

# 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

2017年3月30日

**TEPCO**

## 東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

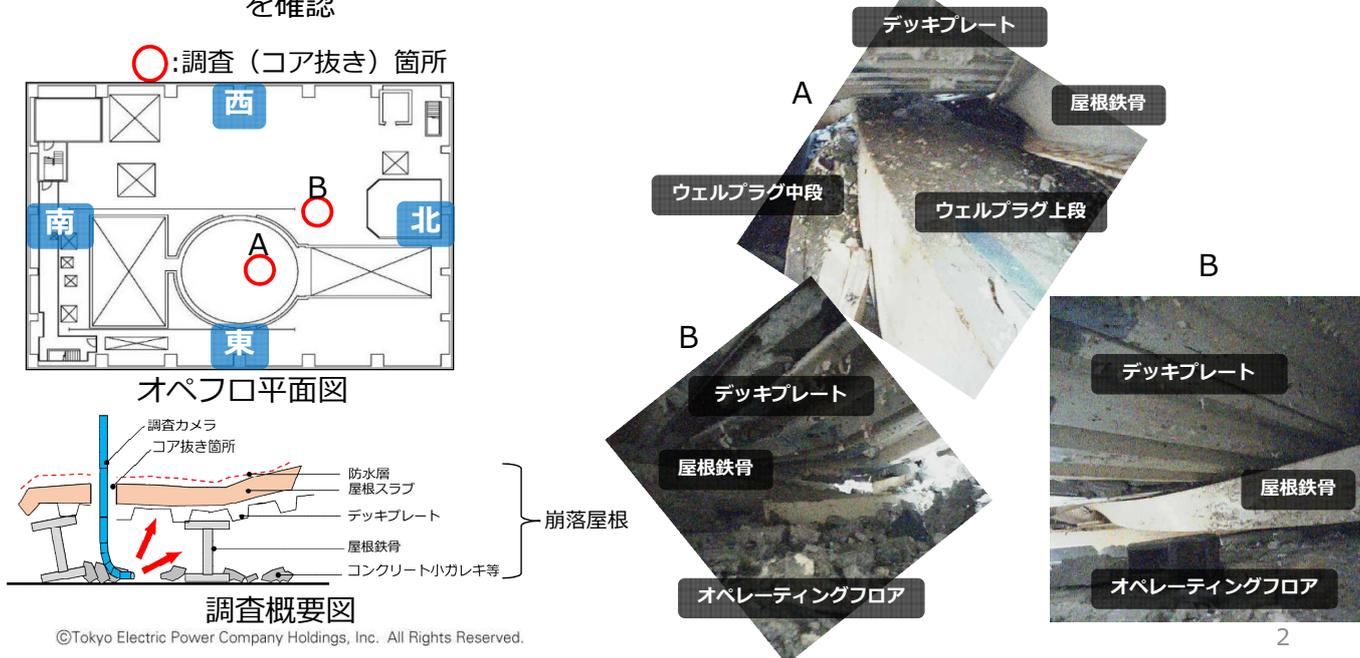
### 目次

**TEPCO**

1. ガレキ状況調査結果
  - 1-1)北ガレキカメラ調査【屋根スラブ下】
  - 1-2)天井クレーン・FHM状況イメージ
  - 1-3)原子炉ウェルプラグカメラ調査
2. 線量測定結果
  - 2-1)原子炉ウェルプラグ廻り線量測定
  - 2-2)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
3. 粒径分布測定結果
  - 3-1)オペレーティングフロア粒径分布測定結果
4. 調査結果のまとめ
5. 今後の予定
  
6. 参考
  - 6-1)空気中の放射性物質濃度測定結果
  - 6-2)これまでの調査結果

## 1-1.北ガレキカメラ調査【屋根スラブ下】

- 目的：調査カメラ（能動スコープ）を使用し、オペレーティングフロア（以下、オペフロ）北側スラブ下面の屋根鉄骨の撤去工法・施工手順を検討するため、屋根鉄骨の重なり状況を確認する
- 調査期間：2016年11月～2017年2月
- 調査結果：調査箇所の屋根鉄骨がほぼ原型をとどめていること、及び切断にて順次撤去ができることを確認。また屋根スラブが崩れ、小ガレキとなっている箇所があることを確認



## 1-2.天井クレーン・FHM状況イメージ

- 3Dスキャン結果と撮影写真を基に、崩落屋根を除いた場合の天井クレーン・燃料取扱機(以下、FHM)状況のイメージ図を作成

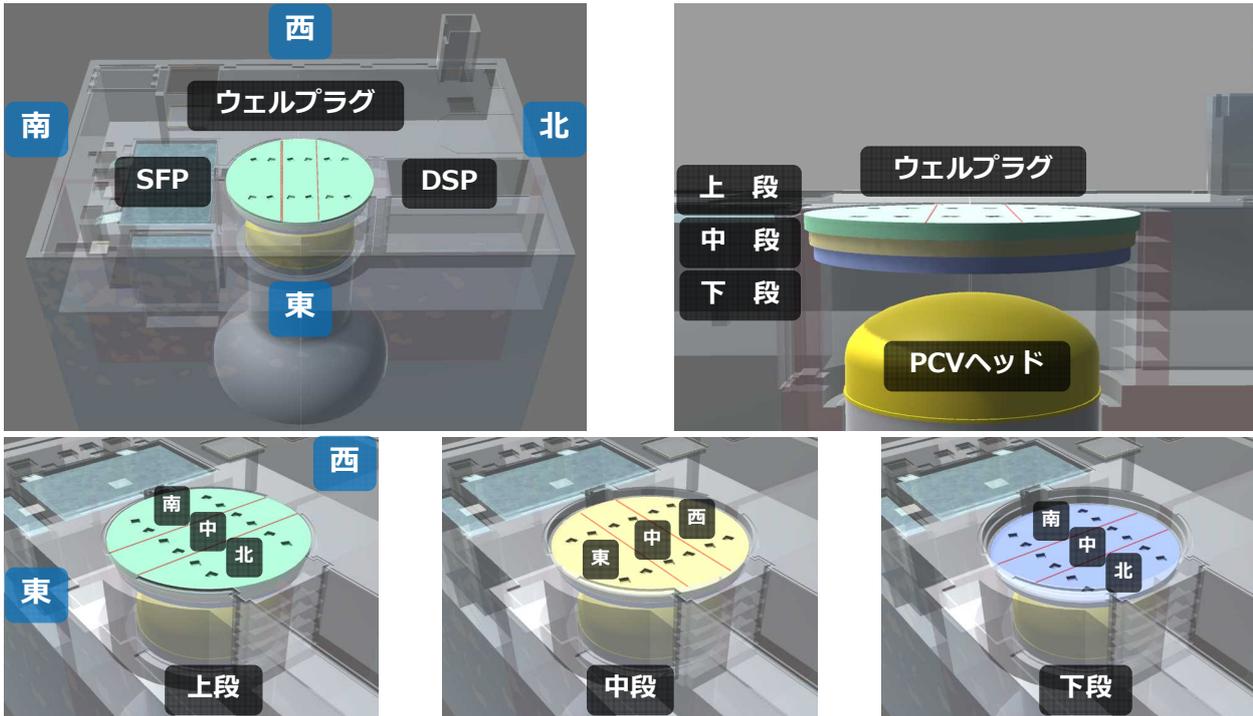


天井クレーン・FHMのイメージ図

崩落屋根状況

### 1-3.原子炉ウェルプラグカメラ調査（震災前）

- ウェルプラグは下図の通り上段・中段・下段の3層からなり、層ごとに3分割で構成
- ウェルプラグはPCV内部からの放射線を遮へいするために設置(気密性能要求なし)



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

### 1-3.原子炉ウェルプラグカメラ調査（オペフロ上）

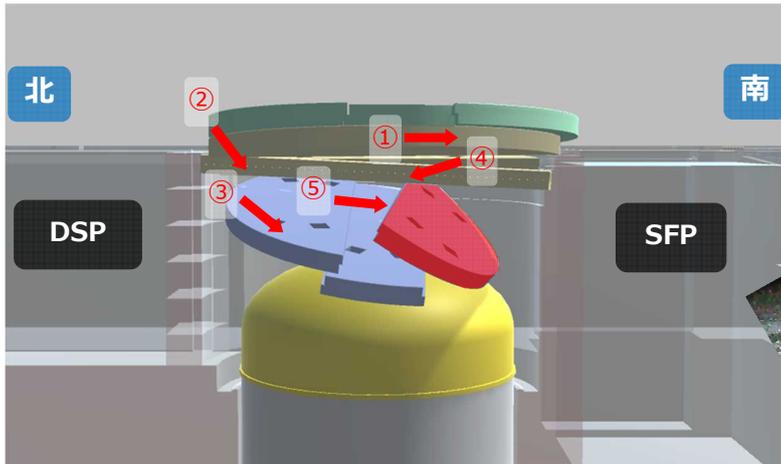
- 目的：調査カメラ（能動スコープ）にて、オペフロ上のウェルプラグの状況を確認する
- 調査期間：2016年11月～2017年2月
- 調査結果：これまでの調査でずれが確認された、上段（南／北）と中段（中／西）に加え、上段（中）及び中段（東）のウェルプラグのずれを確認した



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

### 1-3.原子炉ウェルプラグカメラ調査（ウェルプラグ内部）

- 目的：調査カメラ（能動スコープ）をウェルプラグがずれて隙間が開いている箇所から内部へ挿入し、ウェルプラグの状態を確認する
- 調査期間：2016年12月～2017年2月
- 調査結果：ウェルプラグ上段／中段に加え、下段も正規の位置からずれていることを確認した。

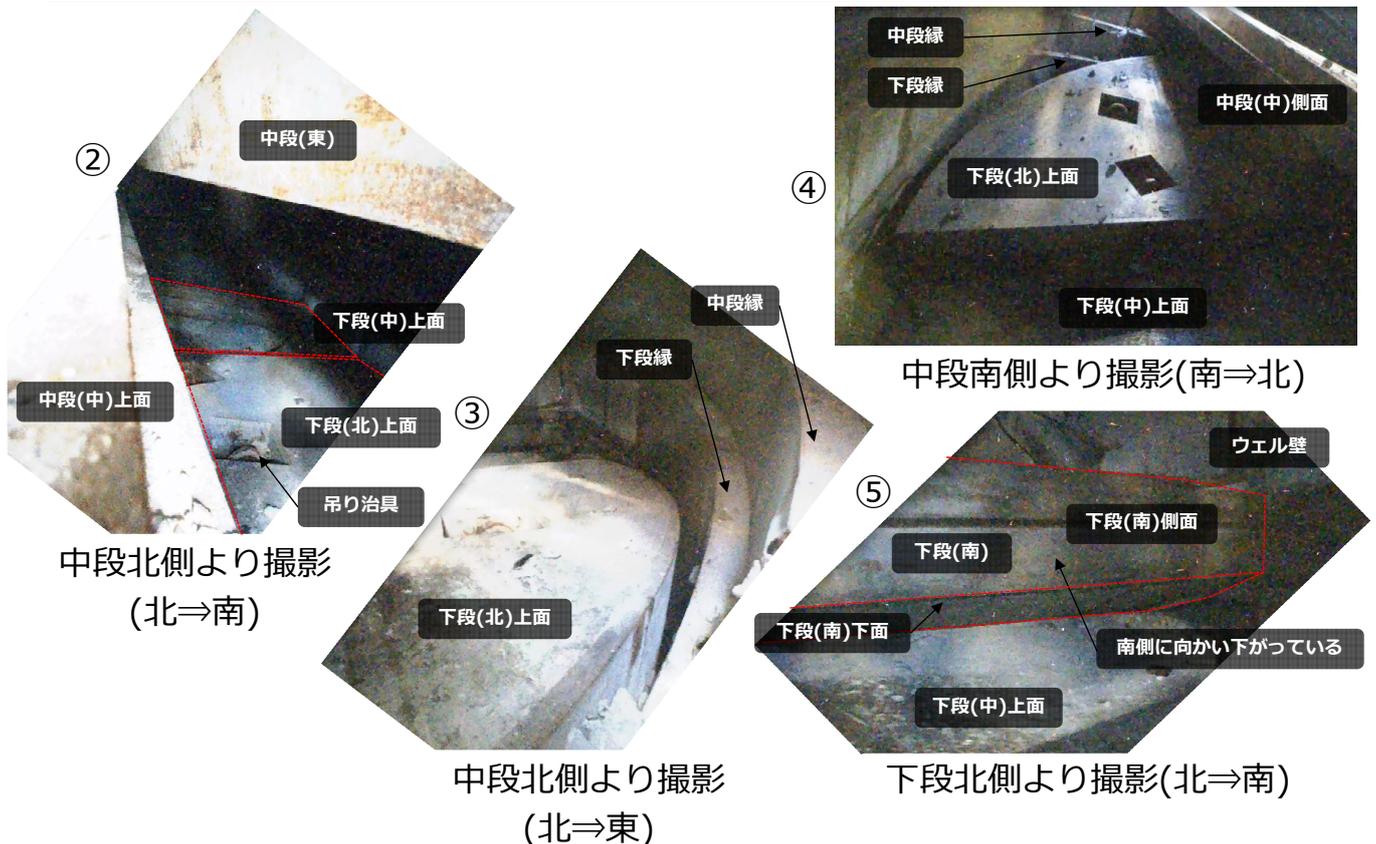


ウェルプラグイメージ図（西側）



中段北側より撮影(北⇒南)

### 1-3.原子炉ウェルプラグカメラ調査（ウェルプラグ内部）



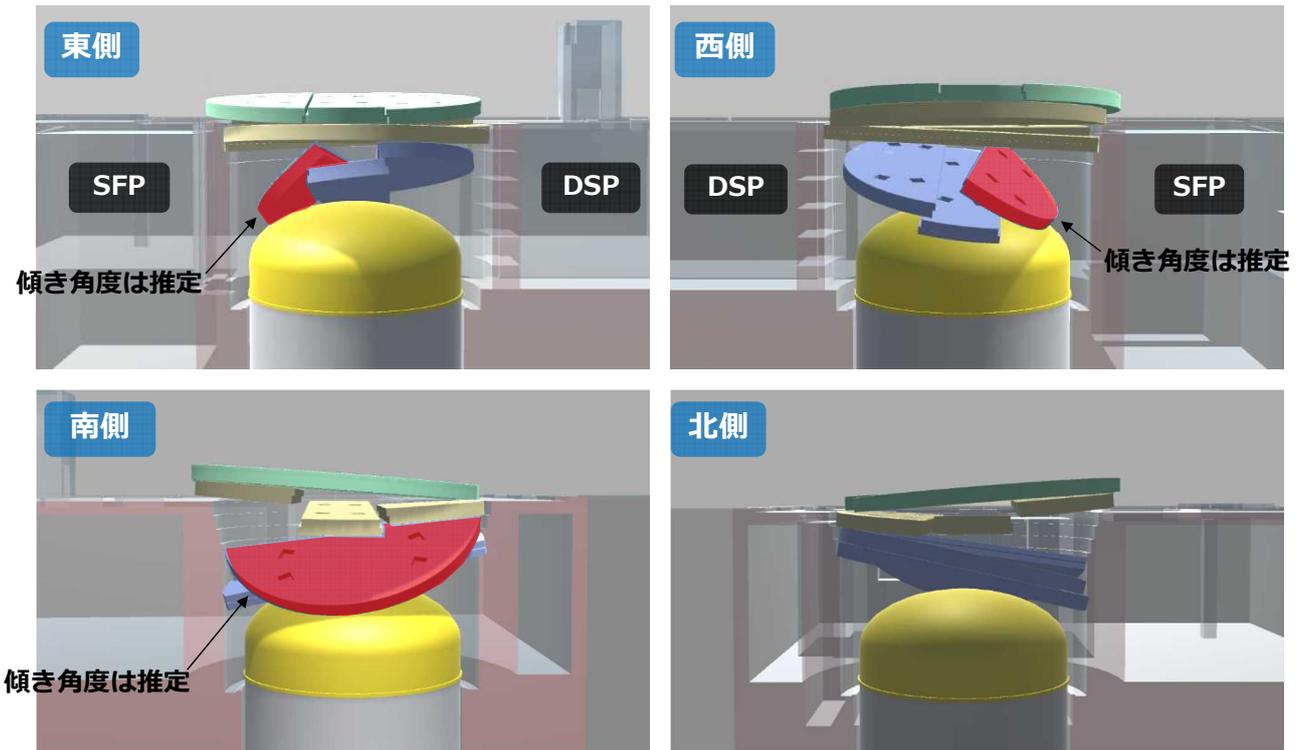
中段北側より撮影  
(北⇒南)

中段北側より撮影  
(北⇒東)

中段南側より撮影(南⇒北)

下段北側より撮影(北⇒南)

■ ウェルプラグ状態図（調査結果を基にイメージ図を作成）



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

2-1.原子炉ウェルプラグ周辺の線量測定結果

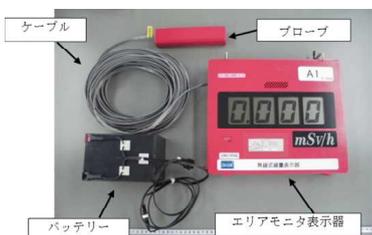
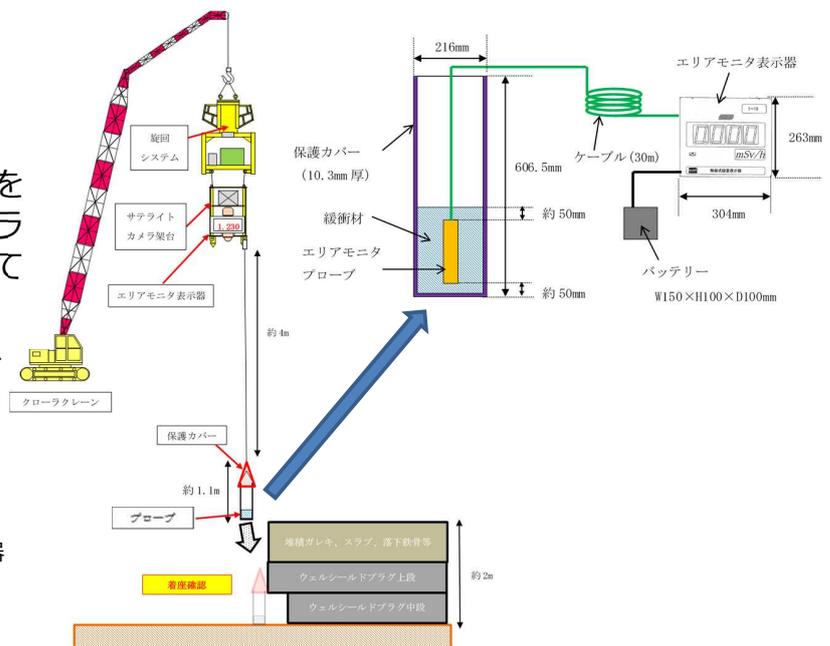
■ 目的

これまでのオペフロ調査にて、原子炉ウェルプラグ（以下、プラグ）上段及び中段のずれが確認されたことから、上段と中段の隙間部の線量率を測定し、原子炉ウェルからの線量寄与を確認して、今後のガレキ撤去計画立案に係るデータを取得する

■ 測定日 2017年2月22日

■ 測定装置

エリアモニタのプローブ※を保護カバー内に挿入し、サテライトカメラ架台から吊り下げて測定した。測定値はエリアモニタ表示器を架台に取り付け、サテライトカメラで確認した

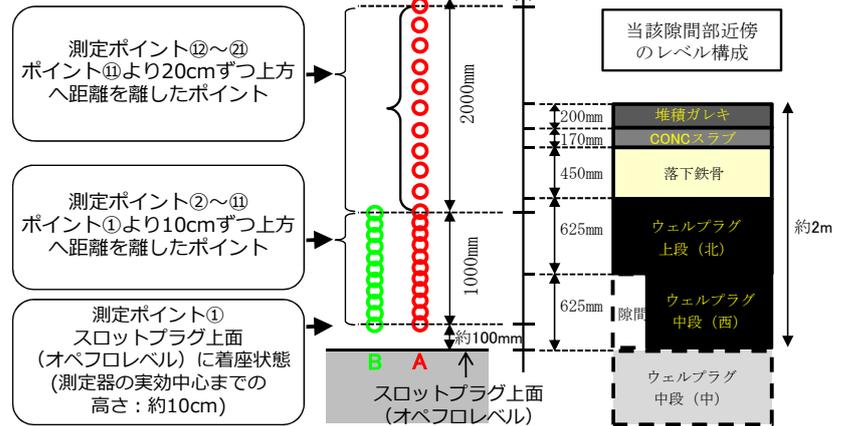
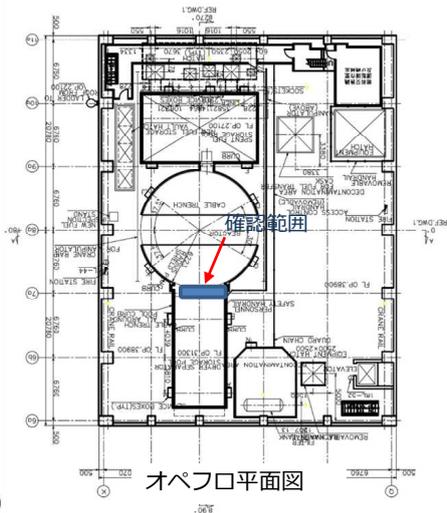
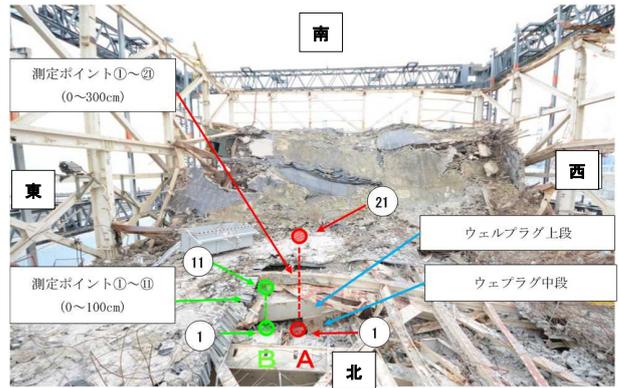


※シリコン半導体検出器 (測定範囲) 0.01mSv/h~999.9mSv/h

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

■ 測定方法

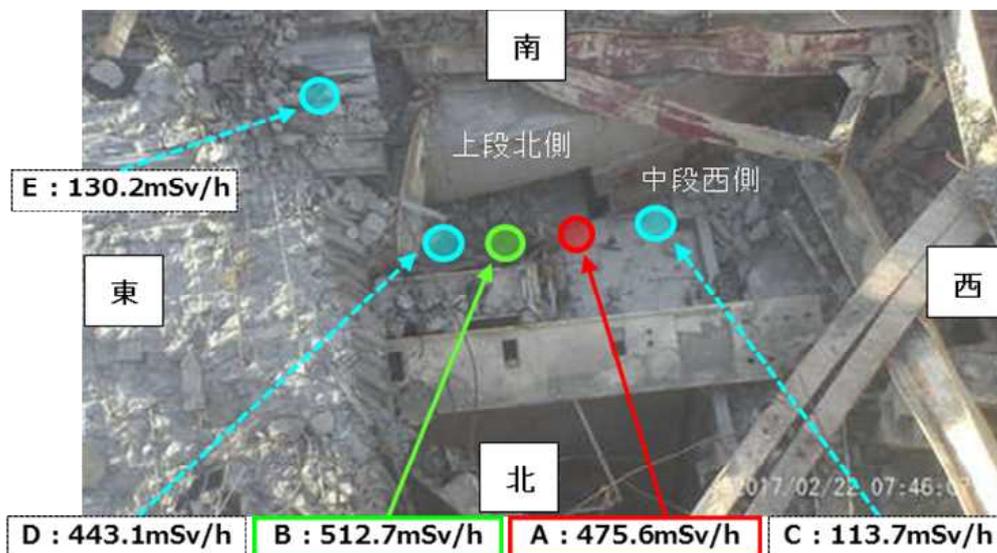
プラグ上段と中段の隙間部の真横にプローブを着座させて線量率を測定し、オペフロ床面にがれきのない (A点) と次頁に示すとおり、複数点計測を行ったうえ最大線量率を示す (B点) を選定した。A点とB点について、約10~20cm間隔で上方へ移動し、各高さの線量率を測定した。



■ 測定結果 (隙間部及び周辺の線量測定)

プラグ上段と中段の隙間部のオペフロ床面に着座させた時の線量率は、床面にガレキがないA点で475.6mSv/h、最大値を示したB点で512.7mSv/h、B点より東側に移動したD点では443mSv/hであった。

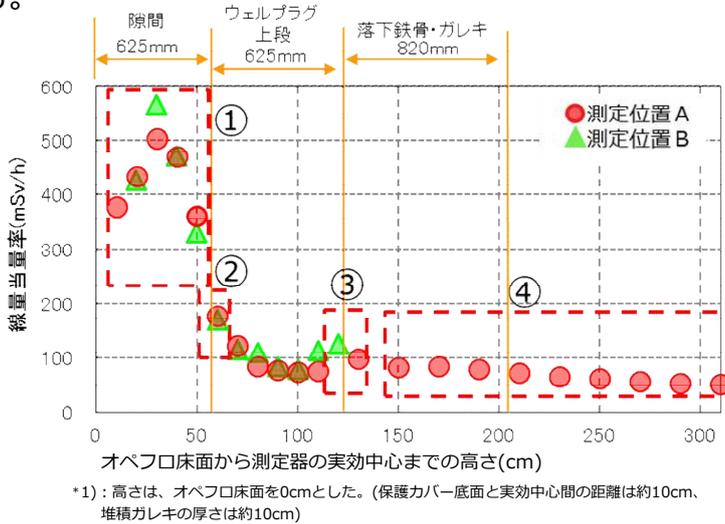
また、隙間部から外れたC点は113.7mSv/h、E点130.2mSv/hであったため、隙間部に近いほど線量率が高い傾向であることを確認した。



■ 測定結果（隙間部の各高さの線量測定）

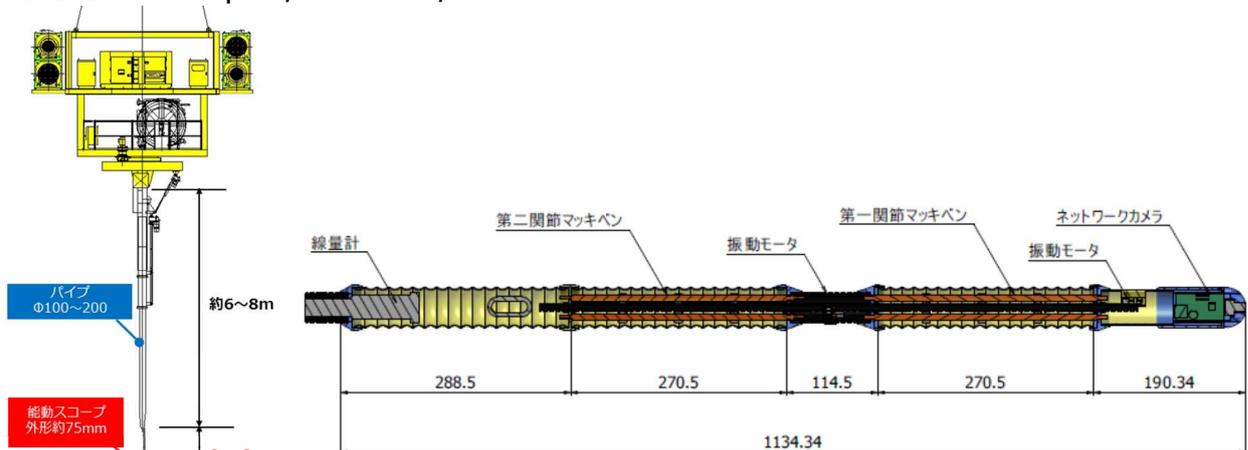
A点及びB点のオペフロ床面から高さ方向の線量率（下図参照）は、高さ30cmまで急激に増加し、隙間の中央に概ね位置する高さ30cmで最大値（**A点503.7mSv/h**、**B点565.8mSv/h**）となった。高さ40cm～70cmまで急激に減少し、それ以降はなだらかに減少した。

隙間部からの線量寄与がほとんどなくなった80cm高さ以降の線量率から、**隙間部からの線量寄与が約400～460mSv/h、オペフロ床面からの線量寄与が約100mSv/h**と推定される。



2-2.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

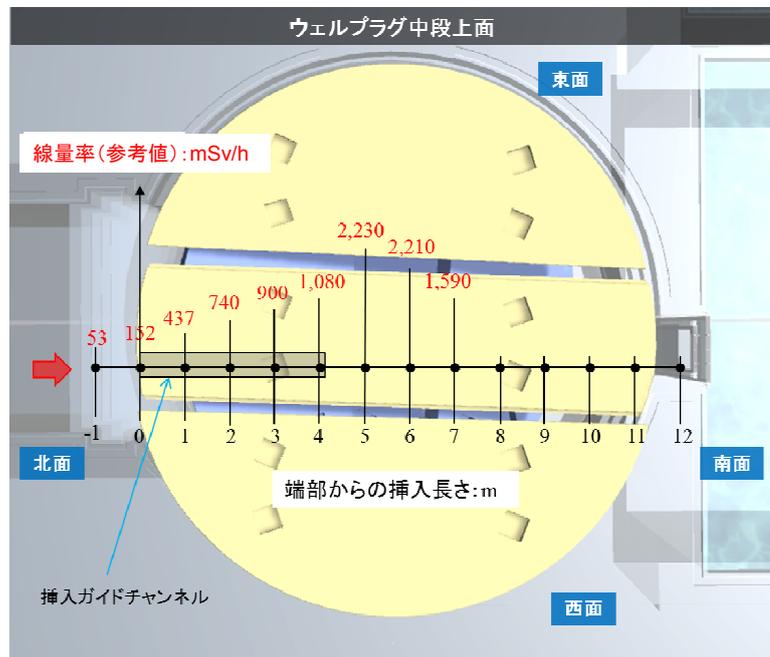
- 目的：ウェルプラグのずれが確認されたことから、今後、内部の線量分布を調査するため、試験的に調査カメラ（能動スコープ）の根元に線量計を取り付け、計測ができるか確認する
- 実施日：2017年2月15日
- 調査装置外観：下図参照
- 線量計の検出器：GM管
- 測定範囲：0.1μSv/h～10Sv/h



調査カメラ（能動スコープ）全体図

調査カメラ（能動スコープ）詳細図（先端1m）

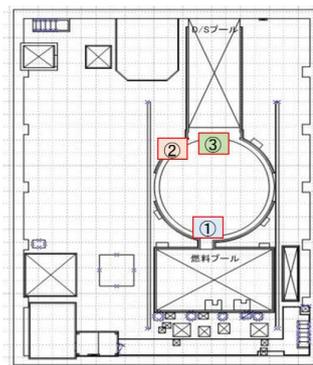
- ウェルプラグ北側開口部より内部へカメラを挿入し、内部状況の調査を実施。
- 線量測定結果は、ウェルプラグの中央部に近づくほど線量率が高くなる傾向。
- なお、線量計を調査装置に取り付けた状態での照射試験を未実施のため、今回得られた線量率は参考値。今後照射試験を実施する。



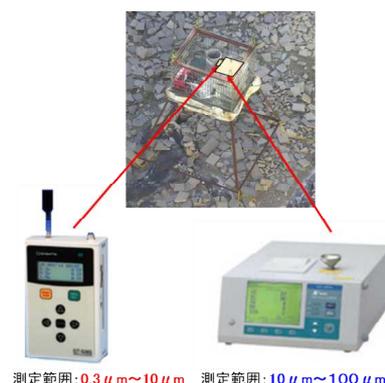
3-1.オペレーティングフロア粒径分布測定結果

■ 粒径分布測定目的

原子炉建屋オペフロ上部のガレキ撤去時に新たに飛散する可能性のあるダストの粒径分布との比較をするためのバックデータとして粒径分布を測定する



※原子炉上部の吹き上げ風速調査やダスト濃度結果などから定めた月1回のダストサンプリング箇所と同じ位置。



粒径測定器概要図

<参考>

放射性物質のダストについては、毎月放出量評価としてろ紙（仕様：0.31μmの粒子を99.7%以上捕集）を用いてダストサンプリングを実施しており、放出管理の目標値（1~4号機合計で $1.0 \times 10^7$  Bq/時）を下回っていることを確認している。

○ 1号機オペフロ上でのダストサンプリング結果：（2017年2月）

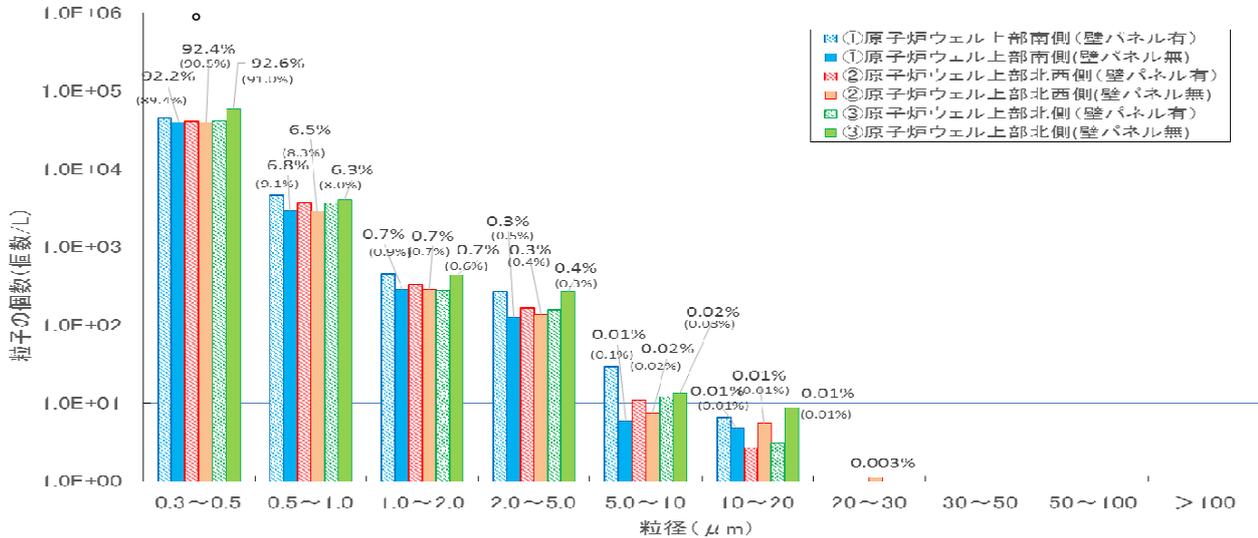
- ① 原子炉上部南側 Cs-134：ND (1.5E-7Bq/cm<sup>3</sup>) Cs-137：2.0E-7 (Bq/cm<sup>3</sup>)
- ② 原子炉上部北西側 Cs-134：ND (1.0E-7Bq/cm<sup>3</sup>) Cs-137：ND(9.9E-8Bq/cm<sup>3</sup>)
- ③ 原子炉上部北側 Cs-134：ND (7.9E-8Bq/cm<sup>3</sup>) Cs-137：3.3E-7 (Bq/cm<sup>3</sup>)

○ 1~4号機の放出量評価（2017年2月） $7.7 \times 10^4$  Bq/時未満（内、1号機の放出量評価 $6.1 \times 10^2$  Bq/時未満）

また、1号機オペフロ上部に連続ダストモニタを設置しており、放出監視を実施している。

（ろ紙の仕様：0.31μmの粒子を99.7%以上捕集）

- 調査日 : 壁パネル無し : 2017年3月7日 (壁パネル有 : 2015年12月8日)
  - 作業有無 : オペフロ上で作業を実施していない環境下で調査を実施
  - 調査日至近の飛散防止剤散布実績 : 2/17,3/4に定期散布を実施
  - 測定結果 : 「壁パネル無し」の測定結果は、以下の粒径分布を観測
    - 0.3~0.5 $\mu\text{m}$ の粒子が約92% (壁パネル有 : 約90%)
    - 0.5~1.0 $\mu\text{m}$ の粒子が約7% (壁パネル有 : 約8%)
    - 1.0 $\mu\text{m}$ 以上の粒子が約1% (壁パネル有 : 約2%)
- ⇒「壁パネルの有・無」でオペフロの粒径分布の状況に有意な変化がないことを確認した



4.これまでの調査結果のまとめ①

1. ガレキ状況調査結果

- これまでの調査で、崩落屋根、原子炉ウェルプラグ、天井クレーン等の状況を確認した
- 崩落屋根調査結果
  - これまで調査した屋根鉄骨(北側、ウェルプラグ周辺)は、ほぼ原型をとどめていること及び切断にて順次撤去ができることを確認。また屋根スラブが崩れ、小ガレキとなっている箇所が確認され、屋根鉄骨の撤去工法・施工手順の精度を向上させるため小ガレキを吸引し、屋根鉄骨の調査を進める
  - 崩落屋根(南側)は、天井クレーンに覆い被さっている状態のため、ガレキ撤去の進捗にあわせ、段階的に屋根鉄骨の調査を進める
- 原子炉ウェルプラグ調査結果
  - 上段及び中段のプラグのずれに加え、下段のプラグについてもずれを確認した。\*
- 天井クレーン等の調査結果
  - 天井クレーンは、北側ガーダ西側部分で変形しており、上部のトロリが南側ガーダとの高低差により傾いている。また、北側ガーダの変形により車輪がレールから脱輪していることを確認した。
  - FHMは、天井クレーン北側ガーダと接触し、中央部が僅かに沈み込んでいる等、一部に変形を確認した。
  - 天井クレーン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。

※ ウェルプラグにずれが確認されているものの、以下の理由により、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考えている

- ✓ 月1回ダストサンプリングを実施し、空気中放射性物質濃度 (Bq/cm<sup>3</sup>) を測定しており、現在原子炉上部においては、問題となるような空気中放射性物質濃度は検出されていない。
- ✓ オペレーティングフロア4隅に設置したダストモニタで24時間ダスト濃度の監視を行っており、これまで有意な変動は観測されていない。

## 2. 線量測定結果

- 屋根スラブ上の線量測定結果
  - 屋根スラブ上1mの位置で約6~121mSv/hを計測した。原子炉ウェル、SFP周りが比較的高いことを確認した。
- 原子炉ウェルプラグ周辺の線量測定結果
  - 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。
- 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くなった。

(参考)

3号機原子炉ウェルプラグ上の中心付近の線量率（オペフロ床面から約1m高さ）は、最大で2170mSv/h(2013年7月23日測定)  
2号機原子炉ウェルプラグ上の中心付近の線量率（オペフロ床面から約1m高さ）は、最大で880mSv/h（2012年6月13日測定）

## 3. オペフロ粒径分布測定結果

- 壁パネル取外し前後で、オペフロの粒径分布に有意な変化がないことを確認した。

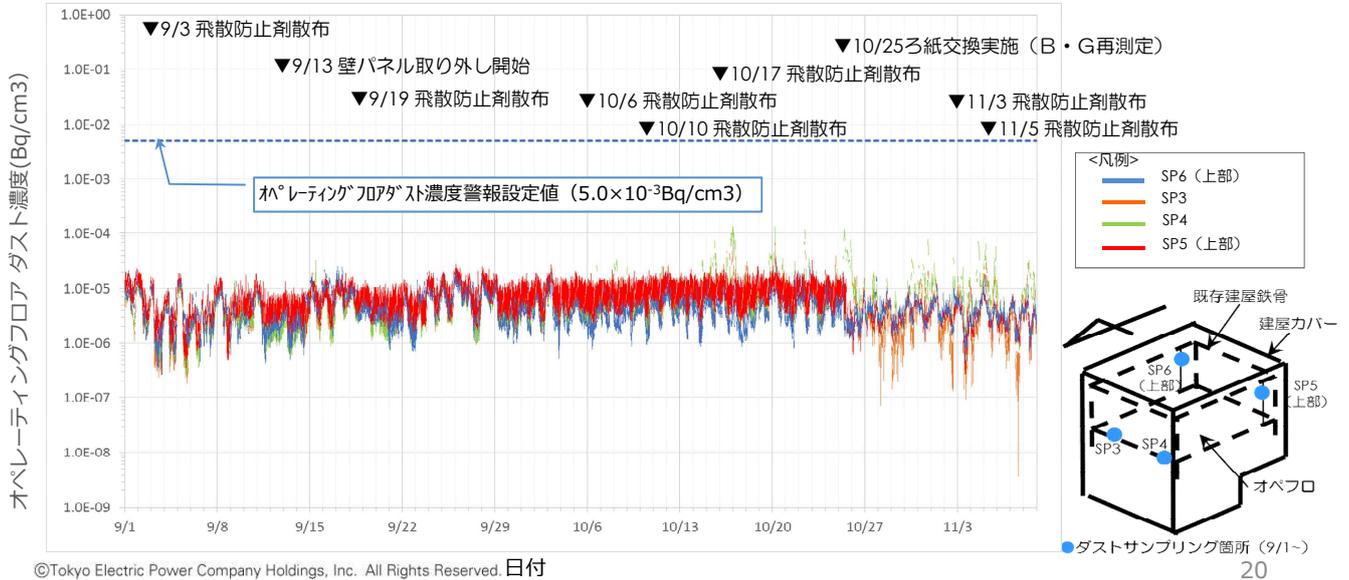
## 5.今後の予定

- これまでの調査で、崩落屋根、天井クレーン、FHM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。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・状態把握が必要であると考えている。このため、カバークラム・梁改造・防風シートの取り付け作業と並行して、以下の調査を実施し、ガレキ撤去計画へ反映していく。
  - 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
  - 北側の屋根スラブが崩れ小ガレキとなっている箇所は、小ガレキを吸引し、屋根スラブ下の屋根鉄骨の重なり状況を確認

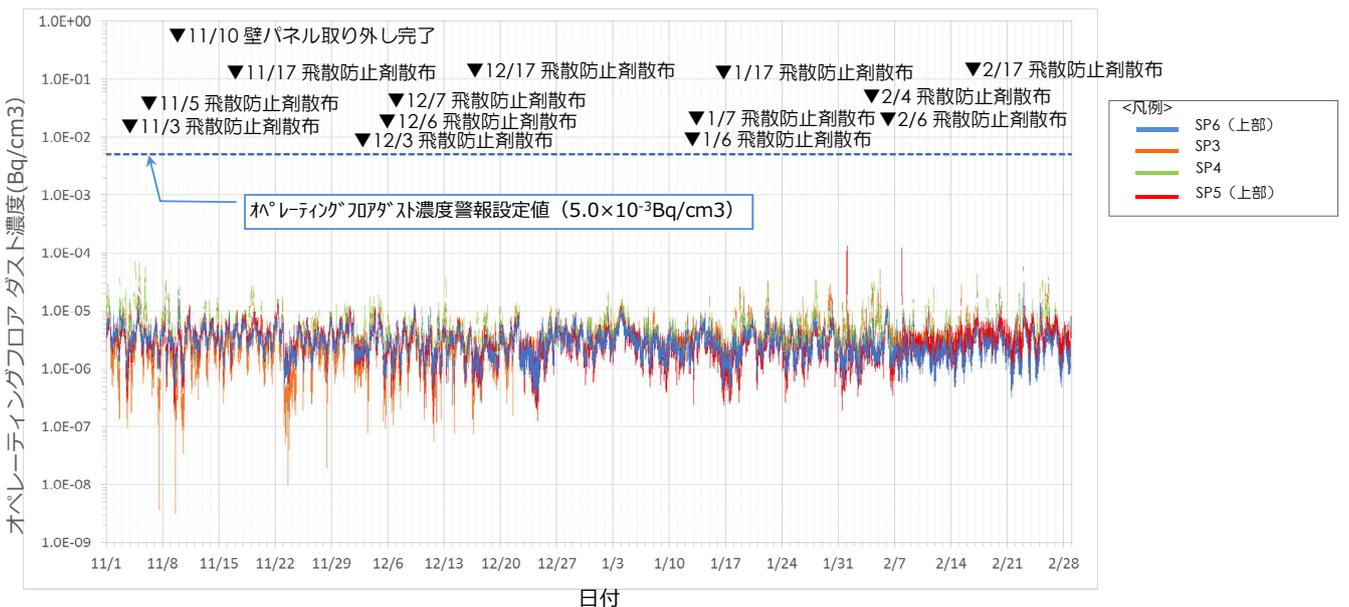
## 6-1. (参考) 空気中の放射性物質濃度測定結果

- オペレーティングフロアの各測定箇所における、2016年9月1日～2017年2月28日までの「空気中の放射性物質濃度」を以下のグラフに示す
- 2016年9月1日に一部のサンプリングポイントの位置を変更 (SP5,SP6)
- 各作業における空気中の放射性物質濃度
  - オペレーティングフロアダスト濃度警報設定値※ ( $5.0 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ ) に比べ低い値で推移した (1号機オペフロダストモニタの観測値は $1.0 \text{E}-6 \sim 1.0 \text{E}-5$ 程度であり、同じくオペフロ周囲にダストモニタを設置している3号機の観測値と同程度だった)

※ 敷地境界モニタリングポスト近傍のダストモニタ警報値より設定した公衆被ばくに影響を与えないように設定した値



## 6-1. (参考) 空気中の放射性物質濃度測定結果



## 6-2. (参考) これまでの調査結果

| 調査ステップ |       | 屋根パネル取外し   |  |   |                                   |
|--------|-------|--|--|---|-----------------------------------|
|        |       | オペフロ中央部 (2枚外し後)  | オペフロ東/北側 (6枚外し後)   | オペフロ南東側 (6枚外し後)   |                                   |
| 調査期間   |       | 2014/10/31<br>~2014/12/4                                     | 2015/7/28<br>~2015/12/18                                   | 2016/3/28<br>~2016/4/27                                 |                                   |
| 公表     |       | 2014/12/25   | 2016/1/28  | 2016/5/26   |                                   |
| 調査項目   | ガレキ状況 | 屋根スラブ  | オペフロ中央部スラブ上面<br>⇒ガレキの堆積状況を確認                               | オペフロ上面スラブ全体<br>⇒ガレキの堆積状況を確認                             | オペフロ北側スラブ下面<br>⇒スラブ下面の状況を確認       |
|        |       | 使用済み燃料<br>プール  | プール水面上<br>⇒水面上に突起物がないことを確認                                 | 南側スキマサージタンク<br>⇒ハッチ上蓋がずれて移動していることを確認                    | 南東側スキマサージタンク<br>⇒SFPオーバーフロー水状況を確認 |
|        |       | 天井クレーン<br>FHM  | 天井クレーン・FHM<br>⇒天井クレーン北側ガーダとFHMトロリが接触し、共に変形を確認              | 天井クレーン・FHM<br>⇒天井クレーン北側ガーダ東側レールからの脱輪を確認, FHM脚部の一部に変形を確認 | FHM南東側<br>⇒FHM変形あり、結合部が一部破損       |
|        |       | ウェルプラグ   | 上段南ウェルプラグ<br>⇒南側のプールゲート付近までのずれを確認                          | -   | -                                 |
|        | 線量調査  | オペフロ中央部測定<br>⇒屋根スラブ上1mの位置で、約8~66mSv/hを計測。燃料プール付近で77mSv/hを計測。 | オペフロ全面測定<br>⇒屋根スラブ上1mの位置で約6~121mSv/hを計測。原子炉ウェル・SFP廻りが比較的高い | -   |                                   |
|        | ガレキ汚染 | -  | オペフロ北側~中央部の確認<br>⇒屋根スラブ上より屋根スラブ下が1桁~2桁程高い                  | -   |                                   |
|        | 粒径分布  | -  | 屋根ガレキ上のダスト粒径分布測定<br>⇒現状の分布を確認                              | -   |                                   |

## 6-2.(参考) これまでの調査結果

| 調査ステップ |       | 壁パネル取外し                                     |   |  |
|--------|-------|---|---|--|
|        |       | 南側・西側<br>(壁パネル取り外し中)                        | 北側・ウェル周辺<br>(全ての壁パネル取り外し後)  |  |
| 調査期間   |       | 2016/9/13<br>~2016/11/10                    | 2016/11/10<br>~2017/3/7   |  |
| 公表     |       | 2016/11/24                                  | 2017/3/30   |  |
| 調査項目   | ガレキ状況 | 屋根スラブ                                       | -   | オペフロ北側スラブ下面<br>⇒屋根スラブデッキと屋根鉄骨の重なり状況を確認 |
|        |       | 燃料プール                                       | -   | -                                      |
|        |       | 天井クレーン<br>FHM                               | 天井クレーントロリ/サドル/南北ガーダ<br>⇒クレーントロリの傾き、サドルの脱輪                         | -                                      |
|        |       | ウェルプラグ                                      | 上段(北)/中段(中)/中段(西)<br>⇒上方にずれていることを確認                               | 上段(中)/中段(東)及び下段<br>⇒正規の位置からずれていることを確認  |
|        | 線量調査  | オペフロ全面<br>⇒調査のための小ガレキ吸引により、全体的に<br>雰囲気線量が低下 | ウェル北側周辺<br>⇒原子炉ウェル隙間部からの寄与が400~460mSv/h程度、オペフロ床面からの寄与が約100mSv/h程度 |  |
|        | ガレキ汚染 | -   | -   |  |
| 粒径分布   | -     | 崩落屋根ガレキ上のダスト粒径分布測定<br>⇒壁パネル取り外し前後で有意な変化なし   |   |  |