# 【燃料デブリについて】

### 要確認事項Q2

\* 1号機 原子炉内を減圧させた際の温度上昇のメカニズムとそのリスク およびリスク対応

### 次頁以降で回答

出典:第65回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(2019.4.25)

・資料3-3 1号機X-2ペネトレーションからの原子炉格納容器内部調査



## (参考) PCV減圧の実施状況(1/2)

#### ■ 目的

アクセスルート構築に際して実施する孔あけ加工機(アブレシブウォータージェット: AWJ)による作業中のダスト放出リスクをさらに低減することを目的とし,念のため1号機のPCV圧力を大気圧と同等程度を目標に減圧する操作を実施した。

#### ■ 操作実績

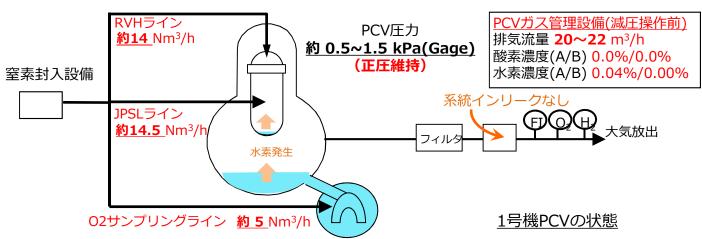
・操作日時:2019年4月4日(木),11日(木)

・対象号機:1号機

・PCVガス管理設備排気流量:4月 4日 約20m³/h → 約24m³/h

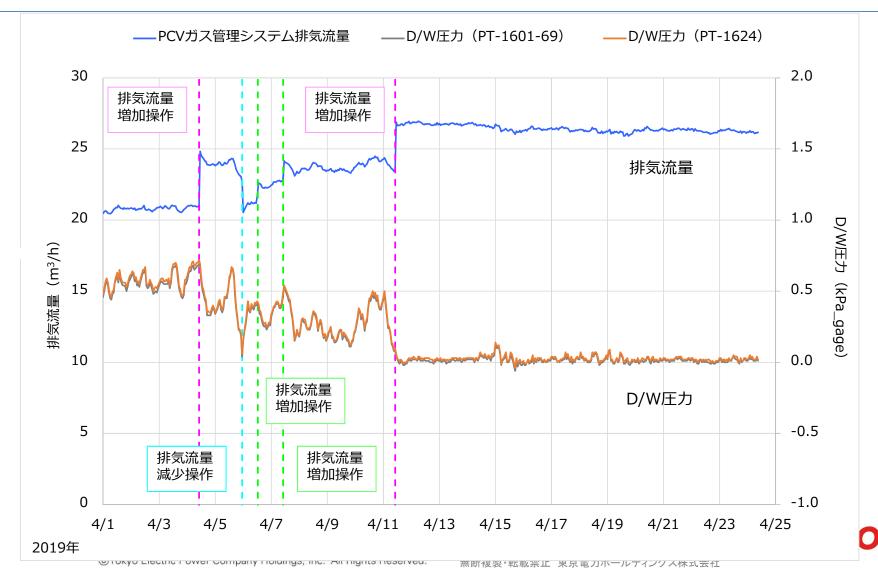
4月11日 約23m³/h → 約26m³/h

・PCV圧力 操作前:約0.7kPa → 4月15日現在:約0.0kPa



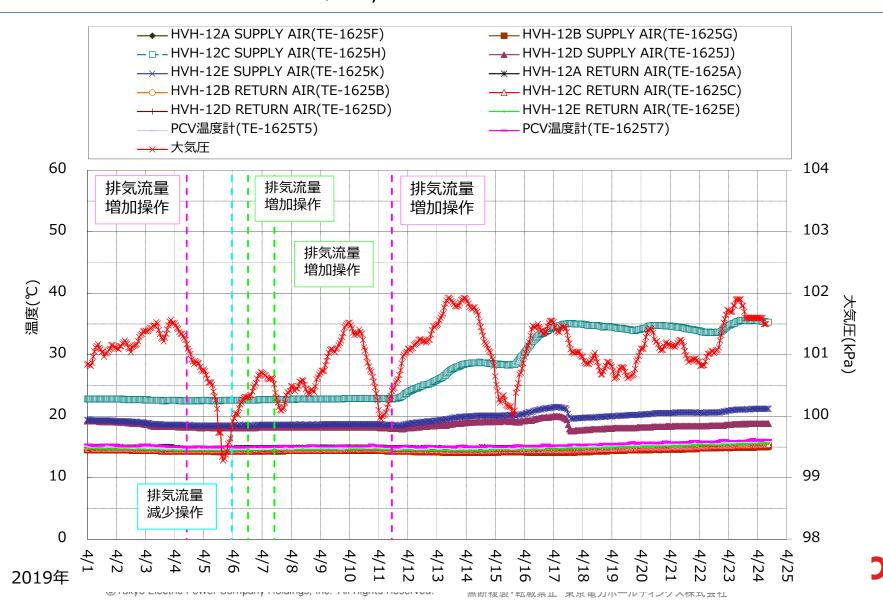
## (参考) ガス管理設備の排気流量増加に伴うPCV減圧について

■ PCVガス管理設備の排気流量増加することにより、PCV圧力について、大気圧と同等まで減圧できることが分かった



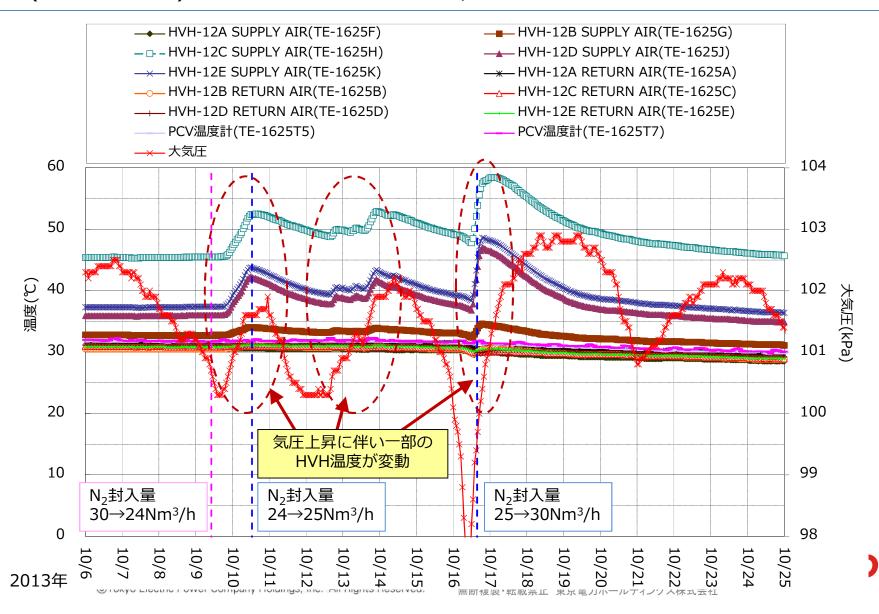
### (参考)一部のPCV内温度の上昇事象

# ■ 4月11日の排気流量増加操作後, 複数のPCV内温度計で指示の上昇を確認

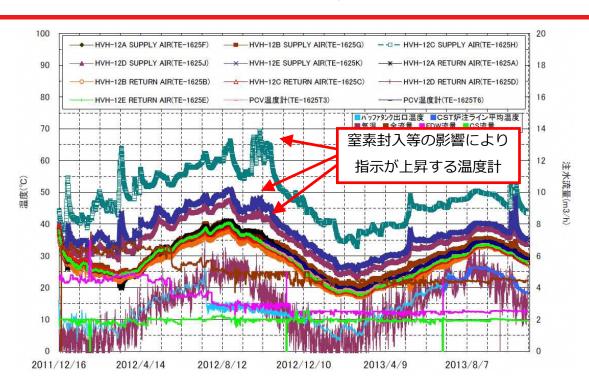


#### (参考) 過去の一部のPCV内温度の上昇事象 (1/2)

## ■ (2013年10月)N2封入量を減少させた後, 大気圧の変動に伴いHVH温度が上昇



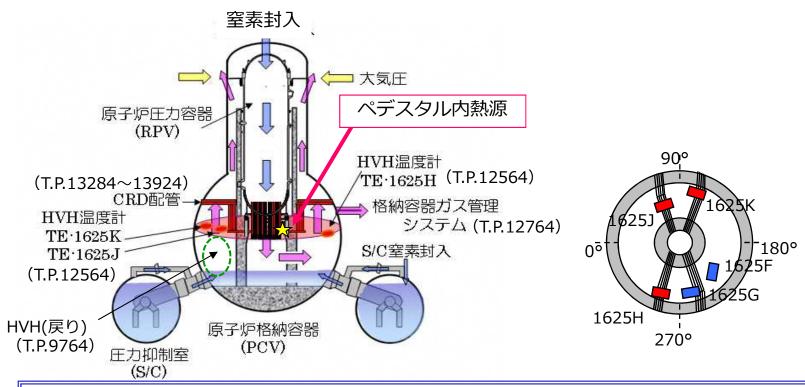
#### (参考) 過去の一部のPCV内温度の上昇事象(2/2)



■ 1号機では注水によらず、窒素封入等の影響によって、一部のPCV温度計の指示の上昇が観測されている。これはペデスタル内の熱源に起因していると推定。

1号機温度上昇実績	2011年12月	2012年3月	2012年9月	2013年10月
PCV温度	0.6	0.6	1.1	2.0
温度上昇率[℃/h]	(最大約55℃)	(最大約65℃)	(最大約70℃)	(最大58℃)
崩壊熱[kW]	430	360	250	160
注水流量[m³/h]	6.5	6.5	5.5	4.5
	(FDW 4.5,CS2.0)	(FDW 4.5,CS2.0)	(FDW 3.5,CS2.0)	(FDW 2.5,CS2.0)

## (参考) 温度計の設置位置関係と推定メカニズム



- ペデスタル内のCRD配管近傍に熱源が存在し、熱伝達、熱伝導によりCRD配管 周辺が加熱と推定。
- 大気圧の上昇時にPCVからのアウトリークが減少することから、ペデスタル外のCRD配管周辺の流れが滞りHVH温度計指示値が上昇すると推定。
- ペデスタル外のCRD配管周辺の流れが増加・安定すると、温度が高い領域が小さくなり、HVH温度計の指示値が安定すると推定。

# 【燃料デブリについて】

### 要確認事項Q3

\* 1号機 AWJ作業による一時的な原子炉内の増水に対する再臨界の可能性 について

### 次頁以降で回答

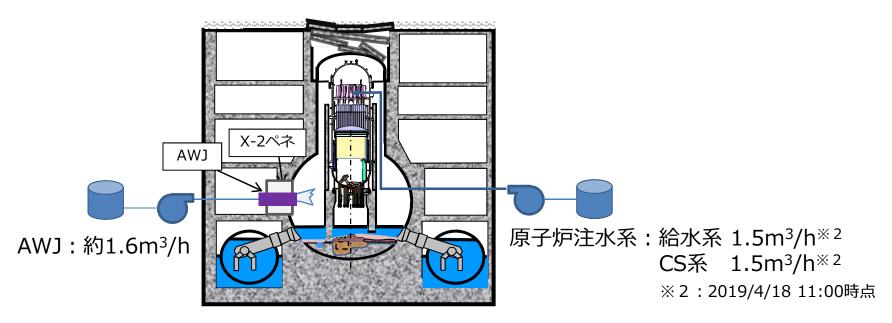
出典:第65回廃炉・汚染水対策チーム会合/事務局会議(2019.4.25)

・資料3-3 1号機X-2ペネトレーションからの原子炉格納容器内部調査



### 6. AWJ作業時の安全措置について

- AWJ作業に伴い使用する水のPCV内への流入量が一時的に上昇する。
- AWJによりPCV内への流入量が追加されることから,原子炉未臨界維持に必要な安全措置※1を事前に講じた上で作業を実施する。
  - 希ガスモニタによる未臨界監視
  - ホウ酸水注入準備
  - ※1:AWJは実施計画III章 第1遍 第18条に定める原子炉注水系にあたらないが,任意の24時間あたりの原子炉格納容器内への注水量増加幅が1.0m³/hを超えることから,上記安全措置を実施する。



AWJ作業時のPCVへの水の流入イメージ



# 【燃料デブリについて】

### 要確認事項Q4

\*燃料デブリ取り出し状況

### 次頁以降で回答

出典:福島原子力発電所の廃炉に関する安全確保県民会議(2020.2.5)

資料-1 福島第一原子力発電所廃炉作業取組みに関するご報告(抜粋)

資料-2 福島第一原子力発電所における不具合の詳細とトラブルの対応状況

について(抜粋)



### 2 燃料デブリの取り出しに向けた作業 [TOPICS]

[作業工程]

初号機の取り出し方法の確定

現在

2016

: 2017

2018

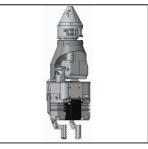
2019

2020

(年度)

格納容器内の状況把握・燃料デブリ取り出し工法の検討等

カメラ・線量計の挿入、ロボット投入調査、宇宙線ミュオン調査 などにより、格納容器内の状況把握を進めています。得られた情 報をもとに、燃料デブリ取り出し工法の検討を実施しています。



2号機調査装置



3号機調査装置※

※ 資料提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

#### 燃料デブリの取り出し・処理・処分方法の検討等

調査結果を受け、専用の取り出し装置を開発し、燃料デブリを取り出します。海外の知見などを結集し、実施に向けた検討を行っています。

燃料デブリは収納缶に収める予定ですが、その後の保管方法などについて、現在検討中です。

### ク 燃料デブリの取り出しに向けた作業 [調査の進捗]

1~3号機では燃料デブリ取り出しに向けて、ミュオン(透過力の強い宇宙線)を利用した測定や、ロボット等による格納容器の内部調査を行っています。

#### 1号機※

#### ミュオン測定によってわかったこと (2015年2月~5月、5月~9月実施実施)

▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はないことを 確認しました。

# 格納容器内部調査によってわかったこと (2017年3月格納容器内の情報収集)

▶ ペデスタル※外側は大きな損傷はみられないこ

とを確認。また、底部、 配管等には堆積物を確 認しました。



1号機調査装置



ペデスタル外側の状況

※ ペデスタル:原子炉本体を支える基礎。

#### 2号機

#### ミュオン測定によってわかったこと (2016年3月~7月実施)

▶ 圧力容器底部に燃料デブリと考えられる高密度 の物質を確認。また、炉心域にも燃料が一部存 在している可能性があることを確認しました。

# 格納容器内部調査によってわかったこと (2019年2月格納容器内の情報収集)

▶ 小石状・構造物状の堆積物を把持 (はじ)して動かせること、把持で きない硬い岩状の堆積物が存在す る可能性があることを確認しまし た。

また、堆積物にカメラをより接近 させることで、堆積物の輪郭や大 きさを推定するために必要な映像



2号機調査装置



ペデスタル内堆積物の把持状況

#### 3号機※

#### ミュオン測定によってわかったこと (2017年5月~9月実施)

▶ 炉心域に燃料デブリの大きな塊はなし。圧力容器 底部には、不確かさはあるものの、一部の燃料デブ リが残っている可能性があることを確認しました。

# 格納容器内部調査によってわかったこと (2017年7月 格納容器内の情報収集)

▶ ペデスタル内底部複数箇所に堆積物を確認。ペデスタル内に制御棒ガイドチューブ等圧力容器内部にある構造物と推定される落下物を確認。

さらに水面の揺らぎ状況から圧力容器の底部に複数の 開口があると推定しました。 また、ペデスタル内壁面に大



きな損傷は確認されませんでした。<sup>3号機調査装置</sup>



ペデスタル内側の状況

※ 1号機, 3号機の資料提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

#### 燃料デブリの取り出しに向けた作業 [進捗状況]

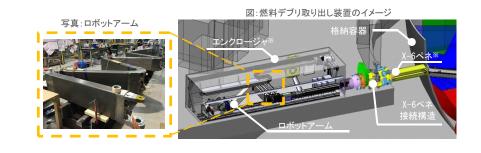
#### 今後の作業

#### 燃料デブリ取り出し初号機は2号機

これまで2号機は、2019年2月に原子炉格納容器底部の堆積物接触調査を実施。燃料デブリと思われる堆積物の一部を把持して、動かせることを確認しています。

#### ▶ 燃料デブリ取り出しの初号機

- 初号機は、安全性、確実性、迅速性や使用済燃料取り出し作業との干渉回避を含めた「廃炉作業全体の最適化」の観点から、2号機とします。
- ・ 取り出し方法としては、現在開発中のロボットアームを活用。 気中・横から把持・吸引などにより2021年から慎重に試験的 取り出しを開始。その後、段階的に取り出し規模を拡大して いきます(ステップバイステップのアプローチ)。
- 取り出したデブリは、容器に収納の上、発電所内の保管設備に移送して乾式にて保管します。





※ X-6ペネ:格納容器貫通孔 ※エンクロージャ:機械類を格納する箱(筐体)

資料提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

## 2 燃料デブリの取り出しに向けた作業 [1号機]

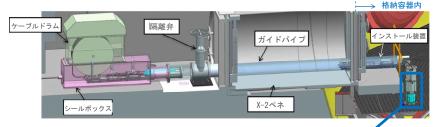
#### 今後の作業

#### 格納容器内部調査を計画(2020年度以降予定)

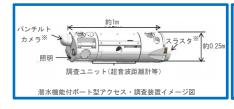
燃料デブリ取り出しに向け、新たな知見を得るために格納容器内部調査を計画しています。

▶ 潜水機能付ボートを用いた格納容器内部調査

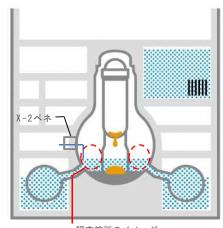
2017年3月の調査で確認された堆積物は水中にあるため、アクセス・調査装置は潜水機能付ボートを開発中です。 X-2ペネ※に孔を開けて構築したアクセスルートから、調査を実施する計画です。また、従来の格納容器内部調査と同様 に、作業中はダスト測定を行い、格納容器内の気体が外部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えていないことを監視します。



1号機X-2ペネからの格納容器内部調査のイメージ図







調査箇所のイメージ

- ※ X-2ペネ:人が格納容器に出入りするための通路。
- ※ パンチルトカメラ:左右方向(パン)上下方向(チルト)撮影できるカメラ。
- ※ スラスタ:推進装置

資料提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

#### 進行中の作業

#### 格納容器内部調査を計画(2020年度以降予定)

▶ X-2ペネ※からの格納容器内部調査のためのアクセスルート構築の状況

2019年4月から格納容器内へのアクセスルートを確保するため、その準備作業として、X-2ペネの外扉、内扉に調査装置監視用(2箇所)、調査装置投入用(1箇所)の計3箇所の孔あけ作業を行っています。

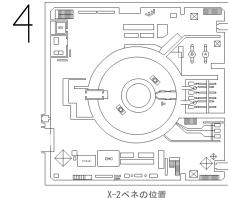
内扉の孔あけ作業は高圧水を極細にした水流に研磨材を混合し、切削性を向上させた装置にて行っています。

6月4日、内扉の孔あけ作業を慎重に進め、データの傾向監視を行っていたところ、格納容器内の空気を排気する設備のフィルタの上流側に設置した作業監視用モニタ①の値が上昇したことを確認しましたが、下流側にある本設モニタに有意な変動はなかったことから、環境への影響はないと判断しています。

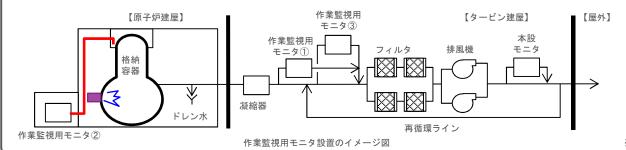
ダスト濃度の監視を充実させるため、新たに「作業監視用モニタ②」及び「作業監視用モニタ③」を追設し、切削作業を進めながら得られるデータを分析・評価し、切削量の適正化を図ってまいります。

(作業は、2019年11月25日~28日、2020年1月14日~24日に実施)

作業にあたっては、周辺環境に影響を与えぬよう、安全・安心を最優先で進めていきます。



X-2ペネの位直 (原子炉建屋1階)



※ X-2ペネ:人が格納容器に出入りするための通路。