

< 参考資料 >
平成25年9月27日
東京電力株式会社

柏崎刈羽原子力発電所6, 7号機における 安全対策と新規制基準への適合性について



東京電力

TEPCO

福島第一事故後の取り組みと新規制基準への適合性のポイント

■福島第一事故以降、当社は柏崎刈羽原子力発電所の安全性を向上する対策を継続的に追加実施してきました。

- 緊急安全対策として消防車、電源車等を配備し、訓練を実施（平成23年4月完了）
- 防潮堤を設置（平成25年6月完了）
- ガスタービン発電機車等の追加配備（平成24年3月完了）
- 代替熱交換器車の配備（平成25年3月完了）



■実施してきた安全対策について、原子力規制委員会による客観的な評価をいただくことが重要と考えています。



■新規制基準への適合性においてポイントとなる主な安全対策は、以下のとおりです。

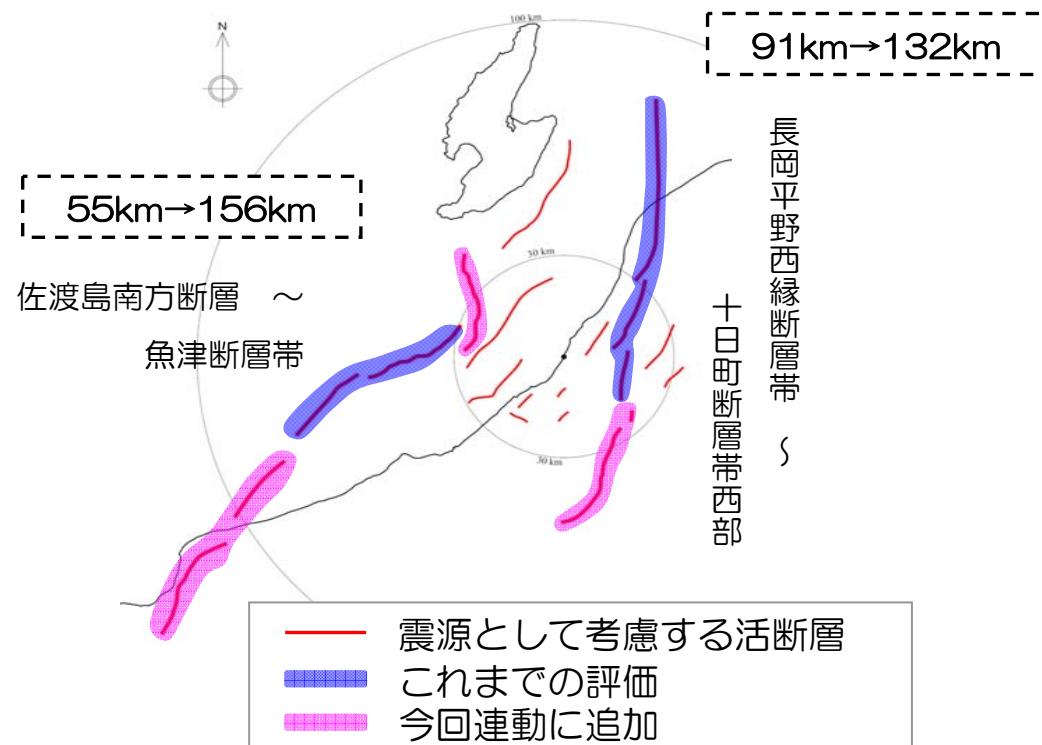
- 自然現象（地震、津波、その他の自然現象（竜巻、火山活動等）への対策
- 内部溢水対策
- 火災防護対策
- 外部からの受電系統の強化対策
- 重大事故対策（※）

（※）重大事故とは、炉心または貯蔵している燃料体の著しい損傷のこと。

対策としては、損傷防止と損傷後の影響緩和があります。

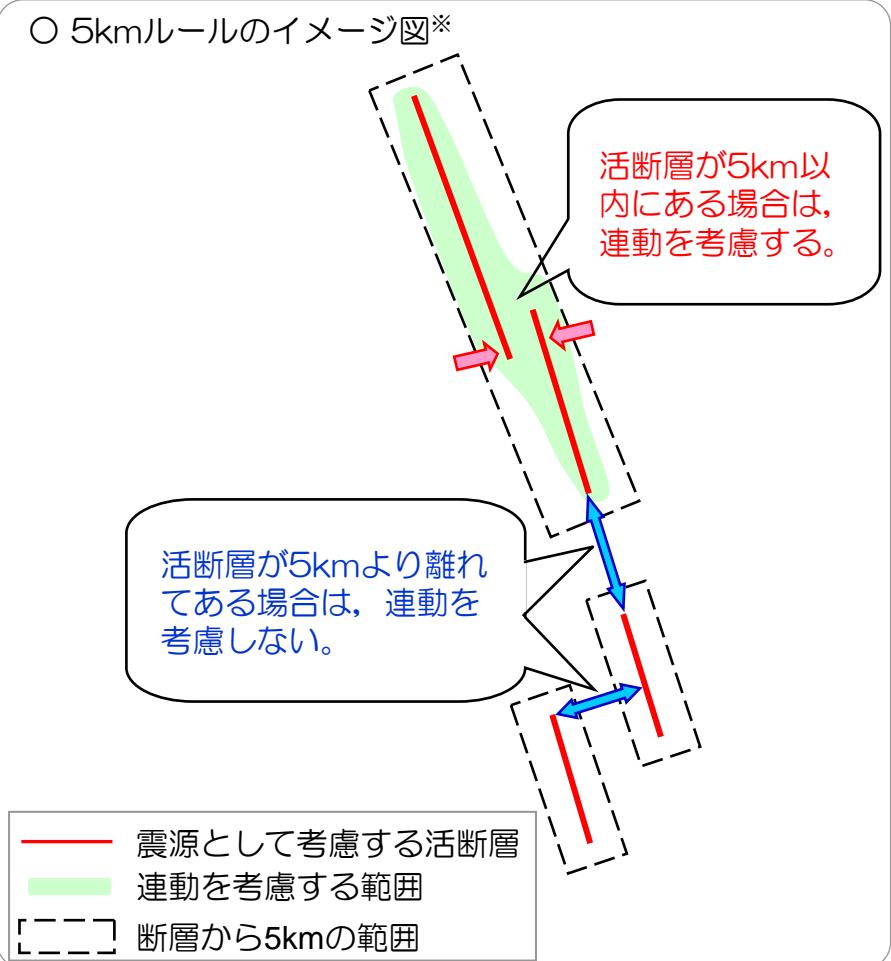
自然現象に対する対策（地震：敷地周辺の活断層評価）

- 断層連動について、断層間の離隔が5 km以内ならば考慮すべきという国の専門機関（地震調査研究推進本部）の見解や地質構造から評価していましたが、**より幅の広い専門家の意見も考慮し、安全側に基準地震動Ssへ反映しました。**
- この地震動が、6, 7号機の耐震安全性に影響がないことを確認しました。



断層の離隔(5kmルール)
や地質構造の観点から連動を考慮

より幅の広い専門家の意見
等も踏まえ、5km以上離れていても安全側に考慮



自然現象に対する対策（地震：敷地周辺の活断層評価）

- 新規制基準に照らして敷地周辺の断層を再評価し、**米山沖断層（長さ約21km）を活断層と評価しました。**
- 当断層の地震動は基準地震動Ssよりも小さく、6, 7号機の耐震安全性に影響がないことを確認しました。

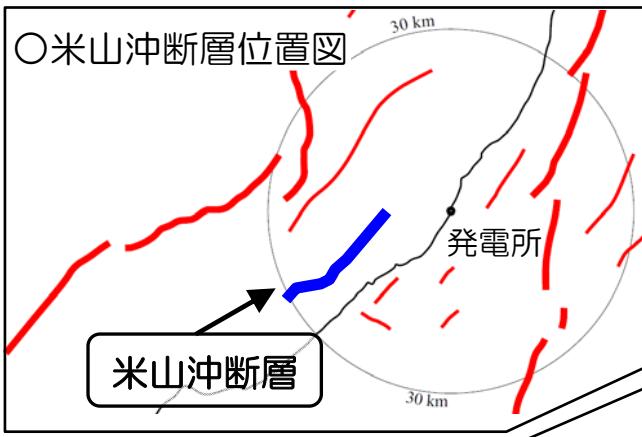
米山沖断層のこれまでの評価

- ・約40万年前の地層に変形が認められるものの、約12～13万年前の地層が分布する場所では変形が認められない。
→活断層ではないと評価

新規制基準
後期更新世（約12～13万年前）の地層が分布しない場合は、中期更新世以降（約40万年前以降）の地層まで遡って断層の活動性を評価すること。

米山沖断層の今回の評価

- ・約12～13万年前の地層が分布しない場所において、約40万年前の地層に変形が認められる。
→保守的に、**活断層と評価**

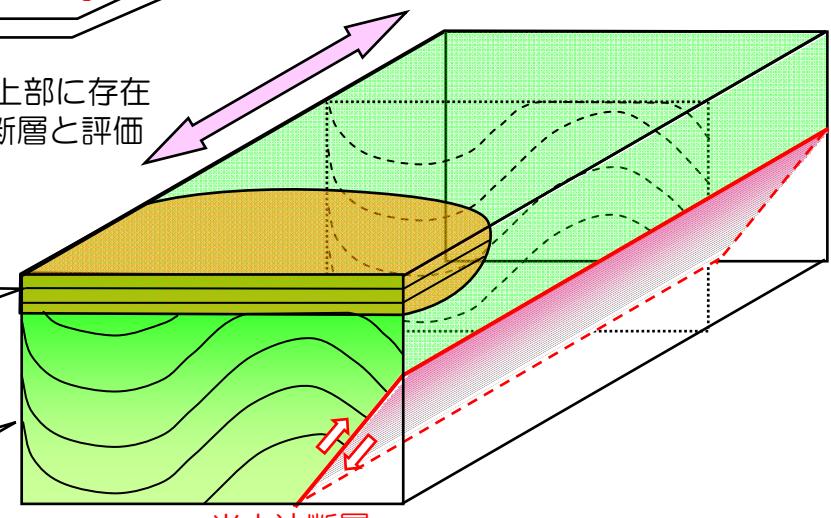


○米山沖断層評価イメージ図

約12～13万年前の地層が上部に存在しない部分について、活断層と評価

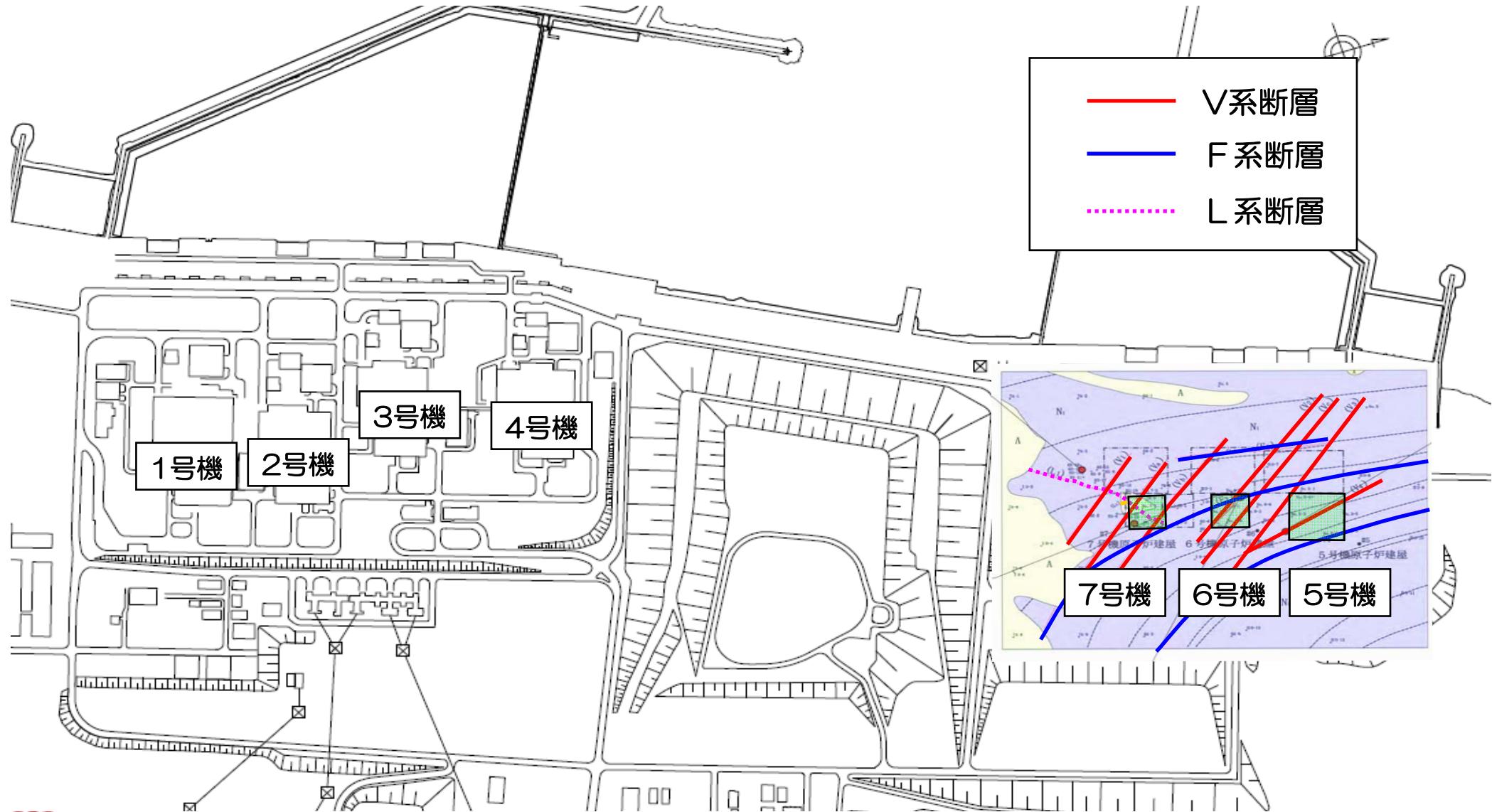
約12～13万年前の地層に変形が認められない

約40万年前の地層に変形が認められる

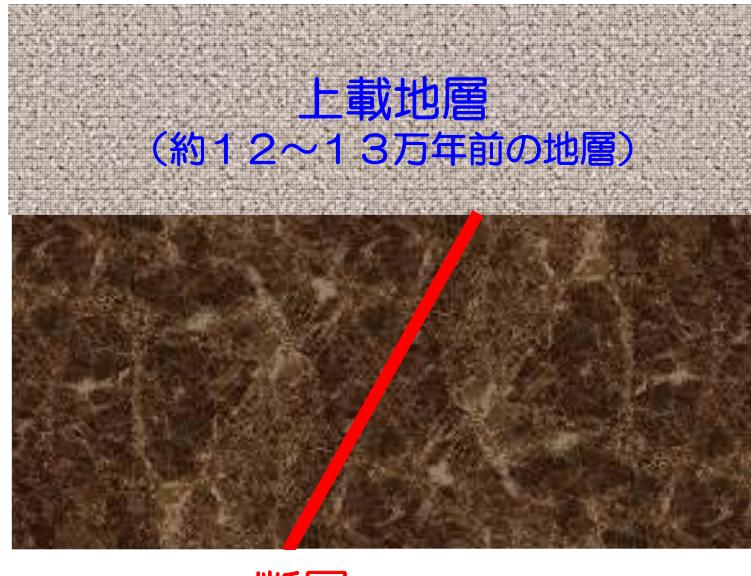


自然現象に対する対策（地震：敷地内の断層評価）

- 6, 7号機設置エリアには、V系断層、F系断層、L系断層が分布



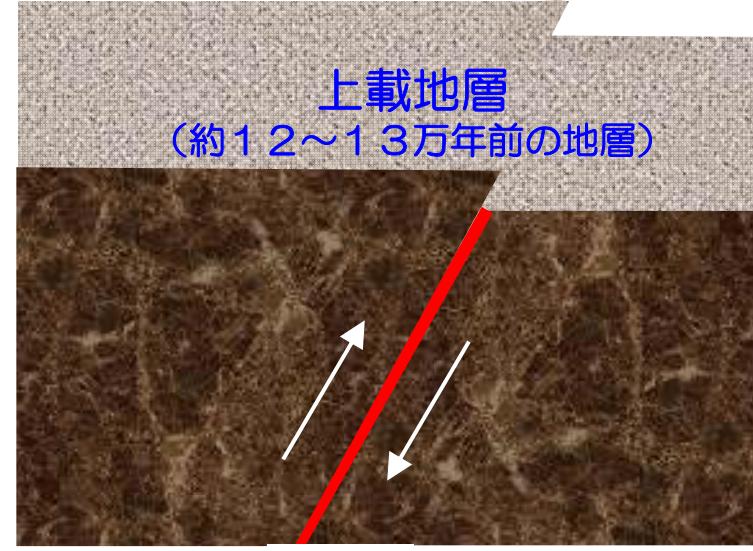
断層の上層部（上載地層）の年代と変形の有無から、断層活動時期を推定



約12~13万年前の上載層に変位なし

後期更新世（約12~13万年前）以降
に動いていない

活断層ではない



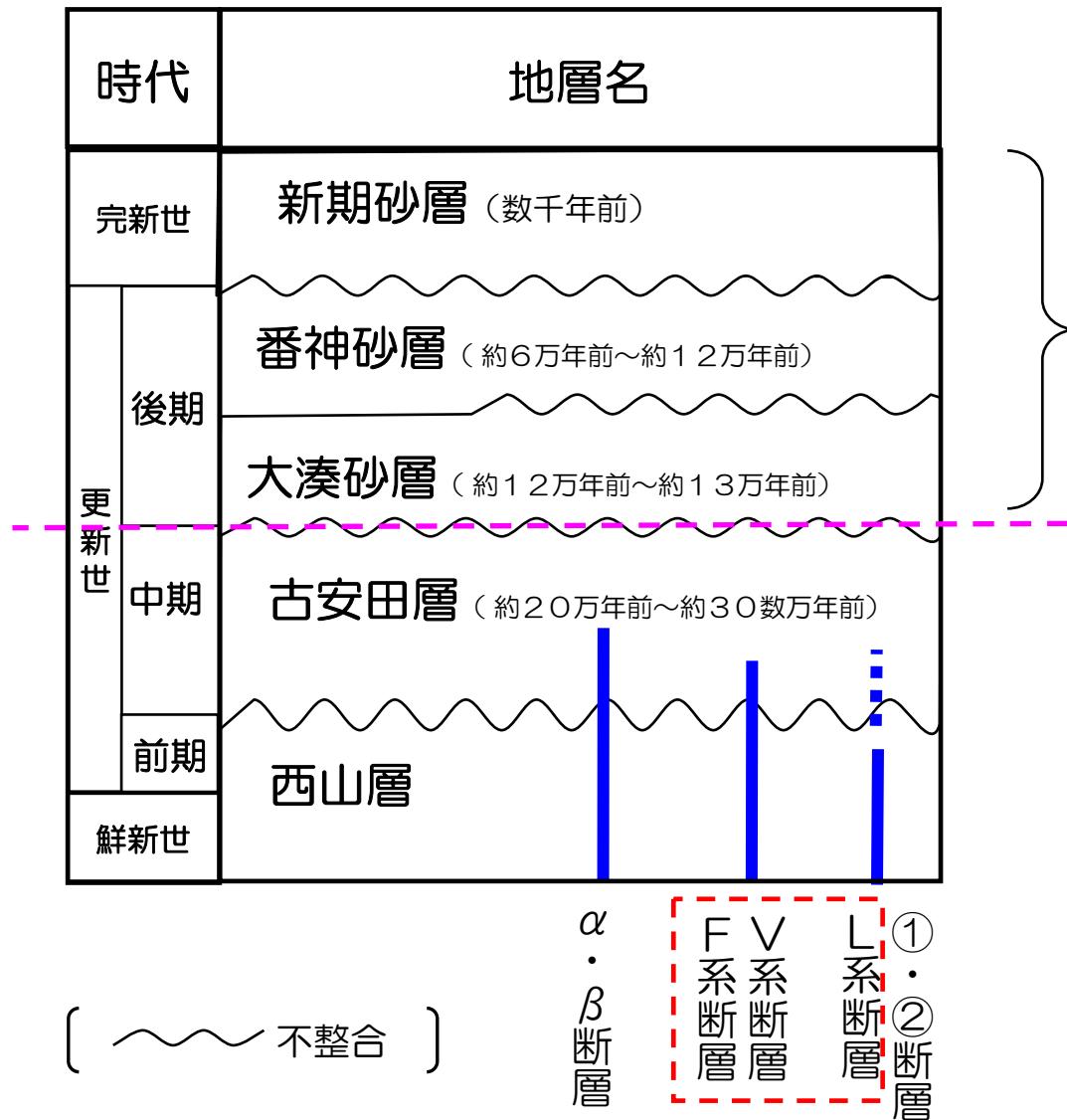
約12~13万年前の上載層に変位あり

後期更新世（約12~13万年前）以降
に動いている

活断層

自然現象に対する対策（地震：敷地内の断層評価）

敷地内の断層の活動時期



大湊砂層より上の地層にズレが認められる場合

→ 活断層

後期更新世以降（約12万～13万年前以降）の活動が否定できない断層

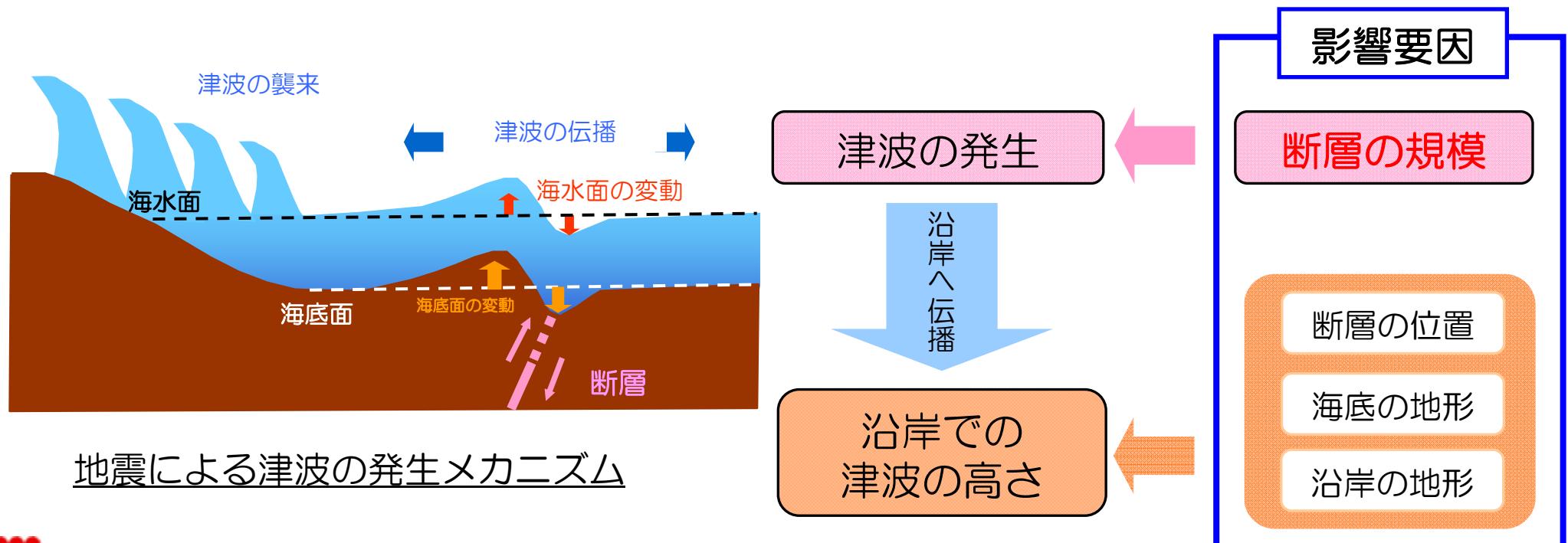
と評価する。

敷地内の断層はいずれも古安田層中で止まっており、古安田層堆積終了以降（約20万年前以降）の活動は認められません。

地質調査結果を踏まえ、従来安田層と呼んでいた地層のうち、中期更新世に形成された地層を「古安田層」と呼びことにしました。

自然現象に対する対策（津波）

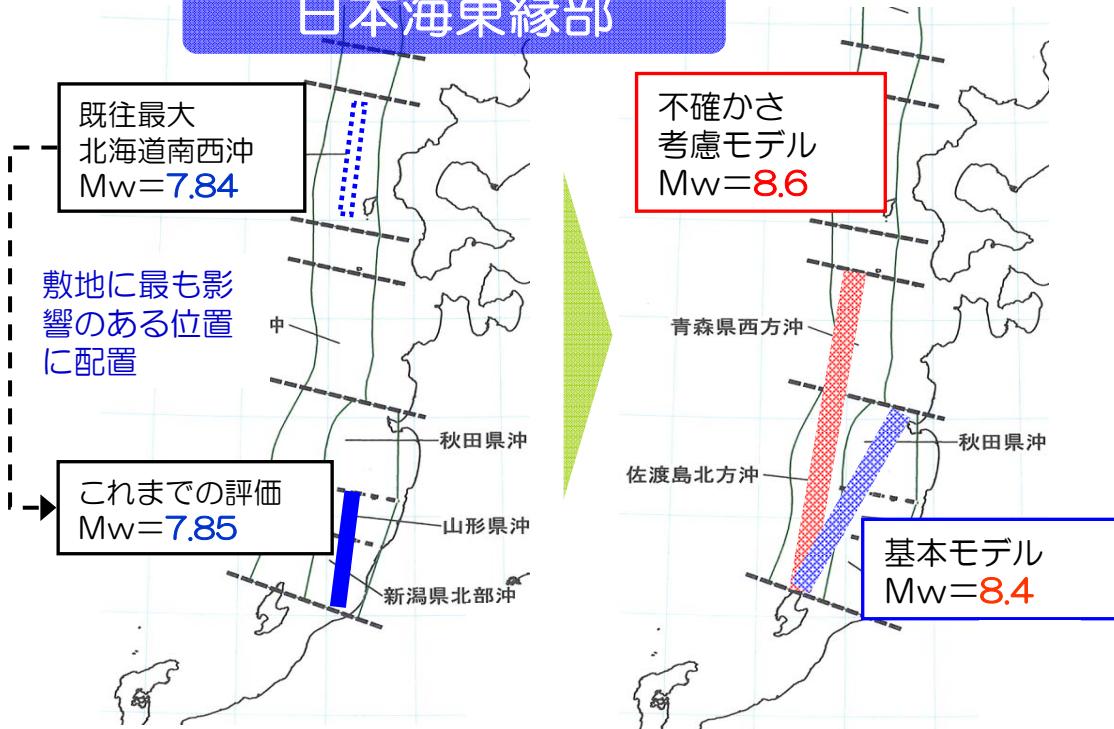
- 津波は海底下の断層（波源）がずれ動き、海底が変形することによって起こります。
- したがって、海底の変形が大きいほど、津波の高さは大きくなります。
- 一般的に断層の規模が大きくなると、それにともなって断層のずれる量も大きくなるので、津波の高さも大きくなります。
- つまり、**断層の規模の設定が最も重要なポイント**になります。
- また発生した津波が伝わる過程で**断層の位置、海底地形、沿岸地形も、到達する津波の高さに影響します。**



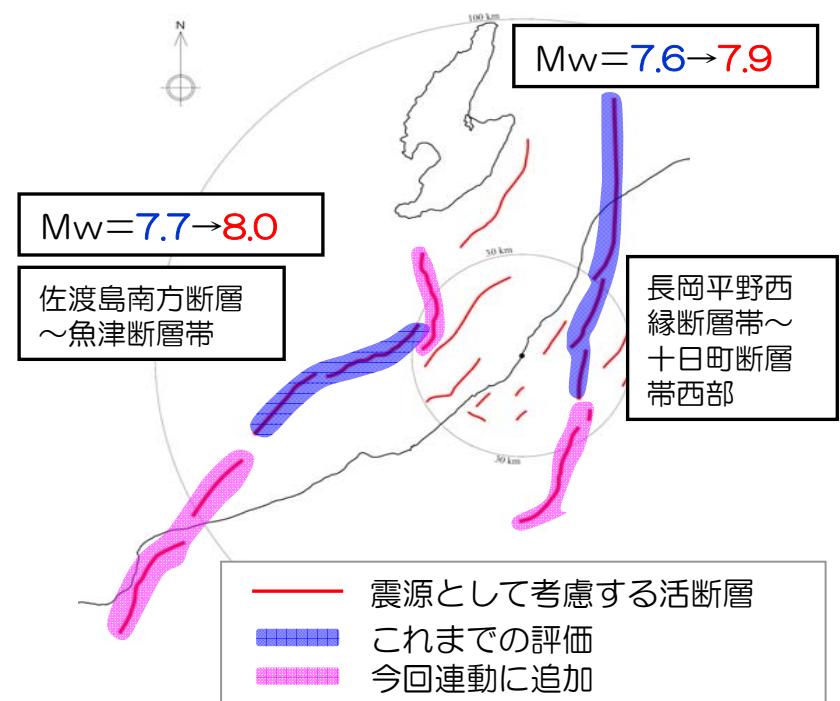
自然現象に対する対策（津波：断層の規模の設定）

■発電所の津波評価にあたっては、新規制基準や東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえ、**断層の運動を安全側に考慮し、断層の規模を見直しました。**

日本海東縁部



敷地周辺海域の活断層



既往最大規模の波源を
国の専門機関が設定して
いる地震の発生領域に配置

東北地方太平洋沖地震では國の専門機関が設定した地震の発生領域をまたがって地震が発生したことを踏まえて、地震の発生領域の運動を考慮

断層の離隔(5kmルール)や地質構造の観点から運動を考慮

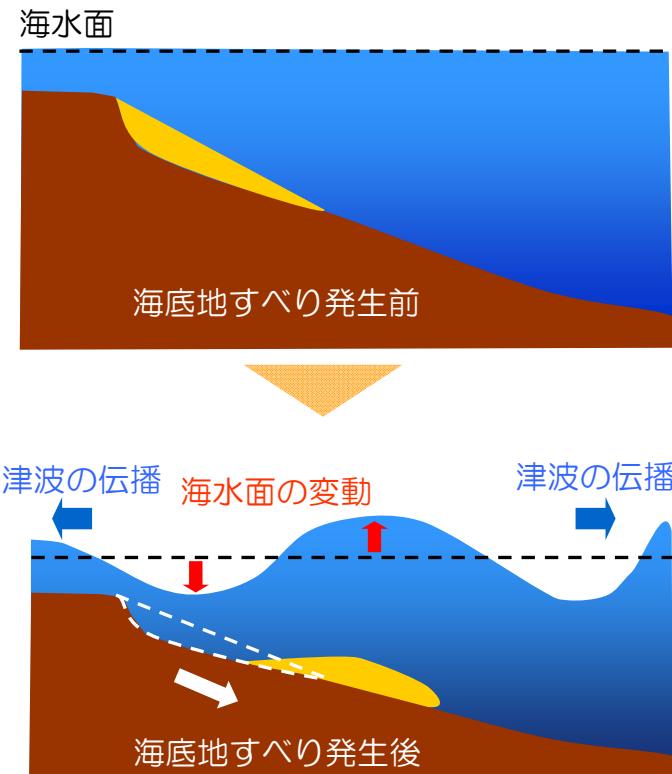
より幅の広い専門家の意見等も踏まえ安全側に考慮*

* 地震動と同じ設定

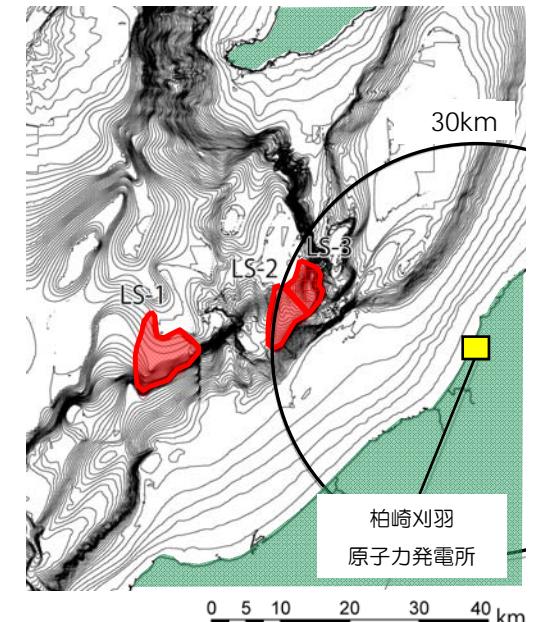
自然現象に対する対策（津波：海底地すべりの考慮）

- 津波は、海底の地すべりによっても発生することが知られています。
- 海底地すべりは地震でも発生し得るので、**地震による津波と海底地すべりによる津波の同時発生を考慮**しました。

■海底地すべりによる津波の発生メカニズム



- 海底地すべりが発生すると、海底の地形面が変形します。
- 海底の変形に伴って海水が変動し、津波が発生することがあります。



海底地形判読結果から抽出された地すべり地形

■地震による**同時発生**を考慮

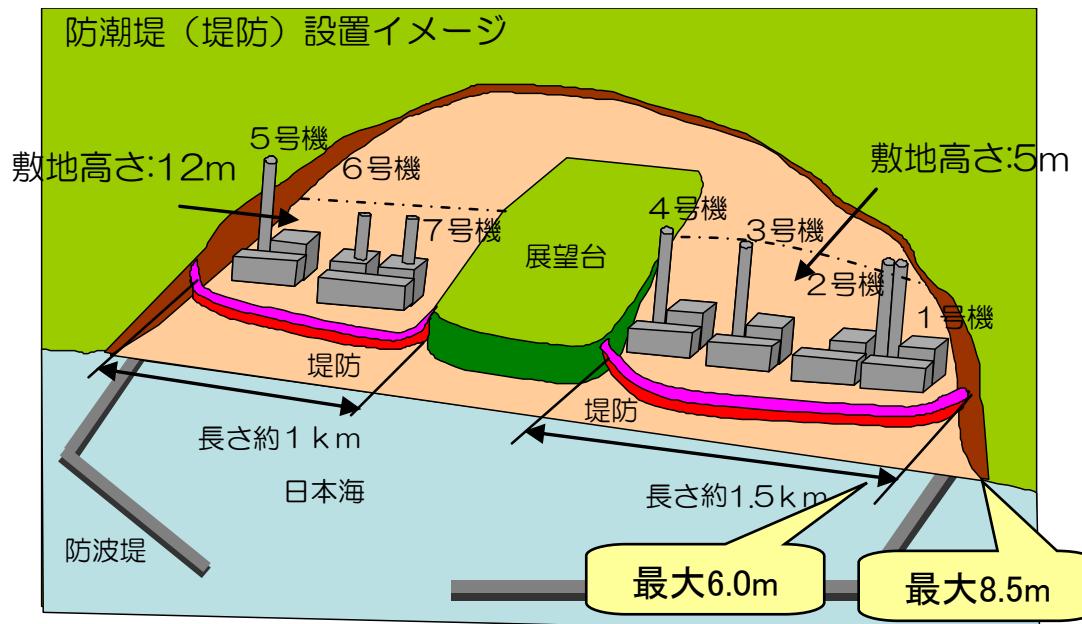
地震による津波

+

海底地すべりによる津波

自然現象に対する対策（津波対策）

- 前頁までの条件を考慮したシミュレーションで、極めて稀であるが発電所に到達する可能性のある津波は、取水口前面で最高6.0m、遡上高さは最高8.5mになりました。
- 6、7号機の敷地高さは12mで、津波はここに遡上しません。
- 事業者独自の取組みとして、防潮堤の設置、重要な建屋扉の水密扉化等を進め、15m程度の津波でも安全が確保できるようにします。



15m地点



大湊側防潮堤



水密扉化



自然現象に対する対策（その他の自然現象）

- 安全設計で考慮すべき自然現象を、国際原子力機関の基準等も参考に選定しました。
- 各自然現象について設計基準を設定し、発電所の安全性を評価しました。

【設計基準の考え方】

➤各自然現象の特性や、観測記録の信頼性等も踏まえ、以下の3つの観点から
安全設計で考慮すべき最も苛酷な条件を総合的に判断しました。

① 法令・規格基準等に基づく設計要求

② 発電所及びその周辺における過去の観測記録の最大値

③ 1万年～10万年に1回、発生することが考えられる条件

※いずれの方法でも設計基準の設定が行えない場合は、その自然現象が発生した場合の原子力発電所への影響シナリオを検討のうえ、個別に設定を行う。

自然現象に対する対策（その他の自然現象：強風）

設計基準の設定

→ 下表の内、最も大きい**風速40.1m/sを設計基準風速**として設定しました。

＜設計基準設定根拠＞ (10分間平均風速)

参照項目		B	C	D	E
規格・基準	建築基準法施行令	30m/s			
観測実績（極値）	気象庁観測極値	16m/s	—	40.1m/s	23.1m/s
年超過確率	10 ⁻⁴ /年値 (1万年に1回)	—	—	39.0m/s	21.5m/s

■風の強さと吹き方について

設計基準として設定した10分間平均風速40.1m/sは、瞬間風速で約60m/s相当の吹き方で、この想定は、樹木や電柱の倒壊、トラックの横転などが考えられるレベルの風に対しても、発電所の安全性が損なわれないようにすることを意味します。

強風（台風）による影響評価

○安全上重要な設備を有する建屋（原子炉建屋、コントロール建屋等）

→ 各建屋は、風荷重により健全性を損なうことがない事を確認しました。

自然現象に対する対策（その他の自然現象：竜巻）

設計基準の設定

→ 原子力規制委員会・竜巻影響評価ガイドに沿って、**設計基準竜巻は藤田スケール2
(最大瞬間風速を69m/s)**に設定しました。

〈設計基準設定根拠〉

参考項目		竜巻規模（風速範囲）
観測実績 (統計期間：1961～2012.6)	新潟県最大 本州日本海側最大	藤田スケール1 (33～49m/s) 藤田スケール2 (50～69m/s)
年超過確率	10 ⁻⁵ /年値 (10万年に1回)	藤田スケール2 (50～69m/s)

■ 藤田スケールについて

- ・竜巻により発生した被害の状況から風速を大まかに推定する指標で、F0～F5の6段階あり、数字が大きいほど規模が大きいことを表します。

■ 柏崎市及び刈羽村での竜巻発生状況

- ・気象庁の記録(1961～2012.6)によると、発電所敷地内での竜巻発生実績は無く、柏崎市及び刈羽村では、それぞれ1個のみ発生しています。
(柏崎市：藤田スケール1、刈羽村：藤田スケール不明)

竜巻による影響評価

- 安全上重要な設備を有する建屋（原子炉建屋、コントロール建屋等）

→ **竜巻（風圧、気圧差、飛来物）で、建屋の健全性が損なわれない事を確認しました。**

自然現象に対する対策（その他の自然現象：積雪）

設計基準の設定

- 発電所では構内の除雪体制が確立されていることから、除雪が追いつかないような大雪の影響を考慮することが重要です。→1日あたりの積雪量を基準として設計積雪量を設定

<設計基準設定根拠>

(規格・基準)

建築基準法では、最深積雪量（除雪しない場合の累積）として柏崎市140cm、刈羽村170cmを規定
 注) ただし、除雪により積雪の量を管理できる場合は、100cmまで低減させて良いことになっています。



原子炉建屋屋上除雪訓練



アクセスルート除雪



可搬設備の除雪

(観測実績) 1日あたりの積雪：72cm

(年超過確率) 1日あたりの積雪量：135.9cm (1万年に1回レベル)

→ **日常の除雪を考慮して、167cmを設計基準としました。**
 (1日の最大積雪量135.9cm + 平均の積雪状態 31.1cm)

積雪による影響評価

○安全上重要な設備を有する建屋（原子炉建屋、コントロール建屋等）

→ **建屋は167cmの積雪で健全性を損なうことがない事を確認しました。**

○安全上重要な設備を有する建屋の空調等の給排気口

→ **安全施設に空気を送る給気口は、地上から167cmよりも高い位置にあり、雪で閉塞しないことを確認しました。**

自然現象に対する対策（その他の自然現象：低温）

設計基準の設定

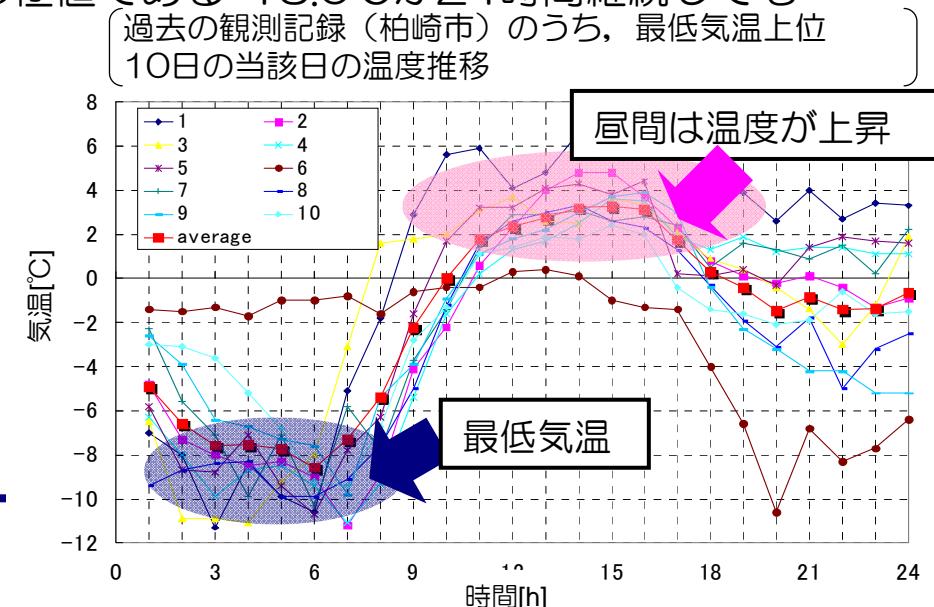
<設計基準設定根拠>

(規格・基準) 低温に対する防護の法的な要求は無く、建設時の設計では屋外設備（配管、弁等）が、当時の新潟市の最低気温の極値である-13.0°Cが24時間継続しても凍結しないようにしました。

(観測実績) -11.3°C (柏崎市)

(年超過確率) -17.0°C (1万年に1回レベル)

→ 1万年に1回レベルの最低温度-17.0°Cで24時間継続を設計基準温度として設定しました。



低温による影響評価

○各建屋の低温による影響

→ 安全上重要な配管等が凍結しないことを確認しました。

注) 安全上重要な設備を有する建屋の温度管理機能が喪失しても、建屋内温度が氷点下にならないことを確認

自然現象に対する対策（その他の自然現象：落雷）

設計基準の設定

＜設計基準設定根拠＞

(規格・基準) JEAG4608「原子力発電所の耐雷指針」等

(観測実績) 発電所構内における落雷観測および落雷観測システム

(年超過確率) 6/7号への雷撃電流値：約156kA (1万年に1回レベル)

※対象エリアを発電所敷地全体とした場合の雷撃電流値約560kA
(1万年に1回レベル)に対し、避雷鉄塔等の遮蔽効果を考慮

→ 上記の内、最大電流値である6, 7号機への雷撃電流値（約156kA）
に対し、余裕をみて200kAを基準電流値として設定しました。



(発電所内の避雷鉄塔)

落雷による影響評価

○落雷による設備への影響

6, 7号機へ落雷があった場合に、雷サージや誘導電流により発生する電圧が、設備や建屋内部の電源盤・制御盤の絶縁耐力値 (kV) を上回るかを評価しました。

→ 1万年に1回レベルの雷に対し、避雷鉄塔等の効果も考慮すれば安全が確保できることを確認しました。

自然現象に対する対策（その他の自然現象：火山）

設計基準の設定

<設計基準設定根拠>

- 半径160km以内の火山について活動性を評価しました。
 - ・活火山（過去1万年以内に活動の形跡があるもの）
計16箇所（例：妙高山）
 - ・第四紀火山（258万年前以降に活動の形跡があるもの）
計14箇所（例：苗場山）
- 溶岩流や火砕流は、敷地周辺でその痕跡がないこと、敷地から火山の距離が十分遠いこと、米山等の山や丘陵で囲まれていることから、敷地へ到達する可能性は十分小さいと評価しました。
- 降下火山灰を考慮すべき最も近い火山までは約74km（妙高山）



→ 仮に妙高山で富士山規模の噴火（宝永噴火）が起きたことまで想定し、火山灰堆積厚30cmを設計基準に設定しました。

火山灰による影響評価

- 建屋（原子炉建屋、コントロール建屋等）への影響

→ 火山灰の堆積で、建屋の健全性が損なわれないことを確認しました。

- 換気空調系への影響

→ 中央制御室の換気空調系は循環運転、非常用ディーゼル発電機は吸気口の構造による火山灰吸い込み防止やフィルタ交換等で、安全上問題ないことを確認しました。

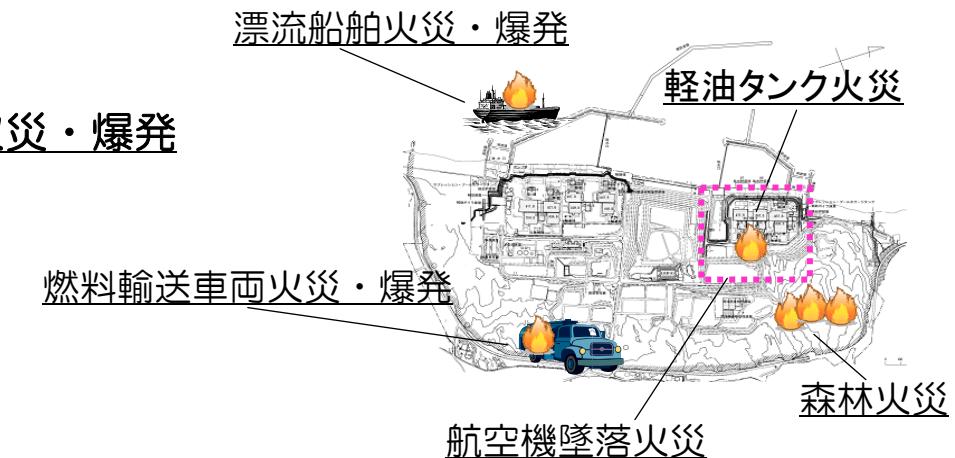
自然現象に対する対策（その他の自然現象：森林火災等）

想定事象の設定

●原子力規制委員会のガイドに従い、**熱、爆風、ばい煙等による影響を評価**しました。

(評価対象事象)

- ① 発電所10km圏内での出火を想定した**森林火災**
- ② 発電所10km圏内の**工場等近隣の産業施設**での**火災・爆発**
 - 石油コンビナート等の大規模な工場
 - 燃料輸送車両、漂流船舶
 - 敷地内の危険物タンクを対象
- ③ 原子炉施設周辺に墜落した**航空機による火災**

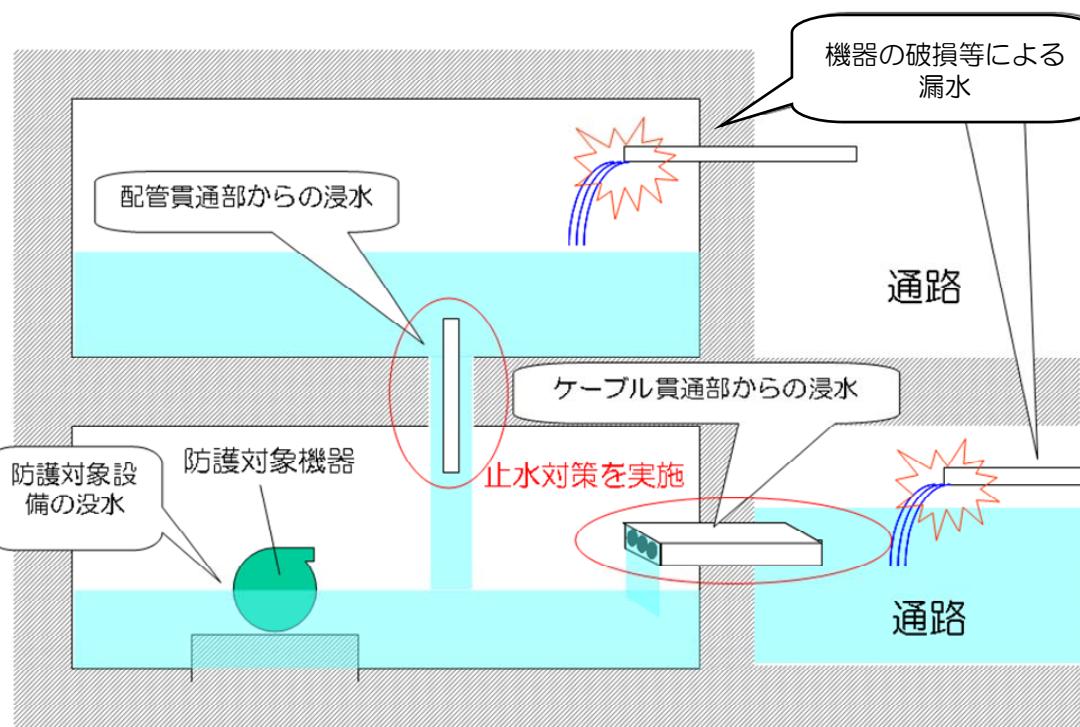


森林火災等による影響評価

評価対象事象	影響評価結果
①森林火災	<ul style="list-style-type: none"> ・必要防火帯幅約17mに対し、延焼部から原子炉施設まで最短でも約140mを確保
②工場等の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・10km圏内に考慮すべき石油コンビナート等無し ・燃料輸送車両・船舶の出火想定地点から原子炉施設までは十分な離隔距離が存在 ・想定火災（軽油タンク火災）に対し、建屋外壁は許容限界温度未満
③航空機落下	<ul style="list-style-type: none"> ・敷地内に航空機が墜落しても、原子炉施設へ影響しないことを確認
①～③共通	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室は、空調の外気取り入れを遮断して影響を防止 ・発電所には自衛消防隊が常駐しており、迅速な延焼防止活動が可能

内部溢水対策

- 機器の破損等による水漏れ、火災時の消火活動による散水等で、建屋内が浸水することを内部溢水と呼び、それによって**安全上重要な設備が浸水で使えなくなることを防止**します。
- 安全上重要な設備への浸水経路になる場所へ、止水対策（配管、ケーブル等の壁貫通止水処理、浸水を防止できる扉への変更）を実施します。



内部溢水のイメージ

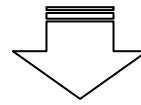
配管、ケーブル壁貫通部の止水処理施工例

火災防護対策

【発生を防止】

- 燃えにくい材料を使う（柏崎刈羽では建設時から難燃ケーブルを使用）
- 潤滑油や作業時に持ち込む可燃物は、必要最小限にして徹底管理

火災が発生してしまった場合には、

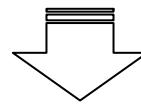


【速やかに検知、消火】

- 煙感知、熱感知など複数原理の火災検知器を付けて、迅速かつ確実に火災を検知
- 常設の遠隔消火設備、24時間現場待機の自衛消防隊による消火活動

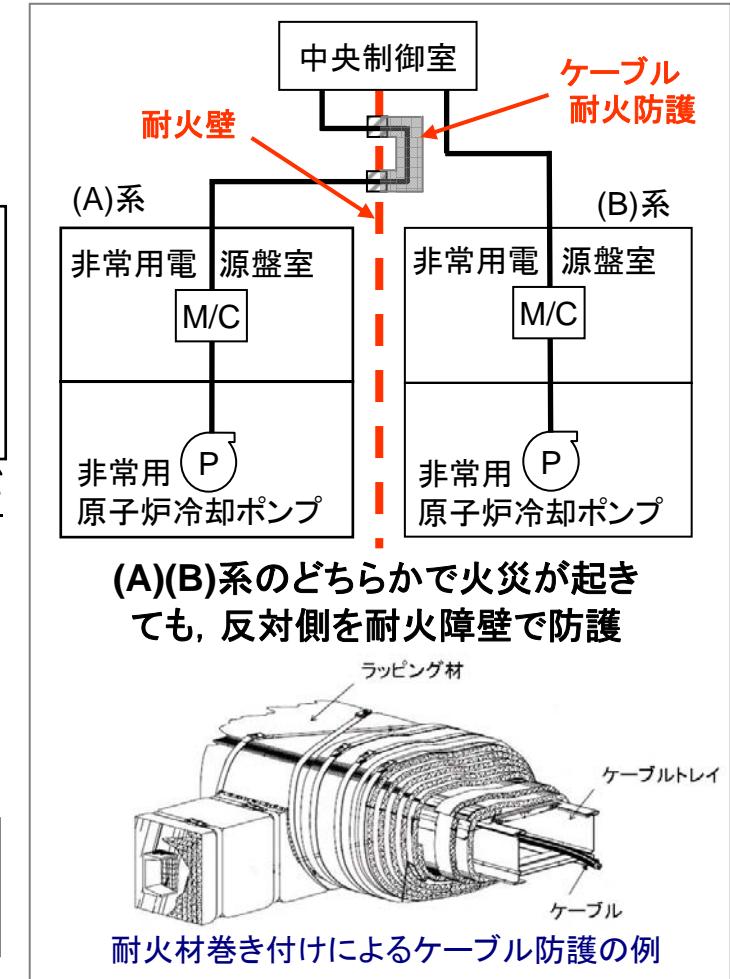
一般の産業施設はこのレベルで十分かもしれません
原子力発電所では更に、

速やかに消火できなかった場合に備えて、



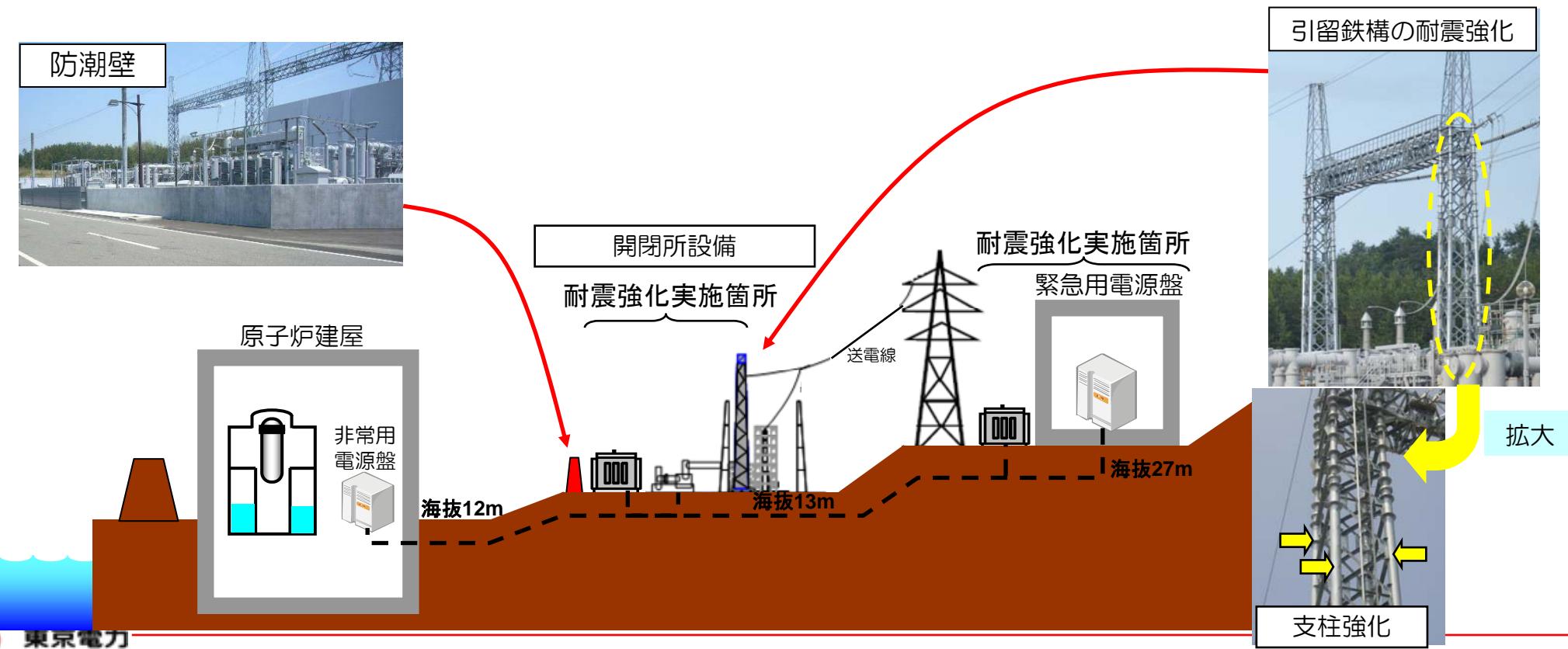
【耐火障壁で安全設備への延焼を防止】

- 耐火障壁で延焼を防止し、原子炉の停止と冷却に必要な設備が必ず1セットは火災から生き残るようにする



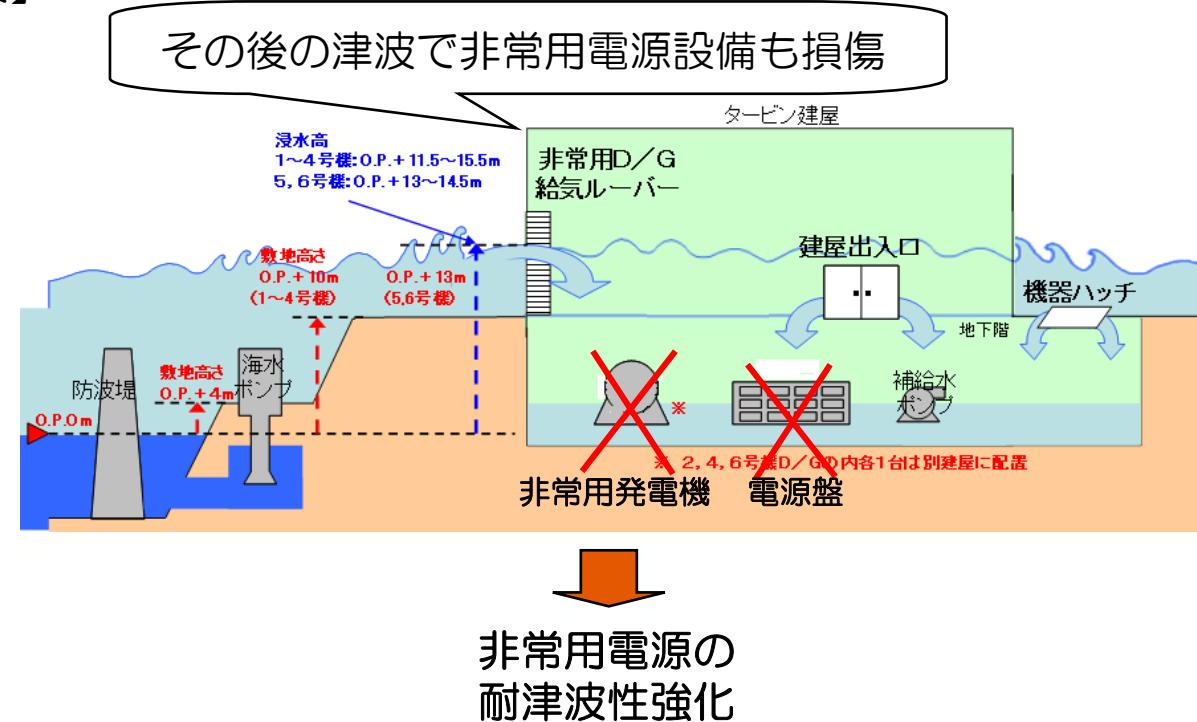
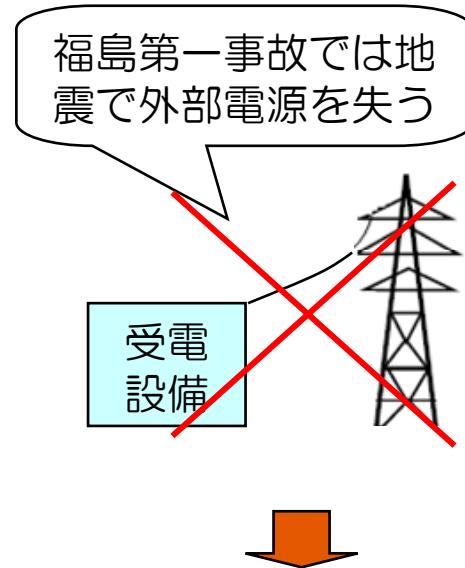
外部からの受電系統の強化対策

- 外部からの受電系統強化で、地震・津波時にも外部電源を受電できるようにします。
 - 受電経路を3ルート5回線確保し、一度に全てが失われないようにする
 - 緊急用電源盤を新設し、受電後の所内電源回路を多重化
 - 外部電源の受電に必要な開閉所機器、変圧器の耐震性確保
 - 開閉所は津波に対して十分高い敷地に位置
(事業者独自の取組として防潮壁を設置し、15m程度の津波からも防護)



重大事故対策（非常時の電源の確保）

【福島事故の要因と直接的な対策】

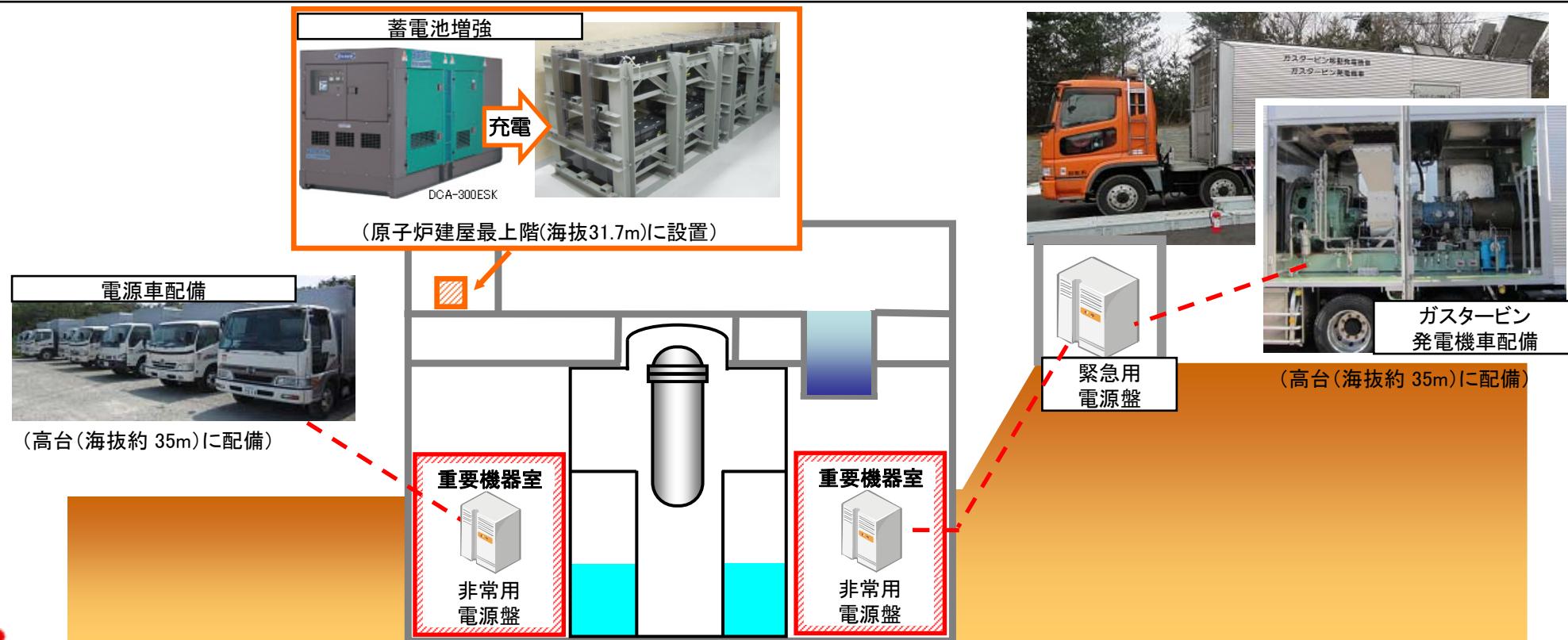


【深層防護の観点から更に行う対策のポイント】

- 強化したこれらの既設電源が仮に使えなくなっても、代替の発電手段で、安全上重要な設備の動力を迅速に確保します。
- また、安全上重要な設備の制御やプラントの監視に必要な直流電源については、浸水被害を受けない高所に、十分な容量の蓄電池を追加します。

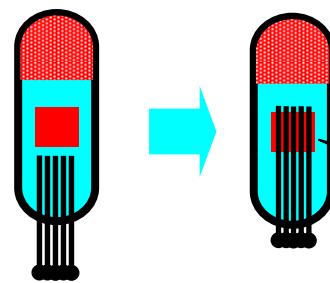
重大事故対策（非常時の電源の確保）

- 安全上重要な機器の動力を迅速に確保する手段
 - 大容量のガスタービン発電機車及び電源車を高台に配備
 - 迅速な電力供給の為に、緊急用電源盤を高台に設置し、常設ケーブルを各号機へ布設
- 安全上重要な機器の制御やプラントの監視に用いる直流電源の強化
 - 原子炉建屋最上階に蓄電池を追加配備し、24時間使用可能にするとともに充電用発電機も設置



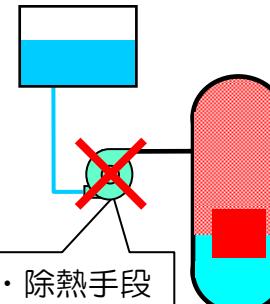
重大事故対策（原子炉の注水・除熱による放射性物質閉じ込め）

原子炉停止（制御棒挿入）に成功



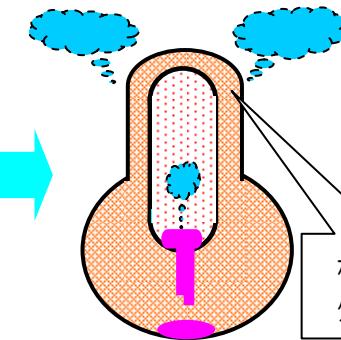
停止後も崩壊熱が発生するため冷却要
注水・除熱手段を喪失

停止後、注水除熱手段を喪失し、炉心溶融



放射性物質の漏出

炉心溶融



格納容器外へ放出

- 既設の注水設備は電源を強化しましたが、仮にそれらが全て使えなくなつたとしても、多種・多様な代替手段で注水・除熱ができるようにすることが重要なポイントです。
- 具体的には、既設の非常用炉心冷却系に加え、電源を失っても使える注水・除熱手段を確保し、炉心の溶融を防止して放射性物質を閉じ込め続けます。

【多種・多様な代替手段で注水・除熱を継続】

高圧注水

: 原子炉圧力が高い時に注水できる代替手段の確保

減圧

: 原子炉の蒸気を格納容器内に逃がし、圧力を下げる手段の信頼性の向上

低圧注水

: 原子炉圧力が下がった後の代替注水手段の確保

予備水源への切替え

: 注水用の予備水源の増強

安定除熱

: 安定冷却を継続する代替除熱手段の確保

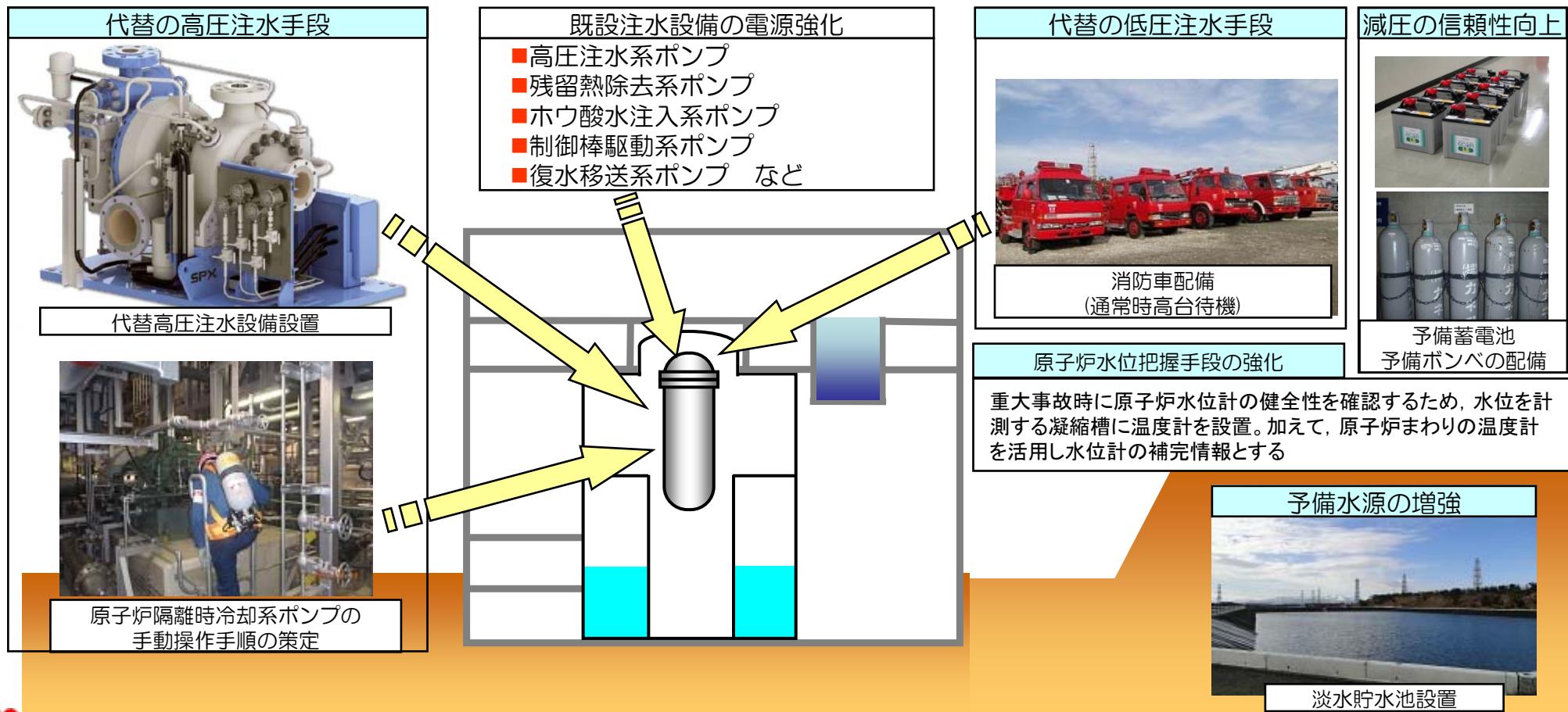
水位確認

: 原子炉内の水位を把握する手段の強化

→ 時間の経過

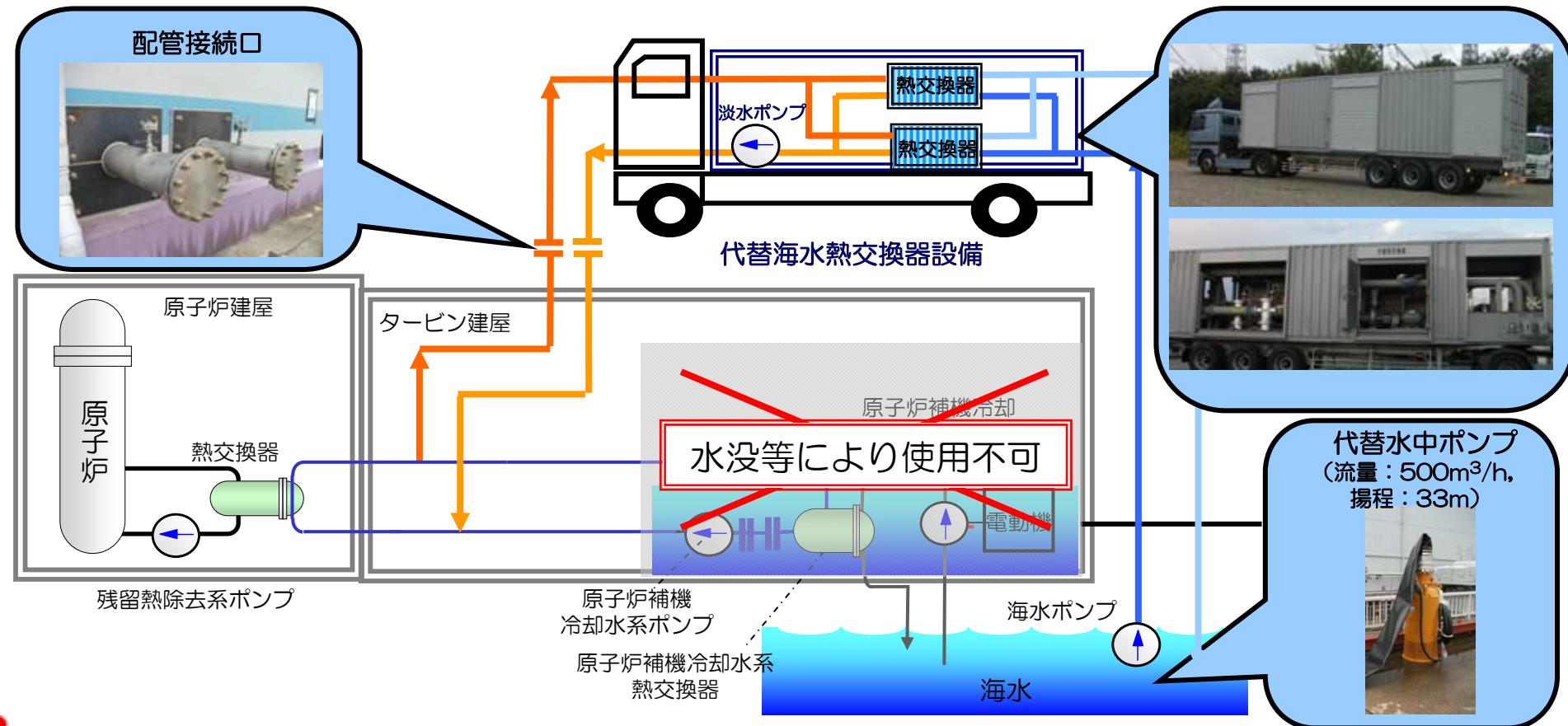
重大事故対策（原子炉の注水による放射性物質閉じ込め）

- 高圧注水：原子炉隔離時冷却系の手動起動、代替高圧注水設備（規制基準以上の独自対策）
- 減圧：予備蓄電池、予備ボンベ配備による信頼性向上
- 低圧注水：消防車の配備
- 注水水源：既存の水タンクの予備として淡水貯水池設置



重大事故対策（注水後の安定冷却による放射性物質閉じ込め）

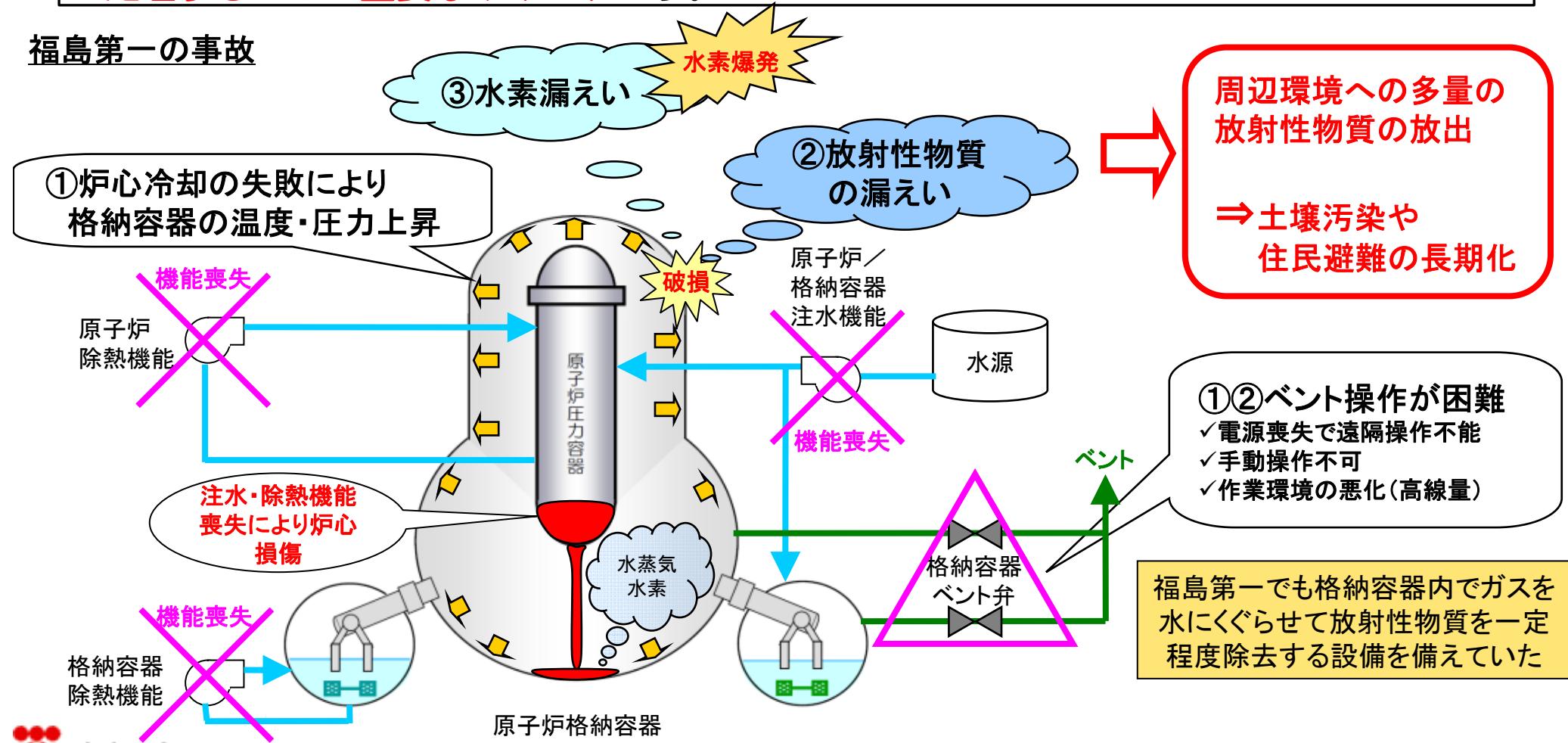
- 注水後の安定冷却についても、既設設備が使えない場合に備えて、代替の除熱設備を配備



重大事故対策（炉心が損傷しても放射性物質の影響を緩和）

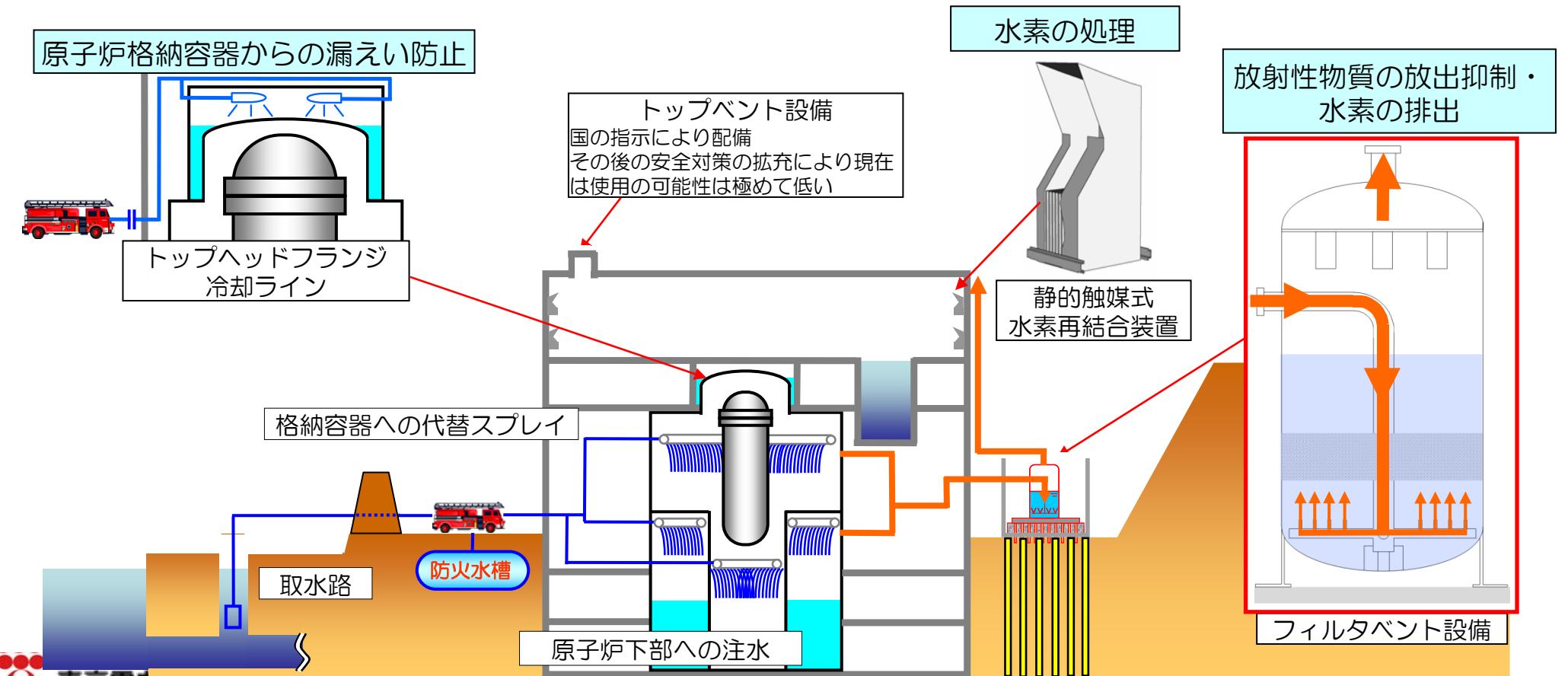
- 炉心冷却手段を強化していますが、それでも炉心損傷を想定した備えを行います。
- 福島第一事故の教訓として、①格納容器の温度・圧力上昇を抑えること、②放射性物質（特にセシウム）を除去する装置を追設して放出を抑制すること、③水素を的確に処理することが重要なポイントです。

福島第一の事故



重大事故対策（炉心が損傷しても放射性物質の影響を緩和）

- ①温度・圧力上昇抑制による格納容器漏えい防止：トップヘッドの冷却、格納容器への代替スプレイ手段、原子炉下部への注水、フィルタベントによる圧力低下
- ②放射性物質（特に長期的影響の大きいセシウム）の放出抑制：フィルタベント設備
- ③水素爆発防止：フィルタベントによる排出、触媒式再結合装置



フィルタベント設備の概要について

フィルタベントとは

【フィルタベント設置の目的】

福島第一事故の教訓を踏まえ、原子炉の注水・除熱機能を強化していますが、その確実性を増すとともに、仮にそれに失敗しても放射性物質の影響を可能な限り低減するために設置します。

【フィルタベントの役割】

■炉心損傷防止のためのベント

事故時に格納容器の圧力を下げ、原子炉の減圧、低圧注水を確実に行えるようになるとともに、原子炉の熱を大気に逃がします。これにより、**炉心の損傷防止による放射性物質の閉じ込めを、より確かにすることができます。**

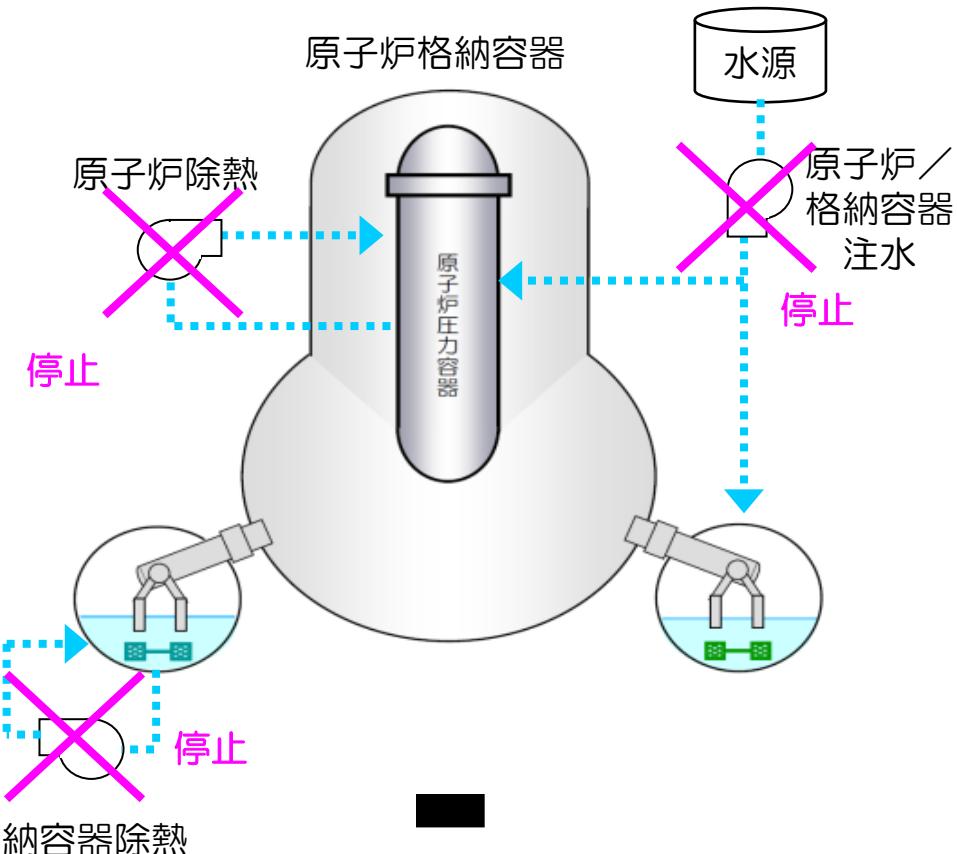
■炉心が損傷しても、土壤汚染と長期避難を防止するためのベント

さらに過酷な事故で炉心が損傷した場合にも、格納容器から放射性物質が直接漏れることを防ぎ、**セシウム等を除去して大規模な土壤汚染と避難の長期化を防止します。**

炉心損傷を防止し、放射性物質を閉じ込め続けるためのベント

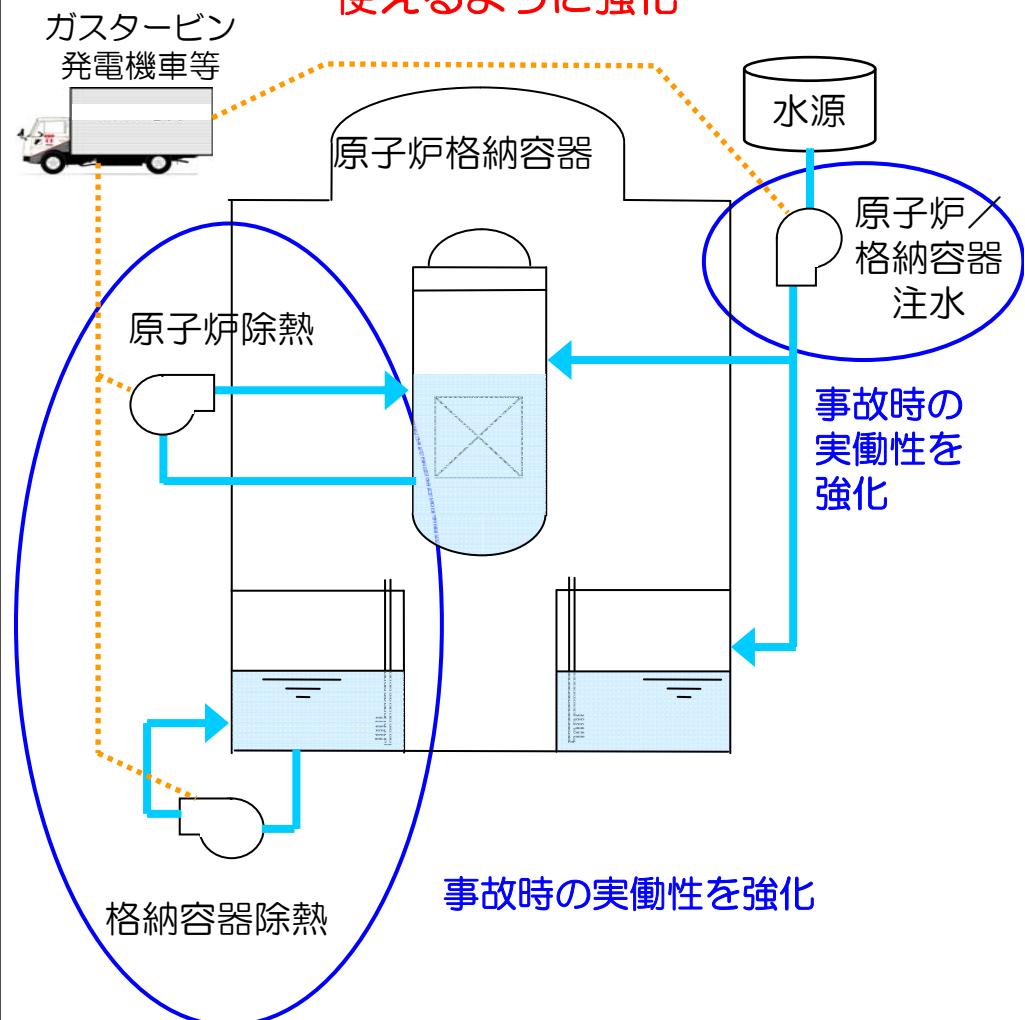
福島第一の事故

津波による全電源喪失等で
冷却・除熱設備が停止



柏崎刈羽における対策の考え方

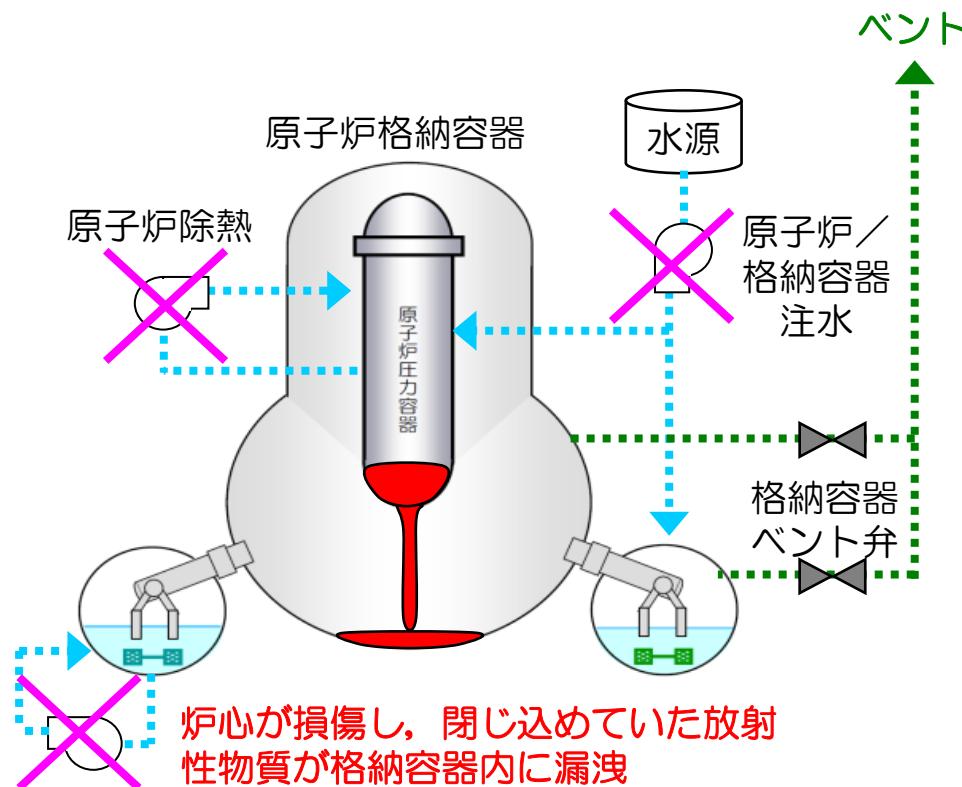
全電源喪失等でも冷却・除熱設備が
使えるように強化



炉心損傷を防止し、放射性物質を閉じ込め続けるためのベント

福島第一の事故

冷却・除熱設備が停止し、
炉心が損傷



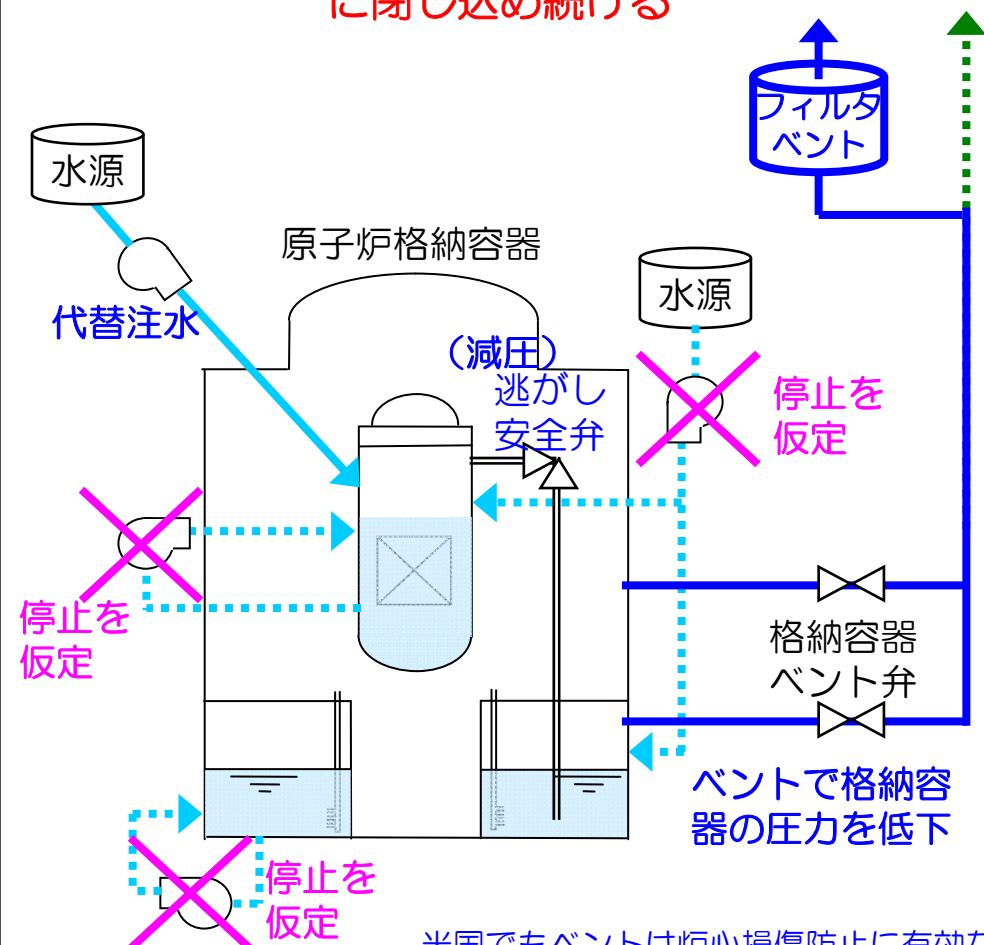
格納容器除熱



東京電力

柏崎刈羽における対策の考え方

ベントで減圧・代替注水による炉心損傷回避を確実にし、放射性物質を燃料に閉じ込め続ける

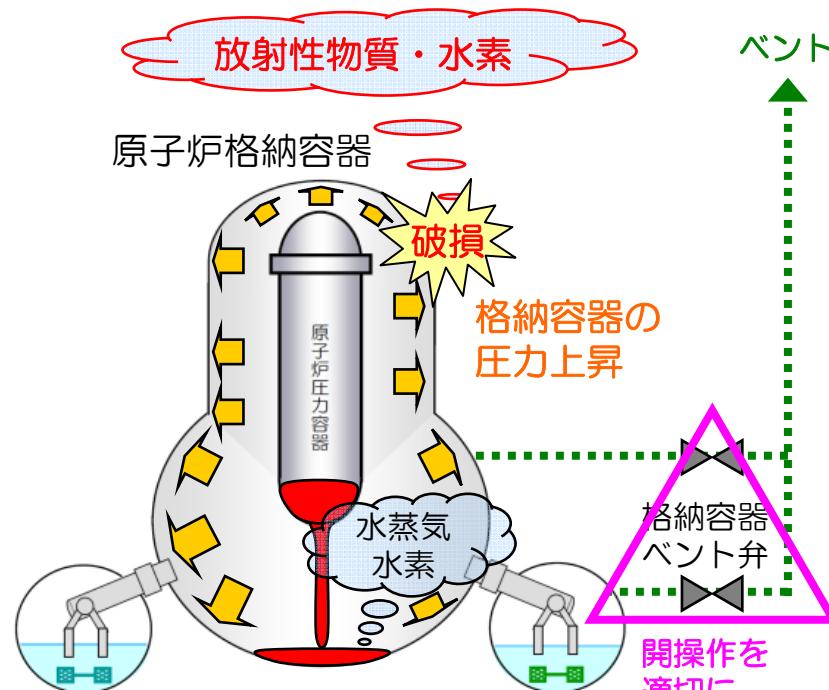


米国でもベントは炉心損傷防止に有効な対策として強く推奨されている

炉心損傷しても、敷地外の土壤汚染を大幅に抑制するためのベント

福島第一の事故

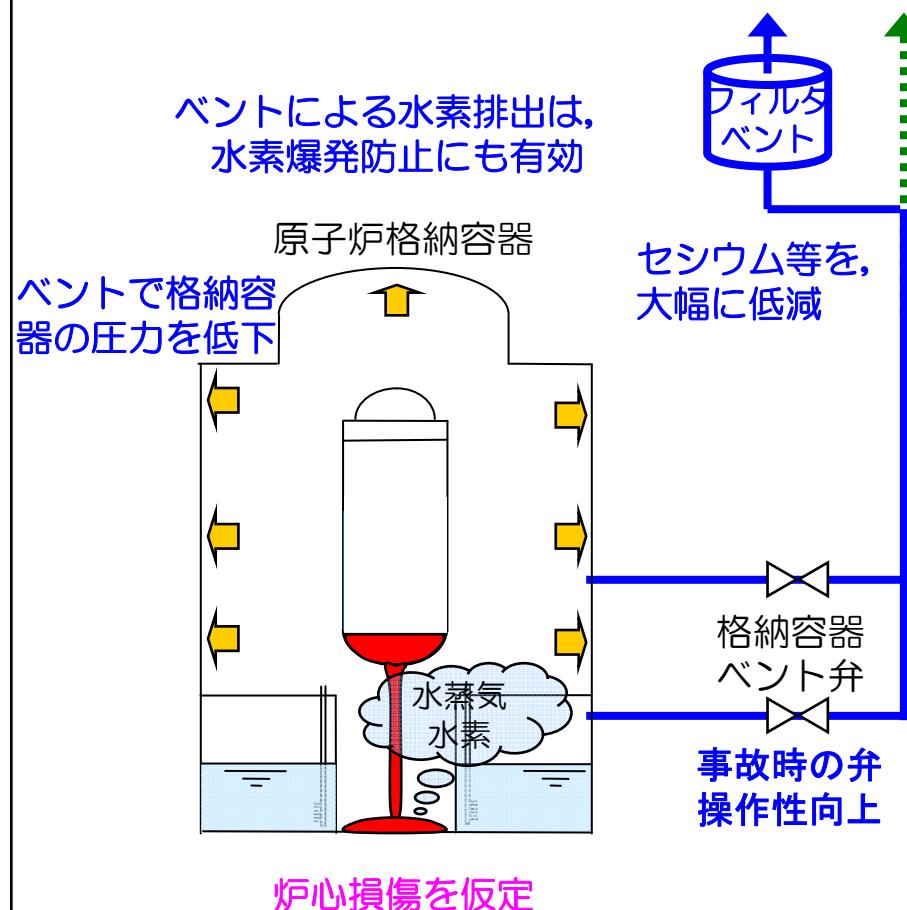
格納容器が破損し、放射性物質が直接漏洩して、多量の放射性物質を放出
⇒大規模土壤汚染



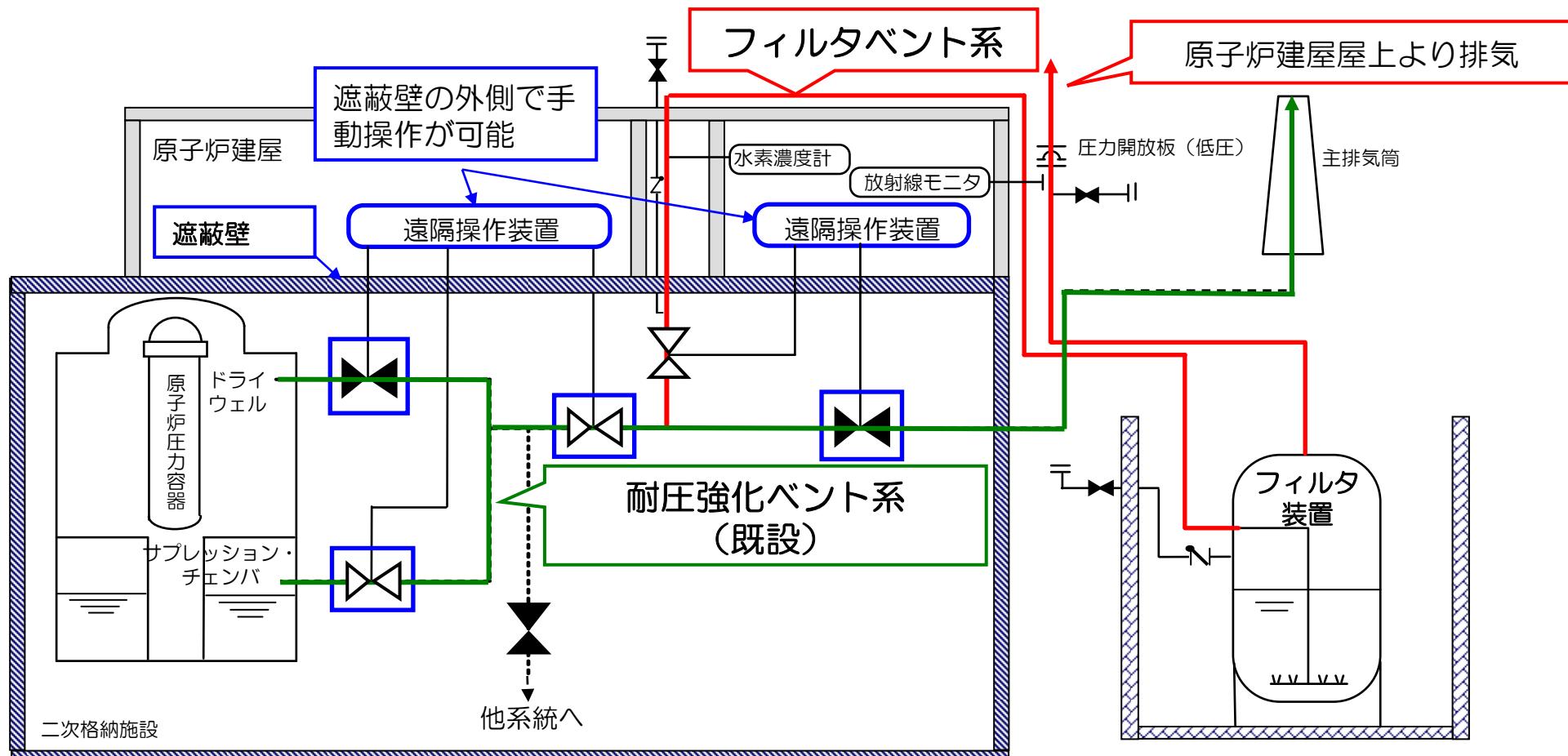
福島第一事故のセシウム放出量のほぼ100%は、
格納容器が破損して直接漏洩したもの
(格納容器ベントによる放出量は1%未満)

柏崎刈羽における対策の考え方

放射性物質を確実にフィルターに通し、
セシウム等の放射性物質を低減
⇒大規模土壤汚染、長期避難防止

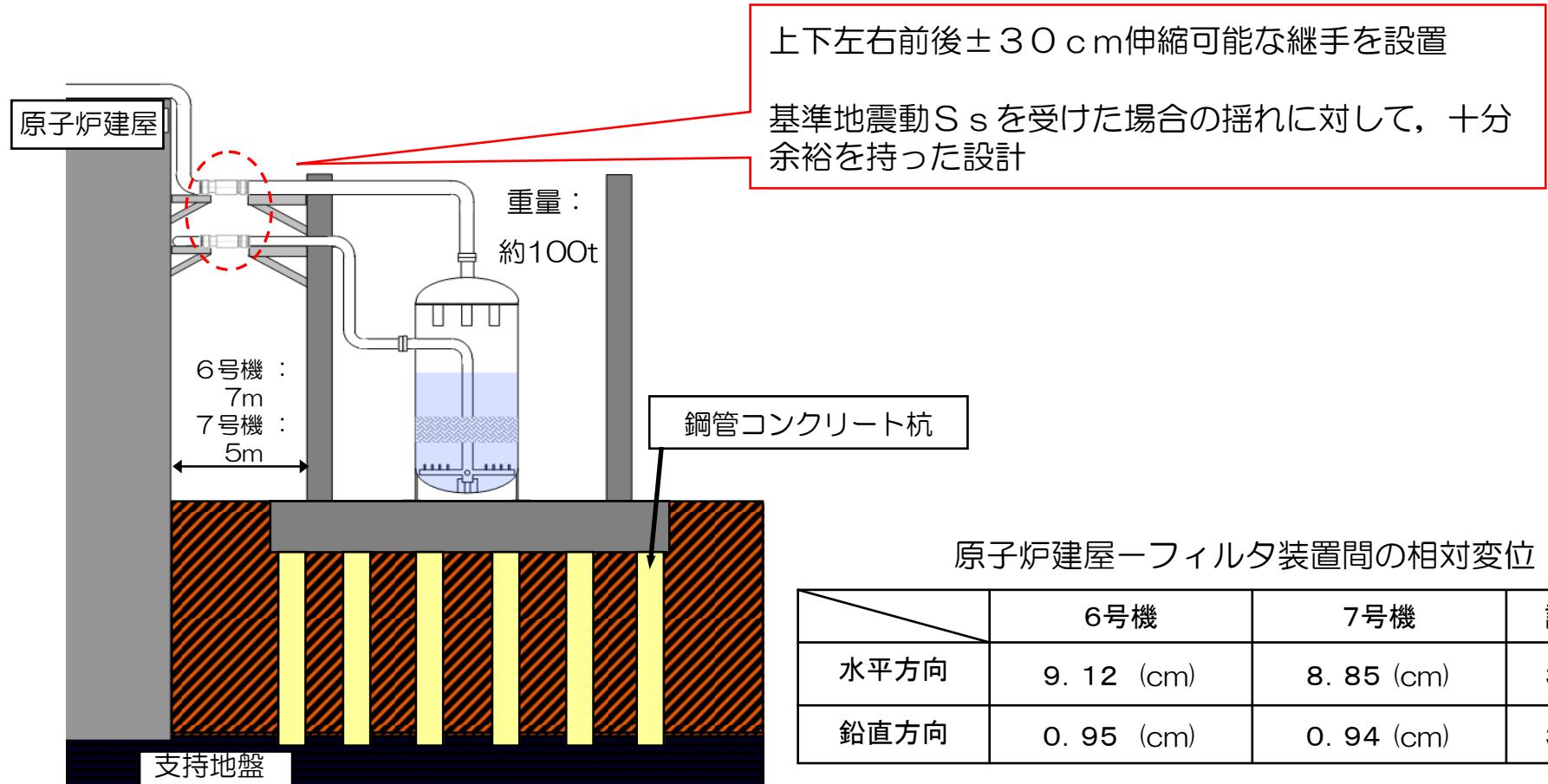


- 建設当初より設置している耐圧強化ベント系から分岐し、フィルタで放射性物質を低減後、原子炉建屋屋上より排気します。
 - 操作が必要な弁は、事故時にも遮蔽壁の外側から操作可能にします。
 - 他プラントと共にせず、他系統とも隔離して、確実にガスをフィルタに通します。



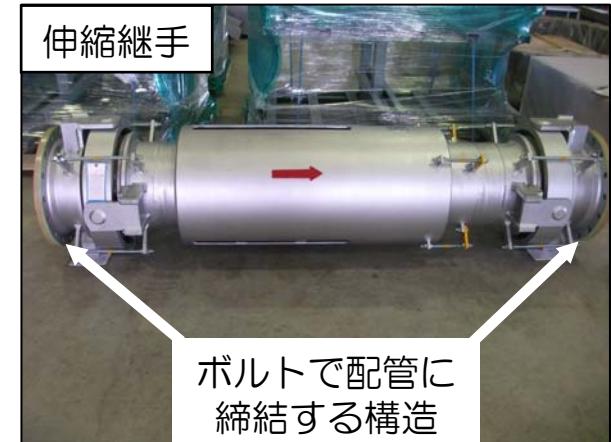
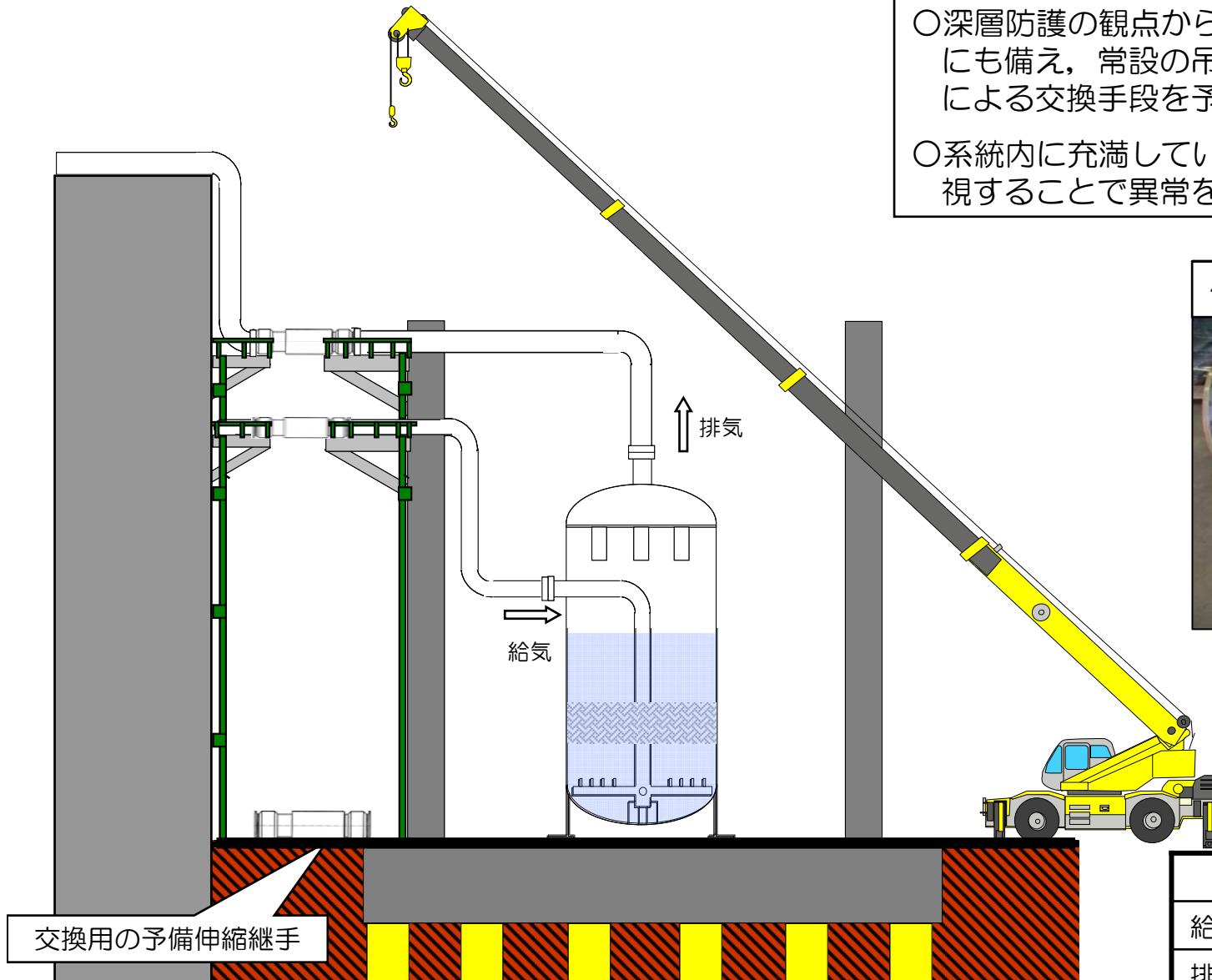
フィルタ装置基礎の構造

- フィルタ装置の基礎は、原子炉建屋と同じ地盤に支持させます。
- 原子炉建屋とフィルタ装置の接続部に伸縮継手を設置し、地震の揺れ等に対応します。



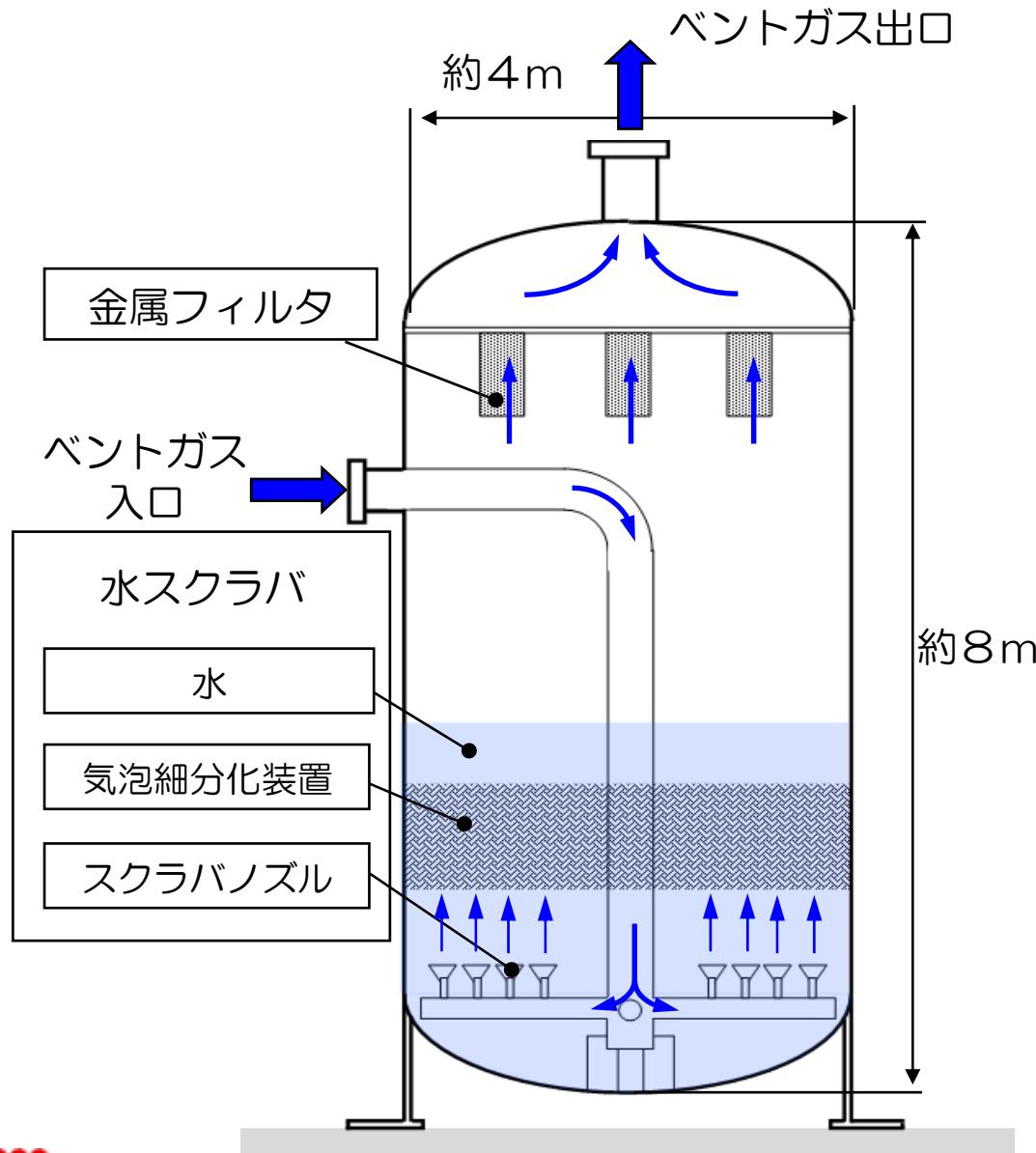
深層防護の観点から伸縮継手の取替手段を予め確保

36



伸縮継手仕様

	口径	長さ	重量
給気側	400mm	2550mm	910kg
排気側	500mm	2550mm	1300kg



金属フィルタ

- ガスが金属フィルタを通過する過程で、放射性微粒子を捕集します。

水スクラバ

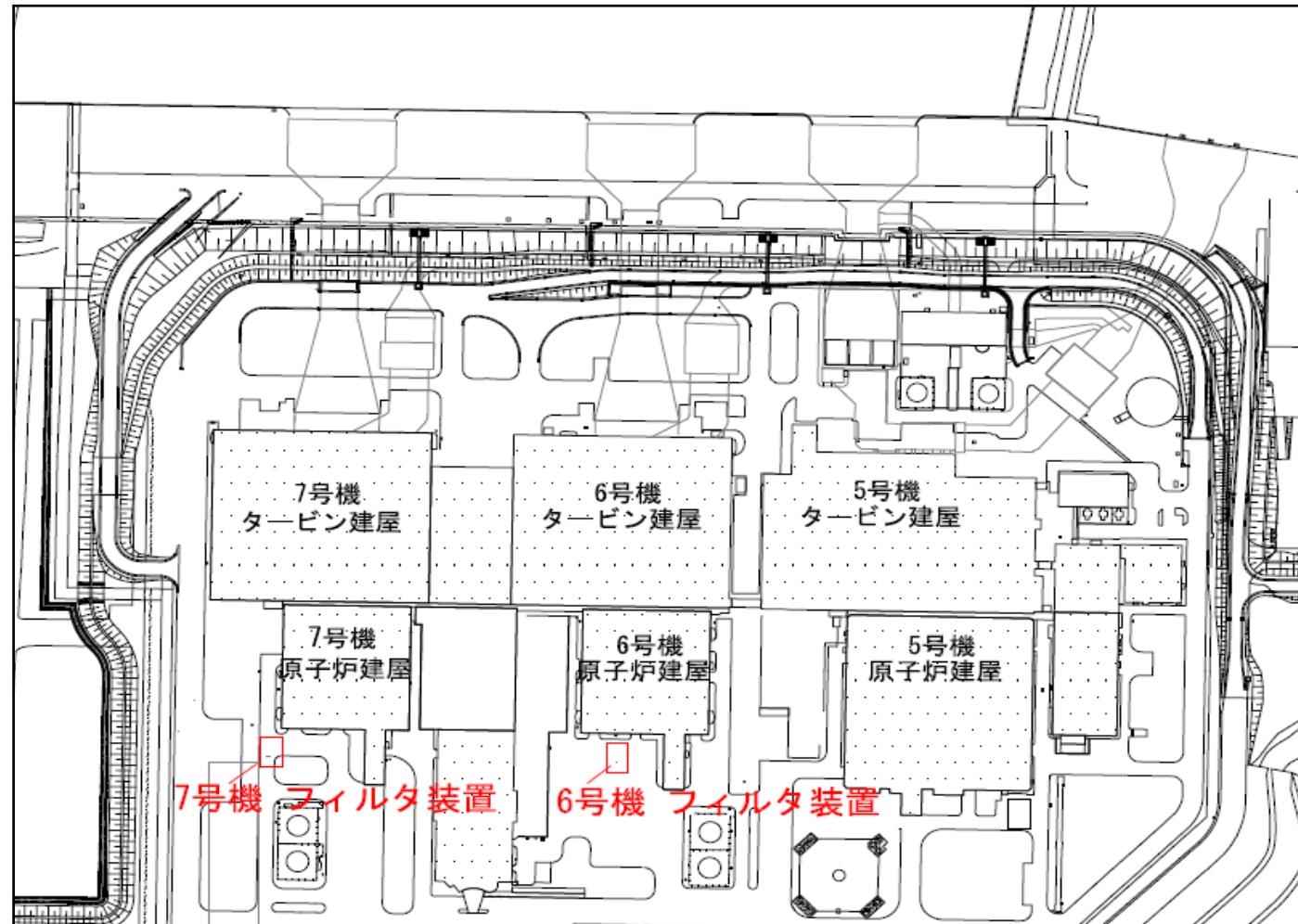
- ガスが水中を通過する過程で、放射性微粒子を捕集します。
- スクラバノズルでガスを勢いよく噴射し、気泡細分化装置で気泡を細かくして、効率良く放射性物質を捕集します。



放射性微粒子（放射性セシウム）を
99.9%以上除去

フィルタ装置の設置位置

■ フィルタ装置は、6号機、7号機 各々の原子炉建屋東側に設置します。



- 通常運転中炉内に少量溶け込んでいるよう素等の放射性物質を

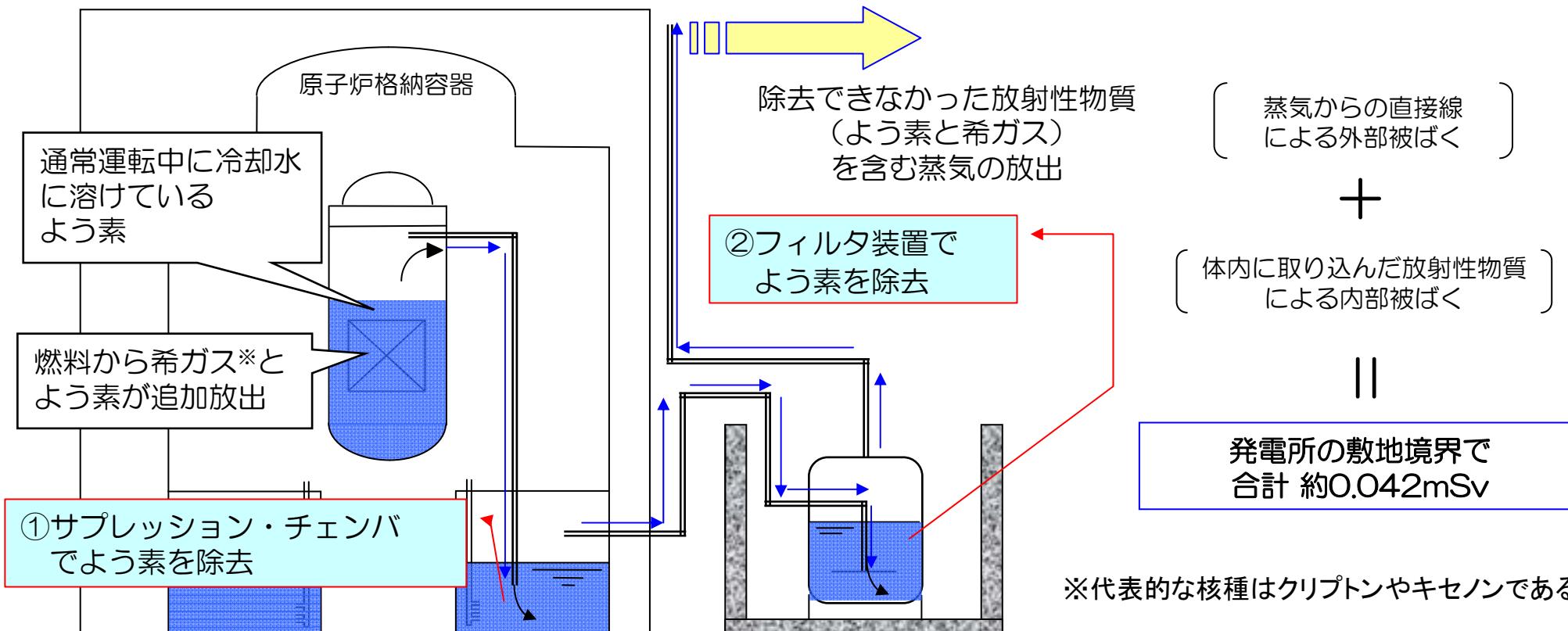
①サプレッション・チェンバ

②フィルタ装置

で除去しつつ大気中へ放出

- 事故を通じた累計の内部・外部被ばく量の合計は、発電所の敷地境界で**約0.042mSv**であり、基準の5mSv※を下回る

※ 実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイド



放出量評価

(炉心損傷しても、敷地外の土壤汚染を大幅に抑制するためのベント)

40

- 土壤汚染を抑制するために、燃料棒より流出した放射性物質（セシウム-137）を

- ① サプレッション・チャンバー
- ② フィルタ装置

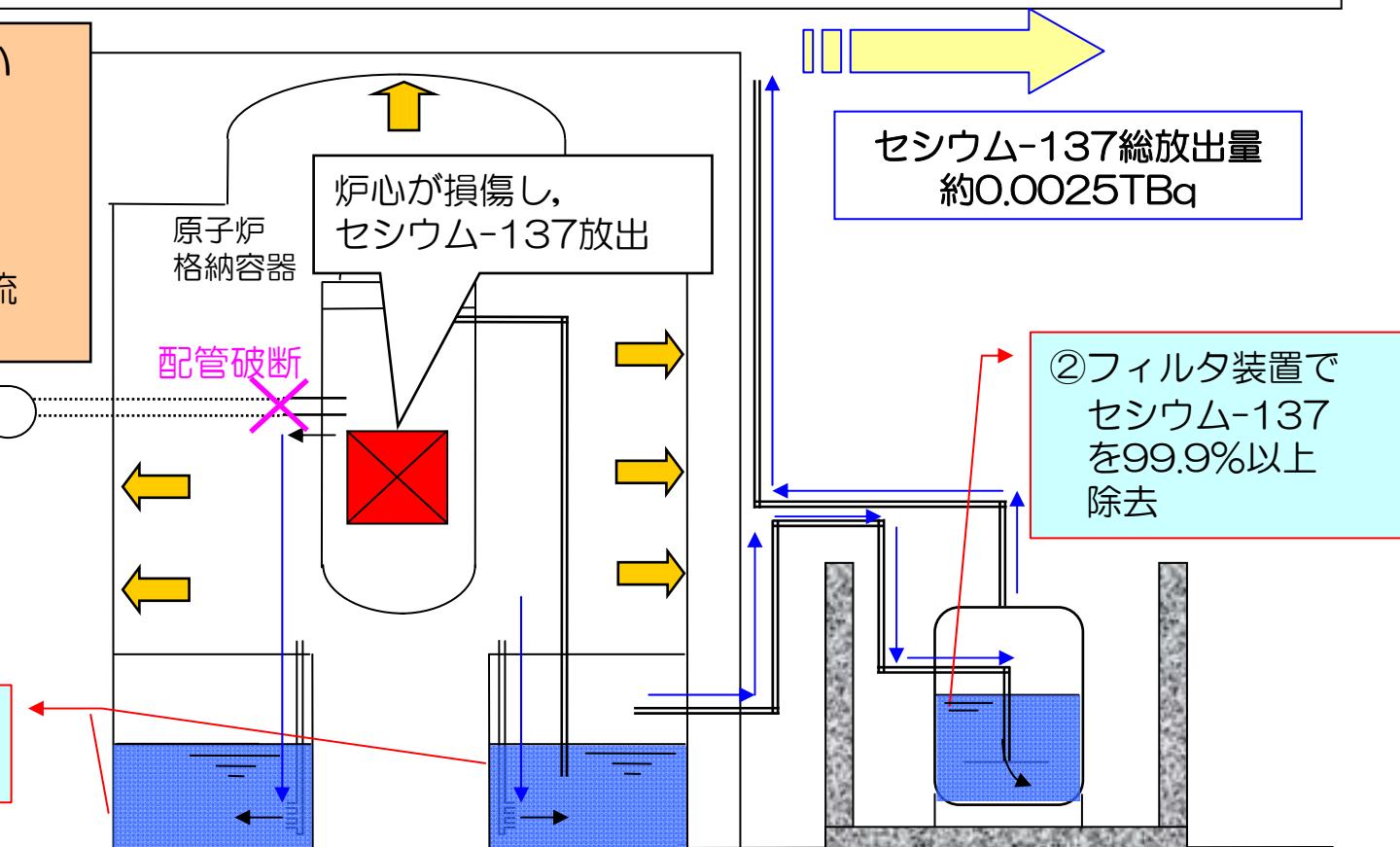
で大幅に除去して大気中へ放出

- セシウム-137の総放出量は約0.0025TBqであり、基準の100TBq※を下回る
(これによる土壤汚染からの被ばくは、発電所の敷地外で概ね1mSv／年以下)

※ 実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策
及び格納容器破損防止対策の有効性評価に
関する審査ガイド

格納容器にとって最も厳しい
ケースで評価

- 格納容器内の配管破断で、
冷却材が大量に漏洩
- 更に非常用炉心冷却系、全交流
電源が使えず、炉心が損傷



フィルタベントの運用について

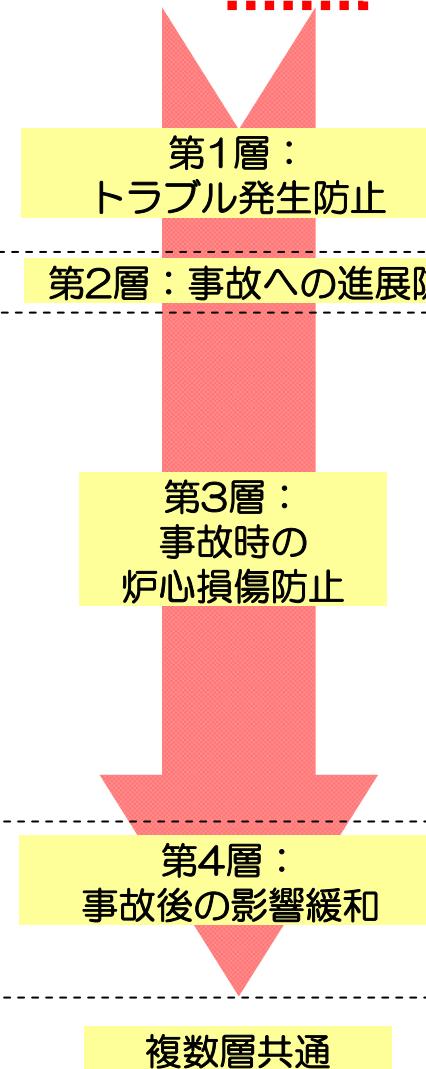
- フィルタベントにより、長期の土壤汚染による被ばくを、発電所敷地外で概ね1mSv／年以下にすることが可能です。
- 希ガス等は除去できない為、ベント時に希ガス等が通り過ぎる間（※1）の一時的な退避は必要であり、ベントに先だって確実に通報連絡（※2）を行うとともに、避難の状況、気象条件等を考慮します。
（※1）希ガスは、地面や家屋に降りつもって留まることではなく、風に乗って移動することから、特定の地点を通過する時間は概ね数時間程度
（※2）福島第一においても、初回のベント操作実施に先立ち、通報及びプレス発表を実施
- 福島第一事故の教訓として、国や自治体への通報連絡手段を多様化（衛星携帯電話、衛星FAXの配備等）しており、より確実に通報連絡します。
- ベントに関する具体的な手続きや連絡調整については、国や自治体の防災計画を踏まえ、良く調整させていただく予定です。

フィルタベントの使用の位置づけ（参考）

何層にも施した安全対策が有効に働くかなかった場合に、土壤汚染を防ぐために設置するもの（下図の赤枠が安全対策上のベントの位置づけ）

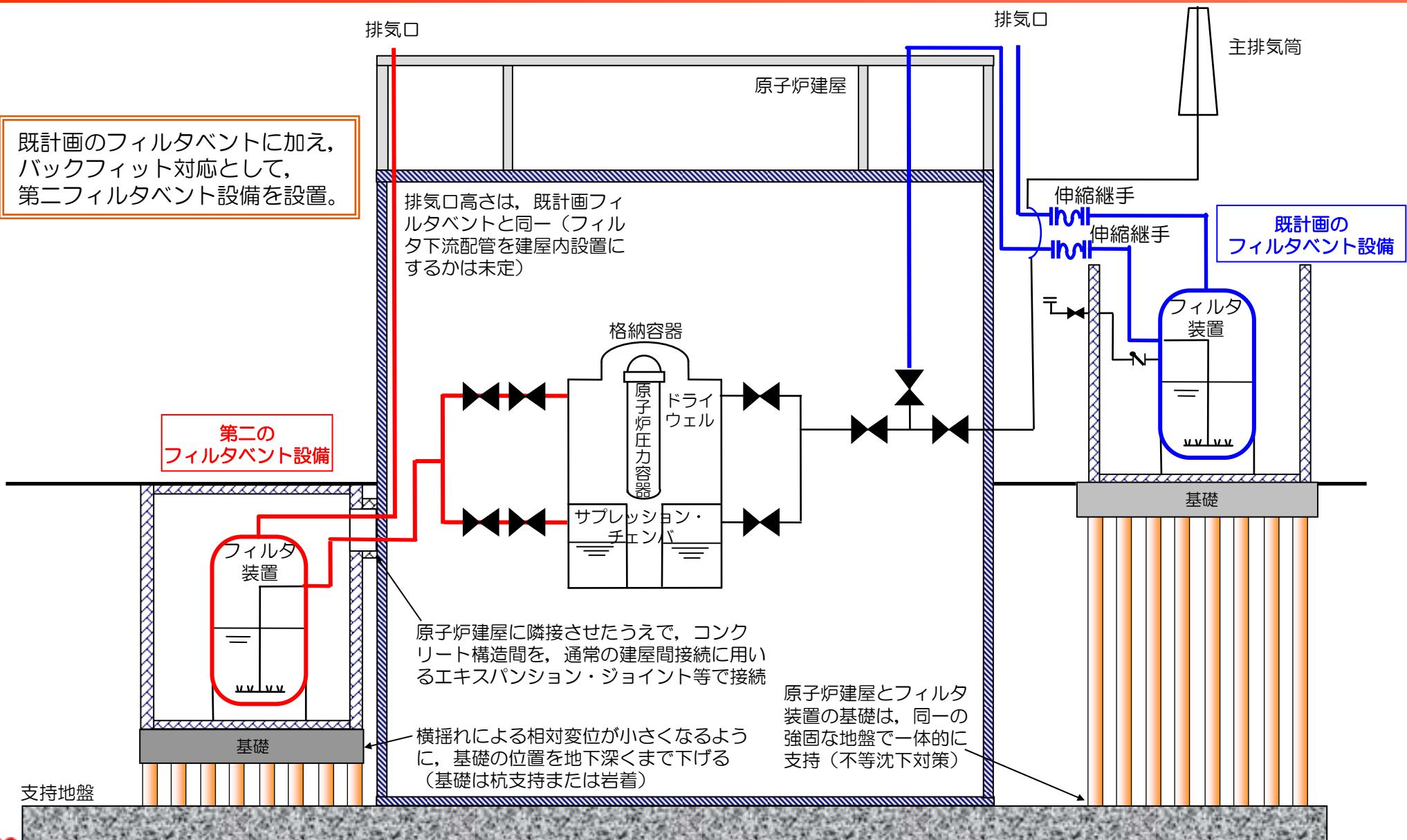
深層防護と事故の推移

その他



- 対策の厚み向上の流れ（緑字、青字は対策例を示す）
- 設計ベース → 設計ベースを超える状態（DEC）
- ① 徹底した**津波対策**の実施（多重化した津波対策）
 - ・防潮堤
 - ・防潮壁
 - ② 止める機能（制御棒緊急挿入等）の確保（福島第一、福島第二共に問題なく動作）
 - ③ 速やかに実施可能な**高圧注水手段**の強化
 - ・原子炉隔離時冷却系（RCIC）
 - ・高圧代替注水系（HPAC）
 - ④ 高圧注水手段を喪失する前に確実に実施可能な**減圧手段**の強化
 - ・既設蓄電池の容量増加
 - ⑤ 減圧後確実に実施可能な安定した**低圧注水手段**の強化
 - ・低圧炉心スプレイ系（LPSCS）
 - ・低圧注水モード（LPFL）
 - ⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化
 - ・格納容器スプレイ
 - ⑦ 様々な**電源供給手段**の強化
 - ・非常用ディーゼル発電機
 - ・既設蓄電池の容量増加
- 赤枠で囲まれた部分**
- ・代替熱交換器設備の高台配備
 - ・確実な格納容器ベント
 - ・格納容器フィルタベント設備
 - ・格納容器頂部水張り設備
 - ・原子炉建屋水素処理設備
 - ・ガスタービン発電機車の高台配備
 - ・電源車の高台配備

第二フィルタベントの概念図（参考）



3号機所内変圧器火災の対策（参考）

【事象】 ○二次側接続母線部ダクトの基礎が沈下し、変圧器との相対変位が発生

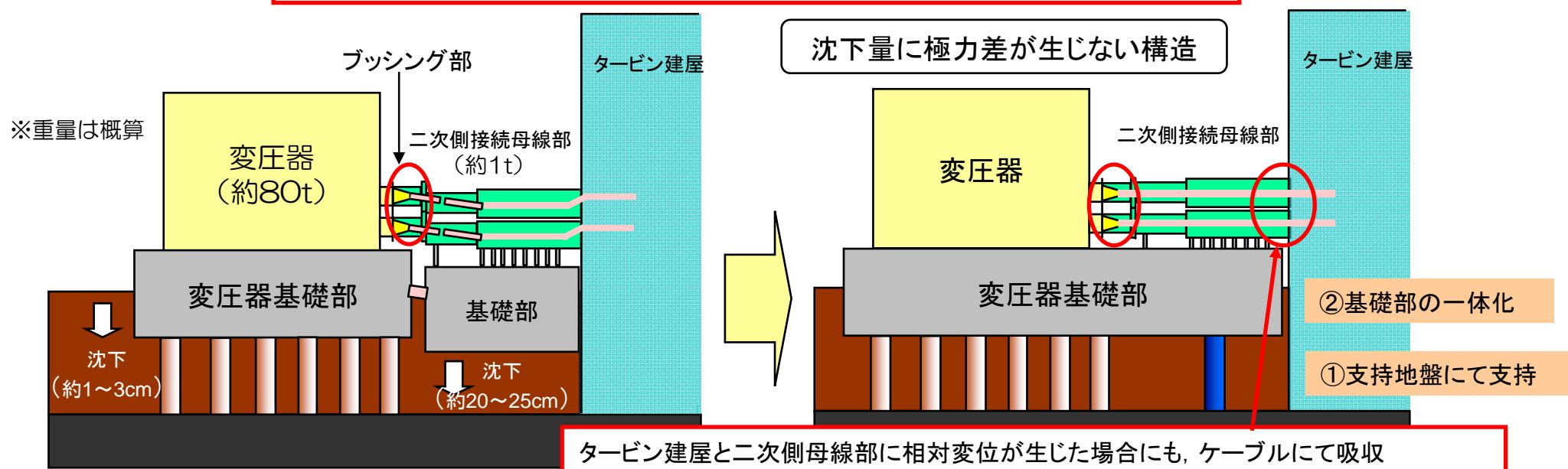
○ブッシング部破損による漏油と、地絡・短絡によるアークの発生により火災発生

【対策】 ○下記の基礎構造変更により、変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎で沈下量の差が発生することを防止

①二次側接続母線部ダクトの基礎をタービン建屋と同じ支持地盤にて支持

②変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎部を一体化

フィルタ装置基礎は原子炉建屋と同じ支持地盤にて支持しているため
本事象のような大きな相対変位は生じない



なお、本対策の内容については、国や新潟県の委員会にて説明済み（上図はその説明資料に加筆・修正）

【原子力安全・保安院】 ○『中越沖地震における原子力施設に関する調査・対策委員会運営管理・

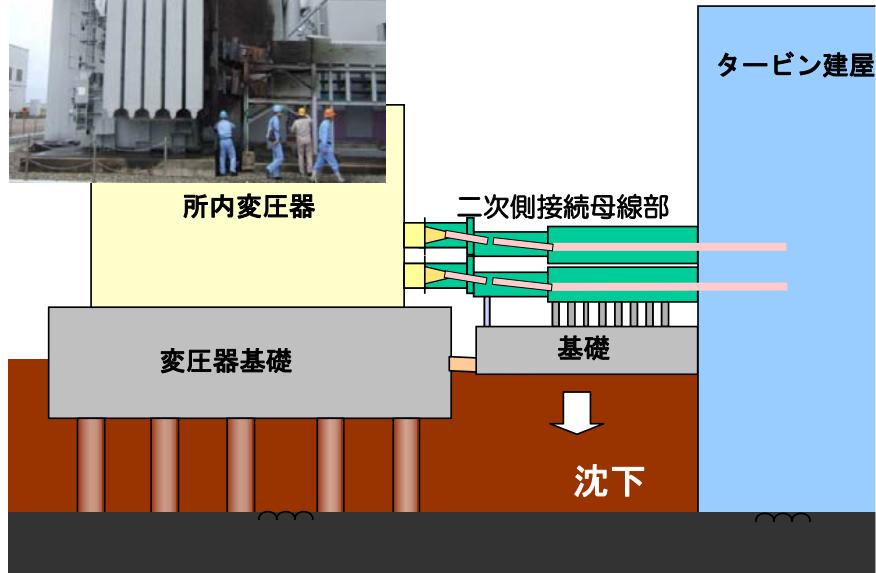
設備健全性評価ワーキンググループ設備健全性評価サブワーキンググループ』第14回（平成20年9月25日）

【新潟県】 ○『新潟県原子力発電所の安全管理に関する技術委員会』平成22年度 第1回（平成22年5月11日開催）

○『設備健全性、耐震安全性に関する小委員会』第14回（平成21年2月10日開催）など累計6回資料提出



被災時

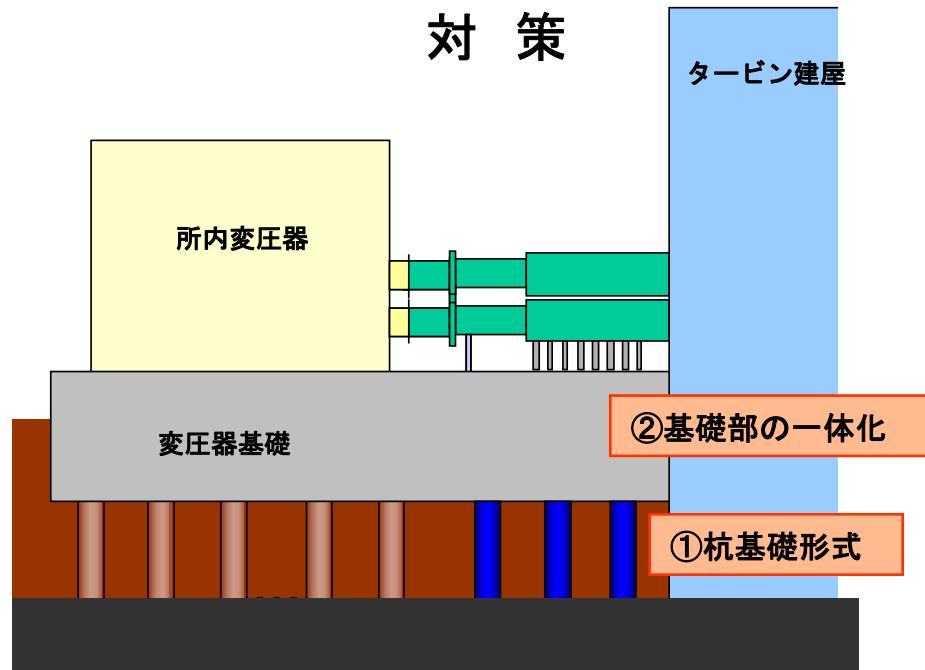


変圧器及び関連設備の基礎部の不等沈下により火災が発生、屋外消火設備の損傷により、消火活動に支障をきたした。



埋設消火配管の損傷

対策



消火配管の地上化

- 変圧器関連設備の基礎部について変圧器基礎版との一体化 等
- 屋外埋設消火配管の地上化 等