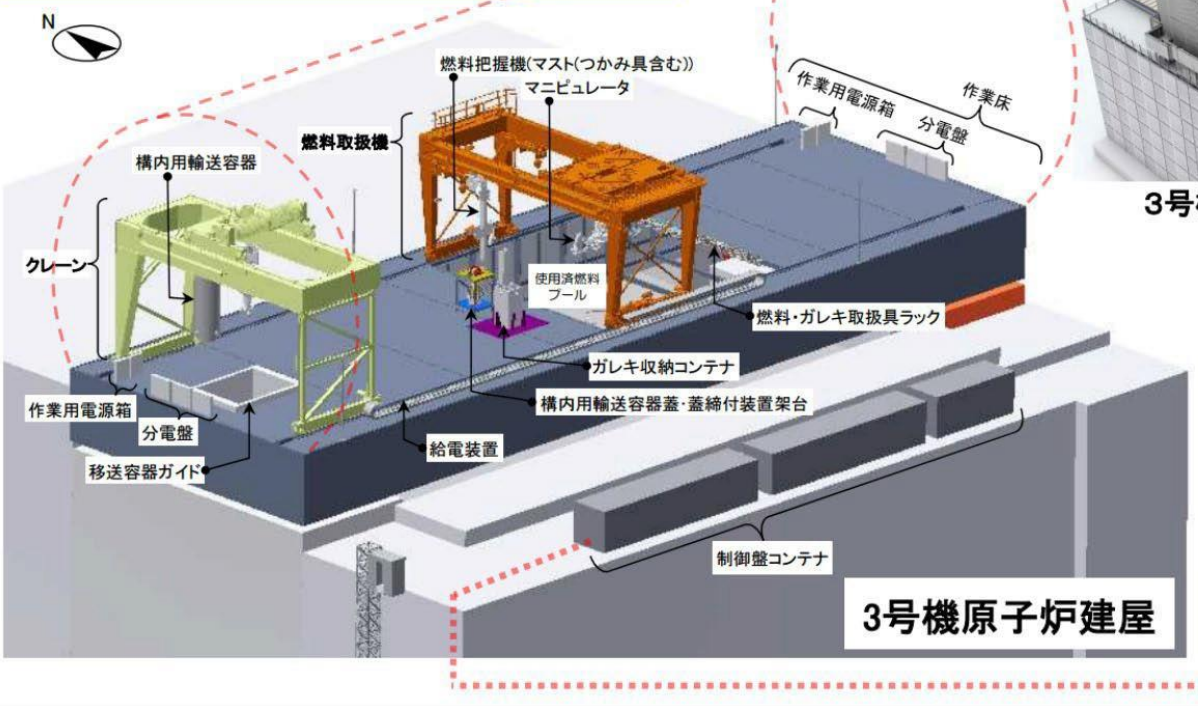
出典：東京電力 2016年1月18日
「福島第一原子力発電所 3号機 使用済燃料プール内からの燃料取り出しに向けて ～燃料取扱設備・クレーンメディア公開～」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2016/images1/handouts_160118_03-j.pdf

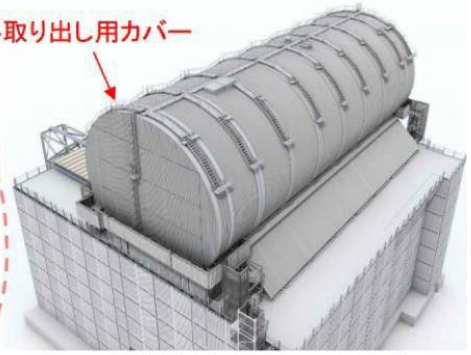
概要に戻る

（燃料取り出し用カバーの全体システムの構成）

作業床上に設置される燃料取扱設備のうち、主要設備を東芝京浜事業所に設置
福島サイト出荷前の動作確認および操作員向け訓練を実施

＜使用済燃料プール内燃料の安全・確実な取出し、
構内用輸送容器による搬出＞
＜被ばく低減を考慮した設計＞





3号機燃料取り出し用カバー
完成イメージ
© 2016 Tepco



遠隔操作室
（事務本館）

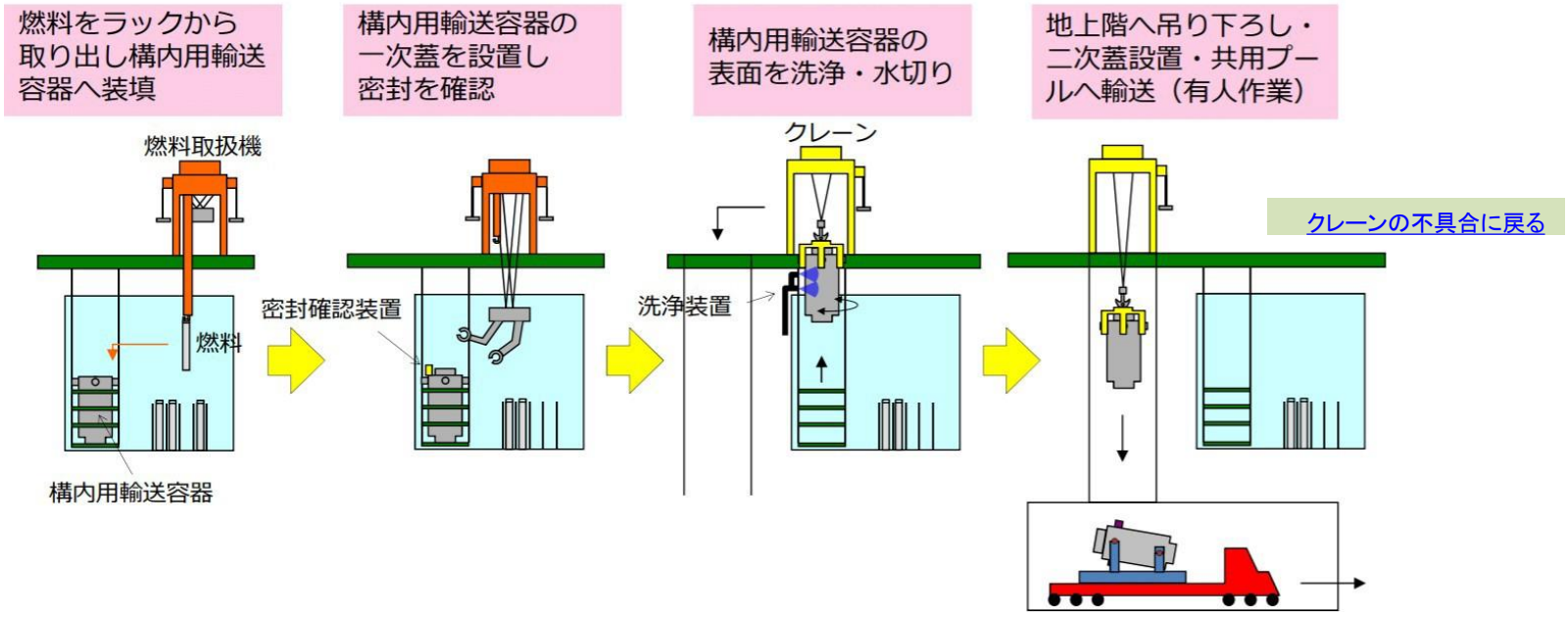
出典：東京電力2016年1月18日
「福島第一原子力発電所 3号機 使用済燃料プール内からの燃料取り出しに向けて～燃料取扱設備・クレーンメディア公開～」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2016/images1/handouts_160118_03-j.pdf

概要に戻る

修復中

（ガレキ撤去作業、燃料取り出し作業の概要）

- 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
- 構内用輸送容器は,クレーンで地上階まで吊り下ろし二次蓋を設置する
- 構内用輸送容器を輸送車両に積載し,共用プールへ輸送する



クレーンの不具合に戻る

燃料取扱設備・クレーン・構内用輸送容器の詳細については、下記の出典をご参照ください。

出典：2018年7月26日第56回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料
「福島第一原子力発電所３号機使用済燃料プールからの燃料取り出しについて」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-5.pdf

概要に戻る

修復中

⑦ 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について

3号機燃料取り出しの準備として2017年1月に着手された燃料取り出し用カバー等設置工事で、順次ドーム屋根を設置していった経過です。

下の写真は10月17日にドーム屋根3の設置が完了し、続いてドーム屋根4を設置しているところです。 3号機の取り出し方法に戻る

なお、この工事に伴う作業員の被ばく線量等の作業概要は次の通りです。

作業期間：2017年7月22日開始作業人数：（8人／班）×（1班／日）※ 作業時間：約50～140分／班・日※（移動時間等含む）
※主要工種であるとび工の班体制および作業時間
空間線量率：約0.1～1.6 mSv/h　　計画線量：0.42 人Sv　　線量実績：0.06 人Sv（10月21日時点）
個人最大線量実績：0.54 mSv/日（8月26日）　被ばくの懸念に戻る



ドーム屋根設置状況
（撮影日：2017年10月17日）



ドーム屋根設置状況
（撮影日：2017年10月25日）

出典：第47回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 2017年10月26日 資料東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/10/3-02-04.pdf

概要に戻る

2017年11月にドーム屋根5の設置が終わると、いよいよ燃料取扱設備およびクレーンがオペレーティングフロア上に設置されます。

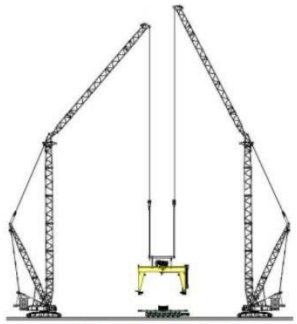


■ 燃料取扱機・クレーン設置（ステップⅦ）に向けて工場での燃料取扱機・クレーンの動作確認を完了し出荷の準備中。

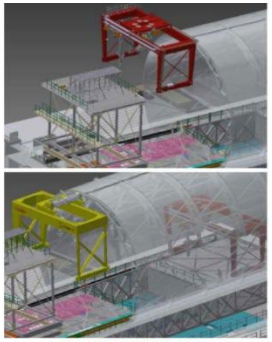


燃料取扱機・クレーンの動作確認状況
（撮影日：燃料取扱機2017年9月12日　クレーン2017年9月14日）

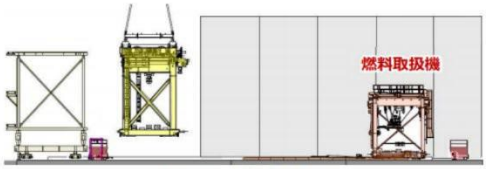
■ 燃料取扱機及びクレーンの設置作業を実施する。
- 作業期間：2017年11月上旬開始予定
- 作業人数：（5人／班）×（3班／日）
- 作業時間：約60～120分／班・日（移動時間等含む）
- 空間線量率：約 0.1～1.2 mSv/h
  - 計画線量：1.7 人Sv



クレーン設置作業イメージ
（クローラークレーン２台にて吊上げ）



ガーダ上吊り込みイメージ



クレーン設置作業イメージ
（燃料取扱機、クレーンの順に積載）

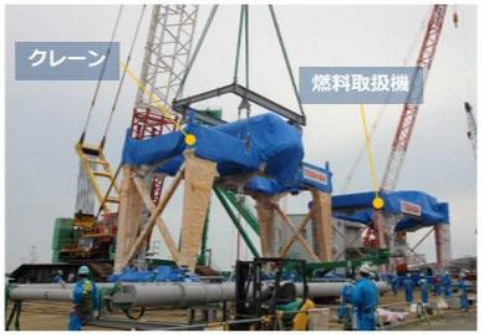
出典：第47回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 2017年10月26日 資料東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/10/3-02-04.pdf

概要に戻る

11月12日に燃料取扱設備を、12月20日にクレーンをガーダ上に設置しました。クレーンの設置の様子については下記のURLで動画で見ることができます。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=f3u88sj7

- 燃料取扱機・クレーン関連設備設置工事を2017年9月に着手。
  - 燃料取扱機・クレーンの水切り（海上から構内へ搬入）を11月8日に完了。
  - 燃料取扱機のガーダ上への設置を11月12日に完了。
  - クレーンのガータ上への設置を11月20日に完了。



燃料取扱機・クレーンの海上から構内に搬入状況
（撮影日2017年11月8日）





燃料取扱機、ガーダ上への設置状況
（撮影日2017年11月12日）

出典：2017年11月30日 第48回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議30 資料東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/11/3-02-04.pdf

概要に戻る

2017年12月21日現在、3号機西側にてドーム屋根6,7の吊上げ準備を実施中でしたが、2018年2月23日にドーム屋根の設置は完了しました。

燃料取り出し開始時期については，2018年度中頃の見通しとしています。

なお、燃料取扱設備及びクレーンの設置作業に伴う作業員の被ばく線量等の作業概要は次の通りです。

作業期間：2017年11月8日開始。（関連設備の設置については9月11日より開始。）
作業人数：（5人／班）×（5班／日）
作業時間：約60～120分／班・日（移動時間等含む）
空間線量率：約0.1～1.2 mSv/h
計画線量：1.7 人Sv
線量実績：0.21 人Sv※（12月16日時点）
個人最大線量実績：1.21 mSv/日（9月23日）※関連設備の設置含む



ドーム屋根7設置完了
（撮影日2018年2月28日）

出典：2017年12月21日第49回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/12/3-02-05.pdf
画像出典：2018年3月29日第52回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/04/3-02-04.pdf

概要に戻る

燃料取扱設備・クレーン用電源ケーブル及び制御ケーブルの布設を2018年3月15日に完了し、燃料取扱設備・クレーンの試運転を3月15日に開始しました。

なお、燃料取扱設備・クレーンの試運転に伴う作業員の被ばく線量等の概要は次のように発表されています。

【オペフロ】
作業人数：（7人／班）×（2班／日）
作業時間：約60～120分／班・日
空間線量率：約0.1～1.2 mSv/h
計画線量 ：0.3 人Sv
線量実績 ：0.11 人Sv（5月25日時点）
線量実績 ：0.11 人Sv（5月25日時点）
個人最大線量実績：0.63 mSv/日（4月27日）

また東京電力によると、クレーン試運転中にクレーンの主巻の関連機器に不具合が発生し、5月現在、試運転を中止し原因調査を実施中ですが、主巻以外の機器については予定通り試運転を実施しています。



（クレーン試運転の様子（3号機オペレーティングフロア））

出典：2018年5月31日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第54回）資料 東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/06/3-02-05.pdf
画像出典：第53回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2018年4月26日資料東京電力「３号機燃料取扱設備設置工事」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/05/3-02-07.pdf

概要に戻る

⑧ クレーンの不具合について

修復中

前ページのクレーンの不具合の重大な続報です。

このクレーンは、使用済み核燃料の収められた構内用輸送容器をプールから引き揚げ地上に下ろすものです（参照 図右半分、参照 図右半分参照）。

2018年3月16日試運転のため、クレーンへの電源を投入した時に複数の警報が発報され試運転が中止されました。当初機器の不具合と考えられ、約2か月間、原因追及や部品の交換が試みられてきましたがトラブルは解決せず、最終的に、このクレーンを作った米国のメーカー、元請けで動作確認を実施した東芝、東京電力の三者が、クレーンの制御盤コンテナのブレーキユニットの電圧設定に共通の認識、確認がないまま、380 Vに設定された機器に480 Vの電流を流したため、ブレーキユニットが焦げ付いたことが判明しました（この間の経過については出典をご参照ください）。廃炉カンパニーの小野最高責任者も、記者会見において、米国のメーカーだから意思疎通を欠いたというレベルの問題ではないと、問題の本質の重大性を認めていました。 引き続く不具合に戻る 排気筒クレーン対応方針に戻る

この過失により3号機の使用済み核燃料の取り出しの開始は当初の予定より1～2か月遅れるそうです。次ページに、このクレーンおよび制御盤の概念図を示しておきます。

東京電力は、故障した機器は交換し、7月14日の試運転で正常に動作することが確認されたので、11月からの取り出し開始をめざすとしています。 3号機の取り出し方法に戻る

（次ページに続く）

出典：2018年6月28日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第55回）資料 東京電力
「福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-5.pdf
東京電力ホームページ 動画アーカイブ 「2018/6/28(木) 中長期ロードマップ進捗状況について」
https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61697&video_uuid=oc189bb6
2018年7月26日第56回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料「廃炉・汚染水対策の概要」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/2-1.pdf

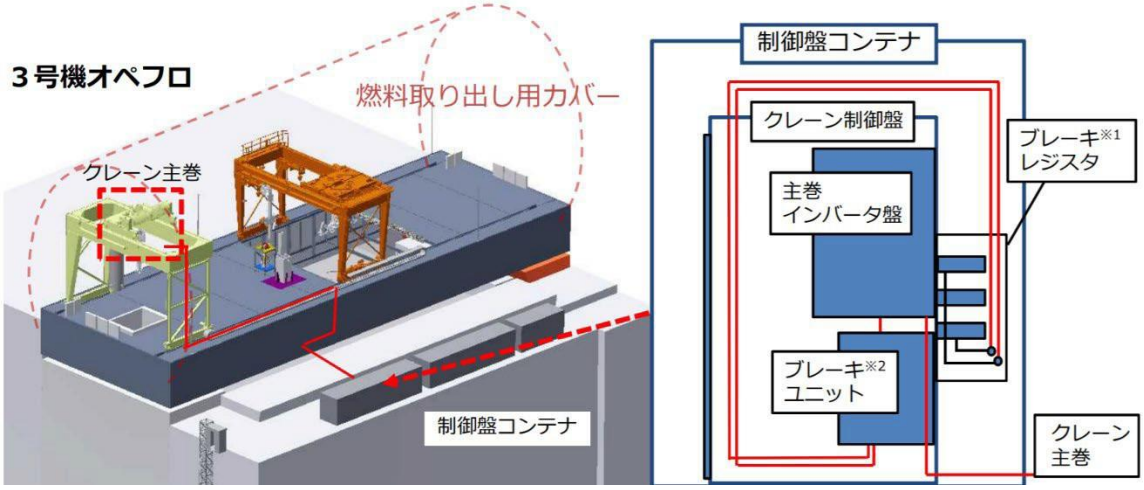
概要に戻る

修復中

2018年8月15日、3号機オペフロに設置したクレーンで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ました。このときは燃料取扱設備が試運転中でした。クレーン警報の発生原因は調査中です。なおこの警報は下記の荷重オーバーに関するものではなく、主巻きブレーキの動作確認に関するものとされています。

警報発生の原因を調査していくなかで、クレーンの定格荷重(50 t)を超えた荷重を吊っていたことが確認されました。本来は別々に吊り上げるテストウェイト(架台・吊り具含む)と模擬燃料を作業の効率化のため同時に吊りあげられるかについて、作業を担当した協力企業の(株)征将が東京電力に相談し、東京電力はクレーンの元請けである東芝エネルギーシステムズに問い合わせたところ可能と回答があり、東京電力が(株)征将に作業を了承しました。

クレーンは定格加重以上のつり上げが安全衛生法第29条で禁じられており、東京電力は労働基準監督署に報告し、労働基準監督署は8月17日に東芝エネルギーシステムズ㈱及び㈱征将に是正を勧告、両社は8月29日に是正報告書を提出、9月5日には東京電力ホールディングス㈱に指導票が交付されました。 引き続く不具合に戻る



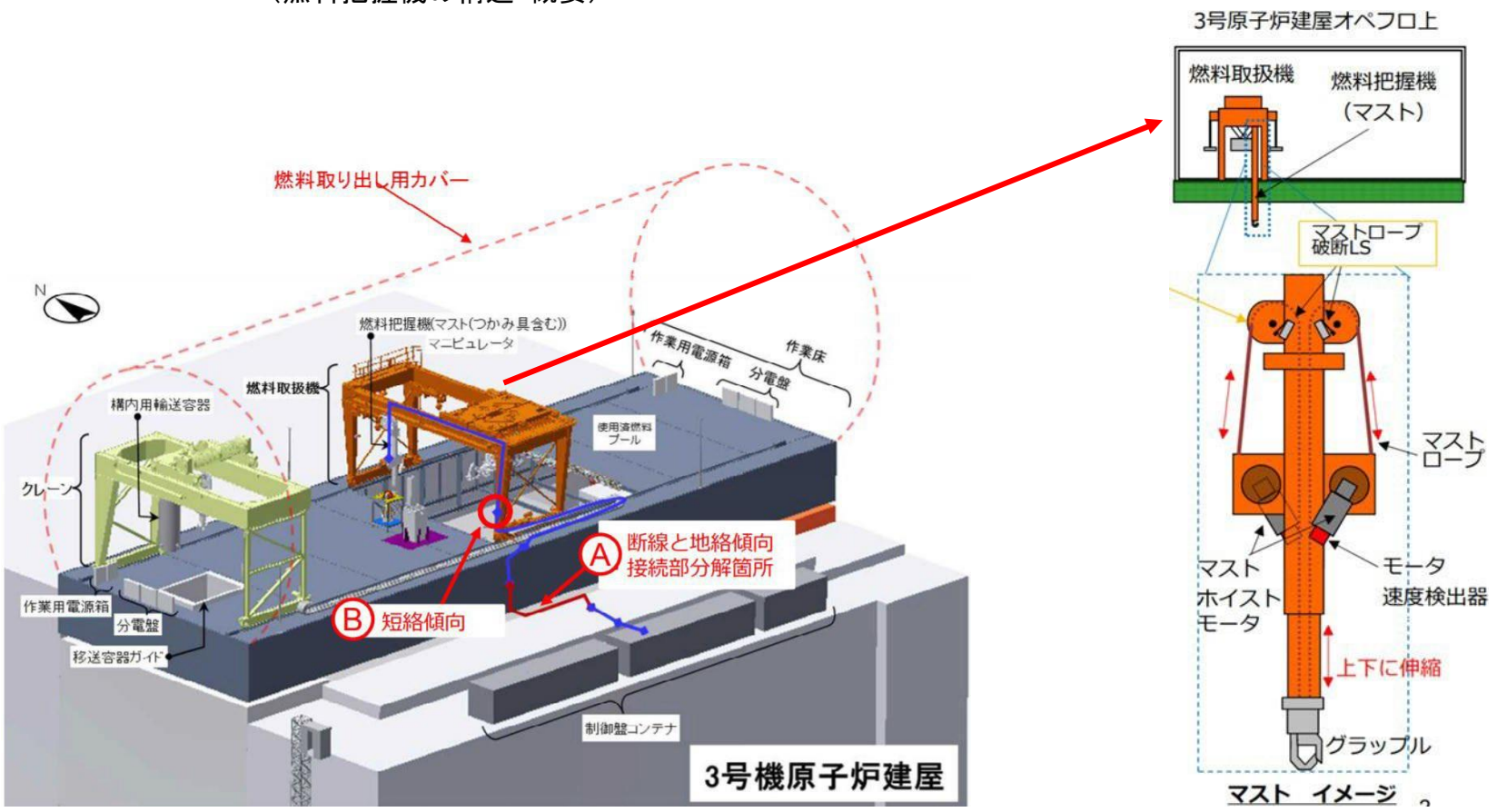
筆者注:
1、ブレーキレジスタ:ブレーキユニットから回生電流を受けて熱に変換し、インバータの電圧上昇を抑える素子
2、ブレーキユニット:クレーン主巻動作により発生する回生電流が一定値を超えたとき、ブレーキレジスタ側に逃がす回路

出典:2018年7月26日第56回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料「廃炉・汚染水対策の概要」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/2-1.pdf
2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(第57回)資料 東京電力
「福島第一原子力発電所3号機クレーンの停止及び定格荷重超過について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-6.pdf

概要に戻る

東京電力はこのインシデントについて調査し、その結果を次ページのようにまとめています。次ページ以降、明朝体部分は各出典からの引用です。

（燃料把握機の構造・概要）



出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力「福島第一原子力発電所３号機燃料取扱設備の不具合について
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-7.pdf

概要に戻る

修復中

【調査結果】

·外観確認の結果、ロープの破断、制御系部品の損傷等は確認されなかった。また、制御ユニットにエラー表示を確認した。

·マストホイストモータ(**筆者注**:前ページ**右図参照**)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。

·故障の可能性があるケーブル／検出器に対して抵抗測定をした結果、ケーブル(**筆者注**:次ページ**左上図**分解調査個所A)に断線・地絡傾向、及びケーブル同士の接続部(**筆者注**:次ページ**左上図**分解調査個所B)に短絡傾向を確認した。

·不具合が確認されたケーブルの接続部A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。また、構造的にシールド線が切れて接続部内で異物となり短絡する可能性があることを確認した。

·断線が確認されたリード線について、リード線、コネクタピンが確認できないほど腐食が進行していた(**筆者注**:次ページ**左下図参照**)。(**筆者注**:分解調査個所B**についてはリード線の断線はありませんでした**)

·『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(####)となった理由は、表示の桁数不足であるが、制御装置内は正しい値で制御されているため問題ないことを確認した。

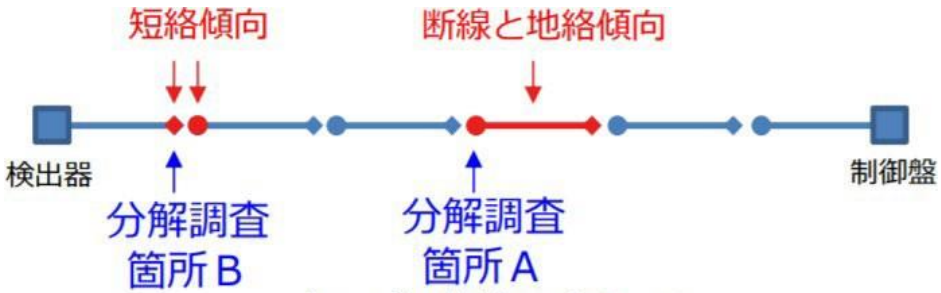
【発生メカニズム(推定)】

·リード線の破断は、接続部内部に雨水等が侵入したため、水分により腐食し、破断に至ったと推定される(**筆者注**:次ページ**右図参照**)。

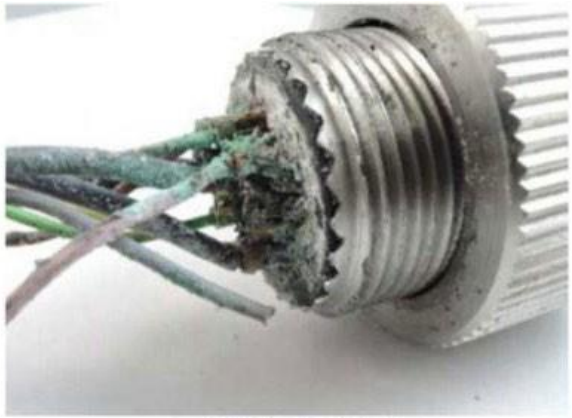
·ロープ破断警報は、不具合が確認されたケーブルの断線等を起点に、検出器の信号異常が発生、マストホイストモータの停止、モータの停止特性の差によるアンバランス発生によりイコライザーが傾き、LS(**筆者注**:**破断検知器**)が動作したためと推定される。 調査結果に戻る

出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力「福島第一原子力発電所３号機燃料取扱設備の不具合について
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-7.pdf

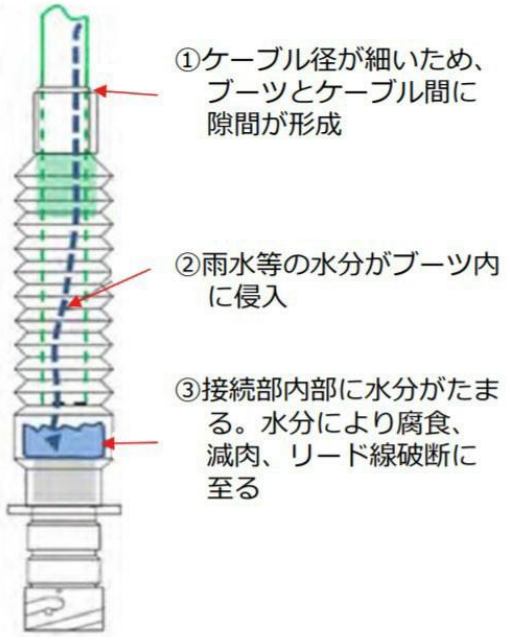
概要に戻る



ケーブル接続のイメージ
（赤：異常箇所、◆：オス、●：メス）



①接続部外観



損傷メカニズム（推定）

出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力「福島第一原子力発電所３号機燃料取扱設備の不具合について
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-7.pdf

概要に戻る

修復中

⑨ クレーン、燃料取扱設備の引き続く不具合について

3号機の使用済み核燃料の取り出し準備については、2月23日の燃料取り出し用カバーの設置完了 参照 までは、おおむね順調に推移し、2018年度中頃には使用済み核燃料(以下、燃料)の取り出しを始められる勢いでした。

しかしその後、3月に発生したクレーンの不具合(5～6月)になって、米国のメーカー・元請けの東芝・東京電力が相互に電圧設定を確認することを怠っていたという初歩的なミスによるものであることが判明した 参照 。8月8日に発生した燃料取扱設備(FHM)の不具合 参照 、8月15日には再びクレーンの原因不明の警報発生と定格荷重(50.0 t)を超えた荷重の吊り上げ 参照 と、試運転中とはいえ、立て続けに燃料の取り出しに用いられる主要機器(の運用)に重大なインシデントが発生し、東京電力はこの事態を深刻に受け止め、11月に予定していた燃料の取り出しの開始を無期延期しました。

東京電力はこれら一連のインシデントについて次のように対応するとしています。

> FHM・クレーンについては、2018年3月15日の試運転開始以降、複数の不具合が連続して発生している。これら不具合の共通要因として、FHM・クレーンに組み込まれている機器について、当社及び東芝エネルギーシステムズ(元請メーカ)の品質管理上の問題があると考えている。
>
> FHM・クレーンについては多くの機器から構成されており、調達先も多岐に渡っている。これまで、東芝エネルギーシステムズはFHM・クレーンの機能確認及び主要な機器の品質記録の確認等をもって、これら機器が品質上問題ないと判断していたが、複数の不具合を受け、1Fでの使用環境を考慮した機器仕様の確認と品質管理が不十分であることが分かった。
>
> また、FHM・クレーンの不具合については，現在原因究明を継続中であり，引き続き品質管理上の問題及び水平展開について検討し，FHM・クレーンを構成する機器やケーブルについてメーカの品質管理データ，目視確認またはテスト等により健全性を確認する。今後の調達に際しても、①使用条件を満たしているか、②品質上問題はないのか等、東芝エネルギーシステムズにおける管理について改善を図っていくこととする。また、これをチェックする当社の管理についても改善を図っていくこととする。

出典：2018年9月6日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第57回）資料 東京電力「福島第一原子力発電所３号機燃料取扱設備の不具合について
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-7.pdf

概要に戻る

修復中

東京電力は前ページまでで紹介してきた、引き続くクレーン、燃料取扱設備（FHM）の不具合のうち、FHMの不具合について、その原因究明 参照 をきっかけに、類似箇所について行った以下の調査結果を公表しました。

【類似箇所調査】

① FHM、クレーンの制御系ケーブル76ライン（断線ラインを除く）に対し、制御盤～機器間での抵抗測定（絶縁抵抗／導体抵抗）を実施。

② ケーブルメーカへの聞き取り調査の結果、一部のFHMケーブルに防塵対策パーツ（グロメット）の組み込み漏れの可能性を確認したため、1F敷設ケーブルのコネクタ総数約1500個のうち、サンプルとして1F敷設ケーブルから20個（2頁で分解調査した3個を除く）、予備ケーブルから8個のコネクタ（計28個）を分解調査。

【類似箇所調査結果】

類似箇所調査の結果、11ラインに抵抗値の異常を確認。

FHMケーブルの接続部に、シールド線の混入を防止する防塵対策パーツ（グロメット）が組み込まれていないコネクタがあることを確認。防塵対策パーツ（グロメット）がなかったコネクタは、追加ケーブル（2017年手配）の一部に確認された。

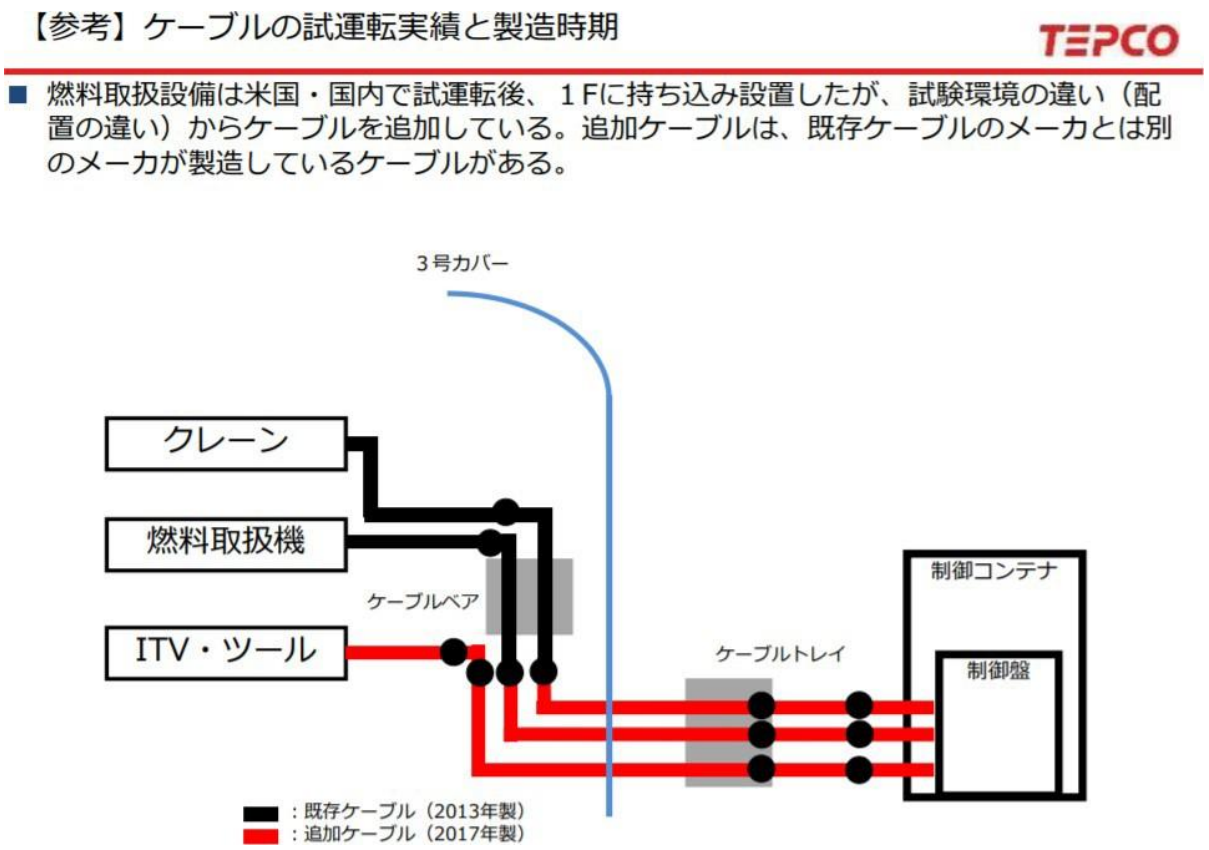
コネクタ内部にシールド線の折損・ 混入を1箇所確認。ブーツ取付不良及びリード線に断線が確認されたコネクタは、追加ケーブル（2017年手配）の1本のみであった。

出典：2018年9月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第58回）資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備（FHM）の不具合について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/10/3-2-6.pdf

概要に戻る

【その他】

燃料取扱設備は米国・ 国内で試運転後、1Fに持ち込み設置したが、試験環境の違い(配置の違い)からケーブルを追加している。追加ケーブルには、既存ケーブルのメーカとは別のメーカが製造しているケーブルがある。



出典： 2018年9月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第58回）資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備（FHM）の不具合について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/10/3-2-6.pdf

概要に戻る

これらの調査結果を得て、東京電力は、今後の安全点検について以下のように述べています。

設備の潜在的な不具合を抽出するために、異常が確認されているケーブル・コネクタを仮復旧※し、以下の安全点検を実施する。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】
燃料取扱設備（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（案）】
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（案）】
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。ロープ破断を検出するリミットスイッチ（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

出典：2018年9月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第58回）資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備（FHM）の不具合について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/10/3-2-6.pdf

概要に戻る

またこれらの調査により浮上した機器の品質管理上の問題について、東京電力は以下のように述べています。

·燃料取扱設備（FHM）・クレーンについては要求仕様に適合する一般産業品も使用しているが、主要な機器の品質記録確認及び全体の機能・性能試験等をもって品質上問題ないと判断していた。

·品質管理項目について当社原子力プラント設備である震災前のFHMと概略比較（現在，詳細確認中）をした場合、概ね同ではあるものの、部材レベルでは要求仕様の展開を品質管理項目含めて海外メーカが実施し、東芝エネルギーシステムズから特段の要求を行っていない点が、これまでの国内調達とは異なる。

· 上記を踏まえ、今後の品質確認・健全性確認の方針（案）を以下に記す。

· 設計要求仕様の展開状況及び適用設計規格の確認

使用条件、環境を考慮した設計要求仕様のベンダーへの指示状況を確認するとともに，適用設計規格について確認する。 排気筒クレーン対応方針戻る

· 製品品質記録、製造記録の収集と確認

使用している部材の中には、一般産業品としてトレーサビリティ（製造履歴追跡可能性）を要求していないものもあるため、改めて上記設計要求仕様の実現に関する製造記録、製品品質記録を収集、確認する。

· 記録収集や詳細仕様の確認が困難な場合には、目視確認または動作確認等により、健全性の確認を行う。

さらに、当初2018年11月開始とされていた燃料取り出しのスケジュールについては以下のように計画を変更しています。

発生している複数の不具合について、それぞれの原因究明・対策を実施するとともに、共通要因として考えられる品質管理上の問題を改善後、試運転作業を再開する。

燃料取り出し開始時期については，設備の健全性確認及び品質管理上の問題の確認結果を踏まえ，精査・ 見直しを行う。

出典：2018年9月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第58回）資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備（FHM）の不具合について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/10/3-2-6.pdf

概要に戻る

東京電力は2018年12月、これまでの安全点検における発生事象の状況について下表のようにまとめました。

No.	発生事象	原因（概要）	対策（概要）	状況	完了予定時期
①	テンシルトラス ホイスト3ドラム回転異常	ホイスト3ドラム回転検知用センサーの単体異常。	センサー交換	対策準備中	1月中旬
②	クレーンでのエラーメッセージ発生	インバータで定義されている動作方向に対してBE2チェック時の動作方向の不整合。	ソフト改造（動作方向整合）	対策準備中	1月中旬
③	駆動源喪失時のマニピュレータの挙動	エアベント不足若しくは逆止弁のリークにより姿勢が維持できなかった。	エア抜き・逆止弁交換，追設	対策準備中	1月中旬
④	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	ポンプシール部からの流入により，絶縁抵抗が低下した。	水中ポンプ・センサー交換	対策準備中	1月中旬
⑤	垂直吊具の水圧供給用カプラのガスケット損傷	－	カプラプラグ交換	対応済	完了
⑥	クレーン動作時に動作異常の警報発生	異常検出の時間設定と実動作時の制動距離がミスマッチ。	ソフト改造（時間設定変更）	対策準備中	1月中旬
⑦	マニピュレータ関連動作不良事象	駆動水圧供給弁を“開”から“閉”操作時の圧力変動。	作業手順反映	対策準備中	1月中旬
⑧	燃料健全性確認用治具の状態表示不良	A:点検時にプレートを逆さに取付けた。 B:着座センサーの不良。	A：表示プレート修正 B：センサー交換	対応済	完了
⑨	マニピュレータ関連ツール交換不良事象	電磁弁のリークにより，接続コネクタへの圧力のこもり。	電磁弁交換	対策準備中	1月中旬
⑩	テンシルトラス ホイスト6巻取り異常警報発生	ワイヤ巻取状態異常を検知するセンサーの検出位置調整不良。	センサー検出位置調整	対策準備中	1月中旬
⑪	クレーンの移送モードにおける動作不良	モード移行条件が成立していない状態で，モード移行を実施したことによる動作不良。	作業手順反映 ソフト改造（設定値変更）	対策準備中	1月中旬
⑫	燃料取扱設備の安全点検中のＦＨＭ停止について	単線結線図に未反映であったため，電源停止範囲検討時に認識されなかった。	単線結線図に反映	対策済	完了
⑬	キャスク垂直吊具と水中カメラの接触について	垂直吊具アームの降下作業と水中カメラの操作の連携が作業手順書に未記載。	作業手順反映 水中カメラ交換	対策準備中	1月中旬
⑭	FHMテンシルトラス巻き下げ操作時の動作不良	エラーログから、テンシルトラス５／６に共通する箇所に不具合要因があるものと推定。	コネクタ（ケーブル）変換器等交換・修理	対策準備中	1月中旬

出典：2018年12月27日 第61回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備の安全点検・品質管理確認の進捗状況および今後の対応」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/13/3-2-4-1.pdf

概要に戻る

機器の品質管理面については、廃炉推進カンパニーの機器の調達方法の改善について下表のような取り組み方針を掲げた上で、次ページ以降のように信頼性評価の結果とそれに基づく対応策を発表しました。

反省点・教訓	1F3クレーン・FHM個別対策（品質管理確認）	継続的改善（廃炉推進カンパニー調達改善）
一般産業品を使用する際に注意	● 全構成品を、原子力品・一般産業品に分類し、各構成品の信頼性を評価 ● 新たに調達するケーブルの工業規格の確認（下記にも再掲）	● 原子力品／一般産業品の使用基準の策定 ● 一般産業品の要求仕様について、工業規格での提示
海外メーカーを活用する際の更なる注意	● 全構成品を、東芝グループ内調達品・海外調達品に分類し、各構成品の信頼性を評価	● 型式品の国産化検討
一次調達先以下に対する当社の関与	● 新たに調達するケーブルの品質確認 ✓ 使用する工業規格の確認 ✓ 工業規格を満たす構造であることを図面にて確認 ✓ 製造過程及び製品における性能確認（立会にて抜き取り検査）	● 海外製品、初めて参入するメーカーの製品を対象に、一次調達先以下に対しても製造過程で当社が品質を確認する仕組みの構築

CDOを補佐し、調達改善を含む廃炉推進カンパニーの品質全般を監督・助言・指揮する者を配置

（筆者注：CDO＝福島第一廃炉カンパニー最高責任者）

出典：2018年12月27日 第61回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備の安全点検・品質管理確認の進捗状況および今後の対応」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/13/3-2-4-1.pdf

概要に戻る

■ クレーン・FHM構成品の信頼性評価

- クレーン・FHMの全構成品（79機器）を、原子力品・一般産業品、東芝ESS調達品・海外一次調達先調達品に分類した上で、発注仕様や記録等をもとに信頼性評価を実施し、妥当であることを確認

■ 信頼性評価を踏まえた対応について

- 信頼性評価を踏まえ、以下のような安全点検での確認や不適合発生時のリスク低減策を実施
  - ✓ 工場等での試験条件（電源電圧や水深）が1Fと異なる場合や、記録等により耐環境性（耐水性、耐放性、耐腐食性等）が確認できなかった場合は、1Fで実施する安全点検での動作確認・設備点検にて確認（安全点検工程内で実施）
  - ✓ 耐放性において、供用期間中の劣化リスクが考えられる機器は、予備品を保有
  - ✓ 温度・湿度要求において、制御盤付の空調機器の故障リスクを考慮し、対応手順を整備

	総数	信頼性評価を踏まえた対応（機器数）			
		安全点検での確認		不適合発生時への対応	
		動作確認	設備点検	予備品の手配	手順の整備
原子力品　かつ　海外調達品	4	4	4	1 (ﾏﾆﾋﾟｭﾚｰﾀ)	－
一般産業品　かつ　海外調達品	27	9	13	2 (ITV類)	4 (制御盤類)
東芝ESS調達品 (原子力品・一般産業品)	48	4	1	3 (webｶﾒﾗ等)	－
総計	79	17	18	6	4

出典：2018年12月27日 第61回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備の安全点検・品質管理確認の進捗状況および今後の対応」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/13/3-2-4-1.pdf

概要に戻る

■ 新たに調達・施工するケーブルの品質確認

- 復旧にあたって、新たに調達・施工するケーブルについて、当社にて製品の品質を確認済
  - 改修対象の112ライン※について、コネクタ部の構造ならびに防水性能が十分であることを、当社が直接確認
  - 東芝ESS作成の施工要領書・組立チェックシートを当社・東芝で確認。正しく製造されれば、既設コネクタの防水性能がIP×7（水面下1mで30分間に水の浸入のないレベル）を満足することを水密試験にて確認
  - 製造作業中の品質管理が、施工要領書・組立チェックシートにもとづき行われているかを立会にて確認

※ 機外ケーブル：112ライン全て（全114ラインのち、2ラインはLANケーブルのため対象外）
機内ケーブル：電気特性不良が確認された3ライン、機器付きコネクタ11ライン

東京電力によると、安全点検及び品質管理確認は2018年12月25日、ケーブル交換は12月26日に完了しました。
そして今後、作業員の技能向上のため一連の遠隔操作訓練を行った上で、使用済み核燃料の取り出しは3月末の開始を目途としています。

出典：2018年12月27日 第61回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備の安全点検・品質管理確認の進捗状況および今後の対応」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/13/3-2-4-1.pdf

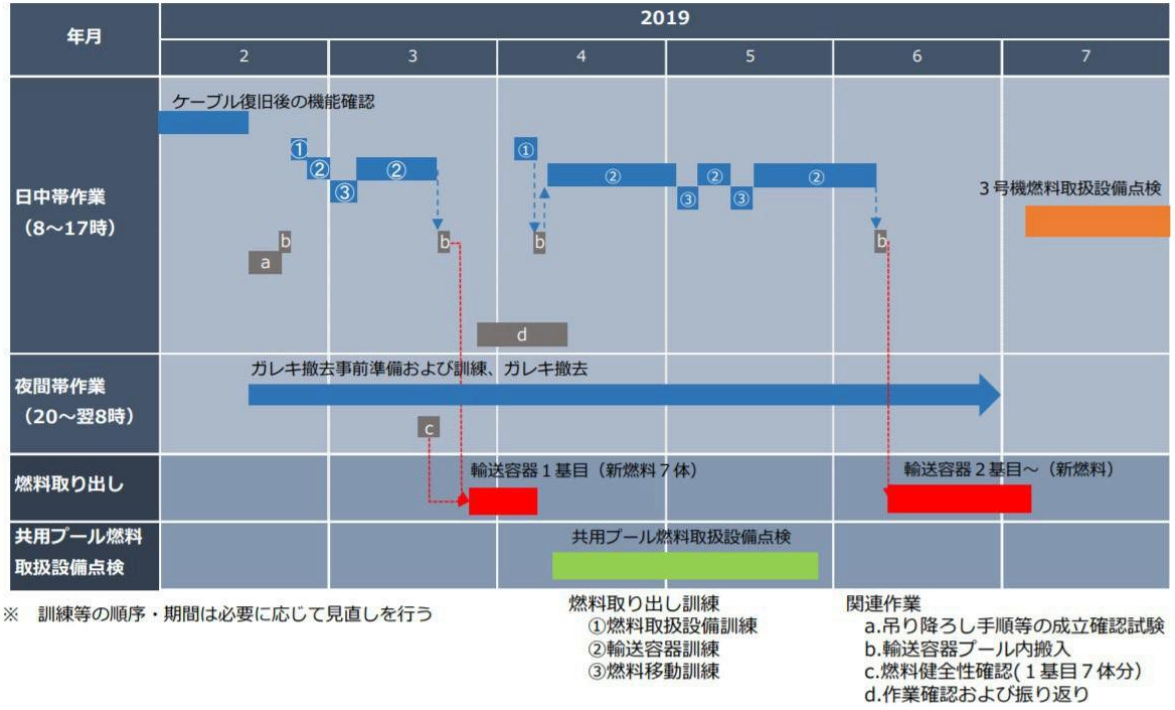
概要に戻る

⑩ 3号機燃料取扱設備不具合に対する対応と今後の取組について

東京電力は、安全点検・ケーブル復旧後の工程について下図を公表しました。また留意点については、下記明朝体の通り挙げています。

燃料取扱設備は、不具合発生時も燃料・輸送容器等を落下させないなど安全上の対策を施しているが、万が一燃料取り出し作業中に不具合が発生した場合でも、速やかに復旧出来るよう、手順の策定や訓練、予備品の対策等を進め、万全の体制を整える。

燃料取り出しは、工程ありきでなく、安全を最優先に3月末の開始を目標に「復旧後の機能確認」「燃料取り出し訓練」を確実に実施していく。



出典：2019年1月31日 第62回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「３号機燃料取扱設備不具合に対する対応と今後の取組について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/3-2-5.pdf

概要に戻る

⑪ 3号機燃料取り出しに向けた進捗状況

東京電力は、2019年2月8日にケーブル復旧後の燃料取扱設備(FHM)の機能を確認し、2月14日から燃料取り出しに向け訓練と関連作業を計画通り進め、2月28日の発表では燃料取り出しを安全を最優先に確実に実施していくとしていました。
しかし、同日、燃料取扱設備の操作訓練中、モーターの異常等を示す警報が発生しました。
このことについて、東京電力は、3月7日、原因調査で電気系統の異常が確認されたと発表しました。
3月7日、12日の河北新報によるとケーブルの交換により問題が解消されましたが、今月中に予定されていた3号機燃料プールからの燃料取り出しは4月に延期されたとのことです。
そして、2019年4月15日午前8時50分から未使用燃料1体の取り出し作業を開始し、午前9時51分には輸送容器への1体目の燃料装填を完了しました。 3号機の取り出し方法に戻る
16日には使用前燃料計7体の輸送容器への燃料装填を完了。23日には、燃料を装填した輸送容器の共用プール建屋への輸送が完了し、東京電力は、今後この7体の使用前燃料を共用プールの燃料ラックに貯蔵するとしています。
また、輸送容器一基目取り出し以降は、訓練及び小ガレキ撤去を再開し、二基目取り出しは7月頃を予定しているそうです。次ページにこの作業状況を撮影した画像および動画のアドレスを示します。

出典：2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しに向けた進捗状況」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-5.pdf
2019年3月7日 東京電力 「福島第一原子力発電所３号機燃料取扱設備テンシルトラス動作不良からの復旧対応状況について」
http://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2019/1h/rf_20190307_3.pdf
2019年3月7日 河北新報 「＜福島第１＞３号機の燃料取り出し、４月に延期」
https://web.archive.org/web/20190903203254/https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201903/20190308_63009.html
2019年3月12日 河北新報 「福島第１原発３号機＞機器不具合解消燃料取り出しへ」
https://web.archive.org/web/20190903195736/https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201903/20190312_63026.html
2019年4月15日 東京電力資料「福島第一原子力発電所3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業開始について
http://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2019/1h/rf_20190415_1.pdf
2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取出しの開始について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-5.pdf

概要に戻る







輸送容器へ燃料装填(1体目)



輸送容器へ燃料装填完了(7体)

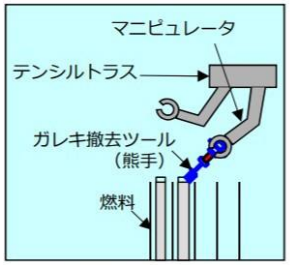
また東京電力はホームページの下記のアドレスでこの作業風景の動画をアップしています。

https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=107299&video_uuid=ux1w090g

出典：2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「３号機燃料取出しの開始について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-5.pdf
東京電力ホームページ動画アーカイブ 2019/4/25(木)福島第一原子力発電所３号機燃料取り出し作業（輸送容器１基目）
https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=107299&video_uuid=ux1w090g

概要に戻る

2019年6月17日のガレキ撤去作業中、マニピュレータで把持した熊手型ガレキ撤去ツールの一部が外れ、外れた下部側が空きラック上に倒れ込むというインシデントが発生しましたが、大事には至らず、推定された原因に対し対策を講じ、2019年7月4日に燃料取り出し作業が再開されました。



発生時の作業状況

7月21日、使用前燃料21体（輸送3回分）の共用プールへの移送を完了しました。4月15日の燃料取り出し開始以降では使用前燃料28体の取り出しが完了し、使用前燃料と使用済とを合わせて538体がプール内に残っています。

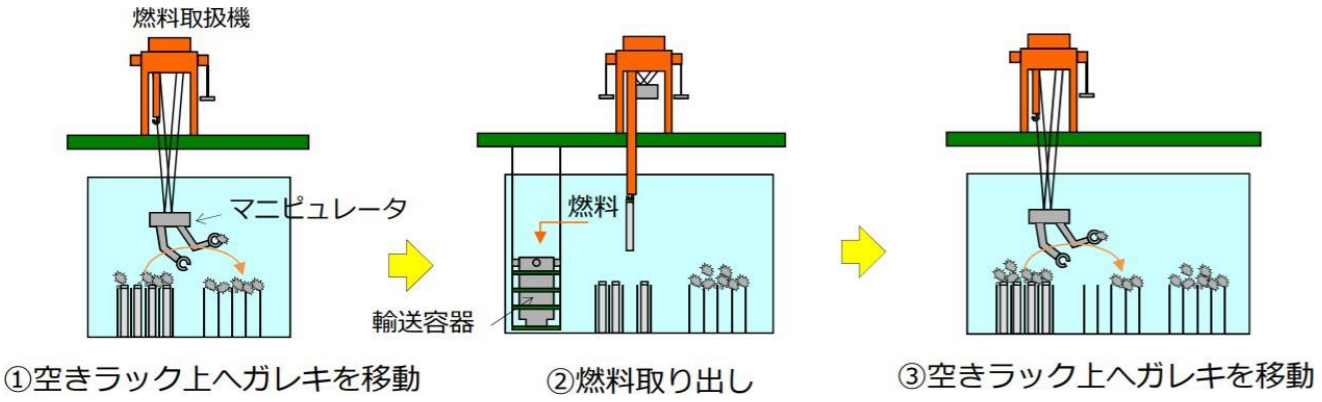
7月17日には燃料取扱設備から作動流体（水グリコール）が約50L漏えいし、使用済み核燃料プール(SFP)内へ流入しましたが、これも大事には至らず、工程への影響はありませんでした。原因は、継ぎ手の繰り返し荷重の影響による疲労割れと判明し、継手の交換及びサポート設置等の対策が実施されました。
また7月21日には、クレーンによるガレキ撤去作業中、クレーンからの作動流体（水グリコール）の滴下が確認されましたが、これもまた大事には至りませんでした。原因は、継手部のゆるみと分かり、ゆるみ防止剤の塗布、継手部に緩み検知用の合いマークをつける対策がとられました。

次ページに、現在のSFP内のガレキ撤去状況、SFP内ガレキ撤去及び燃料取り出しの今後の進め方に関する画像を引用しておきます。

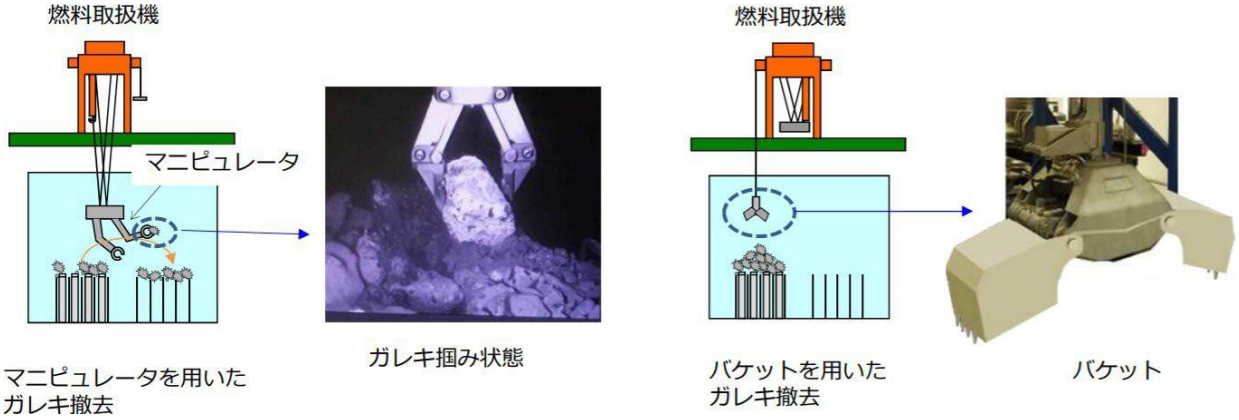
出典：2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機 燃料取り出しの進捗状況と今後の対応」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-5.pdf
東京電力ホームページ 福島第一原子力発電所の状況について（日報）
https://www.tepco.co.jp/press/report/2019/1515893_8985.html
2019年8月29日 第69回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取扱設備点検結果及び今後の対応」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/08/3-2-5.pdf

概要に戻る

（燃料上部に堆積したガレキ撤去の基本的な進め方）



（直径100 mmを超える大きなガレキ撤去の進め方）



出典：2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機 燃料取り出しの進捗状況と今後の対応」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-5.pdf

概要に戻る

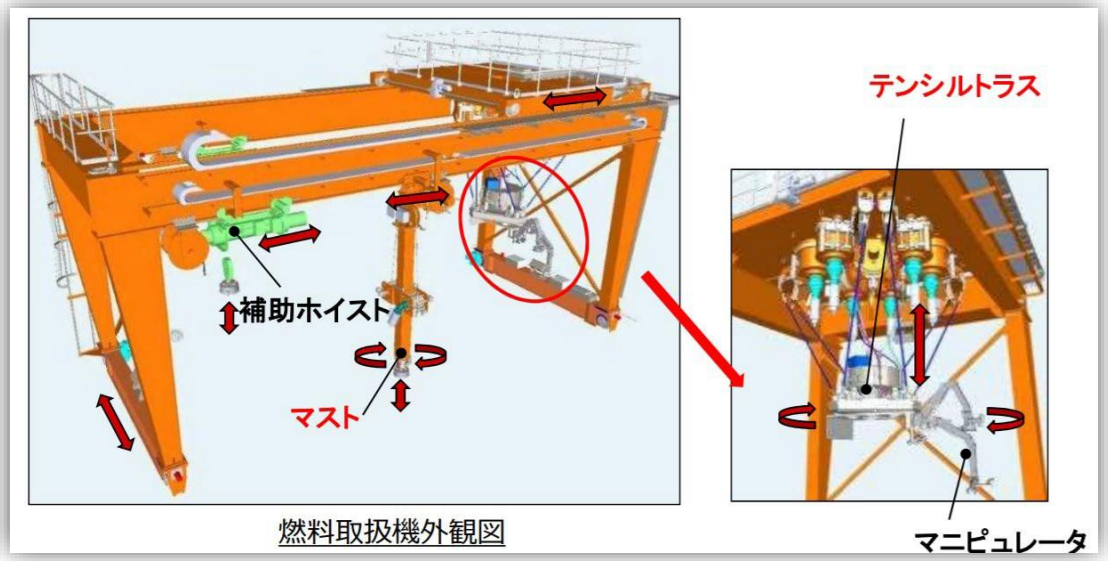
3号機では、2019年9月2日にクレーン及び燃料取扱設備の点検が完了し、燃料取り出し再開に向け準備作業を実施していましたが、9月3日にテンシルトラス※が旋回不良を起こし、9月9日にはマストが旋回不良を起こしました。

※ テンシルトラス：マニピュレータの位置を動かしてプール内の小がれきを撤去するための装置

その後、調整作業及び原因調査を実施してきました。
東京電力によると、テンシルトラスについては、再調整等を行いガレキ撤去を再開、マスト※は，燃料を直接取り扱う装置であるため部品の交換を行う。

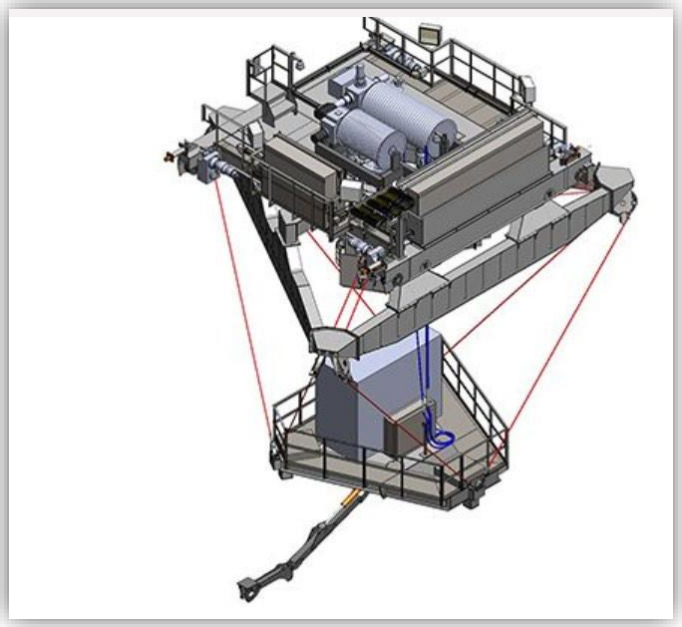
※マスト旋回機能は，移送容器に燃料を収納する際に使用する機能であり，45° 旋回させる必要がある。

マストの部品交換完了まではガレキ撤去を先行し、交換完了後、燃料取り出しを再開するそうです。



燃料取扱機外観図

（テンシルトラス）



出典：2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 「3号機燃料取扱設備の状況について」」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-4.pdf
右画像出典：PaR Systemsホームページ
https://translate.google.com/translate?hl=ja&sl=en&u=https://www.par.com/hazardous-environments/tensile-truss/&prev=search&pto=aue

概要に戻る

⑫ 3号機燃料取り出しの再開について

その後、3号機の燃料取扱設備の不具合については、テンシルトラスは部品（水圧モータ）を交換し、再調整を行いました。
マストについては部品（水圧モータ）交換し動作確認を行いました。
しかし、2019年10月15日にはマニピュレーターの軽微な動作不良、18日には操作ミスによりマストのワイヤロープの乱巻きが生じワイヤロープの一部が潰れ、交換に向けて準備しています。

マニピュレーターの不具合は運用によってカバーできる範囲のものであるため、ガレキ撤去作業を再開しています。
そして東京電力は2019年11月、ガレキ撤去作業時に動作不良が発生していないことから継続使用することとしました。マニピュレータの予備品は納入済であり、動作不良が再発した場合は交換が可能としています。
また、マストのワイヤロープの乱巻きについては、ワイヤロープの交換を12月中に実施。乱巻きの再発防止対策として、マストの荷重検知装置設定値変更※を12月中に実施予定としています。

※ 荷重検知装置設定値において過剰な巻き下げが出来ない設定に変更し、ワイヤーロープのゆるみ発生を防止することで、乱巻の再発を防止する。併せて、荷重設定値になった際の注意点及び確認ポイントを手順書に反映予定。

東京電力は12月14日、燃料取り出し再開に向けた最終確認を実施中、輸送容器の収納缶と模擬燃料のチャンネルファスナが干渉し、輸送容器に模擬燃料が装填出来ない事象を確認。模擬燃料のチャンネルファスナに拡がるような変形が見られたため、12月18日にチャンネルファスナを交換しました。また、チャンネルファスナと収納缶の干渉が起こらないよう輸送容器への燃料の装填角度を見直し、取り出し作業を再開しました。

そして12月27日、5回目となる7体（使用前燃料）の共用プールへの移送を完了しました。

また東京電力は、ガレキ撤去の状況について次ページの通り発表しています。

出典：2019年11月28日　第72回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料　東京電力「3号機燃料取扱設備の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/11/3-2-4.pdf
2019年12月29日　第73回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料　東京電力「3号機燃料取扱設備の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/12/3-2-5.pdf
2019年12月27日 東京電力資料 「福島第一原子力発電所の状況について（日報）」
http://www.tepco.co.jp/press/report/2019/1525375_8985.html

概要に戻る

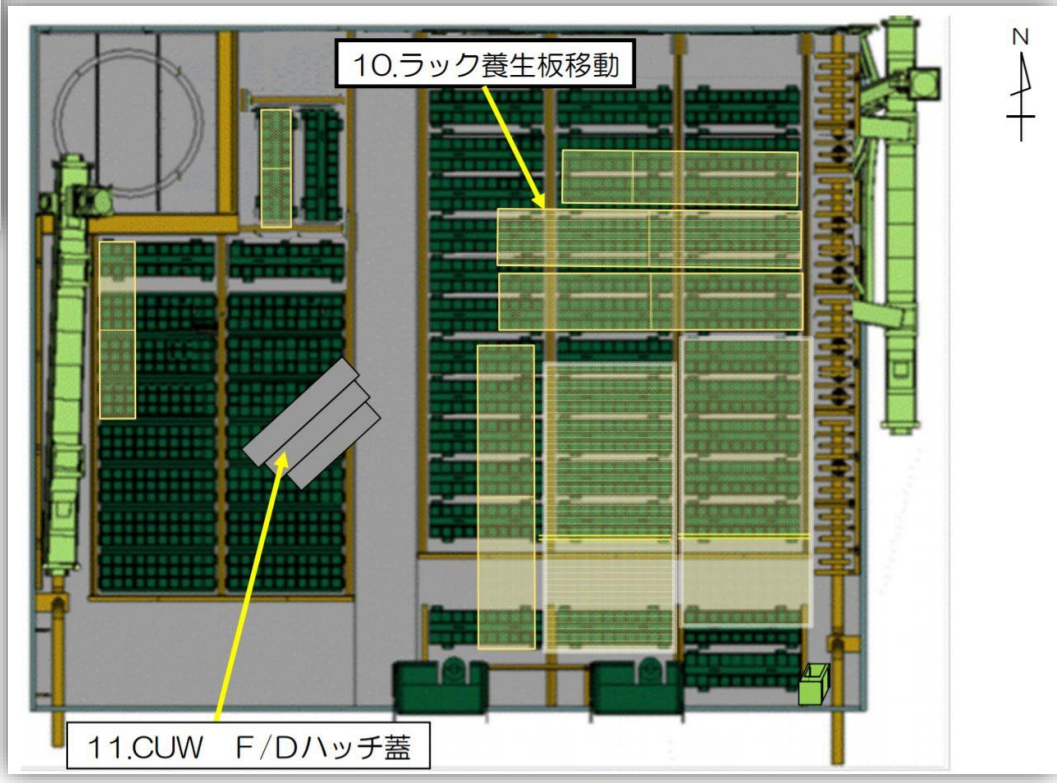


CUW F/D ハッチ蓋SFP内状況写真

参考

左の写真は80ページの参考写真の再掲です。下の図はこのCUW F/D ハッチ蓋（大きさ約1m×約1 m×約2 m 重量水中重量約2.6 t）が落ちていた場所を示しています。

このCUW F/D ハッチ蓋は2015年10月15日に撤去されています。



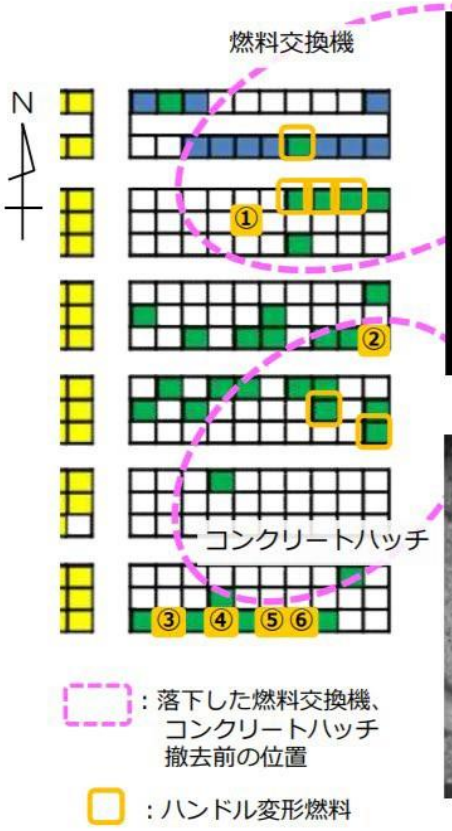
出典：2015年10月1日 東京電力資料「３号機使用済燃料プール内大型ガレキ撤去作業の進捗状況について」
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images/d151001_07-j.pdf

概要に戻る

修復中

⑬ 3号機ハンドル変形燃料の確認 i

- 落下した燃料交換機やコンクリートハッチがあったエリアのガレキ撤去が進捗した結果，ハンドルが変形した燃料を6体確認。
- 2015年に確認された6体を含め，これまで確認されたハンドル変形燃料は計12体。

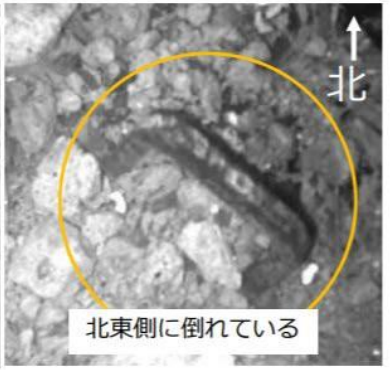




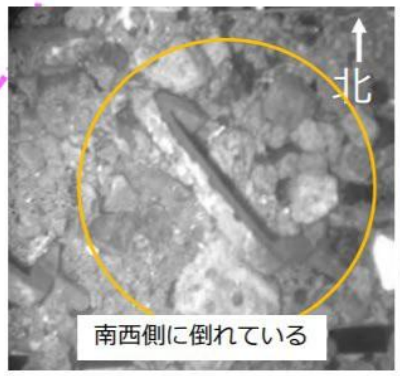
①：撮影日2019/11/13



②：撮影日2019/11/13



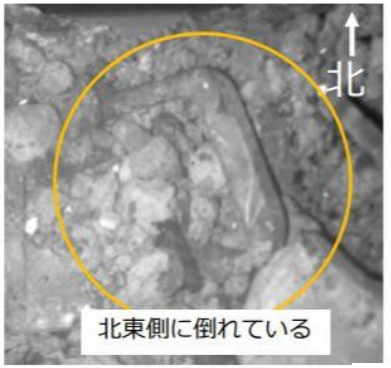
③：撮影日2019/11/16



④：撮影日2019/11/16



⑤：撮影日2019/11/16



⑥：撮影日2019/11/16

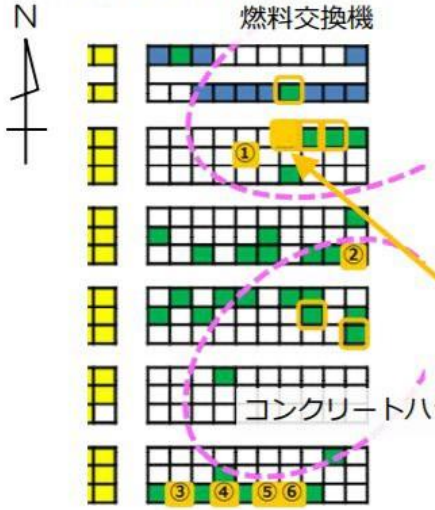
今回確認されたハンドル変形燃料

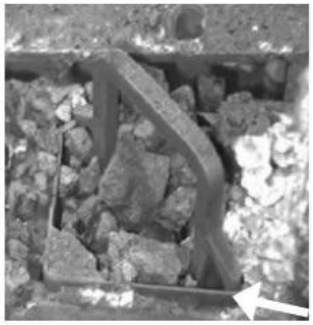
ハンドル変形燃料の吊り上げ試験に戻る

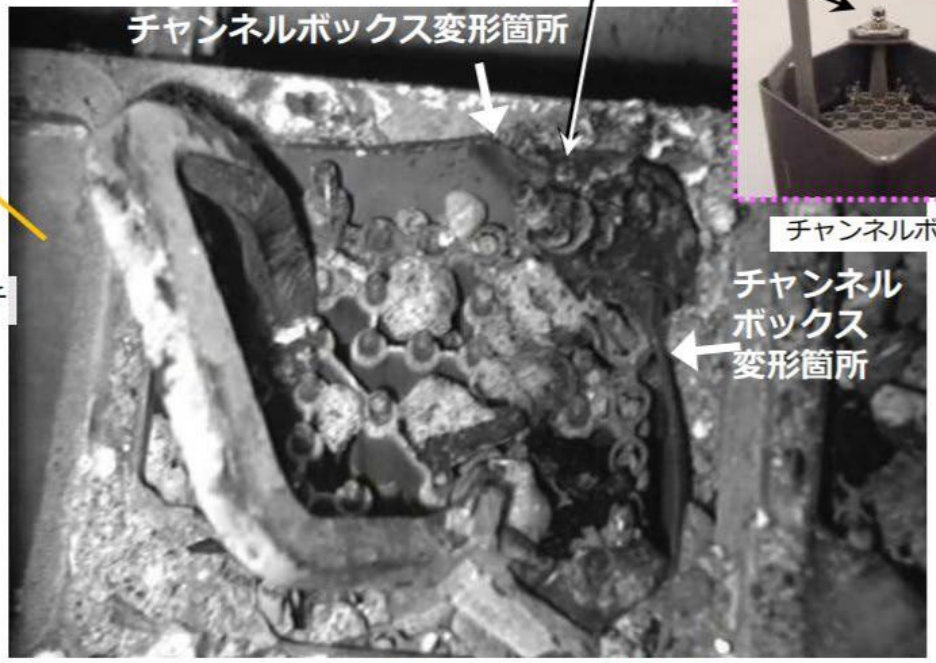
出典：2019年11月28日 第72回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「3号機燃料取扱設備の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/11/3-2-4.pdf

概要に戻る

- 2015年にハンドルの変形が確認された燃料6体について，周囲のガレキ撤去後に改めて撮影したところ，チャンネルボックスが変形している燃料が1体存在することを確認。
- 現状，プール水質等に変動はなく環境への影響はない。
- 今後，ガレキ撤去を進め，燃料上部の変形状態を確認し，燃料被覆管や燃料取り出しへの影響を評価する。







チャンネルボックスの変形状況

出典：2019年11月28日 第72回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「3号機燃料取扱設備の状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/11/3-2-4.pdf

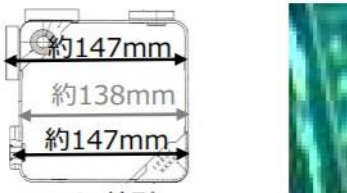
概要に戻る

2020年2月17日 特定原子力施設監視・評価検討会資料

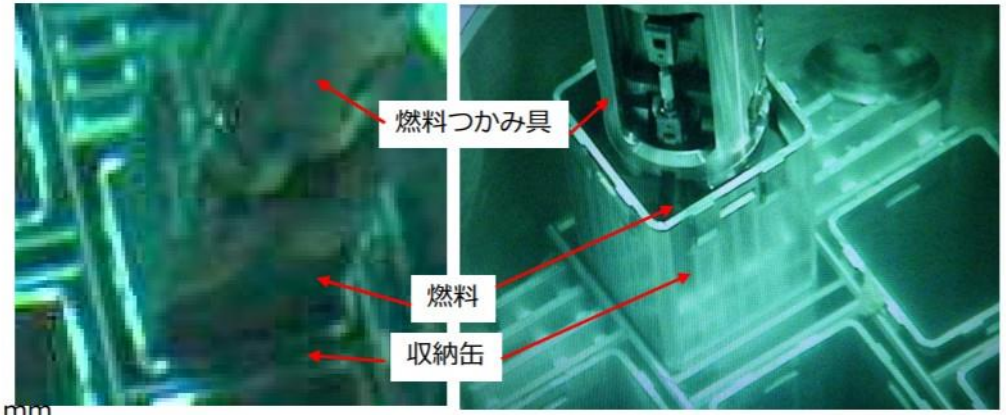
TEPCO

【参考】収納缶の引っ掛かりについて

概　要	• 2/15 共用プールにて、構内輸送容器からラックへ燃料取り出しを実施していたところ、1体の燃料について収納缶と外れない事象が発生（燃料を吊り上げると収納缶も一緒に吊り上がる）それ以外の6体の燃料はプール内ラックに取り出しを完了。 • 2/16 収納缶の引っ掛かりに対し治具による解除を試みたが解除できなかった。
原　因	✓ 構内輸送容器による燃料輸送時にチャンネルボックスの外表面と収納缶内表面間に瓦礫が挟まることにより燃料吊り上げ時の抵抗が増加したと推定。
対　応	✓ 配備済の収納缶用の吊り治具を用いて、収納缶ごと専用のラックに収納する。 ✓ 吊り治具の使用にあたり、FHMのインターロック設定の確認と事前の取り出し訓練を行う。 ✓ 燃料を収納缶ごとラックへ取り出し後，予備の収納缶を構内輸送容器に設置し，燃料取り出しを継続
備　考	燃料は構内輸送容器に装填していること、構内輸送容器は転倒防止台座に固定していることから外部への影響は無い。



収納缶断面図



通常時の取り出し状況　　引っ掛かりの状況

2

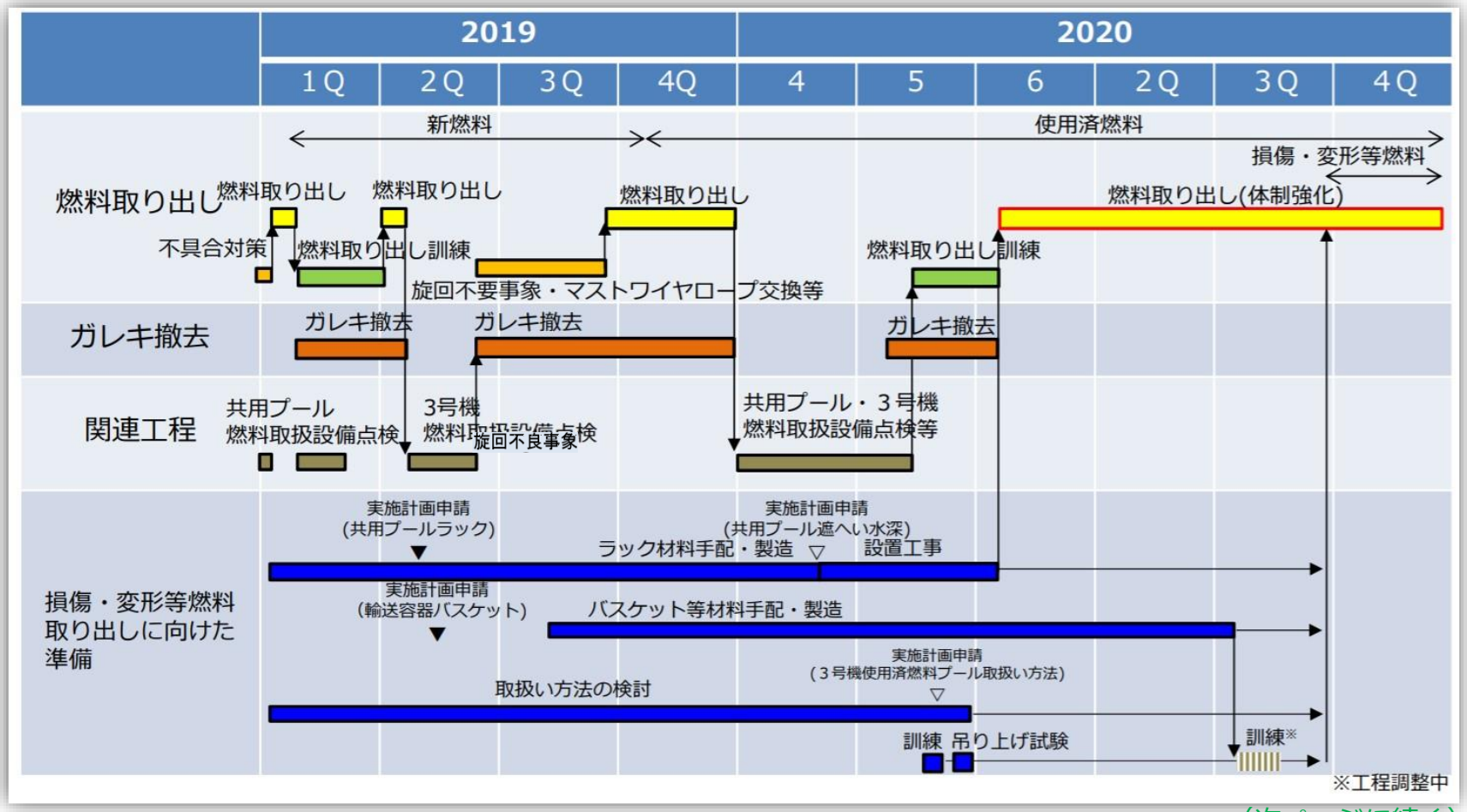
出典：2020年2月27日 第75回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機燃料取り出しの状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

⑭ 3号機燃料取り出しの再々開について

東京電力によると、2020年5月26日より,燃料取り出しが再開されました。ガレキ撤去を先行で進めたこと、並びに燃料取り出しの体制を強化することにより、2020年度末に燃料取り出し完了の見込みということです。 取り出しの完了に戻る
吊上げ試験にて吊上げることができなかったハンドル変形燃料の取り出し方法について早期に検討し、燃料取り出し工程に影響が出ないよう対応していくとしています。



(次ページに続く)

出典：2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機燃料取り出しの状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑮ 2020年5月の3号機燃料取り出し作業

東京電力によると、5月28日、7体の使用済み核燃料が輸送容器へ装填され、共用プール建屋へ輸送されました。

- 2020年3月末までに，計119体の燃料の取り出しを完了している。
- 再開の準備が完了したため,2020年5月26日より燃料取り出しを再開している。
  - 法令に基づく3号機のクレーン年次点検を実施。完了。
  - 燃料取扱設備の点検（燃料取扱機）を実施。完了※。
  - 共用プール燃料取扱設備の点検を実施。完了。
  - ハンドル変形燃料保管のための燃料ラック取替を実施。完了。
  - 燃料取り出しの体制を強化し取り出しの頻度を増やすため，作業員増員のための追加訓練を実施。完了。



使用済燃料のラックからの取り出し状況



使用済燃料の輸送容器への装填状況

※：実施予定の換気空調系の点検については燃料取り出し期間中も実施可能なため，現在実施中。

（次ページに続く）

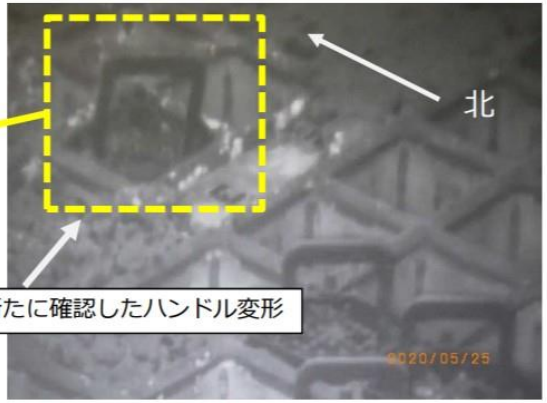
出典：2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機燃料取り出しの状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-3.pdf
2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「使用済燃料等の保管状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-5.pdf
2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「使用済燃料プール対策スケジュール」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-1.pdf

概要に戻る

⑯ ハンドル変形燃料の確認

■ 5月25日午前１時頃,燃料ハンドルの変形有無について治具（燃料健全性確認治具）を用いて判定した結果,新たなハンドル変形燃料を１体確認した。
（この１体を含め,これまでにハンドル変形を確認した総数：使用済燃料16体）







上からの映像

（次ページに続く）

出典：2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機燃料取り出しの状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

⑰ a ハンドル変形燃料の吊り上げ試験について

東京電力は、2020年5月21日～23日、ハンドル変形燃料 参照 が燃料取扱設備（FHM）掴み具で吊り上げ可能であることを早期に確認することを目的に、ハンドル変形燃料の吊り上げ試験を実施しました。

■ **試験内容**
- ✓ 2020年5月21-22日，3号機FHM掴み具で把持可能なハンドル変形燃料10体の吊上げ試験を実施した。
- ✓ 10体中,7体のハンドル変形燃料は問題なく吊上げ可能であることを確認した。

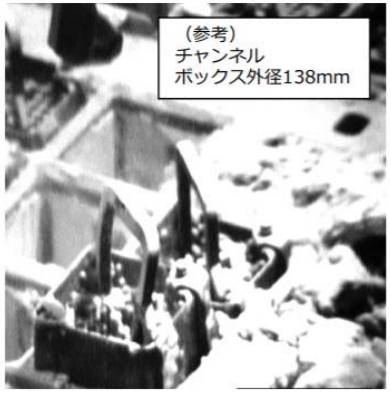
■ **7体について予定した高さである約10cmまで吊り上げられることを確認**
- ✓ 3体については試験前より約20～70mm高い位置で着座。通常の重量荷重で再吊り上げ可能であることを確認済み。今回の吊り上げによりガレキが燃料の下部に混入したと推定。想定事象でリスクが無いため燃料取り出しまで現状維持。

■ **3体が制限荷重(700kg)内で吊上がらないことを確認**
- ✓ チャンネルボックス変形による燃料ラックとの干渉または,ガレキによるかじり・固着していると推定。
- ✓ 当該燃料の対応方法については,今後検討。

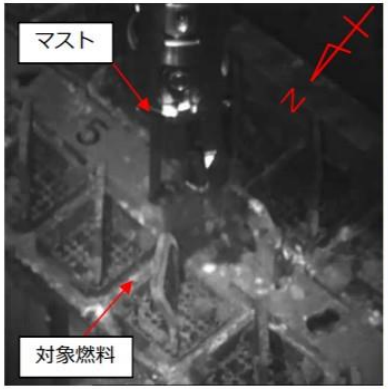
■ **干渉物のため,今回は1体が試験できず**
- ✓ ハンドル変形燃料1体について、吊り上げ前に配管との干渉が確認されたため、吊り上げ試験を中止。
- ✓ 当該燃料の把持方法および試験時期については,今後検討。



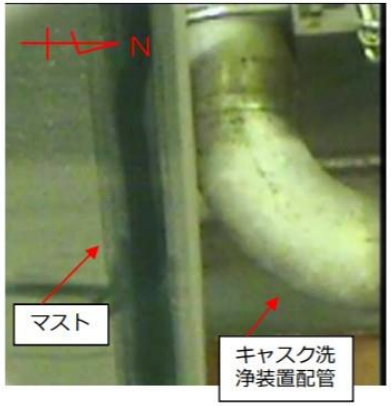
吊り上げ試験の状況（No.⑮※）



高い位置で着座した燃料(No.⑥※)



マストと配管の干渉により
吊ることができない燃料（No.⑭※）



マストとの干渉の状況(No.⑭※)

出典：2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機燃料取り出しの状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-3.pdf

概要に戻る

⑰ b　2回目のハンドル変形燃料の吊り上げ試験について

東京電力は、10月23日のハンドル変形燃料3体④、⑩、⑪(次々ページ左図参照)の吊り上げ試験(最大1000 kg)に引き続き、11月13日、燃料⑰の吊り上げ試験(最大1000 kg)を実施しました。吊り上げの可否、試験時の燃料の動きなど試験結果については出典より引用した下表をご覧ください。

吊り上がらなかった燃料⑩、⑰については、干渉解除の兆候があるため、ガレキ撤去および吊り上げ試験を継続するとしています。

また東京電力は、3号機変形燃料の取扱いについて、原子力規制委員会に「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画」の変更認可を申請し、委員会は現在審査中です。

(次ページに続く)

分類		ハンドル変形燃料(3体)			変形なし(1体)
写真					
場所※1		④	⑩	⑪	⑰
ガレキ撤去	1回	目立った変化なし	気泡が出てきた※2	気泡が出てきた※2	気泡が出てきた※2
	2回	気泡が出てきた※2	目立った変化なし	–	
吊り上げ可否		○	× (継続)	○	× (継続)
付与荷重		約900kg	約950kg	約800kg	約950kg
試験時挙動		・上昇開始後も荷重800kg～900kgを維持 ・放し後も上昇後の位置を維持	・1mm程度上昇 ・気泡が出てきた	・干渉解除後は燃料自重（約300kg）で上昇	・微かに動いた ・気泡が出てきた

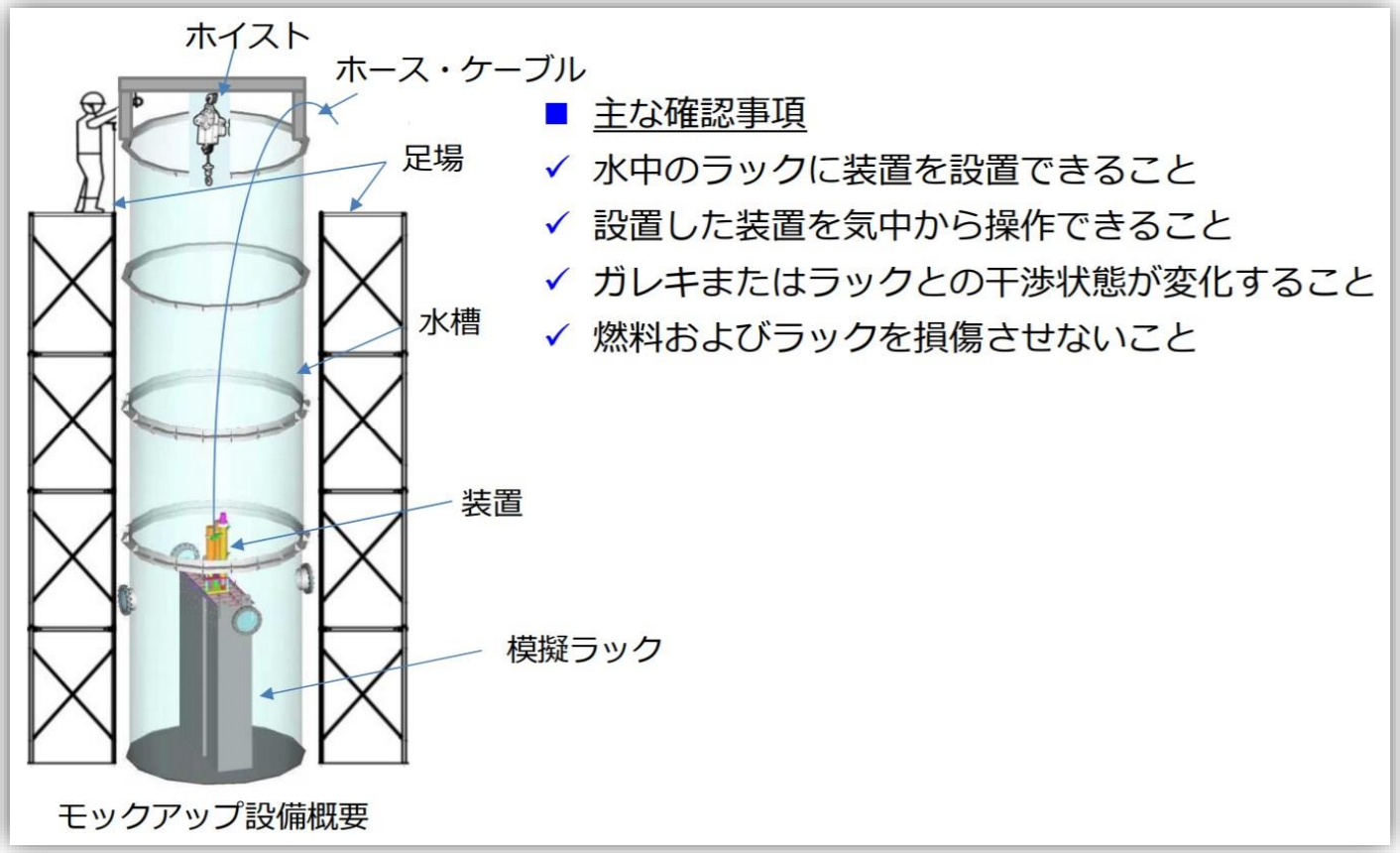
出典：2020年11月26日 第84回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/11/3-2-5.pdf

概要に戻る

⑱ 燃料とラック・ガレキとの干渉解除装置のモックアップ試験について

東京電力は、新規に導入する3種類の装置について、事前にモックアップ設備により実証試験を行うとしています。
3種類の装置とは、圧縮空気注入装置、振動付与装置、ラックガイド切削装置です。（下記出典P11、12参照）
模擬燃料ラック（20体/30体）に模擬燃料を挿入した状態でガレキを入れ込み、装置使用前後で干渉状態が変化することを確認するそうです。

（次ページに続く）



出典：2020年10月29日 第83回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機燃料取り出しの状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/10/3-2-4.pdf

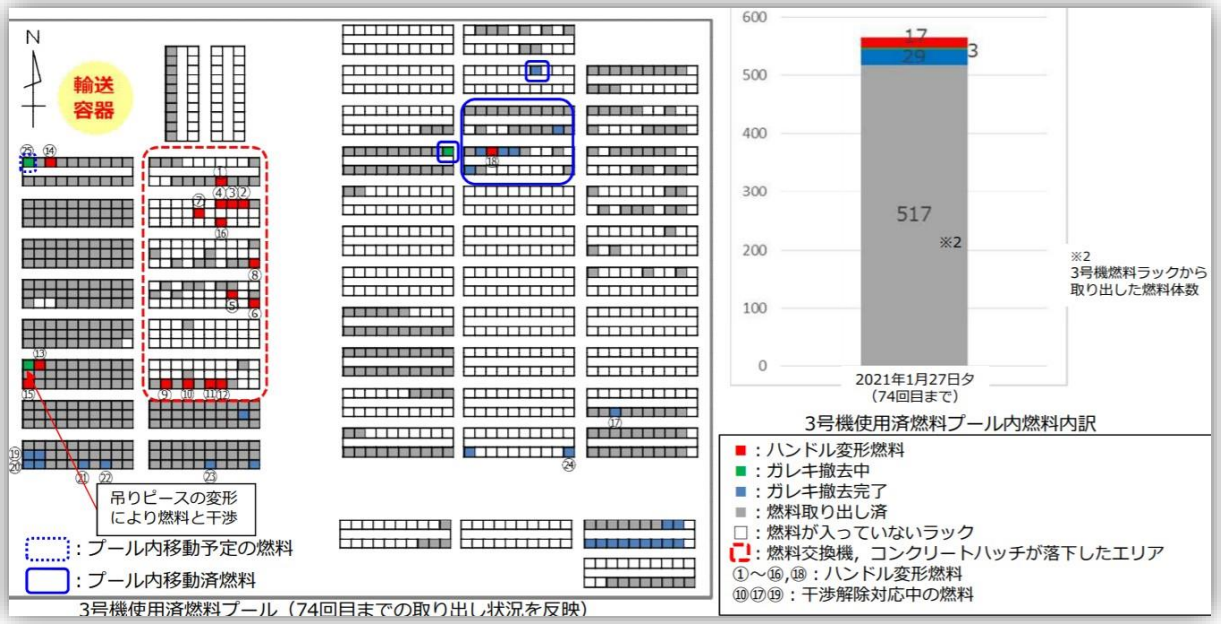
概要に戻る

⑲ 2021年の3号機使用済み核燃料プールからの使用済み核燃料の取り出し

3号機の使用済み核燃料（燃料）の取り出しにおいては、12月23日に取り出しが再開されたあと、2020年12月26日～2021年1月27日にかけて、都合10回76体の燃料が使用済み核燃料プール（以下、プール）から取り出され、共用プールに移送され、全566体中517体の燃料が取り出されています。

少し気になるのは、通常は7体ずつ取り出されるのが、12月26日の64回目の取り出しだけ6体となっており、また、通常は取り出し報告は当日の東京電力廃炉プロジェクトの日報に掲載されるのですが、なぜかこの回だけ掲載が翌々日の28日の日報になっていることです。筆者はこの二つのことについての東京電力の説明を見つけられていません。

（次ページに続く）



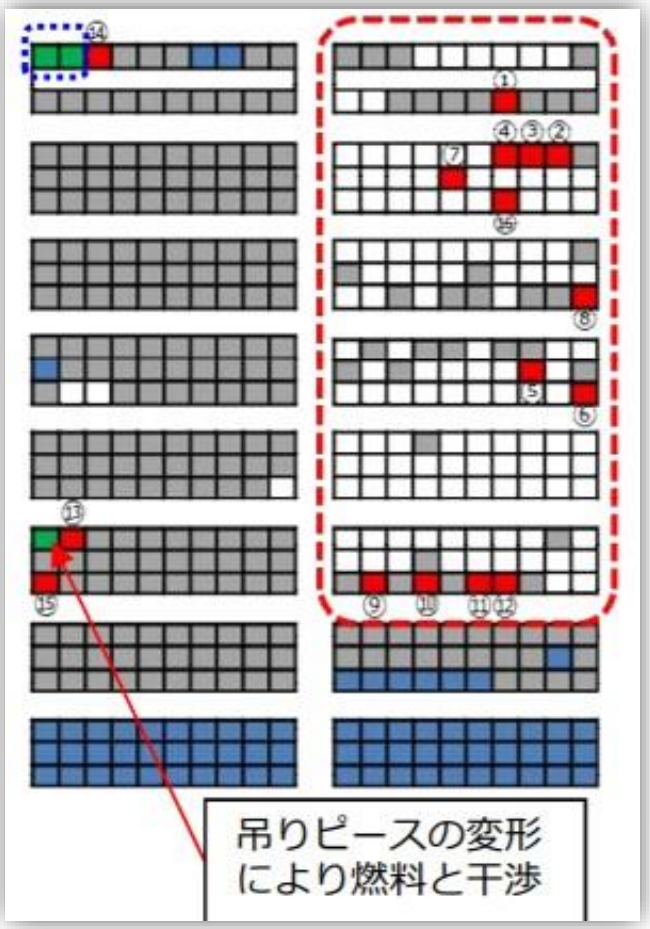
出典：2021年1月28日 第86回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/01/3-2-4.pdf
2020年12月27日 東京電力「日報」
https://www.tepco.co.jp/press/report/2020/1568225_8987.html
2020年12月28日 東京電力「日報」
https://www.tepco.co.jp/press/report/2020/1568325_8987.html

概要に戻る

⑳ａ　特別な対応を要する使用済み核燃料の状況(2020年12月24日現在)

ハンドル変形燃料等、特別な対応を要する燃料の3号機使用済み核燃料プールでの位置は下左図（前ページ図の左半分を拡大）の通りです。2020年12月24日現在の状況は下右表の通りです。

なお出典3ページによると、下右表(2)下段吊り上げ試験未実施とされている③⑨⑫⑬についても2020年12月24日、新規掴み具による吊り上げ試験が実施され、吊り上げ可能と判断されたようです。新規掴み具については出典7、8ページをご参照ください。



■ ハンドル変形燃料等,特別な対応を要する燃料（１８体※1）の状況は下表のとおり

（１）吊り上げ可能な状態にする対応が必要な燃料（3体）

ハンドル変形有無		状態	体数	対応
無し		燃料ラック吊りピース変形と干渉	1	吊りピースとの干渉解除
		最大1000kgで吊り上げ不可（⑰）	1	ガレキ撤去ツール適用後,吊り上げ試験再実施予定
有り	既存掴み具で取り扱い可	最大1000kgで吊り上げ不可（⑩）	1	ガレキ撤去ツール適用後,吊り上げ試験再実施予定

ガレキ撤去ツール適用および吊り上げ試験を継続的に実施し,
1月以降は干渉解除装置（振動付与,ラック切断等）の準備が整い次第,順次適用予定

（２）吊り上げ試験により吊り上げ可能であることを確認した燃料（15体）

ハンドル変形有無		状態	体数	対応
有り	既存掴み具で取り扱い可	ハンドル変形 （① ② ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑪ ⑮ ⑯）	10	ハンドル変形燃料として取り扱い・輸送・保管 （15体中7体は大変形収納缶に収納）
		ハンドル変形および 洗浄配管とマストとの干渉（⑭）	1	
	新規掴み具で取り扱い	吊り上げ試験未実施 （吊り上げ不可リスク有と想定） （③ ⑨ ⑫ ⑬）	4	

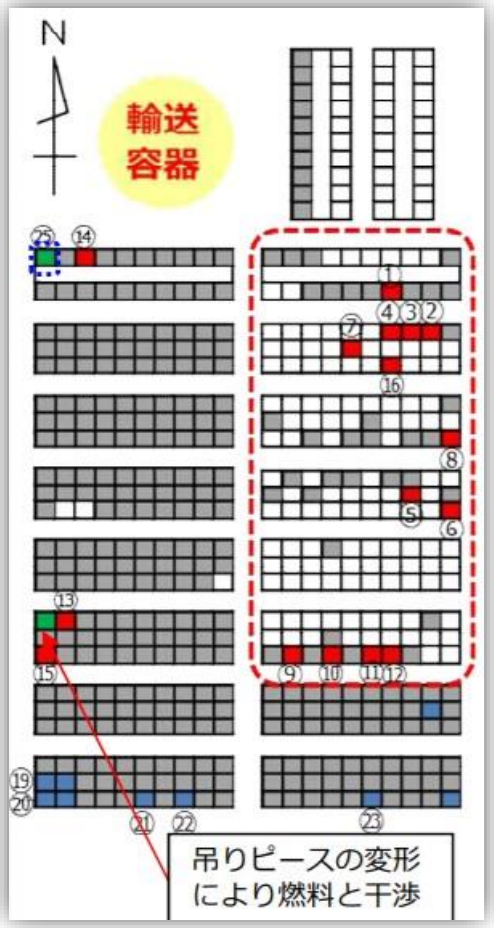
※1：①等の番号はハンドル変形燃料等の通し番号【P1に記載】

(次ページに続く)

出典：2020年12月24日 第85回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/12/3-2-4.pdf

b 特別な対応を要する使用済み核燃料の状況

東京電力によると、吊り上げ可能な状態にする対応が必要な使用済み核燃料（以下、燃料）は4体。その他の燃料は吊り上げ可能であることが確認されたということです。燃料ラック吊りピースとの干渉解除が必要な吊り上げ未確認燃料が1体（下左図⑬の左隣）、干渉解除措置が必要な燃料が3体（⑩⑰⑲）残っています。前月の資料（前ページ）と比較すると、⑲は前月以降、干渉解除措置が必要なことが判明したようです。 （次ページに続く）



2．吊り上げ確認等の状況

■ 燃料取り出しに先立ち、吊り上げ確認を実施。状況は下表のとおり。

（1）吊り上げ可能な状態にする対応が必要な燃料（4体）

状態	体数	対応
吊り上げ未確認	1	燃料ラック吊りピースとの干渉解除（位置はp1に矢印で表示）
最大1000kgで吊り上げ不可（⑩,⑰,⑲）	3	ガレキ撤去ツール適用後,吊り上げ試験再実施 干渉解除措置を実施

（2）燃料上部のガレキ除去等実施後、吊り上げ可能であることを確認した燃料（6体）

状態	体数	対応
吊り上げ可（⑳～㉕）	6	タガネによるガレキ撤去後,吊り上げ可を確認

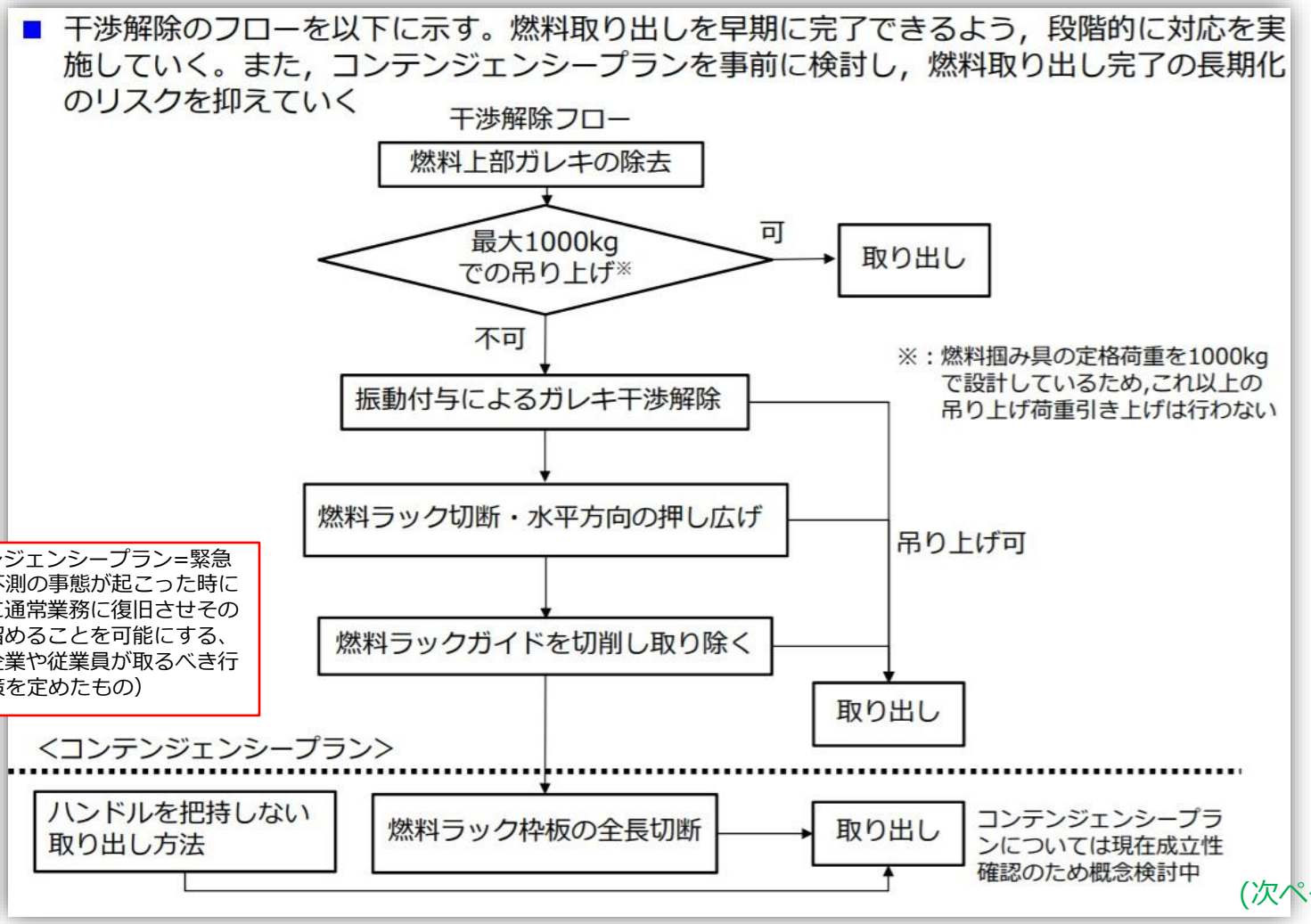
■：ハンドル変形燃料
■：ガレキ撤去中
■：ガレキ撤去完了
■：燃料取り出し済
□：燃料が入っていないラック
：燃料交換機，コンクリートハッチが落下したエリア
①～⑯,⑱：ハンドル変形燃料
⑩⑰⑲：干渉解除対応中の燃料

出典：2021年1月28日 第86回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/01/3-2-4.pdf

㉑ 干渉解除フロー

東京電力は、これらの吊り上げ可能な状態にする対応が必要な燃料について引用下図のような手順、次ページのような日程で解決を図る考えのようです。対応方法の詳細については下記出典5～7ページをご覧ください。

■ 干渉解除のフローを以下に示す。燃料取り出しを早期に完了できるよう，段階的に対応を実施していく。また，コンテンジェンシープランを事前に検討し，燃料取り出し完了の長期化のリスクを抑えていく



筆者注：コンテンジェンシープラン=緊急時対応プラン（不測の事態が起こった時にできる限り迅速に通常業務に復旧させその被害を最小限に留めることを可能にする、リスク発生時に企業や従業員が取るべき行動指針や事前対策を定めたもの）

(次ページに続く)

出典：2021年1月28日 第86回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/01/3-2-4.pdf

概要に戻る

【参考】課題対応のスケジュール

TEPCO

■ 燃料取り出しの課題について,下記に示すスケジュールで対応を進める。

項目	課題	2020年 7	8	9	10	11	12	2021年 1	2	3
① ガレキ撤去中に確認した事項	①-1 変形した燃料ラック吊りピースが燃料掴み具と干渉	周囲の燃料を優先的に取り出し（済）								
		ラック吊りピース曲げ戻し装置の設計・製作・モックアップ						▽ 実機適用		
	①-2（済） 制御棒の再移動	手順確認▼現場作業								
② 吊り上げ試験の結果を踏まえた対応	②-1 輸送容器洗浄配管とマストとの干渉	手順確認・訓練			▼対象燃料の燃料吊り上げ試験（１６体目のハンドル変形燃料も合わせて実施完了）					
③規定荷重で取り出せない変形の無い燃料の対応	②-2および③-1 燃料とガレキまたはラックとの干渉解除	ハンドル強度試験	評価			ラック上部ガレキ撤去,吊り上げ荷重見直しによる再吊り上げ試験（継続）				
		ラック上部の細かいガレキ撤去ツールの製作								
		振動付与装置・圧縮空気注入装置の設計・製作					モックアップ	実機適用		
		ラックガイド切削装置の設計・製作						モックアップ	実機適用	
		ラック切断装置・押し広げ治具の実機検証準備								
								実機検証および実機適用		
④ ハンドル変形燃料の対応	④-1 ハンドル変形の角度が大きい燃料を把持できる掴み具	大変形用掴み具の製作					現地据付・試験			
								▽ 使用前検査		
								▽ 吊り上げ 試験（対象４体）		
	④-2 ハンドル変形の角度が大きい燃料を収納できる収納缶	輸送容器バスケットの設計・製作								
		大変形用収納缶の設計・製作			現地搬入		▽ 使用前検査			

(次ページに続く)

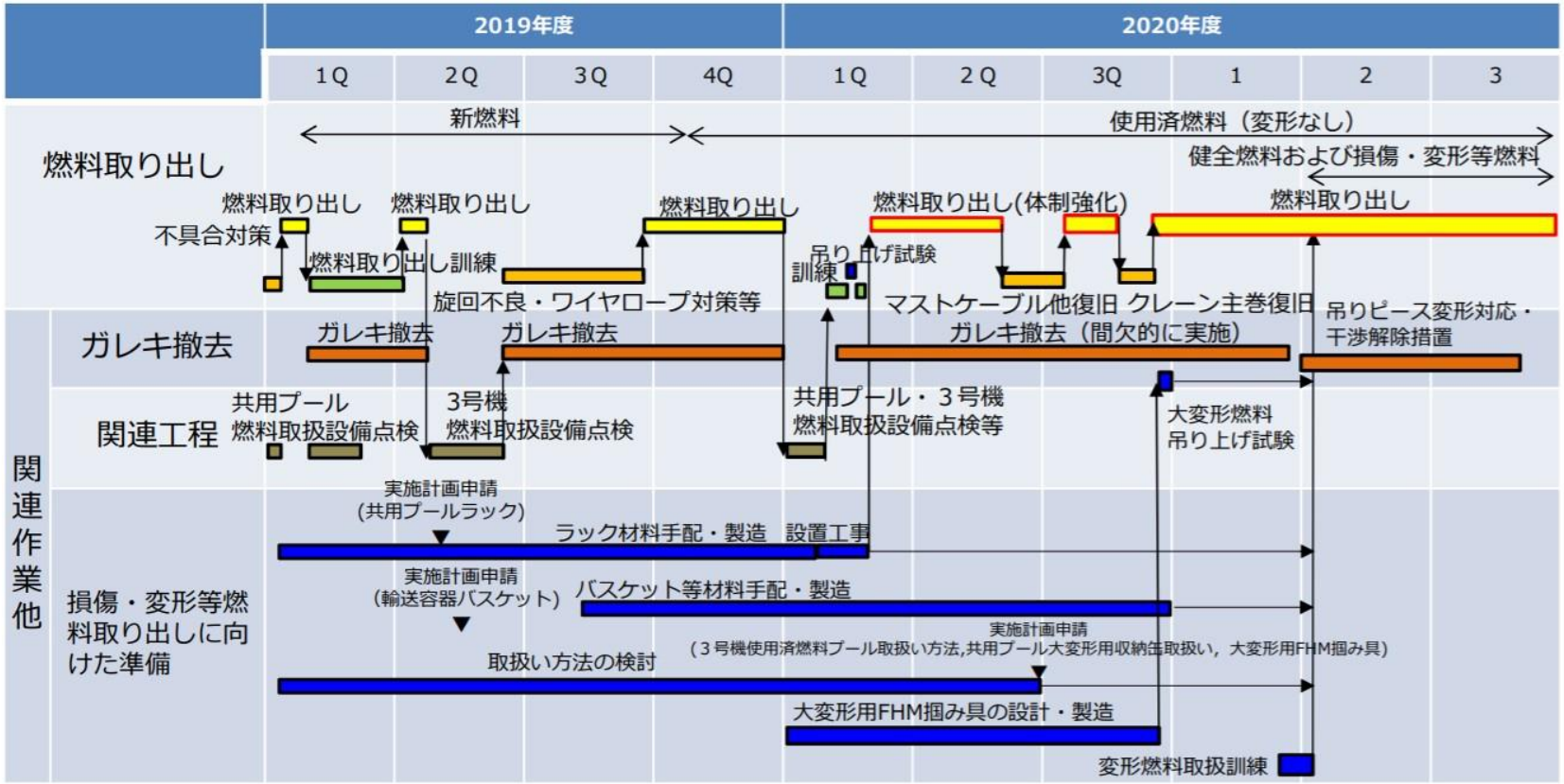
出典：2020年11月26日 第84回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/11/3-2-5.pdf

概要に戻る

8．燃料取り出しのスケジュール

TEPCO

■ ハンドル変形燃料の取り出しや干渉解除の措置等を計画的に進め,2020年度内の取り出し完了を目指す。



出典：2021年1月28日 第86回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３号機燃料取り出しの状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/01/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

㉒ 使用済み核燃料プールからの燃料取り出し作業の完了について

2021年2月28日、東京電力は、吊り上げ可能な状態にする対応が必要な燃料4体を含む最後の6体の使用済み核燃料を共用プールに移送し、2011年3月11日に3号機使用済み核燃料プールにあった全566体の使用前燃料および使用済み核燃料の取り出しを完了しました。画像は2月28日のものです。

2019年4月に取り出しを開始し、様々な機器の不具合による中断を挟みながら、2020年5月再開時の予定 参照 通り2020年度内の取り出しを完了したことになります。

東京電力はこの作業について以下のように総括しています。



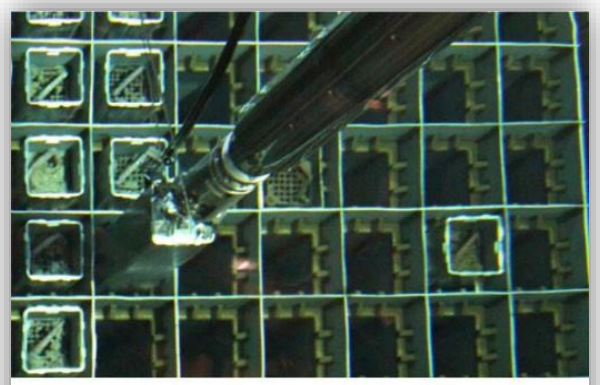
輸送容器からの吊り上げ

·3号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業は、原子炉建屋最上階床面におけるガレキ撤去および除染作業ならびに、燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備の設置など、燃料取り出しに向けた準備作業を一つひとつ積み重ねたうえで実施してまいりました。高線量環境における作業であることから、遠隔作業でガレキを撤去しながら燃料を取り出すという初めての工法となり、これまで様々な問題に直面しましたが、協力企業各社と当社が一体となり、改善を重ね取り組んだ結果、この度、予定した作業を安全に終えることができました。

·本作業で得た教訓や知見については、今後予定されている1号機および2号機使用済み燃料プールからの燃料取り出し作業に活用し、引き続き安全最優先で廃炉作業を着実に進めてまいります。



共用プールにおける作業の状況



共用プール燃料ラックへの収納

出典：2021年2月28日 資料 東京電力「福島第一原子力発電所 3号機燃料取り出し作業の実施状況について（燃料取り出し作業の終了について）」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2021/1h/rf_20210228_1.pdf

概要に戻る

修復中

㉓ 3号機から取り出した使用前燃料の共用プールでの外観点検実施について

共用プールで保管中の、3号機の使用済み核燃料プールから取り出した核燃料については、将来的な乾式保管や輸送等の取扱いに対する検討のため燃料集合体の外観点検を実施することが計画されています。

しかし、2020年3月、共用プールで保管中の使用前の核燃料（以下、使用前燃料）1体の外観点検を実施しようとしたところ、チャンネルボックス（以下、CB）が取り外せないということがありました。 参照 チャンネルボックス：用語解説へ

筆者注：CBが収納缶から外れなかった事象については2020年3月にレポートしたところですが、今回の事案はCBを燃料集合体から外せなかったという別の事案のようであり、このことはレポートできていませんでした。

このため、2021年12月から、該当使用前燃料を気中に吊り上げて状況を確認し、気中でのCBの取り外し作業、および外観点検が実施されます。

東京電力は、今回の作業で、CBの取り外し方法、燃料集合体へのガレキの混入状況・量、燃料被覆管の損傷の有無を確認し、点検していない使用前燃料の点検の要否、水中での使用済燃料のCB取り外し方法、使用済み核燃料の外観点検方法の検討、さらには事故の影響を受けた燃料に対する将来的な取り扱いの検討につなげたいとしています。

1体目は12月中に、2体目（筆者注：選定基準は不明です）については2022年1月に、作業および点検が実施される予定となっています。

次ページに点検実施結果を続報。

次々ページに、CBおよび燃料集合体（9×9燃料A型）概要図（左）、および作業概要図表（右）を出典から引用しておきます。

出典：2021年10月28日 第95回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機から取り出した使用前燃料の共用プールでの外観点検実施について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/10/95-3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

3号機から取り出した核燃料のうち、2020年3月に水中でチャンネルボックス（以下、CB）が取り外せなかった使用前核燃料1体目が2021年12月に、新たな2体目が2022年1月に外観点検が実施されました。

チャンネルボックス：用語解説へ

東京電力によると、取り外しはいずれも気中で行われ、1体目については、振動を与えることにより、2体目はそのまま、使用済み核燃料の規定荷重未満で、安全にCBの取り外しが出来たということです。

2体とも、燃料の上部タイプレート上にガレキがありましたが、1体目は前回（2020年3月）、2体目は今回水中で回収されています。

燃料集合体へのガレキの混入状況は、CB取り外し後の燃料外側では、スペーサと下部タイプレートにガレキの混入が多く見られ、燃料内側では、燃料棒上部の空間の広い箇所に多く見られたということです。

ガレキの大きさは、最大で長さ約4 cm、幅・厚さ約2 cmと報告されています。

燃料棒の損傷・変形や燃料棒以外の部材の損傷・変形等は無かったそうです。

今回の外観点検の結果を踏まえた今後の課題について、東京電力は以下の三点を挙げています。

1、2体以外の使用前核燃料の点検が必要か否かの検討

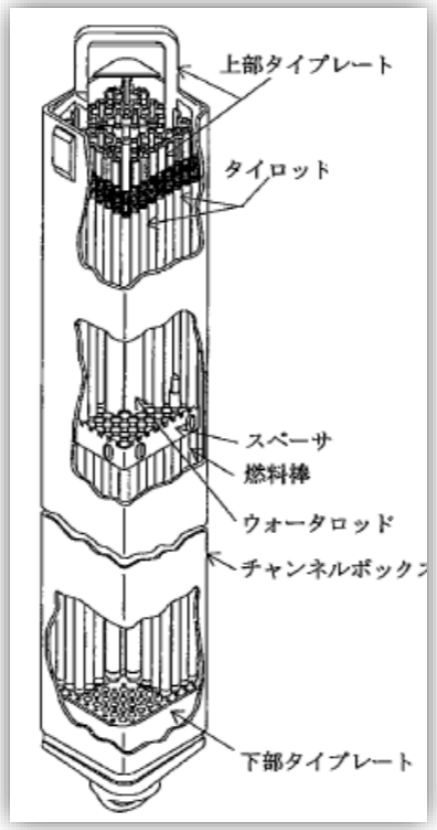
2、将来的な使用済み核燃料の水中でのCB取り外しの、振動を与える方法を含めた方法の検討

3、今回結果、および今後実施予定の使用済み核燃料の外観点検の結果を踏まえた、事故の影響を受けた核燃料に対する将来的な取り扱いの検討

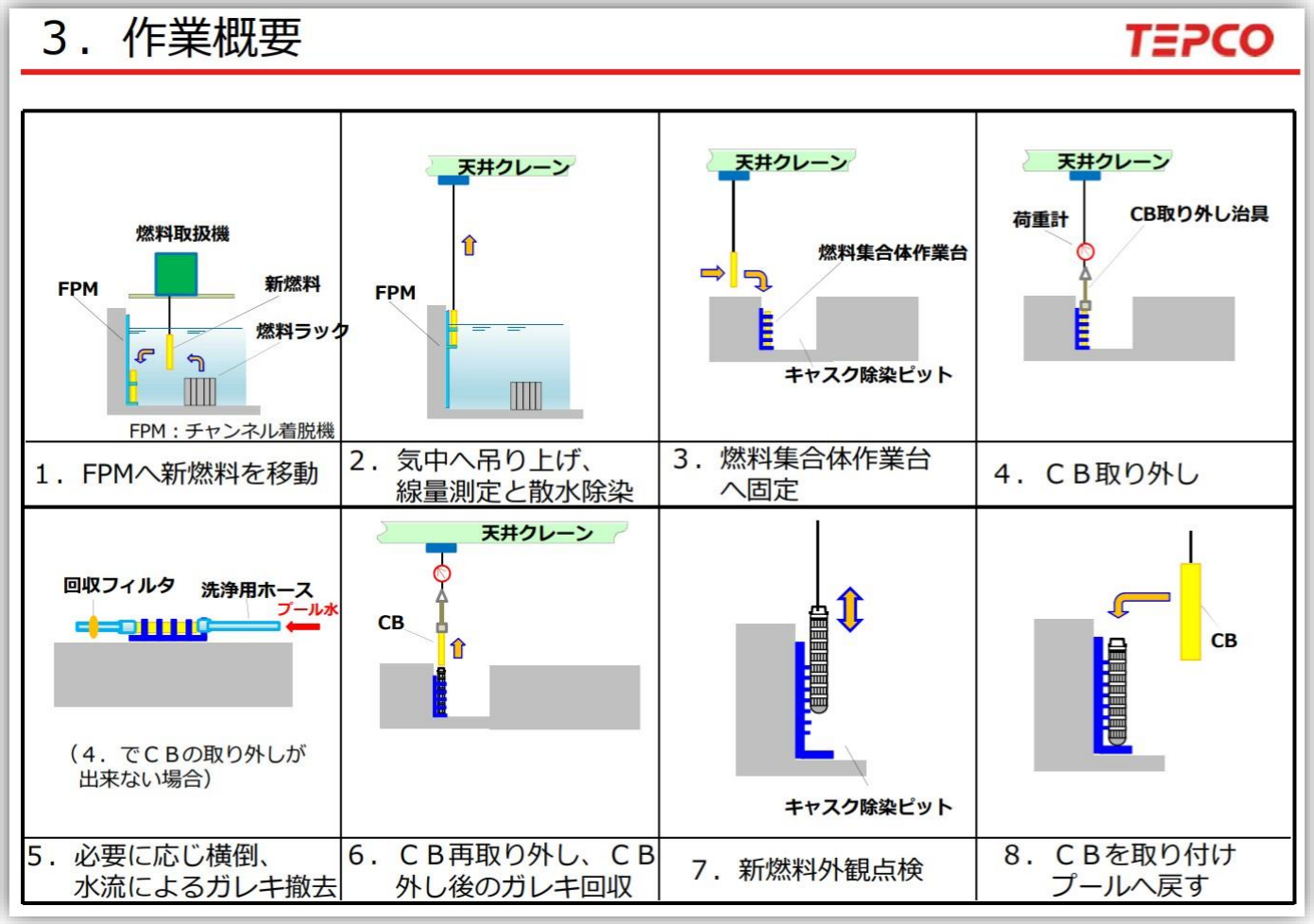
次ページのCBおよび燃料集合体（9×9燃料A型）概要図（左）、および作業概要図表（右）の引用に加え、次々ページでは新たに、今回点検の作業現場である共用プールオペフロ概要図、および今回の2体の核燃料のガレキの状態の画像を出典から引用しておきました。

出典：2022年1月27日 第98回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機から取り出した新燃料の共用プールでの外観点検の結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/01/3-3-4.pdf

概要に戻る



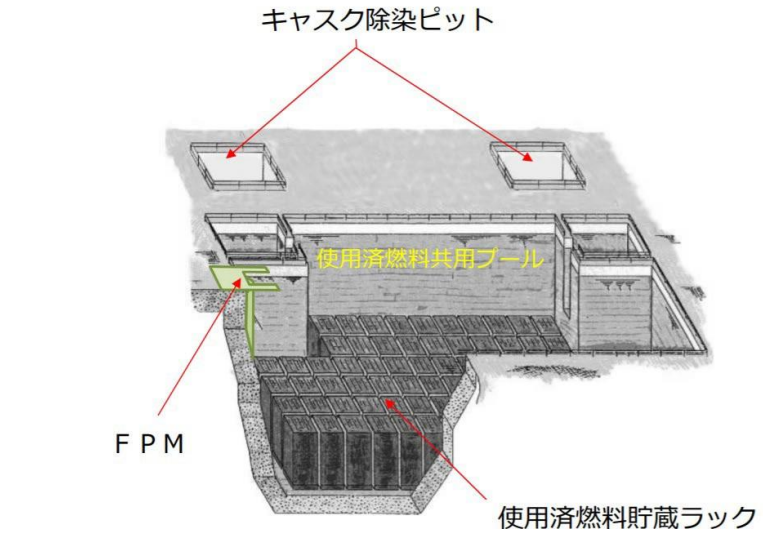
チャンネルボックス(CB)
および燃料集合体
(9×9燃料A型)概要図



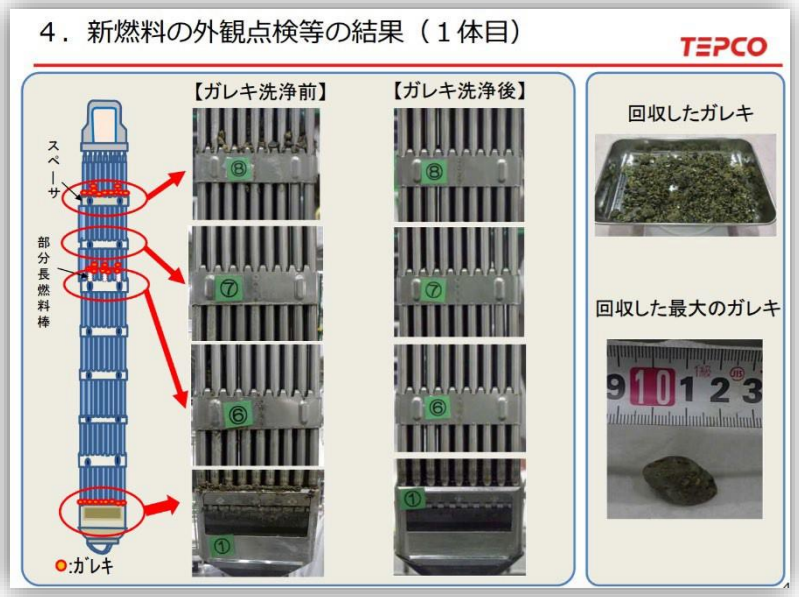
出典：2021年10月28日 第95回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機から取り出した新燃料の共用プールでの外観点検実施について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/10/95-3-2-4.pdf

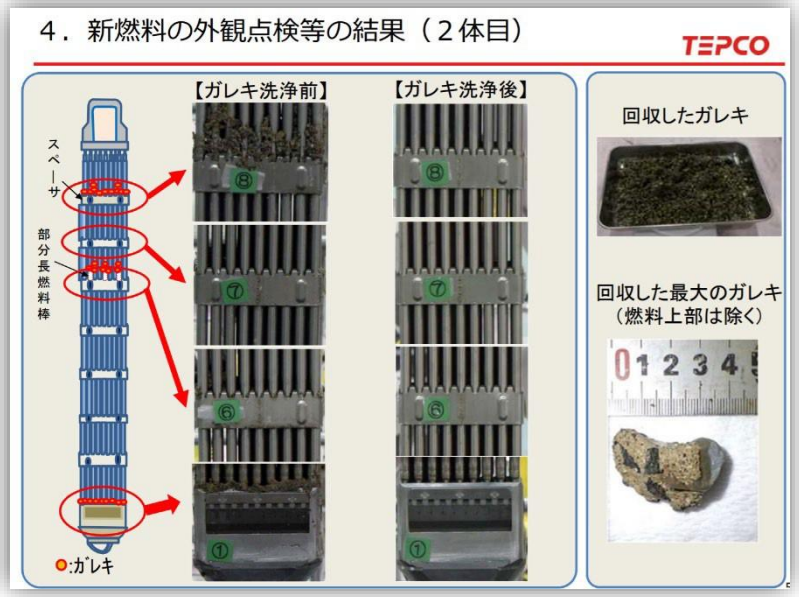
概要に戻る

（参考１）共用プールオペフロ概要図



FPM：Fuel Preparation Machine
(チャンネル着脱機)





出典：2022年1月27日 第98回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機から取り出した新燃料の共用プールでの外観点検の結果について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/01/3-3-4.pdf

概要に戻る

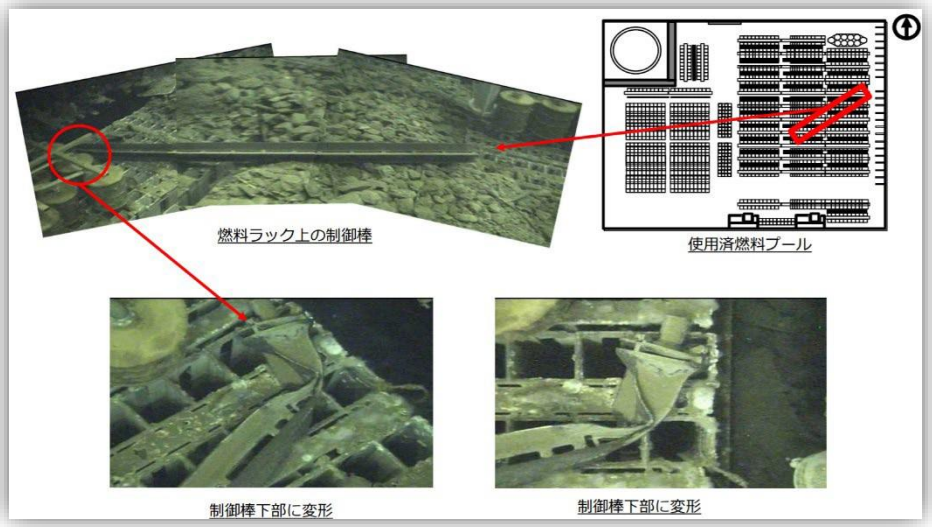
㉔ 3号機使用済み核燃料プール内の制御棒等取り出しに向けたプール内調査状況について

3号機では、2021年2月に、使用済み核燃料プール（以下、プール）からの全燃料の取り出しと地上の共用プールへの移送が完了していますが、プール内には取り出しが必要な制御棒等高線量機器が残されています。

東京電力は、2021年7月16日～2021年10月6日、プール内に残されている制御棒等高線量機器の取り出しに向けての今後の検討のため、水中カメラによる調査および線量測定を実施しました。

この結果、制御棒・制御棒ハンガー・模擬燃料・燃料ラックに変形が確認されました。東京電力によると、制御棒については、取り出しおよび輸送には影響のない範囲の変形だそうです。

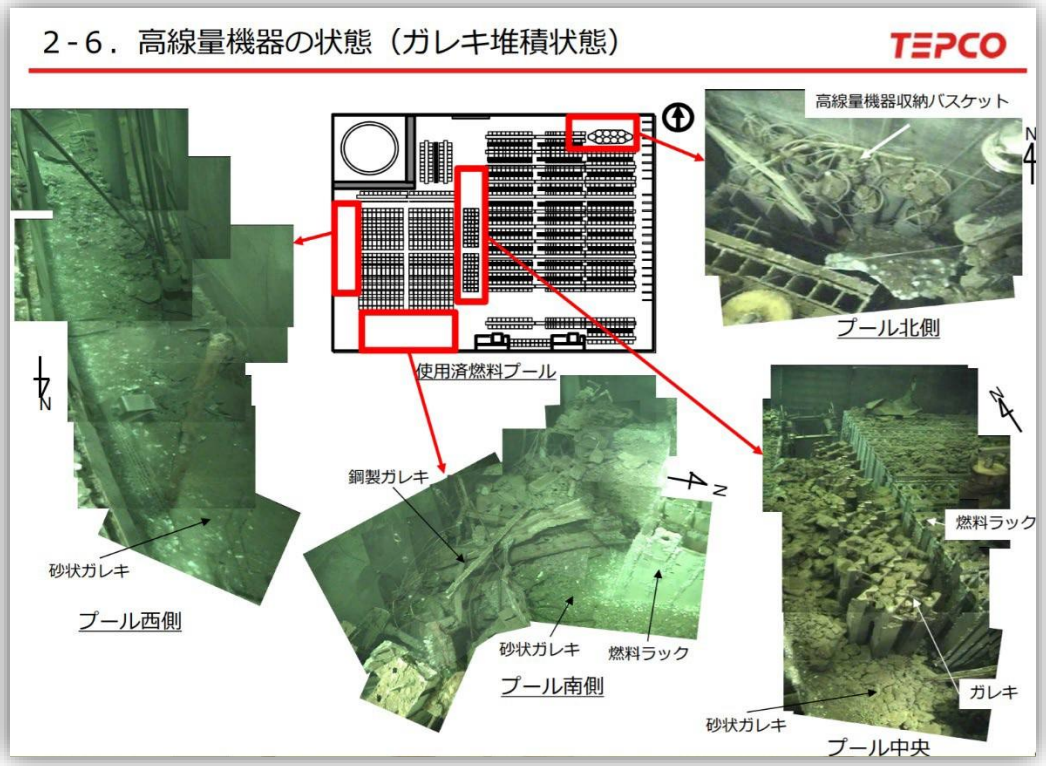
また、燃料ラック上部にコンクリートガレキが、プール底部には、砂状のガレキ堆積および鉄製ガレキが確認されました。しかし、底部にあるはずの高線量機器はプール底部のガレキの堆積により確認できなかったということです（底部ガレキ撤去後に再度調査予定）。



（次ページに続く）

出典：2021年11月26日 第96回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機使用済燃料プール内の制御棒等取り出しに向けたプール内調査状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/11/96-3-3-3.pdf

概要に戻る



線量について東京電力は、

燃料ラック上部に高い線量は確認されなかった。
プール内壁側のガレキについては、比較的高い線量の箇所があったが、底部に保管中の高線量機器の影響によるものと推定している。
今後、プール内壁側のガレキ撤去後に再度、線量測定を行う。

としています。

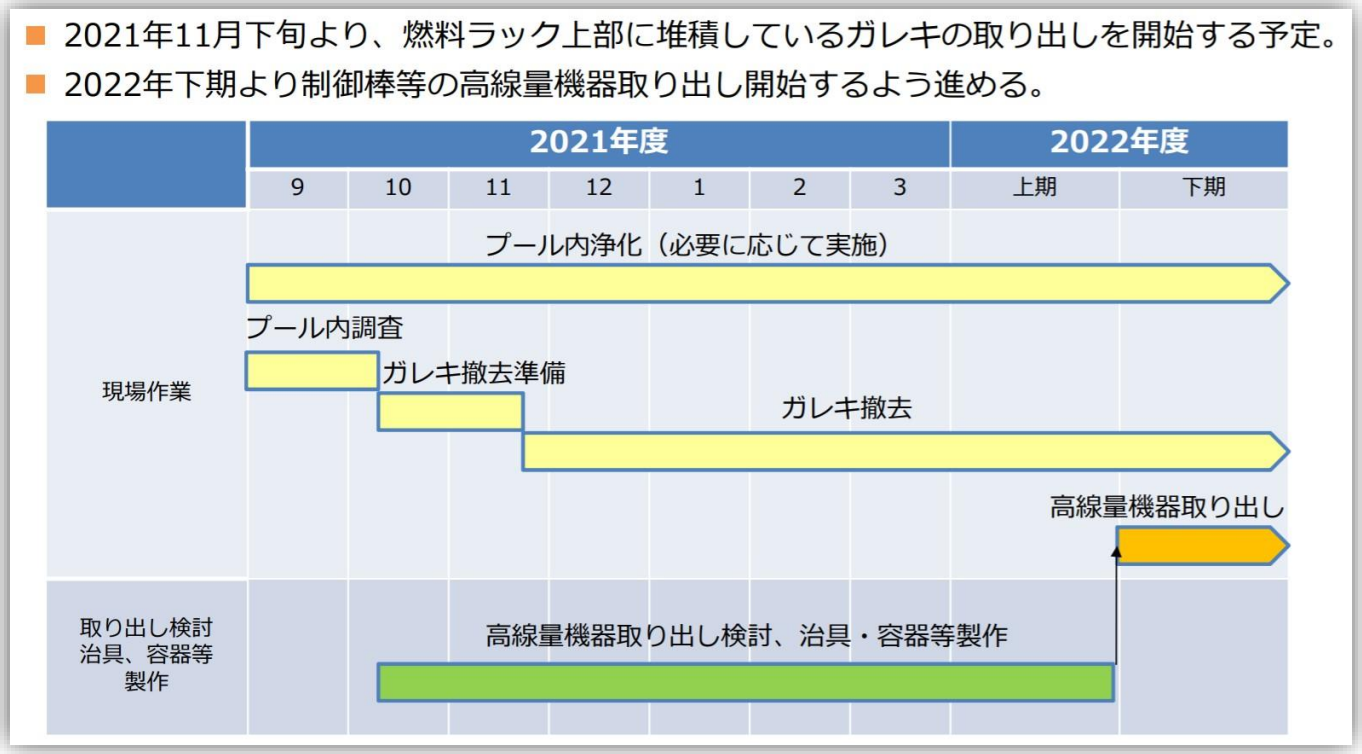
（次ページに続く）

出典：2021年11月26日 第96回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機使用済燃料プール内の制御棒等取り出しに向けたプール内調査状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/11/96-3-3-3.pdf

概要に戻る

さらに東京電力は、今後、高線量機器の取り出し方法の詳細検討を行った上、2021年11月下旬より、燃料ラック上部に堆積しているガレキの取り出しを開始、2022年下期より制御棒等の高線量機器の取り出し開始するという、下に引用したスケジュール表を示しています。

また、取り出し後の高線量機器等の輸送先については、制御棒（使用済み）・チャンネルボックス・中性子検出器についてはサイトバンカ建屋へ、燃料ラック・ガレキ等については固体廃棄物貯蔵庫等一時保管エリアを検討、ガレキの堆積により確認出来ていないプール底部の高線量機器（フィルタ他）については、ガレキ撤去後、詳細調査実施の上、輸送先を決定するそうです。



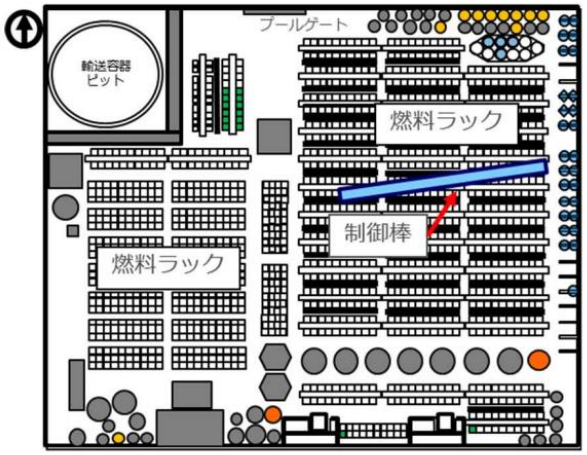
出典：2021年11月26日 第96回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「 3号機 使用済燃料プール内の制御棒等取り出しに向けたプール内調査状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/11/96-3-3-3.pdf

概要に戻る

4 (7) ㉕ 使用済み核燃料プール内の制御棒など、高線量機器取り出し計画

2021年2月に使用済み核燃料プール（以下、SFP）内からの核燃料の取り出しが終了している3号機では、SFP内には以下の高線量機器が保管されています。 （次ページに続く）

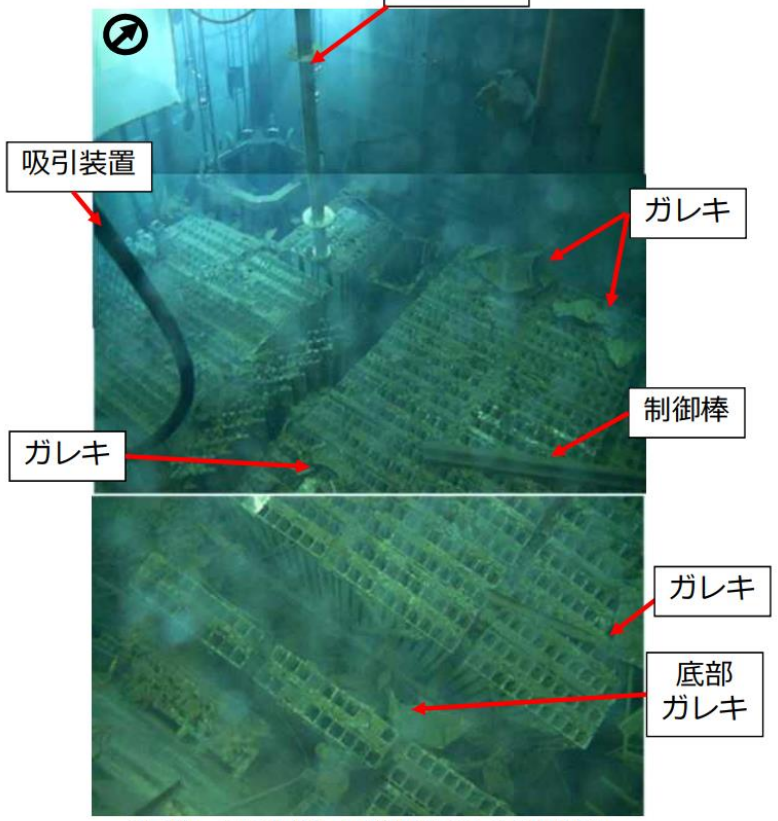
■ 現在の状態においても高線量機器取り出し開始に影響は無い。



主な高線量機器	数量
：使用済制御棒	27本
：未使用制御棒	4本
：チャンネルボックス	14本
：チャンネルファスナ	1式
：中性子検出器	1式
：フィルタ他※1	1式

※1 定期検査時などで使用したフィルタ類

3号機 SFP内高線量機器配置図（資料による確認）



3号機 SFP内ガレキ状況(2022.2.28現在)

出典：2022年10月27日 第107回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「3号機使用済燃料プール内の制御棒等高線量機器取り出しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/10/10/3-2-3.pdf

概要に戻る

東京電力は、これらの高線量機器を2022年度下期から取り出す計画を立てています。

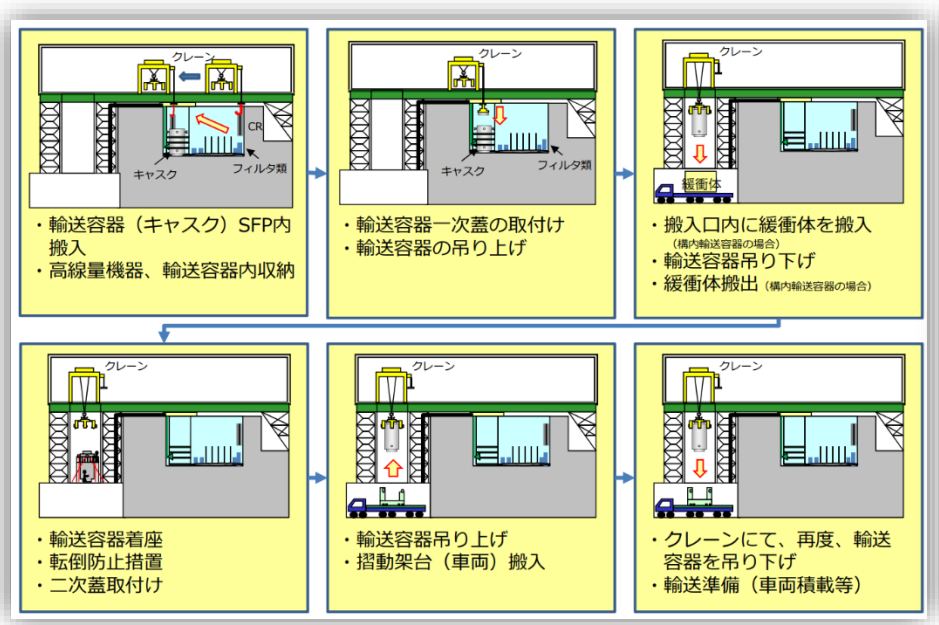
東京電力によると、取り出しについては、制御棒の取り出しから開始する計画であり、3号機燃料取り出しに使用した構内輸送容器等を使用して既設サイトバンカや固体廃棄物貯蔵庫へ輸送、保管するということです。

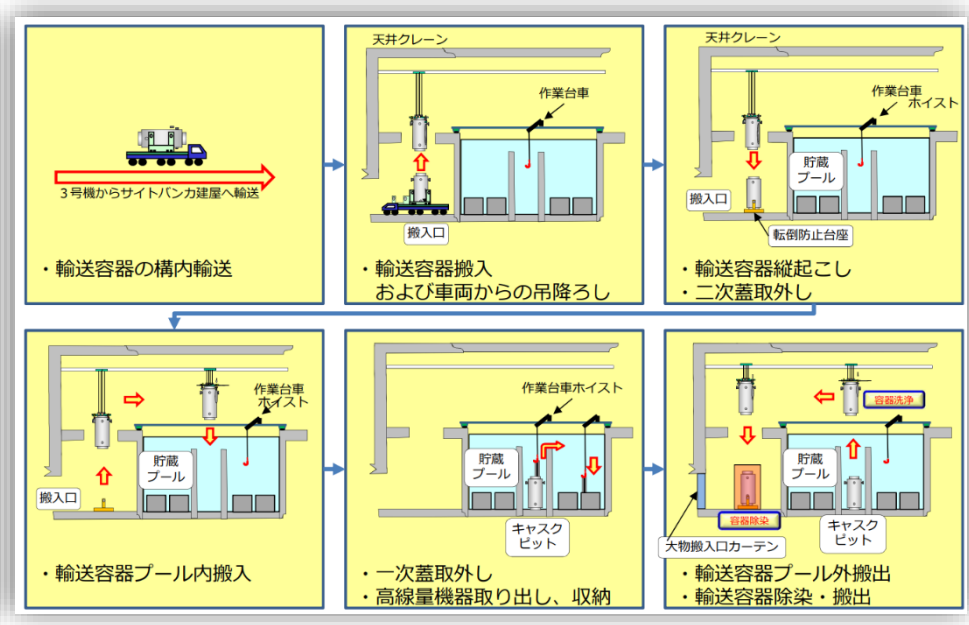
高線量機器取り出しはクレーンを主に使用し、遠隔操作による無人作業で実施しますが、高線量機器は様々な場所に配置されているため、作業補助のために作業台車を設置し、作業台車上では、プール内移動前後の吊具操作やワイヤ切断等の作業を有人で実施するそうです。(高線量機器移動は、遠隔操作で実施)

下左図が3号機での作業の概要、右図がサイトバンカでの作業の概要です。

サイトバンカは低線量エリアであり、作業は有人で行うということです。

(次ページにSFP線量測定結果とスケジュール)



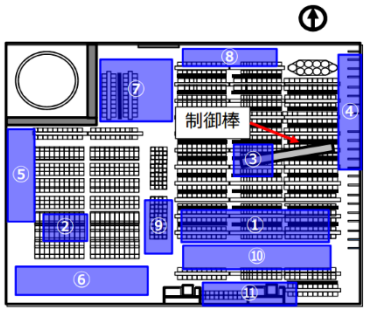


出典:2022年10月27日 第107回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力
「3号機使用済燃料プール内の制御棒等高線量機器取り出しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/10/10/3-2-3.pdf

概要に戻る

- 燃料ラック上部に高い線量は確認されなかった。
- プール内壁側のガレキについては、比較的高い線量の箇所があったが、底部に保管中の高線量機器の影響によるものと推定している。
- 今後、プール内壁側のガレキ撤去後に再度、線量測定を行う。

線量測定結果（水中）（代表）



使用済燃料プール

測定No	測定箇所※1	測定値
①	燃料ラック上部（南東側）	約0.3～0.5mSv/ h
②	燃料ラック上部（南西側）	約0.06mSv/ h
③	制御棒（燃料ラック上）	約265mSv/ h
④	制御棒（ハンガー）	約80mSv/ h ～1.5Sv/ h
⑤	プール西側ガレキ	約1.1～1.8mSv/ h
⑥	プール南側ガレキ	約0.6～50mSv/ h
⑦	プール北側ガレキ	約2.4～16mSv/ h
⑧	プール北側ガレキ	約2.0～16mSv/ h
⑨	プール中央ガレキ	約0.6～20mSv/ h
⑩	プール南側ガレキ	約0.3～0.5mSv/ h
⑪	チャンネルボックス・ラック	約1.0～2.2mSv/ h

※1 測定対象から0.5～1m程度上部にて線量測定を実施

←SFP線量測定結果

スケジュール
↓

- 作業台車の設置等の関連工事を進め、関連工事が完了次第、準備作業として実際の輸送容器を使用したワンスルーの確認を実施する。
- ワンスルーの確認後、準備が整い次第、高線量機器取り出しを開始する。



出典：2022年10月27日 第107回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「3号機使用済燃料プール内の制御棒等高線量機器取り出しについて」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2022/10/10/3-2-3.pdf

概要に戻る

修復中

5 3/4号機排気筒 落下物対応について

東京電力によると、2019年1月9日午前11時45分頃、4号機廃棄物処理建屋周辺において、東京電力社員が鉄板（約25 cm×約180 cm,厚さ約6 mm,重量約22 kg）の落下物があることを確認しました。

そしてこれは、3/4号機排気筒の地上から高さ約76 mにあるメンテナンス用の足場材が落下したものであると判断しました。 臨時点検に戻る

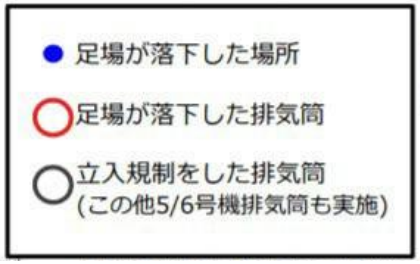
落下点周辺では、作業はしていませんでしたが、当該エリア含む構内4カ所の排気筒において、直ちに半径33 mの範囲を区画・立ち入り規制を行い、安全を確保する対応を取っているとのことです。

後述する1/2号機排気筒の状態把握が懸念されます。





メンテナンス用の足場があった箇所
（地上約76m）





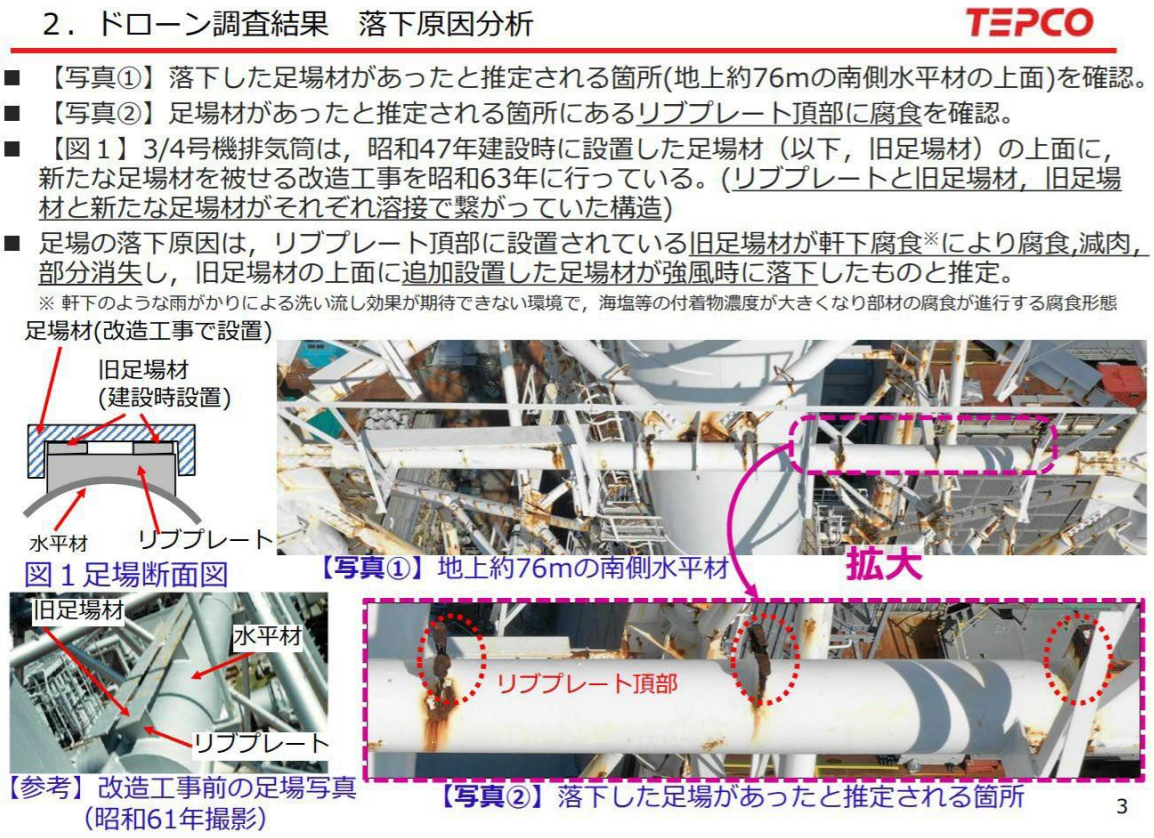
落下した点検用の足場

出典： 2019年1月31日 第62回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「３／4号機排気筒落下物対応について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/3-2-7.pdf

概要に戻る

東京電力によると、3月8日・15日には3/4号機排気筒を対象にドローン調査が実施され、落下リスク低減対策検討のための線量測定が4月10日・12日にタービン建屋集中排気筒と3/4号機排気筒でこれもドローンを用いて実施されています。

そしてこれらの結果を踏まえ、今後落下リスク低減対策の検討を進めていくとされています。
下と次ページに3月8日・15日調査、次々ページに4月10日・12日調査に関する画像と解説、データ等をアップしておきます。



出典： 2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「３／4号機排気筒 落下物対応について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-6.pdf

概要に戻る

3－1．ドローン調査結果　劣化が疑われる箇所の確認①

TEPCO

- 【写真①】落下した足場材があったと推定される箇所（地上約76m付近・写真緑色枠）に隣接する足場材の内、西側に残っている足場材(写真水色枠)に浮き上がりが見られ、中央部の足場材(写真紫色枠)はリブプレートを残して落下したと推定される。
- 【写真③】足場材の浮き上がりを斜め下方向から撮影したところ，足場材の下面にある建設時の旧足場材の腐食，変形と共に，足場材の片側が浮き上がっている状況を確認。
- 当該足場材は現時点で２箇所以上が水平材と接合していると推定されるが，今後，落下リスク低減対策の検討を進めていく。



【写真①】地上約76mの南側水平材（再掲）



【写真③】足場落下箇所の西側隣接部

3－2．ドローン調査結果　劣化が疑われる箇所の確認②

TEPCO

- 臨時点検において劣化が疑われる箇所について，ドローン調査においても，足場の下面を固定している旧足場材が腐食，減肉，部分消失していることを確認。直ちに落下しそうな足場材は確認されなかったが，落下リスク低減対策の検討を進めていく。
- 【写真④～⑥】腐食が確認された旧足場材は地上約18,30,76,86,94mにあるが，特に排気筒中段より上部の約76,86,94mで腐食の進行が見られる。これは，排気筒の海側にある３号機タービン建屋（高さ約26m）よりも高い位置にあることも影響していると考えられる。
- 【写真⑦】旧足場材が無い箇所には腐食が見られない。（旧足場材が無い箇所はP.12参照）



【写真④】北側約94m付近



【写真⑤】北側約86m付近



【写真⑥】北側約76m付近



【写真⑦】北側約100m付近

出典： 2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「３／4号機排気筒落下物対応について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-6.pdf

概要に戻る

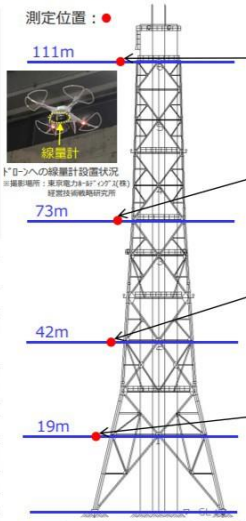
排気筒ドローン調査結果　タービン建屋集中排気筒の線量測定

TEPCO

■ 4月10日にタービン建屋集中排気筒の**北側**でドローンを用いた線量測定を実施し，この結果も踏まえて落下リスク低減対策検討を進めていく。

測定位置：4箇所
・排気筒の北側
・高さ ①111m ②73m
③42m ④19m
・筒身からの距離（目測）
高さ111m,73m：約5m
高さ42m：約6m
高さ19m：約10m
・1箇所につき4方向の線量を測定。





タービン建屋集中排気筒

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.032	0.031	0.032	0.030	0.029	0.030	0.038	0.036
	0.031		0.029		0.030		0.036	
	0.031		0.030		0.029		0.035	
	0.031		0.030		0.031		0.034	
	0.031		0.029		0.032		-	
	0.030		0.029		-		-	

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.028	0.029	0.034	0.029	0.027	0.029	0.038	0.035
	0.027		0.032		0.029		0.035	
	0.027		0.030		0.030		0.033	
	0.029		0.026		0.030		0.034	
	0.030		0.027		0.029		-	
	0.030		0.027		0.030		-	

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.026	0.027	0.029	0.025	0.025	0.026	0.027	0.028
	0.027		0.026		0.025		0.027	
	0.027		0.023		0.026		0.029	
	0.028		0.023		0.026		0.028	
	0.027		0.023		0.026		-	
	0.027		0.023		-		-	

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.022	0.021	0.023	0.022	0.022	0.022	0.023	0.022
	0.021		0.024		0.022		0.023	
	0.022		0.022		0.022		0.020	
	0.022		0.022		0.022		0.020	
	0.021		0.021		0.021		0.024	
	0.020		0.022		0.022		0.022	

※測定値は1秒に1回測定した値を10秒平均した線量計からの出力値（小数点以下3桁に四捨五入）。
※東平均、西平均、南平均、北平均は測定値の各方位ごとの平均値を小数点以下3桁に四捨五入。

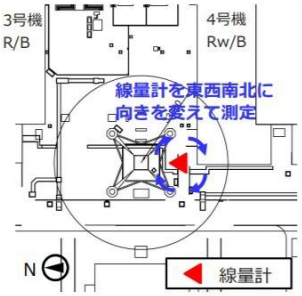
2

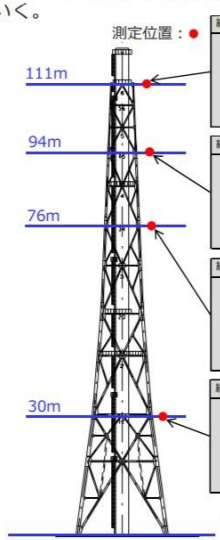
排気筒ドローン調査結果　3/4号機排気筒の線量測定

TEPCO

■ 4月12日に3/4号機排気筒の**南側**でドローンを用いた線量測定を実施し，この結果も踏まえて落下リスク低減対策検討を進めていく。

測定位置：4箇所
・排気筒の南側
・高さ ①111m ②94m
③76m ④30m
・筒身からの距離（目測）
高さ111m,94m,76m：約5m
高さ19m：約9m
・1箇所につき4方向の線量を測定。





3/4号機排気筒

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.109	0.113	0.107	0.111	0.110	0.107	0.109	0.111
	0.107		0.110		0.108		0.113	
	0.116		0.111		0.107		0.110	
	0.115		0.112		0.105		0.112	
	0.114		0.113		0.108		0.111	
	0.115		0.110		0.106		0.111	

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.127	0.126	0.124	0.125	0.124	0.121	0.117	0.118
	0.128		0.125		0.120		0.118	
	0.131		0.127		0.121		0.117	
	0.123		0.126		0.125		0.117	
	0.121		0.124		0.118		0.118	
	0.123		0.123		0.117		0.121	

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.165	0.168	0.149	0.151	0.147	0.144	0.150	0.151
	0.168		0.152		0.143		0.153	
	0.168		0.152		0.144		0.157	
	0.168		0.150		0.144		0.146	
	0.169		0.154		0.140		0.149	
	0.170		0.148		0.143		0.153	

線量計の向き	東	東平均	西	西平均	南	南平均	北	北平均
測定値 [mSv/h]	0.332	0.337	0.312	0.316	0.291	0.301	0.311	0.314
	0.335		0.322		0.300		0.307	
	0.341		0.321		0.302		0.312	
	0.340		0.315		0.302		0.315	
	0.341		0.313		0.305		0.322	
	0.332		0.310		0.304		0.319	

※測定値は1秒に1回測定した値を10秒平均した線量計からの出力値（小数点以下3桁に四捨五入）。
※東平均、西平均、南平均、北平均は測定値の各方位ごとの平均値を小数点以下3桁に四捨五入。

3

排気筒ドローン調査結果　タービン建屋集中排気筒の劣化が疑われる箇所の確認

TEPCO

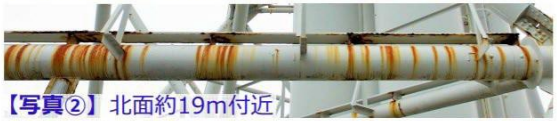
■ 4月10日にタービン建屋集中排気筒のドローン調査において劣化が疑われる機器等を確認した。
■ 【写真①】劣化が疑われる機器周辺を確認した結果、機器を固定している鋼材の表面に発錆がみられた。固定治具（ボルト･ナット，Cクランプ，ワイヤ等）に欠損等はみられないが、腐食の進み具合いは確認できなかった。
■ 【写真②】下層部の足場材には腐食が見られるが、直ちに落下しそうな状況ではない。
■ 【写真③】中層部から上層部の足場材には腐食が見られない。
■ 腐食の状況と線量測定結果を踏まえて、タービン建屋集中排気筒の落下リスク低減対策の検討を進める。



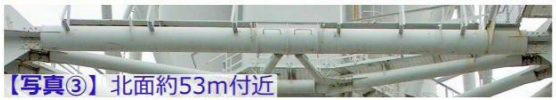
【写真①】北面約42m付近



【参考】臨時点検時の写真
(2019年1月撮影)



【写真②】北面約19m付近



【写真③】北面約53m付近

4

概要に戻る

SGTS配管の一部撤去に戻る

6 （1） 1/2号機排気筒解体について

2018年6月28日の廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第55回）で久方ぶりに1/2号機排気筒問題が取り上げられ、「使用済燃料プール対策」の一部として、東京電力から資料「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体について」が提出されました。福島第一原子力発電所には、事故時に1号機のベントに使われた1/2号機排気筒を含め「排気筒」が4基あります。

（筆者注：この課題については2号機の使用済み核燃料の取り出し作業と競合する可能性があるためこの括りで取り上げられることになったと想像します）。

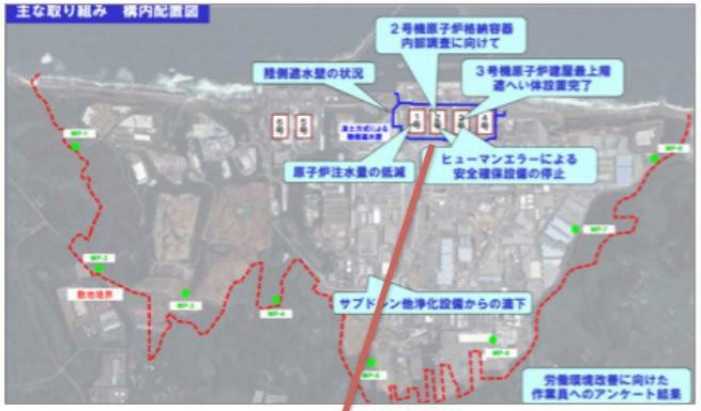
以下は筆者が2017年公益社団法人福島原発行動隊発行のSVCF通信83号に、この問題について書いたレポートの一部です。この問題の2017年2月までの経過が比較的よくまとめられていると思うので、これを引用し1/2号機排気筒問題の概要とします。なお以下の引用の出典はSVCF通信83号に示してありますので省略します。

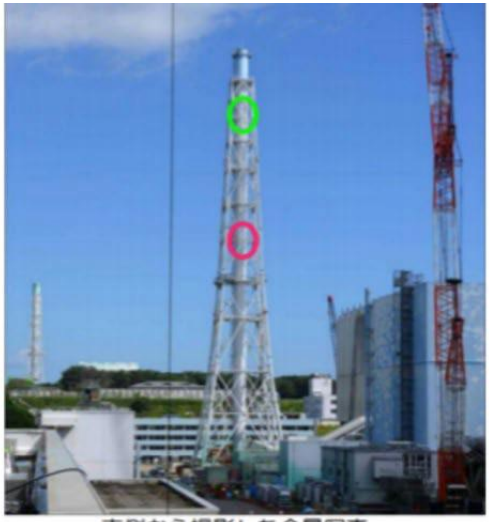
1/2号機排気筒問題について経過と現状をおさらいしておきます。　まず1/2号機排気筒とは何かというところから。排気筒とは、原発から出る排気を環境中に安全に放出するための設備＝煙突です。1/2号機排気筒は1号機と2号機の間にあり高さは約120 m。その66 m付近の支えがおそらく事故の際の水素爆発で壊れています。事故の際、この排気筒から高濃度放射性物質を含む蒸気を放出（ベント）したため、現在も内部は高濃度で汚染されたままです。では、それがどこにあるのか、どんな風に壊れているのかを画像で見てみましょう。

出典：東京電力ホームページ「安全性向上への取り組み １／２号機共用排気筒の解体」
https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/safety/
2018年6月28日 第55回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議報告 経済産業省
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/index.html
2018年6月28日第55回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1/2号機排気筒解体について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-6.pdf
2017年2月27日 公益社団法人福島原発行動隊「SVCF通信 Vol.83」
http://svcf.jp/wp/wp-content/uploads/2017/03/20170227SVCF通信83号：送信用.pdf

概要に戻る

修復中





南側から撮影した全景写真

- 健全箇所の例
- 破断箇所の例
- 変形箇所の例





裏側



健全と判断した箇所の例



破断及び変形と判断した箇所の例

4月11日速報に戻る

出典：2017年2月27日 公益社団法人福島原発行動隊 「SVCF通信第83号」
http://svcf.jp/wp/wp-content/uploads/2017/03/20170227SVCF通信83号：送信用.pdf

概要に戻る

その次は汚染の状況です。昨年（筆者注：2016年）12月5日の女性自身web版では、元東電社員の方による、排気筒内部に100兆 Bq以上という放射能に汚染された粉じんが溜まっており、これが地震による倒壊により大気中に一気に噴き出す恐れがあるという推定を紹介しています https://jisin.jp/domestic/1623722/ が、ここでは東京電力が公表した資料によって見ていきます。

排気筒の底部、非常用ガス処理系（SGTS）配管接合部というところの線量です。
東京電力は、2011年7月31日にガンマカメラ調査で高線量箇所を確認したため、8月1日に当該部を測定し、10 Sv/h超えの線量率を確認しています。2013年11月の測定では最大95 mSv/h、線源の線量率については25 Sv/hと推定しています。

SGTS配管撤去調査方針に戻る SGTS配管調査結果に戻る 配管の一部撤去にもどる

ちなみに25 Sv/hという線量率は、これを1時間浴びれば、数時間以内から重度の悪心、嘔吐、水性下痢などの症状を生じ、重症例ではショック，腎不全，心血管虚脱を生じる消化管症候群を引き起こすそうです。これによる死亡は、通常事故後8～14日で生じます。また造血器症候群も併発します。さらに、心血管・中枢神経症候群を生じ、被ばく後数分以内に灼熱感、1時間以内に悪心・嘔吐、疲憊、失調・錯乱の神経学的徴候を生じさせ、通常24～48時間で死亡します。

撤去の開始と中断に戻る

ではこの問題に対し、これまでどのような対応がとられ、今後どうなるのでしょうか？このような状態の1/2号機排気筒について、原子力規制委員会は2015年10月に東京電力に対し、解体に向けた検討を速やかに取りまとめるよう指示しています。東京電力はこれを受け、2016年4月25日の原子力規制委員会・第42回特定原子力施設監視・評価検討会で、現行基準地震動600 Gal(東北地方太平洋沖地震と同程度)に対する耐震安全性は確保されているが、より高い裕度を確保するため、2018年度から排気筒上半分の解体に着手すると発表しました。

出典：2017年2月27日 公益社団法人福島原発行動隊 「SVCF通信第83号」
http://svcf.jp/wp/wp-content/uploads/2017/03/20170227SVCF通信83号：送信用.pdf

概要に戻る

昨年（筆者注：2016年）9月27日・30日にはドローンによる排気筒内部の調査が試みられましたが、二回とも吊り下げた線量計が排気筒内部の何かに引っかかり落ちてしまいました。この結果を受け、東京電力は 10月20日にドローンに取り付けたカメラによる排気筒内部の調査を行い、上端から約20 mのところに図面にない構造物が確認されたため、今後、筒身内部の線量調査は実施せず、これまでに実施した筒身外部の線量調査結果をもとに評価を実施する予定としています。あまりの高線量で人が近づくこともできないこの排気筒（の上半分）をどのように解体するのか？東京電力は現在のところ、大型クレーンを使用して解体するとしていますが、その場合でも、排気筒の切断位置は高所であり、複雑な構造であることから落下防止のために対象部材の形状に応じて把持しながら切断する機器の開発が必要であり、筒身を解体する際にダストが飛散する可能性があるため、飛散抑制対策の検討が必要と今後解決を要する課題を挙げています。

長くなりましたが、ここまでが2017年2月の「SVCF通信 Vol.83」からの引用です。これ以降、東京電力等は解体工法・機器の研究・開発に努めてきたようです。

この間、何回か資料の発表もありましたが、上記の引用から、今回の東京電力資料「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体について」まで跳んでも、この問題の理解に大きな支障はないと思われるので、次ページ以降今回の計画について紹介します。

出典： 2017年2月27日 公益社団法人福島原発行動隊 「SVCF通信第83号」
http://svcf.jp/wp/wp-content/uploads/2017/03/20170227SVCF通信83号：送信用.pdf

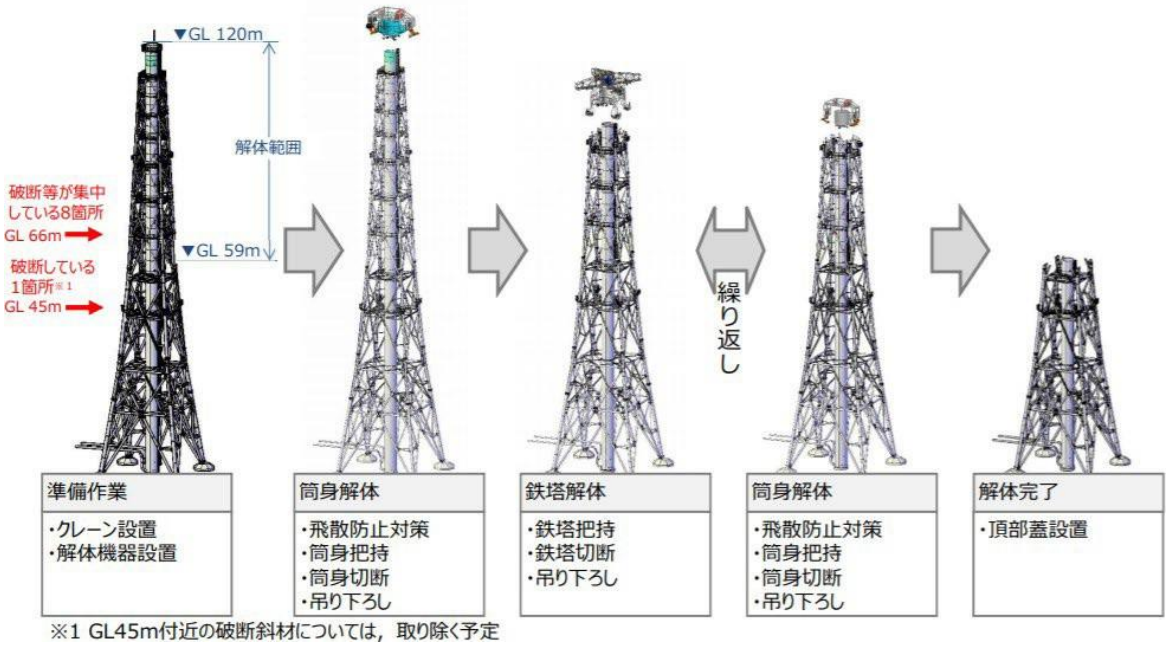
概要に戻る

東京電力は、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であり、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としています。また、現在、排気筒解体のための解体装置を製作中であり、さらに2018年8月に予定しているモックアップ試験（排気筒実物大模型による実証試験）に向けて、3月から排気筒実物大模型設置に着手しています（この場所については現在のところ分かりません）。

なおこの計画については、以下に東京電力資料「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体について」からの引用をそのまま示すにとどめます。

（排気筒解体計画）

- 燃料取り出し工事で使用する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。
- 筒身と鉄塔のそれぞれについて，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,鉄塔・筒身の順に解体を繰り返す。



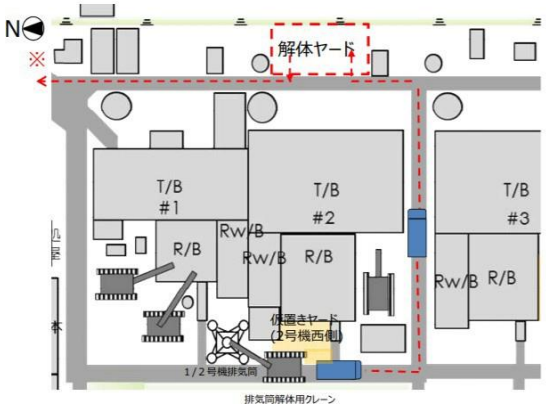
※1 GL45m付近の破断斜材については，取り除く予定

出典： 2018年6月28日第55回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1/2号機排気筒解体について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-6.pdf

概要に戻る

（解体金属ガレキ保管・管理計画）

- 解体した部材は，２号機西側の仮置きヤードに吊り降ろし，解体ヤードへ運搬し小割解体する。
- 小割した部材は，表面線量率に応じて構内の固体廃棄物貯蔵庫・一時保管エリアに保管・管理を行う計画である。



※金属瓦礫類保管・管理

- 1～30mSv/hの金属瓦礫は固体廃棄物貯蔵庫
- 0.1～1mSv以下：一時保管エリア及び固体廃棄物貯蔵庫9棟
- 0.1mSv/ｈ未満：一時保管エリア

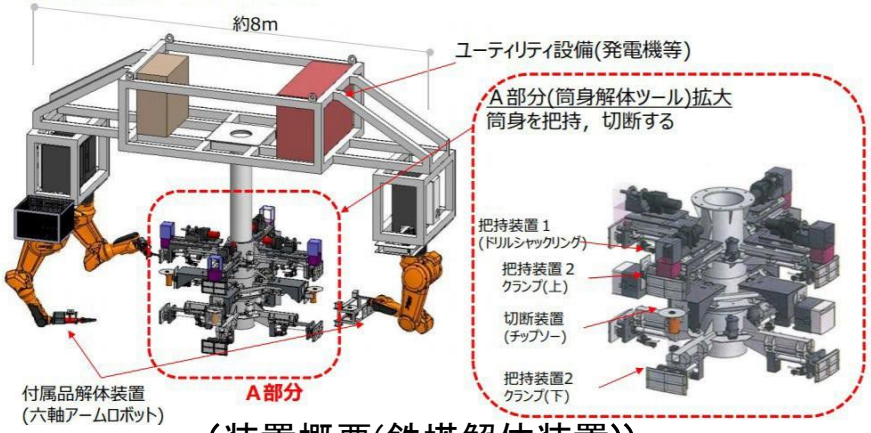
（スケジュール）

- 解体装置の詳細設計は完了し，装置製作を実施中。
- 8月から開始する解体装置の実証試験において，施工計画(作業手順や所要時間等)の検証作業を行い，排気筒解体工事の工事期間を確定する予定。
- 2018年12月より，福島第一構内での準備作業(解体装置の組立等)に着手する予定。

	2017年度		2018年度		2019年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
1．解体装置設計						
2．解体装置製作						
装置製作図作成						
資材調達						
筒身解体装置 装置組立						
筒身解体装置 単体動作試験						
鉄塔解体装置 装置組立						
鉄塔解体装置 単体動作試験						
通信システム確認						
3．モックアップ(実証試験)						
計画						
試験体設置						
解体装置の性能検証						
施工計画の検証						
4．施工計画・解体工事						
施工計画検討						
排気筒解体工事						

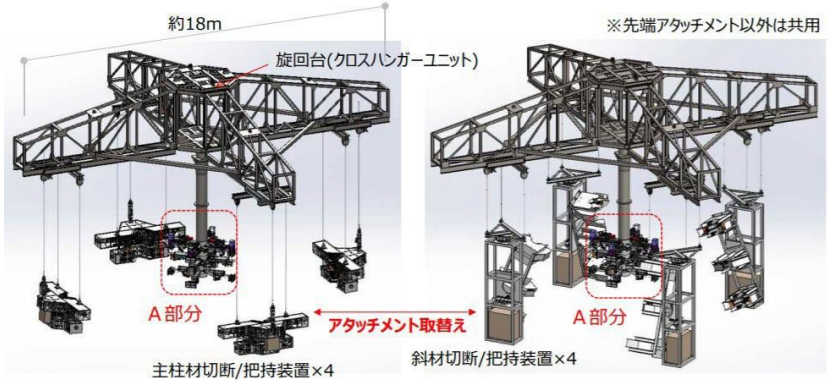
（排気筒解体装置概要（筒身解体装置））

- 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筒身外部の付属品(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。



（装置概要(鉄塔解体装置)）

- 鉄塔解体装置は，筒身解体ツール(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把持・固定する。
- 旋回台(クロスハンガーユニット)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。
- 鉄塔解体装置は，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。



出典： 2018年6月28日第55回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1/2号機排気筒解体について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-6.pdf

概要に戻る

（装置の組立状況）

■ 筒身解体装置，鉄塔解体装置（主柱材用･斜材用）の装置を組み立て中



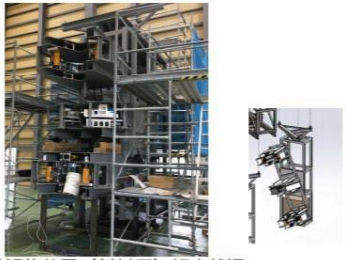
筒身解体装置 組立状況



鉄塔解体装置（主柱材用）組立状況



飛散防止剤散布装置



鉄塔解体装置（斜材用）組立状況

（実証試験概要･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号機は、現在使用済み核燃料の取り出しに向け原子炉建屋上部を解体するための準備作業として、原子炉建屋5階西側壁に穴を開け、オペレーティングフロアの調査を開始しています。前ページ左上の図から分かる通り、2号機原子炉建屋と1/2号機排気筒は近接しており、1/2号機排気筒を解体した部材を降ろす場所は、2号機原子炉建屋西側＝オペレーティングフロア調査のための構台が設置してある場所と重なります。

混乱なく二つの作業が進められるよう祈るばかりですが、経過を見守っていきたいと思います。

出典： 2018年6月28日第55回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1/2号機排気筒解体について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-6.pdf
2018年10月25日 第59回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「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）」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/3-2-7.pdf

概要に戻る

実証試験は、解体装置の性能検証(Step1)については完了し，2018年11月13日から施工計画検証(Step2)に入っています。

東京電力は、Step1で明らかになった課題と対策を下図のように整理しています。

No.	項目	Step１で確認した内容	対応･改善策
1	筒身切断	筒身切断時には切断装置をカバーで覆い吸引しているが，切粉がチップソー本体のモーター給気口より入り，モーターコイル等に付着し地絡により発電機が停止することがあった。	【装置の改良】 吸引カバー内のモーター部に別カバーを設置
2	鉄塔･筒身一括除却	鉄塔の主柱材･斜材の切断をカメラ映像で判断していた。切断部材の表層には切断線が確認できたが，部材の一部を切り残す事象を確認した。	【装置の改良】 チップソーのセンサ調整で稼働範囲拡大 【施工手順の見直し】 カメラ画像に加え，クランプ操作で切断を確認
3	筒身外周切断	1枚のチップソー刃で1周（約10m）を切断できることを要素試験で確認していたが，実証試験ではチップソー刃が振動し，当初想定より刃の摩耗が早いことがわかった。	【装置の改良】 チップソーの固定度向上等について検討
4	通信	悪天候時やクレーンの配置によって，通信障害が発生することがあった。	【装置の改良】 アンテナの向きの変更 「中継器の追加」「有線化」を含め検討
5	付属品切断	6軸アームロボットの油圧カッターの設置角度によっては付属品の一部が一度の刃入れで切断出来ない事象を確認した。	【装置の改良】 刃先端形状を変更
6	鉄塔K型斜材切断	解体装置をK型斜材に設置する際の主柱材とのクリアランスが小さい(切断作業には支障なし)	【装置の改良】 斜材切断装置をスリム化
7	近接センサー	解体装置と鉄塔･筒身等の接触を防ぐ近接センサーの一部に機能不良を確認した。（カメラ目視･装置のリミットにより，接触は回避可能）	【装置の改良】 メーカーによる故障原因を分析 【施工手順の見直し】 センサー不良時の対応手順を整備

出典： 2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「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）」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-5.pdf

概要に戻る

さらに、実証試験とイチエフ内排気筒現場との作業条件の違いとそれへの対応を、下図のように整理しています。

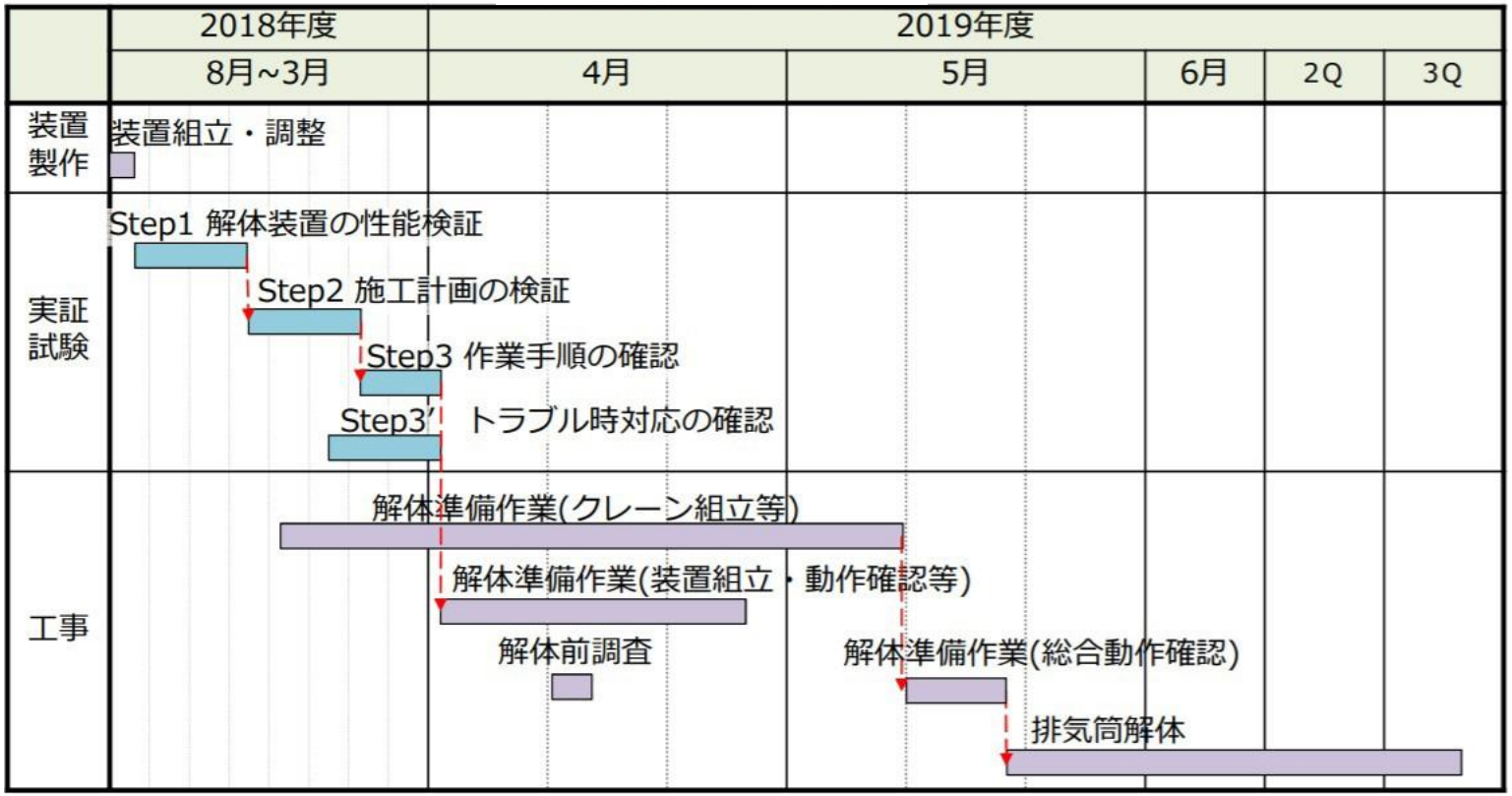
No.	項目	実証試験と現場の違い	対応方針
1	作業高さ	実証試験は18mの試験体を使用しているが，実際は120mの高さとなり，クレーンの大きさや風の受け方が変わり，装置設置時の操作性が違う	【装置の改良】 • 解体装置に設置用ガイドパーツを追加
2	解体装置と操作室の距離	装置設置時の実工事では，地上からの目視は難しいため，遠隔カメラによる視認性のさらなる向上が望ましい。	【装置の改良】 • カメラ位置を調整及び台数増大
3	通信環境	１F構内では，他工事でも遠隔作業を行っているため，無線が混線する可能性がある。	【施工計画に反映】 • 遠隔操作室周辺の通信環境を確認する • １F構内で解体装置組立後にクレーンで吊った状態の動作試験を計画 【装置の改良】 • 「中継器の追加」「有線化」を含め検討
4	放射線環境	実証試験時は，作業服だが，現場では線量環境に応じて装備が異なる。	【施工計画に反映】 • クレーンには遮へいを実施し，オペレーターの被ばく低減をはかり，訓練を積んだオペレーターが作業できるように計画する • 遠隔操作室は，低線量エリアに設置し，特殊な装備をしない環境で，解体装置の操作ができる環境とする
5	トラブル対応	実証試験時は，高所作業車等での対応が可能だが，現場では簡単に近づくことができない。	【施工計画に反映】 • 解体装置に取り付けた専用の昇降設備を用いて，人が不具合箇所へアクセスすることを計画

出典： 2018年11月29日 第60回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「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）」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-5.pdf

概要に戻る

修復中

最新の作業スケジュールとして下表が公表されています。



進捗状況に戻る

出典： 2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体計画について(準備作業・解体前調査の報告)」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-6.pdf

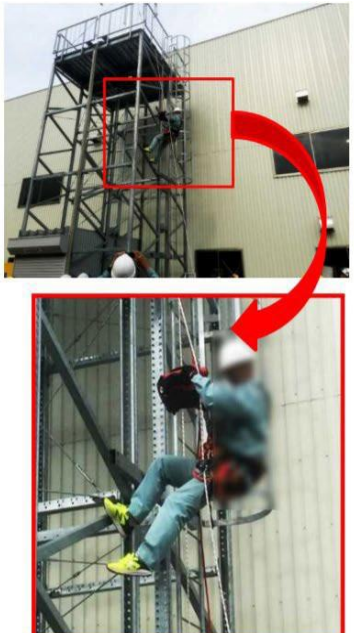
概要に戻る

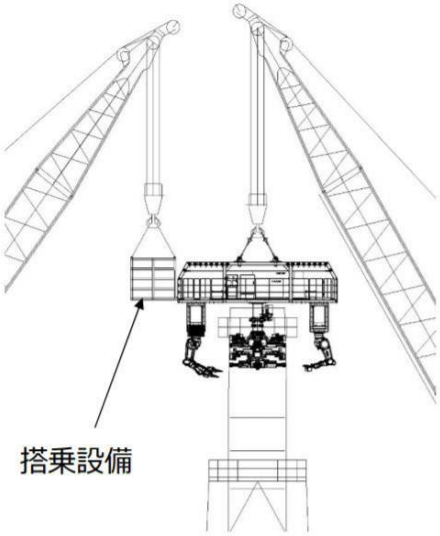
イチエフサイト外での実物大模型(モックアップ)を使用した実証試験の結果、以下の追加的措置が必要であることが明らかになり、イチエフ内現場での排気筒解体作業の開始は2019年3月から5月に延期されました。

装置の改造(挿入ガイドの追加)、装置の改造(水平切断ガイド追加)、装置の改造(近接センサの信頼性向上)、

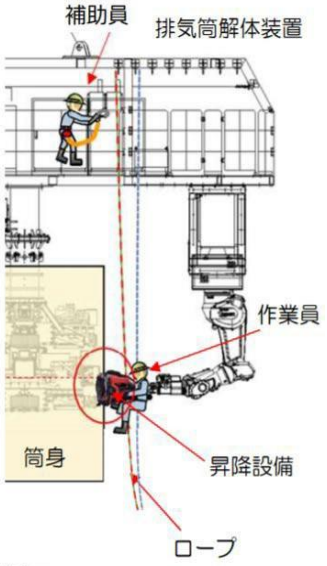
装置の改造(遠隔解体装置の配線調整)、通信手段変更(通信の有線化)、トラブルの対応

下図は追加されたトラブル対応の一例です。
解体作業時に遠隔作業による対応ができない場合は、クレーン吊りの搭乗設備により解体装置にアクセスし、専用の昇降設備を用いて人がアクセスすることを計画しています。





クレーンで吊った搭乗設備を排気筒に近づける



昇筒イメージ

出典： 2019年1月31日 第62回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体計画について(進捗報告)」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/3-2-6.pdf

概要に戻る

修復中

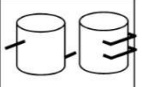
2019年1月9日、3/4号機排気筒から落下したメンテナンス用の足場材が発見されたこと 参照 から、東京電力は、1/2号機排気筒を含む構内4カ所の排気筒について臨時点検を実施しました。

下左表は東京電力が点検結果を一表にまとめたものです。右側の2枚の写真はこの点検で撮影された1/2号機排気筒のものです。

3/4号機排気筒からの足場材落下を踏まえ、構内4本の排気筒に対し、屋根付きの安全通路の設置を完了しました。

東京電力は、3/4号機排気筒を対象にドローン調査を行い、この結果、落下した原因は、建設時に設置した旧足場材の腐食と推定しました。また、劣化が疑われる箇所については、直ちに落下するような状況は確認されませんでしたが、足場材がない部分や、腐食等が進行している部分を確認しました。

今後、他の排気筒もドローン調査を行うと共に、落下リスク低減対策の検討を進めるとしています。

	メンテ用足場 ▨: 改造工事で設置 ▭:建設当初から設置			手摺り	グレーチング	ステップ,タラップ
	1/2号機	3/4号機	タービン建屋集中			
	 鉄塔部材	 鉄塔部材	 鉄塔部材			
1／2号機 排気筒	一部で錆は発生しているが,部材落下に至るような腐食は確認されなかった 【写真⑤】			変形した部材が確認された 【写真⑥】	架台の一部で劣化が進行	対象設備無し
3／4号機 排気筒	劣化が疑われる足場材が７箇所有り 【写真①②】			一部で錆は発生しているが,部材落下に至るような腐食は確認されなかった		多数で劣化が疑われる 【写真③】
タービン建屋集中排気筒	足場材は,一部で錆は発生しているが,部材落下に至るような腐食は確認されなかった 部材落下の恐れがある機器が１箇所有り 【写真⑦】					一部で劣化が疑われる 【写真⑧】
5/6号機 排気筒	対象設備無し 【写真④】					対象設備無し



1/2号機 落下しないと推定される足場材
北面 地上100m付近



1/2号機 変形した手摺り
北面 地上30m付近

出典： 2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「３／4号機排気筒落下物対応について」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-6.pdf

概要に戻る

修復中

東京電力によると、2019年3月現在、1/2号機排気筒の解体装置の実証試験を実施しており、2019年2月12日よりStep3(作業手順の確認)に入り、5月中旬(連休明け)より解体工事に着手していく予定だそうです。
東京電力によると現在の進捗状況は以下の通りです。

> 4月2日に福島第一原子力発電所構外での実証試験を完了した。
> 現在は、福島第一構内において，解体装置の組み立てなどの準備工事を進めている。
> 4月13日 ・ 18日に解体前調査として，筒身内部及び周辺の雰囲気線量測定やカメラによる内部状況の撮影を行い，現在の解体工事計画に支障が無いことを確認した。

線量測定では、排気筒内側が外側に対して、下部が上部に比べて線量が高い、ガンマ線スペクトル分析からは、排気筒自身の線源より近傍の1号機オペレーティングフロアからの影響が強いことが推定されますが、これまでに推定してきた結果よりも大幅に低かったとのことです。
この結果から、作業時の敷地境界線量、敷地境界の空気中放射性物質濃度を算定すると、設定した基準(敷地境界線量＜1 mSv/年、敷地境界空気中放射性物質濃度<1.0×10^{-5} Bq/cm^3(モニタリングポスト近傍ダストモニタの警報設定値))を大きく下回るとのことです。
またカメラ調査では、2016年10月のドローンによる調査で確認された支障物(筒身内)は排気筒筒身上端から約60 mの位置にあるH鋼であり、現在の解体工事計画に影響が無く、これ以外に劣化や支障物が無いことも確認しています。
最新の作業スケジュールはこちらにあります 参照 。また次ページには事前調査の写真などを掲載しています。

出典： 2019年3月28日 第64回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気解体計画について(進捗報告)」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-6.pdf
2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体計画について(準備作業・解体前調査の報告)」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-6.pdf

概要に戻る



解体前調査の実施状況



測定装置概要



筒身内部調査の実施状況写真



筒身内部支障物（H鋼）写真

概要に戻る

(2) 1/2号機排気筒解体作業の延期について

2019年5月20日の解体開始に向けて、5月11日に解体装置が排気筒最頂部に設置可能か確認を行ったところ、装置を最頂部まで吊り上げることができず、解体作業は延期されました。

原因について東京電力は、

> 計画時の吊り代※と実際の吊り代に差異があり，クレーンの吊り上げ可能高さを伸ばす必要があると判断した。
> ※クレーンのフックから排気筒頂部までの距離

と説明しています。
実際に解体装置（模擬）を吊り上げたクレーン（A）は、吊り上げワイヤーを目いっぱい巻き上げた状態で、クレーン先端からフックまでのワイヤー長が8 mある（それ以上巻き上げられない）クレーンです。このクレーン（A）と排気筒とのあるべき位置関係は次ページの左図（あるべき計画）です。
しかし東電は発注時に㈱エイブル（受注した協力会社）に、それと違うクレーンによる計画図を示しました（この時点ですでに、クレーン（A）で吊り上げたとき、解体装置の下端は排気筒上端とあるべき位置関係にはありません）。

㈱エイブルは東京電力が示した計画図と実際に吊り上げに用いるクレーン（A）との差異が無いか確認するため，構内クレーンのメンテナンス会社に問い合わせをしましたが、この過程で、メンテナンス会社あるいは㈱エイブルが、クレーン（？）のリミットスイッチワイヤーの長さ4 mを、実際に使うクレーン（A）の吊り上げワイヤーを目いっぱい巻き上げた状態でのクレーン先端からフックまでのワイヤー長と勘違いしました。

（次ページに続く）

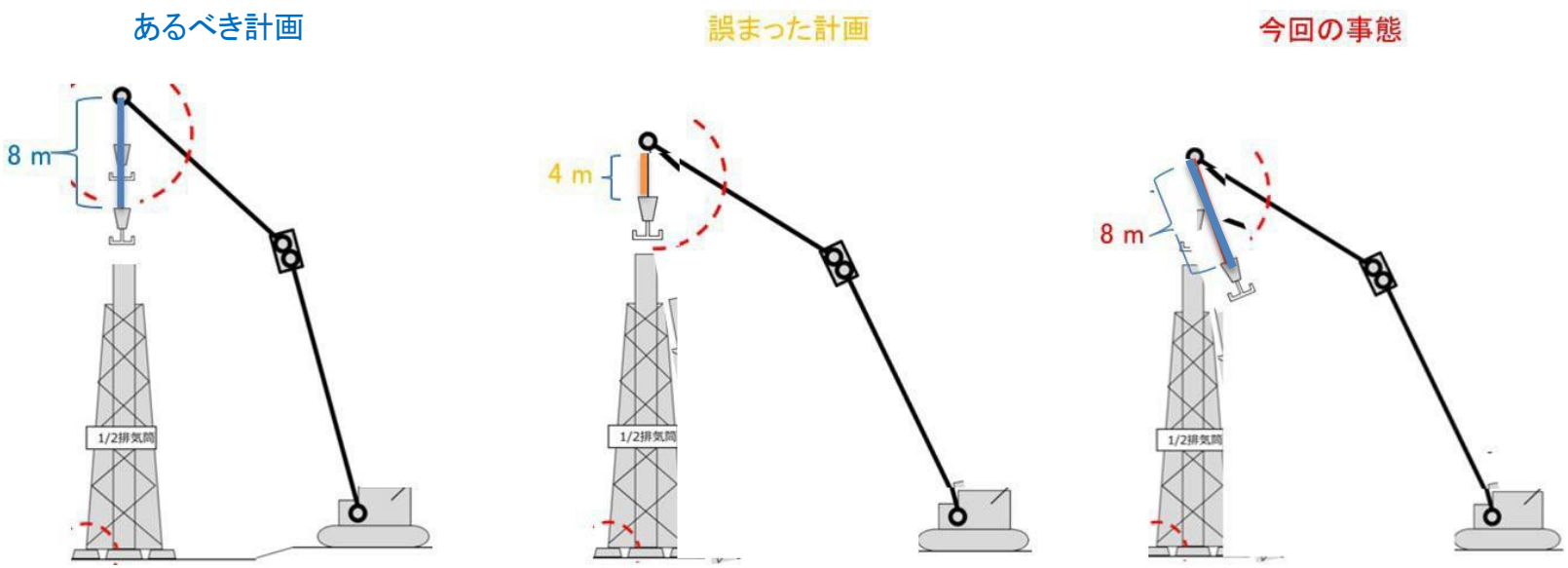
出典： 2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体用クレーンの高さ調整作業について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-4.pdf

概要に戻る

そして㈱エイブルは、クレーン（A）の吊り上げワイヤーを目いっぱい巻き上げた状態でのクレーン先端からフックまでのワイヤー長を4 mとして、解体装置の吊り上げと設置の実施設計（クレーン（A）の配置、ブーム、ジブの角度設定など）を立案しました。（当然クレーン（A）の先端は、あるべき高さ（吊り上げワイヤーを目いっぱい巻き上げた状態でのクレーン先端からフックまでのワイヤー長が8 mの場合）より低くなります。下中央図 誤まった計画）。

しかし東京電力は、これらの㈱エイブルによる実施設計を実際のクレーン（A）と照合・確認しませんでした。
今回起こった事態は、クレーン先端からフックまでのワイヤー長が8 mより短くならないクレーン（A）を、4 mまで短くなるクレーンを使った場合の実施設計（クレーンの配置、ブーム、ジブの角度設定など）で使用したため、吊り上げた解体装置の下端は排気筒上端より上に吊り上げられなかったということです（下右図 今回の事態）。

（次ページに続く）



出典： 2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体用クレーンの高さ調整作業について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

この問題は、東京電力が協力会社に対して曖昧な発注をし（今回は協力会社に対し、実際に使用するクレーンとの差異を確認せずに別のクレーン計画図を示した）、その発注に基づき協力会社が作成した実施計画（この過程で他の部位のワイヤー長4 mを最大巻き上げ時のワイヤー長と取り違えた）に対して、東京電力が現場確認等を行わなかったという構造で、3号機使用済み核燃料取り出し用クレーンの問題(2018年3月に不具合が発覚し、5月ごろにメーカー・元請け（東芝）、東京電力間で設定電圧の確認がなされていなかったことが判明した) 参照 と同じ構造です。

下記明朝体部分は、3号機使用済み核燃料取り出し用クレーンの問題時の東京電力が示した対応方針です 参照 。

今後の品質確認・健全性確認の方針（案）を以下に記す。

・ 設計要求仕様の展開状況及び適用設計規格の確認

使用条件、環境を考慮した設計要求仕様のベンダーへの指示状況を確認するとともに，適用設計規格について確認する。

同じ構造の問題の再発について、東京電力廃炉カンパニーのマネジメントのあり方に改善の余地があるのではないでしょうか？

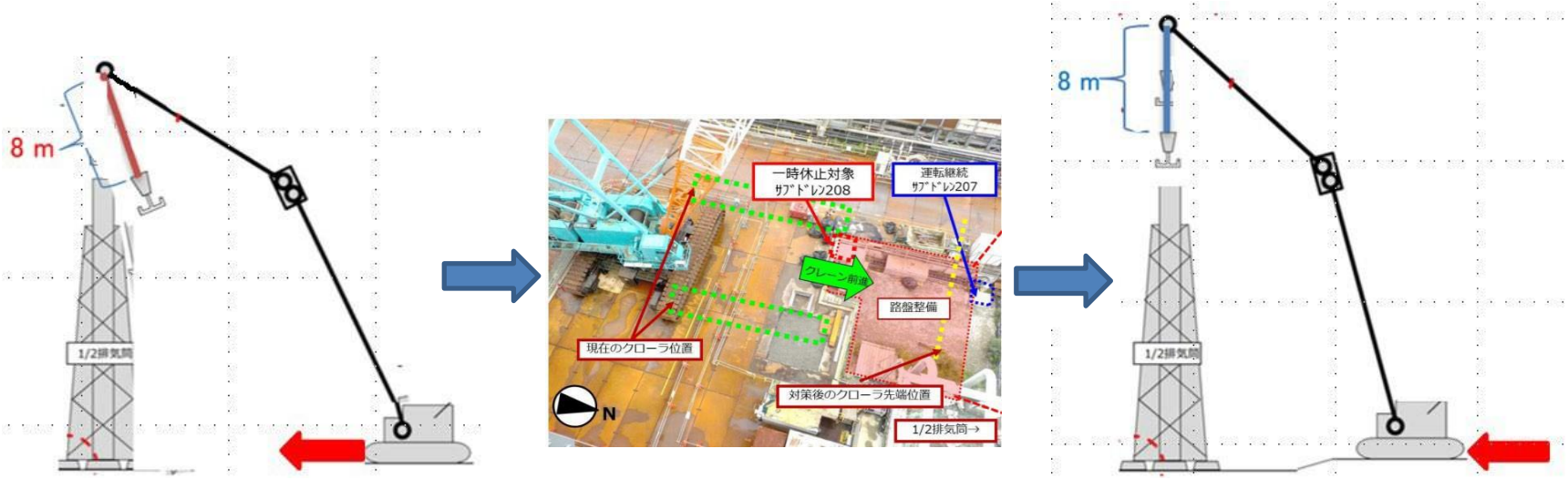
5月に示された出典1では事態を読み取りにくく、前ページの排気塔とクレーンのポンチ絵を含むレポートは筆者が描き下ろしたものですが、6月に示された出典2によると、筆者の理解に大筋で間違いはなかったようです。

出典： 2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体用クレーンの高さ調整作業について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-4.pdf
2019年6月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第67回）資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体用クレーンの高さ調整作業について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-2-6.pdf

概要に戻る

吊り代（前々ページ図の「8 m」「4 m」等と示された部分）の差異を踏まえ、2019年6月5日からクレーン吊り上げ可能高さ確保対策のひとつとして路盤整備工事を実施し（下中央図）、7月10日に完了しました。

7月18日、整備を行った路盤上でクレーンの高さ確認を行い、解体装置を排気筒直上に設置可能であることが確認されました。



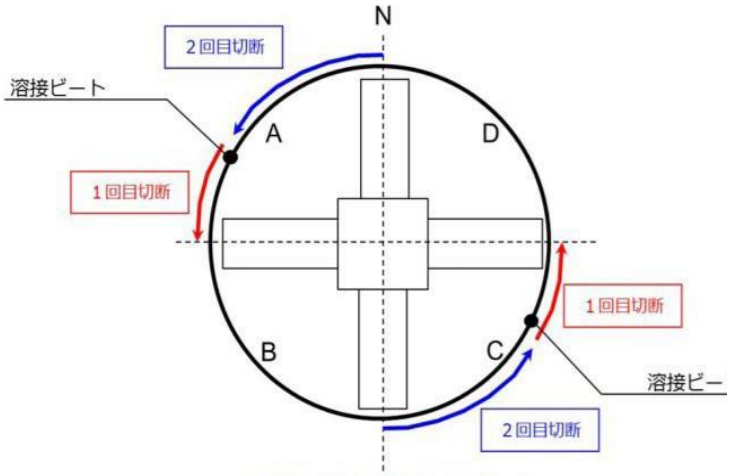
出典： 2019年6月27日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議（第67回）資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体計画について(進捗報告)」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-6.pdf
2019年7月10日 東京電力資料 「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体に向けた調整状況について」
http://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2019/2h/rf_20190710_1.pdf

概要に戻る

前ページでレポートした確認を得て、2019年8月1日より1/2号機排気筒解体作業が開始されました。約120 mの排気筒を約半分まで解体する計画です。

ここからはその後の状況になりますが、8月7日筒身切断作業中に、溶接による盛り上がり部（ビード）周辺の硬化を過小評価していたためトラブルが生じ、工法の変更が必要になりました。

河北新報によると、東京電力は8月19日以降に作業を再開をする方針だそうです。
https://web.archive.org/web/20200610174014/https://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201908/20190809_63024.html



【筒身部切断状況】

出典： 2019年8月1日 東京電力資料 「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体作業開始について」
http://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2019/2h/rf_20190801_3.pdf
東京電力ホームページ「福島第一原子力発電所の状況について（日報） 2019年8月14日」
http://www.tepco.co.jp/press/report/2019/1516382_8985.html

概要に戻る

(3) 1/2号機排気筒解体作業の再開について

さまざまなトラブルにみまわれた1/2号機排気筒解体作業ですが、2019年8月30日に作業を再開し、9月1日、排気筒の最上部の高さ約2.3 mのブロックの切断を完了し、地上に吊り降ろすことに成功しました。

9月2日の共同通信によりますと、同日開かれた原子力規制委員会の特定原子力施設監視・評価検討会では、トラブルが続発したことについて、委員らから懸念や工程の見直しを求める意見が相次ぎ、伴信彦委員長からは「満身創痍というイメージだ。作業をこのまま続けていいのか」と疑問を呈されたそうですが、同作業を福島第一ライブカメラで追っていた専門家でない筆者は、よかった、よくやったと、東京電力福島第一廃炉推進カンパニーおよび㈱エイブル他に敬意を覚えました。

作業は開始されたばかりですが、東京電力の「今回、頂部ブロックの解体作業を通じて得られた知見については、これからの作業に活かしてまいります」という言葉が実現するよう切に願います。



出典： 2019年9月11日 東京電力資料 「1/2号機排気筒解体工事の頂部解体振り返りについて」
https://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2019/2h/rf_20190911_1.pdf

概要に戻る

さらに、東京電力および㈱エイブルは、最上部ブロックの解体作業の振り返りを実施。不具合の対応や得られた知見を反映し施工計画の見直しを行った上で、9月12日に2ブロック目の解体作業を再開することとしました。
しかし、2019年9月12日の解体作業再開に向けた準備作業における解体装置の動作確認時に通信設備の不具合が確認されたことから、9月15日にはクレーンを伏せて通信設備の点検を行った結果、不具合の原因はクレーン先端のアンテナと判明し、同日、アンテナを交換することで復旧しました。
通信設備の復旧を受け、クレーンを立て起こした後、解体装置の動作確認を再度行った上で、9月18日より2ブロック目の解体作業を開始し，台風17号の近接に伴う作業中断を挟み、9月26日に筒身切断が完了しました。

なお、9月1日の1ブロック目の解体作業の様子については、東京電力ホームページ動画アーカイブにムービージェニックな動画が掲載されていますのでご紹介します。

「2019/09/01(日)福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体作業の様子」
https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=61709&video_uuid=sax1q891

10月7日より3ブロック目の解体に着手し、筒身の50%まで切断が完了した後、台風19号による中断を挟み、10月21日に切断作業を再開。翌10月22日には3ブロック目の解体が完了しました。
さらに10月27日より4ブロック目の解体作業に着手しました。4ブロック目は、筒身と鉄塔を一体で解体することが可能な鉄塔解体装置を初めて使用するブロックになります。

また、1/2号機排気筒解体作業については、東京新聞原発取材班のtwitterサイトが映像を含め秀逸なので紹介します。
https://twitter.com/kochigen2017

出典： 2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体工事の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-5.pdf
2019年10月31日 第71回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体工事の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/10/3-2-7.pdf

概要に戻る

修復中

1/2号機排気筒の解体作業は、2019年10月27日から4ブロック目の解体を進めています。4ブロック目解体後には、作業干渉により、一時的に停止していたサブドレンの復旧を行う計画です。

11月27日、切断装置の回転のこぎりの刃が筒本体の切れ目に挟まり、外れなくなりました。東京電力は、作業員が別のクレーンで切断装置に乗り移り、ロープで降下し、切り残し20%をグラインダーで切断するとしています。

12月2日東京電力は「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体作業昇降設備を用いた筒身切断作業について」を発表し、12月3・4日、作業員の方をクレーンで地上110 mの排気筒頂部に吊り上げ、切断担当の作業員の方は切断装置からぶら下がった状態で、人力による4ブロック目の切断に成功し、4ブロック目を地上に吊り降ろしました。

東京新聞によると12月3日の切断作業での切断作業員の方被ばく線量は「3時間半で最大0.52ミリシーベルトだった」そうです（下記サイト後半）。
また、東京新聞原発取材班はこの作業の様子を望遠カメラで動画撮影し、twitter上で公開しています（下記サイト冒頭）。
https://genpatsu.tokyo-np.co.jp/page/detail/1224?fbclid=IwAR1STsLJ2CweiL7BQBcnmIV2gnwW05Nhs_ww51bzyGd5IxdVLXHBXcuIwZM

5ブロック目以降の作業は順調に進み、2020年1月20日現在、9ブロック目が終わり、作業前120 mだった塔高は約100 mまで低くなっています。

次ページに解体計画の分かりやすいポンチ絵を引用してあります。

SGTS配管の一部撤去に戻る

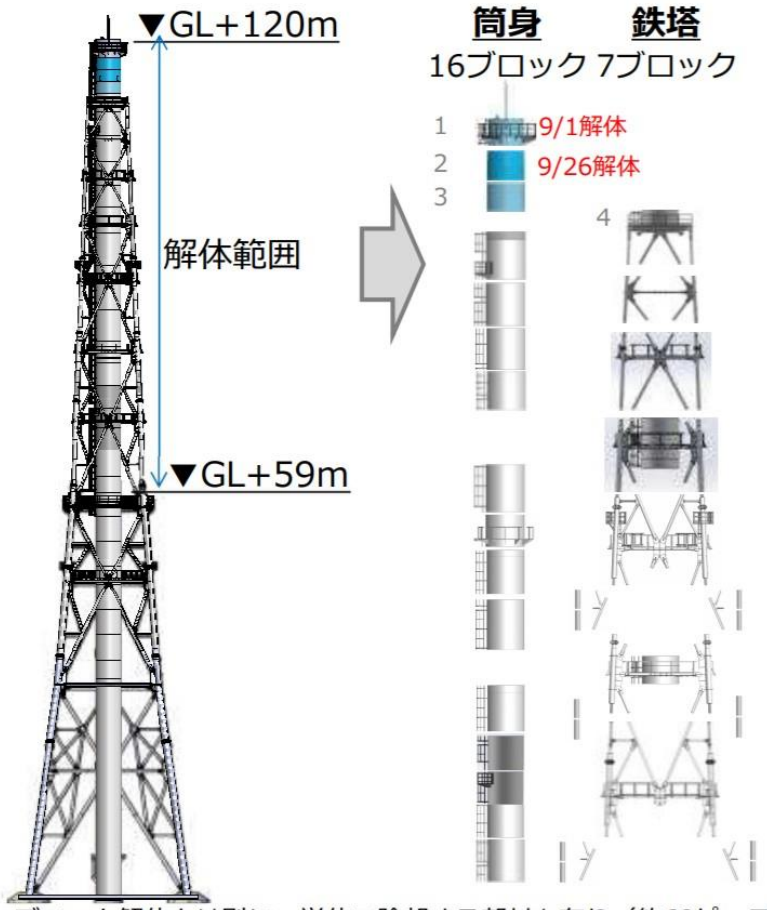
出典： 2019年11月28日 第72回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力 「使用済燃料プール対策スケジュール」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/11/3-2-1.pdf
東京新聞 原発取材班@kochigen2017
https://twitter.com/kochigen2017/status/1219182177746710530

概要に戻る

2．解体計画概要

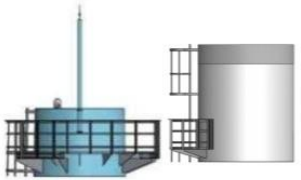
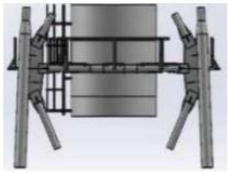
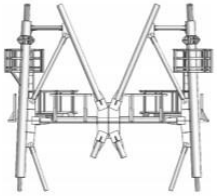
TEPCO

- 排気筒は約60mの高さを23ブロックに分けて解体する計画。
- 9/26には筒身の2ブロック目の解体が完了。



ブロック解体とは別に、単体で除却する部材も有り（約60ピース）

主な解体部材

名　称	筒身解体ブロック
個　数	16
姿　図	
名　称	筒身+鉄塔一括解体ブロック
個　数	3
姿　図	
名　称	鉄塔解体ブロック
個　数	4
姿　図	

出典： 2019年9月26日 第70回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体工事の進捗状況について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/09/3-2-5.pdf

概要に戻る

下記出典では、

10ブロック目までの解体を1月23日に完了。現在，11ブロック目の解体作業中。

とありますが、鉄塔と筒身が一体で難関と思われていた11ブロック目も、筒身解体装置、主材切断体装置、斜材切断体装置の三種類の切断装置を駆使し、2020年1月27、28、30、31日、2月2日の5日間で完了しています。

1/2号機排気筒は、排気筒の底部、SGTS配管接合部というところの線量が高く、東京電力は、2013年11月の測定では最大95 mSv/h、線源の線量率については25 Sv/hと推定しており、このことと高さ66 m付近の鉄塔の一部の破断とから上半分の解体撤去が要請されているとともに、解体作業にあたる作業員の方々の被ばくが懸念されていました。

そこで今月は、東京電力による、1～4ブロック目解体部材の表面線量率等の測定結果と、筒身内部のスミア（拭き取り検査）の全α分析結果について次ページ以降に引用掲載しておきます。

出典： 2020年1月27 第74回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/01/3-2-5.pdf

概要に戻る

参考4. 1~4ブロック目解体部材の測定結果

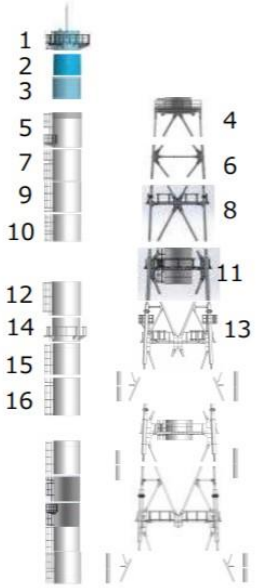
TEPCO

部位	表面線量率(γ線) [mSv/h]								
	筒身内部（右下図⊗）				筒身外部（右下図△）				BG
	東	南	西	北	東	南	西	北	
1	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03～0.05
2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05～0.08
3	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05～0.07
4	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03～0.05

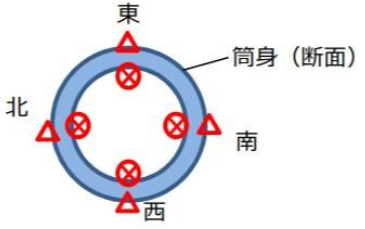
部位	表面汚染密度 [Bq/cm²]※2			
	筒身内部（右下図⊗）			
	東	南	西	北
1	4×10^{1}	7×10^{0}	2×10^{2}	6×10^{2}
2	2×10^{2}	8×10^{0}	1×10^{1}	2×10^{1}
3	2×10^{0}	2×10^{0}	3×10^{1}	2×10^{1}
4	3×10^{1}	3×10^{1}	2×10^{2}	2×10^{2}

部位	α核種の表面汚染密度 [Bq/cm²]※3			
	筒身内部（右下図⊗）			
	東	南	西	北
1	$<1\times10^{-1}$	$<1\times10^{-1}$	$<1\times10^{-1}$	$<1\times10^{-1}$
2	$<1\times10^{-1}$	$<1\times10^{-1}$	$<1\times10^{-1}$	$<1\times10^{-1}$
3	$<6\times10^{-2}$	$<6\times10^{-2}$	$<6\times10^{-2}$	$<6\times10^{-2}$
4	$<6\times10^{-2}$	$<6\times10^{-2}$	$<6\times10^{-2}$	$<6\times10^{-2}$

※1 飛散防止剤が塗布された状態でサンプリング ※2 Ge半導体検出器で定量（Cs-137の表面汚染密度）
※3 ZnSシンチレーション汚染サーベイメータ Am-241校正）で定量



< 測定部位 >



< 測定位置 >

出典： 2020年1月27 第74回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/01/3-2-5.pdf

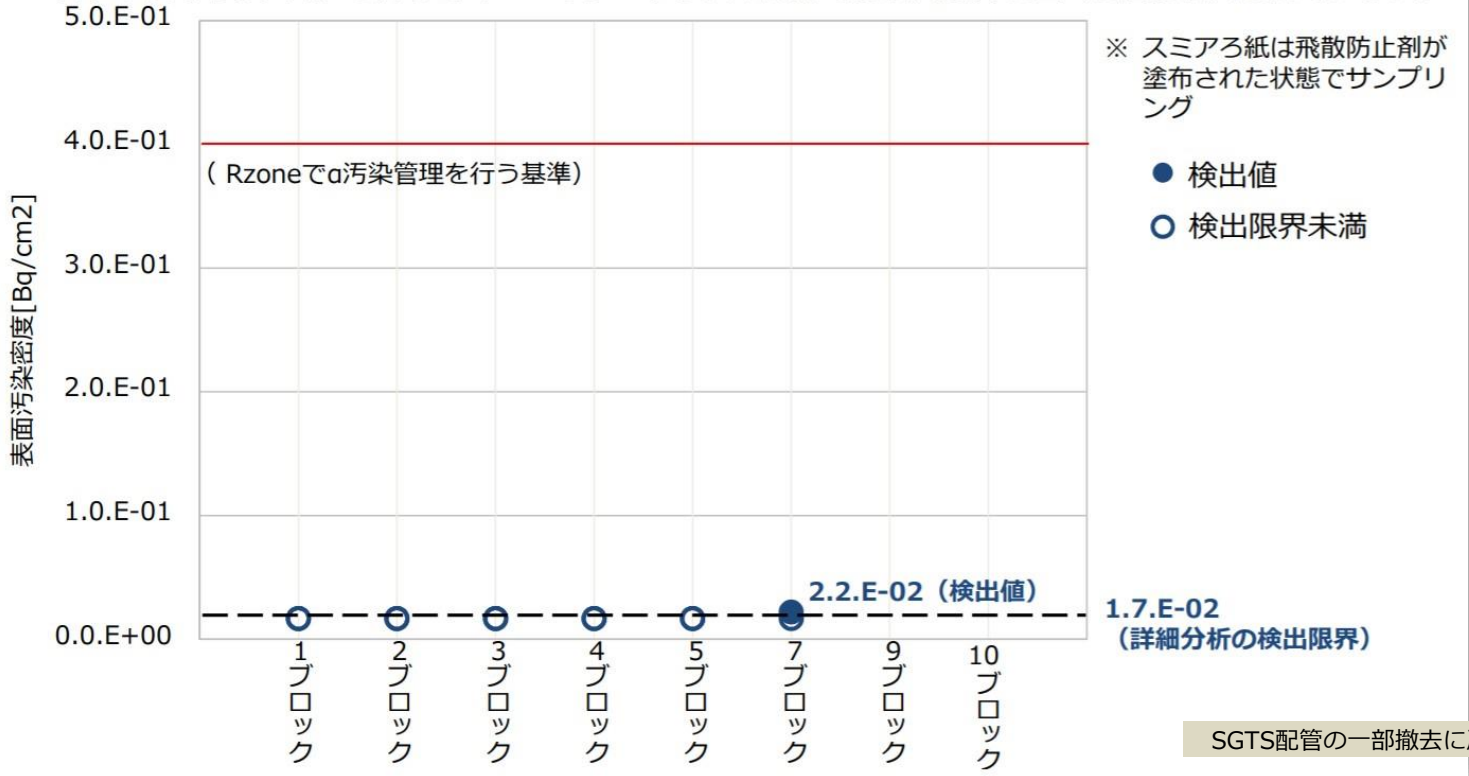
概要に戻る

修復中

参考５．筒身内部のスミアの全α分析結果について

TEPCO

- 吊下した筒身の内側で採取したスミアろ紙については、吊下した直後にZnSサーベイメータで全αの定量測定を行っている（データは参考１参照）が、スミアろ紙を分析室に持ち込み、α自動測定装置による全αの詳細分析を別途行っている。
- 今回、７ブロック目の詳細分析結果で、４箇所中1箇所（北側）で検出限界をわずかに上回る値（ 2.2×10^{-2}[Bq/cm²] ）が確認されたが、Rzoneでα汚染管理を行う基準（4.0×10^{-1}[Bq/cm²]）以下の値である。尚、これまでの１～５ブロック目の筒身では検出限界を上回る値は検出されていない。



SGTS配管の一部撤去に戻る

出典： 2020年1月27 第74回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/01/3-2-5.pdf

概要に戻る

東京電力によると、1/2号機排気筒解体作業の2020年2月の進捗状況は、下記から最終ページまでの通りです。

2-1. 作業の状況(1～2月)

TEPCO

- 解体前高さ120mであった排気筒は，2月1日，高さ約93mまで解体が進んでいる。
- 2月14日からは，12ブロック目の切断作業を行っているが，六軸アームと歩廊の接触による電源停止が発生した。作業員が搭乗設備を用いて昇筒し，電源復旧操作を行った（詳細次頁）



12ブロック目鉄塔解体作業(2月24日)



12ブロック目鉄塔解体作業(2月24日)



工事前
(2019年8月1日)



9ブロック解体後
(2020年1月17日)



11ブロック解体時
(2020年2月1日)



11ブロック解体後
(2020年2月4日)

出典： 2020年2月27日 第75回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/3-2-4.pdf

概要に戻る

2-2-1. 事象の概要・対応状況

TEPCO

- 2/25 午後３時30分頃，筒身解体装置に付いている六軸アームを用いて排気筒歩廊部の切断作業を行っていた際，六軸アームが歩廊手摺に接触し，その後間もなく筒身解体装置への電源供給が停止したことを確認。
- 電源復旧を目的に，主発電機から副発電機への切り替えを行った際，副発電機自体は起動したものの，筒身解体装置への電源が供給されていないことを確認。（その後、主発電機に再切替）
- 筒身解体装置が内周切断装置下クランプを張り出し，排気筒に固定状態で動作不能となった為，作業員が搭乗設備を用いて昇筒し，電源復旧操作を行う必要があるとの判断に至った。
- 尚、作業員昇筒時に確認した，筒身解体装置電源廻りの状態は下表の通りであった。

確認項目	確認結果
主発電機動作状態	動作継続（燃料残7目盛り中4目盛り）
副発電機動作状態	動作停止
主発電機ﾌﾞﾚｰｶｰ	『切』（ﾌﾞﾚｰｶｰ作動）
副発電機ﾌﾞﾚｰｶｰ	『切』（ﾌﾞﾚｰｶｰ作動）
ﾌﾞﾚｰｶｰ盤の各負荷ﾌﾞﾚｰｶｰ	全て『入』
UPS盤	UPS1～4停止

- 装置吊下し後の調査の結果，六軸アームの電源ラインのコネクタ１箇所が損傷していた。
- 記録映像を確認したところ， 2/24夜間～2/25早朝の作業において，複数回コネクタ部が手摺に接触していた。その後， 2/25午後の接触および雨天の影響を受け，最終的に主発電機のブレーカーが落ちたものと思われる。

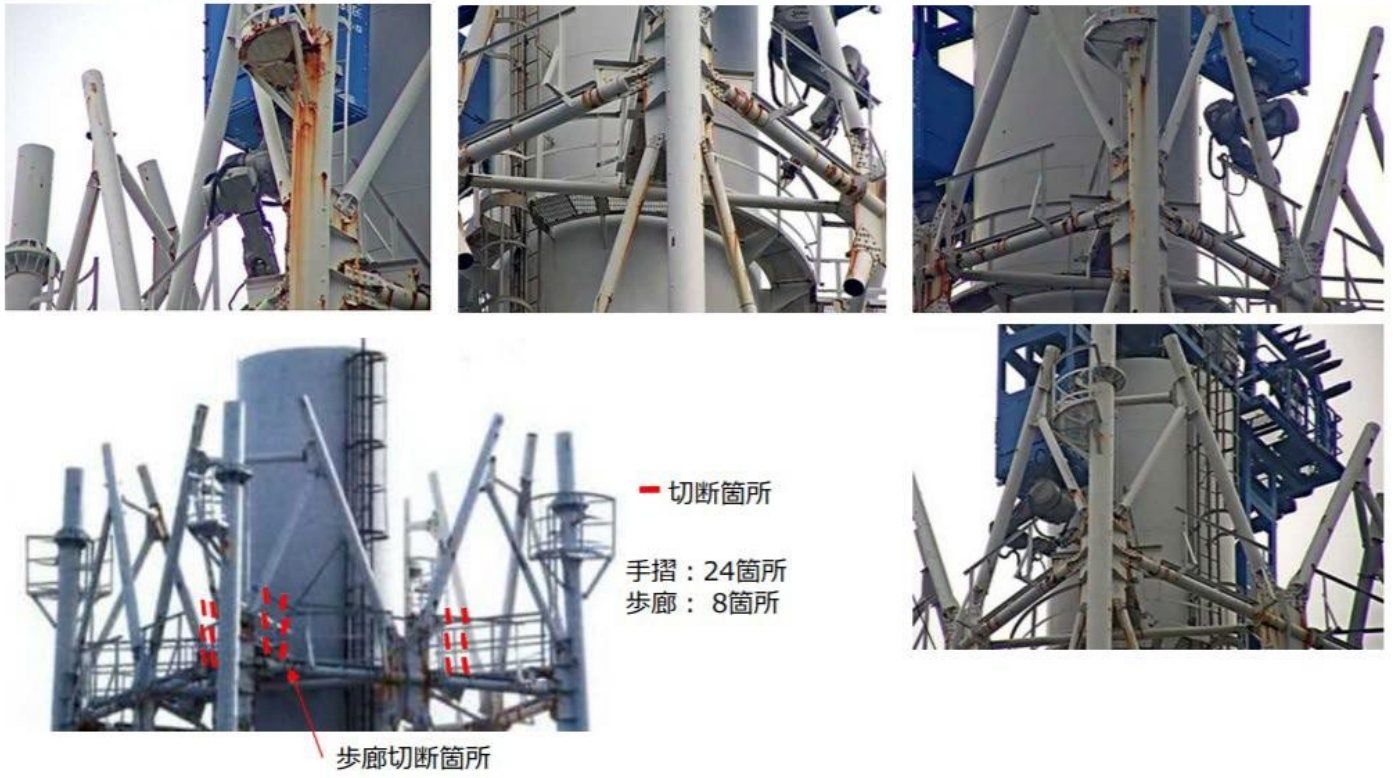
出典： 2020年2月27日 第75回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/3-2-4.pdf

概要に戻る

2-2-3. 発生時の作業環境

TEPCO

【12ブロック目　特有の作業環境】
12ブロック目（鉄塔解体）は、点検用の歩廊・手摺が筒身に接続されており、狭隘な環境のなか32箇所（手摺24箇所・歩廊8箇所）を6軸アームで切断する必要がある。



出典： 2020年2月27日 第75回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/3-2-4.pdf

概要に戻る

2-2-4. 漏電の復旧作業内容

TEPCO

【2月26日の作業内容】

- 搭乗設備により筒身解体装置上へアクセス
- 筒身解体装置電源廻り状態確認
- 筒身解体装置上で電源復旧作業実施
- 筒身解体装置吊下し

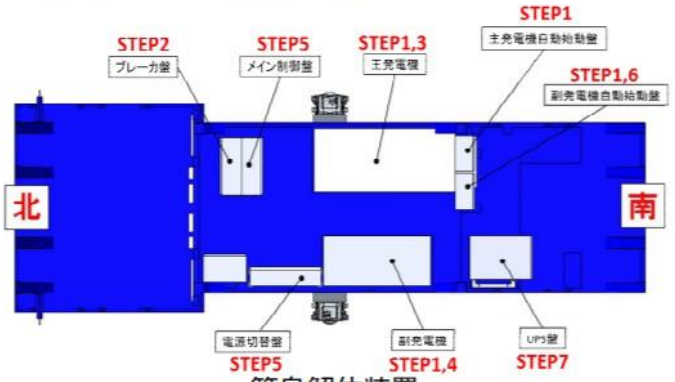
【作業体制】

0班（線量調査）２名
　　作業時間22分　0.13～0.21mSv /人
1班（電源復旧）３名
　　作業時間81分　0.32～0.39mSv/人
（作業時間は搭乗設備吊上げ～着座まで，線量は準備・片付け作業を含む）


搭乗設備 作業状況



筒身解体装置 外観



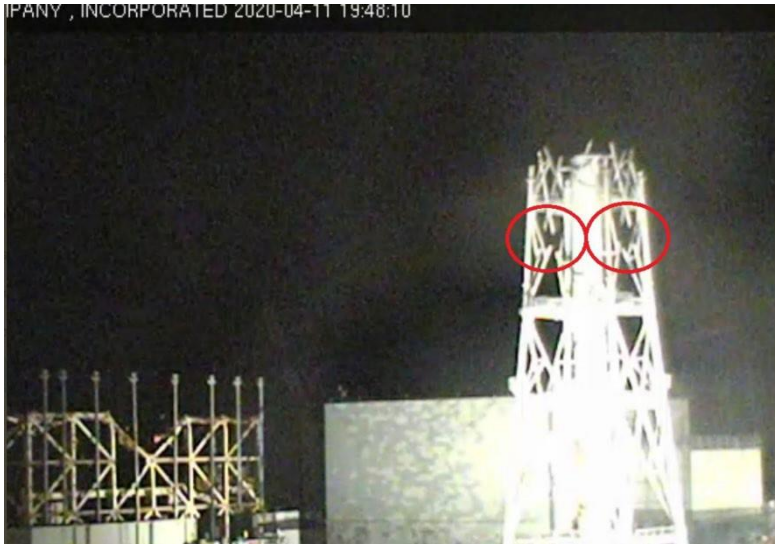
筒身解体装置
※電源復旧作業は全て解体装置上で実施

出典： 2020年2月27日 第75回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/02/3-2-4.pdf

概要に戻る







1/2号機排気筒は、23ブロックに分けて解体する計画のうち、3月22日に16ブロック目までの解体を完了しました。

5月上旬の解体完了を目指しています。

4月11日現在の速報として、破断している斜め材 参照 の切断作業が終了しました。

出典：： 2020年3月27日 第76回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/03/3-2-6.pdf
東京新聞 原発取材班@kochigen2017
https://twitter.com/kochigen2017/status/1248927587012767745

概要に戻る

(4) 1/2号機排気筒解体作業の完了について

2019年8月に開始された1/2号機排気筒解体作業は、全高120 mの排気筒のうち上部60 mを23ブロックに分けて解体する作業が2020年4月29日に完了し、5月1日には頂部に雨水流入防止のための蓋も設置され、全作業を完了しました。

東京電力によると、解体部材(筒身)の表面線量率は、20-23ブロック目の筒身内部(西側)の局所的な発錆部および22、23ブロック外部(西側)に周囲と比較して高い値が確認されていますが、有人作業による小割解体等の計画に影響を与えるものでないそうです。また、20～23ブロック目の筒身切断作業中のダスト濃度は、管理値未満(5×10^{-3}Bq/cm^3)であることが確認され、当該期間中に敷地境界においてもダスト上昇がないことが確認されています。(詳細は下記出典1をご覧ください)

解体され現在仮置き中の筒身部材については、原子力規制庁と協議し事故分析等に使用するための試験片を採取した上、7月から順次小割解体・保管エリアに移送する予定だそうです。

解体作業の終盤場面について、東京新聞原発取材班@kochigen2017が、東京電力の「福島第一原子力発電所ライブカメラ」による映像をコンパクトにまとめてくれてあります。下記のURLからご覧ください。

4月26日～29日 23ブロック目解体作業動画

https://twitter.com/i/status/1255317569583579136

4月30日 破断した斜め材の切断、吊り降ろし動画

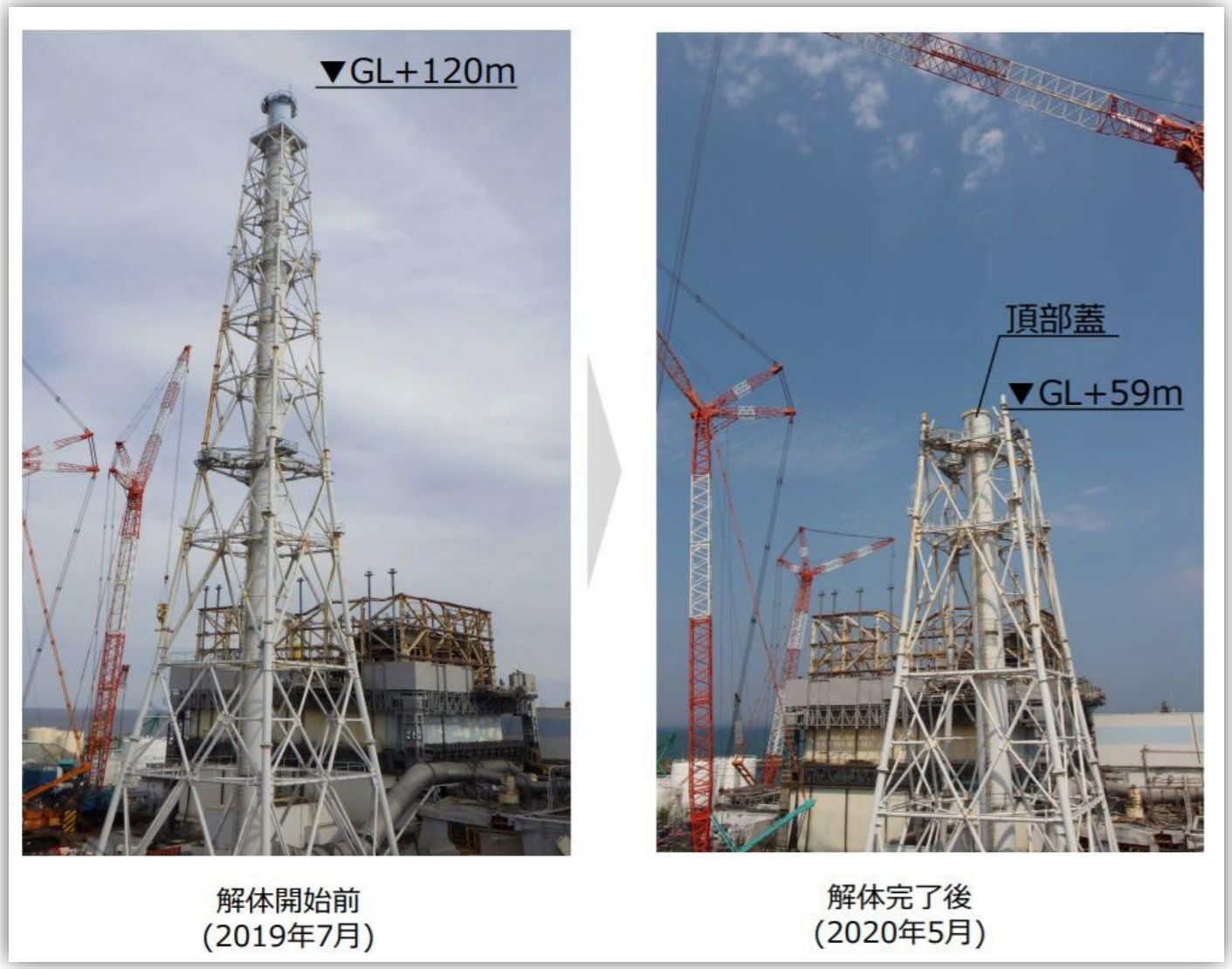
https://twitter.com/i/status/1255712282278952960

5月1日 頂部に蓋を設置(全作業完了)動画

https://twitter.com/i/status/1256085202192838656

出典：： 2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-4.pdf
東京新聞 原発取材班@kochigen2017
https://twitter.com/kochigen2017/status/1248927587012767745

概要に戻る



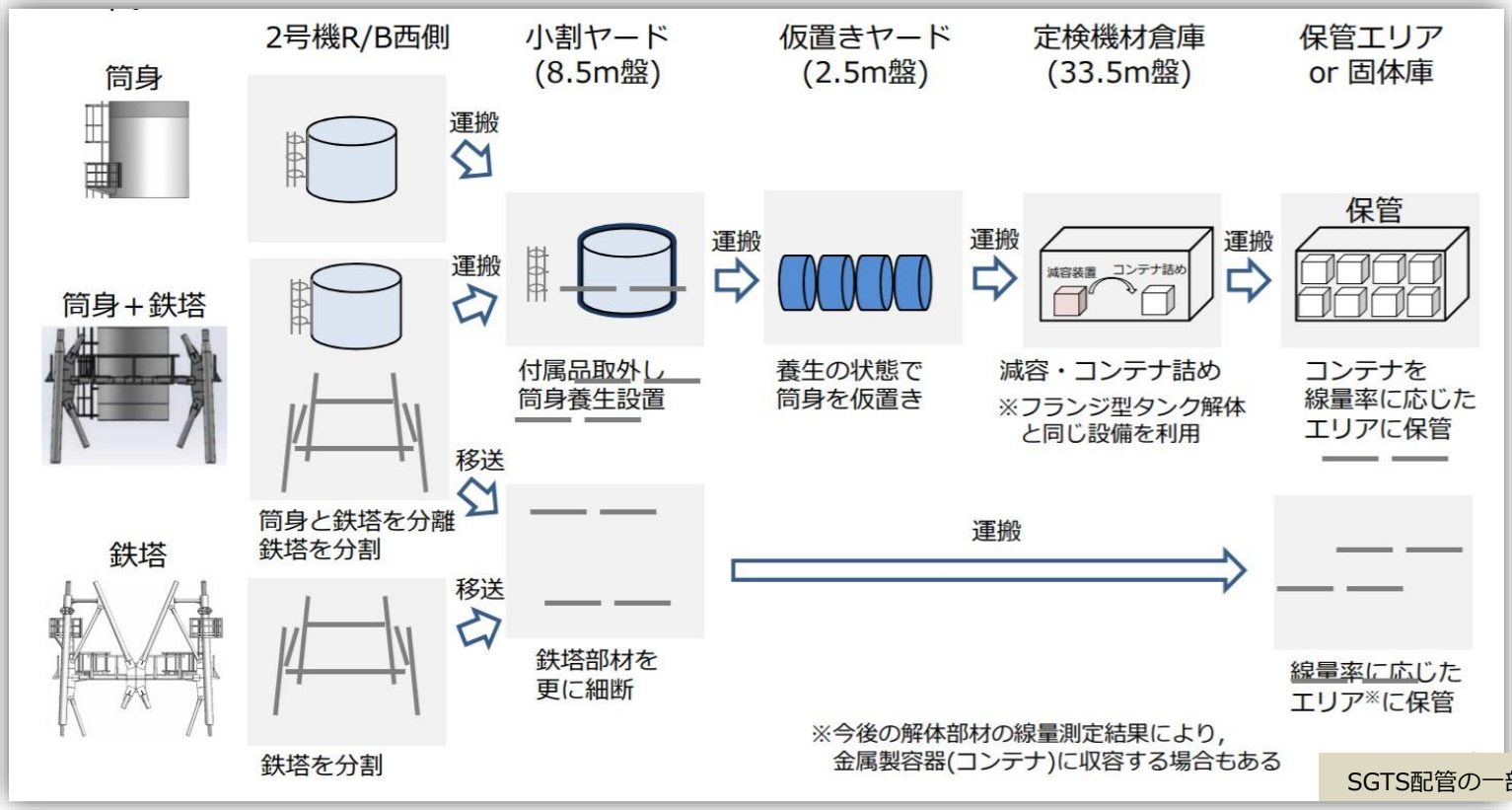
出典： 2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-4.pdf

概要に戻る

修復中

(5) 解体部材の吊り下ろし後の取り扱い

東京電力によると、今後、筒身は、フランジ型タンクと同様に建屋内外でダスト監視を行いながら減容し、金属製容器（コンテナ）に収納の上、7月頃より線量率に応じたエリアにコンテナ保管を開始する予定であり、筒身の一部は規制庁と協議の上、試験片を採取し事故分析等に使用するため保管する予定としています。鉄塔は，8.5m盤の小割ヤードで小割解体した上で，線量率に応じた保管エリアに運搬を実施中ということです。



SGTS配管の一部撤去に戻る

出典： 2020年5月28日 第78回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事進捗状況」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2020/05/3-2-4.pdf

概要に戻る

8 6号機に貯蔵中の4号機新燃料の洗浄について

1・2号機の使用済み核燃料取り出しに向けての準備作業と比較するとややトリビアルな作業という気もしますが、東京電力が第97回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議において資料として提出しているので紹介しておきます。

東京電力によると、6号機の使用済み核燃料プール（SFP)に貯蔵している4号機の使用前燃料（180体）について、2022年1月から水流を用いた洗浄作業が実施されます。

東京電力はその目的を、瓦礫の混入量を低減させることにより表面線量率を下げ、今後の燃料取り扱い作業時の被ばく低減を図るとしています。

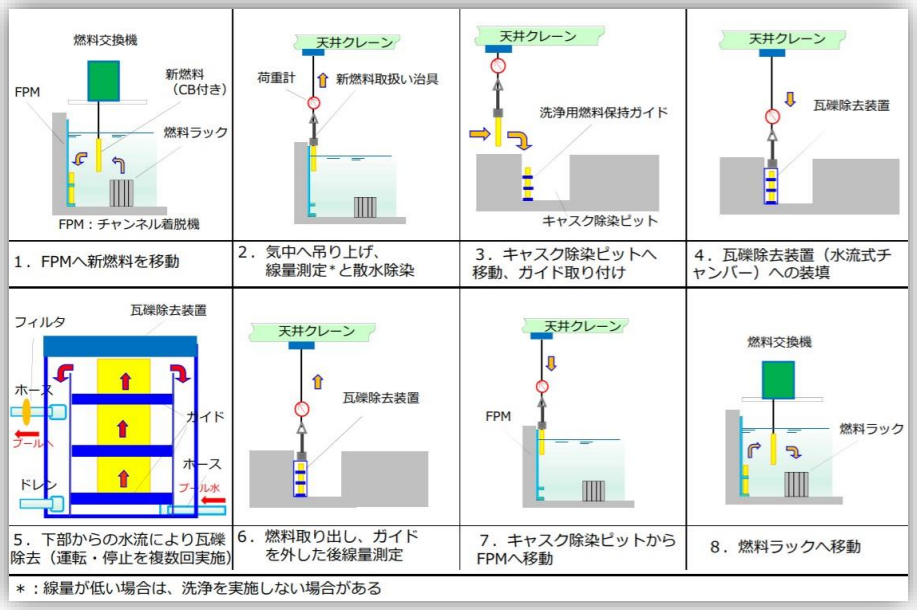
6号機SFPと1・2号機SFPの状況、および6号機SFPに保管されている4号機から取り出された新燃料と1・2号機SFPに残されている変形などもある使用前後の核燃料の状況の違いを考えると、この作業が、将来の1・2号機における使用済み核燃料の取り出しにどのように寄与するのか筆者には判断できません。

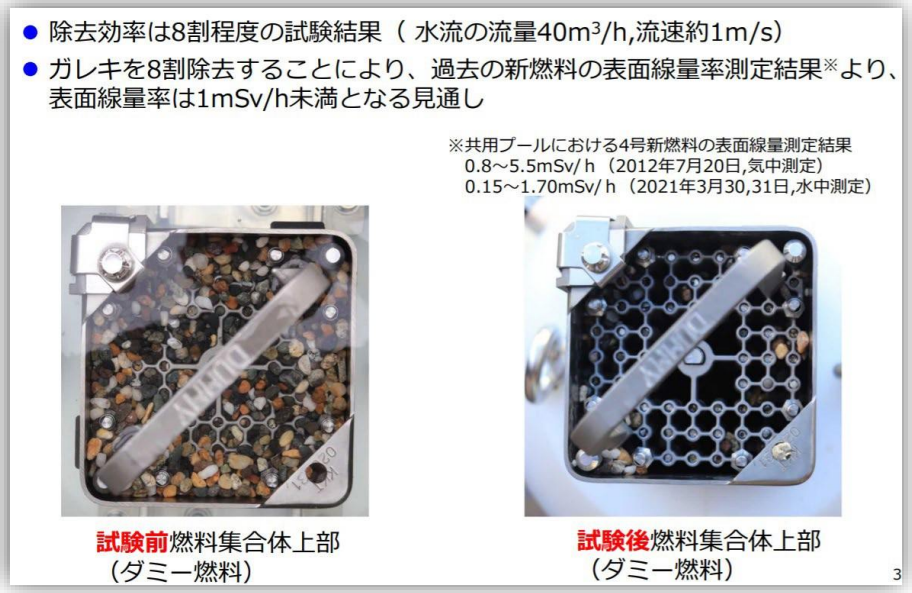
なお、1号機SFPに残されている使用前核燃料は全392体中100体、2号機では全615体中28体となっています。

次ページの引用は、この作業の概要図、および東京電力が示したモックアップ試験時の除去性能についての資料です。

出典：2021年12月23日 第97回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料　東京電力
「6号機に貯蔵中の4号機新燃料の洗浄について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/12/97-3-3-4.pdf

概要に戻る





出典：2021年12月23日 第97回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料　東京電力
「6号機に貯蔵中の4号機新燃料の洗浄について」
https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2021/12/97-3-3-4.pdf

概要に戻る

用語解説

AC系	Atmospheric Control System		窒素封入系の予備封入ラインの一つ	
AWJ	Abrasive Water Jet	アブレシブウォータージェット	研磨剤入り高圧水による孔あけ加工機	
B4C	Boron Carbide	炭化ホウ素／ボロンカーバイド	長寿命の放射性同位体を作ること無く中性子を吸収することから原子力発電所から出る中性子線の吸収剤として用いられる 。制御棒の主成分の一つでもある。	
CRD	Control Rod Drive	制御棒駆動機構	制御棒を炉心に出し入れするための装置。沸騰水型原子炉では水圧式のものが使用されており、駆動機構アセンブリは圧力容器下部から延長しているハウジング内に収納されている。	
CRDハウジング			制御棒駆動機構を包み保護する部分	

概要に戻る

用語解説

DF	Decontamination Factor	除染係数	除染前の表面汚染密度/除染後の表面汚染密度	
DM	dust monitor	ダストモニタ	空気中の放射性物質の濃度を測る装置	
DRRF	Dose Rate Reduction Factor	除染係数線量率減少係数	DRRF=除染前空間線量率／除染後空間線量率	
DSP	Dryer Separator Pit	ドライヤ・セパレータピット	運転中は圧力容器内にある蒸気乾燥器（ドライヤー）および気水分離器という炉内構造物を定期検査中に仮置きするオペレーティングフロア上にある穴（ピット）	追加調査の実施に戻る 燃料の輸送と保管に戻る
D/W	Drywell	ドライウェル	格納容器のうちフラスコ型の部分	

概要に戻る

用語解説

FP	Fission Product		核分裂生成物	保管と輸送に戻る
FPC	Fuel Pool Cooling and Filtering System		燃料貯蔵プール冷却浄化系	プールの保護に戻る
FHM	Fuel Handling Machine		燃料取扱装置、燃料交換機	スケジュールに戻る エリア配置図に戻る Xブレース撤去に戻る 既設設備解体念図に戻る
Gd	gadolinium	ガドリニウム	中性子吸収断面積が非常に大きいので、原子炉の制御材料などに使われる	
HVH	House Ventilation and Heating System		格納容器空調系	

概要に戻る

用語解説

ITV	Industrial Television		工業用テレビ（監視カメラ）	線量低減設計状況に戻る
LCO	Limiting Conditions for Operation		運転上の制限。原子力発電所の保安規定の中に定められている安全機能を確保するために必要な動作可能機器等の台数や原子炉の状態ごとに遵守すべき温度・圧力等の制限	
NDF	Nuclear Damage Compensation and Decommisioning Facilitation Corporation	原子力損害賠償・廃炉等支援機構	2015年に実質的に国営化された東京電力を破産した事業会社とすれば、筆頭株主である国が指定した破産管財人の立場の、原子力損害賠償・廃炉等支援機構法による国の認可法人。2011 年設立。2014年に廃炉支援部門が追加された	

概要に戻る

用語解説

PCV	Primary Containment Vessel	原子炉格納容器	冷却材喪失時などに圧力障壁となるとともに放射性物質の放散に対する障壁を形成するための施設	
PLR配管	Primary Loop Recirculation system		原子炉内の冷却水を原子炉圧力容器から取り出し、ポンプで昇圧し原子炉に戻す強制循環系統。原子炉圧力容器内のジェットポンプに冷却水を供給する原子炉再循環ポンプと、2系統の再循環ループで構成されています。 中を流れる冷却水は高線量であり、定期検査時などに作業員の被ばくを低減するために遮へいを施されています。	

概要に戻る

用語解説

RCW系	Reactor Cooling Water system	原子炉補機冷却水系	格納容器ドライウェル(D/W)、原子炉建屋、廃棄物処理建屋、及びタービン建屋内に設置されている原子炉補機(ポンプ、モー ター、冷却機等)へ冷却水を供給し、各補機がその機能を維持できるようにする冷却系配管	
ROV	Remotely operated vehicle		遠隔操作探査機	

概要に戻る

用語解説

RPV	Reactor Pressure Vessel	原子炉圧力容器	原子炉の炉心部を収納する肉厚に作られた頑丈な鋼製容器であり、BWRの場合は直径約6 m、高さ約23 mの円筒型で、両端が半球状の鏡部をしている。内部に燃料集合体から成る炉心、制御棒などの炉内構造物、一次冷却材（軽水）等があり、運転時には高温・高圧となっている。冷却材入り口・出口や蒸気出口等の外部とつながる部分は、太く丈夫な配管で接続されている。	
Rw/B	Radioactive Waste Disposal Building		放射性廃棄物処理建屋	SGTS配管一部撤去に戻る SGTS対策イメージに戻る 雨水対策スケジュールに戻る

概要に戻る

用語解説

R/B	Reactor Building	原子炉建屋	原子炉、使用済み核燃料プールなどが収められた鉄筋コンクリート製の建物	SGTS配管一部撤去に戻る 雨水対策スケジュールに戻る
SFP	Spent Fuel Pit (or Pool)		使用済燃料ピット(または、プール)	スケジュールに戻る エリア配置図に戻る Xブレース撤去に戻る 線量低減設計状況に戻る 除染概念図に戻る
SGTS	Standby Gas Treatment System	非常用ガス処理系統	原子炉での重大事故時に、原子炉で発生した放射性ガス を排気筒から緊急放出(ベント)するために、原子炉格納容器と排気筒を結ぶ排気系統	調査方針に戻る 調査結果に戻る 工事の進捗に戻る 一部撤去に戻る 撤去の進捗状況に戻る 切断撤去再開に戻る

概要に戻る

用語解説

SUS	stainless steel		ステンレス	
S/C	Suppression Chamber	サプレッションチェンバ	圧力抑制室。 格納容器の一部で、冷却材喪失事故時に放出される炉蒸気を凝縮するプール水を保持しているドーナツ型の部分	
T/B	Turbine building	タービン建屋	原子炉建屋に隣接し、原子炉から送られる蒸気で発電機のタービンを駆動する。	雨水対策スケジュールに戻る
UO_2	uranium(IV) oxide	酸化ウラン	核燃料。 現用の軽水炉では低濃縮の酸化ウラン(IV)の粉末をプレス機で直径・長さとも約1 cmに成型・加工し、高温で焼き固めたペレットが使われている。	
vol%		体積%	濃度を表す単位の1つ。体積を用いて濃度を表した単位。vol%の計算式は下記 vol%＝100×物質Aの体積÷Aの体積を含めた全体の体積	

概要に戻る

用語解説

X-1,X-6			原子炉格納容器（PCV）貫通孔（ペネトレーション）の一つ	
Xe-135	Xenon-135	キセノン135	キセノン135はウラン燃料が核分裂をした時に生じる放射性物質。半減期は極めて短く約9時間。このためXe-135が増加したままになるのは、ウランの核分裂が継続して起きているときであり、臨界に達していると考えられる。	
Zr	zirconium	ジルコニウム	金属の中で熱中性子の吸収断面積が最小のため、ジルカロイと呼ばれるジルコニウム合金が原子炉の燃料棒の被覆材料（燃料被覆管）や沸騰水型原子炉用燃料集合体チャンネルボックスの材料として利用される	

概要に戻る

用語解説

ウェルプラグ	well plug		原子炉格納容器内部からの放射線を遮へいするためにオペレーティングフロアに設置された、それぞれが3分割された総重量約500トン超の3層の蓋。シールドプラグとも言う。	Xブレース撤去に戻る
グレーチング	grating		原子炉格納容器内で平時に作業時の足場となる金属製の格子	
ケーブルトレイ	cable tray		原子炉格納容器内でケーブルを収めた、ペデスタル内側壁面に沿った底面から60 cmの高さの構造物	
コアスプレイ系(CS)	Core Spray System		冷却材喪失事故時等に炉心の過熱の恐れのある場合、原子炉格納容器のサプレッションプールの水をポンプで送水し、 シュラウド内の炉心上部にノズルからスプレイし冷却する非常炉心冷却設備の一つ	

概要に戻る

用語解説

残留熱除去系（RHR）	Residual Heat Removal System		原子炉が停止した後に、炉心より発生する崩壊熱及び顕熱を除去・冷却するための系統	
スタテン	stud tensioner		原子炉の容器を開閉する際、天井クレーンで圧力容器の真上に運び、油圧で、容器のふたのボルトを締めたり、緩めたりする円盤形の装置	遮蔽除染概念図に戻る
耐放性			耐放射線性	
チャンネルボックス（CB）	Channel Box		沸騰水型発電炉（BWR）の燃料集合体を覆っている四角の筒。原子炉冷却材流路の確保、制御棒のガイド、燃料棒の固定と保護の機能を持っている。	外観点検実施結果に戻る
天クレ		天井クレーン	燃料取扱装置で取り出し、輸送容器に装填された使用済み核燃料を地上に下ろすときなどに使うクレーン	Xブレース撤去に戻る

概要に戻る

用語解説

ドレンサンプ	drain sump		原子炉格納容器内で漏洩水をいったん集める穴	
プラットホーム	platform		原子炉格納容器内で圧力容器直下の作業空間	
ペデスタル	pedestal		原子炉格納容器内で圧力容器を支える鉄筋コンクリート製の円筒形の土台	
ベント	Vent		格納容器の内圧が異常に上昇して格納容器が破損することを防止するため、放射性物質を含む格納容器内の気体を、圧力抑制室(S/C)内の水を通して一部外部に放出し圧力を低下させる措置	概要に戻る
ラプチャディスク	rupture discs		配管の途中にある仕切り板。普段は誤ベント防止のため閉まっているが一定以上の圧力がかかると破裂し、ベントを可能にする。	

概要に戻る

用語解説

ランウェイガーダ	runway girder		燃料取扱設備・クレーンを構台と使用済み核燃プールの間で移動させるレールを載せる橋げた	線量低減の設計状況に戻る 遮蔽除染概念図に戻る

概要に戻る