

東京電力福島第一原子力発電所事故の 調査・分析に係る中間取りまとめ (2023年版)のポイント

2023年5月25日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

主な検討事項

第一章 シビアアクシデント時のCs-137移動メカニズムについての考察

第一節 1/2号機ベント配管系の特徴的汚染パターンからの知見 P. 3

第二節 2号機シールドプラグ汚染からの知見 P. 4～7

第三節 ベントライン及びシールドプラグの汚染状況と「水蒸気駆動仮説」

第二章 落下炉心の挙動と原子炉格納容器への影響

第一節 1号機原子炉格納容器内の様子と検討状況 P. 8～9

第二節 2号機及び3号機原子炉格納容器内の様子と検討状況 P. 10

第三節 今後の分析評価の進め方

第三章 その他の調査項目の進捗状況など

第一節 4号機原子炉建屋における「火災現場」位置の特定 P. 11

第二節 3号機水素爆発関連の試験等 P. 12

第三節 SGTSの汚染状況測定等

第四節 発電所敷地内外のモニタリングポスト等の空間線量率の推移

第五節 その他の活動状況

第一章第一節 1/2号機ベント配管系の特徴的汚染パターンからの知見

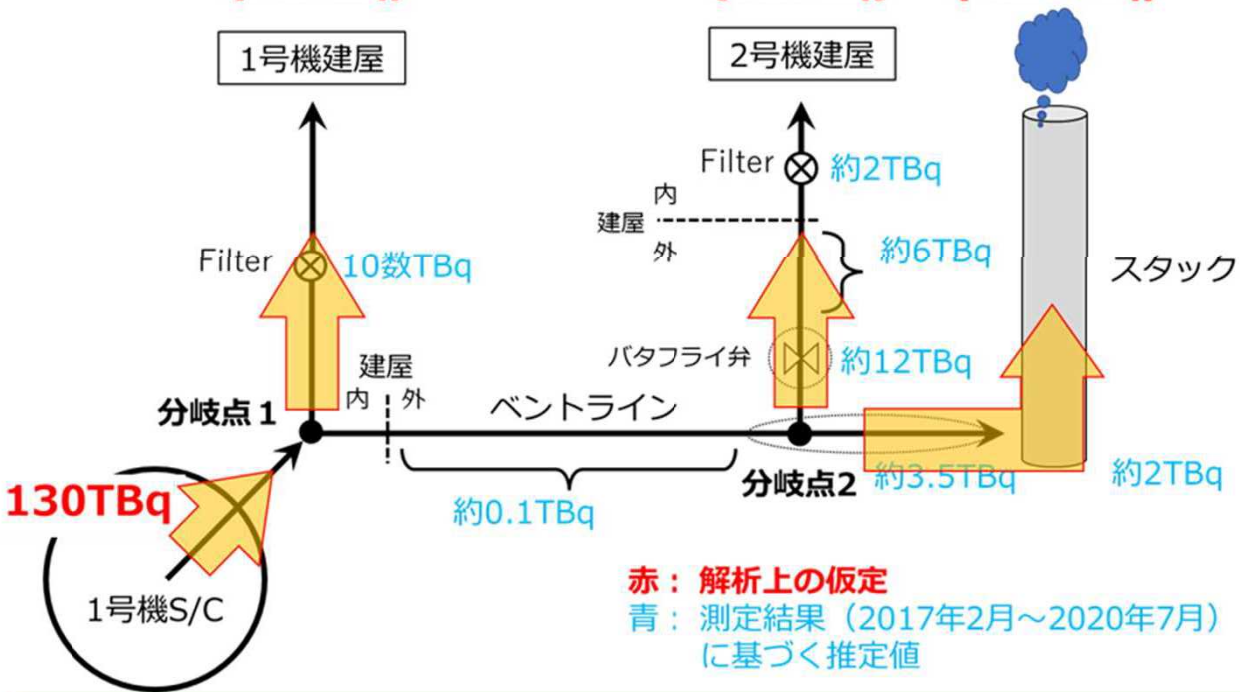
境界条件の見直し

各経路上の残留Cs量合計に流量が比例すると仮定

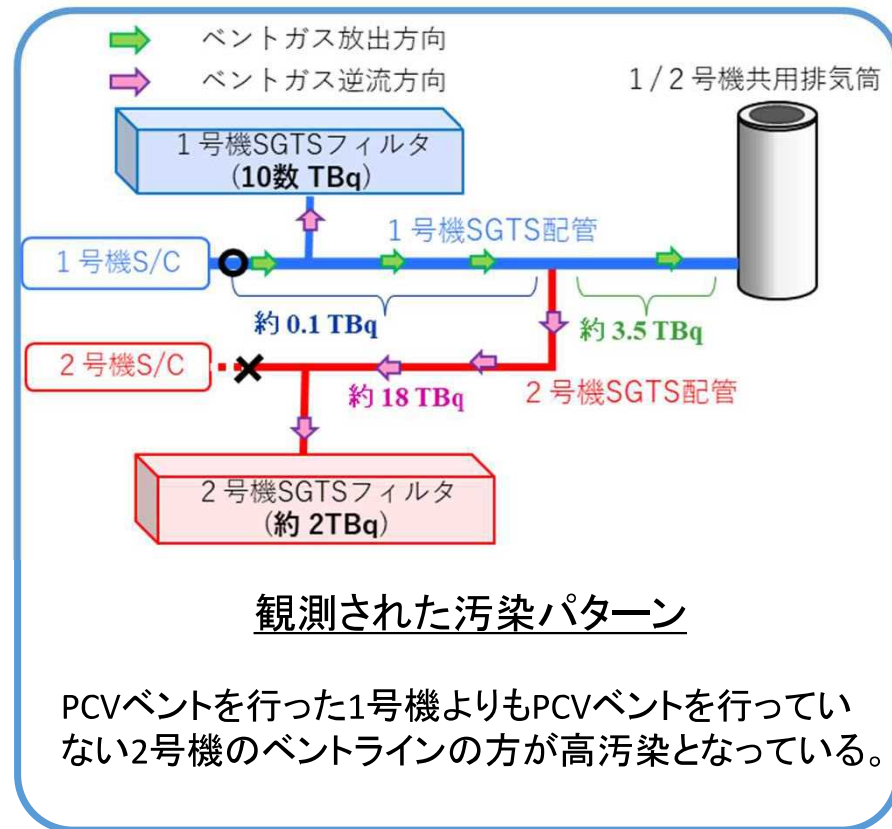
7.7%
(10TBq)

15.4%
(20TBq)

76.9%
(100TBq)



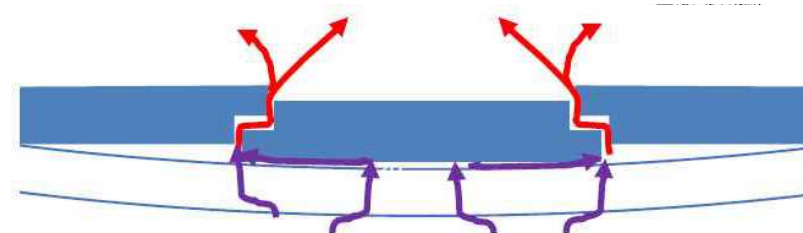
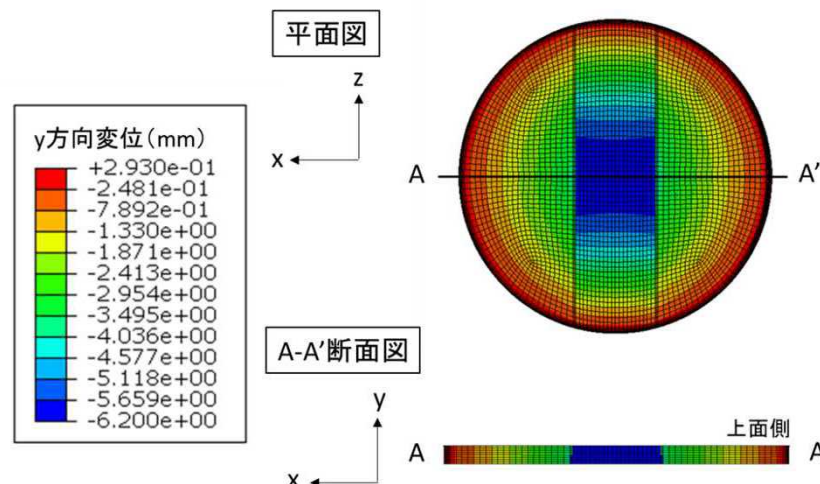
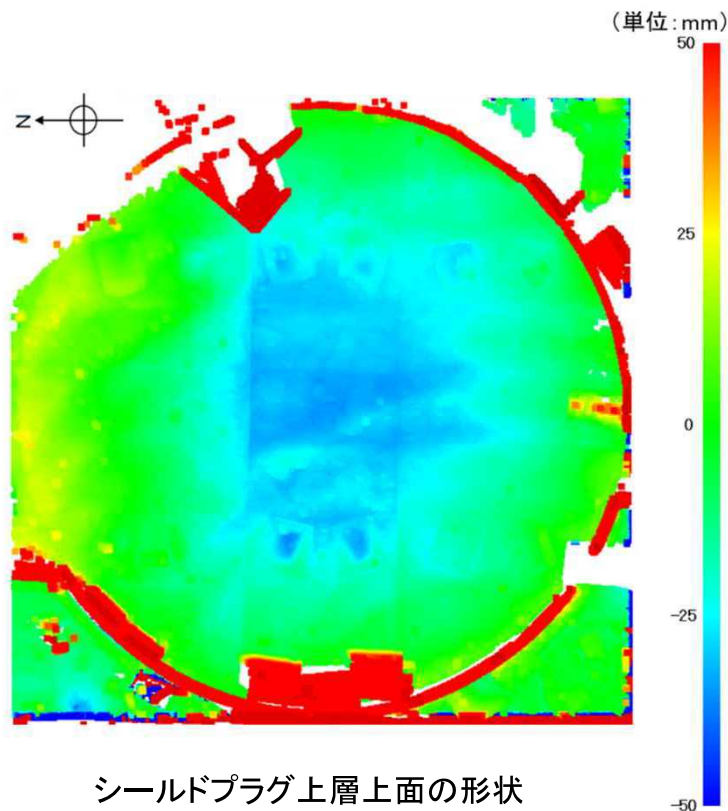
ベントラインの汚染パターンに係る再現解析 (RELAP5コード) を実施。



汚染パターン形成の主なメカニズムは、
水蒸気の凝縮及び凝縮水の低所への
移動によるものと推定。

第一章第二節 2号機シールドプラグ汚染からの知見(1)

シールドプラグ内のCs-137の移動経路とその形成メカニズムを推定するために、シールドプラグの表面形状測定、シールドプラグの自重解析を実施。



- ✓ シールドプラグの継ぎ目にCs-137の移動経路が常時存在することがわかった。
- ✓ このことは、シールドプラグ上のうち、シールドプラグの継ぎ目部分が最も高い線量率となっている(6ページ参照)こととも整合している。

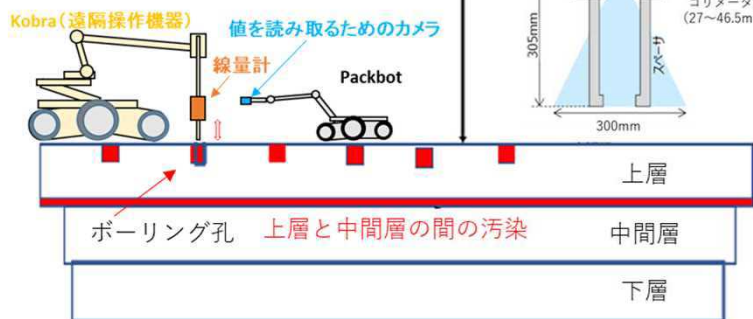
第一章第二節 2号機シールドプラグ汚染からの知見(2)

(2) 床表面から150cm高さにおける周辺線量当量率測定
(コリメータなしγ線線量計)

(1) 床表面から3cm高さにおける局所的な周辺線量当量率測定
(コリメータなしγ線線量計)

(4) ボーリング孔内の深さ方向の線量率分布測定
(コリメータなしγ線線量計)

(3) 床表面から30.5cm高さにおける周辺線量当量率測定
(コリメータ付きγ線線量計)



※ボーリング孔：IRID穴 2箇所、新穿孔穴13箇所

シールドプラグ上層上面及び穿孔箇所
に対する周辺線量当量率の測定方法

シールドプラグ上層と中間層の間の汚染状況を推定するため、以下の周辺線量当量率の測定等の各種の調査・分析を実施。

シールドプラグ上層上面に対する周辺線量当量率測定

(1) 床表面から3cm高さにおける局所的な周辺線量当量率測定 (コリメータなしγ線線量計)

(2) 床表面から150cm高さにおける周辺線量当量率測定 (コリメータなしγ線線量計)

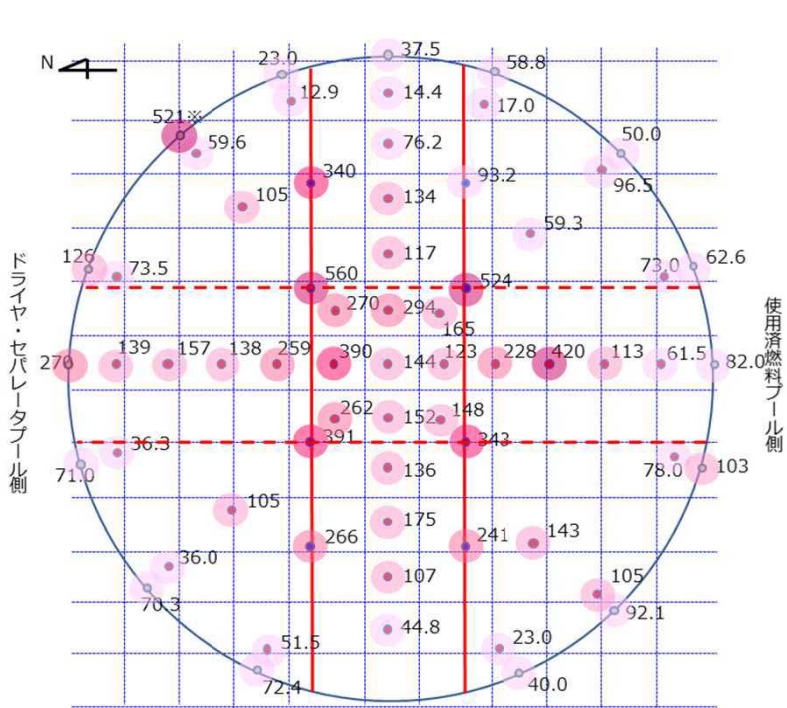
(3) 床表面から30.5cm高さにおける周辺線量当量率測定 (コリメータ付きγ線線量計)

穿孔箇所に対する周辺線量当量率測定

(4) ボーリング孔内の深さ方向の線量率分布測定
(コリメータなしγ線線量計)

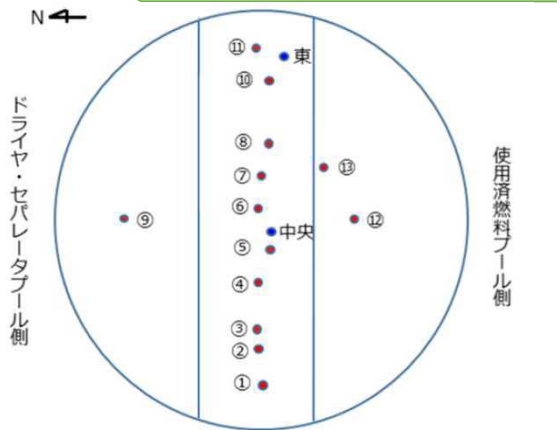
第一章第二節 2号機シールドプラグ汚染からの知見(3)

シールドプラグ上層上面及び穿孔箇所に対する周辺線量当量率の測定を実施



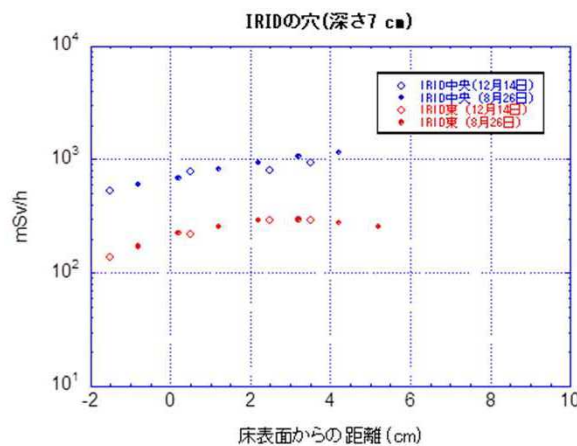
- : シールドプラグ上層の継ぎ目
- - - : シールドプラグ中間層の継ぎ目
- <線量率測定に用いた機材>
日立アロカ
ガイガーカウンター PDR303
- : ~100mSv/h
- : 100~200mSv/h
- : 200~300mSv/h
- : 300~400mSv/h
- : 400mSv/h~

シールドプラグ上層上面の周辺線量当量率
(3cm高さ測定)

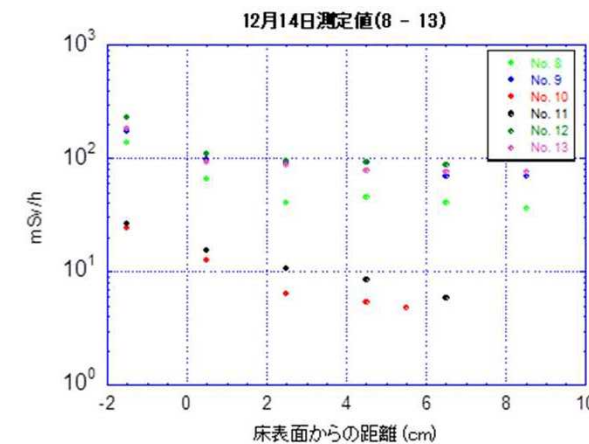
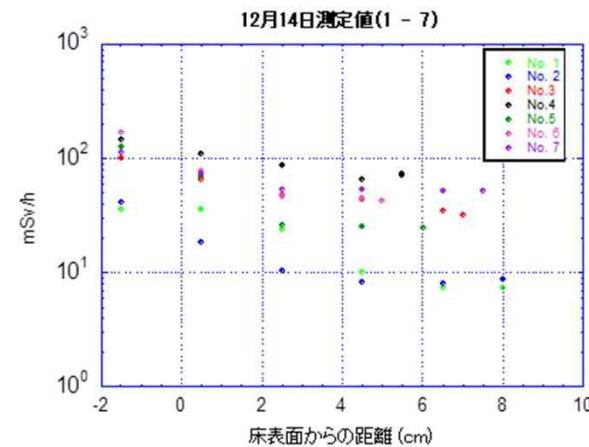


- 新穿孔穴 (①~⑬)
- IRID穴 (中央、東)

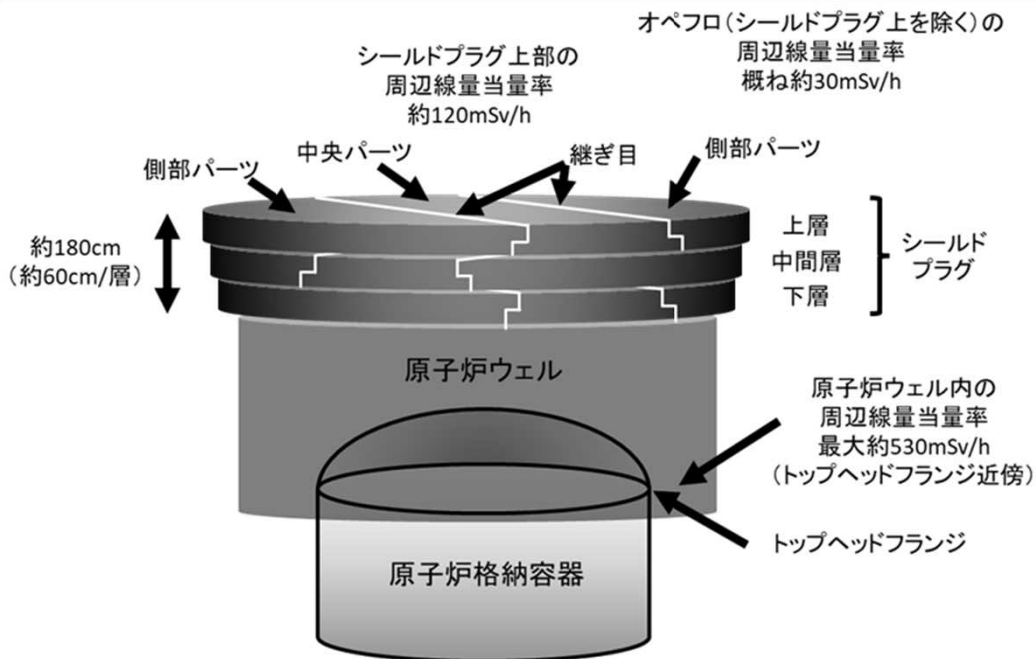
シールドプラグ上層上面の穿孔箇所



穿孔箇所の深さ方向の周辺線量当量率分布

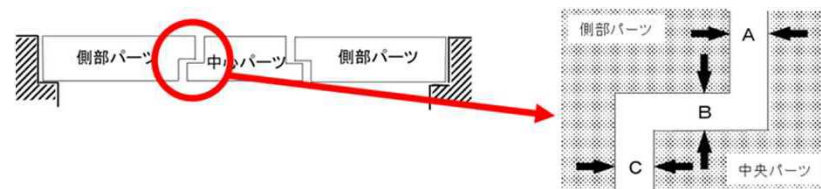


第一章第二節 2号機シールドプラグ汚染からの知見(4)

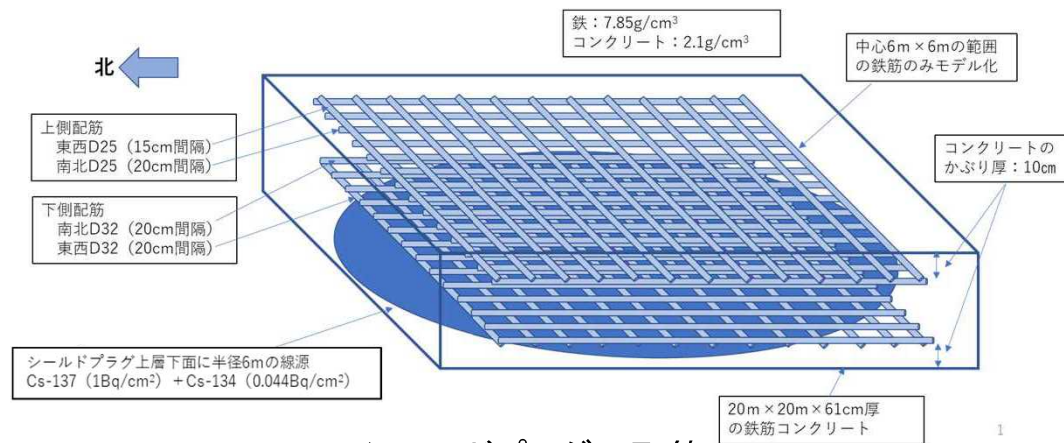


原子炉ウェル及びシールドプラグ構造概略図

シールドプラグ上層と中間層の間の汚染状況を推定するための評価において、シールドプラグ構造・配筋を考慮



シールドプラグの継ぎ目(シールドプラグ上層)



シールドプラグの配筋

- ✓ シールドプラグ上層上面等の周辺線量当量率測定結果から、シールドプラグ上層と中間層の間の汚染状況を推定するためには、シールドプラグの鉄筋の影響は無視できない。
- ✓ シールドプラグ上層と中間層の間の汚染密度は、場所によって大きなバラツキがあるが、大まかな汚染状況の推定は可能。
- ✓ 原子炉ウェルよりも強い汚染がシールドプラグの上層と中間層の間及び継ぎ目に存在する。
- ✓ シールドプラグ上層と中間層の間の汚染密度は平均で $5.5 \sim 7.5E+10Bq/cm^2$ となり、放射能量に換算すると62PBq \sim 84PBqに相当する。

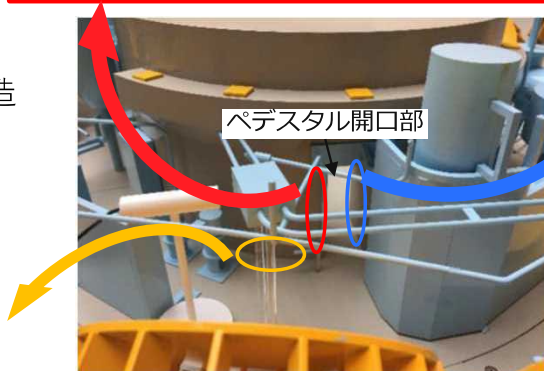
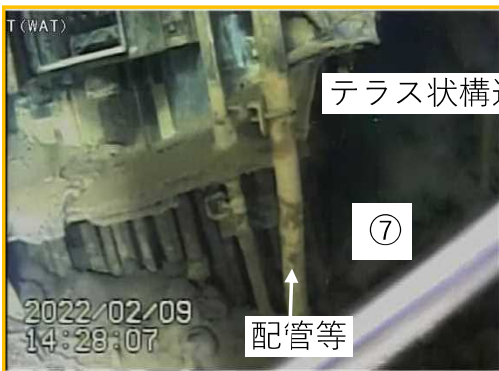
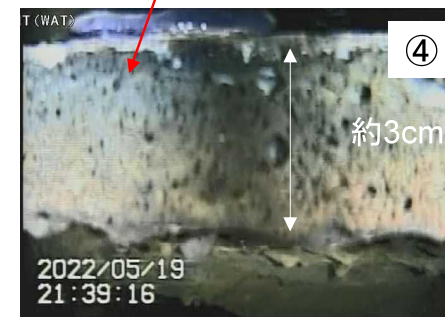
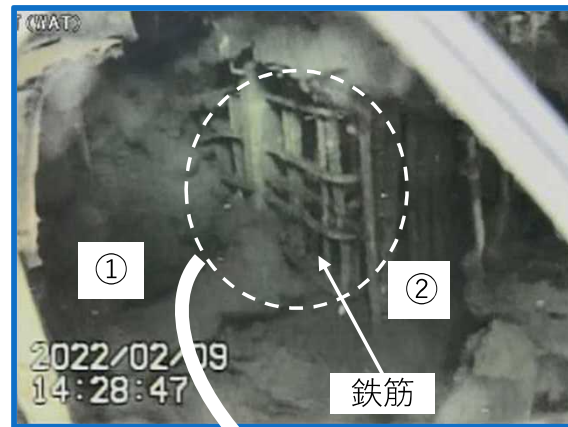


Cs-137を含む水蒸気が移動する過程で、水蒸気の凝縮によりCs-137が沈着、定着した可能性を示唆。

第二章第一節 1号機原子炉格納容器内の様子と検討状況(1)

- ① ペDESTAL開口部付近に、高さ1.0m程度のマウンド状(小山状)のもの。落下した溶融炉心に由来するものである可能性が高い。
- ② ペDESTAL開口部付近のコンクリート(両側)がかなりの範囲にわたって喪失。コンクリート内部の鉄筋部及びインナースカートはほぼ原形をとどめて残存。
- ③ ペDESTAL外周部は、テラス状構造(開口部付近では原子炉格納容器底部から1.0~1.1m、開口部の反対側では0.2~0.4m程度の高さ)を観測。コンクリート破損はテラス状構造以下の部分にのみ生じているように見える。

⑦ テラス状構造下部に位置する配管等の金属構造物は概ね維持されているように見える。



テラス状構造以下の配管等

ペDESTAL開口部付近

テラス状構造

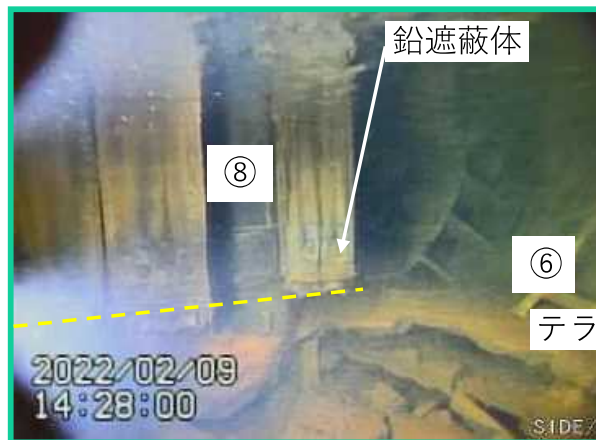
テラス状構造(断面)

④ テラス状構造の断面は、気泡を伴う構造(厚さ約3cmの推定)が見られる(極一部の映像で確認。詳細は不明。)テラス状構造の下面は滑らかなように見える。

写真の出典：第30回東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会補足説明資料1「1号機PCV内部調査の状況について」IRID/東京電力、<https://www.nra.go.jp/data/000395885.pdf>

第二章第一節 1号機原子炉格納容器内の様子と検討状況(2)

- ⑤ ジェットデフレクターの裏側にも、ペDESTALから到達したと考えられる**堆積物**。ジェットデフレクター自体には大きな損傷などは見られない。見える範囲では原子炉格納容器の内面に大きな損傷はない。
- ⑥ ペDESTAL開口部付近では、テラス状構造の下部に空洞が確認されている。(開口部から離れた場所は、現段階で不明。)
- ⑧ テラス状構造の位置で鉛遮蔽体(鉛毛マット)が溶けて落下しているように見える。テラス状構造の上部では鉛遮蔽体(鉛毛マット)の被覆材料(グラスファイバーとのこと)は維持されているように見え、著しい高温の影響はほぼテラス状構造付近に限られているように見える。



鉛遮蔽体及びテラス状構造

写真の出典:第30回東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会補足説明資料1「1号機PCV内部調査の状況について」IRID/東京電力、<https://www.nra.go.jp/data/000395885.pdf>

- ⑨ ペDESTAL開口部1.4m高さに**バブル形状**のもの。その下部には空間があるが内部の詳細は不明。
- ⑩ ペDESTAL外周部の原子炉格納容器床面のデブリなどの堆積状況は不明確だが、一部に**半球状**のもの。(詳細は現段階では不明)



ジェットデフレクター裏側



バブル形状の堆積物



半球状の堆積物

第二章第二節 2号機及び3号機原子炉格納容器内の様子と検討状況

1号機PCV内部調査 (2022年2～5月)

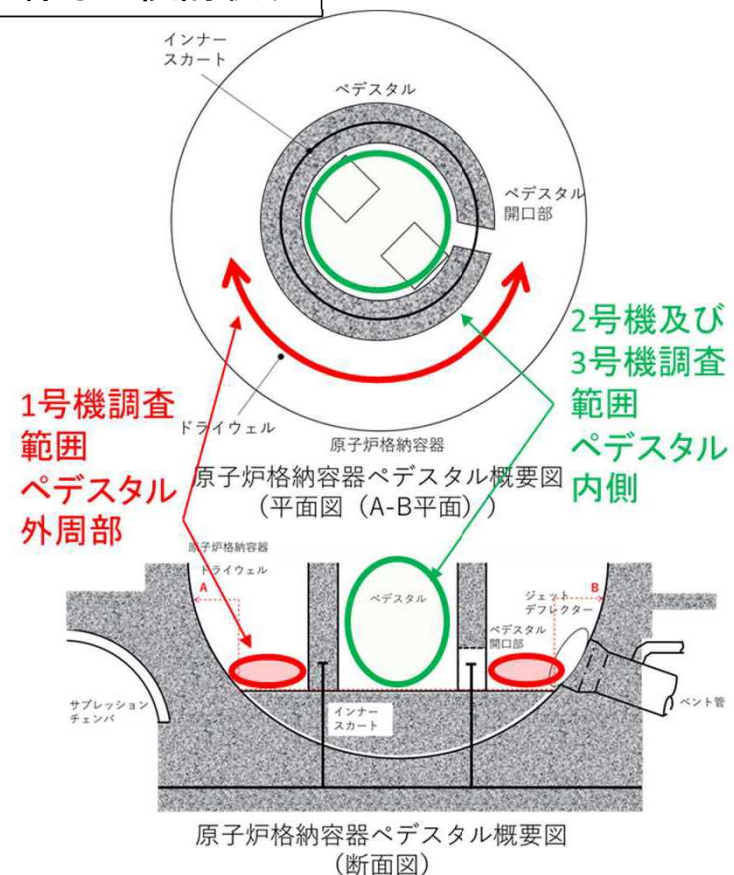
2号機PCV内部調査 (2018年1月)

3号機PCV内部調査 (2017年7月)

堆積物等



ベDESTAL壁面

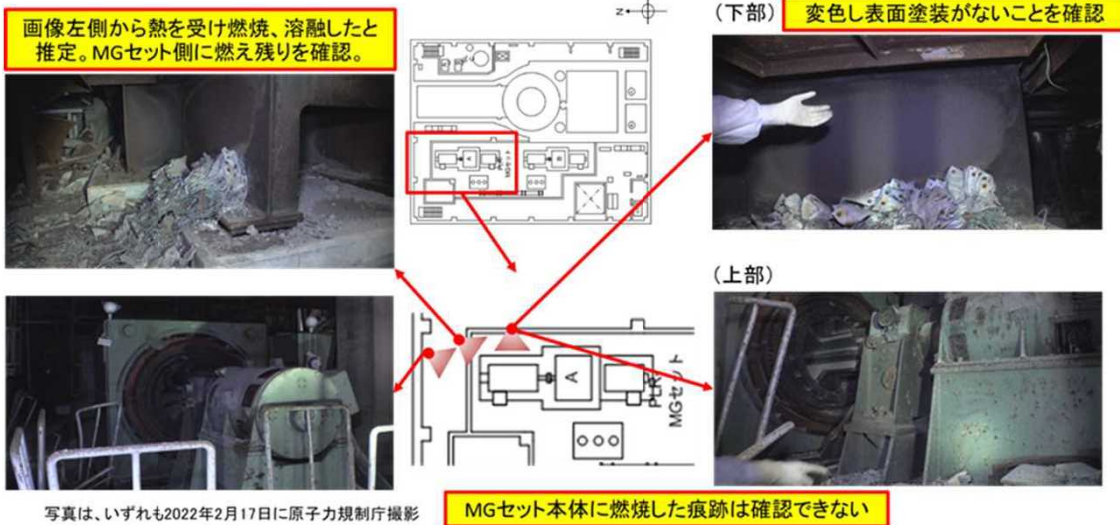


2号機及び3号機の調査範囲(ベDESTAL内側)と1号機の調査範囲(ベDESTAL外周部)は異なるが、2号機及び3号機では、ベDESTALのコンクリート損傷、テラス状構造、半球状堆積物等は確認されていない。

今後予定されている1号機ベDESTAL内部及び壁部の詳細観察等が重要。

写真の出典:第32回東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会 資料1-3 「1号機原子炉格納容器内部調査の整理点等について」原子力規制庁、<https://www.nra.go.jp/data/000408671.pdf>

第三章第一節 4号機原子炉建屋における「火災現場」位置の特定



MGセット(A)の北側の状況



MGセット(A)の西側（下部構造及びコンクリート基礎）の状況

現地にて現時点での火災の痕跡の有無等を調査。



その結果、着火原因までは判明しなかったものの、火災の発生場所は、可燃物が燃焼した痕跡が確認された4号機原子炉建屋4階北西部の再循環ポンプ電動発電機(MGセット(A))周辺と特定。

火災の発生源や着火原因等については、現場に残されている燃え残り物などを分析することによって、更に判明する事項もあると考えられるため、引き続き検討を行う。

第三章第二節 3号機水素爆発関連の試験等

東京電力における加熱試験

- 1) 1000°C水素ガス環境下
- 2) 1000°C水蒸気環境下
- 3) 200°C水蒸気環境下(24時間保持)

JAEAにおける加熱試験

- 1) 1200°C窒素ガス環境下

試験前

○ウレタン保温材



試験前

○ウレタン保温材



試験前

試験後



試験後
(1000°C水素ガス環境下)



試験後
(1000°C水蒸気環境下)



試験後
(1200°C窒素ガス環境下)



試験後
(200°C水蒸気環境下)

3号機原子炉格納容器内で使用されているケーブル、塗料、保温材等の加熱試験を実施。

JAEA及び東京電力の試験の結果、ある程度の有機化合物が発生することを確認。ただし、今回の試験結果(水素または窒素ガス環境下)では発生量は限られている可能性が高い。

東京電力の水蒸気環境下の試験では、水蒸気条件下で有機物の分解が大幅に促進される可能性を示しており、200°C水蒸気環境下ではウレタン保温材試料が液化することが確認された。

東京電力の試験結果は、1号機原子炉格納容器内部調査で確認された原子炉再循環系配管のウレタン保温材の消失にも関係している可能性がある。

引用等

- 東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ(2023年版)(1/2)
(令和5年3月7日 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会)

<https://www.nra.go.jp/data/000425218.pdf>

- 東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ(2023年版)(2/2)
(令和5年3月7日 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会)

<https://www.nra.go.jp/data/000425219.pdf>

- 東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会
(第20回(令和3年5月18日)～第36回(令和5年3月7日))

https://www.nra.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/jiko_bunseki01/index.html