国際原子力機関に対する
日本国政府の追加報告書

- 東京電力福島原子力発電所の事故について -

（第 2 報）

平成 23 年 9 月

原子力災害対策本部

This page intentionally left blank

目　次

Ⅰ．　はじめに　I-1

Ⅱ．事故に関するその後の追加的状況　II-1

１．東北地方太平洋沖地震とそれによる津波　II-1
（１）地震・津波の発生に係る原因究明　II-1
（２）一般災害の復旧・復興の状況　II-12

２．福島原子力発電所等の事故の状況　II-36
（１）福島第一原子力発電所の事故の発生・進展に関する新たな知見　II-36
（２）福島第一原子力発電所の状況　II-112
（３）福島第二原子力発電所の状況　II-207
（４）その他の原子力発電所の状況　II-275
（５）福島第二原子力発電所及びその他の発電所における事象進展の整理　II-357

３．避難区域等に係る対応　II-362
（１）警戒区域への一時立入りの取組み　II-362
（２）計画的避難の実施状況　II-363
（３）特定避難勧奨地点の設定　II-363

４．放射性物質の放出の状況　II-365
（１）発電所から大気への放出量の評価　II-365
（２）海洋への汚染防止対策及び海域モニタリング　II-376

５．放射線被ばくの状況　II-387
（１）従事者の被ばくの状況　II-387
（２）周辺住民の被ばくの推定の取組み　II-398

６．農産物等の対応の状況　II-401
（１）食品中の放射性物質に関する暫定規定値について　II-401
（２）検査計画、出荷制限・摂取制限について　II-401
（３）個別品目への対応状況　II-401
（４）肥料等の取扱いについて　II-403

Ⅲ．事故の収束に向けた取組み III-1

１．東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋
（ロードマップ） III-1
（１）ステップ１の評価 III-1
（２）ステップ２における課題 III-4

２．汚染水の処理 III-18

３．放射線管理・医療 III-19

Ⅳ．原子力被災者への対応（オフサイト対応） IV-1

１．原子力被災者への対応に関する当面の取組みのロードマップ IV-1

２．緊急時避難準備区域の解除に向けた取組み IV-1
（１）取組み方針 IV-1
（２）緊急時避難準備区域の解除に向けた放射線モニタリング IV-3

３．放射線量等のマップの作成 IV-17

４．除染対策及び廃棄物等対策 IV-22
（１）放射性物質による汚染に対する総合的な対応 IV-22
（２）放射性物質汚染対処特別措置法について IV-22
（３）「除染推進に向けた基本的考え方」及び「除染に関する
緊急実施基本方針」 IV-24
（４）モニタリング及び除染の実施に向けた具体的取組み IV-25
（５）災害廃棄物等の処理について IV-28

Ⅴ．事故収束後の現場における計画（オンサイト計画） V-1

１．中期的課題に対する取組み V-1

２．長期的課題に対する取組み V-1

Ⅵ．教訓（２８項目）への取組み VI-1

Ⅶ．基準等の強化のための検討 VII-1

１．原子力安全委員会における取組み VII-1
（１）原子力安全委員会による助言、考え方の提示 VII-1
（２）安全審査指針類等の見直し VII-4
（３）シビアアクシデント対策への対応 VII-7

２．原子力安全・保安院における取組み VII-9

Ⅷ．原子力発電所の安全評価に係る追加的な取組み VIII-1

１．緊急安全対策の実施状況の確認 VIII-1

２．ストレステストを参考にした安全評価の導入 VIII-3

Ⅸ．むすび IX-1

This page intentionally left blank

概 要

［概要の構成］

１．はじめに
２．事故に関するその後の追加的な状況
３．事故の収束に向けた取組み
４．原子力被災者への対応（オフサイト対応）
５．事故収束後の現場における計画（オンサイト計画）
６．教訓（２８項目）への取組み
７．基準等の強化のための検討
８．原子力発電所の安全評価に係る追加的な取組み
９．むすび

１．はじめに

本年3月11日に発生した東京電力福島原子力発電所の事故の状況については、本年6月に開催された原子力安全に関するＩＡＥＡ閣僚会議に向けて、我が国政府の原子力災害対策本部が、事故の発生と進展、原子力災害への対応、その時点までに得られた事故の教訓等に関する状況を報告書（以下、「6月報告書」という。）としてとりまとめ、ＩＡＥＡに提出するとともに、その会議において発表したところである。

同会議の宣言や総括セッションの議長サマリーは、我が国からの継続的な情報提供を期待する旨言及している。我が国は、事故から得られる教訓を含め事故に関する正確な情報を引き続き国際社会に対して提供することは自らの責任であると認識している。そうした考え方の下、6月報告書以降の状況を追加報告書としてとりまとめ、ＩＡＥＡの理事会及び総会の機会にＩＡＥＡに提出することとした。

事故対応については、福島原子力発電所の原子炉と使用済燃料プールの安定的な冷却を達成するなど、事故収束に向けたロードマップのステップ1を終了させ、現在、ステップ2を着実に進めつつある。しかし、より安定的な冷却を実現するためにはなお数ヶ月の時間を要する状況である。このような中で、本追加報告書の作成に当たっては、以下の3点に留意した。

概要

（１） 6 月報告書以降に得られた事故に関する追加的情報や事故収束に向けた取組みの現況をとりまとめて示すこと。
（２） 教訓への取組み状況をとりまとめて示すこと。
（３） 原子力被災者への対応（オフサイト対応）の状況と事故収束後の現場における中長期的計画（オンサイト計画）の検討状況を示すこと。

特に上記（３）に関しては、我が国自らが取組みを着実に進めることは当然であるが、その際は、世界各国や国際機関の有する関連の経験、研究成果等の情報の提供や技術協力を得て取り組むことが肝要であると考えており、この報告がそのような連携を生み出すことを期待している。

本追加報告書には、福島原子力発電所に加えて、東北地方太平洋沖地震とその後の津波の影響を受けたそれ以外の原子力発電所における対応の状況についても、現時点までに判明したことを詳細に記載した。さらに、除染の取組みを含め、原子力被災者への対応に関する進展も記述した。一方、原子力損害賠償の取組みについては 6 月報告書と同様にとりあげていない。

本追加報告書の作成については、原子力災害対策本部の中で、政府・東京電力統合対策室による事故収束に向けての取組み等を踏まえて作業を進め、外部有識者の意見も聴取した。作成作業は、細野豪志原発事故の収束及び再発防止担当大臣が作成作業の全体を統括し、園田康博内閣府大臣政務官が中心となり進められた。

我が国は、この事故について、高い透明性をもって情報を公開することを基本としており、本追加報告書の作成に当たっても、事実関係を正確に記載すること、事故への対応をできるだけ厳しく客観的に評価することに留意した。事情の確認のために、必要に応じ関係者へのヒアリングも実施した。事実関係の記載については、本年 8 月 31 日までに判明したことに基づいている。

我が国としては、引き続き適切な機会にこのような形で事故に関する追加の報告を世界に発信していきたいと考えている。また、政府が設置した「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」の活動も本格化しており、いずれ、この検証結果についても世界に公表することになる。

我が国は、世界と連携しつつ、この事故の収束に取り組むとともに、事故の状況に関しては、透明性をしっかりと確保し、引き続きＩＡＥＡを通して世界各国に情報を提供する方針である。

２．事故に関するその後の追加的状況

（１）東北地方太平洋沖地震とそれによる津波

観測地震動データと観測波形データを用いた解析により、震源破壊過程（震源モデル）と波源破壊過程（波源モデル）が求められた。それによると、震源及び波源の発生メカニズムの重要な要因である滑り量は、日本海溝沿いの浅い部分において 55 メートルから 70 メートル弱と推定された。

本地震は、長周期地震動の観点からみるとマグニチュード（M）9 の地震であるが、短周期地震動の観点からみるとM8 クラスの地震と同じ特徴を有している可能性が高い。

津波水位に大きな影響を及ぼした要因としては、上述の大きな滑り量と、複数の震源域が連動して破壊するときの時間遅れによる津波水位の重なり効果である可能性が高い。

（２）福島原子力発電所等の事故の状況

東京電力は、数値シミュレーションにより推定した津波波源モデルに基づき福島第一原子力発電所敷地内の浸水高と浸水域を求め、実挙動を概ね再現できたと報告している。また、東京電力は、津波によって 1 号機、2 号機及び 4 号機の直流主母線盤は浸水したが、3 号機、5 号機及び 6 号機のそれは浸水を免れたことや、主要建屋内への浸水経路は主としてタービン建物の海側の地上の開口部や地下のトレンチ・ダクトに接続する開口部であったことなどの調査結果を報告している。

東京電力は、地震による安全上重要な建物・構築物及び機器・配管への影響を解析により評価した結果、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ったと推定できると報告している。なお、原子力安全・保安院は、地震による影響の詳細な状況については未だ不明の点も多いことから、今後、現場での実態調査等のさらなる調査・検討を行って、評価を実施するとしている。

原子力安全・保安院は、東京電力からの事故に関する報告を受けるとともに、東京電力社員等へのヒアリング調査を進めている。それらに基づき把握できた

事故発生後の冷却、代替注水、格納容器ベントなどの発電所での初期対応の状況、使用済燃料プールの状況、原子炉圧力容器の現状等に関する主な追加的情報は次の通りである。

①福島第一原子力発電所の全体的状況

福島第一原子力発電所では、地震発生後、緊急時対応に指名されていた要員は確保できていたが、複数プラント同時被災という事態に対し、様々な対応を行う必要があった。発電所内の通信手段は、津波の襲来による全交流電源喪失の結果、所内 PHS が使用不能となるなど、極めて限定される状態となった。各プラントの状況を把握する緊急時対応情報表示システム（SPDS）が使用不能となり、緊急対策本部では対策の立案に支障を来す状況となった。

電源設備の被害状況を踏まえ、東京電力では、11 日夕方から、電源確保のため全店の電源車を福島第一原子力発電所に向けて出発させたが、道路被害や渋滞により思うように進めなかった。自衛隊による電源車の空輸も検討されたが重量オーバーにより実現できなかった。このような状況の下、12 日未明までに確保できた電源車を利用し、暗闇、断続的に発生する強い余震、継続する大津波警報、津波による水たまり、障害物の散乱、高い空間線量等の劣悪な作業環境の中で、所員が電源復旧に向けケーブル敷設等の作業に取り組んだ。

②福島第一原子力発電所 1 号機

○［初期冷却］地震による原子炉自動停止後、非常用復水器（IC）（2 系列）により炉心冷却を開始したが、原子炉圧力容器の急激な温度低下のため、手順書に従って手動停止させた。その後、IC の 1 系列のみを用いて手動で起動と停止を繰り返した。その後の津波の襲来による電源喪失に伴い IC の動作状況を確認できなくなった。

○［代替注水］IC の機能が維持されているか不明であり、原子炉水位が確認できないため、3 月 11 日 17 時 12 分、代替注水による原子炉圧力容器の冷却を行うことを目指して、アクシデントマネジメント対策として設置された代替注水手段（消火系、復水補給水系）と新潟県中越沖地震の教訓として設置された防火水槽を用いた消防車の使用について検討を開始した。消火系の活用については暗闇の中で炉心スプレイ系等の弁を手動で開け、原子炉圧力容器の減圧後に注水が可能な状態とした。また、利用可能な消防車１台を 1 号機近くに配置す

ることが必要となったが、所内道路が津波の漂流物で通行が困難になったため、閉止されているゲートの鍵を壊して通行ルートを確保し、その消防車を 1 号機近くに配置した。このような困難な作業の結果、3 月 12 日 05 時 46 分に、消火系ラインから消防車を活用した淡水注水を開始した。

○［格納容器ベント］津波により最終的な熱の逃し場へ熱を輸送する手段が失われたことから、東京電力では事故初期から格納容器ベントの検討を開始した。3 月 11 日 23 時 50 分頃、所員が小型発電機を計器に接続し格納容器ドライウェル圧力を確認したところ、0.600MPa abs（最高使用圧力は 0.427MPa gage（＝0.528MPa abs））であったため、発電所ではベント実施に向けて具体的な作業を開始した。ベントの実施に先立ち、周辺住民の避難を確認していたが、3 月 12 日 09 時 03 分に大熊町（熊地区）の避難完了を確認した。同日 09 時 15 分頃、所員が暗闇の中で懐中電灯の明かりを用いながら、格納容器ベント弁の開操作（手順通りの 25%開）を実施した。続いて、所員がサプレッションチェンバー（S/C）の小弁の操作に向かったが、現場環境の線量が高かったため実施できなかった。このため、S/C 小弁の空気の残圧に期待して中央制御室での S/C 小弁の開操作を実施するとともに、3 月 12 日 14 時頃、仮設コンプレッサーにより S/C 大弁の開操作を実施した。その結果、同日 14 時 30 分に、格納容器ドライウェル圧力が低下していることを確認し、ベントがなされたと判断した。

○［使用済燃料プールの状況］3 月 11 日の地震と津波によって全交流電源が喪失し、海水ポンプの機能も喪失したため、使用済燃料プールの冷却機能と補給水機能が失われた。3 月 12 日の水素爆発により原子炉建屋が破損し、天井部分がプール上部に落下した。コンクリートポンプ車による放水や淡水を水源とした燃料プール冷却浄化系配管による注水によって、使用済燃料プールの水位は維持され、燃料の露出はなかった可能性が高い。8 月 10 日から代替冷却系を整備して運用を開始し、現在は約 30℃程度の水温で安定している。

○［原子炉圧力容器の現状］8 月 31 日時点で、崩壊熱相当の注水量を上回る約 3.6m^3／時の水量で原子炉圧力容器に注水を行っている。原子炉圧力容器底部の温度は、至近 1 ヶ月では継続的に上昇することはなく、現在は既に 100℃以下で安定的に推移しており、循環注水冷却システムにより原子炉は十分に冷却できている。4 月 7 日に開始した原子炉格納容器への窒素封入は現在も継続している。

③福島第一原子力発電所 2 号機

〇［初期冷却］津波による電源喪失により原子炉隔離時冷却系（RCIC）の動作状況を確認できなくなったが、3 月 12 日 02 時 55 分に RCIC が作動していることが確認され、その後しばらくは、代替注水に備えて原子炉の状態の監視を継続した。

〇［代替注水］津波襲来直後は RCIC の機能が維持されているか不明であったため、1 号機と同様に、アクシデントマネジメント対策として設置された代替注水手段（消火系、復水補給水系）と防火水槽を用いた消防車の使用についての検討を開始した。その後、RCIC の動作が確認されたことから、しばらくは原子炉の状態監視を継続したが、並行して、RCIC の停止に備えて、3 号機逆洗弁ピットを水源とした注水ライン構成を進め、消防車を配置してホースの敷設を実施した。3 月 14 日 11 時 01 分に 3 号機の原子炉建屋の爆発が発生し、準備が完了していた注水ラインは消防車とホースが破損して使用不可能となった。同日 13 時 25 分に RCIC が動作を停止したと判断されたので、現場の瓦礫の散乱状況から物揚場から直接海水を注入することとし、余震による作業中断を余儀なくされる中で、ホースの再敷設、主蒸気逃し安全弁（SRV）による原子炉圧力容器の減圧、燃料切れで停止していた消防車への燃料補給等の作業を行い、同日 19 時 54 分、消防車による海水注水を開始した。

〇［格納容器ベント］格納容器ベントを実施できる状況を作るため、3 月 13 日 08 時 10 分に格納容器ベント弁（MO 弁（電動駆動弁））の開操作（手順通りの開度 25%）を実施し、また、同日 11 時にサプレッションチェンバー（S/C）ベント弁（AO 弁（空気作動弁））大弁の開操作を実施して、ベントライン構成を完了し、ラプチャーディスクの破裂待ちとなった。しかし、その後、3 月 14 日 11 時 01 分の 3 号機の原子炉建屋の爆発の影響により、S/C 大弁が閉となり、開不能となったが、引き続きラインを形成する努力を継続した。同日 21 時頃、S/C ベント弁（AO 弁）小弁が微開となり、再度ベントラインの構成に成功した。しかし、S/C 側の圧力がラプチャーディスクの作動圧よりも低いことやドライウェル側の圧力が上昇していることから、ドライウェルベントの方針を採用し、3 月 15 日 0 時 02 分に一旦はドライウェルベント弁（AO 弁）小弁を開操作したが、数分後には当該小弁が閉状態であることを確認した。その後、ドライウェル圧力は高い値が継続し、同日 06 時から 06 時 10 分頃、大きな衝撃音が発生し、同時に S/C 圧力が 0MPa abs を示した。同日 11 時 25 分頃にはドライウェル圧力の低下も確認した。

○［使用済燃料プールの状況］3 月 11 日の地震と津波によって全交流電源が喪失し、海水ポンプの機能も喪失したため、使用済燃料プールの冷却機能と補給水機能が失われた。3 月 12 日の 1 号機の原子炉建屋の水素爆発により 2 号機の原子炉建屋のブローアウトパネルが開放された。3 月 20 日から海水を水源として燃料プール冷却浄化系配管による注水を開始した（3 月 29 日からは淡水の水源に切り替えることができた。）。この注水によって、使用済燃料プールの水位は維持され、燃料の露出はなかった可能性が高い。5 月 31 日から代替冷却を開始し、現在は約 30℃程度の水温で安定している。

○［原子炉圧力容器の現状］8 月 31 日時点で、崩壊熱相当の注水量を上回る約 3.8m^3／時の水量で注水を行っている。原子炉圧力容器底部の温度は、至近 1 ヶ月では継続的な温度上昇の挙動がなく、130℃以下で安定的に推移しており、循環注水冷却システムにより原子炉は十分に冷却できている。原子炉格納容器への窒素封入は 6 月 28 日に開始して以来、現在も継続している。

④福島第一原子力発電所 3 号機

○［初期冷却］3 号機では、3 月 11 日の全交流電源喪失後、しばらくは RCIC が作動し、原子炉の冷却は維持されていたが、3 月 12 日 11 時 36 分に RCIC がトリップし、その直後の同日 12 時 35 分に起動した高圧注水系（HPCI）も 3 月 13 日 02 時 42 分に停止した。こうした事態を受け、東京電力では、既設の冷却設備（HPCI、RCIC、ディーゼル駆動消火ポンプ）による注水の再開を試みたが、HPCI はバッテリー枯渇のため起動できず、RCIC についても、現場の状況を確認して、原子炉圧力容器への注水を試みたが起動できなかった。

○[代替注水]5／6 号機側との間の構内道路を瓦礫撤去などにより復旧を進め、5／6 号機側にあった消防車を回収するとともに、福島第二原子力発電所で緊急時のバックアップとして待機していた消防車 1 台を福島第一原子力発電所に移動し､3 月 13 日早朝､防火水槽の淡水を水源として注水するラインを構成した。原子炉圧力容器の減圧のために、主蒸気逃し安全弁（SRV）を操作することが必要となったが、バッテリーが不足していたことから、社員の通勤乗用車のバッテリーを取り外して集めた。この電源を用いて SRV を開けて原子炉圧力容器の急速減圧を実施した。これによって同日 09 時 25 分に消防車による代替注水を開始、その後、水源の防火水槽の淡水が枯渇したため、同日 13 時 12 分には逆洗弁ピットの海水を注水するラインを構成して海水注入を開始した。3 月 14 日の原子炉建屋の爆発により逆洗弁ピットが使用できなくなり、この他の海水

注水も試みたが、3 月 14 日 16 時 30 分頃に、直接海水を取水して注入するラインを作り消防車による海水注入を再開した。

○［格納容器ベント］3 月 13 日 04 時 50 分頃に格納容器ベントのために、ベント弁の開作業を開始し、サプレッションチェンバー（S/C）大弁（AO 弁）は、小型発電機を用いてこの大弁を作動させるための電磁弁を強制的に励磁させたが開とならなかったためボンベを交換して開とした。また、別のベント弁を手動で開操作（手順通り 15%開）を行い、同日 08 時 41 分頃にベントラインの構成を完了し、ラプチャーディスクの破裂持ちとなった。同日 09 時 24 分にドライウェル圧力が 0.637MPa abs（同日 09 時 10 分）から 0.540MPa abs（同日 09 時 24 分）まで低下したことを確認し、東京電力ではベントが実施されたと判断した。ところが、その後、空気圧低下によるベント弁の閉止が繰り返され、その都度、ボンベ交換などによる開作業を実施した。

○［使用済燃料プールの状況］3 月 11 日の地震と津波によって全交流電源が喪失し、海水ポンプの機能も喪失したため、使用済燃料プールの冷却機能と補給水機能が失われた。3 月 14 日の水素ガスによるとみられる爆発により原子炉建屋のオペレーティングフロアから上部全体の外壁が破損し、使用済燃料プールに大量の瓦礫が落下した。建屋の破損により、むき出しとなったオペレーティングフロアから大量の水蒸気が放出されていることが確認された。3 月 17 日に自衛隊のヘリコプターにより海水を原子炉建屋上部に放水するとともに、放水車により使用済燃料プールに向けて放水を開始した。3 月 27 日にコンクリートポンプ車による注水を開始し、4 月 26 日に既設の燃料プール冷却浄化系配管による注水を開始した。これによって、使用済燃料プールの水位は維持され、燃料の露出はなかった可能性が高い。6 月 30 日から代替冷却を開始し、現在は約 30℃程度の水温で安定している。

○［原子炉圧力容器の現状］8 月 31 日時点で、崩壊熱相当の注水量を上回る約 7.0m^3／時の水量で注水を行っている。原子炉圧力容器底部の温度は、至近 1 ヶ月では継続的な温度上昇の動きがなく、120℃以下で安定的に推移しており、循環注水冷却システムにより原子炉は十分に冷却できている。原子炉格納容器への窒素封入は 7 月 14 日に開始して以来、現在も継続している。

⑤福島第一原子力発電所 4 号機

○［使用済燃料プールの状況］3 月 11 日の地震と津波によって全交流電源が喪失し、海水ポンプの機能も喪失したため、使用済燃料プールの冷却機能と補給水機能が失われた。3 月 15 日の水素ガスによるとみられる爆発によりオペレーティングフロア上部等の壁面が破損した。3 月 20 日に自衛隊の放水車による淡水放水を開始し、以後、定期的に注水を行ってきたが、6 月 16 日に至って仮設の燃料プール注水設備による注水を開始した。プール水を採取して核種分析をした結果等からみて、プール内の大部分の燃料は健全な状態にあり、系統的な大量破損は発生していないと推測できる。ただし、4 号機では原子炉建屋が損傷しているため、プールに落下した瓦礫により一部の燃料が損傷した可能性を否定することはできない。7 月 31 日から代替冷却を開始し、現在は約 40℃程度の水温で安定している。

なお、7 月 30 日には、使用済燃料プール底部における支持構造物の設置工事を完了して、耐震強度を強化した。

⑥福島第二原子力発電所

福島第二原子力発電所（1 号機から 4 号機までの沸騰水型軽水炉）では、3 月 11 日の地震発生前は 4 基とも運転中であった。福島第二原子力発電所の全体で 1 回線の外部電源が確保されたことから交流電源の確保には成功した。炉心冷却については、1 号機及び 2 号機は、タービン駆動注水系が確保されたことや、電動給水系については全ての非常用炉心冷却系（ECCS）が使用できなくなったが、これ以外の給水系が確保されたことから炉心冷却は成功した。3 号機と 4 号機は、タービン駆動注水系が確保されたことや、電動給水系については ECCS の一部とこれ以外の給水系が確保されたことから炉心冷却は成功した。格納容器からの崩壊熱除去については、3 号機については残留熱除去系（RHR）の 1 系統が確保できたことから冷却を継続して冷温停止に至った。1 号機、2 号機及び 4 号機については、津波により全ての除熱機能を喪失したが、電動機の交換、仮設ケーブルの敷設・受電や高圧電源車からの受電により RHR の 1 系統を復旧させて冷却を行うことにより、冷温停止にすることができた。

⑦その他の地震と津波の影響を受けた原子力発電所

［女川原子力発電所］東北電力女川原子力発電所（1 号機から 3 号機までの沸騰水型軽水炉）では、1 号機と 3 号機が運転中で 2 号機が原子炉起動操作中であっ

た。地震と津波後も発電所全体で 1 回線の外部電源が確保できた。1 号機は常用配電盤の火災により非常用配電盤に電源が供給できなくなったため、外部電源が使用できなくなったが、非常用ディーゼル発電機が起動したことにより交流電源を確保できた。炉心冷却については、1 号機及び 3 号機は、タービン駆動注水系と電動給水系をともに確保でき炉心冷却は成功した。2 号機については、原子炉起動のための制御棒引き抜き操作を行っていたが、炉水温度は 100℃以下であり、直ちに冷温停止に至った。格納容器からの崩壊熱除去については、1 号機及び 3 号機については全ての残留熱除去系（RHR）を確保でき、冷却を継続して冷温停止に至った。2 号機については、炉水温度は 100℃以下であり、そのまま冷温停止に移行した。その後の津波により RHR が 1 系統使用不能となったが、もう 1 系統は使用できたため、崩壊熱除去の確保に成功した。

［東海第二発電所］日本原子力発電東海第二発電所（1 基の沸騰水型軽水炉）は、3 月 11 日の地震発生前は運転中であった。地震により外部電源 3 回線の供給が停止し外部電源を喪失した。非常用ディーゼル発電機は全て起動した。その後の津波により 1 系統が使用できなくなったが、もう 1 系統の非常用ディーゼル発電機と高圧炉心注水系（HPCS）のディーゼル発電機からの交流電源の確保に成功した。炉心冷却については、電動給水系の 1 系統が確保でき、炉心冷却は成功した。格納容器からの崩壊熱除去については、非常用ディーゼル発電機による電源確保が 1 系統であり、残留熱除去系（RHR）も 1 系統の電源確保となったため、時間は要したが冷却を継続して冷温停止に至った。

（３）避難区域等に係る対応

周辺住民に対する事故の影響を回避するため、政府は状況に応じた避難区域等を設定している。6 月報告書に記載した通り、原子力災害対策本部長は 4 月 22 日から福島第一原子力発電所から半径 20km 圏内を警戒区域として設定するよう関係市町村長に指示し、立入りが原則禁止された。一方、住民の自宅への一時的な立入り（住民一時立入）と立入りができなければ著しく公益を損なうことが見込まれる公共団体、企業等の一時立入り（公益一時立入）は認めている。住民一時立入は一巡目が概ね完了し、8 月 31 日までに 19,683 世帯、33,181 人となっている。

また、政府は 4 月 22 日に、事故発生から 1 年の期間内に積算線量が 20 ミリシーベルトに達するおそれのある地域を計画的避難区域に設定した。当該区域の住民は、現在までに概ね避難を終えている。同日、緊急時に屋内退避や避難

の対応が求められる区域として設定した緊急時避難準備区域については、現在、解除に向けた取組みが進められている（下記４．（２）参照）。

さらに、6 月以降、地域的な広がりはないものの、生活形態によっては、事故発生から 1 年の期間内に積算線量が 20 ミリシーベルトに達するおそれのある地点が出てきたため、これを特定避難勧奨地点として住居単位で特定し、そこに居住する住民に対して、注意を喚起し、避難を支援、促進することとした。現在まで、特定避難勧奨地点として 227 地点が設定されており、これらの地点の中に 245 世帯が含まれている。

（４）放射性物質の放出の状況

日本原子力研究開発機構（ＪＡＥＡ）は、5 月 12 日に原子力安全委員会に対して、事故発生後のヨウ素 131 とセシウムの大気放出量の試算を報告したが、3 月 12 日から 15 日にかけての緊急時モニタリングの結果が新たに明らかになったことから、その再評価を行い、8 月 22 日に同委員会に報告した。

現在のサイトにおける放射性物質の放出量については、東京電力が、敷地周辺の空気中の放射性物質濃度の測定値と拡散モデル（原子力安全委員会の「気象指針」に基づく拡散モデル）により予め作成された濃度の分布グラフを用いて、現状の大気中への放射性物質の放出量を推定した。その結果、8 月上旬の時点で､セシウム 137 とセシウム 134 を合わせた単位時間当たりの放出量は約 2.0×10^{8} ベクレル（Bq／時）となった。

政府は、福島第一原子力発電所から放出された放射性物質の影響を把握するため、環境モニタリングを引き続き積極的に実施している。7 月、政府は、関係省庁、自治体及び事業者が実施してきた多岐にわたる環境モニタリングの全体像を踏まえた上で、その的確な実施と評価を進めていくために、「モニタリング調整会議」を設けた。同調整会議は、8 月 2 日には「総合モニタリング計画」を決定し、関係機関が連携して、①環境モニタリング一般、②港湾、空港等、③水環境等、④農地土壌、林野等、⑤食品、⑥水道のそれぞれについて、抜け落ちがないきめ細かな環境モニタリングを実施することになった。

福島第一原子力発電所から海洋への放射性物質の流出については、東京電力は、流出経路の上流部に位置する海水配管トレンチの閉鎖、流出リスクのあるピットの閉塞などの流出防止・拡散抑制の強化対策を実施している。現在、発

電所の取水や放水の所における海水中の放射性物質の濃度は、法令上の規制濃度に近い程度に下がっている。しかし、今後、滞留水が地中へ漏出し、海洋汚染を拡大させる可能性は否定できない。このため、1～4 号機の既設護岸の前面に十分な遮水性を有する鋼管矢板による遮水壁（海側）を設置する予定である。また、1～4 号機の原子炉建屋周りの遮水壁（陸側）についても調査・検討している。

文部科学省は、5 月 6 日の「海域モニタリングの広域化」を受け、関係機関と連携して、宮城県、福島県、茨城県等の沖の海域における、海上の塵、海水中及び海底土の放射性物質の濃度を継続して実施している。

（５）放射線被ばくの状況

作業者の外部被ばくと内部被ばくの合算値は、3 月は 3,715 名の平均値が 22.4 ミリシーベルトと高かったが、4 月は 3,463 名の平均値が 3.9 ミリシーベルト、5 月は 2,721 名の平均値が 3.1 ミリシーベルトと下がってきている傾向にある。

特に 3 月には、緊急作業の作業者の線量限度 250 ミリシーベルトを超えた者が 6 人確認されている。いずれも東京電力の社員で、事故発生直後に、中央制御室等で計器の監視等にあたった運転員や電気・計装系の技術者であった。東京電力は、200 ミリシーベルトを超えた作業者については福島第一原子力発電所の作業に従事させないことにしている。

住民に対して、福島県は、全県民の約 200 万人を対象に「県民健康管理調査」を実施することとしている。具体的には、行動記録等を把握する基本調査を行い、避難区域の住民等を対象に詳細調査を実施する予定である。また、甲状腺の超音波検査は、18 歳以下の全県民を対象に実施される。基本調査の先行調査の一環として、内部被ばくの可能性が比較的に高いと考えられる地域の住民 122 人を対象に、ホールボディカウンターなどによる内部被ばくの調査が行われた。これらの対象者のセシウム 134 とセシウム 137 を合計した内部被ばくは 1 ミリシーベルト未満と評価された。

（６）農産物等の対応の状況

政府は、国民及び国際社会の健康・安全・安心の確保の観点から、主要国と比較しても同等の放射線量を求める暫定規制値に基づいて、農産物等の食品の

検査及び必要に応じた出荷制限等の強化された取組みを行っている。農産物等の食品について、原子力災害対策本部は、6 月 27 日に、食品から検出される放射性ヨウ素量が低下する一方、一部食品から暫定規制値を超える放射性セシウム量が検出されていることを踏まえ、出荷制限や摂取制限とそれらの解除の考え方を再整理した。関係自治体はこれに基づき放射性物質のモニタリングの結果を踏まえた出荷制限や解除を行っている。

政府の具体的な取組みとして、茶については、荒茶の放射性セシウム濃度が暫定規制値（500 ベクレル／キログラム以下）を超えるかそのおそれのある茶園に対し、葉層部分が残らない程度に上面から 10～20ｃｍ剪定を行う「深刈り」を実施して、放射性セシウム量の低減を図ることを指導している。また、牛肉から暫定規制値を超える放射性セシウムが検出されたが、これは牛が今回の事故後に収集された放射性セシウムを含む稲わらを摂取したためとみられることから、稲わらの取扱いに対して注意喚起が行われるとともに、牛の出荷制限が行われた。米については、土壌中の放射性セシウム濃度が高い市町村において、収穫前の段階であらかじめ放射性物質濃度の傾向を把握するための予備調査を行い、さらに収穫後の段階で放射性物質濃度を測定し、出荷制限の要否を判断する本調査を実施することとしている。この国の考え方に基づき、関係自治体において米の放射性物質検査が行われており、現在（8 月 31 日）まで、暫定規制値を超える放射性物質は検出されていない。また、肥料・土壌改良資材・培土・飼料について、放射性セシウム濃度に関する暫定許容値を設定し、検査方法等を定めた。

３．事故の収束に向けた取組み

7 月 19 日、原子力災害対策本部は、事故収束に向けたロードマップについて、ステップ 1 からステップ 2 へ移行することを確認した。これは、モニタリングポスト等が示す放射線量が着実に減少傾向にあることや、原子炉の冷却や使用済燃料プールの冷却の進展、滞留水処理の進展などの取組みを総合的に判断したものである。

ステップ 2 においては、原子炉の冷温停止状態の実現を始め、10 月から来年 1 月までの間に、放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられていることを目指した取組みが進められる。また、原子力災害対策本部は、ステップ 2 から政府・東京電力統合対策室としての取組みとして位置づけ、作業員の生活・職場環境及び放射線管理・医療体制の充実及び要員養成などの取組みを

含め、事故収束に向けて政府が十分に関与することを確認した。政府としては、ステップ 2 の目標を確実に達成し、一日も早い事故の収束に向けて最大限取り組む。

これまでの具体的な状況として、原子炉の安定的な冷却については、ステップ 1 において、滞留水処理とそれを利用した安定的な注水（循環注水冷却）、注水の信頼性（異常時対策や複数の注水手段等）の確保、格納容器への窒素充填による水素爆発の回避などを達成し、ステップ 1 の目標としてきた「安定的な冷却」に到達した。

現在、実績注水量は、崩壊熱相当の注水量を上回っており、原子炉圧力容器各部の温度は安定して推移している。今後は、「冷温停止状態」に向けて、原子炉圧力容器底部温度が 100 度以上の 2 号機と 3 号機について、試験的に注水量を変化させて炉内温度変化を求め、冷温停止状態の達成に必要な注水量を評価する予定である。

使用済燃料プールの冷却については、8 月 10 日までに、1 号機から 4 号機までの全号機において、熱交換器による循環冷却を実施し、ステップ 2 の「より安定的な冷却」にいち早く到達した。

滞留水の処理と処理水による原子炉への注水をより安定的・効率的に行うため、２系列目の処理施設として、8 月 7 日に脱塩処理増強のための蒸発濃縮装置を用いた処理を開始した。現在（8 月 31 日時点）までの滞留水処理実績は、累計で約 66,980 トンであり、処理施設のセシウムの除染係数は 10^6 である（注：除染係数＝処理前の試料のセシウム濃度と処理後の試料のセシウム濃度の比をとったもの）。

作業員の生活・職場環境の改善のため、東京電力は、発電所内に順次、休憩施設を増設するとともに、仮設寮を設置した。また、作業員の健康管理体制を充実させるために、発電所内に医療室を設置するとともに、免震重要棟に複数の医師を 24 時間体制で配備するなどの医療体制の整備を進めている。

４．原子力被災者への対応（オフサイト対応）

（１）オフサイト対応

原子力災害対策本部は、5 月 17 日に、「原子力被災者への対応に関する当面の取組方針」を定めた。現在、この取組方針のロードマップに基づき、避難区域等に係る取組み、モニタリングの強化・継続実施、除染及び放射性廃棄物対策などの取組みを全力で進めている。政府は、地元自治体などの関係者と連携しつつ、このような取組みを速やかに進めていく考えである。

（２）緊急時避難準備区域の解除に向けての取組み

原子力安全委員会は、「今後の避難解除や復興に向けた段階における放射線防護に関する基本的な考え方」（7 月 19 日）と「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故における緊急防護措置の解除に関する考え方について」（8 月 4 日）によって、放射線防護や原子炉安定の観点から、緊急時避難準備区域、避難区域及び計画的避難区域のそれぞれの解除の条件等を示した。

これを受け、原子力災害対策本部は、8 月 9 日、「避難区域等の見直しに関する考え方」を示した。政府としては、今後、地元自治体による住民の意向を踏まえた復旧計画の策定が完了した段階で、同区域を一括して解除する考えである。

このため、現在、関係機関は、緊急時避難準備区域の解除に向けた環境モニタリングを積極的に進めている。学校等の公共施設等の敷地内、通学路、公園等の面的な環境モニタリングや市町村の個別の要望に応じた環境モニタリングなどが進められている。

（３）放射線量等のマップの作成

文部科学省は、東京電力福島第一原子力発電所から概ね 100ｋｍ圏内の約 2,200 箇所において土壌を採取するとともに、当該箇所において、空間線量率及び土壌への放射性物質の沈着量の測定を実施した。これらを基に放射線量等分布マップを作成することとし、これまで、8 月 2 日に空間線量率のマップ、8 月 30 日に土壌中の放射性セシウム濃度のマップを公表した。

（４）放射性廃棄物対策の法律制定と除染の基本方針

国会は、8 月 26 日、「放射性物質汚染対処特別措置法」を成立させた。同法は、今回の事故により放出された放射性物質による環境の汚染が生じていることに鑑み、国、地方公共団体、関係原子力事業者等が講ずべき措置を定めることにより、人の健康や生活環境への影響を速やかに低減することとした。具体的には、国が放射性物質による環境の汚染への対処に関する基本方針を定めること、汚染の深刻さなどを勘案して国が除染の措置等を実施する必要がある地域を指定することなどを定めている。

原子力災害対策本部は、除染は直ちに取り組むべき喫緊の課題であることから、上記の法律の本格施行である来年 1 月を待たずに、8 月 26 日、「除染に関する緊急実施基本方針」を決定し、今後 2 年間に居住区域における空間線量率を概ね 50%減少した状態とするなど、除染実施に当たっての具体的な目標や作業方針についてとりまとめた。同方針では、①推定年間被ばく線量が 20 ミリシーベルトを超えている地域を中心に、国が直接的に除染を推進することで、推定年間被ばく線量が 20 ミリシーベルトを下回ることを目指すこと、②推定年間被ばく線量が 20 ミリシーベルトを下回っている地域においても、市町村、住民の協力を得つつ、効果的な除染を実施し、推定年間被ばく線量が 1 ミリシーベルトに近づくことを目指すこと、③特に、子どもの生活圏（学校、公園等）の徹底的な除染を優先し、子どもの推定年間被ばく線量が一日も早く、1 ミリシーベルトに近づき、さらにそれを下回ることを目指すことなどが示されている。この基本方針の内容は上記の法律の実施において反映されることになる。こうした取組みを地元と連携しつつ進めるために、8 月 24 日、政府は福島県内に「福島除染推進チーム」を立ち上げ、現地体制を強化した。また、8 月 25 日には、内閣官房に放射性物質汚染対策室を設置し、除染や放射性廃棄物の処理、住民の健康調査などを総合的に推進する体制を整えるとともに、関係省庁間の緊密な連携を行うための連絡調整会議、放射線に関する基準策定に関する学識経験者からなる放射線物質汚染対策顧問会議を立ち上げ、政府一丸となって放射性物質汚染対策を迅速に進めることとしている。今後、このような除染活動のために、今年度の第２次補正予算に計上した予備費から約 2,200 億円を充てることにしている。

（５）個別の除染等の取組み

○［自治体における除染の取組み］福島県伊達市においては、市内全域の除染作業に先行して、プールや民家を対象とした実証試験を実施し、放射線量を問題ないレベルまで低減させることに成功した。

○［住民の生活圏の除染］原子力災害対策本部は、放射性物質が側溝の土砂や落ち葉から検出されていることから、側溝等における除染の実証実験を行い、これらの清掃における留意事項をとりまとめて提示した。

○［学校及び保育所等における除染の取組み］文部科学省及び厚生労働省は、学校等の校庭・園庭の空間線量率が毎時 1 マイクロシーベルト以上を超えるときは、国による財政的支援の下、学校等の土壌の線量低減策を実施し、夏季休業終了後においては、学校等において児童生徒等が受ける線量を、原則、年間 1 ミリシーベルト以下とすることとした。

○［公共施設や通学路等の線量低減］原子力災害対策本部は、福島県において、現に子供や住民等が利用している学校、公園、通学路や公民館等の公共施設において子供等が受ける放射線影響を緊急に防止する取組みを進めている。

○［農地等の土壌のモニタリング・除染］農林水産省は、農地について、福島県において約 360 地点、周辺 5 県（宮城県、栃木県、群馬県、茨城県及び千葉県）において約 220 地点の土壌の試料を採取して、汚染状況の調査を進め、放射性物質濃度の分布図をとりまとめた（8 月 30 日）。

農林水産省は、内閣府総合科学技術会議、文部科学省、経済産業省と連携して、被災地のほ場において物理的・化学的・生物学的除染手法の効果の検証等を進め、農地土壌の除染の技術開発に取り組んでおり、汚染状況に応じて必要な対応を検討している。また、福島県内の森林全域についても放射性物質濃度の分布図を作成し、今後の取扱いを検討することとしている。

○［災害廃棄物等の処理］環境省は、6 月 23 日に「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」をとりまとめ、可燃物についてはバグフィルター及び排ガス吸着能力を有する焼却施設で焼却すること、主灰については 8,000 ベクレル／キログラム以下の場合は埋立処分することとし、焼却灰の処分方法等について公表した。また、8 月 31 日には、「8,000 ベクレル／キログラムを超え、10 万ベクレル／キログラム以下の焼却灰等の処分方法に関する方針」をとりまとめた。

５．事故収束後の現場における計画（オンサイト計画）

事故のあった福島第一原子力発電所においては、使用済燃料や損傷燃料を取り出し、最終的には廃止措置を講ずることを目指すこととし、これを達成するため、政府・東京電力統合対策室の中長期対策チームが中期的課題と長期的課題に分けて取り組むとともに、中長期対策について原子力委員会の「東京電力（株）福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会」（以下、「中長期措置検討専門部会」という。）における検討が進められている。

中期的課題としては、敷地の地下水の管理、建物・設備の健全性の管理、建物コンテナの整備、使用済燃料プールからの燃料の取出しなどに係る課題がある。中長期対策チームは、これらの課題のうち、地下水の汚染拡大防止を目的として敷地の海側に地下水バウンダリを構築するための検討・設計作業や今後発生する可能性のある地震に対する原子炉建屋の安全性確保に向けた評価・検討作業を進めている。使用済燃料プールからの燃料取出しなどについては、当面 3 年を目途とし、原子炉建屋上部に散乱している瓦礫類の撤去や使用済燃料の取出しに必要な設備の設置及び使用済燃料の移送先である共用プールの設備改の準備等に取り組んでいる。

長期的課題としては、原子炉格納容器バウンダリの再構築、炉心燃料の取出しと貯蔵、放射性廃棄物の管理、処理・処分、廃止措置の実施などに係る課題がある。

原子力委員会の中長期措置検討専門部会は、中長期的な課題に対する取組みの基本的な方針と、この取組みを推進するために有効な研究開発課題をとりまとめるための検討を進めている。この専門部会では、原子炉圧力容器から損傷燃料を取り出し、それを管理できる状態に置くために必要な技術課題を、米国のスリーマイルアイランド原子力発電所 2 号機（以下、「TMI-2 号機」という。）の事故における取組みを参考に、抽出・整理する作業を進めている。

福島第一原子力発電所では、損傷燃料の配置状態が把握されていないこと、TMI-2 号機の場合と異なって原子炉圧力容器の底部が損傷して溶融した燃料の一部は格納容器の底部に堆積している可能性も考えられること、原子炉圧力容器の冷却のために注入された冷却水は原子炉圧力容器から格納容器に流れ出し、格納容器から原子炉建屋底部に漏えいし、さらにはそこからタービン建屋に漏えいしていると判断されることなどの困難な状況がある。このため、冷却水の漏えい箇所や燃料の位置・性状を明らかにしつつ、原子炉圧力容器の冷却のた

めの循環経路を短縮し、損傷燃料を取り扱える環境を整備することとし、そのために必要な技術課題と技術開発項目を抽出している。

例えば、格納容器の漏えい箇所を特定して補修・止水し、バウンダリを構成した上で水張りを実施するための技術や工法の開発が技術課題として抽出され、これを解決するために、格納容器周辺遠隔点検・補修用ロボットの開発や、想定漏えい箇所の補修（止水）工法・技術の開発等が技術開発項目として抽出されている。

６．教訓（２８項目）への取組み状況

6 月報告書に示した 28 項目の教訓について、我が国は全力で取り組んでいるところである。各項目の進捗状況は一律ではなく、それぞれの項目によって、既に実施済みであったり、現在実施中のもの、さらには今後新たに計画して取り組んでいくものなど、それぞれの進捗の状況は異なっている。我が国としては、原子力安全確保の上で最も重要な基本原則である深層防護の考え方を基礎にして、それぞれの項目について、着実かつ徹底的に取り組むことにより、今回のような事故の再発を防止することにしている。なお、原子力安全・保安院は、事業者に対して、3 月 30 日以降、本件事故に関してその時点で判明していることを基にして、当面の緊急的な措置を指示してきているところであるが、教訓のそれぞれに対応すべき内容は、今後さらに国内外の幅広い知見を踏まえて精査し充実強化させていく必要があると考えている。

来年 4 月を目指して、原子力安全庁（仮称）の設置による新しい安全規制組織・体制を整備することとしており、この新たな体制によるより強化された安全規制への取組みとこれらの教訓への具体的な対応は密接に関連するものであり、適切な整合性をもって進めることとしている。

（第 1 の教訓のグループ）シビアアクシデントの防止

⑴地震・津波への対策の強化

今回の事故の起因となった津波による被害は、津波の発生頻度や高さの想定が不十分であり、大規模な津波の襲来に対する対応が十分なされていなかったためにもたらされたものである。このため、原子力発電所の津波に対する対策が最も重要な課題の一つとなっている。

地震と津波への対策については、本報告書にも示しているように、原子力安全基盤機構（JNES）等の機関が福島原子力発電所の事故の起因となった東北地方太平洋沖地震とそれによる津波の発生メカニズム等について詳細な検討を進めているところである。このような知見を今後の原子力施設の地震と津波の対策に活かすことにしている。

特に津波に対する対策が我が国にとっての最重要の課題であり、国の中央防災会議は本年 6 月 26 日に今後の津波防災対策について、最大クラスと頻度の高いクラスの 2 つを想定して津波対策に取り組むことなどを含めた基本的考え方を提言した。

原子力安全委員会は、地震と津波に関する指針類の見直しに着手しており、中央防災会議の提言や土木学会における検討状況等も参考にしつつ、検討を進めている。

原子力安全・保安院は、このような状況を踏まえて、深層防護の観点から、十分な再来周期を考慮した津波の発生頻度と十分な高さを想定する設計基準や津波のもつ破壊力を考慮した構造物等の安全設計基準等について検討を開始した。

⑵電源の確保

今回の事故の大きな要因の一つは、必要な電源が確保されなかったことである。原子力安全・保安院は、事業者に対して具体的な電源の確保を求め、事業者は、既に緊急時の原子炉冷却に必要な電力を供給する電源車の配備、原子炉冷温停止時の非常用ディーゼル発電機の電源容量確保（他号機からの非常用電源の融通）、原子炉建屋における重要機器の設置場所の浸水対策（貫通部等や扉のシール化等）、電力系統の信頼度の評価などを実施した。

さらに現在、事業者は、大型空冷式非常用発電機、非常用空冷式ガスタービン発電機の設置、電力系統の供給信頼性評価結果を踏まえた供給信頼性向上対策（送電線の補強等）、開閉所等の津波対策、送電鉄塔の倒壊対策、開閉所設備の耐震性強化に取り組んでいるところである。また、今後の取組みとして、蓄電池の大容量化や非常用電源の燃料タンクの耐震性強化なども計画している。

⑶原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保

原子炉及び格納容器の冷却機能が失われたことが今回の事故の重大化につながった。このため、具体的な対応として、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、冷却水を給水する代替・外部注水資機材（ポンプ車・消防車・ホース・接続部品等）の配備、淡水タンクの容量確認、海水を水源とする給水方法の整備などを実施した。

さらに、現在、冷温停止への迅速な移行を行うため、早期の復旧を行える海水系冷却ポンプ・電動機の予備品、仮設ポンプの確保や海水系冷却系を駆動できる大型空冷式非常用発電機等の設置を進めている。また、今後の取組みとして大規模淡水タンク等の耐震強化なども計画している。

⑷使用済燃料プールの確実な冷却機能の確保

今回の事故では、電源の喪失により使用済燃料プールの冷却ができなくなる事態に至った。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、電源喪失時においても使用済燃料プールの冷却を維持できるよう、使用済燃料プールへの冷却水の給水を行う代替・外部注水資機材（消防車・ホース・接続部品等）の配備、淡水タンクの容量確保、海水を水源とする給水方法の整備などを実施した。

また、今後の取組みとして使用済燃料プールの冷却系配管の耐震強化なども計画している。

⑸アクシデントマネジメント（ＡＭ）対策の徹底

今回の事故において、アクシデントマネジメント対策が不十分であったことが明らかになり、今後、アクシデントマネジメント対策の強化に徹底して取り組むことにしている。

原子力安全委員会は、今回の事故のために中断していたアクシデントマネジメント対策の高度化のための検討を再開した。また、原子力安全・保安院は、全交流電源喪失時や海水系冷却機能の喪失時に原子炉の安定冷却を可能とする緊急時対応手順等についての保安規定の整備と技術基準の解釈の追加・明確化を行った。今後、原子力安全委員会における検討結果を踏まえ、アクシデントマネジメント対策の法令要求化のための作業を実施する計画である。また、より効果的なアクシデントマネジメント対策を構築していく上で、確率論的安全評価手法を用いることも計画している。

⑹複数炉立地における課題への対応

今回の事故では、複数の号機で同時に事故が発生するとともに、一つの原子炉の事故の進展が隣接する原子炉の緊急時対応に影響を及ぼすなど、複数炉がある発電所の事故対応の問題が露呈した。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、号機毎に独立した責任体制、事故対応体制、手順の整備などを実施した。今後は、複数炉立地における各原子炉の工学的な独立性をより確実なものにするための方策を検討する計画である。

⑺原子力発電施設の配置等の基本設計上の考慮

今回は、使用済燃料プールが原子炉建屋の高い位置にあったことから事故対応に困難が生じることとなった。また、原子炉建屋の汚染水がタービン建屋に及び、建屋間の汚染水の拡大を防ぐことができなかったことなどが生じた。このため、原子炉新設等における基本設計においては、原子力発電所の施設や建屋の適切な配置等に十分に配慮することを求めることとして、その検討の具体化を計画している。

⑻重要機器施設の水密性の確保

今回の事故では、多くの重要機器施設が津波で冠水して、電源の供給や冷却水の確保に支障をきたす事態に至った。このため、大規模な津波の襲来等に対して、重要機器施設の水密性を確保できるようにすることが重要となる。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、原子炉建屋における重要機器の設置場所の浸水対策（貫通部や扉のシール化等）などを実施した。また、現在、原子炉建屋の水密化や水密扉の設置等を進めている。

（第 2 の教訓のグループ）シビアアクシデントへの対応

⑼水素爆発防止対策の強化

今回の事故では、水素による爆発が起こったことが事故をより重大なものとした。このため、原子炉建屋も含めて水素爆発対策の強化が重要な課題となった。

沸騰水型軽水炉（BWR）については、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、水素が原子炉建屋に漏れ出した場合の対策として、建屋屋上に穴あけによる排気口を設けることとし、既にその作業ができる体制を整えた。また、今後の中長期的な取組みとして、原子炉建屋の頂部に水素ベント装置を設置すること、原子炉建屋内に水素検知器を設置することなどを計画している。

加圧水型軽水炉（PWR）については、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、水素が格納容器からアニュラス部に漏えいした場合に既に整備されているアニュラス排気設備によって水素を確実に外部へ放出できることの確認を行った。また、今後の中長期的な取組みとして、電源を用いない静的触媒式水素再結合装置等の格納容器内の水素濃度を低減させる装置を設置する計画である。また、アイスコンデンサ型格納容器を有する原子炉については、水素が格納容器に漏れ出した場合に既に格納容器内に整備されているイグナイタ（水素燃焼装置）の作動が確実になされることを確認した。この確認には、全交流電源が

喪失しても電源車からの給電によりイグナイタを運転できることが含まれている。

(10)格納容器ベントシステムの強化

今回の事故では、シビアアクシデント発生時の格納容器ベントシステムの操作性やその放射性物質除去機能に問題があった。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、当初の措置として、交流電源喪失時においてもベントラインの弁操作を可能とする空気弁用アキュムレーター予備機や可搬コンプレッサーの設置などを実施した。また、これらの当初の取組みに加え、今後さらに、放射性物質除去の強化など国内外の技術知見を広く検討して格納容器ベントシステムの強化に取り組んでいくこととしている。

(11)事故対応環境の強化

今回の事故時においては、中央制御室の放射線量が高くなったため、一時は運転員が中央制御室へ立ち入れなくなるなど、様々な面で事故対応活動に支障を来した。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、構内通信手段の確保（構内 PHS 通信設備の電源供給、トランシーバー）、可搬式照明装置の確保、中央制御室の作業環境の確保（電源車による換気空調系設備への電力供給）などを図った。また、現在、構内 PHS 装置等の高所への移設等を進めるとともに、緊急時対策室の機能強化や事務棟の耐震強化なども計画している。

(12)事故時の放射線被ばくの管理体制の強化

今回の事故においては、放射性物質の放出によって発電所内の線量が高くなり、適切な放射線管理が困難になった。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、事故発生時の初期段階に必要な高線量防護服の発電所への配備、高線量防護服、個人線量計、全面マスクなどの事業者間での相互融通、緊急時に放射線管理要員が放射線管理上の重要な業務に専念できる体制の構築、緊急時の放射線管理に関する社員教育の充実などを実施した。

(13)シビアアクシデント対応の訓練の強化

シビアアクシデントが発生した場合における実効的な訓練はこれまで十分に行われてはこなかった。今回の事故においても、事前の訓練の実施によってより的確な対応ができた可能性がある。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、本年 4 月に、各発電所において、全交流電源喪失、海水系冷却機能の喪失、津波の襲来等を想定した緊急時対応訓練を国の立会の下に実施した。

また、国は、一次冷却材配管破断事故等に起因するシビアアクシデントの発生とその長期化・深刻化を想定した緊急時対応訓練の実施を事業者に求めていく。さらに、国においても、今回の事故のように複合災害と同時に発生するシビアアクシデントを想定した実践的な原子力総合防災訓練を検討し、地方自治体が行う訓練に対しては、国として必要な助言等の支援・協力を行っていく計画である。

(14)原子炉及び格納容器などの計装系の強化

今回の事故においては、シビアアクシデントが発生した状況の下で、原子炉と格納容器の計装系が十分に働かず、事故対応に必要な原子炉の水位等の情報を的確に確保することが困難であった。このため、シビアアクシデント発生時にも十分機能する原子炉・格納容器計装系、使用済燃料プール計装系等の開発・整備を計画している。

(15)緊急時対応資機材の集中管理とレスキュー部隊の整備

今回の事故の発生当初では、地震・津波による被害が生じる中で、緊急対応用資機材の確保や事故管理活動を支援するレスキュー部隊の動員を十分に行うことができなかった。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、緊急時対応資機材（電源車、ポンプ車）の整備・管理、運用する実施部隊の整備、瓦礫処理のための重機や高放射線量下での作業を防護するマスク、防護服等の整備とそれらの事業者間での共有化、相互融通の体制構築などを実施した。

また、ロボット、無人ヘリ、重機、除染機材、事故進展予測システム等の緊急時対応用の資機材等の整備や自衛隊、警察、消防、海上保安庁等の訓練を通しての能力向上等を図ることなどを計画している。さらに、新しい安全規制組織においては、緊急事態に対応する専門官の設置などにより危機管理への対応の体制を強化することにしている。

（第３の教訓のグループ）原子力災害への対応

(16)大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応

今回は、大規模な自然災害とともに原子力事故が発生し、複合災害となった。また、原子力事故が長期化したために、通信連絡手段や物資調達方法の確保、事故や被災対応に関する各種の支援人員の動員などにおいて支障を来した。このため、オフサイトセンターについて、衛星電話や非常用電源の整備、物資の備蓄を強化することなどにより、同センターの機能強化を図るとともに、オフサイトセンターの機能を移転せざるを得ない事態においても、直ちに代替施設

が利用できるように代替資機材の整備などを計画している。さらに、複合災害への対応について関係省庁の即応体制や指揮命令のあり方の見直しなどを府省横断的に検討していく。

⑰環境モニタリングの強化

今回の事故当初においては、地方自治体の環境モニタリング機器・設備等が地震・津波によって損害を受けたことなどにより、適切な環境モニタリングができない状況となった。このため、現在、関係省庁、自治体及び事業者が行っている環境モニタリングの調整とその円滑な実施を行うため、政府部内に「モニタリング調整会議」を設置し、当面の取組みとして、「総合モニタリング計画」を策定した。本計画に基づき、航空機モニタリング、海域モニタリング、緊急時避難準備区域の解除に向けた放射線モニタリング等の実施や積算線量推定マップや放射線量等分布マップ等の作成に関係機関が連携して取り組んでいる。

また、緊急時においては、国が責任をもって環境モニタリングを確実かつ計画的に実施する体制を構築することとし、新しい安全規制組織に環境モニタリングの指令塔機能を担わせることとしている。

⑱中央と現地の関係機関等の役割の明確化等

事故当初、情報通信手段の確保が困難であったことなどから、中央と現地を始め、関係機関等の間の連絡・連携が十分でなく、また、それぞれの役割分担や責任関係が必ずしも明確ではなかった。このため、今回の事故対応においては、現地における事故対応の拠点として、Ｊビレッジや小名浜コールセンターを活用し現地における事故対応の拠点を構築した。また、中央においては、政府・東京電力統合対策室、被災者生活支援チームや放射性物質汚染対策室を設置するなど、関係機関が連携して取り組む体制を構築した。

今後は、原子力災害対策本部を始めとする関係機関等の責任関係や役割分担について、迅速かつ適確に対応を行うことができるよう見直すこととし、必要に応じて法令改正、マニュアル改定等の措置を講じることとしている。また、情報伝達を迅速かつ確実に行えるよう、連絡手段、経路等の連絡体制を見直すことを計画している。さらに、原子力災害時に用いるテレビ会議システムについて、政府関係機関と全ての電力事業者、原子力発電所を接続し、緊急時の指示と情報収集を確実かつ迅速に行えるように整備を進めることを計画している。

⑲事故に関するコミュニケーションの強化

特に今回の事故の当初においては、周辺住民等への的確な情報提供や放射線、放射性物質等についての分かりやすい説明、リスクの見通しまで含めた情報公表などについて、十分な対応がなされてこなかった。このため、周辺住民等に対しては、福島県の住民を中心として事故の状況や放射線による健康影響等について「ワンストップ相談窓口」を設置して相談に応じることなどを実施してきている。また、国民への情報公表については、原子力安全・保安院や原子力安全委員会など関係機関合同による定期的な記者会見などを実施してきている。

今後は、これまでの福島原子力発電所事故に関する情報公表等の実績や国内外の様々な事故におけるコミュニケーションの事例も踏まえながら、大規模な原子力事故における情報公表・提供等のあり方を検討して、基本的なマニュアルをとりまとめるとともに、それに基づき、関係者の情報公表・提供等に関する教育や訓練を実施することなどを計画している。

⑳各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供の強化

今回の事故の発生後、海外各国からの資機材等の支援の申出への対応、国際社会への情報提供などにおいて、十分に対応できないところがあった。このため、事故時に近隣国等に直ちに通報を行うため、近隣国等のコンタクト・ポイントを明確化した。今後、必要に応じて更新を行い、国際社会に対して常に迅速かつ正確な情報提供を行うことを確保していく。

また、事故時の国際的な対応に関して、事故対応時に効果的な資機材リストの作成、国際的な通報の仕方の整備等の情報共有のあり方を含め、ＩＡＥＡの原子力安全行動計画の実施等を通じて国際的な原子力安全強化の取組みが進展してくものと考えられる。我が国はこのような国際的な取組みに積極的に貢献していく。

㉑放射性物質放出の影響の的確な把握・予測

今回の事故において、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）については、その活用や計算結果の公開のあり方等において十分でないところがあった。このため、政府は、4 月以降、SPEEDI の計算結果については公開し、さらに 6 月以降、福島第一原子力発電所における原子炉建屋開放に伴う環境への影響評価や、住民の外部被ばく線量の推定のために必要なモニタリングデータが十分取得できていない事故初期段階についてデータを補足するために SPEEDI を利用し、その結果を迅速に公開している。

今後は、新しい安全規制組織が SPEEDI の運用を含めた環境モニタリングの司令塔機能を担うことになっており、それも踏まえて SPEEDI のより効果的な活用のあり方について見直しを進めていく計画である。

(22)原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化

今回の事故の長期化に伴う広域避難や放射線防護の対応について、事前の原子力災害対応の基準等の整備が十分でないところがあった。このため、関係行政機関は、今回の事故を踏まえた放射線防護の基準等のあり方について検討を進めることにしている。また、原子力安全委員会は、防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲（ＥＰＺ）のあり方も含めた原子力防災対策の指針の見直しを開始した。

我が国は、今回の事故の対応の経験を国際放射線防護委員会（ICRP）や IAEA の原子力防災や放射線防護の基準の検討に効果的に反映できるよう取り組むこととしている。

（第４の教訓のグループ）安全基盤の強化

(23)安全規制行政体制の強化

これまで、原子力の利用と規制についての行政組織が一体であることや、原子力安全確保に関係する行政組織が一元化していないことなどにより、災害を防止し、国民の安全を確保することに第一義的責任を有する者の所在が不明確であった。このような体制を見直し、原子力安全に関する規制体制を強化することは迅速に行う必要がある。

このため、政府は、本年 8 月 15 日の閣議において、「原子力安全規制に関する組織等の改革の基本方針」を決定し、新たな安全規制組織を整備することとした。具体的には、これまでの国際社会における議論を踏まえつつ、「規制と利用の分離」の観点から、原子力安全・保安院の原子力安全規制部門を経済産業省から分離・独立させ、原子力安全委員会の機能も統合し、環境省の外局として「原子力安全庁（仮称）」を設置すること、原子力安全規制関係業務を一元化することにより規制機関の機能向上を図ること、原子力安全庁（仮称）が円滑な初動対応を行えるよう危機管理専門の体制を整備すること、業務の的確な遂行のため官民を問わず質の高い人材の確保に努めることなどを推進し、2012 年 4 月に原子力安全庁（仮称）を設置することを目指す。また、8 月 26 日には、新組織設置のための必要な法案作成などを行うため、「原子力安全規制組織等改革準備室」を立ち上げた。

⑵4)法体系や基準・指針類の整備・強化

今回の事故を踏まえて、原子力安全や原子力防災の法体系及び関係する基準・指針類の整備について様々な課題が出てきている。また、今回の事故の経験を踏まえ、IAEA の基準・指針に反映すべきことも多く出てくると見込まれる。このため、事故から得られた知見を基に、新たな安全規制の仕組みの導入（バックフィット等）、安全基準の強化、複雑な原子力安全規制法体系の整理を含め、原子力安全や原子力防災の法体系・基準等の見直しを進める計画である。また、今回の事故の解析に基づき、原子炉の基本設計等に関する詳細な評価や、炉型と事故要因との関係の検証を行うとともに、原子炉設計の技術進歩を踏まえ、最新の技術と比較しつつ、既設炉の安全性・信頼性に関する評価を進めていく計画である。また、今回の事故から得られた我が国の経験・知見を、IAEA の基準・指針の検討に積極的に提供していくこととしている。

⑵5)原子力安全や原子力防災に係る人材の確保

今回のような事故の対応において、原子力安全や原子力防災に係る人材の育成が極めて重要であることが改めて認識された。このため、新しい安全規制組織においては、研修等の強化により規制に係る高度な人材の確保に努めることを基本方針の一つとし、職員の質の向上や国際協力も視野に入れた研修機関として、国際原子力安全研修院（仮称）を設立することを検討する。また、産学官の関係機関の協力により設立された「原子力人材育成ネットワーク」の取組みをさらに推進することなどによって、原子力安全・危機管理、放射線医療などの分野の人材育成の強化を進めていくこととしている。

⑵6)安全系の独立性と多様性の確保

安全系の信頼性の確保については、地震、津波等に起因する共通原因多重故障を避けることへの対応が不足していた。また、独立性や多様性の確保が十分でなかった。このため、非常用発電機や海水冷却系の種類や設置場所等において独立性や多様性を確保することなど、共通原因多重故障への的確な対応と安全機能の一層の信頼性向上を図るとともに、安全系の独立性や多様性の確保を強化する計画である。

⑵7)リスク管理における確率論的安全評価手法（PSA）の効果的利用

原子力発電施設のリスク低減の取組みを体系的に検討する上で、これまで PSA が必ずしも効果的に活用されてこなかった。このため、原子力安全・保安院及び原子力安全基盤機構（JNES）において、PSA の活用を前提に法令や基準等の改正案の検討に着手している。また、津波 PSA については、日本原子力学会

において、ガイドラインの作成を進めている。さらに、PSA に基づく効果的なアクシデントマネジメント対策を含む安全向上策を構築する計画である。

（第５の教訓のグループ）安全文化の徹底

⑵8)安全文化の徹底

今回の事故において、改めて原子力安全の根幹である安全文化の徹底が強く認識されたところである。このため、今回の事故への様々な対応もよく精査し、原子力事業者や安全規制に携わる者が組織や個人の両方において、新しい知見の把握などに真摯に取り組む姿勢の再構築を図ることとしている。

原子力安全文化をそれぞれの組織と個人がしっかりと我がものとすることは、原子力安全に携わる者の出発点であり、義務であり、かつ責任である。安全文化がないところに原子力安全の不断の向上はないことを、今後の我が国の安全確保の原点にすることを改めて様々な形で確認し、実現していくこととしている。

７．基準等の強化のための検討の状況

原子力安全委員会は、IAEA や ICRP が示している考え方を踏まえつつ、各種の助言や考え方を提示している。具体的には、「事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方」、「今後の避難解除、復興に向けた放射線防護に関する基本的考え方」、「今後の放射線モニタリングに関する基本的考え方」、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故における緊急防護措置の解除に関する考え方について」などを、事故の収束とその後の復興に向けた放射線防護に係る基本的考え方・方針として示している。

また、原子力安全委員会は、今回の福島第一原子力発電所の事故を踏まえて、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」、「原子力施設等の防災対策について」等の安全審査指針類の見直しに着手するとともに、シビアアクシデント対策の高度化について検討を再開した。

原子力安全・保安院は、安全基準等の改正の検討に着手している。また、同院と原子力安全基盤機構（JNES）は、6 月報告書の 28 の教訓を分析し、IAEA の耐震設計指針（NS-G-1.6）、立地指針（DS433）等の見直し案を提案するとともに、IAEA 国際耐震安全センターと協力し、これらの指針の具体的な適用事例などをまとめた技術文書（Safety Report 及び Technical Document）の整備を行っている。

８．原子力発電所の安全評価に係る追加的な取組み

本年 7 月 11 日に、原子力発電所の更なる安全性の向上と、安全性についての国民・住民の安心・信頼の確保のため、我が国においても新たな手続きとルールに基づく安全評価を実施することとなった。その際には、欧州諸国など国際社会のストレステストに関する知見を参考にすることとしている。

具体的には、定期検査中で起動準備の整った原子力発電所については、順次、安全上重要な施設・機器等が設計上の想定を超える事象に対しどの程度の安全裕度を有するかの評価（一次評価）を実施する。これに加え、欧州諸国のストレステストの実施状況、福島原子力発電所事故調査・検証委員会の検討状況も踏まえ、稼働中の発電所、一次評価の対象となった発電所を含めた全ての原子力発電所を対象に、総合的な安全評価（二次評価）を実施することとしている。

９．むすび

東京電力福島原子力発電所の事故が発生してから約半年が経過した。地震と津波に起因している今回の原子力事故は、複数号機で同時にシビアアクシデントが発生したこと、周辺の広範囲に事故の影響が及んでいること、事故の収束まで長時間を要していることなど、国内外に例をみない大きな事故となっている。

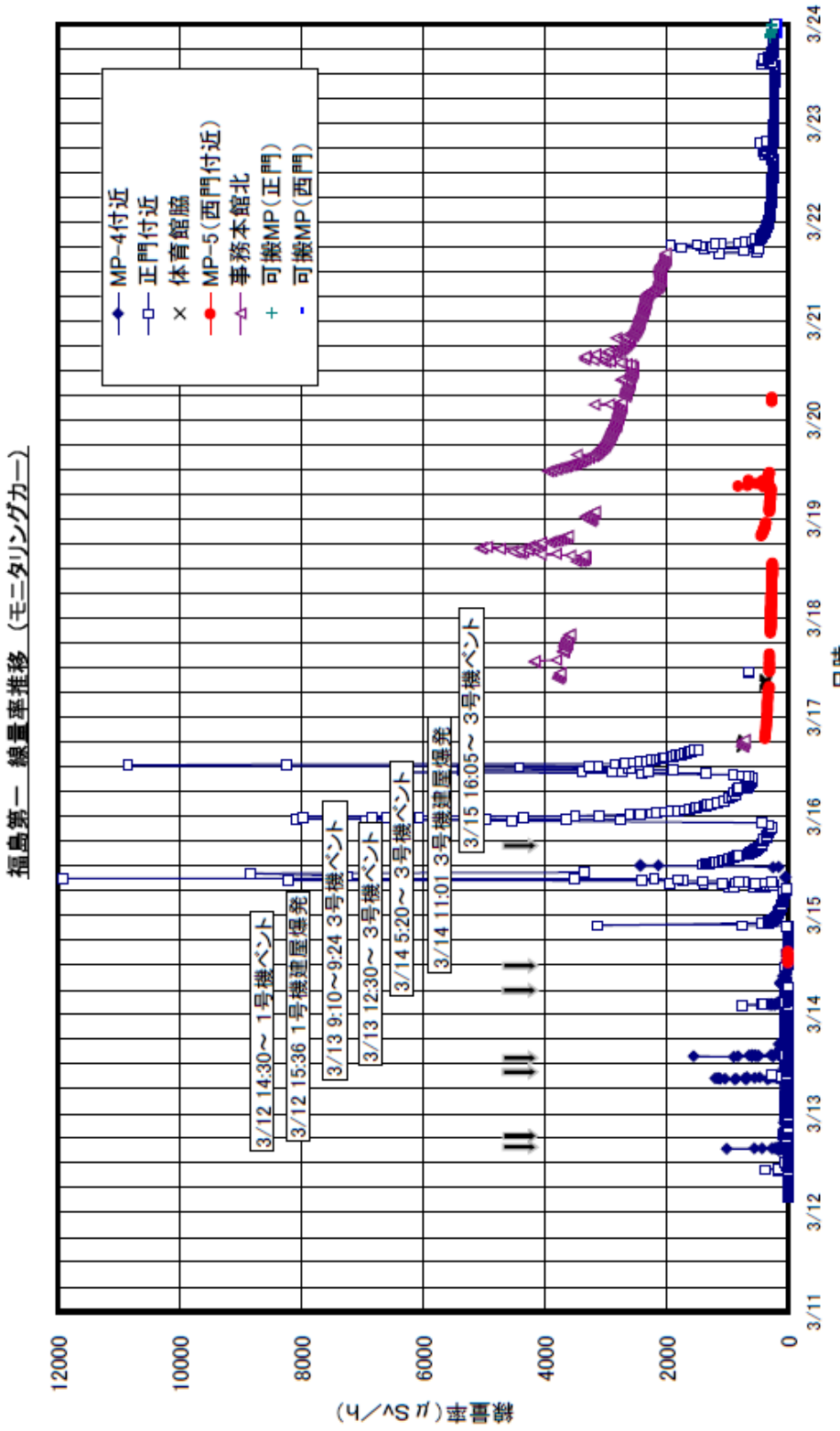
我が国では、現場作業員を含め、事業者、国、地方自治体などの関係機関が一丸となって取り組んでいる。事故の収束に向けては、原子炉及び使用済燃料プールの安定的な冷却など着実に進展しているが、事故収束の完了や、その後の放射性廃棄物の処理、使用済燃料の処理、廃炉へ向けた取組みなどは決して容易なことではない。また、環境モニタリングや除染を含めた原子力被災者への対応に際しては、地元の声にしっかりと耳を傾けつつ、取組みを進める必要がある。

今回の第 2 報では、福島原子力発電所等における事故発生直後の対応等についてもより詳細に記載した。地震や津波による損壊や瓦礫の影響、水素爆発による散乱物の影響等の厳しい環境の中で、現場の所員や作業員、関係機関の職員などが懸命に取り組んできた状況も示した。政府は、作業に従事する人の健康管理などの支援については引き続き全力で取り組むことにしている。

我が国は現在まで、世界各国や関係の国際機関等から様々な支援を得てきている。改めて厚く感謝するとともに、引き続きの協力をお願いしたい。

我が国は、世界の英知と努力を結集して、必ずこの事故を乗り越えることができると確信している。

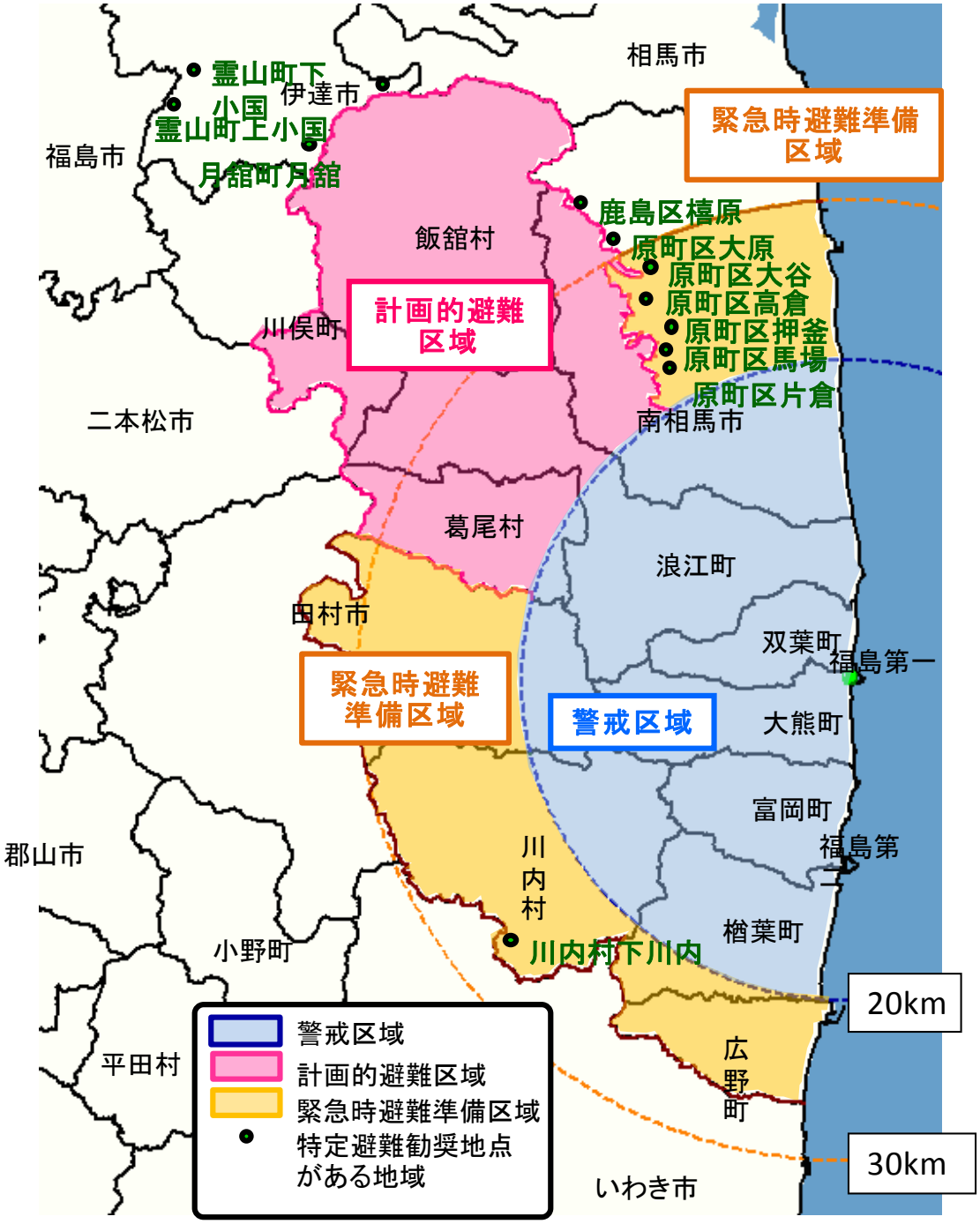
東北地方太平洋沖地震の影響を受けた原子力発電所の立地地図



福島第一原子力発電所モニタリングカーによる線量率の測定結果

警戒区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域及び特定避難勧奨地点がある地域の概要図

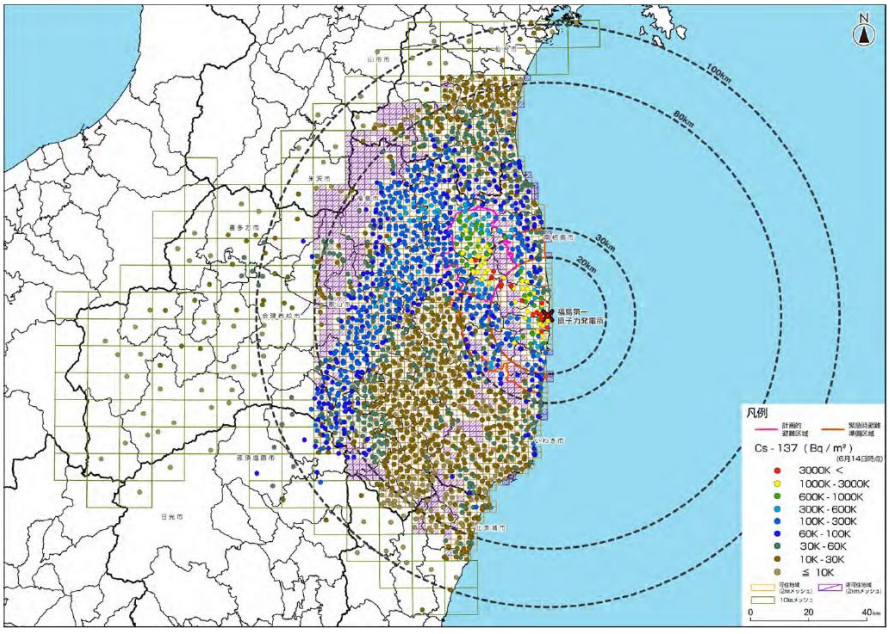
（平成23年8月3日現在）



空間線量率マップ
（平成23年8月11日時点）

土壌への放射性物質の沈着量の測定結果

セシウム137の土壌濃度マップ



福島第一原子力発電所１号機、２号機、３号機の現状 (8月27日時点)

号機	1号機	2号機	3号機
原子炉注水状況	給水系ラインを用いた淡水注入中。 注水流量: 3.7 m^3/h	給水系ラインを用いた淡水注入中。 注水流量: 3.6 m^3/h	給水系ラインを用いた淡水注入中。 注水流量: 7.0m^3/h
原子炉水位	燃料域 A: ダウンスケール 燃料域 B: -1,700mm	燃料域 A: -1,850mm* 燃料域 B: -2,200mm*	燃料域 A: -1,550mm* 燃料域 B: -2,000mm*
原子炉圧力	0.017MPag(A) −MPag(B)	0.013MPag(A) -MPag(B)	-0.080MPag(A) 0.001MPag(B)
原子炉圧力容器まわり温度	給水ノズル温度:92.2°C 圧力容器下部温度:87.7°C	給水ノズル温度: 106.9°C 圧力容器下部温度:115.0°C	給水ノズル温度: 113.9°C 圧力容器下部温度:108.8°C
D/W 圧力, S/C 圧力	D/W: 0.1275MPa abs S/C: 0.105MPa abs	D/W: 0.114MPa abs S/C: ダウンスケール	D/W: 0.1015MPa abs S/C: 0.1817 MPa abs
状態	各プラントにおいて外部電源から受電しているとともに、仮設の非常用ディーゼル発電機及び海水ポンプを設置するなど、冷却機能の信頼性を確保しつつ作業を進めている。		

* これらのデータは東京電力がデータを評価するとき、変更され得る。

Ⅰ．はじめに

本年３月１１日に発生した東京電力福島原子力発電所の事故の状況については、本年６月に開催された原子力安全に関するＩＡＥＡ閣僚会議に向けて、我が国政府の原子力災害対策本部が、事故の発生と進展、原子力災害への対応、その時点までに得られた事故の教訓等に関する状況を報告書（以下、「６月報告書」という。）としてとりまとめ、ＩＡＥＡに提出するとともに、その会議において発表したところである。

同会議の宣言や総括セッションの議長サマリーは、我が国からの継続的な情報提供を期待する旨言及している。我が国は、事故から得られる教訓を含め事故に関する正確な情報を引き続き国際社会に対して提供することは自らの責任であると認識している。そうした考え方の下、６月報告書以降の状況を追加報告書としてとりまとめ、ＩＡＥＡの理事会及び総会の機会にＩＡＥＡに提出することとした。

事故の収束に向けての取組は、福島原子力発電所の原子炉と使用済燃料プールの安定的な冷却を達成するなど、事故収束に向けたロードマップのステップ１を終了させ、現在、ステップ２を着実に進めつつある。しかし、より安定かつ頑健な冷却を実現するにはなお数ヶ月の時間を要する状況である。このような中で、本追加報告書の作成に当たっては、以下の３点に留意した。

（１）　６月報告書作成時点以降に得られた事故に関する追加的情報や事故収束に向けた取組みの現況を取りまとめて示すこと。

（２）　教訓への取組み状況をとりまとめて示すこと。

（３）　原子力被災者への対応（オフサイト対応）の状況と事故収束後の現場における中長期的計画（オンサイト計画）の検討状況を示すこと。

特に、上記（３）に関しては、我が国が自らの責任において取組みをしっかりと進めるべきは当然であるが、その際に世界各国や国際機関の有する関連の経験や研究成果等の情報の提供や技術協力を得て取り組むことが肝要であると考えており、この報告がこうした取組に係る対話の機会を生み出すことを期待している。

本追加報告書では、福島原子力発電所に加えて、東北地方太平洋沖地震とその津波の影響を受けたそれ以外の原子力発電所における対応の状況についても現時点までに判明したことを詳細に記載した。さらに、除染の取組みを含め、

原子力被災者への対応に関する進展も記述した。一方、原子力損害賠償の取組みについては６月報告書と同様にとりあげていない。

本追加報告書の作成作業は、細野豪志原発事故の収束及び再発防止担当大臣が全体を統括し、園田康博内閣府大臣政務官が中心となって、原子力災害対策本部の中で、政府・東京電力統合対策室による事故収束に向けての取組み等を踏まえて進められた。作成に当たっては、外部有識者の意見も聴取した。

我が国は、この事故について、高い透明性をもって情報を公開することを基本としており、本追加報告書の作成に当たっても、事実関係を正確に記載すること、事故への対応をできるだけ厳しく客観的に評価することに留意した。事情の確認のために、必要に応じ関係者へのヒアリングも実施した。事実関係の記載については、本年８月３１日までに判明したことに基づいている。

我が国としては、引き続き適切な機会にこのような形で事故に関する追加の報告を世界に発信していきたいと考えている。また、政府が設置した「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」の活動も本格化しており、いずれ、この検証結果についても世界に公表することになる。

我が国は、世界と連携しつつ、この事故の収束に取り組むとともに、事故の状況に関しては、透明性をしっかりと確保し、今後も引き続きＩＡＥＡを通して世界各国に情報を提供する方針である。

Ⅱ．事故に関するその後の追加的状況

１．東北地方太平洋沖地震とそれによる津波

（１）地震・津波の発生に係る原因究明

①　６月報告書に示した内容

ａ　東北地方太平洋沖地震の主な特徴

東北地方太平洋沖地震（以下、本節では「東北地震」という）の主な特徴は次のとおりである。

- 地震の規模：東北地震は、2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に、図 II-1-1 に示す日本海溝沿いで発生した。今回の地震の震源は、図 II-1-1 に示す宮城県沖領域内にあり、震源深さは 24km、地震規模はモーメントマグニチュード（Mw）9.0、断層長さは 400 km 以上、断層幅は約 200 km と推定された。
- 連動破壊：プレートの破壊は、宮城県沖領域の震源から開始され、北方の岩手県沖、南方の福島県沖及び茨城県沖の複数の震源領域へと連動しながら伝播したと推定された（図 II-1-1）。
- 滑り量：滑り量の大きい領域は、岩手県三陸沖南部海溝寄り及び三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部で、最大すべり量は 20m 以上と推定された（図 II-1-1）。
- 震源域の固着：これまで宮城県沖の日本海溝沿い浅部のプレート境界は、ずるずると滑っている領域で、大きなひずみが蓄積されていないと推定されていた。しかし、実際にはその領域が固着されており、長期間に亘りひずみが蓄積され、宮城県沖領域での破壊が引き金となって広範囲の東北地震が発生した（図 II-1-1）。

ｂ　究明すべき内容

今後究明が期待されるのは、次の諸元である。

- 敷地の地震動に大きな影響を及ぼす要因は、広範な震源域の中で、敷地近傍の震源域における破壊特性及び連動の仕方等である。これに対し、津波の水位に大きな影響を及ぼすのは、地震規模、震源域の広さ、すべり量、破壊の連動の仕方等である。
- 宮城県沖領域での震源の破壊開始点、連動破壊、発生時

期の想定は推定通りであった。しかし、震源域の範囲が岩手県中部、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖の広範囲に亘り連動したこと、地震規模が M9 であること、滑り量が 20m 以上であったことは、想定外であった。

② ２０１１年６月以降で得られた知見

ａ ２０１１年６月以後の余震活動等及び地殻変動と地震動観測及び海底地形調査等の状況

○ 余震活動等及び地殻変動の状況

余震の数は、次第に減少してきており、震度 4 以上の地震の発生間隔も図 II-1-2 に示すように 6 月以前に比べ長くなってきている。6 月以後の M7 以上の地震は、図 II-1-2 中に示す 7 月 10 日の三陸沖における M7.3 の地震のみである（最大震度 4)。この地震では津波が観測され、最大の津波の高さは仙台港で 12cm であった。図 II-1-2 には、3 月 11 日の本震及びその後の主な余震の分布も示している。このうち、4 月 11 日に M7.0 の地震が発生した福島県から茨城県にかけての陸域の浅い場所では、M3～M4 程度の地震（震度 3～4）が多発している。

余震活動地域の外側で震度 5 強以上を観測した地震としては、6 月 30 日に長野県中部で M5.4、深さ 4km の地震が発生したが、東北地震との関連については明らかでない。

東北地方沿岸域の地殻変動の状況としては、図 II-1-3 に示すように震源の北側に位置する領域では沈降の余効変動が、南側に位置する領域では隆起の余効変動が継続しているが、その変動速度は小さくなってきている。

○ 地震動観測、海底地形調査等の状況

国内の大学・研究機関等では、6 月報告書以降、東北地震に伴う地震・津波に係る観測及び測量データの収集・分析を精力的に続けている。

独立行政法人防災科学技術研究所では、K-NET 及び KiK-net 観測網の 1000 点以上の観測点において強震動記録が得られており、20 観測点で 1000Gal 以上の最大加速度が記録された。これらのうち、2 観測点では、2000Gal（宮城県栗原：MYG004=2933Gal、塩竈市：

MYG012=2019Gal）という極めて高い加速度も観測された。

独立行政法人海洋研究開発機構では、平成 23 年 3 月 15 日から 31 日にかけて、東北地震の震源域において、反射法地震探査や、測深器を用いた海底地形の調査等を行った。海底地形調査結果に基づき、特に大きな変位が海溝軸の西側にあることを公表した。同機構は、この変位が東北地震によって生じた海底地形の変化であるとした。また、本震震源近傍から海溝軸に至る領域（海溝軸の西側の領域）が南東～東南東方向に約 50m 移動し、約 7m 隆起移動した可能性も示した。さらに、平成 23 年 7 月 30 日から 8 月 14 日にかけて、東北地震の震源海域の日本海溝陸側斜面において（図 II-1-4）、有人潜水調査船「しんかい 6500」による潜航調査を行った。潜航調査の結果、過去の調査で亀裂が認められていない場所において（図 II-1-4　サイト 1）、南北方向に少なくとも約 80m 続く、幅および深さが約 1m の亀裂を確認した（図 II-1-4）。同機構は、この亀裂が東北地震を含む一連の地震活動で生じた可能性が高いとした。

独立行政法人港湾空港技術研究所では、津波発生時の通信障害により入手できなかった GPS 波浪計の津波観測波形について記録装置を回収・分析して、観測データを追加公表した（図 II-1-5）。

国内の大学・研究機関等で構成される東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループは、北海道から沖縄県までの広範囲を対象とした津波の痕跡高等の現地調査結果を、7 月 16 日の報告会及び同合同調査グループの Web サイト（http://www.coastal.jp/ttjt/）にて公表した。

b　地震の発生メカニズムに係る原因究明の例

中央防災会議は、地震・津波の想定のあり方、今後の検討方向について、次のようにまとめた。「これまでの地震・津波防災対策では、過去に繰り返し発生し、近い将来同様の地震が発生する可能性が高く切迫性の高い地震・津波を想定してきた。しかしながら、今回の地震はこの想定を大きく上回り、甚大な被害を発生させた。今後、地震・津波の想定にあ

たっては、これまでの考え方を改め、津波堆積物調査などの科学的知見をベースに、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである。一度想定した地震・津波についても、最新の科学的知見を取り入れて適宜見直すことが不可欠である。従って、今後、地域ごとに、地震・津波の想定を早急に検討すべきである。」

津波堆積物調査は、図 II-1-6 に示すように積極的に進められている。平川（2011）は、宮城県気仙沼市の海岸で、10m 級の巨大津波が過去約 6000 年間に 6 回襲来していたとみられる痕跡を発見した。これは三陸沖において、東北地震のようなマグニチュード（M）9 級の巨大地震が 1000 年に 1 回の頻度で繰り返し起きていた可能性を示している。

c　地震動の発生メカニズムに係る原因究明の例

断層モデルを用いた震源の発生メカニズム究明や強震動予測が、大学や研究機関等において行われている。断層モデルは、図 II-1-7 に示すように強震動特性が震源特性、伝播経路特性、サイト増幅特性から構成されるとした上で、これら 3 特性をグリーン関数で線形結合し強震動を求めるものである。断層モデルには、震源をモデル化した上で、長周期領域と短周期領域に分けて周期特性を評価し、両者をハイブリット法によって結合・合成し強震動の予測を行う手法が多用されている。前者の長周期地震動は理論解析で、後者の短周期地震動は統計的グリーン関数法や経験的グリーン関数法に基づき解析する。

以下、東北地震に対して、長周期地震動と短周期地震動それぞれの解析結果の例と、ハイブリット法による地震動解析例を紹介する。

○　長周期地震動からの震源破壊過程

独立行政法人原子力安全基盤機構は、東北地震の震源破壊過程を長周期地震動の観点から推定した。推定条件は次の通りである。断層長さ及び断層幅は、余震分布を参考にそれぞれ 420km、210km と設定した。不均一な断層走向や傾斜角は、日本海溝の走向の変化や沈み込むプレートの傾斜角の変化を考慮し設定した。速度構造モデルは、観測点

毎にコンラッド面及びモホ面の深さの地域性を考慮し設定した。そして、震源破壊過程は、独立行政法人防災科学技術研究所の 10～125 秒の周期帯の強震動記録を用いて、波形インバージョン解析によって求めた（図 II-1-8 左図）。同機構は解析結果から、震源近傍から海溝に至る領域に 70m 弱の大きなすべりが発生したと想定されることや、余震が大きなすべりの周辺に集中していることを明らかにした。

Shao et al. (2011)は、遠地波形を用いて、東北地震の震源破壊過程に関するインバージョン解析を行い、海溝の西側に約 55m の大きなすべりを想定した震源モデルを提案した（図 II-1-8 中図）。

国土地理院・海上保安庁は、陸域 GPS 観測と海底地殻変動観測の両結果に基づき、プレート境界面上の地震時の滑り分布モデルを提案した（図 II-1-8 右図）。

上記 3 つの長周期地震動から得られた震源モデルは共に、滑り量を 55m～70m 弱の範囲と想定しており、この範囲は GPS 観測結果や海底地殻変動観測結果に基づいたモデルと調和している。これらから、今回地震の滑り量は、領域にもよるが、55m～70m 弱の可能性があるといえる。今後の一層の詳細な調査及び分析が期待される。

○ 短周期地震動からの震源破壊過程

震源断層の近傍域で観測された短周期地震動は、複数のパルス状の波群からなっている。これらの波群は、震源断層の走向に平行な測線上に並ぶ地震動観測記録に基づくと、宮城県沖、岩手県南部沖、福島県沖、茨城県沖等の震源断層上 5 ヶ所に分布する強震動発生域（アスペリティ）から発生されたものと推定される。

入倉・倉橋（2011）は、アスペリティの配置を仮定した上、経験的グリーン関数法に基づき、強震動を再現するための震源モデルを提案した（図 II-1-9 左図）。また、川辺・釜江（2011）も同様に提案している（図 II-1-9 右図）。これらのモデルによって、岩手県沿岸から茨城県沿岸における観測点で観測された特徴的な波形はほぼ再現することができた。図 II-1-9 に示した強震動の短周期の発生域は、

長周期地震動の観点から推定した大きなすべりをもたらした海溝沿いのアスペリティではなく、主に震源（破壊開始点）の西の深い領域に分布している。これは、入倉・倉橋（2011）及び川辺・釜江（2011）のモデルで共通の大きな特徴の 1 つである。このように、強震動発生域が震源から見てプレートの沈み込む方向に集中している場合、強震動評価において、短周期域で地震動の形状と強さが震源破壊伝播方向に依存する効果（指向性効果）が生じていると考えられる。断層モデル法では、指向性効果が考慮されている。もう 1 つの大きな特徴は、強震動の短周期の発生域として設定したアスペリティにおいて解放された地震モーメントを、モーメントマグニチュードに換算すると、全て Mw8.4 以下となったことである。

一方、入倉・倉橋（2011）は、東北地震での観測最大加速度・速度値を、距離減衰式（強震動予測式）を用いて推定した結果と比較を行った（図 II-1-10）。その結果、強震動の観点から、特に、最大速度観測値（PGV、図 II-1-10 の右図）においては、観測値が Mw8 クラスの地震とほぼ同じレベルであるとしている。また、最大加速度値（PGA、図 II-1-10 の左図）は、100km 以上の距離での観測値が Mw8 クラスの地震とほぼ同じレベルである。しかし、断層近傍域に限ると、Mw8.0 地震のレベルを上回る傾向が見られる。その原因の 1 つとしては、距離減衰式では、短周期に重要な指向性効果が表現されていないためである。

○ 震源破壊過程に基づいた地震動解析

独立行政法人原子力安全基盤機構は、短周期地震動の評価における断層モデルの設定方法を検討するため、東北地震（Mw9）の発生前に公開されていた文部科学省地震調査研究推進本部の想定宮城県沖地震（連動型、Mw8.2)を対象として、女川プラント近くの志津川観測点(MYGH12)を評価点として、断層モデルに基づく地震動解析を行った。そして、解析結果と東北地震で得られた観測波形との比較を行った（図 II-1-11）。その結果、女川プラント近傍の志津川観測点の評価結果は、今回の観測波形とほぼ同じレベルとなっていることが分かった。これらのことから、東北

地震は、長周期地震動の観点からするとM9の超巨大地震であるものの、短周期地震動の観点からするとM8クラスの地震と同じ特徴を持っているといえる。

d　津波の発生メカニズムに係る原因究明の例

東北地震・津波の波源破壊過程の分析のために有用な観測及び測量データは、②ａで記述したように追加・補強されてきている。国内の大学・研究機関では、これらのデータ等に基づき、津波の波源破壊過程に係る詳細な分析が進められている。

津波水位の推定では、まず、図II-1-12に示すように波源モデル（波源破壊過程）を設定する。次いで、この波源モデルを用いて、海底地殻変動量を地殻変動解析によって求め、これを津波初期水位とする。そして、津波初期水位に加え、図中に示す遠地海底地形モデル、サイト近傍海底地形モデル、陸上地形モデルを設定した上で、津波伝播解析によって、津波水位を求める。

観測及び測量データより波源破壊過程を推定する場合は、遠地海底地形モデル、サイト近傍海底地形モデル、陸上地形モデルを設定した上で、各地の潮位計で観測された津波波形（津波水位に相当する）等に合わせ込むように、波源破壊過程をインバージョン解析によって求める。

各地の津波波形は、上記波源破壊過程と、既知の遠地海底地形モデル、サイト近傍海底地形モデル、陸上地形モデルに基づき、微調整しながら推定する。

以下、東北地震に対して、波源破壊過程の推定の例と原子力サイトでの津波波形の推定の例を示す。

○　波源破壊過程（波源モデル）の推定

独立行政法人建築研究所国際地震工学センター及び東京大学地震研究所は、図II-1-13に示すGPS波浪計による津波観測波形を用いて、波形インバージョン解析により藤井・佐竹（2011）の波源モデルを更新した。

東北大学は、藤井・佐竹（2011）の波源モデルを参考に、岩手県側で測量された津波痕跡高さに基づき、波源領域を更に北方に拡張した波源モデルを提案した（図II-1-14）。

独立行政法人原子力安全基盤機構は、上記2つの研究成果を参考に、東北地震の津波に係る3つの特徴（M9、連動、滑り量20m以上）を踏まえ、福島第一原子力発電所等における観測津波波形及び浸水高等を究明し得る波源モデルを推定した。

波源モデルの推定には、観測津波波形と観測地殻変動量から断層のすべり量を求め得るジョイントインバージョン解析手法を用いた。同手法では、まず、図II-1-15に示すように津波波源全体を複数の小断層の集合としてモデル化する。次いで、個々の小断層に単位すべり量を与えたときの観測地点ごとの水位変動波形及び地殻変動量を求めておく。これらをグリーン関数と呼ぶ。そして、対象とする全ての観測地点において、これらのグリーン関数を足し合わせた時に観測津波波形及び観測地殻変動量に最もよく適合するすべり量を小断層ごとに求める。

津波波源のモデル化においては、東北地震の津波に係る3つの特徴に加え、新たに着目されてきている4つ目の特徴の浅部の分岐断層も考慮している。

第1の特徴の地震規模（M9）に関しては、藤井・佐竹（2011）の波源モデル及び東北大学の波源モデルを参考に、図II-1-15中に示すM9に対応する長さ約600km、幅約200kmを対象として、48個の小断層（50km×50km四方が40個、50km×30km四方が8個）に分割した広範囲な波源モデルを設定した。第2及び第3の特徴の連動及びすべり量に関しては、波源モデルのパラメータとして、小断層ごとの破壊開始時間の違い（第一破壊の開始時間からの遅れ）及び継続時間を考慮した。これらのパラメータは、東北地震の発生以前まで、沿岸の津波水位への影響が小さいと考えられていた。しかしながら、東北地震の波源域が広範囲ゆえに、複数の小断層における破壊開始から終了までの継続時間の長さ、これに伴う破壊開始時間の遅れの取り扱い方によって、津波水位へ大きな影響を及ぼす可能性が認識された。そこで、破壊継続時間は最大5分を設定した。

第4の特徴の浅部分岐断層については、岩手県南部沖のGPS波浪計等の津波観測波形に見られる長周期の波形と

短周期の波形が、それぞれ深部の断層及び浅部の断層によるものと推定されているので、今回の解析では、この短周期の波形を引き起した要因として、図 II-1-16 に示すように海溝軸沿いの宮城県北部沖から岩手県北部沖の浅部分岐断層を考慮した。すなわち、図 II-1-15 に示した波源モデルの当該箇所（東側 1 列の北側半分）にやや高角の分岐断層を設定した上で、ジョイントインバージョン解析により各小断層のすべり量を求めた。ジョイントインバージョン解析に用いた観測津波波形データは、図 II-1-17 に示す独立行政法人港湾空港技術研究所の GPS 波浪計及び国土交通省港湾局の潮位計、米国大洋大気圏局（NOAA）の津波計によるもの、図 II-1-18 に示す福島第一、女川、東海第二の各発電所の潮位計によるもの、図 II-1-19 に示す国土地理院の GPS 観測による上下方向の地殻変動データによるものの一部である。

ジョイントインバージョン解析により推定された波源破壊過程（波源モデル）の地震発生後 1 分ごとのすべり量分布の推移を図 II-1-20 (a)～(e)に示す。図 II-1-20 (f)は、これらのすべり量を小断層ごとに集計した合計すべり量分布である。これらの図から、プレートの滑りは、まず破壊開始点付近で拡がり、次いで破壊開始点より西側のやや深い方へ拡がった後、主に海溝沿いの浅い部分に移行し、継続して拡がったと推定される。大きな滑りの発生領域は、海溝沿いの浅い部分に集中し、最大すべり量は 70m を超える結果となった。これらの結果は、国内外の大学・研究機関等の震源破壊過程モデルの推定結果や、波源破壊過程の推定結果とほぼ一致している。

○ 推定波源モデルを用いた津波水位のシミュレーション

独立行政法人原子力安全基盤機構は、GPS 波浪計による観測津波波形との比較のため、上記に示した波源破壊過程（波源モデル）を用いて、上記 48 個の小断層の破壊開始時間の違いと破壊の継続時間を考慮した津波伝播解析を行った。解析には線形長波理論に基づく数値解析手法を用いた。

解析結果を図 II-1-21 に示す。同図中には、GPS 波浪計

による観測津波波形も示している。同図から、シミュレーションによる津波波形は、東北地震・津波の特徴である岩手県南部沖（G802）や岩手県中部沖（G804）に見られる観測波形における第一波の短周期の波形形状を良く再現している。図 II-1-22 には、地震発生時刻 14 時 46 分以降の津波伝播の状況を示す。地震発生約 36 分後（15 時 22 分）には、福島第一原子力発電所に到達している状況が分かる。

独立行政法人原子力安全基盤機構は、東北地震の津波の発生メカニズムの分析の一例として、図 II-1-21 に示した破壊開始時間の違いと継続時間を考慮した解析結果と、図 II-1-20(f)に示した合計すべり量を一度に設定した波源モデル（破壊開始時間の違いを考慮しない場合）による解析結果を比較し、これまで津波水位に及ぼす影響が小さいとされていた複数震源における破壊開始時間の違いと破壊の継続時間についても検討を行った。

解析結果を図 II-1-23 に緑線で示す。同図中には、図 II-1-21 に示した解析波形（青線）及び観測波形（赤線）も示している。図から、宮城県北部沖（G803）に見られるように、合計すべり量を一度に設定した波源モデルによる解析波形は、破壊開始時間の違いと継続時間を考慮した波源モデルによる解析波形とは大きく異なり、これらの影響が顕著に現れている。これらの結果は、今後想定すべき津波波源を考える上で重要なポイントであることを示唆している。

また、独立行政法人原子力安全基盤機構は、同波源破壊過程（波源モデル）を用いた原子力サイトを対象とした津波伝播解析も行った。

福島第一原子力発電所、東海第二発電所におけるそれぞれのシミュレーション結果を図 II-1-24 に示す。図中には、各発電所で観測された津波波形も示す（福島第一原子力発電所の観測波形は、記録途中で計測不能となっている）。図から、両者は調和的であることが分かる。

e　地震及び津波の発生メカニズムに関する共通事項

・ 震源破壊過程（震源モデル）及び波源破壊過程（波源モデ

ル）は、それぞれ観測地震動データ及び観測波形データを用いて、インバージョン解析によって求められた。両解析共に、震源及び波源の発生メカニズムの内で重要な要因の1つの滑り量は、日本海溝沿いの浅い部分において、55m～70m弱となり、海底地形移動量の観測値と調和的であった。

- 東北地震は、長周期地震動の観点からするとM9の超巨大地震であるものの、短周期地震動の観点からするとM8クラスの地震と同じ特徴を持っている可能性が高い。原子力耐震設計上重要な短周期地震動にとって重要な情報である。
- 津波水位に大きな影響を及ぼした要因としては、日本海溝軸沿いの宮城県北部沖から岩手県北部沖にかけての浅い部分における大きな滑り量（55m～70m弱）と、複数の震源域が連動して破壊するときの時間遅れによる津波水位の重なり効果である可能性が高い。

③　今後の検討事項

- 原子力安全委員会は、今回の地震・津波の分析や知見・教訓の整理、耐震安全バックチェックで得られた経験・知見の整理、残余のリスクに係る事項等の内容を検討し、耐震設計審査指針の見直しを行っている。2006年に改訂された耐震設計審査指針における「震源を特定して策定する地震動」の評価では、長周期地震動を理論解析で決め、短周期地震動を経験的グリーン関数法等を用いて求め、両者をハイブリッドするとしている。今回のような超巨大地震に対しても、女川原子力発電所のように、Mw8クラスの地震で、かつ近くにアスペリティを設定すれば、耐震安全上重要な短周期地震動を十分に評価できる可能性が高い。
- 地震・津波の想定にあたっては、今後、これまでの考え方を改め、津波堆積物調査などの科学的知見をベースに、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討していくべきである。一度想定した地震・津波についても、最新の科学的知見を取り入れて継続的に改善することが必要であり、今後、地域ごとに、地震・津波の想定を早急に検討すべきである。

・これまでに世界中で発生したM9クラスの巨大地震（カムチャッカ地震[1952年：Mw9.0]、チリ地震[1960年：Mw9.5、2010年：Mw8.8]、アラスカ地震[1964年：Mw9.2]、スマトラ地震[2004年：Mw9.1]）を対象として、可能な限り東北地震[2011年；Mw9.0]）と同様の分析を行い、東北地震から得られている知見等を踏まえて、巨大地震に対する強震動評価及び津波水位に係るそれぞれの断層モデル及び波源モデルの設定手法について分析・検討する必要がある。
・東北地震から得られた震源モデル及び波源モデルの南海トラフ及び日本海東縁部の断層への適用性に関する検討を進める必要がある。
・東北地震の震源モデルの構築においては、強震動観測点が本震の震源の西側（陸域）にしか存在しなかったため、公開されている波形インバージョン結果における海溝側でのすべり量の大きい部分の破壊が観測点からみて遠方に位置しており、短周期地震動が生成されても観測点ではほとんど観測されていないという問題がある。そこで、更なる検証が必要である。
・東北地震による津波の波源破壊過程の原因究明については、一層の詳細化を図ると共に、複数震源の破壊開始時間の違い及び継続時間の津波水位へ及ぼす影響について詳細に検討する必要がある。

（２）一般災害の復旧・復興の状況

①　６月報告書に示した一般被害状況の概要

2011年6月時点における一般災害状況の概要について、表II-1-1に示す。津波による全浸水面積は、561km^{2}に及んだ。家屋の被害は、全壊、半壊、一部破壊及び浸水を合わせて約475,000棟であった。公共建物や文教施設等の被害は約18,000件に上った。

ライフライン関係では、道路被害約4,000箇所、鉄道被害約7,280箇所、ガスの停止約460,000戸、電気の停電約4,000,000戸、電話不通800,000回線等であった。

土砂崩れ、斜面崩壊、地盤変状等の土砂災害は、岩手県、宮城県、福島県、栃木県、茨城県の広い地域で120箇所以上発生した。福島県では、ダムが決壊し、数名の行方不明者が出た。

千葉県では、浦安市や幕張市等湾岸地域や九十九里平野等で、大規模な地盤の液状化が発生した。

今回の地震による全死亡者・行方不明者は、23,769 名であった（緊急災害対策本部 5 月 30 日 17 時現在）。

② ６月以降の状況

6 月以降の一般災害及びライフラインの復旧・復興状況について、表 II-1-1 中に示す。

津波による全浸水面積については、6 月報告書から変更はない。家屋の被害は、全壊、半壊、一部破壊及び浸水を合わせて約 792,000 棟（緊急災害対策本部発表：8 月 9 日 17 時）であり、被害調査の進展とともに増加の傾向にある。公共建物や文教施設等の被害は約 18,000 件（文部科学省発表：8 月 8 日 10 時）に上るが、6 月報告書と大差はない。

ライフラインの復旧に関する現在の状況は、道路被害約 3,700 箇所、新幹線の復旧率 100%、在来幹線の復旧率 96%、ガスの復旧約 420,000 戸、東北電力管内における家屋流出地域等を除いた全地域における電気の復旧作業完了、電話不通約 14,000 回線である。

地震による全死亡者・行方不明者は、20,444 名（緊急災害対策本部 8 月 9 日 17 時現在）となっており、調査の進展とともに主として行方不明者数が減少している。

参考文献

[II1-1] 野徹雄・他、“深海調査研究船「かいれい」による東北地方太平洋沖地震の緊急調査航海（速報）”、日本地球惑星科学連合 2011 年大会、5 月 22 日～27 日

[II1-2] 入倉孝次郎・倉橋 奨、“2011 年東北地方太平洋沖地震の強震動生成のための震源モデル”、日本地球惑星科学連合 2011 年大会、5 月 22 日～27 日

[II1-3] 川辺秀憲・釜江克宏・上林宏敏・原田怜、“2011 年東北地方太平洋沖地震（M9.0）の震源のモデル化”、日本地球惑星科学連合 2011 年大会、5 月 22 日～27 日

[II1-4] 独立行政法人港湾空港技術研究所、“GPS 波浪計全地点における津波の観測結果について”、2011 年 5 月 16 日、[Online]. http://www.pari.go.jp/files/3651/303113448.pdf

[II1-5] 藤井雄士郎・佐竹健治、“2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の津波波源（暫定結果、Ver.4.2）”、[Online]. http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami_ja.html

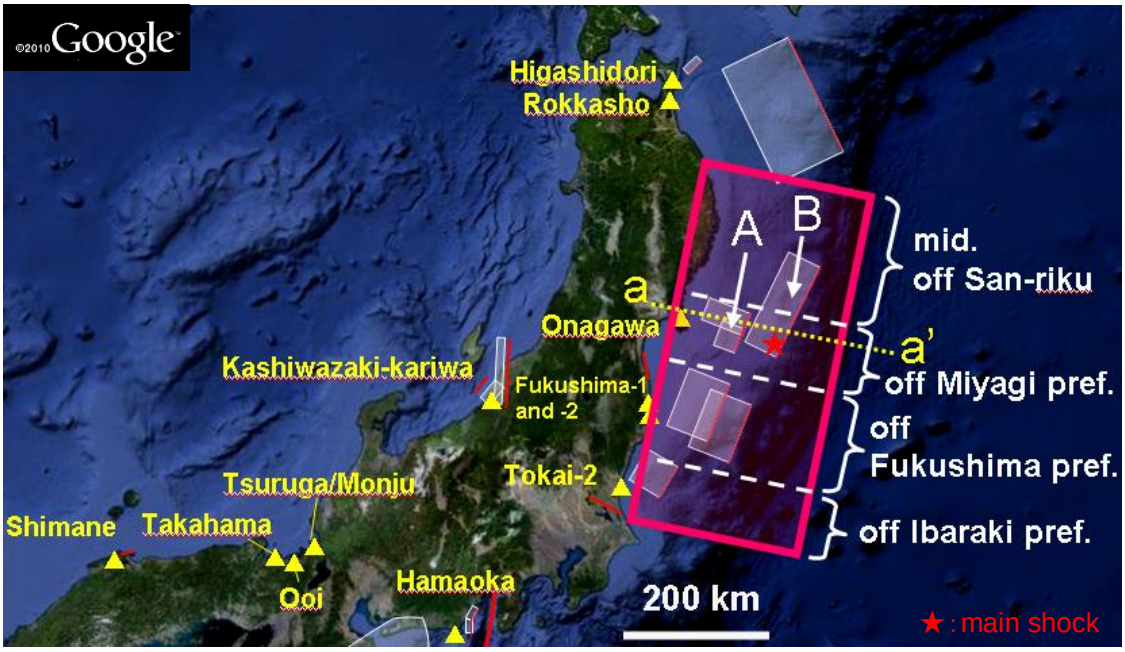
[II1-6] 今村文彦・他、“東北地方太平洋沖地震を対象とした津波シミュレーションの実施、東北大学モデル(version1.0)”、2011 年 6 月 10 日. [Online]. http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/events/tohoku_2011/model/110610 東北大 vers1.0.pdf

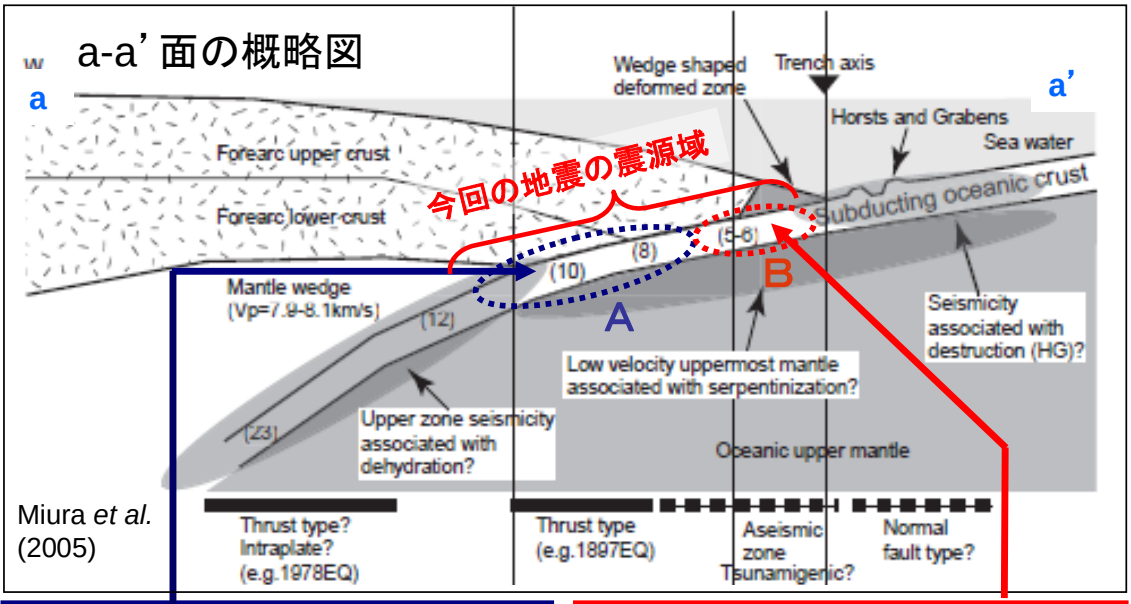
表 II-1-1　一般被害及びライフライン関係の回復状況

人的被害	東日本太平洋沖地震（9月報告）	東日本太平洋沖地震（6月時点）
死者	15,687名（注1）	15,270名（注8）
行方不明者	4,757名（注1）	8,499名（注8）
負傷者	5,714名（注1）	5,363名（注8）
計	26,158名（注1）	29,132名（注8）

施設関係等		東日本太平洋沖地震（9月報告）		東日本太平洋沖地震（6月時点）	
住家被害	全壊	112,703棟（注1）		83,579棟（注9）	
	半壊	143,760棟（注1）		31,660棟（注9）	
	一部破損	511,811棟（注1）		243,661棟（注9）	
	浸水	23,630棟（注1）		8,852棟（注9）	
	計	791,904棟（火災被害263件含まず）		367,752棟（火災被害260件含まず）	
住宅の復旧	仮設住宅	49,815戸着工（46,050戸完成）			
	国家公務員宿舎・公営住宅等の受入可能数	59,664戸			
非住家被害	文教施設	物的被害12,123件・建物6,284件（注2）		物的被害11,017件・建物6,211件（注10）	
	道路	3,665箇所（注1） 以下、損壊箇所数 道路：3,559箇所 橋梁：77箇所 鉄軌道：29箇所	（通行止め区間）	3,970箇所（注9）	（通行止め区間）
			高速道路（首都高除く）：1路線（注3）		高速道路（首都高除く）：17路線（注11）
			国土交通省管理道路　：2区間（注3）		国土交通省管理道路　：31区間（注11）
			都道府県管理国道　　：10区間（注3）		都道府県管理国道　　：45区間（注11）
			都道府県道等　　：118区間（注3）		都道府県道等　　：256区間（注11）
	鉄道	新幹線：　100%復旧（注4）		新幹線：　約1,200箇所（注12）	
		在来幹線：　96%復旧（注4）		在来幹線：　約4,400箇所（注12）	
				津波被害：約1,680箇所（注12）	
	空港	被災地周辺の13空港全て利用可能（注1）			
	港湾	暫定利用199/373バース（注1）			
	河川	6水系53箇所の緊急復旧完了（注1）		堤防崩壊等：2,115箇所（注9）	
ライフライン関係	水道断水	約48000戸（注7） ただし、津波による家屋流出地域等を除いた断水被害は32戸。これまでの復旧総数は225万戸。		ピーク時：約230万戸（注13）	
	ガス供給停止	約42万戸復旧（注1） （401,976戸復旧完了（5/3）、以降、個別対応。）（注5）		ピーク時：約46万戸（注14）	
	停電	東京電力、北海道電力、中部電力：復旧済み（注1） 東北電力：家屋流出地域を除き復旧済み（注1）		約400万戸（注15）	
	電話不通	NTT東日本：13,900回線（注1）		NTT東日本：74万回線超（注16）	
		その他の回線：約300回線（注1）		その他の回線：6万回線弱（注16）	
		その他の基地局：542局（注1）		その他の基地局：約5,500局（注16）	
津波による浸水面積		561km^2（注6）		561km^2（注6）	
被害金額		約16兆9千億円（注1）		16兆 － 25兆円（注17）	

（注1）緊急災害対策本部　平成23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について（8/9　17時現在）
（注2）文部科学省　東日本大震災による被害情報について（第149報）（8/8　10時現在）
（注3）国土交通省　平成23年東北地方太平洋沖地震（第85報）（8/8現在）
（注4）国土交通省　交通関係の復旧状況（8/8　10時現在）
（注5）日本ガス協会　東北地方太平洋沖地震による都市ガス供給の停止状況について（第61報）
（注6）国土地理院　津波による浸水範囲の面積（概略値）について（第5報）
（注7）厚生労働省　平成23年（2011年）東日本大震災の被害状況及び対応について（第93報）（8/5　14時現在）
（注8）緊急災害対策本部　平成23 年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について（5/30　17時現在）
（注9）緊急災害対策本部　平成23 年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について（5/10　17時現在）
（注10）文部科学省　東日本大震災による被害情報について（第90報）（5/11　8時現在）
（注11）国土交通省　平成23年東北地方太平洋沖地震（第23報）（3/18現在）
（注12）JR東日本HP　http://www.jreast.co.jp/press/earthquake/index.html
（注13）厚生労働省　平成23年（2011年）東日本大震災の被害状況及び対応について（第66報）
（注14）日本ガス協会　東北地方太平洋沖地震による都市ガス供給の停止状況について（第12報）
（注15）経済産業省　平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震について（4/28 12時現在）
（注16）緊急災害対策本部　平成23年（2011年）東日本大震災について（3/18　12時現在）
（注17）与謝野内閣府特命担当大臣記者会見要旨（3/23）





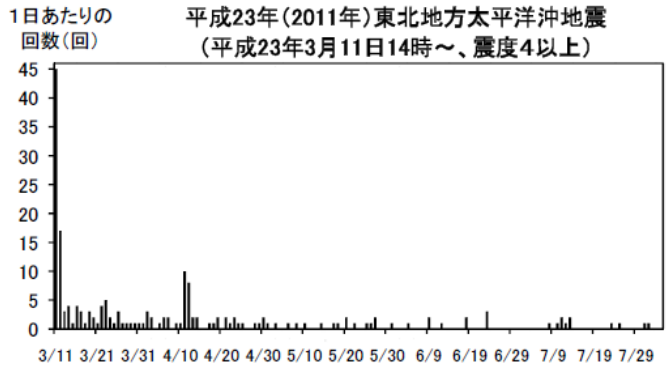
プレート境界の深部：浅部に比べ相対的にすべりが小さく、陸域に近いため強い地震動を発生させた

プレート境界の浅部：20m以上のゆっくりした大きなすべりで、巨大津波を発生させた

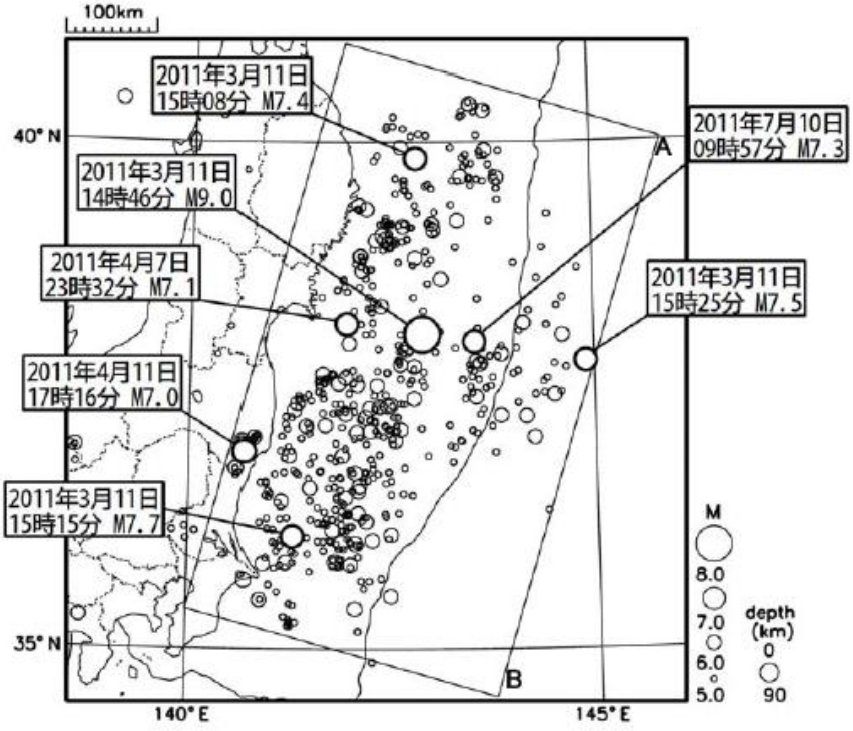
◎引用文献：Miura et al.(2005; Tectonophysics, Vol.407)に JNES が一部加筆

図 II-1-1　東北地方太平洋沖地震の震源域と破壊の連動

（原子力災害対策本部「原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書　平成 23 年 6 月」）



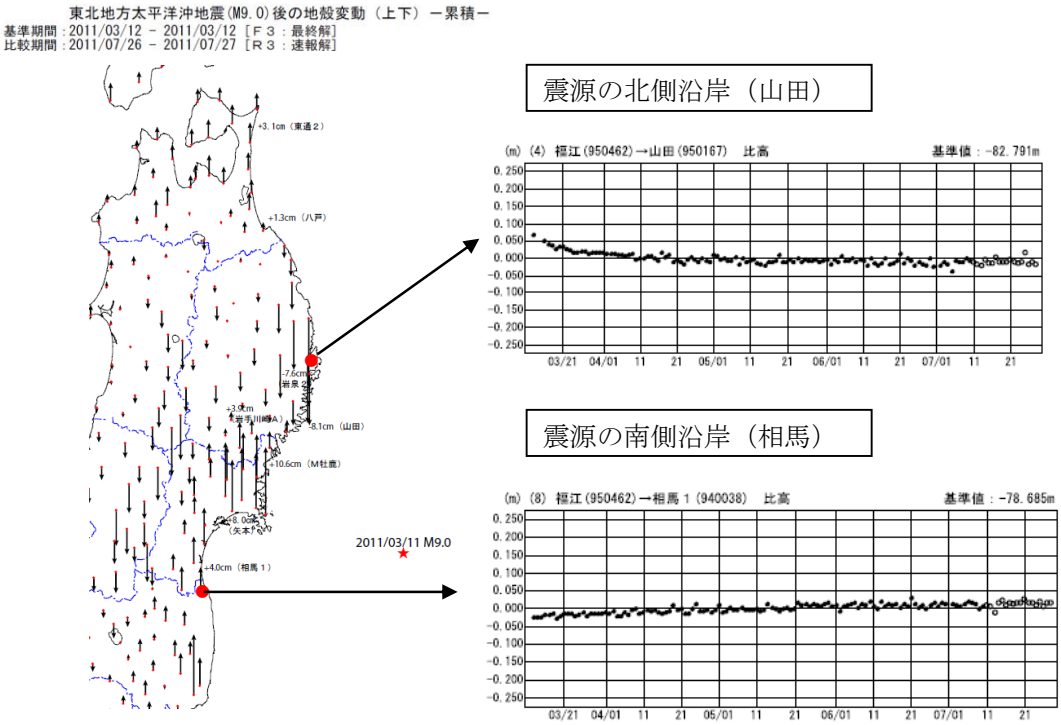
震央分布図
(2011 年 3 月 11 日 12 時 00 分 ～ 8 月 4 日 08 時 00 分、深さ 90km 以浅、M≧5.0)



丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。
M7.0 以上の地震に吹き出しをつけている。

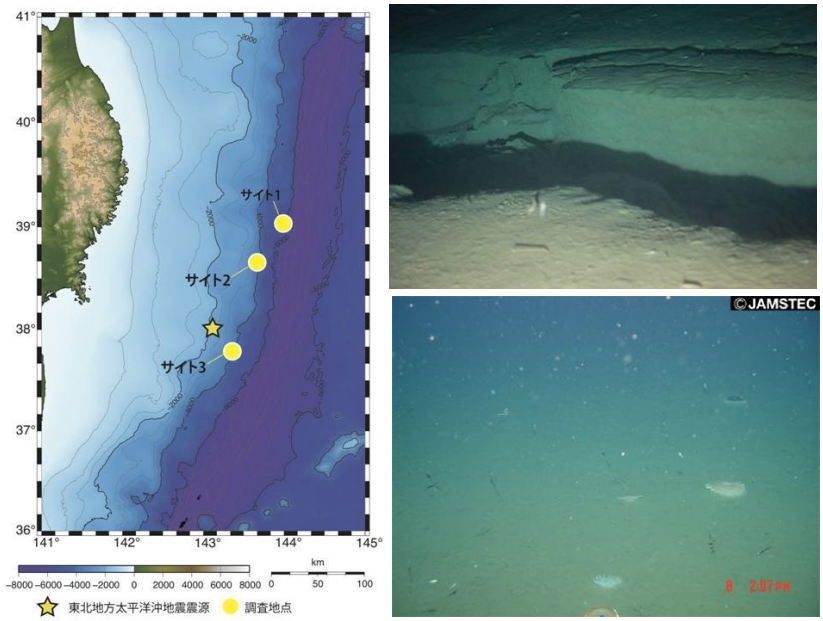
◎引用文献：気象庁「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震について　第 53 報」[Online]. http://www.jma.go.jp/jma/press/1108/04c/kaisetsu201108041600.pdf

図 II-1-2　余震の回数及び震央分布



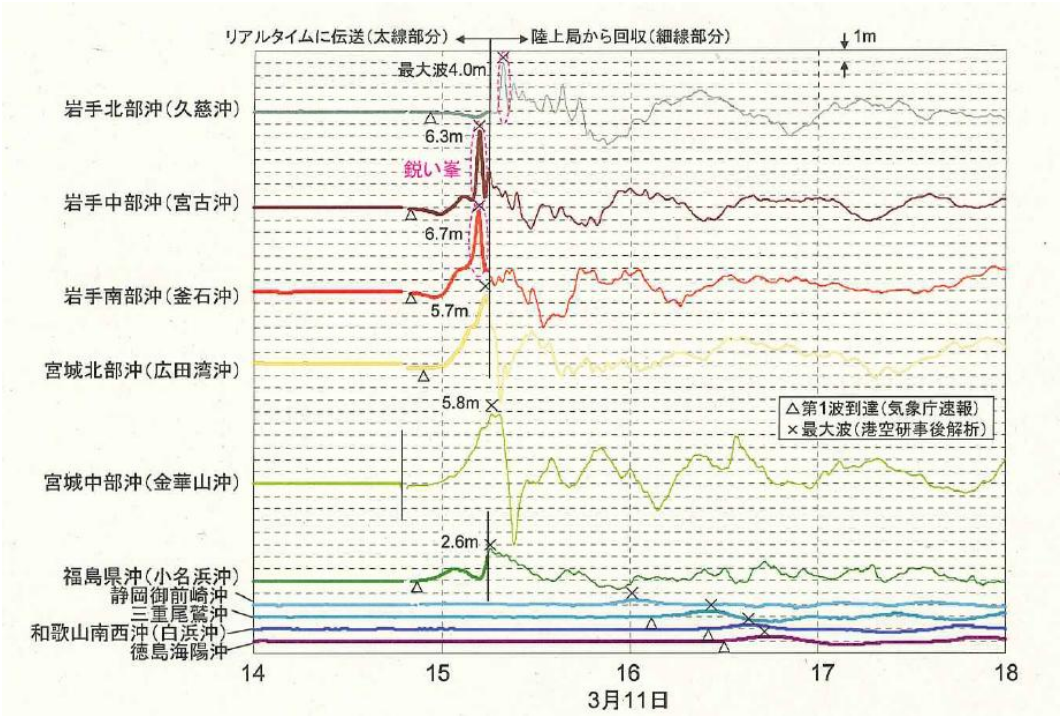
◎引用文献：国土地理院「平成 23 年 7 月の地殻変動について」に JNES が一部加筆
[Online]. http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2011-goudou0804.html

図 II-1-3　岩手県沿岸での東北地方太平洋沖地震（M9.0）前後の地殻変動（気象庁「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」について　第 53 報）



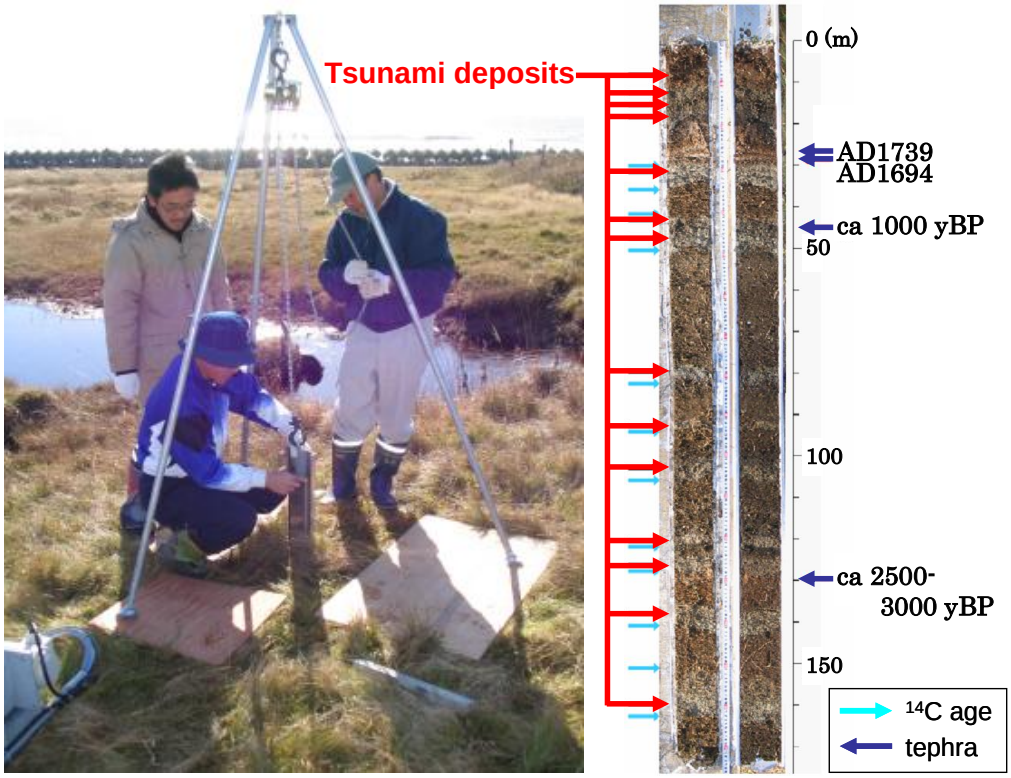
◎引用文献：独立行政法人海洋研究開発機構
[Online]．http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20110815/#c1

図 II-1-4　「しんかい 6500」による震源海域の潜航調査結果
左図：潜航調査地点、右図上：サイト 1 で認められた亀裂（2011/8/3、第 1256 回潜航）、右図下：過去の調査結果（2006/6/8、第 957 回潜航）



◎引用文献：独立行政法人港湾空港技術研究所［Online］．http://www.pari.go.jp/files/3651/303113448.pdf

図 II-1-5　GPS 波浪計による観測波形



◎引用文献：独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）「平成 17 年度　原子力安全基盤研究　津波堆積物調査によるプレート間地震のポテンシャル評価に関する研究」に JNES が一部加筆

図 II-1-6　津波堆積物調査の例

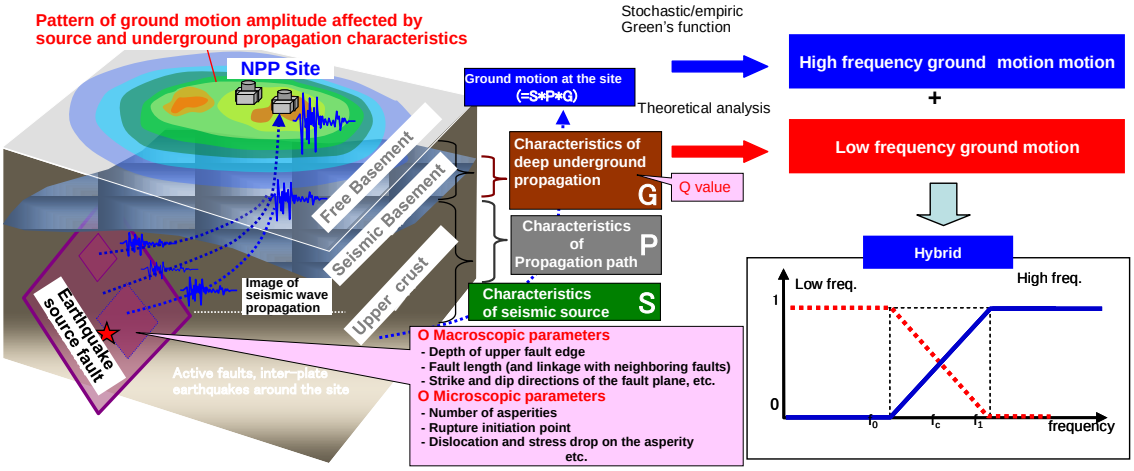
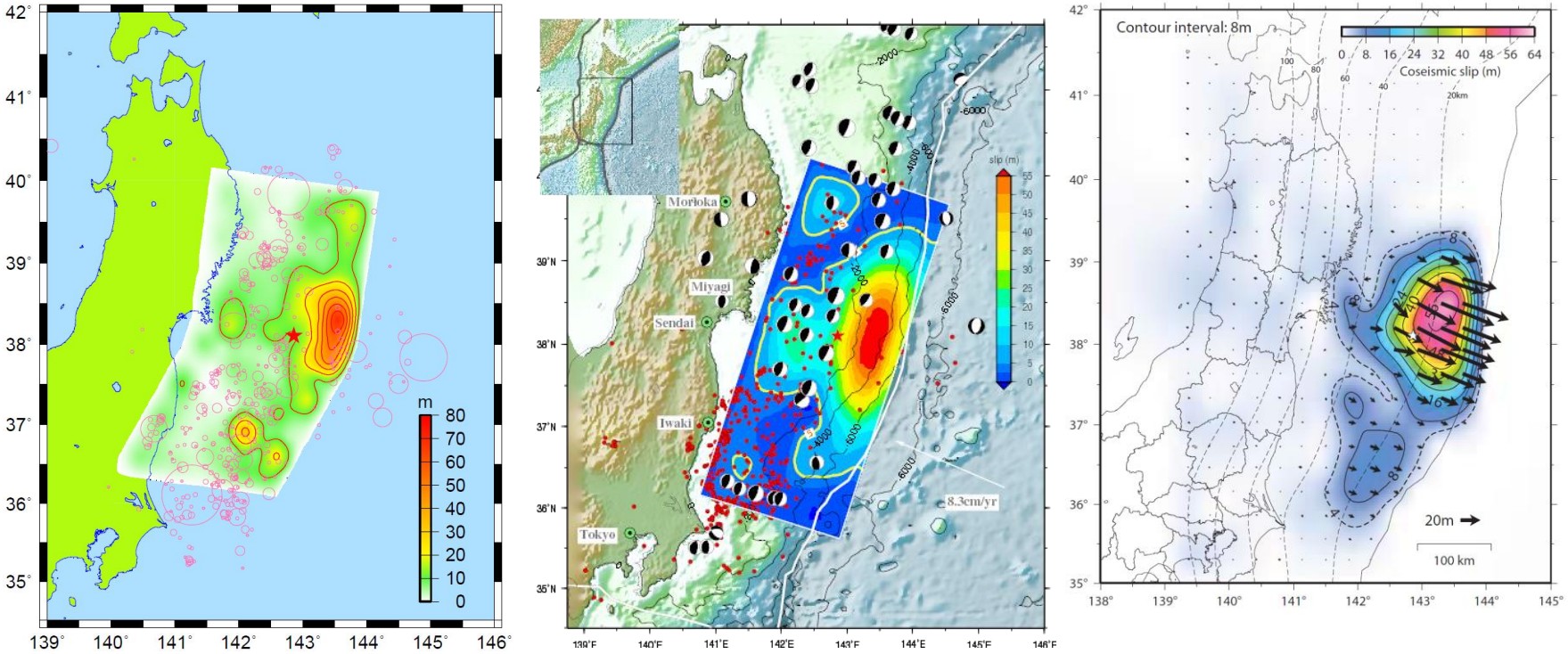


図 II-1-7　断層モデルの概念



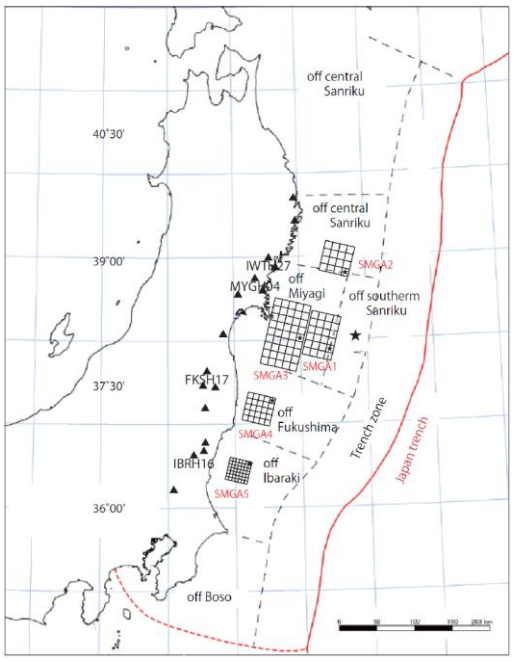
(a) 原子力安全基盤機構　(b) Shao et al.　(c) 国土地理院・海上保安庁

図 II-1-8　本震のすべり及び余震分布図

左図：原子力安全基盤機構による 10～125 秒の周期帯の強震動記録を用いた震源インバージョン結果

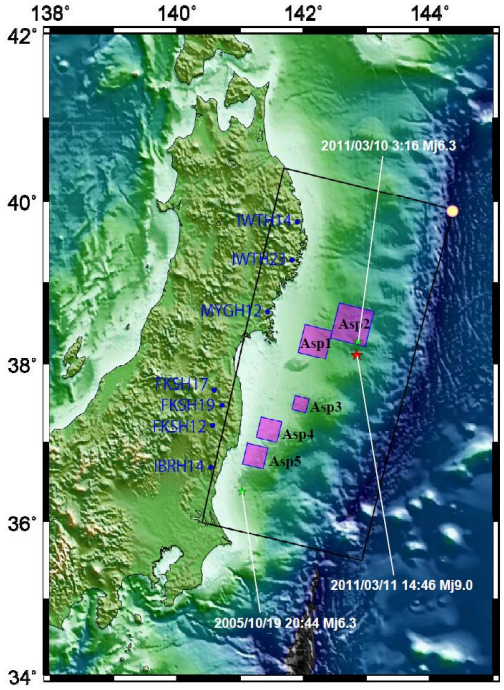
中図：Shao et al. (2011)による遠地波形を用いた震源モデル

右図：国土地理院・海上保安庁による陸域 GPS 観測と海底地殻変動観測の両結果に基づいたすべり分布図



入倉モデル

	モメント (Nm)	応力降下量 (Mpa)	Mw	面積 (km^2)
Asperity 1	2.31E+21	41.3	8.2	62.4×41.6
Asperity 2	7.05E+20	23.6	7.8	41.6×41.6
Asperity 3	4.34E+21	29.5	8.4	93.6×52.0
Asperity 4	3.83E+20	16.4	7.7	38.5×38.5
Asperity 5	3.99E+20	26.0	7.7	33.6×33.6
Total	8.14E+21		8.5	



釜江モデル

	モメント (Nm)	応力降下量 (Mpa)	Mw	面積 (km^2)
Asperity 1	4.93E+20	18.9	7.7	40×40
Asperity 2	1.10E+21	21.6	8.0	50×50
Asperity 3	8.30E+19	27.0	7.2	20×20
Asperity 4	1.19E+20	10.8	7.3	30×30
Asperity 5	2.58E+20	23.1	7.5	30×30
Total	2.06E+21		8.1	

図 II-1-9　強震動生成のための震源モデル
（左図：入倉・倉橋が提案したモデル、右図：川辺・釜江が提案したモデル）

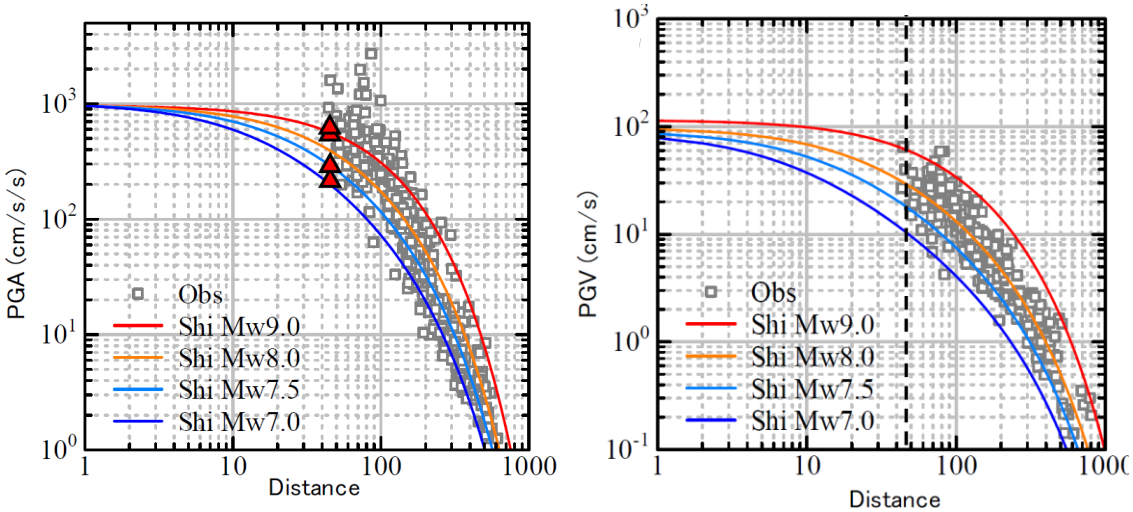


図 II-1-10　最大加速度(PGA,左図)・速度（PGV,右図）観測値と距離減衰式との比較（入倉・倉橋，2011）
横軸：断層最短距離（km）を示す、四角：観測値、色線：距離減衰式を用いた規模別の予測値

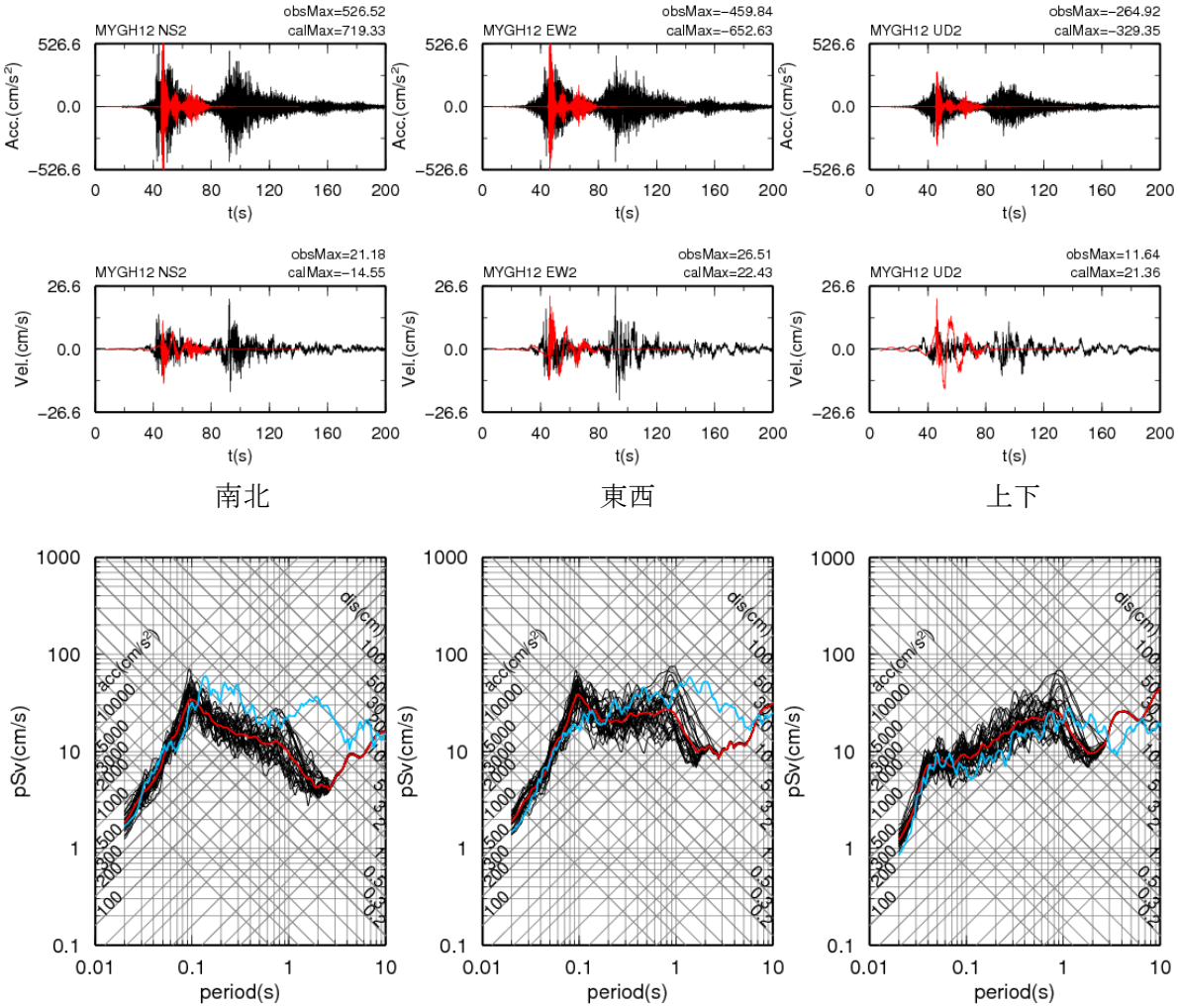


図 II-1-11　志津川観測点（MYGH12）に対して、想定地震を対象とした地震動解析結果と今回の地震の観測波形との比較

上図：観測波形（黒線）と計算波形（一つの例、赤線）の比較、下図：観測（青線）の応答スペクトルと計算結果との比較

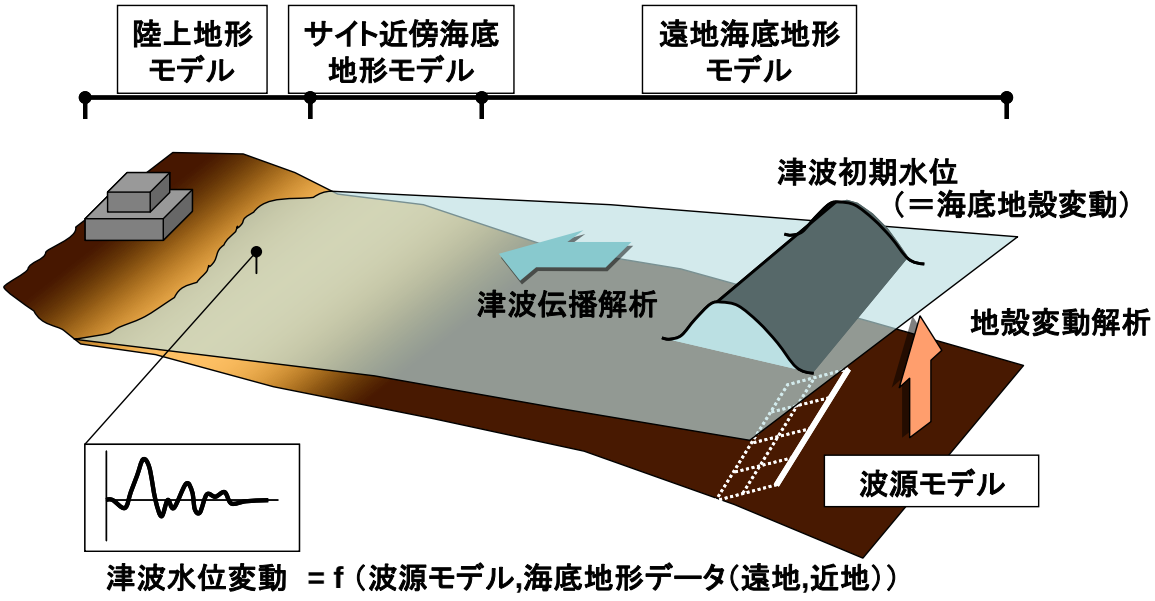
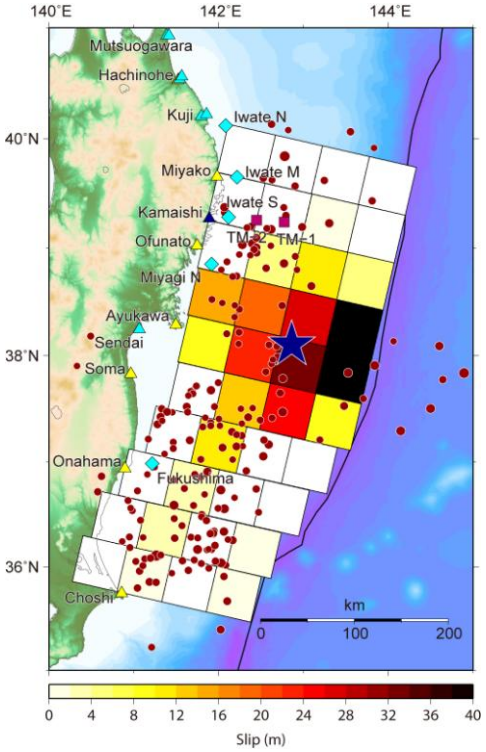
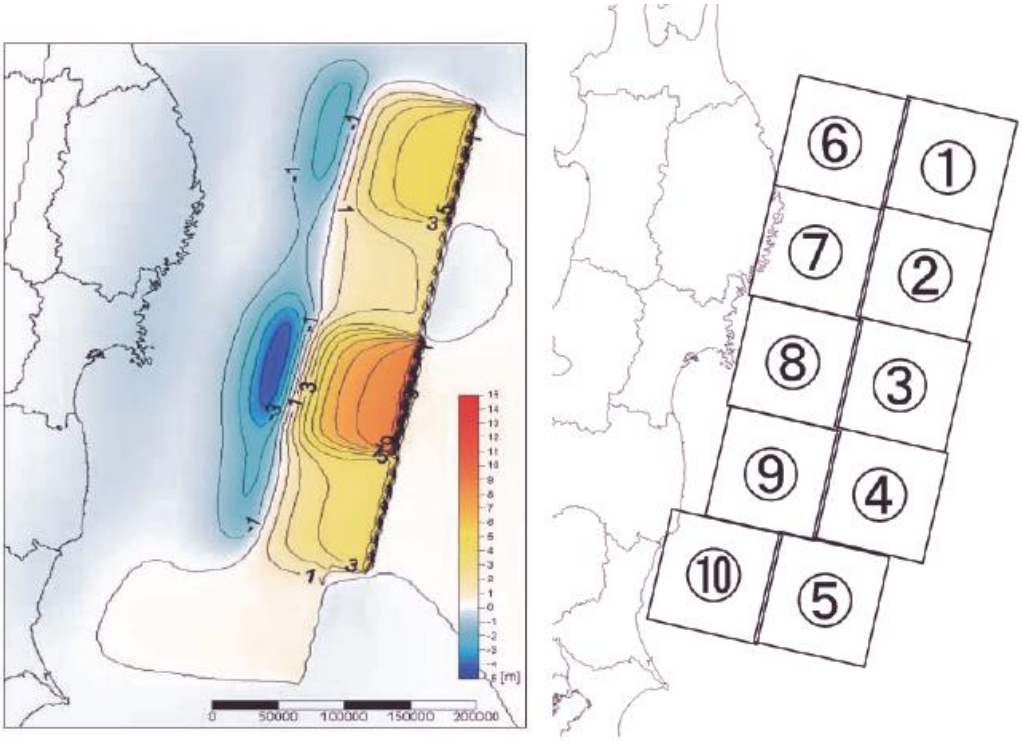


図 II-1-12　津波水位評価の概念図



◎引用文献：藤井、佐竹、2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の津波波源（暫定結果，Ver. 4.2）［Online］.
http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami_ja.html

図 II-1-13　藤井・佐竹による津波波源モデル Ver.4.2



◎引用文献：東北地方太平洋沖地震を対象とした津波シミュレーションの実施、東北大学モデル(version1.0)
［Online］. http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/

図 II-1-14　東北大学の津波波源モデル ver.1.0（初期水位とセグメント位置）

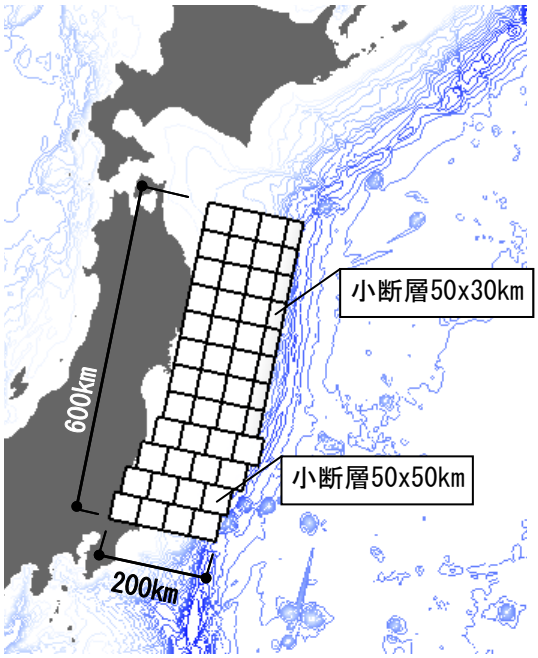
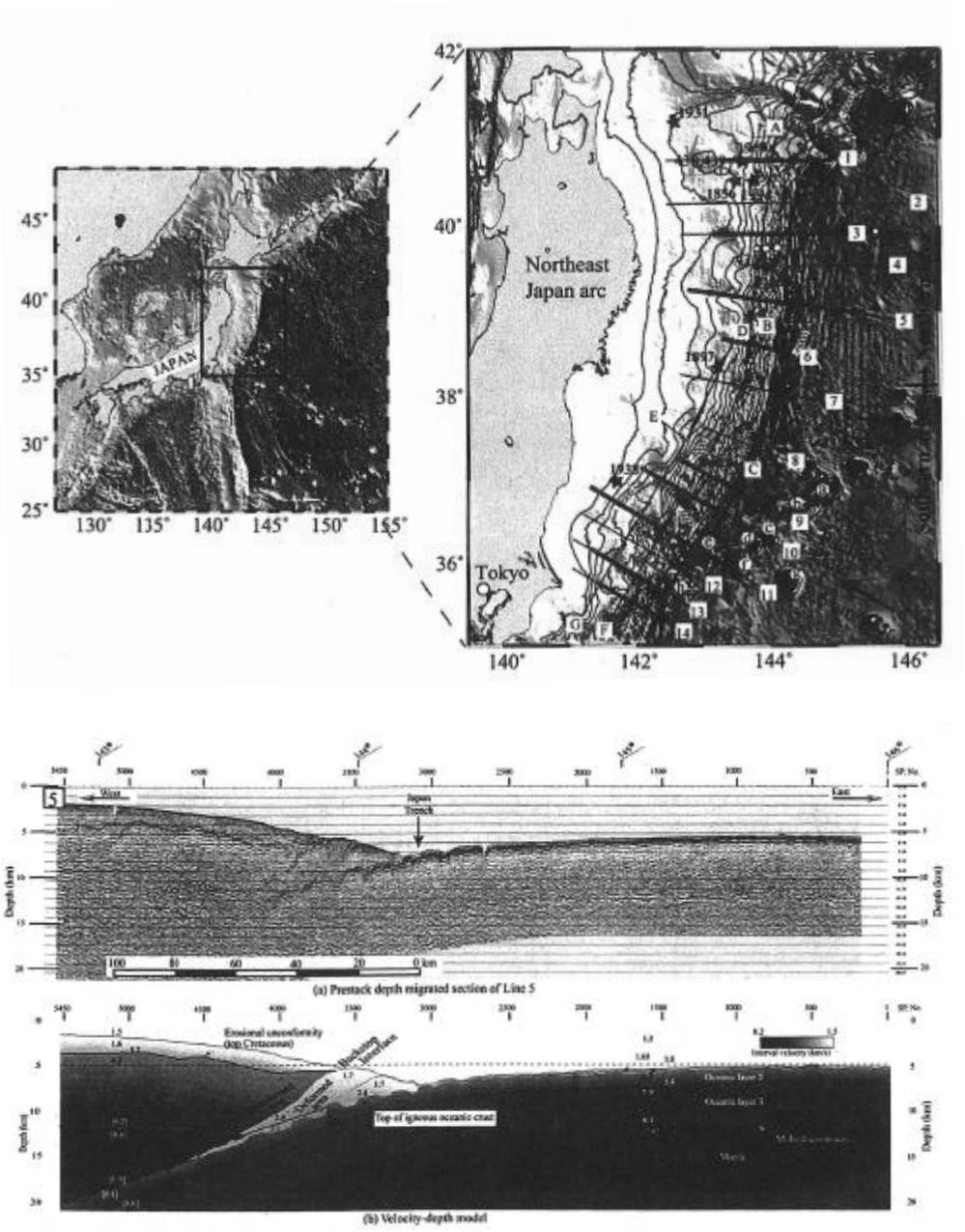


図 II-1-15　JNES の津波波源モデルの小断層配置状況



◎引用文献：Tsuru et al., Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 107, NO. B12, 2357, 2002.

図 II-1-16　日本海溝沿いの浅部分岐断層

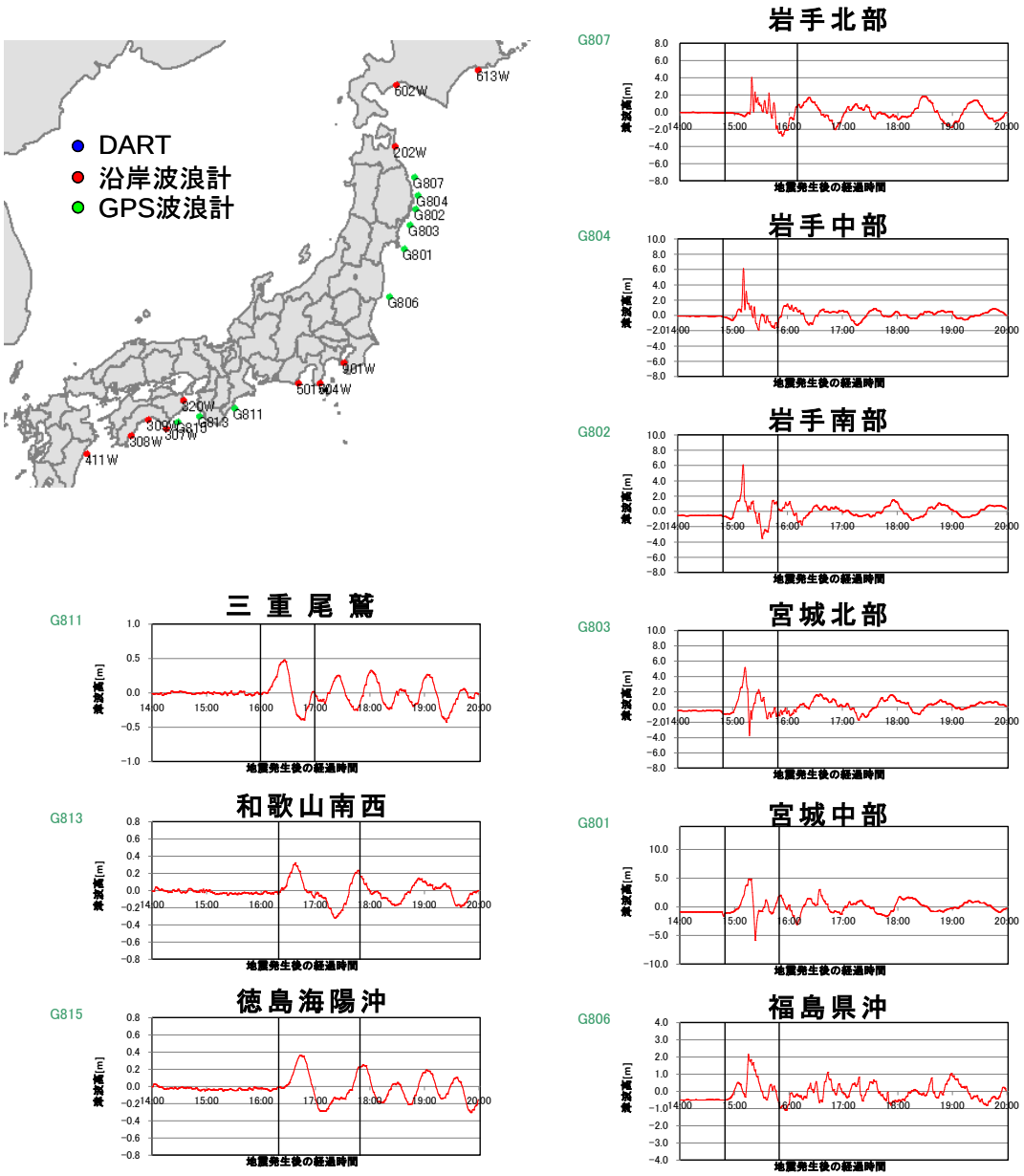


図 II-1-17 (a)　GPS 波浪計の設置位置及びその観測津波波形データ

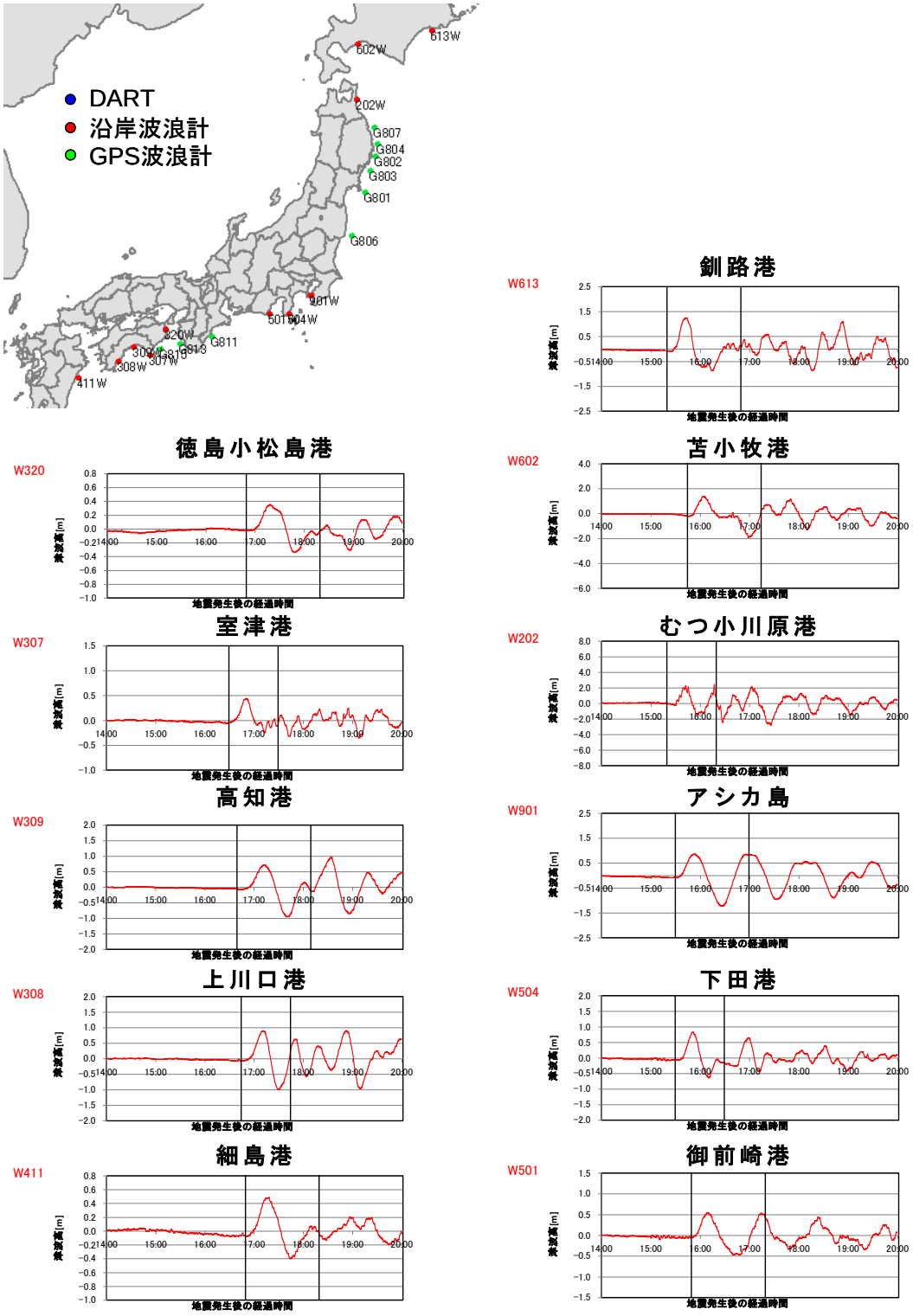
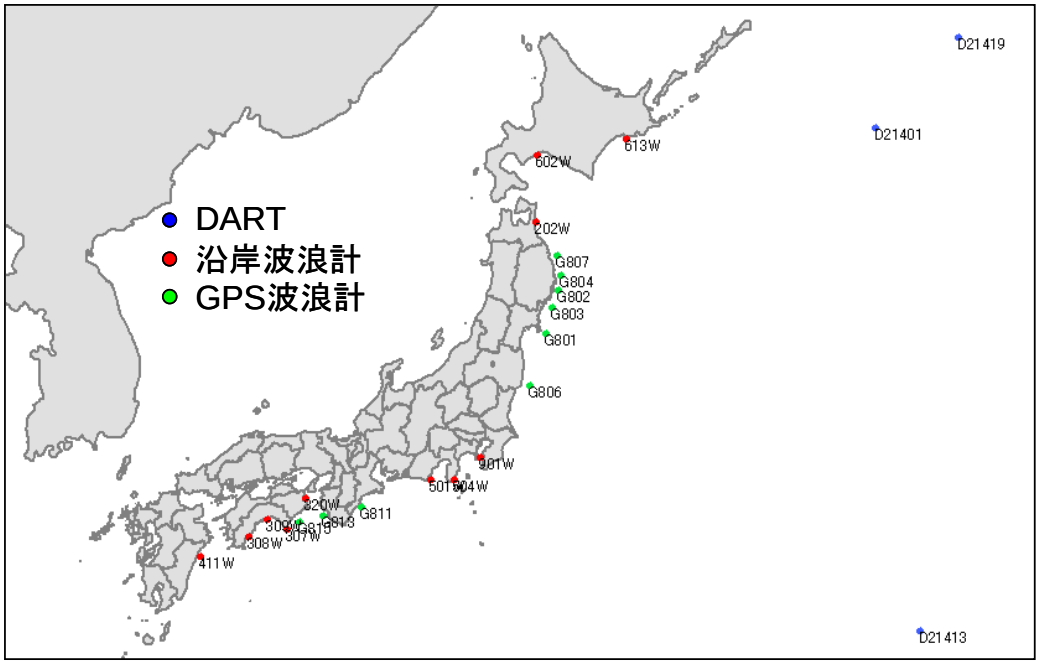


図 II-1-17 (b)　沿岸波浪計の設置位置及びその観測津波波形データ



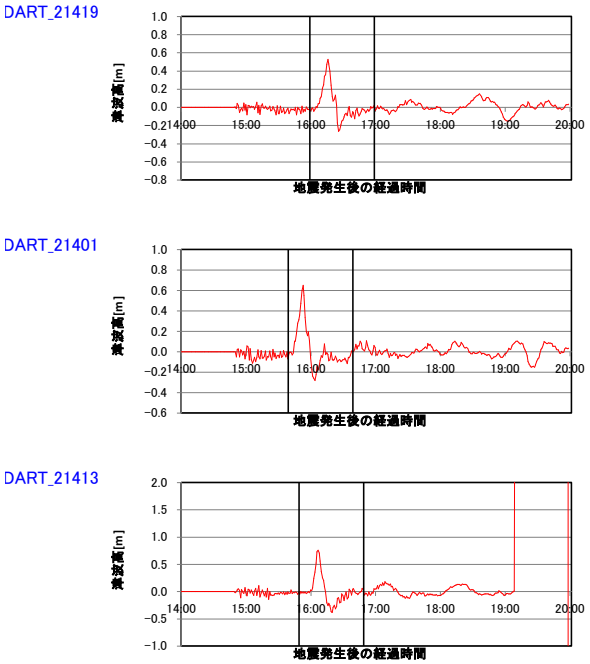


図 II-1-17 (c)　NOAA の津波計（DART）設置位置及びその観測津波波形データ

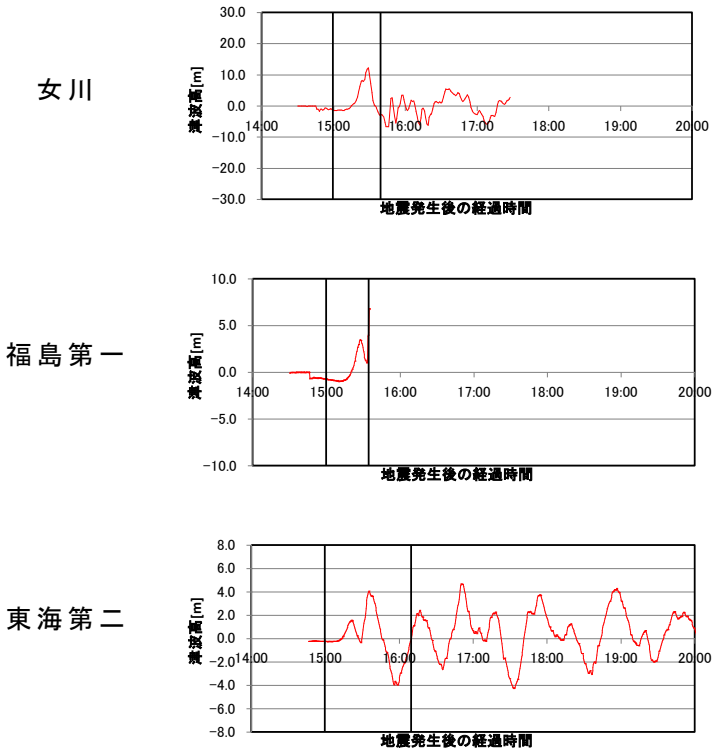
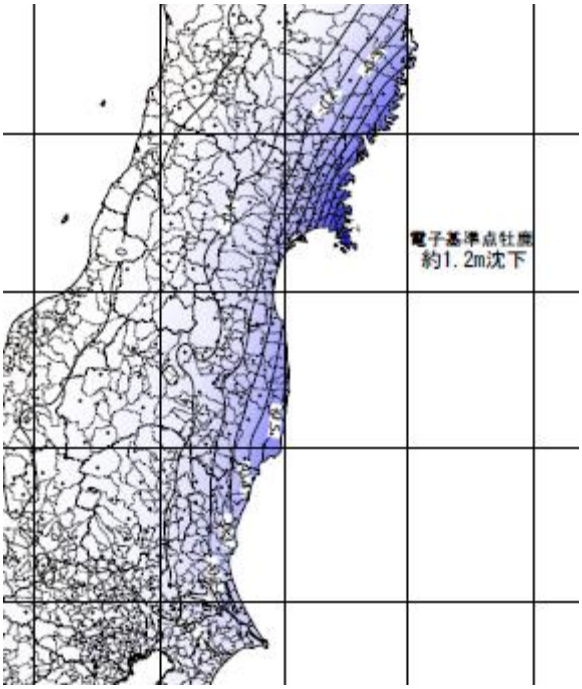
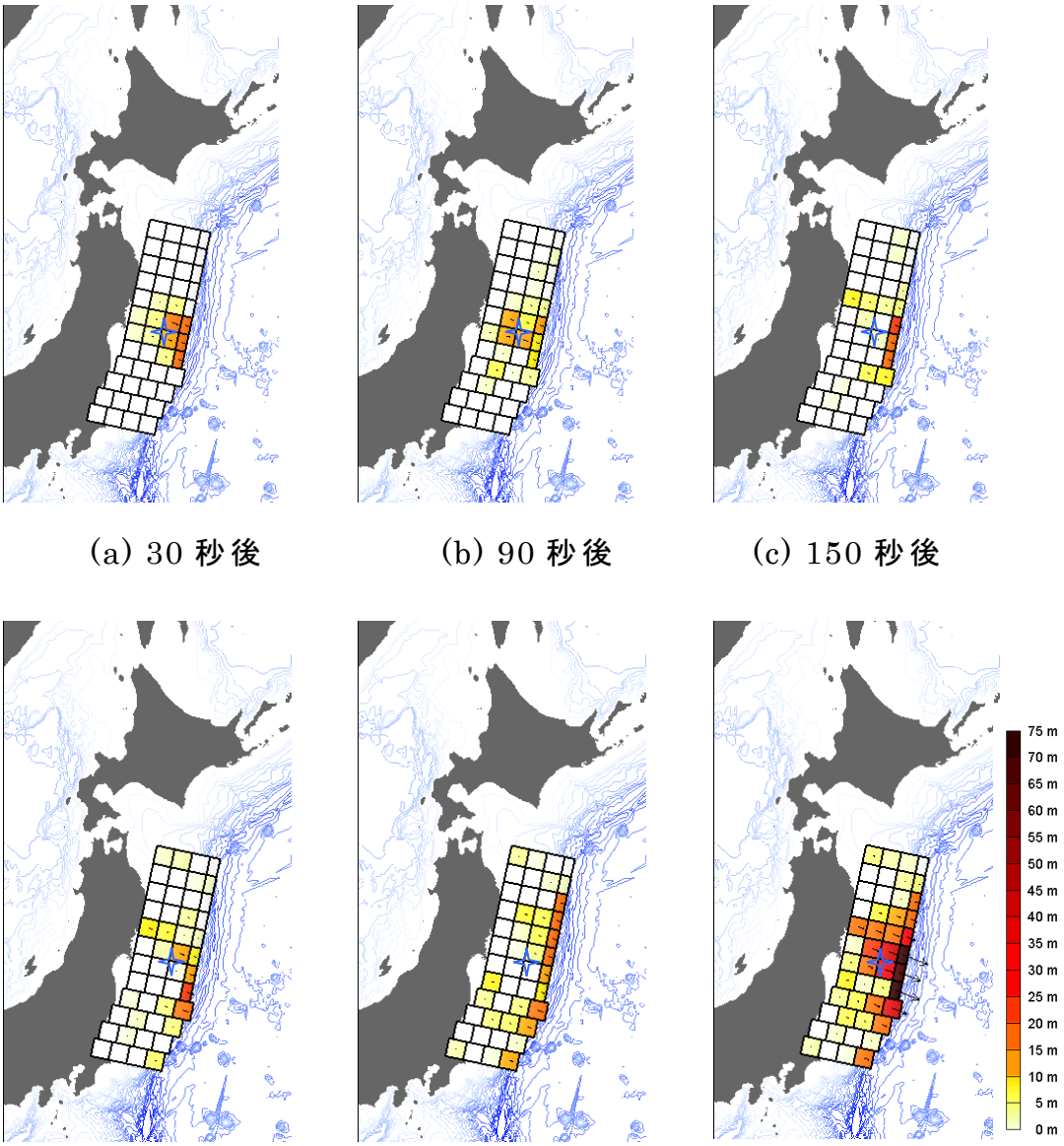


図 II-1-18　女川原子力発電所、福島第一原子力発電所、東海第二発電所における観測津波波計データ



◎引用文献：GPS 連続観測から得られた電子基準点の地殻変動、3 月 11 日の本震に伴う地殻変動、国土地理院
［Online］. http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi40005.html

図 II-1-19　GPS 観測による地殻変動の等変動量線図（上下変動量）



(a) 30 秒後　(b) 90 秒後　(c) 150 秒後

(d) 210 秒後　(e) 270 秒後　(f) 合計すべり

図 II-1-20　JNES の津波波源モデルのすべり量分布の時間推移（a～e）及び合計すべり量分布（f）

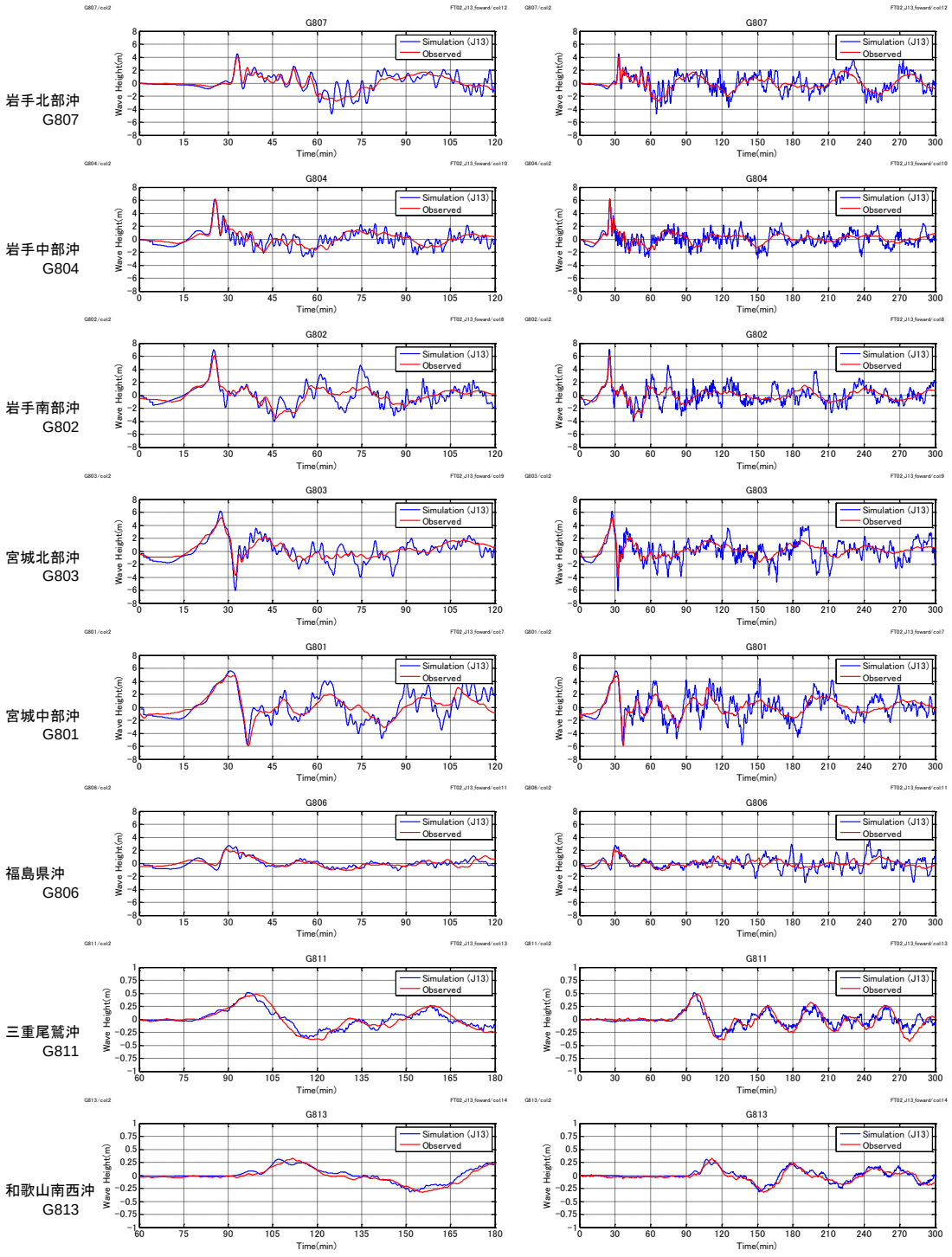


図 II-1-21　GPS 波浪計による観測津波波形（赤）と JNES の津波波源モデルによる解析津波波形（青）の比較（左列：2 時間分、右列：5 時間分）

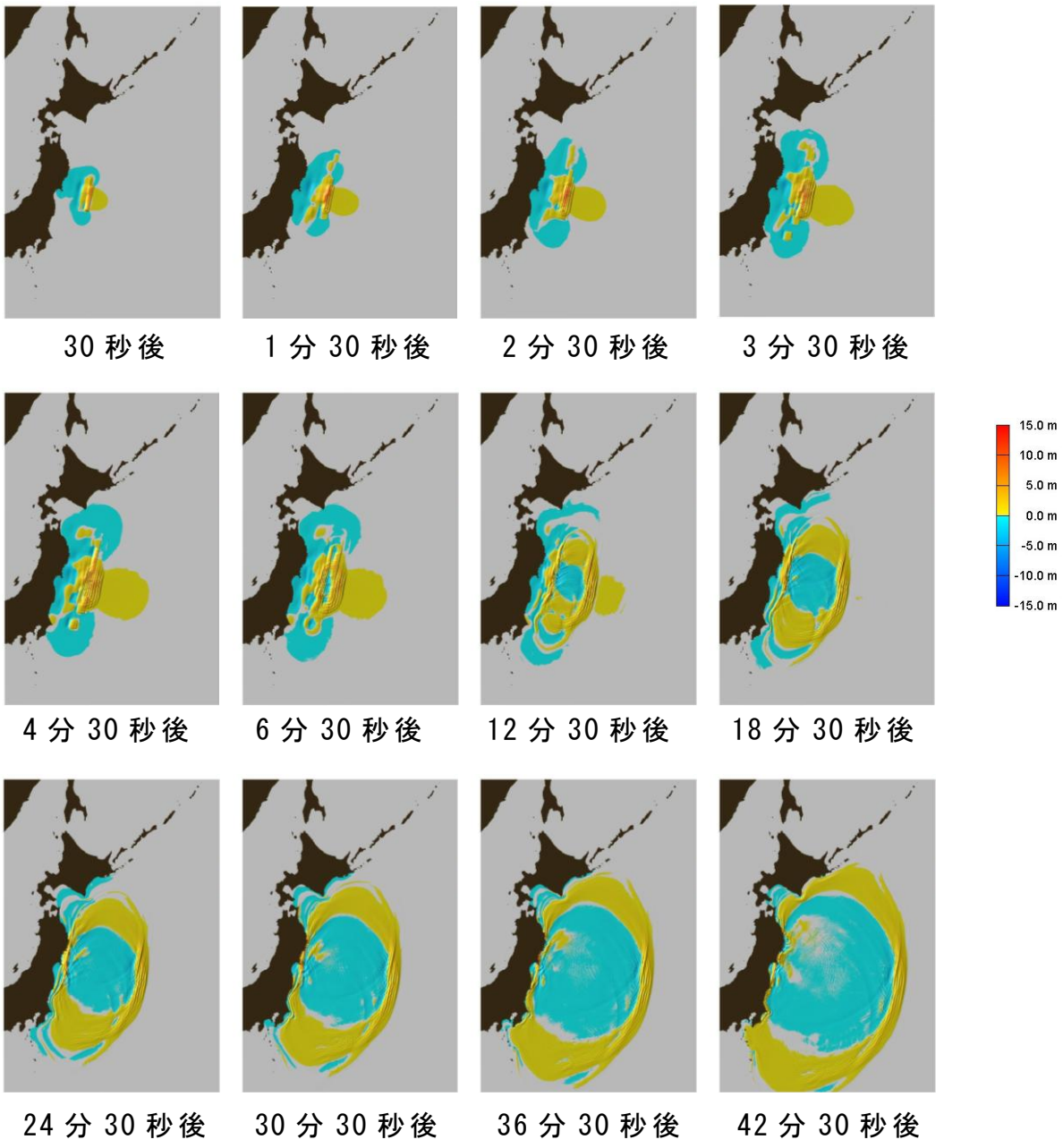


図 II-1-22　JNES の津波波源モデルによる津波伝播の様子
（地震発生時刻 14 時 46 分からの経過時間を表し、約 36 分後に福島第一原子力発電所に到達）

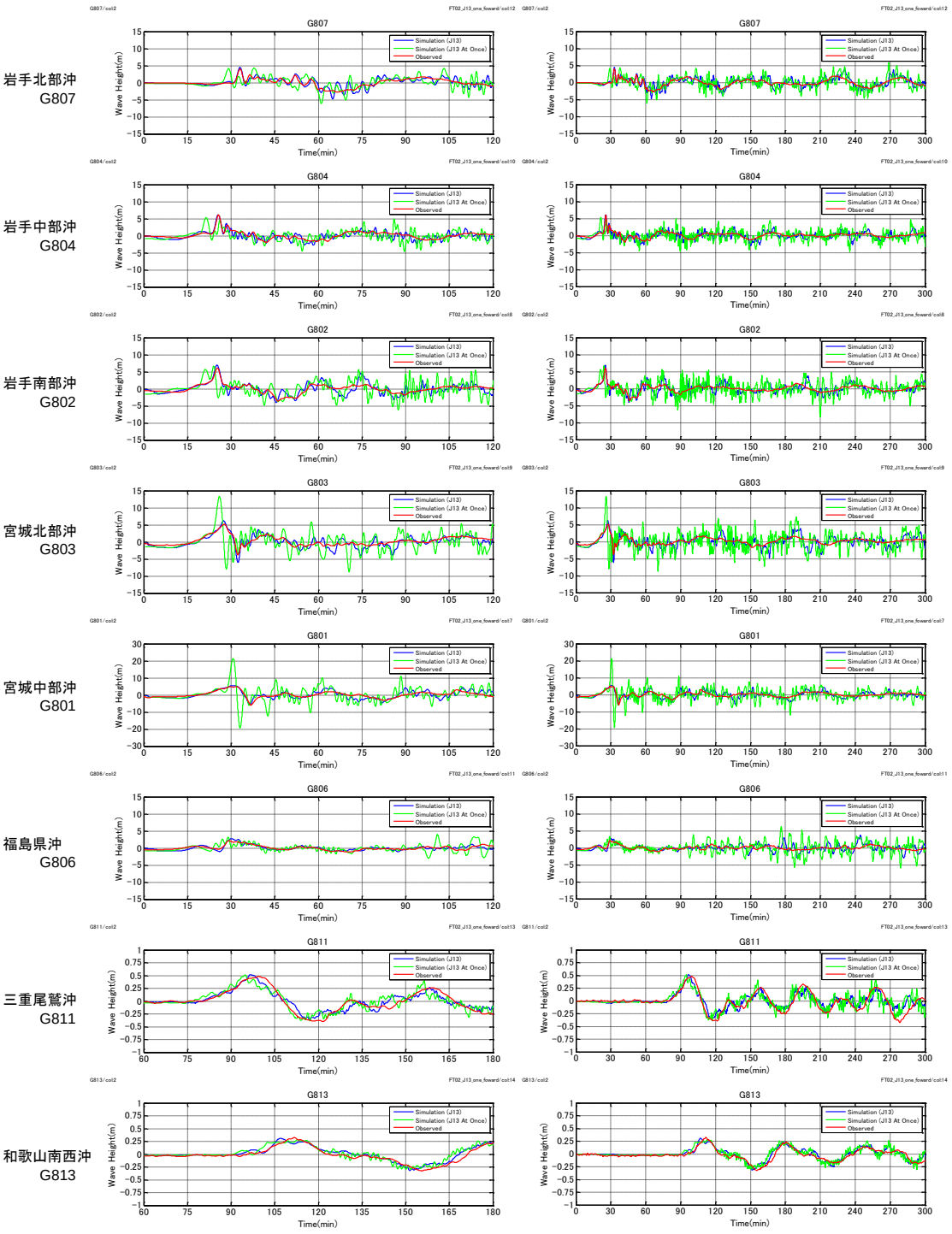
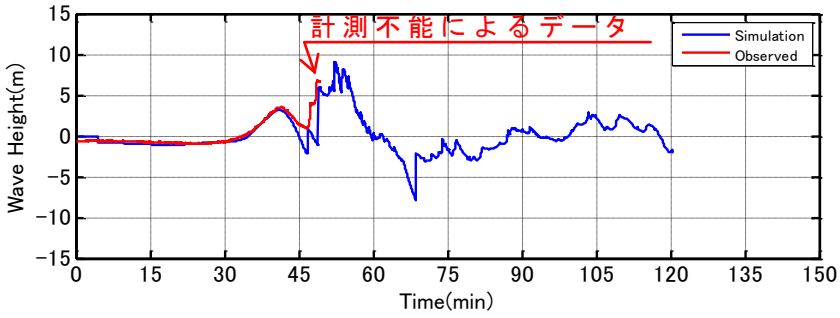


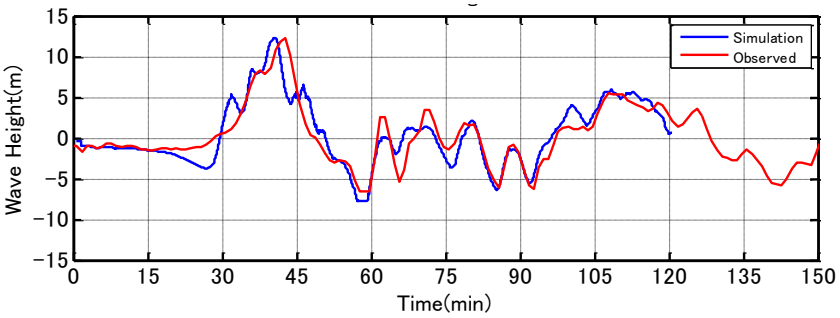
図 II-1-23　津波波源モデルにおける破壊開始時間及び継続時間の違いが解析津波波形に及ぼす影響（左列：2 時間分、右列：5 時間分）（赤：観測津波波形、青：すべり量分布の時間推移を考慮した波源モデルによる解析津波波形、緑：合計すべり量分布を一度に設定した波源モデルによる解析津波波形）

福島第一



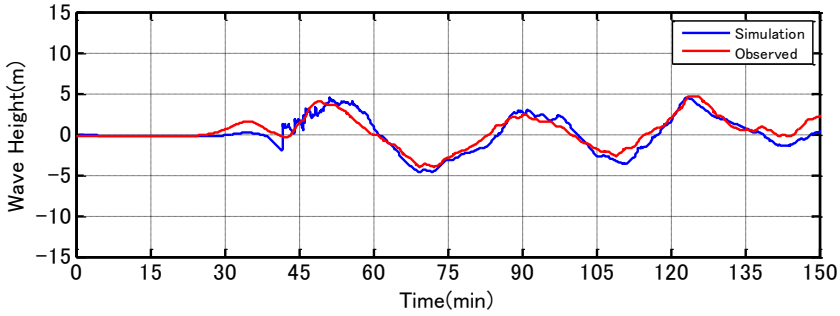
地震発生からの継続時間

女川



地震発生からの継続時間

東海第二



地震発生からの継続時間

図 II-1-24　福島第一原子力発電所、女川原子力発電所、東海第二発電所におけるシミュレーション解析結果（青）と観測波形（赤）の比較
（なお、福島第二原子力発電所の観測波形は、計器損傷のため得られていない）

２．福島原子力発電所等の事故の状況

（１）福島第一原子力発電所の事故の発生・進展に関する新たな知見

①　地震による安全上重要な建物・構築物及び機器・配管への影響評価

ａ　６月の報告書での観測結果概要

6月の報告書では、影響評価は実施していない。福島第一原子力発電所で観測された地震動、これと基準地震動Ssとの関係等について整理し記述している。以下、概要を示す。

福島第一原子力発電所で観測された地震記録（設置地震計53箇所、うち29箇所で記録）のうち原子炉建屋基礎版上の水平方向（東西・南北）及び上下方向の計3成分の観測地震動の最大加速度の一覧を表II-2-1に示す。水平方向での最大加速度は、2号機の550Gal（東西方向）、上下方向は2号機の302Galであった。また、同表には、原子炉建屋基礎版上の地震計設置位置での基準地震動Ssに対する最大応答加速度を示す。2号機、3号機及び5号機の東西方向の観測最大加速度は、基準地震動Ssに対する最大応答加速度より大きい。また、図II-2-1(a)に、2号機の東西方向の加速度時刻歴波形を、図II-2-1(b)には2号機、3号機及び5号機の原子炉建屋基礎版上の観測記録の応答スペクトルと基準地震動Ssによる原子炉建屋基礎版上の応答スペクトルとの比較を示す。同図から、2号機、3号機及び5号機の観測記録の応答スペクトルは、0.2秒から0.3秒程度までの周期において、Ssに対する建屋基礎版上の応答スペクトルを超過している。

なお、これ以外の1号機、4号機及び6号機は、最大応答加速度は基準地震動Ssに対する応答よりも小さいものの、応答スペクトルでの比較では、Ssに対する建屋基礎版上の応答スペクトルをわずかに超えるか極めて近接した値となっている周期帯がある。

ｂ　影響評価調査で得られたもの

○　原子炉建屋

東京電力は、原子炉建屋の2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえた地震応答解析にあたって、地震時の建屋の状況を確認する観点から、建屋基礎版上で取得された観測記録を用いた地震応答解析を実施した。1～6号機の解析モ

デルを、図 II-2-2～図 II-2-7 に示す。

地震応答解析の結果、耐震壁のせん断ひずみは各号機最で、1 号機：0.14×10^{-3}（南北方向、1 階）、2 号機：0.43×10^{-3}（東西方向、5 階）、3 号機：0.17×10^{-3}（東西方向、5 階）、4 号機：0.15×10^{-3}（東西方向、5 階）、5 号機：0.36×10^{-3}（東西方向、5 階）、6 号機：0.16×10^{-3}（東西方向、4 階）であり、2 号機東西方向の 5 階並びに 5 号機東西方向のクレーン階及び 5 階を除く全ての耐震壁で、スケルトン曲線上の第一折れ点以下の応力・変形状態（原子炉建屋が安全機能を保持出来る状態）となっていることがわかった。（図 II-2-8～図 II-2-13）

○ 耐震安全上重要な機器・配管系

東京電力は、原子炉等の大型機器について、東北地方太平洋沖地震の観測記録に基づいた地震応答解析を行い、その結果得られた地震荷重等と、既往の基準地震動 Ss による耐震安全性評価で得られている地震荷重等との比較を、1～6 号機について行った。1~6 号機の大型機器連成地震応答解析のモデルを図 II-2-14～図 II-2-19 に示す。

東京電力は、比較の結果、1～3 号機及び 5 号機については、今回の地震による地震荷重等は、耐震安全性評価で得られている地震荷重等を一部上回るものの、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」に係わる安全上重要な機能を有する主要な設備の耐震性評価を実施し、計算される応力等が評価基準値以下であったとしている（表 II-2-2～表 II-2-7）。4 号機及び 6 号機については、今回の地震による地震荷重等は、床応答スペクトルの一部のピークを除いて、耐震安全性評価で得られている地震荷重等を下回ったとしている。

また、1～6 号機について、床応答スペクトルを用いて耐震性評価を行う配管系について耐震性評価を実施し、計算される応力が評価基準値以下であったとしている（表 II-2-8～表 II-2-13）。

これらの結果から東京電力は、安全上重要な機能を有する主要な設備が、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ったと推定している。

c　今後の取組

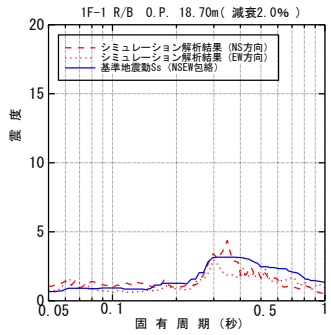
上記の東京電力による評価結果やプラントデータ解析等から、今回の事故については、津波により深刻な事態に陥ったものであり、地震によるものではないと推定されるが、国は中越沖地震における柏崎刈羽原子力発電所の建屋・機器・配管系の耐震安全性評価と同様な詳細検討レビューを行うことが重要である。このため、原子力安全・保安院は学識経験者の意見を踏まえた検討を行うとともに、解析データだけではなく、現場での実態調査を併せて行う（高線量による立ち入り制約がある場合は、それが解消した段階で行う。）ことにより、的確な評価を実施する。

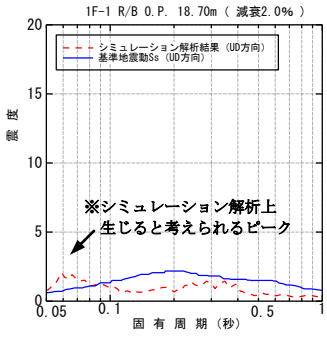
なお、津波による構造物への影響（衝撃力）については十分な精査を行い、津波対策に反映することが重要である。

表 II-2-1　福島第一原子力発電所・原子炉建屋基礎版上の最大加速度

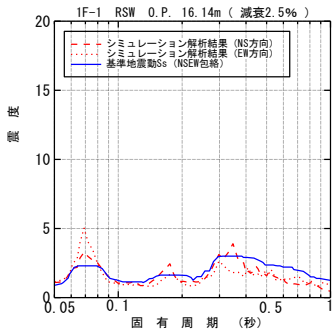
観測点（原子炉建屋基礎版上）		観測記録 最大加速度値（ガル）			基準地震動 Ss に対する 最大応答加速度値（ガル）		
		南北方向	東西方向	上下方向	南北方向	東西方向	上下方向
福島第一	1 号機	460	447	258	487	489	412
	2 号機	348	550	302	441	438	420
	3 号機	322	507	231	449	441	429
	4 号機	281	319	200	447	445	422
	5 号機	311	548	256	452	452	427
	6 号機	298	444	244	445	448	415

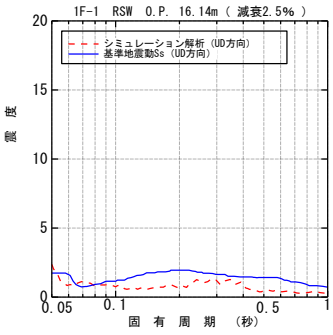
表 II-2-2　耐震安全上重要な機器・配管系の影響評価の概要
（福島第一原子力発電所 1 号機）

<table>
<tr><th colspan="2">設備等</th><th colspan="2">地震応答荷重</th><th>基準地震動 Ss</th><th>シミュレーション
解析結果</th><th>耐震性評価結果</th></tr>
<tr><td rowspan="11">地震荷重等</td><td rowspan="3">原子炉
圧力容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>4730</td><td>6110</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器
（基礎ボルト）
計算値：93MPa
評価基準値：222MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>45900</td><td>62200</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>5250</td><td>3890</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉
格納容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>4270</td><td>5080</td><td rowspan="3">原子炉格納容器
（ドライウェル）
計算値：98MPa
評価基準値：411MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>55900</td><td>64200</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>2070</td><td>1560</td></tr>
<tr><td rowspan="3">炉心シュ
ラウド
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>3060</td><td>3370</td><td rowspan="3">炉心支持構造物
（シュラウドサポート）
計算値：103MPa
評価基準値：196MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>15300</td><td>16600</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>1020</td><td>792</td></tr>
<tr><td>燃料
集合体</td><td>相対変位</td><td>(mm)</td><td>21.2</td><td>26.4</td><td>制御棒（挿入性）
評価基準値：40.0mm</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価用震度</td><td rowspan="2">燃料
交換床</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.96</td><td>1.29</td><td rowspan="5">原子炉停止時冷却系ポンプ
（基礎ボルト）
計算値：8MPa
評価基準値：127MPa</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.58</td><td>0.54</td></tr>
<tr><td rowspan="2">基礎版</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.60</td><td>0.57</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.51</td><td>0.32</td></tr>
<tr><td rowspan="2">床応答スペクトル（原子炉建屋）</td><td colspan="5">＜原子炉建屋（O.P.18.70m）＞
 

（水平）


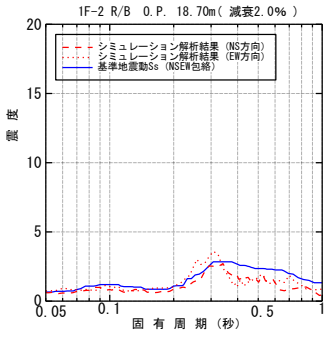
（鉛直）</td><td rowspan="2">主蒸気系配管
計算値：269MPa
評価基準値：374MPa

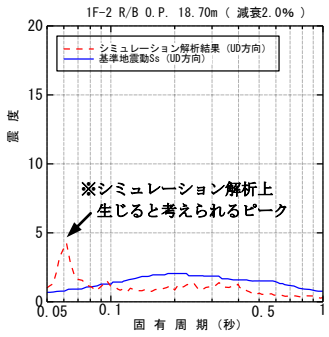
原子炉停止時冷却系配管
計算値：228MPa
評価基準値：414MPa</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉遮へい壁）</td><td colspan="5">＜原子炉遮へい壁（O.P.16.14m）＞
 

（水平）


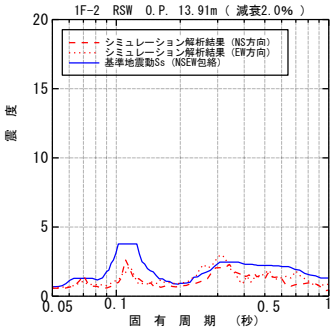
（鉛直）</td></tr>
</table>

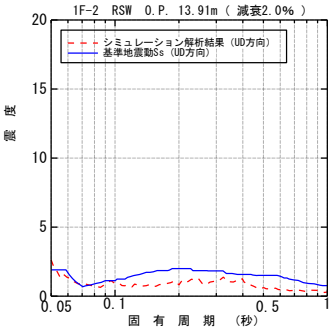
表 II-2-3　耐震安全上重要な機器・配管系の影響評価の概要
（福島第一原子力発電所 2 号機）

<table>
<tr><th colspan="2">設備等</th><th colspan="2">地震応答荷重</th><th>基準地震動 Ss</th><th>シミュレーション
解析結果</th><th>耐震性評価結果</th></tr>
<tr><td rowspan="11">地震荷重等</td><td rowspan="3">原子炉
圧力容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>4960</td><td>5110</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器
（基礎ボルト）
計算値：29MPa
評価基準値：222MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>22500</td><td>25600</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>5710</td><td>4110</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉
格納容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>7270</td><td>8290</td><td rowspan="3">原子炉格納容器
（ドライウェル）
計算値：87MPa
評価基準値：278MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>124000</td><td>153000</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>3110</td><td>2350</td></tr>
<tr><td rowspan="3">炉心シュ
ラウド
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>2590</td><td>3950</td><td rowspan="3">炉心支持構造物
（シュラウドサポート）
計算値：122MPa
評価基準値：300MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>13800</td><td>21100</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>760</td><td>579</td></tr>
<tr><td>燃料
集合体</td><td>相対変位</td><td>(mm)</td><td>16.5</td><td>33.2</td><td>制御棒（挿入性）
評価基準値：40.0mm</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価用震度</td><td rowspan="2">燃料
交換床</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.97</td><td>1.21</td><td rowspan="5">残留熱除去系ポンプ
（電動機取付ボルト）
計算値：45MPa
評価基準値：185MPa</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.56</td><td>0.70</td></tr>
<tr><td rowspan="2">基礎版</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.54</td><td>0.68</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.52</td><td>0.37</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉建屋）</td><td colspan="5">＜中間階（O.P.18.70m）＞
 

（水平）
 

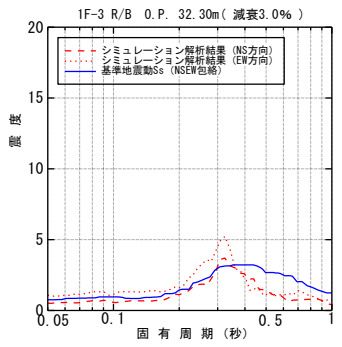
（鉛直）</td><td rowspan="2">主蒸気系配管
計算値：208MPa
評価基準値：360MPa

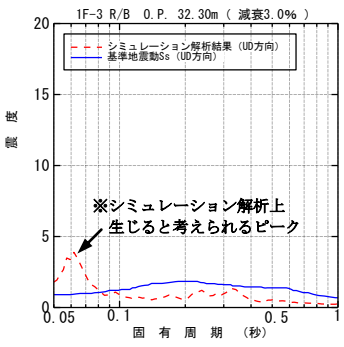
残留熱除去系配管
計算値：87MPa
評価基準値：315MPa</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉遮へい壁）</td><td colspan="5">＜原子炉遮へい壁基部（O.P.13.91m）＞
 

（水平）
 

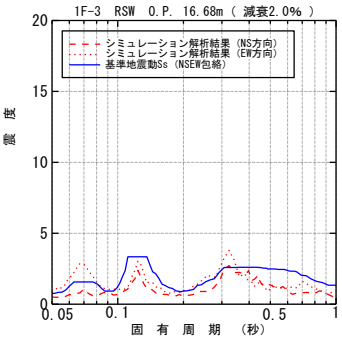
（鉛直）</td></tr>
</table>

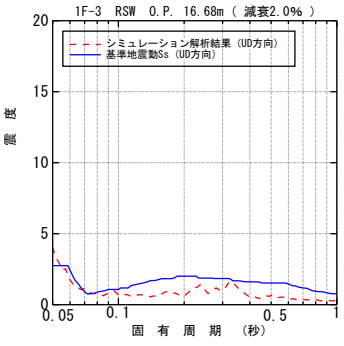
表 II-2-4　耐震安全上重要な機器・配管系の影響評価の概要
（福島第一原子力発電所 3 号機）

<table>
<tr><th colspan="2">設備等</th><th colspan="2">地震応答荷重</th><th>基準地震動 Ss</th><th>シミュレーション
解析結果</th><th>耐震性評価結果</th></tr>
<tr><td rowspan="11">地震荷重等</td><td rowspan="3">原子炉
圧力容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>4970</td><td>5750</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器
（基礎ボルト）
計算値：50MPa
評価基準値：222MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>30400</td><td>41700</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>5780</td><td>4900</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉
格納容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>7070</td><td>8150</td><td rowspan="3">原子炉格納容器
（ドライウェル）
計算値：158MPa
評価基準値：278MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>123000</td><td>153000</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>2930</td><td>2080</td></tr>
<tr><td rowspan="3">炉心シュ
ラウド
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>2440</td><td>3010</td><td rowspan="3">炉心支持構造物
（シュラウドサポート）
計算値：100MPa
評価基準値：300MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>13600</td><td>16600</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>783</td><td>681</td></tr>
<tr><td>燃料
集合体</td><td>相対変位</td><td>(mm)</td><td>14.8</td><td>24.1</td><td>制御棒（挿入性）
評価基準値：40.0mm</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価用震度</td><td rowspan="2">燃料
交換床</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.95</td><td>1.34</td><td rowspan="5">残留熱除去系ポンプ
（電動機取付ボルト）
計算値：42MPa
評価基準値：185MPa</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.57</td><td>0.81</td></tr>
<tr><td rowspan="2">基礎版</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.55</td><td>0.61</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.53</td><td>0.29</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉建屋）</td><td colspan="5">＜原子炉建屋（O.P.32.30m）＞
 

（水平）


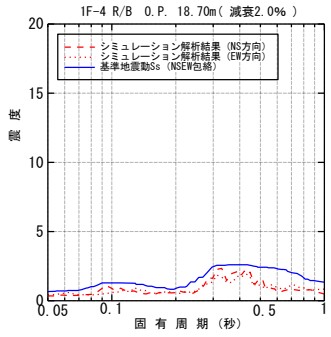
（鉛直）</td><td rowspan="2">主蒸気系配管
計算値：151MPa
評価基準値：378MPa

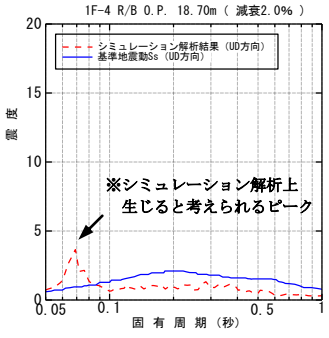
残留熱除去系配管
計算値：269MPa
評価基準値：363MPa</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉遮へい壁）</td><td colspan="5">＜原子炉遮へい壁（O.P.16.68m）＞
 

（水平）


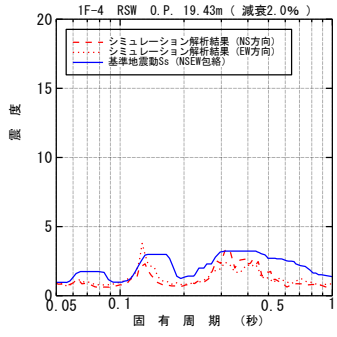
（鉛直）</td></tr>
</table>

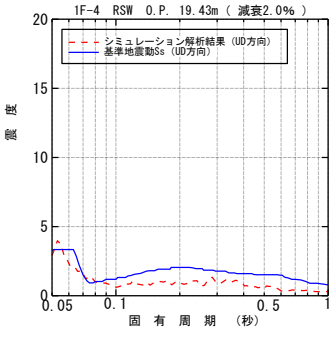
表 II-2-5　耐震安全上重要な機器・配管系の影響評価の概要
（福島第一原子力発電所 4 号機）

<table>
<tr><th colspan="2">設備等</th><th colspan="2">地震応答荷重</th><th>基準地震動 Ss</th><th>シミュレーション解析結果</th><th>耐震性評価結果</th></tr>
<tr><td rowspan="12">地震荷重等</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>4790</td><td>4000</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器
（基礎ボルト）
<u>基準地震動 Ss による荷重を下回るため評価不要</u></td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>38900</td><td>28000</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>6660</td><td>6020</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉格納容器基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>6840</td><td>4910</td><td rowspan="3">原子炉格納容器
（ドライウェル）
<u>基準地震動 Ss による荷重を下回るため評価不要</u></td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>113000</td><td>79900</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>2460</td><td>1170</td></tr>
<tr><td rowspan="3">炉心シュラウド基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td colspan="2" rowspan="3">地震時炉心シュラウドの取替工事中で
炉心シュラウド無し</td><td rowspan="3">－</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td></tr>
<tr><td>燃料集合体</td><td>相対変位</td><td>(mm)</td><td colspan="2">地震時定期検査中で
燃料集合体全取出し中</td><td>－</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価用震度</td><td rowspan="2">燃料交換床</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.96</td><td>0.68</td><td rowspan="5">残留熱除去系ポンプ
（基礎ボルト）
<u>基準地震動 Ss による荷重を下回るため評価不要</u></td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.58</td><td>0.71</td></tr>
<tr><td rowspan="2">基礎版</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.55</td><td>0.39</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.52</td><td>0.25</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉建屋）</td><td colspan="5">＜中間階（O.P.18.70m）＞
 

（水平）


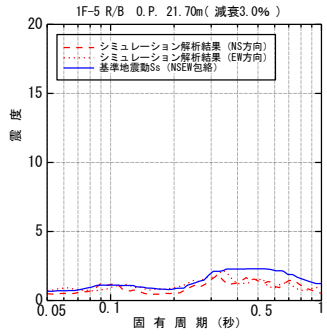
（鉛直）</td><td rowspan="2">主蒸気系配管
<u>シュラウド取替工事に伴う安全処置にて隔離中につき評価不要</u>

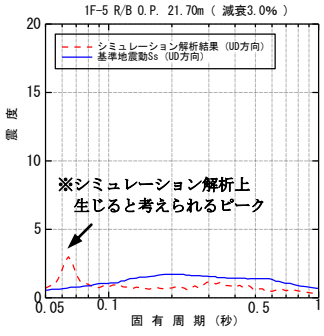
残留熱除去系配管
計算値：124MPa
評価基準値：335MPa</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉遮へい壁）</td><td colspan="5">＜原子炉遮へい壁中央（O.P.19.43m）＞
 

（水平）


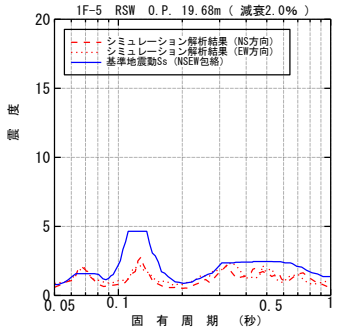
（鉛直）</td></tr>
</table>

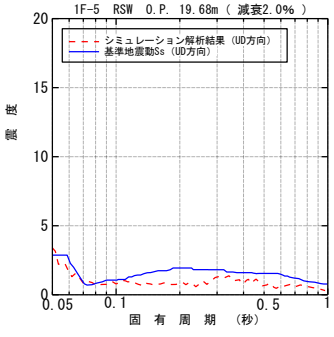
表 II-2-6　耐震安全上重要な機器・配管系の影響評価の概要
（福島第一原子力発電所 5 号機）

<table>
<tr><th colspan="2">設備等</th><th colspan="2">地震応答荷重</th><th>基準地震動 Ss</th><th>シミュレーション
解析結果</th><th>耐震性評価結果</th></tr>
<tr><td rowspan="11">地震荷重等</td><td rowspan="3">原子炉
圧力容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>5200</td><td>6830</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器
（基礎ボルト）
計算値：53MPa
評価基準値：222MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>32200</td><td>43500</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>5940</td><td>5060</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉
格納容器
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>8290</td><td>8830</td><td rowspan="3">原子炉格納容器
（ドライウェル）
<u>原子炉格納容器バウンダリは、容器が開放中につき、機能維持不要</u></td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>150000</td><td>169000</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>3320</td><td>1820</td></tr>
<tr><td rowspan="3">炉心シュラウド
基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>2640</td><td>2820</td><td rowspan="3">炉心支持構造物
（シュラウドサポート）
計算値：84MPa
評価基準値：300MPa</td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>16600</td><td>15700</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>754</td><td>842</td></tr>
<tr><td>燃料
集合体</td><td>相対変位</td><td>(mm)</td><td colspan="2">地震時定期検査中で
全制御棒が挿入されていた</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価用震度</td><td rowspan="2">燃料
交換床</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.94</td><td>1.17</td><td rowspan="5">残留熱除去系ポンプ
（電動機取付ボルト）
計算値：44MPa
評価基準値：185MPa</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.55</td><td>0.68</td></tr>
<tr><td rowspan="2">基礎版</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.56</td><td>0.67</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.53</td><td>0.32</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉建屋）</td><td colspan="5">＜原子炉建屋（O.P.21.70m）＞
 

（水平）


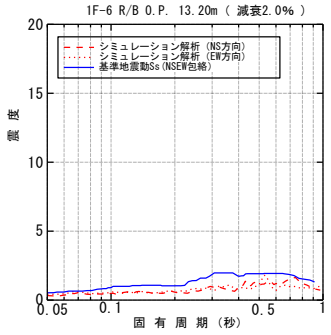
（鉛直）</td><td>主蒸気系配管
計算値：244MPa
評価基準値：417MPa

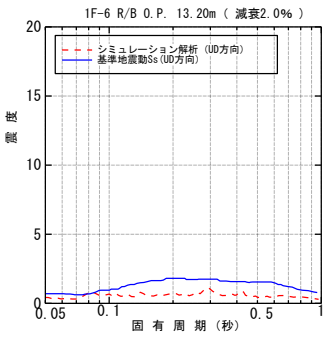
残留熱除去系配管
計算値：189MPa
評価基準値：364MPa</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉遮へい壁）</td><td colspan="5">＜原子炉遮へい壁（O.P.19.68m）＞
 

（水平）


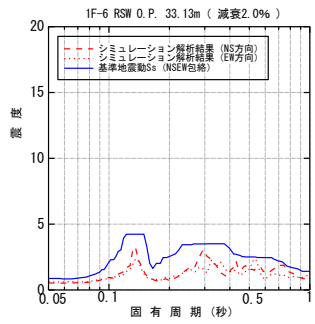
（鉛直）</td></tr>
</table>

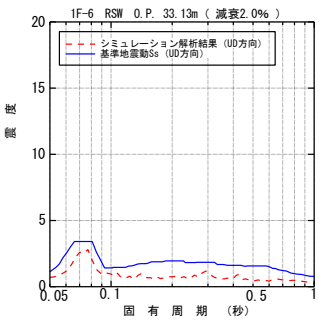
表 II-2-7　耐震安全上重要な機器・配管系の影響評価の概要
（福島第一原子力発電所 6 号機）

<table>
<tr><th colspan="2">設備等</th><th colspan="2">地震応答荷重</th><th>基準地震動 Ss</th><th>シミュレーション解析結果</th><th>耐震性評価結果</th></tr>
<tr><td rowspan="12">地震荷重等</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>5260</td><td>3950</td><td rowspan="3">原子炉圧力容器
（基礎ボルト）
<u>基準地震動 Ss による荷重を下回るため評価不要</u></td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>18500</td><td>11700</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>9470</td><td>5930</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉格納容器基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>21400</td><td>17700</td><td rowspan="3">原子炉格納容器
（ドライウェル）
<u>原子炉格納容器バウンダリは、容器が開放中につき、機能維持不要</u></td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>403000</td><td>314000</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>5570</td><td>3200</td></tr>
<tr><td rowspan="3">炉心シュラウド基部</td><td>せん断力</td><td>(kN)</td><td>6110</td><td>3880</td><td rowspan="3">炉心支持構造物
（シュラウドサポート）
<u>基準地震動 Ss による荷重を下回るため評価不要</u></td></tr>
<tr><td>モーメント</td><td>(kN・m)</td><td>36000</td><td>23800</td></tr>
<tr><td>軸力</td><td>(kN)</td><td>1190</td><td>882</td></tr>
<tr><td>燃料集合体</td><td>相対変位</td><td>(mm)</td><td colspan="2">地震時定期検査中で
全制御棒が挿入されていた</td><td>—</td></tr>
<tr><td rowspan="5">評価用震度</td><td rowspan="2">燃料交換床</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>1.14</td><td>0.71</td><td rowspan="5">残留熱除去系ポンプ
（電動機取付ボルト）
<u>基準地震動 Ss による荷重を下回るため評価不要</u></td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.67</td><td>0.41</td></tr>
<tr><td rowspan="2">基礎版</td><td>震度（水平）</td><td>(G)</td><td>0.55</td><td>0.53</td></tr>
<tr><td>震度（鉛直）</td><td>(G)</td><td>0.51</td><td>0.20</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉建屋）</td><td colspan="5">＜原子炉建屋（O.P.13.20m）＞
 

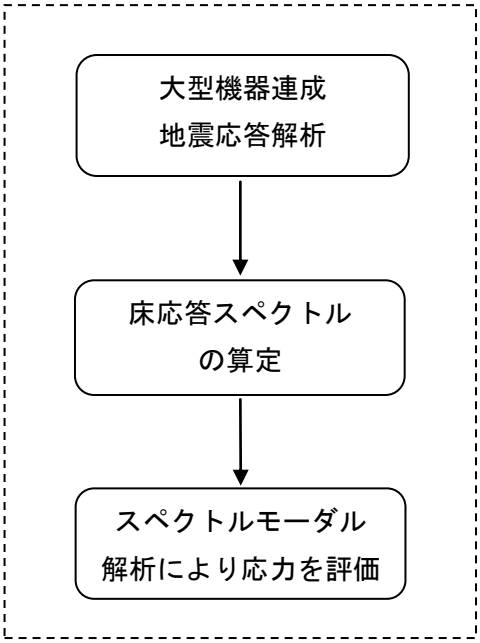
（水平）


（鉛直）</td><td rowspan="2">主蒸気系配管
計算値：211MPa
評価基準値 375MPa

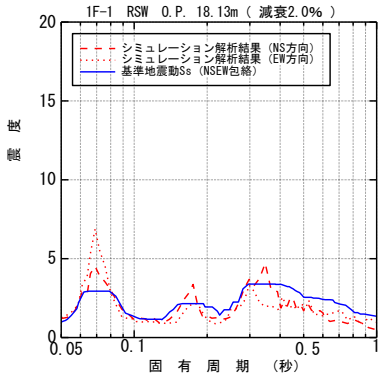
残留熱除去系配管
計算値： 88MPa
評価基準値 335MPa</td></tr>
<tr><td>床応答スペクトル（原子炉遮へい壁）</td><td colspan="5">＜原子炉遮へい壁（O.P.33.13m）＞
 

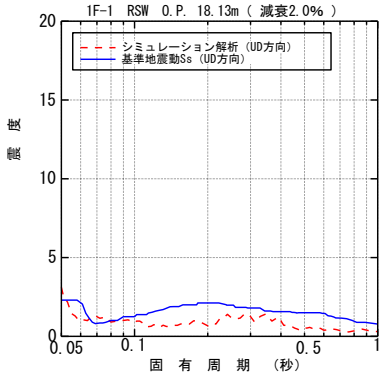
（水平）


（鉛直）</td></tr>
</table>



評価のフロー





床応答スペクトル

※アンカー及びサポート(図中の青印)
に入力するイメージ

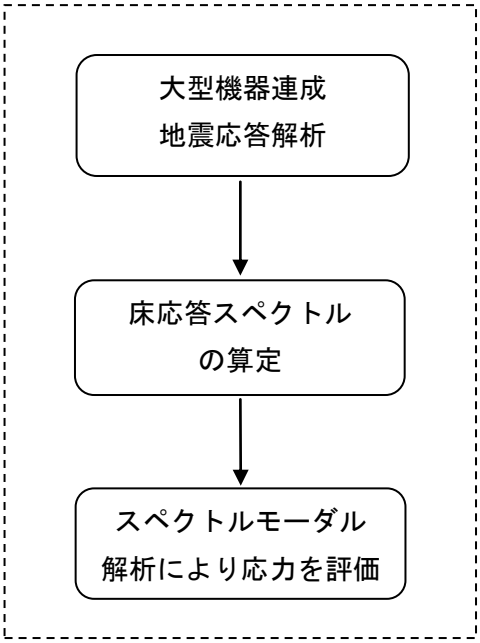
主蒸気系配管モデル

構造強度評価結果

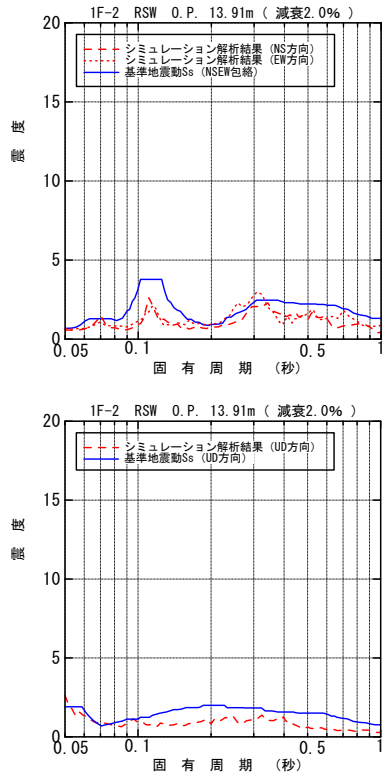
対象設備	評価部位	基準地震動 Ss				今回地震			
		応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法	応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法
主蒸気系配管	配管本体	一次	287※	374	詳細	一次	269※	374	詳細

※：水平方向の床応答スペクトルは、一部周期帯で今回地震が基準地震動 Ss を上回るものの、鉛直方向の床応答スペクトルでは今回地震が概ね基準地震動 Ss の床応答スペクトルを下回っていることから、今回地震の計算値が基準地震動 Ss の計算値を下回ったと考えられる。

表 II-2-8　耐震性評価の概要（主蒸気系配管の例）
（福島第一原子力発電所 1 号機）



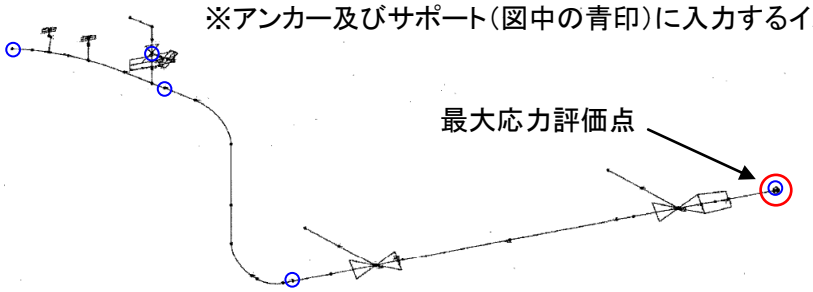
評価のフロー



床応答スペクトル

概ね今回地震が基準地震動Ssを下回り、今回地震が上回る部分は一部

※アンカー及びサポート(図中の青印)に入力するイメージ

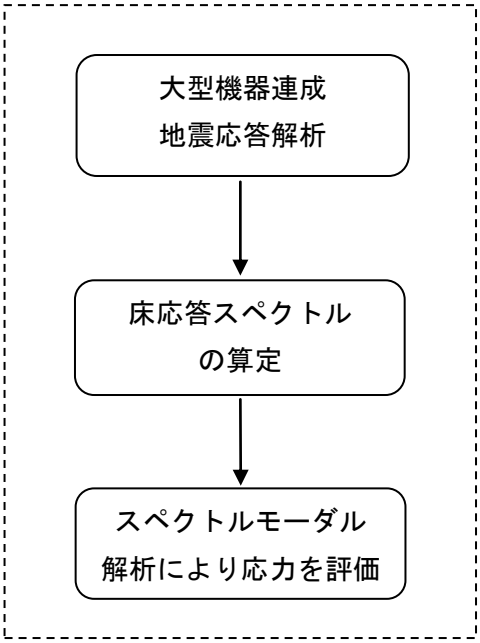


主蒸気系配管モデル（一部）

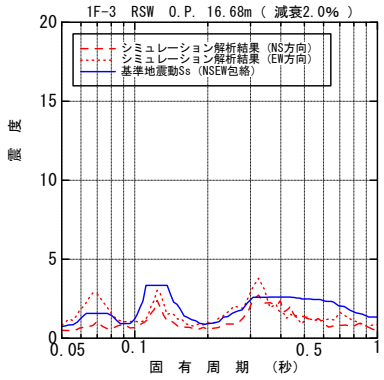
構造強度評価結果

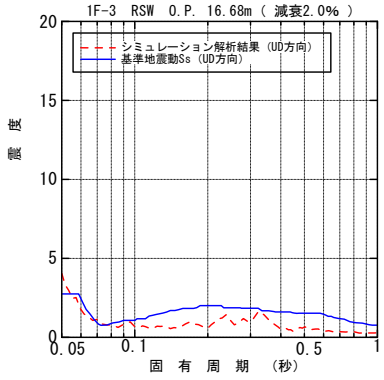
対象設備	評価部位	基準地震動 Ss				今回地震			
		応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法	応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法
主蒸気系配管	配管本体	一次	288	360	詳細	一次	208	360	詳細

表 II-2-9　耐震性評価の概要（主蒸気系配管の例）
（福島第一原子力発電所 2 号機）

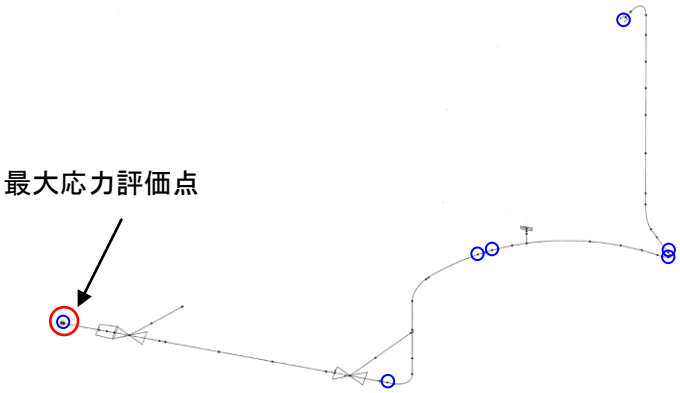


評価のフロー





床応答スペクトル



※アンカー及びサポート(図中の青印)
に入力するイメージ

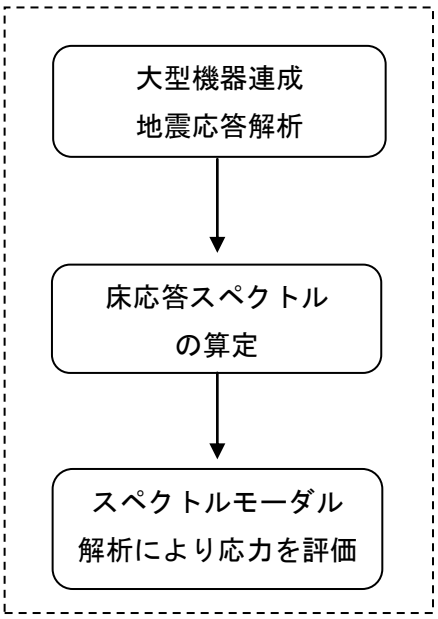
主蒸気系配管モデル（一部）

構造強度評価結果

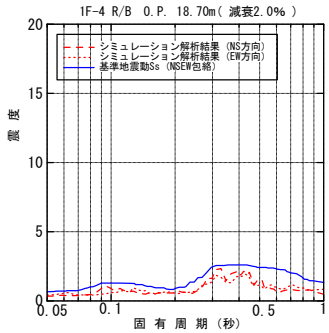
対象設備	評価部位	基準地震動 Ss				今回地震			
		応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法	応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法
主蒸気系配管	配管本体	一次	183	417※	詳細	一次	151	378※	詳細

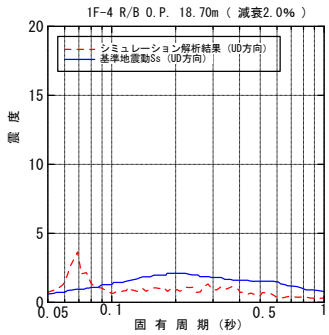
※：基準地震動 Ss と今回地震の評価では、最大応力評価点（裕度最小の箇所）における配管の材質が異なることから、評価基準値が異なる。

表 II-2-10　耐震性評価の概要（主蒸気系配管の例）
（福島第一原子力発電所 3 号機）

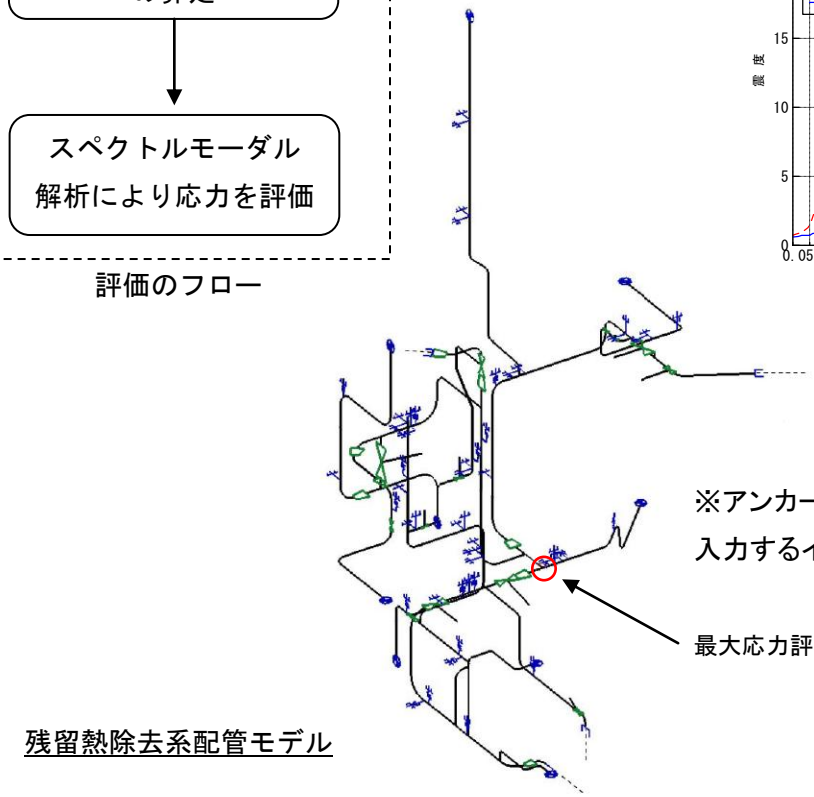


評価のフロー





床応答スペクトル



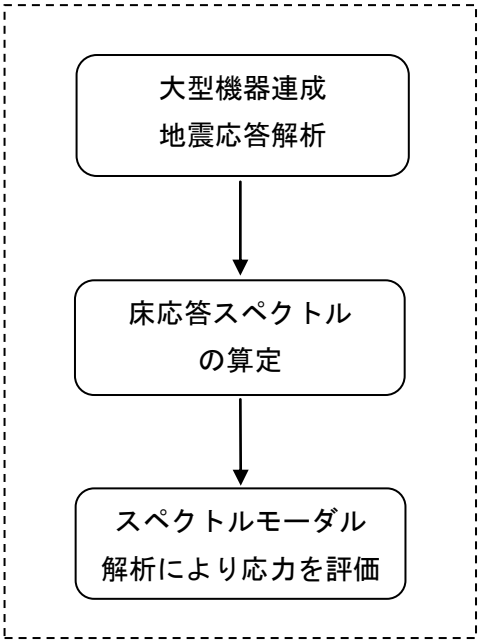
残留熱除去系配管モデル

構造強度評価結果

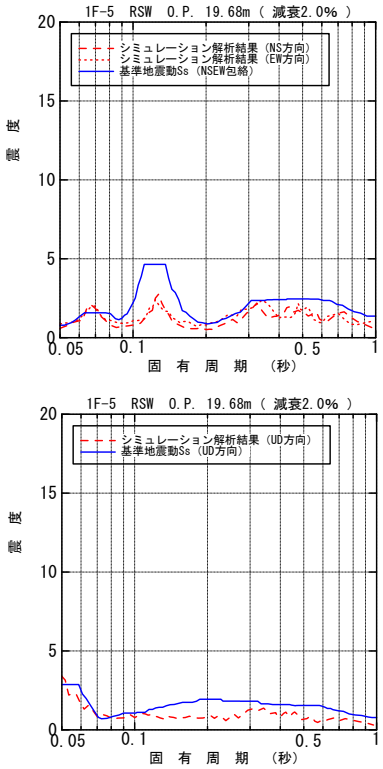
対象設備	評価部位	基準地震動 Ss				今回地震			
		応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法	応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法
残留熱除去系配管	配管本体	一次	137※	335※	詳細	一次	124※	335※	詳細

※今回地震時には、中間報告書で評価した部位が安全処置により機能を停止していたため、今回は異なる配管モデルで評価を実施しており、評価結果の対比は参考

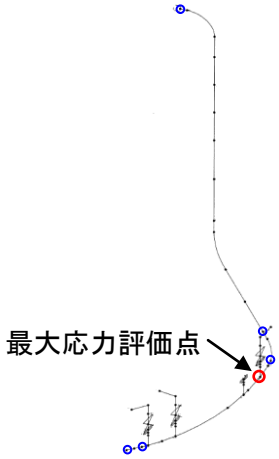
表 II-2-11　耐震性評価の概要（残留熱除去系配管の例）
（福島第一原子力発電所 4 号機）



評価のフロー



床応答スペクトル



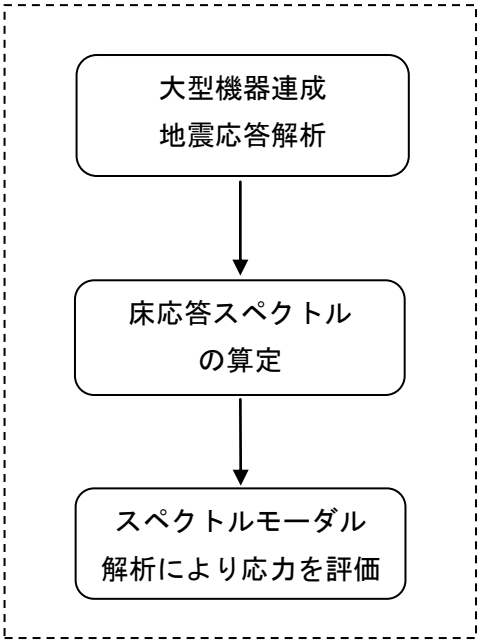
※アンカー及びサポート(図中の青印)
に入力するイメージ

主蒸気系配管モデル（一部）

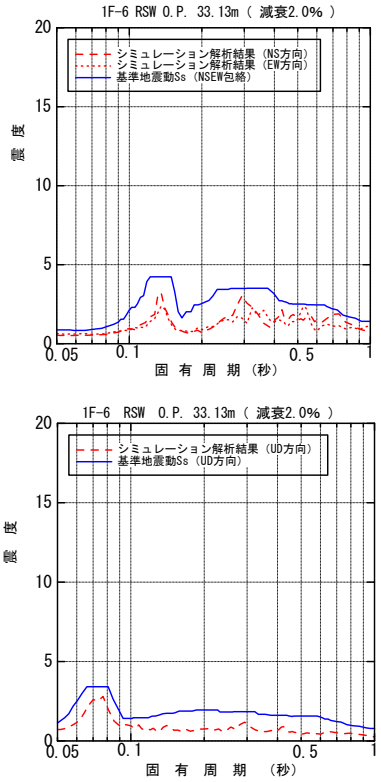
構造強度評価結果

対象設備	評価部位	基準地震動 Ss				今回地震			
		応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法	応力分類	計算値 (MPa)	評価基準値 (MPa)	評価手法
主蒸気系配管	配管本体	一次	356	417	詳細	一次	244	417	詳細

表 II-2-12　耐震性評価の概要（主蒸気系配管の例）
（福島第一原子力発電所 5 号機）



評価のフロー



床応答スペクトル

※アンカー及びサポート（図中の青印）に入力するイメージ

主蒸気系配管モデル（一部）

構造強度評価結果

対象設備	評価部位	基準地震動 Ss				今回地震			
		応力分類	計算値（MPa）	評価基準値（MPa）	評価手法	応力分類	計算値（MPa）	評価基準値（MPa）	評価手法
主蒸気系配管	配管本体	一次	292	375	詳細	一次	211	375	詳細

表 II-2-13　耐震性評価の概要（主蒸気系配管の例）
（福島第一原子力発電所 6 号機）

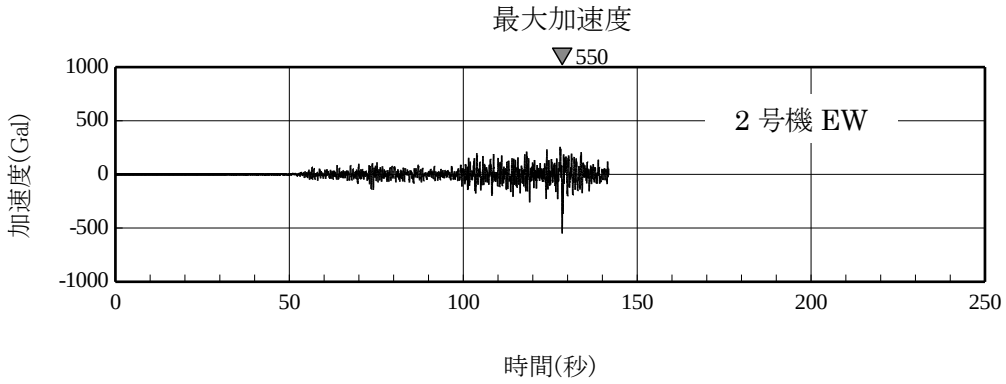
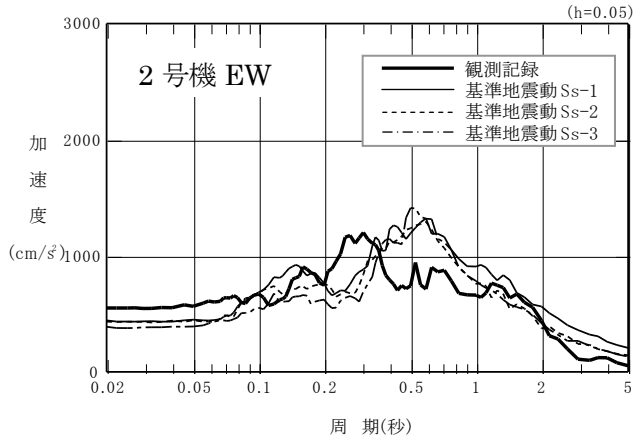
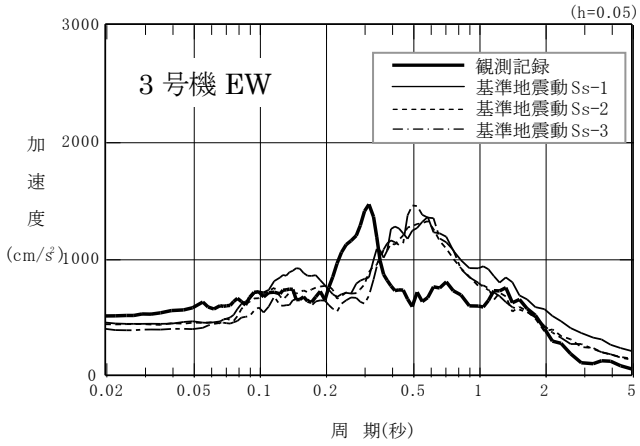


図 II-2-1(a)　福島第一原子力発電所・原子炉建屋基礎版上の加速度記録





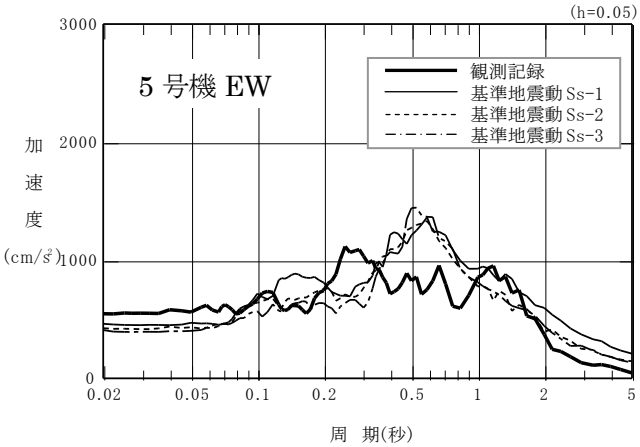


図 II-2-1(b)　福島第一原子力発電所・原子炉建屋基礎版上の応答スペクトル

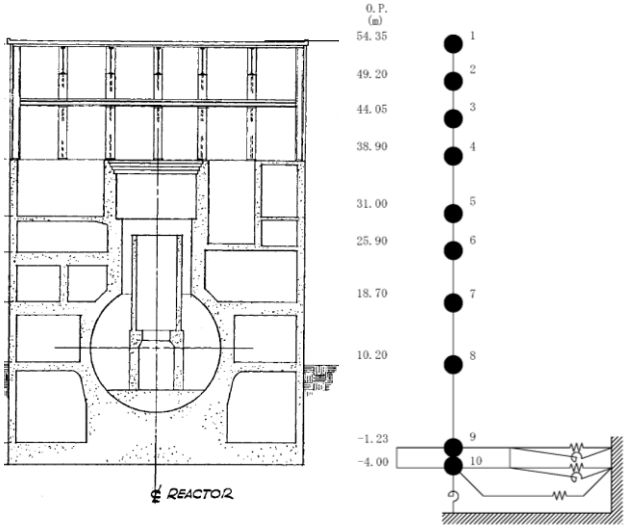


図 II-2-2　原子炉建屋モデル図（福島第一原子力発電所 1 号機）

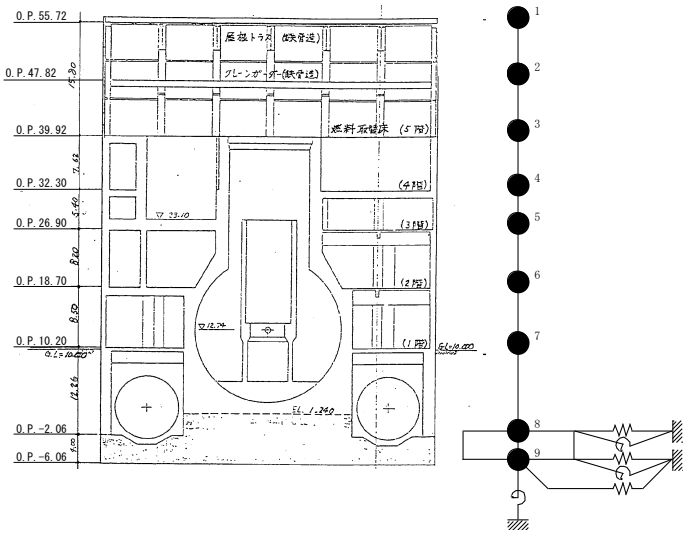


図 II-2-3　原子炉建屋モデル図（福島第一原子力発電所 2 号機）

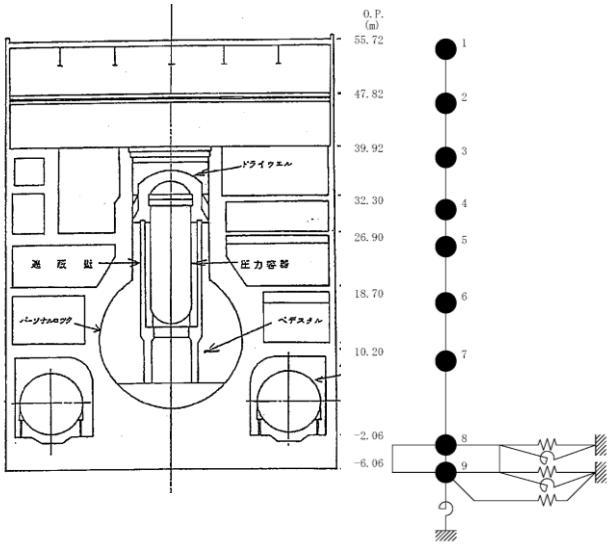


図 II-2-4　原子炉建屋モデル図（福島第一原子力発電所 3 号機）

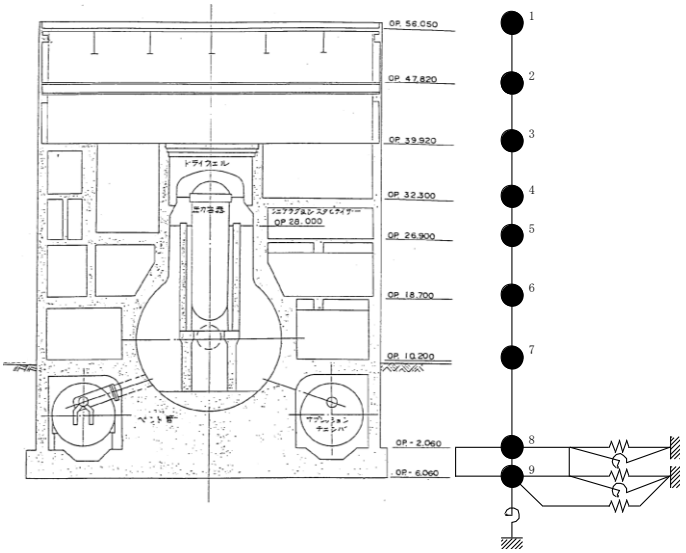


図 II-2-5　原子炉建屋モデル図（福島第一原子力発電所 4 号機）

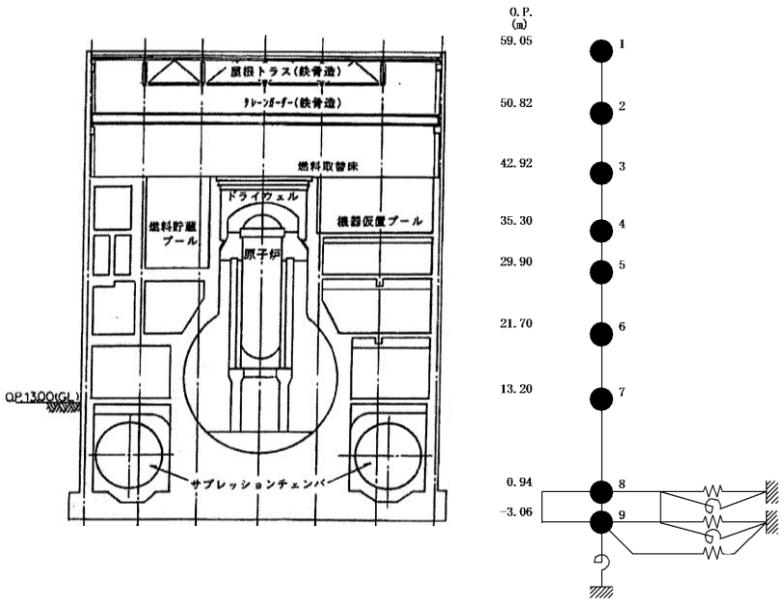


図 II-2-6　原子炉建屋モデル図（福島第一原子力発電所 5 号機）

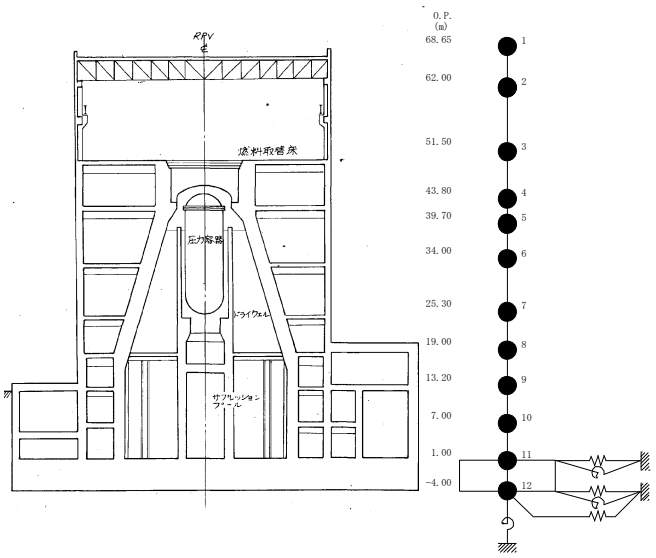


図 II-2-7　原子炉建屋モデル図（福島第一原子力発電所 6 号機）

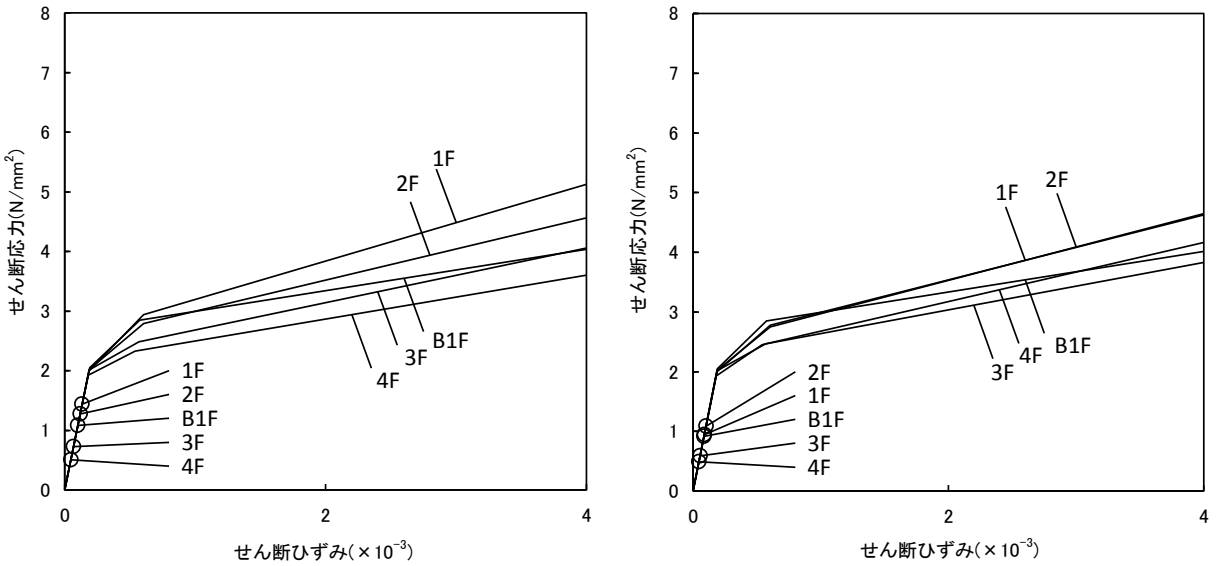


図 II-2-8 耐震壁のせん断ひずみ（左：南北方向　右：東西方向）
（福島第一原子力発電所 1 号機）

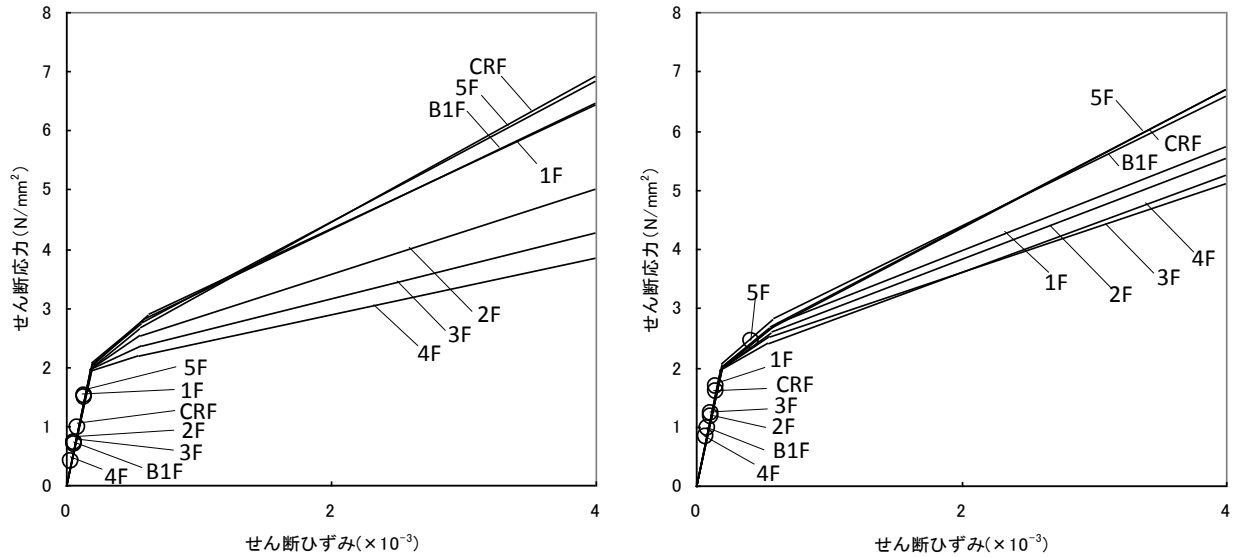


図 II-2-9 耐震壁のせん断ひずみ（左：南北方向　右：東西方向）
（福島第一原子力発電所 2 号機）

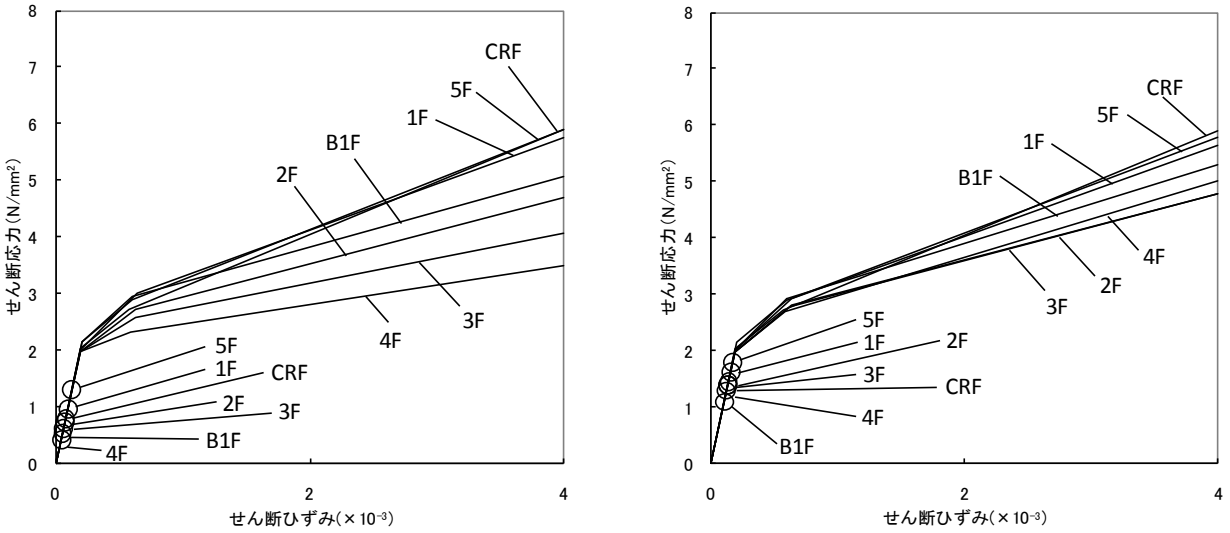


図 II-2-10　耐震壁のせん断ひずみ（左：南北方向　右：東西方向）
（福島第一原子力発電所 3 号機）

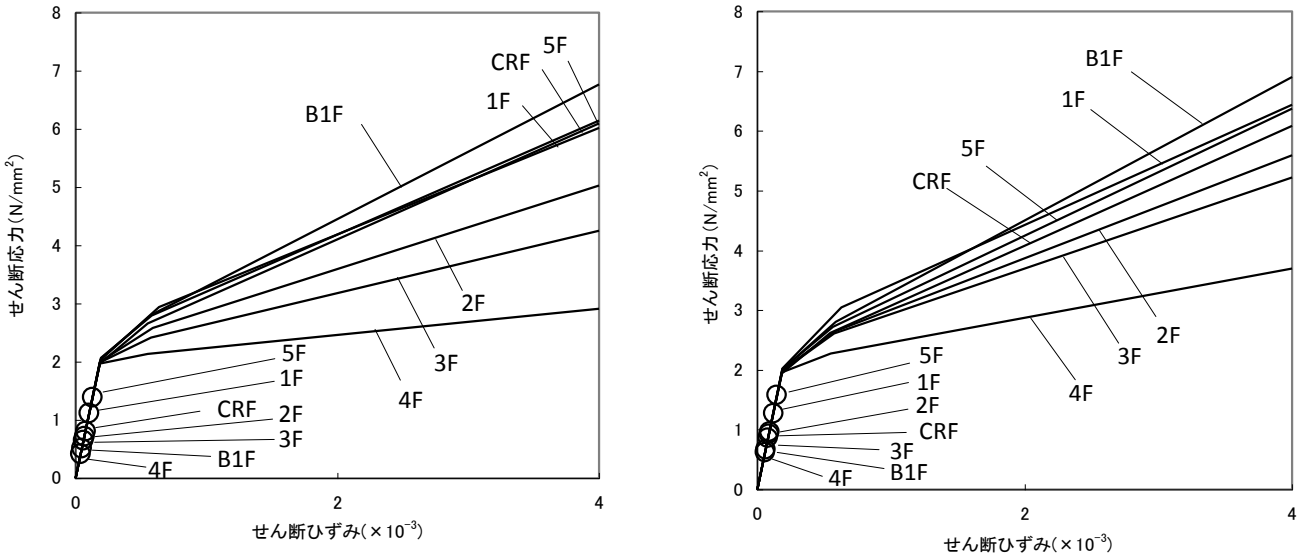


図 II-2-11　耐震壁のせん断ひずみ（左：南北方向　右：東西方向）
（福島第一原子力発電所 4 号機）

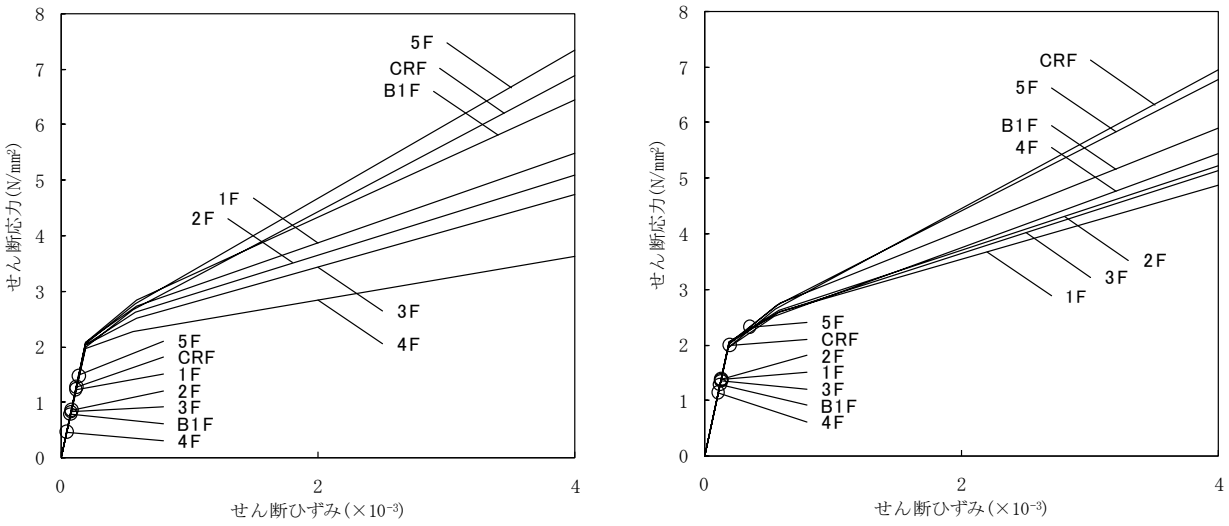


図 II-2-12　耐震壁のせん断ひずみ（左：南北方向　右：東西方向）
（福島第一原子力発電所 5 号機）

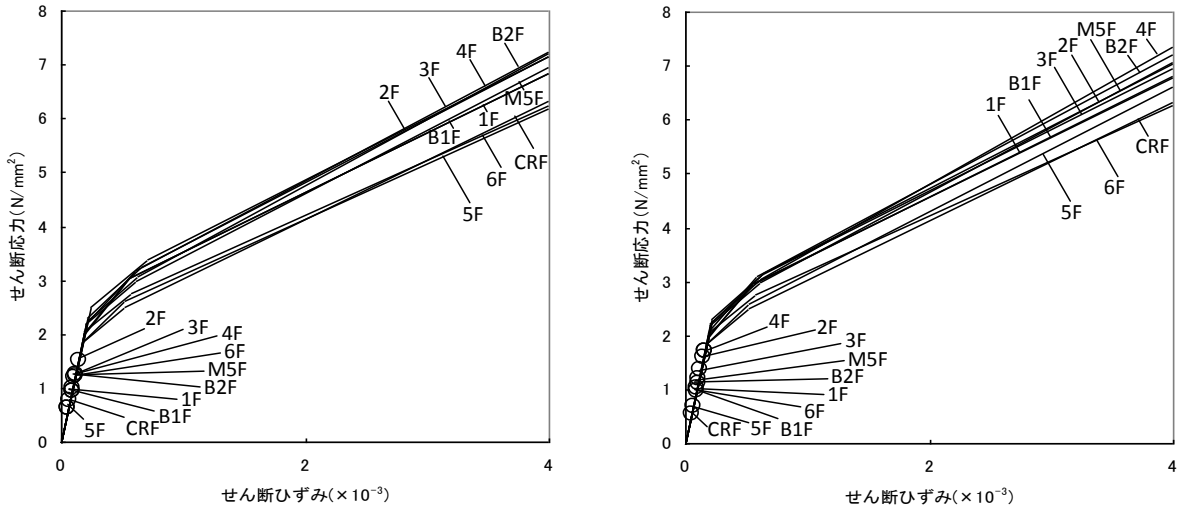


図 II-2-13　耐震壁のせん断ひずみ（左：南北方向　右：東西方向）
（福島第一原子力発電所 6 号機）

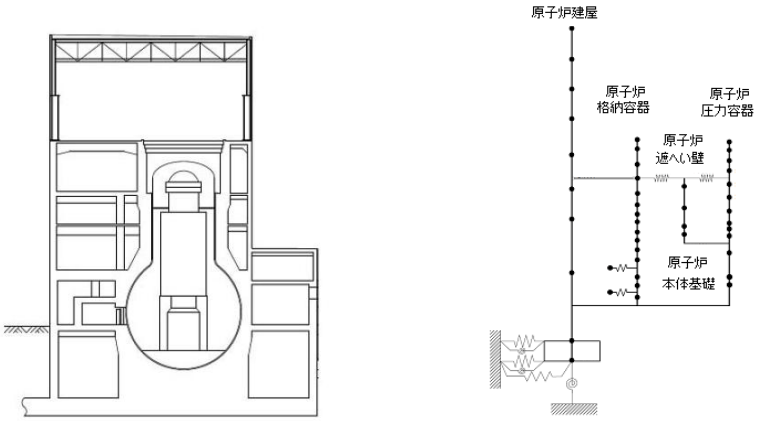


図 II-2-14　大型機器連成地震応答解析モデルの例
（福島第一原子力発電所 1 号機）

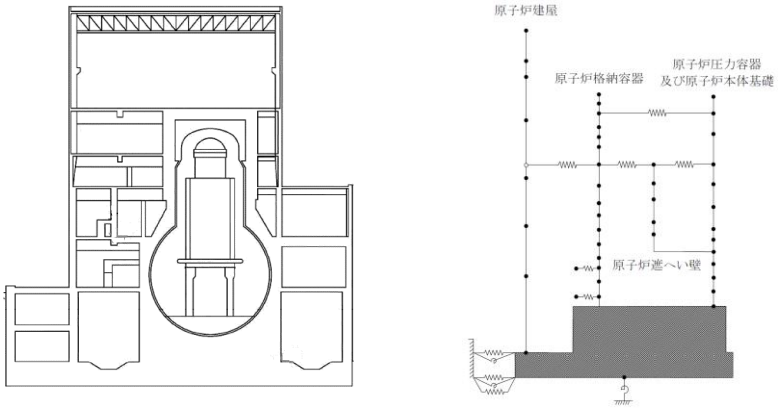


図 II-2-15　大型機器連成地震応答解析モデルの例
（福島第一原子力発電所 2 号機）

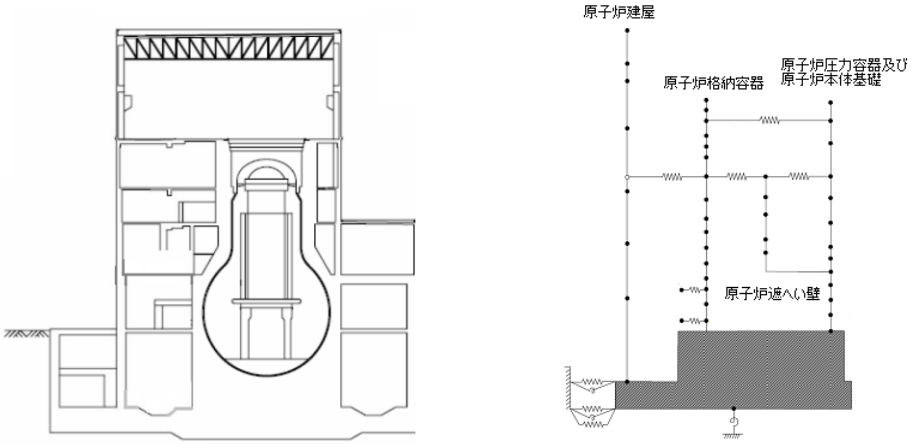


図 II-2-16　大型連成地震応答解析モデルの例
（福島第一原子力発電所 3 号機）

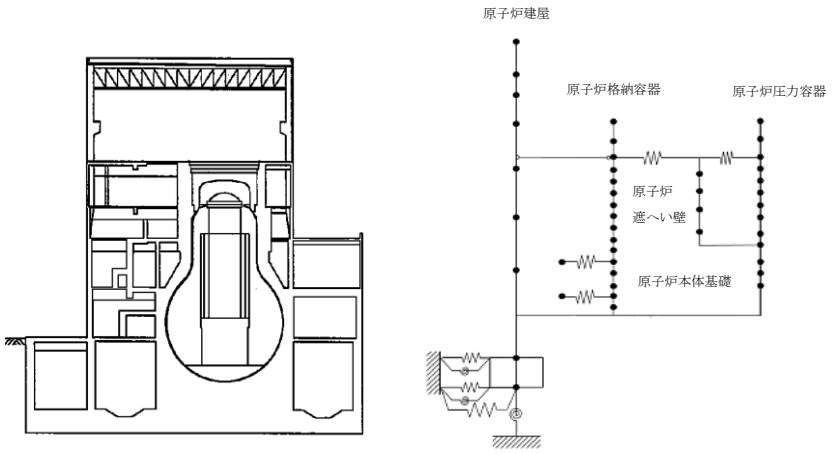


図 II-2-17　大型連成地震応答解析モデルの例
（福島第一原子力発電所 4 号機）

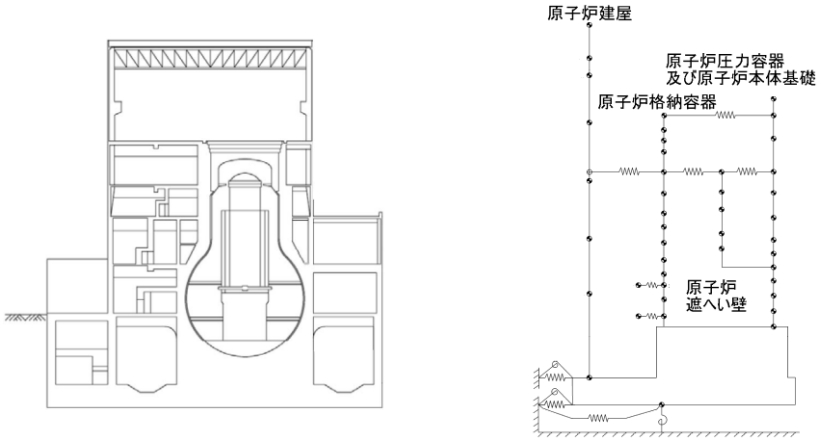


図 II-2-18　大型連成地震応答解析モデルの例
（福島第一原子力発電所 5 号機）

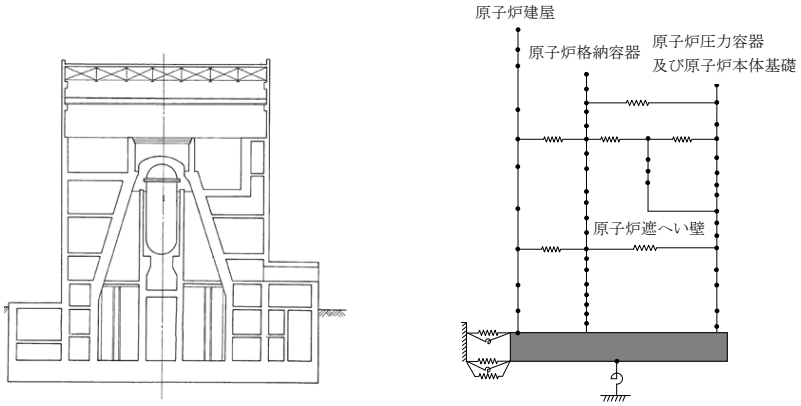


図 II-2-19　大型連成地震応答解析モデルの例
（福島第一原子力発電所 6 号機）

② 津波による浸水の状況

ａ ６月の報告書の概要

6月の報告書では、津波関連として、潮位観測システム及び観測記録、設計津波水位と観測津波水位の関係、確率論的津波ハザード評価と設計津波水位の超過確率について整理した。以下に概要を示す。

港外水深約13mの位置に設置されている波高計によれば、津波の最初の大きな波は、15時27分頃（地震発生41分後）に到達し、水位は約4mであった。次に大きな波は、15時35分に到達した波であるが、波高計が損傷したため水位は不明である。波高計の測定範囲は7.5mである。

福島第一原子力発電所の敷地高さは1～4号機がO.P.+10m（O.P.:小名浜港工事基準面）、5号機及び6号機はO.P.+13mである。これらの敷地には、津波が敷地前面海域から襲来し、主要建屋設置敷地のほぼ全域が冠水した。東京電力による、浸水時の痕跡調査結果に基づく浸水高を図II-2-20 中に示す。1～4 号機の原子炉建屋、タービン建屋等の海側の敷地の浸水高は、図中H～K 地点において、O.P.約+14～15 mである。今回の地震による津波水位について、専門家は東京電力より公開された津波の防波堤（10m）の越流状況の写真に基づき、10m以上と推定している。したがって、海水ポンプ位置での浸水高さは10m以上と考えられる。

設計津波水位と観測津波水位との関係について、設置許可申請書では、図II-2-21に示すようにチリ地震（M9.5、1960年）を対象波源とし、設計津波水位をO.P.+3.1mとしている。2002 年に、東京電力は、土木学会原子力土木委員会津波評価部会の「原子力発電所の津波評価技術(2002 年)」[II2-1]に基づき、各号機の水位をO.P.+5.4mからO.P.+5.7mとした。

なお、原子力安全・保安院は2009年に、869年の貞観地震の津波について新たな知見が得られた場合は、設計用津波水位の評価に869年貞観地震を考慮するよう事業者に求めた。

確率論的津波ハザード評価と設計津波水位の超過確率について、土木学会津波評価部会は、確率論的津波ハザード解析手法について検討を進めている。検討の一環として、津波ハザード評価手法や津波の超過確率の試評価結果（図II-2-22）が既に発表されているが[II2-2～II2-4]、完成には

至っていない。その他の津波ハザードの試評価も発表されている[II2-5]。

また、津波関連の被害として6月の報告書では、海水系ポンプ及び非常用電源系の被害について整理した。以下に概要を示す。

海水系ポンプ及び非常用電源系については、福島第一原子力発電所の補機冷却用海水ポンプ施設（高さ5.6～6m）は、図II-2-20 に示すように、津波によって全号機が冠水した。また、原子炉建屋やタービン建屋の地下階（高さ0m～5.8m）に設置されている非常用ディーゼル発電機（非常用DG）及び配電盤の多くが津波の被害を受け、6号機以外は非常用電源の供給が失われた。6号機については、3台ある非常用DGのうちDG建屋1 階に設置されていた1台のみ機能を喪失せず、非常用電源の供給が可能であった。

b　６月以降に判明した事項

○　東京電力による津波高さの試計算

2008年、東京電力は福島県沖の海溝沿いに波源モデルを仮定した津波高さの試計算と貞観津波に関する論文原稿の波源モデル案に基づく津波高さの試計算を実施した。

原子力安全・保安院は、2009年9月に貞観津波の波源モデル案による試計算結果を、2011年3月7日にはこれに加えて「福島県沖の海溝沿いに波源モデルを仮定した試計算」による高さ10m以上の津波となる算定結果の両方について説明を受けた。なお、東京電力は、津波の波源モデルの構築を図るべく、2009年6月に土木学会に審議を依頼していた。

○　津波の再現計算

東京電力は、今回の地震・津波による広域（北海道～千葉県）の浸水高、遡上高、浸水域、検潮記録及び地殻変動を説明できる津波波源モデルの推定を数値シミュレーションにより実施した。推定された波源モデルはマグニチュード(Mw)9.1、再現計算による検潮所設置位置における津波の高さは13.1m、福島第一原子力発電所敷地内の浸水高及び浸水域は図II-2-23及び図II-2-24のとおりであり、実

挙動を概ね再現できているとしている。なお、地震による地盤変動量については、福島第一原子力発電所で平均約0.66mの沈降を測定しているが、暫定値であるため、浸水高に反映していない。

○　建屋の被害及び浸水の状況

東京電力の調査では、O.P.+10m 及び O.P.+13m の敷地にある主要建屋の周辺では、ほぼ全域が津波の遡上を受け浸水したと推定されるが、主要建屋の外壁や柱等の構造躯体に有意な損傷は確認されていない。

また、浸水によって、主要建屋の地上の開口（建屋の出入口や機器搬入口、給排気口）や、敷地の地下に埋設されたトレンチやダクトに接続する開口（ケーブルや配管の貫通口）の一部が建屋内への浸水経路になったと推定され、1～4号機タービン建屋の東側（海側）を中心に、開口に取り付けられた扉やシャッター等の一部が津波により損傷していることがわかった。建屋内では、通路や階段室等を介して地下の広い範囲が浸水したものと推定される。主要建屋内への浸水経路になったと考えられる開口の位置を図II-2-25に示す。

○　設備の被害及び浸水の状況

東京電力の調査では、屋外ヤードエリア設置の非常用海水冷却系設備については、点検中で取り外していたポンプを除き、いずれも津波の被害を受けた後も据付場所に自立しており、ポンプ本体が流出したものはなかった。しかし、設備点検用クレーンの倒壊、漂流物の衝突等によるポンプ並びに附属機器の損傷、及び電動機軸受潤滑油への海水の混入が確認された。

直流主母線盤は、1、2、4号機が浸水し、3、5、6号機は浸水がなかった。浸水による非常用電源系の被害の状況を表II-2-14に示す。

表 II-2-14　津波の浸水による福島第一原子力発電所の非常用電源盤（M/C, P/C）、非常用ディーゼル発電設備（D/G）、直流主母線盤への影響

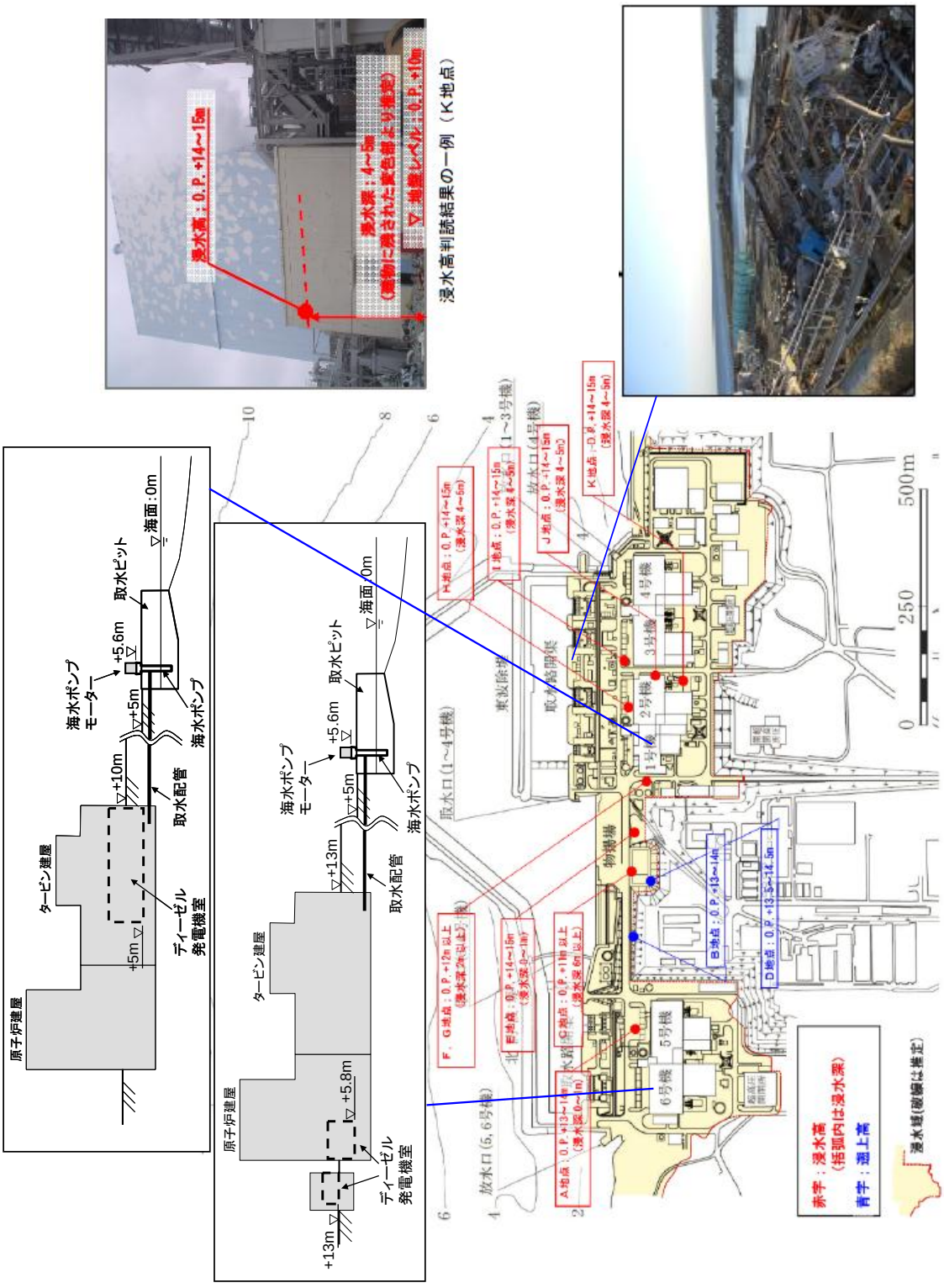
		1号機			2号機			3号機			4号機			5号機			6号機		
設備	系統※1	浸水有無	津波後の状況	設置場所	浸水有無	津波後の状況	設置場所	浸水有無	津波後の状況	設置場所	浸水有無	津波後の状況	設置場所	浸水有無	津波後の状況	設置場所	浸水有無	津波後の状況	設置場所
非常用電源盤(M/C)	C	有	×	T/B 1FL O.P.+10.2m	有	×	T/B B1FL O.P.+1.9m	有	×	T/B B1FL O.P.-0.3m	有	×※2	T/B B1FL O.P.+1.9m	有	×	T/B B1FL O.P.+2.77m	無	○	R/B B2FL O.P.+1m
	D	有	×		有	×		有	×		有	×		有	×		無	○	R/B B1FL O.P.+7m
	E(H)				有	×	共用B1FL O.P.+2.7m				有	×	共用B1FL O.P.+2.7m				無	○	R/B 1FL O.P.+13.2m
非常用電源盤(P/C)	C	有	×	C/B B1FL O.P.+4.9m	有	○	T/B 1FL O.P.+9m	有	×	T/B B1FL O.P.-0.3m	有	－※2	T/B 1FL O.P.+9m	有	×	T/B B1FL O.P.+2.77m	無	○	R/B B2FL O.P.+1m
	D	有	×		有	○		有	×		有	○		有	×		無	○	R/B B1FL O.P.+7m
	E				有	×	共用B1FL O.P.+2.7m				有	×	共用B1FL O.P.+2.7m				無	○	DG屋B1FL O.P.+5.7m
非常用ディーゼル発電設備(D/G)	A	有	×	T/B B1FL O.P.+4.9m	有	×	T/B B1FL O.P.+1.9m	有	×	T/B B1FL O.P.+1.9m	有	×※2	T/B B1FL O.P.+1.9m	無	×	T/B B1FL O.P.+4.9m	無	×	R/B B1FL O.P.+5.8m
	B	有	×	T/B B1FL O.P+.2m	無	×	共用1FL O.P.+10.2m	有	×		無	×	共用 1FL O.P.+10.2m	無	×		無	○	DG屋1FL O.P.+13.2m
	H																無	×	R/B B1FL O.P.+5.8m
直流主母線盤	A	有	×	C/B B1FL O.P.+4.9m	有	×	C/B B1FL O.P.+1.9m	無	○	T/B MB1F O.P.+6.5m	有	×	C/B B1FL O.P.+1.9m	無	○	T/B MB1F O.P.+9.5m	無	○	T/B MB1F O.P.+9.5m
	B	有	×		有	×		無	○		有	×		無	○		無	○	

凡例：○：使用可、×：使用不可
T/B：タービン建屋、C/B：コントロール建屋、共用：運用補助共用施設、
R/B：原子炉建屋、DG 屋：ディーゼル発電機建屋
※1：2,4 号機の M/C は E 系統、6 号機の M/C は H 系統。
※2：M/C(4C),D/G(4A)は点検・工事中。P/C(4C)は、取替工事中。

：浸水有り

：本体または関連機器の浸水により使用不可の機器

：電源供給元が給電不可のため受電不可。M/C(6C,6H)は、D/G(6A,6H)が使用不可



図II-2-20　福島第一原子力発電所の津波による被害状況

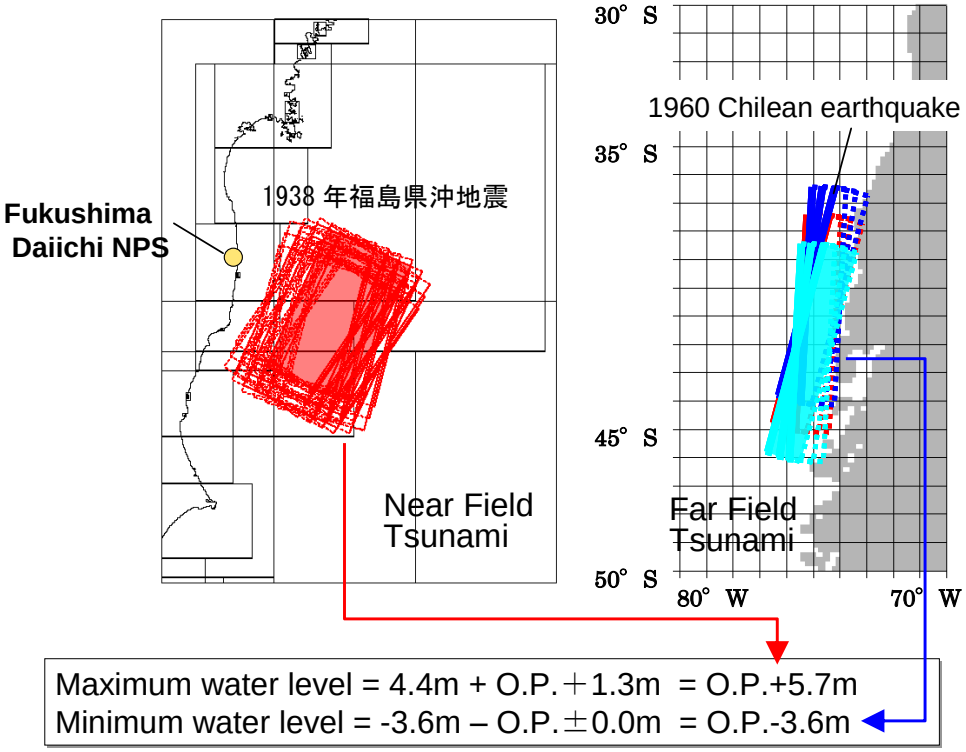
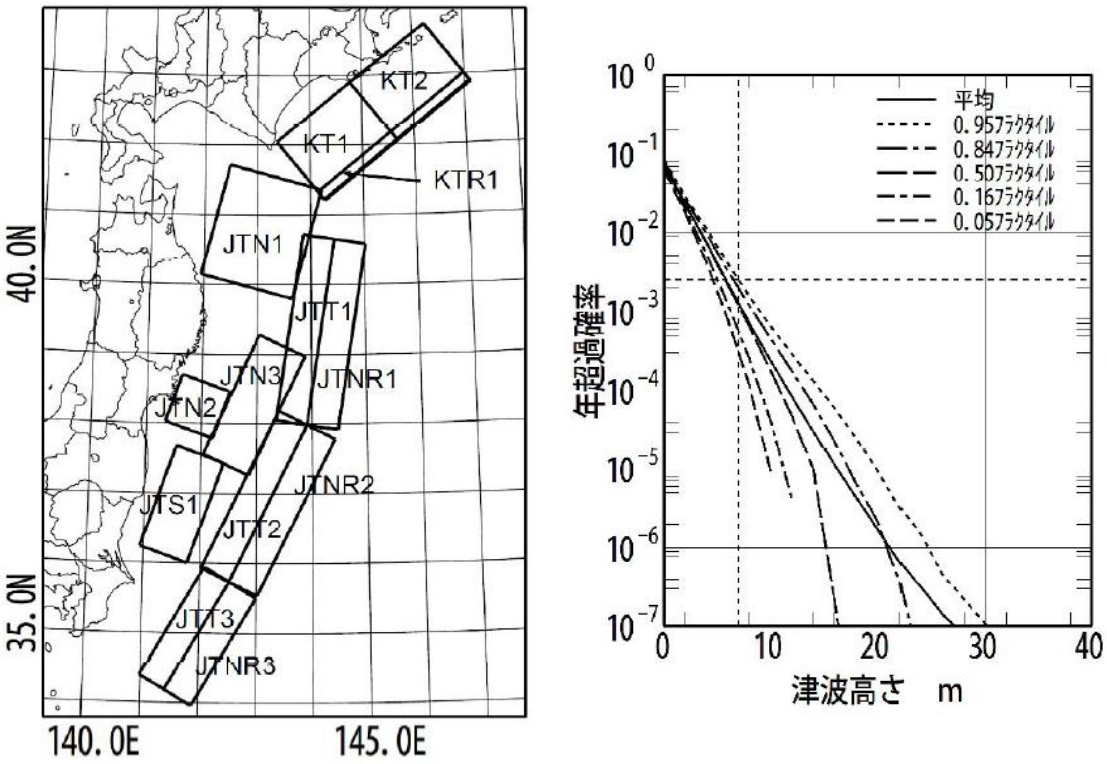
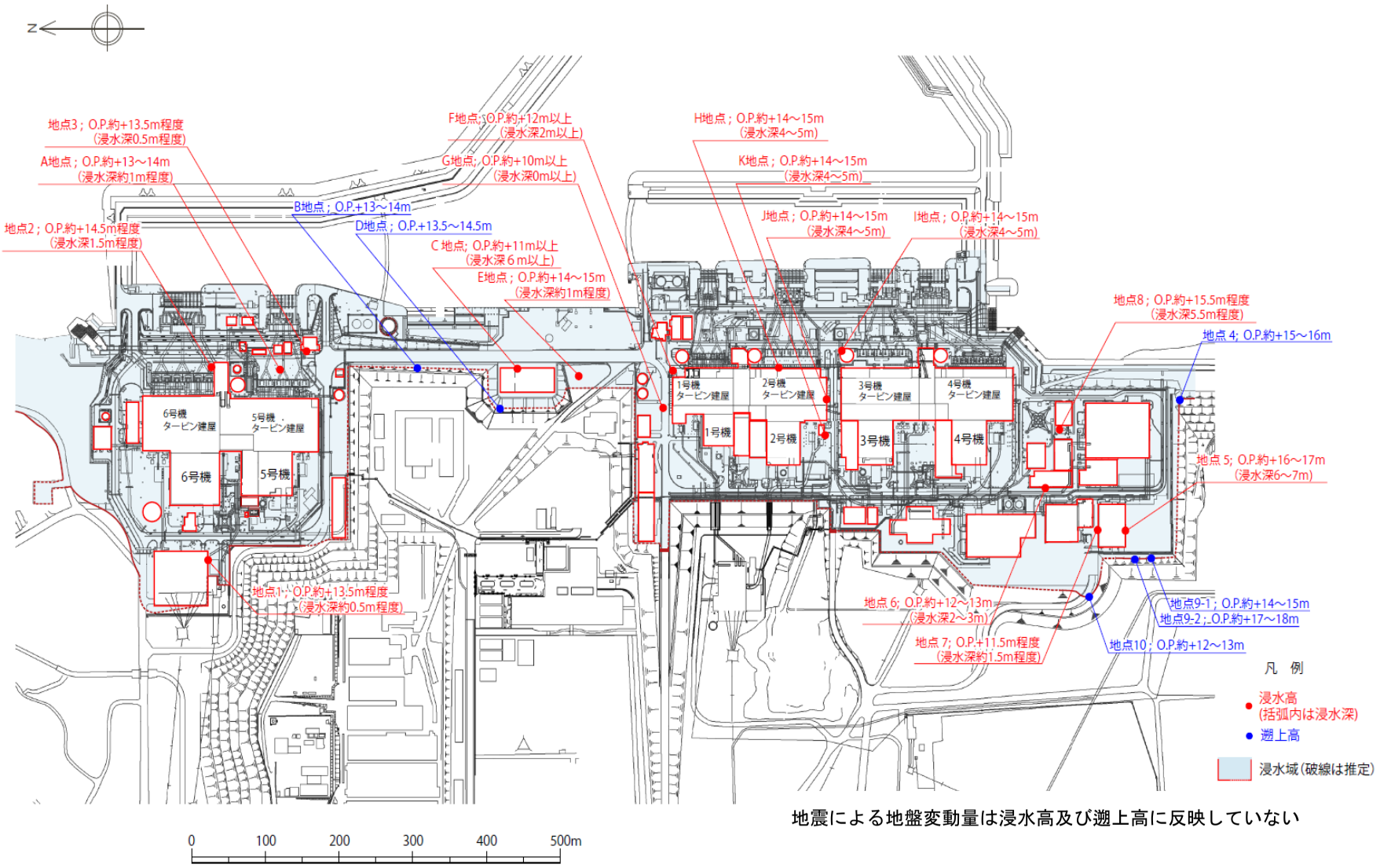


図 II-2-21　東京電力が評価した福島第一原子力発電所の設計津波水位
（高尾/東京電力；第 1 回柏崎国際原子力耐震安全シンポジウム 2010、発表資料より引用）



［文献 III2-6］原子力土木委員会津波評価部会，土木学会論文集より引用

図II-2-22 土木学会・近地及び遠地の津波波源を考慮した津波ハザード試算結果（評価サイト：岩手県山田町）



地震による地盤変動量は浸水高及び遡上高に反映していない

図II-2-23　福島第一原子力発電所における津波の調査結果（浸水高、浸水深及び浸水域）

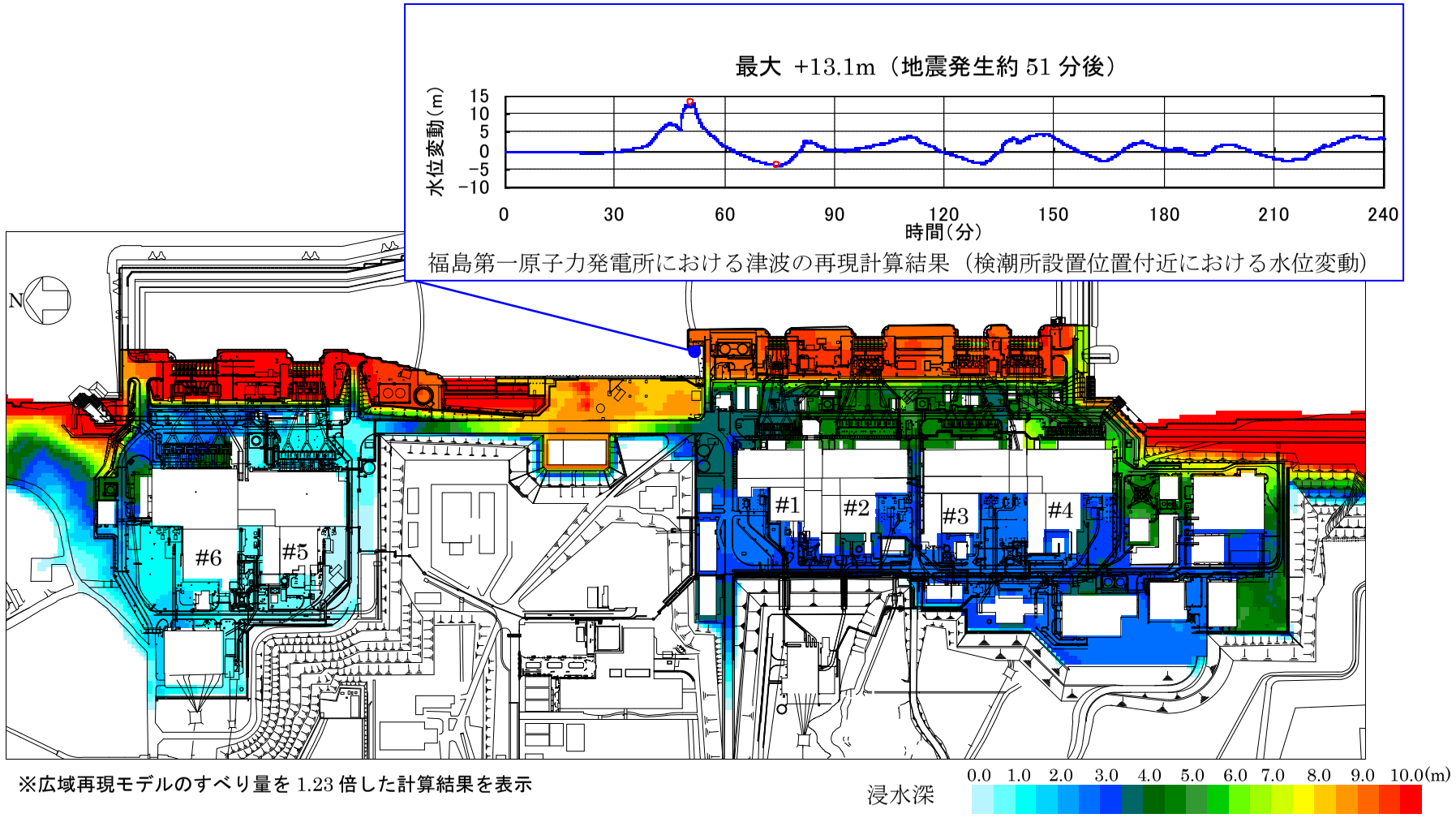


図 II-2-24　福島第一原子力発電所における津波の再現計算結果（浸水深及び浸水域）

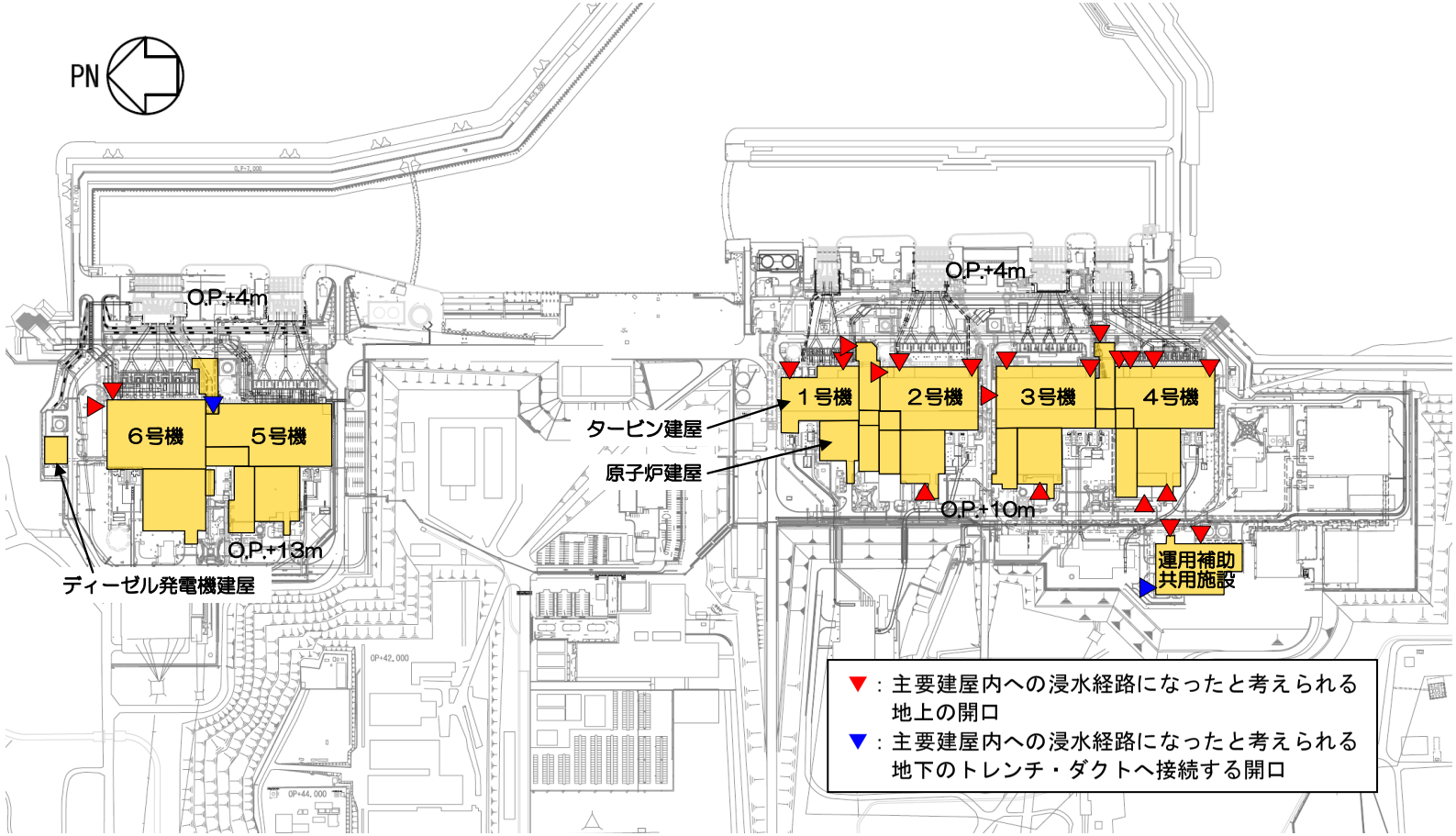


図 II-2-25 福島第一原子力発電所の主要建屋内への浸水経路になったと考えられる開口の位置

③　事故時の対応

6月のIAEA報告では、各種プラントパラメータ記録や炉心解析結果を基に、事故事象の進展及び応急措置について報告した。

その後、東京電力が公表した情報や経済産業省に提出した事故報告、原子力安全・保安院が行った調査などにより、福島第一原子力発電所（特に事故に至った1～3号機）における事故時の対応がわかってきた。

本報告では、発電所全体と各号機における対応を紹介するとともに、電源や計装の復旧、水素対策についても、その取組を概説する。

ａ　発電所全体

○　体制

地震発生が平日午後ということもあり、福島第一原子力発電所では、緊急時に対応するための非常参集要員（約400名）は確保できていた。参集した要員は、今回のような複数プラント同時被災という事態に対し、決められた役割を果たすだけでなく様々な対応を行う必要があった。

特に、今回の事故では全交流電源が喪失し、原子炉のパラメータが確認できなくなったことから、電源や計装の復旧が急務とされたが、協力企業の作業員は地震直後に大津波警報が発表されたことなどから、そのほとんどが発電所から待避したこともあり、非常に困難な環境下、非常参集した東京電力の職員だけで復旧作業の大半を行わざるを得なかった。

○　情報伝達

全交流電源喪失により、発電所内の通信手段が極めて限定される状態となった。通常、発電所内の職員間の連絡に使用しているPHSは使用不能となり、各プラントの中央制御室と発電所長等が参集している発電所緊急時対策本部との間の通信手段はホットラインと固定電話のみとなった。

また、発電所緊急時対策本部では、各プラントの状況を把握するための緊急時対応情報表示システム（SPDS）が配備されていたが、電源喪失によりプラントパラメータ等

の送信元が機能せず、SPDSへの伝送ができなかった。このため、SPDSは非常用電源により使用可能であったものの、表示データがない状態となり、結果として使用不能であった。このため発電所緊急時対策本部では、適時適切なプラント状況の把握とそれを受けた対策の立案に支障をきたす状況となった。

○　作業環境

津波による浸水、断続的に発生する余震、停電による暗闇、爆発後の高線量・瓦礫の散乱といった劣悪な現場環境により、復旧作業が制約された。

実際、福島県では3月11日に震度5弱以上の余震が5回観測されたほか、大津波警報が11日14時49分に発表され、翌12日20時20分に津波警報に切り替わるまで継続していた。

○　発電所での対応方針

発電所では、地震発生直後に原子炉がスクラムし未臨界を達成し、原子炉を「止める」ことは成功した。地震により外部電源は喪失したものの、非常用DGが正常に起動し電源は確保されていたことから、定められた手順に沿った冷却動作に入っていた。

そのような時に津波が襲来し、全交流電源が喪失し、蒸気を使用した一部の冷却系（非常用復水器（IC)、原子炉隔離時冷却系（RCIC)、高圧注水系（HPCI））を除き、非常用冷却機能が喪失した。このため、アクシデントマネジメント（AM）策として位置づけられている消火系による注水（ディーゼル駆動の消火ポンプや消防車を利用するため電源は不要）を進めた。併せて、ほう酸水注入系（SLC）や制御棒駆動水圧系（CRD）などの高圧で原子炉への注水が可能な設備を作動させるべく電源車を利用した電源の復旧にも努力した。

b　１号機

1号機では、東北地方太平洋沖地震後、地震加速度大によりスクラムし、制御棒の挿入によって原子炉は自動停止したが、その後の津波の影響によって、全交流電源が喪失した。その後、ICによる冷却操作を継続し、電源復旧に向けて電源車を手配するなどの応急措置を進めたがその作業は難航した。

事故後は、原子炉への注水機能を確保するため、原子炉の減圧に伴い、消防車による注水を行っていた。この間、原子炉格納容器（PCV）ベントなどの諸対応を並行して実施していたが、3月12日15時36分頃、1号機の原子炉建屋は水素ガスによると思われる爆発で破損した。

以下においては、6月のIAEA報告書の記載内容の概要を説明するとともに、それ以降に明らかになった事故時の対応について紹介する。

○　６月のＩＡＥＡ報告書の概要

1号機は、地震前には定格電気出力一定運転を行っていた。地震発生後の3月11日14時46分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、14時47分に制御棒が全挿入し未臨界となり、正常に自動停止した。また、地震により、大熊線1号線、2号線の発電所側受電用遮断器等が損傷したため、外部電源が喪失した。このため、非常用DG2台が自動起動した。

主蒸気隔離弁（MSIV）の閉止により原子炉圧力容器（RPV） 圧力が上昇し、11日14時52分にはICが自動起動した。その後、ICの操作手順書に従いRPV温度降下率が55℃/hを超えないよう、11日15時3分頃にはICを手動停止した。さらに、11日15時10分から11日15時30分頃までの間で3回、ICのA系のみ手動操作し、原子炉圧力が上下している。

11日15時37分には、津波の影響を受け、1号機の冷却用海水ポンプ又は電源盤が被水し、これにより非常用DG2台の運転が停止し、非常用母線の配電盤も水没したことで全交流電源喪失の状態となった。2号機も同様に全交流電源喪失の状態となったため、2号機からの電源融通もできな

かった。

さらに、直流電源の機能喪失でパラメータ情報の確認ができなくなったほか、補機冷却用海水ポンプが津波により機能喪失し、原子炉補機冷却系の機能が喪失、停止時冷却系（SHC）が使用できず、崩壊熱を最終的な熱の逃がし場（以下「最終ヒートシンク」という。）である海に移行させることができない状態となった。

東京電力は、津波到達以降もICのA系の弁の開操作を行うことで、ICの機能維持を図ろうと操作を継続した。なお、4月に東京電力が行った弁の回路調査結果等によると、その開度は明確にはわからないことから、ICがどの程度機能していたかについては、現時点では判断できないとしている。

東京電力は、12日0時49分、PCV圧力が最高使用圧力を超えている可能性があることを確認し、12日6時50分には経済産業大臣が核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（以下「原子炉等規制法」という。）第64条第3項の規定に基づき、1号機及び2号機のPCV圧力を抑制するよう命令を出した。東京電力は、PCV圧力を下げるため、PCVベントを行う作業を行った。しかし、既に原子炉建屋内は高放射線量環境下にあったことから、作業は難航した。最終的に、東京電力は、12日14時30分、PCV圧力が低下したことから、PCVベントが成功したと判断した。

東京電力は、12日5時46分に消防ポンプによる代替注水（淡水）を開始した。したがって、11日15時37分に全交流電源喪失と同時期にICによる冷却が停止したとすると、14時間9分の間、注水等による冷却が停止したこととなる。

○　ICの操作

11日15時30分頃に襲来した津波の影響により、1号機ではICの機能が喪失した可能性があった。原子力安全・保安院における調査においても、津波襲来時、ICは停止状態であったことを東京電力の関係者から聴取している。

3月11日18時過ぎ、中央制御室において、直流電源が復活したためか、A系の戻り配管隔離弁、供給配管隔離弁の

表示ランプが再点灯し、閉止状態であることがわかった。このため、11日18時18分に弁の開操作を実施し、排気口から蒸気が発生することを所員が確認した。しかし、その後すぐに蒸気の発生が確認できなくなったことから、11日18時25分、A系戻り配管隔離弁の閉操作を実施した。

その後、11日21時30分、A系戻り配管隔離弁の開操作を行い、蒸気の発生を確認し、そのまま開状態を維持した。

ICの作動状況については、発電所緊急時対策本部では十分に把握できていなかったようである。発電所緊急時対策本部では、排気口からの蒸気発生が確認されたとの情報と、原子炉水位が確認できるようになった時点で水位計表示が有効燃料頂部（TAF）よりも上部にあるといった情報により、ICは動作が継続しているものと認識されていた。

ただし、東京電力では、4月に実施した弁の回路調査結果を踏まえ、PCV内に存在する隔離弁の開閉状態が不明であることから、ICがどの程度機能していたのかは現時点では判断できないとしている。

実態を解明するためには更なる調査が必要である。

○　代替注水

津波により全交流電源が喪失し、電源を必要とする非常用冷却系が使用できなくなったことから、東京電力は代替注水により原子炉を冷却するための作業を進めた。所員は、大津波警報の継続、余震による避難や作業の中断があり、また照明や通信手段がなく、かつ、津波による瓦礫や土砂等の打ち上げという劣悪な環境下での作業を強いられた。以下、時系列に沿って対応状況を記す。

3月11日17時12分、AM策として設置された代替注水手段（消火系（FP）、復水補給水系（MUWC））及び中越沖地震の教訓として設置した防火水槽を用いた消防車の使用について検討を開始した。

中央制御室では、代替注水手段の確認のためにAM操作手順書を当直長席に出し、原子炉への代替注水ラインを確認し、ディーゼル駆動消火ポンプの起動準備を進めた。

原子炉への注水について、ディーゼル駆動消火ポンプを用い、FPラインより炉心スプレイ系（CS）を経由した代替注水ラインを構成するために、所員は暗闇の中、原子炉建屋内に入りCSなどの弁を手動で開け、原子炉圧力の減圧後（0.69MPa gage 以下）に注水が可能な状態とした。

11日17時30分、ディーゼル駆動消火ポンプが起動できることを確認した。

中央制御室の監視計器は、電源が喪失して、指示値が確認できないことから、暗闇の原子炉建屋へ入域し、原子炉圧力計にて原子炉圧力が6.9MPa gage（11日20時07分）であることを確認した。その後、11日21時19分に原子炉水位計が復旧し、TAF+200mmを表示していることを確認した。

3月12日1時48分、所員は原子炉への注水準備のため起動していたディーゼル駆動消火ポンプがある時点から停止していることを確認、手作業で軽油を運搬し補給するとともに、構内協力企業が保管していたバッテリーを運搬し、交換する等復旧を試みたが、再起動はできなかった。

一刻も早い注水に向け、消防車による注水の準備もディーゼル駆動消火ポンプの復旧と並行して進めていた。消防車は発電所に配備していた3台のうちの1台を利用した。他の2台は1台が津波で故障、1台は5、6号機側から移動できず使用できない状況であった。利用可能な1台を1号機近くに配置するのにも、多くの障害があった。旧事務本館前の道路は津波で流されたタンクが道を塞いでおり通行できなかった。防護本部ゲートは電気がなく開けられない状況であったため、構内に通行可能なルートを探しまわり、2～3号機の間にある施錠されたゲートの鍵を壊して開けることで消防車を通行させた。

水源として想定されていた消火栓は水が噴き出しており、使用できない状況であったため、他の水源を探した結果、防火水槽が使用できることを確認した。

12日2時45分、原子炉圧力が0.8MPa gageであり、消防車による注水が可能な程度まで減圧していることが判明した。12日5時46分には、FPラインから消防車による淡水注水を開始した。

当初の注水は、防火水槽の位置からでは吐出圧力が足りないと考え、防火水槽から水を消防車のタンクに汲み上げ、消防車を建屋近くまで移動させてFPの送水口から原子炉へ注水することを繰り返し実施した。しかしながら、消防車の移動には、崩れかかった建物の下を慎重に通過するなど、長時間を要した。そこで、試行錯誤のうえ、消防車に備え付けのホースを用い、1号機側防火水槽からFPの送水口までの連続注水ラインを構成し、継続注入を開始した。

追加手配の消防車が到着することにより、3号機側防火水槽から1号機側防火水槽へ淡水の輸送を繰り返し実施した。防火水槽はホースが一つしか入らなかったため、淡水の補給を行う際には原子炉への注水側のホースを取り出さなければならず、その度に注水を中断しなければならなかった。12日14時53分には、80,000ℓ（累計）の淡水注入を完了した。

消防車による淡水注水を継続する中、防火水槽への淡水確保には限りがあることから、海水注入に向けた準備を進めた。

12日14時54分、発電所長より、原子炉への海水注入の準備に入るよう指示が出された。1号機側の防火水槽内の淡水がなくなってきたことから、他の防火水槽等から淡水の搬送を急ぐとともに、海水注入に切り替える作業を進めた。海水注入は、構内道路の状態や1号機との距離などから判断し、海から直接取水するのではなく、津波によって海水が溜まった3号機逆洗弁ピットを水源として、揚程を確保するために消防車を3台直列に繋ぐ注水ラインが完了した。

もう一つの代替注水手段であるSLCについては、12日未明から2号機の電源盤を経由して電源車からの電力を融通するための仮設ケーブルの敷設作業などを進め、12日15時30分頃には、パワーセンター（P/C）一次側への建屋内のケーブル繋ぎ込み、並びに、高圧電源車の接続が完了、SLCポンプ手前まで送電した。

そのような中、12日15時36分、1号機原子炉建屋で爆発

が発生した。爆発により現場退避、けが人救助・搬送を実施した。けが人は東京電力社員3名、協力企業社員2名であった。その後、安全確保のため、爆発の影響調査のための現場確認（消防車などの状況、建屋の損傷状況、発煙の状況など）を実施した。消防車は窓が割れたが、機能は損傷していなかった。SLC起動のため敷設したケーブルは、爆発による飛散物により損傷し、高圧電源車は自動停止していた。また、海水注入のため準備していたホースも損傷した。

現場退避及び作業員の安否確認を実施し、現場の状況が確認されるまでの間、しばらくは、復旧に着手できない状態であった。

1号機付近は、線量の高い瓦礫が散乱していることから、放射線管理員の監視のもと、散乱した瓦礫（1号機原子炉建屋の鉄板等）を片づけ、再敷設するためのホースを屋外の消火栓からかき集めて、再敷設の作業を進めた。

最終的に、12日19時04分、FPライン及び消防車を用いた原子炉への海水注入を開始した。

○　格納容器ベント

津波による全交流電源喪失と海水系ポンプの機能喪失により、最終ヒートシンクへ熱を輸送する手段が失われていたことから、PCV内の圧力が上昇することが予想されたため、事故初期から東京電力は、PCVベントに関する検討を開始していた。

中央制御室では、AM操作手順書の内容を確認し、バルブチェックリストを用いてベントに必要な弁とその位置を確認し、電源がない状況でのベント操作手順の検討を開始した。

また、余震が続く中、所員は、ベント操作に必要な圧力抑制室（S/C）ベント弁（空気作動弁（AO弁））を手動で開けることが可能かどうかを確認するため、弁の型式・構造を示す図面を地震で入室禁止となった事務本館に取りに行くとともに、協力企業へも問い合わせを実施した。図面を確認した結果、S/Cベント弁（AO弁）小弁にハンドルがあり、手動で開けられることを確認し、中央制御室に連

絡した。

11日夜遅くには現場では線量の上昇が確認され、さらにドライウェル（D/W）圧力の上昇も確認された。

3月11日21時51分、原子炉建屋の線量が上昇したことから、原子炉建屋への入域が禁止された。22時頃、原子炉建屋の現場で警報付きポケット線量計（APD）がごく短時間で0.8mSvになったことが発電所緊急時対策本部に報告された。11日23時、原子炉建屋での線量上昇の影響により、タービン建屋内で放射線量が上昇した（タービン建屋1階北側二重扉前1.2mSv/h、タービン建屋1 階南側二重扉前0.5mSv/h）。

11日23時50分頃、中央制御室で発電所緊急時対策本部復旧班が、中央制御室の照明仮復旧用に設置した小型発電機をD/W圧力計に繋いで指示値を確認したところ、600kPa abs であった。

そこで、中央制御室では、配管計装線図、AM手順書、弁の図面などの資料、アクリルボードを持ってきて、弁の操作方法や手順など、具体的なベント手順の確認を開始した。

12日2時24分、ベントの現場操作に関する作業時間の評価結果が発電所緊急時対策本部に報告され、300mSv/hの雰囲気であれば緊急時対応の線量限度（100mSv/h）を超えないためには17分の作業時間（セルフエアセットの時間は20分。よう素剤の服用が必要）しかないとのことであった。

12日2時30分、D/W圧力が840kPa abs（最高使用圧力427kPa gage※）に到達したことを確認した。

※ 528.3kPa abs（＝427kPa gage＋101.3kPa）

12日3時45分頃、東京電力本店の対策本部にてベント時の周辺被ばく線量評価を実施し、発電所と共有した。また、発電所では、原子炉建屋の線量測定のために、二重扉を開けたが、白いモヤモヤ（湯気のようなもの）が見えたことから、すぐに扉を閉鎖したため、線量測定が実施できなかった。

中央制御室では、ベント操作に向けて、弁の操作の順番、

トーラス室での弁の配置、弁がどの高さにあるか等について、繰り返し確認を実施した。また、作業に必要な装備として、耐火服、セルフエアセット、APD、サーベイメータ、懐中電灯を可能な限り集めた。

12日4時30分頃、余震による津波の可能性から、発電所緊急時対策本部より中央制御室へ現場操作の禁止が指示された。

12日4時45分頃、発電所緊急時対策本部より100mSvにセットしたAPDと全面マスクが中央制御室に届けられた。12日4時50分頃、免震重要棟に戻った作業員に汚染が見られたため、現場に行く際には免震重要棟玄関前から、「全面マスク＋チャコールフィルタ＋B装備、C装備またはカバーオール」（添付II-1）の装備とした。その後、12日5時頃には中央制御室でも同様の装備「全面マスク＋チャコールフィルタ＋B装備」とするよう指示が出された。

中央制御室では、線量が上がってきたことから、当直長は、当直員を線量の低い2号側に移動させた。

12日6時33分、地域の避難状況として、大熊町から都路方面への移動を検討中であることを確認した。

12日8時03分発電所長より1号機ベント操作は12日9時を目標とするよう指示が出された。

中央制御室では、現場は全くの暗闇のため1人では作業が困難であること、高線量が予測されること、余震で引き返すことを考慮して、2名1組の3班体制（当直長、副長クラスで構成）とした。

住民の避難状況を確認したところ、大熊町役場へ派遣している東京電力社員から12日8時27分に、発電所緊急時対策本部に大熊町の一部が避難できていないとの情報が報告された。

12日8時37分、福島県へ12日9時ベント開始に向けて準備していることを連絡した。避難が終わってからベントすることで調整した。

12日9時03分、大熊町（熊地区）の避難完了を確認した。福島県に、9時05分にベントの実施を公表した後にベントすると連絡した。

12日9時04分、PCVベント操作を行うため当直員2名が現場へ出発した。装備は、耐火服とセルフエアセット、APDであった。電源が喪失していたため、原子炉建屋、タービン建屋の現場は真っ暗であり、懐中電灯を持って出発した。通信手段がなく、現場に行くと連絡が取れないため、1班ずつ現場に行き、中央制御室に戻ってから次の班が出発することとした。

第1班がPCVベント弁（電動駆動弁（MO弁））の開操作のために、中央制御室より現場へ出発した。12日9時15分頃、手順どおり25%開として、中央制御室に戻った。被ばく線量は約25mSvであった。

続いて、S/Cベント弁（AO弁）小弁の操作のために、第2班が12日9時24分、中央制御室を出発、トーラス室に向かった。ところが、途中で線量が上昇し、線量限度の100mSvを超える可能性があったことから12日9時30分頃に引き返した。

線量が高かったことから、第3班による作業を断念し、発電所緊急時対策本部に連絡した。

現場でのS/Cベント弁（AO弁）小弁の開操作ができなかったことを受け、発電所緊急時対策本部では、S/Cベント弁（AO弁）大弁を開けるため、仮設コンプレッサー接続箇所の検討を開始した（12日11時頃まで）。また、S/Cベント弁（AO弁）小弁の空気の残圧に期待して、中央制御室でのS/Cベント弁（AO弁）小弁開操作の実施を指示した。

指示を受け、12日10時17分、10時23分、10時24分と3回の開操作を実施したが、実際に開となったか不明であった。

12日10時40分に正門及びモニタリングポスト（MP） の線量が上昇していることが確認されたことから、発電所緊急時対策本部では、ベントにより放射性物質が放出された可能性が高いと判断したが、12日11時15分、線量が下がっていることから、ベントが十分効いていない可能性があることを確認した。

その後、S/Cベント弁（AO弁）大弁を開けるための仮設コンプレッサーを探していたところ、協力企業にあるとの情報を受け、協力企業の事務所に探しにいくこととした。

仮設コンプレッサーの接続には、アダプターがないと繋げないことから、配管計装線図を用いて接続箇所を検討し、取り付け箇所を決定した。現場にて、当該箇所の写真を撮り、発電所緊急時対策本部に戻った。

12日12時30分頃、アダプターを探しに行くとともに、仮設コンプレッサーを協力企業の事務所で発見し、ユニック車で移動した。原子炉建屋の線量が高かったため、原子炉建屋大物搬入口外に設置した。そして、12日14時頃、仮設コンプレッサーを起動した。

12日14時30分D/W圧力が低下していることを確認し、東京電力はベントによる「放射性物質の放出」と判断した。12日の12時前後には約0.75MPa absであったD/W圧力は、12日14時50分には0.58MPa absに低下した。

c　２号機

2号機では、東北地方太平洋沖地震後、地震加速度大によりスクラムし、制御棒の挿入によって原子炉は自動停止したが、その後の津波の影響によって、全交流電源が喪失した。その後、RCICによる注水操作を継続し、電源復旧に向けて電源車を手配するなどの応急措置を進めたがその作業は難航した。

事故後は、原子炉への注水機能を確保するため、原子炉の減圧に伴い消防車による注水を行っていた。この間、PCVベントなどの諸対応を並行で実施していたが、3月15日6時頃、大きな衝撃音が確認された。

以下においては、6月のIAEA報告書の記載内容の概要を説明するとともに、それ以降に明らかになった事故時の対応について紹介する。

○　６月のＩＡＥＡ報告書の概要

2号機は地震前には定格熱出力一定運転を行っていた。地震発生後の3月11日14時47分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、同時刻に制御棒が全挿入し未臨界となり、正常に自動停止した。また、地震により、大熊線1号線、2号線の発電所側受電用遮断器等が損傷したため、外部電源が喪失した。このため、非常用DG2台が自動起動した。

MSIVの閉止によりRPV圧力が上昇し、手順書に従い、11日14時50分にRCICを手動起動させた。その後、原子炉水位高による自動停止、手動起動などを繰り返し、原子炉水位は11日22時以降、14日12時頃までは原子炉水位の指示（燃料域）はTAFに対して十分余裕のあるレベル（+3000mm以上）で安定していた。

原子炉圧力は主蒸気逃がし安全弁（SRV）の開閉により制御されていた。また、SRVやRCICの作動によるS/Cの温度上昇のため、11日15時から11日15時07分頃にかけて残留熱除去系（RHR）ポンプを順次起動し、S/Cの水を冷却している。S/Cは、11日15時30分過ぎから再度温度が上昇する傾向が見受けられるが、11日15時36分頃からRHRポンプは稼働を順次停止している。これは、津波による機能

喪失と考えられる。同時刻には、津波による影響を受け、冷却用海水ポンプ又は電源盤、非常用母線が被水、水没し、これにより非常用DG2台の運転が停止、全交流電源喪失状態となった。

さらに、直流電源の機能喪失でパラメータ情報の確認ができなくなったほか、残留熱除去海水系（RHRS）ポンプが津波により機能喪失し、RHRの機能が喪失、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となった。

11日22時には原子炉水位の監視ができるようになり、水位が維持されていたことから、RCICにより注水が行われたものと現時点では推定される。ただし、原子炉圧力は6MPa gageと定格より少し低くなっている。

12日4時20分から5時にかけて、復水貯蔵タンク（CST）の水位が減少してきたこと及びS/Cの水位上昇を抑制するため、RCICの水源をCSTからS/Cに切り替えてRCICによる注水を継続していた。14日11時30分までは原子炉水位はTAFに対して十分余裕のあるレベルで安定した後、14日13時25分に至り、原子炉水位が低下を始めたので、この頃にRCICが停止したと判断された。14日16時20分には0mm（TAF）まで低下した。

14日16時34分からSRVの開操作と代替注水の作業を開始し、14日19時54分には消防車による海水の注水が開始された。

PCVの減圧のためのPCVベント操作については、12日6時50分に経済産業大臣が東京電力に対し、原子炉等規制法第64条第3項に基づき、PCVの圧力を抑制することを命令した。これに基づき、東京電力はPCVベント作業に入り、13日11時頃及び15日0時頃から実施したが、D/Wの圧力低下は確認されなかった。

○　代替注水

11日15時30分頃の全交流電源喪失以降、12日未明に作動が確認されるまで、RCICは稼動状況が不明であったため、東京電力は代替注水により原子炉を冷却するための作業を進めた。

11日17時12分、AM策として設置された代替注水手段（FP、MUWC）及び中越沖地震の教訓として設置した防火水槽を用いた消防車の使用について検討を開始した。

中央制御室では、AM操作手順書により代替注水手段を確認し、原子炉への代替注水ラインも確認した。1号機の線量の状況を踏まえ、線量が高くなる前に、原子炉への注水についてRHRを経由した代替注水ラインを構成するために、暗闇の中、原子炉建屋及びタービン建屋にて代替注水ラインの構成に必要な弁を手動で開け、原子炉圧力の減圧後（0.69MPa gage 以下）に注水が可能な状態とした。

11日21時50分､計装電源の復旧により原子炉水位計が回復し、TAF+3400mmであることが確認され、TAF到達はないことを確認した。また、12日2時55分にはRCICが作動していることを確認した。このため、代替注水に備え、原子炉の状態の監視を続けた。

海水注入についても、RCICの停止に備え準備を進め、淡水注水が終了後に即座に海水注入に切り替えられるよう、3号機逆洗弁ピットを水源としたライン構成を進め、消防車を配置してホースの敷設も実施していた。

ところが、14日11時01分、3号機原子炉建屋の爆発が発生し、午後すぐに現場に向かい状況確認をすると、準備が完了していた注水ラインは、消防車及びホースが破損して使用不可能となっていた。瓦礫の散乱状況から3号機逆洗弁ピットからの注水は難しいと判断し、物揚場から直接海水を注入することとし、散乱する瓦礫の影響により高い線量の中、使用可能な消防車を手配しホースの敷設作業を進めた。

14日13時18分、原子炉水位が低下傾向となり、14日13時25分にはRCICの機能喪失と判断した。TAF到達は14日16時30分頃と予想され､引き続き原子炉への海水注入の準備作業を進め、14日14時43分に消防車にてFPへの接続を完了した。その後、14日15時過ぎから14日16時過ぎにかけて、福島県沖を震源とする余震の発生により作業の中断と作業員の退避を余儀なくされたが､14日16時30分頃に消防車を起動し、原子炉減圧時に即座に注水が開始されるよ

う準備を整えた。

消防車からの注水については、2、3号機で並列のラインを組んだ。2号機は、SRV開による原子炉圧力の減圧が必要であったが、S/Cの温度及び圧力が高く（14日12時30分時点で、S/C温度149.3℃、S/C圧力486kPa abs）、SRVを開けたとしても、S/Cにて蒸気が凝縮せず減圧しにくい可能性があったことから、PCVベントを準備してからSRVを開けて原子炉を減圧し、その後海水注入を行うことを決定した。

しかしながら、14日16時頃、ベント弁を開くまで時間がかかる見通しとなったことから、SRVによる原子炉の減圧を優先することに変更した。また、PCVベントについてもSRVと並行して準備するよう発電所長から指示が出された。

電源がない中、SRVを開けるためにはバッテリーが必要となるため、車両からバッテリーを集めて中央制御室に運び込み、複数のSRVの動作を試みるなど原子炉の減圧に向けた努力を継続し、14日18時頃に原子炉の減圧が開始した。しかしながら、S/C温度及び圧力が高く、凝縮しにくい状況であったため、減圧には時間がかかった（原子炉圧力 6.998MPa gage（14日16時34分） → 6.075MPa gage（14日18時3分） → 0.63MPa gage（14日19時03分））。

現場の線量が高く、交代で消防車の運転状態の確認作業を余儀なくされていた中、14日19時20分に、起動状態で海水注入に準備していた消防車が燃料切れで停止していることを確認した。給油実施後、原子炉内にFPラインから消防車（14日19時54分、19時57分に各1台起動）による海水注入を開始した。

○　格納容器ベント

津波による全交流電源喪失と海水系ポンプの機能喪失により、最終ヒートシンクへ熱を輸送する手段が失われていたことから、PCVの圧力が上昇することが予想されたため、事故初期から東京電力は、PCVベントに関する検討を開始していた。

計器類の電源復旧作業の結果、11日21時50分に原子炉水位がTAF+3400mmであることが判明し、また、11日23時25分にはD/W圧力が0.141MPa absと判明した。更に、12日2時55分には、RCICの運転が確認できた。こうしたことから、1号機のベント操作を優先する方向とし、1号機のベント実施に向けた対応を進め、2号機のパラメータ監視を継続することとした。

RCICによる原子炉への注水が継続し、D/W圧力は約200～300kPa abs と安定していたが、いずれベントが必要となることが予想されたことから、3号機と併せてベントライン構成の準備を開始した。現場の線量も低かったことから、ラプチャーディスクを除く、ベントに必要な弁を開けておくこととした。

1号機のベント準備が行われた際に、2号機についても弁の図面を用いて、ベントに必要な弁を手動で開けることができるかどうか、治具を取り付けて強制的に開いたままの状態にできるかどうか検討を実施していた。それらの結果及び配管計装線図、AM手順書、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（PCVベント弁（MO弁）は手動で開操作可能、S/Cベント弁（AO弁）は手動での開操作不可）を確認し、ベント手順を作成した。また、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した。

PCVベント弁（MO弁）を手動での開操作するため、当直員はセルフエアセットなど必要な装備を着用し、懐中電灯を携帯して原子炉建屋に出発した。

13日8時10分に、PCVベント弁（MO弁）を手順どおり25%開とした。13日11時、S/Cベント弁（AO弁）大弁の電磁弁を中央制御室仮設照明用小型発電機により励磁させ開操作を実施した。ラプチャーディスクを除く、ベントライン構成が完了した。しかしながら、D/W 圧力がラプチャーディスク作動圧（427kPa gage）よりも低く、ベントされない状態が続き、ベント弁の開状態を保持し、D/W 圧力の監視を継続した。

ところが、14日11時1分の3号機原子炉建屋で爆発が発生し、S/Cベント弁（AO弁）大弁の電磁弁励磁用回路が外れて、閉状態となり、ベントライン構成作業が再度必要となった。爆発後、中央制御室の当直員を除く作業員は、全ての作業を中断して免震重要棟へ退避した。作業員の安否確認や現場の状況確認のため、しばらく復旧に着手できなかった。

その間、D/W圧力は約450kPa absと、ベント実施圧力を下回った状態で安定的に推移していた。

爆発後の退避指示解除の後、14日16時頃、S/C ベント弁（AO弁）大弁の開操作を実施したが、14日16時20分頃、空気圧縮機からの空気が十分でなく、開操作できなかった。D/W圧力に低下が見られないことから、14日18時35分頃、S/Cベント弁（AO弁）大弁だけでなく、S/Cベント弁（AO弁）小弁を対象としてベントラインの復旧作業を継続した。14日21時頃、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、ベントのライン構成が完成したと考えられた。

D/W圧力がラプチャーディスク作動圧（427kPa gage）よりも低く、ベントされない状態がしばらく続いたが、14日22時50頃、D/W圧力が上昇し、最高使用圧力427kPa gageを超えたことから、原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）第15条事象「格納容器圧力異常上昇」と判断した。

D/W圧力は上昇傾向にある一方、S/C圧力は約300～400kPa absで安定し、D/WとS/Cで圧力が均一化されない状況が生じた。S/C側の圧力がラプチャーディスク作動圧よりも低く、D/W側の圧力が上昇していることから、D/Wベント弁（AO弁）小弁を開けることによりベントを実施する方針を決定した。15日0時2分、D/Wベント弁（AO弁）小弁を開操作し、ラプチャーディスクを除くベントのライン構成が一旦は完成したが、数分後には当該小弁が閉状態であることを確認、その後、D/W圧力は750kPa abs程度から低下せず、高い状態で安定して推移した。

そのような中、15日6時～6時10分頃、大きな衝撃音が発生した。同時期にS/C内圧力が0MPa absを示した。

その後、プラントの監視、応急復旧作業に必要な要員約70名を除き、約650名が一時的に福島第二原子力発電所へ避難した。その間もD/W圧力等のパラメータは、数時間ごとに当直員が中央制御室に行きデータを採取した。

15日11時25分頃、D/W圧力の低下を確認した。（730kPa abs（15日7時20分） → 155kPa abs（15日11時25分））。D/W圧力低下の原因は不明である。

ｄ　３号機

3号機では、東北地方太平洋沖地震後、地震加速度大によりスクラムし、制御棒の挿入によって原子炉は自動停止したが、その後の津波の影響によって、全交流電源が喪失した。その後、RCIC及びHPCIによる注水操作を継続し、電源復旧に向けて電源車を手配するなどの応急措置を進めたがその作業は難航した。

事故後は、原子炉への注水機能を確保するため、原子炉の減圧に伴い消防車による注水を行っていた。この間、PCVベントなどの諸対応を並行で実施していたが、3月14日11時01分頃、3号機の原子炉建屋は水素ガスによると思われる爆発で破損した。

以下においては、6月のIAEA報告書の記載内容の概要を説明するとともに、それ以降に明らかになった事故時の対応について紹介する。

○　６月のＩＡＥＡ報告書の概要

3号機は地震前には定格熱出力一定運転を行っていた。地震発生後の3月11日14時47分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、同時刻に制御棒が全挿入し未臨界となり、正常に自動停止した。また、地震前から工事停電していた大熊線3号線に加え、地震により、新福島変電所の遮断器がトリップ及び発電所内開閉所の受電用遮断器が損傷したため、大熊線4号線からの供給も途絶し、外部電源が喪失した。このため、非常用DG2台が自動起動した。

MSIVの閉止によりRPV圧力が上昇し、11日15時05分にRCICを念のため手動起動させたが、11日15時25分に原子炉水位高により停止している。

11日15時38分には、津波による影響を受け、3号機の冷却用海水ポンプ又は電源盤、非常用母線が被水、水没し、これにより非常用DG2台の運転が停止、全交流電源喪失の状態となったほか、RHRSポンプが津波により機能喪失し、RHRの機能が喪失、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となった。

ただし、3号機は直流母線の被水を免れた。交流母線からの交直変換による電源供給は行われなくなったものの、

バックアップ用のバッテリーにより、他号機と比較して長時間、直流電源を要する負荷（RCIC弁や記録計等）に電源を供給した。

11日15時25分のRCIC停止に伴う水位低下により、11日16時03分に再度RCICが起動し、12日11時36分に停止した。その後、炉心水位低（L-2）によりHPCIが12日12時35分に自動起動し、13日2時42分に停止した。

原子炉圧力は、スクラム後7～7.5MPa gageでほぼ安定的に推移し、13日9時前にSRVによる急速減圧がなされるまで、HPCIの運転停止に伴い変動した。

東京電力は、13日2時42分のHPCI停止後、PCV 圧力を低下させるため、13日8時41分からウェットベントの操作を行い、13日9時25分頃から消防車によりFPラインからほう酸を含む淡水注水を開始したものの、RPV 水位は低下した。この注水を考慮してもHPCI 停止から6時間43分の間、注水が停止していたこととなる。なお、13日13時12分には海水注水に切り替えられた。

さらに、PCV 圧力を低下させるため、14日5時20分にPCVベントを行っている。

○　代替注水

3号機では、11日の全交流電源喪失後、しばらくはRCIC及びHPCIが作動し、原子炉の冷却が維持されていた。しかしながら、いずれバッテリーの枯渇などによりこれらの機能が喪失する可能性があったことから、東京電力では代替注水により原子炉を冷却するための準備を進めた。

このような状況の中、12日11時36分にRCICがトリップし、その直後の12時35分に起動したHPCIも13日2時42分には停止した。

これを受け、東京電力では、既設の冷却設備（HPCI、RCIC、ディーゼル駆動消火ポンプ）による注水の再開を試みた。しかしながら、HPCIはバッテリー枯渇のため起動できず、RCICも現場の状況を確認し、原子炉注水を試みるが起動できなかった。ディーゼル駆動消火ポンプによる注水を試みるも、HPCIが停止した後、原子炉圧力が約

4MPaまで上昇しており注入できなかった。

1号機同様、消防車による注水を行なう準備も進めていたが、所内の消防車は1号機の海水注入に使用されており、また、外部に消防車の応援を要請するものの、しばらくは到着しなかった。

津波発生以降、道路の損傷や津波の瓦礫の影響で、1～4号機側と5、6号機側との間の通行が分断されていたが、土嚢の設置による段差の整地や瓦礫撤去など構内道路の復旧を順次進め、13日朝までに5、6号機との往来が可能となったことから、5、6号側にあった消防車を1～4号機側に移動させた。その他、福島第二原子力発電所で緊急時のバックアップとして待機していた消防車1台を福島第一原子力発電所に移動させ、これらの消防車を利用して防火水槽の淡水を水源として注水するライン構成を形成した。

消防車による注水のためには、SRVを操作して原子炉の減圧を行う必要があったが、バッテリーが不足してSRVを動かせない状態であった。既に1、2号機の計器復旧等のために所内のバッテリーを集めた後であり、所内にバッテリーの予備がない状況の中、発電所緊急時対策本部にいる東京電力社員の通勤用自動車のバッテリーを取り外して集め、中央制御室に運んで計器盤に繋ぎ込んだ。これにより、13日9時08分頃、SRVを開けて原子炉の急速減圧に成功、原子炉圧力が消防車の吐出圧力を下回ったので、13日9時25分、消防車による代替注水を開始した。

数時間で防火水槽の淡水が枯渇することが予想されたことから、発電所長は、13日10時30分、海水注入を視野に入れて動くとの指示を行った。13日12時20分には防火水槽の淡水が枯渇したため、3号機の逆洗弁ピットにある海水を注入するようライン構成の変更を開始した。短時間で切り替えられるよう予め準備していたが、作業中に余震が発生して避難指示が出されてしばらく作業の中断を余儀なくされた。作業再開後すぐにライン構成が完成し、13日13時12分には海水注入を開始した。

3号機逆洗弁ピットにある海水の枯渇に備え、4号機タービン建屋の地下に溜まった海水を利用するため、タービン建屋大物搬入口のシャッターを破壊して消防車を入れて取水を試みたが、うまくいかなかった。また、4号機放水口や技能訓練センターのプールなどからも取水できないか検討を行ったが、実現に至らなかった。

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

このような中、明け方になって消防車の応援が到着したため、直ちに、海から海水を取水して逆洗弁ピットへ送水するよう、消防車2台を物揚場付近に配置し、ライン構成を実施、14日9時20分に同ピットへの海水補給を開始した。

14日朝、淡水源として要請していた自衛隊の給水車（5t）7台が到着した。逆洗弁ピットの補給に使用することとし、14日10時53分に逆洗弁ピットに配置、補給作業を開始したが、14日11時01分に3号機原子炉建屋で爆発が発生し、これにより補給が停止した。また、中央制御室の当直員以外は全員、作業を中断して免震重要棟へ退避した。このため、しばらくの間、作業員の安否確認や現場の状況確認に追われ、復旧作業を中断せざるを得なかった。

また、爆発により高線量の瓦礫が3号機周辺に散乱し、消防車やホースが損傷し、3号機原子炉への海水注入が停止した。逆洗弁ピットも瓦礫により使用できなくなった。このため、海から取水した海水を直接原子炉に注水できるよう、使用可能な消防車2台を物揚場付近に移動させ直列に繋ぎ、2号機と3号機の両方に送水できるようホースを引き直し、14日16時30分頃に消防車による海水注入を再開した。

なお、この爆発により、東京電力社員4名、協力企業社員3名及び自衛隊員4名が負傷した。

○　格納容器ベント

3号機では、津波による全交流電源喪失と海水系ポンプの機能喪失により、最終ヒートシンクへ熱を輸送する手段が失われた。このため、東京電力では、PCV内の圧力上昇に備え、事故初期からPCVベントに関する検討を開始していた。

ベント実施に向けた事前準備として、中央制御室では、12日21時過ぎにベント手順の検討に着手し、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した。
また、発電所緊急時対策本部発電班では、1号機のベント操作手順書が完成した後、発電所緊急時対策本部復旧班と協力して、1号機のベント操作手順書や3号機のAM操作手順書を見ながら、ベント操作手順の検討を実施し、12日中に作成した手順を中央制御室に連絡した。

13日4時50分頃、S/Cベント弁（AO弁）大弁を開けるために、中央制御室仮設照明用の小型発電機を用いて、電磁弁を強制的に励磁させたが、当直員が現場で弁の開度を確認したところ、「閉」となっていた。
13日5時15分頃、発電所長が、ラプチャーディスクを除く、ベントのライン構成の完成作業及び公表準備を開始するよう指示を出した。
13日5時23分頃、S/Cベント弁（AO弁）大弁の電磁弁は励磁されているものの引き続き「閉」状態であったため、圧縮空気が不足していると判断、ボンベを交換したところ、S/Cベント弁（AO弁）大弁は「開」状態になった。13日8時35分頃、ベント弁（MO弁）を手動で開操作し、手順どおり15%「開」となり、13日8時41分頃ベントライン構成が完了し、ラプチャーディスクの破裂待ちとなった。

その後、13日9時10分から同24分の間に、D/W圧力が0.637 MPa absから0.540 MPa absに減圧したことから、東京電力ではこの間にベントが実施されたと判断した。ところが、13日9時28分頃、S/Cベント弁（AO 弁）大弁に設置したボンベの空気圧が下がりつつあったことから、ボンベ接続部の状態を確認するために現場に出動したところ、

リークが確認されたことから修理を実施した。
13日11時17分には再びボンベの圧力漏れによるS/Cベント弁（AO弁）大弁が閉止しているのを確認、駆動用ボンベを交換して、開操作を実施し、13日12時30分には再びS/Cベント弁（AO弁）大弁を開状態にした。
S/Cベント弁（AO弁）大弁の閉止を防ぐため、開状態で維持しようと作業員が現場（トーラス室）に行ったところ、当該弁のある室内は暑くなっており、また、SRV動作による振動もあり、開状態で維持することはできなかった。

13日14時31分頃、原子炉建屋二重扉北側で300mSv/h以上（中は白いモヤモヤ状態）、南側100mSv/hとの測定結果が報告された。また、13日15時28分、3号中央制御室の線量が12mSv/hとなり、当直員は4号中央制御室側に待避した。
13日17時52分頃､仮設コンプレッサーの充填が完了した。発電所緊急時対策本部復旧班は、原子炉建屋の線量が高かったため、仮設コンプレッサーをユニック車でタービン建屋大物搬入口へ移動し、計装用空気系（IA）ラインに接続した。
13日20時10分頃、D/W圧力低下によりS/Cベント弁（AO弁）大弁が開となったと判断した。
以降も、S/Cベント弁（AO弁）大弁の駆動用空気圧や空気供給ラインの電磁弁の励磁維持の問題から開状態維持が難しく、開操作が複数回実施された。

14日2時頃より、D/W圧力が上昇傾向（14日2時時点0.265MPa abs→14日3時時点 0.315MPa abs）となってきたことから、S/C ベント弁（AO 弁）大弁に加え、S/C ベント弁（AO 弁）小弁も開操作を行うこととし、3時40分頃、電磁弁を強制的に励磁させ、5時20分にはS/Cベント弁（AO 弁）小弁を開操作開始、6時10分に「開」状態を確認した。
以降も、S/C ベント弁（AO 弁）小弁の駆動用空気圧や空気供給ラインの電磁弁の励磁維持の問題から開状態維持が難しく、開操作が複数回実施された。

ｅ　４号機

4号機では、東北地方太平洋沖地震時には定期検査中であり、全燃料が使用済燃料プール(SFP)に取り出されていた。

津波の影響によって、冷却用海水ポンプ又は電源盤が被水し、これにより非常用DG1台の運転が停止したことで、全交流電源喪失の状態となり、SFPの冷却機能及び補給水機能が喪失した。

また、3月15日6時頃に発生した衝撃音の後、原子炉建屋の損傷が確認された。

以下においては、6月のIAEA報告書の記載内容の概要を説明する。なお、4号機に関しては、事故時の対応について本報告書で追加するものはない。

○　６月のＩＡＥＡ報告書の概要

4号機は地震時には定期検査中であり、シュラウド工事中のため原子炉内から全燃料をSFPに取り出した状態であった。

SFPの状態については、原子炉側でシュラウド切断作業が実施されていたことから、プールゲート（原子炉ウェルとSFPの間の仕切り板）が閉じられた状態で、満水状態であったことがわかっている。

3月11日、地震前から工事停電していた大熊線3号線に加え、地震により、新福島変電所の遮断器がトリップ及び発電所内開閉所の受電用遮断器が損傷したため、大熊線4号線からの供給も途絶し、外部電源が喪失した。

外部電源喪失によりSFPの冷却ポンプも停止したが、外部電源喪失に伴い、非常用DGからの給電を受けるRHR等を利用することが可能であった。しかしながら、当該切替えには現場操作が必要であり、津波到達前に起動するには至らなかった。

その後、11日15時38分には、津波の影響を受けて冷却用海水ポンプ又は電源盤が被水し、これにより非常用DG1台の運転が停止したことにより、全交流電源喪失の状態となり、SFPの冷却機能及び補給水機能が喪失した。

15日6時頃に発生した衝撃音の後、原子炉建屋の損傷が確認された。3号機PCVベントの排気管は、排気筒の手前

で4号機の排気管と合流していることから、3号機のベントにより排出された水素が、4号機の非常用ガス処理系（SGTS）を逆流し流入してきた可能性がある。

f　５号機

5号機では、東北地方太平洋沖地震時には定期検査中であり、地震当日は原子炉に燃料を装荷した上で、RPVの耐圧漏えい試験を実施していた。

津波の影響によって全交流電源喪失の状態となり、冷却用海水ポンプが機能喪失したことにより、RHRが使用できず、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となった。

3月19日、仮設の海水ポンプを設置し、SFPと原子炉のRHRによる冷却を交互に行う中、原子炉については、20日14時30分に冷温停止となった。

以下においては、6月のIAEA報告書の記載内容の概要を説明するとともに、それ以降に明らかになった事故時の対応について紹介する。

○　６月のＩＡＥＡ報告書の概要

5号機については、2011年1月3日から定期検査中のため停止中であり、地震当日は原子炉に燃料を装荷した上で、RPV の耐圧漏えい試験を実施していた。

11日15時40分には、津波の影響を受けて冷却用海水ポンプ又は電源盤が被水し、これにより非常用DG2台の運転が停止したことにより、全交流電源喪失の状態となった。また、冷却用海水ポンプが機能喪失したことにより、RHR が使用できず、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となった。

原子炉については、耐圧漏えい試験のために、原子炉圧力が7.2MPa gageに昇圧されていた。その後、崩壊熱により緩やかに上昇し、8MPa gage程度の原子炉圧力を維持した。

13日、6号機の非常用DGからの電源融通を受け、5号機の復水移送ポンプを使用して、炉内への注水が可能になった。このため、14日5時以降、SRVによる減圧を実施し、併せて、復水移送ポンプによりCSTからの水を原子炉へ補給する操作を繰り返し、原子炉圧力及び原子炉水位を制御した。

19日、RHRによる冷却を行うために、仮設の海水ポンプ

を設置し起動した。RHRの系統構成を切り替えることで、SFPと原子炉の冷却を交互に行い、原子炉については、20日14時30分に冷温停止となった。

○　原子炉圧力容器の減圧操作

地震発生時、5号機は定期検査中でRPVの漏えい試験中であり、原子炉水位は満水で約7MPa gageに加圧していた。

地震後、崩壊熱により原子炉圧力が緩やかに上昇してきたため、運転員はRCIC蒸気ライン、HPCI蒸気ライン及びHPCI排気ラインを順次使用し減圧操作を試みたが原子炉圧力は変化しなかった。

その後も圧力は上昇していったが、約8MPa gageで維持されたことからSRVが自動で開動作したと判断した。なお、中央制御室の表示灯の電源がなく、表示灯によってSRVの動作状況を確認することができない状態であったが、後述するRPV頂部の弁の空気供給ライン操作のため現場に向かった運転員が、原子炉建屋内でSRVの動作音を確認している。

原子炉圧力を下げるべく、原子炉建屋内の弁を現場で手動操作することで、RPV頂部の弁を開くための空気を供給するラインを構成し、3月12日6時06分、中央制御室にてRPV頂部の弁を開操作した。これにより、大気圧程度まで原子炉圧力を降下させることができた。

その後、崩壊熱により再び原子炉圧力が上昇してきたことから、3月14日未明よりSRVの復旧作業を開始（SRVは漏えい試験のため、中央制御室からの操作ができない状態にしていた）。電源ヒューズを復旧し、PCV内にある窒素ガス供給ラインの弁を現場で手動操作してライン構成を完了させ、SRVが中央制御室から操作可能な状態とした。3月14日5時にSRV開操作し、RPVの減圧を開始した。

減圧操作後の対応（原子炉への代替注水、RHR除熱機能の復旧、SFPの温度上昇抑制）は、同様に定期検査中であった6号機と並行して実施しているため、「ｇ　６号機」に、5号機の対応状況も併せて記載する。

ｇ　６号機

6号機では、東北地方太平洋沖地震時には定期検査中であり、地震当日は原子炉に燃料が装荷され、冷温停止中であった。

津波の影響によって非常用DG2台（6A、6H）の運転は停止したが、1台（6B）の運転は継続された。

14日以降、SRVによる減圧に併せて、復水移送ポンプによりCSTの水を原子炉へ補給する操作を繰り返し、原子炉圧力及び原子炉水位を制御していたが、19日、仮設の海水ポンプを設置し、SFPと原子炉のRHRによる冷却を交互に行う中、原子炉については、20日19時27分に冷温停止となった。

以下においては、6月のIAEA報告書の記載内容の概要を説明するとともに、それ以降に明らかになった事故時の対応について紹介する。

○　６月のＩＡＥＡ報告書の概要

6号機については、2010年8月14日から定期検査中のため停止中であり、地震当日は原子炉に燃料が装荷され、冷温停止であった。

15時40分には、津波の影響を受けて冷却用海水ポンプ又は電源盤が被水し、これにより非常用DG2台（6A、6H）の運転は停止したが、タービン建屋とは別のDG建屋の比較的高い場所に設置されていた非常用DG1台（6B）の運転は継続された。このため、6号機については全交流電源喪失には至らなかった。しかし、津波により冷却用海水ポンプが機能喪失した。

13日、非常用DGからの電源で、復水移送ポンプを使用して炉内への注水が可能になった。このため、14日以降、SRVによる減圧を実施し、併せて、復水移送ポンプによりCSTからの水を原子炉へ補給する操作を繰り返し、原子炉圧力及び原子炉水位を制御した。19日、RHRによる冷却を行うために、仮設の海水ポンプを設置し起動した。RHRの系統構成を切り替えることで、SFPと原子炉の冷却を交互に行い、原子炉については、20日19時27分に冷温停止となった。

○　５号機及び６号機原子炉への代替注水

5号機復水移送ポンプは、3月13日に発電所緊急時対策本部復旧班で健全性確認を行ったうえ、6号機低圧電源盤（MCC）より直接、仮設電源ケーブルを敷設し、3月13日18時29分に電源が復旧できた。このため、SRVによる原子炉減圧後の3月14日5時30分に、AM策として使用するFPラインとRHRラインとを繋ぐ代替注水ラインを用い、原子炉への注水を開始した。

6号機復水移送ポンプは、6号機非常用DGからの電源供給により起動できる状態であり、3月13日13時20分にAMで使用するラインを用い、原子炉への注水を開始した。

○　５号機及び６号機ＲＨＲ除熱機能の復旧

定期検査のため5号機は停止後約2.5ヶ月、6号機は約7ヶ月を経過しており、地震時の原子炉内の崩壊熱は運転中のプラントと比較し小さい状況であった。

発電所緊急時対策本部復旧班が、5号機及び6号機RHRSポンプの健全性を確認した結果、使用できないことが判明した。東京電力本店と協力し、一般使用品の水中ポンプを仮設で海水系配管に接続し、RHRの代替冷却海水ポンプとして復旧することの検討を開始した。

3月17日より水中ポンプ設置に関わるエリアの瓦礫撤去、工事用道路の整地を開始した。3月18日には高圧電源車から仮設電源ケーブルを敷設し、屋外ポンプ操作盤の設置が完了したことから、3月19日1時55分に5号機、3月19日21時26分に6号機の仮設RHRSポンプが起動し、復旧した。

5号機RHRポンプはタービン建屋地下の5号機高圧電源盤（M/C）が津波の浸水により本設での電源供給は不可能であったため、3月18日に6号機高圧電源盤（M/C）より仮設電源ケーブルを約200m敷設し、5号機RHRポンプへ直接電源を供給した。

なお、6号機RHRポンプは6号機DGからの高圧電源盤（M/C）の負荷であり電源は供給できていた。

RHRポンプ及びRHRSポンプの復旧により、5号機及び6号機の除熱機能1系列は使用可能となったことから、RHRの系統構成の切替えにより原子炉とSFPを交互に冷却す

ることとした。

SFP水の温度が低下した後、RHRの系統構成を切替え、原子炉の冷却に移行した。原子炉水温度100℃未満に低下し、原子炉冷温停止（5号機 3月20日14時30分、6号機 3月20日19時27分）となった。

なお、5号機においては、6月24日16時35分に燃料プール冷却浄化系（FPC）ポンプを起動し、SFPは同ポンプによる冷却、原子炉はRHRによる冷却となった。

○ ５号機及び６号機使用済燃料プールの温度上昇抑制

津波の影響で5号機及び6号機海水ポンプが全て使用不可の状態であり、使用済燃料が貯蔵されているSFPの冷却ができない状況であった。

SFP内の崩壊熱について温度上昇率を評価したうえで、除熱機能の復旧までSFP水温度の監視を継続した。

5号機及び6号機復水移送ポンプが復旧したことから、3月14日にAMで使用するラインを用い、SFPをほぼ満水まで水の補給を行った。

その後、除熱機能の復旧までSFP水温度の上昇率を抑えるため、3月16日、5号機では温度が上昇したSFPの水の一部を排水後、AMで使用するラインを用い、復水移送ポンプで水の補給を実施した。

6号機FPCポンプは6号機非常用DGから電源供給できた状態であったため、3月16日、FPCポンプを循環運転（除熱機能なし）で起動し、SFPの水温度の上昇率を抑えるため、SFPの水を攪拌した。

h　電源及び計器の復旧

3月11日15時42分の全交流電源が喪失した後、プラントパラメータ及び冷却機能の回復のため電源及び計器類の復旧を最優先に取り組んだ。その取組みを以下に記述する。

○　電源

福島第一原子力発電所では、津波襲来後しばらくは余震及びそれに伴う津波のおそれがあったため現場に作業員を派遣することが困難であった。しかしながら、全交流電源が喪失した事態に直面し、発電所緊急時対策本部復旧班が中心となり復旧作業を開始した。

まずは、開閉所や電源盤の被災状況を確認することから始めた。外部電源が接続されている開閉所を確認したころ、開閉器が落下するなど大きく損壊しており、直ちに復旧できる状況にないことが確認された。また、タービン建屋（一部はタービン建屋以外）にある電源盤（M/C、P/C）の浸水状況や外観の損傷状態等の目視点検、絶縁抵抗測定等を実施し、1、3号機はM/C、P/Cの両方が全て使用不可能、2号機はM/Cは全て使用不可能であるものの、P/Cは一部使用可能であることを確認した。

一方、東京電力本店の配電部門は17時頃全店に対して高･低圧電源車の確保と福島第一原子力発電所へのルートの確認を指示した。

これを受け、全店の高･低圧電源車が福島に向け出発するが、道路被害や渋滞により思うように進めなかった。また、自衛隊が電源車の空輸を検討するも、重量オーバーにより空輸を断念した。東北電力へも高圧電源車を福島第一原子力発電所に派遣するよう依頼した。

12日未明、支援に駆けつけた東京電力の電源車を利用して、高圧注水が可能なSLC等を復旧させるべく、電源の接続作業を開始した。SLCポンプ等の機器の動作に必要な電圧480Vを得るために、2号機P/C(2C)の動力変圧器（6.9 kV/480V）に電源車を接続することにした。接続作業では、2号機P/C(2C)までの距離やケーブル敷設の作業性を考慮して、電源車を2号機タービン建屋脇に配置し、タービン

建屋大物搬入口から1階北側にある当該P/Cまでケーブル約200mを敷設することとした。

接続ケーブルは、定検工事用に構内協力企業が保管していたものを活用した。このケーブルは太さ十数cm、長さ約200m、重量は1t以上であり、通常なら機械を利用して相当の日数をかけて敷設するものを、東京電力社員約40名の人力にて急ピッチで敷設作業を実施し、4、5時間で完了した。

こうした作業は、暗所、津波による水たまり、障害物の散乱、道路マンホール蓋の欠落等劣悪な作業環境のため難航した。また、暗闇の中で、ケーブルを敷設するための貫通部を探し、扉を壊してようやく敷設経路を確保するなど作業は困難を極めた。また、大津波警報が継続しており、度々の余震の発生による避難や作業中断も強いられた。P/Cへの接続に必要なケーブルの端末処理は、それだけで数時間かかるものを、数名の技術者で実施した。

作業を進めるための発電所緊急時対策本部と現場との連絡は、通信がほとんど使えない状況の中、通信可能な場所まで移動するなど時間を要した。

このような中で、12日15時30分頃、ようやく2号機P/Cへのケーブル繋ぎ込みと電源車の接続が完了し、SLCポンプ手前まで送電したが、12日15時36分、1号機で原子炉建屋の爆発が発生し、その飛散物により敷設したケーブルが損傷し、高圧電源車は自動停止した。作業を中断し全員免震重要棟への退避を余儀なくされた。

6号機では津波の影響によって非常用DG2台（6A、6H）の運転は停止したが、1台（6B）の運転は継続された。

ただし、外部電源は早期の復旧が困難な状況であり、6号機非常用DG1台のみでの電源供給が続いており燃料不足（枯渇）が懸念された。このため燃料油（軽油）を手配し、3月18日以降、関東方面より発電所へ毎日タンクローリーで軽油を移送し、6号機軽油タンクへの補給を続け非常用DGの燃料を確保した。

6号機から5号機の電源融通について、照明が切れて暗闇

となった5号機建屋内で、運転員は懐中電灯を持ち、電気品室の浸水状況や電源盤の使用状態を確認した。5号機高圧電源盤（M/C）が全て使用不可であることを確認した。

6号機は非常用DGの運転継続により所内電源が確保できていたため、AM策として隣接プラント間の電源の融通のために敷設済みであった5号機と6号機間のケーブルを利用し、3月12日8時13分、5号機に電源融通した。これにより、5号機では直流電源で動作する機器の一部（A系）へ電源を供給できるようになった。

また、6号機サービス建屋の計測電源盤から5号機コントロール建屋の計測電源盤へ直接仮設電源ケーブルを敷設することで、中央制御室の5号機監視計器のうち、交流電源で動作するものへ電源を供給することができた。

その後、5号機高圧電源盤（M/C）の水没により5号機低圧電源盤（MCC）へ電源を供給することはできなかったため、6号機タービン建屋の低圧電源盤（MCC）から5号機の復旧操作に必要な機器へ、直接、仮設電源ケーブルの敷設を開始した。3月13日21時01分に5号機SGTSを起動（6号機SGTSは地震後から運転継続中）。これにより、その後の5号機及び6号機原子炉建屋は負圧を維持するとともに、万一の際の放射性物質の放出抑制が図られる状態に保たれた。

なお、6号機非常用DG（6A）を冷却するための海水ポンプについては、津波で海水を被ったものの、運転員及び復旧班が屋外の海水ポンプエリアの浸水状況や外観の損傷状態等の目視点検、絶縁抵抗測定等を実施して健全性を確認し、3月18日19時07分に起動した。

3月19日4時22分、6号機非常用DG（6A）を起動し、5号機及び6号機用の非常用電源として非常用DGを2台確保できた形となった。

○　計装

1･2号機中央制御室では、全交流電源喪失により、照明、表示灯が徐々に消えていく中、警報音もなくなり、中央制御室1号機側照明は非常灯のみ、2号機側の照明は消え、真っ暗となった。当直長の指示に基づき、使用できる設備、

使用できない設備の確認を実施した。

直流電源で操作可能な設備として、1号機について、ICとHPCIの状況を確認したところ、ICは弁開閉表示が確認できない状態であることを確認し、HPCIについては制御盤でうっすらと表示灯が点灯していることを確認したが、その後消灯したため、起動不能と判断した。2号機について、RCICの起動状態が不明となった。

11日15時50分頃には、計測用電源が喪失し、原子炉水位が不明となった。

中央制御室と発電所緊急時対策本部との通信手段は、PHSは利用できず、ホットラインと固定電話のみとなった。

3・4号機中央制御室では、全交流電源喪失に伴い、中央制御室の照明は非常灯のみとなった。懐中電灯を用意し、4号機は定検中で全燃料取り出し状態であったため、3号機を中心に原子炉水位等のパラメータを確認した。

全交流電源喪失時のマニュアルに従い、RCIC、HPCIのバッテリーをできるだけ長く維持できるよう、必要のない負荷を落とす操作を行った。

11日16時03分にRCICを手動起動した。中央制御室で吐出圧力や回転数を確認し、運転状況を監視、HPCIの起動に備えた。

5・6号機中央制御室では、津波発生により、5号機の2台と6号機の2台の非常用DGが同時に停止したのを確認した。

6号機の非常用DG1台（6B）が津波の影響を受けず、周波数調整を行い、運転状態を維持し、原子炉複合建屋の高圧電源盤（M/C）は使用可能だったことから、6号機については津波発生以降も非常用機器の一部（B系）に電源供給が継続した。

6号機については、照明と監視計器の電源が確保されていたことから、原子炉とSFPのパラメータを確認することができた。

一方、5号機側は非常灯もだんだんと消え、真っ暗な状況になっていったが、監視計器の一部は全交流電源喪失後

も直流電源で動作しており、5号機復旧操作を行ううえで必要な指示値の確認はできた。

非常用換気空調系の1台は6号機非常用DGからの電源供給により、3月12日14時42分に手動で起動した。これにより、中央制御室内では全面マスクが装着不要の環境が維持された。

発電所緊急時対策本部復旧班は、中央制御室内の計器類の復旧のために、必要な図面の用意、構内の企業からバッテリーやケーブルの収集を始めた。収集できたものから順次中央制御室に運び込み、図面の確認を行い、1･2号機中央制御室の計器盤への接続を開始した。

「非常用炉心冷却装置注水不能」事象が発生し、原子炉への注水状況を把握することが最優先だったことから、直流電源で動作する原子炉水位計から順次バッテリーを接続し、復旧作業を始めた。11日21時19分に1号機の水位（TAF+200mm）、11日21時50分に2号機の水位（TAF+3400mm）が判明した。

また、中央制御室の照明仮復旧のために、原子力発電所緊急時対策本部復旧班は、小型発電機を準備、設置した。11日20時49分に1･2号機中央制御室に、11日21時58分には3･4号機中央制御室にそれぞれ仮設照明が設置された。

i　水素対策

3月12日15時36分に1号機で水素爆発と思われる爆発が発生したことを受け、東京電力では、他号機でも同様の爆発が起きるおそれがあったことから、原子炉建屋内に水素が充満した場合に大気中に放出させる手立てについて検討を進めた。東京電力本店からの助言もあり、発電所ではブローアウトパネルの開作業や原子炉建屋の天井部に穴を開けることなどの方策について検討した。しかしながら、こうした作業は重機が必要であったり、高い線量下により原子炉建屋内へのアクセスに制限があったり、すぐに実現させることは困難な状況であった。このような中、14日11時01分に3号機において水素爆発と見られる爆発が発生した。また、15日6時頃に大きな衝撃音が確認され、2号機のS/C圧力が0MPa absを示し、その後4号機の原子炉建屋5階屋根付近に損傷が確認された。2号機は1号機の水素ガスによるものと思われる爆発時にブローアウトパネルが開いたと見られる。

なお、5、6号機については、地震発生以降、原子炉及びSFPの水位は維持されており、水素ガスが発生する状況ではなかった。しかしながら、余震により、注水機能や除熱機能が失われるリスクもあることから、念のため、水素ガス滞留防止策を検討し、3月18日に5号機及び6号機原子炉建屋の屋根（コンクリート）にボーリングマシーンを使用し3ヶ所の孔空け（直径約3.5cmから約7cm）を実施することとした。作業は3月18日早朝より開始し、東京電力職員4名と協力企業作業員4名が「全面マスク＋チャコールフィルタ＋カバーオール」を装備し、原子炉建屋屋上に上り、5号機及び6号機合わせて約11時間の作業を実施した（13時30分に5号機完了、17時に6号機完了）。

④　事故の進展予測

原子力安全・保安院は、福島第一原子力発電所の事故当日から3月13日までの間、原子力災害対策本部事務局として経済産業省別館に設置された緊急時対応センター（ERC）内において事故の進展を予測し、官邸危機管理センターに予測結果に関する資料を送付した。

事故が発生した際は、応急対策を実施するため、事故発生後の進展を予測することが必要となる。このため政府は、独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）を通じて、事故進展予測を支援するためのシステム（緊急時対策支援システム（ERSS））を整備してきた。

ERSSの主たる機能は、発電所からプラント情報を取得し、これに基づき事故の状態を判断し、事故進展予測を行うものである。しかしながら、地震の影響によりデータの伝送が止まり、プラント情報が取得できなくなったため、正確なプラントデータに基づく事故進展予測ができなくなった。

このため、JNESがプラント事故挙動データシステム（PBS:あらかじめ種々の事象に対するプラント挙動を解析し、データベース化したシステム。ERSSの機能の一つ。）から事故の状況に近いデータを選択し、ERCに送信した。ERCにおいては、電話・ファクスで入手したプラント情報と、上記の事故データを比較して、事故の状態の予測を行うこととなった。

予測を実施した経過は以下のとおりである。

○　2号機については、11日21時30分頃、JNESがERCプラント班にPBSの結果を送信した（添付II-2図1）。当該結果に基づく事故進展予測については、同日22時44分頃及び翌12日0時17分頃、官邸危機管理センターに派遣されていた原子力安全・保安院職員に送付され、オペレーションルーム内に共有された。

・官邸危機管理センターに送付された予測（3月11日22時00分時点の予測）

3月11日22:50　炉心露出
23:50　燃料被覆管破損
24:50　燃料溶融

27:20　PCV 設計最高圧(527.6kPa)到達

○　1 号機については 12 日 1 時 57 分頃、JNES が ERC プラント班に PBS の結果を送信した（添付 II-2 図 2)。当該結果については、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）の入力データとして用いられ、同日 6 時 07 分頃に計算結果が出力された（当該結果は官邸危機管理センターには送付されていない。)。

○　3 号機については 13 日 6 時 29 分頃、JNES が ERC に PBS の結果を送信した（添付 II-2 図 3)。当該結果に基づく事故進展予測については、同日 6 時 50 頃、官邸危機管理センターに派遣されていた原子力安全・保安院職員に送付され、オペレーションルーム内に共有された。

・官邸危機管理センターに送付された予測（3 月 13 日 6 時 30 分時点の予測）

3 月 13 日 6:00～6:15　燃料被覆管破損

8:00～8:15　燃料溶融（炉心損傷）

なお、1 号機及び 2 号機については、ERSS の解析予測システム（APS:プラント情報を基にリアルタイムで事故進展を解析するシステム。ERSS の機能の一つ。）を用いて解析を試みたが、正確なプラント情報を得ることができなかったため、事故進展予測には利用しなかった。また、4 号機から 6 号機については、ERSS による解析を実施していない。

（２）福島第一原子力発電所の状況

ここでは、福島第一原子力発電所の現状について概説する。具体的には、福島第一原子力発電所の各号機における原子炉やSFP の冷却、放射性物質の放出の状況、発電所構内における汚染の状況及び耐震安全性についての現状を紹介する。

1号機から4号機の原子炉建屋の状況について図II-2-26に示す。

① 原子炉及び使用済燃料プール等の冷却の状況

ａ １号機

1号機への消防車による注水は、給油の必要性等の冷却機能の安定性や、運用に伴う被ばくが問題となっていたことから、その後の淡水供給系の復旧、電源の復旧等の進捗に併せて、原子炉注水ポンプ等を設置し、図II-2-27に示すように各設備で多重化を図った原子炉注水システムにより、原子炉への注水を行っている。

1号機では、8月31日時点で、崩壊熱相当の注水量を上回る約3.6m^3/hの水量で注水を実施している。

RPV底部の温度は、至近1ヶ月では継続的な温度上昇の挙動がなく、100℃以下で安定的に推移しており、原子炉注水システムにより原子炉は十分に冷却できている（図II-2-28）。

1号機では4月7日にPCVへの窒素封入を開始し（図II-2-29）、8月31日現在でも封入を継続している。

さらに、5月に実施した水位計校正に引き続き、6月3～4日に原子炉水位計（燃料域A系）の基準面器側に水を満たし仮設の圧力計を取り付け、圧力指示値と水頭圧による原子炉水位、原子炉圧力の監視を開始し、現在まで継続して監視を行っている（図II-2-30）。

ｂ ２号機

2号機への消防車による注水は、給油の必要性等の冷却機能の安定性や、運用に伴う被ばくが問題となっていたことから、その後の淡水供給系の復旧、電源の復旧等の進捗に併せて、原子炉注水ポンプ等を設置し、図II-2-27に示すように各設備で多重化を図った原子炉注水システムにより、原子炉への注水を行っている。

2号機では、8月31日時点で、崩壊熱相当の注水量を上回る約3.8m³/hの水量で注水を実施している。

RPV底部の温度は、至近1ヶ月では継続的な温度上昇の挙動がなく、130℃以下で安定的に推移しており、原子炉注水システムにより原子炉は十分に冷却できている（図II-2-31）。

2号機では6月28日にPCVへの窒素封入を開始し（図II-2-32）、8月31日現在でも封入を継続している。

さらに、6月以降に実施した対策としては、6月22日に1号機と同様の構成で、仮設の圧力計を設置した。推定原子炉水位は1号機と同様にTAFから-5m以下とされたが、東京電力では現時点では正確に測定できていないと判断している。

c　３号機

3号機への消防車による注水は、給油の必要性等の冷却機能の安定性や、運用に伴う被ばくが問題となっていたことから、その後の淡水供給系の復旧、電源の復旧等の進捗に併せて、原子炉注水ポンプ等を設置し、図II-2-27に示すように各設備で多重化を図った原子炉注水システムにより、原子炉への注水を行っている。

3号機では、8月31日時点で、崩壊熱相当の注水量を上回る約7.0m³/hの水量で注水を実施している。

RPV底部の温度は、至近1ヶ月では継続的な温度上昇の挙動がなく、120℃以下で安定的に推移しており、原子炉注水システムにより原子炉は十分に冷却できている（図II-2-33）。

3号機では7月14日にPCVへの窒素封入を開始し（図II-2-34）、8月31日現在でも封入を継続している。

d　４号機

4 号機は、地震時には定期検査中であり、シュラウド工事中のため原子炉内から全燃料を SFP へ取り出した状態であった。

なお、3 月 15 日 6 時頃に、大きな音が確認され 4 号機の原子炉建屋の破損が確認されている（図 II-2-26）。この原因については、6 月の IAEA 報告書において、3 号機で PCV ベントが行われたことにより、3 号機から水素ガスを含む PCV ベント流が排気筒合流部を通じて流入したとの可能性を指

摘している（図 II-2-35、図 II-2-36）。

その後、事実関係を確認すべく、8 月 25 日に 4 号機の SGTS フィルタトレインの放射線量測定を実施したところ、SGTS フィルタトレイン出口側の放射線量が高く、入口側に行くに従い下がっていくことが確認された（図 II-2-37）。これは、3 号機の PCV ベント流が SGTS 配管を経由して 4 号機に回り込んだ可能性を示す結果と考えられる。

e　５号機

5 号機については、3 月 20 日より冷温停止となっている。6 月以降の設備の主な復旧状況としては、6 月 24 日に本設の補助海水ポンプ(C)が復旧し、原子炉補機冷却系（RCW）ポンプ及び FPC ポンプによる SFP 冷却と RPV 冷却の常時運用が可能となった。また、非常用 DG(A)及び(B)も試運転の結果、異常がないことが確認（6 月 27、28 日）され、待機状態に移行している。7 月 15 日には本設の RHR(B)のポンプを復旧し、RHR(B)系を起動している。

f　６号機

6 号機については、3 月 20 日より冷温停止となっている。6 月以降の設備の主な復旧状況としては、8 月 9 日に RHRS の代替冷却仮設ポンプの接続方法を強化するため、当該仮設ポンプから RHR(A)への配管接続作業を実施した。また、FPC ポンプによる SFP 冷却について準備を進めている。

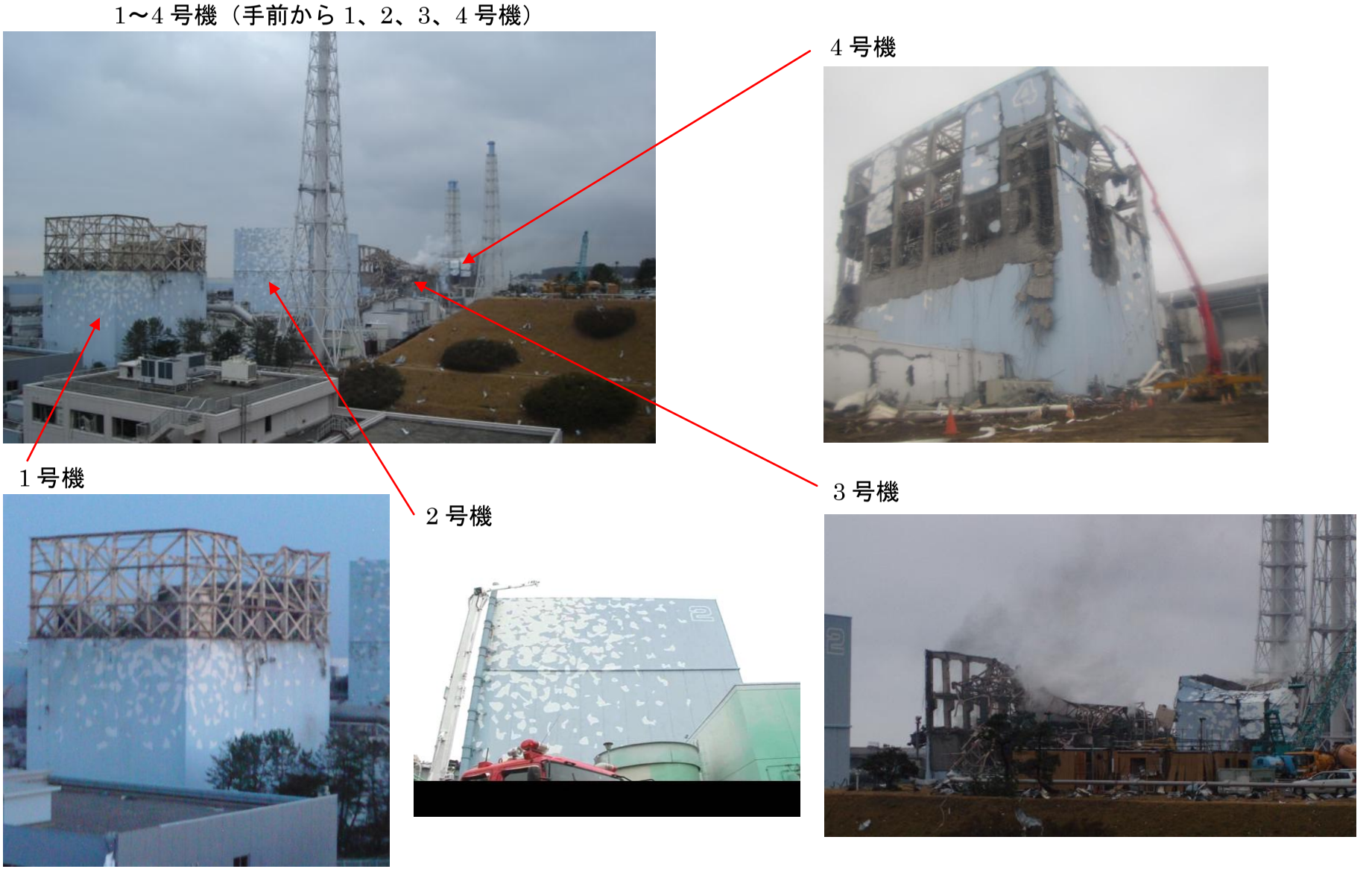


図 II-2-26　福島第一原子力発電所 1～4 号機　原子炉建屋の状況

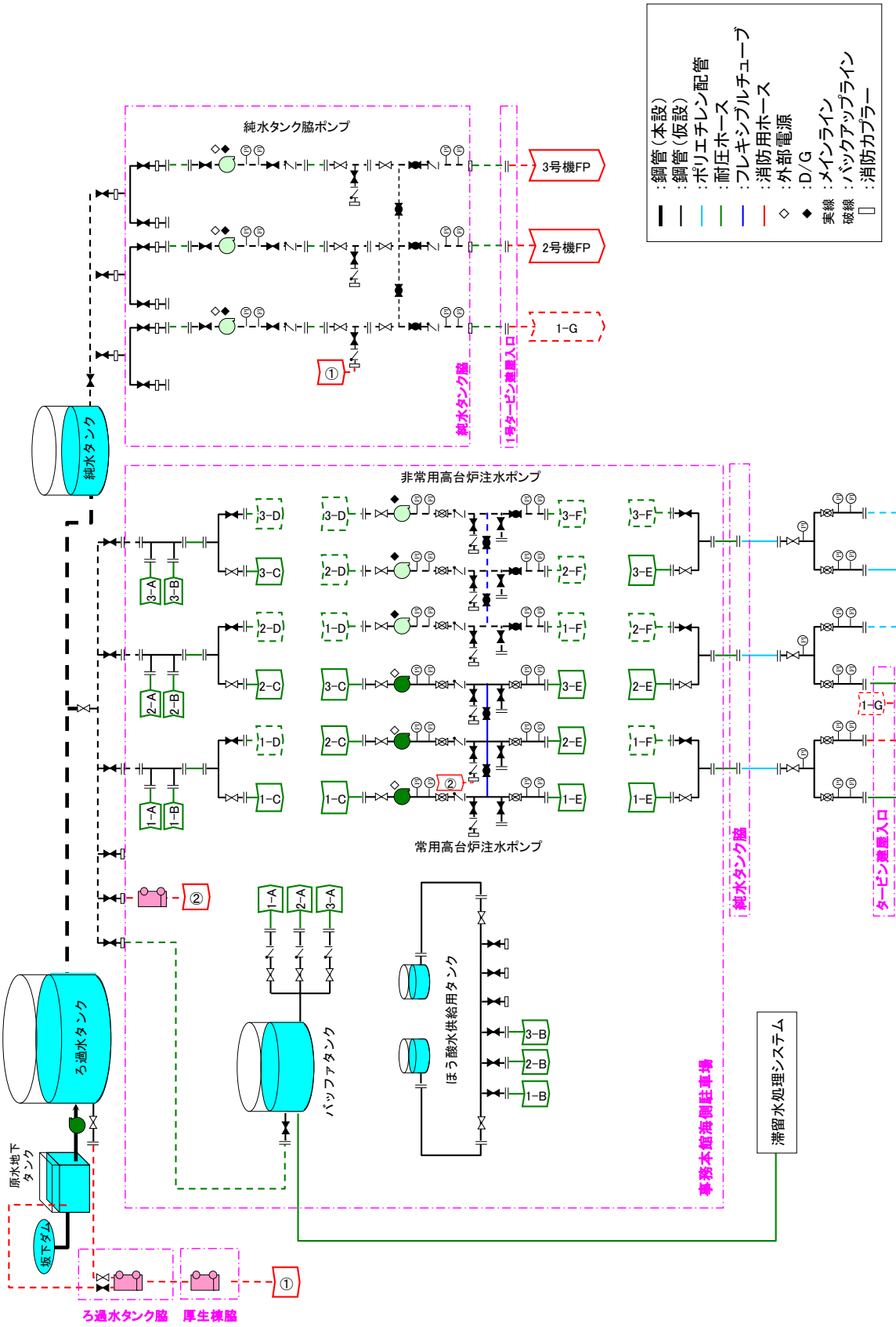


図 II-2-27　原子炉注水システム概略系統図

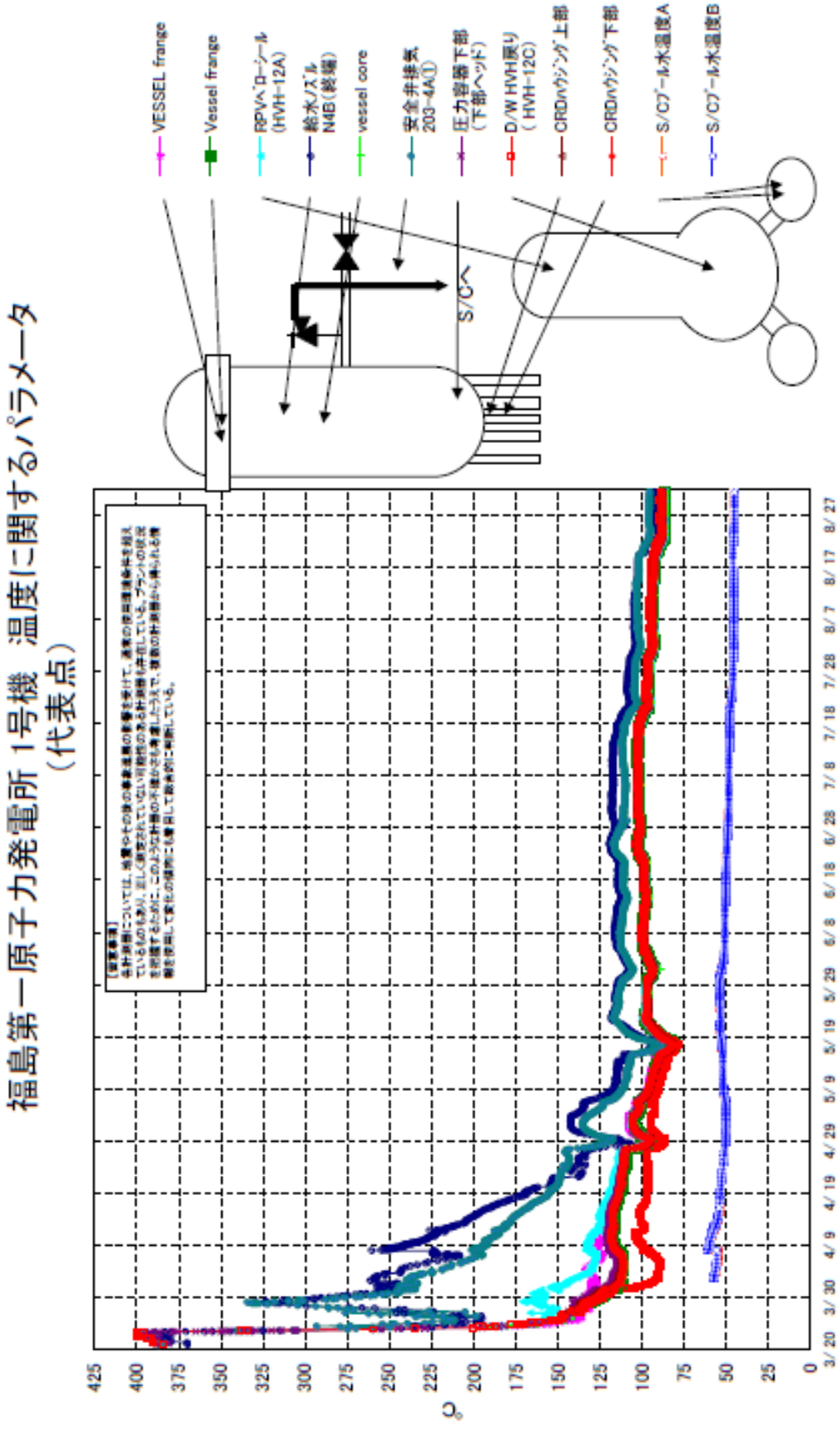


図 II-2-28　福島第一原子力発電所 1 号機　温度に関するパラメータ

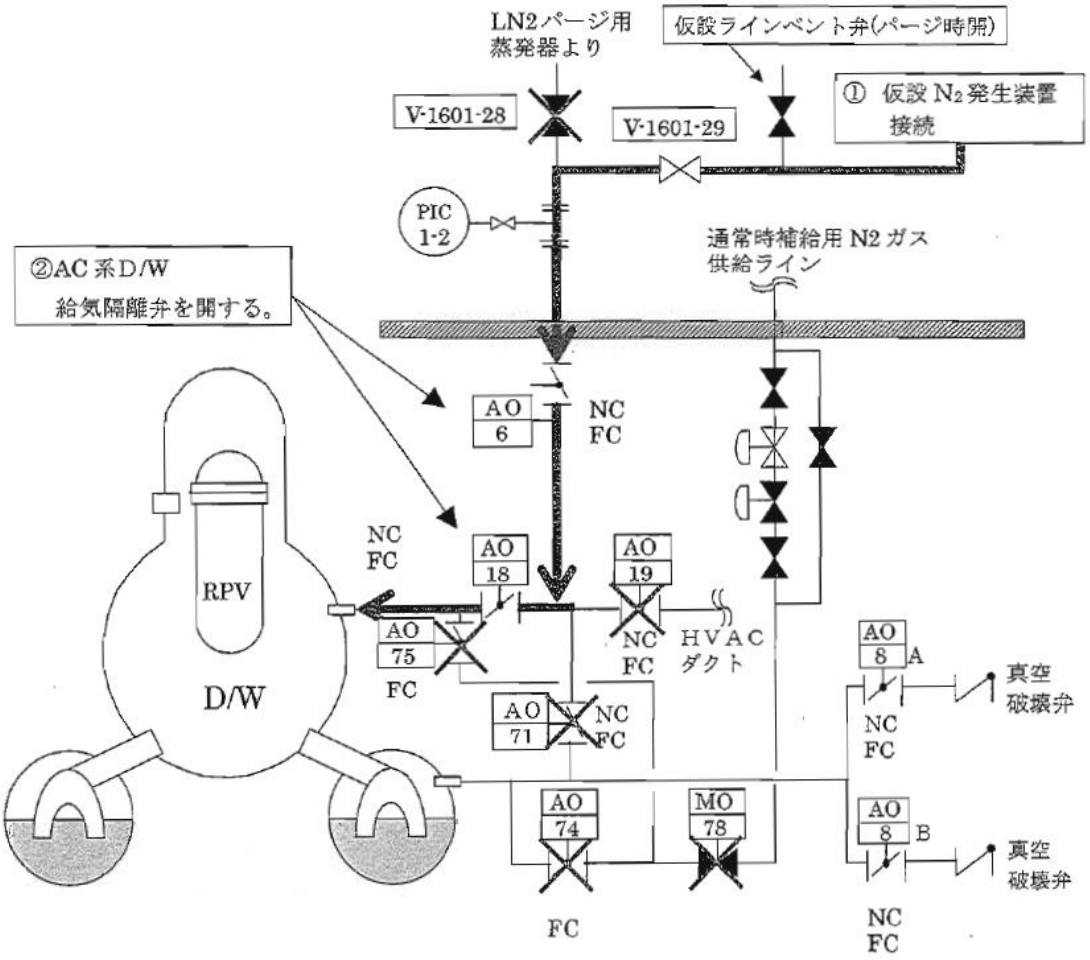


図 II-2-29　福島第一原子力発電所 1 号機原子炉格納容器への窒素封入ライン

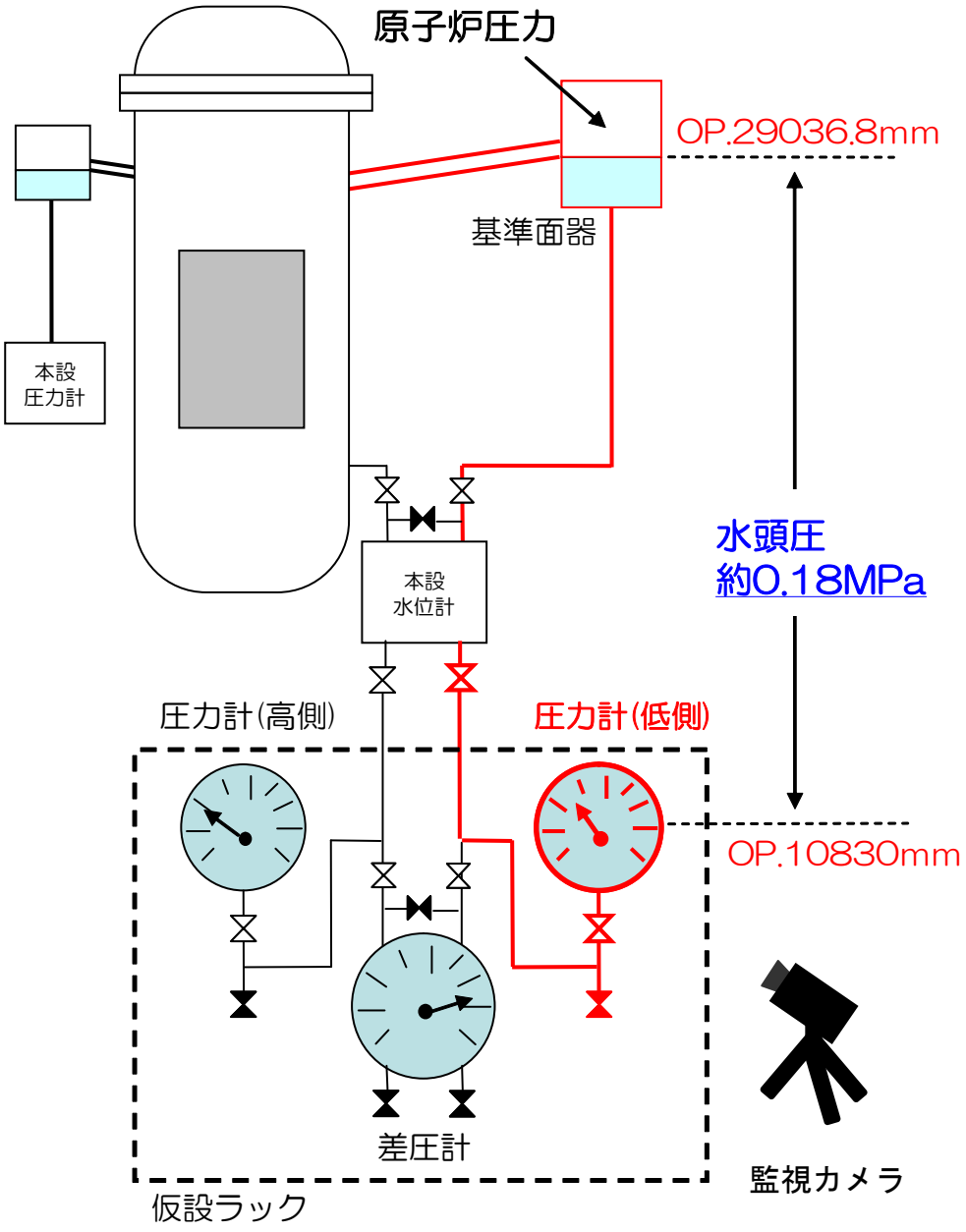


図 II-2-30　福島第一原子力発電所 1 号機仮設原子炉圧力計設置　概念図

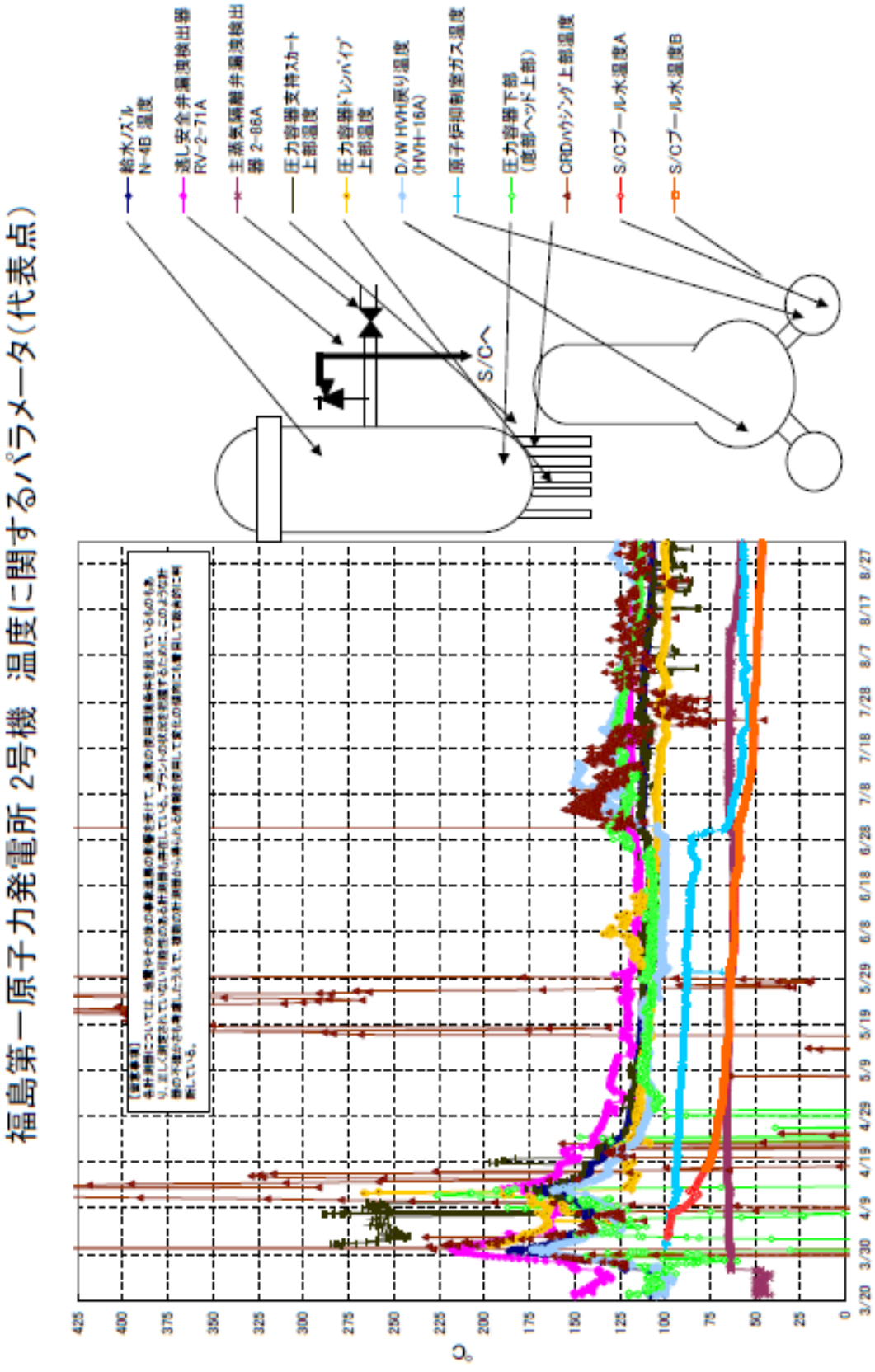


図 II-2-31　福島第一原子力発電所 2 号機　温度に関するパラメータ

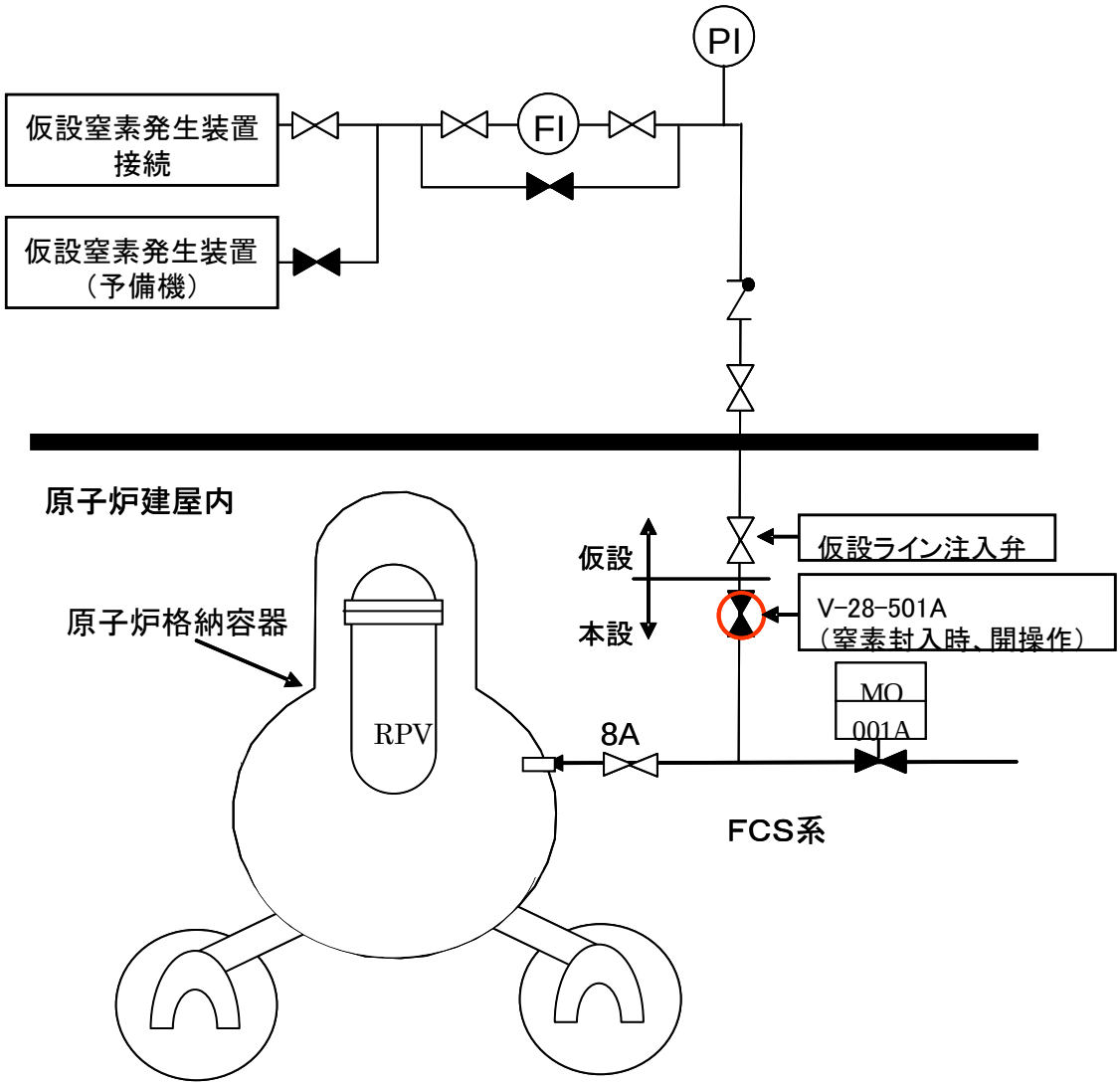


図 II-2-32　福島第一原子力発電所 2 号機原子炉格納容器への窒素封入ライン

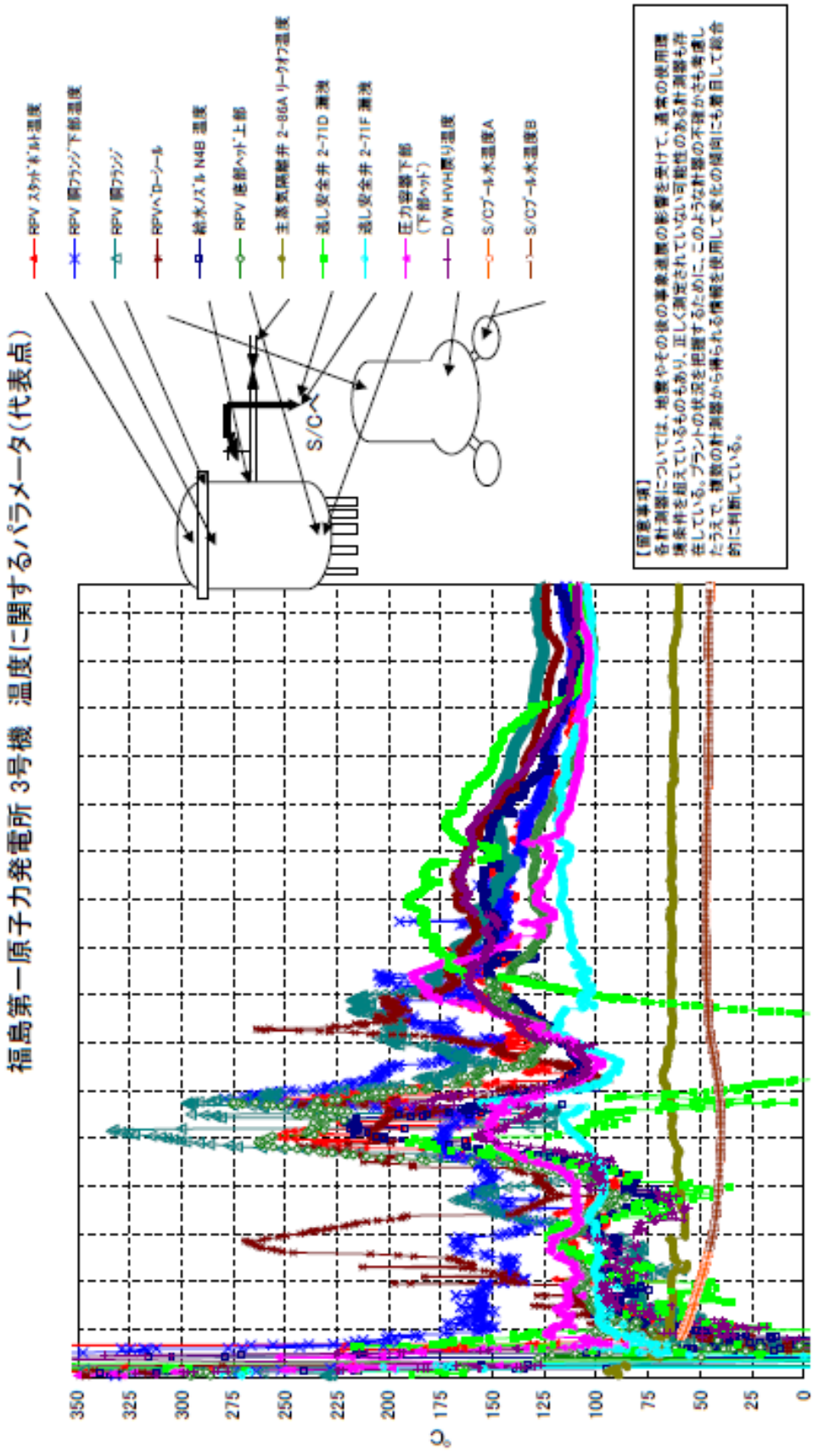


図 II-2-33　福島第一原子力発電所 3 号機　温度に関するパラメータ

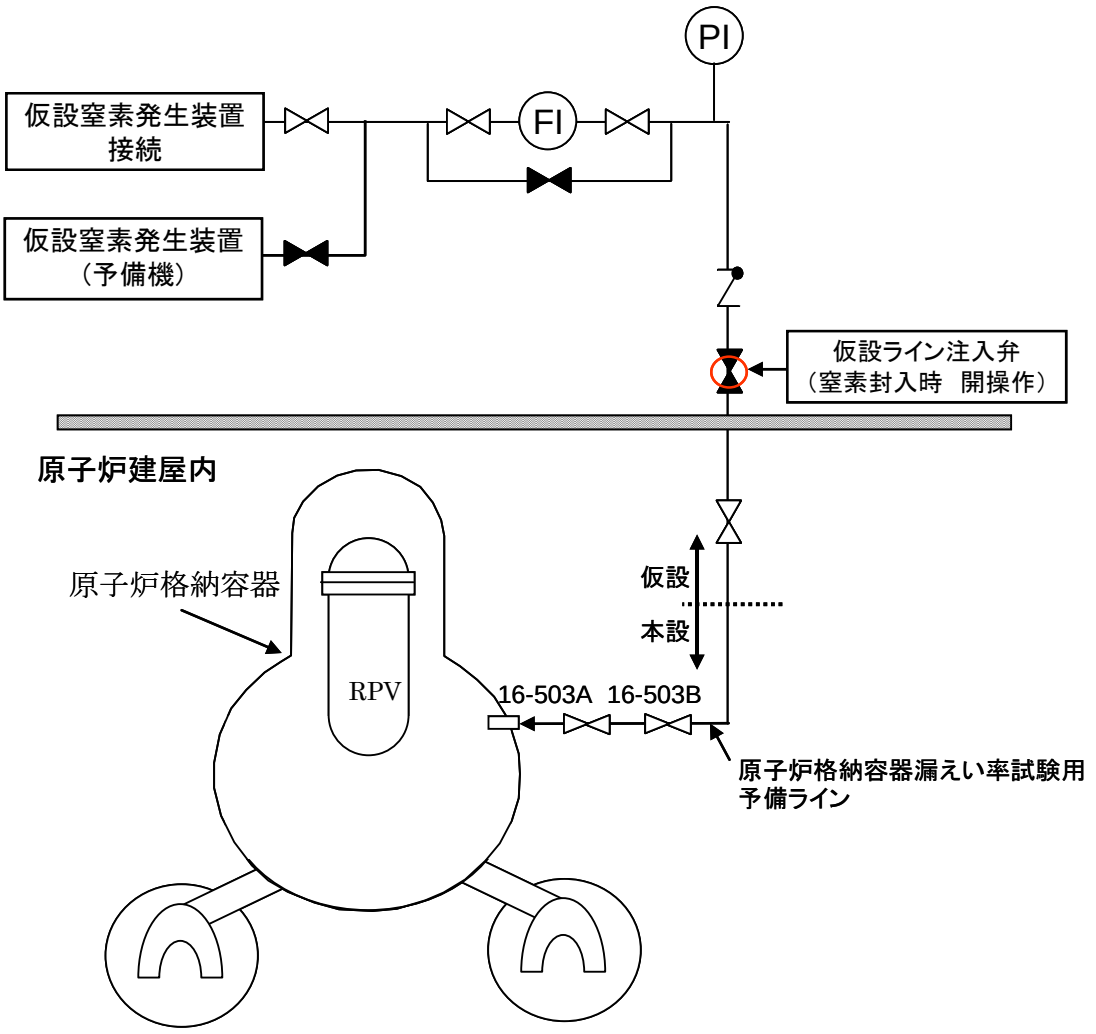


図 II-2-34　福島第一原子力発電所 3 号機原子炉格納容器への窒素封入ライン

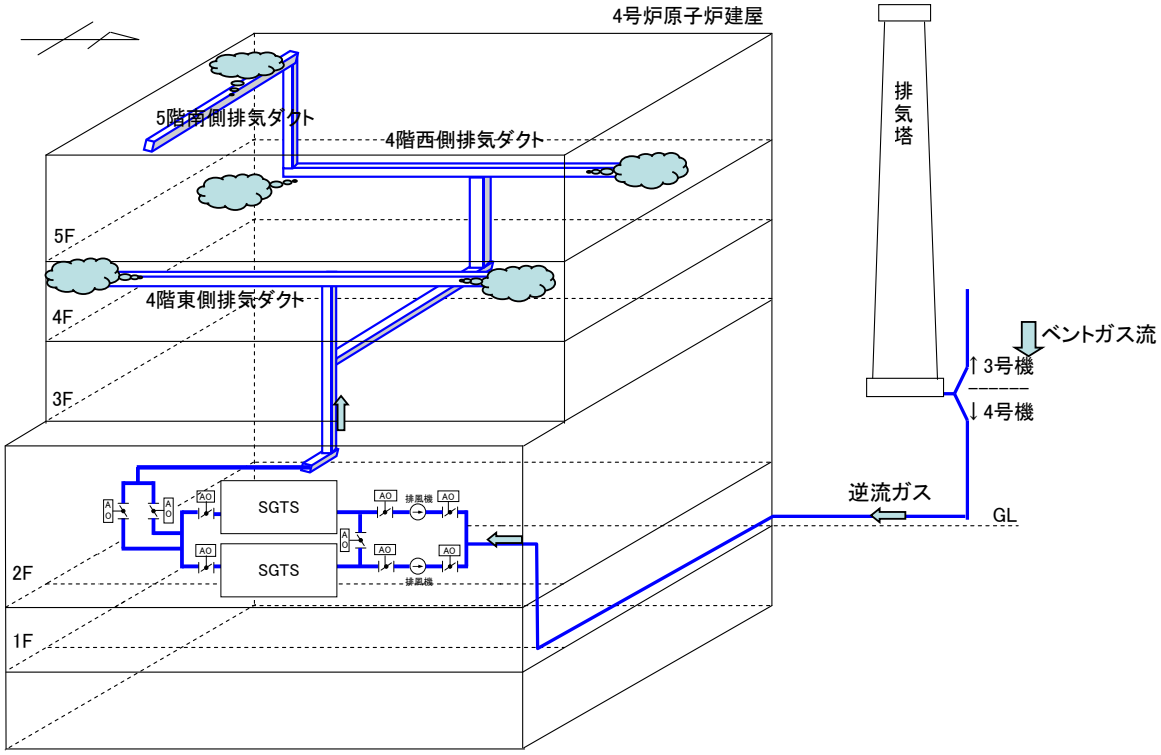


図 II-2-35　3 号機から 4 号機への PCV ベント流の流入経路

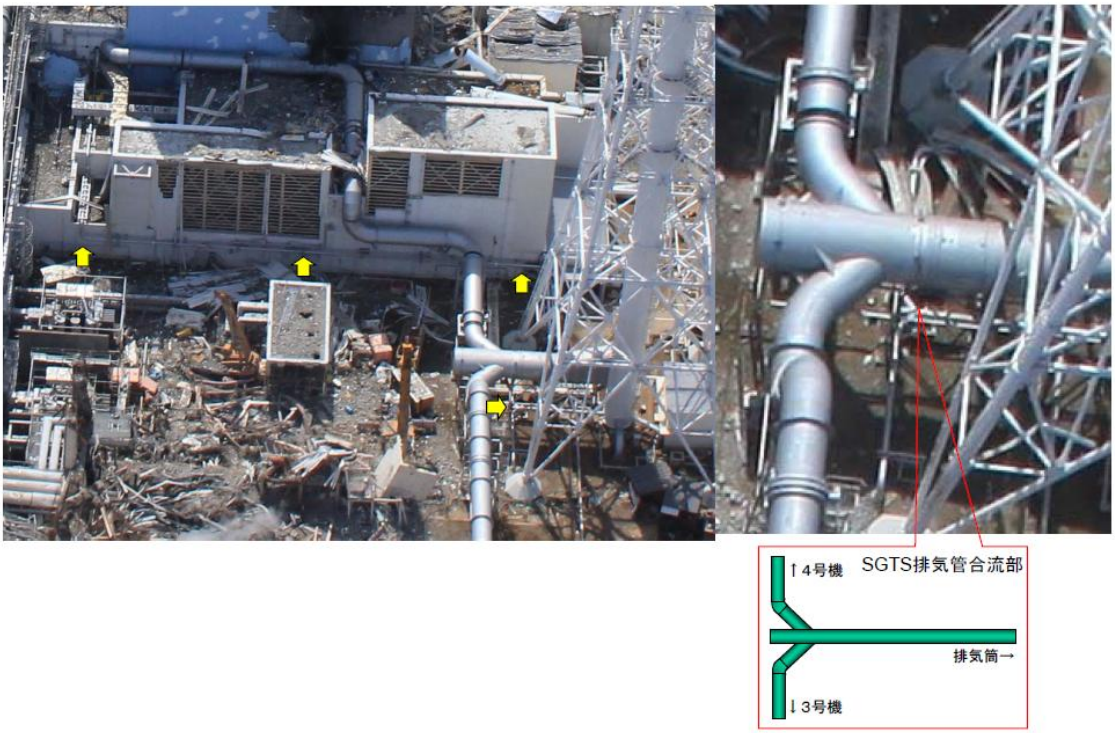


図 II-2-36　SGTS 排気管

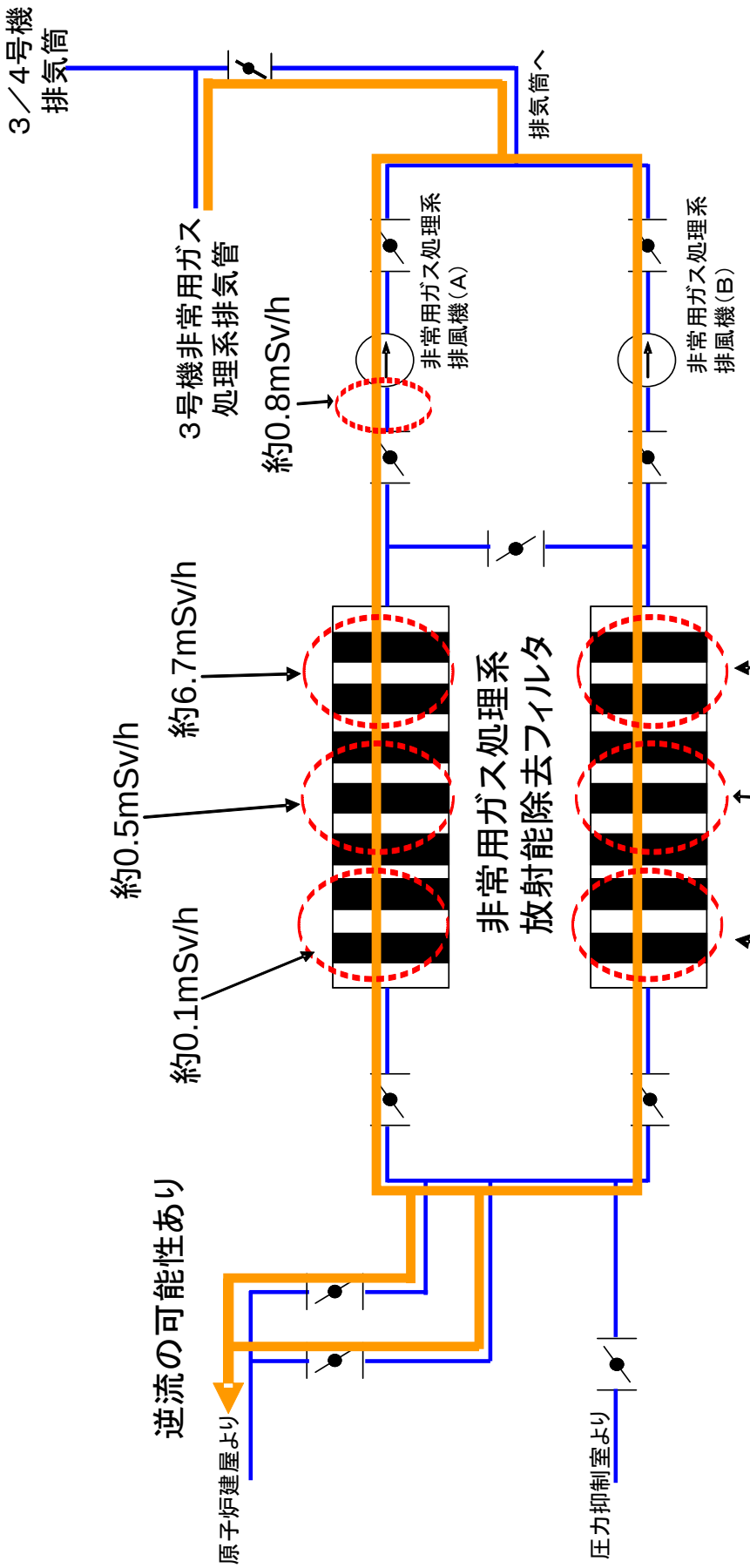


図 II-2-37　4 号機 SGTS　放射線量測定結果（平成 23 年 8 月 25 日実施）

g　燃料プール

○　１号機

3 月 11 日時点で、1 号機の SFP には、使用済燃料 292 体、新燃料 100 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 0.18MW、6 月 11 日の時点で 0.16MW と評価されている。

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、全交流電源が喪失し海水ポンプも機能を喪失したため、SFP の冷却機能及び補給水機能が喪失した。3 月 12 日 15 時 36 分、水素ガスによると思われる爆発により原子炉建屋が破損し、天井部分がプール上部に落下した。ただし、天井部分は完全にオペレーティングフロアまでは落下しておらず、天井クレーン等に覆い被さる形でオペレーティングフロアの上部空間に留まった。

3 月 31 日から 5 月 22 日までの間、コンクリートポンプ車による放水、合計 240t（淡水）を実施した。しかしながら、コンクリートポンプ車による放水では、確実な注水ができたかどうかは明確ではない。

5 月 28 日、淡水を水源とした FPC 配管による試験注水を実施し、翌日、本格注水を実施したところ、プール水のオーバーフローによるものと考えられるスキマーサージタンクレベルの上昇（2,050mm→4,550mm）を確認したことから、満水を確認することができた。満水までに注水された水量の合計値は 413t であり、全量がプールに到達したとは考えにくいことから、事故発生時より満水確認時までに失われた水の量はこれよりも少ない量であると考えられる。通常水位のプールの水量は約 1,000t であり、プールの深さは燃料有効長の 3 倍程度であることから、1 号機の SFP の水位は維持され、燃料の露出は無かった可能性が高い。

8 月 10 日、代替冷却系（図 II-2-38）によるプール水冷却を開始した。冷却開始時の水温は 47℃（FPC ポンプ入口温度）であり、8 月 27 日頃には定常状態に達し、その後は約 30℃程度の水温で安定した状態にある。表 II-2-15 に、SFP への注水実績を示す。

1 号機では 6 月 22 日、8 月 19 日に、SFP からスキマーサージタンクに流出した水を FPC のポンプドレン配管から採取し、放射性物質の核種分析を実施した（分析日は採取日と同日）。分析結果を表 II-2-16 に示す。

1 号機は 2010 年 3 月 25 日に停止し、最も冷却期間が短い燃料でも 1 年程度冷却されているため、検出された短半減期核種のよう素 131（半減期約 8 日）は SFP に貯蔵している燃料から放出されたものとは考えられず、原子炉由来の可能性が高いと考えられる。ただし、瓦礫等がプールへ落下していることから、使用済燃料の一部が破損している可能性については否定できない。

○　２号機

3 月 11 日時点で、2 号機の SFP には、使用済燃料 587 体、新燃料 28 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 0.62MW、6 月 11 日の時点で 0.52MW と評価されている。

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、全交流電源が喪失し海水ポンプも機能を喪失したため、SFP の冷却機能及び補給水機能が喪失した。3 月 12 日 15 時 36 分、1 号機の原子炉建屋が水素ガスによるものと思われる爆発で破損したが、その爆発の影響により 2 号機の原子炉建屋のブローアウトパネルが開放された。どの時点から始まったかは不明であるが、ブローアウトパネルからは白い煙状に水蒸気が放出されているのが確認された。

3 月 20 日、海水を水源として既設の FPC 配管を用いて注水を実施した。3 月 22 日に再度注水したところ、プール水のオーバーフローによるものと考えられるスキマーサージタンクレベルの上昇（6,350mm→6,500mm）を確認したことから、満水を確認することができた。満水までに注水された水量の合計値は 58t であり、この水量が事故発生時より満水までに失われた水の量であると考えられ、これは通常水位のプールの水量約 1,400t と比較して充分小さい。また、本設の温度計による水温測定が 3 月 20 日に可能となった。測定された温度は、満水時に上昇し、水位の低下による気相中への露出により温度が低下するとの挙動を繰り返した。これらの水位に関する情報から、2 号機の SFP の水位は維持され、燃料の露出は無かった可能性が高い。3 月 29 日以降は水源を淡水に切り替える事ができたため、海水の総注水量は 88t であった。以降、代替冷却系の本格運転までにほぼ一定の間隔で 1,082t を注水した。

5 月 31 日 17 時 21 分、代替冷却系（図 II-2-39）によるプール水冷却を開始した。冷却開始時の水温は 70℃（SFP 温度計指示

値）であり、6 月 5 日頃には定常状態に達し、その後は 30℃程度の水温で安定した状態にある。表 II-2-17 に、SFP への注水実績を示す。

2 号機では 2011 年 4 月 16 日、8 月 19 日に、SFP からスキマーサージタンクに流出した水を FPC のサンプリング配管から採取し、放射性物質の核種分析を実施した（分析日は 4 月 17 日、8 月 19 日）。分析結果を表 II-2-18 に示す。2 号機は 2010 年 9 月 16 日に停止し、最も冷却期間が短い燃料についても 7 ヶ月程度冷却されているため、検出された短半減期核種のよう素 131（半減期約 8 日）は SFP に貯蔵している燃料の影響とは考えにくく、原子炉由来の可能性が高いと考えられる。

○ ３号機

3 月 11 日時点で、3 号機の SFP には、使用済燃料 514 体、新燃料 52 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 0.54MW、6 月 11 日の時点で 0.46MW と評価されている。

3 月 11 日、14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、全交流電源が喪失し海水ポンプも機能を喪失したため、SFP の冷却機能及び補給水機能が喪失した。3 月 14 日 11 時 01 分、水素ガスによると思われる爆発が発生し、原子炉建屋のオペレーティングフロアから上部全体の外壁が破損し、SFP に大量の瓦礫が落下した。建屋の破損により、むき出しとなったオペレーティングフロアから大量の蒸気が放出されていることが確認された。

3 月 17 日 9 時 48 分頃、自衛隊のヘリコプターにより海水を原子炉建屋上部に放水した。放水後に蒸気が立ち上ったことが確認された。3 月 17 日 19 時 05 分、警察の放水車により SFP に向けて放水を開始した。以降 3 月 25 日まで、消防の放水車、屈折放水塔車により SFP へ向けて放水を実施した（一部を除きほとんどが海水）。

3 月 27 日から 4 月 22 日まで、コンクリートポンプ車により約 815t の放水を実施（3 月 29 日以降は淡水の放水）した。4 月 12 日、カメラを装備したコンクリートポンプ車に変更することで、カメラ画像により水位上昇を確認しながらの注水が可能となり、初めて 3 号機の SFP の満水を確認した。表 II-2-19 に、SFP への注水実績を示す。満水確認時の注水量（約 35t）は、漏れ等によ

り失われる水の補給も考慮した想定注水量（約 80t（4 月 10 日の実績））よりも小さかったことから、崩壊熱により失われる以上の水位の減少は無かったと考えられる。また、満水確認後の注水の実績から 1 日当たりの蒸発量は、約 10～20t 程度と推定されるため、満水確認時までに蒸発により失われた水の量は 320～640t 程度となる。仮に、満水まで SFP への注水が無かったと仮定しても、SFP 水量は約 1,400t であり、SFP の深さは燃料有効長の約 3 倍程度であることから、水位は半分以上残る計算となる。また、蒸発以外にスロッシングや建屋爆発時に水位が減少すると仮定しても、露出するまでには 2m 以上の余裕がある。したがって、3 号機の SFP の水位は維持され、燃料の露出は無かった可能性が高い。

4 月 26 日、既設の FPC 配管を用いて本格的に注水を実施し、以降 6 月 29 日まで、既設の FPC 配管を用いて約 824.5t の注水を実施した。

サンプリングの結果から、落下した瓦礫からのアルカリ金属（カルシウム等）の溶出により、プール水がアルカリ性を示すことが確認され、アルミニウム製の燃料ラックのアルカリ性腐食が懸念されたため、6 月 26 日、27 日、既設の FPC 配管を用いた注水実施時に、アルカリ性を中和するためのほう酸水を注入した。これにより注水前には強アルカリ性の pH11.2（5 月 8 日測定）であったが、注水後には弱アルカリ性の pH9.0（7 月 7 日測定）となり水質が改善した。

6 月 30 日、代替冷却系（図 II-2-40）による SFP 冷却を開始。冷却開始時の水温は約 62℃であった。（代替冷却系入口温度）。7 月 7 日頃には定常状態に達し、30℃程度の水温で安定した状態にある。

3 号機では 5 月 8 日にコンクリートポンプ車を用いてプール水を採取し、また、7 月 7 日、8 月 19 日に、SFP からスキマーサージタンクに流出した水を FPC サンプリング配管から採取し、放射性物質の核種分析を実施した（分析日は 5 月 9 日、7 月 7 日、8 月 19 日）。分析結果を表 II-2-20 に示す。3 号機は 2010 年 6 月 19 日に停止し、最も冷却期間が短い燃料についても 10 ヶ月以上冷却されているため、検出された短半減期核種のよう素 131 は SFP に貯蔵している燃料の影響とは考えにくく、原子炉由来の可

能性が高いと考えられる。3 号機タービン地下溜まり水の分析結果と核種毎の比率が同程度であることも原子炉由来の可能性が高いことを示している。ただし、瓦礫等がプールへ落下していることから、使用済燃料の一部が破損している可能性については否定できない。

5 月 8 日、プール水のサンプリングを実施する際に、同時にビデオカメラによる撮影を実施した。図 II-2-41 に撮影された写真を示すが、プール水中には大量の瓦礫が落下しており、プールに保管されていた燃料等の状況は確認できなかった。

○ ４号機

3 月 11 日時点で、4 号機の SFP には、使用済燃料 1,331 体、新燃料 204 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 2.26MW、6 月 11 日の時点で 1.58MW と評価されている。

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、全交流電源が喪失し海水ポンプも機能を喪失したため、SFP の冷却機能及び補給水機能が喪失した。3 月 15 日、水素ガスによると思われる爆発により、オペレーティングフロア上部等の壁面が破損した。

3 月 16 日、3 号機へのヘリコプターによる放水のための線量確認の際に、4 号機のオペレーティングフロア近辺にまでヘリコプターが接近した。その際に、4 号機プールの水面が目視により観測され、燃料が露出していないとの報告があった。

3 月 20 日、自衛隊が放水車による淡水放水を開始した。以降 3 月 21 日まで、約 250t の地上からの放水を実施した。

3 月 22 日、コンクリートポンプ車による海水放水を実施した。以降 6 月 14 日まで、約 5,700t（3 月 30 日以降は淡水の放水）の放水を実施した。

4 月 12 日、コンクリートポンプ車を用いて、SFP 水のサンプリング及びそれに先だっての水位測定を実施した。その際に測定された水位は TAF+2.1m であった。4 月 22 日、再びコンクリートポンプ車を用いた水位確認を実施したところ、水位は更に低下しており TAF+1.7m と測定された。放水の歩留まりと崩壊熱による蒸発量を考慮すれば、SFP の水位は予想の範囲内であったことから、SFP 満水に向けてのコンクリートポンプ車による水位測定

と放水を実施し、4 月 27 日、SFP のオーバーフローによるものと考えられる大幅なスキマーサージタンクレベルの上昇（4,300mm→6,050mm）をもって、満水を確認した。4 号機の SFP は、漏えいの可能性が指摘されていたが、その後の注水と水位の関係は、崩壊熱から予想される蒸発による減少の範囲の中にあり、SFP からの大量の水漏れがないことが推測された。

4 月 27 日、原子炉ウェル側の水位を、事故以来初めて計測することができた。水位は TAF+1.8m であり、発熱源がなく、地震発生以前は満水であったことから蒸発により大量に水が失われたとは考えにくく、SFP の水位低下に伴い、プールゲートを介して SFP 側へ流出したものと推定され SFP の水位もウェル水位と同程度（TAF+1.8m 程度）と考えられる。

4 月 29 日、建屋内の SFP のドレン系には大量のドレン水が存在しないことが確認されていることも、SFP からの大量の水漏れは無いことの証拠となった。

6 月 16 日、仮設の SFP 注水設備による注水を実施。以降 7 月 31 日まで、仮設の SFP 注水設備により 280t を注水した。

6 月 19 日、蒸気乾燥機・気水分離器（DS ピット）に収納されている炉内構造物からの放射線量を抑える目的で、原子炉ウェル、DS ピットへの原子炉内中性子計測モニタ（ICM（In Core Monitor））配管からの注水を実施した。

原子炉ウェル満水後も、原子炉ウェル側の水位の低下が見られ、原子炉ウェル注水時のスキマーサージタンクレベルの上昇が確認されたことから、SFP 側への流れ込みがあると判断し、7 月 1 日以降は原子炉 ICM 配管からの注水のみとしている。

7 月 31 日、代替冷却系（図 II-2-42）によるプール水冷却を開始。冷却開始時の水温は約 75℃であった（代替冷却系入口温度）。8 月 3 日頃には定常状態に達し、40℃程度の水温で安定した状態にある。表 II-2-21 に、SFP への注水実績を示す。

4 号機では 4 月 12 日、4 月 28 日、5 月 7 日にコンクリートポンプ車を用いて、8 月 20 日に、SFP からスキマーサージタンクに流出した水を FPC のポンプドレン配管から採取し、放射性物質の核種分析を実施した（分析日はそれぞれ 4 月 13 日、4 月 29 日、5 月 8 日、8 月 20 日）。分析結果を表 II-2-22 に示す。SFP 内の大部分の燃料は健全な状態にあり、系統的な大量破損は発生

していないと推測できる。ただし、4 号機では原子炉建屋が損傷しているため、プールに落下した瓦礫により一部の燃料が損傷した可能性を否定することはできない。4 号機は 2010 年 11 月 30 日に停止し、最も冷却期間が短い燃料についても 4 ヶ月以上冷却されているため、検出された短半減期核種のよう素 131（半減期約 8 日）は SFP に貯蔵している燃料の影響とは考えにくく、1～3 号機の原子炉由来の可能性が高いと考えられる。

4 号機は定期検査中であったため、原子炉ウェル、DS ピットの両方に水が張られた状態であり、原子炉ウェルと SFP は、プールゲートで仕切られた状態にあった。プールゲートは図 II-2-43 に示すとおり、SFP と原子炉ウェルとの連結部を SFP 側か塞ぐ形の構造になっており、その水密性は SFP からの水圧で保たれる。運転時は原子炉ウェル側に水がないため、プールゲートには大きな水圧がかかる。一方、4 号機は定期検査中であり、原子炉ウェル側にも水が蓄えられており、FPC の冷却が失われた以降は、SFP 側の保有水が蒸発により失われていく状況にあったため、原子炉ウェル側の水位が高く、SFP 側の水位が低くなる関係となったものと考えられる。その場合、図 II-2-44、図 II-2-45 に示すようにプールゲートは通常とは逆側から水圧を受けることになり、構造上プールゲートの密閉性は失われ、水位が原子炉ウェル側と同じになるまで水が流れ込むこととなる。なお、プールゲートは原子炉ウェル側から押されても倒れることが無いよう、SFP に設置されたフック状の構造物に引っかけて設置されており、原子炉ウェル側からの水は、SFP とプールゲートのすきまを流れることとなる。

5 月 7 日、プール水のサンプリングを実施する際に、同時にビデオカメラによる撮影を実施した。図 II-2-46～図 II-2-49 に撮影された写真を示す。プール水中には大小様々な瓦礫が落下しているが、SFP に保管されていた燃料はラックに収納された状態を維持していることが確認された。

なお、東京電力は、安全裕度向上のために、SFP 底部に支持構造物を設置する工事を実施しており、6 月 20 日に鋼製支柱の設置作業を完了し、SFP の負担荷重の低減効果を期待できる状態とな

ったが、その後も、機能をより確実なものとするために、コンクリート及びグラウトを充填し、7 月 30 日に支持構造物の設置工事が完了した（図 II-2-50）。

○　１～４号機の使用済燃料プール水位評価

ここまでに、1～4 号機の SFP の状態について示したが、長期にわたり SFP の冷却機能と補給水機能を喪失したプラントについては、冷却機能が回復するまでの間に燃料の冠水が維持されていたかどうかが重要な問題であることが確認された。

以下では、東京電力が 1～4 号機の SFP の水位の時間変化を評価した結果を示す。この評価では、崩壊熱として発生するエネルギーが、プール水の水温上昇、外部からの注水による冷却、水の蒸発及び放熱により除熱されるエネルギーでバランスするとしてモデル化している。各号機に対して、貯蔵されている燃料に応じた崩壊熱の時間変化と、実際の注水実績を入力することで、水位の時間変化を以下のとおり評価している。また、地震時のスロッシングや爆発によって、プール水が失われた可能性があるため、水位維持の観点から保守的な評価となるよう、この影響についても多くの水が失われたと仮定して評価を実施した。なお、評価においては、初期の段階では崩壊熱により発生するエネルギーが水温上昇に消費され、蒸発には寄与しないものとし、一定の温度（蒸発開始温度）に達した以降は、水温の上昇は無いものとし、エネルギーが蒸発に消費されるものとした。

図 II-2-51 に 1 号機 SFP の評価結果を図示する。評価結果では、地震時のスロッシングと爆発の影響により 3 月 13 日までに水位が一旦低下（1.5m）すると仮定し、その後は水温が蒸発開始温度 70℃に到達するまでは水位は維持され、以後は蒸発により水位は低下したと推定している。3 月 31 日の注水及び 5 月下旬の FPC 配管による注水により水位は回復し 5 月 29 日、6 月 5 日にスキマーサージタンクレベルの上昇により満水が確認されている。また、1 号機の SFP は他号機の SFP と比較して崩壊熱が小さいため、1 ヶ月以上の間注水を実施していないが、水位低下量は小さく、6 月末時点で水位は燃料ラック頂部上約 6m 付近と評価されている。

図 II-2-52 に 2 号機 SFP の評価結果を実績測定値と合わせて図示する。評価結果では、水位は地震時のスロッシングの影響により低下（0.5m）すると仮定し、蒸発開始温度 70℃に達した以降は蒸発により低下しているが、注水実施毎に水位が回復している。のこぎりの刃状に、蒸発による水位低下と注水による水位回復を繰り返し、概ね満水付近で水位管理がなされている。

2 号機では原子炉建屋に大きな損傷がないため、本設の FPC による注水が可能であり、当該ラインを用いた注水を定期的に実施している。SFP が満水になるとオーバーフロー水がスキマーサージタンクへ流れ込み、スキマーサージタンクの水位計が上昇するという原理を利用して、2 号機では SFP の水位を確認している。すなわち、スキマーサージタンクの水位上昇時を SFP の満水時として考えており、図 II-2-52 ではその点を水位測定値として示している。

図 II-2-52 から水位評価値が測定値と概ね良く一致していることがわかる。3 月中旬～下旬の評価値が測定値（満水）より低い理由は、初期のスロッシングの影響を保守的に大きく見積もっている効果と推定される。また、2 号機では本設の SFP の水温計が利用可能な状態であり、定期的に測定を実施している。測定結果を図示しているが、注水直後に 70℃付近まで上昇し、1～2 日後には 50℃程度まで低下するという傾向が繰り返されている。これは SFP 水位の低下により温度計が水から露出し、露出後は水温ではなく雰囲気温度を示しているためである。

5 月 31 日 17 時 21 分に代替冷却系を本格運転した結果、SFP の冷却が進み、30℃程度の水温（7 月 7 日 14 時時点で 34℃）となっている。

図 II-2-53 に 3 号機 SFP 水位の評価結果を実績測定値と合わせて図示する。評価結果では、地震時のスロッシングと爆発の影響により 3 月 14 日までに水位の低下（1.5m）を仮定しているが、3 月 17 日以降に集中的な放水を実施したことにより水位は回復しており、以後、定期的な注水（4 月末～5 月初めの期間はポンプ車の故障により注水できず）により満水付近で水位が管理されている。なお、事象初期に実施された放水車等による放水、コンクリートポンプ車による注水、FPC 配管からの注水は、それぞれプールへの実際の流入割合が異なると考えられるため、それぞれに

歩留まりを設定している。

水位の測定は 4 月中旬以降からポンプ車に設置したカメラの観察画像を基に実施しているが、測定値は評価値と概ね良く一致している。SFP 水位は、蒸発による水位低下と注水による水位回復を繰り返し、概ね満水付近で水位管理できているものと考える。

水温の測定については約 60℃という 1 点の実績のみであるが、本測定結果はプール表層部の水のサンプリング結果であるため、プール水の平均的な温度より低いと考えられる。評価上の蒸発時の水温は、同程度の崩壊熱を有する 2 号機 SFP の実績から 70℃と設定している。

6 月 30 日 19 時 47 分に代替冷却系を本格運転した結果、SFP の冷却が進み、30℃程度の水温（7 月 7 日 11 時時点で 30.8℃（熱交換機入口温度））となっている。

図 II-2-54 に 4 号機 SFP の評価結果を実績測定値と合わせて図示する。評価結果では、水位は地震時のスロッシングと爆発の影響により低下（1.5m）したと仮定し、蒸発開始温度 90℃に達した後は蒸発により低下している。3 月 20 日以降注水により水位回復を図っているが、4 月 20 日頃までは蒸発量が注水量を上回っており、燃料ラック頂部＋1.5m まで水位は低下している。4 月 22 日から 27 日に集中的な注水により満水まで回復した後、5 月 5 日まで注水を停止して水位減少の傾向確認を実施している。その後は集中的な注水により満水に回復し、以降は蒸発による水位低下と注水による水位回復を繰り返し、概ね満水付近で水位管理がなされている。なお、事象初期に実施された放水車等による放水、コンクリートポンプ車による注水、仮設の SFP 注水設備からの注水は、それぞれ SFP への実際の流入割合が異なると考えられるため、それぞれに水位測定結果等から推定される歩留まりを設定している。

4 月中旬以降はコンクリートポンプ車に熱電対を吊り下げることにより水位測定が頻繁に実施されているが、測定値は評価値と概ね良く一致している。

水位評価では、全体的にプール水位が低下傾向にある 4 月 22 日以前は SFP と原子炉ウェルの水が一体とし、それ以降の集中的なプール注水実施以後は SFP の水は原子炉ウェルとは独立したものとしている。原子炉ウェル水位については、燃料ラック上約

2m 程度で一定であるとの測定結果が 5 月上旬から得られており、評価結果と概ね良く一致している。

水温の測定はコンクリートポンプ車に熱電対を吊り下げるという方法で水位測定と合わせて実施されている。多くの測定結果は 90℃程度であり、2 号機の測定結果 70℃程度と比較して高い値となっているが、これは 4 号機 SFP の燃料の崩壊熱が高いため、準定常状態となった際の温度が高めになっていることが理由である。図 II-2-54 には 70℃以下の測定結果も数点あるが、これらはプール表層部の水をサンプリングしているため等の理由によるものと考えられる。

これらのことから、地震発生以降現在に至るまで、SFP には水位の維持に影響を与えるような破損は生じておらず、注水により水位は維持され、燃料の露出はなかったと判断できる。

○ ５号機

3 月 11 日時点で、5 号機の SFP には、使用済燃料 946 体、新燃料 48 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 1.01MW、6 月 11 日の時点で 0.76MW と評価されている。

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、全交流電源が喪失し海水ポンプも機能を喪失したため、SFP の冷却機能及び補給水機能が喪失した。

SFP の水温は上昇を続けたが、3 月 19 日 5 時、仮設の冷却設備が本格運転されたため、水温の上昇は最大 68．8℃に留まり、安定的な冷却状態を維持することができるようになった。なお、仮設の冷却設備は、炉内の燃料の冷却にも使用することとし、系統を切り替えつつ運用されたため、SFP の水温は冷却系の切り替え時には上昇し、30℃～50℃程度の間を推移した。

5 月 6 日には SHC モードへ移行し、6 月 25 日には単独運転ができるようになったことから、より安定な冷却状態を維持できるようになり、水温は 30℃程度で安定している。

○ ６号機

3 月 11 日時点で、6 号機の SFP には、使用済燃料 876 体、新燃料 64 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 0.87MW、6 月 11 日の時点で 0.73MW と評価されている。

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、FPC の冷却のための海水ポンプが機能を喪失（ただし、非常用 DG(6B)は機能維持した）したため、SFP の冷却機能及び補給水機能が喪失した。

SFP の水温は上昇を続けたが、3 月 19 日 22 時、仮設の冷却設備が本格運転されたため、水温の上昇は最大 67．5℃に留まり、安定的な冷却状態を維持することができるようになった。なお、仮設の冷却設備は、炉内の燃料の冷却にも使用することとし、系統を切り替えつつ運用されたため、プール水温は冷却系の切り替え時には上昇し、20℃～40℃程度の間を推移した。

5 月 6 日には SHC モードへ移行し、気温の上昇等の影響により、水温は 30℃～50℃程度で安定している。

○ 共用プール

3 月 11 日時点で、福島第一原子力発電所の共用プールには、使用済燃料 6375 体が貯蔵されていた。また、崩壊熱は 3 月 11 日の時点で 1.13MW、6 月 11 日の時点で 1.12MW と評価されている。

3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、全交流電源を喪失したため、共用プールの冷却機能（空冷）及び補給水機能を喪失した。

3 月 18 日、共用プールの点検を実施し、水位が確保されていることを確認した。

共用プールの水温は上昇を続けたが、3 月 24 日 18 時、仮設の冷却設備が本格運転されたため、水温の上昇は最大 73℃に留まり、安定的な冷却状態を維持することができるようになった。

その後は、30～40℃程度の温度で安定した状態を維持している。

表 II-2-15　1 号機　使用済燃料プールへの注水状況

8/12　9:00 時現在

		注水量合計	約 578 (t)
日時	手段	種類	注水量(t)
3/31　13:03～16:04	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	90
4/2　17:16～17:19	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	(放水位置の確認)
5/14　15:07～15:18（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	ー (強風の影響により放水中止)
5/20　15:06～16:15（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	60 (約 90t を予定していたが風等の影響により放水停止)
5/22　15:33～17:09（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	90
5/28　16:47～17:00（放水）	FPC	淡水	5 （リークテスト）
5/29　11:10～15:35	FPC	淡水	168
6/5　10:16～10:48	FPC	淡水	15
7/5　15:10～17:30	FPC	淡水	75
8/5　15:20～17:51	FPC	淡水	75

表 II-2-16　1 号機スキマーサージタンク水の分析結果

検出核種	半減期	濃度（Bq/cm^3）			
		6/22 採取	8/19 採取	（参考）1 号機使用済燃料プール水（2/11）	（参考）1 号機タービン建屋地下階たまり水（3/26）
セシウム 134	約 2 年	1.2×10^{4}	1.8×10^{4}	検出限界未満	1.2×10^{5}
セシウム 137	約 30 年	1.4×10^{4}	2.3×10^{4}	7.8×10^{-2}	1.3×10^{5}
よう素 131	約 8 日	68	検出限界未満	検出限界未満	1.5×10^{5}

表 II-2-17　2 号機　使用済燃料プールへの注水状況

8/12　9:00 時現在

注水量合計	(最大)約 1122 (t)

日時	手段	種類	注水量(t)
3/20　15:05～17:20	FPC	海水	40
3/22　16:07～17:01	FPC	海水	18
3/25　10:30～12:19	FPC	海水	30
3/29　16:30～18:25	FPC	淡水	15～30
3/30　19:05～23:50	FPC	淡水	20 未満
4/1　14:56～17:05	FPC	淡水	70
4/4　11:05～13:37	FPC	淡水	70
4/7　13:29～14:34	FPC	淡水	36
4/10　10:37～12:38	FPC	淡水	60
4/13　13:15～14:55	FPC	淡水	60
4/16　10:13～11:54	FPC	淡水	45
4/19　16:08～17:28	FPC	淡水	47
4/22　15:55～17:40	FPC	淡水	50
4/25　10:12～11:18	FPC	淡水	38
4/28　10:15～11:28	FPC	淡水	43
5/2　10:05～11:40	FPC	淡水	55
5/6　9:36～11:16	FPC	淡水	58
5/10　13:09～14:45	FPC	淡水	56
5/14　13:00～14:37	FPC	淡水	56
5/18　13:10～14:40	FPC	淡水	53
5/22　13:02～14:40	FPC	淡水	56

5/26　10:06～11:36	FPC	淡水	53
5/30 12:06～13:52	FPC	淡水	53
5/31 17:21～SFP 循環冷却装置運用開始 10:47～11:04（一次系水張り） 11:40～11:50（L/T） 17:21～（T/R 後インサービス）	SFP 循環冷却装置	淡水	-
6/1 6:06～6:53 （スキマーサージタンク水位低下のため）	FPC	淡水	25

表 II-2-18　2 号機スキマーサージタンク水の分析結果

検出核種	半減期	濃度（Bq/cm^3）			
		4/16 採取	8/19 採取	（参考）2 号機使用済燃料プール水（2/10）	（参考）2 号機タービン建屋地下階たまり水（3/27）
セシウム 134	約 2 年	1.6×10^5	1.1×10^5	検出限界未満	3.1×10^6
セシウム 137	約 30 年	1.5×10^5	1.1×10^5	0.28	3.0×10^6
よう素 131	約 8 日	4.1×10^3	検出限界未満	検出限界未満	1.3×10^7

表 II-2-19　3 号機　使用済燃料プールへの注水状況

8/12　9:00 時現在

	注水量合計	約 6167.5 (t)

日時	手段	種類	注水量(t)
3/17　9:48～10:01	自衛隊ヘリ	海水	30
3/17　19:05～19:13※1	警視庁機動隊高圧放水車	海水	44
3/17　19:35～20:09	自衛隊高圧放水車	真水	30※2
3/18　14:00 頃～14:38	自衛隊高圧放水車	真水	40※3
3/18　14:42～14:45	米軍高圧放水車	真水	2
3/19　0:30～1:10	東京消防庁屈折放水塔車等 （東京消防庁）	海水	60
3/19　14:10～3/20 3:40	東京消防庁屈折放水塔車等 （東京消防庁）	海水	2430
3/20　21:36 頃～3/21 3:58	東京消防庁屈折放水塔車等 （東京消防庁・大阪市消防局）	海水	1137
3/22　15:10～15:59	東京消防庁屈折放水塔車等 （東京消防庁・大阪市消防局）	海水	150
3/23　11:03～13:20	FPC	海水	35
3/24　5:35 頃～16:05 頃	FPC	海水	120
3/25　13:28～16:00	東京消防庁屈折放水塔車等 （川崎市消防局（東京消防庁が支援））	海水	450
3/27　12:34～14:36	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	海水	100
3/29　14:17～18:18	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	100
3/31　16:30～19:33	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	105
4/2　9:52～12:54	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	75
4/4　17:03～19:19	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	70
4/7　6:53～8:53	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	70
4/8　17:06～20:00	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	75

4/10　17:15～19:15	東電コンクリートポンプ車(52m 級)	淡水	80
4/12　16:26～17:16	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	35
4/14　15:56～16:32	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	25
4/18　14:17～15:02	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	30
4/22　14:19～15:40	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	50
4/26　12:00～12:02	東電コンクリートポンプ車(62m 級)	淡水	(水面確認)
4/26　12:25～14:02	FPC	淡水	47.5
5/8　11:38（水位計測） 12:10～14:10（注水） 14:10～14:50（水位計測、ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ）	FPC	淡水	（水位計測、ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ） 60
5/9 12:14～15:00（注水） （注水前後に水位計測）	FPC	淡水	（水位計測） 80
5/16 15:00～18:32	FPC	淡水	106
5/24 10:15～13:35	FPC	淡水	100
5/28 13:28～15:08	FPC	淡水	50
6/1 14:34～15:54	FPC	淡水	40
6/5 13:08～15:14	FPC	淡水	60
6/9 13:42～15:31	FPC	淡水	55
6/13 10:09～11:48	FPC	淡水	42
6/17 10:19～11:57	FPC	淡水	49
6/26 9:56～11:23	FPC	淡水 （ホウ酸含む）	45
6/27 15:00～17:18	FPC	淡水 （ホウ酸含む）	60
6/29 14:45～15:53	FPC	淡水	30
6/30 9:45～10:43(水張り及び漏えい確認) 18:33～(運転確認) 19:47(代替冷却システム起動)	SFP 循環冷却装置	淡水	-

※1　警察庁の記録によると 19:05～19:15 との記録がある。
※2　防衛省の記録によると 35t との記録がある。
※3　防衛省の記録によると 49.5t との記録がある。

表 II-2-20　3 号機使用済燃料プール水の分析結果

検出核種	半減期	濃度（Bq/cm^3）				
		3 号プール水				（参考）3 号機タービン地下溜まり水（4/22）
		5/8 採取	7/7 採取	8/19 採取	（参考）3/2 採取	
セシウム 134	約 2 年	1.4×10^5	9.4×10^4	7.4×10^4	検出限界未満	1.5×10^6
セシウム 137	約 30 年	1.5×10^5	1.1×10^5	8.7×10^4	検出限界未満	1.6×10^6
よう素 131	約 8 日	1.1×10^4	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満	6.6×10^5

表 II-2-21　4 号機　使用済燃料プールへの注水状況

8/12　9:00 時現在

			注水量 合計	約 6242(t)
日時		手段	種類	注水量(t)
3/20　8:21～9:40※4		自衛隊高圧放水車	真水	80
3/20　18:30 頃～19:46※5		自衛隊高圧放水車	真水	80
3/21　6:37～8:41		自衛隊高圧放水車	真水	90
3/21　8:38～8:41		米軍高圧放水車	真水	2.2
3/22　17:17～20:32		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	海水	150
3/23　10:00～13:02		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	海水	125
3/24　14:36～17:30		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	海水	150
3/25　6:05～10:20		FPC	海水	21
3/25　19:05～22:07		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	海水	150
3/27　16:55～19:25		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	海水	125
3/30　14:04～18:33		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	淡水	140
4/1　8:28～14:14		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	淡水	180
4/3　17:14～22:16		東電コンクリートポンプ車(58m 級)	淡水	180
4/5　17:35～18:22		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	20
4/7　18:23～19:40		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	38
4/9　17:07～19:24		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	90
4/13　0:30～6:57		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	195
4/15　14:30～18:29		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	140
4/17　17:39～21:22		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	140
4/19　10:17～11:35		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	40
4/20　17:08～20:31		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	100
4/21　17:14～21:20		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	140
4/22　17:52～23:53		東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	200

4/23　12:30～16:44	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	140
4/24　12:25～17:07	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	165
4/25　18:15～4/26　0:26	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	210
4/26　16:50～20:35	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	130
4/27　12:18～15:15	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	85
4/28　11:43～11:54	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測）
4/28　11:55～12:07	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ）
4/29　10:29（水位計測）、10:35（温度測定）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定）
4/30　10:14～10:28（水位計測、温度測定）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定）
5/1　10:32～10:38（水位計測、温度測定）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定）
5/2　10:10～10:20（水位計測、温度測定）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定）
5/3　10:15～10:23（水位計測、温度測定）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定）
5/4　10:25～10:35（水位計測、温度測定）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定）
5/5　11:55～12:05（水位計測、温度測定） 12:19～20:46（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定） 270
5/6　12:16（水位計測、温度測定） 12:38～17:51（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、温度測定） 180
5/7　11:00（水位計測、水中撮影、ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ） 14:05～17:30（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	（水位計測、水中撮影、ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ） 120
5/9　16:05～19:05（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	100

5/11　16:07～19:38（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	120
5/13　16:04～19:04（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	100
5/15　16:25～20:25（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	140
5/17　16:14～20:06（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	120
5/19　16:30～19:30（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	100
5/21　16:00～19:56（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	130
5/23　16:00～19:09（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	100
5/25　16:36～20:04（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	121
5/27　17:05～20:00（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	100
5/28　17:56～19:45（放水）	東電コンクリートポンプ車（62m 級）	淡水	60
6/3　14:35～21:15（放水）	東電コンクリートポンプ車（58m 級）	淡水	210
6/4　14:23～19:45（放水）	東電コンクリートポンプ車（58m 級）	淡水	180
6/6　15:56～18:35（放水）	東電コンクリートポンプ車（58m 級）	淡水	90
6/8　16:12～19:41（放水）	東電コンクリートポンプ車（58m 級）	淡水	120
6/13　16:36～21:00（放水）	東電コンクリートポンプ車（58m 級）	淡水	150
6/14　16:10～20:52（放水）	東電コンクリートポンプ車（58m 級）	淡水	150
6/16　13:14～15:44（放水）	仮設放水設備	淡水	75
6/18　16:05～19:23（放水）	仮設放水設備	淡水	99
6/22　14:31～16:38（放水）	仮設放水設備	淡水	56
6/29　11:47～12:01（放水）	仮設放水設備	淡水	7（ﾘｰｸﾁｪｯｸ）
6/30　11:30～11:55（放水）	仮設放水設備	淡水	13
7/31 8:47～9:38（淡水）	仮設放水設備	淡水	25

※4　防衛省の記録によると 8:22～9:44 との記録がある。
※5　防衛省の記録によると 18:22～19:34 との記録がある。

表 II-2-22　4 号機使用済燃料プール水の分析結果

検出核種	半減期	濃度（Bq/cm^3）					
		4 号プール水					（参考）4 号機タービン建屋地下階たまり水（3/24）
		4/12 採取	4/28 採取	5/7 採取	8/20 採取	（参考）3/4 採取	
セシウム 134	約 2 年	88	49	56	44	検出限界未満	31
セシウム 137	約 30 年	93	55	67	61	0.13	32
よう素 131	約 8 日	220	27	16	検出限界未満	検出限界未満	360

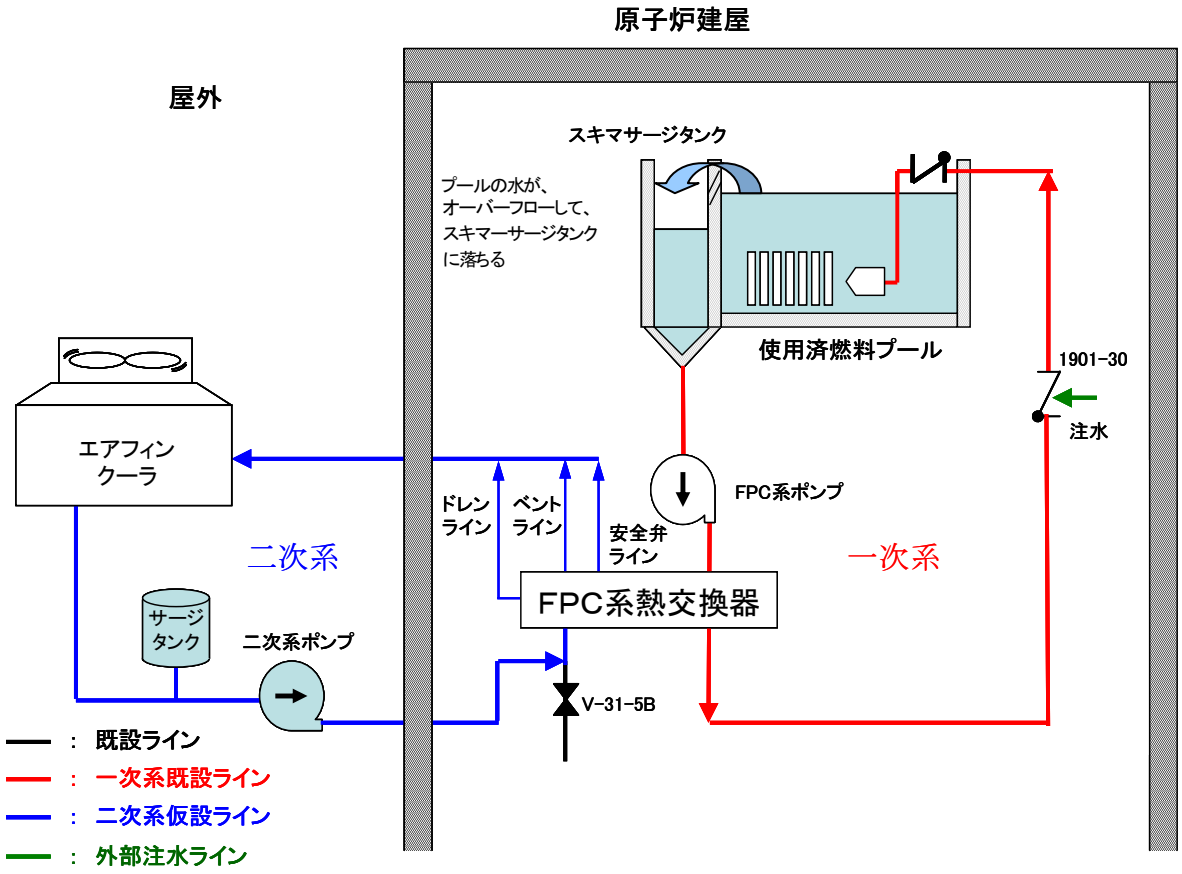


図 II-2-38　代替冷却系の系統図

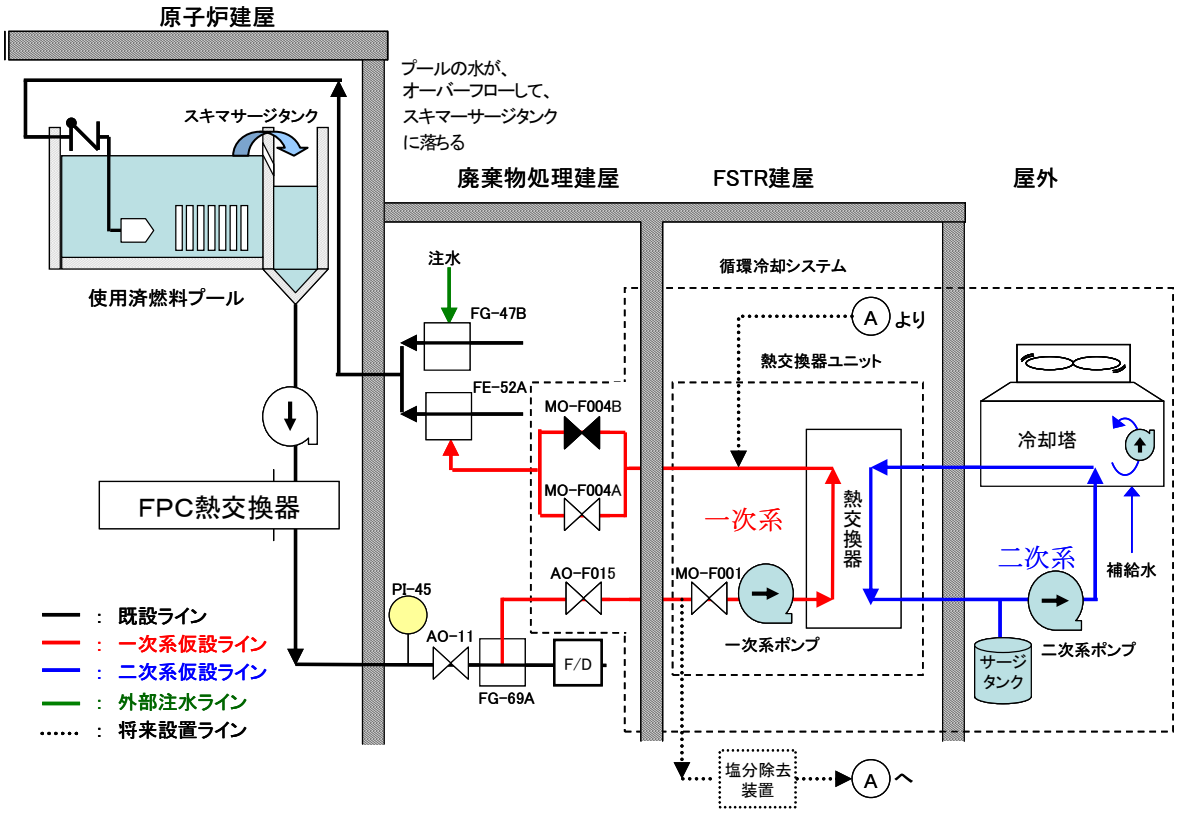


図 II-2-39　代替冷却系の系統図

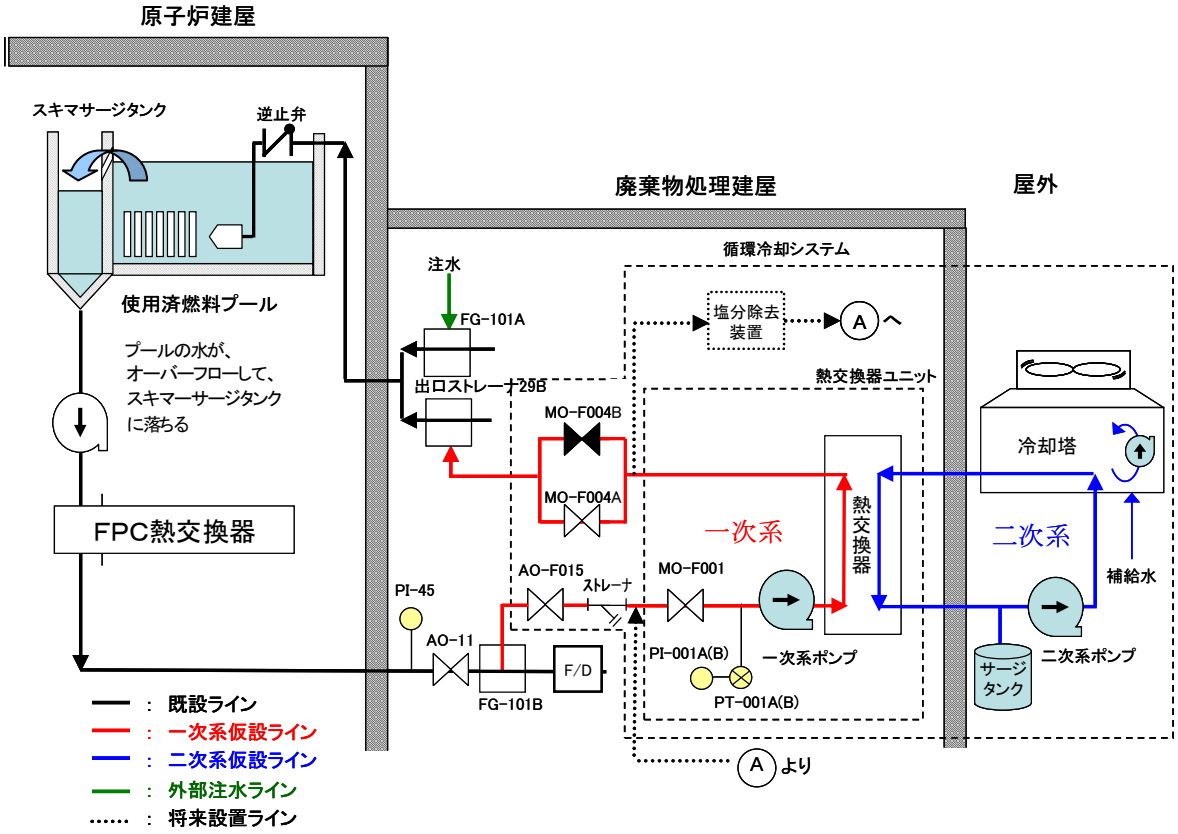


図 II-2-40　代替冷却系の系統図

図 II-2-41　3 号機の SFP 中の状態

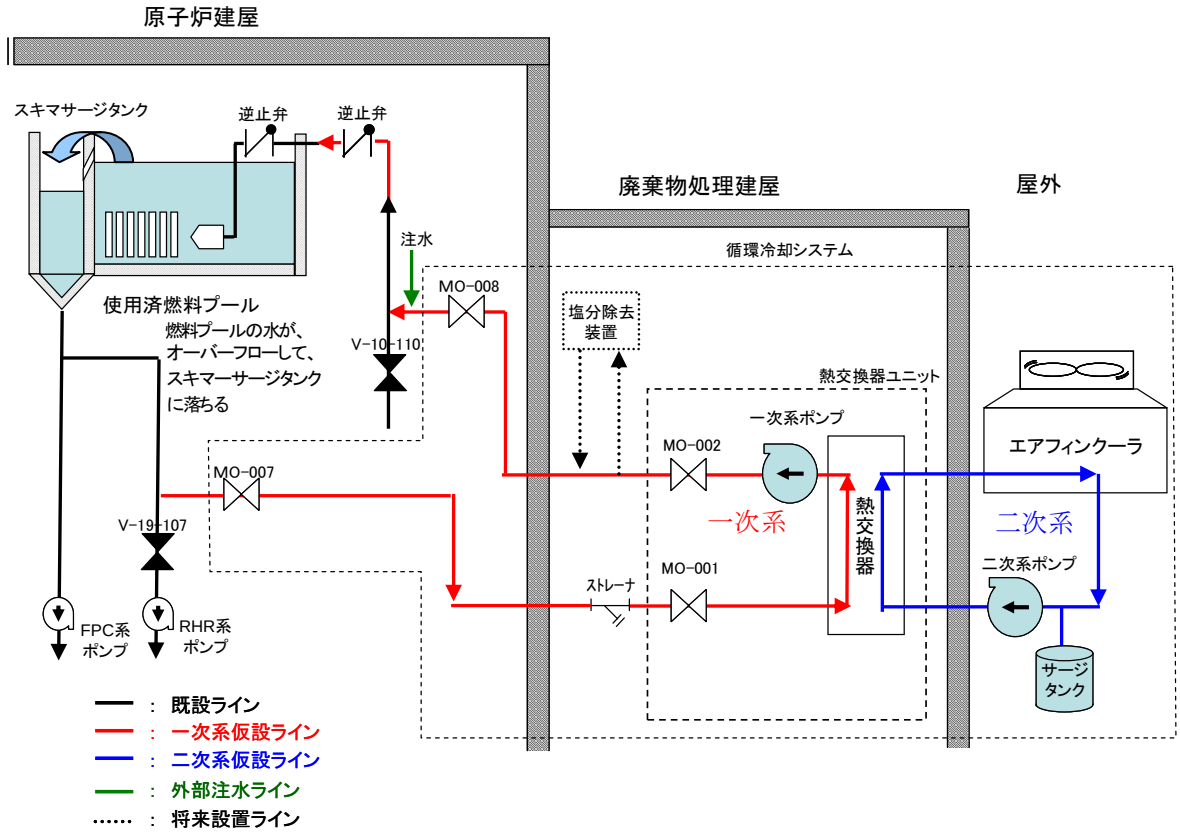
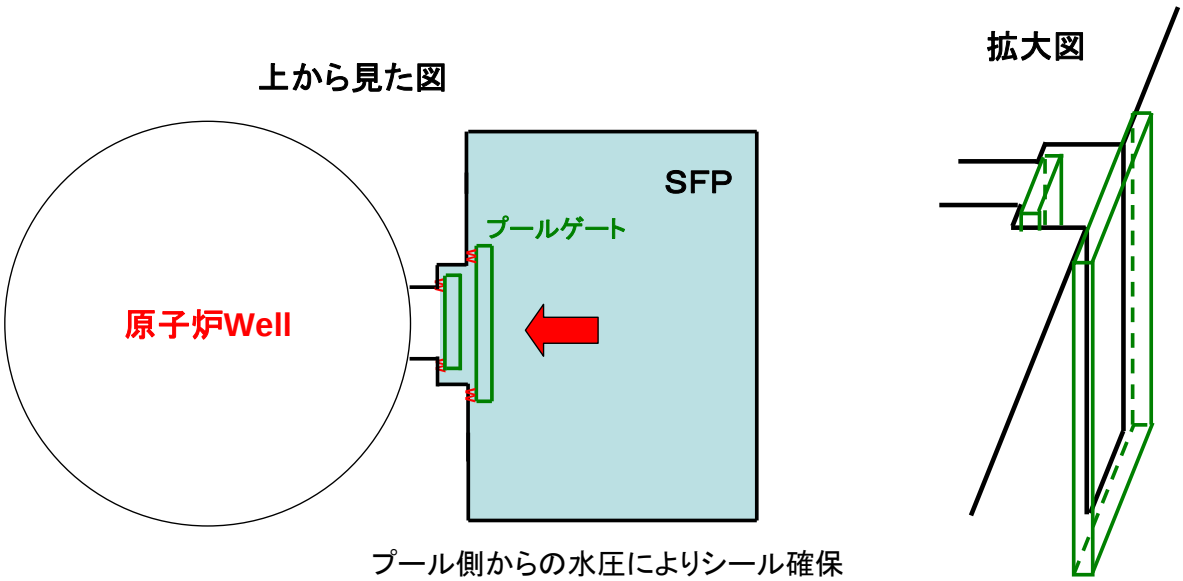


図 II-2-42　代替冷却系の系統図



プール側からの水圧によりシール確保

図 II-2-43　プールゲートの構造

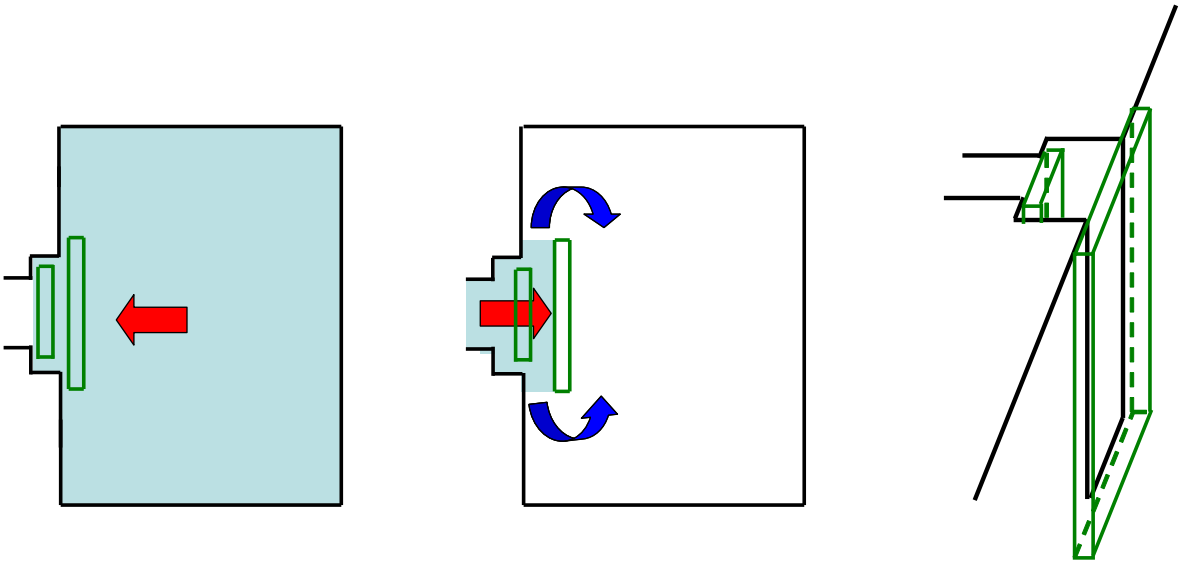


図 II-2-44　プールゲートからの水流入のメカニズム（その 1）

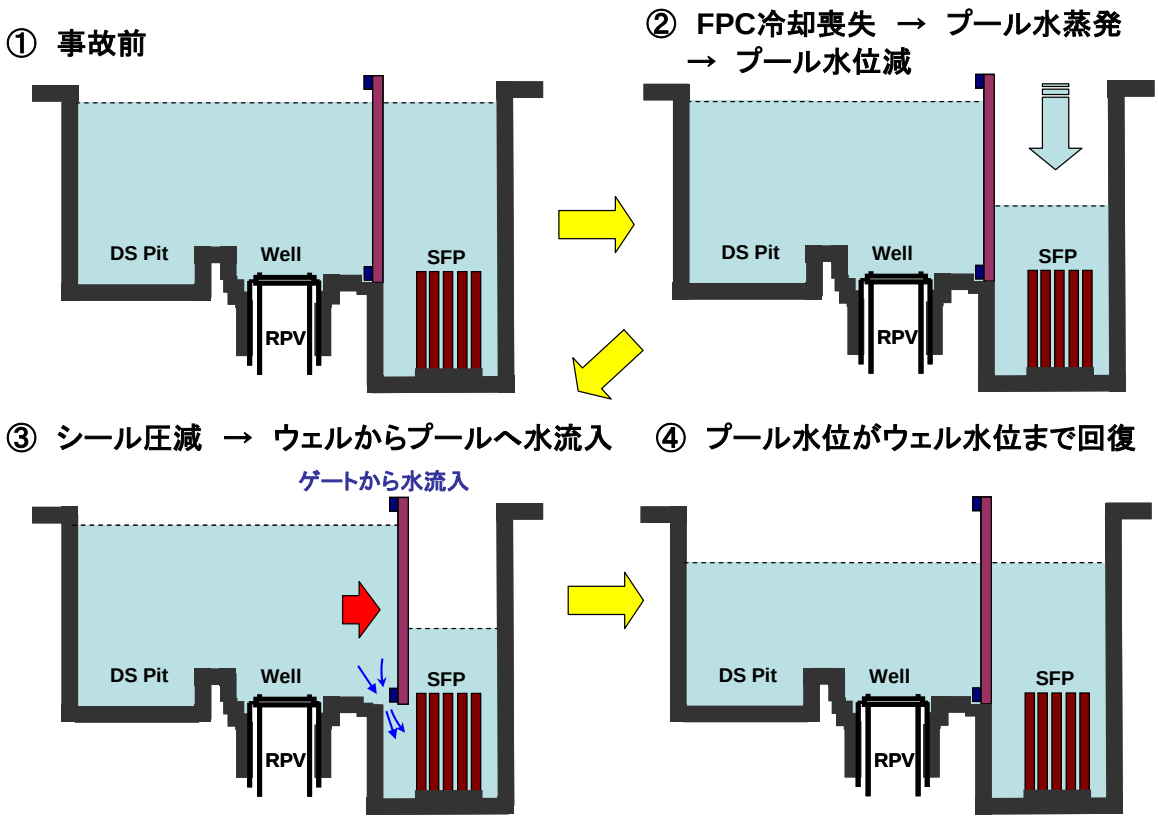


図 II-2-45　プールゲートからの水流入のメカニズム（その 2）

図 II-2-46　4 号機の SFP 中の状況（その 1）

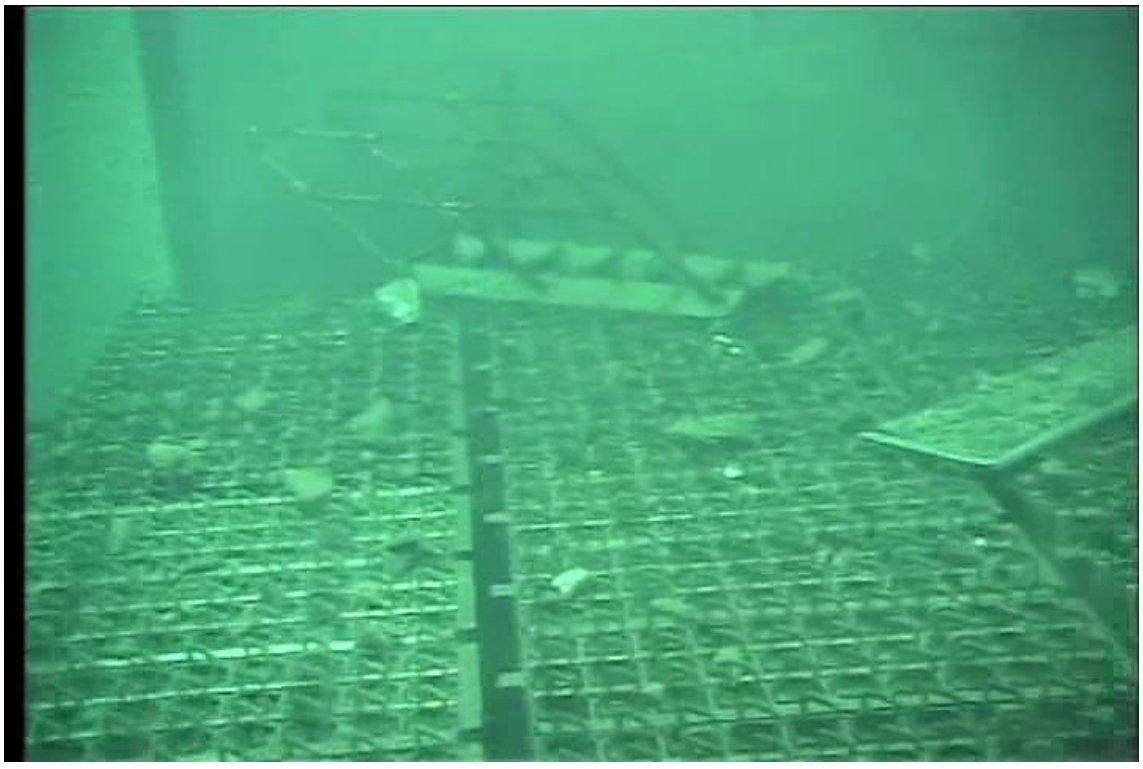


図 II-2-47　4 号機の SFP 中の状況（その 2）

図 II-2-48　4 号機の SFP 中の状況（その 3）

図 II-2-49　4 号機の SFP 中の状況（その 4）

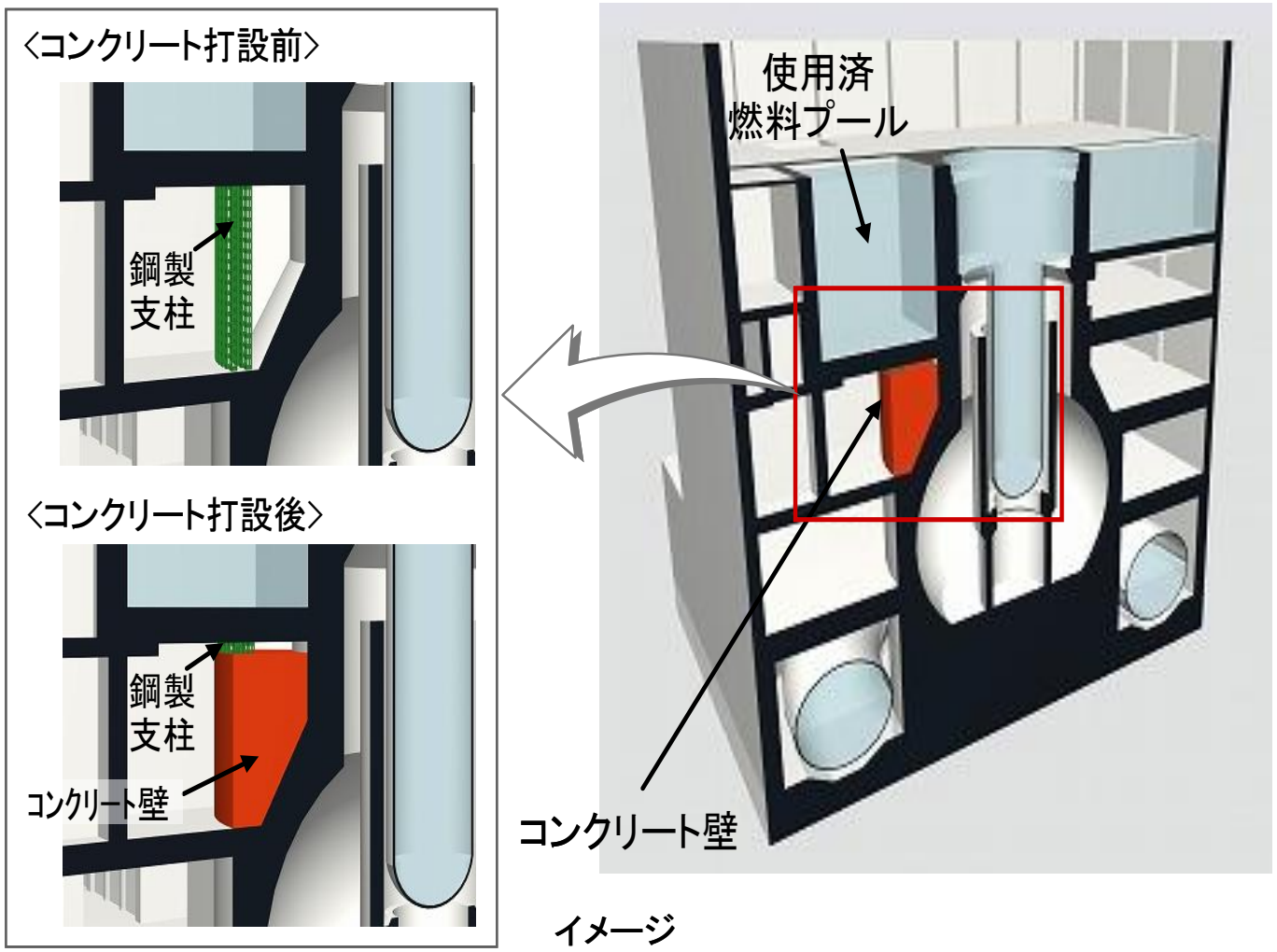


図 II-2-50　福島第一原子力発電所 4 号機原子炉建屋
SFP 底部の支持構造物の設置工事

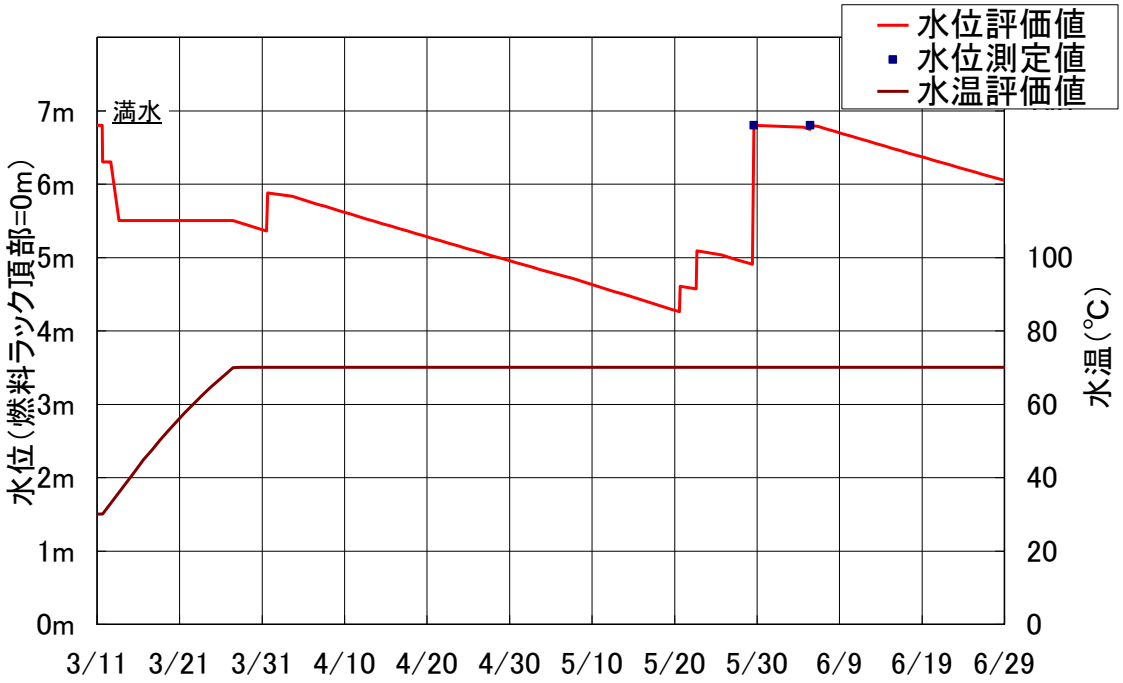


図 II-2-51　1 号機 SFP の評価結果

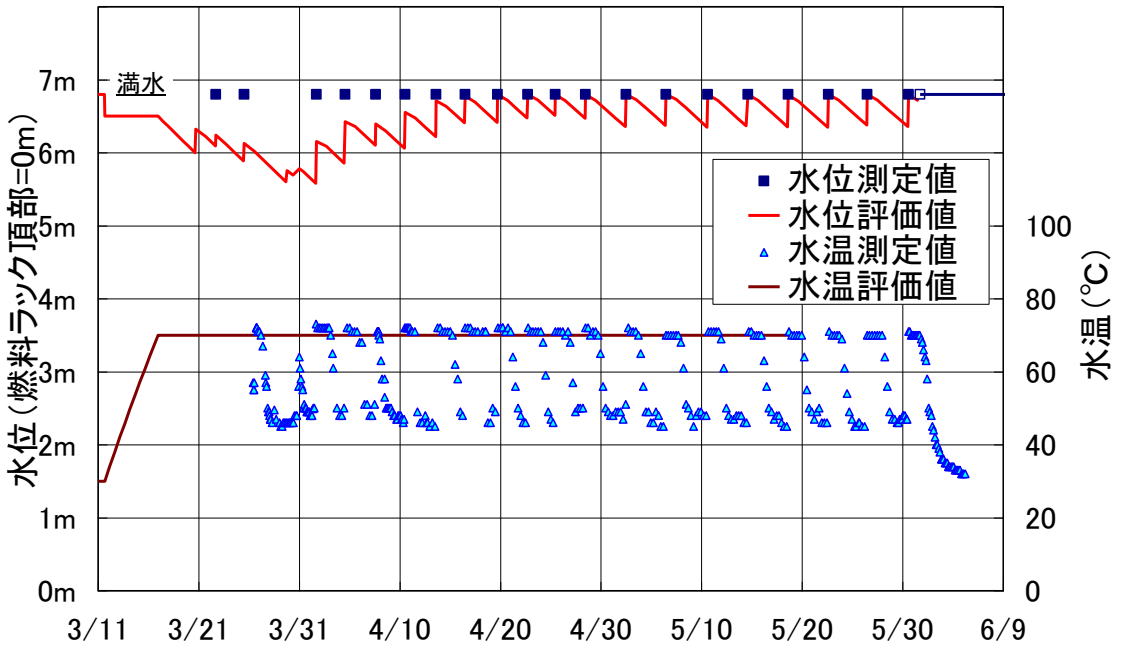


図 II-2-52　2 号機 SFP の評価結果

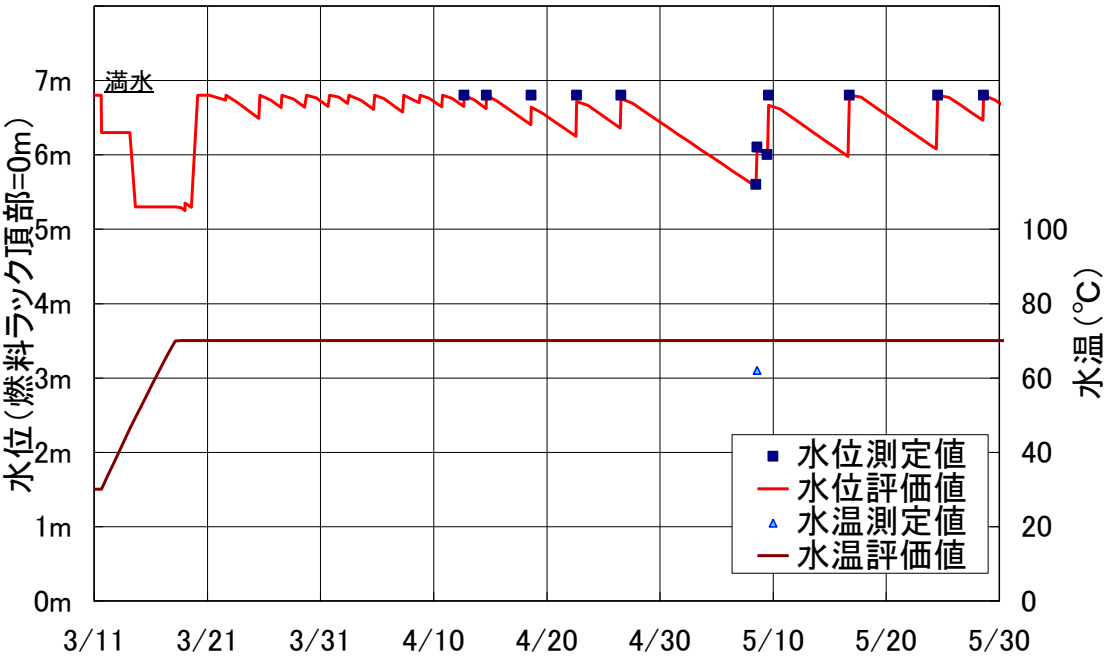


図 II-2-53　3 号機 SFP の評価結果

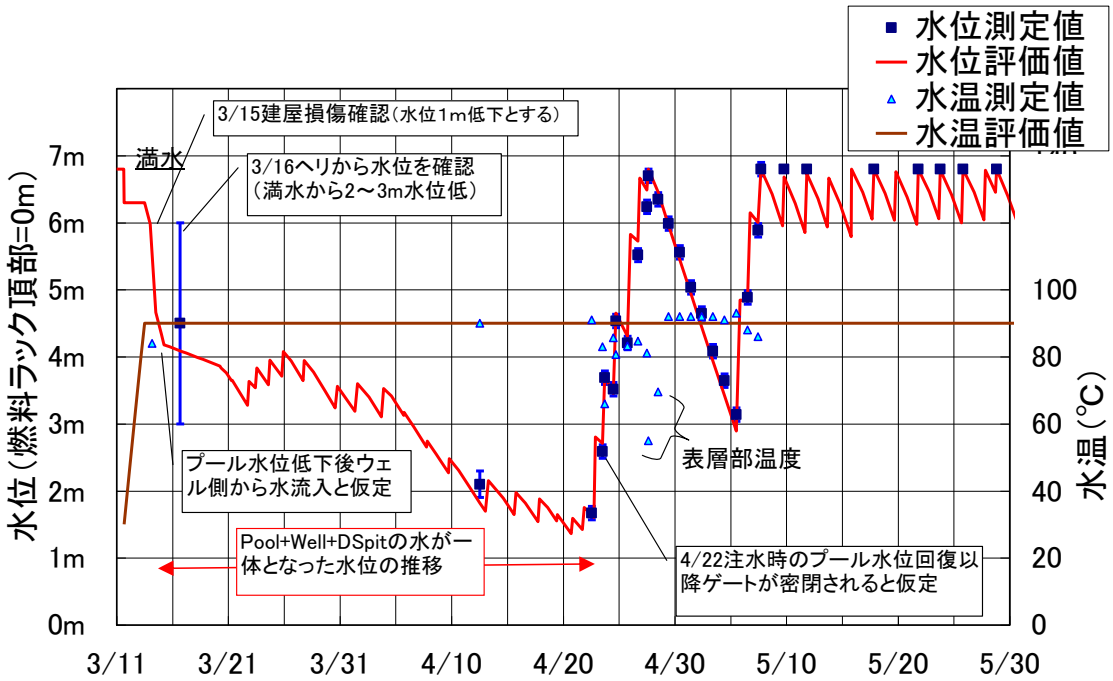


図 II-2-54　4 号機 SFP の評価結果

h　その他

○　乾式貯蔵キャスク保管建屋

乾式貯蔵とは、使用済燃料を、図 II-2-55 に示す乾式の貯蔵キャスクにおさめて、キャスク保管庫に貯蔵する方法である。キャスク保管庫である乾式貯蔵キャスク保管建屋（以下「キャスク建屋」という。）は 1～4 号機と 5、6 号機の間に位置し、1995 年 8 月に運用を開始している。

3 月 11 日時点で、キャスク建屋には、大型キャスク 5 体（燃料集合体 52 体収納）、中型キャスク 4 体（燃料集合体 37 体収納）に使用済燃料が合計 408 体貯蔵されていた。

キャスク建屋は、標高が比較的低い位置に設置されていたことから、3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震により引き起こされた津波の襲来により、大量の海水、砂、ガレキ等が流れ込んだ。一方、全交流電源を喪失（原因は現時点では不明）したが、キャスクは空気の自然対流により冷却される設計であるため冷却機能は喪失していない。

東京電力は、3 月 17 日以降、複数回にわたり、キャスク建屋内の調査を実施している。キャスク建屋は、キャスク保管エリア床面まで浸水し、ルーバ、扉等についても損壊している状況である。ただし、空気の自然体流で期待している空気の流れが阻害される状況にはなく、冷却上の問題は生じていないことが確認されている。

キャスクについては、津波により建屋内に流入したガレキ等が付着しているものの、ボルトにより固定されていた元々の位置から移動しておらず、これまでのところ、外観からは健全性に関する問題については確認されていない。また、キャスク建屋内の線量（～数十 μSv/h）についてもバックグラウンドレベルと比較して、異常な値とはなっていない。乾式貯蔵キャスクは 1 次蓋、2 次蓋と 2 重の構造で密封を維持する構造であるため密封性能は高いが、密封性能が維持されているかについては、現時点ではリーク確認試験等による直接的な確認を実施できていないため不明である。図 II-2-56 にキャスク建屋内の状況の写真を示す。

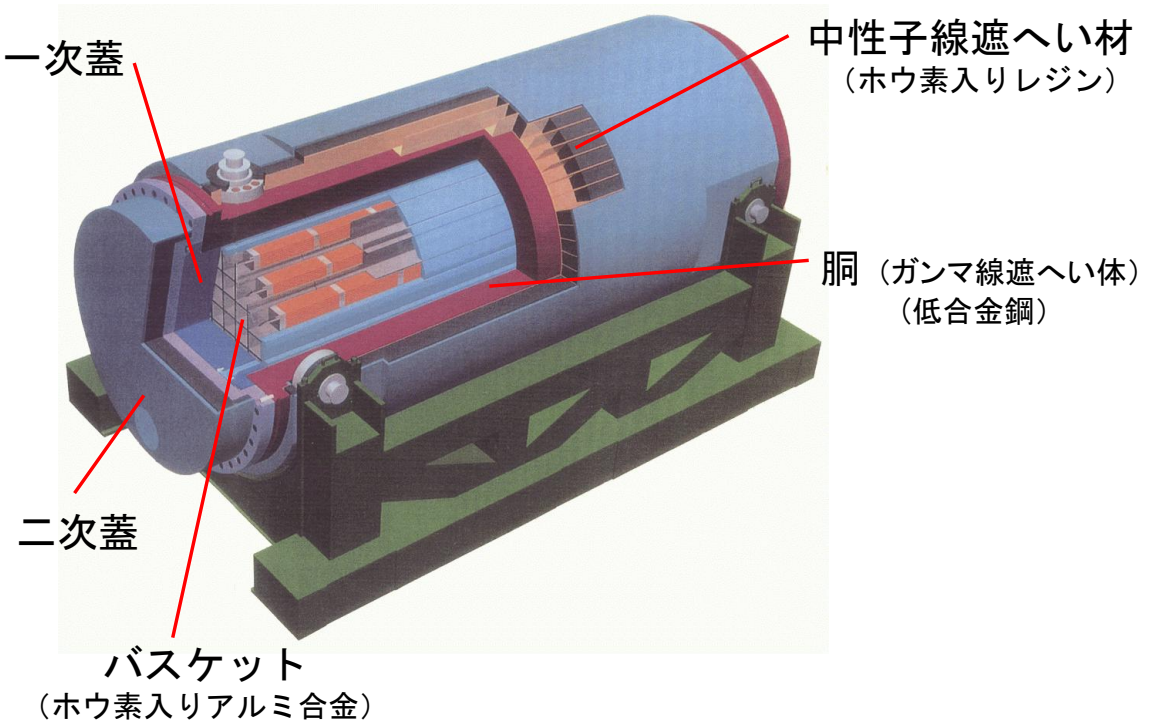


図 II-2-55　乾式貯蔵キャスクの構造

図 II-2-56　乾式貯蔵キャスク保管建屋内の状況

② 放射性物質の放出状況

東京電力では、福島第一原子力発電所の敷地内において、放射性物質の放出状況を把握するため、空気中の試料採取及び核種分析を実施している。また、MP にて、発電所敷地周辺の線量率測定を実施している（図 II-2-57）。また、福島第一原子力発電所 1～4 号機における放射性物質の放出状況についても概説する。

ａ 空気中の放射性物質の状況

福島第一原子力発電所の敷地内において空気中の放射性物質の核種分析を定期的に行っている。これまで発電所の敷地境界付近（西門）にて毎日試料採取を実施してきたが、7 月以降は発電所構内及び周辺 12 地点でも定期的な試料採取を開始した。

西門におけるガンマ線放射能濃度は事故発生以降低下してきており、法令に定める濃度限度よりも低く、検出限界未満となることが多い（図 II-2-58）西門における空気中のプルトニウム（Pu-238、Pu-239、Pu-240）、ストロンチウム（Sr-89、Sr-90）分析も定期的に行っているが、これまでの結果は全て検出限界未満である。

発電所敷地周辺における環境線量については、MP にて連続的に測定しているが、6 月以降はほぼ横ばいで推移しており、有意な変化は見られていない。（図 II-2-59）

ｂ 各号機の状況

○ １号機

東京電力は、放射性物質の放出低減の観点から、PCV内部のガスに含まれる代表的な放射性物質の濃度を測定する目的で、7月29日に原子炉建屋内のPCV酸素分析ラックの検出ライン配管からPCV内の気体をサンプリングし、内部の放射性物質の濃度を測定している。測定結果を表II-2-23に示す。

また、周辺環境への放射性物質放出の状況を把握するため、原子炉建屋の上部において、空気中の放射性物質のサンプリングをしており、その結果を表II-2-24～表II-2-26にまとめる。

表 II-2-23　1 号機原子炉格納容器内サンプリング結果

採取日時	2011 年 7 月 29 日　13 時 10 分
核種	放射性物質の濃度（Bq/cm^3）
Cs-137	2.0×10^{1}
Cs-134	1.7×10^{1}
I-131	検出限界未満
Kr-85	ー
Xe-131m	ー

表 II-2-24　1 号機原子炉建屋上部におけるサンプリング結果（その 1）

採取場所	原子炉建屋上部	原子炉建屋上部	原子炉建屋　東側（外壁から外側に 5m 程度）※1,2
採取日時	2011 年 5 月 22 日 13 時 15 分～13 時 35 分	2011 年 6 月 22 日 12 時 49 分～13 時 09 分	2011 年 7 月 24 日 4 時 28 分～5 時 57 分
核種	試料濃度（Bq/cm^3）		
I-131	7.6×10^{-5}	検出限界未満	検出限界未満
Cs-134	3.6×10^{-4}	2.4×10^{-4}	検出限界未満
Cs-137	4.2×10^{-4}	2.4×10^{-4}	検出限界未満

※1　原子炉建屋　鉄骨上部から10m程度上空

※2　T-Hawkによる採取

表 II-2-25　1 号機原子炉建屋上部におけるサンプリング結果（その 2）

採取場所	原子炉建屋上部①（原子炉上北西側）	原子炉建屋上部②（原子炉上北東側）	原子炉建屋上部③（原子炉上南西側）	原子炉建屋上部④（原子炉上南東側）
採取日時	2011 年 8 月 28 日 9 時 40 分～10 時 10 分	2011 年 8 月 28 日 10 時 15 分～10 時 45 分	2011 年 8 月 28 日 12 時 05 分～12 時 35 分	2011 年 8 月 28 日 12 時 45 分～13 時 15 分
核種	試料濃度（Bq/cm^3）			
I-131	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満
Cs-134	7.0×10^{-6}	5.7×10^{-6}	7.4×10^{-6}	5.6×10^{-6}
Cs-137	7.4×10^{-6}	5.3×10^{-6}	1.1×10^{-5}	5.3×10^{-6}

表 II-2-26　1 号機原子炉建屋上部におけるサンプリング結果（その 3）

採取場所	原子炉建屋上部横①（機器ハッチ西側下）	原子炉建屋上部横②（機器ハッチ西側上）
採取日時	2011 年 8 月 28 日 8 時 10 分～8 時 40 分	2011 年 8 月 28 日 8 時 45 分～9 時 15 分
核種	試料濃度（Bq/cm^3）	
I-131	検出限界未満	検出限界未満
Cs-134	3.8×10^{-5}	2.6×10^{-4}
Cs-137	4.6×10^{-5}	3.3×10^{-4}

東京電力が、これまで実施してきた復旧作業等に関連して、原子炉建屋内等の線量率が明らかになっている（東京電力では原子炉建屋内は高線量区域が多いため、必要な作業の際に併せて線量測定を行い、また、ロボット等を用いた線量測定も実施している。）。

7 月 31 日、東京電力はガンマカメラを用いて、同日まで実施していた瓦礫撤去後の線量確認を行っていたところ、1・2 号機主排気筒の底部の SGTS 配管接合部付近で、高線量の線源があることが確認された。8 月 1 日には、当該線源の線量が 10Sv/h 以上であることが確認された（図 II-2-60）。また、8 月 2 日、1 号機タービン建屋 2 階の SGTS トレイン室をロボットにて線量測定を実施したところ、当該エリアの線量が 5Sv/h 以上であることが確認された（図 II-2-61）。さらに、8 月 4 日には 1・2 号機主排気筒のスタックドレン配管底部で 3.6Sv/h が観測された（図 II-2-62）。これに伴い、3・4 号機の同様の部分について調査したところ、特に線量の高いところはないことが確認された。1・2 号機主排気筒の当該部、1 号機の SGTS トレイン室が高線量であった原因については、現在、調査中である。

○ ２号機

東京電力は、放射性物質の放出低減の観点から、1号機と同様に、PCV内部のガスに含まれる代表的な放射性物質の濃度を測定する目的で、8月9日に原子炉建屋内のPCV酸素分析ラックの検出ライン配管からPCV内の気体をサンプリングし、内部の放射性物質の濃度を測定した。測定結果を表II-2-27に示す。

また、周辺環境への放射性物質放出の状況を把握するため、原子炉建屋の開口部付近において、空気中の放射性物質のサンプリングをしており、その結果を表II-2-28にまとめる。

表 II-2-27　2 号機原子炉格納容器内サンプリング結果

採取日時	2011 年 8 月 9 日 10 時 39 分～11 時 13 分		
核種	放射性物質の濃度（Bq/cm^3）		
	1 回目	2 回目	3 回目
Cs-137	5.4×10^{-1}	2.4×10^{-1}	2.5×10^{-1}
Cs-134	5.1×10^{-1}	2.3×10^{-1}	2.4×10^{-1}
I-131	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満
Kr-85	検出限界未満	7.4×10^{1}	7.5×10^{1}
Xe-131m	3.8×10^{1}	4.7×10^{1}	4.0×10^{1}

表 II-2-28　2 号機原子炉建屋開口部におけるサンプリング結果

採取場所	原子炉建屋東側（外壁から外側に 5m 程度）※1,2	原子炉建屋上部①（ブローアウトパネル開口部下部）	原子炉建屋上部②（ブローアウトパネル開口部中央）
採取日時	2011 年 7 月 22 日 5 時 06 分～6 時 02 分	2011 年 8 月 29 日 10 時 35 分～11 時 35 分	2011 年 8 月 29 日 12 時 20 分～13 時 20 分
核種	試料濃度（Bq/cm^3）		
I-131	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満
Cs-134	2.2×10^{-4}	9.6×10^{-4}	1.5×10^{-3}
Cs-137	2.7×10^{-4}	1.0×10^{-3}	1.6×10^{-3}

※1　原子炉建屋　屋根上部から10m程度上空
※2　T-Hawkによる採取

東京電力がこれまで実施してきた復旧作業等に関連して、原子炉建屋内等の線量率が明らかになっている（東京電力では原子炉建屋内は高線量区域が多いため、必要な作業の際に併せて線量測定を行い、また、ロボット等を用いた線量測定も実施している。）。

2号機の仮設の原子炉水位計・圧力計設置のため、6月21日に原子炉建屋に入域した際の建屋内の線量率測定結果を図II-2-63、図II-2-64に示す。その結果、原子炉建屋1階及び2階が高線量雰囲気であることがわかった。

さらに、ダストサンプリングのため、7月8日にロボット（クインス）による2号機原子炉建屋上部階の線量率の測定を実施し、階段部や2階も高線量雰囲気であることがわかった（図 II-2-65）。

○ 3号機

東京電力は、周辺環境への放射性物質放出の状況を把握するため、原子炉建屋の開口部付近において、空気中の放射性物質をサンプリングしており、その結果を表II-2-29、表II-2-30にまとめる。

東京電力が、これまで実施してきた復旧作業等に関連して、原子炉建屋内等の線量率が明らかになっている（東京電力では原子炉建屋内は高線量区域が多いため、必要な作業の際に併せて線量測定を行い、また、ロボット等を用いた線量測定も実施している。）。

3号機の窒素封入準備作業のため、7月6日に原子炉建屋に入域した際の建屋内の線量率測定結果を図II-2-66に示す。その結果、原子炉建屋1階の窒素封入候補箇所付近が高線量雰囲気であることがわかった。

さらに、原子炉注水における効果的な注水箇所の調査のため、7月26、27日に3号機原子炉建屋に入域した際にも線量率を測定しており、階段部や2階も高線量雰囲気であることがわかった（図 II-2-67、図 II-2-68）。

表 II-2-29　3 号機原子炉建屋上部におけるサンプリング結果（その 1）

採取場所	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 西側※
採取日時	2011 年 6 月 13 日 15 時 33 分～ 15 時 53 分	2011 年 7 月 12 日 11 時 30 分～ 12 時 00 分	2011 年 7 月 12 日 15 時 00 分～ 15 時 30 分	2011 年 7 月 13 日 6 時 46 分～ 7 時 16 分	2011 年 7 月 13 日 11 時 00 分～ 11 時 30 分	2011 年 7 月 23 日 4 時 37 分～ 6 時 08 分
核種	試料濃度（Bq/cm^3）					
I-131	3.0×10^{-4}	4.6×10^{-6}	2.8×10^{-6}	2.3×10^{-6}	2.5×10^{-6}	検出限界未満
Cs-134	5.6×10^{-4}	1.8×10^{-5}	1.1×10^{-5}	検出限界未満	6.4×10^{-6}	検出限界未満
Cs-137	5.4×10^{-4}	8.9×10^{-6}	1.5×10^{-5}	1.1×10^{-5}	1.3×10^{-5}	検出限界未満

※原子炉建屋　鉄骨上部から10m程度上空　（T-Hawkによる採取）

表 II-2-30　3 号機原子炉建屋上部におけるサンプリング結果（その 2）

採取場所	原子炉建屋上部 （原子炉上西側）	原子炉建屋上部 （原子炉上東側）	原子炉建屋上部 （原子炉上北側）	原子炉建屋上部 （原子炉上南側）
採取日時	2011 年 8 月 24 日 9 時 00 分～9 時 30 分	2011 年 8 月 24 日 9 時 35 分～10 時 05 分	2011 年 8 月 24 日 11 時 30 分～12 時 00 分	2011 年 8 月 24 日 12 時 05 分～12 時 35 分
核種	試料濃度（Bq/cm^3）			
I-131	2.8×10^{-6}	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満
Cs-134	1.0×10^{-3}	6.6×10^{-6}	1.6×10^{-4}	5.0×10^{-5}
Cs-137	1.2×10^{-3}	5.4×10^{-6}	1.7×10^{-4}	5.2×10^{-5}

○　４号機

東京電力は、周辺環境への放射性物質放出の状況を把握するため、原子炉建屋の上部において、空気中の放射性物質をサンプリングしており、その結果を表 II-2-31 にまとめる。

東京電力が、これまで実施してきた復旧作業等に関連して、原子炉建屋内等の線量率が明らかになっている（東京電力では原子炉建屋内は高線量区域が多いため、必要な作業の際に併せて、線量測定を実施している。）。

東京電力は 4 号機の SFP の循環冷却ライン等の調査のため、6 月 29 日に、原子炉建屋 5 階の現場調査を実施した。その結果、SFP 周りの線量は、比較的低線量であることがわかった（図 II-2-69）。

表 II-2-31　4 号機原子炉建屋上部におけるサンプリング結果

採取場所	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 上部	原子炉建屋 5 階	
				使用済燃料キャスクピット上部	使用済燃料プール南西側
採取日時	2011 年 5 月 23 日 14 時 17 分～ 14 時 37 分	2011 年 6 月 18 日 12 時 23 分～ 12 時 43 分	2011 年 6 月 18 日 14 時 38 分～ 14 時 58 分	2011 年 6 月 30 日 17 時 00 分～17 時 05 分	
核種	試料濃度（Bq/cm^3）				
I-131	1.4×10^{-5}	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満	検出限界未満
Cs-134	1.5×10^{-4}	8.4×10^{-5}	1.2×10^{-4}	1.1×10^{-3}	4.0×10^{-4}
Cs-137	1.5×10^{-4}	1.0×10^{-4}	1.1×10^{-4}	1.1×10^{-3}	4.1×10^{-4}

図 II-2-57　福島第一原子力発電所　構内モニタリング地点

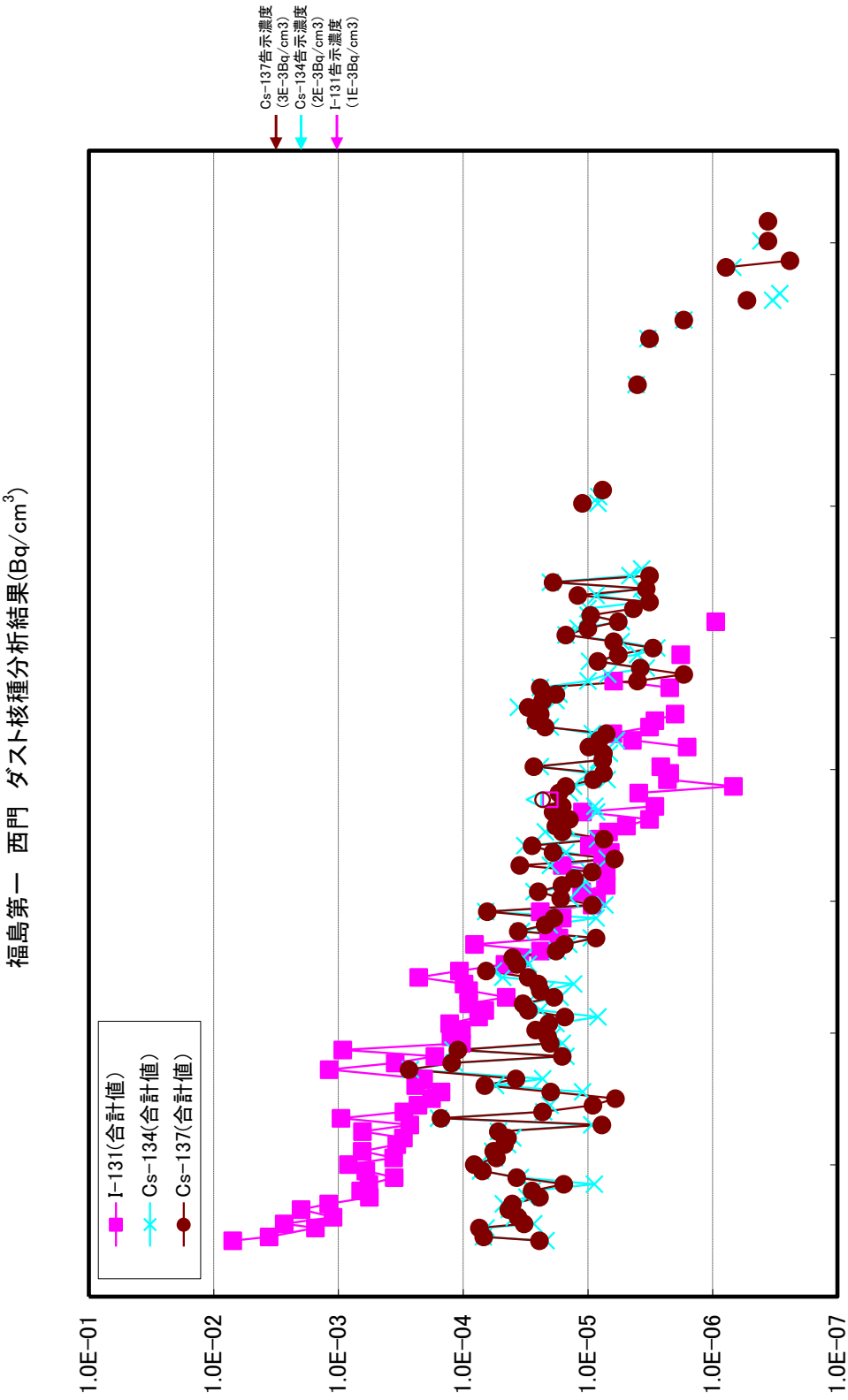


図 II-2-58　福島第一原子力発電所　西門ダスト核種分析結果

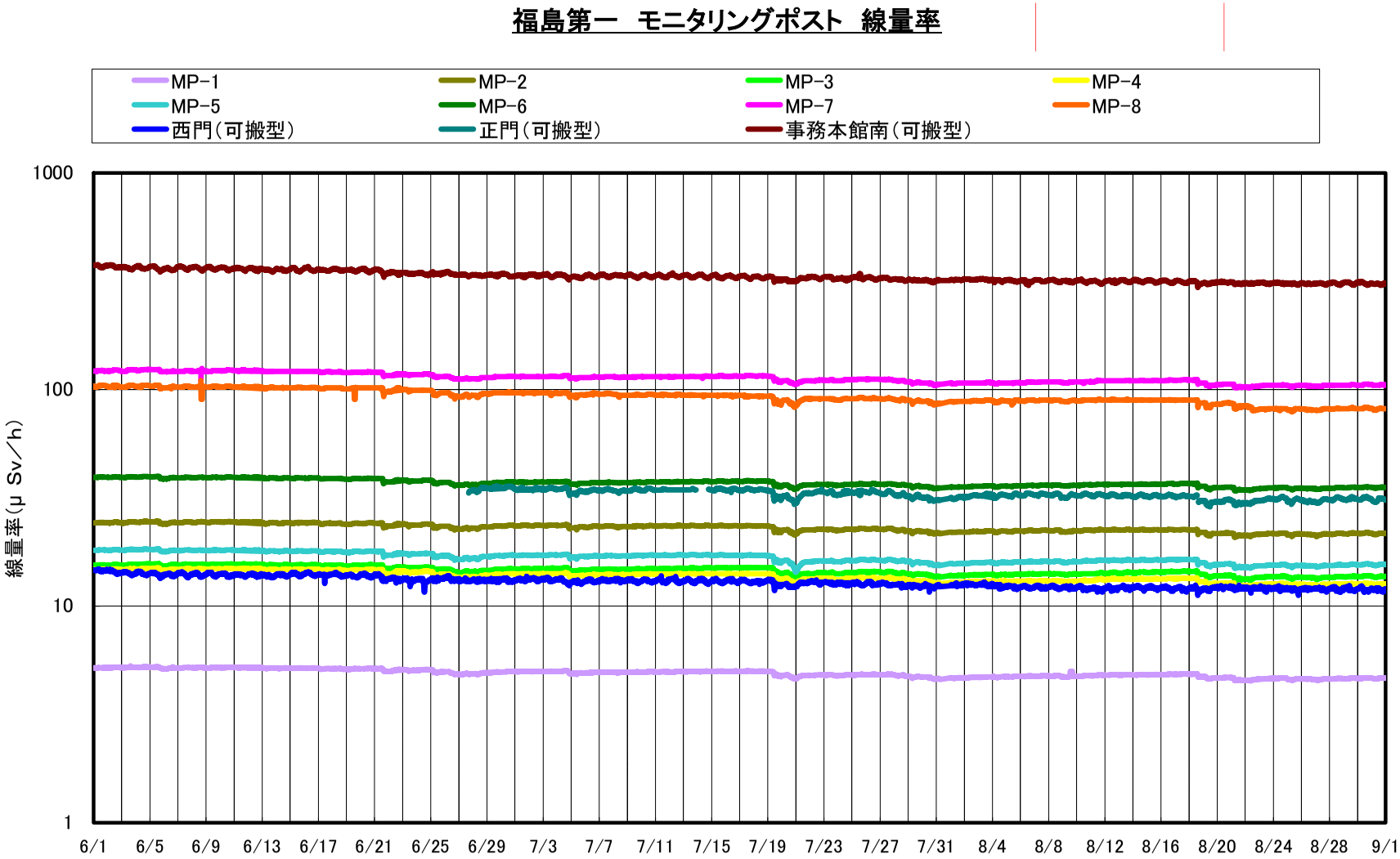
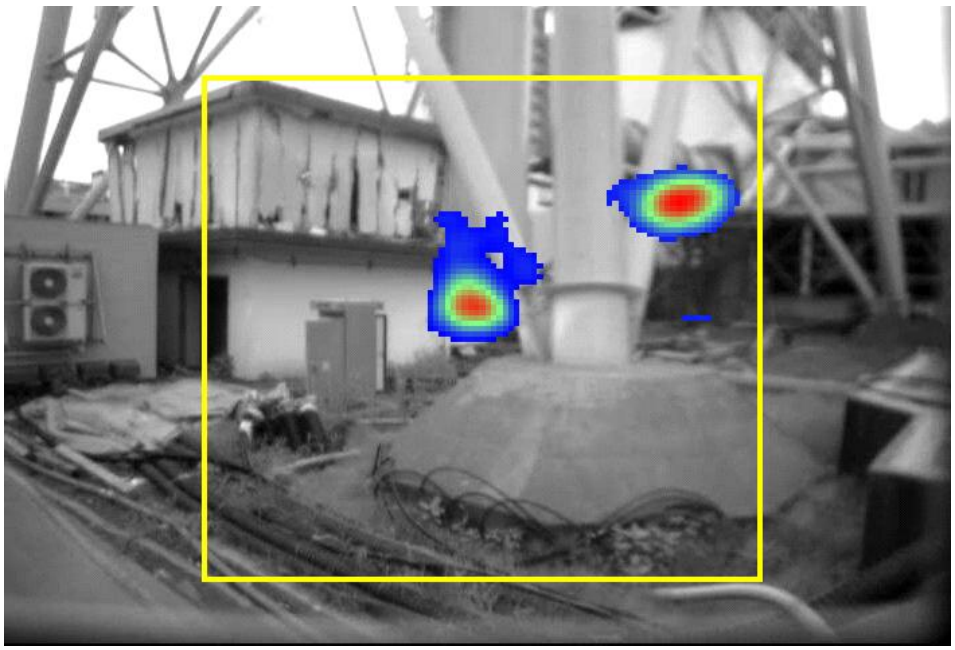


図 II-2-59　福島第一原子力発電所　モニタリングポスト線量率

平成23年８月２日
東京電力株式会社

撮影場所：１・２号機主排気筒底部　非常用ガス処理系配管接合部付近
撮影日時：平成23年８月１日　14時30分頃
撮影者　：東京電力株式会社

平成23年８月２日
東京電力株式会社

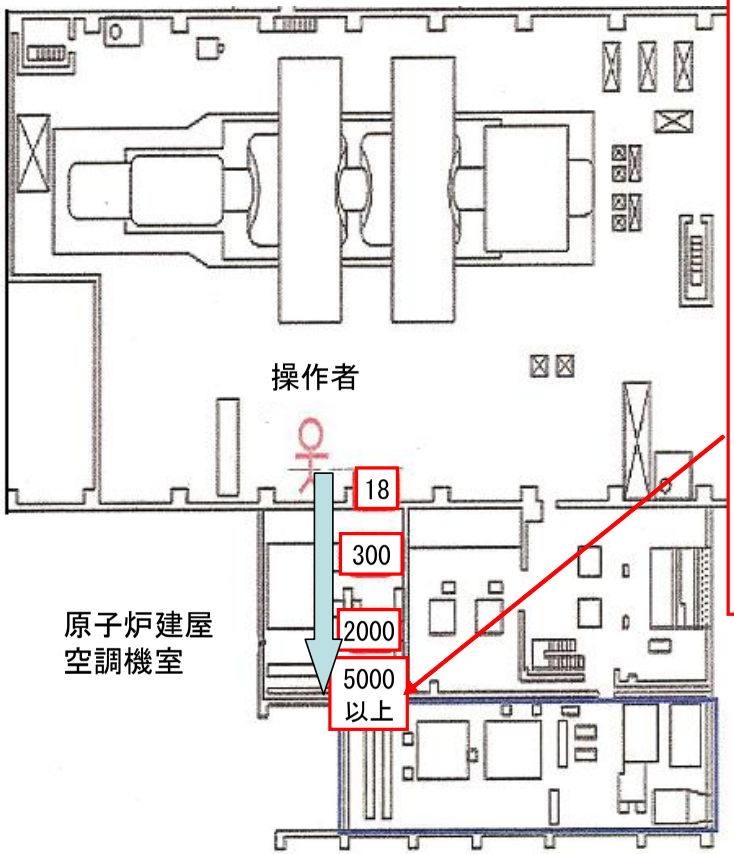


撮影場所：１・２号機主排気筒付近
撮影日時：平成23年７月31日　16時頃
撮影者　：東京電力株式会社

図 II-2-60　福島第一原子力発電所１・２号機主排気筒付近

平成23年８月３日
東京電力株式会社

福島第一原子力発電所1号機タービン建屋2階　高線量検出箇所



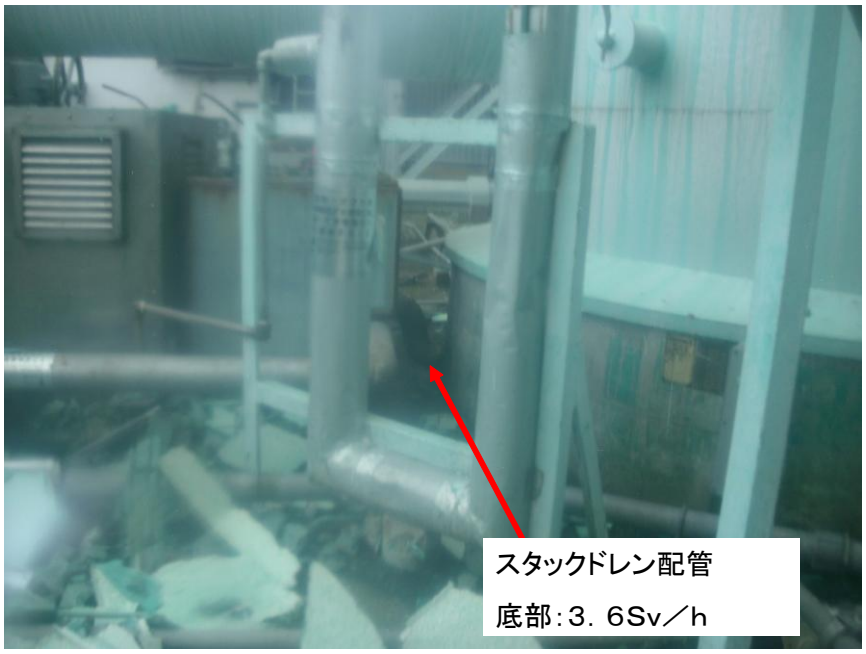
撮影場所：１号機タービン建屋２階
　　非常用ガス処理系トレイン室入口付近
撮影日時：平成23年８月２日　午前11時19分頃
撮影者　：東京電力株式会社

図 II-2-61　福島第一原子力発電所１号機タービン建屋２階高線量検出箇所

平成23年８月５日
東京電力株式会社

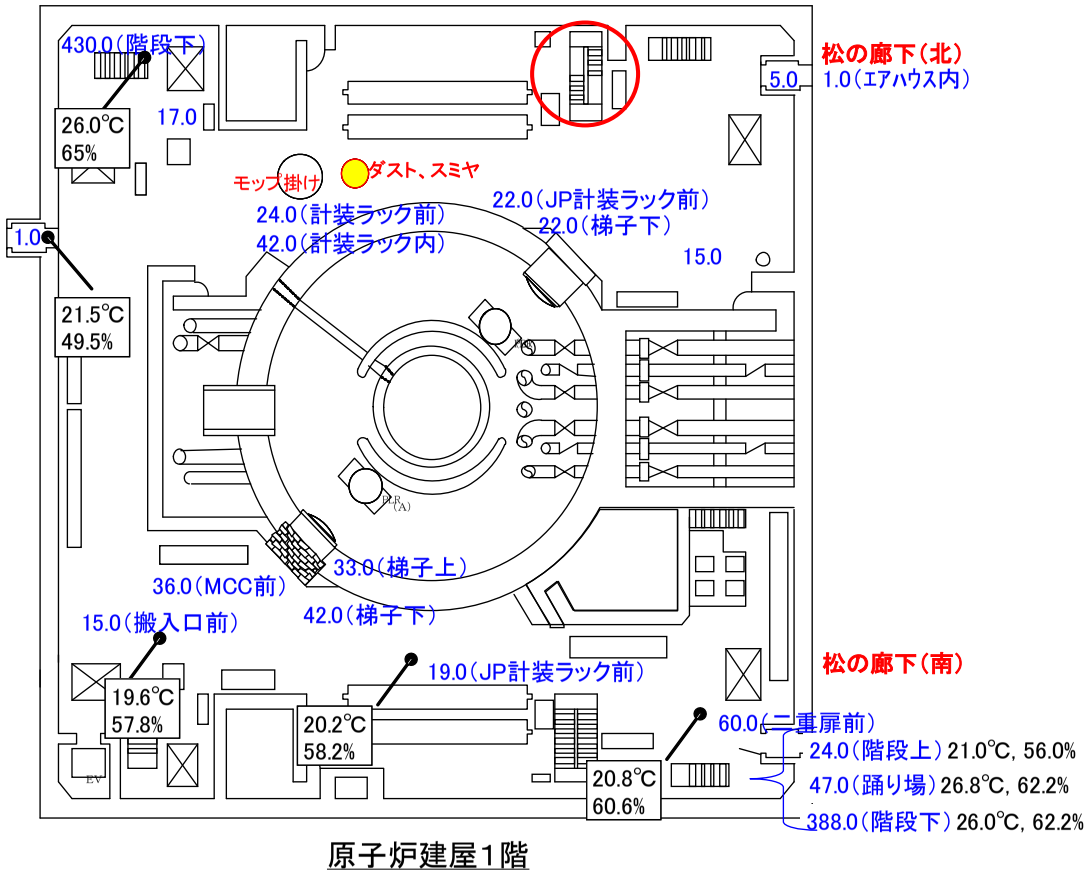
撮影場所：１・２号機主排気筒　スタックドレン配管（東側から撮影）
撮影日時：平成23年８月４日　15時30分頃
撮　　影：東京電力株式会社

平成23年８月５日
東京電力株式会社



撮影場所：１・２号機主排気筒　スタックドレン配管（西側から撮影）
撮影日時：平成23年８月４日　15時30分頃
撮　　影：東京電力株式会社

図 II-2-62　福島第一原子力発電所 1・2 号機主排気筒　スタックドレン配管

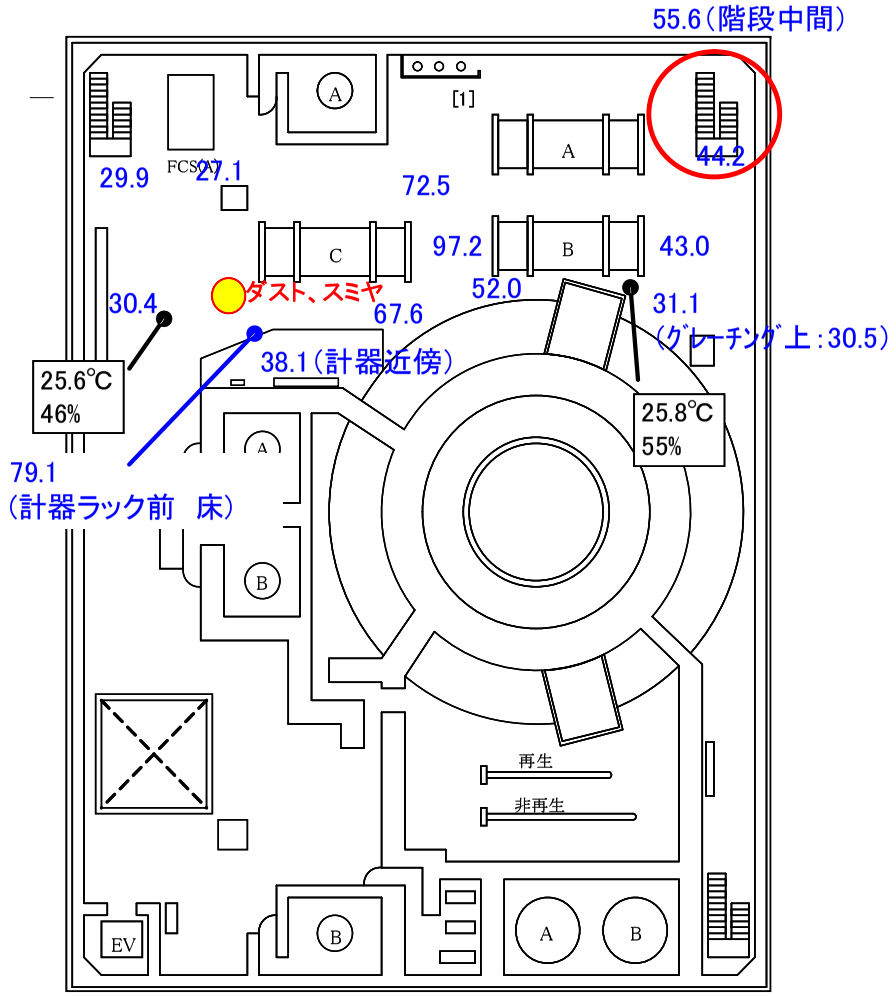


原子炉建屋1階

北西階段（中地下1階）

南東階段（中地下1階）

図 II-2-63　福島第一原子力発電所 2 号機原子炉建屋　入域調査結果（その 1）

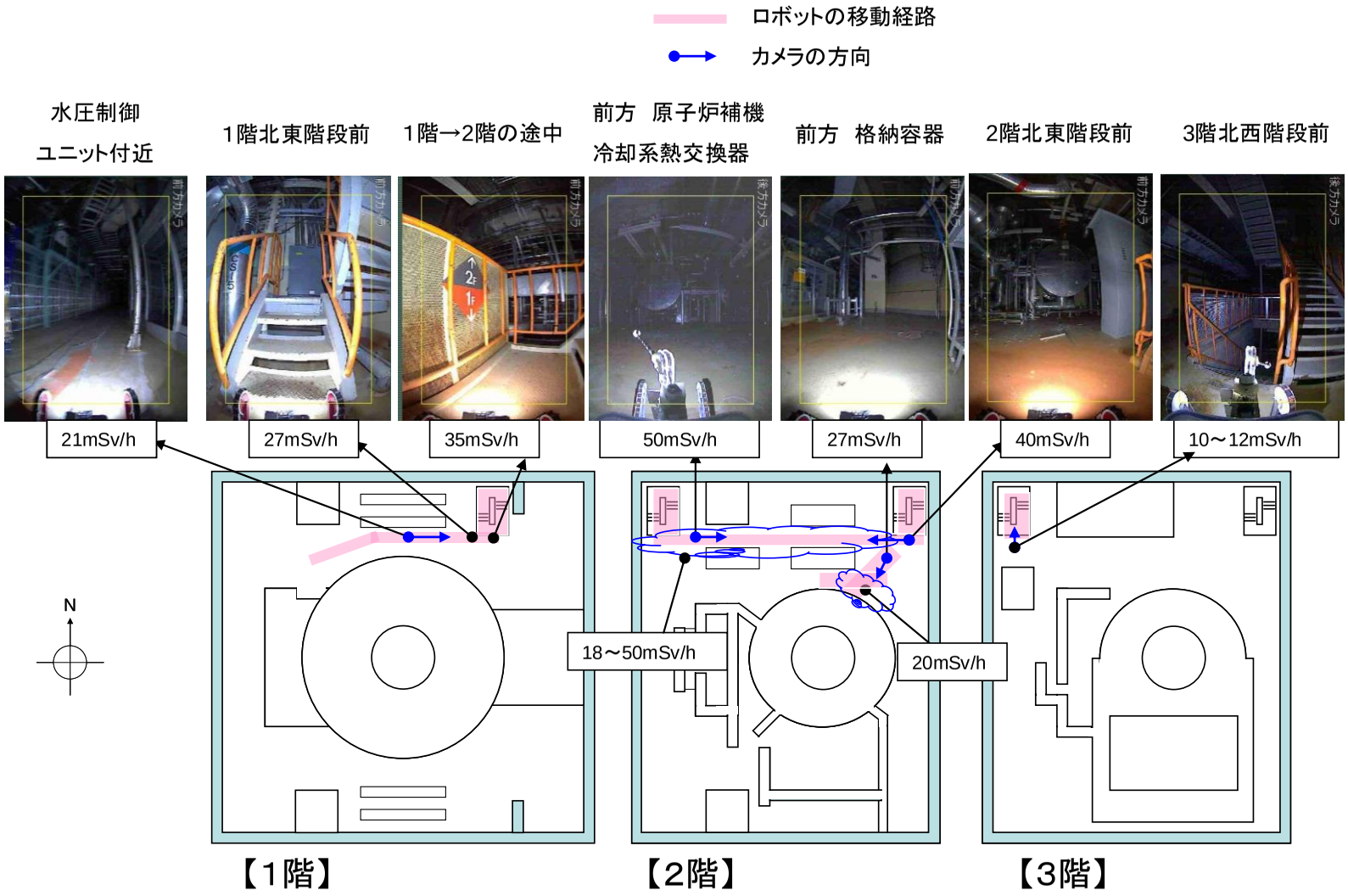


原子炉建屋2階

原子炉計装ラック

原子炉計装ラック前　床面

図 II-2-64　福島第一原子力発電所２号機原子炉建屋　入域調査結果（その２）



建屋配置はイメージ（縮尺や配置などは正確ではありません）

図 II-2-65　福島第一原子力発電所 2 号機原子炉建屋上部階　入域調査結果

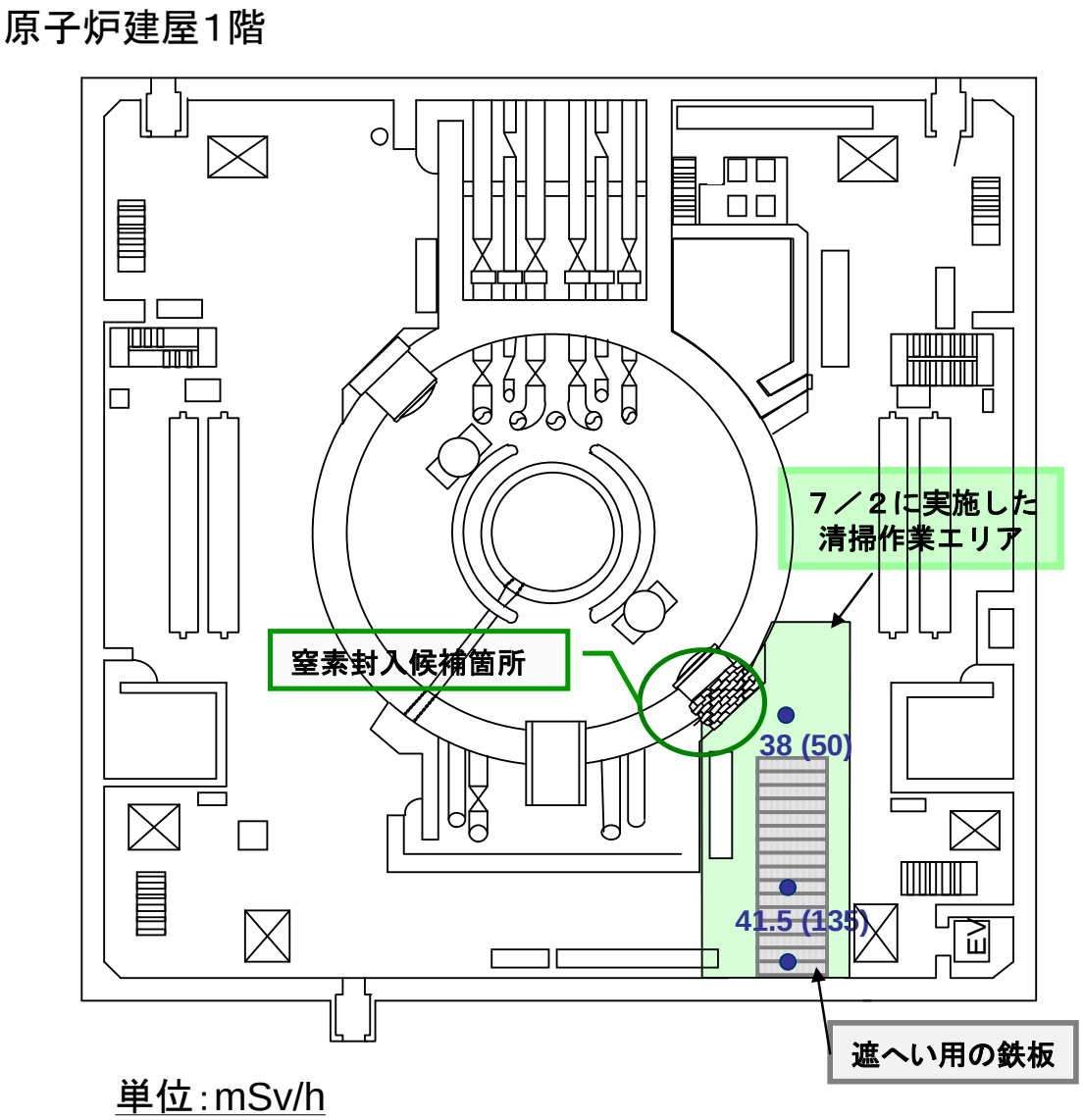


図 II-2-66　福島第一原子力発電所 3 号機原子炉建屋内の線量調査結果

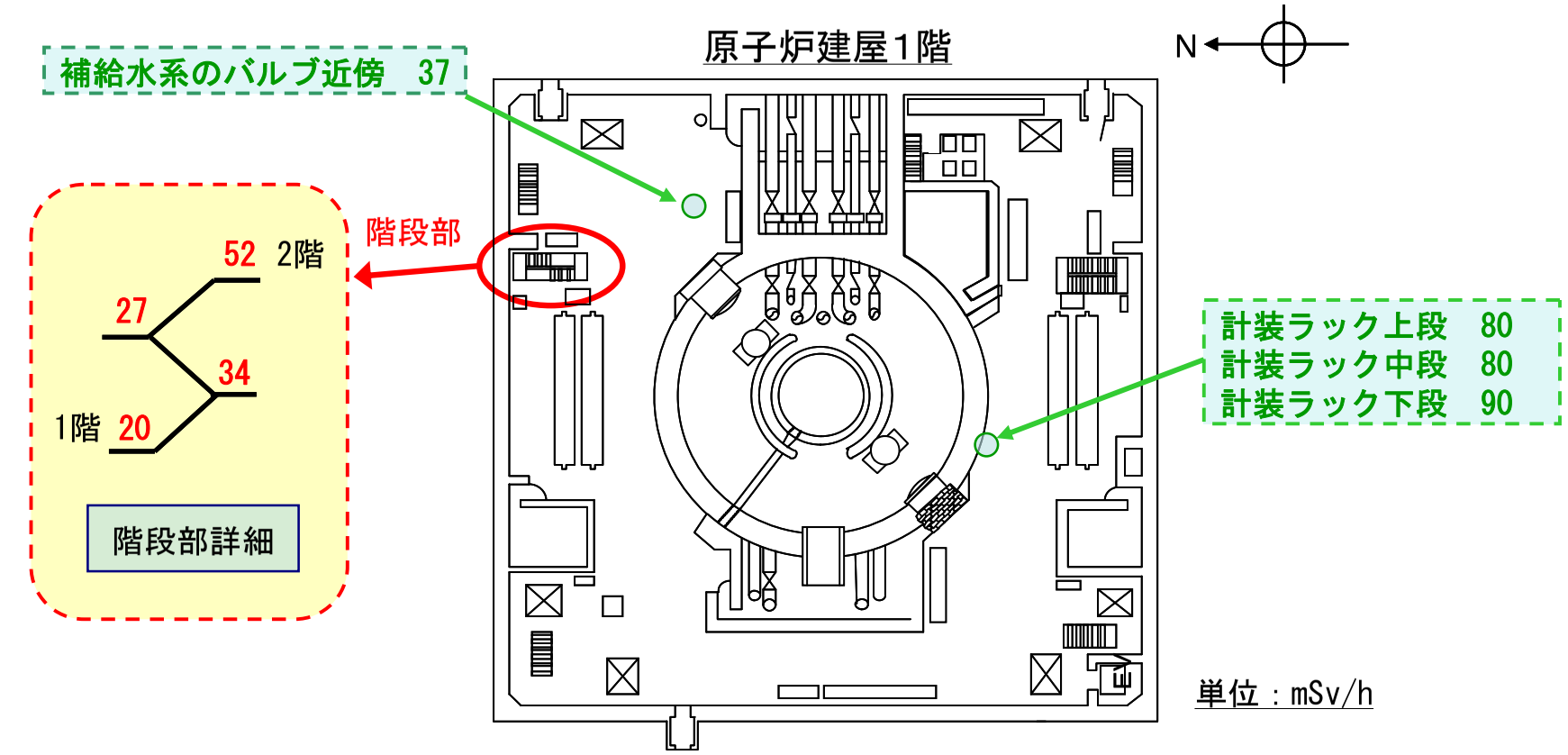
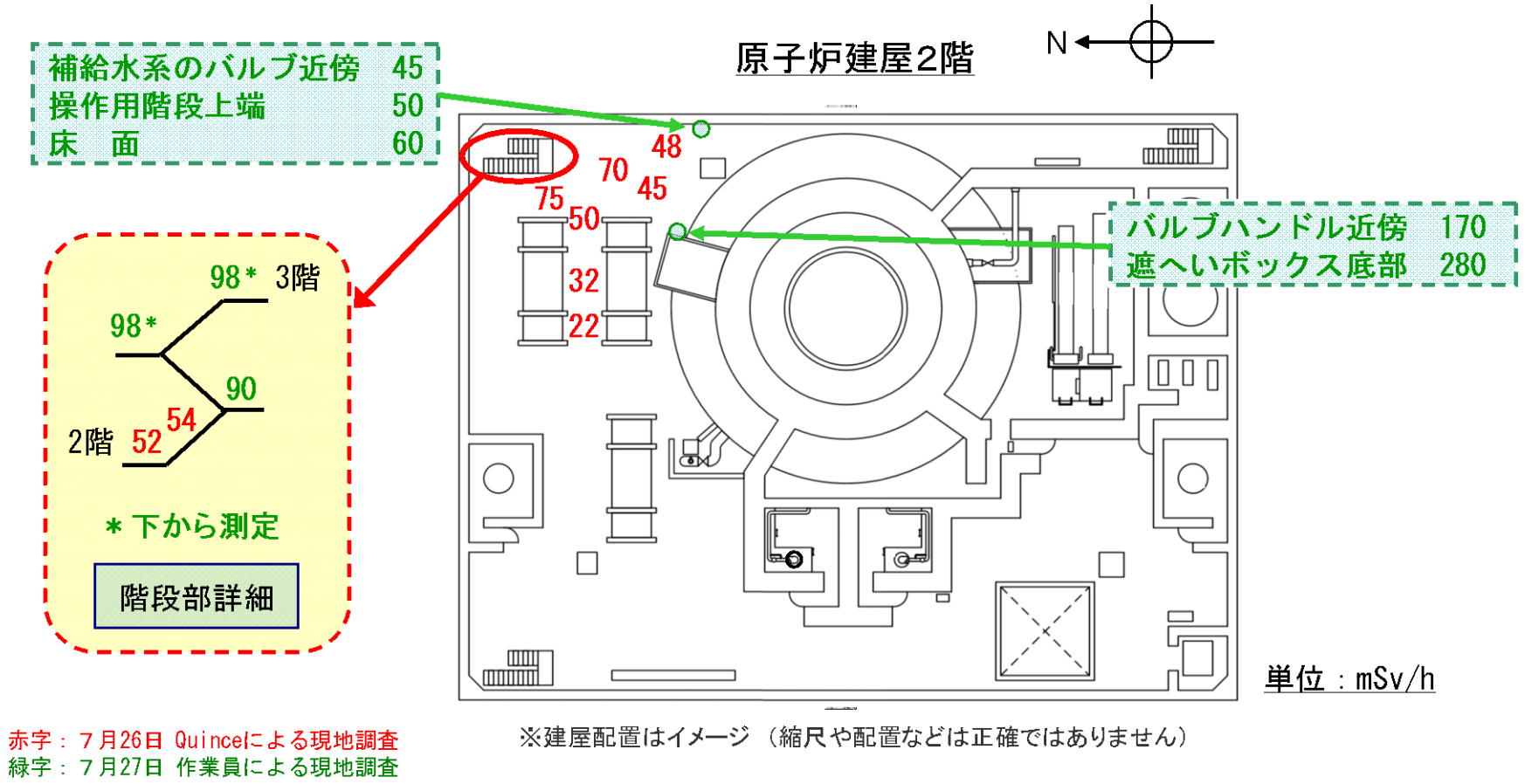


図 II-2-67　福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋　入域調査結果（その 1）



赤字：７月26日 Quinceによる現地調査
緑字：７月27日 作業員による現地調査

※建屋配置はイメージ（縮尺や配置などは正確ではありません）

図 II-2-68　福島第一原子力発電所３号機原子炉建屋　入域調査結果（その２）

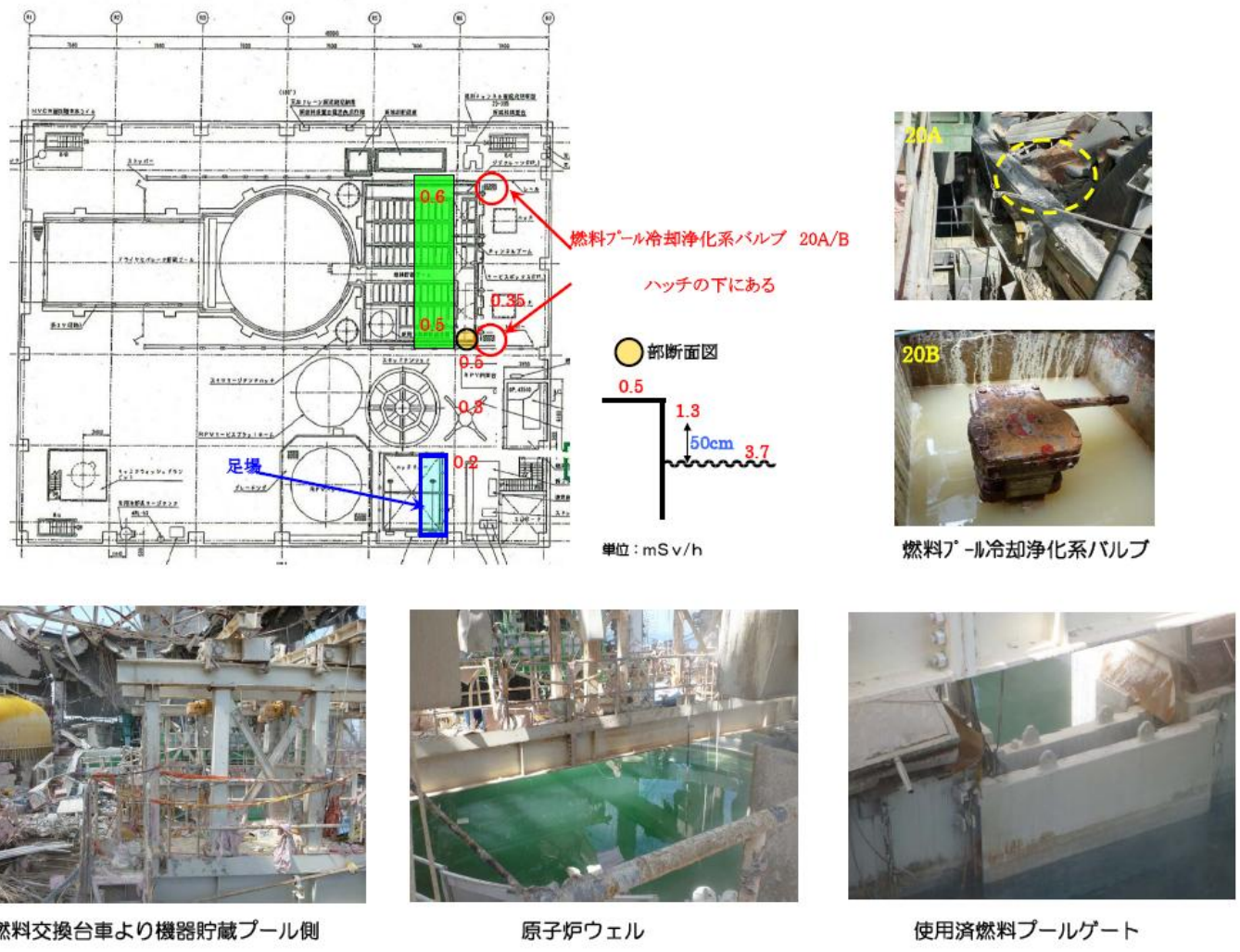


図 II-2-69　福島第一原子力発電所 4 号機　原子炉建屋　5 階現場調査結果

③　発電所内の汚染状況

周辺環境への影響把握のためのモニタリングとして、福島第一原子力発電所の敷地内において、現在、発電所内の海水（取水口、放水口）、地下水（サブドレン）、土壌等について、以下のとおり試料採取及び核種分析を実施している。また、発電所内の線量率の測定も実施している（図 II-2-57）。

ａ　海水（放水口）

福島第一原子力発電所の 1～4 号機放水口及び 5､6 号機放水口付近において海水中の放射性物質の核種分析を定期的に行っている。

ガンマ線放射能濃度は毎日測定しているが、事故発生以降低下してきており、法令に定める濃度限度と同程度であり、検出限界未満となることが多い（図 II-2-70）。

なお、プルトニウム（Pu-238、Pu-239、Pu-240）、ストロンチウム（Sr-89、Sr-90）分析も定期的に行っており、プルトニウムについてはこれまでの結果は検出限界未満であるが、ストロンチウムについては検出されている。

ｂ　海水（取水口）

2 号機及び 3 号機の取水口付近において高濃度の汚染水がコンクリートのピットから流出したことから測定を開始し、現在は 1～4 号機の取水口付近及び港湾内の海水中の放射性物質の核種分析を定期的に行っている。

ガンマ線放射能濃度は毎日測定しているが、流出事象が発生した 2 号機及び 3 号機取水口付近の放射能濃度は低下してきており、多少の変動はあるものの現在は他の測定地点とほぼ同じ濃度になっている（図 II-2-71）。

なお、1～4 号機取水口内北側におけるプルトニウム（Pu-238､Pu-239､Pu-240）､ストロンチウム（Sr-89､Sr-90）分析も定期的に行っており、プルトニウムについてはこれまでの結果は検出限界未満であるが、ストロンチウムについては検出されている。

ｃ　サブドレン

タービン建屋地下及び集中廃棄物処理施設内の滞留水に関し、建屋外の地下への漏えい確認のため、現在、タービン建屋周辺については 1 週間に 3 回、集中廃棄物処理施設周辺については毎日試料を採取し、核種分析を定期的に実施している。

ガンマ線放射能濃度については降雨などの影響により多少の変動はあるものの低下傾向にあり、顕著な上昇は見られていない（図 II-2-72）。また、集中廃棄物処理施設周辺のサブドレンについても有意な変動はない。

なお、2 号機及び 5 号機タービン建屋付近サブドレンのプルトニウム（Pu-238、Pu-239、Pu-240）、ストロンチウム（Sr-89、Sr-90）分析も定期的に行っており、プルトニウムについてはこれまでの結果は検出限界未満であるが、ストロンチウムについては検出されている。

d　土壌

1・2 号機排気筒を中心に 500m 程度で土壌が広くサンプリングが妥当な 3 地点おいて定期的に試料の採取を行っており、土壌中に含まれるガンマ線の核種分析、プルトニウム（Pu-238、Pu-239、Pu-240）、ウラン（U-234、U-235、U-238）及びストロンチウム（Sr-89、Sr-90）の分析を行っている。（図 II-2-73，表 II-2-32～表 II-2-35）

ガンマ線核種分析結果は、2009 年度に福島県で測定した結果と比較して高い濃度の放射性物質が検出されている。

プルトニウムについては、放射能濃度は過去の大気圏内核実験において国内で確認されたフォールアウトと同様なレベルであるが、放射能比（Pu-238/Pu-239＋Pu-240）が過去の大気圏内核実験の影響として示されている比 0.026 より大きいことから、検出された原因は今回の事故に由来することが考えられる。

ウランについては、U-234 と U-238 の放射能濃度がほぼ同じであること、存在比（U-235/U-238）が天然の存在比 0.073 とほぼ同じであることにより、天然に存在するものと同じレベルであると評価している。

ストロンチウムについては、過去の大気圏内核実験において国内で確認されたフォールアウトに比べ高い値となって

いることから、今回の事故に由来するものと考えられる。

また、プルトニウムが検出された場合には、土壌中に含まれるアメリシウム(Am-241)とキュリウム(Cm-242、Cm-243、Cm-244）の分析も併せて実施している。検出されたアメリシウム及びキュリウムの結果から、以下の理由により、これらは今回の事故に由来することが考えられる（表 II-2-36)。

・キュリウム（Cm-242、Cm-243、Cm-244）は自然界に存在しない核種であり、特に半減期の比較的短い Cm-242(半減期：約 160 日）が検出されている。
・各試料の Pu-238 に対する各核種（Am-241、Cm-242、Cm-243 と Cm-244)の濃度比が 1～3 号機における平均組成とほぼ同じである。

e　滞留水

滞留水処理装置の除染係数（DF）測定時に滞留水の試料濃度測定を実施している。よう素（I-131）については減衰によるものと推定される濃度低下傾向が確認され、セシウム（Cs-134、Cs-137）についてはほぼ同程度の濃度で推移しており有意な変化は見られない（表 II-2-37)。

f　環境線量

東京電力では、発電所構内における復旧作業を安全に行うため、事前に環境線量を把握する目的で、発電所内の線量率を測定し、高い線量率が測定された地点を示すサーベイマップを作成し、随時更新している。(図 II-2-74)

表 II-2-32　福島第一原子力発電所　土壌中のガンマ線核種分析結果

1．測定結果　発電所構内における土壌のガンマ線核種分析結果は下表の通り。Puの分析を行った全試料について分析を行った。

2．評価　平成21年度に福島県で測定した土壌のガンマ線核種分析結果は以下の通りであり、これと比較して高い濃度の放射性物質が検出されている。

＜H21年度福島県による土壌分析結果＞
Cs-137：ND～21Bq/kg･乾土、 その他：ND

（単位：Bq/kg･乾土）

試料採取場所		【定点①】*1 グラウンド （西北西約500m）*2	【定点②】*1 野鳥の森 （西約500m）*2	【定点③】*1 産廃処分場近傍 （南南西約500m）*2
試料採取日		8月8日	8月8日	8月8日
分析機関		日本分析センター*3	日本分析センター*3	日本分析センター*3
測定日		8月9日	8月9日	8月9日
核種	I-131(約8日)	ND	ND	ND
	I-132(約2時間)	ND	ND	ND
	Cs-134(約2年)	1.8E+04	1.6E+03	1.8E+06
	Cs-136(約13日)	ND	ND	ND
	Cs-137(約30年)	2.1E+04	1.7E+03	2.0E+06
	Sb-125(約3年)	ND	ND	ND
	Te-129m(約34日)	ND	ND	1.5E+05
	Te-132(約3日)	ND	ND	ND
	Ba-140(約13日)	ND	ND	ND
	Nb-95(約35日)	ND	ND	ND
	Ru-106(約370日)	ND	ND	ND
	Mo-99(約66時間)	ND	ND	ND
	Tc-99m(約6時間)	ND	ND	ND
	La-140(約2日)	ND	ND	ND
	Be-7(約53日)	ND	ND	ND
	Ag-110m(約250日)	ND	ND	ND

*1 「①グラウンド」「③産廃処分場近傍」は、過去のサンプリングが重ならないよう隣接地を採取。「②野鳥の森」は同じポイントを深さ方向に採取（採取不可となった時点でポイント変更）

*2 1,2号機スタックからの距離

*3 日本分析センターにおける分析結果は、試料採取時までの半減期補正を行っていない

表 II-2-33　福島第一原子力発電所　土壌中の Pu 分析結果

１.測定結果

（単位：Bq/kg･乾土）

採取場所 ( )は 1,2 号機スタックからの距離	採取日 分析機関	Pu-238	Pu-239,Pu-240
①グラウンド(西北西約 500m)	8 月 8 日 日本分析 センター	（5.4±0.75）×10^{-2}	（2.9±0.54）×10^{-2}
②野鳥の森(西約 500m)		N.D. [<1.0×10^{-2}]	（2.0±0.46）×10^{-2}
③産廃処分場近傍(南南西約 500m)		（9.2±1.3）×10^{-2}	（4.8±0.90）×10^{-2}
国内の土壌※		N.D.～1.5×10^{-1}	N.D.～4.5

[　　]内は検出限界値を示す

※：文部科学省「環境放射線データベース」1978 年～2008 年
※：「①グラウンド」「③産廃処分場近傍」は、過去のサンプリングが重ならないよう隣接地を採取。「②野鳥の森」は同じポイントを深さ方向に採取（採取不可となった時点でポイント変更）

２.評価

8 月 8 日に検出された Pu-238 と Pu-239、240 の濃度は、過去の大気圏内核実験において国内で観測されたフォールアウトと同様なレベルであるが、放射能比（Pu-238/Pu-239＋Pu-240）が過去の大気圏内核実験の影響として示されている比 0.026 より大きいことから、検出された原因は今回の事故に由来することが考えられる。

なお、3 月 21 日以降にサンプリングした試料から Pu-238 および Pu-239、Pu-240 が検出されている箇所があるが、値に大きな変化は見られていない。

表 II-2-34　福島第一原子力発電所　土壌中の U 分析結果

１.測定結果

（単位：Bq/kg･乾土）

採取場所 ()は 1,2 号機スタックからの距離	採取日 分析機関	U-234	U-235	U-238
①グランド(西北西約 500m)	6 月 20 日 日本分析センター	11±0.58	0.57±0.097	12±0.59
②野鳥の森(西約 500m)		6.4±0.37	0.40±0.079	6.2±0.35
③産廃処分場近傍(南南西約 500m)		5.7±0.33	0.22±0.055	5.7±0.33
天然ウラン比放射能(Bq/g)		1.2×10^{4}	5.7×10^{2}	1.2×10^{4}
天然ウラン存在比(wt%)		0.0054	0.72	99.3

２.評価

今回検出されたウランは以下により、天然に存在するものと同じレベルと評価する。

・自然界のウランは放射平衡（U-234 と U-238 の放射能濃度が同じ）になっているが、試料番号①②③すべてにおいて U-234 と U-238 の放射能濃度がほぼ同じであること

・試料番号①②③の天然の U-235 の存在比 U-235/U-238＝0.0073 とほぼ同じであること

試料番号①の U-235:7.1×10^{-6}g/kg･乾土(0.57Bq/kg･乾土)

試料番号①の U-238:9.6×10^{-4}g/kg･乾土(12Bq/kg･乾土)

U-235/U-238=0.0074※

試料番号②の U-235:5.0×10^{-6}g/kg･乾土(0.40Bq/kg･乾土)

試料番号②の U-238:5.0×10^{-4}g/kg･乾土(6.2Bq/kg･乾土)

U-235/U-238=0.010※

試料番号③の U-235:2.7×10^{-6}g/kg･乾土(0.22Bq/kg･乾土)

試料番号③の U-238:4.6×10^{-4}g/kg･乾土(5.7Bq/kg･乾土)

U-235/U-238=0.0060※

※端数処理の関係上、上記数値と計算が合わない場合がある。

表 II-2-35　福島第一原子力発電所　土壌中の Sr 分析結果

１.測定結果

（単位：Bq/kg･乾土）

採取場所 ( )は 1,2 号機スタックからの距離	採取日 分析機関	Sr-89	Sr-90
①グランド(西北西約 500m)	7 月 11 日 日本分析センター	（7.5±0.08）×10^{2}	（3.2±0.04）×10^{2}
②野鳥の森(西約 500m)		（1.3±0.10）×10^{1}	（3.6±0.50）×10^{0}
③産廃処分場近傍(南約 500m)		（9.3±0.30）×10^{1}	（4.0±0.17）×10^{1}
過去の測定値の範囲※		－	ND～4.3

※：平成 21 年度　原子力発電所周辺環境放射能測定結果報告書より（平成 11 年度～20 年度）
※：「①グランド」「③産廃処分場近傍」は、過去のサンプリングが重ならないよう隣接地を採取。「②野鳥の森」は同じポイントを深さ方向に採取（採取不可となった時点でポイント変更）

２.評価

検出された Sr-90 の濃度は、過去の大気圏内核実験において国内で観測されたフォールアウトと比べ高い値となっていることから、今回の事故に由来することが考えられる。

表 II-2-36　福島第一原子力発電所　土壌中の Am、Cm 分析結果

1.測定結果

（単位：Bq/kg･乾土）

採取場所 ( )は 1,2 号機スタックからの距離	採取日 分析機関	Pu-238[*1]	Pu-239[*1] Pu-240[*1]	U-234[*2]	U-235[*2]	U-238[*2]	Am-241	Cm-242	Cm-243 Cm-244
①グランド(西北西約 500m)	6 月 20 日 日本分析センター	(1.2±0.12) ×10^{-1}	(5.8±0.77) ×10^{-2}	(1.1±0.058) ×10^{1}	(5.7±0.97) ×10^{-1}	(1.2±0.059) ×10^{1}	(2.0±0.45) ×10^{-2}	(1.4±0.055) ×10^{0}	(9.5±0.98) ×10^{-2}
②野鳥の森(西約 500m)		N.D. [<1.0×10^{-2}]	(2.9±0.56) ×10^{-2}	(6.4±0.37) ×10^{0}	(4.0±0.79) ×10^{-1}	(6.2±0.35) ×10^{0}	N.D. [<9.7×10^{-3}]	N.D. [<9.5×10^{-3}]	N.D. [<9.5×10^{-3}]
③産廃処分場近傍(南南西約 500m)		(1.7±0.15) ×10^{-1}	(6.1±0.81) ×10^{-2}	(5.7±0.33) ×10^{0}	(2.2±0.55) ×10^{-1}	(5.7±0.33) ×10^{0}	(5.3±0.72) ×10^{-2}	(2.1±0.079) ×10^{0}	(1.0±0.11) ×10^{-1}
1～3 号機における平均核種濃度比 (Pu-238 を 1 とした場合の比) [*3]		1	－	－	－	－	0.1	10	1

*1：2011 年 7 月 8 日公表　　*2：2011 年 7 月 21 日公表　　*3：ORIGEN コードによる計算値（概数）

2.評価

今回検出されたＡｍ及びＣｍは、以下の理由により、今回の事故に由来することが考えられる。

・Cm-242/Cm-243/Cm-244 は自然界に存在しない核種であり、特に半減期の比較的短い Cm-242（半減期：約 160 日）が検出されていること

・試料番号①③の Pu-238 に対する各核種（Am-241/Cm-242/Cm-243,Cm-244）の濃度比が 1～3 号機における平均組成比とほぼ同じであること

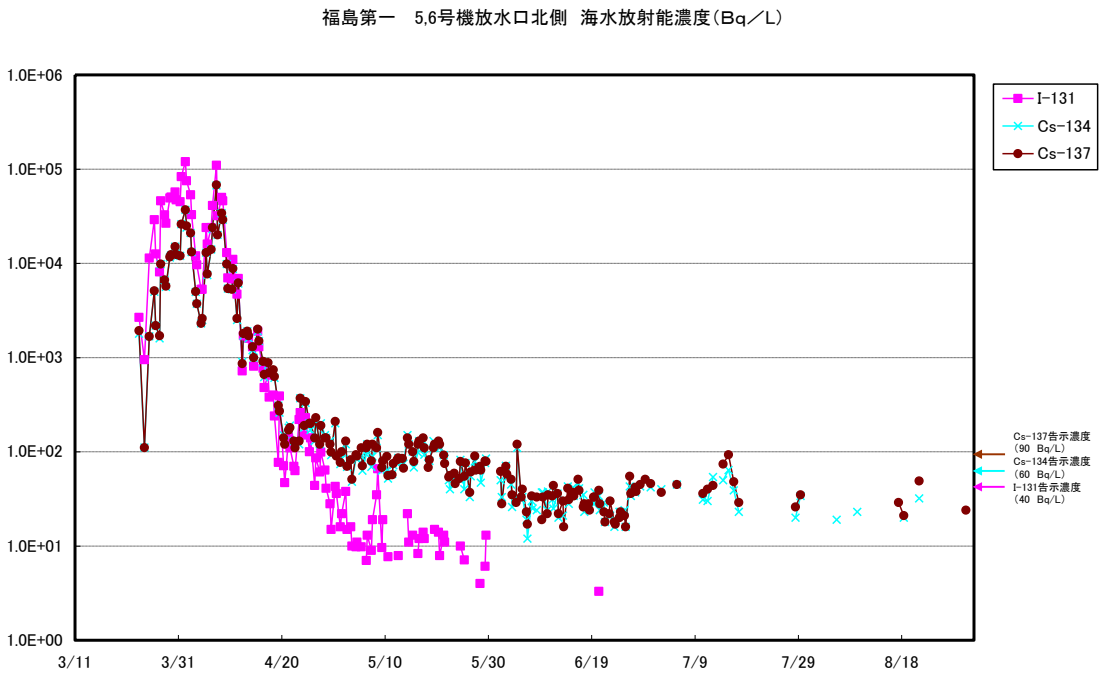
試料番号①　Pu-238:(Am-241/Cm-242/Cm-243,Cm-244)≒1：(0.2/12/0.6)

試料番号③　Pu-238:(Am-241/Cm-242/Cm-243,Cm-244)≒1：(0.3/12/0.6)

表 II-2-37　滞留水（滞留水処理装置の DF 測定時の評価）

試料	集中 RW 地下高汚染水（滞留水）						HTI 地下高汚染水（滞留水）
試料採取日時刻	2011 年 6 月 17 日 20 時 50 分	2011 年 6 月 26 日 8 時 40 分	2011 年 7 月 5 日 7 時 30 分	2011 年 7 月 28 日 12 時 50 分	2011 年 8 月 9 日 15 時 00 分	2011 年 8 月 16 日 8 時 10 分	2011 年 8 月 19 日 21 時 40 分
試料採取場所	集中 RW3 階サンプリングライン						HTI1 階ハッチ上部

核種	試料濃度（Bq/cm^3）						
I-131	6.9×10^3	3.4×10^3	ND ($<8.7\times10^3$)	ND ($<7.6\times10^3$)	ND ($<6.4\times10^3$)	ND ($<6.9\times10^3$)	ND ($<7.2\times10^3$)
Cs-134	2.0×10^6	2.2×10^6	2.0×10^6	1.6×10^6	1.1×10^6	1.1×10^6	1.1×10^6
Cs-137	2.2×10^6	2.4×10^6	2.2×10^6	1.8×10^6	1.3×10^6	1.3×10^6	1.3×10^6



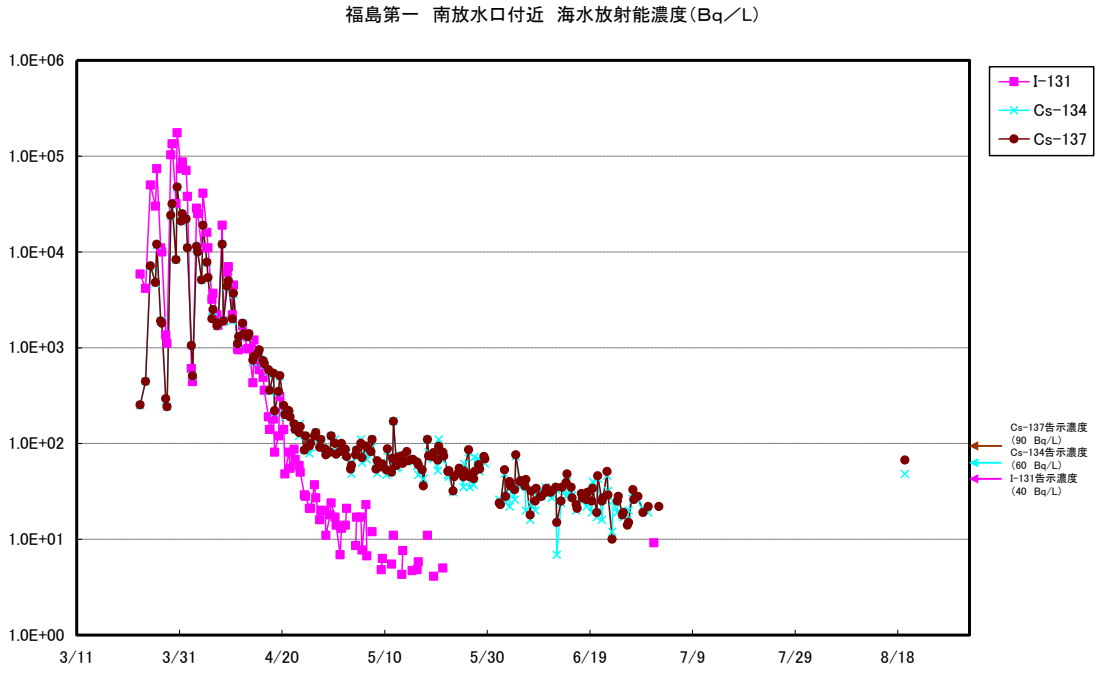


図 II-2-70　福島第一原子力発電所　放水口放射能濃度

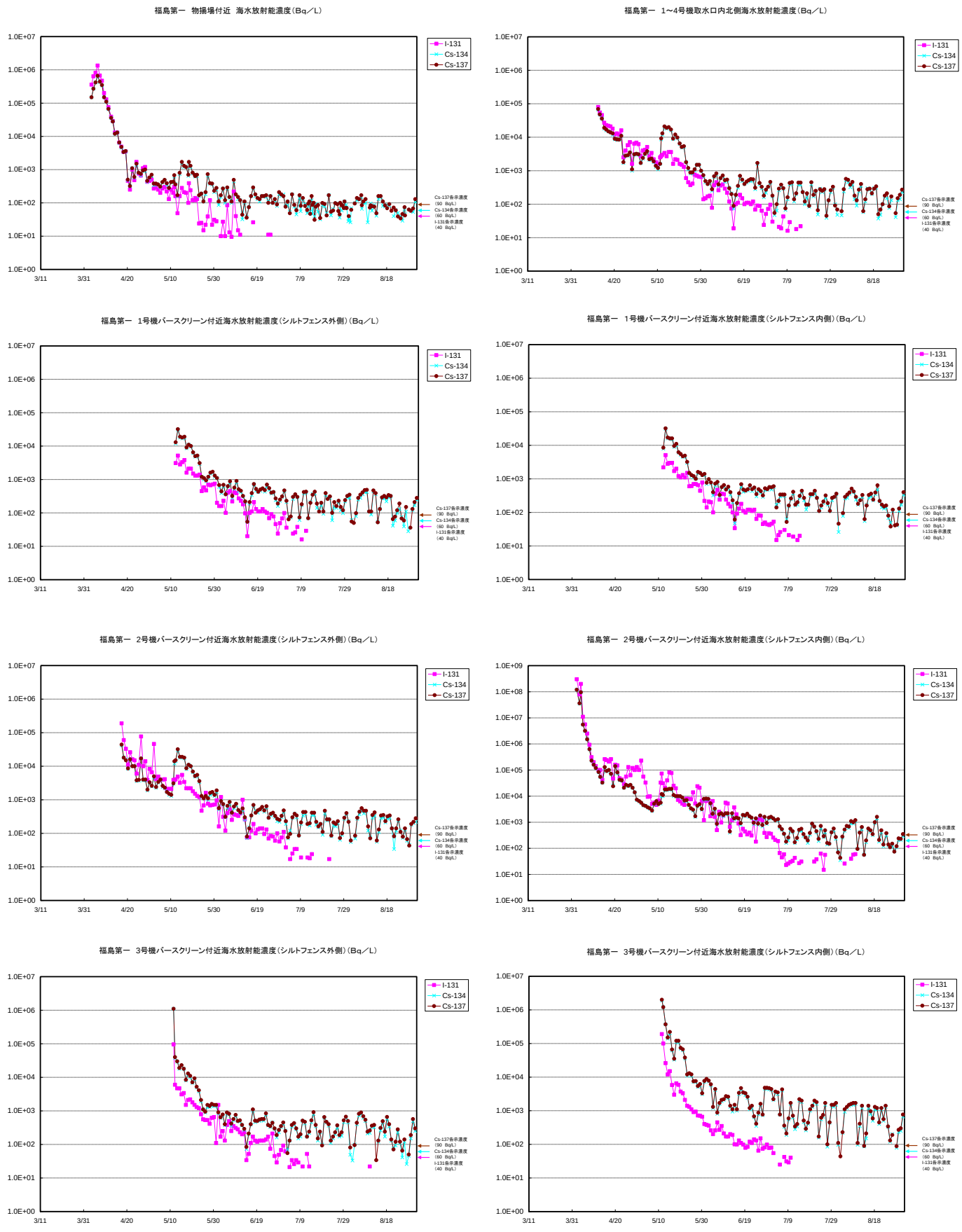


図 II-2-71　福島第一原子力発電所　バースクリーン付近放射能濃度（1/2）

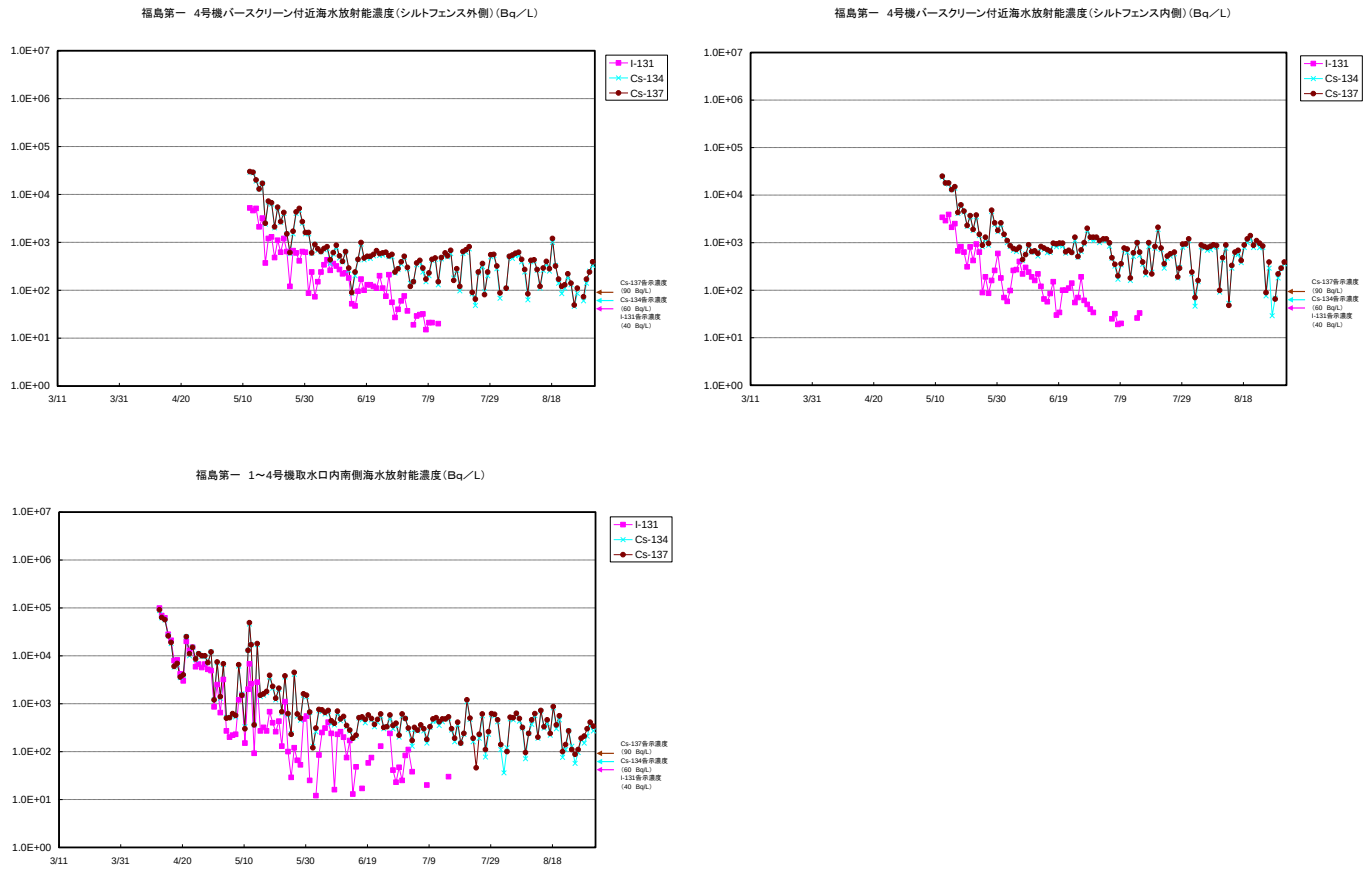


図 II-2-71　福島第一原子力発電所　バースクリーン付近放射能濃度（2/2）

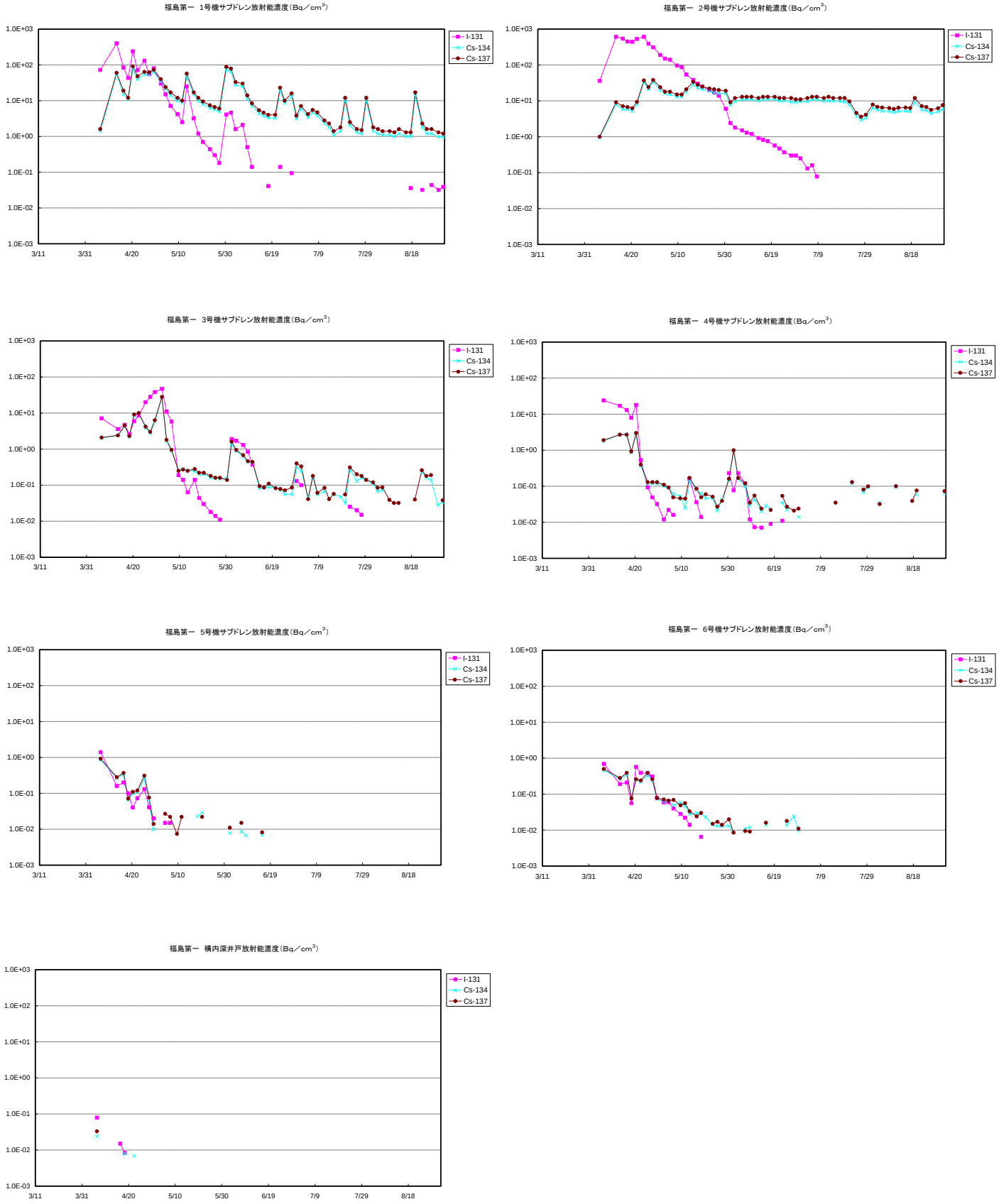


図 II-2-72　福島第一原子力発電所　サブドレン等放射能濃度

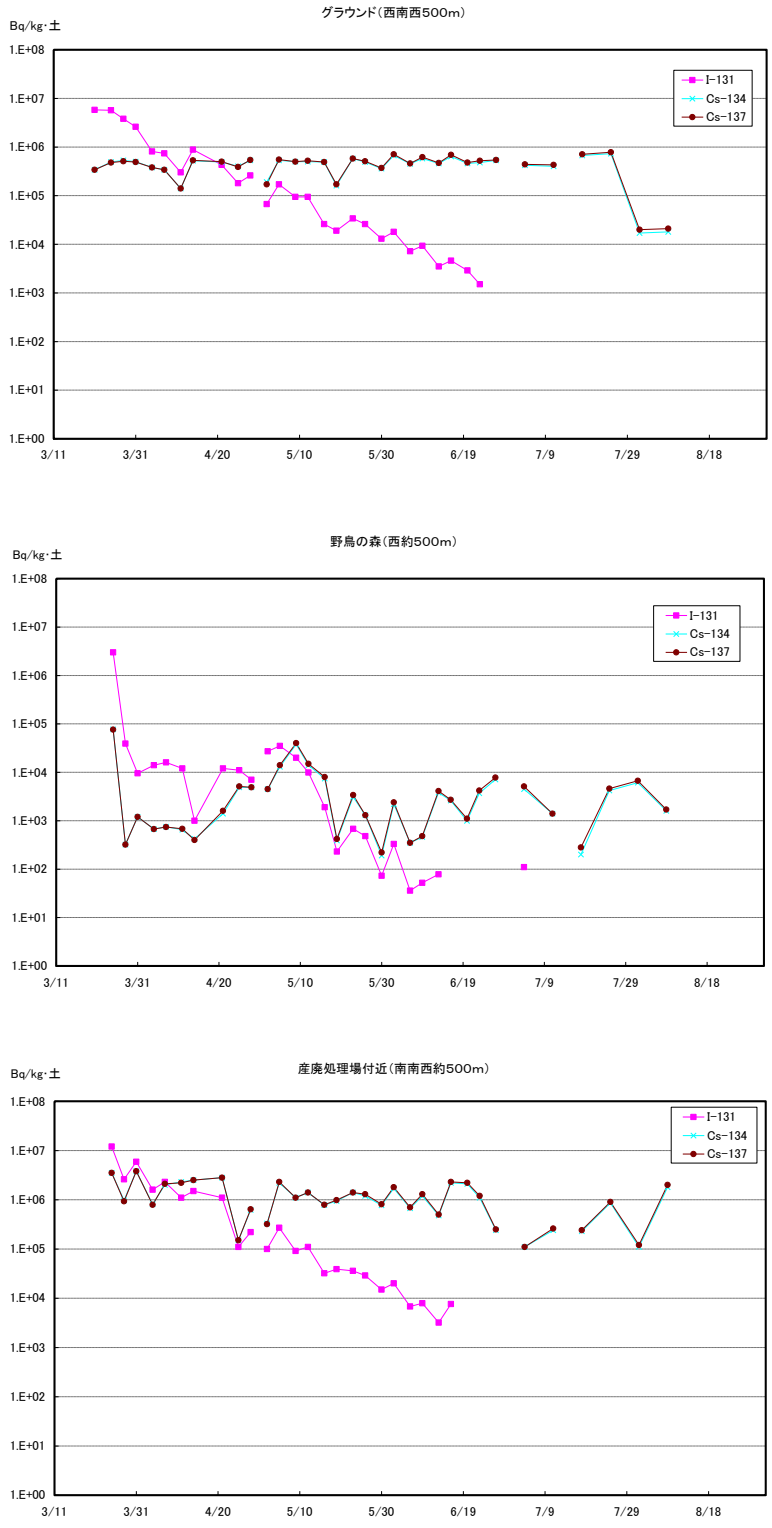


図 II-2-73　福島第一原子力発電所　土壌中の放射能濃度

＊　「グラウンド」「産廃処分場近傍」は、過去のサンプリングが重ならないよう隣接地を採取。「野鳥の森」は同じポイントを深さ方向に採取（採取不可となった時点でポイント変更）

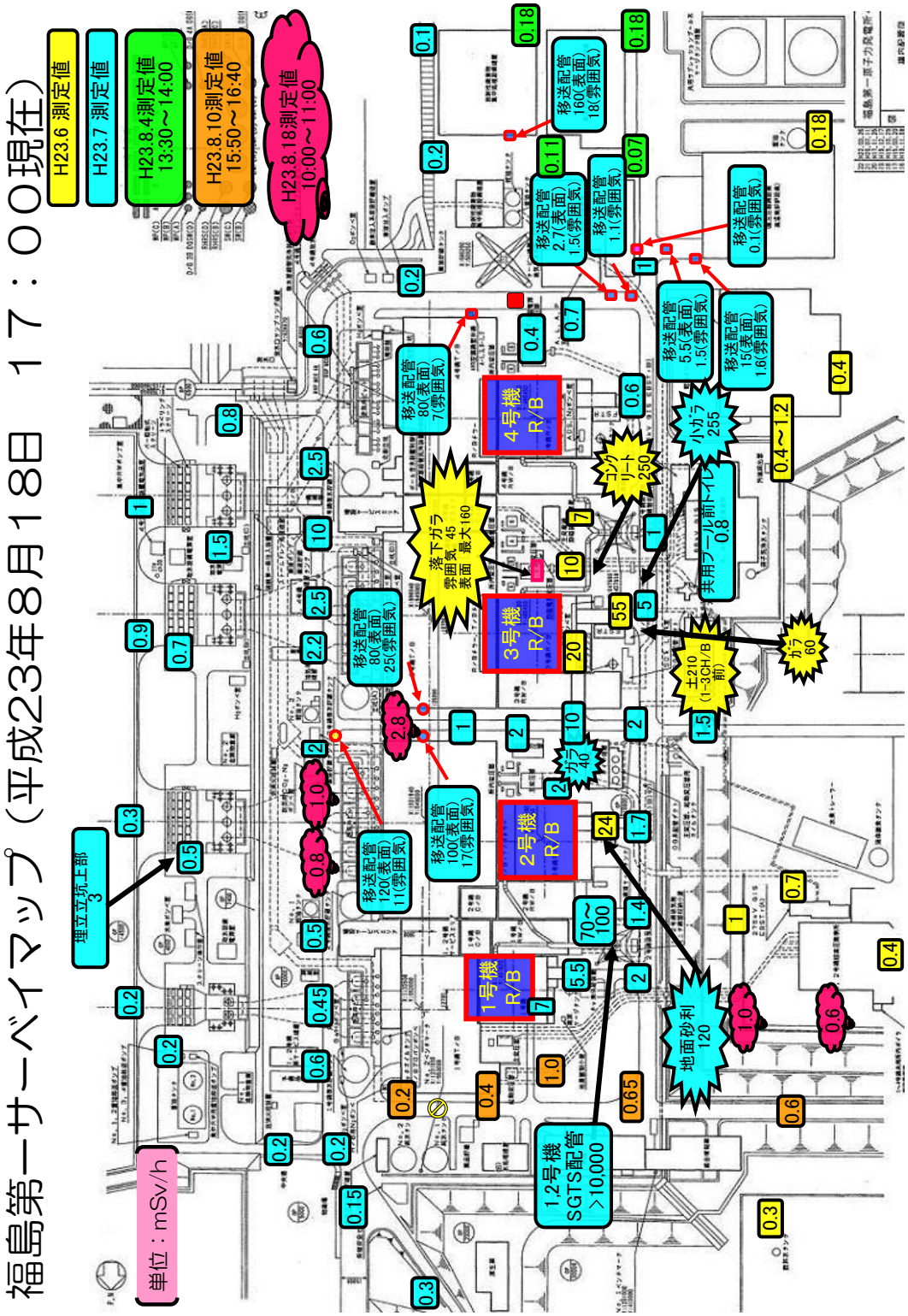


図 II-2-74　福島第一原子力発電所　サーベイマップ

④　主な建屋、設備等の耐震安全性の評価

福島第一原子力発電所では、水素爆発と思われる爆発や火災により外壁等が損傷しているプラントがある。東京電力は今後の余震等に備え、原子炉建屋の現状の耐震安全性とともに、必要に応じて実施した耐震補強工事等について検討した。

検討方針として、放射線量が高く損傷状態を目視で確認できないため、取得した写真や動画等に基づいて、現状の原子炉建屋の損傷状況を考慮することとした。オペレーティングフロアより上部の鋼板、屋根鉄骨や屋根スラブ等が飛散し、これらの損傷状態を反映した原子炉建屋の質点系モデルを作成し、基準地震動 Ss による時刻歴応答解析を行い、RPV、PCV、SFP 等の耐震安全上重要な設備に及ぼす影響について確認した。

損傷状態モデル化の基本的な考え方として、残存した鉄骨フレームは構造部材として考慮せず、爆発・火災の影響度合いにより、床や壁の剛性と強度を健全時の状態から低減させた。例えば 3 号機については、わずかな部分的損傷を受けている可能性がある SFP や原子炉ウエルは初期剛性の 80%まで、部分的な損傷を受けている可能性が高い 4 階及びオペレーティングフロアの床は初期剛性の 50%まで剛性低下を考慮した。

なお、3 号機と 4 号機における 3、4 階の外壁等の損傷状況を踏まえると、SFP や PCV 周りのシェル壁が主要な耐震要素となるため、これらの号機については、2 階の床からオペレーティングフロアの床までの建屋部分を対象として、3 次元有限要素モデル（図 II-2-75、図 II-2-76）による局部評価も実施した。

原子力安全・保安院は、JNES が実施した検討結果も考慮し、原子炉建屋の耐震安全性に関する以下の東京電力の検討結果は妥当なものと評価した。

ａ　１号機の検討結果

1 号機原子炉建屋については、東北地方太平洋沖地震の翌日である 3 月 12 日に水素爆発とみられる事象により、5 階のオペレーティングフロアより上部が破損した。

取得した写真や動画等の情報を反映し、建屋の解析モデルは、新耐震指針に照らした耐震安全性の評価（以下「耐震バックチェック」という。）におけるモデル[II2-6]を基に、オ

ペレーティングフロアより上部の残存した鉄骨フレームを構造部材として考慮しないこととし、耐震バックチェックにおけるモデルからオペレーティングフロアより上部を取り除いた。また、オペレーティングフロアより上部の重量は、オペレーティングフロアに配分するよう、耐震バックチェックにおけるモデルを変更するとともに、オペレーティングフロアより下部の耐震壁、床等の構造部材については、爆発による影響を受けていないものとして、耐震バックチェックにおけるモデルの構造性能を変更しないこととした。

時刻歴応答解析の結果、1 号機原子炉建屋の耐震壁のせん断ひずみは、最大で 0.12×10^{-3} であり、評価基準値（4.0×10^{-3}）に対して十分な余裕がある（図 II-2-77）。

耐震安全性が確保できないおそれのある箇所は無く、現段階では緊急的な耐震補強工事等の対策は考えていない。

b　２号機の検討結果

2 号機の原子炉建屋は、東側外壁のブローアウトパネルが開放しているものの、外見上損傷は見られない。建屋内部の状況については線量が高く立ち入りが制限されているので不明だが、現時点では損傷が無いものと考えられる。

このような状況を踏まえ、建屋の耐震性という観点からは、耐震バックチェックの解析結果[II2-6]をそのまま適用し評価を行うこととした。時刻歴応答解析の結果、2 号機原子炉建屋の耐震壁のせん断ひずみは、最大で 0.17×10^{-3} であり、評価基準値（4×10^{-3}）に対して十分な余裕がある（図 II-2-78）。

また、念のため、PCV 内が一時的に高温化した影響でシェル壁の剛性が低下した可能性や 3 月 15 日に地下階の S/C 付近で異音が発生したことを踏まえたパラメータスタディを実施し、多少の数値変動はあるものの解析結果に大きな差異は生じないことを確認した。

c　３号機の検討結果

3 号機の原子炉建屋については、3 月 14 日に水素爆発とみられる事象により、5 階のオペレーティングフロアより上部が破損した。取得した写真や動画等によると、5 階以上の建屋の大部分は爆発後に崩落した鉄骨やコンクリート部材が

積み重なったような状況である。また、5階の北西部の床が損傷し、崩落した鉄骨やコンクリート部材の一部は4階の床に積み重なっており、4階の壁のかなりの部分が損傷している。

これらの情報を反映し、建屋の解析モデルは、耐震バックチェックにおけるモデル[II2-6]を基に、オペレーティングフロアより上部の残存したフレーム構造及びオペレーティングフロアより下部の損傷した耐震壁を構造部材として考慮しないこととし、耐震バックチェックにおけるモデルからオペレーティングフロアより上部を取り除くとともに、オペレーティングフロアより下部のせん断断面積や断面 2 次モーメントを健全時の状態から低減し、構造性能を変更した。また、オペレーティングフロアより上部の重量をオペレーティングフロアに配分した。さらに、オペレーティングフロアの床のうち、損傷している北西部分並びに4階の壁及びフレームの崩れた部分の重量を4階の床に配分するよう、耐震バックチェックにおけるモデルを変更した。

時刻歴応答解析の結果、3号機原子炉建屋の耐震壁のせん断ひずみは、最大で 0.14×10^{-3} であり、評価基準値（4.0×10^{-3}）に対して十分な余裕がある（図 II-2-79）。

シェル壁及び SFP の局部評価の結果、鉄筋の最大ひずみは 1.31×10^{-3} であり、評価基準値（5.0×10^{-3}）に対して十分な余裕がある。面外せん断力において、最も余裕が少ない部位での発生応力も、評価基準値に対して十分な余裕がある。

耐震安全性が確保できないおそれのある箇所は無く、現段階では緊急的な耐震補強工事等の対策は考えていない。

d　4号機の検討結果

4 号機原子炉建屋は、原因は特定されていないものの、3月 15 日に5階以上の柱と梁のフレーム構造と屋根トラスを残して、屋根スラブと壁の大半が失われており、さらに4階の壁の大部分と、3階の一部の壁が破損していることが、取得した写真や動画等より確認された。

これらの情報と共に、4号機は地震時おいて定期検査中であり、燃料が装荷されていない状態であったため、建屋の解析モデルは、耐震バックチェックにおけるモデル[II2-7]を基

に、定期検査時の荷重条件を反映した。オペレーティングフロアより上部の残存したフレーム構造及びオペレーティングフロアより下部の損傷した耐震壁を構造部材として考慮しないこととし、耐震バックチェックにおけるモデルからオペレーティングフロアより上部を取り除くとともに、オペレーティングフロアより下部の構造性能を変更した。また、オペレーティングフロアより上部の重量は、オペレーティングフロアに配分するよう、耐震バックチェックにおけるモデルを変更した。

時刻歴応答解析の結果、4 号機原子炉建屋の耐震壁のせん断ひずみは、最大で 0.17×10^{-3} であり、評価基準値（4.0×10^{-3}）に対して十分な余裕がある（図 II-2-80）。

SFP の局部評価の結果、鉄筋の最大ひずみは 1.23×10^{-3} であり、評価基準値（5.0×10^{-3}）に対して十分な余裕がある。面外せん断力において、最も余裕が少ない部位での発生応力も、評価基準値に対して十分な余裕がある。

耐震安全性が確保できないおそれのある箇所は無かったが、SFP は、地震発生時定期検査中であったため、使用済燃料のみならず炉内の燃料集合体も全て保管されている状態である。原子炉建屋内部の損傷状況を目視等で十分確認できない状況であるが、一部線量の低いことから SFP の底部における裕度向上を目的とした補強工事（図 II-2-81）を実施している。

e　５、６号機の検討結果

5 号機と 6 号機は、既に冷温停止の状態を維持しており、外見上の損傷は見られず、内部についても詳細な点検は行っていない。また、構造的な損傷があったとの情報は得られていない。このような状況を踏まえ、建屋の耐震性という観点からは、2 号機と同様に耐震バックチェックの解析結果[II2-8]、[II2-6]をそのまま適用し、評価を行うこととした。

時刻歴応答解析の結果、5 号機の耐震壁に発生するせん断ひずみは最大で 0.19×10^{-3} であり、6 号機の耐震壁に発生するせん断ひずみは最大で 0.33×10^{-3} であり、評価基準値（4×10^{-3}）に対して十分な余裕がある（図 II-2-82、図 II-2-83）。

なお、建屋等の損傷は、今後の現地調査等で確認していく。

参考文献

[II2-6] 東京電力株式会社, ”福島第一原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書（改訂 2), ”平成 22 年 4 月 19 日.

[II2-7] 東京電力株式会社, ”福島第一原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書（改訂版), ”平成 21 年 6 月 19 日.

[II2-8] 東京電力株式会社, ”福島第一原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価結果中間報告書, ”平成 20 年 3 月 31 日.

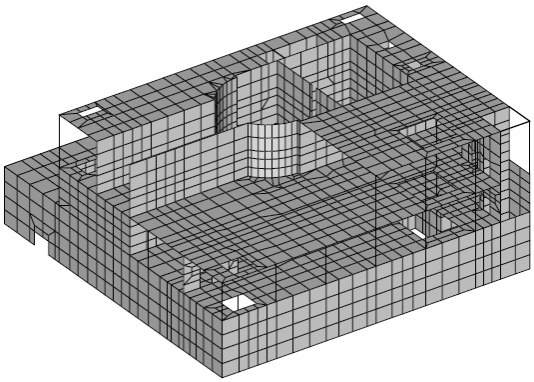


図 II-2-75　3 号機有限要素モデル（7.13　東京電力報告書）

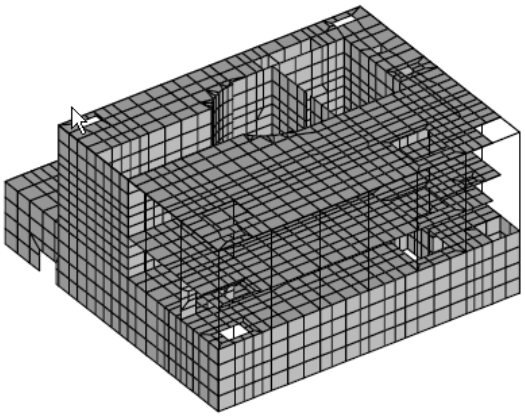


図 II-2-76　4 号機有限要素モデル（5.28　東京電力報告書）

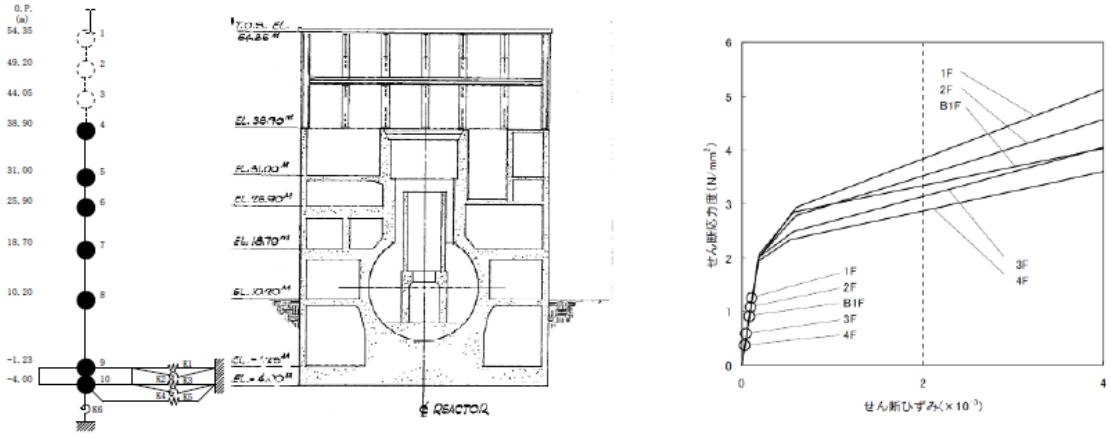


図 II-2-77　1 号機の質点系モデルと耐震壁の最大せん断ひずみ
（5.28　東京電力報告書）

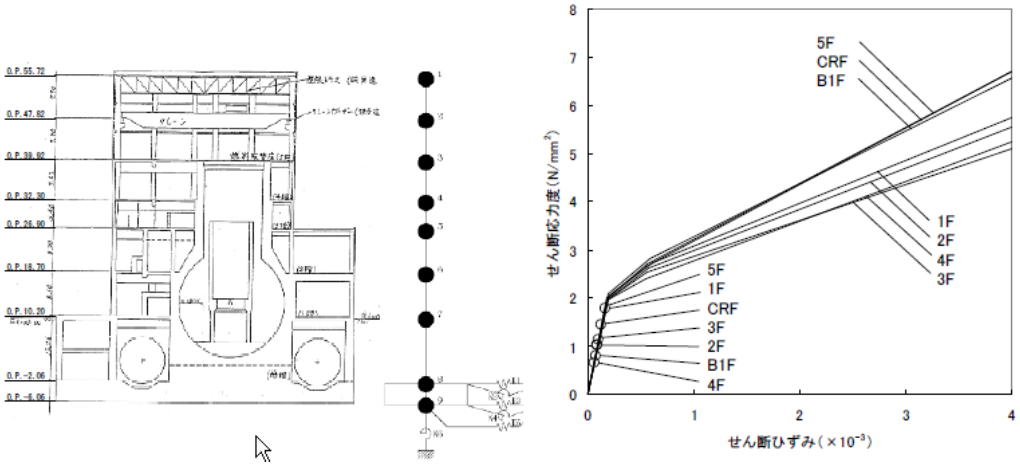


図 II-2-78　2 号機の質点系モデルと耐震壁の最大せん断ひずみ
（8.26　東京電力報告書）

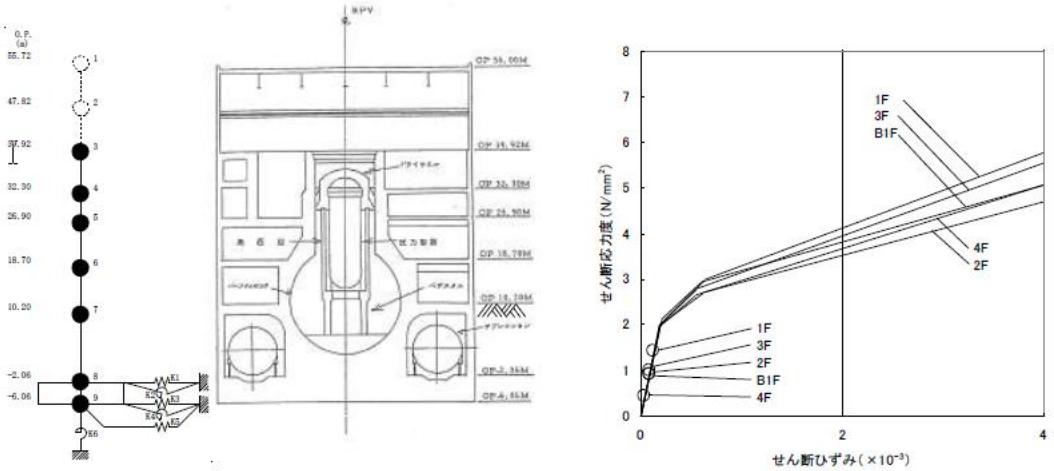


図 II-2-79　3 号機の質点系モデルと耐震壁の最大せん断ひずみ
（7.13　東京電力報告書）

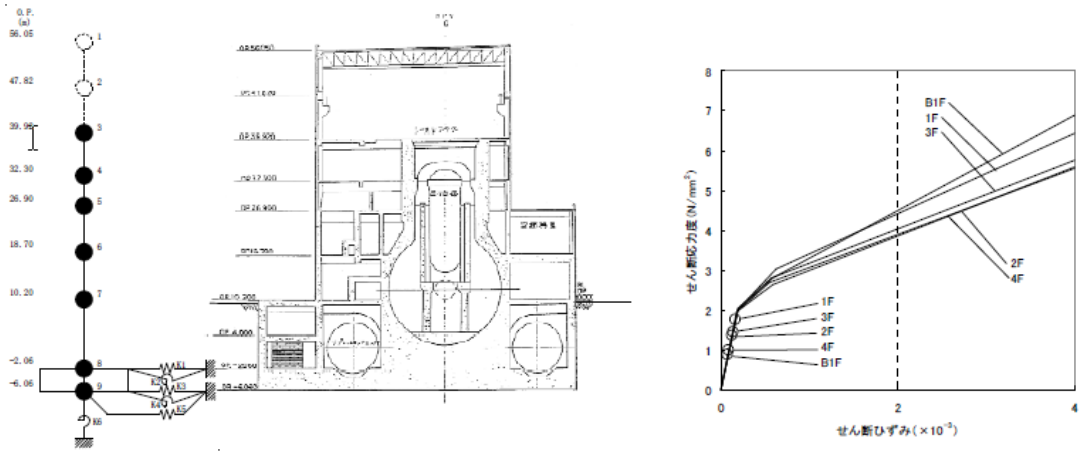


図 II-2-80　4 号機の質点系モデルと耐震壁の最大せん断ひずみ
（5.28　東京電力報告書）

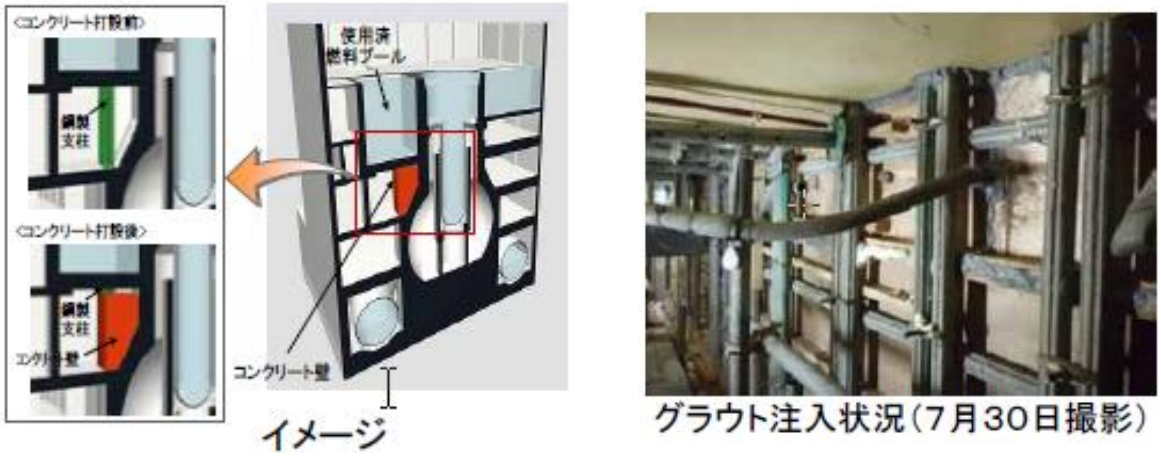


図 II-2-81　4 号機使用済燃料プール補強工事の概要
（7.30　東京電力 HP　記者会見配布資料）

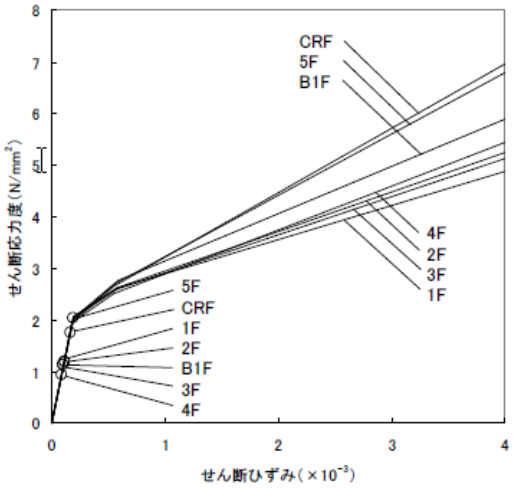


図 II-2-82　5 号機耐震壁の最大
せん断ひずみ
（8.26　東京電力報告書）

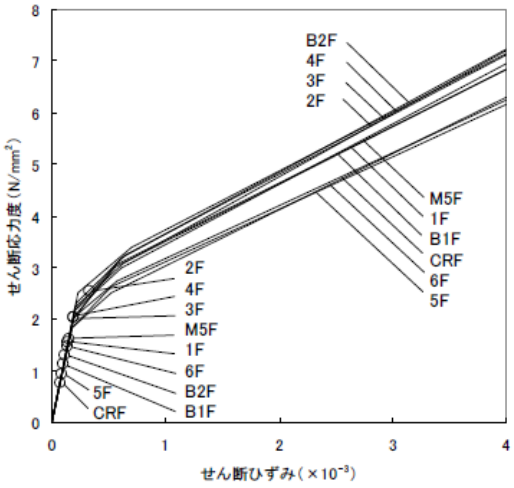


図 II-2-83　6 号機耐震壁の最大
せん断ひずみ
（8.26　東京電力報告書）

（３）福島第二原子力発電所の状況

①　福島第二原子力発電所の概要

福島第二原子力発電所は、福島第一原子力発電所の約 12km 南の福島県双葉郡富岡町と楢葉町に位置し、東は太平洋に面している。敷地の形状は、ほぼ正方形となっており、敷地面積は約 147 万 m^2 である（図 II-2-84）。福島第二原子力発電所は、1982 年 4 月に 1 号機が営業運転を開始して以来、順次増設して、現在計 4 基の原子炉を有しており、総発電設備容量は 440 万 kW となっている（表 II-2-38）。

表 II-2-38　福島第二原子力発電所の発電設備

	1 号機	2 号機	3 号機	4 号機
電気出力（万 kW）	110.0	110.0	110.0	110.0
建設着工	1975/11	1979/2	1980/12	1980/12
営業運転開始	1982/4	1984/2	1985/6	1987/8
原子炉形式	BWR-5			
格納容器形式	マークⅡ	マークⅡ改良		
燃料集合体数（体）	764	764	764	764
制御棒本数（本）	185	185	185	185

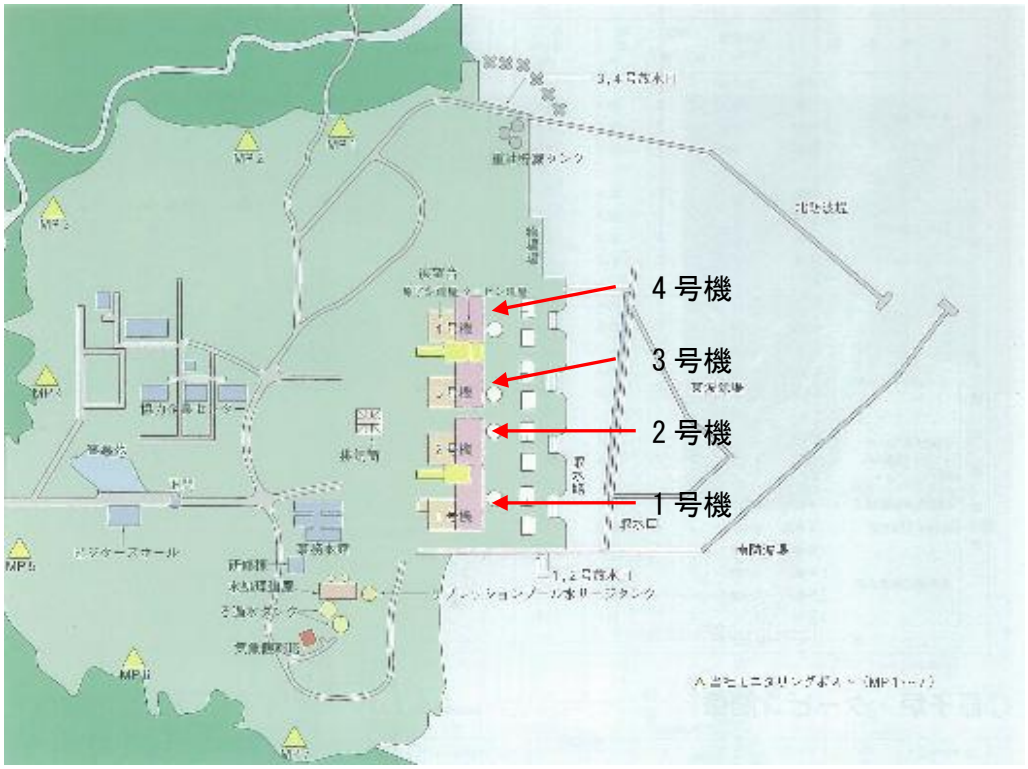


図 II-2-84　福島第二原子力発電所　一般配置図

② 福島第二原子力発電所の設計基準事象に対する安全設計

福島第二原子力発電所における、今回の事故に関連する外部電源、非常用電源系及び冷却機能等の設計基準事象に対する安全設計は次のとおり。

外部電源は、2回線以上の送電線により電力系統に接続された設計としている。外部電源喪失に対応する非常用電源は、非常用DGが多重性及び独立性をもって設置されている。さらに、短時間の全交流電源喪失に対応するため、非常用直流電源（蓄電池）が設置され、多重性及び独立性をもっている。

また、復水器による冷却ができない場合の炉心の冷却を高圧の状態で行う設備として、高圧炉心スプレイ系（HPCS）とRCICが設置されている。低圧の状態で炉心冷却を行う設備としては、RHRと低圧炉心スプレイ系（LPCS）が設置されている。

さらに、RPVにつながる主蒸気管には原子炉蒸気をS/Cに排出するSRVが設置されている。SRVは自動減圧装置の機能を有している。これらの安全設備の比較を表II-2-39、系統構成図を図II-2-85～図II-2-105に示す。

また、最終ヒートシンクについては、図II-2-94～図II-2-102に示すように、RHRにある熱交換器で、海水冷却系により供給される海水を利用して冷却される。

水素爆発に関しては、PCV内を窒素雰囲気に保つこととし、PCV内の水素燃焼を防止するため、可燃性ガス濃度制御系（FCS）を設置している。

表 II-2-39　工学的安全設備及び原子炉補助設備の比較

福島第二原子力発電所		1号機	2号機	3号機	4号機
高圧炉心スプレイ系（HPCS）	系統数	1	1	1	1
	流量 1号機　流量(t/h) 2～4号機　ポンプ容量(t/h)	約1,440	約350～約1,580	約350～約1,580	約350～約1,580
	全揚程(m)	866～197	約860～約200	約860～約200	約860～約200
	ポンプ台数	1	1	1	1
低圧炉心スプレイ系（LPCS）	系統数	1	1	1	1
	流量 1号機　流量(t/h) 2～4号機　ポンプ容量(t/h)	約1,440	約1,440	約1,440	約1,440
	全揚程(m)	218	約210	約210	約210
	ポンプ台数	1	1	1	1
残留熱除去系（RHR）	ポンプ				
	台数	3	3	3	3
	流量(m^3/h/台)	約1,690	約1,690	約1,690	約1,690
	全揚程(m)	約92	約86	約92	約92
	熱交換器				
	基数	2	2	2	2
	伝熱容量(kW/基)	約19.3*10^3 (原子炉停止時冷却モード)	約17.0*10^3 (格納容器スプレイ冷却モード)	約12.3*10^3 (格納容器スプレイ冷却モード)	約12.3*10^3 (格納容器スプレイ冷却モード)
残留熱除去冷却系（RHRC）	ポンプ				
	台数	4	4	4	4
	容量(m^3/h/台)	約1,450	約1,460	約1,150	約1,100
	全揚程(m)	約35	約50	約40	約40
	熱交換器				
	基数	4	4	4	4
	伝熱容量 1,3,4号機(kcal/h/基) 2号機(kcal/h/台)	約8.4*10^6	約8.4*10^6	約6.0*10^6	約6.0*10^6
残留熱除去冷却海水系（RHRS）	ポンプ				
	台数	4	4	4	4
	容量(m^3/h/台)	約2,550	約2,450	約2,100	約2,000
	全揚程(m)	約30	約25	約30	約30
原子炉隔離時冷却系（RCIC）	蒸気タービン				
	台数	1	1	1	1
	原子炉圧力 1,2号機(MPa[gage]) 3,4号機(kg/cm2g)	約7.86～約1.04	約7.86～約1.04	80～10	80～10
	出力(kW)	約541～約97	約660～約125	約541～約97	約660～約125
	回転数(rpm)	約4,500～約2,200	約4,200～約2,200	約4,500～約2,200	約4,200～約2,200
	ポンプ				
	台数	1	1	1	1
	流量(m^3/h)	約142	約142	約142	約142
	全揚程(m)	約880～約190	約880～約190	約880～約190	約880～約190
非常用ガス処理系（SGTS）	系統数	2	2	2	2
	排風機台数	2	2	2	2
	容量 1号機(m^3/h/系統) 2～4号機(Nm^3/h/系統)	約4250	約5,000	約5,000	約5,000
	系統よう素除去効率(%)	99%以上	99%以上	99%以上	99%以上
主蒸気逃がし安全弁	台数	18	18	18	18
	吹き出し容量(t/h/個)	約400	約400	約400	約400
	吹出圧力 （逃がし弁機能） 1号機(kg/cm2g) 2～4号機(MPa[gage])	75.2(2個)	7.37(2個)	7.37(2個)	7.37(2個)
		75.9(4個)	7.44(4個)	7.44(4個)	7.44(4個)
		76.6(4個)	7.51(4個)	7.51(4個)	7.51(4個)
		77.3(4個)	7.58(4個)	7.58(4個)	7.58(4個)
		78.0(4個)	7.65(4個)	7.65(4個)	7.65(4個)
	吹出圧力 （安全弁機能） 1号機(kg/cm2g) 2～4号機(MPa[gage])	79.4(2個)	7.79(2個)	7.79(2個)	7.79(2個)
		82.6(4個)	8.10(4個)	8.10(4個)	8.10(4個)
		83.3(4個)	8.17(4個)	8.17(4個)	8.17(4個)
		84.0(4個)	8.24(4個)	8.24(4個)	8.24(4個)
		84.7(4個)	8.31(4個)	8.31(4個)	8.31(4個)
	吹出し場所	ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝ・ﾌﾟｰﾙ	ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝ・ﾌﾟｰﾙ	ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝ・ﾌﾟｰﾙ	ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝ・ﾌﾟｰﾙ

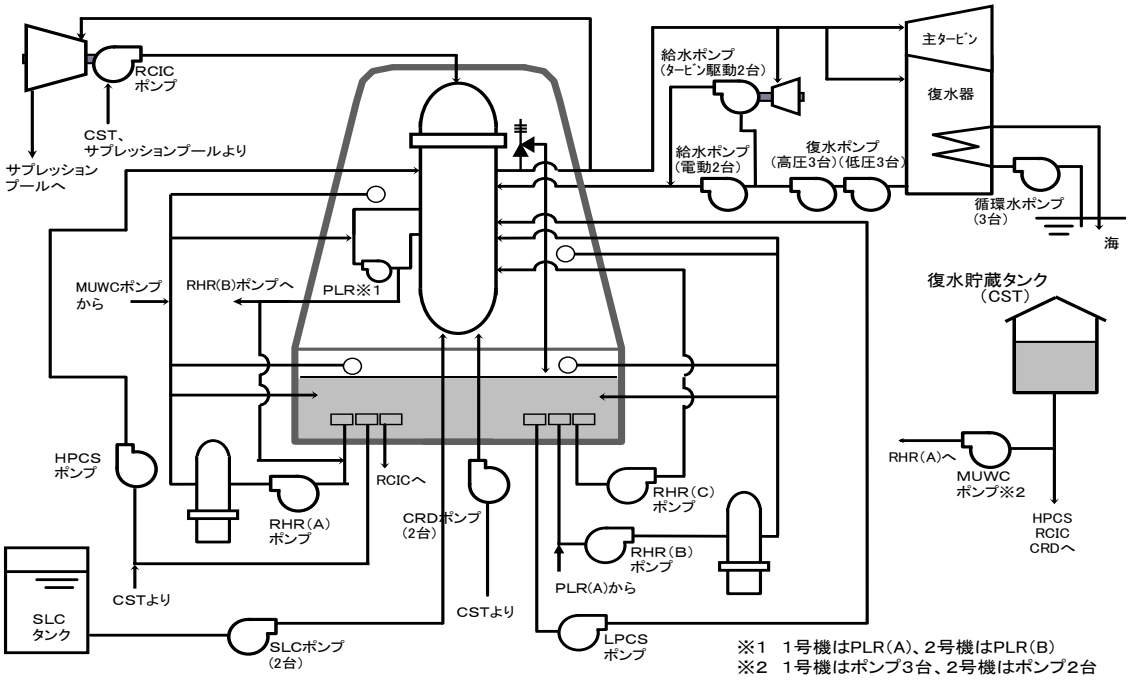


図 II-2-85　福島第二原子力発電所 1 号機、2 号機　系統構成図

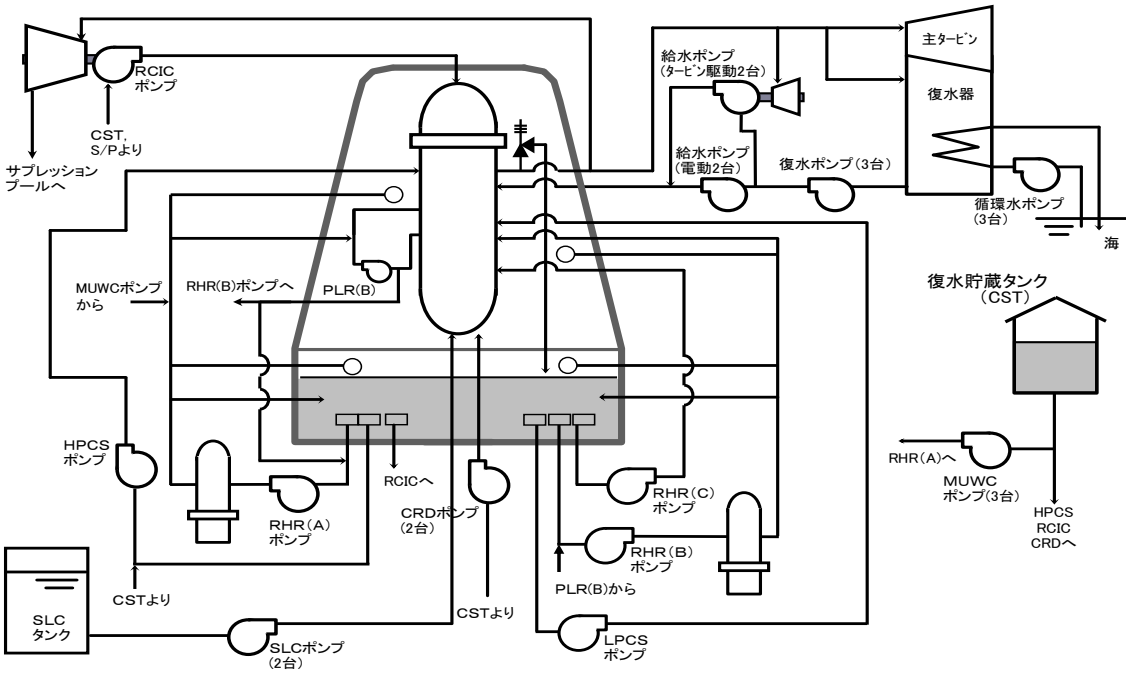


図 II-2-86　福島第二原子力発電所 3 号機、4 号機　系統構成図

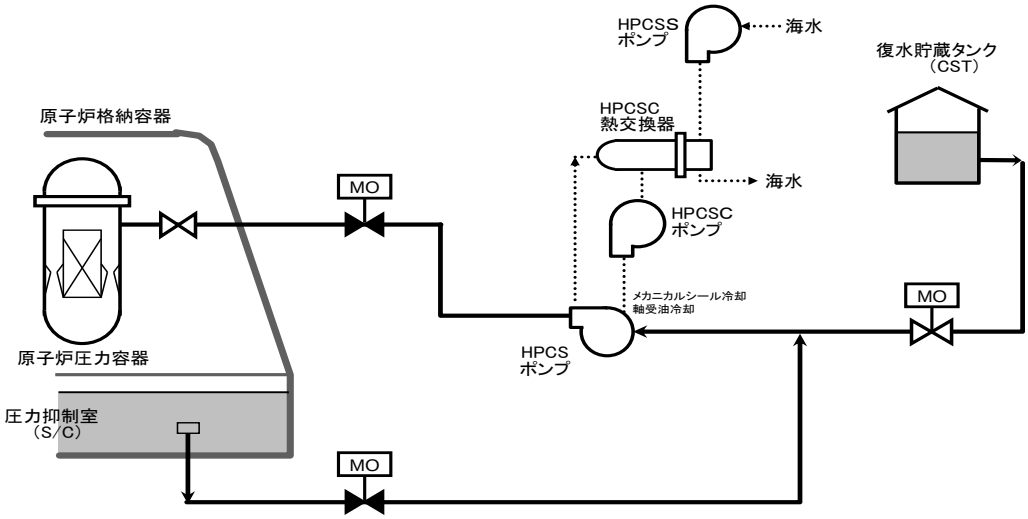


図 II-2-87　高圧炉心スプレイ系　系統構成図（1、3 号機）

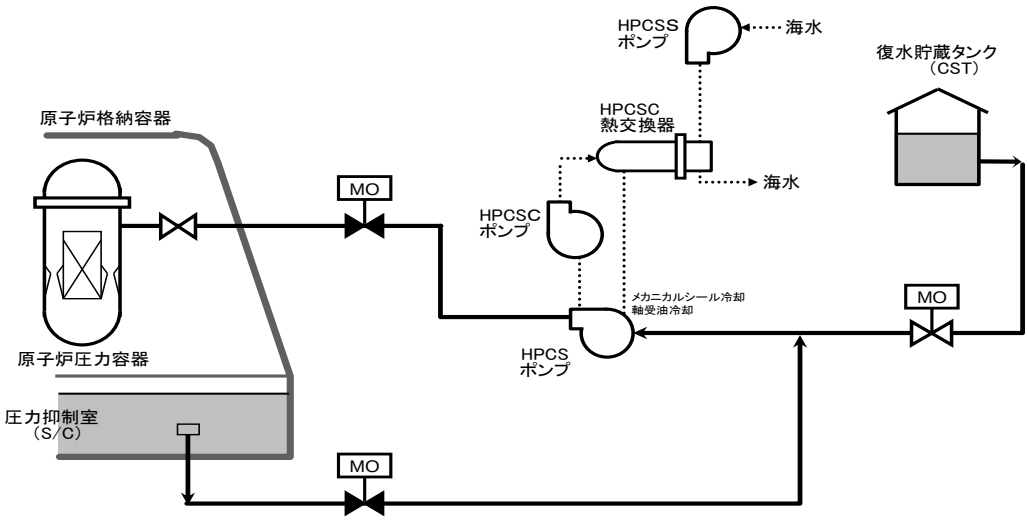


図 II-2-88　高圧炉心スプレイ系　系統構成図（2、4 号機）

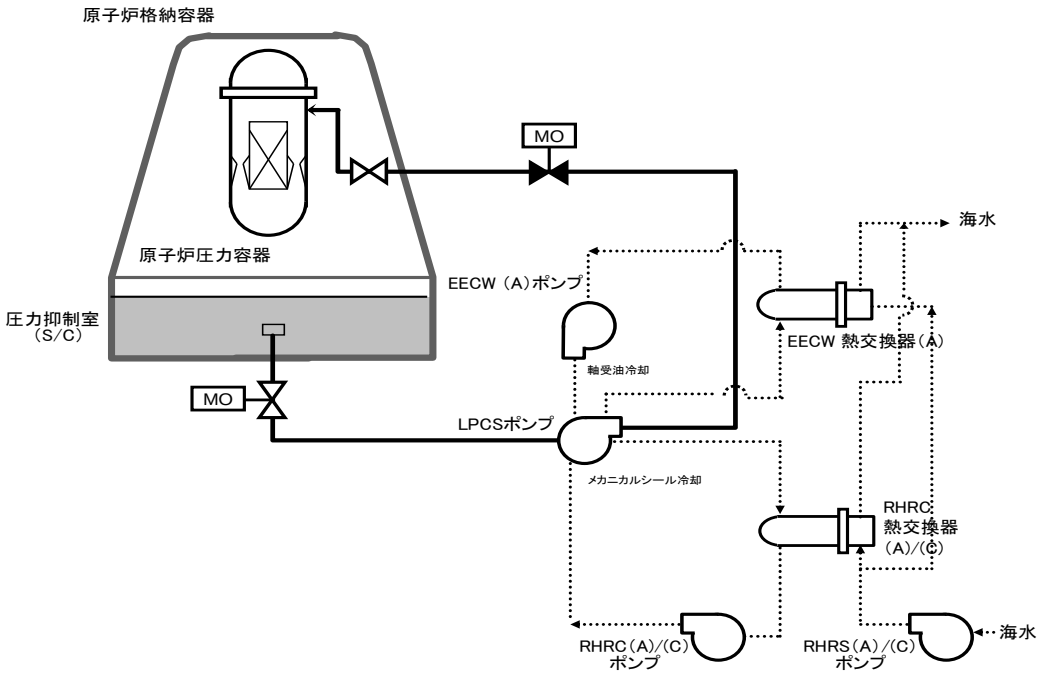


図 II-2-89　低圧炉心スプレイ系　系統構成図（1、3 号機）

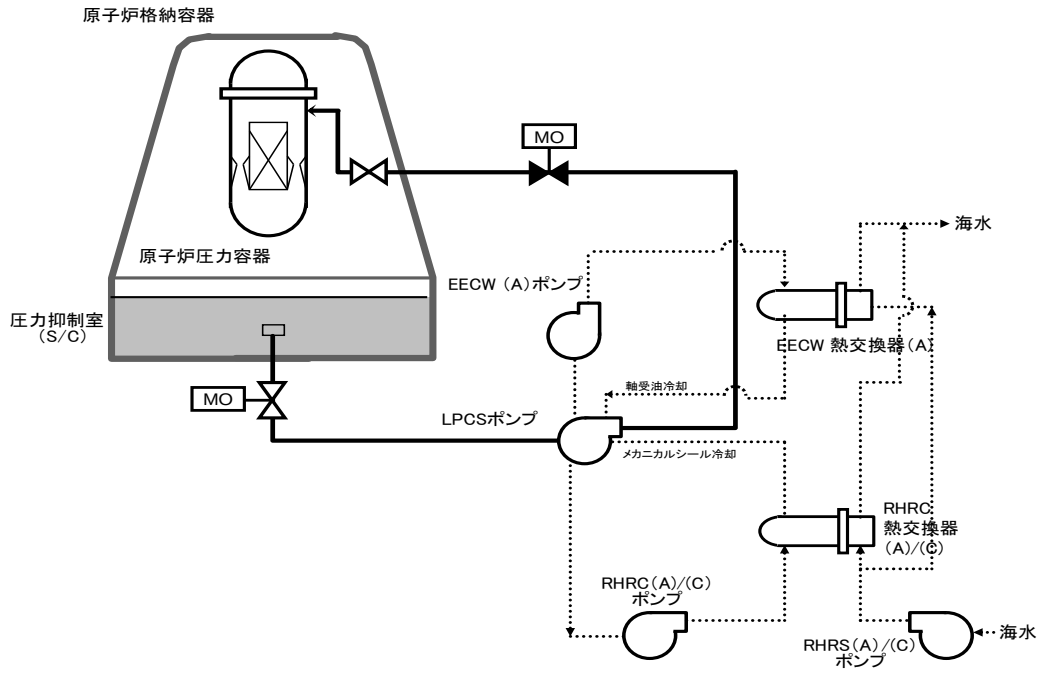


図 II-2-90　低圧炉心スプレイ系　系統構成図（2、4 号機）

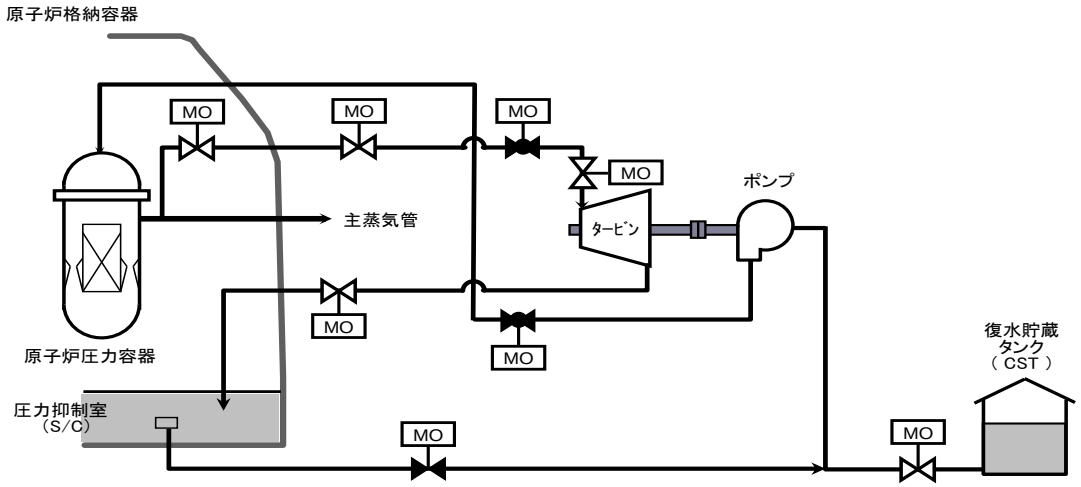


図 II-2-91　原子炉隔離時冷却系　系統構成図（全号機）

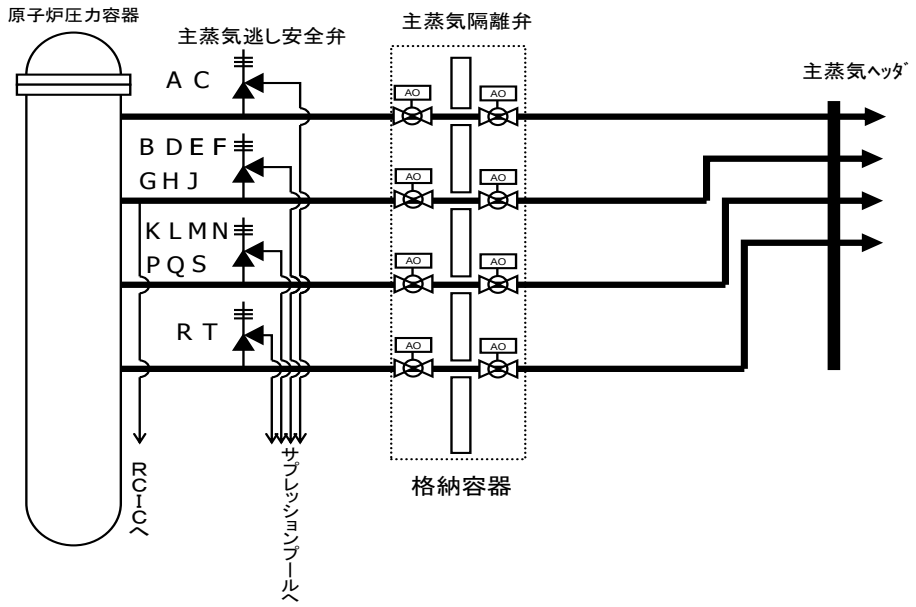


図 II-2-92　主蒸気逃し安全弁　系統構成図（1 号機）

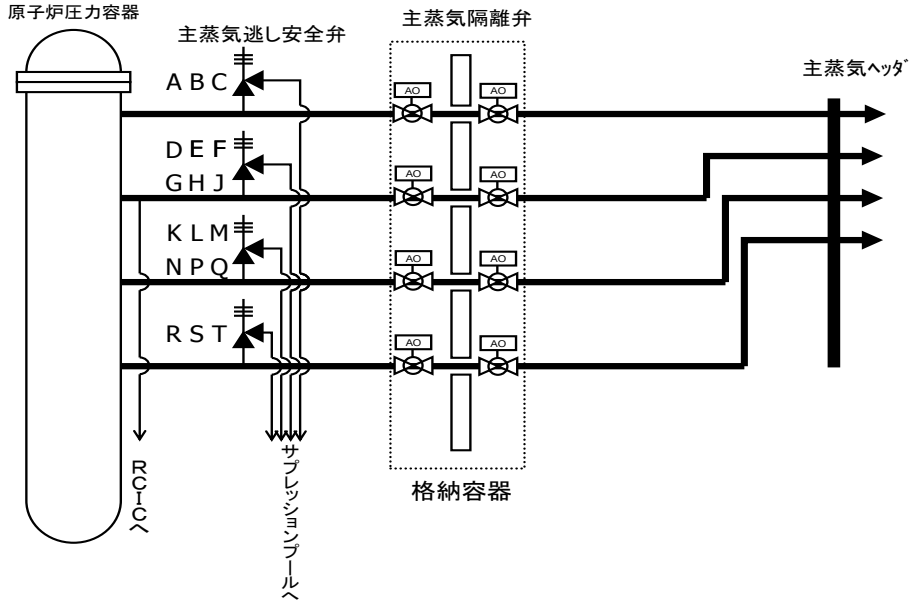


図 II-2-93　主蒸気逃し安全弁　系統構成図（2 から 4 号機）

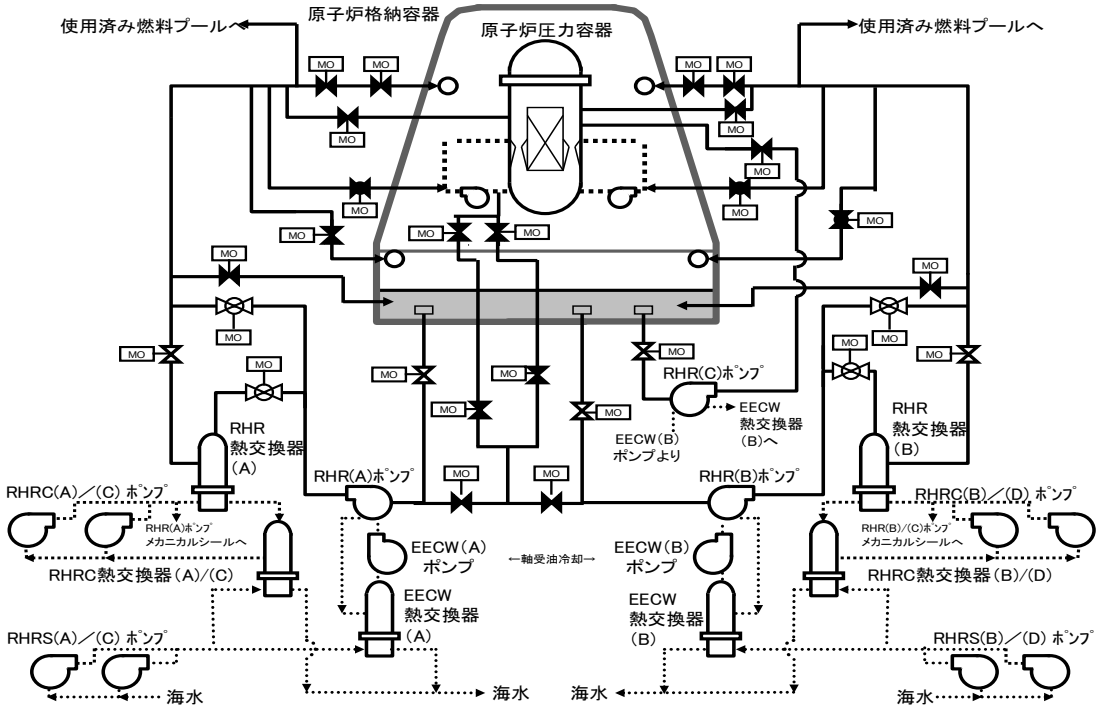


図 II-2-94　残留熱除去系　系統構成図（1 号機）

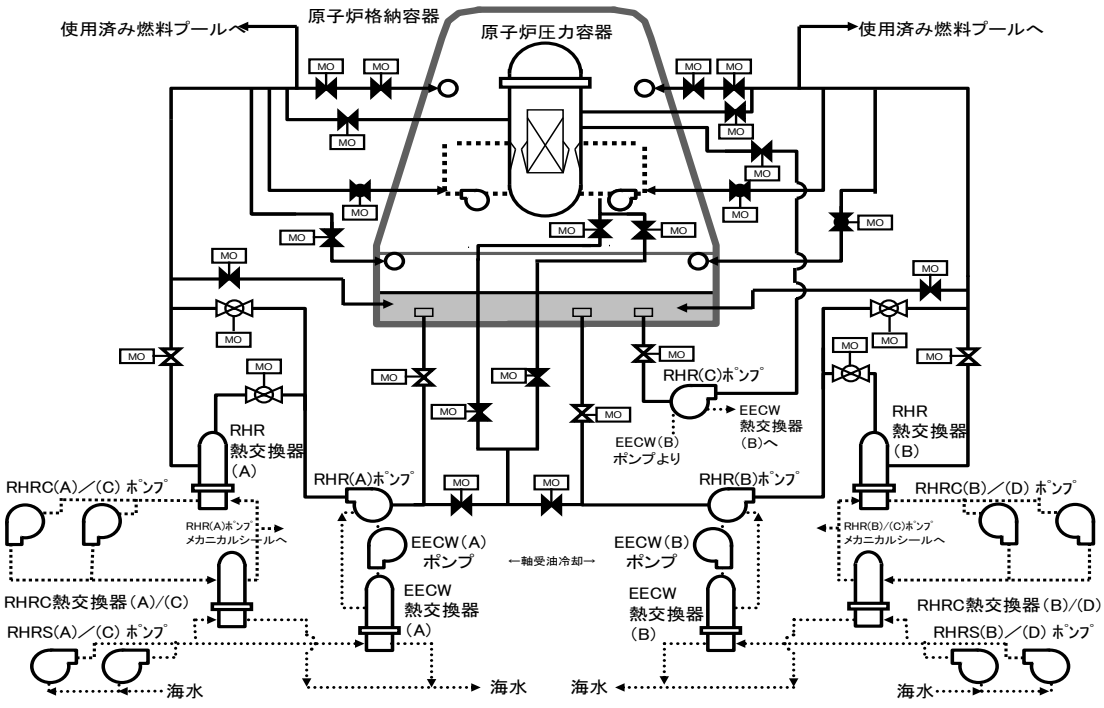


図 II-2-95　残留熱除去系　系統構成図（2 号機）

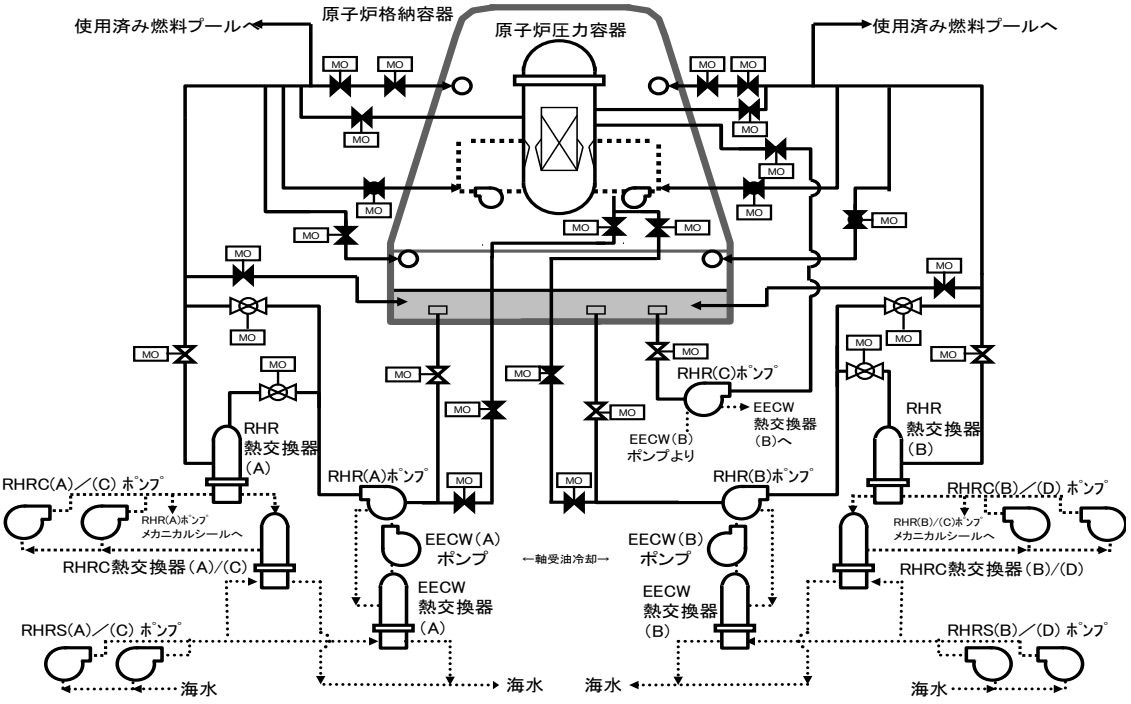


図 II-2-96　残留熱除去系　系統構成図（3 号機）

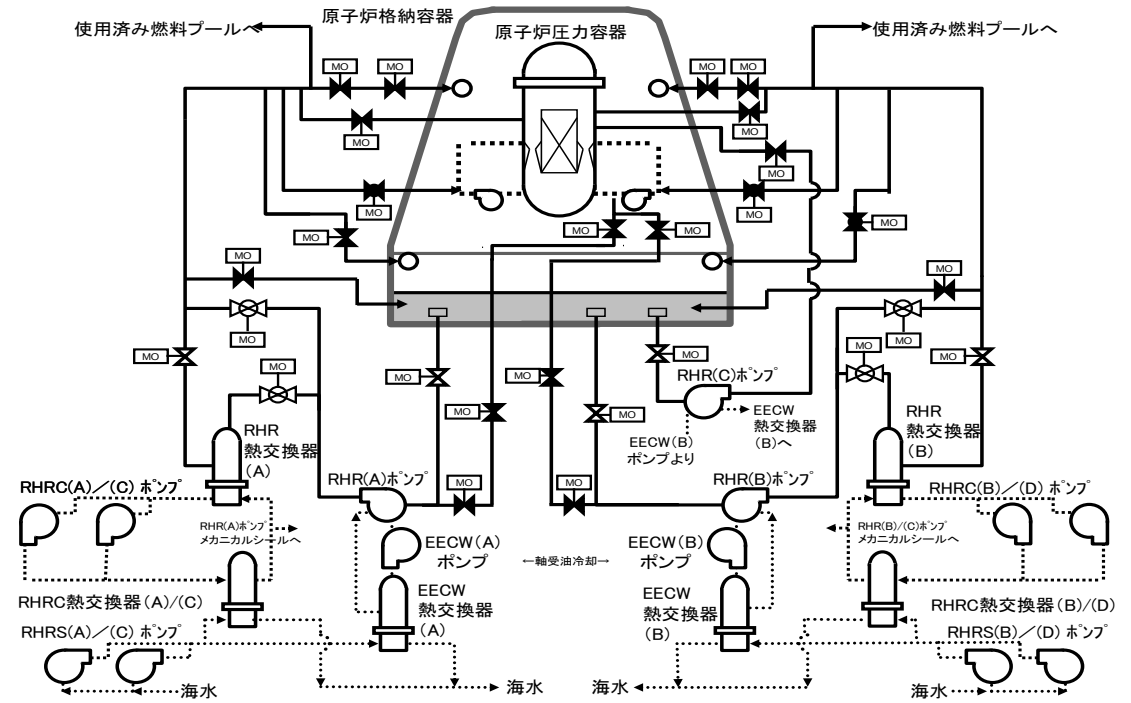


図 II-2-97　残留熱除去系　系統構成図（4 号機）

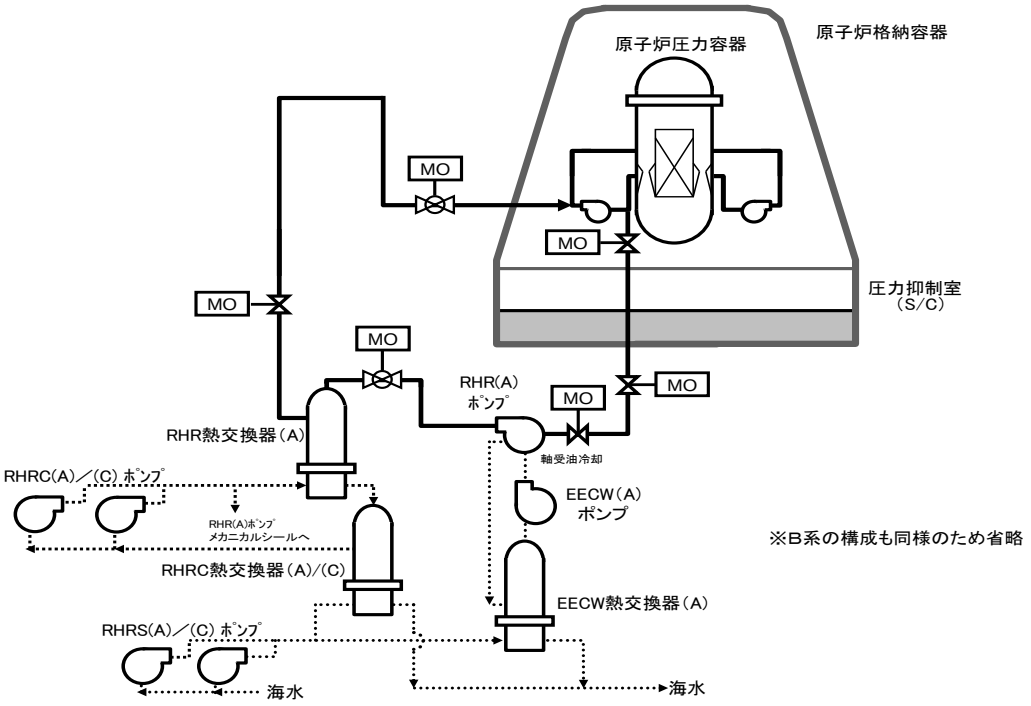


図 II-2-98　原子炉停止時冷却系　系統構成図（1 号機）

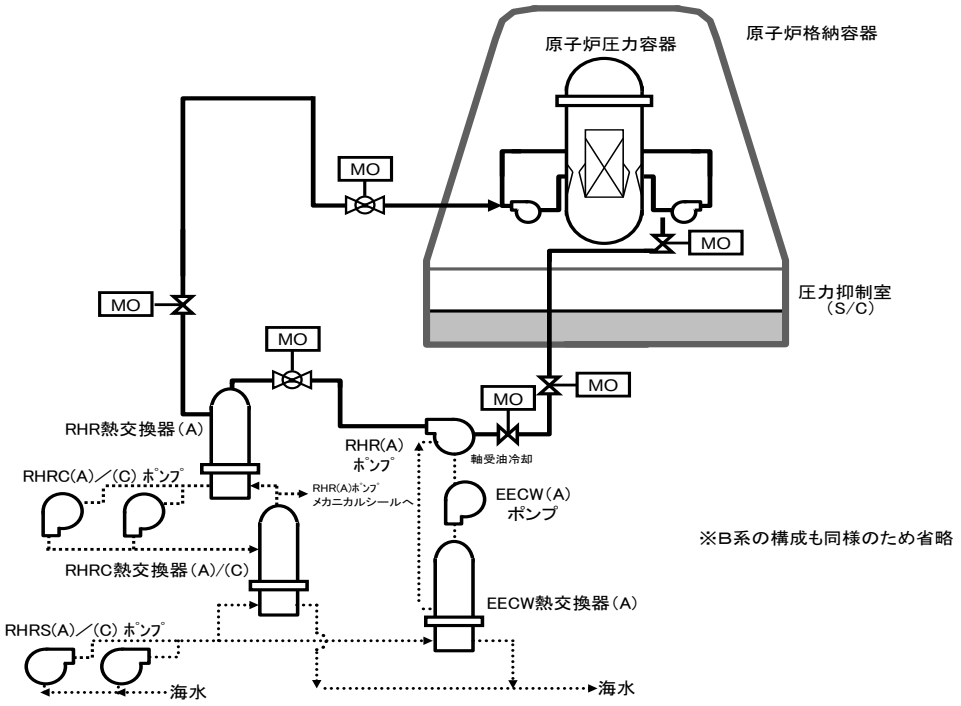


図 II-2-99　原子炉停止時冷却系　系統構成図（2、4 号機）

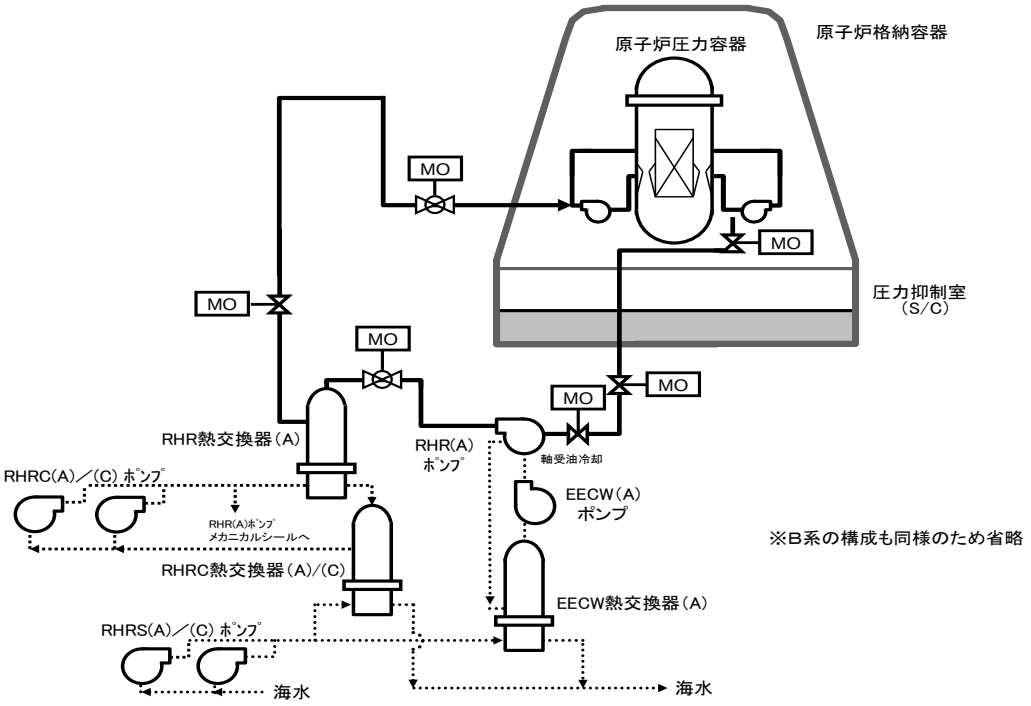


図 II-2-100　原子炉停止時冷却系　系統構成図（3 号機）

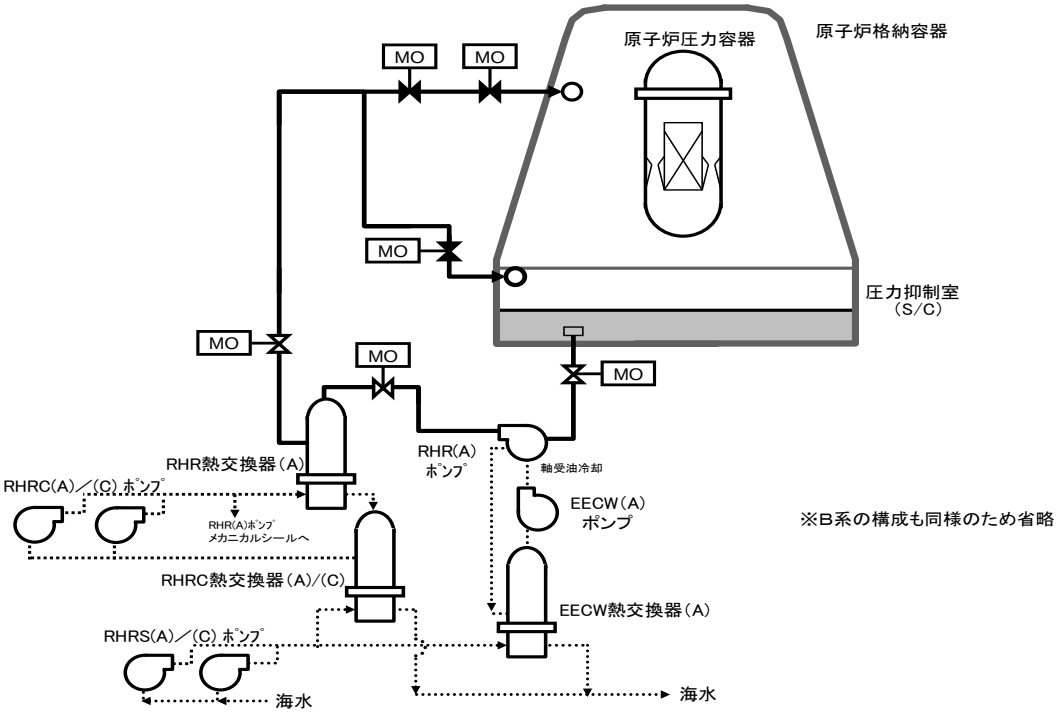


図 II-2-101　PCV スプレイ（D/W 及び S/C）系統構成図（1、3 号機）

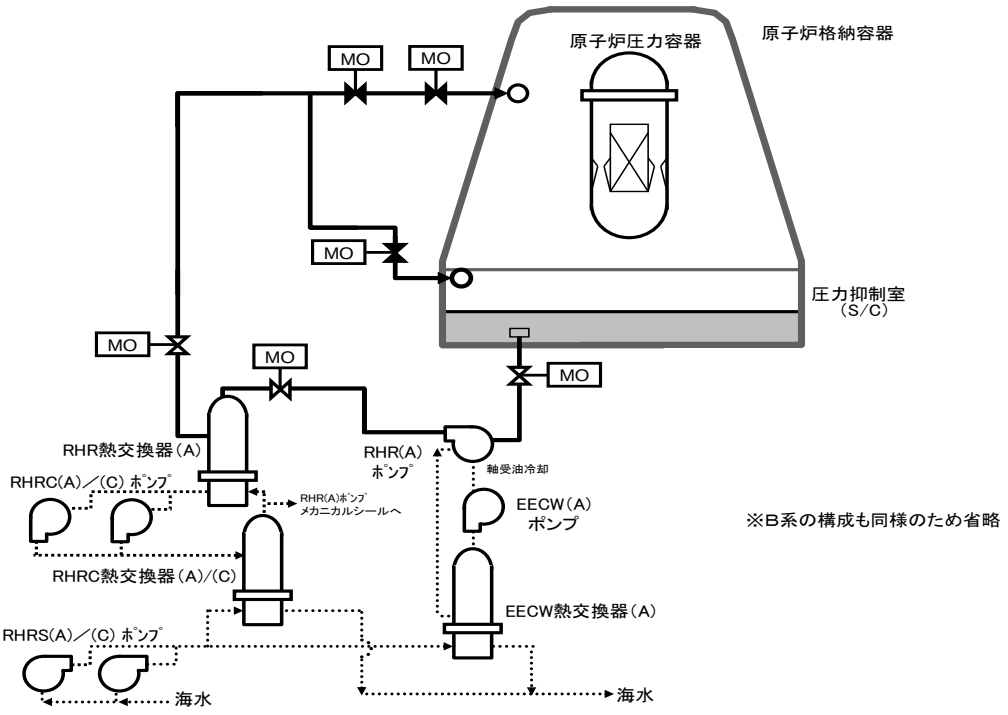


図 II-2-102　PCV スプレイ（D/W 及び S/C）系統構成図（2、4 号機）

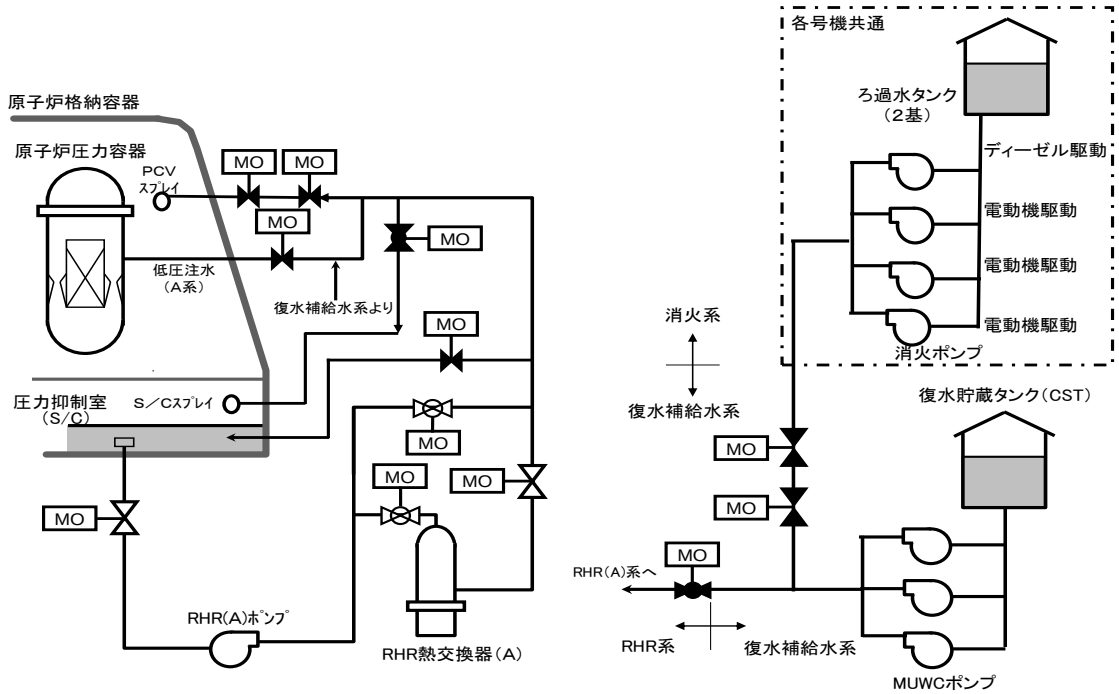


図 II-2-103　代替注水設備（淡水）　系統構成図（1、3、4 号機）

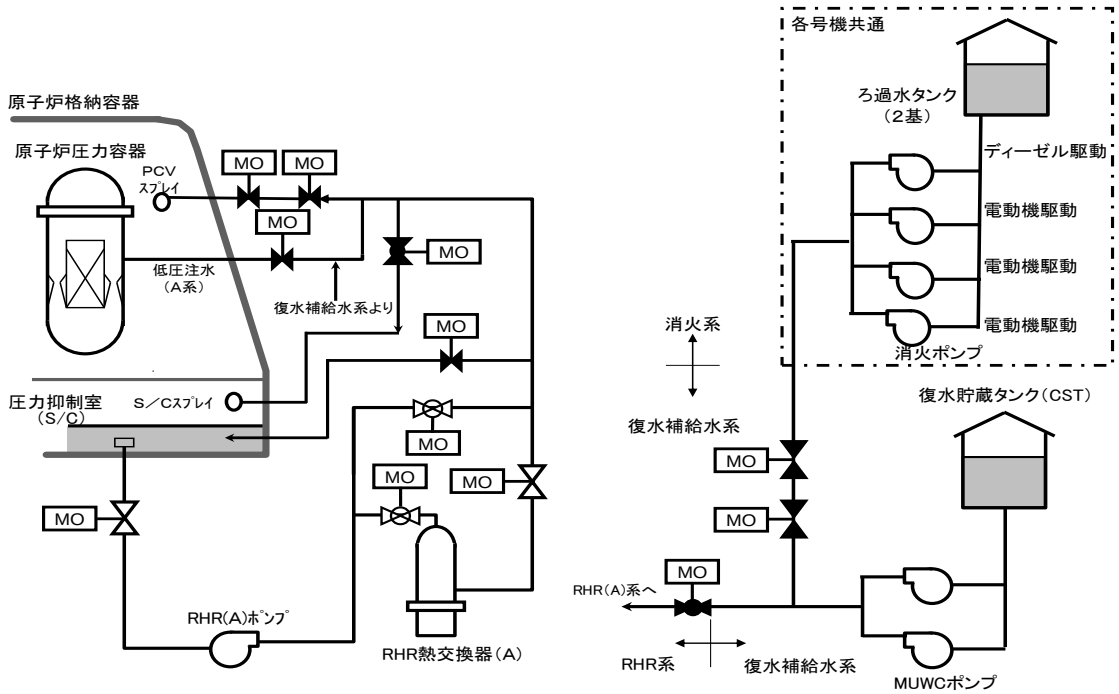


図 II-2-104　代替注水設備（淡水）　系統構成図（2 号機）

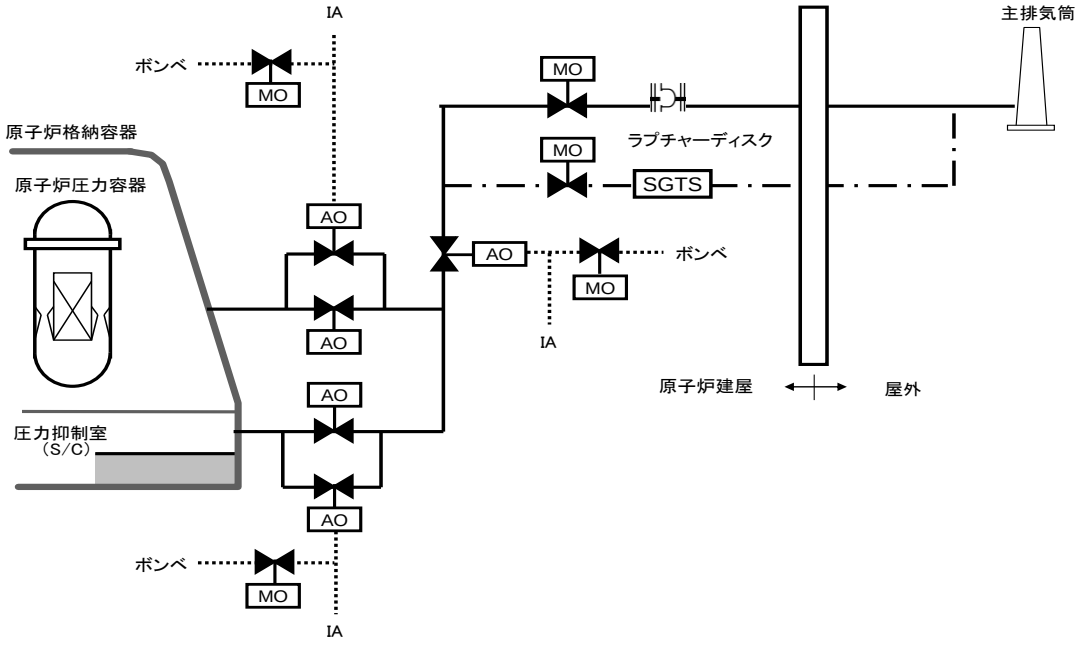


図 II-2-105　PCV ベント　系統構成図（全号機）

③　地震発生前の状況

地震当日は、福島第二原子力発電所全号機が定格熱出力一定運転中であった。

外部電源については、新福島変電所からの富岡線1号線及び2号線（500kV）並びに岩井戸線1号線及び2号線（66kV）の合計4回線の外部電源が接続されていた。

地震時には岩井戸線1号線は点検作業中であり、供給可能な外部電源は3回線であった。

④　地震発生から冷温停止までの状況

福島第二原子力発電所は、1号機から4号機までの4基が全て運転中であったが、全号機とも地震により自動停止した。

外部電源は、点検作業中のため停止していた岩井戸線1号線（66kV）を除く3回線（富岡線1号線及び2号線（500kV）並びに岩井戸線2号線（66kV））で構成されていたが、地震発生後は、新福島変電所の断路器碍子破損により富岡線2号線が受電停止し、また、同変電所の避雷器損傷に伴う中央給電司令所からの指令により岩井戸線2号線を停止した。これにより、外部電源は、富岡線1号線のみとなったが、非常用機器への電源は確保されていた（停止した回線は、3月12日13時38分以降、順次、復旧。）。

その後、地震に伴う津波が襲来し、1号機、2号機及び4号機の海水ポンプが運転できず原子炉除熱機能が確保できない状態となった。津波の大きさは、海側エリアで浸水深さ約3m、主要建屋設置エリアで浸水深さ約2.5mであった。

このため、東京電力は、3月11日18時33分に、原災法第10条に基づく特定事象に該当する事態が発生したと判断し、国、自治体に通報を行った。その後、S/Cの温度が100℃以上となり、原子炉の圧力抑制機能が喪失したことから、東京電力は、1号機については3月12日5時22分、2号機については同日5時32分、4号機については同日6時07分に、原災法第15条の規定に基づく「圧力抑制機能喪失」事象に該当すると判断し、原子力安全・保安院等に連絡した。

福島第二原子力発電所1号機、2号機及び4号機については、外部電源の確保及び電源盤、直流電源等が水没を免れていたことから、その後の復旧作業により除熱機能が回復し、1号機については3月14日17時00分、2号機については同日18時00分、4号機については3月15日7時15分に、原子炉冷却材の温度が100℃未満の冷温停止となった。なお、3号

機については、原子炉除熱機能喪失等に至ることなく、3月12日12時15分には冷温停止となっている。

津波の浸水高、浸水深さ及び浸水域を図II-2-106に示す。

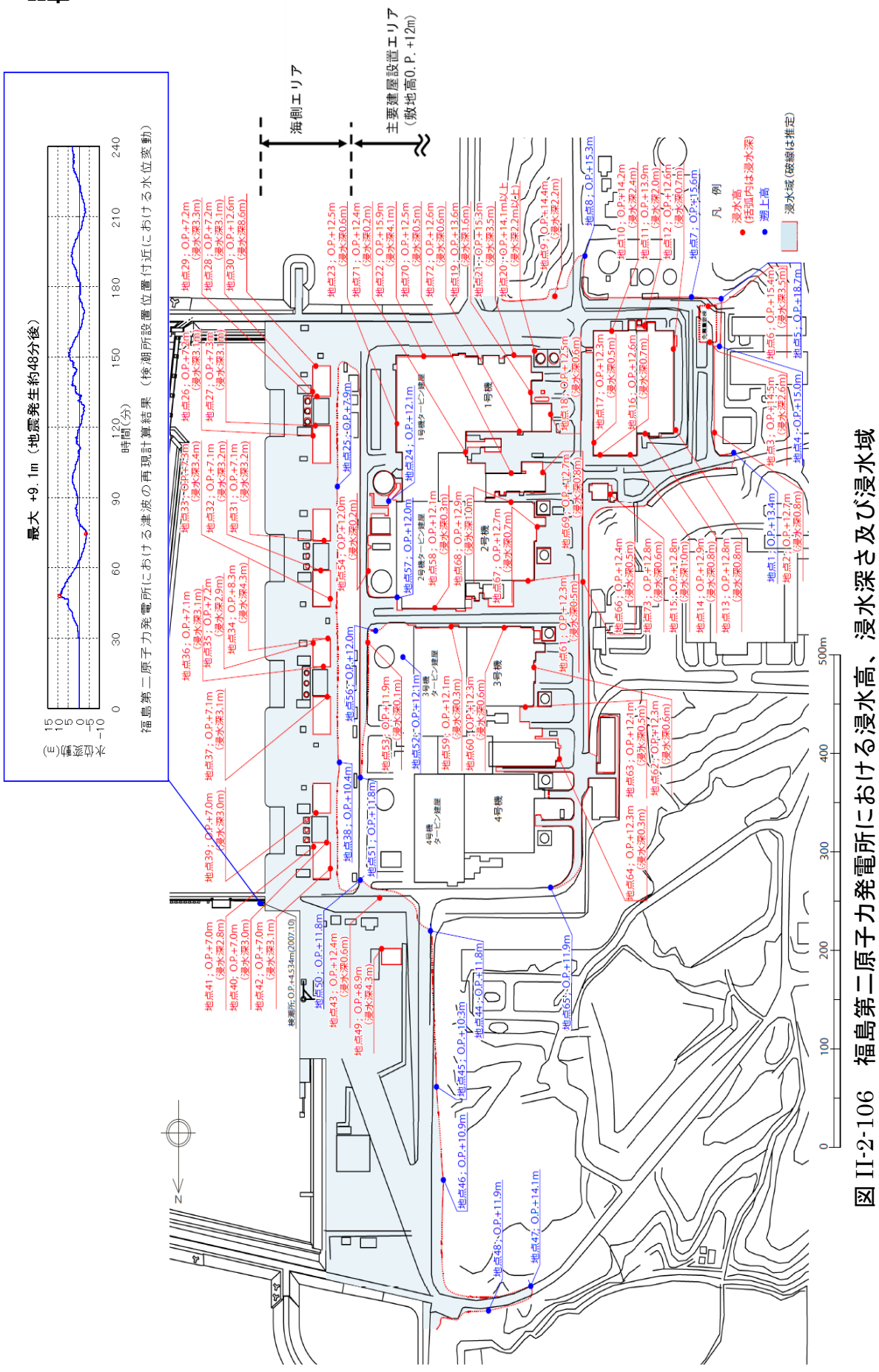


図 II-2-106　福島第二原子力発電所における浸水高、浸水深さ及び浸水域

a　福島第二原子力発電所１号機

○　地震発生直後の概況

定格熱出力一定運転中、地震発生後の 3 月 11 日 14 時 48 分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、直ちに全制御棒が全挿入となり、正常に自動停止した。15 時 00 分に原子炉が未臨界となったことを確認した。

原子炉スクラム直後、原子炉出力の急激な低下に伴い、炉心内のボイドが減少し、原子炉水位は「原子炉水位低（L-3)」まで下降した。その後の原子炉水位は、原子炉給水系からの給水により、非常用炉心冷却系（ECCS）ポンプ及び RCIC の自動起動水位まで低下することなく回復した。

津波の影響により循環水ポンプ（CW）が停止し、それに伴い復水器による主蒸気の凝縮ができなくなること及び、当該地震の影響による補助ボイラー（HB）停止に伴いタービングランドシール蒸気が喪失することに備え、3 月 11 日 15 時 36 分に MSIV を手動全閉とし、SRV にて原子炉の圧力制御を行った。

MSIV 全閉に伴い RCIC を 15 時 36 分に手動起動し、原子炉へ注水を行った。その後、15 時 40 分に「原子炉水位高（L-8)」にて RCIC が自動停止した以降は、RCIC の手動起動と自動停止の繰り返しにより原子炉の水位を調整した。

○　津波による影響

津波により、海水熱交換器建屋が浸水したこと等から、すべての非常用機器冷却系（残留熱除去冷却水系（RHRC)、RHRS、非常用ディーゼル発電設備冷却系（EECW)、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備冷却系（HPCSC）及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備冷却海水系（HPCSS））のポンプが起動できない状態（一部モーター及び非常用電源（P/C 1C-2 及び 1D-2）が被水したことにより使用不能となったものであることを後日現場にて確認）と判断した。このため、すべての ECCS ポンプが起動不可能な状態となり、原子炉から残留熱を除去する機能が喪失し、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となったことから、3 月 11 日 18 時 33 分、原災法第 10 条の規定に基づく「原子炉除熱機能喪失」事象に該当すると判断した。

○　冷温停止までの操作

原子炉への注水は、当初 RCIC で行っていたが、3 月 12 日 0

時 00 分より AM 策として導入された MUWC による代替注水と併用し実施した。なお、原子炉圧力と S/C 水温度の関係から、熱容量制限における運転禁止範囲に入ったため、3 時 50 分に原子炉急速減圧を開始した。RCIC については、原子炉急速減圧に伴う RCIC タービン駆動用蒸気圧力低下のため 4 時 58 分に手動停止し、これ以降は MUWC による代替注水にて原子炉の水位を調整した。

RCIC 及び SRV の操作に伴い PCV 内の温度・圧力が上昇したが、RHR ポンプによる冷却ができなかったため、3 月 11 日 17 時 35 分に「ドライウェル圧力高」（設定値：13.7kPa gage）の警報が発生し、これに伴いすべての ECCS ポンプの自動起動信号が発生したものの、このうち LPCS ポンプ、RHR ポンプ(A)及び HPCS ポンプは、非常用電源（M/C 1C 及び 1HPCS）が使用不能のため自動起動せず、RHR ポンプ(B､C)については、RHRC ポンプ(B､D)、RHRS ポンプ(B､D)及び EECW ポンプ(B)が使用不能のため起動後に手動停止し、これ以降は、自動起動防止措置を行った。

その後、3 月 12 日 5 時 22 分に S/C 水温度が 100℃以上となったことから、原災法第 15 条の規定に基づく「圧力抑制機能喪失」事象に該当すると判断した（S/C 水温度は最高で約 130℃（3 月 13 日 11 時 30 分）まで上昇。）。

S/C 冷却のために 3 月 12 日 6 時 20 分より FCS の冷却器から S/C への冷却水排水ラインを利用して、冷却水（MUWC）を S/C へ注水するとともに、MUWC による原子炉への代替注水を 7 時 10 分からは D/W スプレイ､7 時 37 分からは S/C スプレイに適宜切替え、PCV の代替冷却を実施した。

これらの冷却と並行して、RHRC ポンプ(D)、RHRS ポンプ(B)及び EECW(B)の点検・補修（RHRC ポンプ(D)及び EECW ポンプ(B)についてはモーターを交換）を実施した。また、海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 1C-2 及び 1D-2）が被水したため、所外から緊急手配した高圧電源車や仮設ケーブルを使用し、外部電源系から受電されている放射性廃棄物処理建屋の電源（P/C 1WB-1）からの仮設ケーブル敷設・受電や高圧電源車からの受電により RHRC ポンプ(D)、RHRS ポンプ(B)及び EECW ポンプ(B)を起動可能な状態に復旧し、3 月 13 日 20 時 17 分より順次起動した。

その後、3 月 14 日 1 時 24 分から RHR ポンプ(B)を起動したこ

とにより原災法第 10 条該当事象（原子炉除熱機能喪失）の状態から回復したものと判断した。また、RHR ポンプ(B)にて S/C 冷却を実施した結果、徐々に S/C 水温が低下し、10 時 15 分に S/C 水温度が 100℃未満となったことから原災法第 15 条該当事象（圧力抑制機能喪失）の状態から回復したものと判断した。

さらに、S/C 水の冷却に加え、原子炉水を早期に冷却するため、あらかじめ定められた事故時運転操作手順書を参考に実施手順書を作成し、10 時 05 分より RHR ポンプ(B)にて低圧注水系（LPCI）ラインから原子炉へ S/C 水を注水するとともに、SRV を経由して S/C に原子炉水を流入させ、S/C 水を RHR 熱交換器(B)で冷却して再度 LPCI ラインから原子炉に注水する循環ライン（S/C→RHR ポンプ(B)→RHR 熱交換器(B)→LPCI ライン→原子炉→SRV→S/C）による冷却を応急的に実施した。これにより、17 時 00 分には原子炉水温度が 100℃未満となり冷温停止となったことを確認した。

○ 使用済燃料プール

当該地震の影響で FPC ポンプがトリップ（「スキマサージタンク水位低低」又は「ポンプ吸込圧力低」）するとともに、津波の影響により、屋外の取水口付近に設置されている常用補機冷却系の補機冷却海水系（SW）ポンプ(A、B 及び C)の被水や海水熱交換器建屋地下 1 階の RCW ポンプ(A、B 及び C)の水没が生じ、これらポンプが使用不能となったことから、FPC 熱交換器へ冷却水を供給できず、FPC による SFP 冷却ができなくなった。

これにより、SFP の水温は最大で約 62℃まで上昇したため、3 月 14 日 16 時 30 分より燃料プール補給水系（FPMUW）により SFP へ注水を実施するとともに、20 時 26 分より FPC ポンプ(B)にて循環運転することにより SFP の冷却を実施した。その後、3 月 16 日 0 時 42 分から RHR ポンプ(B)にて SFP の冷却を実施し、10 時 30 分には SFP の水温が当該地震発生前と同じ約 38℃に復帰した。

○ 閉じ込め機能

3 月 11 日 14 時 48 分「地震加速度大トリップ」にて原子炉が自動停止した際に発生した「原子炉水位低（L-3）」に伴い、原子炉格納容器隔離系（PCIS）及び SGTS は正常に動作し、PCV の隔離及び原子炉建屋の負圧維持が行われた。PCV 圧力は最大で約 282kPa gage（S/C 側）まで上昇したが、PCV 最高使用圧力 310kPa

gage には達しなかった。

なお PCV 圧力が上昇傾向にあり、原子炉除熱機能の復旧に時間がかかることを想定し、PCV 耐圧ベントのためのライン構成（S/C 側の出口弁開操作のワン・アクションを残した状態）を実施した。

○ 所内電源系

原子炉が自動停止した直後は、所内電源系はすべて使用可能な状態であったが、津波で原子炉建屋付属棟が浸水し非常用電源（M/C 1C 及び 1HPCS）が、また、海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 1C-2 及び 1D-2）が使用不能となった。M/C 1C の使用不能により MCC 1C-1-8 が停電となり、その負荷である交流 120V プラントバイタル電源分電盤 1A が停止し、中央制御室内の一部の記録計等が使用不能となった。

また、非常用 DG については、原子炉が自動停止した直後は全台（A 系、B 系及び HPCS 系）使用可能であったが、津波到達後は非常用機器冷却系のポンプすべてが起動できなくなるとともに、津波により原子炉建屋付属棟が浸水し非常用 DG 本体及びその付属設備（ポンプ類、制御盤、MCC 等）が被水したことから全台使用不能となった。

その後の復旧において、交流 120V プラントバイタル電源分電盤 1A は、2 号機の仮設供給分電盤から仮設ケーブルを敷設・受電し使用可能な状態とした（3 月 12 日実施。）。使用不能であった非常用電源（P/C 1D-2）の負荷のうち、原子炉及び SFP の冷却に必要な RHRC ポンプ(D)及び RHRS ポンプ(B)は、放射性廃棄物処理建屋の電源（P/C 1WB-1）からの仮設ケーブルの敷設・受電、EECW ポンプ(B)については高圧電源車からの受電により電源を確保した（3 月 13 日、14 日実施。）。

主要な時系列を表 II-2-40 に、ECCS 機器等の状況を表 II-2-41 に、プラント状況の概略図を図 II-2-107 及び図 II-2-108 に、非常用電源系の単線結線図の状況を図 II-2-109 に、主要パラメータの変化を図 II-2-110 及び図 II-2-111 に示す。

表 II-2-40　福島第二原子力発電所 1 号機　主要時系列（暫定）

※この表に含まれる情報は、緊急時対応を行っていた中で情報が錯綜していた等の理由により、信頼性の低い情報が含まれている可能性があるため、その後の検証等により情報が訂正される可能性がある。なお、日本政府の現在の見解は本文に記載のとおりである。

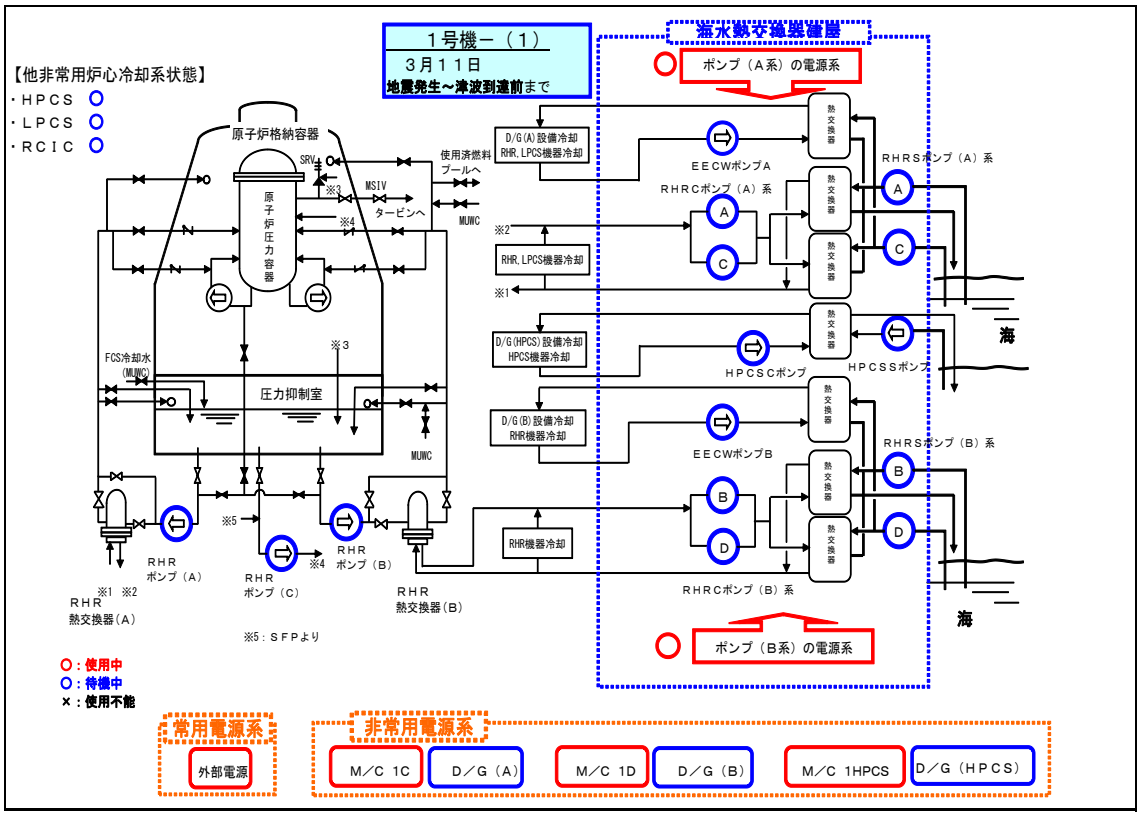
	福島第二原子力発電所 1号機	
	地震前状況：運転中	
3/11	14:46	地震発生
	14:48	全制御棒全挿入 原子炉自動停止（地震加速度大トリップ） タービン自動停止 富岡線1回線停止（2号トリップ、1号により受電継続）
	15:00	原子炉未臨界確認
	15:22	津波第一波確認（以降、17:14まで断続的に津波確認）
	15:33	循環水ポンプ(CWP)（C）手動停止
	15:34	非常用ディーゼル発電機（非常用DG）（A）（B）（H）自動起動／直後に津波の影響により停止
	15:36	主蒸気隔離弁（MSIV）手動全閉 原子炉隔離時冷却系（RCIC）手動起動（以降、起動、停止適宜発生）
	15:50	岩井戸線全停止（2号停止、1号は点検のため地震前より停止中）
	15:55	原子炉減圧開始（逃がし安全弁（SRV）自動開）（以降、自動及び手動開閉による炉圧制御）
	15:57	CWP（A）（B）自動停止
	17:35	「ドライウェル圧力高」警報発生 原災法第10条通報事象(原子炉冷却材漏えい)が発生したと事業者が判断（18:33事業者は原子炉冷却材漏えいではないと判断）
	17:53	ドライウェル（D/W）冷却系手動起動
	18:33	原子炉除熱機能が喪失したとして、原災法第10条通報事象に該当する事象が発生したと事業者が判断
3/12	0:00	復水補給水系（MUWC）による代替注水開始
	3:50	原子炉急速減圧開始（熱容量制限における運転禁止範囲に入ったため）
	4:56	原子炉急速減圧完了
	4:58	RCIC手動停止（原子炉圧力低下に伴う運転停止）
	5:22	圧力抑制室（S/C）水温度が100℃以上となったことから、原災法第15条事象（圧力抑制機能喪失）が発生したと事業者が判断
	5:58	制御棒10-51PIP異常警報発生
	6:20	可燃性ガス濃度制御系（FCS）冷却水（MUWC）使用によるS/C冷却実施
	7:10	MUWC使用によるD/Wスプレイ実施（以降、適宜実施）
	7:37	MUWC使用によるS/Cスプレイ実施（以降、適宜実施）
	7:45	FCS冷却水（MUWC）使用によるS/C冷却停止
	10:21	原子炉格納容器（PCV）耐圧ベントライン構成開始
	10:30	制御棒10-51PIP異常警報クリア（その後、数回発生/クリア）
	13:38頃	岩井戸線1回線受電（2号復旧完了）
	18:30	PCV耐圧ベントライン構成完了
3/13	5:15頃	岩井戸線2回線受電（1号復旧完了）
	20:17	残留熱除去機器冷却海水系（RHRS）ポンプ（B）手動起動（480V非常用低圧配電盤（パワーセンター（P/C））1WB-1より仮設ケーブル敷設、受電）
	21:03	残留熱除去機器冷却系（RHRC）ポンプ（D）手動起動（モータ交換／P/C 1WB-1より仮設ケーブル敷設、受電）
3/14	1:24	残留熱除去系（RHR）（B）手動起動（S/C冷却モード開始） RHR（B）の起動により原災法第10条通報事象（原子炉除熱機能喪失）の状態から回復したものと事業者が判断
	1:44	非常用補機冷却系（EECW）（B）手動起動（モータ交換／高圧電源車より受電）
	3:39	RHR（B）S/Cスプレイモード開始
	10:05	RHR（B）低圧注水（LPCI）モードによる原子炉へ注水開始
	10:15	S/C水温度が100℃未満となったことから、原災法第15条事象（圧力抑制機能喪失）の状態から回復したと事業者が判断
	16:30	燃料プール補給水系（FPMUW）による使用済燃料プール（SFP）への注水開始
	17:00	原子炉水温度が100℃未満となり原子炉冷温停止
	20:26	燃料プール冷却浄化系（FPC）（B）循環運転開始
	22:07	モニタリングポスト（No.1）で5μ Gy/hを超える放射線量を計測したことから（3月15日0:12にはモニタリングポスト（№3）も）、原災法第10条通報事象（敷地境界放射線量上昇）が発生したと事業者が判断（線量が上昇した原因は、福島第一原子力発電所における事故に伴い大気中に放出された放射性物質の影響によるものと推定される）
3/15		
3/16	0:42	RHR（B）によるSFP冷却開始
	10:30	SFP水温度約38℃（地震発生前の水温に復帰）
3/17	17:22	PCVベント準備完了状態から通常状態へ復旧
3/18		
3/19	15:28	RHR（B）停止（RHRC系ポンプ点検のため）
3/20	22:14	RHR（B）起動
3/21		
3/22		
3/23		
3/24		
3/25		
3/26		
3/27		
3/28		
3/29		
3/30	10:34	RHR（B）停止（仮設電源敷設のため）
	14:30	RHR（B）起動
	17:56	タービン建屋1階の電源盤から発煙を確認
	18:13	電気の供給を切ったところ、煙の発生が止まっていることを確認
	19:15	電源盤からの発煙は電盤の異常であり、火災ではないと判断
3/31		
4/1	13:43	RHR（B）停止（取水口点検のため）
	15:07	RHR（B）起動
4/2		

4/3	
4/4	
4/5	
4/6	
4/7	
4/8	
4/9	
4/10	
4/11	
4/12	
4/13	
4/14	
4/15	17:43頃　富岡線2回線受電（2号復旧完了）
4/16	
4/17	
4/18	
4/19	
4/20	
4/21	
4/22	
4/23	
4/24	
4/25	
4/26	
4/27	
4/28	
4/29	
4/30	9:10　RHR(B)停止（取水路点検のため） 12:54　RHR(B)起動
5/1	
5/2	
5/3	
5/4	
5/5	
5/6	
5/7	
5/8	
5/9	
5/10	
5/11	
5/12	
5/13	
5/14	
5/15	
5/16	
5/17	
5/18	
5/19	
5/20	
5/21	
5/22	
5/23	
5/24	9:13　RHR(B)停止（EECWポンプ(B)点検のため） 19:05　RHR(B)起動
5/25	
5/26	
5/27	10:01　原子炉建屋付属棟HPCS M/C室の照明用分電盤より発火 10:04　現場作業員により消火し当直院が消火を確認 11:19　鎮火が確認され、「建物火災のボヤ」と判断
(略)	
7/7	14:05頃　M/C HPCSとM/C 1SB-2の連絡しゃ断器から火花が発生していることを確認 17:37　RHRポンプ(B)停止 17:44　連絡しゃ断器を解放し、点検作業を開始 21:15　RHRポンプ(B)起動
(略)	
7/17	9:36　RHR(B)停止（冷却モード変更のため(LPCIモード→原子炉停止時冷却(SHC)モード)） 11:04　FPCによるSFP冷却開始 14:13　RHR(B)起動
(略)	
8/31	

表 II-2-41　非常用炉心冷却系機器等の状況【2F-1】

			設置場所	耐震クラス	原子炉自動停止時	原子炉自動停止～津波到達直前まで	津波到達以降～冷温停止まで	備　考
冷やす機能	ECCS等	RHR(A)	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	○	×	津波により電源被水およびRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		LPCS	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	○	×	津波により電源被水およびRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRC(A)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	○	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRC(C)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	○	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(A)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRS(C)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		EECW(A)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHR(B)	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	○	×→◎	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/14起動
		RHR(C)	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	○	×→○	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/14待機
		RHRC(B)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRC(D)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源，電動機被水のため使用不能 RW建屋より仮設ケーブル布設により給電，電動機交換後，3/13起動
		RHRS(B)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RW建屋より仮設ケーブル布設により給電後，3/13起動
		RHRS(D)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		EECW(B)	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源，電動機被水のため使用不能 高圧電源車より仮設ケーブル布設により給電，電動機交換後，3/14起動
		HPCS	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	○	×	津波により電源被水およびHPCSS，HPCSC運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		HPCSC	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	○	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		HPCSS	Hx/B1階(0.P.4200)	A	○	○	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
	炉注水	RCIC	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	◎	◎→○	津波後に起動し，3/12炉圧低下のため停止
		MUWC（代替注水）	T/B地下1階(0.P.2400)	B	○	○	○→◎→○	3/12運転，3/14待機 なお，(A)(C)については津波による電源被水のため使用不能
	プール冷却	SFP冷却（FPC）	R/B4階(0.P.33000)	B	◎	×	×	地震によるトリップ及び津波によりRCW運転不能のため使用不能 3/14　FPMUWポンプによる注水及びFPCポンプによるプール循環開始 3/16　FPCによる冷却開始
		SFP冷却（RHR）	R/B地下2階(0.P.0000)	A	○	○	×→◎	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/16起動（FPC補助冷却モード）
閉じ込める機能	格納施設	原子炉建屋		A	○	○	○	負圧を維持しており破損を示す徴候は認められず
		原子炉格納容器		As	○	○	○	格納容器圧力に破損を示す徴候は認められず

（凡例）◎：運転　○：待機　×：機能喪失又は待機除外



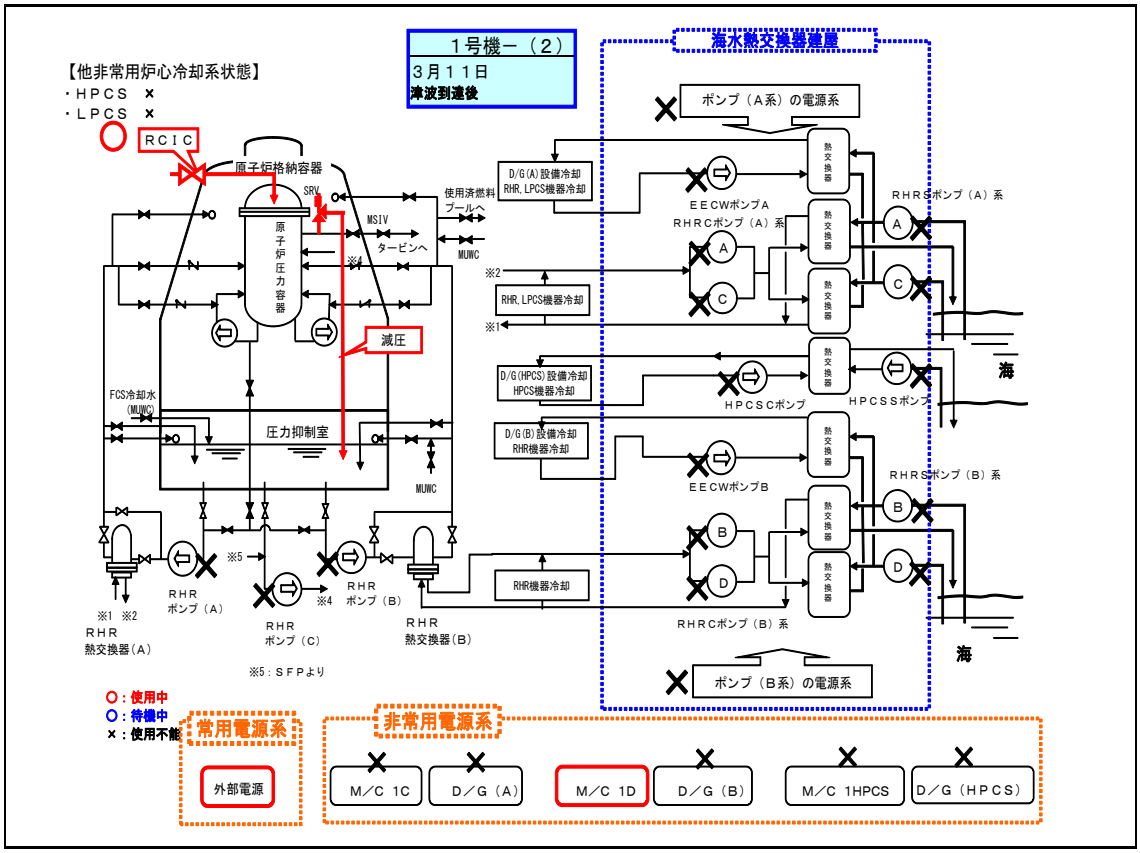
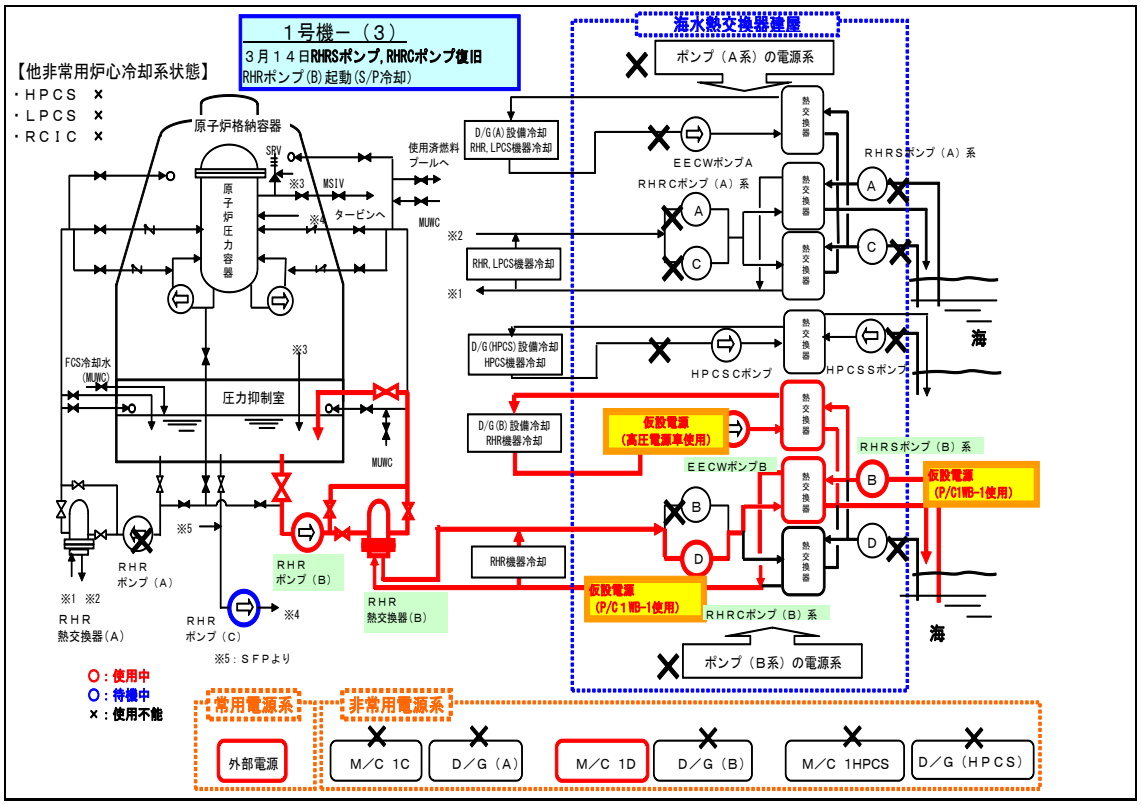


図 II-2-107　プラント状況の概略図【2F-1】（その 1）



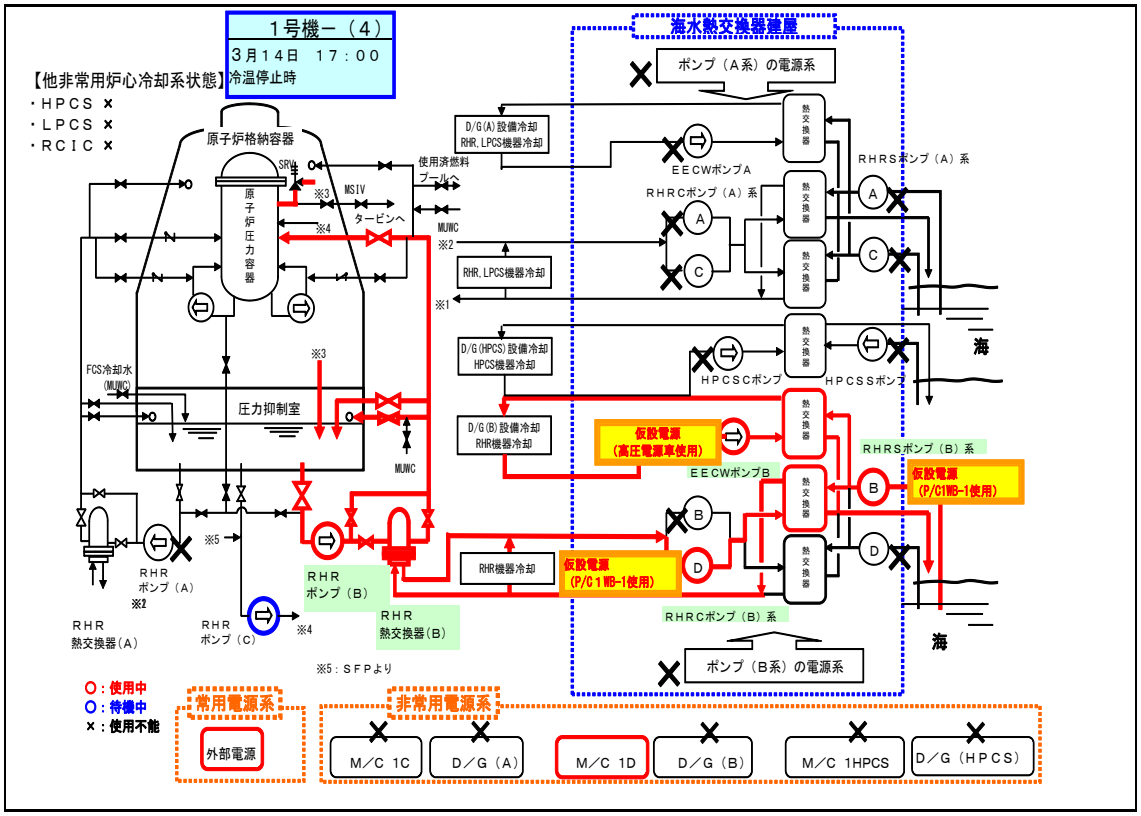


図 II-2-108　プラント状況の概略図【2F-1】（その 2）

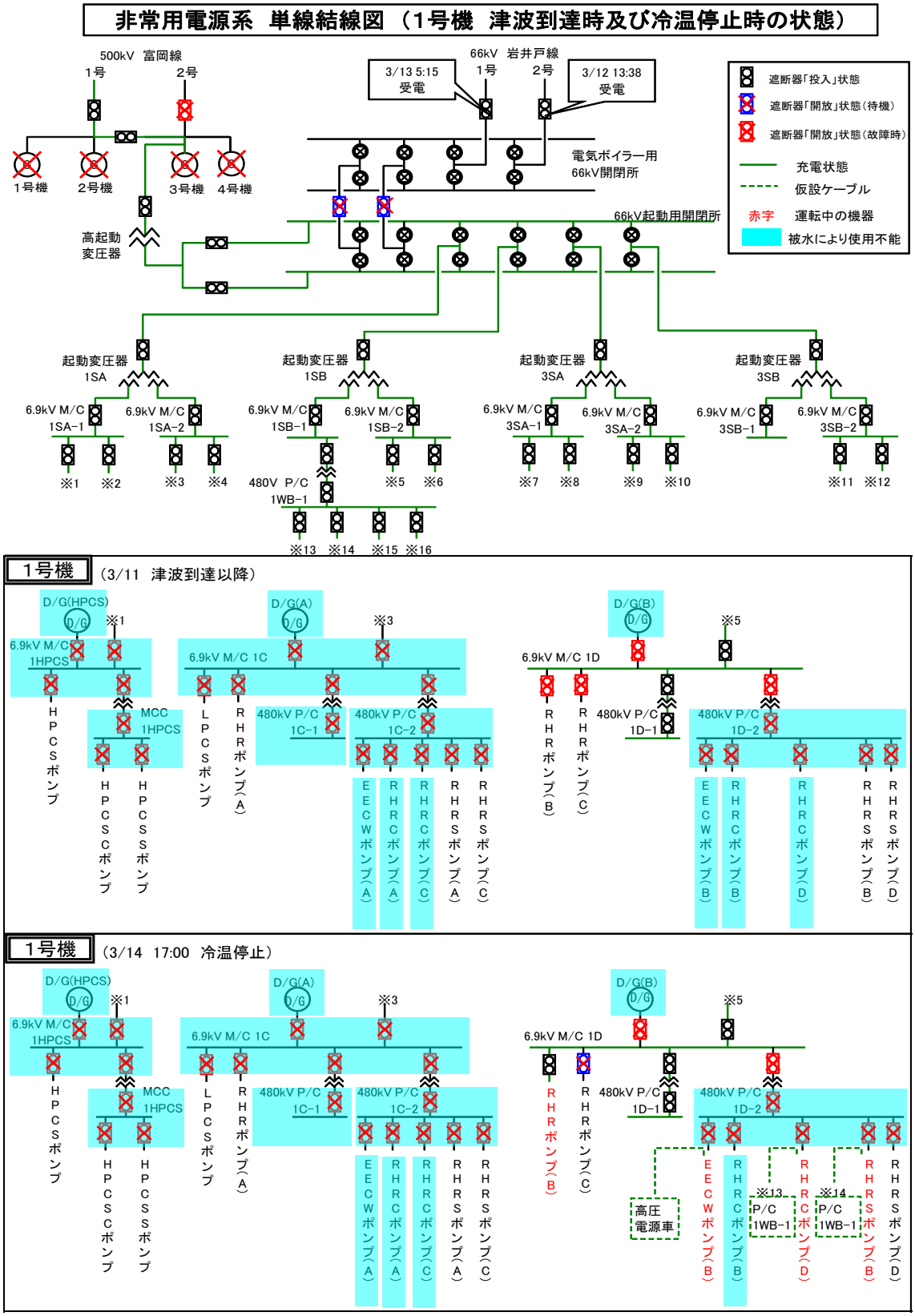
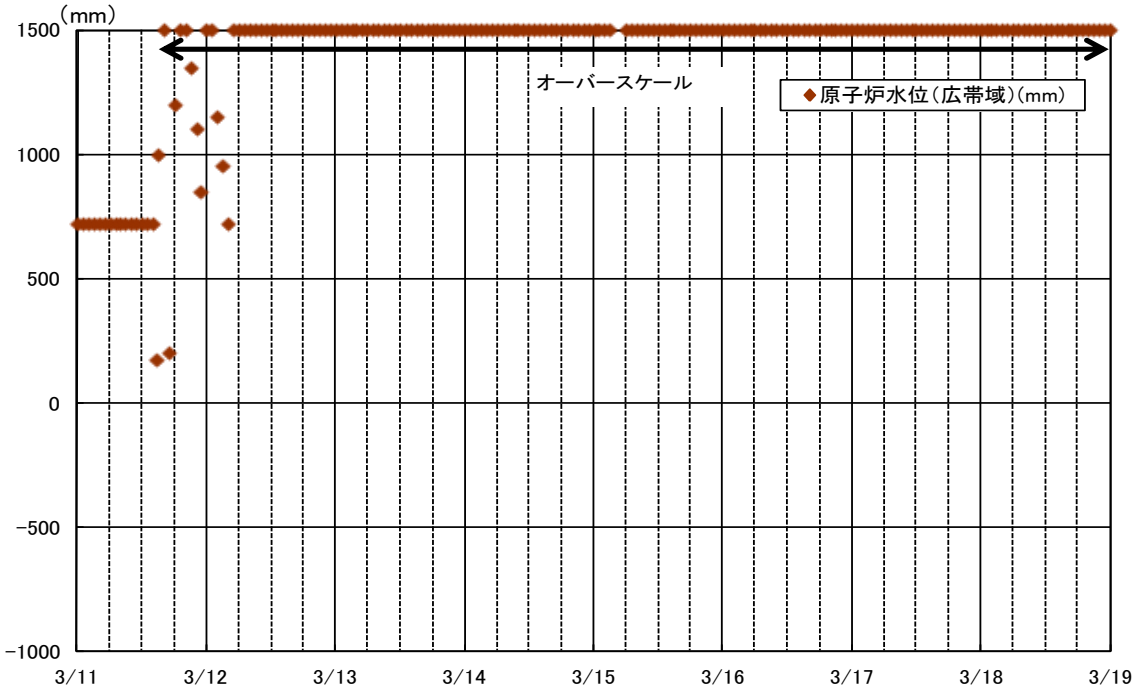


図 II-2-109　非常用電源系の単線結線図の状況【2F-1】



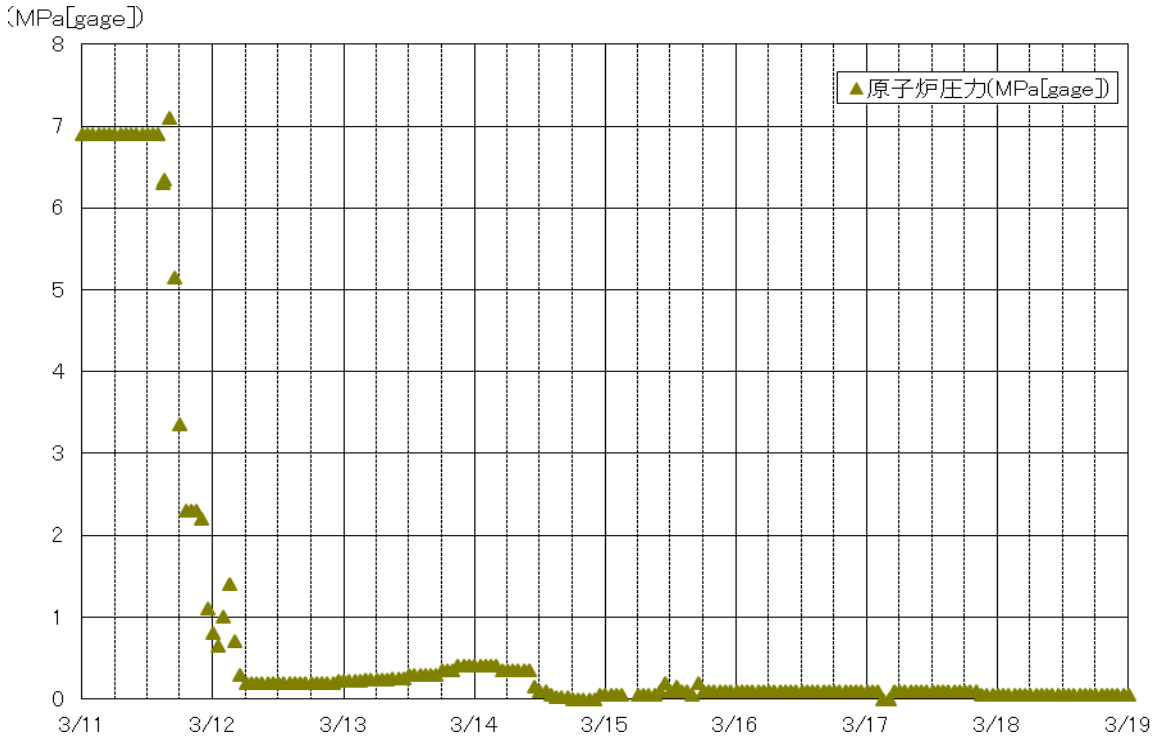


図 II-2-110　主要パラメータの変化【2F-1】（3 月 11 日から 3 月 19 日）
（その 1）

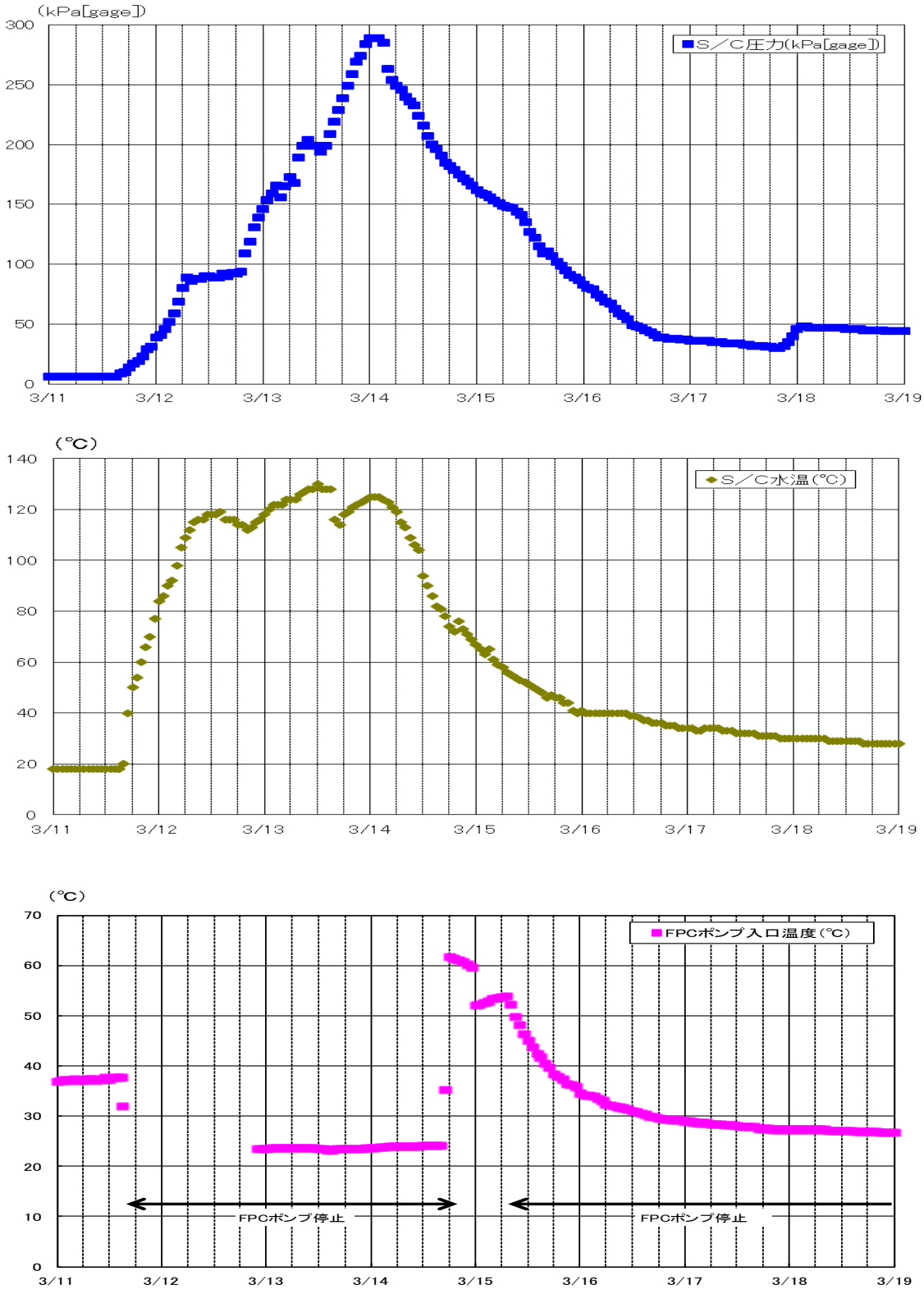


図 II-2-111　主要パラメータの変化【2F-1】(3 月 11 日から 3 月 19 日)
(その 2)

b　福島第二原子力発電所２号機

○　地震発生直後の概況

定格熱出力一定運転中、地震発生後の 3 月 11 日 14 時 48 分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、直ちに全制御棒が全挿入となり、正常に自動停止した。15 時 01 分に原子炉が未臨界となったことを確認した。

原子炉スクラム直後、原子炉出力の急激な低下に伴い、炉心内のボイドが減少し、原子炉水位は「原子炉水位低（L-3)」まで下降した。その後の原子炉水位は、原子炉給水系からの給水により、ECCS ポンプ及び RCIC の自動起動水位まで低下することなく回復した。

津波の影響により CWP が停止し、それに伴い復水器による主蒸気の凝縮ができなくなること及び、当該地震の影響による HB 停止に伴いタービングランドシール蒸気が喪失することに備え、3 月 11 日 15 時 34 分に MSIV を手動全閉とし、SRV にて原子炉の圧力制御を行った。

MSIV 全閉に伴い RCIC を 15 時 43 分に手動起動し、原子炉へ注水を行った。その後、15 時 46 分に「原子炉水位高（L-8)」にて RCIC が自動停止した以降は、RCIC の手動起動と自動停止の繰り返しにより原子炉の水位を調整した。

○　津波による影響

津波により、海水熱交換器建屋が浸水したこと等から、RHRC ポンプ(A、B、C 及び D)、RHRS ポンプ(A、B、C 及び D)、EECW ポンプ(A、B)及び HPCSC ポンプが起動できない状態（一部モーター及び非常用電源（P/C 2C-2 及び 2D-2）が被水したことにより使用不能となったものであることを後日現場にて確認）と判断した。このため、全ての ECCS ポンプが起動不可能な状態となり、原子炉から残留熱を除去する機能が喪失し、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となったことから、3 月 11 日 18 時 33 分、原災法第 10 条の規定に基づく「原子炉除熱機能喪失」事象に該当すると判断した。

○　冷温停止までの操作

原子炉への注水は、当初 RCIC で行っていたが、SRV 開操作により原子炉圧力が低下したことで、3 月 12 日 4 時 50 分より AM 策として導入された MUWC による代替注水を実施した。RCIC については、原子炉減圧に伴う RCIC タービン駆動用蒸気圧力低

下のため 4 時 53 分に自動停止し、これ以降は MUWC による代替注水にて原子炉の水位を調整した。

RCIC 及び SRV の操作に伴い PCV 内の温度・圧力が上昇したが、RHR ポンプによる冷却ができなかったため、3 月 11 日 18 時 50 分に「ドライウェル圧力高」（設定値：13.7kPa gage）の警報が発生した。これに伴いすべての ECCS ポンプについては、自動起動信号が発生したものの、RHRC ポンプ(A､B､C 及び D)、RHRS ポンプ(A､B､C 及び D)、EECW ポンプ(A､B)及び HPCSC ポンプが使用不能のため起動後に手動停止し、これ以降は、自動起動防止措置を行った。

その後、3 月 12 日 5 時 32 分に S/C 水温度が 100℃以上となったことから、原災法第 15 条の規定に基づく「圧力抑制機能喪失」事象に該当すると判断した（S/C 水温度は最高で約 139℃（3 月 14 日 7 時 00 分）まで上昇。）。

S/C 冷却のために 3 月 12 日 6 時 30 分より FCS の冷却器から S/C への冷却水排水ラインを利用して、純水補給水系（MUWP）から冷却水を S/C へ注水するとともに、MUWC による原子炉への代替注水を 7 時 11 分からは D/W スプレイ、7 時 35 分からは S/C スプレイに適宜切替え、PCV の代替冷却を実施した。

これらの冷却と並行して、RHRC ポンプ(B)、RHRS ポンプ(B)及び EECW(B)の点検・補修を実施した。また、海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 2C-2 及び 2D-2）が被水したため、所外から緊急手配した仮設ケーブルを使用し、外部電源系から受電されている放射性廃棄物処理建屋の電源（P/C 1WB-1）から、また、3 号機海水熱交換器建屋の非常用電源（P/C 3D-2）からの仮設ケーブル敷設・受電により RHRC ポンプ(B)、RHRS ポンプ(B)及び EECW ポンプ(B)を起動可能な状態に復旧し、3 月 14 日 3 時 20 分より順次起動した。

その後、3 月 14 日 7 時 13 分から RHR ポンプ(B)を起動したことにより原災法第 10 条該当事象（原子炉除熱機能喪失）の状態から回復したものと判断した。また、RHR ポンプ(B)にて S/C 冷却を実施した結果、徐々に S/C 水温が低下し、15 時 52 分に S/C 水温度が 100℃未満となったことから原災法第 15 条該当事象（圧力抑制機能喪失）の状態から回復したものと判断した。

さらに、S/C 水の冷却に加え、原子炉水を早期に冷却するため、あらかじめ定められた事故時運転操作手順書を参考に実施手順書

を作成し、10 時 48 分より RHR ポンプ(B)にて LPCI ラインから原子炉へ S/C 水を注水するとともに、SRV を経由して S/C に原子炉水を流入させ、S/C 水を RHR 熱交換器(B)で冷却して再度 LPCI ラインから原子炉に注水する循環ライン（S/C→RHR ポンプ(B)→RHR 熱交換器(B)→LPCI ライン→原子炉→SRV→S/C）による冷却を応急的に実施した。これにより、18 時 00 分には原子炉水温度が 100℃未満となり冷温停止となったことを確認した。

○ 使用済燃料プール

当該地震の影響で FPC ポンプがトリップ（「スキマサージタンク水位低低」又は「ポンプ吸込圧力低」）するとともに、津波の影響により、屋外の取水口付近に設置されている常用補機冷却系の SW ポンプ(A､B 及び C)の被水や海水熱交換器建屋地下 1 階の RCW ポンプ(A､B 及び C)の水没が生じ、これらポンプが使用不能となったことから、FPC 熱交換器へ冷却水を供給できず、FPC による SFP 冷却ができなくなった。

これにより、SFP の水温は最大で約 56℃まで上昇したため、3 月 16 日 1 時 28 分より RHR ポンプ(B)にて SFP の冷却を実施し、10 時 30 分には SFP の水温が当該地震発生前と同じ約 32.5℃に復帰した。

○ 閉じ込め機能

3 月 11 日 14 時 48 分「地震加速度大トリップ」にて原子炉が自動停止した際に発生した「原子炉水位低（L-3)」に伴い、PCIS 及び SGTS は正常に動作し、PCV の隔離及び原子炉建屋の負圧維持が行われた。PCV 圧力は最大で約 279kPa gage（S/C 側）まで上昇したが、PCV 最高使用圧力 310kPa gage には達しなかった。

なお PCV 圧力が上昇傾向にあり、原子炉除熱機能の復旧に時間がかかることを想定し、PCV 耐圧ベントのためのライン構成（S/C 側の出口弁開操作のワン・アクションを残した状態）を実施した。

○ 所内電源系

原子炉が自動停止した直後は、所内電源系はすべて使用可能な状態であったが、津波で海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 2C-2 及び 2D-2）が使用不能となった。

また、非常用 DG については、原子炉が自動停止した直後は全台（A 系、B 系及び HPCS 系）使用可能であったが、津波到達後

は RHRS ポンプ(A、B、C 及び D)、EECW ポンプ(A、B)及び HPCSC ポンプが起動できなくなったことから全台使用不能となった。

その後の復旧において、使用不能であった非常用電源（P/C 2D-2）の負荷のうち、原子炉及び SFP の冷却に必要な RHRC ポンプ(B)及び RHRS ポンプ(B)は、放射性廃棄物処理建屋の電源（P/C 1WB-1）から、また、EECW ポンプ(B)については 3 号機熱交換器建屋の非常用電源（P/C 3D-2）からそれぞれ仮設ケーブルを敷設・受電し電源を確保した（3 月 14 日実施。）。

これにより、非常用 DG(B)が使用可能な状態となったことから、外部電源が喪失した場合でも非常用電源（M/C 2D）は非常用 DG(B)から受電可能となった。

主要な時系列を表 II-2-42 に、ECCS 機器等の状況を表 II-2-43 に、プラント状況の概略図を図 II-2-112 及び図 II-2-113 に、非常用電源系の単線結線図の状況を図 II-2-114 に、主要パラメータの変化を図 II-2-115 及び図 II-2-116 に示す。

表 II-2-42　福島第二原子力発電所 2 号機　主要時系列（暫定）

※この表に含まれる情報は、緊急時対応を行っていた中で情報が錯綜していた等の理由により、信頼性の低い情報が含まれている可能性があるため、その後の検証等により情報が訂正される可能性がある。なお、日本政府の現在の見解は本文に記載のとおりである。

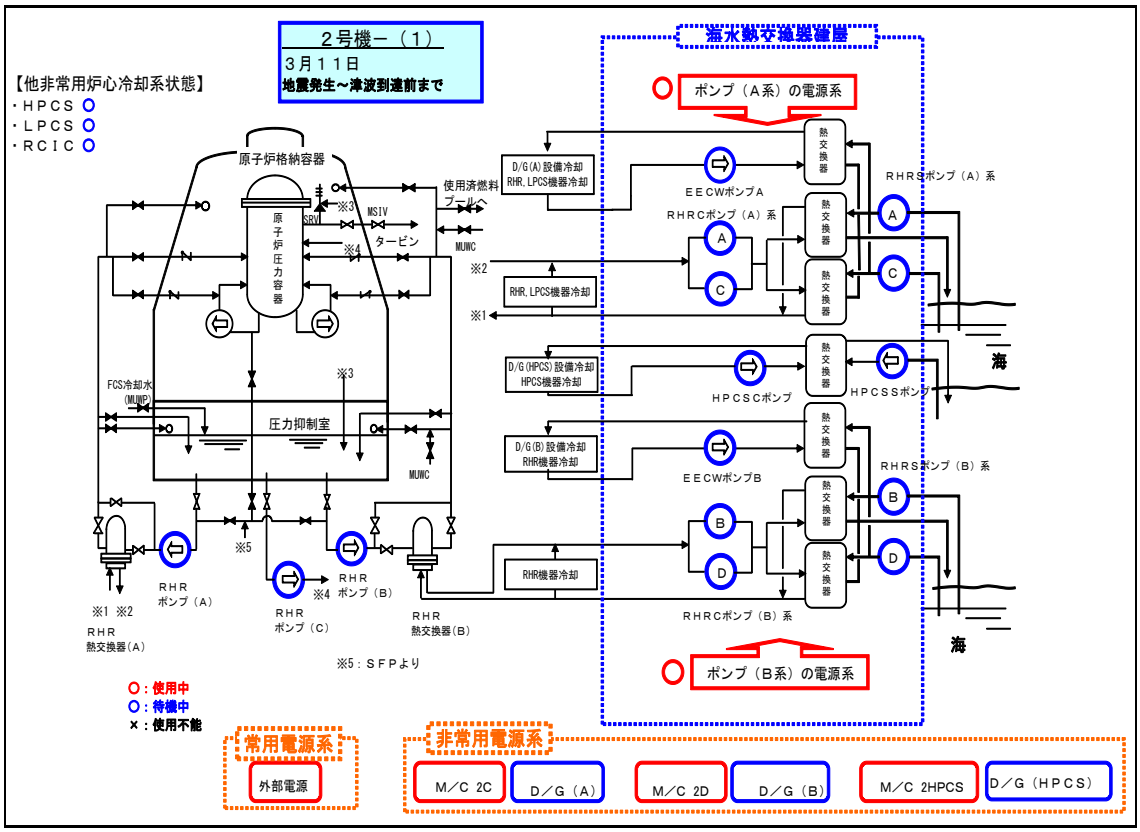
	福島第二原子力発電所 2号機	
	地震前状況：運転中	
3/11	14:46	地震発生
	14:48	全制御棒全挿入 原子炉自動停止（地震加速度大トリップ） タービン自動停止 富岡線1回線停止（2号トリップ、1号により受電継続）
	15:01	原子炉未臨界確認
	15:22	津波第一波確認（以降、17:14まで断続的に津波確認）
	15:34	非常用ディーゼル発電機（非常用DG）（H）自動起動／直後に津波の影響により停止 主蒸気隔離弁（MSIV）手動全閉
	15:35	残留熱除去系（RHR）（B）手動起動（15:38停止） 循環水ポンプ(CWP)（C）手動停止、CWP（A）（B）自動停止
	15:41	非常用DG（A）（B）自動起動／直後に津波の影響により停止 原子炉減圧開始（逃がし安全弁（SRV）自動開）（以降、自動及び手動開閉による炉圧制御）
	15:43	原子炉隔離時冷却系（RCIC）手動起動（以降、起動、停止適宜発生）
	15:50	岩井戸線全停止（2号停止、1号は点検のため地震前より停止中）
	18:33	原子炉除熱機能が喪失したとして、原災法第10条通報事象に該当する事象が発生したと事業者が判断
	18:50	「ドライウェル圧力高」警報発生
	20:02	ドライウェル（D/W）冷却系手動起動
3/12	4:50	復水補給水系（MUWC）による代替注水開始
	4:53	RCIC手動停止（原子炉圧力低下に伴う運転停止）
	5:32	圧力抑制室（S/C）水温度が100℃以上となったことから、原災法第15条事象（圧力抑制機能喪失）が発生したと事業者が判断
	6:30	可燃性ガス濃度制御系（FCS）冷却水（純水補給水系（MUWP））使用によるS/C冷却実施
	7:11	MUWC使用によるD/Wスプレイ実施（以降、適宜実施）
	7:35	MUWC使用によるS/Cスプレイ実施（以降、適宜実施）
	7:52	FCS冷却水（MUWP）使用によるS/C冷却停止
	10:33	原子炉格納容器（PCV）耐圧ベントライン構成開始
	10:58	PCV耐圧ベントライン構成完了
	13:38頃	岩井戸線1回線受電（2号復旧完了）
3/13	5:15頃	岩井戸線2回線受電（1号復旧完了）
3/14	3:20	非常用補機冷却系（EECW）（B）手動起動（480V非常用低圧配電盤（パワーセンター（P/C））3D-2より仮設ケーブル敷設、受電）
	3:51	残留熱除去機器冷却海水系（RHRS）ポンプ（B）手動起動（P/C 1WB-1より仮設ケーブル敷設、受電）
	5:52	残留熱除去機器冷却系（RHRC）ポンプ（B）手動起動（P/C 1WB-1より仮設ケーブル敷設、受電）
	7:13	RHR（B）手動起動（S/C冷却モード開始） RHR（B）の起動により原災法第10条通報事象（原子炉除熱機能喪失）の状態から回復したものと事業者が判断
	7:50	RHR（B）S/Cスプレイモード開始
	10:48	RHR（B）低圧注水（LPCI）モードによる原子炉へ注水開始
	15:52	S/C水温度が100℃未満となったことから、原災法第15条事象（圧力抑制機能喪失）の状態から回復したと事業者が判断
	18:00	原子炉水温度が100℃未満となり原子炉冷温停止
	22:07	モニタリングポスト（No.1）で5μ Gy/hを超える放射線量を計測したことから（3月15日0:12にはモニタリングポスト（No.3）も）、原災法第10条通報事象（敷地境界放射線量上昇）が発生したと事業者が判断（線量が上昇した原因は、福島第一原子力発電所における事故に伴い大気中に放出された放射性物質の影響によるものと推定される）
3/15		
3/16	1:28	RHR（B）による使用済燃料プール（SFP）冷却開始
	10:30	SFP水温度約32.5℃（地震発生前の水温に復帰）
3/17	17:19	PCVベント準備完了状態から通常状態へ復旧
3/18		
3/19		
3/20		
3/21		
3/22		
3/23		
3/24		
3/25		
3/26		
3/27		
3/28		
3/29		
3/30	10:34	RHR（B）停止（仮設電源敷設のため）
	14:04	RHR（B）起動
3/31		
4/1		
4/2		
4/3		
4/4		
4/5		
4/6		
4/7		
4/8		
4/9		
4/10		
4/11		
4/12		
4/13		
4/14		

4/15	17:43頃　富岡線2回線受電（2号復旧完了）
4/16	
4/17	
4/18	
4/19	
4/20	
4/21	
4/22	
4/23	
4/24	
4/25	
4/26	
4/27	
4/28	
4/29	
4/30	
5/1	
5/2	
5/3	
5/4	
5/5	
5/6	
5/7	
5/8	
5/9	
5/10	
5/11	
5/12	9:36　RHR（B）停止（取水路点検のため） 12:13　RHR（B）起動
（略）	
7/8	13:34　RHR（B）停止（RHRCポンプ（B）点検のため） 17:09　RHR（B）起動
（略）	
7/18	10:39　RHR（B）停止（冷却モード変更のため（LPCIモード→原子炉停止時冷却（SHC）モード）） 11:33　FPCによるSFP冷却開始 14:13　RHR（B）起動
（略）	
8/6	15:02　RHRポンプ（A）試運転終了、待機状態
8/7	
8/8	13:57　RHRポンプ（B）停止（RHRポンプ（A）への切替のため） 14:29　RHRポンプ（A）起動
（略）	
8/31	

表 II-2-43　非常用炉心冷却系機器等の状況【2F-2】

			設置場所	耐震クラス	原子炉自動停止時	原子炉自動停止～津波到達直前まで	津波到達以降～冷温停止まで	備　考
冷やす機能	ECCS等	RHR(A)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		LPCS	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRC(A)	Hx/B2階(O.P.11200)	A	○	○	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRC(C)	Hx/B2階(O.P.11200)	A	○	○	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRS(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	○	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(C)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	○	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		EECW(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHR(B)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	×→◎	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/14起動
		RHR(C)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×→○	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/14待機
		RHRC(B)	Hx/B2階(O.P.11200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RW建屋より仮設ケーブル布設により給電後，3/14起動
		RHRC(D)	Hx/B2階(O.P.11200)	A	○	◎	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRS(B)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RW建屋より仮設ケーブル布設により給電後，3/14起動
		RHRS(D)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		EECW(B)	Hx/B2階(O.P.11200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし ３号機Hx/Bより仮設ケーブル布設により給電後，3/14起動
		HPCS	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×	津波によりHPCSC運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		HPCSC	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電動機被水のため使用不能
		HPCSS	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	○	
	炉注水	RCIC	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	◎→○	津波後に起動し，3/12炉圧低下のため停止
		MUWC（代替注水）	T/B地下1階(O.P.2400)	B	○	○	○→◎→○	3/12運転，3/14待機
	プール冷却	SFP冷却（FPC）	R/B4階(O.P.31800)	B	◎	×	×	地震によるトリップ及び津波によりRCW運転不能のため使用不能 3/16　運転
		SFP冷却（RHR）	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×→◎	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/16起動（FPC補助冷却モード）
閉じ込める機能	格納施設	原子炉建屋		A	○	○	○	負圧を維持しており破損を示す徴候は認められず
		原子炉格納容器		As	○	○	○	格納容器圧力に破損を示す徴候は認められず

（凡例）◎：運転　○：待機　×：機能喪失又は待機除外



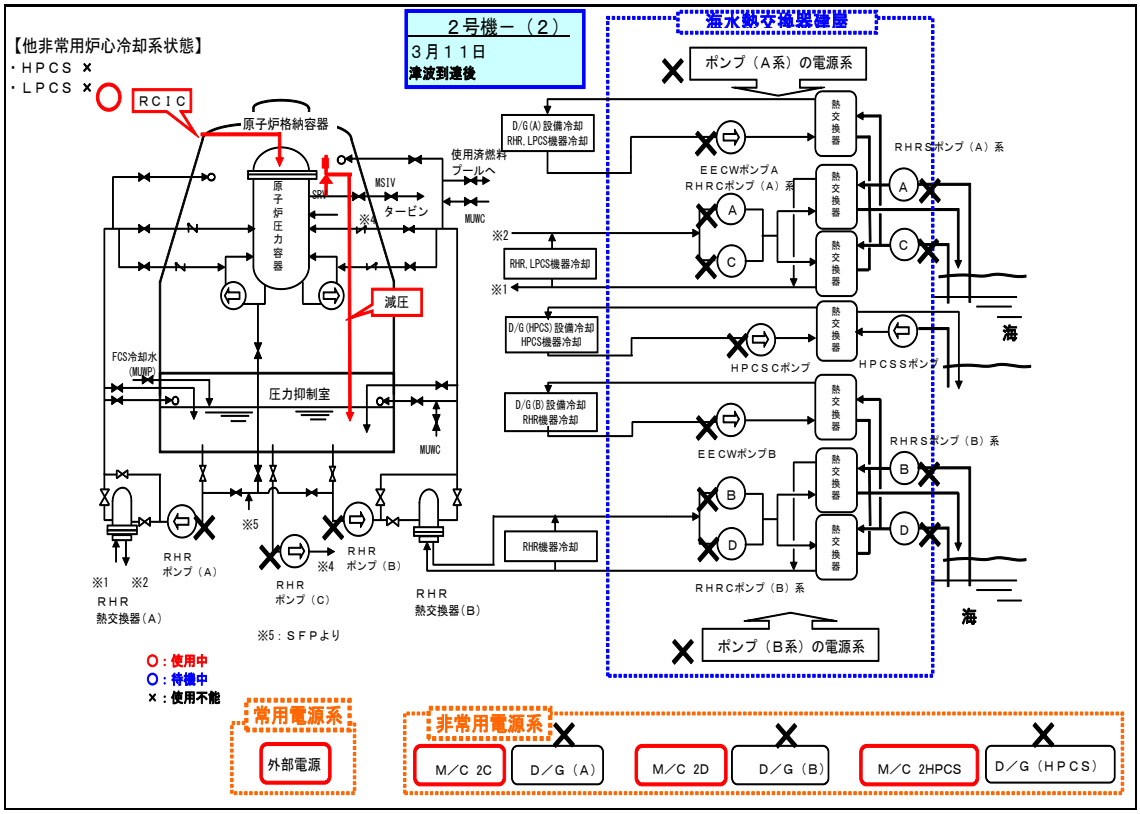
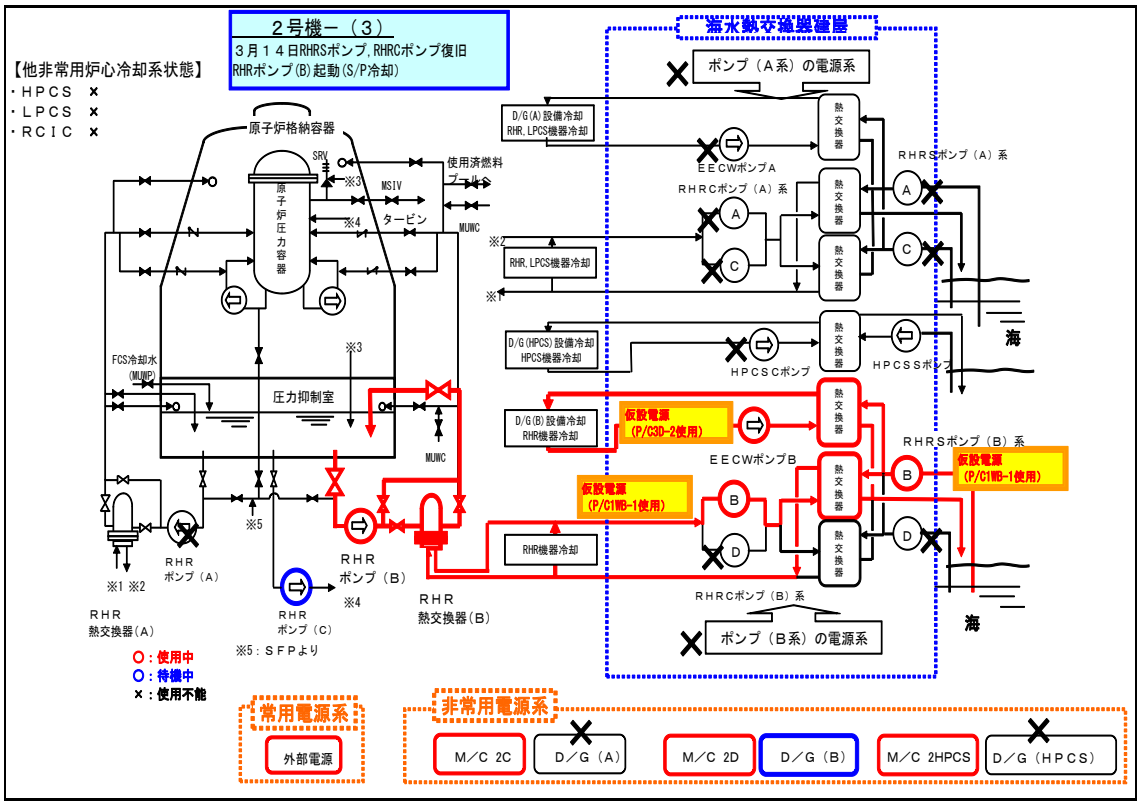


図 II-2-112　プラント状況の概略図【2F-2】（その 1）



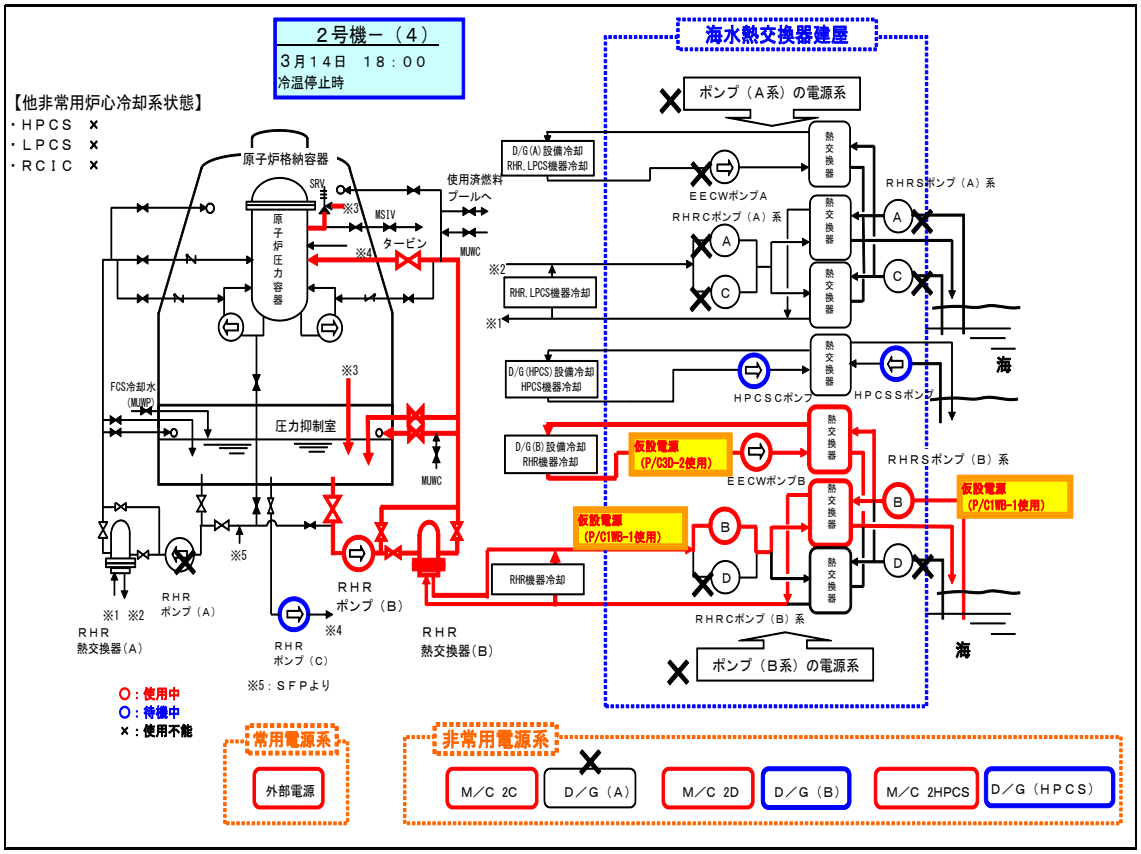


図 II-2-113　プラント状況の概略図【2F-2】（その 2）

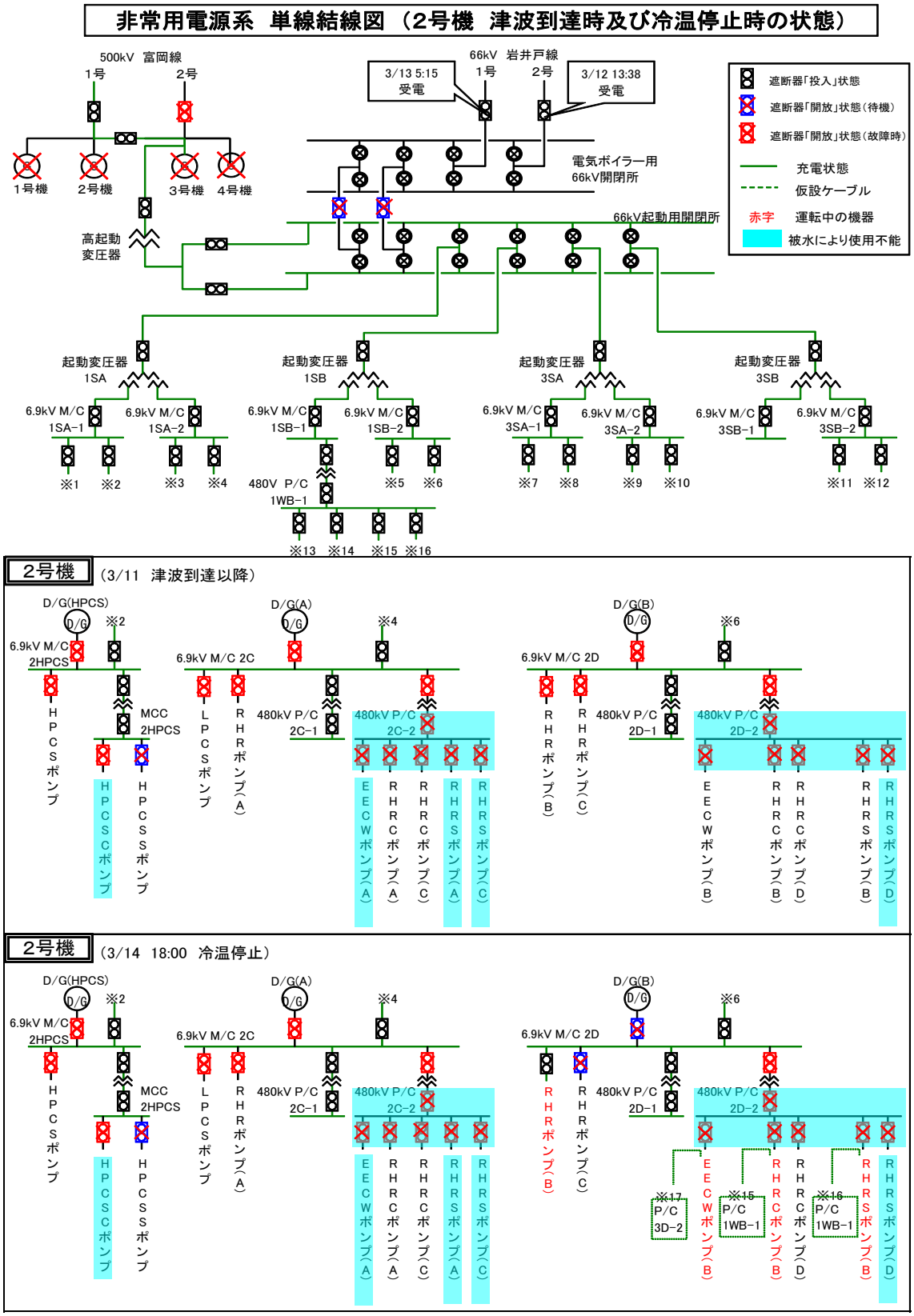
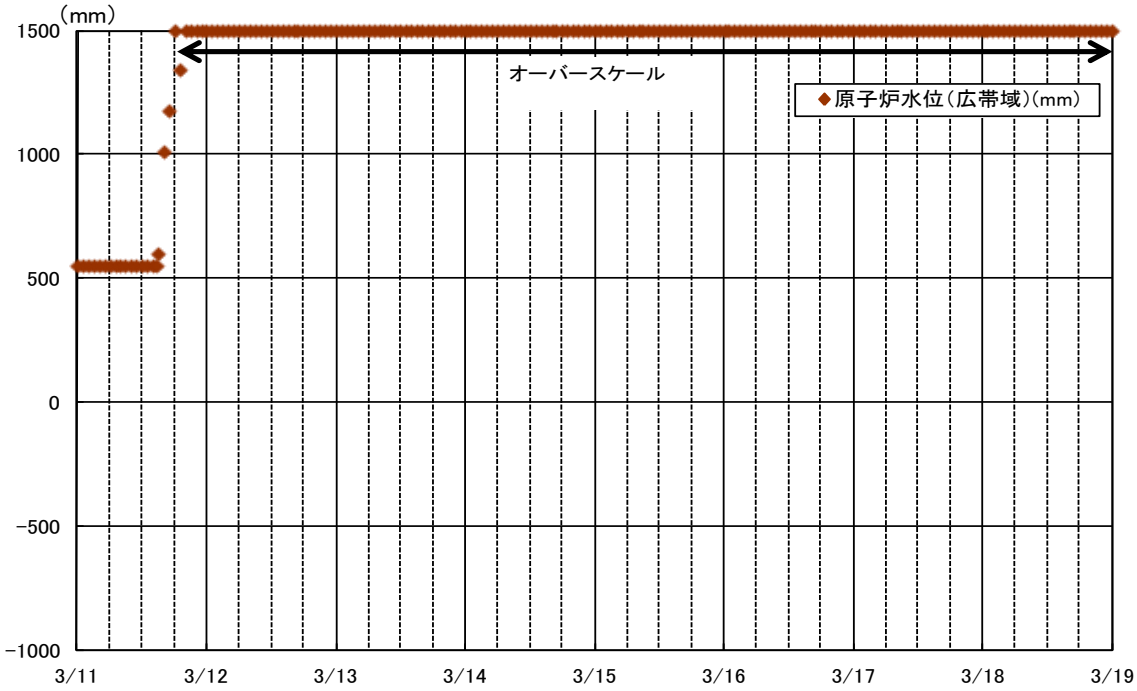


図 II-2-114　非常用電源系の単線結線図の状況【2F-2】



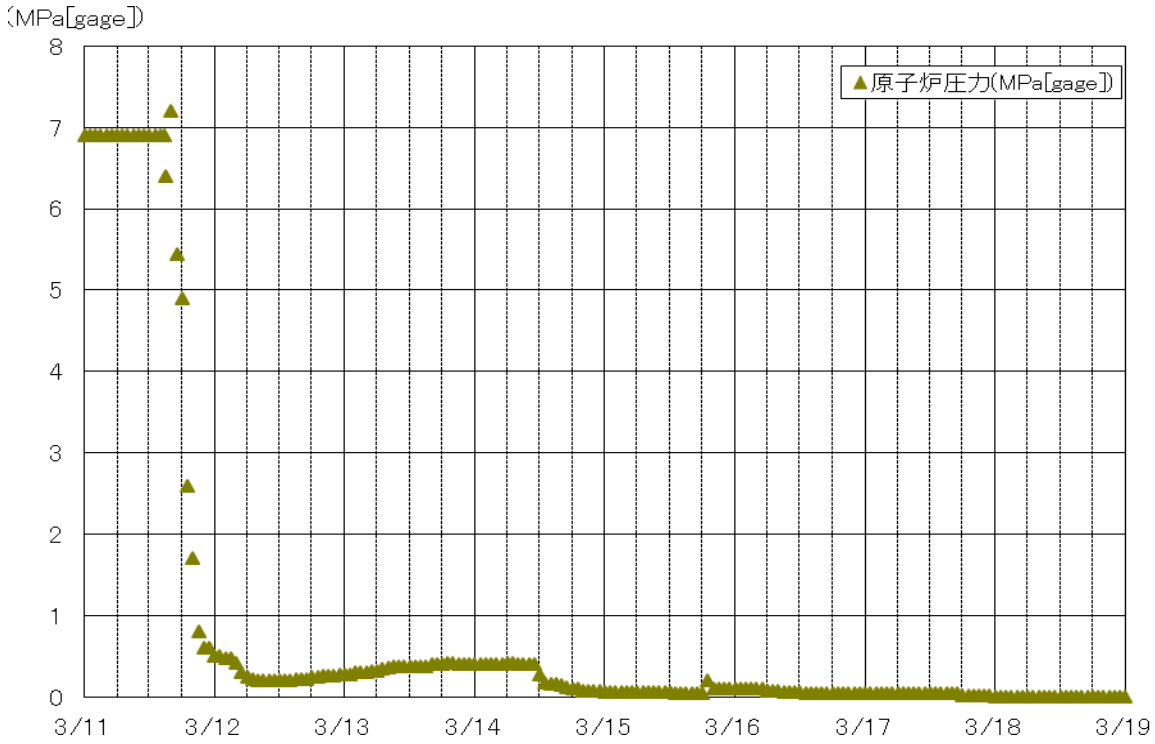


図 II-2-115　主要パラメータの変化【2F-2】(3 月 11 日から 3 月 19 日)
(その 1)

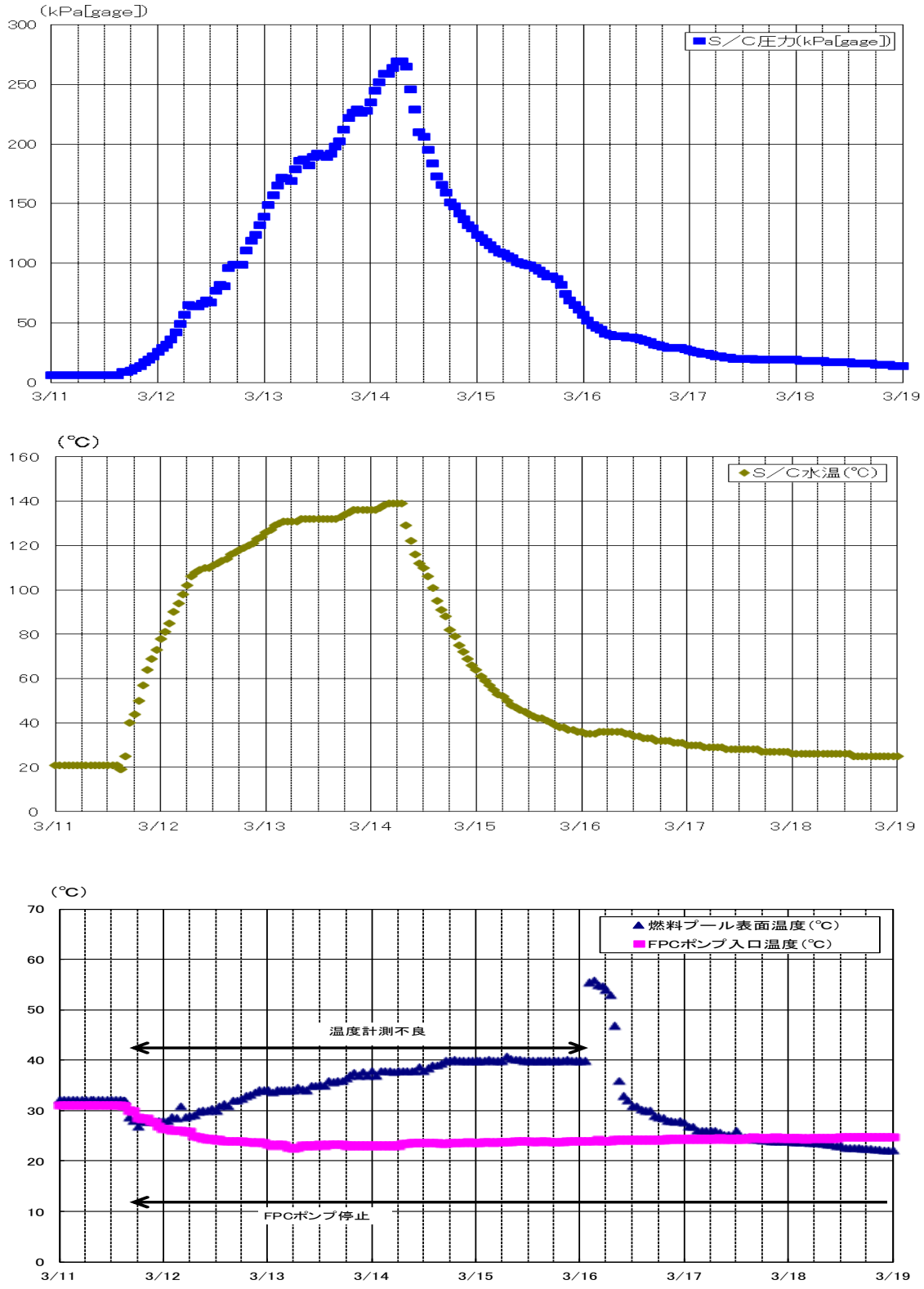


図 II-2-116　主要パラメータの変化【2F-2】(3 月 11 日から 3 月 19 日)
(その 2)

c　福島第二原子力発電所３号機

○　地震発生直後の概況

定格熱出力一定運転中、地震発生後の 3 月 11 日 14 時 48 分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、直ちに全制御棒が全挿入となり、正常に自動停止した。15 時 05 分に原子炉が未臨界となったことを確認した。

原子炉スクラム直後、原子炉出力の急激な低下に伴い、炉心内のボイドが減少し、原子炉水位は「原子炉水位低（L-3)」まで下降した。その後の原子炉水位は、原子炉給水系からの給水により、ECCS ポンプ及び RCIC の自動起動水位まで低下することなく回復した。

津波の影響により CWP が停止し、それに伴い復水器による主蒸気の凝縮ができなくなること及び、当該地震の影響による HB 停止に伴いタービングランドシール蒸気が喪失することに備え、3 月 11 日 15 時 37 分に MSIV を手動全閉とし、SRV にて原子炉の圧力制御を行った。

MSIV 全閉に伴い RCIC を 16 時 06 分に手動起動し、原子炉へ注水を行った。

○　津波による影響

津波により、海水熱交換器建屋が浸水したこと等から、RHRC ポンプ(A、C)、RHRS ポンプ(A、C)及び EECW ポンプ(A)が起動できない状態（一部モーター及び非常用電源（P/C 3C-2）が被水したことにより使用不能となったものであることを後日現場にて確認）と判断した。このため、LPCS ポンプ及び RHR ポンプ(A)が起動不可能な状態となった。

なお、非常用電源（P/C 3D-2）及びその負荷である RHRC ポンプ(B、D)、RHRS ポンプ(B、D)及び EECW ポンプ(B)、また HPCSC ポンプ及び HPCSS ポンプについては、海水熱交換器建屋への海水の浸水量が他号機と比較して少なかったことから、機器に対しても被水の影響が少なく使用可能な状態であったものと推定される。

また、津波による原子炉建屋原子炉棟地下 2 階への浸水もなかったことから、RHR ポンプ(B、C)及び HPCS ポンプについても使用可能な状態であった。

○　冷温停止までの操作

原子炉への注水は、当初 RCIC で行っていたが、3 月 11 日 22

時 53 分より AM 策として導入された MUWC による代替注水と併用し行った。その後、RCIC については、原子炉減圧に伴う RCIC タービン駆動用蒸気圧力低下のため 23 時 11 分に手動停止し、これ以降は MUWC による代替注水を行っていたが、3 月 12 日 9 時 37 分に使用可能であった RHR ポンプ(B)により注水・冷却を実施し、12 時 15 分には原子炉の水温が 100℃未満となり冷温停止となったことを確認した。

RCIC 及び SRV の操作に伴い PCV 内の温度・圧力が上昇し、3 月 11 日 19 時 46 分に「ドライウェル圧力高」（設定値 : 13.7kPa gage）の警報が発生した。HPCS ポンプ、LPCS ポンプ及び RHRS ポンプ(A、C)については冷却系（RHRC ポンプ(A、C)、RHRS ポンプ(A、C)及び EECW ポンプ(A)）が使用不能であったことから自動起動防止措置を行っており自動起動しなかった。RHR ポンプ(B)については「ドライウェル圧力高」発生時は S/C 冷却のため運転中であった（3 月 11 日 15 時 36 分に起動。）。

○ 使用済燃料プール

当該地震の影響で FPC ポンプがトリップ（「スキマサージタンク水位低低」又は「ポンプ吸込圧力低」）するとともに、津波の影響により、屋外の取水口付近に設置されている常用補機冷却系の SW ポンプ(A、B 及び C)の被水や海水熱交換器建屋地下 1 階の RCW ポンプ(A、B 及び C)の水没が生じ、これらポンプが使用不能となったことから、FPC 熱交換器へ冷却水を供給できず、FPC による SFP 冷却ができなくなった。

これにより、SFP の水温は最大で約 51℃まで上昇したため、3 月 15 日 17 時 42 分より FPC 熱交換器の冷却水を RCW から RHRC に切り替えることで FPC による SFP の冷却を実施し、3 月 16 日 22 時 30 分には SFP の水温が当該地震発生前と同じ約 34.0℃に復帰した。

○ 閉じ込め機能

3 月 11 日 14 時 48 分「地震加速度大トリップ」にて原子炉が自動停止した際に発生した「原子炉水位低（L-3）」に伴い、PCIS 及び SGTS は正常に動作し、PCV の隔離及び原子炉建屋の負圧維持が行われた。PCV 圧力は最大で約 38kPa gage（D/W 側）まで上昇したが、PCV 最高使用圧力 310kPa gage には達しなかった。

なお、万が一の PCV 圧力上昇に備え、PCV 耐圧ベントのため

のライン構成（S/C 側の出口弁開操作のワン・アクションを残した状態）を実施した。

○ 所内電源系

原子炉が自動停止した直後は、所内電源系はすべて使用可能な状態であったが、津波で海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 3C-2）が使用不能となった。

また、非常用 DG については、原子炉が自動停止した直後は全台（A 系、B 系及び HPCS 系）使用可能であったが、津波到達後は RHRS ポンプ(A､C)及び EECW ポンプ(A)が起動できなくなったことから非常用 DG(A)が使用不能となった。

主要な時系列を表 II-2-44 に､ECCS 機器等の状況を表 II-2-45 に、プラント状況の概略図を図 II-2-117 及び図 II-2-118 に、非常用電源系の単線結線図の状況を図 II-2-119 に、主要パラメータの変化を図 II-2-120 及び図 II-2-121 に示す。

表 II-2-44　福島第二原子力発電所 3 号機　主要時系列（暫定）

※この表に含まれる情報は、緊急時対応を行っていた中で情報が錯綜していた等の理由により、信頼性の低い情報が含まれている可能性があるため、その後の検証等により情報が訂正される可能性がある。なお、日本政府の現在の見解は本文に記載のとおりである。

	福島第二原子力発電所 3号機	
	地震前状況：運転中	
3/11	14:46	地震発生
	14:48	全制御棒全挿入 原子炉自動停止（地震加速度大トリップ） タービン自動停止 富岡線1回線停止（2号トリップ、1号により受電継続）
	15:05	原子炉未臨界確認
	15:22	津波第一波確認（以降、17:14まで断続的に津波確認）
	15:34	循環水ポンプ(CWP)(C)手動停止
	15:35	非常用ディーゼル発電機（非常用DG）(A)(B)(H)自動起動／直後に津波の影響により非常用D/G(A)停止
	15:36	残留熱除去系(RHR)(B)手動起動(S/C冷却モード)
	15:37	主蒸気隔離弁(MSIV)手動全閉
	15:38	循環水ポンプ(CWP)(B)手動停止
	15:46	原子炉減圧開始（逃がし安全弁（SRV）自動開）（以降、自動及び手動開閉による炉圧制御）
	15:50	岩井戸線全停止（2号停止、1号は点検のため地震前より停止中）
	16:06	原子炉隔離時冷却系(RCIC)手動起動（以降、起動、停止適宜発生）
	16:48	循環水ポンプ(CWP)(B)手動停止
	19:46	「ドライウェル圧力高」警報発生 RHR(B) S/C冷却モードから低圧注水(LPCI)モードに自動切替
	20:07	RHR(B) LPCIモードS/C冷却モードに切替
	20:12	ドライウェル(D/W)冷却系手動起動
	22:53	復水補給水系(MUWC)による代替注水開始
	23:11	RCIC手動停止（原子炉圧力低下に伴う運転停止）
3/12	0:06	RHR(B) 原子炉停止時冷却(SHC)モード構成準備開始
	1:23	RHR(B) 手動停止（SHCモード準備のため）
	2:39	RHR(B) 手動起動（S/C冷却モード開始）
	2:41	RHR(B) S/Cスプレイモード開始
	7:59	RHR(B) 手動停止(S/C冷却モード/S/Cスプレイモード停止)
	9:37	RHR(B) 手動起動(SHCモード運転開始)
	12:08	原子炉格納容器(PCV)耐圧ベントライン構成開始
	12:13	PCV耐圧ベントライン構成完了
	12:15	原子炉水温度が100℃未満となり原子炉冷温停止
	13:38頃	岩井戸線1回線受電（2号復旧完了）
3/13	5:15頃	岩井戸線2回線受電（1号復旧完了）
3/14	22:07	モニタリングポスト(No.1)で5μ Gy/hを超える放射線量を計測したことから(3月15日0:12にはモニタリングポスト(№3)も)、原災法第10条通報事象(敷地境界放射線量上昇)が発生したと事業者が判断(線量が上昇した原因は、福島第一原子力発電所における事故に伴い大気中に放出された放射性物質の影響によるものと推定される)
3/15	17:42	燃料プール冷却浄化系(FPC)熱交換器冷却水切替(原子炉補機冷却系(RCW)→残留熱除去機器冷却系(RHRC))
3/16	22:30	使用済燃料プール(SFP)水温度約34℃(地震発生前の水温に復帰)
3/17	9:55	PCVベント準備完了状態から通常状態へ復旧
3/18		
3/19		
3/20	14:36	RHR(B)停止（S/Cクーリングへ切替のため）
	15:05	RHR(B)起動（S/Cクーリング開始）
3/21		
3/22		
3/23		
3/24		
3/25		
3/26		
3/27		
3/28		
3/29		
3/30		
3/31		
4/1		
4/2		
4/3		
4/4		
4/5		
4/6		
4/7		
4/8		
4/9		
4/10		
4/11		
4/12		
4/13		
4/14		
4/15	17:43頃	富岡線2回線受電（2号復旧完了）
(略)		
5/9	9:51	RHR(B)停止（取水路点検のため）
	14:46	RHR(B)起動
(略)		
6/8	18:10頃	3・4号機放水口付近に油膜があることを確認 オイルフェンスの設置、油吸着シートにより、油の回収及び拡散防止措置を講じた
(略)		
8/31		

表 II-2-45　非常用炉心冷却系機器等の状況【2F-3】

			設置場所	耐震クラス	原子炉自動停止時	原子炉自動停止～津波到達直前まで	津波到達以降～冷温停止まで	備　考
冷やす機能	ECCS等	RHR(A)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		LPCS	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRC(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRC(C)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRS(C)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		EECW(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHR(B)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	◎	3/11起動（S/C冷却モード），3/12停止時冷却モードに切替
		RHR(C)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	○	
		RHRC(B)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	3/11起動
		RHRC(D)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	3/11起動
		RHRS(B)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	3/11起動
		RHRS(D)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	3/11起動
		EECW(B)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	3/11起動
		HPCS	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	○	
		HPCSC	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	
		HPCSS	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	
	炉注水	RCIC	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	◎→○	津波後に起動し，3/11炉圧低下のため停止
		MUWC（代替注水）	T/B地下2階(O.P.-2000)	B	○	○	○→◎→○	3/11運転，3/12待機
	プール冷却	SFP冷却(FPC)	R/B4階(O.P.31800)	B	◎	×	×→◎	地震によるトリップ及び津波によりRCW運転不能のため使用不能 3/15起動（FPC熱交換器の冷却水はRHRC） RCW復旧後，6/13に冷却水をRCWに切替
		SFP冷却(RHR)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	○	
閉じ込める機能	格納施設	原子炉建屋		A	○	○	○	負圧を維持しており破損を示す徴候は認められず
		原子炉格納容器		As	○	○	○	格納容器圧力に破損を示す徴候は認められず

（凡例）◎：運転　○：待機　×：機能喪失又は待機除外

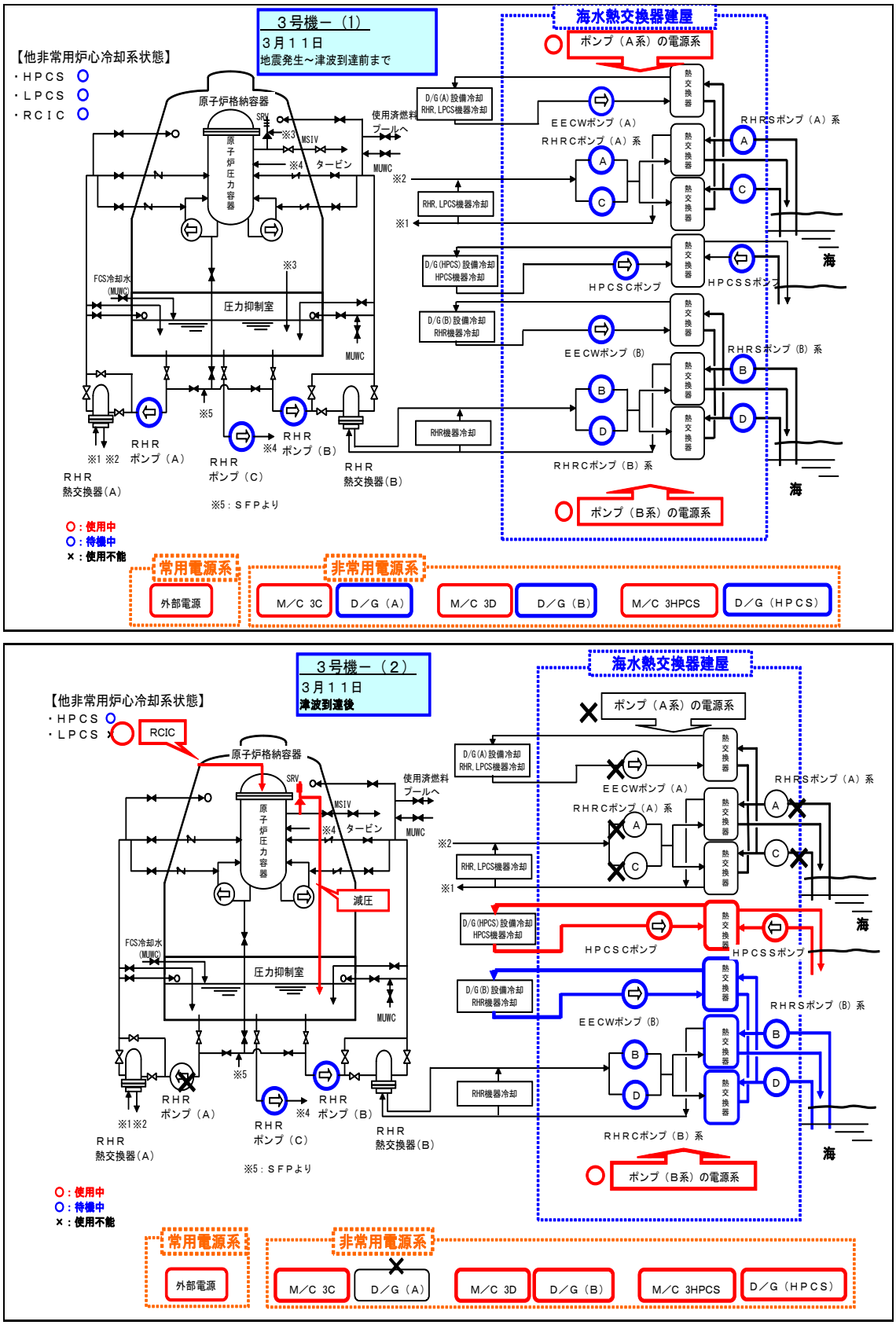
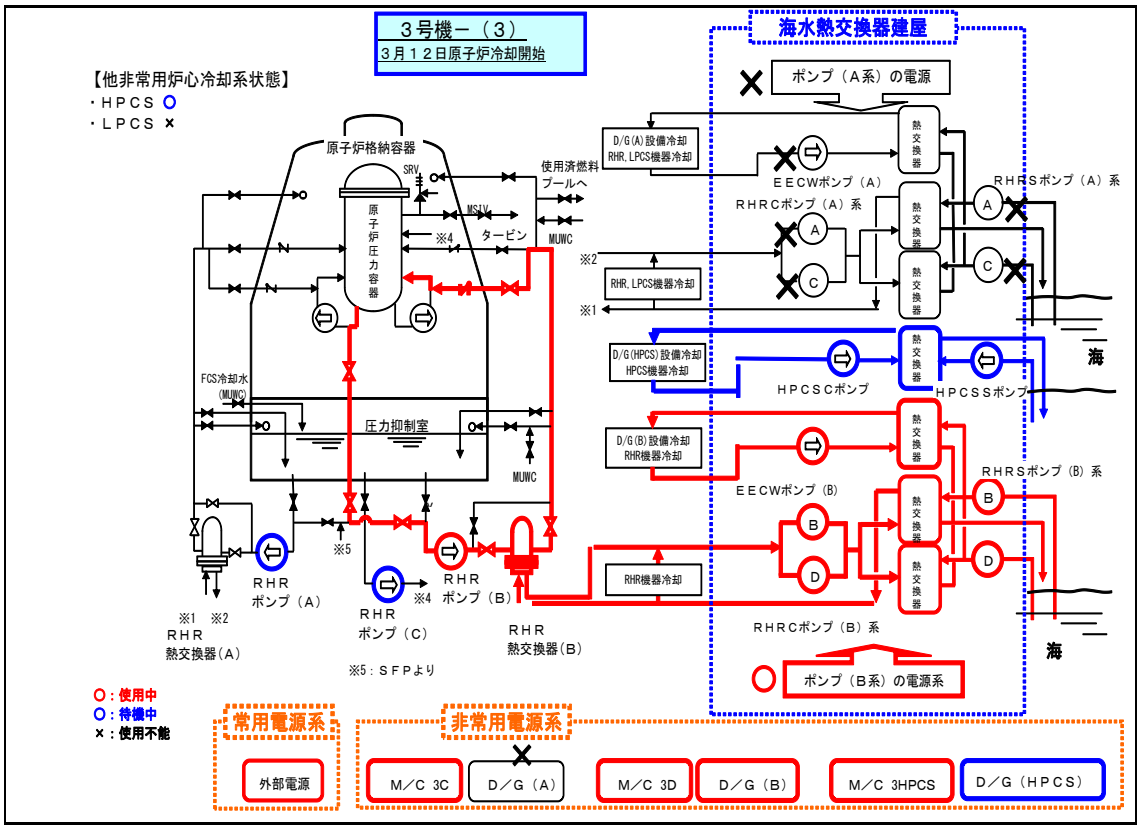


図 II-2-117　プラント状況の概略図【2F-3】（その 1）



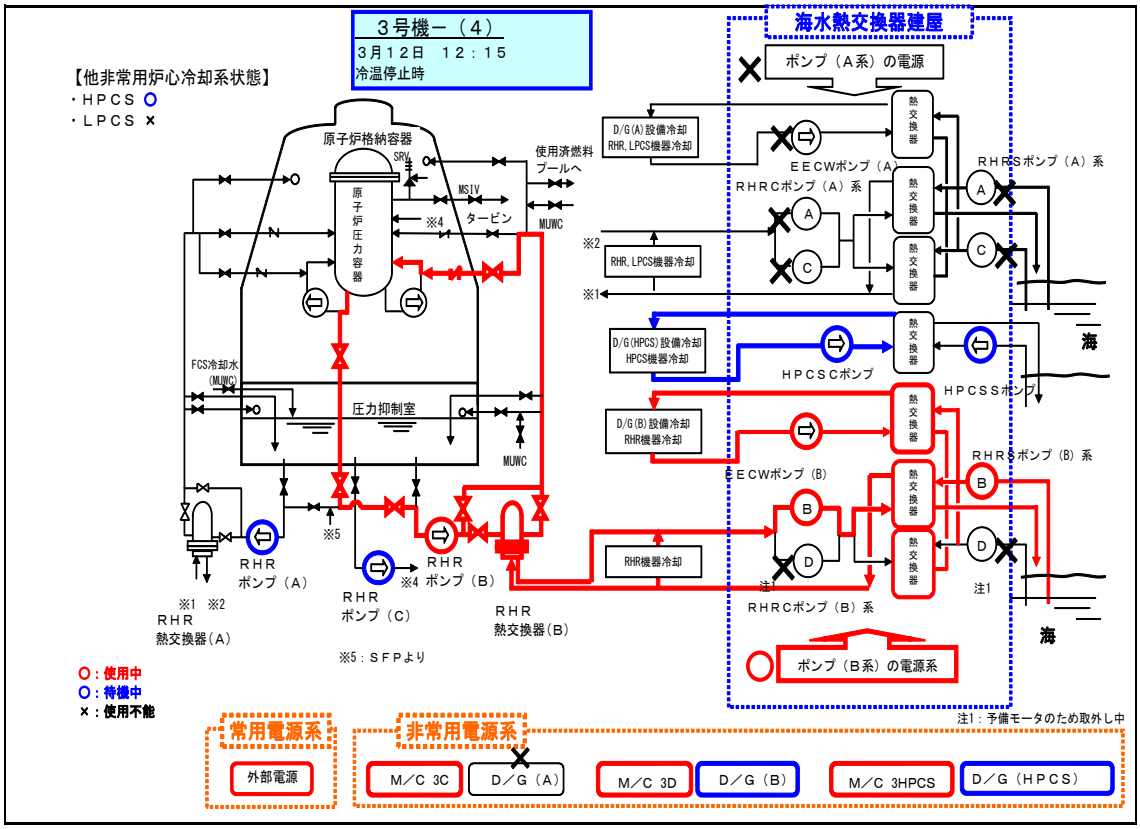


図 II-2-118　プラント状況の概略図【2F-3】（その 2）

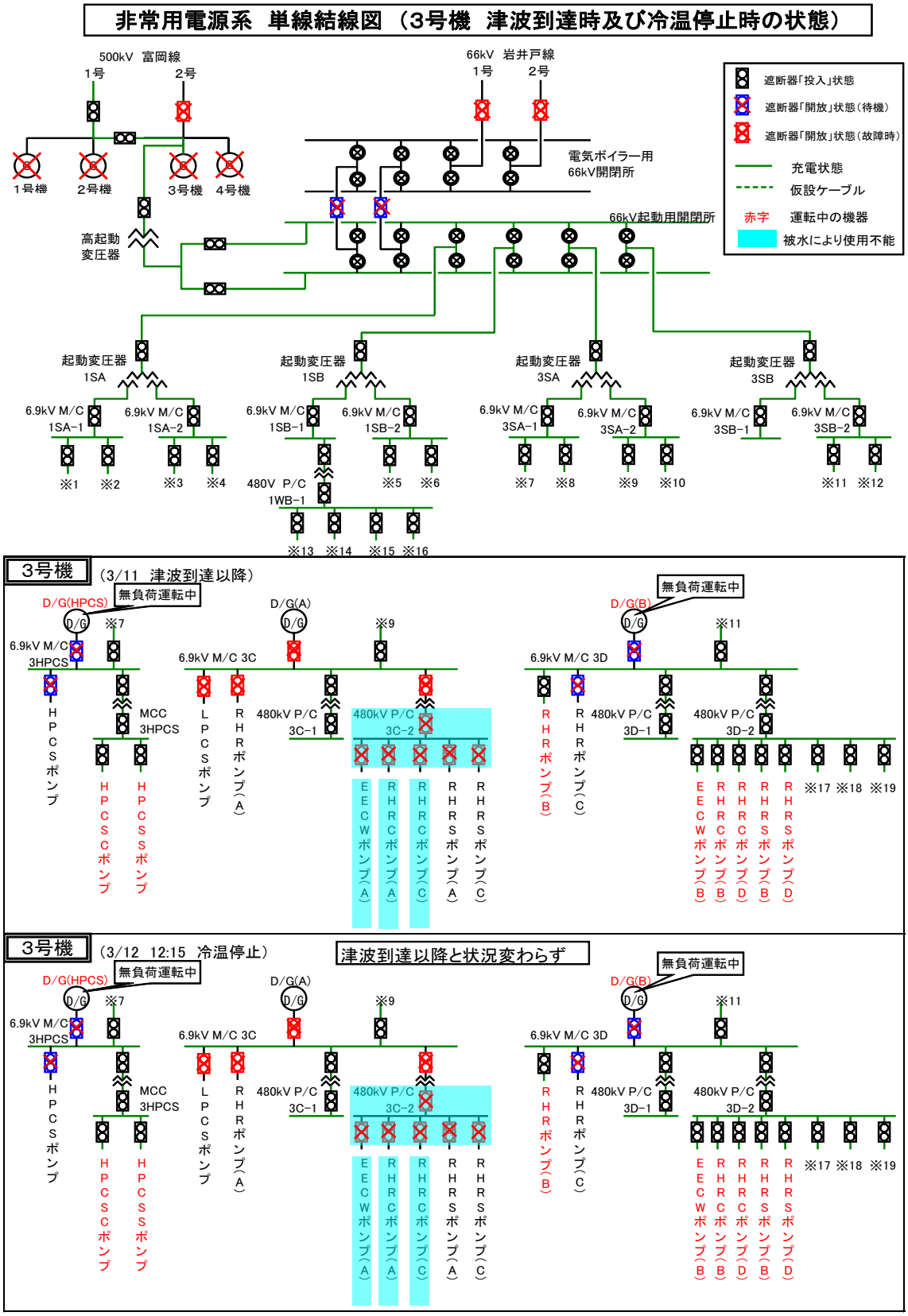
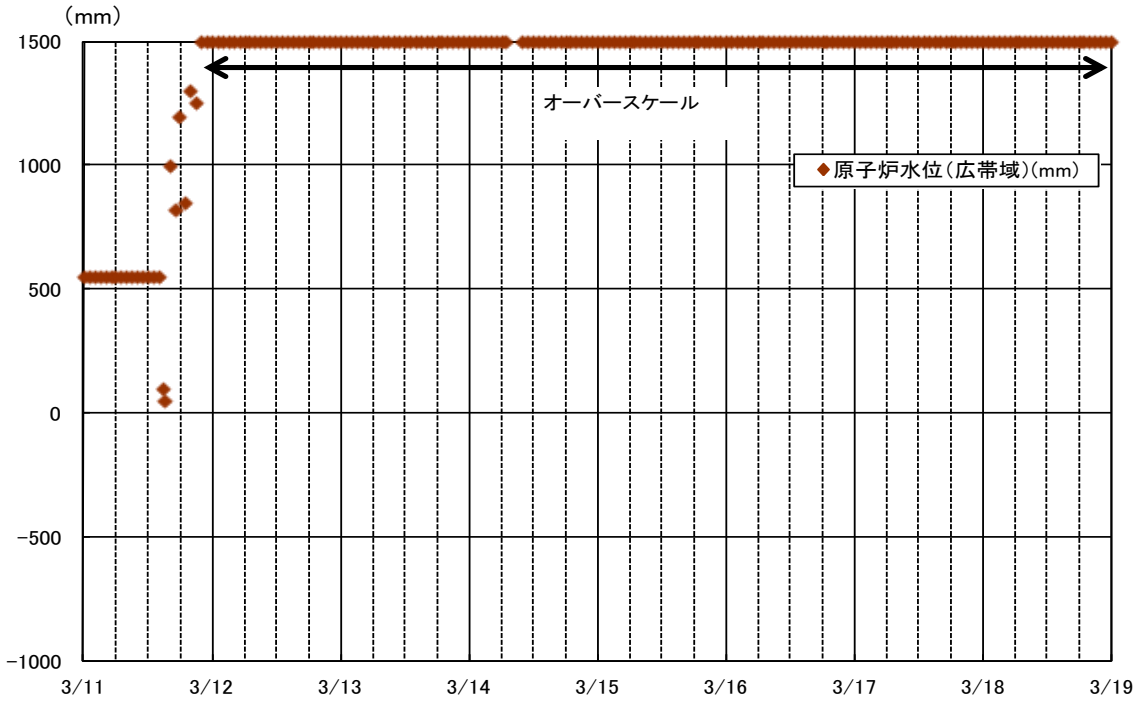


図 II-2-119　非常用電源系の単線結線図の状況【2F-3】



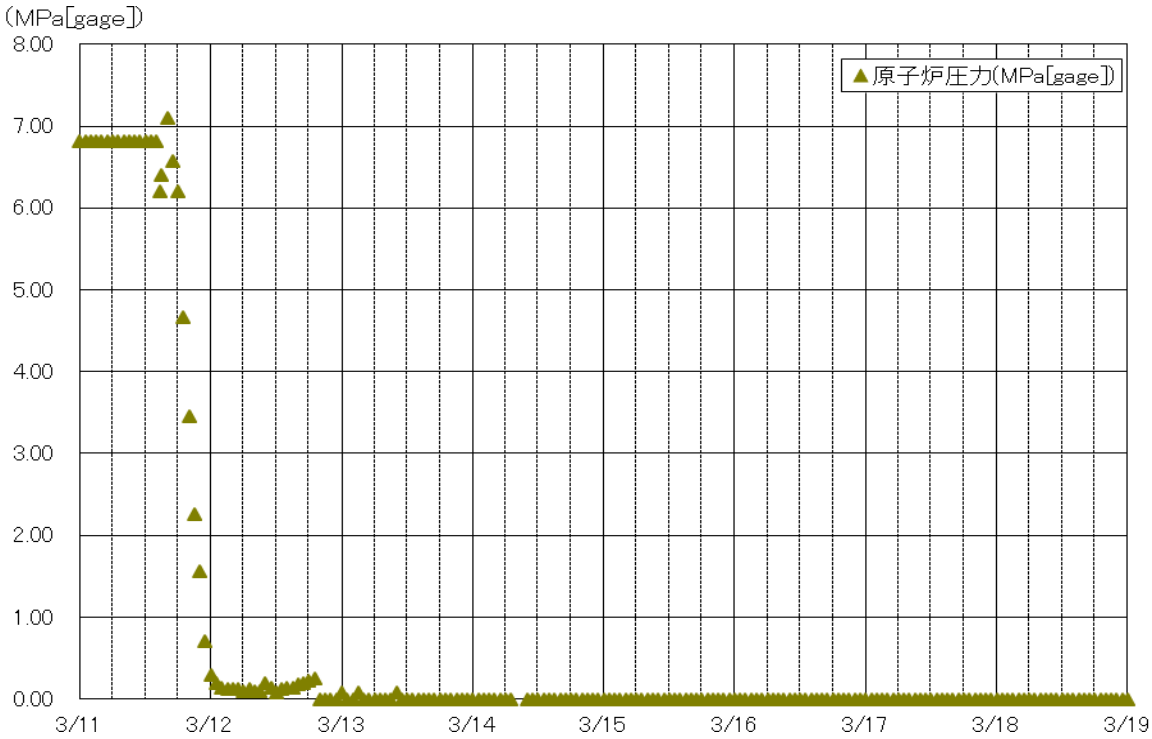


図 II-2-120　主要パラメータの変化【2F-3】(3 月 11 日から 3 月 19 日)
(その 1)

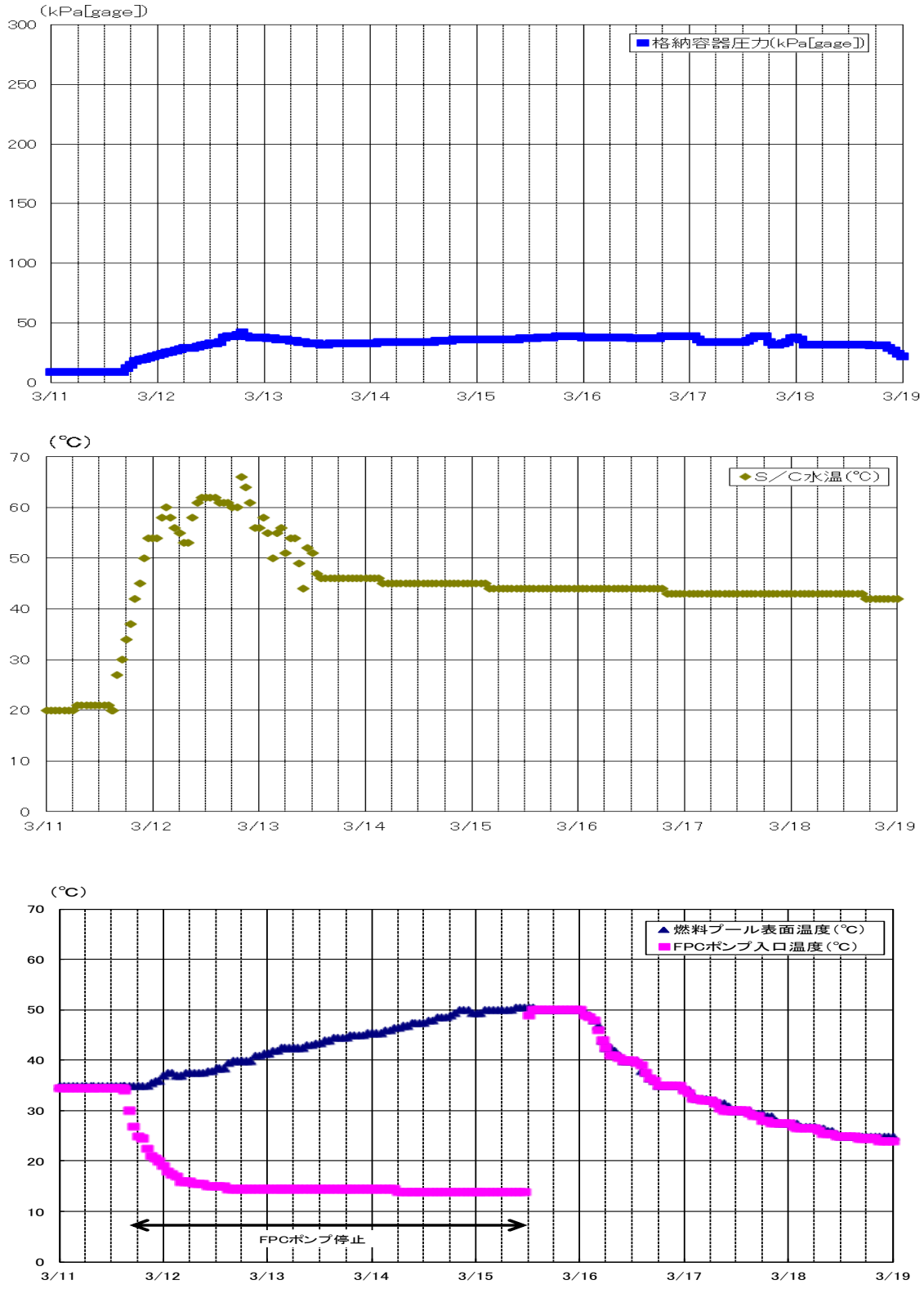


図 II-2-121　主要パラメータの変化【2F-3】(3 月 11 日から 3 月 19 日)
(その 2)

d　福島第二原子力発電所４号機

○　地震発生直後の概況

定格熱出力一定運転中、地震発生後の 3 月 11 日 14 時 48 分、原子炉は、地震加速度大によりスクラムし、直ちに全制御棒が全挿入となり、正常に自動停止した。15 時 05 分に原子炉が未臨界となったことを確認した。

原子炉スクラム直後、原子炉出力の急激な低下に伴い、炉心内のボイドが減少し、原子炉水位は「原子炉水位低（L-3)」まで下降した。その後の原子炉水位は、原子炉給水系からの給水により、ECCS ポンプ及び RCIC の自動起動水位まで低下することなく回復した。

津波の影響により CWP が停止し、それに伴い復水器による主蒸気の凝縮ができなくなること及び、当該地震の影響による HB 停止に伴いタービングランドシール蒸気が喪失することに備え、3 月 11 日 15 時 36 分に MSIV を手動全閉とし、SRV にて原子炉の圧力制御を行った。

MSIV 全閉に伴い RCIC を 15 時 54 分に手動起動し、原子炉へ注水を行った。その後、16 時 11 分に「原子炉水位高（L-8)」にて RCIC が自動停止した以降は、RCIC の手動起動と自動停止の繰り返しにより原子炉の水位を調整した。

○　津波による影響

津波により、海水熱交換器建屋が浸水したこと等から、RHRC ポンプ(A、B、C 及び D)、RHRS ポンプ(A、B、C 及び D)及び EECW ポンプ(A、B)が起動できない状態（一部モーター及び非常用電源（P/C 4C-2 及び 4D-2）が被水したことにより使用不能となったものであることを後日現場にて確認）と判断した。このため、LPCS ポンプと RHR ポンプ(A、B 及び C)が起動不可能な状態となり、原子炉から残留熱を除去する機能が喪失し、崩壊熱を最終ヒートシンクである海に移行させることができない状態となったことから、3 月 11 日 18 時 33 分、原災法第 10 条の規定に基づく「原子炉除熱機能喪失」事象に該当すると判断した。

なお、HPCSC ポンプ及び HPCSS ポンプについては、海水熱交換器建屋内の当該ポンプエリアへの海水の浸水量が他のポンプと比較して少なかったことから、機器への被水の影響が少なく使用可能な状態であったものと推定される。

また、津波による原子炉建屋原子炉棟地下 2 階への浸水もな

かったことから、HPCS ポンプについては使用可能な状態であった。

○ 冷温停止までの操作

原子炉への注水は、当初 RCIC で行っていたが、SRV 開操作による原子炉圧力低下に伴う RCIC タービン駆動用蒸気圧力低下のため、3 月 12 日 0 時 16 分に自動停止した。これ以降、AM 策として導入された MUWC による代替注水を実施した。その後、津波の影響を受けず使用可能であった HPCS ポンプの起動・停止により原子炉の水位を調整した。

RCIC 及び SRV の操作に伴い PCV 内の温度・圧力が上昇したが、RHR ポンプによる冷却ができなかったため、3 月 11 日 19 時 02 分に「ドライウェル圧力高」（設定値：13.7kPa gage）の警報が発生した。これに伴いすべての ECCS ポンプについては、自動起動信号が発生したものの、原子炉への注水は RCIC で行っていたこと、RHRC ポンプ、RHRS ポンプ及び EECW ポンプが使用不能であったことから自動起動防止措置を行っており、自動起動しなかった。

その後、3 月 12 日 6 時 07 分に S/C 水温度が 100℃以上となったことから、原災法第 15 条の規定に基づく「圧力抑制機能喪失」事象に該当すると判断した（S/C 水温度は最高で約 137℃（3 月 14 日 12 時 30 分）まで上昇。）。

S/C 冷却のために 3 月 12 日 7 時 23 分より FCS の冷却器から S/C への冷却水排水ラインを利用して、MUWP から冷却水を S/C へ注水するとともに、MUWC による原子炉への代替注水を 7 時 35 分からは S/C スプレイに適宜切替え、PCV の代替冷却を実施した。

これらの冷却と並行して、RHRC ポンプ(B)、RHRS ポンプ(D)及び EECW(B)の点検・補修（RHRC ポンプ(B)についてはモーターを交換）を実施した。また、海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 4C-2 及び 4D-2）が被水したため、所外から緊急手配した高圧電源車や仮設ケーブルを使用し、外部電源系から受電されている 3 号機熱交換器建屋の非常用電源（P/C 3D-2）からの仮設ケーブル敷設・受電、また、高圧電源車からの受電により RHRC ポンプ(B)、RHRS ポンプ(D)及び EECW ポンプ(B)を起動可能な状態に復旧し、3 月 14 日 11 時 00 分より順次起動した。

その後、3 月 14 日 15 時 42 分から RHR ポンプ(B)を起動した

ことにより原災法第 10 条該当事象（原子炉除熱機能喪失）の状態から回復したものと判断した。また、RHR ポンプ(B)にて S/C 冷却を実施した結果、徐々に S/C 水温が低下し、3 月 15 日 7 時 15 分に S/C 水温度が 100℃未満となったことから原災法第 15 条該当事象（圧力抑制機能喪失）の状態から回復したものと判断した。

さらに、S/C 水の冷却に加え、原子炉水を早期に冷却するため、あらかじめ定められた事故時運転操作手順書を参考に実施手順書を作成し、3 月 14 日 18 時 58 分より RHR ポンプ(B)にて LPCI ラインから原子炉へ S/C 水を注水するとともに、SRV を経由して S/C に原子炉水を流入させ、S/C 水を RHR 熱交換器(B)で冷却して再度 LPCI ラインから原子炉に注水する循環ライン（S/C→RHR ポンプ(B)→RHR 熱交換器(B)→LPCI ライン→原子炉→SRV→S/C）による冷却を応急的に実施した。これにより、3 月 15 日 7 時 15 分には原子炉水温度が 100℃未満となり冷温停止となったことを確認した。

○ 使用済燃料プール

当該地震の影響で FPC ポンプがトリップ（「スキマサージタンク水位低低」又は「ポンプ吸込圧力低」）するとともに、津波の影響により、屋外の取水口付近に設置されている常用補機冷却系の SW ポンプ(A、B 及び C)の被水や海水熱交換器建屋地下 1 階の RCW ポンプ(A、B 及び C)の水没が生じ、これらポンプが使用不能となったことから、FPC 熱交換器へ冷却水を供給できず、FPC による SFP 冷却ができなくなった。

これにより、SFP の水温は最大で約 62℃まで上昇したため、3 月 15 日 16 時 35 分より FPC 熱交換器建屋の冷却水を RCW から RHRC に切り替えて SFP の冷却を実施し、さらに 3 月 16 日 20 時 59 分より RHR ポンプ(B)にて SFP 冷却を実施することで、3 月 18 日 7 時 30 分には SFP の水温が当該地震発生前と同じ約 35.0℃に復帰した。

○ 閉じ込め機能

3 月 11 日 14 時 48 分「地震加速度大トリップ」にて原子炉が自動停止した際に発生した「原子炉水位低（L-3）」に伴い、PCIS 及び SGTS は正常に動作し、PCV の隔離及び原子炉建屋の負圧維持が行われた。PCV 圧力は最大で約 245kPa gage（S/C 側）まで上昇したが、PCV 最高使用圧力 310kPa gage には達しなかっ

た。

なお PCV 圧力が上昇傾向にあり、原子炉除熱機能の復旧に時間がかかること想定し、PCV 耐圧ベントのためのライン構成（S/C 側の出口弁開操作のワン･アクションを残した状態）を実施した。

○ 所内電源系

原子炉が自動停止した直後は、所内電源系はすべて使用可能な状態であったが、津波で海水熱交換器建屋が浸水し非常用電源（P/C 4C-2 及び 4D-2）が使用不能となった。

また、非常用 DG については、原子炉が自動停止した直後は全台（A 系、B 系及び HPCS 系）使用可能であったが、津波到達後は RHRS ポンプ(A、B、C 及び D)及び EECW ポンプ(A、B)が起動できなくなったことから非常用 DG(A、B)が使用不能となった。

その後の復旧において、使用不能であった非常用電源（P/C 4D-2）の負荷のうち、原子炉及び SFP の冷却に必要な RHRC ポンプ(B)及び RHRS ポンプ(D)は、3 号機海水熱交換器建屋の非常用電源（P/C 3D-2）からの仮設ケーブル敷設・受電、EECW ポンプ(B)については高圧電源車からの受電により電源を確保した（3 月 14 日実施。）。

これにより、非常用 DG(B)が使用可能な状態となったことから、外部電源が喪失した場合でも非常用電源（M/C 4D）は非常用 DG(B)から受電可能となった。

主要な時系列を表 II-2-46 に、ECCS 機器等の状況を表 II-2-47 に、プラント状況の概略図を図 II-2-122 及び図 II-2-123 に、非常用電源系の単線結線図の状況を図 II-2-124 に、主要パラメータの変化を図 II-2-125 及び図 II-2-126 に示す。

表 II-2-46　福島第二原子力発電所 4 号機　主要時系列（暫定）

※この表に含まれる情報は、緊急時対応を行っていた中で情報が錯綜していた等の理由により、信頼性の低い情報が含まれている可能性があるため、その後の検証等により情報が訂正される可能性がある。なお、日本政府の現在の見解は本文に記載のとおりである。

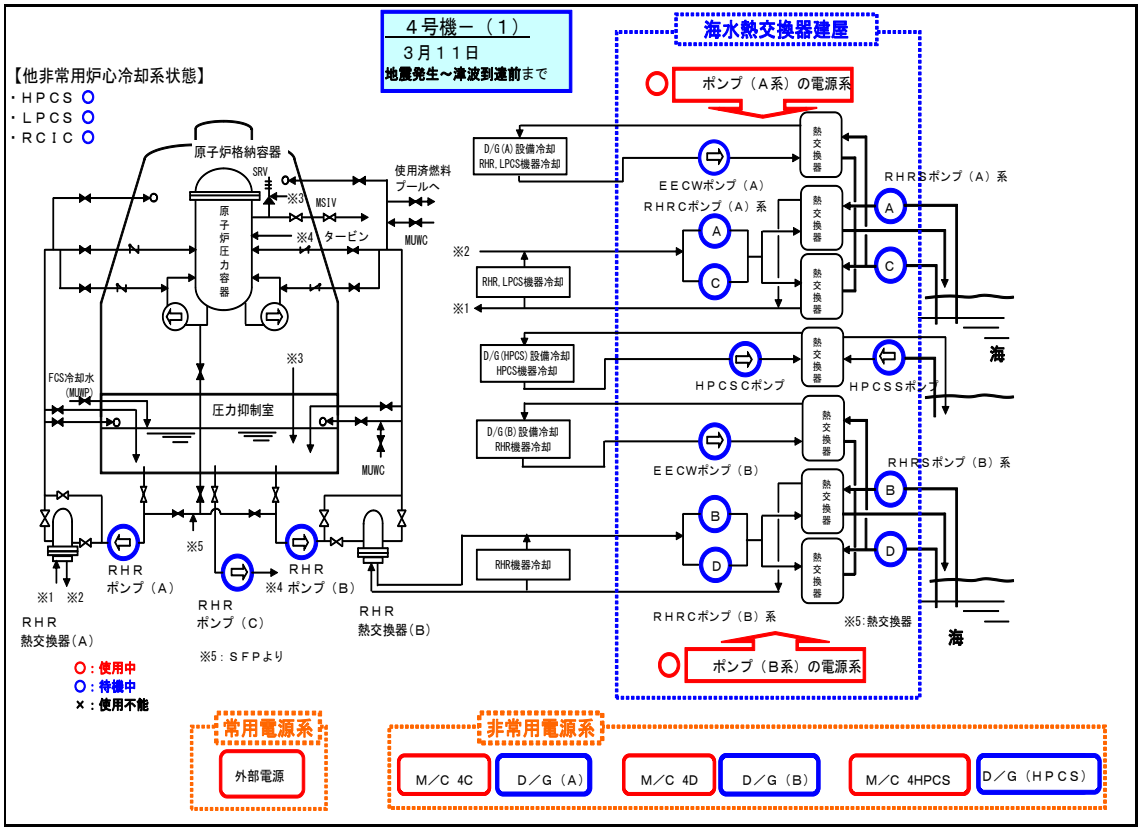
	福島第二原子力発電所 4号機	
	地震前状況：運転中	
3/11	14:46	
	14:48	全制御棒全挿入 原子炉自動停止（地震加速度大トリップ） タービン自動停止 富岡線1回線停止（2号トリップ、1号により受電継続）
	15:05	原子炉未臨界確認
	15:22	津波第一波確認（以降、17:14まで断続的に津波確認）
	15:33	循環水ポンプ(CWP)(C)手動停止
	15:34頃	非常用ディーゼル発電機（非常用DG）(A)(B)(H)自動起動／直後に津波の影響により非常用DG(A)(B)停止
	15:35	CWP(A)(B)自動停止
	15:36	主蒸気隔離弁(MSIV)手動全閉 残留熱除去系(RHR)(B)手動起動（15:41自動停止）
	15:37	RHR(A)手動起動（15:38手動停止）
	15:46	原子炉減圧開始（逃がし安全弁（SRV）自動開）（以降、自動及び手動開閉による炉圧制御）
	15:50	岩井戸線全停止（2号停止、1号は点検のため地震前より停止中）
	15:54	原子炉隔離時冷却系(RCIC)手動起動（以降、起動、停止適宜発生）
	18:33	原子炉除熱機能が喪失したとして、原災法第10条通報事象に該当する事象が発生したと事業者が判断
	19:02	「ドライウェル圧力高」警報発生
	19:14	ドライウェル(D/W)冷却系手動起動
3/12	0:16	RCIC手動停止（原子炉圧力低下に伴う運転停止） 復水補給水系(MUWC)による代替注水開始
	6:07	圧力抑制室(S/C)水温度が100℃以上となったことから、原災法第15条事象（圧力抑制機能喪失）が発生したと事業者が判断
	7:23	可燃性ガス濃度制御系(FCS)冷却水(MUWC)使用によるS/C冷却実施
	7:35	MUWC使用によるS/Cスプレイ実施
	11:17	原子炉注水をMUWC(代替注水)から高圧炉心スプレイ系(HPCS)に切替
	11:44	原子炉格納容器(PCV)耐圧ベントライン構成開始
	11:52	PCV耐圧ベントライン構成完了
	13:38頃	岩井戸線1回線受電（2号復旧完了）
	13:48	HPCSによる原子炉注水停止（以降、適宜実施）
3/13	5:15頃	岩井戸線2回線受電（1号復旧完了）
	12:43	制御棒10-19ドリフト警報発生
3/14	11:00	非常用補機冷却系(EECW)(B)手動起動（高圧電源車より受電）
	13:07	残留熱除去機器冷却海水系(RHRS)ポンプ(D)手動起動（480V非常用低圧配電盤(パワーセンター(P/C)) 3D-2より仮設ケーブル敷設、受電）
	14:56	残留熱除去機器冷却系(RHRC)ポンプ(B)手動起動（モータ交換／P/C 3D-2より仮設ケーブル敷設、受電）
	15:42	残留熱除去系(RHR)(B)手動起動（S/C冷却モード開始） RHR(B)の起動により原災法第10条通報事象（原子炉除熱機能喪失）の状態から回復したものと事業者が判断
	16:02	RHR(B)S/Cスプレイモード開始
	18:58	RHR(B)低圧注水(LPCI)モードによる原子炉へ注水開始（19:02停止）（以降、起動、停止適宜発生）
	20:19	制御棒10-19ドリフト警報クリア
	21:07	制御棒10-19ドリフト警報発生（以降、発生継続）
	22:07	モニタリングポスト(No.1)で5μ Gy/hを超える放射線量を計測したことから（3月15日0:12にはモニタリングポスト(№3)も）、原災法第10条通報事象（敷地境界放射線量上昇）が発生したと事業者が判断（線量が上昇した原因は、福島第一原子力発電所における事故に伴い大気中に放出された放射性物質の影響によるものと推定される）
3/15	7:15	S/C水温度が100℃未満となったことから、原災法第15条事象（圧力抑制機能喪失）の状態から回復したと事業者が判断 原子炉水温度が100℃未満となり原子炉冷温停止
	16:35	燃料プール冷却浄化系(FPC)熱交換器冷却水切替（原子炉補機冷却系(RCW)→残留熱除去機器冷却系(RHRC)）
3/16	20:59	RHR(B)による使用済燃料プール(SFP)冷却開始
3/17	11:24	PCVベント準備完了状態から通常状態へ復旧
3/18	7:30	SFP水温度約35℃（地震発生前の水温に復帰）
3/19		
3/20		
3/21		
3/22		
3/23		
3/24		
3/25		
3/26		
3/27		
3/28		
3/29	10:52	RHR(B)停止（取水口点検のため）
	14:00	RHR(B)起動
3/30		
3/31	14:35	RHR(B)停止（冷却モード変更のため（原子炉停止時冷却(SHC)モード＋S/C冷却モード→SHCモード＋S/C冷却モード＋燃料プール冷却モード））
	15:36	RHR(B)起動
4/1		
4/2		
4/3		
4/4		
4/5		
4/6		

4/7	
4/8	
4/9	
4/10	
4/11	
4/12	
4/13	
4/14	
4/15	17:43頃　富岡線2回線受電（2号復旧完了）
4/16	
4/17	
4/18	
4/19	
4/20	
4/21	
4/22	
4/23	
4/24	
4/25	
4/26	
4/27	10:20　RHR(B)停止（電源切替のため） 17:41　RHR(B)起動
4/28	
4/29	
4/30	
5/1	
5/2	
5/3	
5/4	
5/5	
5/6	
5/7	
5/8	
5/9	
5/10	
5/11	
5/12	
5/13	
5/14	
5/15	
5/16	
5/17	
5/18	
5/19	
5/20	
5/21	
5/22	
5/23	
5/24	
5/25	
5/26	
5/27	
5/28	
5/29	
5/30	
5/31	
6/1	
6/2	
6/3	
6/4	
6/5	10:01　RHR(B)停止（冷却モード変更のため(LPCIモード→原子炉停止時冷却(SHC)モード)） 11:14　RHR(B)起動
6/6	
6/7	16:00頃　主排気ダクトより空気が漏えいしていることを確認、漏えい空気を測定した結果、外気と同等であることを確認
6/8	18:10頃　3・4号機放水口付近に油膜があることを確認 オイルフェンスの設置、油吸着シートにより、油の回収及び拡散防止措置を講じた
(略)	
6/30	9:53　RHR(B)停止（RHRCポンプ(B、D)電源ケーブル入替のため） 16:32　RHR(B)起動
(略)	
7/8	9:40　RHR(B)停止（RHRCポンプ(B、D)電源ケーブル入替のため） 16:38　RHR(B)起動
(略)	
7/31	6:32　主排気ダクトより空気が漏えいしていることを確認、漏えい空気を測定した結果、外気と同等であることを確認
8/1	
8/2	12:24　RHR(A)確認運転を行い、健全性を確認
8/3	22:33　RHRポンプ(B)停止(RHRポンプ(A)への切替のため） 23:00　RHRポンプ(A)起動
(略)	
8/31	

表 II-2-47　非常用炉心冷却系機器等の状況【2F-4】

			設置場所	耐震クラス	原子炉自動停止時	原子炉自動停止～津波到達直前まで	津波到達以降～冷温停止まで	備　考
冷やす機能	ECCS等	RHR(A)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	×	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		LPCS	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし
		RHRC(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRC(C)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(C)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		EECW(A)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHR(B)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	×→◎	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/14起動
		RHR(C)	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×→○	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 ポンプ本体については被害なし RHRS，RHRC，EECW復旧後，3/14待機
		RHRC(B)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源，電動機被水のため使用不能 ３号機Hx/Bより仮設ケーブル布設により給電，電動機交換後，3/14起動
		RHRC(D)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(B)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×	津波により電源，電動機被水のため使用不能
		RHRS(D)	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし ３号機Hx/Bより仮設ケーブル布設により給電後，3/14起動
		EECW(B)	Hx/B2階(O.P.11200)	A	○	◎	×→◎	津波により電源被水のため使用不能 ポンプ本体については被害なし 高圧電源車より仮設ケーブル布設により給電後，3/14起動
		HPCS	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	○→◎→○	3/12より適宜炉注水し，3/14待機
		HPCSC	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	
		HPCSS	Hx/B1階(O.P.4200)	A	○	◎	◎	
	炉注水	RCIC	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	◎	◎→○	津波後に起動し，3/12炉圧低下のため停止
		MUWC（代替注水）	T/B地下2階(O.P.-2000)	B	○	○	○→◎→○	3/12起動，3/14待機
	プール冷却	SFP冷却（FPC）	R/B4階(O.P.31800)	B	◎	×	×→◎→○→◎	地震によるトリップ及び津波によりRCW運転不能のため使用不能 3/15起動（FPC熱交換器の冷却水はRHRC） 3/16待機
		SFP冷却（RHR）	R/B地下2階(O.P.0000)	A	○	○	×→○→◎→○	津波によりRHRS，RHRC，EECW運転不能のため使用不能 RHRS，RHRC，EECW復旧後，３／１６起動（FPC補助冷却モード），６／５待機
閉じ込める機能	格納施設	原子炉建屋		A	○	○	○	負圧を維持しており破損を示す徴候は認められず
		原子炉格納容器		As	○	○	○	格納容器圧力に破損を示す徴候は認められず

（凡例）◎：運転　○：待機　×：機能喪失又は待機除外



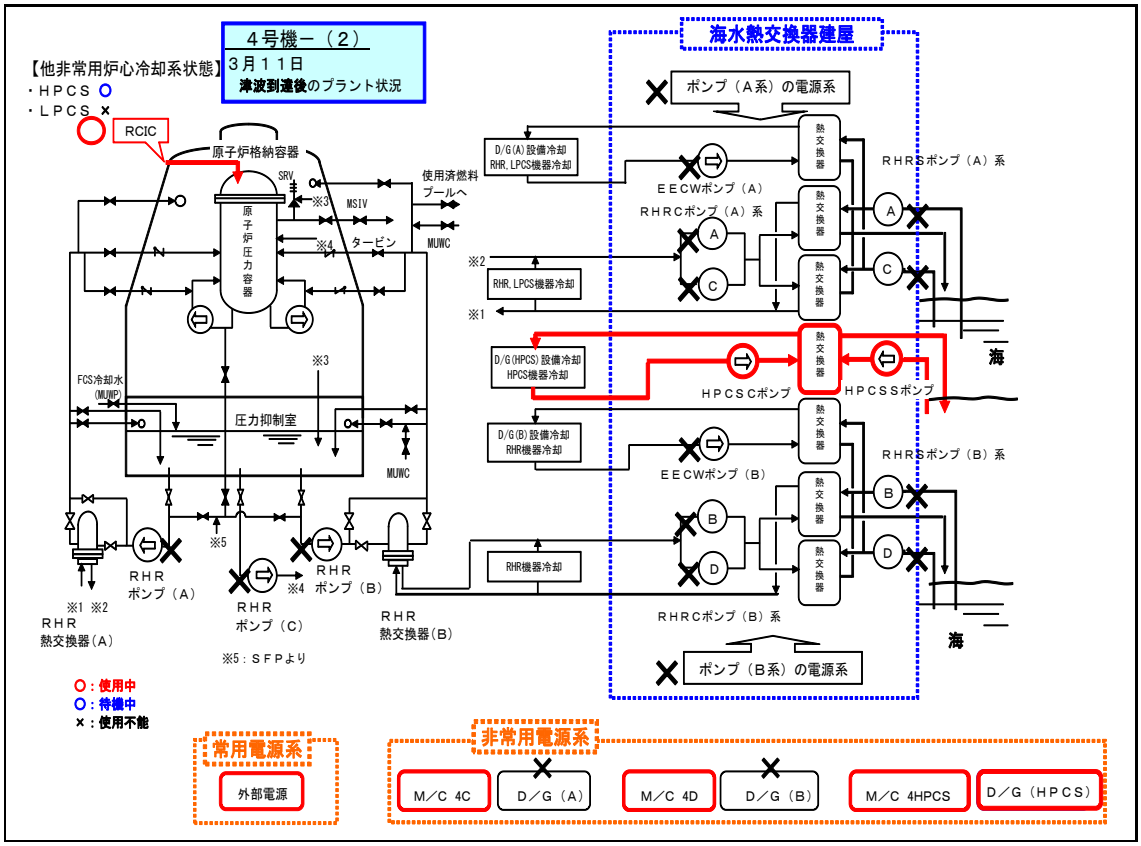
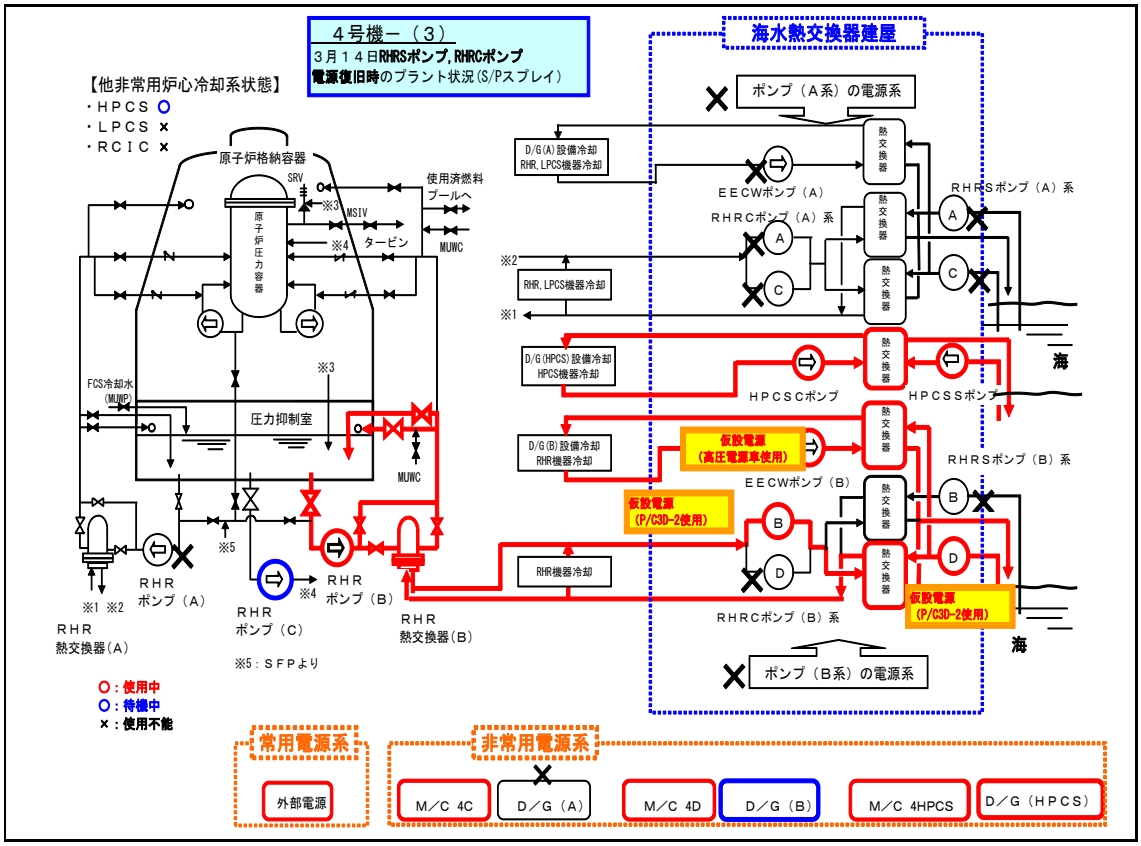


図 II-2-122　プラント状況の概略図【2F-4】（その 1）



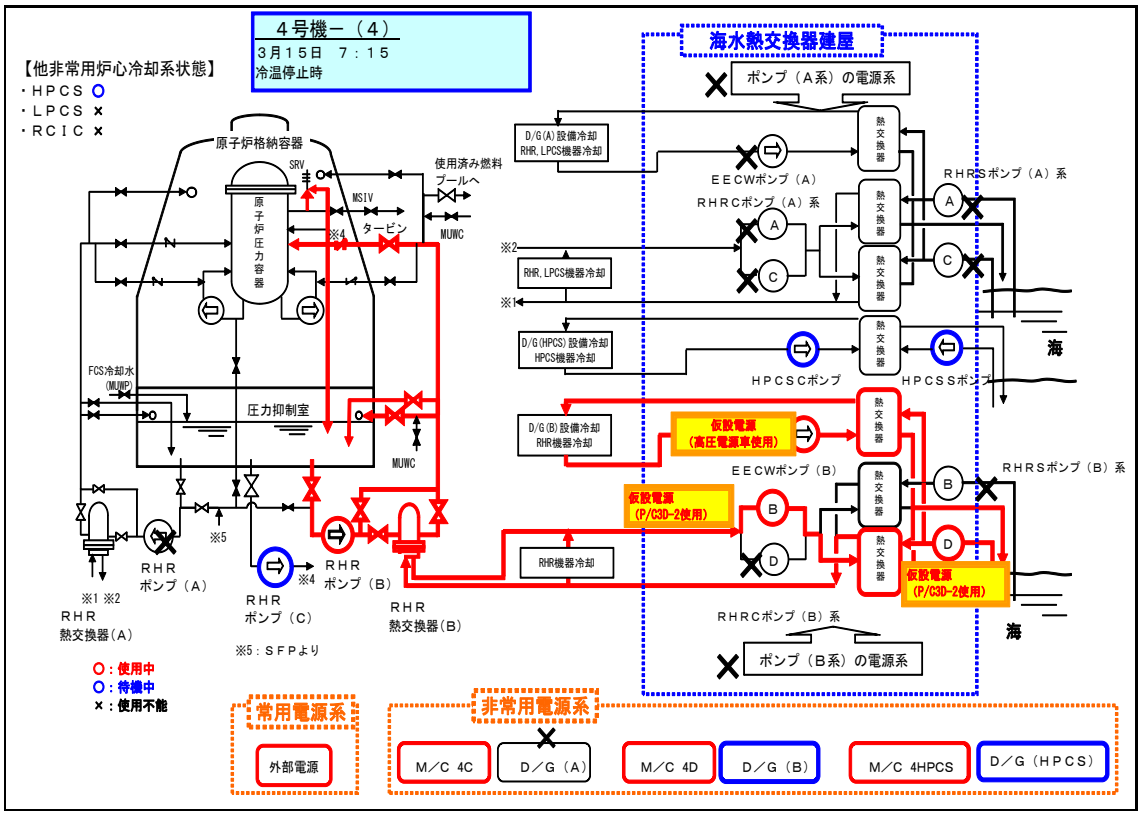


図 II-2-123　プラント状況の概略図【2F-4】（その 2）

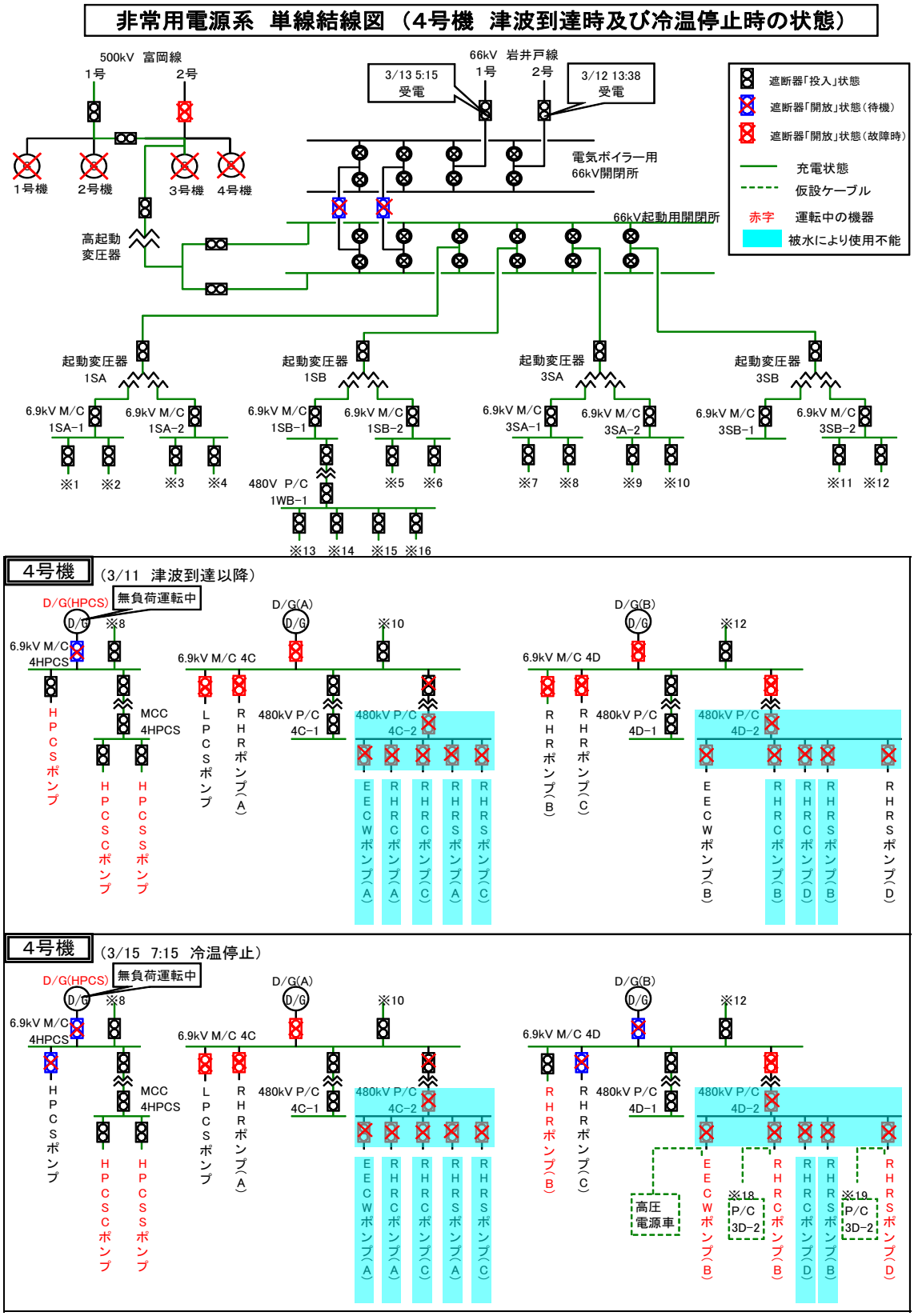
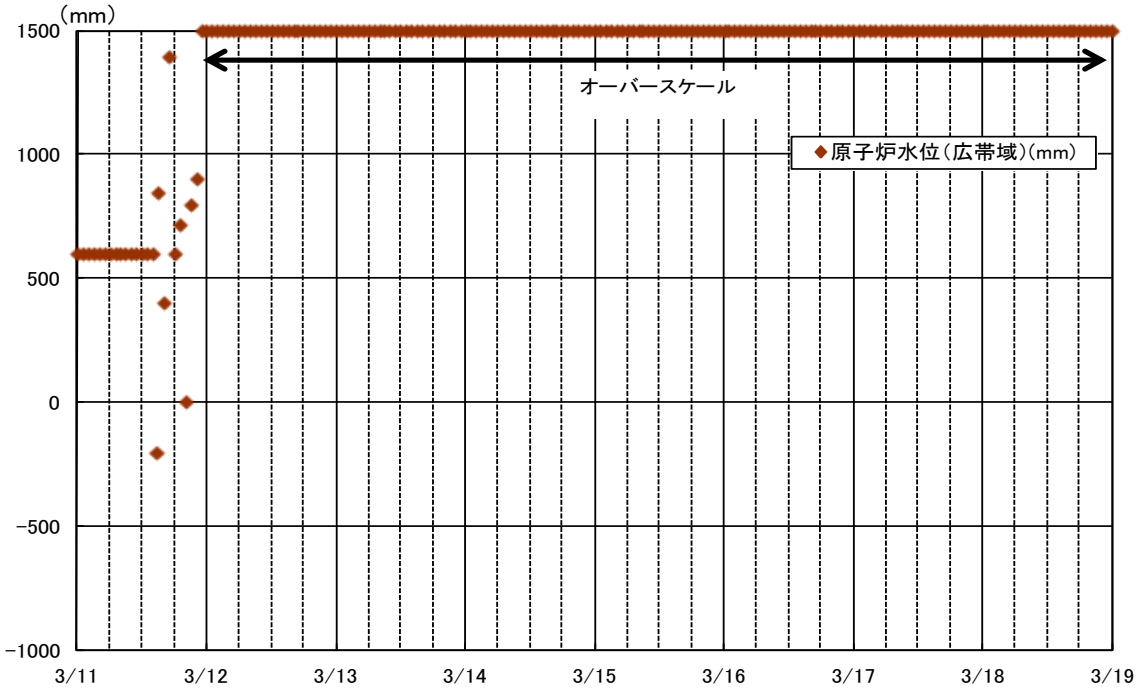


図 II-2-124　非常用電源系の単線結線図の状況【2F-4】



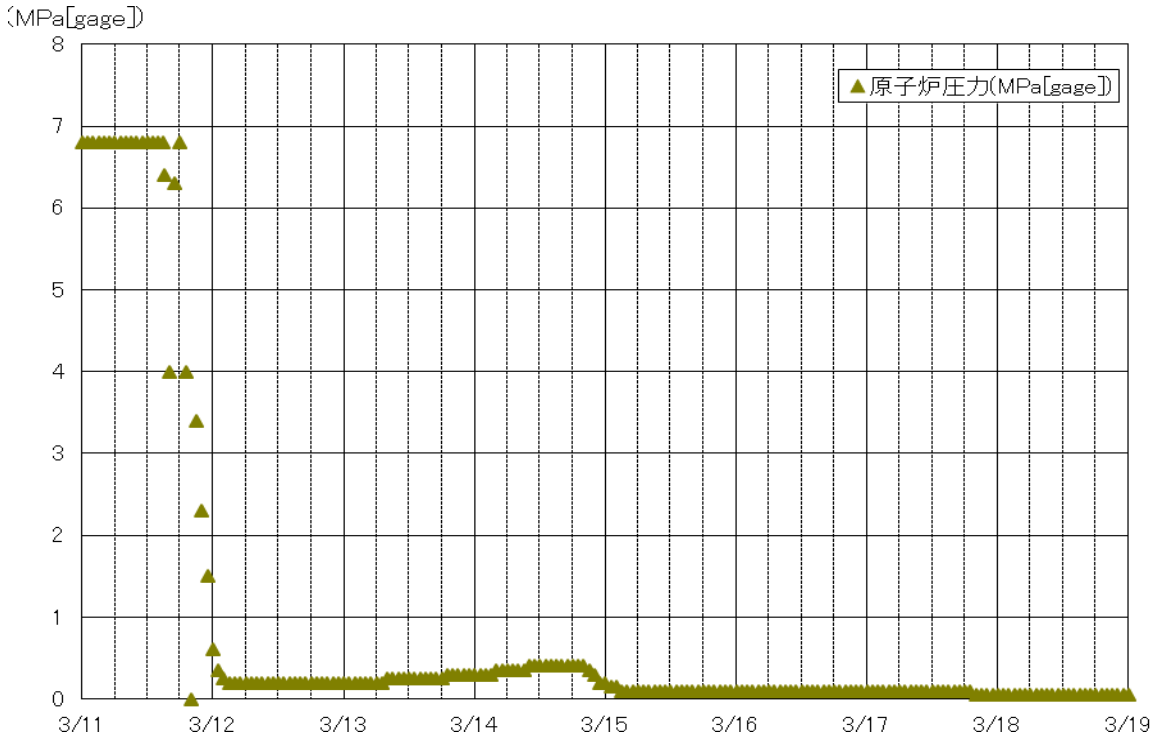


図 II-2-125　主要パラメータの変化【2F-4】（3 月 11 日から 3 月 19 日）
（その 1）

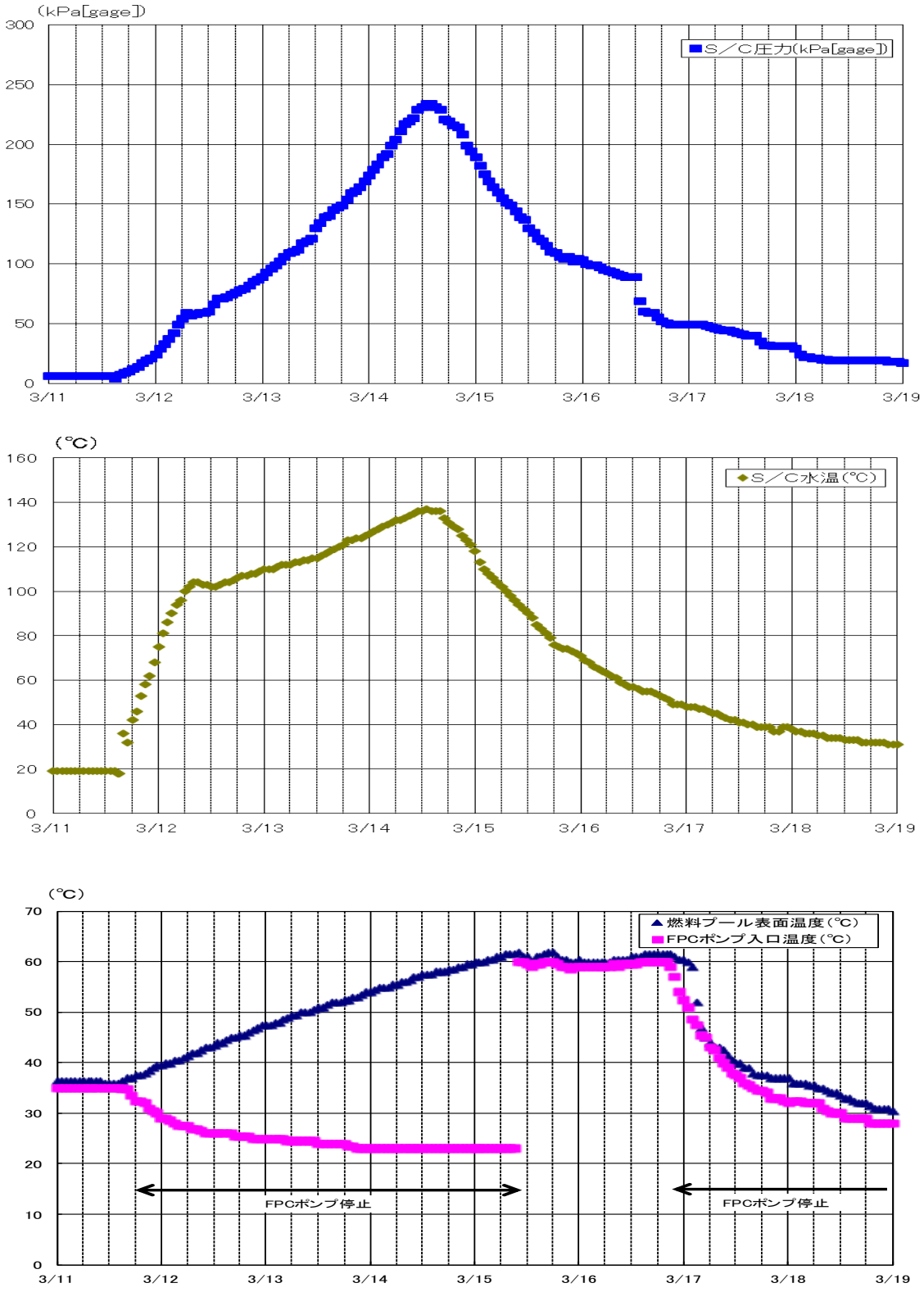


図 II-2-126　主要パラメータの変化【2F-4】(3 月 11 日から 3 月 19 日)
(その 2)

⑤ 主要パラメータの変化

主要パラメータの設計値等の制限値と最大値（最小値）の実績を表 II-2-48 に示す。1 号機、2 号機及び 4 号機において、S/C の水温が、一時的に残留熱を除去する機能が喪失したことに伴い最高使用温度を上回った。その他のパラメータについては、設計値や制限値の範囲内での変動に留まっていることが確認された。

表 II-2-48　福島第二原子力発電所 主要プラントパラメータ実績表

	設計値等の制限値	最大（最小）値			
		1 号機	2 号機	3 号機	4 号機
原子炉水位	－4196mm 以下 (TAF の水位)	約－520mm(TAF 約＋3676mm)	約－290mm(TAF 約＋3906mm)	約+50mm(TAF 約＋4146mm)	約－300mm(TAF 約＋3896mm)
原子炉圧力	8.62MPa[gage] (最高使用圧力)	約 7.35MPa [gage]	約 7.35MPa [gage]	約 7.35MPa [gage]	約 7.35MPa [gage]
原子炉格納容器圧力	310kPa[gage] (最高使用圧力)	約 282kPa[gage]	約 279kPa[gage]	約 38kPa[gage]	約 245kPa[gage]
圧力抑制室水温度	104℃ (最高使用温度)	約 130℃	約 139℃	約 66℃	約 137℃
圧力抑制室水位 (ｻﾌﾟﾚｯｼｮﾝﾌﾟｰﾙ水位計ｾﾞﾛ点より)	1 号機; +8127mm 以下 2 号機; +8050mm 以下 3 号機; +6300mm 以下 4 号機; +8050mm 以下 (S/C ﾍﾞﾝﾄﾗｲﾝ高さ)	約+7418mm	約+5400mm	約+798mm	約+5600mm
燃料プール水温度	65℃以下 (保安規定)	約 62℃	約 56℃	約 51℃	約 62℃

⑥ 外部への放射性物質の影響

原子炉内の水位については、1 号機、2 号機及び 4 号機において原子炉の冷却機能が一時的に失われたものの、全号機において原子炉への注水を継続し TAF を確保していた。また、SFP については、冷却機能が一時的に失われたものの、原子炉施設保安規定に定める運転上の制限（LCO）（SFP 水位：オーバーフロー水位付近、水温：65℃以下）を満足することができた。原子炉水及び SFP 水についての測定結果を表 II-2-49 及び表 II-2-50 に示すが、燃料破損を疑うような値は検

出されていない。これらより、地震による原子炉内の燃料及び SFP 内の燃料の破損は発生していないと判断している。

1 号機の SFP 水の Cs-137 濃度について、地震後 Cs-137 が検出限界値をわずかに超えて検出されている。この時期は RHR による原子炉水及び SFP 水の同時循環冷却が行われており、原子炉水と SFP 水が同一の水質になっていた。原子炉水中には I-131 に例を見るように、燃料被覆管に含まれる天然ウランに起因する核分裂生成物が存在しているが、通常のプラント運転時には原子炉浄化系によって一定濃度以下になるよう除去されている。地震の影響により原子炉冷却材浄化系及び使用済燃料プール浄化系が停止したため、検出限界値を僅かに超える Cs-137 濃度が検出されたものと考えられる。なお、その後行われた 1 号機 SFP 水の測定では Cs-137 は検出限界値未満となっている。

2 号機の原子炉水及び SFP 水の Cs-137 濃度について、地震後が地震前より高い値を示しているが、これは、2 号機の SFP 中に 1997 年及び 2002 年に漏えいが確認された燃料集合体（2 体）が貯蔵されており、地震前から SFP 水に Cs-137（半減期：約 30 年）が検出されていたが、地震後に RHR による原子炉水及び SFP 水の同時循環冷却を行った際に SFP 水が原子炉水に流入したこと、地震の影響により原子炉水及び SFP 水の浄化系が停止したことによるものと考えられる。

また、PCIS の正常動作や SGTS の連続運転により PCV の隔離及び原子炉建屋の負圧維持が行われたことから、放射性物質の閉じ込め機能に問題はなかった。

福島第二原子力発電所の敷地境界で放射線量を測定している No.1 から No.7 の MP のうち、3 月 14 日 22 時 07 分に No.1、3 月 15 日 0 時 12 分に No.3 の地点で敷地境界での放射線量が 5μSv/h 以上となり、それぞれ原災法第 10 条の規定に基づく「敷地境界放射線量上昇」事象に該当すると判断したが、本事象については、福島第二原子力発電所に起因するものではなく、福島第一原子力発電所における事故に伴い大気中に放出された放射性物質の影響によるものと推定される。

MP No.1 及び No.3 の値は上昇し、安定した後に降下し続けた結果、4 月 3 日 9 時 30 分、No.1 及び No.3 の値が 5μSv/h 未満となり、これ以降も継続監視した結果、放射線量の値は 5μSv/h 未満であり有意な変化もなかったことから、4 月 8 日 8 時 23 分、原災法第 10 条該当事象（敷地境界放射線量上昇）から復帰したものと判断した。

地震発生から冷温停止までの間の MP の測定値について図 II-2-127 に示す。

表 II-2-49　原子炉水のよう素 131、セシウム 134 及びセシウム 137 濃度測定結果

		地震前		地震後	
1号機	I-131	採取日時 3/8　9:25	2.00×10^{-2}	採取日時 3/14　8:30	検出限界値未満 $<1.13\times10^{-1}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<1.93\times10^{-1}$		検出限界値未満 $<3.83\times10^{-1}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<6.72\times10^{-2}$		検出限界値未満 $<1.87\times10^{-1}$
2号機	I-131	採取日時 3/1　9:05	1.71×10^{-2}	採取日時 5/15　9:55 ※	検出限界値未満 $<2.59\times10^{-2}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<1.84\times10^{-1}$		検出限界値未満 $<5.33\times10^{-2}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<8.25\times10^{-2}$		1.82×10^{-1}
3号機	I-131	採取日時 2/15　9:30	9.03×10^{-3}	採取日時 4/28　11:50	検出限界値未満 $<5.04\times10^{-1}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<6.19\times10^{-2}$		検出限界値未満 $<8.59\times10^{-1}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<5.27\times10^{-2}$		検出限界値未満 $<8.07\times10^{-1}$
4号機	I-131	採取日時 2/8　9:30	1.07×10^{-2}	採取日時 4/28 12:20 ※	検出限界値未満 $<4.00\times10^{-2}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<1.02\times10^{-1}$		検出限界値未満 $<7.49\times10^{-2}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<4.82\times10^{-2}$		検出限界値未満 $<6.38\times10^{-2}$

表 II-2-50　使用済燃料プール水のよう素 131、セシウム 134 及びセシウム 137 濃度測定結果

		地震前		地震後	
1号機	I-131	採取日時 3/2　10:15	検出限界値未満 $<3.11\times10^{-3}$	採取日時 5/15　10:05 ※	検出限界値未満 $<3.33\times10^{-2}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<5.12\times10^{-3}$		検出限界値未満 $<9.36\times10^{-2}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<4.92\times10^{-3}$		2.72×10^{-2}
2号機	I-131	採取日時 3/2　9:30	検出限界値未満 $<3.49\times10^{-3}$	採取日時 5/15　9:55 ※	検出限界値未満 $<2.59\times10^{-2}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<5.37\times10^{-3}$		検出限界値未満 $<5.33\times10^{-2}$
	Cs-137		4.10×10^{-3}		1.82×10^{-1}
3号機	I-131	採取日時 3/2　9:45	検出限界値未満 $<4.08\times10^{-3}$	採取日時 5/15　11:05	検出限界値未満 $<7.55\times10^{-3}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<6.86\times10^{-3}$		検出限界値未満 $<1.26\times10^{-2}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<5.51\times10^{-3}$		検出限界値未満 $<1.21\times10^{-2}$
4号機	I-131	採取日時 3/2　10:00	検出限界値未満 $<2.71\times10^{-3}$	採取日時 4/28 12:20 ※	検出限界値未満 $<4.00\times10^{-2}$
	Cs-134		検出限界値未満 $<1.54\times10^{-2}$		検出限界値未満 $<7.49\times10^{-2}$
	Cs-137		検出限界値未満 $<3.99\times10^{-3}$		検出限界値未満 $<6.38\times10^{-2}$

※ RHR系により、原子炉及び使用済燃料プールを循環冷却していたため、原子炉水及び使用済燃料プール水の値が同一となる。

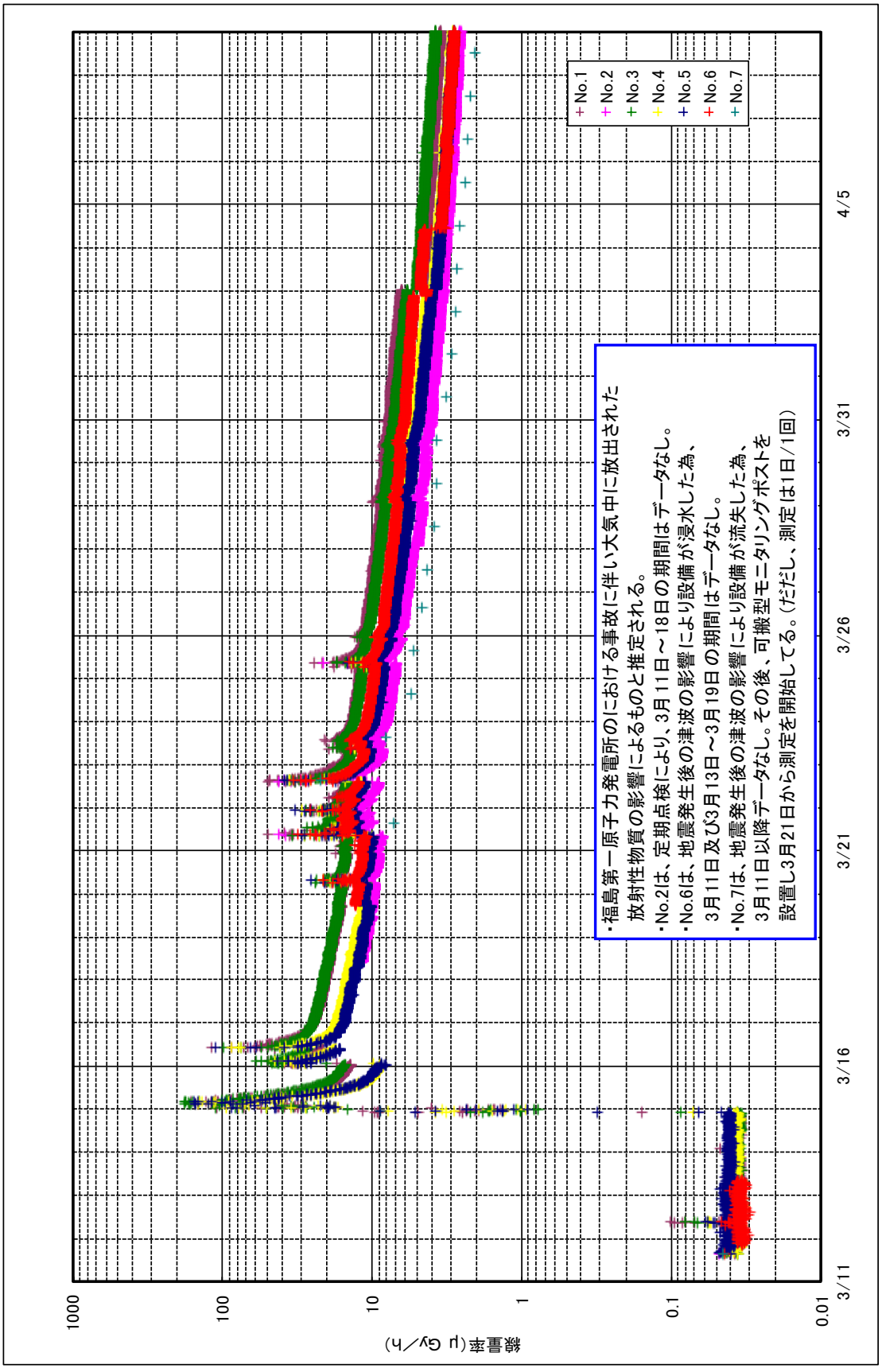


図 II-2-127　モニタリングポスト推移

（４）その他の原子力発電所の状況

①　女川原子力発電所の状況

ａ　女川原子力発電所の概要

女川原子力発電所は、宮城県牡鹿半島の中ほどに位置し、東は太平洋に面している（図 II-2-128）。敷地面積は約 173 万 m^2 である。女川原子力発電所は、1 号機が 1984 年 6 月 1 日に営業運転を開始して以来、2 号機は 1995 年 7 月 28 日、3 号機については 2002 年 1 月 30 日に順次営業運転を開始し、今日に至っている（表 II-2-51）。

表 II-2-51 女川原子力発電所の発電設備

	女川原子力発電所		
	1 号機	2 号機	3 号機
電気出力（万 kW）	52.4	82.5	82.5
建設着工	1979／12	1986／8	1996／9
営業運転開始	1984／6	1995／7	2002／1
原子炉型式	BWR-4	BWR-5	BWR-5
格納容器型式	マーク Ⅰ	マーク Ⅰ 改良	
燃料集合体数（体）	368	560	560
制御棒本数（本）	89	137	137

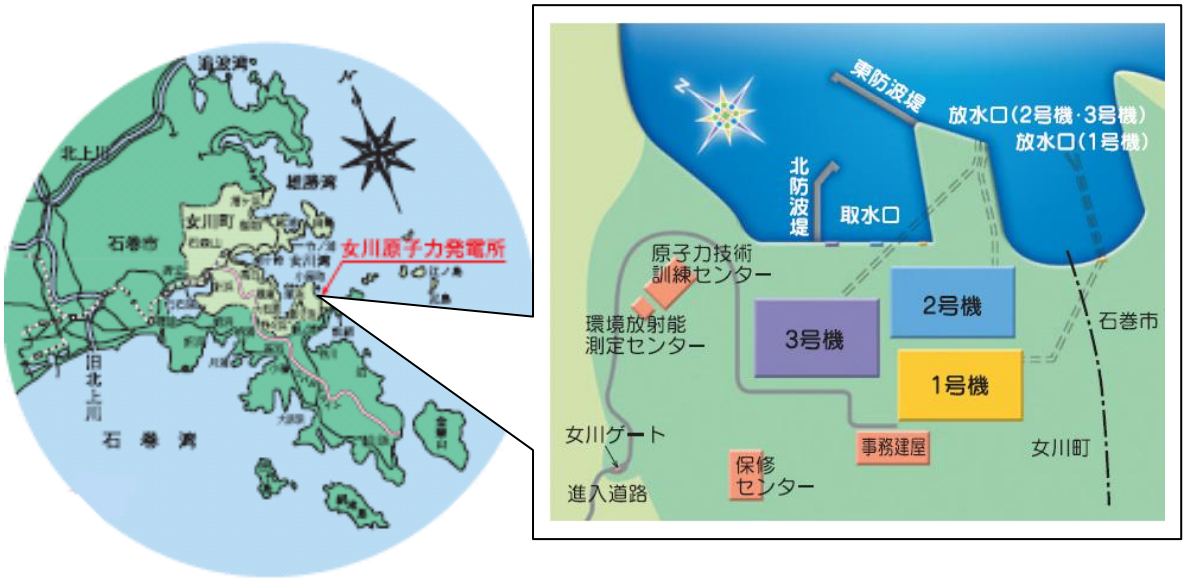


図 II-2-128　女川原子力発電所　一般配置図

b　女川原子力発電所の設計基準事象に対する安全設計

女川原子力発電所における、今回関連する外部電源、非常用電源系及び冷却機能等の設計基準事象に対する安全設計は次のとおり。

外部電源は、2 回線以上の送電線により電力系統に接続された設計としている。外部電源喪失に対応する非常用電源は、非常用 DG が多重性及び独立性を持って設置されている。(2 号機及び 3 号機においてはさらに高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（DG(H）が独立性を持って設置されている。）さらに、短時間の全交流電源喪失に対応するため、非常用直流電源（蓄電池）が、多重性及び独立性を持って設置されている。

また、復水器による冷却ができない場合の炉心の冷却を高圧の状態で行う設備として、HPCI（2 号機及び 3 号機においては HPCS）と RCIC が設置されている。低圧の状態で炉心冷却を行う設備としては、RHR と CS(2 号機及び 3 号機においては LPCS)が設置されている。

さらに、RPV につながる主蒸気管には原子炉蒸気をサプレッションプール（S/P）に排出する SRV が設置されており、SRV は自動減圧装置の機能を有している。また、最終ヒートシンクについては、RHR の熱交換器で、RHRS（2 号機及び 3 号機については、原子炉補機冷却海水系（RSW)）により供給される海水を利用して冷却される。

これらの安全設備の概要を表 II-2-52 に、系統構成図を図 II-2-129 に、所内電源系概略図を図 II-2-130 に示す。

水素爆発に関しては、PCV 内を窒素雰囲気に保つこととし、PCV 内の水素燃焼を防止するため、FCS を設置している。

表 II-2-52　工学的安全設備及び原子炉補助設備仕様

女川原子力発電所		1号機	2号機	3号機
高圧注水系（HPCI）	系統数	1		
	流量（T/hr）	約680		
	ポンプ数	1		
高圧炉心スプレイ系（HPCS）	系統数		1	1
	流量（m^3/hr）		約320-約1050	約320-約1100
	ポンプ数		1	1
	全揚程（m）		約860-約270	約860-約270
原子炉隔離時冷却系（RCIC）	蒸気タービン			
	台数	1	1	1
	原子炉圧力	約0.93-約7.62	10.6-80.2	10.6-80.2
	ポンプ			
	台数	1	1	1
	流量（m^3/hr）	96.5	約90	約90
	全揚程（m）	854-160	860-160	860-160
	回転数（rpm）	可変	可変	可変
炉心スプレイ系（CS）	系統数	2		
	流量（T/hr/系統）	約690		
	ポンプ数（/系統）	1		
	全揚程（m）	201		
低圧注水系（LPCI）	系統数	2	3	3
	流量（T/hr/系統）	約2200	約1160	約1100
	ポンプ数（/系統）	2	1	1
低圧炉心スプレイ系（LPCS）	系統数		1	1
	流量（m^3/hr/系統）		約1050	約1100
	ポンプ数		1	1
	全揚程（m）		約210	約210
残留熱除去系（RHR）	ポンプ			
	台数	4	3	3
	流量（m^3/hr/台）	1090	約1140	約1100
	全揚程（m）	119	約100	約100
	海水ポンプ			
	台数	4	4	4
	流量（m^3/hr/台）	545	約1900	約1900
	熱交換器			
	基数	2	2	2
	伝熱容量（/基）	約7.77×10^3KW	約7×10^6kcal/h	約7×10^6kcal/h
非常用ガス処理系（SGTS）	系統数	2	2	2
	送風機数（/系統）	1	1	1
	排風容量（m^3/hr/台）	2300	2500	3000
	系統ヨウ素除去効率（%）	≧99	≧99	≧99.99
安全弁	個数	2		
	容量（T/hr/個）	約425		
	吹き出し圧力（kg/cm^2・g）	87.2		
	吹き出し場所	サプレッションプール		
主蒸気逃がし安全弁	個数	6	11	11
	容量（T/hr/個）	約380	約400	約400
	吹き出し圧力（kg/cm^2・g）（逃がし弁機能）	75.9（1個） 76.6（2個） 77.3（3個）	75.2（2個） 75.9（3個） 76.6（3個） 77.3（3個）	75.2（2個） 75.9（3個） 76.6（3個） 77.3（3個）
	吹き出し圧力（kg/cm^2・g）（安全弁機能）	75.9（2個） 76.6（2個） 77.3（2個）	79.4（2個） 82.6（3個） 83.3（3個） 84.0（3個）	79.4（2個） 82.6（3個） 83.3（3個） 84.0（3個）
	吹き出し場所	サプレッションプール	サプレッションプール	サプレッションプール

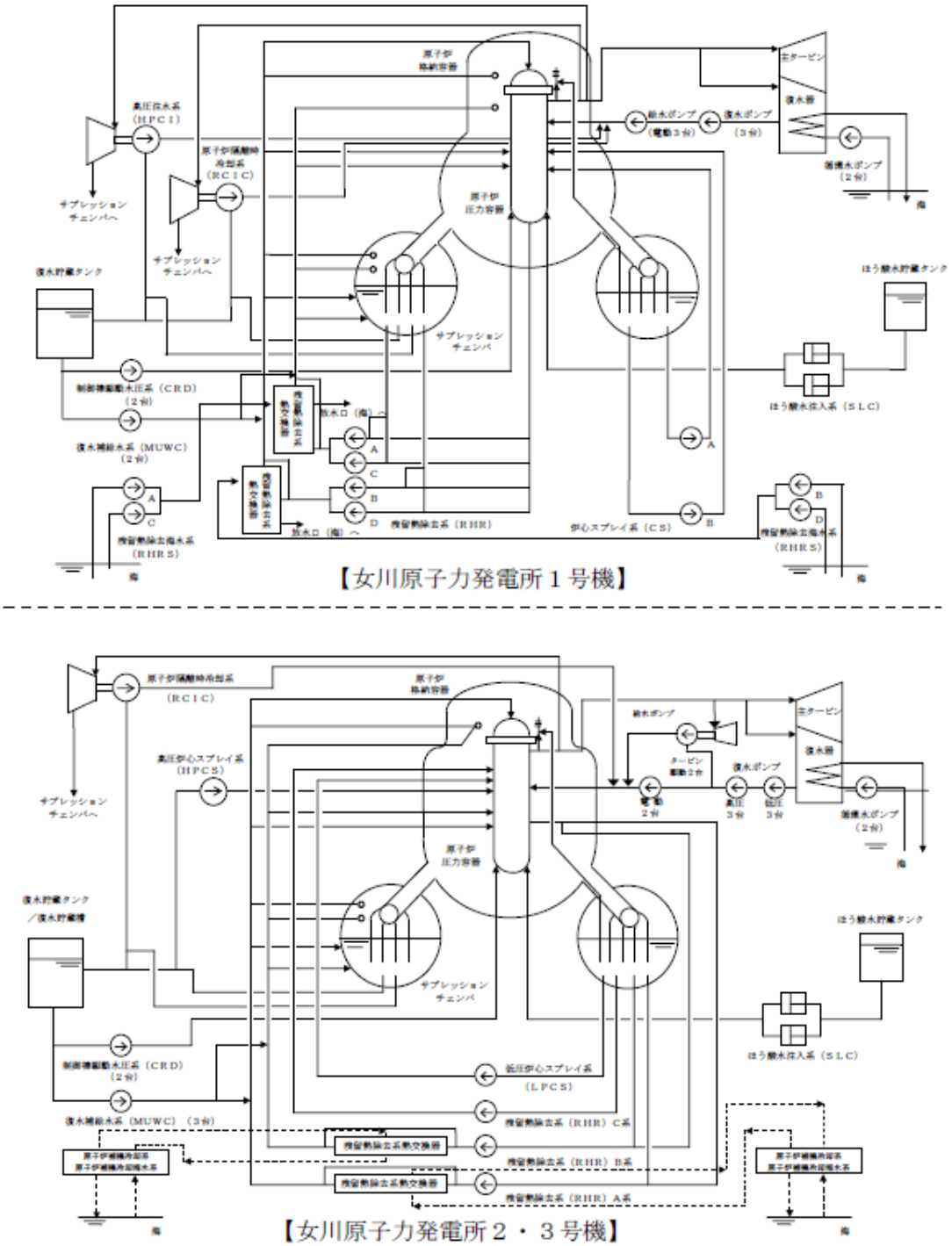


図 II-2-129　女川原子力発電所　系統構成図（1 から 3 号機）

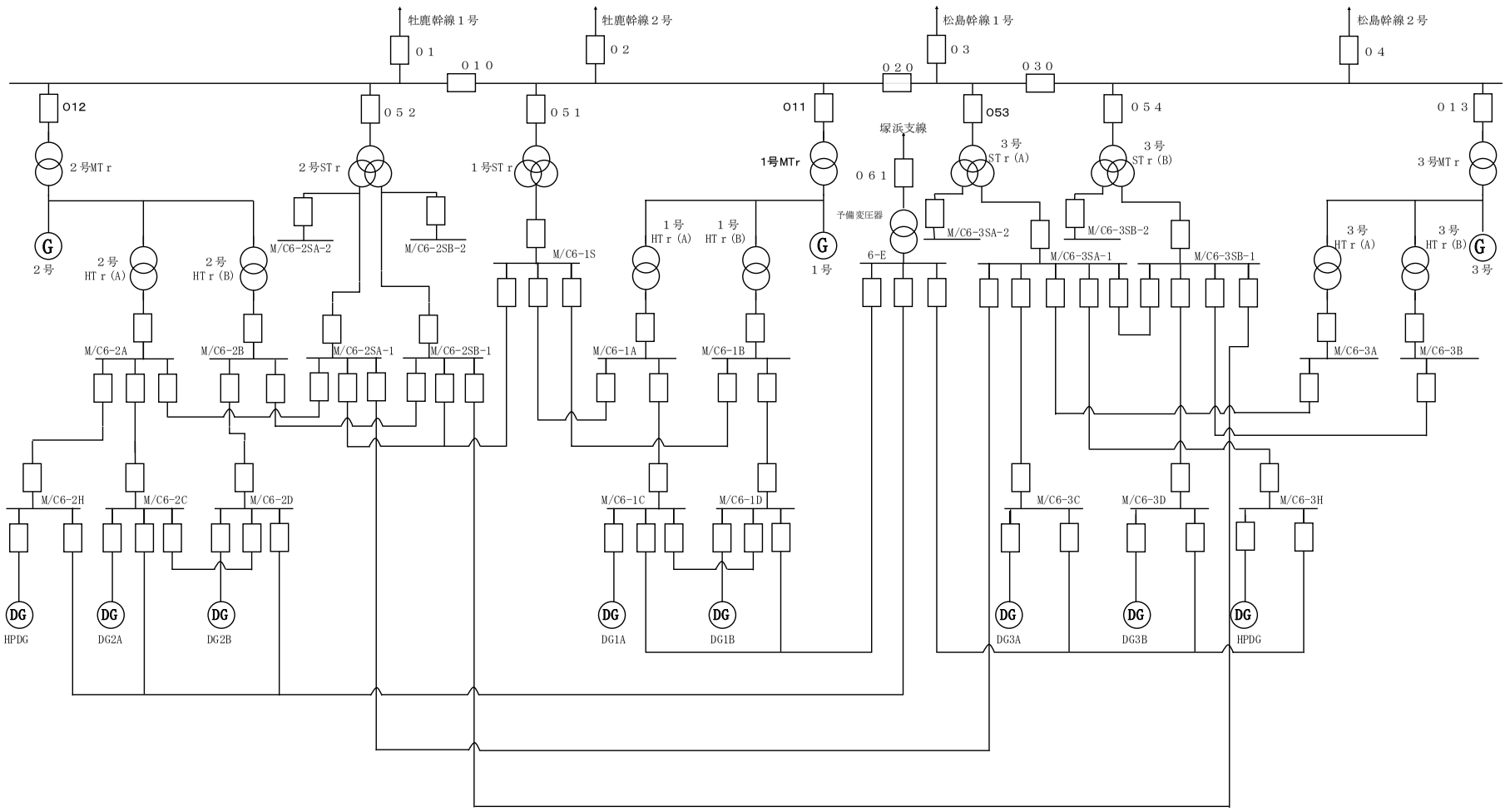


図 II-2-130　女川原子力発電所 所内電源系概略図（1 から 3 号機）

c　女川原子力発電所１号機

○　地震発生直後の概況

定格熱出力一定運転中のところ、地震に伴い、14 時 46 分に地震加速度大信号により原子炉スクラムに至った。

原子炉スクラムにより全制御棒は正常に全挿入され、15 時 05 分に未臨界を確認した。

地震発生後、外部電源が確保されていた。その後、地震による常用系の高圧電源盤（M/C）6-1A 内で短絡・地絡が発生し、起動用変圧器が停止した。このため瞬間的に所内電源がなくなったが、非常用系の電源は非常用 DG により速やかに確保された。

原子炉スクラム後の原子炉への給水は給復水系により行っていた。その後、常用系の所内電源喪失により給復水系のポンプが全台停止となったことから、原子炉への給水は RCIC により実施し、原子炉減圧後は、RCIC を停止し CRD により実施した。

原子炉の圧力制御は、常用系の所内電源喪失までは復水器により実施し、以降、MSIV を全閉とし、SRV により行った。

また、原子炉スクラム後の崩壊熱除去のため、RHR を手動起動（A 系 15 時 00 分より、B 系 15 時 05 分より）し、S/P の冷却を開始した。

閉じ込める機能については、原子炉スクラム直後の水位変動（低下）により、PCIS が正常に作動（3 月 11 日 14 時 47 分）したことで、PCV が隔離された。

○　津波による影響

女川原子力発電所では、地震発生から約 40 分後の 15 時 29 分頃に潮位計による最高水位（O.P.（小名浜港工事基準面）+約 13m※）が観測された。また、主要な建物が設置されている敷地の前面の遡上高の最大は O.P.+約 13.8m※であったが、発電所敷地高さは約 13.8m※であり、直接の被水や浸水には及ばなかった。

津波遡上高及び遡上が確認された範囲を図 II-2-131 に示す。

※：女川原子力発電所敷地における GPS 測量結果による地盤変動量（約－1m）を考慮した値。

1 号機については、非常用補機冷却水系を含む非常用設備への津波による影響はなかったが、発電所建屋内の暖房に使用する蒸気や

プラント起動時のタービン軸封部へのシール蒸気を供給するためのHB の燃料用の重油タンク倒壊が確認された。

○　冷温停止までの操作

原子炉注水手段として、RCIC を用いて原子炉水位を確保した。

起動用変圧器の停止により常用系の所内電源が喪失したことから、原子炉の圧力制御は、復水器使用から、MSIV を全閉とし、SRV により行った。

また、SRV より S/P に排出された蒸気は、RHR にて冷却した。

SRV による原子炉減圧後は、RCIC を停止し、CRD による原子炉への給水を行った。

原子炉の冷却は、RHR(A)の SHC モードにより行われ、3 月 12 日 0 時 58 分、冷温停止となった。

○　使用済燃料プール

地震により 3 月 11 日 14 時 47 分、FPC が停止したが、設備に異常のないことを確認し、同日 19 時 30 分頃に再起動した。停止期間中、SFP の温度に有意な上昇は認められなかった。

FPC が停止した原因は、地震の揺れに伴う「スキマサージタンクレベル低低」用レベルスイッチの動作、若しくは地震の揺れに伴いFPC ポンプの吸込み圧力が低下したことによるものと考えられる。

主要時系列について、表 II-2-53 に示す。

表 II-2-53　女川原子力発電所 1 号機　主要時系列

	事象・操作等
3/11	14:46　東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度　震度 6 弱） 鉛直方向地震加速度大　原子炉スクラム
	14:47　全制御棒全挿入を確認 主タービン自動停止 発電機遮断器 011 自動開放（86G1，G2 動作） 原子炉水位低（L-3） 原子炉格納容器隔離系（PCIS）動作 原子炉モードスイッチ「運転」→「停止」（原子炉の状態高温停止） DG(A)，(B)自動起動 FPC ポンプ(A)自動停止 循環水ポンプ（CWP）(B)自動停止（選択負荷遮断） 復水ポンプ（CP）(B)自動停止（選択負荷遮断） 原子炉給水ポンプ（RFP）(A)自動停止（選択負荷遮断）
	14:55　起動用変圧器停止（ロックアウトリレー動作） 発電機遮断器 6-1DG(A)及び DG(B)自動投入（C，D 母線低電圧） DG(A)，(B)負荷運転開始 CWP(A)自動停止（電源喪失） CP(C)自動停止（電源喪失） RFP(B)自動停止（電源喪失） タービン補機冷却海水系ポンプ（TCWS）(A，C）自動停止（電源喪失）
	14:59　RCIC 手動起動
	15:00　RHR ポンプ(A)手動起動（S/P 冷却運転のため）
	15:01　RHR ポンプ(C)手動起動（S/P 冷却運転のため）
	15:02　MSIV 手動全閉（復水器使用不可のため）
	15:05　原子炉未臨界確認
	15:05　RHR ポンプ(B)手動起動（S/P 冷却運転のため）
	15:12　RHR ポンプ(D)手動起動（S/P 冷却運転のため）
	15:14　復水器真空破壊（復水器使用不可のため）
	15:55　RHR ポンプ(A)，(C)自動停止
	16:15　RHR ポンプ(A)手動再起動（S/P 冷却運転のため）
	17:10 頃　原子炉減圧開始（SRV 使用）
	18:29　RCIC タービン自動停止（L-8 による）
	19:30 頃　FPC ポンプ(A)手動起動（燃料プール冷却）
	20:20　CRD ポンプ(A)手動起動（原子炉への給水）
	21:56　RHR ポンプ(A)手動停止（SHC 準備（フラッシング）のため）
	23:46　RHR ポンプ(A)手動起動（SHC モード）
3/12	0:57　原子炉冷却材温度 100℃到達
	0:58　原子炉の状態「冷温停止」
	2:05　起動用変圧器受電（復旧）以降， 火災が発生した M/C　6-1A 以外の常用母線を復電
	10:00　原子炉スクラムリセット

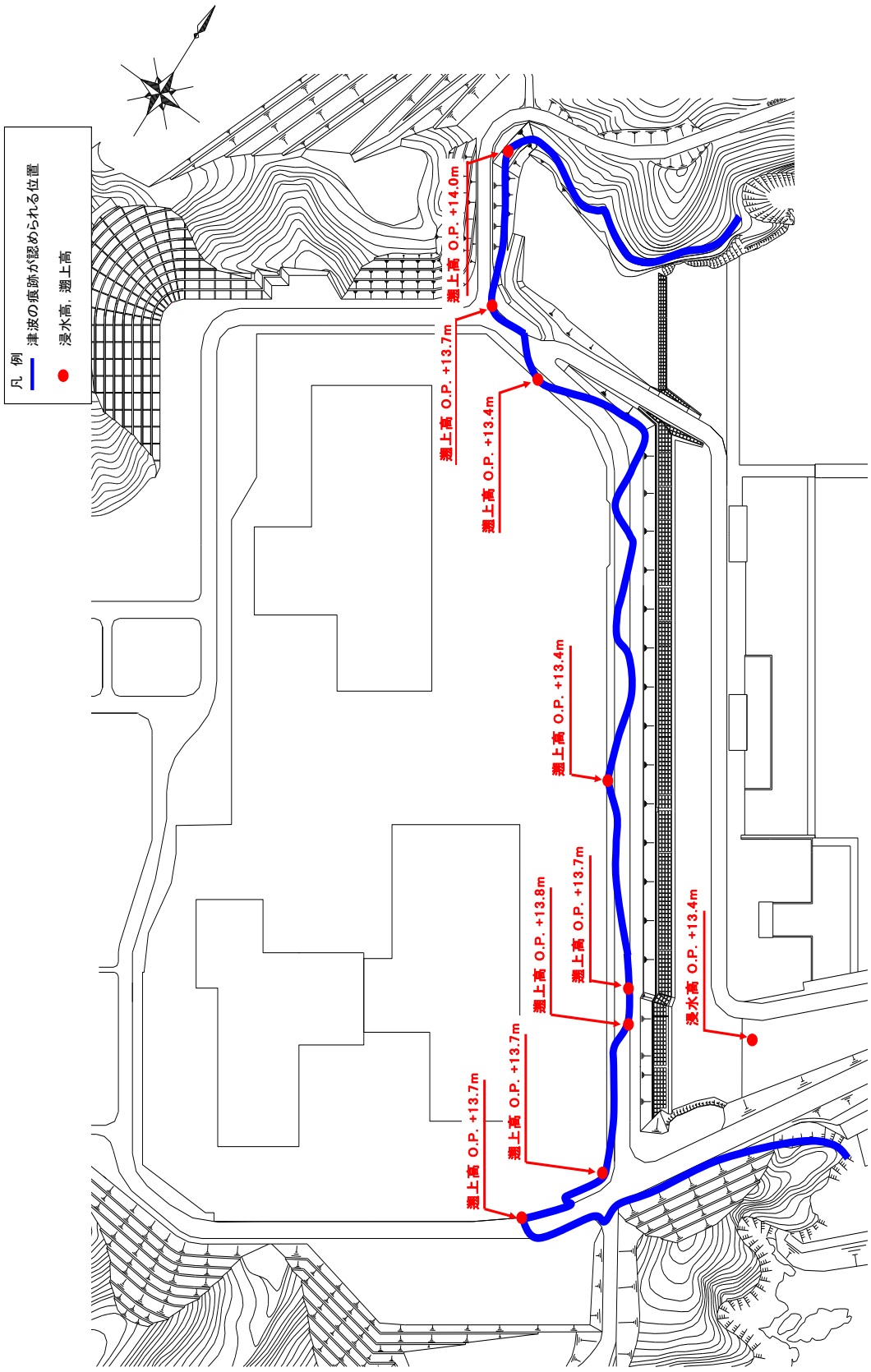


図 II-2-131　女川原子力発電所　津波遡上高及び遡上が確認された範囲

d　女川原子力発電所２号機

○　地震発生直後の概況

2010 年 11 月 6 日から第 11 回定期検査中であり、2011 年 3 月 11 日 14 時 00 分より原子炉起動のために制御棒の引き抜き操作を開始したところ、地震に伴い、14 時 46 分、地震加速度大信号により原子炉スクラムに至った。

原子炉スクラムにより全制御棒は正常に全挿入された。また、地震発生直前の状態は原子炉未臨界かつ炉水温度 100℃未満であった。

○　津波による影響

2 号機については、海水ポンプ室の取水路側から津波により海水が流入し地下トレンチを通じて原子炉建屋内の一部が浸水したため、RCW(B)系、RSW(B)系及び高圧炉心スプレイ系補機冷却水系（HPCW）が機能喪失となった。これに伴い、RHR(B)系、HPCS、非常用 DG(B)及び DG(H)が使用不能となったが、RCW(A)系が健全であったことから、RHR(A)による最終ヒートシンクは確保された。

津波の影響による主要系統の状態変化を図 II-2-132 に示す。

○　冷温停止までの操作

原子炉起動を開始したところであり、地震発生直前の状態は原子炉未臨界かつ炉水温度 100℃未満であったことから、3 月 11 日 14 時 49 分、原子炉モードスイッチ「停止」操作により冷温停止となった。

○　使用済燃料プール

地震により 3 月 11 日 14 時 47 分、FPC が停止したが、設備に異常のないことを確認し、同日 20 時 29 分に再起動した。停止期間中、SFP の温度に有意な上昇は認められなかった。

FPC が停止した原因は、地震の揺れに伴う「スキマサージタンクレベル低低」用レベルスイッチの動作、若しくは地震の揺れに伴い FPC の吸込み圧力が低下したことによるものと考えられる。

なお、津波による原子炉建屋内の一部が浸水したことにより、RCW(B)が機能喪失となったが、RCW(A)が健全であったことから、FPC による SFP の冷却機能に影響はなかった。

主要時系列について、表 II-2-54 に示す。

表 II-2-54　女川原子力発電所 2 号機　主要時系列

	事象・操作等
3/11	14:00　原子炉モードスイッチ「燃料取替」→「起動」（原子炉の状態「起動」）
	14:46　東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度　震度 6 弱） R/B 下部水平方向地震加速度大　原子炉自動スクラム
	14:47　全制御棒全挿入を確認 DG(A)，(B)，(H)自動起動　※発電機界磁喪失信号発信による FPC ポンプ(B)自動停止
	14:49　原子炉モードスイッチ「起動」→「停止」（原子炉の状態「冷温停止」）
	15:34　RCW ポンプ(B)自動停止（ポンプ浸水による） RCW ポンプ(D)自動起動，即自動停止（ポンプ浸水による）
	15:35　DG(B)自動停止（RCW(B)(D)停止による）
	15:41　HPCW ポンプ自動停止（ポンプ浸水による）
	15:42　DG(H)自動停止（HPCW 停止による）
	20:29　FPC ポンプ(A)手動起動（燃料プール冷却）
3/12	4:49　原子炉スクラムリセット
	12:12　RHR ポンプ(A)手動起動（SHC モード）

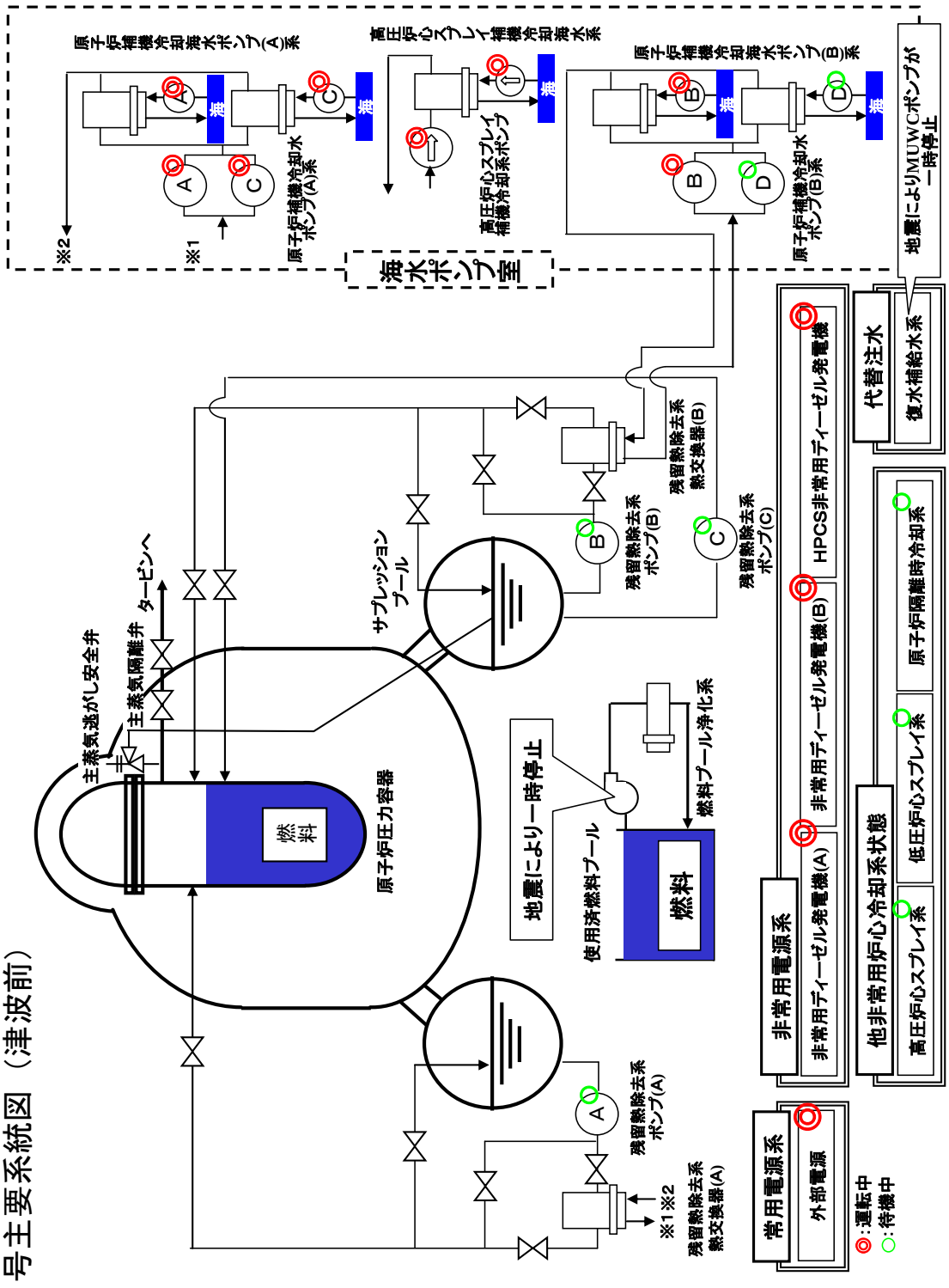


図 II-2-132　津波の影響による主要系統の状態変化（その 1）

女川２号主要系統図（津波後）

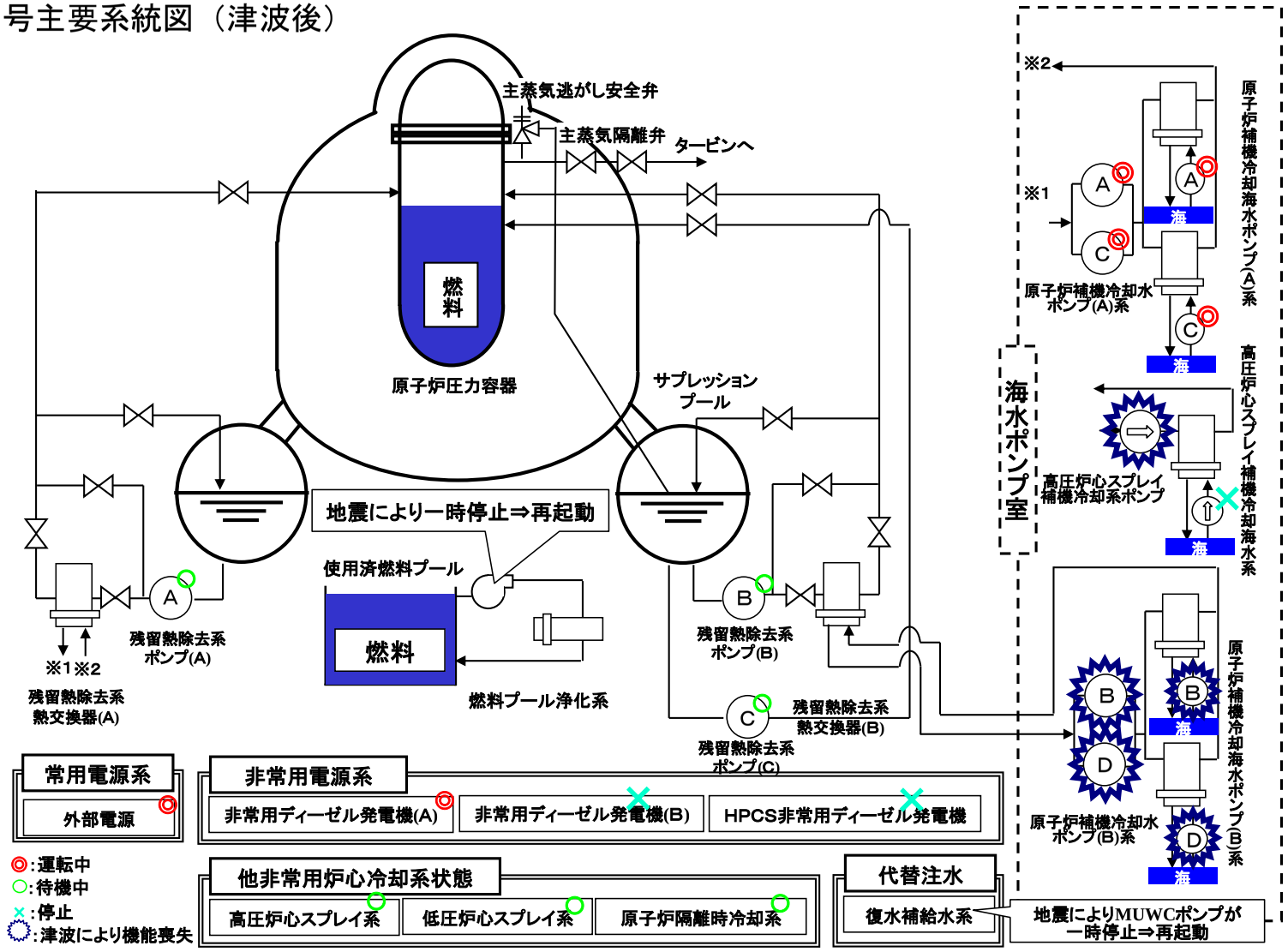


図 II-2-132　津波の影響による主要系統の状態変化（その 2）

e　女川原子力発電所３号機

○　地震発生直後の概況

定格熱出力一定運転中のところ、地震に伴い、14 時 46 分に地震加速度大信号により原子炉スクラムに至った。

原子炉スクラムにより全制御棒は正常に全挿入され、14 時 57 分に未臨界を確認した。

原子炉スクラム後の原子炉への給水は給復水系により行っていた。その後、津波により、海水ポンプエリアに流入した海水の浸水でタービン補機冷却海水系（TSW）ポンプが停止したことから、冷却水の供給がなくなった原子炉給水ポンプを全台手動停止した。このため、RCIC による給水を実施した。原子炉減圧に伴う RCIC 停止以降は、CRD により原子炉へ給水を行っていたが、RHR による原子炉の冷却準備に伴い、一時的に MUWC による給水も行った。

原子炉の圧力制御については、津波により CWP が自動停止するまで、復水器により実施していた。その後、MSIV を全閉とし、SRV による圧力制御を行った。

また、原子炉スクラム後の崩壊熱除去のため、RHR を手動起動（A 系 15 時 44 分より、B 系 15 時 30 分より）し、S/P の冷却を開始した。

閉じ込める機能については、原子炉水位変動（低下）により、PCIS が正常に作動（3 月 11 日 16 時 09 分）したことで、PCV が隔離された。

○　津波による影響

3 号機については、津波の影響により、熱交換器建屋の海水ポンプエリアに流入した海水の浸水で TSW ポンプが停止したが、RCW 系を含む非常用設備への津波による影響はなかった。

○　冷温停止までの操作

原子炉注水手段として、RCIC を用いて原子炉水位を確保した。

原子炉の圧力制御は、津波による CWP の自動停止までの間については復水器により実施し、それ以降については、MSIV を全閉とし、SRV により行った。

また、SRV より S/P に排出された蒸気は、RHR にて冷却した。

SRV による原子炉減圧後は、RCIC を停止し、CRD 及び一時的に MUWC による原子炉への給水を行った。

原子炉の冷却は、RHR(A)の SHC モードにより行われ、3 月 12 日 1 時 17 分、冷温停止となった。

○ 使用済燃料プール

地震により 3 月 11 日 14 時 47 分、FPC が停止したが、設備に異常のないことを確認し、同日 15 時 23 分に再起動した。停止期間中、SFP の温度に有意な上昇は認められなかった。

FPC が停止した原因は、地震の揺れに伴う「スキマサージタンクレベル低低」用レベルスイッチの動作、若しくは地震の揺れに伴い FPC ポンプの吸込み圧力が低下したことによるものと考えられる。

主要時系列について、表 II-2-55 に示す。

表 II-2-55　女川原子力発電所 3 号機　主要時系列

	事象・操作等
3/11	14:46　東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度　震度 6 弱） R/B 下部鉛直方向地震加速度大　原子炉自動スクラム
	14:47　全制御棒全挿入を確認 主タービン自動停止 発電機遮断器 013 自動開放（86G1，G2） TD-RFP（A，B）自動停止 MD-RFP（A，B）自動起動 原子炉モードスイッチ「運転」→「停止」（原子炉の状態「高温停止」） FPC ポンプ(B)自動停止
	14:57　原子炉未臨界確認
	15:22　タービン補機冷却海水系（TSW）ポンプ（A，C）自動停止（全停）
	15:23　循環水ポンプ（CWP）（A，B）海水ポンプ室水位極低警報 循環水ポンプ（CWP）（A，B）自動停止（全停） FPC ポンプ(A)手動起動
	15:25　MD-RFP（A，B）手動停止（TSW 全停による） HPCP（A，B）手動停止（同上）
	15:26　LPCP（A，B）手動停止（同上） MSIV 手動閉操作（復水器使用不可のため） RCIC 手動起動（原子炉への給水）
	15:28　RSW ポンプ(D)手動起動（S/P 冷却運転）
	15:30　RCW ポンプ(B)手動起動（S/P 冷却運転） RHR(B)手動起動（S/P 冷却運転）
	15:36　復水器真空破壊（復水器使用不可のため）
	15:43　RSW ポンプ(C)手動起動（S/P 冷却のため）
	15:44　RHR(A)手動起動（S/P 冷却運転）
	15:45　RCW(A)手動起動（S/P 冷却運転）
	16:09　原子炉水位低（L-3） 原子炉格納容器隔離系（PCIS）動作
	16:40　原子炉減圧開始（SRV 使用） RCIC タービン停止（L-8 による）
	16:57　RCIC 手動起動（原子炉への給水）
	16:57　RCIC 手動起動（原子炉への給水）
	21:44　RHR ポンプ(A)手動停止（SHC 準備）
	21:45　RCIC タービン手動停止
	21:54　MUWC による注水（原子炉への給水）
	23:51　RHR ポンプ(A)手動起動（SHC モード）
3/12	1:17　原子炉冷却材温度 100℃未満（原子炉の状態「冷温停止」）
	2:51　原子炉スクラムリセット

f　主要パラメータの変化

地震発生から冷温停止までの間の、原子炉水位、原子炉圧力等の主要パラメータの変化を図 II-2-133～図 II-2-141 に示す。また、主要パラメータの最大値（最小値）の実績と設計値等の制限値について表 II-2-56 に示す。原子炉水位については、 TAF+4m 以上を確保し、原子炉圧力についても、最高使用圧力の範囲内での変動となっており、全てのパラメータにおいて、設計値や制限値の範囲内での変動に留まっていることが確認された。

表 II-2-56　女川原子力発電所　主要プラントパラメータ実績表

	プラント	制限値	最大値（最小値）実績※1
原子炉水位	1 号機	－3990mm （TAF：有効燃料棒頂部）	狭帯域：202mm （TAF+約 4m）
	2 号機	－4130mm （TAF：有効燃料棒頂部）	狭帯域：658mm （TAF+約 4.8m）
	3 号機	－4130mm （TAF：有効燃料棒頂部）	狭帯域：285mm （TAF+約 4.4m）
原子炉圧力	1 号機	8.28MPa （最高使用圧力）	7.40MPa
	2 号機	8.62MPa （最高使用圧力）	0MPa
	3 号機	8.62MPa （最高使用圧力）	7.23MPa
S/P 水温	1 号機	138℃ （最高使用温度）	38℃
	2 号機	104℃ （最高使用温度）	21℃
	3 号機	104℃ （最高使用温度）	48℃
S/P 水位	1 号機	79.5cm （真空破壊弁動作可能高さ）※2	18.4cm
	2 号機	194cm （真空破壊弁動作可能高さ）※2	1.2cm
	3 号機	194cm （真空破壊弁動作可能高さ）※2	7.2cm
D/W 圧力	1 号機	427kPa （最高使用圧力）	11kPa
	2 号機	427kPa （最高使用圧力）	0.3kPa
	3 号機	427kPa （最高使用圧力）	11kPa
SFP 水温度	1 号機	65℃以下 （保安規定）	約 35℃※3
	2 号機	65℃以下 （保安規定）	約 35℃※3
	3 号機	65℃以下 （保安規定）	約 32℃※3

※1：　情報収集計算機 10 分値の実績を記載
※2：　S/P 水位±0cm からの水位を示す。
※3：　記録計の読み値

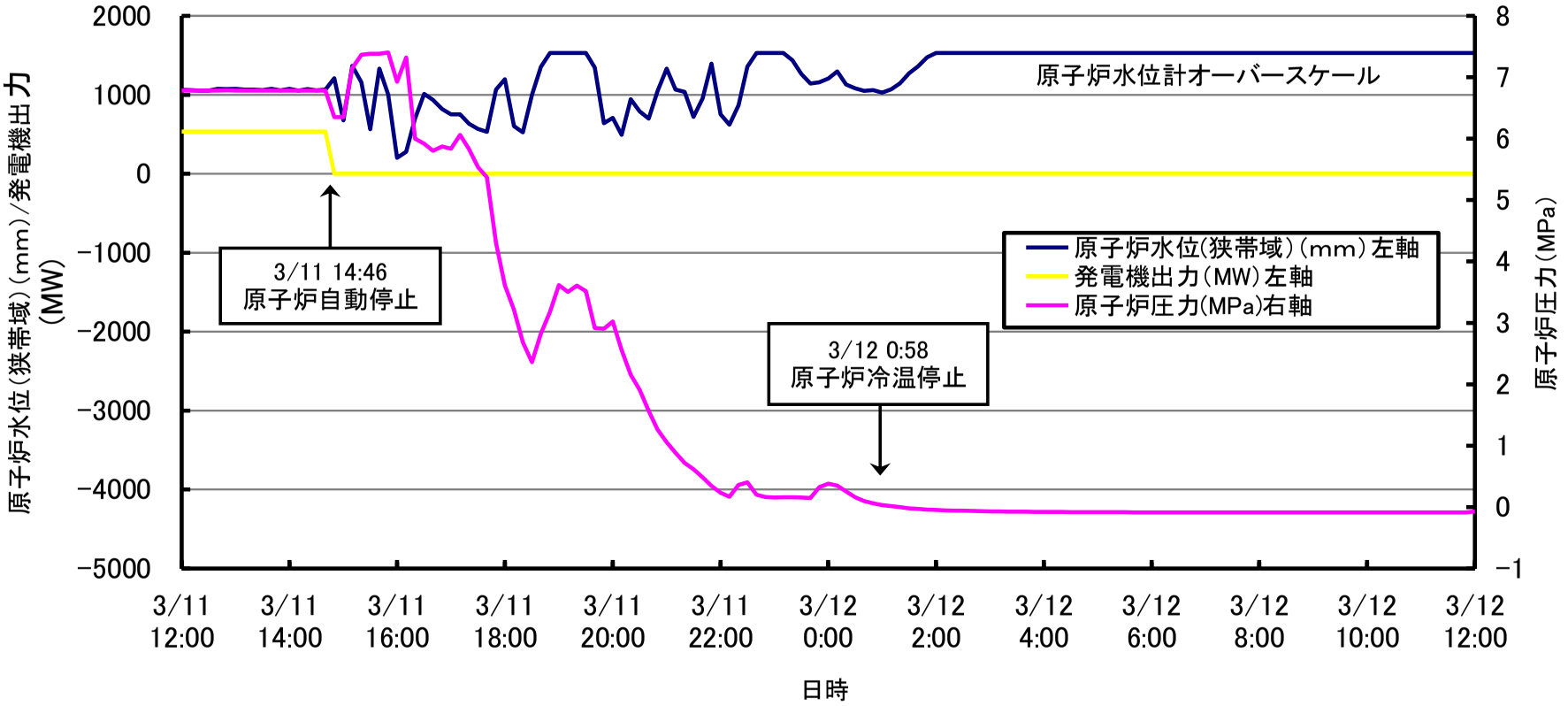


図 II-2-133　主要パラメータの変化【1 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 1）

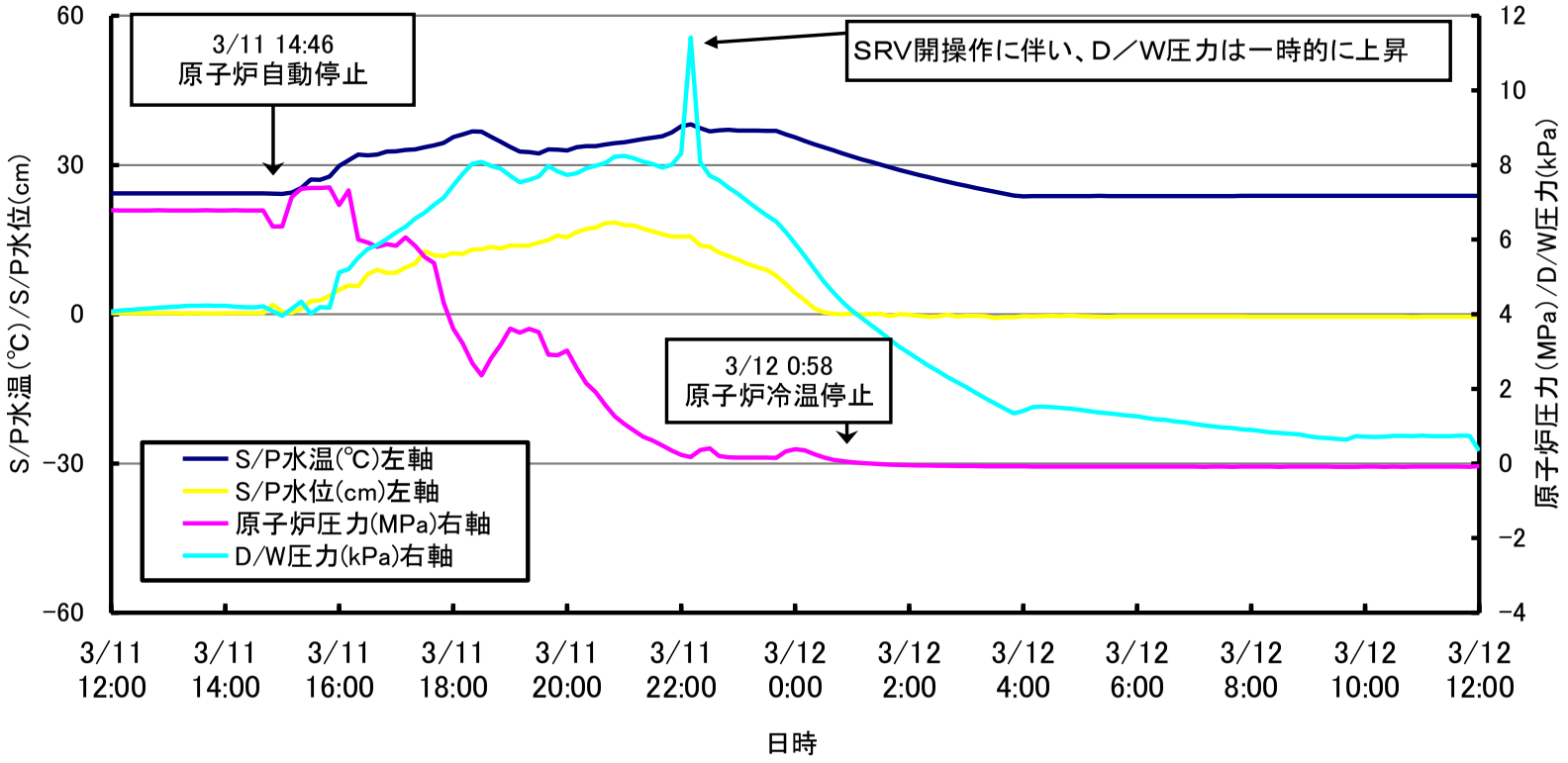


図 II-2-134　主要パラメータ変化【1 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 2）

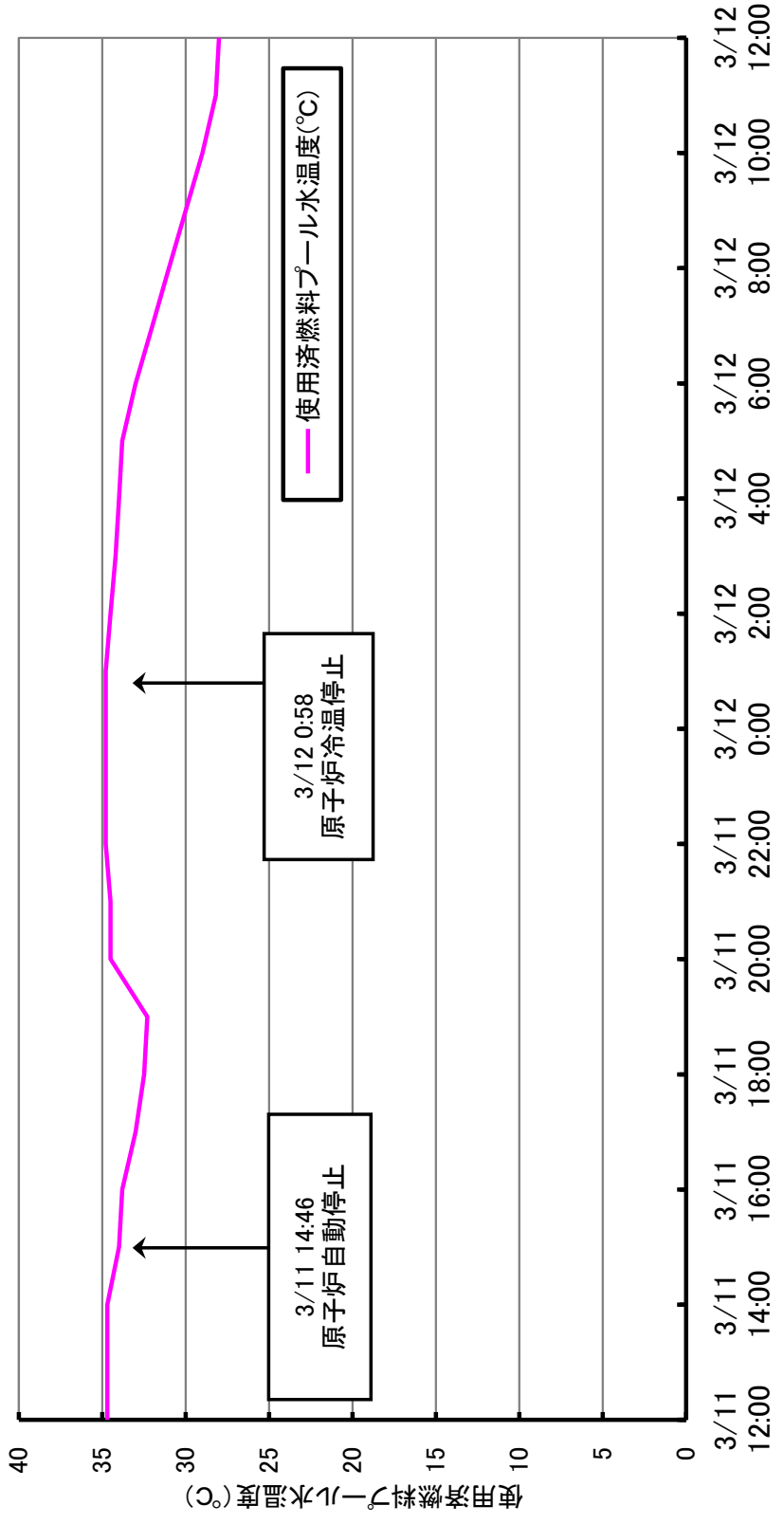


図 II-2-135　主要パラメータ変化【1 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 3）

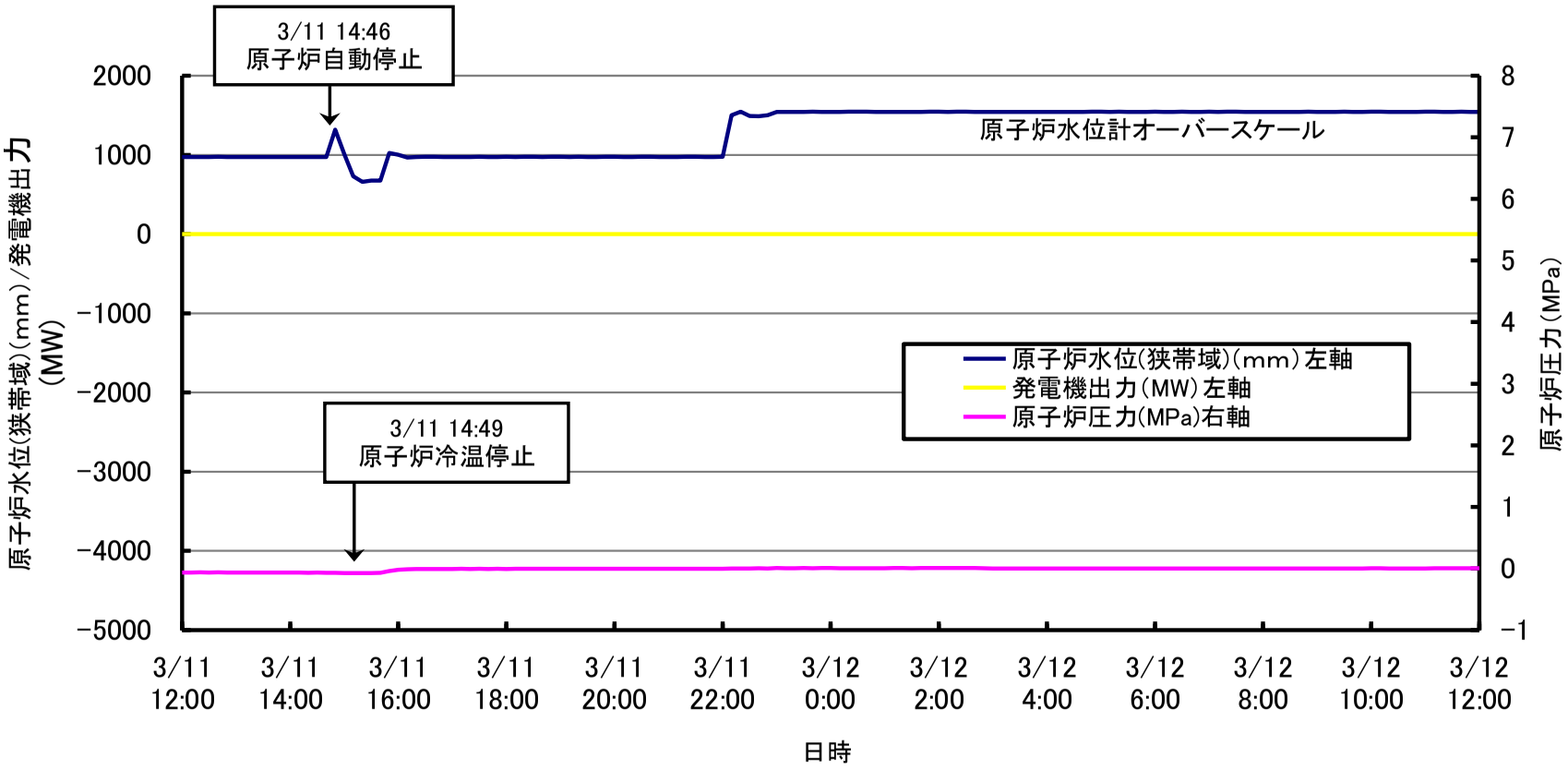


図 II-2-136　主要パラメータ変化【2 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 1）

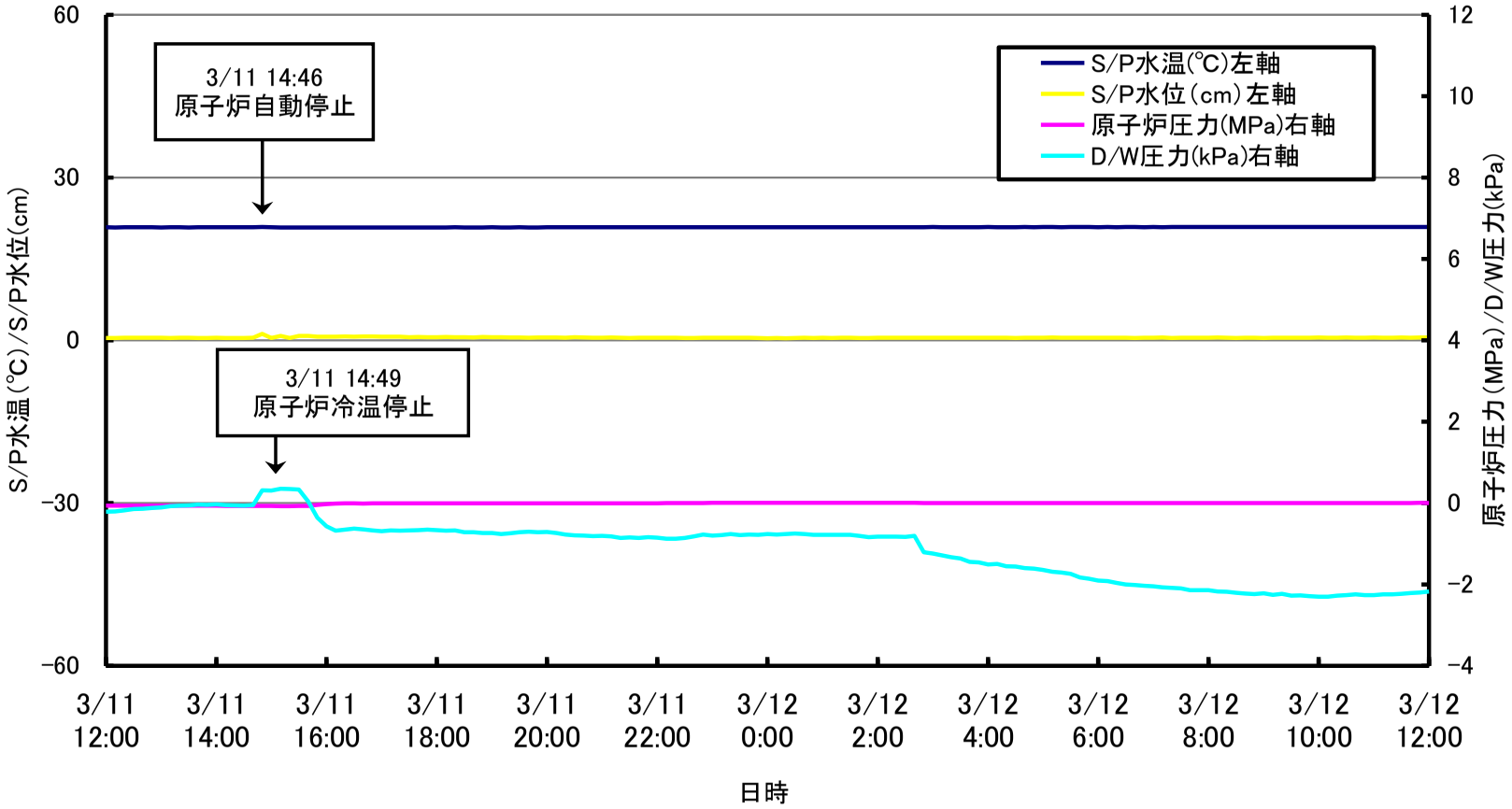


図 II-2-137　主要パラメータ変化【2 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 2）

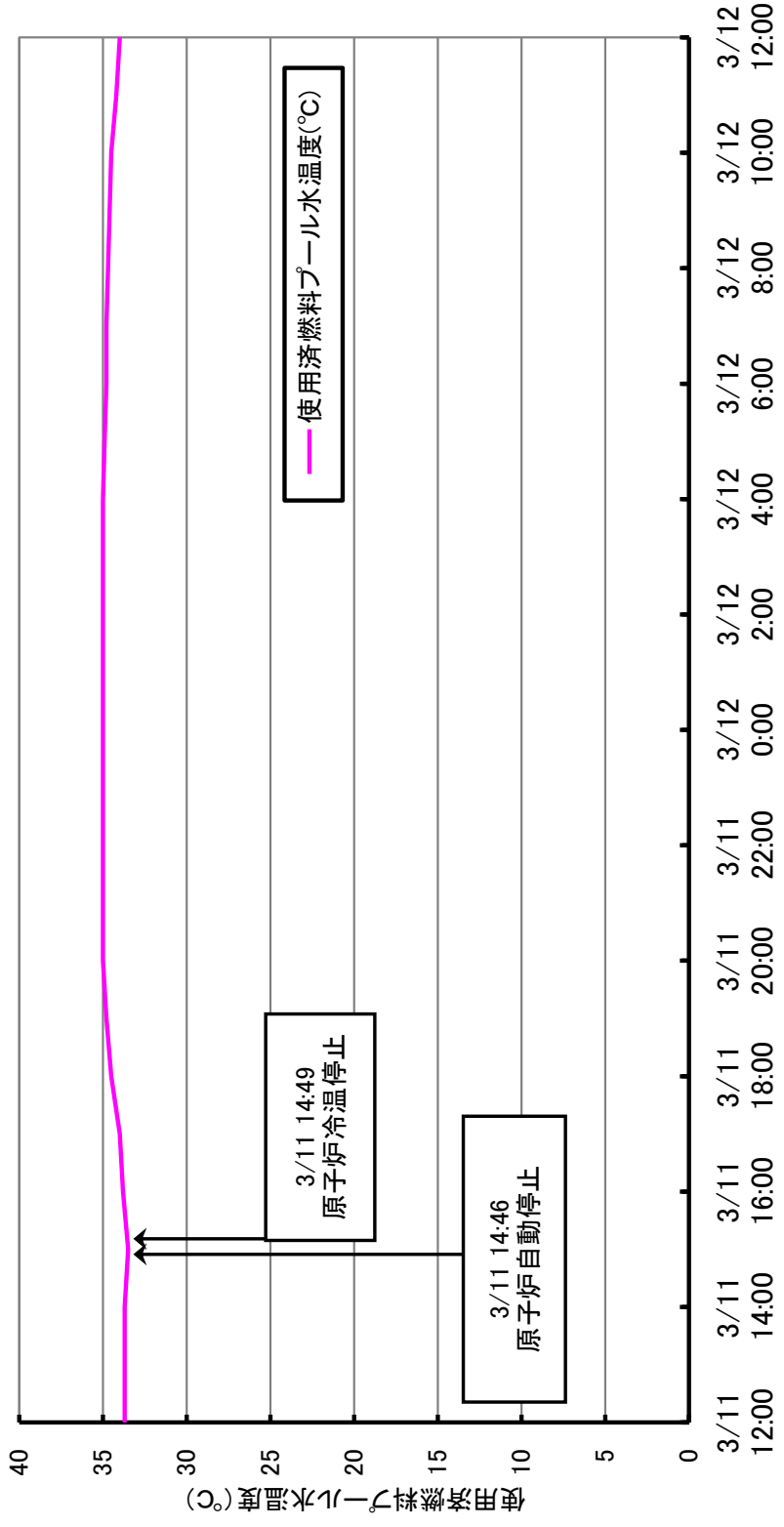


図 II-2-138　主要パラメータ変化【2 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 3）

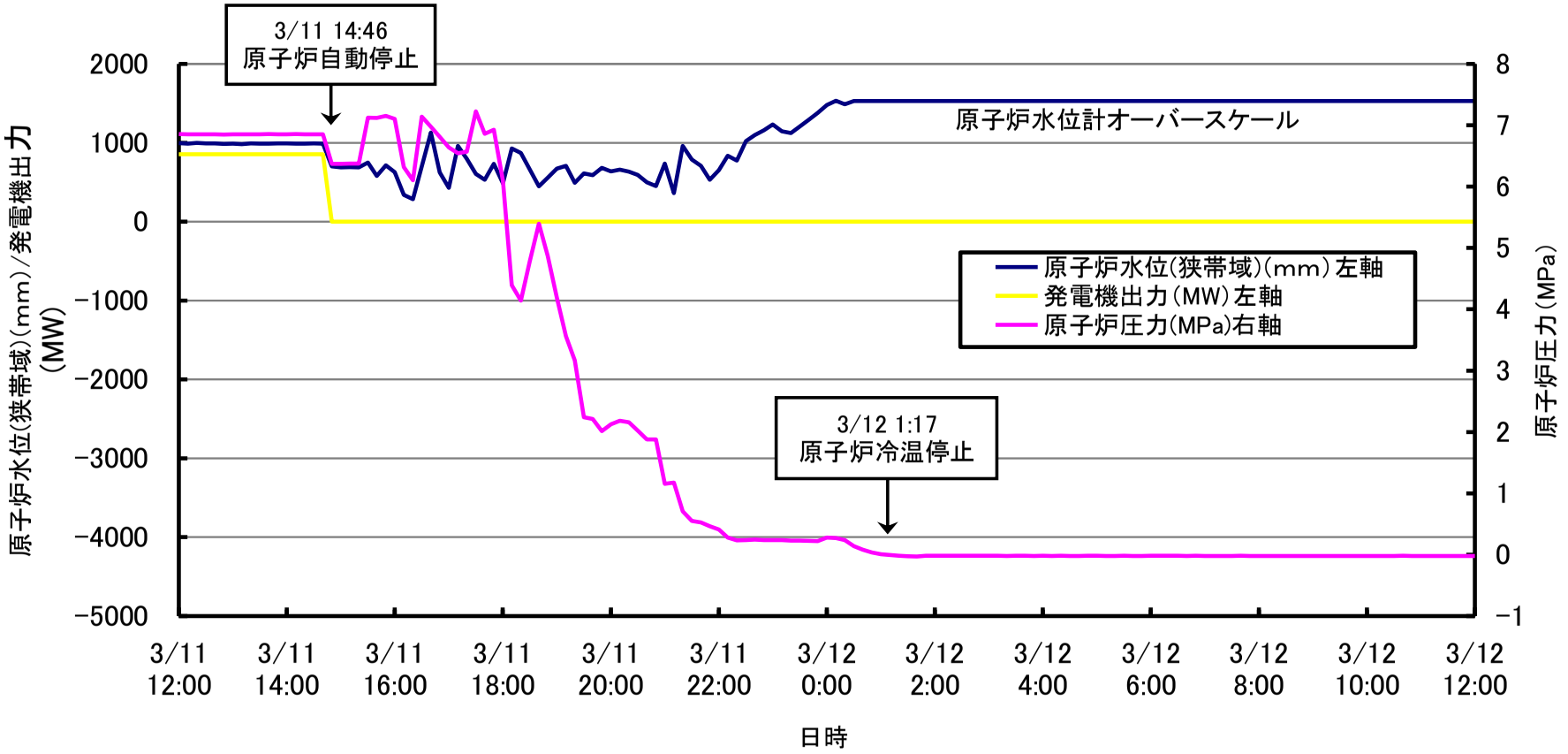


図 II-2-139　主要パラメータ変化【3 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 1）

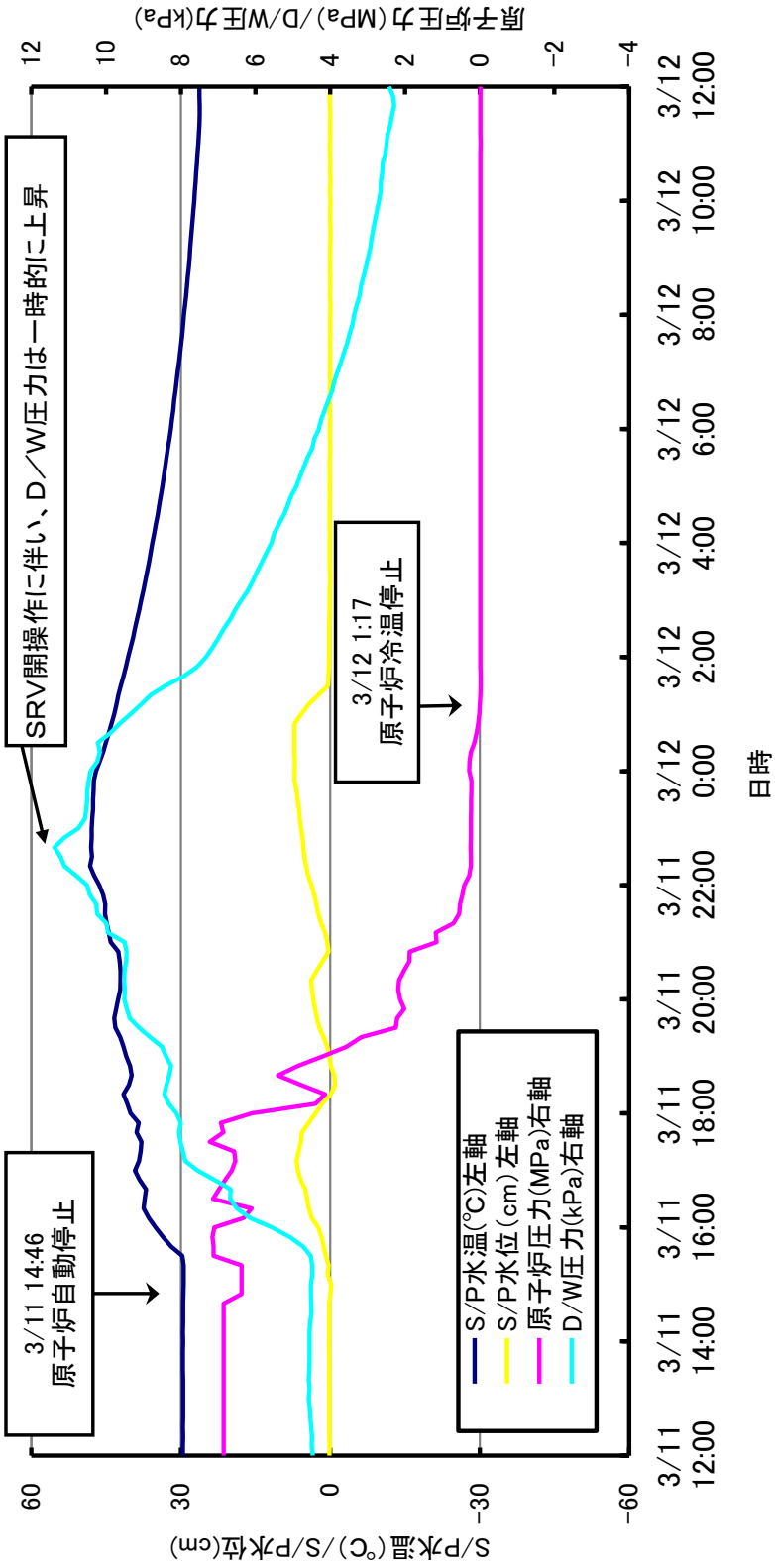


図 II-2-140　主要パラメータ変化【3 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 2）

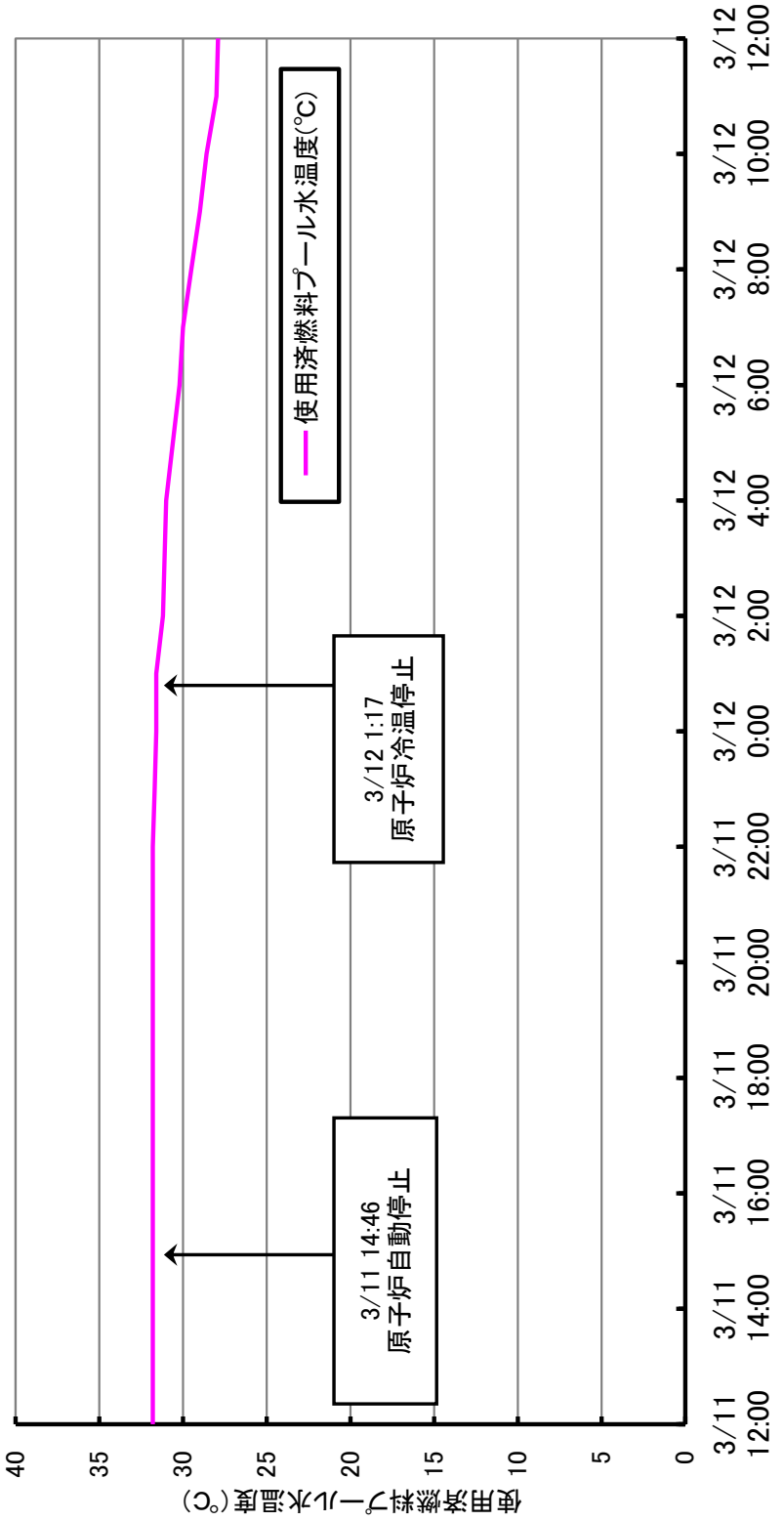


図 II-2-141　主要パラメータ変化【3 号機】（3 月 11 日から 3 月 12 日）（その 3）

g　外部への放射性物質の影響

○　原子炉内燃料、使用済燃料の状況

地震発生時から冷温停止に至るまで、原子炉内の水位は TAF 以上を確保していた。また、SFP も十分な水位が確保されていた。原子炉水及び SFP 水の測定結果を表 II-2-57 に示す。

原子炉水の 1 号機、2 号機のよう素 131 濃度測定値はいずれも地震発生前から有意な変動はなく、燃料破損を疑うような値は測定されていない。このことから、地震の影響による燃料の破損は発生していないと考えられる。

3 号機については、地震発生前の 2010 年 12 月 27 日より、原子炉内の燃料棒の一部から原子炉水中への放射性物質の微量な漏えいの徴候が認められていたことから、漏えいの可能性がある燃料の周辺の制御棒を挿入し放射性物質の漏えいを抑制していた。燃料破損後から地震発生までのよう素濃度測定値は、ゆらぎ程度（0.00985～0.0195Bq/g）で変動している。地震前後のよう素濃度測定値はこのゆらぎの範囲と同程度であり、保安規定上の制限値（1.8×10^{3}(Bq/g)）の 1000 分の 1 以下と十分に低い値となっている。また、SFP についても、セシウム 137 濃度測定値はいずれも地震発生前から有意な変動はなく、燃料破損を疑うような値は測定されていない。このことから、地震の影響による燃料の破損は発生していないと考えられる。

○　モニタリングポスト等の状況

MP の測定値が 3 月 12 日 23 時頃より上昇し始め、3 月 13 日 1 時 50 分、最大 21μSv/h（MP2）となったことから、同日 12 時 50 分に原子力災害対策特別措置法第 10 条（以下「原災法第 10 条」という。）に基づく通報を行った。MP の測定値はその後低下し続け、3 月 15 日 23 時 20 分に通報基準値である 5μSv/h を下回り、2011 年 6 月 13 日に原災法第 10 条に基づく第 1 緊急体制を解除した。

MP の測定値が上昇したのは，福島第一原子力発電所事故による放射性物質放出の影響によるものと推定している。その理由は以下のとおり。

・　1 号機～3 号機は、冷温停止後、特にプラント操作は行っておらず原災法第 10 条通報時において、プラントパラメータに変動はなく安定していること。

・ MP の測定値上昇が 3 月 12 日 23 時頃であるのに対して、排気筒放射線モニタの指示値の上昇が 3 月 13 日の 0 時頃であり、MP の測定値が先に上昇していること。
・ 排気筒放射線モニタの指示値は 44～47cps（3 月 13 日 1 時 50 分頃）であり、通報基準値（5μSv/h）を排気筒放射線モニタの指示値に換算した値（1,650cps 相当）より十分低い値であること。

原災法第10条通報に伴うMP測定値について図II-2-142に示す。

○ 外部への放射性物質の放出

地震の影響により、SFP 水のスロッシングによる微量な漏えい、建屋内における水漏れなどが確認されているが、全て建屋内にとどまっており、外部への放射性物質の影響はなかった。

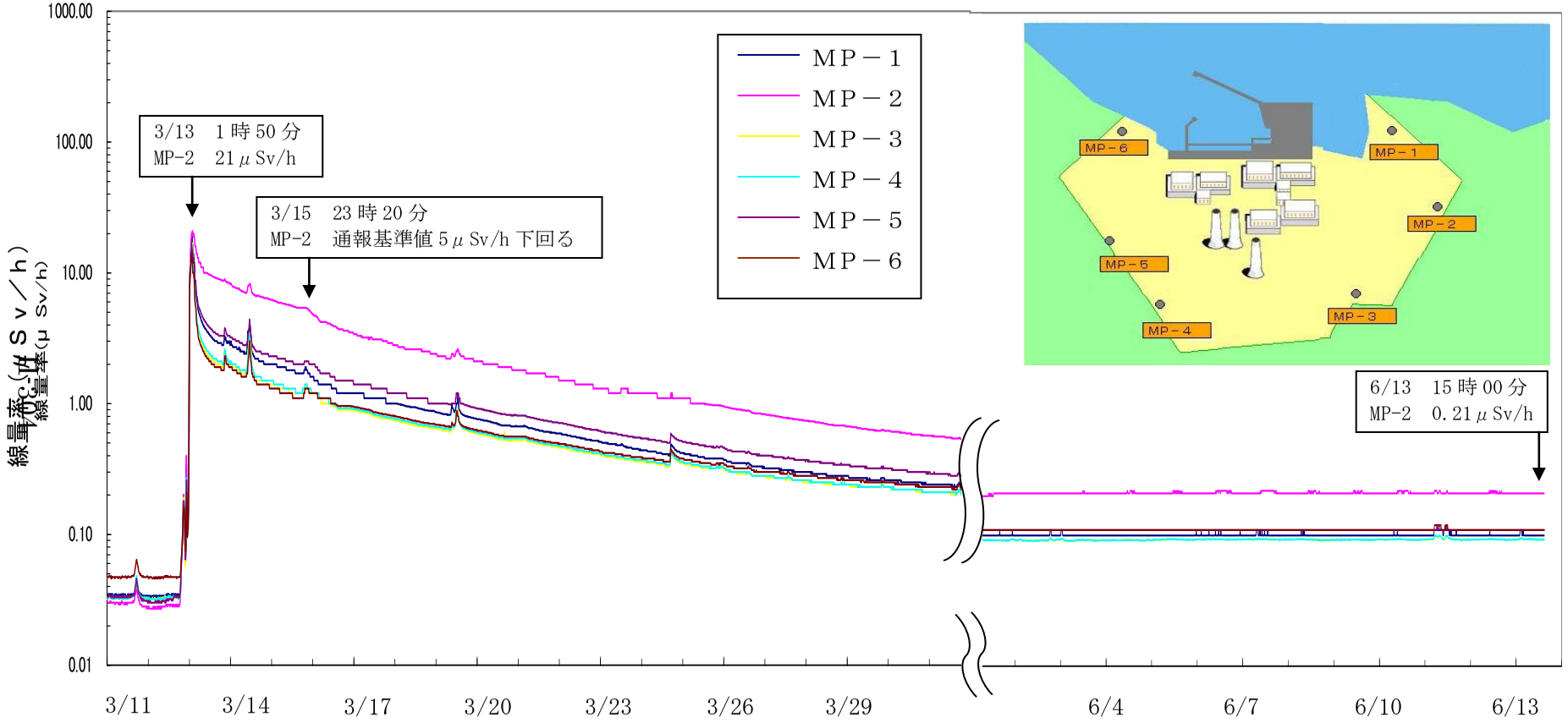
表 II-2-57　原子炉水中のよう素 131 濃度及び SFP 水中のセシウム 137 濃度測定結果

（Bq/g）

	原子炉水中 よう素 131		SFP 水中 セシウム 137	
	地震前	地震後	地震前	地震後
1 号機 （採取日）	0.0161 （3 月 7 日）	0.0171 （3 月 18 日）	0.013 未満※ （3 月 7 日）	0.0406 未満※ （3 月 14 日）
2 号機 （採取日）	0.00141 未満※ （3 月 8 日）	0.00873 （3 月 18 日）	0.0211 未満※ （2 月 8 日）	0.0341 未満※ （4 月 19 日）
3 号機 （採取日）	0.00985 （3 月 11 日）	0.0199 （3 月 15 日）	0.0076 未満※ （3 月 9 日）	0.0132 未満※ （3 月 14 日）

※ 検出限界値未満

女川原子力発電所　モニタリングポストデータ



【8月31日　24時00分（直近）のMP測定値（μSv/h）】					
MP-1：0.10	MP-2：0.13	MP-3：0.09	MP-4：0.09	MP-5：0.10	MP-6：0.11

図 II-2-142　原子力災害特別措置法第10条通報に伴うMP測定値

h　津波による２号機ＲＣＷ（Ｂ）系、ＲＳＷ（Ｂ）系及びＨＰＣＷの機能喪失

津波により RCW(B)、RSW(B)及び HPCW が浸水し、RHR(B)、HPCS、非常用 DG(B)及び DG(H)が使用不可となった。本件についての詳細を以下に示す。

○　概要

原子炉自動停止後の 14 時 47 分に非常用 DG(A)、(B)及び(H)が自動起動（無負荷運転）したが、15 時 34 分に RCW(B)が自動停止し、その後、バックアップで起動した RCW(D)も即自動停止したことから、非常用 DG(B)は冷却水の供給がなくなり、15 時 35 分に自動停止した。

また、15 時 41 分に HPCW ポンプが自動停止したことから、DG(H)は冷却水の供給がなくなり、15 時 42 分に自動停止した。

現場確認の結果、原子炉建屋地下 3 階の非管理区域にある RCW 熱交換器(B)室、HPCW 熱交換器室及びエレベータエリアにアクセスする階段室（以下「当該エリア」という。）に海水が流入しており、RCW ポンプ(B)、(D)及び HPCW ポンプが浸水していることを確認した。

また、パトロールの結果、屋外にある海水ポンプ室の RSW ポンプ(B)エリアが浸水していること及び同エリアに設置している RSW ポンプ(B)及び(D)も浸水している可能性があることを確認した。

当該エリアの痕跡から浸水深さは約 2.5m であることを確認した。

当該エリアの海水浸水状況を図 II-2-143 に示す。

なお、RCW 熱交換器(A)室にも海水が流入していたが、浸水深さは約 0.5m であり、RCW(A)への影響はなかった。

○　推定原因

津波の引き波対策として海水ポンプ室内の RSW ポンプ(B)エリアに循環水ポンプ自動停止用の水位計（以下「当該水位計」という。）を追設（2002 年）した際、津波の押し波による影響に対して、設置場所の選定にあたっての考慮及び止水処置が不十分であった。

このため、地震に伴う津波による海水が取水路側から当該水位計設置箱を経由して海水ポンプ室内に流入し、RSW ポンプ(B)エリアが浸水するとともに、地下トレンチを通じて原子炉建屋内の一部にまで流入した結果、RCW(B)、RSW(B)及び HPCW の機能喪失に至

ったものと推定した。

なお、当該水位計は 1 号機及び 3 号機にも設置されているが、設置エリアが異なる（除塵装置室）ため、RCW 系等の安全設備への津波被害はなかった。

浸水の推定メカニズムを図 II-2-144 に示す。

当該水位計の設置状況を図 II-2-145 に示す。

○ 対策

浸水したポンプモータ及び MO 弁駆動部について、分解点検及び補修を行い復旧した。

・当該水位計を取り外し、津波が浸水した開口部に止水処理を行った。

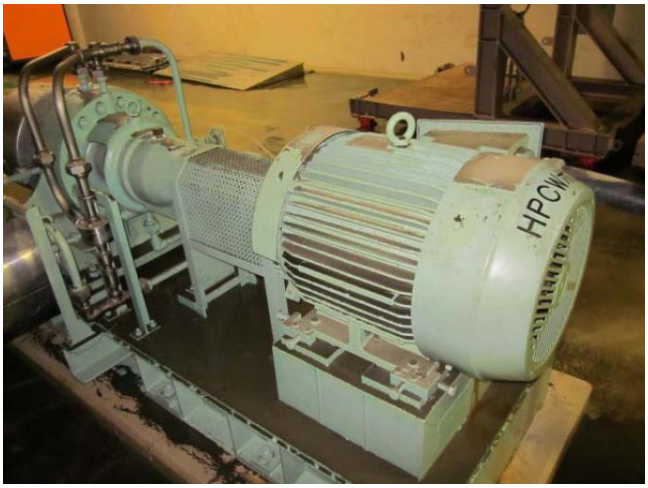
なお、当該水位計については、海水による浸水防止を考慮したエリアへ移設する。

・海水ポンプ室からトレンチへの配管貫通部及びケーブルトレイ貫通部について、補修を実施した。

・今後、建屋扉の水密性向上や防潮堤、防潮壁を設置する。

RCW ポンプ（B）（海水抜き取り後）

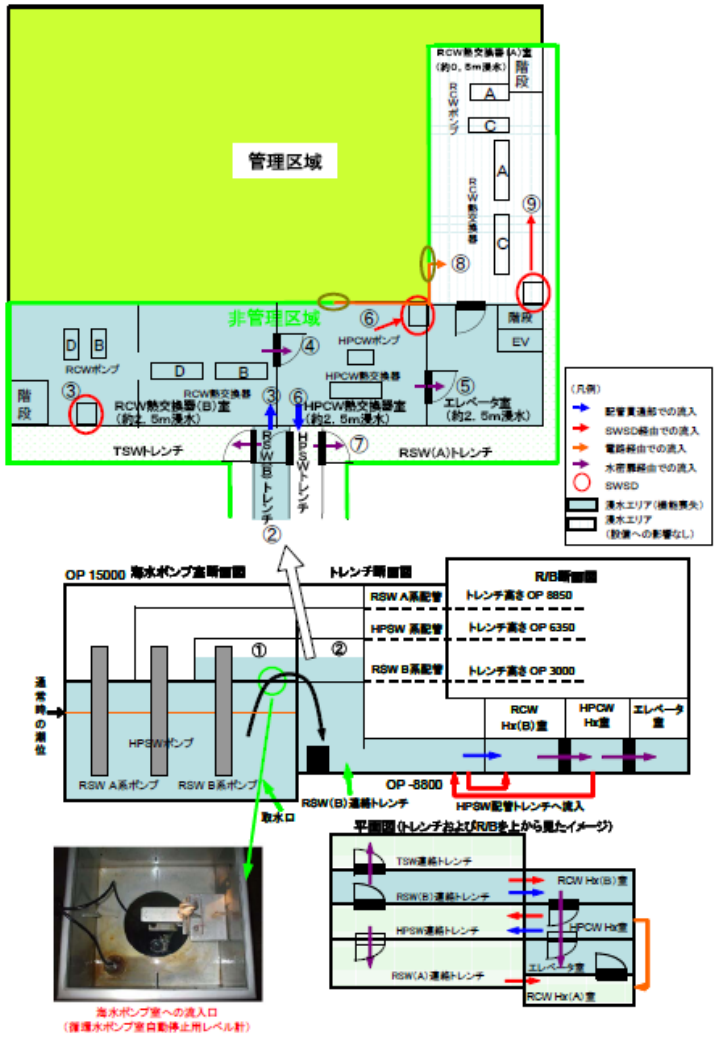
RCW 熱交換器室（B）室における海水の浸水状況



HPCW ポンプ（海水抜き取り後）

HPCW 熱交換器室における海水の浸水状況

図 II-2-143　海水浸水状況図



浸水経路について、現場確認の結果より以下のとおり推定した。

①地震により発生した津波による潮位の上昇により、海水ポンプ室ＲＳＷポンプ（Ｂ）エリア床面設置の循環水ポンプ自動停止用水位計収納箱上蓋が開き、海水が溢れてＲＳＷポンプ（Ｂ）エリアに流入した。
（海水ポンプ室ＲＳＷ（Ｂ）系ポンプエリア流入）

↓

②ＲＳＷポンプ（Ｂ）エリアに流入した海水が、ケーブルトレイ貫通部、配管貫通部を通じてＲＳＷ（Ｂ）配管トレンチに流入した。（ＲＳＷ（Ｂ）配管トレンチ流入）

↓

③ＲＳＷ（Ｂ）配管トレンチに流入した海水が、配管貫通部、海水ストームドレン移送系サンプを通じてＲＣＷ熱交換器（Ｂ）室に流入した。
（ＲＣＷ熱交換器（Ｂ）室流入；ＲＣＷポンプ（Ｂ）、（Ｄ）浸水）

↓

④ＲＣＷ熱交換器（Ｂ）室に流入した海水が、水密扉から漏えいし、ＨＰＣＷ熱交換器室に流入した。
（ＨＰＣＷ熱交換器室流入；ＨＰＣＷポンプ浸水）

↓

⑤ＨＰＣＷ熱交換器室に流入した海水が、水密扉から漏えいし、エレベータエリアに流入した。
（エレベータエリア浸水）

↓

⑥ＨＰＣＷ熱交換器室に流入した海水が、配管貫通口、海水ストームドレン移送系サンプを通じてＨＰＳＷ配管トレンチへ流入した。
（ＨＰＳＷ配管トレンチ流入）

↓

⑦ＨＰＳＷトレンチへ流入した海水が、水密扉から漏えいし、ＲＳＷ（Ａ）配管トレンチに流入した。
（ＲＳＷ（Ａ）配管トレンチ流入）

↓

⑧ＨＰＣＷ熱交換器室に流入した海水が、電路を通じてＲＣＷ熱交換器室（Ａ）室へ流入した。
（ＲＣＷ熱交換器（Ａ）室流入；
ＲＣＷポンプ（Ａ）、（Ｃ）への影響なし）

↓

⑨ＲＳＷ（Ａ）配管トレンチに流入した海水が、海水ストームドレン移送系サンプを通じてＲＣＷ熱交換器（Ａ）室へ流入した。
（ＲＣＷ熱交換器（Ａ）室流入；
ＲＣＷポンプ（Ａ）、（Ｃ）への影響なし）

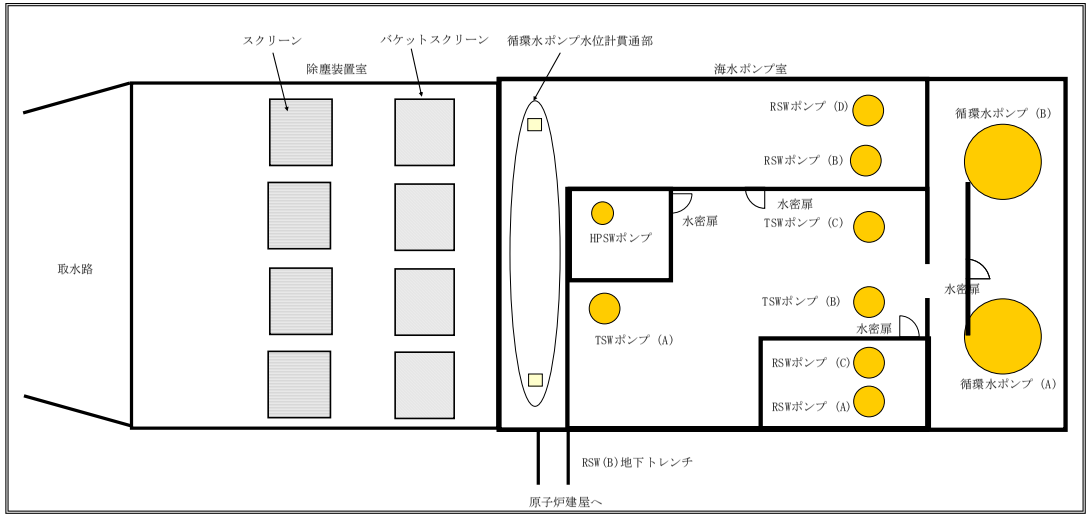
【略語説明】
- ＥＣＷＳ：非常用補機冷却海水系
- ＨＰＣＷ：高圧炉心スプレイ補機冷却水系
- ＨＰＣＳ：高圧炉心スプレイ系
- ＨＰＳＷ：高圧炉心スプレイ補機冷却海水系
- Ｈｘ：熱交換器
- ＲＣＷ：原子炉補機冷却水系
- ＲＨＲＳ：残留熱除去海水系
- ＲＳＷ：原子炉補機冷却海水系
- ＳＷＳＤ：海水ストームドレン移送系
- ＴＳＷ：タービン補機冷却海水系

注：本図中のO.P.値は、地震後の地殻変動量を考慮していない数値を記載。

図 II-2-144　浸水の推定メカニズム

	経　緯
1994～1996 年	女川 3 号安全審査において，津波の引き波時における CWP 保護のため，潮位低下による自動停止回路を設置することとした。 水平展開として女川 2 号についても同様の回路を追加設置することとし，設計を開始
2000 年 5 月	女川 2 号 CWP 自動停止回路の追加設置工事開始 設置場所については，十分なスペースが確保できることから RSW ポンプ（B）（D）エリアの既設水位計 2 箇所及びその近傍 4 箇所の 6 箇所とした。
2002 年 3 月	女川 2 号 CWP 自動停止回路の追加設置工事完了

2002 年 3 月以前



2002 年 3 月以降

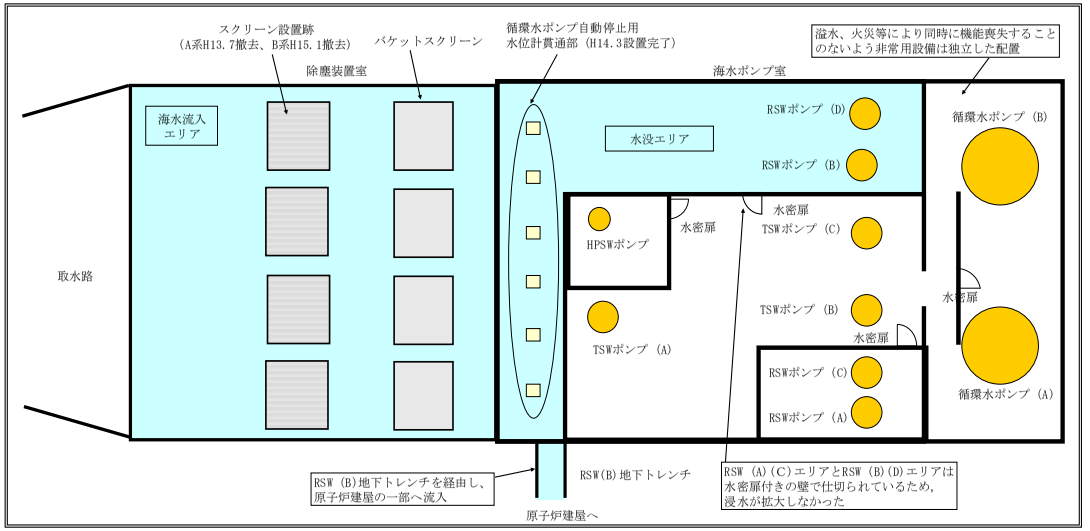


図 II-2-145　循環水ポンプ水位計設置の経緯

ⅰ　１号機高圧電源盤の火災

地震により、常用系の高圧電源盤で火災が発生したことにより、外部電源から非常用電源への供給ができなくなり、非常用 DG による非常用電源の供給が行われた。本件についての詳細は以下に示す。

○　概要

地震発生後の 14 時 57 分、中央制御室で火災報知器が発報したため、運転員が現場確認に向い、同日 15 時 30 分、タービン建屋地下階からの発煙を確認した。

消防署へ 119 番通報を行うとともに、自衛消防隊消火班が消火活動に向かったが、発煙による視界不良により発煙箇所の特定ができなかった。このため、油火災の可能性も考え、同日 17 時 15 分より、タービン建屋地下 2 階主油タンク室への二酸化炭素消火設備による消火を開始した。

その後の現場確認で、タービン建屋地下 1 階の高圧電源盤である常用系の高圧電源盤 6-1A（以下「当該盤」という。）のユニット No.7 及び No.8（以下「当該ユニット」という。）が焼損し発煙していることを確認した。当該ユニット内部がまだ過熱していたことから、粉末消火器による消火活動を行った。

地震及び津波の影響により、発電所周辺道路の一部が損壊しており、消防署員の到着が困難なことから、協力企業の消防署勤務経験者により 22 時 55 分に消火が確認された。

なお、本事象の影響により 14 時 55 分、外部電源を受電していた起動用変圧器が過電流継電器の動作により停止しているが、非常用 DG(A)及び(B)が正常に動作し、所内非常用設備の電源供給が行われた。

また、起動用変圧器は外観目視及び絶縁抵抗測定により異常のないことを確認したため、3 月 12 日 2 時 05 分に復旧し、当該盤以外の常用母線について順次復電した。

地震発生前後の電源系統の状況を図 II-2-146 に示す。

○　推定原因

当該盤内で接続位置にて吊り上げられていたマグネブラスト遮断器（MBB）が、地震による振動で大きく揺れたことにより、当該ユニットにおいて、盤側及び MBB 側断路部が破損し、接続導体と周囲の構造物が接触して短絡・地絡が発生し、これに伴い発生したア

ーク放電の熱により盤内ケーブルの絶縁被覆が溶け、発煙したものと推定される。

当該ユニットの火災発生推定メカニズムを図 II-2-147 に示す。

○ 対策

当該盤及び同型の常用系の高圧電源盤について、縦置きの MBB から耐震性の高い横置きの真空遮断器へ取替える。

真空遮断器（概要図）を図 II-2-148 に示す。

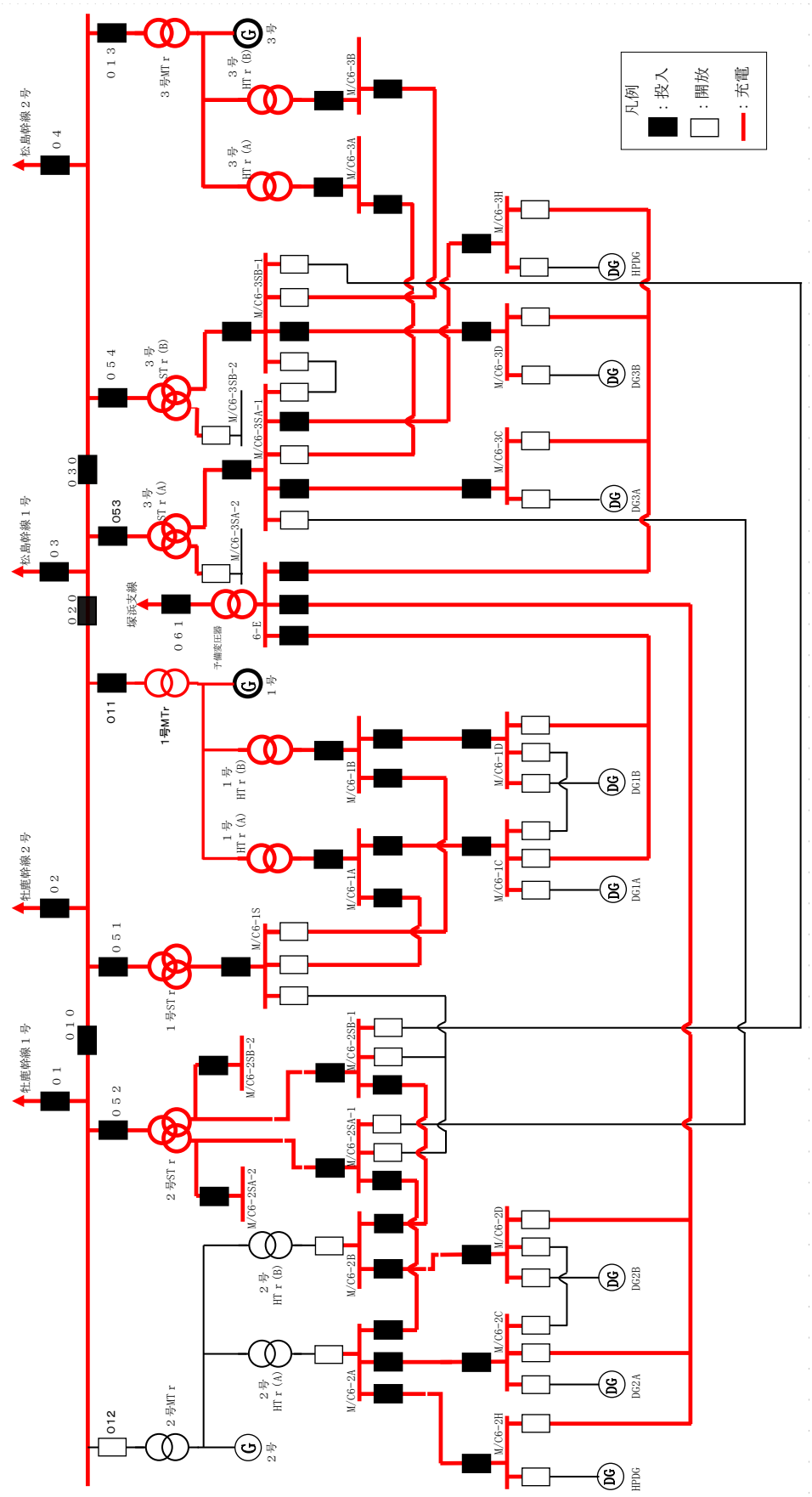


図 II-2-146　地震発生前後の電源系統の状況（地震発生前）

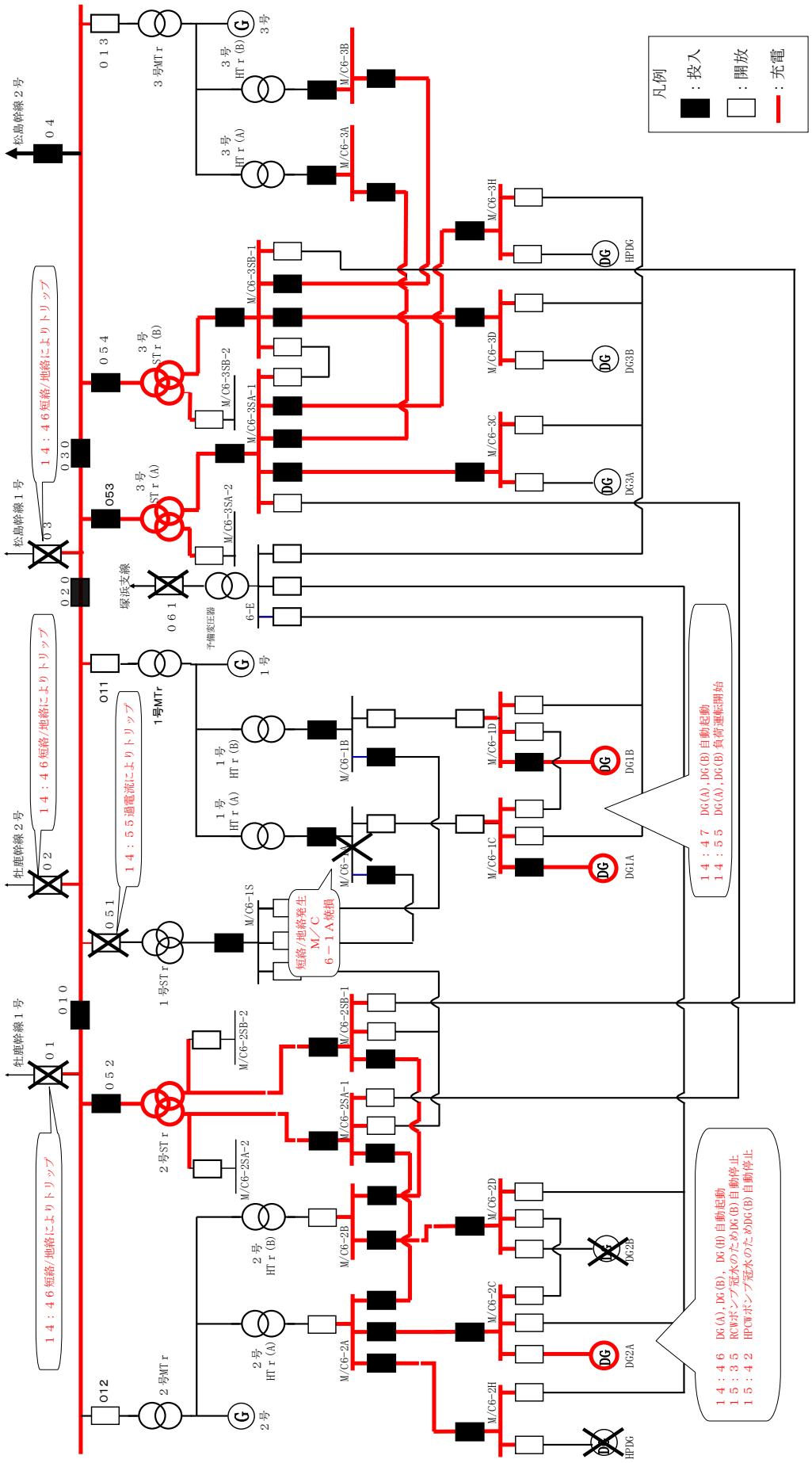
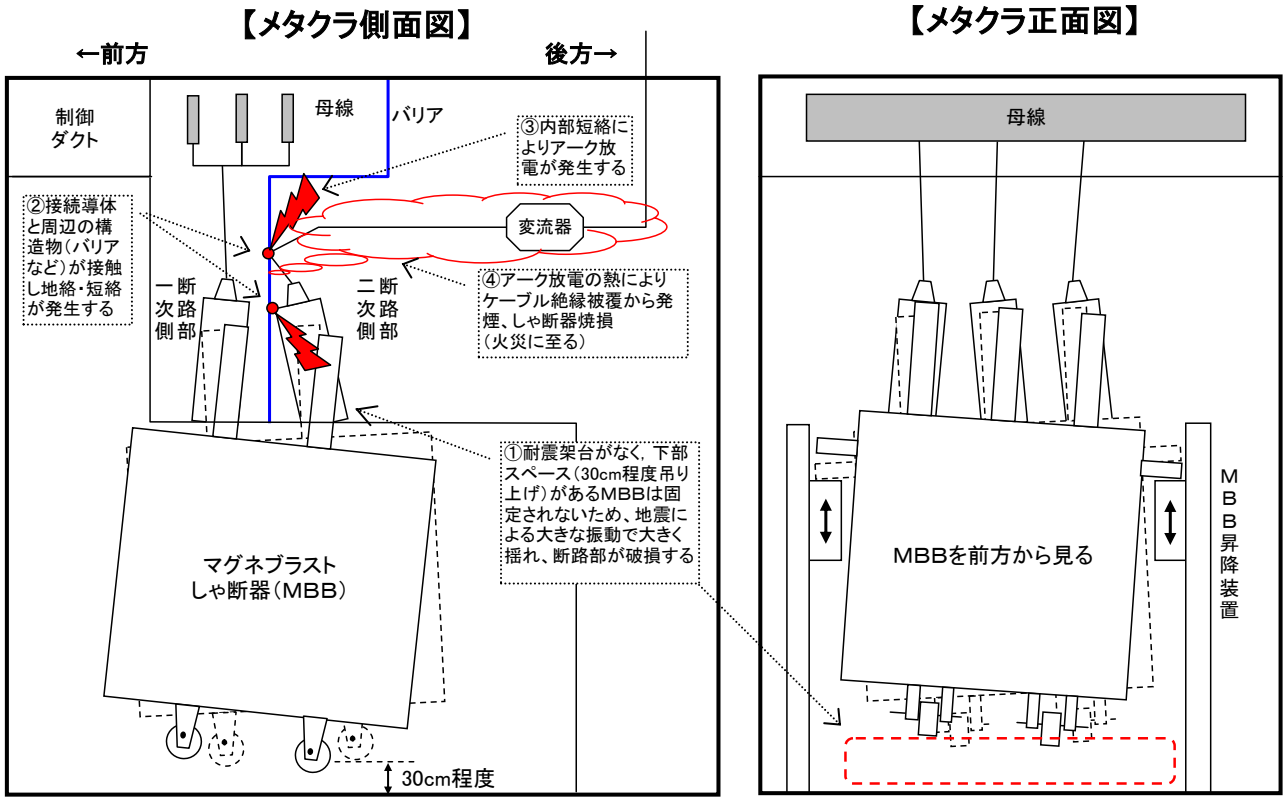


図 II-2-146　地震発生前後の電源系統の状況（地震発生後）



【火災発生に至る推定メカニズム】

運転中の接続位置の当該ユニットは、縦型のマグネブラストしゃ断器（MBB）であることから、断路位置から接続位置にする際には、MBBを昇降装置で吊り上げることになるが、MBB下部に耐震架台を設置していないため固定されていない。

このため、接続位置のMBB下部には30cm程度のスペースが生じることとなるが、地震による大きな振動が加わるとMBBは大きく揺れ、断路部またはしゃ断器内部が変形・破損する可能性がある。

また、調査結果より当該ユニット内のMBB上部に位置する断路部付近が著しく損傷しており、中央制御室においても短絡および地絡に関係する警報が発報されていたことが確認されていることから、当該ユニット内部でアーク放電が発生していた可能性が高い。

よって、以下のメカニズムにより火災に至ったものと推定される。

①地震の大きな振動によって、耐震架台が設置されていない当該盤のMBBは固定されず、下部にスペースがあることから大きく揺れ、一次、二次側断路部の接続導体および絶縁物が変形・破損した。

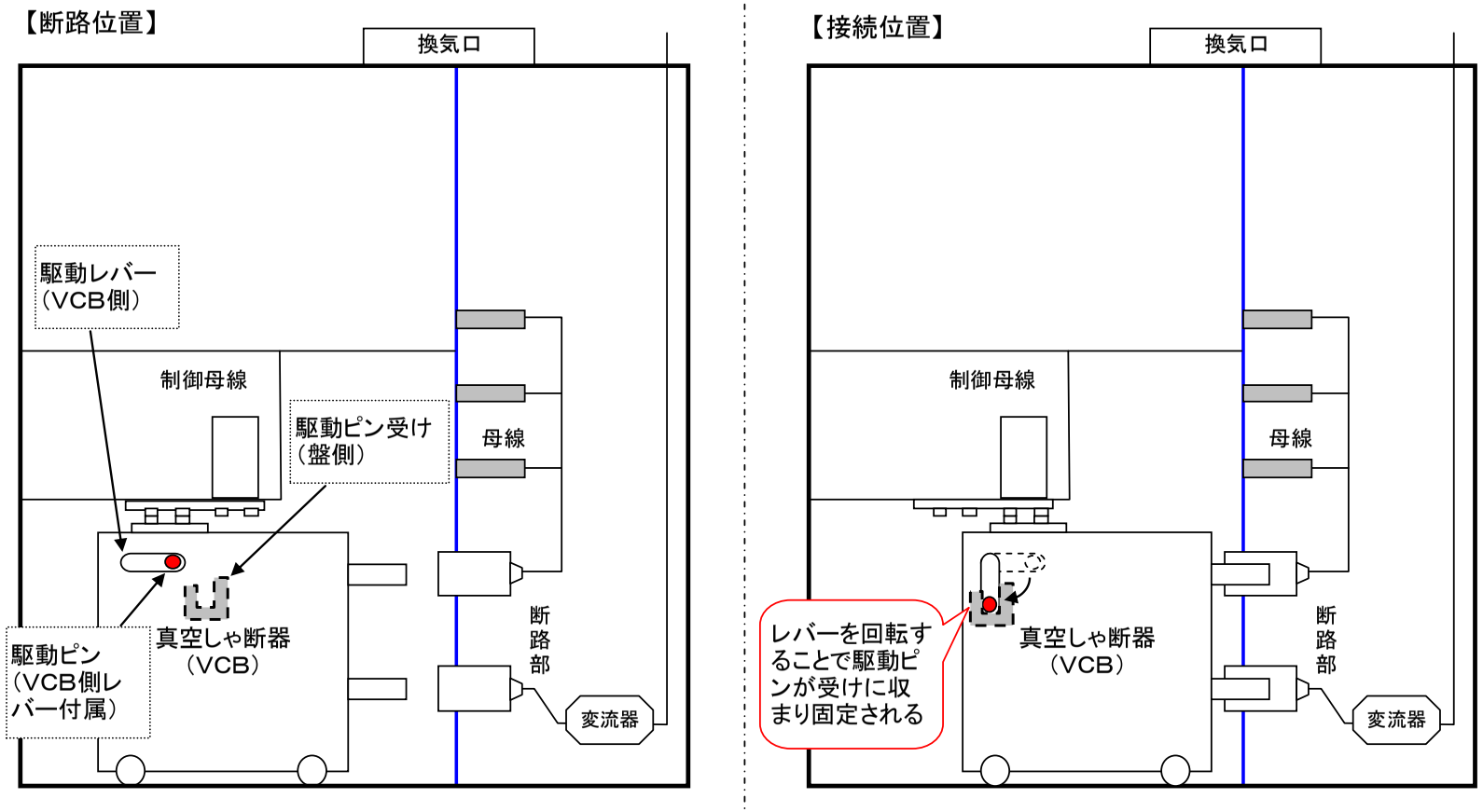
②断路部の変形・破損により接続導体が周囲の構造物（バリアなど）と接触し短絡・地絡が発生した。

③内部短絡により接続導体と周囲の構造物でアーク放電が発生した。

④アーク放電の発生熱の影響により、盤内ケーブルの絶縁被覆は溶けて発煙し、しゃ断器を含む周辺構造物が焼損した。

なお、火災発生箇所における火気使用および可燃物（ケーブル絶縁被覆は難燃性）は無く、確認された延焼跡も当該ユニットを中心していることからも電気設備以外の火災要因は極めて考え難い。
（当日の自衛消防隊消火班の現場確認の際も炎は確認されていない状況である。）

図 II-2-147　火災発生推定メカニズム



真空しゃ断器（VCB）を使用している高圧電源盤は，横置き型であり，VCB側の駆動レバーを回転させることで付属の駆動ピンが電源盤側の駆動ピン受けに収まるため，接続位置に固定される機構となっている。
また，今回の地震の揺れに対しても健全であることが確認していることから，破損した非耐震型マグネブラストしゃ断器（MBB）と同型の高圧電源盤については，今後，VCBを使用する高圧電源盤に設備更新する。

図 II-2-148　真空遮断器（概要図）

j　１号機重油貯蔵タンク倒壊

津波により、発電所建屋内の暖房に使用する蒸気やタービン軸封部へのシール蒸気を供給するための HB の燃料用の重油貯蔵タンクが倒壊し、HB を使用することができなかった。本件についての詳細を以下に示す。

○　概要

地震後のパトロールにて津波により屋外（O.P.＋2.5m※）に設置していた HB 用の重油貯蔵タンクが倒壊し、女川 1 号機取水口（海洋）側に重油が流出していることを確認した（16 時 05 分頃）。このため、吸着マットにより重油を吸着回収するとともに、オイルフェンスにより湾外への重油拡散防止措置を実施した。

倒壊した重油貯蔵タンクからは約 600kℓ の重油が流出したと推定される。

なお、倒壊時、HB は既に停止しており、重油供給は行われていない。

重油貯蔵タンクの倒壊状況を図 II-2-149 に示す。

○　推定原因

重油貯蔵タンクは O.P.+2.5m※に設置されており、津波（O.P.＋約 13m※）により、倒壊したものと推定される。

○　対策

津波を考慮した高台への重油貯蔵タンクの設置等の再発防止対策について、今後、検討していく。

なお、倒壊した重油貯蔵タンクについては 7 月 19 日に解体が完了した。

図 II-2-149　重油タンクの倒壊状況

ｋ　その他（１号機非常用ＤＧ（Ａ）への間接的な被害について）

常用系の高圧電源盤の火災の影響により、後日行われた、定期試験中に非常用 DG(A)のバリスタ（保護素子）及び整流器が損傷した。本件についての詳細を以下に示す。

○　概要

4 月 1 日、DG(A)の定期試験（手動起動試験）を実施したところ、同期検定器が動作せず、遮断器を手動で投入することができない事象が発生した。このため、運転中であった RHR(A)系の非常用電源が確保できていない可能性があるとして、同日 10 時 40 分、保安規定に定める LCO を満足しないと判断した。

同期検定器の動作不良は、回路の一部に不具合があるためと考え、回路の切り離し作業を行っていたところ、非常用 DG(A)が起動していない状態で非常用 DG(A)遮断器が自動投入される事象が発生した。このため、4 月 5 日より非常用 DG(A)の点検を開始した。

点検の結果、非常用 DG(A)の界磁巻線を過渡的な高電圧から保護するためのバリスタが損傷しており、更に界磁回路の整流器の一部素子（ダイオード）が短絡していることを確認した。

なお、LCO については、非常用 DG(B)の手動起動試験を行ったうえで、SHC の運転を RHR ポンプ(A)から RHR ポンプ(B)に切換えたことにより保安規定の要求を満足したため、4 月 1 日 21 時 18 分に LCO 逸脱からの復帰を宣言している。

非常用 DG(A)系統接続概要図を図 II-2-150 に示す。

非常用 DG(A)界磁回路の部品破損状況を図 II-2-151 に示す。

○　推定原因

・同期検定器の動作不良の原因

同期検定器の動作不良に至ったメカニズムは以下のとおりと推定される。

ⅰ. 地震時に常用系の高圧電源盤 6-1A で発生した火災の影響により、常用系の高圧電源盤 6-1A に設置している同期検出継電器と接続しているケーブルが地絡した。

ⅱ. 同期検定器のスイッチを「入」操作した際に、同期検定回路に地絡電流が流れ、回路のヒューズが切れたため、同期検定器の動作不良に至ったものと推定される。

同期検定器の動作不良説明図を図 II-2-152 に示す。

・遮断器が自動投入した原因

遮断器の自動投入に至ったメカニズムは以下のとおりと推定される。

ⅰ．非常用 DG(A)遮断器の投入条件に使用している同期検出継電器の出力接点回路ケーブルの切離し作業を実施した。

ⅱ．ケーブルの切離し作業中に、常用系の高圧電源盤 6-1A 制御回路の直流電圧が火災により溶損したケーブルから印加し、遮断器投入コイルが励磁したため、非常用 DG(A)が起動していない状態で遮断器が自動投入したものと推定される。

遮断器自動投入事象説明を図 II-2-153 に示す。

○ バリスタ及び整流器損傷の原因

バリスタ及び整流器が損傷に至ったメカニズムは以下のとおりと推定される。

ⅰ．非常用 DG(A)遮断器が自動投入したことにより、常用系の高圧電源盤 6-1C 母線から非常用 DG(A)固定子巻線に電圧が印加され過電流が流れ界磁巻線に過電圧が誘起された。

ⅱ．界磁過電圧がバリスタ放電開始電圧を超過したことにより、バリスタが損傷し界磁巻線とバリスタ間のループで電流が流れ、バリスタ接続電線間の電磁反発力により電線が断線した。

ⅲ．また、界磁過電圧が整流器に連続で印加され、整流器の極間過電圧により一部のダイオードの短絡が発生した。

バリスタ及び整流器損傷のメカニズムを図 II-2-154 に示す。

○ 対策

ⅰ．火災の発生した常用系の高圧電源盤 6-1A について、横置き型で耐震性の高い構造となっている真空遮断器を使用している盤へ設備更新することにより、火災発生の抑制を図る。

ⅱ．異常が確認されたバリスタ及び整流器については、4 月 28 日に

交換を行っており、また、非常用 DG(A)及び同期検定回路で地絡が確認された回路について隔離を行った。

同期検出継電器の出力回路は、従来、リレーを介して常用系と分離する設計となっているが、火災等によるケーブルの溶損・混触に対する非常用 DG の信頼性をより向上する観点から、同期検出継電器の出力回路を常時分離し、非常用 DG 手動起動試験等の必要な時のみ接続できるようにするスイッチ等を設置し、回路の改善を実施する。

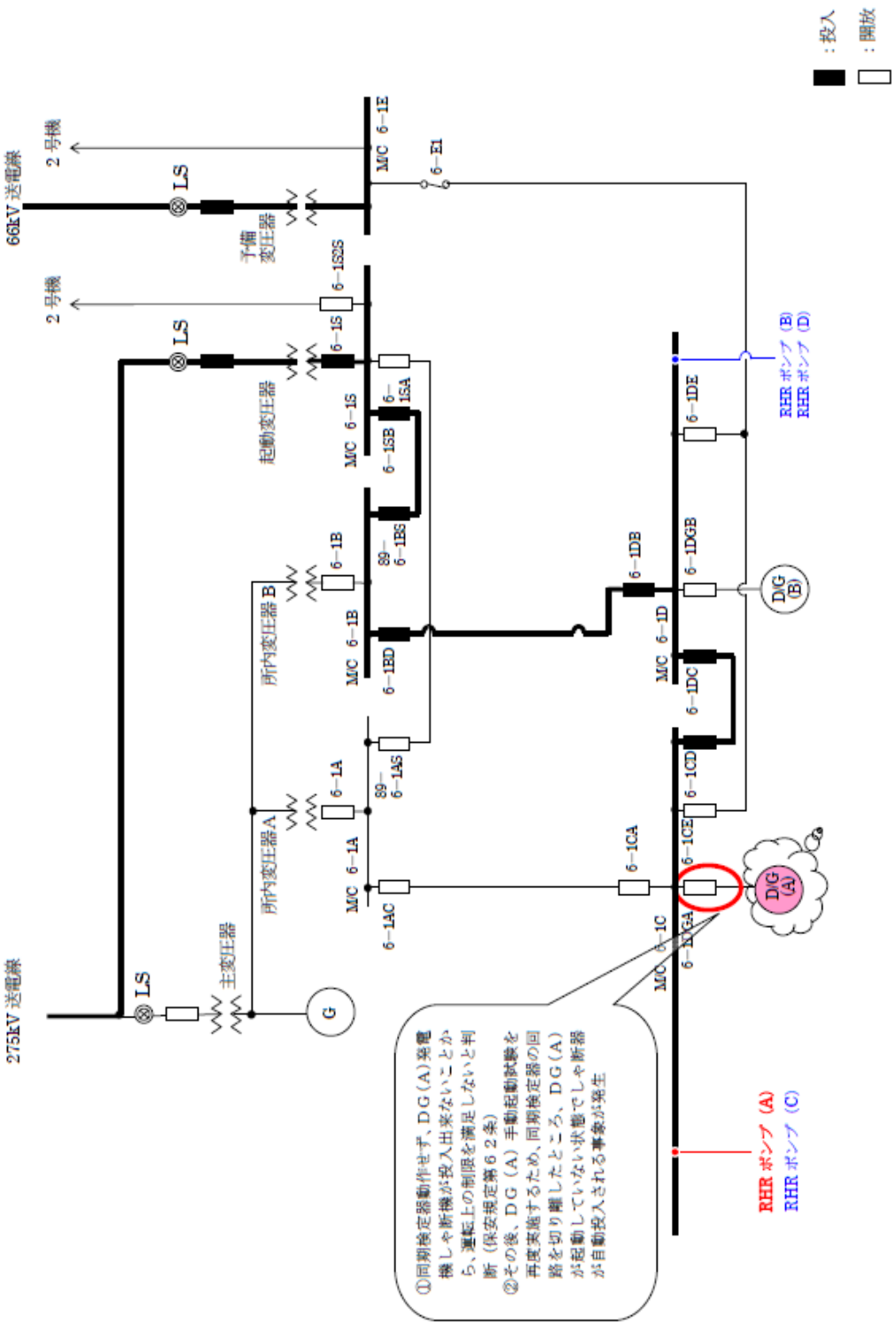
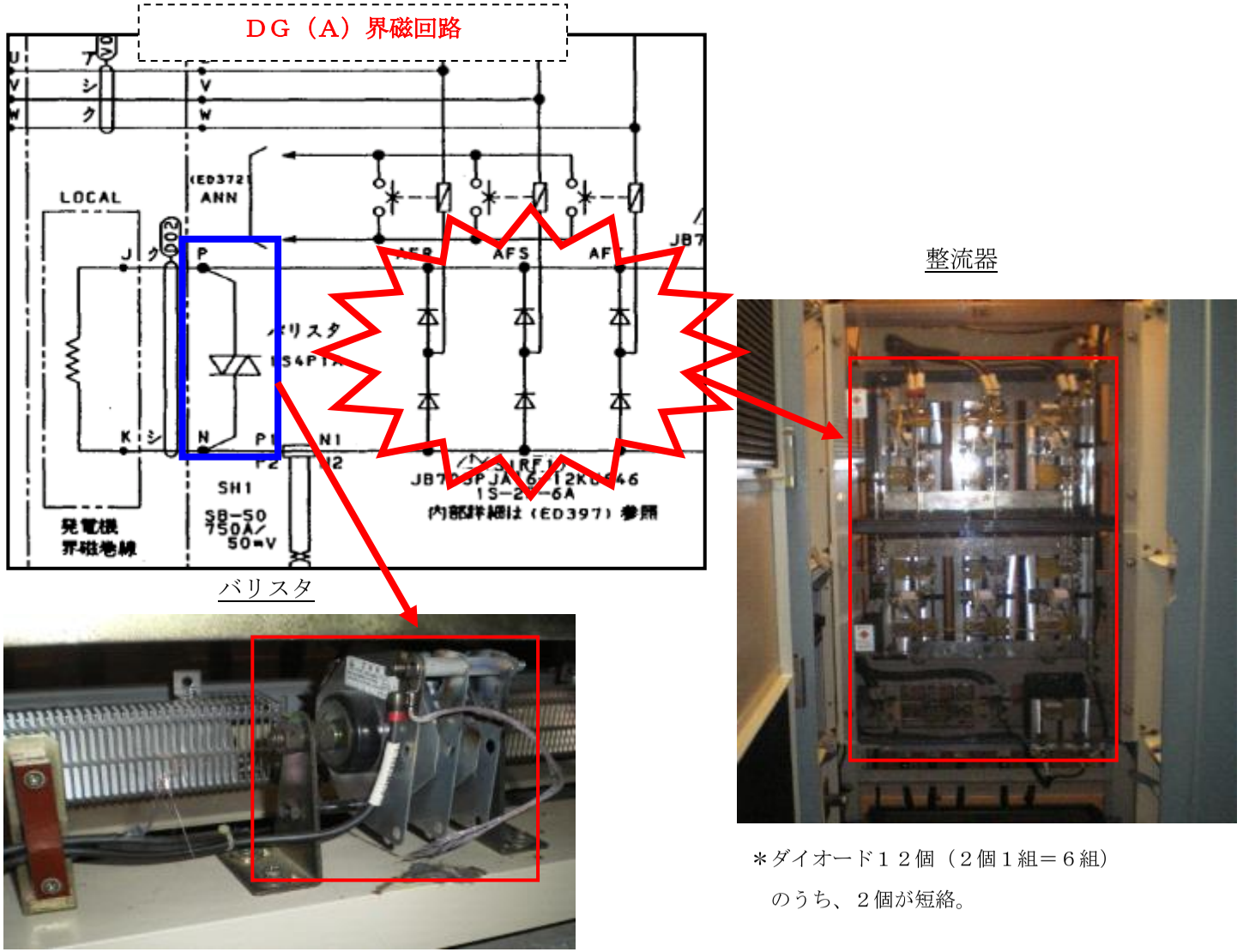


図 II-2-150　女川原子力発電機 1 号機　DG(A)系統接続概要図



＊ダイオード１２個（２個１組＝６組）
のうち、２個が短絡。

図 II-2-151　女川原子力発電所１号機　DG(A)界磁回路の部品破損状況

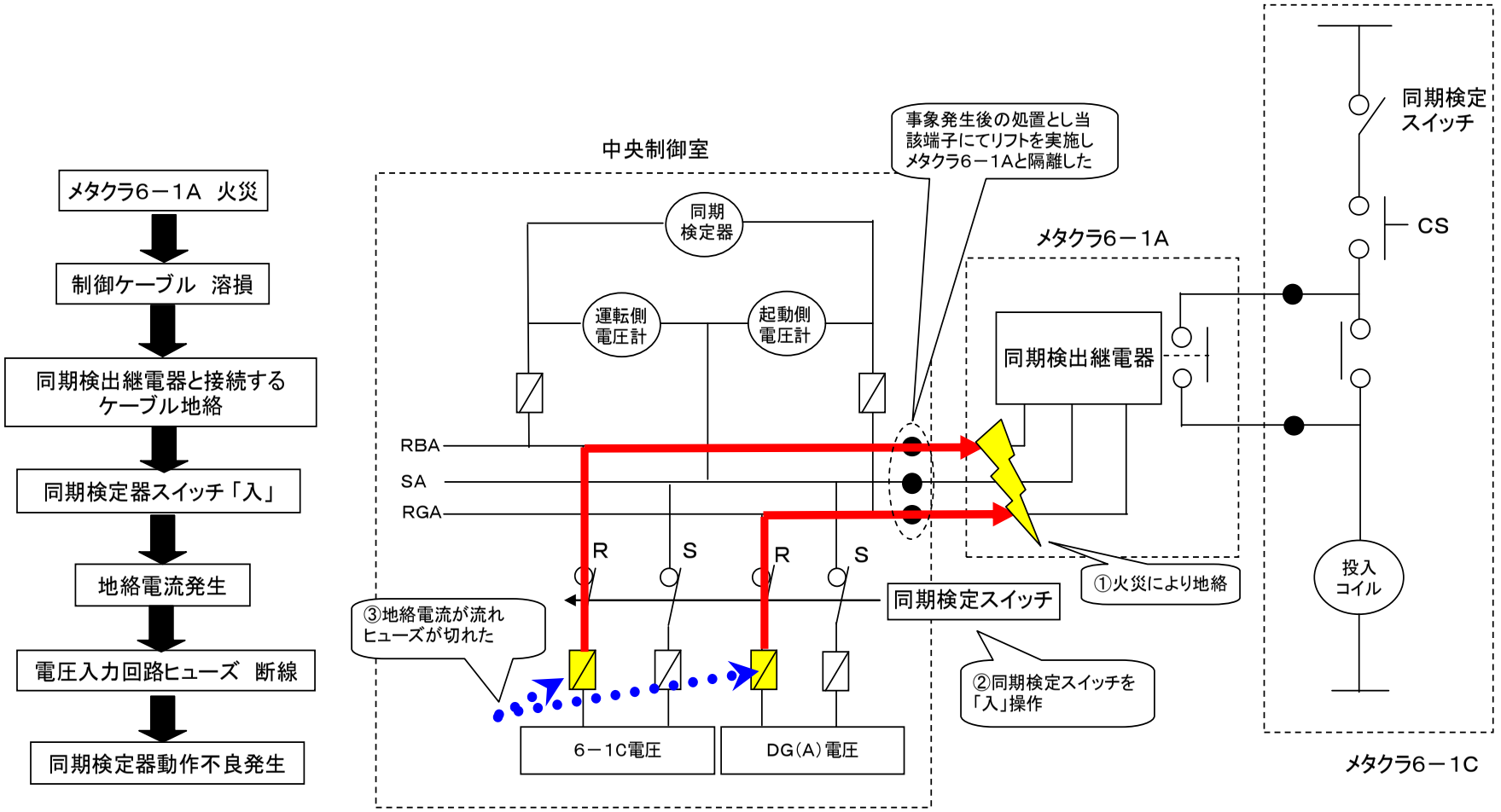


図 II-2-152　同期検定器の動作不良説明図

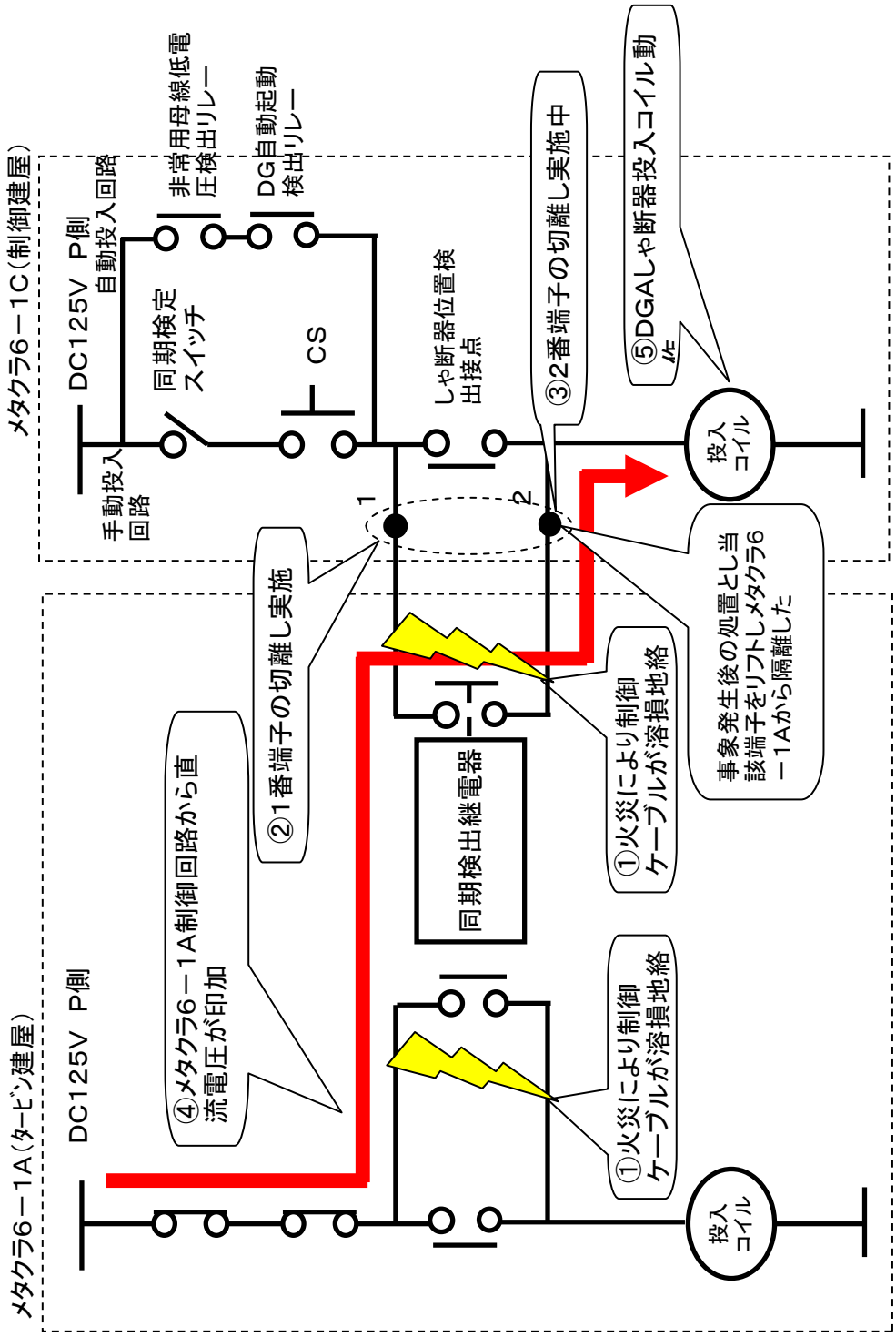


図 II-2-153　遮断器自動投入事象説明図

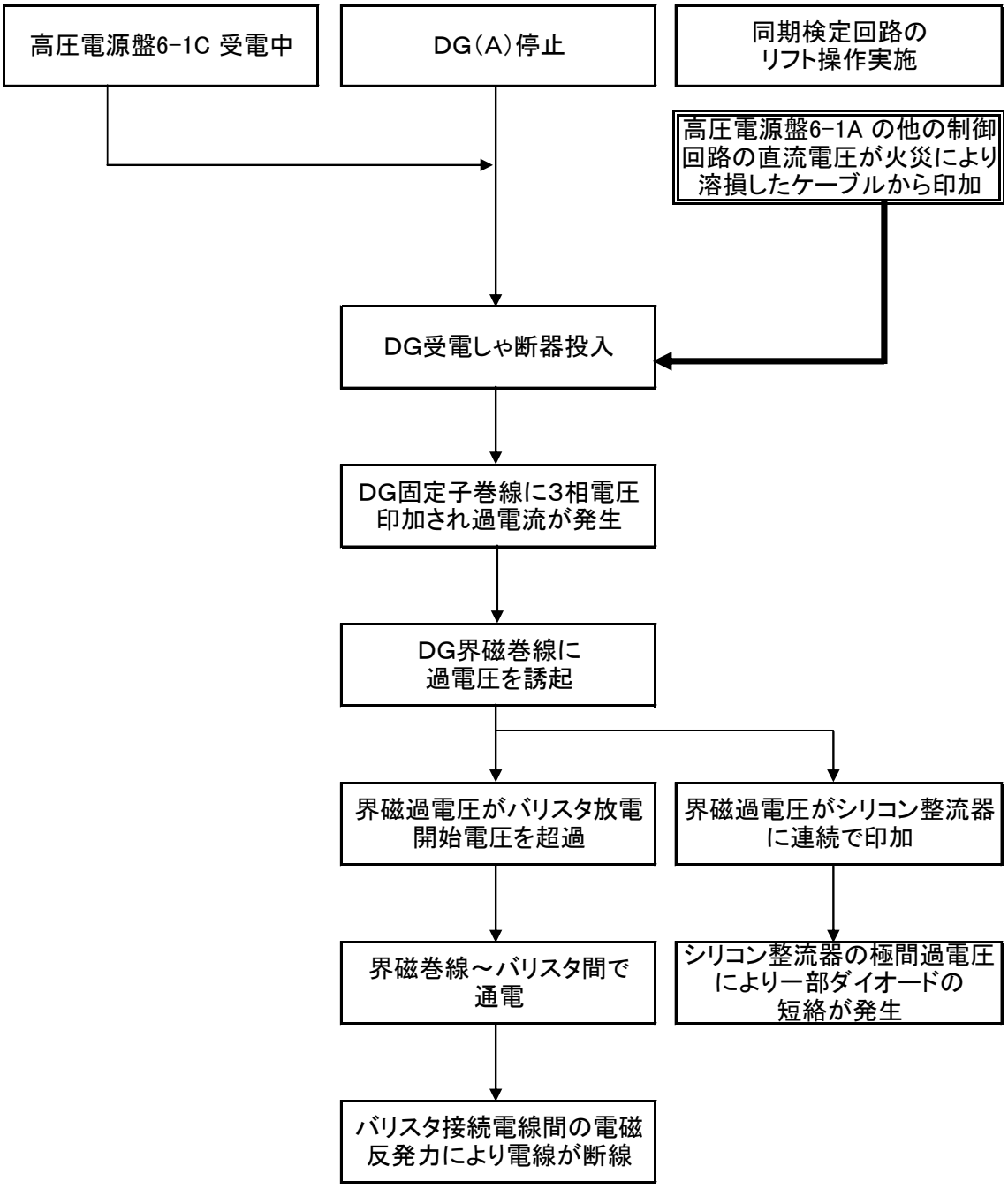


図 II-2-154　バリスタ及び整流器のメカニズム

② 東海第二発電所の状況

a 東海第二発電所の概要

東海第二発電所は、茨城県那珂郡東海村に位置し、東は太平洋に面している（図 II-2-155）。敷地面積は約 76 万 m^2 である。東海第二発電所は、1 基の原子炉が設置され、1978 年 11 月より営業運転を開始して以来、今日に至っている（表 II-2-58）。

また、東海第二発電所に隣接している東海発電所は、1966 年 7 月に営業運転を開始し、1998 年 3 月に営業運転を終了、現在は廃止措置工事を実施しており、使用済燃料は全て発電所外へ搬出済である。

表 II-2-58 東海第二発電所の発電設備

	東海第二発電所
電気出力（万 kW）	110.0
建設着工	1973/2
営業運転開始	1978/11
原子炉型式	BWR-5
格納容器型式	マークⅡ
燃料集合体数（体）	764
制御棒本数（本）	185
備考	―

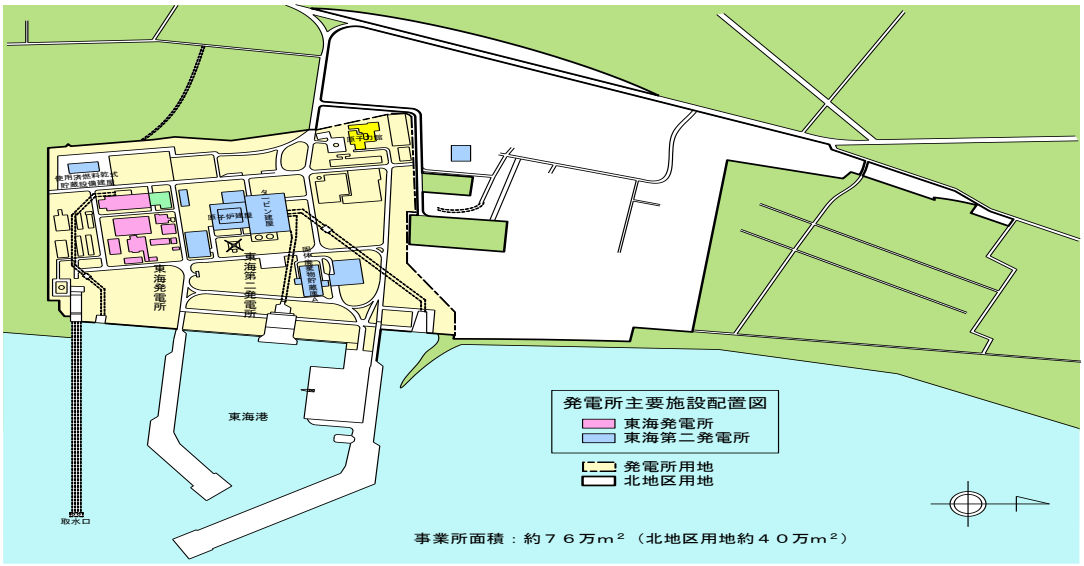


図 II-2-155 東海発電所・東海第二発電所 一般配置図

b　東海第二発電所の設計基準事象に対する安全設計

東海第二発電所における、今回関連する外部電源、非常用電源系及び冷却機能等の設計基準事象に対する安全設計は次のとおり。

外部電源は、2回線以上の送電線により電力系統に接続された設計としている。外部電源喪失に対応する非常用電源は、非常用DGが多重性及び独立性をもって設置されている。さらに、短時間の全交流電源喪失に対応するため、非常用直流電源（蓄電池）が設置され、多重性及び独立性をもっている。

また、復水器による冷却ができない場合の炉心の冷却を高圧の状態で行う設備として、HPCSとRCICが設置されている。低圧の状態で炉心冷却を行う設備としては、RHRとLPCSが設置されている。

さらに、RPVにつながる主蒸気管には原子炉蒸気をS/Pに排出するSRVが設置されている。SRVは自動減圧装置の機能を有している。これらの安全設備の概要を表II-2-59に、系統構成図を図II-2-156に示す。

また、最終ヒートシンクについては、図II-2-157に示すように、RHRにある熱交換器で、RHRSにより供給される海水を利用して冷却される。

水素爆発に関しては、PCV内を窒素雰囲気に保つこととし、PCV内の水素燃焼を防止するため、FCSを設置している。

表 II-2-59　工学的安全設備及び原子炉補助設備仕様

低圧炉心スプレイ系(LPCS)	系統数	1		
	系統設計流量(t/h)	1440		
	ポンプ数	1		
	全揚程(m)	205		
高圧炉心スプレイ系(HPCS)	系統数	1		
	系統設計流量(t/h)	1440		
	ポンプ数	1		
	全揚程(m)	257		
残留熱除去系(RHR)	ポンプ			
	台数	2		
	流量(m^3/h/台)	1690		
	全揚程(m)	85		
	海水ポンプ			
	台数	4		
	流量(m^3/h/台)	886		
	全揚程(m)	184		
	熱交換器			
	基数	2		
	伝熱容量(kW/基)	19.4×10^3		
低圧注水系(RHR:LPCIモード)	系統数	3		
	設計流量(m^3/h/台)	1690		
	ポンプ数	3		
原子炉隔離時冷却系(RCIC)	蒸気タービン			
	台数	1		
	原子炉圧力(MPa[gage])	7.86～1.04		
	出力(kW)	541～97		
	回転数(rpm)	4500～2200		
	ポンプ			
	台数	1		
	流量(m^3/h)	142		
	全揚程(m)	869～186		
非常用ガス処理系(SGTS)	系統数	2		
	送風機数(/系統)	1		
	排風容量(m^3/h/台)	3570		
	系統ヨウ素除去効率(%)	≧99.9		
非常用ガス再循環系(FRVS)	系統数	2		
	送風機数(/系統)	1		
	循環容量(m^3/h/台)	17000		
	系統ヨウ素除去効率(%)	≧98.1		
安全弁・逃がし安全弁(SV・SRV)	個数	18（同一弁で安全弁と逃がし安全弁の機能を有する） （自動減圧系(ADS)機能を有するものはこの内7台）		
	吹き出し場所	サプレッションプール		
	安全弁（SV）	弁個数	吹出圧力(kg/cm^2g)	容量(t/h)/台（吹出圧力×1.03）
		2	79.4	385.2
		4	82.6	400.5
		4	83.3	403.9
		4	84.0	407.2
		4	84.7	410.6
	逃がし安全弁（SRV）	弁個数	吹出圧力(kg/cm^2g)	容量(t/h)/台（吹出圧力×1.03）
		2	75.2	354.6
		4	75.9	357.8
		4	76.6	361.1
		4	77.3	364.3
		4	78.0	367.6
非常用ディーゼル発電機(D/G)	号機	2C・2D（2台）		HPCS（1台）
	エンジン　定格容量(kW)	約5500		約3050
	エンジン　回転数(rpm)	429		429
	エンジン　起動時間	30秒以内		30秒以内
	発電機　定格容量(kVA)	6500		3500
	発電機　力率	0.8		0.8
	発電機　電圧(kV)	6.9		6.9
	発電機　周波数(Hz)	50		50

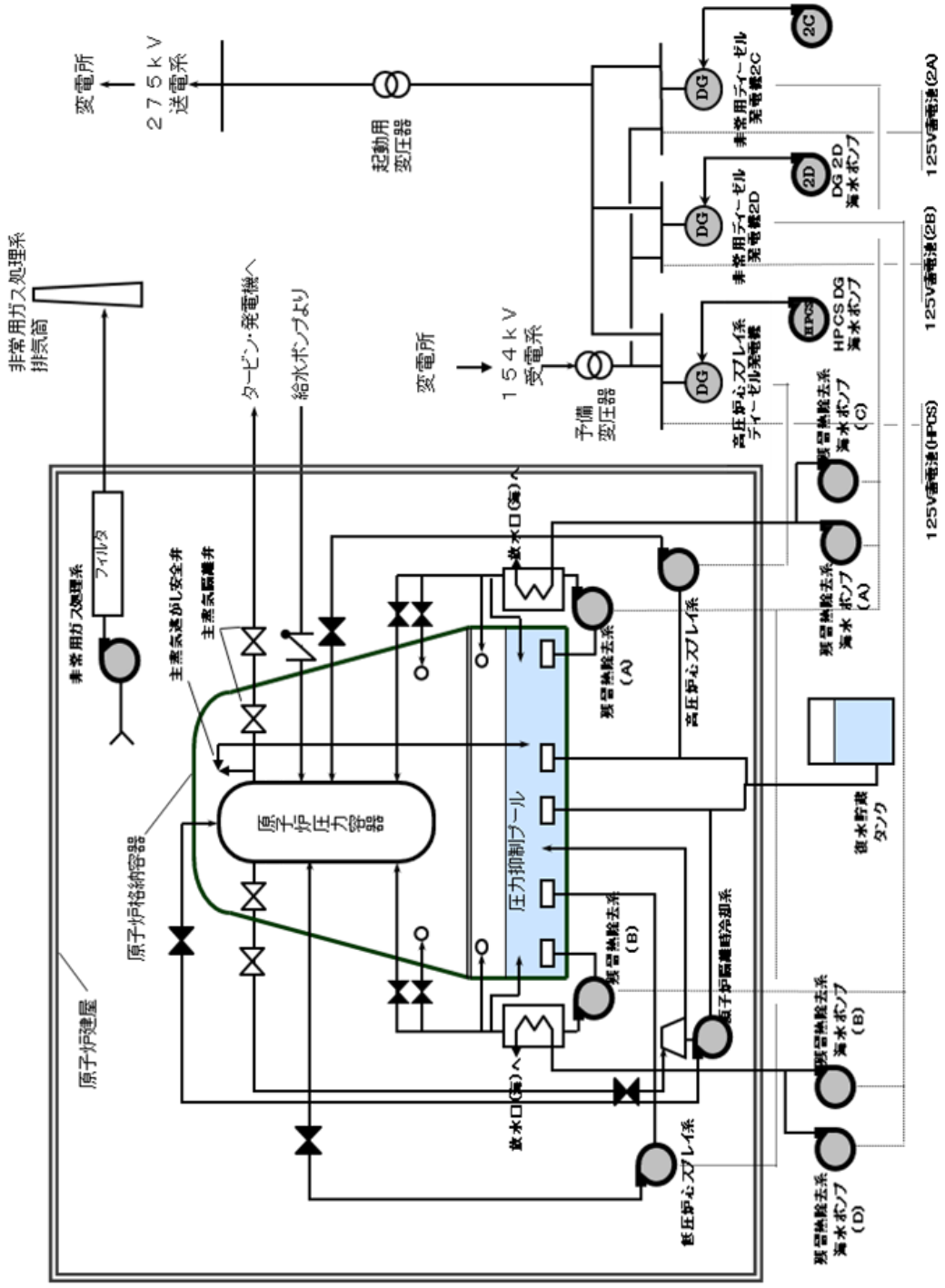


図 II-2-156　東海第二発電所　系統構成図

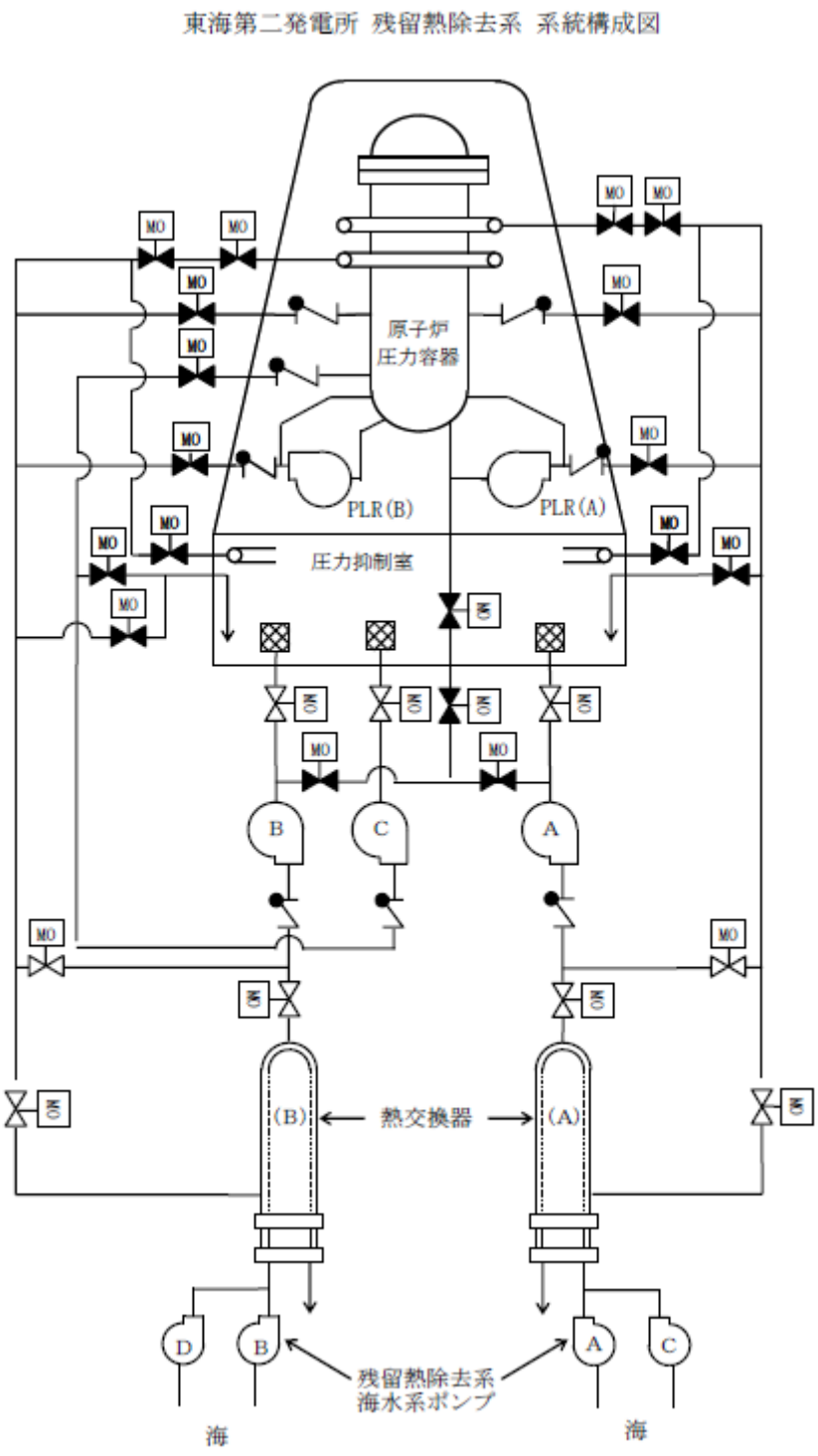


図 II-2-157　残留熱除去系　系統構成図

c　地震発生から冷温停止までの状況

主要時系列について、表 II-2-60 に示す。

○　地震発生直後の状況（図 II-2-158）

東海第二発電所は定格熱出力一定運転中、地震に伴い、2011 年 3 月 11 日 14 時 48 分にタービン軸受振動大でのタービントリップに伴うタービン主蒸気止め弁閉の信号により原子炉スクラムに至った。

原子炉スクラムにより全制御棒は正常に全挿入された後、未臨界を確認した（同日 15 時 10 分）。

なお、地震加速度大による原子炉スクラム信号はタービントリップによるスクラム信号の 1 秒後に発信していた。

地震発生直後、外部電源（275kV 及び 154kV）に地震の影響による停電(外部電源の喪失)が発生したが､非常用 DG3 台(DG(2C)、DG(2D)、及び DG(H)）が自動起動し、それぞれに負荷が投入されたことにより、非常用機器への電源は確保されていた。RCIC の直流駆動電源となる 125V 蓄電池 2A への電源供給についても、同発電機から供給した。(図 II-2-159)

原子炉スクラム直後の水位変動により、ECCS の 1 つである HPCS 及び RCIC が自動起動し原子炉が高圧状態での原子炉への注水機能が確保され、原子炉水位は、通常水位に保たれた。その後の原子炉水位維持は、RCIC（水源は、当初は CST、後に S/P）により実施し、原子炉圧力の制御は、SRV により実施した。

また、原子炉スクラム後の崩壊熱除去のため、RHR を手動起動（A 系同日 15 時 01 分～、B 系同日 16 時 40 分～）し、S/P の冷却を開始した。

また、閉じこめる機能については、原子炉スクラム直後の水位変動（低下）により、PCIS が正常に作動（同日 14 時 48 分）したことで、PCV が隔離された。

また、同様に、原子炉スクラム直後の水位変動（低下）により、原子炉建屋換気系が自動隔離され、通常の換気系から非常用ガス再循環系（FRVS）及び SGTS へ正常に切換わった。

○　津波による影響（図 II-2-160）

東海第二発電所での津波の大きさは、地震発生から約 40 分後の 15 時 32 分頃に第 1 波が到達し、その後の最大水位は約 5.3m であった。

地震発生から約 4 時間半後の 19 時 01 分、取水口の南北に配置されている海水ポンプ槽のうち、北側のポンプ槽（以下「北側ポンプ槽」という。）に津波による海水が浸入し、非常用 DG(2C)の冷却に使用している非常用 DG(2C)用海水ポンプ（DGSW2C）電動機が水没し自動停止したことにより、発電長は非常用 DG(2C)の運転が不可能と判断し、非常用 DG(2C)を停止した。これに伴い、非常用 DG(2C)から電力を供給していた RHR(A)、RHRS(A、C)が使用不能となるとともに、RCIC の直流駆動電源となる 125V 蓄電池 2A への電源供給ができなくなった。

しかし、非常用 DG(2D)は、非常用 DG(2D)用海水ポンプ（DGSW2D）も含め津波による影響はなかったことから、RHR(B)、RHRS(B、D)による最終ヒートシンクへの冷却は確保された。

○ 冷温停止までの操作

原子炉注水手段として、2 系統（RCIC、HPCS）を用いて原子炉水位を確保した。

また、炉心から発生した蒸気は S/P に排出し RHR(B)にて冷却した。

RCIC については、125V 蓄電池 2A により供給を行ったが、運転継続には、非常用 DG(2C)から電源供給を受けていた 125V 蓄電池 2A 系の延命操作が要求された。そのため、健全に運転していた非常用 DG(2D)の電源を利用し、125V 予備充電器※を運転することにより、125V 蓄電池 2A 系に給電を実施した（図 II-2-161）。

※125V 蓄電池充電器 A または B の点検の際、各系の蓄電池に給電するための予備器であり、充電器の電源として非常用母線 3 系統いずれかから受電できる設備となっている。

原子炉冷温停止に向けては RHR を 2 系統確保して、より確実な冷却を達成するために、RHR(A)を運転可能とする電源確保として DG(H)からの電源融通や、非常用 DG(2C)の復旧もしくは外部電源の復旧などを検討していた。

この際、HPCS については原子炉冷温停止に至るまでは RCIC と合わせ複数の原子炉水位維持手段として確保することが最善と判断し、RHR(B)については PCV 圧力を安定した状態で維持するために S/P 冷却を継続することとし、当面は、SRV による減圧と RCIC（原子炉圧力が低下して、RCIC が運転継続不可能となった

後は HPCS）による原子炉水位制御、RHR(B)による S/P 冷却を継続することとした。

その後、外部電源（154kV）の復旧可能連絡を給電所より受けた（3 月 13 日 10 時 40 分）ことから、RHR(A)を SHC モードとして使用することとし、所内電源の 154kV 系からの受電準備を開始、線路充電（3 月 13 日 12 時 32 分）を経て準備が整った後に、受電操作を実施した（3 月 13 日 19 時 37 分）。

外部電源（154kV）復旧後、電動機下部付近まで水没した RHRS(A、C)ポンプについて健全であることを確認、SHC 配管等のウォーミング操作を経て、RHR(A)の SHC モードによる運転を開始（3 月 14 日 23 時 43 分）、原子炉を冷温停止とした（3 月 15 日 0 時 40 分）。

○　使用済燃料プール

SFP は、地震によるスロッシングにより、SFP 水位警報が発報するとともに SFP の周囲に溢水が発生したため、通常の水位から約 20cm 低下した。

そのため、「警報処置手順書」に従い、CST 水による SFP への水張りを行った。（3 月 11 日 18 時 51 分～22 時 13 分）

なお、プール水位は低下したものの、SFP に保管されている使用済燃料は、十分冠水されている状態（燃料頂部+約 7m）が継続された。

FPC は、外部電源喪失で停止していたが、地震に伴う停止状態の確認及び起動準備を実施した後、非常用 DG(2D)からの給電による運転状態（脱塩器バイパス運転）に復帰した（3 月 12 日 18 時 14 分）。

表 II-2-60　東海第二発電所　主要時系列

	事　象　・　操　作　等
3/11	14:46　東北地方太平洋沖地震発生
	14:48　タービン発電機自動停止 原子炉自動停止 全制御棒挿入 外部電源喪失 非常用 DG 自動起動・併入（3 台：2C、2D、HPCS） MSIV：閉 HPCS 自動起動 FPC 自動停止
	14:49　RCIC 自動起動
	15:01　RHR（A）S/P 冷却運転開始
	16:40　RHR（B）S/P 冷却運転開始
	19:01　非常用 DG（2C）用海水ポンプ自動停止 （津波による水没）
	19:21　RHR（A）ポンプ、RHRS ポンプ（A）、（C） 手動停止
	19:25　非常用 DG（2C）手動停止
	20:19　非常用電源系 2D 系から予備充電器を介しての蓄電池 2A 系への 充電開始
	21:52　原子炉減圧操作開始（SRV）
3/12	13:11　RCIC 手動停止 （HPCS による水位制御に移行）
	18:14　FPC 再起動
3/13	19:37　外部電源（154kV　原子力線 1 号線）受電
3/14	23:43　RHR（A）SHC 運転開始
3/15	0:40　原子炉冷温停止
	2:46　RHR（B）S/P 冷却運転停止
	2:49　非常用 DG（2D）手動停止
	4:09　HPCS ポンプ手動停止
	4:19　DG(H)手動停止
3/17	15:47　外部電源（275kV　東海原子力線 1 号線）受電
3/22	22:10　非常用 DG（2C）待機状態に復帰
4/27	16:29　外部電源（275kV　東海原子力線 2 号線）受電

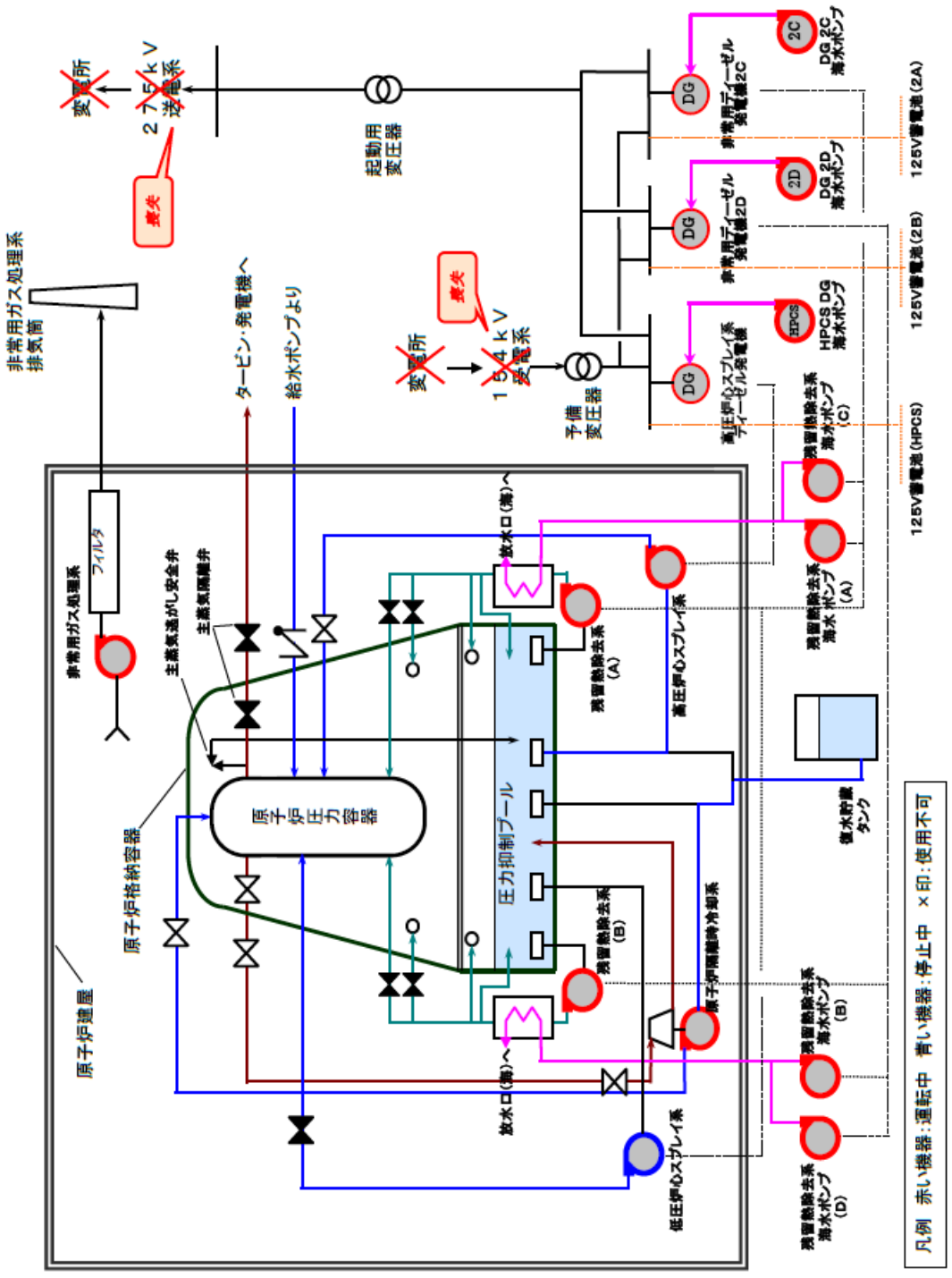


図 II-2-158 東海第二発電所 系統構成図（地震発生後：津波前）

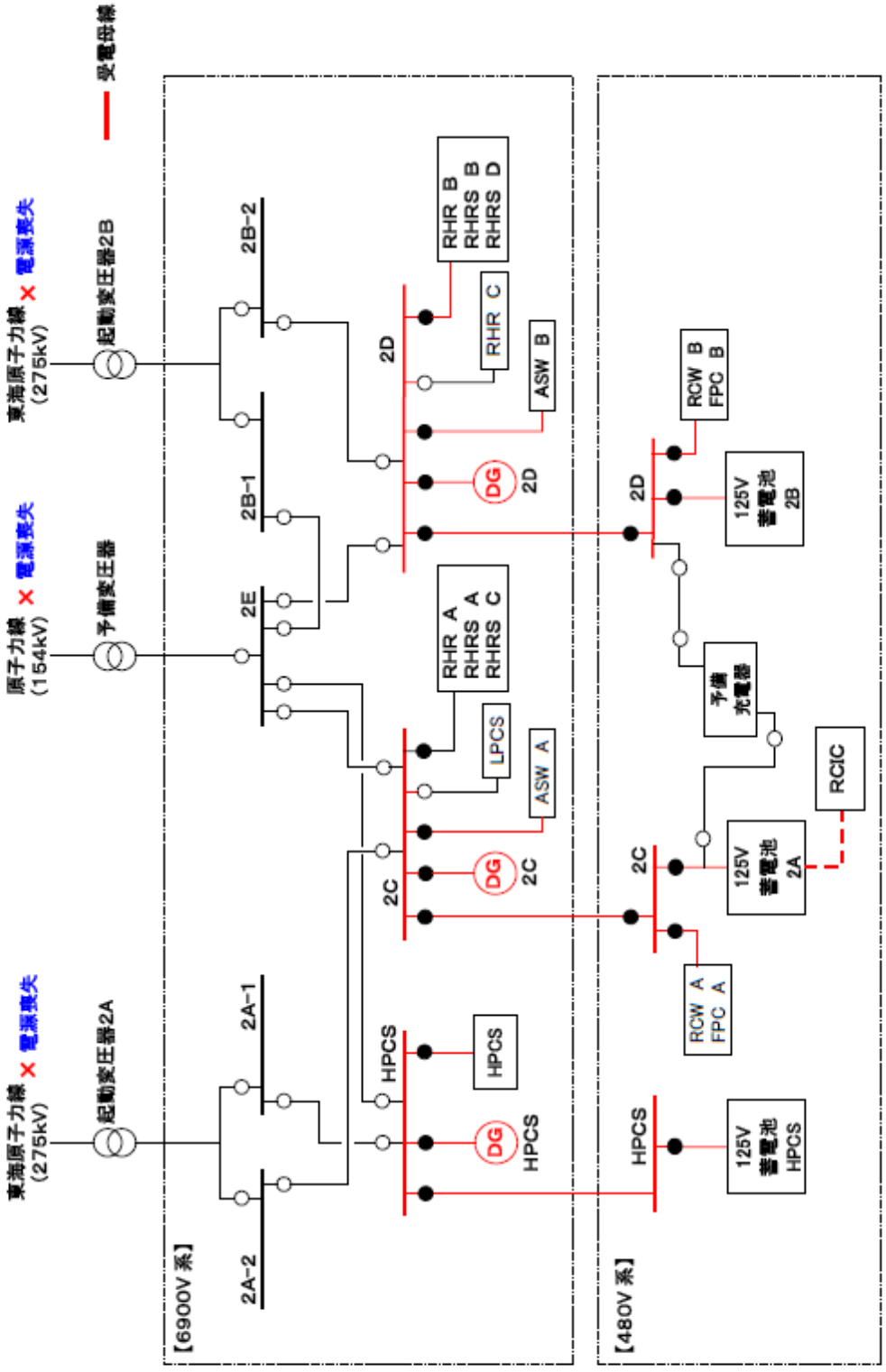


図 II-2-159　東海第二発電所　所内電源系概略図（DG2C 停止前の電源状況）

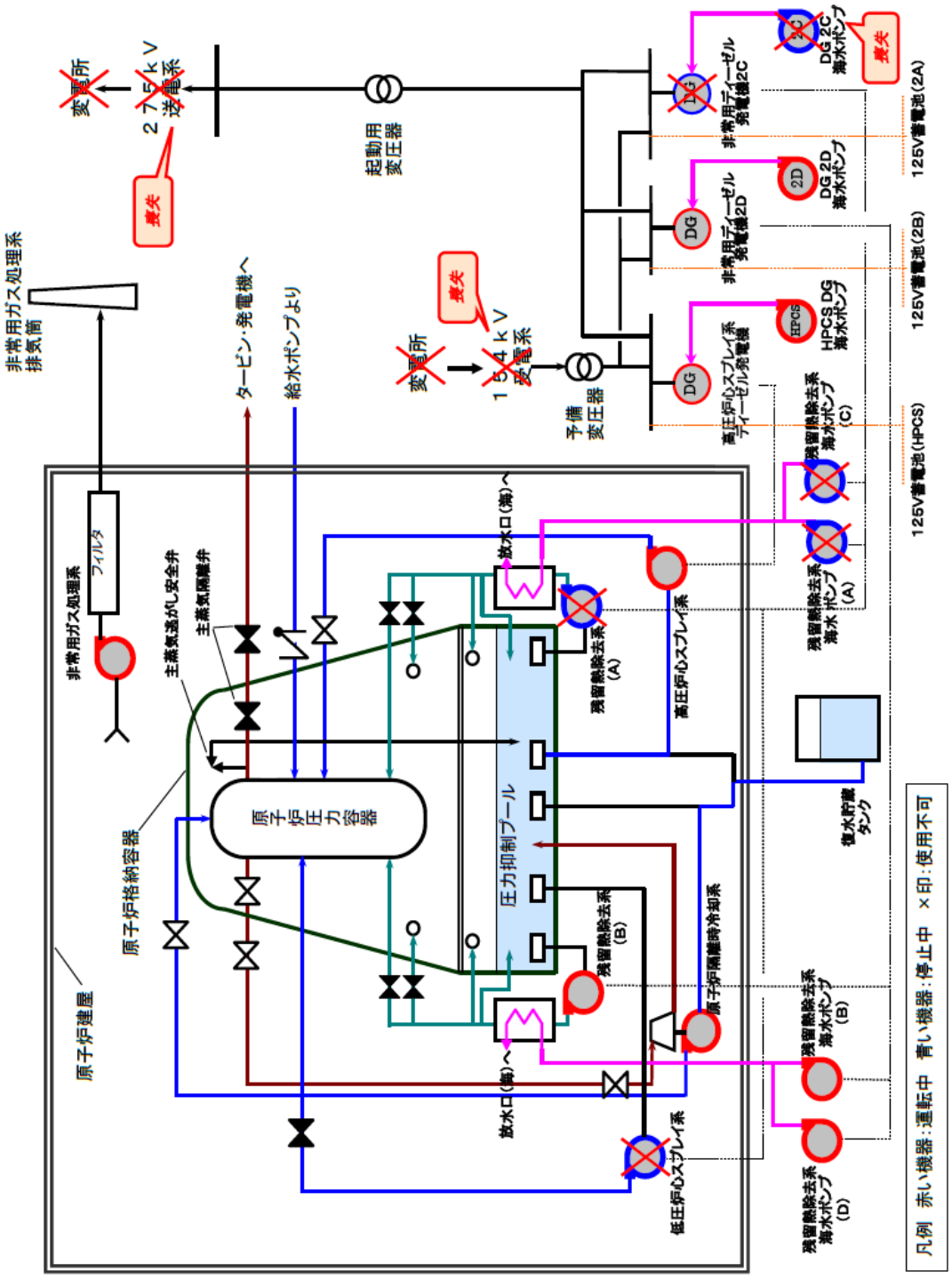


図 II-2-160 東海第二発電所 系統構成図（地震発生後：津波後）

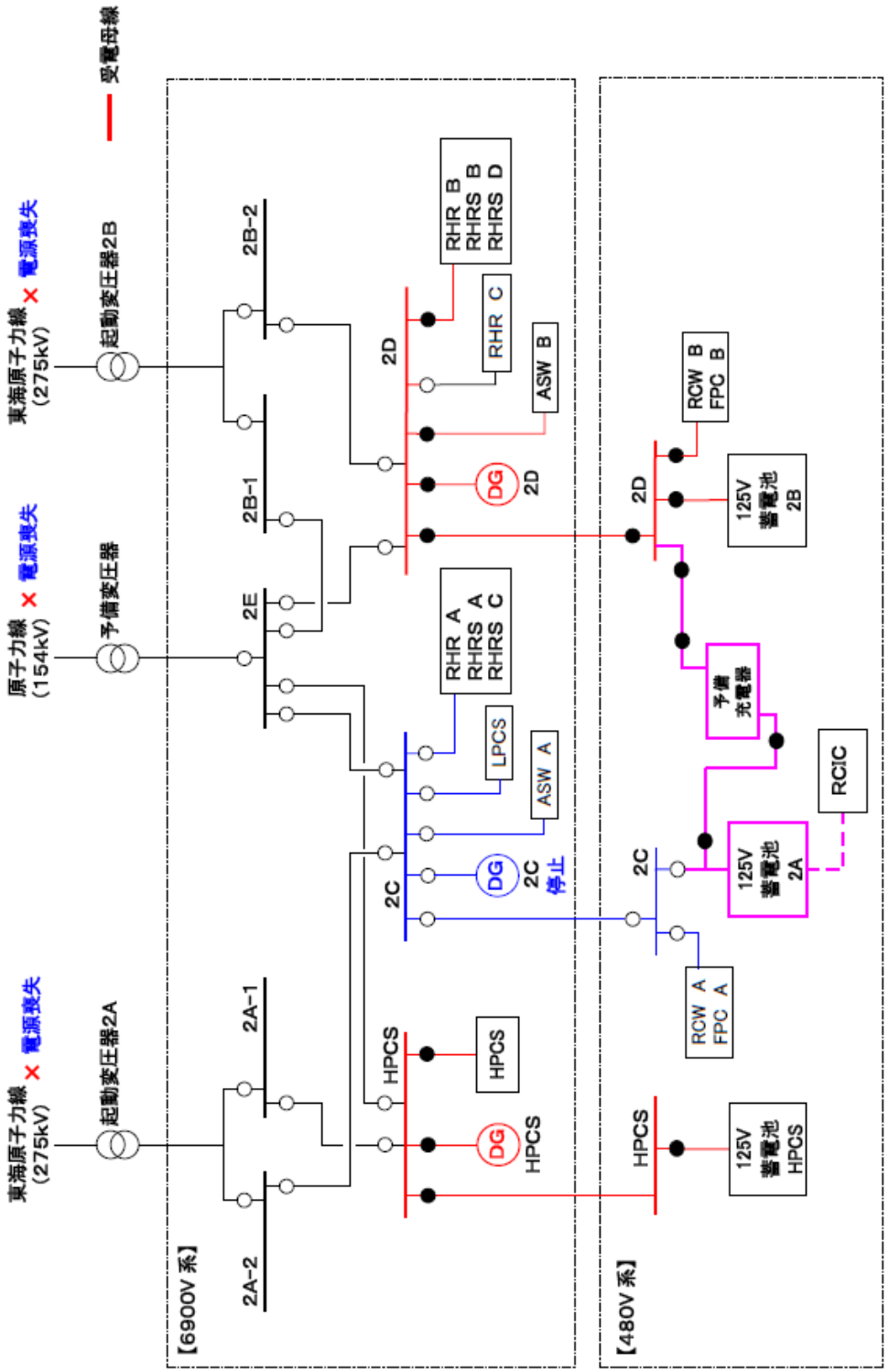


図 II-2-161　東海第二発電所　所内電源系概略図（DG2C 停止後の電源状況）

d　主要パラメータの変化

地震発生から冷温停止までの間の、原子炉水位、原子炉圧力等の主要パラメータの変化を図 II-2-162～図 II-2-164 に示す。また、主要パラメータの最大（最小）値の実績と設計値等の制限値について表 II-2-61 に示す。原子炉水位については、TAF+4m 以上を確保され、原子炉圧力についても、最高使用圧力の範囲内での変動となっており、全てのパラメータにおいて、設計値や制限値の範囲内での変動に留まっていることが確認された。

表 II-2-61　東海第二発電所 主要プラントパラメータ実績表

	制限値	最大(最小)実績
原子炉水位	-4248mm 以上 （TAF:有効燃料頂部）	約 -910mm （TAF 約+3,338mm）
原子炉圧力	8.62MPa 以下 （最高使用圧力）	約 7.43MPa
D/W 圧力	279.5kPa 以下 （設計圧力）	約 12.5kPa
S/P 水温	104℃以下 （設計温度）	約 54℃
S/P 水位	8.427m 以下 （S/P ベントライン高さ）	約 7.403m （通常水位+37.3cm）
SFP 水温	65℃以下 （保安規定）	約 29℃

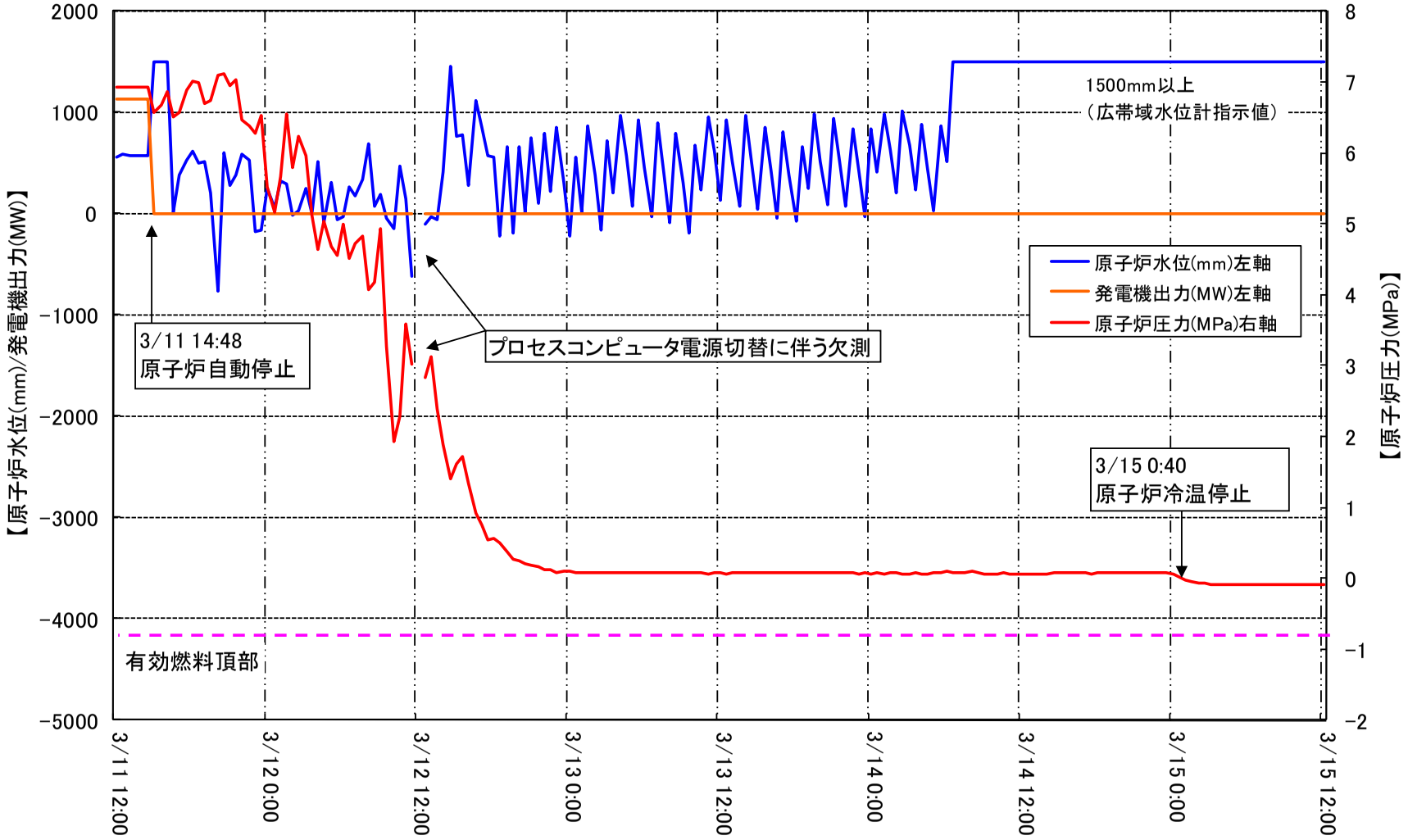


図 II-2-162　主要パラメータの変化（3 月 11 日から 3 月 15 日）（その 1）

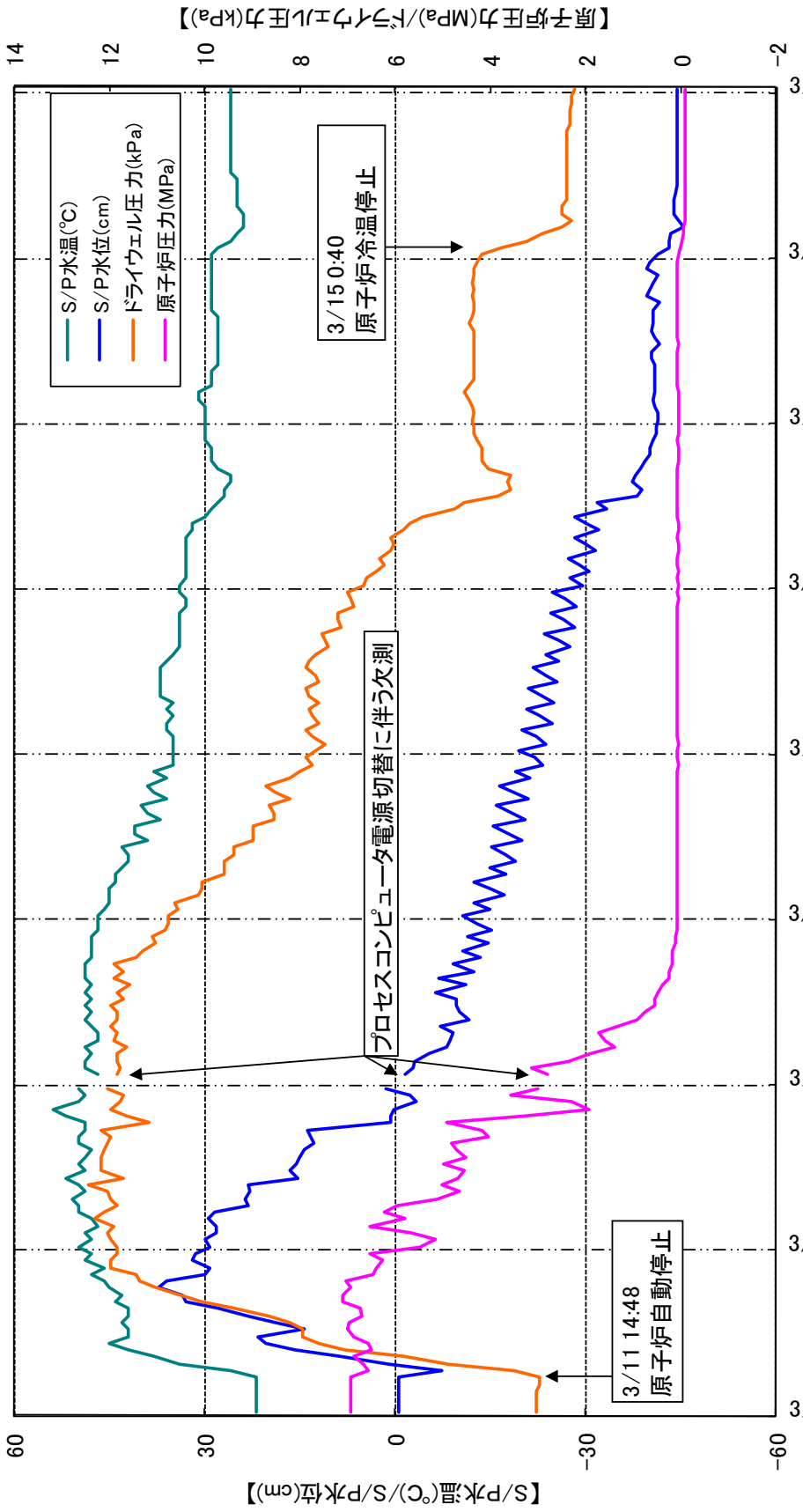


図 II-2-163　主要パラメータの変化（3 月 11 日から 3 月 15 日）（その 2）

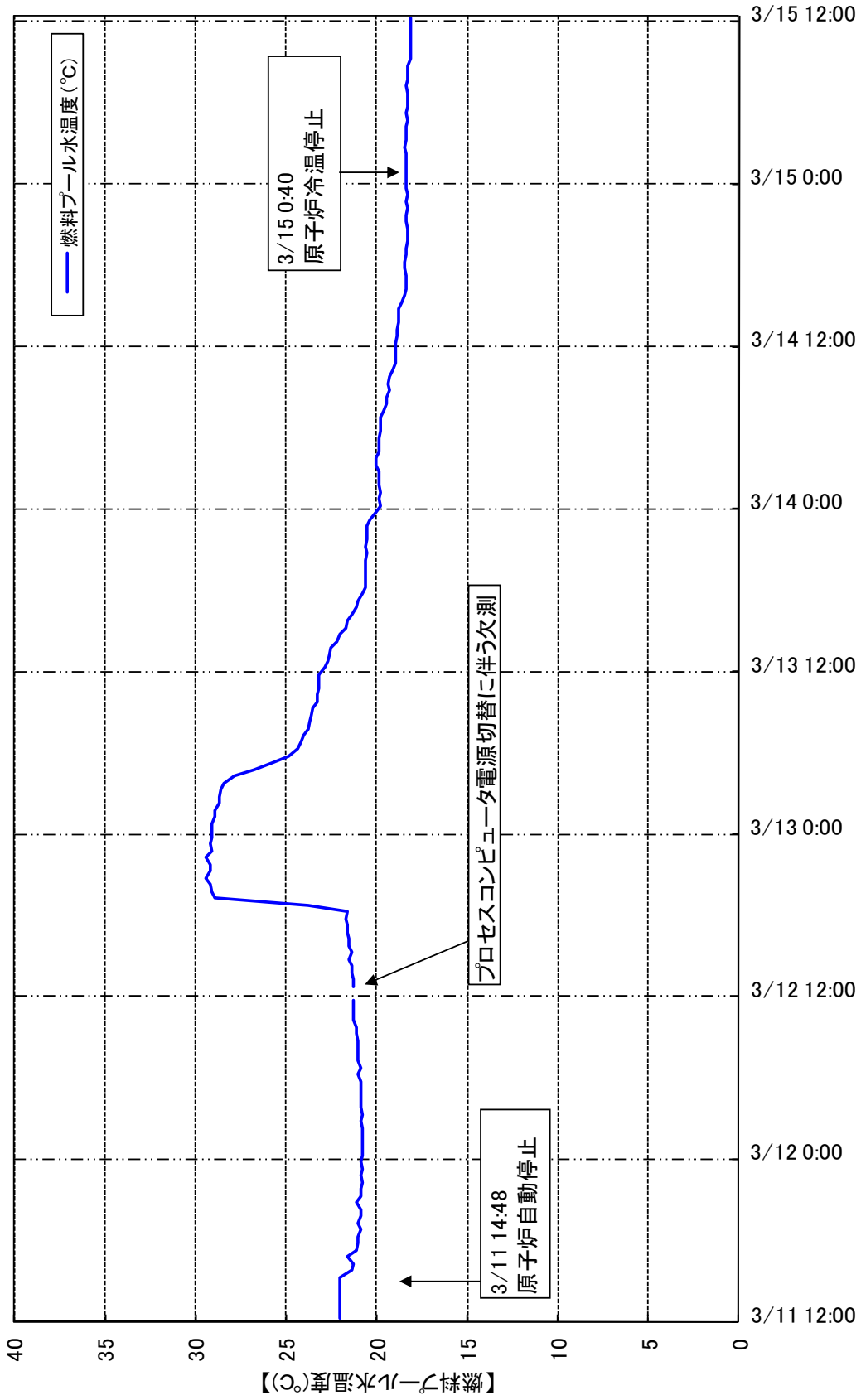


図 II-2-164　主要パラメータの変化（3 月 11 日から 3 月 15 日）（その 3）

e　外部への放射性物質の影響

○　原子炉内燃料、使用済燃料の状況

地震発生時から冷温停止に至るまで、原子炉内の水位は TAF を確保したこと、SFP も十分な水位を確保している。また原子炉水及び SFP 水についての測定結果を表 II-2-62、表 II-2-63 に示す。測定値は地震発生前からと変動はなく燃料破損を疑うような値は測定されていない。このことから、燃料破損は発生していないと判断している。

○　モニタリングポスト等の状況

地震発生から冷温停止までの間の MP の測定値について図 II-2-165、図 II-2-166 に示す。

東海第二発電所は、3 月 15 日 0 時 40 分に原子炉冷温停止となったが、直後の 0 時 50 分頃より MP の測定値の上昇を確認している。この測定値の上昇は以下の理由により、福島第一原子力発電所の事故によるものと推定しており、東海第二発電所からの放射性物質の大気への放出はなかったと判断している。

・地震発生から冷温停止までの間、原子炉は冷却ができており、排気筒モニタ指示値も通常値で安定していることから、東海第二発電所より希ガスは放出されていないこと。
・MP の測定値が上昇し始めた時刻は冷温停止後であり、14 日まで南西寄りであった風向きが、15 日の 0 時頃から北東寄りとなり、福島第一原子力発電所の風下となったこと。
・東海第二発電所の MP の指示値が上昇する約 10 分前に、風上側にある MP（茨城県日立市大沼：県設置）の指示値が上昇していること。

○　微量の放射性物質の放出

今回の地震により現場機器の状態を確認していた保修員が、3 月 11 日 21 時 50 分頃、複合建屋電気室 1 階（非管理区域）に設置されている蓄電池室 2B 室にあるドレンファンネルからの溢水を確認した。

当該蓄電池室の蓄電池は、外部電源が喪失し冷温停止操作に必要な電源である非常用 DG(2D)の制御電源にも用いられており、安全性に影響を与える可能性がある溢水であると考えたため、サーベイメータにより溢水した水に汚染がないことを確認した上で、非常用ディーゼル発電機室屋上周辺の非管理区域へ排水した。

その後の調査において、排水前に採取したサンプルについてトリチウム測定を実施した結果、トリチウムが検出されたこと、また、ゲルマニウム半導体検出器を用いて核種分析を行ったところ、コバルト（Co-58、Co-60）が検出された。

また、当該ファンネルは、図面上、複合建屋に隣接するサービ

ス建屋 1 階の管理区域内にある実験室サンプに接続されていることが確認されたことから、当該サンプ内の廃液が非管理区域へ逆流し、漏えいしたものと判断した。放出された放射性物質は、トリチウム（1.4×10^{-3}Bq/cm^3）、Co-58 及び Co-60（両者とも 4.6×10^{-5}Bq/cm^3）であり、その発電所周辺監視区域外の水中濃度は、核種毎に定められた濃度限度（トリチウム：6×10^{1}Bq/cm^3、Co-58：1×10^{0}Bq/cm^3、Co-60：2×10^{-1}Bq/cm^3）に対し、各々の割合の和として、約 3 千分の 1 であり、環境への影響はなかったと判断している。

表 II-2-62　原子炉水のよう素 131 濃度測定結果

試料採取日時	原子炉状態	よう素 131 濃度（Bq/g）	備考
H23 年 3 月 8 日　10:00	運転中	2.35E-2	
H23 年 3 月 18 日　10:30	冷温停止	4.34E-2	
〔燃料健全性評価〕 震災による原子炉停止後の炉水中のよう素 131 濃度は，燃料集合体シッピング検査条件である 3.7E+1Bq/cm^3 に対して十分低く燃料は健全に保たれている。			

表 II-2-63　SFP 水の放射能測定結果

試料採取日時	原子炉状態	検出核種及び濃度（Bq/g）	備考
H23 年 3 月 8 日　10:00	運転中	Co-60：2.64E-1	
H23 年 3 月 18 日　10:20	冷温停止	Co-60：7.66E+0 Mn-54：2.08E-1 Zn-65：1.71E-2	
〔燃料健全性評価〕 震災による原子炉停止後の SFP 水の放射性物質濃度は，浄化系停止等の影響から震災前の値より高くなっているが，FP 核種は検出されていないことから燃料は健全に保たれている。			

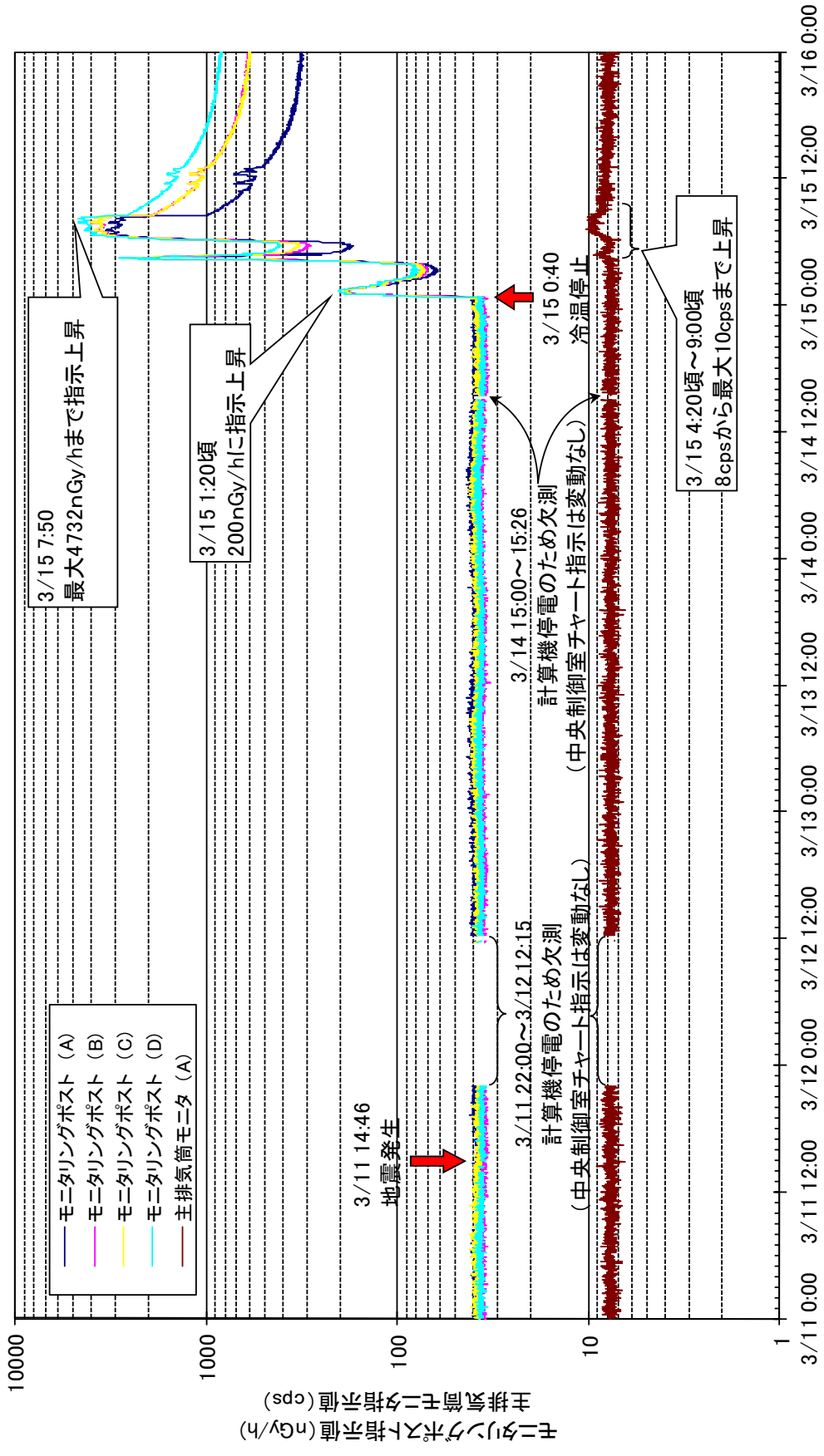


図 II-2-165　モニタリングポスト推移（3 月 11 日から 3 月 15 日）（その 1）

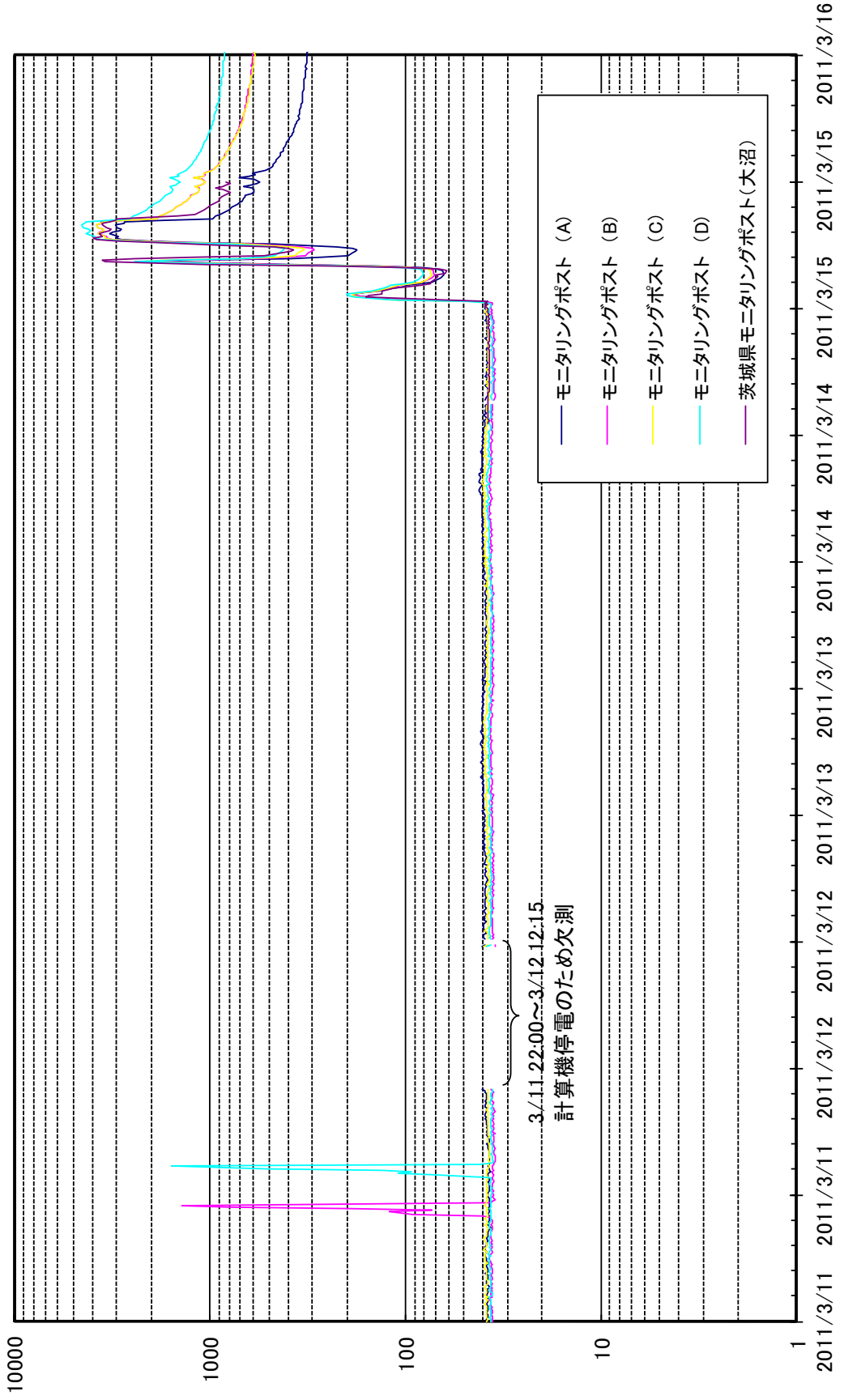


図 II-2-166　モニタリングポスト推移（3 月 11 日から 3 月 15 日）（その 2）

f　津波による非常用 DG 海水ポンプ 2C の停止

今回の地震で、DGSW2C が停止したことにより、原子炉冷却系の機器の 1 系統に電源を供給することができなかった。本件についての詳細を以下に示す。

○　津波の状況

今回の津波により、津波遡上が確認された範囲及び遡上高を図 II-2-167、図 II-2-168 に示す。発電所構内に設置した監視カメラの映像により、津波による取水口エリアの浸水状況を確認した結果、15 時 35 分頃、取水口エリア（標高（以下「TP」という。）＋3.31m 程度）が約 1m（浸水高さは何れも監視カメラの映像を元に概算）浸水していることを確認した。

更に 16 時 51 分頃にも取水口エリアが約 2m 浸水していることを確認するとともに、その後も取水口エリアが複数回浸水（1m 以下）していることを確認した。

現場調査による痕跡等の確認結果から、東海第二発電所における津波遡上高は、TP＋5.3m 程度であったと推定される。

なお、今後の水準測量（基準点からの高度差測定）等により、発電所敷地内及び敷地周辺の痕跡高、遡上高等が明確となる。

○　DGSW2C が設置されている北側ポンプ槽の浸水

➢　ポンプ槽の構造

取水口ポンプエリアの配置は、図 II-2-169 のポンプエリアのとおりである。ポンプエリアは、中央に循環水ポンプ槽を配置し、その左右に安全上重要な機器のポンプエリアとして、南側海水ポンプ槽、北側海水ポンプ槽が配置されている。北側海水ポンプ槽には、DGSW2C、補機冷却海水系（ASW）(A､C)、RHRS(A､C)の各ポンプが配置されている。南側海水ポンプ槽には、DGSW2D、ASW(B)、RHRS(B､D)、HPCSDGSW が配置されている。

➢　ポンプ槽の浸水及び機器の被害状況（図 II-2-169、図 II-2-170）

南北ポンプ槽の浸水状況について確認したところ、南側ポンプ槽には浸水はなかった一方、北側ポンプ槽には浸水が認められた。北側ポンプ槽の浸水により、DGSW2C は全体が水没し自動停止した。なお、竪型ポンプである DGSW2C の

当該電動機頂部レベルは、ポンプ槽底面から約 1.8m に位置する。一方、ASW(A、C)、RHRS(A、C)のポンプの水没範囲は電動機下部軸受付近にとどまり、その後の点検及び試運転により、それぞれのポンプの機能に問題なかったことが確認されている。

➢ ポンプ槽の津波対策

東海第二発電所の建設時から現在までのポンプ槽に対する津波対策の変遷を、図 II-2-171、図 II-2-172 に示す。

・1971 年、原子炉設置許可申請時は、取水口機器設置レベル（TP+3.31m）が日立港観測潮位（TP+1.46m）を超えないため、北側ポンプ槽には仕切り壁がなかった。
・1997 年、土木学会「原子力発電所の津波評価技術」情報を先取りした津波対策として、北側ポンプ槽へ仕切り壁（TP+4.91m）を設置した。
・2008 年 12 月、新耐震指針に照らした津波評価より厳しい影響評価となる茨城県公表「本県沿岸における津波浸水想定区域図等」の想定最高潮位（TP+5.72m）を加味し、TP+6.11m の仕切り壁を新設することを決定した。
・2010 年 9 月、仕切り壁の設置が完了。
・地震発生時（2011 年 3 月）は、仕切り壁設置後の作業として、北側ポンプ槽の水密化作業を実施中であった。具体的には、北側ポンプ槽は、ASW ストレーナエリア間の排水溝を閉鎖すること、新たな仕切り壁と従来からの仕切り壁間にあるケーブルピットからの浸入を防止するためにケーブルピットの止水性を向上することについては、2011 年 5 月末までに計画的に実施することで、それぞれ未実施、実施中の状況にあった。

なお、南側ポンプ槽については、配管貫通部の止水作業を含め全ての作業が 3 月 9 日までに終了した。

➢ 北側ポンプ槽が浸水した原因（図 II-2-169）

北側ポンプ槽へ耐震裕度向上として設置した新たな仕切り壁については、TP+6.1m の高さであり、今回の津波の波高（TP+5.3m 程度）より高かったことから、津波のポンプ槽へ

の直接浸入は免れたと考えられる。
　しかし、仕切り壁高さよりも低い津波の場合であっても、北側ポンプ槽周辺が工事途中であったために、津波による海水が浸入する部位として以下が存在した。

・ポンプ槽と ASW ストレーナエリア間に排水溝による開口があった。
・ケーブルピットが密閉構造でなかった。

　これらの部位からの浸水により DGSW2C が水没、当該電動機冷却用のファンが水の抵抗を受け軸動力が増加したことで電流値が増加、当該電動機を過負荷から保護するための熱動継電器動作により、DGSW2C が自動停止したものと推定している。

➢　応急対策

・DGSW2C については、固定子を洗浄乾燥させたうえで通常の手入れ手順により復旧させた。その後、非常用 DG(2C)について健全性確認運転を行ったうえで、2011 年 3 月 22 日 22 時 10 分に待機状態へ復帰した。
・北側ポンプ槽については、ASW ストレーナエリア間にある排水溝及びケーブルピットについて、コンクリート打設による閉塞措置を実施した。（図 II-2-173）
・事業者は、津波に対するさらなる対策として、緊急時安全対策を実施したが、今回の東北地方太平洋沖地震全体の検証で得られた知見を今後、反映していく予定であるとしている。

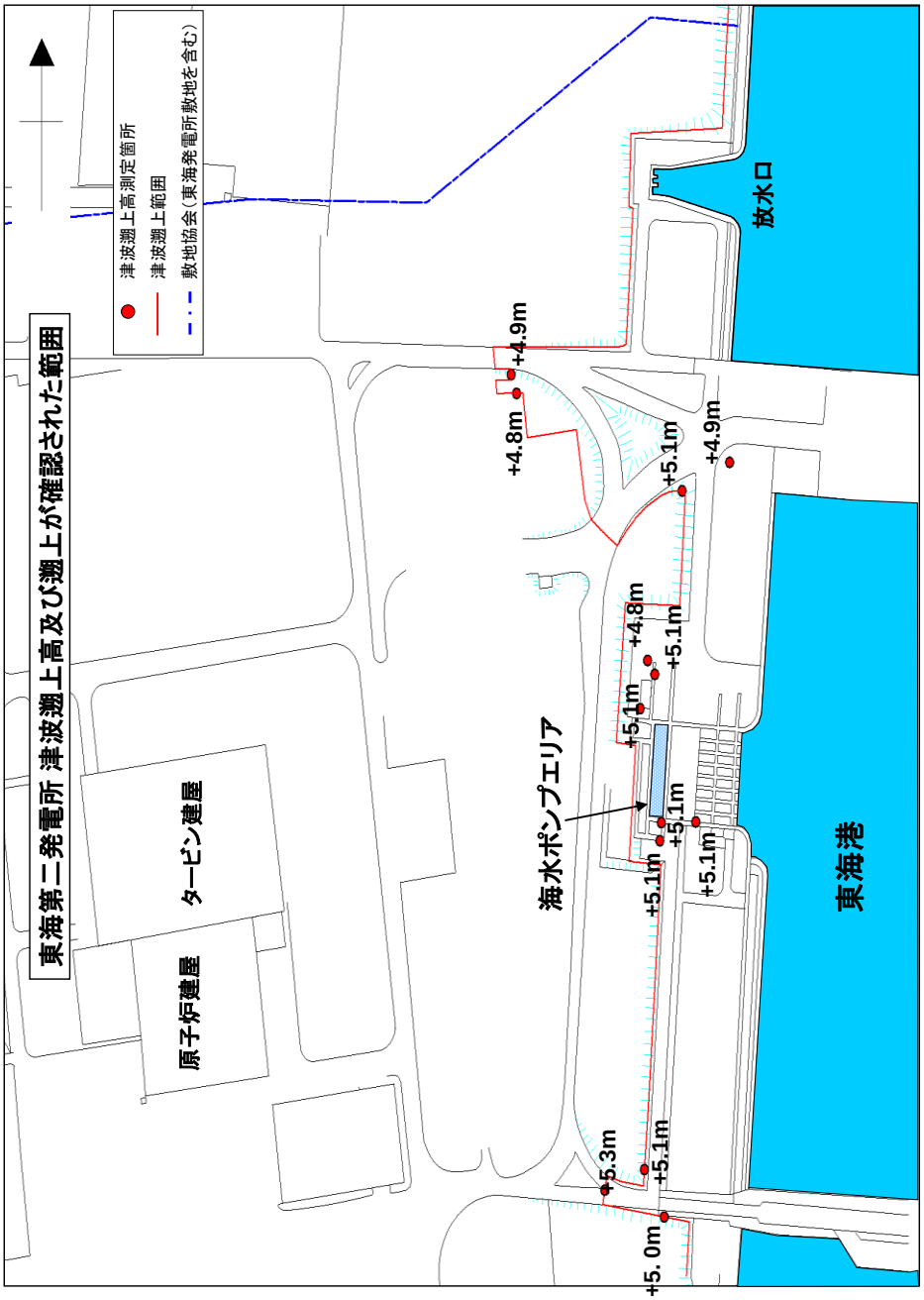


図 II-2-167　津波遡上高及び遡上が確認された範囲

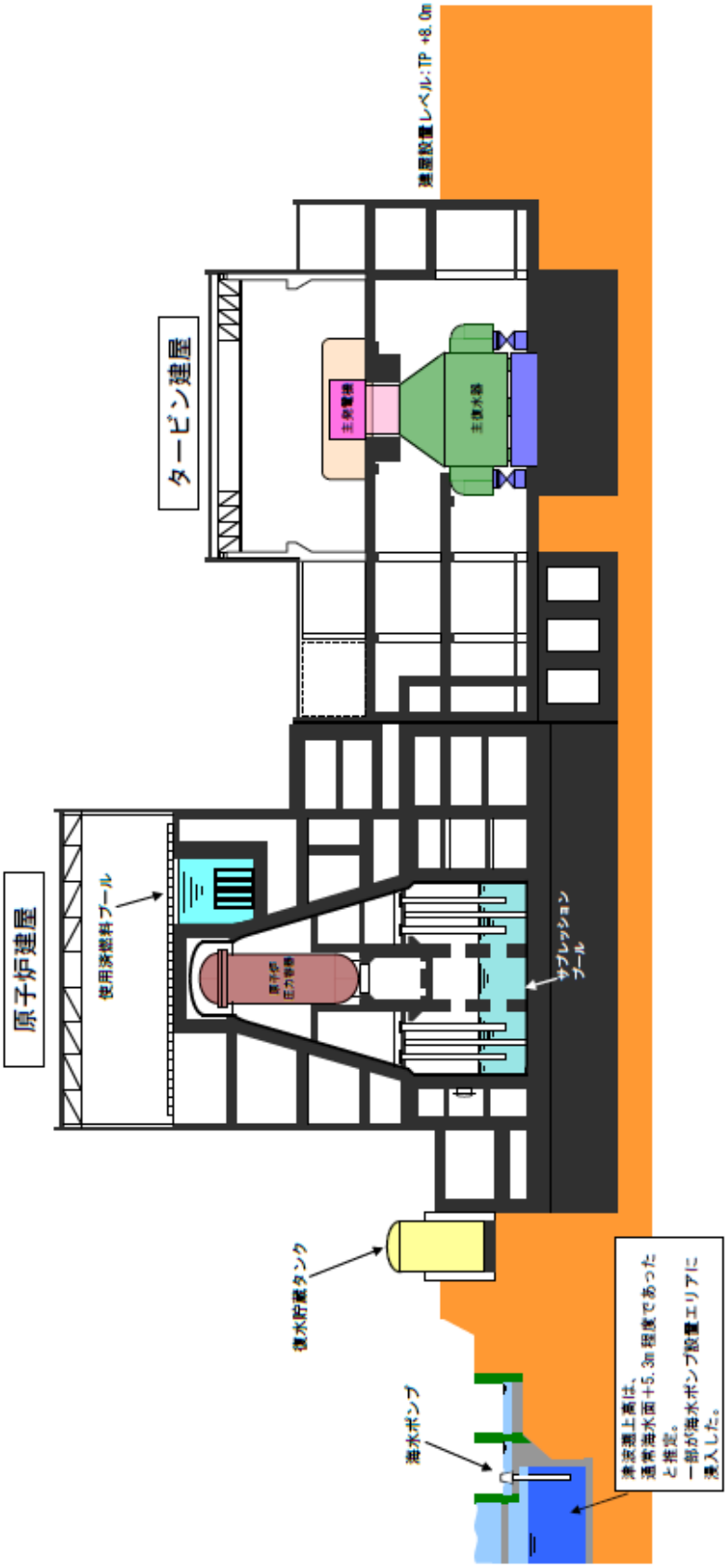


図 II-2-168　東海第二発電所　建屋断面図（津波の影響）

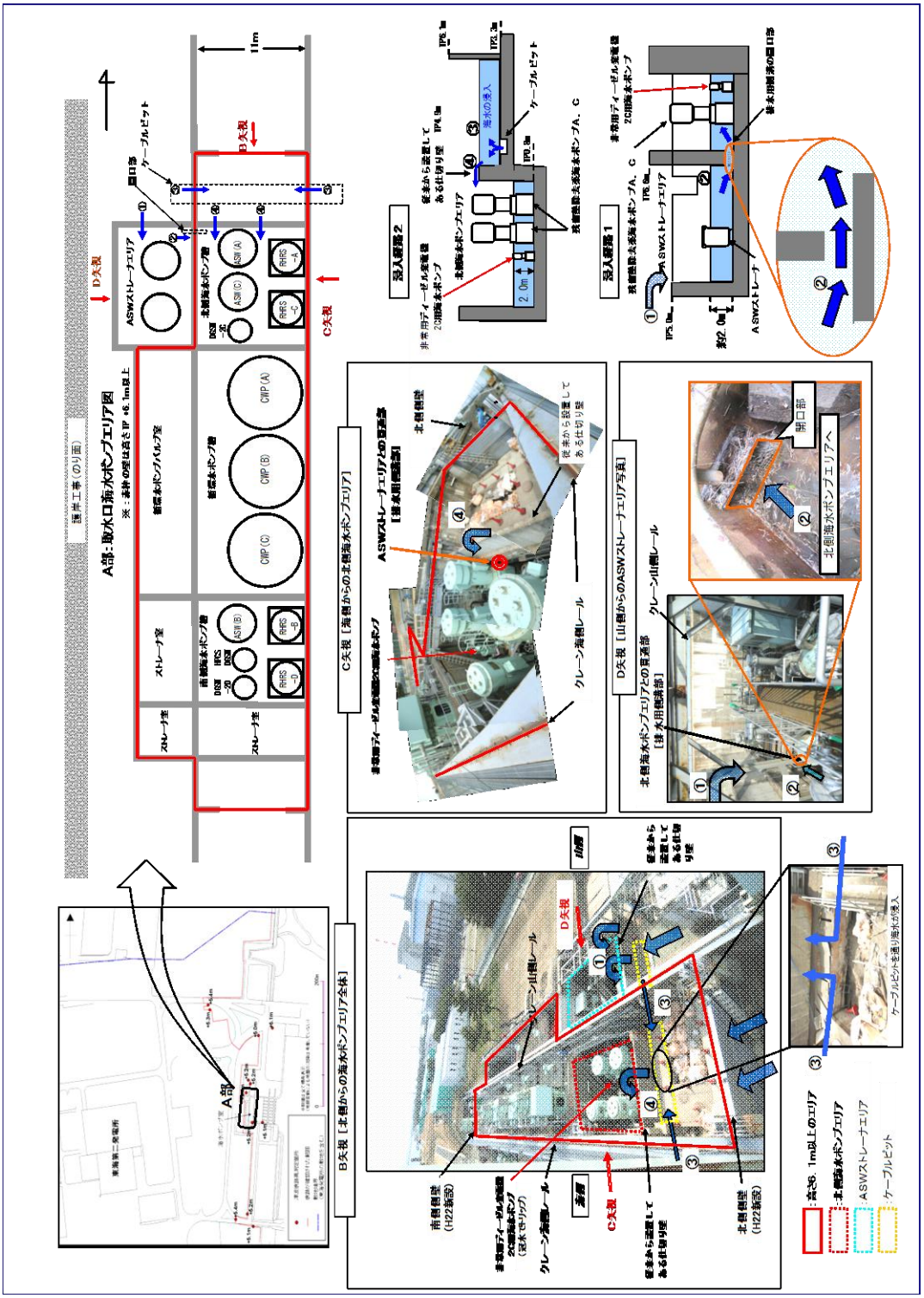


図 II-2-169　取水口北側海水ポンプエリア　海水侵入経路図

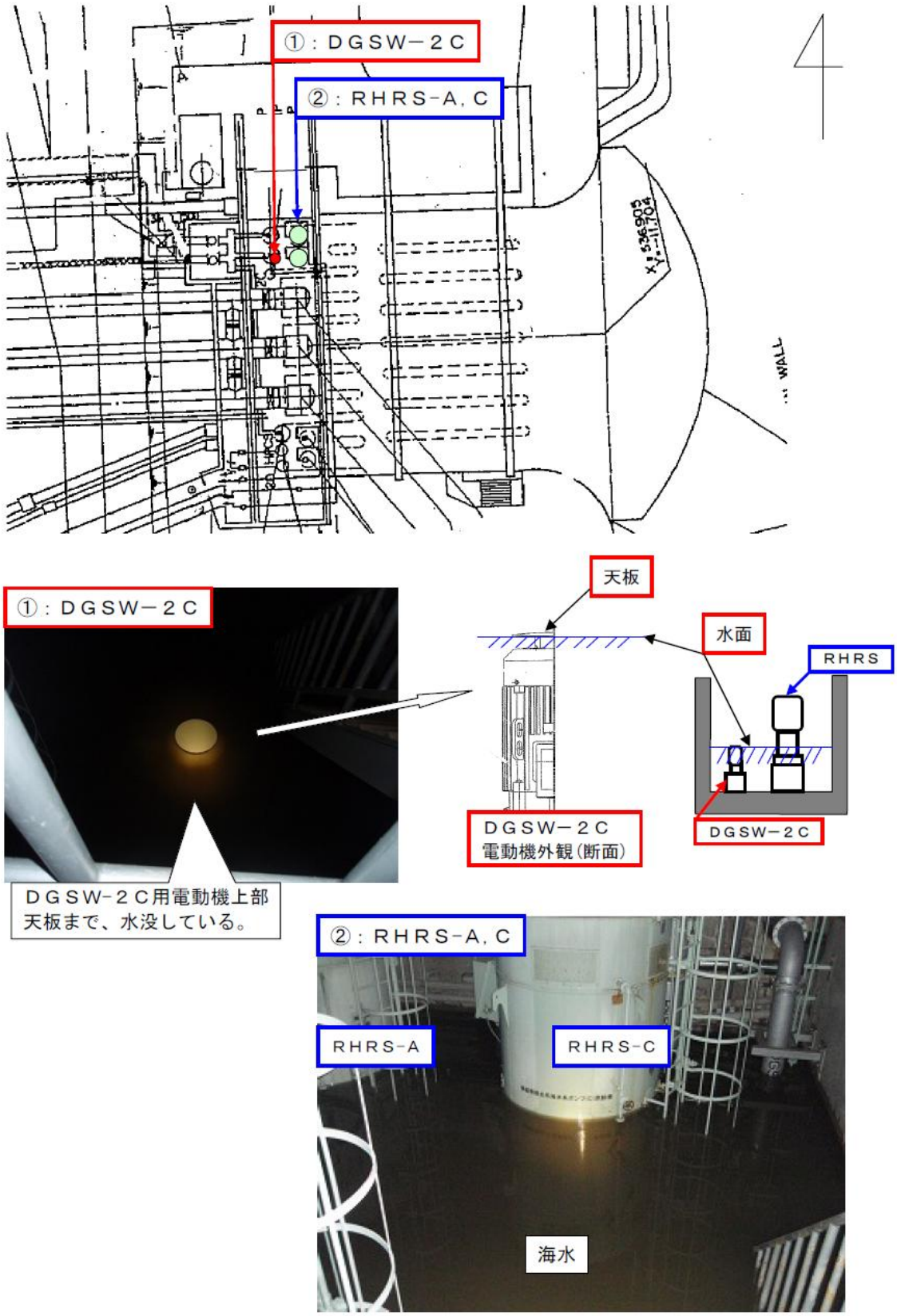


図 II-2-170　3 月 11 日の取水口ポンプ槽　海水浸水状況

	工事内容等	備考
昭和46年	原子炉設置許可申請時、昭和31年7月以降の茨城県日立港で観測された潮位記録として最高潮位TP +1.46mをもとに取水口機器設置レベルTP +3.31mを超えないとしていたため、建設時には非常系の海水ポンプが設置された南北２つのポンプ槽のうち北側ポンプ槽に仕切り壁はなかった。	最高潮位は昭和33.9.27狩野川台風にて観測
平成5年7月	北海道南西沖地震発生。 土木学会が「原子力発電所の津波評価技術」をまとめる契機となる。	M7.8、最大津波高さ16.8m
平成6年	耐震BCにより「歴史津波に対する評価」が行われる。	
平成9年	平成14年に評価結果がでた土木学会「原子力発電所の津波評価技術」の情報を先取りし津波対策として、北側ポンプ槽に仕切り壁(高さTP +4.91m)を設置。	津波対策は平成9年から平成13年まで実施。
平成14年2月	土木学会「原子力発電所の津波評価技術」に基づく評価結果として、最高潮位をTP +4.86mと想定。	
平成18年9月	「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」改定。	(新耐震指針)
平成19年10月	茨城県より「本県沿岸における津波浸水想定区域図等」が公表。	
平成20年12月	新耐震指針に照らした津波の影響評価より厳しい影響評価となる茨城県公表「本県沿岸における津波浸水想定区域図等」の想定最高潮位TP +5.72mで対策実施を決定。	最高潮位は、1677年延宝房総沖地震の評価結果
平成21年7月 ～平成22年9月	想定最高潮位に対し、新設の仕切り壁高さをTP +6.11mとして設置工事。	
平成22年11月末 ～平成23年3月9日	南北ポンプ槽の配管貫通部水密化工事を実施。	南側ポンプ槽工事完了
平成23年2月2日 ～平成23年5月末	北側ポンプ槽の配管貫通部以外を工事中。 (3月11日地震に遭遇、ポンプ槽浸水)	

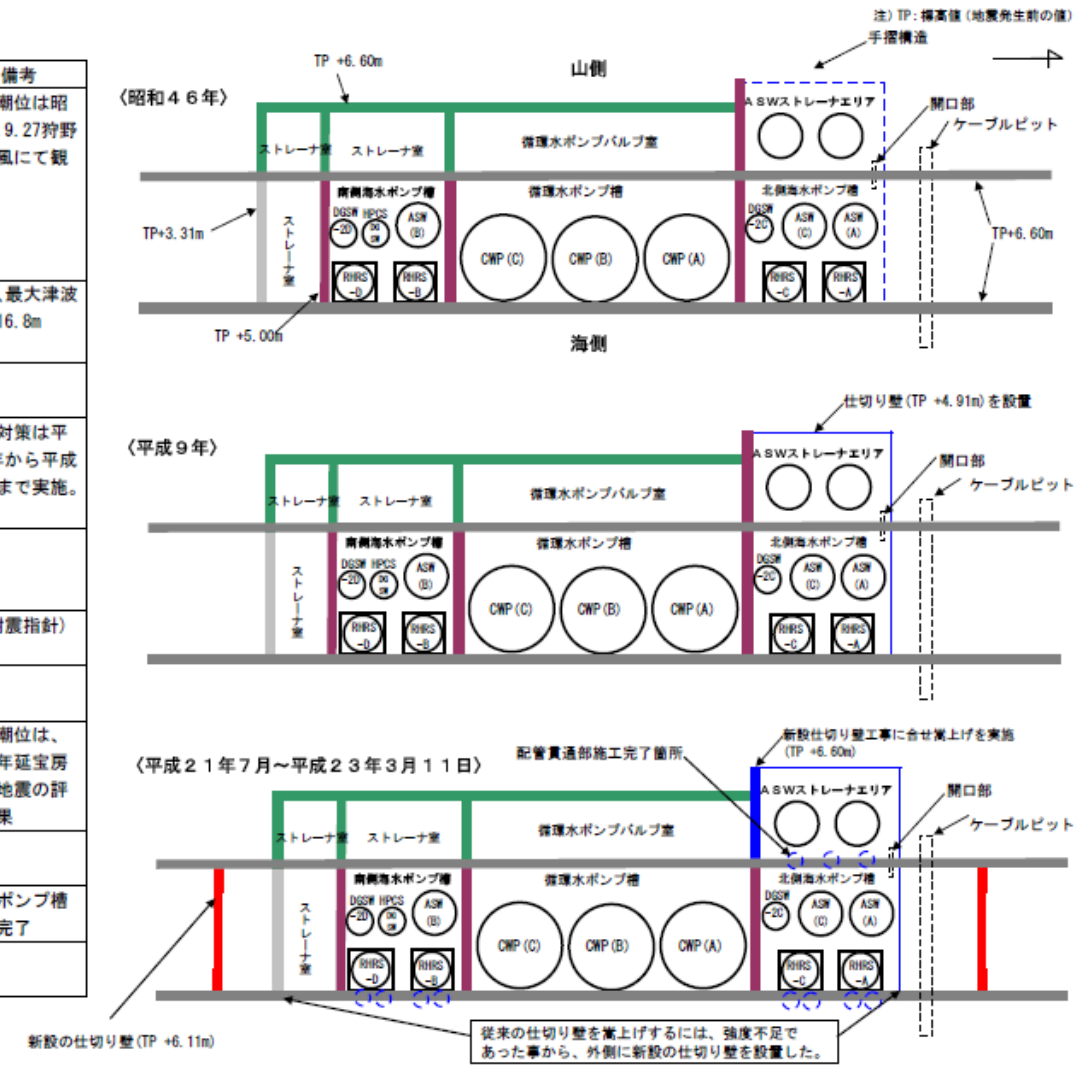


図 II-2-171　取水口津波対策工事（仕切り壁設置）の経緯

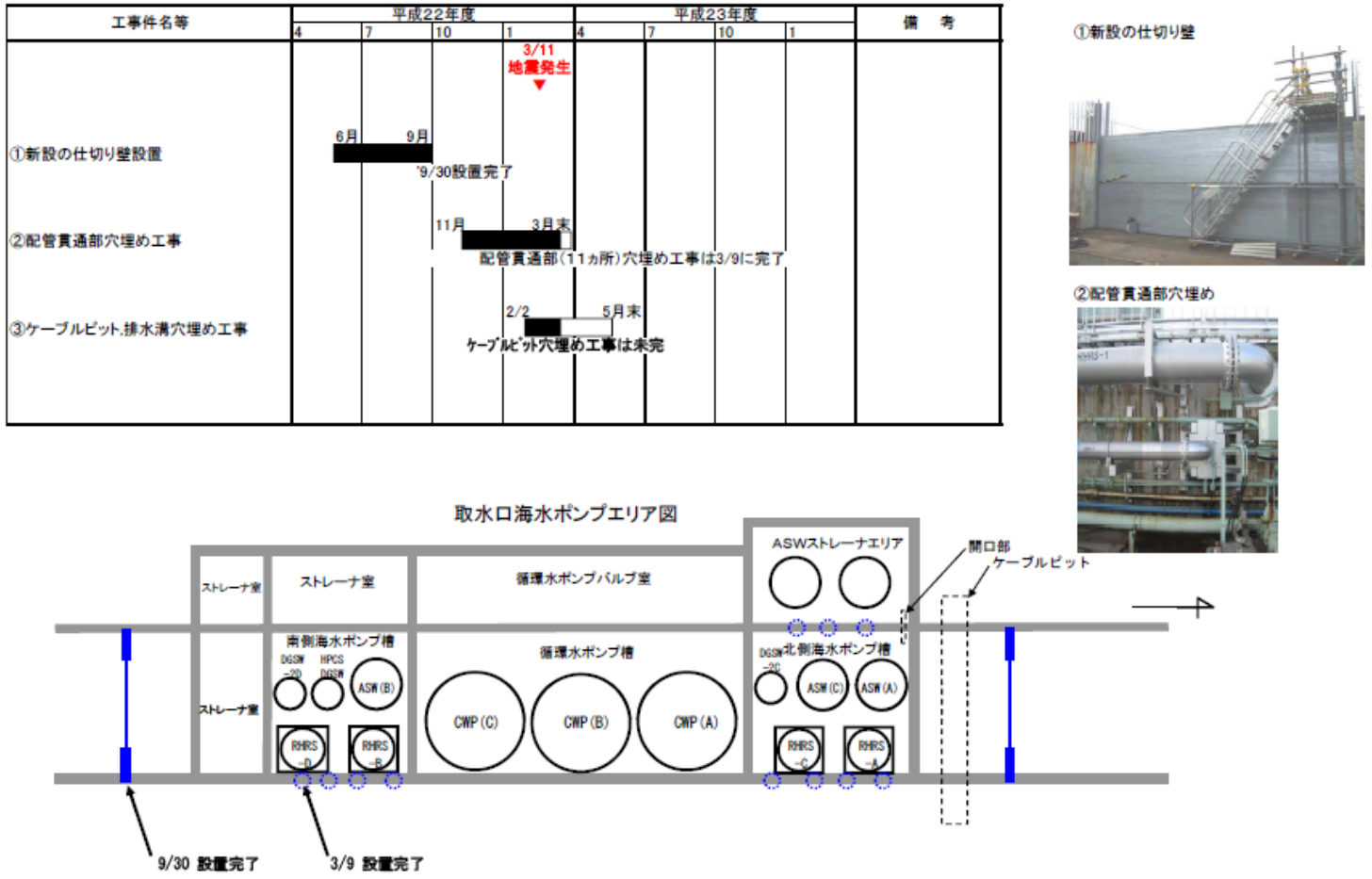
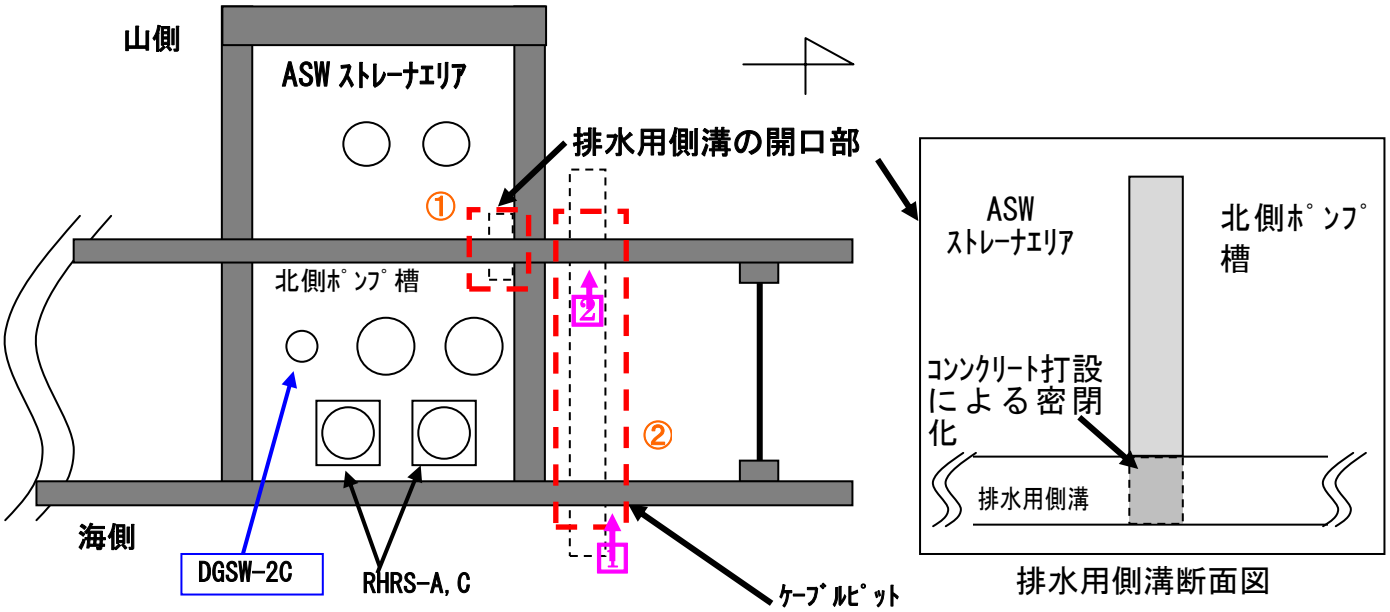
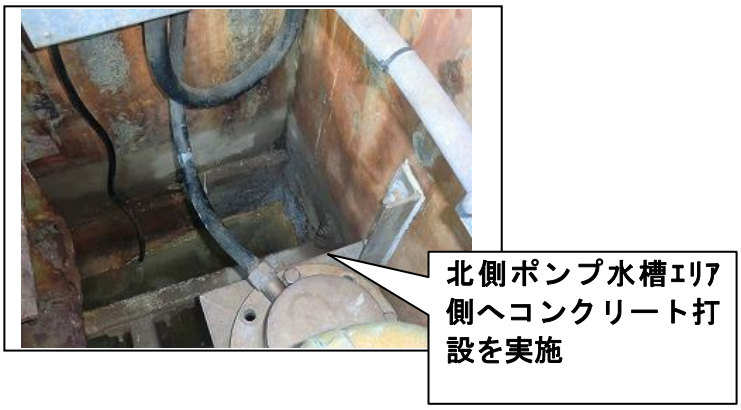


図 II-2-172　海水ポンプエリア津波対策工事地震発生時（3 月 11 日）の状況



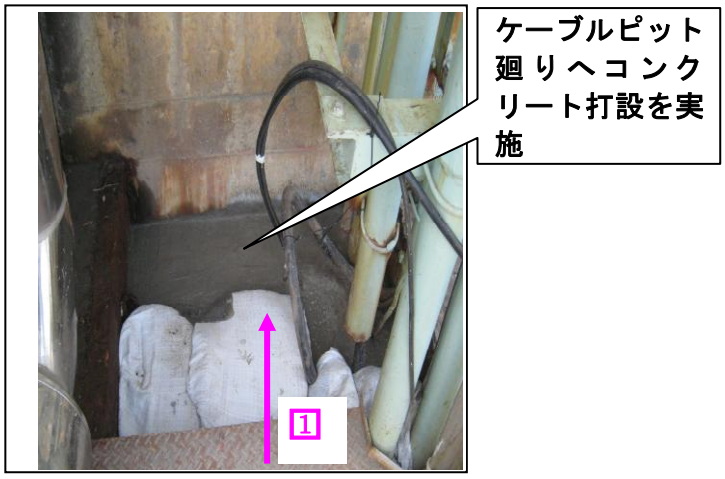
排水用側溝断面図

対策①：排水用側溝の開口部へコンクリート打設による水密化



対策②：ケーブルピットへコンクリート打設による水密化

・ケーブルピット廻り



・ケーブルピット内

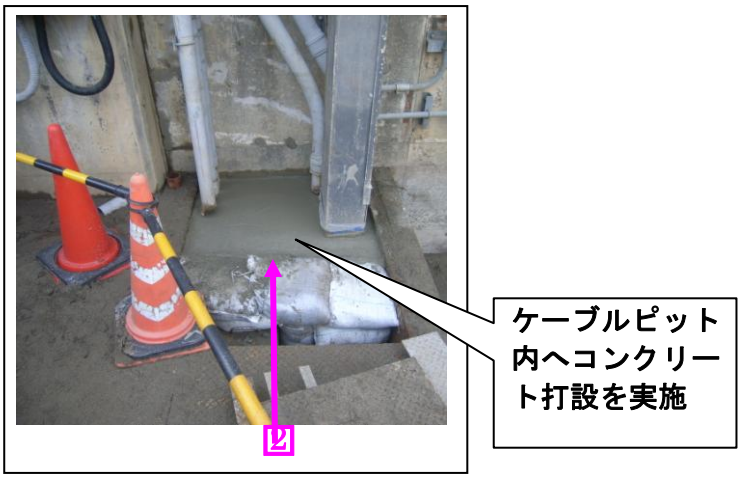


図 II-2-173　北側ポンプ槽に対する対策

（５）福島第二原子力発電所及びその他の発電所における事象進展の整理

前回の報告書では、福島第一原子力発電所の 1～3 号機が重大な炉心損傷に至り、他方、福島第一原子力発電所 5、6 号機及び福島第二原子力発電所 1～4 号機では、炉心損傷に至ることなく冷温停止することができたことについて、機能イベントツリー図に整理するとともに、今回の事故において炉心損傷に至るか否かを分けた主要な事象は、下記の事象であると推定している。

○交流電源の早期復旧が以下の理由によりできなかったこと
- ・隣接号機の同時の交流電源喪失によって電源融通ができなかったこと
- ・配電盤などの付属設備が津波により水没したこと
- ・外部電源及び非常用 DG を早期に復旧できなかったこと

○全交流電源喪失時の AM によってしばらくの間は、炉心冷却を行うことはできたが、電源が復旧するまで維持できなかったこと

○津波により最終ヒートシンクである海へ熱を輸送する系統が機能喪失したこと

○PCV からの崩壊熱除去機能を代替して担う手段が不十分であったこと

今回の報告書では、福島第二原子力発電所及びその他の発電所の事象進展について、機能イベントツリーに対する事象シーケンスを図 II-2-174～図 II-2-176 に作成して炉心損傷に至ることなく冷温停止することができたことについて整理した。

① 福島第二原子力発電所（図 II-2-174）

ａ 交流電源の確保

福島第二原子力発電所では、発電所全体で 1 回線の外部電源が確保できたことから、交流電源の確保には成功している。

ただし、1 号機及び 2 号機の非常用 DG は、津波により全て使用できない状態になっており、外部電源が確保されたことにより、全交流電源喪失を免れた状況となっている。3 号機及び 4 号機の非常用 DG 1 系統以上は確保されていた。

ｂ 炉心冷却

1 号機及び 2 号機については、タービン駆動注水系が確保されたこと、電動給水系については全ての ECCS が使用できなくなったが、これ以外の給水系が確保されたことから、炉心冷却は成功した。

3 号機及び 4 号機については、タービン駆動注水系が確保されたこと、電動給水系については、ECCS の一部及びこれ以外の給水系が確保されたことから、炉心冷却は成功した。

c　格納容器からの崩壊熱除去

3 号機については、RHR の 1 系統が確保できたことから、冷却を継続して問題なく冷温停止に至った。

一方、1 号機、2 号機及び 4 号機については、津波により全ての除熱機能が喪失したが、各種の冷却機能を使用して格納容器の圧力上昇を抑えるとともに、非常用機器冷却系ポンプの電動機交換、仮設ケーブルの敷設・受電や高圧電源車からの受電により、RHR の 1 系統を仮復旧させて冷却を行った。その結果、PCV ベントが必要な状況までには至らずに、冷温停止にすることができた。非常用 DG の停止等、津波による影響が出始めてから、RHR を仮復旧し冷却を開始するまでに要した時間は、それぞれ、1 号機が 58 時間程度、2 号機が 64 時間程度、4 号機が 72 時間程度であった。

② 女川原子力発電所（図 II-2-175）

a　交流電源の確保

女川原子力発電所では、発電所全体で 1 回線の外部電源が確保できた。1 号機は、常用配電盤の火災により非常用配電盤に電源が供給できなくなったため、外部電源が使用できなくなったが、非常用 DG が全て正常に起動したことにより、交流電源の確保に成功した。

2、3 号機は、外部電源により交流電源の確保に成功した。

b　炉心冷却

1、3 号機については、タービン駆動注水系、電動注水系とも確保され、炉心冷却は成功した。

2 号機については、原子炉起動のため制御棒の引き抜き操作を行っていたが、炉水温度は 100℃以下であり、自動スクラムしたことにより、直ちに冷温停止に移行した。

c　格納容器からの崩壊熱除去

1、3 号機については、全ての RHR が確保でき、冷却を継続して問題なく冷温停止に至った。

2 号機については、炉水温度は 100℃以下であり、そのまま冷温停止に移行した。その後の津波により、RHR が 1 系統使用不能となったが、もう 1 系統は使用できたため、崩壊熱除去の確保に成功した。

③　東海第二発電所（図 II-2-176）

ａ　交流電源の確保

東海第二発電所は、外部電源 3 回線の供給が停止し外部電源が喪失した。非常用 DG は全て正常に起動した。その後の津波により、非常用 DG の 1 系統が使用できなくなったが、もう 1 系統の非常用 DG 及び DG(H)からの交流電源の確保に成功した。

ｂ　炉心冷却

非常用 DG による電源確保が 1 系統であったため、電動給水系も確保できたのは 1 系統であったが、問題なく機能したことにより、炉心冷却は成功した。

ｃ　格納容器からの崩壊熱除去

非常用 DG による電源確保が 1 系統であったため、RHR も確保できたのは 1 系統であった。このため時間は要したが、冷却を継続することにより冷温停止に至った。

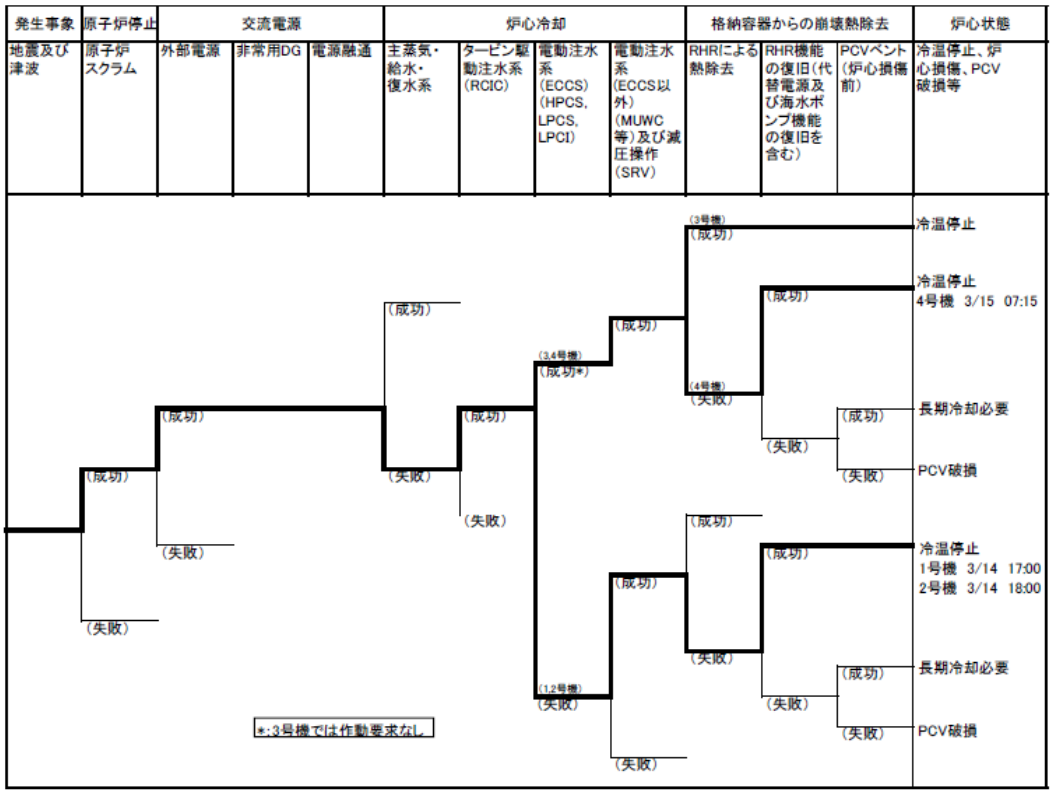


図 II-2-174　福島第二原子力発電所 1 号機～4 号機に係る機能イベントツリー

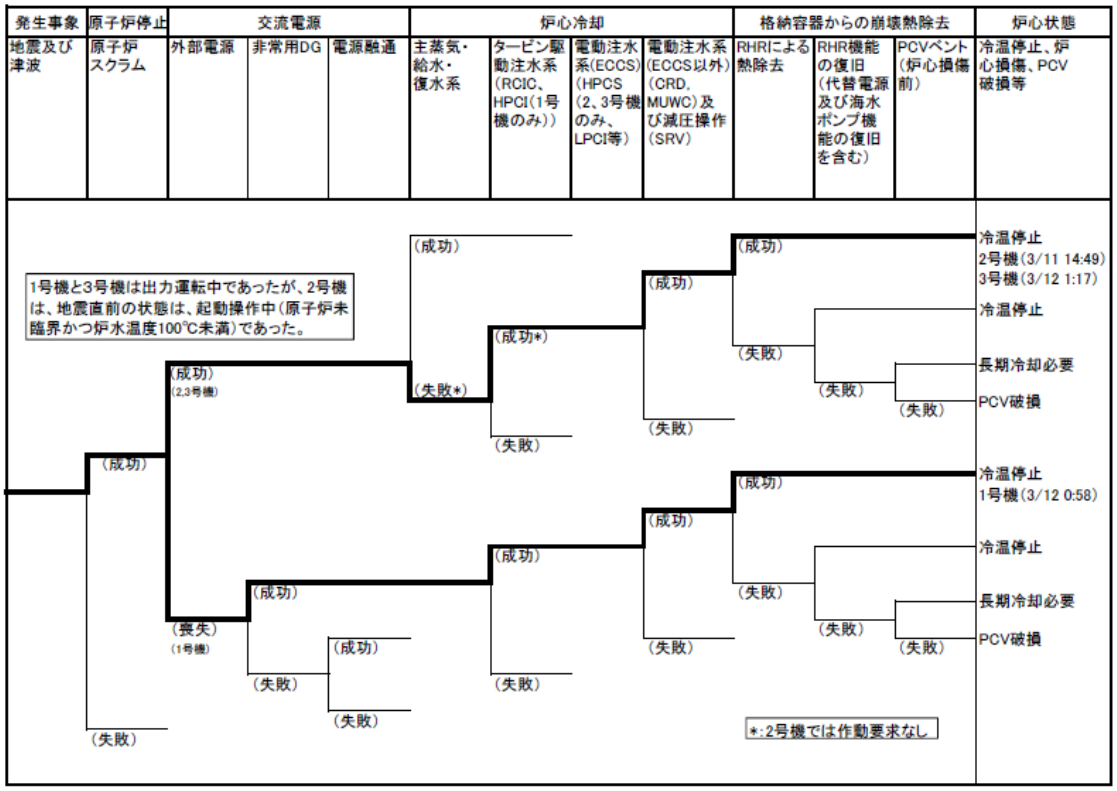


図 II-2-175　　女川原子力発電所 1 号機～3 号機に係る機能イベントツリー

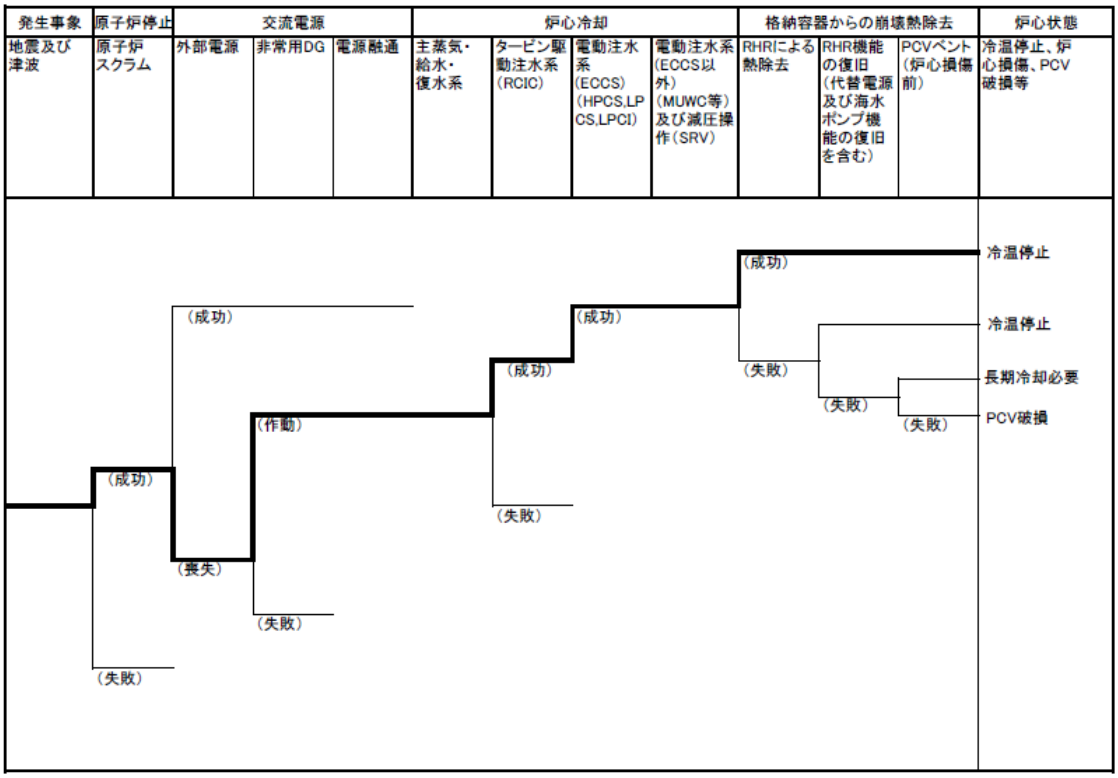


図 II-2-176　　東海第二発電所に係る機能イベントツリー

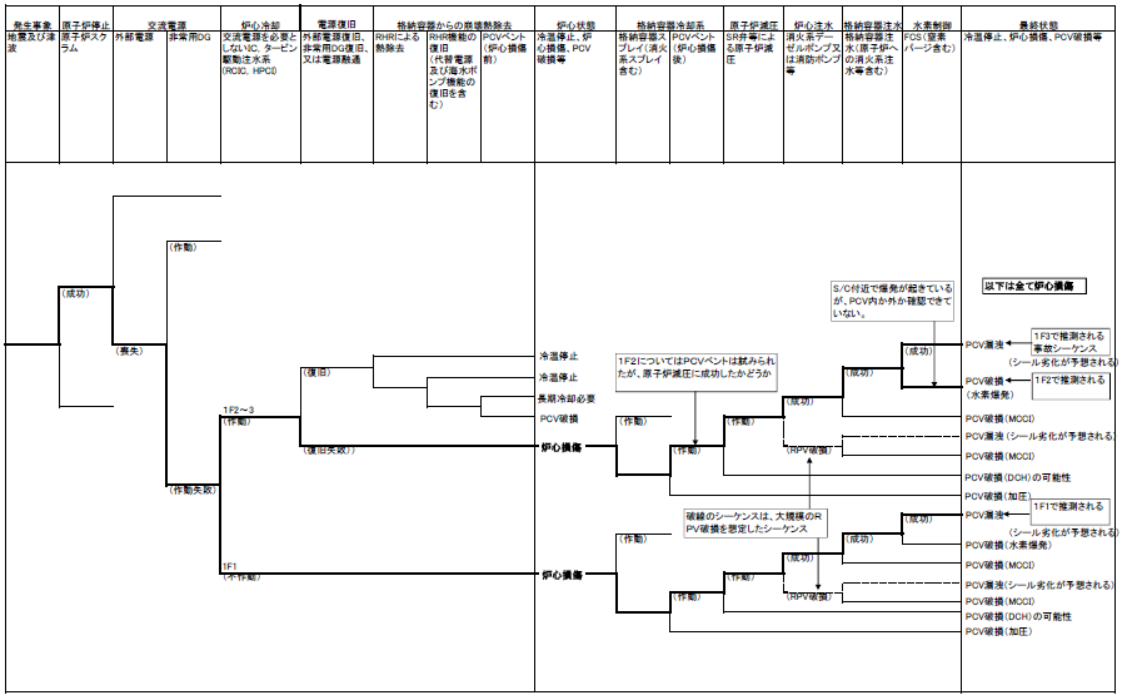


図 II-2-177　福島第一原子力発電所 1 号機～3 号機に係る機能イベントツリー
（前回報告書から再掲）

３．避難区域等に係る対応

（１）　警戒区域への一時立入りの取組み

4 月 22 日、原子力災害対策本部長の指示に基づき警戒区域が設定され、市町村長の許可なく当該区域に立入りを行うことが禁止された。当該区域内においては、緊急に避難した被災者がほとんどであり、こうした被災者が住居に一時立入りするための考え方を整理した「警戒区域の設定と一時立入りの基本的考え方」を 4 月 21 日に政府は公表した。この考え方に基づき、当該区域内に立ち入る際の条件等を規定した「警戒区域への一時立入許可基準」を 4 月 23 日に公表した。この基準の下、安全確保に万全を期した上で、被災者の自宅への一時的な立入りと必要最小限の物品の持ち出しを認めている（住民一時立入り）。

加えて、立入りができなければ著しく公益を損なうことが見込まれる公共団体、企業等についても、市町村長が原子力災害現地対策本部長と調整した上での一時立入りを認めている（公益一時立入り）。

住民一時立入りには、住民の立入りと自家用車の持ち出しを目的とした立入りがある。住民の立入りは、5 月 10 日から 20 人乗りバス 5 台体制で開始し、その後、25 台（6 月 7 日）、40 台（6 月 25 日）と拡大し、7 月 1 日からは 50 台、1,000 人体制で実施した。なお、一時立入りには、警察、消防等による随行及び待機が行われている。

住民の一時立入りにおいては、8 月 31 日現在で、19,683 世帯、33,181 人となっている。

自家用車の持ち出しを目的とした立入りにおいては、8 月 31 日現在で、3,981 世帯が 3,844 台の車を持ち出している。

住民の立入りについては、8 月 12 日に全市町村の一巡目の立入りが概ね終了した（添付 II-3）。日程の都合等により立入りできなかった方及び自家用車の持ち出しを目的とした立入りの一巡目が終了する 9 月中旬以降、二巡目の立入りを実施予定である

公益一時立入りについては、8 月 31 日現在で、6,344 件の立入りを実施している。

東京電力（株）福島第一原子力発電所の原子炉施設の安

全性評価がなされたことを受けて、8月9日に「警戒区域への一時立入許可基準」を改訂した。立入者の安全を十分確保した上で、東京電力（株）福島第一原子力発電所から半径 3km 圏内への一時立入りを認めることとし、8月 26 日から順次立入りを開始した。

（２） 計画的避難の実施状況

4月 22 日、原子力災害対策本部は、事故発生から1年の期間内に積算線量が 20mSv に達するおそれのある区域を「計画的避難区域」とし、住民等は原則として概ね1ヶ月程度の間に当該区域外へ避難のため立ち退きを行うこととされた。飯舘村（いいたてむら）の全域、葛尾村（かつらおむら）、川俣町（かわまたまち）、浪江町（なみえまち）及び南相馬市（みなみそうまし）の一部が計画的避難区域として指定され、概ね住民は避難を終えている。

（３） 特定避難勧奨地点の設定

① 特定避難勧奨地点の考え方

6月 16 日、原子力災害対策本部は、「事故発生後1年間の積算線量が 20mSv を超えると推定される特定の地点への対応について」(添付 II-4)を発表した。政府は、地域的な広がりはないものの、生活形態によっては、積算線量が 20mSv に達するおそれがある地点を「特定避難勧奨地点」とし、そこに居住する住民に対して、注意を喚起し、避難を支援、促進することとした。

具体的には、文部科学省が、当該地点近傍のより詳細なモニタリングを行い、その結果年間 20mSv を超えると推定される空間線量率が測定されれば、原子力災害現地対策本部を通じ、速やかに福島県知事及び関係市町村長に連絡する。測定結果をもとに、原子力災害現地対策本部、福島県、関係市町村で協議し、除染が容易でない年間 20mSv を超える地点を「特定避難勧奨地点」として住居単位で特定する。特に、妊婦や子供のいる家庭等の避難を促進するよう、自治体と相談することとしている。

② 特定避難勧奨地点の設定への対応

原子力災害現地対策本部は、福島県や関係市町村との協

議を踏まえ、住民説明会を実施し、伊達市の一部の地区の104地点、113世帯（6月30日、添付II-5)、南相馬市の一部の地区の122地点、131世帯（7月21日(添付II-6)、8月3日(添付II-7)）及び川内村の一部の地区の1地点、1世帯（8月3日、添付II-8）を「特定避難勧奨地点」に設定した(添付II-9)。設定された住居に対しては、避難に関する支援を行うとともに、この地区のモニタリングを継続的に行うこととしている。また、政府は、「特定避難勧奨地点」の設定にあわせて「「特定避難勧奨地点」での生活について」(添付II-10)を6月30日に公表した。通常の生活を行うなかで積算線量が20mSvに達するおそれは小さく、「特定避難勧奨地点」に継続して居住しても差し支えないこと、その上で、受ける放射線の量を低減するための留意点などを説明している。

４．放射性物質の放出の状況

（１）発電所から大気への放出量の評価

6 月の IAEA 報告においては、福島第一原子力発電所から大気中への放射性物質の放出量について、プラント挙動解析に基づく事故発生当初の数日間における放出量の評価と、環境モニタリングデータ等からの逆推定による 4 月 5 日までの放出量評価を紹介しているが、本報告書では①地震発生後の発電所周辺の線量率データ、②現在の放出量の評価及び③事故当初からの総放出量評価について以下に示す。

①　地震発生後の発電所周辺の線量率データ

発電所周辺の線量率データは、放出量評価にあたって参考となるデータである。しかしながら、地震発生に伴い、発電所周辺に設置しているモニタリングポストは停止しており、線量率が測定できなかった。そこで、それらが復旧するまでの間、モニタリングカー（移動式測定車両）を使って測定している。測定結果は図 II-4-1 に示すとおり。

事故発生後、1～3 号機において、格納容器ベント、原子炉建屋の爆発等の放射性物質放出と関連が考えられる事象が発生している。以下では、これらの事象と線量率の関係を時系列で整理する。

地震後、線量率の上昇がみられるのは 3 月 12 日の明け方である。6 月の IAEA 報告書にも記載しているとおり、この時、1 号機では格納容器圧力が上昇した後、若干の圧力低下がみられたことから、格納容器からの漏えいが発生し、大気中に放出があったものと推定される。

その後、1 号機ではベント操作を続けていたものの、ドライウェル（D/W）圧力の低下は確認されていない。D/W 圧力の低下が確認されたのは 3 月 12 日 14 時 30 分であり、同時刻でベントが成功したと考えられる。このとき、線量率は若干上昇したものの、すぐにまた元のレベルへ戻っている。その後、同日 15 時 36 分に原子炉建屋の爆発が発生しているが、このときも線量率が若干上昇したものの、すぐにまた元のレベルへ戻っている。

3 号機では、13 日 9 時頃に、ベント操作を実施したうえで原子炉圧力の減圧操作を行っており、D/W 圧力が上昇した後、D/W 圧力の低下傾向が確認されていることから、この間に放射性物質の放出があったものと推定される。このとき、線量率は一時的に上昇したものの、すぐにまた元のレベルへ戻っている。その後、13 日 12 時 30 分、14 日 5 時 20 分にもベント操作を実施しているが、線量率の上昇はみられていない。また、14 日 11 時 01 分には原子炉建屋が爆発しており、爆発直後には

一時的な線量上昇がみられたものの、爆発前後で線量率に大きな変化はない。同様に、15 日 16 時 05 分に実施したベント操作についても線量率の上昇は確認されていない。

また、3 月 15 日 6 時から 6 時 10 分頃、衝撃音を確認したとの情報があり、同時期に 2 号機の S/C 圧力が 0MPa abs を示し、その後、4 号機の原子炉建屋で損傷が確認された。2 号機の D/W 圧力は同日 7 時 20 分に測定（730kPa abs）されているが、その後、所員の一部が福島第二原子力発電所へ退避したことから測定が中断され、測定を再開した 11 時 25 分において D/W 圧力は 155kPa abs まで低下している。これらの間に線量率が上昇している。なお、3 月 15 日以降においても線量率の一時的な上昇が確認されており、今後調査が必要である。

② 現在の発電所から大気中への放出量の評価

今回の事故では、事象の進展に伴い、格納容器ベント、原子炉建屋での爆発等があり、空気中への放射性物質の放出に至っている。現在原子炉は安定的に冷却されている状態にあることから、事故直後に比べ放射性物質の放出量は大幅に減少していると考えられる。ここでは、発電所敷地内のモニタリングデータから原子炉建屋からの放射性物質放出量を推定し､それによる敷地境界における被ばく線量を評価した結果を示す。また、現在進めている原子炉建屋上におけるダストサンプリング等による放出量評価値の精度向上について記載する。

ａ 発電所敷地内のモニタリングデータを用いた評価

1) 現状の空気中の放射性物質濃度に相当する放出率の推定方法と結果

拡散モデルにより予め作成された濃度の分布グラフ（単位放出率当たりで大気安定度毎に作成）により、評価地点での濃度を読み取り、現状の敷地周辺での測定値と比較する。

1km 地点､風速 1.0m/秒､大気安定度 D における単位放出率(1 Bq/秒）あたりの濃度は、拡散計算から約 7×10^{-11} Bq/cm^3 となる。

現状の発電所西門付近（原子炉建屋より西側 1km）における空気中の放射性物質濃度の測定値は、セシウム 134、セシウム 137 それぞれ約 2×10^{-6} Bq/cm^3 となっている（図 II-4-2 参照　7 月下旬～8 月上旬時点の平均値)。過去に放出され地面に沈降したものの再浮遊を無視し、これがすべて現時点において発電所から放出されているものによると仮定すると、放出率（1、2、3 号機合計）は、上記

の 1 Bq/秒あたりの濃度で除して、セシウム 134、セシウム 137 それぞれ約 2.9×10^4 Bq/秒（合計で約 2 億 Bq/時間）となる。

2) 推定した放出率による被ばく線量の評価方法と結果

次の条件により単位放出率あたりの年間平均濃度を算出し、上記で求めた放出率をもとに南側敷地境界（原子炉設置許可申請における被ばく線量評価で最大値となる地点）他における各被ばく経路による年間の被ばく線量を求めた。

＜算出条件＞

気象：原子炉設置許可申請における年間平均の風向、風速、大気安定度（1979/4～1980/3 の平均気象（観測高 10m））

放出点：地表面

実効エネルギー：1MeV

＜被ばく経路＞

・放射性雲による外部全身被ばく線量（実効線量）

・地表面に沈着した放射性物質による外部全身被ばく線量（実効線量）

・吸入摂取による内部被ばく線量（預託実効線量）

セシウム 134、セシウム 137 合計の放出率は 1)から 5.8×10^4 Bq/秒とすると、被ばく線量は、約 0.4 mSv/年となる。また、北、北西、西、南西、南の各方位で原子炉より 5km、10km、15km、20km、30km 離れた地点における年間被ばく線量を算出した（図 II-4-3 参照）。

b 原子炉建屋上におけるダストサンプリング等

現在、放出源となる原子炉建屋の上部におけるダスト濃度測定や格納容器内のガス濃度測定の結果を用いた、より精度を高めた放出量評価を行うことについて検討を進めている。

1、3 号機では原子炉建屋カバー設置工事に用いる大型クレーンにダストサンプラーをぶら下げ、原子炉建屋上部の開口部により近い地点でダスト濃度を測定している。2 号機では脱落したブローアウトパネル部の開口部で、支柱によりダストサンプラーをつり上げダスト濃度を測定している。これらの測定結果と測定時の気象条件から、建屋上部での拡散状況を推定し、開口部から測定地点までの希釈を補正して開口部における濃度を算出して、開口部から流出する空気量や蒸気量と掛け合わせて放出量を求めることを進めている（表 II-2-25、表

II-2-26、表 II-2-28、表 II-2-30 参照)。

また、1、2 号機では原子炉格納容器に接続するラインを利用して内部からガスを抽出し、濃度を測定している。崩壊熱による蒸気発生量等から格納容器からの漏えい量を推定し、それに伴って放出される放射能量の算出を進めている（表 II-2-23、表 II-2-27 参照)。

③ 事故当初から現時点までの発電所から大気中への総放出量の評価

ａ プラント挙動解析からの評価

シビアアクシデント解析コード MELCOR による独立行政法人原子力安全基盤機構（JNES）のクロスチェック解析の結果、事故発生当初の約 4 日間における大気中への放出割合は、表 II-4-1 であった[II4-1]。この放出割合から、原子力安全・保安院において、事故発生当初の原子炉の放射性物質内蔵量を考慮して、福島第一原子力発電所 1～3 号機からの大気中への放出量を推定したところ、事故発生当初の約 4 日間における大気中への総放出量は、よう素 131 について約 1.6×10^{17} Bq、セシウム 134 について約 1.8×10^{16}Bq、セシウム 137 について約 1.5×10^{16} Bq となった[II 4-1]。

MELCOR による解析によれば、大気中への放出率が地震発生後約 4.5 日で静定している。その後は、注水が継続されるため、一度溶融した燃料も含めて冷却され、原子炉格納容器に浮遊する放射性物質は時間の経過とともに減少する。このため、MELCOR による長期間の解析では大気中への追加放出量は事故初期の放出量と比較して非常に少ないものとなるが、放出挙動に影響を与える燃料等の冷却の状態は明確ではないなど、追加放出量の推定は現時点において困難な状況である。

ｂ 環境モニタリングデータ等からの逆推定による評価

独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA）は、原子力安全委員会に協力して、よう素 131 とセシウム 137 の大気放出量に関する試算をおこなっており[II4-2]、その結果は「原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書－東京電力福島原子力発電所の事故について－平成 23 年 6 月- 添付資料 6-1」に記載されている[II4-1]。同報告書では、3 月 14 日以前の放出推移がまだ明確でないことや、15 日の放出率推定が保守的である等の問題も指摘しているが、6 月 3 日に原子力安全・保安院が 3 月 12 日から 15 日の緊急時モニタリング結果を公表したこと[II4-3]、上記の政府報告書で事故状況が明

らかになってきたことなどから、JAEA は、3 月 12 日から 15 日を中心に放出率を再評価した[II4-4]。

その結果、図 II-4-4 に示すように 3 月 14 日以前の放出については、前回一定と仮定した放出率の数値と同オーダーの放出が継続的にあり、これに原子炉建屋の爆発の頃の放出増加を新たに加えたものが今回の推定結果となった。また、3 月 15 日の放出は、これまで無視していたテルル 132 とその子孫核種のよう素 132 の空間線量率寄与を考慮したことにより、相対的によう素 131 とセシウム 137 の推定放出率は減少した。これにより、福島第一原子力発電所の原子炉からの 3 月 12 日から 4 月 5 日までの大気中への放射性よう素とセシウムの総放出量は、よう素 131 について約 1.3×10^{17} Bq、セシウム 137 について約 1.1×10^{16} Bq という推定的試算値が得られた。

c　現時点までの放出量に関する追加検討

上述の環境モニタリングデータ等からの逆推定による評価は、4 月 5 日までの放出についてである。

東京電力では、6 月末時点での空気中の放射性物質の核種分析結果に基づき、大気中への放出量を検討した[II4-5]。それを踏まえ、JNES では、4 月 6 日以降の放出量について、8 月 30 日までに敷地内で計測された空気中の放射性物質の核種分析結果に基づき検討した。図 II-4-5 に示す福島第一原子力発電所西門付近でのよう素 131 及びセシウム 137 の 8 月 30 日までの空気中濃度によれば、4 月 6 日以降の空気中濃度計測値は特にセシウム 137 について半減期による減少よりも早く減少しており、原子炉からのよう素 131 及びセシウム 137 の放出が継続しているとしても、放出量としては減少していると推定される。なお、図 II -4-5 の空気中の放射性物質濃度は、実際には再浮遊した放射性物質の寄与が考えられる。

4 月 6 日以降の放出率が減少せずに、環境モニタリングデータ等からの逆推定による 4 月 5 日の放出率の評価値で放射性物質が引き続き放出されると保守的に評価すると、5 ヶ月間の総放出量は、推定に不確かさがあるもののよう素 131 で 10^{15}Bq のオーダーとなり、4 月 5 日までの総放出量推定値の数%未満であり、4 月 5 日までの総放出量の推定値の不確かさの範囲である。

計測する空気中濃度は、原子炉から放出される放射性物質が上空から沈降する放射性物質量と、沈着した放射性物質の再浮遊による放射性物質量の総量に基づいている。東京電力では、原子炉建屋周辺の複

数点での放射性物質濃度の測定、上空から降下してくる放射性物質をプレートなどによって選択的に捕集することで地表面に沈着している放射性物質の再浮遊の寄与を排除するなど、ダストサンプリングデータの充実を図る予定であり、それを踏まえ総放出量推定値の不確かさを低減する予定である。

d　まとめ

ａ、ｂ及びｃの検討より、プラント挙動解析からの追加放出量の推定は現時点において困難な状況ではあるものの、現時点までの放射性物質の総放出量は、環境モニタリングデータ等からの逆推定結果を踏まえると、よう素131は$1\sim2\times10^{17}$ Bq程度、セシウム137は$1\sim2\times10^{16}$ Bq程度と考えられる。

表 II-4-1　MELCOR コードによる環境への放出割合※

	よう素類	テルル類	セシウム類
福島第一 1 号機	約 0.7%	約 1%	約 0.3%
福島第一 2 号機	約 0.4～7%	約 0.4～3%	約 0.3～6%
福島第一 3 号機	約 0.4～0.8%	約 0.3～0.6%	

※ 事故発生当初約 4 日間における大気中への放出割合

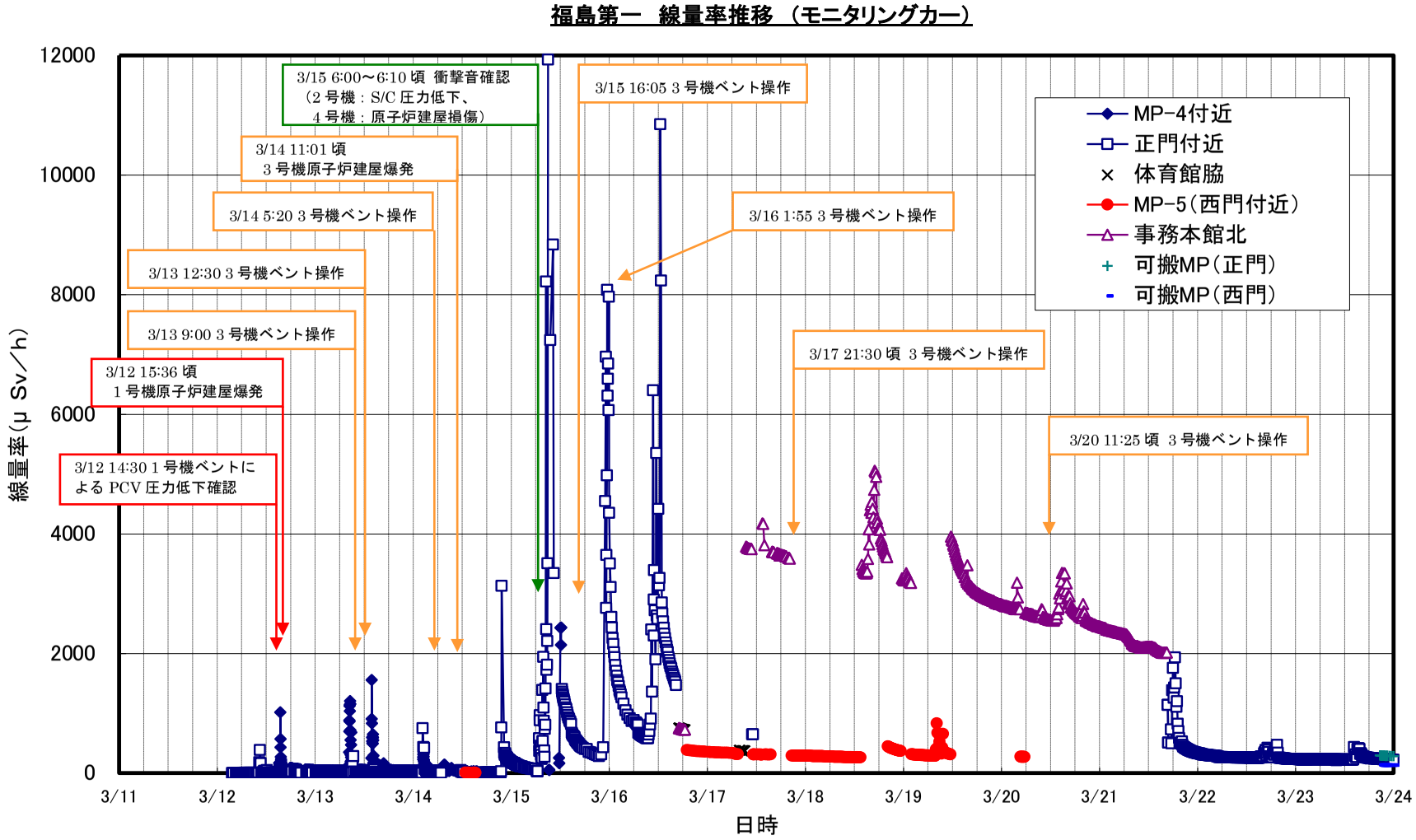


図 II-4-1　福島第一原子力発電所モニタリングカーによる線量率の測定結果

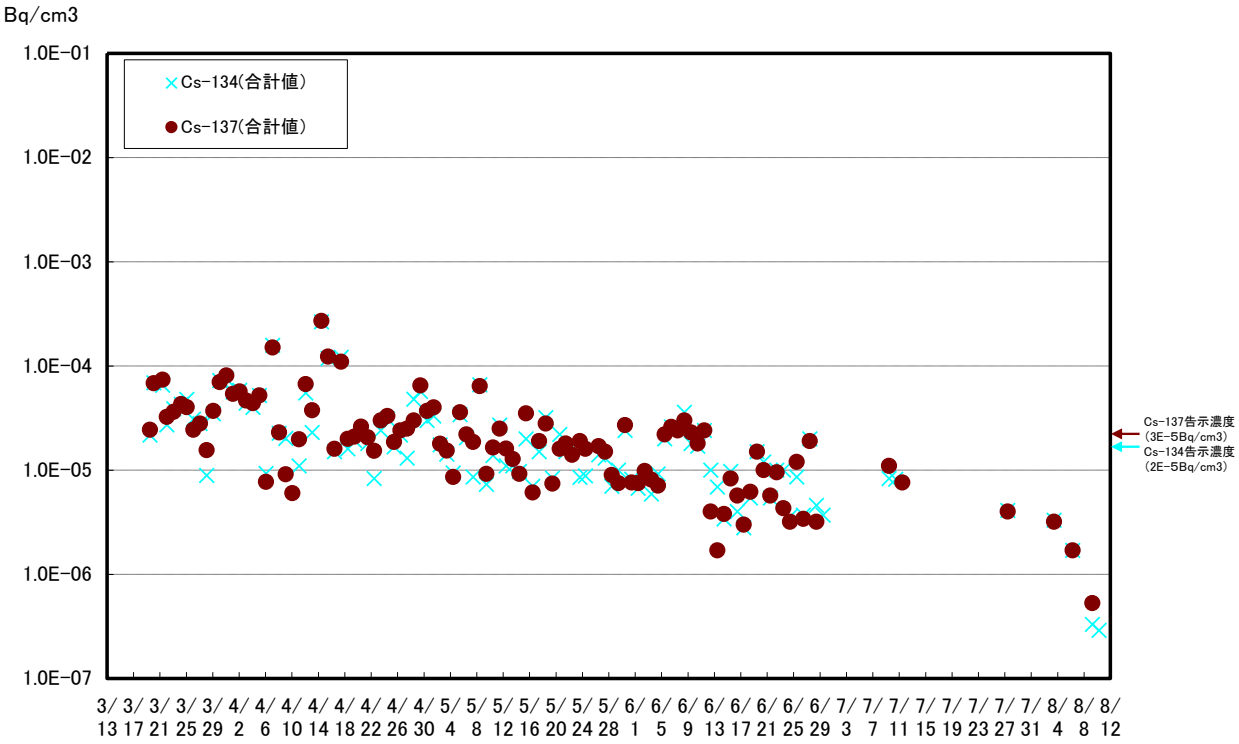
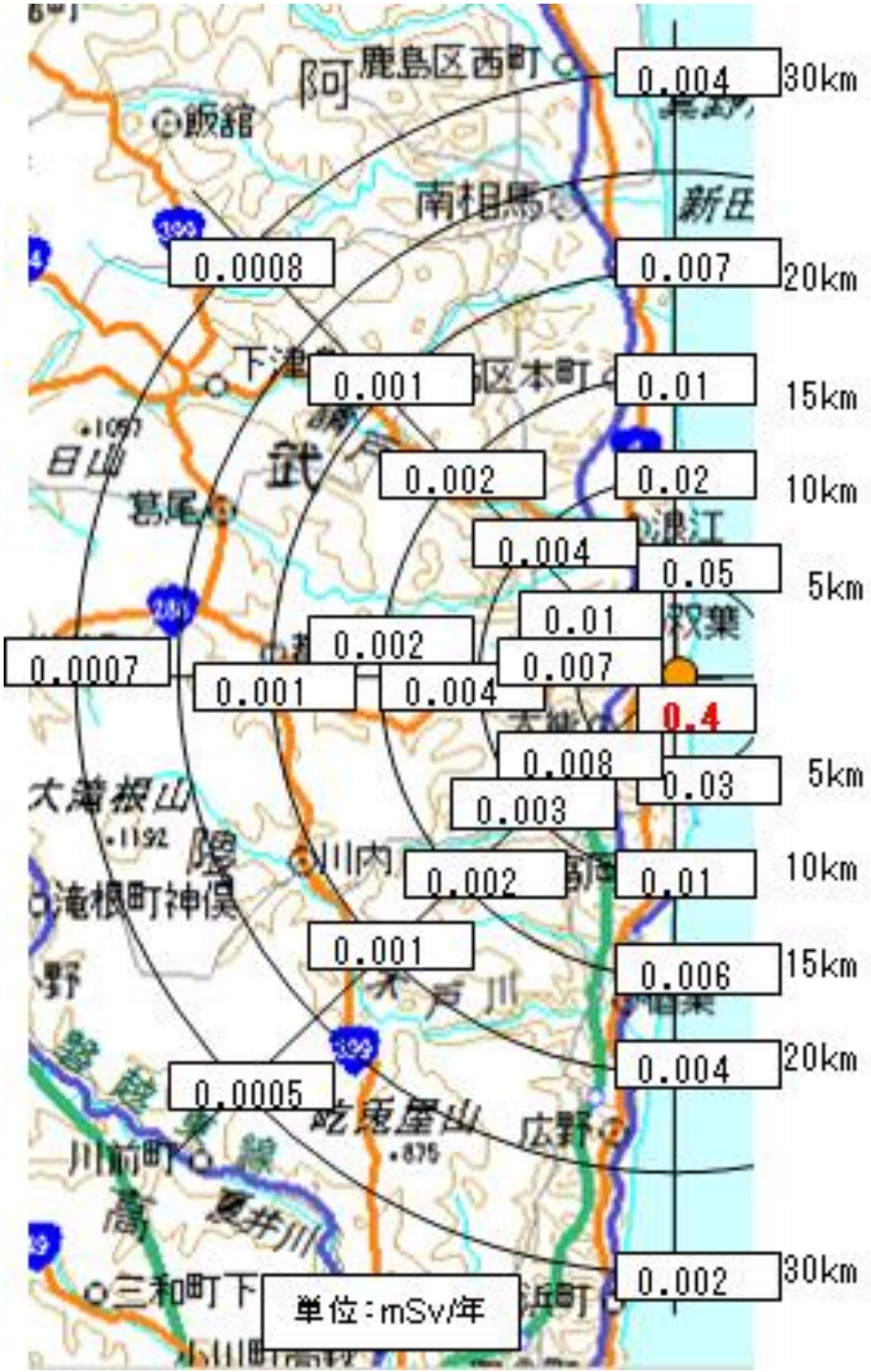
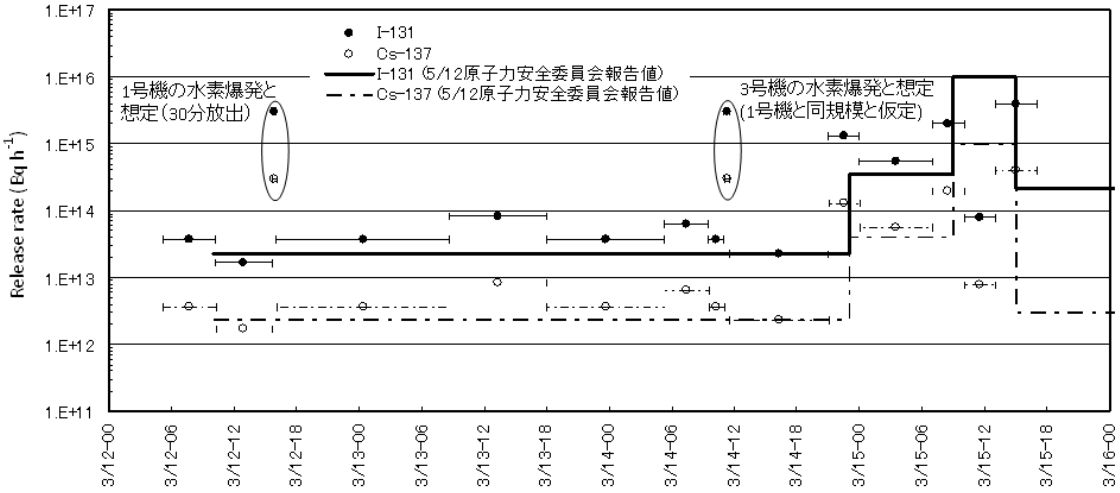


図 II-4-2　福島第一西門付近の空気中の放射性物質濃度の推移



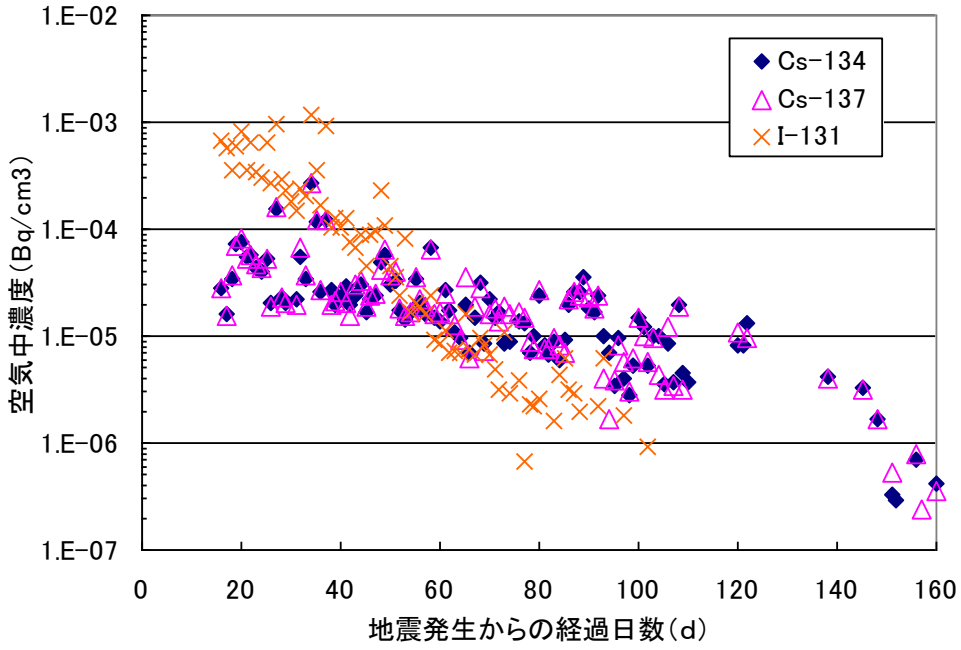
地図出典：「電子国土」URL http://cyberjapan.jp/

図 II-4-3　福島第一発電所 1～3 号機からの放射性物質の現時点の放出量が 1 年間続くと仮定した場合の被ばく線量
（これまで既に放出された放射性物質の影響を除く）



横棒は、推定放出継続時間を示す。実線及び一点鎖線はこれまでの推定結果を示す。

図 II-4-4　よう素 131 及びセシウム 137 の放出率の推定値。
（出典：第 63 回原子力安全委員会資料第 5 号（2011 年 8 月 22 日））



※　図 II-2-58 と同じ測定箇所ではあるが、8 月 30 日までの測定データをプロットしている。核種の半減期による減衰を比較できるように、地震発生からの経過日数で表示している。

図 II-4-5　福島第一原子力発電所西門付近での空気中濃度

参考文献

[II4-1] 原子力災害対策本部, 原子力安全に関する IAEA 閣僚会議に対する日本国政府の報告書－東京電力福島原子力発電所の事故について－, 平成 23 年 6 月

[II4-2] (独) 日本原子力研究開発機構, “福島第一原子力発電所事故に伴う ^{131}I と ^{137}Cs の大気放出量に関する試算,” 第 31 回原子力安全委員会資料第 4-2 号, 平成 23 年 5 月 12 日

[II4-3] 原子力安全・保安院, 東京電力株式会社福島第一原子力発電所及び福島第二原子力発電所周辺の緊急時モニタリング調査結果について（3 月 11 日～15 日実施分）, 平成 23 年 6 月 3 日

[II4-4] (独) 日本原子力研究開発機構, “福島第一原子力発電所事故に伴う ^{131}I と ^{137}Cs の大気放出量に関する試算（Ⅱ）－3 月 12 日から 15 日までの放出率の再推定－,” 第 63 回原子力安全委員会資料第 5 号, 平成 23 年 8 月 22 日

[II4-5] 東京電力株式会社, “東京電力福島第一原子力発電所 1～3 号機からの放射性物質の現時点での放出量の暫定評価について,” 平成 23 年 7 月 19 日

（２）海洋への汚染防止対策及び海域モニタリング

①これまでの経緯

4 月 2 日、福島第一原子力発電所 2 号機取水口付近にある電源ケーブルを納めているピット内に 1,000 ミリシーベルト／時を超える高レベルの汚染水が溜まり、そこからこの高いレベルの汚染水が海水中に流出していることが判明した。止水処理により流出は 4 月 6 日に停止したが、放射性物質の総放出量は約 4.7×10^{15} ベクレルと推定された。

同様の事象を防止することを目的に、取水口周辺に存在するピットをコンクリート等で閉塞することにより、汚染水の流路を遮断する等の再発を防止する措置を順次、講じていたところ、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スクリーン室のコンクリート壁に生じた貫通部を介して、新たに汚染水が流出していることが判明した。止水処理により流出は同日に停止したが、放射性物質の総放出量は約 2.0×10^{13} ベクレルと推定された
（以上、6 月報告書にて報告済み）。

原子力安全・保安院はこれら 2 件の流出事象に関する東京電力からの報告を受け、それぞれ 4 月 25 日及び 5 月 24 日に、海洋モニタリングの結果を含む、事象の評価を公表するとともに、5 月 23 日に漏えい防止対策の実施、汚染水の保管・処理に関する計画策定等について指示を行った。

②汚染水の流出経路

これら 2 件の流出事象を踏まえ、汚染水が滞留するタービン建屋から海側ヤードに流下する経路を調査した結果、2～4 号機の海水配管トレンチに流出の可能性があることが確認された。また、海水配管トレンチから汚染水が流出する経路としては、海側ヤードにおいて、電源ケーブルトレンチを経由し、電線管路等からスクリーンポンプ室へ流出する経路が確認された（図 II-4-6 参照）。

③汚染水の流出防止・拡散抑制強化対策の概要

確認した流出経路を踏まえ、以下のとおり流出防止対策を行うとともに、流出した場合に備えた拡散抑制対策を実施した（一部実施中および実施予定、図 II-4-6 参照）。

a. 流出経路の上流部に位置する海水配管トレンチの閉鎖

・ 流出経路の上流部に位置する 2～4 号機海水配管トレンチの立坑部を閉鎖した。

b.流出リスクのあるピットの閉塞

・ 2、3 号機における流出事象と類似のスクリーンポンプ室に隣接する全ピットを閉塞した。

・ 海水配管トレンチと電源ケーブルトレンチとの接続部近傍のピット等、接続経路が確認できないピットを含めて、流出の可能性がある全ピットを閉塞した。

c.護岸の損傷箇所の閉塞

・ 地震に伴い鋼矢板が破れている護岸がある。損傷箇所に近接するトレンチがないことなどから、損傷箇所から汚染水が流出することは考えにくいが、念のため損傷部分においてグラウト材充填による止水対策を実施した。

d. 1～4 号機スクリーンポンプ室の隔離

・ 2 号機スクリーンポンプ室前面に、応急対策として鉄板を設置した。

・ 1～4 号機の各スクリーンポンプ室前面に角落としを設置した。

e. シルトフェンス及び大型土嚢の設置

・ 1～4 号機の各スクリーンポンプ室前面および 1～4 号機取水路開渠北側・南側に、応急対策として、シルトフェンスを設置した。

・ 1～4 号機取水路開渠南側に、大型土嚢を設置した。

ｆ.透過防止工破損箇所の復旧

・ 取水路開渠南側の透過防止工のうち、津波により破損した箇所について、鋼管矢板による閉塞工事を 7 月中旬から開始、9 月下旬に完了する予定である。

g.前面海域の海水からの放射性物質の除去

・ 海水の放射性核種の除去を目的とし、ゼオライト土嚢の投入およびゼオライトを装填した海水循環型浄化装置の運転を実施している。

当初、応急対策として、4 月中旬にゼオライト土嚢を投入・浸漬した。本格的な対策として、水中ポンプにて強制的にゼオライトへ循環通水させる海水循環型浄化装置を設置し、6 月中旬に運転を開始した。現在、海水中の懸濁物質などの除去の実施、より粒径の細かいゼオライトへの変更など、さらなる吸着率の向上に向けた対策を実施している。今後、これらの結果に基づき、処理能力の増強、装置の増設を検討していく。

h.地下水を経由した海洋汚染の防止対策

・ 現時点では、建屋内の滞留水の水位はサブドレン水（地下水）の水位と同程度であり、地中へ大量に流出することはないと考えられるが、今後、滞留水が地中へ漏出し、海洋汚染を拡大させる可能性は否定できない。このため、1～4 号機の既設護岸の前面に、原子炉建屋周りの難透水層の透水係数と同程度となる 10^{-6}cm/sec の遮水性を有する鋼管矢板による遮水壁（海側）を設置するとともに、遮水壁（海側）と既設護岸との間に地下水ドレンを設置し、地下水が海洋に漏れ出さないように管理する計画である。遮水壁（海側）の延長は約 800m、鋼管矢板の長さは 22～23m で、下部の難透水層まで根入れする計画である。工期は約 2 年の予定である。また、1～4 号機の原子炉建屋周りの遮水壁（陸側）についても調査・検討している。

④前面海域での海水放射線モニタリングの継続と強化

・ 発電所の南放水口付近、1～4 号機取水路開渠北側・南側、1～4 号機スクリーン前面（シルトフェンス内側・外側）等において、海水の放射能分析を継続して実施している。それらの採取点と分析結果の推移を図 II-4-7 に示す。

・ 2 号機及び 3 号機の取水口付近で、汚染水の流出が確認された箇所におけるカメラでの監視及び 1～4 号機の海側ヤードの巡視を実施している。

⑤海域モニタリング

5 月 6 日公表の「海域モニタリングの広域化について」を

受け、海域の汚染状況の把握のため、文部科学省は、環境省、水産庁、独立行政法人水産総合研究センター（水研センター）独立行政法人海洋研究開発機構（海洋研究開発機構）、独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA）、財団法人海洋生物環境研究所（海生研）、東京電力と連携し、宮城県、福島県及び茨城県沖等の海域における、海上の塵、海水中及び海底土中の放射性濃度の測定を継続して実施している。

（2011年6月以降に実施した海域モニタリングの測定内容）

- 文部科学省は海生研が傭船した調査船2隻を用い、海水中（上層、中層、下層）、海上の塵及び海底土の放射能濃度の測定を行うため、宮城県、福島県及び茨城県沖合いのA～Lの12ライン上に3測点～4測点を設定した。月2回の頻度でモニタリングを実施し、JAEAで解析した。6月6日～6月10日に採取した海水及び海上の塵の放射能濃度については6月18日に公表し、その後順次公表している(図II-4-8)。また、同時に採取した海底土の放射性濃度について6月24日に公表し、その後順次公表している。(図II-4-9)
- 文部科学省は、海洋研究開発機構の調査研究船を用い、海水中（上層、中層）や海上の塵の放射能濃度の測定を行うため、宮城県、福島県及び茨城県沖合に9測点を設定した。各測点に対し月2回の頻度でモニタリングを実施し、JAEAで解析した。6月2日～6月5日に採取した海水及び海上の塵の放射能濃度については6月26日に公表し、その後順次公表している。
- 水産庁は、文部科学省が実施する海水中の放射性濃度の測定に関し、水研センターの調査船等により、福島県沖から外洋にかけて採水を実施し、JAEAで解析した。文部科学省は、5月16日～5月26日及び6月5日～6月18日に採取した海水の放射能濃度について6月26日及び7月25日に公表した(図II-4-10)。
- 環境省は、「東日本大震災からの復興に向けた環境省の基本的対応方針」（環境省）に基づき、河川水流入海域付近の海水中と海底土の放射能濃度の測定を行うため、宮城県及び岩手県の河川水が流入する海域の沿岸に7測点を設定しモニタリングを実施した。6月10日～6

月 18 日に海水及び海底土のサンプルを採取し、放射能濃度について株式会社環境総合テクノスで分析し、7 月 8 日に公表した。

・ 東京電力は福島第一原子力発電所周辺海域において、海水中（上層～下層）の放射能濃度の測定を行うため沿岸付近に 40 測点を設定し、海底土の放射能濃度の測定を行うため沿岸付近に 25 測点を設定した。海水は 1 回／日～1 回／2 週の頻度で、海底土は 1 回／月の頻度でモニタリングを実施し、東京電力で解析した。6 月 1 日に採取した海水は 6 月 2 日に公表し、その後順次公表している。6 月 2 日に採取した海底土は 6 月 3 日に公表し、その後順次公表している。

（測定方法）

・ JAEA では、海上の塵、海水及び海底土をゲルマニウム半導体分析器で 1 サンプル毎に 3600 秒測定し分析した。

・ 環境総合テクノスでは、海水及び海底土をゲルマニウム半導体分析器で 1 サンプル毎に 3600 秒測定し分析した。

東京電力は海水及び海底土をゲルマニウム半導体分析器で 1 サンプル毎に 1000 秒測定し分析した。

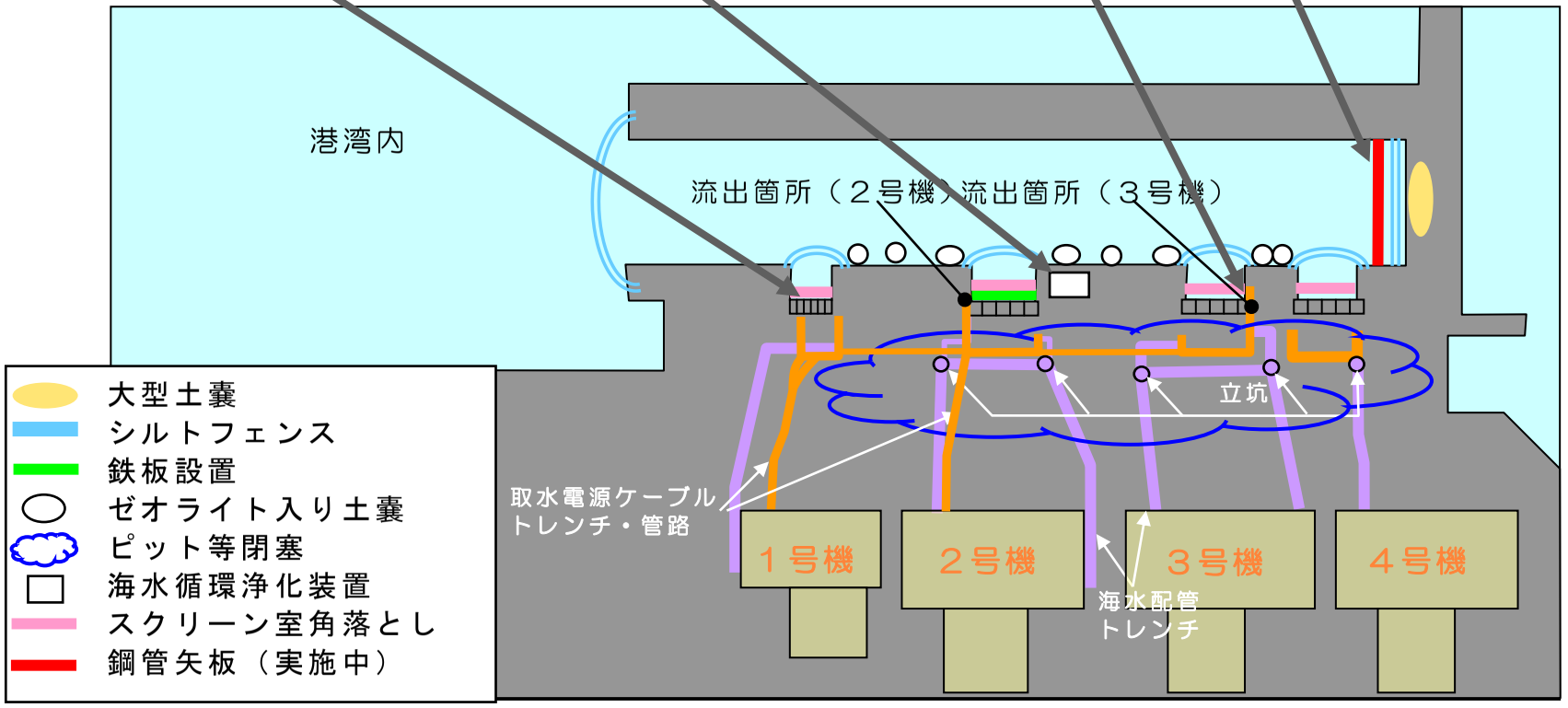
図II-4-6　海側ヤード

写真－１
角落としの設置

写真－２
海水循環浄化装置

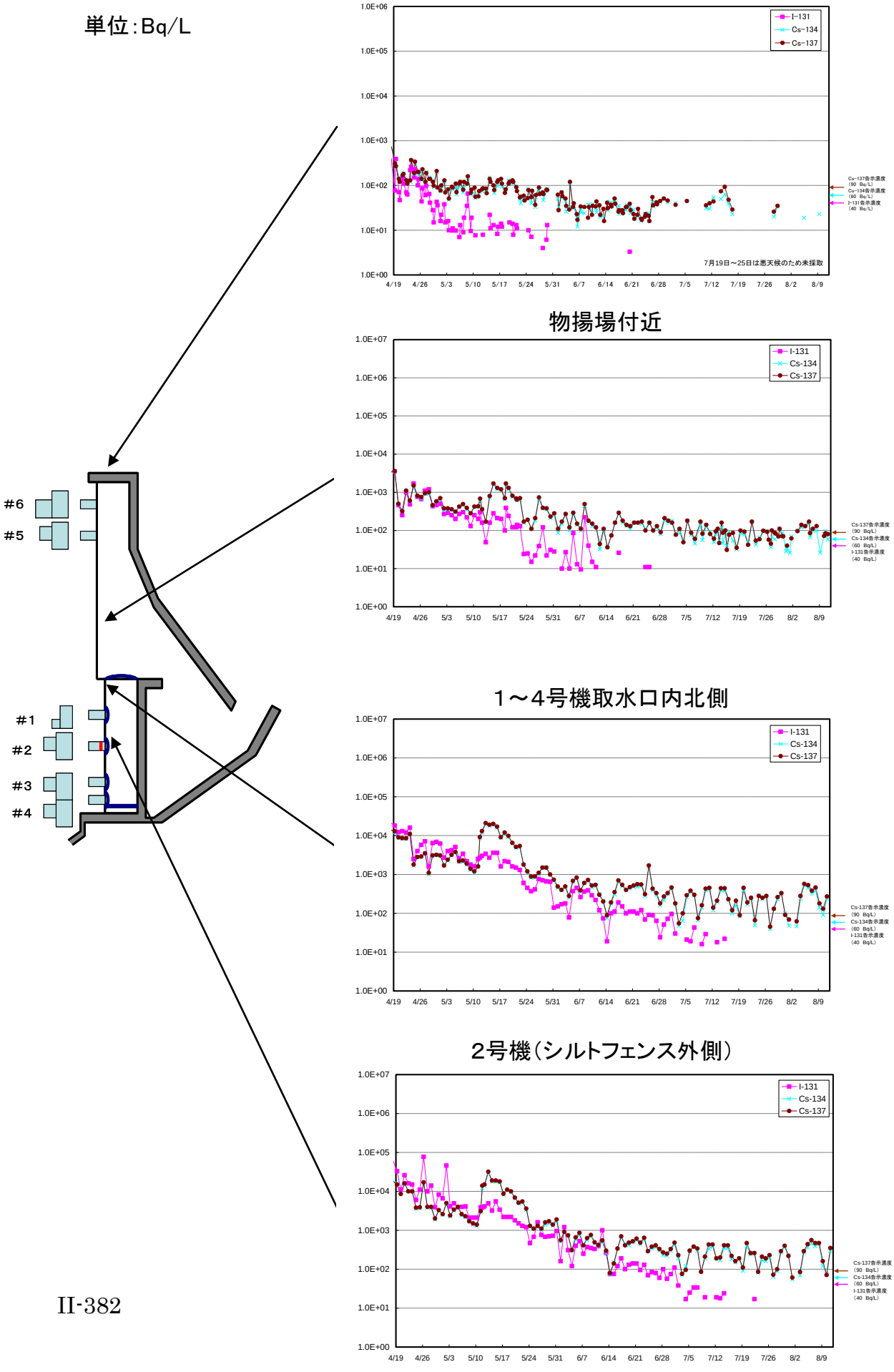
写真－３
ピット等の閉塞

写真－４
鋼管矢板（イメージ）

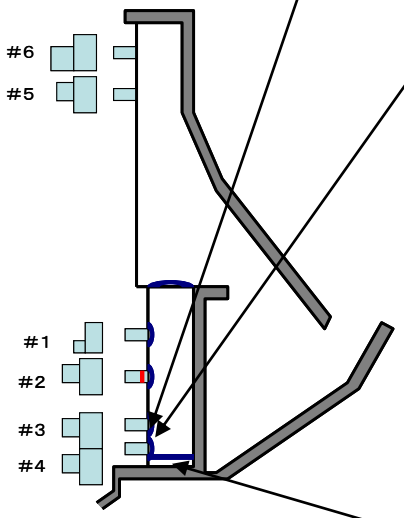


図II-4-7　福島第一原子力発電所　海水放射能濃度の推移
5，6放水口北側

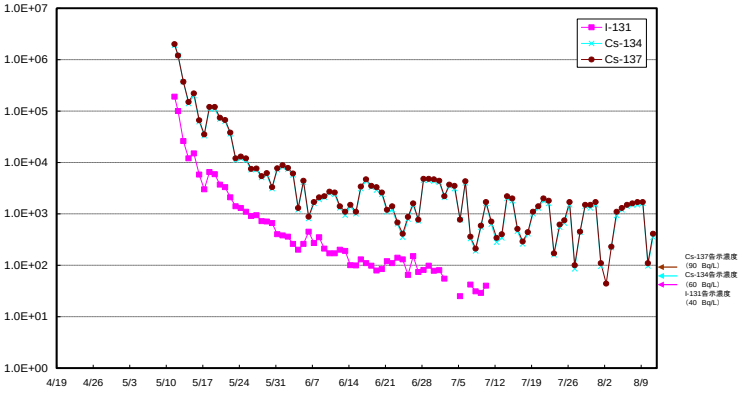
単位：Bq/L



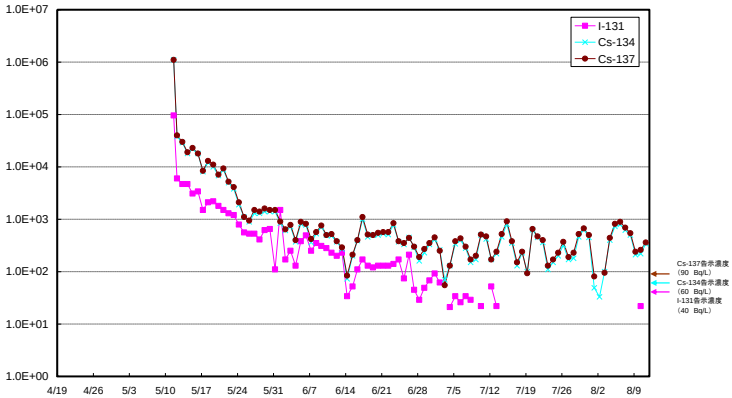
単位：Bq/L



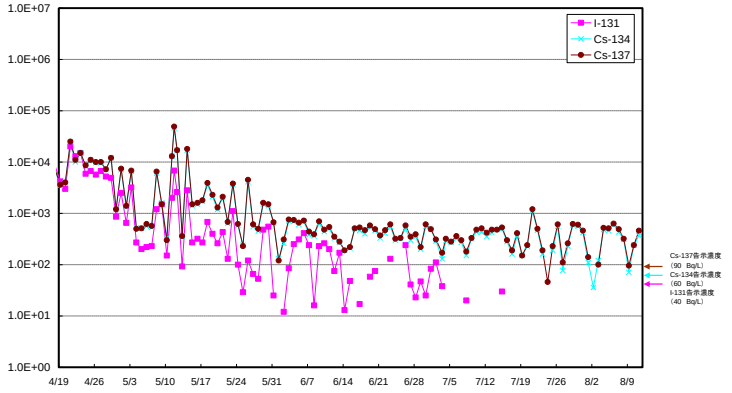
3号機（シルトフェンス内側）



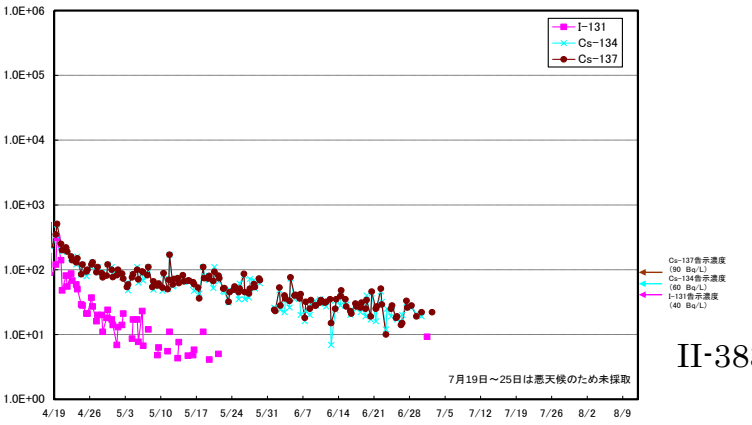
3号機（シルトフェンス外側）

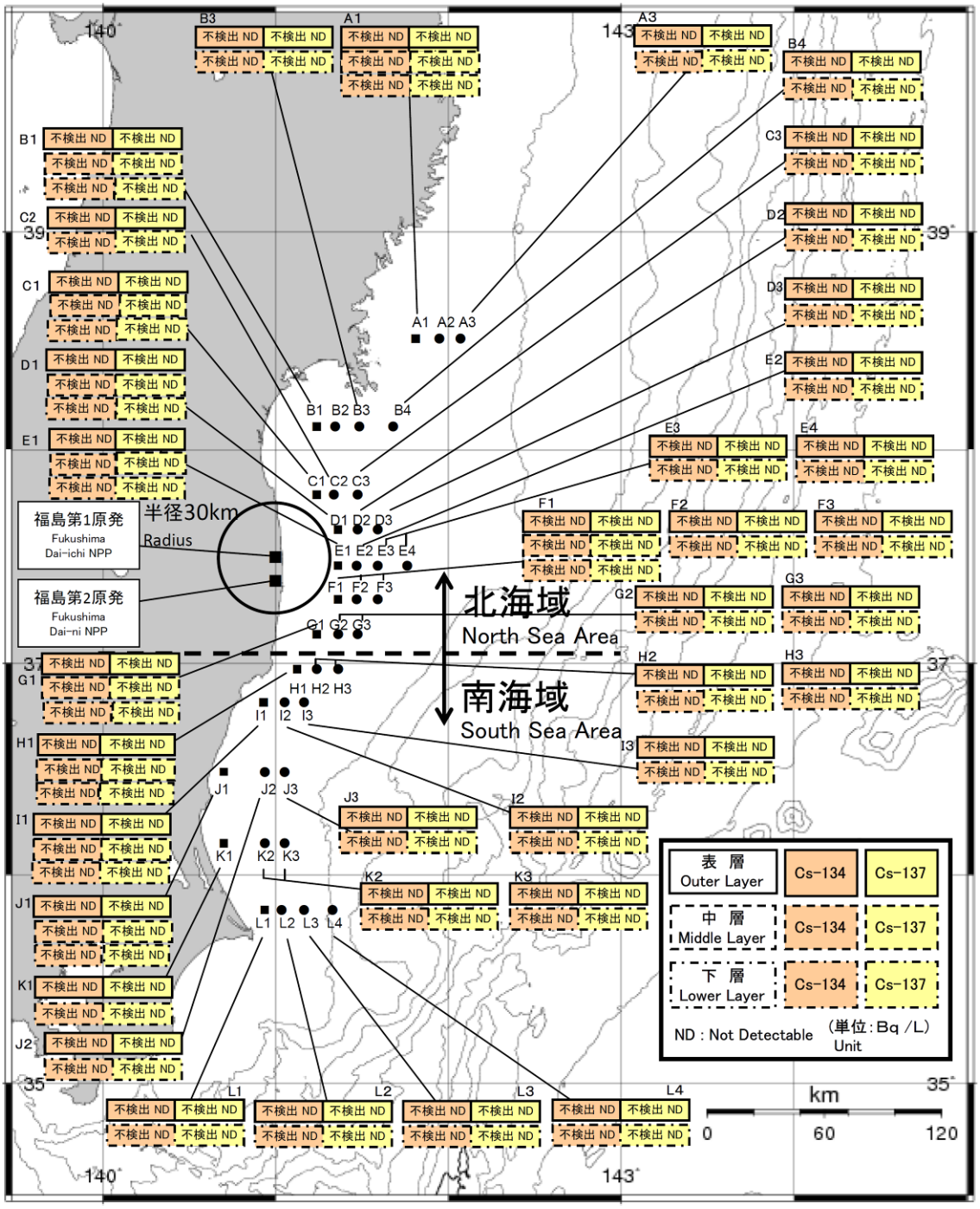


1～4号機取水口内南側



南放水口付近

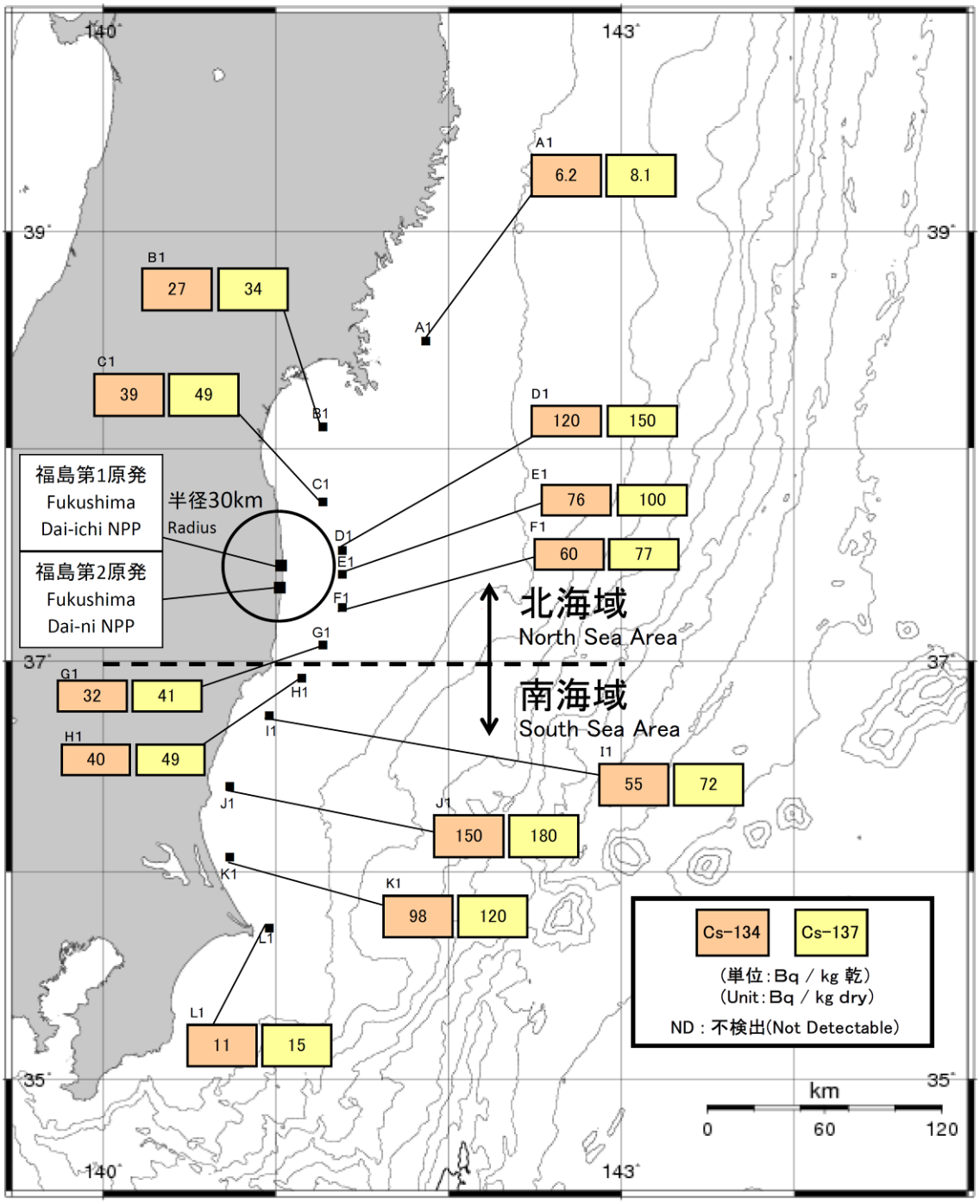




【文部科学省が実施（分析：JAEA）】

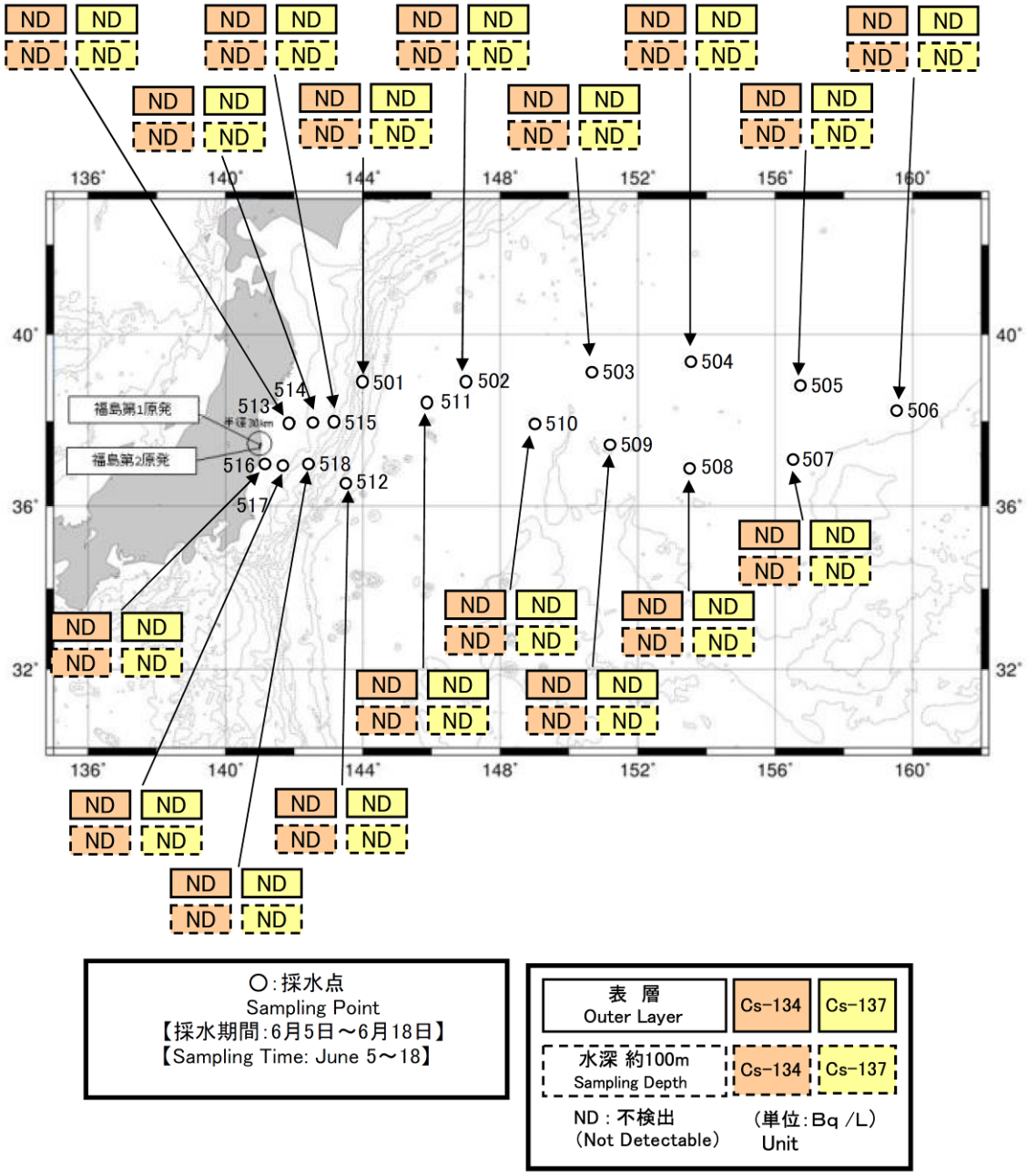
・「不検出 ND」: 海水の放射能濃度の検出値が検出限界値（Cs-134 が約 6Bq/L、Cs-137 が約 9Bq/L）を下回るもの

図 II-4-8　海域モニタリング結果（平成 23 年 7 月 25 日～31 日採水）



【文部科学省が実施（分析：JAEA)】

図 II-4-9　海域モニタリング結果（平成 23 年 7 月 25 日～31 日採取）
海底土の Cs-134 及び Cs-137 の放射能濃度分布



【文部科学省が実施（協力：水産庁、分析：JAEA)】

・「不検出 ND」: 海水の放射能濃度の検出値が検出限界値（I-131 が約 4Bq/L、Cs-134 が約 6Bq/L、Cs-137 が約 9Bq/L）を下回るもの

図 II-4-10　宮城県・福島県・茨城県沖及び遠洋における海域モニタリング結果

５．放射線被ばくの状況

（１）従事者の被ばくの状況

①被ばく状況

ａ.放射線管理体制

福島第一原子力発電所では、放射線管理区域における作業者一人一人が警報付き個人線量計（Alarm Pocket Dosimeter：APD）を装着し、作業終了後、APD の線量を読み取って自動的に一元的な記録・保管を行うシステムにより、毎日の個人別線量や企業別等の集計及び類型処理などを行っていた。津波により、この管理システムの機能が喪失したこと、敷地内の放射線レベル、汚染レベルが高くなったため、「免震重要棟」に設置された東京電力の対策本部においてすべての業務を一元的に行うこととした。

免震重要棟を経由しないで福島第一原子力発電所の構内で作業を行う放射線業務従事者は、福島第一原子力発電所の南約 20km の地点にあるサッカー練習施設「Ｊビレッジ」を活用している。Ｊビレッジにおける線量記録は、事故当初より、手作業による集計を行っていたが、免震棟での 4 月中旬の導入に続いて 6 月上旬よりバーコードを利用した個人認証システムによる管理方法を導入している。

（以上、6 月報告書にて報告済み）

7 月 29 日からは、顔写真付き作業者証を運用し、Ｊビレッジを出たところで作業者証の確認及び入構証を発行するとともに、既に導入されている個人認証システムにより、管理の徹底が図られている。一方、事故発生当時に従事していた一部の作業員については、連絡先が不明であることから、調査チームを発足し、9 月末の調査完了を目指して元請会社等の企業や入域日時などから同一作業を行ったと想定される作業者に対し聴き取りが行われている。

政府としても放射線測定要員教育への支援及び救急科専門医及び看護士の体制整備等、東京電力福島第一原子力発電所における作業員の被ばく線量管理及び健康管理体制の一層の充実に取り組んでいる。

ｂ.事故発生から現在までの被ばく状況

福島第一原子力発電所で緊急作業を行っている作業者のうち、外部被ばく線量及び内部被ばく線量の両評価が終了している人数は約 9,900 名（8 月 10 日現在）であり、3 月、4 月、5 月それぞ

れの月の新規入域者の線量分布を示す。（表Ⅱ-5-1,2,3 参照）
各月の外部被ばく線量及び内部被ばく線量の合計値の平均値で比較すると、3 月は 22.4mSv、4 月は 3.9mSv、5 月は 3.1mSv と低減傾向にあり、3 月から 5 月までの間で一月の最大値は 670.4mSv（３月）であった。（表Ⅱ-5-3 参照）
100mSv を超える高線量を受けた作業者は、震災初期の 3 月に集中しており、103 名（東電社員 84 名、協力企業 19 名）である。
累積線量については、3 月から 7 月の外部被ばくと 3 月から 5 月の内部被ばくの合計値の平均で 10.4mSv であり、最大値は 672.27mSv であった。（表Ⅱ-5-4 参照）

②線量限度を超える従事者の状況

3 月の作業者については、緊急作業の線量限度 250mSv を超えた者が 6 名確認されている。

いずれも東京電力の社員で、中央制御室の運転員、保全業務従事者のうち電気・計装関係の技術者であり、1 号機及び 3 号機の爆発直後から数日間、中央制御室等で、計器の監視等に当たった職員であった。

爆発によって、汚染された空気が破損した扉から中央制御室内に流入し、十分な防護装備（マスク）がない状況及び装備の追加配備が困難な状況であったことなどから、放射性物質の体内への取り込みが発生したと推定される。

以上の作業に従事した者を含め、緊急作業の線量限度を超えた作業者の状況を示す。（別紙【250mSv が超えたことが確認された 6 名】参照）

緊急時の線量限度の超過を防止するため、確実に線量限度を守るためのルールを明確にするという観点から次の対策を実施している。

○ ホールボディーカウンター（WBC）の評価で内部被ばくが一次評価で 100mSv を超えた場合は当該者と同一行動で作業を行っていた者については WBC の評価結果が出るまで現場作業を禁止する。
○ 実効線量で 170mSv を超えた者については免震重要棟での作業のみに限る。（6 月 6 日から実施）

③線量管理・低減に向けた取り組み

a. 国による指導

厚生労働省、原子力安全・保安院からの主な指導等

（ａ）福島第一原子力発電所の放射線業務従事者の線量限度を超える被ばくに係る原因究明および再発防止対策の策定等について（4 月 27 日　原子力安全・保安院）

（ｂ）福島第一原子力発電所における緊急作業に係る安全衛生管理対策の強化について（2011 年 5 月 23 日厚生労働省）

・１日１ｍＳｖを超えるおそれのある作業について作業届を提出

・被ばく線量の測定及び厚生労働省への報告

（ｃ）福島第一および福島第二原子力発電所の放射線管理に対する評価結果について(5 月 25 日　原子力安全・保安院)

・放射線管理の徹底及び体制の強化

・線量計の全作業員による携行の徹底

・定期的な内部被ばく測定システムの復旧

・放射線業務従事者登録システムの復旧

（ｄ）是正勧告（5 月 30 日厚生労働省福島労働局）

・女性労働者の被ばく限度超過

・労働者への放射線測定器装着の不徹底

（ｅ)是正勧告（6 月 10 日厚生労働省福島労働局）

・250ｍSv の被ばく限度超過

（ｆ）東京電力株式会社福島第一原子力発電所の緊急作業における放射線業務従事者の線量限度を超える被ばくに係る改善指示ついて（指示）(7 月 13 日　原子力安全・保安院)

・被ばく線量を的確に把握できる管理体制の構築

・内部被ばく線量の評価体制の確立

（ｇ）是正勧告（7 月 14 日厚生労働省福島労働局）

・汚染エリアでの有効なマスク不使用

・汚染エリアで飲食禁止せず

（ｈ）福島第一原子力発電所における被ばく管理の強化について（7 月 22 日厚生労働省）

・メーカーなどの元請け事業者による被ばく管理の強化

・安全衛生管理教育の適切な実施

（ｉ)全作業者の被ばく線量及び健康情報を長期的に管理するためのデータベースについて専門家による検討（8 月厚生労働

省）

（ｊ）福島第一原子力発電所における緊急時作業に従事した放射線業務従事者の線量限度を超える被ばくに係る改善に対する評価結果について(8 月 30 日　原子力安全・保安院)

・ 原子力安全・保安院の 8 つの指示事項に対する改善状況
・ 6 名の線量限度を超えた者の詳細調査結果
・ 6 月 17 日に発生した全面マスク着用に関する不適合の原因と再発防止対策

b. 東京電力の取り組み

(a)　被ばく線量管理の適正化

・ 放射線管理体制の整備

データ解析、評価、通知、管理の体制については「福島第一安定化センター」内に線量管理を行う組織を新設し体制を強化するとともに、線量管理に通じた人材を可能な限り配置し、業務の遅滞防止が図られている。

・ 個人認識のためのバーコードの導入

福島第一原子力発電所においては、事故発生から約 1 ヶ月後の 4 月 14 日から、バーコードを利用した個人認証システムを免震重要棟に導入し、線量管理システムがほぼ復旧した。これにより、従来の形に近い線量管理（個人名と線量記録が自動的に記録される仕組み）が可能となっている

免震重要棟を経由しないで福島第一原子力発電所の構内で作業を行う放射線業務従事者については、Ｊビレッジで個人線量計を装着し、退出時にＪビレッジで線量計を返却する際に当日の線量を記録する仕組みとした。急遽調達したこと、いくつかの機関からの支援を受けたことにより数種類の線量計が混在したため、Ｊビレッジにおける線量記録は、事故当初から手作業による集計が続けられたが、6 月上旬以降、バーコードを利用した個人認証システムが導入されている。

・ WBC 増強計画

WBC については、JAEA より車載型（NaI ｼﾝﾁﾚｰｼｮﾝ検出器）3 台を借用し、福島県の小名浜港へ車載型 2 台、東京近郊を巡回して測定する車載型 1 台を配備し内部被ばくを測定していた。

7 月には福島第一及び 20ｋｍ圏内への入域拠点となるＪ

ビレッジ隣接の広野町サッカー場へ小名浜より車載型1台を移設（1台は返却）し定置型（NaI ｼﾝﾁﾚｰｼｮﾝ検出器）1台を新設、福島第二原子力発電所より定置型（ﾌﾟﾗｽﾁｯｸｼﾝﾁﾚｰｼｮﾝ検出器）1台を移設し3台運用とした。

8月には福島第一原子力発電所より定置型（ﾌﾟﾗｽﾁｯｸｼﾝﾁﾚｰｼｮﾝ検出器）3台を移設し合計6台を運用している。

年度内にはさらに定置型（ﾌﾟﾗｽﾁｯｸｼﾝﾁﾚｰｼｮﾝ検出器）6台を新設し月1回の測定を実施することで作業員の内部被ばくの測定・評価の迅速化を図ることとしている。

さらに他社から既存のWBCを譲り受ける（1台を予定）ことで合計13台体制とすることにより、内部被ばく管理の充実を図り､作業員の被ばく管理に万全を期すこととしている。

・ 高線量エリアでのロボット活用

ロボットを活用した雰囲気線量の測定を行い、被ばく低減を図っている。

・ 放射線管理員の養成

福島第一原子力発電所の所外における放射線測定業務を行う放射線測定要員養成教育を5月30日より開始し、約4,000人を養成する計画としている。

福島第一原子力発電所の所外の放射線測定要員を増員することにより、所外の放射線測定を行っていた福島第一原子力発電所の放射線測定要員を所内向けとして確保することが可能となる。

(b) 免震重要棟の環境改善

事故直後より免震重要棟で寝泊まりし復旧作業に従事する作業者が多数存在していたが、免震重要棟は被ばく管理の観点からは十分な施設ではないことから、滞在中の被ばく線量を低減する必要があった。このため、以下の対策を実施している。

・ チャコールフィルタ付局所排風機の導入

3月26日より免震重要棟へチャコールフィルタ付局所排風機を導入し空気中の放射性物質濃度の低減を図った。

・ 鉛による放射線遮蔽

免震重要棟滞在中の外部被ばく線量を低減する対策とし

て免震重要棟の窓等に鉛遮蔽を施した。（3 月 27 日）

・ 入退域に際して汚染を持ち込まないための仮設ハウスの設置

免震重要棟の入り口にクリーンエリアを設置した。あわせて、これにより作業員を待たせることがないようにした。

・ 汚染除去のための床マットの取り替え

放射性物質が付着しやすい OA フロアマットを除染の容易なタイルに変更するとともに、その上をシートで養生した。（4 月 1 日～8 日）

（ｃ)中央操作室の環境改善

事故直後より原子炉の計器監視のため、中央操作室に運転員及び作業員が出入りしているが、入室中の被ばく線量を低減する観点から、以下の対策を実施している。

・チャコールフィルタ付局所排風機の導入

1～6 号中央操作室へチャコールフィルタ付局所排風機を導入し、空気中放射性物質濃度の低減を図った。（平成 23 年 4 月 4 日より）

・入退域に際して汚染を持ち込ませないためのサーベイエリア等の設置

5・6 号機中央操作室（運転員が常駐）への通路部にチェンジングプレース及びサーベイエリアを設置し，運転員及び作業員が中央操作室へ入室する際の放射性物質持ち込み抑制を図った。（平成 23 年 3 月 30 日より）

（ｄ)女性職員の被ばく低減

東北地方太平洋沖地震発生後の作業に従事していた女性職員 19 名の内、4 月 27 日と 5 月 1 日に各１名ずつ、計 2 名の女性職員が、平成 23 年 1 月 1 日を始期とする 3 月末までの実効線量（平成 22 年度第 4 四半期分）が法令で定める線量限度（5 mSv／3 ヶ月）を超えていることが確認された。（女性職員 A：17.55 mSv、女性職員 B： 7.49 mSv）

さらに、福島第一原子力発電所免震重要棟において執務した者に放射線業務従事者として指定・登録していない職員がおり、この内女性職員 5 名については実効線量の評価の結果、2 名が一般公衆の線量限度（1mSv/年）を超えることとなった。（女性職員 C：3.42mSv、女性職員 D：3.37mSv）

このため、当該女性職員に限らず、全ての女性職員について、福島第一原子力発電所に勤務しないよう勤務シフトを定めた。

(ｅ)仮設寮の新設

緊急作業を行っている作業者の環境の改善としては 5 月から 6 月頃にかけて食事の改善、生活用水の確保や宿泊環境の整備を実施しており、それ以降は 1,600 人入居可能な仮設寮の整備を行い 6 月末以降順次仮設寮へ入居を開始している。

（ｆ）その他

・ 休憩所の複数設置

熱中症の予防対策のため、7、8 月の 14 時から 17 時の炎天下では、事故収束に向けた工程に配慮しつつ原則として作業を行わないようにした。また、冷房付きの休憩所を設置し、以下のとおり順次運用の開始・拡大を行い、作業環境の改善を図っている。

4 月 22 日 5・6 号サービスビル休憩所
5 月 10 日 東芝休憩所
5 月 13 日 免震棟前休憩所
5 月 28 日 企業センター研修棟内休憩所
5 月 29 日 企業センター厚生棟内休憩所
6 月 9 日　水処理設備運転員休憩所
6 月 9 日　旧緊急対策室前休憩所

・ 医師の常駐化

7 月 1 日より福島第一原子力発電所に救急医療室（5・6 号機サービス建屋）を開設した。救急医療室においては、政府の協力の下、全国から緊急被ばく医療の専門医師を確保し､2 日前後のローテーションにより診療に当たっている。

表Ⅱ-5-1 外部被ばく線量

区分（mSv）	3月			4月			5月		
	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計
250 超え	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200 超え～250 以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150 超え～200 以下	6	3	9	0	0	0	0	0	0
100 超え～150 以下	22	8	30	0	0	0	0	0	0
50 超え～100 以下	107	55	162	0	2	2	0	0	0
20 超え～50 以下	268	144	412	6	50	56	2	17	19
10 超え～20 以下	560	324	884	22	248	270	8	130	138
10 以下	691	1,566	2,257	606	2,755	3,361	268	2,784	3,052
計	1,654	2,100	3,754	634	3,055	3,689	278	2,931	3,209
最大（mSv）	182.3	199.4	199.4	42.7	65.9	65.9	24.6	41.6	41.6
平均（mSv）	19.0	9.1	13.5	2.1	3.3	3.1	2.4	2.7	2.6

表Ⅱ-5-2 内部被ばく線量（※暫定値）

区分（mSv）	3月			4月			5月		
	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計
250 超え	5	0	5	0	0	0	0	0	0
200 超え～250 以下	1	0	1	0	0	0	0	0	0
150 超え～200 以下	1	0	1	0	0	0	0	0	0
100 超え～150 以下	5	0	5	0	0	0	0	0	0
50 超え～100 以下	36	43	79	0	0	0	0	0	0
20 超え～50 以下	180	76	256	0	2	2	0	0	0
10 超え～20 以下	395	252	647	1	38	39	0	1	1
10 以下	1,029	1,692	2,721	633	2,789	3,422	278	2,442	2,720
計	1,652	2,063	3,715	634	2,829	3,463	278	2,443	2,721
最大（mSv）	590.0	98.5	590.0	18.8	41.8	41.8	9.4	10.1	10.1
平均（mSv）	12.0	6.3	8.9	0.3	0.8	0.7	0.2	0.2	0.2

※ 暫定値：協力企業については企業の評価により数値を確定するため一部暫定値が含まれている。

表Ⅱ-5-3 外部被ばく線量と内部被ばく線量の合算値

区分(mSv)	3月			4月			5月		
	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計
250 超え	6	0	6	0	0	0	0	0	0
200 超え～250 以下	0	2	2	0	0	0	0	0	0
150 超え～200 以下	12	2	14	0	0	0	0	0	0
100 超え～150 以下	66	15	81	0	0	0	0	0	0
50 超え～100 以下	190	113	303	0	3	3	0	0	0
20 超え～50 以下	522	325	847	9	77	86	2	18	20
10 超え～20 以下	505	486	991	21	289	310	8	140	148
10 以下	351	1,120	1,471	604	2,460	3,064	268	2,285	2,553
計	1,652	2,063	3,715	634	2,829	3,463	278	2,443	2,721
最大(mSv)	670.4	238.4	670.4	45.6	69.3	69.3	24.8	41.6	41.6
平均(mSv)	31.0	15.5	22.4	2.3	4.3	3.9	2.5	3.2	3.1

表Ⅱ-5-4 累積線量

区分(mSv)	3 月～7月外部線量			3 月～7月外部線量＋5 月までの内部線量		
	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計
250 超え	0	0	0	6	0	6
200 超え～250 以下	0	0	0	1	2	3
150 超え～200 以下	6	3	9	12	2	14
100 超え～150 以下	27	9	36	90	25	115
50 超え～100 以下	174	166	340	257	252	509
20 超え～50 以下	410	1,038	1,448	562	1,225	1,787
10 超え～20 以下	608	1,587	2,195	528	1,697	2,225
10 以下	1,979	10,172	12,151	1,748	9,772	11,520
計	3,204	12,975	16,179	3,204	12,975	16,179
最大(mSv)	182.33	199.42	199.42	672.27	238.42	672.27
平均(mSv)	13.30	6.90	8.20	19.60	8.10	10.40

別紙【250mSv を超えたことが確認された 6 名】

約 300ｍＳｖから約 670ｍＳｖであり、内部被ばくは約 240ｍＳｖから約 590ｍＳｖであった。

当時、作業員は、プラントの事態収束のため、1・2 号及び 3・4 号中央操作室やプラント内、ならびに屋外で電源確保や計器復旧作業等に従事していた。

本来、中央操作室内は中央操作室換気空調設備により非常時においても作業員の被ばくが相当程度抑えられる設計となっているものの、今回の事象においては全交流電源喪失により中央操作室換気空調設備が機能しなかったため、作業員は設備の復旧と事態の収束のための対応に追われており、地震対応に加えて自らの放射線防護に関しても精一杯の対応を行っていた。

250mSv を超えたことが確認された 6 名（うち、3 名は運転員の職員、他 3 名は保全部の職員）については、以下の要因が重畳して放射性物質を取り込んだものと推定する。

①事象の急速な進展にともない、マスクの適切な選択や装着、配備など､放射線管理上の防護措置を的確に行うことは非常に困難な状況であったこと。
②異常事態の収束のため長時間中央操作室で作業を行うにあたり、中央操作室で飲食するためにマスクを外したこと。
③2 名はマスクの装着にあたって眼鏡のテンプルにより隙間ができてしまった可能性がある。
④ 4 名は空気中放射性物質濃度が高かったと推定される中央操作室非常扉付近で作業をしており、1 号機原子炉建屋上部爆発など不測の事態に即応した対応ができない状況であった。
⑤ 2 名は作業を安全に行うためにマスクを短時間ではあったが顔面との間に隙間を作ってしまった。

特に④については 1･2 号中央操作室、3･4 号中央操作室ともに共通した原因と考えられる。

（２）　周辺住民の被ばくの推定の取組み

① 小児甲状腺簡易測定

3 月 24 日から 30 日にかけて、原子力安全委員会の依頼を受けて原子力災害現地対策本部は、いわき市、川俣町（かわまたまち）、飯舘村（いいたてむら）において、小児 1,149 人を対象に甲状腺の簡易測定を行った。

調査した 1,149 人のうち、測定場所の環境放射線量が簡易測定を行うのに適当な放射線量よりも高く、適切に測定結果が出せなかった 66 人と、年齢が不明である 3 人を除いた 1,080 人の方の測定結果は、すべて原子力安全委員会が示したスクリーニングレベルである毎時 0.2μSv（一歳児の甲状腺等価線量として 100mSv に相当）以下であった。（図 II-5-1）

なお、本調査は、原子力安全委員会が示した基準値である 0.2μSv／h に達している者がいるかどうかを調べたものであり、厳密に個々の線量評価を行うために実施したものではない。このため、測定の際には 0.2μSv／h に達していなければ原子力安全委員会緊急技術助言組織からの助言に基づき「問題となるレベルではありません。」と結果を説明しているが、7 月になって、住民の方々から結果の数値を個別に教えてほしいとの要望があったため、8 月 17 日から 21 日にかけて、測定をされた小児及びその保護者の方々に個別の測定結果と結果概要について説明を行った。

②県民健康管理調査

福島県では、長期にわたり県民の健康を見守り、将来にわたる健康増進につなげていくことを目的として、全県民を対象とした「県民健康管理調査」を実施している。(添付 II-11、添付 II-12)

国は、平成 23 年度二次補正予算において、子どもをはじめ住民の健康を確保するために必要な事業を中長期的に実施するための基金を計上（約 782 億円）し、全面的に福島県を支援することとしている。

「県民健康管理調査」は、「基本調査」と「詳細調査」に分けて行う。

「基本調査」は、3 月 11 日以降の行動記録を記入してもらうことにより、個々人の被ばく線量を推計し、「詳細調査」は、県民の健康状態を把握し、将来にわたる健康管理を行うための調査である。

6 月末から一部地域を対象として、基本調査を先行して実施している。これは、調査上の課題を明らかにし、その解決を図った上で全県的に実施することを目的としており、浪江町（なみえまち）、飯舘村（いいたてむら）及び川俣町（かわまたまち）の一部を対象地域としている。この先行調査の結果を踏まえ、基本調査の問診票を 8 月 26 日以降順次郵送している。

基本調査は、平成 23 年 3 月 11 日時点で県内に居住していた方（約 202 万人）を対象にして、結果は調査への回答者個々人にお知らせすることとしている。

詳細調査の対象と項目は以下のとおりである。

・震災時 18 歳以下の全県民を対象とした甲状腺がんの早期発見のための甲状腺超音波検査。
・避難区域等の住民及び基本調査の結果必要と認められた方に対し、既存の健診項目に必要な検査項目を追加した形での健康診査。既存健診の対象外の県民に対しては、新たに健診の機会を設ける。
・避難区域等の住民及び基本調査の結果必要と認められた方に対し、こころの健康度等を把握し、適切なケアを提供するための調査。
・県内居住者で平成 22 年 8 月 1 日から平成 23 年 7 月 31 日までに母子健康手帳を交付された妊産婦を対象とした調査。

③ 福島県民に対するホールボディーカウンター（WBC）検査

県民健康管理調査の先行調査の一環として、6 月末から独立行政法人放射線医学総合研究所において、他の地域に比べ内部被ばく量が高い可能性がある地域（浪江町（なみえまち）、飯舘村（いいたてむら）及び川俣町（かわまたまち）の一部）の住民 122 名並びに、事故早期に 20km 圏内から圏外に避難した住民、20km から 30km 圏内において屋内退避していた住民等 52 名について、ホールボディー

カウンターや尿によるバイオアッセイ法により体内汚染量を測定した。セシウム 134 及び 137 による内部被ばくについては、預託実効線量が、合計しても 1mSv 未満と評価される。

また、独立行政法人日本原子力研究開発機構による体内汚染量の測定も 7 月から開始され、8 月末までに予定された対象地域の住民約 3,200 名の測定を完了した。

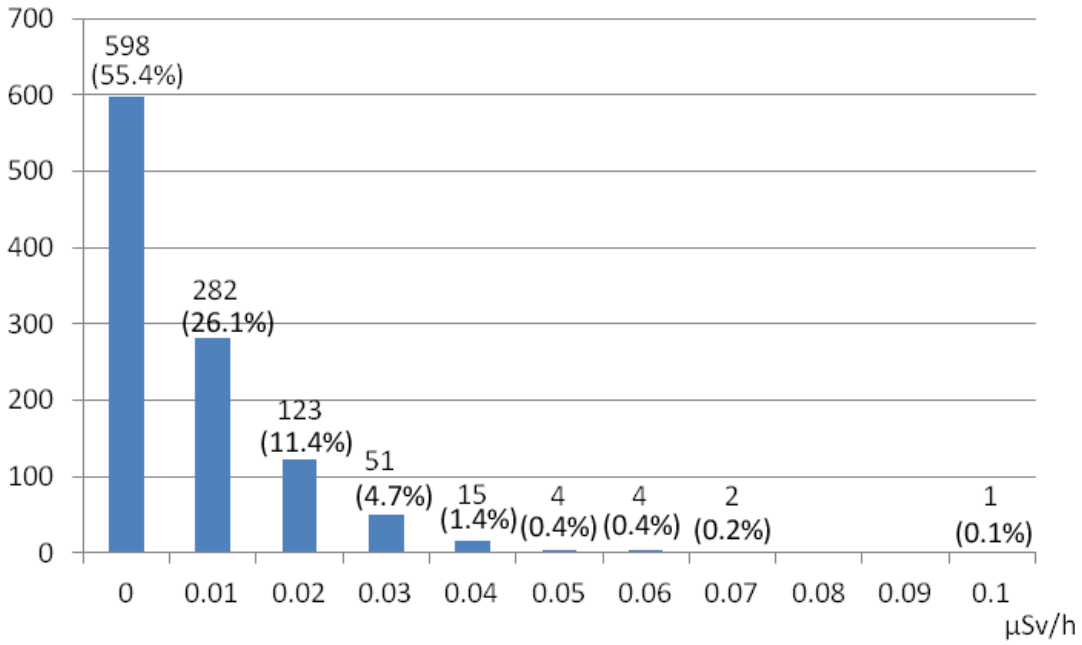


図 II-5-1　小児甲状腺簡易測定結果概要

６．農産物等の対応の状況

（１）食品中の放射性物質に関する暫定規制値について

原発事故による放射性物質の放出に伴い、食品中の放射性ヨウ素、放射性セシウム等に関し、国際放射線防護委員会（ICRP）の勧告に基づき、日本における食品の摂取量を考慮しつつ、政府は、国民及び国際社会の健康・安全・安心の確保の観点から、主要国と比較しても同等の放射線量を求める暫定規制値（添付 II-13）に基づいて、農産物等の食品の検査及び必要に応じた出荷制限等の強化された取組みを行っている。

3 月 29 日には、独立したリスク評価機関である内閣府食品安全委員会は、その時点における緊急の判断として、暫定規制値の基となった放射線量について、相当な安全性を見込んだものである旨示した。そして、引き続き食品健康影響評価を行うこととなり、今後、国民からの意見募集等も踏まえ、食品安全委員会として食品健康影響評価をまとめる予定である（添付 II-14）。

なお、食品に関する規制をはじめ、除染などの問題については、国の関係行政機関が参加する「放射性物質汚染対策連絡調整会議」を開催し、随時取り上げることとしている。

（２）検査計画、出荷制限・摂取制限について

農水産物等の食品については、関係自治体において放射性物質のモニタリング検査が引き続き行われ、8 月 31 日現在、検査総数は 16,584 件であり、その内 596 件で暫定規制値を超過する放射性物質が検出され、政府は自治体を通じて回収・廃棄を指示するとともに、地域的な汚染の広がりが認められる場合には、関係自治体に対して出荷制限を指示している。また、各自治体で行われた検査の結果を、すべて厚生労働省ホームページ上で公表している。

政府は原発事故から約 3 ヶ月が経過した 6 月末、食品からの放射性ヨウ素の検出レベルが低下する一方、一部食品から暫定規制値（添付 II-13）を超える放射性セシウムが検出されていること等を踏まえ、検査計画などについて見直した（(添付 II-15、8 月に再度見直した)。

（３）個別品目への対応状況

①茶

5 月 11 日、神奈川県産の生茶葉から暫定規制値を超過する放射性セシウムが検出されたことを受け、政府はモニタリング検査を強化することとした。政府は、それ以降の検査結果に基づき、一部地域で産出される茶について出荷制限を指示した（添付 II-16、6 月 2 日～）。茶樹の放射性セシウムは、土壌中から吸収されたものではなく、古い葉に付着したものが葉面から吸収さ

れたと推定されること、また、放射性セシウムは葉層（葉が展開している部分）に多く含まれることが明らかになったことから、葉層を含めて剪定することが、放射性セシウム量を削減するために効果的であると考えられた。

このため、政府は、乾燥茶葉（荒茶）の放射性セシウム濃度が暫定規制値を超えた、または超える可能性がある茶園においては、二番茶の刈取り後、古い葉を含め、葉層部分が残らない程度に上面から 10～20cm 剪定を行い、茶樹における放射性セシウム濃度の低減を図ることとする対策をまとめた（6 月 29 日）。

②牛肉

7 月 8 日、福島県産の牛肉から暫定規制値を超過する放射性セシウムが検出されたことを受けて、政府は、牛肉のモニタリング検査を強化することとした。その後、高濃度の放射性セシウムが含まれた稲わらを与えられた牛が食用に出荷されたとの報告を受け、政府は、当該牛由来の肉について、流通状況及び放射性物質の検査のための検体の確保に関する調査を関係自治体に依頼し、厚生労働省ホームページで当該牛の流通状況や検査結果、個体識別番号を公表している（7 月 14 日～）。また、政府は福島県、宮城県、岩手県、栃木県において飼養されている牛について、出荷制限を指示した（添付 II-16、7 月 19 日～）。

政府は、原発事故発生前に収穫され屋内で保管されていた牧草等を与えるよう指導し、牧草のモニタリング調査を実施してきていたが、昨年秋に刈取られた稲わらを原発事故発生後に収集し、与えていたことが明らかになったため、適正な家畜の飼養管理について再度周知した(7 月 9 日)。また、汚染稲わらの利用の自粛等を指導している（7 月 15 日、調査の中間とりまとめは 7 月 28 日に公表）。さらに、畜産農家等の被ばく低減のため、高濃度の放射性セシウムを含む稲わらの管理やそれらの取扱いについて注意喚起した（7 月 21 日）。

その後、関係自治体が策定した出荷・検査方針に基づき管理されることを条件に、出荷制限の一部が解除された（添付 II-16、8 月 19 日～）。

③稲

4 月 8 日に原子力災害対策本部が、稲の作付に関する考え方を示した。4 月 22 日には、国から福島県に対し、警戒区域、計画的避難区域及び緊急時避難準備区域において、2011 年産の稲の作付を制限するよう指示し、その後も継続している。作付制限を行った地域以外の地域において、自治体が収穫時に行う米の放射性物質調査について、政府は、

ａ．土壌中の放射性セシウム濃度が高い市町村等において、

○　収穫前の段階で、あらかじめ放射性物質濃度の傾向を把握するための予備調査

○　収穫後の段階で放射性物質濃度を測定し、出荷制限の要否を判断するための本調査

の二段階で実施し、

ｂ．予備調査の結果を踏まえ、必要に応じ、本調査で重点的な調査を行うとの国としての考え方を公表した。（8月3日）

これに基づき、自治体において米の放射性物質検査が行われており、8月31日現在、暫定規制値を超える放射性物質は検出されていない。

（４）肥料等の取扱いについて

政府では､放射性セシウムによる農地土壌の汚染拡大を防止するとともに、暫定規制値を超えない農畜水産物の生産を確保する観点から、放射性セシウムを含む汚泥の肥料利用に関する基準を策定した（6 月 24 日）。また、肥料･土壌改良資材･培土･飼料についての放射性セシウム濃度に関する暫定許容値を設定するとともに（8 月 1 日）、放射性セシウム測定のための検査方法等を定めた。

This page intentionally left blank

Ⅲ．事故の収束に向けた取り組み

１．東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋（ロードマップ）

東京電力は、4 月 17 日に、ステップ 1、ステップ 2、中期的課題から構成される「福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」を公表した。この道筋において示された対策が実施され、「放射線量が着実に減少傾向になっている」を目的とするステップ 1 が終了した。7 月 19 日、ステップ 2 への移行に当たり、政府・東京電力統合対策室として改訂したロードマップを公表し、「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」を目的とするステップ 2 が始まった。本年 10 月から来年 1 月の間としていたステップ 2 の達成時期については、ステップ 1 からステップ 2 への移行に際し変更する必要は無いとした。

政府は、事故収束に向けた課題への取組みのうち、その実施に際して安全上の確認を要すると判断されるものについて東京電力に対し報告を求め、その必要性、安全性等を確認し、必要に応じ、原子力安全委員会の助言を受けるとともに、東京電力に対し指示を行っている。(表 III-1-1 参照)

政府は、東京電力と共に、当該時期までに目標が達成されるよう全力で取り組んでいる。

ステップ 1 における取組みの実施内容の評価と、ステップ 2 における課題は以下のとおりである。

（１） ステップ 1 の評価

ステップ 1 期間でモニタリングポスト等が示す放射線量は減少傾向であり（図 III-1-1 参照)、また、東京電力が実施した、放射性物質放出量評価による発電所敷地境界における被ばく線量評価も、事故当初と比較して十分に減少していることから、ステップ 1 の目標が達成されたことを確認した。

①原子炉の冷却

原子炉圧力容器底部の温度が安定しており、原子炉で発生している熱(崩壊熱)を除去できていること、滞留水処理施設が稼働し汚染水を増やすことなく注水(循環注水冷却)ができていること、注水の信頼性(異常時対策や複数の注水手段等)が確保されていること、原子炉格納容器への窒素封入により水素爆発のリスクがなくなっていることから、「安定的な冷却」の目標に到達している(図 III-1-2,図 III-1-3, 図 III-1-4 参照)。

②燃料プールの冷却

1 号機は本設ラインによる注水を開始(5/29)し、4 号機は本設ラインの代替として外部注入設備を設置(6/17)し注水を開始したことから、1、4 号機は「安定的な冷却」の目標に到達した。

2､3 号機については､熱交換器による循環冷却を開始 (2 号機 5/31、3 号機 6/30)したことから、ステップ 2 の目標である「より安定的な冷却」が前倒しで達成された(図 III-1-5 参照)。

③タービン建屋滞留水処理

タービン建屋滞留水を貯蔵するための場所が確保され、高濃度汚染水の浄化システムの設置が完了し稼働を開始した(6/17)ことから、目標としていた「保管場所を確保し、処理施設を稼動」に到達した。

また、海洋の汚染防止対策として、高レベル滞留水が流入した港湾内に対し､ゼオライト（セシウムを吸着する物質）を用いた浄化(6/13)を実施するとともに流入した汚染水の拡散を防止するためのシルトフェンスを設置した(図 III-1-6 参照)。

④地下水遮へい

地下水の遮へい壁の検討や浸透流解析に基づく地下水流動特性についての検討を継続して実施している。

⑤大気・土壌への拡散防止

「放射性物質の飛散抑制」として、飛散防止剤の散布、瓦礫の撤去を実施している。また、1 号機原子炉建屋カバーの設置工事を実施している(図 III-1-7 参照)。

⑥測定・低減・公表

「発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実，公表」としてモニタリングの範囲・サンプリング数を拡充し、測定及び公表を継続して実施している。

※モニタリングポスト等が示す放射線量、海水の放射能濃度等の値は減少傾向。一方、発電所港湾内の海水の放射能濃度は依然高いため、循環型海水処理装置を稼働し、除染を実施中。

⑦津波・補強・他

「災害の拡大防止」として､高台への非常用仮設電源の移設(4/15)、

消防車等の設置(4/18)や、注水ラインの多重化(4/15)を実施した。また、仮設防潮堤を設置した（6 月末）(図 III-1-8 参照)。

⑧生活・職場環境

「環境改善の充実」として、発電所敷地内の休憩施設の整備や、J ヴィレッジ内の仮設寮の新設を実施した(図 III-1-9 参照)。

⑨放射線管理・医療

「健康管理の充実」として、免震重要棟の医療体制（複数の医師の 24 時間体制)を整備した(図 III-1-10 参照)。

（２）　ステップ２における課題

- 課題⑴原子炉の冷却：「冷温停止状態に向けた必要な注水量の評価」

  ステップ 1 で実施した循環注水冷却を継続・強化し、圧力容器温度等を監視し、「冷温停止状態※」にする。現在、シミュレーションから求めた崩壊熱相当の必要注水量を上回る注水を継続しており、原子炉圧力容器代表点の温度は安定して推移している（図 III-1-11, 図 III-1-12 参照）。今後、圧力容器底部温度が 100 度以上の 2、3 号機の注水量を試験的に変化させることによる炉内温度の変化を確認し、冷温停止状態の達成に必要な注水量を評価することを計画している。

  また、「冷温停止状態」に必要な滞留水処理施設を安定的に稼働させる。

  なお、放射線分解による水素の蓄積を防止する対策として、窒素封入を継続中である。

  ※「冷温停止状態」の定義は以下のとおりとしている。
  - 圧力容器底部の温度が概ね 100℃以下になっていること
  - 格納容器からの放射性物質の放出を管理し、追加的放出による公衆の被ばく線量を大幅に抑制していること

  上記の 2 条件を維持するため、循環注水冷却システムの中期的安全(各部位・部材の信頼性、多重性と独立性の確保、異常時における対応の余裕時間の評価、不具合・異常等の検知、復旧措置・必要時間の確認等)を確保していること。

- 課題⑵使用済燃料プールの冷却：「より安定的な冷却」を 1～4 全号機で達成

  2、3 号機については、ステップ 1 終了時点で熱交換器を設置し、プールの水位が維持され、より安定的に冷却できている状態(ステップ 2 の目標)を達成している。ステップ 2 の目標として、1、4 号機においても循環冷却システムを設置することとしていたが、1 号機(8/10)、4 号機(7/31)の循環冷却を開始したことから、全号機において目標を達成した。

  事故発生当初において冷却のため、海水の注水を行った 2、3、4 号機については、燃料被覆管等の腐食を防止するため、現在ヒドラジンの注入を行っているところであるが、今後、脱塩装置を運用することとしている。なお、4 号機については、脱塩装置の運用を開

始（8/20）した。

- 課題(3)滞留水処理：滞留水全体量の減少および原子炉への注水量増加に向けて処理量増加

  処理施設を稼動させ、建屋内の滞留水を処理して滞留水の全体量を減少させるとともに、処理後の水を用いて原子炉への注水量を増加させる。また、高レベル汚染水処理施設の拡充、安定的稼動、除染後の水の脱塩処理による再利用を拡大する。これに平行して高レベル汚染水の本格的水処理施設の検討に着手する。

  また、高レベル汚染水処理施設から発生する廃スラッジの保管及び管理を継続実施する。

- 課題⑷地下水遮へい：海洋への汚染拡大防止

  地下水の汚染及び地下水経由の海洋汚染拡大を防止する。このため、1～4 号機の既設護岸の前面に、遮水性を有する鋼管矢板による遮水壁（海側）を設置するとともに、遮水壁（海側）と既設護岸との間に地下水ドレンを設置し、地下水が海洋に漏れ出さないように管理する計画である。遮水壁（海側）の延長は約 800m、鋼管矢板の長さは 22～23m で、下部の難透水層まで根入れする計画である。ステップ 2 の間に工事着手し、工期は約 2 年の予定である。(図 III-1-13 参照)。

- 課題⑸大気・土壌への拡散防止：放射性物質の飛散抑制

  飛散防止剤の散布及び瓦礫撤去の継続や、原子炉建屋カバーの設置（1 号機)、原子炉建屋上部の瓦礫の撤去（3、4 号機）を行い、発電所敷地内に堆積している放射性物質の飛散量を減少させ、周辺地域における線量の低減を図る。また、本格的なカバーとして原子炉建屋コンテナの検討に着手する。

- 課題⑹測定・低減・公表：放射線量を十分に低減

  モニタリングの拡大・充実、公表や現時点における放射性物質の放出量の評価を継続する。また、本格的な除染を開始する。

- 課題⑺津波・補強・他：災害の拡大防止

  地震や津波等の異常時に備え、災害の拡大を防止し、状況悪化を防ぐことや、多様な放射線遮へい対策を継続する。

- 課題⑻生活・職場環境：環境改善の充実

  現場休憩施設の増設等作業環境の改善や、仮設寮、食事、入浴、洗濯等により住環境を改善し、作業員のモチベーションを維持する。

- 課題⑼放射線管理・医療：健康管理の充実

  個人線量の自動記録化、被ばく線量の文書通知、写真入作業証の導入、ホールボディカウンタの増強等により被ばく管理の徹底を図る。また、夏場に向けた熱中症対策や作業員に対する安全教育の充実、データベースの構築など中長期的な健康管理に向けた対策の実施・検討を行う。

- 課題(10)要員配置・育成：8/17 に行った毎月のロードマップ改訂に際し、新たな課題として要員の育成を設定

  事故収束に向けた今後の作業に伴う被ばく量蓄積の見込みに対し、全体的に見れば現行の要員数でステップ 2 終了までカバーできる見込みである。しかしながら、個別作業によっては早期に被ばくの管理値に達する可能性があることから、きめ細かい被ばく線量想定、計画的な要員配置、国と事業者等が連携した人材育成を進める。

表 III-1-1　原子力安全・保安院から東京電力に対し行った報告徴収及び指示一覧

分類	件名	報告徴収	受領日	評価日	院長指示
汚染水漏えい	東京電力株式会社福島第一原子力発電所からの排出基準を超える放射性物質濃度の排水の海洋放出	4 月 4 日	4 月 4 日	4 月 4 日	4 月 5 日
	排出基準を超える放射性物質濃度の排水の海洋放出について（院長指示（平成 23・04・15 原院第 5 号、検査課）に基づく報告）	-	5 月 20 日	-	-
	東京電力株式会社福島第一原子力発電所第３号機取水口付近からの放射性物質を含む水の外部への流出への対応について（平成 23 年 5 月 11 日の口頭指示に基づく報告）	-	5 月 20 日	-	5 月 23 日
	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含む水の外部への流出防止計画について（院長指示（平成 23・05・23 原院第 2 号）に基づく報告）	-	6 月 1 日	-	-
	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含む水の保管・処理に関する計画について（院長指示（平成 23・05・23 原院第 2 号）に基づく報告）	-	6 月 2 日	-	-
原子炉冷却	窒素封入				
	①　東京電力株式会社福島第一原子力発電所第１号機原子炉格納容器への窒素封入	4 月 6 日	4 月 6 日	4 月 6 日	4 月 6 日
	②　東京電力株式会社福島第一原子力発電所第２号機原子炉格納容器への窒素封入	6 月 22 日	6 月 24 日	6 月 28 日	-
	③　東京電力株式会社福島第一原子力発電所第３号機原子炉格納容器への窒素封入	7 月 8 日	7 月 11 日	7 月 14 日	-
	冠水				

	① 福島第一原子力発電所第１号機における燃料域上部まで原子炉格納容器を水で満たす措置の実施	4 月 30 日	5 月 5 日	5 月 5 日	5 月 5 日
プール冷却	② 東京電力株式会社福島第一原子力発電所第２号機における使用済燃料プール代替冷却浄化系の設置	5 月 20 日	5 月 21 日	5 月 23 日	-
	③ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所第３号機における使用済燃料プール代替冷却浄化系の設置	6 月 13 日	6 月 15 日	6 月 16 日	-
	① 東京電力株式会社福島第一原子力発電所第１号機、第４号機における使用済燃料プール代替冷却浄化系の設置	7 月 11 日	7 月 13 日	7 月 15 日	-
	④		7 月 13 日		
滞留水処理	福島第一原子力発電所に滞留している高い放射線量が検出された排水の集中廃棄物処理建屋への移送	4 月 10 日	-	-	-
	＃２→プロセス主建屋への移送	-	4 月 18 日	4 月 19 日	4 月 18 日
	＃３→プロセス主建屋	-	5 月 15 日	5 月 16 日	5 月 15 日
	＃２，３→高温焼却炉への移送				
	プロセス主建屋貯水範囲の変更	-	6 月 4 日	6 月 4 日	-
	プロセス主建屋貯水範囲の再変更	-	6 月 8 日	6 月 8 日	-
	高温焼却炉建屋への移送再開	-	6 月 17 日	6 月 17 日	-
	プロセス主建屋貯水範囲の再々変更	-	6 月 22 日	6 月 22 日	-
	東京電力株式会社福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の処理設備及び貯蔵施設の設置	6 月 1 日	6 月 8 日	6 月 9 日	6 月 9 日

		東京電力株式会社福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の貯蔵及び処理の状況について（院長指示（平成23・06・08原院第6号）に基づく報告）	-	（第１報）6月29日 （6月30日一部修正） （第２報）7月6日 （第３報）7月13日 （第４報）7月27日 （第５報）7月27日 （第６報）8月3日 （第７報）8月10日 （第８報）8月17日 （第９報）8月24日 （第10報）8月31日	-	-
		東京電力株式会社福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含むたまり水の処理設備及び貯蔵設備に係る報告書（第二セシウム吸着装置設置等）	-	8月3日	8月9日	-
作業環境改善	①	東京電力株式会社福島第一原子力発電所第１号機原子炉建屋内の放射性物質濃度の低減措置	5月2日	5月3日	5月8日	報告指示： 5月6日 被ばく管理： 5月8日
	②	東京電力株式会社福島第一原子力発電所第２号機原子炉建屋内の作業環境改善	6月8日	6月15日	6月17日	-

飛散防止	①	東京電力株式会社福島第一原子力発電所第１号機における原子炉建屋カバー及びその附属設備の設置に係る報告の徴収について	6 月 22 日	6 月 23 日	6 月 24 日	-

図 III -1-1　敷地境界の線量率

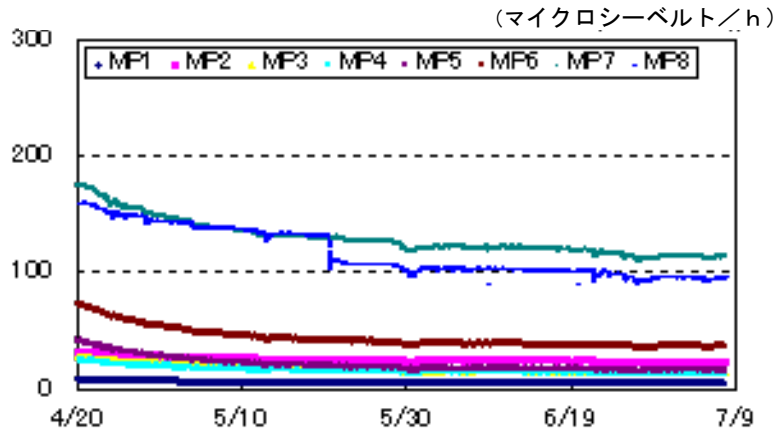


図 III-1-2　原子炉圧力容器底部温度

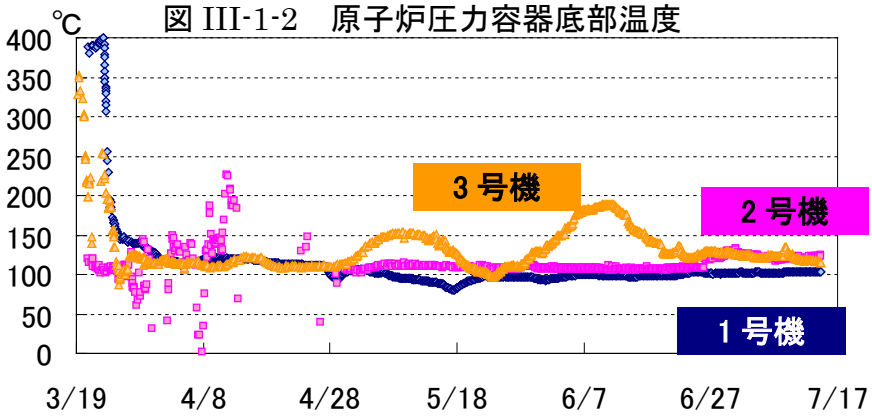
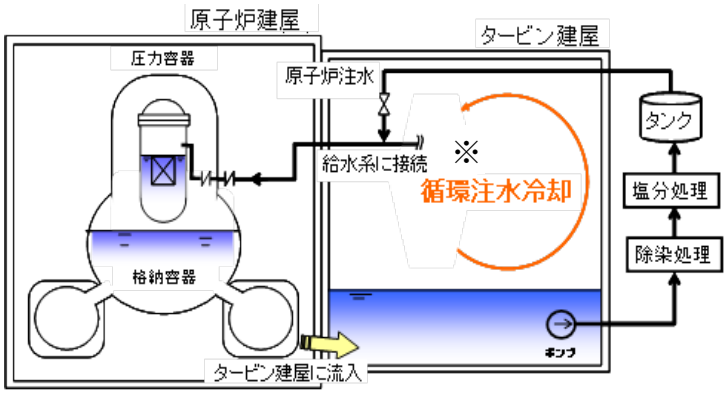


図 III-1-3　循環注水冷却のイメージ



※　号機によっては、給水系以外に炉心ｽﾌﾟﾚｲ系からも注水が可能である。

図 III-1-4　1 号機窒素封入システムの概要

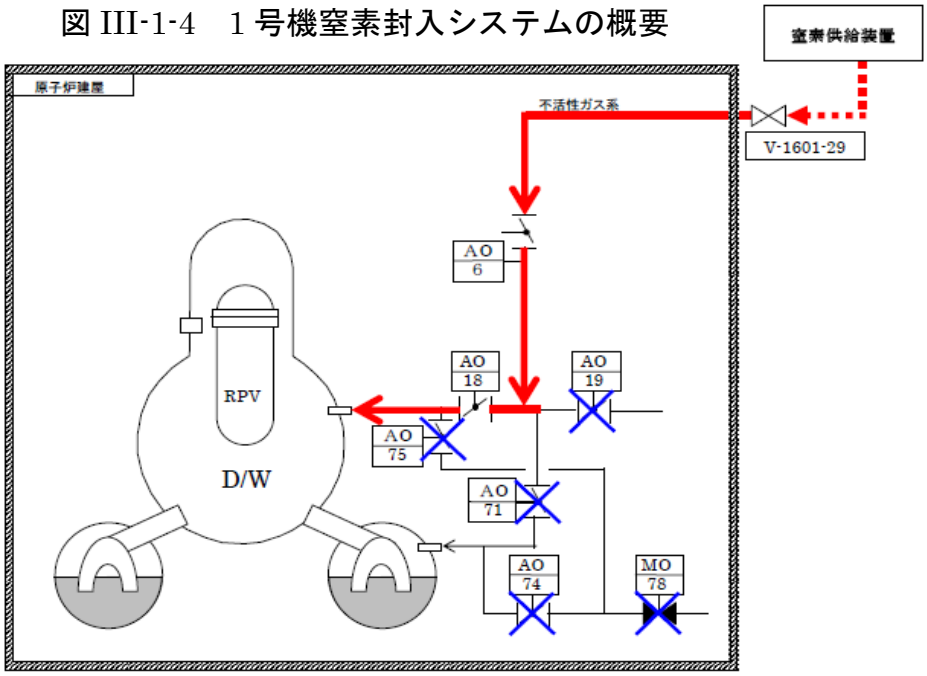


図 III-1-5　使用済燃料プール冷却のイメージ

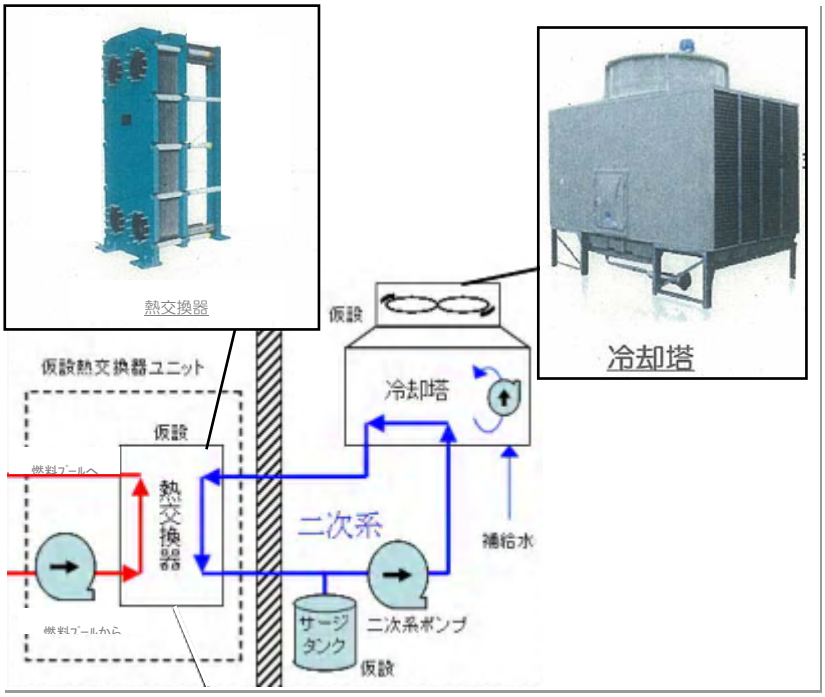


図 III-1-6 滞留水の処理施設

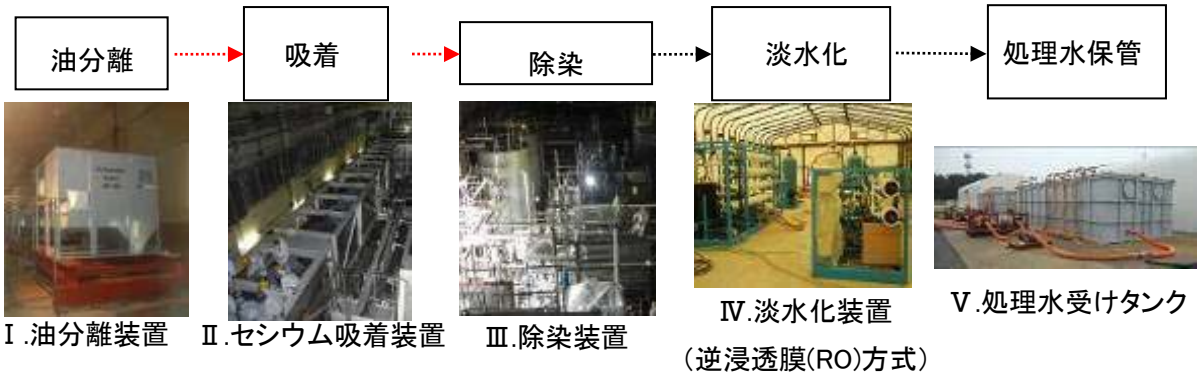


図 III-1-7　1 号機原子炉建屋カバー設置イメージ

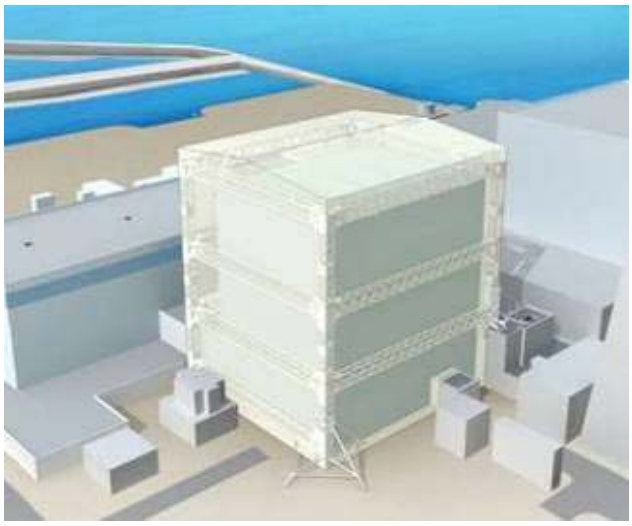


図 III-1-8　仮設防潮堤設置状況

図 III-1-9　休憩所の内部

図 III-1-10　5、6 号救急医療室

図 III-1-11　原子炉圧力容器底部温度

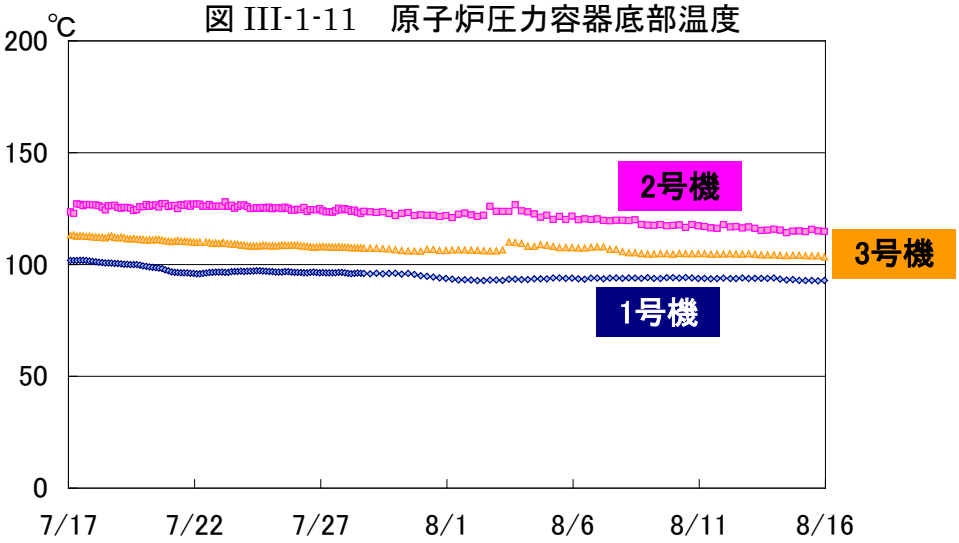


図 III-1-12　原子炉注水システム概略系統図（1 号機）

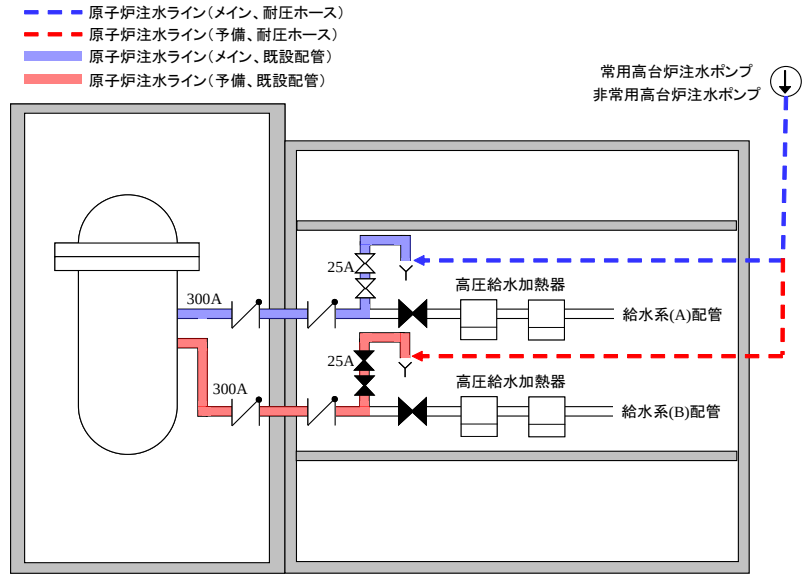
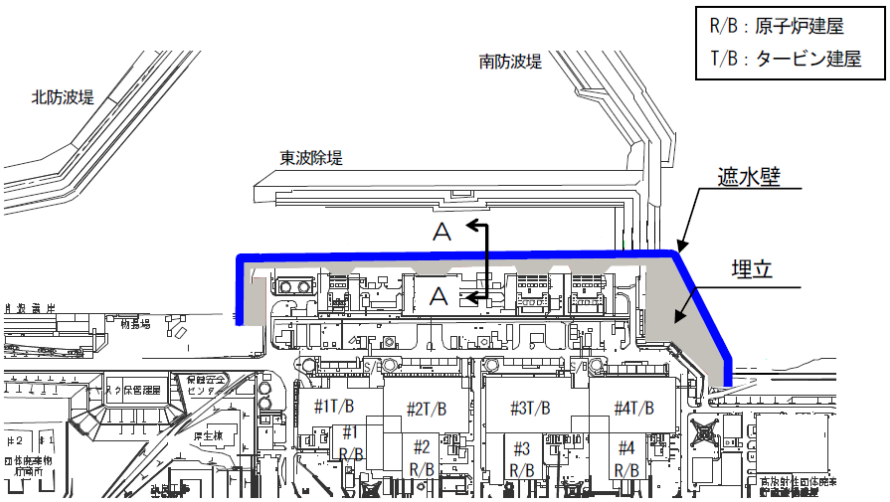
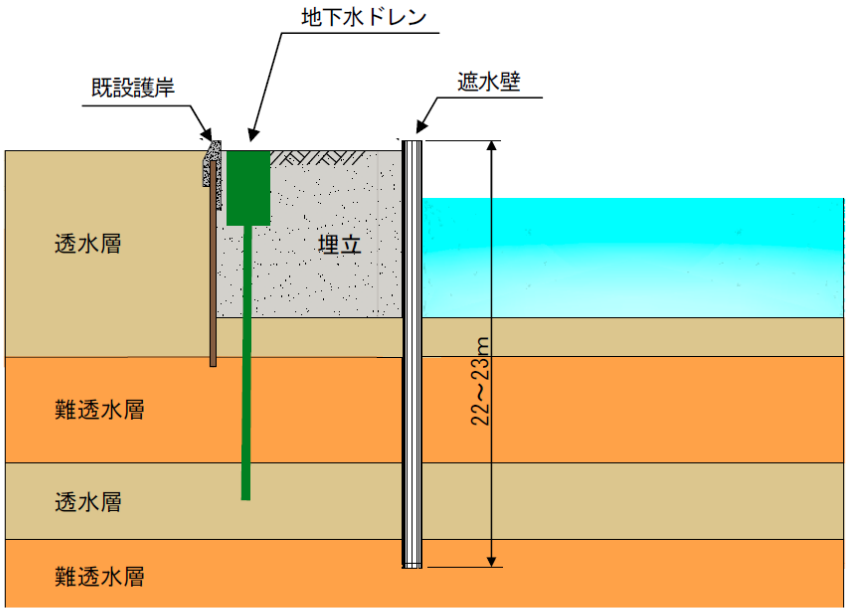


図 III-1-13 地下水遮水壁のイメージ



（1）平面図



（2）標準断面図（A－A断面）

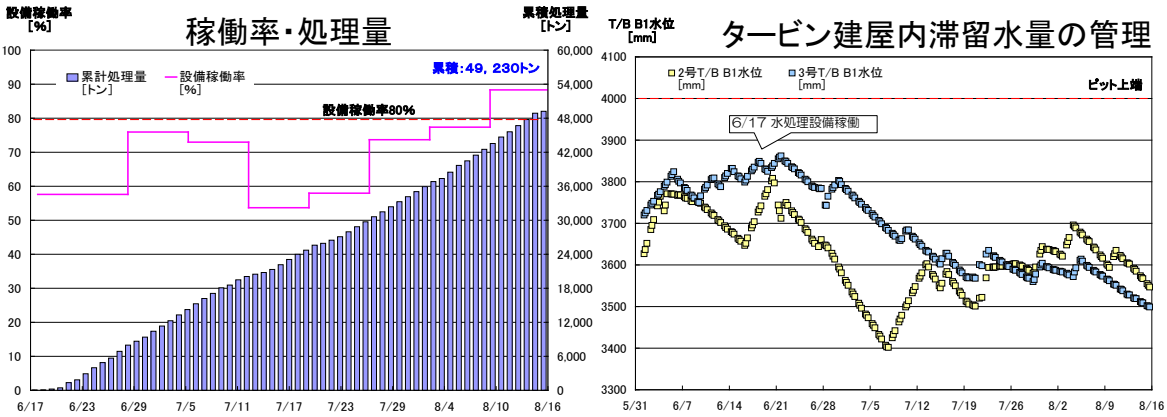
２．汚染水の処理

滞留水の全体量減少および処理後の水を用いた原子炉への注水量増加に向けて、処理施設の安定運転に向けた保守管理（信頼度改善に向けた計画の策定、バイパスラインの設置による流量確保等）を実施している。また、より安定的な処理のために、2 系列目の処理施設として、セシウム吸着処理施設（サリー）を設置し処理を開始するとともに、処理水に対する脱塩処理を増強するため、蒸発濃縮装置を用いて処理を開始した。

現在の滞留水処理実績は、累計約 66,980 トン処理（8/31 時点）である。処理施設のセシウム除染係数※は 10^6 であり、塩素濃度は 6600ppm のものを 20ppm 程度に低減できている（いずれも 7/28 実績）(図 III-2-1)。

※除染係数：処理前の試料のセシウム濃度と処理後の試料のセシウム濃度の比をとったもの。

図 III-2-1　汚染水処理実績



サリー設置工事状況

３．放射線管理・医療等について

作業環境改善については、ステップ 1 において、発電所内に順次休憩施設を設置するとともに、免震重要棟の医療体制（複数の医師の 24 時間体制）を整備している。

救急搬送の迅速化の対応として、5・6 号救急医療室でのサーベイ等のルールを確認した。また、患者搬送車の除染を実施、あわせて 5・6 号救急医療室での除染設備を整備中である。

個人線量管理においては、震災直後からホールボディカウンタ（WBC）の不足により、個人線量の確定に時間を要していた。しかし、内部被ばく線量評価の迅速化及び定期的な測定を定常化させるために、WBC の増設を進めている（J ヴィレッジに WBC 建屋を設置のうえ、6 台を配備した（8/11）。）。

生活面では仮設寮を増設しており現状、約 1,200 人が入居済（8/15 時点）である。

また、現場休憩施設については、累計 16 箇所（約 1,200 人分、約 3,500 ㎡）を開設（8/15 時点）した。一部休憩所には、飲料水に加え、エアシャワーやトイレを設置している。

さらに、熱中症対策として図 III-3-1 の装備を装着して、対応を行っている。

図 III-3-1　熱中対策例

クールベスト

ブロア付マスク

クールスカーフ

首筋用保冷剤（冷凍）装着例

This page intentionally left blank

Ⅳ．原子力被災者への対応（オフサイト対応）

１．原子力被災者への対応に関する当面の取組みのロードマップ

「原子力被災者への対応に関する当面の取組方針」（以下、ロードマップ）を 5 月 17 日、原子力災害対策本部において決定した。ロードマップ（添付 IV-1）に、モニタリングの強化・継続実施、避難区域等に係る取組み、ふるさとへの帰還に向けた取組み、その他の支援策について明示した。住民の生活や農業・産業活動の基盤となる土壌等のモニタリング・スクリーニング・除染等や、がれき等の処理については、効果的かつ効率的に行えるよう関係機関が連携して、確実に取り組んでいくこととしている。8 月 19 日に進捗状況を発表した（添付 IV-2）。

２．　緊急時避難準備区域の解除に向けた取組み

（１）取組み方針

- 7 月 19 日、原子力安全委員会は、「今後の避難解除や復興に向けた段階における放射線防護に関する基本的な考え方について」（添付 IV-5）を示し、「緊急時被ばく状況」及び「現存被ばく状況」といった被ばく状況に応じた放射線防護措置を明確化した。防護措置及びその一環としての除染・改善措置の展開並びに避難解除等の行政判断のための科学的根拠となる環境モニタリング及び個人線量推定のためのシステム構築の必要性を示した上で、それらを用いて構築される健康評価システムの構築の必要性についても示し、放射線防護措置の展開にあたっては、長期的に、種々の除染・改善措置の方法を組み合わせることを推奨し、放射線防護活動や防護方策の計画作成には、住民を参加させることが肝要としている。
- 8 月 4 日、原子力災害対策特別措置法第 20 条第 5 項に基づき原子力災害対策本部長が意見を求めたことを受けて、原子力安全委員会は、「東京電力（株）福島第一原子力発電所事故における緊急防護措置の解除に関する考え方について」（添付 IV-6）を示した。解除の条件としては、現在の措置が設定された際の基準を下回ることなどが示され、新たに必要とされる防護措置については、準備を行い、新たな防護措置の計画を策定する際には、地元の自治体・住民等が関与できる枠組みを構築するこ

とを基本的な考え方として示した上で、「緊急時避難準備区域」、「避難区域」及び「計画的避難区域」のそれぞれについて解除の条件を示した。具体的には、避難区域の一部解除に当たっては、住民が受ける被ばく線量が、解除日以降年間 20mSv 以下となることが確実であること、また、解除に先立ち必要な除染等を行うこと等が条件とされている。なお、同日、原子力安全委員会において、東京電力（株）福島第一原子力発電所の原子炉施設の安全確保状況についても妥当性が確認されている。

- 8 月 9 日、原子力災害対策本部は、「避難区域等の見直しに関する考え方」(添付 IV-7)を決定した。現在の避難等の指示は、発電所の状況が不安定なことから一定の距離を確保する目的又は、積算線量が高いところでは、放射線による影響を低減させる目的で行われているが、その指示理由に大きな状況変化が生じた場合、避難指示を速やかに見直すこととした。その際の確認事項としては、①原子炉施設の安全性評価結果に応じた確保が必要な距離、②区域内の放射線量モニタリング結果、③公的サービス・インフラ等住民生活環境の復旧目途が挙げられ、3 つの条件が整った時点で区域の見直しが行われ、住民の帰還も開始することとなった。緊急時避難準備区域については、原子炉施設の安全性の観点及び区域内の放射線モニタリング結果から解除の妥当性が確認できたことから、住民の意向を踏まえた市町村の復旧計画の策定が完了した段階で、政府として同区域を一括して解除する考えである。

（２）緊急時避難準備区域の解除に向けた放射線モニタリング

①「モニタリング調整会議」について

東京電力株式会社福島第一原子力発電所（東京電力福島第一原子力発電所）の事故に係る放射線モニタリングについては、周辺環境における全体的影響を評価し、今後の対策の検討に資するための放射線モニタリングに移行することが適切であり、関係省庁、自治体及び事業者が行っている放射線モニタリングの調整等を行う必要があるとの考えから、「モニタリング調整会議」を開催することとした。（添付 IV-8）

会議は、細野原発事故の収束及び再発防止担当大臣、近藤環境副大臣、園田内閣府大臣政務官及び林文部科学大臣政務官を共同議長、関係省庁、福島県、東京電力株式会社の担当者を構成員としている。第 1 回会議は 7 月 4 日に開催され、今後の放射線モニタリングの進め方についての方向性等が議論された。第 2 回会議は、8 月 2 日に開催され、「総合モニタリング計画」が決定された。（添付 IV-9）

同計画においては、東京電力福島第一原子力発電所周辺地域の環境回復、子供の健康や国民の安全・安心に応える「きめ細かなモニタリング」の実施と、一体的で分かりやすい情報提供のため、国が責任をもって自治体や原子力事業者等との調整を図り、「抜け落ち」がないように放射線モニタリングを実施することとされた。具体的には、モニタリングを以下の 6 つの区分に分け、それぞれについて情報集約、測定等実施又は支援、分析実施を行う担当省庁・機関の割り振りが示された。

①環境モニタリング一般（土壌、水、大気等）、航空、海域、学校、公共施設等
②港湾、空港、公園、下水道等
③水環境（水源地、河川・湖沼、地下水、水浴場）、自然公園、廃棄物
④農地土壌、林野、牧草
⑤食品（農・林・畜・水産物等）
⑥水道

②緊急時避難準備区域の解除に向けた放射線モニタリング

南相馬市、田村市、川内村、広野町、楢葉町において、緊急時避難準備区域の解除に向けて、多様なモニタリングを実施し、それらの結果をとりまとめ、使いやすい形で情報を提供することが求められている。

このため、まず、住民が安心して生活が送れるよう、子どもの目線及び地元要望に重点をおき、モニタリング調整会議の枠組みにおいて、関係省庁、福島県等と調整の上、文部科学省、現地災害対策本部等においては、以下の①～③のモニタリングについて、7 月中に実施し、これらの測定結果を組み合わせた放射線分布マップをとりまとめ、個別の調査結果と合わせて公表した（8 月 9 日(図 IV-2-1～図 IV-2-5)、8 月 16 日公表）。

① 小中学校、高等学校、幼稚園、保育所（以下、「学校等」）や、病院、図書館、児童館・児童センター・障害児施設・放課後児童クラブ（以下、「公共施設等」）の敷地内の主要なポイントのモニタリング

② 学校等及び公共施設等を中心とした生活圏等に着目した、走行サーベイ及び無人ヘリコプターによる通学路、公園等の面的なモニタリング

③ 市町村の個別の要望に対応したモニタリング

8 月に公表した測定結果（表 IV-2-1）を見ると、測定対象となったすべての市町村において、学校等をはじめとする主要ポイントの周辺を含む測定したほとんどの地点で 1m 高さ及び 50cm 高さともに、空間線量率が 1.0μSv/h 以上 1.9μSv/h 未満、または 1μSv/h 未満にあるという結果が得られた。一方で、南相馬市、田村市、川内村の一部（計画的避難区域に近い道路、特定避難勧奨地点の近傍等）において、1m 高さで 3.0μSv/h を超える空間線量率が測定された。

表 IV-2-1　市町村別のモニタリング毎の空間線量率の最高値及び最低値※1

（上段　1m 高さ［μSv/h］、下段　50cm 高さ［μSv/h］）

モニタリング	南相馬市	田村市	川内村	広野町	楢葉町
①学校等や公共施設等の敷地内の主要なポイントのモニタリング【屋外】	0.1~1.4	0.2~1.0	0.3~0.5	0.3~0.8	－
	0.2~1.4	0.2~1.1	0.4~0.6	0.3~0.9	－
②走行サーベイ及び無人ヘリコプターによる通学路、公園等の面的なモニタリング	0.1~4.2	0.2~3.6	0.2~2.0	0.3~1.6	－
	0.1~4.7	0.3~4.0	0.2~2.2	0.3~1.8	－
③市町村の個別要望に対応したモニタリング	0.47~3.0	0.2~3.1	0.2~4.5	0.3~1.4	0.6~1.1
	0.47~5.5	－	0.2~4.7	0.5~0.9	0.8~1.6

※1 平成 23 年 8 月 9 日文部科学省公表「緊急時避難準備区域の解除に向けた放射線モニタリングアクションプランの測定結果について」より作成

③広域航空機モニタリングの実施状況

地表面への放射性物質の蓄積状況を把握するため、文部科学省は、ヘリコプターに大型の放射線検出器を搭載し、地表面から 1m 高さの空間線量率や地表面に蓄積した放射性セシウムの濃度を測定している。現在、各地方自治体と連携し、宮城県、栃木県、茨城県、山形県、福島県西部、群馬県、新潟県についてモニタリングを実施しており、今後他県についても適宜実施していく(図 IV-2-6、図 IV-2-7)。

なお、東京電力福島第一原子力発電所から 80 ㎞圏内のモニタリングについては、放射性物質の影響の経時変化を確認するため、今後、季節の変化ごとに防衛省と連携しモニタリングを実施していく予定である。

（測定内容）

- 地表面から 1m 高さの空間線量率は、高感度の放射線検出器（NaI シンチレータ）を搭載した航空機が対地高度 150m から 300m の上空を飛行しながら、上空において地表面からのガンマ線を連続して測定し、その測定結果を高度による減衰を考慮して、算出する。
- 他方、地表面の放射性物質の沈着量の測定は、当該モニタリング期間中に、陸上においてゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した結果をもとに地表面への放射性物質の核種ごとの沈着状況

を算出する。

（これまでのスケジュール）

○日程：

・80km 圏内第三次航空機モニタリング：　5 月 31 日～7 月 2 日
・宮城県航空機モニタリング：　6 月 22 日～30 日
・栃木県航空機モニタリング：　7 月 12 日～16 日
・茨城県航空機モニタリング：　7 月 26 日～8 月 2 日
・山形県航空機モニタリング：　8 月 9 日～（現在とりまとめ中）
・福島県西部航空機モニタリング：　8 月 16 日～（現在とりまとめ中）
・群馬県航空機モニタリング：　8 月 23 日～（現在とりまとめ中）
・新潟県航空機モニタリング：　8 月 30 日～（現在とりまとめ中）

○航空機

・自衛隊ヘリコプター、地方自治体の防災ヘリコプター又は、民間のヘリコプター（米国エネルギー省から借用した航空機モニタリングシステムを搭載）
・民間の航空機モニタリング専用ヘリコプター（原子力安全技術センターが所有する航空機モニタリングシステムを搭載）

（今後の予定）

○日程

今後、より広範囲な放射性物質の放出の影響を確認するため、年内を目処に、青森県から愛知県までの広域について、モニタリングを実施する。

④積算線量推定マップ等の作成について

文部科学省は、独立行政法人日本原子力研究開発機構（JAEA）の協力を得て、空間線量率等の観測値から「積算線量推定マップ」等の作成を行っている。4 月 11 日に原子力災害対策本部から公表されたものは、計画的避難区域の設定に資する検討データとして使用された。

また、4 月 22 日に原子力災害対策本部が策定した「環境モニタリング強化計画」を受けて、文部科学省は、4 月 26 日以降、最新のデータを反映させた「空間線量率マップ」及び「積算線量推定マップ」を作成してきており、8 月 31 日までに 6 回公表した。

（8 月 31 日までに、4 月 26 日、5 月 16 日、6 月 3 日、6 月 21 日、7 月 20 日、8 月 19 日公表；図 IV-2-8～図 IV-2-10）

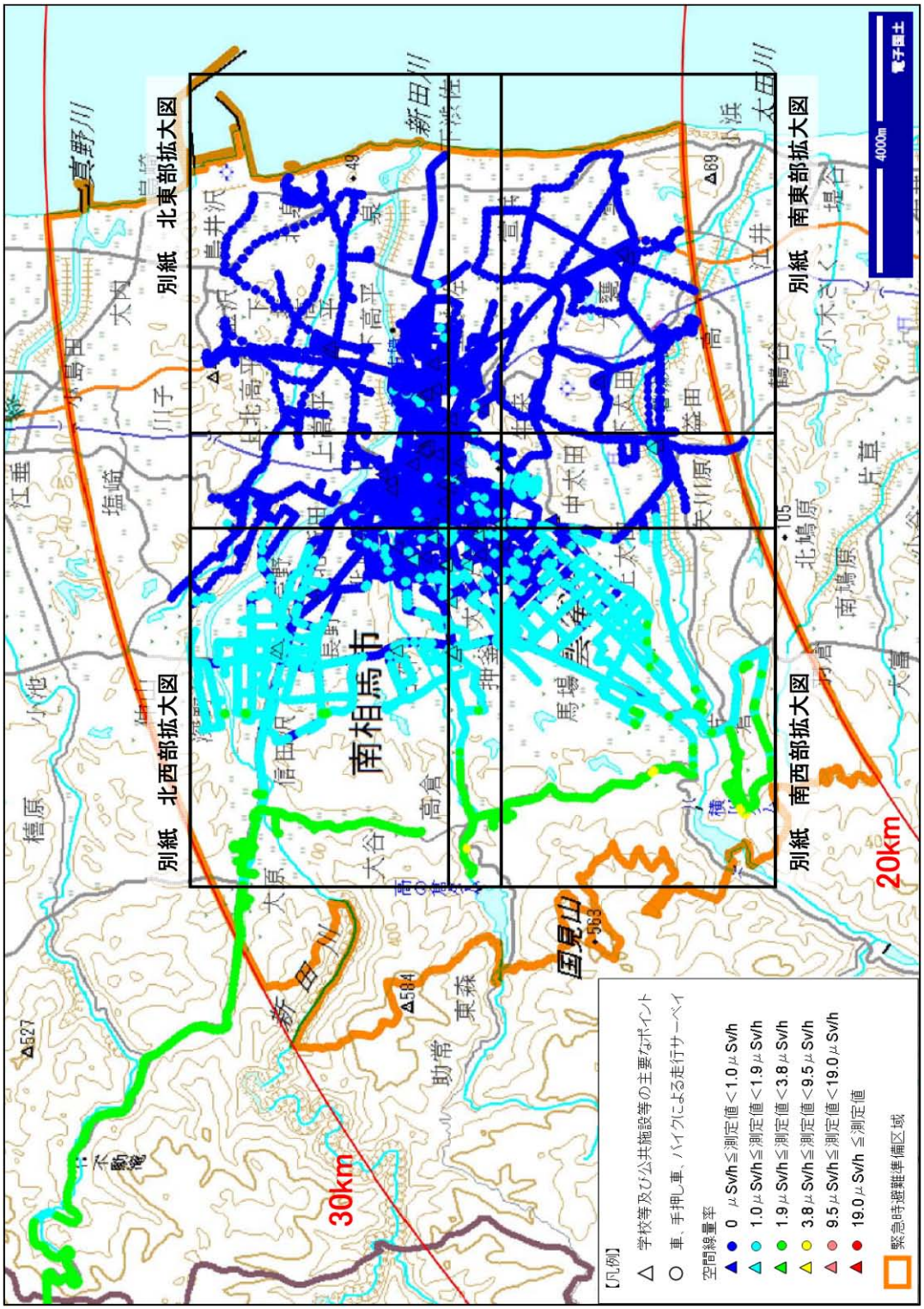


図 IV－2－1　緊急時避難準備区域における放射線分布マップ（南相馬市全体版 1m 高さ）
（平成 23 年 7 月測定）

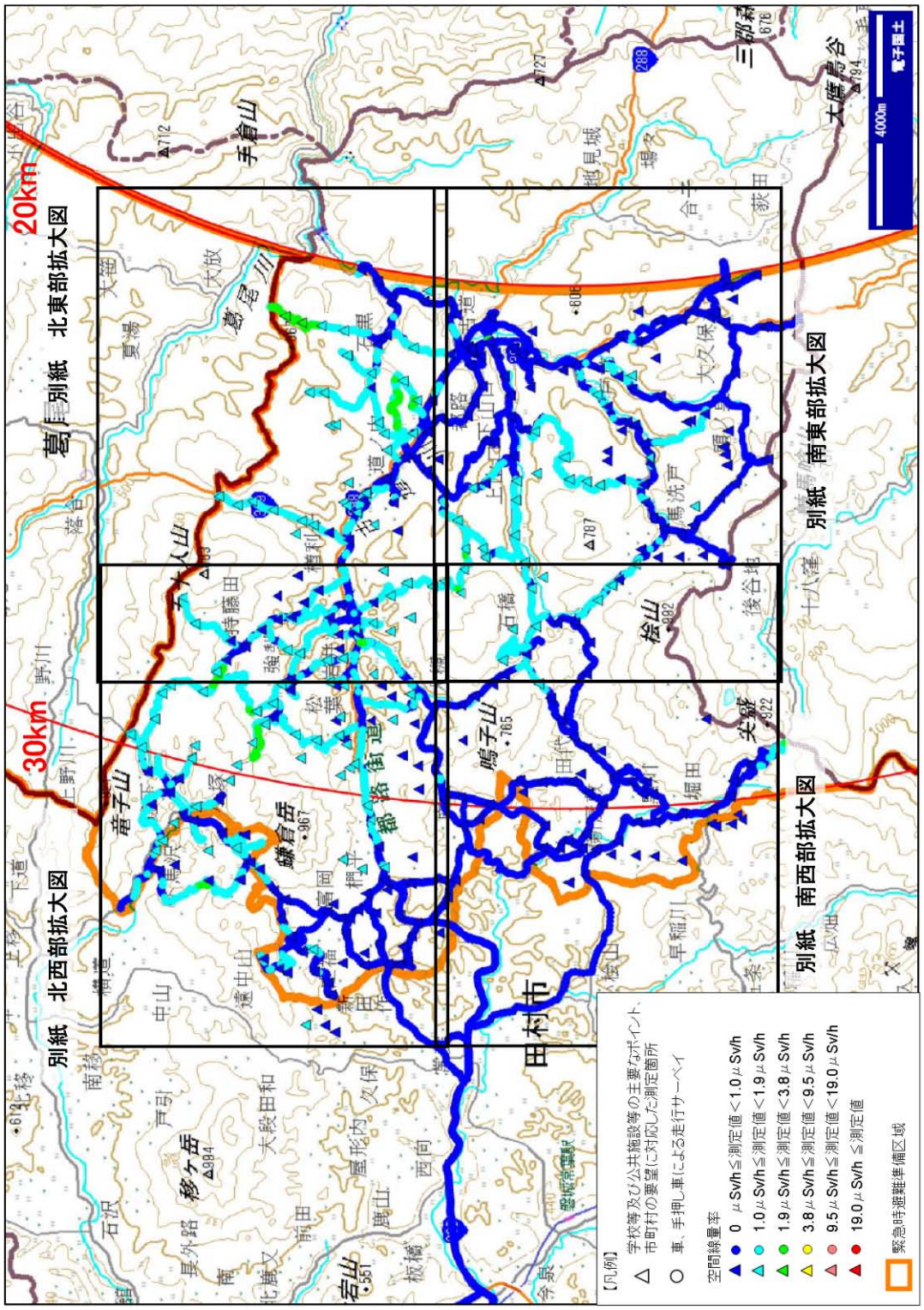


図 Ⅳ－2－2　緊急時避難準備区域における放射線分布マップ（田村市全体版 1m 高さ）
（平成 23 年 7 月測定）

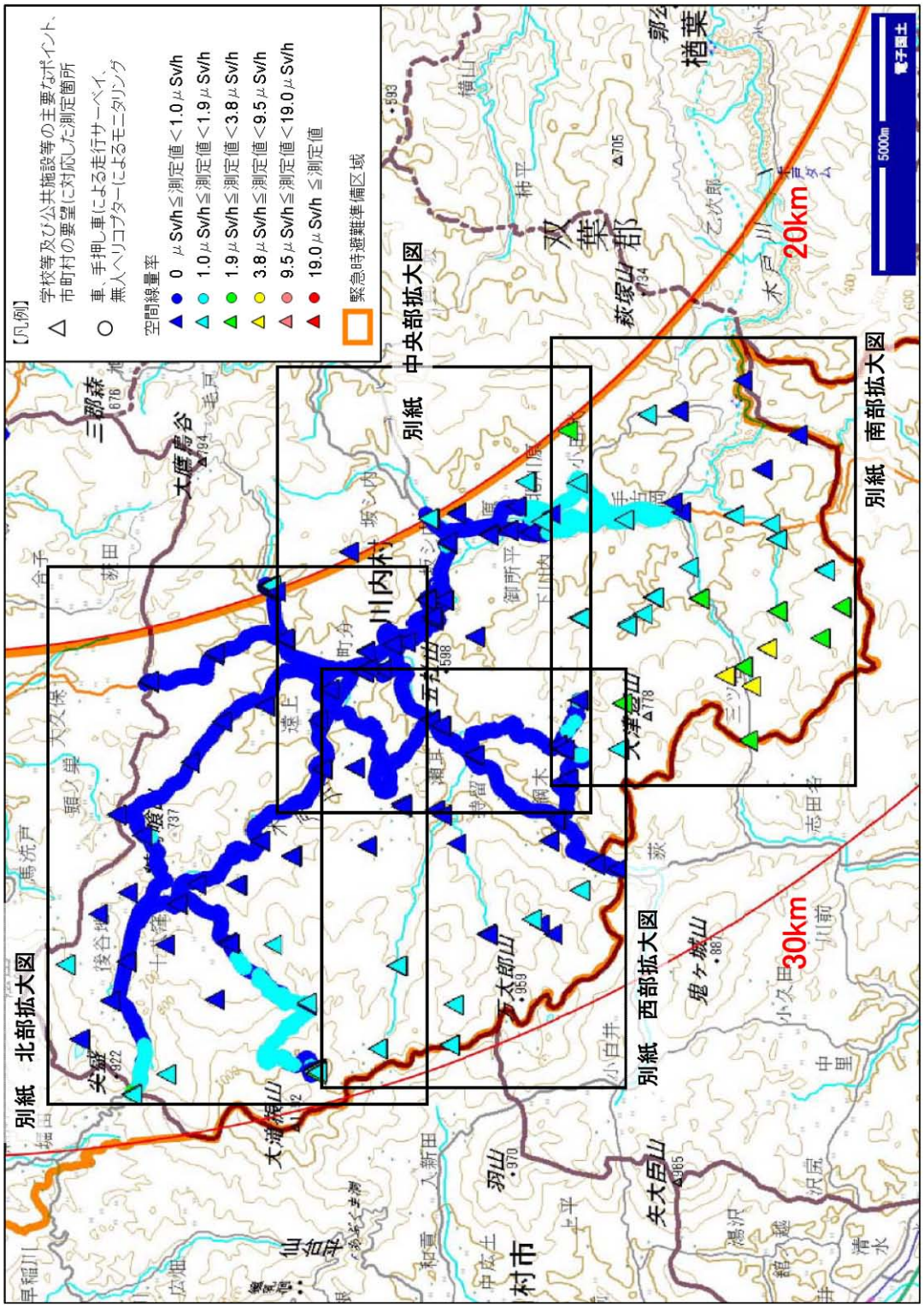


図 IV－2－3 緊急時避難準備区域における放射線分布マップ（川内村全体版 1m 高さ）
（平成 23 年 7 月測定）

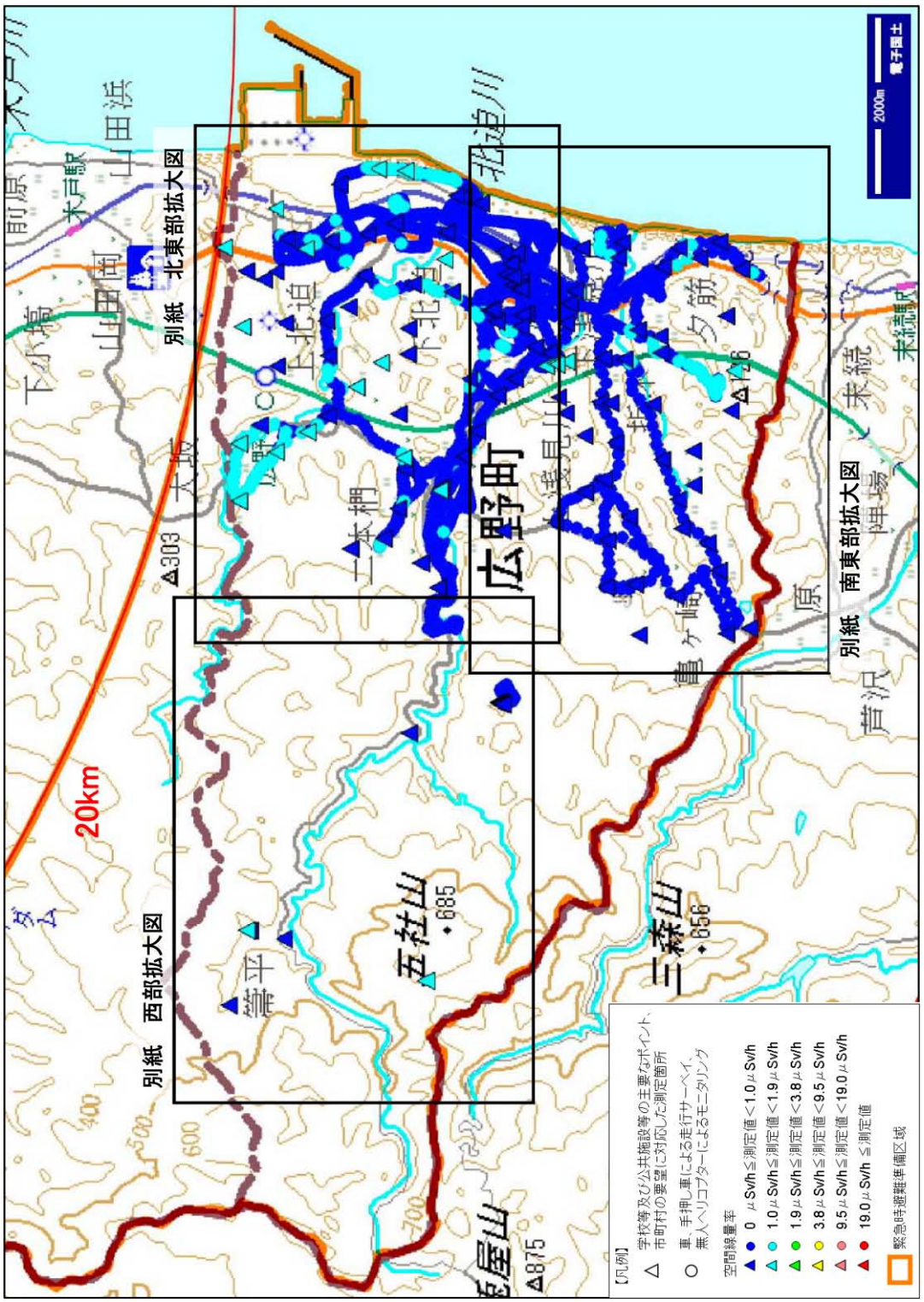
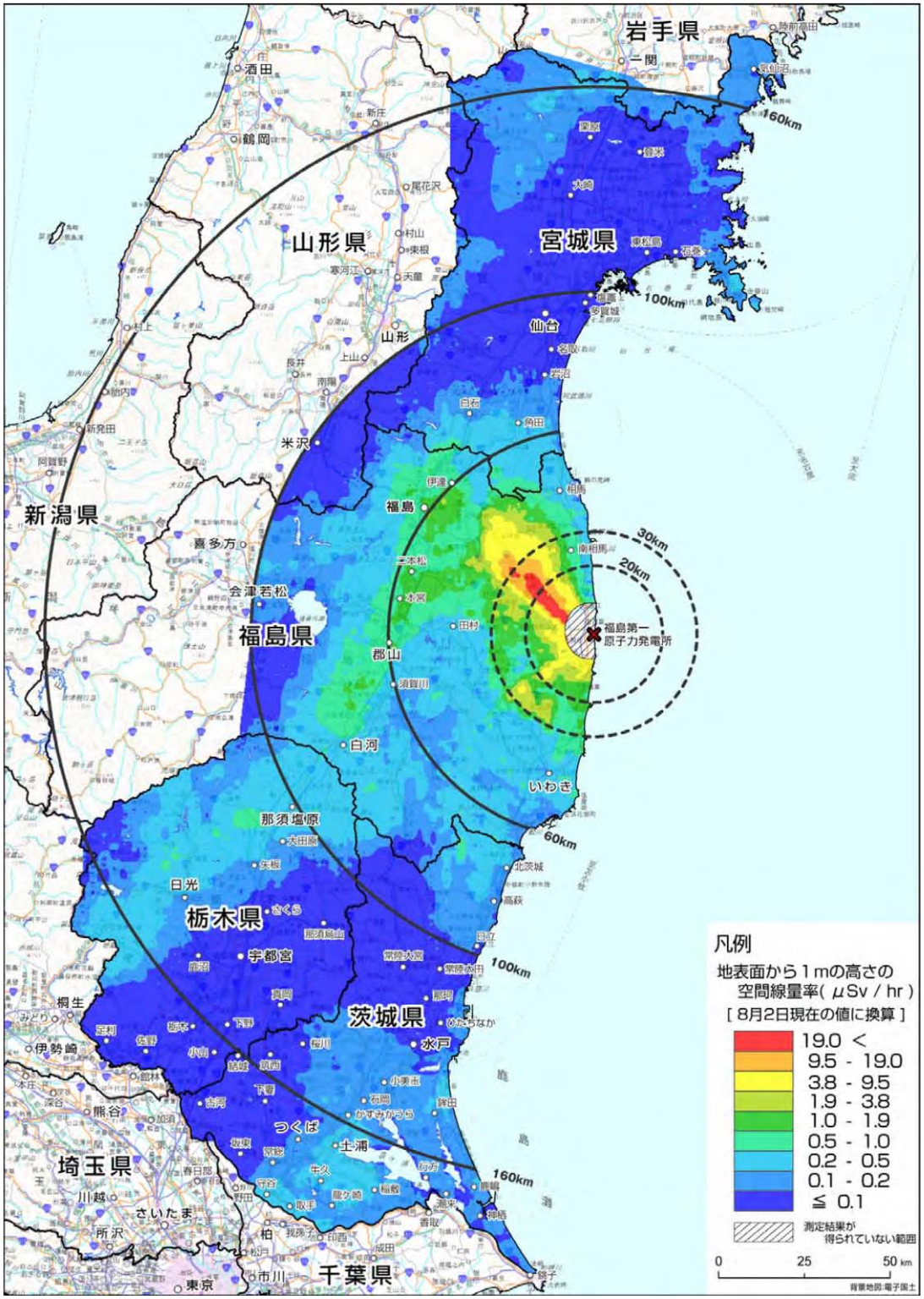
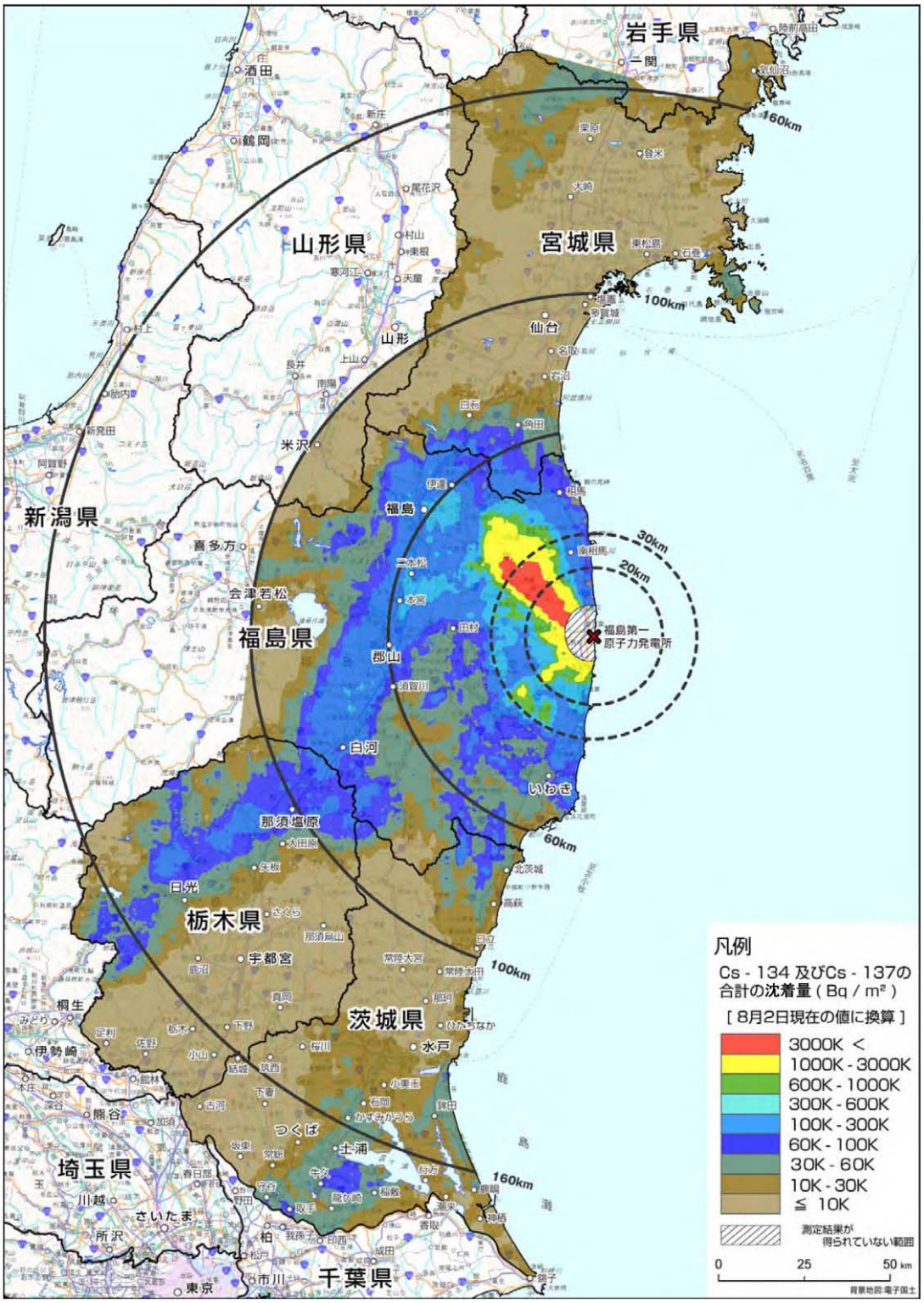


図 IV－2－4　緊急時避難準備区域における放射線分布マップ（広野町全体版 1m 高さ）
（平成 23 年 7 月測定）

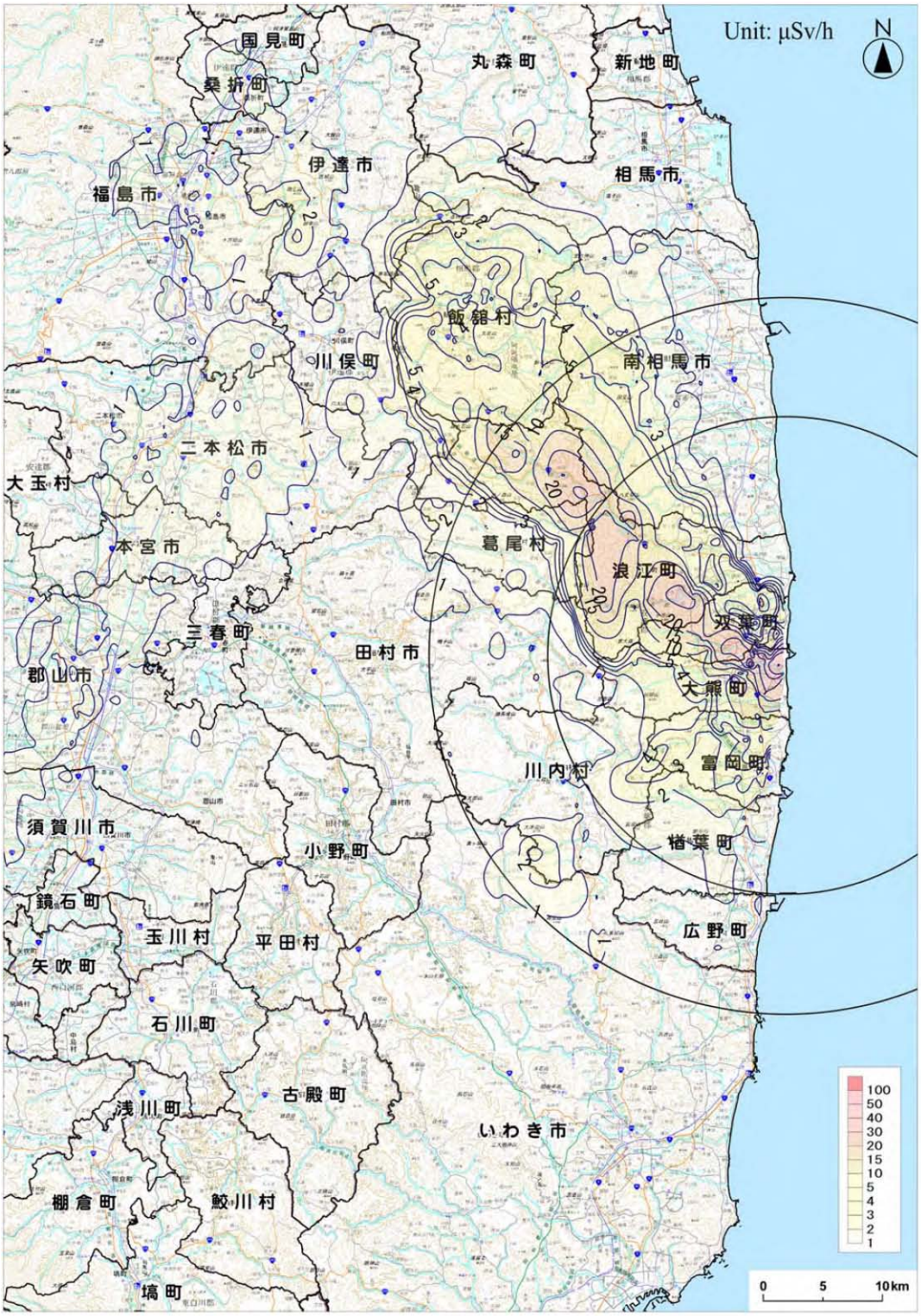
図 IV－2－5　緊急時避難準備区域における放射線分布マップ（楢葉町全体版 1m 高さ）
（平成 23 年 7 月測定）



図Ⅳ－2－6　航空機モニタリングの結果（地表面から 1m 高さの空間線量率）

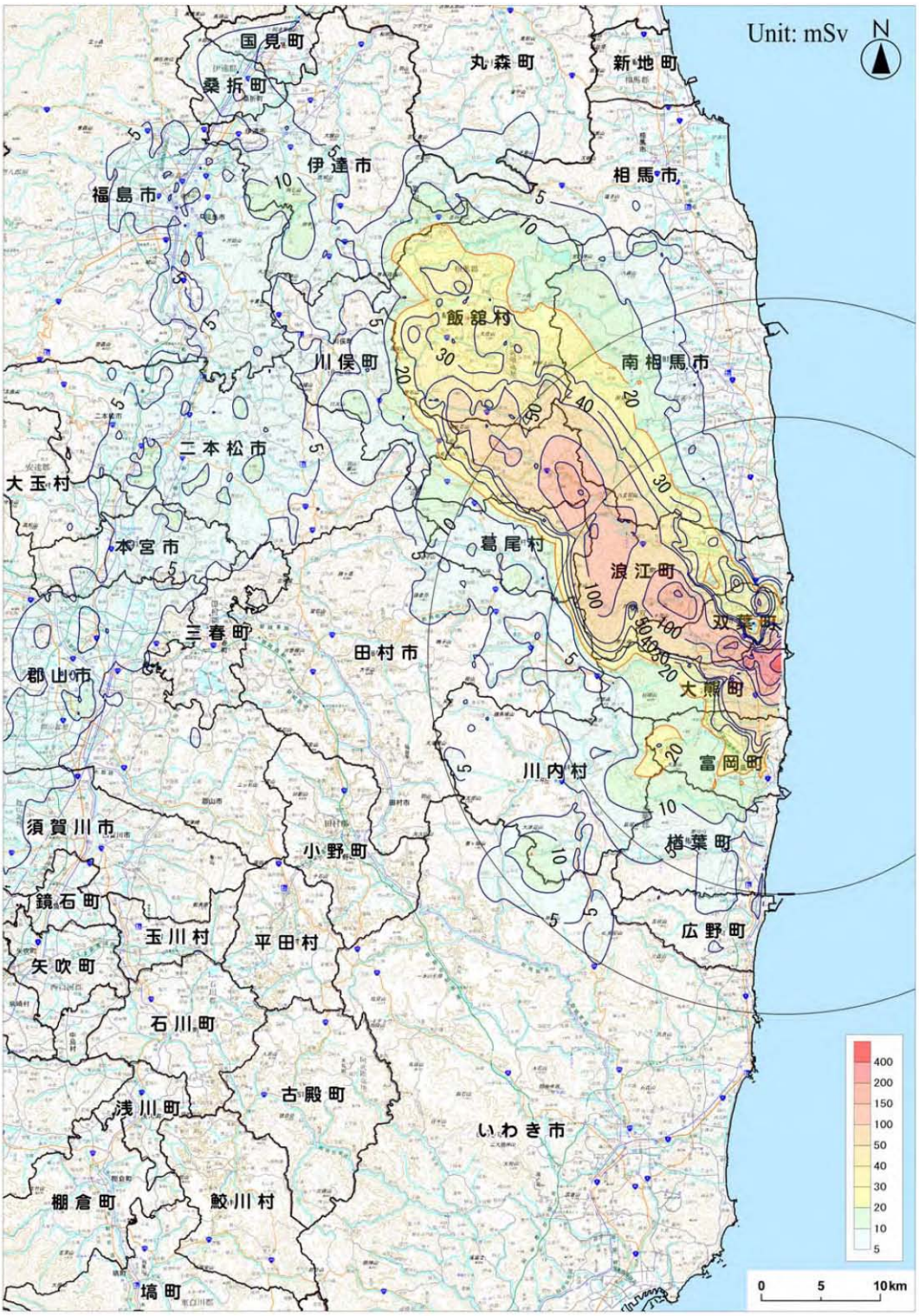


図Ⅳ－2－7　航空機モニタリングの結果
（Cs-134 及び Cs-137 の合計沈着量）



背景地図：電子国土

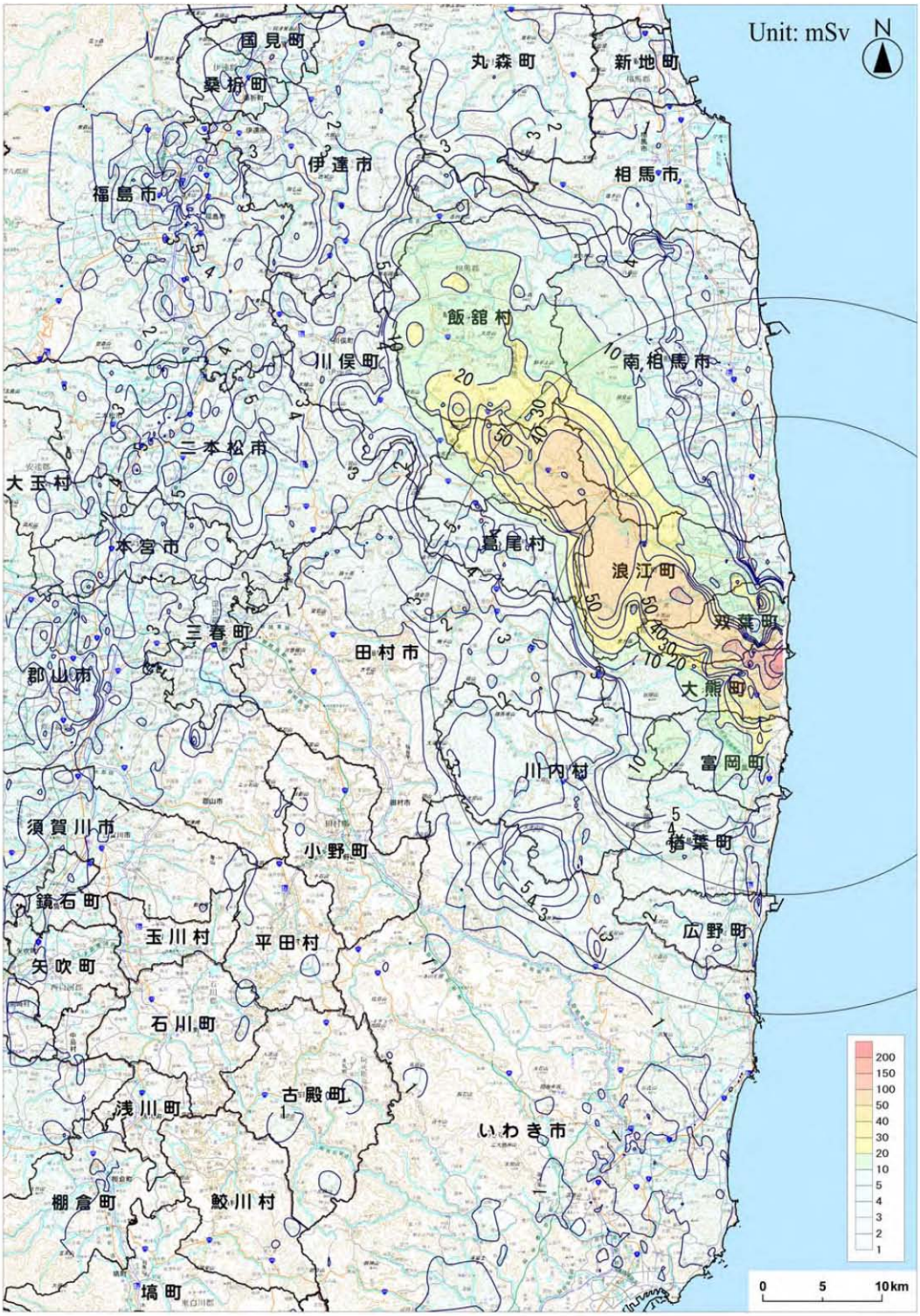
図Ⅳ－2－8　空間線量率マップ（平成 23 年 8 月 11 日時点）



平成23年8月11日24:00までの実測値を使用

背景地図：電子国土

図Ⅳ－2－9　積算線量推定マップ（平成 24 年 3 月 11 日までの積算線量）



平成23年8月11日24:00までの実測値を使用

背景地図：電子国土

図Ⅳ－2－10　積算線量推定マップ（平成 23 年 8 月 11 日までの積算線量）

３．放射線量等のマップの作成

文部科学省は、地表面に沈着した放射性物質による住民の健康への影響及び環境への影響を将来にわたり継続的に確認するため、梅雨が本格化し、土壌の表面状態が変化する前の時点において、東京電力福島第一原子力発電所から概ね100km圏内の約2,200箇所において土壌を採取分析するとともに、当該箇所において、空間線量率の測定を実施した。

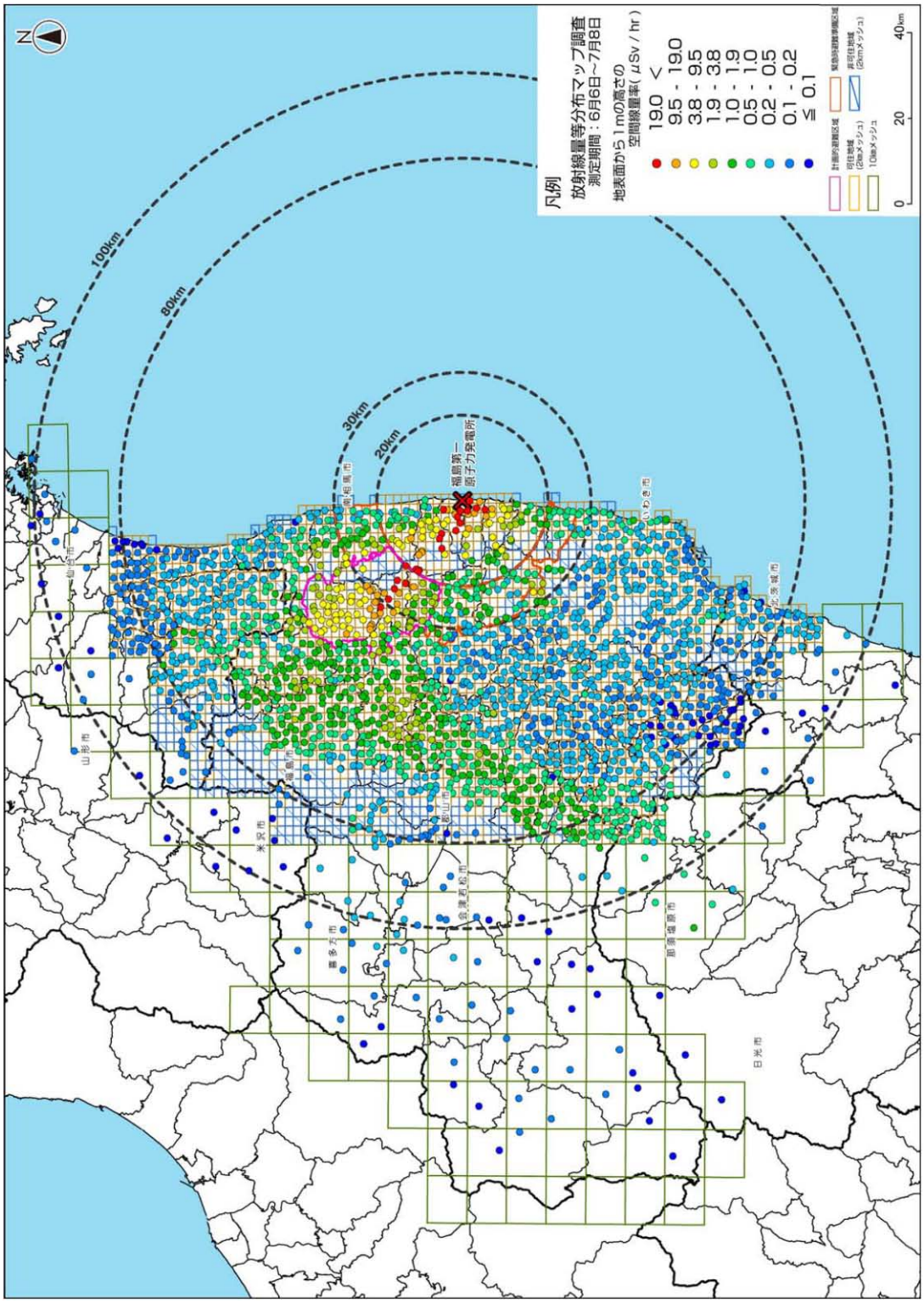
また、事故の初期段階における放射性物質の土壌深さ方向の移行状況や河川、地下水への移行状況等の調査も実施した。

（これまでの状況）

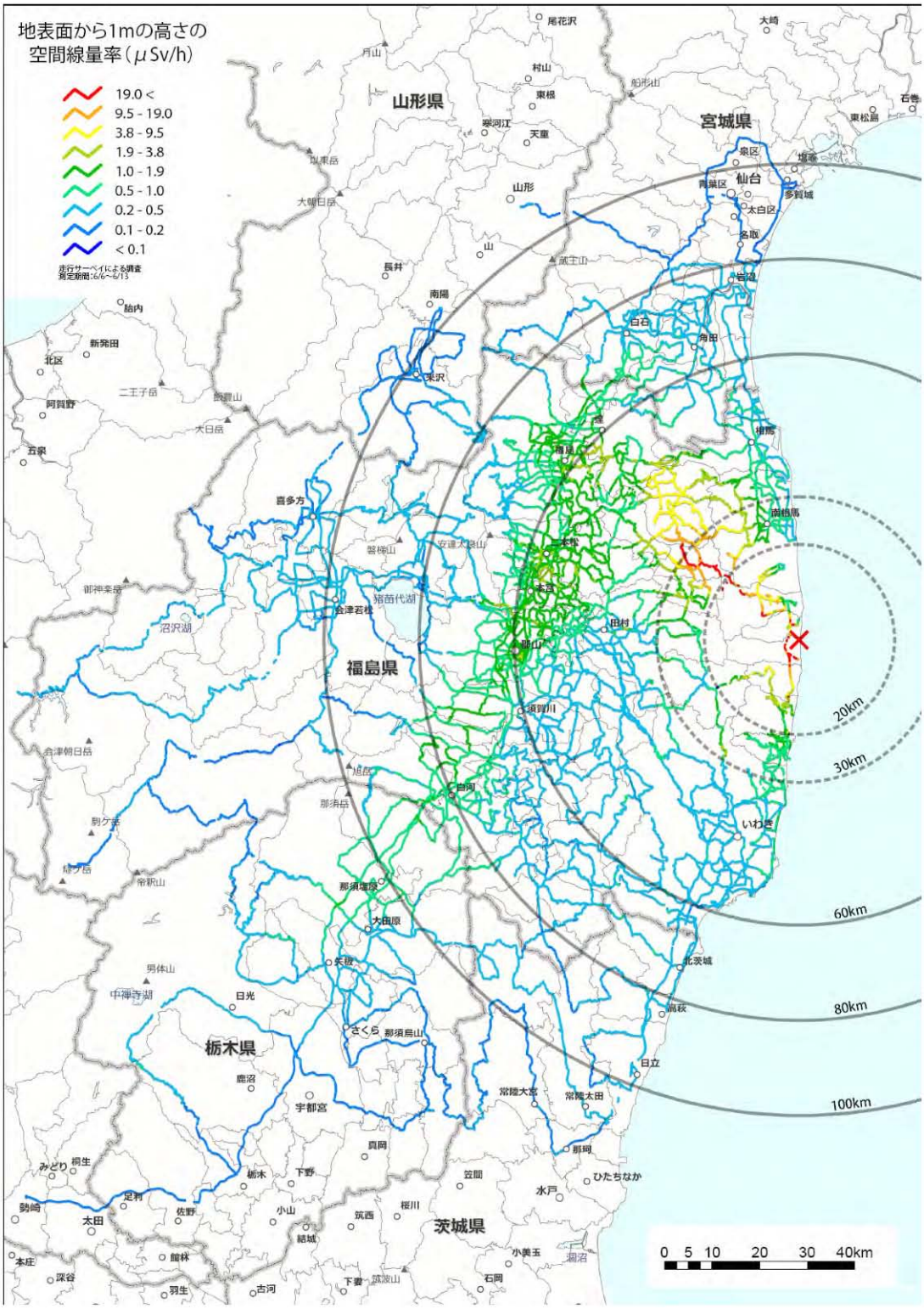
- 東京電力福島第一原子力発電所から概ね 100km 圏内の約 2,200 箇所において土壌を採取分析するとともに、当該箇所において放射線測定器を用いて、空間線量率を測定した。
- 道路周辺における放射性物質の分布状況を詳細に把握するため、同区域の国道や県道を中心に走行サーベイを実施し、連続的に空間線量率を測定した。
- 空間線量率については、線量測定マップ（土壌採取地点における地表面から 1m 高さにおける空間線量率をまとめた線量測定マップ、及び走行サーベイによる測定結果を地表面から 1m 高さにおける空間線量率としてまとめた走行サーベイマップ）を 8 月 2 日に公表した。(図Ⅳ-3-1 及び図Ⅳ-3-2)
- 土壌の分析結果については、放射性セシウムの土壌マップ（土壌への放射性物質の沈着量をまとめたマップ）を 8 月 30 日に公表した。(図Ⅳ-3-3 及び図Ⅳ-3-4)
- 上記公表結果については、文部科学省内に設置した、外部の有識者で構成された「放射線量等分布マップの作成等に係る検討会」において、測定地点の位置情報等を確認した上で、これまでのモニタリング結果との比較を行い、妥当であることを確認した。

（今後の予定）

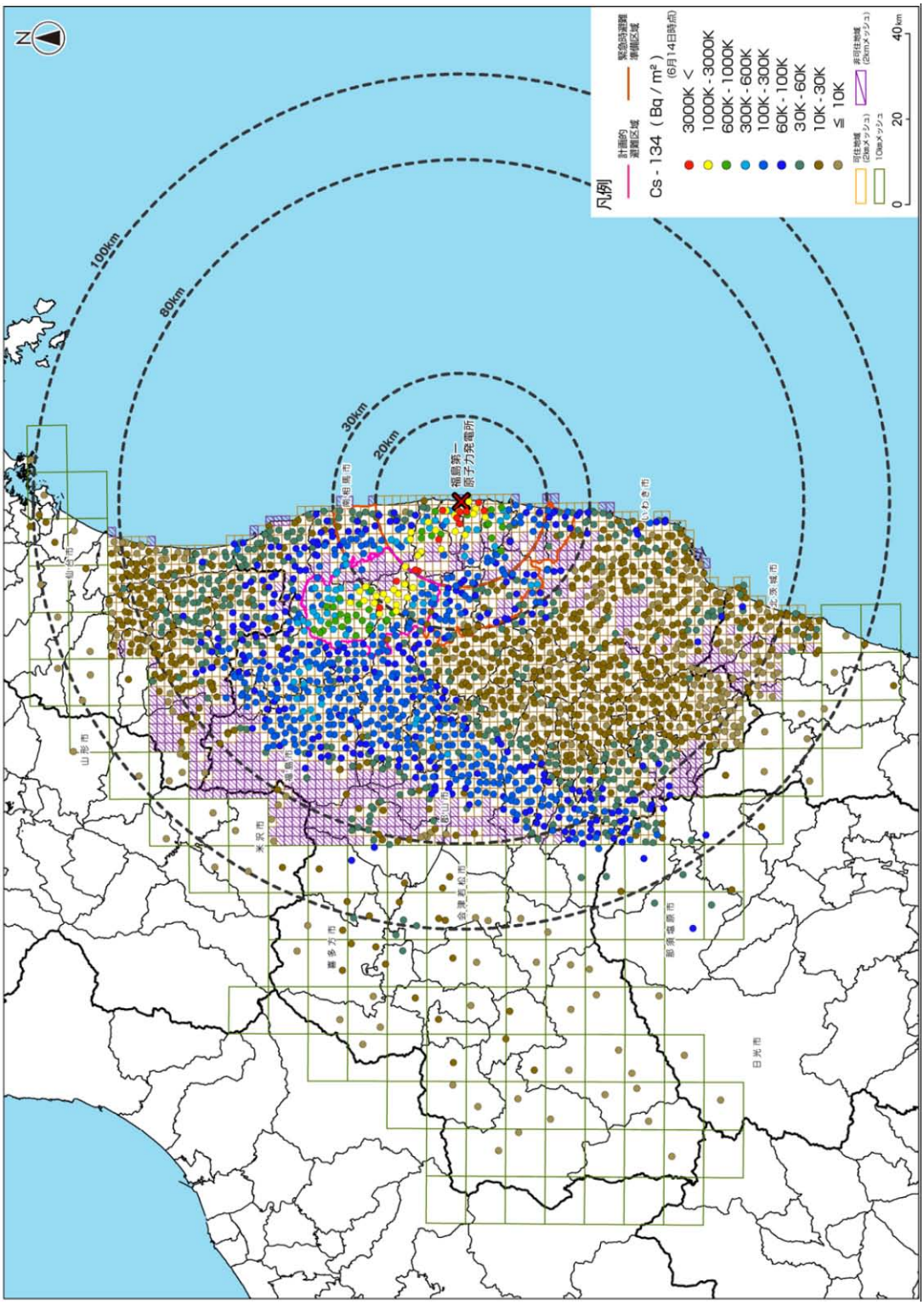
- 土壌の分析結果のうち、放射性セシウム以外の核種については、分析結果の妥当性を確認後、公表を予定している。
- また、放射性物質の移行状況の確認調査については、現在、調査を実施しており、9 月を目処に成果を取りまとめ、公表を予定している。



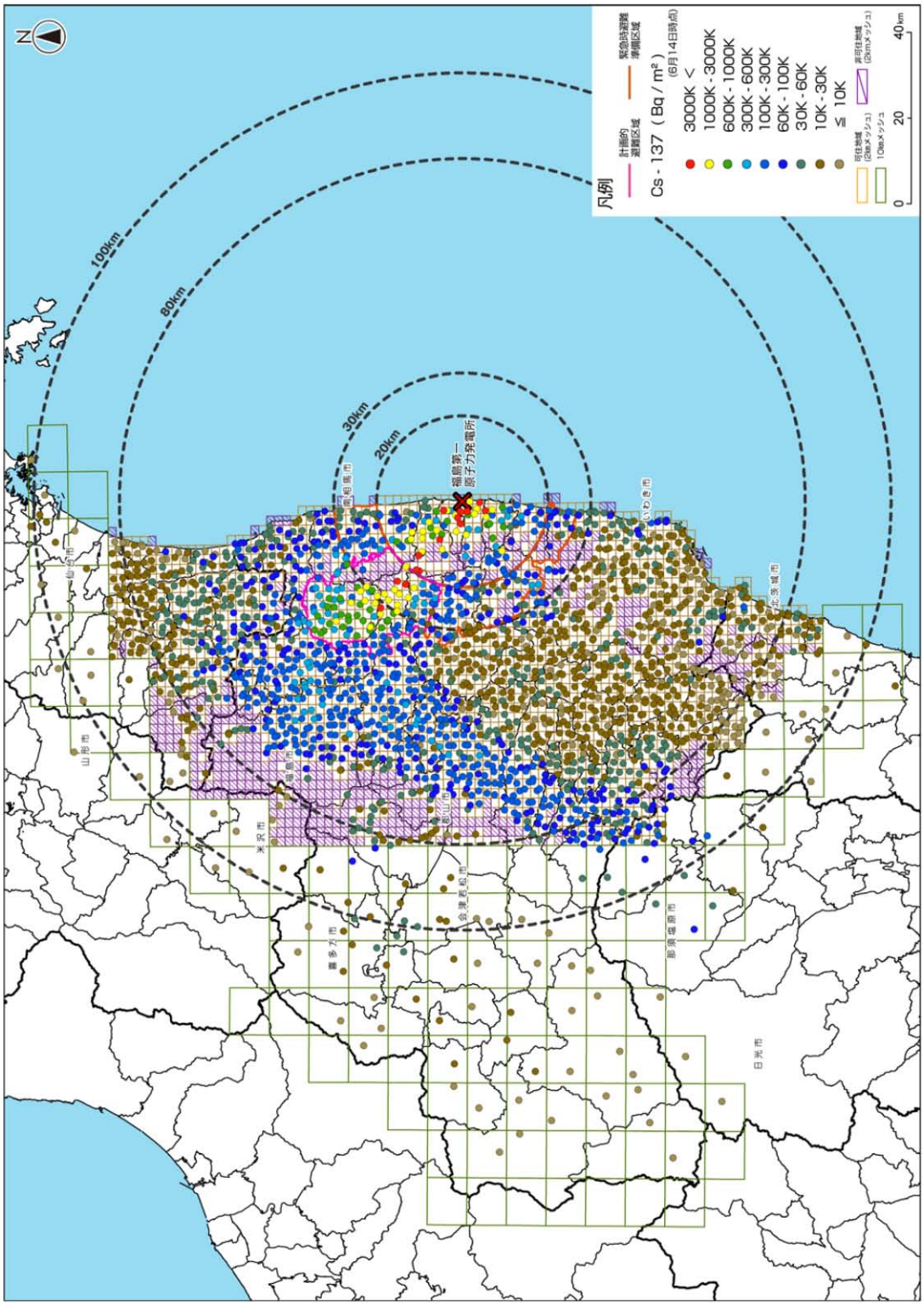
図Ⅳ－３－１　土壌採取地点における線量測定マップ



図Ⅳ－3－2　福島第一原子力発電所から 100km 圏内及びその圏外の福島県における走行サーベイマップ



図Ⅳ－3－3　セシウム 134 の土壌濃度マップ



図Ⅳ－3－4　セシウム137の土壌濃度マップ

４．除染対策及び廃棄物等対策

（１）放射性物質による汚染に対する総合的な対応

放射性物質による影響の拡大を防止するためには、内部被ばくも含めた総合的な放射線防護対策を実施し、住民の安全を確保することが重要である。

このため、国は、8 月 25 日、除染、廃棄物、食品の安全性などの問題への対応に向けた司令塔機能を構築するため、原発事故の収束及び再発防止担当大臣の下、内閣官房副長官補を室長とする「放射性物質汚染対策室」を設置した。あわせて、国は、「放射性物質汚染対策連絡調整会議」による各省連携の体制や「放射性物質汚染対策顧問会議」といった技術的助言機能を構築した。

（２）放射性物質汚染対処特別措置法について

ａ　特別措置法の概要

「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法（平成 23 年法律第 110 号）」が、本年 8 月 23 日に衆議院環境委員長から第 177 回国会に提出され、8 月 26 日に成立、8 月 30 日に公布され、同日その一部が施行された。

今後、政府によりこの法律に基づいた基本方針や基準等が定められ、平成 24 年 1 月 1 日より基本方針に基づく具体的な国や地方公共団体の除染計画等が定められ、除染活動が進められることとなる。

特別措置法により定められる制度の概要は以下のとおりである。

○基本方針の策定

環境大臣は、放射性物質による環境の汚染への対処に関する基本方針の案を策定し、閣議の決定を求める。

○放射性物質による環境の汚染の監視及び測定の実施

環境大臣は、環境の汚染の状況を把握するための統一的な監視及び測定の体制を速やかに整備し、実施する。

○事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理及び除染等の措置等

（ｉ）関係原子力事業者（放射性物質を放出した原子力事業

者）の措置等

関係原子力事業者は、原子力事業所内の廃棄物の処理等を自ら行う。また、関係原子力事業者は、国又は地方公共団体の要請に基づき、要員の派遣等の必要な措置を講じなければならない。

（ⅱ）放射性物質により汚染された廃棄物の処理

① 環境大臣は、その地域内の廃棄物が特別な管理が必要な程度に放射性物質により汚染されているおそれがある地域を指定する。

② 環境大臣は、①の地域における廃棄物の処理等に関する計画を策定する。

③ 環境大臣は、①の地域外の廃棄物であって放射性物質による汚染状態が一定の基準を超えるものについて指定する。

④ ①の地域内の廃棄物及び③の指定を受けた廃棄物の処理は、基準に従って国が実施する。

⑤ ④以外の汚染レベルの低い廃棄物の処理については、廃棄物処理法の規定を適用する。

（ⅲ）放射性物質により汚染された土壌等（草木、工作物等を含む）の除染等の措置等

① 環境大臣は、汚染の著しさ等を勘案し、国が除染等の措置等を実施する必要がある地域を指定する。

② 環境大臣が①の地域における除染等の措置等の実施に係る計画を策定し、基準に従って国が除染等の措置等を実施する。

③ 環境大臣は、①以外の地域であって、汚染状態が要件に適合しないと見込まれる地域を指定する。

④ 都道府県知事等（政令で定める市町村長を含む）は、③の地域における汚染状況の調査結果等により、汚染状態が要件に適合しないと認める区域について、土壌等の除染等の措置等に関する事項を定めた計画を策定する。

⑤ 国、都道府県知事、市町村長等は、④の計画に基づき、基準に従って除染等の措置等を実施する。

⑥ 国は、都道府県知事、市町村長等から要請があり、必要であると認められるときは、当該都道府県、市

町村等に代わって、④の計画に基づく除染等の措置等を行うものとする。

b　特別措置法の本格施行に向けた準備

今後、除染の実証事業の結果等も踏まえながら、地域指定の要件や処理基準等の施行に必要となる事項を国は年内に整備する予定である。

（３）「除染推進に向けた基本的考え方」及び「除染に関する緊急実施基本方針」

放射能汚染に対する住民の不安を解消するため、特に除染は、直ちに取り組む必要のある喫緊の課題であり、8 月 26 日、原子力災害対策本部において、「除染推進に向けた基本的考え方」及び今後 2 年間に目指すべき当面の目標、作業方針についてまとめた「除染に関する緊急実施基本方針」を決定した。

なお、本方針に定める内容は、同日成立した放射性物質汚染対処特別措置法の枠組みが立ち上がり次第、順次移行する。（添付 IV-22）

＜基本的考え方＞

イ）推定年間被ばく線量が 20mSv を超えている地域を中心に、国が直接的に除染を推進することで、推定年間被ばく線量が 20mSv を下回ることを目指す。

ロ）推定年間被ばく線量が 20mSv を下回っている地域においても、市町村、住民の協力を得つつ、効果的な除染を実施し、推定年間被ばく線量が 1mSv に近づくことを目指す。

ハ）とりわけ、子どもの生活圏（学校、公園等）の徹底的な除染を優先し、子どもの推定年間被ばく線量が一日も早く 1mSv に近づき、さらにそれを下回ることを目指す。

＜当面の目標＞

イ）長期的な目標を、現存被ばく状況にある地域においては追加被ばく線量が年間 1mSv 以下となることとし、除染実施にあたっては、放射性物質に汚染された地域において、2 年後までに、一般公衆の推定年間被ばく線量を約 50%減少した状態を

実現することを目指し、特に子どもの推定年間被ばく線量はおおむね 60%減少した状態を目指すとした。

ロ）なお、これにあたり、将来の放射性物質の影響について、原子力安全委員会の助言を踏まえ、放射性物質の物理的減衰や、日本での過去の実測値を基にした風雨などの自然要因による減衰を考慮して試算を行ったところ、2 年を経過した時点における推定年間被ばく線量は、現時点での推定年間被ばく線量と比較して約 40%減少するとの結果を得ている。

（４）モニタリング及び除染の実施に向けた具体的取組み

a. 緊急時実施基本方針に基づく迅速な除染の実施に向けた取組み

8 月 24 日、除染実施の上で計画策定などの役割を担う市町村を支援するべく、国は現地に「福島除染推進チーム」を立ち上げ、除染の実施に向けた現地体制を強化した。

あわせて、国として効果的・効率的な除染の実施に向け、各地域でのモデル事業を通じて技術情報を継続的に提供することとしており、8 月末、技術実証事業に着手した。

また、上記の「除染実施に向けた緊急実施基本方針」に基づき、緊急的に実施する除染事業等について、当面必要となる経費概ね 2,200 億円程度について、東日本大震災復旧・復興予備費において対応する旨を、国は緊急実施基本方針の決定と同日の 8 月 26 日、閣議決定した。

b. 自治体における取組

福島県の一部自治体においては先駆的に、除染の取組が進められている。例えば、伊達市においては、市内全域の除染作業に向け、プールや民家を対象とした実証試験を実施し、同市によれば、放射線量が問題ないレベルにまで下がるとの結果を得ている。(添付 IV-10)

c. 住民の生活圏の除染

原子力災害対策本部は、放射性物質が側溝の土砂や落ち葉などから検出されていることから、清掃の効果や地域の住民が清掃活動を行う際の留意事項などの考え方について、平成 23 年 7 月 15 日、「福島県内（警戒区域及び計画的避難区域を除く）に

おける生活圏の清掃活動（除染）に関する基本的な考え方」(添付 IV-11)をとりまとめ、福島県及び環境省に通知した。

福島市と二本松市の 6 軒の住宅とその周辺において行った実証実験により、道路の側溝の土砂の除去により、線量率の低減に効果が見られるとの結果がえられた。

また、この実験の作業についてのモデル評価により、マスクの着用を始め、適切な対応を取ることにより、清掃活動による追加的被ばく線量は十分に低いとの結果が得られた。

d. 学校及び保育所等における対策

4 月 19 日、原子力災害対策本部による「福島県内の学校等の校舎、校庭等の利用判断における暫定的考え方」を受け、政府は福島県に対し、「福島県内の学校の校舎・校庭等の利用判断における暫定的考え方について」を、福島県、郡山市、いわき市に対し、「福島県内の保育所等の園舎・園庭等の利用判断における暫定的考え方について」を通知し、同月 26 日には、「福島県内の児童福祉施設等に係る園舎・園庭等の利用判断について」を通知した。

5 月 11 日の事務連絡「実地調査を踏まえた学校等の校庭・園庭における空間線量低減策について」及び同月 12 日の「実地調査等を踏まえた児童福祉施設等の園舎・園庭等における空間線量低減策について」において、校庭・園庭等の現状における空間線量低減策として有効性が確認された、「まとめて地下に集中的に置く方法」と「上下置換法」の 2 つの方法を政府は提示した。

5 月 27 日に公表した「福島県内における児童生徒等が学校等において受ける線量低減に向けた当面の対応について」及び 6 月 6 日に公表した「福島県内における子どもが児童福祉施設等において受ける線量低減に向けた当面の対応について」では、校庭・園庭の空間線量率が毎時 1μSv 以上の学校の土壌に関する線量低減策について、財政的支援を実施することにより、学校・保育所等において児童生徒等が受ける線量について、政府は、今年度、当面、年間 1mSv 以下を目指すこととした。

6 月 20 日には、福島県以外についても、政府は同様の財政的措置を行うこととした。

8 月 26 日、「市町村による除染実施ガイドライン」（原子力災

害対策本部）により「福島県内の学校等の校舎、校庭等の利用判断における暫定的考え方」はその役割を終えたとされたことを受け、同日、福島県等に対し、政府は「福島県内の学校の校舎・校庭等の線量低減について」(添付 IV-3)及び「福島県内の保育所等の園舎・園庭等の線量低減について」(添付 VI-4)を通知し、夏季休業終了後（保育所等にあっては 8 月 26 日から)、学校・保育所等において児童生徒等が受ける線量を原則年間 1mSv 以下とするとともに、校庭・園庭の空間線量率については毎時 1μSv 未満を目安とすること、局所的に線量が高い場所の把握と除染を進めることなどを示した。また、除染に関する緊急実施基本方針が決定されたこと等を踏まえ、福島県等に対し、政府は「福島県内の保育所等を除く児童福祉施設等の線量低減について」を通知し、当面の考え方を改めて示した。

学校や幼稚園・保育所等に関しては、継続的に空間線量率を測定するとともに、福島県内の全ての小中学校等に対し、積算線量計を配布し、モニタリングを実施している。また、政府は福島県外でも希望に応じて校庭等の空間線量率が毎時 1μSv 以上の場合は積算線量計を配布することとしている。

e. 公共施設や通学路等の線量低減事業等

福島県において、現に子どもや住民等が利用している学校、公園、通学路や公民館等の公共施設において子ども等に対する放射線影響の緊急防止を図る経費を政府は第 2 次補正予算で計上した。

f. 農地等のモニタリング・除染

（農地土壌のモニタリング）

農林水産省では、内閣府総合科学技術会議が定めた実施方針に基づき、文部科学省と連携し、福島県及び周辺の 5 県（宮城、栃木、群馬、茨城、千葉）を対象として、5 月 30 日から農地土壌における放射性物質濃度の調査を行っている。

（測定内容）

農林水産省は、農地土壌における放射性物質濃度の分布を把握するために、5 月 30 日から土壌調査を開始している。

（測定方法）

福島県においては約 360 地点、周辺 5 県（宮城、栃木、群馬、

茨城、千葉）においては約 220 地点、合計約 580 地点の土壌を採取し、分析にはゲルマニウム半導体検出器を用いている。

（測定結果）

8 月 30 日に農地土壌中の放射性物質濃度の分布図を作成し、公表した。（図Ⅳ-4-1）

（農地土壌の除染技術の開発）

農林水産省は、放射性物質で汚染された農地土壌について、効果的・効率的に除染ができる技術を早期に確立するため、現在、内閣府総合科学技術会議、文部科学省、経済産業省と連携して、被災地のほ場において物理的・化学的・生物学的除染手法の効果の検証等、放射性物質の除去技術の開発に取り組んでおり、汚染状況に応じ、必要な対応を検討することとしている。

（実証研究の実施について）

5 月 28 日に、福島県飯舘村において、現地ほ場での実証研究を開始した。これまで、同村において、ひまわり等のは種（5 月 28 日）、表土の除去試験（6 月 13 日）、表土を除去したほ場での田植え（6 月 20 日）、代かきと排水による除染試験（8 月 24 日）等を実施した。また、川俣町において、アマランサス等のは種（6 月 29 日）を実施した。

ｇ．森林地域におけるモニタリング

これまでに、放射性物質による森林の汚染状況の把握のため、

イ）文部科学省による航空機モニタリング（4 月～）

ロ）（独）森林総合研究所による放射性物質の挙動を把握するための森林内の詳細調査（5 月～）

ハ）福島県及び林野庁関東森林管理局による民・国有林内等の空間線量率の調査（7 月 14 日に調査結果公表）

を実施した（①②は現在も実施中）。

今後、農林水産省において汚染された森林の今後の取扱いを検討するため、福島県内の森林全域を対象とした空間線量率や土壌の放射性物質濃度についての調査を実施し、濃度分布図等を作成・公表することとしている。

（５）災害廃棄物等の処理について

ａ．福島県内の災害廃棄物の取扱いついて

6 月 23 日、国は「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」(添付 IV-12)を取りまとめた。方針中では、①可燃物はバグフィルター及び排ガス吸着能力を有する焼却施設で焼却、②焼却灰のうち主灰では、8,000Bq/kg 以下の場合は、跡地を居住等に利用しない前提で、埋立処分可能とすること、③8,000Bq/kg を超える場合は一時保管などとされた。

7 月 28 日、国は「福島県内の災害廃棄物処理における一時保管」(添付 IV-13)では、8,000Bq/kg 超 100,000Bq/kg 以下の一時保管の方法について、①ドラム缶での保管、②一般廃棄物最終処分場での保管、③その他の方法が示され、100,000Bq/kg 以上の一時保管の方法について、適切に放射線を遮蔽できる施設での保管となっている。

8 月 9 日、国は「福島県内の災害廃棄物の処理における焼却施設及びモニタリング」(添付 IV-14)を取りまとめ、電気集塵機を設置している焼却施設では、併せて排ガス吸着能力を有する設備を設置しているものは焼却可能とした。また、焼却灰等のモニタリングの頻度についても示した。

ｂ．関係都県の一般廃棄物等の取扱いについて

6 月 28 日、国は「一般廃棄物焼却施設における焼却灰の測定及び当面の取扱いについて」(添付 IV-15)をとりまとめ、東北、関東地方等の 16 都県の一般廃棄物焼却施設から排出される焼却灰について、飛灰等の測定を要請し、8,000Bq/kg を超える場合は、一時保管、それ以下は一般廃棄物最終処分場に埋立可能とした。さらに、7 月 28 日、「一般廃棄物焼却施設における焼却灰等の一時保管について」において、当該焼却灰については、福島県と同様の方法で対応するよう国は関係都県へ連絡した。

一方、7 月 5 日の「産業廃棄物への放射性物質混入可能性の先行調査について」において、東北、関東地方等の 16 都県の産業廃棄物焼却施設から排出される焼却灰について、国はサンプル調査を要請するとともに、放射性物質が検出される焼却灰については、「一般廃棄物焼却施設における焼却灰の測定及び当面の取扱いについて」(添付 IV-15)に準じて取り扱うこととした。

環境省は、8 月 29 日に「一般廃棄物処理施設における放射性物質に汚染されたおそれのある廃棄物の処理について」(添付 IV-21)を各都道府県に通達し、6 月 28 日に要請した 16 都県の一般廃棄物処理施設から発生する焼却灰の取扱いについて改めて周知するとともに、処理における安全性の考え方や処理施設におけるモニタリングの方法について示した（添付 IV-20）。

8 月 31 日、国は「8,000Bq/kg を超え、100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針」について取りまとめ、福島県を含む都道府県等に対して具体的な埋立方法を示した。

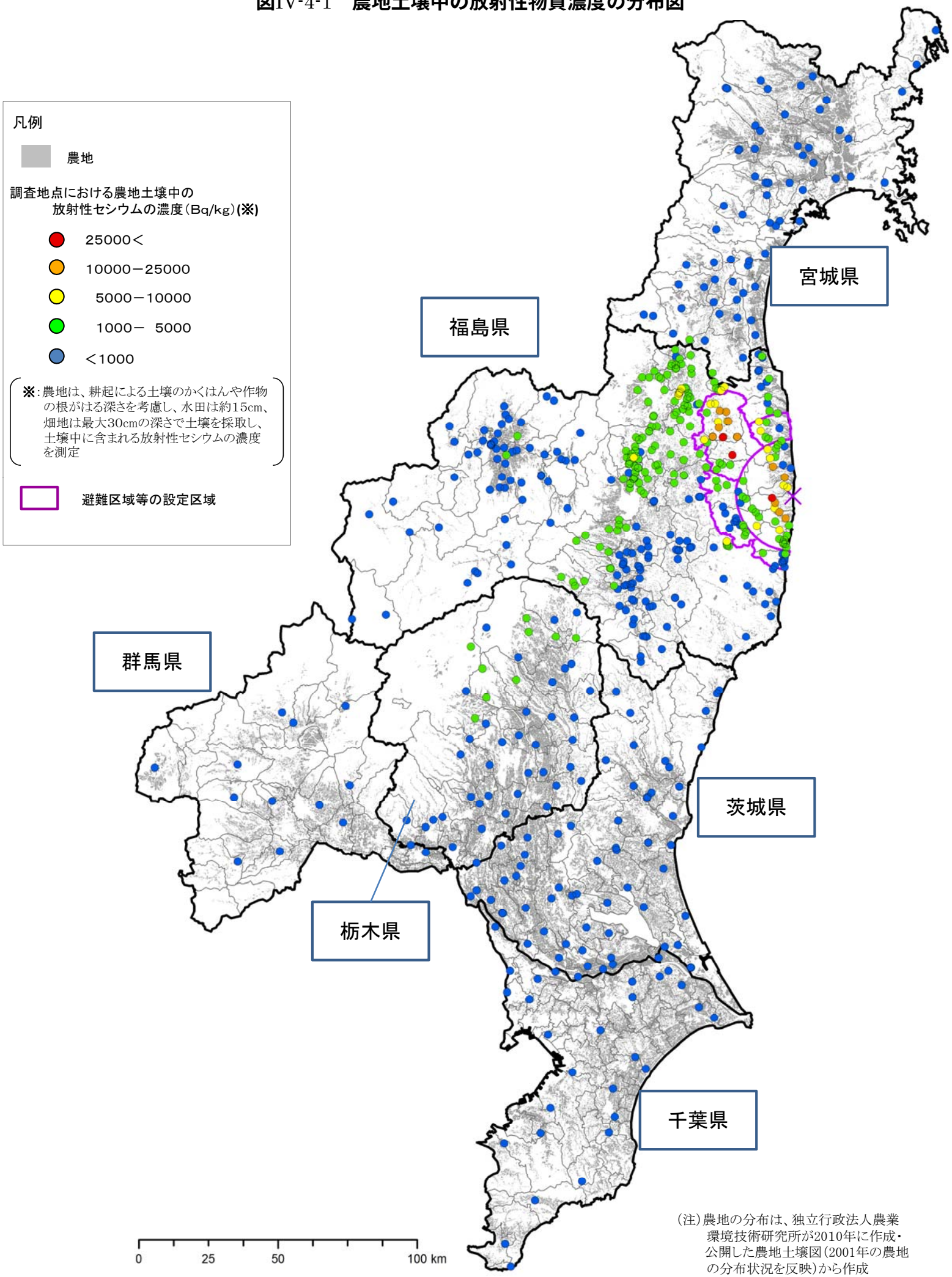
c．岩手県、宮城県の災害廃棄物の取扱いについて

8 月 11 日、国は「災害廃棄物の広域処理の推進について（東日本大震災により生じた災害廃棄物の広域処理の推進に係るガイドライン）」(添付 IV-16)を取りまとめ、岩手県、宮城県内の災害廃棄物の広域処理を進めるため、原則として一次仮置場における災害廃棄物の放射性物質濃度を測定するほか、搬出時に災害廃棄物の空間線量率を確認するなど、受入側の自治体や住民の理解を得るための安全性の確認方法を示した。

d．上下水道等からの汚泥の処理について

6 月 16 日、東日本を中心とする各都県において下水汚泥等から放射性物質が検出されていることを受け、国は脱水汚泥等の当面の取り扱い方針に関する関係府省での検討結果をとりまとめ（「放射性物質が検出された上下水道等副次産物の当面の取り扱い方針」（原子力災害対策本部、国土交通省、厚生労働省等）（添付 IV-17））、関係省、関係都県等へ通知した。その中で、焼却・溶融処理について、焼却時に放射能濃度が継続して高い場合には、集塵装置の適切な能力が必要であるとしている。また、保管については、放射性セシウム濃度が 100,000Bq/kg 以下の汚泥等は、住宅地等と適切な距離を保った上で管理型処分場に仮置きができること、処分については、放射性セシウム濃度が 8,000Bq/kg 以下であれば、跡地を居住等に利用しない前提で、埋立処分できるとしている(添付 IV-18)。

図IV-4-1　農地土壌中の放射性物質濃度の分布図



（注）農地の分布は、独立行政法人農業環境技術研究所が2010年に作成・公開した農地土壌図（2001年の農地の分布状況を反映）から作成

This page intentionally left blank

Ⅴ．事故収束後の現場における計画（オンサイト計画）

東京電力福島第一原子力発電所においては、ロードマップ（東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋）に従い、「放射性物質の放出が管理され、放射線量が大幅に抑えられている」を目標とするステップ２の取組が進められている。

政府・東京電力統合対策室はステップ２終了後の中長期的課題として、地下水による海洋汚染拡大防止対策の検討、原子炉建屋等の健全性・耐震安全性の評価・補強、プール燃料取り出しのための建屋カバー・取出し装置の設計等の中期的課題、原子炉格納容器のバウンダリ構築、炉心燃料の取り出し、放射性廃棄物の処理等の長期的課題の検討に着手している。

１．中期的課題に対する取組み

中期的課題のうち、現状の原子炉建屋の耐震安全性評価と４号機プール下部の補強が終了している。また、1号機において原子炉等からの放射性物質の放出を抑制するための原子炉建屋カバー設置工事が進捗している。さらに、地下水を経由した海洋汚染の拡大防止対策として、まずは敷地の海側に地下バウンダリを設置し地下水を遮水するための基本設計が進められている。

使用済燃料プールからの燃料取出し等に係る課題については、次に述べる専門部会と連携して、原子炉建屋上部に散乱しているガレキ類の撤去解体や燃料の取り出しに必要な設備の設置及び燃料の移送先である共用プールの設備改造等に当面３年を目途として、取り組んでいる。

２．長期的課題に対する取組み

炉心燃料の取り出し、貯蔵、放射性廃棄物の管理・処理・処分、最終的な廃止措置の実施という長期的対策に取り組むにあたっては、内外の叡智を結集する必要がある。また、そのためには、こうした取組を推進するのに有効な技術の研究開発や安全規制の整備に係る取組を先行させる必要があるが、これらには将来、我が国の原子力安全の基盤を支える科学技術に関わる課題への取組も少なからず含まれると考えられた。

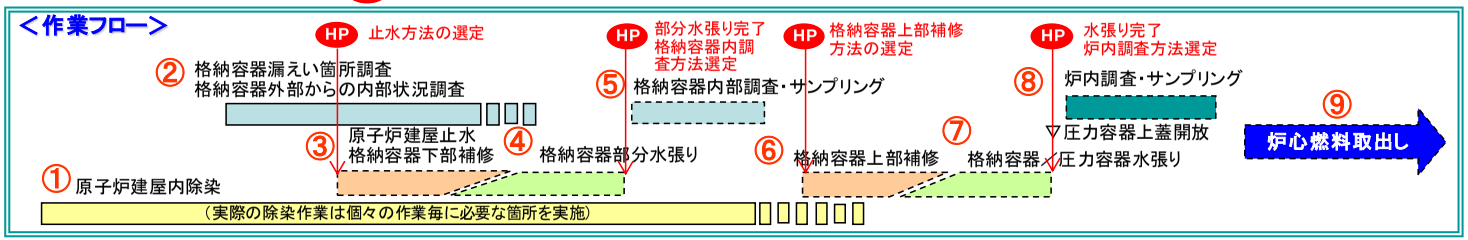
そこで、内閣府の原子力委員会は、この中長期的な課題に対する取組の基本的な方針と、この取組を推進するために実施するこ

とが有効と考えられる研究開発課題を取りまとめるため、学識経験者から構成される「東京電力(株)福島第一原子力発電所における中長期措置検討専門部会(以下、「専門部会」という。)」を設置した。この専門部会は、8 月 3 日に第一回、8 月 31 日に第二回の会議を開催した。これらの会合では、原子炉建屋から損傷燃料を取出し、それを管理できる状態に置くために解決が必要な技術課題を、米国のスリーマイル島原子力発電所 2 号機（以下、「TMI-2 号機」という。）における取組を参考に、抽出・整理する作業が開始された。

福島第一原子力発電所では、現在のところ、損傷燃料の配置状態が把握されていない。しかしながら、原子炉冷却のため注入されている水は原子炉容器外に流れ出していると推定されており、事象進展解析の結果からは、TMI-2 号機の場合と違って、燃料の一部が格納容器に落下して堆積している可能性が指摘されている。また、タービン建屋に高濃度の汚染水が確認されていることから、燃料を冷却した水は格納容器から原子炉建屋底部、更にはタービン建屋に漏えいしていると判断されている。そこで、まず、第一に、冷却水の漏えい箇所や燃料の位置・性状を明らかにし、図 V-2-1 に示すように、原子炉冷却水の循環経路を短縮し、これらを取り扱える環境を整備することを目指すこととし、これを達成するために解決するべき技術課題が抽出された。これらを表 V-2-1 に示す。ついで、その課題解決のために実施するべき研究開発が議論され、表 V-2-2 に示す研究開発項目が抽出された。

この専門部会は、今後、こうした研究開発を進めていくための体制や国際協力の在り方についての議論を進め、年内をめどに損傷燃料取出し等に係る取組の中長期ロードマップを取りまとめる予定である。

HP：技術的なホールドポイント。現場状況，技術開発成果により、次工程以降を見直していく。



※ 技術開発計画検討のため、TMIと同様に水中での燃料取り出しを想定した場合の一連の作業を記載。今後現場の状況や技術開発成果によって内容を見直していく。

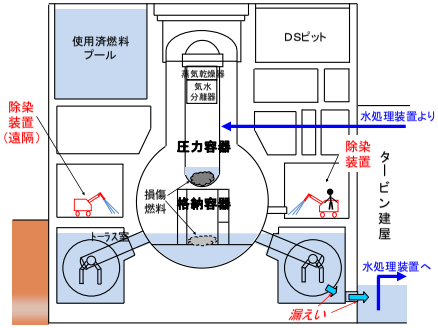
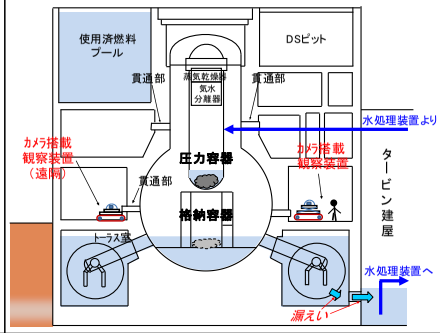
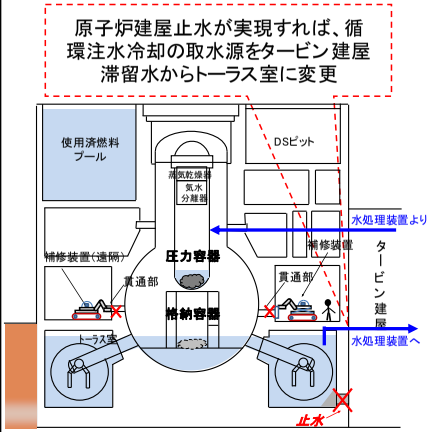
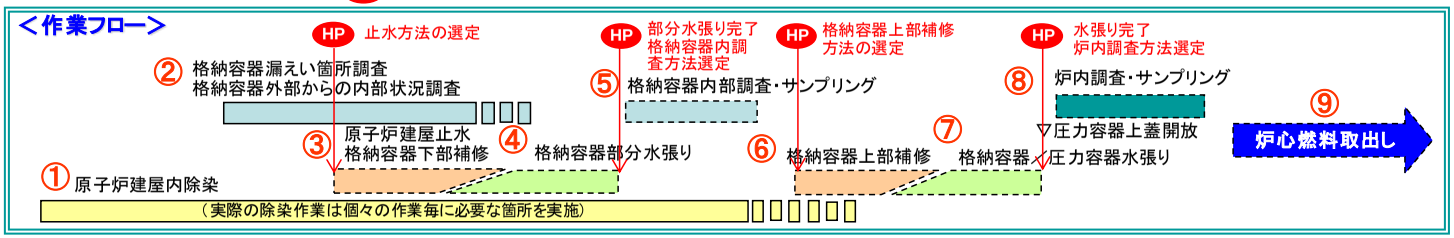
作業	① 原子炉建屋内除染 （②以降の作業毎に必要な箇所を順次実施する）	② 格納容器漏えい箇所調査 格納容器外部からの内部状況調査	③ 原子炉建屋止水 格納容器下部補修
イメージ			
内容	格納容器へのアクセス性を向上するため、高圧水、コーティング、表面はつり等により、作業エリアを除染。	格納容器及び原子炉建屋の漏えい箇所を、手動または遠隔の線量測定やカメラ等で調査。また、格納容器外部からγ線測定、音響調査等により、格納容器内部の状況を推定調査。	損傷燃料の取出しは、水中で実施することが放射線の遮へいの観点からも有利と考えられることから、格納容器の漏えい箇所を補修・止水。まずは格納容器内調査に向け、下部を優先して実施。
技術開発における留意点と課題	◆高線量箇所（数100～1,000mSv/hレベル）の存在。 ◆建屋内ガレキによるアクセスが制限されていること。 ・上記を踏まえた遠隔除染方法の検討・確立が必要	◆調査対象が高線量エリア、汚染水中、狭隘部などにあること。 ・漏えい箇所調査方策・装置の開発 ・格納容器外部からの内部調査方策・装置の開発	◆炉心循環冷却のための注水を継続しながら、高線量下・流水状態で止水すること。 ・漏えい箇所の補修・止水技術・工法の開発 ・代替方策の検討・開発

図 V-2-1　炉心燃料取出しまでの作業イメージ（1/3）

HP：技術的なホールドポイント。現場状況，技術開発成果により、次工程以降を見直していく。



※ 技術開発計画検討のため、TMIと同様に水中での燃料取り出しを想定した場合の一連の作業を記載。今後現場の状況や技術開発成果によって内容を見直していく。

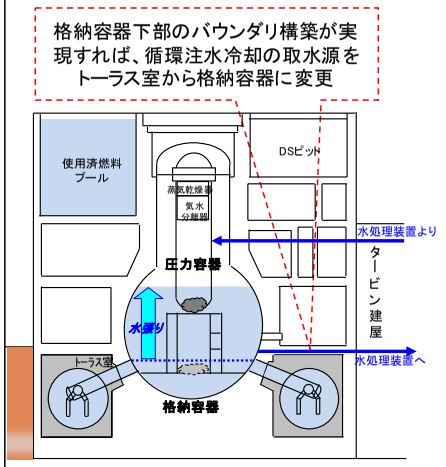
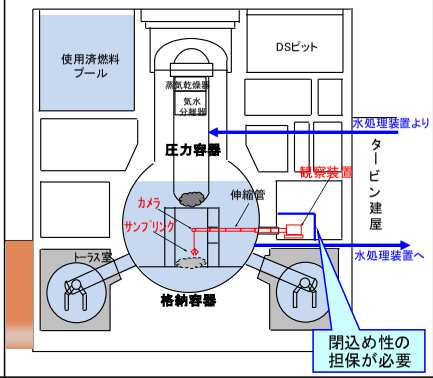
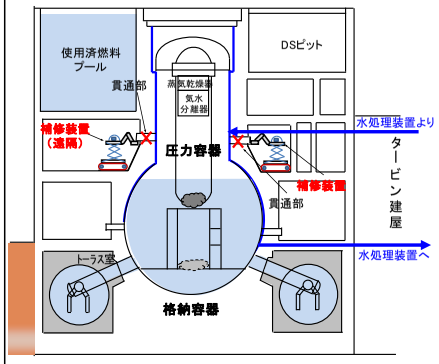
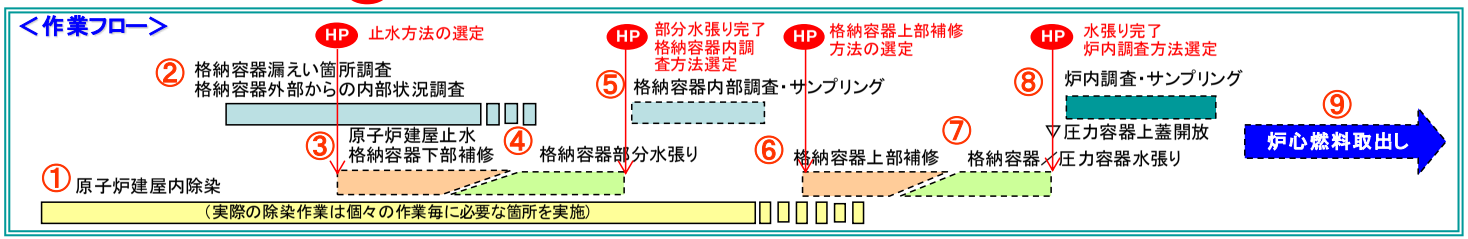
作業	④ 格納容器部分水張り	⑤ 格納容器内部調査・サンプリング	⑥ 格納容器上部補修
イメージ			
内容	格納容器内部調査の開始に向け、格納容器下部に部分的な水張りを実施。	格納容器内を調査し、圧力容器から流れ出たと推定される損傷燃料の分布状況の把握、サンプリング等を実施。	格納容器を満水まで水張りすべく、上部の漏えい箇所を、手動または遠隔にて補修。
技術開発における留意点と課題	◆③と同様 ・格納容器下部のバウンダリ構築（トーラス室にグラウト充てんする案も含む）が大前提	◆高線量によるアクセス性の制約、格納容器内部環境（内部水の濁り、損傷燃料の所在等）が不明 ・上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	◆②と同様 ・格納容器漏えい箇所の補修・止水技術・工法の開発（③と同様）

図 V-2-1　炉心燃料取出しまでの作業イメージ（2/3）

HP：技術的なホールドポイント。現場状況，技術開発成果により、次工程以降を見直していく。



※ 技術開発計画検討のため、TMIと同様に水中での燃料取り出しを想定した場合の一連の作業を記載。今後現場の状況や技術開発成果によって内容を見直していく。

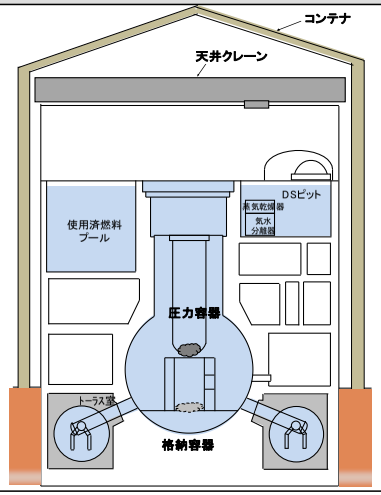
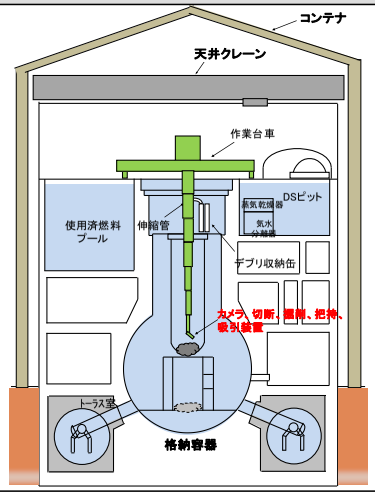
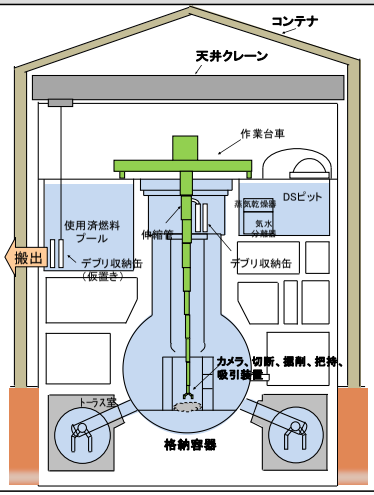
作業	⑦ 格納容器／圧力容器水張り ⇒ 圧力容器上蓋開放	⑧ 炉内調査・サンプリング	⑨ 炉心燃料取出し
イメージ			
内容	十分遮へいが担保できる水位まで格納容器／圧力容器を水張り後、圧力容器上蓋を取り外し	炉内を調査し、損傷燃料や炉内構造物の状態把握、サンプリング等を実施、	圧力容器／格納容器内の損傷燃料の取り出しを実施。
技術開発における留意点と課題	（⑥により格納容器バウンダリ構築が大前提）	◆高線量によるアクセス性の制約、圧力容器内部環境（内部水の濁り、損傷燃料の所在等）が不明 ・上記を踏まえた遠隔調査方法及びサンプリング方法の開発	◆損傷燃料の分布状況によっては技術開発範囲が拡大（特に格納容器内の燃料取出しはTMIでも経験なし） ・TMIに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発

図 V-2-1　炉心燃料取出しまでの作業イメージ（3/3）

表 V-2-1 福島第一原子力発電所事故に係る中長期措置の技術課題について

原子炉内にある燃料デブリの取出し開始に至るまでをスコープとし、福島第一原子力発電所事故に係る中長期措置の技術課題を抽出

項目	実施の必要性	主な技術課題
使用済燃料プール（ＳＦＰ）からの燃料の取出し	１～４号機の原子炉建屋にあるＳＦＰには、計 約3,100体の燃料（内使用済燃料 約2,700体）が保管されており、これらを全て建屋外に搬出する必要がある（取り出した燃料の保管先としては共用プールが有力）。	ＳＦＰ内にある燃料の大部分は健全と想定されるが、プール内へのがれき混入等により一部の燃料は損傷又は変形している可能性がある。また、２～４号機については海水をＳＦＰに注入している。 → 損傷、塩分を帯びた燃料の取扱い方法（ハンドリング、洗浄、検査、再処理可能性等）の検討。
安定化、廃止措置に向けた継続的な取組	炉心燃料の取出しまでには長期間を要することが予想され、その間、炉心冷却、水処理の安定的な実施、原子炉建屋や構造物の長期健全性の担保、作業のために必要な除染作業の適切な実施が必要となる。	炉心への循環注水と水処理を安定的に継続していく。 → 水処理設備の運転により発生した高線量の二次廃棄物の処理・処分方法についての検討。
		→ 建屋内の放射線量が高い箇所について、人によるアクセス性向上に向けた遠隔除染方法等の検討。
		→ 圧力容器や格納容器の耐食性評価、必要に応じた腐食抑制対策の実施。
炉内燃料デブリの取出し準備／取出し	１～３号機においては、格納容器内にも一部が漏れ出た可能性のある燃料デブリを取り出す必要がある。 現状、燃料デブリの性状、形状や位置が不明であるため、これらを安全に取り出すためには、十分な調査・検討の上で、実施していくことが必要である。	現在、炉心に注水した冷却水は圧力容器及び格納容器からタービン建屋に漏えいしており、これを水処理した上で、再び原子炉に循環注水している状況。 → 損傷した燃料の取出し作業は、放射線の遮蔽のために水中で実施することが最も合理的と考えられることから、格納容器の漏えい箇所を特定して補修・止水し、バウンダリを構成した上で水張りを実施するための技術、工法の開発。
		燃料取り出し準備の一環として、燃料デブリの分布状況の把握、当該燃料のサンプリング等を実施する事が必要。 → 高線量である圧力容器及び格納容器内での遠隔調査方法の開発。
		１～３号機では燃料デブリの一部が格納容器に流れ出ていると考えられる。 → 炉心損傷が圧力容器内に限定されていたＴＭＩに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発。
	取り出した燃料デブリの保管方法や処理/処分方法の開発を進めておく必要がある。	ＴＭＩにおいても燃料デブリは安定貯蔵の形で保管されており、福島第一においても、当面は安定貯蔵を行う計画。 → 塩分を含む燃料デブリを安定的に貯蔵する技術（収納缶）の開発。 → 適切な処理・処分方策についての検討。
放射性廃棄物の処理・処分	復旧作業、廃止措置に伴い発生する放射性廃棄物について、適切に対応することが必要となる。	現在発電所内で発生している放射性廃棄物については仮置き保管中であり、今後安定保管に移行していく計画。 → 発生量見通し・廃棄物毎の性状評価を踏まえた適切な処理・処分方策についての検討。
事故進展の解明	福島第一の事故進展を解明することは、燃料取出し等の作業手順の検討をより的確に遂行することに役立つ。 また、これにより得られる知見・教訓を評価し、今後の国内外における原子力発電の安全性・信頼性向上に役立てていくことが重要である。	→ 解析及び格納容器外からの調査による格納容器内部状況の推定技術の開発。 → 格納容器内及び炉内調査結果や、燃料デブリのサンプリング・分析結果に基づく事象進展解析手法の高度化。

表 V-2-2 福島第一原子力発電所事故に係る中長期措置の研究開発項目

	件 名	内 容	ブレークスルー技術
使用済燃料プール(SFP)からの燃料の取出し	(技術課題) 損傷、塩分を帯びた燃料の取扱い方法(ハンドリング、洗浄、検査、再処理可能性等)の検討		
	1.使用済燃料プールから取り出す燃料集合体の長期健全性評価	保管期間中の燃料集合体健全性確保のための対策(移送前洗浄、腐食対策)を策定するため、以下の評価検討を行う。 ①保管期間中の燃料集合体長期健全性評価 ②燃料集合体の洗浄クライテリアの策定	
	2.再処理可能性指標の検討	燃料デブリ等のハンドリング及び化学処理工程等への影響の観点から分別指標を整理し、再処理が可能かどうかについての判定基準を整備する。	
	3.燃料デブリの処理方法の検討	燃料デブリ等に対する処理方法確立のために以下の検討を実施する。 ①燃料デブリに関する事例調査 ②燃料デブリ等の化学処理工程等への影響の検討 ③燃料デブリ等のハンドリングに係る検討	
安定化、廃止措置に向けた継続的な取組	(技術課題) ・建屋内の放射線量が高い箇所について、人によるアクセス性向上に向けた遠隔除染方法等の検討 ・圧力容器や格納容器の耐食性評価、必要に応じた腐食抑制対策の実施 ・水処理設備の運転により発生した高線量の二次廃棄物の処理・処分方法についての検討		
	4.建屋内にアクセスするための除染方法の検討	復旧活動を円滑に実施するためには作業員のアクセスが必須であり、有効な除染技術を適用するため対象箇所に応じ以下の研究開発を行う。 ①汚染状態の推定、調査による除染計画のベース策定 ②除染技術整理、除染計画立案 ③模擬汚染による除染試験 ④遠隔装置の開発: 候補となる計測技術、除染技術を既存の走行台車に搭載するための装置・システムを開発	高線量・狭隘等の様々な除染対象箇所に応じて遠隔で除染する装置
	5.圧力容器/格納容器腐食に対する健全性の評価確認	原子炉圧力容器(RPV)及び原子炉格納容器(PCV)の構造材料は、放射線下及び高温の海水に曝されていたため、これらの環境における腐食速度に関する定量的なデータを取得し、今後のRPV(及びRPVペデスタル)及びPCVの構造健全性評価に資する。 ①RPV及びPCV構造材料腐食試験 ②RPVペデスタル鉄筋腐食試験 ③RPV、PCV、RPVペデスタルに対する腐食抑制剤確証試験 ④RPV、PCV、RPVペデスタル構造物余寿命評価、寿命延長評価 ⑤実機への腐食抑制剤試運用(効果確認対象:PCV構造材)	
	6.汚染水処理に伴う二次廃棄物の安定的な処分に向けた研究開発	海水成分を含む高濃度汚染水の処理で発生する使用済ゼオライト、スラッジ、濃縮廃液等を安定的に長期保管及び処分するために以下の研究開発を行う。 ①廃ゼオライト、スラッジ、濃縮廃液等の性状評価 ②水素ガス発生及び発熱に関する安全性評価 ③海水、発熱、高線量等の影響を考慮した長期貯蔵方法の検討 ④廃ゼオライト、スラッジ、濃縮廃液の廃棄体化検討 ⑤廃棄体の特性評価 ⑥廃棄物処分最適化検討	

表 V-2-2 福島第一原子力発電所事故に係る中長期措置の研究開発項目

	件 名	内 容	ブレークスルー技術
炉内燃料デブリの取出し準備／取出し	（技術課題） 損傷した燃料の取出し作業は、放射線の遮蔽のために水中で実施することが最も合理的と考えられることから、格納容器等の漏えい箇所を特定して補修・止水し、バウンダリを構成した上で水張りを実施するための技術、工法の開発		
	7.格納容器漏えい箇所調査方策・装置開発	PCVの漏えい箇所およびその状態を把握するために以下の研究開発を行う。 ①想定される漏洩箇所の洗い出し ②既存技術の調査 ③PCV漏えい箇所特定技術の開発 ④PCV周辺遠隔点検用装置の開発	高線量下・狭隘な状況において遠隔でPCVの漏えい箇所を特定する点検用装置
	8.水張り方策構築（補修・充てん等）及び工法・装置開発	想定漏えい箇所（トーラス室、PCV貫通部、ボルト締結部、格納容器内樹脂シール部、等）を補修するために以下の補修工法・技術を開発する。 ①既存技術のカタログ整理 ②補修素材・装置（シール材、グラウト材等）の調査・開発 ③想定漏えい箇所の補修（止水）工法・技術の開発 （1）トーラス室内またはサプレッション・チャンバ内へのグラウト材の充填等による止水工法・技術の開発 （2）生体遮へいと貫通部スリーブ間ギャップの止水工法・技術の開発 （3）PCV貫通部フランジ、電気ペネ等の樹脂シール部の補修工法・技術の開発 （4）格納容器シェル本体の補修工法・技術の開発 ④PCV遠隔補修用装置の開発	高線量下・流水状態において遠隔でPCVの漏えい箇所を補修（止水）する工法及び補修用装置
	（技術課題） 高線量である圧力容器及び格納容器内での遠隔調査方法の開発		
	9.PCV 内部調査方策・装置開発	PCV内の状態把握、RPVの漏えい調査、炉内燃料取出し工法の検討を目的としたPCV内調査の工法及び装置の研究開発を行う。PCV外まで作業員またはロボットがアクセスし、PCV貫通孔等から遠隔検査装置を投入してPCV内部を調査する計画を基本とし、以下の研究開発を行う。 ①状況推測結果に基づく調査計画の立案 ②アクセス方法と遠隔装置の開発 ③PCV内部からの放射性物質飛散に対する対策 ④遠隔検査装置・技術の開発	内部状況が不明、かつ高線量下などアクセス性の悪いPCV内へ進入して遠隔で調査する技術 PCV内燃料デブリの遠隔サンプリング技術
	10.炉内事前調査方策・装置開発	RPV内の状態把握、炉内燃料取出し工法及び装置の仕様検討を目的とした事前調査の工法及び装置の研究開発を行う。オペフロまで作業員またはロボットがアクセスし、原子炉上部からPCV／RPVヘッドを通じて遠隔検査装置を挿入してRPV内部を調査する計画を基本とし、以下の研究開発を行う。 ①既存技術の調査 ②PCV内外の調査結果、解析等による推定結果に基づく調査計画の立案 ③RPV内調査のためのアクセス方法の検討 ④高線量下での遠隔調査技術の開発 ⑤炉内燃料デブリの遠隔サンプリング技術開発／製作	内部状況が不明、かつ高線量下などアクセス性の悪い炉内へ進入して遠隔で調査する技術 炉内燃料デブリの遠隔サンプリング技術
	（技術課題） 炉心損傷が圧力容器内に限定されていたTMIに比べ、より高度な取り出し技術・工法の開発		
	11.燃料・炉内構造物取出し工法・装置開発	炉内燃料デブリ・炉内構造物取出し工法・装置開発のため以下の研究開発を行う。 ①既存技術のカタログ整理（TMIで実績のある装置の確認を含む） ②事前調査結果に基づく取出し工法の立案 ③炉内燃料デブリの遠隔取出し技術の開発 ④PCV内の燃料デブリの遠隔取出し技術の開発	燃料デブリの分布状況に対応した炉内燃料デブリの遠隔取出し技術 PCV内の燃料デブリの遠隔取出し技術

表 V-2-2 福島第一原子力発電所事故に係る中長期措置の研究開発項目

	件 名	内 容	ブレークスルー技術
炉内燃料デブリの取出し準備／取出し	12.炉内燃料の臨界管理技術の開発	炉内燃料の臨界管理技術の開発のため以下の研究開発を行う。 ①臨界評価 炉内燃料取り出しの際し炉内状況が変化する場合に、燃料やプラント状態についての予測および最新の知見を反映した解析を行い、臨界評価を実施する。 ②炉内の再臨界検知技術 中性子を検出する方法と短寿命 FP を測定する方法を検討する。 ③臨界防止技術 燃料取出、輸送、貯蔵作業時の再臨界を防止するため、中性子吸収材料と、これを利用した作業工法を開発する。	性状の多様化が想定される炉内燃料デブリの臨界評価、臨界防止技術
	13.模擬炉内燃料デブリを用いた特性試験	燃料取り出しや取り出し後の処理処分検討を行うため、以下のデータ等を取得する。 ①模擬炉内燃料デブリの作製 溶融継続時間、炉心構成、海水注入などを考慮した模擬炉内燃料デブリを作製する(シミュレーション評価含む)。 ②模擬炉内燃料デブリの特性評価 作製した模擬炉内燃料デブリを用いて下記の評価・試験を実施 （1）基礎物性の測定・評価 （2）化学的特性の評価・試験 （3）物理的特性の評価・試験 ③TMI 炉内燃料デブリとの比較	溶融継続時間や海水注入など実際の事象を近似した模擬炉内燃料デブリの作製
	14.実炉内燃料デブリの性状分析	炉内燃料デブリの回収技術の確立や取り出し燃料の処理処分の検討並びに事故解析に資するため、実炉内燃料デブリの性状分析を行う。また、分析の実施に当たっては、輸送条件等を考慮して、必要に応じて分析設備を設置する。	
	（技術課題） ・塩分を含む燃料デブリを安定的に貯蔵する技術（収納缶）の開発 ・適切な処理・処分方策についての検討		
	15.炉内燃料デブリ収納缶開発	海水注入による腐食の進行などが推定されることに対応した炉内燃料デブリの収納技術の開発を行う。 ①既存技術の調査 ②炉内燃料デブリの保管システムの検討 湿式のプール貯蔵や乾式貯蔵システムの検討を実施する。 ③事前調査（サンプリング）結果に基づく安全評価技術の開発 臨界、遮へい、除熱、密封、構造の観点から評価する手法を開発する。 ④炉内燃料デブリの収納技術の開発 ⑤収納缶の移送・保管技術の開発	海水等の影響を考慮した炉内燃料デブリ収納技術
	16.炉内燃料デブリ処理方策の検討	一時保管した炉内燃料デブリに対して、長期保管や処理処分等の将来的な取り扱いに係る検討に資するため、既存の処理技術の適用可能性や直接処分も視野に入れた処分技術の検討を行う。 ①塩分を含有、燃料や炉内構造物が溶融した炉内燃料デブリに対する既存処理技術（湿式法、乾式法等）の適用可能性の検討 ②処理に伴う廃棄物の廃棄体化及び処分適用性の検討（炉内燃料デブリの直接処分の場合も含む）	塩分含有、かつ燃料や炉内構造物が溶融した炉内燃料デブリの廃棄体化及び処分技術
	17.炉内燃料デブリに係る計量管理方策の検討・開発	模擬炉内燃料デブリを用いた特性試験や実炉内破損燃料の性状分析等も踏まえ、炉内燃料デブリに対する計量分析技術を開発するとともに、炉心から炉内燃料デブリ等を取り出す際の核物質の計量管理方法を検討する。	

表 V-2-2 福島第一原子力発電所事故に係る中長期措置の研究開発項目

	件 名	内 容	ブレークスルー技術
放射性廃棄物の処理・処分	（技術課題） ・発生量見通し・廃棄物毎の性状評価を踏まえた適切な処理・処分方策についての検討		
	18.放射性廃棄物の処理・処分	現状を把握した上で、今後発生が予想される放射性廃棄物の分類・整理と、性状分析が必要である。その上で、それぞれの放射性廃棄物の処理、処分技術について検討する。	
事故の進展の解明	（技術課題） ・解析及び格納容器外からの調査による格納容器内部状況の推定技術の開発 ・格納容器内及び炉内調査結果や、燃料デブリのサンプリング・分析結果に基づく事象進展解析手法の高度化		
	19.炉内状況把握のための事故の進展の解明	福島事故における実機データに基づくプラント挙動分析、及び解析コードによる事故進展解析や現象解明試験を実施するとともに、苛酷事故解析コードを高度化することにより、炉心溶融進展挙動や PCV 内挙動等を究明する。 また、解析コードの高度化により、RPV 及び PCV 内部の調査計画における燃料デブリの挙動予測や実機の機器健全性評価にも適用する。	実機プラント応答と解析コード評価結果の比較による妥当性検証

Ⅵ．教訓（２８項目）への取組み

6 月報告書に示した 28 項目の教訓について、我が国は全力で取り組んでいるところである。各項目の進捗状況は一律ではなく、それぞれの項目によって、既に実施済みであったり、現在実施中のもの、さらには今後新たに計画して取り組んでいくものなど、それぞれの進捗の状況は異なっている。我が国としては、原子力安全確保の上で最も重要な基本原則である深層防護の考え方を基礎にして、それぞれの項目について、着実かつ徹底的に取り組むことにより、今回のような事故の再発を防止することにしている。なお、原子力安全・保安院は、事業者に対して、3 月 30 日以降、本件事故に関してその時点で判明していることを基にして、当面の緊急的な措置を指示してきているところであるが、教訓のそれぞれに対応すべき内容は、今後さらに国内外の幅広い知見を踏まえて精査し充実強化させていく必要があると考えている。

来年 4 月を目指して、原子力安全庁（仮称）の設置による新しい安全規制組織・体制を整備することとしており、この新たな体制によるより強化された安全規制への取組みとこれらの教訓への具体的な対応は密接に関連するものであり、適切な整合性をもって進めることとしている。

（第 1 の教訓のグループ）シビアアクシデントの防止

(1)　地震・津波への対策の強化

今回の事故の起因となった津波による被害は、津波の発生頻度や高さの想定が不十分であり、大規模な津波の襲来に対する対応が十分なされていなかったためにもたらされたものである。このため、原子力発電所の津波に対する対策が最も重要な課題の一つとなっている。

地震と津波への対策については、本報告書にも示しているように、原子力安全基盤機構（JNES）等の機関が福島原子力発電所の事故の起因となった東北地方太平洋沖地震とそれによる津波の発生メカニズム等について詳細な検討を進めているところである。このような知見を今後の原子力施設の地震と津波の対策に活かすことにしている。

特に津波に対する対策が我が国にとっての最重要の課題であり、国の中央防災会議は本年 6 月 26 日に今後の津波防災対策について､最大クラスと頻度の高いクラスの 2 つを想定して津波対策に取り組むことなどを含めた基本的考え方を提言した。

原子力安全委員会は、地震と津波に関する指針類の見直しに着手しており、中央防災会議の提言や土木学会における検討状況等も参考にしつつ、検討を進めている。

原子力安全・保安院は、このような状況を踏まえて、深層防護の観点から、十分な再来周期を考慮した津波の発生頻度と十分な高さを想定する設計基準や津波のもつ破壊力を考慮した構造物等の安全設計基準等について検討を開始した。

(2)　電源の確保

今回の事故の大きな要因の一つは、必要な電源が確保されなかったことである。原子力安全・保安院は、事業者に対して具体的な電源の確保を求め、事業者は、既に緊急時の原子炉冷却に必要な電力を供給する電源車の配備、原子炉冷温停止時の非常用ディーゼル発電機の電源容量確保（他号機からの非常用電源の融通）、原子炉建屋における重要機器の設置場所の浸水対策（貫通部等や扉のシール化等）、電力系統の信頼度の評価などを実施した。

さらに現在、事業者は、大型空冷式非常用発電機、非常用空冷式ガスタービン発電機の設置、電力系統の供給信頼性評価結果を踏まえた供給信頼性向上対策（送電線の補強等）、開閉所等の津波対策、送電鉄

塔の倒壊対策、開閉所設備の耐震性強化に取り組んでいるところである。また、今後の取組みとして、蓄電池の大容量化や非常用電源の燃料タンクの耐震性強化なども計画している。

(3)　原子炉及び格納容器の確実な冷却機能の確保

原子炉及び格納容器の冷却機能が失われたことが今回の事故の重大化につながった。このため、具体的な対応として、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、冷却水を給水する代替・外部注水資機材（ポンプ車・消防車・ホース・接続部品等）の配備、淡水タンクの容量確認、海水を水源とする給水方法の整備などを実施した。

さらに、現在、冷温停止への迅速な移行を行うため、早期の復旧を行える海水系冷却ポンプ・電動機の予備品、仮設ポンプの確保や海水系冷却系を駆動できる大型空冷式非常用発電機等の設置を進めている。また、今後の取組みとして大規模淡水タンク等の耐震強化なども計画している。

(4)　使用済燃料プールの確実な冷却機能の確保

今回の事故では、電源の喪失により使用済燃料プールの冷却ができなくなる事態に至った。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、電源喪失時においても使用済燃料プールの冷却を維持できるよう、使用済燃料プールへの冷却水の給水を行う代替・外部注水資機材（消防車・ホース・接続部品等）の配備、淡水タンクの容量確保、海水を水源とする給水方法の整備などを実施した。

また、今後の取組みとして使用済燃料プールの冷却系配管の耐震強化なども計画している。

(5)　アクシデントマネジメント（ＡＭ）対策の徹底

今回の事故において、アクシデントマネジメント対策が不十分であったことが明らかになり、今後、アクシデントマネジメント対策の強化に徹底して取り組むことにしている。

原子力安全委員会は、今回の事故のために中断していたアクシデントマネジメント対策の高度化のための検討を再開した。また、原子力安全・保安院は、全交流電源喪失時や海水系冷却機能の喪失時に原子炉の安定冷却を可能とする緊急時対応手順等についての保安規定の整備と技術基準の解釈の追加・明確化を行った。今後、原子力安全委員会における検討結果を踏まえ、アクシデントマネジメント対策の法令

要求化のための作業を実施する計画である。また、より効果的なアクシデントマネジメント対策を構築していく上で、確率論的安全評価手法を用いることも計画している。

(6)　複数炉立地における課題への対応

今回の事故では、複数の号機で同時に事故が発生するとともに、一つの原子炉の事故の進展が隣接する原子炉の緊急時対応に影響を及ぼすなど、複数炉がある発電所の事故対応の問題が露呈した。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、号機毎に独立した責任体制、事故対応体制、手順の整備などを実施した。今後は、複数炉立地における各原子炉の工学的な独立性をより確実なものにするための方策を検討する計画である。

(7)　原子力発電施設の配置等の基本設計上の考慮

今回は、使用済燃料プールが原子炉建屋の高い位置にあったことから事故対応に困難が生じることとなった。また、原子炉建屋の汚染水がタービン建屋に及び、建屋間の汚染水の拡大を防ぐことができなかったことなどが生じた。このため、原子炉新設等における基本設計においては、原子力発電所の施設や建屋の適切な配置等に十分に配慮することを求めることとして、その検討の具体化を計画している。

(8)　重要機器施設の水密性の確保

今回の事故では、多くの重要機器施設が津波で冠水して、電源の供給や冷却水の確保に支障をきたす事態に至った。このため、大規模な津波の襲来等に対して、重要機器施設の水密性を確保できるようにすることが重要となる。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、原子炉建屋における重要機器の設置場所の浸水対策（貫通部や扉のシール化等）などを実施した。また、現在、原子炉建屋の水密化や水密扉の設置等を進めている。

（第 2 の教訓のグループ）シビアアクシデントへの対応

(9)　水素爆発防止対策の強化

今回の事故では、水素による爆発が起こったことが事故をより重大なものとした。このため、原子炉建屋も含めて水素爆発対策の強化が重要な課題となった。

沸騰水型軽水炉（BWR）については、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、水素が原子炉建屋に漏れ出した場合の対策として、建屋屋上に穴あけによる排気口を設けることとし、既にその作業ができる体制を整えた。また、今後の中長期的な取組みとして、原子炉建屋の頂部に水素ベント装置を設置すること、原子炉建屋内に水素検知器を設置することなどを計画している。

加圧水型軽水炉（PWR）については、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、水素が格納容器からアニュラス部に漏えいした場合に既に整備されているアニュラス排気設備によって水素を確実に外部へ放出できることの確認を行った。また、今後の中長期的な取組みとして、電源を用いない静的触媒式水素再結合装置等の格納容器内の水素濃度を低減させる装置を設置する計画である。また、アイスコンデンサ型格納容器を有する原子炉については、水素が格納容器に漏れ出した場合に既に格納容器内に整備されているイグナイタ（水素燃焼装置）の作動が確実になされることを確認した。この確認には、全交流電源が喪失しても電源車からの給電によりイグナイタを運転できることが含まれている。

(10) 格納容器ベントシステムの強化

今回の事故では、シビアアクシデント発生時の格納容器ベントシステムの操作性やその放射性物質除去機能に問題があった。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、当初の措置として、交流電源喪失時においてもベントラインの弁操作を可能とする空気弁用アキュムレーター予備機や可搬コンプレッサーの設置などを実施した。また、これらの当初の取組みに加え、今後さらに、放射性物質除去の強化など国内外の技術知見を広く検討して格納容器ベントシステムの強化に取り組んでいくこととしている。

(11) 事故対応環境の強化

今回の事故時においては、中央制御室の放射線量が高くなったため、一時は運転員が中央制御室へ立ち入れなくなるなど、様々な面で事故対応活動に支障を来した。原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、構内通信手段の確保（構内 PHS 通信設備の電源供給、トランシーバー）、可搬式照明装置の確保、中央制御室の作業環境の確保（電源車による換気空調系設備への電力供給）などを図った。また、現在、構内 PHS 装置等の高所への移設等を進めるとともに、緊急時対策室の機能強化

や事務棟の耐震強化なども計画している。

(12) 事故時の放射線被ばくの管理体制の強化

今回の事故においては、放射性物質の放出によって発電所内の線量が高くなり、適切な放射線管理が困難になった。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、事故発生時の初期段階に必要な高線量防護服の発電所への配備、高線量防護服、個人線量計、全面マスクなどの事業者間での相互融通、緊急時に放射線管理要員が放射線管理上の重要な業務に専念できる体制の構築、緊急時の放射線管理に関する社員教育の充実などを実施した。

(13) シビアアクシデント対応の訓練の強化

シビアアクシデントが発生した場合における実効的な訓練はこれまで十分に行われてはこなかった。今回の事故においても、事前の訓練の実施によってより的確な対応ができた可能性がある。このため、原子力安全・保安院の指示の下、事業者は、本年 4 月に、各発電所において、全交流電源喪失、海水系冷却機能の喪失、津波の襲来等を想定した緊急時対応訓練を国の立会の下に実施した。

また、国は、一次冷却材配管破断事故等に起因するシビアアクシデントの発生とその長期化・深刻化を想定した緊急時対応訓練の実施を事業者に求めていく。さらに、国においても、今回の事故のように複合災害と同時に発生するシビアアクシデントを想定した実践的な原子力総合防災訓練を検討し、地方自治体が行う訓練に対しては、国として必要な助言等の支援・協力を行っていく計画である。

(14) 原子炉及び格納容器などの計装系の強化

今回の事故においては、シビアアクシデントが発生した状況の下で、原子炉と格納容器の計装系が十分に働かず、事故対応に必要な原子炉の水位等の情報を的確に確保することが困難であった。このため、シビアアクシデント発生時にも十分機能する原子炉・格納容器計装系、使用済燃料プール計装系等の開発・整備を計画している。

(15) 緊急時対応資機材の集中管理とレスキュー部隊の整備

今回の事故の発生当初では、地震・津波による被害が生じる中で、緊急対応用資機材の確保や事故管理活動を支援するレスキュー部隊の動員を十分に行うことができなかった。このため、原子力安全・保安

院の指示の下、事業者は、緊急時対応資機材（電源車、ポンプ車）の整備・管理、運用する実施部隊の整備、瓦礫処理のための重機や高放射線量下での作業を防護するマスク、防護服等の整備とそれらの事業者間での共有化、相互融通の体制構築などを実施した。

また、ロボット、無人ヘリ、重機、除染機材、事故進展予測システム等の緊急時対応用の資機材等の整備や自衛隊、警察、消防、海上保安庁等の訓練を通しての能力向上等を図ることなどを計画している。さらに、新しい安全規制組織においては、緊急事態に対応する専門官の設置などにより危機管理への対応の体制を強化することにしている。

（第３の教訓のグループ）原子力災害への対応

(16) 大規模な自然災害と原子力事故との複合事態への対応

今回は、大規模な自然災害とともに原子力事故が発生し、複合災害となった。また、原子力事故が長期化したために、通信連絡手段や物資調達方法の確保、事故や被災対応に関する各種の支援人員の動員などにおいて支障を来した。このため、オフサイトセンターについて、衛星電話や非常用電源の整備、物資の備蓄を強化することなどにより、同センターの機能強化を図るとともに、オフサイトセンターの機能を移転せざるを得ない事態においても、直ちに代替施設が利用できるように代替資機材の整備などを計画している。さらに、複合災害への対応について関係省庁の即応体制や指揮命令のあり方の見直しなどを府省横断的に検討していく。

(17) 環境モニタリングの強化

今回の事故当初においては、地方自治体の環境モニタリング機器・設備等が地震・津波によって損害を受けたことなどにより、適切な環境モニタリングができない状況となった。このため、現在、関係省庁、自治体及び事業者が行っている環境モニタリングの調整とその円滑な実施を行うため、政府部内に「モニタリング調整会議」を設置し、当面の取組みとして、「総合モニタリング計画」を策定した。本計画に基づき、航空機モニタリング、海域モニタリング、緊急時避難準備区域の解除に向けた放射線モニタリング等の実施や積算線量推定マップや放射線量等分布マップ等の作成に関係機関が連携して取り組んでいる。

また、緊急時においては、国が責任をもって環境モニタリングを確実かつ計画的に実施する体制を構築することとし、新しい安全規制組

織に環境モニタリングの指令塔機能を担わせることとしている。

(18) 中央と現地の関係機関等の役割の明確化等

事故当初、情報通信手段の確保が困難であったことなどから、中央と現地を始め、関係機関等の間の連絡・連携が十分でなく、また、それぞれの役割分担や責任関係が必ずしも明確ではなかった。このため、今回の事故対応においては、現地における事故対応の拠点として、Jビレッジや小名浜コールセンターを活用し現地における事故対応の拠点を構築した。また、中央においては、政府・東京電力統合対策室、被災者生活支援チームや放射性物質汚染対策室を設置するなど、関係機関が連携して取り組む体制を構築した。

今後は、原子力災害対策本部を始めとする関係機関等の責任関係や役割分担について、迅速かつ適確に対応を行うことができるよう見直すこととし、必要に応じて法令改正、マニュアル改定等の措置を講じることとしている。また、情報伝達を迅速かつ確実に行えるよう、連絡手段、経路等の連絡体制を見直すことを計画している。さらに、原子力災害時に用いるテレビ会議システムについて、政府関係機関と全ての電力事業者、原子力発電所を接続し、緊急時の指示と情報収集を確実かつ迅速に行えるように整備を進めることを計画している。

(19) 事故に関するコミュニケーションの強化

特に今回の事故の当初においては、周辺住民等への的確な情報提供や放射線、放射性物質等についての分かりやすい説明、リスクの見通しまで含めた情報公表などについて、十分な対応がなされてこなかった。このため、周辺住民等に対しては、福島県の住民を中心として事故の状況や放射線による健康影響等について「ワンストップ相談窓口」を設置して相談に応じることなどを実施してきている。また、国民への情報公表については、原子力安全・保安院や原子力安全委員会など関係機関合同による定期的な記者会見などを実施してきている。

今後は、これまでの福島原子力発電所事故に関する情報公表等の実績や国内外の様々な事故におけるコミュニケーションの事例も踏まえながら、大規模な原子力事故における情報公表・提供等のあり方を検討して、基本的なマニュアルをとりまとめるとともに、それに基づき、関係者の情報公表・提供等に関する教育や訓練を実施することなどを計画している。

(20) 各国からの支援等への対応や国際社会への情報提供の強化

今回の事故の発生後、海外各国からの資機材等の支援の申出への対応、国際社会への情報提供などにおいて、十分に対応できないところがあった。このため、事故時に近隣国等に直ちに通報を行うため、近隣国等のコンタクト・ポイントを明確化した。今後、必要に応じて更新を行い、国際社会に対して常に迅速かつ正確な情報提供を行うことを確保していく。

また、事故時の国際的な対応に関して、事故対応時に効果的な資機材リストの作成、国際的な通報の仕方の整備等の情報共有のあり方を含め、IAEA の原子力安全行動計画の実施等を通じて国際的な原子力安全強化の取組みが進展してくものと考えられる。我が国はこのような国際的な取組みに積極的に貢献していく。

(21) 放射性物質放出の影響の的確な把握・予測

今回の事故において、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）については、その活用や計算結果の公開のあり方等において十分でないところがあった。このため、政府は、4 月以降、SPEEDI の計算結果については公開し、さらに 6 月以降、福島原子力発電所における原子炉建屋開放に伴う環境への影響評価や、住民の外部被ばく線量の推定のために必要なモニタリングデータが十分取得できていない事故初期段階についてデータを補足するために SPEEDI を利用し、その結果を迅速に公開している。

今後は、新しい安全規制組織が SPEEDI の運用を含めた環境モニタリングの司令塔機能を担うことになっており、それも踏まえて SPEEDI のより効果的な活用のあり方について見直しを進めていく計画である。

(22) 原子力災害時の広域避難や放射線防護基準の明確化

今回の事故の長期化に伴う広域避難や放射線防護の対応について、事前の原子力災害対応の基準等の整備が十分でないところがあった。このため、関係行政機関は、今回の事故を踏まえた放射線防護の基準等のあり方について検討を進めることにしている。また、原子力安全委員会は、防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲（EPZ）のあり方も含めた原子力防災対策の指針の見直しを開始した。

我が国は、今回の事故の対応の経験を国際放射線防護委員会（ICRP）

や IAEA の原子力防災や放射線防護の基準の検討に効果的に反映できるよう取り組むこととしている。

（第４の教訓のグループ）安全基盤の強化

(23) 安全規制行政体制の強化

これまで、原子力の利用と規制についての行政組織が一体であることや、原子力安全確保に関係する行政組織が一元化していないことなどにより、災害を防止し、国民の安全を確保することに第一義的責任を有する者の所在が不明確であった。このような体制を見直し、原子力安全に関する規制体制を強化することは迅速に行う必要がある。

このため、政府は、本年 8 月 15 日の閣議において、「原子力安全規制に関する組織等の改革の基本方針」を決定し、新たな安全規制組織を整備することとした。具体的には、これまでの国際社会における議論を踏まえつつ、「規制と利用の分離」の観点から、原子力安全・保安院の原子力安全規制部門を経済産業省から分離・独立させ、原子力安全委員会の機能も統合し、環境省の外局として「原子力安全庁（仮称）」を設置すること、原子力安全規制関係業務を一元化することにより規制機関の機能向上を図ること、原子力安全庁（仮称）が円滑な初動対応を行えるよう危機管理専門の体制を整備すること、業務の的確な遂行のため官民を問わず質の高い人材の確保に努めることなどを推進し、2012 年 4 月に原子力安全庁（仮称）を設置することを目指す。また、8 月 26 日には、新組織設置のための必要な法案作成などを行うため、「原子力安全規制組織等改革準備室」を立ち上げた。

(24) 法体系や基準・指針類の整備・強化

今回の事故を踏まえて、原子力安全や原子力防災の法体系及び関係する基準・指針類の整備について様々な課題が出てきている。また、今回の事故の経験を踏まえ、IAEA の基準・指針に反映すべきことも多く出てくると見込まれる。このため、事故から得られた知見を基に、新たな安全規制の仕組みの導入（バックフィット等）、安全基準の強化、複雑な原子力安全規制法体系の整理を含め、原子力安全や原子力防災の法体系・基準等の見直しを進める計画である。また、今回の事故の解析に基づき、原子炉の基本設計等に関する詳細な評価や、炉型と事故要因との関係の検証を行うとともに、原子炉設計の技術進歩を踏まえ、最新の技術と比較しつつ、既設炉の安全性・信頼性に関する評価

を進めていく計画である。また、今回の事故から得られた我が国の経験・知見を、IAEA の基準・指針の検討に積極的に提供していくこととしている。

(25) 原子力安全や原子力防災に係る人材の確保

今回のような事故の対応において、原子力安全や原子力防災に係る人材の育成が極めて重要であることが改めて認識された。このため、新しい安全規制組織においては、研修等の強化により規制に係る高度な人材の確保に努めることを基本方針の一つとし、職員の質の向上や国際協力も視野に入れた研修機関として、国際原子力安全研修院（仮称）を設立することを検討する。また、産学官の関係機関の協力により設立された「原子力人材育成ネットワーク」の取組みをさらに推進することなどによって、原子力安全・危機管理、放射線医療などの分野の人材育成の強化を進めていくこととしている。

(26) 安全系の独立性と多様性の確保

安全系の信頼性の確保については、地震、津波等に起因する共通原因多重故障を避けることへの対応が不足していた。また、独立性や多様性の確保が十分でなかった。このため、非常用発電機や海水冷却系の種類や設置場所等において独立性や多様性を確保することなど、共通原因多重故障への的確な対応と安全機能の一層の信頼性向上を図るとともに、安全系の独立性や多様性の確保を強化する計画である。

(27) リスク管理における確率論的安全評価手法（PSA）の効果的利用

原子力発電施設のリスク低減の取組みを体系的に検討する上で、これまで PSA が必ずしも効果的に活用されてこなかった。このため、原子力安全・保安院及び原子力安全基盤機構（JNES）において、PSA の活用を前提に法令や基準等の改正案の検討に着手している。また、津波 PSA については、日本原子力学会において、ガイドラインの作成を進めている。さらに、PSA に基づく効果的なアクシデントマネジメント対策を含む安全向上策を構築する計画である。

（第５の教訓のグループ）安全文化の徹底

(28) 安全文化の徹底

今回の事故において、改めて原子力安全の根幹である安全文化の徹

底が強く認識されたところである。このため、今回の事故への様々な対応もよく精査し、原子力事業者や安全規制に携わる者が組織や個人の両方において、新しい知見の把握などに真摯に取り組む姿勢の再構築を図ることとしている。

原子力安全文化をそれぞれの組織と個人がしっかりと我がものとすることは、原子力安全に携わる者の出発点であり、義務であり、かつ責任である。安全文化がないところに原子力安全の不断の向上はないことを、今後の我が国の安全確保の原点にすることを改めて様々な形で確認し、実現していくこととしている。

Ⅶ. 基準等の強化のための検討

１．原子力安全委員会における取組み

（１）原子力安全委員会による助言、考え方の提示

原子力安全委員会は、6 月以降も、原子力災害対策特別措置法に基づき、原子力災害対策本部等からの要請に応じ、事故の拡大防止や公衆の被ばく低減に向けた種々の技術的事項等について助言や意見を行ってきている（添付 VII-1）。

また、原子力安全委員会は、これまでの助言等についていかなる考え方に基づいて行ってきたのかを広く示すことは、自らの説明責任を果たす上で意味のあることであるとの認識のもと、以下のとおり基本的な考え方を示している。

これらの助言等や基本的考え方を示すにあたっては、国際原子力機関（IAEA）及び国際放射線防護委員会（ICRP）で示している考え方を踏まえて対応を行ってきている。

特に、ICRP2007 年勧告で初めて明記され、その後の ICRP 報告書（Publ.109, Publ.111）でより詳細な考え方が述べられた「緊急時被ばく状況」と「現存被ばく状況」における「参考レベル」の概念について、原子力安全委員会は、世界で初めて原子力事故後の放射線防護措置として適用した。これに先んじて、いち早く ICRP から「参考レベル」の適用等に関するメッセージ[Ⅶ1-1]を戴いたことに感謝する。東京電力福島第一原子力発電所事故における放射線防護に関する助言等を行うに当たっては、これらの文書が大変有用であったことを付記する。

なお、現存被ばく状況は、今後とも長期にわたる可能性があり、この状況を踏まえた個別の課題についての技術的基準の法令への取り入れに際しては、関係行政機関の長からの諮問等に応じ、今後、放射線審議会で審議されるものと考えるが、原子力安全委員会は、原子力災害対策として対応したものである。

①　事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方（2011 年 6 月 3 日）（添付 VII-2）

原子力安全委員会は、これまでがれき等の災害廃棄物や下水処理の副次産物の取扱いに関する当面の考え方等について助言を行ってきた。

今回の事故の影響を受けた廃棄物は、他にも、浄水処理の副次産物、

焼却灰、草木、除染活動に伴い発生する土壌等多岐にわたり、再利用、焼却処理、仮置き場での一時保管、最終的な処分等を行うことが考えられる。

これらの廃棄物については、共通的な考え方に基づき、安全かつ適切な処理処分等が進められることが重要であることから、原子力安全委員会は、これまで示してきた放射性廃棄物に関する処理処分等の考え方に基づき、今回の事故の影響を受けた廃棄物全般について、①再利用、②処理・保管等、③処分に係る安全確保の当面の考え方として、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の影響を受けた廃棄物の処理処分等に関する安全確保の当面の考え方について」を 6 月 3 日に示した。

これを踏まえ、原子力災害対策本部において「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方」（6 月 16 日）が、環境省において「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」（6 月 23 日）が取りまとめられるなど、関係省庁において具体的な対応が行われている。

② 今後の避難解除、復興に向けた放射線防護に関する基本的な考え方（2011 年 7 月 19 日）（添付 VII-3）

原子力安全委員会は、これまで周辺住民等の放射線防護に関する各種の技術的助言を行ってきた。また、5 月 19 日には、それまでの助言についての原子力安全委員会としての考え方について説明責任を果たすべきとの認識の下、「放射線防護に関する助言に関する基本的考え方について」を公表した。

さらに、その後の経緯を踏まえ、各種放射線防護に関する取組みの必要性に鑑み、

・緊急時の被ばく状況や現存被ばく状況といった、被ばく状況に応じた放射線防護措置をとること
・除染・改善措置の展開と避難解除等の行政判断のために、その根拠等となる環境モニタリングシステム及び個人線量推定のためのシステムの構築が重要であり、さらに、これらに基づいて健康評価システムの構築が重要であること
・除染・改善措置等の放射線防護措置の計画を立てるとともに、放射線防護への人々の参加を進めること

等を内容とする「今後の避難解除、復興に向けた放射線防護に関する基本的な考え方について」を 7 月 19 日に示した。

特に、避難等の解除のために必要なことは、緊急時被ばく状況から現存被ばく状況に移行することであり、これに当たっては、

・予想される全被ばく経路からの被ばくの総合的な考慮を行いつつ、
・ICRP の勧告に従えば、被ばく線量について、年間 1～20mSv の範囲のうち、下方の線量を参考レベルとして選定した上で、長期的に 1mSv を目標として除染・改善措置を含む適切な防護措置を実施すること、
・そして、放射線防護に関わる行政判断については、健康、環境、社会、経済、倫理、心理、政治等の側面から総合的に判断することが重要であることや、検討プロセスの透明性を確保し、また、関係者との充分な協議

等が行われるべきであるとしている。

③ 今後の放射線モニタリングに関する基本的考え方（2011 年 7 月 21 日）（添付 VII-4）

原子力安全委員会は、今後の放射線モニタリングの基本的な考え方として、居住している地域や場所の詳細な汚染状況を示すとともに、事故発生からこれまでの周辺住民の被ばく線量及び今後予想される被ばく線量の推定、被ばく線量を低減させるための方策の立案及び決定、避難区域等の解除・変更の検討及び判断等に資するべきとした放射線モニタリングの目的、実施すべき放射線モニタリングの項目及び留意事項を記載した「今後の放射線モニタリングに関する基本的な考え方について」を 7 月 21 日に示した。

これを踏まえ、モニタリング調整会議において「総合モニタリング計画」が 8 月 2 日に決定された。

④ 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故における緊急防護措置の解除に関する考え方について（2011 年 8 月 4 日）（添付 VII-5）

8 月 4 日、原子力災害対策本部長から、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の状況が改善しつつあることを踏まえ、緊急時避難準備区域、計画的避難区域及び警戒区域において、その見直しを含めた緊急事態応急対策を実施すべき区域の在り方及びその区域内の居住者等に対し周知させるべき事項について、原子力安全委員会に意見を求められた。

これを受けて、原子力安全委員会は、同日、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故における緊急防護措置の解除に関する考え

方について」を示した。この中では、緊急防護措置の解除に関して、
・緊急防護措置の目的を踏まえ、当該措置を継続する必要性、正当性が無いと判断されること
・緊急防護措置の解除に当たって行うべき新たな防護措置の実施時期、方法、内容等を定め、必要な準備を行った上で、適切に解除すること
・緊急防護措置を解除し、適切な管理や除染・改善措置等の新たな防護措置の計画を立案する際には、関連する地元の自治体・住民等が関与できる枠組みを構築し、適切に運用すること

との基本的考え方を示すとともに、上記の基本的考え方を踏まえて、現在実施されている主な緊急防護措置の区域（緊急時避難準備区域、避難区域及び計画的避難区域）ごとに解除に関する考え方を示している。

上記②及びこれを踏まえ、原子力災害対策本部は「避難区域等の見直しに関する考え方について」を 8 月 9 日に決定した。

（２）安全審査指針類等の見直し

① 安全審査指針類の見直し

原子力安全委員会は、安全審査を行うに当たり、安全性の妥当性を判断する際の基礎として、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」（以下「安全設計審査指針」という。）や、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「耐震設計審査指針」という。）等の「安全審査指針」を策定している。また、これを補完するものとして、原子力安全基準・指針専門部会報告書や原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会の内規があり、これらを総称して「安全審査指針類」としている。

原子力安全委員会は、平成 22 年 12 月 2 日に「原子力安全委員会の当面の施策の基本方針」を決定し、原子力安全の基本的考え方を提示するため、①原子力安全の基本原則の明文化、②安全目標の明確化とリスク情報活用に向けた検討、③発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策の高度化等を進めること、原子力安全規制制度の運用のさらなる改善等を図るため、安全審査指針類の策定・改訂等のあり方に関する検討等を行うこと及び原子力安全規制を支える環境整備等を行うこととした。これを受けて、安全確保の基本原則に関すること、安全審査の高度化等に関すること等について、外部の専門家との意見交換を積極的に実施することを決定、一部について検討を

開始したところであったが、3 月 11 日に東日本大震災が発生した。

今回の東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故では、地震及び津波により長期間にわたる全交流電源喪失及び原子炉の冷却機能の喪失に陥ったことにより、原子炉炉心が損傷して大量の放射性物質が環境中に放出されるという深刻な事態に至った。

原子力安全委員会としては、これまでに蓄積された知見や、今回の地震及び津波に係る知見、事故の教訓を踏まえ、安全確保策の抜本的な見直しを図る必要があると考え、6 月 16 日、原子力安全委員会委員長は原子力安全基準・指針専門部会部会長に対し、安全審査指針類の見直しについて検討すること、及び平成 24 年 3 月を目途に、まずその時点までの論点等を整理し、報告することを指示した。

これを受け、原子力安全基準・指針専門部会は、6 月 22 日に会合を開催し、具体的な検討を行うに当たり、専門的かつ効率的な審議に資するため、安全設計審査指針等検討小委員会及び地震・津波関連指針等検討小委員会を設置した。

ａ 安全設計審査指針等

安全設計審査指針及び関連の指針類に反映させるべき事項、並びにその他重要と認められる事項について検討を行うため設置された安全設計審査指針等検討小委員会において、全交流電源喪失及び冷却機能喪失に対する考慮等について検討を進めており、これまでに、3 回（第 1 回：7 月 15 日、第 2 回：8 月 3 日、第 3 回：8 月 23 日）開催している。

当小委員会においては、まず、全交流電源喪失に対する考慮について検討を開始することとした。このため、東京電力株式会社福島第一原子力発電所における全交流電源喪失事象の発生及び進展の状況を把握し、昭和 52 年以来、安全設計審査指針において長期間にわたる全交流電源喪失の考慮を不要としてきた経緯、並びにこれまでの外部及び所内電源の耐震、耐津波安全性の評価のあり方等について調査し、これに基づいて、安全設計審査指針の改訂を含めた全交流電源喪失への規制上の対処策についての審議を行うこととしている。

ｂ 地震・津波関連指針等

耐震設計審査指針及び関連の指針類に反映させるべき事項、並びにその他重要と認められる事項について検討を行うため設置され

た地震・津波関連指針等検討小委員会において、今回の地震及び津波に係る知見等について検討、分析を進めており、これまでに、3回（第1回：7月12日、第2回：8月3日、第3回：8月25日）開催している。

当小委員会においては、津波に関する検討を先行して行うこととし、原子力安全委員会における津波に対する過去の検討の経緯や、中央防災会議における考え方や土木学会での検討状況を聴取、検討を行うとともに、津波についての指針の記述の検討（津波地震、地震以外の影響等を含む。）、残余のリスクに係る事項、耐震設計審査指針及び手引きの運用面のあり方等について、審議を行うこととしている。

② 防災指針の見直し

「原子力施設等の防災対策について」（以下「防災指針」という。）は、中央防災会議が定める防災基本計画において、専門的・技術的事項について十分尊重されるものとして規定されており、国、地方公共団体、事業者が原子力防災に係る計画を策定する際、緊急時における防護対策を実施する際等の指針として、原子力安全委員会が防災対策に係る専門的・技術的事項についてとりまとめたものであり、昨年12月に示した「原子力安全委員会の当面の施策の基本方針について」でも、防災指針について国際基準の取入れの検討を進めることとしており、適宜、必要な検討を進めていたところ、3月11日に東日本大震災が発生した。

原子力安全委員会は、これまでも国際原子力機関（IAEA）や国際放射線防護委員会（ICRP）が示す考え方を踏まえて、防災指針の見直しを検討し、適宜、必要な改訂を実施してきている。今回、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、同事故からの教訓や国際的な考え方を取り入れ、防災対策の抜本的な見直しを図る必要があると考え、6月16日、原子力安全委員会委員長は原子力施設等防災専門部会に対し、防災指針及び関連の指針類に反映させるべき事項を検討し、報告することを指示した。

これを受け、7月14日に原子力施設等防災専門部会部会長を開催し、その中で具体的な検討を行うに当たり、専門的かつ効率的な審議に資するため、防災指針検討ワーキンググループを設置し、これまで3回の会合（7月27日、8月12日及び8月26日）を開催した。

防災指針の見直しに際しては、事故の状況や事故調査・検証委員会

の調査・検証の状況等を踏まえて議論を進めるとともに、ICRP の勧告、IAEA の安全要件等を踏まえたものとし、また、諸外国における原子力防災体制に係る調査、我が国における実情、実効性等を考慮し、検討を行うこととしている。

防災指針に係る技術的・専門的な事項のほか、原子力防災全般に対する基本的な方向性等の議論を含め、検討を行っており、当面、優先すべき課題として、「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲」（EPZ：Emergency Planning Zone）についての検討を進め、10 月を目処として EPZ の見直しに向けた考え方をとりまとめ、平成 24 年 3 月を目処に中間的なとりまとめを行う予定である。

（３）シビアアクシデント対策への対応

原子力安全委員会は、上記（２）①で記載したとおり、平成 23 年 2 月 3 日に、安全確保の基本原則に関することについて、外部の専門家との意見交換を積極的に実施すること等を決定したことを受け、「当面の施策の基本方針の推進に向けた外部の専門家との意見交換」をこれまでに 2 回（2 月 16 日及び 3 月 2 日）開催し、シビアアクシデント対策に係る議論を進めていたところである。

原子力安全委員会は、今回の事故において、「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」（平成 4 年 5 月原子力安全委員会決定）に基づき事業者の自主的活動として従来から整備してきたシビアアクシデント対策が必ずしも有効に機能しなかったこと、福島第一原子力発電所における事故後対応がステップ 1 からステップ 2 に移行して緊急時対応がほぼ終息したこと等を踏まえ、先の意見交換を 8 月 29 日に実施し、シビアアクシデント対策の高度化について議論を再開した。

参考文献

[Ⅶ1-1] ICRP, “Fukushima Nuclear Power Plant Accident”(ICRP ref: 4847-5603-4313), March 21, 2011
http://www.icrp.org/docs/Fukushima%20Nuclear%20Power%20Plant%20Accident.pdf

２．原子力安全・保安院における取り組み

①　国内基準強化に向けた取り組み

詳細設計段階以降の安全基準を作成している原子力安全・保安院においては、原子力安全委員会における安全設計審査指針の改定に関する議論を踏まえ、それを詳細設計段階以降の基準に反映させるため、8月に独立行政法人原子力安全基盤機構を含めた検討体制を整備し、基準等の改正案の検討に着手している。

来年 3 月を目途に報告される原子力安全委員会の指針見直しに関する論点等を踏まえ、来年 4 月に設置を予定している原子力安全庁（仮）において、できるだけ速やかに具体的な基準強化のための措置を講じる予定である。

②　国際基準強化に向けた取り組み

原子力安全・保安院及び原子力安全基盤機構は、28 の教訓を分析し、IAEA の耐震設計指針（NS-G-1.6）、立地指針（DS433）などの見直し案を提案するとともに、IAEA 国際耐震安全センターと協力し、今回の事故に係る最新の技術情報や原子力学会等における基準の整備状況、原子力安全基盤機構における地震津波関連研究の成果などを踏まえつつ、これらの指針の具体的な適用事例などをまとめた技術文書（Safety Report 及び Technical Document）の整備を行っている。

This page intentionally left blank

Ⅷ. 原子力発電所の安全評価に係る追加的な取組み

１．緊急安全対策の実施状況の確認

① 緊急安全対策

原子力安全・保安院は、今般の事故と同程度の津波により全交流電源喪失に至ったとしても、炉心損傷など深刻事態を回避し、冷温停止状態に繋げるための対策として、事業者に対して緊急安全対策を指示し、実施状況を確認してきたところである。（6 月報告書にて報告済み）

これまでに、福島第一原子力発電所を除く全原子力発電所に対して、緊急安全対策の実施を指示し、各事業者から実施状況報告を受け、原子力安全・保安院として、5 月 6 日（福島第一、第二、女川以外の各原子力発電所）及び 6 月 1 日（女川原子力発電所）に、緊急安全対策がそれぞれの原子力発電所において適切に実施されていることを確認した。

原子力安全・保安院においては、緊急安全対策の中で計画されている防潮堤の建設や施設の水密化対策等の中長期対策の実施状況について、引き続き厳格に確認を行っていく予定である。

② 外部電源の信頼性確保

原子力安全・保安院は、4 月 7 日に宮城県沖で発生した地震により、東北電力株式会社東通原子力発電所及び日本原燃株式会社六ヶ所再処理事業所において一時的に外部電源の喪失が発生したことを踏まえ、外部電源の信頼性の更なる向上を図るため、4 月 15 日、電気事業者等に対し、以下の対応をとるよう指示した。

〔指示①〕原子力発電所等の外部電源として、電力系統の供給信頼性を分析・評価すること。また、その結果を踏まえ、信頼性向上対策を検討すること

〔指示②〕複数電源線の全ての送電回線を所内の全号機に接続すること

〔指示③〕電源線の送電鉄塔の耐震性、基礎の安定性等を評価すること。また、その結果を踏まえ、必要な補強等の対応を行うこと

〔指示④〕所内の開閉所等電気設備の津波対策（屋内施設化、水密化等）を講じること

これを受け、各電気事業者等は、5 月 16 日、対応の実施状況に係る報告を原子力安全・保安院に提出し、原子力安全・保安院は、当該報告に対し評価を行った（福島第一、第二以外の各原子力発電所）。

今後、各電気事業者等から提出された報告の実施状況を厳格に確認していく。

なお、福島第二原子力発電所における外部電源の信頼性確保に係る対応については、同発電所における設備復旧状況、原子炉の冷温停止状態を維持するために必要な緊急安全対策の実施状況等を踏まえ、今後、東京電力株式会社より、速やかに報告を受けることとしている。

また、各電気事業者等に対し、東京電力福島第一原子力発電所で観測された地震観測記録の分析結果を踏まえ、開閉所等の電気設備が機能不全となる倒壊・損傷等が発生する可能性についての影響評価、及びその評価結果を踏まえた対策策定に係る実施状況について報告することを指示し、7 月 7 日、各電気事業者等から実施状況が報告され、原子力安全・保安院は当該報告について厳格に確認しているところである。

③ 福島第一原子力発電所事故を踏まえた他の原子力発電所におけるシビアアクシデントへの対応

6 月 7 日、原子力災害対策本部においてとりまとめられた東京電力福島第一原子力発電所事故に関する報告書においては、各電気事業者等の緊急安全対策の実施状況が適切であることを原子力安全・保安院により確認されているとしたうえで、同事故を踏まえ、万一シビアアクシデントが発生した場合でも迅速に対応する観点から措置すべき事項を整理した。

原子力安全・保安院は、同年６月７日、これらの措置のうち、直ちに取り組むべき措置として、各電気事業者等に対し、東京電力福島第一原子力発電所以外の原子力発電所においてシビアアクシデントへの対応に関する事項について実施するとともに、その状況を報告することを指示した。

〔指示①〕中央制御室の作業環境の確保
〔指示②〕緊急時における発電所構内通信手段の確保
〔指示③〕高線量対応防護服等の資機材の確保及び放射線管理のための体制の整備
〔指示④〕水素爆発防止対策
〔指示⑤〕がれき撤去用の重機の配備

これを受け、各電気事業者等は対応の実施状況に係る報告を原子力安全・保安院に報告し、原子力保安検査官が立入検査等を行い、6 月 18 日、シビアアクシデントへの対応に関する措置の実施状況について厳格な確認を行った（福島第一以外の各原子力発電所）。

今後とも必要な改善に継続的に取り組むことを促すことにより、シビアアクシデントへの対応に関する措置の一層の充実を図っていく。

２．ストレステストを参考にした安全評価の導入

＜経緯＞

我が国の原子力発電所については、稼働中の発電所は現行法令下で適法に運転が行われており、定期検査中の発電所についても現行法令に則り安全性の確認が行われている。さらに、これら発電所については、福島原発事故を受け、緊急安全対策等の実施について原子力安全・保安院による確認がなされており、従来以上に慎重に安全性の確認が行われている。

他方、定期検査後の原子力発電所の再起動に関しては、原子力安全・保安院による安全性の確認について、理解を示す声もある一方で、疑問を呈する声も多く、国民・住民の方々に十分な理解が得られているとは言い難い状況にある。

こうした状況を踏まえ、政府（国）において、原子力発電所の更なる安全性の向上と、安全性についての国民・住民の方々の安心・信頼の確保のため、欧州諸国で導入されたストレステストを参考に、新たな手続き、ルールに基づく安全評価を実施することとする方針を７月１１日に公表した。（なお、原子力安全委員会は、7 月 6 日に東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえ、既設の発電用原子炉施設について設計上の想定を超える外部事象に対する頑健性に関して、原子力安全・保安院において総合的に評価することを要請するとともに、評価の視点を示した上で、総合的な評価手法及び実施計画を作成し、報告することを求めた。（添付 VIII-2）

この中で、定期検査中で起動準備の整った原子力発電所について順次、安全上重要な施設・機器等が設計上の想定を超える事象に対しどの程度の安全裕度を有するかの評価（一次評価）を実施することに加え、欧州諸国のストレステストの実施状況、福島原子力発電所事故調査・検証委員会の検討状況も踏まえ、稼働中の発電所、一次評価の対象となった発電所を含めた全ての原子力発電所を対象に、総合的な安全評価（二次評価）を実施することとしている。

また、これらの安全評価においては、原子力安全委員会による確認の下、原子力安全・保安院が評価項目・評価実施計画を作成し、これに沿って、事業者が評価を行うとともに、その結果について、原子力安全・保安院が確認し、さらに原子力安全委員会がその妥当性を確認することとしている。

これを受け、原子力安全・保安院は原子力発電所の総合的な安全評価に関する評価手法及び実施計画を策定し、原子力安全委員会の意見を踏まえて修正を行い、最終的に 7 月 21 日に妥当と認められたことから、７月２２日に事業者に対してこれに基づいた評価の実施を指示したところである。

＜評価手法＞（詳細は添付を参照）

下記の事象を想定し、シミュレーションにより安全裕度を評価する。

－地震、津波、及びその複合事象

－全交流電源喪失、最終的な熱の逃がし場（最終ヒートシンク）の喪失、及びその複合事象

－シビアアクシデントへの対応

一次評価では、設計上、確実に機能や健全性が維持されると判断される値（許容値）と比較して、安全裕度を確認する。

二次評価では、配管の破断など、実際に機能が失われる値（究極の耐力を示す値）と比較して、安全裕度を確認する。

＜評価対象施設＞

全ての既設の発電用原子炉施設（独立行政法人日本原子力研究開発機構高速増殖原型炉もんじゅを含む）を対象とし、建設中のもの（中国電力株式会社島根原子力発電所 3 号機、電源開発株式会社大間原子力発電所、東京電力株式会社東通原子力発電所）を含める。ただし、東京電力福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所及び廃止措置中であって燃料が発電所内に存在しないものは除く（燃料が発電所内に存在する中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1・2 号機、独立行政法人日本原子力研究開発機構新型転換炉原型炉ふげんは対象）。

＜今後の見通し＞

一次評価については、定期検査中で起動準備が整った原子炉施設から順次、事業者が評価を実施し、原子力安全・保安院に報告することとなる。その内容について原子力安全・保安院が評価し、更にその妥当性を原子力安全委員会が確認することとなる。

二次評価については、全ての原子力発電所（福島第一、福島第二を除く。）について、本年内を目途に、事業者から原子力安全・保安院への報告がなされる予定。その内容についても原子力安全・保安院が評価し、更にその妥当性を原子力安全委員会が確認することとなる。

This page intentionally left blank

Ⅸ．むすび

東京電力福島原子力発電所の事故が発生してから約半年が経過した。地震と津波に起因している今回の原子力事故は、複数号機で同時にシビアアクシデントが発生したこと、周辺の広範囲に事故の影響が及んでいること、事故の収束まで長時間を要していることなど、国内外に例をみない大きな事故となっている。

我が国では、現場作業員を含め、事業者、国、地方自治体などの関係機関が一丸となって取り組んでいる。事故収束への道筋では、ステップ１からステップ２に進むことができたとはいえ、まだ、事故収束の完了、除染活動の実施、事故収束後の現場における中長期的計画の策定とその実施などは容易なことではないと認識している。また、モニタリングや除染を含めた原子力被災者への対応に際しては、地元の声にしっかりと耳を傾けつつ、取組みを進める必要がある。

今回の第２報では、福島原子力発電所等における事故発生直後の対応等についてもより詳細に記載した。地震や津波による損壊や瓦礫の影響や水素爆発による散乱物の影響等の厳しい環境の中で、現場で作業に従事する人や関係機関の職員などが懸命に取り組んできた状況も示した。政府は、作業に従事する人の健康管理などの支援については全力で取り組むことにしている。

我が国は現在まで、世界各国や関係の国際機関等から様々な支援を得ており、厚く感謝するとともに、引き続きの協力をお願いしたい。

我が国は、我が国と世界の英知と努力を結集して、この事故からあらゆることを学んでいくように取り組みつつ対応することにより、必ずこの事故を乗り越えることができると確信している。

This page intentionally left blank