資料1-3 デブリ取り出しに係わる対応状況について

資料1-3-1

## 2号機原子炉格納容器内部調査について

2018年2月6日

## IRID TEPCO

## 東京電力ホールディングス株式会社

概要

- IRID TEPCO
- 2017年1~2月に実施した原子炉格納容器(PCV)内部調査の結果、ペデス タル内のグレーチングの一部が脱落していることを確認した。(報告済)
- 2018年1月,前回の調査で使用した装置を改良した調査装置をグレーチン グ脱落部(開口部)から降ろし、ペデスタル下部の状況を調査した。
- 調査の結果、ペデスタル底部の全体に小石状・粘土状に見える堆積物を確認した。また、燃料集合体の一部も落下しており、その周辺に確認された 堆積物は燃料デブリと推定。



### 1. 2号機原子炉格納容器内部の状況について



事故進展解析から,2号機では溶融した燃料のうち,一部は原子炉圧力容器(RPV)下部プレ ナムまたはペデスタルへ落下し,一部は炉心部に残存していると考えられる。



### 2. 2017年1~2月原子炉格納容器内部調査の結果について



2017年1~2月に実施した原子炉格納容器(PCV)内部調査のうち、ガイドパイプによる ペデスタル内事前調査にて、ペデスタル内のグレーチングが一部脱落していることを確認



### 3. 今回実施したPCV内部調査の概要について





### 4-1. 調査方法について(1/2)



- 2017年1~2月PCV内部調査で使用したテレスコピック式調査装置を改良し、<u>調査装置の長さを延長させ</u> , その先端に調査ユニット(カメラ,線量計,温度計)を設置した調査装置を用いた。
- 調査においては,<u>調査装置の先端をペデスタル内のグレーチング脱落部の上まで到達させた後,調査ユニ</u>ットを吊り下ろし,プラットホーム下の状況を調査した。
- 今回の改良にて、2017年1~2月PCV内部調査時よりもペデスタル内にガイドパイプ先端を到達させて、 CRDハウジング等のプラットホーム上の状況を再度確認した。



4-2. 調査方法について(2/2)



- 調査にあたっては2017年1~2月PCV内部調査時と同様に、下図に示すように、<u>ガイドパイプ摺動部を二</u> 重のOリングで封止することに加えて窒素を加圧することによりバウンダリを構築し、PCV内の気体が外 部に漏れ出て周辺環境へ影響を与えないよう作業する。また<u>吊り下ろしにより摺動するケーブルについ</u> ても同様のバウンダリを構築し、周辺環境へ影響を与えないよう作業する。
- なお, PCV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確認するため, <u>作業中にダ</u> <u>ストモニタによるダスト測定を行い, 作業中のダスト濃度を監視</u>する。





No.	今回調査	前回調査			
1	ガイドパイプ,伸縮式パイプの延長 先端到達位置:ペデスタル内壁面より約1.4m	先端到達位置 : ペデスタル内壁面よ り約0.1m			
2	吊り下ろし機構の追加 (ケーブル送り機構の追加)	吊り下ろし機構なし			
3	カメラに加え,線量計・温度計の搭載	カメラのみ搭載			
4	霧対策の追加 (調査用カメラと照明の距離を離すことが可能 な機構をつけて視認性を向上)	調査用カメラと照明の距離は一定			

5-2. 前回調査時からの主な改善点(2/4) ①ガイドパイプ,伸縮式パイプの延長

調査装置先端部(調査ユニット)の小型軽量化およびガイドパイプの強度向上を行うことにより、ガイドパイプを延長した。



画像提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

IRID

**TEPCO** 

#### 5-3. 前回調査時からの主な改善点(3/4) ②吊り下ろし機構の追加, ③線量計・温度計の追加









IRID

**TEPCO** 

画像提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

### 6. PCV内部調査の調査場所

テレスコピック式調査装置 デレスコピック式調査装置
ジレーチング         ジレーチング           脱落部①         脱落部②           調査場所         期待される情報
CRD     CRD       ハウジン     グ下部       ・ CRDハウジング下部の損傷状況
CRDレール         CRDレーチングLの状況(落下物, 燃 約         CRDレール         CRDレール
・グレーチング上の状況(落下物, 燃 料デブリ等の堆積物の付着有無, グレーチング脱落等)の確認
穴(無い可 能性有) パデスタル底部の落下物,燃料デブリ等の堆積状況の確認 ・ペデスタル底部の落下物,燃料デブリ等の堆積状況の確認 ・ケーブルトレイの損傷状況を確認 (ペデスタル基部に燃料デブリが到達しているかを推定)
作業員 アクセス 開口部・ケーブルトレイの損傷状況を確認 することにより、ペデスタル外への デブリ等の流出を推定。
ペデスタル底部 –



## 2号機 原子炉格納容器内部調查 実施結果

### 1-1. 1月19日調査結果(1/3)





画像提供:国際廃炉研究開発機構 (IRID)

### 1-2. 1月19日調査結果(2/3)





画像提供:国際廃炉研究開発機構 (IRID)

### 1-3. 1月19日調査結果(3/3)





測定	線量率 ※1,2	温度 ※2		
点	[Gy/h]	[°C]		
а	7	21.0		
b	8	21.0		
C	8	21.0		
d	8	21.0		

【参考:ペデスタル外<sup>※3</sup>】 線量率:最大42[Gy/h] 温度:最大21.1[℃]

※1:Cs-137線源で校正
 ※2:誤差:線量計±7%
 温度計±0.5℃
 ※3:調査装置内に測定器が収納された状態で測定したため参考値



### 【調査結果まとめ】

ペデスタル底部の全体に、小石状・粘土状に見える堆積物を確認した。

燃料集合体の一部がペデスタル底部に落下しており、その周辺に確認された堆積物は、燃料デブリと思われる

■CRDハウジングサポートは,2017年1~2月の調査と比較して同様な状況であり,大きな損傷は確認されなかった

■線量及び温度は、測定高さに係わらず、ほぼ一定の値であった。また線 量については、ペデスタル外よりペデスタル内が低い傾向であった

作業員の被ばく線量は、計画線量以内で作業を終了した

作業前後でモニタリングポストやダストモニタに有意な変動はなかった

【今後の予定】

■ 今回取得した画像の分析を行う





俯瞰カメラの映像1 (調査ユニットの吊り下ろし作業)



俯瞰カメラの映像2 (調査ユニットの吊り下ろし作業)



PCV外部(X-6ペネ)前での作業







画像提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

### 3-2. 作業状況(2/2)







4-1. 環境への影響について(1/2)



- 2号機原子炉格納容器の内部調査を1月19日に実施していますが,周囲への放射線影響は 発生していません。
- 調査においては格納容器内の気体が外部へ漏れないようバウンダリを構築して作業を実施 しました。
- 作業前後でモニタリングポスト/ダストモニタのデータに有意な変動はありません。 敷地境界付近のモニタリングポスト/ダストモニタのデータはホームページで公表中です。

参考URL:http://www.tepco.co.ip/nu/fukushima-np/f1/index-i.html http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/dustmonitor/index-j.html

(参考)ホームページのイメージ

既設モニタリングポストデータ



\*原子炉格納容器内部以外からの線量寄与も含めた線量

#### 福島第一原子力発電所敷地境界付近でのダストモニタ 計測状況

福良第一原子力容量所の動地境界にあるモニタバッグポスト(MP-1~MP-0)近角におして測定している。空気中の放射性物管濃度の測定結果 をお知らせいたします。



MP1近傍	MP2近傍	MPS近傍	MP4近傍	MP 55E 傍	MP核近傍	MP7近傍	MPB近傍	風向	風速
1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E-06	1.0E+06	1.0E-06	1.0E-06	北北西	3.0

2018/01/19 14 10 現在

1/18

### 4-2. 環境への影響について(2/2)



### 調査中のプラントパラメータについても常時監視しており、作業前後で格納容器温度に有意 な変動はなく、冷温停止状態に変わりはありません。 原乙烷均納容器中温度のデークはホームページで公ま中です。

### 原子炉格納容器内温度のデータはホームページで公表中です。

参考URL:http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/plantdata/unit3/pcv\_index-j.html

(参考)ホームページのイメージ

#### 福島第一原子力発電所2号機 原子炉格納容器内温度 計測状況

福島第一原子力発電所2号機の原子炉格納容器内温度の測定結果をお知らせいたします。



計測グラフ





▶ 拡大して表示する 🗆

〇計測値(2018/01/19 14:00)

温度単位℃、注水量単位:m³/h

温度(1)	温度(2)	温度(3)	温度(4)	温度(5)	温度(6)	温度(7)	温度(8)	温度(9)	注水量
19.7	19.7	19.9	19.4	19.0	19.3	19.2	19.7	19.7	3.0

### 【参考】燃料集合体の一部(上部タイプレート)概要





【参考】線量率測定箇所







資料1-3 デブリ取り出しに係わる対応状況について

資料1-3-2

## 3号機原子炉格納容器内部調査について

2018年2月6日

## IRID TEPCO

## 東京電力ホールディングス株式会社

概要



- 2017年7月に水中遊泳式遠隔調査装置(水中ROV)により,ペデスタル内 部の調査(VT)を実施した際に取得した画像を鮮明化した。
- その結果,複数の構造物の損傷や,溶融物が凝固したと思われるものが CRDフランジ等に付着している状況や炉内構造物と推定されるもの等が確 認できた。
- 今後、「干渉物となる構造物の状態・位置」や「燃料デブリの性状・位置」から、取り出し装置および先端治具の設計や取り出し手順等を検討していく予定。



CRDフランジに溶融物が凝固

【CRDハウジング近傍の状況】

円筒状の構造物(CRガイドチューブと推定)



1. 原子炉格納容器内部調査の概要







### 2. 調査結果 2.1. CRDハウジング近傍(1/2)





### 2. 調査結果 2.1. CRDハウジング近傍(2/2)





ホールリィンクス

### 補足1 RPV底部の損傷状況の推定





<カメラ向き:全て上方>

水面の揺らぎが①~④で確認されたことで、RPV底部の損傷がRPV下鏡の中央部分だけではなく、外周部にも存在する可能性あり

### 補足2 CRガイドチューブと推定した根拠(1/2)



#### ■ 外観上の特徴

- □ 円筒状の構造物の内部に,棒状の構造物が存在
- □ 棒状の構造物には, 一定間隔に見えるノッチ加工がある
- ⇒ 事故時は、CR全挿入でありCRガイドチューブ内にCRDインデックスチューブが格納されていた状況のため、 円筒状構造物はCRガイドチューブ、棒状構造物はCRDインデックスチューブと推定

#### 寸法推定1



### 補足2 CRガイドチューブと推定した根拠(2/2)



#### - 寸法推定2

□ 画像1, 2それぞれのノッチ間隔ごとに、<u>CRDインデックスチューブ外径約7cm(設計値)</u>を基準として、<u>ノッチ</u> <u>間隔</u>を画像から推定した結果、下表の通り 各ノッチ間隔ごとの推定値がいずれも設計値約15cmと概ね一致</u>しており 、ノッチ間隔は一定であることからCRDインデックスチューブであると推定される



画像提供:国際廃炉研究開発機構 (IRID) 画像処理:東京電力ホールディングス(株)





プラットフォームのグレーチングは確認できない
 プラットフォームの構成部材の一部を確認(プラットフォームが崩落している)

画像提供:国際廃炉研究開発機構(IRID)

### 2. 調査結果 2.2. プラットフォーム近傍(2/3)





撮影エリアB3 <カメラ向き:下方>

- プラットフォーム旋回レール及び旋回レールブラケットが残存
- 旋回レールブラケット上に堆積物を確認

画像提供:国際廃炉研究開発機構 (IRID)

## 2. 調査結果 2.2. プラットフォーム近傍(3/3) 〈ペデスタル内壁面〉



ペデスタル内壁面のエポキシ系塗装の剥がれや表面の荒れのようなものは見られるものの、大規模な破損・変形は確認されなかった

画像提供:国際廃炉研究開発機構 (IRID)

<カメラ向き:下方>

IRID

**TEPCO** 

# IRID

### 2. 調査結果 2.3. ペデスタル内下部



■ 砂状, 小石状や塊状の堆積物を確認

■ 作業員アクセス開口部は視認できなかった(近傍に堆積物を確認)

画像提供:国際廃炉研究開発機構(IRID) 画像処理:東京電力ホールディングス㈱ 3. まとめ



- <今回の調査で確認されたペデスタル内の状況(補足3を参照)>
- 複数の構造物の損傷や、溶融物が凝固したと思われるものがCRDフランジ等に付着している状況を確認

また,ペデスタル内の複数箇所で砂状,小石状,塊状の堆積物を確認

- 「炉内構造物(CRガイドチューブ、CRDインデックスチューブ)と推定される構造物を確認 その他、特定には至らなかったものの複数の構造物を確認(参考1-1~1-4を参照)
- 水面の揺らぎがRPV中央部だけでなく、外周部でも確認されたことから、RPV下鏡の中央部だけでなく外周部にも開口部が存在する可能性あり
- ペデスタル地下階の作業員アクセス開口部は視認できなかったが、近傍に堆積物を確認 (燃料デブリのペデスタル外への流出は否定できない)

<今後の対応>

- 燃料デブリ取り出しを進める上では、「干渉物となる構造物の状態・位置」や「燃料デブリの 性状・位置」から、取り出し装置および先端治具の設計や取り出し手順等を検討していくこと となる
- 今回のPCV内部調査で得られた情報を基に、上記の必要となる情報を整理し、引き続き燃料デブリ取り出しの検討を進めていく

**IRID** 補足3 ペデスタル上部で確認された水面の揺らぎ/構造物の推定位置**TEPCO** 



### 補足3 ペデスタル下部で確認された構造物の推定位置





### 補足3 確認された構造物と水面の揺らぎの推定位置





### 参考1-1 その他確認された構造物



#### 外観上の特徴

□ 落下物の右端部(赤枠内)に①スリットが確認できること、②ローラーのような形状が2箇所確認できることから制御 棒落下速度リミッタの可能性がある一方で、制御棒落下速度リミッタの特徴的な構造である傘型形状部は堆積物に埋ま り確認ができない

#### ■ 寸法推定

□ ソケットの半径 約3cm(設計値)を基準として,落下速度リミッタと想定している部分の半径を推定した結果,設計値 約12cmに対して推定値 約13cmと概ね一致

#### 確認結果

□ 最も特徴的な構造である傘型形状部が確認できなかったことから,特定には至らなかった



### 参考1-2 その他確認された構造物



- □ペデスタル内下部において、上部タイプレート※のような構造物を確認
- 画像から上部タイプレートの持ち手と垂直部分の幅が概ね一致している ように見えるが、一方向のみの確認のため断定はできない
- 寸法推定
  - □ 寸法推定の基準となりうる構造物が無く, 寸法推定は実施できなかった
- 確認結果
  - □ 上部タイプレートの持ち手と垂直部分の幅が一致する場合,燃料支持金具プラグの可能性があるが,一方向のみの確認であり,幅が一致しているとは断定できず特定に至っていない





※上部タイプレートは燃料の上部を固定して

おり,以下の燃料の構成部品の可能性がある

・燃料支持金具プラグ(通称:ダミー燃料)

・9×9燃料(A型) ・MOX燃料

### 参考1-3 その他確認された構造物 円筒状の構造物(1/2)

IRID

■ 外観上の特徴

□ CRガイドチューブと類似する円筒状の構造物をペデスタル内の複数箇所で確認 ■ 寸法推定

□ 寸法推定の基準となりうる構造物が無く, 寸法推定は実施できなかった

■ 確認結果

□ 外観からCRガイドチューブと推定されるが, 寸法推定はできず特定には至っていない



### 参考1-3 その他確認された構造物 円筒状の構造物 (2/2)



#### ■ 外観上の特徴

□ CRガイドチューブと類似する円筒状の構造物をペデスタル内の複数箇所 で確認

#### ■ 寸法推定

- □ 一部の円筒状の構造物については、寸法推定の基準となりうる構造物が 無く、寸法推定は実施できなかった
- 確認結果
  - □ 外観からCRガイドチューブと推定されるが, 寸法推定ができなかった構造物については, 特定には至っていない

円筒状の構造物(2本)



<カメラ向き:下方>



<P.3右下の画像と同一のもの>



画像提供:国際廃炉研究開発機構(IRID) 画像処理:東京電力ホールディングス㈱

### 参考1-4 その他確認された構造物 ケーブル



ペデスタル内壁270°付近で、ペデスタル内壁面にてケーブルが欠損している状況を確認
 ペデスタル内に落下してきた高温の溶融物が付着したことにより、欠損したものと推定





画像提供:国際廃炉研究開発機構 (IRID)

### 参考2-1 CRガイドチューブ・CRDインデックスチューブ



CRガイドチューブ

- 制御棒全引抜き状態では、CRガイドチューブに制御棒が格納されており、制御棒挿入時はCRガイドチューブに沿って炉心まで制御棒が挿入される
- □ 制御棒が全挿入状態では,制御棒の下部にあたるCRDインデックスチューブがCRガイドチューブ内に存在する ■ CRDインデックスチューブ
  - □ 制御棒とは, インデックスチューブ上端のカップリングスパッドと呼ばれるカップリング機構で接続されている
  - □ 制御棒を固定するためのノッチが刻まれており,制御棒を挿入した際にコレット・フィンガで固定する



制御棒駆動機構 断面図 (上図は制御棒全引抜き状態)

### 参考2-2 制御棒落下速度リミッタ



制御棒落下速度リミッタ

 制御棒が落下する事故時に、当該部分が抵抗となり落下速度の上昇を緩和することで、急激な炉内の反応度変化を抑 制する



### 参考2-3 燃料支持金具プラグ



#### ■ 役割

□燃料支持金具プラグは、「制御棒ガイド」として、制御棒の挿入引き抜きの挿入路ガイドの役割として設置しているもの

#### 装荷場所











