

# 3号機使用済燃料プール内瓦礫撤去作業中の 燃料交換機操作卓他の落下事象について

平成26年9月25日  
東京電力



無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

## 1. 事象概要

発生日時： 平成26年8月29日 12時45分頃

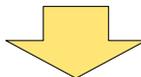
発生場所： 3号機原子炉建屋 使用済燃料プール

発生状況： 使用済燃料プール内の瓦礫撤去作業において、燃料交換機の操作卓をクレーンにて吊り上げるため、専用治具（フォーク）にて操作卓を掴もうとしたところ、操作卓・張出架台（計約570kg）がプール内に落下。

落下した操作卓・張出架台の一部は養生材の上に乗っているが、殆どが燃料ラックの上部に乗っている状態を確認。

使用済燃料体そのものは、瓦礫が堆積しており直接は確認できない状況。

現在の使用済燃料プール内の燃料貯蔵配置、機器材の配置及び落下位置の映像情報から、操作卓と張出架台は、一旦ラック養生材の上に落下した後、現在位置にあると考えられる。操作卓と張出架台が接触した可能性がある使用済燃料体数は、10体と推測。



- ◆操作卓及び張出架台に接触した可能性のある燃料体への影響について評価
- ◆パラメータ監視
- ◆発生した事象に対する原因・対策を検討中

## 2. 時系列（1）

<平成26年8月29日>

- 8：00 作業開始
- 9：00 ガレキ把持用治具（フォーク）の動作確認
- 9：25 FHM操作卓撤去作業開始
- 9：58 撤去対象物に対しフォークの閉操作開始
- 10：13 現状のフォーク向きではFHMと干渉（写真①）し対象物を掴めないため、フォーク向きを180°回転させ、再度対象物に対しフォークの閉操作開始
- 10：15 フォーク閉操作によるFHM操作卓把持確認

## 2. 時系列（2）

- 10：16 FHM操作卓吊り上げ開始
  - ～ 左右5本あるフォークの爪の中で2本でしか把持することができなかった
  - 11：10 （写真②）が、関係者と協議し吊り上げ荷重が1.3t※まで吊り上げ可能と判断し対象物を吊り上げていった。  
この際、吊り上げ開始後、約0.4～0.6t程度で対象物が吊り上がり始め、その後吊り上げと共に荷重が徐々に上昇していき、1m程度吊り上がった段階で荷重が制限荷重の1.3tに達したため、それ以上の吊り上げを中止し、元の位置に吊り下ろした。  
この時、吊り上げ荷重が0kgになったことを確認した。  
（上記より、操作卓がケーブル等に引っ掛かり荷重が増加したと推定する。）
- 〔※「吊り上げ荷重1.3t」とは、爪2本により把持能力低下を考慮した荷重制限である（計算方法：把持力37kN × 摩擦係数0.35 = 1.3t）〕
- 11：10 FHM操作卓吊り上げ中断
  - 12：00 FHM操作卓をより確実に把持するために、フォークの爪5本で掴み直しをするため、フォーク開操作を開始

## 2. 時系列 (3)

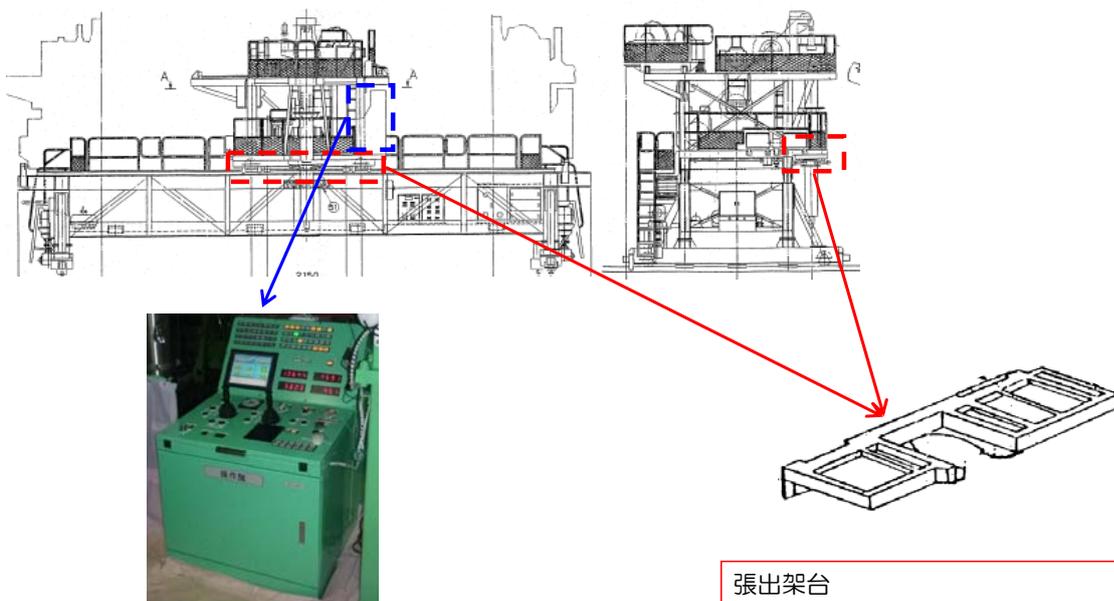
- 12:45頃 フォークの向きを再度変更(90°)し、再度フォークにて対象物を掴むための閉操作を実施中(写真③)にフォークの爪が操作卓に接触したことで、操作卓及び張出架台がラック養生材上に落下
- 14:37 SFP水の放射能分析を行うため、SFP冷却再開(SFP内瓦礫撤去作業のため、8月25日からSFP冷却を停止していた)

<平成26年8月30日>

- 8:00 落下物及び落下物近傍の水中カメラによる状況確認調査開始  
操作卓の他に張出架台も落下していることを確認
- 10:40 状況確認調査終了

## 3. 現場状況 (1/4)

◆FHM正規状態における、操作卓及び張出架台の配置は以下の通り



操作卓

- ・重量： 約400kg
- ・概形： 0.9m×1.6m×1m

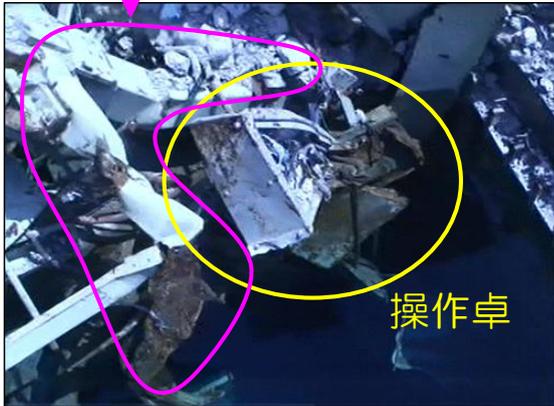
(写真は4号FHM操作盤)

張出架台

- ・重量： 約170kg
- ・概形： 約3.9W×1L×0.4H(m)

### 3. 現場状況 (2/4)

フォークと干渉したトロリー部



写真① 撤去前の操作卓の状況  
(南側 上方より撮影)



写真② 爪2本での把持状況 (南側より撮影)



操作卓

写真③ 爪5本で撤去しようとした状況 (西側 側方より撮影)

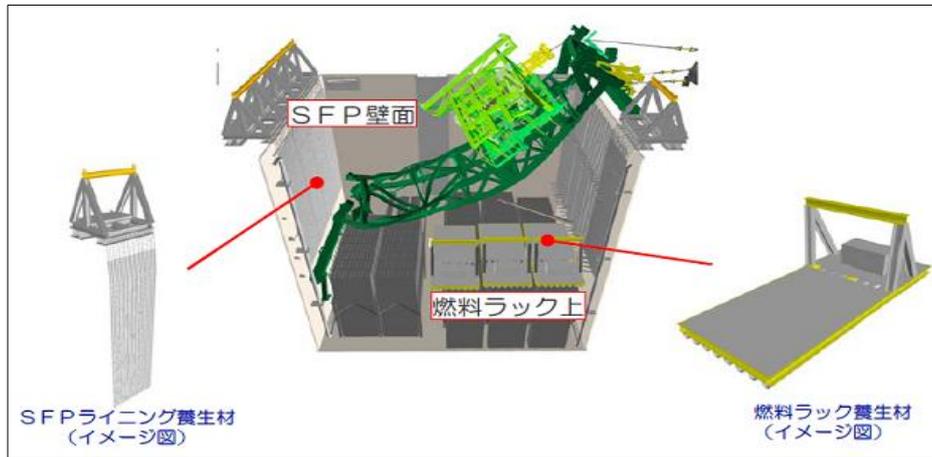


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

6

### 3. 現場状況 (3/4)



南側斜めから見た図

寸法	縦約2000×横4500×高さ約1850mm
材質	ラック養生材上部：SS400 ラック養生材下部：防震ゴム

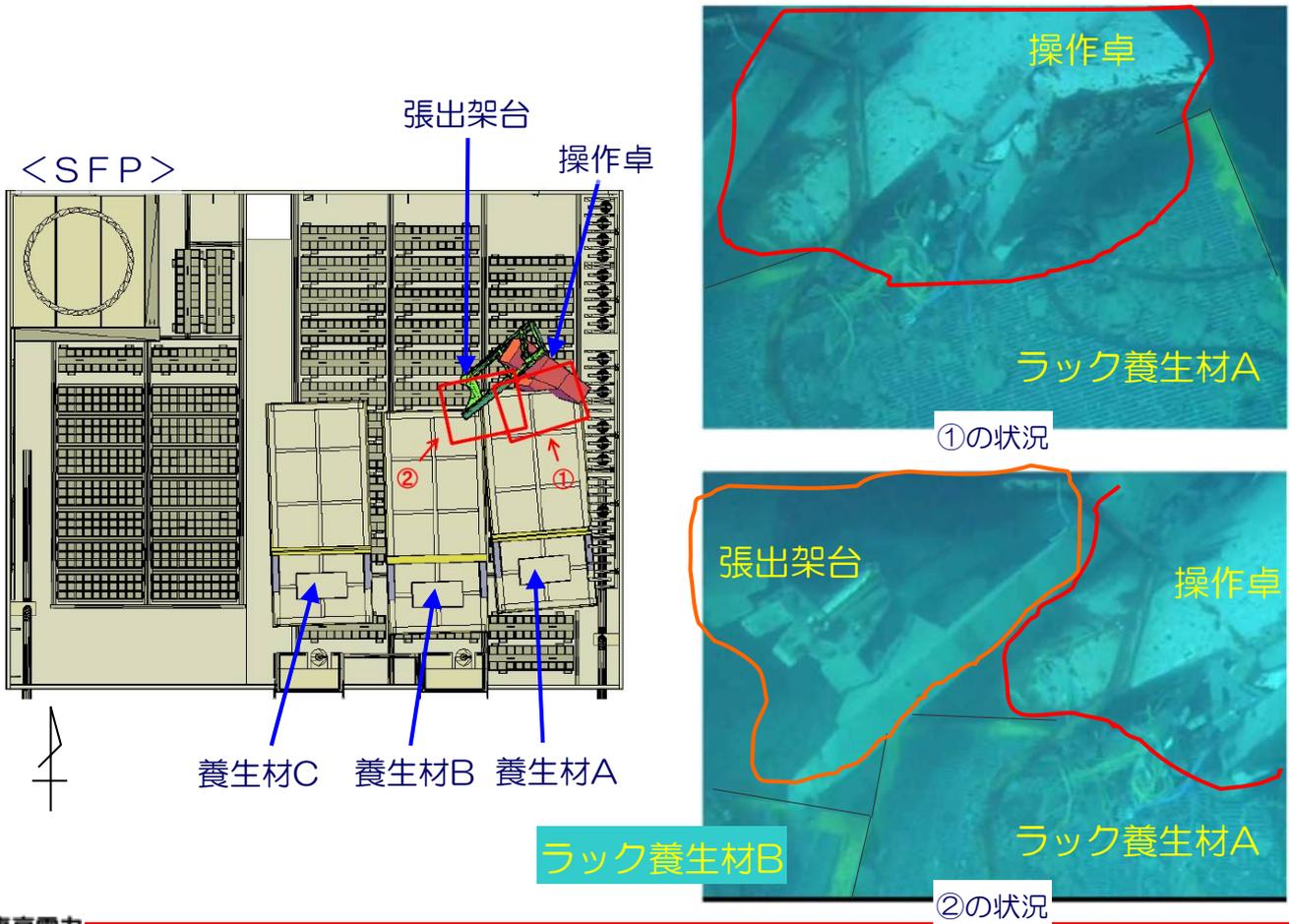


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

7

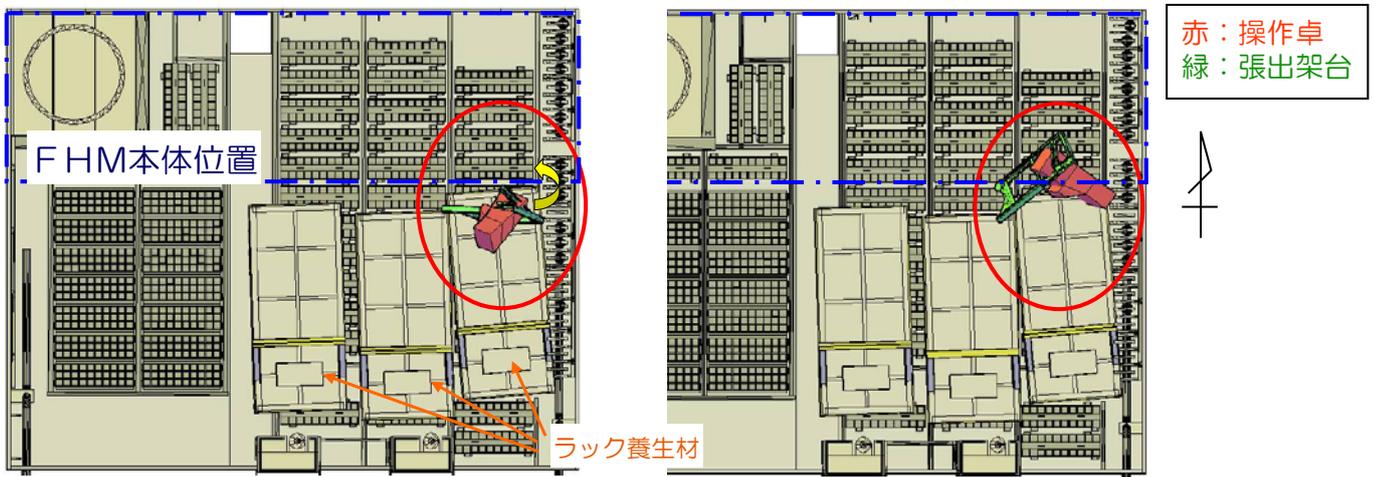
### 3. 現場状況（4 / 4）



### 4. 落下時状況（1）

操作卓の落下状況は、FHM本体位置、操作卓位置、SFP内のラック養生材位置、及び映像情報から、以下のとおりと推測する。

- ◆操作卓はFHM本体南東側に残存しており、フォークにて掴みに行く際、真下方向へ落下した。
- ◆操作卓は、プール内に落下後一旦ラック養生材の上に落下し、その後、ラック養生材外の燃料ラック上へ転倒したと推測される。
- ◆上記プール配置をSFP上方から見た場合、FHM本体とラック養生材の間隙は殆どない。



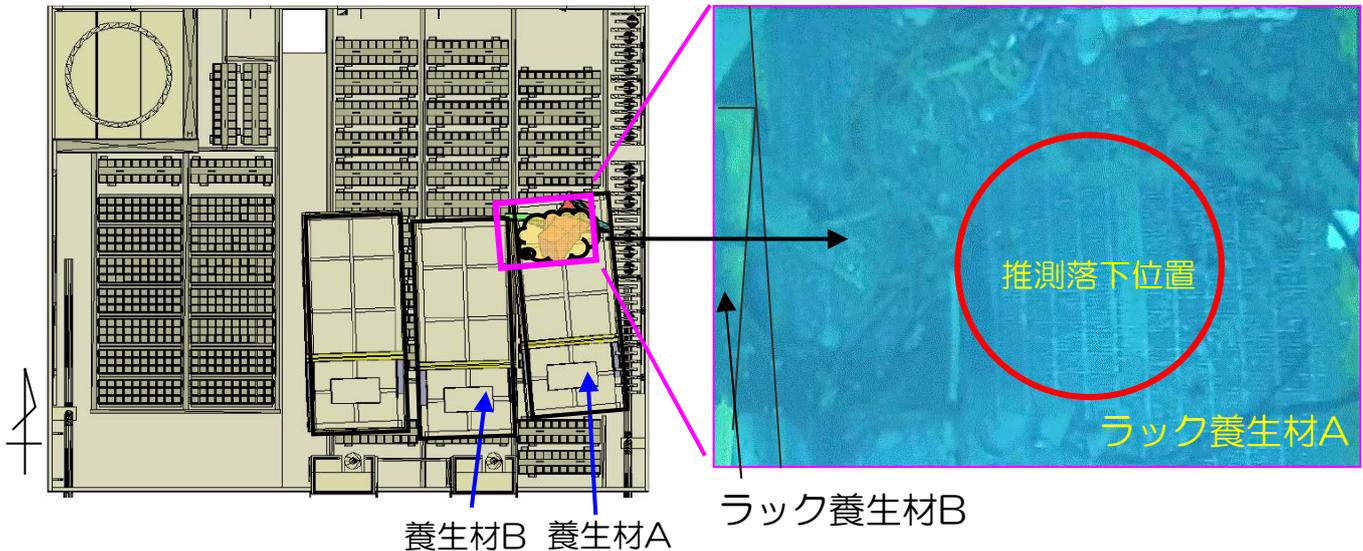
図① 落下前の操作卓・張出架台の位置をSFP上に投影した図

図② 落下後の位置を示した図

図①・②は、燃料貯蔵配置図、及び各映像から3Dで確認し、落下位置を想定

## 4. 落下時状況（2）

- ◆操作卓及び張出架台が落下した際、ラック養生材上に堆積していたガレキが落下した周囲に飛び散った状況が確認できる。
- ◆○で囲った位置には、ガレキの堆積が少なく、ラック養生材が見えている。
- ◆養生材は、ほぼ衝突前の原形を維持していることを確認している。

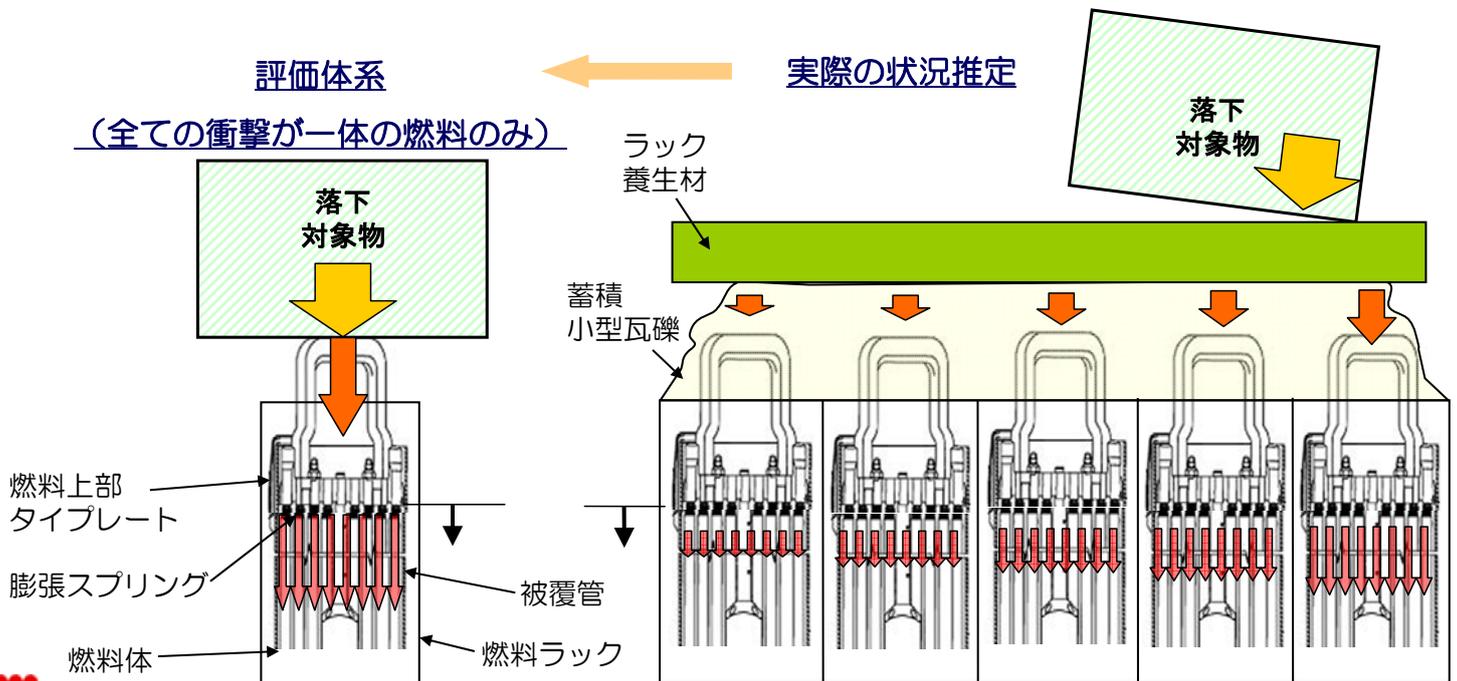


以上より、操作卓は、プール内に落下後一旦ラック養生材の上に落下し、その後、ラック養生材外の燃料ラック上へ転倒したと推測される。

## 5. 使用済燃料への影響評価について（1）

### ○ 使用済燃料への影響評価方法

- ・燃料1体へののみ荷重がかかると仮定して複数の燃料体での不均一さを排除。
- ・ラック養生材、蓄積小型瓦礫、燃料の構造体によるエネルギー吸収は保守的に無視
- ・落下前後の水中映像により瓦礫は、一様に堆積し、養生材上落下であることから、落下物の荷重により上部タイププレートが下がり膨張スプリングが圧縮され被覆管全数に荷重が伝達されるため、圧縮応力（鉛直方向）のみ考慮し、曲げ応力（横方向）は考慮していない。



## 5. 使用済燃料への影響評価について（2）

<評価条件> 操作卓及び張出架台が初期状態から燃料まで水中を6m落下、燃料体1体のみへの落下、瓦礫、養生材、燃料構造材のエネルギー吸収は無視

<評価方法> 操作卓及び張出架台の運動エネルギーと設置許可で記載している考えに基づき、燃料被覆管の燃料棒破損指標として用いられている1%塑性歪み※1までの全歪エネルギー（427J）と比較  
 ※1：燃料棒の機械的健全性指標

$$\text{操作卓及び張出架台の運動エネルギー} : \frac{1}{2} \times \frac{(570-72.9)}{\text{浮力(kg)}} \times 4.04^2 \times \text{操作卓および張出し架台の重量(kg)} \times \text{水の抵抗を考慮した衝突直前の速度(m/s)} \times \text{※2} = 4057 \text{ J}$$

$$\text{燃料棒1本が受ける運動エネルギー} : \frac{4057}{\text{燃料1体あたりの燃料棒本数(本)}} = 68 \text{ J}$$

以上より、68J < 427Jであることから、燃料棒破損はないと考えられる。

※2：自由落下時における運動方程式を用い、落下物の実測時間から算出

## 6. パラメータ監視について（1）

### ◆SFP水放射能濃度について

<SFP水放射能濃度の監視結果>

○事象発生時（8月29日）から本日までの監視関連パラメータの状況は、いずれも有意な変動がないことを確認している。

<監視の考え方>

○これまでの監視の結果、燃料破損の兆候は認められていない。さらに上記の評価結果からも、燃料の破損はないと考えられるが、燃料健全性を直接確認することが出来ないため、SFP水の放射能濃度の監視を継続する。

○過去の実験結果から、燃料ペレットから水中へのCsの溶出速度は10日後には大きく低下すること、Csの溶出は1ヶ月経過しても継続することが確認されている。

○既に事象発生から10日以上経過していることから、仮に燃料が破損していたとしても、今後、Csの溶出が急激に増加しないものと考えられる。

○従って、今後の監視についてはある程度の間隔をおいても、放射能濃度の増加兆候の検知が可能と考えられる事から、以下の通り監視頻度を見直す。

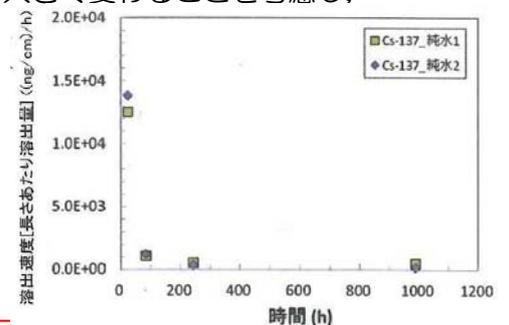
<今後の監視について>

○今後は長期間経過後に行うこととし、監視の頻度を現状の1日1回から、1ヶ月間は週1回、その後は月1回に頻度を見直し、瓦礫撤去によりプール内の状況が大きく変わることを考慮し、瓦礫撤去終了後も監視を継続する。

○瓦礫撤去終了後3ヶ月の間に増加傾向が確認できない場合は、検知できないものと判断し、通常の監視頻度（1回/3ヶ月）に戻す。

※出典元

「平成25年度発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業  
 （使用済燃料プールから取り出した燃料集合体他の長期健全性評価）」



## 6. パラメータ監視について（2）

### ◆オペフロ線量監視について

- 当該落下事象に対する監視として、現状毎日1回の頻度で監視している。  
これまでの監視結果に有意な変化がないこと及びCsの溶出速度は非常に緩慢であり、また、希ガスが放出される場合は瓦礫落下時に直ちに放出されることから、これまでの監視結果より今後急激な上昇は考えられないため、当該落下事象に対する監視は終了とし、当該事象発生前の通常監視（作業の都度）に戻すこととする。

### ◆モニタリングポスト（MP）監視について

- 上記の理由により、今回の事象監視対象から除外する。なお、本件とは別にMP監視については、常時監視を行っている。

### ◆SFP水位監視について

- これまでの監視結果に有意な変化がないため、SFPライナーの損傷はないと判断できることから、本落下事象に対する監視は終了とする。

## 7. 今後の対応

- 原因・対策検討について  
ハード（必要に応じた専用把持具と養生材）を含め検討中
- SFP水放射能濃度について  
瓦礫撤去終了から3ヶ月時点まで継続して監視を行う