#### 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15回会合 資料1

#### 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15回会合

#### 議事次第

- 1. 日 時 令和2年11月12日(木)14:30 ~ 18:00
- 2. 場 所 原子力規制委員会 13 階会議室 A
- 3. 議 題
  - (1) 福島第一原子力発電所3号機の水素爆発について
  - (2) 3号機原子炉格納容器内の圧力挙動について
  - (3) 2号機シールドプラグの汚染状況について
  - (4) その他
- 4. 配布資料
  - 資料1:議事次第
  - 資料2:福島第一原子力発電所3号機における水素爆発について
  - 資料2-1:原子炉建屋での水素爆発発生時の映像を用いた分析
  - 資料2-2:3号機原子炉建屋の損傷状況について
  - 資料2-3:水素爆発時の振動記録を用いた振源付近の振幅比の推定
  - 資料3:3号機の原子炉圧力及び格納容器圧力の挙動について(3)
  - 資料4:2号機シールドプラグ下面の汚染密度の推定について
  - 資料5: JAEAにおける試料分析について(2) [国立研究開発法人日本原子力研究 開発機構]
  - 資料6:これまでの事故分析検討会における論点の整理
  - 資料6-1:追加説明資料 1,3号機水素爆発時の気象等



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15回会合 資料2

# 福島第一原子力発電所3号機における水素爆発について

- ▶ 資料2-1:原子炉建屋での水素爆発発生時の映像を用いた分析
- ▶ 資料2-2:3号機原子炉建屋の損傷状況について
- ▶ 資料2-3:水素爆発時の振動記録を用いた振源付近の振幅比の推定



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2-1

1

# 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

(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

<u>確ではない</u>

※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。



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。	-237	-4 -7	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 -7	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 ⊐ 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 ⊐ マ	2 그 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 ⊐ 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 ⊐ 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。





○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。
<ul> <li>②原子炉建屋南東側天井部に裂け目が生じ、火災発生</li> </ul>	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。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。



#### 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

12

## 4. 複数段階事象仮説

 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。)
 RB南東側天井部に裂け目が生じ、火炎発生
 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
 残存水素が燃焼しつつ爆煙を吹き上げる







平成23年3月27日 防衛省撮影







平成23年3月27日 防衛省撮影



- 16 -





15

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







## 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) 

     4 参 考 資 料 >
     2 0 1 7 年 7 月 2 2 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

IRID TEPCO

- 20 -



- ○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



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

- 21 -











#### 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。



















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。



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2-2

# 3号機原子炉建屋の損傷状況について

# 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



〇3号機原子炉建屋の損傷状況

○ 令和元年12月12日及び令和2年9月18日の現地調査において、3号機原子炉建屋3階西側の天井部及 び梁に損傷が確認されている。

〇本資料では、現地調査で確認された3号機原子炉建屋3階西側の梁の損傷状況及び4階西側の損傷状況に ついて整理した。

〇整理にあたっては、3階西側天井部を南北に走る「小梁」及び東西に走る「大梁」の損傷状況に注目している。

小梁の損傷状況

3階西側中央部付近で小梁の両端部が大きく損傷しており、損傷状況から

「<u>せん断破壊</u>」と考えられる。

大梁の損傷状況

3階西側中央部付近で大梁の中央部付近で梁下面に向かってひび割れが発生

しており、損傷状況から「曲げ破壊」と考えられる。

4階の損傷状況

4階西側付近は、外壁は抜けているが、設備等に大規模な損傷は見られない。









#### O3号機原子炉建屋3階小梁(A,B)の損傷状況











## 〇小梁(B-3)の損傷状況









#### O3号機原子炉建屋3階大梁(A,B,C)の損傷状況












大梁の下面に向 かってひび割れ、 <sup>1</sup> 表面塗料の剥離 等

























- 44 -













写真は、令和2年9月18日 原子力規制庁撮影



20

# (2) 3号機原子炉建屋内調査について(令和2年9月17-18日、9月11日(試料採取))



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3

21

## (2) 3号機原子炉建屋内調査の実施概要

#### (1)目的

3号機原子炉建屋の3階西側では梁や天井の損傷が確認されている。損傷が確認された小梁の上部(4階床面)等の 状況を確認するために、3階天井の開口部から4階の床面付近の調査を行った。

また、水素爆発による原子炉建屋への発生応力等の影響を検討するため、3号機原子炉建屋3階西側の大梁及び小 梁の損傷状況を調査した。

原子炉建屋内の汚染状況を検討するため、3号機タービン建屋内に飛散したがれき試料(原子炉建屋内壁と思われるもの)の採取を行った。

(2)場所

①3号機原子炉建屋3階(調査日:令和2年9月18日)

②3号機タービン建屋(がれき試料採取)(採取日:令和2年9月11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第14回会合 資料3

22

#### (2) 3号機原子炉建屋内調査の実施概要

(3)調査日

令和2年9月17日(予備調査、4号機原子炉建屋内)、18日、9月11日(試料採取)

(4)調査実施者

令和2年 9月17日 原子力規制庁職員 6名

令和2年 9月18日 原子力規制庁職員 6名

令和2年 9月11日 原子力規制庁職員 3名

(5) 被ばく線量

令和2年 9月17日 最大:0.01 mSv、最小:0.01 mSv

令和2年 9月18日 最大:3.31 mSv、最小:3.05 mSv

令和2年 9月11日 最大:0.15 mSv、最小:0.13 mSv

※被ばく線量[mSv]の最大、最小は、調査実施者のうち、最も被ばく線量の高い人の値と低い人の値を1日の合計値(同

日に複数の調査を実施した場合は、他の調査による被ばく線量との合算値)として示した。





















- 57 -



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3

# O3号機原子<u>炉建屋3階(天井付近)</u>





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14回会合 資料3





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14回会合 資料3





# はりの爆発応答解析による爆発規模の推定について

2020年11月12日 防衛大学校 建設環境工学科 准教授 市野 宏嘉

# はりの爆発応答解析による爆発規模の推定

爆風圧の大きさと作用時間がわかれば、はりなどの構造体の材料、形状、固定条件などから 構造体の変位の概略の値を求めることが可能である。

逆に、実際の損傷から観察される変位をもとに、爆発事故の際の爆風圧の大きさと作用時間 を推定することも可能と考えられる。

今回は、爆風圧の大きさと継続時間を適宜に仮定して、3号機建屋の大はりが爆発を受けた 際にどの程度変位するかを簡易的に試算した。

# 1 自由度モデルを用いた爆発応答解析 爆発を受けるはり O カを受けるばねとおもり

 $\bigcirc$ 



はりの形状、寸法、配筋、材料強度、固定条件など

- はりの中央部の変位と、おもりの変位が一致するように、爆発を受ける はりの動きをばねとおもりの動きに変換する。
- 〇 おもりの運動方程式を解けば、はりの変位が得られることになる。

#### 前提条件(水素爆発)

○ 水素爆発の爆風圧~時間関係





○ 考慮する爆風の作用範囲は、①はりのみ、②床版を含む、の2種類

#### 前提条件(はり)

- 〇 計算対象は3号機3階大はり
- 初期の固定条件は両端固定
- はりは支点間の中央を中心として対称に曲げ変形すると仮定
- もともとはりに作用していた荷重は除外
- 爆発荷重は大はりまたは床版に直接作用するものとし、
  大梁に接続している小はりからの荷重の伝達は考慮しない
- コンクリート、鋼材の動的強度増加率は1. ○を使用

## 解析結果(はりに作用した爆風のみ考慮)



○ 100~500kPaの爆風圧に対して、はりは2~27mm変位

## 解析結果(床版に作用した爆風も考慮)



○ 50~500kPaの爆風圧に対して、はりは9~235mm変位

#### まとめ

- 大梁の写真:曲げにより目視で明らかに認め得るほどの下方向の変位が発生
- 〇 試算の結果: 50~500kPa、作用時間20~100msの爆風圧に対して、
  はりの最大変位は2~235mm
- 〇 水素爆発の映像:1/60秒(約17ms)の画像にして数コマ程度の現象

以上より、50~500kPa程度の爆風が数十ms程度作用していたと考えてよいのではないか。



# 水素爆発時の振動記録を用いた振源付近の振幅比の推定

# 2020年11月12日 地震・津波研究部門



# ○本検討の背景及び目的

- ▶ 背景: 1,3及び4号機の水素爆発に伴う爆発規模を振動の観測記 録より推定できないか。
- ▶ 目的: 各号機の爆発に伴い放出されたエネルギーのうち、地盤に 伝播した振動のエネルギー比を推定する。

# 〇第13回事故分析検討会(9/3開催)で示した分析計画

- フェーズ(P波、S波など)が特定できる観測波のみを分析に用いる。
- 振幅の評価に上下動成分を考慮する。
- 観測点毎(A~E)の振動の増幅特性の違いを考慮する。 また、非弾性減衰特性が号機間の爆発で大きく異ならないという 条件下で分析する。



OP波及びS波の抽出

 ● 各観測点でP波、S波の到達時刻を 読み取り、波形上にプロット

● P波、S波の伝播速度Vp,Vsを推定





- 71 -



# 〇 最大加速度を読み取るS波区間の設定

- S波の到着時刻から1秒間の区間を設定
- 設定した区間内の最大加速度を読み取り
- 最大加速度は観測された加速度波形<u>3成分(水平動2成分、上下動)の合成</u> 振幅(SRSS)で評価
- D観測点の加速度波形及び3成分の合成振幅 D観測点の加速度波形及び3成分の合成振幅 (1号機爆発時) (3号機爆発時)




### ○ 観測された振幅値の距離減衰特性

- 観測された振幅を距離減衰特性式による回帰を行い、
   振源付近の振幅比として算定
- <u>地盤の減衰特性はすべてのプラントの爆発記録について同じ</u>として回帰



4



### ○ 爆発時の振源付近の振幅比の推定

(1号機爆発時の振幅)/(3号機爆発時の振幅)=約2.1倍 (地震動のエネルギーが最大加速度値の2乗に比例すると仮定すれば、エネルギー比で約4.4倍)

(4号機爆発時の振幅)/(3号機爆発時の振幅)=約0.1倍

(同 エネルギー比で約0.01倍)



- 74 -



O まとめ

- S波の到着時刻から1秒間の区間における、最大加速度振幅を S波の最大振幅として見積もり、距離減衰特性式による回帰を行った。
- 回帰曲線から振源における振幅を推定し、1号機、3号機及び4号機 爆発時の振幅比を推定した。
- 1号機爆発時の振源の振幅は3号機の2.1倍(エネルギー比で4.4倍)程度<sup>※</sup>、
   4号機爆発時の振源の振幅は3号機の0.1倍(エネルギー比で0.01倍)程度<sup>※</sup>
   であった。

※本検討で推定したのは、各号機の爆発に伴い放出されたエネルギーのうち、地盤に伝播した 振動のエネルギー比である。



# 3号機の原子炉圧力及び格納容器圧力の 挙動について(3)

## 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 星 陽崇



# 3号機のPCV圧力

事故後は、PCVベントによってPCV圧力が低下したと判断されていたが、成功したのは最初の2回のみである



※3月13日 11:17 AO弁閉確認





月日	時刻	3号機		4号機	
3 月 13 日	8:40~ 9:10 9:20 9:28 12:30 14:31	運転員は RHR 注入弁を手動にて開操作し、 D/Wスプレイの弁を手動にて閉操作して原子 炉代替注水ラインへ切り替えた。(ここまでは白 いもやに関する記述無し) PCVベント(1回目) この頃、原子炉建屋1階は、霧が充満したよう にモヤモヤと白くなり、線量計の数値が上昇し て来たため、現場から退避。*1 PCVベント(2回目) 原子炉建屋二重扉北側で300 mSv/h 以上 (中は白いモヤモヤ状態)、南側100 mSv/h との測定結果が報告された。*1	【ベント準備作業に関する記述】 9時10分頃、(中略)具体的な時間は不明 であるものの、遅くとも同日14時31分頃 までの間に、3号機R/B1階南側で作業し ていた復旧班は、R/B内のいずれかから 「シューッ」という音を聞き、周囲がそ れまでよりも濃いモヤで包まれたため、慌 ててR/B外に退避した。*2	、 線量(APD警報) に関する記載なし	
3 月 14 日	4:08			運転員は使用済燃料プール水 温が84℃であることを確認した。 <sup>※1</sup>	
	10:30頃 11:01	原子炉建屋爆発	3月14日に発電所対策本語 確認するため原子炉建屋最 向かったが、原子炉建屋内 ングフロアへたどり着くこと7 原子炉建屋入域後、10〜1	3月14日に発電所対策本部復旧班が4号機使用済燃料プールを 確認するため原子炉建屋最上階にあるオペレーティングフロアへ 向かったが、原子炉建屋内の線量が高い状態にあり、オペレーティ ングフロアへたどり着くことができなかった。 原子炉建屋入域後、10~15 秒で4mSvのアラーム(APD)が鳴り	
※1 東京電力株式会社、福島原子力事故調査報告書、平成 24 年6月 20 日 ※1 東京電力株式会社、福島原子力事故調査報告書、平成 24 年6月 20 日 ※1 東京電力株式会社、福島原子力事故調査報告書、平成 24 年6月 20 日 を断念。※1					

※1 米ホ电力体式云社、福岡原丁力争政調宜報古者、平成 24 平0月 20 日 ※2 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、最終報告、平成2787月23日



3号機格納容器からの漏えい



MSIV室の北側と南側上 部にブローアウトパネル が設置されている

- 3号機で測定された建屋内線量は、1号機での測定 結果と同程度であったが、他方、ベントガスが逆流 した4号機での測定結果の数分の1程度でもあり、 4号と同様にベントガスの逆流の可能性がある
- 当時の現場の状況からは、PCVからの漏えいが示唆されるが、ブローアウトパネルの状態確認等、3
   号機での追加調査が必要
- ただし、その後のPCV圧力の推移から、漏えいが 発生したとしてもプラントの圧力挙動に影響を及ぼ す規模ではなく、微小な漏えいと考えられる



ベント前の崩壊熱、FP等の輸送







#### 3月14日4時頃には、前頁の②(RPV→S/C)は主たる輸送経路ではなくなっている



(5)



# ADSの開状態について

#### ベント弁が閉じた後にS/C圧力が先行して上昇していることから、蒸気がS/Cへ輸送されている





# RPV圧力



引用: 東京電力ホールディングス株式会社、「福島第一原子力発電所1**~355機の**炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検 討 第5回進捗報告」、平成29年12月25日

(7)



# ADSの開状態維持について

### 2回目のベントが閉じた時点では、ADSは開状態を維持していない



8



# RPV下部ヘッドの損傷時期について

#### **RPV**での突発的な圧力上昇は、溶融燃料が下部プレナムに落下す ることで生じていると考えられる → 下部プレナムに冷却材が存在

Elapsed time (h) 42 44 46 48 50 54 52 200 RPV(A) -D/W Ο Vent RPV(B) -D/W Δ (kPa) RPV(operator) -D/W 圧カスパイクが生じていること 150 0 から、RPV下部ヘッドに水位を Ó 0 100 形成できないほどの規模の漏 0 差 O えいは生じていない **RPVとD/Wの**圧力 50 0 0 D О -50 -100 0 0 -150 Water injection 圧カスパイク -200 03/13 03/13 03/13 03/13 03/13 03/13 85 14:00 16:00 10:00 12:00 18:00 20:00



**D/Wでの水位形成後の圧力上昇** 



引用:原子力災害対策本部、「国際原子力機関に対する日本国政府の追加報告書 -東京電力福島原子力発電所の事故について-(第2報)」、平成23年9月

14日1時10分に逆洗弁ピット内の海水が残り少なくなったことから、一旦消防車を停止し、消防車を逆洗弁ピットに寄せてホースの吸い込み位置を深くするなど取水位置の調整を行ったところ、海水を引くことができ、14日3時20分に海水注入を再開した。





### ※ベント実施以前に、RPVからD/Wへの漏えいは生じている





# 今回のまとめ

- ベント実施前からRPVからD/Wへの漏えいが生じていたが、
  - 3月13日16時頃までは下部プレナムに冷却材が保持されて いたと考えられる
  - 3月14日1時頃にはD/W床に溶融炉心が移行していたと考 えられる
  - したがって、上記の間に下部ヘッドに大規模な損傷が生じた と推定される
- 3号機ではベントの準備終了とほぼ同時期にADSの起動によりラプチャディスクが破れ、ベントが成功したが、
  - 炉心損傷後の状況において、ADSは開状態が維持されず、 閉止したと考えられる



# これまでの議論から

- 全交流動力電源喪失時に、PCV外部からの窒素供給が途絶えた場合、S/RVは中間開の状態になると考えられる
- 炉心損傷後の高温環境下では、S/RVのバネの押し下げカが低下し、安全弁として動作する圧力が低下することが確認された
- ベント実施以前に、RPVからD/Wへの漏えいが生じていた
- 3号機ではこれまではPCV圧力の低下をベント成功と解釈されてきたが、
  - 成功したベントは最初の2回のみ(その後は4号機への逆流が生じない)
  - S/Cの水位が高かったことから、D/WとS/Cの圧力差の変動によって S/CからD/Wへの逆流が生じ、D/W床面まで水位が形成された
  - 溶融炉心がD/Wへ移行したことで、D/Wが蒸気等の発生源になったと 考えられる
  - 3月13日14時頃から3月14日21時頃までの圧力変動は、PCVからの 漏えいが継続しており、PCV内での蒸気等の発生量の変動による



参考

PCVベントの操作実績

	1 F 1	1 F 2	1 F 3
(5)格納容器ベントの開閉実績	<ul> <li>3/12 10:17 中操にて圧力抑制室側 A0 弁操作</li> <li>本操作に先だって、</li> <li>3/12 09:15 現場にてベントライン M0 弁手動 開 (25%)</li> <li>3/12 09:32 当該 A0 弁現場操作を試みるも高 線量で断念</li> <li>A0 弁駆動用空気圧の問題等から開状態維持が難 しく、開操作を複数回実施した様子。</li> <li>また、3/12 14:00 頃 A0 弁駆動用仮設空気圧縮機 を設置、その後 14:30 に格納容器圧力低下を確認。</li> </ul>	<ul> <li>3/13 11:00 圧力抑制室ベントライン構成終了(3 号機原子炉建屋水素爆発(3/14 11:01)後、弁が閉 であること及び開不能を確認)。         <ul> <li>その結果、以降もベントが試みられた模様。 3/14 21:00 頃 圧力抑制室側小弁操作 (3/14 23:35 同弁の閉を確認)</li> </ul> </li> <li>3/15 0:01 ドライウェル側小弁開操作 (数分後に同弁が閉であることを確認)</li> <li>上記 2 回のベント操作に対して、格納容器圧力の低下 は確認されず、ベントされたかどうかは不明。 なお、原子炉圧力容器の減圧を円滑に進めるために、 SRV 排気先の圧力抑制室の減圧・減温を図るために以下の操作も実施         <ul> <li>3/14 16:00 頃 圧力抑制室側弁開操作 (同日 16:21 同弁の開を確認できず)</li> </ul> </li> </ul>	<ul> <li>3/13 8:41 圧力抑制室側 A0 弁操作によってベント ライン構成終了、本操作に関連して、 以下の操作を実施</li> <li>・3/13 9:08 頃 逃がし安全弁による原子炉圧力容 器減圧操作(格納容器圧力の上昇)</li> <li>・3/13 9:20 頃 格納容器圧力の低下を確認</li> <li>・3/13 11:17 駆動用空気圧抜けによるベントライ ンA0 弁閉確認</li> <li>・以降も A0 弁駆動用空気圧や空気供給ラインの電 磁弁の励磁維持の問題から開状態維持が難しく、 開操作が複数回実施される。         <ul> <li>3/13 12:30 開操作/3/15 16:00 閉確認</li> <li>3/15 16:05 開操作/3/17 21:00 閉確認</li> <li>3/17 21:30 頃開操作/3/18 5:30 閉確認</li> <li>3/18 5:30 頃開操作/3/19 11:30 閉確認</li> <li>3/18 5:30 頃開操作/3/19 11:30 閉確認</li> <li>3/14 5:20 圧力抑制室側 A0 弁操作、6:10 に同弁 の開を確認するも、翌日 16:00 には閉であることを確 認。A0 弁駆動用空気供給ラインの電磁弁の励磁維持</li> </ul> </li> <li>第0問題から A0 弁の開状態維持が難しく、以降も開 操作が実施された模様。         <ul> <li>3/16 1:55 開操作/4/8 18:30 頃閉確認</li> </ul> </li> </ul>

14



# 参考 3号機における関連作業記録

O「3/13 8:41 圧力抑制室ベント弁(AO 弁)大弁開により、ラプチャーディスクを

除く、ベントライン構成完了。」以降の活動内容

#### 【ベントラインの維持継続】

- 13日8:41 にベントラインの構成が完了したことが発電所対策本部に報告され、 ラプチャーディスク破裂待ちとなった。
- ・ 13 日 9:08 頃, SRV が開いて原子炉の急速減圧開始。D/W 圧力が,
   637kPa[abs] (9:10) に上昇後,540kPa[abs] (9:24) まで減圧されたことを
   確認,発電所対策本部は,9:20 頃にベントが実施されたと判断した。
- ・13日9:28、D/W 圧力に一旦上昇傾向が認められた。中央制御室にいた復旧班は、原子炉建屋1階南側のAO 弁駆動用空気ボンベラックにおいて、S/C ベント弁(AO 弁)大弁の駆動用空気ボンベの状況確認を行ったところ、接続部からリークが確認されたことから修理を実施。ボンベの残量があったことから、ボンベはそのままとし、次の交換用ボンベとして、2本目のD/W 酸素濃度計校正用ボンベを取り外し、近くに用意した。
- この頃、原子炉建屋1階は、霧が充満したようにモヤモヤと白くなり、線量計の数値が上昇して来たため、現場から退避。退避後、交換用に用意したボンベの接続部が合わない可能性が考えられたことから、協力企業作業員とともに、協力企業倉庫で接続部を探し、準備した。
- ・ 13 日 11:17,復旧班は,ボンベ圧力抜けにより S/C ベント弁(AO 弁)大弁が 閉となったことから開操作を開始。原子炉建屋1階は温度,湿度とも高い可能 性があったことから,セルフエアセットを着用(作業時間 15 分)し,2 班体 制でボンベ交換作業を行うこととした。
- ・ 1 班が, 原子炉建屋 1 階南側の AO 弁駆動用空気ボンベラック付近に用意して いた 2 本目の D/W 酸素濃度計校正用ボンベへ駆動用ボンベを交換, 取り付け 完了。2 班が漏えい確認, ボンベ圧力確認を行い, 13 日 12:30, S/C ベント弁 (AO 弁)大弁の開を確認。その後, D/W 圧力が低下し始めた<sup>1</sup>。
- ・ この頃,復旧班がS/Cベント弁(AO弁)大弁の開ロックを試みたが, 今施立 ることが出来なかった。

引用:東京電力株式会社、福島原子力事故調査報告書、平成 24年6月20日 着色は著者

15



4号機における主な時系列

92

#### 平成23年3月12日(土)

参考

- 0:30 国による避難住民の避難措置完了確認(双葉町及び大熊町の3km以内 避難措置完了確認,1:45に再度確認)
- 1:20頃
   当社の高圧電源車1台の到着を確認。
- 4:55 発電所構内における放射線量が上昇したことを確認,官庁等に連絡。
- 5:44 内閣総理大臣が福島第一原子力発電所から半径 10km 圏内の住民に避 難指示。
- 7:11 内閣総理大臣が福島第一原子力発電所に到着。
- 8:04 内閣総理大臣が福島第一原子力発電所を出発。
- 10:15頃 当社及び東北電力が派遣した電源車 72 台が,福島に到着していることを確認(高圧電源車:福島第一 12 台,福島第二 42 台,低圧電源車: 福島第一 7 台,福島第二 11 台)。
- 16:27 モニタリングポスト No.4 付近で 500µSv/h を超える放射線量 (1,015µSv/h)を計測したことから,原災法第15条第1項の規定に基 づく特定事象(敷地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断,官庁 等に通報。
- 18:25 内閣総理大臣が,福島第一原子力発電所から半径 20km 圏内の住民に 対し避難指示。
- 平成23年3月13日(日)
- 8:56 モニタリングポスト No.4 付近で 500µSv/h を超える放射線量 (882µSv/h)を計測したことから,原災法第 15 条第 1 項の規定に基 づく特定事象(敷地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断,9:01 官庁等に通報。
- 14:15 モニタリングポスト No.4 付近で 500µSv/h を超える放射線量 (905µSv/h)を計測したことから,原災法第 15 条第 1 項の規定に基 づく特定事象(敷地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断, 14:23 官庁等に通報。
- 14:20 高圧電源車から4号機 P/C へ送電を開始。
- 平成23年3月14日(月)
- 2:20 正門付近で 500µSv/h を超える放射線量(751µSv/h)を計測したことから, 原災法第15条第1項の規定に基づく特定事象(敷地境界放射線量)

引用:東京電力株式会社、福島原子力事故調査報告書、平成 24 年6月 20 日 着色は著者 異常上昇)が発生したと判断,4:24 官庁等に通報。

- 2:40 モニタリングポスト No.2 付近で 500µSv/h を超える放射線量 (650µSv/h)を計測したことから,原災法第 15 条第 1 項の規定に基 づく特定事象(敷地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断,5:37 官庁等に通報。
- 4:00 モニタリングポスト No.2 付近で 500µSv/h を超える放射線量 (820µSv/h)を計測したことから,原災法第15条第1項の規定に基 づく特定事象(敷地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断,8:00 官庁等に通報。
- 4:08 4号機使用済燃料プール温度が84℃であることを確認。
- 9:12 モニタリングポストで 500µSv/h を超える放射線量(518.7µSv/h)を 計測したことから,原災法第15条第1項の規定に基づく特定事象(敷 地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断,9:34 官庁等に通報。
- 10:30頃 使用済燃料プールの状況確認に向かったが原子炉建屋内の放射線量が 高く入域を断念。
- 21:35
   正門付近で 500µSv/h を超える放射線量(760µSv/h)を計測したことから,原災法第15条第1項の規定に基づく特定事象(敷地境界放射線 量異常上昇)が発生したと判断,22:35 官庁等に通報。

#### 平成23年3月15日(火)

- 5:35 福島原子力発電所事故対策統合本部設置。
- 6:14頃 大きな衝撃音と振動が発生。中央制御室では4号側の天井が揺れる。
- 6:50 正門付近で 500µSv/h を超える放射線量(583.7µSv/h)を計測したことから,原災法第15条第1項の規定に基づく特定事象(敷地境界放射線量異常上昇)が発生したと判断,7:00官庁等に通報。
- 6:55 4 号機原子炉建屋 5 階屋根付近に損傷を確認。
- 7:55
   4 号機の原子炉建屋 5 階屋根付近にて損傷を発見したことを官庁等に 連絡。
- 8:11
   4 号機の原子炉建屋に損傷を確認,正門付近で 500µSv/h を超える放射 線量(807µSv/h)を計測したことから,原災法第 15 条第 1 項の規定 に基づく特定事象(火災爆発等による放射性物質異常放出)が発生し たと判断,8:36 官庁等に通報。
- 9:38
   4 号機の原子炉建屋 3 階北西コーナー付近より火災が発生していることを確認、9:56 官庁等に連絡。
- 10:30 経済産業大臣より法令に基づく命令(使用済燃料プールへの消火に努めること,併せて再臨界の防止に努めること)。その後,時間は不明で



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15回会合 資料4

# 2号機シールドプラグ下面の汚染密度 の推定について

## 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 (特命チーム)



#### 2号機オペフロでの表面ガンマ線線量率の測定結果を用いた シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染密度の推定(案)

1. はじめに

2号機オペフロでのコリメータ付き線量計で測定した床面から305mm位置での「表面 γ 線線量率」の結果を用いて、 3層のシールドプラグの頂部カバーと中間層カバーの隙間に蓄積しているCs-137の汚染密度を推定した。



#### 2. 測定内容と結果

第1図に示す様に、東電による測定<sup>1)</sup>は、厚さ60mmの鉛製のコリメータ内に線量計を設置し、床面から305mmの 位置で測定したものである。コリメータの構造から表面では直径300mmが測定対象となっている。

なお、本測定で用いた検出器等の詳細な情報が東電との調整より明確となったことから本解析が可能となった。

■ γ線線量率(1cm線量当量率)





シールドプラグは第2図に示すように数個のパーツで面を形成し、それが3層に積まれている。これまでシールドプラ グ上方の線量率を測定してきたが、一定の高さでの測定では、主にシールドプラグ全体(下層部の汚染も含む)、 パーツの継ぎ目(以降、「<u>プラグ継ぎ目</u>」という。)、ファンネル、及び比較的遠方でも強力な線源等、オペフロ内面に蓄 積した汚染を測定してきた。





今回は、第1図に示した検出器を用いることで、遠方の強力な線源をさけ、かつ限定した範囲での床表面及び下層 部隙間の汚染を捉えることができる。これまでの測定のうち、上記の検出器を用いて床からの距離を一定として測定 した結果を第3図に示す。





#### 3. 検討

オペフロ床表面のCs-137の汚染密度は、プラグ継ぎ目やファンネル部の様に汚染がたまりやすい場所を除くと大き な違いがないことが、前回の報告でスミア測定とガンマカメラによる測定で確認されている。また、第3図の表面v線 線量当量率の結果で、シールドプラグ以外の場所の床面測定結果は、0.1~数mSv/hとばらつきがあるものの、1 <u>mSv/h程度であると仮定</u>する。一方、シールドプラグ上では、プラグ継ぎ目以外の場所では7~12 mSv/hである。床 面表面による寄与が、1 mSv/hと仮定すると、シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染からの寄与は、6 ~11 mSv/hとなる。 ※11/12の検討会後に数値を修正しました。 なお、床面の測定対象の領域は、半径150mmで、この領域は床面から600mm下部の隙間では445mmに広がる。 一方、頂部カバーと中間カバー隙間の線源からの寄与では、「散乱線」が大部分を占めることから、検出器の視野領 域より広い線源が寄与している可能性がある。そこで、寄与の程度を確認するために、線源領域を半径500mmから 1500mmまで変えて、汚染が一様であるとした場合の床面から305mm位置での1センチメートル線量当量率をモンテ カルロ計算コードegs5※で計算した。





### まとめ

この汚染密度よりシールドプラグ下層隙間の汚染を概算すると、少なくとも20~40 PBq以上と推定でき、前回オペフロ床面から1500 mm位置での1センチメートル線量当量率から推定して求めた平均汚染密度の6.6E+10 Bq/cm<sup>2</sup>(前回の約70 PBqと推定した平均濃度)と同じオーダーとなる。

よって、現在規制庁において推定している<u>2号機シールドプラグ頂部カバーと中間カバー隙間の汚染</u>は前回と<u>ほぼ</u>

同様に数十PBq程度の汚染があることを裏付ける結果となっている。

その他の手法を用いた汚染の推定

※11/12の検討会後に単位を修正しました。

\_シールドプラグ以外の場所の床面測定結果は、0.1~数mSv/hとばらつきがあるが、それを1mSv/h程度であると仮 定しており、不確かさの一因となっている。

このような仮定を置くことは、非常に線量率の高い2号機のオペフロにおいては、検出器が見込む測定範囲以外の 放射線の影響を受けやすいため、あくまでオーダーの相違において議論する上では有効と考える。

ー方、上記のような遠方及び近傍のγ線の影響を無視しうる方法として、飛程が短い床面のβ線源を測定し、そこでの γ線及びβ線の比を用いる手法で、遠方及び近傍のγ線の影響を低減する方法を用いる。現在、その準備を進めてい るところ。



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15回会合 資料5

# JAEAにおける試料分析について(2)

## 2020年11月12日

## 日本原子力研究開発機構 安全研究センター



# 試料の概要

## <u>03号機タービン建屋内コンクリート瓦礫試料</u>

3号機原子炉建屋の水素爆発により生じた瓦礫が隣接するタービン建屋の 天井を突き破ってタービン建屋内に落下したと推定されるもの(2020年2月採取)

U3TBC-A1	U3TBC-A2	U3TBC-A3	U3TBC-B2
	EXEC. 2.27 14:68	248. 4.5° 1507	260. 2.27 16-07
青塗装	塗装なし	白塗装	塗装なし
220 <i>µ</i> Sv/h (2020/4/9測定)	45μSv/h (2020/4/9測定)	32 <i>µ</i> Sv/h (2020/4/9測定)	34 <i>µ</i> Sv/h (2020/4/9測定)
56. Og	58.5g	14. 7g	47. 0g







## 分析の概要

#### 〇目的

コンクリート瓦礫試料及びドレンサンプ水試料の分析を通じて3号機の原子炉建屋内に放出された放射性物質及び1号機の格納容器ベント時に共用スタックに流入した放射性物質の組成や化学形の推定に有用な情報を取得する。

- Csの化学形は原子炉容器内の雰囲気に依存し得る(原子炉容器内に 水蒸気が十分にある酸化雰囲気条件下で事故が進展した場合、Moが 燃料から放出されやすくなり、Cs<sub>2</sub>MoO₄がCsの主要な化学形になる可 能性がある)。
- MCCIにより中・難揮発性の放射性物質(Srやα核種)がエアロゾルとして放出される可能性がある。
- I-129(長半減期)の瓦礫等への沈着密度(単位面積当たりの沈着量) が判ると、健康影響評価上重要なI-131(短半減期)の放出量を概略評 価できる可能性がある。

〇着目核種

Cs-134/137、Sr-90、Tc(Mo)-99、I-129、

 $\alpha$  核種(Th、U、Pu、Am)、他



## 分析フロー(瓦礫試料)





## 分析フロー(ドレンサンプ水試料/瓦礫浸漬液)





# 瓦礫試料の浸漬液分析(定性分析)

▶ 瓦礫試料U3TBC-B2(47.0 g)を7日間純水(91.4 g)に漬けて得た浸漬液の γ線測定(約26万秒)を実施



 ✓ <sup>134</sup>Cs/<sup>137</sup>Cs、<sup>60</sup>Coのピークを検出(瓦礫試料分析と同じ核種)
 ✓ 浸漬液の定量分析及び取り出した瓦礫試料のγ線測定を実施予定 - 106 -



## <sup>90</sup>Sr及び<sup>99</sup>Tcの分析フロー





# ドレンサンプ水試料の分析結果(Sr)



✓ 第14回会合で報告した<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs、<sup>125</sup>Sbの濃度:

 $^{134}$ Cs: 5.1 × 10<sup>4</sup> Bq/ml \*<sup>2</sup>(8.0 × 10<sup>-12</sup> mol/ml)  $^{137}$ Cs: 5.9 × 10<sup>4</sup> Bq/ml \*<sup>2</sup>(1.4 × 10<sup>-10</sup> mol/ml)  $^{125}$ Sb: 1.5 × 10<sup>2</sup> Bq/ml \*<sup>2</sup>(3.3 × 10<sup>-14</sup> mol/ml)

✓ <sup>137</sup>Csを基準としたモル比 <sup>137</sup>Cs: <sup>134</sup>Cs: <sup>90</sup>Sr: <sup>125</sup>Sb = 1.0: 5.9 × 10<sup>-2</sup>: 9.5 × 10<sup>-4</sup>: 2.4 × 10<sup>-4</sup>
 (1号機初期インベントリのモル比<sup>\*3</sup> <sup>137</sup>Cs: <sup>134</sup>Cs: <sup>90</sup>Sr: <sup>125</sup>Sb=1.0: 6.5 × 10<sup>-2</sup>: 7.1 × 10<sup>-1</sup>: 4.9 × 10<sup>-3</sup>)


### ドレンサンプ水試料の分析結果(Tc)



✓ ドレンサンプ水試料のカウント数はブランクと同程度



## Th/U分析フロー及びICP-MS測定結果





まとめ

### ▶ 瓦礫試料



- γ線分析:<sup>134</sup>Cs/<sup>137</sup>Cs、<sup>60</sup>Coを検出
- ・SEM/EPMA分析:コンクリートに起因する成分のみ検出。核種の検出は無し
- 浸漬液のγ線分析(定性分析):<sup>134</sup>Cs/<sup>137</sup>Cs、<sup>60</sup>Coを検出

### ▶ドレンサンプ水試料

①未処理試料の定量分析:<sup>134</sup>Cs(2.4 × 10<sup>3</sup> Bq/ml)、<sup>137</sup>Cs(4.8 × 10<sup>4</sup> Bq/ml)
 ②Cs除去後定性分析: <sup>125</sup>Sb、<sup>60</sup>Coの存在可能性

③Cs除去後定量分析:<sup>125</sup>Sb(14 Bq/ml)、<sup>60</sup>Co(<0.68 Bq/ml)

4Sr-90:47±4 Bq/ml

⑤Tc-99:ブランクとの差は僅少

⑥ICP-MS測定によるα核種(Th、U):検出下限値(4.7 ppb)以下

### ≻ 今後の予定

- ・瓦礫試料:浸漬液の核種濃度分析、浸漬後瓦礫試料の核種分析
- ・ドレンサンプ水試料:<sup>129</sup>I、Pu、Amの 伊 量 分 析





# 第14回会合資料4-2の抜粋



### 瓦礫試料のγ線分析結果(1/4)

#### U3TBC-A1





### 瓦礫試料のγ線分析結果(2/4)

U3TBC-A2





### 瓦礫試料のγ線分析結果(3/4)

#### U3TBC-A3





### 瓦礫試料のγ線分析結果(4/4)

#### U3TBC-B2





### 瓦礫試料のSEM/EPMA分析結果





## ドレンサンプ水試料の調整





## ドレンサンプ水試料(未処理)の定量分析結果

#### ▶ ドレンサンプ水のγ線測定(7万2千秒)を実施





## Cs除去液の定性分析結果

➤ Cs以外の核種を同定するため、Cs除去液のγ線測定(約35万秒)を実施





# Cs除去液の定量分析結果

 Cs除去液で検出された<sup>125</sup>Sbおよび<sup>60</sup>Coの濃度を定量するため、γ線 測定(約120万秒)を実施



- $^{125}$ Sb: 14 Bq/ml (1.5 × 10<sup>2</sup> Bq/ml  $^{\text{**}}$ )
- <sup>60</sup>Co: 検出限界(0.68 Bq/ml) 未満

```
※ ※: 半減期を考慮して推定した事故当時の値
```



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 6

1

### これまでの事故分析検討会における論点の整理



2









- 126 -



## 前回会合(10月16日)における論点の整理(案)

~ 3号機原子炉格納容器内の圧力挙動等 ~



調企·分析項日等	第14回会合(R2.10.16)における論点整理(案)		
3)原子炉の冷却に関する 設計等【1/2】 1101号機非常用復水器(IC)	3号機の原子炉圧力及び格納容 器圧力の挙動に関する検討	2F1のS/C圧力計の設計位置(通常水位+310cm)を考 慮すると、D/W圧力+水頭圧=S/C圧力との関係となっ ている。	
<ul> <li>①消防車による原子炉注水</li> <li>(1)設計、運転記録等の基礎情</li> </ul>		2F1の真空破壊弁は、東日本大震災に伴う事故時に おいて、その機能を喪失していないと考えられる。	
報) <b>内容・論点</b> ✓ 炉心冷却系におけるICの 設計(起動条件、機能要 求等)	Þ	津波到達以降のRCIC運転中の崩壊熱はRCIC定格流 量に比較してかなり小さいものの、RCICタービンへの 供給蒸気量(約2.51/s)だけでは崩壊熱を消費できない ため、SRV経由でのS/Cへの放出があった可能性が高 い。(ただし、通常のSRVの流量よりも小さい流量(中間 開の流路面積)と推定)	
ンターロック設定、S/C過 圧状態の考慮等) ✓注水に係るライン(経路)、 バイパス流、注入水量 等		RCICから原子炉の注水される低温水による大きなRPV 減圧が起こることが解析により示された。(ノード内で の温度均一化効果により、解析で評価される減圧は 実際よりも大きくなる傾向)	
		1F3のRCIC運転時の原子炉圧力挙動は、炉圧変化に 応じたSRVの中間開作動とRCIC注水による減圧の組み 合わせを反映したものと考えられる。(ただし、逃し弁 モードの閉設定値以降は検討が必要)	



調查·分析項目等	第14回会合(R2.10.16)における論点整理(案)			
3)原子炉の冷却に関する 設計等【2/2】 11号機非常用復水器(IC) 113号機自動減圧系(ADS)	3号機の原子炉圧力及び格納容 器圧力の挙動に関する検討	全交流動力電源喪失時に、PCV外部からの窒素供給 が途絶えた場合、S/RVは中間開の状態になると考えら れる。		
<ul> <li>①消防車による原子炉注水</li> <li>(13設計、運転記録等の基礎情報)</li> </ul>		炉心損傷後の高温環境下では、S/RVのバネの押し下 げカが低下し、安全弁として動作する圧力が低下する ことが確認された。		
<ul> <li>内容・論点</li> <li>✓ 炉心冷却系におけるICの</li> <li>設計(起動条件、機能要</li> </ul>	•	溶融炉心がD/Wへ移行したことで、D/Wが蒸気等の発 生源になったと考えられる。		
<ul> <li>×寺)</li> <li>✓ ADSの設計(作動条件、インターロック設定、S/C過 圧状態の考慮等)</li> <li>✓ 注水に係るライン(経路)、バイパス流、注入水量等</li> </ul>		3月13日14時頃から3月14日21時頃までの圧力変 動は、PCVからの漏えいが継続しており、PCV内での蒸 気等の発生量の変動による。		



Nuclear Regulation Authority				
調查·分析項目等	第14回会合(R2.10.16)における論点整理(案)			
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>1/1】</u> ①1.2号機ベント配管の汚染	原子炉格納容器耐圧強化ベント及 びSGTSライン熱流動解析	グラビティダンパが設計どおりに機能する場合、測定 された汚染分布を説明できない。		
<ul> <li>①1,2 5 機</li> <li>②1~3号機耐圧強化ベント</li> <li>③SGTS逆流汚染</li> <li>④RDの動作</li> </ul>		グラビティダンパが有する逆流防止機能の劣化が流 量分配に大きく影響し、この劣化を考慮することにより 汚染分布との大まかな整合が可能。		
<ul> <li>内容・論点</li> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/CにおけるDFの効果、 蒸気凝縮の影響、真空 地体特異の機能維持</li> </ul>	•	ベント弁閉鎖時にスタック雰囲気中には、約26TBq(感 度計算ケース1)のCs-137が存在すると推定可能(SGTS 配管璧等への付着を考慮しない場合)。ベント弁閉鎖 直後よりスタック中のCsはベント配管系統に再流入す る可能性。		
破壊装直の機能維持 ✓ 1~3号機のベント成立性	蒸気凝縮の影響、真空 破壊装置の機能維持 ✓ 1~3号機のベント成立性	1号機側と2号機側SGTS配管での非対称な挙動。汚染 分布と関連する可能性。 ・ベント作動中、ベント弁からスタックに至る流路(1号 機SGTS配管)では、凝縮によるFPの蓄積はほとんど見 られない。 ・2号機側への配管やスタックでは、凝縮によるFPの蓄 積が見られた。		
	•	9		



調査·分析項目等	第14回会合	(R2.10.16)における論点整理(案)
<ul> <li>2) 放射性物質の放出経路</li> <li>【1/1】</li> <li>⑤3号機原子炉建屋(R/B)</li> <li>4階付近の汚染</li> <li>⑥3号機原子炉格納容器</li> <li>(PCV)フランジヘッド</li> <li>⑦各号機漏えい(PCVペネ、 トップヘッドフラン(THF))</li> <li>⑧建屋除染係数(DF)</li> <li>⑨1号機R/Bオペフロ</li> <li>ウェルプラグ</li> </ul>	JAEAにおける試料分析	<u>瓦礫試料の浸漬試験後、浸漬液の核種濃度分析をする。(第15回会合で資料提示)</u>
<ul> <li>内容・論点</li> <li>✓ 3号機R/B4階付近の高い汚染</li> <li>✓ 1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染</li> <li>✓ モニタリングポスト(MP) 観測データと放射性物質 の放出経路・時期(THFの 破損及びベント等)等</li> </ul>		



### これまでの事故分析検討会における論点の整理

### ~ 第8~13回検討会 ~



調査·分析項目等	第13回会	会(R2.9.3)における論点整理(案)	対応状況
<u>2) 放射性物質の放出経路</u> 【 <u>1/2】</u> ⑤3号機原子炉建屋(R/B) 4階付近の汚染	3号機の水素爆発 は、1号機のような 単一の爆発事象で はなく、2段階以上	<u>3号機の原子炉建屋の北西方向に大きな力</u> <u>を加える第1段階の爆発があり、それは5階才</u> <u>ペフロではなく4階で生じたか。(⇒ 次回以降</u> <u>議論)</u>	<u>第15回会合で資料</u> <u>提示</u>
<ul> <li>⑥3号機原子炉格納容器</li> <li>(PCV)フランジヘッド</li> <li>⑦各号機漏えい(PCVペネ、</li> </ul>	の 複 数 段 階 事 象 だったか検討 ♪	<u>第1段階の爆発で建物が北西方向に引っ張られた関係上、建屋の南もしくは南東側の上に裂け目ができて、そこから水素が噴き出して</u> <u>炎が発生した。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第15回会合で資料</u> <u>提示</u>
<ul> <li>8建屋除染係数(DF)</li> <li>91号機R/Bオペフロ</li> <li>ウェルプラグ</li> <li><u>内容・論点</u></li> <li>✓3号機R/B 4階付近の高い</li> </ul>		第1段階の炎とは別に、原子炉建屋の中央部 から爆煙を上に放出する第2段階の爆発燃焼 現象があり、これは単に運動エネルギーで打 ち出されるだけではなく、水素の燃焼を伴って、 火の玉のような形で上に吹き上げている。	
汚染 ✓1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染 ✓モニタリングポスト(MP)		1号機が爆発した後、上に向かって凝縮波が 見えたが、3号機にはどこにも見えなかった。	
観測データと放射性物質 の放出経路・時期(THFの 破損及びベント等)等		<u>3号機のほうが大爆発に見えるが、地震計に</u> <u>伝わった振動は1号機のほうが大きいか。(⇒</u> <u>次回以降議論)</u>	<u>第15回会合で資料</u> <u>提示</u> 12



調査·分析項目等	第13回会合(R2.9.3)における論点整理		対応状況
調査・分析項目等 2) 放射性物質の放出経路 【2/2】 ⑤3号機原子炉建屋(R/B) 4階付近の汚染 ⑥3号機原子炉格納容器 (PCV)フランジヘッド ⑦各号機漏えい(PCVペネ、 トップヘッドフラン(THF)) ⑧建屋除染係数(DF)	第13回会合( 3号機の水素爆発は、1 号機のような単一の爆発 事象ではなく、2段階以上 の複数段階事象だったか 検討	R2.9.3)における論点整理   爆発で赤い炎が見られるのは、格納   容器の中でMCCIが起こっており一   酸化炭素が供給されたからか。(⇒   変回以降議論)   多段の爆発は、地震計に捉えられる   ような波を出す性格のものだったか。   第2段階の爆発は、建屋の中で爆発   するよりかなり小さいと推測できる。   (⇒ 次回以降議論)	対応状況 <u>第15回会合で資料提</u> <u>示</u>
<ul> <li>⑨1号機R/Bオペフロ ウェルプラグ</li> <li>内容・論点</li> <li>✓3号機R/B4階付近の高い 汚染</li> <li>✓1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染</li> <li>✓モニタリングポスト(MP) 観測データと放射性物質 の放出経路・時期(THFの 破損及びベント等)等</li> </ul>		ブローアウトパネルは、中越沖の後 の対策として、パネルが開いた後、何 かあったらすぐに閉められるようにす る対策はしたが、開きにくくする対策 や開きやすくする対策はしていない。	12



調査·分析項目等	第12回会合(	R2.6.25)における論点整理	対応状況
<u>2)放射性物質の放出経路</u> 【 <u>1/2】</u> ⑤3号機原子炉建屋(R/B)	オペレーティングフロアを中 心とした線量測定の結果か ら、どの程度の放射性物質	<u>大気中に出た放射性物質が15PBgで済</u> <u>んだのは、シールドプラグで70PBg(2号</u> 機)、30PBg(3号機)が捕獲されたからか。	<u>第14回会合で資料提示</u> <u>第15回会合で資料提示</u>
4階付近の汚染 ⑥3号機原子炉格納容器 (PCV)フランジヘッド ⑦各号機漏えい(PCVペネ、 トップヘッドフラン(THF)) ⑧建屋除染係数(DF) ⑨1号機B/Bオペフロ	がシールドプラグの周辺に 滞留してとどまっているか検 討	<u>1号機のシールドプラグの下が0.1PBa</u> <u>であったことは、放出はされたがシールド</u> <u>プラグに捕獲されなかったからか。落下し</u> <u>ている屋根の下にあるのか、もともと出な</u> <u>かったのか。(⇒ モニタリングポストの議</u> <u>論ができるときに併せて議論)</u>	
・ ウェルプラグ <u>内容・論点</u> ✓ 3号機R/B 4階付近の高い		シールドプラグの垂直面、外周部の汚染 の寄与もあるが、円の面積と比べれば推 計の主たる要因にはならない。	_
汚染 ✓1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染 ✓モニタリングポスト(MP) 観測データと放射性物質		<u>シールドプラグの汚染が全体の何割なの</u> <u>かが重要である。シールドプラグの1面、2</u> <u>面、3面だけではなく、ウェルも汚染してい</u> <u>ると考えられるため、合わせて推計するこ</u> <u>とが必要である。</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
の放出経路・時期(THFの 破損及びベント等)等		<u>格納容器のトップヘッドのところからの放 射性物質の抜けやすさがどう違っていた のか。</u>	14



調查·分析項目等	第12回会合	R2.6.25)における論点整理	対応状況
<ul> <li>2)放射性物質の放出経路</li> <li>【1/2】</li> <li>⑤3号機原子炉建屋(R/B)</li> <li>4階付近の汚染</li> <li>⑥3号機原子炉格納容器</li> <li>(PCV)フランジヘッド</li> <li>⑦各号機漏えい(PCVペネ、 トップヘッドフラン(THF))</li> <li>⑧建屋除染係数(DF)</li> <li>⑨1号機R/Bオペフロ</li> </ul>	オペレーティングフロアを中 心とした線量測定の結果か ら、どの程度の放射性物質 がシールドプラグの周辺に 滞留してとどまっているか検 討	<u>注水及び水蒸気による駆動説について、モ デル化と輸送計算を行う価値がある。</u> <u>2号機と3号機の場合は、水蒸気で運ばれ</u> て凝縮してシールドプラグに付着したのに 対し、1号機の場合は、そのような現象があ まり顕著ではなかったことも考えられる。	
ウェルプラグ <b>内容・論点</b> ✓3号機R/B4階付近の高い 汚染 ✓1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染 ✓モニタリングポスト(MP) 観測データと放射性物質 の放出経路・時期(THFの 破損及びベント等)等			
			15



調查·分析項目等	第12回会台	st(R2.6.25)における論点整理	対応状況
3)原子炉の冷却に関する 設計等【1/2】 101号機非常用復水器(IC) 103号機自動減圧系(ADS) 12消防車による原子炉注水	圧力容器及び格納容器 の圧力による設備や機器 の動作の状況及び内包さ れている水の状態に関す る検討	<u>複数の逃がし安全弁が同時に動作していた</u> <u>可能性について、アキュムレータの窒素が大</u> <u>分減少してしまったのは、開信号がきていて</u> <u>も全開にできなくなってしまって、中間開のよ</u> うな状態だったからか。	<u>第14回会合で資料提示</u>
(13)設計、運転記録等の基礎情報)	•	<u>HPCIが停止した後のSR弁の動作は、逃が し弁として機能しているのか、あるいは安全 弁として機能しているのか。窒素の供給は回 復したのか。</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ 炉心冷却系におけるICの</li> <li>設計(起動条件、機能要</li> <li>求等)</li> <li>✓ ADSの設計(作動条件、イ</li> </ul>		<u>ADS(自動減圧系)の開によって減圧された 後の弁の開状態が維持されて、圧力容器の 減圧状態が維持されたのか。</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>              E状態の考慮等)      </li> <li>             ✓注水に係るライン(経路)、             バイパス流、注入水量         </li> </ul>		<u>格納容器圧力について、PCVのベント成功 回数は2回でよいか、3回目以降のベントは 失敗したかどうか。</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
<b>(</b> 等)		ベントが成功する直前に、ADSの起動によっ てPCVの圧力が一気にラプチャーディスクの 設定圧を超えたことによって、ベントが成功し たと見られているが、意図的なベントの開始 を制御できていたか。	<u>第14回会合で資料提示</u>



調查·分析項目等	第12回会台	対応状況	
3)原子炉の冷却に関する 設計等【1/2】 11号機非常用復水器(IC) 113号機自動減圧系(ADS)	圧力容器及び格納容器 の圧力による設備や機器 の動作の状況及び内包さ れている水の状態に関す	<u>逃がし弁の噴き出し圧7.4以上、閉止圧7.</u> <u>1のいずれにも達していないのに圧力が振動</u> しているメカニズムは何か。	<u>第14回会合で資料提示</u>
<ul><li>①消防車による原子炉注水</li><li>(①設計、運転記録等の基礎情報)</li></ul>	る検討	<u>SR弁が全開にならないと閉まらないというよ</u> うなロジックがあるか。	<u>第14回会合で資料提示</u> <u>第15回会合で資料提示</u>
内容・論点 ✓ 炉心冷却系におけるICの 設計(起動条件、機能要	•	<u>原子炉出口のところまでサブクール水がきて</u> <u>ほとんど水蒸気がなくなっている。RCICから</u> <u>入れた水で全部冷やされたか。</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
求等) ✓ ADSの設計(作動条件、イ ンターロック設定、S/C過 圧状態の考慮等) ✓ 注水に係るライン(経路)、 バイパス流、注入水量 等		<u>ベントの弁の開度は15%で一定のため、減</u> <u>圧速度が変わることは考えがたい。</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>



調査·分析項目等	第11回会合	(R2.3.27)における論点整理	対応状況
2)放射性物質の放出経路 【1/1】 ⑤3号機原子炉建屋(R/B)	2号機オペレーティングフロ アのガンマカメラによる測定 結果を基にトップヘッドフラ	海側となる東側壁にブローアウトパネルの 開口部があり、北側壁及び東側壁に汚染が 偏っている。天井部位の汚染は高くない。	
<ul> <li>4階付近の汚染</li> <li>⑥3号機原子炉格納容器</li> <li>(PCV)フランジヘッド</li> <li>⑦各号機漏えい(PC)/ペネ</li> </ul>	ンジの汚染状況、建屋DFを  検討 	壁部分の汚染は比較的残っているが、床部 分は除染の結果、汚染が比較的低くなって いる。	_
<ul> <li>トップヘッドフランジ(THF))</li> <li>⑧建屋除染係数(DF)</li> <li>⑨1号機R/Bオペフロウェル プラグ</li> </ul>		<u>シールドプラグ付近は比較的汚染が高く、</u> <u>シールドプラグの下からくる散乱線の影響に</u> <u>ついて、直接線との比較を含めて検討が必</u> <u>要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第12回会合で資料提示</u> <u>第15回会合で資料提示</u>
<u>内容・論点</u> ✓ 3号機R/B 4階付近の高い 汚染	•	<u>シールドプラグ付近の直接線と散乱線の比</u> <u>較検討において、解析の精度、分析の幅を</u> <u>広げるため、ベータ核種のデータ(ベータ核</u> <u>種による汚染)の検討を進めたい。(⇒次</u> <u>回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u> <u>第15回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染</li> <li>✓モニタリングポスト(MP) 観測データと放射性物質 の放出経路・時期(THFの 破損及びベント等)等</li> </ul>		<u>南側壁燃料取扱い室の上部、北側壁ダクト 部に局所的に高い汚染箇所があることから、</u> <u>オペフロ内での蒸気の流れや汚染核種の情</u> <u>報が得られるのではないか。(⇒ 次回以降</u> <u>議論)</u>	<u>第5回連絡・調整会議で資</u> <u>料提示</u>
			18



調查·分析項目等	第11回会合	(R2.3.27)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>1/3】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染 ②1~3号機耐圧強化ベント	1,2号機排気筒ドレンサンプ 水のスペクトル分析結果の 速報から試料分析の方向を 検討	現場でのスペクトルサーベイメータ(LaBr3検 出器)の測定から、ドレンサンプ水では、 1.5Mevのエネルギー値にピークが観測され た。	_
③SGTS逆流汚染 ④RDの動作 <u>内容・論点</u> ✓ 1,2号機ベント配管の高	試料分析として、排気筒に流入した放射性 物質の組成の推定に有効な情報、特に主な 放射性物質の存在比を取得する。	_	
<ul> <li>い汚染</li> <li>✓ S/CにおけるDFの効果、</li> <li>蒸気凝縮の影響、真空</li> <li>破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	•	<u>試料分析にあたっては、現場測定でセシウ</u> <u>ム以外の核種のエネルギーピークが観測さ</u> <u>れているため、ゲルマニウム検出器による</u> <u>詳細分析、α、6、γ線等の測定が必要。(⇒</u> <u>次回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
		<u>ドレンサンプ水の試料分析については、複</u> <u>数施設での分析をできないか検討する。(⇒</u> <u>次回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u> <u>第5回連絡・調整会議で資</u> <u>料提示</u>
			10



調査·分析項目等	第11回会合(R2.3.27)における論点整理		対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【2/3】 ①1,2号機ベント配管の汚染	1号機でベントされた気体が 1号機原子炉建屋、2号機原 子炉建屋、1,2号機主排気	可能な限り、実機の配管系や配管の敷設状 態を模擬して流量分配を評価する。	
<ul> <li>②1~3号機耐圧強化ベント</li> <li>③SGTS逆流汚染</li> <li>④RDの動作</li> <li><u>内容・論点</u></li> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、蒸気凝縮の影響、真空破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立</li> </ul>	筒に各々どれくらい流入し たのか格納容器ベントライ ンの流量分配について解析 の方向を検討	<u>流量分配については、圧力損失としてSGTS</u> <u>のグラビティダンパやフィルタ等の何が律速</u> <u>Icなるのか。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
		<u>圧力損失は、似た体系の圧損が把握できれ</u> <u>ば十分なので、例えば5,6号機での実測は</u> <u>検討できないか。(⇒ 次回以降議論)</u>	
		圧力損失としては、配管長さよりも流路の断 面積の情報が重要と考えられる。	_
		<u>測定された主排気筒及びSGTS配管の汚染</u> <u>の状況から逆算して圧力損失が推測できる</u> <u>か検討を行う。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
			20



調査·分析項目等	第11回会合	対応状況	
<ul> <li>1)耐圧強化ベント(AM対策) 【3/3】</li> <li>①1,2号機ベント配管の汚染</li> <li>②1~3号機耐圧強化ベント</li> <li>③SGTS逆流汚染</li> <li>④RDの動作</li> <li>内容・論点</li> <li>Ý 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>Ý 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ 5/ClこおけるDFの効果、蒸気凝縮の影響、真空破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	1/2号機SGTS配管の内部調 査について、配管穿孔、内 部確認、スミア測定等の調 査概要を検討	1/2号機主排気筒へのSGTS配管の接続部の 比較的局所で4.3Sv/hの高い線量が測定さ れている。主排気筒内部の構造を踏まえて 線量の測定を行う。	_
		主排気筒のドレンサンプピットの内包水の継 続的な分析において、高濃度の値が継続し ているが、減衰を考えれば、汚染源が供給さ れ続けていることになる。	_
		<u>ドレンサンプピットの内包水の分析のため、</u> <u>水によって洗い流される量、水に溶けて供給</u> <u>される量については、水酸基等の化学形を</u> <u>押さえて検討すべき。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
		<u>全ベータの測定値がストロンチウムの1,000</u> <u>倍の数値となっている。このベータのストロ</u> ンチウム以外の主要な構成要素をきちんと 把握すべき。(⇒ 次回以降議論)	<u>第14回会合で資料提示</u>
			21



調查·分析項目等	第10回会合(R2.2.4)における論点整理		対応状況
<ul> <li>1)耐圧強化ベント(AM対策) 【1/5】</li> <li>①1,2号機ベント配管の汚染</li> <li>②1~3号機耐圧強化ベント</li> <li>③SGTS逆流汚染</li> <li>④RDの動作</li> <li>MRDの動作</li> <li>ケ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、蒸気凝縮の影響、真空破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	1号機と3号機のベントガス に含まれたセシウム量に相 違が生じた主たる要因とし て、1号機真空破壊弁での バイパスの可能性を検討	ベント時の系統の汚染に関する解析には非 常に多くのパラメータを含むので感度解析の 繰り返しが必要となる。	_
		今回の解析は、真空破壊弁を通してどういう 挙動が、どれくらいの影響を持って起きるの かを主眼としており、起きたことを全て説明し ようとするものではない。	_
		真空破壊弁のバイパスは、微小なものが あったかもしれないが、全体の挙動に大きな 影響を与えるものではないと考えられる。	_
		<u>真空破壊弁への負荷については、作動状況</u> <u>に加えて過温状態の検討が必要。また、</u> <u>シーリング材への過温影響も考慮すべき。</u> <u>(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>
		<u>微小なバイパス部におけるエアロゾルの捕</u> <u>集による除染効果については、実験の適用</u> <u>範囲としてエアロゾルの流量等の確認が必</u> <u>要。(⇒ 次回議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>



調查·分析項目等	第10回会合(R2.2.4)における論点整理		対応状況
<ul> <li>1)耐圧強化ベント(AM対策) 【2/5】</li> <li>①1,2号機ベント配管の汚染</li> <li>②1~3号機耐圧強化ベント</li> <li>③SGTS逆流汚染</li> <li>④RDの動作</li> <li>MRDの動作</li> <li>ケ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、蒸気凝縮の影響、真空破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	1号機と3号機のベントガス に含まれたセシウム量に相 違が生じた主たる要因とし て、1号機真空破壊弁での バイパスの可能性を検討	1号機格納容器は圧力が計測されるくらいの 漏えい率の状態、3号機格納容器はほぼ大 気圧と同じくらいの状態となっていた。	_
		<u>1号機D/WとW/Wの圧力差の推移と実測値</u> <u>はベント時に整合していない。圧力差の議論</u> では留意すべき。(⇒ 次回以降議論)	<u>第11回会合で資料提示</u>
		<u>D/WとW/Wの圧力差については、格納容器</u> <u>ヘッドフランジからの漏えい量と格納容器圧</u> <u>力の定量的な評価が必要ではないか。(⇒</u> <u>次回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u>
		<u>D/WとW/Wの圧力差については、安全弁の</u> <u>系統の温度上昇による水素のシートリーク</u> <u>の可能性等の検討が必要。(⇒ 次回以降</u> <u>議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>
		D/W及びW/Wの圧力挙動については、1F2 号機及び2F1号機の真空破壊弁の不調と その際の各圧力の実測値をもとに検討が必 要。(⇒ 次回議論)	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第13回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>


調查·分析項目等	第10回会合	(R2.2.4)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>3/5】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染	1号機と3号機のベントガス に含まれたセシウム量に相 違が生じた主たる要因とし	<u>環境への放出量と沈着量については、1号</u> <u>機S/C上部の線量調査の不確かさ等を踏ま</u> <u>えた検討が必要。(⇒ 次回以降議論)</u>	
②1~3号機耐圧強化ベント ③SGTS逆流汚染 ④RDの動作	て、1号機真空破壊弁での バイパスの可能性を検討	<u>S/Cのベローズの漏えいによるFPの沈着等</u> <u>への影響の確認が必要。(⇒ 次々回以降 議論)</u>	
内容・論点 ✓ 1,2号機ベント配管の高		<u>環境への放出量はベント時のSGTS配管及び</u> <u>スタックへの沈着量を踏まえた検討が必要。</u> <u>(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>い汚染</li> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、</li> <li>蒸気凝縮の影響、真空</li> <li>破壊装置の機能維持</li> </ul>	1号機と3号機の事故進展 (炉心損傷時期と状態等)及 びベント時の格納容器内の	1号機のベントは、炉心損傷から約20時間程 度と考えられる。ほぼ全量が炉心損傷し、下 部ヘッドも破損していたと考えられる。	
✓ 1~3号機のベント成立性	状態を比較検討	3号機のベントは、1回目は炉心損傷から約5 時間程度、2回目は約9時間程度と考えられ る。下部ヘッドは健全であったと考えられる。	_
		<u>1号機のベント回数については、スタック解</u> <u>体に伴うスタック内側のスミアによる核種分</u> <u>析により物理的にチェックすべきではないか。</u> <u>(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u>



調查·分析項目等	第10回会合	r(R2.2.4)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>4/5】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染 ②1~3号機耐圧強化ベント	1号機と3号機の事故進展 (炉心損傷時期と状態等)及 びベント時の格納容器内の 状態を比較検討	1号機の場合には、ベント開始までに原子炉 容器の下部ヘッドが破損しており、D/Wに多 量のFPが存在していたと考えられる。	_
<ul> <li>③SGTS逆流汚染</li> <li>④RDの動作</li> </ul>		3号機の場合には、ベントガスが2回スクラビ ングされ、D/Wの汚染状況が少なかったと考 えられる。	—
<ul> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高 い汚染</li> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、 蒸気凝縮の影響、真空 破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	<u>3号機のベント前後において、D/Wの圧力が</u> <u>W/Wの圧力よりも高い。原子炉容器から格</u> <u>納容器への直接パス等の要因の検討が必</u> <u>要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>	
	D/WとW/Wの圧力差については、圧力計の ドリフトも考えられるが、事象の解明は困難 と考えられる。	—	
		ベント時のスクラビングの効果は、原子炉容 器の下部ヘッド破損前の場合、主としてクエ ンチャー出口でプールスクラビングされるた め、除染の効果が高いと考えられる。	_



調查·分析項目等	第10回会合	(R2.2.4)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>5/5】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染 ②1~3号機耐圧強化ベント ③SGTS逆流汚染 ④RDの動作	1号機と3号機の事故進展 (炉心損傷時期と状態等)及 びベント時の格納容器内の 状態を比較検討	<u>ベント時のスクラビング効果は、水位の影響</u> <u>が大きい。S/Cスプレイを行っていた3号機と</u> <u>行っていない1号機の比較検討も必要では</u> <u>ないか。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>
<ul> <li>内容・論点</li> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、 蒸気凝縮の影響、真空</li> </ul>	•	<u>1号機と3号機のベント時のスクラビング効果</u> <u>の差は、現地調査で確認されたSGTS配管の</u> <u>汚染程度の差と整合しているのか検討が必</u> <u>要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>
破壊装置の機能維持 ✓ 1~3号機のベント成立性		<u>D/Wに存在するFP量については、米国サン</u> <u>ディア国立研究所の解析でMSLの破壊によ</u> <u>るD/Wへの大量のFP放出の意見もあり、議</u> <u>論が必要。(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>



調查·分析項目等	第9回会合(R	1.12.26)における論点整理	対応状況
<u>2)放射性物質の放出経路</u> 【 <u>1/3】</u> ⑤3号機原子炉建屋(R/B)	3号機原子炉建屋3階の損 傷状況から4階で水素爆発 が起きたのではないか。	はり等の損傷状況から、4階で水素爆発が 起きて、広い面積で大きな力が下向きに(4 階から3階に向けて)働いたと考えられる。	_
4階付近の汚染 ⑥3号機原子炉格納容器 (PCV)フランジヘッド ⑦冬号機漏えい(PCVペネ	<ul> <li>・3階西側で南北のはりが3</li> <li>箇所折損</li> <li>・3階床面は4号機と比べて</li> <li>損傷が少ない</li> </ul>	ダクト、床面の損傷状況からは、3階で爆発 はなかったと考えられる。	
トップヘッドフランジ(THF)) ⑧建屋除染係数(DF) ⑨1号機R/Bオペフロウェル プラグ	・ダクトは、ほぼ形状を 持して落下、 その上に天井からの瓦 礫が堆積	<u>物上げハッチの蓋は5階で閉まっており、爆</u> <u>発の起点の検討(5階または4階)のため蓋</u> <u>がどこに行ったのか確認が必要。(⇒ 次回</u> <u>以降議論)</u>	<u>東京電力HD情報なしとの</u> <u>回答</u>
内容・論点 ✓ 3号機R/B 4階付近の高 い汚染	<ul> <li>明確な燃焼痕は見られない</li> </ul>	<u>爆発の荷重伝達の検討のため、3号機4階の</u> <u>構造(柱等)の確認が必要。(⇒ 次回議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ 1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染</li> <li>✓ モニタリングポスト(MP) 観測データと放射性物質</li> </ul>	3号機と4号機では原子炉建 屋3階の損傷状況が異なる。	<u>爆発の損傷モードを比較検討するため、4号</u> <u>機原子炉建屋の損傷状況の追加調査が必</u> <u>要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u>
の 放 田 栓 路 ・ 時 期 (THF の 破 損 及 び ベ ン ト 等 ) 等		<u>4号機4階西側の外壁損傷と外壁手前の電</u> <u>源盤の損傷に係る損傷モードの検討が必要。</u> <u>(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第13回会合で資料提示</u> 27



調查·分析項目等	第9回会合(R	1.12.26)における論点整理	対応状況
<u>2)放射性物質の放出経路</u> 【 <u>2/3】</u> ⑤3号機原子炉建屋(R/B)	3号機原子炉建屋4階で水 素爆発があった場合、水素 の供給はどのように行われ	<u>オペフロの水素供給から4階への水素の移</u> <u>動に関する既存シミュレーション等の確認が</u> <u>必要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>東京電力HD情報なしとの</u> <u>回答</u>
4階付近の汚染 ⑥3号機原子炉格納容器 (PCV)フランジヘッド ⑦各号機漏えい(PCVペネ、 トップヘッドフランジ(THE))	たのか。 ①PCVヘッドからオペフロ に放出された水素が物 上げハッチ等の開口部 を通って4階に際りてく	<u>SGTS 配管からのベントガスの逆流は、SGTS</u> <u>フィルターの汚染状況の確認、原子炉建屋</u> <u>内のダクトルート(配置図、吸込口位置等)</u> <u>の確認が必要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第12回会合で資料提示</u>
8建屋除染係数(DF) ⑨1号機R/Bオペフロウェル プラグ	<ul> <li>2ベント時の水素がSGTS</li> <li>配管を通って4階に供給</li> </ul>	3号機、4号機のSGTSフィルターには、スタッ ク側から建屋側に線量分布の傾斜(逆流し た形跡)が見られる。	_
【 <u>内容・論点</u> ✓ 3号機R/B 4階付近の高 い汚染	される経路	<u>SGTSフィルターはA系とB系で汚染状況が異</u> <u>なるため、逆流・順流の検討が必要。(⇒</u> <u>次回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ 1,2号機R/B内部の3,4号 機よりも高い汚染</li> <li>✓ モニタリングポスト(MP)</li> <li>知識</li> </ul>		<u>SGTS配管やダクト内部のスミア等による線量</u> <u>測定を検討する。(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u>
<ul> <li>観測データと放射性物質</li> <li>の放出経路・時期(THF</li> <li>の破損及びベント等)</li> <li>等</li> </ul>	3号機1階PCV機器ハッチや ペネ等のPCV貫通部からの 水素漏えいの可能性。	<u>格納容器から放出される水素はFPを伴うた</u> <u>め、3号機1階の汚染状況と整合しているか</u> <u>確認が必要。(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第14回会合で資料提示</u>
			28



調查·分析項目等	第9回会合(R	1.12.26)における論点整理	対応状況
<u>2)放射性物質の放出経路</u> 【 <u>3/3】</u> ⑤3号機原子炉建屋(R/B)	3号機原子炉建屋4階付近 にガンマカメラの線量測定 で高線量の箇所が確認され	3号機オペフロの汚染分布は、DSピットとウェ ル間の隙間から吹き出した高線量の水蒸気 により局所的に高い部分がある。	_
4階付近の汚染 ⑥3号機原子炉格納容器 (PCV)フランジヘッド ⑦冬号機漏えい(PCVペネ	ている。 当該高線量箇所はどのよう に形成されたのか。	3号機2階のRCW熱交換器の線量は数mSv/h ~数十mSv/hであり、RCWを経由して高線量 のものが流れたとは考え難い。	_
<ul> <li>トップヘッドフランジ(THF))</li> <li>⑧建屋除染係数(DF)</li> <li>⑨1号機R/Bオペフロウェル プラグ</li> </ul>	<ul> <li>□ 小マンロエの高線重の</li> <li>□ 瓦礫が4階に崩れ落ち</li> <li>ている可能性</li> <li>② DSピットとウェルの間の</li> <li>隙間からPCVヘッドから</li> </ul>	<u>3号機オペフロの線量は、ガンマカメラの画</u> <u>像解析では数百~千mSv/h、東電HDの調査</u> <u>では15~20mSv/hと差があり、検討が必要。</u> <u>(⇒ 次回以降議論)</u>	<u>第12回会合で資料提示</u>
<u>内容・論点</u> ✓ 3号機R/B 4階付近の高 い汚染	の高線量の水蒸気が吹き出し、付着・凝縮等で局所的に線量が上がっ	<u>3号機タービン建屋内の原子炉建屋破片と</u> <u>考えられるコンクリート片(2~3mSv/h)の</u> <u>詳細調査が必要。(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ 1,2号機R/B内部の3,4号</li> <li>機よりも高い汚染</li> <li>✓ モニタリングポスト(MP)</li> </ul>	た可能性	<u>3号機オペフロへの放水と4階の堰等の水が</u> <u>たまる構造が存在する可能性の検討が必要。 (⇒ 次回議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u>
<ul> <li>観測テータと放射性物質</li> <li>の放出経路・時期(THF</li> <li>の破損及びベント等)</li> <li>等</li> </ul>	3号機3階のFPC熱交換室に スキマサージタンク経由で オペフロの高線量の水蒸気 が流入した可能性。	経路的にはあり得るが、スキマサージタンク 水は他よりも高線量となっておらず、可能性 は低い。	_
			29



調査·分析項目等	第8回会合(R	1.11.28)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>1/4】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染	2号機はベントに成功しな かったのではないか。	2号機RDは結果として作動していない。 2号機ベントは成立していない。	_
②1~3号機耐圧強化ベント ③SGTS逆流汚染 ④RDの動作	各号機のSGTS系の汚染状 況から1,2号機と3,4号機は 体系的に相似の関係と考え	1,2号機と3,4号機のベント系の汚染は相似し ており、FPと水素は1号機または3号機から 供給された。	_
内容・論点 ✓ 1,2号機ベント配管の高 い汚染	られる。	GDは、ベント時に自号機への逆流および他 号機への供給が生じている可能性があるた め、逆流防止の性能確認が必要。(⇒ 次回 議論)	<u>第10回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、</li> <li>蒸気凝縮の影響、真空</li> <li>破壊装置の機能維持</li> </ul>		<u>2,4号機へのFP及び水素の逆流の経路、2,4</u> <u>号機の汚染の程度の差は更に確認が必要。 (⇒ 次回議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
✓ 1~3号機のベント成立性	1,2号機スタック下部の高線量化の原因として、スタック内部の構造の影響が考えられる。	<u>スタックへの配管接続方法が異なることから</u> <u>その構造の確認が必要。(⇒ 次回議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u>



調査·分析項目等	第8回会合(R	1.11.28)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【2/4】 ①1,2号機ベント配管の汚染 ②1~3号機耐圧強化ベント ③SGTS逆流汚染 ④RDの動作	1号機及び3号機の汚染状況から、数百倍の汚染レベルの相違がある。 汚染の相違は、格納容器内のCs濃度と排出総量の差に依存していると考えられる。	<u>1,3号機の炉心損傷の経緯、格納容器から</u> <u>の漏えい箇所、時期については更に検証が</u> <u>必要。(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
<ul> <li>内容・論点</li> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/ClこおけるDFの効果、蒸気凝縮の影響、真空破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	汚染状況は、1号機と3号機 の放出量について、平成24 年5月の「福島第一原子力 発電所事故における放射性 物質の大気中への放出量 の推定について」(東京電力 HD株式会社)と相違がある。	東京電力から、平成24年5月の報告書は、 環境の放射能汚染の状況を再現するような 放出量を設定し、拡散評価するバックワード 解析を基にしており、事故進展の挙動を反 映しきれていない旨の回答があった。	



調査·分析項目等	第8回会合(R	1.11.28)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>3/4】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染 ②1~3号機耐圧強化ベント	配管等における蒸気凝縮の 影響。 ベント時の排気は非常に 水蒸気濃度の高い排気と	<u>1号機は、ドライなガスが高温で放出、3号機</u> <u>は、低い温度の水蒸気を多く含んだウェット</u> <u>なガスが放出されたと考えられる。</u> <u>(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u>
③SGTS逆流汚染 ④RDの動作 内容・論点	なっていると考えられ、水蒸 気の凝縮がCsの配管への 付着に大きく影響していると 考えられる。	<u>1, 2号機SGTS配管の高温履歴の確認とベン</u> <u>トガスとの関連性を確認することが必要。</u> <u>(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第12回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ 1,2号機ベント配管の高い汚染</li> <li>✓ S/CにおけるDFの効果、 蒸気凝縮の影響、真空</li> </ul>	<b></b>	<u>ベント時の排気系の汚染程度を算出するシ</u> ミュレーションと観測結果の比較検討を行う。 <u>(→ 次々回以降議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
破壊装直の機能維持 ✓ 1~3号機のベント成立性		<u>3号機は、原子炉圧力、D/W圧力、S/C圧力</u> <u>の推移から2回のベントが成功、1号機は、1</u> <u>回のベントが成功したと考えられる。(⇒</u> <u>次々回以降議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u> <u>第12回会合で資料提示</u> <u>第14回会合で資料提示</u>
		<u>3号機の原子炉圧力の急速な低下(13日午 前9時頃)については、サンディア研究所等 の仮説を確認することが必要。(⇒ 次々回 以降議論)</u>	<u>第12回会合で資料提示</u>



調查·分析項目等	第8回会合(R	1.11.28)における論点整理	対応状況
<u>1)耐圧強化ベント(AM対策)</u> 【 <u>4/4】</u> ①1,2号機ベント配管の汚染 ②1~3号機耐圧強化ベント ③SGTS逆流汚染	S/C水のサブクール度や減 圧沸騰の有無によるDF効果 への影響はあるのか。	<u>スクラビングの効果は、サブクールや減圧沸</u> <u>騰の有無よりも水深がDFの効果に影響する</u> <u>と考えられる。</u> <u>(⇒ 次々回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>
(4)RDの動作 内容・論点 ✓ 1,2号機ベント配管の高 い注染		<u>スクラビングによるDF効果について幾つか</u> <u>の研究成果があり、議論が必要。(⇒ 次々</u> <u>回以降議論)</u>	<u>第11回会合で資料提示</u>
<ul> <li>✓ S/CIこおけるDFの効果、</li> <li>蒸気凝縮の影響、真空</li> <li>破壊装置の機能維持</li> <li>✓ 1~3号機のベント成立性</li> </ul>	1号機S/C内の真空破壊弁周 辺に高い汚染が確認されて いる。	<u>1号機ベントは、S/Cの真空破壊弁を通じたス</u> クラビングされていないベントガス放出の可 <u>能性。更なる確認が必要。(⇒ 次々回以降</u> <u>議論)</u>	<u>第10回会合で資料提示</u>



### 〇事故分析検討会における主な検討項目

<ul> <li>第14回事故分析検討会 [令和2年10月16日(金)]</li> <li>・3号機原子炉格納容器内の圧力挙動について</li> <li>・[東電HD]福島第2原子力発電所1号機の格納容器圧力挙動 について</li> <li>・[東電HD]福島第一原子力発電所3号機のRCIC運転中の 原子炉圧力挙動について</li> <li>・3号機の原子炉圧力及び格納容器圧力の挙動について(2)</li> <li>・現地調査の実施状況について</li> <li>・原子炉格納容器耐圧強化ベントラインの熱流動解析について</li> <li>・「JAEA]原子炉格納容器耐圧強化ベント及びSGTSライン熱流動 解析-1号機及び2号機の結果-</li> <li>・「JAEA]JAEAICおける試料分析について</li> <li>・これまでの論点整理</li> <li>・「参考]1~4号機非常用ガス処理系(SGTS)の設計等について</li> </ul>	
<ul> <li>第13回事故分析検討会 [令和2年9月3日(木)]</li> <li>・3号機の水素爆発</li> <li>・現地調査の実施状況について</li> <li>・これまでの論点整理</li> <li>・[東電HD] 福島第2原子力発電所1号機の格納容器圧力挙動 について</li> <li>・[東電HD] 福島第一原子力発電所3号機のRCIC運転中の 原子炉圧力挙動について</li> </ul>	

【参考】



【参考】

### 〇事故分析検討会における主な検討項目

<ul> <li>第12回事故分析検討会 [令和2年6月25日(木)]</li> <li>原子炉格納容器破損時の水素及び核分裂生成物の挙動</li> <li>1~3号機原子炉建屋における線源調査</li> <li>3号機原子炉格納容器内の圧力挙動からの考察</li> <li>3号機の原子炉圧力及び格納容器圧力の挙動</li> <li>これまでの論点整理</li> <li>[東電HD] 1/2 号機SGTS 配管撤去に向けた現場調査の 実施状況</li> </ul>	<ul> <li>第9回事故分析検討会 [令和1年12月26日(木)]</li> <li>3uR/B3階の調査結果</li> <li>第8回の論点整理(ベント配管汚染)</li> <li>[参考] 現地調査等の概要(耐圧強化ベントライン)</li> <li>[東電HD] 3uベントガスから4uR/Bへの流入割合</li> </ul>
<ul> <li>第11回事故分析検討会 [令和2年3月27日(金)]</li> <li>S/Cのスクラビング効果</li> <li>ベント配管の汚染に関する解析等(第2回)</li> <li>2号機オペフロのガンマカメラによる測定結果</li> <li>1,2号機排気筒ドレンサンプ水の分析</li> <li>これまでの論点整理</li> <li>[参考] 科学的・技術的意見</li> <li>[JAEA] 試料分析の計画</li> <li>[東電HD] 1/2号機SGTS配管現場調査</li> </ul>	<ul> <li>第8回事故分析検討会 [令和1年11月28日(木)]</li> <li>・耐圧強化ベントラインの汚染状況</li> <li>・プールスクラビングによるエアロゾル除去効果実験</li> <li>・[参考]計装機器の指示値及びプラントデータの推移等</li> <li>・[東電HD] 3uPCV漏えいと蒸気放出</li> </ul>
<ul> <li>第10回事故分析検討会 [令和2年2月4日(火)]</li> <li>・ベント配管の汚染に関する解析等</li> <li>・現地調査結果(4uR/B,2uオペフロ)</li> <li>・第9回の論点整理(3uR/Bの汚染)</li> <li>・[参考] ベント設計、スタック線量推移等</li> <li>・[東電HD] 3uPCV機器ハッチ、1u水素爆発解析、1uPCV上蓋</li> </ul>	<ul> <li>第7回事故分析検討会 [令和1年10月18日(金)]</li> <li>・検討会の実施</li> <li>・当面の調査・分析項目</li> </ul>



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6-1

1

## 追加説明資料

### 1,3号機水素爆発時の気象等



#### 〇1,3,4号機 原子炉建屋の爆発時の湿度について





福島第一の敷地に近く、海岸沿いにある福島第二の気象データ(気象観測 装置の湿度データ)を比較。

<u>1号機爆発時</u>(3月12日15時36分頃)は、<u>福島第二で約60%</u>の湿度 <u>3号機爆発時</u>(3月14日11時01分頃)は、<u>福島第二で約24.5%</u>の湿度



〇1,3,4号機 原子炉建屋の爆発時の湿度について





福島第一の敷地に近く、海岸沿いにある福島第二の気象観測 装置のチャート記録(湿度)読み取り値を追加、比較した。

> <u>福島第二の湿度</u>は、大野局(MP)の湿度の推 移に近く、<u>大野局よりも高い傾向</u>がある。



〇1,3,4号機 原子炉建屋の爆発時の気温等について

	大野 (モニタリングポスト)		小名浜 (気象台)		福島鸳 (気象観	第二 <sup>※</sup> 測装置)	1号機	3号機	4号機
	温度·湿度	風向·風速	温度·湿度	風向·風速	温度·湿度	風向·風速			
3/12	15:30 9.3°C _47.1% 15:40 9.4°C_44.8%	15:30 E_4.2 m/s 15:40 ESE_3.7 m/s	15:30 8.8°C_59% 15:40 8.6°C_57%	15:30 S_5.4 m/s 15:40 S_5.4 m/s	15:00 8.6°C_58.8% 16:00 7.9°C_62.0%	15:00 SSE_4.2 m/s 16:00 S_3.2 m/s	14:30頃 ベン ① 15:36 原子炉 建屋で爆発		
3/13						3/13 09 ~	:00	09:20頃 ベント ① 12:30頃 ベント ②	
3/14	11:00 18.9°C_14.1% 11:10 18.9°C_14.7%	11:00 W_7.0 m/s 11:10 WSW_5.9 m/s	11:00 11.7°C_71% 11:10 11.2°C_72%	11:00 S_3.9 m/s 11:10 S_3.5 m/s	11:00 °C_24.5% 12:00 °C_22.5%	3/18 18 欠測 (温度のみ=	:00 Fv-b	11:01 原子炉 建屋で爆発	
3/15	06:10 6.3°C_71.4% 06:20 6.3°C 73.1%	06:10 NNW_2.9 m/s 06:20 NNW 3.0 m/s	06:10 7.1°C_72% 06:20 7.2°C 72%	06:10 NNE_4.9 m/s 06:20 NNE_4.3 m/s	06:00 °C_83% 07:00 °C 91%	読み取り値	ý、 を追加)		06:12 原子炉 建屋で爆発

※東京電力HDの提示データを原子力規制庁において一部抜粋、加工

- 160 -

4

【参考】







- 163 -



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14	回会合
	資料6		

### 〇1,3,4号機 原子炉建屋の爆発時の気温等について

	大野 (モニタリングポスト)		小名浜 (気象台)		福島釒 (気象観	第二 <sup>※</sup> 測装置)	1号機	3号機	4号機
	温度·湿度	風向·風速	温度·湿度	風向·風速	温度·湿度	風向·風速			
3/12	15:30 9.3°C _47.1% 15:40 9.4°C_44.8%	15:30 E_4.2 m/s 15:40 ESE_3.7 m/s	15:30 8.8°C_59% 15:40 8.6°C_57%	15:30 S_5.4 m/s 15:40 S_5.4 m/s	15:00 8.6°C_58.8% 16:00 7.9°C_62.0%	15:00 SSE_4.2 m/s 16:00 S_3.2 m/s	14:30頃 ベント ① 15:36 原子炉 建屋で爆発		
3/13					3/13	09:00 ~		09:20頃 ベント ① 12:30頃 ベント ②	
3/14	11:00 18.9°C_14.1% 11:10 18.9°C_14.7%	11:00 W_7.0 m/s 11:10 WSW_5.9 m/s	11:00 11.7°C_71% 11:10 11.2°C_72%	11:00 S_3.9 m/s 11:10 S_3.5 m/s	3/18 欠	18:00 〕 測		11:01 原子炉 建屋で爆発	
3/15	06:10 6.3°C_71.4% 06:20 6.3°C_73.1%	06:10 NNW_2.9 m/s 06:20 NNW_3.0 m/s	06:10 7.1°C_72% 06:20 7.2°C_72%	06:10 NNE_4.9 m/s 06:20 NNE_4.3 m/s					06:12 原子炉 建屋で爆発

※東京電力HDの提示データを原子力規制庁において一部抜粋、加工



# 追加説明資料

# 3号機主蒸気逃がし弁機能の設計

- ▶ 3号機SRV(C)逃がし弁機能の設計
- ▶ 3号機SRV(A)各機能の設計



#### O3号機主蒸気逃がし弁(SR弁)の構成



政府事故調報告書より抜粋



O3号機主蒸気逃がし弁(SR弁)の作動ロジック及び作動圧



図6 SRVの作動ロジック

表1 SRV の逃がし弁機能と安全弁機能の作動圧 単位: MPa[gage]								
	A	В	С	D	E	F	G	Н
逃がし弁機能	7.51	7.58	7.44	7.58	7.51	7.58	7.51	7.58
安全弁機能	7.71	7.78	7.64	7.71	7.64	7.78	7.71	7.78
ADS 機能の有無	有	有	有	—	有		有	有

東京電力、第5回未解明問題報告書より抜粋、一部加工 11



# 3号機主蒸気逃がし弁機能の設計

> 3号機SRV(C)逃がし弁機能の設計

SRV(C)逃がし弁機能については、

マイクロスイッチにおける接点の開/閉動作によりコントロールされており、原子炉圧力が

設定値に達するとスイッチ(接点)が「開」「閉」される設計となっている。

また、上記の逃がし弁機能の作動状態については、

シリンダーの「全開」「全閉」位置のリミットスイッチにより、SRV作動ランプ(Gランプ、Rランプ) が点灯・消灯する設計となっている。





原子力規制庁において、東京電力HDの提示資料を抜粋、一部加工 13



# 3号機主蒸気逃がし弁機能の設計

▶ 3号機SRV(A)各機能の設計

SRV(A)は、原子炉圧力容器の減圧機能として下記の機能を有している。

A) ADS信号による作動機能

B) 中央制御室からのリモートコントロールスイッチからの作動機能 (250リットル)

C) 原子炉圧力高による逃がし弁機能の作動 逃がしき

D) AM策による逃がし弁機能の作動

\_ 逃がし弁機能用アキュムレータ (85リットル)

ADS用アキュムレータ

このうち、A)及びD)の機能の設計を確認した。(B)及びC)は、SRV(C)と同様の設計)









原子力規制庁において、東京電力HDの提示資料を抜粋、一部加工





#### O3号機原子炉格納容器圧力







A) ADS作動及びD) AM策による
 逃がし弁機能作動の条件には、
 広帯域水位計にて
 原子炉水位低(L-1-3720mm)
 及び
 狭帯域水位計にて
 原子炉水位低(L-3 +152mm)
 があり、この2条件を達成する必
 要がある。

3月11日19:00から3月12日 12:00の期間では、<u>達成してい</u> ない。



#### O3号機低圧系(RHR系又はCS系)ポンプの吐出圧力

A) ADS作動及びD) AM策による逃がし弁機能作動の条件には、

RHRポンプ吐出圧力確立(0.344 MPa)

及び

CSポンプ吐出圧力確立(0.689 MPa)

があり、この2条件を達成する必要がある。

RHRポンプ及びCSポンプは交流電源を要する低圧注水系のポンプであり、津波到達後となる3月11日19:00から 3月12日12:00の期間では、全交流電源喪失又はポンプの被水によって起動不能の状態であり、<u>達成していない。</u>



## 追加説明資料

## 原子炉建屋の施工状況等





### 〇4号機原子炉建屋の外壁の破損

【原子炉建屋4階北側】



2013年7月11日原子力規制庁撮影





2020年8月7日原子力規制庁撮影



4号機原子炉建屋5階~3階の外壁の破損状況及び落下した外壁の状況等 からは、外壁と柱及び外壁間の重ね継手部から破損していると考えられる箇 所が確認される。



#### 〇調査・分析に係る資料等のリスト (抜粋)

No.	調査・分析に必要な資料等(東京電力HD依頼リスト)	伝達日	対応状況
23	<3号機R/B4階汚染> 3号機原子炉建屋の壁や床のコンクリート材料に関す る情報、コア抜きサンプルに関する情報	12/26 検討会	(東電回答)下記の資料を提示。

東京電力ホールディングス株式会社から提示された資料

▶ 東京電力福島第一原子力発電所第3号機発電所本館建物新設工事 工事記録(東京電力)

上記の資料によれば、

3号機原子炉建屋の壁及び床のコンクリートは、コンクリート骨材に新田川(産地)の細骨材、粗骨材を使用してお

り、225 kg/cm<sup>2</sup>の設計強度に対し、コンクリート圧縮強度試験の結果、237~290 kg/cm<sup>2</sup>の圧縮強度であった。


## 〇調査・分析に係る資料等のリスト (抜粋)

No.	調査・分析に必要な資料等(東京電力HD依頼リスト)	伝達日	対応状況
38	<水素爆発>3号機PCV内側の塗料及びケーブルの製品仕様等のデータ(製	9/18	(東電回答)一部資料(塗料関
	品名、成分、揮発性、難燃性等)	追加	係)を提示。

以下の通り回答いたします。

2号機(PCV内側)の塗料は、以下のような塗り方になっている。

- 下塗り:ジンク
- 中塗り:無し
- 上塗り:エポキシ



## 追加説明資料

リアクターキャビティ差圧調整ダクトの空気作動弁の状況



## 〇調査・分析に係る資料等のリスト (抜粋)

No.	調査・分析に必要な資料等(東京電力HD依頼リスト)	伝達日	対応状況
31-2	<建屋DF> 1~3号機のリアクターキャビティ差圧調整ダクトは、AO弁が通常時開、異常時閉の設計だが、各号機で弁の設計が異なっている。各号機で 電源断、及び空気断時の挙動の情報。(異常時閉後に制御空気がなくなること で開に戻る設計となっていないかの確認)	8/5 追加	現地調査等の状況を整理

- リアクターキャビティ差圧調整ダクトの空気作動弁(AO弁)については、
- ▶ <u>1号機</u>は、東京電力HDの現地作業時※に<u>弁「閉」の状態が確認</u>されている。
- ▶ <u>2号機</u>は、原子力規制庁の現地調査時に手動ハンドルによって<u>弁「閉」の状態が確認</u>されている。
- ▶ 3号機は、当該配管・弁が設置されている原子炉建屋4階西側フロアは高線量であり、弁の作動状態の確認は困難な状態である。

※1号機原子炉格納容器上蓋の状況確認について(2019年11月28日東京電力ホールディングス株式会社)を参照



O2号機リアクターキャビティ差圧調整ダクトの配管の設計(原子炉建屋4階西側)

