

II 福島第一原子力発電所における事故の概要

1 福島第一原子力発電所の概要

(1) 施設の概要、規模、性能、設置経緯等

福島第一原子力発電所（以下「福島第一原発」という。）は、福島県双葉郡大熊町及び同郡双葉町に位置し、東は太平洋に面している。敷地は海岸線に長軸を持つ半長円状の形状となっており、敷地全体の広さは約 350 万㎡である。

福島第一原発は、東京電力株式会社（以下「東京電力」という。）が初めて建設・運転した原子力発電所であり、昭和 42 年 4 月に 1 号機の建設に着工して以来、順次増設を重ね、現在 6 基の沸騰水型原子炉（BWR）を有している。昭和 46 年 3 月には 1 号機が運転を開始しており、現在では 1 号機から 6 号機までの総発電設備容量が 469 万 6,000kW となっている。各号機の発電設備の規模、性能等については資料Ⅱ-1 のとおりである。

なお、BWR を使用した発電の仕組みは資料Ⅱ-2 のとおりである。

(2) 施設の配置、構造等

1 号機から 4 号機までは福島県双葉郡大熊町に、5 号機及び 6 号機は同郡双葉町に設置されている。各号機の配置は、資料Ⅱ-3 のとおりである。

各号機は、原子炉建屋（R/B）、タービン建屋（T/B）、コントロール建屋、サービス建屋、放射性廃棄物処理建屋等から構成されている。これら建屋のうち一部については、隣接プラントと共用となっているものがある。各建屋の配置は、資料Ⅱ-4 のとおりである。

(3) 施設運営の体制等

a 通常運転時の体制

平成 23 年 3 月 11 日現在の東京電力の組織については、資料Ⅱ-5 のとおりである。

福島第一原発には、発電所長の下に、ユニット所長 2 人、副所長 3 人が置かれており、その下に総務部、防災安全部、広報部、品質・安全部、技術総括部、第一運転管理部、第二運転管理部、第一保全部及び第二保全部が置かれている（資料Ⅱ-6 参照）。また、原子炉施設の運転は、東京電力従業員から成る当直が担当

している。当直は、第一及び第二運転管理部長の下で、それぞれ1号機及び2号機、3号機及び4号機、5号機及び6号機の各担当に分かれる。各担当は、原則として、当直長1人、当直副長1人、当直主任2人、当直副主任1人、主機操作員2人及び補機操作員4人の合計11人で一つの班を構成し、さらに5個班による交代制勤務をとることにより24時間体制で原子炉施設の運転に従事している（資料Ⅱ－7参照）。

次に、福島第一原発に所属する東京電力の従業員は約1,100人であり、このほかに、プラントメーカーや防火、警備等を担当する協力企業の従業員が常駐しており、その数は約2,000人である。なお、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）発生当時は、東京電力の従業員約750人が構内に勤務していたほか、4号機から6号機までの定期検査等により、常駐する協力企業の従業員数を含めて、約5,600人の協力企業の従業員が構内に勤務していた。

b 緊急時の体制

福島第一原発では、原子力災害対策特別措置法（以下「原災法」という。）第7条第1項に基づき「福島第一原子力発電所原子力事業者防災業務計画」が定められており、原災法第10条の特定事象の通報を行った場合には第1次緊急時態勢、原災法第15条の特定事象の報告を行った場合又は同条の特定事象に基づく原子力緊急事態宣言が発出される事態に至った場合には第2次緊急時態勢となり、原子力災害の情勢に応じて、事故原因の除去、原子力災害の拡大の阻止その他必要な活動を迅速かつ円滑に行うとされている。

第1次緊急時態勢が発令された場合には、福島第一原発では緊急時対策本部が設置される。緊急時対策本部は、情報班、通報班、広報班、技術班、保安班、復旧班、発電班、資材班、厚生班、医療班、総務班及び警備誘導班により構成され、それぞれの役割に応じて原子力災害に対応する防災体制を確立することとしている（資料Ⅱ－6参照）。この体制は、第2次緊急時態勢が発令された場合においても同一である。

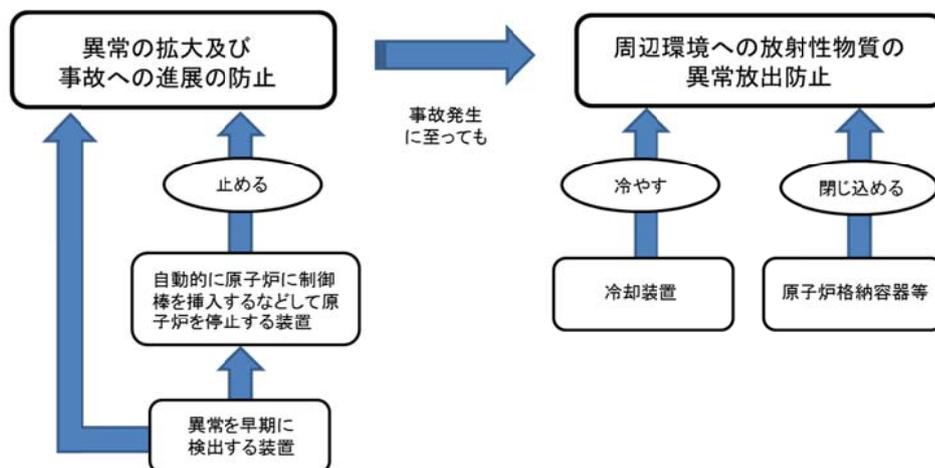
また、原子炉施設の運転は発電班に組み込まれた当直が担い、その体制は通常運転時と同様である。

なお、原災法等が想定する災害対応の在り方については後記Ⅲ 1 において詳述する。

(4) 原子炉施設の安全を確保するための仕組み

原子炉施設には、ウランの核分裂により生じた強い放射能を持つ放射性物質が原子炉内に存在する。そこで、何らかの異常・故障等により放射性物質が施設外へ漏出することを防止するために、原子炉施設には多重防護の考え方に基づいて複数の安全機能が備え付けられている。

具体的には、「異常の発生の防止」¹、「異常の拡大及び事故への進展の防止」及び「周辺環境への放射性物質の異常放出防止」を図ることにより周辺住民の放射線被ばくを防止することであり、「異常の拡大及び事故への進展の防止」の観点からは、異常を検出して原子炉を速やかに停止する機能（止める機能）が、「周辺環境への放射性物質の異常放出防止」の観点からは、原子炉停止後も放射性物質の崩壊により発熱を続ける燃料の破損を防止するために炉心の冷却を続ける機能（冷やす機能）及び燃料から放出された放射性物質の施設外への過大な漏出を抑制する機能（閉じ込める機能）がそれぞれ備え付けられている（図Ⅱ－1 参照）。



図Ⅱ－1 「止める機能」「冷やす機能」「閉じ込める機能」により原子力施設の安全を確保するための仕組み

¹ (財) 原子力安全技術センターの「共通基礎講座テキスト」(文部科学省原子力安全課作成に係る「環境防災 N ネット」からのリンク参照) によれば、異常の発生防止対策は、原子炉施設的设计・建設・運転の各段階で講じられており、设计段階では安全上余裕のある设计等が、建设段階では设计どおりの工事が施工されているか確認するための品質保証活動等が、運転段階では厳重な原子炉の監視・点検・保守等がそれぞれ行われている。

a 止める機能（原子炉停止機能）

原子炉を止める機能を担う設備は、原子炉停止系と呼ばれる。原子炉停止系は、原子炉に異常が発生した際に炉心における核分裂反応を停止させて出力を急速に低下させるため、炉心に大きな負の反応度²を与える設備である。

原子炉停止系の代表的な設備として制御棒がある。制御棒とは、原子炉の反応度を制御するための中性子吸収材と構造材から構成されており、制御棒を燃料集合体の間に入れると中性子が吸収され、核分裂反応が抑制され、原子炉の出力が低下する。原子炉の異常時には燃料の損傷を防ぐため急速に制御棒を炉心に挿入して、原子炉を緊急停止（スクラム）させる。

その他の原子炉停止系の設備として、ほう酸水注入系がある。これは、ほう酸貯蔵タンク、ポンプ、テストタンク、配管、弁等から構成され、制御棒が挿入不能の場合に、原子炉に中性子吸収材であるほう酸水を注入して負の反応度を与えて原子炉を停止する機能を有する。

b 冷やす機能（原子炉冷却機能）

炉心に制御棒を挿入して原子炉を停止させた場合においても、燃料棒内に残存する多量の放射性物質の崩壊により発熱が続くことから、燃料の破損を防止するために炉心の冷却を続ける必要がある。そこで、原子炉施設には通常の給水系の他に様々な注水系が備えられている。かかる注水系は、原子炉で発生する蒸気を駆動源とするタービン駆動ポンプ又は電動ポンプにより、原子炉へ注水する。また、注水系には、原子炉が高圧の状態の場合でも注水が可能な高圧のものと、原子炉の減圧をすることによって初めて注水が可能となる低圧のものがある。

福島第一原発の各号機に設置されている原子炉冷却機能を有する主な設備は、以下のとおりである。

(a) 1号機

1号機には、原子炉冷却機能を有する主な設備として、炉心スプレイ系（CS）2系統、非常用復水器（IC）2系統、高圧注水系（HPCI）1系統、原子炉停止

² 原子炉が臨界状態からずれている程度を示す指標で、この指標が負の値の場合には、原子炉は臨界未満の状態であり、その出力が低下する。

時冷却系（SHC）1 系統及び格納容器冷却系（CCS）2 系統が設置されている（資料Ⅱ－8 参照）。

CS とは、何らかの原因により冷却材喪失事故によって炉心が露出した場合に、燃料の過熱による燃料及び被覆管の破損を防ぐために、圧力抑制室（S/C）内の水を水源として、炉心上に取り付けられたノズルから燃料にスプレーすることによって、炉心を冷却する設備である。

IC とは、主蒸気管が破断するなどして主復水器が利用できない場合に、圧力容器内の蒸気を非常用の復水器タンクにより水へ凝縮させ、その水を炉内に戻すことによって、ポンプを用いずに炉心を冷却する設備である。最終的な熱の逃し先は大気である。

HPCI とは、配管破断等を原因として冷却材喪失事故が発生したような場合に、圧力容器から発生する蒸気の一部を用いるタービン駆動ポンプにより、復水貯蔵タンク又は S/C 内の水を水源として、圧力容器内へ注水することによって炉心を冷却する設備である。

SHC とは、原子炉停止後、炉心の崩壊熱並びに圧力容器及び冷却材中の保有熱を除去して、原子炉を冷却する設備である。

CCS とは、冷却喪失事故が発生した際に、S/C 内の水を水源として、格納容器内にスプレーすることによって、格納容器を冷却する設備である。

(b) 2号機から5号機

2号機から5号機までには、原子炉冷却機能を有する主な設備として、前記 CS2 系統及び HPCI1 系統のほか、原子炉隔離時冷却系（RCIC）1 系統及び残留熱除去系（RHR）2 系統が設置されている（資料Ⅱ－8 参照）。

RCIC とは、原子炉停止後に何らかの原因で給水系が停止した場合等に、圧力容器から発生する蒸気の一部を用いるタービン駆動ポンプにより、復水貯蔵タンク又は S/C 内の水を水源として、蒸気として失われた冷却材を原子炉に補給し、炉心を冷却する設備である。

RHR とは、原子炉停止時の残留熱の除去を目的とするもので、弁の切替操作により使用モードを変え、SHC、低圧注水系（LPCI）及び CCS として利用できるようになっている。

(c) 6号機

6号機には、原子炉冷却機能を有する主な設備として、前記 RCIC1 系統及び RHR3 系統のほか、高圧炉心スプレイ系（HPCS）1 系統及び低圧炉心スプレイ系（LPCS）1 系統が設置されている（資料Ⅱ-8 参照）。

HPCS とは、配管破断等を原因として冷却材喪失事故が発生したような場合に、復水貯蔵タンク又は S/C 内の水を水源として、燃料にスプレイすることによって、炉心を冷却する。

LPCS とは、配管破断等を原因として冷却材喪失事故が発生したような場合に、S/C 内の水を水源として、炉心上に取り付けられたノズルから燃料にスプレイすることによって、炉心を冷却する。

c 閉じ込める機能（格納機能）

原子炉施設の潜在的な危険性は、原子炉内に蓄積される放射性物質の放射能が極めて強いことにある。したがって、放射性物質の施設外への過大な放出を防止するための機能が原子炉施設には備えられており、この機能を格納機能という。

格納機能を有するものの第一はペレットである。これは、原子炉の燃料そのものであり、化学的に安定な物質である二酸化ウランの粉末を陶器のように焼き固めたもので、放射性物質の大部分をこの中に留めることができる。

第二は、燃料棒の周りを覆う被覆管である。ペレットは、被覆管の中に納められて燃料棒を構成している。この被覆管は気密に作られており、ペレットの外に出てくる放射性物質を被覆管の中に留めることができる。

第三は、燃料棒が格納されている圧力容器である。何らかの原因により、被覆管が破損すると放射性物質が冷却材中に漏出することとなるが、圧力容器は高い圧力にも耐えられる構造となっており、また気密性も高いことから、その中に漏出した放射性物質を留めることができる。

第四は、圧力容器を包み込む格納容器である。格納容器は、鋼鉄製の容器であり、圧力容器を含む主要な原子炉施設を覆っている。

第五は、格納容器が納められている R/B である。

2 東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波の発生

(1) 東北地方太平洋沖地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖³を震源とするマグニチュード (M) 9.0 の地震が発生した。この地震は、国内観測史上最大規模であり、宮城県栗原市で震度 7、宮城県、福島県、茨城県及び栃木県の 4 県 37 市町村で震度 6 強を観測したほか、東日本を中心に、北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度 6 弱から震度 1 を観測した⁴。

気象庁は、この地震を「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震⁵」と命名した。また、政府は、東北地方太平洋沖地震による災害について「東日本大震災」と呼称することを閣議了解⁶した。

この地震は、西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界の広い範囲で破壊が起きたことにより発生した (図 II-2 参照)。

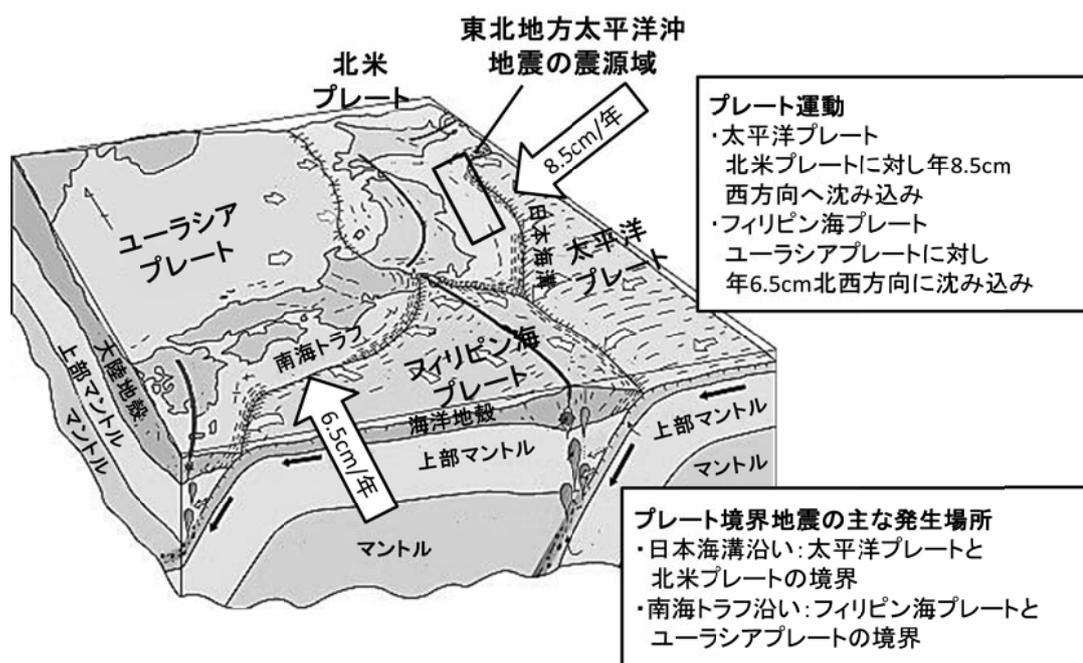


図 II-2 日本列島周辺のプレート構造及び東北地方太平洋沖地震の震源域
 社団法人全国地質調査業協会連合会 HP「プレートテクトニクスから見た日本列島」に独立行政法人原子力安全基盤機構 (JNES) が一部加筆したものを基に作成

³ 震源は、牡鹿半島の東南東約 130km 付近 (北緯 38° 06.2′、東経 142° 51.6′)、深さ約 24km の地点である。
⁴ 気象庁は、平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分 48.8 秒に緊急地震速報を発表した。
⁵ 英語名称は、「The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake」という。
⁶ 平成 23 年 4 月 1 日の閣議の持ち回り閣議案件「東北地方太平洋沖地震による災害の呼称について」として了解された。

地震活動は、本震－余震型で推移しており、M7.0以上の余震が5回、M6.0以上の余震が82回、M5.0以上の余震が506回発生するなど余震活動⁷は非常に活発であった。

余震は、岩手県沖から茨城県沖にかけての北北東－南南西方向に延びる長さ約500km、幅約200kmの範囲に密集して発生しているほか、震源域に近い海溝軸の東側、福島県及び茨城県の陸域の浅い場所も含めた広い範囲で発生している。これまでに観測された最大余震は、平成23年3月11日15時15分に茨城県沖で発生したM7.7の地震である。

(2) 同地震に伴う津波の概要

東北地方太平洋沖地震により、東北地方から関東地方北部の太平洋側を中心に、北海道から沖縄県にかけての広い範囲で津波を観測した⁸。

各地の津波観測施設では、福島県相馬で高さ9.3m⁹、宮城県石巻市鮎川で高さ8.6m⁹など、東北地方から関東地方北部の太平洋側を中心に非常に高い津波が観測されたほか、北海道から鹿児島県にかけての太平洋沿岸や小笠原諸島で1m以上の津波を観測した。

気象庁が、津波観測施設及びその周辺地域において、各地の津波による被害や津波の到達状況等について現地調査を実施したところ、岩手県沿岸では10mを超える津波が到達していたことが判明したほか、北海道から四国に至る太平洋沿岸各地で数mの津波の痕跡を観測した。

東北地方太平洋沖地震に伴う津波は、カナダ、アメリカ合衆国（以下「米国」という。）、中南米等の太平洋沿岸においても観測され、米国、チリ等では最大高さ2mを超える津波が観測されている。

(3) 同地震とそれに伴う津波による被害の概観

国土地理院の調査によれば、津波による浸水範囲面積は、宮城県が327km²と最も

⁷ 気象庁が平成23年8月17日に発表した同年6月11日現在の数字。現時点で最新のものである。

⁸ 気象庁は、平成23年3月11日14時49分、岩手県、宮城県及び福島県に「大津波の津波警報」（第1報）を発表した。

⁹ 津波観測施設が津波により被害を受けたためにデータを入手できない期間があり、後続の波でさらに高くなった可能性がある。

大きく、次いで福島県が 112 km²、岩手県が 58 km²となっており、青森県、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県 の 6 県 62 市町村の浸水範囲面積の合計は 561 km² である。

東北地方太平洋沖地震及び同地震に伴う津波により、1 都 1 道 10 県で死者 1 万 5,840 人、6 県で行方不明者 3,547 人、1 都 1 道 18 県で負傷者 5,951 人の人的被害が発生している¹⁰（平成 23 年 12 月 1 日現在）。

建築物に対する被害は、1 都 1 道 18 県で 100 万 9,074 戸に上る¹¹（平成 23 年 12 月 1 日現在）。

なお、東北地方太平洋沖地震及び同地震に伴う津波による被害の概要については、資料Ⅱ－9 のとおりである。

（4）福島第一原子力発電所の被災状況の概要

a 東北地方太平洋沖地震発生直前の福島第一原子力発電所の運転状況

1 号機は、定格電気出力一定運転¹²を行っていた。また、地震発生前の当直による確認では、使用済燃料プールの水位は満水、水温は 25℃であった。

2 号機及び 3 号機は、定格熱出力一定運転¹³を行っていた。また、地震発生前の当直による確認では、使用済燃料プールの水位はいずれも満水、2 号機のプール水温は 26℃、3 号機のプール水温は 25℃であった。

4 号機は、平成 22 年 11 月 30 日から定期検査中であった。シュラウド取替え等の圧力容器内の工事が予定されていたことから全燃料が圧力容器から使用済燃料プールに取り出されていた。また、地震発生前の当直による確認では、使用済燃料プールの水位は満水、水温は 27℃であった。

5 号機は、平成 23 年 1 月 3 日から定期検査中であった。原子炉では燃料が装

¹⁰ 現在も行方不明者が多数いることから、被害の全容把握に至っていない。

¹¹ 津波により水没し壊滅した地域があり、被害の全容把握に至っていない。

¹² 原子炉電気出力を、年間を通じて発電可能な値である「定格電気出力」に保つ運転方法をいう。この運転方法では、電気出力を一定に保つため、一定の電気出力を超えないように原子炉熱出力を低下させるなどの調整が必要となる。

¹³ 原子炉熱出力を、原子炉設置許可で認められた最大値である「定格熱出力」に保つ運転方法をいう。原子炉は、海水温度の低くなる冬季には自然に熱効率が上昇することから、同じ熱出力からより大きな電気出力を得ることが可能となる。定格熱出力一定運転の効果はプラントごとに異なるが、定格電気出力一定運転の約 101～108%の電気出力を得ることが可能である。

荷され、かつ、制御棒が全挿入された状態で圧力容器内に窒素を封入する耐圧漏えい試験を実施しており、原子炉圧力が7.2MPaまで昇圧されていた。また、地震発生前の当直による確認で使用済燃料プールの水位は満水、水温は24℃であった。

6号機は、平成22年8月14日から定期検査中であった。原子炉は燃料が装荷され、かつ、制御棒が全挿入された冷温停止状態にあった。また、地震発生前の当直による確認で使用済燃料プールの水位は満水、水温は25℃であった。

b 福島第一原子力発電所で観測された地震動及び津波

(a) 地震動

東北地方太平洋沖地震に際し、福島第一原発が位置する福島県双葉郡大熊町及び双葉町において観測された最高震度は6強であり、震度5弱以下の余震が多数回観測された。なお、地震情報の詳細は資料Ⅱ-10のとおりである。

福島第一原発では、敷地地盤、各号機のR/B及びT/B並びに地震観測室に地震計を設置し、計53箇所地震動の観測を行っている。これらの地震計により得られた観測記録のうち、各号機の原子炉建屋基礎版上で得られた最大加速度値は表Ⅱ-1のとおりである。

観測記録によると、2号機、3号機及び5号機において、東西方向の最大加速度が基準地震動(Ss)¹⁴に対する最大応答加速度値¹⁵を上回っている。

観測点 (原子炉建屋基礎版上)		観測記録			基準地震動Ssに対する 最大応答加速度値(ガル)		
		最大加速度値(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-1：東北地方太平洋沖地震の際、福島第一原発で取得された観測記録と基準地震動(Ss)に対する最大応答加速度値との比較

¹⁴ 基準地震動(Ss)は、原子力施設周辺で発生する地震を内陸地殻内の地震(活断層)、プレート間地震、海洋プレート内地震等に分類し、それらの地震の震源からの地震動が、せん断波速度が毎秒700m以上となる硬質地盤面(解放基盤表面)に到達した際に当該地盤にかかる「加速度」として、当該地震の分類ごとに策定される。

¹⁵ 基準地震動(Ss)に基づく地震応答解析によって算定される最大加速度値

東京電力「福島第一原子力発電所東北地方太平洋沖地震に伴う原子炉施設への影響について」（平成23年9月）を基に作成

(b) 津波

東北地方太平洋沖地震に伴う津波の第1波は、3月11日15時27分頃、福島第一原発に到達している。また、第2波は、同日15時35分頃に到達しており、その後も断続的に福島第一原発に津波が到達している。

なお、気象庁が発表した津波情報等の詳細は、資料Ⅱ-10のとおりである。

これらの津波により、福島第一原発の海側エリア及び主要建屋設置エリアはほぼ全域が浸水した。浸水域、浸水高及び浸水深の詳細は資料Ⅱ-11のとおりである。

1号機から4号機側主要建屋設置エリアの浸水高（小名浜港工事基準面（O.P.）からの浸水の高さ）は、O.P.+約11.5mから+約15.5mであった。同エリアの敷地高はO.P.+10mであることから、浸水深（地表面からの浸水の高さ）は約1.5mから約5.5mであった。同エリアの南西部では、局所的に、O.P.+約16mから+約17mの浸水高が確認されており、浸水深は約6mから約7mであった。

また、5号機及び6号機側主要建屋設置エリアの浸水高は、O.P.+約13mから+約14.5mであった。同エリアの敷地高はO.P.+13mであることから、浸水深は約1.5m以下であった。

3 現在判明している福島第一原発における被害の概要

福島第一原発では、前記2（4）b記載のとおり、東北地方太平洋沖地震及び同地震に伴う津波に見舞われた。前記1（4）で述べた施設の安全を確保するための仕組みのうち「止める」機能は原子炉スクラムにより地震後に達成されたものとみられる。他方で、地震による損傷又は津波による被水で多くの電源関連設備が機能を喪失したことなどにより「冷やす」機能が損なわれた。加えて、後記4（1）で述べる放射性物質の環境への放出状況等に鑑み、「閉じ込める」機能の喪失は明らかである。

福島第一原発に所在する施設・設備の多くは、地震、津波、炉心損傷の進行又は水素ガスによると思われるR/B内の爆発により物理的に損傷し、あるいはその機能を喪失していったものと考えられる。しかし、いまだR/B及びその周辺の放射線量が高く、また、R/Bには高線量の汚染水がたまっていること（資料Ⅱ-12参照）などから、か

かる被害内容の詳細を直接確認することが極めて困難な場合が多い。このような制約の下で、これまでの調査に基づき言及できる範囲内で、福島第一原発の主要施設・設備の被害概要を次のとおりまとめた。

なお、R/B、T/B 等における主たる設備の設置場所については資料Ⅱ-12 のとおりである。

(1) 放射性物質を閉じ込める機能を有する施設・設備

a 原子炉圧力容器（耐震クラス S¹⁶）

(a) 概要

原子炉圧力容器（以下「圧力容器」という。）は、母材が低合金鋼で、腐食防止のためステンレス鋼で内張りされている（仕様については資料Ⅱ-1、構造については資料Ⅱ-13 参照）。圧力容器の蓋は取り外しが容易なようにフランジ接続とされ、二重 O リングで圧力容器本体と蓋の接続部からの漏えいを防止している。圧力容器の下端はスカートで支持されている。

なお、圧力容器内には、原子炉水位計及び原子炉圧力計が設置されているところ、その計測の仕組みは資料Ⅱ-14 のとおりである。

(b) 設置場所

各号機の R/B1 階から 4 階までを貫通して設置されている（資料Ⅱ-15 参照）。

(c) 損傷・機能の状況

現時点では、圧力容器の損傷・機能の状況の詳細は不明である。

なお、1 号機から 3 号機までの圧力容器については、地震発生後間もなく、全制御棒が全挿入されて原子炉はスクラムしたものとみられ、また、津波到達

¹⁶ 各設備の名称の横に付記した耐震クラスは、原子力安全委員会が改訂した「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」に基づくもので、原子炉施設における設備の耐震設計上の重要度を、地震により発生する可能性のある施設外への放射線による影響の観点から、S、B 及び C クラスに分類している。自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており、その機能喪失により放射性物質を施設外に放散する可能性があるなどの理由から、施設外への放射線による影響が大きい設備が S クラスとされ、S クラスの設備よりも施設外への放射線による影響が比較的小さい設備が B クラスとされ、S 及び B クラス以外の一般産業施設と同等の安全性を保持すればよい設備が C クラスとされている。

までの間に圧力容器の損傷を窺わせるような形跡は把握されていない（後記IV 1 参照）。

b 原子炉格納容器（耐震クラス S）

（a）概要

原子炉格納容器（以下「格納容器」という。）は、鋼鉄製の容器で、圧力容器をはじめとする主要な原子炉施設を収納しており、ドライウェル（D/W）及び S/C で構成されている。また、冷却材喪失事故等が生じた場合等に、放射性物質を閉じ込め、施設外に漏出するのを抑制する機能を果たす。

（b）設置場所

格納容器は、各号機の R/B 地下 1 階から地上 4 階までを貫通して設置されている（資料Ⅱ－15 参照）。

（c）損傷・機能の状況

現時点では、格納容器の損傷・機能の状況の詳細は不明である。

なお、1 号機から 3 号機までの格納容器については、地震発生から津波到達までの間、D/W 圧力、S/C 圧力及び S/C 水位の各計測値の傾向を見る限り、格納容器の損傷を窺わせるような形跡は把握されていない。

c 原子炉建屋（R/B、耐震クラス S）

（a）概要

R/B は、地下 1 階（6 号機は地下 2 階）から地上 5 階建てで、格納容器及び原子炉補助施設を収納する建屋であり、事故時に格納容器等から放射性物質が漏出した場合でも、R/B 外に出さないよう建屋内部を負圧に維持している。

（b）設置場所

1 号機から 6 号機までの各 R/B の設置場所は、資料Ⅱ－3 のとおりである。

(c) 損傷・機能の状況

1号機では3月12日15時36分頃に、3号機では同月14日11時1分頃に、4号機では同月15日6時頃から6時10分頃の間、それぞれ各号機のR/B内で水素ガスによると思われる爆発が発生し、1号機及び3号機の各5階部分並びに4号機の4階及び5階部分が激しく損壊した(資料Ⅱ-16参照)。

なお、東京電力による後日の調査によれば、4号機R/Bの5階床面が上方に隆起し、同4階床面が下方に窪んでいたことなどが確認されているとのことであり、同号機の爆発による主な圧力の発生箇所はR/B4階であった可能性がある。

d 放射性物質を閉じ込める機能を有する施設・設備の損傷・機能状況の概略

1号機、3号機及び4号機については、前記c(c)記載のとおり、水素ガスによると思われる爆発が発生し、R/Bが激しく損壊したことから、遅くともかかる爆発の時点で、1号機、3号機及び4号機のR/Bはその機能を喪失した。

(2) 冷却機能を有する設備

a 非常用復水器(IC、1号機に設置、耐震クラスS)

(a) 概要

ICは、圧力容器内の水蒸気を復水器タンクで冷却して水に戻し、その水をポンプを用いずに原子炉に戻すことを繰り返すことで、炉心を冷却する。

ICは、資料Ⅱ-12及びⅡ-17に示すようにA系とB系の2系統から成り、各系統は、冷却水を満たした復水器タンク、原子炉上部から出て炉内の蒸気を復水器タンク内に導く配管(供給配管)、復水器タンクで冷却され水に戻ったその水を原子炉下部に戻す配管(戻り配管)、供給配管及び戻り配管にそれぞれ2個ずつ設置されている隔離弁等から構成される。

(b) 設置場所

ICは1号機のみ設置されている。ICの主要設備である復水器タンクは、A系及びB系それぞれの一つずつあり、R/Bの4階に設置されている(資料Ⅱ-12参照)。

(c) 損傷・機能の状況

i 地震発生から津波到達まで

IC は、地震発生後間もなく自動起動し、当直が隔離弁の開閉操作を繰り返して原子炉圧力を制御しており、津波が到達するまでは、格納容器内外を問わず、IC の機能を損なうような損傷を受けたことを窺わせる形跡は見当たらない。

ii 津波到達後

1 号機の全ての交流電源及び直流電源が喪失したため、フェイルセーフ機能が作動し、全ての隔離弁が全閉又はそれに近い状態となったことから、IC の冷却機能はほとんど発揮されなかった可能性が高い（詳細については、後記IV 2 及び3 参照）。

なお、IC の具体的な損傷の詳細は現時点で不明である。

b 原子炉隔離時冷却系（RCIC、2～6 号機に設置、耐震クラス S）

(a) 概要

RCIC は、何らかの原因で給水系が停止した場合等に、原子炉水位異常低下信号によって起動し、圧力容器から発生する蒸気の一部を用いるタービン駆動ポンプにより、蒸気として失われた冷却材を原子炉に補給し、炉心を冷却する。

RCIC は、資料Ⅱ－18 に示すように、ポンプ、蒸気駆動タービン、配管、直流電源で作動する隔離弁等から構成されており、通常は、水源として復水貯蔵タンクの水を使用するが、S/C の水を水源とすることも可能である。

(b) 設置場所

主要な設備は、2 号機から 5 号機までは R/B 地下 1 階、6 号機では R/B 地下 2 階にそれぞれ設置されている（資料Ⅱ－12 参照）。

(c) 損傷・機能の状況

i 地震発生から津波到達まで

2 号機及び 3 号機では、地震発生後間もなく、当直が RCIC を手動で起動

させるなどして原子炉圧力を制御していたことなどから、津波が到達するまでの間、RCICはその冷却機能を損なうような損傷を受けなかったと推認される。

ii 津波到達後

- ① 2号機では、津波到達後、フェイルセーフ機能が作動する前に開状態となっていた隔離弁の駆動用電源が失われたため隔離弁が開状態のままとなった。よって、ある期間¹⁷は冷却機能が働いていた可能性はあるものの、制御不能の状態になっていた。
- ② 3号機では直流電源盤が被水を免れたことから、当直は3月11日16時3分頃に直流電源で操作可能なRCICを手動で起動し、その吐出圧力や回転数を確認しながら同月12日11時36分頃に停止するまで運転制御していた。よって、その間3号機のRCICはその冷却機能を損なうような損傷を受けなかったと推認される。
- ③ 4号機から6号機までは当時定期検査中であったことから、RCICは起動しておらず、その損傷・機能の状況は現時点で不明である。

c 高圧注水系（HPCI、1～5号機に設置、耐震クラスS）

（a）概要

HPCIは、蒸気タービン駆動の高圧ポンプにより原子炉に冷却水を高圧で注水して炉心を冷却する。

HPCIは、資料Ⅱ-19に示すように、タービン駆動ポンプ、高圧配管、直流電源で作動する隔離弁等から構成されており、通常は、水源として復水貯蔵タンクの水を使用するが、S/Cの水を水源とすることも可能である。

（b）設置場所

主要な設備は、R/B地下1階に設置されている（設置場所は資料Ⅱ-12参照）。

¹⁷ 具体的な期間は不明である。

(c) 損傷・機能の状況

- ① 3号機では、3月12日12時35分頃に自動起動した後、同月13日2時42分頃に当直が手動で停止した。この間、当直は原子炉水位計や流量制御計等を監視しながら流量を調整して運転制御していたことなどから、HPCIはその冷却機能を損なうような損傷を受けなかったと推認される。
- ② 1号機、2号機、4号機及び5号機ではHPCIが起動しておらず、1号機及び2号機では、津波到達後、操作に必要な直流電源を含む全電源が喪失したことから、HPCIはその冷却機能を喪失していたと考えられる。4号機及び5号機は当時定期検査中であったことからHPCIは起動しておらず、その損傷・機能の状況は現時点で不明である。

d 非常用海水系ポンプ（耐震クラスS）

(a) 概要

非常用海水系ポンプとは、CCS（1号機）及びRHR（2号機から6号機まで）の熱交換器を除熱するために冷却水となる海水を供給する冷却用海水ポンプをいう。CCSを冷却する系統は格納容器冷却海水系（CCSW）であり、RHRを冷却する系統は残留熱除去海水系（RHRS）である（CCS及びRHRにつき、前記1（4）b参照）。

CCSW及びRHRSはそれぞれA系及びB系の2系統から成り、各系統にはそれぞれ非常用海水系ポンプが並列に2台設置されている（資料Ⅱ－20参照）。

いずれの非常用海水系ポンプも作動するためには6,900Vの交流電源を必要とする。

(b) 設置場所

非常用海水系ポンプは、全て屋外の海側エリア（O.P.+4m）に設置されている（資料Ⅱ－20参照）。

(c) 損傷・機能の状況

i 地震発生から津波到達まで

- ① CCSWはCCSの熱交換器に海水を供給して冷却する系統であるが、

CCSW が作動していなくても CCS が起動又は作動することが可能であることから、3月11日15時7分から同日15時10分までの頃に CCS が起動しているものの、その際 CCSW も作動していたか判明しない。よって、CCSW の損傷・機能の状況は現時点で不明である。

- ② 2号機から5号機までの RHR は、その熱交換器に海水を供給する RHRS の非常用海水系ポンプが2台とも停止した場合には、その数分後に海水の供給を受けていた RHR も停止するように設定されている。

2号機については、RHR が起動¹⁸した後、津波到達までの間に RHR が停止した形跡は窺われないことから、少なくとも作動していた RHR の熱交換器に海水を供給していた RHRS の非常用海水系ポンプのうち、いずれか1台は作動しており、その冷却機能を損なうような損傷を受けていなかったと推認される。他方で、3号機から5号機までの RHR は作動していないことから、これらの RHRS の非常用海水系ポンプの損傷・機能の状況は現時点で不明である。

- ③ 6号機の RHR は、その熱交換器に海水を供給する RHRS が作動していなくても起動又は作動することが可能であることから、RHRS の起動又は作動状況を RHR の起動又は作動状況¹⁹から推認することはできず、6号機の RHRS の非常用海水系ポンプの損傷・機能の状況は現時点で不明である。

ii 津波到達後

非常用海水系ポンプは、全て屋外の海側エリアに設置されていたことから、津波により被水することで何らかの損傷を受けた可能性がある。

また、1号機から5号機までは全交流電源が喪失したことから、CCSW 及び RHRS の各非常用海水系ポンプが必要とする交流電源が供給されなくなり、作動させることができず、その冷却機能を喪失していたと考えられる。

e 冷却機能を担う設備の損傷・機能状況の概略

¹⁸ 3月11日15時から同日15時7分までの頃に、当直は2号機の RHR を起動させ、S/C 冷却モードで S/C の冷却を行い、同日15時25分頃に S/C スプレイを起動させた（後記IV 1（2）b 参照）。

¹⁹ 6号機の RHR は、当時起動していない。

(a) 地震発生から津波到達まで

この間に作動していたIC、RCIC及び非常用海水系ポンプの一部については、その作動状況に特段の異常は認められず、本来の機能である冷却機能を損なうような損傷はなかったと考えられる。

他方で、この間に作動していないその他の設備の損傷・機能の状況は現時点で不明である。

(b) 津波到達後

① 1号機から3号機までは、3号機のRCIC及びHPCIを除き、IC、HPCI及び非常用海水系ポンプの各冷却機能は喪失していたか又は十分に発揮されなかった可能性がある。また、2号機のRCICは、ある期間は冷却機能が働いていた可能性はあるものの、制御不能となっていたと考えられる。

② 4号機から6号機までについては、全交流電源喪失により非常用海水系ポンプは機能を喪失していたと考えられるが、その他の設備は作動していないことから、それらの損傷・機能の状況は現時点で不明である。

(3) 電源に関する設備

a 非常用ディーゼル発電機（非常用DG、耐震クラスS）

(a) 概要

外部電源が喪失した時に、原子炉施設に交流電源（6,900V）を供給するための非常用予備電源設備であり、ディーゼルエンジンで駆動する発電機である。非常用のディーゼル発電機（DG）は、非常用の金属閉鎖配電盤（M/C）に電源を供給し、外部電源が喪失した場合でも、原子炉を安全に停止するために必要な電力を供給する。

東京電力は、アクシデントマネジメント策の一環として、2台の非常用DGを各号機専用として設置することとし、平成11年3月までに全号機について整備を完了している（後記VI4（5）a（d）参照）。

なお、非常用DGには海水冷却式又は空気冷却式のものがあり、海水冷却式

の非常用 DG には、これを冷却するための海水ポンプ²⁰が付属している。各号機に設置されている非常用 DG のうち、2号機 B 系、4号機 B 系及び6号機 B 系は空気冷却式であり、これら以外は全て海水冷却式である。

(b) 設置場所

各号機に設置されている非常用 DG の設置場所は資料Ⅱ-12 及びⅡ-21 に示すとおりである。また、海水冷却式の非常用 DG に付属する冷却用海水ポンプの設置場所は資料Ⅱ-20 に示すとおりである。

(c) 損傷・機能の状況

i 地震発生から津波到達まで

地震発生直後、新福島変電所からの外部電源の供給が停止したことから、3月11日14時47分頃から同日14時49分頃までの間に、定期検査中であった4号機 A 系を除いて、全ての非常用 DG が起動した。これにより、1号機から6号機までの非常用 M/C の電圧が正常に復帰した。したがって、非常用 DG は、地震動によって、本来の機能を損なうような損傷を受けなかったと推認できる²¹。

ii 津波到達後

津波到達後、1号機から6号機までに設置された13台の非常用 DG のうち、2号機 B 系、4号機 B 系及び6号機 B 系を除いた全ての非常用 DG が機能を喪失したと推認できる²²。各非常用 DG の被害状況については、以下に示すとおりである（資料Ⅱ-21 参照）。

① 1号機 A 系及び B 系は、1号機 T/B 地下1階に設置されていたことから、

²⁰ 非常用 DG を冷却するために必要な海水を供給する系統を非常用ディーゼル発電設備冷却系 (DGSW) という。

²¹ 非常用 DG が正常に作動するためには、付属する DGSW の冷却用海水ポンプが作動している必要がある。地震発生直後、海水冷却式の非常用 DG は全て作動しており、本来の機能を損なうような損傷を受けなかったと推認されることから、DGSW の冷却用海水ポンプについても同様に作動しており、地震により機能を損なうような損傷は受けなかったと推認できる。

²² ここでいう機能喪失とは、非常用 DG そのものは損傷を受けていないものの、冷却用海水ポンプ等の関連機器が津波により被水して機能を喪失した場合も含む。

津波により非常用 DG そのものが被水し、機能を喪失した。なお、3月11日夕方に福島第一原発緊急時対策本部復旧班員（以下「復旧班員」という。）が実施した被害確認では、1号機 A 系については約 1.5m の津波による浸水痕が、また、B 系については約 1m 浸水している状況が、それぞれ確認された。

- ② 2号機 A 系は、2号機 T/B 地下1階に設置されていたところ、復旧班員により非常用 DG それ自体の状況は確認されていないものの、同所に水が約 1.3m 溜まっていたことが確認されていること、津波到達後間もなく全交流電源が喪失し、非常用 DG からの給電が途絶えたことなどから、津波により非常用 DG が被水し、機能を喪失したと推認できる。2号機 B 系については、運用補助共用施設（以下「共用プール」という。）1階に設置されていたことから、非常用 DG の被水は免れた（ただし、当該非常用 DG が給電する M/C の損傷・機能の状況につき、後記 b（c）ii 参照）。
- ③ 3号機 A 系及び B 系については、3号機 T/B 地下1階に設置されていたことから、津波により非常用 DG が被水し、機能を喪失したと推認できる。
- ④ 4号機 A 系については、定期検査中であったことから、機能していない状況であった。4号機 B 系については、共用プール1階に設置されていたことから非常用 DG の被水は免れた（ただし、当該非常用 DG が給電する M/C の損傷・機能の状況につき、後記 b（c）ii 参照）。
- ⑤ 5号機 A 系及び B 系については、5号機 T/B 地下1階に設置されており、非常用 DG は被水しなかったものの、関連機器が被水したことから機能を喪失したと推認できる。
- ⑥ 6号機 A 系²³及び HPCS 用については、6号機 R/B 地下1階に設置されており、非常用 DG の被水は免れた。しかし、非常用 DG の冷却に必要な冷却用海水ポンプが被水したことから機能を喪失したと推認できる。B 系については、ディーゼル発電機 6B 建屋1階に設置されており、津波による被害を受けず、機能を維持していた。

²³ 6号機 A 系については、理由は不明なるも3月18日に DGSW の冷却用海水ポンプを起動させることができたことから3月19日4時22分に起動したが、津波が到達してからしばらくの間、6号機 A 系を復旧させるための措置を講じておらず、その間は機能を喪失していたと推認できる。

b 金属閉鎖配電盤 (M/C) 及びパワーセンター (P/C) (耐震クラス S)

(a) 概要

M/C とは、6,900V の所内高電圧回路に使用される動力用電源盤で、遮断器、保護継電器、付属計器等を収納したものであり、常用、共通及び非常用の 3 系統に分かれて設備されている。

パワーセンター (P/C) とは、M/C から変圧器を経て降圧された 480V の所内低電圧回路に使用される動力用電源盤で、遮断器、保護継電器、付属計器を収納したものであり、常用、共通及び非常用の 3 系統から成る。

常用の M/C 及び P/C は、通常運転時に使用される設備に接続されているものであり、そのうち、隣接号機等への給電にも用いられている系統を共通系という。

非常用の M/C 及び P/C は、外部電源が喪失した際に非常用 DG から電気が供給され、非常時に使用する設備及び通常運転時に使用する設備のうち非常時にも使用するものに接続されている。

(b) 設置場所

各号機に設置されている M/C 及び P/C の設置場所は資料Ⅱ-12 及びⅡ-21 に示すとおりである。

(c) 損傷・機能の状況

i 地震発生から津波到達まで

1 号機から 6 号機では、非常用の M/C 及び P/C に給電する非常用 DG がそれぞれ作動しており、かつ、非常用 M/C 又は P/C から給電される各種設備の起動又は作動に当たって支障があったとの形跡は特段認められないことから、少なくとも非常用 DG が給電している非常用の M/C 及び P/C は、地震によって損傷を受けていないと推認できる。他方で、共通系を含む常用の M/C 及び P/C は、地震発生とほぼ同時に外部電源の供給が停止されたことから、その機能を喪失するに至った (後記 c (c) 参照)。

ii 津波到達後

- ① 1号機から6号機までに設置された15台の非常用のM/Cのうち、6号機R/Bに設置されていた6号機C系、D系及びHPCS用を除く全てのM/Cが津波により被水し、機能を喪失した（資料Ⅱ-21参照）。
- ② 前記①記載の津波の被水を免れた非常用M/Cのうち、6号機D系は、非常用DGの6号機B系から受電しており機能を維持していた。また、6号機C系及びHPCS用は、給電元の非常用DGの6号機A系及び同HPCS用が冷却用海水ポンプの被水により機能を喪失したと推認できることから（前記（3）a（c）参照）、当該M/Cは受電しておらず、機能を維持しているかは不明である。
- ③ 1号機から6号機までに設置された15台の非常用のP/Cのうち、2号機T/B1階に設置されていた2号機C系及びD系、4号機T/B1階に設置されていた4号機D系²⁴、6号機R/B地下2階に設置されていた6号機C系、同R/B地下1階に設置されていた6号機D系及び6号機ディーゼル発電機専用建屋地下1階に設置されていた6号機E系を除く全てのP/Cが、津波により被水し、機能を喪失した（資料Ⅱ-21参照）。
- ④ 津波の被水を免れた非常用P/Cのうち、2号機C系及び4号機D系は、復旧班員による電源復旧作業において、電源車からケーブルをつなぎ込む先として利用された（後記Ⅳ3（6）及び4（7）参照）。

c 外部電源設備（耐震クラス ノンクラス）

（a）概要

福島第一原発において使用する交流電源を所外から供給する。また、発電した電気の送電にも使用される。

（b）設置場所

福島第一原発は、主に福島第一原発の南西約9kmの場所に位置する新福島変電所から、電源供給を受けている（資料Ⅱ-22参照）。

²⁴ 4号機C系も被水を免れたが、定期検査中であったため、機能していない状況であった。

1号機及び2号機には、新福島変電所から、大熊線1L及び2Lを通じて27万5,000Vの高圧交流電源が供給されている。この高圧交流電源を降圧するための1/2号開閉所は、1号機R/Bの西側に設置されている(資料Ⅱ-3参照)。また、予備線として、東北電力株式会社から東北電力原子力線を通じて、6万6,000Vの高圧交流電源が供給されている。

3号機及び4号機には、新福島変電所から大熊線3L及び4Lを通じて、27万5,000Vの高圧交流電源が供給されている。この高圧交流電源を降圧するための3/4号開閉所は、3号機R/Bの西側に設置されている(資料Ⅱ-3参照)。

5号機及び6号機には、新福島変電所から夜の森線1L及び2Lを通じて、6万6,000Vの高圧交流電源が供給されている。この高圧交流電源を降圧するための66kV開閉所²⁵⁾は、6号機R/Bの西側に設置されている(資料Ⅱ-3参照)。

(c) 損傷・機能の状況

福島第一原発における外部電源設備には、鉄塔、電線、遮断器、断路器等があり、地震動により、鉄塔の倒壊、遮断器及び断路器の部品落下、引込鉄構の傾斜等の損傷が生じ、福島第一原発への給電が停止した。損傷・機能の概要は以下のとおりである(資料Ⅱ-22参照)。

i 大熊線1L、同2L及び東電原子力線(1、2号機)

大熊線1Lは、1/2号開閉所内の遮断器(O-1)が3月11日14時48分頃²⁶⁾に作動を停止したことから、送電されなくなった。同遮断器が作動を停止した理由は、地震によって、同開閉所内の遮断器(O-81)を構成する部品の一部が落下するなどして損傷したことから、福島第一原発内の送電線保護装置が作動したためと考えられる。なお、福島第一原発内のいずれの送電線保護装置が働いたかについては、現時点では不明である。

大熊線2Lは、新福島変電所内の遮断器(O-32)が同日14時48分頃に作動を停止したことから、送電されなくなった。同遮断器が作動を停止した

²⁵⁾ 5号機及び6号機において、受電用の開閉所は「66kV開閉所」であり、「5/6号開閉所」は送電用の開閉所を指す。

²⁶⁾ 時刻は、東京電力本店に設置されている基幹系統給電指令所システムの記録による。

理由は、地震によって、1/2号開閉所内の遮断器（O-82）及び断路器（82）を構成する部品の一部が落下するなどして損傷したことから、同変電所内の大熊線2L送電線保護装置が作動したためと考えられる（資料Ⅱ-23写真①、②及び③参照）。

東北電力から供給される東電原子力線は、1号機M/Cへ接続するケーブルに不具合が生じて、送電されなくなった。当該ケーブルが敷設されている場所が崩落する危険性が高く、現場を直接確認できないことから、不具合の原因を特定するには至っていない。

ii 大熊線3L及び同4L（3、4号機）

大熊線3Lは、新福島変電所内の遮断器（O-33）が3月11日14時48分頃に作動を停止したことから送電されなくなった。東京電力による震災後の調査では、鉄塔（No.7）及びその付近の電線において、高圧放電の痕跡であるアーク痕が確認されている（資料Ⅱ-23写真④参照）。したがって、同遮断器が作動を停止した理由は、地震によって、大熊線3L及び4Lの鉄塔（No.7）と電線が接触又は接近したことにより、同変電所内の大熊線3L送電線保護装置が作動したためと考えられる。

大熊線4Lは、上記変電所内の遮断器（O-34）が同日14時48分頃に作動を停止したことから、送電されなくなった。東京電力による震災後の調査では、鉄塔（No.11）及びジャンパー線においてアーク痕が確認されている（資料Ⅱ-23写真⑤参照）。したがって、同遮断器が作動を停止した理由は、地震によって大熊線3L及び4Lの鉄塔（No.11）と電線が接触又は接近したことにより、同変電所内の大熊線4L送電線保護装置が作動したためと考えられる。

なお、大熊線3Lについては、前記変電所内において架空地線が断線している状況も見られた（資料Ⅱ-23写真⑥参照）。また、地震により、同変電所内の大熊線3L及び4Lの引込鉄構が傾斜している状況が確認されているが、これらの状況が、送電がなされなくなった原因であるか否かは不明である（資料Ⅱ-23写真⑦参照）。

また、3/4号開閉所は津波により被水した。

iii 夜の森線 1L 及び同 2L (5、6 号機)

夜の森線 1L は、新福島変電所内の遮断器 (O-93) が 3 月 11 日 14 時 49 分頃に作動を停止したことから送電がされなくなった。同遮断器には、その外観上有意な損傷は確認されていないことから、同遮断器が作動を停止した理由は、地震によって電線同士が接触又は接近したことなどにより、同変電所内の夜の森線 1L 送電線保護装置が作動したためと考えられる。

夜の森線 2L は、新福島変電所内の遮断器 (O-94) が同日 14 時 48 分頃に作動を停止したことから、送電がされなくなった。同遮断器には、その外観上有意な損傷は確認されていないことから、同遮断器が作動を停止した理由は、地震によって、電線同士が接触又は接近したことなどにより、同変電所内の夜の森線 2L 送電線保護装置が作動したためと考えられる。

なお、福島第一原発構内にある夜の森線 1L 及び 2L を支持する鉄塔 (No.27) が地震による周辺の法面崩壊の影響を受け倒壊した (資料Ⅱ-23 写真⑧参照) が、この状況が、送電がなされなくなった原因であるか否かは不明である。

また、66kV 開閉所は津波により被水した。

d 電源に関する設備の損傷・機能状況の概略

地震発生後間もなく、外部電源設備の一部である遮断器、断路器等が損傷したことから送電線保護装置が作動し、外部電源設備はその機能を喪失し、福島第一原発は外部から受電することができなくなった。

福島第一原発では、外部電源喪失とほぼ同時に、かかる事態に備えて設置されていた非常用 DG が全号機で起動し、原子炉施設を安全に停止するために必要な交流電源が供給されていたものの、津波到達後間もなく、非常用 DG や電源盤の多くが津波により被水し、それらの機能を喪失するに至った。その結果、1 号機から 5 号機は全交流電源を喪失するに至った。加えて、現時点で判明している限りでは、1 号機及び 2 号機では直流電源も喪失する全電源喪失の状態となった。

(4) 代替注水機能を有する設備・消火系 (耐震クラス C)

a 概要

福島第一原発構内において火災が発生した場合に、その消火のためにろ過水タンク等を水源とし、消火系ラインを通じて消火栓等に水を供給する。加えて、かかる本来的な目的のほかに、アクシデントマネジメント策に基づき、代替注水にも用いられる。

消火系は、水源であるろ過水タンク、水を各号機に供給するための配管、ポンプ、消火栓、送水口等により構成されている。ポンプは、電動消火ポンプ(M/DFP)とディーゼル駆動消火ポンプ(D/DFP)の2種類があり、全電源喪失下においてもD/DFPは稼働することが可能である。

b 設置場所

消火系の水源であるろ過水タンクは、福島第一原発構内西側中央部に2基設置されている。消火系配管は、ろ過水タンクから事務本館北側付近まで地上を、その後地下に埋設され各号機に向けて敷設されている。また、R/B、T/B、屋外の海側エリア等の周辺には多数の消火栓が設置されている(資料Ⅱ-24参照)。

消火系配管は各建屋の内部にも設置されており、建屋全体に水が行きわたるようラインが複雑に入り組んでいる。また、各T/Bの東側壁面には消火系に通じる双口の送水口が設置されている(資料Ⅱ-25参照)。

配管内の水を昇圧するためのポンプについては、2台のM/DFP及び1台のD/DFPが、1号機から3号機まで及び5号機の各T/B地下1階に、それぞれ設置されている(資料Ⅱ-12参照)。ただ、東北地方太平洋沖地震発生時、5号機のポンプのうち、M/DFPのうち1台及びD/DFPが点検のために取り外されていた。また、4号機及び6号機にポンプは設置されておらず、4号機は1号機から3号機までに設置されているポンプで、6号機は5号機に設置されているポンプでそれぞれ昇圧することとされていた。

c 損傷・機能の状況

(a) 屋外に設置された消火系の損傷・機能の状況

消火系のうち、屋外に設置されていた配管、消火栓、採水口の多くが様々な損傷を受けた(資料Ⅱ-26参照)。かかる損傷の原因は、地震動、津波、津波による漂流物の衝突、水素ガスによると思われるR/B内の爆発等が考えられる

も、各損傷の具体的な原因は現時点で不明である²⁷。

(b) 屋内に設置された消火系の損傷・機能の状況

東京電力によれば、1号機から3号機までのT/B内の消火栓及びその周辺の配管については、外観上有意な損傷は認められなかったとのことである（資料Ⅱ-27参照）。

(c) 消火系ポンプの損傷・機能の状況

i 電動消火ポンプ（M/DFP）の損傷・機能の状況

地震発生から津波到達までの間におけるM/DFPの起動状況は不明であるが、津波到達後、1号機から5号機までは全交流電源を喪失したことから、全てのM/DFPは駆動できず、その機能を喪失していたと考えられる。

ii ディーゼル駆動消火ポンプ（D/DFP）の損傷・機能の状況

① 1号機については、津波により被水したものの、消火系ラインを用いた原子炉への注水実施に備え、3月11日17時30分頃に起動可能であることが確認され、同日20時50分頃に起動したことから、少なくともこれらの時点では、本来の機能を損なうような損傷を受けていなかったと推認される。

その後、同月12日1時48分頃に停止していることが確認され、その後再起動することができなかったことから、遅くともこの時点で本来の機能を喪失していたと考えられる。

② 2号機については、D/DFPの状況が直接確認されておらず、その損傷・機能の状況は現時点で不明である。

③ 3号機については、津波により被水したものの、3月12日12時6分頃に起動してS/Cスプレーが実施され、その後、少なくとも同月13日22時15分頃に燃料切れのため停止するまでの間、作動していたことから、本来

²⁷ 水素ガスによると思われるR/B内の爆発以前である3月11日夕方頃、ろ過水タンクから1号機から4号機までの各T/Bに向かう消火系配管及び5号機及び6号機の各T/Bに向かう消火系配管には複数の破断箇所があり、複数の消火栓から水が噴き出していたことから、同日19時頃にろ過水タンクの元弁を一つ残して閉める処置を施した事実が認められる（後記Ⅳ3（2）a脚注参照）。

の機能を損なうような損傷を受けていなかったと推認される。

(5) その他

a 事務本館（耐震クラス ノンクラス）

(a) 機能

福島第一原発構内に設置されている建物で、一般的な事務作業を行うために使用する。

(b) 設置場所

1号機 R/B の北西（資料Ⅱ-3 参照）に位置する。

(c) 損傷・機能の状況

窓ガラスの破損、天井の落下、机の転倒等の被害が認められ、地震及び水素ガスによると思われる R/B 内の爆発が原因として考えられる。他方、事務本館は津波の被水を免れたことから、津波による被害はない。事務本館の具体的な損傷状況は資料Ⅱ-28 のとおりである。

なお、東京電力が実施した余震等による被災建築物の応急危険度判定の結果、建物への立入が禁止される「危険」判定であったとのことである。

b 道路（耐震クラス ノンクラス）

福島第一原発には、通常の道路の他に緊急車両の通行を確保するために地盤改良や落石防止柵の設置等を施した道幅の広い防災道路があり、それらの位置及び地震等による損傷状況は資料Ⅱ-29 のとおりである。

4 福島第一原子力発電所事故に伴う被災状況

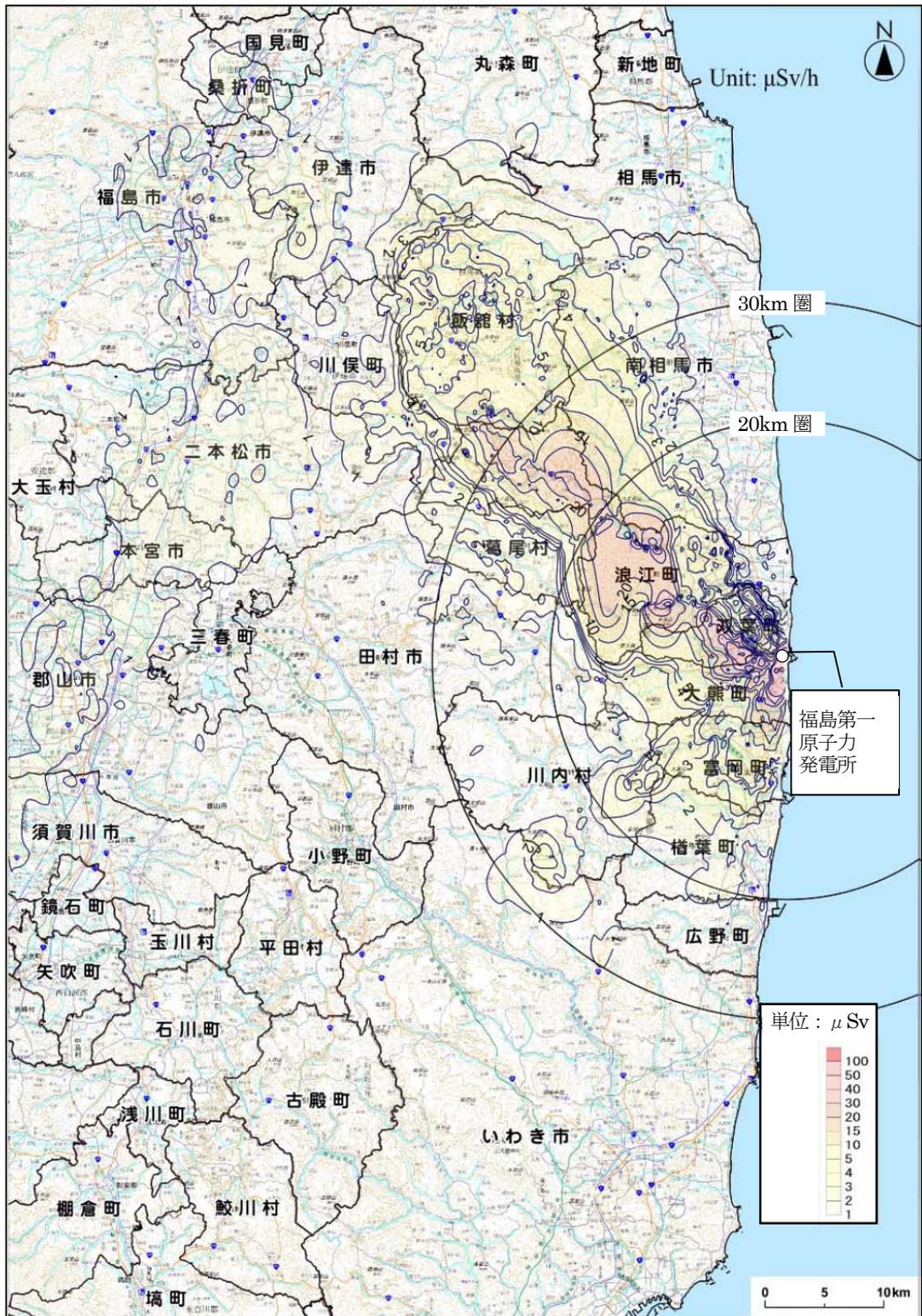
(1) 放射性物質の環境への放出状況等

原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）は、福島第一原発における事故に起因して、その1号機、2号機及び3号機から大気中に放出された放射性物質の総量を推計し、4月12日と6月6日の2回にわたり、その結果を公表した。6月6日に公表された推計総放出量は、ヨウ素131が約16万テラベクレル、セシウム137

が約 1.5 万テラベクレルであった。なお、これらのヨウ素換算値は約 77 万テラベクレルとなる（後記V7（1）a参照）。

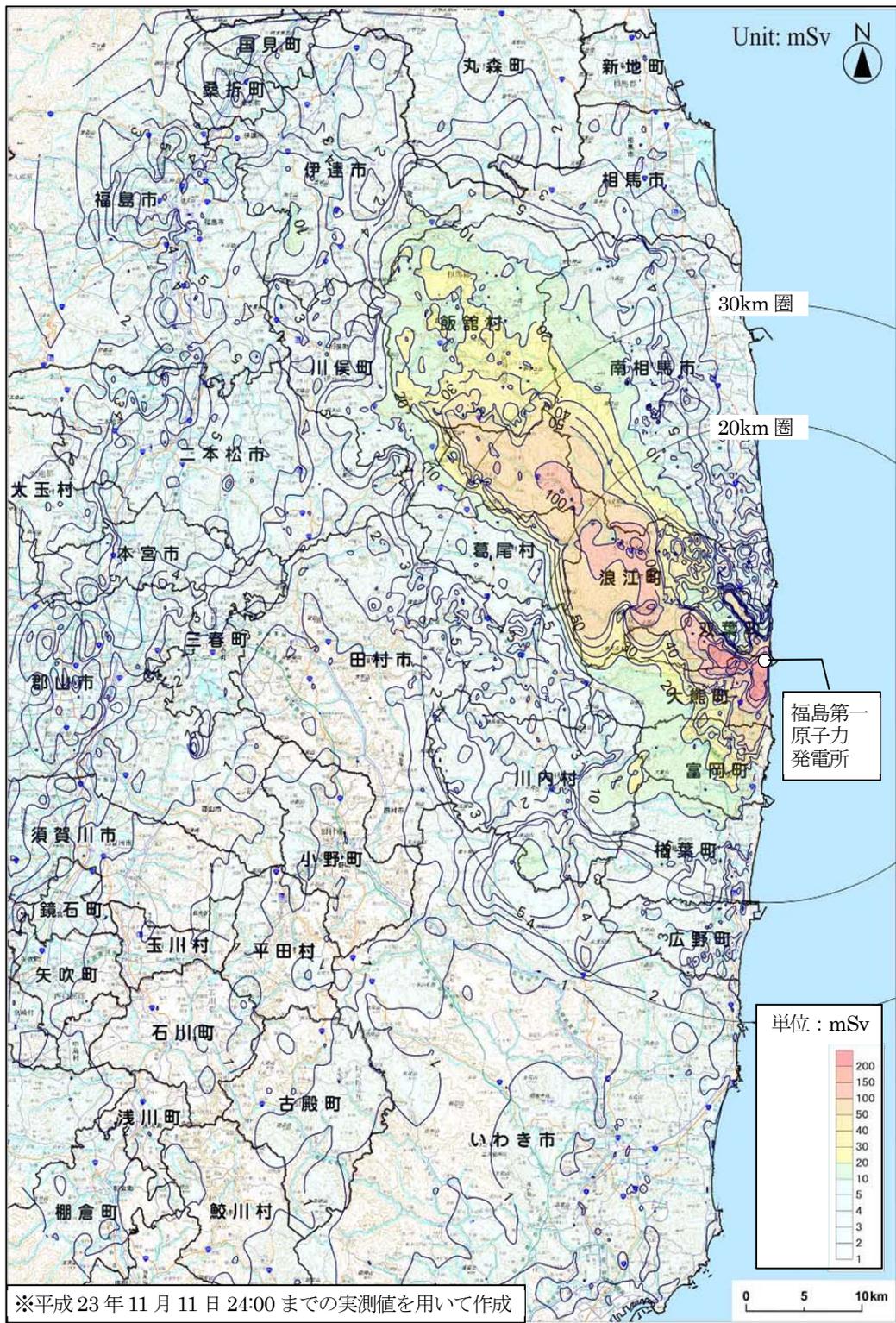
また、原子力安全委員会も、同事故に起因して、大気中に放出された放射性物質の総量を、保安院とは異なる手法により推計し、4月12日と8月24日の2回にわたり、その結果を公表した。8月24日に公表された推計総放出量は、ヨウ素131が約13万テラベクレル、セシウム137が約1.1万テラベクレルであった。なお、これらのヨウ素換算値は約57万テラベクレルとなる（後記V7（1）b参照）。

文部科学省は、事故発生後、継続的に福島第一原発周辺の空間線量率及び積算線量分布を公表している。これらによれば、平成23年11月11日時点の福島第一原発周辺の空間線量率の状況は図Ⅱ-3、同日時点までの積算線量の状況は図Ⅱ-4、平成24年3月11日時点までの積算線量の状況(予測)は図Ⅱ-5のとおりである。



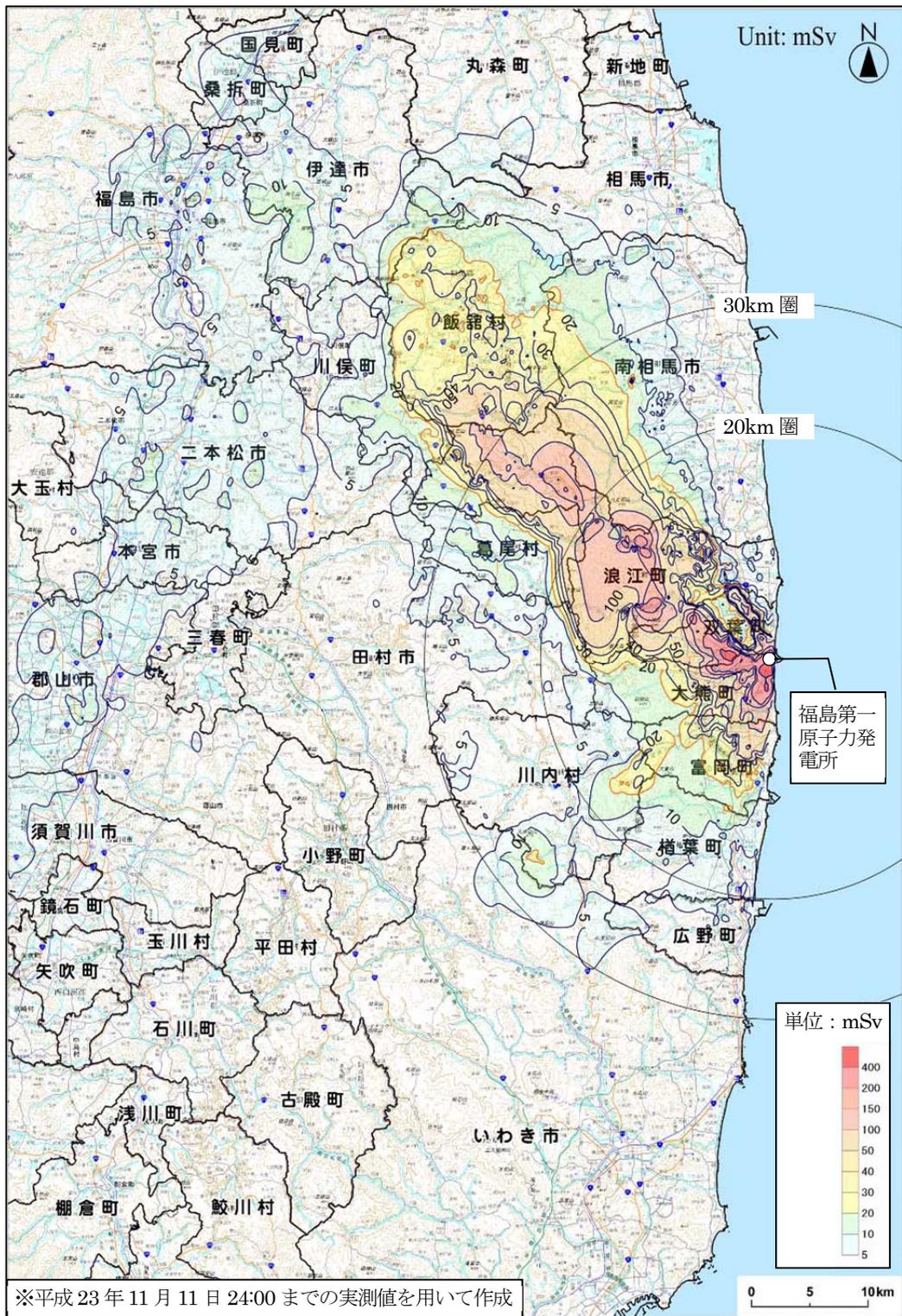
図Ⅱ-3 空間線量率マップ (平成 23 年 11 月 11 日時点)

文部科学省「放射線量等分布マップについて」を基に作成 背景地図：電子国土



図Ⅱ-4 積算線量推定マップ（平成 23 年 11 月 11 日までの積算線量）

文部科学省「放射線量等分布マップについて」を基に作成 背景地図：電子国土



図II-5 積算線量推定マップ（平成24年3月11日までの積算線量）

文部科学省「放射線量等分布マップについて」を基に作成 背景地図：電子国土

(2) 被ばく者の概要

a 作業員の被ばくの状況

被ばく線量 (mSv)	人数 (人)	割合 (%)
250 超	6	0.04
200 超～250 以下	3	0.02
150 超～200 以下	20	0.12
100 超～150 以下	133	0.79
50 超～100 以下	588	3.48
20 超～50 以下	2,193	12.96
10 超～20 以下	2,633	15.57
10 以下	11,340	67.04
合計	16,916	

表Ⅱ-2 作業員の被ばく状況 (人数は東京電力調べ 9月30日時点)

福島第一原発においては、3月11日の事故発生から9月末までの間に、1万6,900人余りが緊急作業に従事している。

緊急作業に従事する間に受ける線量の限度は、従来、法令により100mSvとされていたところ、3月14日、今般の事故に係る特にやむを得ない緊急作業についての線量の限度は、250mSvに引き上げられた(後記V4(2)参照)。

今般の事故に係る緊急作業によって、この250mSvを超えて被ばくした者は、6人である。

b 建屋の爆発による負傷者

福島第一原発では、3月12日15時36分に1号機R/B、3月14日11時1分に3号機R/Bが爆発し、作業員及び自衛隊員が負傷した²⁸。

1号機R/Bの爆発では、東京電力職員等5人が負傷し、3号機R/Bの爆発では、東京電力職員、自衛隊員等11人が負傷した。

²⁸ 4号機R/Bの爆発(3月15日6時頃から6時10分頃までの間)による負傷者は確認されていない。

c 住民の被ばくの状況

被ばく線量 (cpm)	人数 (人)	割合 (%)
100,000 以上	102	0.04
13,000 以上～100,000 未満	901	0.39
13,000 未満	231,838	99.57
合計	232,841	

表Ⅱ-3 住民の被ばく状況 (人数は福島県調べ 10月31日時点)

福島県では、3月12日以来、住民のスクリーニングを行っている(後記V4(5)参照)。10月末までに23万2,000人余りがスクリーニングを受けた。

当初、福島県は、放射線測定器で1万3,000cpm(回/分)²⁹を超えた者に全身除染を行っていたが、3月14日、それまでのスクリーニングの状況を踏まえ、全身除染を行う基準を10万cpmに引き上げた(後記V4(5)b参照)。

今般の事故に係る影響によって、10万cpm以上であった者は102人、1万3,000cpm以上であった者は1,003人であった。

(3) 避難者の概要

福島第一原発における事故を受け、国の原子力災害対策本部は、原災法に基づき、福島第一原発から半径20km圏内を警戒区域に、事故発生から1年間の積算線量が20mSvに達するおそれのある区域(警戒区域を除く。)を計画的避難区域に、今後なお緊急時に屋内退避や避難の対応が求められる可能性がある区域(警戒区域及び計画的避難区域を除く。)を緊急時避難準備区域に指定した(後記V3参照。なお、緊急時避難準備区域は、9月30日に解除された。)

これらの措置により、以下の表Ⅱ-4のとおり、これまで、約11万4,460人が避難した³⁰。

²⁹ 当時、福島県が準備していた放射線測定器(GMサーベイメータTGS-136及び同TGS-146)によれば、約40Bq/cm³に相当する。

³⁰ 避難者数は、人口から残留者数を引いた数値(11月4日現在)。

	警戒区域	計画的避難 区域	旧緊急時避難 準備区域	合計	主な避難先
大熊町	11,500	—	—	11,500	田村市、会津若松市等
双葉町	6,900	—	—	6,900	川俣町、埼玉県加須市等
富岡町	16,000	—	—	16,000	郡山市等
浪江町	19,600	1,300	—	20,900	二本松市等
飯館村	—	6,200	—	6,200	福島市等
葛尾村	300	1,300	—	1,600	福島市、会津坂下町、 三春町等
川内村	400	—	2,500	2,900	郡山市等
川俣町	—	1,300	—	1,300	川俣町、福島市等
田村市	400	—	2,100	2,500	田村市、郡山市等
楡葉町	7,700	—	50	7,750	いわき市、会津美里町等
広野町	—	—	5,100	5,100	いわき市等
南相馬市	14,300	10	17,500	31,810	福島市、相馬市等
合計	77,100	10,110	27,250	114,460	

表Ⅱ－4 避難者数（概数）

原子力災害対策本部事務局作成資料を基に作成（主な避難先を除く）