

参考資料 1 原発事故の検証の経緯、視察調査の概要

	年月日	活動	内容
1	平成 24 年 7 月 8 日	技術委員会 (平成 24 年度第 1 回)	・ 検証の進め方 ・ 福島原発事故独立検証委員会の調査・検証報告書（民間事故調）の確認
2	平成 24 年 8 月 24 日	技術委員会 (平成 24 年度第 2 回)	・ 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会の報告書（国会事故調）の確認
3	平成 24 年 10 月 30 日	技術委員会 (平成 24 年度第 3 回)	・ 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）の確認
4	平成 24 年 12 月 14 日	技術委員会 (平成 24 年度第 4 回)	・ 福島原子力事故調査報告書（東電事故調）の確認
5	平成 24 年 12 月 21 日	福島第一原子力発電所、第二原子力発電所視察	・ 福島第一原子力発電所敷地内、5号機原子炉建屋内等の視察 参照：【視察調査 1】
6	平成 25 年 2 月 1 日	技術委員会 (平成 24 年度第 5 回)	・ 検証の整理
7	平成 25 年 2 月 19 日	技術委員会 (平成 24 年度第 6 回)	・ 検証の整理
8	平成 25 年 3 月 14 日	技術委員会 (平成 24 年度第 7 回)	・ 検証の整理
9	平成 25 年 6 月 1 日	技術委員会 (平成 25 年度第 1 回)	・ 検証の進め方の確認 ・ 東京電力福島第一原子力発電所における事故分析に係る検討会（原子力規制委員会）の確認
10	平成 25 年 9 月 14 日	技術委員会 (平成 25 年度第 2 回)	・ 検証の進め方の確認
11	平成 25 年 10 月 31 日	課題別ディスカッション 課題 6（第 1 回）	・ シビアアクシデント対策の議論
12	平成 25 年 11 月 7 日	課題別ディスカッション 課題 1（第 1 回）	・ 1号機非常用復水器(IC)の議論 ・ 循環水系の損傷の可能性と発電所への津波到達時刻の議論
13	平成 25 年 11 月 14 日	課題別ディスカッション 課題 3（第 1 回）	・ 事故対応及び情報発信の議論
14	平成 25 年 11 月 14 日	課題別ディスカッション 課題 4（第 1 回）	・ 事故対応及び情報発信の議論
15	平成 25 年 11 月 19 日	課題別ディスカッション 課題 2（第 1 回）	・ 海水注入の意思決定の議論 ・ ベントの意思決定の議論 ・ 非常用復水器（IC）の操作等の議論

	年月日	活動	内容
16	平成 25 年 11 月 30 日	課題別ディスカッション 課題 5 (第 1 回)	・高線量下の作業の議論
17	平成 25 年 12 月 19 日	技術委員会 (平成 25 年度第 3 回)	・検証の進め方の確認
18	平成 26 年 1 月 14 日	課題別ディスカッション 課題 1 (第 2 回)	・1 号機非常用復水器(IC)の議論 ・循環水系の損傷の可能性と発電所への津波到達時刻の議論
19	平成 26 年 1 月 18 日	課題別ディスカッション 課題 5 (第 2 回)	・高線量下の作業の議論
20	平成 26 年 1 月 25 日	課題別ディスカッション 課題 6 (第 2 回)	・シビアアクシデント対策の議論
21	平成 26 年 1 月 31 日	課題別ディスカッション 課題 2 (第 2 回)	・海水注入の意思決定の議論 ・ベントの意思決定の議論 ・非常用復水器 (IC) の操作等の議論
22	平成 26 年 2 月 4 日	課題別ディスカッション 課題 3 (第 2 回)	・事故対応及び情報発信の議論
23	平成 26 年 2 月 4 日	課題別ディスカッション 課題 4 (第 2 回)	・事故対応及び情報発信の議論
24	平成 26 年 2 月 11 日	技術委員会 (平成 25 年度第 4 回)	・課題別ディスカッションの状況の確認
25	平成 26 年 3 月 24 日	技術委員会 (平成 25 年度第 5 回)	・課題別ディスカッションの状況の確認
26	平成 26 年 4 月 26 日	課題別ディスカッション 課題 3 (第 3 回)	・事故対応及び情報発信の議論
27	平成 26 年 4 月 26 日	課題別ディスカッション 課題 4 (第 3 回)	・事故対応及び情報発信の議論
28	平成 26 年 4 月 28 日	課題別ディスカッション 課題 1 (第 3 回)	・福島第一原子力発電所への津波の到着時刻の議論
29	平成 26 年 5 月 8 日	課題別ディスカッション 課題 5 (第 3 回)	・高線量下の作業の議論
30	平成 26 年 5 月 19 日	課題別ディスカッション 課題 2 (第 3 回)	・海水注入の意思決定の議論 ・ベントの意思決定の議論 ・非常用復水器 (IC) の操作等の議論
31	平成 26 年 5 月 22 日	技術委員会 (平成 26 年度第 1 回)	・検証の進め方の確認
32	平成 26 年 6 月 13 日	課題別ディスカッション 課題 6 (第 3 回)	・シビアアクシデント対策の議論
33	平成 26 年 6 月 19 日	課題別ディスカッション 課題 5 (第 4 回)	・高線量下の作業の議論

	年月日	活動	内容
34	平成26年7月28日	課題別ディスカッション 課題3（第4回）	・事故対応の議論
35	平成26年8月4日	課題別ディスカッション 課題2（第4回）	・海水注入の意思決定の議論 ・ベントの意思決定の議論 ・非常用復水器（IC）の操作等の議論
36	平成26年8月8日	課題別ディスカッション 課題6（第4回）	・シビアアクシデント対策の議論
37	平成26年8月20日	課題別ディスカッション 課題1（第4回）	・非常用復水器（IC）等の重要配管に小破口LOCAの可能性の議論
38	平成26年8月27日	技術委員会 （平成26年度第2回）	・課題別ディスカッションの状況の確認
39	平成26年9月2日	課題別ディスカッション 課題4（第4回）	・情報発信の議論
40	平成26年10月7日	技術委員会 （平成26年度第3回）	・高線量下の作業に関する提言のとりまとめ
41	平成26年12月25日	課題別ディスカッション 課題3（第5回）	・事故対応及び情報発信の議論
42	平成26年12月25日	課題別ディスカッション 課題4（第5回）	・事故対応及び情報発信の議論
43	平成27年1月8日	課題別ディスカッション 課題2（第5回）	・海水注入の意思決定の議論 ・ベントの意思決定の議論 ・非常用復水器（IC）の操作等の議論
44	平成27年2月21日	福島第一原子力発電所 1号機原子炉建屋現地 調査	・1号機原子炉建屋4階等の現地調査 参照：【視察調査2】
45	平成27年3月24日	技術委員会 （平成26年度第4回）	・課題別ディスカッションの状況の確認 ・調査状況の確認
46	平成27年4月28日	課題別ディスカッション 課題1（第5回）	・福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋4階 現地調査に関する質問回答
47	平成27年5月27日	技術委員会 （平成27年度第1回）	・課題別ディスカッションの状況の確認
48	平成27年7月13日	課題別ディスカッション 課題1（第6回）	・1号機原子炉建屋4階現地調査に関する議論
49	平成27年8月31日	技術委員会 （平成27年度第2回）	・東京電力福島第一原子力発電所における事故 分析に係る検討会（原子力規制委員会）の確 認 ・検証の進め方の確認
50	平成27年11月25日	課題別ディスカッション 課題4（第6回）	・メルトダウンの公表の議論

	年月日	活動	内容
51	平成27年12月16日	技術委員会 (平成27年度第3回)	・課題別ディスカッションの状況の確認
52	平成28年1月21日	課題別ディスカッション 課題2(第6回)、課題 3(第6回)合同開催	・1号機非常用復水器(IC)の操作の議論 ・3号機注水系統の切り替えの議論
53	平成28年2月10日	課題別ディスカッション 課題4(第7回)	・問題のあった報道発表等の議論
54	平成28年3月23日	技術委員会 (平成27年度第4回)	・課題別ディスカッションの状況の確認
55	平成28年3月28日	課題別ディスカッション 課題1(第7回)	・福島第一原子力発電所1号機水素爆発原因に ついての議論
56	平成28年6月21日	福島第一原子力発電所 1号機タービン建屋現 地調査	・1号機タービン建屋内の電源盤等の調査 参照:【視察調査3】
57	平成28年6月28日	「福島第一原子力発電 所事故に係る通報・報 告に関する第三者検証 委員会」による検証結 果の報告	・第三者委員会の検証結果報告書の確認
58	平成28年6月30日	技術委員会 (平成28年度第1回)	・調査状況の確認 ・第三者委員会の検証結果報告書の確認
59	平成28年8月10日	技術委員会 (平成28年度第2回)	・課題別ディスカッションの状況の確認
60	平成28年8月24日	課題別ディスカッション 課題1(第8回)	・1号機非常用電源設備に関する事項の議論
61	平成28年10月31日	課題別ディスカッション 課題1(第9回)	・水素爆発解析、1号機非常用電源設備に関す る議論
62	平成29年2月9日	課題別ディスカッション 課題1(第10回)	・水素爆発解析の議論
63	平成29年6月15日	課題別ディスカッション 課題1(第11回)	・水素爆発解析、逃がし安全弁(SRV)の動作状 況の議論
64	平成29年8月8日	技術委員会 (平成29年度第1回)	・検証の進め方の確認 ・原発事故に関する3つの検証の報告 ・東京電力HD・新潟県合同検証委員会の検証 の状況の確認
65	平成29年12月25日	技術委員会 (平成29年度第2回)	・福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格 納容器の状態の推定と未解明問題に対する検 討(東京電力)の確認 ・課題別ディスカッションの状況の確認

	年月日	活動	内容
66	平成30年5月18日	技術委員会 (平成30年度第1回)	・東京電力HD・新潟県合同検証委員会の検証結果報告書の確認
67	平成30年9月12日	課題別ディスカッション 課題1 (第12回)	・1号機非常用電源設備に関する議論
68	平成30年10月31日	技術委員会 (平成30年度第2回)	・運転操作手順書の質疑
69	平成31年1月29日	技術委員会 (平成30年度第3回)	・福島第一原子力発電所事故：未解明事項の調査と評価（原子力学会）の確認 ・課題別ディスカッションの状況の確認
70	令和2年1月31日	技術委員会 (令和元年度第1回)	・技術委員会における議論の状況と今後の進め方、検証のとりまとめの方向性の確認
71	令和2年3月18日	課題別ディスカッション 課題1 (第13回)	・1号機非常用電源設備に関する議論
72	令和2年6月5日	技術委員会 (令和2年度第1回)	・検証のとりまとめの作業状況の確認 ・課題別ディスカッションの状況の確認
73	令和2年7月28日	技術委員会 (令和2年度第2回)	・検証報告書の作成状況、検証報告書案の確認
74	令和2年8月12日	課題別ディスカッション 課題1 (第14回)	・田中委員、東京電力、事務局の打合せで整理した論点の議論等
75	令和2年8月28日	技術委員会 (令和2年度第3回)	・検証報告書の作成状況の確認 ・課題別ディスカッションの状況の確認
76	令和2年9月11日	技術委員会 (令和2年度第4回)	・検証報告書案の確認

【視察調査1】 福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所の現地視察

(1) 実施日

平成24年12月21日

(2) 場所

福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所

(3) 主な現地視察箇所

ア 福島第一原子力発電所

- ① 高台から福島第一原子力発電所全景
- ② 4号機建屋近傍
- ③ 1～4号機取水路、海水ポンプ廻り
- ④ 5号機取水路、海水ポンプ廻り
- ⑤ 5号機タービン建屋（高圧電源盤・非常用D/G）
- ⑥ 5号機格納容器内（主蒸気系配管、給水配管、SR弁、PLRポンプ廻り）

⑦ 5号機原子炉建屋（トーラス室・S/C ベント弁・残留熱除去系ポンプ・燃料プール）

⑧ 夜ノ森線鉄塔倒壊現場

イ 福島第二原子力発電所

① 福島第二原子力発電所増田所長から事故対応・被害状況等の説明

② サイトシミュレータによる全電源喪失状況の再現



4号機建屋近傍



夜ノ森線鉄塔倒壊現場



免震重要棟



5号機格納容器内

【視察調査2】 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋の現地調査

(1) 実施日

平成27年2月21日

(2) 場所

福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋

(3) 主な現地調査箇所

① 非常用復水器（I C）本体北側周辺（原子炉建屋4階）

- ②非常用復水器（I C）本体南側周辺（原子炉建屋4階）
- ③機器ハッチ周辺（原子炉建屋4階）
- ④出水箇所周辺（原子炉建屋4階）
- ⑤ほう酸水注入（S L C）系周辺（原子炉建屋4階）



1号機原子炉建屋4階



1号機原子炉建屋4階 機器ハッチ

【視察調査3】 福島第一原子力発電所1号機電源盤等の現地調査

（1）実施日

平成28年6月21日

（2）場所

福島第一原子力発電所1号機タービン建屋1階（地上階）及び周辺

（3）主な現地調査箇所

- ① 1号機タービン建屋内の非常用高圧電源盤等
- ② タービン建屋の大物搬入口や非常用発電機室へ繋がる開口部等（津波の侵入経路）



1号機タービン建屋



非常用高圧電源盤

H24	H25	H26	H27	H28	H29
4つの事故調査報告書の確認	(規制委員会検討会の議論の確認)	高線量下の作業の提言	規制委員会検討会報告書の確認	(合同検証委員会設置)	東電未解明問題の確認
適宜、課題別ディスカッションの内容確認					
福島原発事故を踏まえた課題			(平成25年度の議論の状況)		
1. シビアアクシデント対策	<p>○ 確実に原子炉を冷却するため、設備の多様性を有すること。(事業者)</p> <p>○ 全電源喪失等を想定した手順書の整備や訓練が必要。(事業者)</p> <p>○ シビアアクシデントに対応する要員や専門家の育成が必要。(国・事業者)等</p>	<p>課題6 格納容器ベントの作業の問題はどこにあったのか。(確認済) 整理表</p> <p>課題6 消防車による代替注水は有効であったのか。(確認済) 整理表</p> <p>課題6 事故データについて確認が必要ではないか。(確認済) 整理表</p> <p>課題6 原子炉や水素爆発の状況等はどうなっているのか。(確認済) 整理表</p> <p>課題6 海外のシビアアクシデント対策はどうなっているのか。(確認済) 整理表</p> <p>課題6 シビアアクシデントを抑制する諸要素が不十分ではなかったのか。(確認済) 整理表</p>	※ 技術委員会へ報告済		
2. 地震対策	○ 安全性確保に照らし送電・変電網を含むBCクラスの設備の見直しが必要。(国)等	課題1※1 1号機IGは地震動により損傷しなかったのか。(確認済) 報告	※ 技術委員会へ報告済		
3. 津波対策	○ 浸水経路を特定し設備への影響を把握すべき。(事業者)等	課題1※1 1号機非常用電源喪失の原因はなにか。(確認済) 報告	※ 技術委員会へ報告済		
4. 新たに判明したリスク	○ 機号番号が同時に事故を起こしても、対応できる体制を構築するべき。(事業者)等				
5. 放射線監視設備、炉内システム等の在り方	○ どのような状況下でも、監視できる体制を構築すべき。(事業者・県)等				
6. 発電所内の事故対応	<p>○ 全電源喪失等、駆動源を喪失した場合を想定した手順書の整備や、現場対応を含めた訓練が必要。(事業者)</p> <p>○ 電源喪失時、自然災害時にも使用できる情報伝達手段の構築が必要。(事業者)等</p>	<p>課題3 注水系統の切替え判断はただしかったのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題3 判断や指示の指揮系統は機能していたのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題3 緊急から帰国、自営、(仕事)への連絡はどのような状況だったのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題3 免震重要棟は機能していたのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題3 1号機の総線が切れた際に水素燃焼防止を妨ぐことはできなかったのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題3 想定外事象への対応は考慮されていたのか。(確認済) 確認できた事実</p>	※ 技術委員会へ報告済		
7. 過酷な環境下での現場対応	○ 高線量下で作業するための装備、手順を備えること。(事業者)等	<p>課題5 放射線量の上昇が事故対応等どのような影響を与えたのか。(確認・提言済) 整理表</p> <p>課題5 線量限の動向により事故対応、事故進展にどのような違いが生じたのか。(確認・提言済) 整理表</p>	※ 技術委員会へ報告済		
8. 原子力災害時の情報伝達、情報発信	○ 一元的な情報発信の体制や方法、発信すべき内容をあらかじめ決めておくべき。(国・事業者)等	<p>課題4 4 ムルタウン等の情報発信が遅かったのではないのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題4 情報発信に問題があったのではないのか。(確認済) 確認できた事実</p>	※ 技術委員会へ報告済		
9. 原子力災害時の重大事項の意思決定	○ 原子力災害時の重大事項の決定について、経営への配慮等により遅れが生じないよう誰がどう対応すべき	<p>課題2 海水注入の意思決定に問題はなかったのか。(確認済) 確認できた事実</p> <p>課題2 ベントの意思決定に問題はなかったのか。(確認済) 確認できた事実</p>	※ 技術委員会へ報告済		

高線量下の作業に関する提言について

1. 事故直後の状況において、100mSv以上の作業を許容したことが有効であったことを踏まえ、法律に規定する緊急作業に係る線量限度の引き上げを検討するとともに、線量限度を絶対的なものとするのか目標値とするのか、取り扱いを検討して下さい。
2. 民間運送事業者による福島第一原子力発電所への資機材の直接輸送ができなかったなど、発電所内への輸送に支障が生じた事実を踏まえて、防災関係者も含めた線量管理方法等の対応策を検討して下さい。
3. シビアアクシデント発生時における作業では、極めて高い放射線量や高温などで立ち入ることが不可能な箇所があったので、事業者がそういった場所を事前に把握し、遠隔操作等で対応できるようにして下さい。
4. 作業員の安全を確保する意味からも、緊急時においても作業現場の放射線量を確実に把握できるようなモニタリング機器や体制を整備して下さい。
5. 津波などの影響で線量計が足りなくなったことや、マスクなどの防護資機材が不足したことを踏まえ、必要数や配置場所などを検討し、対策を確実に行って下さい。
6. 緊急的に事故対応に従事することになった作業者については、短時間で不十分な放射線教育しかできなかったことから、平時から、緊急時作業用の放射線教育を、事故対応に関わる可能性がある者を実施する体制を整備して下さい。
7. 福島第一原子力発電所内にあったホールボディカウンター4台が全て汚染により使用不可能になり、内部被ばくの管理に支障を生じたことから、発電所外の機器設置も含めて、作業者の内部被ばくの管理体制の整備を行って下さい。

参考資料 4 課題・教訓への対応状況

- ・本資料は、柏崎刈羽原発の安全対策の確認に資するため、本文の課題・教訓に対する関係機関の対応状況を整理したものである。課題・教訓の中で特に確認が必要な事項については、今後技術委員会において、「柏崎刈羽原発の安全対策の確認」の中で確認することとしている。
- ・事業者が対応すべきとされた課題・教訓の対応状況は事業者が作成した。その他については事務局が作成し、関係機関に確認したものである。

項目	区分 I	区分 II	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
地震対策	事故調査報告書等から抽出した課題	緊急時対策所(免震重要棟)の設備	気密性、遮蔽性の確保の他、要員の長期対応に必要な居住性にも配慮すること。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時対策所として「5号機原子炉建屋内緊急時対策所」を設置している ・緊急時対策所は気密性を確保した高気密室内に設置し、陽圧化装置(空気ポンプ)や可搬型陽圧化空調機等を用いて陽圧化し、希ガスを含む放射性物質の浸入を防止する設計としている ・上部及び側面に遮蔽(コンクリート、鉛)を設置する事で外部被ばくを防止するなど、遮蔽設計及び換気設計により対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計としている ・外部からの支援が無くても7日間とどまることが可能なだけの資機材・食料・住居スペースを配備している <p>設置許可基準 第三十四条(緊急時対策所) 第六十一条(緊急時対策所)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等発生後8日以降の事故収束対応を維持するため、原子力事業者災害対策支援拠点(支援拠点)を立ち上げる ・発電所の事故収束対応を維持するために必要な燃料、資機材等については本社で要請を受け、調達業者・輸送業者と調整し発電所へ支援できる体制を整備している <p>技術的能力の審査基準 1.0.4項(外部からの支援について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「想定される自然現象(洪水・風(台風)・竜巻・凍結・降水・積雪・落雷・地滑り・火山の影響・生物学的事象・森林火災等)」により安全機能が損なわれないこと等を確認している <p>(例：竜巻)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・周辺の地形や竜巻の移動方向を配慮して、基準竜巻の最大風速の割り増しを検討し、設計竜巻の最大風速を設定
			津波等、地震以外の自然災害にも対応できる施設であること。(事業者)	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> 物品の寸法、質量及び形状から飛来の有無を判断し、飛来物により機器・系統が損傷しない設計とする 衝突時に設計飛来物よりエネルギーが大きいものは固縛、固定又は離隔対策を実施し、飛来物とならない運用とする <p>設置許可基準 第六条 (外部からの衝撃による損傷の防止) 第三十四条 (緊急時対策所) 第六十一条 (緊急時対策所)</p>
			入退域管理や資機材調達等の 後方支援を含めた運用方法を 確立すること。 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所入口にチェンジングレースを設置し、外部から放射性物質を持ち込まない環境を整備するとともに、設置訓練を実施している 後方支援拠点となる原子力事業所災害対策支援拠点 (柏崎エネルギーホール、信濃川電力所) を速やかに立ち上げられるよう、拠点を整備し、あらかじめ派遣する人員を決めておく (本社、発電所、新潟本部の要員から選任) <p>技術的能力の審査基準 1.0.10 項 (重大事故等時の体制について) 1.0.12 項 (福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について)</p>
			事故対応の拠点となる施設で あり、原子力施設上の重要度 分類に位置づけること。(国)	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所は、基準地震動による地震力に対して重大事故時に対処するために必要な機能が損なわれないよう設計することを事業者へ要求 <p>設置許可基準 第六十一条 (緊急時対策所) 技術基準解釈 第七十六条 (緊急時対策所)</p>
設備の耐 震性向上			安全性確保に照らし送電・変 電網を含む耐震 B C クラスの 設備の見直しが必要。(国)	<ul style="list-style-type: none"> 外部から発電所への送電系統のうち、少なくとも 2 回線は独立したものとすることなどを事業者へ要求 重大事故等対処施設は、B クラス及び C クラスの施設等の波及的影響によって、重大事故等に対処するために必要な機能を損なわない設計とすることを事業者へ要求 電力系統と非常用所内配電設備とを接続する外部電源受電回路を 2 つ以上設ける事を事業者へ要求 外部電源喪失時に使用するための非常用電源設備は複数設置すること、7 日間以上連続

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>運転できる燃料を貯蔵すること、燃料貯蔵タンクは想定される最大の地震の揺れに耐えることを要求 設置許可基準 第三十三条 (保安電源設備) 第三十九条 (地震による損傷の防止) 解釈の別記2</p>
<p>議論の深堀により確認した課題</p>	<p>1号機非常用復水器(IC)の議論を踏まえた対応</p>	<p>福島第一原発事故時の地震動は概ね基準地震動を下回ったが、地震動による配管等の損傷の可能性が否定できないことから、特に重要配管については基準地震動に対する耐震性について、慎重に確認すること。 (事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、施設毎に耐震重要度分類を設け、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計としている 重大事故等対処設備は、待機状態において地震により必要な機能が損なわれず、さらに重大事故等時における運転状態と地震との組合せに対して必要な機能が損なわれない設計としている 基準地震動は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特手せず策定する地震動について、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定している <p>設置許可基準 第四条 (地震による損傷の防止) 第三十九条 (地震による損傷の防止)</p>	
		<p>地震応答解析はモデル化の方法等により解析結果が異なる。振動台実験時の実値と解析値を比較するなどして地震応答解析の妥当性について検討すること。 (事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動のレベルの増大に伴い、より現実に近い地震応答を算出するため、地震応答解析モデルをより精微に変更し、モデルの妥当性について工事計画認可の審査の中で説明している 加振試験に基づく使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数の設定している <p>設置許可基準 第三条 (設計基準対象施設の地震) 第四条 (地震による損傷の防止) 第三十九条 (地震による損傷の防止)</p>	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			格納容器からの水素の漏洩を想定し、格納容器外での水素爆発の防止対策をとること。 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋水素処理設備 (PAR) の設置している (爆発防止) 原子炉建屋水素濃度計を設置している (爆発防止) 原子炉格納容器の閉じ込め機能を強化するため各シール部に改良 EPDM 材を採用している (漏えい防止) 設置許可基準 第五十三条 (水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備)
			格納容器トップヘッドフランジ部、格納容器ベネトレーションについては、温度や圧力条件により、どの程度漏えいが発生するか確認すること。 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 模擬試験や解析に基づき原子炉格納容器の限界温度を 200℃、圧力を 2Pd (0.62MPa) とし、原子炉格納容器破損防止対策を実施している 原子炉格納容器頂部を冷却し、水素ガスの漏えいを抑制するため、原子炉格納容器頂部注水系を設置している (自主対策) 設置許可基準 第五十条 (原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備)
			柏崎刈羽原発においても、重要な弁に関して P&ID (配管等の設計図面) と実機との間に食い違いがないかを確認し、予め現場と一致した図面等を整備しておくこと。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 工事において図書が変更になった場合、変更箇所とともに社内へ共有するしくみとしている 万一、図面と現場の不整合が確認された場合、直ちに改訂手続きを行うことにしている
委員・東京電力・事務局の打合せを踏まえた	原子炉圧力容器 (RPV) 主フラ	ンジからの高温高圧ガスの噴出の可能性を踏まえ、次の事項について、柏崎刈羽原子力発電所の対応状況を確認する		<ul style="list-style-type: none"> 原子炉への注水ができない場合、原子炉の水位は徐々に低下することになるが、そのまゝの状態 (原子炉圧力が高圧の状態) で RPV が破損すると、高圧の状態で溶融炉心が PCV 内に噴射し、PCV 内又はバウンダリを直接過熱する事象 (DCH) に至る可能性がある 原子炉圧力容器が、高圧の状態が維持されたまま破損に至ることのないよう、以下の対策を実施している <ul style="list-style-type: none"> 一原子炉水位が燃料の下端より 10%に到達した時点で、原子炉減圧をする手順としている

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
		対応	<p>必要がある。(事業者)</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉ウエルへの水張り <p>は、RPV主フランジから高温高圧のガスが「噴出」するDCH(*)的現象のような場合にも有用なのか。</p> <p>(*)Direct Containment Heating (格納容器直接加熱)</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器フランジ部のオリングが破損すれば、原子炉ウエルに水を張っていても大量の水素がオペレーティングフロア（オペフロ）へと漏出する可能性があるが、どう対応するか。 RPV主フランジからの漏えいによる格納容器過温破損が、FVの作動条件である2Pdに至るまでの時間より、かなり先行して起き 	<p>一なお、減圧は事故発生後（全炉心注水機能が喪失した後）約1時間半程度で減圧することとなり、RPVの高圧、高圧の状態を維持しないという点で有効である。</p> <p>また、PCVトップヘッドの過温による破損の回避を目的とし、以下の対策を実施している</p> <ul style="list-style-type: none"> PCVトップヘッドシール部への熱的耐力の向上した改良 EPDM の採用、更なる対策としてバックアップシール材の塗布する シール性能維持のための原子炉ウエル注水による PCV トップヘッドフランジの直接冷却の導入 <p>設置許可基準 第五十二条（水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器からの顕著な漏えいが開始したことを検知できるよう、原子炉建屋には水素濃度の設置をしており、中央制御室において連続監視できる設計としている。 また、水素が漏えいした場合を想定し、原子炉建屋が可燃限界に到達しないよう、原子炉建屋水素処理設備（PAR）を設置している <p>設置許可基準 第五十三条（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> RPVが高圧、高温の状態が長期にわたり維持されることを回避するよう、前述に示した対応を行うこととしている。なお、DCH回避の観点より、事故発生以降（全炉心注水系が喪失した以降）約1時間半後にはBAF+10%に到達し、急速減圧することとなる。 加えて、格納容器ベントの基準は、2Pdという過圧の基準の他、原子炉建屋内に設置した水素濃度計等により、格納容器からの顕著な漏洩が確認された場合においてもベントをする手順としている <p>設置許可基準 第五十条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> 福島第一事故の知見からすれば、炉心への注水が停止した以降、RPV主フランジより先行して高圧ガス噴出が起きたことを示すデータは得られていない。 しかし、不確かさは当然あることから、その不確かさに対し、対応手段が用意されているか

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
津波対策	事故調査報告書等から抽出した課題	電源盤、ポンプ、非常用電源の配置の考え方	<p>可能性はないか。起きても問題はないか。</p> <ul style="list-style-type: none"> RPV 主フランジからの高温高圧ガスの噴出の可能性の問題は、植込みボルトの材質が耐熱鋼でないこと、そして高温特性が不明なこと、からきているが、耐熱鋼への材質変更は現実的選択肢ではない。とすれば、かかるべき材料試験をおこなない、当該ボルト材に対する短時間クリープ特性を含む各種高温特性を明らかにしておく必要はないか。 	<p>との段階的対策を講じることが大きなことであると認識している。従って、以下の対策を実施している。</p> <ul style="list-style-type: none"> RPV 頂部が長時間加熱されない対策として、 <ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力容器が、高圧の状態が維持されたまま破損に至ることのないよう、原子炉水位が燃料の下端より 10% に到達した時点で、原子炉減圧をする手順とすること PCV トップヘッドの耐熱性向上として、 <ul style="list-style-type: none"> PCV トップヘッドシール部への熱的耐力の向上した改良 EPDM の採用、更なる対策としてバックアップシール材の塗布 シール性能維持のための原子炉ウエル注水による PCV トップヘッドフランジの直接冷却の導入 格納容器より顕著な漏えいが発生した場合の対応（ベント手順） 漏えいしても原子炉建屋が水素爆発に至らないための対策（PAR の設置） <p>設置許可基準 第五十二条（水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備）</p>
	事故調査報告書等から抽出した課題	電源盤、ポンプ、非常用電源の配置の考え方	津波等の共通要因で機能喪失しない配置とすべき。津波以外（火災、地震、テロ）も考慮すること。（事業者）	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波の遡上波（8.3m）が到達しない十分に高い敷地（12.0m）に建屋等を設置 「安全機能の重要度が特に高い安全機能を有するもの（電源盤、海水ポンプ、非常用電源等）」については津波以外も含め位置的分散により共通要因で故障しない設計としている 溢水防護に対する評価対象区域を「溢水防護区域」とし、壁、扉、堰、床段差等、又はそれらの組合せによって他の区域と分離される区域として設定している 「想定される自然現象（洪水・風（台風）・竜巻・凍結・降水・積雪・落雷・地滑り・火山の影響・生物学的事象・森林火災等）や、人為によるもの（飛来物（航空機落下等）、ダム崩壊、爆発、近隣呼応場などの火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害、故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム等の事象）により安全機能が損なわれないこと等を確認している

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>浸水経路を特定し、設備への影響を把握すること。(事業者)</p>	<p>設置許可基準 第九条 (溢水による損傷の防止等) 第四十三条 (重大事故等対処施設)</p> <ul style="list-style-type: none"> 基準津波の遡上波 (8.3m) が到達しない十分に高い敷地 (12.0m) に建屋等を設置 溢水防護に対する評価対象区域を「溢水防護区域」とし、壁、扉、堰、床段差等、又はそれらの組合せによって他の区域と分離される区域として設定している <p>設置許可基準 第五条 (津波による損傷の防止) 第九条 (溢水による損傷の防止等) 第四十条 (津波による損傷の防止))</p> <ul style="list-style-type: none"> 波源特性の不確かさを考慮して基準津波を策定することを事業者へ要求
			<p>想定する津波高さに対する施設の裕度の考え方を整理すること。(国)</p>	<p>設置許可基準 第五条 (津波による損傷の防止) 第四十条 (津波による損傷の防止) 解釈の別記3</p> <ul style="list-style-type: none"> 可搬型重大事故等対処設備は、津波等による影響を考慮した上で、常設重大事故等対処設備と異なる場所で保管すること、共通要因によって、常設重大事故等対処設備の機能と同時に、その機能が損なわれないようにすること等を事業者へ要求 <p>設置許可基準 第四十三条 (重大事故等対処設備)</p>
防潮堤、水密化などの津波対策			<p>過去に発生した津波から得られる知見から、襲来し得る津波を評価すること。(事業者)</p> <p>津波警報発生時における屋外活動の体制を構築すること。(事業者)</p>	<p>最新の科学的・技術的知見を踏まえ、過去に敷地周辺に襲来した可能性のある津波に係る調査を行い、基準津波を策定している</p> <p>設置許可基準 第五条 (津波による損傷の防止) 第四十条 (津波による損傷の防止))</p> <ul style="list-style-type: none"> 津波注意報、津波警報、大津波警報が発令された場合、所員の高台への避難指示を行うこととしている 復旧班長は「大津波警報」が解除されていることを確認し、現場での活動開始を指示することとしている

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			津波対策施設についても重要度分類の基準を設けること。 (国)	<ul style="list-style-type: none"> 警報が継続している中で、活動開始を指示する場合、津波監視の下、活動することとしている 復旧班の現場作業にあたっては、プラントの状況変化に対応するため、常に5号機原子炉建屋内緊急時対策所との連絡が可能な通信連絡手段を確保している 津波対策施設の基準地震動に対する耐震性を事業者へ要求設置許可基準 第四条 (地震による損傷の防止) 解釈の別記2
議論の深堀により確認した課題	1号機非常用電源設備の議論を踏まえた対応	循環水系、補機冷却系やD/G冷却系配管などの地震動に対する損傷防止対策又は損傷して内部溢水した場合の対策をとる必要があるのではないか。(事業者)	津波による圧力波により放水路やポンプなどの機器が損傷する可能性についても十分な考慮をすべきである。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、施設毎に耐震重要度分類を設け、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計としている 基準地震動は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特手せず策定する地震動について、敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定している 設置許可基準 第四条 (地震による損傷の防止) 循環水配管の伸縮継手破損及び地震に起因する耐震B、Cクラス機器の破損を想定しても、原子炉を高温停止、低温停止にでき、放射性物質の閉じ込め機能、使用済み燃料プールの冷却機能、給水機能を維持出来る設計としている 設置許可基準 第九条 (溢水による損傷の防止等)
				<ul style="list-style-type: none"> 津波波力によって海水ポンプや海水貯留堰等に生じる応力を求め、材料強度評価を実施している 設置許可基準 第五条 (津波による損傷の防止) 第四十条 (津波による損傷の防止) 柏崎刈羽原発の6・7号機の原子炉補機冷却海水系配管は津波水圧の影響を受けない構造となっている

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 ()は対応すべき機関	対応状況
発電所内の事故対応	事故調査報告書等から抽出した課題	非常用設備の活用	津波により、D/G 冷却系の海水ポンプに過負荷や過電流が発生して停止しても、電源の確保ができるよう対策をとる必要があるのではないか。 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 代替交流電源設備として常設代替交流電源設備（第一ガスタービン発電機）、第二代替交流電源設備（第二ガスタービン発電機）、可搬型代替交流電源設備（電源車）を設置している 全交流動力電源喪失時に、他号炉の電気設備から給電できるよう、号炉間電力融通電気設備（常設/可搬）を設置している 代替直流電源設備として常設代替直流電源設備や可搬型直流電源設備（電源車、AM 用直流125V 充電器）を配備している 設置許可基準 第五十七条（電源設備）
			東京電力HD は、今後、M/C や循環水系、D/G 冷却系配管などの状態について確認し、記録をとりながら廃炉作業を進めることが望まれる。同時に、本デイスカッションにおいて議論した、事故の痕跡が残っている可能性があるM/C などの設備については保存が望まれる。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 福島第一原子力発電所の事故原因の究明や今後の原子力に関する安全性向上の観点からの分析・調査を行い、分析・調査で得られたデータ等の情報の積極的な発信を行っていく。 分析・調査で得られた情報は、適宜、新潟県技術委員会に報告を行う。
発電所内の事故対応	事故調査報告書等から抽出した課題	非常用設備の活用	<p>電源喪失時のインターロックなど、システムの考え方の再整理が必要。(事業者)</p> <p>全電源喪失等を想定した手順書の整備や、現場対応を含めた訓練が必要。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 電源が喪失し、設備が動作出来ない状況になった場合でも、人力や遠隔空気駆動弁操作作用ボンベを用いて、必要な操作を容易かつ確実に操作可能な設計としている 設置許可基準 第五十条（原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備） <ul style="list-style-type: none"> 代替交流電源設備として常設代替交流電源設備（第一ガスタービン発電機）、第二代替交流電源設備（第二ガスタービン発電機）、可搬型代替交流電源設備（電源車）を設置している 全交流動力電源喪失時に、他号炉の電気設備から給電できるよう、号炉間電力融通電気設備（常設/可搬）を設置している

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 (事業者)	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> 代替直流電源設備として常設代替直流電源設備や可搬型直流電源設備（電源車、AM用直流125V充電器）を配備している設置許可基準 第五十七条（電源設備） 代替電源や電源供給ラインの多様化を踏まえ、全交流動力電源喪失を想定し、状況に応じた代替電源設備、電源供給ラインを適切かつ容易に選択できるよう操作手順書を整備し、訓練を実施している 技術的能力の審査基準 1.14項（電源確保に関する手順）
	ベント操作等の対応		<p>ベント等の非常用設備・安全設備の操作が電源喪失時にも行えるよう設備の改良が必要。（事業者）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 格納容器ベント弁の遠隔手動操作設備の設置及び遠隔空気駆動操作ポンペを配備すると共にその操作手順を整備している 設置許可基準 第五十条（原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備） 電源が長時間復旧できない場合を想定し、電源を必要としない注水（消防車による注水）や減圧（主蒸気逃し安全弁の開操作）等の操作手順及び必要な資機材を配備し、訓練を実施している 技術的能力の審査基準 1.2項（RPV高圧時原子炉冷却手順）他
	発電所内のコミュニケーション		<p>全電源喪失等、駆動源を喪失した場合を想定した手順書の整備や、現場対応を含めた訓練が必要。（事業者）</p> <p>電源喪失時、自然災害時にも使用できる情報伝達手段の構築が必要。（事業者）</p>	<p>同上</p> <ul style="list-style-type: none"> 全交流動力電源喪失時は、代替電源設備である常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備、5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備などからの給電が可能を設計している 発電所内の通信連絡をする必要のある場所（中操制御室、5号機原子炉建屋内緊急時対策所な、現場など）と通信連絡を行うための通信連絡設備として、衛星電話設備、無線連絡設備、携帯型音声呼出電話設備、5号炉屋外緊急連絡用インターフォンを設置又は保管し

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>ている</p> <ul style="list-style-type: none"> 5号機原子炉建屋内緊急時対策所へ重大事故等に対処するために必要なデータを伝送するための設備として、安全パラメータ表示システム (SPDS) を設置している 発電所外 (社内外) の通信連絡をする必要のある場所 (本社、国 (原子力規制委員会等)、自治体他) と通信連絡を行うために必要な通信連絡設備として、衛星電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備を設置又は保管している 発電所敷地で想定される自然現象として、地震、津波、洪水、風 (台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物的事象、森林火災等を考慮しても通信機能が喪失しないことを確認している <p>設置許可基準 第六十二条 (通信連絡を行うために必要な設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 全交流動力電源喪失時に、発電所内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡をするため、必要な対処設備・体制、手順を整備し、訓練を実施している <p>技術的能力の審査基準 1.19項 (通信連絡に関する手順)</p> <ul style="list-style-type: none"> 事象発生後7日間は発電所だけ (外部からの支援なし) で対応できる体制を整備 事象発生後速やかに支援拠点を立ち上げ (本社、発電所、新潟本部の要員から選任)、事象発生後8日以降の発電所対策本部の活動を支援することとしている 支援拠点としては柏崎エネルギーホール (新潟県柏崎市)、信濃川電力所 (新潟県小千谷市)、当間高原リゾート (新潟県十日町市) から選定することとしている 発電所の事故収束対応を維持するために必要な燃料、資機材等については本社で要請を受け、調達業者・輸送業者と調整し発電所へ支援できる体制を整備している <p>技術的能力の審査基準 1.0.4項 (外部からの支援について) 1.0.9項 (重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> シビアアクシデント時に高圧注水から低圧注水への移行が上手くいかなかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 事故の起因事象を問わず、複数の設備の故障等による異常又は事故が発生した際に、重大
	議論の深堀により確認した	事故対応のバックアップ	<p>全電源喪失等を想定した体制の整備や、現場対応を含めた訓練が必要。(事業者)</p> <p>事故対応に必要な要員や資機材を、発電所外からどのように支援すべきか検討が必要。(事業者)</p>	
		東京電力の事故対応マネジメント	「a. 3号機の注水系統の切り替え判断」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
	課題	メントの 議論を踏 まえた対 応		<p>事故への進展を防止するために必要な対応操作を定めた手順書として事故時運転操作手順書（徴候ベース）(EOP) を設けている</p> <ul style="list-style-type: none"> 減圧するための導入条件を設け、高圧注水から低圧注水へ移行を速やかに行えるように手順書を設けてはいたものの、操作が失敗した場合の対応手順の追加、SRV 機能回復手段等を追加し、訓練を行っている <p>技術的能力に係る審査基準</p> <p>1.0.6 項（重大事故等対応に係る手順書の構成と概要について）</p> <ul style="list-style-type: none"> 可搬型直流電源設備（電源車、AM 用直流 125V 充電器）及び逃がし安全弁用可搬型蓄電池を配備している 電源を不要とす代替逃がし安全弁駆動装置による減圧機能を付与している（自主対策） SA 時の最大背圧を考慮した逃がし安全弁への代替窒素供給ポンプを設置している（自主対策） <p>設置許可基準 第四十六条（原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> 低圧代替注水系（常設・可搬）の配備及びその手順の整備している <p>設置許可基準 第四十七条（原子炉冷却材バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備）</p>
	「b. 判断や指示の指揮系統」の議論を踏まえた対応が必要。（事業者）			<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電所対策本部長が一人で発電所対策本部の全ての班を指揮する体制となっていた。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 指示命令が混乱しないよう、現場指揮官を頂点に、直属の部下は最大7名以下に収まる構造を大原則とし、原子力防災組織に必要な機能を以下の5つに定義している <ol style="list-style-type: none"> 意思決定・指揮 対外対応 情報収集・計画立案 現場対応 ロジスティック・リソース管理 ①の責任者として本部長（発電所長）が当たり、②～⑤の機能ごとに責任者として「統括」を配置する

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>技術的能力の審査基準 1.0.12 項（福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について）</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 通信手段（PHS）が使用出来ず、発電所対策本部と現場との迅速な情報伝達ができなかつた。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電所内の通信連絡をする必要のある場所（中操制御室、5号機原子炉建屋内緊急時対策所、現場など）と通信連絡を行うための通信連絡設備として、衛星電話設備、無線連絡設備、携帯型音声呼出電話設備、5号炉屋外緊急連絡用インターフォンを設置又は保管している 5号機原子炉建屋内緊急時対策所へ重大事故等に対処するために必要なデータを伝送するための設備として、安全パラメータ表示システム（SPDS）を設置している 発電所外（社内外）の通信連絡をする必要のある場所（本社、国（原子力規制委員会等）、自治体他）と通信連絡を行うために必要な通信連絡設備として、衛星電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備を設置又は保管している <p>設置許可基準 第六十二条（通信連絡を行うために必要な設備）</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 重機や消防車の運転操作などについて、事故対応能力が不十分であった。 複数災害、複合号機の同時被災を想定して訓練が不十分であった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 訓練参加者に対して、事前に訓練シナリオを伝えない訓練を実施することにより、実効的な緊急時対応力の向上に努めることにしている 号機毎に重大事故等の対応を完結できるよう、運転体制を変更・強化している 自然災害の重複や、複数号機同時被災対応の訓練を実施している <p>技術的能力の審査基準 1.0.9 項（重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について） 1.0.12 項（福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について）</p> <p>【問題点】</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> ・東京電力本店は官邸の意向を伝えるのみで、現場の事故対応を混乱させた。 ・東京電力本店は発電所のニーズにあった支援が出来なかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所対策本部が事故収束対応に専念出来る環境を整備している ・外部からの問い合わせ対応は本社対策本部が行い、外部からの発電所への直接介入を防止すること、発電所対策本部が事故収束対応に専念できる環境を整備している ・本社は必要となる資機材等の支援物資を円滑に調達、輸送できるよう手順を作成し、訓練を実施している <p>技術的能力の審査基準 1.0.9項（重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について）</p>
	<p>「c. 東京電力から外部への連絡」の議論を踏まえた対応が必要。（事業者）</p>			<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・避難している自治体へ正確な情報を伝達できなかった ・官邸や原子力安全・保安院へ連絡要員を派遣したが、連絡要員として適切な役割を果たすことができず、官邸から発電所へ度々問い合わせや指示があった <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オフサイトセンターや関係自治体の対策本部へ発電所や本社の要員を派遣し、パソコンやスマートフォン、タブレット等のツールを活用した情報提供を行う等、社外への情報発信を行うこととしている ・避難している自治体へ正確に情報伝達するため、PAZ、UPZ 自治体にリエゾンを派遣（対応者を明確化）、説明できる体制を整備している ・外部からの問い合わせ対応は本社対策本部が行い、外部からの発電所への直接介入を防止すること、発電所対策本部が事故収束対応に専念できる環境を整備している <p>技術的能力の審査基準 1.0.9項（重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について）</p>
	<p>「d. 免震重要棟の機能」の議論を踏まえた対応が必要。（事業者）</p>			<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・免震重要棟は発電所対策本部として機能を果たしたが、放射線の遮へい性、防護資機材や図書の保管、仮眠スペースが不十分だった <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遮蔽設計及び換気設計により対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計として

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>いる</p> <ul style="list-style-type: none"> 外部からの支援が無くても7日間とどまることが可能なだけの資機材（放射線管理用資機材、重大事故対策の検討に必要な資料（発電所周辺地図、主要系統模式図、系統図及びプラント配置図等）、食料等）を配備している 休憩スペースを配備 <p>設置許可基準 第三十四条（緊急時対策所） 第六十一条（緊急時対策所）</p>
			<p>「e. 1号機水素爆発を踏まえた対応」の議論を踏まえた対応が必要。（事業者）</p>	<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 1号機の爆発の経験を踏まえて、3号機での水素爆発対策が検討されたが、原子炉建屋の穴開けの機器が到着する前に水素爆発が発生した。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 静的触媒式水素再結合器による水素濃度の上昇抑制を図ることとしている 原子炉建屋トップイベント設備を設置し、操作手順を整備している（自主対策） <p>設置許可基準 第五十三条（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備）</p>
	<p>「f. 想定外事象への対応」の議論を踏まえた対応が必要。（事業者）</p>			<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 運転手順書及び手順書の範囲を超えた場合の訓練が不十分であったため、事故対応は場当たり的な事故対応となった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対応を業務の柱の一つとして位置づけ、機器の復旧や重機の操作等の個人の鍛錬から、自治体との総合訓練まで、各階層で日常的に繰り返し、対応力の向上を行うこととしている 総合訓練は、炉心損傷等の重大事故を想定、2プラント同時被災時の対応、複数号炉の同時被災などのシナリオで実施している 訓練に当たっては、事象進展に応じて訓練者が対応手段を判断していくシナリオ型の訓練を実施している <p>技術的能力の審査基準 1.0.9項（重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について）</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>1.0.12 項 (福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について)・世界中の運転経験や技術の進歩を学び、リスクを低減する努力を継続していくことを保安規定に記載することとしている</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所の安全性を向上するため、現場からの提案、世界中の団体・企業からの学びなどによる改善を継続的に行っていくことを保安規定に記載することとしている <p>(例) 主要な取組と具体的な業務内容</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計を超えるハザードへの対応検討 設計基準を超えるハザードを含め、設計基準に影響を与える知見について、国内外の最新情報の収集 国内外の運転経験情報の活用 <p>保安規定第 2 条(基本方針)</p>
合同検証委員会の踏まえた教訓	事故時運転操作手順書に基づく対応	東京電力 HD は、福島第一原子力発電所事故で発生した事象やさらなる過酷事象を想定した安全対策と事故時運転操作手順書等を整備し、訓練等を踏まえた検証・評価・改善を継続的に繰り返すことが望まれる。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 警報発生時操作手順書の見直ししている 事故時運転操作手順書 (事象ベース/徵候ベース/シビアアクシデント) の見直ししている 事故時運転操作手順書 (停止時徵候ベース) の新規制定している AM 設備別操作手順書の新規制定している 訓練では、訓練参加者以外の者を評価者として配置し、訓練参加者の対応状況を確認・評価を行っている 訓練実施後は、訓練参加者及び評価者で訓練を振り返り、反省点、課題等を集約する他、改善が必要な事項を抽出し、手順、資機材、教育及び訓練計画への反映を行っている <p>技術的能力の審査基準</p> <p>1.0.6 項 (手順書の構成と概要)</p> <p>1.0.7 項 (有効性評価における重大事故対応時の手順)</p>	
	東京電力 HD は、定型的な事故シナリオによる訓練だけでなく、常に、事故発生時の環境と事故進展シナリオに変則性を加味した様々な事象の訓練を継続して実施し、臨機	東京電力 HD は、定型的な事故シナリオによる訓練だけでなく、常に、事故発生時の環境と事故進展シナリオに変則性を加味した様々な事象の訓練を継続して実施し、臨機	<ul style="list-style-type: none"> 緊急時対応を業務の柱の一つとして位置づけ、機器の復旧や重機の操作等の個人の鍛錬から、自治体との総合訓練まで、各階層で日常的に繰り返すことにより、対応力の向上に努力している 総合訓練は、炉心損傷等の重大事故を想定、2 プラント同時被災時の対応、複数号炉の同時被災などのシナリオで実施している 訓練に当たっては、事象進展に応じて訓練者が対応手段を判断していくシナリオ非提示型の訓練を実施している 地震及び津波による外部電源喪失だけでなく、様々な自然現象 (竜巻、台風、雷、高潮等) や外部事象、宿直体制等での事故で訓練を実施している 	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
原子力災害時の重大事項の意思決定	事故調査報告書等から抽出した課題	海水注入等の意思決定	<p>応変な対応力の向上に努めることが望まれる。(事業者)</p> <p>原子力災害時の重大事項の決定について、経営への配慮等により遅れが生じないよう誰がどう対応すべきか検討すること。(国・事業者)</p> <p>今回の事故における政府の危機管理が曖昧で、現実直視を欠き、適切な判断がなされなかった。(国)</p> <p>経営上大きな影響のある廃炉につながる判断を躊躇なく行えるよう、廃炉となった場合の保険制度などを整備すること。(国)</p>	<p>・新しい自然現象の訓練を行う際は、シナリオ非揭示型訓練にこだわらず、やるべきことや特に注意すべき点を確認・運用を決めた上で、実施した行動が問題ないことを確認し、手順化するなど知見拡充やノウハウ蓄積に努めている</p> <p>技術的能力の審査基準</p> <p>1.0.9 項 (重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について)</p> <p>1.0.12 項 (福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について)</p> <p>国が重大事故等に対処するための体制の整備を事業者に要求し、新規制基準の審査において、事業者の対応を確認</p> <p>・発電所が、事故対応に専念できる体制を構築</p> <p>・重大事故等時における本社緊急時対策本部の役割は、事故の収束に向けた発電所緊急時対策本部の活動の支援に徹することを明記</p> <p>・重大事故等時における本社緊急時対策本部の役割は、事故の収束に向けた発電所緊急時対策本部の活動の支援に徹する</p> <p>技術的能力の審査基準</p> <p>1.0(4) (手順書の整備、訓練の実施及び体制の整備)</p> <p>・海水を炉心に注水する事態等においても、財産保護より安全性を優先するという方針の下、原子力災害の発生及び拡大の防止、並びに原子力災害からの復旧を図る</p> <p>・原子力災害対策本部を拡充 従来の経済産業大臣に加え、原子力災害対策副本部長に内閣官房長官、環境大臣及び原子力規制委員会委員長を充てるとともに、本部長に全ての国務大臣及び内閣危機管理監を充てることとした。</p> <p>原子力災害対策特別措置法</p> <p>・廃炉を判断することで一時的に生じる巨額の残存簿価の減損等の財務的な理由で、原子力事業者が合理的な意思決定ができず廃炉判断を躊躇したり、事業者の廃炉の円滑な実施に支障がきたすことがないよう、設備の残存簿価等を廃炉後も分割して償却する会計制度を措置</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>住民避難の確認等、操作の前提となる事項の対応について整備すること。 (国・県・事業者)</p>	<p>・事業者は、格納容器ベントが必要になった場合（残留熱除去系の復旧又は代替循環冷却の運転によって格納容器圧力が2Pd以下に抑制する見込みがなく、外部水源により格納容器内水位が真空破壊装置位置に到達した場合、又は格納容器から異常な漏えいが確認できた場合）に、当直副長が格納容器ベントを実施することを運転操作手順書に明記している設置許可基準</p> <p>第五十条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）</p> <p>・住民避難に関する情報を自治体に派遣しているリエゾンまたはオフサイトセンターより収集し、発電所・本社対策本部で状況を把握することとしている</p> <p>・国や県は、市町村と協力し、避難状況を確認。また、異常事態の内容、空間放射線量率の計測値、住民等の採るべき行動の指示について、住民へ情報提供</p> <p>県域防災計画 原子力災害対策指針</p>
	ベント操作の意思決定		<p>住民の破ばくにつながらる操作の判断手続きを整備すること。（事業者）</p>	<p>・格納容器ベントが必要になった場合（残留熱除去系の復旧又は代替循環冷却の運転によって格納容器圧力が2Pd以下に抑制する見込みがなく、外部水源により格納容器内水位が真空破壊装置位置に到達した場合、又は格納容器から異常な漏えいが確認できた場合）に、当直副長が格納容器ベントを実施</p> <p>設置許可基準</p> <p>第五十条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）</p>
			<p>フィルタ・ベントの活用方法等を含め、事故当初、優先して取り組むべき作業、操作について整理すること。（事業者）</p> <p>住民、自治体、関係機関との情報伝達などの仕組みを含めた危機管理体制の在り方を検</p>	<p>・運転員及び緊急時対策要員が実施すべき対応操作内容や手順を事故時運転操作手順書（微候ベース）、事故時運転操作手順書（シビアアクシデント）（SOP）、AM設備別操作手順書及び多様なハザード対応手順等に定めている</p> <p>技術的能力の審査基準</p> <p>1.7項（PCVの過圧破損を防止するための手順）</p> <p>・対外関係機関への通報連絡については通報班が担うこととしており、防災訓練で通報連絡を実施している</p> <p>・平日夜間・休日においても、事故情報の「初報、その後の続報」が確実に発信できるように、日々の宿直において訓練を実施している</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 討すること。(事業者)	対応状況
	議論の深堀により確認した課題	海水注入等の意思決定の議論を踏まえた対応	<p>「a. 海水注入の意思決定」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)</p> <p>「b. 格納容器ベントの意思決定」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)</p>	<p>技術的能力の審査基準 1.0.10 項 (重大事故等時の体制について)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所対策本部長には複数の原子炉の状況報告だけでなく、官邸・本店とのやりとりが集中した。 ・官邸等の意見を優先させ現場を混乱させた。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所対策本部の責任と権限を明確化し、事故対応に専念できる体制を構築している ・重大事故時における本社対策本部の役割は、事故の収束に向けた発電所対策本部の支援に徹することとしている ・本社対策本部は事故対応に対する細かい指示や命令、コメントの発信を行わないこととしている <p>技術的能力の審査基準 1.0.9 項 (重大事故等対策の対処に係る教育及び訓練について) 1.0.12 項 (福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器ベントの実施は、速やかに現場で意思決定がされなかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器ベントが必要になった場合 (残留熱除去系の復旧又は代替循環冷却の運転によって格納容器圧力が2Pd以下に抑制する見込みがなく、外部水源により格納容器内水位が真空破壊装置位置に到達した場合、又は格納容器から異常な漏えいが確認できた場合) に、当直副長が格納容器ベントを実施することとしている <p>設置許可基準 第五十条 (原子炉格納容器の過圧破壊を防止するための設備)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・格納容器ベントの際に、放射性物質の放出を伝えられないなど、住民の安全を考えた対応が出来ていなかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・通報する内容は原子力発電所防災業務計画に予め定め、以下の必要事項を通報・広報する

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>「c. 非常用復水器(IC)の操作」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)</p>	<p>手順としている。 ○原子力事業所の名称及び場所 ○警戒事態該当(特定)事象の発生箇所 ○警戒事態該当(特定)事象の発生時刻 ○発生した警戒事態該当(特定)事象の概要 ・警戒事態該当(特定)事象の種類 ・想定される原因 ・検出された放射線量の状況、検出された放射性物質の状況又は主な施設・設備の状況等 ○その他警戒事態該当(特定)事象の把握に参考となる情報 柏崎刈羽原子力発電所原子力事業者防災業務計画</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ICについて発電班は動作状況について疑問を持たなかったため本部と情報を共有せず、また対策本部は動作していると誤認した。 ・ICの実動作の経験がほとんどなかったため、IC作動時の挙動について十分認識できていなかった <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全パラメータ表示システム(SPDS)を設置し、重大事故等に対処するために必要な情報を本部(5号機原子炉建屋内緊急時対策所)において把握出来る設計としている ・安全パラメータ表示システム(SPDS)は非常用交流電源設備に加えて、全交流動力電源が喪失した場合においても、代替電源設備から給電が可能な設計としている <p>設置許可基準 第三十四条(緊急時対策所) 第六十一条(緊急時対策所)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重大事故等対策設備は、健全性及び能力を確認するため、原子炉が運転中又は停止中に必要な箇所の保守点検、試験又は検査が実施できるよう、機能・性能の確認、漏えいの有無、分解点検などが出来る構造としている <p>設置許可基準 第四十三条(重大事故等対策設備)</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
シビアアクシデント対策	事故調査報告書等から抽出した課題	減圧・注水・除熱設備の在り方	原子炉及び格納容器への注水及び除熱設備はテロを含め、不測の事態においても確実に原子炉を冷却するため、設備の多様性を有すること。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型代替注水ポンプ (A-2級) により代替淡水源 (防火水槽及び淡水貯水池) の水を原子炉圧力容器へ注水する低圧代替注水系 (可搬型) の配備及びその手順を整備している ディーゼル駆動消火ポンプ (消火系) を用いた原子炉圧力容器への注水手段を整備している (自主対策) 設置許可基準 第四十七条 (原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備) <ul style="list-style-type: none"> 可搬型代替注水ポンプ (A-2級) により代替淡水源 (防火水槽及び淡水貯水池) の水を原子炉格納容器へスプレイする代替格納容器スプレイ系 (可搬型) の配備及びその手順を整備している ディーゼル駆動消火ポンプ (消火系) を用いた格納容器スプレイ手段を整備している (自主対策) 設置許可基準 第四十九条 (原子炉格納容器の冷却等のための設備) <ul style="list-style-type: none"> SRV の自動減圧機能が喪失した場合に備え、代替自動減圧ロジック機能を追加 可搬型直流電源設備 (電源車、AM 用直流 125V 充電器) 及び逃げし安全弁用可搬型蓄電池 (予備含) を配備している 作動窒素ガス確保のための高圧窒素ガス供給用ポンプ (予備含) の確保している 代替逃げし安全弁駆動装置による減圧機能の追加している (自主対策) 設置許可基準 第四十六条 (原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備) <ul style="list-style-type: none"> 事故時の耐環境性 (地震・温度・圧力・放射線への耐性) を有するよう仕様を強化している (例) 原子炉格納容器内設置計器 (原子炉圧力容器温度、ドライウエル雰囲気温度など) <ul style="list-style-type: none"> 重大事故時模擬試験の結果、圧力 0.62MPa 以上、温度 200°C 以上の重大事故等時環境の印加に対して、試験中及び試験後の監視機能に問題がないことを確認している 電源喪失に備えて、常設代替交流電源設備、可搬型代替交流電源設備、所内蓄電式直流電源設備、可搬型直流電源設備を配備している 代替電源設備が喪失し、計測に必要な計器電源が喪失した場合、特に重要なパラメータとして、重要監視パラメータ及び重要代替監視パラメータ (原子炉圧力容器温度、原子
		水位・温度等状態監視設備の在り方	電源喪失や高温・高圧下でも原子炉及び格納容器のパラメータが計測できるよう、計器及びマン・マシンインタラクションの整備が必要。(事業者)	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>炉圧力、原子炉水位（広帯域）等を計測する設備については乾電池等を電源とした可搬型計測器により計測できる設計としている</p> <p>設置許可基準 第五十八条（計装設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> 柏崎刈羽原子力発電所6、7号機の中央制御室では、大型のディスプレイを配置し、複数の運転員がプラントパラメータを容易に確認出来る設計としている <p>設置許可基準 第十条（誤操作防止）</p> <ul style="list-style-type: none"> 重要なパラメータの計測が困難となった場合に代替パラメータによってプラントの状態を推定できるよう手順を整備している <p>（例）原子炉圧力容器内の水位の場合</p> <ol style="list-style-type: none"> ①他の水位計から推定 ②流量計（高圧代替注水系統流量、復水補給水系統流量など）から崩壊熱による原子炉水位変化量を考慮し、原子炉圧力容器内の水位を推定 ③原子炉圧力容器への注水により主蒸気配管より上まで注水し、原子炉圧力と格納容器内圧力の差圧から原子炉圧力容器の満水を推定 <p>設置許可基準 第五条（計装設備）</p>
			<p>仮に計器が使えなくなっても、他のパラメータ等により原子炉の状態を把握する手段の検討が必要。（事業者）</p>	<ul style="list-style-type: none"> 重要なパラメータの計測が困難となった場合に代替パラメータによってプラントの状態を推定できるよう手順を整備している <p>設置許可基準 第五条（計装設備）</p>
電源喪失を想定した手動操作化			<p>プラント状況が把握不能時の迅速な減圧・注水の判断の在り方の検討が必要。（事業者）</p> <p>電源喪失時にもベント等の非常用設備・安全設備の操作が、中央制御室外から多様な手段で行えるよう改良が必要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 重要なパラメータの計測が困難となった場合に代替パラメータによってプラントの状態を推定できるよう手順を整備している <p>設置許可基準 第五条（計装設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器ベント弁の遠隔手動操作設備の設置及び遠隔空気駆動操作ボンベを配備すると共にその操作手順を整備している 中央制御室から高圧代替注水系や原子炉隔離時冷却系が遠隔操作できない場合に備え、事故の過酷環境を想定した上で、現場手動操作手順を整備している <p>設置許可基準 第四十五条（原子炉冷却材ハウジングリ高圧時に発電用原子炉を冷却する為の設備）</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 要。(事業者)	対状況
		水素対策設備、フィルター・ベント設備	<p>金属反応及び水の放射線分解で発生する水素を早期に燃焼若しくは排出する設備が必要。(事業者)</p> <p>放射性物質の環境への放出を抑制するためにフィルター・ベント設備等の設置が必要。(事業者)</p>	<p>第五十条 (原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋水素処理設備 (PAR) の設置及び動作状況確認手段を整備している設置許可基準 <p>第五十三条 (水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器圧力逃し装置を設置し当該設備を用いた水素ガス及び酸素ガスの放出手順を整備している設置許可基準 <p>第五十二条 (水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器を減圧するため格納容器圧力逃し装置を設置している 格納容器を加熱するため代替循環冷却系を設置するとともにその操作手順書を整備している <p>設置許可基準</p> <p>第五十条 (原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 代替電源や電源供給ラインの多様化を踏まえ、状況に応じた代替電源設備、電源供給ラインを適切かつ容易に選択できるよう操作手順書を整備し、訓練を実施している <p>技術的能力の審査基準</p> <p>1.14 項 (電源確保に関する手順)</p> <ul style="list-style-type: none"> 国は、職員の専門性を向上するため、原子力保安検査官、原子力防災専門官等に対する原子力規制に関する専門研修、プラントシミュレータを用いた挙動把握・対処の実習等を実施。シビアアクシデントも想定。 事業者は、重大事故等に対処する要員 (緊急時対策要員、運転員及び自衛消防隊を含む全) は、日頃から重大事故等時の対応のため教育及び訓練を実施している 当直長や当直副長は、異常時に指揮者として適切な指揮、状況判断ができるように、異常時操作の対応 (判断、指揮命令含む)、警報発生時の監視項目についての訓練等を行うこととしている 原子炉主任技術者を原子炉毎に選任し、原子炉主任技術者は重大事故等時において、原子炉施設の運転に関し保安上必要な場合は、運転に従事する者 (所長を含む) へ指示を行うこととしている
	シビアアクシデント対策に係る共通事項	シビアアクシデントに対応する要員や専門家の育成が必要。(国・事業者)		

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			シビアアクシデント対策やテロ対策を事業者だけに任せないこと。(国)	<p>技術的能力の審査基準 1.0.11 項 (重大事故等時の発電用原子炉主任技術者の役割について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規制基準において、重大事故(シビアアクシデント)の発生を防止するための基準を強化するとともに、万一、重大事故やテロが発生した場合に対処するため、重大事故等対策設備の整備・大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムへの対応等を事業者へ要求 <p>技術的能力の審査基準 2 項 (大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムへの対応における要求事項) 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事故収束活動については一義的には原子力事業者の責任において実施すべきものであるが、当該原子力事業者だけでは十分な措置を講ずることができない場合には、「原子力災害対策マニュアル」等に基づき、各関係省庁はそれぞれの実動組織による対応に係る調整等を実施することとしている。
議論の深堀により確認した課題	シビアアクシデント対策の議論を踏まえた対応	「a. 格納容器ベントの作業」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)	<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全電源喪失、高線量、照明の喪失、通信遮断などの環境下での作業も想定していなかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全電源喪失、現場の高線量など現場状況の悪化を想定した訓練を実施している(設計基準事象ベース、設計基準外事象ベース、国内外で発生したトランプル対応、中越沖地震の教訓を反映した地震を起因とした複合事象、福島第一原子力発電所の事故の教訓から全交流動力電源喪失を想定した対応等) ・当直(運転員)以外の実施組織については、電源確保や可搬型設備を使用した給水確保等の対応操作を習得することを目的に手順や資機材の取り扱い方法等の個別訓練を年1回以上実施している ・実効性等を総合的に確認するための総合訓練を年1回以上実施している <p>技術的能力の審査基準 1.0.9 項 (重大事故等対策の対応に係る教育及び訓練について)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複数号機で事故を想定していなかったため、指揮命令系統が錯綜し、現場での作業にも影響した。 	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>「b. 消防車による代替注水の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)」</p>	<p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 号機毎に重大事故等の対応を完結できるよう、要員体制を変更・強化している技術的能力の審査基準 1.0.10項 (重大事故時の体制について) <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器圧力が圧力解放板の圧力の設定圧力に到達しないとベント出来ない仕様となっていた。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 耐圧強化ベント系については、弁の操作のみで確実に格納容器ベントが実施できる手順に変更している 格納容器圧力逃がし装置に設置するラプチャードディスクは格納器圧力逃がし装置の使用の妨げにならないよう、原子炉格納容器からの排気圧力と比較して十分に低い圧力で動作するものを設置している <p>設置許可基準 第五十条 (原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 電源喪失後は電動弁や空気作動弁に様々な問題が生じた。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器ベント弁の常設代替交流電源設備又は可搬型代替交流電源設備から給電により、中央制御室から操作が可能な設計としている 格納容器逃がし装置使用時の排出経路に設置される隔離弁は遠隔手動操作設備の設置及び遠隔空気駆動操作ポンペを配備することで、人力による操作が可能な設計としている <p>技術的能力の審査基準 1.5項 (最終ヒートシンクへ熱輸送手順) 1.7項 (PCV 過圧破損防止手順)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 消防車による代替注水を想定していなかった。そのため代替注水の一部は他系統や機器へ流れ込んでいた。 <p>【対応状況】</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> 可搬型代替注水ポンプ (A-2級) により代替淡水源 (防火水槽及び淡水貯水池) の水を原子炉压力容器へ注水する低圧代替注水系 (可搬型) の配備及びその手順を整備している 復水補給水系バイパス流防止のためタービン建屋負荷遮断弁の設置及びその手順を整備している 設置許可基準 第四十七条 (原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)
			「c. 水素爆発」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)	【問題点】 <ul style="list-style-type: none"> 4号機の水素爆発は3号機の原子炉で発生した水素が非常用ガス処理系 (SGTS) を通じて4号機原子炉建屋へ流入し、蓄積・爆発した可能性が高い。 【対応状況】 <ul style="list-style-type: none"> 柏崎刈羽原子力発電所ではベントラインを共有している号機はないため、他の号機からの流入の可能性はないことを確認している 原子炉建屋水素処理設備 (PAR) を設置している 原子炉建屋水素濃度計を設置している 原子炉格納容器の閉じ込め機能を強化するため改良 EPDM 材を採用している 設置許可基準 第五十三条 (水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備)
			「d. 水素や放射性物質の漏洩箇所」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)	【問題点】 <ul style="list-style-type: none"> 2号機格納容器の漏洩口は、PCV トップフランジ部、S/C の下部にある可能性がある。 【対応状況】 <ul style="list-style-type: none"> 格納容器を減圧するため格納容器圧力逃し装置 (FCVS) を設置している 格納容器ベント弁の遠隔手動操作設備の設置及び遠隔空気駆動操作ポンペを配備すると共にその操作手順を整備している 格納容器を除熱するため代替循環冷却系を設置するとともにその操作手順書を整備している 原子炉格納容器の閉じ込め機能を強化するため改良 EPDM 材を採用している 設置許可基準 第五十条 (原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備)

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>「e. 海外のシビアアクシデント対策」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)</p>	<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> テロ対策を検討する部署がなかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムを想定し、発電用原子炉施設の被災状況を把握するための手順及び被災状況を踏まえた優先実施事項の実行判断を行う手順を整備している 重大事故等を超えるような状況を想定した大規模損壊対応のための体制を整備、充実するため大規模損壊対応に係る必要な計画の策定並びに運転員、緊急時対策要員及び自衛消防隊に対する教育及び訓練を付加して実施し体制の整備を図ることとしている <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外では原子炉建屋の水素爆発の可能性や格納容器外への水素漏れについて検討しているが、事業者は格納容器閉じ込め機能を過信し検討していなかった。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋水素処理設備 (PAR) の設置している 原子炉建屋水素濃度計の設置している 原子炉格納容器の閉じ込め機能を強化するためシール部に改良 EPDM 材を採用している <p>設置許可基準 第五十三条 (水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備)</p> <p>【確認した事実】</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外ではコアキヤッチャーが設置されている。 <p>【対応状況 (参考)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 復水移送ポンプによる格納容器下部注水系 (常設) の設置及び手順の整備している 可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) による格納容器下部注水系 (可搬型) の配備及び手順の整備している サンプルへのコリウム流入抑制のためのコリウムシールドの設置している <p>設置許可基準 第五十一条 (原子炉格納容器下部の熔融炉心を冷却するための設備)</p> <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> 電源喪失により、圧力、水素濃度、水位等が把握できなくなった。
			<p>「f. シビアアクシデントを検</p>	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 知る計装系」の議論を踏まえた対応が必要。 (事業者)	対応状況
過酷な環境下での現場対応	事故調査報告書等から抽出した課題	高線量下における作業		<p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> 電源喪失に備えて、常設代替交流電源設備、可搬型代替交流電源設備、所内蓄電式直流電源設備、可搬型直流電源設備、可搬型計測器を配備している シビアアクシデント対応手順上の判断に用いる計装設備について、事故時の耐環境性(地震・温度・圧力・放射線への耐性)を有するよう仕様を強化している 重要なパラメータの計測が困難となった場合に代替パラメータによってプラントの状態を推定できるように手順を整備している シビアアクシデント時に原子炉水位計が正確な指示を示しているか適切に判断するため、基準面器に温度計を設置している(自主対策) <p>設置許可基準 第五十八条(計装設備)</p>
過酷な環境下での現場対応	事故調査報告書等から抽出した課題	高線量下における作業	放射能漏洩時においても、制御や事故対応ができる施設に改善すること。 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 炉心の著しい損傷が発生した場合においても運転員がとどまることが出来るよう中央制御室及び中央制御室対待避室を設ける 換気空調設備及び遮蔽設備によって原子炉制御室内の運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計としている <p>設置許可基準 第五十九条(運転員が原子炉制御室にとどまるための設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所として「5号機原子炉建屋内緊急時対策所」を設置している 換気空調設備及び遮蔽設備により5号機原子炉建屋内緊急時対策所内の対策要員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計としている <p>設置許可基準 第三十四条(緊急時対策所) 第六十一条(緊急時対策所)</p>
過酷な環境下での現場対応	事故調査報告書等から抽出した課題	高線量下における作業	遠隔操作による状況確認、作業ができる機材が必要。 (事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故等の対応にあたり、現場作業員の被ばくを低減するため、低圧注水や格納容器ベント等を実施するために必要となる弁に対する遠隔手動操作設備を設置、又手順を整備している <p>設置許可基準 第四十七条(原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)他</p> <ul style="list-style-type: none"> 中央制御室に待避した運転員が、中央制御室待避室の外に出ることなく主要な計測装置の監視

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>高線量下で作業するための装備、手順を備えること。 (事業者)</p>	<p>視を行えるようにデータ表示装置を設置している</p> <ul style="list-style-type: none"> データ表示装置は、全交流動力電源喪失時においても常設交流電源又は可搬型交流電源設備からの給電が可能な設計としている <p>設置許可基準 第五十九条 (運転員が原子炉制御室にとどまるための設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 緊急時対策所や中央制御室に要員分の APD、ガラスバッジを配備している 簡易入退城管理システム、WBC 搭載車配備している 復旧要員の放射線防護装備品の配備・増強している (自主対策) 中央制御室および緊急時対策所の放射性物質流入防止対策を配備している (陽圧化) 5 号機原子炉建屋内緊急時対策所入口にチェンジングエリアを設置し、外部から放射性物質を持ち込ませない環境を整備する手順を整備するとともに、総合訓練時に設置訓練を行うこととしている <p>技術的能力の審査基準 1.0.13 項 (緊急時対策要員の作業時における装備) 1.16 項 (原子炉制御室の居住性に関する手順) 1.18 項 (緊急時対策所の居住性に関する手順)</p> <p>電離放射線障害防止規則の改正 (平成 28 年 4 月)</p> <ul style="list-style-type: none"> 厚生労働大臣は原子力緊急事態が発生した場合など、緊急作業に係る事故の状況その他の事情を勘案し、実効線量について 100 ミリシーベルトの被ばく限度によるものが困難であると認めるときは、250 ミリシーベルトを超えない範囲で、被ばく限度 (特例緊急被ばく限度) を別に定め、又はこれを変更することができること。 原子力緊急事態又はそれに至るおそれの高い事態が発生した場合、厚生労働大臣は、直ちに特例緊急被ばく限度を 250 ミリシーベルトと定めること。 事業者は、特例緊急作業従事期間中に受ける線量が、特例緊急被ばく限度を超えないようにしなければならないこと。 事業者は、特例緊急作業従事者に係る記録等を厚生労働大臣に報告すること 事業者は、特例緊急作業に労働者を就かせるときは、当該労働者に対し特別の教育を行わなければならない。 事業者は、緊急作業従事者に対し、①緊急作業従事期間中に、1 月以内ごとに 1 回、②

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>当該業務から他の業務への配置換え又は離職の際、健康診断を実施しなければならない等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・がれき撤去用重機（ホイールローダ）及び仮復旧用資機材（碎石等）を配備している ・重機によるがれき撤去訓練を定期的の実施している ・社員による重機等の必要資格取得している ・緊急時対策所及び4箇所重大事故等対処設備保管場所から目的地まで、複数ルートでアクセスが可能となるよう道路を整備している <p>設置許可基準 第四十三条（重大事故等対処設備） 技術的能力の審査基準 1.0.2項（可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート）</p>
	がれき散乱状態下等での対応		協力企業のみでなく、事業者そのものが直接対応できる体制が必要。（事業者） 外部要因事象へ対応する訓練が必要。 （事業者）	同上
	応		重要設備へのアクセスルートに加え、要員参集や資機材輸送に用いる発電所周辺道路を確保すること。 （国・県・事業者）	同上
原子力災害のため		原子力災害のため	シビアアクシデントに対応する専門組織を個別の事業者だ	<ul style="list-style-type: none"> ・事業者は、緊急時対策所及び4箇所の重大事故等対処設備保管場所から目的地まで、複数ルートでアクセスが可能であることを確認している ・発電所外（多くの発電所職員が居住している柏崎市内）から発電所への参集についても複数のルートがあることを確認している <p>技術的能力の審査基準 1.0.2項（可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート） ・国や県は、災害に強い道路整備を推進 ・事故収束活動については一義的には原子力事業者の責任において実施すべきものであるが、当該原子力事業者だけでは十分な措置を講ずることができない場合には、「原子力災害対策マニュアル」等に基づき、各関係省庁はそれぞれの実動組織による対応に係る調整等 </p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 ()は対応すべき機関	対応状況
		の専門組織	<p>けでなく、国としても整備することが必要(国)</p> <p>欧米に整備されている事故対応を指導・助言するセーフティエンジニアの制度などを検討すること。(事業者)</p>	<p>を実施することとしている。 原子力災害マニュアル</p> <p>・原子炉主任技術者を原子炉毎に選任している</p> <p>・原子炉主任技術者は重大事故等時において、原子炉施設の運転に関し保安上必要な場合は、運転に従事する者(所長を含む)へ指示を行うこととしている</p> <p>技術的能力の審査基準 1.0.11項(重大事故等時の発電用原子炉主任技術者の役割について)</p>
	議論の深堀により確認した課題	高線量下の作業の議論を踏まえた対応	<p>事故直後の状況において、100mSv以上の作業を許容したことが有効であったことを踏まえ、法律に規定する緊急作業に係る線量限度の引き上げを検討するとともに、線量限度を絶対的なものとするのか目標準とするのか、取り扱いを検討すること。(国)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電離放射障害防止規則の改正(平成28年4月) ・厚生労働大臣は原子力緊急事態が発生した場合など、緊急作業に係る事故の状況その他の事情を勘案し、実効線量について100ミリシーベルトの被ばく限度によることが困難であると認めるときは、250ミリシーベルトを超えない範囲で、被ばく限度(特例緊急被ばく限度)を別に定め、又はこれを変更することができること。 ・原子力緊急事態又はそれに至るおそれの高い事態が発生した場合は、厚生労働大臣は、直ちに特例緊急被ばく限度を250ミリシーベルトと定めること。 ・事業者は特例緊急作業従事期間中に受ける線量が、特例緊急被ばく限度を超えないようにしなければならないこと。 <p>電離放射線障害防止規則、第7条の2、第7条の3</p>
		民間運送事業者による福島第一原子力発電所への資機材の直接輸送ができなかったなど、発電所内への輸送に支障が生じた事実を踏まえて、防災関係者も含めた線量管理方法等の対応策を検討すること	<p>民間運送事業者による福島第一原子力発電所への資機材の直接輸送ができなかったなど、発電所内への輸送に支障が生じた事実を踏まえて、防災関係者も含めた線量管理方法等の対応策を検討すること</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・防災業務関係者の線量管理については、平成27年に内閣府に「オフサイトの防災業務関係者の安全確保に関する検討会」が設置され、報告書ととりまとめられた。被ばく線量の管理については、国及び自治体の職員に関しては当該機関がそれぞれ責任を持ち管理し、民間事業者の場合は、業務実施前の被ばく線量の予測及び当該線量が予め定めた管理の目安以内に収まることの確認を実施の要請を行う機関が行い、業務実施後の被ばく線量の記録と事後の保管について、要請を行う機関と民間事業者が協同して行うことが必要とされた。 <p>オフサイトの防災業務関係者の安全確保に関する検討会 報告書</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なお、事業者は、事故収束活動に必要な資機材を発電所内及び後方支援に保管している。

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 と。(国)	対応状況
			<p>作業員の安全を確保する意味からも、緊急時においても作業現場の放射線量を確実に把握できるようなモニタリング機器や体制を整備すること。(事業者)</p>	<p>・事業者は、次の対応を実施している</p> <p>① モニタリングポストの電源強化(無停電電源装置(9台(モリタックポスト毎に設置)) / モニタリングポスト用発電機(3台))</p> <p>② モニタリングポスト(9台)、気象観測装置(1台(予備1台))の伝送多様化</p> <p>③ 放射線観測車(1台)に加えて、可搬型放射線計測器(可搬型ダスト・よう素サンプラ(2台(予備1台))、NaIシンチレーションサーベイメータ(2台(予備1台))等)を配備</p> <p>④ 可搬型モニタリングポストの配備(15台(予備1台))、可搬型気象観測装置の配備(1台(予備1台))、海上モニタリング用小型船舶(1台(予備1台))の配備</p> <p>設置許可基準 第三十一条(監視設備) 第六十条(監視測定設備)</p>
			<p>津波などの影響で線量計が足りなくなったり、マスクなどの防護資機材が不足したことを踏まえ、必要数や配置場所などを検討し、対策を確実に行うこと。(事業者)</p>	<p>・緊急時対策所や中央制御室に要員分のAPD、ガラスバッジを配備している</p> <p>・発電所構内にも放射線防護資機材(チャコフィルムタ、アナログ等)を配備している</p> <p>・重大事故等発生6日後までに、原子力事業所災害対策支援拠点を選定し、発電所の事故収束対応を維持するために必要な燃料、資機材等を支援できる体制を整備している</p> <p>技術的能力の審査基準 I.0.4項(外部からの支援について) I.0.13項(緊急時対策要員の作業時における装備)</p>
			<p>緊急的に事故対応に従事することになった作業者については、短時間で不十分な放射線教育しかできなかったことから、平時から、緊急時作業用の放射線教育を、事故対応に関わる可能性がある者を実施</p>	<p>・事故発生直後に事故対応を行うのは社員のみとし、協力企業に期待しないこととしている</p> <p>・2016年4月より法令が改正されており、発電所で事故対応を行う要員(当社社員及び自衛消防隊の委託職員が該当)に対し、緊急作業従事者特別教育(教育:6時間、実技:6時間)が課されている</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 する体制を整備すること。(事業者)	対応状況
放射線監視設備、SPEEDI	事故調査報告書等から抽出	放射線監視設備	福島第一原子力発電所内にあったホールボダイカウンタ4台が全て汚染により使用不可能になり、内部被ばくの管理に支障を生じたことから、発電所外の機器設置も含めて、作業者の内部被ばくの管理体制の整備を行うこと。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 簡易入退域管理システムの配備している (自主対策) 既設ホールボダイカウンタ(WBC)がシビアアクシデントによって使用不可となった場合に代替簡易WBCによる測定を開始し、作業者の放射性物質の内部取り込み有無を迅速に把握することとしている (自主対策) 発電所内のWBCが汚染・停電等で使用不可となった場合に車載型WBCによる測定を行うこととしている (自主対策) 設置許可基準 第五十九条 (運転員が原子炉制御室にとどまるための設備) 第六十一条 (緊急時対策所)
			シビアアクシデント発生時における作業では、極めて高い放射線量や高温などで立ち入ることが不可能な箇所があったので、事業者がそういった場所を事前に把握し、遠隔操作等で対応できるようにすること。(事業者)	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故等対処設備は、操作及び復旧作業に支障がないように、放射線量の高くなるおそれの少ない設置場所の選定、当該設備の設置場所への遮蔽の設置等により当該設備の設置場所での操作可能な設計、遠隔で操作可能な設計、又は中央制御室から操作可能な設計としている設置許可基準 第四十三条 (重大事故等対処設備)
			どの様な状況下でも、監視可能な設備となるよう改善を図るべき。恒設のモニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 事業者は、次の対応を実施している ① モニタリングポストの電源強化 (無停電電源装置 (9台 (モニタリングポスト毎に設置)) / モニタリングポスト用発電機 (3台)) ② モニタリングポスト (9台)、気象観測装置 (1台 (予備1台)) の伝送多様化

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
システム等の在り方	した課題		設備増設に加えて、可搬式の設備の準備が必要。(事業者・県)	<p>③ 放射線観測車(1台)に加えて、可搬型放射線計測器(可搬型ダスト・よう素サンプラ台(予備1台))、NaIシンチレーションサーベイメータ(2台(予備1台))等を配備</p> <p>④ 可搬型モニタリングポストの配備(15台(予備1台))、可搬型気象観測装置の配備(1台(予備1台))、海上モニタリング用小型船舶(1台(予備1台))の配備</p> <p>設置許可基準 第三十一条(監視設備) 第六十条(監視測定設備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・県は、柏崎刈羽原発の常時監視に用いるモニタリングポストを11局から28局に増設した他、緊急時用のモニタリングポストを126局整備、これらシステムの主要な機器、電源、通信回線は災害に備えて多重化。更に、モニタリング車や可搬型モニタリングポスト等の可搬設備を整備
			どの様な状況下でも、監視でききる体制を構築すること。(事業者・県)	同上
			原子力災害対策指針を踏まえ、監視の在り方について検討すること。(国・県) [防災関係]	<ul style="list-style-type: none"> ・国は、原子力災害対策指針、緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)、緊急時モニタリングセンター設置要領、緊急時モニタリング計画作成要領を策定 ・県は、国の策定した要領等を参照し、新潟県緊急時モニタリング計画を策定
	SPEEDIシステム		複数の原子炉が故障することを考慮したシステムとすること。(国) [防災関係]	<ul style="list-style-type: none"> ・SPEEDIシステムは廃止 ・施設の状態に応じて緊急事態の区分を決定して、GE(全面緊急事態)におけるPAZ(予防的防護措置を準備する区域)の全住民避難などの予防的防護措置を実行することとした。また、放射性物質の放出後の緊急時における避難や一時移転などの緊急又は早期の防護措置の判断は、緊急時モニタリングの実測値等に基づくこととした。 <p>原子力災害対策指針</p>
			SPEEDIとERSSの一貫した運用と、計算結果の公表のあり	同上

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 方を検討すること。(国) [防災関係]	対応状況
原子力災害時の情報伝達、情報発信	事故調査報告書等から抽出した課	災害時の情報発信	原子力災害対策上のシステムの位置づけを明確にすること。(国) [防災関係]	同上
			<p>複合災害、シビアアクシデントを考慮した施設とすること。(国・県) [防災関係]</p> <p>事故は起こり得るといふ危機意識で対応すること。(国・県) [防災関係]</p> <p>原子力災害対策指針を踏まえ、原子力防災対策におけるオフサイトセンターの役割や施設のあり方について検討すること。(国) [防災関係]</p>	
原子力災害時の情報伝達、情報発信	事故調査報告書等から抽出した課	災害時の情報発信	<p>リスコミュニケーションの方法を研究し、政府・関係機関が伝えたいことが正しく国民・報道機関へ伝えられるよ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 国は、福島第一原発事故時の情報提供体制の不備等を踏まえ、国、地方公共団体等の「緊急時における住民等への情報提供」や「緊急時における住民等への情報提供」、「平時からの住民等への情報提供」について規定。各種研修会、チャシ、ホームページ等で普及啓発を実施 原子力災害対策指針 事業者として、10 条通報後 1 時間後を目途に記者会見を行う運用としている

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 うにすること。 (国・事業者)	対応状況
	<p>不正確な情報発信や情報発信の遅れは隠ぺいとも取られかねず、不信感を招くだけでなく、事故対応、防護対策にも支障をきたすことから、極力迅速な情報発信に努めること。(国・事業者)</p>		<p>一元的な情報発信の体制や方法、発信すべき内容をあらかじめ定めておくこと。(国・事業者)</p>	<p>記者会見では、発電所で作成している事故状況や、戦略などが記載されている図面を用いる等、プラントの状況を分かりやすく伝えると共に、今後の見通しなども状況に応じて説明するなど、分かりやすい情報発信による訓練している</p> <p>国は、福島第一原発事故時の情報提供体制の不備等を踏まえ、国、地方公共団体等の「緊急時における住民等への情報提供の体制整備」や「緊急時における住民等への情報提供」、「平時からの住民等への情報提供」について規定。各種研修会、チラシ、ホームページ等で普及啓発を実施</p> <p>原子力災害対策指針</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業者として、10 条通報後 1 時間後を目途に記者会見を行う運用としている ・記者会見は、事故発生時の態勢としてはインターネットの活用により本社で行い、新潟県とも中継をつなぐことで一元的な情報発信に努めることとしている ・記者会見の内容は当社ホームページ上に掲載するとともに twitter 等でも広くお知らせしていくこととしている ・オフサイトセンターに新潟本部代表や発電所幹部職員等を派遣し、当社からの情報を連携することを考えており、新潟県内でも適切な情報発信に努めることとしている ・社外対応を行う要所となるポジションにはリスクコミュニケーション(原子力部門の広報専門職)を配置し、リスクコミュニケーションが記者会見を行うこととしている ・記者会見では、発電所で作成している事故状況や、戦略などが記載されている図面を用いる等、プラントの状況を分かりやすく伝えると共に、今後の見通しなども状況に応じて説明するなど、分かりやすい情報発信になるよう努めることとしている ・緊急時における広報・通報対応を行うリスクコミュニケーションの課題認識のフィードバックを受けながら会社としての対応方針を決定する運用を導入することとしている ・「マルチダウン」のように事故進展を的確に把握し、どのように説明するか技術的判断の責任は原子力・立地本部長が担うことを明記することとしている <p>国は、施設敷地緊急事態が発生した場合、関係省庁、原子力事業者等の情報を取りまとめ、一元的に情報発信を行うための広報体制を構築する。事故対策本部による情報発信は、必要に応じて官邸において内閣官房長官が会見を行い、内閣府(原子力防災担当)職員及び委員会委員等が原則として同席し、技術的内容等の補足説明を行う。また、官邸の会見後、規制庁等において会見を実施する。オフサイトセンターでの情報発信は、事故現</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>地対策本部長等が記者会見を行う。その際、事故の詳細等に関する説明のため、原子力事業者に対応を要請する。</p> <p>原子力事業者が実施する記者会見の情報については、担当が連携を取ることにより、政府の情報発信と齟齬が生じないよう努めることとしている。</p> <p>原子力災害対策マニュアル</p> <p>[主な広報事項]①事故の発生日時及び概要 ②事故の状況と今後の予測 ③発電所における対応状況 ④行政機関の対応状況 ⑤住民等がとるべき行動 ⑥避難対象区域及び屋内避難区域</p> <ul style="list-style-type: none"> 事業者による記者会見は、インターネットの活用により本社で行い、新潟県でも中継することにより一元的な情報発信に努めることとしている 記者会見資料や関連する資料を、ERCへ派遣しているリエンズやOFCなどへ共有すること、当社から発信する情報の一元管理を行うこととしている 記者会見では、発電所で作成している事故状況や、戦略などが記載されている図面を用いる等、プラントの状況を分かりやすく伝え、今後の見通しなども状況に応じて説明するなど、分かりやすい情報発信による訓練している
	緊急事態の区分とそれに対応した対応、情報発信		原子力災害時の防護対応を行う基準（緊急事態の区分、放射線量等）については国民が納得できる明確な基準とすべき。(国) 【防災関係】	<ul style="list-style-type: none"> 初期対応段階において、施設の状況に応じて緊急事態の区分を決定し、放射性物質放出前から予防的防護措置を実行するとともに、観測可能な指標に基づき緊急防護措置を迅速に実行できるような意思決定の枠組みを構築した。 (i)放射性物質放出前 原子力施設の状況に応じて、緊急事態を、警戒事態、施設敷地緊急事態及び全面緊急事態の3つに区分し、原子力施設からの距離等に応じて、避難や屋内退避等の防護措置を実施。 (例)全面緊急事態ではPAZ内の住民が避難実施 (ii)放射性物質放出後 高い空間放射線量が計測された地域においては、被ばくの影響をできる限り低減する観点から、数時間から1日以内に住民等の避難を実施。また、それと比較して低い空間放射線量が計測された地域においても、無用な被ばくを回避する観点から、1週間程度内に一時移転等を実施 <p>原子力災害対策指針</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 ()は対応すべき機関	対応状況
			<p>県として複合災害時にどう対応すべきか、また、自治体と住民の協力体制をどうするか防災対策の検討が必要。 (県) [防災関係]</p>	<p>・新潟県地域防災計画において、複合災害等に備えた対応、地域の自主防災組織や自治会等との協力について規定するとともに、複合災害を想定した訓練を実施 新潟県地域防災計画</p>
			<p>通信網に支障が生じないよう、確実な情報伝達手段の構築が必要。(国・県) [防災関係]</p>	<p>・国及び県は、福島第一原発事故後に整備した、原子力防災ネットワークシステムの専用回線を使用。更に、専用通信回線が不全の場合は、衛星回線を使って、連絡体制を確保。その他、中央防災無線、衛星携帯電話等を使用し、連絡体制を確保</p>
<p>自治体への避難及びヨウ素剤服用の指示</p>			<p>国や自治体の複合災害を想定した訓練が必要。 (国・県・事業者) [防災関係]</p>	<p>・国は、原子力総合防災訓練を実施。また、県及び事業者は、自治体や国と連携した訓練を実施</p>
			<p>住民が情報を正しく理解できるように、放射線や原子力災害に関する基礎的な知識の普及啓発が必要。(国・県) [防災関係]</p>	<p>・国は、平時から住民等に対して、放射線に関する基礎知識や原子力災害発生時における防災対策の内容を情報提供することを規定。各種研修会、チラシ、ホームページ等で普及啓発を実施 原子力災害対策指針 ・県は、平時から国等と協力して災害時にとるべき行動や情報収集の方法、放射性物質の特性など、原子力防災に関する知識の普及啓発を行うことを規定。パンフレット、新聞広告、広報誌、ホームページ等で普及啓発を実施 県地域防災計画</p>
			<p>避難やヨウ素剤服用の指示を出すための意思決定の方法や</p>	<p>・避難や安定ヨウ素剤服用等の指示については、原則として、原子力規制委員会が必要性を判断し、国の原子力災害対策本部が指示する旨、原子力災害対策指針で規定。 原子力災害対策指針</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>タイミンング等を具体的に定めて制度化しておくこと。 (国)</p> <p>[防災関係]</p> <p>自然災害時にも住民1人1人に確実に情報伝達する手段が必要。(国)</p>	<p>・具体的な意思決定やタイミンング等については、国の原子力災害対策マニュアルで定めている。 原子力災害対策マニュアル</p>
	<p>住民への 情報伝達</p>			<p>・国、県及び市町村は、原子力災害、自然災害を含め、災害時にテレビ、ラジオ、インターネット、防災行政無線、広報車、携帯電話、スマートフォンなど様々な手段で情報伝達を行うこととしている。</p> <p>・国は、施設敷地緊急事態が発生した場合、関係省庁、原子力事業者等の情報を取りまとめ、一元的に情報発信を行うための広報体制を構築する。 [主な広報事項]</p> <p>①事故の発生日時及び概要 ②事故の状況と今後の予測 ③発電所における対応状況 ④行政機関の対応状況 ⑤住民等がとるべき行動 ⑥避難対象区域及び屋内退避区域</p> <p>原子力災害対策マニュアル</p> <p>また、社会的な関心の高さにも応じて、原子力施設に関して国民への迅速かつ丁寧な情報発信の一層の強化に努めることとしている。</p> <p>・事業者は、緊急時における情報収集活動と広報・通報対応が、復旧活動の妨げとなることなく、正確な情報を迅速に把握・共有できるように、入手したプラント状況、周辺状況、重大事故等への対応状況をホワイトボード等へ記載するとともに、適宜 OA 機器内の共通様式へ入力する事で対策本部内の全要員、本社対策本部との情報共有を図ることができる仕組みに変更している</p> <p>・社外対応を行う要所となるボジションにはリスクコミュニケーション（原子力部門の広報専門家）を配置し、リスクコミュニケーションが記者会見を行うこととしている</p> <p>・国は、施設敷地緊急事態が発生した場合、関係省庁、原子力事業者等の情報を取りまとめ、一元的に情報発信を行うための広報体制を構築する。事故対策本部による情報発信は、必要に応じて官邸において内閣官房長官が会見を行い、内閣府（原子力防災担当）職員及び委員会委員等が原則として同席し、技術的内容等の補足説明を行う。また、官邸の</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>会見後、規制庁等において会見を実施する。オフサイトセンターでの情報発信は、事故現地対策本部長等が記者会見を行う。その際、事故の詳細等に関する説明のため、原子力事業者に対応を要請する。</p> <p>原子力事業者が実施する記者会見の情報については、担当が連携を取ることにより、政府の情報発信と齟齬が生じないよう努めることとしている。</p> <p>原子力災害対策マニュアル</p> <p>[主な広報事項]①事故の発生日時及び概要 ②事故の状況と今後の予測 ③発電所における対応状況 ④行政機関の対応状況 ⑤住民等がとるべき行動 ⑥避難対象区域及び屋内退避区域</p>
<p>議論の深堀により確認した課題</p>	<p>マルチダウン等の情報発信の在り方の議論を踏まえた対応</p>	<p>「a. マルチダウン等の情報発信」の議論を踏まえた対応が必要。(事業者)</p>	<p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住民へ迅速で分かりやすい情報伝達よりも国との調整を優先し、官邸や保安院の意向に沿った。 <p>【対応状況】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緊急時における情報収集活動と広報・通報対応が、復旧活動の妨げとならず、正確な情報を迅速に把握・共有できるように、入手したプリント状況、周辺状況、重大事故等への対応状況をホワイトボード等へ記載するとともに、適宜OA機器内の共通様式へ入力する事で対策本部内の全要員、本社対策本部との情報共有を図ることができる仕組みとし、社外対応を行う要所となるボジションにはリスクコミュニケーションを配置している ・「マルチダウン」のように事故進展を的確に把握し、どのように説明するか技術的判断の責任は原子力立地本部長が担うこととしている ・緊急時における広報・通報対応を行うリスクコミュニケーションの課題認識のフィードバックを受けながら会社としての対応方針としての運用を導入することとしている <p>【問題点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・東京電力のプレス文は事故を矮小化したものとなっており、住民の迅速な防護対策を妨げるものとなっていた。 ・東京電力から関係機関への通報連絡は定型的な様式に従った通報連絡用紙をFAXのみで、事故の深刻さや住民避難に必要なリスク情報は伝達されていなかった。 <p>【対応状況】</p>	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<ul style="list-style-type: none"> 緊急時における情報収集活動と広報・通報対応が、復旧活動の妨げとなることなく、正確な情報を迅速に把握・共有できるように、入手したプラント状況、周辺状況、重大事故等への対応状況をホワイトボード等へ記載するとともに、適宜 OA 機器内の共通様式へ入力することで対策本部内の全要員、本社対策本部との情報共有を図ることができる仕組みに変更している 社外対応を行う要所となるポジションにはリスクコミュニケーション（原子力部門の広報専門職）を配置し、リスクコミュニケーションが記者会見を行うこととしている
合同検証委員会の検討を踏まえた教訓	『炉心溶融』等を使わないようにする指示	東京電力 HD は、観測された状況や対応についての情報を伝達するだけでなく、公衆の安全確保とその他の社会的ニーズを考慮し、観測されている進行中の事故の状況から推測される進展と対応計画、安全上のリスク情報などについても迅速かつ丁寧に発信し、原子力事業者として事故の危険性を主体的に伝え続けるていく必要がある。 (事業者)	【体制、仕組みの整備】 <ul style="list-style-type: none"> 社外通報と社外広報の総括責任者として「社外対応統括」を設置している 「社外対応統括」は、通報・公表に関する、社会目線での情報発信について社長へ提言することとしている 社外対応を行う要所となるポジションにはリスクコミュニケーション（原子力部門の広報専門職）を配置し、リスクコミュニケーションが記者会見を行うこととしている 事故進展を的確に把握し、どのように説明するか技術的判断の責任は原子力立地本部長が担うことを明記することとしている 緊急時における広報・通報対応を行うリスクコミュニケーションの課題認識のフィードバックを受けながら会社としての対応方針を決定する運用を導入することとしている 【実効性確保、向上】 <ul style="list-style-type: none"> メルマガダウンロード問題の事例を経営層、リスクコミュニケーションの研修教材へ取り込んでいる 緊急時の情報発信に対する社会目線での厳しい要請を踏まえた訓練実施している 社外専門家監修の訓練、危機管理コンサルタントによる評価を受けている 	
		東京電力 HD は、緊急時の広報が適切に運用されるような体制・仕組みを整備し、事後	<ul style="list-style-type: none"> 社外通報と社外広報の総括責任者として「社外対応統括」を設置している ホームページの活用によるプラントパラメータ等の公開、インターネットの積極的活用による記者会見の中継等、迅速な情報公開に努めることとしている 訓練時にリスクコミュニケーションによる模擬記者会見や社外対応のシナリオを盛り込んだ訓練をしている 	

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>評価プロセスを強化した総合防災訓練などを通じた実効性の確保、向上に努める必要がある。(事業者)</p>	
	<p>原子力災害対策特別措置法に基づく対応</p>		<p>原災法第15条通報は、政府の原子力災害対策本部設置や住民避難開始の起点としてだけでなく、原子力事故の状況と重大さに関する重要な情報である。また、「原子力事業者防災業務計画の確認に係る視点等について(平成29年9月原子力規制委員会)」では、発生した特定事象ごとに通報することが明確化されている。このため、東京電力HDは、この通報の運用はもとより、事故に関する重要な情報をわかりやすく迅速に通報・報告するよう運用を明確化し、マニュアル等に反映させる必要がある。(事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定事象毎に通報するよう防災業務計画及び原子力災害対策マニュアルを改訂している ・ 対外関係機関への通報連絡については通報班が担うこととしており、防災訓練で通報連絡を特定事象ごとに実施している ・ 15条(EAL:GE)の発生時は、号機班により、該当すると判断したEAL、判断時間、が報告することとしている ・ プザーにより対策本部全体に注意喚起の後、本部長により判断(EAL認定)が行われるため、通報文を作成する通報班も認識できる仕組みとしている ・ 本部長判断発生から速やかに通報文を作成し、内容を確認の後FAXで通報連絡がなされることとしている(15条の初回は重要な通報であるため、目標時間(15分以内)を設けて対応している。) ・ 毎月実施する訓練においても、正確な通報連絡が送付できるよう、通報班にてダブルチェックしており、正確な通報文が送付出来ているかを訓練の指標として確認することとしている

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>東京電力HDは、緊急時対策要員に対して「原子力災害対策マニュアル」等の関係マニュアルを習熟させるとともに、緊急時の通報・報告が適切に運用されるような体制・仕組みを整備し、総合防災訓練などを通じた実効性の確保、向上に努める必要がある。(事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・特定事象毎に通報するよう防災業務計画を改訂している ・原子力災害対策マニュアルに関する理解度テスト等の実施による力量管理をしている ・対外関係機関への通報連絡については通報班が担うこととしており、防災訓練で通報連絡を特定事象ごとに実施している ・平日夜間・休日においても、事故情報の「初報、その後の続報」が確実に発信できるように、日々の宿直において訓練を実施している
	『炉心溶融』の根拠		<p>東京電力HDは、緊急時対策要員に対して原災法に基づく通報・報告の判定基準を根拠も含めて十分理解させる必要がある。(事業者)</p>	<p>【ツール・運用の整備】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EAL判断を容易にするためのツール（判断フロー）を共通ツールとして整備している ・号機班、及び本部でのEAL判断のダブルチェックすることとしている ・通報班が本部判断時間等を正確に通報文へ記載し通報文を作成することとしている <p>【訓練への取り込み】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合訓練において正確なEAL判断が出来るか（抜けがないこと、正確であること）の確認を行い、正確なEAL判断が出来るかどうかを「訓練全体」の指標（評価基準）として採用している <p>【訓練を通じた理解向上】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・炉心損傷が発生し、敷地境界線量あるいは敷地内の放射線量が刻々と変化する中で断続的な通報が必要となるような厳しいシナリオを用いた訓練を実施している

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況															
			<p>現在、原災法 15 条の判定基準は「炉心溶融」から「炉心損傷」という用語に変更されているが、原子力災害に際して避難を指示する自治体としても、その意味について良く認識する必要がある。(県)</p>	<p>対応状況</p> <p>・現在、原子力事業者防災計画に原災法 15 条の基準 (GE28 炉心損傷の検出等) が明記されており、その内容について確認している。(県)</p> <p>(記載例) 別表 2-3 原子力災害対策特別措置法第 15 条第 1 項の原子力緊急事態宣言発令の基準</p> <table border="1" data-bbox="438 246 758 1153"> <tr> <td>EAL番号</td> <td>GE28 (※1)</td> <td>BWR</td> </tr> <tr> <td>EAL略称</td> <td colspan="2">炉心損傷の検出</td> </tr> <tr> <td>EAL</td> <td colspan="2">炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量を検知すること。</td> </tr> <tr> <td>事業者解釈</td> <td colspan="2">(1) 原子炉の状態のうち、「運転」、「起動」、「起動」及び「高温停止」において適用する。 (2) 「炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量」とは、ドライウェル又はサブプレッショントラップのそれぞれ別の格納容器内雰囲気モニタ系ガソム線線量計が、原子炉停止後の時間経過に応じて炉心損傷を起したことをいう。</td> </tr> <tr> <td>規制庁解説</td> <td colspan="2">原子炉冷却材の漏えいや原子炉への給水喪失による冷却能力の低下等により炉心の損傷に至る可能性のある事象については、事前にその兆候を検知し必要な措置をとることとなっており、不測の事象から炉心の損傷に至る場合に備え、炉心の損傷を検知した場合を全面緊急事態の判断基準とする。 炉心の損傷を示す原子炉格納容器内の放射線量とは、原子炉格納容器雰囲気モニタ系ガソム線線量率等によって判断することとなる。</td> </tr> </table>	EAL番号	GE28 (※1)	BWR	EAL略称	炉心損傷の検出		EAL	炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量を検知すること。		事業者解釈	(1) 原子炉の状態のうち、「運転」、「起動」、「起動」及び「高温停止」において適用する。 (2) 「炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量」とは、ドライウェル又はサブプレッショントラップのそれぞれ別の格納容器内雰囲気モニタ系ガソム線線量計が、原子炉停止後の時間経過に応じて炉心損傷を起したことをいう。		規制庁解説	原子炉冷却材の漏えいや原子炉への給水喪失による冷却能力の低下等により炉心の損傷に至る可能性のある事象については、事前にその兆候を検知し必要な措置をとることとなっており、不測の事象から炉心の損傷に至る場合に備え、炉心の損傷を検知した場合を全面緊急事態の判断基準とする。 炉心の損傷を示す原子炉格納容器内の放射線量とは、原子炉格納容器雰囲気モニタ系ガソム線線量率等によって判断することとなる。	
EAL番号	GE28 (※1)	BWR																	
EAL略称	炉心損傷の検出																		
EAL	炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量を検知すること。																		
事業者解釈	(1) 原子炉の状態のうち、「運転」、「起動」、「起動」及び「高温停止」において適用する。 (2) 「炉心の損傷の発生を示す原子炉格納容器内の放射線量」とは、ドライウェル又はサブプレッショントラップのそれぞれ別の格納容器内雰囲気モニタ系ガソム線線量計が、原子炉停止後の時間経過に応じて炉心損傷を起したことをいう。																		
規制庁解説	原子炉冷却材の漏えいや原子炉への給水喪失による冷却能力の低下等により炉心の損傷に至る可能性のある事象については、事前にその兆候を検知し必要な措置をとることとなっており、不測の事象から炉心の損傷に至る場合に備え、炉心の損傷を検知した場合を全面緊急事態の判断基準とする。 炉心の損傷を示す原子炉格納容器内の放射線量とは、原子炉格納容器雰囲気モニタ系ガソム線線量率等によって判断することとなる。																		
			<p>原災法第 15 条事象とは別に、原子力発電所で過酷事故が発生した場合に、『炉心損傷』や『炉心溶融』、『メルトダウン』などの事故進展の様相は、社会的関心の極めて高い事項であると考えられる。しかし、これらの用語の解釈、事故進展のイメージ、発生可能性の判断の考え方など</p>	<p>対応状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・福島第一原子力発電所の事故教訓と、柏崎刈羽における安全対策の内容の理解促進の観点から、サービスホールをリニューアルして説明を行うこととしている ・HPにおいて、福島第一原子力発電所の事故の内容を紹介、また柏崎刈羽の安全対策や、防災訓練の状況も詳しく説明することとしている ・説明機会（発電所見学会、コミュニケーションブース、地域説明会、発電所の視察等）を設け、分かりやすい説明を心がけることとしている 															

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>について、社会的な共通認識が醸成されているとは考えにくい。このため、上記に限らず、原子力発電所で過酷事故が発生した場合に必要な情報や知識について、イラストなどを挿入したわかりやすい資料を作成するなどして、平時から地元住民や自治体などの関係者に対し、正しく理解する機会を提供する必要がある。(事業者)</p>	
	<p>『炉心溶解』の定義が明らかにならなかった原因</p>		<p>東京電力は、新潟県技術委員会での議論内容など、社外に発信する重要な報告を含めて社内外の重要な課題の検討状況などについて、社内で積極的に情報を共有し、関心を喚起することはもとより、社内から関連する情報を積極的に発掘・収集する仕組みについて</p>	<ul style="list-style-type: none"> 原子力安全改革を推進するため、原子力リーダー（原子力・立地本部長、本社部長、発電所所長など）の期待事項やその背景を的確に伝えるため、イントラネットメッセージやメール、会議の場、朝礼時の講話などの手段によって期待事項を伝達している (例) イントラネットメッセージ (2019年度第4四半期) 「産業連携と地域共生」 廃炉推進室長 「2020年3月所長期待事項「次世代へ伝承」」 柏崎刈羽所長

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 も充実させる必要がある。 (事業者)	対応状況
新たに判明したリスク	事故調査報告書等から抽出した課題	使用済燃料プールのリスク	<p>東京電力は、「原子力災害対策マニュアル」など重要なマニュアル改訂の際には、イントラネット（企業内 LAN システム）による周知だけでなく、研修会の開催や訓練シナリオへの反映等により、社員へ広く浸透するように取り組んで行く必要がある。（事業者）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 複数の部やグループに関連するマニュアル改定の際は、事前に関係者へ説明、協議を行うこととしている ・ 原子力防災に関する教育（アキシデントマネジメント教育、原災法及び関連法令、原子力事業者防災業務計画、緊急時活動レベル（EAL）等）を定期的に実施（1回/年）している
			<p>不測の事態においても、プール水位を維持する設備、水位を把握できる設備を設けると。（事業者）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料プール代替注水系（可搬型）による常設/可搬型スプレイヘッダを使用した使用済み燃料プールへの注水及びスプレイの手段を整備している ・ ディーゼル駆動消火ポンプ（消火系）を用いた燃料プール注水手段を整備している（自主対策） ・ 燃料プールの配管上部にサイフオンブレーク孔を設置している（配管破損等に伴うサイフオン現象によるプール水漏えい防止） ・ 代替原子炉補機冷却系及び燃料プール冷却浄化系を用いた除熱手段を整備している ・ 監視カメラ、水位計測可能な温度計、放射線モニタの設置している 設置許可基準 第五十四条（使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備）
			<p>使用済燃料を大量に原子炉建屋内の高いところに置かない</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不測の事態においても、使用済燃料プールへの注水・除熱手段を確保している 詳細は同上

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関 運用を検討すること。(事業者)	対応状況
			<p>使用済燃料プールのリスクに対応する安全基準を設けると。(国)</p>	<p>・新規制基準を策定し、重大事故の発生を防止するための基準を強化するとともに、万一重大事故が発生した場合に対処するため、既設の設備に加え、使用済燃料プールを冷却するための対策を事業者へ要求 設置許可基準 第五十四条 (使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備) 等</p>
		<p>隣接号機の事故により、事故対応に必要な作業の妨げとならないよう対策を講じること。(事業者)</p>		<p>・複合災害、複数プラント同時被災に対応可能な態勢 (初動体制、長期対応体制、指揮命令系統) を整備している ・初動要員の増強をしている ・発電所内での信直場所の分散配置している ・福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえ防災組織を再構築している (指揮命令系統・役割分担の明確化、監督限界の配慮、権限移譲による自発的な対応等) ・号規班を設け号機単位に連絡体制を密にすることとしている 技術的能力の審査基準 1.0.10 項 (重大事故時の体制について)</p>
	<p>集中立地のリスク</p>	<p>汚染水などの発電所外への大量流出の防止策が必要。(事業者)</p>		<p>・放水砲を用いた放射性物質拡散抑制により発生する汚染水が海洋へ流れ込み、拡散することを抑制するため、シルトフェンスや放射性物質吸着材設置手順を整備している 設置許可基準 第五十五条 (工場等外へ放射性物質の拡散を抑制するための設備) ・発電所内で溢水が発生した場合において、放射性物質によって汚染された液体が管理されない状態で管理区域外漏えいしないよう、伝播経路となる箇所について、壁、扉、堰等による漏えい防止対策を行うこととしている 設置許可基準 第九条 (溢水による損傷の防止等)</p>
		<p>複数号機が同時に事故を起こしても、対応できる体制を構</p>		<p>・複合災害、複数プラント同時被災に対応可能な態勢 (初動体制、長期対応体制、指揮命令系統) を整備している ・初動要員の増強をしている</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>築すること。(事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所内での宿直場所の分散配置している ・福島第一原子力発電所の事故の教訓を踏まえ防災組織を再構築している (指揮命令系統・役割分担の明確化、監督限界の配慮、権限移譲による自発的な対応等) ・号規班を設け号機単位に連絡体制を密にすることとしている <p>技術的能力の審査基準 1.0.10項 (重大事故時の体制について)</p>
		<p>巨大な自然災害の際に発生する機器・系統の共通要因故障の可能性について、現在の確率論的安全評価 (特に外部事象に対する安全評価) を改善し、内の事象も含めて原子炉施設の総合的な安全性を評価すること。 (事業者)</p>	<p>集中立地のリスクに対応する安全基準を設けること。 (国)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・新規制基準において、複数号機の同時発災を想定して手順等を整備し、重大事故等対策の有効性を評価することを事業者へ要求。 なお、6・7号機の審査は1～5号機は停止中との条件で実施設置許可基準 第三十七条 (重大事故等対処に係る有効性評価)
	<p>共通要因故障</p>		<p>代替設備を用意するとともに、規格の統一により汎用性を向上させること。 (事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・確率論的安全評価 (内的・外的) の見直しを行い、安全性評価を実施している ・施設定期検査の終了した日から6か月を超えない時期に「安全性向上評価」を行い、国に届けると共に、結果を公表することとしている <p>共通要因故障に備えるため、電源、水源、注水・除熱機能を代替手段等により、多重化、多様化を実施している (可搬型代替注水ポンプ (A-2)、代替原子炉補機冷却系、電源車など)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可搬型重大事故等対処設備を常設設備と接続するものについては、容易かつ確実に接続できる設計としている ・号機間で相互に使用することができるよう、6号機及び7号機とも同一形状とすると

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
				<p>もに、同一ポンプを接続する配管は、口径を統一する等、複数の系統での接続方式を統一することとしている</p> <p>設置許可基準 第四十三条（重大事故対象設備）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施設定期検査の終了した日から6か月を超えない時期に「安全性向上評価」を行い、国に届けると共に、結果を公表することとしている ・上記取り組みでは、安全設計、地震・津波等に係る評価、保安活動、国内外の最新知見の反映、内部／外部事象 PRA（確率的安全評価）、安全裕度、等について、評価を行うこととしている <p>原子炉等規制法第四十三条の三の二十九（発電用原子炉施設の安全性の向上のための評価）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内外の運転経験情報を活用し、日常的な業務運営や設備の改善を図り、不適合の発生の防止（未然防止）を図るとともに、原子力安全に影響するリスクがあると判断した場合は、速やかにリスク管理の仕組みにて対応することとしている ・設計を超えるハザードへの対処として、発生頻度の不確かさが大きく、ある一定以上の負荷が加わったときに、共通の要因によって安全機能の広範な喪失が同時に生じ、致命的な状態になるようなハザードに備え、緩和策を整備している
	残余のリスクへの対応		<p>様々な対策を施しても事故は起こりえらというのが事故の教訓であり、新知見に照らし、継続的な改善が必要。（事業者）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・特定重大事故等対処施設の設置を事業者へ要求。多様性を講ずること等により、基準地震動を一定程度超える地震動に対して頑健性を高めることとしている。 ・また、可搬型重大事故等対処設備の設置を事業者へ要求。地震等による影響を考慮した上で、常設重大事故等対処設備と異なる場所で保管すること、共通要因によって、常設重大事故等対処設備の機能と同時に、その機能が損なわれないようにすることとしている。 <p>設置許可基準 第三十九条（地震による損傷の防止） 第四十二条（特定重大事故等対処施設） 第四十三条（重大事故等対処設備）</p>
原子力安	事故調査	規制の在	安全は、細かいところも重	<ul style="list-style-type: none"> ・新規制基準の審査において、確率的リスク評価を活用し、重大事故等への対策の有効性評価を実施

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
全の取り組みや考え方	報告書等から抽出した課題	り方	<p>要であるが、大局的な視点で対策を組立てることが必要。(国)</p> <p>世界の動向を注視し、積極的に規制に取り込んでいくこと。(国)</p> <p>事業者の安全性向上の姿勢を押しえる結果とならないよう、規制の在り方を検討することが必要。(国)</p> <p>規制と事業者の逆転現象が生じないよう、規制の技術レベルを向上させる仕組みが必要。(国)</p> <p>事業者の継続的な安全性向上の努力が、なされるような仕組みの構築が必要。(事業者)</p>	<p>設置許可基準 第三十七条（重大事故等対処に係る有効性評価） ・実用炉規則第九十九条の二～七に従い、定期検査が終了した日以降6月を超えない時期に「安全性向上評価」を行い国に届けると共に、結果を公表することを事業者へ要求 原子炉等規制法第四十三条の三の二十九 実用炉規則第九十九条の二～七</p> <p>・最新の科学的・技術的基準を今後も継続的に基準の見直しの検討等に取り込むため、原子力規制委員会は、国内外の事故・トラブル情報等の収集・整理、スクリーニング、必要な事項の規制への反映を実施</p> <p>・検査制度を見直し、安全確保の観点から事業者の取り組み状況を監視、評定。事業者が自ら安全確保の水準を向上する取り組みを促進することとしている。</p> <p>・専門能力の向上のため、原子力安全人材育成センターを設置。また、職員の人材育成の基 本方針を定め、人材育成・研修に係る施策を推進。更に、重大事故等への対応能力の向上 等を目的として、プラントシミュレータを開発・整備し、実践的な研修を実施している。</p> <p>・施設定期検査の終了した日から6か月を超えない時期に「安全性向上評価」を行い、国に 届けると共に、結果を公表することとしている 原子炉等規制法第四十三条の三の二十九（発電用原子炉施設の安全性の向上のための評価） ・国内外の運転経験情報を活用し、日常的な業務運営や設備の改善を図り、不適合の発生の防 止（未然防止）を図るとともに、原子力安全に影響するリスクがあると判断した場合は、速や かにリスク管理の仕組みにて対応している ・深層防護の観点から多角的な検討を加えて費用対効果の大きい安全対策の提案や現場のリス クの気づきを募集し、これを迅速に実現する技術力を習得することを目的とした「安全 向上提案力強化コンペ」を実施している</p>

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			<p>経営者は、安全第一で現場が取り組む姿勢を重視すること。(事業者)</p> <p>人材育成等とおして、社員全員が安全を第一にする企業文化を創って世界に発信していくことが重要。(事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性をおろそかにして経済性を優先することはないと保安規定に記載することとしている
			<p>国、事業者とも原子力発電所の安全については、一発電所の技術管理の問題ではなく、世界の安全保障につながる大きな問題ととらえて対応すること。(国・事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性をおろそかにして経済性を優先することはないと保安規定に記載することとしている
	原子力安全文化の構築		<p>機器故障や自然災害だけでなく、テロに対する備えも必要。米国のB.5.bのような考え方も取り入れて対応すること。(国・事業者)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・国は、東京電力福島第一原子力発電所の事故の経験から得られた教訓を国際社会と共有することで、世界の原子力安全の向上や原子力の平和的利用において積極的な貢献を行うことは国の責務としている。IAEA基準等の原子力安全の国際標準の策定に積極的に貢献するとともに、事故の経験と教訓に基づき、安全性を高めた原子力技術と安全文化を共有していくことで、世界の原子力安全の向上に貢献することとしている。 ・事業者は、安全最優先、安全文化の浸透と維持向上、核セキュリティ文化醸成のための活動(核物質防護規定、基本方針作成、研修、ファンダメンタルズ)を実施している
			<p>原子力安全文化の構築</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・国は、新規制基準において次の対応を要求、事業者が実施 <ul style="list-style-type: none"> ①大型航空機の衝突その他のテロリズムによる発電用原子炉施設の大規模な損壊への対応として、手順書の整備、体制の整備及び設備・資機材の整備を行う ②バックアップとして「特定重大事故等対処施設」の設置(現在、事業者が準備中) 技術的能力の審査基準 2項(大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムへの対応における要求事項)
			<p>原子力安全文化の構築</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・国は、安全研究の実施や国内外の情報収集・分析等により得られた最新の科学的・技術的知見等を踏まえて、継続的に新規制基準を見直すこととしている。 ・また、原子力規制委員会は、福島原発事故の教訓に学び、二度とこのような事故を起こさないために、そして、我が国の原子力規制組織に対する国内外の信頼回復を図り、国民の

項目	区分Ⅰ	区分Ⅱ	課題・教訓 () は対応すべき機関	対応状況
			重要。 (国・事業者)	安全を最優先に、原子力の安全管理を立て直し、真の安全文化を確立すべく、設置された。原子力にかかわる者はすべからず高い倫理観を持ち、常に世界最高水準の安全を目標とすべき組織理念を示している。 ・事業者は、他産業を含めた国内外の運転経験情報を活用し、日常的な業務運営や設備の改善を図り、不適合の発生の防止(未然防止)を図っている。
			「安全文化」という精神論を越えて、制度面からも「安全文化」の取り組みを促すような仕組みを検討すること。 (国)	<ul style="list-style-type: none"> ・検査制度を見直し、施設の基準への適合維持及びその確認について原子力事業者等の責任を明確にするとともに、原子力規制委員会は、原子力事業者等の安全活動全般を、包括的に検査し、その検査の結果に基づき総合的な評定を行い、次の検査に反映していくこととしている。これにより、事業者の安全確保に関する一義的責任が果たされ、自らの主体性により継続的に安全性の向上が図られるとともに、事業者及び規制機関の双方の努力により、より高い安全水準が実現されるとしている。 ・事業者に対して、発電用原子炉施設における安全性の向上を図るため、自主的な取組を含めその安全性について自ら評価を行い、当該評価の結果等について原子力規制委員会に届け出るとともに公表するよう関係法令に規定。 ・エネルギー基本計画において、原子力事業者を含む産業界は、自主的に不断に安全を追求する事業体制を確立し、原子力施設に対する安全性を最優先させるという安全文化の醸成に取り組みが必要があるとされたこと等を踏まえ、産業界が行う自主的安全性向上に係る取組を共有及び調整し、改善すべき内容のとりまとめを行っている。

福島事故検証課題別ディスカッション『地震動による重要機器の影響』
1号機非常用復水器（IC）に関する事項

報告（平成29年12月25日）

1号機非常用復水器（IC）への地震動の影響に関し、表1の項目について議論した結果、地震動により非常用復水器（IC）系統の設備が損傷した客観的証拠は確認していない。一方で、損傷はなかったとする決定的な根拠がなく、損傷の可能性について完全には否定することはできないとの見解に至っている。各項目で議論した内容は次のとおりである。

表1 議論した項目

項目	議論のポイント
1 1号機原子炉建屋4階内部の状況（現地調査）	IC配管等の損傷はないか。
2 1号機原子炉建屋4階内部の放射線量	IC配管の損傷により放射能が漏えいして高線量となっている場所はないか。
3 プラントデータ並びに解析結果	IC配管の損傷が疑われるデータや解析結果はないか。
4 水素の漏洩経路・着火源・爆発起点	水素漏出・蓄積は5階だけか、ICが設置されている4階はなかったか。
5 1号機原子炉建屋4階における出水事象	本当に燃料プールの水か。IC戻り配管からの出水ではないか。
6 逃し安全弁（SR弁）の動作状況	IC配管損傷などにより、不作動だったのではないか。

1. 1号機原子炉建屋4階内部の状況（現地調査）^{（注）}

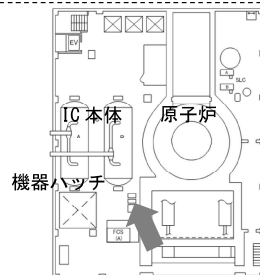
議論のポイント IC配管等の損傷はないか。

- 平成27年2月、1号機原子炉建屋内の現地調査を行い、損傷の状況等を確認した。（写真1-1）
- 目視した範囲において、原子炉建屋内には冷却材喪失を示すような状況（IC本体や配管き裂等を含めた損傷、湯気等の発生、明らかに漏洩箇所と分かるような空間線量の異常な上昇等）は確認されなかった。
- 原子炉建屋4階内部は、機器ハッチや非常用復水器（IC）のある南西がひどく損壊していた（写真1-1）。また、通気ダクトが大きく破損している状況（写真1-2）や壁や梁の鉄筋が露出している状況を確認した。4階北西側の天井については大規模に崩壊していた。一方で、原子炉建屋2階・3階内部の損傷は軽微であった（写真1-3、1-4）
- この他、水素爆発起点等の推定材料となる可能性があるものとして、5階床の機器ハッチの蓋が所在不明であること（写真1-5）、液だれ痕（写真1-6）、ペンキの剥がれ（写真1-7）、破損したハンドル（写真1-8）等を確認した。

（注）各階の損傷程度は調査時点のもので、事故直後の状況と同一かどうかは不明である。

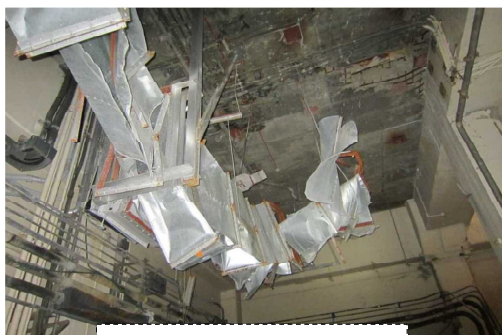


ICの機器ハッチ側の保温材が損傷。付近には瓦礫が散乱。一方、ICの北側の保温材には大きな損傷はなかった。



4

写真1-1 福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋4階（南西）



4階の通気ダクトは大きく損傷

写真 1-2 原子炉建屋4階の通気ダクト (南西)



3階の損傷は軽微

写真 1-3 原子炉建屋3階 (1C 配管・西)



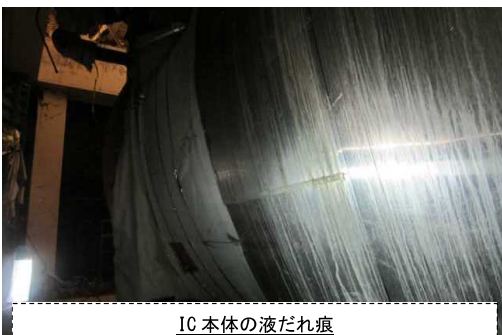
2階の損傷は軽微

写真 1-4 原子炉建屋2階 (MG セット・北西)



機器ハッチの蓋が所在不明
委員意見：4階で水素が漏洩して爆発したことを示唆しているのではないかと。
東電説明：解析結果から上へ飛ぶ可能性も下に落ちる可能性もある。爆発箇所を特定する根拠にならない。

写真 1-5 原子炉建屋4階天井の機器ハッチ



IC 本体の液だれ痕
委員意見：4階で配管等が破損し、蒸気が漏洩した痕跡ではないかと。
東電説明：3階でも確認。5階からの回り込みや湿分の影響等も考えられる。4階で蒸気が漏洩した根拠とはならない。

写真 1-6 原子炉建屋4階 IC 本体の液だれ痕(西)



天井や壁のペンキの剥がれ
委員意見：高温の爆風が通り抜けた痕跡、又は、高温のガスが滞留した痕跡ではないかと。なお、4階天井の機器ハッチ周辺にもペンキの剥がれを確認している。
東電説明：爆風が抜ける時にその影響を受けた可能性はあるが、5階からの回り込みや湿分の影響等も考えられる。4階で蒸気が漏洩した根拠とはならない。

写真 1-7 原子炉建屋4階のペンキの剥がれ(南)



破損したハンドル
 委員意見：設置されていた場所が分かれば、その場所の爆発規模等が推定できるのではないかと。
 東電説明：ハンドル自体に特徴があったり銘板があったりするわけではないので何の弁のハンドルか特定することが困難である。

写真 1-8 原子炉建屋 4 階の破損したハンドル (南)

委員見解
 ●原子炉建屋内は線量が高く瓦礫が散乱しているため、限定的な調査しかできない。従って、全ての配管の損傷の有無を目視にて確認することは困難な状況である。

2. 1号機原子炉建屋 4階内部の放射線量

議論のポイント IC 配管の損傷により放射能が漏えいして高線量となっている場所はないか。

○東京電力 HD は、原子炉压力容器から直接ガスが放出された場合、破損配管付近は極めて高線量になるが、非常用復水器(IC)周辺に、直接ガスが放出されたとされる 2号機原子炉建屋 5階のような極めて高い線量の箇所は確認されていないと説明している。(図 2-1)

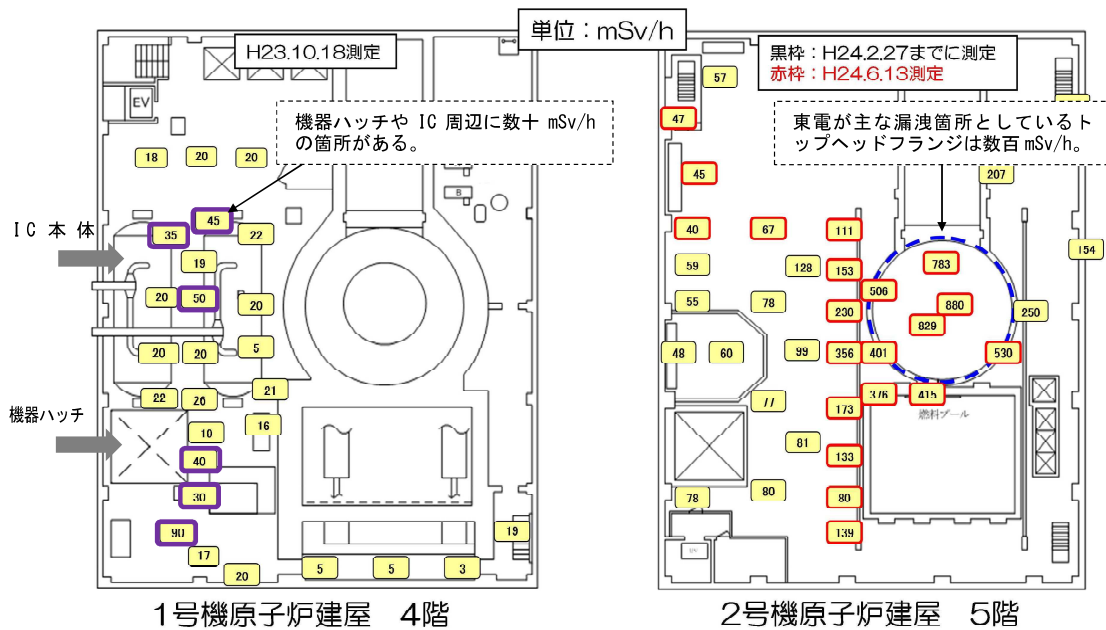


図 2-1 1号機原子炉建屋 4階と 2号機原子炉建屋 5階の線量分布 (第 2 回資料 No. 1 東電資料に追記)

- 1号機原子炉建屋4階は2号機原子炉建屋5階の放射線量より低いものの、数十 mSv/h と高い場所がある。東京電力が示している放射線量のみをもって、1号機原子炉建屋4階で高い放射能を含むガスの漏洩がなかったと判断することはできない。

3. プラントデータ並びに解析結果

議論のポイント IC配管の損傷が疑われるデータや解析結果はないか。

○東京電力HDは、少なくとも地震発生から全電源喪失までの間は、原子炉の圧力バウンダリは維持されており（図3-1）、プラントパラメータに影響を与えないような漏洩があったとしても安全機能に影響を与えるものではない、地震応答解析では非常用復水器(IC)の配管の評価値は全て評価基準値を満たしている（表3-1）と説明している。

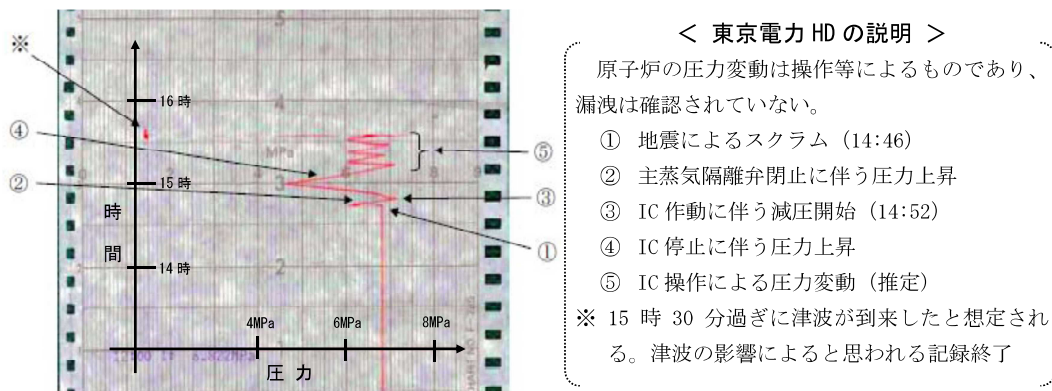


図 3-1 1号機原子炉圧力容器の圧力（第1回資料No.1 東電資料に追記）

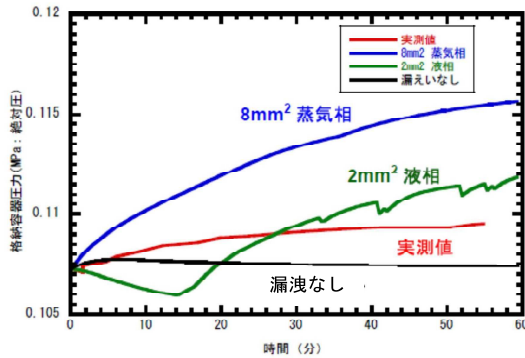
解析モデル	計算値 (MPa) ①	評価基準値 (MPa) ②	裕度 ②/①
IC-PD-1	106	414	3.90
IC-PD-2	106	414	3.90
IC-R-1	94	414	4.40
IC-R-2	85	414	4.87
IC-R-3	105	310	2.95
IC-R-4	86	310	3.60
IC-R-5	75	351	4.68
IC-R-6	82	351	4.28

＜ 東京電力 HD の説明 ＞

観測記録に基づく地震応答解析を用いて構造強度を評価した結果、非常用復水器 (IC) の配管の計算値①は全て評価基準値②を満たしている。

表 3-1 東京電力 HD が実施した IC 配管の構造強度評価結果（第1回資料No.1 東京電力資料に追記）

○また、東京電力HDは、国による「福島第一原発事故の技術的知見に関する意見聴取会」の解析結果（図3-2）を示し、津波到達までは漏洩が発生したデータは見いだせず、仮に漏洩が発生した場合でも、保安規定の許容漏洩率（0.23m³/h相当：蒸気相で8mm²、液相で2mm²相当）を超えるものではなく、電源等の安全機能が正常であれば炉心損傷が発生するとは考えられないと説明している。なお、原子力規制委員会の「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」も、同様な趣旨の中間報告書を取りまとめている。



＜ 東京電力 HD の説明 ＞

国が実施した格納容器の圧力の測定値及び解析値を基にした評価では、実測値（赤）は微小の漏洩口を想定した解析値（緑・青）の圧力推移を下回っている。仮に漏洩口が生じていたとしても、格納容器圧力変化から判断する限り、保安規定の許容漏えい流量を超える漏えいが発生した可能性は低く、事故の進展に影響はなかったと説明している。

図 3-2 地震発生後の格納容器圧力挙動

(第1回資料 No.1 東電資料より (出典: 東京電力 (株) 福島第一原子力発電所事故に関する技術ワークショップ-配布資料 (JNES))

委員見解

- 計測されたプラントデータ及び格納容器内の微小の漏洩口を仮定した格納容器圧力の解析結果 (図 3-2) からは、全電源喪失までに大きな損傷を示すデータは確認されていないが、解析結果には不確かさがある。また、解析結果 (図 3-2) は、格納容器外の損傷を否定する根拠とはならず、格納容器が健全でなければ格納容器内の損傷を否定する根拠ともならない。格納容器内の損傷格納容器内外の配管の微小な損傷の発生と全電源喪失後の損傷の拡大を否定することはできない。
- 東京電力の地震応答解析は、配管支持装置などは正常であるという前提でなされており、評価基準値を満たしていることにより、地震動の影響がなかったと即断することはできない。

4. 水素の漏洩経路・着火源・爆発起点

議論のポイント 水素漏出・蓄積先は5階だけか、ICが設置されている4階はなかったか。

○東京電力 HD は、水素の漏洩は主に原子炉建屋5階で発生し、着火源は不明であるものの、原子炉建屋5階での大きな爆発に繋がったと説明している。(図 4-1)

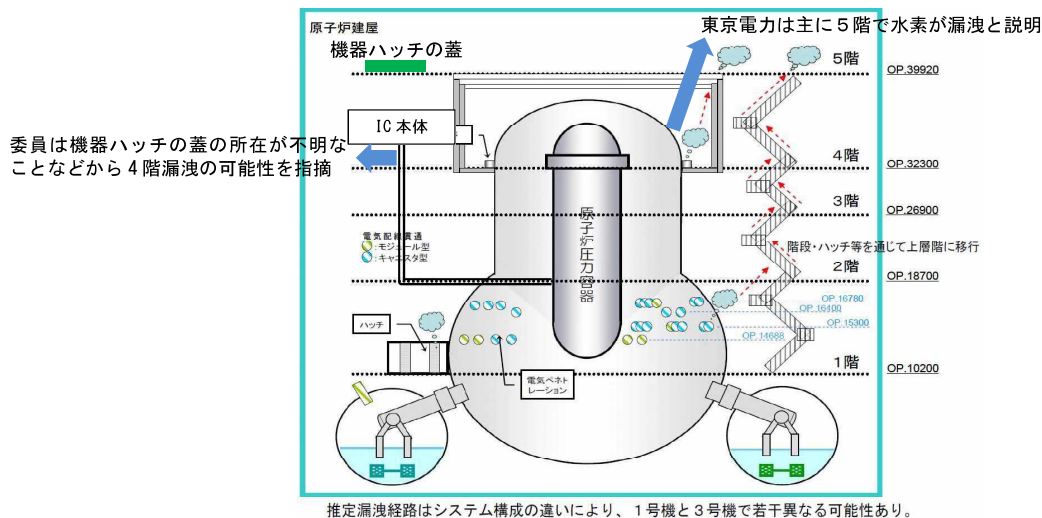


図 4-1 水素の漏洩経路のイメージ図 (第1回資料 No.1 東電資料に追記)

○爆発の専門家としてディスカッションに参加していただいた緒方雄二氏（国立研究開発法人産業技術総合研究所安全科学研究部門副研究部門長）は、現地の状況から少なくとも原子炉建屋4階でも水素の爆発現象が起こったと推定している。

○水素の漏洩経路や爆発起点を解明すべきとの意見が委員から出され、東京電力HDが水素爆発解析を実施した。なお、解析条件については、事前に委員と東京電力HDの間で議論した。

○この水素爆発解析の結果について、東京電力HDは、原子炉建屋5階からの漏洩のみを仮定し、4階IC配管からの水素漏洩を仮定しないケースでは、実際の建造物の損傷状況と矛盾しない結果となったと説明している。一方で、非常用復水器(IC)が設置されている4階で水素が漏洩したと仮定すると、(漏洩量を少なめに設定しても)、4階や3階の爆風が大きくなりすぎ現場の状況と整合しない、上からの力を受けて変形したプルボックス位置において強い横向きの爆風が発生しており現場の状況と整合しない、福島中央テレビが撮影した水素爆発の動画の状況と整合しない等と説明している。

(解説 4-1)

○委員が指摘している機器ハッチの蓋の挙動については、建屋外へ飛ぶ可能性も下に落ちる可能性もあり、所在が分かったとしても水素爆発の発生箇所を特定する根拠にはならないと説明しており、解析結果を踏まえても同じと説明している。また、水素の爆発起点は4階、5階の両方があり得ると説明している。



<委員の指摘>

1号機原子炉建屋5階の床に設置されていた蓋が所在不明となっている。委員は、ICが設置されている4階で水素が漏洩して爆発し、蓋が上方向又は側方に飛んだ可能性があるとして指摘している。


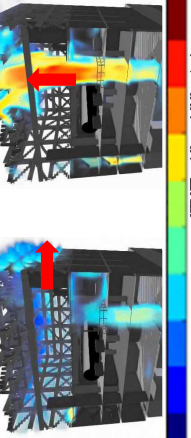
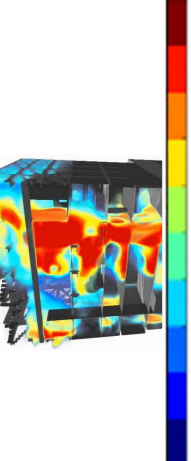

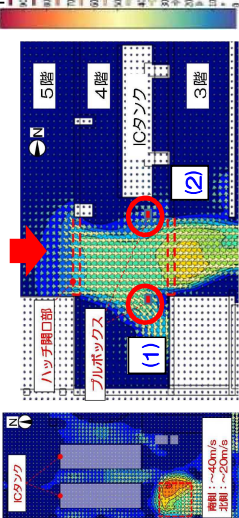
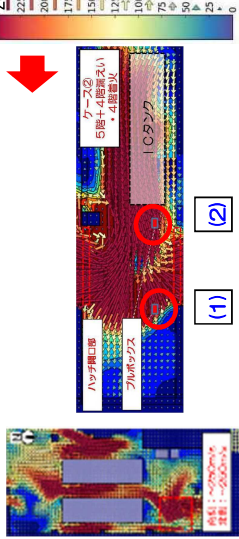

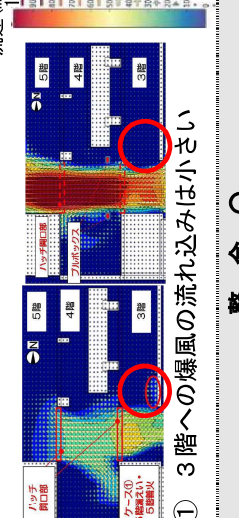
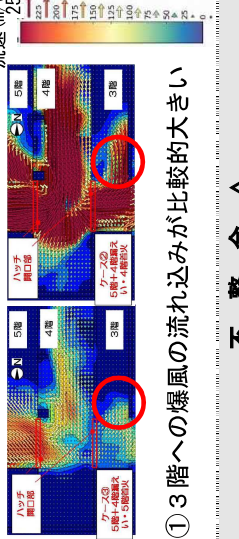
写真 4-1 機器ハッチの蓋

委員見解

- 5階からの爆風のみで4階の内部が大きく損傷するとは考えにくい。5階床の機器ハッチの蓋(写真 4-1)が所在不明なこと、5階には熱源も電気もないことを考慮すると爆発起点は5階よりも4階の可能性が高い。
- 東京電力が実施した水素爆発解析は、様々な仮定はあるものの全体的な状況を推定するための解析結果としては理解できる。一方で、次の理由により、解析結果から水素の漏洩経路や爆発起点を特定することには限界がある。
 - ・ 実際には水蒸気が存在していると考えられ一部の水素しか爆発に寄与していない可能性がある。水蒸気が大量に存在する場合、「5階のみ水素漏洩のケース」と「5階+4階水素漏洩のケース」との差は小さくなり、一方のケースのみ整合がとれると判断することは困難。
 - ・ 原子炉建屋(屋根・北西の4階天井等)や設備(機器ハッチ・IC保温材等)が損傷するメカニズム、圧力及び風速を正確に評価できておらず、解析結果の妥当性や解析結果と実際の状況との整合性を判断することは困難。
 - ・ 水素漏洩量がM A A P解析の水素発生量と大きく異なり、解析条件が実際の状況とかけ離れている可能性がある。

解説 4-1 水素爆発解析結果についての東京電力 HD の説明

水素漏洩位置を5階のみとした結果は実際の状況と整合、5階+4階とした解析結果は実際の状況と不整合の状況と不整合の可能性がある。

原子炉建屋 側壁損傷後 の煙の流れ	実際の状況	5階のみ漏洩の解析結果 (ケース①④)	5階+4階漏洩の解析結果 (ケース②③)
<p>出典：福島中央テレビ無人カメラ映像</p> <p>① 5階側壁損傷時は横向き</p> <p>② 直後に強い上向きの流れ</p>		 <p>流速 (0~100m/s)</p> <p>① 5階側壁損傷時は横向きの爆風</p> <p>② 直後に強い上向きの爆風</p>	 <p>流速 (0~200m/s)</p> <p>① 5階の側壁が損傷して爆発が収束</p>
4階 損傷状況	 <p>① IC 保温材機器ハッチ側のみ損傷し、保温材・保温カバーがIC本体周辺に残存</p> <p>② プルボックス下方向に変形</p>	<p>整合 ○</p>  <p>流速 (m/s)</p> <p>① IC 保温材機器ハッチ側のみ爆風</p> <p>② プルボックス位置は上からの爆風</p>	<p>不整合 △</p>  <p>流速 (m/s)</p> <p>① IC 全体に強い爆風</p> <p>② プルボックス位置は強い横方向の爆風</p>
3階 損傷状況	 <p>① 機器ハッチ周辺のみ軽微な損傷</p>	<p>整合 ○</p>  <p>流速 (m/s)</p> <p>① 3階への爆風の流れ込みは小さい</p>	<p>不整合 △</p>  <p>流速 (m/s)</p> <p>① 3階への爆風の流れ込みが比較的大きい</p>

5. 1号機原子炉建屋4階における出水事象

議論のポイント 本当に燃料プールの水か。IC 戻り配管からの出水ではないか。

- 国会事故調査委員会は、東京電力の協力企業社員から聞き取り調査を行い、1号機原子炉建屋4階の南側の壁付近で地震発生直後に出水があったとの証言を得ている。
- 東京電力HDは、出水があったとされる箇所には他に出水を起こす可能性がある機器・配管はないこと、現地調査において空調ダクトの溢水防止チャンバの変形が確認されたこと等から、出水の原因は、使用済燃料プールの水がスロッシングにより溢れ、空調ダクトの溢水防止チャンバから漏えいしたと説明している。(図5-1)
- また、原子力規制委員会の「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」は、現地調査及び解析に基づく検討の結果、本出水事象は、使用済燃料プールにおいてスロッシングが発生し、溢水防止チャンバに流れ込んだ水の水压により、同チャンバに隙間が生じて出水が起こったと考えるとの中間報告書をまとめている。

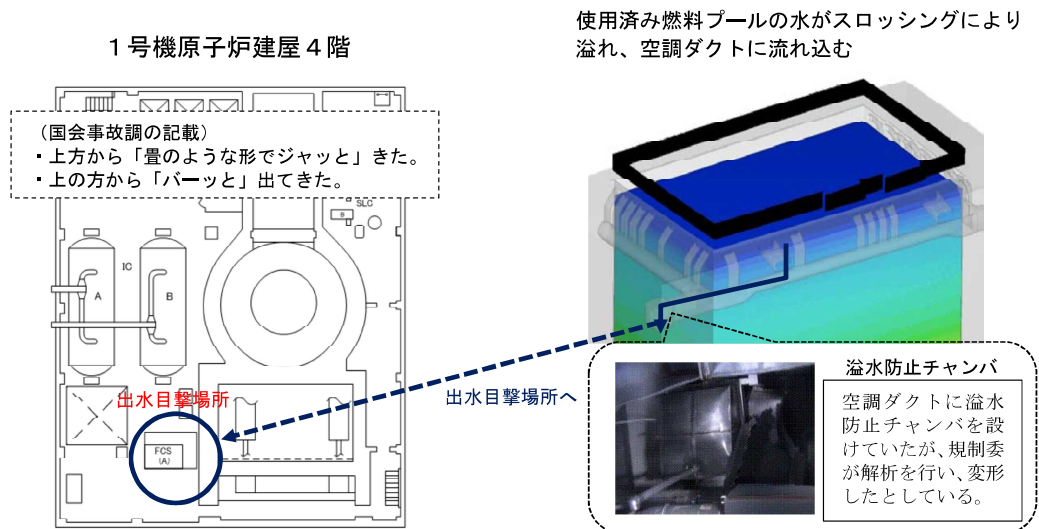


図5-1 東京電力や原子力規制委員会が説明する出水経路 (第1回資料 No.1 東電資料に追記)

- 委員見解
- 次の理由により、溢水防止チャンバを流出箇所として断定することはできない。
 - ・水素爆発により、溢水防止チャンバが損傷した可能性があり、その変形を持って流出箇所を断定する根拠とはならない。
 - ・溢水防止チャンバを出水箇所と特定するためには実験で実証する必要がある。
 - ・原子力規制委員会が出水目撃者の聴取をしているが、重要な点で国会事故調のものと異なる。
 - ・溢水防止チャンバ以外の流出箇所として、非常用復水器(IC)戻り配管内の溜まり水も考えられる。
 - ・国会事故調の調査では、地震直後に蛍光灯の照明が脱落し、4階は真っ暗になったという証言を得ている。それが事実なら、噴出したものが水だったか蒸気だったかは判断しにくい。

6. 逃し安全弁 (SR 弁) の動作状況 今後議論継続

議論のポイント IC 配管損傷などにより、不動作だったのではないかと

- 国会事故調査委員会は、1号機 SR 弁の作動音に関する証言が運転員や作業員から得られなかったことから、SR 弁が作動しなかった可能性があるとして指摘している。
- 東京電力 HD は、SR 弁は4つあること、原子炉圧力容器の圧力が SR 弁のバネ設定を超えると自動で弁が開く単純な構造 (図 6-1) であること、小規模な漏えいと SR 弁の不動作が同時に成立しないことを解析により確認 (図 6-2) していること等から、全電源喪失後に SR 弁が動作していたと説明している。
- また、原子力規制委員会の「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」も、同様な中間報告書を取りまとめている。

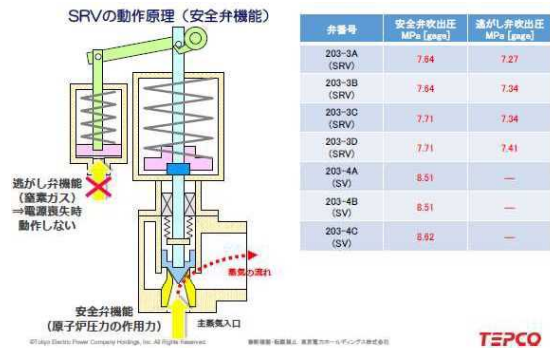


図 6-1 SR 弁の動作原理と作動圧 (第 11 回参考資料 No. 2 東電資料より)

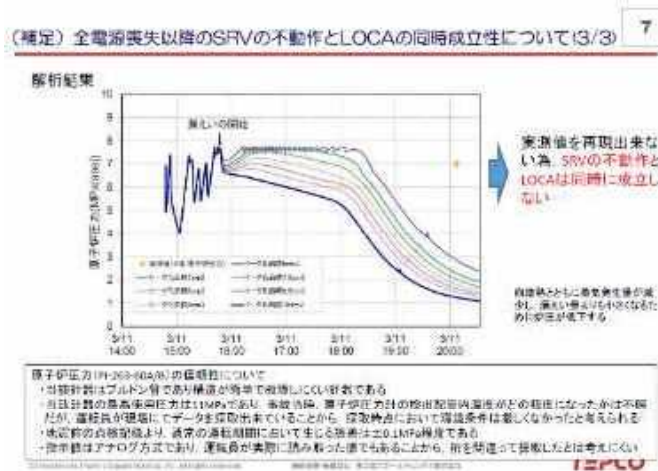


図 6-2 全電源喪失以降の SRV の不動作と LOCA の同時成立性について (第 11 回参考資料 No. 2 東電資料より)

- 今後更に議論が必要である。
- 1号機SR弁の作動音を聞いた運転員は1人もいない。一方で、2号機では運転員が地鳴りのような作動音を聞いている。3号機でも作動音が確認されており、1号機SR弁が動作していない可能性がある。
- SR弁不作動の原因としては、例えば、IC配管を含む原子炉系配管の破損（小規模LOCA）、SR弁の開固着等が考えられる。
- 全電源喪失後の炉圧の実測データがほとんどないため、全電源喪失後に1号機のSR弁が作動したと断定することはできない。
- 最新版のP&ID（配管・計装図面）によると、ICベントラインのグローブ弁は、SBO後は「開」だった可能性がある。

『1号機非常用復水器（IC）に関する事項』の議論から得られた必要な対策

- 地震動による損傷の可能性が否定できないため、重要配管については基準地震動に対する耐震性を十分確認する必要がある。
- 地震応答解析はモデル化の方法等により解析結果が異なる。振動台実験時の実際値と解析値を比較するなどして地震応答解析の妥当性について検討すべきではないか。
- 格納容器外への水素の漏洩に対し、水素爆発の防止対策をとる必要がある。また、格納容器トップヘッド・フランジ部、格納容器ペネトレーションについては、温度や圧力条件により、どの程度漏えいが発生するか確認する必要がある。
- 柏崎刈羽原発においても、重要な弁に関してP&ID（配管等の設計図面）と実機との間に食い違いがないかを確認する必要がある。

福島事故検証課題別ディスカッション『地震動による重要機器の影響』
1号機非常用電源設備に関する事項

報告 (令和2年8月12日)

1号機非常用電源設備への地震動の影響に関し、表1の項目について議論した結果、津波の遡上・浸水以外の要因による非常用電源設備の機能喪失に関して、物的証拠となるようなものは確認できていない。

一方で、津波以外の要因で電源喪失した可能性を否定することはできないというのが現時点での見解である。各項目で議論した内容は次のとおりである。

なお、本ディスカッションの資料及び議事録は、新潟県原子力安全対策課のホームページに掲載している。(https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/1356773829562.html)

表1 議論した項目

項目	議論のポイント
1 津波の到達時刻	津波の発電所敷地への到達時刻はいつか。
2 過渡現象記録装置の電圧・電流データと交流電源喪失のプロセス	交流電源喪失に津波以外の影響はないか。
3 循環水系、補機冷却系、ディーゼル発電 (D/G) 冷却系配管などへの影響	内部溢水により交流電源が喪失した可能性はないか。

1 津波の到達時刻

議論のポイント	津波の発電所敷地への到達時刻はいつか。
---------	---------------------

- 海水系のポンプ及びD/G等の電源設備の機能喪失は15時36分台以降に発生している。
また、1号機の全交流電源喪失(SB0)は15時37分に生じたことが運転日誌に記されている。
一方、津波が敷地へ到達した時刻の記録はない。
- 東京電力HDは福島第一原子力発電所への津波第2波(図1-1参照)の到達時刻を15時35分頃であるとし、平成24年6月に公表した事故報告書においてもその旨を明記している。しかし、この時刻は発電所の沖合約1.3km[※]に設置された波高計を津波第2波(2段目)の先端が通過した時刻であって敷地への到達時刻ではない。重大な過誤である。
※ 東京電力HDは、当初沖合約1.5kmと説明していたが、令和元年8月、位置情報に誤りがあり、沖合約1.3kmに設置されていたことを公表した。
- 本課題別ディスカッションでは、津波が波高計を通過してから2分以内に、敷地を遡上し、1号機の電源設備を機能喪失させるということが起こり得るのかどうかを確認するため、津波の発電所敷地への到達時刻について議論してきた。なお、この議論は、伊東良徳氏(元国会事故調協力員、SB0と津波の関係を集中的に分析)の問題提起に始まっており、本課題別ディスカッションにおいて、同氏の考えを確認した。

○東京電力 HD は、沖合の波高計位置の時刻歴波形の時刻補正、東京電力 HD が実施した津波の再現シミュレーションや第三者による津波シミュレーションとの比較、東京電力 HD の協力企業社員が撮影した津波襲来時の連続写真（写真 1-1）の分析等を総合的に評価し、15 時 36 分台に津波第 2 波（第 2 段）は敷地に遡上し、1 号機タービン建屋 1 階に浸入して A 系の電源が 15 時 36 分台に喪失したと説明している。

また、正しい波高計位置における時刻歴波形との再現性を向上させた津波シミュレーションを行い、改めて、15 時 36 分台に津波第 2 波（第 2 段）は 1 号機タービン建屋に到達したと説明している。

（添付資料 1 「東京電力 HD の説明①」参照）

○伊東良徳氏は、津波の連続写真をピクセルレベルで分析して津波高さを推定するなどして、東京電力 HD が 1 号機タービン建屋に到達したとする第 2 波（第 2 段）は、第 2 波（第 3 段）であり、その到達時刻は 15 時 38 分台であるとしている。また、この時刻は全交流電源喪失より遅いことから、1 号機の全交流電源喪失の原因は津波以外の可能性があるとして説明している。（添付資料 2 「東京電力 HD と伊東良徳氏の主張の相違」参照）

連続写真の分析や津波インバージョン解析に関しては、田中委員、東京電力 HD、県（事務局）との 3 者の打合せにおいて論点を整理し、課題別ディスカッションにおいて確認した。

（添付資料 3 「3 者打合せの論点整理」参照）

○鈴木元衛委員は、過渡現象記録装置の記録と津波写真の分析から、放水口へ打ち寄せた津波により放水路内に発生した圧力波が、放水路内を上流へ伝播して取水口の D/G 冷却系等のポンプモーターがトリップした可能性があるとの仮説を示した。（添付資料 4 「鈴木元衛委員の考え方①」参照）

また、東北大学今村教授らや東京電力 HD が実施した津波シミュレーション結果を分析し、1 号機 A 系の非常用交流電源が喪失する原因となった事象は、津波が 1 号機タービン建屋内の電源盤 (M/C) に到達する以前に生じていた可能性があるとの仮説を示した。

（添付資料 4 「鈴木元衛委員の考え方②」参照）

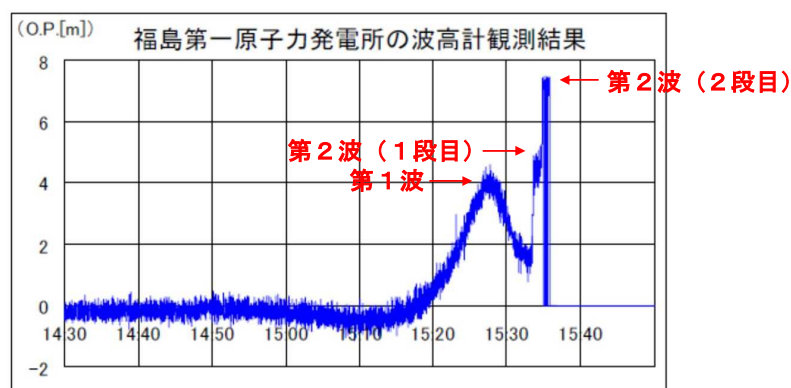


図 1-1 津波時刻歴波形（第 1 回資料 No. 2 東電資料より）

（補足）波高計は発電所の沖合約 1.3[※]km に設置



写真 1-1 撮影された連続写真（例）（補足）敷地から撮影された 19 枚の連続写真、撮影時刻は不明

ま
と
め

- 波高計位置の津波の時刻歴波形、連続写真、過渡現象記録装置の記録、津波シミュレーション結果（波高計位置修正後）などを基に検討したが、津波が発電所敷地や 1 号機タービン建屋に到達した正確な時刻を断定することは困難である。推定時刻ではあるが、1 号機タービン建屋大物搬入口に津波が到達した時刻を鈴木元衛委員は 15 時 37 分台、東京電力 HD は、15 時 36 分台としている。また、場所を特定していないが、同建屋に津波が到達した時刻を伊東良徳氏は 15 時 38 分台としている。
- タービン建屋に津波が到達したとしても、建屋内にある電源盤 (M/C) に津波が到達し、母線電圧がゼロとなるまでにはさらに時間を要することから、タービン建屋大物搬入口に最も早く到達する東電の津波シミュレーション結果を用いても、1 号機 A 系の非常用交流電圧が 15 時 36 分台に喪失する原因となった事象は、津波が建屋内の電源盤 (M/C) に到達する以前に生じた可能性がある。

2 過渡現象記録装置の電圧・電流データと交流電源喪失のプロセス

議論のポイント

交流電源喪失に津波以外の影響はないか。

- 東京電力 HD は、1号機ディーゼル発電機 (D/G) 及び電源盤 (M/C) が停止した原因について、地震発生から過渡現象記録装置の記録が残っている間は正常な状態であったこと、非常用電源が喪失した時刻に余震が発生していないこと、多くの機器が短時間に集中して機能喪失していることから、電源喪失は津波の浸水によるものと説明している。(B系については停止時刻が不明のため、停止原因の特定には至っていない。)
- また、原子力規制委員会の「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」も、同様な中間報告書を取りまとめている。(A系について検討しており、B系の停止原因については検討していない。)
- 福島第一原子力発電所の電源喪失のプロセス検証のため平成28年6月に現地調査を行った。
- 東京電力 HD は、非常用電源の喪失について、各号機の設備の位置と機能喪失時刻の関係の観点から検討を行った結果、非常用電源設備の海からの距離が遠くなるほど喪失時間が遅くなる傾向が確認され、非常用電源は津波によって機能喪失したと推定している。
(添付資料1「東京電力 HD の説明②」参照)
また、1号機が他号機と比較して機能喪失時刻が早い理由については、大物搬入口の防護扉が開放されており、大量の津波がシャッターを吹き飛ばし、タービン建屋へ流入したことが原因と推定している。
(添付資料1「東京電力 HD の説明③」参照)
- 一方、田中委員は、「東京電力 HD の説明②」の図は、津波が1~4号機の敷地に向かって「真東」から横一線に進んできたことを前提にしているが、津波は敷地に対して東南方向から進んできたことを示す写真15, 16 (写真1-1参照) と矛盾するだけでなく、機器類の高さも考慮されておらず、全体として説得力に欠けるとしている。
- 鈴木元衛委員は、仮説として、地震動による D/G 冷却系配管などの損傷による内部溢水など、他の交流電源喪失のプロセスが存在する可能性を示した。この内容については「3. 循環水系、補機冷却系、D/G 冷却系配管などへの影響」に記載した。

まとめ

- ディーゼル発電機 (D/G) や電源盤 (M/C) の電圧・電流値の変化、電源設備が設置されているタービン建屋の浸水経路を確認した。また、1号機タービン建屋内の現地調査を行い、東京電力等の説明 (M/C1C が海水の浸漬により停止) は、交流電源喪失の1つのプロセスとして成立する可能性があることを確認した。
- 一方で、地震による循環水系や、補機冷却系、D/G 冷却系配管の損傷による内部溢水など、他の交流電源喪失のプロセスを否定することはできない。

3 循環水系、補機冷却系、ディーゼル発電機 (D/G) 冷却系配管などへの影響

議論のポイント

内部溢水により交流電源が喪失した可能性はないか。

- 東京電力 HD は、津波到達後においても、1号機循環水系配管（図3-1）の設置されているタービン建屋地下1階へ運転員がアクセスしていること、地下1階に設置されているディーゼル消火ポンプが機能を発揮していること等から、循環水系配管の損傷により浸水し、電源喪失に至ったとは考えていないと説明している。
- 1号機循環水系配管については、建設当時に耐震重要度分類はなく、耐震評価が行われていない。

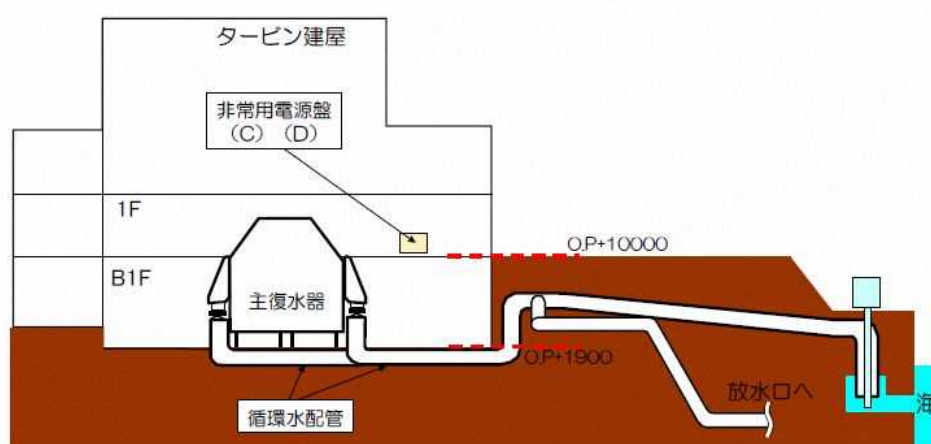


図3-1 循環水系配管（第2回資料 No.2 東電資料より）

- 鈴木元衛委員は、次のとおり仮説を示した。（添付資料4「鈴木元衛委員の考え方③」参照）
 - ① 東北大学の津波シミュレーションの結果によると、放水口付近に大きな津波の流速が発生しており、これにより放水路には強い圧力波が生じて放水路配管系を伝播した可能性がある。津波が放水口へ打ち寄せ、放水路の点検口から高い水柱が立ち上った写真（写真1-1、写真11参照）はこの圧力波発生を裏付けるものである。
 - ② 1号機においては、循環水配管系、D/G冷却系の配管等が地震により破損し、そこから、海水（津波）が流入してD/G停止に至った可能性がある。
 - ③ 2号機A系や5号機A系B系においては、上記の圧力波によりD/G冷却系又は残留熱除去系の海水ポンプモーターに過負荷や過電流を発生させ、トリップさせ、これによってD/Gを停止させた可能性がある。流体の逆流によりモーターに過電流が発生するという過去の実験による知見がある。

- 現時点では、1号機タービン建屋地下階の現場調査ができないため、循環水系、補機冷却系、D/G冷却系配管などの地震動による損傷の有無は確認できていない。
- 放水路に発生した圧力波が伝播していき、海水ポンプモーターに過負荷や過電流を発生させた可能性を否定するだけの判断材料はない。

『1号機非常用電源設備に関する事項』の議論から得られた必要な対策

（柏崎刈羽原子力発電所について）

- 循環水系、補機冷却系やD/G冷却系配管などの地震動に対する損傷防止対策又は損傷して内部溢水した場合の対策をとる必要があるのではないか。
- 津波による圧力波により放水路やポンプなどの機器が損傷する可能性についても十分な考慮をすべきである。
- 津波により、D/G冷却系の海水ポンプに過負荷や過電流が発生して停止しても、電源の確保ができるよう対策をとる必要があるのではないか。

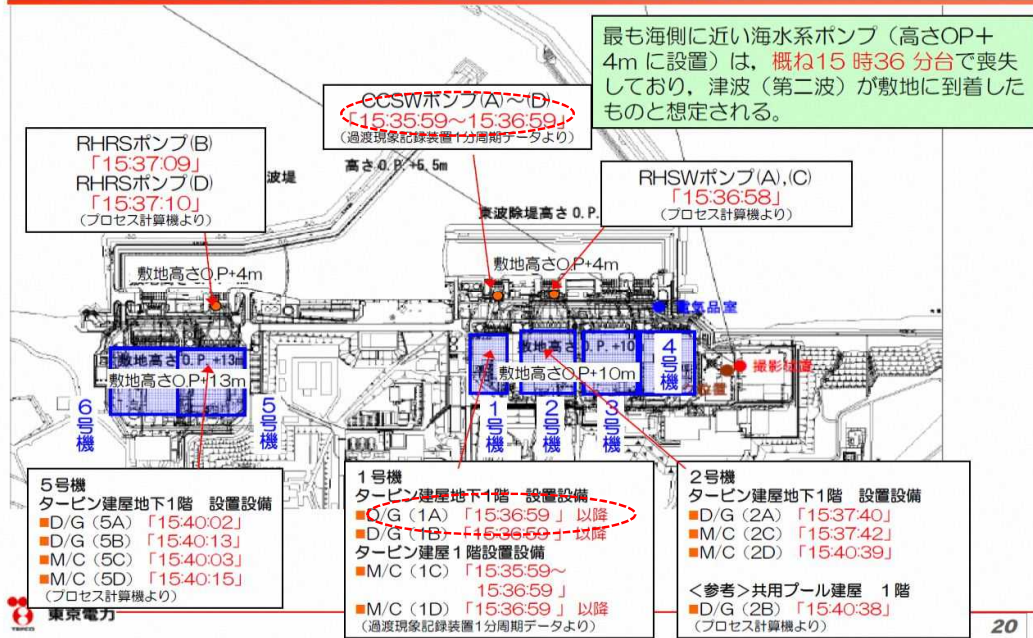
（福島第一原子力発電所について）

- 東京電力HDは、今後、M/Cや循環水系、D/G冷却系配管などの状態について確認し、記録をとりながら廃炉作業を進めることが望まれる。同時に、本ディスカッションにおいて議論した、事故の痕跡が残っている可能性があるM/Cなどの設備については保存が望まれる。

添付資料1 東京電力 HD の説明

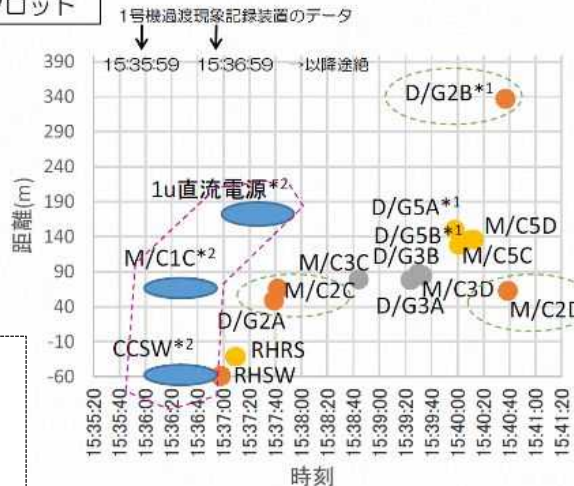
説明① 海水系のポンプ及び電源設備の機能喪失時刻(第1回資料No.2東電資料に追記)

プラントデータから推定される津波浸水状況



説明② 各電源設備までの津波進入の経路長と機能喪失時刻の関係(第8回東電資料)

1, 2, 3, 5号機のプロット

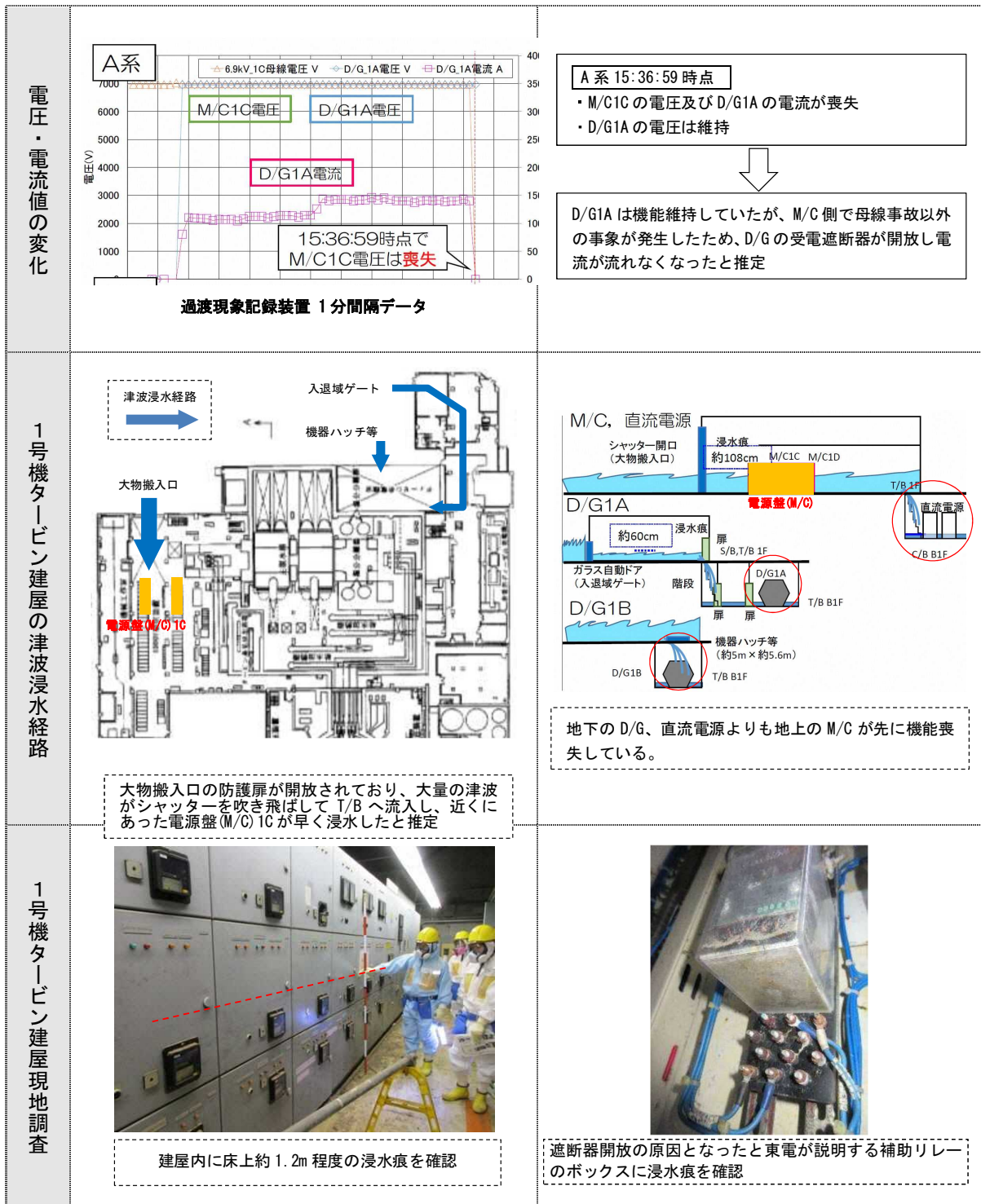


(略語)

D/G:非常用ディーゼル発電機
M/C:非常用高圧電源盤
CCSW:格納容器スレー海水系
RHSW:残留熱除去海水系
RHS:残留熱除去海水系

*1 浸水痕が確認されなかった機器
*2 M/C1C, CCSW, 1号機直流電源
は1号機過渡現象記録装置の
データが1分周期のため、幅を
持った記載としている
注1) D/G1A, D/G1B, M/C1Dは過渡
現象記録装置のデータが途絶え
るまで電圧を維持していたため、
喪失時刻は特定できない
注2) 1号機直流電源喪失時刻は過渡
現象記録装置の途絶時刻と想定
注3) M/C2Eは記録なし

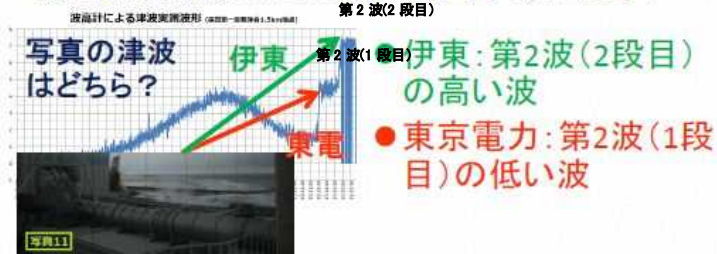
説明③ 1号機の電源喪失のプロセス（第8回資料 No. 2 東電資料に追記）



添付資料2 東京電力HDと伊東良徳氏の主張の相違

伊東と東京電力の主張の相違①

- ・ 写真撮影時刻特定(理由第1段階の論証)での違いは、実質的には写真7~12に写っている波が波高計実測波のどの波に相当するかだけ:

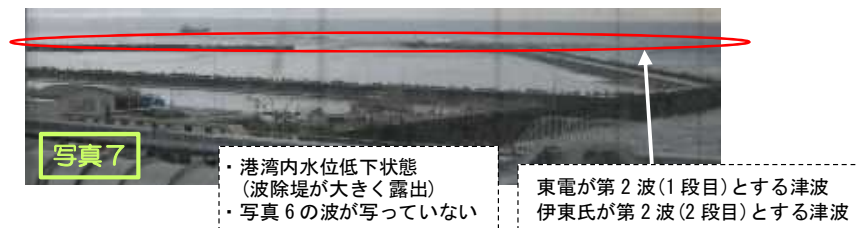


→ 所要時間はほぼ同じでも、波高計通過時刻が約1分20秒違うので、敷地遡上時刻に差が出る。

8

(補足) 東京電力HDの説明

津波解析や沖合の波高計の時刻歴波形から、写真7~12は第2波(1段目)と説明。また、写真7(写真6の56秒後)には写真6の波が港湾内に写るべきであるが写っていないことから伊東氏の説明は矛盾する旨説明。



(補足) 伊東氏の説明

写真6(写真7の56秒前)に写っている波のピクセル等を分析し高さが約3mと推定。この波が第2波(1段目)、次に襲来する写真11の波が第2波(2段目)と説明。



※ 波高計位置が沖合1.5kmにあるとした時点の議論

添付資料3 3者打合せの論点整理

SBOと津波遡上との関係（とくに1号機）

1. 概要（問題の背景）

- ・東京電力が作成した福島事故調査報告書（中間報告、最終報告）において、津波が敷地に到達した時刻を、第1波は3月11日15時27分、第2波は同日15時35分と明記している。これと同じ記載は、IAEAへの事故報告書や原子力安全・保安院あるいは政府事故調の報告書にも見られるが、これらは波高計設置位置（敷地から1.5km沖^(*)）を通過した時刻であり、重大な錯誤である。即刻訂正が必要。
- ・東京電力は、福島第一原子力発電所の敷地から約1.5km沖^(*)に設置した波高計の記録から、波高計位置を津波が通過した時刻は、15時27分（第1波）、15時35分（第2波）としている。一方、運転日誌によると、1号機のSBO（全交流電源喪失）時刻は15時37分となっており、東京電力は、37分よりも前に津波第2波が敷地に襲来したことが1号機SBOの原因であるとしてはいる（2、3号機のSBOの原因も同様）が、説得力ある裏付けを示せていない。
- ・15時35分に波高計設置ポイントを通過した津波第2波が、その後、どのように敷地に向かい何時何分何秒に敷地に遡上し、各号機をSBOに陥れたかを合理的に推定した上で、SBOの原因を究明する必要がある。
- ・この数年間、東京電力は津波波源モデルの改良と事故当時デジカメで撮影された多数の津波襲来写真との照合を繰り返し、津波第2波の敷地への遡上時刻を15時36分台（波高計位置修正前後ともに同じ）としている。一方、同じ一連の写真の分析から津波遡上時刻を15時38分22秒と推定する意見もあり、これに誤りが無ければ、SBOの原因は津波ではなかったことになる。

(*) 令和元年8月20日、東京電力は、波高計の位置情報に誤りがあり、実際には敷地から沖合約1.3kmに設置していたと公表

○東京電力が実施した津波シミュレーションについて

- ・福島第一原子力発電所の沖合に設置した波高計の記録（時間、波高）を再現することを目的として実施。まず、波高計の記録を再現する津波波源モデルを作成。この津波波源モデルを用いて津波シミュレーションを実施し、福島第一原子力発電所への津波の到達時刻を評価
- ・津波シミュレーションでは、当該波高計の記録だけを再現するのではなく、東日本の広域（北海道～千葉）で観測されたデータもできるだけ再現できるよう実施。

○津波を撮影した写真について

- ・地震発生時、集中廃棄物処理建屋（4号機南側に設置）からデジタルカメラで撮影した44枚の写真。東京電力のホームページで公開されている。

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_120709_03-j.pdf

- ・画像ファイルに撮影時間が記録されているが、カメラの内蔵時計によるものであり、それ自体は絶対的時刻にはならないが、任意の2枚の写真の撮影時刻の差は、それぞれの写真が撮られるまでの正確な時間差として重要な意味をもつ。なお、沖合に設置されている波高計用の時計は、数秒の誤差範囲で正確であることがわかっている。

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

(1) 津波インバージョン解析について

委員の考え

- ・津波インバージョン解析^(*)には、波高計のデータに合わせるための様々な設定がなされており、恣意的なチューニングが行われているのではないかと（例：「仮想津波」の導入、「仮想津波記録」の設定、すべり量の変更）。また、地表面で観測された強震記録との比較もしておらず、これで良いのかという疑問がある。

(*)観測値から、津波の原因となった津波波源モデル（断層のすべり量など）を求める解析。「インバージョン」は「逆」の意味

東京電力の考え

※解析の手順は、添付資料参照

- ・津波インバージョン解析は、福島第一原子力発電所の波高計データを再現することを目的として行っている。しかし、波高計データのみを合わせるのではなく、東日本の広域の観測データとも合わせるように計算した。恣意的な作業で波高計のみに結果を合わせようとすれば、東日本の広域の観測データとの整合性が悪くなる。
- ・「仮想津波記録」の考え方は、当社独自のもので、津波インバージョン解析を効率化する手法として導入したもの。海底面の影響を受けず線形が保たれる範囲と津波の進行方向を考慮して水深50mの位置を設定。この位置は、波高計から10～15km離れた距離になる。津波インバージョン解析では、まず、プレート境界からこの位置までは線形で計算し、「仮想津波記録」を良く再現する津波波源モデルを決定する。次に、その先（敷地に向かう方向）は、その津波波源モデルを用いた非線形の計算を行い、波高計の記録との整合を確認する。波高計記録と計算結果が整合しない場合は、「仮想津波記録」を修正して上記を繰り返す。波高計の記録に合わせるための作業だが、東日本広域の観測データと合わせることも考えている。
- ・波源モデルN04策定にあたり設定した2箇所の「仮想津波記録」（田老北沖合、鹿島港沖合水深100m）も、津波インバージョン解析を効率化するための手法として導入したものであり、この地点の観測記録はない。
- ・津波波源モデルについて、波源モデルN04では、L67と比較すると九十九里浜付近と釜石沖付近ですべり量が大きく変わっている。これは、津波インバージョン解析の結果として導

出されたもので、意図的に変えたものではない。仮にL67と同じすべり量とした場合でも、福島第一原子力発電所の波高計位置における津波波形にほとんど影響を与えていないことを確認している。

- ・ 地表面で観測された震動記録とは比較していない。津波は地震動に比べてゆっくりとした動きによるもの（周期帯が長い）であり、目的（再現しようとする事象）が違うことが理由。

確認事項

- ・ 津波シミュレーションがどのような仮定の下、どのような計算が行われているかを確認した。

(2) 津波の敷地への到達時間（第2波）

委員の考え

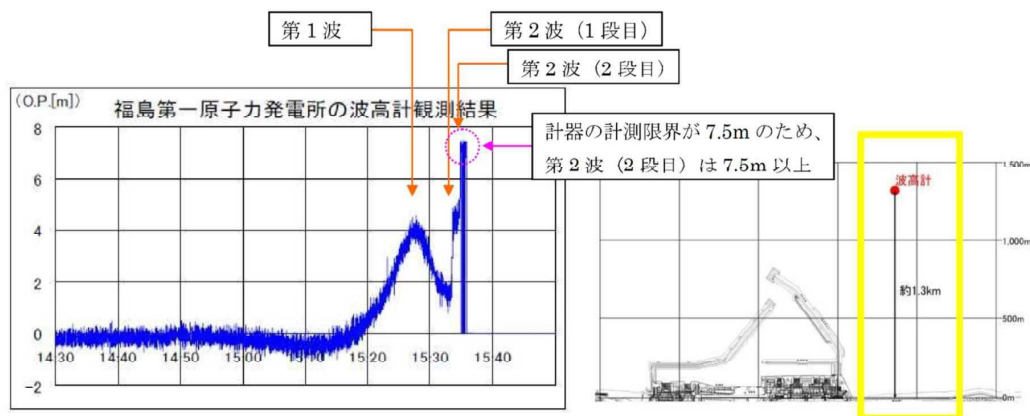
- ・ 事故当時撮影された写真の解析により、1号機敷地への到達（遡上）時間は15時38分以降と推定（ただし、後述のごとく、この津波は東京電力が考えている第2波2段目ではなく、「第2波3段目」である）。

東京電力の考え

- ・ これまで、15時36分台と推定。新しい津波シミュレーション結果においても同様。

(3) 津波シミュレーション結果と写真との対照

○津波の定義について



波高計観測記録及び福島第一原子力発電所敷地と波高計の位置関係

図5-1 津波（第1波、第2波）の定義

出典：福島原子力事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項の調査・検討結果「第5回進捗報告」について

（添付資料 地震津波-1） 福島第一原子力発電所に来襲した津波の敷地到達時刻について

http://www.tepco.co.jp/decommission/information/accident_unconfirmed/pdf/2017/171225_j0108.pdf

委員の考え

- ・写真をパソコンで画素（ピクセル）レベルに拡大して分析した結果、写真5、6に写っている波は、第2波（1段目）と推断（高さ3メートル）。
- ・写真7～12は第2波（2段目）を捉えたものであり、画素レベルに拡大すると写真11、12の沖合には第2波（3段目）が写っている。写真15、16は津波第2波（3段目）である。

東京電力の考え

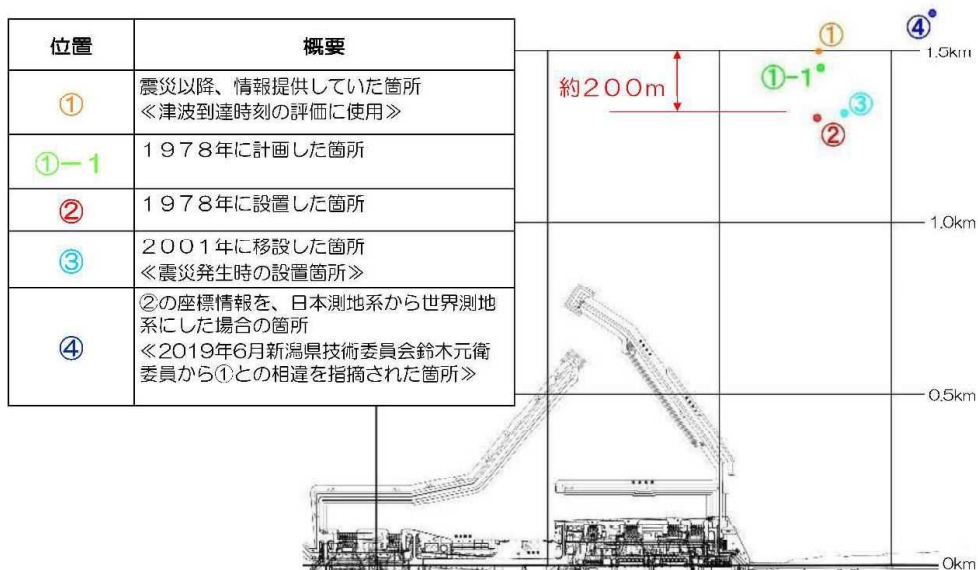
※詳細は添付資料参照

- ・津波シミュレーション（波源モデル：N04）の結果と写真とを比較。写真8を第2波（1段目）が南防波堤屈曲部に到達したと判断し、当該場所への津波到達時間を15時34分27秒とした。
- ・この到達時刻を起点として、写真の撮影間隔から津波の状況を推定。津波シミュレーションの結果と津波が写った全ての写真が整合していることを確認。これを踏まえると、写真11、12の沖合に写っている波は、第2波（2段目）と推定される。
なお、写真5、6に写っている筋は、津波とは異なるものと考えているが、詳細は不明。

【参考】波高計の位置誤りについて（経緯）

- ・波高計の位置について、福島県に提出していた温排水調査報告書にある図面に基づく位置①を、社内で使用。外部にも提供していた。
 - ・その後、福島県に提出した資料（座標入り）を確認②し、東京電力は、シミュレーションにおいて、この座標を使用。
 - ・この座標データ②は日本測地系のもだったが、資料が世界測地系を使用するよう法律で決まっていた時代のもだったため、世界測地系のもだと判断。そのため、波源モデルN03のシミュレーションにおいて、波高計位置は④になっている。
 - ・県技術委員会鈴木元衛委員から位置に関する質問があり、関係者へのヒアリング、資料調査、現地調査（潜水調査など）を実施。事故時は、③に設置していたことを確認
 - ・波高計位置を③に修正し、新たに波源モデルN04を作成。N04を計算するにあたり、N01、N02を波高計位置③で再計算している。
- ※日本測地系と世界測地系では地球を模擬した楕円体が違うため、同じ位置を示す座標で、数字が異なる。
- ・位置に関する質問があるまで間違いが分からなかった理由として、温排水調査報告書は福島県に提出されていたもので信頼性があると考えていたこと、福島第一原子力発電所の事務本館は破損かつ汚染されていたため、事故後複数年にわたり保管資料を確認できる状況になかったためとしている。

調査結果



TEPCO

5

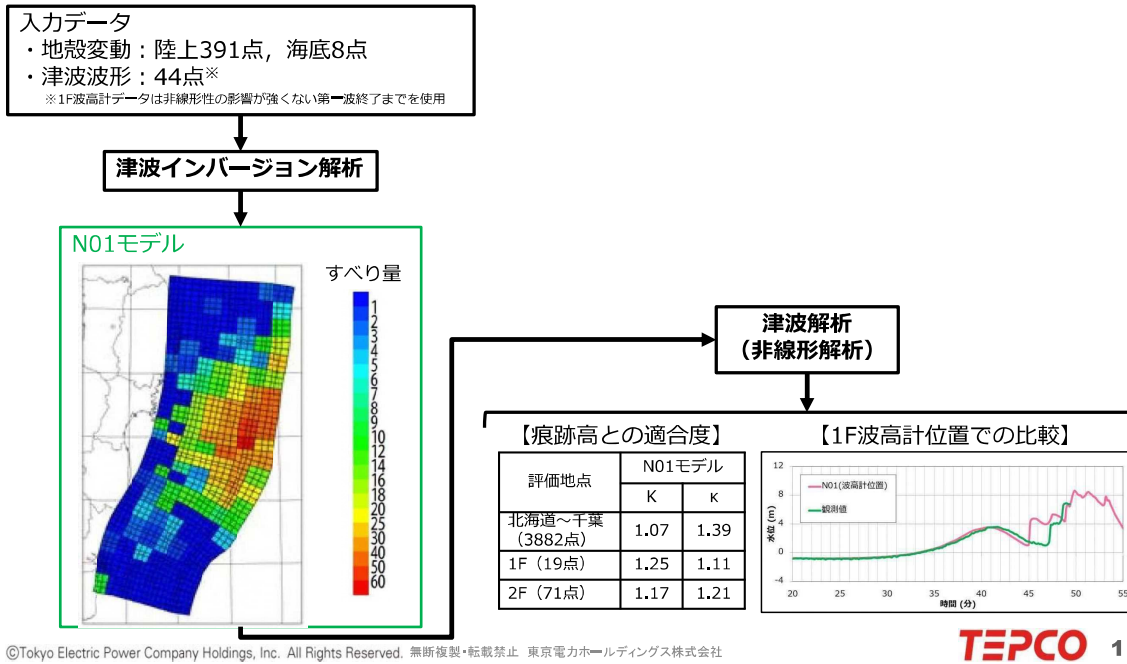
図5-2 波高計の位置

出典：福島第一原子力発電所波高計の設置箇所情報の誤りについて
 2019年8月20日 東京電力ホールディングス株式会社
<http://www.tepco.co.jp/press/release/2019/pdf3/190820j0301.pdf>

1(1) 津波インバージョン解析の手順 - N01モデル -

ここでのN01モデルは1F波高計位置を変更（2019.8公表）したデータを使用して得られたものであり、日本地球惑星科学連合2019年大会（2019.5発表）当時のN01モデルとは異なる。

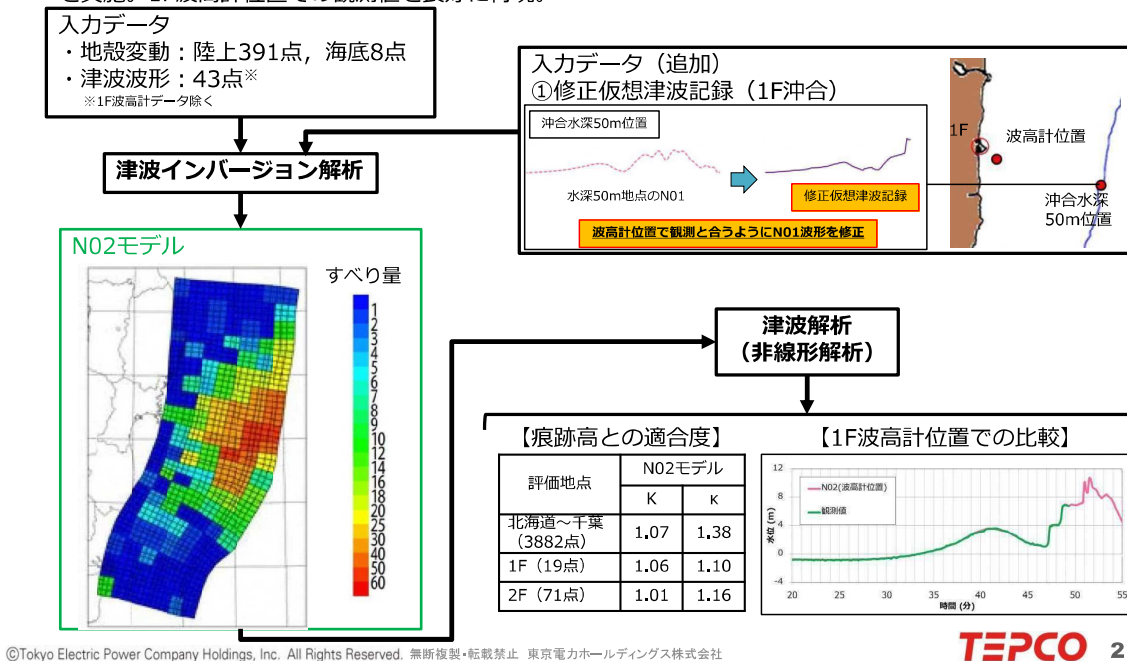
- 観測された地殻変動データ、津波波形データを使用して津波インバージョン解析を実施。
- 得られた津波波源モデル（N01モデル）を用いて津波解析（非線形解析）を実施し、痕跡高と適合度の確認、1F波高計位置での観測値との比較を実施。1F波高計位置での再現性が不十分。



1(2) 津波インバージョン解析の手順 - N02モデル① -

ここでのN02モデルは1F波高計位置を変更（2019.8公表）したデータを使用して得られたものであり、日本地球惑星科学連合2019年大会（2019.5発表）当時のN02モデルとは異なる。

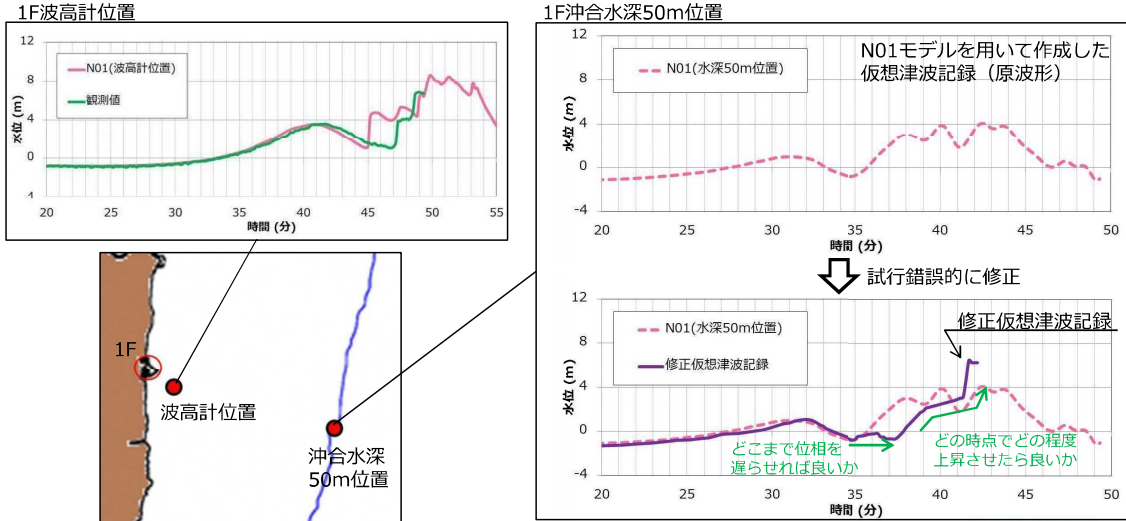
- 1F波高計位置での再現性向上を図るため、N01モデルにより作成した1F沖合水深50m位置での津波波形を修正（「修正仮想津波記録」と呼ぶ、次頁参照）、これを入力データに追加。
- 津波インバージョン解析により得られた津波波源モデル（N02モデル）を用いて津波解析（非線形解析）を実施。1F波高計位置での観測値を良好に再現。



1(2) 津波インバージョン解析の手順 - N02モデル② -

ここでのN02モデルは1F波高計位置を変更（2019.8公表）したデータを使用して得られたものであり、日本地球惑星科学連合2019年大会（2019.5発表）当時のN02モデルとは異なる。

- 修正仮想津波記録は以下の手順で作成。
- N01モデルを用いて、1F沖合水深50m位置における津波波形（仮想津波記録（原波形））を作成。
- 仮想津波記録（原波形）をベースとして、1F波高計位置での計算値を観測値に近づけるように、この仮想津波記録（原波形）を試行錯誤的に修正。
- 具体的には、第二波（1段目）の立ち上がりの位置を合わせるためには位相をどこまで遅らせれば良いか、第二波（2段目）の波形を合わせるためにはどの時点でどの程度上昇させたら良いか等の検討を繰り返し実施。
- これにより、1F波高計位置で観測値を良好に再現できる仮想津波記録を合成、修正仮想津波記録とした。

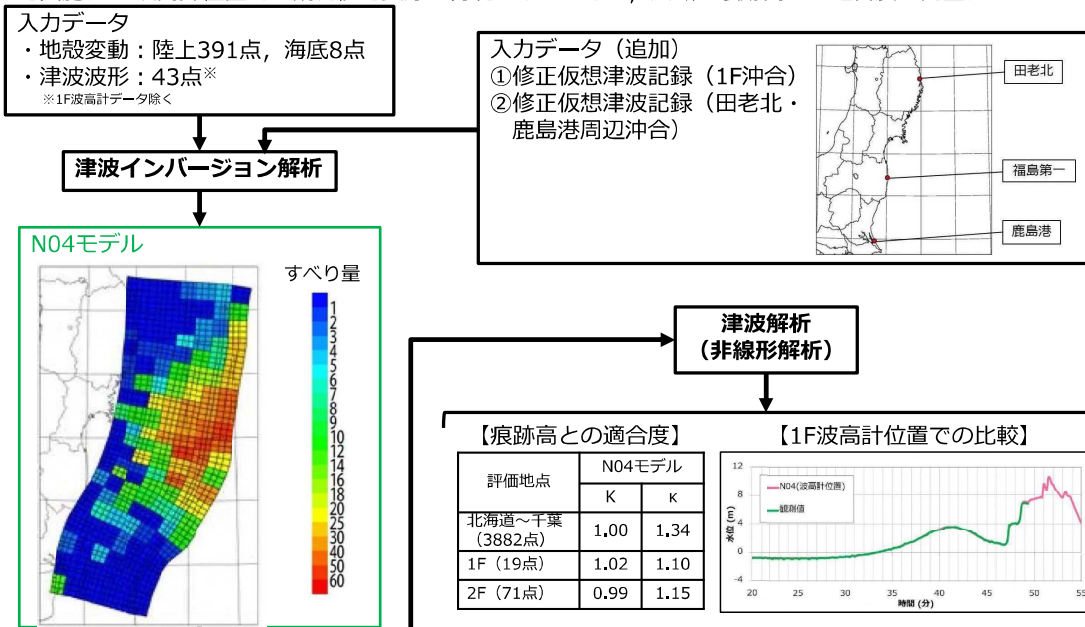


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO 3

1(3) 津波インバージョン解析の手順 - N04モデル -

- 広域の痕跡高との適合度の更なる向上のため、痕跡高に比べ計算値が低い2つの領域（田老北・鹿島港周辺）について、沖合水深100m位置での修正仮想津波記録を作成、これを入力データに追加。
- 津波インバージョン解析により得られた津波波源モデル（N04モデル）を用いて津波解析（非線形解析）を実施。1F波高計位置での観測値を良好に再現するとともに、広域の痕跡高との適合度が向上。

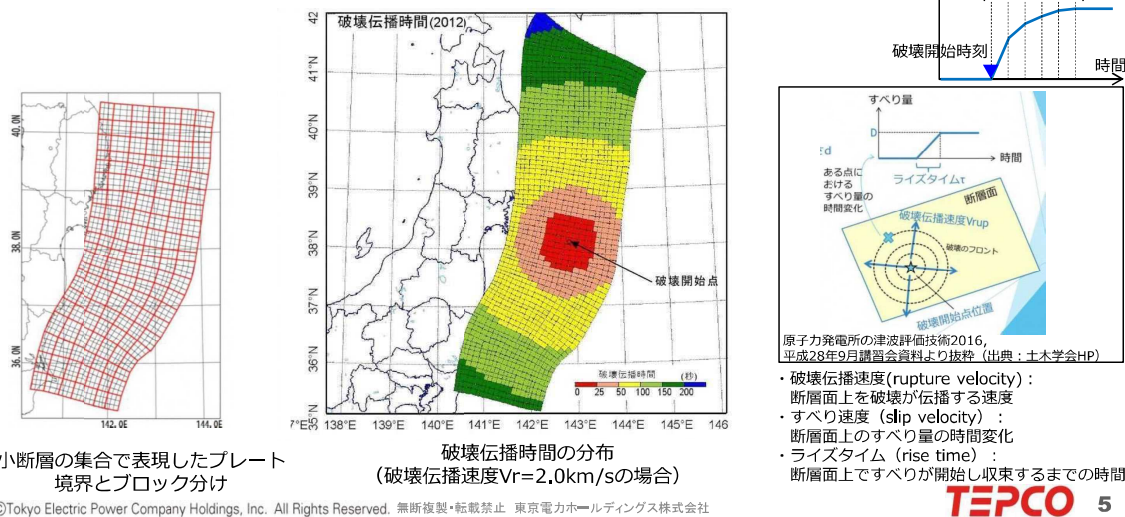


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO 4

2. 津波波源モデルの設定

- 津波波源モデルはプレート境界面の等深線に基づき、プレート境界面を小断層の集合として近似し、147の小断層ブロックに分割（小断層ブロックの大きさ：30km×30km程度）。
- 断層破壊の時間差を考慮するため、破壊開始点（気象庁発表に基づき設定）からモデル全域にわたって破壊伝播時間を考慮（破壊伝播速度 $V_r=2.0\text{km/s}$ ※）。
※破壊伝播速度は1.5, 2.0, 2.5km/sの場合を検討し、津波波形・地殻変動ともに残差2乗和が最小となる2.0kmで設定
- 各小断層ブロックの破壊開始時刻は破壊開始点からの距離と破壊伝播速度に基づき設定。
- 破壊開始後のすべりの時間窓を30秒×5として、小断層ブロック単位ですべり量を決定（ $147 \times 5 = 735$ 個）。

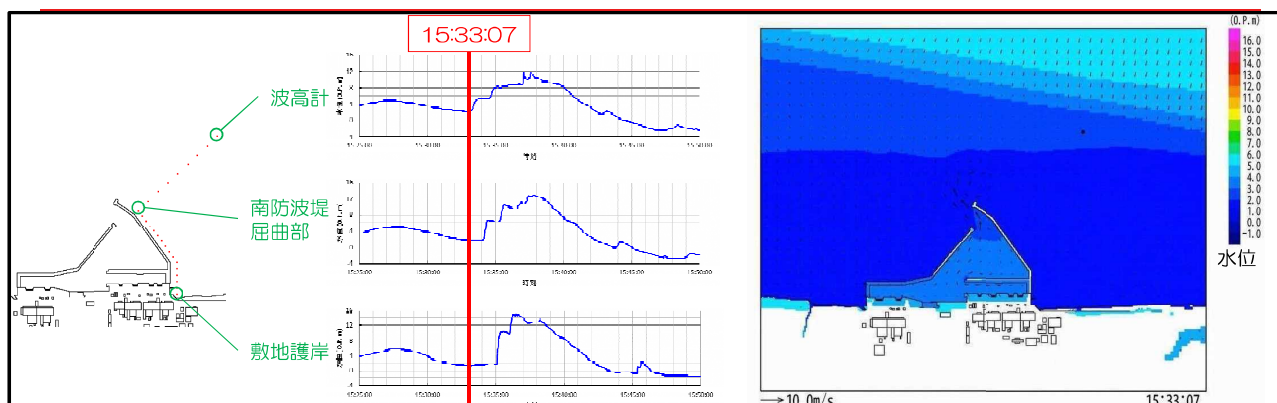


小断層の集合で表現したプレート境界とブロック分け

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真5】

7



5 (05分00秒後)
15時33分07秒頃 (補正後時刻)
15時40分16秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
※ 数値シミュレーション結果により補正



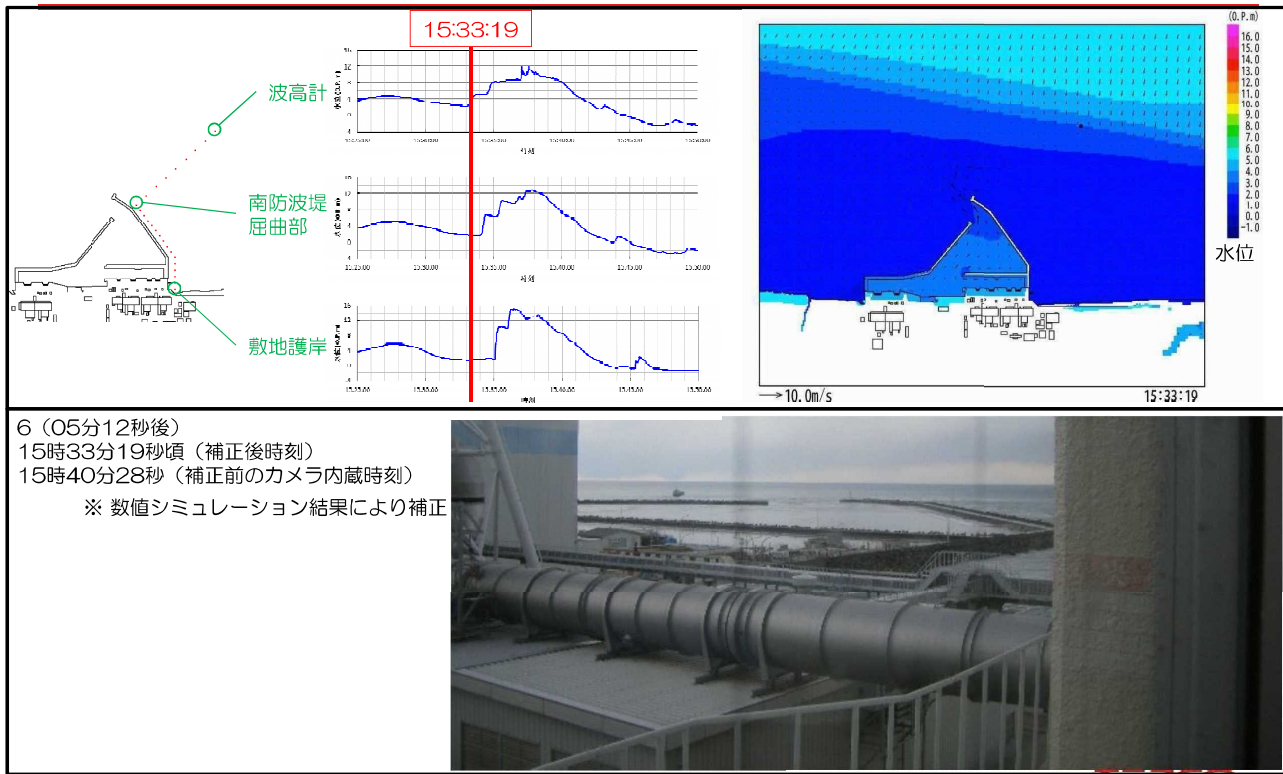
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

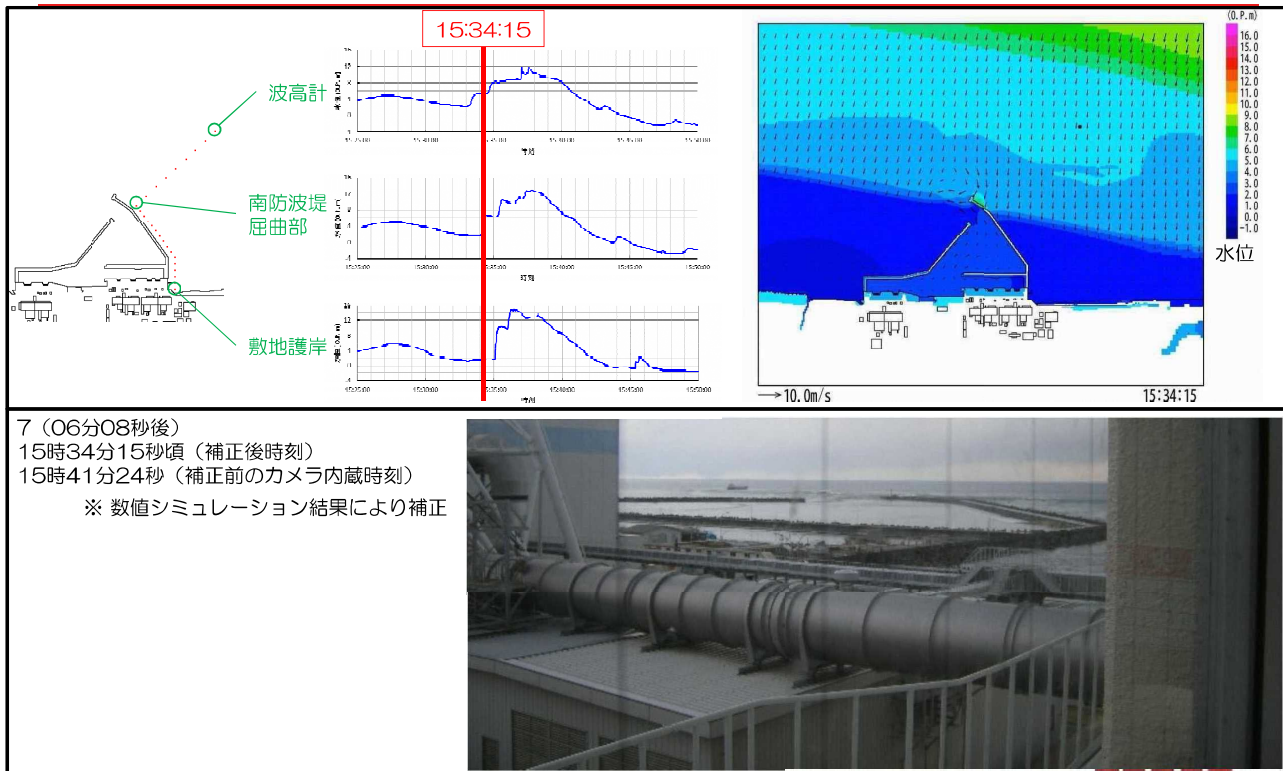
2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真6】

8



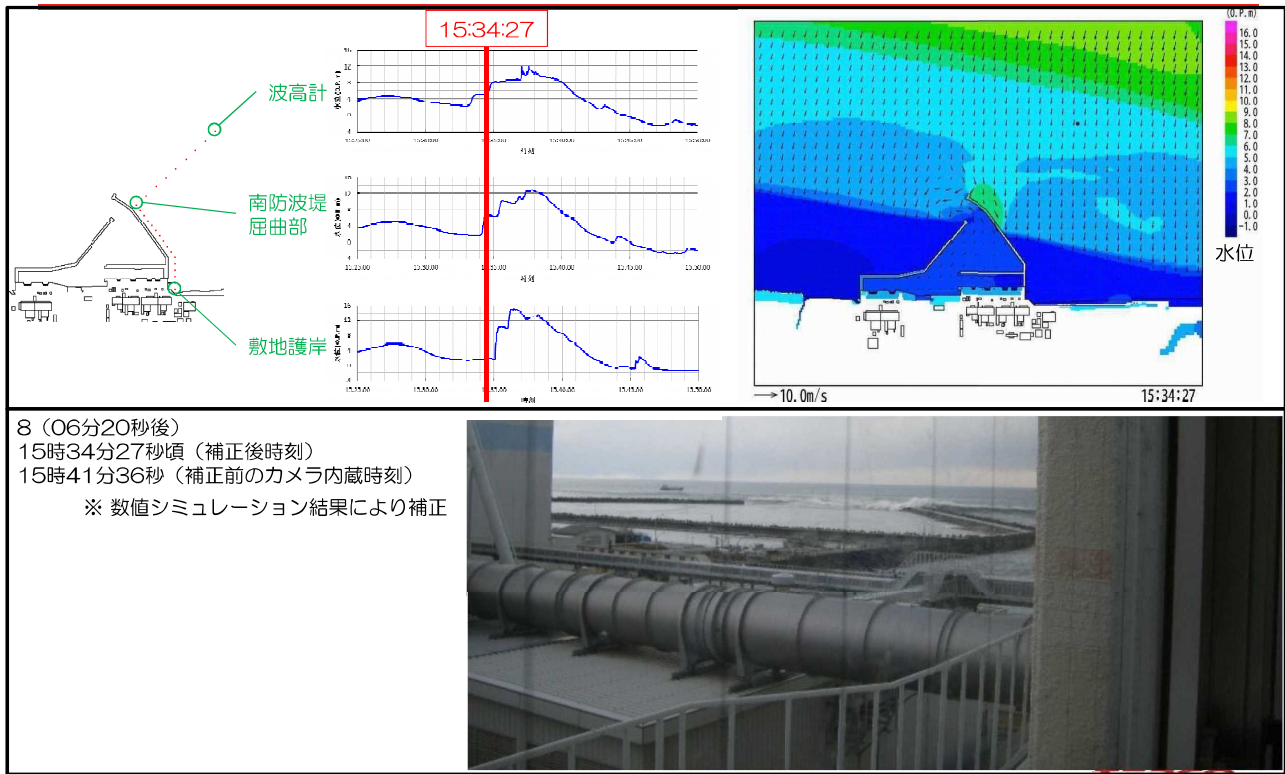
2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真7】

9



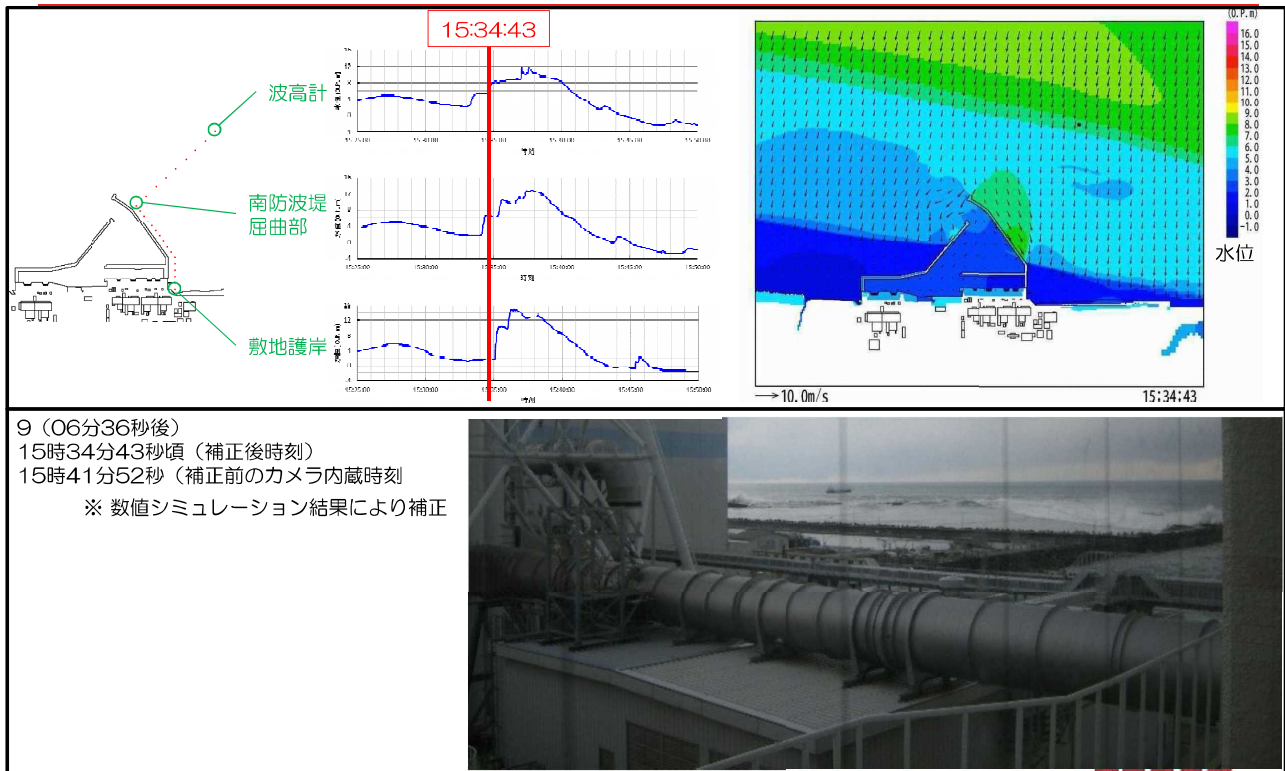
2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真8】

10



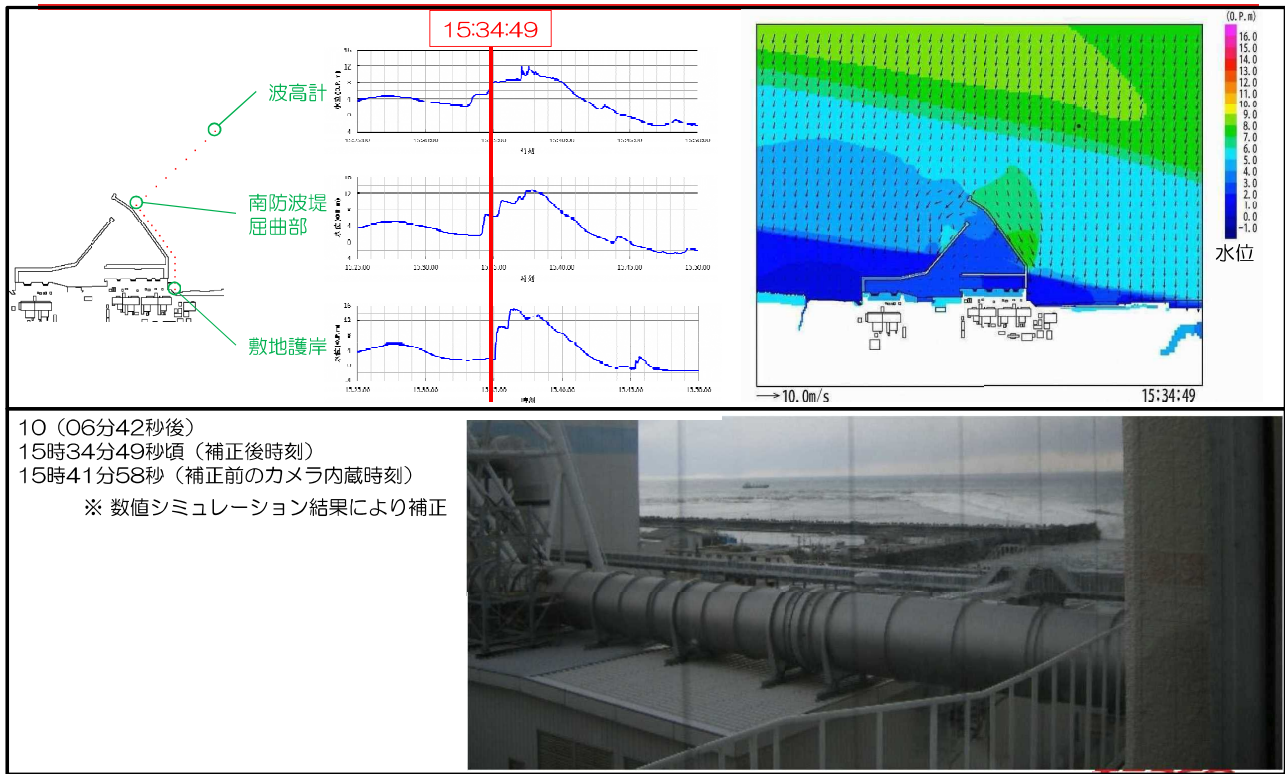
2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真9】

11



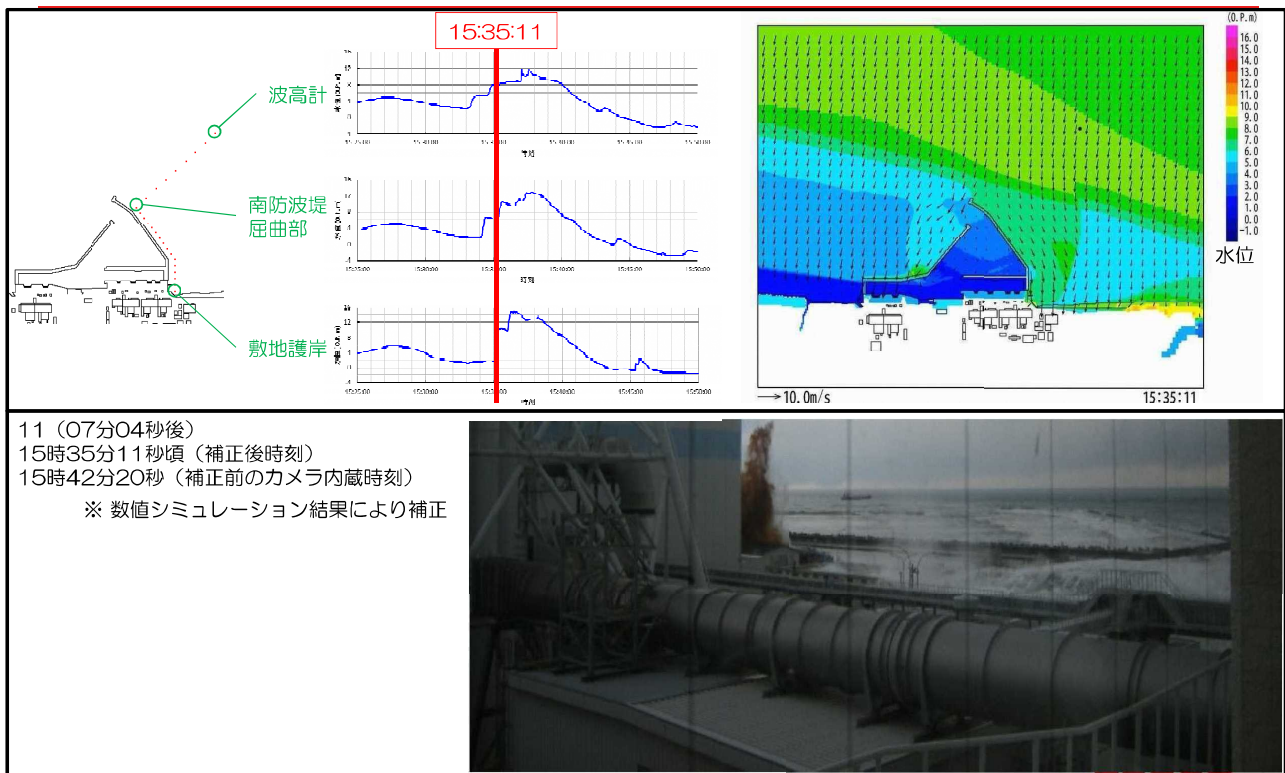
2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真10】

12



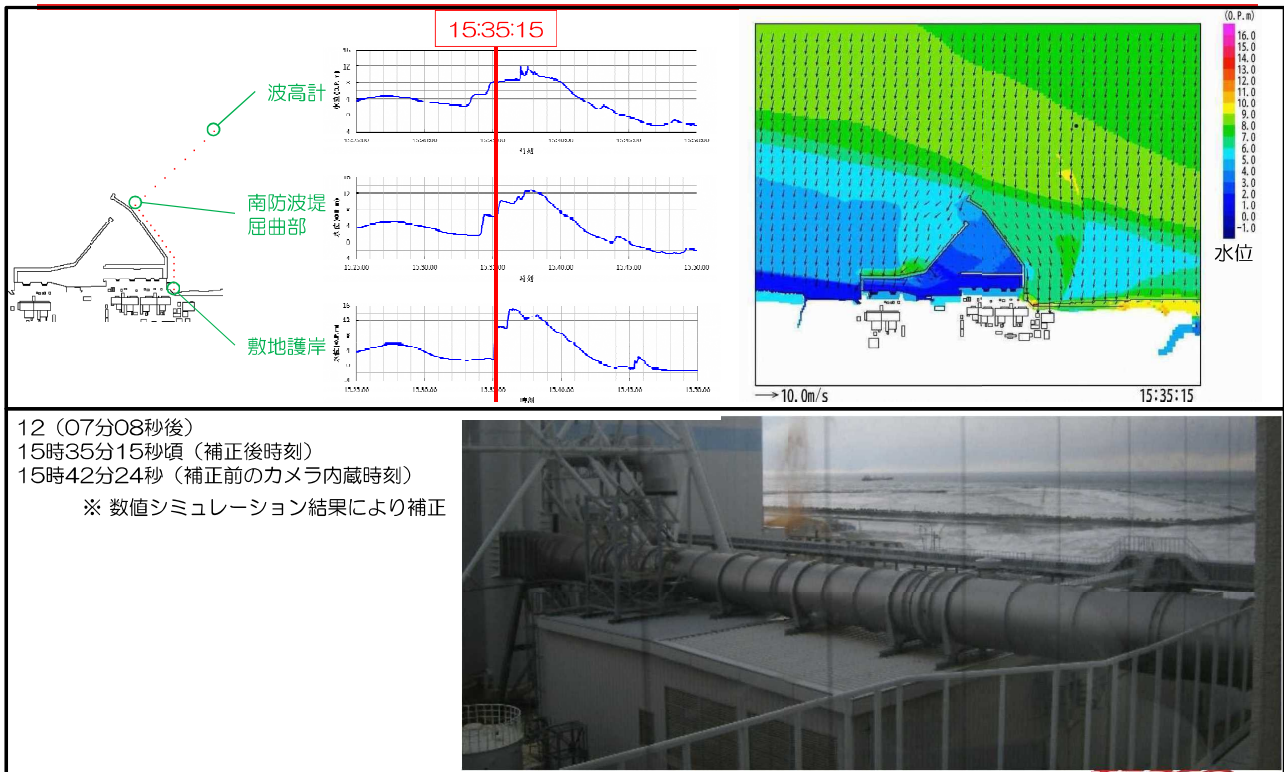
2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真11】

13



2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真12】

14





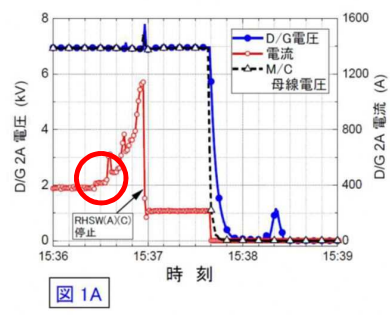
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

添付資料 4 : 鈴木元衛委員の考え方

考え方① 津波写真と過渡現象記録装置の記録の分析

		写真 11	写真 17
津波写真	写真		
	時刻推定	<p>放水口の点検口に水柱が発生しており、ポンプモーターのブレーキ作用により、この頃に過電流が発生した可能性がある。</p> <p>過渡現象記録装置から、DG の電流が上昇を開始したのは 15:36:25 頃である。</p> <p>従って、写真 11 の撮影時刻は 15:36:20 頃と考えられる。</p> <div data-bbox="422 1198 813 1512">  <p>図 1A</p> </div> <p>過渡現象記録装置</p>	<p>津波が水深 1m 程度遡上しており、この頃に 1 号機の M/C1C が海水に浸漬した可能性がある。</p> <p>写真 17 は写真 11 の 66 秒後に撮影。写真 11 の撮影時刻が 15:36:20 頃だとすると写真 17 は 15:37:26 頃となる。</p> <p>15:36 分台に発生した M/C1C の機能喪失の原因が津波の浸水とは考えられない。</p>

※波高計位置が沖合 1.5km にあるとした時点の議論

考え方② 津波シミュレーション結果と1号機A系交流電圧停止の原因の分析

「1号機タービン建屋内のM/Cが津波によって水没して遮断器が開放したことにより、15:36台に母線電圧がゼロになった（A系の電源が喪失した）」とする東電（および原子力規制委員会、原子力学会）の論理の成立性を検証するために、実施された津波シミュレーション3ケースを分析した。

その結果、1号機タービン建屋大物搬入口への津波の到達がたとえ15時36分であっても、海水の建屋内の電源盤（M/C1C）への到達、およびM/Cの遮断器が開放してから母線電圧がゼロになるまでには更に時間を要する。（表1-1）これに加えて、数値計算上の調整要因を考慮しても（表1-2）、最も早く到達した東電解析ケースを含む全ての解析ケースにおいて、電圧ゼロとなる時刻は15時37分以降であると考えられる。すなわち、1号機A系の非常用交流電圧が停止する原因となった事象は、津波が建屋内の電源盤（M/C）に到達する以前に生じていた可能性がある。（参照：第13回資料No.4-3鈴木元衛委員資料）

表 1-1 M/C 電圧ゼロまでの推定時刻（物理的所用時間を加味）

解析ケース	計算上の 1号機前 到達時刻	物理的所用時間（単位：秒）					物理的所要 時刻を加味 した 電圧ゼロ 時刻 A	
		水上 時	位 昇 間	建屋浸入 M/C浸漬時間	遮断器 動作時間	負荷電圧 低下時間		合 必 時 計 要 間
東北大	15:37:07						15:37:22	
クロスチェック	15:36:54	4		4	1	6	15	15:37:09
N04 東電	15:36:45							15:37:00

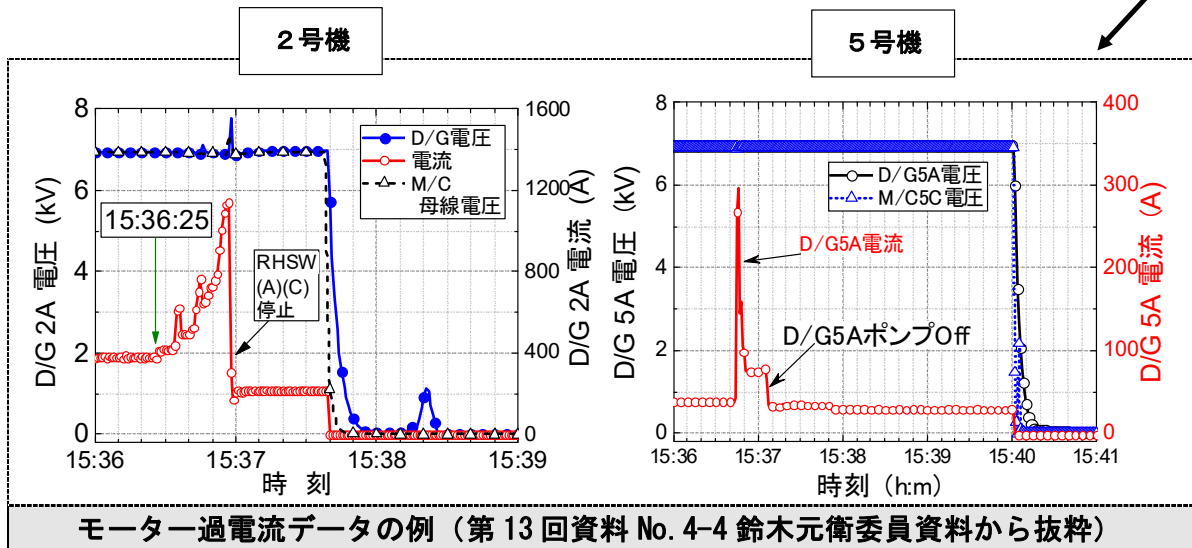
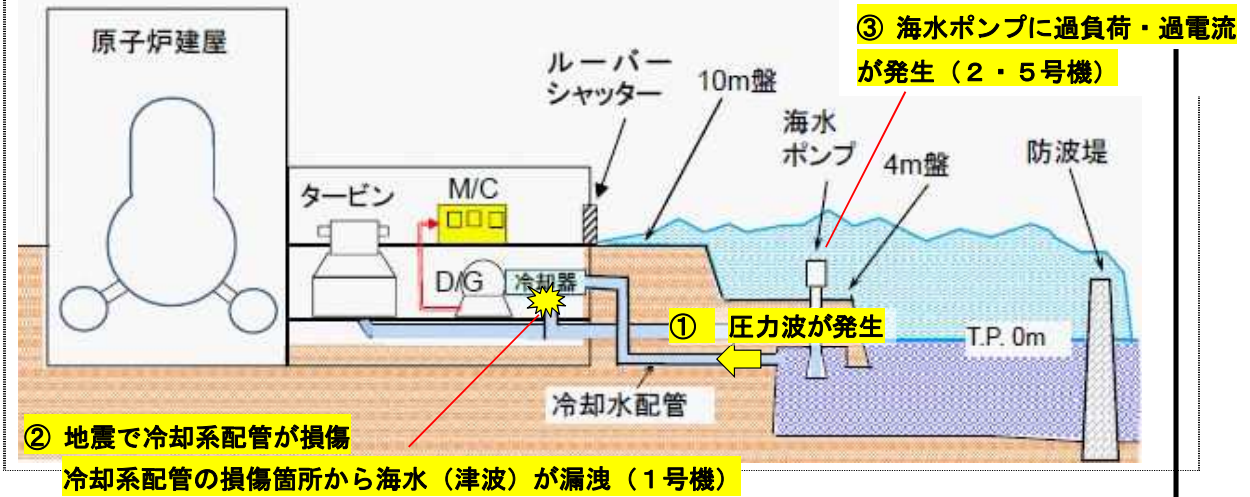
表 1-2 M/C 電圧ゼロまでの推定時刻（数値計算上の調整後）

解析ケース	物理的所要 時間を加味した 時刻 A	数値計算上の調整時間（単位：秒）				調整後の 電圧ゼロ 時刻 B
		波高計と モデルの ズレ調整	北防波堤高 さの遅延効 果の調整	地上構造物 の 遅延効果	合 計 調整時間	
東北大	15:37:22	-5	-10	-	-15	15:37:07
クロスチェック	15:37:09	0	2	-	2	15:37:11
N04 東電	15:37:00	5	2	α	$7+\alpha$	$15:37:07+\alpha$

※ 波高計位置が沖合 1.3km にあるとした時点の議論

考え方③ 放水路に生じる圧力波と D/G 停止に関する仮説

鈴木元衛委員の仮説のイメージ (第 13 回資料 No. 4-3 鈴木元衛委員資料に追記)



「課題別ディスカッション1」（地震動による重要機器の影響） に係る論点整理について

<経緯>

「課題別ディスカッション1」（地震動による重要機器の影響）について、コアメンバーである田中委員から、事務局に対し、東京電力の所有する図面等を確認しながら議論したい等の要望があった。

本件について中島座長と相談し、次のとおり対応することとした。

- ・ 田中委員、東京電力、県（技術委員会事務局）との3者で打ち合わせを実施。企業ノウハウを含む図面等を確認しながら論点を整理する。
- ・ 整理した結果を、課題別ディスカッション1に提示して議論、その結果を、技術委員会に報告する。

田中委員の指摘する次の問題点について、論点整理した結果を項目毎にとりまとめた。

<委員の指摘する問題点>

1. 1号機原子炉圧力測定データの信頼性
2. 1号機SR弁不作動の可能性
3. シビアアクシデント進行時の1号機RPV（原子炉圧力容器）主フランジの挙動
4. 地震発生直後の1号機原子炉建屋4階における出水事象
5. SB0と津波遡上との関係（とくに1号機）
6. 2号機PCVの地震による破損の可能性
7. 運転操作手順書、保安規定に関するいくつかの確認

＜3者打ち合わせ開催実績＞

準備会	平成31年 4月26日	打ち合わせの方針確認
第1回	令和元年 5月30日	1号機圧力測定データの信頼性
第2回	令和元年 6月27日	1号機SR弁不動作の可能性
第3回	令和元年 7月26日	運転操作手順書に関する確認
第4回	令和元年 8月30日	津波シミュレーション（波高計位置の誤り）
第5回	令和元年11月22日	津波シミュレーション（波源モデル）
第6回	令和元年12月18日	1号機圧力容器主フランジの挙動
第7回	令和2年 1月20日	1号機圧力容器主フランジの挙動
第8回	令和2年 2月10日	1号機圧力容器主フランジの挙動
第9回	令和2年 4月10日	1号機圧力容器主フランジの挙動
第10回	令和2年 7月10日	1号機圧力容器主フランジの挙動、津波シミュレーション

目次

問題点 1 : 1号機原子炉圧力測定データの信頼性	1
1. 概要 (問題の背景)	1
2. 本件に関する考え、主な確認事項等	2
(1) 原子炉圧力の測定値の変動 (ハンチング) について	2
(2) ブルドン管圧力計について (原子炉圧力の計測ライン等について)	4
(3) ブルドン管圧力計について (ブルドン管本体の構造等について)	5
(4) 原子炉圧力について (A系、B系との差、絶対圧・ゲージ圧について)	6
問題点 2 : 1号機SR弁不作動の可能性	9
1. 概要 (問題の背景)	9
2. 本件に関する考え、主な確認事項等	11
(1) 過去のSR弁作動事象について	11
(2) 事故当時、1号機でSR弁作動音を聞いたという証言がないことについて	11
問題点 3 : シビアアクシデント進行時の1号機RPV (原子炉圧力容器) 主フランジの挙動	13
1. 概要 (問題の背景)	13
2. 本件に関する考え、主な確認事項等	14
(1) MAAP解析の条件について	14
(2) RPV主フランジからの漏えいについて	17
(3) 原子炉圧力のハンチングについて	19
(4) 原子炉格納容器上蓋部フランジからの漏えいについて	20
(5) 水素の挙動、爆発について	21
問題点 4 : 地震発生直後の1号機原子炉建屋4階における出水事象	23
1. 概要 (問題の背景)	23
2. 本件に関する考え、主な確認事項等	23
(1) 溢水防止チャンバからの漏えいの可能性について	23
(2) 1号機原子炉建屋4階で確認される事象について	24
問題点 5 : SBOと津波遡上との関係 (とくに1号機)	26
1. 概要 (問題の背景)	26
2. 本件に関する考え、主な確認事項等	27
(1) 津波インバージョン解析について	27
(2) 津波の敷地への到達時間 (第2波)	28
(3) 津波シミュレーション結果と写真との対照	28
【参考】波高計の位置誤りについて (経緯)	29
問題点 6 : 2号機PCVの地震による破損の可能性	31
1. 概要 (問題の背景)	31

2. 本件に関する考え、主な確認事項等	31
(1) 原子炉格納容器破損の可能性について	31
(2) 原子炉格納容器の調査結果について	32
問題点7：運転操作手順書、保安規定に関するいくつかの確認	33
1. 概要（問題の背景）	33
2. 本件に関する考え、主な確認事項等	33
(1) 運転操作手順書（EOP）について	33
(2) 事故時の運転操作（保安規定適用）について	35

問題点1：1号機原子炉圧力測定データの信頼性

1. 概要（問題の背景）

- ・福島第一原子力発電所1号機の原子炉圧力の測定値は、全交流電源喪失（SBO）から原子炉圧力容器破損までの約11時間において、3月11日20時07分の「6.6～7.2MPa[gage]」の1点しかない。
- ・東京電力が2011年5月24日に公表したMAAP解析結果及び同年11月30日に原子力安全・保安院（当時）が開催したワークショップの発表で、原子炉圧力の推定変化を示す図からこの測定値だけ省かれている。
- ・一方で、この数値は、国会事故調が「可能性は否定できない」とした地震の揺れに起因する原子炉冷却材喪失事故（LOCA）を、東京電力が完全否定する根拠にもなっている。

福島第一原子力発電所 プラント関連パラメータ			
0:30現在			
号機	1u	2u	3u
注水状況	IC動作中(21:30減圧中 3A弁開、IC(A)同時に消火系 で給水中) HPCI(電源復旧待ち)	当初、RCICが起動し、LB トリップ(152B)、その後、 再起動前に電源喪失で起動 不可 RCIC停止中 HPCI(電源復旧待ち)	RCIC動作中
原子炉圧力	不明 (20時15分以降確認でき ず；PHS不通、20:07で 6.6~7.2)	6.3MPa (3月11日20時25分)	7.35MPa (S/R弁で調整中)
原子炉水位	燃料頂部から+1300mm (燃料域)	水位計復旧 燃料頂部から+3500mm (燃料域) 安定中	-200mm(ワイド) ダウンスケール(フロー)
D/W圧力	不明	40kPa	155kPaabs (21:00の情報のまま)
露点温度	不明	不明	不明
電源	1Aトリップ 1Bトリップ	2Aトリップ 2Bトリップ	3Aトリップ 3Bトリップ
外部への放射能	モニタリングポスト値：45nG、モニタリングポスト高：70nG 左記はMP7、8の モニタリングカー（MP6近傍；正門）により、周辺監視区域境界近傍の放射能物質の測定値		
その他情報	中操照明確保(仮設置) M/C水没	中操照明確保(仮設置) M/C水没 2u 優先で電源亭到着(グラ ンド) M/C2.Cにケーブルをつ なぎ込む準備中。	中操照明(仮設置) M/C水没

図1-1 プラント関連パラメータの例（平成23年3月12日0:30現在）

出典：東京電力株式会社から送付された原子力災害対策特別措置法第10条に基づく通報資料等の公表について ※1号機原子炉圧力の部分に枠を追記

http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/trouble/gensai_25/archive_nisa/index.html

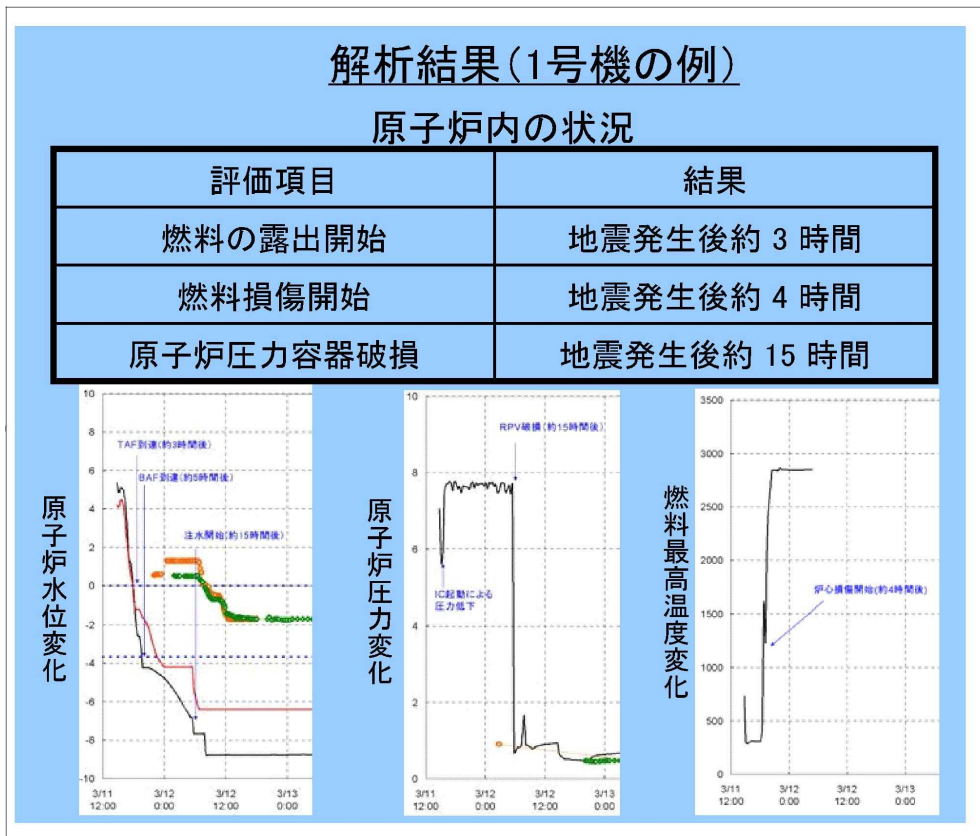


図 1-2 プラントパラメータと解析結果(1号機)

出典：東京電力福島第一原子力発電所 1～3号機の炉心損傷状況の推定について
 (平成23年11月30日 東京電力株式会社) ※5ページ目の一部を抜粋
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_111130_07-j.pdf
 ※中央の原子炉圧力のグラフに、3月11日20時07分のプロットがない。

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

(1) 原子炉圧力の測定値の変動(ハンチング)について

委員の考え

- ・3月11日20時7分の測定値は、炉心損傷で炉内がかなりの高温状態にあるとき、ブルドン管圧力計(原子炉建屋内の計装ラックに設置。最高使用温度80℃)の指示値を読み取ったものである。ブルドン管はその構造上、衝撃や激しい地震の揺れなどには弱いと言われており、加えて、指示値が揺らいでいたことを考えると、実際の原子炉圧力をどれだけ正確に反映していたか疑問である。

東京電力の考え

- ・解析では、3月11日18時40分頃には炉心最高温度は1,200℃を超え炉心損傷開始、

同日20時7分には、原子炉水位は有効燃料頂部（TAF）を下回る結果になっている（解析値：TAFから3.6m下がった位置（TAF-3.6m））。

- このような状況から、水位低下により露出した炉内構造物（核燃料を含む）が溶融し、水面に落下。水蒸気が発生することで原子炉圧力が一時的に上昇するような現象が繰り返し発生し、原子炉圧力が変動（ハンチング）したのではないかと推定している。
- ただし、あくまでも解析結果からの推定であり、当時炉内でどのような現象が起こっていたのかは不明である。このような状況を論じた論文は承知していないし、解析では、原子炉圧力のハンチングを再現できていない。なお、MAAPでは圧力測定値を入力データとしていない。また、この程度の圧力になるよう計算しているが、この数値に合わせるような作業は行っていない。
- なお、2011年11月30日の資料では、当該圧力値を記載している。5月24日の公表資料には記載が無いが、その理由はわからない。

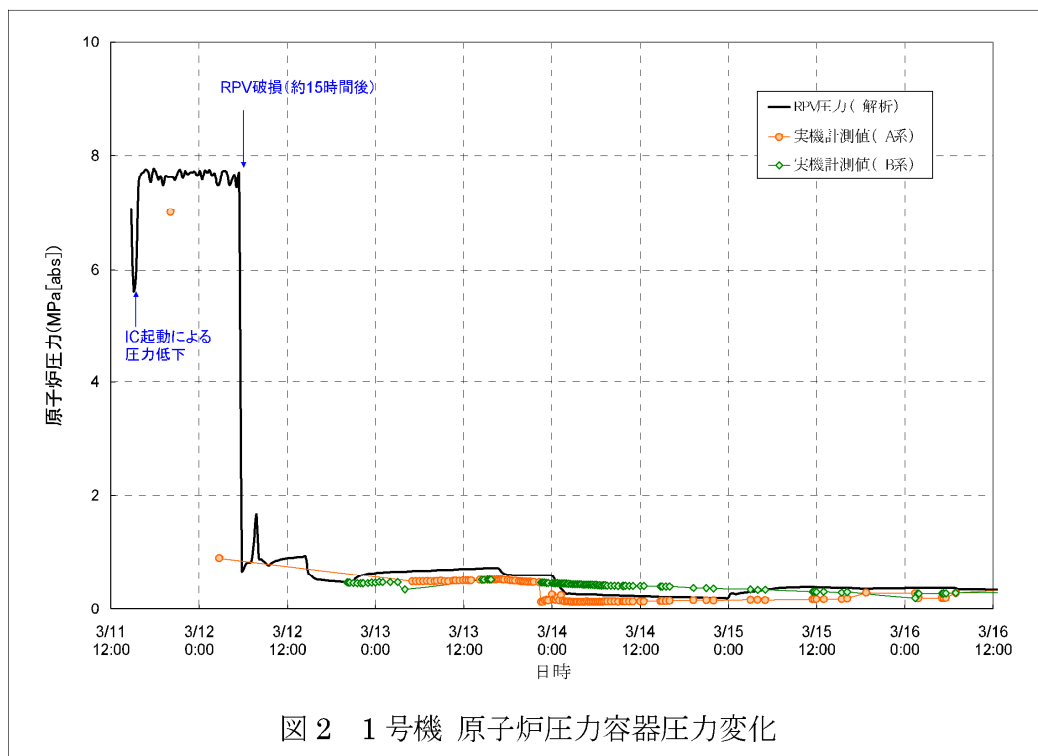


図2 1号機 原子炉圧力容器圧力変化

図1-3 プラントパラメータと解析結果（1号機原子炉圧力）

出典：福島第一原子力発電所1～3号機の炉心状態について

（平成23年11月30日 東京電力株式会社）

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_111130_09-j.pdf

※原子炉圧力のグラフに、3月11日20時07分の値がプロットされている。

確認事項

○「ハンチング」について

- ・計器の指示が一定にならず、ある範囲で変動していることをいう。
- ・3月11日から3月15日の通報連絡において、原子炉圧力のハンチングは、福島第一2号機でも発生している。3号機では同様な測定結果の報告はない。なお、2号機、3号機とも中央制御室で確認していた値である。

福島第一原子力発電所 プラント関連パラメータ		
3月14日 15:00現在		
号機	1u	2u
注水状況	消火系ラインを用いた海水注 入は停止中	R/C動作状況確認中。
原子炉水位	燃料域A: -1800mm 燃料域B: -1750mm (15:00現在)	ワイドA: -850mm ワイドB: -850mm 燃料域A: +1200mm 燃料域B: +1200mm (15:00現在)
原子炉圧力	0.041MPag (A) 0.268MPag (B) (15:00現在)	7.268~7.515MPag ハンチング (15:00現在)
D/W・S/C圧力 S/C水温度	D/W 不明 S/C 不明 (15:00 仮設電源計器)	D/W 0.44MPaabs S/C 不明・MPaabs (15:00現在) S/C 水温 130℃ (15:00)
CAMS	9.48×10 ² SV/h 2.62×10 ¹ SV/h (15:00 現在)	1.0×10 ⁻³ SV/h 1.3×10 ⁻² SV/h (15:00現在)
D/W設計使用圧力	384kPag	384kPag
D/W最高使用圧力	427kPag	427kPag
電源	1Aトリップ 1Bトリップ	2Aトリップ 2Bトリップ

図1-4 プラント関連パラメータの例 (平成23年3月14日15:00現在)

出典：東京電力株式会社から送付された原子力災害対策特別措置法第10条に基づく通報資料等の公表について ※2号機原子炉圧力の部分に枠を追記

http://www.nsr.go.jp/activity/bousai/trouble/gensai_25/archive_nisa/index.html

(2) ブルドン管圧力計について (原子炉圧力の計測ライン等について)

委員の考え

- ・基準面器から圧力計に伸びる配管は約20メートルあり、通常は水で満たされている。事故時に原子炉内が高温になり、基準面器の中の水が少なくなったことで、配管内の水が減少し、気相面が発生していたのではないかと。

東京電力の考え

○配管内の水の状況について

- ・ 3月11日19:00前後で格納容器雰囲気温度の上昇が緩やかであるため、基準面器と繋がる配管中の水の蒸発は始まっていないと考えている。
- ・ 燃料域水位計の指示値から、蒸発は以下のように進行していったと推定している。
蒸発を開始した時刻：3月11日 21:00前後
格納容器貫通部まで蒸発した時刻：3月11日23:24～12日0:30の間

○温度について（3月11日20時7分時点）

- ・ 基準面器から圧力計までの配管のうち、格納容器内部の配管は保温が施されていないことから、格納容器雰囲気温度（70～100℃程度）と同程度と推定している。
- ・ 格納容器外の配管、ブルドン管本体は、原子炉建屋の雰囲気温度（約25℃程度）と考えている。ブルドン管は金属等の伸び縮みで圧力を計測する構造のため、温度が上昇すると実際の圧力より過大な値を示すと考えている。

確認事項

原子炉圧力容器からブルドン管圧力計までのライン（A系、B系）、水位計測ラインへの分岐、原子炉圧力を電気信号に換えて中操に送るラインの詳細など図面を用いて確認した。

○ブルドン管圧力計について

- ・ ブルドン管は計装配管に直結されて設置している。当該ブルドン管にはダイヤフラム（調整用の膜）は付いていないので、1次冷却水（原子炉水）がそのまま管に入る。
- ・ メーカー仕様書には、温度が上がった場合の換算式が記載されている。
- ・ 点検で取り外した後、ブルドン管内部に水を張って復旧する。

○測定値の確認について

- ・ 通常、測定値は中央制御室で確認する。中央制御室で値を見ることが出来ないときに、現場の値を確認する。
- ・ ブルドン管圧力計の値しかないのは、電源がなく中央制御室の計器を見ることが出来なかったため。中央制御室に順次バッテリーが入って、21時くらいから見る事が出来るようになっていた。16時頃に一時的に直流電源が復帰したためか原子炉水位を見ることが出来たが、原子炉圧力は見ることが出来なかった。

（3）ブルドン管圧力計について（ブルドン管本体の構造等について）

委員の考え

- ・ ブルドン管はその構造上、衝撃や激しい地震の揺れなどには弱いと言われている。この圧力計の耐震性はどのように評価されているのか。地震で故障した可能性があるのではないか。
- ・ 当時の記者会見について報じる新聞で、地震により圧力計が故障したとみられる

と報じられている。

東京電力の考え

- ・ブルドン管本体は、JIS B 7505-1を満足する計器。据え付けた状態での耐震性の確認は行っていない。計装配管及び計装ラックの耐震クラスはA（現在の耐震クラスではS）であり、工場で試験を行っている。

確認事項

- ・最高使用温度80℃はJIS規格で「耐熱・耐振用」の規格を満足するため「使用可能環境温度及び測定体温度」として設定されている温度。耐「震」ではなく耐「振」の規格である。

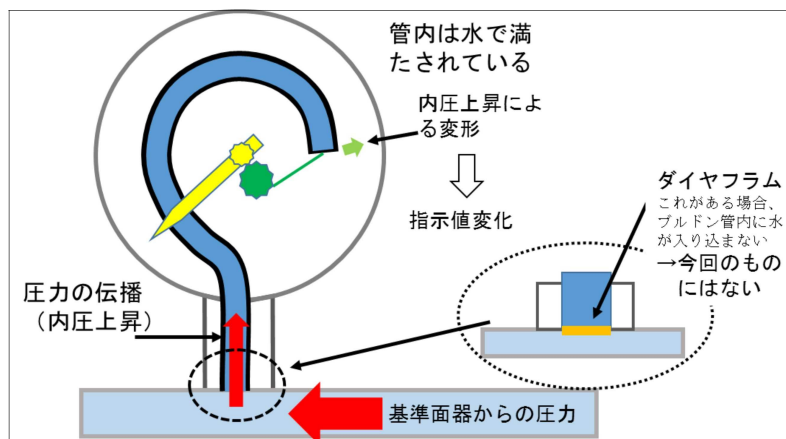


図 1-5 ブルドン管圧力計のしくみ

※基準面器については、図 1-7 を参照

(4) 原子炉圧力について（A系、B系との差、絶対圧・ゲージ圧について）

委員の考え

- ・東京電力が公表した1号機の原子炉圧力には、A系とB系で値が大きく異なっているところが散見される。また、事故から2ヶ月以上経過した2011年5月のB系のデータでは約13気圧と格納容器圧力から大きく乖離している。圧力計は地震によって故障していた可能性がある。

東京電力の考え

- ・圧力計AとBで差が出ている理由は、実際の圧力に差があるわけではなく、ドリフト（指示値のズレ）と考えている。
- ・原子炉内へ1MPaで注水できているのに、圧力計がそれ以上の値を示しているのはおかしいということで、仮設圧力計を設置した。仮設圧力計を付けた後は、A系もB系も数値が下がっており、どちらもおかしかったということだったのだと思う。

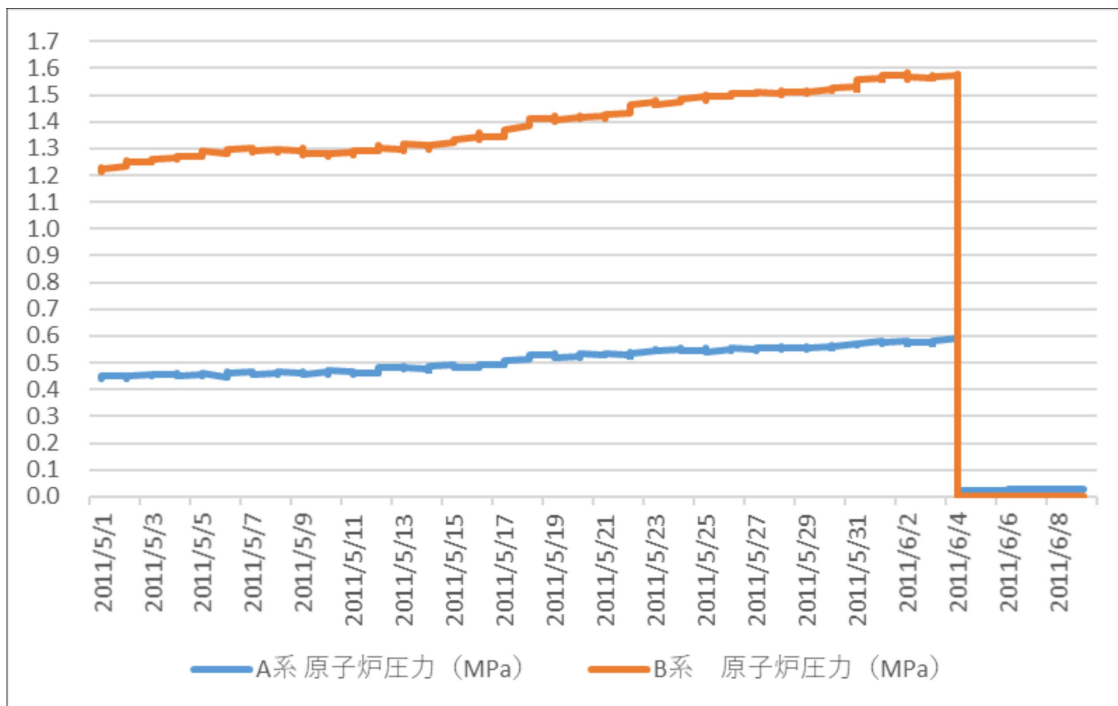


図 1-6 1号機原子炉圧力の変化

出典：東京電力ホームページ プラント関連パラメータ（水位、圧力、温度など）アーカイブ（2011年）に掲載の水位・圧力に関するデータをグラフ化

<http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/pla/2011/index-j.html>

原子炉圧力計2系統（A系、B系）がある、通常はほぼ同じ値を示すが、大きくずれていた。

6月4日に仮設圧力計を設置し、数値は0.026~0.028MPaとなっている（青線で表示）。なお、仮設圧力計設置後、B系の数字は「-」となっている。

確認事項

○原子炉圧力の値について

- ・数値でA系がずっと無かったり、B系がずっと無かったりしているのは、バッテリーを繋いだのがいずれかの系のみだったためである。

○仮設圧力計（6月4日以降運用）について

- ・仮設圧力計は本設水位計のドレンラインに設置。
- ・値は監視カメラを通して確認しており、測定値の電気信号への変換は行っていない。

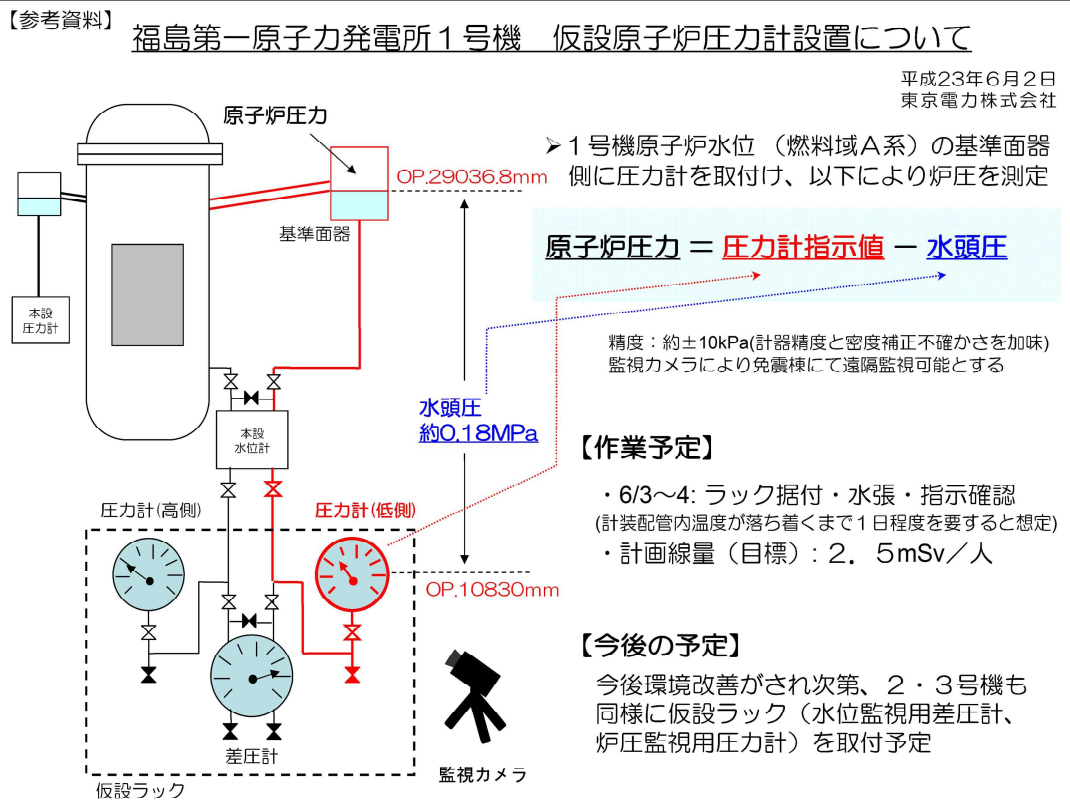


図1-7 仮設圧力計の設置

出典：東京電力報道配布資料（2011年6月2日）

福島第一原子力発電所1号機 仮設原子炉圧力計設置について

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110602_03-j.pdf

問題点 2 : 1号機SR弁不作動の可能性

1. 概要（問題の背景）

- ・主蒸気逃し安全弁（SR弁）が動作すると大きな音が鳴る。この音^(*)は、現場だけでなく、サイトによっては、中央制御室でも聞こえることがある。
 - ・事故時、福島第一2号機の当直員は、中央制御室において「かなり頻繁にSR弁が作動していて、その都度ドドーンという音がした」と証言をしている。3号機でも中央制御室で同様の音を聞いている。他の原子力発電所でも中央制御室の外で確認されている。
 - ・一方、1号機の運転員で、そのような音を聞いた人は一人もいない。東京電力の推計では、事故時、1号機のSR弁作動回数は約200回とされている。また、1号機と2号機の中央制御室は、ひとつの部屋になっており、仕切り壁などは設けられていない。さらに、SR弁の開閉記録は、2、3号機のものはあるが、1号機はない。
 - ・以上のことから、1号機のSR弁は作動しなかったのではないかと示唆される。
- (*)ここで言う「音」は、弁が開く際の音、弁が開いて炉内蒸気が排気管を流れる際に発生する音ではなく、排気された蒸気がサプレッションプールを揺らす際のような音（推定）を指す。

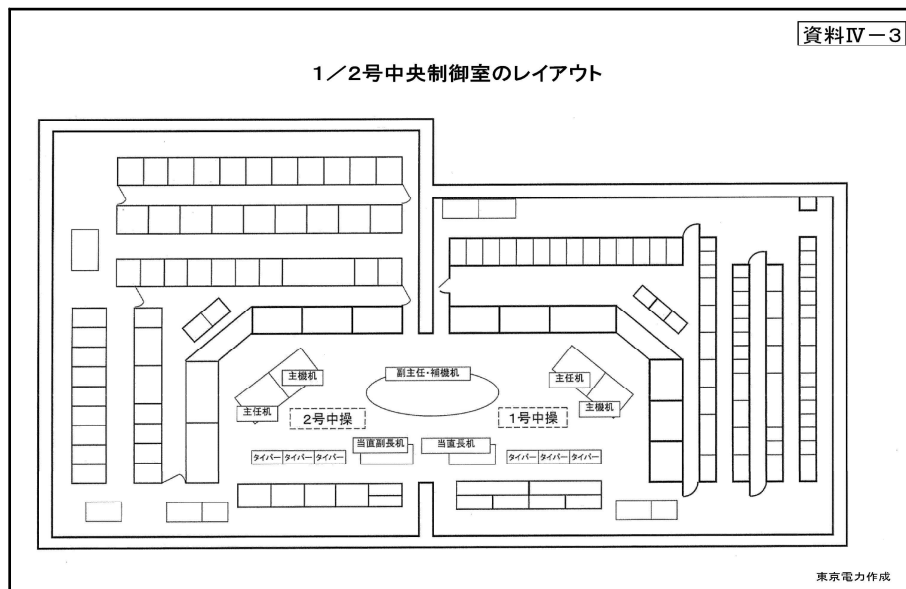


図2-1 福島第一原子力発電所1, 2号機中央制御室

出典：政府事故調報告書 資料IV-3

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/111226Siryo4.pdf>

※福島第一1号機と2号機の中央制御室（中操）は、1つの部屋に設置されている（2プラント1中操）

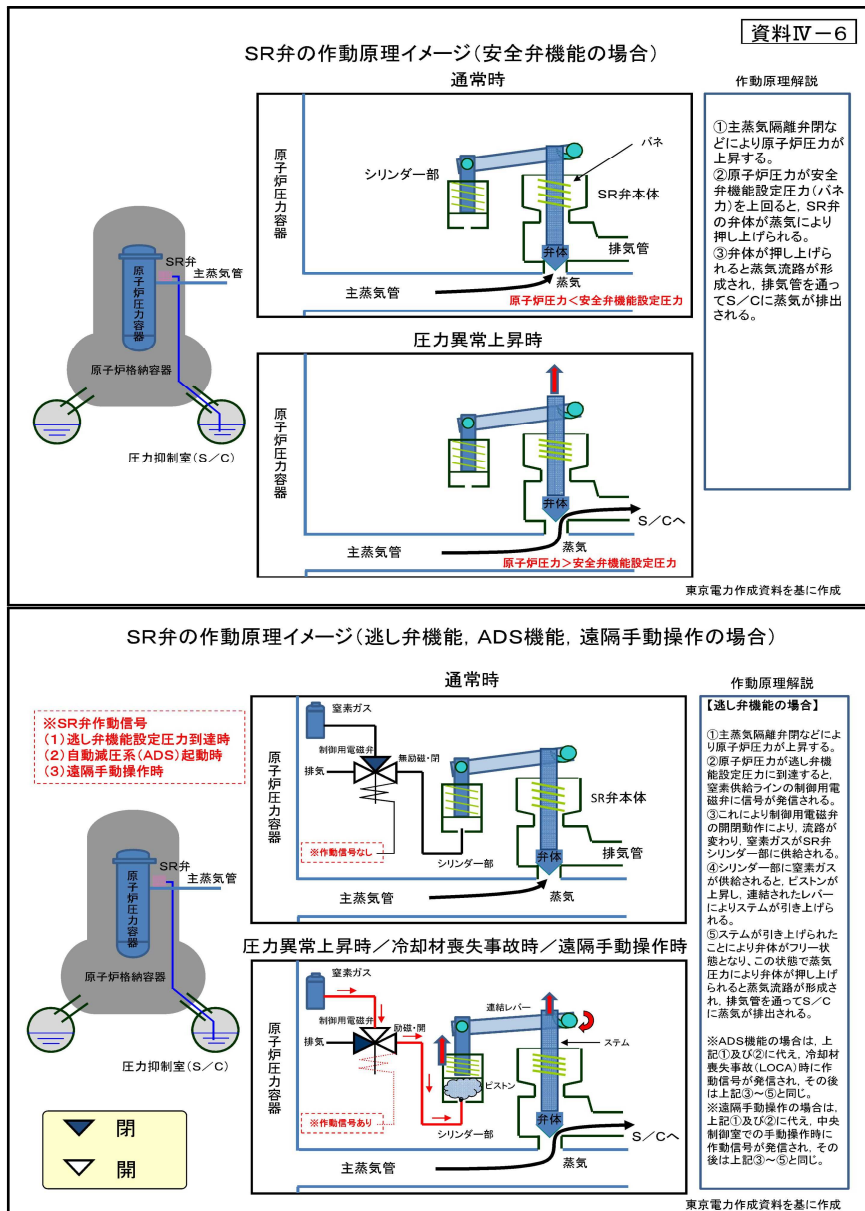


図 2-2 SR弁の作動原理イメージ

出典：政府事故調報告書 資料Ⅳ-6

<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/111226Siryo4.pdf>

安全弁機能：弁の設定圧以上に圧力が上昇した際に自動的に弁が開放する。圧力が下がれば自動的に閉止する

逃し弁機能：外部からの作動信号により窒素ガス圧で弁を強制開放する。閉止の作動信号や窒素ガスがなくなれば閉止する。

手動操作：中央制御室からの開操作により弁が開く。

ADS機能：冷却材喪失事故発生後、原子炉水位が維持できない場合に作動信号が入り、弁が開く

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

(1) 過去のSR弁作動事象について

確認事項

○1号機で過去に発生したSR弁動作事象における作動音の確認について

- ・動作事象は1件。詳細はニューシア参照 (<http://www.nucia.jp/>)。

【登録通番】10196

【件名】起動操作中の福島第一原子力発電所1号機における原子炉の手動停止について

【発生日時】2009年2月25日

【原因】タービンバイパス弁駆動部の連結部の外れ

- ・東京電力の調査では、当該事象において動作音を聞いたとする証言は得られていない。

※トラブル時に現場にいた7名の社員に対し、次のとおり聞き取りを行った。

- ①福島第一原子力発電所1号機で運転中にSR弁が動作した事象など経験したことがあるか。
- ②作動音を聞いたことがある場合どこで聞いたか。

○他の号機(MARK I型)における動作音の確認について

- ・他の号機で発生したSR弁動作事例

登録通番	号機	件名	発生日時
25	福島第一2号機	原子炉水位低による原子炉自動停止について	1992/09/29
8732	福島第一4号機	定期検査中の制御棒の引抜事象	1998/02/22
11139	福島第一5号機	福島第一原子力発電所5号機における原子炉自動停止について	2010/11/02

これらの事象において、ニューシアには動作音を確認したという記録はない。

(2) 事故当時、1号機でSR弁作動音を聞いたという証言がないことについて

委員の考え

- ・2号機運転員の証言にある「ドドーン」というような特殊な音が中央制御室まで届いているのに、SR弁が動作している時間帯に中央制御室の1号機側や1号機原子炉建屋内で聞いた人がいない、誰の耳にも聞こえたはずの特徴的で大きな音を誰ひとり聞いていないということは問題だ。MAAP解析結果から約200回も動作していたと推定されるのであれば、音を聞いたという人がいるはずではないか。

東京電力の考え

- ・1号機と2号機では、SR弁の作動状況が異なる。

- 1号機：安全弁機能（設定よりも原子炉圧力が高くなった場合のみ開く）により、弁が自動で開閉していたと推定
- 2号機：3月14日13時～18時頃までは自動（安全弁機能か逃し弁機能か不明）で開閉、18時以降は人が操作して開閉していた。
- ・人為的な操作により開けた場合と、圧力差により自然に開閉した場合とでは、音に対する認識も異なると考えられる。これまでの調査において、1号機に関しては動作音を聞いたと証言する人はいないのが事実。

9

(参考) 各号機のSRVの動作状況と証言まとめ

		3/11	3/12	3/13	3/14
1号機	動作	○ (解析)	—	—	—
	証言	×	—	—	—
2号機	動作	○ (記録)	×	×	○ (操作の記録)
	証言	×	×	×	○ (中操)
3号機	動作	○ (記録)	○ (記録)	○ (操作の記録)	—
	証言	×	×	○ (現場)	—

2,3号機において、SRVが動作していた記録がある時間帯であっても、SRVの動作音を聞いたとする証言は得られていません。
 従って、「SRVの動作音を聞いたと証言するものがない」ことをもって「SRVの不動作」を説明することは困難だと考えます。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

図2-3 SR弁動作状況と証言のまとめ

出典：福島事故検証課題別ディスカッション【地震動による重要機器への影響】第11回（平成29年6月15日開催）参考資料No. 2
<https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/38020.pdf>

- ・1号機については、SR弁が動いた（あるいは動いていない）ということの客観的な証拠はないため、「動いた（動いていない）可能性がある」との意見は、肯定も否定もしない。従来は完全否定(*)していたが、今は、客観的証拠がないので、完全否定せずに、多様な意見に耳を傾けている。
- (*)東京電力は次のことを根拠にSR弁は動作していたと主張。
 - ・SR弁は合計4つあること、原子炉圧力容器の圧力がSR弁のバネ設定を超えると自動で弁が開く単純な構造（安全弁機能）であることから、全てが不動作になることは考え難い。
 - ・解析により、小規模な漏えいとSR弁不動作が同時に成立しないことを確認。このことについて、原子力規制庁も解析で確認。

問題点3：シビアアクシデント進行時の1号機RPV（原子炉圧力容器）主フランジの挙動

1. 概要（問題の背景）

- ・原子炉圧力容器の上蓋部のフランジと原子炉圧力容器の胴部フランジは、金属製のOリングを咬まして植え込みボルト締めすることにより密封（シール）され、通常運転時に高温・高圧の蒸気が原子炉格納容器側に漏出しないようにしている。
- ・今回の事故では、温度的に極めて過酷なシビアアクシデントが発生したが、このような過酷な環境は設計時には想定されていない。
- ・シビアアクシデントについては、MAAP(*)等の解析コードによる解析が行われているが、原子炉圧力容器上蓋部フランジ（以下、「RPV主フランジ」という。）のシール健全性について、これまでに公表された事故調査報告書で分析・検討された例はない。

(*)Modular Accident Analysis Program（過酷事故解析コード）

○MAAPコードについて

- ・MAAPコードは、米国電力研究所（EPRI）が所有するシビアアクシデント解析コードであり、軽水炉の炉心損傷、原子炉圧力容器破損、原子炉格納容器破損からコア・コンクリート反応、放射性物質の発生・移行・放出に至る事故シーケンス全般の現象解析に用いることができる。
- ・解析において、原子炉圧力容器や原子炉格納容器の構造物を細かく設定しているのではなく、体積要素で考えている。例えば、ドライウェル（原子炉格納容器のうち原子炉圧力容器を包む部分）は、「Drywell(Compt.2)」という大きな体積で考えている（図3-1参照）。この体積要素における値が計算結果として出てくるため、例えば、体積要素の上部の温度はいくつかということとは分からない。
- ・輻射熱については、炉内では、炉心からシュラウドまでの範囲は考慮されているが、その外側は考慮されていない。原子炉格納容器に落下したデブリによる輻射で、原子炉圧力容器底部を温める効果は考慮されている。
- ・MAAPでは炉心部に熱がたまりやすいため、気相部の温度は低めになる。一方、MELCOR（シビアアクシデント進展解析コード）は気相部の温度が高めになる。どちらが正しいのかの結論は出ていない。

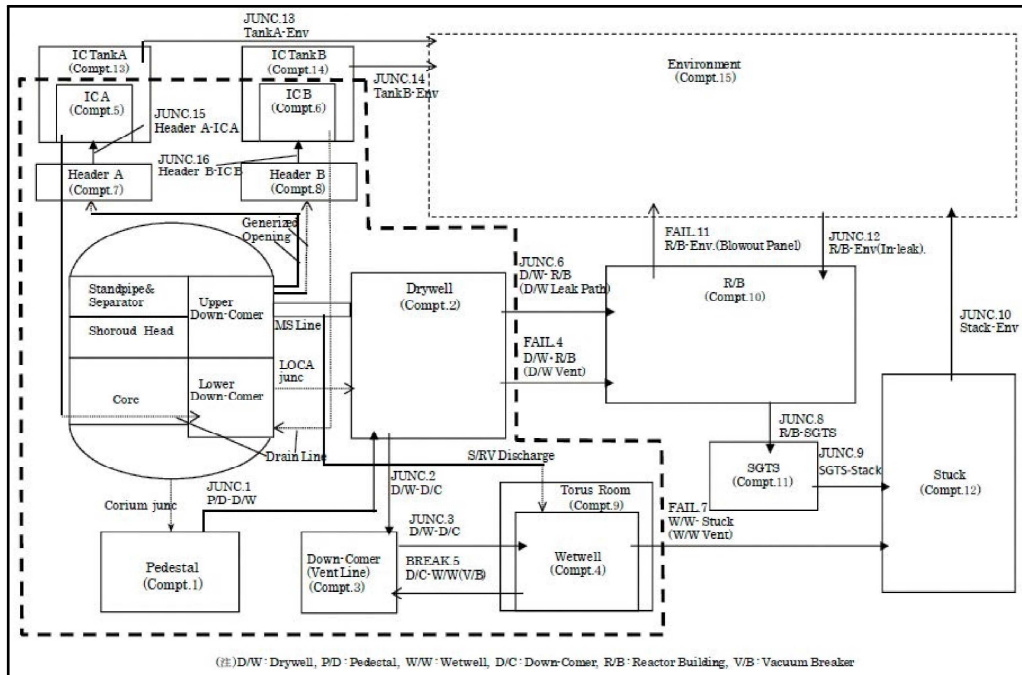


図3-1 MAAP 格納容器 (Mark-I) モデルの概要 (1F-1)

出典：福島原子力事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項の調査・検討結果「第5回進捗報告」(添付資料1) MAAPコードの概要 添付1-9
http://www.tepco.co.jp/decommission/information/accident_unconfirmed/

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

(1) MAAP解析の条件について

委員の考え

- 東京電力が過去に行ったMAAP解析では、蒸気の漏洩箇所を2つ仮定している。一つは核計装のドライチューブが1,427℃(燃料被覆管最高温度)になった時、もう一つは主蒸気配管フランジ(SR弁フランジ)のガスケット部で450℃(使用しているガスケット耐熱温度)になった時としているが、場所、温度、開口部面積の設定が恣意的である。また、漏えいを仮定する合理的理由が分からない。
- この仮定で原子炉の炉内圧力の変化と合うとしているが、逆に言えば、漏えいを仮定しないと合わないということになる。漏えいを仮定したことと、LOCA(冷却材喪失事故)が発生したこととは、解析上どう違うのか。
- MAAPの解析結果は、観測結果を説明できる唯一・最善のストーリーというわけではない。MAAP解析ですべて片付けようとする、普遍的な問題を見逃す結果になってしまうのではないか。
- 一方で、東京電力は、シビアアクシデント進行時の原子炉水位の挙動解析をGOTHIC(*)で解析するにあたり、主蒸気配管の上部から気相漏えいが起きたと仮定すると

うまく説明できるとしている。このことは、当初のSR弁フランジからの漏えいという仮定を破棄したということか。

(*)Generation of Thermal Hydraulic Information in Containments (格納容器内熱流動解析コード)

東京電力の考え

- MAAP解析とGOTHIC解析で仮定した漏えい箇所のいずれが正しいか現時点で判断することは困難なため、主蒸気配管からの漏えい、主蒸気配管フランジ（SR弁フランジ）のガスケットからの漏えい、の両者を並列して記載している。
 - 漏えい箇所を仮で置いているだけで、他の場所からの漏洩を否定しているわけではない。今後、廃炉作業が進む中で、実際にどうだったのかを確認していく。
 - 観測データで行った安全上重要な機能を有する主要な設備の地震応答解析の結果は、すべて評価基準値以下であることを確認したことから、LOCAを認めるとおかしくなる。
 - 原子炉スクラムから津波が来るまでは、「安全機能に影響を与えるような」漏洩はなかったとしているが、漏洩が全くなかったと言っているわけではない。
- ※保安規定では、原子炉格納容器内の原子炉冷却材漏えい率（ m^3/h ）に関して運転上の制限（LC0）が定められている（ $0.23\text{m}^3/\text{h}$ 以下）。

<解析について>

MAAP解析とGOTHIC解析では空間的な分解能が大きく異なる。

○MAAP解析

- MAAP解析は、原子炉圧力容器や原子炉格納容器を体積要素としてモデル化して計算するため、原子炉圧力容器からの漏えい箇所場所を特定することはできない（図3-1参照）。指定できるのは漏えい面積だけとなっている。
- MAAP解析で求めた漏えい面積を「核計装配管のガスケット部」（ 0.00012m^2 ）と、「主蒸気配管フランジ（SR弁ガスケット）」（ 0.0015m^2 ）を設定したのは、プラント設計メーカーが最も弱いと考えている部位であり設計上の耐熱温度が決まっているため。この設定により、原子炉圧力、格納容器圧力の再現解析を行っている。なお、この設定は、あくまでも解析上の仮定であり、実際にこの場所で漏えいがあったかどうかは、現時点で不明である。

○GOTHIC解析

- GOTHIC解析は、格納容器内を細かくノード分割して計算するため、特定の場所における温度などの時間変化を見ることができ（図3-2参照）。ただし、原子炉圧力容器内の計算はできないので、別の解析結果を入力することになる。
- 1号機原子炉水位計指示値がA系とB系で異なっていることを解析するためには、基準面器のある格納容器内の局所的な温度変化を評価する必要があることから、GOTHICで解析を行った。その結果、格納容器内の高い位置に漏えい箇所を置いた場合に原子炉水位計の基準水柱の挙動を再現しやすい結果となり、その位置にあるものとして「主蒸気配管」が候補となる結果となった。

- しかし、漏えい箇所はあくまでも解析上の仮定であり、「主蒸気配管」、「主蒸気配管フランジ（SR弁フランジ）」のどちらが正しいのか判断することは困難なため、両者を並列して「主蒸気配管」としている。

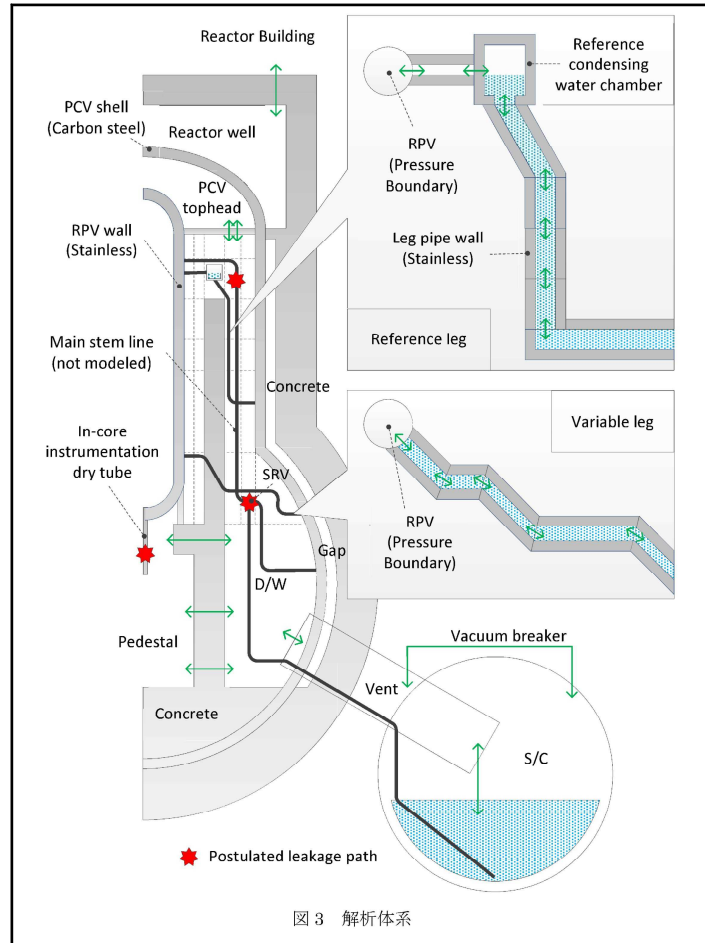


図3-2 GOTHIC解析体系図

出典：福島原子力事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項の調査・検討結果「第5回進捗報告」（添付資料1-6）1号機の測定データ，及び既往の解析結果による事故進展の推定について 添付1-6-9

http://www.tepco.co.jp/decommission/information/accident_unconfirmed/

(2) RPV主フランジからの漏えいについて

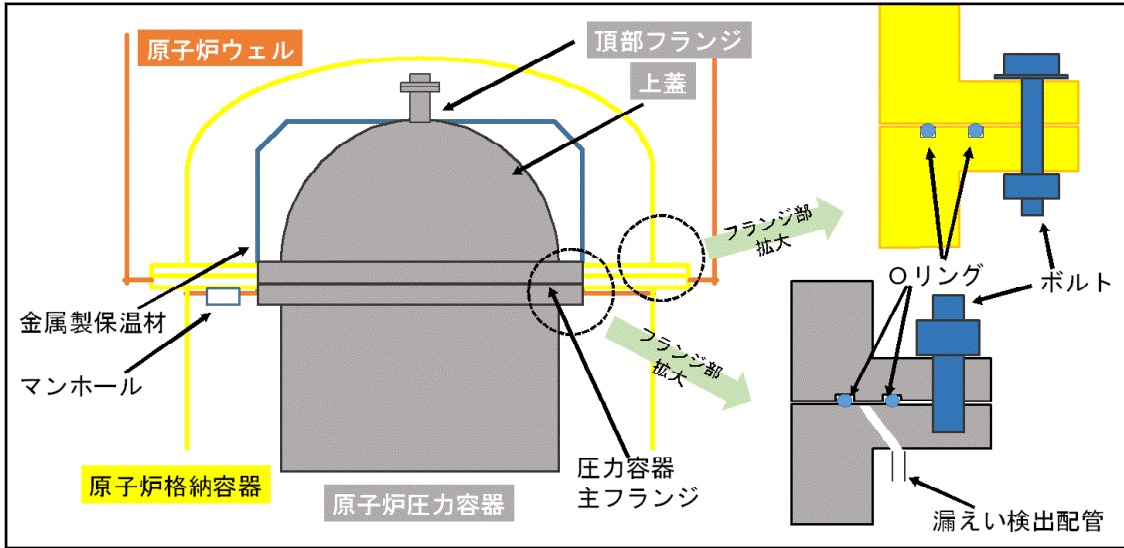


図3-3 原子炉压力容器、原子炉格納容器上蓋部の構造（模式図）

IRID（技術研究組合 国際廃炉研究開発機構）掲載の参考文献等を参考に作成
http://irid.or.jp/debris/Reference_J.pdf

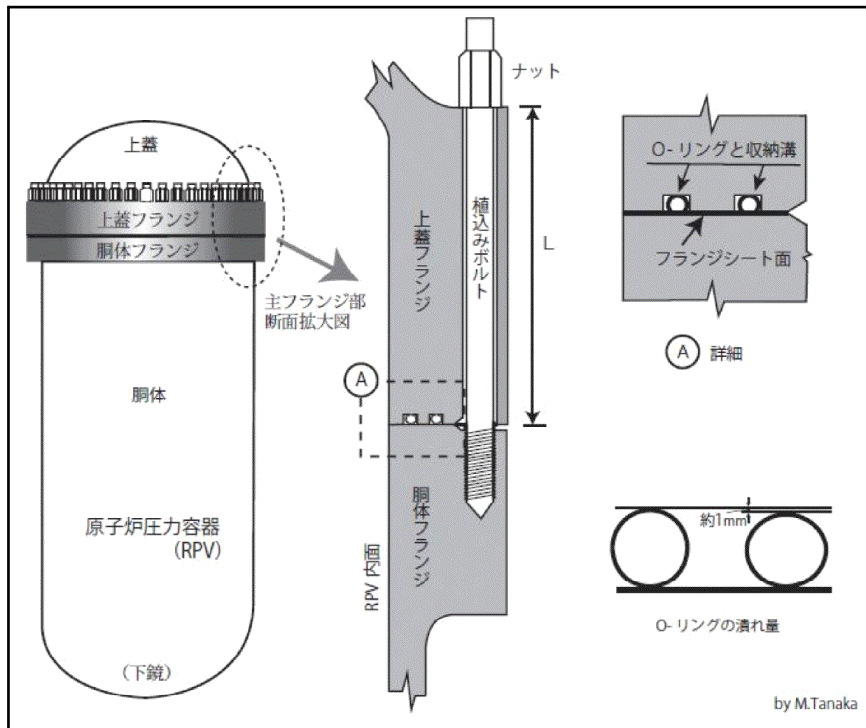


図3-4 RPV主フランジの構造

出典：福島事故検証課題別ディスカッション【地震動による重要機器の影響】第14回（令和2年8月12日開催）資料No.3

<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/kadai1-14.html>

委員の考え

- ・炉心が溶けるような高温になれば、その輻射熱により原子炉压力容器も熱せられる。その熱は、即座に原子炉压力容器の他の部分に伝わり（伝熱）、ボルトも熱くなる。
- ・ボルトが熱くなれば、元々引っ張られている状態のためボルト内にクリープによる永久ひずみが生じ（高温クリープ）、ボルト締め付け力が効かなくなって（ストレスリラクゼーション、あるいは応力緩和）シールできない状態になる。そうなれば、原子炉内部の水素や放射性物質を含む気体、水蒸気などが主フランジから漏れいすることになる。また、原子炉压力容器内の圧力が高くなれば、ボルトが持たない。このように重要な箇所の解析は行っていないのか。
- ・締め付けの妥当性を確認するため、Oリングの断面調査は行っていないのか。どのようなになっているのか調べた方が良いのではないのか。
- ・シュラウドや他の構造物（炉心スプレー、気水分離器、ドライヤー等々）は、どのような状態になっていたと推定しているのか。

※2つのOリングの間に漏れい検出器があるが、電気がないと動かない。

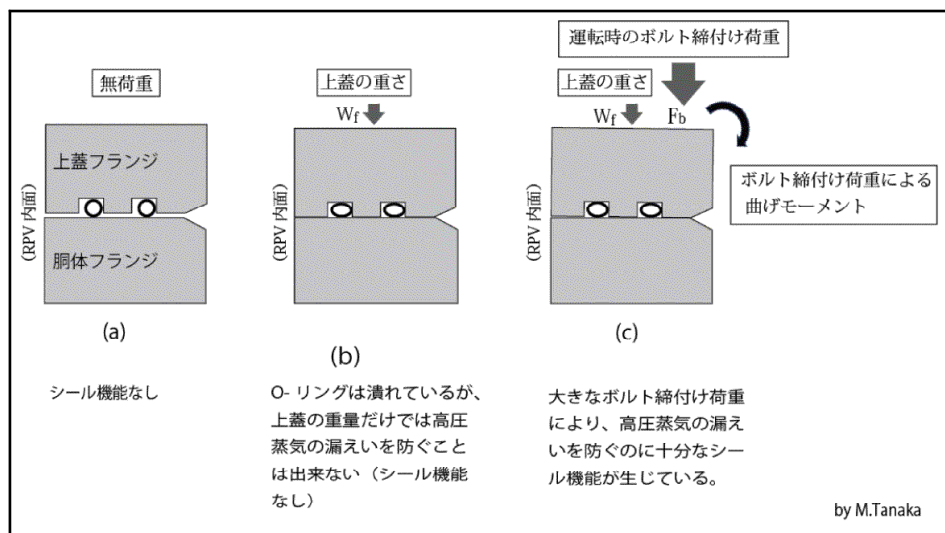


図3-5 主フランジに加わる荷重とOリングによるシール機能の状態

出典：福島事故検証課題別ディスカッション【地震動による重要機器の影響】第14回（令和2年8月12日開催）資料No.3

<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/kadai1-14.html>

東京電力の考え

- ・RPV主フランジからの漏れいについては、漏れいの発生する可能性のある場所と認識している。しかし、炉内計装系配管（原子炉压力容器の底部から炉心を貫いて、燃料集合体の間を通るように設置）と比較すると熱源から遠いこと、主蒸気配管

(SR弁(主蒸気配管に設置)を含む)と比較すると高温ガスが通過し温度が上昇しやすい状況ではないといった特徴を考慮し、主要な漏えい経路として設定していない。

- ・ 輻射は対象物にどのように当たっているのかが重要になる。例えば、日光の場合、直接当たっている場合と雲がある場合で結果は異なる。事故時の状況は分からない。なお、MAAP解析では、原子炉圧力容器の温度は、約700℃未満となっている。
- ・ RPV主フランジで使用しているOリングは、蓋を開けた際に性能劣化がない、表面に傷や漏洩痕がないことを確認している。なお、定期検査の都度、交換しており、再利用はしていない。
- ・ 原子炉圧力容器内の圧力が高くなった場合、SR弁が開けば、7MPa後半くらいにはなる。
- ・ 解析によると、原子炉の圧力計にハンチングが発生していた時間帯では、漏洩は始まっているが、漏洩が大きくないので圧力はあまり下がっていない。また、SR弁は動いていない。
- ・ 現時点では、シュラウドや他の構造物がどのような状態になっているかわからない。専門家の中でも意見が分かれている。

(3) 原子炉圧力のハンチングについて

委員の考え

- ・ 1号機の原子炉圧力はハンチングしており、その変動幅は0.6MPa(6.6~7.2MPa[gage])という記録がある(P.1参照)。
- ・ 原子炉圧力が高くなった場合はSR弁の開閉により減圧する。東京電力は1号機でSR弁が動作したとしているが、記録はない。一方、他の号機ではSR弁の開閉記録があり、原子炉圧力の変動幅は0.3MPa程度となっている(図1-4(P.4)参照)。
- ・ これらのことは、1号機では仮にSR弁が動作したとしてもそれ以上の減圧が起こっていた可能性、つまり別の場所から漏えいがあったことを示唆する。
- ・ 漏えい箇所として考えられるのは、原子炉圧力容器の主フランジ部。主フランジはボルトで締め付けられているが、ボルトが高温になってクリープ変形して内部に永久ひずみを生じると最終的にボルト締め付け力がゼロになりフランジシート面のシール機能がなくなる。主フランジは大きいので、仮にここを漏えい箇所とした場合、漏えい量は多いため、SR弁が開いた場合よりも原子炉圧力は低下する。
- ・ また、仮に原子炉圧力容器からの漏えい箇所があれば、圧力が上がれば漏えい箇所が開いて漏れ、漏れにより圧力が下がれば漏えい箇所が閉じる。こうした状況が発生すれば、原子炉圧力にハンチングのような変動が起こるかもしれない。
- ・ 1号機の原子炉圧力のハンチング記録は1つしかないが、この時間の前後にも発生していたと考えるのが合理的だ。事故原因を考える上で重要な情報であると思われるが、シミュレーションでは取り扱われていないし、再現もできていない。

東京電力の考え

- ・MAAP解析によれば、1号機原子炉圧力のハンチングの測定（11日20:07）時点で原子炉水位はTAFを下回っており（解析値：TAFから3.6m下がった位置（TAF-3.6m）、露出した炉内構造物が溶融して水面に落下し水蒸気が発生することで、原子炉圧力の一時的な上昇が繰り返し発生したという現象が推定される。
- ※あくまでも推定であり、実際にどのようなことが起こっていたのかは分からない。
- ・2、3号機SR弁の動作は、原子炉水位が有効燃料頂部（TAF）よりも上にある（核燃料がむき出しになっていない）状態で動作したものであり、1号機とは状況が異なる。このことが圧力変動量の違いに出ているのかも知れない。
- ・RPV主フランジからの漏えいを想定した場合、圧力バウンダリの損傷が想定されるため、一度発生した漏えいは停止することはなく、原子炉圧力がハンチングすることは考えにくい。
- ・シビアアクシデントが発生した場合、原子炉圧力容器からの漏えい場所は、熱源である炉心からの距離や、高温ガスの流れやすさから、上蓋部よりも炉内計装管のドライチューブやSR弁接続部のフランジなどが先になると考えられる。そのため、これまでに行った解析では、これらを漏えい箇所として想定した。
- ・仮にRPV主フランジからの漏えいが発生するような事象が発生した場合、上蓋の頂部にあるフランジからの漏えいの方が先に起こると考えられる。
- ・福島事故を受けた教訓として、柏崎刈羽原子力発電所では、上蓋部を含め原子炉圧力容器のからの漏えいを想定した対策をとっている。

（４）原子炉格納容器上蓋部フランジからの漏えいについて

委員の考え

- ・RPV主フランジから水素や放射性物質を含む気体、水蒸気などが漏えいしたとすると、原子炉格納容器の上蓋部フランジのシールにも影響する。フランジ部が熱くなれば、原子炉格納容器の蓋のボルトが緩み、シリコンゴム製のOリングはあっという間に焼けてしまう。
- ・柏崎刈羽原子力発電所では、シビアアクシデント発生時、原子炉格納容器内の圧力が2Pd（Pd：設計上の最高使用圧力）になったときフィルタベントを動かすとしているが、RPV主フランジから漏れると前提が違うことにならないか。
- ・柏崎刈羽原子力発電所では、シビアアクシデント対策として、RPV主フランジのシールができる限り維持されるようにクリープ特性の良い材料のボルトに交換することが可能かどうかを検討すべきではないか。

東京電力の考え

- ・原子炉格納容器上蓋部フランジのOリングはシリコンシール（ゴム）を使っている。シリコンシールは熱に弱く、水蒸気にさらされると劣化が早まる。そのため、事故時の主要な漏洩はここだろうと考えている。

- ・令和元年11月末に撮影した1号機原子炉格納容器の上蓋の写真があるが、撮影した範囲では、蓋部分に明らかな変形はないことは確認できる。線量が1 Sv以上と高いので、事故時にここから漏れていたのは確実だと思う。
- ・柏崎刈羽原子力発電所では、原子炉格納容器上蓋部フランジからの漏えい対策として、原子炉ウエルの事前水張り、Oリングの素材変更（2Pd、250℃に耐えられるもの）、シール材の塗布を行っている。
- ・水素対策としては、原子炉への注水機能を強化して炉心損傷を防止し、水素が大量発生する手前の段階で止めるというところに力を入れている。オペフロ（オペレーティングフロア）に出てしまったときの対策は、PAR（静的触媒式水素再結合装置）やトップベントを設けている。

（5）水素の挙動、爆発について

委員の考え

- ・RPV主フランジから漏れた（あるいは「噴出」した）気体は、原子炉格納容器上蓋部との空間に貯まる。また、サプレッションプールの圧力が高くなると、真空破壊弁が開いて気体がドライウエルに抜けていくが、水素は軽いので上に行き、原子炉格納容器上蓋部の空間に貯まることが考えられる。
- ・ここに滞留した水素が原子炉格納容器上蓋部フランジから漏れてウエルプラグ直下に堆積し、自然発火により爆発したことでウエルプラグが持ち上がったのではないか。
- ・運転に入る直前に、原子炉格納容器内の空気を窒素に置き換える作業を行うが、格納容器上蓋直下の狭い空間の空気も置き換えられているのか。

東京電力の考え

- ・原子炉運転時、原子炉格納容器内部は窒素で置換されており、保安規定で規定された酸素濃度以下になるように管理している。
- ・原子炉格納容器上蓋部とドライウエル部は原子炉ウエルの底部で仕切られているが、原子炉ウエルの底部にはマンホールが5個あり、これを開くと繋がる。原子炉運転時には開いた状態になっている。
- ・ウエルプラグの移動について、これまでの解析からは、オペレーティングフロアで発生した爆発により負圧になったことが原因と考えられる。ウエルプラグの状況については現在調査が進められているところであり、今後、移動メカニズムについて検討を進めていく。
- ・原子炉格納容器の中にあった水素は、爆発に巻き込まれなかったと考えている。爆発前の福島第一1号機の原子炉格納容器圧力は、600～700kPaくらいで、水素が無いと、このような圧力にならない。一方、爆発が起こったときの格納容器内部の圧力はそれなりに高かったなので、水素の量もそれなりにあったと思う。
- ・マンホールにより圧力差は発生しないが、それぞれの空間にある気体の組成は違

うかも知れない。

- ・窒素の置換は、原子炉を起動した後に行う格納容器内の調査終了後に行う。窒素の注入は、原子炉格納容器のドライウエル下部から行う。容器内の気体は、原子炉格納容器のドライウエル側上部（原子炉格納容器上蓋部フランジより下）から排気する。CAMS（格納容器雰囲気モニタ系）で酸素濃度を確認して置換を確認する。
- ・原子炉格納容器内の水素の挙動については、廃炉となったドイツの原子炉（HDR）を使って大規模な実験が行われている。MAAPの結果は、実験結果をよく再現していることを確認している。

柏崎刈羽原子力発電所の安全確認で確認すべき事項の例

～RPV主フランジからの漏えいの可能性への対応～

- ・原子炉ウエルへの水張りは、RPV主フランジから高温高压のガスが「噴出」するDCH^(*)的事象のような場合にも有用なのか。
(*)Direct Containment Heating（格納容器直接加熱）
- ・原子炉格納容器フランジ部のOリングが破損すれば、原子炉ウエルに水を張っていても大量の水素がオペレーティングフロア（オペフロ）へと漏出する可能性があるが、どう対応するのか。
- ・RPV主フランジからの漏えいによる格納容器過温破損が、FVの作動条件である2Pdに至るまでの時間より、かなり先行して起きる可能性はないか。起きても問題はないか。
- ・RPV主フランジからの高温高压ガスの噴出の可能性の問題は、植込みボルトの材質が耐熱鋼でないこと、そしてその高温強度特性が不明なこと、からきているが、耐熱鋼への材質変更は現実的選択肢ではない。とすれば、しかるべき材料試験をおこない、当該ボルト材に対する短時間クリープ特性を含む各種高温強度特性を把握しておくべきではないか。

問題点4：地震発生直後の1号機原子炉建屋4階における出水事象

1. 概要（問題の背景）

- ・ 1号機原子炉建屋4階における出水については目撃者がおり、国会事故調で問題視してきた。
- ・ 原子力規制委員会が出水目撃者の聴取をしているが、重要な点で国会事故調のものと異なっている。
- ・ 原子力規制委員会の事故分析検討会は、使用済燃料プールの水が空調ダクトに流入し、その動水圧によって溢水チャンバの取り付けボルトの間で隙間が生じ、フロアに水が漏れた可能性があるとの結論を出している。東京電力も同じ考えである。

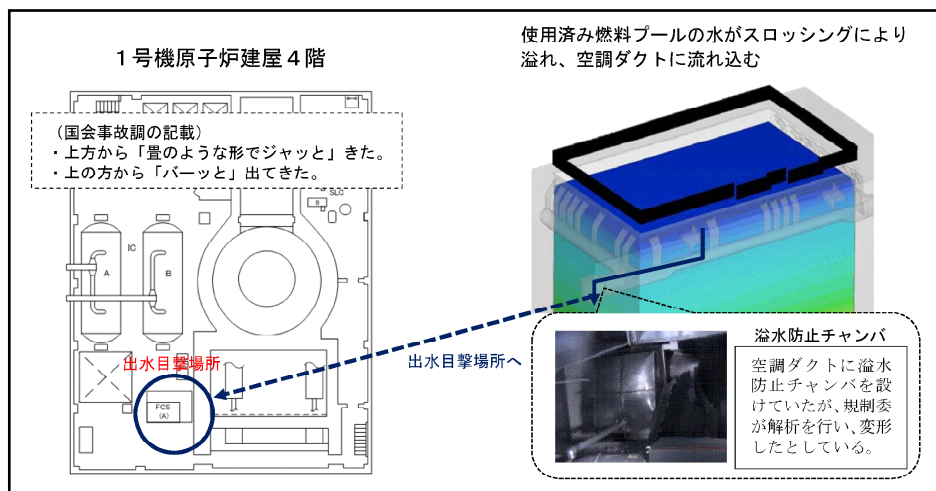


図4-1 東京電力や原子力規制委員会が説明する出水経路

出典：福島事故検証課題別ディスカッション『地震動による重要機器の影響』1号機非常用復水器（IC）に関する事項時点報告（平成29年度第2回新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会資料No. 3-1）

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

（1）溢水防止チャンバからの漏えいの可能性について

委員の考え

- ・ 1号機原子炉建屋4階は水素爆発の影響によりがれきが散乱しており、溢水防止チャンバにも水素爆発の影響があったと考えられる。
- ・ 原子力規制委員会が解析した溢水防止チャンバの変形は、純粹に理論的な強度解析による「可能性」の議論であり、現実にそのようなことが起きたとは断定できない。
- ・ 実物に近いモデル構造物を振動台に載せて実験でもその可能性を確認する必要がある。

あるのではないか。

東京電力の考え

- ・出水のあったとされる箇所には、他に出水を起こす可能性がある機器・配管はないこと、現地調査において空調ダクトの溢水防止チャンバの変形が確認されたこと等から、出水の原因は、使用済燃料プールの水がスロッシングにより溢れ、空調ダクトの溢水防止チャンバから漏洩した可能性が高い。

(平成24年度第6回技術委員会(平成25年2月19日開催)参考資料1 P4~12参照)

<https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/35147.pdf>

- ・なお、仮に実験を行ったとしても、得られる知見は「可能性」の議論であり、現実にもそのようなことが「起きた・起きなかった」とは断定出来ないと考える。

(2) 1号機原子炉建屋4階で確認される事象について

○配管等で確認される白い付着物について

委員の考え

- ・東京電力は、1号機原子炉建屋4階の容器や配管などに認められる白色の付着物について、現場検証時の記録映像などを示しながら、可能な原因をいくつか示しているが、これがなぜ白いのか説明していない。
- ・成分分析は比較的簡単なことと思われ、またこの付着物は当該事故における重要な痕跡の1つであるから、今後のためにもぜひ実施してもらいたい。

東京電力の考え

- ・当社は、今後の原子力に関する安全性向上と廃炉の進捗への貢献を目的に、福島第一原子力発電所の事故進展に対する理解を深める活動を継続している。
- ・廃炉作業との兼ね合いのもと、事故進展の理解につながる分析・調査を計画し、分析・調査で得られたデータ等は、積極的に発信を行い、適宜、新潟県技術委員会に報告する。

○黄色い円形のハンドルについて

委員の考え

- ・1号機原子炉建屋4階にどこからか吹き飛んできたと思われる黄色い円形のハンドルが見ついている。何のハンドルか調査は行われていない。
- ・黄色い円形のハンドルはきわめて特徴的なものであり、現場をよく知っている関係者なら何のハンドルかすぐわかるように思われる。

東京電力の考え

- ・黄色い円形のハンドル自体に特徴があったり銘板があったりするわけではないため、何の弁のハンドルか特定することは困難である。



技術委員会による福島第一原子力発電所1号機現地調査時に撮影した写真

出典：2015年2月23日 『新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会』による福島第一原子力発電所1号機原子炉建屋4階調査について

左：白い付着物（101 4階西エリア ICタンク（1））

右：黄色い円形のハンドル（056 4階南エリア グレーチング(1)）

<https://photo.tepco.co.jp/cat2/02-j.html>

問題点5：SB0と津波遡上との関係（とくに1号機）

1. 概要（問題の背景）

- 東京電力が作成した福島事故調査報告書（中間報告、最終報告）において、津波が敷地に到達した時刻を、第1波は3月11日15時27分、第2波は同日15時35分と明記している。これと同じ記載は、IAEAへの事故報告書や原子力安全・保安院あるいは政府事故調の報告書にも見られるが、これらは波高計設置位置（敷地から1.5km沖^(*)）を通過した時刻であり、重大な錯誤である。即刻訂正が必要。
- 東京電力は、福島第一原子力発電所の敷地から約1.5km沖^(*)に設置した波高計の記録から、波高計位置を津波が通過した時刻は、15時27分（第1波）、15時35分（第2波）としている。一方、運転日誌によると、1号機のSB0（全交流電源喪失）時刻は15時37分となっており、東京電力は、37分よりも前に津波第2波が敷地に襲来したことが1号機SB0の原因であるとしてはいる（2、3号機のSB0の原因も同様）が、説得力ある裏付けを示せないでいた。
- 15時35分に波高計設置ポイントを通過した津波第2波が、その後、どのように敷地に向かい何時何分何秒に敷地に遡上したかを合理的に推定した上で、SB0の原因を究明する必要がある。
- この数年間、東京電力は津波波源モデルの改良と事故当時デジカメで撮影された多数の津波襲来写真との照合を繰り返し、津波第2波の敷地への遡上時刻を15時36分台（波高計位置修正前後ともに同じ）としている。一方、同じ一連の写真の分析から津波遡上時刻を15時38分22秒と推定する意見もあり、これに誤りが無ければ、SB0の原因は津波ではなかったことになる。

(*)令和元年8月20日、東京電力は、波高計の位置情報に誤りがあり、実際には敷地から沖合約1.3kmに設置していたと公表

○東京電力が実施した津波シミュレーションについて

- 福島第一原子力発電所の沖合に設置した波高計の記録（時間、波高）を再現することを目的として実施。まず、波高計の記録を再現する津波波源モデルを作成。この津波波源モデルを用いて津波シミュレーションを実施し、福島第一原子力発電所への津波の到達時刻を評価
- 津波シミュレーションでは、当該波高計の記録だけを再現するのではなく、東日本の広域（北海道～千葉）で観測されたデータもできるだけ再現できるよう実施。

○津波を撮影した写真について

- 地震発生時、集中廃棄物処理建屋（4号機南側に設置）からデジタルカメラで撮影した44枚の写真。東京電力のホームページで公開されている。
http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_120709_03-j.pdf
- 画像ファイルに撮影時間が記録されているが、カメラの内蔵時計によるものであり、それ自体は絶対的時刻にはならないが、任意の2枚の写真の撮影時刻の差は、それぞれの写真が撮られるまでの正確な時間差として重要な意味をもつ。なお、

沖合に設置されている波高計用の時計は、数秒の誤差範囲で正確であることがわかっている。

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

(1) 津波インバージョン解析について

委員の考え

- ・津波インバージョン解析(*)には、波高計のデータに合わせるための様々な設定がなされており、恣意的なチューニングが行われているのではないかと(例:「仮想津波」の導入、「仮想津波記録」の設定、すべり量の変更)。また、地表面で観測された強震記録との比較もしておらず、これで良いのかという疑問がある。

(*)観測値から、津波の原因となった津波波源モデル(断層のすべり量など)を求める解析。

「インバージョン」は「逆」の意味。

東京電力の考え

※解析の手順は、添付資料参照

- ・津波インバージョン解析は、福島第一原子力発電所の波高計データを再現することを目的として行っている。しかし、波高計データのみを合わせるのではなく、東日本の広域の観測データとも合わせるように計算した。恣意的な作業で波高計のみに結果を合わせようとするれば、東日本の広域の観測データとの整合性が悪くなる。
- ・「仮想津波記録」の考え方は、当社独自のもので、津波インバージョン解析を効率化する手法として導入したもの。海底面の影響を受けず線形が保たれる範囲と津波の進行方向を考慮して水深50mの位置を設定。この位置は、波高計から10~15km離れた距離になる。津波インバージョン解析では、まず、プレート境界からこの位置までは線形で計算し、「仮想津波記録」を良く再現する津波波源モデルを決定する。次に、その先(敷地に向かう方向)は、その津波波源モデルを用いた非線形の計算を行い、波高計の記録との整合を確認する。波高計記録と計算結果が整合しない場合は、「仮想津波記録」を修正して上記を繰り返す。波高計の記録に合わせるための作業だが、東日本広域の観測データと合わせることも考えている。
- ・波源モデルN04策定にあたり設定した2箇所の「仮想津波記録」(田老北沖合、鹿島港沖合水深100m)も、津波インバージョン解析を効率化するための手法として導入したものであり、この地点の観測記録はない。
- ・津波波源モデルについて、波源モデルN04では、L67と比較すると九十九里浜付近と釜石沖付近ですべり量が大きく変わっている。これは、津波インバージョン解析の結果として導出されたもので、意図的に変えたものではない。仮にL67と同じすべり量とした場合でも、福島第一原子力発電所の波高計位置における津波波形にほとんど影響を与えていないことを確認している。
- ・地表面で観測された震動記録とは比較していない。津波は地震動に比べてゆっくりとした動きによるもの(周期帯が長い)であり、目的(再現しようとする事象)

が違うことが理由。

確認事項

- ・津波シミュレーションがどのような仮定の下、どのような計算が行われているかを確認した。

(2) 津波の敷地への到達時間 (第2波)

委員の考え

- ・事故当時撮影された写真の解析により、1号機敷地への到達(遡上)時間は15時38分以降と推定(ただし、後述のごとく、この津波は東京電力が考えている第2波2段目ではなく、「第2波3段目」である)。

東京電力の考え

- ・これまで、15時36分台と推定。新しい津波シミュレーション結果においても同様。

(3) 津波シミュレーション結果と写真との対照

○津波の定義について

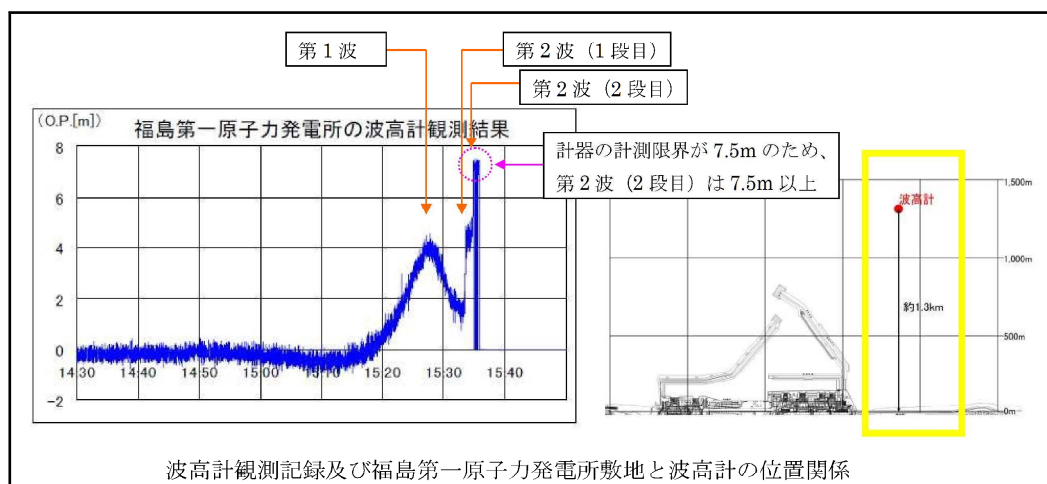


図5-1 津波(第1波、第2波)の定義

出典：福島原子力事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項の調査・検討結果「第5回進捗報告」について

(添付資料 地震津波-1) 福島第一原子力発電所に来襲した津波の敷地到達時刻について

http://www.tepco.co.jp/decommission/information/accident_unconfirmed/pdf/2017/171225j0108.pdf

委員の考え

- ・写真をパソコンで画素（ピクセル）レベルに拡大して分析した結果、写真5、6に写っている波は、第2波（1段目）と推断（高さ3メートル）。
- ・写真7～12は第2波（2段目）を捉えたものであり、画素レベルに拡大すると写真11、12の沖合には第2波（3段目）が写っている。写真15、16は津波第3波（3段目）である。

東京電力の考え

※詳細は添付資料参照

- ・津波シミュレーション（波源モデル：N04）の結果と写真とを比較。写真8を第2波（1段目）が南防波堤屈曲部に到達したと判断し、当該場所への津波到達時間を15時34分27秒とした。
- ・この到達時刻を起点として、写真の撮影間隔から津波の状況を推定。津波シミュレーションの結果と津波が写った全ての写真が整合していることを確認。これを踏まえると、写真11、12の沖合に写っている波は、第2波（2段目）と推定される。
なお、写真5、6に写っている筋は、津波とは異なるものと考えているが、詳細は不明。

【参考】波高計の位置誤りについて（経緯）

- ・波高計の位置について、福島県に提出していた温排水調査報告書にある図面に基づく位置（①）を、社内で使用。外部にも提供していた。
 - ・その後、福島県に提出した資料（座標入り）を確認（②）し、東京電力は、シミュレーションにおいて、この座標を使用。
 - ・この座標データ（②）は日本測地系のものだったが、資料が世界測地系を使用するよう法律で決まっていた時代のものであったため、世界測地系のもので判断。そのため、波源モデルN03のシミュレーションにおいて、波高計位置は④になっている。
 - ・県技術委員会鈴木元衛委員から位置に関する質問があり、関係者へのヒアリング、資料調査、現地調査（潜水調査など）を実施。事故時は、③に設置していたことを確認
 - ・波高計位置を③に修正し、新たに波源モデルN04を作成。N04を計算するにあたり、N01、N02を波高計位置③で再計算している。
- ※日本測地系と世界測地系では地球を模擬した楕円体が違うため、同じ位置を示す座標で、数字が異なる。
- ・位置に関する質問があるまで間違いが分からなかった理由として、温排水調査報告書は福島県に提出されていたもので信頼性があると考えていたこと、福島第一原子力発電所の事務本館は破損かつ汚染されていたため、事故後複数年にわたり保管資料を確認できる状況になかったためとしている。

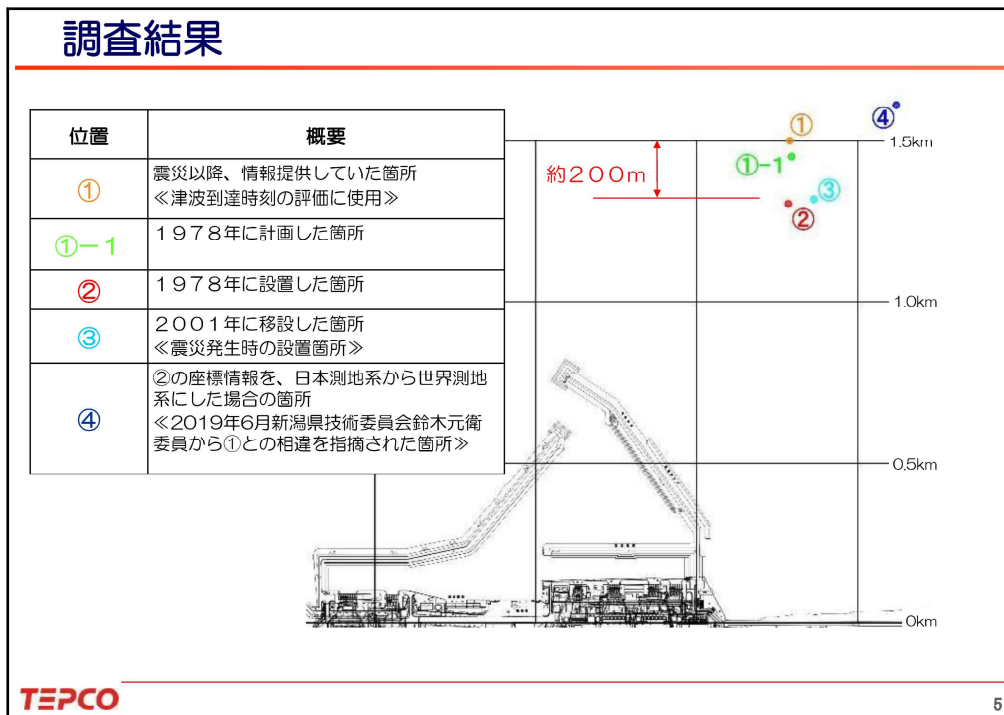


図5-2 波高計の位置

出典：福島第一原子力発電所波高計の設置箇所情報の誤りについて
 2019年8月20日 東京電力ホールディングス株式会社
<http://www.tepco.co.jp/press/release/2019/pdf3/190820j0301.pdf>

問題点 6 : 2号機PCVの地震による破損の可能性

1. 概要（問題の背景）

- 2号機原子炉格納容器では、不可解な急激な圧力降下(*)が見られる。
(*例えば、3月14日12時ごろからのドライウエル (D/W) 圧力の降下、3月14日22時ごろからの圧力抑制室 (S/C) の圧力の降下

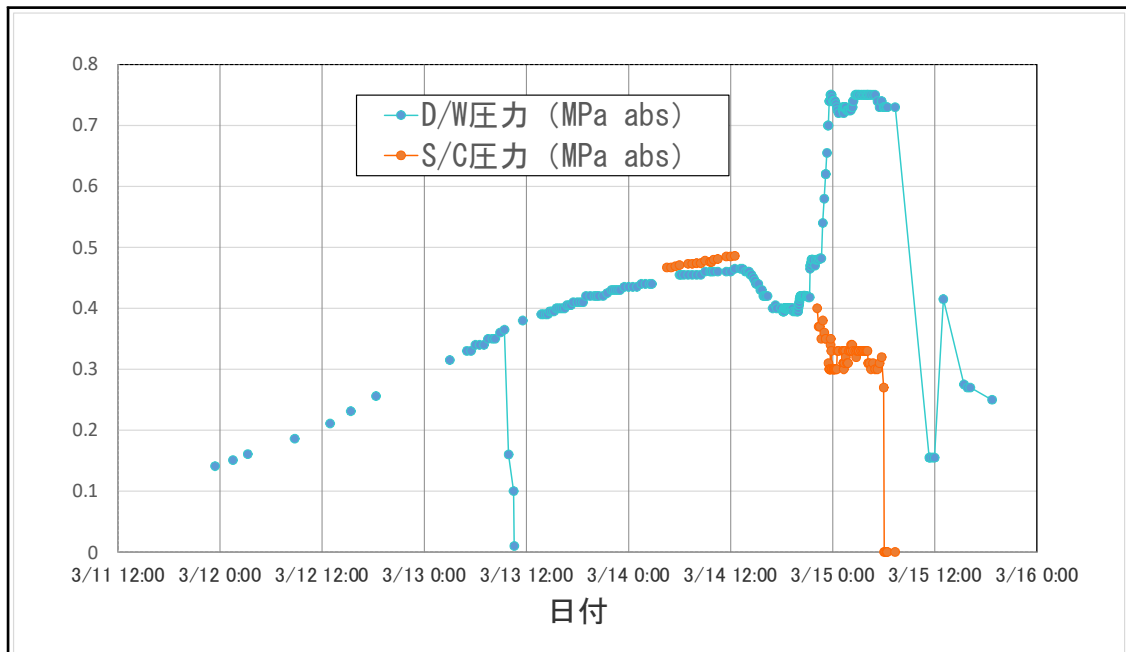


図 6-1 2号機原子炉格納容器圧力の時間変化（実測値）

出典：東京電力ホームページ プラント関連パラメータ（水位、圧力、温度など）アーカイブ（2011年）に掲載の水位・圧力に関するデータをグラフ化

<http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/pla/2011/index-j.html>

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

（1）原子炉格納容器破損の可能性について

委員の考え

- 急激な圧力降下は、原子炉格納容器破損を示唆しているように思える。

東京電力の考え

- 当該時間帯に漏えいが発生しているとする、格納容器の気相部分に存在すると考えられる。しかし、令和2年7月29日時点での2号機格納容器圧力 (D/W) は大気圧+3.04kPa[gage]であり、1, 3号機と比べても格納容器の気密性が高い。
- 加えて、これまでの検討結果から、原子炉格納容器又はその周辺部からの漏えいにより原子炉格納容器圧力が低下した可能性は低いと考えている。

＜参考＞ 3月14日13時頃の格納容器圧力低下挙動等について検討した結果

- ・ S/Cの水溫測定結果から、飽和溫度以下の水が圧力抑制室（S/C）内に存在されたことが確認されており、このことは外部からの冷却が存在したことを強く示唆している。
- ・ 原子炉隔離時冷却系（RCIC）停止後のSR弁の作動時に、主蒸気配管内の水が圧力抑制室（S/C）に放出された結果、S/C水表面の溫度低下が発生し、格納容器圧力が低下した可能性がある。
- ・ 圧力抑制室（S/C）底部付近に比較的冷温の水が存在していた可能性は、14日18時にSR弁を手動で開いて原子炉を減圧させた際に、格納容器圧力が上昇しなかったことを説明可能

出典：福島原子力事故発生後の詳細な進展メカニズムに関する未確認・未解明事項の調査・検討結果 添付資料2-6

https://www.tepco.co.jp/decommission/information/accident_unconfirmed/

（2）原子炉格納容器の調査結果について

委員の考え

- ・ ロボットによるこれまでの調査結果から、破損の可能性に関する知見は得られているのか。

東京電力の考え

- ・ これまでに、原子炉格納容器外側のベント管下部周辺3カ所をロボットを使って調査したが、漏水がないことを確認している。



図6-2 ロボットによる2号機原子炉格納容器の調査結果

出典：福島事故検証課題別ディスカッション【地震動による重要機器の影響】（第14回）資料No. 4 <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/genshiryoku/kadail-14.html>

問題点7：運転操作手順書、保安規定に関するいくつかの確認

1. 概要（問題の背景）

○運転操作手順書について

- ・炉心溶融公表の遅れなどに関して検証を行った東京電力HD・新潟県合同検証委員会の報告書において、「地震発生直後から津波襲来までは、AOPとEOPに基づいた対応が行われていた」（報告書P. 44）と、事故時運転操作手順書に基づく対応について記載がある。
- ・一方、事故時の運転操作については、平成23年10月、東京電力は、原子力安全・保安院（当時）の指示に基づき福島第一1～3号機の事故時運転操作手順書の遵守状況の報告を行ったが、この中に、EOPは出てこない。

○事故時の運転操作について

- ・津波襲来以降、吉田所長は（運転操作を）いわばアドリブでやったと明言している。
- ・また、EOPを使用していないとか、手順書通りに操作していれば、2，3号機は救えたかも知れないといった指摘もある。
- ・保安規定では、原子炉圧力容器の熱負荷を考え、原子炉冷却材（原子炉水）温度変化率が55℃/h以下という運転上の制限を定めている（柏崎刈羽の場合：37条）。一方、スクラム発生時には適用されないという記載もある（柏崎刈羽の場合：77条）。
- ・福島第一1号機では、保安規定の「55℃/h以下」を遵守するため非常用復水器（IC）を停止している。

<用語解説>

AOP：設計基準事故の範囲内の特定された事故毎に具体的な操作手順を示した手順書（事象ベース手順書）。Abnormal Operating Procedures。

EOP：事故の起因事象に囚われず、観測される徴候に応じた手順を示した手順書（徴候ベース手順書）。Emergency Operating Procedures。

SOP：EOPの適用範囲を超える状態に至った場合（シビアアクシデント）に適用する手順書。Severe accident Operating Procedures。

2. 本件に関する考え、主な確認事項等

（1）運転操作手順書（EOP）について

委員の考え

- ・東京電力HD・新潟県合同検証委員会の報告書ではEOPを使ったとしている。一方、事故時運転操作手順書の遵守状況の報告には、EOPを使った、あるいはそれで判断したということは一つも書いておらず、内容に矛盾がある。実際には、EOPを使っていないのではないか。

- ・AOPに地震時対応の項目（第4編自然災害対策編 第22章自然災害事故（大規模地震発生、津波発生））があるが、これをなぜ使わなかったのか。事故当時の対応を見ると、自然災害対策編を参照していなかったと思っている。

東京電力の考え

○どの手順書を使用するかについて

- ・EOPを使用する条件（導入条件）は、原子炉がスクラムしたときや、スクラムしていないが格納容器内の温度や圧力が上がってきたという徴候が確認されたときなどとなっている。
- ・EOPの成立条件に至らない場合は、AOPで対応する。成立条件に至った場合はEOPに移行し、さらに事象が進展してシビアアクシデントに至った場合はSOPの手順に移行する。
- ・EOP移行後の手順のうち、格納容器制御については、配管破断事故対応のAOPにも用意されているので、基本的にはAOPで対応する。EOPに記載の制限に到達した場合は、EOPにある格納容器制御で対応することとしている。

○今回の事故時の対応について

- ・原子炉スクラムが発生したため、まず、EOPを使用した。また、外部電源喪失により主蒸気隔離弁（MSIV）が閉止したため、AOPにある「MSIV閉」の手順に従って対応し、冷温停止に移行しようとしたが、全電源喪失により手順書通りの操作ができなくなった。
- ・電源をすべて失い、手順書の想定を超えた状況で、何ができるのかを全ての手順書や図書を集めてきて対応した。
- ・AOPの自然災害対策編には、スクラムした場合に原子炉を冷温停止まで持つて行く手順は書いていないため、他の項目を引用することになる。
- ・中越沖地震を受け、自然災害対策編は、使用済燃料プールのスロッシングや火災警報対応に注力したフローになっている。外部への漏水対策として、サンプポンプなど建屋の排水ポンプを停止し、動作しないように操作スイッチ固定する手順になっている。今回の地震後は、そのように対応している。
- ・国に提出した福島第一1～3号機の事故時運転操作手順書の遵守状況の報告は、事故当時に使った手順を書いたものではなく、実際に行った操作を振り返ってみて手順書の適用状況を整理したもの。事故当時、どの手順書を使ったのかという記録はない。

事故時に運転員が使用する手順書は、起因事象の大きさやプラントに与える影響により選択する。

下図は「地震」を起因とした場合のフローである。

- ① 原子炉がスクラムしていれば事故時運転操作手順書(EOP)RCスクラムで対応。スクラムしていなければ警報発生時操作手順書で対応するとともに、地震後のパトロールを実施する。
- ② 冷却材の漏えいや設備故障が発生した場合は、事故時運転操作手順書(AOP)の該当する手順で対応。異常がなければ運転を継続する。
- ③ 事故時運転操作手順書(AOP)の対応中に自動または手動でスクラムした場合は、事故時運転操作手順書(EOP)のRCスクラムへ移行。スクラムしなければ運転を継続、若しくはプラントを通常停止する。
- ④ 事故時運転操作手順書(EOP)のRCスクラムの対応中に異常徴候が確認された場合は、該当する事故時運転操作手順書(EOP)で対応。異常徴候がなければ事故時運転操作手順書(AOP)の原子炉スクラム事故主蒸気隔離弁(MSIV)「開」または「閉」の場合の手順で対応する。
- ⑤ 事故時運転操作手順書(EOP)の対応中に炉心損傷が確認された場合は、事故時運転操作手順書(SOP)へ移行する。

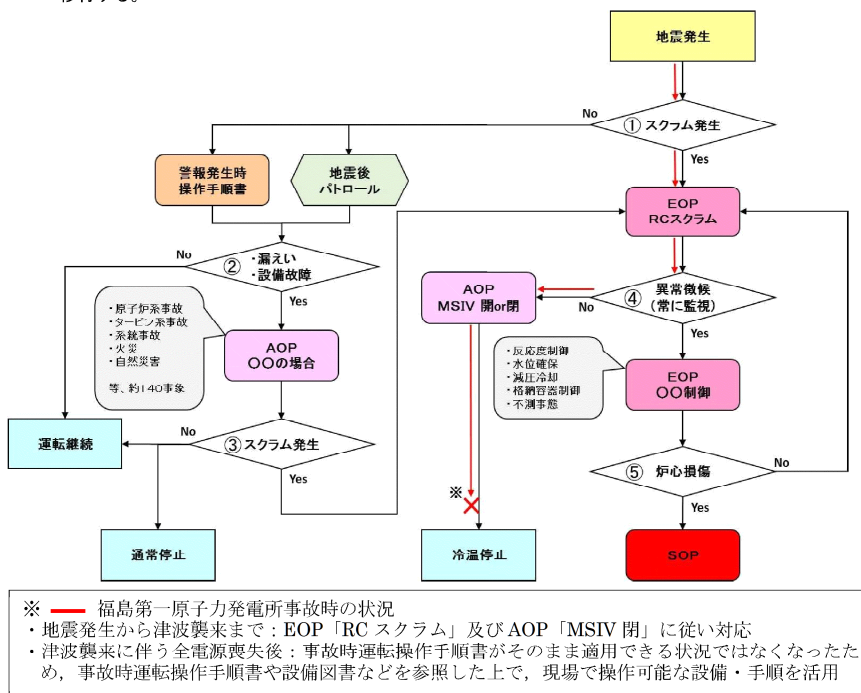


図7-1 地震が発生した場合の手順書（福島第一原子力発電所事故時の状況）

出典：平成30年度第2回技術委員会（平成30年10月31日開催）資料No.3

<https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/38356.pdf>

（2）事故時の運転操作（保安規定適用）について

委員の考え

- ・保安規定には、スクラム発生時には原子炉冷却材（原子炉水）温度変化率が55℃/h以下という運転上の制限は適用されないという記載があるが、今回適用していない。
- ・この「適用されない」という規定を適用すれば、非常用復水器（IC）を止める必要は無かった。福島第一1号機では、保安規定の「55℃/h以下」を遵守するため

非常用復水器（IC）を停止したとしているが、補機操作員が原子炉圧力の下がり
が大きいので漏えいの可能性を指摘したと聞いており、別の理由があったのでは
ないか。また、止めなければ津波が来る前に冷温停止状態（原子炉水の温度が100
℃以下）に持って行けたのではないか。

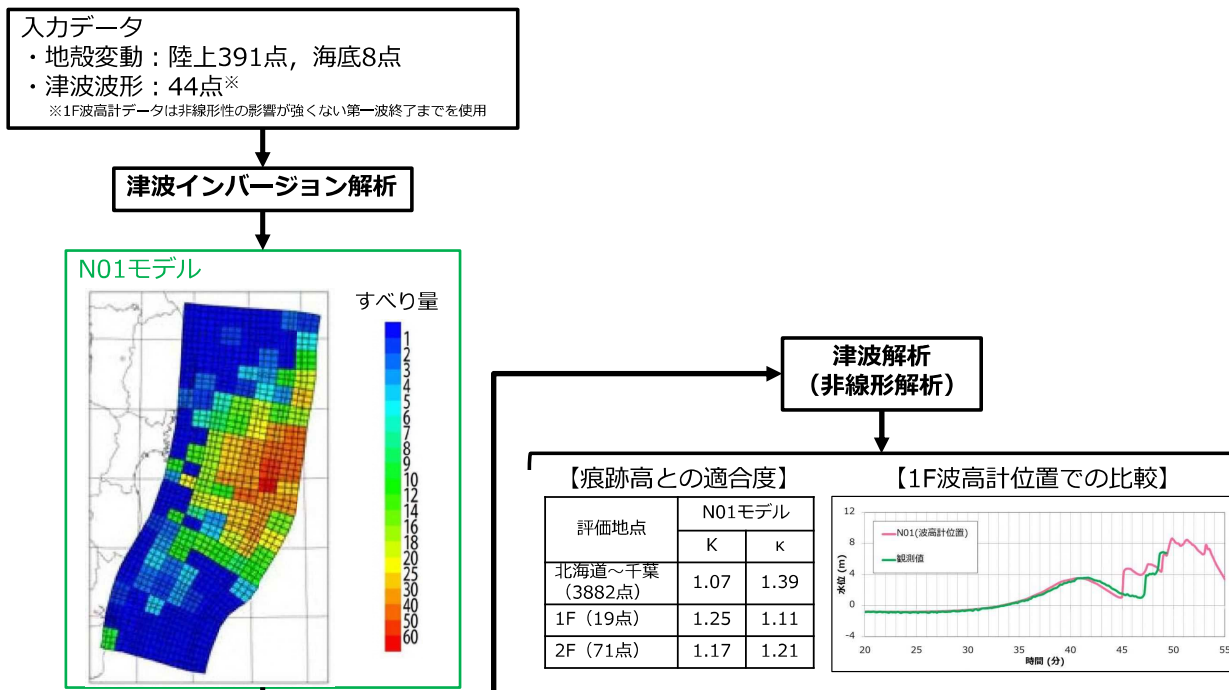
東京電力の考え

- ・ 運転員は、スクラム発生時には55℃/hを守らなくてもよいという状況があることは知っていたと思う。電源があれば原子炉を冷温停止ができるので、55℃/hを守るという選択をしていたと思うが、津波の後にSBOになるとわかっていたら非常用復水器を止めなかったと思う。
- ・ 非常用復水器（IC）の能力は55℃/h以上で原子炉水の温度を下げることを知っていたので、止めたり弁を開けて動かしたりしていた。
- ・ 運転員は、事故を受け、津波に関する注意報、警報が出た段階で対応することとし、大津波警報が出たら原子炉を止めることとした。現在は、津波が襲来するとなったら、原子炉を減圧して満水にするという手順を取ることになっている。

1(1) 津波インバージョン解析の手順 – N01モデル –

ここでのN01モデルは1F波高計位置を変更（2019.8公表）したデータを使用して得られたものであり、日本地球惑星科学連合2019年大会（2019.5発表）当時のN01モデルとは異なる。

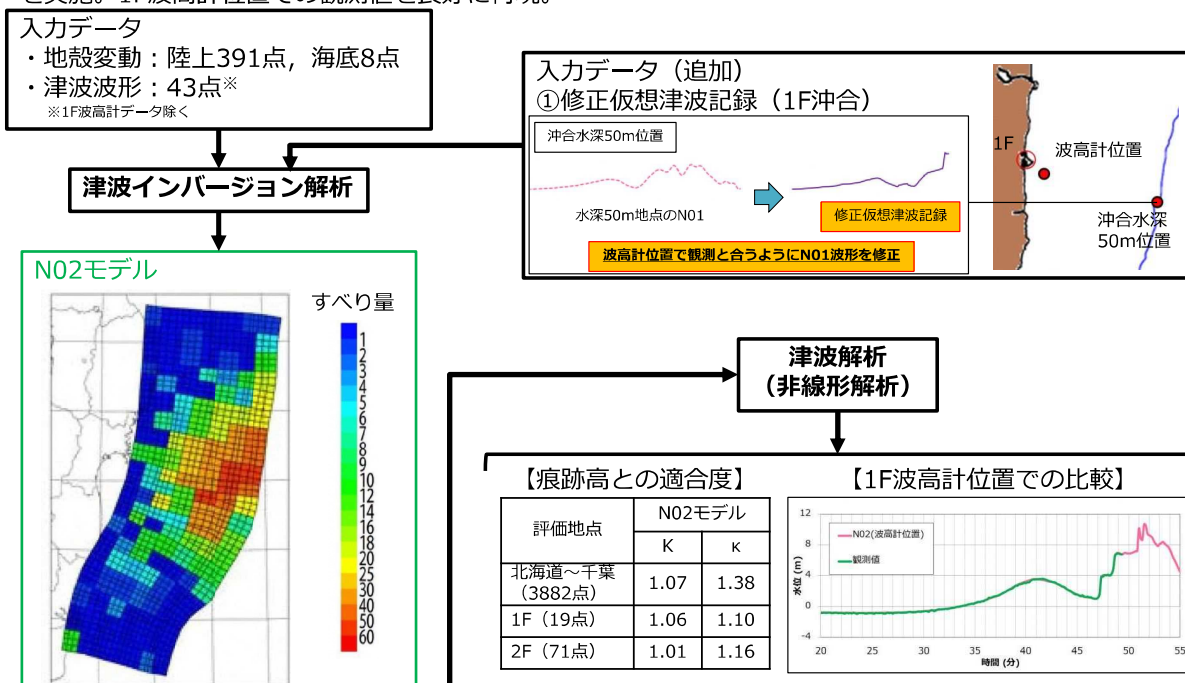
- 観測された地殻変動データ、津波波源データを使用して津波インバージョン解析を実施。
- 得られた津波波源モデル（N01モデル）を用いて津波解析（非線形解析）を実施し、痕跡高と適合度の確認、1F波高計位置での観測値との比較を実施。1F波高計位置での再現性が不十分。



1(2) 津波インバージョン解析の手順 – N02モデル① –

ここでのN02モデルは1F波高計位置を変更（2019.8公表）したデータを使用して得られたものであり、日本地球惑星科学連合2019年大会（2019.5発表）当時のN02モデルとは異なる。

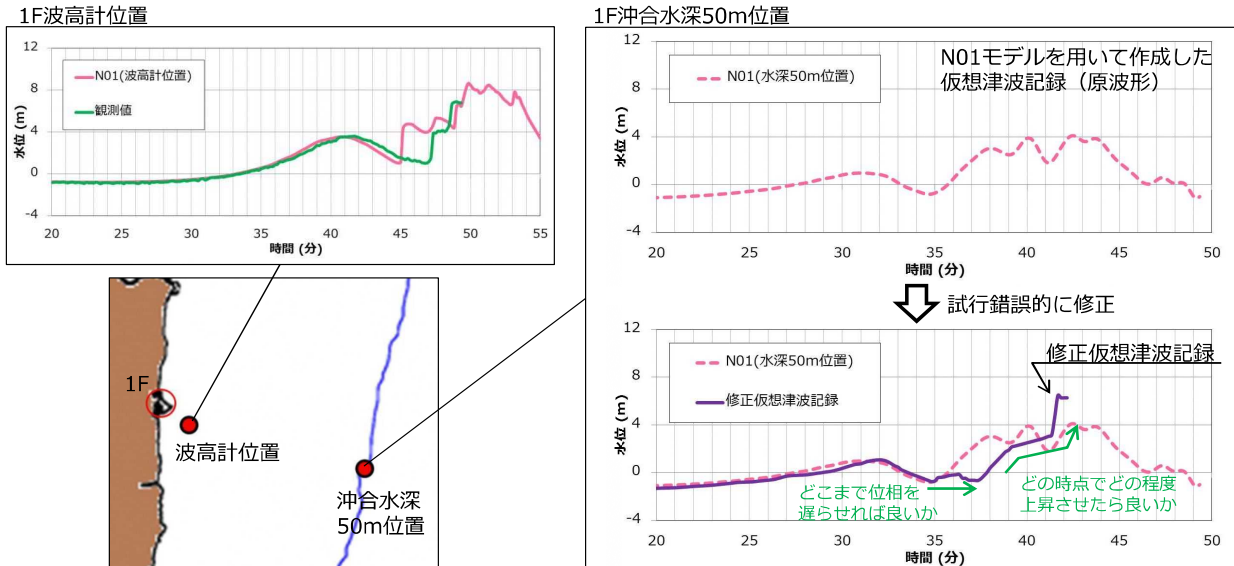
- 1F波高計位置での再現性向上を図るため、N01モデルにより作成した1F沖合水深50m位置での津波波源を修正（「修正仮想津波記録」と呼ぶ、次頁参照）、これを入力データに追加。
- 津波インバージョン解析により得られた津波波源モデル（N02モデル）を用いて津波解析（非線形解析）を実施。1F波高計位置での観測値を良好に再現。



1(2) 津波インバージョン解析の手順 - N02モデル② -

ここでのN02モデルは1F波高計位置を変更（2019.8公表）したデータを使用して得られたものであり、日本地球惑星科学連合2019年大会（2019.5発表）当時のN02モデルとは異なる。

- 修正仮想津波記録は以下の手順で作成。
- N01モデルを用いて、1F沖合水深50m位置における津波波形（仮想津波記録（原波形））を作成。
- 仮想津波記録（原波形）をベースとして、1F波高計位置での計算値を観測値に近づけるように、この仮想津波記録（原波形）を試行錯誤的に修正。
- 具体的には、第二波（1段目）の立ち上がりの位置を合わせるためには位相をどこまで遅らせれば良いか、第二波（2段目）の波形を合わせるためにはどの時点でどの程度上昇させたら良いか等の検討を繰り返し実施。
- これにより、1F波高計位置で観測値を良好に再現できる仮想津波記録を合成、修正仮想津波記録とした。

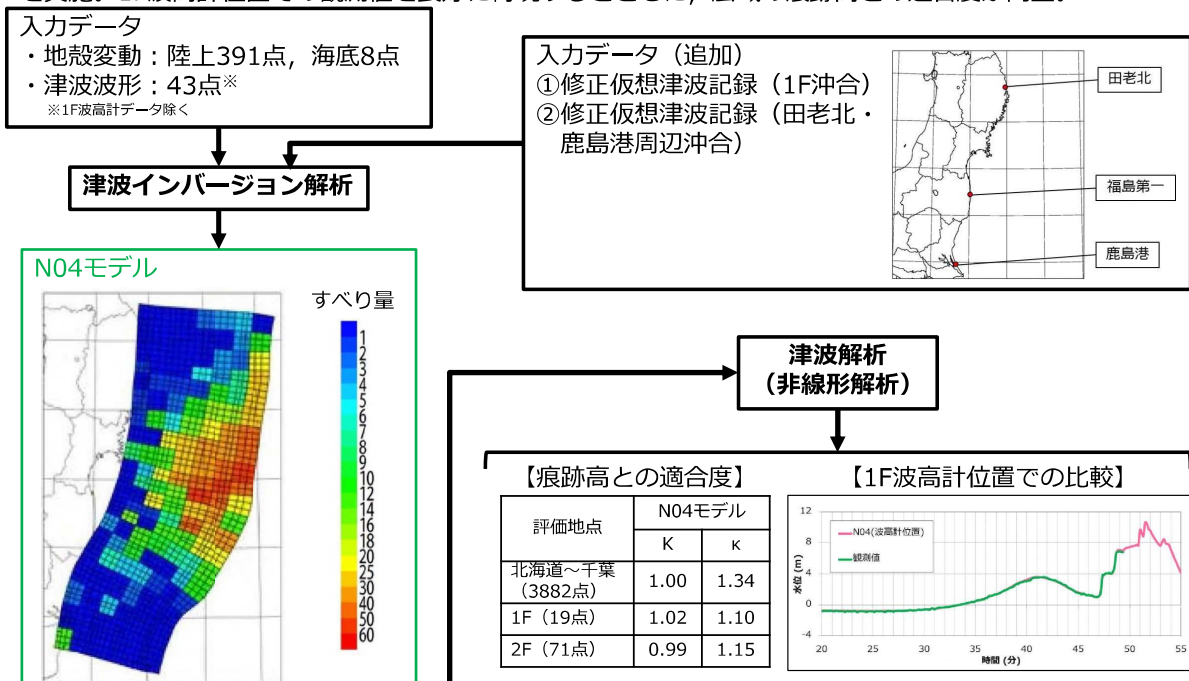


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO 3

1(3) 津波インバージョン解析の手順 - N04モデル -

- 広域の痕跡高との適合度の更なる向上のため、痕跡高に比べ計算値が低い2つの領域（田老北・鹿島港周辺）について、沖合水深100m位置での修正仮想津波記録を作成、これを入力データに追加。
- 津波インバージョン解析により得られた津波波源モデル（N04モデル）を用いて津波解析（非線形解析）を実施。1F波高計位置での観測値を良好に再現するとともに、広域の痕跡高との適合度が向上。



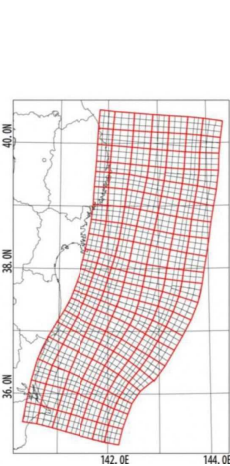
(200)

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

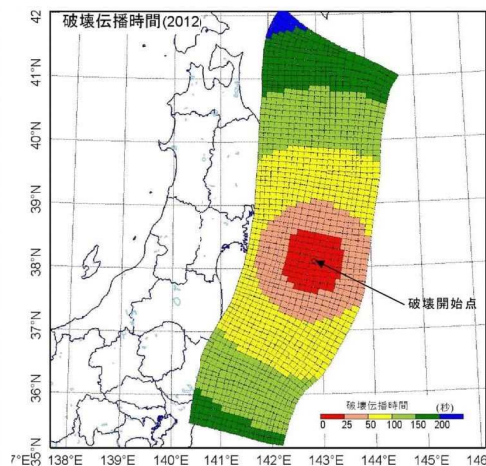
TEPCO 4

2. 津波波源モデルの設定

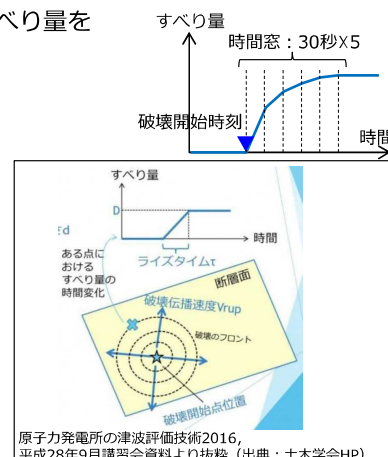
- 津波波源モデルはプレート境界面の等深線に基づき、プレート境界面を小断層の集合として近似し、147の小断層ブロックに分割（小断層ブロックの大きさ：30kmX30km程度）。
- 断層破壊の時間差を考慮するため、破壊開始点（気象庁発表に基づき設定）からモデル全域にわたって破壊伝播時間を考慮（破壊伝播速度 $V_r=2.0\text{km/s}$ ※）。
※破壊伝播速度は1.5, 2.0, 2.5km/sの場合を検討し、津波波形・地殻変動ともに残差2乗和が最小となる2.0kmで設定
- 各小断層ブロックの破壊開始時刻は破壊開始点からの距離と破壊伝播速度に基づき設定。
- 破壊開始後のすべりの時間窓を30秒X5として、小断層ブロック単位ですべり量を決定（ $147 \times 5 = 735$ 個）。



小断層の集合で表現したプレート境界とブロック分け



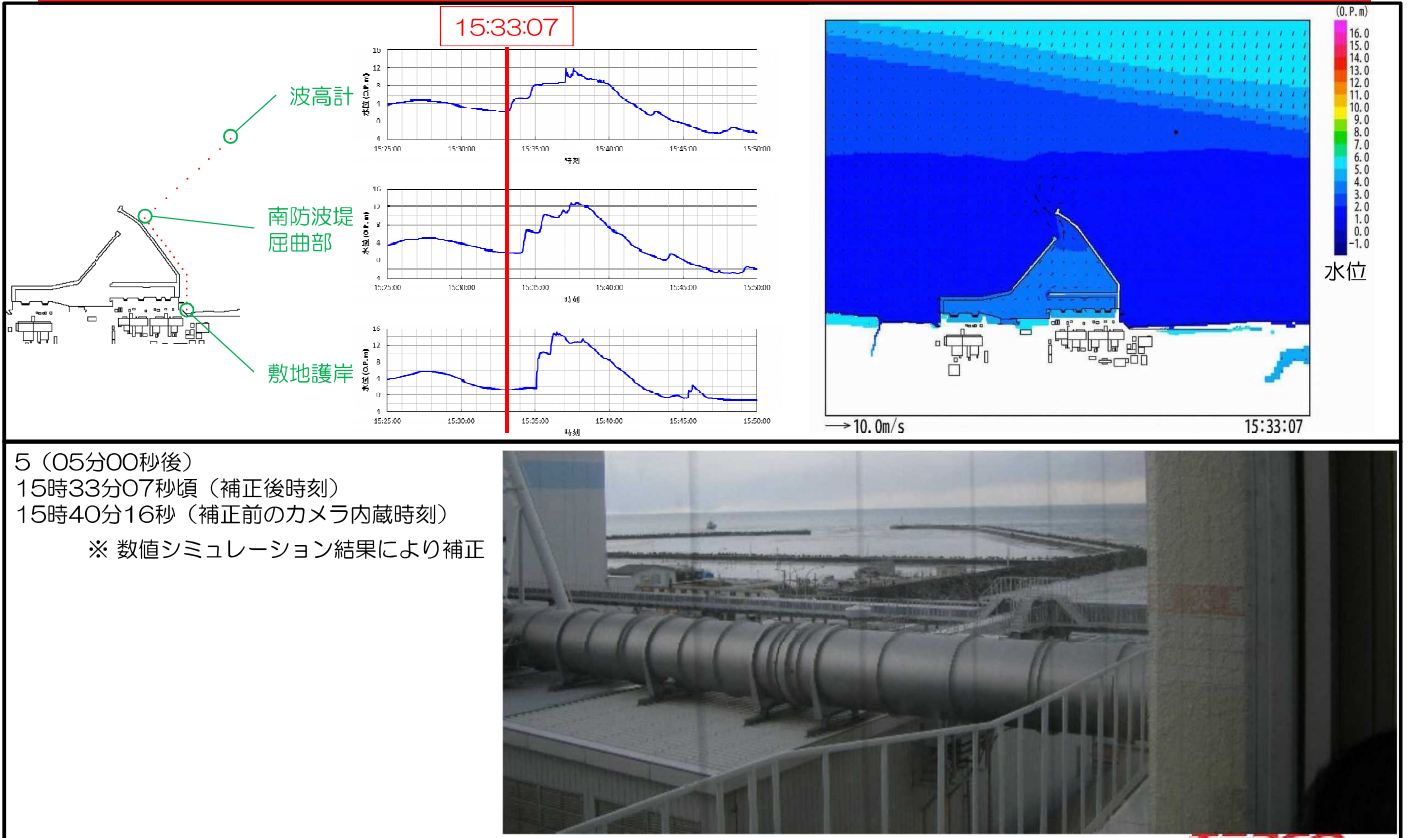
破壊伝播時間の分布
(破壊伝播速度 $V_r=2.0\text{km/s}$ の場合)



原子力発電所の津波評価技術2016, 平成28年9月講習会資料より抜粋 (出典: 土木学会HP)

- ・ 破壊伝播速度 (rupture velocity) : 断層面上を破壊が伝播する速度
- ・ すべり速度 (slip velocity) : 断層面上のすべり量の時間変化
- ・ ライズタイム (rise time) : 断層面上ですべりが開始し収束するまでの時間

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真5】

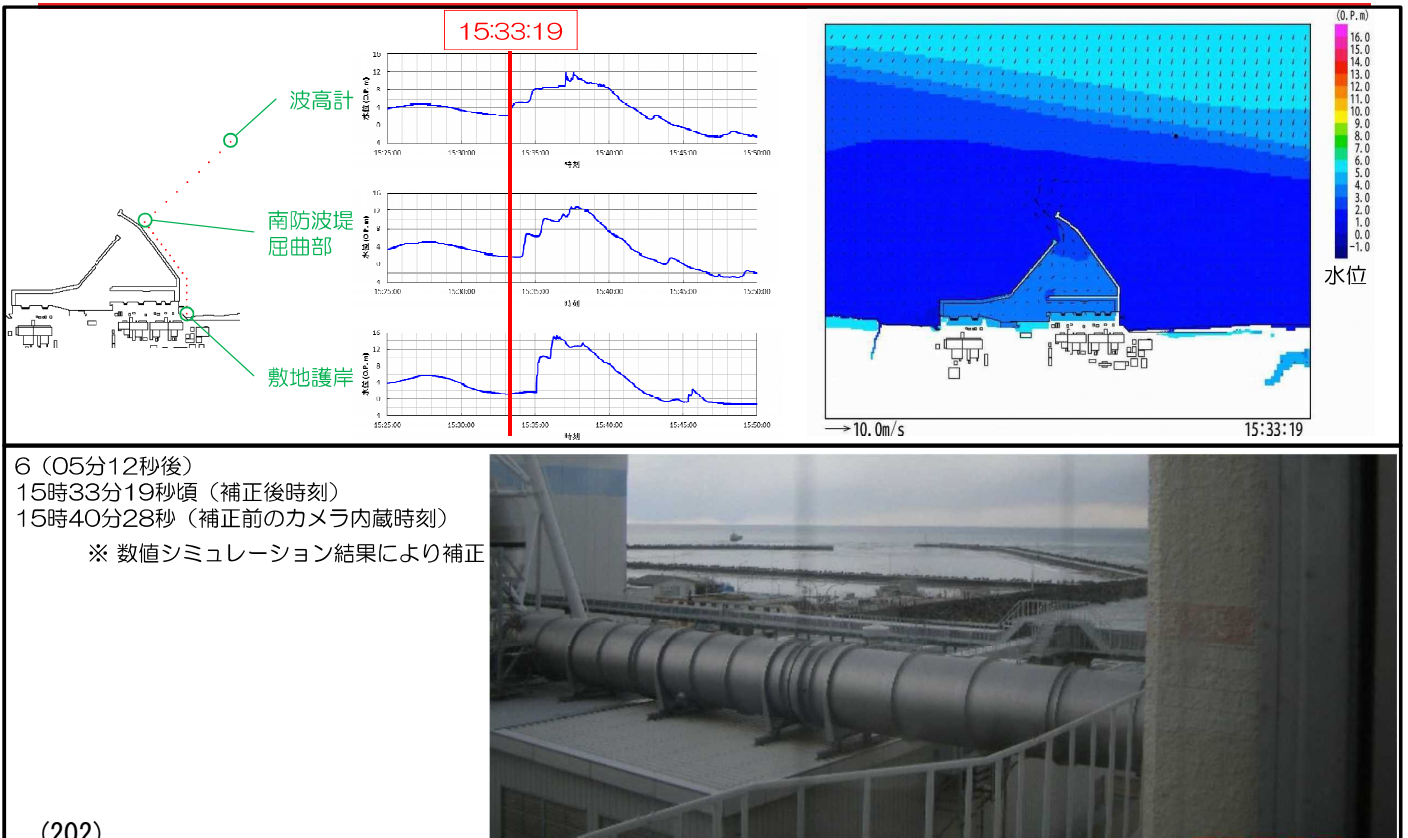


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真6】



(202)

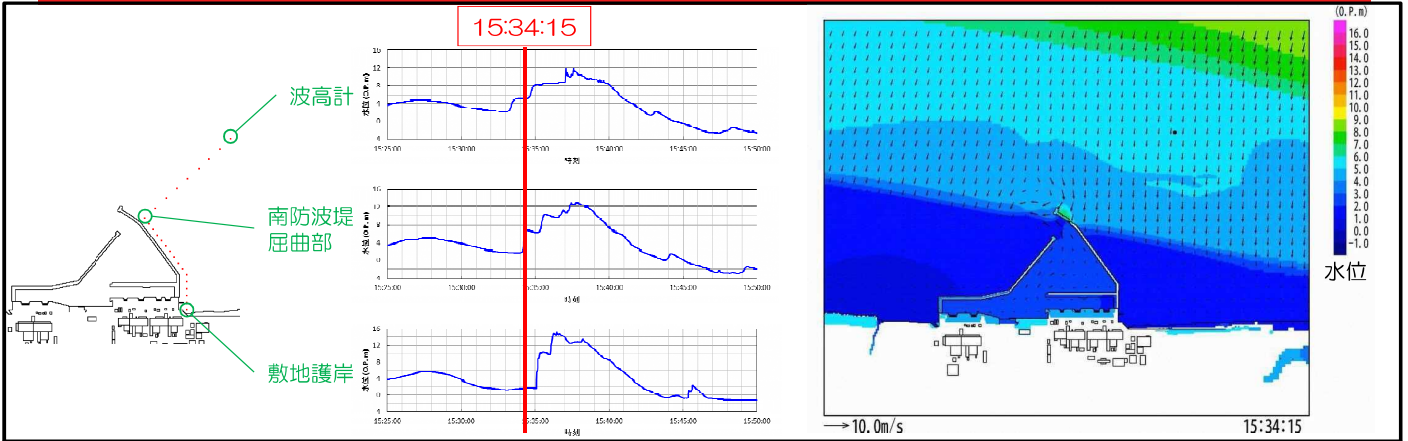
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真7】

9



7 (06分08秒後)
 15時34分15秒頃 (補正後時刻)
 15時41分24秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
 ※ 数値シミュレーション結果により補正



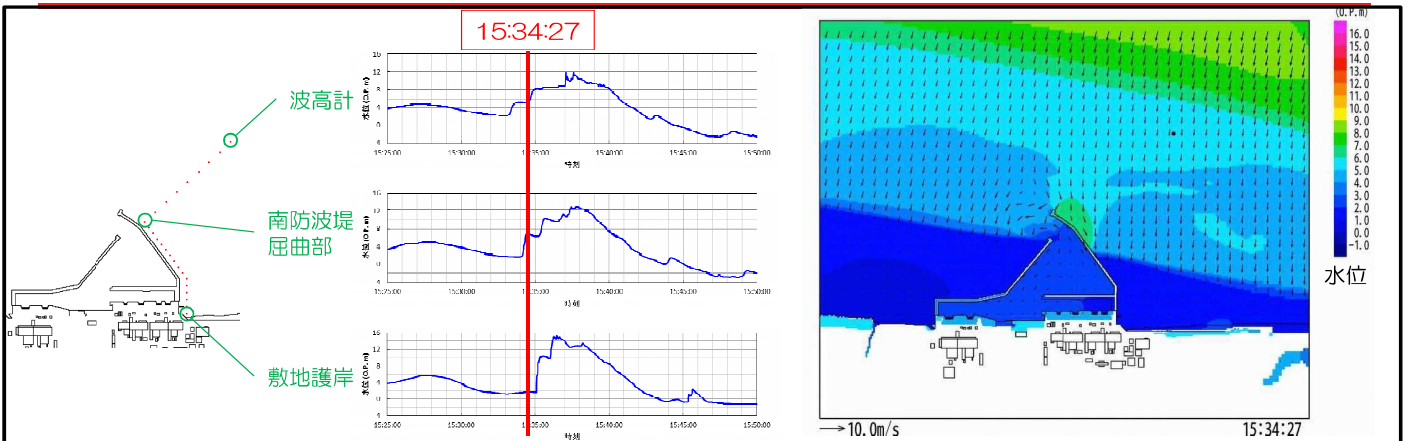
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真8】

10



8 (06分20秒後)
 15時34分27秒頃 (補正後時刻)
 15時41分36秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
 ※ 数値シミュレーション結果により補正



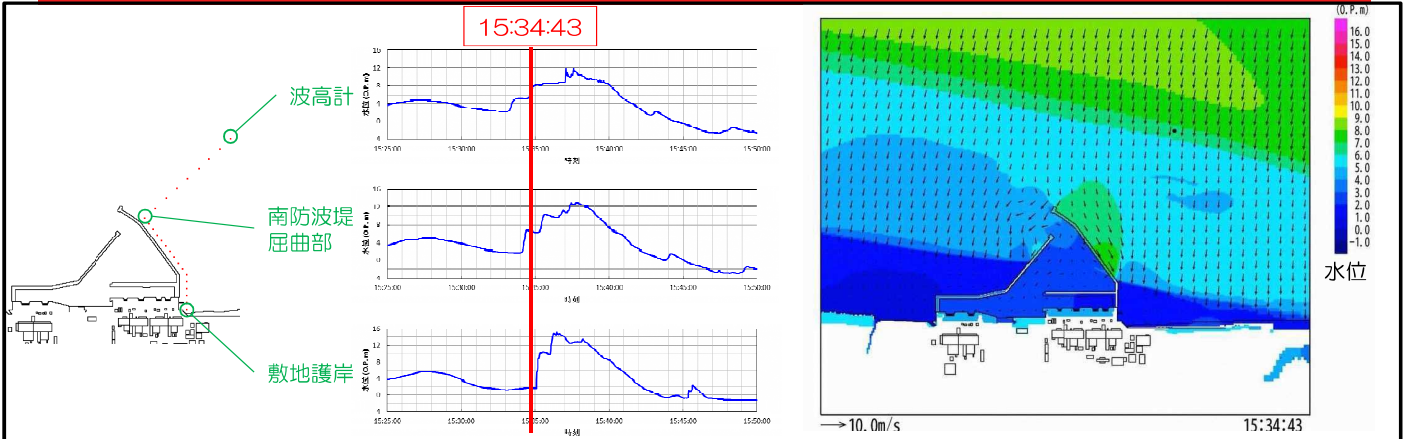
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真9】

11



9 (06分36秒後)
 15時34分43秒頃 (補正後時刻)
 15時41分52秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
 ※ 数値シミュレーション結果により補正



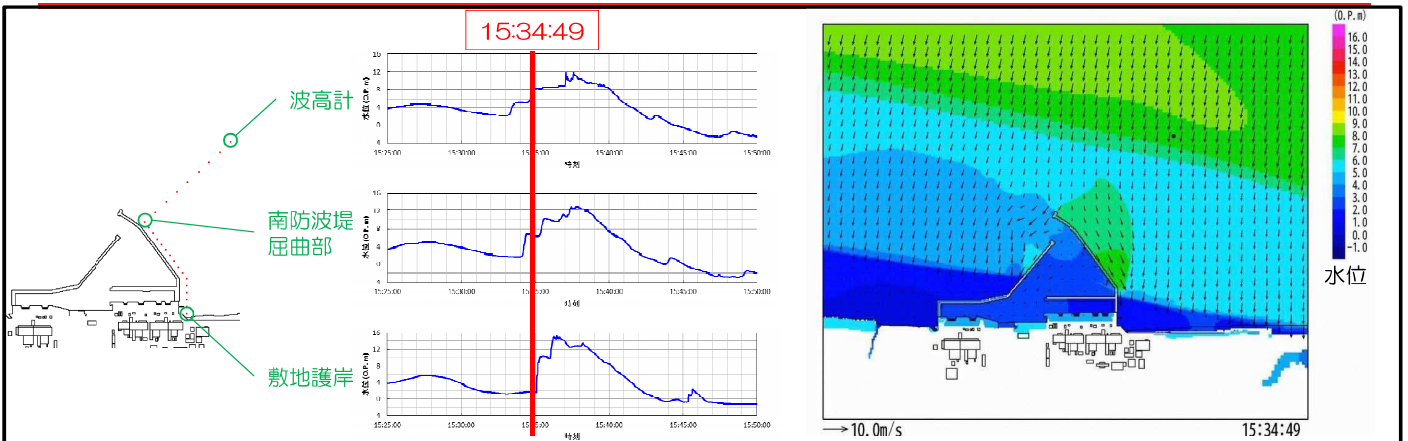
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真10】

12



10 (06分42秒後)
 15時34分49秒頃 (補正後時刻)
 15時41分58秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
 ※ 数値シミュレーション結果により補正



(204)

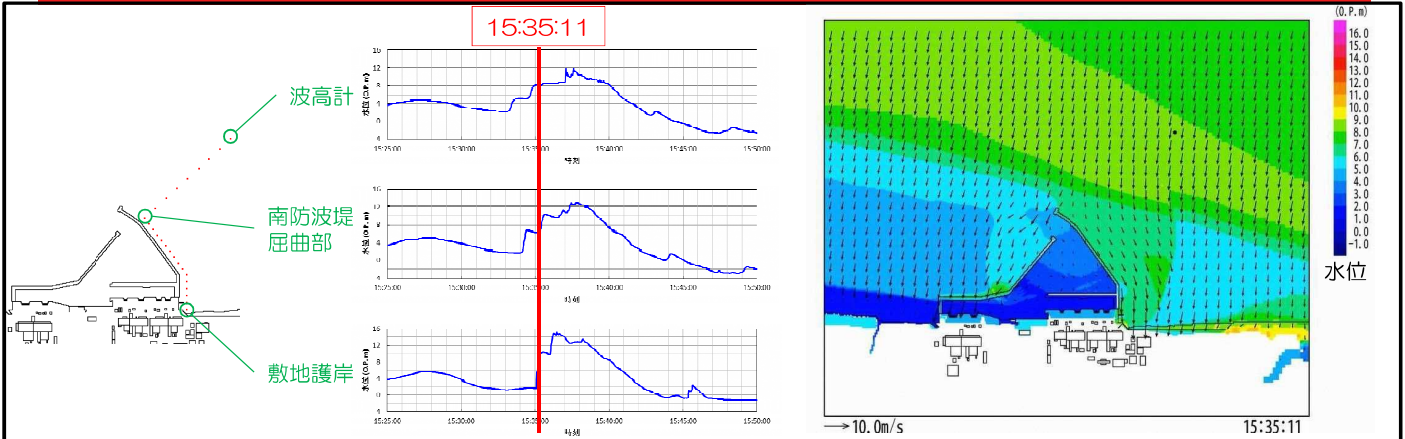
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真11】

13



11 (07分04秒後)
 15時35分11秒頃 (補正後時刻)
 15時42分20秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
 ※ 数値シミュレーション結果により補正



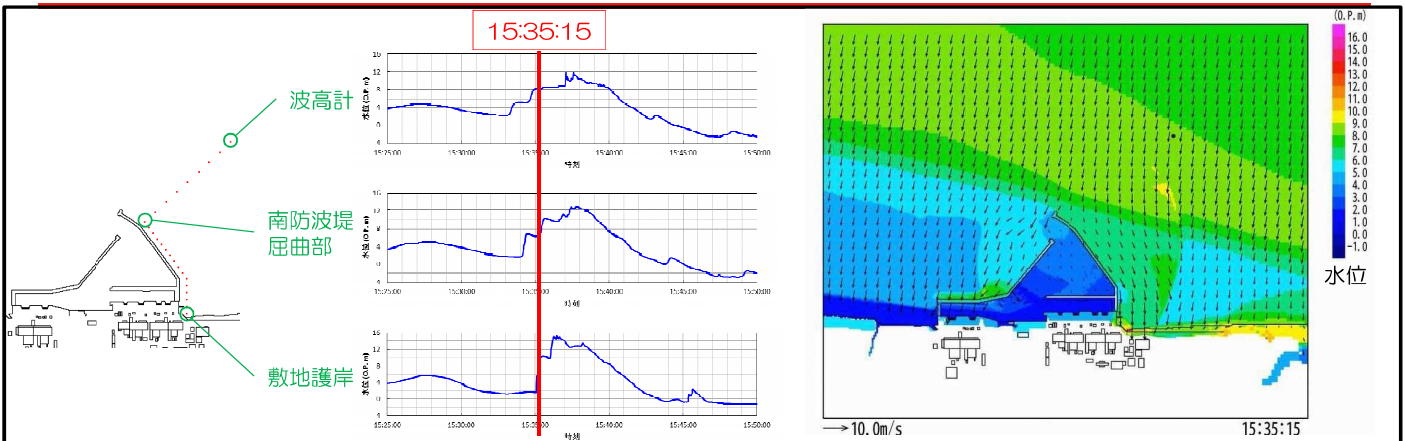
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

2. 一連の写真撮影時刻の補正【写真12】

14



12 (07分08秒後)
 15時35分15秒頃 (補正後時刻)
 15時42分24秒 (補正前のカメラ内蔵時刻)
 ※ 数値シミュレーション結果により補正



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

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

(205)

