

第6章

事故の状況

東日本大震災における被害状況

- 平成23年3月11日（金）14:46に三陸沖でマグニチュード9.0の地震が発生。東北地方を中心に地震、津波等により大規模な被害。
- 日本の観測史上最大規模の地震、世界的にも1900年以降、4番目の規模の地震となる。



人的被害	
死者	15,894名
行方不明者	2,561名
負傷者	6,152名

建築物被害	
全壊	121,805戸
半壊	278,521戸
一部破損	726,146戸

(以上警察庁調べ平成28年3月10日時点)

被災者支援の状況	
全国の避難者	134,191名

(以上復興庁調べ平成28年11月10日時点)

平成23年3月11日午後2時46分、三陸沖を震源とする大地震があり、宮城県栗原市で震度7を観測しました。地震の規模を示すマグニチュード(M)は9.0で、記録が残る大正12年以降国内で最大、前年のチリ大地震(M8.8)に匹敵する世界最大級の地震になりました。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成29年3月31日

福島第一原発
事故の状況

原子力発電所の事故状況

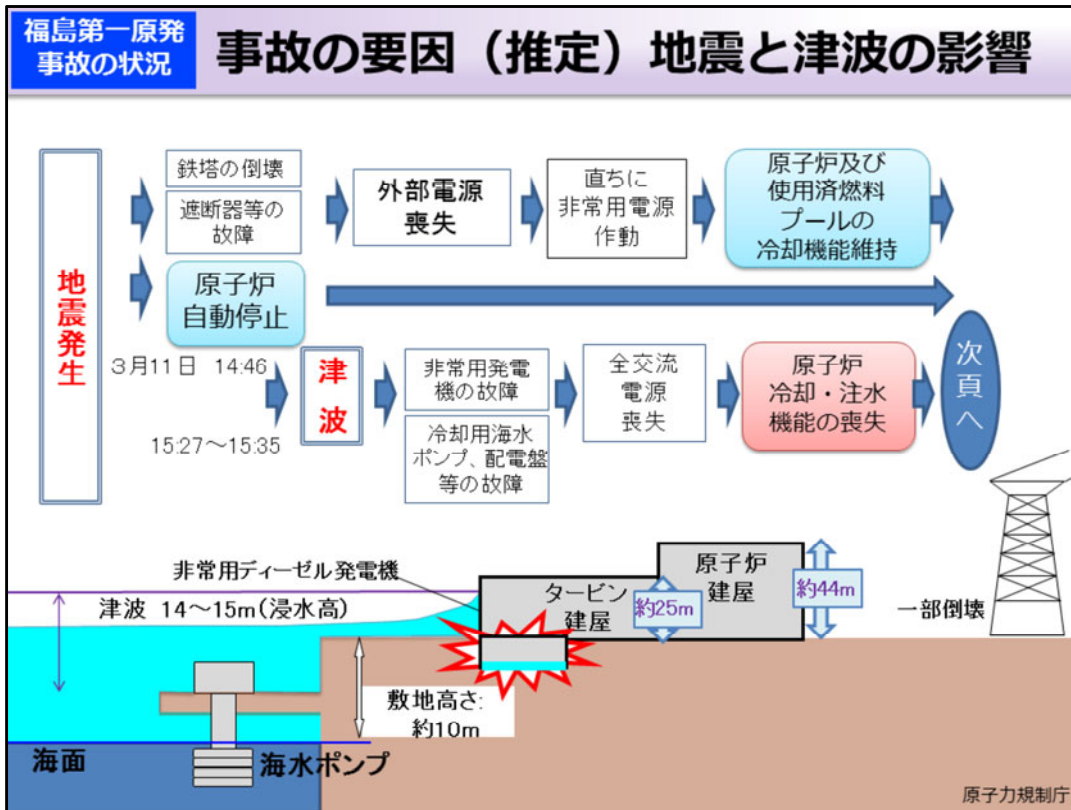


東京電力福島第一原子力発電所3、4号機（空撮）

（平成23年3月16日撮影、東京電力提供）

地震当時、運転中であった東京電力福島第一原子力発電所の1～3号機は、地震とその後の津波により、その全てで交流電源が喪失し、冷却システムが停止したことから、原子炉が冷却できなくなり、最終的に燃料の溶融に至りました。燃料の溶融の過程で、大量の水素ガスが発生し、原子炉建屋内にその水素ガスが滞留した1号機、3号機では、12日（1号機）と14日（3号機）に水素爆発が起こりました。また、3号機に隣接する4号機でも3号機から流れ込んだとみられる水素ガスにより水素爆発が発生しました。

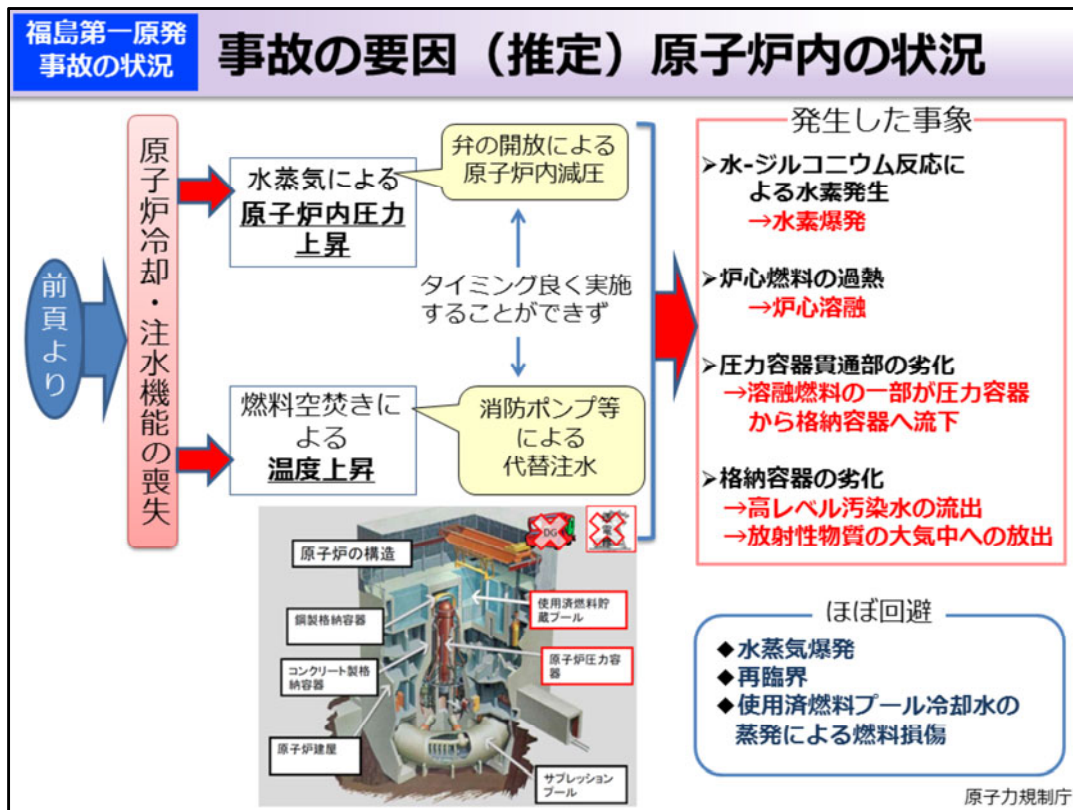
本資料への収録日：平成25年3月31日



地震発生直後、運転中であった東京電力福島第一原子力発電所の1～3号機は全ての原子炉が自動停止しました。また、送電鉄塔の倒壊等により外部電源が喪失したため、非常用ディーゼル発電機が自動起動しました。しかしながら、その後、津波の襲来を受けて、起動した非常用ディーゼル発電機や配電盤等が被水・冠水し6号機を除き、全ての交流電源が喪失すると共に、冷却用の海水ポンプも機能を喪失しました。その結果、1号機では原子炉を冷却する機能が喪失しました。2号機及び3号機では、交流電源がなくても駆動できる冷却設備（2号機：原子炉隔離時冷却系（RCIC: Reactor Core Isolation Cooling System）、3号機：原子炉隔離時冷却系と高圧注水系（HPCI: High Pressure Coolant Injection System））でしばらく原子炉を冷却していましたが、やがてこれらも停止しました。

こうした事態を受け、1～3号機では、消防ポンプ等を用いた代替注水を行うべく作業が進められましたが、代替注水に切り替えるまでの間、炉心を冷却するための注水ができない状態が続きました。1号機では12時間半程度、2号機は6時間半程度、3号機では6時間半程度、炉心への注水が停止していたと見られています。

本資料への収録日：平成25年3月31日



炉心への注水が停止したことによって原子炉水位が低下し、燃料が露出しました。その結果、炉心溶融が始まり、圧力容器が損傷したと考えられます。また、炉心損傷に伴う高温下において、燃料被覆管の金属（ジルコニウム）と水蒸気が反応し大量の水素が発生し、蒸気と共に格納容器内に放出されました。

格納容器においては、炉心損傷の影響による高温・高圧状態になり閉じ込め機能が劣化し、格納容器の外に通じる配管貫通部等に隙間が生じました。こうした箇所から、核燃料表面被覆管の金属が水蒸気と反応して発生した水素が原子炉建屋に漏えい、滞留し、水素爆発が発生したものと考えられます。

また、冷却のために原子炉へ注水した水が圧力容器や格納容器から漏えいし、大量の高レベル汚染水が原子炉建屋地下やタービン建屋地下に滞留し、さらにその一部は海洋へ流出しました。

圧力容器の損傷や格納容器の閉じ込め機能の劣化により放射性物質を含む蒸気が漏えいしたことに加えて、原子炉建屋の水素爆発や格納容器ベント等によって大気中に放射性物質が放出されました。

このような高レベル汚染水の海洋への流出や放射性物質の大気中への放出により、放射性物質が環境中に放出されることになりました。

本資料への収録日：平成25年3月31日

改訂日：平成28年1月18日

**福島第一原発
事故の概要**

事故発生直後の対応

時刻	内容	東京電力の対応	国（保安院）の対応
3/11 14:46	東北地方太平洋沖地震発生 (福島第一において震度6強)	福島第一1～3号機 (地震により自動停止) 4～6号機 (定期検査で停止中)	政府対策本部設置、緊急時対応センターへ職員参集、現地に職員をヘリコプターで派遣。
15:15			保安院プレス会見、モバイル保安院による情報発信。
15:27 15:35	津波第1波(高さ4m)が到達 津波第2波(高さ15m)が到達		
15:42	↑ 震度5強以下の 余震が数回発生 ↓	原災法10条通報(全交流電源喪失 1～5号機で起動していた非常用発電機が津波により故障)	原子力災害警戒本部設置
16:36		原災法15条の事象と事業者が判断	
19:03			原子力緊急事態宣言の発出、原子力災害対策本部設置
21:23			半径3km圏内住民避難指示、10km圏内住民屋内退避
3/12 5:44			半径10km圏内住民避難指示
18:25			半径20km圏内住民避難指示

青森県原子力安全対策検証委員会報告書より
原子力安全・保安院作成資料

原子力規制庁

平成23年3月11日午後7時03分、東京電力福島第一原子力発電所1、2号機で炉心を冷やす緊急炉心冷却システムが動かなくなったことから、政府は原子力災害対策特別措置法(原災法)に基づき原子力緊急事態宣言を発令し、原子力災害対策本部を設置しました。

政府は同日午後9時23分、原災法に基づき、東京電力福島第一原子力発電所から半径3km以内の住民に対して「避難指示」を、また半径3～10km以内の住民に「屋内退避指示」を発令しました。

その後、政府は東京電力福島第一原子力発電所から半径3km以内としていた避難指示を半径10kmまで拡大して、3km圏の双葉、大熊両町に滞在中の約7千人を含め、10km圏の4町に滞在する5万1,207人を避難対象にしました。

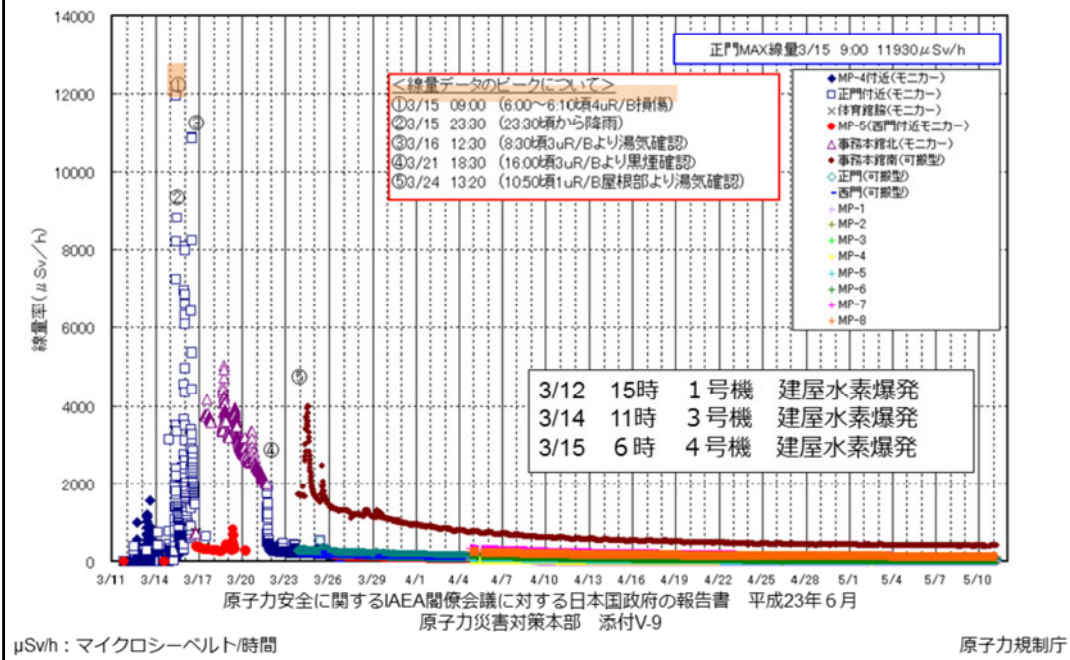
さらに、3月12日午後3時36分に東京電力福島第一原子力発電所1号機の原子炉建屋内で水素爆発が起こったため、避難指示対象を更に広げて、東京電力福島第一原子力発電所から半径10kmを半径20kmに拡大しました。

本資料への収録日：平成25年3月31日

福島第一原発
事故の概要

事故直後から2か月間の空間線量率
(東京電力福島第一原子力発電所敷地内及び敷地境界)

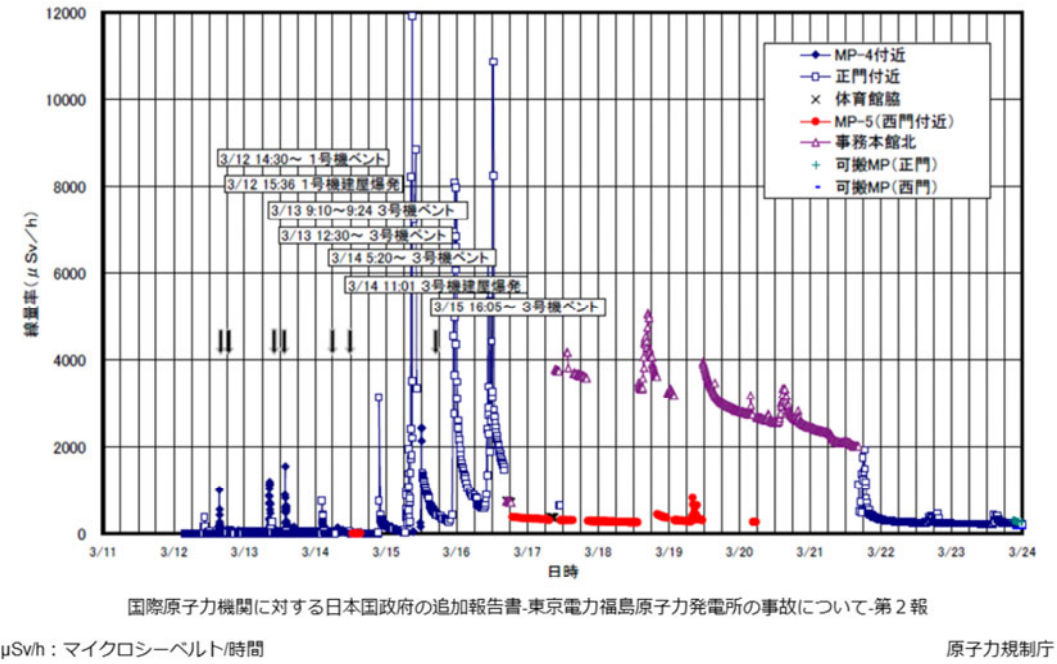
1-4号機建屋等で水素爆発が発生、3月15日午前中に放射線量のピークが観測されている。



平成23年3月12日の明け方に東京電力福島第一原子力発電所敷地内のモニタリングカーによる測定で空間線量率が上昇したことが判明し、地震後初めて、放射性物質の放出が明らかになりました。このとき、1号機では格納容器圧力が異常上昇した後、若干の圧力低下が見られたことから、格納容器からの放射性物質の漏えいがあり、大気中への放出があったものと推定されています。その後もベント操作や建屋爆発の影響により、空間線量率の一時的上昇が何度も観察されています。最も高い空間線量率が計測されたのは3月15日9時で、原発正門付近のモニタリングカーが約12ミリシーベルト/時の数値を測定しています。

本資料への収録日:平成25年3月31日

●東京電力福島第一原子力発電所モニタリングカーにより測定された空間線量率の推移



今回の事故では、事象の進展に伴い、格納容器ベント操作や原子炉建屋の爆発等によって空気中へ放射性物質が放出されることになりました。1号機のベント操作は、3月12日14時30分に格納容器の圧力が低下し、ベントが成功したと判断されています。その際、大気中に放出された放射性物質のプルームの影響で約1ミリシーベルト/時が観測されています。翌13日にも明らかに空間線量率が上昇しましたが、これは3号機で原子炉水位が低下して、燃料が露出した後にベント操作をした影響と考えられています。3月15日9時には約12ミリシーベルト/時の数値が測定されましたが、同日早朝の6時頃に2号機で爆発音と共に圧力抑制室の圧力が低下していることから、この上昇の原因は2号機からの放射性物質の放出と考えられています。

3月15日23時と翌16日12時にも空間線量率の上昇が観測されていますが、前者は3号機、後者は2号機において格納容器圧力の低下が見られていることから、それぞれ3号機及び2号機からの放射性物質の放出が原因と考えられています。

本資料への収録日：平成25年3月31日

福島第一原発
事故の概要

INES(国際原子力・放射線事象評価尺度)評価

	レベル	事故例
事故	7 深刻な事故	旧ソ連・チェルノブイリ原発事故（1986年） 日本・東京電力福島第一原子力発電所事故（2011年）
	6 大事故	平成23年4月12日にレベル7と暫定評価
	5 広範囲な影響を伴う事故	英国・ウインズケール原子炉事故（1957年） 米国・スリーマイル島発電所事故（1979年）
	4 局所的な影響を伴う事故	日本・JCO臨界事故（1999年） フランス・サンローラン発電所事故（1980年）
異常な事象	3 重大な異常事象	スペイン・バンデロス発電所火災事象（1989年）
	2 異常事象	日本・美浜発電所2号機蒸気発生器伝熱管損傷事象（1991年）
	1 逸脱	日本・「もんじゅ」ナトリウム漏れ事故（1995年） 日本・敦賀発電所2号機1次冷却材漏れ（1999年） 日本・浜岡発電所1号機余熱除去系配管破断（2001年） 日本・美浜原子力発電所3号機2次系配管破損事故（2004年）
尺度未満	0 尺度未満	（安全上重要ではない事象）
	評価対象外	（安全に関係しない事象）

INES(国際原子力・放射線事象評価尺度)とは、原子力発電所等の事故・トラブルについて、それが安全上どの程度のものかを表す国際的な指標です。

東京電力福島第一原子力発電所事故のINES評価はチェルノブイリ原発事故と同じレベル7(放射線影響としてヨウ素131と等価となるように換算した値として数万テラベクレル(10¹⁶ベクレルのオーダー)を超える値)に相当すると評価されています。
(関連ページ:上巻P29、「国際原子力事象評価尺度」)

本資料への収録日:平成25年3月31日

改訂日:平成28年1月18日

<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 廃止措置等に向けた 中長期ロードマップ 中長期ロードマップ (2015年6月改訂) </div>			
<ul style="list-style-type: none"> ■ 福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水対策は、世界にも前例のない困難な事業であることから、国も前面に立って、安全かつ着実に対策を進めていくこととしている。 ■ 具体的には、「中長期ロードマップ」を策定し、これに基づく対策の進捗管理、研究開発の支援等を実施。 			
2011年12月 2013年11月 (4号機燃料取り出し開始) 2021年12月 30~40年後			
安定化に向けた取組	第1期	第2期	第3期
冷温停止達成 ・放出の大幅抑制	使用済燃料取り出し開始 までの期間 (2年以内)	燃料デブリ取り出しが 開始されるまでの期間 (10年以内)	廃止措置終了までの期間 (30~40年後)
全体	廃止措置終了		30~40年後
汚染水対策 取り除く	建屋内滞留水の処理完了 数世代境界の追加貯蔵実効量を1mSv/年未満まで低減 多核種除去設備処理水の長期的取扱いの決定に向けた準備開始		2020年内 2015年度
近づけない 漏らさない 滞留水処理	建屋流入量を100m ³ /日未満に抑制 高濃度汚染水を処理した水の貯水は全て溶接型タンクで実施 建屋内滞留水中の放射性物質の量を半減		2016年度上半期 2016年度 2016年度早期 2018年度
燃料取り出し	使用済み燃料の処理・保管方法の決定 1号機燃料取り出しの開始 2号機燃料取り出しの開始 3号機燃料取り出しの開始		2020年度頃 2020年度 2020年度 2017年度
燃料デブリ取り出し	号機毎の燃料デブリ取り出し方針の決定 初号機の燃料デブリ取り出し方法の確定 初号機の燃料デブリ取り出しの開始		2017年夏頃 2018年度上半期 2021年内
廃棄物対策	処理・処分に関する基本的な考え方の取りまとめ		2017年度
※大枠の目標(青字)を堅持した上で、優先順位の高い対策について、直近の目標工程(緑字)を明確化			

福島第一原子力発電所の廃炉・汚染水対策については、「東京電力(株)福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」(中長期ロードマップ)を策定し、これに基づき各種対策を安全かつ着実に進めています。

中長期ロードマップでは、使用済燃料プールからの燃料取り出し開始までを第1期、燃料デブリ(溶けて固まった燃料)の取り出し開始までを第2期(現在)、廃止措置終了までの期間を第3期としています。第1期の節目の取組である4号機からの燃料の取り出しについては、平成25年11月に、当初の目標から1か月前倒して開始され、平成26年12月に完了しました。

平成27年6月に改訂した現行の中長期ロードマップでは、30~40年後の廃止措置完了に向けて、分野毎に目標工程を設定し、これに基づく進捗管理等を行っています。例えば、燃料デブリ(溶けて固まった燃料)の取り出しについては、2017年夏頃を目途に号機毎の取り出し方針を決定することとしています。

本資料への収録日:平成25年3月31日
改訂日:平成29年3月31日

廃炉に向けた取組と進捗		汚染水対策の進捗と今後の見通し			
		これまでの取組と成果 (～2016年12月)		今後の見通し	
近づけない	建屋への地下水流入量 【2011.5～2014.5】 約400m ³ /日	地下水バイパス稼働(※) 【2014.5～】 2016年12月までに排水量:約24万トン	サブドレン稼働(※) 【2015.9～】 2016年12月までに排水量:約25万 ³ /日	敷地舗装92%完了 【2016.12時点】	凍土壁(陸側遮水壁)閉合 【2016.3凍結開始】 【2016.10凍結完了】 【2016.12山形凍結7ヶ所のうち2ヶ所凍結開始】 4m盤での汲み上げ量:凍結開始前の約400トンから約140トンまで減
漏らさない	周辺海域の放射性物質濃度 ※南放水口付近のセシウム137の値 約1万Bq/L (月平均)	水ガラスによる地盤改良 【2014.3】 これに伴いエルポイントからの汲み上げを開始【2013.8】	海側遮水壁閉合 【2015.10】 これに伴い地下水ドレンからの汲み上げを開始【2015.11】	溶接型タンクの増設 【2016.12時点】 溶接型タンクは約83万 ³ /日(総容量約96万 ³ /日の約9割)	タンク増設計画 新規増設やフランジ型タンクのリース等により約54万トンを増設し、2020年までに約137万トンの溶接型タンクを設置予定。
取り除く	敷地境界の追加的な実効線量 約11mSv/年 (2012.3)	タンク内汚染水の処理が概ね完了 【2015.5】→累計約76万m ³ 更なるリスク低減の観点から、ALPS処理を継続	ドレン内汚染水の処理が全て完了 【2015.12】→累計約1万m ³	検出限界値 (0.7Bq/L)未滿 (2016.12)	ALPS処理水の長期的取扱いの検討 【2016.9多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会設置】
建屋内滞留水処理		1号機タービン建屋を循環注水ラインから切り離し【2016.3】	復水器内の高濃度汚染水処理1号機抜き取り開始【2016.10】	建屋内滞留水の放射性物質量を半減(2014年度末比) 【2018年度内】	建屋内滞留水の処理完了【2020年内】
<その他> <input type="checkbox"/> K排水路の港湾内への付け替え【2016.3】 <input type="checkbox"/> 一般作業服着用可能エリアの拡大【2016.3】 <input type="checkbox"/> 廃炉・汚染水対策に従事している作業チームへの感謝状授与【2016.4】 <input type="checkbox"/> 廃棄物の処理処分に関する基本的な考え方のとりまとめ【2017年度内】					
<small>(※) 汚染源に水を近づけない対策として、地下水をくみ上げる井戸</small>					

汚染水対策については、①汚染源に水を「近づけない」、②汚染水を「漏らさない」、③汚染源を「取り除く」という方針の下、予防的かつ重層的な対策を実施しています。

2015年10月に、海側遮水壁の完成により港湾内への汚染水の流出が減少するなど、対策は着実に進展しており、こうした取組により、建屋への地下水流入量は、2011年の震災当初に比べ、約半減、周辺海域の放射性物質濃度は1万分の1以下、敷地境界の追加的な実効線量は10分の1以下に改善しています。

2016(平成28)年3月末より凍結を開始した凍土壁の海側については、10月に地中部分の凍結が完了したところです。また、建屋内の高濃度汚染水を処理するべく1号機の復水器内の抜き取りを2016(平成28)年10月より開始したところです。引き続き「中長期ロードマップ」に基づき、着実に汚染水対策を進めていきます。

(出典:「平成28年11月11日多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会(第1回)」
http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyuu/pdf/001_02_01.pdf)

本資料への収録日:平成25年3月31日
 改訂日:平成29年3月31日

廃炉に向けた取組と進捗		廃炉対策の進捗と今後の見通し										
対策		2015年度	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
燃料取り出し	1号機	 タストの飛散防止対策を実施後、建屋カバー撤去開始【2015.10時点で屋根パネルは全て撤去】	 建屋カバー撤去完了【2016. 11.10】	<取り出し開始時（2020年度）のイメージ> 								
	2号機	 取り出しプラン選定に先立ち、2号機建屋上部の解体箇所決定【2015.11】	 オペレーティングフロアへアクセスするための構台の設置開始【2016.9】	<取り出しプラン（2017年度決定）のイメージ> 								
	3号機	 (参考) 事故当初のオペレーティングフロア 使用済燃料プール内の最大のガレキ(約25t)を除去完了【2015.8】	 取出装置の設置開始【2017.11】 オペレーティングフロアの除染完了【2016.6】 遅へい体設置完了【2016.12】	<取り出し開始時（2018年度中頃）のイメージ> 								
デブリ取り出し	1号機	 宇宙線ミュオン内部調査【2015.5】 「ヘビ型」ロボット内部調査【2015.4】	 宇宙線ミュオン内部調査【2016.7】	原子炉格納容器内の状況把握／燃料デブリ取り出し工法の検討（研究開発）								
	2号機	 ロボット内部調査に向けた事前調査を実施【2015.10】	 水中ロボットを開発し、内部調査を実施予定	エンジニアリング内製等								
	3号機	 燃料取り出し準備	 燃料取り出し開始	2号機の取り出し開始								

廃炉対策のうち、使用済燃料プールからの燃料取り出しについては、4号機では2014(平成26)年の12月に、1,533体の全ての燃料の取り出しが無事に完了しました。現在、1～3号機について、瓦礫の撤去や除染など、燃料取り出しに向けた準備を着実に進めています。

また、燃料デブリの取り出しに向けて、格納容器内部の調査や燃料デブリ取り出し工法の開発など、世界の叢智を結集して、研究開発を進めています。

(出典:「平成28年11月11日多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会(第1回)」)

http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/takakusyuu/pdf/001_02_01.pdf

本資料への収録日:平成25年3月31日
改訂日:平成29年3月31日