

福島原子力事故調査報告書
< 概要版 >

平成 24 年 6 月 20 日
東京電力株式会社

目 次

1 . 本報告書の目的	1
2 . 福島原子力事故の概要	1
3 . 東北地方太平洋沖地震の概況と地震・津波への備え	2
(1) 地震及び津波の規模	
(2) 発電所を襲った地震の大きさ	
(3) 発電所を襲った津波の大きさ	
(4) 地震への備え(耐震安全性評価)	
(5) 津波への備え	
4 . 安全確保への備え(地震・津波を除く)	6
(1) 設備設計	
(2) 新たな知見の取り込み	
(3) シビアアクシデントへの備え	
(4) 安全文化・リスク管理面での取り組み	
5 . 災害時の対応態勢の計画と実際	8
(1) 緊急時態勢(原子力災害)	
(2) 情報提供	
(3) 情報公開	
(4) 人員派遣と活動状況	
(5) 撤退問題	
6 . 地震の発電所への影響	1 2
(1) 地震による設備への影響評価	
7 . 津波による設備の直接被害の影響	1 4
(1) 福島第一の主要建屋への浸水経路	
(2) 福島第一の津波による設備被害	
8 . 地震・津波到達以降の対応状況	1 5
(1) 福島第一 1 号機の対応状況	
(2) 福島第一 2 号機の対応状況	
(3) 福島第一 3 号機の対応状況	
9 . 使用済燃料プール冷却の対応	2 5

1 0 . 発電所支援	2 5
(1) 福島第一への人的支援	
(2) 福島第一への資機材支援	
1 1 . プラント爆発評価	2 6
(1) 1号機, 3号機	
(2) 4号機	
1 2 . 放射性物質の放出評価	2 7
(1) 放射性物質の大気放出	
(2) 放射性物質の海洋への放出	
(3) 放出量評価	
1 3 . 放射線管理の対応評価	3 1
(1) 放射線管理, 出入管理	
(2) 緊急時における被ばく線量基準及びスクリーニング基準	
(3) 作業者の被ばくの状況と対応	
1 4 . 事故対応に関する設備(ハード)面の課題抽出	3 2
(1) 事象面から見た安全機能喪失の要因	
(2) プラントの事象進展からの課題	
1 5 . 事故対応に関する運用(ソフト)面の課題抽出	3 3
(1) 事故想定に対する甘さ	
(2) 事故対応態勢	
(3) 情報伝達・情報共有	
(4) 所掌未確定事項への対応	
(5) 情報公開	
(6) 資機材輸送	
(7) 放射線管理	
(8) 機器の状態・動作の把握	
1 6 . 事故原因と対策	3 5
(1) 事故原因	
(2) 対策	
(3) 一層の安全確保に向けた全社的なリスク管理の充実・強化	
1 7 . 結び	3 8

添付 1 ...設備(ハード)面での対策

添付 2 ...運用(ソフト)面での対策など

【本冊子の位置付け】

本概要は、「福島原子力事故調査報告書」（以下、「本報告書」）本編の概要をご理解いただけるよう編集したものです。詳細については、各見出し横に頁番号を付記した本報告書本編の該当箇所をご覧ください。

1. 本報告書の目的（本編 P. 1【1】）

福島第一原子力発電所（以下、「福島第一」）の事故について、これまでに明らかとなった事実や解析結果等に基づき原因を究明し、原子力発電所の安全性向上に寄与するため、必要な対策を提案すること。

このため、同様の事態を再び招かぬよう、現に生じた事象を設備や運用の改善につなげていくことが重要であるとの観点から、炉心損傷の未然防止に関する課題を中心に検討した。

なお、本報告書は平成23年12月の中間報告書に、その後の調査・検討を加え以下の3つの観点にて記載の充実・追加を図った。

- ・中間報告書に記載した設備面の課題・対策に加え、運用面の課題・対策を追加
- ・中間報告書公表の時点で調査未了の項目について追加
- ・論点と考えられる項目の事実確認を追加して行い、記載

2. 福島原子力事故の概要（本編 P. 1～5【2】）

- ・平成23年3月11日、福島第一では、1号機～3号機は運転中、4号機～6号機は定期検査のため停止中、福島第二原子力発電所（以下、「福島第二」）では1号機～4号機が運転中。14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震を受けて、運転中の原子炉は全て自動停止した。
- ・福島第一では、全ての外部電源が失われたが、非常用ディーゼル発電機（以下、「非常用D/G」）が起動し、原子炉の安全維持に必要な電源が確保された。
- ・その後、史上稀に見る大きな津波により、福島第一では、多くの電源盤が被水・浸水するとともに、6号機を除いて非常用D/Gが停止し、全交流電源を喪失、交流電源を用いる全ての冷却機能が失われた。1号機～3号機では直流電源喪失により交流電源を用いない炉心冷却機能も順次停止した。
- ・このため、臨機の応用動作として消防車を用いた代替注水に努めたが、結果として、1号機～3号機では原子炉へ注水ができない事態が一定時間継続し、燃料棒被覆管が損傷し、水蒸気との化学反応により大量の水素が発生した。
- ・その後、1号機と3号機では、格納容器から漏えいした水素が原因と考えられる爆発により、それぞれの原子炉建屋上部が破壊された。

3. 東北地方太平洋沖地震の概況と地震・津波への備え（本編 P. 6～16 【3】）

(1) 地震及び津波の規模（本編 P. 6 【3. 1】）

- ・東北地方太平洋沖地震は、国内で観測された最大の地震規模(マグニチュード9. 0)。
- ・地震の震源域は、岩手県沖から茨城県沖まで、長さは約500km、幅は約200kmで、複数の領域が連動。
- ・この地震に伴い発生した津波は、日本では過去最大規模(津波マグニチュード9. 1)。

(2) 発電所を襲った地震の大きさ（本編 P. 7 【3. 2】）

- ・今回の地震動は設備の耐震安全性評価の想定(基準地震動 S_s に対する最大加速度、基準地震動による応答スペクトル)と概ね同程度。

(3) 発電所を襲った津波の大きさ（本編 P. 8～12 【3. 3】）

表1 福島第一の津波浸水高の調査結果

	主要建屋敷地エリア(1～4号機側)	主要建屋敷地エリア(5, 6号機側)
◇敷地高	0.P. ※ ¹ +10m	0.P. +13m
◇浸水高	0.P. 約+11. 5～約+15. 5m※ ²	0.P. 約+13～約+14. 5m
備考	今回の津波高さ(津波再現計算による推定)；約13m※ ³ 土木学会手法による評価値(最新評価値)；0.P. +5. 4～6. 1m	

※1：0.P. は小名浜港工事基準面を示す

※2：当該エリア南西部では局所的に0.P. 約+16～約+17m

※3：検潮所設置位置付近

(4) 地震への備え（耐震安全性評価）（本編 P. 13～16 【3. 4】）

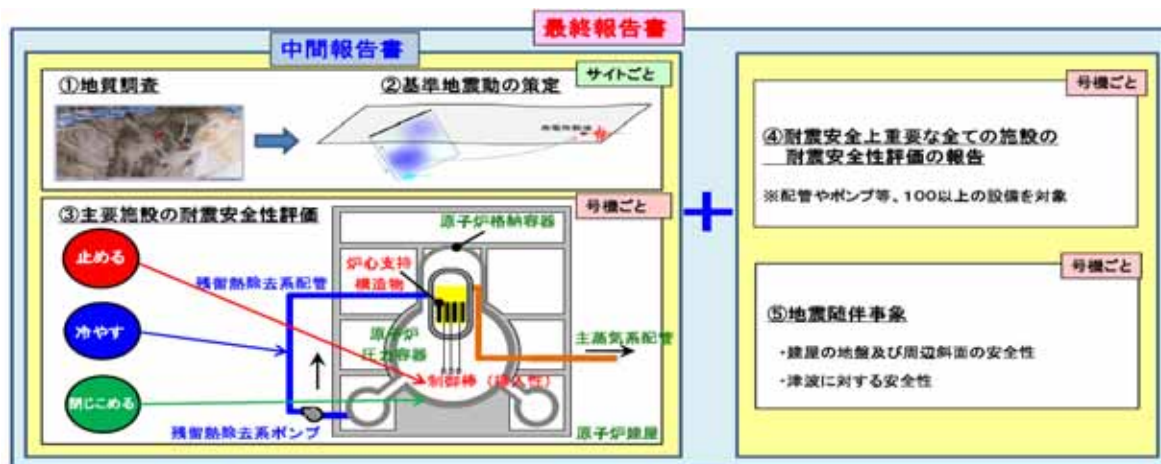
<耐震設計審査指針(新耐震指針。平成18年改訂)と耐震安全性評価(中間報告書)>

- ・平成18年9月に耐震設計審査指針が改訂（以下、「新耐震指針」）。原子力安全・保安院（以下、「保安院」）は、新耐震指針に照らした耐震安全性評価（以下、「耐震バックチェック」）の実施と、その実施計画書の提出を指示。当社は、翌10月に実施計画書を提出。
- ・平成19年7月、新潟県中越沖地震が発生。経済産業省からの指示文書を受け、原子力発電所の安全性を国民の皆さまに早期に示す観点から、当初予定していなかった代表プラント（福島第一5号機、福島第二4号機）による中間報告を行うよう、実施計画書を見直し、平成20年3月に代表プラントの中間報告を提出、平成21年11月に原子力安全委員会が評価の妥当性を確認。
- ・中間報告書では、基準地震動 S_s （最大加速度600ガル）の策定とともに、耐震Sクラスの主要な設備等の耐震安全性を確認。津波に対する安全性などについては、最終報告書で結果を報告する旨、代表プラント中間報告時にも公表。

	H18	H19	H20	H21
		H19.7.16 新潟県中越沖地震		
国 (経産省・保安院)	H18.9.20 耐震バックチェック指示[保安院]	H19.7.20 経済産業大臣指示	H20.9.4 保安院指示	H21.7 代表プラント中間報告 保安院評価 H21.11 代表プラント中間報告 原安委評価
当社 (福島第一) (福島第二)	H19.3 地質・地盤調査	H19.3 地質・地盤調査	H20.3 地質・地盤調査 H20.3 代表プラント(1F5)中間報告実施	H21.6 耐震安全性評価 H21.6 耐震安全性評価 H21.6.19 1F1-4,1F6中間報告実施 未定 最終報告
	H19.3 地質・地盤調査	H19.3 地質・地盤調査	H20.3 地質・地盤調査 H20.3 代表プラント(2F4)中間報告実施	H21.3 耐震安全性評価 H21.3 耐震安全性評価 H21.4.3 2F1-3中間報告実施 未定 最終報告

平成18年10月18日 耐震安全性評価実施計画書を保安院へ提出
平成19年8月20日 耐震安全性評価実施計画書を見直し保安院へ提出
平成20年12月8日 耐震安全評価の延期をプレス

図1 耐震安全性評価の主な経緯



総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会(第33回:平成22年11月25日)
「参考資料3 耐震バックチェックの経緯・状況・検討の流れ」より抜粋

図2 耐震安全性評価の最終報告書と中間報告書の主な内容

- 耐震バックチェックについては、保安院からの2回の指示が発出され、これらに対応するためには、調査等に時間を要することから、平成20年12月に実施計画を見直し、代表プラント以外も中間報告を行うこととした（平成21年6月までに福島第一・福島第二全号機の間接報告を国へ提出）。なお、最終報告は提出時期未定とし、明確になった時点で公表することとした。
- 保安院の2回の指示文書により地質調査、解析見直し等が必要となった。地質調査では、調査エリアの住民の方々への説明等の期間、船舶や機器等の手配調整が必要。

陸域で実施する地下探査や海域で実施する海上音波探査ともに、特殊な機材を使用する調査であり、実施可能な機関が限定。また、解析等においては、全ての事業者が一斉に動き出したため、現場調査や解析作業に精通した技術者が不足した。

- 当社は、福島県主催の会議等において中間報告説明等の際に、新潟県中越沖地震での経験や今までの知見や解析結果などをベースに、できる範囲で先行して耐震裕度向上工事を実施する旨を表明。耐震裕度向上工事としては、変圧器基礎地盤の沈下対策、非常用海水系配管ダクト周辺の地盤改良などを実施していた。

(5) 津波への備え（本編 P. 16～34 【3. 5】）

① 津波高さの評価

- 当初、小名浜港で観測された既往最大の潮位として、昭和35年のチリ地震津波による潮位（O.P.+3.122m）を設計条件とした。国の審査においても、この潮位により「安全性は十分確保し得るものと認める」として原子炉設置許可を取得している。設置許可申請書に記載されているこの津波高さについては、現状でも変更されていない。
- 平成14年2月、原子力発電所の具体的な津波評価方法を定めたものとしては唯一の基準となる「原子力発電所の津波評価技術」（以下、「津波評価技術」）を土木学会が刊行。以降、国内の原子力発電所の標準的な津波評価方法として定着し、国へ提出する評価にも使用された。

表2 津波評価の経緯

	福島第一	福島第二	東海第二	女川
設置許可時	1966年 O.P.+3.122m (1960年チリ地震津波)	1972年 1号 O.P.+3.122m 1978年 3/4号 O.P.+3.705m (1960年チリ地震津波)	— 〔既往最高潮位 S33.9.27狩野川台風 T.P.+3.24m〕	1970年 O.P.+2~3m 1987年 O.P.+9.1m (1611年慶長三陸津波)
1994年 (平成6年) ⇒津波評価	O.P.+3.5m 対策不要 (チリ地震津波で決定、慶長三陸津波も計算したがチリ地震津波を下回る)	O.P.+3.6m 対策不要 (同左)		
2002年 (平成14年) ⇒津波評価	土木学会「原子力発電所の津波評価技術」刊行			
	O.P.+5.7m (塩屋崎沖の地震で決定、慶長三陸津波も計算したが塩屋崎沖を下回る) 対策済み (ポンプ200mm嵩上げ等)	O.P.+5.2m (同左) 対策済み (熱交建屋等の水密化)	T.P.+4.86m 対策不要	O.P.+13.6m (三陸沖の地震で決定) 対策不要
2007年 (平成19年) ⇒津波評価	福島県想定津波公表			
	O.P.+5m程度 対策不要	O.P.+5m程度 対策不要		
	茨城県想定津波公表			
	O.P.+4.7m 対策不要	O.P.+4.7m 対策不要	O.P.+5.72m 対策済み (ポンプ室の壁を嵩上げ)	
2009年 (平成21年) ⇒津波評価※4	O.P.+6.1m 対策済み(ポンプ嵩上げ等) (塩屋崎沖の地震で決定)	O.P.+5.0m 対策不要 (塩屋崎沖の地震で決定)		
2011年 (平成23年) ⇒津波高さ等	東北地方太平洋沖地震津波			
	津波高 O.P.+13.1m	津波高 O.P.+9.1m	T.P.+5.4m	O.P.+13.8m

※4 2002年(平成14年)の評価と同じ手法で、海底地形データ等を最新のものに更新して評価。

- ・ 当社は津波評価技術に基づく津波評価を行うとともに、必要な対策を実施し、平成14年3月に国へ報告し確認を受けた。
- ・ その後も、確立された最新の知見に基づき津波の高さを評価してきた。

② 地震本部の見解，貞観津波に対する当社の取り扱い決定経緯

- ・ 当社は、津波高さについては、土木学会の「津波評価技術」に基づき評価することで一貫しているが、津波に関する知見・学説等が出された場合は、試算も含め、自主的に検討・調査等を実施。その一環として、津波評価に必要な波源モデル等の知見が定まっていない中、以下の2つの仮定に基づく試算や津波堆積物調査を実施。

<地震調査研究推進本部の見解>

- ・ 平成14年に国の調査研究機関である地震調査研究推進本部（以下、地震本部）が、「三陸沖から房総沖の海溝沿いのどこでもM8.2前後の地震が発生する可能性がある」との見解（以下、「地震本部の見解」）を公表。
- ・ 当社は、平成20年に、耐震バックチェックにおいて、地震本部の見解をどのように扱うか社内で検討するための参考として、試し計算を実施（福島県沖の海溝沿いの津波評価をするために必要な波源モデルが定まっておらず、三陸沖など他の地域に設定されていた波源モデルを仮に借用して計算したに過ぎない）。この概要について、当時の武藤原子力・立地本部副本部長，吉田原子力設備管理部長は以下のように判断・決定（平成20年7月）。後日武黒原子力・立地本部長に報告。
 - 津波評価技術による評価は保守性を有し、発電所の安全性は担保。
 - 地震本部の見解には具体的な波源モデルもなく、即座に津波高への影響が定まるものではない。
 - 原子力発電所の津波評価は、津波評価技術に従って実施していることなどから、大きな地震は起きないとされてきた福島県沖の日本海溝沿いを含む太平洋側津波地震の扱いを土木学会に検討依頼し、明確にルール化した上で対応。それまでは現行ルールである津波評価技術に従って評価。

<貞観津波の波源モデルによる試し計算と津波堆積物調査>

- ・ 平成20年10月、産業技術総合研究所(当時)佐竹氏から貞観津波に関する投稿準備中の論文の提供を受け、未確定ながら示されていた波源モデル案を用いた試し計算を実施。
- ・ その後、吉田部長は、貞観津波の正確な情報を得ることを主たる目的に、福島県沿岸の津波堆積物調査を決定するとともに、地震本部の見解と同様に貞観津波も土木学会へ審議を依頼することとし、後日武藤副本部長，武黒本部長に報告。
- ・ 平成21年6月に土木学会へ審議を依頼。
- ・ 津波堆積物調査の結果、福島県南部では津波堆積物を確認できず。調査結果と試し計算に使用した波源モデル案で整合しない点があることが判明したことから、貞観津波の波源確定のためには、さらなる調査・研究が必要と考えた。

なお、今回の地震は、地震本部の見解に基づく地震でも、貞観地震でもなく、より広範囲を震源域とする巨大な地震であったことが判明している。

4. 安全確保への備え（地震・津波を除く）（本編 P. 35～51 【4】）

- ・ 原子力災害リスクの低減に向け、国や専門機関が定める技術基準等を満たす設備設計・対策を実施するとともに、過去の自然災害や国内外の事故事象などの知見を、適宜、発電所の設備・運転に反映し、原子力安全の更なる向上に向けた取り組みを継続的に実施してきた。また、発電所運営においても、世界の良好事例との比較・検証を行うなどして運営の品質向上に努めていた。

(1) 設備設計（本編 P. 36 【4. 3】）

- ・ 原子力発電設備の設計にあたっては、人は間違えることがあり、機械は故障することがあるということを前提に、機器の単一故障を想定した事故に対して、多重性や多様性及び独立性を持たせた非常系の冷却設備等を設置。
- ・ 原子炉スクラム等の重要な機能は、故障が生じた場合、安全側に動作する設計。これらの状況も踏まえ、原子炉施設の構造、設備等が災害の防止上支障がないものとして、法令に基づく設置の許可を取得。

(2) 新たな知見の取り込み（本編 P. 36～39 【4. 4】）

- ・ プラントの設置後も新たに得られる知見（運転経験を含む）をその都度、設備面・運用面の観点から積極的に取り込み。
 - 平成11年フランス・ルブレイエ発電所の浸水事象、平成13年台湾・第3（馬鞍山）原子力発電所の全交流電源喪失事象、平成16年インド・マドラス発電所の海水ポンプ浸水被害
 - 平成19年新潟県中越沖地震の知見・教訓を、柏崎刈羽原子力発電所に安全対策として反映。福島第一・第二にも水平展開。代表例は、今回の事故においても効果を発揮した免震重要棟の設置や消防車の配備等。

<マドラス発電所におけるスマトラ島沖地震による海水ポンプ浸水被害の対応>

- ・ 平成18年、保安院と原子力安全基盤機構は、マドラス発電所の事象や米国での内部溢水事例を契機に溢水勉強会を設置し、電気事業者はオブザーバーとして参加。
- ・ 検討の結果、津波評価技術の手法の保守性を確認する一方で、計算した津波高さに対して海水ポンプの余裕が少ないプラントについて、さらなる余裕を確保する検討を行い対応するよう、保安院から口頭で要請され、あわせて各社上層部にも伝えるよう要請があった。なお、この検討は、現実の津波の可能性や蓋然性を考慮したものではなかった。

- ・当社は、保安院の要請を武黒原子力・立地本部長まで情報共有するとともに、海水ポンプ用モータの水密化研究等を実施。

(3) シビアアクシデントへの備え（本編 P. 39～45【4.5】）

① アクシデントマネジメント（AM）整備（本編 P. 39～42【4.5(1)】）

- ・昭和54年の米国スリーマイルアイランド事故を受け、原子力安全委員会が原子力安全確保対策に反映させるべき事項を抽出し、国、事業者双方で対応。
- ・通産省からのアクシデントマネジメント（AM）整備要請（平成4年7月）に基づき、平成6年から平成14年にかけて、多重な故障を想定しても「止める」「冷やす」「閉じ込める」機能が喪失しないよう多重性、多様性の厚みを増すAM対策を整備。具体的な整備内容については国に報告し、妥当との確認を得ながら国と一体となって整備を推進。

<設備面のAM策>

- ・既存設備の潜在能力を最大限に活用するため、必要な設備変更を実施し、代替注水、耐圧強化ベント、電源融通等を整備。

<運用面のAM策>

- ・多重な故障への対応態勢を整備し、AMを的確に実施するため手順書を改制定。運転員、支援組織の要員を対象にAMに関する教育等を定期的実施。

② AM策における確率論的安全評価（PSA）の取り組み（本編 P. 42～43【4.5(2)】）

<外的事象PSA>

- ・通産省のAM報告書（平成4年6月）の作成段階で、外的事象を起因とするPSAの研究着手を求める記載があったが、当時、既に事業者としても、評価手法としては未熟ではあるものの、評価手法の整備や精度向上に取り組んでいた。
- ・外的事象PSAは手法が確立されておらず、平成4年以降、電力共同研究において、それまでの研究成果をベースに地震PSA手法の確立に向けた精緻化に加え、地震以外の事象も研究を実施。
- ・これにより、地震PSAの評価精度は向上したものの、評価に伴う不確実さは依然大きく、PSA手法を用いたリスク低減策の検討など、実務において意思決定に用いるには更なる検討が必要との認識であった。
- ・このように、外的事象の中でも比較的研究の進んだ地震への対応でも確立されておらず、津波はより一層対応が困難な状況であった。

③ AM策と今回の事故（本編 P. 43～45【4.5(3)】）

- ・福島を事故を顧みると、今回の津波の影響により、これまで国と一体となって整備してきたAM策の機器も含めて、事故対応時に作動が期待されていた機器・電源がほぼすべての機能を喪失。現場では消防車を原子炉への注水に利用するなど、臨機の対応を余儀なくされ、事故対応は困難を極めた。想定した事故対

応の前提を大きく外れる事態となり、これまでの安全への取り組みだけでは事故の拡大を防止できなかった。

- ・ 福島第一5, 6号機, 及び福島第二では, 電源喪失を免れた(福島第一5号機は, 6号機から電源融通) ことなどから, これまでに整備してきた AM 策を有効に機能させることができ, プラントの安定化, 冷温停止に至った。

(4) 安全文化・リスク管理面での取り組み (本編 P. 46~51 【4. 6】)

<原子力品質保証活動>

- ・平成14年の不祥事を契機に, 原子力発電所の安全を確保するための活動を体系的に実施するため, 「品質マネジメントシステム」を構築し, 安全と品質向上のPDCAの更なる充実を目指した。

<安全文化の醸成>

- ・平成20年, 第三者の視点からのWANO コーポレートピアレビューにおいて, 当社の安全文化に対して指摘(要改善事項)を受けたことから, 「安全文化7原則」^{※5}を策定等, 安全文化の醸成に努めた。平成22年に行われたWANOによるコーポレートピアレビューでは, 安全文化に関する指摘に対し, 改善が十分との評価。

※5 当社の安全文化7原則

- 原則1: すべての職員が原子力安全に関与していることを自覚する
- 原則2: リーダーが自ら安全文化の原則を率先垂範する
- 原則3: 社内外の関係者の間に信頼関係を醸成する
- 原則4: 原子力安全を最優先した意思決定をする
- 原則5: 原子力発電に固有のリスクを強く認識する
- 原則6: 常に問いかける姿勢を維持する
- 原則7: 日々組織的に学習する

<リスク管理の取り組み>

- ・原子力・立地本部内の各部及び各原子力発電所をリスク管理所管箇所と位置付け, 日常業務における安全管理により, 原子力安全を確保することを前提に, 各所にてシナリオを洗い出し, リスクマップなどを作成し, 評価・対応策の検討・実施。
- ・経営目標への影響度や対応の緊急性, あるいは全社横断的な観点から, 特に経営に重大な影響を及ぼすと思われるリスクについて, 全社横断的に総括管理する「リスク管理委員会」にて管理状況や対応方針を確認・評価。
- ・原子力部門においても, 部門における平常時のリスク管理状況を一元的に統括するため「原子力リスク管理会議」を設置。

5. 災害時の対応態勢の計画と実際 (本編 P. 52~83 【5】)

(1) 緊急時態勢 (原子力災害) (本編 P. 56~57 【5. 2 (2)】)

- ・ 本店緊急時対策本部 (本部長: 社長) は発電所緊急時対策本部への人員や資機材等の支援を行う役割を有する。
- ・ 発電所緊急時対策本部の本部長 (発電所長) は, 応急復旧計画の立案と措置, 並びに事故拡大防止に必要な運転上の措置等についての権限を有する。

また、機器の動作状況等を確認し、予め定められた手順に従った操作を行う判断は基本的に当直長が実施。

- ・発電所と本店は常時TV会議でつながれており、情報を共有しながら重要な事項について本店は適宜、確認・了解を行う。
- ・通報連絡については、原子力事業者防災業務計画に基づき国(内閣官房、経済産業省、文部科学省等)、福島県、関係市町村、警察署、消防本部

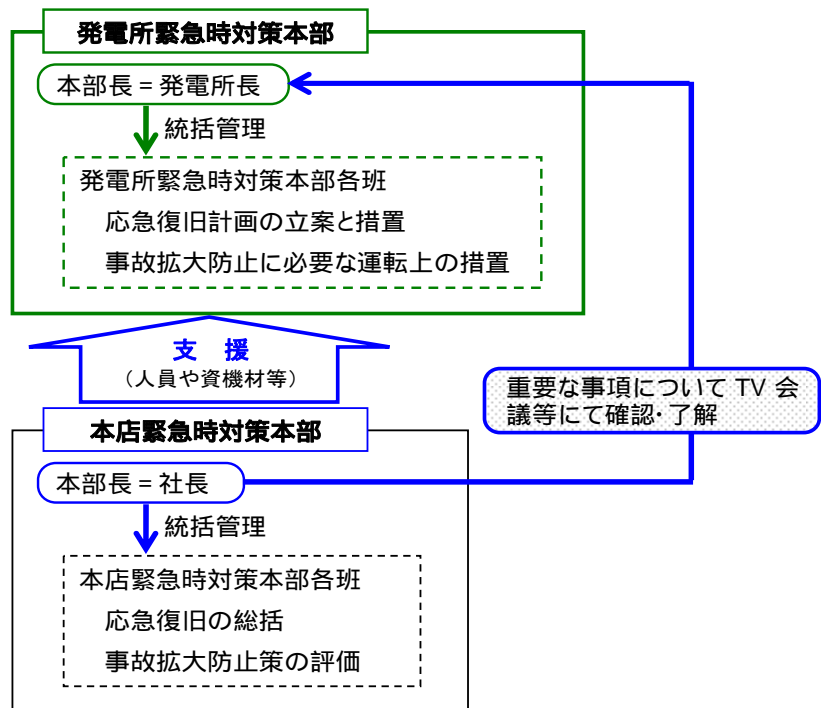


図3 緊急時体制（原子力災害）

等の関係機関に対して、発電所からファックスを用いて一斉に送信。経済産業省、福島県、発電所所在町についてはその着信を確認。それ以外については、電話にてファックスを送信した旨を連絡。

(2) 情報提供（本編P.60～64【5.3(2)、(3)】）

① 通報連絡及び問い合わせ対応

- ・中央制御室内で監視できる計器がなく、緊急時に情報伝送するシステムも喪失する中、発電所対策本部では、わずかに残されたホットラインや現場から戻った人の口伝えにより情報を収集し、発信。
- ・通報連絡として、原災法に基づく第10条通報、第15条通報報告を実施。
- ・その後も事象進展に伴うプラント情報の提供、格納容器ベントの実施予告、ベント時の被ばく評価等の情報を、国、県、町等、関係機関へ適宜、一斉ファックスや電話で連絡。
- ・福島第一からの通報のうち、浪江町については、ファックスの送信を試みた後（受信確認はできず）、固定電話、災害優先携帯電話、衛星携帯電話、ホットラインを用いて繰り返し試みたものの、通信手段の不調により、結果として電話連絡がとれず、3月13日から社員が訪問し、状況説明を実施。また、原子力発電所の所在4町には3月11日より当社社員が訪問し、状況説明等を実施。
- ・原子力災害時には、国等による一元的な広報活動となるが、今回の事故ではオフサイトセンターが機能しなかったため、3月11日の夜から福島県内のラジオ放送、テレビテロップによる情報提供、及び福島第二の広報車両による住民の方への周知等、臨機の対応を実施。

(3) 情報公開（本編 P. 64～70【5. 3(4)】）

① 広報活動の実施状況について

<本店における広報>

- ・ 3月11日の夕刻に本館1階にプレスルームを設置し、原子力発電所の状況及び400万軒以上の停電状況に関する当社プレスリリース文を来社した記者に配布、内容説明、質疑応答(以下、「記者レク」)を実施。
- ・ 原子力災害に発展し、状況の理解・説明が難解であったことから、原子力に関するプレスリリースは、技術担当者が記者レクの中で適宜説明。
- ・ 新たな事象が生じる都度、時間帯に関係なく発表・記者レクを実施。

<現地(発電所立地点)における広報>

- ・ 原子力発電所においては、報道機関が発電所に来所できるような状況ではなかったことから、プレスセンターは開設せず。
- ・ 原子力災害が発生した場合、オフサイトセンターに設置されるプレスルームで、当社を含め広報対応を一元的に実施することが国の防災基本計画等で規定。
- ・ しかしながら、オフサイトセンターが3月12日まで運営を開始できなかったため、本店から移動した武藤原子力・立地本部長（広報部員1名随行）は福島第二に待機。
- ・ 3月12日3時20分、オフサイトセンターの活動開始との報告を受け、武藤本部長のほか、福島第一からも広報要員2名を派遣。しかし、オフサイトセンターが避難区域に含まれたことなどから、同センターでプレス発表は行われず。

<県庁所在地(福島市)における広報>

- ・ 福島市においては、地震発生に伴い福島県自治会館に設置された県の災害対策本部に、当社福島事務所の所員が設置直後より常駐し、発電所の状況の報告等を実施。

② 社外からの指摘状況

- ・ 当社は情報公開への取り組みとして、今回の事故でも、正確な情報を速やかに公表するよう努めてきた。しかしながら、中には情報公開に時間を要した事例や、情報に誤りがあった事例もあり、社外から様々なご指摘を受けている。
- ・ 今回の事故で特徴的な指摘は、以下の通り。
 - ▶ 情報公開に時間を要したのではないかとの指摘
全電源喪失に伴い、確認できるプラントデータが限定的となり、入手にも時間を要したことが主な要因。また、原子力災害時にどのような情報をより迅速に伝えていくのかについて具体的な定めがなかったこと等の要因も重なった。
 - ▶ 情報を隠しているのではないかとの指摘
情報を隠そうとした事実や意図はなかったものの、データ公開時の説明不足、リソース上の限界などにより、情報公開に消極的とも受け取られる事例が散見されたのも事実である。
 - ▶ 炉心溶融を認めず／事態を矮小化しようとしたとの指摘

言葉の定義自体が共通認識となっていない「炉心溶融（メルtdown）」の用語ではなく、得られたデータから判断できる範囲で正確に炉心の状況を伝えることに努めていた。このことがかえって事象を小さく見せようとしているとの指摘につながった可能性もあり、説明の仕方等に検討・工夫が必要。なお、炉心溶融を否定し続けてきたという事実はなかった。

➤ 経営陣による説明の不足

社会の皆さまへ多大なご迷惑とご心配をお掛けしている企業のトップとして、記者会見などを通じたお詫びやご説明が不十分であった。

(4) 人員派遣と活動状況（本編 P. 70～73 【5.3(5)】）

① 原子力安全・保安院

- ・ 3月11日の地震スクラム後、本店官庁連絡班等の要員（常時5名程度）を保安院の緊急時対応センター（ERC）に派遣。

② 政府、総理官邸

- ・ 官邸については、防災業務計画上、原子力災害時に当社から要員を派遣する手順とはなっていなかったが、3月11日の国の原子力災害対策本部設置（19時3分）以前に、官邸から原子力について話を聞きたいとの要請があり、武黒フェロー、原子力部門の部長、ほか2名を急遽、技術補助者として派遣。
- ・ その他の派遣については以下の通り。いずれも24時間体制で常駐。
 - 3月13日以降、官邸2階に社員4～5名程度
 - 3月14日以降、官邸地下の危機管理センターに社員4名程度

(5) 撤退問題（本編 P. 74～83 【5.3(7)】）

- ・ 3月14日、当社は、現場の状況が厳しくなる中、作業に直接関係しない者の一時退避を検討しているが、これは作業に必要な者は残って対応に当たる前提であり、全面撤退しようとしていたものではなかった。これについては、本店と発電所間で連携がなされており、方針は一致している。
- ・ 清水社長が官邸に呼ばれ真意を確認された15日4時17分よりも前の、3時13分に本店で作成された退避の手順には、「全員（緊急対策メンバー以外は）直ちに退避行動を」と明記されており、危機回避のための活動は継続する意志が示されている。
- ・ 発端となった清水社長と海江田大臣との間の電話連絡の時点で、言葉の行き違いで互いの認識に誤解があり、認識の差になった可能性は否めない。これを契機に官邸内では、「（東電が全面撤退しようとしており）現場の方たちには大変申し訳ないが頑張っていたかなければならない」という意見の一致がなされたと言え、誤解・認識の差が官邸幹部で広まったと言える。
- ・ しかし、15日3時頃、清水社長から海江田大臣への電話の内容について報告を受けたとされる菅総理が、15日4時17分、官邸に清水社長を呼び出した際、自ら直

接に清水社長の真意を確認したところ、清水社長は全面撤退を考えているものではないことを明確に述べている。ここに、上記誤解、認識の差は解消したものと考えられる。

- ・また、官邸が独自に発電所・吉田所長の意志を確認したところ、吉田所長は全面撤退など考えていないということを確認したとしている。
- ・この時の経緯については、その後、何度も国会（福島原子力発電所事故調査委員会を含む）の質疑で取り上げられ、菅総理や海江田大臣、枝野官房長官が答弁しており、清水社長を官邸に呼び出し真意を確認したところ、清水社長の回答は全面撤退ということではなかったという点で全ての答弁は一致している。清水社長の真意確認は、総理が、東電本店に来て撤退は許さないとの発言をするよりも以前の出来事である。
- ・本件は、本店と官邸の意思疎通の不十分さから生じた可能性があるが、本店も発電所も、もとより作業に必要なものは残って対応に当たる考えであった。現実の福島第一の現場においては、当社社員は原子力プラントが危機的状況にあっても、身の危険を感じながら発電所に残って対応する覚悟を持ち、また実際に対応を継続していた。

6. 地震の発電所への影響（本編 P. 84～104 【6】）

(1) 地震による設備への影響評価

① プラントパラメータによる評価

- ・今回、津波の影響によりほとんどの計器電源等も喪失したため、情報は限定的であるが、その多くは津波襲来までのプラント状態を示している。
- ・高圧注水設備（非常用復水器、原子炉隔離時冷却系）が問題なく動作していると判断され、特に異常は認められない。また、主蒸気流量、格納容器圧力・温度、格納容器床サンプル水位のチャートから、配管の健全性についても、異常はないと考えられる。

② 観測記録を用いた地震応答解析結果

- ・今回の地震観測データに基づいた地震応答解析を用いて、安全上重要な機能を有する主要な設備の耐震性を評価、その計算値はすべて評価基準値以下であることを確認、これらの設備の機能に地震の影響はないと考えられる。
- ・はぎとり解析^{*6}によって再現した地震波を用いて、代表機器の疲労評価（解析）を行った結果、基準値に対して極めて小さく、今般の地震による疲労影響は無視できると考えられる。

*6 観測値から、「はぎとり波」を求めるための解析を「はぎとり解析」という。「はぎとり波」とは、実測された地震動観測値を用いて求めた解放基盤表面の地震動のことであり、基準地震動S_sと直接比較することができる。

③ 発電所設備の目視確認結果

- ・福島第一1～6号機の損傷状況を可能な範囲で目視により確認。確認できた範囲において、安全上重要な機器はもとより、耐震クラスの低い機器でも地震によって機能に影響するような損傷を受けたものはほとんど認められなかった。

④ まとめ

- 福島第一については、建屋内の汚染水の滞留や放射線の問題等から、原子炉建屋内の機器やタービン建屋地下階の機器の状態確認は現在も困難。そのため、プラントパラメータによる評価、観測記録を用いた地震応答解析結果、発電所設備の目視確認結果にて、地震による安全上重要な機器の機能への影響の有無について評価。
- その結果、福島第一において、安全上重要な機能を有する主要な設備は、地震時及び地震直後において安全機能を保持できる状態にあり、地震による損傷は確認されていない。また、耐震重要度の低い機器においても地震によって機能に影響する損傷はほとんど認めらなかった。
- 地震によって外部電源の喪失は生じたものの、地震後の時点においては非常用D/Gによる電源確保に成功しており、プラントとしては地震時及び地震直後の対応を適切に実施できる状態であった。

7. 津波による設備の直接被害の影響（本編 P. 105～112【7】）

(1) 福島第一の主要建屋への浸水経路（本編 P. 105～109【7.1(1)】）

- ・ 福島第一の主要建屋の周囲は全域が津波の遡上により冠水した。冠水は1～4号機側のエリアで厳しく、建屋周囲の浸水深は5.5mにも及んだ。
- ・ 建屋内部への津波の浸水経路は、建屋出入口、非常用D/G給気ルーバ、地上機器ハッチや、建屋の地下でトレンチやダクトに通じるケーブル・配管貫通部と想定。

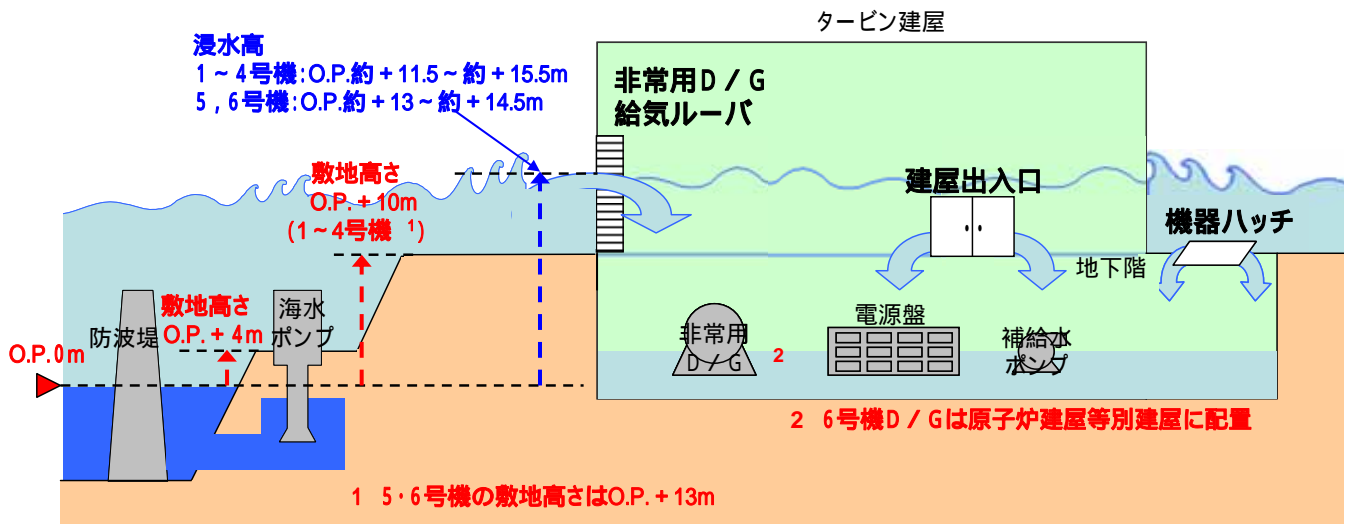


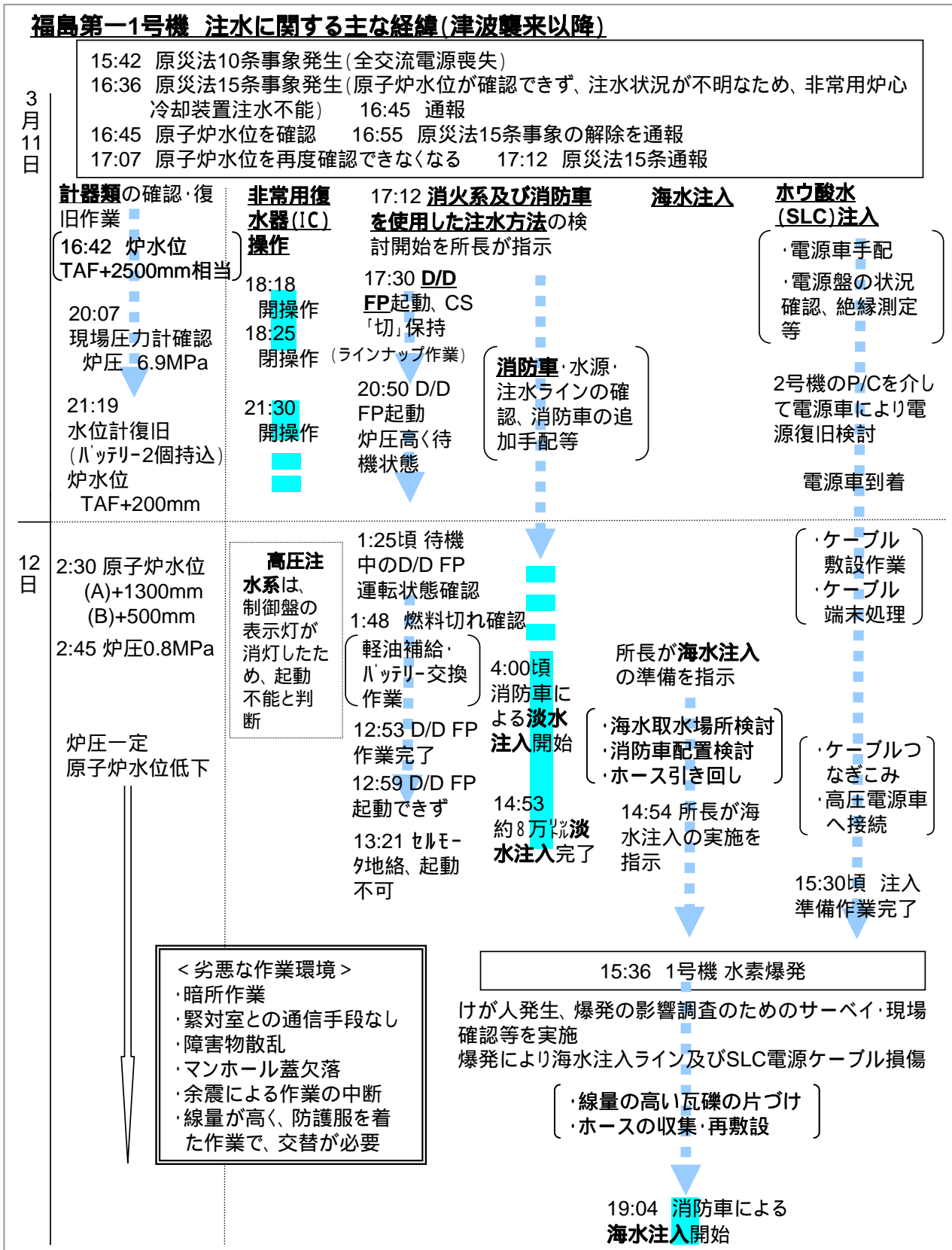
図4 主要建屋への浸水経路

(2) 福島第一の津波による設備被害（本編 P. 112【7.3(1)】）

- ・ 全プラントで非常用海水系ポンプ設備の機能を喪失し、炉心の残留熱(崩壊熱)を海水によって冷却することができない状態。
- ・ 1号機から5号機については電源設備の機能喪失から、電動の設備(安全系, 並びにその他注水, 冷却設備等)はすべて使用できない状態。
- ・ 直流電源を喪失した1号機, 2号機及び4号機では中央制御室での計測機器がすべて機能喪失し, プラントの状態監視ができない状態。
- ・ 原子炉を減圧する主蒸気逃がし安全弁や格納容器のベント弁(空気作動式)の制御用電磁弁の操作ができない状態。
- ・ 中央制御室や各建屋内部及び屋外の照明の停電や通信手段の制約が生じ, 対応がさらに困難化。
- ・ 屋外においては津波による瓦礫や残留水, 再度の津波襲来リスクなど作業環境は極めて厳しい状態。

8. 地震・津波到達以降の対応状況（本編 P. 113～232 【8】）

(1) 福島第一1号機の対応状況（本編 P. 118～155 【8.2】）



福島第一1号機 ベントに関する主な経緯(津波襲来以降)

3月11日	<p>15:42 原災法10条事象発生(全交流電源喪失) 16:36 原災法15条事象発生(非常用炉心冷却装置注水不能)</p> <p>【プラント挙動】 21:51 原子炉建屋の線量上昇 23:00 原子炉建屋二重扉前線量上昇 23:50頃 D/W圧力が600kPaであることを確認</p>	<p>【ベントの検討・操作】 ベントに向けた事前準備を開始 ・AM操作手順書、バルブチェックリストの確認 ・電源がない場合のベント操作手順の検討</p>	<p>発災直後からベントの必要性を認識し、事前準備</p>			
12日	<p>2:30 D/W圧力が840kPaに到達したことを確認</p> <p>(その後、750kPa前後で、圧力安定)</p> <p>5:44 国が半径10km圏内の住民に避難指示</p> <p>10:40 正門、MPの線量上昇 11:15 線量が低下</p> <p>14:30 D/W圧力低下</p>	<p>0:06 D/W圧力が600kPaを超えている可能性がありベントの準備を進めるよう発電所長指示 弁の操作方法や手順など具体的な手順の確認を開始</p> <p>1:30頃 ベントの実施を国に申し入れ・了解</p> <p>2:24 ベントの現場操作に関する作業時間の確認(緊急時対応の線量限度で17分の作業時間)</p> <p>3:06 ベント実施に関するプレス会見 3:44 ベント時の周辺被ばく線量評価を実施 ・原子炉建屋二重扉を開けたら白い“もやもや”。線量測定できず ・中央制御室では、弁の操作の順番等を、繰り返し確認。 作業に必要な装備を可能な限り収集。</p> <p>4:39 80mSvセットのAPDが中央制御室に届く 6:33 地域の避難状況確認(大熊町から移動を検討中) 8:03 ベント操作を9:00目標で行うよう発電所長指示 8:27 発電所南側近傍の一部の地区が避難できていないとの情報 9:02 発電所南側近傍の地区が避難できていることを確認</p> <p>9:04 ベントの操作を行うため運転員が現場へ出発 (9:15に第1班がPCVベント弁(MO弁)開、第2班が現場へ向かうが線量が高くS/Cベント弁(AO弁)小弁開できず)</p> <p>10:17～S/Cベント弁(AO弁)小弁の遠隔操作実施(3回:開となったか不明)。並行して仮設空気圧縮機の接続箇所検討 12:30頃 仮設空気圧縮機確保、ユニック車を用いて移動。接続用アダプタの搜索 14:00頃 仮設空気圧縮機を原子炉建屋大物搬入口外に設置・起動</p> <p>14:30 ベントによる「放射性物質の放出」と判断</p>	<p>D/W圧力が高まったためベントの準備を開始し、ベントを国に申し入れ</p>	<p>手動での手順の確認 作業時間の確認 周辺被ばく線量の評価 現場の線量確認</p>	<p>住民避難を考慮する必要があり、避難状況を確認</p>	<p>高線量、暗闇、通信機能を喪失した中での作業</p>

① 格納容器ベント及び海水注入について

a. 格納容器のベントの実施について

以下の通り、早い時期から格納容器ベントの必要性を認識し、準備。

- ・津波被災後、発電所対策本部発電班、復旧班と中央制御室で、事態の進展によっては、格納容器ベントが必要になるとすぐに認識し、手順の確認や格納容器ベントに必要な弁の自動開閉の可否の確認など準備・検討を開始。
- ・11日夕方、中央制御室ではアクシデントマネジメント操作手順書の確認を実施。格納容器ベントに必要な弁及びその位置を確認。発電所対策本部発電班は、電源がない状況における格納容器ベント操作手順の検討を開始。
- ・11日23時頃に放射線量が上昇、23時50分頃にドライウェル圧力が600 kPa [abs]であることが判明。12日0時06分、発電所長は格納容器ベントの準備を進めるよう指示。
- ・発電所対策本部ではベント操作手順を作成。中央制御室では、非常灯のみの中で具体的な手順を確認し体制を整えた。
- ・国内で初となるベント実施にあたり、国や自治体との調整、住民避難状況の確認を行い、被ばくを可能な限り少なくするよう努力。

b. 原子炉への海水注入の実施について

以下の通り、早い時期から代替注水(海水含む)の必要性を認識し、準備。

- ・11日17時12分、発電所長は今後非常に厳しいシビアアクシデント対応を余儀なくされる可能性があると考え、消火系、復水補給水系や消防車による代替注水について検討・実施するよう指示。
- ・12日4時頃より淡水注入を行っているが、淡水には限りがあることから、12日昼頃には社長の確認・了解を得て、発電所長の権限のもと海水注入準備を指示。
- ・15時36分、1号機の原子炉建屋が爆発し、海水注入ラインの再ラインナップ(消防ホースの引き回し)が必要となった。
- ・18時05分頃、経済産業大臣から海水注入を行うよう法令に基づく命令が出された。
- ・再ラインナップが完了し、19時04分に消防車による海水注入を開始。
- ・海水注入にあたっては、当社の官邸派遣者から「海水注入について総理の了解が得られていない」との連絡があり、本店対策本部は、原子力災害対策本部の本部長である総理の了解を得ずに海水注入を実施することは難しいと考えたこと、また、短期間の中断となる見通しであったことから、本店と発電所の対策本部で協議し、一旦注水を停止することとしたが、発電所長は事故の進展を防止するには何よりも注水の継続が重要と考え、海水注入を継続。

② 非常用復水器の動作状況について

a. 津波襲来後の対応，現場確認に行けなかった状況

以下の通り，津波襲来直後の現場確認は即座に行える状況になかった。

- ・ 11日15時37分，津波襲来により全交流電源及び全直流電源を喪失。1，2号中央制御室は，警報や機器の状態表示灯が消灯，計器の指示が確認できなくなり，1号機側は非常灯のみ，2号機側は真っ暗となった。運転員は当直長の指示に基づき，プラント状態を把握するために原子炉水位や原子炉圧力など主要なパラメータが確認できる計器がないか，使用可能な設備がどれか確認を開始。
- ・ 非常用復水器や高圧注水系などの非常用炉心冷却系を含めほとんどの設備の状態表示灯は消灯しており，動作状態が不明で操作できない状態。
- ・ 津波によりタービン建屋地下階が水没し，サービス建屋1階も冠水，建屋内は照明がなくなり暗闇の状態。さらに，建屋内外の通信障害が発生。
- ・ 余震は繰り返し発生，大津波警報は継続しており，津波が押し寄せていたため，容易に現場確認を開始できない状況。
- ・ このような中，現場へ向かう体制が整ったことから，当直長は現場確認に向かうことを決断。16時55分，運転員は現場確認を開始。状態表示灯が停止状態で点灯していることが確認されたディーゼル駆動消火ポンプによる原子炉への注水を可能とすべく，運転員は現場で復旧操作を行い，ディーゼル駆動消火ポンプを起動。また，非常用復水器が機能しているかどうか把握するために，現場で非常用復水器の胴側の水のレベルを確認しようとしたが，持っていた汚染検査用の放射線測定器が通常より高い値を計測し，どの程度の放射線量かわからず通常と異なる状況であったことから，現場確認を断念した。運転員はその状況を報告するため，17時50分に一旦引き返した。

b. 運転員の非常用復水器隔離弁に関する認識

- ・ ディーゼル駆動消火ポンプによる原子炉への代替注水ラインの確保に向けた対応や現場指示計の確認作業などを進めている中，外側隔離弁(MO-2A)，(MO-3A)の「閉」を示す緑ランプが点灯していることを発見，運転員は自動隔離が働いたと認識。11日18時18分に開操作を行い，運転員は，目視(原子炉建屋越しに見えた蒸気)と音(蒸気発生音)により蒸気発生を確認。
- ・ その後，蒸気発生が停止。原因として，格納容器の内側隔離弁(MO-1A，4A)が直流電源喪失により「非常用復水器の配管破断」信号が発信され閉となっていることを考えたが，非常用復水器の冷却水である胴側の水が何らかの原因でなくなっている可能性を懸念。11日18時25分外側隔離弁(MO-3A)を一旦閉操作。
- ・ 11日20時50分，ディーゼル駆動消火ポンプから非常用復水器の胴側へ冷却

水を補給できる見通しを得た。その後、非常用復水器の外側隔離弁(MO-3A)の閉状態表示灯が消えかかっていることを確認。次にいつ操作できるかわからない状況であることを踏まえ、11日21時30分頃に外側隔離弁(MO-3A)の再度開操作を実施し、蒸気発生を確認。

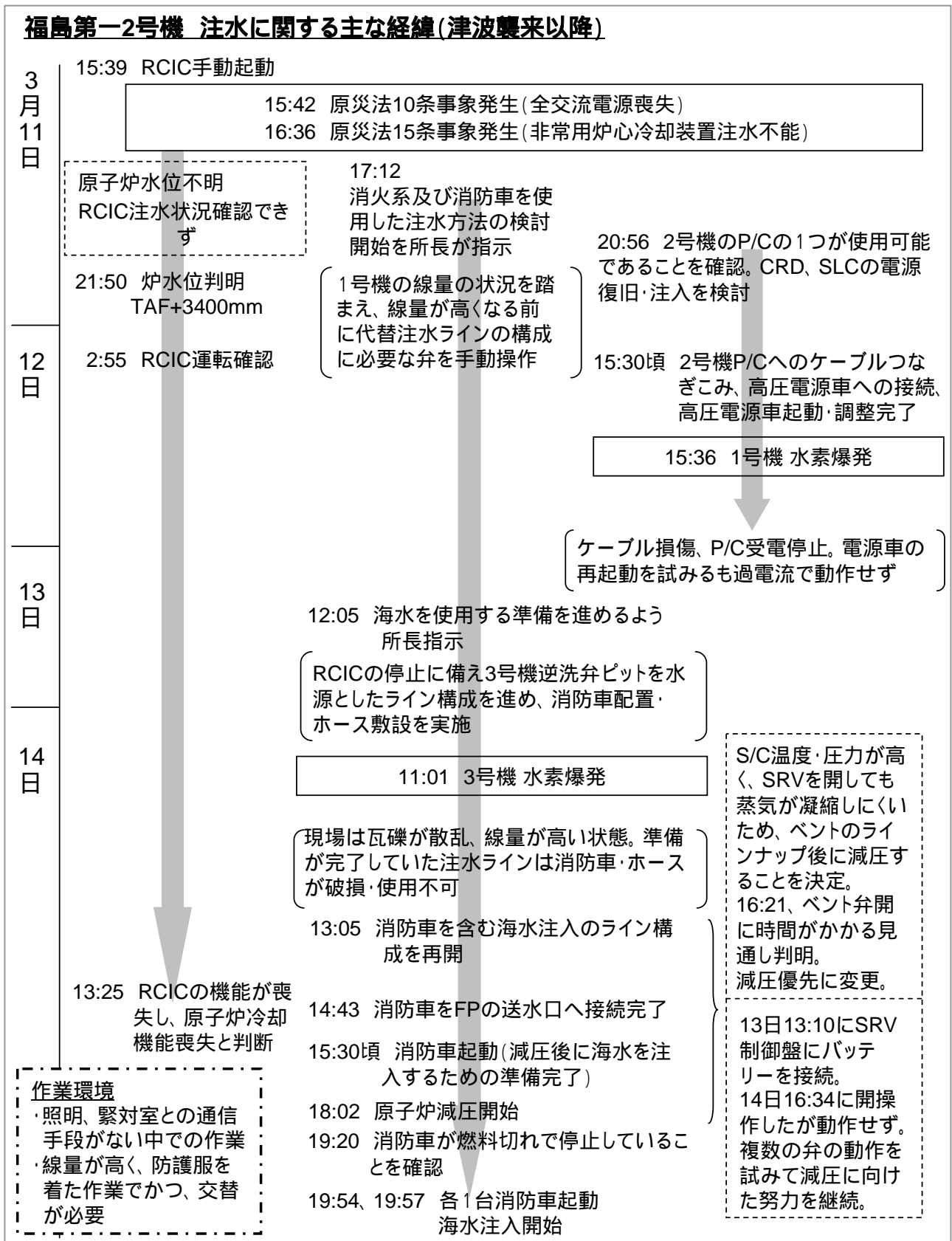
c. 非常用復水器に対する教育・訓練の状況について

- ・非常用復水器については、事故時運転操作手順書等の訓練を行っていく中でシステムの研修を行うとともに、日々の現場巡視や月1回の定例試験、定期検査中の保全活動などのOJTを実施。
- ・具体的には、定例試験においては、運転中に蒸気が非常用復水器に流れ込むことがないような手順で各隔離弁を順番に開閉しその動作から系統が健全であることを確認。定期検査においては、非常用復水器のインターロックを理解した上で定期検査中の保全活動を安全に行うことができるようにするための処置を検討。このように、実業務の中で知識を習得し、系統・機能やインターロックを把握している。
- ・地震発生以降、津波到達までにおいて、中央制御室は原子炉圧力の制御を非常用復水器を使用して問題なく行っており、これらの教育訓練やOJTによりその系統・機能を十分理解し、習得した知識を活用した上での操作。

d. 発電所対策本部及び本店対策本部の動作状況の認識

- ・発電所対策本部及び本店対策本部では、緊急時対応情報表示システム(SPDS)が使用できず、また、通信手段が限定され、ホットラインのみによる口頭伝達でのプラント情報の把握を余儀なくされる中で、複数号機への対応、地震による被害状況の把握や停電等の復旧対応、原災法第10条、15条該当事象発生に関する外部機関への情報提供や問い合わせ対応に追われていた。
 - ・このような中、原子炉水位が有効燃料頂部を上回っていたこと、非常用復水器から蒸気発生を確認したこと等の情報が得られ、非常用復水器作動中との情報もあり、非常用復水器が停止していたことを把握するに至らず。
-
- ・今回のような全電源喪失時における非常用復水器の隔離信号のインターロックのあり方など、事故直後に必要となる高圧注水設備の信頼性を向上させることが必要。
 - ・事故対応の前提を大きく外れた過酷な状況下でも、中央制御室と発電所・本店対策本部間で、プラント状況をタイムリーに情報共有する手段を予め構築しておくことが必要。

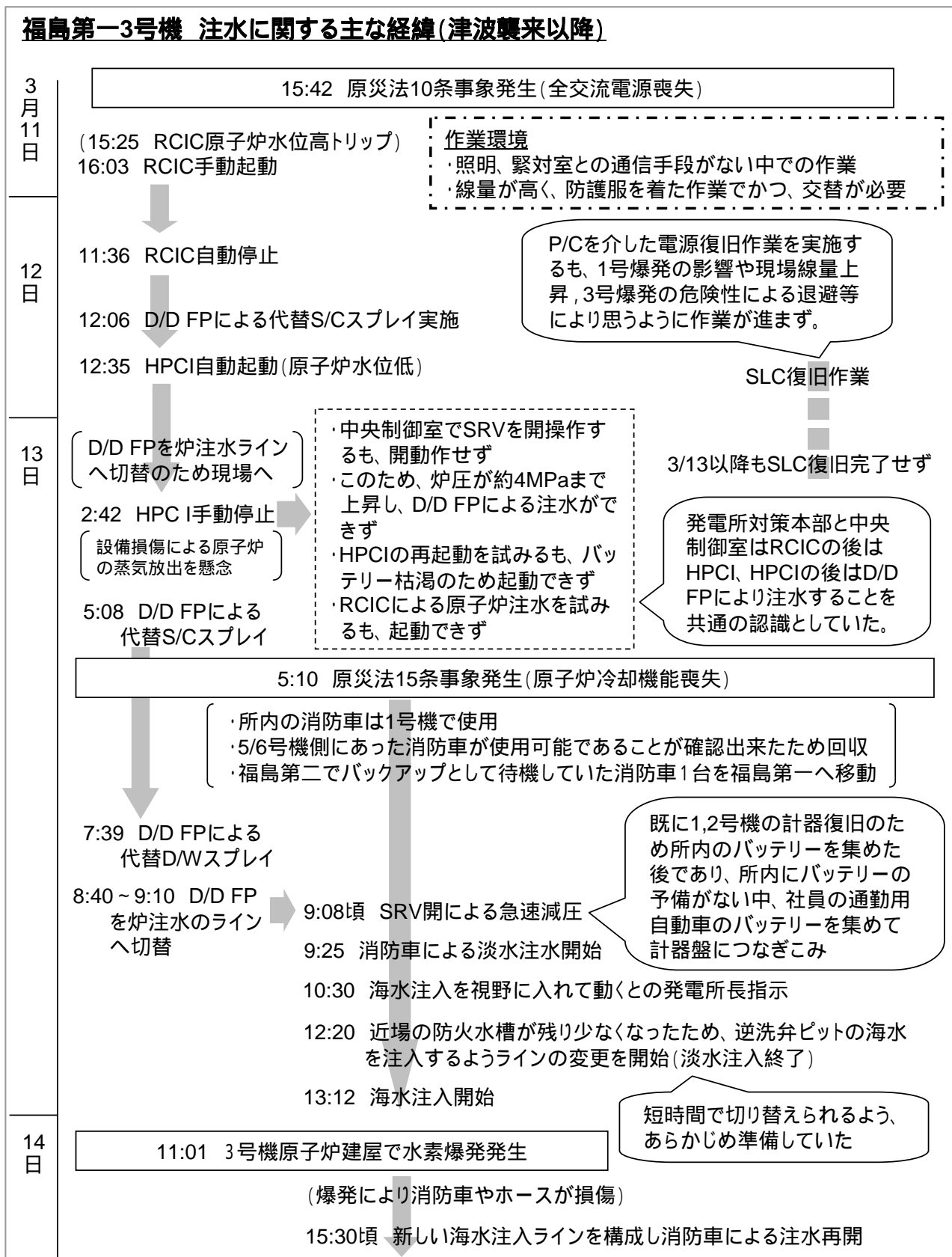
(2) 福島第一2号機の対応状況 (本編 P. 156~177【8.3】)



福島第一2号機 ベントに関する主な経緯(津波襲来以降)

3月11日	<p>15:42 原災法10条事象発生(全交流電源喪失) 16:36 原災法15条事象発生(非常用炉心冷却装置注水不能)</p>
12日	<p><u>D/W圧力</u> <u>格納容器ベント準備・操作</u> 23:25 141kPa 約200～300kPaで安定 D/W圧力はラプチャーディスク開放設定値以下</p> <p>2:55にRCICの運転が確認できたことから、1号機のベントを優先する方向とし、2号機はパラメータ監視を継続</p> <p>17:30 ベントの準備を開始するよう発電所長指示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1号機のベント操作手順等を基に、ベントに必要な弁の操作方法を確認し、ベント手順を作成。 ・バルブチェックシートを用いてベント弁の現場の位置を確認
13日	<p>8:10 PCVベント弁(MO弁)を手順通り25%開</p> <p>10:15 発電所長よりベント実施指示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・S/Cベント弁(AO弁)大弁の開操作実施(仮設照明用小型発電機により電磁弁を励磁) <p>11:00 ラプチャーディスクを除くベントライン構成完了</p> <ul style="list-style-type: none"> ・S/Cベント弁(AO弁)大弁の開状態維持のため仮設空気圧縮機の手配を開始
14日	<p>1:52 福島第二から仮設空気圧縮機到着。3:00頃にタービン建屋1階に設置し供給を開始</p> <p style="text-align: center;">11:01 3号機 水素爆発</p> <p>12:50 爆発の影響によりS/Cベント弁(AO弁)大弁の電磁弁励磁用回路が外れ、閉になったことを確認</p> <p>16:00頃 S/Cベント弁(AO弁)大弁開操作実施(16:21 開操作できず)</p> <p>18:35 S/Cベント弁(AO弁)小弁も対象としてベントラインの復旧作業を継続</p> <p>21:00頃 S/Cベント弁(AO弁)小弁が微開となり、ラプチャーディスクを除くベントライン構成完成</p> <p>22:50 540kPa (D/W圧力上昇)</p> <p>23:00 580kPa</p> <p>23:25 700kPa</p> <p>23:40 740kPa</p> <p>23:46 750kPa</p> <p>23:35 S/Cベント弁小弁が開いていなかったことを確認。S/C圧力とD/W圧力が均一化されない状況発生。D/Wベント弁小弁によるベント実施方針を決定</p> <p>原災法15条事象「格納容器圧力異常上昇」と判断</p>
15日	<p>0:05 740kPa</p> <p>0:10 740kPa</p> <p>7:20 730kPa</p> <p>11:25 155kPa</p> <p>0:01 D/Wベント弁小弁を開操作したが、数分後に閉であることを確認(ベントの成否は確認できず)</p> <p>6:14頃 大きな衝撃音と振動が発生(S/C圧力の指示値:ダウンスケール)</p> <p>11:25 D/W圧力の低下を確認</p>

(3) 福島第一3号機の対応状況 (本編 P. 178~203 【8.4】)



福島第一3号機 ベントに関する主な経緯(津波襲来以降)

3月11日	15:42 原災法10条事象発生(全交流電源喪失)
12日	<p style="text-align: center;">D/W圧力 格納容器ベント準備・操作</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>D/W圧力はラプチャーディスク開放設定値以下</p> <p>17:30 ベントの準備を開始するよう発電所長指示</p> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室では弁の操作の順番と場所を調べながらホワイトボードに記載 ・発電班では1号機のベント操作手順等を基に、ベント手順を作成 </div>
13日	<p>4:52 S/Cベント弁大弁を開けるために、小型発電機を用いて電磁弁を強制的に励磁</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トラス室にて弁の状態を確認したところ、開度表示は閉 ・駆動用空気ポンベ圧力が“0” <p>5:15 ラプチャーディスクを除くベントラインの完成作業等を開始するよう発電所長が指示</p> <p>5:23 S/Cベント弁(AO弁)大弁駆動用空気ポンベの復旧作業開始</p> <p>8:35 PCVベント弁(MO弁)を手動で開操作(15%開)</p> <p>8:41 S/Cベント弁(AO弁)大弁開。ラプチャーディスクを除くベントライン構成完了</p> <p>8:55 470kPa</p> <p>9:08頃 SRVが開いて原子炉の急速減圧開始。D/W圧力上昇後、減圧を確認</p> <p>9:10 637kPa</p> <p>9:24 540kPa</p> <p>9:20頃 ベントが実施されたと判断</p> <p>11:17 ポンベ圧力抜けによりS/Cベント弁(AO弁)大弁が閉となったことから、開操作を開始(ポンベ交換)</p> <p>12:30 S/Cベント弁(AO弁)大弁開確認。その後D/W圧力低下 (この頃、S/Cベント弁(AO弁)大弁の開ロックを試みるが、実施することできず)</p> <p>12:40 480kPa</p> <p>13:00 300kPa</p> <p>14:30 230kPa</p> <p>15:00 260kPa</p> <p>20:30 425kPa</p> <p>20:45 410kPa</p> <p>21:00 395kPa</p> <p>15:05 D/W圧力が再度上昇。仮設空気圧縮機を設置することとし、協力企業より調達。17:52、設置のために現場へ向かう(19:00頃接続、起動)</p> <p>21:10 D/W圧力低下。S/Cベント弁(AO弁)大弁開と判断</p>
14日	<p>0:00 240kPa</p> <p>1:00 240kPa</p> <p>3:00 315kPa</p> <p>5:00 365kPa</p> <p>1:10 逆洗弁ピット内への海水補給のために消防車を停止。</p> <p>3:20 消防車による海水注入再開。</p> <p>5:20 S/Cベント弁(AO弁)小弁を開操作開始、6:10に開操作完了</p> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 5px; margin-left: 20px;"> <p>以降、駆動用空気圧や空気供給ラインの電磁弁の励磁維持の問題から開状態維持が難しく、開操作を複数回実施</p> </div>

① 福島第一 3 号機の高圧注水系の停止操作について

a. 高圧注水系の停止操作について

以下の通り、その時点のプラント状態を踏まえた対応が行われた。

- ・ ディーゼル駆動消火ポンプは使用可能、また、主蒸気逃がし安全弁の表示灯も点灯した状況が継続。
- ・ 高圧注水系のタービン回転数は、操作手順書に記載のある運転範囲を下回る低速度のいつ止まるか分からない状況。
- ・ 本来なら停止（隔離）する圧力となったが、停止せず。併せて、高圧注水系から原子炉へ注水されていない状況を確認。
- ・ 発電所対策本部発電班と中央制御室は、高圧注水系のタービン回転数が低下し、設備損傷により原子炉の蒸気が漏れることを懸念。
- ・ 当直長は、ページングやPHS等の通信手段がなく現場の操作状況を現場間で直接確認出来ない中で、原子炉注水ラインへの切替操作を開始していたことから、ライン構成が完了していると考えた。
- ・ 高圧注水系の停止を発電所対策本部発電班に連絡し、13日2時42分に手動停止。

b. 高圧注水系停止後の原子炉への代替注水操作について

以下の通り、その時点のプラント状態に応じた対応を進めていた。

- ・ 13日2時45分、状態表示灯が点灯している主蒸気逃がし安全弁を開操作し、原子炉の減圧に着手。しかし、主蒸気逃がし安全弁は開動作せず、減圧できないことからディーゼル駆動消火ポンプによる注水を開始できず。
- ・ 運転員は主蒸気逃がし安全弁の復旧に向けて現場へ向かうとともに、原子炉隔離時冷却系や高圧注水系の再起動を試みたが、いずれも復旧できず。
- ・ 発電所対策本部は主蒸気逃がし安全弁の仮設電源として車のバッテリー10個を確保。中央制御室に運んで制御盤へつなぎこんでいたところ、13日9時頃に主蒸気逃がし安全弁が開いて、原子炉の減圧が始まり、ディーゼル駆動消火ポンプとそれまでに準備した消防車による原子炉への淡水注入を開始。

c. 高圧注水系停止に関する情報共有について

- ・ 高圧注水系の後にディーゼル駆動消火ポンプを使用して注水することについては、中央制御室及び発電所対策本部全体の共通の認識。
- ・ 上記の a. b. の状況については、中央制御室と発電所対策本部発電班で継続的に共有されていたものの、発電所対策本部全体で認識されるまでに1時間程度の時間を要した。ただし、その間にも、主蒸気逃がし安全弁の開操作や高圧系による注水の試み、電源復旧等が進められ、原子炉の減圧を開始した際には消防車による注水の準備が完了していることから、1時間程度要したことが、今回の事例においてその後の対応操作に影響を与えたとは考えられず。

- ・全電源が喪失した場合においても、速やかに減圧、低圧注水へ移行できる電源、ポンプ等の圧縮空気(窒素)等の資機材を予め準備しておくとともに、それらを活用するための訓練を行っておくことが必要。
- ・事故対応の前提を大きく外れて長期の対応を余儀なくされ、かつ、1号機原子炉建屋の爆発の影響等による情報が錯綜するような過酷な状況下でも、中央制御室と発電所対策本部において、プラント状況をタイムリーに情報を共有する手段を構築しておくことが必要。

9. 使用済燃料プール冷却の対応（本編 P. 233～236 【9】）

- ・津波の影響により、1～6号機及び共用の使用済燃料プールは、冷却機能を喪失。原子炉ほどの緊急性はないものの、発熱量が大きく、かつ水素爆発に至った4号機の燃料プールの状態が懸念された。爆発の翌日（3月16日）には、自衛隊のヘリコプターに同乗した当社社員により、プールの水位維持を確認。
- ・自衛隊ヘリコプターによる散水、自衛隊、東京消防庁、警察庁の消防隊による放水などを実施。その後、長期間にわたり安定して注水できる対応策として、大型コンクリートポンプ車を使用（4号機は、3月22日から注水開始）。
- ・4号機の使用済燃料プールの注水対応は、災害拡大を防止したという点で極めて重要な分岐点であった。

10. 発電所支援（本編 P. 237～254 【10】）

(1) 福島第一への人的支援（本編 P. 237～242 【10.1】）

- ・初期対応における人的支援は1日平均で約400名を超える規模。そのうち、約6割が当社からの緊急派遣、約4割は協力企業・他電気事業者からの支援。
- ・電気事業者各社の支援は、「原子力災害時における原子力事業者間協力協定」に基づき、3月13日より派遣され、20km圏内から退域する人・車両等のサーベイ(表面汚染検査)及び除染作業等を支援。
- ・社内は、電源車による電源復旧・外部電源復旧、消防車による原子炉注水、物流支援、行方不明者の捜索等、部門横断的に業務に従事。初動対応以降においては、瓦礫撤去、発電所周辺も含めた道路補修、及び各種通信機器類の復旧等を支援。
- ・4号機の使用済燃料プールに関して、自衛隊、東京消防庁、警視庁の消防隊による放水が行われた。

(2) 福島第一への資機材支援（本編 P. 242～252 【10.2】）

① バッテリーの確保(1411個)

- ・事故対応における監視、注水・冷却、減圧に必要な不可欠であるバッテリーは、構内企業のバスや業務車、社員自家用車から取り外す等、発電所における収集、本店資

材班による購入，及び自社設備からの流用の3通りにて調達。

② 電源車の確保(76台)

- ・ 所内電源及び外部電源は早期復旧が困難であると判断されたことから，電源車を用いた電源復旧を指向。電源車については，社内保有の高圧電源車・低圧電源車を確保するとともに，他電気事業者・自衛隊へ救援要請を行い，電源車の提供を受けた。

③ 消防車の確保(12台)

- ・ 消防車は，原子炉への注水手段として使用することから，追加の消防車を手配。柏崎刈羽原子力発電所，東京湾岸の当社火力発電所の消防車を確保するとともに，他電気事業者・国，自衛隊等から消防車の提供を受けた。

1 1. プラント爆発評価 (本編 P. 255～268 【11】)

(1) 1号機，3号機

- ・ 原子炉内の燃料損傷に伴い水-ジルコニウム反応等による水素が発生し，原子炉建屋内に漏えい・滞留し，水素爆発に至ったと推定。
- ・ 原子炉建屋内への明確な水素流出経路は不明であるものの，格納容器上蓋の結合部分や，機器や人が出入りするのためのハッチの結合部分等における漏れ止めのためのシール部分が高温に晒され，機能低下した可能性があると考えられる。
- ・ 格納容器のベントラインから非常用ガス処理系のラインを經由して原子炉建屋に流入する経路も考えられるが，3号機の非常用ガス処理系の状態調査結果から，この経路による水素ガスは限定的であり，格納容器から直接的に原子炉建屋へ漏えいした水素が主体的と想定される。

(2) 4号機

- ・ 使用済燃料プール内の燃料が破損した兆候はなく，プール内での水の放射線分解による水素発生はごく僅かであることから，使用済燃料プール内の燃料が原因とは考えられない。
- ・ 4号機非常用ガス処理系の状態調査結果及び4号機原子炉建屋内の現場調査の結果から，3号機からの格納容器のベントガスが非常用ガス処理系配管を通じて4号機に流入し，水素爆発に至ったと推定。

1 2. 放射性物質の放出評価（本編 P. 269～297 【12】）

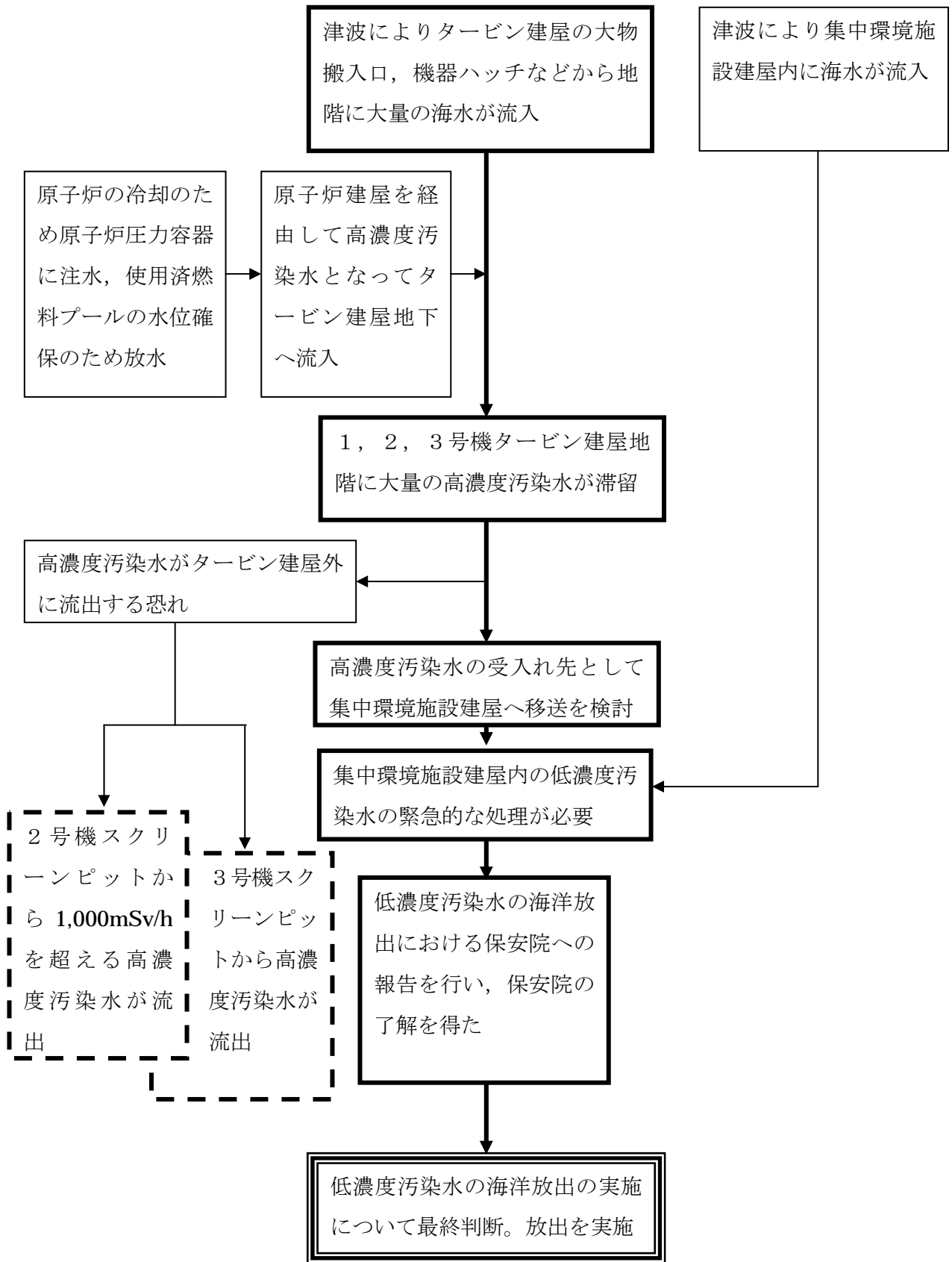
(1) 放射性物質の大気放出（本編 P. 269～278 【12. 1】）

今回の事故における主な事象毎の大気への放出量の評価と、福島第一からみて北西方向に高汚染地域が生じた要因については、以下のとおり。

- 1～3号機で行ったベント操作については、圧力抑制室のスクラビング効果によって放射性物質の放出量は抑制され（2号機については成否不明）、2号機建屋からの放出に比べて十分小さく、汚染の主たる原因とはならなかったものと考えられる。
- 1, 3, 4号機で発生した原子炉建屋の爆発については、爆発時のモニタリングデータの挙動から、2号機建屋からの放出に比べて十分小さく、汚染の主たる原因とはならなかったものと考えられる。
- 3月15日にモニタリングデータが急上昇。この際、2号機の格納容器圧力が大幅に低下し、2号機建屋から白い煙が確認。同日は北北西方向の風向が続き、高汚染地域への降雨があったことから、高汚染地域の汚染は、3月15日の2号機建屋からの放出によるものと考えられる。また、2号機からの放出は、圧力抑制室のスクラビング効果（フィルタと同等程度の効果を有する、水による放射性物質の除去効果）を受けない形であったものと推定される。
- 3月16日に空間線量率に比較的大きな変動。当時の気象データから、北西方向の地域における汚染の主たる原因とはならなかったものと考えられるが、16日10時過ぎの空間線量率の変動については、同日8時30分に3号機の原子炉建屋からの白煙が確認され、同時間帯にドライウェル圧力の変動があることから、3号機から放出された可能性があると考えられる。

(2) 放射性物質の海洋への放出 (本編 P. 279~291 【12.2】)

<汚染水の滞留と放出, 流出の経緯>



① 低濃度汚染水の海洋放出

- ・ 3月24日、タービン建屋地下階に高濃度汚染水が滞留していることが判明。
- ・ 3月29日、この高濃度汚染水を移送するため、集中廃棄物処理建屋に滞留中の低濃度汚染水を海洋へ放出することを、当社が国に対し提案。
- ・ 4月4日、統合本部全体会議において、福島第一原子力発電所長より、3号機の立坑から高濃度汚染水が海洋流出する恐れがあること、そのために高濃度汚染水の移送先として選定した集中廃棄物処理建屋内の低濃度汚染水を至急処理する必要があることなどの問題提起。
- ・ 海洋放出がやむを得ないものと判断するとの方針について、海江田大臣の基本的な了解を得たことから、当社は保安院へ、海洋への放出に係る経緯、影響評価、放出の考え方について報告。保安院より了解を得て、当社は海洋放出実施を最終的に判断。
- ・ 海洋放出の実施について、官房長官が発表するとともに、当社も記者会見を実施。協定に基づく通報連絡について福島県及び発電所周辺5町に実施した。また、協定はないものの、全国漁業協同組合連合会及び福島県漁連に対しては、海洋放出する旨、事前に情報を提供した。今回の海洋放出については、緊急避難的に行ったものであるが、広く周辺県の方々にもご不安やご迷惑をおかけしていることを思えば、広報や関係者への情報の提供が十分ではなかったと考える。
- ・ 4月4日19時3分より集中廃棄物処理建屋内等の低濃度汚染水の海洋への放出を開始し、4月10日17時40分に放出完了。集中廃棄物処理建屋等からの低濃度汚染水の放出量は約10,393m³、放射エネルギーは約1.5×10¹¹Bq。

② 取水口スクリーン(除塵装置)付近からの高濃度汚染水の流出

- ・ 4月2日、2号機電源ケーブルを納めているピット内に1,000mSv/hを超える水が溜まっており、海洋に流出していることを確認。諸対策を実施し、4月6日に停止。流出量は約520m³、放射エネルギーは約4.7×10¹⁵Bq。
- ・ 5月11日、3号機スクリーンポンプ室において、電源ケーブルピットから新たに汚染水が流出していることが判明。止水処理により流出は同日に停止。流出量は約250m³、放射エネルギーは約2.0×10¹³Bq。

③ 汚染水の流出防止・拡散抑制強化対策

- ・ 汚染水の流出経路を踏まえ、流出リスクのあるピットの閉塞等の流出防止対策を行うとともに、ゼオライトを装填した海水循環型浄化装置の運転等、流出した場合に備えた拡散抑制強化対策を実施。

(3) 放出量評価 (本編 P. 292~297 【12.3】)

① 大気への放射性物質の放出量評価

- ・放出量の推定結果は、表3のとおり。

表3 放出量推定結果 (当社及び他機関)

	評価期間	放出量 単位:PBq				(参考) ^{※7} INES 評価
		希ガス	I-131	Cs-134	Cs-137	
当 社	3/12-31	約 500	約 500	約 10	約 10	約 900
日本原子力研究開発機構 原子力安全委員会 (H23/4/12. H23/5/12)	3/11-4/5	-	150	-	13	670
日本原子力研究開発機構 原子力安全委員会 (H23/8/22)	3/12-4/5	-	130	-	11	570
日本原子力研究開発機構 (H24/3/6)	3/11-4/1	-	120	-	9	480
原子力安全・保安院 H23/4/12	-	-	130	-	6.1	370
原子力安全・保安院 H23/6/6	-	-	160	18	15	770
原子力安全・保安院 H24/2/16	-	-	150	-	8.2	480
IRSN (仏・放射線防護原子力安全研究所)	3/12-22	2000	200	30		-
(参考) チェルノブイリ原子力発電所の事故		6500	1800	-	85	5200

※7 INES(国際原子力指標尺度)評価は、放射能量をよう素換算した値。他機関との比較のためI-131 とCs-137 のみを対象とした。
(例：約500PBq+約10PBq×40(換算係数)=約900PBq) (1PBq=1×10¹⁵Bq)

② 海洋(港湾付近)への放射性物質の放出量評価

- ・海洋(港湾付近)への放射性物質の放出量の推定にあたり、海洋(放水口付近)での放射能濃度の観測値から放出量を推定。
- ・福島第一港湾付近から放出される放射能量の推定を評価期間全体で積算して海洋への放出量を算出した結果は表4のとおり。

表4 放出量の算出結果(単位：PBq)

核種	総量	3/26-31	4/1-6/30	7/1-9/30	備考
I-131	<u>11</u>	6.1	4.9	5.7E-6	直接漏洩(2.8)を含む (4/1-6 4/4-10 5/10-11)
Cs-134	<u>3.5</u>	1.3	2.2 (1.26+0.94)	1.9E-2	直接漏洩(0.94)を含む (4/1-6 4/4-10 5/10-11)
Cs-137	<u>3.6</u>	1.3	2.2 (1.26+0.94)	2.2E-2	直接漏洩(0.94)を含む (4/1-6 4/4-10 5/10-11)

13. 放射線管理の対応評価（本編 P. 298～309【13】）

(1) 放射線管理、出入管理（本編 P. 298～305【13. 1, 13. 2】）

- ・ 津波による浸水で個人線量計（APD）のほとんどが使用不可となり，APDが不足したため，調達を行いつつ，一時的に一部の作業では代表者運用を実施。被ばく線量集計などの管理システムも電源喪失で機能せず，個人線量を手作業により集計。
- ・ 電源喪失により排気筒放射線モニタ及びモニタリングポストが機能せず，柏崎刈羽からの応援を含めた2台のモニタリングカーにより空間線量率測定等を実施。手書きメモ等によりデータ収集を行い，順次当社ホームページにて公開。
- ・ 建屋の爆発等により，敷地全体のみならず，免震重要棟内も汚染され，線量が上昇。免震重要棟では出入管理の強化，チャコールフィルタ付局所排風機の追加，窓等への鉛による放射線遮へいの設置などの線量低減対策を順次実施。
- ・ 3月15日頃より，Jヴィレッジ及び小名浜コールセンターを出入拠点として整備し，放射線防護装備の配備，スクリーニング，内部被ばく評価等を実施。

(2) 緊急時における被ばく線量基準及びスクリーニング基準

（本編P. 301～302【13. 2(5)】）

- ・ 作業環境から判断して事故への対応作業を継続するためには，現行の線量限度以内での実施が懸念される状況であった。これを受け，3月14日午後，官邸において，緊急作業時の線量限度を100mSvから250mSvに引き上げることを決定。
- ・ 除染等の必要性を判断する基準(スクリーニングレベル)について，法令に定める基準(4Bq/cm²)まで除染することは困難と想定されたため，緊急被ばく医療派遣チームとして福島県を訪れた緊急被ばく医療の専門家らから，40Bq/cm²をスクリーニングレベルすることが適当との助言を得た。その後も，原子力安全委員会の助言や原子力災害現地対策本部の指示等により適宜スクリーニングレベルの見直しを実施。

(3) 作業者の被ばくの状況と対応（本編 P. 306～307【13. 3(2)】）

- ・ 事故初期の緊急的な対応者の一部において，放射性物質の体内への取り込みにより法令で定める線量限度を超過する事例が発生。
 - 当社女性社員2名の法令に定める線量限度(5mSv/3ヶ月)超過
 - 当社男性社員6名の法令に定める緊急時の線量限度(250mSv)超過
- ・ 線量限度を超える事例があったものの，全ての緊急作業従事者において，放射線による障害の発生はなく，非常に厳しい作業条件での対応も存在したにも関わらず，放射線障害の防止を観点とした実質的な安全管理を実施。

1 4. 事故対応に関する設備(ハード)面の課題抽出 (本編 P. 310~319 【14】)

(1) 事象面から見た安全機能喪失の要因 (本編 P. 316~319 【14. 3】)

今回の事故は津波による浸水を起因として、多重の安全機能を同時に喪失したことで発生しており、「長時間におよぶ全交流電源と直流電源の同時喪失」と「長時間におよぶ非常用海水系の除熱機能の喪失」が事象面から見た要因である。

今般の事故進展をふまえた重要な機能の喪失に至る事象の相関を以下に示す。

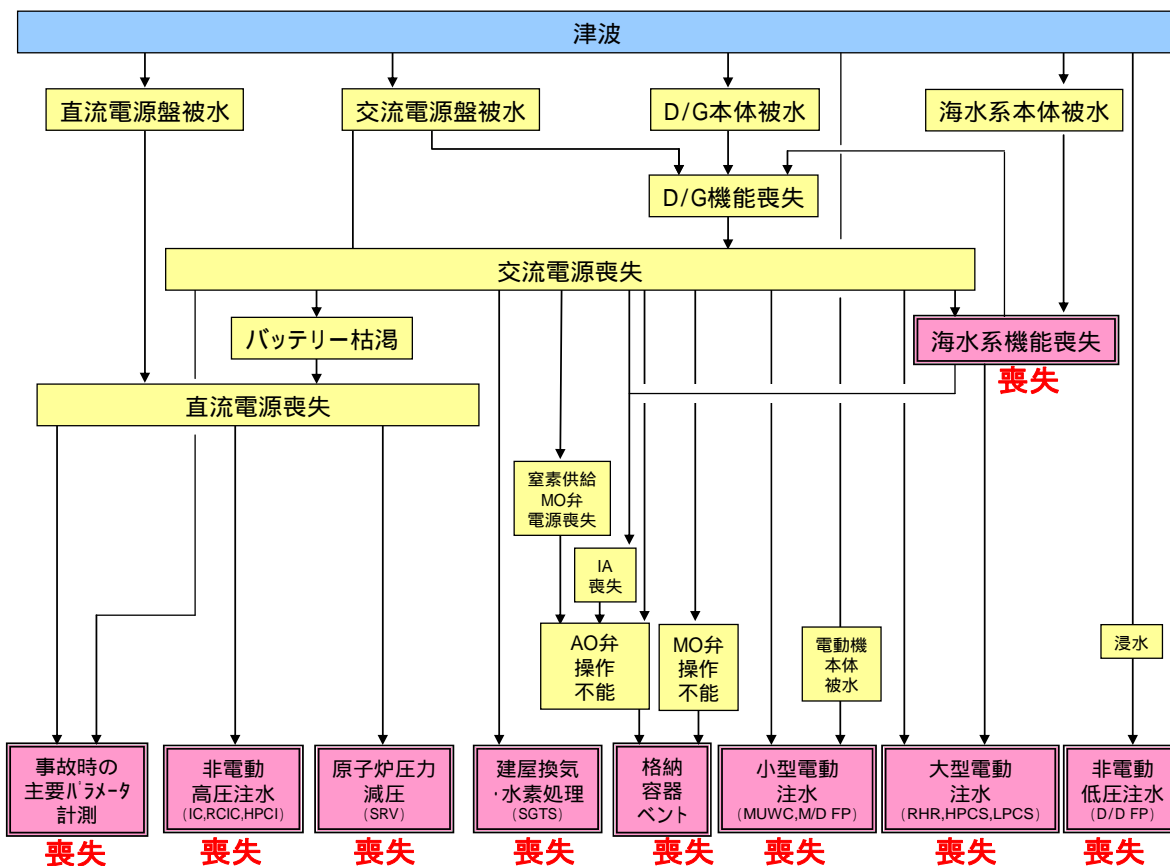


図5 炉心の損傷防止・影響緩和に重要な機能の喪失に至った要因

(2) プラントの事象進展からの課題 (本編 P. 310~314 【14. 1】)

全体の事象進展からの課題と炉心の注水・冷却を確実に実行するための達成すべき事項は、以下の通り。

- 原子炉圧力が高い状態で冷却・注水機能が喪失すると原子炉水位は急速にTAFへ至り、事象進展は非常に早い。高圧注水手段は事故発生後直ちに必要。本設備での対応が必要。

⇒速やかに高圧注水設備による注水手段を確保すること

- 炉心の損傷が開始すると水素が発生するため、ドライウェル圧力の上昇は急速になる。原子炉圧力の減圧が行われた後にドライウェル圧力が急上昇しているが、これは、減圧沸騰によって炉内の保有水量が急減するため、炉心の冷却が一段と悪化したことにより、炉心損傷が始まったためと考えられる。
- 原子炉圧力の減圧までに安定した低压系を準備し、減圧による水位低下と注水量の

バランスをとりながら低圧系へスムーズに切替えできることが重要。

⇒高圧注水機能を喪失する前に減圧手段を確保すること

⇒減圧段階では、安定した低圧の注水手段が確保できていること

- ・福島第二1号機は、低圧の注水手段を確保して注水を維持している間に非常用海水系による除熱機能を復旧している。また、ドライウェル圧力が高くなった場合に、低圧注水とベント操作で格納容器から除熱(フィード・アンド・ブリード)が可能な状態であった。このような対応が、実現できることが重要。

⇒海水による冷却機能の復旧手段を確保すること

⇒確実な格納容器ベント手段(熱の大気放出による除熱)を確保すること

- ・プラント状態の把握のみならず、注水系の切替え操作においても監視機能は重要。

⇒以上の操作および状態監視に必要な計測ができる手段を確保すること

15. 事故対応に関する運用(ソフト)面の課題抽出 (本編 P. 320~324 【15】)

(1) 事故想定に対する甘さ (本編 P. 320 【15.1】)

今回、原子力発電所ではあらゆる電源を喪失し、事故対応に使用する術をほとんど喪失した。また、発電所の外では、オフサイトセンターが整備されていたが、十分な機能を発揮しないままに福島市に撤退した。

このように今回の事故での経験を顧みれば、我々原子力関係者全体が、安全確保のベースとなる想定事象を大幅に上回る事象を想定できなかつた、また、原子力災害に対する備えの想定も甘く、対応においては現場実態を想像できず実戦的な考えが十分でなかつた。

(2) 事故対応態勢 (本編 P. 320~322 【15.2】)

今回の事故では、官邸を中心として保安院等が当社本店に拠点を構えるなど、通常の事故対応や訓練した態勢と異なり、直接的に政府や国が発電所支援に加わっている。実際、政府、国、当社の対応において、様々な面で不十分な結果を招いたと考える。

- ① 政府・国、自治体、事業者の役割分担
- ② 初動対応、専念できる態勢
- ③ 長期対応態勢
- ④ 放射線に対処できる態勢

(3) 情報伝達・情報共有 (本編 P. 322~323 【15.3】)

プラント監視機能の喪失(S P D S 停止)、通信機能の低下により、得られる情報に限りがあった。このような情報伝達上の問題等から、発電所・本店対策本部においてプラントの状態を正しく認識できなかつた。

(4) 所掌未確定事項への対応（本編 P. 323【15.4】）

今回の事故対応では、その前提を大きく外れる事態となったことから、消防車による原子炉注水のような、事前の役割分担が明確になっていない作業が生じた。想定外があるとの立場に立てば、今後も役割・責任が不明確な対応が必要になる場合もあり得ると考える。そのような場合に対してどのように備えるのか、検討する必要がある。

(5) 情報公開（本編 P. 323【15.5】）

- ・社会の皆さまへ多大なご迷惑とご心配をおかけしている企業のトップとして、記者会見などを通じたお詫びやご説明が不十分であった。
- ・原子力災害時にどのような情報をより迅速に伝えていくのか等の広報について具体的な定めがなく、安全に関わる、特に迅速にお伝えすべき情報について、その内容や評価を十分に把握できていなかったこと、広報内容について国との事前調整が必要となったことなどから、情報公開に時間を要した。
- ・オフサイトセンターによる一元的な広報が機能せず、政府、保安院、当社の役割分担が明確でないままに、各々が記者会見を行った結果、三者が同様の情報を発信するようになったことに加え、会見内容に若干の齟齬が生じる場合もあった。

(6) 資機材輸送（本編 P. 323～324【15.6】）

- ・地震による道路被害や通行止め、通信環境の悪化、屋外汚染等の資機材輸送の阻害要因が重なり、資機材を必要な場所まで届けることができないなどの事例が生じた。
- ・避難指示区域が設定されたため、急遽、区域境界近くに物流拠点を構築する必要が生じた。

(7) 放射線管理（本編 P. 324【15.7】）

- ・法令に定める女性の線量限度超過等、緊急時の線量限度超過事例が発生した。また、津波によりAPDが使用できなかったこと、電源喪失によりAPD貸し出しシステムが機能を喪失したことにより、線量集計等に労力を要した。
- ・放射性物質の放出により通常の入退域管理が困難となったため、急遽出入管理のための拠点を整備する必要が生じた。
- ・除染のための基準(スクリーニングレベル)の見直しを実施した。

(8) 機器の状態・動作の把握（本編 P. 324【15.8】）

- ・福島第一1号機の非常用復水器の隔離弁については、交流電源と直流電源の各々の電源喪失のタイミングによって弁の開閉状態が異なること、加えて、弁等の状態を

表示するランプや計器なども電源を喪失していたことから、津波襲来時に当該弁の開閉状態を正確に認識することは困難であった。

16. 事故原因と対策（本編 P. 325～351【16】）

(1) 事故原因（本編 P. 325～326）

<事故原因>

- ・ 今回の福島第一1号機～3号機が炉心損傷事故に至った直接的な原因は、1号機では津波襲来によって早い段階で全ての冷却手段を失ったことであり、2、3号機では津波による瓦礫の散乱や1号機の水素爆発により作業環境が悪化したため、高圧炉心注水から安定的に冷却を継続する低圧炉心注水に移行できず、最終的に全ての冷却手段を失ってしまったことである。
- ・ すなわち、これまでの原子力発電所における事故への備えは、今般の津波による設備の機能喪失に対応できないものであった。津波の想定高さについては、その時々最新の知見を踏まえて対策を施す努力をしてきた。この津波の高さ想定では、自然現象である津波の不確かさを考慮していたものの、想定した津波高さを上回る津波の発生までは発想することができず、事故の発生そのものを防ぐことができなかった。このように津波想定については結果的に甘さがあったと言わざるを得ず、津波に対する備えが不十分であったことが今回の事故の根本的な原因である。

<対策の考え方>

今回の津波のような事例に対するためには、基本的な考え方として想定を超える事象が発生することを考慮した上で、以下の考えに沿って対策を講じる。

- ① 津波に対して遡上を未然に防止する対策を講じる。
- ② さらに、津波の遡上があったとしても、建屋内に侵入することを防止する。
- ③ 万一、建屋内に津波が侵入したとしても、機器の故障と違って、津波の影響範囲は甚大で多くの機器に影響を与える可能性があることから、その影響範囲を限定するために、建屋内の水密化や機器の設置位置の見直し等を実施する。
- ④ 上記①～③の徹底した対策の実施により津波によるプラントへの影響は、最小限にとどめることが出来ると考えられるが、それさえも期待せず、津波により発電所のほとんど全ての設備機能を失った場合を前提としても、原子炉への注水や冷却のための備えを発電所の本設設備とは別置きで配備することで事故の収束を図る。

以上の考え方に従い、設計想定として、蓋然性のある脅威に対して徹底した設備設計で対抗することを基本とするとともに、今般の事故のようにほぼ全ての設備の機能が喪失する場合についても対抗策を備えておく。

すなわち、『今回の事故原因となった津波事象を含む外的事象に対して、事象の規模を想定し、徹底した対応をすることで事故の発生を未然に防止することを基本とするが、さらに発電所の設備がほぼ全て機能を喪失するという事態までを前提とした事故収束の対応力を検討すること』が安全思想面からの対策として必要不可欠と考える。

津波の事例における対抗策のイメージ図を上記丸数字別に次図に示す。

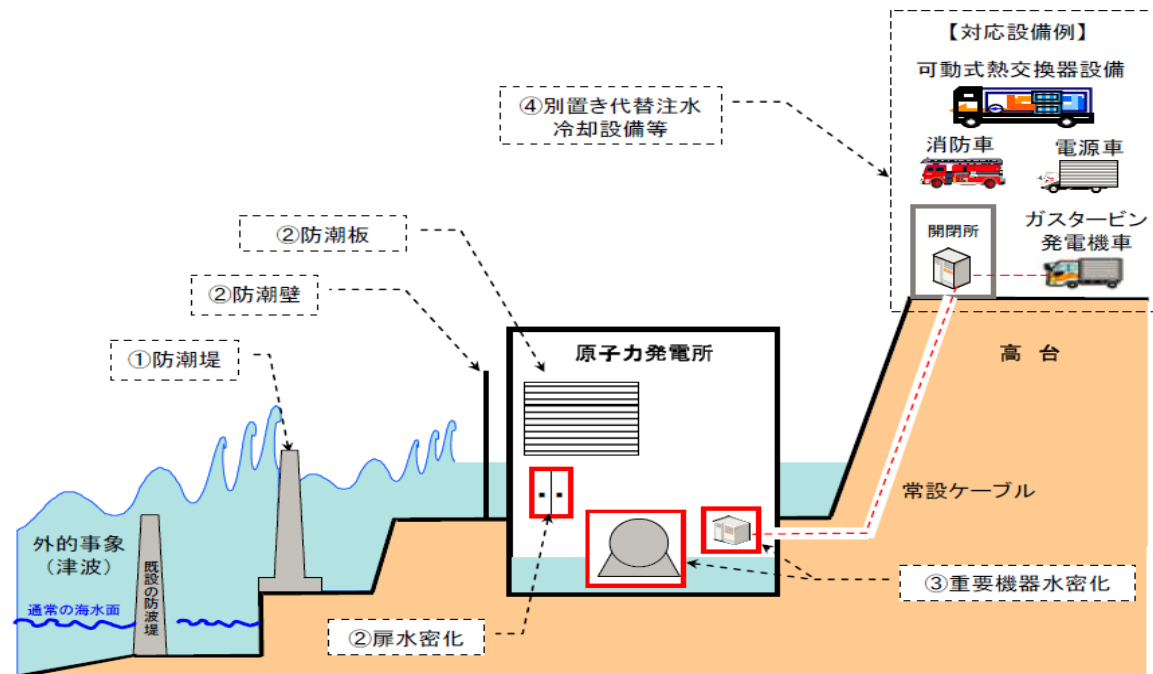


図6 津波の事例における対抗策のイメージ

(2) 対策（本編 P. 327～348）

① 炉心損傷防止のための設備対応方針と設備面の具体的対策

以上を踏まえ、以下の対応方針のもとで対策を立案することとした。

- 対応方針 1**：事故の直接原因である津波に対して、津波そのものに対する対策のほか、今回の事故への対応操作やプラントの事象進展からの課題を踏まえた原子炉注水や冷却のための重要機器に対する徹底した津波対策を施すこと
- 対応方針 2**：設備の損傷が今回の事故のような（「長時間におよぶ全交流電源と直流電源の同時喪失」や「長時間におよぶ非常用海水系の除熱機能の喪失」による）多重の機器故障や機能喪失に至ることを前提に、炉心損傷を未然に防止する応用性・機動性を高めた柔軟な機能確保の対策を講じること
- 対応方針 3**：更なる対策として、炉心損傷防止を第一とするものの、なおその上で炉心が損傷した場合に生じる影響を緩和する措置を講じていくこと

事故の経過と対応方針の関連の概略は次図の通りである。

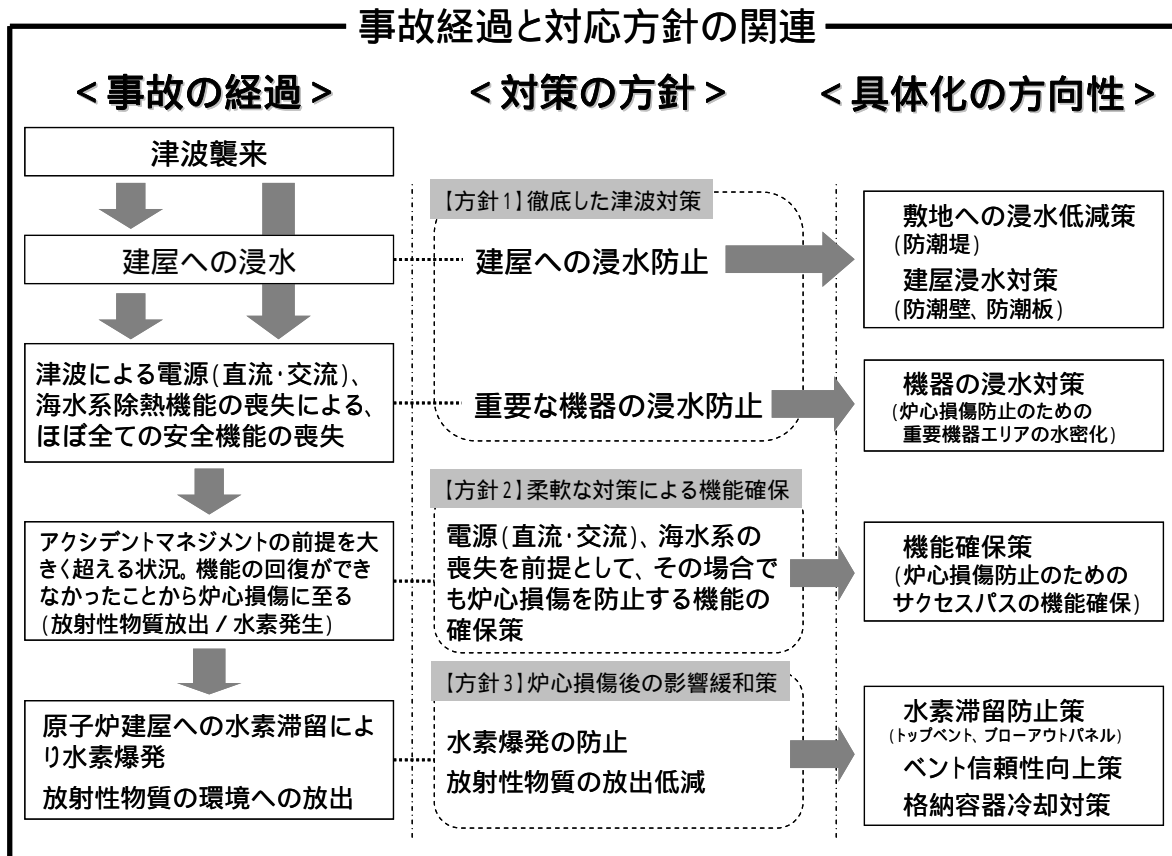


図7 事故の経過と対応方針の関連

津波への備えのほか、冷却成功までのステップ毎に、具体的な対応策を、併せてこれらをより有効なものとするための対応策（外部電源等）を検討・整理した。それぞれの具体的対策は添付1参照。

② 運用(ソフト)面での対策

設備面からの対策を実戦的に機能させていくためには、ハードの整備はもとより、その「具体的な実施手順の策定」、「要員・体制的な裏づけ」、「技能や知識の付与・訓練」といったソフト的な対策を整備する必要がある。

＜具体的な実施手順の策定＞

- ・ 想定と異なるプラント状態となる可能性も念頭に、整備した設備をプラント状態に応じて柔軟に選択できる汎用性のある手順を策定する。
- ・ 策定にあたっては、アクセスルート、可搬機器の設置場所を明確にするとともに、被ばく低減のための装備品と保管場所も明確にする。

＜要員・体制的な裏づけ＞

- ・ 炉心損傷を未然に防止するために要求される注水・冷却機能は時間とともに変遷するため、設備の操作に必要な要員が、時間の変遷とともに確実に確保できる体制を構築する。
- ・ 複数プラントの同時被災においても、対応できるための指揮命令系統、緊急時対

応を支える活動拠点，長期の事故対応等ができるためのインフラ（衣食住）を考慮する。

<技能や知識の付与・訓練>

- ・策定した手順を確実に遂行するため，要員・組織に必要な技能や知識を付与する教育（重機や電源車，消防車等の運転に必要な免許取得を含む），及び実際の事故の状況に応じて対応ができるようにするための訓練をそれぞれ実施する。

これらに加えて，今般の事故対応において課題が顕在化した事項について，運用面での対策を行う。それぞれの課題に対する対策の内容は添付2参照。

(3) 一層の安全確保に向けた全社的なリスク管理の充実・強化

（本編 P. 350～351 【16.5】）

- ・今回の事故を契機とし，より一層の安全確保に向けた取り組みもあわせて検討・実施していく。具体的には，様々なステークホルダーの要請，新たなガバナンス体制の枠組み等を踏まえ，原子力安全の確保はもちろん，その他のリスクも含め，以下のとおり，全社的なリスク管理の充実・強化等を図る。

- 稀頻度重大リスクに対する予防策と危機管理の強化
- 推進体制の見直し・強化
- 安全意識・風土の醸成
- リスクコミュニケーションの改善
- リスク管理方針・リスク管理規程の見直し

17. 結び（本編P.352【17】）

- ・本報告書では，事故の当事者として，体験したこと，集約したデータ等を基に，教訓を得るべく努め，調査事実の摘示や炉心損傷に至った原因と未然防止のための対策を中心に，取りまとめ。これらについては当社の原子力プラントにおいて着実に具体化していく。
- ・未だ福島第一の1号機～3号機については，格納容器内部の機器の状態等の調査は限定的であり，損傷の程度等，未確認の事項もあるが，確認できた時点で情報を取り纏め，広く情報の共有を図る。

以 上

設備（ハード）面での対策

(1)敷地及び建屋への浸水対策

防潮堤、防潮板、防潮壁の設置、及び扉や建屋壁貫通部における浸水防止のための止水

(2)高圧注水設備(1時間以内に必要)

対策の考え方

・プラント運転状態から事故停止した場合、当初は原子炉圧力が高いため高圧で注水できる設備が求められる。

・今回の事故では、電動駆動設備が全交流電源喪失(SBO)に伴い使用不可となったことから、蒸気駆動の高圧注水設備が重要となる。

・なお、電動駆動の高圧注水設備を確保する場合は、起動条件の少ない設備を選択することが有効である。

SBO		
RCIC	蒸気駆動	
SLCまたはCRD	電動駆動	×
HPCS		

(3)減圧装置(4～8時間以内に必要)

対策の考え方

・プラントの除熱、冷却まで最終的に移行するためには、圧力容器の減圧が必要不可欠。

・今回の事故では電源喪失により減圧装置である主蒸気逃がし安全弁の操作に必要な直流電源が不足。当該弁を駆動するN2に加え、電源確保が必要。

(4)低圧注水設備(4～8時間以内に必要)

対策の考え方

・低圧注水設備は、非常系のほか、復水補給水系、消火系が挙げられる。全交流電源喪失(SBO)の場合、本設備では、消火系のディーゼル駆動消火ポンプ(DDFP)のみ起動可能である。

・今回活用した消防車を含め、安定して確実に注水できる低圧注水設備を用意することが重要。

SBO		
D/DFP	ディーゼル駆動	
MUWC	電動駆動	×

(5)除熱・冷却設備

格納容器ベント(1～2日以内に必要)

対策の考え方

・海水を冷却源とできない場合は、大気を冷却源とした圧力抑制室ベントの実施が必要。

・圧力抑制室ベントの実施には、電動(MO)弁、空気作動(AO)弁を開閉することが必要。

停止時冷却モードによる除熱(3～7日以内に必要)

対策の考え方

・海水を冷却源とした残留熱除去系(RHR)の停止時冷却モードが必要。

・このため、電源を確保するとともに、代替ポンプやモータ修理等による最終冷却源である海水系の復旧が必要。

原子炉隔離時冷却系(RCIC)

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
ポンプ/タービン	RCIC室の止水	手動起動手順の確立
直流電源(バッテリー、電源盤等)	バッテリー室、主母線盤等設置場所の止水(又は配置見直し)	電源車等の配備

ほう酸水注入系(SLC)または制御棒駆動水圧系(CRD)

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
SLCポンプ又はCRDポンプ	-	ポンプ設置エリアの止水
水源	-	純水タンクからの補給手順の確立
交流電源	-	非常用D/Gを含む電源設備の止水、電源車等の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
N2ポンプ	-	予備ポンプを配備
直流電源(バッテリー、電源盤等)	バッテリー室、主母線盤設置場所の止水(又は配置見直し)	可搬式バッテリー配備

消火系(FP)

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
ディーゼル駆動消火ポンプ	ポンプ室止水	消防車配備及び連結通水ライン設置、海水使用の手順化
バッテリー	バッテリー室止水	可搬式バッテリー配備
ディーゼル用燃料	燃料配備(燃料配送含む)	-

復水補給水系(MUWC)

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
MUWCポンプ	ポンプ室止水	タンク間の水の融通の手順化
交流電源	非常用D/Gを含む電源設備の止水、又は配置見直し	電源車等の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
交流電源(MO弁、AO弁用電磁弁)	非常用D/Gを含む電源設備の止水(又は配置見直し)	電源車等の配備、可搬式交流発電機又は可搬式バッテリー配備
圧縮空気(AO弁動作)	可搬式空気圧縮機(又はポンプの配備)	AO弁を手動で開操作ができる構造に変更

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
交流電源(RHRポンプ)	非常用D/Gを含む電源設備の止水(又は配置見直し)	・代替ポンプの配備 ・可動式熱交換器設備の配備
RCW/RSWポンプ	予備モータの配備	
交流電源(RCW/RSW)	電源室の止水	電源車の配備、建屋外でのD/G相当の電源確保

使用済燃料プールの除熱(7～10数日以内に必要;使用済燃料の崩壊熱による)

対策の考え方

・使用済燃料プールを冷却する燃料プール冷却浄化系(FPC)は原子炉建屋内にあることもあり、津波への耐性が基本的に強い。このため、電源設備の確保が重要。

・また、時間的な余裕を考えたとき、計測設備による監視が重要。

(6)監視計器の電源確保(1時間以内に必要)

対策の考え方

・今回の事故では、監視計器が機能喪失し、計器の電源復旧に時間を要した。

・このため、速やかな計器用電源の確保が重要。

(7)炉心損傷後の影響緩和策

対策の考え方

・今回の事故では、格納容器から建屋へ漏えいしたと考えられる水素の爆発によって、閉じ込め機能喪失のみならず、復旧活動自体が著しく困難となった。

・深層防護の観点から、今回の事故を踏まえた炉心損傷が生じた場合における対策を講じる。

(8)共通の事項

・上記対策を有効なものとするためには、当該の対応のほか、安全に効率的に動けるように作業を支援する装備や補助設備を充実することが必要。

その他の中長期的技術検討課題

・今回の検討において、炉心損傷を防止するための対策を上記の通り立案したが、そのほか右記の中長期的技術検討課題が挙げられる。

・これら技術検討課題については、別途検討を進める。

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
FPCポンプ	ポンプ室の止水 ----- プール内の水位・温度計設置	・消防車の配備 ・消火配管の活用
交流電源	電源設備の止水(または配置見直し)	・電源車等の配備

必要な設備	機器の浸水対策	柔軟な対策
直流電源	バッテリー室・主母線設置場所の止水(または配置見直し)	・可搬式バッテリー配備 ・電源車及び可搬式充電器の配備

項目	対策
水素滞留の防止	原子炉建屋の換気促進のため、建屋屋上へ穴を開ける措置(トップベント)やブローアウトパネルを開放する措置の設備・手順の確立
放射性物質の放出抑制	圧力抑制室ベントと同じ(水を通したベントの確実な実施) 消防車等による格納容器への注水手順の準備

項目	対策
外部電源	外部電源の供給信頼度を確保するための設備形成の検討、送電鉄塔基礎の安定性の評価、変電所設備/開閉所設備の耐震性向上策の検討、外部電源設備の迅速な復旧手順等の検討
瓦礫撤去設備	対応活動の阻害要因となる瓦礫を撤去するための設備の配置
通信手段の確保	移動無線や衛星電話の配備や電源としての蓄電池等の配備など状況に応じた通信手段を確立、全面マスクを装着した状態での通信設備の開発
照明用設備の確保	安全、迅速、確実な対応を行うために、両手を使えるようなヘッドライトタイプの照明のほか、広範囲を照らせるような照明設備を配備
防護設備	防護服、マスク、APD、可搬式空気清浄機等の様々な装備品等を適切な場所に余裕を持って配備、中央制御室の非常用換気設備は電源車等により優先的に機能を回復、免震重要棟の遮へいの強化や局所排風機など必要な設備を配備
放射線管理ツールの整備	免震重要棟を含め拠点となる場所において、線量集計のための管理ツールを整備
環境放射線の監視体制の強化	電源停止の場合の代替監視方法及び要員体制を予め決めておく等、モニタリングのための放射線測定設備を強化
津波監視体制の強化	短期的には赤外線スコープなどの配備、長期的には海面高さ観測装置による情報収集と作業員への通知方法、避難ルートの確保、緊急時に現場に向かうルート案の事前検討と必要に応じた改造
免震重要棟の機能強化	人と物の出入口の分離、放射性物質の浸入防止を考慮した出入口設計、除染しやすい内装、トイレ設備の機能維持、休息のための設備準備

項目	内容
高圧注水設備の信頼性向上	非常用復水器の隔離信号のインターロックも含め、高圧注水設備の信頼性向上に資する考え方を整理・検討
ベントラインの信頼性向上	ラプチャーディスクを積極的に作動させる方策やベントラインの信頼性向上など、不用意な放出につながらないことに留意した上で検討
フィルタベントの検討	放射性物質の放出を低減するため、放射性物質をフィルタを介して放出するフィルタベントの設計検討
事故時の計測設備の研究開発	原子炉水位計については、精度の向上の他、事故時に必要な目的に応じた計測装置を研究・開発。格納容器雰囲気モニタについては、信頼性向上の他、事故環境下での精度向上についても検討

運用(ソフト)面での対策など(1/2)

○対応主体、△対応支援、－対象外

項目	課題	対策の内容	発電所	本店	国等	
設備面の対策に対応した運用面での対策	<p>設備面として、高圧注水設備、減圧・低圧注水、除熱という時間も考慮したサクセスパスを示すとともに、それを達成するために必要な共通事項、並びに万一、炉心損傷に至ってしまった場合の水素滞留防止の観点で対策を立案した。これらの対策を実践的に機能させていくためには、ハードの整備はもとより、その「具体的な実施手順の策定」、「要員・体制的な裏づけ」、「技能や知識の付与・訓練」といったソフト的な対策を整備する必要がある。</p>	<p><具体的な手順の策定> ・想定と異なるプラント状態になる可能性があることから、整備した設備をプラント状態に応じて柔軟に選択できるように汎用性のある手順とする。 ・アクセスルート、可搬機器の設置場所を明確にするとともに、操作に必要な資機材とその保管場所、被ばく低減のための装備品と保管場所も明確にした手順とする。</p> <p><要員・体制的な裏付け> ・要求される注水・冷却機能は時間とともに変遷するため、その機能を達成する設備の操作に必要な要員が、時間の変遷とともに確実に確保できる体制とする。 ・複数プラントの同時被災においても、対応できるための指揮命令系統、緊急時対応を支える活動拠点、長期の事故対応等ができるためのインフラを考慮する。</p> <p><技能や知識の付与・訓練> ・要員・組織に必要な技能や知識を付与する教育(重機、電源車、消防車等の運転に必要な免許取得を含む)、及び実際の事故の状況に応じて対応ができるようにするための訓練を実施する。</p>	○	△	－	
緊急時対応態勢	緊急時対応態勢(政府・国、自治体、事業者の役割分担と指揮命令系統)	<p>今回の事故対応に関して、発電所から見て指揮命令系統に混乱が生じたこと、結果として現場の実態を把握していない場所で、把握していない者が判断するような実戦的でない対応態勢になったことは問題である。このような事態を招いたのは、当社であり、政府であり、国であるものと考えられる。即ち、挙げられる課題は、事故対応において、どのような事に対して、誰(政府・国、自治体、事業者)が責任を持ち、どのような実効ある対応を実施するのか、明確にしておく必要がある。</p>	<p><緊急時対応態勢> ・当社事故対応態勢を内側(発電所事故収束)に向けて直接的に事故対応する態勢と、外側(広報、通報連絡、資機材調達等)に向けて対応する態勢に分け、発電所事故収束の対応に直接的に係わる要員は、事故収束対応に専念する態勢を確立する。 ・外側に向けて対応する態勢には、正確・迅速な情報発信や関係機関との緊密な連携が必要であることから、事故対応を阻害せずにプラント情報などを取得する仕組みを検討、整備する。 ・海外からの支援等、有益な情報を有効活用するためには、情報を仕分け、真に必要とする支援を選択する仕組み、並びに外側に向けて対応する態勢への技術系社員の適正配置を考慮する。</p> <p><指揮命令系統> ・発電所長に指揮命令の権限があることを今一度明確に認識する。 ・本店対策本部は、発電所に対して、外部関係機関との調整においても発電所長が行う現場事故対応の具体的指揮に関して、直接的な介入などによる指揮の混乱等、事故収束活動を阻害しないように支援する。</p>	○	○	－
	長期対応態勢の確立	<p>今回の事故については、複数号機で炉心損傷事故、あるいはその可能性のある事故まで発展した。このため、その対応は長期化するとともに、これまで経験したことのない様々な事態に対して対処する必要性が生じた。本来であれば長期化が見込まれた段階で対応した組織に移行すべきところであるが、予断を許さない状況の中で当社は通常の事故対応と同様に全員で対処し、要員ローテーションについては要員の増強などに応じて、各班等の自主的な判断で行われていたものであった。</p>	<p>・長期間の事故対応にも耐えるために、判断者も含め長期間、24時間対応できるような態勢作りを事前に検討しておく。 ・担当する業務は、できる限り通常行っている業務と同種のものとし、少人数でも効率的に対応業務ができるように配慮する必要がある。</p> <p>・発電所が複数号機、長期間の対応を余儀なくされた場合、対応要員の増強を図るため、当該発電所経験者などを中心に、本店が主導して本店や他発電所からの人的支援を実施する。</p>	○	○	－
	初動の対応及び専念できる態勢の確保	<p>今回の本店の事故対応時の活動を見ると、災害発生当初は会長、社長が出張で不在であり、原子力・立地本部長は発電所支援や原子力災害時のオフサイトセンター対応のために福島へ移動し、原子力・立地本部副本部長は経済産業省等への説明やプレス対応で不在となる時間が生じている。この他、本店対策本部長が外部との電話対応に追われたり、技術系社員がプレス対応等で時間単位であるが離脱する状況が生じるなど、発電所の事故対応等に専念できない状況が生じた。</p>	<p><初動の対応態勢の確保> ・今回の災害対応初期段階において、経営トップが不在だったことを真摯に反省し、今後は常に緊急時対応を念頭においた行動をとられるよう調整を実施する。</p> <p>・いかなる時間に緊急事態が発生したとしても、必要な対応要員が参集できるように環境や仕組みを整備し、手配する。</p> <p><指揮命令系統・原子力・立地本部長、原子力・立地本部副本部長> ・本店の対応態勢は、原子力・立地本部長または原子力・立地本部副本部長が適切に発電所支援のための判断ができるよう、発電所事故収束対応に専念できる態勢とすることが望ましい。 ・緊急時対応拠点には原子力・立地本部長が指名する者を派遣し、TV会議システムで情報の共有を図ることが現実的で実効的である。</p>	－	○	－
情報伝達 / 情報共有	<p>プラント監視機能を喪失し、通信機能も低下した。このため、プラント情報を伝送する緊急時対応情報表示システム(SPDS)が問題なく作動していたとしても、得られた情報には限りがある。このような通信設備の問題に加え、情報伝達上の問題等から、発電所・本店対策本部においてはプラントの状態を正しく認識できなかった。</p>	<p>・プラント状態や系統の状態について、簡単な系統図などを利用した情報伝達様式等を整備し、視覚的に容易に状態を把握できるようにし、情報変更の度に連絡するようにしておく。</p> <p>・緊急時対策室と中央制御室のホワイトボード等の上に同一のテンプレートを準備しておく。これらの情報伝達方式については、防災訓練などを通じて習熟訓練を実施する。</p>	○	○	－	
所掌未確定事項への対応	<p>消防車を使って、原子炉への注水作業を行ったが、このような利用は想定していなかったため、消防車の送水を原子炉に注入するための作業については、役割分担も明確にはなっていなかった。</p>	<p>・指示を出す者またはそれを補助する者が、誰に何をするのかを明確に指示することとし、訓練の中で適切に行われているか否かを確認する。</p>	○	－	－	

運用(ソフト)面での対策など(2/2)

○対応主体、△対応支援、－対象外

項目	課題	対策の内容	発電所	本店	国等	
情報公開	企業のトップとして、記者会見などを通じたお詫びやご説明が不十分であった。 周辺住民の皆さまや広く国民の皆さまの安全に関わる、特に迅速にお伝えすべき情報について、その内容や評価を十分に把握できていなかったこと、広報内容について国との事前調整が必要となったことなどから、情報公開に時間を要した。	・トップ自らが率先し、積極的な情報発信に努めていく。	－	○	－	
		・様々な原子力災害の形態と事象の進展を想定した上で、原子力災害時には、進展する事象を迅速・確実に公表するとともに、住民の安全にとって重要な情報を最優先に公表を行う。	○	○	－	
		・多様な情報を直接かつ迅速にお伝えできるインターネットを積極的に活用していく。 ・過度な発表内容の事前調整については取りやめ、情報共有程度に留めるべき。	－	○	－	
資機材輸送	地震による道路被害や通行止め、通信環境の悪化に加え、放射性物質による屋外汚染とそれに伴う被ばくの問題等が資機材輸送の阻害要因となった。 当初予定していた場所、人や組織まで届けることができない事態が生じ、予定外の場所に直接的な授受行為なしに置かれるような事例が見られた。APDの輸送事例のように、セットで扱われるべき物が分割で梱包、輸送され、届いてはいるものの一部が発見されなかったために、機材を使用できなかった事例が見られた。 避難指示区域が設定されたため、急遽、区域境界近くに物流拠点を構築する等、今回の事故対応事例を教訓に、事前に資機材の輸送について段取りを決めておく必要がある。	<輸送中継拠点の選定> ・汚染の状況、道路状況等に柔軟に対応することが必要不可欠であり、発電所周辺で輸送中継拠点になりうる候補地を複数箇所事前に選定しておく。	△	○	－	
		<輸送中継チーム> ・発電所に代わって資機材を受け取り、保管や発電所への確実な受け渡しを行うことを目的としたチームを結成、派遣できるようにする。(荷下ろしに必要な装置の取り扱い資格取得含む) ・輸送部隊は、汚染エリアでの輸送に従事するため、定期的に放射線に関する教育を行う。	△	○	－	
		<輸送物情報> ・資機材を確実に届けるために、資機材に関する輸送に必要な情報を明確化する。 ・特に、社内組織からの輸送物であって重要度の高い資機材については、その操作や輸送物情報を知る者も可能な限り資機材とともに移動するよう配慮する。	△	○	－	
出入管理拠点の整備	電気・水道・通信設備などのインフラが整備されていない悪条件の中、必ずしも放射線に関する知識を有しない部門が放射線管理員のサポートを受けつつ、区域・設備の確保など、拠点の構築を行うこととなった。	・輸送中継拠点と合わせて、出入管理拠点構築の方法(事前の拠点選定、支援要員への放射線教育、除染設備の確保等)を予め検討する。	△	○	－	
原子力災害時における安全の確保 (放射線安全他)	今回の事故では、法令に定める女性の線量限度超過や内部被ばくの評価に時間を要したことも関連するが、緊急時の線量限度超過事例が発生した。 また、APDが津波により流され、貸し出しシステムも機能を喪失したため、線量集計等に労力を要した。 さらに、上記拠点整備にあたって、必ずしも放射線に関する知識を有しない部門が放射線管理員のサポートを受けつつ、区域・設備の確保などを行う必要が生じた。 今回の事故では、常日頃放射線に係わらない業務に携わる人も含めた誰しもが、放射線に対処した行動をする必要が生じたことともに、通常の管理区域以上の状態が屋外まで拡大したため、放射線管理員が不足した。	<放射線管理教育の強化> ・発電所に勤務する者は、担当する業務が放射線に係わらない業務であっても、最低限必要な放射線管理に関する知識を教育するとともに、関連する装置(サーベイメータ、APD等)の基本的な取り扱いについて訓練をし、放射線管理の補助的業務を行えるようにする。	○	－	－	
		<女性の作業従事に関する考え方の整備> ・原子力災害発生時、発電所で業務に従事する女性は、できるだけ早期に発電所から退避することを基本的な考えとして整備する。	○	△	－	
		<内部被ばく評価方法および対応手順の整備> ・原子力災害発生時の内部被ばく評価方法及び対応手順について、改めて検討、整備する。	△	○	－	
機器の状態・動作の評価	福島第一1号機の非常用復水器の隔離弁について、各々の電源喪失のタイミングによって弁の開閉状態が異なること、加えて弁等の状態を表示するランプや計器なども電源を喪失していたことから、津波襲来時に当該弁の開閉状態を正確に認識できなかった。	・設備(ハード)面の対策の「隔離信号のインターロックも含め、高圧注水設備の信頼性向上に資する考え方を整理・検討」と併せて、交流電源、直流電源を喪失した場合の機器・系統の動きについて、安全上重要な設備を中心に検討分析し、機器の状態把握方法などの面で有益な情報が得られた場合には、手順書や教育・訓練へ反映する。	○	△	－	
国等への提言事項	オフサイトセンターのあり方	原子力災害時に当初中心的役割を予定していたオフサイトセンターが機能しなかったために、国、自治体、事業者が協力して予定していた広報の一元化については実施できなかった。 オフサイトセンターによる一元的な広報が機能せず、政府、原子力安全・保安院、当社の役割分担が明確でないままに、各々が記者会見を行った。その結果、三者が同様の情報を発信することとなった事に加え、会見内容に若干の齟齬が生じる場合もあった。	・国、自治体、事業者が協力して予定していた広報の一元化について実効的な広報について関係機関と再度調整を行う。 ・地域住民にとってどのような情報が重要であるかをよく検証し、中央で発信すべき情報と現地で発信すべき情報を見極め、その方法を含めて有益な情報をいかに迅速かつ正確に公表することができるかを事前によく検討しておく。 ・当社から連絡や情報が届かない場合の問い合わせ先として、オフサイトセンター機能を活用する等、自治体への通報連絡について協力をお願いしたい。	△	○	○
	資機材調達	(上記「資機材輸送」と同じ)	・強固な道路整備が第一の備えとなるが、道路情報の把握のための地元警察や自衛隊との協力が必要と考えており、自衛隊等の関係諸機関を含めた態勢構築、事前検討について協力をお願いしたい。 ・緊急時対応に必要な資機材の調達に関する協力体制の構築についても協力をお願いしたい。	△	○	○
	緊急時線量限度、スクリーニングレベル見直し方法	今回、通信設備の問題等から、連絡がとりにくい状況の中で、オフサイトセンターの緊急被ばく医療派遣チームの専門家による助言を得ることにより、除染のための基準(スクリーニングレベル)の見直しを実施した。	・ある一定の条件の下では事業者判断で緊急線量限度、スクリーニングレベルの見直しができるよう、国と予め取り決めておく。	－	○	○
	外的事象の基準策定	外的事象の基準については、事業者自身が判断基準策定に係わると透明性・公平性等の観点から誤解を受ける可能性がある。	・知見の集約(収集・評価、総括)能力の高い専門研究機関である国の組織が、現実の設備設計を行う上で想定することが適切な脅威の程度について統一した見解を明示し、それに基づき審査が行われよう対応していただきたい。	－	○	○
	津波データの利用	今回の事故では、余震による津波の可能性があり、余震による退避を繰り返しつつ、復旧活動に従事せざるを得なかった。	・発電所沖合の津波高さの情報をできるだけ早期に入手し、作業に携わる人たちに連絡し、避難できる体制を整備するため、国が保有する海面高さ観測装置のデータを利用させていただきたい。	△	○	○
	低線量被ばくの影響調査	今回の事故原因とは直接的な関連はないが、原子力災害の発生により放射性物質が広範囲に拡大したことで、全国的に放射性物質による汚染への懸念が高まっている。	・低線量被ばくの影響については現状では解明されていないため、線量増加により障害発生確率も増大し、障害の発生に「しきい値」がないと仮定しているが、国民の不安を解消するためには、これらについて国を挙げて取り組み、解明することをお願いしたい。	－	○	○