

# 福島第一原子力発電所の事故を踏まえた

東北地方太平洋沖地震により、東京電力(株)福島第一原子力発電所の原子炉は自動停止しました。しかし、地震による送電線の故障により外部電源から受電できなくなり、自動起動した非常用ディーゼル発電機も津波により動かなくなりました。この結果、原子炉と使用済燃料プールを正常に冷却することができなくなったので、放射性物質の放出を伴う大きな事故につながりました。

## 福島第一原子力発電所の状況



**大地震発生**  
平成23年3月11日、東北地方太平洋沖地震発生。福島第一原子力発電所の原子炉は自動停止しました。



**送電線の故障**  
地震による送電線の故障により外部電源から受電できなくなりましたが、直ちにバックアップ用電源である非常用ディーゼル発電機が自動起動し、原子炉などの冷却を開始しました。



**津波襲来**  
その後大津波が襲来し、原子炉の冷却などに必要な安全上重要な設備が浸水しました。



**非常用ディーゼル発電機の停止**  
津波により冷却用海水ポンプが浸水したことにより、非常用ディーゼル発電機が停止するとともに蓄電池も切れ、すべての電源がなくなりました。



**原子炉を冷やす機器が停止**  
すべての電源がなくなり、原子炉などの冷却のための設備を動かすことができなくなりましたため、余熱(前燃熱)が残っている原子炉を正常に冷やせなくなりました。



**使用済燃料プールを冷やす機器が停止**  
すべての電源がなくなり、原子炉と同様に余熱(前燃熱)が残っている使用済燃料プールも冷やせなくなりました。



**原子炉建屋内における水素の滞留**  
原子炉などの冷却ができず、冷却水が蒸発。冷却水の水位が低下し、燃料が露出したことにより、燃料の破砕管の金属と水が反応して発生した水素が格納容器や原子炉建屋内に滞留し、水素爆発が発生。建屋内の放射性物質が大気へ放出される事態となりました。

## 敦賀発電所の 安全性向上対策

津波による浸水防止

電源の確保

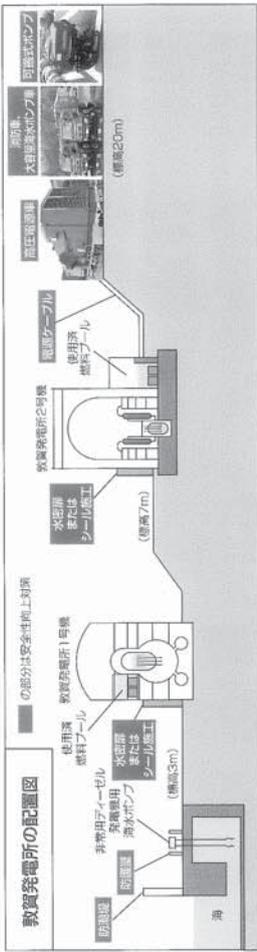
原子炉の冷却機能の確保

使用済燃料プールの冷却機能の確保

安全上重要な設備の機能維持

# 敦賀発電所の安全性向上対策の概要

当社敦賀発電所では、このような事故を起こさないようにするため、大きな地震や津波が発生しても安全上重要な設備が浸水して、その機能を失わないようにするとともに、すべての電源がなくなっても原子炉などの冷却に必要な電源を確保できるようにします。また、電源がなくなっても原子炉などに冷却水を注入できるようにします。さらに緊急時訓練など体制面・運用面も強化します。今後とも発電所の安全性をさらに高めるため、追加対策を実施してまいります。



### 設備面の主要な対策

安全上重要な設備が津波により浸水しないようにします。

すべての電源がなくなっても、様々な手段やルートで原子炉や使用済燃料プールの冷却に必要な電源を確保します。

すべての電源がなくなっても、原子炉の冷却に必要な水と注水手段を確保できるようにします。

すべての電源がなくなっても、使用済燃料プールに冷却水を注入できるようにします。

格納容器からの放射性物質の大規模な放出を避けるため、格納容器内の温度や圧力が過度に上昇することを防ぎます。

○方一、大きな地震や津波が発生しても、原子炉などを安全に冷却し、事故の発生を防止する対策(更張例)  
○安全性をさらに一段と高めるため更張する追加対策(例)

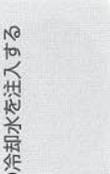
- シールド工により建屋の扉や貫通部の隙間を密封
- 建屋の扉を密封性の高い水密扉へ取り替え
- 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプエリアへの防護壁の設置
- 防潮堤の設置

- 緊急用の電源車を配備
- 非常用ディーゼル発電機の代替となる高圧電源車を配備
- 非常用ディーゼル発電機冷却用の可搬式ポンプを配備
- 空冷式発電装置の設置

- 消防自動車や可搬式ポンプなどを配備
- 複数のタンクの水を冷却水として確保
- 大容量海水ポンプ車を配備
- 既設の配管に加え、新たな配管を設置し、注水ラインを多重化

- 消防自動車や可搬式ポンプなどを配備
- 複数のタンクの水を冷却水として確保
- 使用済燃料プールの監視機能の強化

- 格納容器冷却系のスプレー配管から別系統の冷却水を注入するための配管の設置(1号機)
  - 格納容器耐圧イベント※ラインの設置(1号機)
- ※格納容器内の気体を放出し、圧力を下げる操作。



これらの安全性向上対策を確実に実施するため、緊急時の対応要員の待機や訓練など、体制面・運用面での強化を図りました。また、方一、福島第一原子力発電所のような重大な事故が発生した場合でも、迅速に対処できるような資機材の配備などの対策を順次実施しています。



## 発電所で準備強化する資機材等について（参考）

機材	A原子力発電所	B原子力発電所	C原子力発電所	D原子力発電所
取水・放水設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>＜消防車＞</li> <li>・化学車</li> <li>・小型動力ポンプ付水槽車</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>＜消防車＞</li> <li>・ポンプ車</li> <li>・遠距離大量送水システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消防車</li> <li>・海水取水ポンプ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・可搬式動力ポンプ</li> </ul>
今度導入計画のもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動式大容量ポンプ車</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートポンプ車</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大容量送水ポンプ(ハイドロサブ)</li> </ul>
発電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>＜高圧発電機車＞</li> <li>①500kVA</li> <li>②500kVA</li> <li>予備500kVA</li> <li>＜移動式大容量発電機＞</li> <li>400kVA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>＜高圧電源車＞1725kVA</li> <li>＜低圧電源車＞500kVA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>＜ガスタービン発電機車＞</li> <li>【4500kVA】</li> <li>＜電源車＞</li> <li>【500kVA】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>＜災害対策用発電機＞</li> <li>①150kVA(1～4台)</li> <li>②220kVA</li> <li>＜可搬型発電機＞</li> </ul>
今度導入計画のもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常用発電機を設置予定</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高台電源の設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ガスタービン発電機</li> <li>・予備蓄電池</li> </ul>
エア一駆動源確保 (ベント)	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガスボンベ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素ボンベ</li> <li>・圧縮空気予備ポンベ</li> <li>・タンクローリー【990L】</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素ガスボンベ (格納容器ベント用)</li> </ul>
燃料補給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・移動式大容量発電機等の 燃料運搬用タンクローリー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軽油備蓄</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・携行缶20Lを用いて燃料補給</li> </ul>
がれき撤去設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フォークリフト</li> <li>・ホイールローダー</li> <li>・油圧ショベル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大型ホイールローダー</li> <li>・小型ホイールローダー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ホイールローダー</li> <li>・ショベルカー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ホイールローダー</li> <li>・ブルドーザー</li> <li>・油圧ショベル</li> <li>・クローラーキャリア</li> </ul>
放射線防護設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高線量防護服(鉛入)</li> <li>・高線量防護服</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高線量防護服</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高線量対応防護服</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高線量対応防護服</li> </ul>
輸送設備	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・トラック等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ユニック車</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資機材運搬用トラック</li> <li>・可搬式動力ポンプ運搬用トラック</li> <li>・災害対策用発電機運搬用トラック</li> </ul>

# 原子力緊急事態支援センター の設置について

平成25年1月28日

 日本原子力発電株式会社



## 専任チーム設置に向けた準備状況

- ロボットの調達（iRobot®社製）
  - 平成24年10月31日、PackBot® 2台を納入
  - 平成25年1月15日、Warrior 1台を納入

・左及び右:PackBot®  
・中央:Warrior



- 各社操作要員の資機材操作訓練
  - 平成24年11月6日～12月7日、当社敦賀総合研修センターで実施
    - ・参加実績：全国17事業所（1F除く16発電所＋原燃再処理）から113名
    - ・訓練内容：PackBot®の運転・操作（走行，階段昇降，物品掴み取り等の訓練）を中心に各2日間
- 専任チーム（原子力緊急事態支援センター）の設置
  - 平成25年1月22日、社内組織の一部改正（支援センター設置）を23日付で行うことを公表
  - 平成25年1月23日、支援センター設置、緊急時対応を開始
  - 同日午前、支援センターの看板設置式、資機材（ロボット）をプレス公開

## ロボットの概略仕様

	PackBot®	Warrior
操作方式	無線式でリモコンを用いて遠隔操作	同左
バッテリー	リチウムイオンバッテリー(最大4個)	同左(最大12個)
稼働時間	走行・マニピュレータ(アーム部)操作を連続して8時間程度動作可能(バッテリー4個装着時)	走行・マニピュレータ(アーム部)操作を連続して4時間程度動作可能(バッテリー12個装着時)
最高速度	9.3km/h	12.9km/h
寸法	幅約50cm、長さ約90cm、高さ約20cm (台車部のみの寸法)	幅約80cm、長さ約140cm、高さ約50cm (台車部のみの寸法)
重量	約30Kg	約200Kg
主要機能	4個のカメラを装備し、リアルタイムに監視可能 専用キットを装着することにより放射線、温度等を測定可能	4個のカメラを装備し、リアルタイムに監視可能 最大約100kgの物品を把持可能

2

## 資機材操作訓練の実施状況



座学講習



マニピュレータ操作



階段昇降操作



視覚ブラインドによる操作

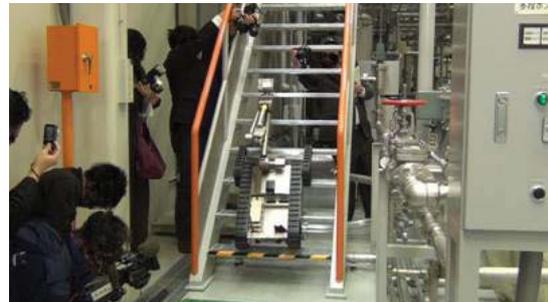


暗視対応

3

## プレス公開(11月14日)の状況

- 公開日 平成24年11月14日(水)
- 実施場所 敦賀総合研修センター内
- 参加会社 テレビ局、新聞社合わせて合計11社



4

## 専任チームの設置

- 平成25年1月23日、原子力緊急事態支援センターを設置し、業務を開始
  - 拠点： 原電敦賀総合研修センター内(敦賀市沓見:敦賀駅から約6km)
  - 要員： 所長以下、9名 (+事務スタッフ)
  - 対応： 夜間・休祭日は輪番によるオンコール待機

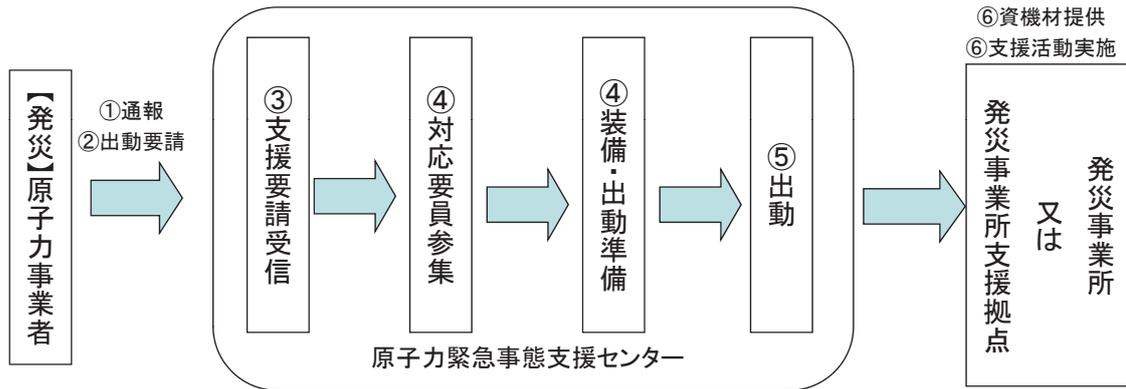


敦賀総合研修センター全景



5

# 支援センターの出動対応フロー



- ①発災事業者からの原子力災害対策特別措置法第10条事象の発生通報
- ②発災事業者からの出動要請を支援センターが受信
- ③支援センター要員・運搬車両運転委託先へ出動指示
- ④支援センター要員・委託運転手の参集，車両への資機材積み込み
- ⑤発災事業所へ向けて出動
- ⑥発災事業所又は発災事業所支援拠点にて発災事業者要員に資機材提供，ロボット等操作指導・助言等の支援活動を実施

# 欧州の原子力事故支援機関（参考）

ドイツ:KHG		フランス:グループアントラ※	
所在地	カールスルーエ近郊(ドイツ南西部)	シノン発電所敷地内(フランス中西部)	
設置年、経緯	1977年、法律制定による	1988年、チェルノブイリ事故をきっかけ	
出資者、経費	電気事業者、原子力研究所など43事業者	EDF、CEA、COGEMAの共同出資	
主な 任務	通常時	機器の管理・メンテナンス、作業員の訓練等 年間予算約600万ユーロ(人件費込)	機器の管理・メンテナンス、作業員の訓練等 年間予算約400万ユーロ(人件費込)
	緊急時	シエアホルダのサポート(支援) ・移動式指揮車による緊急活動支援 ・遠隔操作による高線量下作業(撮影等) ・現地作業員への防護服・装置等の提供 ・施設内外の放射線量の測定、除染	シエアホルダのサポート(支援) ・事故状況把握(汚染検査、放射線測定等) ・機材管理 ・遠隔操作機器でのバルブ、スイッチ操作等 ・土木作業(重機を使用した屋外作業)
活動内容	・第1段階・・・モニタリング資機材を中心に バンで出勤。12hr以内に到着 ・第2段階・・・ロボットをトレーラに積載・出勤 ・第3段階・・・補助資機材を積載し出勤	・3時間以内・・・資機材輸送準備 ・6時間以内・・・第一陣出勤準備完了 ・24時間以内・・・第一陣現地活動 ・72時間以内・・・第二陣出勤準備完了	
要員	常駐スタッフ:23名(うち技術者17名) 専門作業員:140名(通常は関係企業所属)	常駐スタッフ:23名(うち技術者16名) 任意志願者:30名(通常は出資団体所属)	
訓練	訓練施設	・実施場所:施設内(モックアップ施設あり) ・ロボット毎の操作者を育成するよう訓練	実施場所:施設内(モックアップ施設あり) 多機能ロボットを全員操作できるよう訓練
	実践訓練	グループアントラ総合訓練に参加する場合あり	総合訓練
主要機材	目的に応じたロボット+重機を保有	目的に応じたロボット+重機を保有	少数の多機能ロボット+重機を保有

※:福島事故を踏まえ、原子力緊急対応部隊(FARN)の整備を計画

## 海外の原子力緊急事態支援組織（資機材）

項目		機能	参考	
			ドイツ:KHG	海外状況
緊急時資機材			ドイツ:KHG	フランス:グループプアントラ
屋内ロボット 偵察、点検用、作業用	小型ロボット(偵察、点検用)		○	—
	中型ロボット(偵察、作業用)		○	○
	軽量作業用ロボット		○	—
	重量作業用ロボット		○	○
	小型ロボット(偵察、作業用)		—	—
	無線ヘリコプター(偵察用)		—	—
	土木作業用ロボット(ブルドーザー、ダンプ、掘削機)		○	○
	無線中継用ロボット、指令車両		○	○
	無線中継用ロボット、指令車両		○	○
	作業用指揮者車両		○	○
遠隔操作重機用指令車両	移動式現場指揮車両		○	—
	電源車両		○	○
	無線中継車両		○	○
	支援用員居住・資材車両		○	○
	施設保守作業場車両		—	○
	無線中継車両		○	○
	無線中継用ロボット、指令車両		○	○
遠隔操作ロボット等	移動式現場指揮車両		○	○
	電源車両		○	—
	無線中継車両		○	○
	支援用員居住・資材車両		○	○
指揮車両等	施設保守作業場車両		—	○
	無線中継用ロボット、指令車両		○	○

項目		機能	参考	
			ドイツ:KHG	海外状況
緊急時資機材				フランス:グループプアントラ
輸送車両	資機材運搬車両	資機材運搬用車両	○	○
	人員輸送車両	支援要員運搬用車両	○	○
モニタリング資材	放射線計測ヘリコプター	放射線量測定装置搭載ヘリコプター (オフサイト用)	-	○
	モニタリング車両			
	測定データ分析車両			
	放射線測定装置	放射線測定用車両等	○	-
	ホールボディカウンター			
除染作業資材	支援要員防護資材	防護服、圧縮空気、着替えスペース等	○	-
	除染作業装置	水吸引機、業務用掃除機	○	-
		高圧洗浄機等	○	-
		人員除染用のシャワー等を備えた車両	○	-
	放射性廃液輸送車両	廃液保管・輸送用	○	-
	除染テント・シャワー	管理区域内の汚染の拡散防止、作業員の除染シャワー	○	-
	汚染大気フィルタ装置	汚染区域の空気浄化用	○	-
	有線遠隔制御除染装置	遠隔制御の床洗浄機	○	-
	資材用除染装置	機器類の除染ユニット	○	-