

福島第一原発Watcher 月例レポート 2019年7月

使用済み燃料プール対策

概要

2019年7月の使用済み核燃料の取り出し準備の状況についてレポートします。

1号機では、事故時の水素爆発によって正常な位置からズれているオペレーティングフロア上の**ウェルプラグ**の二回目の調査状況([45ページ](#))、および**使用済み燃料プール南側小ガレキ撤去の進捗状況**([55ページ](#))について続報しました。また、**新たに示された使用済み燃料プール保護の具体的方法**についてもレポートしました([57ページ](#))。

使用済み燃料プール対策スケジュールによると、**2号機**では、オペレーティングフロアの残置物の片付けが継続されているようですが詳細は不明です。

[136ページ](#)では、**3号機の新燃料の取り出しの進捗状況**を続報してあります。

東京電力と協力会社間でのクレーン計画についての確認欠如により開始が延期されていた**1/2号機排気筒解体作業**は、クレーン計画が修正され解体作業が**開始**されました([160ページ](#))。

目次

1 使用済み核燃料とはどのようなものか？	…	2	
2 作業項目と作業ステップ、および取り出しの予定時期	…	13	
3 現在の各号機の状態	…	14	スケジュール … 18 循環注水冷却 … 21 1号機 … 27 2号機 … 62 3号機 … 104
4 各号機の取り出し工法	…	15	
5 各号機の使用済み燃料取り出しに向けた取り組み状況	…	18	
6 1/2号機排気筒の解体について	…	143	

1(1)

1 使用済み核燃料とはどのようなものか？

(1) 電気を作る－発電の仕組みと核燃料の役割

←発電機の磁石を回す

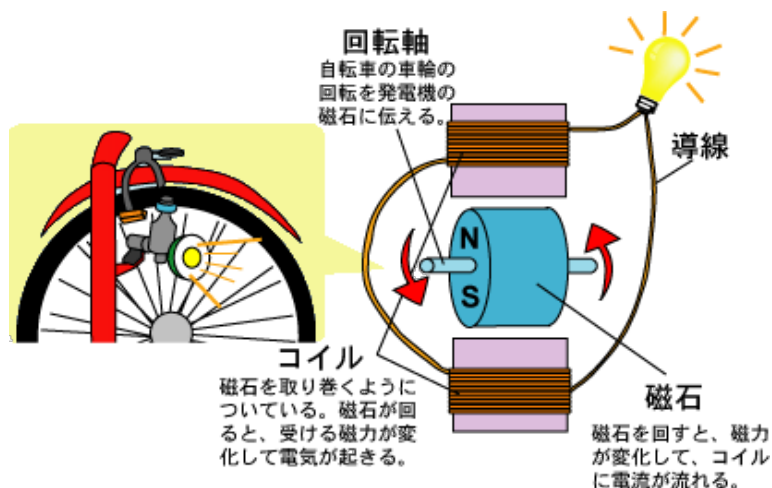
何で回す？

←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できます。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「岩波書店『科学』2000年12月号1064～1072頁より
「高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるか I」」

http://geodispo.s24.xrea.com/katudo/IwanamiKagaku/kagaku2000_12.html#ref07

ページ1に戻る

番外

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ほどのほんとは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されます。火力+風力発電とでもいいでしょうか？ 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。めでたしめでたし(笑)

[ページに戻る](#)

1(2)

(2) 原子力発電の仕組み

←原子炉でお湯を沸かす

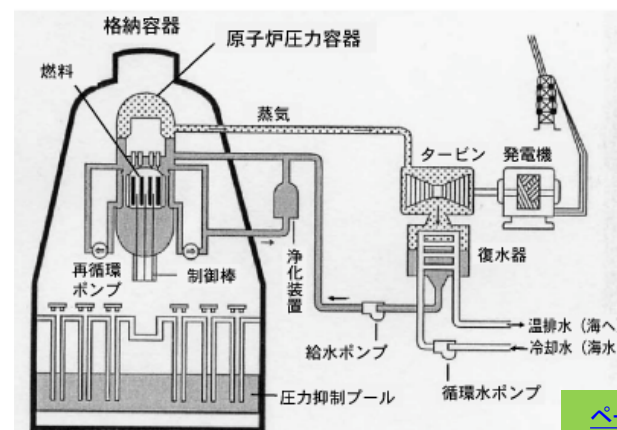
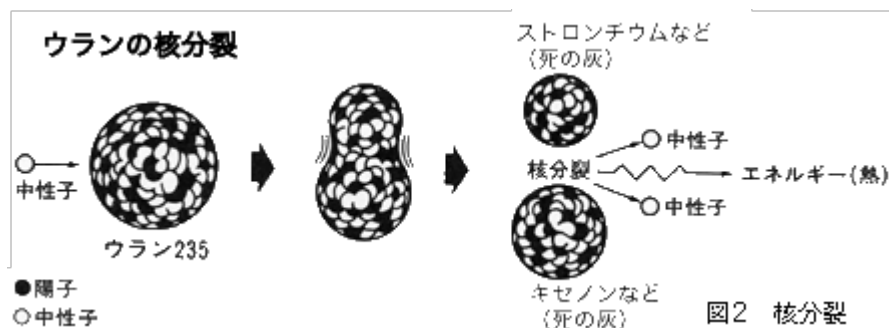
←どうやってお湯を沸かす？

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。



[ページに戻る](#)

参照文献及び図版出典: 藤村 陽 石橋克彦 高木仁三郎「岩波書店『科学』2000年12月号1064~1072頁より「高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるか I」」

http://geodispos24.xrea.com/katudo/IwanamiKagaku/kagaku2000_12.html#ref07

原子力教育を考える会「よくわかる原子力」

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

1(3)

(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、二酸化炭素は地球温暖化の原因と言われていて、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。

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。

参考文献: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軽水炉の使用済み燃料(04-07-01-02)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=04-07-01-02

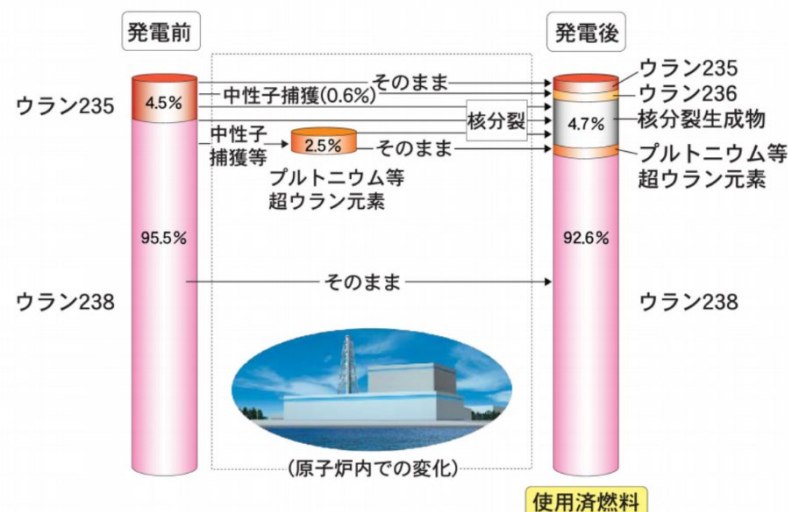
1(4)

(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ノイド(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。



参考文献: 日本原子力研究開発機構「高速増殖炉と核燃料サイクルー1」

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

1(5)

(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種近くの放射エネルギーが、それぞれの核種についての一般人の年間摂取限度の1億倍を越えており、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軽水炉の使用済み燃料 (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「岩波書店『科学』2000年12月号1064~1072頁より
「高レベル放射性廃棄物の地層処分はできるか I」

http://geodispo.s24.xrea.com/katudo/IwanamiKagaku/kagaku2000_12.html#ref07

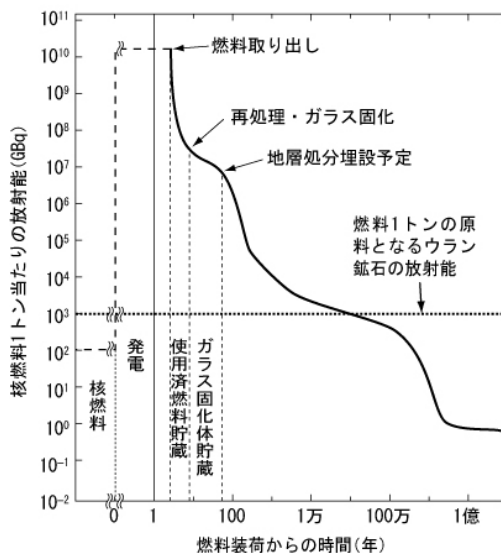
原子力教育を考える会「よくわかる原子力」

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

1(6) (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くのです。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8~9g、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。



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	14.1億年
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

[ページに戻る](#)

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>

「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

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」

<http://www.nfi.co.jp/product/prod02.html>

東京電力2015年11月26日「使用済み燃料等の保管状況」

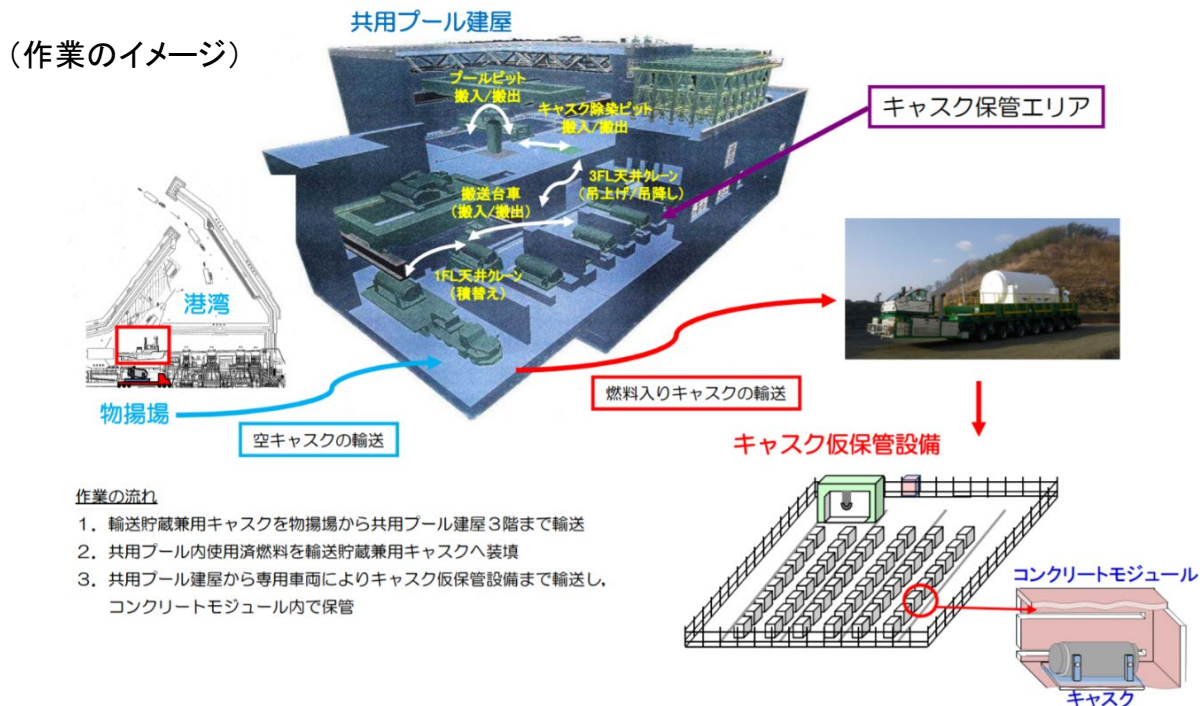
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2015/pdf/1126_3_2k.pdf

1(7)①

(7) 使用済み燃料の輸送と保管 ① 共用プールからの使用済み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、3号機使用済燃料プールの燃料566体(使用済燃料514体、新燃料52体)を敷地内の共用プールへ輸送するとしています。



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>

1(7)② i

② 使用済み燃料の保管状況 i (更新)

東京電力の発表によれば、イチエフ構内の使用済み核燃料の保管状況は下記の通りです。

保管場所	保管体数(体)				取出し率	(参考) 2011/3/11 時点	備考
	使用済み燃料プール		新燃料 貯蔵庫	合計			
	新燃料	使用済み燃料	新燃料				
1号機	100	292	0	392	0.0%	392	
2号機	28	587	0	615	0.0%	615	
3号機	24	514	0	538	4.9%	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	1,456	230	1,884	0.0%	1,704	・2011/3/11時点の体数は炉内含む ・使用済み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	518	4,223	230	4,971	21.8%	6,354	

保管場所	保管体数(体)			保管率	(参考) 保管容量	備考
	新燃料	使用済み燃料	合計			
乾式キャスク 仮保管設備	0	2,033	2,033	69.4%	2,930	キャスク基数37 (容量:50基)
共用プール	52	6,081	6,133	90.2%	6,799	ラック取替工事实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	使用済み燃料	合計
福島第一合計	800	12,337	13,137

〔赤字: 前回(2019/6/27)報告時からの変更点〕

1(7)② ii

ii 配置図



iii 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燃料(回収ウラン燃料※)を4体、使用済み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: 使用済み燃料を再処理施設で再処理し、転換・濃縮を行い成型加工した燃料)

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み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>

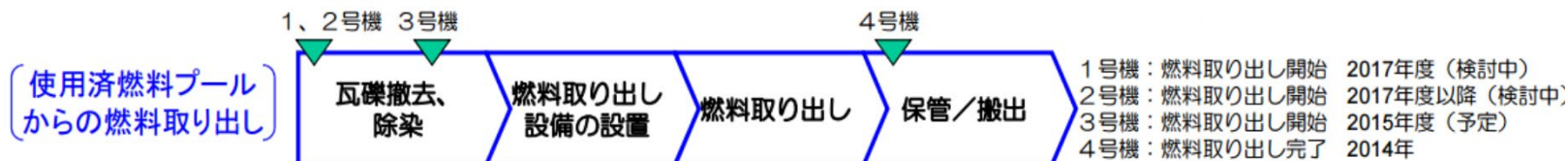
2017年10月20日東京電力「福島第一原子力発電所の状況について(日報)」

http://www.tepco.co.jp/press/report/2017/1461959_8981.html

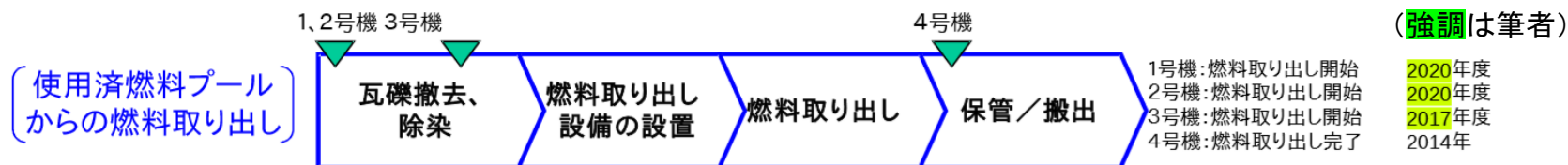
2

2 作業項目と作業ステップ、および取り出しの予定時期

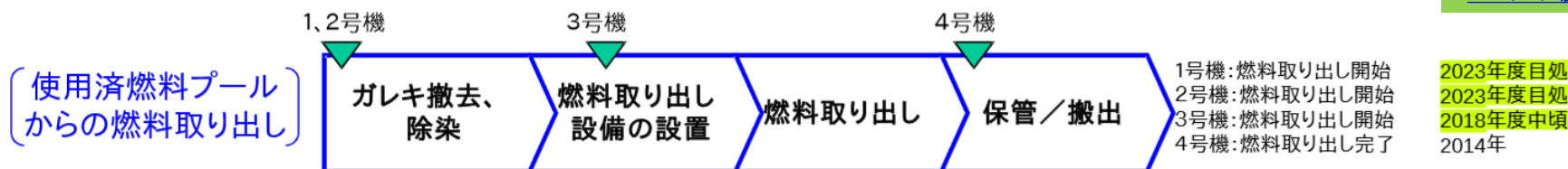
「東京電力(株)福島第一原子力発電所の 廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」第2版までの作業ステップでは下記のように設定されていました。



2-2 2015年6月12日、全体のリスク低減を基調に改訂された「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3版において、使用済み燃料の取り出しの作業ステップは下記のように先送りされました。



2-3 2017年9月26日、ステップ・バイ・ステップのアプローチによる全体の最適化を基調に改訂された「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版において、使用済み燃料の取り出しの作業ステップは下記のようにさらに先送りされました。



[ページ1に戻る](#)

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3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・汚染水対策の概要」

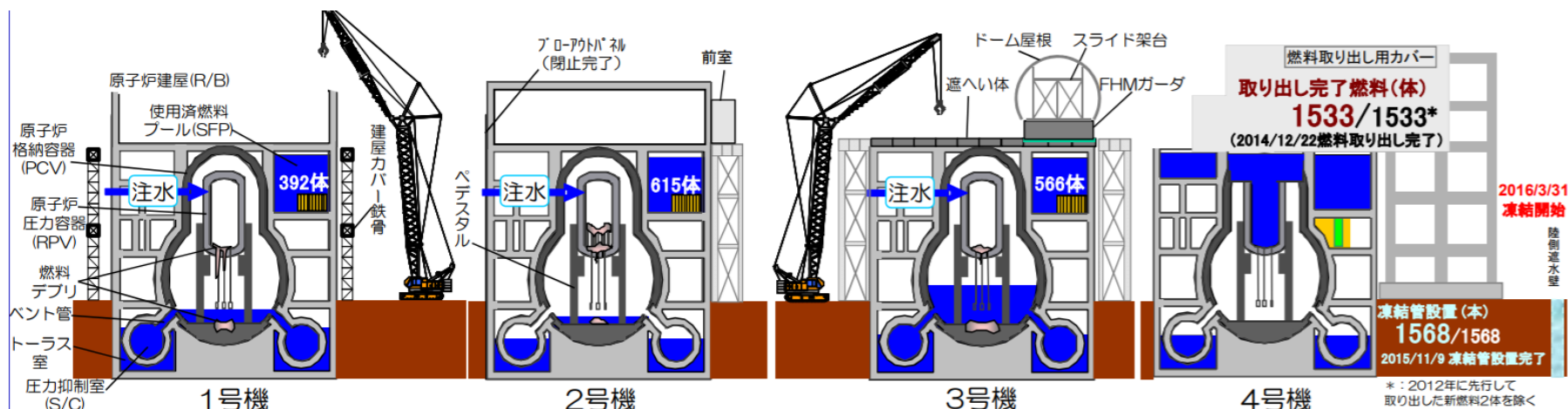
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/2-00-01.pdf>

3 現在の各号機の状況

東京電力は、2017年10月26日現在の各号機の状況を以下のように図示しています。

注：下図の使用済み燃料プール内の核燃料の数は、1号機100体、2号機28体、3号機52体の使用前核燃料を含みます。

3号機の燃料プールからは燃料の取り出しが始まっています(2019年4月)



出典：2017年10月26日第47回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議「廃炉・汚染水対策の概要」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/10/2-00-01.pdf>

4(1)

4 各号機の取り出し工法

(1) 1号機

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す(図1参照)。

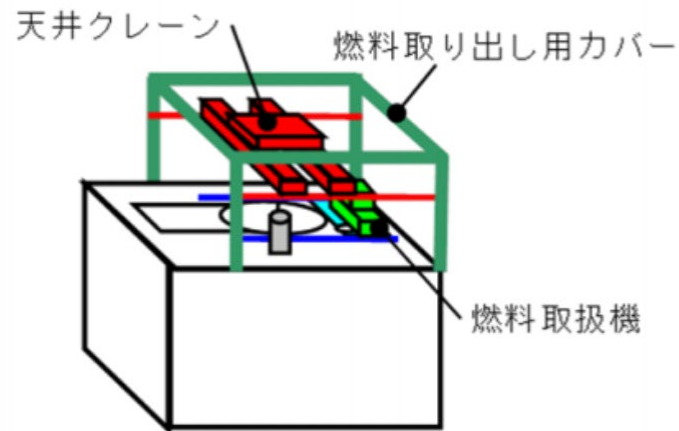


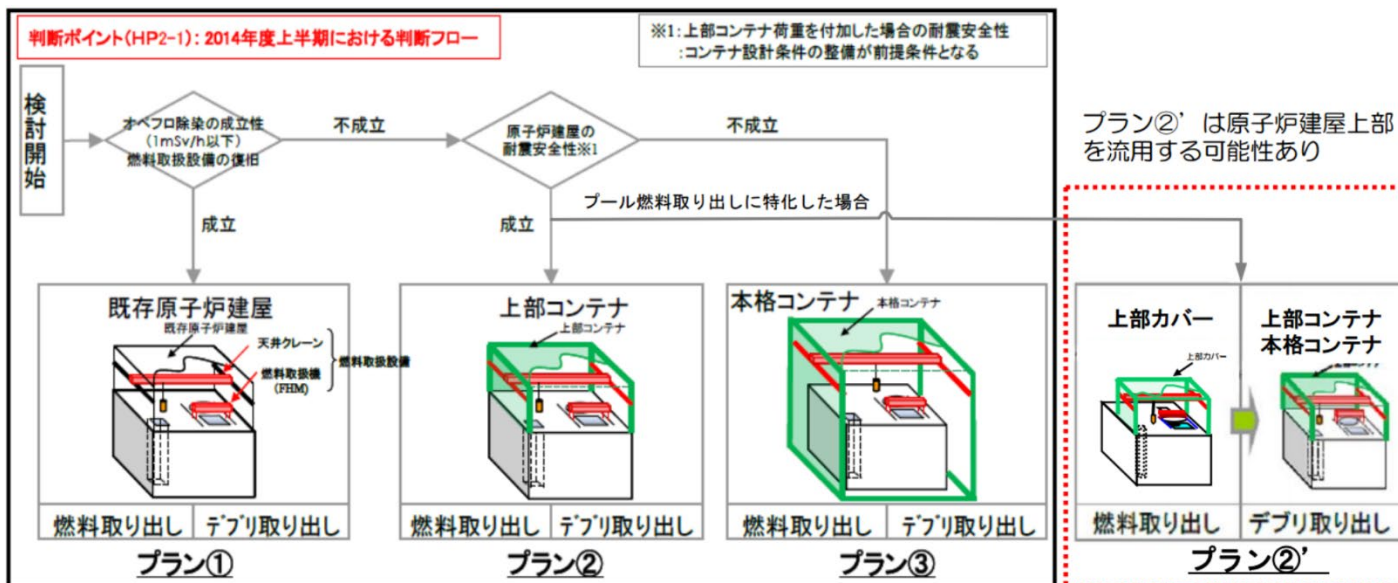
図1 1号機の燃料取扱設備等 (イメージ図)

4(2)

(2) 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、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す(2017年の中長期ロードマップ(第4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」とされています)。



原子炉建屋屋根保護層鉄橋に戻る

2号機取り出し方法の検討状況に戻る

建屋上部解体と放射性ダストの放出に戻る

出典: 東京電力2015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4版)

http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hairo_osensui/dai3/siryou2.pdf

ページ1に戻る

4(3)

(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していましたが(図3参照)。

下記出典のロードマップ第3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、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

カバー設置については工事の進展を[114ページ](#)以降でレポートしています。

カバー設置後に発生したいくつかの不具合については[119ページ](#)から報告しました。

燃料取り出しは4月15日に始まりました([134ページ](#))。

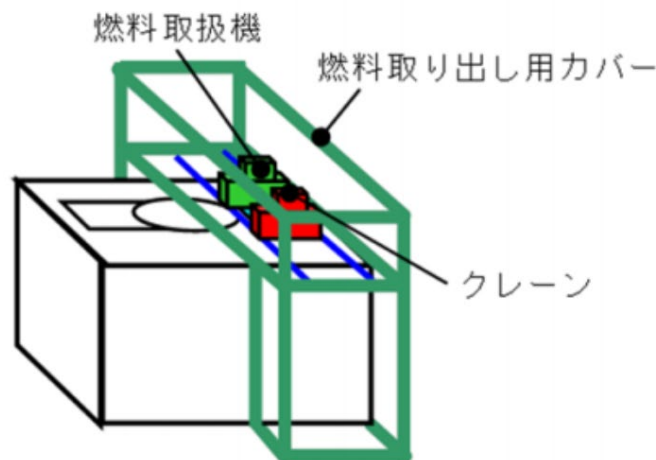
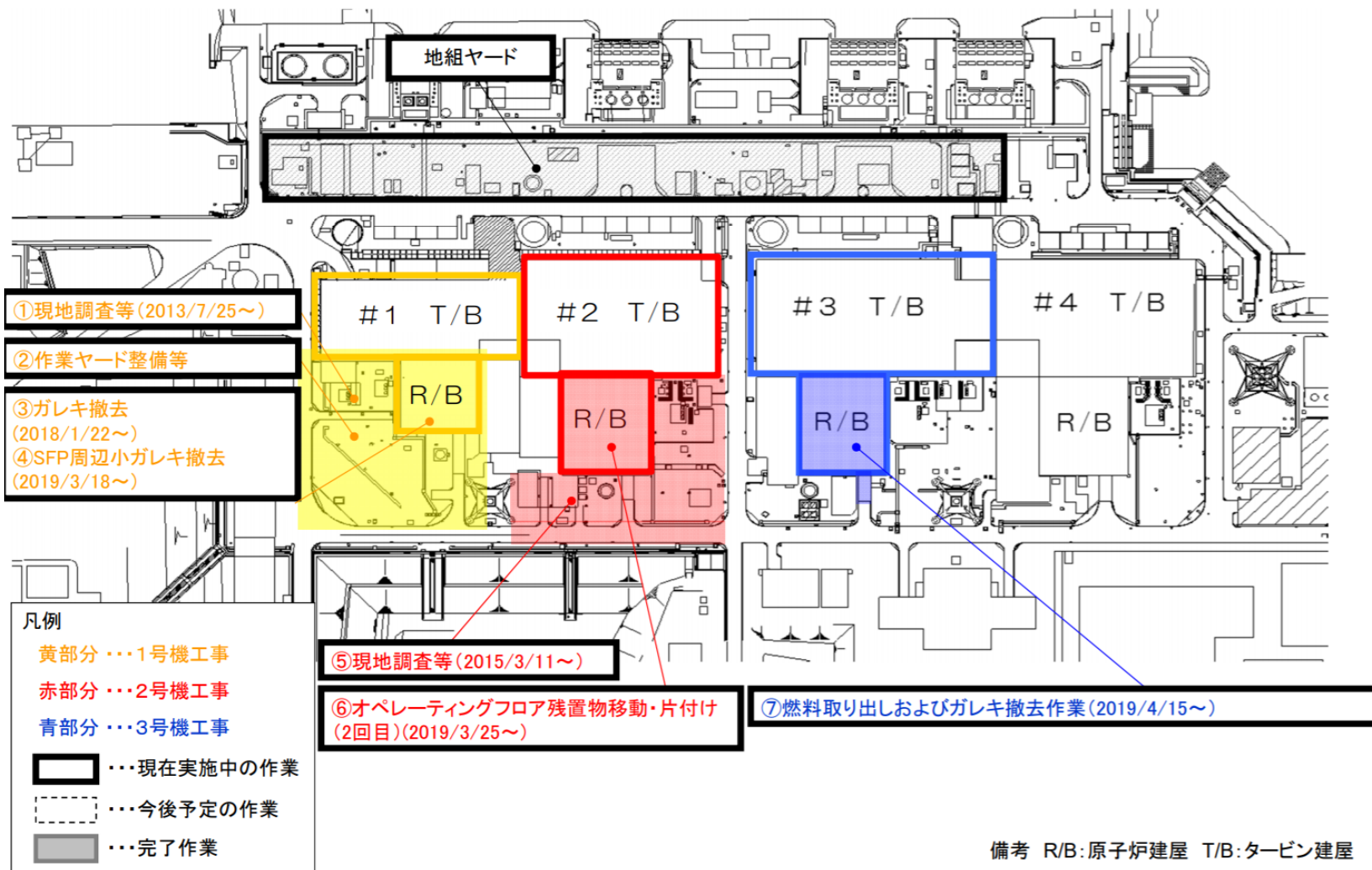


図3 3号機の燃料取扱設備等 (イメージ図)

5(2)

(2) 各号機の使用済み燃料取り出し準備作業エリア配置図 (更新)

N ←



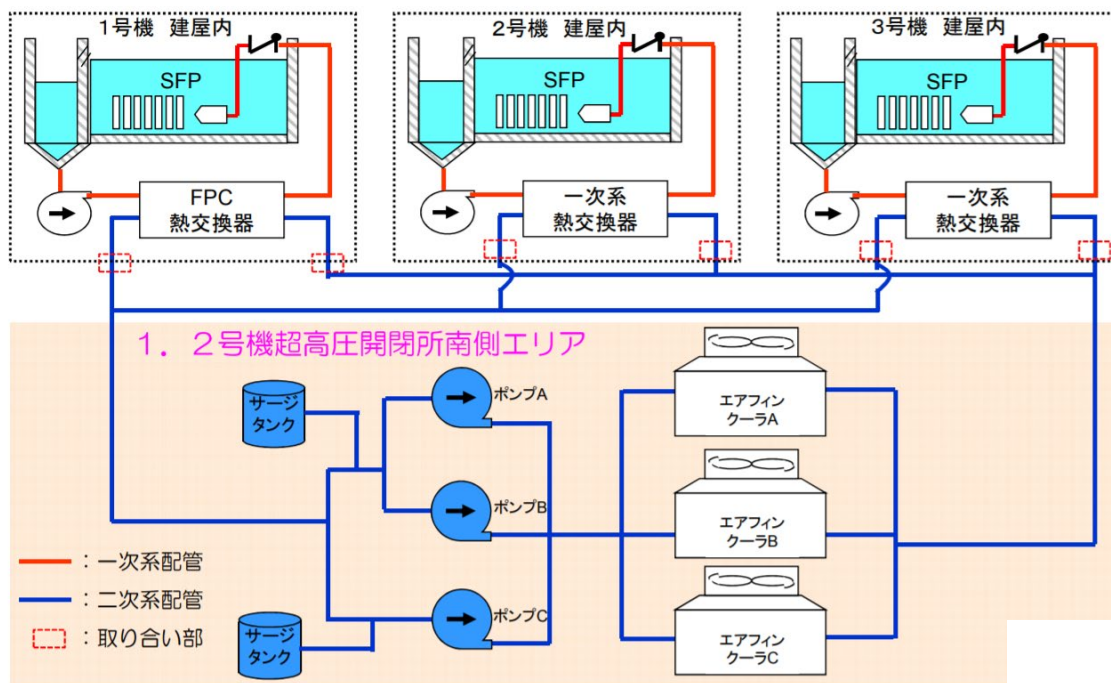
出典: 2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力「1, 2, 3号機 原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 燃料取り出し用カバー工事 他 作業エリア配置図」
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-2.pdf>

5(3)①

(3) 循環注水冷却について ①

使用済み核燃料の冷却水については、使用済み燃料プール(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核燃料は崩壊熱の低下が継続しており、東京電力は、使用済み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・点検に伴う使用済み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、「[使用済み燃料プール循環注水冷却スケジュール](#)」をご覧ください。



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>

5(3)②

② 1号機 冷却を停止した状態での使用済み燃料プール水温の温度推移の確認

東京電力は前ページの予測を踏まえ、今後の使用済み燃料プール(SFP)循環冷却系の運用方法を再検討するため、1号機使用済み燃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、使用済み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、使用済み燃料の崩壊熱とプールからの放熱がバランスし、使用済み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使用済み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使用済み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 使用済み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(使用済み燃料プール水温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

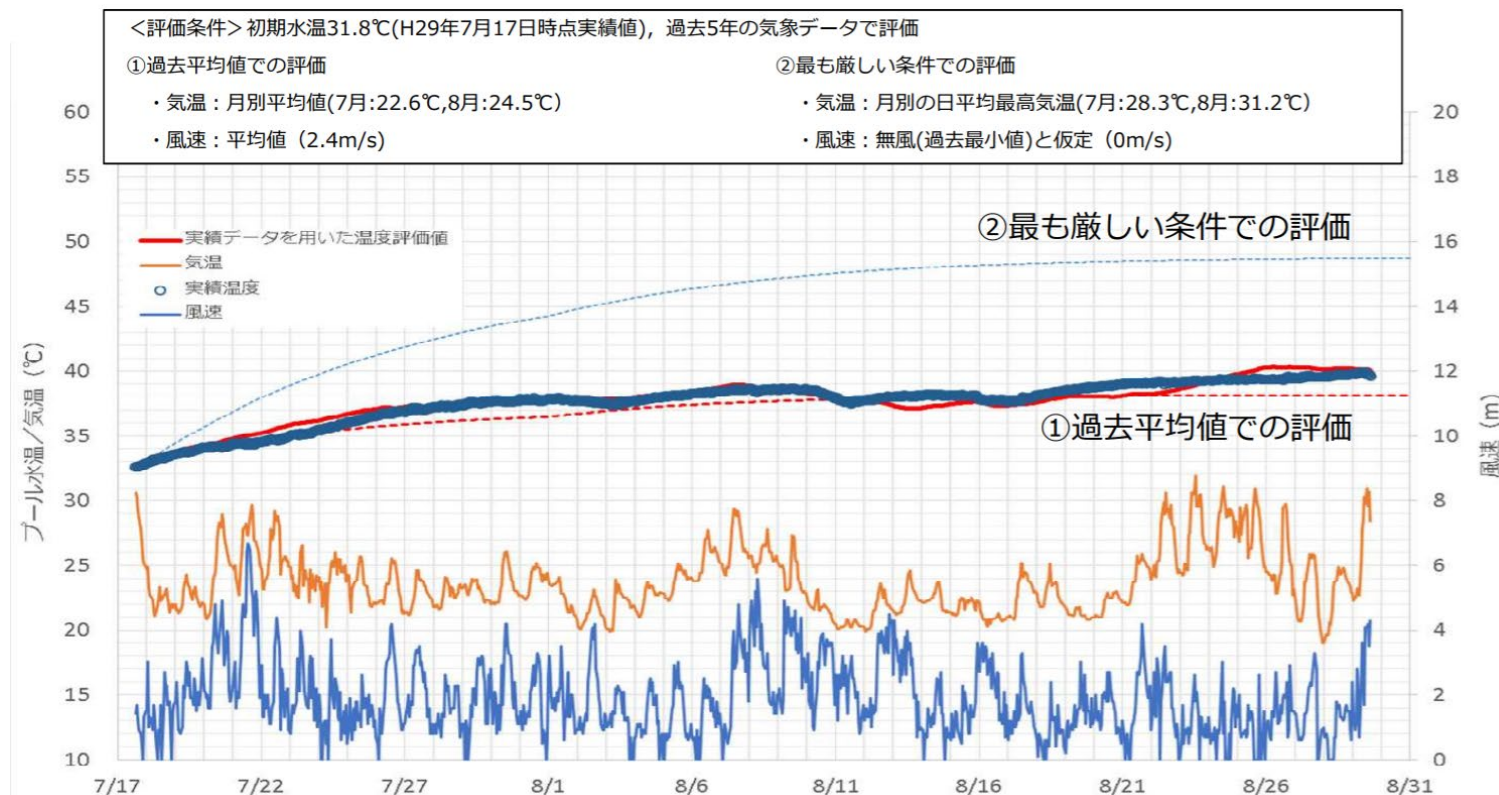
http://www.tepco.co.jp/press/report/2017/1414901_8981.html

2017年7月13日東京電力「福島第一原子力発電所1号機使用済み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

5(3)②

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」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/08/3-05-02.pdf>

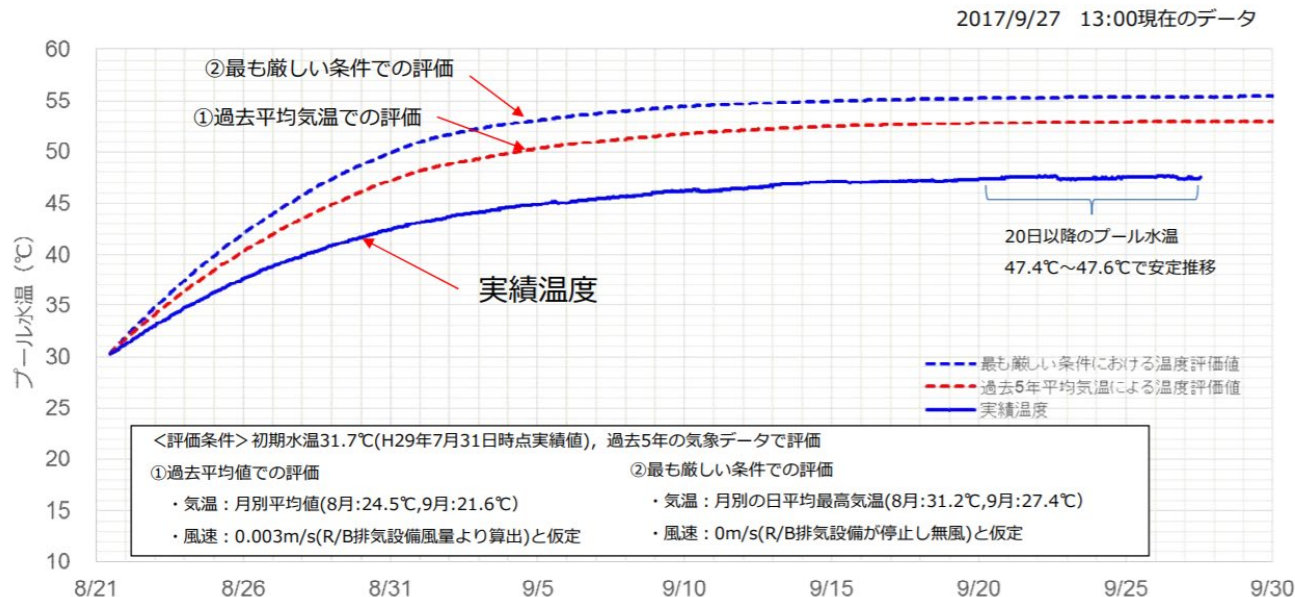
5(3)③

③ 2号機 冷却を停止した状態での使用済み燃料プール水温の温度推移の確認

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号機使用済み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】」

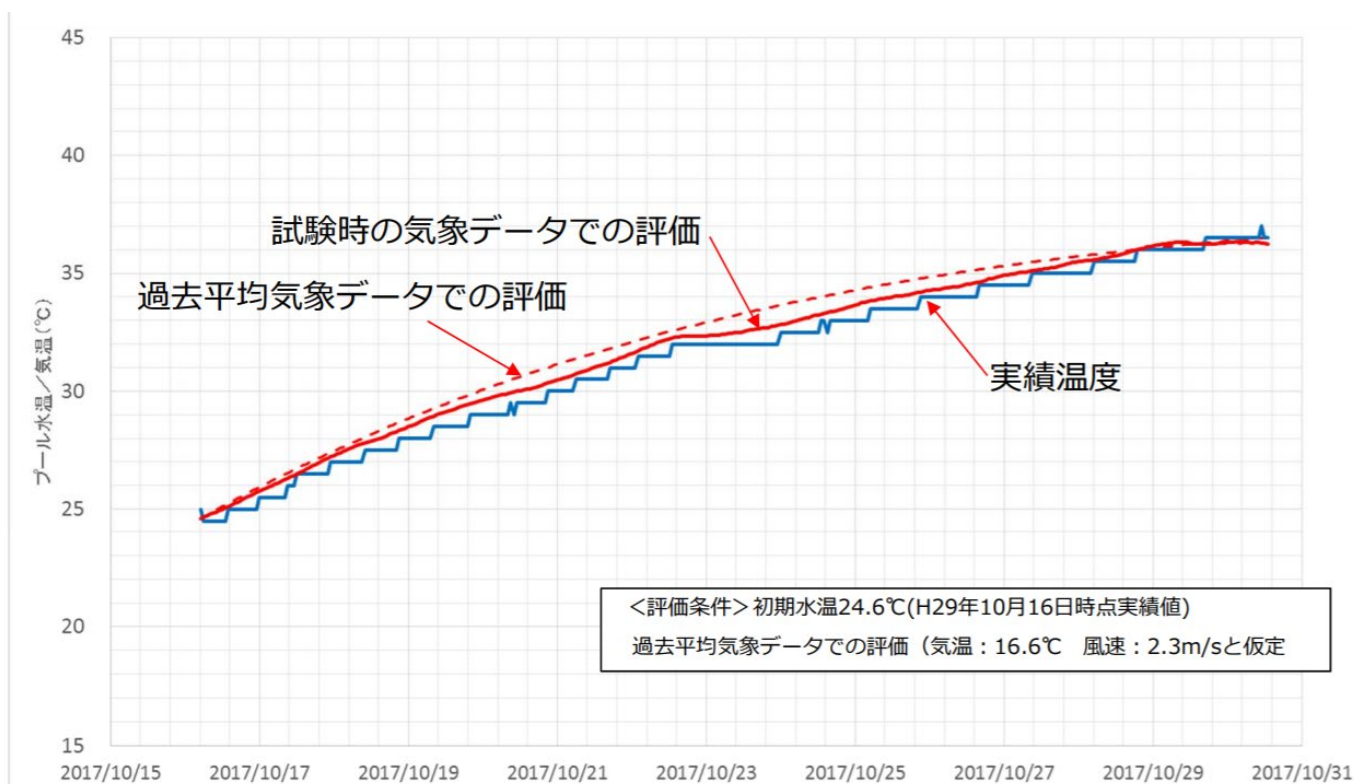
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/09/3-05-02.pdf>

5(3)④

④ 3号機 冷却を停止した状態での使用済み燃料プール水温の温度推移の確認

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、この間の使用済燃料プールの水温は、過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

5(4)①

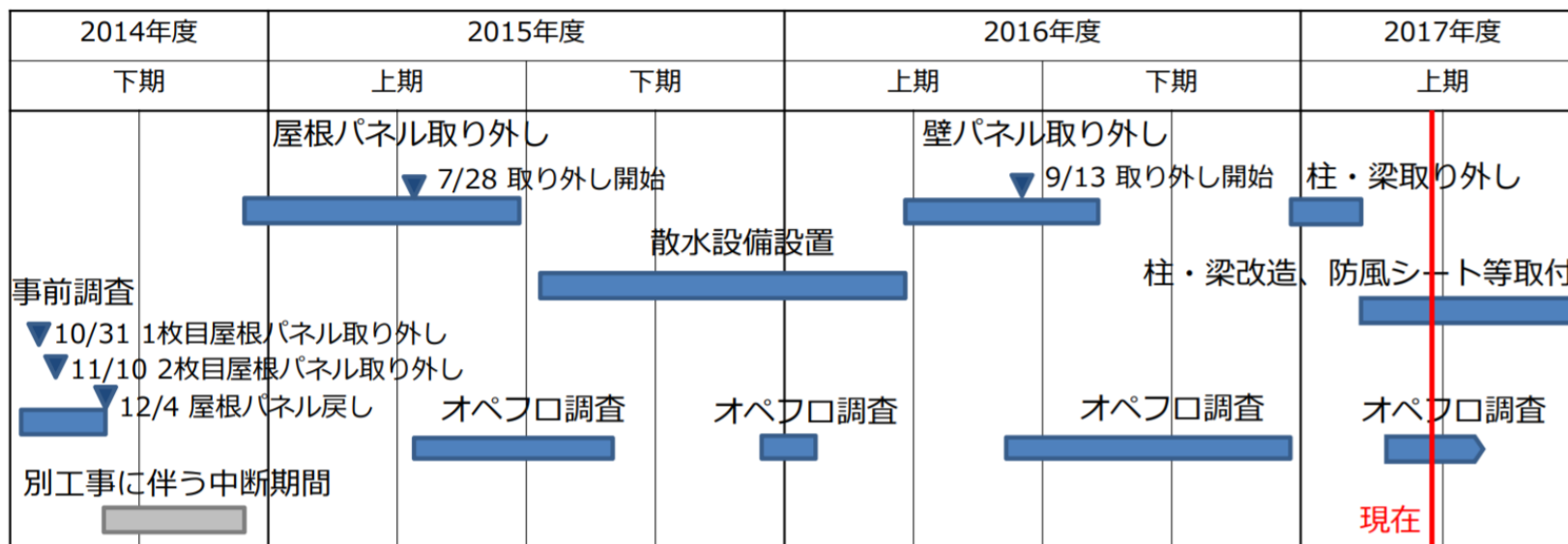
(4) 1号機の取り組み状況

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、使用済み燃料取り出しに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

5(4)②

② 原子炉建屋カバー解体工事完了

東京電力によると、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。取り外し作業と並行して実施してきたオペレーティングフロア北側のガレキ状況の調査は2017年7月に終了しています。

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。



作業開始前の状況写真
(7月11日撮影)



作業状況写真(10月25日撮影)



取り外し完了後の状況写真
(11月10日撮影)

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>

2016年10月27日第35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 建屋カバー解体工事の進捗状況について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/10/3-02-04.pdf>

2016年11月24日第36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 建屋カバー解体工事の進捗状況について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/11/3-02-03.pdf>

5(4)③

③ 柱・梁の取り外し

東京電力によると、今後1号機では、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、建屋カバーの梁に防風シートを設置する予定です(2017年12月設置完了、[次々ページ参照](#))。

こ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。今後、取り外した柱・梁の改造をした上、建屋カバー中段梁に防風シート等を取付けていきます。

これまで、作業に伴うダストモニタの警報発報、モニタリングポストの有意な変動はなかったとのこと。

(上段北梁取り外し(3/31))

(北西柱取り外し(5/11))



出典：2017年4月27日第41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/2017/04/2-00-01.pdf>

2017年5月25日第42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号機 建屋カバー解体工事の進捗状況について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/05/3-02-06.pdf>

5(4)④

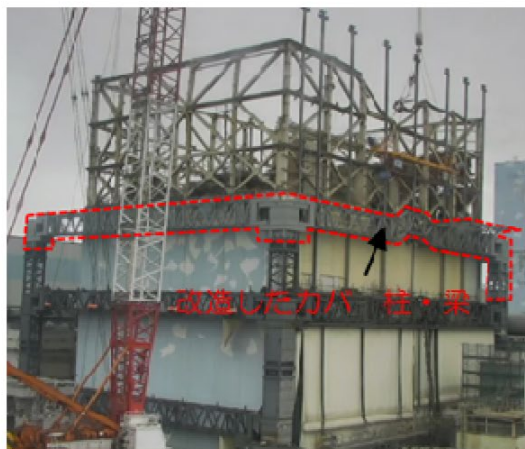
④ 改造した柱・梁の再取り付け

→防風フェンスの設置

東京電力によると、ガレキ撤去作業時のダスト飛散を抑制する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。

10月31日からは、北側から防風フェンスの設置を開始し、今後、順次設置を進めていくそうです。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日にかけて実施しました。

これまで作業に伴うダストモニタの警報発報、モニタリングポストの有意な変動はありませんでした。

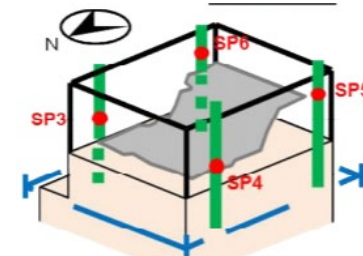


改造柱・梁設置(10月11日撮影)

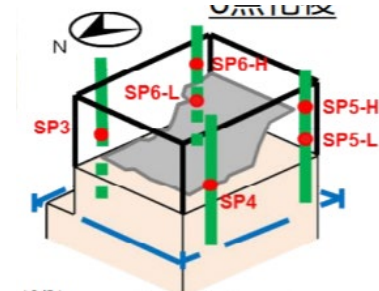


防風フェンス設置状況(11月9日撮影)

(4点連続監視)



(6点連続監視)



10/31 SP(サンプリングポイント)を示す

出典：2017年10月30日第48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号機建屋カバー解体工事の進捗状況について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/11/3-02-03.pdf>

5(4)⑤

⑤ 改造した柱・梁の再取り付け

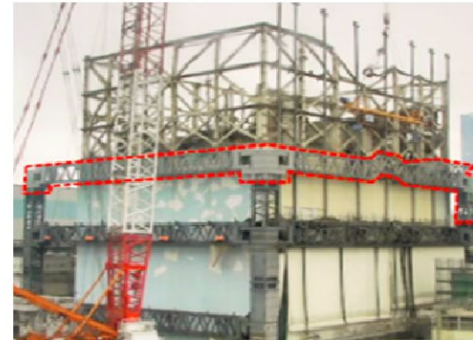
→防風フェンスの設置完了

→ガレキ撤去作業の開始

東京電力によると、2017年12月19日にガレキ撤去中のダスト飛散防止のための防風フェンスの設置工事が完了しました。



⑤ 【2016年11月10日：壁パネル取り外し完了】



⑥ 【2017年10月24日：鉄骨改造・取り付け完了】



⑦ 【2017年10月31日：防風フェンス1枚目取り付け】



⑧ 【2017年12月19日：防風フェンス取り付け完了】

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>

2018年2月1日第50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 1号機原子炉建屋ガレキ撤去作業の進捗状況について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/02/3-02-03.pdf>

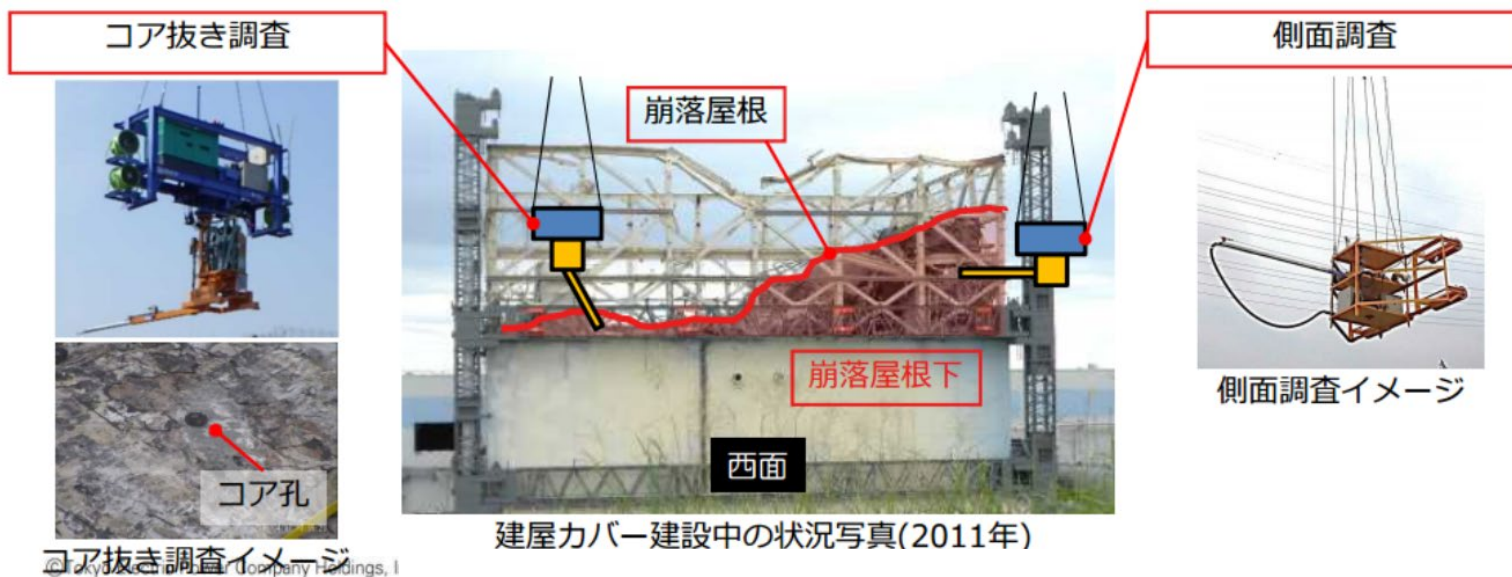
5(4)⑥

⑥ 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カレキの状況が分かりません。このため、建屋カバー壁パネルの取り外しに併せ、カレキ撤去方法を検討するためのデータ収集等を目的に、崩落屋根下のカレキ状況調査等を実施しています。

調査内容はカレキ状況調査、放射線量率測定、空気中の放射性物質濃度測定、カ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。



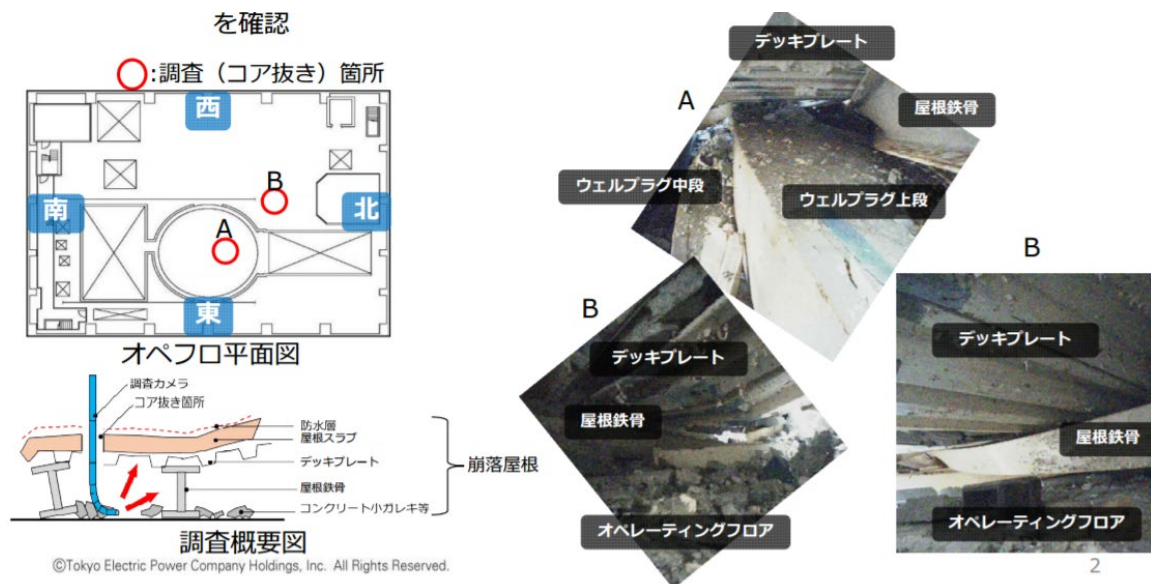
5(4)⑦

⑦ 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>

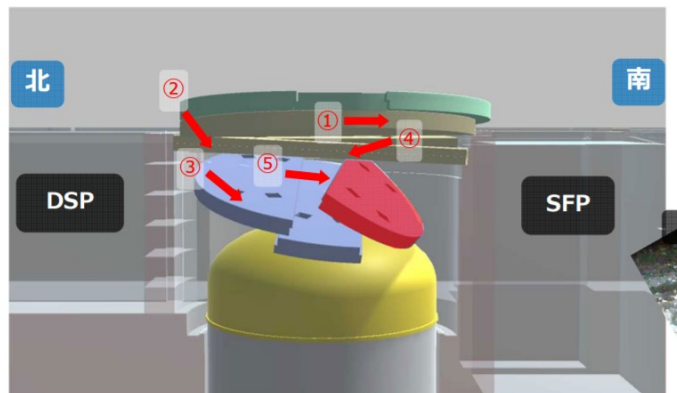
5(4)⑦

(2) 原子炉ウェルプラグの状況

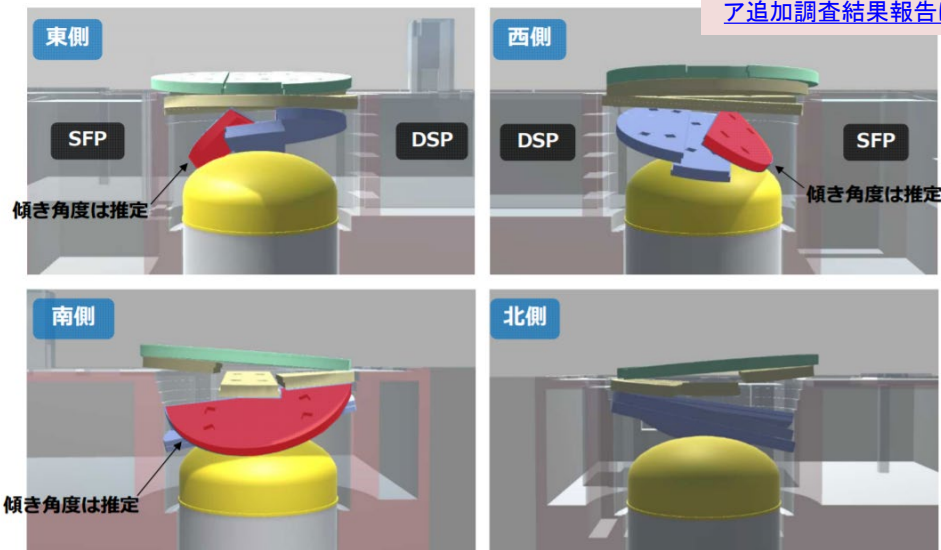
ウェルプラグとは、原子炉格納容器内部からの放射線を遮へいするためにオペレーティングフロアに設置された、それぞれが3分割された総重量約500トン超の3層の蓋です。ただし、気密性はありません。

[1号機ガレキ、Xブレース撤去に戻る](#)
[1号機ウェルプラグ調査に戻る](#)

■ 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号機オペレーティングフロア追加調査結果報告に戻る](#)


ウェルプラグイメージ図（西側）



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气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）。

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」

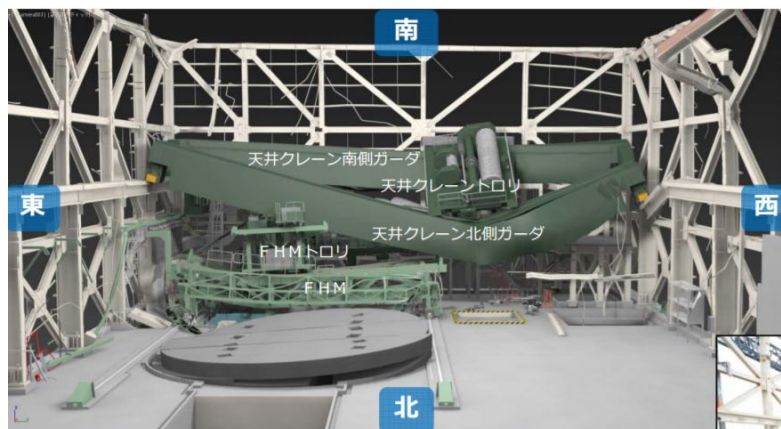
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/03/3-02-03.pdf>

[ページ1に戻る](#)

5(4)⑦

(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機(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>

5(4)⑦

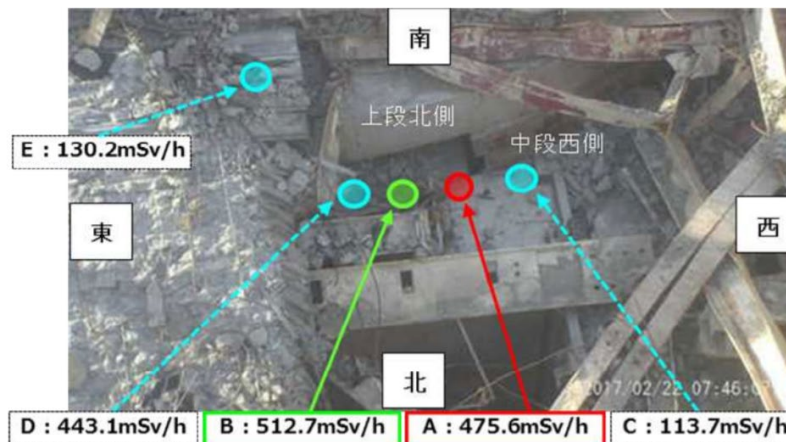
2 線量測定の結果、次のようなことが分かりました。

- ① 屋根スラブ上1mの位置での線量は約6～121mSv/h
- ② 原子炉ウェル、使用済み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400～460mSv/h、オペフロ床面からの線量寄与が概ね100mSv/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>

[ページに戻る](#)

5(4)⑧

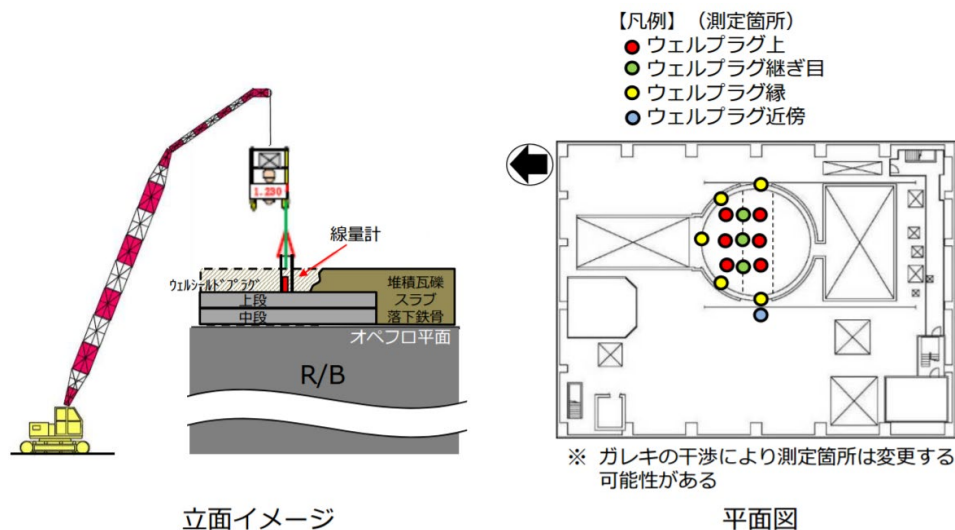
⑧ 1号機 オペレーティングフロア追加調査の実施について

前回までの調査で、崩落屋根・天井クレーン・燃料取扱機の損傷状況・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)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)



出典：2017年5月25日第42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>

[ページ1に戻る](#)

5(4)⑨

⑨ 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)。

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=v52166k0

5(4)⑨

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。

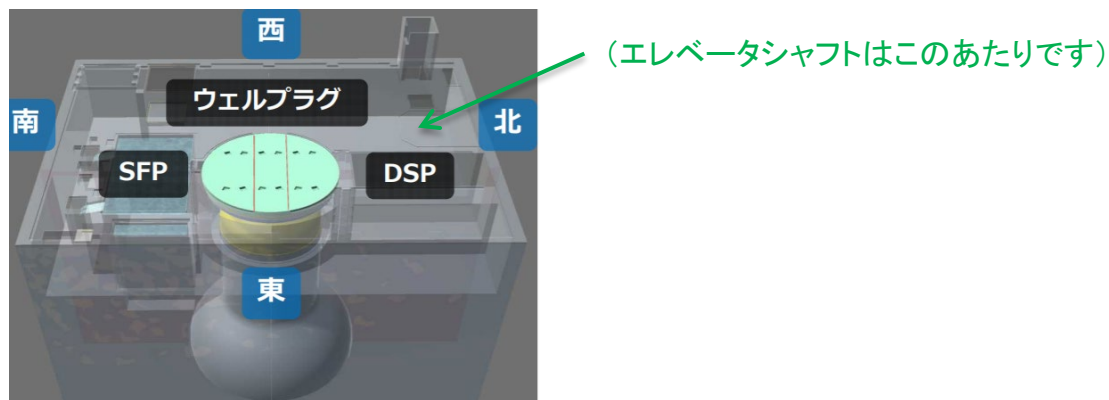
- ① ウェルプラグのずれ状況（オペレーティングフロア上の位置情報）
- ② ウェルプラグの損傷状況（プラグ上面から確認）
- ③ ドライヤ・セパレータピット(DSP)内のガレキの堆積状況、損傷状況
- ④ 今後、撤去が必要となるエレベータシャフト(EVS)の詳細な施工手順を検討するため、エレベータシャフト表面付近の線量率の測定結果

（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は使用済み燃料プールです。



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>

5(4)⑨

以下が今回公表された調査結果です。

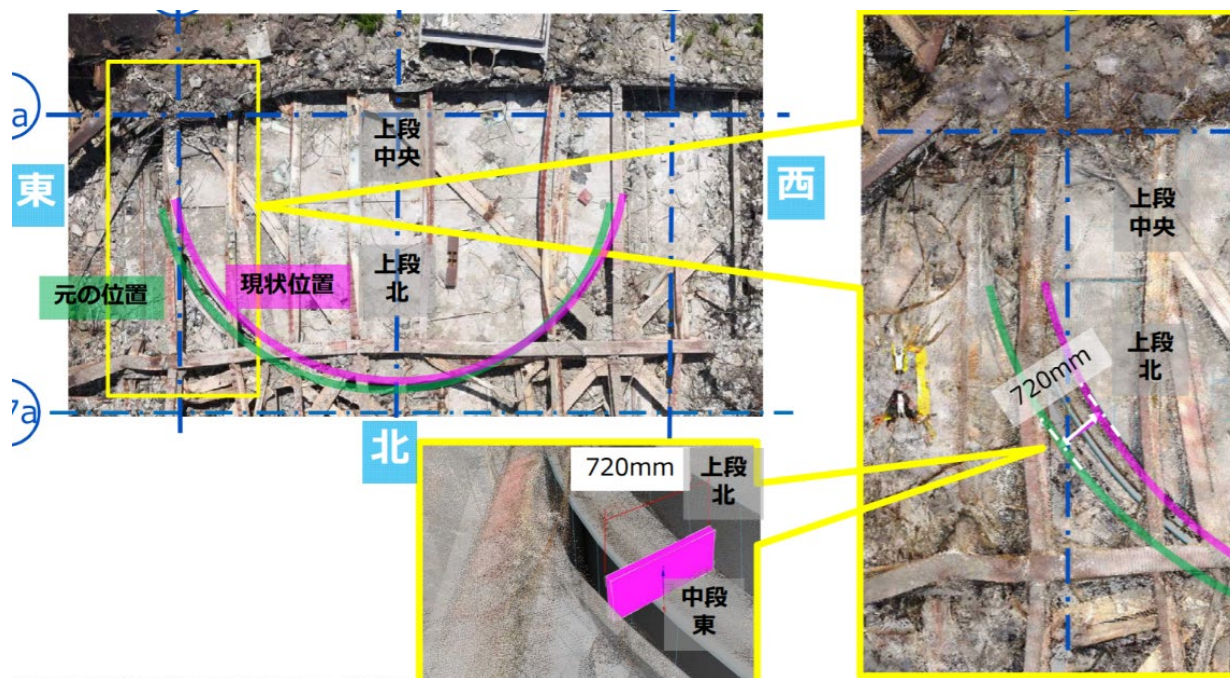
① ウェルプラグのずれ状況 (オペレーティングフロア上の位置情報)について

「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>

ページ1に戻る

5(4)⑨

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

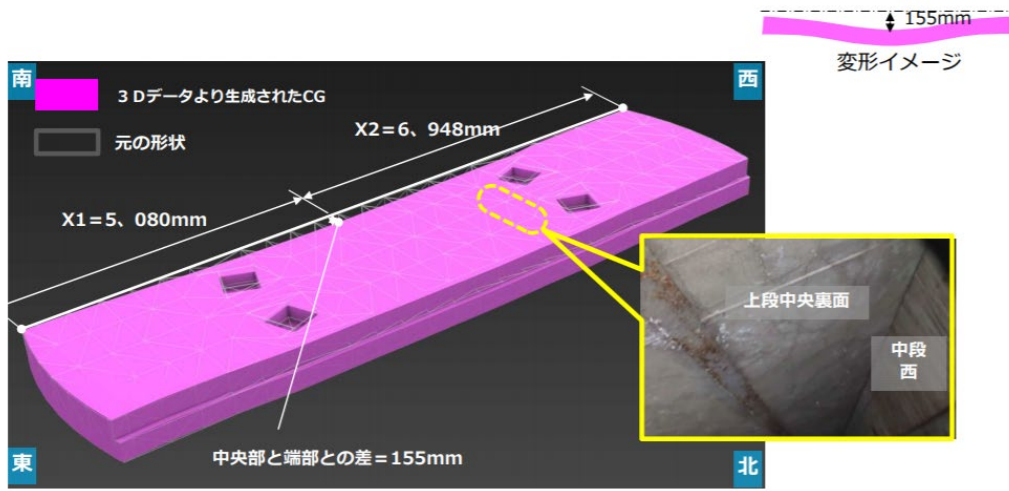
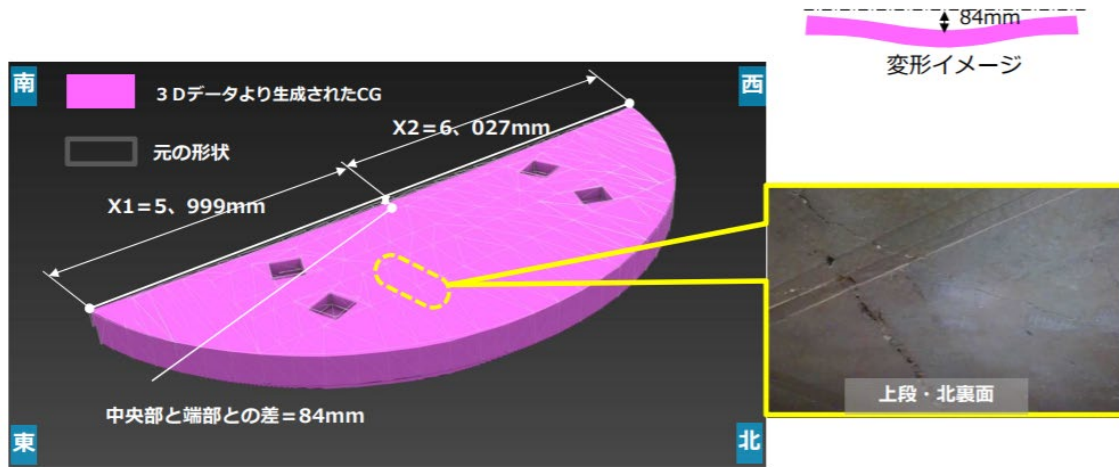
線量率はエレベータシャフト天井上面が最大で約15 mSv/hであり、ウェルプラグ上段上面(最大値約200 mSv/h、平均値約125 mSv/h)よりも1桁低い値でした。



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>

5(4)⑨



5(4)⑩

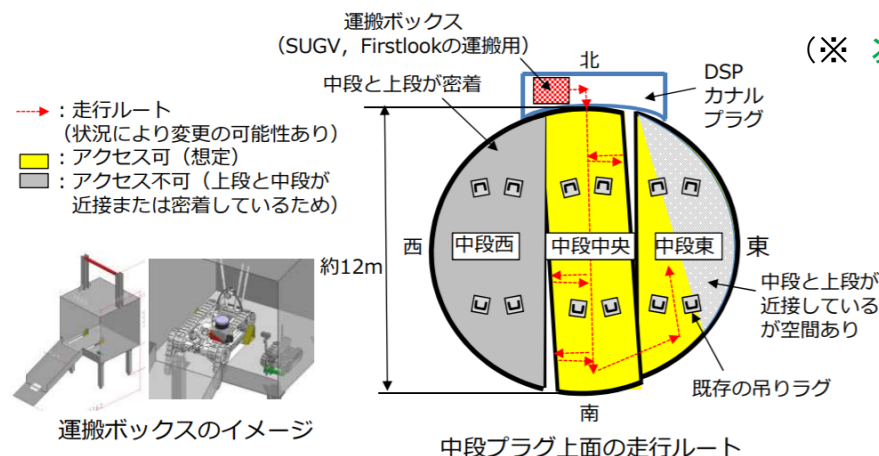
⑩ 1号機ウェルプラグ調査について

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カレキ撤去も進み、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：クローラークレーンを用いて、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」

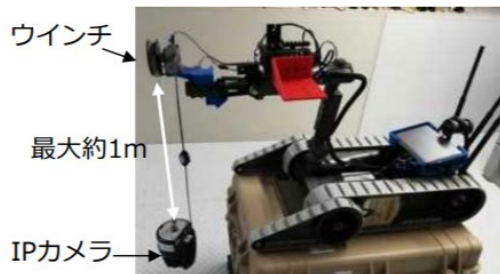
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-2-4.pdf>

5(4)⑩

(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	使用済み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」

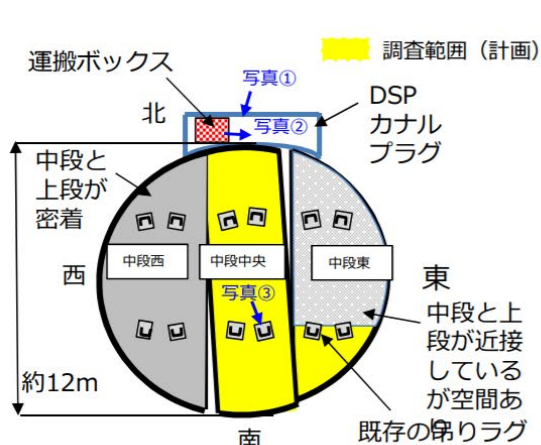
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/06/3-2-4.pdf>

5(4)⑩

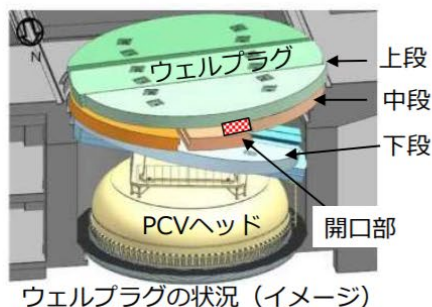
(続報)

東京電力によると、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)



撮影日：7月17日



撮影日：7月21日

写真③ ガレキ撤去の状況 (中段中央より南側を撮影)

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>

5(4)①

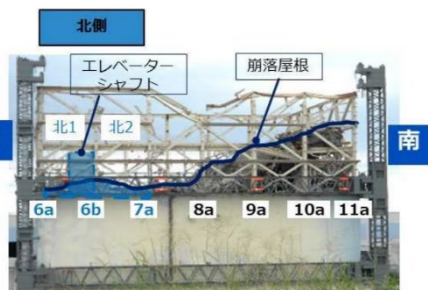
⑪ 1号機オペレーティングフロア北側のガレキの撤去についての、 実施計画の変更認可申請の一部補正について

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)

(ガレキの構成)



北側ガレキ撤去範囲

図2 立面イメージ

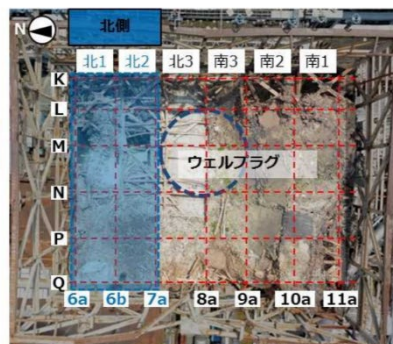
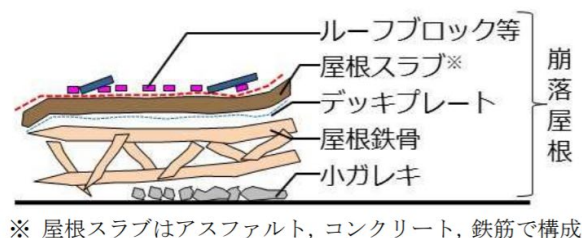


図3 平面イメージ



※ 屋根スラブはアスファルト、コンクリート、鉄筋で構成

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>

5(4)⑫

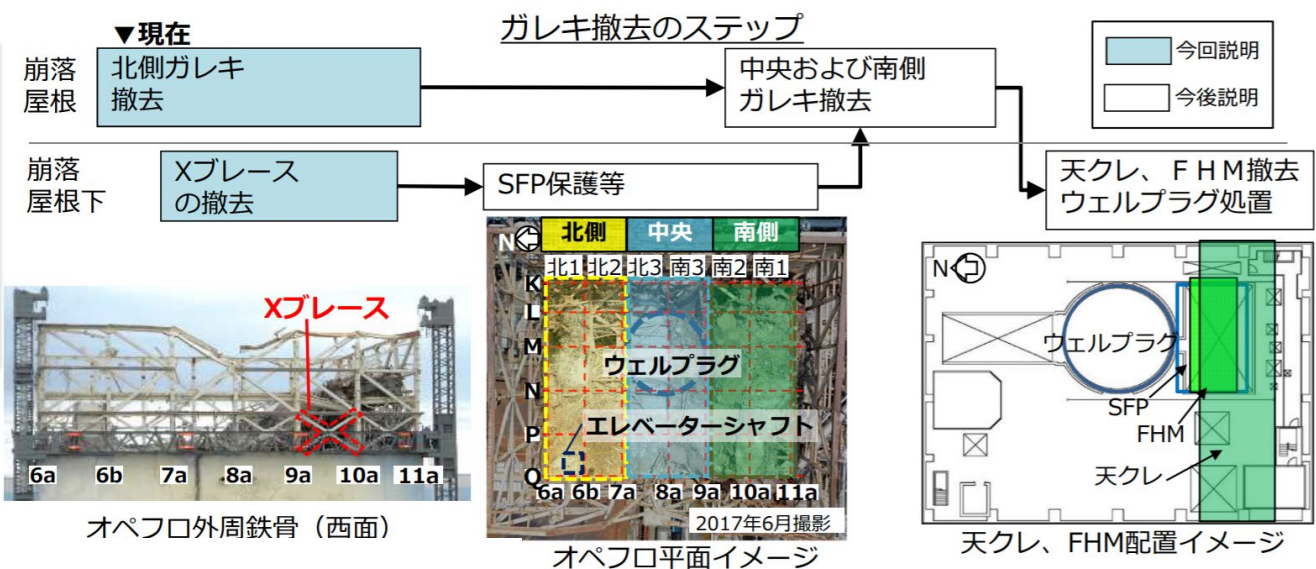
⑫ 1号機オペレーティングフロア北側・中央のガレキ撤去 および 使用済燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について

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使用済み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。

使用済み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、ガレキ等が使用済み燃料プール内へ落下して使用済み燃料プール及び使用済み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。

(画像中の略語筆者注)
SFP: 使用済み燃料プール
FHM: 燃料取扱機
天クレ: 天井クレーン
ウェルプラグ: 原子炉の真上のオペレーティングフロア上に位置する蓋



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>

5(4)⑫

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事です。(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

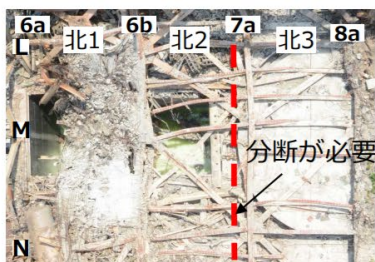


図3 オペフロ7a通り周辺状況

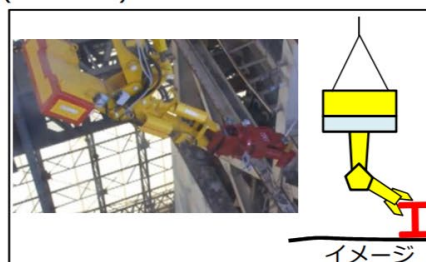


図4 カッター (当初計画)



図5 ワイヤソー (今回追加)

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

<http://www.tepco.co.jp/press/release/2018/pdf1/180416j0103.pdf>

5(4)⑫

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)により撤去を行う予定です。

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

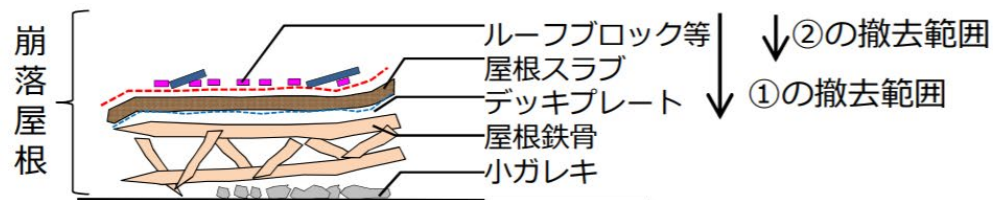


図2 崩落屋根の状態

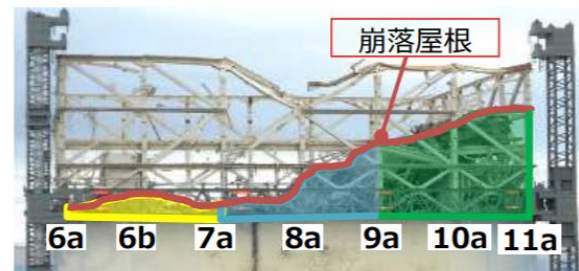


図3

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>

5(4)⑫

南側ガレキの状況と使用済み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機・使用済み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、燃料取扱機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・燃料取扱機他のガレキ等が使用済み燃料プールへ落下することを防止するため、使用済み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Xブレースを撤去

使用済み燃料プール

(※ 次ページに続く)

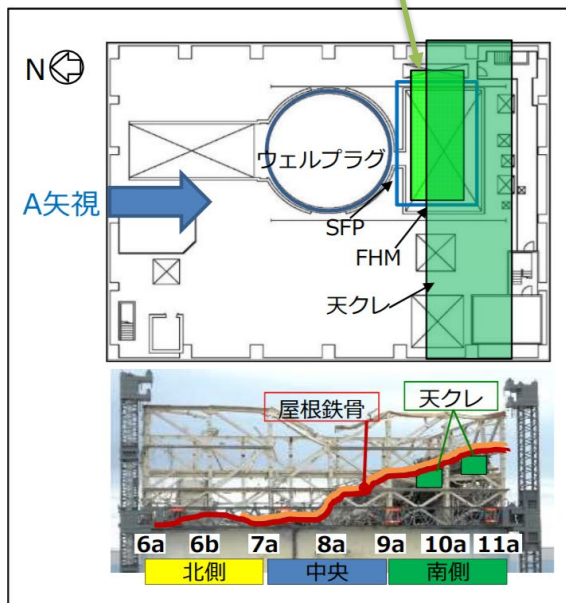


図1

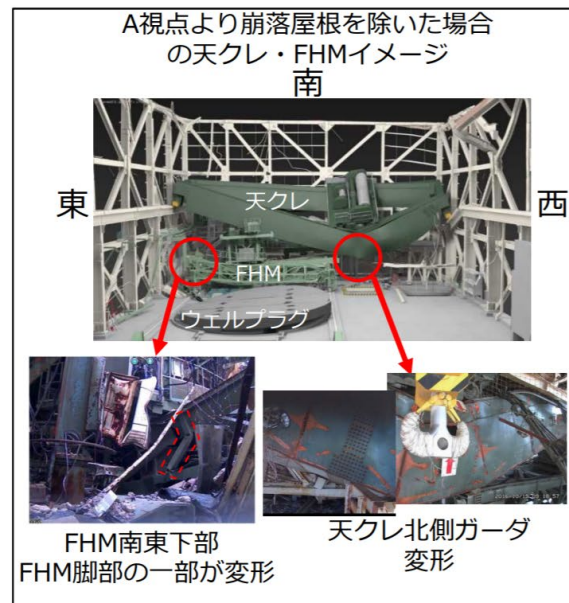


図2

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>

5(4)⑫

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X)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。

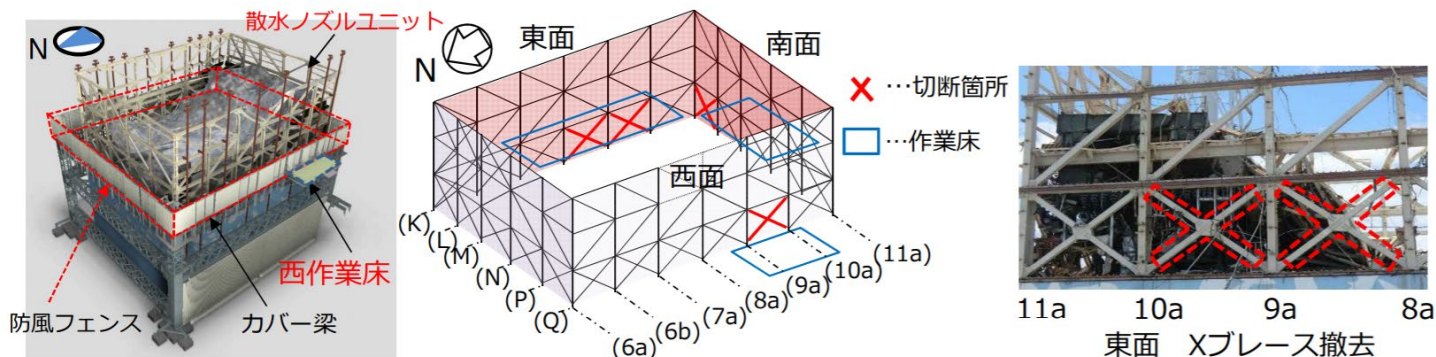
また、作業床にXブレース把持・切断工事・使用済み燃料プール保護等に使用する遠隔装置用の通信設備等を設置します。

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」

http://www.tepco.co.jp/tepconews/library/archive-j.html?video_uuid=m0c41ku2&catid=69619



[ページ1に戻る](#)

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>

5(4)⑫

これら一連の作業における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($5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$)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。

(※ [次ページ](#)に続く)

[ページ1に戻る](#)

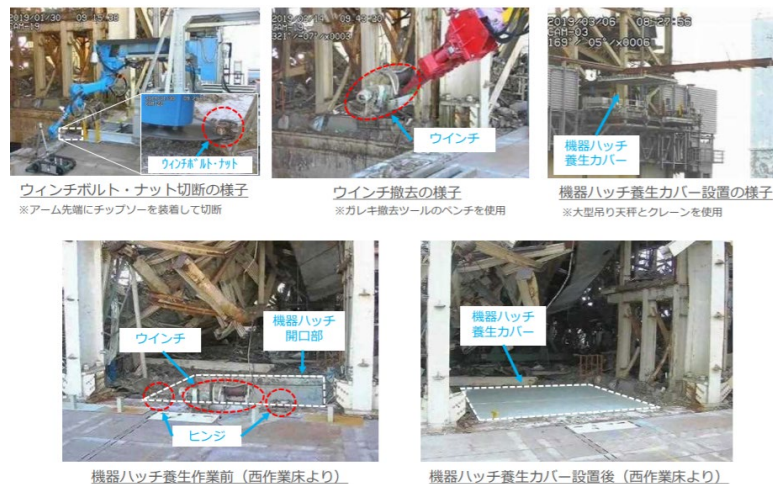
出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力「1号機原子炉建屋東京電力ホールディングス株式会社 北側・中央のガレキ撤去および使用済み燃料プールの保護に向けたXブレースの撤去について」
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-03.pdf>
東京電力ホームページ2018年3月1日日報
http://www.tepco.co.jp/press/release/2018/1478367_8707.html
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

5(4)⑬

⑬ 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、使用済み燃料プール(SFP)保護等の作業に支障となる使用済み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。



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」

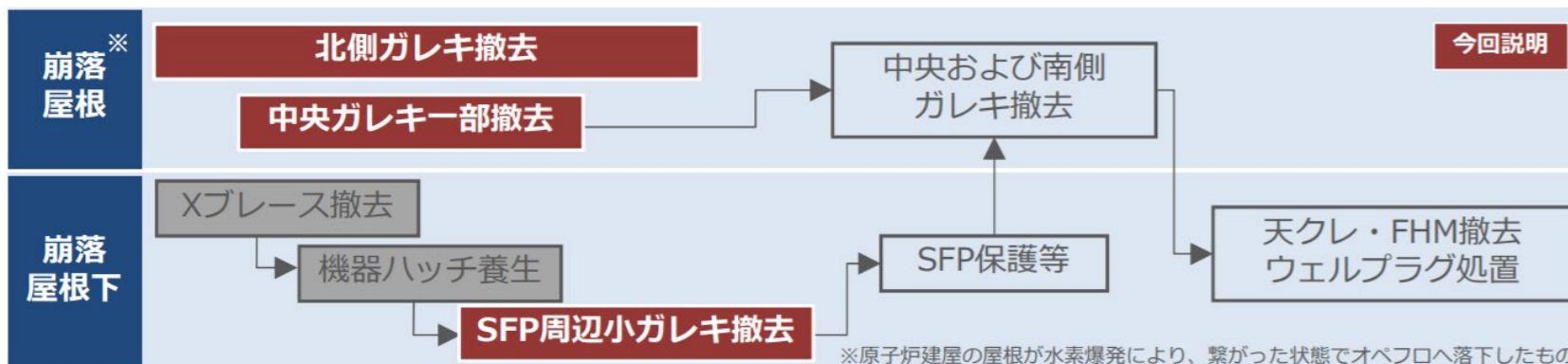
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-3.pdf>

5(4)⑭

⑭ 使用済み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。

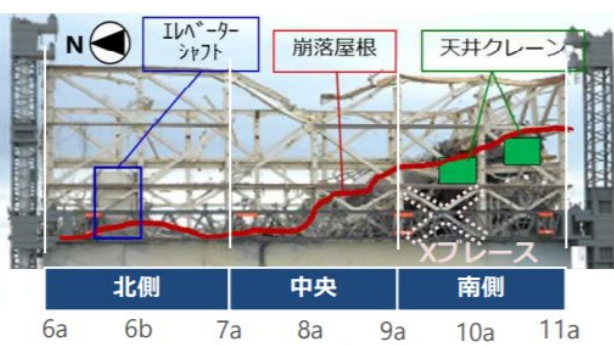
(※ 次ページに続く)



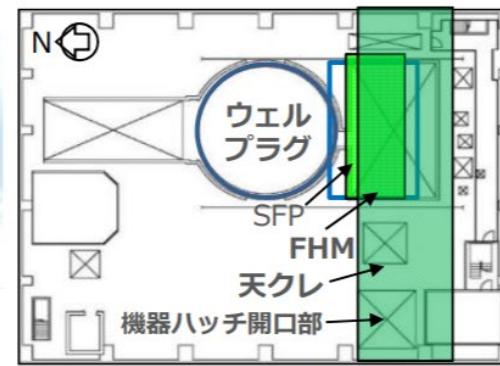
ガレキ撤去のステップ



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

5(4)⑭

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 ($5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$) 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



小ガレキ撤去前



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 使用済み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

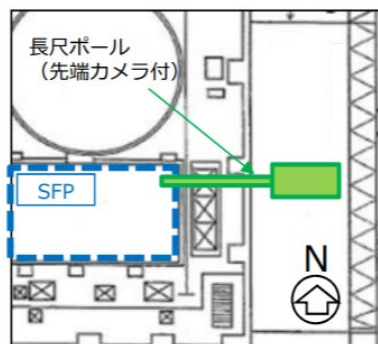
「1号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-3.pdf>

5(4)⑮

⑮ 使用済燃料プール(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。
 - 0.3～0.5 μm の粒子 約92%（作業前後：約92%）
 - 0.5～1.0 μm の粒子 約7%（作業前後：約7%）
 - 1.0 μm 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。

5(4)⑯

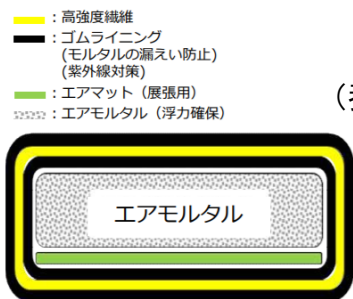
⑯ 使用済燃料プール(SFP)の保護、および保護に向けた準備作業 (New!)

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機(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月から開始される予定です。

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。

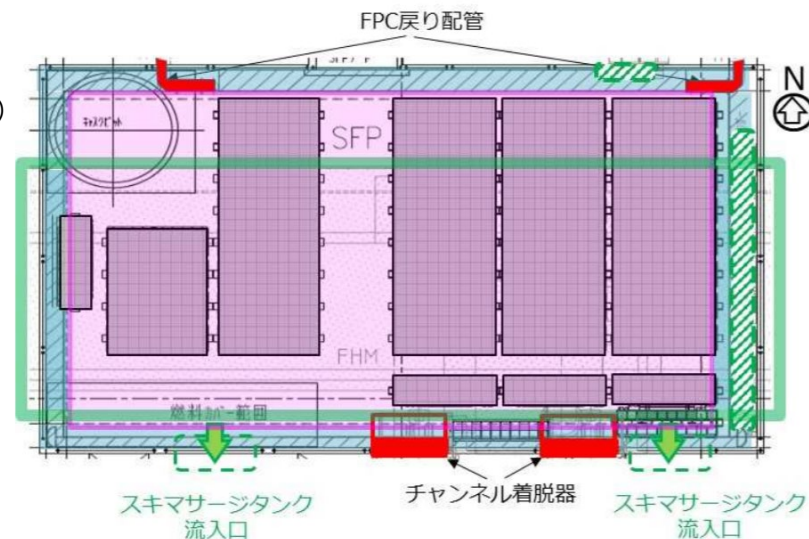
(養生バッグの構造)



養生バッグ概略構造 (断面)

- : SFP養生バッグ
- : SFP水面露出部
- : CRハンガー
- : FHM
- : 燃料ラック

(養生バッグ施工範囲)



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 使用済み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>


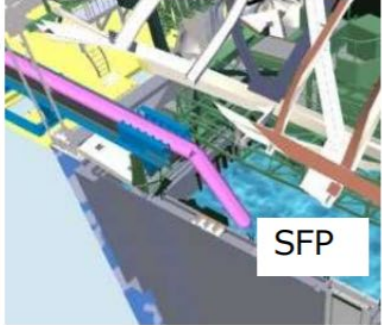
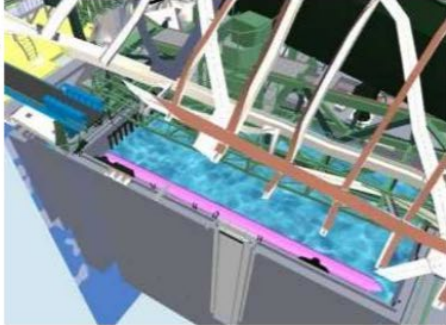
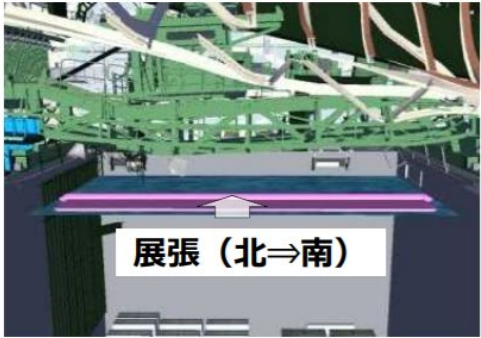
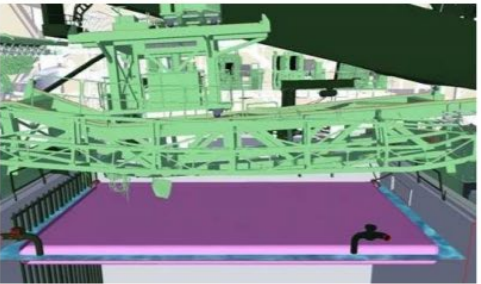
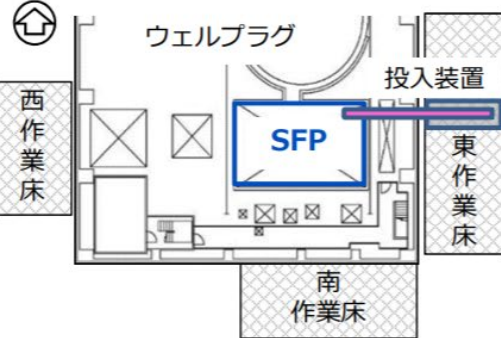
2019年7月25日 第68回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「1号機 原子炉建屋 ウェルプラグ上H鋼撤去及びオペフロ・ウェルプラグ調査について」

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-3.pdf>

5(4)⑩

使用済み燃料プール(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)。

<p>①養生バッグ設置</p>  <p>養生バッグ</p> <p>バッグ投入装置 (東作業床)</p>	<p>②バッグ投入 (開始)</p>  <p>SFP</p>	<p>③バッグ投入 (完了)</p> 
<p>④バッグ展張</p>	<p>⑤エアモルタル注入</p>	<p>配置イメージ</p>
 <p>展張 (北⇒南)</p>		 <p>ウェルプラグ</p> <p>投入装置</p> <p>SFP</p> <p>西作業床</p> <p>東作業床</p> <p>南作業床</p>

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>

5(4)⑯

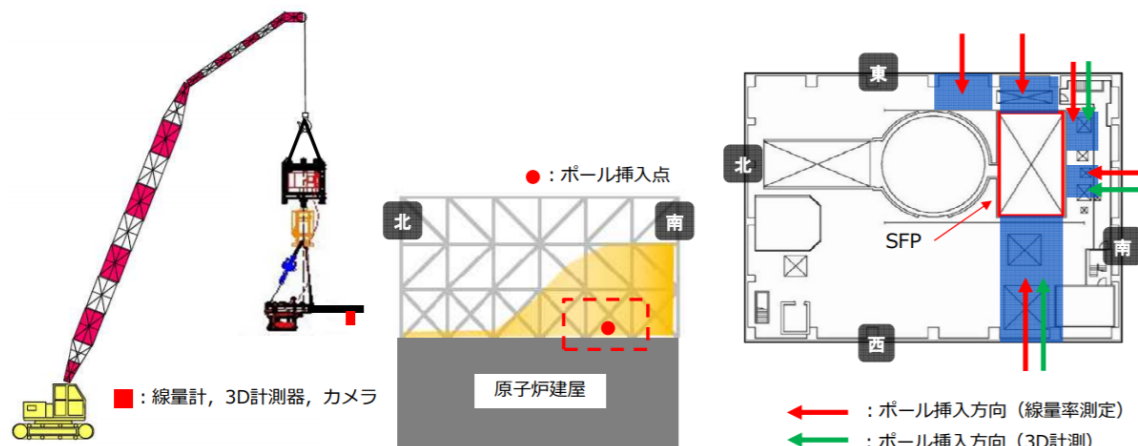
⑯ 福島第一原子力発電所 1号機 オペレーティングフロア調査の実施について

1号機では、使用済み燃料プール(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、ガレキが使用済み燃料プールに落下し使用済み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、使用済み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>

5(4)⑰

⑰ 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。

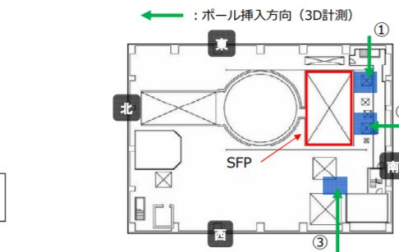
<3D計測>

- 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>

ページ1に戻る

5(4)⑱

⑱ 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(New!)

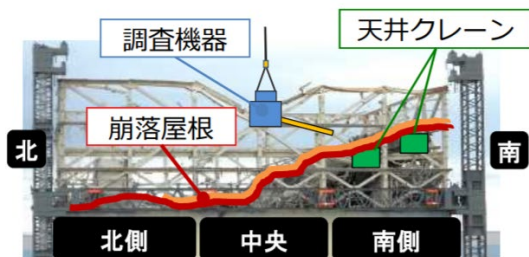
1号機原子炉建屋の屋根はオペフロ床上に崩落しており、南側の屋根は使用済燃料プール上にある天井クレーン上に落下しています。

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、将来の使用済み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。

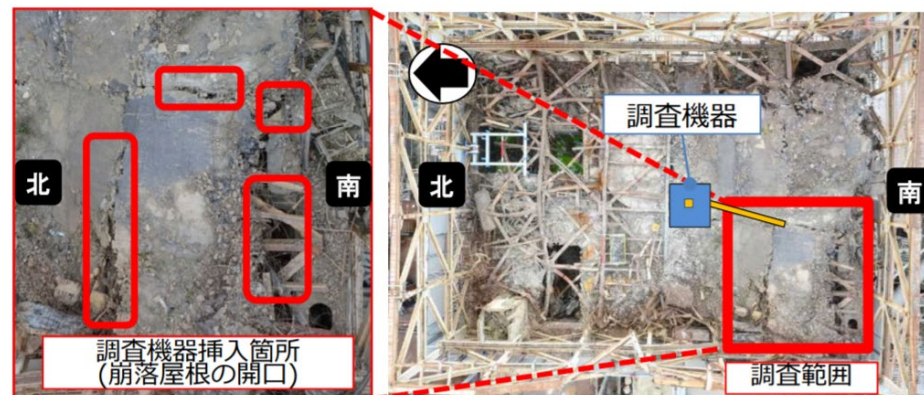
なお、調査で支障となる小ガレキ(崩れた屋根等のコンクリート)は、吸引・把持し撤去するそうです。



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>

5(5)①

(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

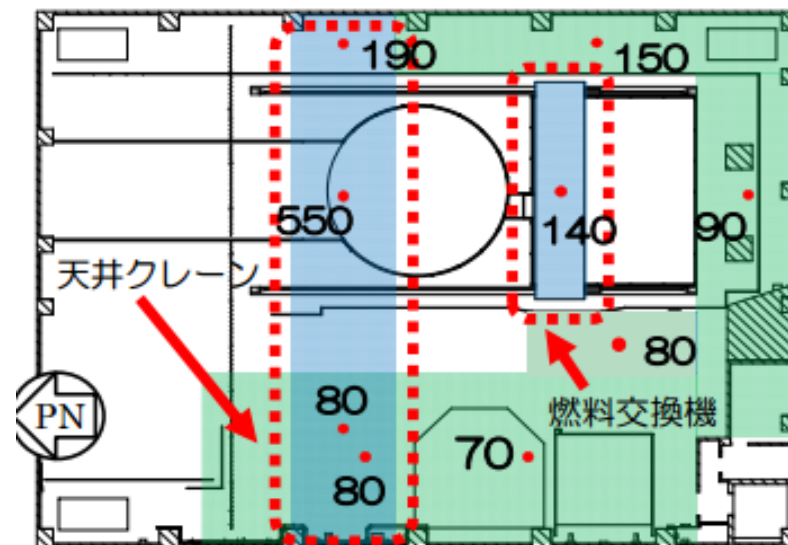
燃料取り出し作業を遠隔操作で行う場合でも、設備設置時やメンテナンス時には有人作業が必要であり、東京電力の除染等による線量低減後の目標値は1 mSv/h以下です。

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。

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。**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。**

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](#)

[2号機の取り出し方法に戻る](#)

[原子炉建屋屋根保護層鉄橋に戻る](#)

[オペフロ調査結果に戻る](#)

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

[ページ1に戻る](#)

5(5)②

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、今後、原子炉建屋上部を解体する計画です。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・清掃及び使用済み燃料プールへの養生設置を行わなければなりません。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す。

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。

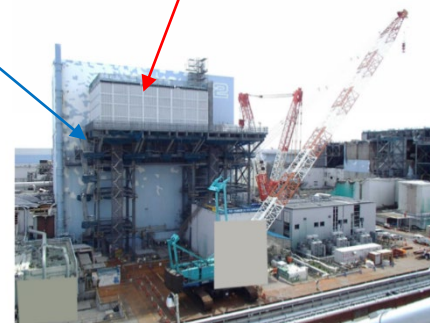
(※ [次ページ](#)に続く)



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④ 2号機原子炉建屋 前室設置状況 (全景、2017.5.9撮影)

[ページ1に戻る](#)

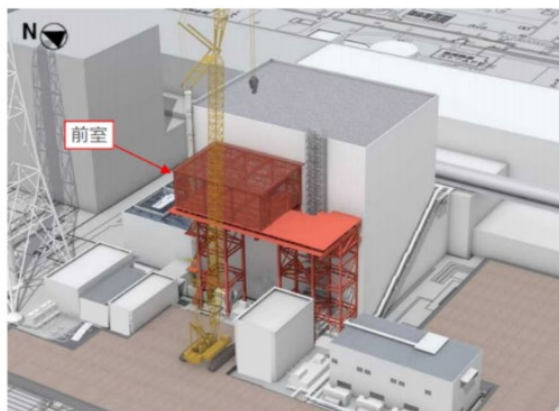
出典：第31回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2016年6月30日資料東京電力「2号機原子炉建屋西側外壁の開口設置について」
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2016/06/3-02-04.pdf>
第42回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議2017年5月25日資料「福島第一原子力発電所2号機建屋カバー工事の進捗状況について」
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2017/05/3-02-07.pdf>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

5(5)②

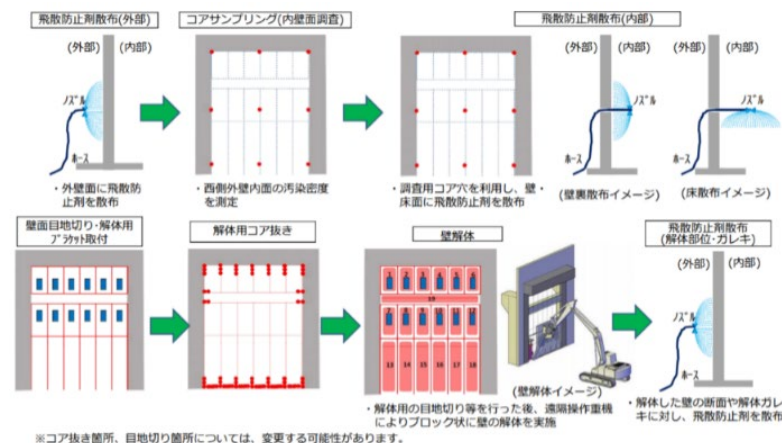
東京電力は、2号機使用済み燃料プール内の燃料取り出しに向け、原子炉建屋上部を全面解体することを計画していますが、解体に先立ち、放射性物質の飛散抑制策を徹底するため、オペレーティングフロア(5階)内で線量、ダスト濃度等の調査を計画しています。

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。

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



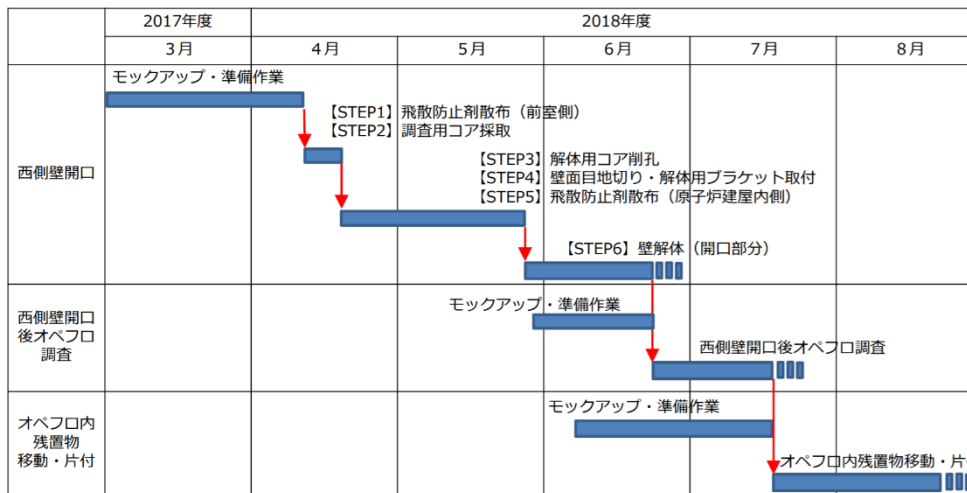
[ページに戻る](#)

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>

5(5)③

③ 使用済み核燃料の取り出しまでのスケジュール

使用済み核燃料の取り出しまで、および直近の作業スケジュールは以下の通りです。



※今後の作業進捗により、工程は変動する可能性があります

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>
 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>

5(5)④

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

本レポート62ページで詳報しているとおり、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。

[被ばくの懸念に戻る](#)

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)

5(5)④

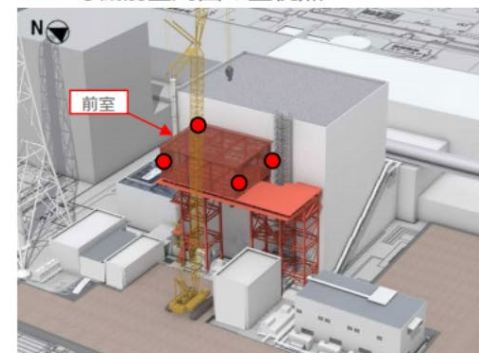
<放射性物質濃度の監視および監視体制>

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	$5.0 \times 10^{-3} (\text{Bq}/\text{cm}^3)$	$1.0 \times 10^{-3} (\text{Bq}/\text{cm}^3)$
②	● 構内ダストモニタ	$1.0 \times 10^{-4} (\text{Bq}/\text{cm}^3)$	$5.0 \times 10^{-5} (\text{Bq}/\text{cm}^3)$
③	△ 敷地境界ダストモニタ ● 敷地境界モニタリングポスト	$1.0 \times 10^{-5} (\text{Bq}/\text{cm}^3)$	-

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>

5(5)⑤

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/cm²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>

5(5)⑤

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/cm²（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。



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

5(5)⑥

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げられました。

実施計画変更
認可に戻る



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>

ページに戻る

5(5)⑦

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10ページによれば、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、[66ページ](#)で紹介した東京電力が実施したダスト飛散防止策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(ページの11枚目)、本レポート[114ページ](#)で紹介した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。

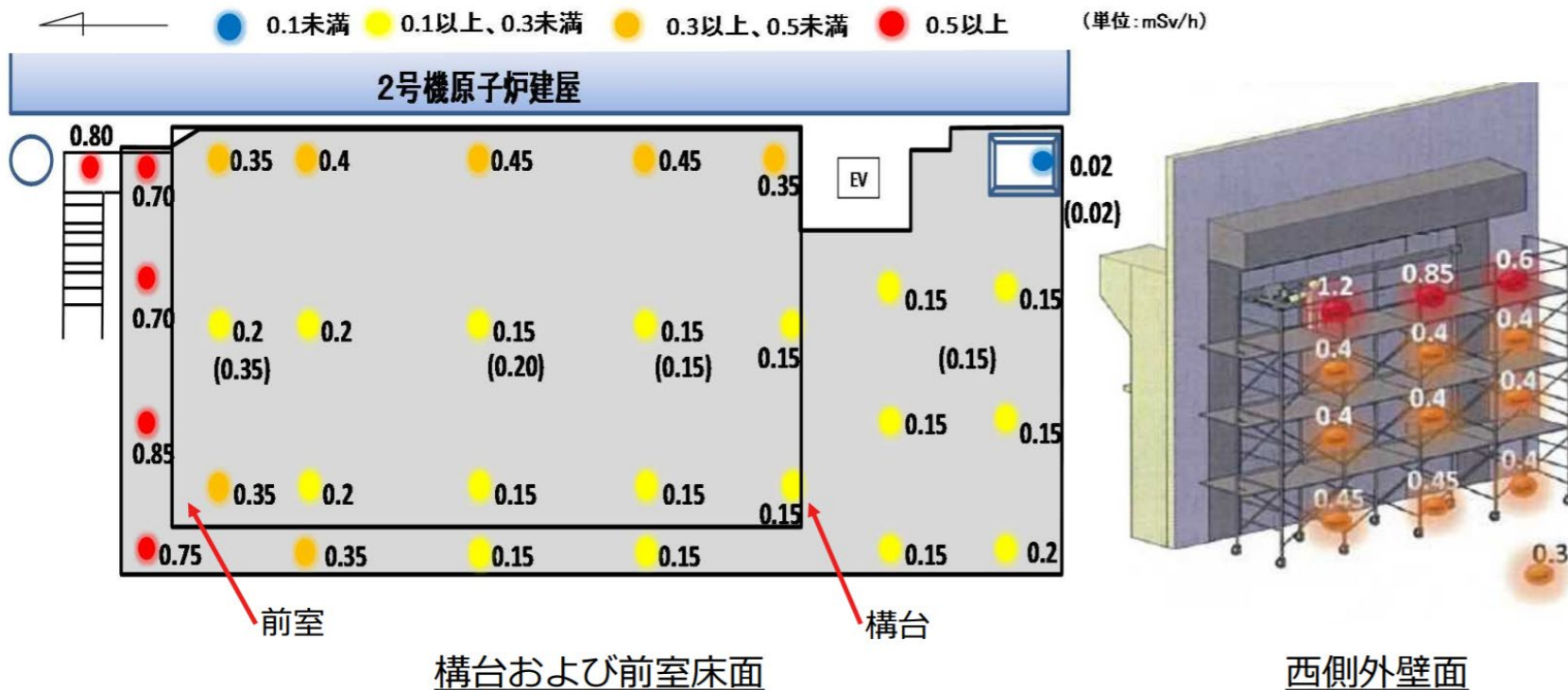
渉猟した限りの資料によれば、壁解体用の重機も遠隔操作で操縦されたようです。しかしこの重機の前室内への設置、メンテナンスがどのように行われたか、有人で行われたとすれば作業員の被ばく線量はどのくらいであったか、調べを継続したいと考えています。

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>

5(5)⑦

■ 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



- 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」

5(5)⑧

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[82ページ](#)以降を参照)。

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。 [2号機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。



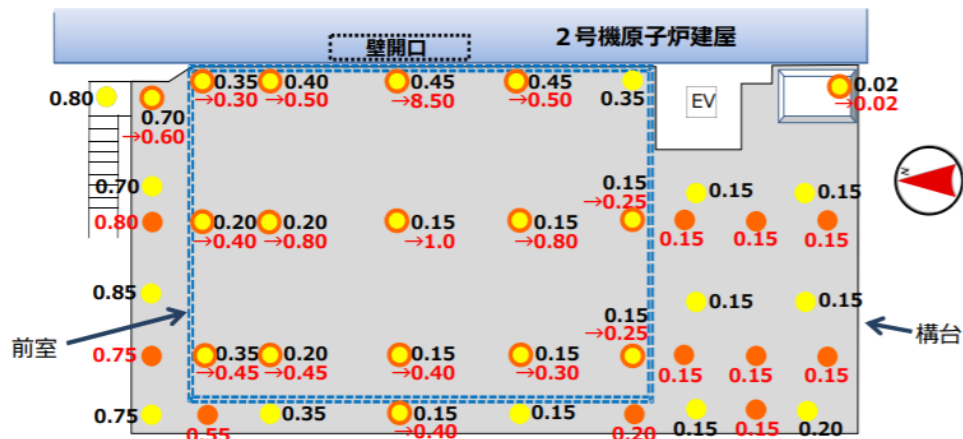
出典：2018年6月28日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第55回)資料 東京電力
「2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査等について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-4.pdf>

[ページ1に戻る](#)

5(5)⑧

- 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。

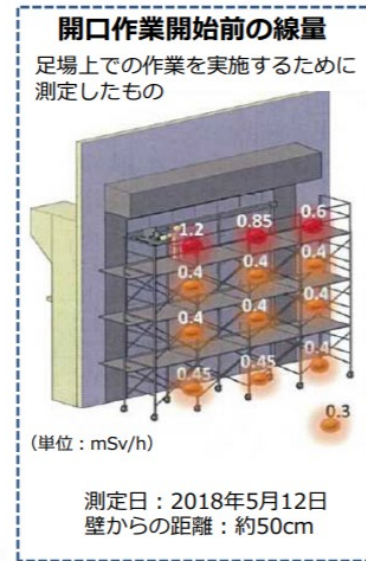


● **黒字** 2018年3月23日測定 (単位: mSv/h 測定高さ: 1 m)

● **赤字** 2018年6月21日 (耐風梁解体後) 測定

6	2	1	3	4	5	7
			● 11.5mSv/h			
			床上約6m 5月29日測定			
29						
12	9	8	10	11	13	14
			● 13.7mSv/h			
			床上約3.5m 5月31日測定			
17	16	15	18	19	20	21
			● 9.0mSv/h			
			床上約2m 6月5日測定			
24	23	22	25	26	27	28
			● 9.0mSv/h			
			床上約1m 6月7日測定			

・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



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」

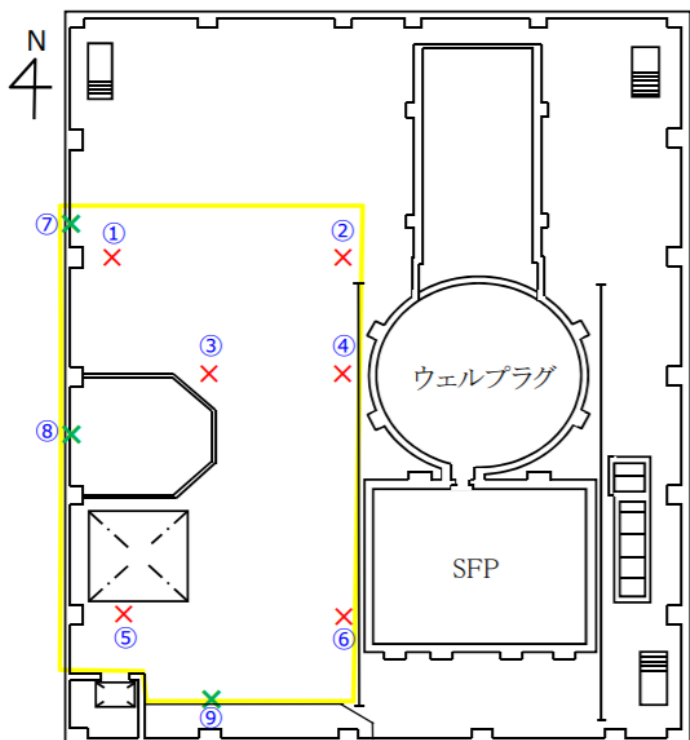
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-4.pdf>

5(5)⑨

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】

— 調査エリア × 測定箇所(緑:壁面)



【測定結果】

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

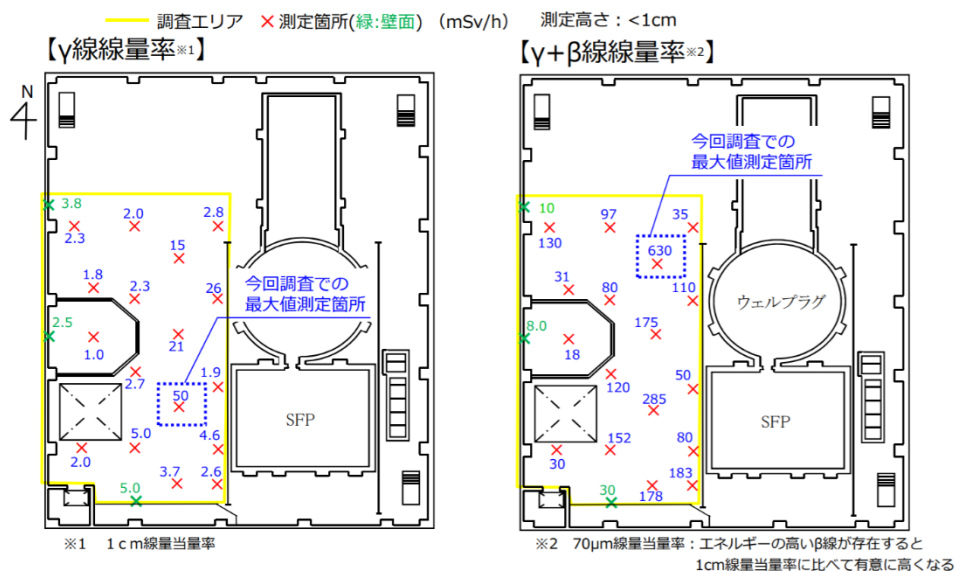
出典：2018年7月26日 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議(第56回)資料 東京電力「2号機原子炉建屋西側外壁開口後のオペフロ調査の実施について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-4.pdf>

5(5)⑨

3、表面汚染状況について

$\gamma + \beta$ 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。



4、まとめ

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。

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」

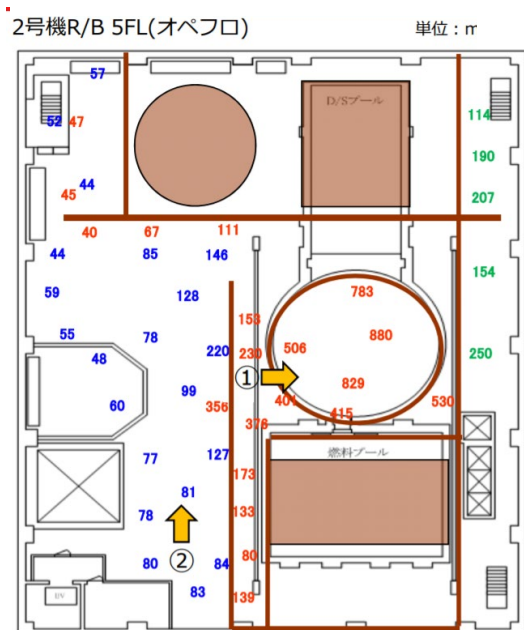
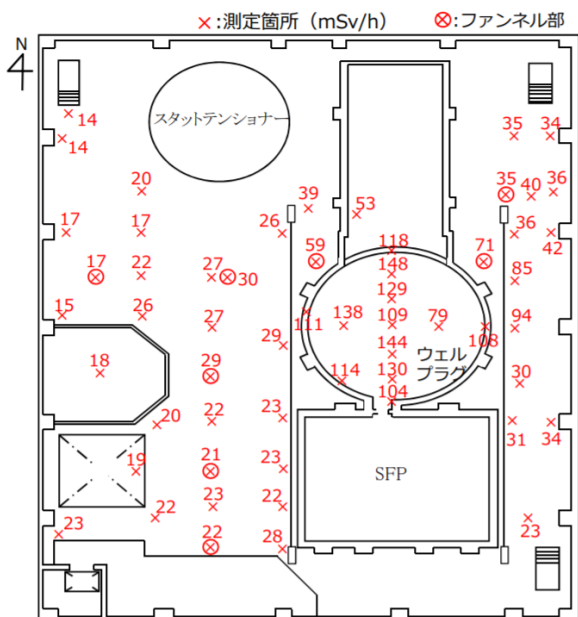
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/08/3-2-4.pdf>

5(5)⑩

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。



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(104ページ参照)。また、2014年の段階では、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るが、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した(62ページ参照)。

2号機取り出し
方法の検討状
況戻る

建屋上部解体と
放射性ダストの
放出に戻る

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>

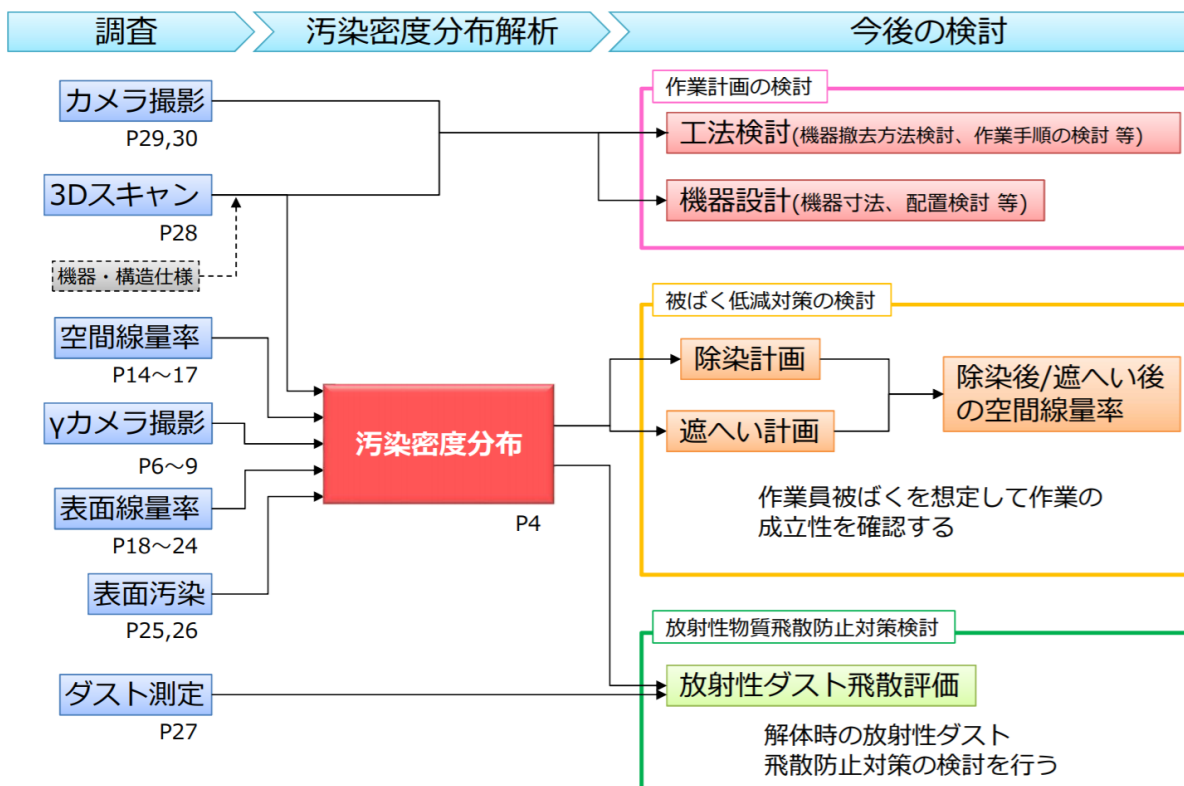
ページに戻る

5(5)⑩

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7枚目15ページ)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。



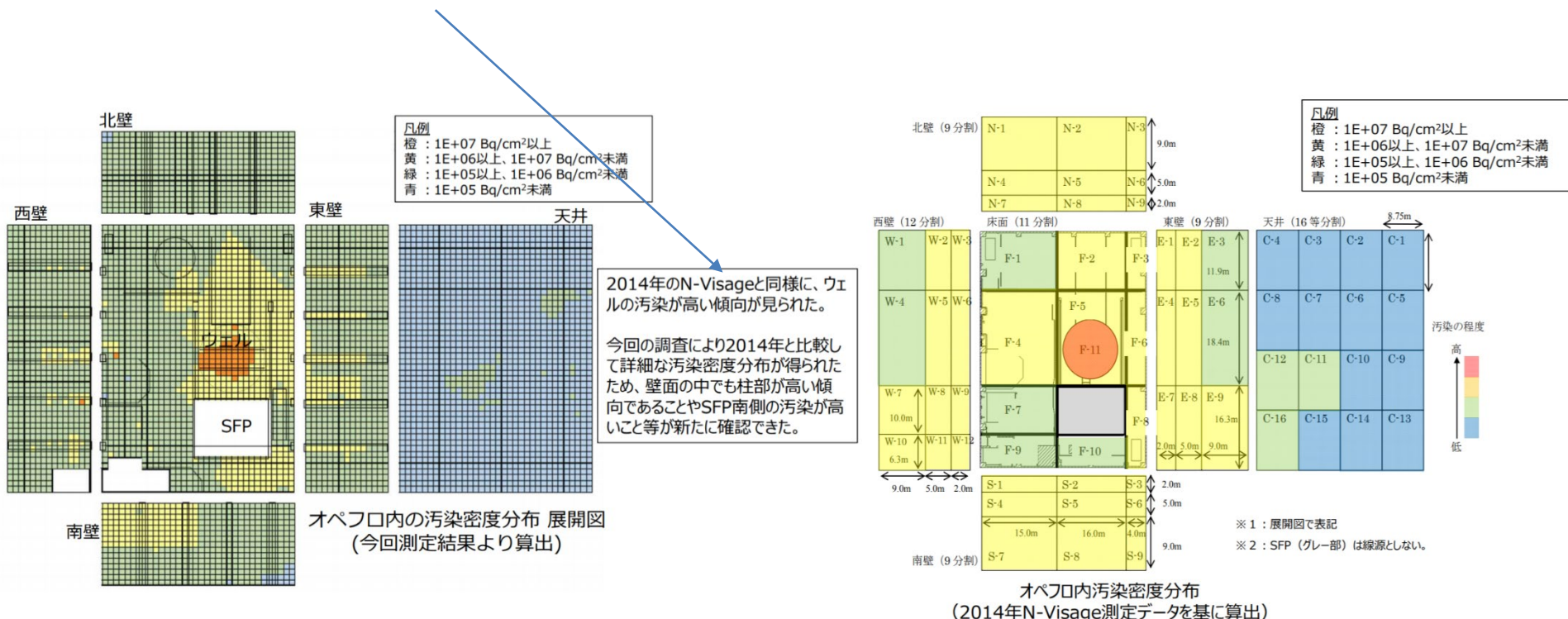
出典: 2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議資料 東京電力「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付後調査の結果について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-4.pdf>

5(5)⑩

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。

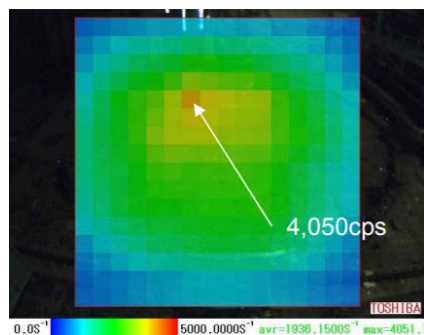


出典：2019年2月28日 第63回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
 「2号機原子炉建屋オペフロ内残置物移動・片付後調査の結果について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/02/3-2-4.pdf>

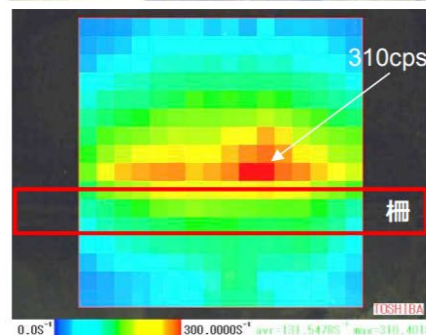
5(5)⑩

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



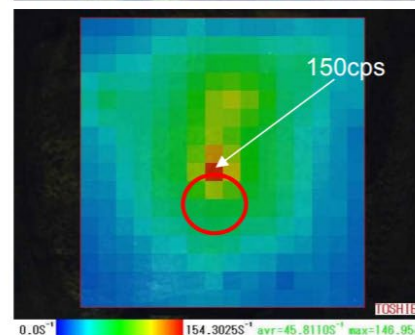
【原子炉ウェル】

- ・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>

5(5)①

① 残置物の片付け作業の開始について

予備調査の結果を得て、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。

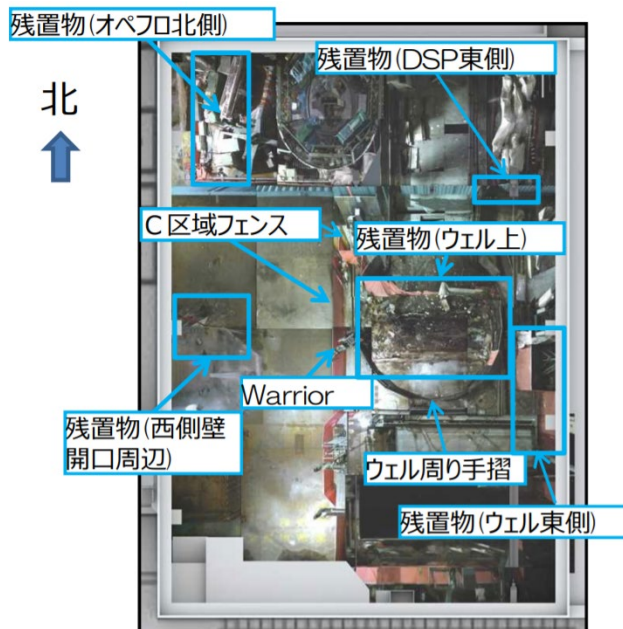
オペレーティングフロアの高い空間線量率(有人作業可能線量率 3 mSv/h)、強い表面汚染状況を勘案し、作業は全て無人化された遠隔操縦ロボットにより行われています。

9月9日現在で、以下の残置物が片付けられました。

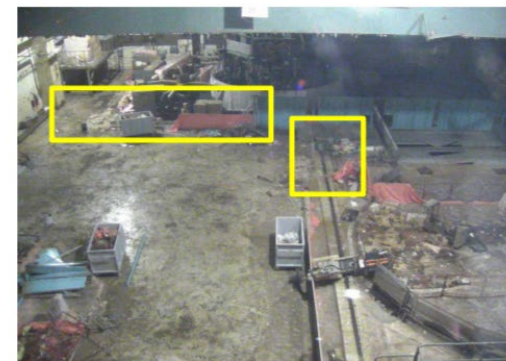
- ・西側壁開口周辺残置物
- ・オペフロ北側残置物、C区域フェンス(一部)
- ・ウェル周り残置物、C区域フェンス(一部)

①残置物移動片付前(北側)

②残置物移動片付後(北側)



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](#)
[ページ1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」

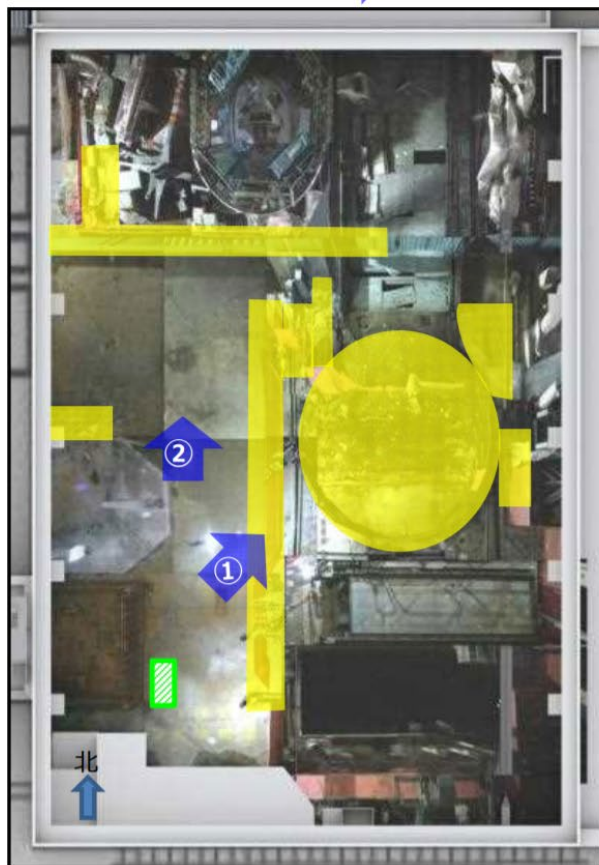
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-4.pdf>

5(5)⑫

⑫ 残置物の片付け作業の進捗状況について

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。

: Warrior仮置き箇所
 : 残置物片付実施箇所 : 撮影方向



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

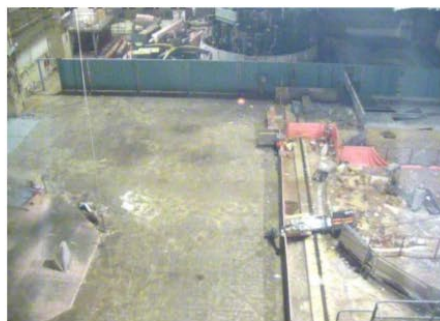
- ・西側壁開口周辺残置物
- ・遠隔操作ロボット(Warrior)
- ・ウェル周りフェンス及び残置物、C区域フェンス 他



①残置物片付前 (ウエル上) 撮影日(8/18)



①残置物片付後 (ウエル上) 撮影日(10/22)



② 残置物片付前 (北側) 撮影(8/18)



②残置物片付後 (北側) 撮影日(10/22)

[ページ1に戻る](#)

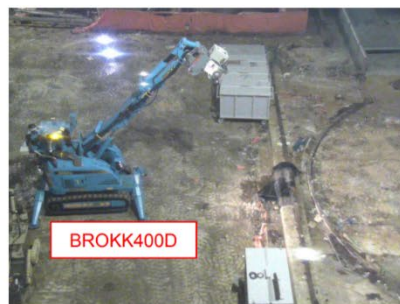
5(5)⑫

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。

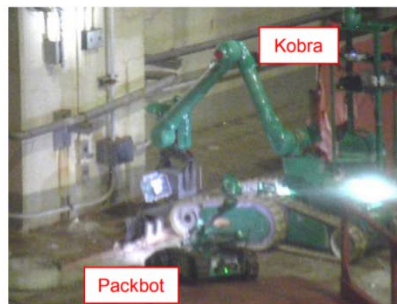
その後、11月14日からオペフロ内のγカメラ撮影を開始し同月20日に完了しています。(下画像参照)

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>

5(5)⑫

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。

【作業範囲 (予定)】



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

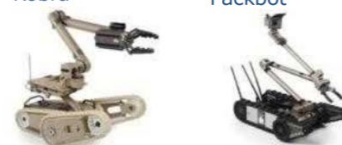
BROKK100D



主な役割
 ・資機材等切断、移動
 ・床面清掃
 ・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



清掃用ブラシ把持状況



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>

5(5)⑬

⑬ 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

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～事前測定一排気設備を稼働した状態)とSTEP2(9月中旬～本測定一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し、警報が発生(設定値 1×10^{-3} Bq/cm³)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、いったん11月に延期し、さらに実施の可否を含め検討・調整することになりました。



2号機取り出し
方法の検討状
況2に戻る

建屋上部解体と
放射性ダストの
放出に戻る

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>

ページに戻る

5(5)⑭

⑭ 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](#)がそれにあたるとして下の画像を提示しています。



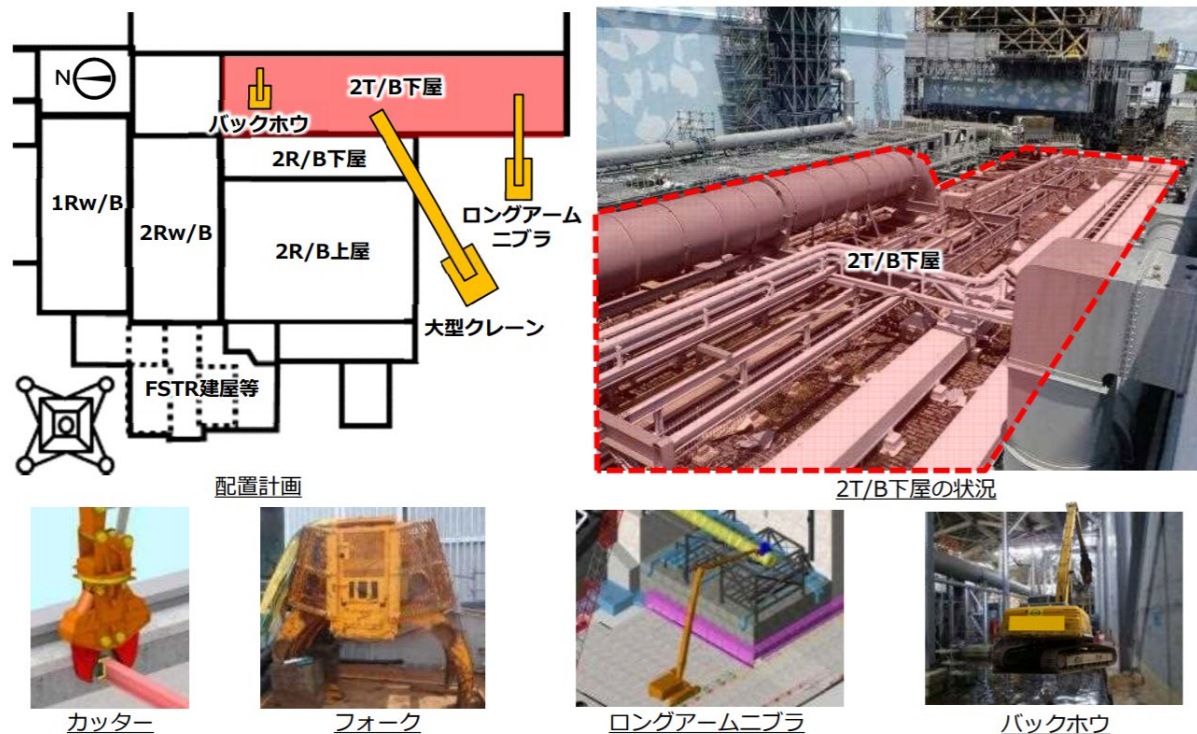
2R/B上屋対策状況



FSTR建屋片付け状況

5(5)⑭

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。



5(5)⑭

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。

- 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。

(筆者注)
 T/B:タービン建屋
 R/B:原子炉建屋
 Rw/B:放射性廃棄物処理建屋

年度 月	2018年度		2019年度				2020年度以降
	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	
マスター 工程	オペフロ内調査等						上部建屋解体工事
	海洋汚染防止対策						
	排気筒解体工事(準備工事等)						
海洋汚染 防止対策 (雨水対策)	1,2FSTR建屋雨水対策工事						
		2T/B下屋雨水対策工事					
			2R/B下屋雨水対策工事				
				1,2Rw/B雨水対策工事			

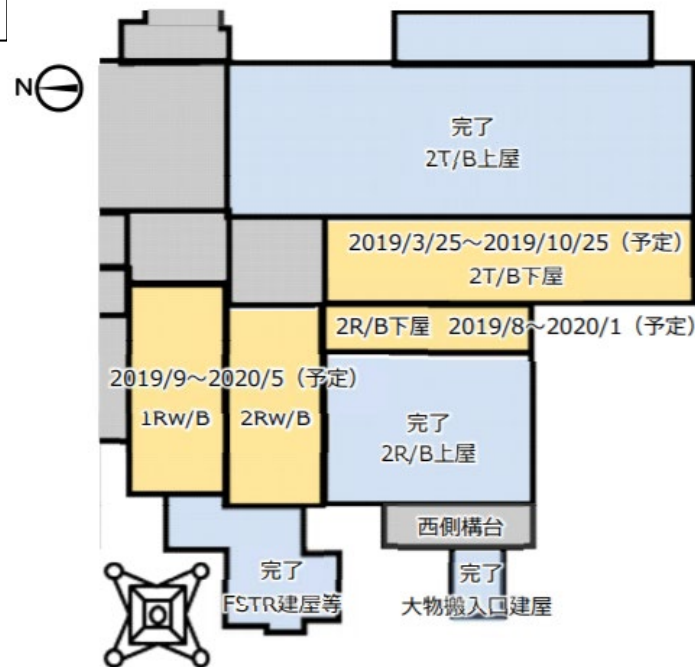


図1 2号機周辺雨水対策範囲

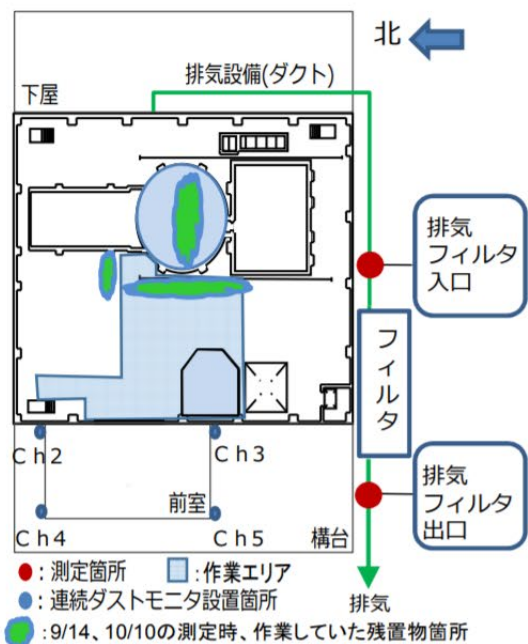
5(5)⑮ i

⑮ 残置物の片付け作業の進捗状況について

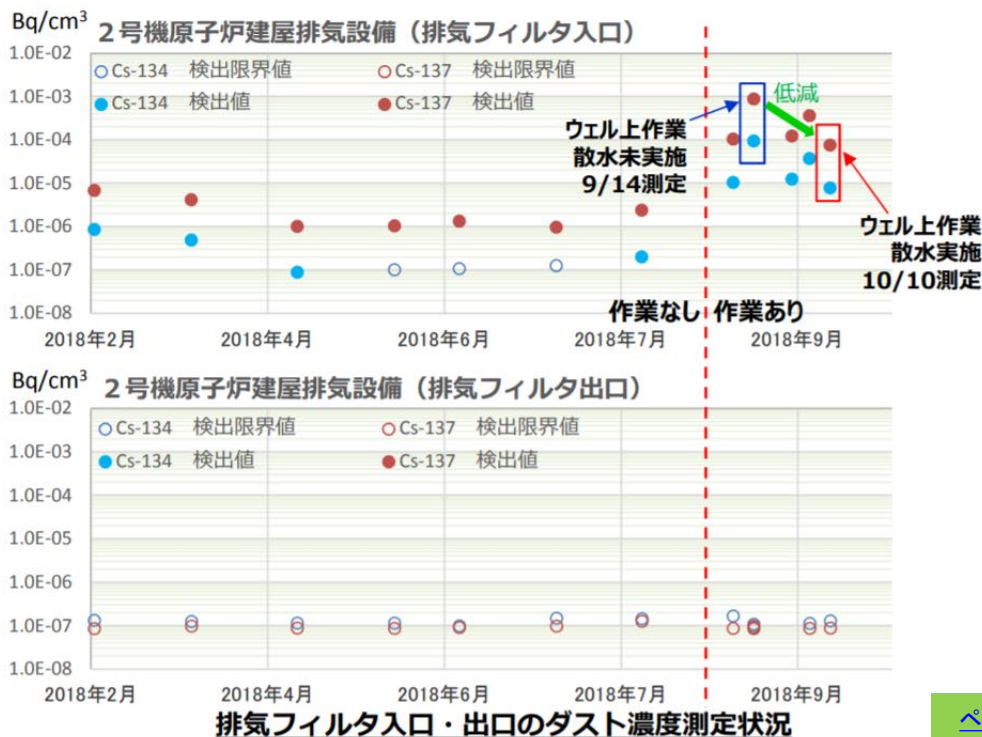
i 片付作業時の原子炉建屋から放出されたダスト濃度の上昇について

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、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:8.8E-04 Bq/cm³ 10/10測定値:7.5E-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



[ページ1に戻る](#)

5(5)⑮ ii

ii 片付作業時に放射性ダスト濃度が上昇したこと、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

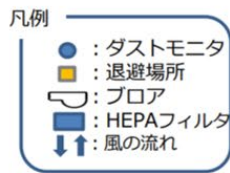
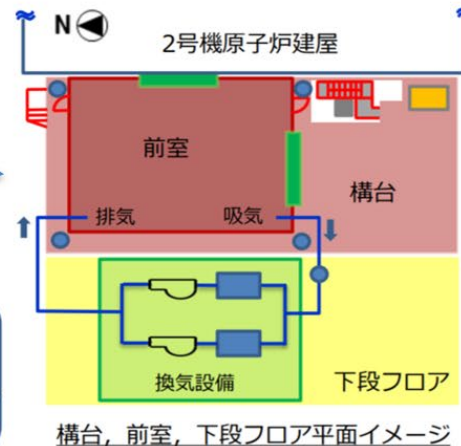
表題の問題について東京電力は、同時に提出された「1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量評価結果 2018年10月評価分（詳細データ）」

<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、二桁程度のダスト濃度が上昇をしたこと報告しています。

[2号機取り出し方法の検討状況2に戻る](#)

2. 開口の隙間及びブローアウトパネルの隙間



構台、前室、下段フロア平面イメージ

[ページに戻る](#)

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>

5(5)⑮ ii

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气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/cm³) $5.4 \times 10^{-12} \rightarrow 1.4 \times 10^{-11}$

Cs-137(単位ベクレル/cm³) $3.1 \times 10^{-11} \rightarrow 1.1 \times 10^{-10}$

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>

5(5)⑮ ii

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。

5(5)⑮ ii

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气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もので、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。

空气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と。

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。

5(5)⑮ ii

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气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改良を検討を要する(出典1参照)。

5(5)⑮ ii

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、オペフロ内の空气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。

5(5)⑮ ii

- ・ 現在、東京電力は、2号機使用済み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。
- ・ 原子炉建屋上部を全面解体後なんらかのカバーをすることも、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。
- ・ 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
- ・ 放射線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ると思いますが、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を行わない](#)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](#)[2号機取り出し
方法の検討状
況2に戻る](#)

5(5)⑬ iii

iii 2号機原子炉建屋からの漏洩率について

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ください。

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 2,600 m³漏洩していると推定しています。2号機原子炉建屋の該寸が三辺とも 46 m ですから、体積を約 97,000 m³、壁や床・設備を除く空間をその7割の約 68,000 m³ 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となります。

2.2 2号機の放出量評価 作業期間外

1. 排気設備

(1) ガス測定結果とガストモニタ値 (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ガス採取期間	月間平均	相対比①/②	
ガストモニタ値	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「D-アウト」の隙間

(1) ガス測定結果 (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ガス管理システム

(1) ガス測定結果とガストモニタ値 (単位Bq/cm³)

採取日	核種	①PCVガス管理システム出口	核種	PCVガス管理システム出口 月間平均値(Bq/cm ³)
5/7	Cs-134	ND(1.4E-6)	Kr-85	3.7E+1
	Cs-137	ND(9.2E-7)		

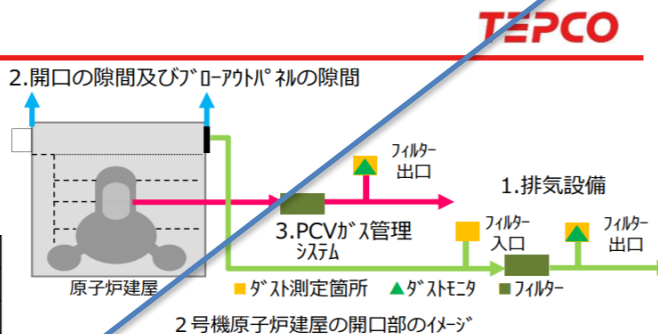
	②ガス採取期間	月間平均	相対比①/②	
ガストモニタ値	8.4E-6	2.2E-6	Cs-134	1.7E-1
			Cs-137	1.1E-1

(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「D-アウト」の隙間(Cs-134)
 排気設備出口+開口の隙間及び「D-アウト」の隙間(Cs-137)
 PCVガス管理システム(Cs-134)
 PCVガス管理システム(Cs-137)
 PCVガス管理システム(Kr)
 PCVガス管理システム(Kr被ばく線量)

$$\begin{aligned}
 &= 2.7E-7 \times 3.3E-1 \times 1.0E+4 \times 1E+6 + 1.0E-7 \times 2.6E+3 \times 1E+6 = 1.1E+3Bq/時未満 \\
 &= 2.7E-7 \times 3.4E-1 \times 1.0E+4 \times 1E+6 + 9.8E-8 \times 2.6E+3 \times 1E+6 = 1.2E+3Bq/時未満 \\
 &= 2.2E-6 \times 1.7E-1 \times 1.4E+1 \times 1E+6 = 5.0E+0Bq/時未満 \\
 &= 2.2E-6 \times 1.1E-1 \times 1.4E+1 \times 1E+6 = 3.3E+0Bq/時未満 \\
 &= 3.7E+1 \times 1.4E+1 \times 1E+6 = 5.1E+8Bq/時 \\
 &= 5.1E+8 \times 24 \times 365 \times 2.4E-19 \times 0.0022/0.5 \times 1E+3 = 4.7E-6mSv/年
 \end{aligned}$$



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/osensuita/isakuteam/2019/06/3-6-4.pdf>

5(5)⑮ iii

iii 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4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](#)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す([13ページ](#)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([78ページ](#)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。

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([97ページ](#)参照)。

※ [次ページ](#)に続く

5(5)⑮ iii

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、[86・87ページ](#)でレポートした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などを考え合わせると、筆者が[91ページ](#)以降で考察したと同様、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。

※ [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。

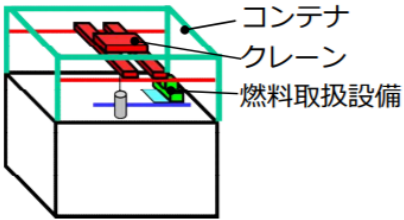
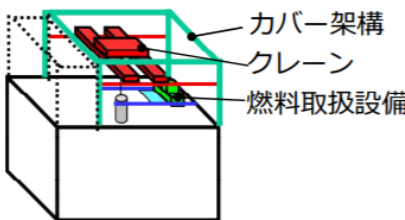
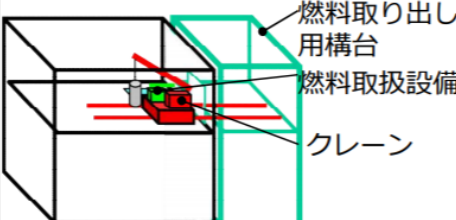
出典：2019年5月30日 第66回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「2号機燃料取り出し工法の検討状況について」

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/05/3-2-3.pdf>

[ページ1に戻る](#)

5(5)⑮ iii

- 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な最小限なカ 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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。 		<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 上部建屋を解体するため、<u>作業員被ばくが多くなると想定。</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • 上部建屋を解体しないため、<u>作業員被ばくが抑えられると想定。</u>
雨水対策	<ul style="list-style-type: none"> • 上部建屋を解体するため、<u>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。</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • 上部建屋を解体しないため、<u>雨水流入はしない。</u>
工事 ヤード	<ul style="list-style-type: none"> • 上部建屋解体・カバー架構設置にあたって、<u>西側・南側のヤードを占有し、他工事との調整が課題。</u> 		<ul style="list-style-type: none"> • 主な工事ヤードは原子炉建屋南側になるため、<u>他工事</u>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>

5(5)⑯

⑯ 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、[62ページ](#)でレポートしたオペレーティングフロアの線量の高さに鑑み、[16ページ](#)で述べたように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。**

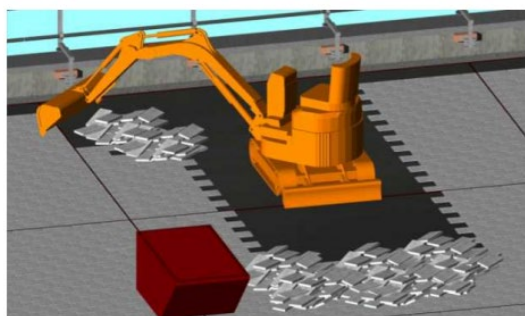
この計画に直結するものではありませんが、東京電力は2017年9月28日、10月から2018年5月にかけて、2号機原子炉建屋上のルーフブロック等の屋根保護層撤去を実施し、屋上の汚染物の撤去を行い、また、隣接機での爆発により破損したと想定される屋上部材の落下リスクを軽減するため、屋上外周の立ち上がり部材(笠木)の撤去も実施することを発表しました。

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。

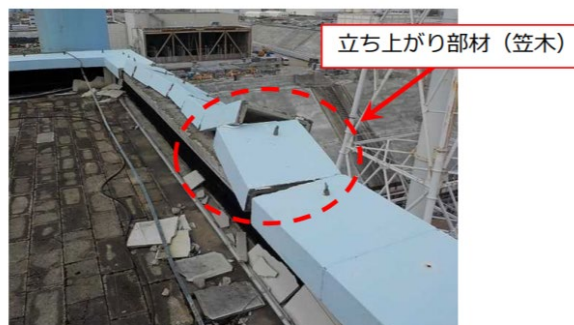
[TB下屋配管撤去に戻る](#)
[ページ1に戻る](#)

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。

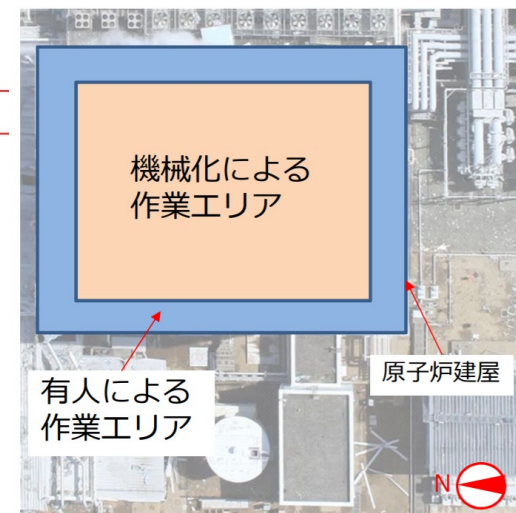
([次ページに続く](#))



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

5(5)⑩

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）



屋上での桁木撤去状況



桁木等撤去後の手摺り設置状況



ダストサンプリング状況

[TB下屋配管撤去に戻る](#)

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>

[ページ1に戻る](#)

5(6)①

(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。使用済み燃料取り出し作業の一里塚と言えると思います。

使用済み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ます、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を超える箇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)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、計画されている使用済み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。

2号機オペフロ
調査結果に戻る

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

ページ1に戻る

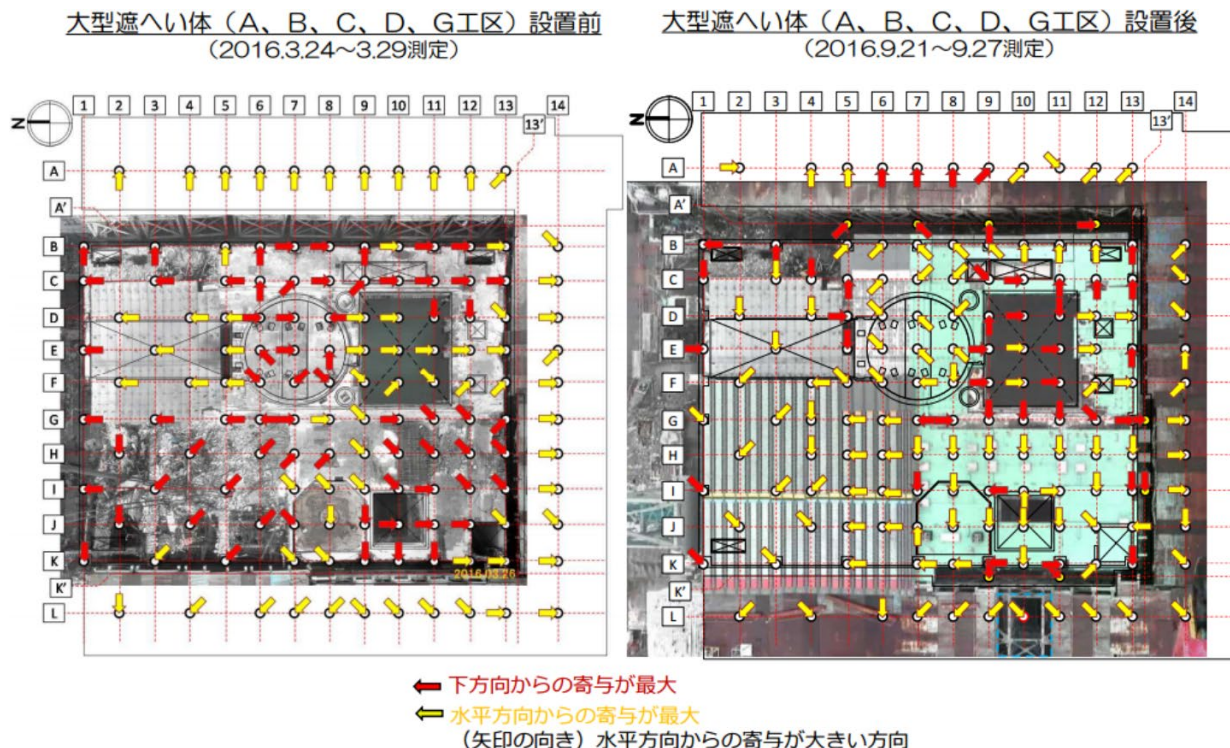
5(6)②

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燃料の取り出し、さらに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>

5(6)③

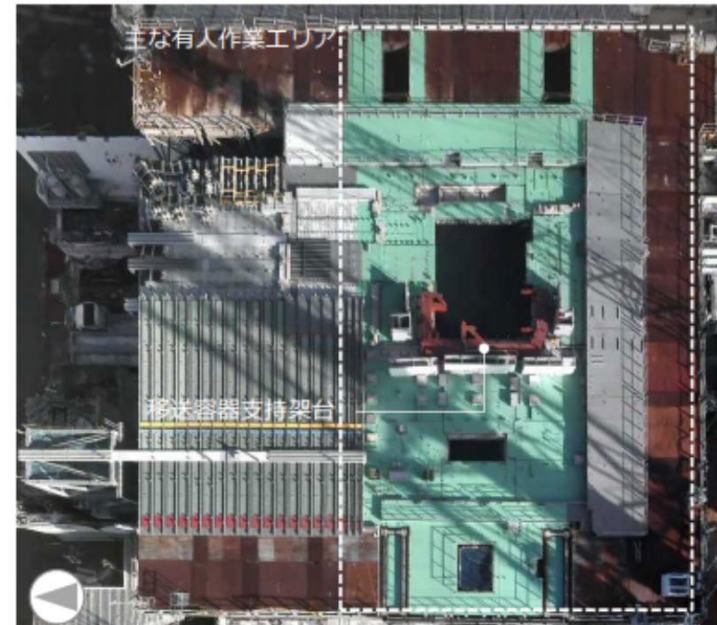
③ オペレーティングフロアの遮へい工事の完了

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>

5(6)③

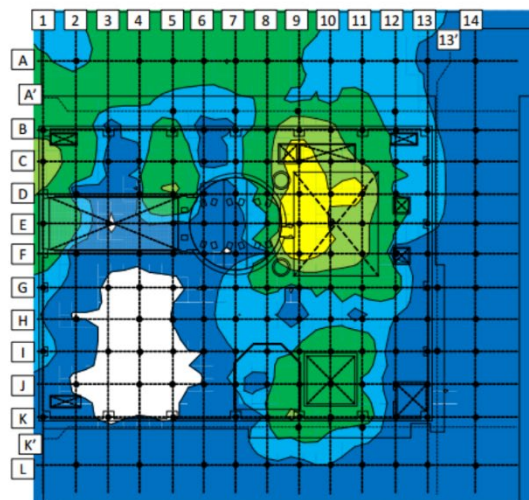
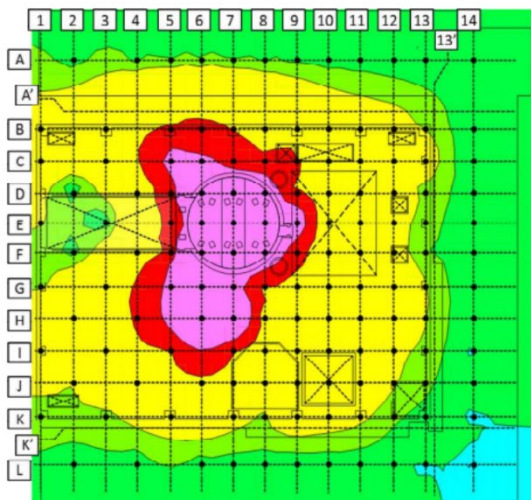
下の図を見ると、大型遮へい体の設置が線量低減に効果があったことが分かります。

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、使用済燃料プール上と新燃料貯蔵庫周辺に 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未滿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)

大型遮へい体 (E工区以外) 設置前※
(2016.3.24~3.29測定)

全遮へい体設置後※
(2016.12.5~12.15測定)



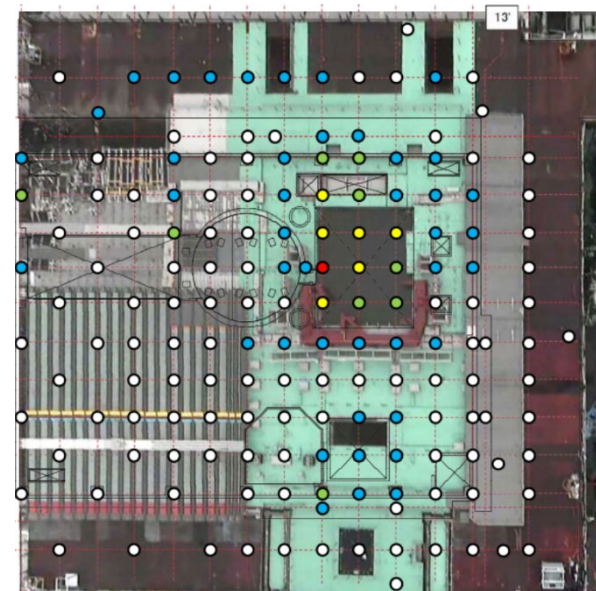
※オペフロ面
から1.5m高さ
で測定

平均値
38.26mSv/h

平均値
1.84mSv/h (95%低減)

※遮へい体上
から1.2m高さ
で測定

0 0.1 0.5 1 5 10 50 100 500 mSv/h



- 50mSv/h以上
- 10~50mSv/h未滿
- 5~10mSv/h未滿
- 1~5mSv/h未滿
- 1mSv/h未滿
(1.2m高さ線量率最大値)

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>

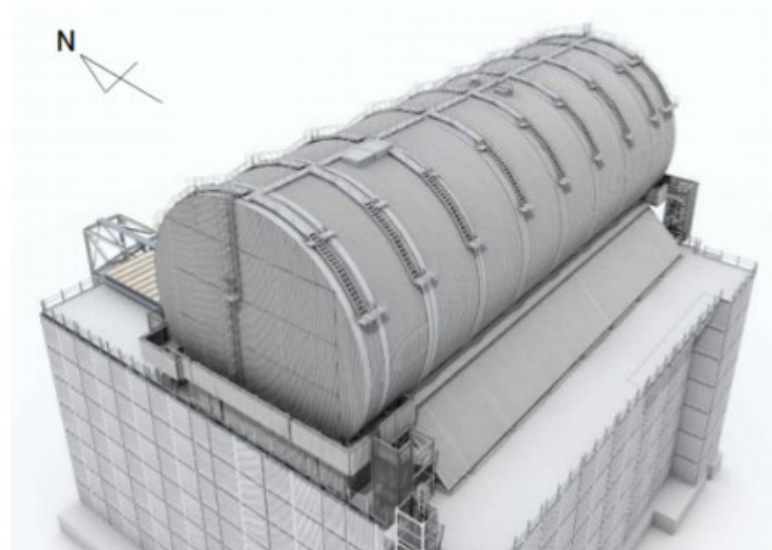
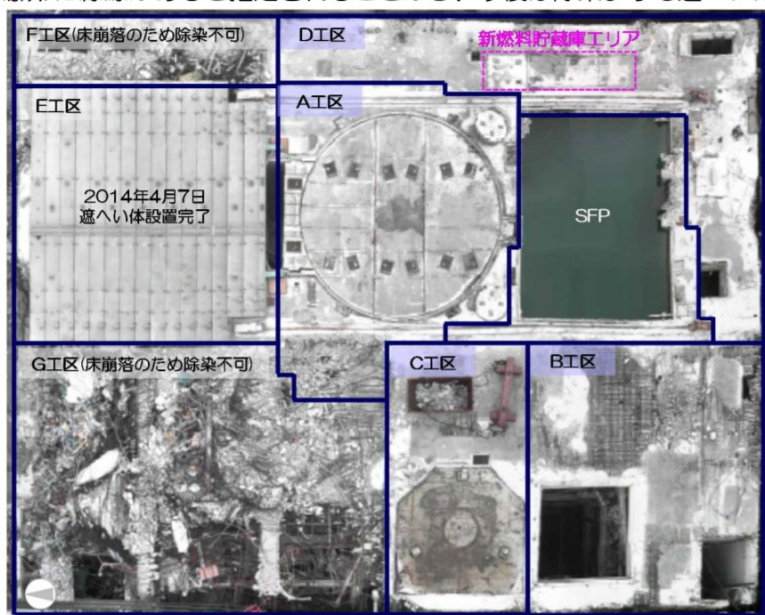
5(6)④

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、左の図でいうと使用済み燃料プール(SFP)を覆うように縦に設置されます。

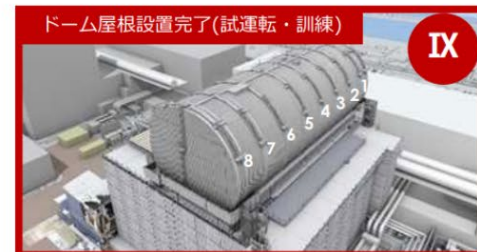
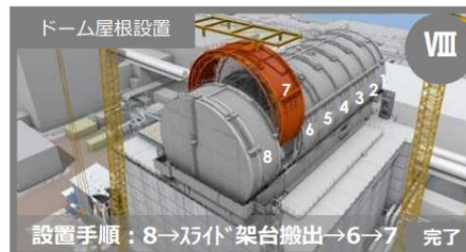
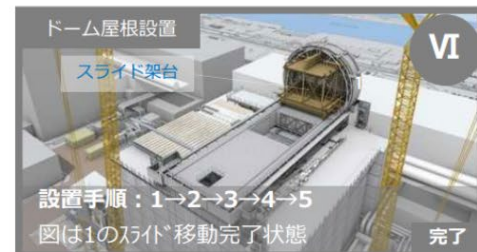
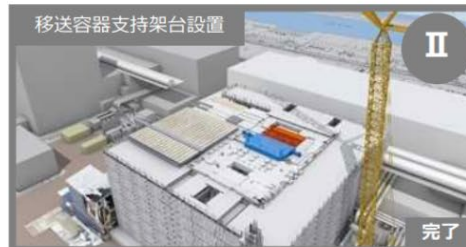


3号機燃料取り出し用カバー 完成イメージ

5(6)⑤

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

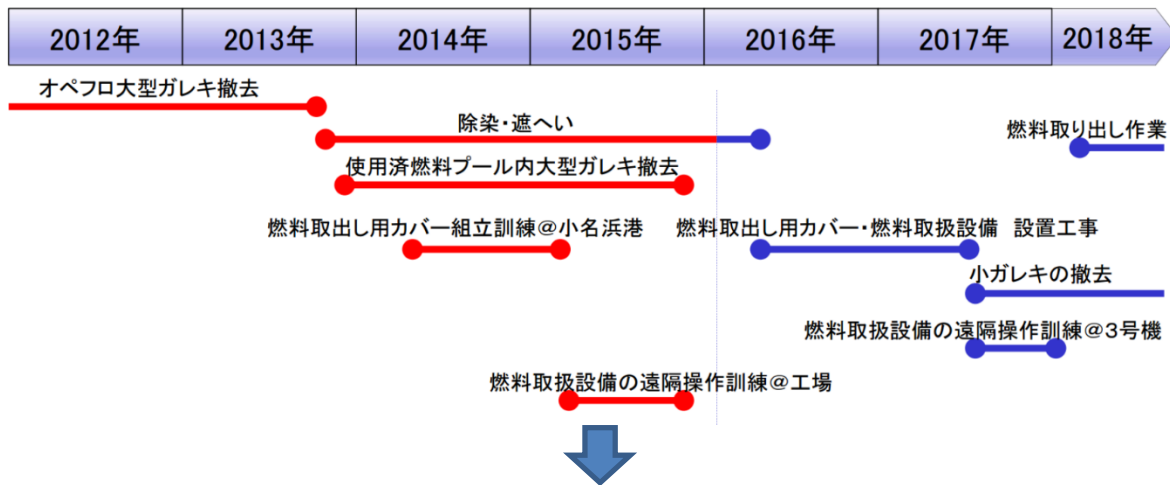


出典：2018年3月1日第51回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料東京電力「福島第一原子力発電所3号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/03/3-02-04.pdf>

5(6)⑤

(燃料取り出しに向けたスケジュールの変化)



I・II・III～: P4の作業ステップ番号を示す | : 線量測定

西暦	2014年	2015年	2016年										2017年		
			1~6	7	8	9	10	11	12	1~3	4~6				
除染															
I 遮へい体設置															
I-1 大型遮へい体															
I-2 補完遮へい体															
I-3 構台間遮へい体															
II 移送容器支持架台設置															
III～ 燃料取り出し用カバー等設置															

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～燃料取扱機・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>

5(6)⑥

⑥ 燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備について

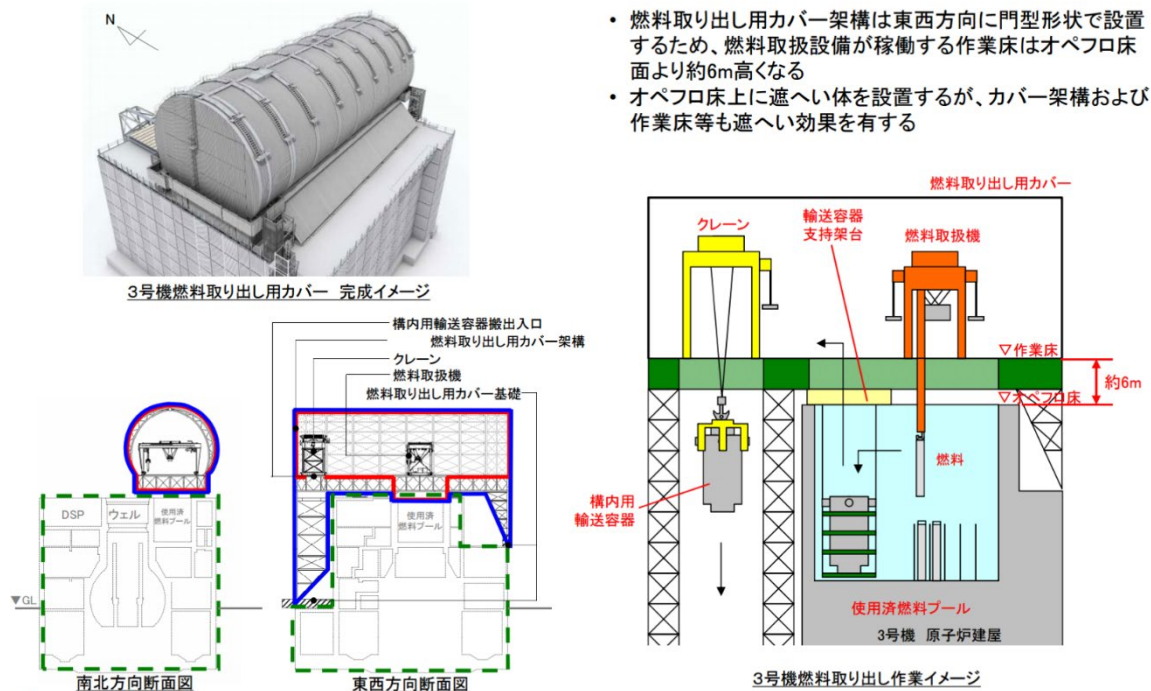
2017年度に燃料プールからの使用済み核燃料の取り出し開始が予定されている3号機について、東京電力から、燃料取り出し用カバーおよび燃料取扱設備、および作業の概要が公表されました。

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。

クレーンの不具合に戻る

<https://www.youtube.com/watch?v=Xuffg6nmhCo>



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～燃料取扱機・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

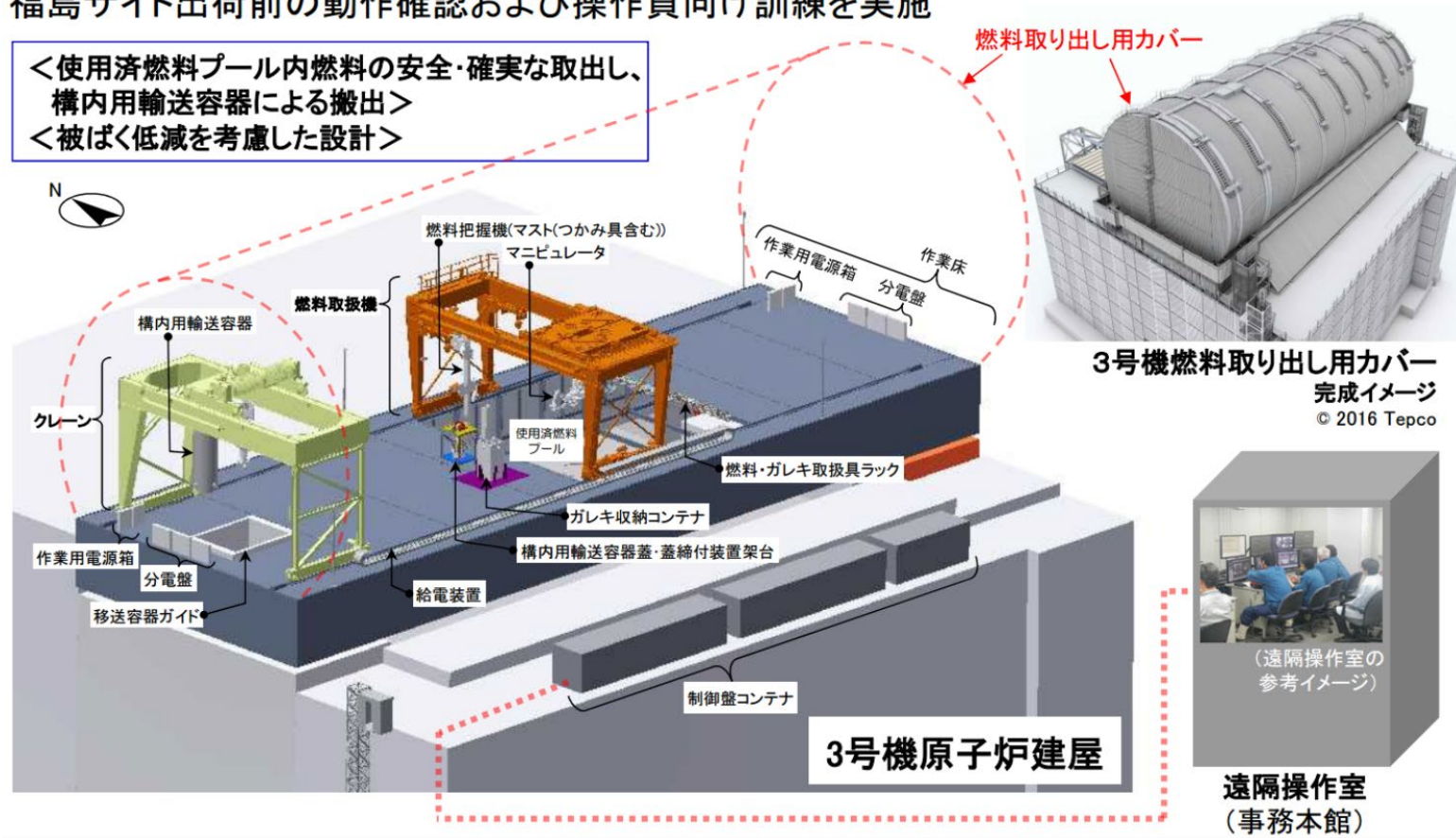
ページ1に戻る

5(6)⑥

(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

＜使用済み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＞



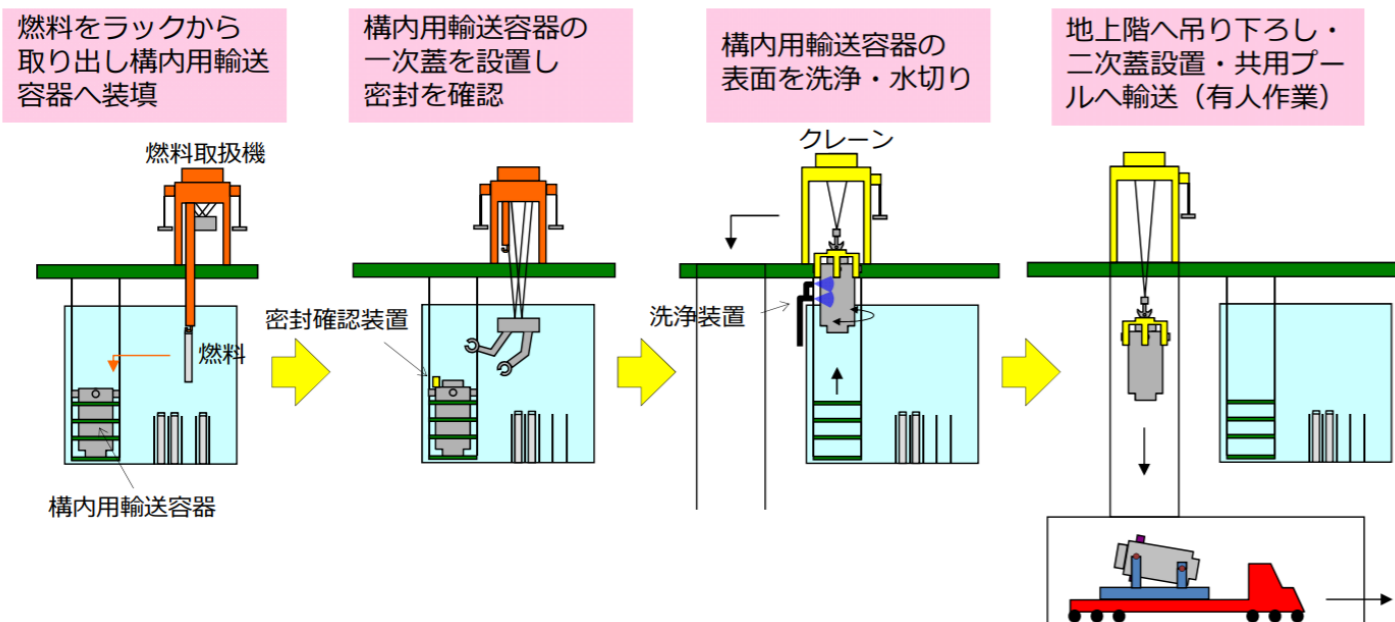
出典：東京電力2016年1月18日「福島第一原子力発電所 3号機 使用済み燃料プール内からの燃料取り出しに向けて～燃料取扱機・クレーンメディア公開～」

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/handouts/2016/images1/handouts_160118_03-j.pdf

5(6)⑥

(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

燃料取扱機・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号機使用済み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>

ページ1に戻る

5(6)⑦

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。 [3号機の取り出し方法に戻る](#)

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。

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

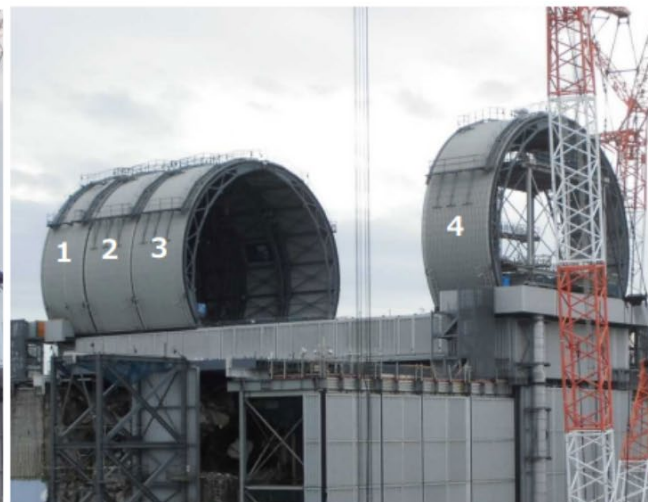
空間線量率:約 0.1~1.6 mSv/h 計画線量 :0.42 人Sv 線量実績 :0.06 人Sv(10月21日時点)

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>

[ページ1に戻る](#)

5(6)⑦

2017年11月にドーム屋根5の設置が終わると、いよいよ燃料取扱機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。

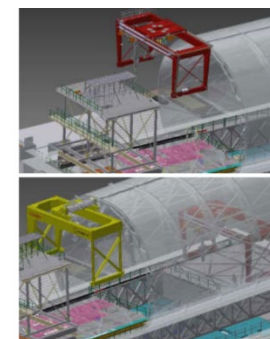


■ 燃料取扱機・クレーン設置（ステップⅦ）に向けて工場での燃料取扱機・クレーンの動作確認を完了し出荷の準備中。

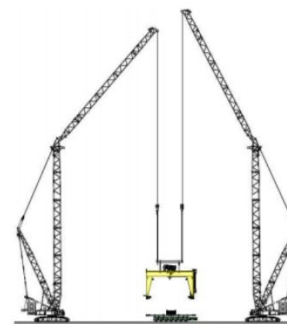


燃料取扱機・クレーンの動作確認状況
(撮影日：燃料取扱機2017年9月12日 クレーン2017年9月14日)

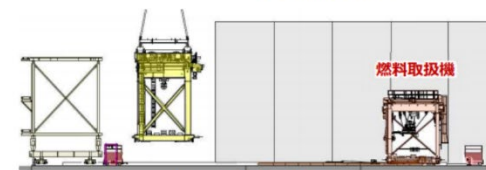
- 燃料取扱機及びクレーンの設置作業を実施する。
 - 作業期間：2017年11月上旬開始予定
 - 作業人数：(5人/班) × (3班/日)
 - 作業時間：約60～120分/班・日 (移動時間等含む)
 - 空間線量率：約 0.1～1.2 mSv/h
 - 計画線量：1.7 人Sv



ガード上吊り込みイメージ



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)



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)

5(6)⑦

11月12日に燃料取扱機を、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。

http://www.tepco.co.jp/tepconews/library/archive-j.html?video_uuid=q3tkq5vz&catid=69619



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>

5(6)⑦

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。

[3号機の取り出し方法に戻る](#)

[引き続き不具合に戻る](#)

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、燃料取扱機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

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>

5(6)⑦

燃料取扱機・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、燃料取扱機・クレーンの試運転を3月15日に開始しました。

なお、燃料取扱機・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)

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>

5(6)⑧

⑧ クレーンの不具合について

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(111ページ図右半分、113ページ図右半分参照)。

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焼き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。

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。

[排気筒クレーン
対応方針戻る](#)

[引き続き不具合
に戻る](#)

[3号機の取り出し
方法に戻る](#)

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。

[\(次ページに続く\)](#)

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>

[ページに戻る](#)

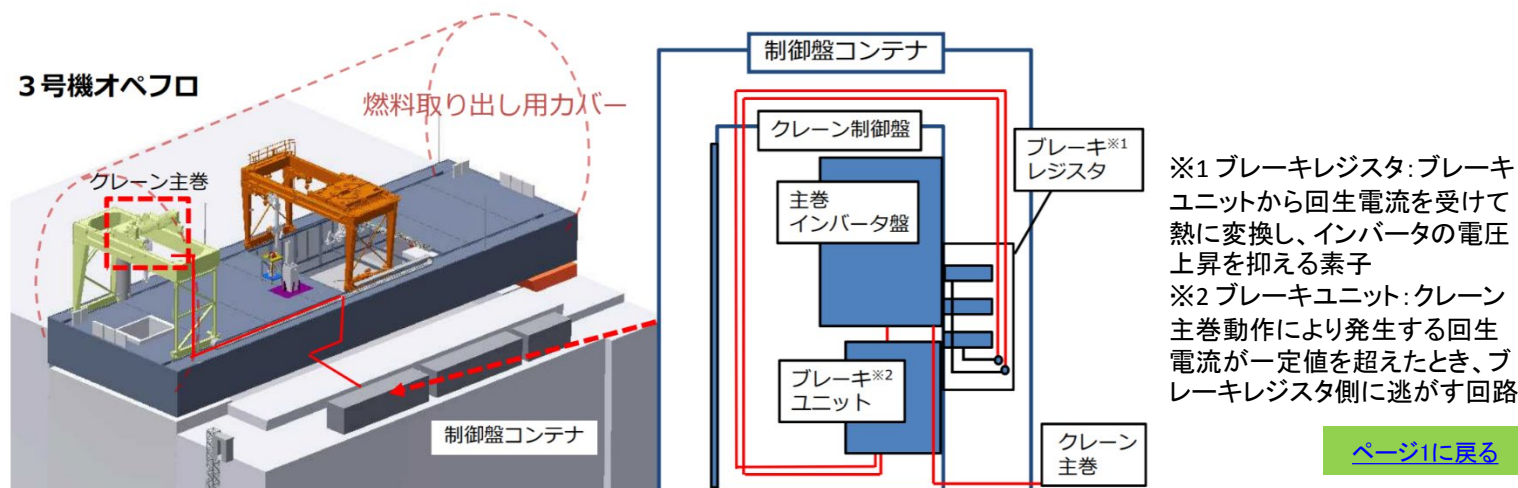
5(6)⑧

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(50.0 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(株)及び(株)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(株)に指導票が交付されました。

[引き続き不具合に戻る](#)



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」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-6.pdf>

5(6)⑨

⑨ 燃料取扱機の不具合について

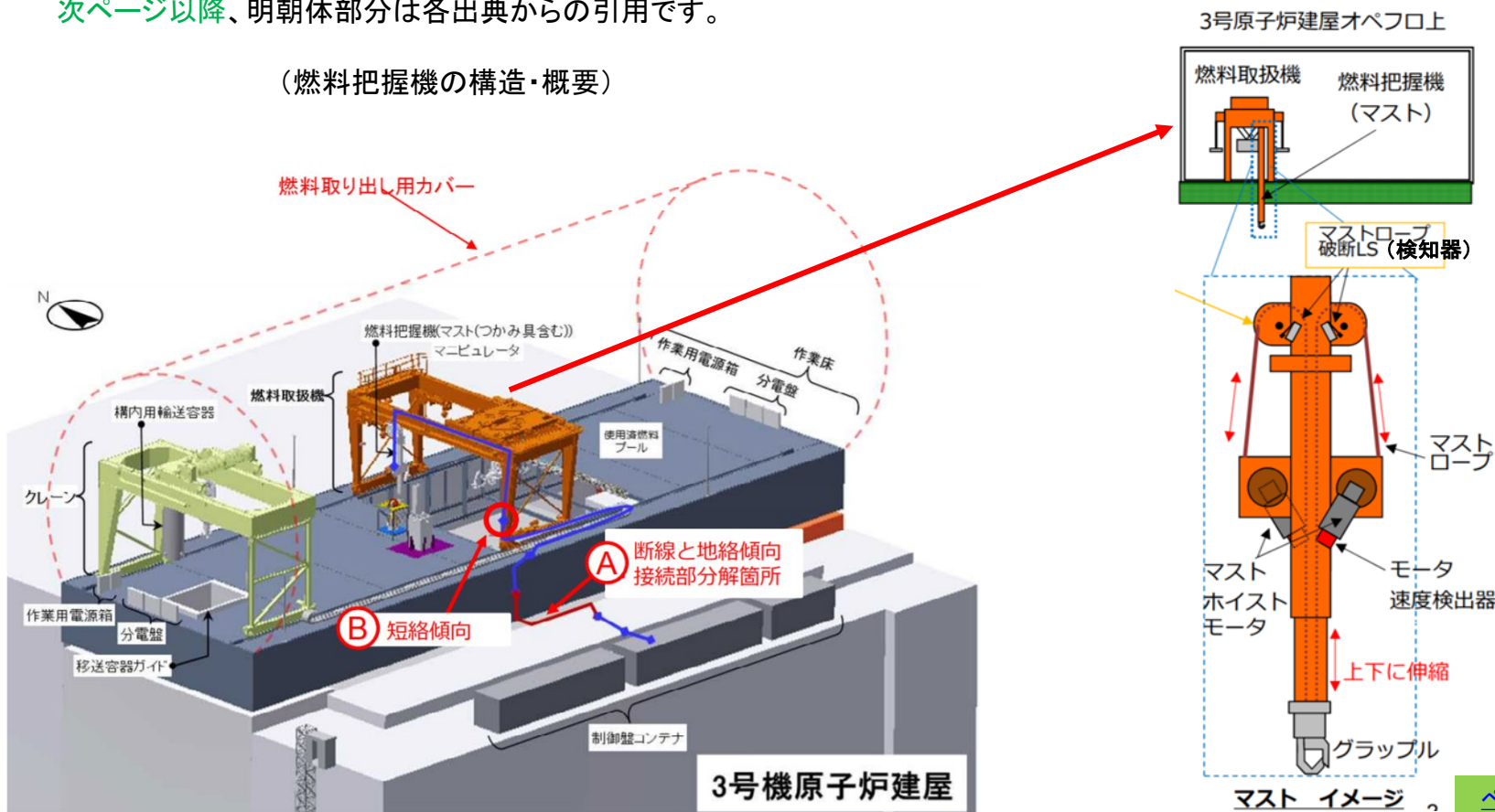
2018年8月8日 原子力規制委員会による使用前検査中、機能検査のために燃料取扱機の燃料把握機(マスト)を使用済み燃料プールに降下させていたところ、制御系に関する異常を示す警報が発報し燃料取扱機が停止した。そのため、使用前検査を中断しました。

[引き続き不具合に戻る](#)

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)



[ページ1に戻る](#)

5(6)⑨

【調査結果】

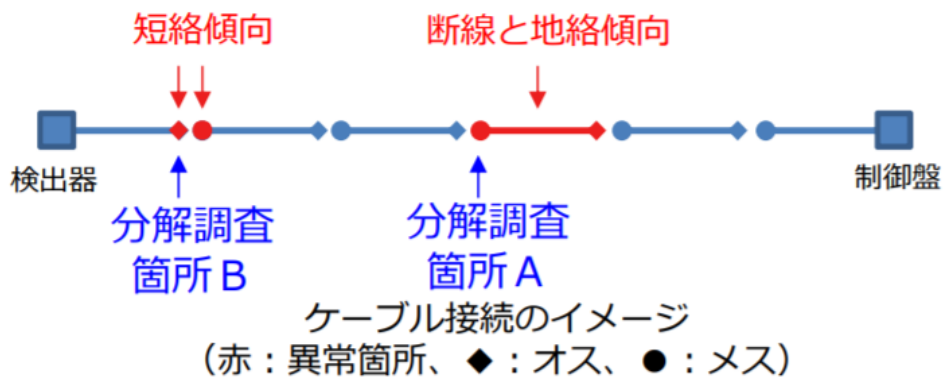
- ・ 外観確認の結果、ロープの破断、制御系部品の損傷等は確認されなかった。また、制御ユニットにエラー表示を確認した。
- ・ マストホイストモータ(筆者注:前ページ右図参照)のモータ速度検出器からエラー表示のある制御ユニットにつながる制御ケーブルを、エラー表示のない制御ユニットに接続した結果、同様のエラー表示が出たため、ケーブル/検出器の故障の可能性を確認した。
- ・ 故障の可能性のあるケーブル/検出器に対して抵抗測定をした結果、ケーブル(筆者注:次ページ左上図分解調査箇所A)に断線・地絡傾向、及びケーブル同士の接続部(筆者注:次ページ左上図分解調査箇所B)に短絡傾向を確認した。
- ・ 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:分解調査箇所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)】

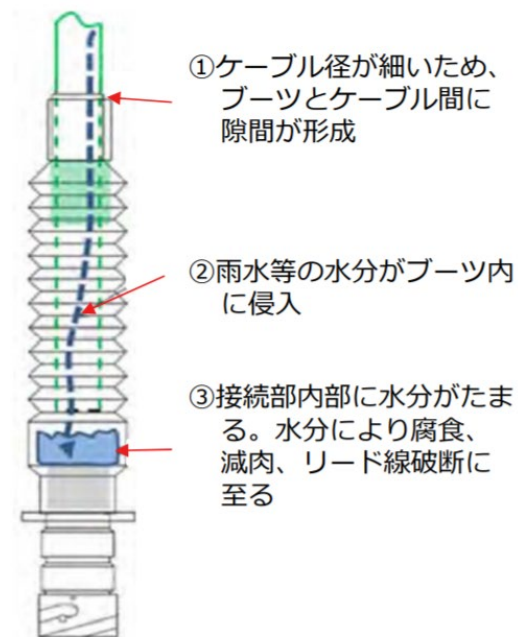
- ・ リード線の破断は、接続部内部に雨水等が侵入したため、水分により腐食し、破断に至ったと推定される(筆者注:次ページ右図参照)。
- ・ ロープ破断警報は、不具合が確認されたケーブルの断線等を起点に、検出器の信号異常が発生、マストホイストモータの停止、モータの停止特性の差によるアンバランス発生によりイコライザーが傾き、LS(筆者注:破断検知器)が動作したためと推定される。

[類似箇所調査結果に戻る](#)[ページ1に戻る](#)

5(6)⑨



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号機燃料取扱機の不具合について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/09/3-2-7.pdf>

5(6)⑩

⑩ クレーン、燃料取扱機の引き続く不具合について

3号機の使用済み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21ーの設置完了](#)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([119ページ](#)参照))、8月8日に発生した燃料取扱機(FHM)の不具合([121ページ](#)以降参照)、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([120ページ](#)参照)と、試運転中とはいえ、立て続けに使用済み核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月に予定していた使用済み核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。

[ページ1に戻る](#)

5(6)⑩

東京電力は前ページまでで紹介してきた、引き続きクレーン、燃料取扱機(FHM)の不具合のうち、燃料取扱機の不具合について、その原因究明をきっかけに、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 ケーブルメーカー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びり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。

5(6)⑩

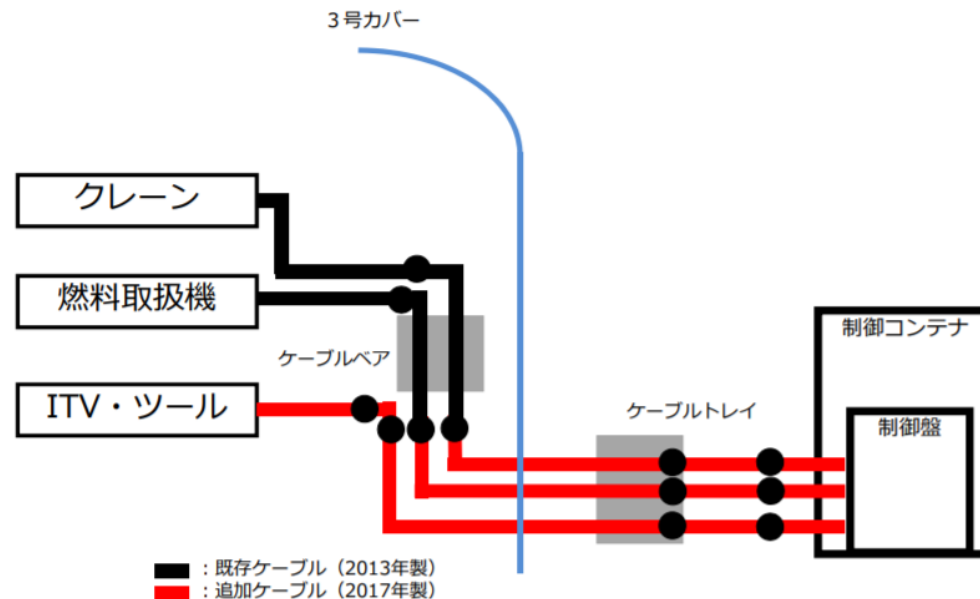
【その他】

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ーとは別のメーカーが製造しているケーブルがある。

【参考】ケーブルの試運転実績と製造時期

TEPCO

- 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。追加ケーブルは、既存ケーブルのメーカー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号機燃料取扱機(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>

ページ1に戻る

5(6)⑩

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】

燃料取扱機(FHM)、クレーン、ITV(カメラ)、ツール類(吊具、移送容器蓋締付装置等)

【動作確認(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

5(6)⑩

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。

- ・燃料取扱機(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、概ね同等ではあるものの、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ーが実施し、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号機燃料取扱機(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>

ページに戻る

5(6)⑩

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	エアイ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ブラの ガスケット損傷	-	カブラプラグ交換	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>

5(6)⑩

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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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	<ul style="list-style-type: none"> ● 新たに調達するケーブルの品質確認 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 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） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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>

5(6)⑩

■ 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 (マヒ° 1レーダ)	-
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>

5(6)⑩

■ 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ラインのうち、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月末の開始を目標としています。

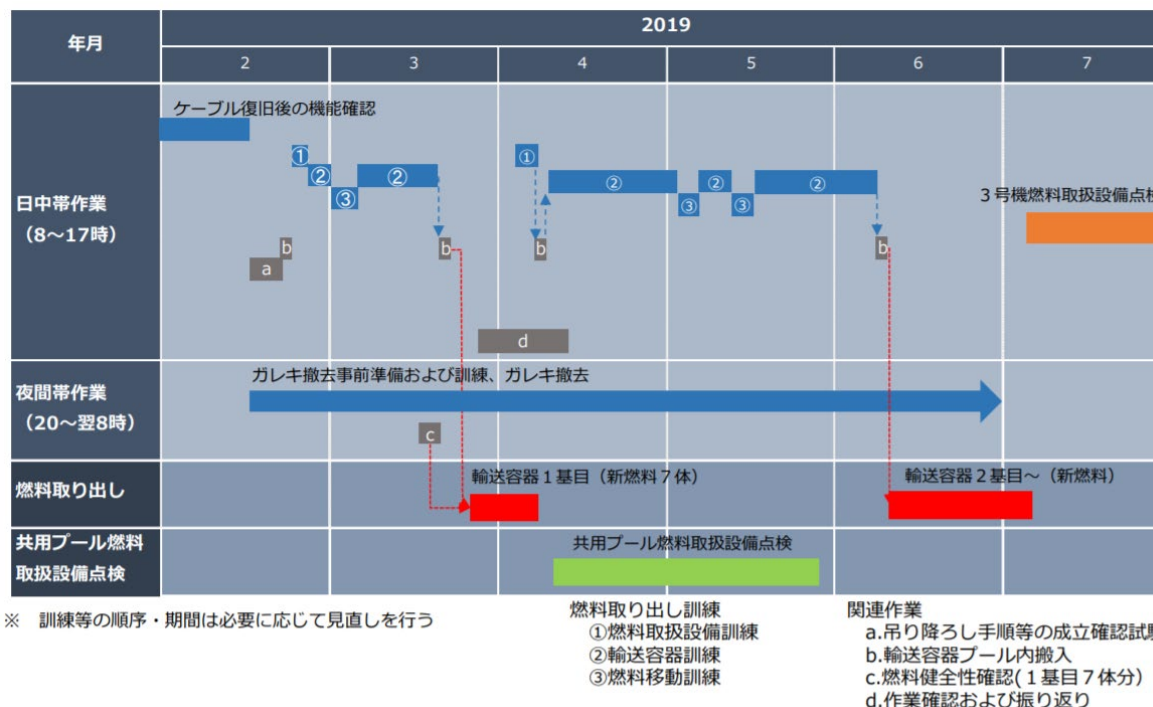
5(6)①

⑪ 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。



3号機の取り出し方法に戻る

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>

ページ1に戻る

5(6)⑫

⑫ 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した。

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。

16日には新燃料計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体の新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。

[3号機の取り出し方法に戻る](#)[ページ1に戻る](#)

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
「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://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://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号機使用済み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 燃料取り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>

5(6)⑫



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_uid=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」

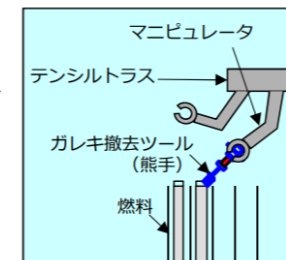
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-5.pdf>
東京電力ホームページ動画アーカイブ 2019/4/25(木)福島第一原子力発電所3号機燃料取り出し作業(輸送容器1基目)
https://www4.tepco.co.jp/library/movie/detail-j.html?catid=107299&video_uid=ux1w090g

5(6)⑫

(続報)

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。

7月21日、新燃料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、28体/566体の取り出しが完了しました。



発生時の作業状況

7月17日には燃料取扱機から作動流体(水グリコール)が約50L漏えいし、使用済み燃料プール(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。原因については現在調査中とのことです。

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らず、原因については現在調査中です。

次ページ以降に、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)

http://www.tepco.co.jp/press/report/2019/1515893_8985.htmlx1w090g

[ページ1に戻る](#)

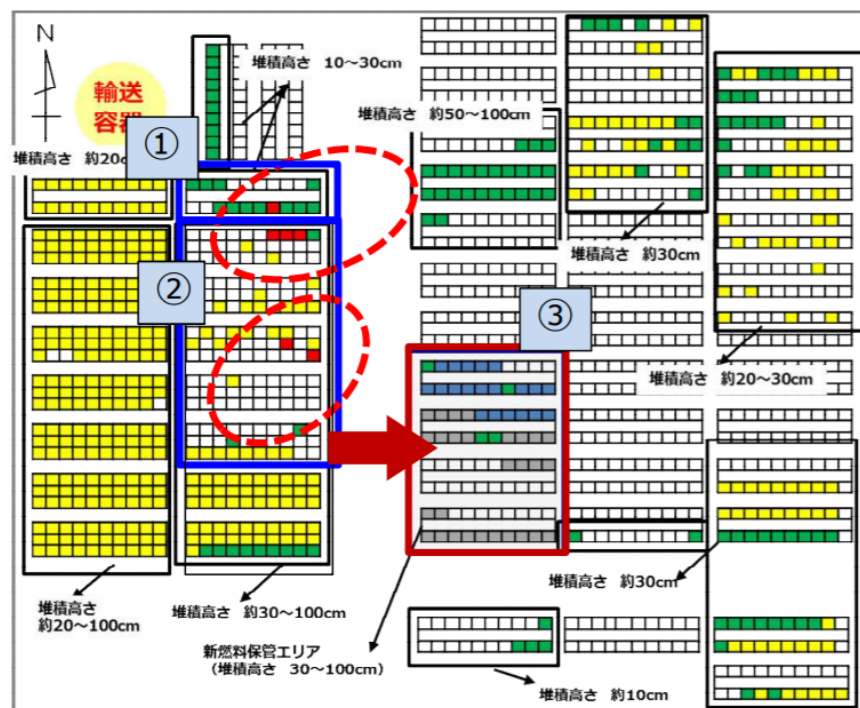
5(6)⑫

(使用済み燃料プール(SFP)の現状)

現在までに確認されているハンドル変形燃料はいずれも落下したFHM, コンクリートハッチ下 (下図の赤破線部) で見つかっている。一方, コンクリートガレキが堆積したエリアはこれまでのところ, ハンドル変形燃料は確認されていない。

このため, 燃料ハンドルの状態を早期に確認する観点から, 下図①, ②エリア (青線枠内) のガレキ撤去を優先的に進めていく。

①エリアについてはガレキ撤去を行い, 過去の調査で確認したハンドル変形燃料1体以外に明らかな変形はなかった。②エリアについてはガレキを移動できる空きラックがないため, 下図③エリアから新燃料を取り出しラックが空いた後, ②エリアのガレキ撤去に着手する。



2019年7月21日時点

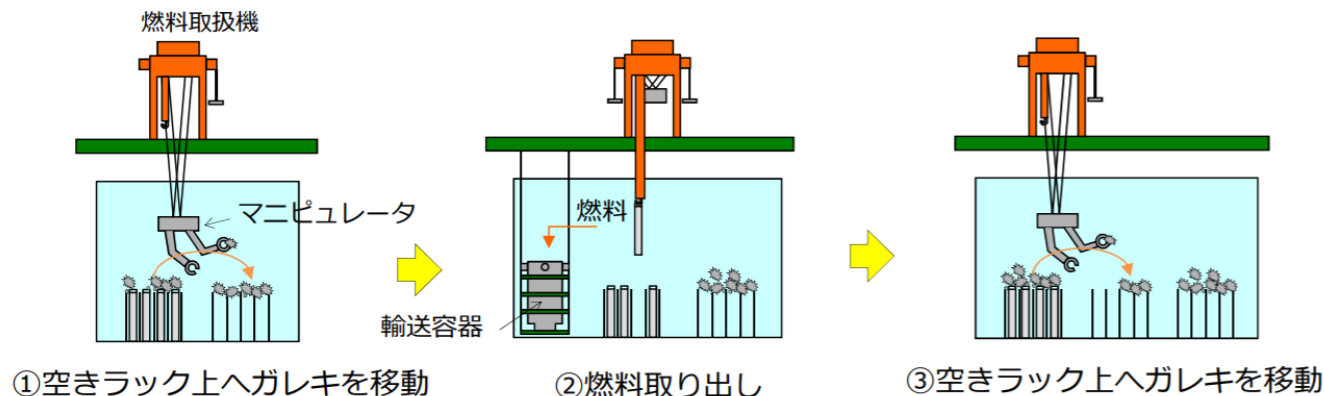
- : 取出済【28体】
- : 健全性確認済 (合格)【20体】
(新燃料エリアの健全性確認を実施していない4体はガレキが若干残っているためガレキ撤去後に健全性確認実施)
- : これまでにハンドル上部確認 (明らかな変形は無し)【115体】
- : 2015年12月SFP調査にて明らかなハンドル変形を確認【6体】
- : ハンドル未確認【397体】

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」

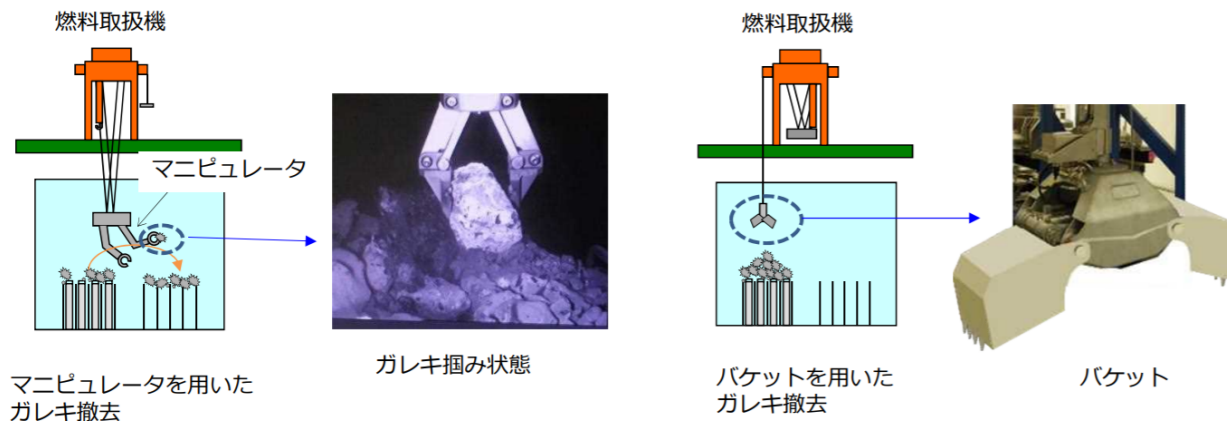
<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/07/3-2-5.pdf>

5(6)⑫

(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)



3号機の取り出し方法に戻る

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「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>

ページ1に戻る

5(6)⑬

⑬ 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25cm×約180cm,厚さ約6mm,重量約22kg）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。

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33m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。

後述する1/2号機排気筒の状態把握が懸念されます。

排気筒臨時点検に戻る



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>

ページ1に戻る

5(6)⑬

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いきます。

2. ドローン調査結果 落下原因分析

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の南側水平材の上面)を確認。
- 【写真②】 足場材があったと推定される箇所にあるリブプレート頂部に腐食を確認。
- 【図1】 3/4号機排気筒は、昭和47年建設時に設置した足場材(以下、旧足場材)の上面に、新たな足場材を被せる改造工事を昭和63年に行っている。(リブプレートと旧足場材、旧足場材と新たな足場材がそれぞれ溶接で繋がっていた構造)
- 足場の落下原因は、リブプレート頂部に設置されている旧足場材が軒下腐食*により腐食、減肉、部分消失し、旧足場材の上面に追加設置した足場材が強風時に落下したものと推定。

* 軒下のような雨がかりによる洗い流し効果が期待できない環境で、海塩等の付着物濃度が大きくなり部材の腐食が進行する腐食形態
足場材(改造工事で設置)

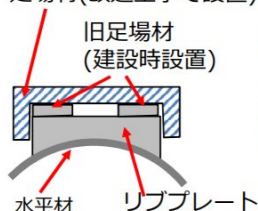


図1 足場断面図



【写真①】 地上約76mの南側水平材

拡大



【参考】 改造工事前の足場写真
(昭和61年撮影)



【写真②】 落下した足場があったと推定される箇所

3

5(6)⑬

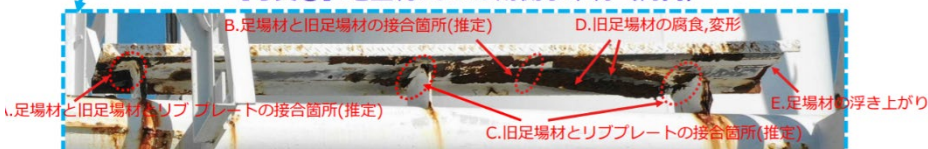
3-1. ドローン調査結果 劣化が疑われる箇所の確認①

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

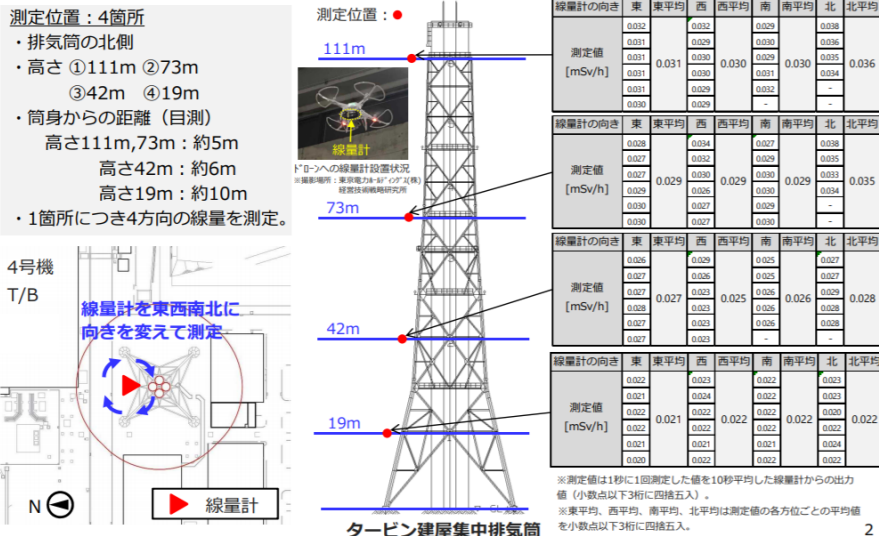


【写真⑦】 北側約100m付近

5(6)⑬

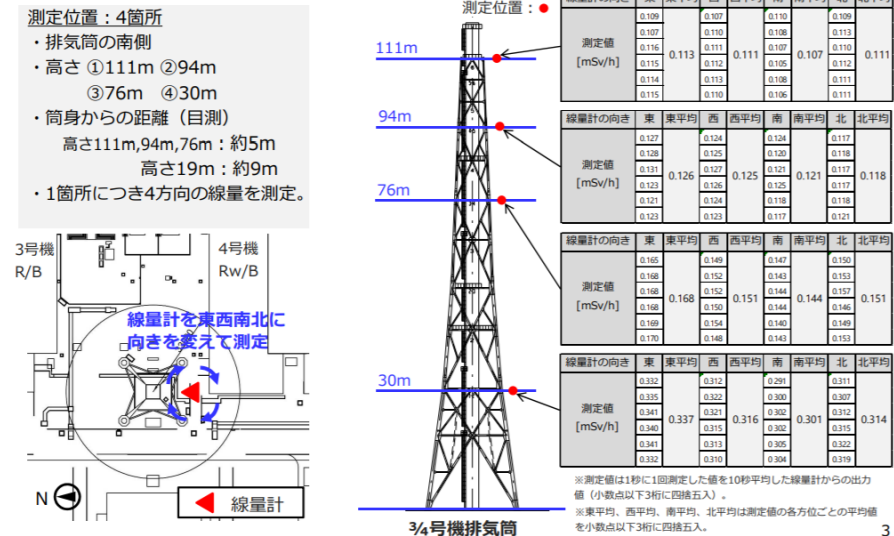
排気筒ドローン調査結果 タービン建屋集中排気筒の線量測定 **TEPCO**

- 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。



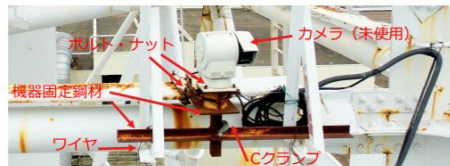
排気筒ドローン調査結果 3/4号機排気筒の線量測定 **TEPCO**

- 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。



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**

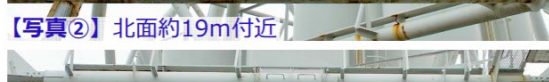
- 4月10日にタービン建屋集中排気筒のドローン調査において劣化が疑われる機器等を確認した。
- 【写真①】劣化が疑われる機器周辺を確認した結果、機器を固定している鋼材の表面に発錆がみられた。固定治具（ボルト・ナット、Cクランプ、ワイヤ等）に欠損等はみられないが、腐食の進み具合は確認できなかった。
- 【写真②】下層部の足場材には腐食が見られるが、直ちに落下しそうな状況ではない。
- 【写真③】中層部から上層部の足場材には腐食が見られない。
- 腐食の状況と線量測定結果を踏まえて、タービン建屋集中排気筒の落下リスク低減対策の検討を進める。



【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③】北面約53m付近

5(7)

(7) 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、「使用済み燃料プール対策」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。

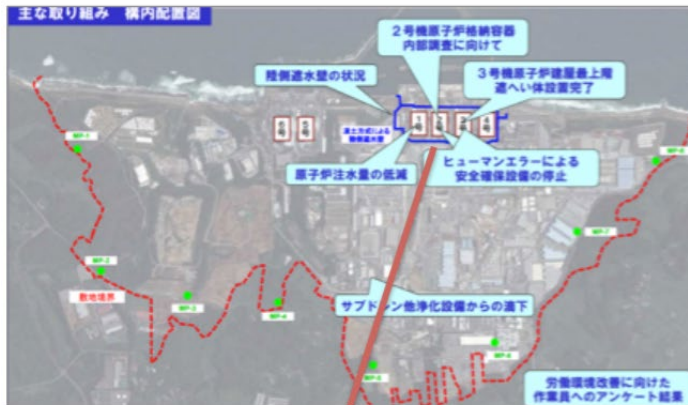
(筆者注:この課題については2号機の使用済み燃料の取り出し作業と競合する可能性があるためこの括りで取り上げられることになったと想像します)。

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良好に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号機の間であり高さは約120メートル。その66メートル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ください。

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>

5(7)



南側から撮影した全景写真

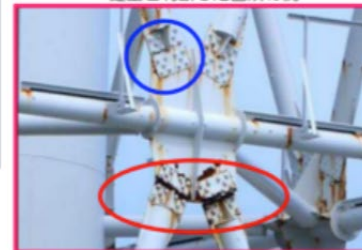
- 健全箇所の例
- 破断箇所の例
- 変形箇所の例



健全と判断した箇所の例



裏側



破断及び変形と判断した箇所の例

5(7)

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、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越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。 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。 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。

5(7)

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20mのところには図面が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。

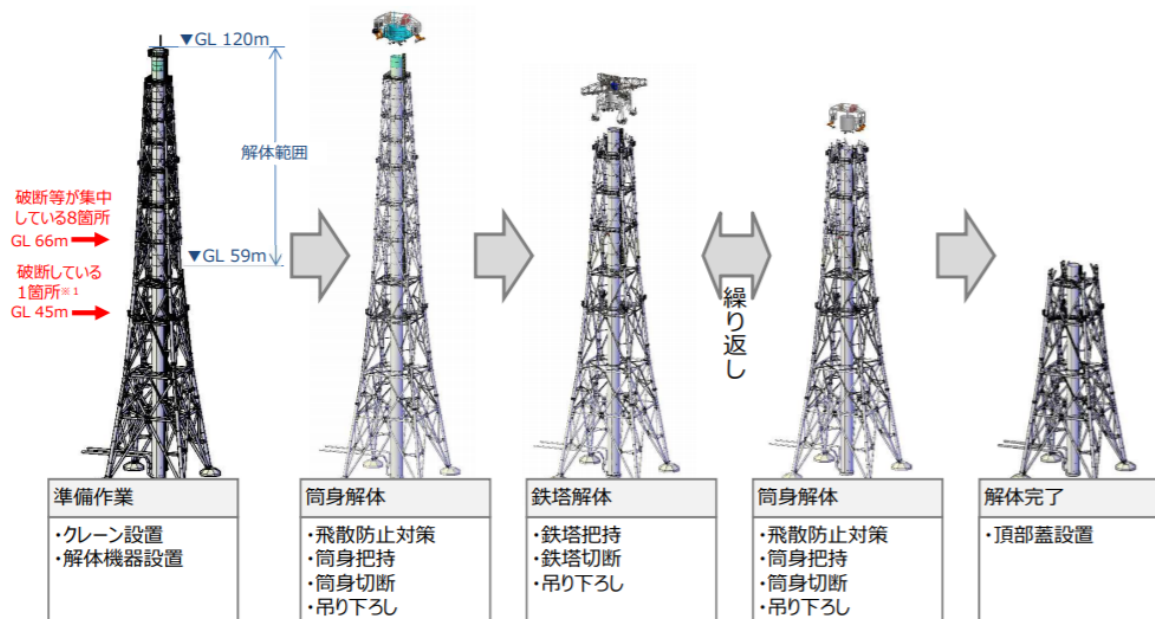
この間、何回か資料の発表もありましたが、上記の引用から、今回の東京電力資料「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体について」まで跳んでも、この問題の理解に大きな支障はないと思われるので、[次ページ](#)以降今回の計画について紹介します。

5(7)

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

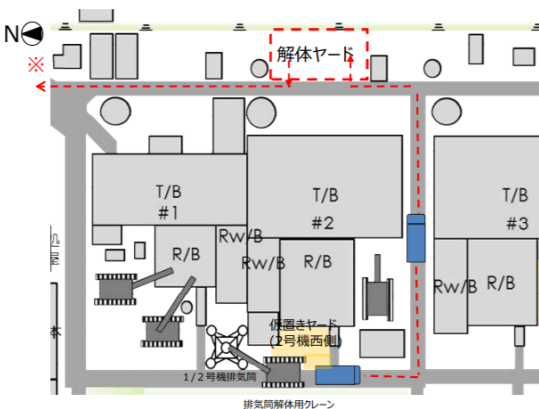
出典：2018年6月28日第55回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力「1/2号機排気筒解体について」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/07/3-2-6.pdf>

5(7)

(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)

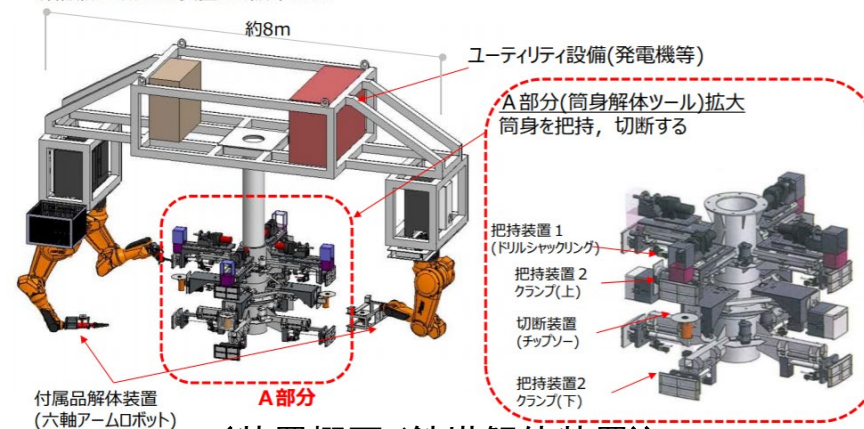
- 解体装置の詳細設計は完了し、装置製作を実施中。
- 8月から開始する解体装置の実証試験において、施工計画(作業手順や所要時間等)の検証作業を行い、排気筒解体工事の工事期間を確定する予定。
- 2018年12月より、福島第一構内での準備作業(解体装置の組立等)に着手する予定。

	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	[Completed]					
2. 解体装置製作	[Ongoing]					
装置製作図作成	[Completed]					
資材調達	[Ongoing]					
筒身 装置組立	[Ongoing]					
筒身 解体装置 単体動作試験	[Ongoing]					
鉄塔 装置組立	[Ongoing]					
鉄塔 解体装置 単体動作試験	[Ongoing]					
通信システム確認	[Ongoing]					
3. モックアップ(実証試験)	[Ongoing]					
計画	[Ongoing]					
試験体設置	[Ongoing]					
解体装置の性能検証	[Ongoing]					
施工計画の検証	[Ongoing]					
4. 施工計画・解体工事	[Ongoing]					
施工計画検討	[Ongoing]					
排気筒解体工事	[Ongoing]					

現在の進捗状況に戻る

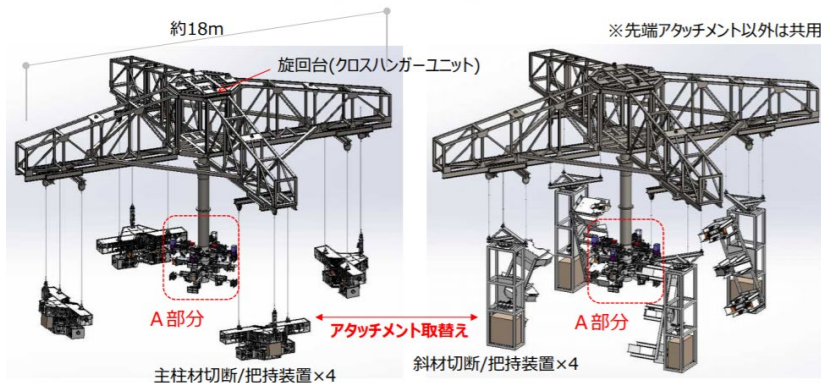
(排気筒解体装置概要(筒身解体装置))

- 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。



5(7)

(装置の組立状況)

- 筒身解体装置、鉄塔解体装置（支柱材用・斜材用）の装置を組み立て中



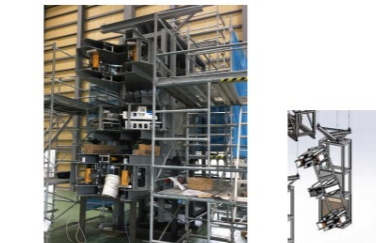
筒身解体装置 組立状況



鉄塔解体装置（支柱材用）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（モックアップ）の進捗状況）」
<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/11/3-2-7.pdf>

5(7)

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	Step 1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(モックアップ)の進捗状況)」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-5.pdf>

5(7)

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。

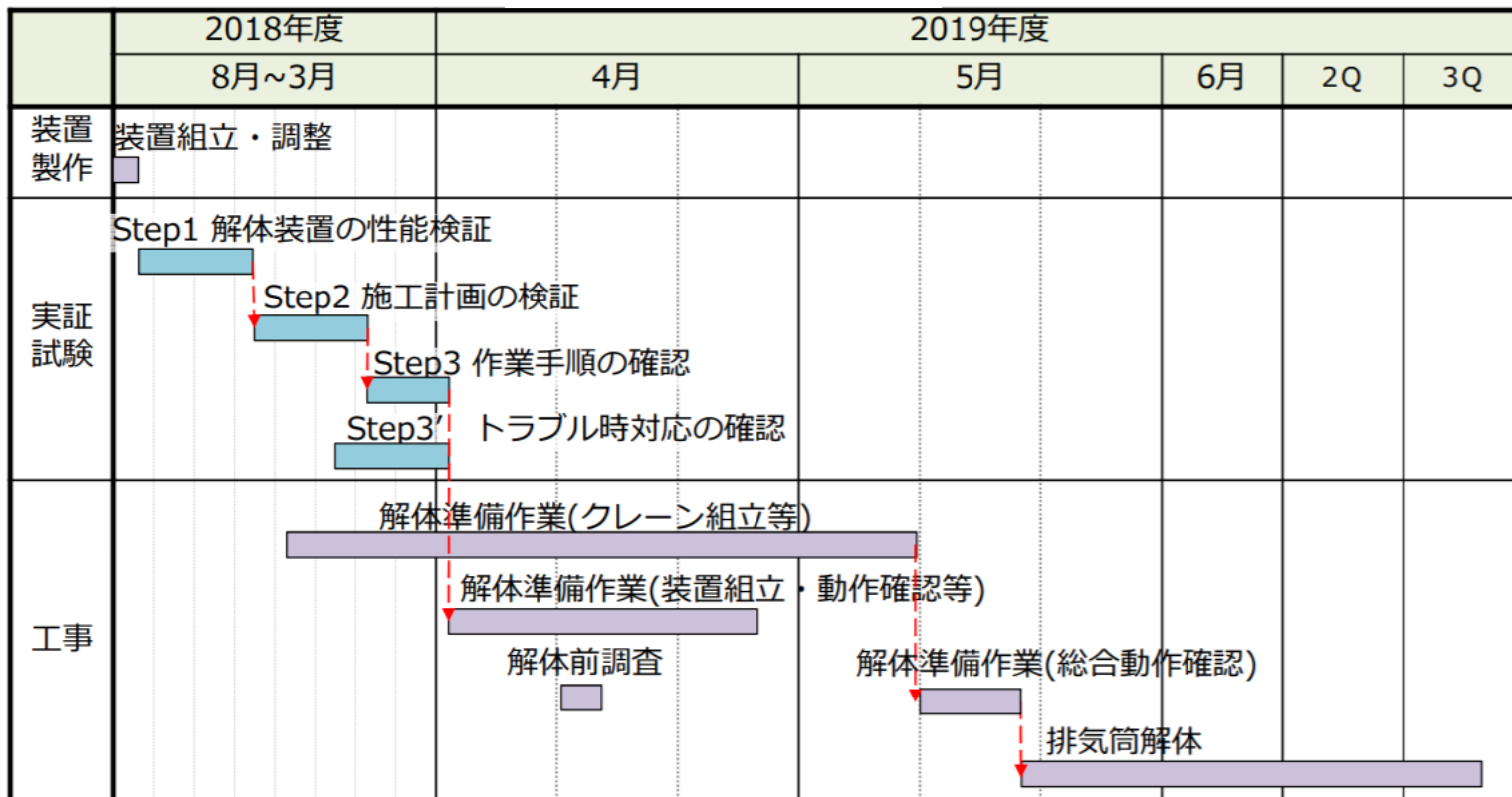
No.	項目	実証試験と現場の違い	対応方針
1	作業高さ	実証試験は18mの試験体を使用しているが、実際は120mの高さとなり、クレーンの大きさや風の受け方が変わり、装置設置時の操作性が違う	【装置の改良】 ・ 解体装置に設置用ガイドパーツを追加
2	解体装置と操作室の距離	装置設置時の実工事では、地上からの目視は難しいため、遠隔カメラによる視認性のさらなる向上が望ましい。	【装置の改良】 ・ カメラ位置を調整及び台数増大
3	通信環境	1F構内では、他工事でも遠隔作業を行っているため、無線が混線する可能性がある。	【施工計画に反映】 ・ 遠隔操作室周辺の通信環境を確認する ・ 1F構内で解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(モックアップ)の進捗状況)」

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2018/12/3-2-5.pdf>

5(7)

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。



5(7)

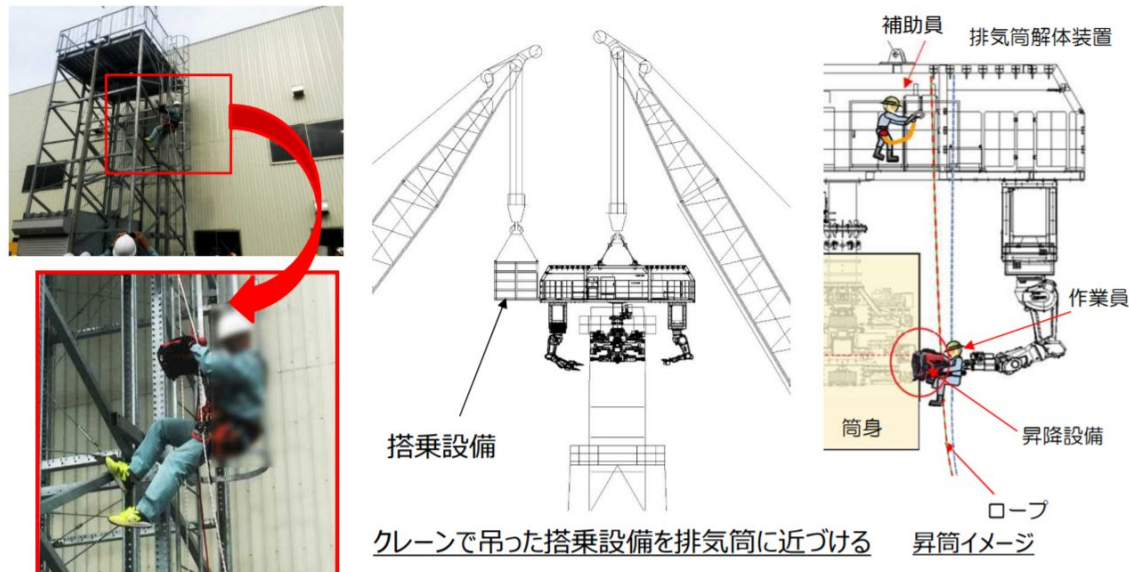
イチエフサイト外での実物大模型(モックアップ)を使用した実証試験の結果、以下の追加的措置が必要であることが明らかになり、イチエフ内現場での排気筒解体作業の開始は2019年3月から5月に延期されました。

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。



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>

5(7)

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(139ページ参照)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。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。

	メン用足場 <small>斜線: 改造工事で設置 白: 建設当初から設置</small>			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	4号機建屋集中			
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】					多数で劣化が疑われる【写真③】
4号機建屋集中 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		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



5(7)

東京電力によると、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。

この結果から、作業時の敷地境界線量、敷地境界の空气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、敷地境界空气中放射性物質濃度 $< 1.0 \times 10^{-5}$ Bq/cm³(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。

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[148ページ](#)にあります。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号機排気筒解体計画について(進捗報告)」

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/03/3-2-6.pdf>

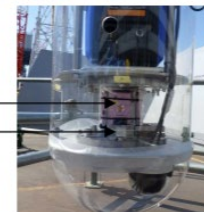
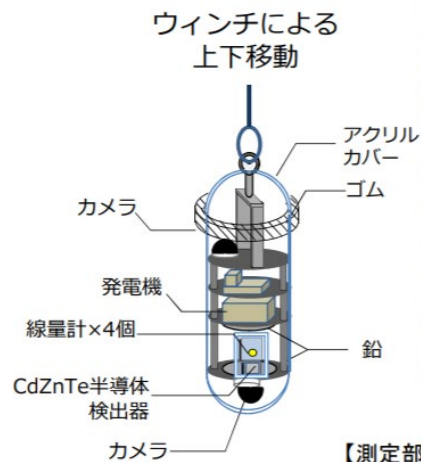
2019年4月25日 第65回廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議資料 東京電力
「福島第一原子力発電所1/2号機排気筒解体計画について(準備作業・解体前調査の報告)」

<https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/decommissioning/committee/osensuitaisakuteam/2019/04/3-2-6.pdf>

5(7)



解体前調査の実施状況



【測定部分】
線量計
CdZnTe半導体検出器

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

5(8)

(8) 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(株)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)。

(株)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(株)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)

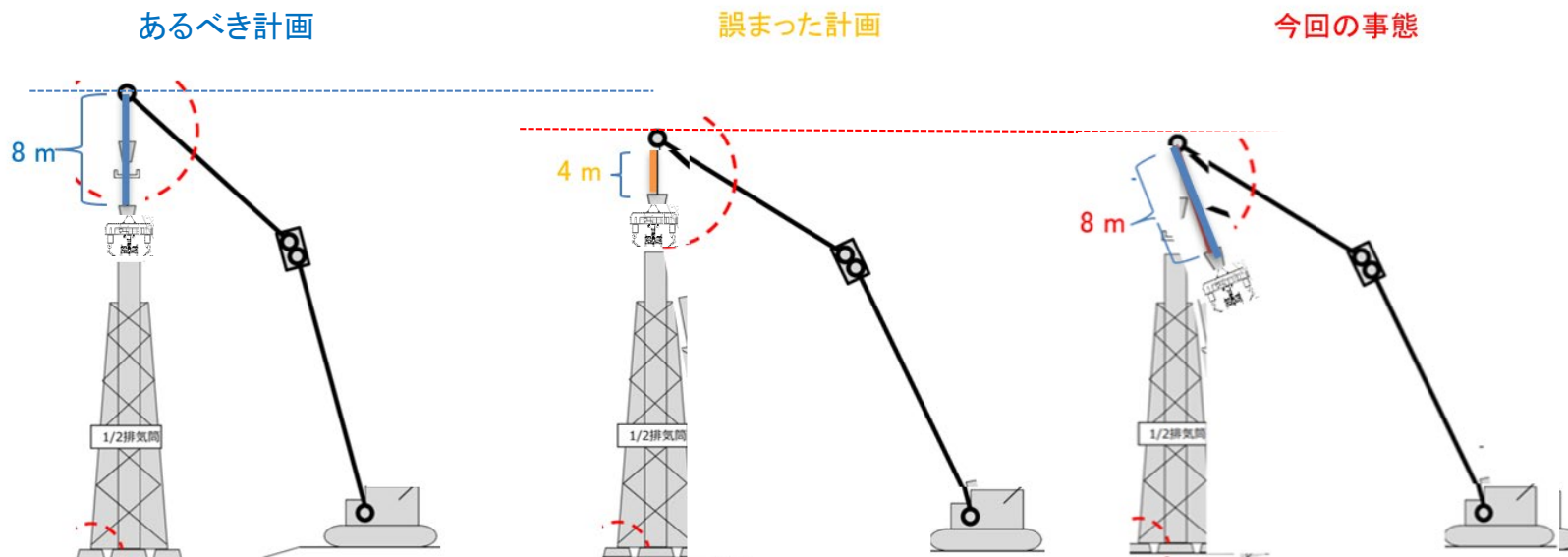
5(8)

そして(株)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(株)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)で使用了ため、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>

ページ1に戻る

5(8)

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([119ページ](#)参照、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)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([128ページ](#)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のでしょうか？

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。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>

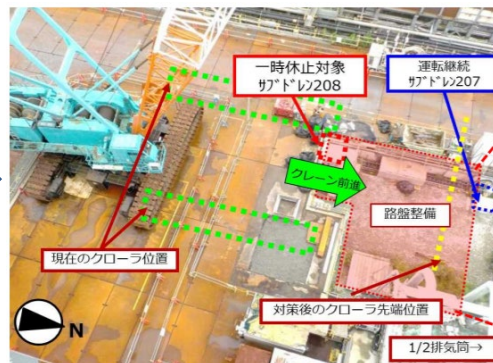
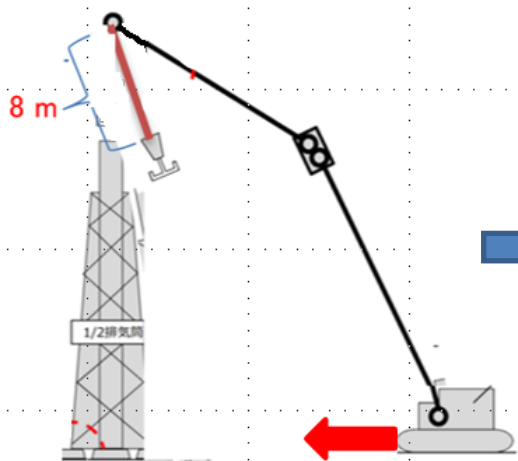
5(8)

(New!)

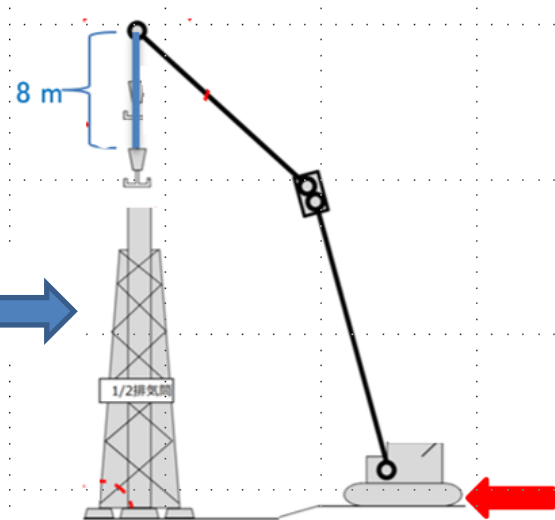
吊り代(前々ページ図の「8 m」「4 m」等と示された部分)の差異を踏まえ、2019年6月5日からクレーン吊り上げ可能高さ確保対策のひとつとして路盤整備工事を実施し(下中央図)、7月10日に完了しました。

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。

(5月11日の事態)



(7月18日の確認)



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

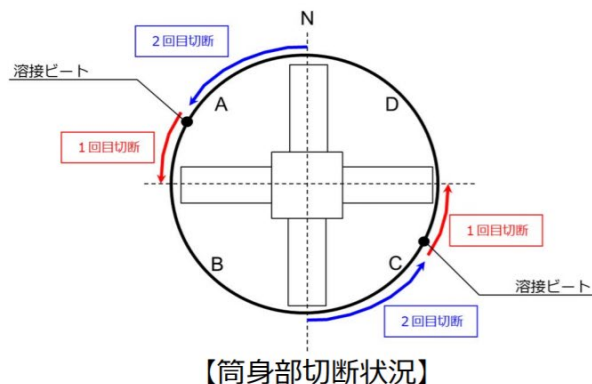
5(8)

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8月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://www.kahoku.co.jp/tohokunews/201908/20190809_63024.html



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
2019年8月8日 東京電力資料「1/2号機排気筒解体作業筒身切断装置の一部動作不良について」
http://www.tepco.co.jp/decommission/information/newsrelease/reference/pdf/2019/2h/rf_20190808_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