

第3 東日本大震災の被害状況及び県内の 原子力発電所事故の概要等について

1 東日本大震災の被害状況

(1) 県内の震度

平成23年3月11日14時46分、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の地震が発生し、宮城県栗原市で震度7、福島県、宮城県、茨城県、栃木県の4県37市町村で震度6強を観測したほか、北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度6弱～1を観測した。その揺れは、6分以上も続き、震度4以上の揺れが190秒を観測した地点（いわき市小名浜）があるほか、最大加速度では、鏡石町において1,435galを観測した。さらに、この地震に伴い、相馬市では高さ9.3m以上の非常に高い津波を観測した。なお、マグニチュード9.0は国内観測史上最大規模の地震であった。

また、本震に伴い地殻変動が発生し、水平変動量では、相馬市が2.7m東へ移動したほか、上下変動量では、いわき市で0.5m沈下した。

表 地震の震源及び規模等

地震名	平成23年東北地方太平洋沖地震
発生時刻	平成23（2011）年3月11日(金)14時46分
発生場所	北緯38度06.2分 東経142度51.6分 深さ24km
規模	マグニチュード9.0（モーメントマグニチュード）
最大震度	7（宮城県栗原市）
発震機構	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型

表 県内の市町村で観測された震度

震度6強	白河市、須賀川市、国見町、天栄村、富岡町、大熊町、浪江町、鏡石町、楡葉町、双葉町、新地町
震度6弱	福島市、二本松市、本宮市、郡山市、桑折町、川俣町、西郷村、矢吹町、中島村、玉川村、小野町、棚倉町、伊達市、広野町、浅川町、田村市、いわき市、川内村、飯舘村、相馬市、南相馬市、猪苗代町
震度5強	大玉村、泉崎村、矢祭町、平田村、石川町、三春町、葛尾村、古殿町、会津若松市、会津坂下町、喜多方市、湯川村、会津美里町、磐梯町

※その他県内で震度5弱～を観測

(2) 県の被害状況

ア 県内の人的被害

最大震度6強を観測した地震及び9.3m以上を観測した津波により、中通り、浜通りを中心として、多数の死傷者がでた。また、本県においては、原発事故により、広範囲の地域の住民が避難生活を余儀なくされた。避難生活は長期にわたり、避難によるストレスや持病の悪化等が原因の死亡など、被災県で最も多くの震災関連死が認定されている。

死 者 4,179人（うち震災関連死2,348人）

行方不明者 0人

重 傷 者 20人

軽 傷 者 163人（令和7年2月1日現在）

※死亡届等が出されている行方不明者は死者として計上している。

- 直接的・物理的死者（直接死）（弔慰金の調査表からわかるもののみを記載）
災害弔慰金支給対象者のうち津波での溺死等による死者・行方不明者が直接死全体の9割超だった。
- 間接的死者（震災関連死）

震災関連死（災害発生からある程度の期間をおいて亡くなられた方のうち、市町村において災害と何らかの因果関係があると認定されたもの。）とされた方が県内で2,348人確認されている（令和7年2月1日現在）。そのほとんどは65歳以上の高齢者である。

復興庁の調査によると、東日本大震災における震災関連死者数は、全国で3,808人（令和6年12月31日現在）である。岩手県及び宮城県と比べ、本県の震災関連死の原因は「避難所等への移動中の肉体・精神的疲労」の割合が大きい。これは、原発事故に伴う遠方への避難や複数回に及ぶ避難所移動等による影響が大きいと考えられる。

イ 県内の住家被害

最大震度6強を観測した地震及び9.3m以上を観測した津波により、中通り、浜通りを中心として、多数の住家被害が発生した。

全 壊 15,483棟

半 壊 83,698棟

一部破損 141,065棟

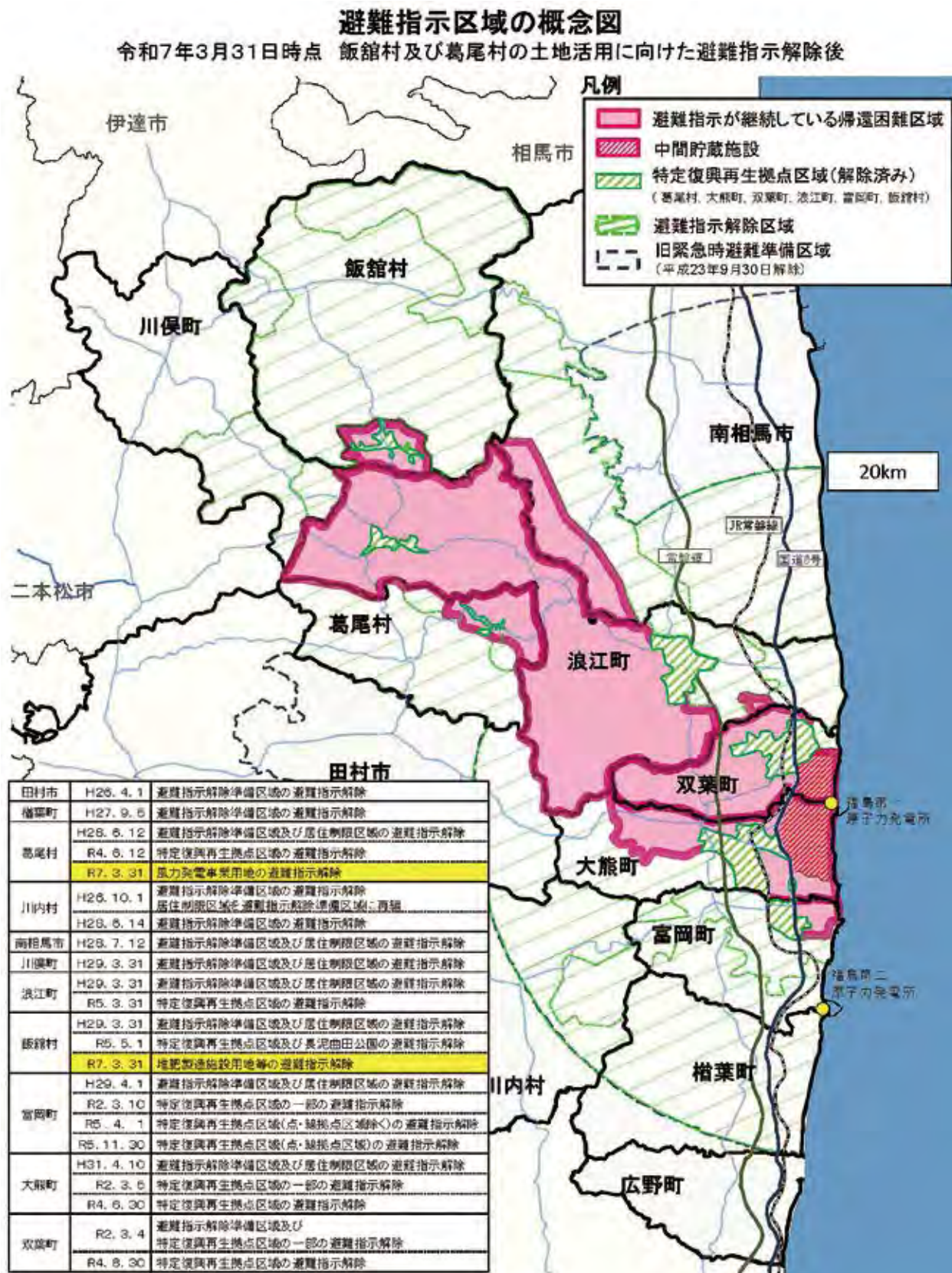
床上浸水 1,061棟

床下浸水 351棟

（令和7年2月1日現在）

(3) 避難指示区域について

令和7年3月31日時点の福島県内の避難指示区域は下記のとおり。



県避難地域復興課作成「避難指示区域の概念図」より引用

2 県内の原子力発電所事故の概要⁸

震災発生時、福島第一原子力発電所で運転中の3基の原子炉⁹は緊急停止したが、地震により外部電源を喪失した。さらに、施設設計上の想定を上回る津波により発電所施設は大きな影響を受けた。

また、福島第二原子力発電所で運転中の4基の原子炉は自動停止し、地震や津波により発電所施設が影響を受けたが、外部電源の一部を維持することができたため、福島第一原子力発電所よりも被害は小さかった。

(1) 福島第一原子力発電所

福島第一原発で運転中だった1～3号機は、地震により緊急停止した。

地震の影響により受電遮断器の損傷や鉄塔の倒壊等が生じ、全回線¹⁰が受電できなくなり、1～6号機の全てが外部電源喪失に陥った。

外部電源を喪失したため、全号機において非常用ディーゼル発電機が起動し、電源が確保された。ディーゼル発電機は1～5号機の各号機に2台ずつ、設計が比較的新しい6号機には3台設置されていた。

地震発生から約50分後に到達した津波により、海側に設置された屋外設備が使用不能となり、原子炉が設置されている敷地¹¹のほぼ全域が浸水した¹²。

1～4号機タービン建屋への浸水により、地下階に設置されていた水冷式非常用ディーゼル発電機が使用不能となった。2、4号機は共用プール建屋に空冷式ディーゼル発電機を1台ずつ備えていたが、共用プール建屋地下階の電源盤が被水したため、使用不能となった。

また、1～4号機タービン建屋地下階にあった電源盤の大部分が被水し使用不能となった。5～6号機のディーゼル発電機は被水しなかったが、水冷式であった5号機の2台と6号機の2台のディーゼル発電機は、冷却用の海水を取水する設備が使用不能となり、動作を停止した。6号機の空冷式ディーゼル発電機1台のみ津波の後も動作を継続した。

外部電源に加えて非常用交流電源、非常用直流電源を失ったことにより、福島第一原発は原子炉への注水やプラント状態の監視・計測機能等の安全上重要な機能の大部分を失った。

⁸ 事故概要については、東京電力㈱福島原子力発電所における事故調査・検証委員会（政府事故調）報告書や東京電力㈱福島原子力事故調査報告書から一部引用している。

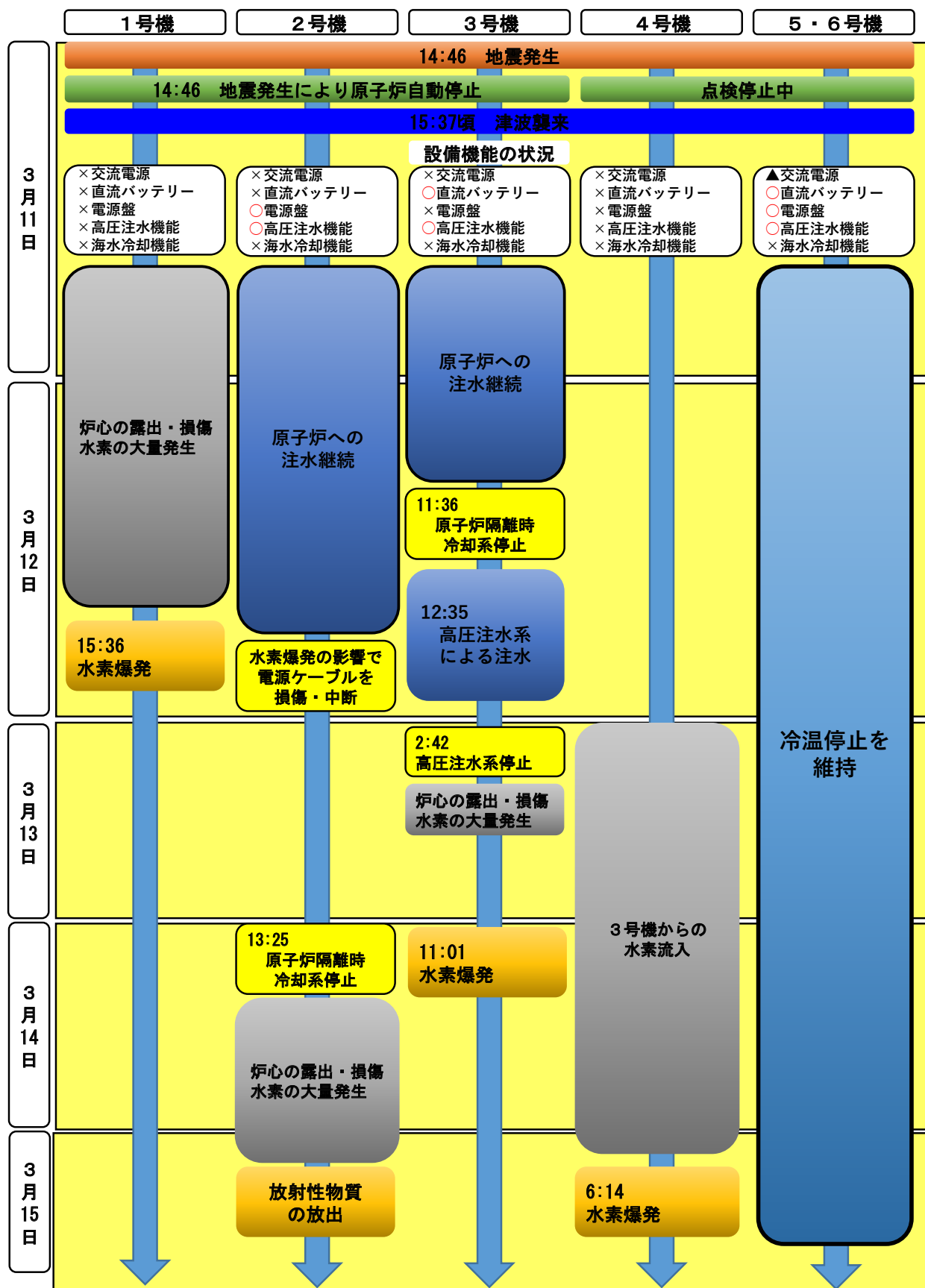
⁹ 福島第一原発4～6号機は定期検査で停止中だった。

¹⁰ 外部電源の供給は、新福島変電所からの大熊線1～4L、夜の森1～2L、東北電力からの東電原子力線の全7回線があったが、地震発生時、大熊線3Lは工事中、東電原子力線は普段使用していなかった。使用可能であった5回線は全て受電できなくなった。

¹¹ 原子炉が設置されている敷地は、海拔約8.5mの高さにあるため8.5m盤と呼ばれる。この他、免震重要棟などが設置されている33.5m盤、海水取水設備等が設置されている2.5m盤がある。

¹² 東京電力が平成25年12月13日に公表した「福島原子力事故における未確認・未解明事項の調査・検討結果」（以下「未解明事項調査」という。）において、電源喪失と津波到達はほぼ同時であったことが報告されている。

福島第一原子力発電所の状況推移

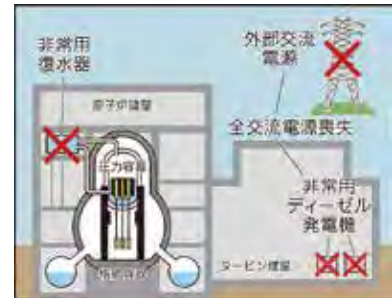


○ 1号機

1号機は、地震により外部電源を喪失したが、非常用ディーゼル発電機が起動したことで電源が確保された。手順に従い、非常用復水器を用いて炉心冷却を行った。

しかし、その後の津波の到達により、非常用ディーゼル発電機や非常用直流電源等、全ての電源を喪失し、高圧・低圧電源盤も使用不能となった。

これにより、監視・計測機能を失い、原子炉や非常用復水器を始めとする重要設備の状態の確認ができず、非常用復水器や高圧注水系等、高圧の原子炉を冷却可能な系統の運転もできなくなった。



外部電源が喪失し、原子炉冷却系が運転不能

3月11日21時頃に原子炉建屋内の放射線量が上昇し、3月12日2時には原子炉圧力が低下、格納容器圧力が上昇した。この時点で既に炉心が損傷（溶融）していたと推定されている。

その後、格納容器圧力が設計圧力を超えたため、3月12日格納容器ベント¹³が実施された。並行して消防車による淡水注入が行われたが、原子炉内で大量に発生した水素が原子炉建屋内に漏れ出し、3月12日15時36分頃、水素爆発が発生し、原子炉建屋の上部が大きく壊れた。



炉心の損傷が進み、水素が発生

燃料デブリは、炉内構造物や圧力容器底部も溶かして格納容器底部へ落ち、ペDESTAL床面のコンクリートを侵食したと推定されている。

燃料デブリは、炉心部にはほぼ存在せず、ペDESTAL内側に大部分が存在し、ペDESTAL開口部を通じてペDESTAL外側にまで広がった可能性があると推定されている。

格納容器の損傷により、閉じ込め機能が失われ、原子炉注水冷却のために注入した水は、燃料デブリに触れて高濃度に汚染され、格納容器から原子炉建屋へ漏えいし、汚染水として建屋内に滞留した。



大量に発生した水素が原子炉建屋内に漏えい

¹³ 格納容器内の気体を大気中に放出する操作。圧力抑制室を経由する S/C ベントとドライウェルを経由する D/W ベントがあり、S/C ベントは水による放射能低減が期待できる。1号機と3号機で実施されたのは S/C ベントであり、2号機では両方とも失敗したと推測されている。

○ 2号機

2号機は1号機と同様、地震により外部電源を喪失したが、非常用ディーゼル発電機が自動起動し、電源が確保された。

原子炉隔離時冷却系を起動し、原子炉の冷却を行ったが、津波の到達により、非常用ディーゼル発電機等の電源を喪失し、一部を除いて非常用直流電源や高圧・低圧電源盤、監視・計測機能や操作機能、照明等も使用不可能となったが、原子炉隔離時冷却系が電源喪失後も動作し続け、原子炉への注水を続けた。

3月12日、使用可能と判明した低圧電源盤への電源車による給電準備を進めていたが、同日15時36分に発生した1号機原子炉建屋の水素爆発により電源ケーブルが損傷し、給電不能の状態になった。

3月13日には、消防車による注水準備が進められるも、翌14日11時1分に発生した3号機原子炉建屋の水素爆発により消防車が破損し、注水不能の状態となった。

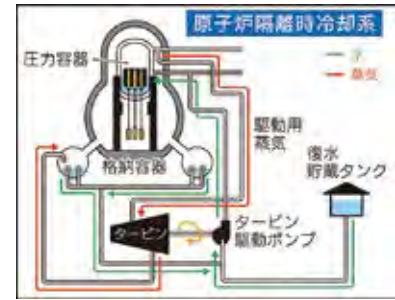
さらに、同日13時25分には原子炉水位が低下したことが確認され、原子炉隔離時冷却系が冷却機能を喪失したことが明らかとなった。主蒸気逃がし安全弁を用いて原子炉を減圧し、消防車による注水を行う準備を進めたが、減圧に時間がかかり注水できなかった。

格納容器圧力が高まったため、格納容器ベントを実施したが成功せず¹⁴、炉心損傷（溶融）に至った。格納容器から原子炉建屋内に水素が漏えいしたと思われるが、建屋の水素爆発は回避された。

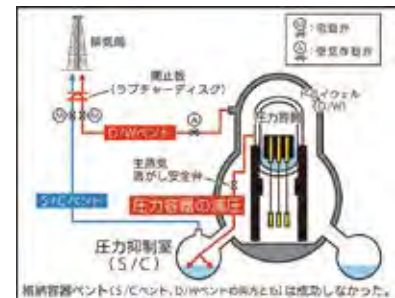
この原因は、1号機の水素爆発の衝撃によって原子炉建屋側面のパネル（ブローアウトパネル）が開き、外部へ水素が排出されたためと推定されている。一方、2号機は、格納容器ベントに失敗したことから、格納容器からの漏えいにより1～3号機の中で最も多くの放射性物質が放出されたと推定されている。

燃料デブリは、炉心部にはほぼ存在せず、压力容器底部に多く存在しているものの、压力容器底部を溶かし、一部がペDESTALへ落下していると推定されている。

1号機と同様に格納容器の閉じ込め機能が失われているため、高濃度汚染水が建屋内に滞留した。



2号機の原子炉隔離時冷却系の仕組み



2号機で実施のベントについて



2号機の原子炉格納容器が破損し、放射性物質が放出

¹⁴ 第3回未解明事項調査（平成27年5月20日）において、ラプチャーディスク（配管の大気側と格納容器側を仕切る金属板でベント時に破裂して動作する）が作動しなかったことが示唆されている。

○ 3号機

3号機は、地震により全ての外部電源を失ったが、非常用ディーゼル発電機が自動起動し、電源が確保された。

原子炉隔離時冷却系による冷却が行われたが、津波の到達により、非常用交流電源を失うも、非常用直流電源は浸水を免れたため、原子炉隔離時冷却系や高圧注水系による冷却を継続できただけでなく、計器類による原子炉の状態監視も続けることができた。

直流電源の消耗を抑えるため、原子炉隔離時冷却系が自動停止しないよう、注水テスト用の配管を利用して流量を調整しつつ運転を行ったが、3月12日に原子炉隔離時冷却系が何らかの原因により自動停止した¹⁵。

原子炉隔離時冷却系を再起動しようとしたが起動できず、原子炉水位が低下し、高圧注水系が自動起動した。高圧注水系も注水テスト用の配管を利用して運転を行った。高圧注水系のタービンを駆動する原子炉蒸気の圧力が設計時の想定よりも低下したため、高圧注水系の破損による原子炉蒸気の漏えいを危惧し、翌13日2時44分、高圧注水系を手動停止した。

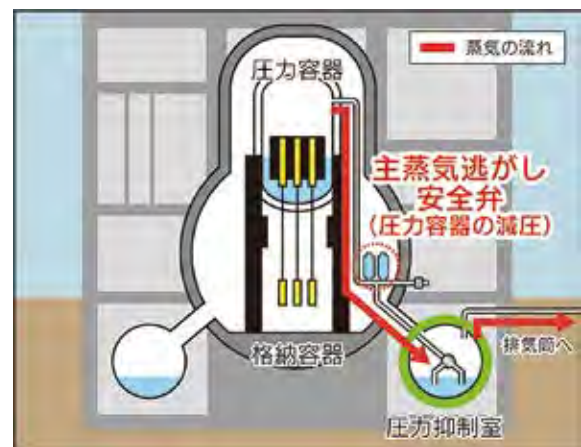
並行してディーゼル駆動消火ポンプによる低圧注水に切り替えるための準備が行われていたが、主蒸気逃がし安全弁の開操作に失敗して減圧できず¹⁶、原子炉水位が低下し、炉心損傷（溶融）に至った。

格納容器圧力も高まったため、格納容器ベントを実施した。

14日、主蒸気逃がし安全弁による減圧操作に成功し、消防車による海水注入を実施したが、格納容器から漏れ出した水素によって、14日11時1分に水素爆発が発生し、原子炉建屋の上部が大きく壊れた。

燃料デブリは、炉心部には、ほぼ存在せず、圧力容器底部を溶かし、大部分がペDESTALへ落下し、一部がペDESTAL外側へ広がった可能性があるとして推定されている。

1、2号機と同様に格納容器の閉じ込め機能が失われているため、高濃度汚染水が建屋内に滞留した。



3号機建屋でベントを実施

¹⁵ 第2回未解明事項調査（平成26年8月6日）において、圧力抑制室内圧力が上昇したことにより原子炉隔離時冷却系タービンを駆動した蒸気が排気されにくくなったことが原因として推測されている。

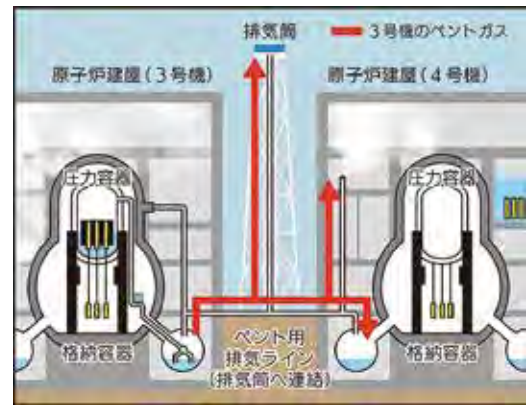
¹⁶ 第4回未解明事項調査（平成27年12月17日）において、直流電源の電圧不足であったことが示唆されている。

○ 4号機

地震発生時、4号機は定期検査のため運転を停止しており、原子炉の燃料は全て使用済燃料プールに取り出された状態だった。

津波により全ての電源を喪失し、使用済燃料プールの冷却機能が失われ、蒸発による水位低下が懸念されていたが、水温等から燃料上端まで水位が低下するのは3月下旬と予想されており、対応にはある程度の時間的余裕があった。

しかし、3号機の格納容器ベントに伴い、水素を含むベントガスが排気管を通じて4号機に流入し、3月15日6時14分、水素爆発が発生し、原子炉建屋の上部が大きく壊れた。



3号機建屋から4号機に水素が流入

○ 5号機

地震時、5号機は定期検査中で炉心に燃料が装荷された状態であった。5号機も地震により外部電源を喪失したが、非常用ディーゼル発電機により電源が確保された。

その後の津波により、非常用ディーゼル発電機が使用不能となったが、非常用直流電源は被水を免れ、監視計測機能は維持できた。

6号機の空冷式非常用ディーゼル発電機が使用可能な状態だったため、これを5号機の高圧電源盤に接続し、交流電源を確保した。津波により使用不能となった海水ポンプの代替設備として仮設ポンプを用いて、残留熱除去海水系を復旧し、冷温停止を維持した。

○ 6号機

地震時、6号機は定期検査中で炉心に燃料が装荷された状態であった。6号機も地震により外部電源を喪失したが、非常用ディーゼル発電機により電源が確保された。

その後の津波により、水冷式非常用ディーゼル発電機2台が使用不能となったが、空冷式ディーゼル発電機1台が使用可能な状態を維持した。

高圧、低圧、直流の各電源盤も使用可能な状態であり、監視計測機能、操作機能ともに維持できたが、海水ポンプが使用不能となったため、原子炉の除熱機能を喪失した。使用不能となった海水ポンプの代替設備として仮設ポンプを用いて、残留熱除去海水系を復旧し、冷温停止を維持した。

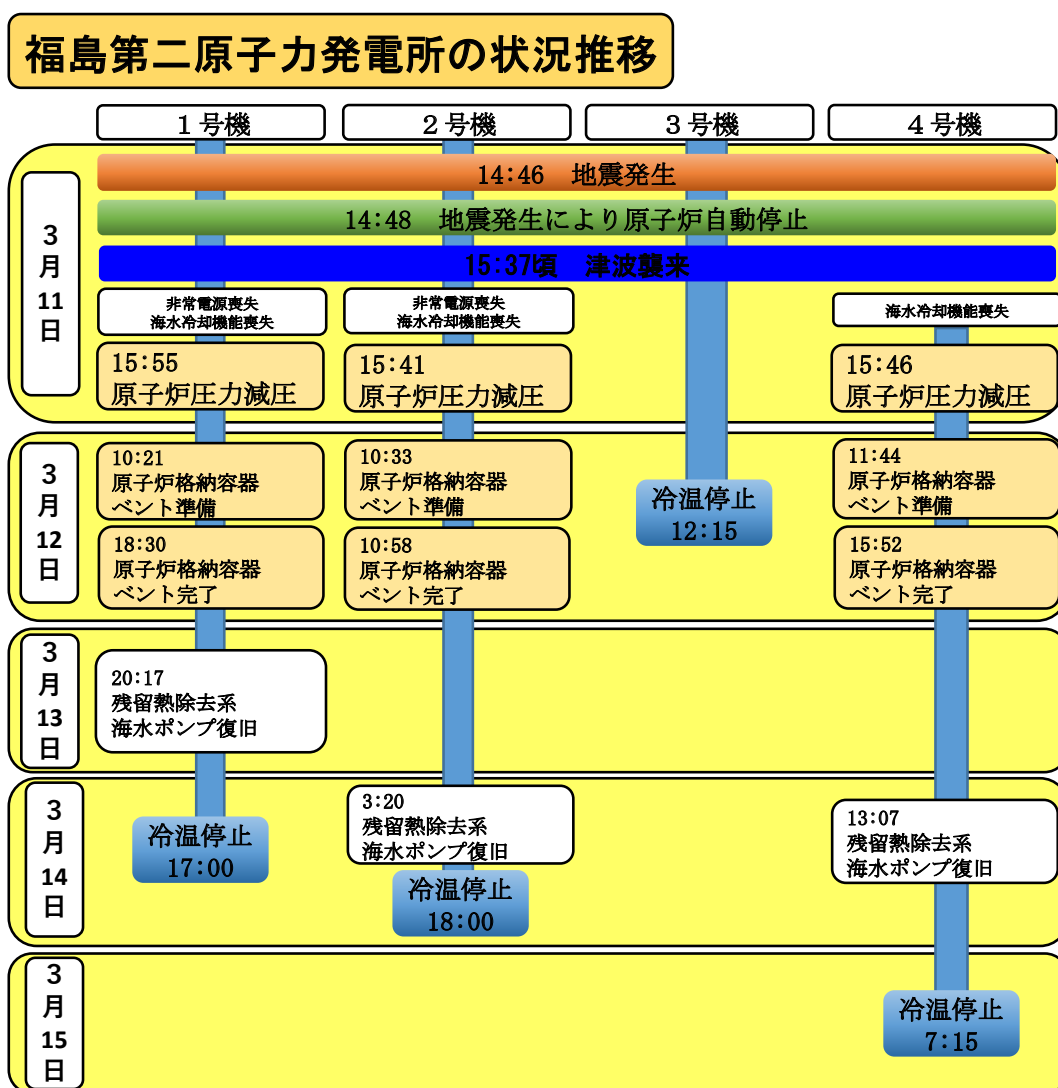
(2) 福島第二原子力発電所

福島第二原子力発電所は立地が海拔12mにあったことや、津波の高さが福島第一原発よりも低かったことから、福島第一原発に比べると被害は軽微だったものの、海水ポンプ等の損傷により、一時は原子炉格納容器の除熱が出来ず、1、2、4号機では、原子力緊急事態宣言も発出されたが、海水ポンプの復旧により過酷事故を回避した。

福島第二原発の外部電源は4回線あり¹⁷、地震により外部電源に影響があったが1回線の受電を継続することができた。

福島第二原発の各号機には3台ずつ非常用ディーゼル発電機があった。1号機は原子炉建屋の浸水、2号機は冷却用海水ポンプの使用不能により、3台とも動作不能となった¹⁸。

海拔4mにあった海水熱交換器建屋の非常用電源盤は全ての号機で浸水し、3号機の一部を除き機能喪失したことにより、1、2、4号機では、残留熱除去冷却海水ポンプが停止した。



¹⁷ 外部電源の供給は、岩井戸1～2L、富岡1～2Lの4回線。このうち岩井戸1Lは、点検中であった。

¹⁸ 外部電源が確保されたことから、これらのディーゼル発電機は必須ではなかった。

○ 1号機

運転中であった1号機は地震により自動停止したが、津波により、非常用海水系の電源盤やモーターが損傷し、原子炉を除熱することができなくなった。このため、主蒸気逃がし安全弁により、原子炉蒸気を圧力抑制室に導き、減圧を行いつつ原子炉隔離時冷却系（高圧注水系）、復水補給水系（低圧注水系）により、原子炉水位を維持した。しかし、除熱機能の喪失により、格納容器圧力が上昇していった¹⁹ ため、格納容器ベントの準備が進められたが、海水ポンプ用モーター等の取り換えや約1 kmにもわたる電源ケーブルの引き直しなどにより、残留熱除去系を復旧させた。

○ 2号機

運転中であった2号機は地震により自動停止したが、津波により非常用海水系の電源盤やモーターが損傷し、原子炉を除熱することができなくなった。このため、1号機と同様に原子炉への注水は可能であったが、除熱機能の喪失により格納容器圧力が上昇した。格納容器ベントの準備が進められたが、1号機と同様に残留熱除去系を復旧させた。

○ 3号機

運転中であった3号機は地震により自動停止し、原子炉隔離時冷却系、復水補給水系による注水を行い、残留熱除去系による除熱機能も維持された。

○ 4号機

地震により、運転中であった4号機は自動停止した。その後の進展は2号機と同様である。

3 冷温停止へ至る道のり

平成23年5月、国と東京電力は「東京電力(株)福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋 当面の取組ロードマップ」をとりまとめ、1～4号機の事故の収束に向けた取組を進めた。

平成23年7月にはステップ1「放射線量が着実に減少傾向にある」状況を達成し、平成23年12月にはステップ2「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」状況を達成した。

(1) 福島第一原子力発電所

○ 1号機

ア 原子炉の冷却

3月12日19時55分、内閣総理大臣が1号機原子炉への海水注入の指示を出し、20時20分、消火系からの海水注入が開始された。仮設発電機や自家用車のバッテリー等により断続的に水位計測等は行われていたものの、同月23日には、計器類が復旧し、1号機の

¹⁹ 1号機のみ格納容器圧力が設計圧力を超えた（最高使用圧力は超えていない）。

状態把握が可能となった。同日 4 時頃の原子炉内は400℃を超えていた。その後、炉内への注水量を増加させ、翌24日には229℃まで低下した。翌25日、腐食などのトラブルを避けるため、压力容器内への注水を海水から淡水へ切り替えた。

同月29日には、消防車から仮設電動ポンプによる淡水注入へ切り替えた。4月3日、原子炉压力容器に淡水を注入する仮設ポンプの電源が、電源車から外部電源に切り替えられた。6月には、水処理設備を用いてタービン建屋内の汚染水を汲み上げ、浄化して原子炉に注水する循環注水冷却に切り替えられた。

イ 使用済燃料プールの燃料

1号機の使用済燃料プールには392体の燃料集合体があったが、炉内から取り出してから1年近くが経過しており、1～4号機の中で最も発熱が小さかった。3月31日には、コンクリートポンプ車により使用済燃料プールへの放水が行われた。原子炉建屋内にある使用済燃料プール冷却浄化系配管の周辺が比較的低線量であることが判明したため、仮設配管を敷設し、5月28日には使用済燃料プール冷却浄化系配管からプールへの注水が行われ、翌日にはスキマサージタンクの水位が上昇したことが確認された。

8月10日、使用済燃料プールの冷却が、代替注水手段による淡水注入から熱交換器による循環冷却へ切り替えられ、8月27日頃には定常状態（30℃）となった。なお、1号機の使用済燃料プールには海水は注入されていない。

12月16日、内閣総理大臣より冷温停止状態が宣言された。

○ 2号機

ア 原子炉の冷却

2号機は、津波到達前から動作していた原子炉隔離時冷却系により、全電源喪失後も原子炉への注水を続けることができた。3月14日13時25分に、原子炉隔離時冷却系が機能喪失したことが明らかになったことから、減圧、海水注入を開始した。同月26日には中央制御室の照明が復帰し、压力容器内への淡水の注入が可能となった。4月25日、仮設電動ポンプによる淡水注入に切り替えた。

イ 使用済燃料プールの燃料

3月19日、放射性廃棄物処理建屋にある使用済燃料プール冷却浄化系配管のフロークラス部分を取り外し、消防車のポンプを接続して使用済燃料プールへの海水注入を開始したが、ストレーナの詰まりにより漏えいが発生した。3月20日には、使用済燃料プール冷却浄化系による海水40トンの注水が行われた。同月22日には、海水注入により燃料プールが満水になり、水温も51℃になったと推定された。同月25日にも海水の注入を実施し、2号機の使用済燃料プールへの海水注入は合計約88トンとなった。

同月29日以降は使用済燃料プールへの注水は淡水に切り替えた。5月31日には循環冷却装置の運用を開始し、6月5日には定常状態（30℃）となった。

12月16日、内閣総理大臣より冷温停止状態が宣言された。

○ 3号機

ア 原子炉の冷却

3号機では、水素爆発が起きた翌日の3月15日に、炉心への海水の注水を開始した。同月25日、腐食などのトラブルを防ぐため、炉心への注水を海水から淡水に切り替えた。

イ 使用済燃料プールの燃料

使用済燃料プールについては、同月17日に、陸上自衛隊のヘリコプター2機が消火バケットを使用し、4回計海水約30トンの放水を行った。また、警視庁機動隊の高圧放水車が地上から海水約44トンの放水、自衛隊大型破壊機救難消防車が真水約30トンの注水を行った。同月19日には東京消防庁の屈折放水塔車から毎分3トンの海水を放水した。翌20日、東京消防庁のハイパーレスキュー隊が、使用済燃料プールへ海水を6時間半放水した。同月22日、東京消防庁と大阪市消防庁が海水150トンの放水を行った。同月27日からは、コンクリートポンプ車による淡水の放水を開始した。4月26日からは、燃料プール冷却浄化系を用いて淡水注入を開始した。6月30日には循環冷却装置の運用を開始し、7月7日には定常状態（30℃）となった。3号機の使用済燃料プールへの海水注入は合計約525トンとなった。

12月16日、内閣総理大臣より冷温停止状態が宣言された。

○ 4号機

4号機は定期検査中であったため、原子炉内の燃料は使用済燃料プールに移されており、1,535体の燃料があった。このため、建屋が水素爆発する前日の3月14日には、使用済燃料プールの水温は約84℃まで上昇していた。

3月20日、21日に自衛隊高圧注水車により真水約250トンを使用済燃料プールへ放水した。翌22日からは、大型コンクリートポンプ車を使った海水の放水を開始した。同月30日、コンクリートポンプ車による放水を淡水に切り替え、6月14日まで計38回の淡水の注入を行った。6月16日からは、コンクリートポンプ車に代えて、代替注水ラインによる淡水注水を開始した。7月31日には、代替注水手段による淡水注入から熱交換器による循環冷却へ切り替えられ、8月3日には使用済燃料プールの水温は定常状態（40℃）になった。4号機の使用済燃料プールへの海水注入は合計約450トンとなった。

12月16日、内閣総理大臣より冷温停止状態が宣言された。

○ 5、6号機

3月19日、5号機仮設海水ポンプに仮設の電源車が接続され、残留熱除去系と使用済燃料プール冷却系の機能が回復した。同日、6号機でも、残留熱除去系と使用済燃料プール冷却系の機能が回復した。同月20日に冷温停止となった。

(2) 福島第二原子力発電所

残留熱除去系を失わなかった3号機は3月12日に、残留熱除去系を復旧させた1号機及び2号機は3月14日に、そして4号機は3月15日に冷温停止を達成した。