

# 1. 福島第一のリスクについて（追加質問のご回答）

## ご質問の内容

### 【資料2-2】

(2) Q1（福島第一原子力発電所で想定される最大リスク）への回答について

- ✓ 複数のリスクがあり、その優先順位も変化することは述べた上で、これまでに対応してきたプロセスも整理し、現状で優先度を高く設定しているのは何のリスクなのかを評価し、提示していただきたい。

⇒【弊社から回答を提出】福島第一のリスク、注水停止試験.pdf 0～7ページ

⇒【追加質問】汚染水、プール燃料、デブリそれぞれのリスクについて管理対策を回答いただいたが、以下の点が想定（考慮）されていないように読み取れる。以下の点について、どのように考えているか。

- ①回答いただいたそれぞれの対応・対策が敗れたとき（なくなった時）リスク
- ②それぞれのリスクが複合した場合のリスク

## 追加のご質問の内容

### ① 回答いただいたそれぞれの対応・対策が敗れたとき（なくなった時）リスク

## ご回答

各リスク源に対する対応・対策（前回のご説明資料（P11～13）を参照）が長期間できない場合のリスクおよび、それらのリスク対応について、次項以降に回答いたします。

基本的には、前回お示しした対応・対策ができない場合においても、以下の状況から、リスクの顕在化前に、確実に対策を実施していく考えです。

- 設備の多重化
- 崩壊熱も減少しており対応の時間余裕があること
- 津波等により損傷した場合は、機動的対応（可搬型設備による復旧）を実施（必要な資機材、手順を整備済み。また、定期的に訓練を実施）

## 汚染水のリスク

建屋内の滞留水が建屋外に流出するリスク

	前回お示しした対応・対策	左記対応・対策ができない場合の対応
①	建屋水位より建屋周辺のサブドレンの水位を高くすることで、滞留水の漏洩を防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>●サブドレンのくみ上げができない場合は、建屋水位と比較して、サブドレンの水位が上昇するため、滞留水が漏洩しない。</li> <li>●手計りによる水位差確認</li> </ul>
②	滞留水の量を早期に低減するため、汚染水処理設備にて浄化を行い、高台のタンクへ移送	<ul style="list-style-type: none"> <li>●汚染水処理設備は複数の系統を設置しており、使用中の機器の故障等の発生時は、他の系統で処理</li> <li>●津波襲来時に設備が使用できない場合を想定して、各建屋からの滞留水移送のための滞留水移送ポンプ、移送ラインの再敷設、電源車からの電源供給により、高台のタンクへ移送</li> </ul>
③	陸側遮水壁等による地下水流入の低減を行い、滞留水の増加を抑制	陸側遮水壁は凍結により遮水機能を維持しており、設備が停止しても、直ちに機能は喪失しない。その間に設備を復旧を進める。
④	切迫性の高い津波（千島海溝津波、日本海溝津波、3.11津波）対策 <ul style="list-style-type: none"> <li>●建屋の開口部の閉塞による建屋への流入防止</li> <li>●防潮堤の設置により津波が敷地内に流入することを抑制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●切迫性の高い津波の内最も波高が高い3.11津波を考慮して、建屋の開口部閉塞を計画通りに確実に進めていく（2021年5月末現在、116箇所/127箇所完了。2021年度未完了予定）</li> <li>●防潮堤については、千島海溝津波防潮堤は、2020年9月に設置を完了。日本海溝津波（2020年4月に内閣府から公表）防潮堤の設置を2023年度末を目標に確実に進めていく</li> <li>●3.11津波においても、防潮堤により影響を緩和可能</li> </ul>

## 使用済燃料プールのリスク

使用済燃料プール水位が低下し、使用済燃料が露出した場合に考えられるリスクは以下の通り。

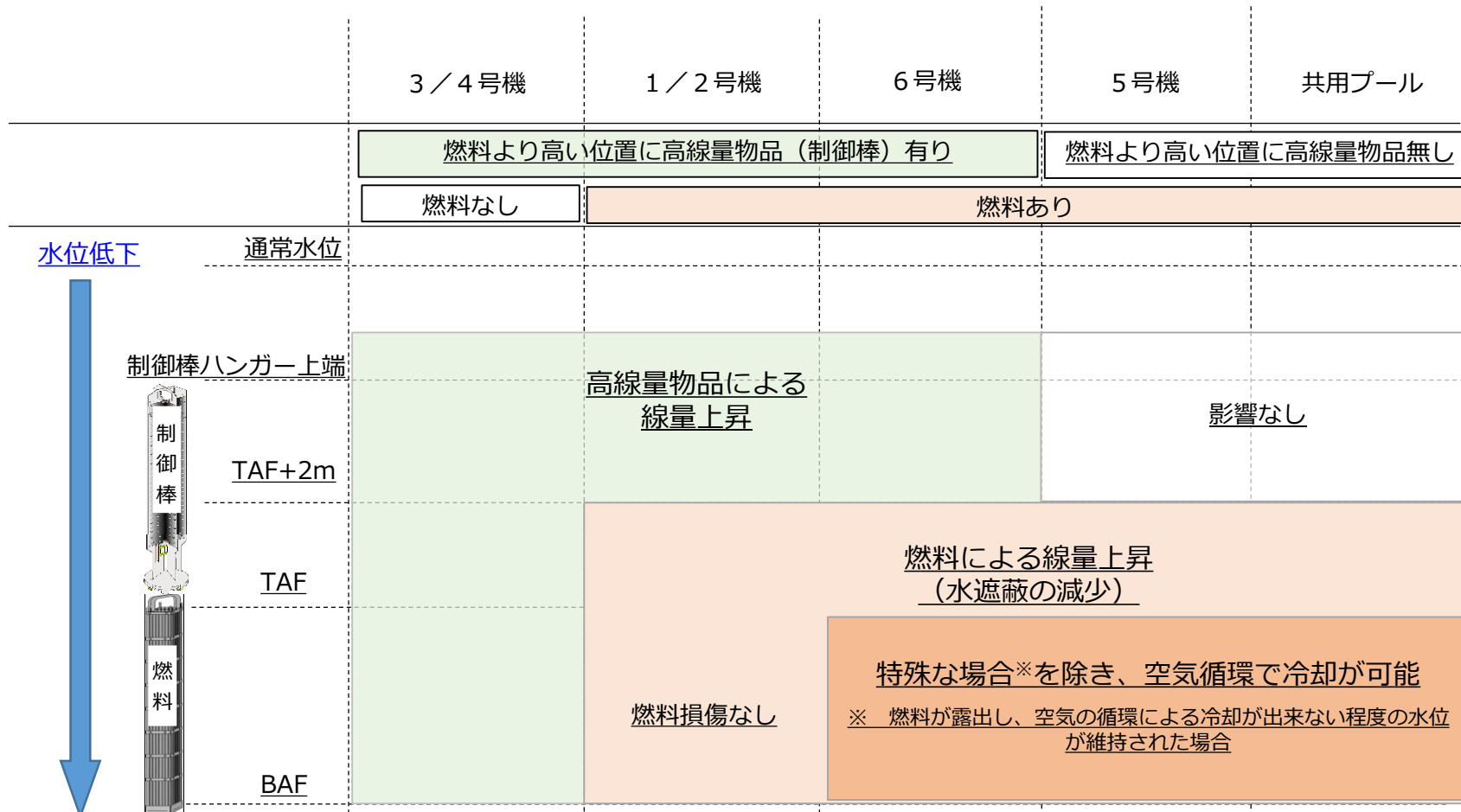
- 敷地境界線量率の上昇（～1 $\mu$ Sv/h程度）
- 使用済燃料が過熱することにより燃料が損傷し、放射性物質が放出される可能性
  - ・ 1, 2号機：崩壊熱の低下に伴い損傷しない
  - ・ 3, 4号機：使用済燃料の取り出しが完了済み
  - ・ 5, 6号機、共用プール：特殊な場合※を除き、空気循環で冷却が可能

※ 燃料が露出し、空気の循環による冷却が出来ない程度の水位が維持された場合

	前回お示しした対応・対策	左記対応・対策ができない場合の対応
①	使用済燃料プールの水位の維持および必要に応じて冷却を行い安定状態を維持	● 既設の注水設備・冷却設備が使用できない場合、機動的対応（消防車等による注水）を行い、水位を維持

# 1. 福島第一のリスクについて

## <参考> 使用済燃料プールのリスク



## 燃料デブリのリスク

- 燃料デブリが過熱することによる放射性物質の追加放出
- 原子炉格納容器内の水素濃度が可燃限界（4%）を超過することによる水素の可燃
- 再臨界の継続（再臨界の可能性は工学的には極めて低い）

	前回お示しした対応・対策	左記対応・対策ができない場合の対応
①	原子炉への注水により冷却状態を維持することで、放射性物質の追加放出が無いよう管理	<ul style="list-style-type: none"><li>● 常用系、非常用系（非常用ディーゼル発電機付き）と複数の系統が設置されており、一部の注水系統が故障した場合は、他の系統で注入が可能。且つ、一部のポンプは津波の影響を受けない高台に設置</li><li>● それらが使用できない場合でも消防車等により注入を実施</li><li>● 注入ラインが津波で損傷した場合は、消防ホースを設置し、注入を再開</li></ul>
②	水の放射性分解で発生する水素について、原子炉圧力容器および原子炉格納容器に不活性ガス（窒素）を封入することで、水素濃度を十分低い状態に維持	<ul style="list-style-type: none"><li>● 常用系、非常用系（非常用ディーゼル発電機付き）と複数設置されており、且つ津波に影響のない高台に設置</li><li>● 窒素封入ラインが、津波で損傷した場合は封入ラインの再敷設を実施し封入を再開</li></ul>
③	臨界時に発生するキセノン135濃度を常時監視し、再臨界と判断した場合は、ほう酸水を注入することで未臨界に移行する手順を整備	<ul style="list-style-type: none"><li>● キセノン濃度が監視できない場合は、代替手段（周辺線量率、RPV底部温度）による監視</li><li>● ほう酸水注入設備が損傷した場合でも、仮設のほう酸タンクを設置し、消防車、消防ホースを設置し注入</li></ul>

## 追加のご質問の内容

### ②それぞれのリスクが複合した場合のリスク

## ご回答

- ✓ 福島第一原子力発電所では、3.11地震・津波の経験をもとに、同規模の自然災害が襲来し、同時に複数の設備が損傷することを想定して、機動的対応の手順（津波アクシデントマネジメントガイド（以下、津波AMG））の整備しており、その対応に必要な資機材の確保、また、各種手順に対する訓練を定期的を実施しております。
- ✓ 実際の津波襲来時においては、各種設備の状態を確認した上で、復旧余裕時間を考慮し、復旧の優先順位をつけて、対応していくことで、復旧余裕時間前にリスクが顕在化することを防止することが可能と評価しております。

#### <汚染水、プール燃料、燃料デブリに対する津波AMGの対応手順の例>

- ✓ 建屋滞留水の溢水防止のため、手計りによる水位測定、滞留水移送のためのポンプや移送ラインの再設置、電源車による電源復旧
- ✓ 使用済燃料プールへの注水手順（消防車、コンクリートポンプ車等）
- ✓ 燃料デブリの冷却のための原子炉への注水手順（消防車）
- ✓ 原子炉格納容器内の窒素封入手順（高台に設置された窒素ガス分離装置を利用した損傷した配管の再敷設）

## <参考> 津波等より各種設備が損傷した場合の復旧余裕時間について

(2021年8月9日時点)

	余裕時間	備考
原子炉注水	約10日	実施計画制限80℃に到達
窒素封入	1号機 : 約14日 2, 3号機 : 約12日	水素濃度が可燃限界 4 %になる以下の日数に余裕をもった日数 1号機 : 約22日 2,3号機 : 約19日
使用済燃料プールの冷却・注水 (使用済燃料プールの漏洩がない場合※)	1,2号機 : 制限温度到達しない 3,4号機 : 燃料取り出し済み 5,6号機 : 約 9 日 共用プール : 約 5 日	実施計画制限温度65℃到達 (1号機 : 60℃)
1 ~4号機滞留水移送	建屋水位とサブドレン水位測定結果による	滞留水水位がサブドレン水位を上回らないこと

※ 耐震評価の結果から使用済燃料プールが損傷する可能性は低いと考えている

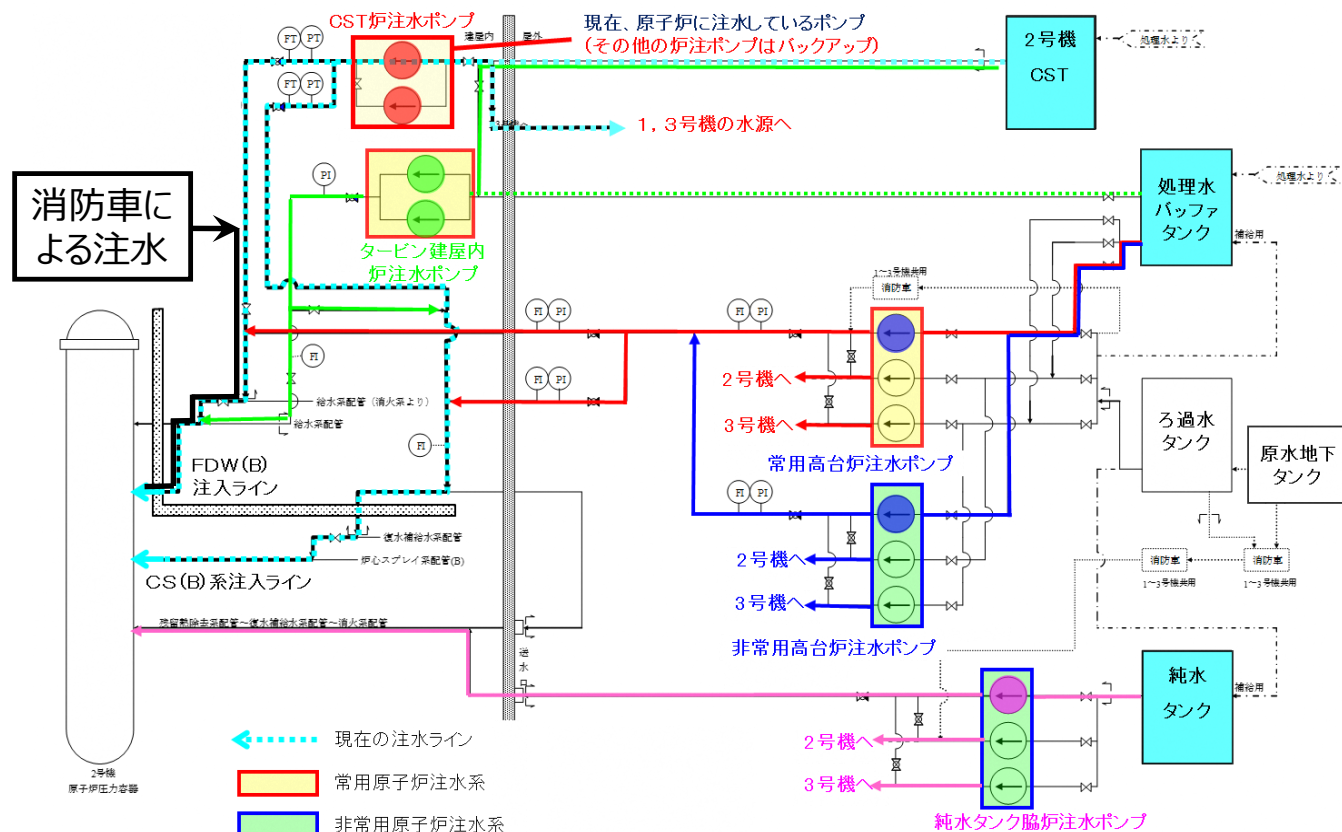


# 1. 福島第一のリスクについて

## <参考：原子炉注水設備の多重化の例>

- 複数のシステムを設置しており多重化
- それらが同時に機能喪失した場合を想定して、機動的対応（消防車、ホース再敷設等による注水）に必要な資機材、手順を整備しており、訓練も継続的に実施している。

### 原子炉注水設備 系統概略図（2号機）



## 機動的対応

- 消防車の操作訓練、消防ホースの敷設訓練を実施



消防車操作訓練の様子

## 参 考

以降、2021年3月にご報告した内容  
(1. 福島第一のリスクについて)

## ご質問の内容

現時点で、福島第一原子力発電所で想定される最大リスクは、どのような事象であり、それにどのような対策が取られているか。

### ■ 放射性物質について、

- ①相対的にリスクが高く優先順位がたかいもの（汚染水、1～4号機の使用済燃料プール内燃料等）
  - ②直ちにリスクとして、発現することは考えにくいですが、拙速に対処した場合にかえってリスクを増加させるもの。（燃料デブリ）
  - ③将来的にもリスクが大きくなるとは考えにくいですが、廃炉工程において適切に対処すべきもの。（固体廃棄物）
- の3種類に区分しているとのことだが、最大のリスクはどれで、どのような事象を想定しているか。

### ■ 想定される最大リスクに対して、どのような対策が取られているか。

## ご回答

汚染水、1～4号機の使用済み燃料プール内燃料、燃料デブリ、固体廃棄物については、いずれも重要なリスク源ととらえております。リスクの大きさとしては、放射性物質の内包量、性状、格納状態等によって異なり、廃炉作業の進捗によりリスクは変化するため、最大リスクとして1つに絞ることは難しい状況ですが、各リスク源の想定される事象について、以下に提示させていただきます。

## 汚染水

- ✓ 事故後、建屋地下に高濃度の汚染水が存在しており、これらを建屋から漏洩させないための対策として、日常的に、建屋水位より建屋周辺サブドレンの水位を高くすることで、滞留水が漏洩しないよう管理しております。
- ✓ 滞留水の量を早期に低減するため、汚染水処理設備にて浄化を行い、高台のタンクへ移送することで、汚染水の削減を行うとともに、陸側遮水壁等による地下水流入の低減を行い、滞留水の増加を抑制しております。
- ✓ 切迫性の高い津波（千島海溝津波、日本海溝津波、3.11津波）が襲来した場合は、津波が建屋内に流入し汚染水が溢れるリスクがあります。そのため、優先して、建屋の開口部の閉塞等の対策を実施するとともに、併せて、防潮堤を設置することで、津波が敷地内に流入することを抑制する対策を実施しております。（参考1参照）
- ✓ なお、津波により滞留水移送配管等が損傷し移送が出来ない場合を想定し、滞留水移送ラインを再敷設するために必要な手順や資機材を整備し、訓練を行っております。

## 使用済燃料プール内燃料

- ✓ 使用済燃料プールの燃料については、共用プールに移送した後、使用済燃料保管容器（キャスク）に順次保管する計画です。（3、4号機については、燃料の取り出しは完了済）
- ✓ 1, 2, 5, 6号機の使用済燃料プールおよび共用プールについては、水位の維持および必要に応じて冷却を行い安定状態を維持しております。現状、崩壊熱も十分減衰しており、実施計画の運転上の制限温度到達までの時間余裕も拡大しております。

(2021年3月21日時点)

	実施計画制限温度（65℃） 到達時間までの時間余裕	備考
1,2号機	制限温度に到達しない	1号機は60℃
5号機	約9日	
6号機	約10日	
共用プール	約6日	

- ✓ 使用済燃料の最大のリスクは、使用済燃料プール水が漏洩し燃料が露出することによる過熱により、燃料が損傷し放射性物質が放出されることですが、1, 2号機については、崩壊熱の減少に伴い、燃料が露出しても損傷はしないと評価されております。また、5, 6号機、共用プールについても、特殊な場合※を除き、空気循環で冷却が可能と評価しております。
- ✓ なお、耐震評価の結果からは考えにくい状況ですが、仮に地震の影響等により、使用済燃料プールが一部損傷した場合については、消防車等による注水を行う手順を整備しており、訓練を実施しております。

※ 燃料が露出し、空気の循環による冷却が出来ない程度の水位が維持された場合

## 燃料デブリ

- ✓ 燃料デブリについては、原子炉への注水により冷却状態を維持することで、放射性物質の追加放出が無いよう管理しております。現状、計画的に注水停止試験等を実施してきており、注水が停止した場合においても、実施計画の運転上の制限温度（80℃）に到達するまでの時間余裕は、10日以上（注水停止試験実績より）あると評価しております。津波襲来等により注水設備が損傷した場合に備えて、消防車等で注水を再開する手順を整備し、訓練も実施しております。
- ✓ 水の放射性分解で発生する水素については、原子炉圧力容器および原子炉格納容器に不活性ガス（窒素）を封入することで、水素濃度を十分低い状態に維持しております。これまで窒素の封入が長期間停止した実績はありませんが、現状、仮に窒素封入が停止した場合に実施計画の運転上の制限（2.5%）に到達するまでの時間余裕は、1号機で13日、2・3号機で11日以上確保されています。津波等で窒素封入ラインが損傷した場合に備えて、窒素封入ラインの再敷設を行う手順を整備し、訓練等も実施しております。
- ✓ 再臨界の可能性については、工学的には極めて低いと評価されており、これまでも再臨界の兆候が見られていませんが、臨界時に発生するキセノン135濃度を常時監視し、再臨界と判断した場合は、ほう酸水を注入することで未臨界に移行する手順を整備しております。  
なお、今後の燃料デブリ取り出しにおいては、燃料デブリの形状変化による再臨界のリスクも伴うため、取り出しの際の適切な管理方法について、検討を進めております。

## 固体廃棄物管理

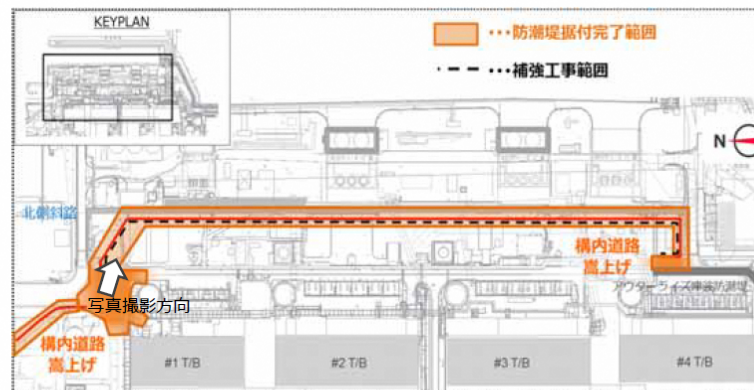
- ✓ 固体廃棄物については、保管の状態および設備を適切に管理することで、飛散のリスクを抑えることが可能と考えており、リスクとしては大きくないと想定しております。
- ✓ 今後、更なるリスク低減のため、屋外に保管されている伐採木、瓦礫等の減容を行った後、順次屋内保管を実施していく計画です。
- ✓ 水処理設備の二次廃棄物（フィルター類等）についても、今後、新たな保管施設を設置し、屋外保管を解消していく方針です。

## 福島第一原子力発電所 千島海溝津波防潮堤のL型擁壁等据付作業完了について

< 参 考 資 料 >  
2020年9月25日  
東京電力ホールディングス株式会社  
福島第一廃炉推進カンパニー

### 【概要】

- 切迫性が高いとされている千島海溝地震に伴う津波に対して、建屋流入に伴う滞留水の増加を防ぐこと、並びに重要設備の津波被害を軽減することにより、福島第一原子力発電所における廃炉作業が遅延するリスクを緩和することを目的に、千島海溝津波防潮堤のL型擁壁の据え付け作業を2019年9月23日から開始し、本日（2020年9月25日）、防潮堤のL型擁壁等の据付作業が完了しました。（約600m）
- これにより千島海溝津波に対するリスクの低減を図ることができました。
- 今後、干渉設備の防護工事や排水路・舗装工事を進めていくとともに、日本海溝津波の評価結果を踏まえ10月後半から補強工事を進めるなど、引き続き津波対策を強化してまいります。



1

過去のプレスリリースより

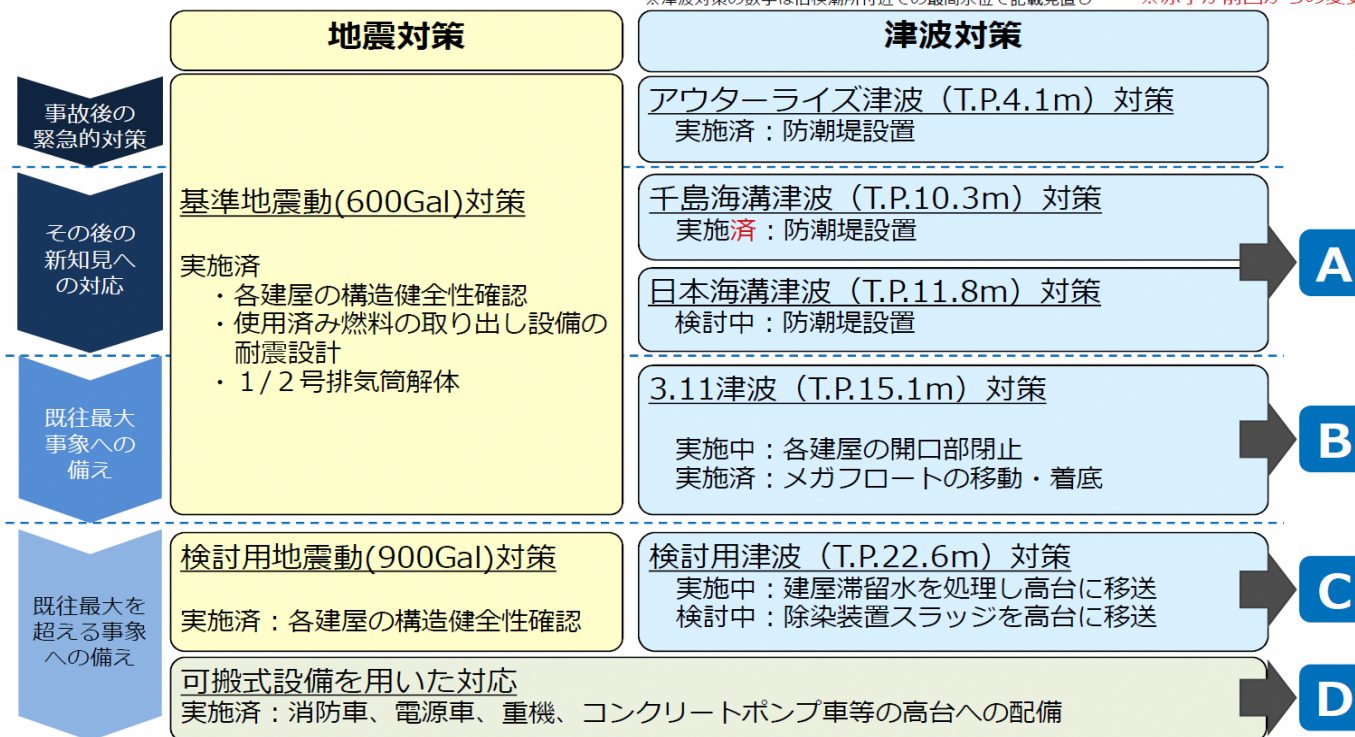


## 1. 地震・津波対策の基本的な考え方



■ 安全上重要な対策および評価を、実現可能性等を考慮しつつ段階的に実施中

※津波対策の数字は旧検潮所付近での最高水位で記載見直し ※赤字が前回からの変更



※ 基準地震動：東北地方太平洋沖地震前までの知見や耐震設計審査指針を踏まえ評価した、施設の耐震設計において基準とする地震動（東北地方太平洋沖地震による敷地での揺れの大きさと同程度の地震動）  
 ※ 検討用地震動：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規制基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価した地震動  
 ※ 検討用津波：東北地方太平洋沖地震後の知見や新規制基準を踏まえ、発電所において最も厳しい条件となるように評価した津波  
 ※ アウターライズ津波：プレート間地震後に発生することが多いと言われているアウターライズ（海溝の外側の隆起帯）部での正断層地震による津波  
 ※ 千島海溝津波：千島海溝沿いの地震に伴う津波  
 ※ 日本海溝津波：内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」公表内容を反映した津波

1

特定原子力施設監視・評価検討会（第87回）資料2 抜粋

## 2. 津波対策全体の進捗状況



### A 防潮堤の設置

千島海溝津波防潮堤を設置完了。  
今後、日本海溝津波防潮堤を設置予定。



千島海溝津波防潮堤のL型擁壁

### B 建屋開口部閉止

滞留水の残る建屋の対策を2020年11月完了。  
滞留水の残らない建屋の対策を2021年度未完了予定。

開口面積  
2011年3月  
約**1200**m<sup>2</sup>



2020年1月  
約**150**m<sup>2</sup>

### C 滞留水の除去

滞留水の残る建屋(1～3号機R/B, PMB, HTI)  
以外の滞留水処理を完了。

放射性物質  
2011年6月  
約**2.6E17**Bq

約**1/480**



2021年1月  
約**5.4E14**Bq

### D 可搬式設備の整備

消防車、電源車、重機、コンクリートポンプ車等を高台へ  
配備するとともに、発電所内の電源機能等の喪失を想  
定した訓練を継続。



消防車操作訓練



ケーブル導通訓練

2