

原子炉建屋での水素爆発発生時の 映像を用いた分析

2020年11月12日

東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

○原子炉建屋での水素爆発発生時の映像について

- ❑ 日本テレビ放送網株式会社及び株式会社福島中央テレビの技術協力により、水素爆発発生時の映像が最新の映像技術を用いて鮮明化された。
- ❑ 原子力規制庁では、映像処理された当該映像をもとに3号機原子炉建屋の水素爆発発生時の原子炉建屋の変形、火炎の発生状況等の分析を行った。

○映像の鮮明化等について

【2011年3月14日11:01頃（3号機水素爆発発生時）】



映像処理後
(鮮明化)

←
映像の鮮明化等

映像処理前

↓
映像の分割化 (次ページ参照)

○映像の分割について

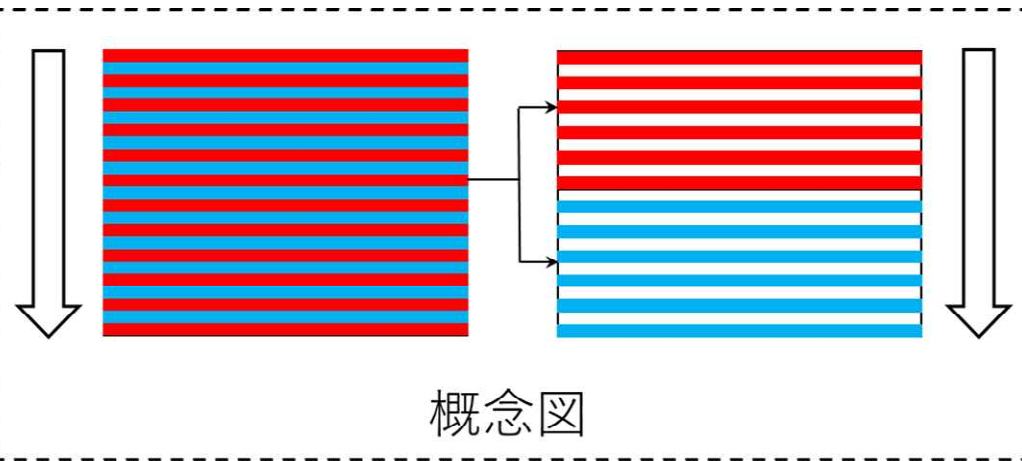


1 / 30 秒

映像処理前
(30コマ/秒)

映像処理後
(60コマ/秒)

$2 / 60 = 1 / 30$ 秒



原子炉建屋の変形、火炎の発生状況等を確認

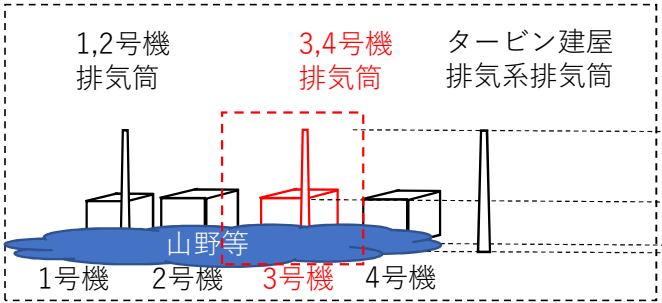
【3号機】



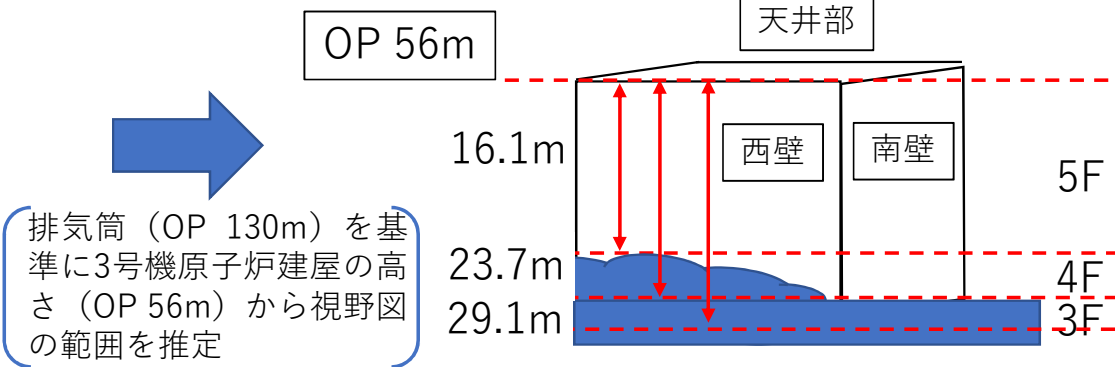
3,4号機排気筒（スタック）

3号機原子炉建屋

3号機原子炉建屋の5階～4階に相当



視野図（概要）



映像処理後
(60コマ/秒)

※建屋の変形を確認するため、原子力規制庁において補助線（白点線）を加えている。



- ・ 原子炉建屋の北西方向への変形開始
- ・ 建屋東南角4階天井高さ付近に小火炎（赤紫色）の発生



- ・ 建屋屋根東南部に火炎（黄橙色）が発生
- ・ 4階部分から映像右方向に白煙放出
- ・ 建屋の北西方向への変形継続
- ・ 建屋北西角の北西方向への膨張開始
- ・ 建屋南壁の崩落開始

映像処理後
(60コマ/秒)

※建屋の変形を確認するため、原子力規制庁において補助線（白点線）を加えている。



- ・ 建屋屋根東南部の火炎（黄橙色）が拡大
- ・ 建屋南壁の崩落顕著
- ・ 東南角への噴出も顕著



- ・ 火炎（黄橙色）、建屋南壁の崩落、東南角への噴出に大きな変化なし
- ・ 建屋屋根中央部の上方への膨張開始か明確ではない

※映像処理前に火炎が最初に確認された時点をも0秒としている。

映像処理後
(60コマ/秒)

※建屋の変形を確認するため、原子力規制庁において補助線（白点線）を加えている。



- ・ 建屋屋根東南部の火炎（黄橙色）が拡大
- ・ 建屋屋根、見かけ上スタック左にも小火炎
- ・ 建屋南壁の崩落拡大は5階部分下部まで進んで一旦停止か
- ・ 東南角への噴出は進行し、4号機建屋の陰にまで至った
- ・ 建屋屋根中央部の上方への膨張開始



- ・ 建屋屋根東南部及び見かけ上スタック左の小火炎（黄橙色）は継続
- ・ 建屋南壁の崩落顕著は前コマとほぼ同じ
- ・ 南壁4階部分や南東方向に見られる小さな火炎色部分は、輝度からして火炎の照り返しか
- ・ 建屋屋根中央部の上方への膨張継続

○事象進展の整理

映像処理前 (30コマ/秒)		映像処理後 (60コマ/秒)	
特段の異常は認識できない。	- 2 コマ	- 4 コマ	特段の異常は認識できない。
		- 3 コマ	特段の異常は認識できない。
建屋の北西方向への変形は確認されたが、建屋東南部の火炎は明確には認識できない。	- 1 コマ	- 2 コマ	建屋の北西方向への変形開始。東南角4階天井高さ付近に小火炎(赤紫色)。
		- 1 コマ	建屋屋根東南部に火炎(黄橙色)発生。建屋4階部分から映像右方向に白煙放出。建屋変形継続。建屋北西角の北西方向への膨張開始。建屋南壁の崩落開始。
建屋屋根南東部の火炎(黄橙色)確認。建屋南壁の崩落開始。北西角はぼやけて状況を認識できない。	0 秒	0 秒	建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)は拡大中。建屋南壁の崩落顕著。東南角への噴出も顕著に。
		1 コマ	建屋屋根東南部の火炎(黄橙色)は前コマとほぼ同じ。建屋南壁の崩落も前コマと同程度。東南角への噴出も同様。建屋屋根中央部の上方への膨張開始か明確ではない。

: 6～8ページ参照

○事象進展の整理

映像処理前 (30コマ/秒)		映像処理後 (60コマ/秒)	
建屋屋根南東部の火炎（黄橙色）の継続。建屋南壁の崩落進行。北西部はぼやけて状況を認識できない。	1コマ	2コマ	建屋屋根東南部の火炎（黄橙色）は拡大中。建屋屋根、見かけ上スタック左にも小火炎。建屋南壁の崩落拡大は5階部分下部まで進んで一旦停止か。東南角への噴出は進行し4号機建屋の陰にまで至った。建屋屋根中央部の上方への膨張開始。
		3コマ	建屋屋根東南部及び見かけ上スタック左の小火炎（黄橙色）は継続。建屋南壁の崩落顕著は前コマとほぼ同じ。南壁4階部分や南東方向に小さな火炎色部分が見られる、輝度からして火炎の照り返しか。建屋屋根中央部の上方への膨張継続。
建屋屋根南東部の火炎（黄橙色）最大。建屋南壁の崩落は一旦停止か。北西部はぼやけて状況を認識できない。建屋屋根中央部の上方への膨張確認。（膨張状態から見てもう少し前から膨張を開始していたとみられる。）	2コマ	4コマ	北西部4階と5階の境界部付近からの爆炎が2号機建屋の南壁を隠し始めたとみられる。建屋屋根東南部の火炎（黄橙色）は最大に至る。
		5コマ	建屋屋根東南部の火炎（黄橙色）最大に至り、前コマとほぼ同じ。

: 6～8ページ参照

○複数段階事象仮説※の整理

映像処理前 (30コマ/秒)	映像処理後 (60コマ/秒)
①原子炉建屋内で、北西部に大きな損傷を与える第1段階の水素爆発 (RB4階の可能性もある)	①建屋を北西方向に変形させる力を与えた水素爆発現象がまず生じた。 (以下「前駆爆発」と呼ぶ。)これにより、RB北西部の膨張破損開始。 RB東南角5階下部付近にも破損発生。
②原子炉建屋南東側天井部に裂け目が生じ、火災発生	②次いで、RB屋根南東部から可燃物質(炭化水素ではないか?)を含む水素が噴出し黄橙色の火炎が発生するとともに、RB南壁5階部分の破損・崩落開始。同時にRB南東方向に噴出様のものが見られるが詳細は不明。
③これとは別に、原子炉建屋中央天井部から第2段階の爆発・燃焼による爆煙上昇	③最初の前駆爆発から2~3/60s程度して、建屋変形などによって弱体化していたRB屋根中央部は上方へと膨れ上がり始めた。どの時点で、RB5階西側側壁部分が水平方向に吹き飛んだかは不明。
④残存水素が燃焼しつつ爆煙を吹き上げる	④この上方への噴煙は第2段階の上昇に移行し、1秒後にはスタック頂部より少し高い位置に到達。この途中で、南東角の火炎は上昇する噴煙の中に吸い込まれる。なお、この上昇する噴煙付近にも小規模の火炎が見られる。この現象は、残存水素等の燃焼によるものと思われる。

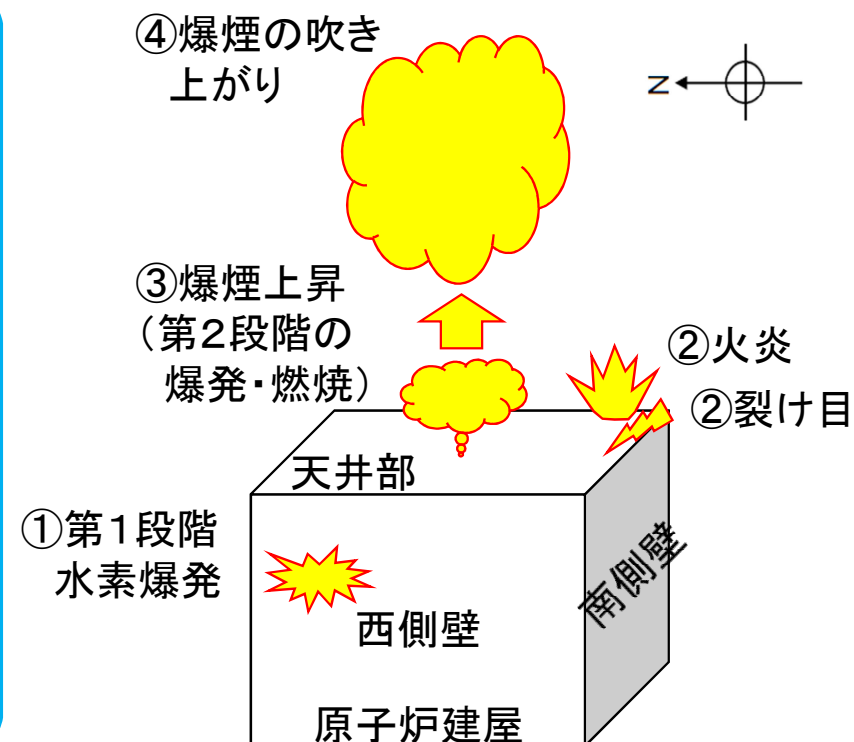
⑤以上の結果、3号機の「水素爆発」は、前駆爆発 = 4階部分の損壊、建屋上部の火炎発生・継続、RB屋根部の上方への膨張、残存水素の燃焼による噴煙上昇が、この順番で発生した、一連の、しかし、一つではない現象であったと考えられる。

なお、火炎の色は黄橙色であり、RB内部にあった気体は、主成分である水素に炭化水素が混ざったものだったのではないかと推測される。ただし、現時点では、比率までは分からない。

※複数段階事象仮説：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13回会合資料2参照。

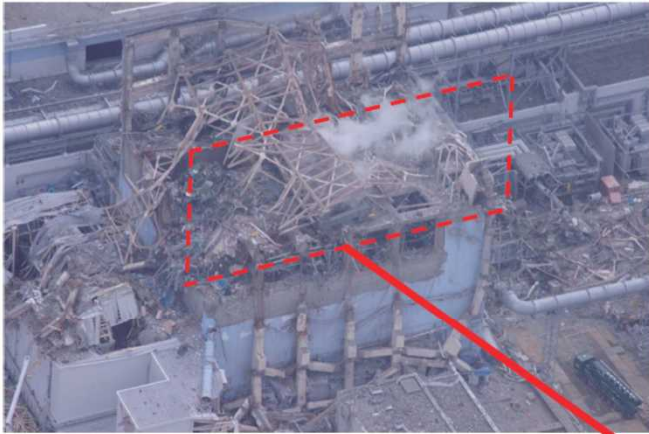
4. 複数段階事象仮説

- ① RB内で北西部に大きな損傷を与える第1段階の水素爆発(RB4階の可能性もある。)
- ② RB南東側天井部に裂け目が生じ、火炎発生
- ③ これとは別に、RB中央天井部から第2段階の爆発・燃焼による爆煙上昇
- ④ 残存水素が燃焼しつつ爆煙を吹き上げる



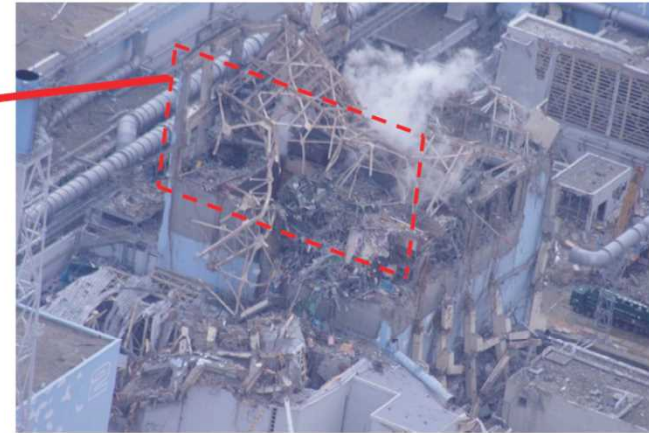
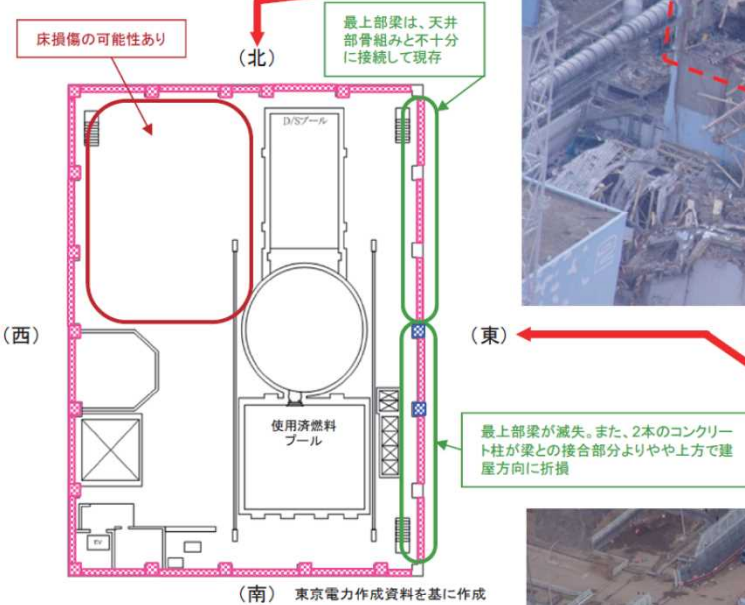
3号機RB の損傷状況

【西側壁面】



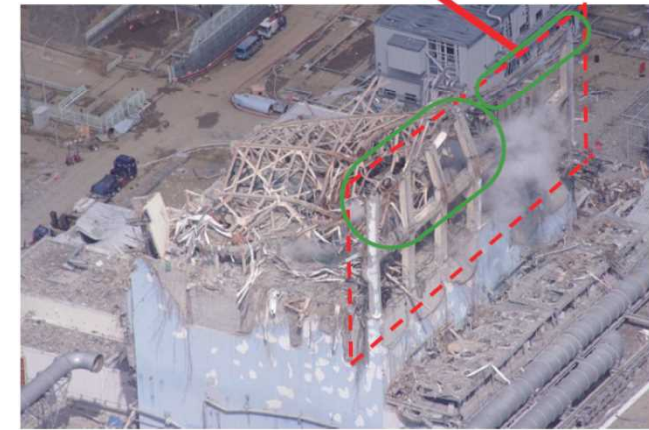
平成23年3月27日 防衛省撮影

【5階】



平成23年3月27日 防衛省撮影

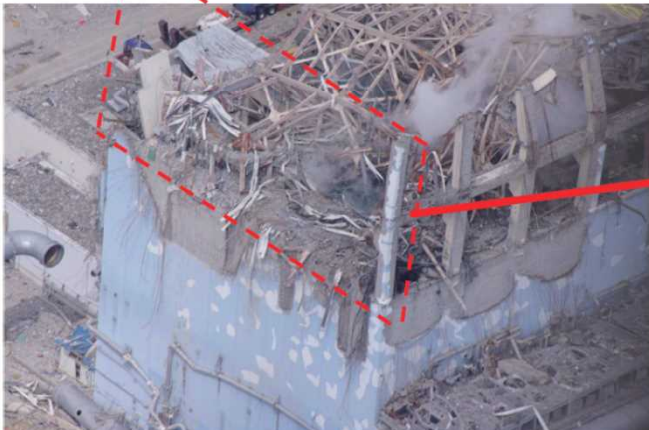
【東側壁面】



平成23年3月27日 防衛省撮影

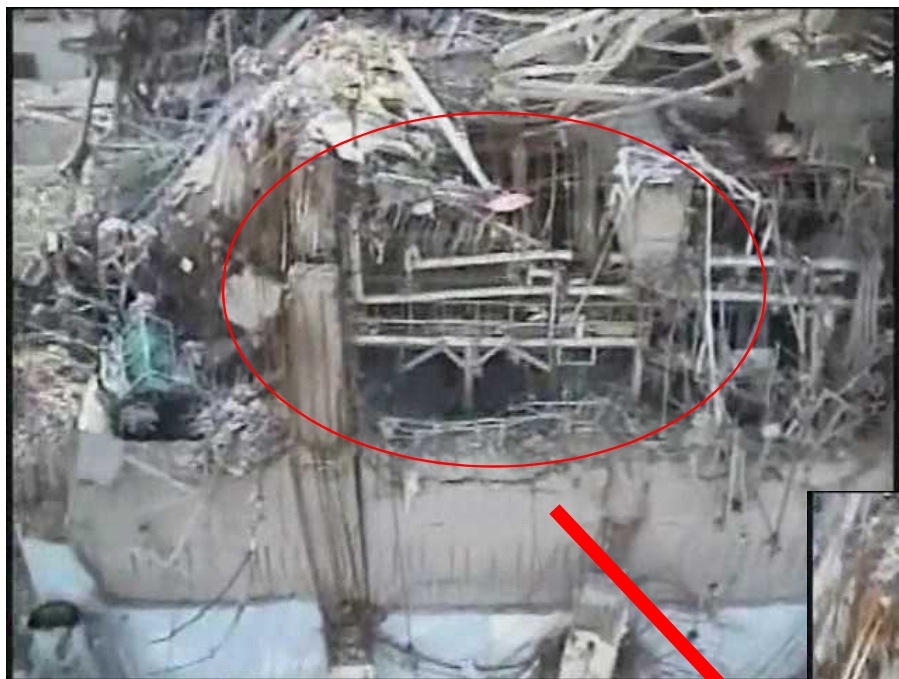
東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会（政府事故調）最終報告書（2012.07.23）より抜粋

【南側壁面】

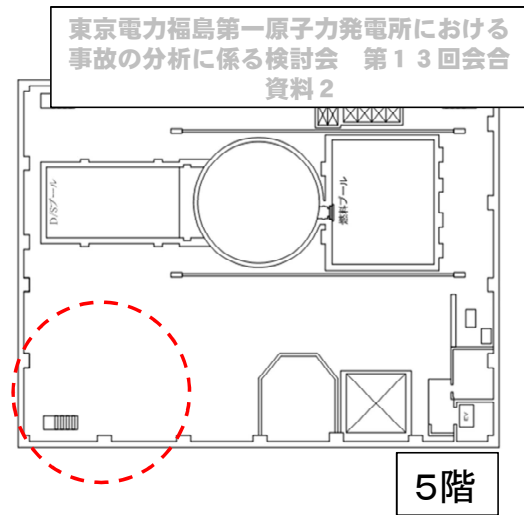


平成23年3月27日 防衛省撮影

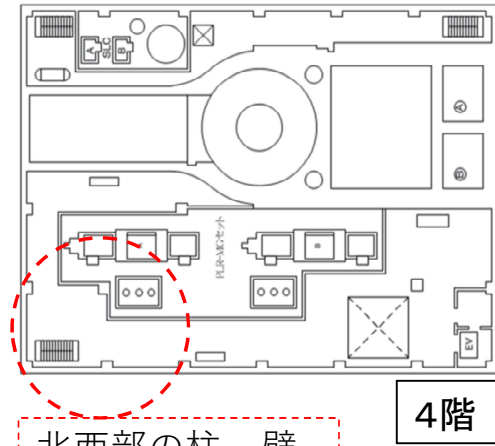
○3号機原子炉建屋 北西部(5階、4階)の損傷



柱、壁の全壊。



5階



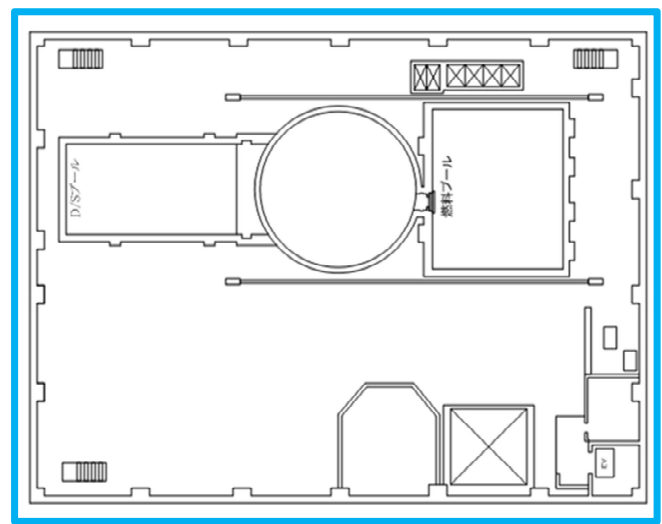
4階

北西部の柱、壁、床が全壊。

東京電力ホールディングス株式会社HP
T-Hawkからの撮影映像(1号、3号、4号機)より抜粋
<https://photo.tepco.co.jp/date/2011/201104-j/110416-02j.html>



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13回会合
資料2



3号機原子炉建屋5階

2014/1/31 東電クレーンカメラ

3号機原子炉建屋北西部の損傷状況



平成23年3月15日東京電力撮影を一部加工

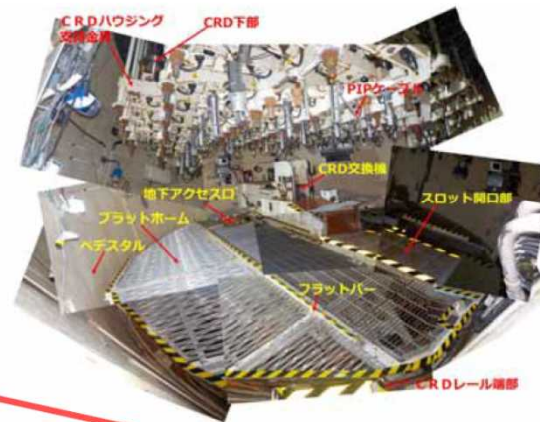
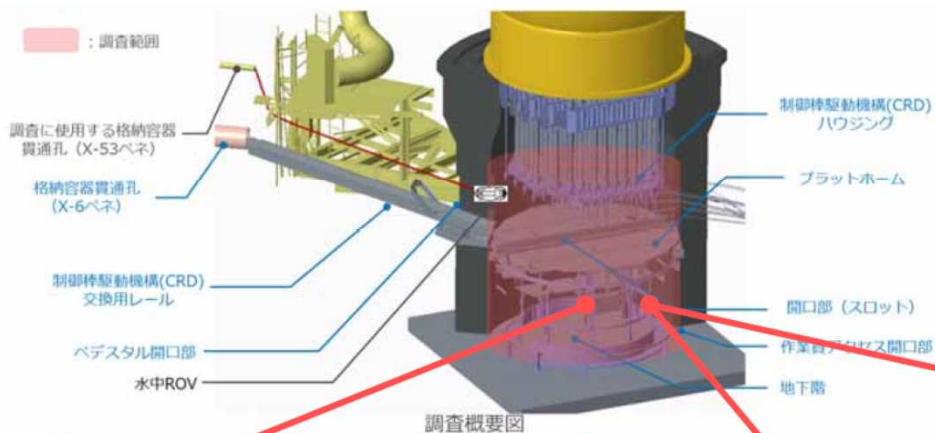
2011年3月14日11時04分 衛星写真



○ 3号機原子炉格納容器内の状況

1. 3号機 PCV内部調査進捗 (22日調査速報) (1/2) < 参考資料 > 2017年7月22日 東京電力ホールディングス株式会社

■ 本日の調査状況は以下の通り

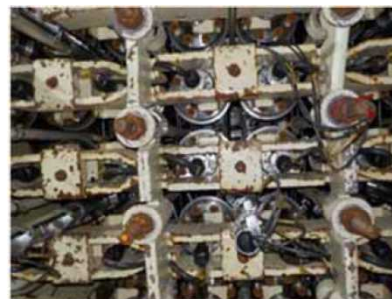
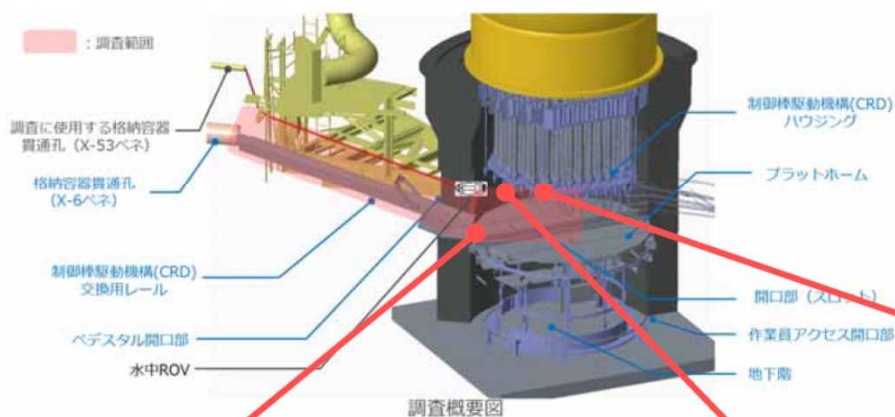


3号機 PCV内部調査進捗 (22日調査速報) (2017年7月22日東京電力ホールディングス株式会社) より抜粋

○ 3号機原子炉格納容器内の状況

1. 3号機 PCV内部調査進捗 (19日調査速報) (2/2)

■ 本日の調査状況は以下の通り



(参考) 5号機のCRDハウジングおよびCRDハウジング支持金具



3号機 PCV内部調査進捗 (19日調査速報) (2017年7月19日東京電力ホールディングス株式会社) より抜粋

映像処理後（60コマ/秒） -2コマ

【参考】

福島中央テレビ/日本テレビ

※超解像処理をしています

※許可なく転載・複製することを禁じます



映像処理後（60コマ/秒） -1コマ

【参考】

福島中央テレビ/日本テレビ

※超解像処理をしています

※許可なく転載・複製することを禁じます



映像処理後（60コマ/秒） 0秒※

※映像処理前に火炎が最初に確認された時点を0秒としている。

【参考】

福島中央テレビ/日本テレビ

※超解像処理をしています

※許可なく転載・複製することを禁じます



映像処理後 (60コマ/秒) 1コマ

【参考】

福島中央テレビ/日本テレビ

※超解像処理をしています

※許可なく転載・複製することを禁じます



映像処理後（60コマ／秒） 2コマ

【参考】

福島中央テレビ/日本テレビ

※超解像処理をしています

※許可なく転載・複製することを禁じます



映像処理後（60コマ/秒） 3コマ

【参考】

福島中央テレビ/日本テレビ

※超解像処理をしています

※許可なく転載・複製することを禁じます



注意事項

本資料の画像は、東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析のために、原子力規制委員会が株式会社福島中央テレビ及び日本テレビ放送網株式会社から提供を受けたものです。

本資料に掲載の画像を引用などで使用される場合は、福島中央テレビ及び日本テレビの両社クレジットを必ず記載し、また、原子力規制委員会の資料からの引用であることを明記する必要があります。