

動させたのは20時50分頃であった。しかし、20時07分頃段階で既に、1号機圧力容器内圧力はD/DFP吐出圧力(0.69Mpa程度)より相当に高く、圧力容器内に注水するためにはSR弁を開いて圧力容器を減圧する操作(圧力容器ベント)が必要であったところ、1・2号機の全電源喪失のため、これを行うには合計120Vのバッテリーを1/2号中央制御室に持ち込んで制御盤内の端子に接続する電源復旧作業が必要であった。しかし、結局この時点においても、その後においても、1号機においてこのような電源復旧を行って圧力容器減圧がされないまま、12日1時48分頃にD/DFPの停止が確認された。このD/DFPはその後バッテリー交換や燃料補給が試みられたが、再起動することではなく、停止の原因も不明であった。

他方で消防車を用いた代替注水については、前記のとおり既に17時12分頃にdn所長が検討を指示していたものの、AM策として定められておらず、各機能班の中で役割や責任が不明確であり、12日2時頃になるまで、発電所対策本部内部で、役割・責任を自覚して検討したグループはなかった(123、138頁)。12日未明までに行われたことは〈1〉消防車の被害状況、利用可否状況の確認、〈2〉19時頃に2号機と3号機の間の通路を、免震重要棟から海側ヤードに出るためのルートとして確保したほか、1ないし6号機付近の道路を補修する(これにより同日未明までに5・6号機付近にあった消防車1台も使用可能となった。)などの道路整備、〈3〉19時頃以降に行われた消防車派遣要請であったが、消防車を用いたFP系注水実施に向けた具体的な検討、準備(使用可能な送水口の確認、消防車の配置や消防ホースの敷設など)は始まっていなかった。発電所対策本部は、12日2時03分頃、上記1号機D/DFPの作動停止に関する報告を受け、それによる圧力容器内への注水の見込みが薄くなったため、消防車の消防ホースを1号機T/B送水口に接続して、FP系ラインを用いて1号機圧力容器内に注水するほかないと考えた。しかし、この時点で上記送水口の位置すら把握されておらず、同日2時頃以降、消防車を運転できる関係企業社員及び発電所対策本部の者で1号機T/B送水口の捜索が行われ、本件津波の影響で流された車が積み重なっている状況などから即時には見つからず、結局送水口が発見されたのは同日3時から4時にかけての頃であった。なお、同日2時45分頃に、1号機圧力容器内圧力はSR弁による圧力容器減圧操作をしていないにもかかわらず、D/W圧力と近時する0.800Mpa(被告東電が一般的に用いる消防車の消防ポンプの吐出圧力は0.85Mpaである(137頁注45。))を示しており、発電所対策本部は、減圧せずとも消防車の吐出圧力をもってすれば注水可能と判断した。なお、この圧力が正しければ、この時点で、既に、圧力容器が一定の破損をしていると解される。12日4時頃以降、上記発見された1号機T/B送水口に消防ホースを接続し、まず消防車水槽内の淡水が注水開始され、同淡水枯渇後は、本件津波の影響で使用不能となっていた消防車水槽内にある淡水を、注水していた消防車に補給した。しかし、その後、1号機T/B付近の放射線量の上昇で中断し、同日5時頃、作業を再開した後は、注水流量を制限したり、防火水槽等からの水の補給のために注水を中断したりしながら断続的に1号機圧力容器内への注水が行われた(なお、この間同日6時から7時頃にかけて消防車2台が到着するなどし、水の補給が容易になるような消防車及び消防ホース敷設が行われた。)。この頃時点で、発電所構内の防火水槽すべての淡水を1号機注水への水源とすることは実際上困難であり、また防火水槽内部の淡水にも限りがあったため、dn所長は、同日12時頃、1号機周辺の防火水槽内部の淡水が枯渇した場合には海水を注入することを決断し、そのためのラインナップを検討するよう指示した。同日14時53分頃、消防車による1号機圧力容器内への淡水注入の水源であった防火水槽の淡水が枯渇し、dn所長は、14時54分頃、1号機圧力容器内への海水注入を指示した。上記12時頃の海水注入ラインナップ検討指示を受けて、3号機前の逆洗弁ピット内にたまった海水を利用することが決められており、14時54分頃の指示を受けて、そのためのライン構成作業が行われ、その作業は15時30分頃ほぼ完了した。しかし同日15時36分頃、1号機R/Bで水素爆発(1号機水素爆発)が発生し、現場で作業していた作業員複数人が負傷するなどし、また現場の注水作業員は退避し免震重要棟に戻った。また海水注入ラインのために敷設した消防ホースも破損して使用不能となり、爆発の影響を調査し、安全が確認されるまで復旧に着手できない状況となった。dn所長は、1号機水素爆発の影響で建屋がれきが散乱して放射線量が高く、再爆発が起こる危険も払拭できなかったが、1号機圧力容器内への代替注水に向けた対応を迫られていたため、同日17時20分頃には現場確認と現場作業を再開させることを決断し、指示した。

(121~135、165頁)

(ウ) 格納容器ベント関係

11日夕方以降、1/2号中央制御室では、1・2号機について、今後格納容器内の圧力が上がることによって、格納容器が破損することを避けるため、格納容器ベントを実施する可能性もあると考え、AM用の手順書の確認、格納容器ベントに必要な弁の特定・位置確認など、電源喪失時における格納容器ベントの実施に向けた準備を開始した。同様に発電所対策本部においても、この頃から電源喪失時における格納容器ベント操作手順の検討を開始した。しかし、AM用の手順書では、電源があることを前提に中央制御室からのスイッチ一つで遠隔操作することを前提としていたため、当直班は、ベント弁の実際の位置、また手動で開状態にするための方法などを明らかにするためベント弁の設置・構造等について検討する必要があり、発電所対策本部においても弁の型式・構造に詳しい協力企業に問い合わせるなどしていた。ただし、この協力企業に連絡がついたのは12日未明であった。(139、140頁)

前記のとおりdn所長は、23時50分頃、ICの機能不全に気づき、12日0時06分頃、既に1号機の事態が悪化してD/W圧力も最高使用圧力を超えている可能性があると考え、1号機格納容器ベントを指示した。ここで指示されたのは、放射性物質放出割合がD/Wベントよりも相対的にはるかに低いS/Cベントの指示であった(140、141頁注46)。なお、dn所長は、同時に2号機についてもRCICの作動が確認できておらず、近いうちに1号機と同様の状態になることを予想し、格納容器ベント実施準備を進めるよう指示した。dn所長は、同日0時49分頃、原災法15条1項が規定する特定事象(原子炉格納容器圧力異常上昇)が発生したと判断し、同日0時55分頃官庁等に報告した。同日3時06分頃、当時の被告東電役員、経済産業大臣及び保安院長は、1・2号機格納容器ベント実施に関し、その実施前にあらかじめ国民に周知するため、共同記者会見を行った。(143、144、146、147頁)

12日未明以降、1/2号中央制御室では、当直班全体で、配管計装線図、AM用手順書、弁の図面等の資料等を利用して、ベント弁の操作方法や手順等を確認し、格納容器ベントライン(S/C側)構成のために必要な弁の開操作の順番、手動で開操作を実施すべきS/Cベント弁(A/O弁)小弁(前記前提事実第2の3(4)参照)のあるトラス室への道順や実際の作業場所などを繰り返し確認した。さらに当直班は、この頃格納容器ベント作業に必要な装備として、S/B1階に保管されていた耐火服、警報付ポケット線量計、サーベイメータ、全面マスク、懐中電灯などを可能な限り集めていた。12日0時以降から4時30分頃まで、本件原発では余震が合計21回発生していたため、dn所長は、同日4時30分頃、余震による津波の可能性を考慮して、各中央制御室に現場操作の禁止を指示した。さらに同日4時頃から5時頃には1号機R/B内

の放射線量が異常上昇しており、5時頃には、1/2号中央制御室においても放射線量上昇が生じ、特に1号機側の放射線量が高くなり、当直班は、ほぼ全員が2号機側に移動して、身をかがめて床上に座りこんで待機するなどした。これらの余震や放射線量上昇は、格納容器ベントに向けた作業の障害となった(157頁)。同日6時50分頃には、当時の経済産業大臣から格納容器ベント実施命令が下され、7時11分頃には、当時の内閣総理大臣が本件原発に赴き、dn所長から現場作業が困難を極めていくことの状況説明を受けた。同日8時03分頃、dn所長は、同日9時を目標として格納容器ベントの実施に向けた作業を実施するよう指示し、そのためには放射線量上昇のため入域禁止となっている1号機R/B内に立ち入らなければならなかったため、当直班に対し、相当程度の被ばくのおそれがあるものの、現場に行き手動で開操作を行ってほしい旨を要請した。当直班もこれを引き受け、1号機R/B内に立ち入って格納容器ベント弁(M/O弁)及びS/Cベント弁(A/O弁)小弁を開操作することを決め、若手当直を除外し、2人1組の3班体制とするなど体制を決めた。

発電所対策本部では、同日8時37分頃、福島県に対し、9時頃の格納容器ベント実施作業開始に向けて準備していることを連絡したが、同県の要請により、避難が完了してから格納容器ベント実施作業を開始することで調整がなされた。発電所対策本部は、同日9時02分頃、bp町役場との間の電話連絡を通じて、bp町内の住民の避難がすべて完了したと認識し、1/2号中央制御室に対し、格納容器ベント操作を指示した。なお、実際にはbp町内で当時避難は完了しておらず、発電所対策本部の避難がすべて完了との認識は誤っていた。

同日9時04分頃、当直班2人が格納容器ベント実施のために1号機R/B内に立ち入り、まずR/B2階にある格納容器ベント弁(M/O弁)のある現場まで行き、同日9時15分頃、同弁を手動で25%開にして、1/2号中央制御室に戻った。同日9時24分頃、当直班の別の2人がS/Cベント弁(A/O弁)小弁を開操作するために1号機R/B地下1階トラス室に向かったが、途中で線量限度100mSvを上回る可能性が生じたため、断念し、同日9時30分頃1/2号中央制御室に戻った。その報告を受け、当直班も、発電所対策本部も、トラス室に立ち入ってS/Cベント弁(A/O弁)小弁を手動で開操作することを断念した。前記前提事実第2の3(4)記載のとおり、S/Cベント弁(A/O弁)には小弁のほか大弁があったところ、大弁を開操作するには、駆動用の空気圧を送る配管にある電磁弁を直流電源又は交流電源で開とした上で、空気圧を送る必要があったが、本来この空気圧を送るための既設の大型コンプレッサーは電源喪失のため使用不能状態にあり、空気ポンプも備え付けられていたが、1号機R/B内に立ち入って開栓しなければならず、小弁同様放射線量が高いことから操作することができなかった。そこで、発電所対策本部は、1/2号中央制御室において、仮設照明用小型発電機を用いて電磁弁を開けるとともに、可搬式コンプレッサーを配管に接続して空気圧を供給することで、S/Cベント弁(A/O弁)大弁の開操作を実施することを決めた。もっとも、本件原発では同大弁を開くのに必要な可搬式コンプレッサー及びこれを配管に接続するアダプターを非常用に備蓄しておらず、構内外の協力企業事務所にこれがないかを検索するとともに、可搬式コンプレッサー接続箇所の検討を開始した。発電所対策本部は、同日12時30分頃、本件原発構内の協力企業事務所に可搬式コンプレッサーがあることを把握し、これを入手するとともに、アダプターの代用となる治具も併せて入手した。そして、その配置・接続作業やその後の燃料補給作業のために、同コンプレッサーを設置する放射線量が低い場所を検討し、具体的手順を検討した上で、同日14時頃までに、設置場所と決められた1号機R/B大物搬入口に同コンプレッサーを運搬、配置、接続し、14時頃、可搬式コンプレッサーを起動するとともに、1/2号中央制御室でS/Cベント弁(A/O弁)大弁の電磁弁の開操作が行われた。これにより格納容器ベントがなされ、dn所長は同日14時30分頃に格納容器ベントによる放射性物質の放出がなされたと判断し、15時18分頃官庁等に報告した。しかし、15時36分頃、1号機水素爆発が生じ、その後の現場確認で上記設置された可搬式コンプレッサーの作動停止が確認され、再起動も試みられたが起動しなかった。その後、放射線量が高いため、同設置場所付近に立ち入ることができず、新たな可搬式コンプレッサーが設置されたのは20日頃になってようやくであった。

(139~156頁)

イ 2・3号機における1号機水素爆発までの事故経緯

(ア) 2号機

2号機では、本件津波到達後全電源喪失が生じる直前の15時39分頃、当直班がRCICを手動起動したが、全電源喪失後、作動状況の制御はもとより、制御盤上の弁開閉用の状態表示灯がすべて消え、作動状態を確認することもできなくなった(客観的にはRCICは制御不能とはなったが作動していた。)(24、94、146頁、丙ハ130)。このようにこの段階でRCICの作動状況が不明であったため、dn所長は2号機についても1号機同様、非常用炉心冷却装置による原子炉注水ができなくなったおそれがあると考え、17時12分頃に1号機と同時に、2号機についてもAM策として定められていたSR弁を開け、压力容器を減圧した後のFP系ラインからの注水と、AM策として定められていなかった消防車を用いた注水を検討するよう指示した(121~123頁)。当直班は、2号機についても1号機同様、D/DFPの起動確認のために2号機T/B地下1階にあるFPポンプ室に行こうとしたが、付近が本件津波の影響で浸水しており近づくことができず、そのような状態である以上、2号機D/DFPは被水して起動不能に陥っている可能性が高いと考え、12日1時20分頃には停止していると判断し、結局2号機D/DFPの直接の起動確認は行われていない(127頁)。他方で、FP系注水ラインの構築は行われており、当直班は、1号機FP系ライン構築後、2号機R/B及びT/Bに立ち入り、FP系から復水補給水系に接続する電動弁を手動で開けるなどライン構成作業を行い、11日中にはこれを完了させた(128頁)。2号機については、原子炉水位が一切不明であり、RCICによる原子炉への注水状況が確認できなかったため、dn所長は、21時13分頃には、2号機RCICが全く作動していないという最悪の事態を仮定すれば、压力容器内水位のTAF到達時刻が21時40分頃と評価しており、この頃は発電所対策本部において1号機ICが作動していると誤解していたこともあって、2号機のほうが強い危機感を持たれ、そのことを前提に各号機のプラント制御に必要な措置が検討されていた(109、141、142頁)。22時頃、2号機の原子炉水位が判明し、それによればTAF+3、400mmであったため、発電所対策本部及び本店対策本部は、2号機はRCICが作動している可能性が高いと判断し、むしろ1号機のほうが危険な状態にあると考えを改めた(142頁)。とはいえ、RCICの作動状況が確認できなかったため、前記のとおりdn所長は、12日0時06分頃、1号機の格納容器ベント準備指示と併せて2号機についても格納容器ベント準備指示を行った(144頁)。12日1時から2時にかけての頃、当直班は、2号機RCICの状態について現場確認をするため、2号機R/B地下1階にあるRCIC室に行ったが、RCIC室の扉を開けると水が流れ出てきたため、入室できず、同日2時10分頃に再度RCIC室に向い、このときは入室したが、RCIC作動中との確認までは得られなかった(145頁)。そこで、当直班は、2号機R/B1階及び2階にある計器ラックでRCICの状態を確認することを考え、その計測機器の確認の結果、RCICが作動中であ

ると判断し、同日2時55分頃には、発電所対策本部までこの旨報告された(146頁)。そのため、dn所長は、1号機の格納容器ベントを優先的に進めるとともに、2号機については引き続きパラメータ監視を継続するよう指示した(146頁)。そして、同日4時頃、RCICの水源となっていた復水貯蔵タンクの水位減少が確認されたため、当直班は、同日5時頃までにRCICの水源を復水貯蔵タンクからS/Cに切り替えた(192頁)。

(イ) 3号機

3号機は前記のとおり本件津波到達直後の15時38分頃全交流電源喪失となったが、直流電源盤が被水を免れ、压力容器内圧力や原子炉水位(压力容器内水位)など主要なパラメータを3/4号中央制御室で確認できる状況であり、また直流電源で操作可能なRCIC及びHPCIも起動可能な状況であった。そこで、16時03分頃、当直班は、3/4号中央制御室でRCICを起動し、運転状況を監視し、RCICが停止すれば速やかにHPCIを起動できるよう備えた。他方でRCIC及びHPCIは、前記前提事実第2の3(3)イ(ウ)及びウ(ア)記載のとおり、最終排熱先がいずれもS/Cであり、これらのみで冷温停止に至ることが困難であることから、これらが起動中に他の代替注水を検討・実施する必要があるものであった。そのため、当直班は、その時間を十分確保するためRCIC及びHPCIをできる限り長く作動状態に保つため、11日夕方以降当面必要でないものから給電を止め、バッテリーの負荷を落とし、また原子炉水位が高くなってRCICが自動停止すれば再起動時にバッテリー容量を大きく消費してしまうため、流量を調整しながらRCICを作動させていた。しかし、12日11時36分頃、3号機RCICは停止し、その後再起動が試みられたが、再起動することはなかった。同日12時06分頃、当直班は、D/DFPラインを起動し、その後、S/Cスプレイを実施した(170頁)。その後、3号機の原子炉水位が低下し、同日12時35分頃、3号機HPCIが自動起動した。当直班は、RCIC同様、流量を調整しつつHPCIを運転制御した。この頃、dn所長は、1号機压力容器内への注水及び格納容器ベントが最優先課題と認識しており、3号機については当面HPCIによる注水を考えていた。(95、96、164、165、170頁)

ウ 1号機水素爆発までの電源復旧作業状況

前記のとおり、本件津波到達直後の15時37分から41分にかけての頃、1ないし3号機の全交流電源が喪失するとともに、1・2号機は直流電源も喪失したところ、発電所対策本部は、電源の被災状況の確認と併行して、被告東電本店に対して、電源車の早期調達を要請した。被告東電本店は、16時10分頃には被告東電本店に対し、高圧・低圧電源車の確保等を指示し、16時50分頃にはこれらが出発したが、道路被害や渋滞により思うように進まず、18時20分頃には東北電力にも高圧電源車の派遣依頼を行った。まず21時28分頃以降に自衛隊の電源車が本件原発に到着したが、ケーブル接続用のコネクタの仕様が異なっていたため実際の電源復旧に用いられることはなく、東北電力の高圧電源車4台が12日1時20分頃までの間に本件原発に到着した。

他方で前記のとおり、dn所長は、主要なパラメータ計測機器類から優先的に復旧を急ぐように指示していたところ、11日夕方以降、発電所対策本部は1/2号中央制御室の計測機器の電源復旧に関する検討をし、協力企業に対し、電源として用いるバッテリー調達の協力を要請した。そして同本部は、20時頃までに構内企業の大型バスの12Vバッテリー(約40kg(乙ロ4の2(添付10-2)))2個、構内企業から収集した6Vバッテリー(約20kg(乙ロ4の2(添付10-2)))4個を調達して、1/2号中央制御室に持ち込み、合計24Vのバッテリーを直列に接続し、制御盤裏にある原子炉水位計用の端子に接続する作業を実施した。その際は、1/2号中央制御室内に照明がなく、また分厚い配線図から目的の機器を検索して、回路が成立する場所を確認する、ケーブルや端子等の配線に必要な材料を1/2号中央制御室で捜索する等した。そして、21時19分頃に1号機の原子炉水位計が、22時頃に2号機の原子炉水位計が復旧した。ただし、少なくとも1号機の原子炉水位計についてはその復旧時点から正しい水位を示していなかった(117、159頁、丙ハ131(添付2-4)、169(添付1-4-9))。なお、23時頃にも業務用車両から12Vバッテリー(約20kg)3個を取り外し、12日未明に1/2号中央制御室内に持ち込まれ、計器用電源として利用された(乙ロ4の1(243頁)、4の2(添付10-2))。また、上記の12Vバッテリー以外にも、11日夕方の本店対策本部からの要請を受け、被告東電本店火力復旧班が、周囲の火力発電所等から本件原発へバッテリー搬送することを決めており、自衛隊ヘリコプター輸送支援を受けて、12日1時20分頃に2Vバッテリー(約12.5kg)50個が本件原発に到達した。その他に1号機水素爆発までに合計284個の2Vバッテリーが本件原発近くまで到着し、輸送準備中であったが、1号機水素爆発のために輸送作業は中断された(乙ロ4の1(245~247頁))。なお、本店対策本部は、11日深夜から12日朝方にかけてプラントメーカーから12Vバッテリーが手配可能との連絡を受けて、大至急で輸送するよう1000個発注もしていたが、都内から輸送車が出るができない状況が生じ、これらが本件原発に到着したのは320個について14日中、残りの一部について15日3時頃以降であった(乙ロ4の1(244頁))。

他方で発電所対策本部は1/2号中央制御室及び3/4号中央制御室の照明復旧のため、交流電源の小型発電機も調達しており、20時49分頃には1/2号中央制御室内に、21時58分頃には3/4号中央制御室内に仮設照明が設置された。ただし、この仮設照明は、書面や計測機器を読み取るために必要な手元程度を照らすことが可能なものに過ぎなかった。また上記交流電源の小型発電機は、後に2号機のD/W圧力計やS/C水温計等の交流電源を必要とする計測機器の電源としても用いられた。

発電所対策本部は、11日16時39分頃以降、各電源設備の被害状況の確認を進めていった。その結果、外部電源の早期復旧が困難であること、非常用D/Gが6号機空冷式非常用D/Gを除き本体や電源盤等が被水して使用できず早期の復旧の見込みもないこと、1ないし5号機は常用系、非常用系すべての高圧配電盤(M/C)が被水して、仮に外部電源や非常用D/Gが機能しても電力を必要とする機器に供給できないことなどが判明した。具体的には、20時56分頃までに、1号機についてはM/C及びP/Cのすべてが使用できないこと、2号機についてはM/Cのすべてが使用できず、P/Cの一部が使用可能であることが判明した。そこで、発電所対策本部は、使用可能なP/Cの動力変圧器及び電源車を用いて復旧が可能な電気系統を調べ、結果、1号機については2号機P/CのC系統(以下「P/C2C」という。2号機T/B1階に電源盤がある。)から1号機MCCに仮設ケーブルを接続して480V電流を通せばホウ酸水注入系を利用できること、2号機についてはP/C2Cに高圧電源車を接続すれば480Vに変圧し、ホウ酸水注入系及び制御棒駆動水圧系を利用できることが判明した。これらホウ酸水注入系及び制御棒駆動水圧系は、冷却手段として利用でき、水量こそ多くないものの建屋内に水槽があるため、地震津波の影響も比較的小さく、压力容器内圧力が高くとも注水可能であるという利点があった。発電所対策本部は、前記のとおり直流電源が喪失しておらずRCIC作動確認ができていた3号機よりも、IC又はRCICの作動が確認できていない1・2号機の電源復旧を優先的に実施することとし、具体的な電源車配置、高圧ケーブル敷設場所等を検討の上、

12日未明以降、被告東電社員及び協力企業社員約40人を動員して、高圧ケーブル（総重量が1トン以上あった。）敷設作業を行い、また併行して、十数人でP/C2Cと1号機C/B地下1階にある1号機MCCまでの低圧ケーブルを敷設する作業等を行った。またこの間、P/C2Cへの高圧電源車からの高圧ケーブルの接続に必要な端末処理や、低圧ケーブルと1号機MCCとを接続する端末処理作業も行われた。上記作業のうち、特に高圧ケーブルの敷設は、大津波警報発令が継続し、余震が繰り返す中で作業中断を余儀なくされる、現場と発電所対策本部の通信手段が無線機に限られ、連絡の際には無線機を傍受できるまで移動を強いられる等して、数時間を要し、さらに高圧ケーブルとP/C2Cとの接続のための端末作業が特殊な作業であったことからそれも数人の技術者によって数時間を要して実施された。この間に被告東電内で調達した電源車が本件原発に到着したため、結局P/C2C復旧に利用された高圧電源車は被告東電内の電源車が使用された。12日15時30分頃、P/C2Cへのケーブルつなぎ込みや高圧電源車の接続等が完了し、高圧電源車を起動させ、絶縁抵抗測定が開始されていた。しかし、同日15時36分頃、1号機水素爆発が発生し、上記高圧電源車に接続するために敷設されていたケーブルが損傷し、また再爆発の危険のため現場作業従事者も免震重要棟へ避難し、高圧電源車運転操作者も離れざるを得ないため高圧電源車も手動停止された。

(158～163頁、乙ロ4の1・2、丙ハ131、169)

(2) 1号機水素爆発後、3号機水素爆発まで(12日15時36分頃から14日11時1分頃までの間)

ア 1号機の水素爆発後の状況

前記のとおり、12日15時36分頃、1号機水素爆発が発生し、作業員の一部が負傷し、作業員らは免震重要棟に退避する等したが、dn所長は、同日17時20分頃には現場確認、現場作業を再開させることを決断し、指示した。そこで現場確認がされると、1号機圧力容器内海水注入に用いられていた消防車3台の消防ポンプ自体は正常に作動していたが、消防ホースは損傷しており、引き直しが必要となった。そこで現場作業員は、新たな消防ホースを用意して、手作業で敷設する等して復旧に努め、同日19時04分頃、1号機へ海水を注入することができるようになり、この頃以降海水注入が再開された。なお、1号機水素爆発以降の同日夕方以降、官邸では1号機への海水注入や避難指示等区域の拡大についての議論がなされ、その中で海水注入の継続に関連するやり取りがあった。この議論が一旦中断された際に、被告東電幹部からdn所長に海水注入に関する質問がなされ、そこで官邸で検討中であるため、海水注入を待つてほしい旨要請されたが、dn所長は海水注入中断の危険性を懸念し、自らの責任で継続することを決断し、本店対策本部等とつながっているテレビ会議システムの前では海水注入中断を指示したが、実際には現場で、小声で絶対に注水を中断しないよう指示しており、海水注入はそのまま継続された。(165～169頁)

しかし、後記のとおり、14日1時10分頃、1号機海水注入の水源となっていた3号機T/B前の逆洗弁ピットの海水(3号機への海水注入の水源でもある。)が枯渇し、1号機(及び3号機)への注水は中断した。その後、後記のとおり、3号機については再開され、さらに同日9時過ぎ頃、海から3号機T/B前の逆洗弁ピットに海水を補給するラインが完成したものの、3号機が優先され、1号機については海水注入が中断したまま、同日11時01分に3号機水素爆発が生じ、これに伴う作業中断、海水注入ライン破損等により、さらに海水注入中断が継続し、1号機について注水が再開したのは同日20時30分頃であった。(195、217、224頁、甲イ4(70頁))

イ 3号機の水素爆発後の状況

(ア) HPCIの手動停止

前記のとおり12日11時36分頃、3号機RCICは停止し、同日12時35分頃HPCIが自動起動した。その間に当直班は、3号機のD/DFPラインを構築し、その後S/Cスプレイを実施した。前記前提事実第2の3(3)イ(ウ)記載のとおりHPCIは、RCICよりもポンプ容量が大きく、流量が大きいため、流量を調節しなければ原子炉水位(圧力容器内水位)が急上昇してすぐに自動停止することから、当直班は、流量を調整しながら作動させていた。同日20時36分頃、3/4号中央制御室では、3号機原子炉水位計の電源(24V直流電源)が枯渇し、圧力容器内水位の監視ができなくなった(なお、それまでに調達されていた2Vバッテリー13個(予備用バッテリー1個を含む。)が水位計回復に用いられ、13日3時51分頃に圧力容器内水位が確認可能となった(170、171頁、乙ロ4の1(245頁))。)。当直班は、
 (1) HPCIは本来圧力容器内圧力がより高圧な場合を予定する注水システムであること、(2) HPCIの吐出圧力と圧力容器内圧力が拮抗するようになり、圧力容器内水位が不明な中で注水が十分になされているのか判断しなかつたこと、
 (3) SR弁の状態表示灯が点灯しており、依然制御盤上の遠隔手動操作でSR弁の開操作による圧力容器ベントができることと考えたこと、(4)当時の圧力容器内圧力が0.8Mpaから0.9Mpaといった低い状態であり、SR弁を開けて圧力容器ベントをし、D/DFPの接続先をS/Cスプレイラインから原子炉注水ライン(圧力容器内注水ライン)に変更すれば、D/DFPを用いた低圧注水ができると考えたこと等から、13日2時42分頃、HPCIを手動停止した。この手動停止と前後して、当直班は、3号機R/Bに立ち入り、D/DFPの注水ラインをS/Cスプレイラインから原子炉注水ラインに切り替えた。当直班は、HPCI手動停止後、同日2時45分頃と2時55分頃の2回にわたり、3/4号中央制御室の制御盤上の遠隔手動操作で圧力容器減圧のためのSR弁開操作を行ったが、いずれにおいてもSR弁は開かず、制御盤上の状態表示灯も全開を示す状態から変わらなかつた。そのため、当直班は、SR弁の開操作、これによる圧力容器減圧に失敗したと判断した。なお、この原因は、少なくとも2回目の開操作についてはバッテリー容量が不足していたためであった(後記のとおりバッテリー電源を復旧させた後の同日9時50分頃SR弁の開操作ができていること、少なくとも2回目については圧力容器内圧力が低いといった他原因が考えにくいこと(173頁注57)からすれば、少なくとも2回目の開操作失敗の原因はバッテリー容量不足であると推認できる(173頁)。政府事故調技術解説(甲イ4(80頁))も概ね同旨である。)。これらの結果、HPCI起動中の12日19時以降0.8Mpaから1.0Mpaを推移し、13日2時44分頃には、0.580Mpaまで低下していた3号機圧力容器内圧力は、それ以降上昇傾向に転じた(170、173、174頁)。当直班は同日3時05分頃、D/DFPを起動させて代替注水することを試みたが、当時の3号機D/DFPの吐出圧力は0.4Mpa前後であったから、それは圧力容器減圧をしない限り、物理的に不可能な状況であった(なお、前記のとおり被告東電が一般的に用いていた消防車が備える消防ポンプの吐出圧力は0.85Mpaである。)(174、188、189頁)。当直班は、同日3時35分頃、HPCIの再起動を試みたが、再起動できず、それはバッテリーの残量不足による可能性が高い。なお、HPCIのバッテリーは、大型の直流電源を使用しており、人力で持ち運ぶことは困難であったため、3号機R/Bに持ち運んで取替作業を行うことは事実上不可能であった(94頁注23、175頁)。その後RCIC室に立ち入り、RCICによる注水も試みたが、RCICも再起動することはなかつた。当直班は、HPCI手動停止前から、同停止について発電所

対策本部の人間に相談し、同停止後のSR弁開操作失敗やHPCI、RCIC再起動失敗について報告していたが、同本部がその他の現場対応に奔走する等していたことから、少なくとも同本部長に十分に伝わらず、dn所長を含む同本部としてはHPCIが正常に作動し続けているものと考えていた。dn所長などが3号機のHPCIが13日2時42分頃に停止したことを把握したのは、同日3時55分頃になってからであった(もともと、それは、自動停止したと理解していた。)

(170～176頁)

(イ) 代替注水関係

前記HPCIの停止等の報告を受けたdn所長は、(1)D/DFPによる代替注水は、吐出圧力が弱く、水源であるろ過タンクの水量にも疑義がある上、1号機同様ろ過タンクからFP系ラインにつながる建屋外配管も本件地震の影響で破断している可能性があり、信用できないと考えたこと、(2)後記のとおり3号機電源復旧の準備・検討が開始されていたが、上記報告段階で電源復旧の目処は立っていなかったことから、3号機について他号機より優先して、SR弁による圧力容器減圧及び消防車を用いた注水を実施する必要があると判断した。そこで、1号機同様、3号機T/B前の逆洗弁ピット内の海水を3号機圧力容器内に注水するラインを構築するとともに、SR弁開操作に必要なバッテリーを調達するよう指示した。そのうえで、dn所長は、13日5時58分頃、原災法15条1項が規定する特定事象(原子炉冷却機能喪失)が発生したと判断し、官邸等に報告した。(176、177頁)

上記指示のうち、まず消防車による注水ラインについては、1号機代替注水に利用していないその時点で利用可能な消防車が2台あり、さらに13日6時から6時30分頃にはもう1台が本件原災に到着していたところ、そのうちの1台が用いられることとなり、同日7時頃までには3号機T/B前の逆洗弁ピットから3号機圧力容器内までの注水ラインが完成した。次にSR弁開放のためのバッテリーについては、その時点で本件原災に調達されていたバッテリーが2Vのものばかりであり、SR弁開操作に必要な120Vとするには60個直列に接続するという非現実的なものであった。そのため、同日6時頃から発電所対策本部の者が発電所構内のバッテリーを探し始め、中央制御室の電源復旧のために用いていた車両用12Vバッテリーを10個直列に接続することを考え、同日7時44分頃までに社員の通勤用自動車から12Vバッテリー(約20kg(乙ロ4の2(添付10-2)))20個を集め、そのうえで、このうち10個を3/4号中央制御室に持ち込み、直列に接続して、SR弁制御盤につなぎこんだ(乙ロ4の1(243頁))。この際には、既に同中央制御室でも放射線量が高くなっており、懐中電灯を用いながらの作業で、専用工具もなく、また120V程度まで接続すると火花が飛び交って恐怖を感じるほどという状態で、通常よりも時間を要し、SR弁開操作が行われたのは同日9時50分頃であった(179頁(SR弁操作時刻の記載は甲イ2の2に照らし採用しない。))、甲イ2の2(37頁注73、資料Ⅱ-1-1(161、162頁))、甲イ4(84～86頁)、乙ロ4の1(別紙2(147頁))。他方で、同日早朝までに官邸では3号機において海水注入に向けた作業を実施しているとの情報を得て、海水を注入すれば廃炉となる、淡水注入をすればよいのではないかとといった意見が出ており、同会合に出ていた被告東電幹部は、dn所長の判断を確認するために電話をかけ、官邸では極力淡水を使ったほうがよいのではないかと意見が出ている旨を伝えた。同電話は、官邸で出た意見を伝えたに過ぎなかったが、dn所長は、これを重く受け止め、海水の前に淡水注入すべきというのが官邸の意向と認識し、上記のとおり同日6時30分頃までに到着していた消防車を用いればそれも可能であるかもしれないと考え、海水注入のための作業を中断して、使える淡水をすべて使えるよう注水ライン変更を指示した。この指示頃の時点で既に、上記のとおり3号機T/B前の逆洗弁ピットからの海水注入ラインは完成していたが、上記指示を受けて、再度3・4号機R/B付近の防火水槽から淡水をくみ取り、3号機T/B前防火水槽に補給し、ここから3号機T/B送水口に注水するラインの敷設等作業が行われた。そして、上記同日9時50分頃のSR弁開操作前の段階で、既に3号機圧力容器内圧力は、圧力容器又はその周辺部の破損等の影響で、同日8時55分頃に7.300Mpaあったものが9時10分頃には0.460Mpaまで、9時25分頃には0.350Mpaまで低下していた(甲イ2の2(37頁、資料Ⅱ-1-1(166、167頁)、甲イ4(84～86頁))。そして、同時刻(9時25分)頃消防車による淡水注入が開始された。もともと、上記注水源の淡水には限りがあったため、dn所長は、同日10時30分頃、海水注入を視野に入れて動くよう指示をし、同日12時20分頃、3号機注水の水源となっていた取水可能な防火水槽にある淡水が枯渇した。上記指示を受けていた現場担当者は、あらかじめ水源を3号機T/B建屋前逆洗弁ピットに切り替えられるよう準備しており、上記枯渇後速やかに海水注入ラインへの切替えを行い、同日13時12分頃、海水注水が開始された。(178～181頁)

この頃以降、3号機に海水注入がされることになるが、その水源であった3号機T/B前逆洗弁ピットは1・3号機への注水に用いられ、海水量が減少傾向になり、発電所対策本部は、海水、淡水に限らず水の補給を最優先に考えるようになり、本店対策本部にも外部からの水の補給を要請した。現場の作業員も逆洗弁ピットに補給できる水源を探したが、結局適当な場所は見つからず、14日1時10分から、逆洗弁ピット内の海水が少なくなったため、3号機への注水が停止した。その後、逆洗弁ピット内に残っていた海水を利用するために消防ホースの調整等がなされ、同日3時20分頃から3号機への注水が再開された。同日5時過ぎ頃、新たに消防車4台が順次到着し、これらを用いて海から逆洗弁ピットに補給できるラインを構成する作業が開始され、後記する3号機格納容器ベント不十分等を原因とする3号機の危機的状況からdn所長による作業員退避命令に伴う作業中断があったものの、同日9時過ぎ頃、海から3号機T/B前の逆洗弁ピットに海水を補給するラインが完成し、同ピットに海水が連続的に補給できるようになった。しかし、同日11時01分頃、3号機R/Bで水素爆発(3号機水素爆発)が生じ、注水作業や後記電源復旧作業等に従事していた現場作業員らは、免震重要棟に退避した。(194～198頁)

(ウ) 格納容器ベント関係

2号機のRCIC及び3号機のHPCIが作動していた12日17時30分頃、dn所長は、1号機の格納容器ベントライン構築に時間を要したことを踏まえ、2・3号機ともに早めに格納容器ベントラインを構築しておくよう指示した。この時点で既に発電所対策本部も2・3号機格納容器ベント手順の検討を開始しており、上記dn所長の指示を受け、さらに具体的な検討を行い、それぞれの中央制御室に2・3号機格納容器ベント手順を教示した。上記検討の際に、2・3号機については、1号機と異なり、S/Cベント弁(A/O弁)小弁は手で開操作できないことが判明した。またS/Cベント弁(A/O弁)大弁を開くには、電磁弁を開いた上で同弁に空気圧を送る必要があるところ、既設コンプレッサーは1号機同様電源喪失で起動不能であり、可搬式コンプレッサーも同日夕方時点で1号機で既に使用中のもの以外存在しなかったため、発電所対策本部は、備え付けの空気ポンプを用いて空気圧を送る方針を決めた。

3号機においては、手順どおり、まずS/Cベント弁(A/O弁)大弁を開き、その後格納容器ベント弁(M/O弁)を手

動で開とする方針とされ、12日夜から3/4号中央制御室の仮設照明用小型発電機の電源を用いてS/Cベント弁(A/O弁)大弁の電磁弁を開くためのケーブル接続等の作業が行われ、13日4時50分頃以降、同電磁弁の開操作が行われた。その後、当直班は、3号機R/B地下1階のトラス室に行き、S/Cベント弁(A/O弁)大弁の状態を確認すると、全閉状態であり、駆動用空気ポンペの充填圧力がゼロであった。そのため、同日5時23分頃、駆動用空気ポンペが交換された。その後、3号機格納容器ベントのプレス発表、同ベント実施時の被ばく評価結果の官庁等への報告を経て、同日8時35分頃、当直班は、3号機R/B2階に立ち入り、格納容器ベント弁(M/O弁)を手動で15%開とし、同日8時41分頃、一定圧となれば自動で破壊されるラプチャーディスクを除く3号機格納容器ベントラインの構成が完了した。そして同日9時24分頃までに3号機格納容器ベントが行われた。もっとも前記前提事実第二の3(4)記載のとおりS/Cベント弁(A/O弁)は空気圧が維持されない場合、自動で閉じる設計となっており、上記ベント後も、空気ポンペからの空気圧不十分等を原因として格納容器ベントが不十分となる事態が複数生じ、その度に対応がとられた。発電所対策本部は、同日昼頃以降、用具を用いてS/Cベント弁(A/O弁)大弁を開状態にロックしようと考え、3号機R/B地下1階のトラス室に向かったが、同室内が高温で、SR弁動作による振動が強かったため、開状態ロックはできなかった。そして、同本部は、開状態維持には空気ポンペだけでは不十分で、既に3号機R/Bが高線量で立ち入り困難となっていたことから、同日15時53分頃、可搬式コンプレッサーを用いて空気圧を送る方針を採用し、その後同コンプレッサーの調達、設置、接続等を行って、同日19時頃、同コンプレッサーを起動させた。しかし、同コンプレッサーの容量が小さく、D/W圧力減少には時間を要し、下落傾向を示したのは同日20時45分頃以降であった。しかし、14日1時頃以降、再度3号機D/W圧力は上昇傾向を示し、発電所対策本部は、S/Cベント弁(A/O弁)大弁に係る電磁弁の再度の開操作、新たな可搬式コンプレッサーの調達と交換、S/Cベント弁(A/O弁)小弁の開作業等を行ったが、いずれによっても少なくとも十分に格納容器ベントはできなかった。

(199~208頁)

ウ 2号機の1号機水素爆発後の状況

dn所長は、13日12時過ぎ頃、2号機RCICが停止した場合に速やかに海水注入に切り替えるため、2号機の圧力容器内に海水注入する準備を進めるよう指示した。発電所対策本部は、2号機についても、消防車による注水には、SR弁を用いた2号機圧力容器の減圧(圧力容器ベント)が必要となると考え、前記のとおり同日午前中に社員の通勤用自動車から集めていた20個の12Vバッテリーのうち10個を1/2号中央制御室に運び、同日13時10分頃には、制御盤上の操作でSR弁を手動で開操作できる準備を整えた(乙ロ4の1(243頁))。また、同日夕方頃までには、3号機T/B前の逆洗弁ピットを水源とした2号機への海水注入ラインが完成した(193頁)。しかし、前記のとおり、既にその頃、同ピット内の海水残量が減少傾向にあったため、1・3号機への海水注入を優先すべきと判断され、2号機への海水注入は特機状態となった(193頁)。また、海から3号機T/B前の逆洗弁ピットに海水を補給するラインが完成し、同ピットに海水が連続的に補給できるようになった14日9時頃には、当該海から補給するラインを結ぶ消防車から2号機へ注水するラインも構成されたが、待機状態とされ、同日11時01分、3号機水素爆発が生じた(197、198頁、甲イ2の1(資料IV-23))。

2号機格納容器ベントについては、前記のとおり、12日17時30分頃には、dn所長は、3号機とともに2号機について早めに格納容器ベントラインを構築しておくよう指示した。当直班は、この指示を受け、2号機R/B内に立ち入り、2号機格納容器ベント弁(M/O弁)を手動で25%開とした。しかし、発電所対策本部は、同日19時10頃、ラプチャーディスク以外の格納容器ベントラインを構成した場合にベント用配管に水素が充満してラプチャーディスクが破裂し、水素爆発を引き起こすことを懸念して、当直班に指示し、上記2号機格納容器ベント弁(M/O弁)を開操作させた。また、S/Cベント弁(A/O弁)については、3号機同様、備え付けの空気ポンペを用いて空気圧を送る方針が決められた。13日8時10分頃、当直班は、再度2号機R/B内に立ち入り、格納容器ベント弁(M/O弁)を手動で25%開とした。同日10時15分頃、dn所長は、2号機についてラプチャーディスクを除く格納容器ベントラインを完成させるよう指示し、既設の空気ポンペ及び1/2号中央制御室の仮設照明用小型発電機の電源を用いて、同日11時頃、ラプチャーディスクを除く2号機格納容器ベントラインが完成した。もっとも、この頃は、未だ2号機D/W圧力が低く、ラプチャーディスク作動圧を下回っていたため、ラプチャーディスクが破壊されて2号機格納容器ベントがなされたとは考えられていなかった。発電所対策本部は、S/Cベント弁(A/O弁)大弁の開状態を維持するには、2号機についても1・3号機同様、可搬式コンプレッサーを設置・接続したほうがよいと考え、同日18時20分頃から2度におたり、他の原子力発電所に対し、可搬式コンプレッサーの調達を依頼し、14日1時50分過ぎ頃、新たな可搬式コンプレッサーが第二原発から本件原発に届けられた。同日3時頃、この可搬式コンプレッサーが2号機T/B大物搬入口内側に設置され、接続され、その後、発電所対策本部は、数時間ごとに燃料補給を繰り返しながら、2号機S/Cベント弁(A/O弁)大弁の開状態の維持に努めた。しかし、同日11時01分、3号機水素爆発が生じ、同日12時50分頃、この影響で1/2号中央制御室に備え付けていた2号機S/Cベント弁(A/O弁)大弁の電磁弁励磁回路が外れ、S/Cベント弁(A/O弁)大弁が閉となったことが確認された。なお、上記2号機格納容器ベント用可搬式コンプレッサーは3号機水素爆発の影響を受けずに起動可能であることが確認された。(200、201、208~210、228、229頁)

エ 電源復旧作業状況

1・2号機については、前記のとおり2号機のP/C(P/C2C)を用いたホウ酸水注入系等の復旧作業がなされ、1号機水素爆発直前にはP/C2Cへのケーブルつなぎ込みや高圧電源車の接続等が完了していたが、12日15時36分頃の1号機水素爆発により、高圧電源車接続のための敷設ケーブル損傷や作業中断等が生じた。発電所対策本部は、1・2号機のホウ酸水注入系等の電源復旧のため、13日8時30分頃に、P/C2Cに接続した高圧電源車の再起動を試みたが、ケーブル損傷が判明し、結局送電できなかった。そのため、同本部は、新たなケーブルを運搬して再敷設し、電源車と接続するなど電源復旧作業を再開したが、結局、その後も3号機水素爆発の影響を受けるなどして、1・2号機ホウ酸水注入系等を利用するには至らなかった。(163、211頁)

3・4号機については、1号機水素爆発後の12日夕方頃、3・4号機で使用可能な電源設備の調査が行われ、同日20時05分頃までに、4号機T/B1階にあるP/CのD系統(以下「P/C4D」という。)が使用可能であることが確認され、発電所対策本部に報告された。その後同本部では、P/C4Dを用いて復旧可能な電源を検討し、3号機R/B内のMCCのD系統に仮設ケーブルを接続して480V電流を通すことにより、ホウ酸水注入系、格納容器ベント弁、直流設備の充電器等の復旧を目指すことにした。その後、高圧電源車配置のための本件津波による障害物撤去等の道路整備が行われ、13日

明け方頃からは、仮設ケーブル敷設経路確保、被告東電社員約40人が動員されたケーブル敷設作業、必要な端末処理等が行われた。これらはそもそものケーブル敷設作業や接続作業自体、相当な労力を要する上に、度重なる余震によってその都度作業が中断する、また、同日14時45分頃には、3号機R/Bの二重扉を開けてケーブル敷設をしようとするに既に放射線量が高く、さらに1号機水素爆発前の状況と似通っており、水素爆発のおそれを懸念した2時間以上の作業中断などもあり、思うように進まず、時間を要することとなった。結局、14日4時08分頃に3号機原子炉格納容器雰囲気モニタ系（事故時に格納容器内雰囲気放射線量、水素濃度、酸素濃度の監視を行うための系統（甲イ4（195頁）））の電源が復旧するなどしたが、同日11時01分頃の3号機水素爆発時点でも電源復旧作業中であり、同水素爆発の影響を受けるなどして、3号機についてホウ酸水注入系等を利用するには至らなかった。（177、178、210、211頁）

バッテリーについては、前記のとおり2・3号機SR弁開操作のために13日午前中に本件原発所内で社員の通勤用自動車から12Vバッテリー20個が調達されて、それぞれのSR弁開操作に利用されたほか、同日日中に、発電所対策本部の者がb1市内へバッテリーの買い出しに向かい、車用12Vバッテリー（約10kg）8個を購入し、同日22時頃までに4個ずつ1/2号中央制御室及び3/4号中央制御室に持ち込まれた。また、13日午前中に依頼を受けたak原子力発電所資材班が購入した12Vバッテリー20個が、14日1時40分頃、本件原発に到着した。前記のとおり、11日深夜から12日朝方にかけて本店対策本部がプラントメーカーに発注していた12Vバッテリー1000個については、うち320個が14日中に、残る一部が15時3時頃以降にそれぞれ本件原発に到着した。（乙ロ4の1（244、245頁））

(3) 3号機水素爆発後の状況

ア 2号機の3号機水素爆発後の状況

前記のとおり、2号機のRCICは作動を続けていたものの、12日4時頃にその水源がS/Cに切り替えられ、RHRが機能していないため、長時間にわたりRCICを作動させ続けられ、S/C内の温度、圧力が上昇し、冷却機能が減じられていく状況にあった。また、圧力容器内圧力が上昇すれば、RCICポンプ吐出圧力との差圧も小さくなり、注水機能も減じられる状況にあった（225頁）。2号機のS/C水温の計測が開始されたのは、14日7時頃からであり、その時点でS/C水温計によれば146℃を示していた（226頁）。同日9時頃以降から、2号機圧力容器内圧力は上昇傾向、圧力容器内水位は低下傾向を示し、特に同日12時頃以降、圧力容器内圧力が上昇し、同日12時30分頃以降は圧力容器内水位の低下が顕著になった（218、225頁注74、甲イ4（11頁））。遅くとも同時刻頃には、2号機RCICは注水機能を喪失し（甲イ2の2（資料Ⅱ-1-1（145頁）））、dn所長は、上記圧力容器内水位の顕著な低下傾向を受けて、同日13時25分頃、2号機RCICが停止したものと判断した（218頁）。

前記のとおり、同日11時01分の3号機水素爆発前、2号機については海水注入ラインは構成されていたが、待機状態とされていたところ、同爆発により注水用に配置していた多くの消防車が作動停止し、消防ホースも破損して使えなくなり、このことは同日13時過ぎ頃からの現場確認で確認された。そこで、従前3号機T/B前の逆洗弁ピットへの海水補給に用いられており、3号機水素爆発による停止を免れた消防車2台から直接2・3号機に注水するラインを構成することとされ、同日14時43分頃に2号機への注水ラインが完成したが、その後余震が続いたため作業が中断し、消防車が起動されたのは同日16時30分頃になってからであった。他方で、dn所長は、同日12時頃以降、2号機についてはS/Cが高温高压となっており、SR弁を開いて2号機圧力容器を減圧した場合、S/C内の水により圧力容器から逃した蒸気を冷却するというS/C本来の機能が果たせず、S/Cの圧力、温度がさらに上昇することによるS/C破損を懸念し、2号機についてはまず格納容器ベント（S/Cベント）を行うべきと考え、その旨指示していた。前記のとおり3号機水素爆発以前に、2号機格納容器ベントラインは一旦完成していたが、3号機水素爆発の影響で、S/Cベント弁（A/O弁）大弁に空気圧を送る電磁弁を励磁する回路が外れ、結果S/Cベント弁（A/O弁）大弁は閉状態となった。そこで同日16時頃までに、電磁弁励磁回路が復旧され、同時刻頃、調達した可搬式コンプレッサーを用いて開操作がなされたが、可搬式コンプレッサーによる空気圧が不十分であったため、すぐには開状態とならず、またその状態を維持することもできなかった（220、221、228、229頁）。これを受け、dn所長は、本店対策本部にいた被告東電社長の意見も受け、2号機圧力容器減圧及び注水作業に取りかかるとともに、格納容器ベントを実施するための必要な準備作業も引き続き同時併行で実施するよう指示した。そして、上記のとおり同日16時30分頃に消防車が起動され、2号機圧力容器を減圧すればいつでも海水注入可能な状態となり、既に13日10時頃に1/2号中央制御室において12Vバッテリー10個を直列に接続しSR弁制御盤につなぎ込まれていたところ、14日16時34分頃にSR弁の電磁弁の開操作がなされたがすぐにSR弁を開くことができなくなった。そこで発電所対策本部は、試行錯誤しながら圧力容器減圧操作を継続したが、SR弁の開状態維持に手間取った上、S/Cが高温高压状態にあり、圧力容器から抜けた蒸気がS/Cで凝縮しにくい状況にあり、圧力容器が十分減圧されるまでに時間を要し、結局注水可能な程度まで減圧できたのは同日19時03分頃であった。その間同日18時22分には、2号機圧力容器内の燃料棒が全部露出したとの認識が発電所対策本部等の間で確認された。しかし、同日19時20分頃には、注水に用いていた消防車の燃料切れが確認され、結局2号機圧力容器への連続注水が開始されたのは同日19時57分頃になってからであった。しかしながら、その後も、繰り返し2号機圧力容器内圧力が上昇して注水できない状態が度々生じ、少なくとも同日20時54分頃から21時18分頃までの間、同日22時50分頃から同日23時40分頃までの間、15日0時16分から1時11分の間は、2号機圧力容器内圧力が消防車の吐出圧力を上回る状態となった。このように満足に注水できない状態が続いたため、dn所長は、核燃料が溶け落ち、圧力容器のみならず格納容器も溶かして貫通し、放射性物質が外部にあふれ出す最悪の事態になりかねず、2号機がそうならば、1・3号機も注水等の作業が継続できなくなり、同様の最悪の事態に陥ることを危惧し、人命を守るために、自らを含む各プラント制御に必要な人員のみを残して、本件原発から退避させるための準備を指示した。もっとも、同日1時台からは2号機の圧力容器内圧力が低い状態で安定的に推移し、継続的に注水可能となったため、退避指示は同日6時頃までは出されることはなかった。（218～224、228、229頁）

他方で2号機格納容器ベントについては、上記のとおり14日16時頃に同ベントに失敗した後も、dn所長から同ベントの実施作業を併行するよう指示されていたところ、同日16時30分頃、再度可搬式コンプレッサーから送る空気圧を十分確保してS/Cベント弁（A/O弁）大弁の開操作が試みられたが、格納容器ベントがなされず、同日18時35分頃には、S/Cベント弁（A/O弁）小弁の開操作も試みられた。しかし、なお格納容器ベントはなされず、同日22時50分頃には、D/W圧力が最高使用圧力を超える事態となり、dn所長は、同日23時35分頃、D/Wを通じた格納容器ベント（D/Wベント）の実施を決めた。しかしながら、15日0時過ぎ頃、D/Wベント弁（A/O弁）小弁の開操作が行われたが、数分以内に閉であることが確認され、同ベント弁の開状態を維持できず、結局D/Wベントも実施できなかった。（228～23

3頁)

以上のように格納容器ベントがなされない中で、関係者は焦りを募らせ、格納容器の「爆発」という最悪の状況を恐れていた中、15日6時から6時12分頃までの間に、4号機R/Bで3号機格納容器ベントによって放出された気体が一部4号機R/B建屋に逆流したことを原因とする水素爆発(4号機水素爆発)が生じた(232~234頁、甲イ2の2(73~85頁)、甲イ4(34、107頁)、乙ロ4の1(262~265頁))。他方で、4号機水素爆発の情報は、当初「大きな爆発音がした」という程度の情報のみdn所長に伝わり、またほぼ同じ頃に2号機S/C圧力が0Mpaを示したことが報告され、dn所長は2号機格納容器で爆発が生じたと判断し、本件原発外への一時退避を指示した(234、235頁)。なお、この2号機S/C圧力計の数値は、誤計測であった(234頁、甲イ4(104、107頁))。上記一時退避指示を受け、同日7時頃、dn所長以下の幹部並びにプラントの監視及び応急復旧作業に必要な要員50人程度を除き、本件原発にいた約650人が第二原発に一時退避した(235頁)。その後、2号機D/W圧力は同日7時20分頃までD/W最高使用圧力を超える数値が維持されていたが、同日11時25分頃には大きく低下していることが確認され、dn所長は、この頃から、順次退避していた人員を発電所対策本部に復帰させた(235頁、甲イ4(105、106頁))。なお、これら4号機水素爆発による一時退避中も2号機への海水注入は継続されており、2号機への海水注入は15日未明から継続的になされている状況であった(甲イ4(11頁))。

イ 1・3号機の3号機水素爆発後の状況

1号機については前記のとおり、14日1時10分頃以降、海水注入の水源が枯渇し、その後は3号機が優先されたため、海水注入が中断されている間に、同日11時01分に3号機水素爆発が生じ、これに伴う作業中断、海水注入ライン破損等により、さらに海水注入中断が継続した。同日夕方頃以降、海を水源として消防車を用いて1号機へ海水を注入するライン構成が行われ、同日20時30分頃以降、1号機への海水注入が再開され、以後継続して注水がなされた。上記注水以後も15日段階ではD/W放射線量が高まる状況があったが、16日夜にはそれも大きく低下し、以後1号機全体の状況は相対的に落ち着いたものとなった。(195、217、224頁、甲イ4(8、9、70、71頁))

3号機については、前記のとおり、3号機水素爆発前の14日1時10分頃から海水注入が停止し、同日3時20分頃から3号機への注水が再開され、同日9時過ぎ頃には当該注水の水源に海水が連続的に補給できるラインが構成されていたが、同日11時01分頃の3号機水素爆発により注水作業等は中断し、消防ホースの破損や用いていた水源である3号機T/B建屋前の逆洗弁ピットを用いることが困難となる等の状況が生じた。同日13時過ぎ頃から、作業が再開され、同日16時30分頃から、海を水源とする消防車を用いた注水ラインを利用した3号機への海水注入が再開され、以後継続して注水がなされた。3号機では、前記のとおり3号機水素爆発前から格納容器ベントは少なくとも十分にできている状況ではなく、同爆発後もS/Cベント弁(A/O弁)大弁小弁ともに開状態を維持することが困難であったところ、3号機D/W圧力は3号機水素爆発直後、顕著な低下傾向を示し、その後同日12時過ぎ頃から再度上昇傾向を示し、同日16時30分頃には再度比較的顕著な低下傾向を示した後、同日17時30分頃以降は緩やかに低下していった。3号機は、少なくとも2号機に匹敵する大きな格納容器の破損は生じなかった(甲イ4(92頁))。(195、197、198、217~219頁、甲イ2の2(資料II-1-1(208~211頁)、甲イ4(8、9、91、92頁))。

(4) 放射性物質等放出状況

本件原発正門付近のモニタリングポストでは、12日明け方(4時過ぎ頃)からそれほど高い数値ではないが放射線量上昇の兆しが見られ、同日昼頃には、1000 μ Sv(1mSv)/h近くの相対的に高い放射線量が観測された(甲イ4(63、105頁))。その後、同モニタリングポストの数値は一旦落ち着くが、13日8時30分頃には、別のモニタリングポストで1204 μ Sv/hという同日8時頃の35 μ Sv/hから跳ね上がった放射線量が観測され、同日昼前頃には正門付近モニタリングポストで再度比較的高い放射線量が観測されている(甲イ4(69、105頁))。14日0時過ぎ頃、再度、正門付近モニタリングポストで1000 μ Sv/h近い放射線量が観測され、同日夜頃には、3000 μ Sv/hを超える放射線量が観測されている(甲イ2の2(225頁)、甲イ4(105頁))。正門付近モニタリングポストでは15日0時過ぎ頃から7時頃までは相対的に低い放射線量測定結果であったが、同日7時38分頃以降から急速に高い値を観測し始め、特に同日8時31分頃には8217 μ Sv/h、同日9時00時には11930 μ Sv/hと最大値を示し、同日10時15分頃にも8837 μ Sv/hと高い値を示した(甲イ2の2(34、225頁))。その後同日12時過ぎ頃からは、1000 μ Sv/hから500 μ Sv/hの値が計測されていたが、同日23時前後から再度急速に高い値を示し、同日23時10分頃には6960 μ Sv/h、同日23時30分には8080 μ Sv/h、同日23時55分には7966 μ Sv/hと高い値が計測され、その後少なくとも16日6時頃にかけても1000 μ Sv/h程度を超える値が計測されている(甲イ2の2(225頁))。以上の本件原発正門付近モニタリングポストの放射線量観測結果の詳細は、別紙一-28(甲イ4(105頁)、甲イ2の2(225頁))のとおりである。

上記のとおり、15日朝から16日にかけて放射線量の最も高い状態が続いており、15日夕方から風向きが海から陸に向かうやや強い南東風に変わっており、しかも同日夜には雨が6時間以上降ったため、特に本件原発から北西方向にあった地域に大量の放射性物質が降下した(甲イ4(104頁))。以上の特に15日朝から16日にかけての高い放射線量を示した状態について、政府事故調最終(甲イ2の2)は、1号機や3号機由来の放射性物質が寄与している可能性もあるが、特に15日7時38分頃から16日4時頃までの間頃に、2号機格納容器又はその周辺部に、閉じ込め機能を大きく損なうような損傷が生じ、環境に大量の放射性物質を放出した可能性が高い、としている(甲イ2の2(34、225頁))。

(5) 外部電源復旧状況

前記のとおり、本件原発は本件地震を受けて、外部電源が喪失したところ、11日中に外部電源設備の主な被害状況が確認され、12日未明以降から本店対策本部において外部電源復旧計画の検討が開始された。しかし、当初策定していた計画が非現実的であったための計画変更、また3号機水素爆発を受けてのさらなる計画変更などがあり、そのうえで様々な作業が行われ、1・2号機について外部電源が復旧したのは20日16時前、3・4号機について22日であった。(甲イ2の2(111~123頁)、乙ロ4の2(添付6-5))

4 本件事故後の本件事故に関する諸解析等

(1) 炉心損傷時期の推定、炉心状況の推定等

被告東電が平成23年5月に行った解析では、1号機について、ICは本件津波到達まで作動し、その後は機能していないという前提で、本件津波到達後約2時間で炉心の露出が始まり、その後1時間で炉心損傷が始まったものと解析し、その後1

2日6時頃には、溶融した燃料が既に压力容器下部に移行し、格納容器に流出したものと解析している。2号機については、RCICが14日13時25分まで作動していたことを前提に、RCIC停止後約4時間で炉心の露出が始まり、その後約2時間で炉心損傷が始まったものと解析し、海水注入の流量が十分でないものと想定すると、溶融した燃料は压力容器の下部に移行したのとなっていると解析している。3号機については、12日11時36分までのRCIC作動と同日12時35分以降のHPCI作動を前提に、HPCIが手動停止された13日2時42分以降約4時間で炉心の露出が始まり、その後約2時間で炉心損傷が始まったものと解析した。なお、さらに被告東電は、平成24年3月に原子炉水位経過の解析値を公表しているところ、それによれば〈1〉1号機について全交流電源喪失後ICが作動していないものと仮定した場合の炉心の露出は18時10分頃であり、〈2〉2号機について14日17時15分頃炉心が露出開始し、同日18時02分頃のSR弁強制開による減圧時に減圧沸騰により水位が大きく低下し全炉心が露出した、〈3〉3号機については13日4時頃には既に炉心が露出しているとしている。さらに被告東電は遅くとも平成27年12月の段階で、3号機について、HPCIが13日2時42分頃に手動停止された時点よりも前の段階で注水能力をほとんど喪失していた可能性が高く、上記〈3〉の解析は水位を過大評価している、としている。(丙ハ150、丙ハ169(添付1-4-9・10・14・18・19))

平成27年12月段階で、被告東電は、1号機核燃料はそのほとんどが格納容器の底に溶け落ちたと、2号機核燃料は多くが压力容器内に残っているものの一部格納容器の底に溶け落ちたと、3号機核燃料は一部压力容器内に残っているものの多くが格納容器の底に溶け落ちたとそれぞれ推定している(乙ロ27)。1号機については、平成29年3月に被告東電が実施した1号機格納容器内部調査で格納容器底部に堆積物が確認され、2号機については、同年1月及び2月に被告東電が実施した2号機格納容器内部調査で格納容器底部に堆積物が確認され、3号機については、被告東電が同年6月及び7月に実施した3号機格納容器内部調査で「溶融物が固化したと思われるもの」(甲ハ77の4(4頁))が確認されている。特に3号機については溶融核燃料と構造物が混ざって固まった燃料デブリの可能性が高いとされている。(甲ハ75の1・2、甲ハ76の1~4、甲ハ77の1~4、甲ハ78の1~3、甲ハ79の1~20(孫番があるものはそれも含む。)、甲ハ80の1~14(孫番があるものはそれも含む。)、乙ロ27)

(2) 消防車による原子炉注水についての分析

被告東電は、平成27年12月までに本件原発1ないし3号機で行われた消防車を用いた代替注水について「消防車から吐出された冷却水は全量が原子炉(判決注：压力容器を指す。(2)において同じ。)へ注水されたわけではなく、配管図面上の分岐の存在や、主復水器での溜まり水が確認されたことから、代替注水の一部が原子炉へ通ずる配管だけでなく他系統・機器へ流れ込んでいた可能性が考えられる」とし、同月の検討で、1号機の消防車の代替注水と1号機压力容器内圧力や格納容器内圧力等のプラント挙動との関係について「注水開始/停止時のプラント挙動のうち、注水開始/停止との明確な因果関係が確認できるものはない」としている(丙ハ169(添付1-4-13))。また、3号機について「消防ポンプがはき出した全量が原子炉へ注水されていた可能性は低いものと考えられる」としている(丙ハ169(添付1-4-24))。さらに、被告東電は、当該検討において、1号機についての消防車を用いた代替注水の压力容器内への正味の注水量を推定しているところ、これによると1号機水素爆発前の代替注水については約2割が、1号機水素爆発後12日19時04分頃から同日21時45分頃までと同日23時50分頃から14日1時10分頃までの注水については約3割強が、同日20時頃以降の注水については約5割がそれぞれ压力容器へ注水されたと推定しており、「消防車吐出圧力1MPa一定の条件下では、観測された原子炉圧力値の範囲では、他系統への流出があるものの全く原子炉へ入っていないとの結果にはならなかった」としている(丙ハ170(添付1-5-12・13))。

(3) 水素爆発についての検討等

政府事故調最終(甲イ2の2)は、1・3号機の水素爆発の原因となった水素の発生要因は、少なくとも主として燃料の被覆管が高温となると被覆管中のジルコニウムと水が反応(水-ジルコニウム反応)したことによるもの、すなわち1・3号機において炉心損傷が進行している中で不十分な代替注水がなされた結果発生したものであると推認している(甲イ2の2(49、52、70頁)、甲イ4(111頁))。なお、被告東電も、水素の発生原因は水-ジルコニウム反応によるものと推定している(丙ハ131(添付2-12))。そして、政府事故調最終は、1号機水素爆発が生じるには約311.6kgの水素が、3号機水素爆発が生じるには約371.0kgの水素が必要となると計算し、下記に述べる被告東電又は原子力安全基盤機構の解析結果等をもとに、1号機において1号機水素爆発を引き起こすに足りる程度の水素が発生したとしても矛盾はなく、3号機において3号機水素爆発を引き起こすに足りる程度の水素の発生が十分認められるとしている(甲イ2の2(52、53、71、72頁))。

1号機において、被告東電が平成24年3月に公表した解析では、12日6時頃までには900kg近くの水素が発生したとされ、原子力安全基盤機構が平成24年9月に公表した解析でも、同日14時30分頃までに900kg近くの水素が発生したとされている(甲イ2の2(53頁))。3号機においては、上記被告東電が公表した解析では、13日12時過ぎには600kg超の水素が発生したとされ、上記原子力安全基盤機構が公表した解析では、同日12時頃には550~700kgの水素が発生したとされている(甲イ2の2(71頁))。

さらに被告東電は、平成28、29年にも1号機水素爆発のシナリオ推定を行っており、そこでは水素漏えい箇所・量や着火点について複数のシナリオを用意し、その結果が実際の建屋損傷状況と整合するか否かという観点で検討を行っているところ、当該推定では、1号機R/B5階に10時間一定流量で総量約134kgが漏えいしたケース又は同所に15時間一定流量で総量約210kgが漏えいしたケースがいずれの建屋損傷状況の結果とも「矛盾しない」とされている(丙ハ143(特に7頁)、145(特に34頁)、148(特に2、3頁))。

第5 本件事故後にとられた対策等について

1 被告東電 a k 原子力発電所

被告東電は、a k 原子力発電所について、本件事故後、様々な対策を採用しているところ、主要なものは下記のとおりである。まず海拔約15mの防潮堤を設置するほか、建屋外部扉の水密化、建屋貫通部防水処理を行い、また建屋内に海水が流入した場合に備え、RCIC室や非常用電気品室等について重要機器室の水密扉化を実施した。電源対策として、全交流電源喪失時にも重要機器の動力が迅速に確保できるよう、大容量の空冷式ガスタービン発電車及び多数の電源車を高台に配備し、電源供給が迅速に行えるよう高台に緊急用の高圧配電盤(M/C)を設置し、常設ケーブルを各号機に敷設した。さらにRCIC、SR弁、重要監視機器の電源に用いる直流電源を長時間維持できるよう強化するとともに多数の予備蓄電池を中央制御室等に配備した。冷却機能については、まず高圧注水対策として、起動・制御用の直流電源を喪失しても、RCICを起動でき

るように、現場の弁を手動操作する手順を新たに整備し、代替高圧注水手段として制御棒駆動水ポンプ又ホウ酸水注入系ポンプに電源及び冷却水を供給し、原子炉に注水する手順を整備した。圧力容器減圧対策として、上記のとおりSR弁開操作のための予備蓄電池を多数配備するとともに、窒素ポンプの予備を配備した。低圧注水対策として、電動低圧注水設備が全交流電源喪失によりすべて機能喪失しても、原子炉への注水機能を確保するために消防車8台を高台に分散配置し、迅速に注水ラインを確保できるよう手順を策定し、原子炉注水までの目標時間を60分とした。なお訓練実績時間は約25分であった。格納容器ベントに関し、弁駆動用に予備空気ポンペを配備するとともに、電源がなくともベント弁を現場で手動操作できるようハンドルを設置した。(甲ロ9の2(41頁以下))

2 九州電力 a 1 原子力発電所

九州電力株式会社 a 1 原子力発電所においては、同原子力発電所における本件事故を受けた安全対策を施しているところ、平成24年10月時点では主な内容として下記のものがあった。すなわち、浸水対策として、同時点でタービン駆動補助給水ポンプや非常用D/G等の重要機器があるエリアの扉などに浸水防止のためのシール加工を施しており、平成26年度初めまでに重要機器エリアの扉やシャッターを水密性の高い扉等に取り替え、津波の防護壁を設置する予定であった。また中央制御室等に電気を供給するために高圧発電機車を、冷却に必要なポンプ等の電源を確保するために移動式大容量発電機車を高所に配備した。さらに冷却を長時間行うために冷却水を送る仮設ポンプ・仮設ホースを配備し、水源(タンク、淡水池等)を確保した。(甲イ6)

3 日本原子力発電 a j 原子力発電所

前記第1の10(2)に記載した日本原子力発電株式会社 a j 原子力発電所においては、本件事故後、平成24年7月時点で、浸水防止のために建屋扉の強化を行い、建屋内の重要な区画の入口扉を水密扉に取り替えた。さらに電源確保策として、低圧電源車(ディーゼル発電機及び接続ケーブル)を高所及び発電所構内に分散配備し、冷却ポンプや計測装置等に必要ない電力を供給できるよう空冷式大容量高圧電源車を高所に配備し、この電源車と所内電源をつなぐ高圧ケーブルを敷設した。また、非常用D/Gを冷却する海水ポンプが津波により使えなくなった場合に備え、大容量ポンプ車を高所及び発電所構内に分散配置した。冷却機能の確保のために、消防車を配備し、消防車などから直接、淡水などの水を供給するための専用配管を新たに設置した。(甲イ21の1)

4 東電事故調の記載

被告東電は、東電事故調において、本件事故等から得られた教訓をもとにした「実施していく対策」を記載している。その内容の概略は以下のとおりである。(以下(1)及び(2)について、乙ロ4の1(325~351頁))

(1) 設備対応方針

設備対応方針は、「対応方針1」「津波そのものに対する対策のほか、～原子炉注水や冷却のための重要機器に対する徹底した津波対策を施すこと」、「対応方針2」「設備の損傷が今回の事故のような(「長時間におよぶ全交流電源と直流電源の同時喪失」や「長時間におよぶ非常用海水系の除熱機能の喪失」による)多重の機器故障や機器喪失に至ることを前提に、炉心損傷を未然に防止する応用性・機動性を高めた柔軟な機能確保の対策を講じること」、「対応方針3」「更なる対策として、炉心損傷防止を第一とするものの、なおその上で炉心が損傷した場合に生じる影響を緩和する措置を講じていくこと」の三つの方針に分けられて、設備ごとの対応方針が示されている。

ア 高圧注水設備

高圧注水設備については、方針1について「高圧注水設備本体や起動に必要な直流電源～を水から守る～ため、設置場所の止水対策を確実に実施する。ポンプ等の機器本体の場合、設計上の制約から～設置位置を変更することは根本的な難しさを伴うが、電源等については移設が可能な場合も想定できることから、止水処理に代わって高い場所への移設も選択肢の一つに挙げられる」としている。次に方針2について、HPCI、RCICを「人が現場で強制的に起動させる方法を確立しておくこと」を挙げ、「高圧注水設備については、即座に対応すべき設備であることから」「中央制御室から起動できない場合に、現場で、かつ、人力で高圧注水設備の蒸気入口弁を開操作し、強制的に駆動用の蒸気タービンを起動させることでポンプを動かし、原子炉に注水する方策を考慮しておくことが有効と考える」としている。さらに方針2として「電源車などプラントに直接関連しない設備を、通常は安全な場所に保管・充電しておき、本設の電源設備から給電できない場合に当該プラントに緊急で移動させ給電することで、数少ない高圧注水設備を起動させる方策が必要と考える」とし、対象となる機器としてホウ酸水注入系又は制御棒駆動水圧系を挙げ、これらを活用するために(1)非常用D/Gを含む電源設備の止水に加え、(2)プラント内の電源設備から電気を供給できない場合に備え、外部からの速やかな電源車の持ち込みに当たって、単に電源車を送るだけでなく、トランス、遮断機、機器までのケーブルをセットしたものを事前に準備しておき、手順等も含めた交流電源の確保対策を確立しておく、(3)非常用D/Gの多様化として建屋外の高台に相応の電源を確保する、(4)ホウ酸水注入系については、系統として保有する水の量が少ないことから、補充を含めた水源の確保方策まで事前に確立しておくといった対策を掲げている。

イ 減圧装置

圧力容器の減圧(SR弁の逃し弁機能の円滑な作動)について、方針1として「直流電源の確保対策(バッテリー室、主母線盤等設置場所の止水(または配置見直し))」を挙げ、方針2として「バッテリーが不足した場合に備えて、補充用のバッテリーを通常はプラントから離れた場所で充電、保管し、必要な時には緊急で搬送し電気を供給できるように配備しておく」等を挙げている。

ウ 低圧注水設備

低圧注水設備については、方針1としてD/DFPを含めたFP系ポンプ等の浸水対策を挙げるほか、方針2として(1)D/DFP用の予備バッテリーの充電と保管を別の安全な場所で行い、いつでも搬送できるようにし、また復水補給水系ポンプ等の電源を喪失した場合に備え、電源車の配備や非常用D/Gの多様化として建屋外の高台に相応の電源を確保する、(2)本設の低圧注水設備がすべて使用できない場合は、消防車による注水を基本とし、消防車を安全な場所に待機させ、本設ポンプが使用できないような事態が発生するおそれがある場合には、当該プラントに緊急で移動させ、外部連結口に注水することで原子炉への注水を可能とする設備を構成する、(3)水源確保のために、消防車を利用して事前に海から海水をくみ上げることが可能であることを確認し、その手順を確立する、水源となり得るタンク間の水の融通についても事前に手順を確認しておく等を挙げている。

エ 格納容器ベント

格納容器ベントについては、方針1として、作動用交流電源確保及び作動用空気確保を第一とし、非常用D/Gを含む電源設備の止水と作動用空気のための可搬式コンプレッサー又はポンプの確保を挙げ、方針2として空気作動弁用の電磁弁に対する可搬式発電機を安全な場所に備え、緊急時には即座に搬入して利用できるような方法を確立しておくほか、最終的には人力対処するため、「電動弁に加えて空気作動弁も手動で操作することができる構造に設計変更を実施する」ことを挙げている。

オ RHR

RHRについては、方針1として、津波対策（止水等）により非常用D/Gを含む電源系を確保するとともに、非常用海水ポンプを作動させることができるように交換用の予備モーターを設置することを挙げ、方針2として〈1〉非常用D/Gの多様化として相応の電源を建屋外の高台に確保する、〈2〉電源や冷却設備を一体で移動式とした可動式熱交換設備（ポンプ、熱交換器一式）の配備を検討することを挙げている。

カ 監視計器の電源確保

監視計器の電源確保のために、方針1として冷温停止に向けて必要な計器について、計器に必要な電源を津波から保護するための対策（バッテリー室、主母線盤等設置場所の止水又は配置見直し）を挙げ、方針2として直流電源について可搬式バッテリー配備、さらには、長時間使用するために電源車及び可搬式充電器を設備することを挙げている。

（2）運用（ソフト）面での対策

上記「設備対応方針」の方針2及び方針3の対策を「実戦的に機能させていくためには、ハードの整備はもとより、その「具体的な実施手順の策定」、「要員・体制的な裏づけ」、「技能や知識の付与・訓練」といったソフト的な対策を整備する必要がある」とした上で、その具体的な要件として下記のことを挙げている。まず、「具体的な実施手順の策定」については「多重の機器故障や機能喪失を前提として使用することを念頭に策定する必要がある」とし、「想定と異なるプラント状態になる可能性があることから、整備した設備をプラント状態に応じて柔軟に選択できるよう汎用性のある手順とする」、さらには通常は中央制御室から遠隔操作が可能な機器であっても、遠隔操作ができなくなる可能性に配慮し、「人が現場で操作できるよう、人のアクセスルートや可搬機器の設置場所を明確にした手順とする」、また操作に必要な資機材の種類と保管場所、被ばく低減のための装備品とその保管場所を明確にした手順とする、としている。「要員・体制的な裏づけ」については「手順を遂行するために必要な要員を確保する」、注水・冷却機能を達成する設備の操作に必要な要員が、時間の変遷とともに確実に確保できる体制とする、としている。「技能や知識の付与・訓練」については、「策定した手順を確実に遂行するため、要員・組織に必要な技能や知識を付与する教育（重機や電源車、消防車等の運転に必要な免許取得を含む）、及び実際の事故の状況に応じて対応できるようにするための訓練をそれぞれ実施する」としている。

二 判断

第1 被告らの責任全体の判断構造

本件において原告らは、被告らの責任原因として、〈1〉被告東電に対しては、原賠法3条1項、民法709条又は民法717条1項を、〈2〉被告国に対しては、国賠法1条1項（その内容として内閣総理大臣の本件設置等許可処分等の違法、経済産業大臣の規制権限不行使、経済産業大臣の定期検査終了証交付等を挙げる。）を主張し、〈1〉の被告東電に対する主張は選択的併合であるとしている。そして、被告東電は、本件原発の運転等を行う原賠法2条3項所定の原子力事業者であり、本件原発の運転等の際に本件事故が生じた（前記前提事実第2）ものであるから、被告東電は、原賠法3条1項に基づき本件事故と相当因果関係のある原告らの損害について賠償責任を負うところ、後記のとおり原賠法は、同法3条1項本文に該当する損害については、原子力事業者に対する民法上の損害賠償責任規定の適用を排除しているものと解されるから、原告らの被告東電に対する民法709条又は717条1項に基づく損害賠償請求は理由がない。もっとも、本件においては被告国の責任原因として経済産業大臣の規制権限不行使が主張され、本件の主張及び事実関係のもとでは、被告国の規制権限不行使の違法性を判断する前提として、被告東電の故意又は過失に基づく行為（不作為を含む）によって本件事故が起こったか（以下「被告東電の義務違反」という。）が問題となると解され、また原告らの主張する損害のうち慰謝料の算定に当たっても被告東電の行為が故意又は過失に基づくものであるか、及び過失に基づく行為であったとしたときその程度（被告東電の義務違反の有無及び程度）を考慮すべきである。これらの観点から、本判決においては、まず、被告東電の義務違反の有無を判断した上で（後記第3）、その判断を前提として、被告国の国賠法上の責任について判断することとする（後記第4）。また、本件においては、結果に対する予見可能性の有無及び回避可能性の有無等が問題となること、それらの点に関連し、多くの専門家、文献や被告らの担当者等が様々な意見を述べているところ、上記の判断に入る前に、それらのうち当裁判所の判断において考慮すべきものについて、概観することとする（後記第2）。

第2 専門家及び被告ら担当者等の意見

1 専門家等の意見—主として予見可能性に関するもの

（1） a m

a mは、元c n大学d o研究所准教授であり、地震（特に歴史地震）、津波の専門家であって、本件長期評価策定当時の推進本部海溝型分科委員であった。同人の本件訴訟において提出された意見書及び関連事件で実施された尋問における意見等の概略は下記のとおりである。

我が国の近代的地震観測が開始されたのは1888（明治20）年頃であって、わずか130年余りに過ぎず、また特に16世紀以前（江戸時代より前）については文献の現存にも相当な制約があること等から、絶対的な時間的制約を免れず「過去に発生していない地震・津波」というのは「過去の歴史地震史料によってはその存在が確認されていない地震・津波」に過ぎず、よって過去において存在が確認されていない地震が将来も起きないとはできず、このことは地震学者にとって自明である。本件長期評価が「固有地震」と定義するものについても、単に歴史史料に残されていないことから固有地震と判断されないこととなったものもあり得るものであるから、固有地震として把握されていない地震は繰り返さないということを意味するものではなく、特に「ある類型の地震を発生させるというメカニズムの観点からして同一ないし類似の構造にある連続する領域へのうち、特定の領域においては地震の発生がみられるのに対して、それに隣接する領域において同様の地震の発生がみられない場合に、その地震が観測されていない隣接領域を空白域として近い将来の発生を予知させるものである」とする「第1種の空白域」という考えもあることからすれば、固有地震とはいえないことから、同種の地震が繰り返すとはいえないとか、隣接する空白域において同種の地震が発生するとはいえないという結論を安易に導くことはできない。

本件長期評価について、本件長期評価が「本件長期評価で示された日本海溝寄り領域」を一つの領域としたのは〈1〉北から南にかけて当該領域で微小地震がほとんど起きておらず地震学的に同じ性質を持った場所であるということを示しているこ

と、〈2〉当時の時点で低周波地震の大規模なものが津波地震であるという見解が共通認識になっていたところ、日本海溝軸の北から南にかけて低周波地震が生じているゾーンであること、〈3〉付加体と呼ばれる完全に固体になっておらずプレートのわずかなずれ等によって海底面が大きく上昇する（よって地震が小さい場合でも津波が大きくなる）物質が分布する場所であることを根拠としているものである（甲ロ59（40～44頁）、61の1（27～35頁））。〈1〉と〈2〉については、微小地震の起こり方についても低周波地震の発生についても細かく見れば南北で異なる点もあるが、大局的には同一である（甲ロ61の2（7～10、14頁））。本件長期評価対象3地震を、本件長期評価で示された日本海溝寄り領域において発生した津波地震としたのも、異論を踏まえつつ議論の結果まとまったものであり、結局、本件長期評価は、推進本部という震災対策のために国が設置した公的な機関内における、当時の第一線の理学者たちの充実した議論を経て示されたものである（甲ロ59（57頁））。

（甲ロ59、60、61の1・2）

（2） a n

a nは、c n大学名誉教授であり、地震学（特に地震及び津波の長期予測）の専門家である。本件長期評価策定当時の推進本部地震調査委員会長期評価部会長及び海溝型分科会主査を務め、中防日本海溝等調査会平成18年報告策定当時の中防日本海溝等調査会委員であった。同人の本件訴訟に提出された意見書及び関連事件で実施された専門における意見等の概略は下記のとおりである。

歴史地震について、中央集権化された古代日本（奈良時代から平安時代初期）は比較的よく記録が残っているが、中世日本（江戸時代に至るまで）はほとんどの地方で資料が欠落していることから、「過去に発生しなかった地震」は実際には歴史に残っていないだけで過去に発生していた可能性があるのであるから、最大級の地震を想定するにはこのような観点で検討しなければならない。かえって、「同じような地震が、同じような間隔で、ほぼ同じ場所で起こってきた」という観測事実からこれを単純化した固有地震モデルが認められるところ、近年は地質学的研究等によって千年から万年単位の長期間の繰り返し間隔の大地震の存在も明らかになっており、このような繰り返し間隔が長い場合、固有地震モデルは利用できないが、将来必ず発生するということができ、特にプレート境界では長期間をとると必ずどこも同じようにずれるものであるから、プレート境界で特定期間に地震が起こっていない領域（空白域）は将来必ず大きな地震が発生することを示すことになる（甲ロ105（22、23頁）、109の1（4～6頁））。次に、津波地震について、少なくとも本件長期評価策定当時、津波地震のメカニズムについては様々な仮説が存在している状態であったが、プレート境界（海溝軸）の浅い部分で発生するということはほぼ確立した知見であり、また低周波地震の特に大きいものが津波地震であると考えられており、そのメカニズムとして、低周波地震の一種である断層がゆっくりずれる「ゆっくり地震」又は「ぬるぬる地震」の場合は、人が感じる高周波地震の揺れは小さいものの津波が原理的に大きくなるという理論は多くの人があり得るものであると考えていた（甲ロ105（16～19頁）、甲ロ109の1（9、15頁）、109の2（24頁））。当時プレートの新旧がプレート間の固着の大小を支配し、これに基づくと日本海溝寄りでは北部は固着が強くなり大地震が起こりやすく、福島県沖の陸寄りを含む南部では固着が弱く大地震が起こりにくいとする比較沈み込み学説の見解は地震学者の支持を集めていたが、それはあくまで陸寄りの話であり、日本海溝沿い、すなわち日本海溝寄りのプレート境界は北から南まで一様に固着が弱く、「ゆっくり地震」、すなわち津波地震が発生すると考えられていた（甲イ2の2（304頁）、甲ロ109の2（46、52、53頁）、甲ロ146（14頁））。

本件長期評価について、まず推進本部は、従前各学者が様々な内容の研究をして、それぞれの説を唱えていたところ、地震学者が公の場で議論を行い、公的に情報を発表して一般国民又は防災関係者に情報提供するための場として設けられたものであり、よって参加委員それぞれの意見が異なる中で、「最大公約数」としてまとめられたものが本件長期評価であって、非常に有意義なものである（甲ロ109の1（24、25、36頁）、甲ロ109の2（79頁））。また長期評価一般は、「実際に将来発生しうる様々な状況のうち、最も起こりそうな状況を予測するもの」であって、「安全側の評価」をしているものではない（甲ロ109の1（23頁））。本件長期評価の内容について、まずその領域区分は主として地震発生が起こり方に着目したものであるが、本件長期評価で示された日本海溝寄り領域について、日本海溝付近の領域は北部、中部、南部でプレートの構造や地形等に特に違いがない、具体的にはプレートの沈み込み方（勾配、深さ）が同様であることにも着目したためである。また400年間と時間軸が限られているため空間軸を広くとることによって標本域を確保して、統計的な検討が可能になるものである（甲ロ109の1（12～14頁）、109の2（31、32頁））。次に、本件長期評価の震源想定について、本件長期評価対象3地震は、1896年明治三陸地震を除きその正確な位置が不明であり、明治三陸地震の断層が南北にどの程度延びていたかは不明であるが、〈1〉津波被害の記録からすると1611年慶長三陸地震、1896年明治三陸地震は北部で、1677年延宝房総地震は南部で起きたと推定されるところ、上記のとおり地形等に大きな違いが見られないことから日本海溝付近のどこでも発生すると判断したもので、中部だけに起こらないとは考えにくく、過去400年間に偶々中部で発生しなかっただけと推定するのが妥当である（このことは空白域の考え方からすれば当然の結論である。）、〈2〉a a・a b論文によって日本海溝内側斜面に低周波地震発生帯が存在することが明らかになっており、その大規模なものが津波地震である、との上記知見も背景にあったものである（甲ロ105（26、27頁）、109の1（12、14～16頁））。〈2〉について低周波地震の発生状況はわずか4年間の限られた期間の観測であって、偶々群発地震が生ずるなどの偶然の要素に左右されるので、北部が多く、南部が少ないといった数の比較に意味はなく、全体として多数発生している低周波地震がほぼすべて北部も南部も含む日本海溝沿いという限られた領域でのみ起こっているという結果が重要である（甲ロ109の2（27、28、58頁））。なお、a mの指摘する微小地震の分布については、直接の根拠ではなく、日本海溝沿いの地形等（プレートの沈み込み方）の共通性を示すもので、付加体については必要か必要でないかは両論あったので確定していないものであった（甲ロ109の2（26、60、78頁））。

その他の知見等について、まず推進本部「長期評価の信頼度」については全国の地震予測地図を作成しようと進めていたところに内閣府の委員から要請されたもので、本来は一つ一つ慎重に個別に信頼度を考えるべきであったところ、時間がないうちに機械的にできるようなルールを作成して、信頼度はデータ数に従って形式的に決めることとされたもので、結局低い信頼度であってもそれは単に評価に用いたデータが少ないことを示すに過ぎない。また、津波評価技術については、過去に起きたもの（過去に起きたと歴史史料で確認されたもの）しか扱わず、領域区分を細分化しているところ、その場合時間軸を広くとらなければ統計的な検討ができないのに時間軸に上記歴史史料の制約があることを無視して空間軸を細分化している点に問題がある。さらに、津波評価技術の結果が既往最大痕跡高の平均2倍となっている点については、あくまで平均値で2倍という

ことに過ぎず、明治三陸地震を波源モデルとした三陸での結果をみれば、多くの点で痕跡高のほうが上回る結果となったので、「一生懸命細かい地形を入れて、やっと痕跡高に等しくなった」のが実情である、特に原子力発電所において平均値で議論してはならない(甲ロ109の2(75頁))。中防日本海溝等調査会平成18年報告については、歴史史料の限界を考慮していない点のみならず、100年前に生じた明治三陸地震が同一場所で近い将来再度発生するという事は非常に考えにくく、空白域の考え方からは隣接領域で発生すると考えるべき(本件長期評価の震源想定を採用すべき)であって、当時の議論でも反対したが、大勢に押し切られ結局受け入れられなかったものである。地震学の観点からは疑問の残る判断であった。なお、同報告の目的は、一般防災の対象とする津波の検討であって、原子力発電所の防災対策などは念頭になかったものである。そして、被告東電平成20年推計における明治三陸地震の波源モデルをそのままスライドさせる手法については、問題となる地域と同じような地質学的な条件にあるところで起きた地震の断層モデルを空白域に持って行って計算するという地震学ではごく常識的な手法である。

まとめると、そもそも実際に発生した津波の詳細を事前に予測することは永久に不可能であり、その詳細が予測できないから対策ができないというのは不合理である、他方で「どの程度の津波」がくるか、というのは予測でき、現に予測できていたものであるから、有効な対策が立てられたはずである(甲ロ109の1(40頁))。

(甲ロ105~109の2、甲ロ146)

(3) a o

a oは、d p大学d q研究センター教授であって、地震や地殻変動を中心とする研究、教育に携わっている。本件地震が発生した後、日本地震学会が本件地震への対応を検討するために設置した臨時委員会の委員長を務め、特別シンポジウムを開催するとともに学会員の意見をまとめた論文集を編集し、学会に対する提言をまとめた。本件長期評価作成時には、国土地理院d r研究センター主任研究員として、推進本部海溝型分科会委員を務めていた。同人の本件訴訟に提出された意見書における意見等の概略は、下記のとおりである。

本件長期評価について、海溝寄りの津波地震については、通常のプレート境界地震と比べて発生頻度が低く、同じ場所で繰り返し発生した事例は、今日まで世界的にも知られていないため、記録のある津波地震をそれぞれ固有地震として評価しようにも再来間隔が推定できず評価できない、そこで、本件長期評価では、房総沖から三陸沖にいたる海溝沿いの領域全体を一つの地域として扱うことにより、統計的な地震活動の扱いが可能になるように工夫をしたものである。本件長期評価は、本件震災のような巨大地震や巨大津波は予想をしていないものの、その時点における学問的知見をまとめるという方法では、当時の評価は妥当なものであって、巨大な津波を起こす可能性のある津波地震についての確に危険を指摘した内容であった。この評価が関係者に正しく受け止められ、適切な対策が講じられていれば、津波の被害を減らすことにつながったと思われる。本件長期評価を策定した上記分科会は、日本における地震・津波の学術的権威として自他ともに認めるメンバーで構成されており、その議論の内容も当時の科学的知見に照らして妥当なものであった。本件長期評価をまとめるに当たり、分科会の中で意見が割れたという記憶はなく、報告書については、全員が納得する形でまとめられたものであった。

(甲ロ137)

(4) a f

a fは、c n大学d o研究所教授であり、地震及び津波(特に津波堆積物の調査やそれを用いた津波シミュレーション)の専門家であって、本件長期評価策定当時の推進本部海溝型分科会委員を務め、現在も推進本部地震調査委員会津波評価部会の委員である。また、津波評価技術策定当時の土木学会津波評価部会委員及び中防日本海溝等調査会北海道WG委員でもあった。同人の本件訴訟に提出された意見書、関連事件で実施された尋問及び書面尋問における意見等の概略は下記のとおりである。

津波地震は、海溝付近で起きることが多く、海溝付近でも付加体(基本的には柔らかい堆積物を表す。)のもとで生じることが多く、非常に狭い範囲が非常に大きく動き、それが非常に大きな海底地殻変動を引き起こし、津波の原因となる(甲ロ115の1(8、9頁))。なお、津波地震が海溝沿いの浅いところで起きるという考え方自体は、本件長期評価策定当時において確立した知見であると考えていた(甲ロ115の2(10、11頁))。

4省庁報告書について、津波波高等を求めるシミュレーションを行う際には、浅海部(水深50m程度以降)は海底の摩擦項や移流項と呼ばれる非線形の項を無視できず、非線形方程式を解くことが重要になる、また、津波波高を求めるシミュレーションの際には海底地形等を格子で表現するところ、津波波高を精緻に求めるにはなるべく小さい計算格子を求めるのが望ましく(ただし計算量が増大する)、現在における津波シミュレーションの典型的な計算格子サイズは波源を含む深海域では数km程度、沿岸では数十m程度、さらに原子力発電所における陸上域(遡上域)では防波堤や建物を考慮する必要があるので5m程度の格子を使う必要があるにもかかわらず、4省庁報告書はすべて線形計算を行っており、かつ格子間隔も600mまでであって、平成9年という時期を考慮しても粗すぎる計算であり、よって4省庁報告書を具体的な津波対策の設計条件に用いることはできない。(甲ロ113・丙ロ51(各9~11頁)、甲ロ115の1(11~15、17、18頁))。

本件長期評価について、まず、その性格として、当時は、長期評価一般について、地震学者の統一的な意見が集約されていないことから「最大公約数的なものを出して一つのものを出す」ということが基本的な方針とされており、本件長期評価もその一環であった、なお本件事故後は、様々な指摘を受けて、様々な意見がある場合は、それを併記する方針に変わっている

(甲ロ115の2(4、89頁))。次に、本件長期評価の震源想定について、a f自身は、平成8年の論文(a s・a f論文(丙ロ46))で津波地震は決まった領域で発生するというモデルを示しており、津波地震が日本海溝沿いのどこでも発生するとは考えていなかった(甲ロ113・丙ロ51(各20頁))。本件長期評価の領域区分は、過去に発生した地震に基づいて区分したものであり、本件長期評価で示された日本海溝寄り領域が1つの区分とされたのは、1611年慶長三陸地震及び1677年延宝房総地震が、発生場所がよく分からないので、「どこかで起きたということで、どこでも起きるといよりは、どこかで起きたから一つにまとめるようにした」というもの、「波源域が明らかでないことから、過去の津波地震は海溝沿いのどこかで発生したとして評価することとなった」ものである(甲ロ113・丙ロ51(各20頁)、甲ロ115の1(38頁))。この際の議論については、領域分けの際に、どこで浅いところ(陸上寄り)と深いところ(海溝寄り)を分けるかに関し、プレートの形状、曲がり方について議論したものの、日本海溝沿いの北部と南部で海溝軸の地形や地質が異なるといった点については議論しておらず、よって本件長期評価が「同じ構造をもつプレート境界」とするのは単に沈み込みの大局的構造や海溝軸からの距離の同一性を示すに過ぎず、実際には北部と南部では詳細な地形や堆積物の厚さなどに違いがあり、北部は凸凹があり固着が強く、堆積物がくさび方をしていいることも固着の強さを示しており、よって津波地震が生じやす