

地域の皆さまへの説明会

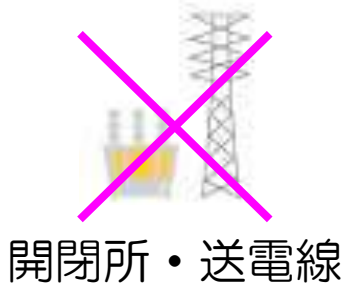
平成27年6月



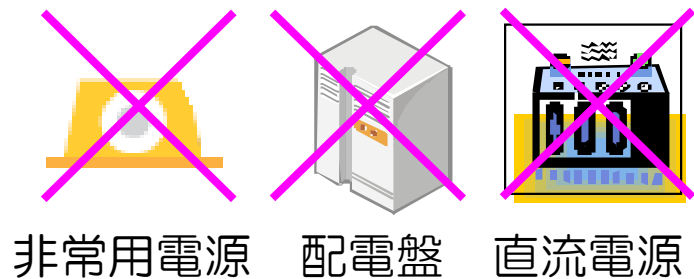
東京電力

全ての電源を失う

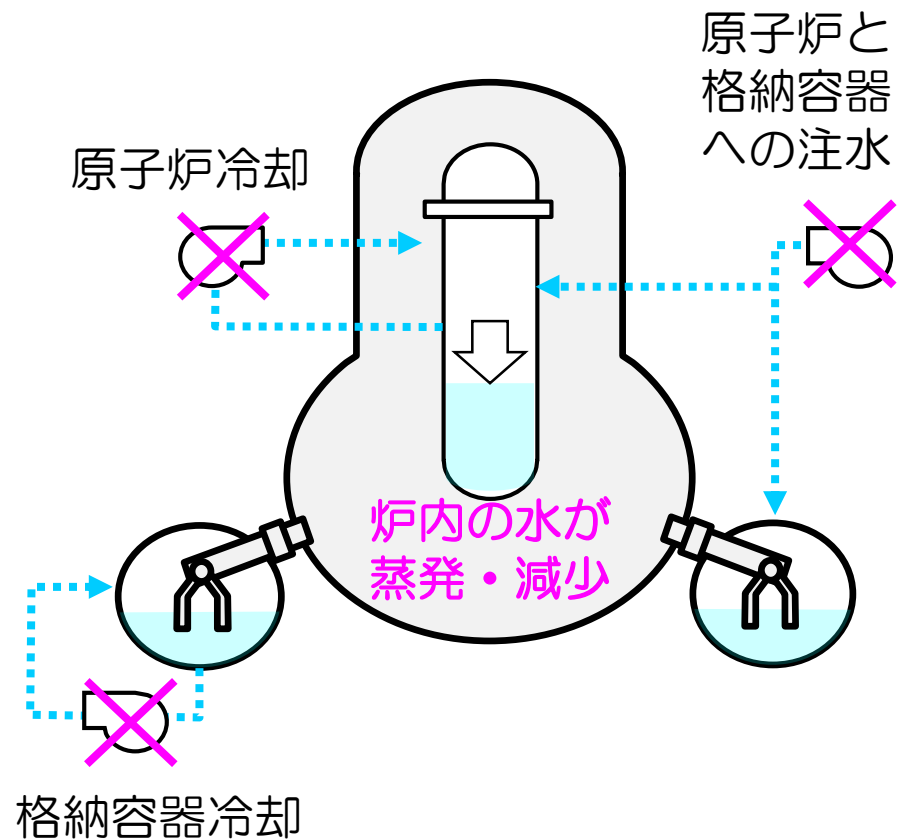
地震で所外からの電源を失う



津波で所内の電源も失う



『冷やす』機能を失う



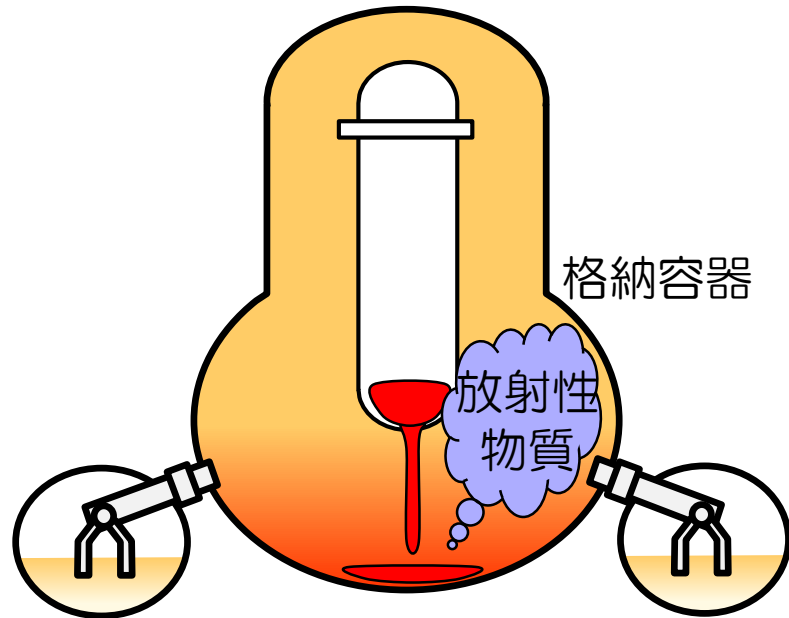
福島第一原子力発電所の事故（2/3） 発電所内

炉心損傷

炉心損傷



格納容器の温度・圧力が上昇

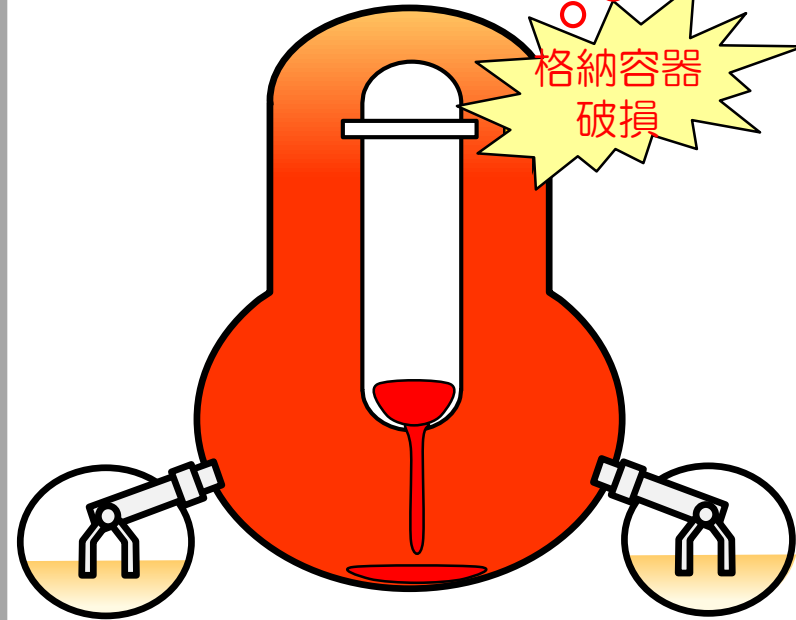


『閉じ込める』機能を失う

多量の放射性物質を放出

原子炉建屋

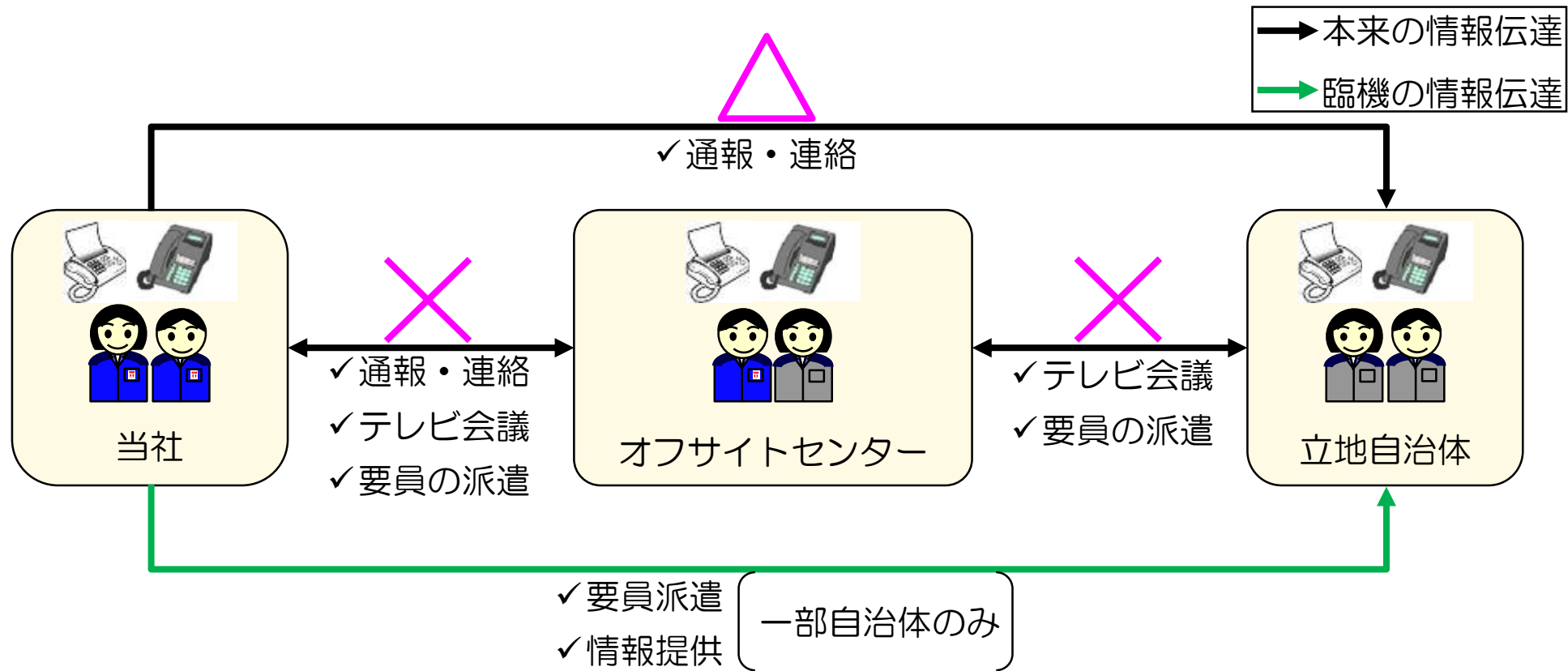
格納容器
破損



大規模土壌汚染

福島第一事故のセシウム放出量の大半は、格納容器が破損し直接漏えいしたものです
（格納容器ベント，水素爆発による放出量はともに1%未満）

福島第一原子力発電所の事故（3/3） 発電所外



- 本来の情報経路が断たれ、当社は臨機の対応に取り組んだが、結果として十分に情報を伝えられなかった
- 事故の情報が十分に伝わらず、各自治体が独自の判断を迫られ、災害対応が困難を極めた

当社の安全対策の考え方

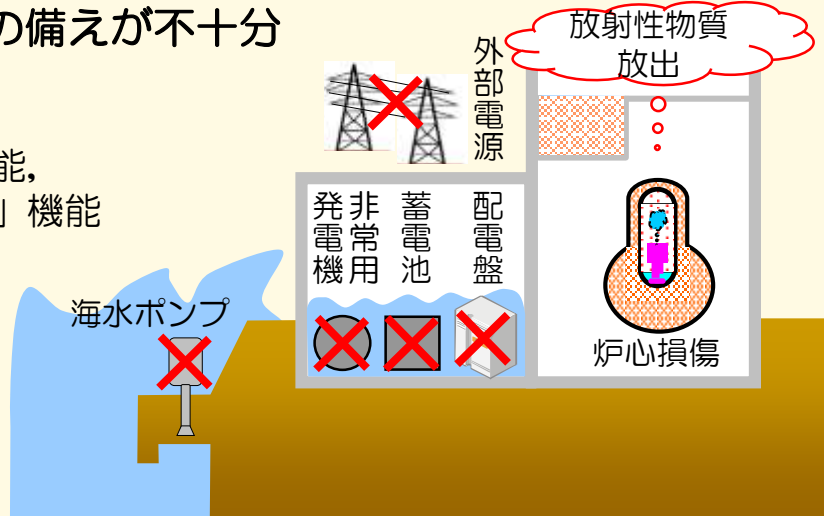
■ 福島第一原子力発電所の事故から得た教訓に基づいた対策を実施しています

■ 福島第一原子力発電所の事故

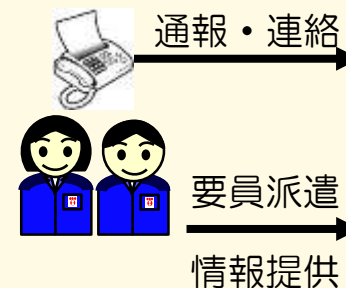
①地震・津波という単一の原因で安全機能※が一齐に喪失

②重大事故への備えが不十分

※原子炉を
「冷やす」機能、
「閉じ込める」機能



③事故時の情報伝達が不十分だった



情報伝達
が不十分

教訓

対策

①共通要因故障への防護が不十分

地震、津波、その他の自然現象に対する対策を強化

②重大事故への備えが不十分

原子炉への注水や炉心損傷後の影響緩和手段を強化

③事故時における情報伝達が不十分

確実な情報共有のため、情報伝達手段を強化

共通要因故障への対策（津波対策の例）

- 最新知見を踏まえ評価した最大の津波に備え、それ以上の対策をしています

防潮堤の設置



5～7号機防潮堤



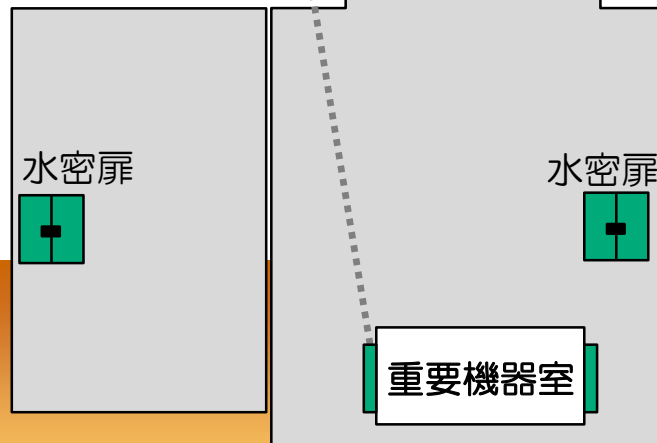
1～4号機防潮堤

水密扉への変更



1～7号機津波高さ：最高6.0m
6, 7号機敷地高さ：12m

防潮堤高さ15m
敷地高さ12m



重大事故への備え (1/2)

■ 様々な手段により、原子炉の冷却機能を強化しています

代替の高圧注水手段



高圧代替注水系の設置

減圧の信頼性向上



予備ポンベの配備

代替の低圧注水手段



消防車配備
(通常時高台待機)

蓄電池増強



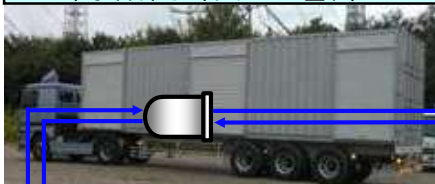
(建屋高所設置)

様々な電源供給手段の強化

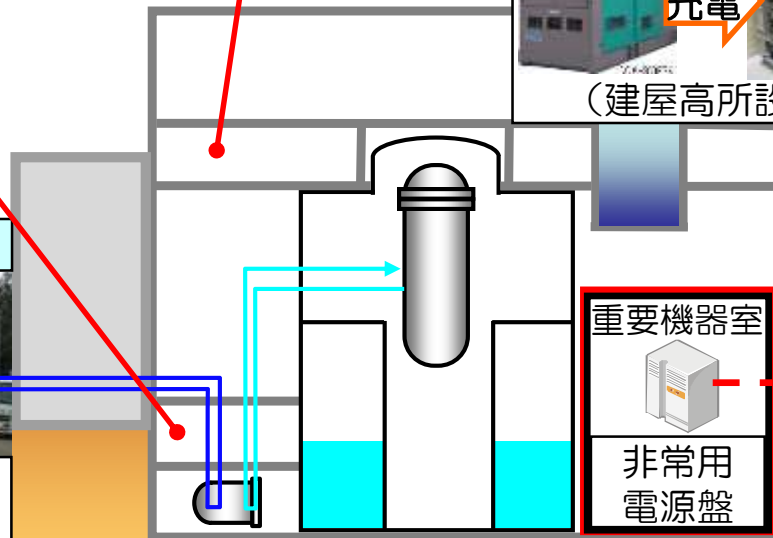


ガスタービン発電機車
(高台配備)

除熱手段の確保



代替熱交換器車配備
(通常時高台待機)



重要機器室

非常用電源盤

緊急用電源盤



電源車配備
(通常時高台待機)

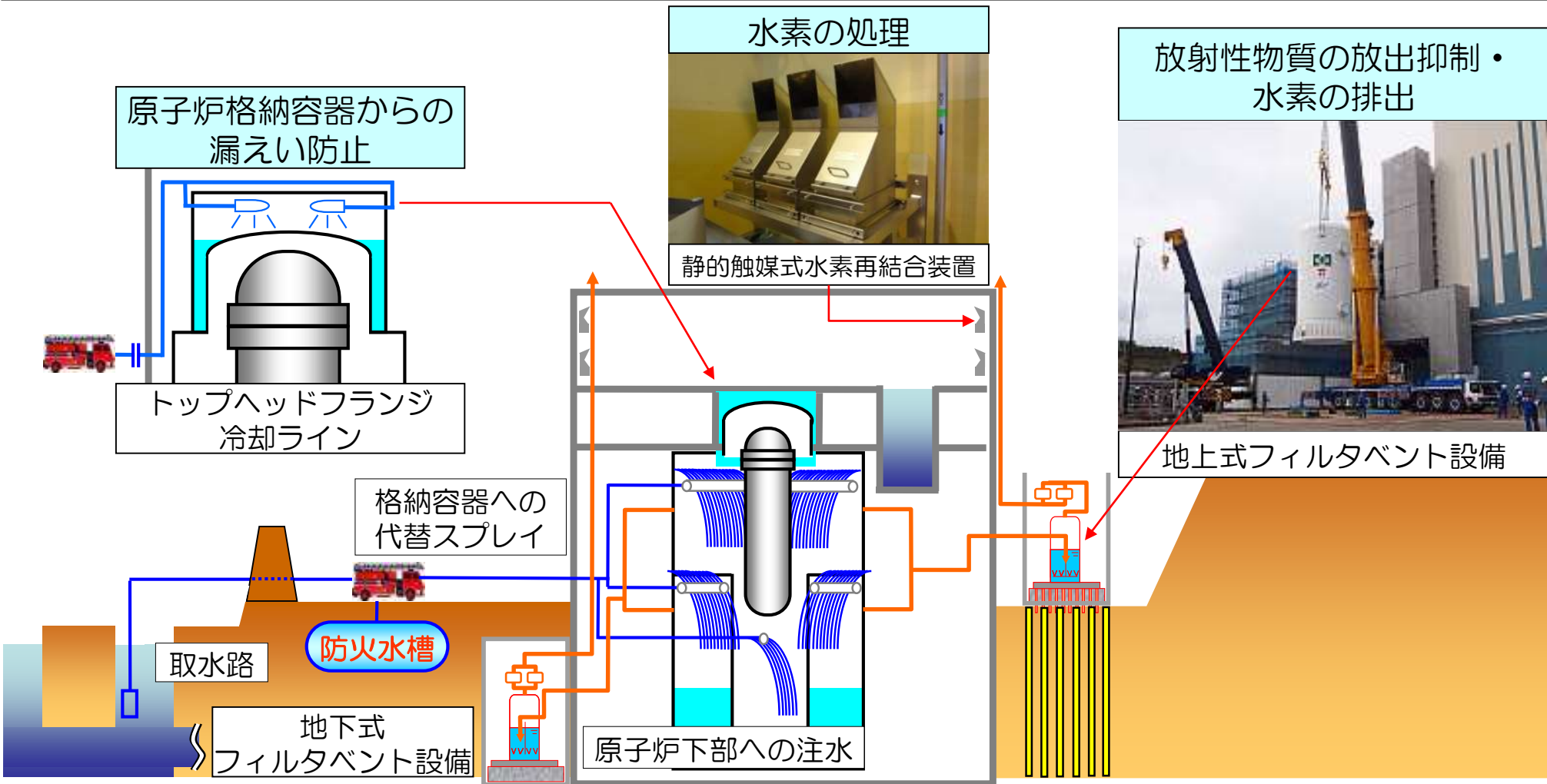
予備水源の増強



淡水貯水池設置

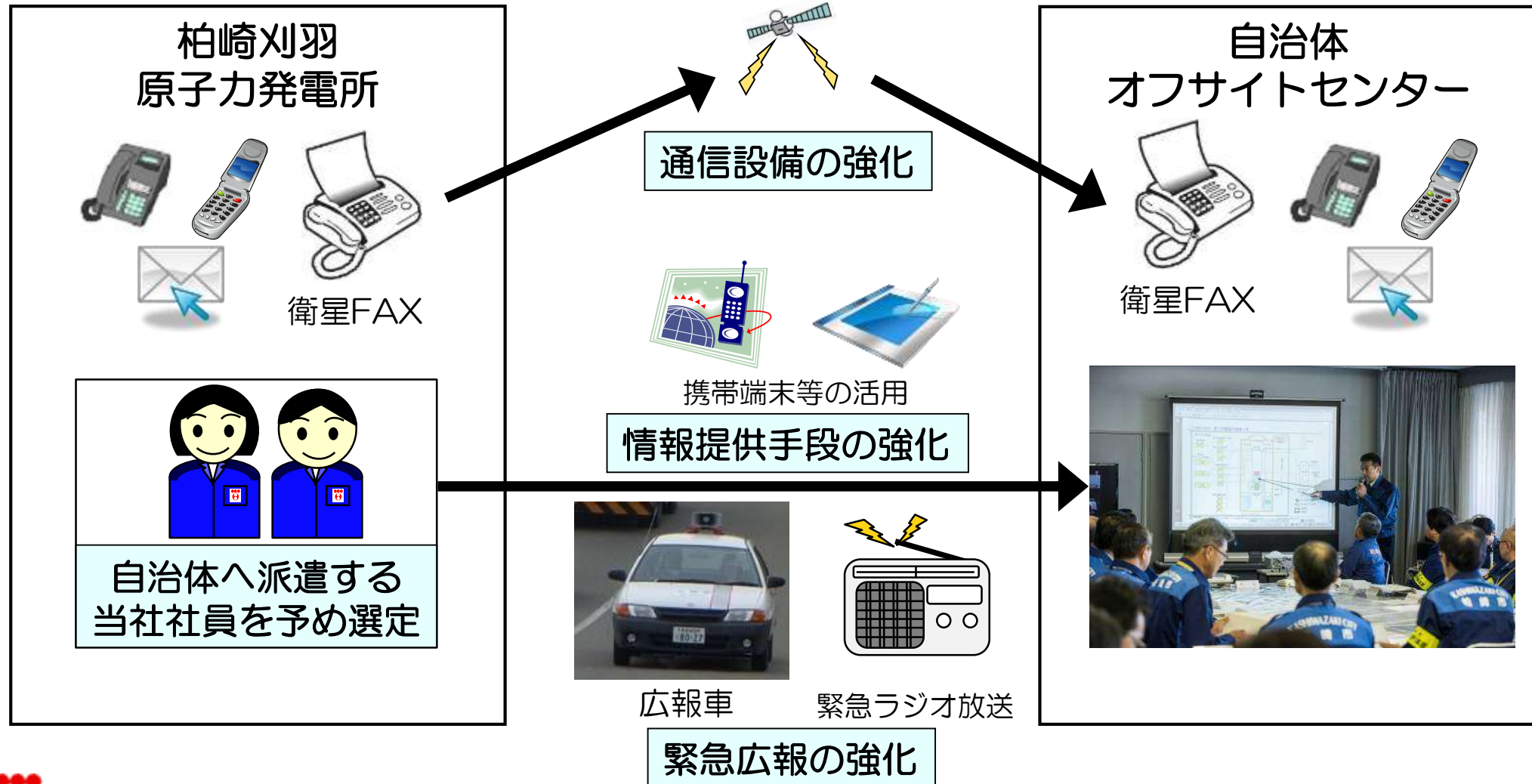
重大事故への備え (2/2)

- 炉心が損傷した場合に備え、影響緩和の手段を強化しています



事故時における情報伝達の強化

- あらゆる手段により、住民の皆さまや自治体等に迅速確実な情報伝達をします

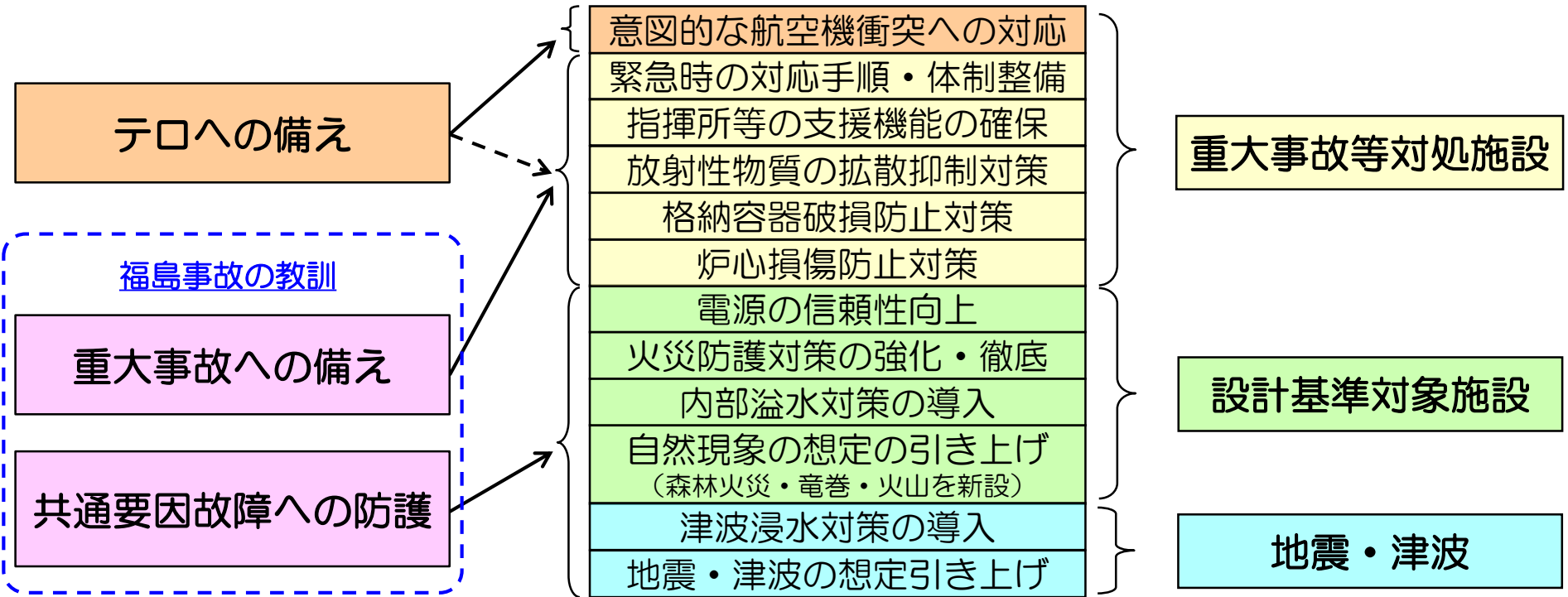


柏崎刈羽原子力発電所6，7号機の 適合性審査の状況について

新規制基準について

■ 平成25年9月27日に6, 7号機の新規制基準適合審査を申請し、安全対策について原子力規制委員会による客観的評価をいただいています

＜新しい規制基準＞



地震・津波等の審査状況

- これまでに審査は11回、現地調査は3回行われています

主要な審査項目		審査状況	前のご説明	今のご説明
地質・地盤	敷地周辺の断層の活動性	実施中	○	○ 追加調査結果
	敷地内の断層の活動性	実施中	○	○ 追加調査結果
	地盤・斜面の安定性	今後実施	—	—
地震動	地震動	実施中	—	—
津波	津波	実施中	○	—
火山	対象火山の抽出	実施中	—	○ 審査状況

敷地周辺のしゅう曲（1/5）

- 柏崎刈羽原子力発電所のある東日本では、プレートの動きによって、地盤を東西に圧縮する力が働いています

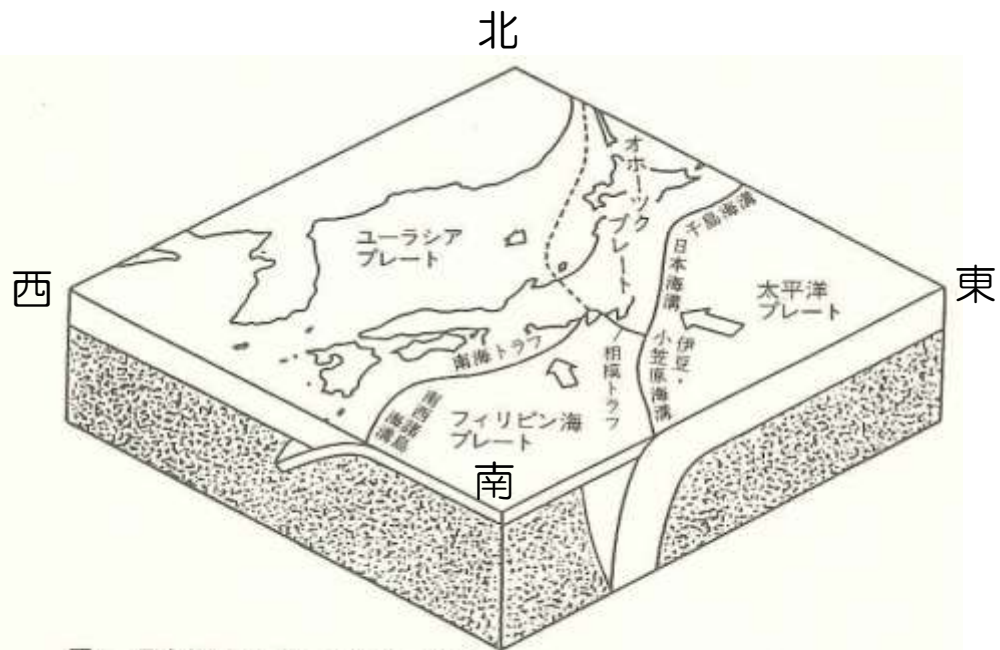
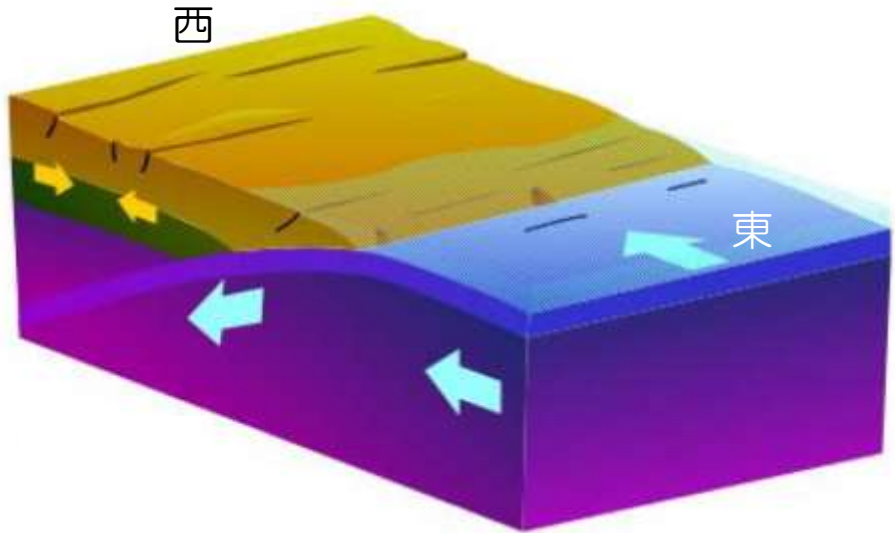


図5 日本付近のプレートとその動き
オホーツクプレートとユーラシアプレートの境界は確定していない部分があり、点線で示した。

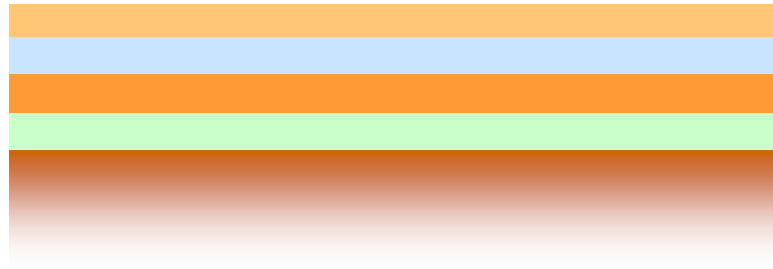
池田他 1996 活断層とは何か 東京大学出版会



国立研究開発法人 産業技術総合研究所HPより
(<https://www.gsj.jp/geology/fault-fold/fault-fold/stressfieldj/index.html>)

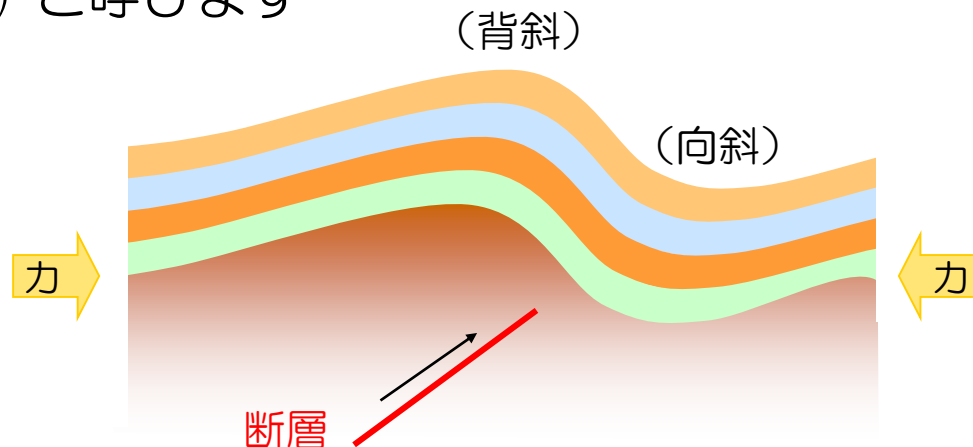
敷地周辺のしゅう曲（2/5） 断層としゅう曲

①海や湖などでは地層は一般にほぼ水平に堆積します



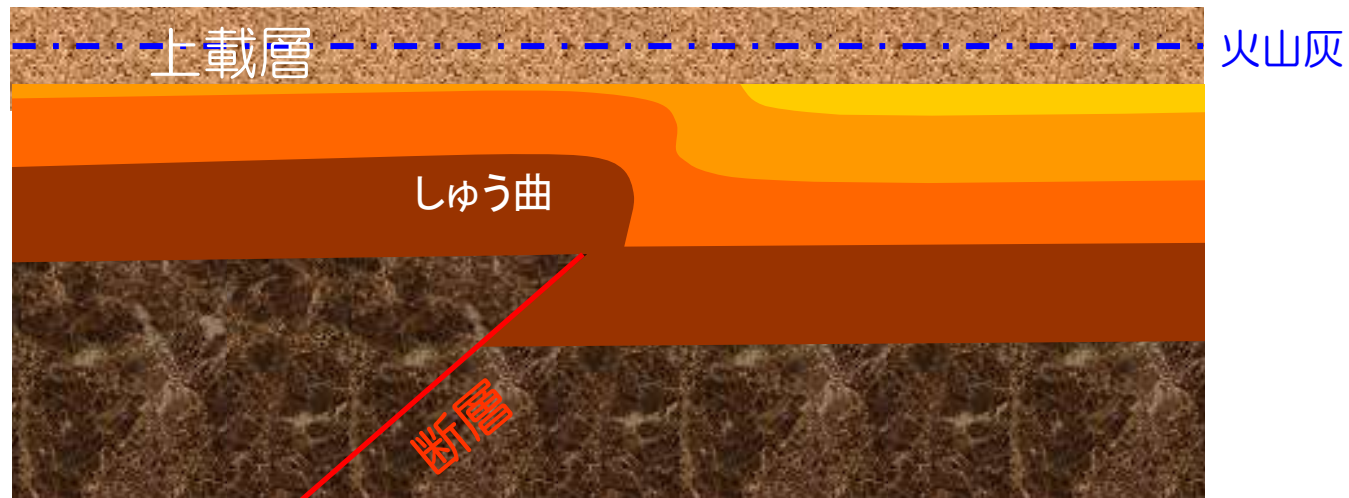
②プレートの動きによって圧縮する力が加わり，断層ができ，上の地層が変形します

③この地層の曲りが「しゅう曲」で，山の部分を「背斜」（はいしゃ），谷の部分を「向斜」（こうしゃ）と呼びます



敷地周辺のしゅう曲（3/5） 調査のポイント

- しゅう曲と同じ様に、その上の地層がずれたり変形している場合は、その地層の堆積後も断層が活動したと考えます
- 地層の変形の有無は、ボーリングや地下探査などで確認します



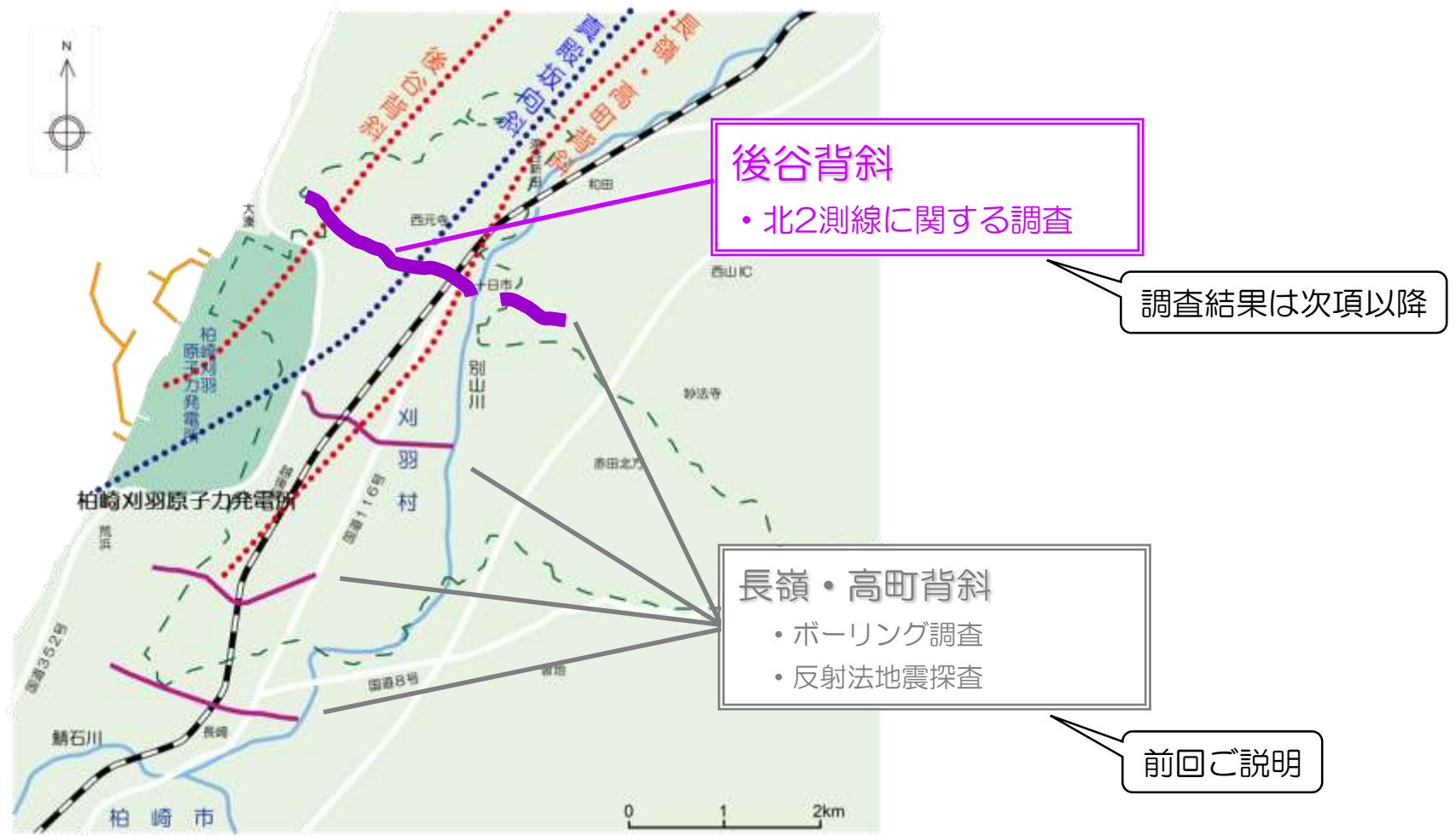
しゅう曲の上の地層（上載層）にしゅう曲の影響がない



上載層の堆積以降の活動はなし

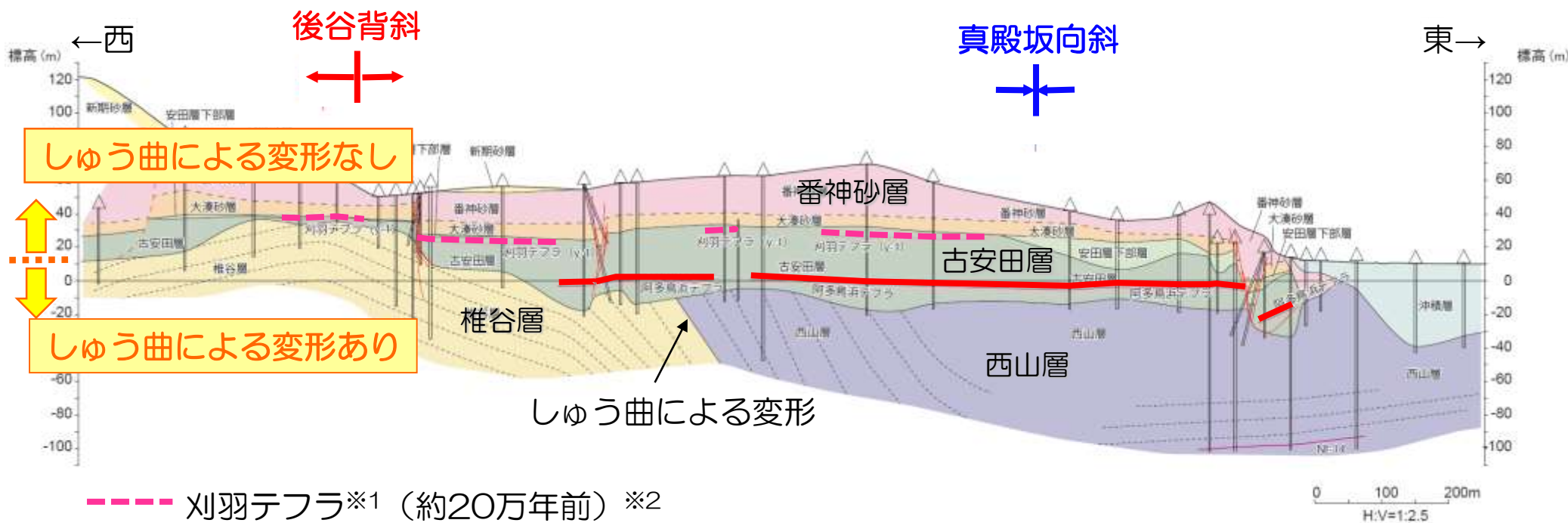
敷地周辺のしゅう曲（4/5） 調査地点

■ 後谷背斜，真殿坂向斜，長嶺・高町背斜などが敷地周辺にあり，
これらを横断してボーリングや地下探査を行いました



敷地周辺のしゅう曲 (5/5) 北2測線の調査結果

■ 約20~30数万年前に古安田層が堆積して以降、しゅう曲が活動していないことを再確認しました



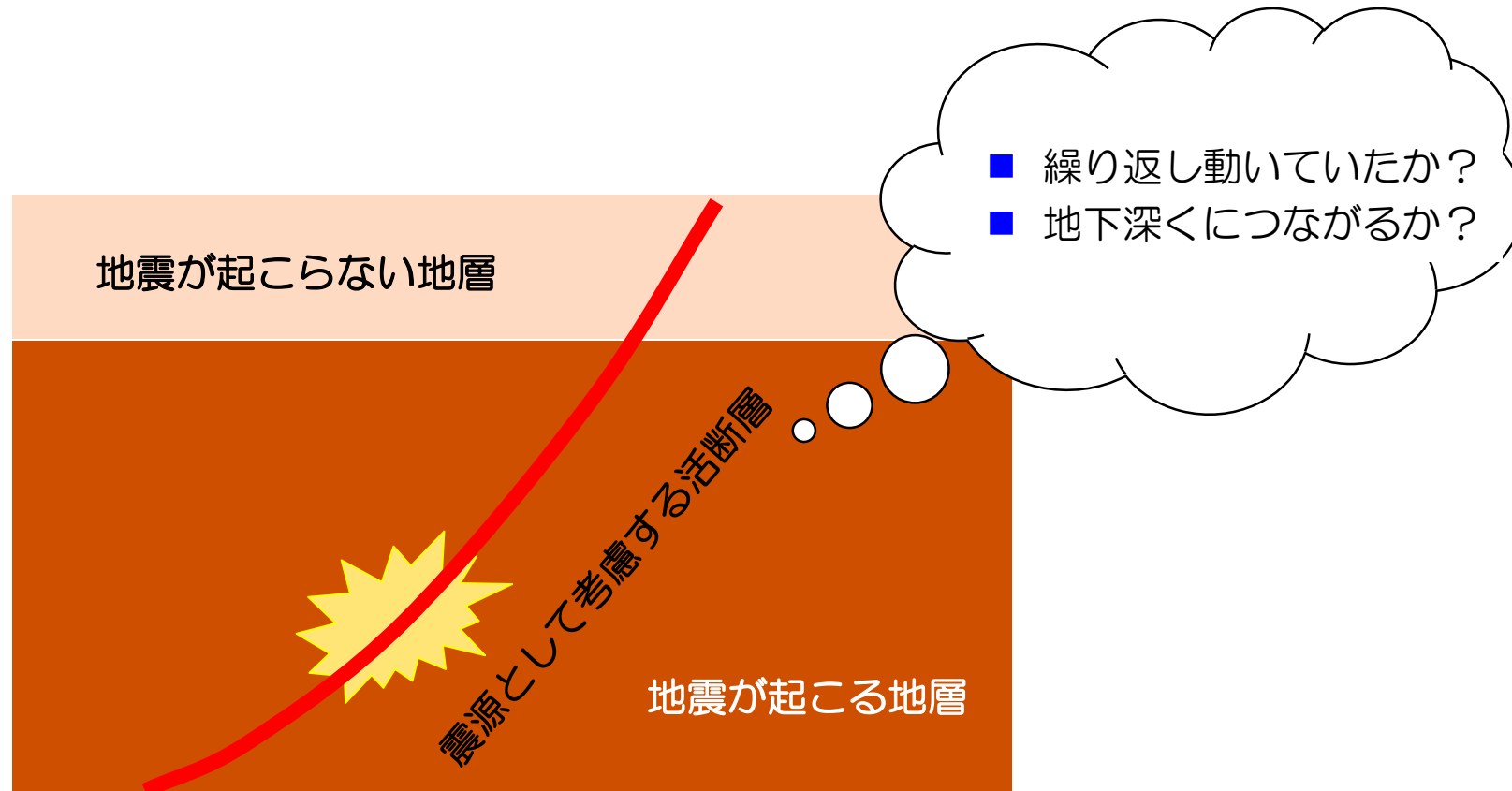
- 刈羽テフラ※1 (約20万年前) ※2
- 阿多鳥浜テフラ※1 (約24万年前)

既往ボーリング8本に加え33本を追加実施

※1 テフラ：火山灰などの火山噴出物
 ※2 今回の調査で新たに年代を特定

敷地周辺の断層（1/4） 調査のポイント

- 地震を起こす断層は、繰り返し動くことと、地下深くにつながるものが特徴です
- 繰り返し動いていた場合には、古い地層ほど断層のずれが大きくなります
- 地下深くにつながるかは、ボーリングなどで調べます



敷地周辺の断層（2/4） 調査地点

- 寺尾地区に文献で指摘されている断層があり，調査を行いました



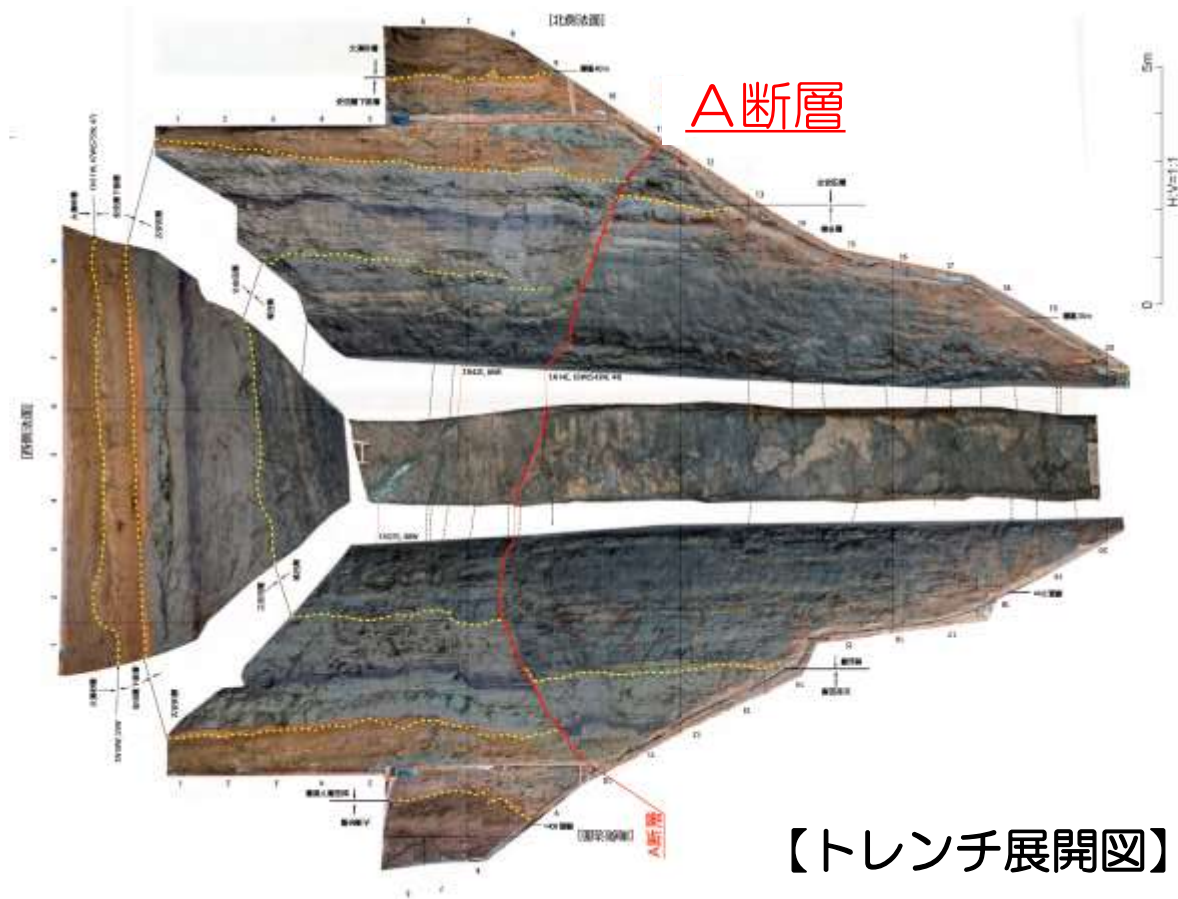
寺尾地区の断層に関する調査



トレンチ調査の状況

敷地周辺の断層 (3/4) 寺尾地区の断層のトレンチ調査結果

- 下の古い地層ほど断層のずれが大きくなる様子はなく、繰り返して動いていないことを確認しました

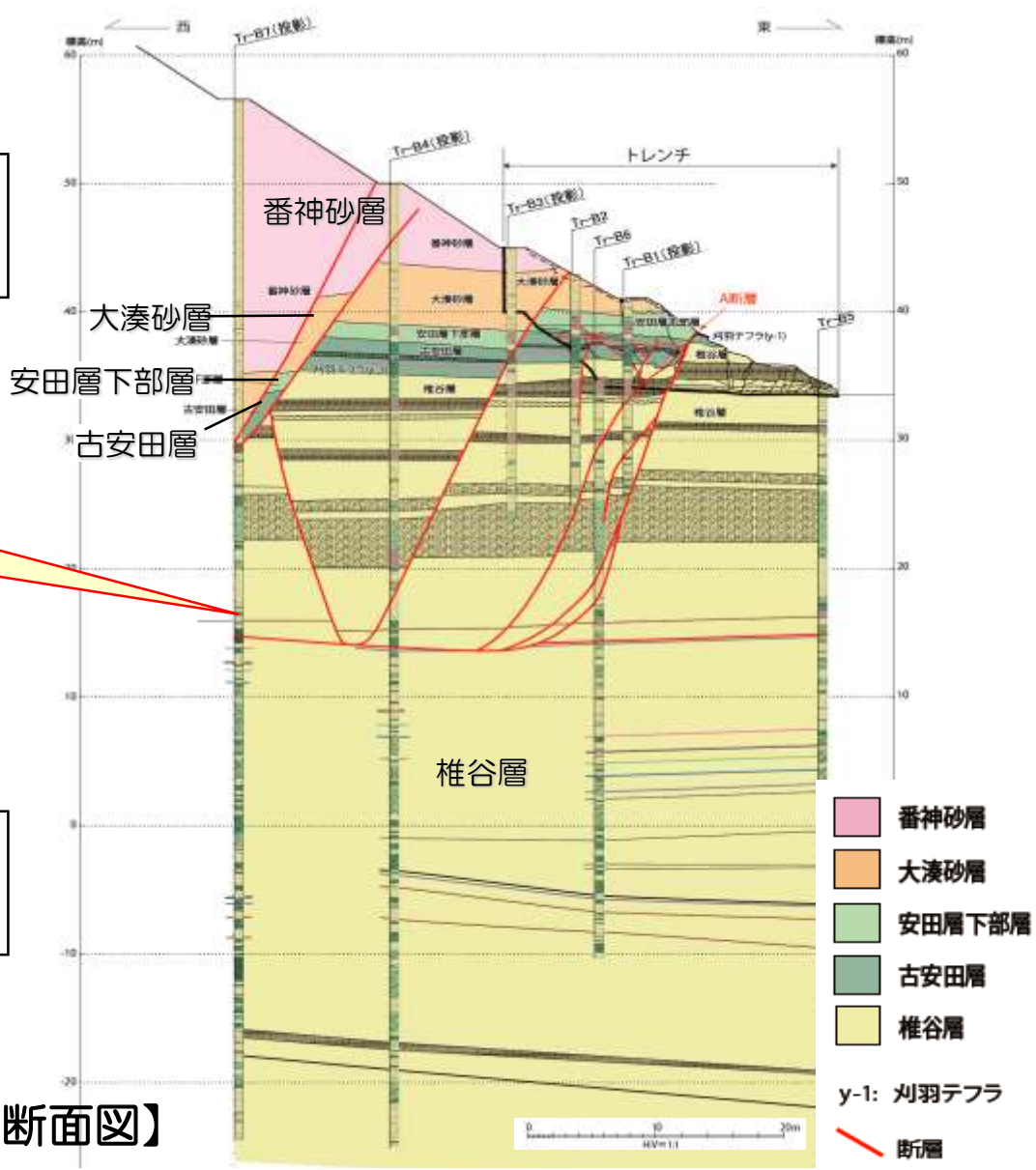


敷地周辺の断層 (4/4) 寺尾地区の断層のボーリング調査結果

■ 地下深くまで断層がつながっていないことを、確認しました

深部まで断層は連続せず途切れている

■ これらの結果から、地震を起こす断層ではないと評価しました

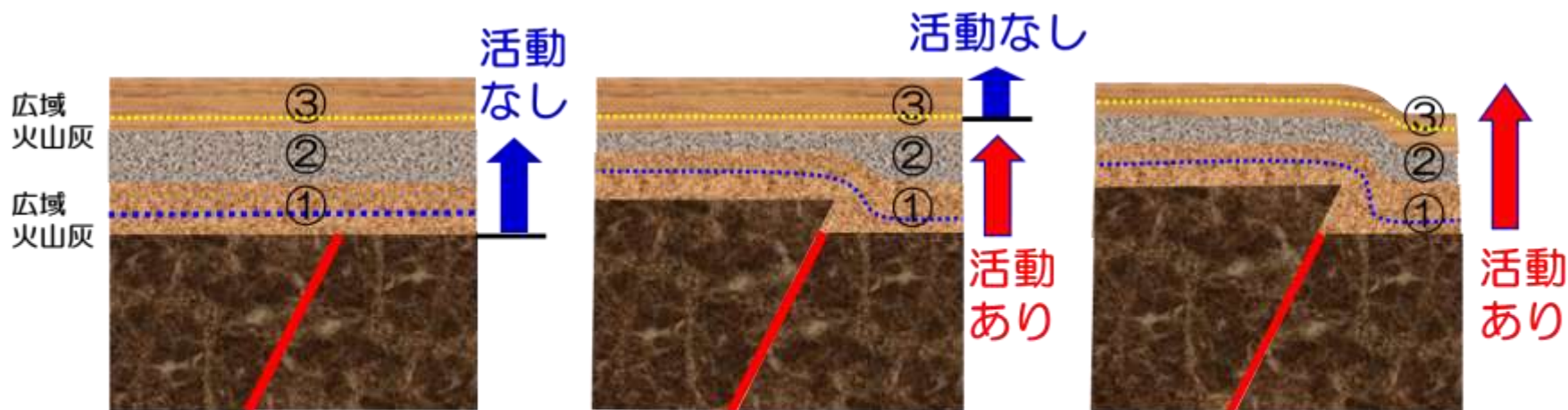


【トレンチ周辺地質断面図】

敷地内の断層（1/3） 調査のポイント

- 重要施設の直下の断層は、将来にわたって施設の設置岩盤をずらす活動のおそれがないことが重要です

活動性を調査する方法



①の堆積以降、
断層の活動はない

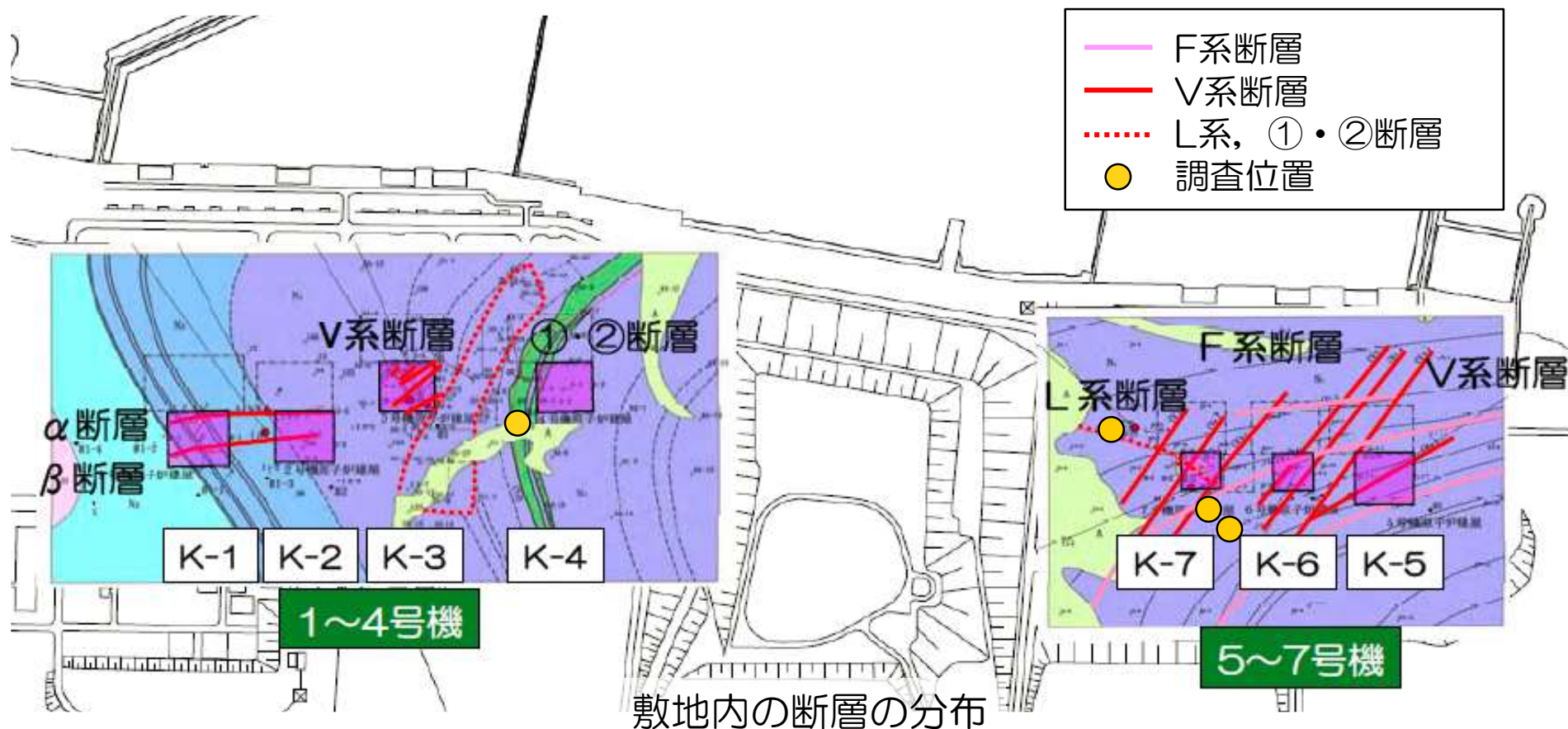
③には断層の変位が及んでいない。したがって、
③の堆積以降、断層の活動はない

③に断層の変位が及んでいる。したがって、
③の堆積以降、断層が活動した

- 断層部分を掘り下げて観察したり、ボーリング調査によって断層の上の地層が堆積した以降に活動したかを確認します

敷地内の断層 (2/3) 調査地点

- 敷地には建設時から23本の小断層を確認し、いずれも約12~13万年前以降は活動していないと評価しています
- 1~4号機側で1箇所、5~7号機側で3箇所を追加調査しました

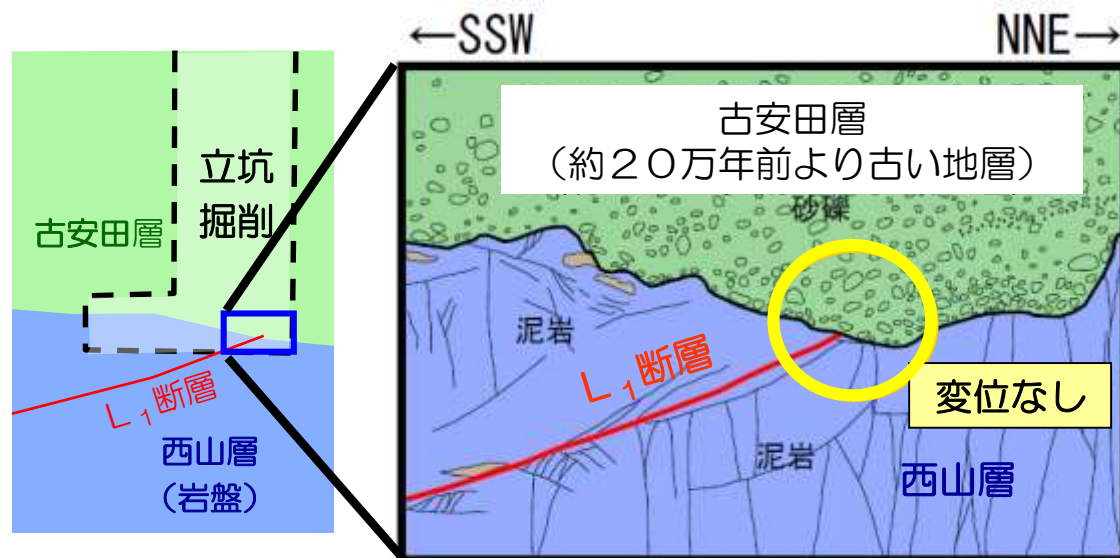


敷地内の断層 (3/3) 調査結果

- いずれの断層も古安田層（約20～30万年前の地層）の堆積以降に活動した痕跡はなく，従来の評価を再確認しました



断層部分を掘り下げた
立坑で観察



立坑壁面でのL₁断層の地質スケッチ

追加地質調査のまとめ

- 敷地内及び周辺のしゅう曲や断層は、安全上の問題になるものではないと評価しています

【敷地周辺のしゅう曲】

およそ20万年前以降の活動はないと評価

【寺尾地区の断層】

地震を発生させるものではないと評価

【敷地内の断層】

およそ20万年前以降の活動はないと評価

(新規基準では、12～13万年前以降に活動していないものは、安全上問題ないとされている)

火山の審査概要 (1/2)

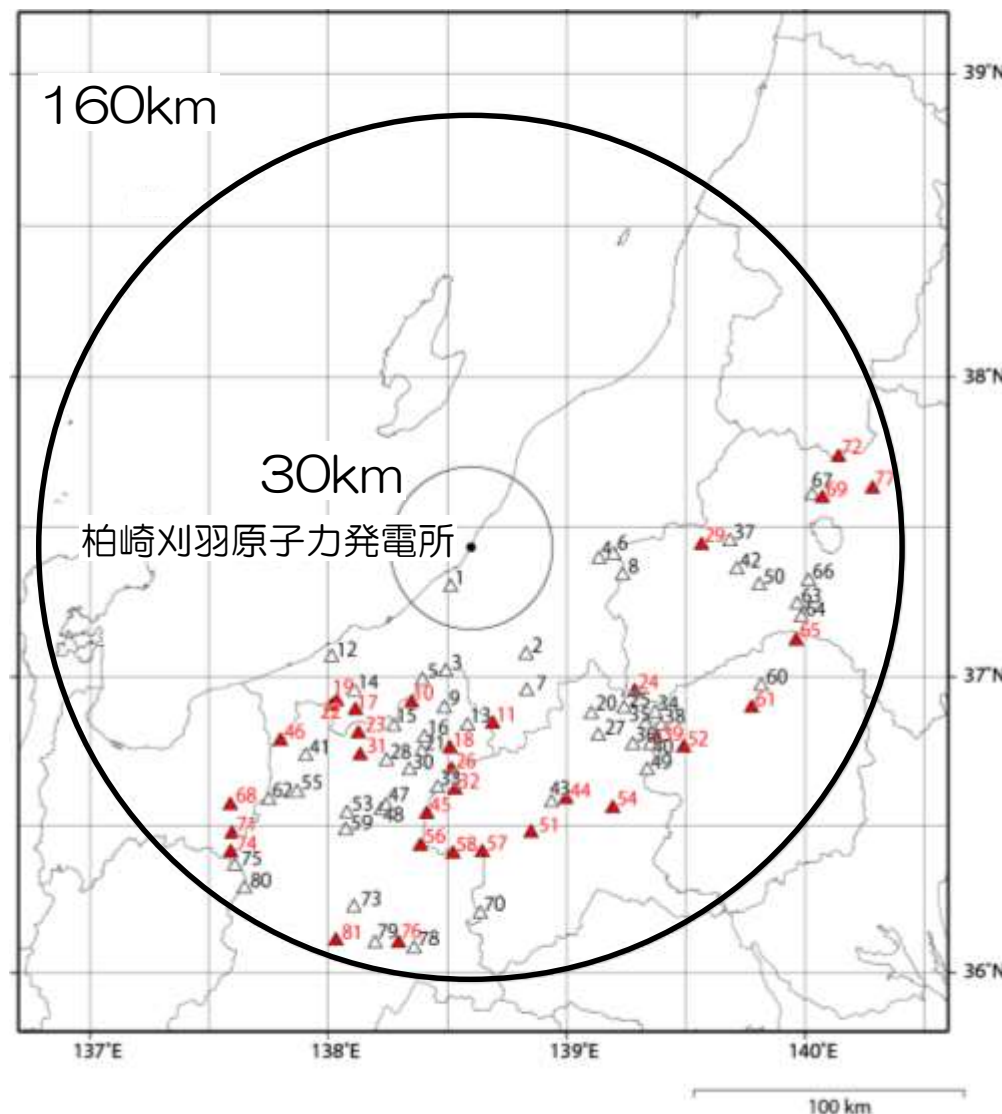
- 発電所の周辺にある81ヶ所の火山から影響を及ぼし得る火山として32ヶ所を抽出し、影響を評価しました

発電所に影響を及ぼし得る火山の一例

番号	火山名	敷地からの距離(km)
10	黒岩山	62
11	苗場山	66
17	妙高山	74
18	志賀高原火山群	75
19	新潟焼山	76
22	新潟金山	78
23	黒姫山	81
24	燧ヶ岳	81
26	志賀	83
29	沼沢	86
31	飯縄山	87
32	草津白根山	90

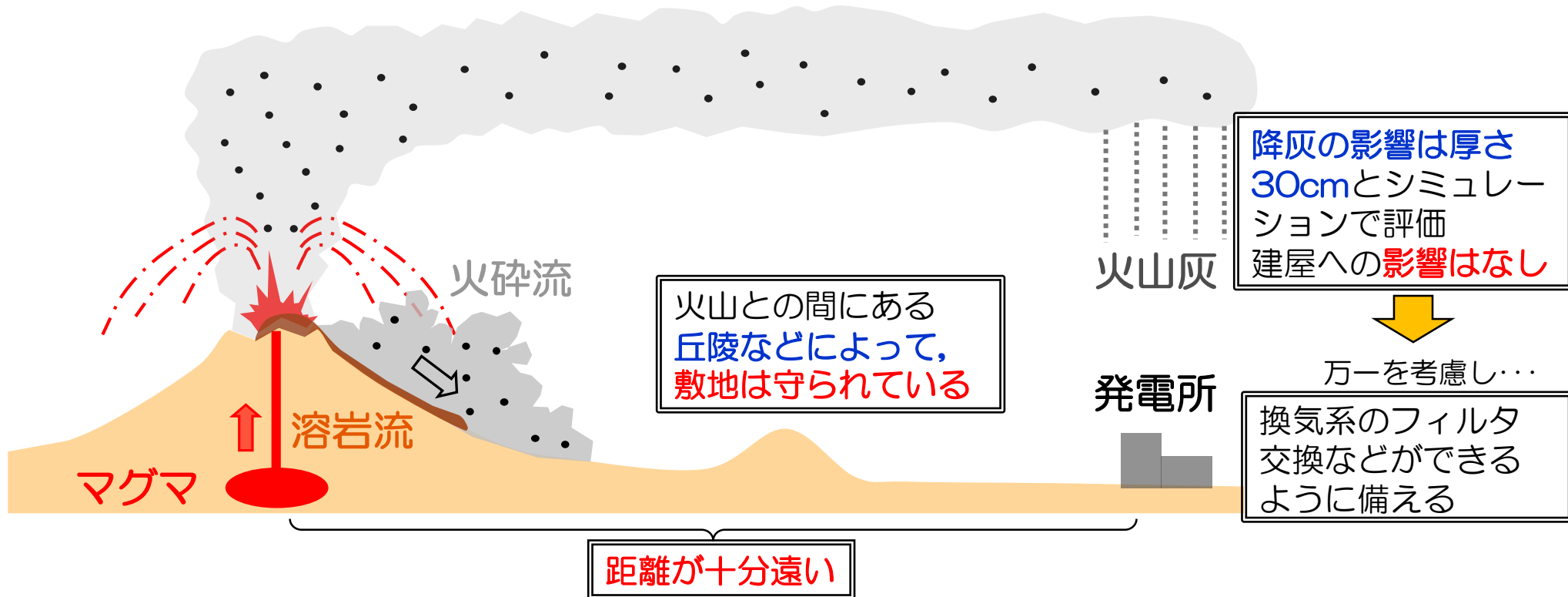
□ : 約1万2千年前以降に活動を行った火山

▲ : 発電所に影響を及ぼし得る火山



火山の審査概要 (2/2)

- 火山が噴火した場合にも発電所の安全に影響がないことを確認しています



プラントの審査状況

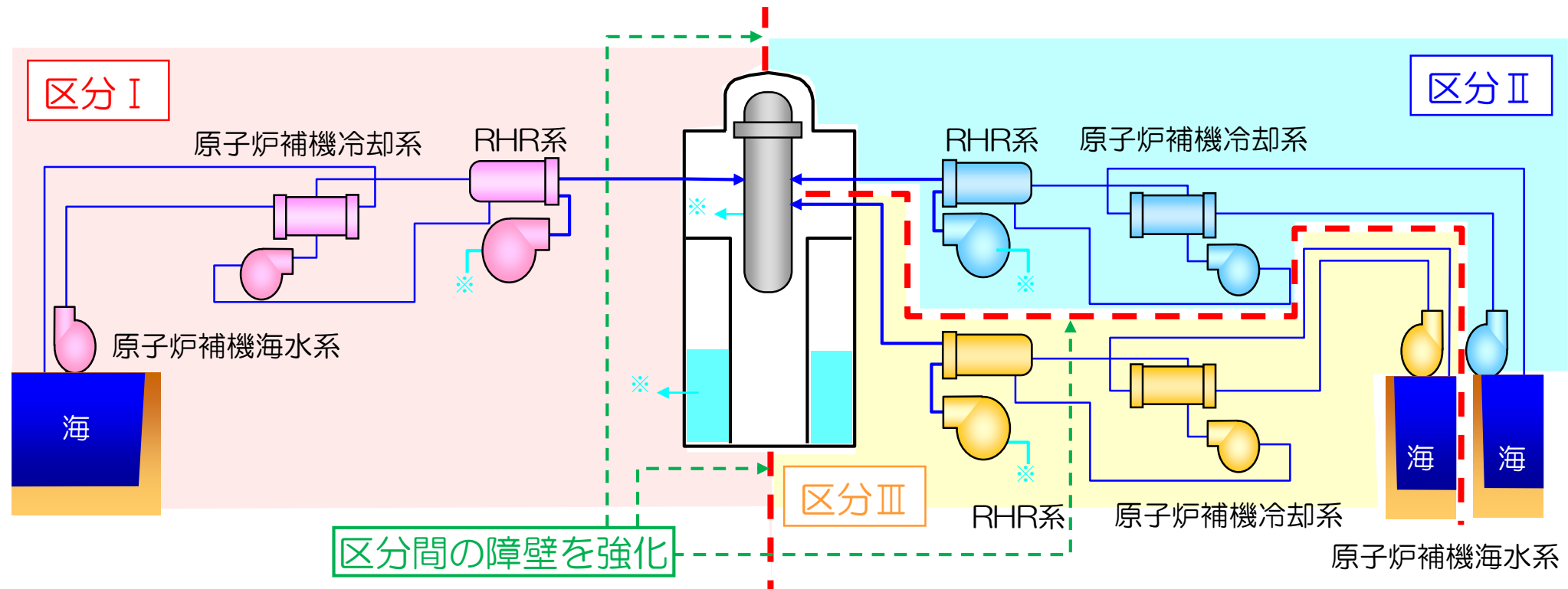
- これまでに審査は40回、現地調査は1回行われています

	主要な審査項目	審査状況	前のご説明	今のご説明
設計基準 対象施設	外部火災（影響評価・対策）	実施中	○	○ 防火帯の設置
	火山（対策）	今後実施	—	—
	竜巻（影響評価・対策）	実施中	—	—
	内部溢水対策	実施中	○	—
	火災防護対策	実施中	○	—
重大事故 等対処施設	確率論的リスク評価	実施中	○	—
	有効性評価	実施中	○	○ 高圧代替注水系 (HPAC) の設置
	制御室（緊急時対策所含）	実施中	—	—
	フィルタベント	実施中	○	○ フィルタベント設備 の改善
	原子炉建屋水素処理設備	今後実施	—	—

設計基準対象施設（概要）（1/2） 安全対策の考え方

- 地震や津波，その他外部事象，溢水や火災等が発生しても，安全確保に必要な設備が必ず一つは機能するように，防護対策を強化しています

「冷やす」設備の区分分離（例：残留熱除去系統（RHR））



設計基準対象施設（概要）（2/2） 安全対策の例

- 外部からの防護対策：外部火災対策, 竜巻防護対策 など
- 内部の防護障壁の強化：内部洪水対策, 火災防護対策 など を実施しています

内部洪水対策の例

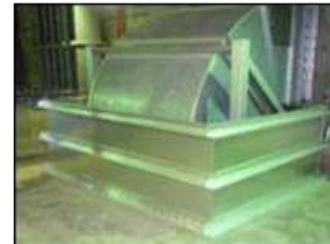
- 止水措置（電路貫通部）
箇所数：約900箇所
ケーブルトレイ：約10箇所



- 止水措置（ハッチ）
箇所数：約20箇所



- 止水措置（空調ダクト）
箇所数：約20箇所



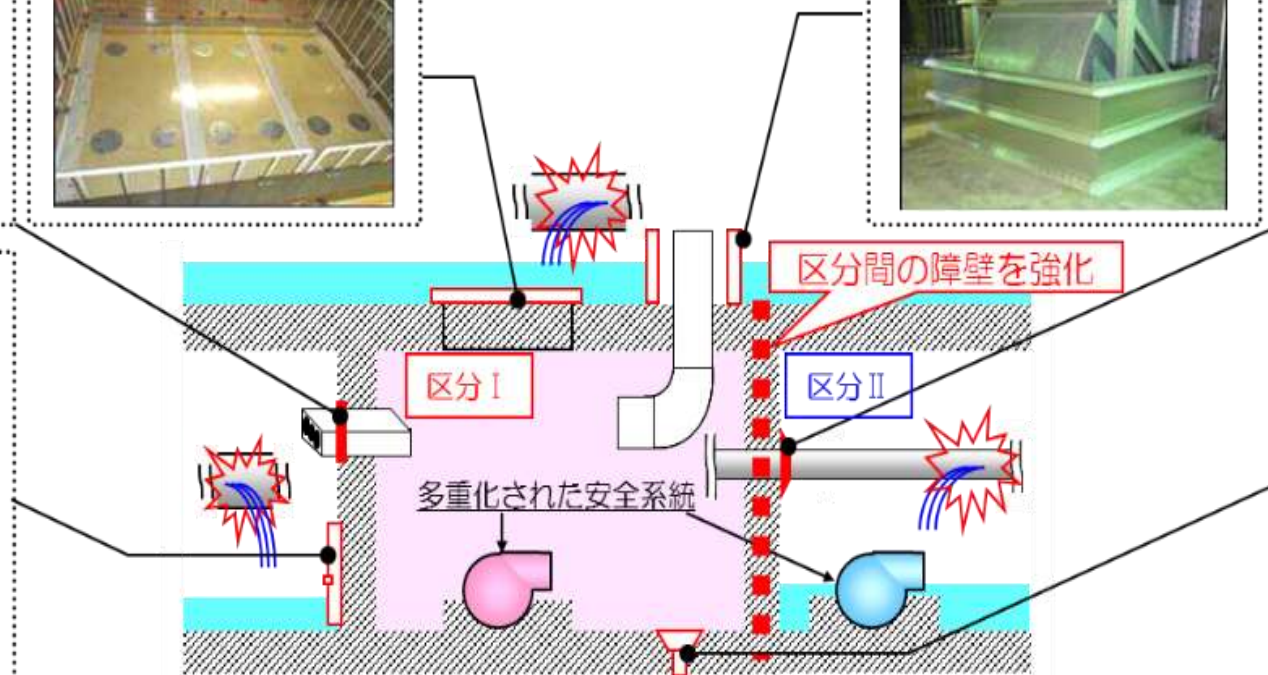
- 止水措置（配管貫通部）
箇所数：約200箇所



- 水密扉
箇所数：約50箇所



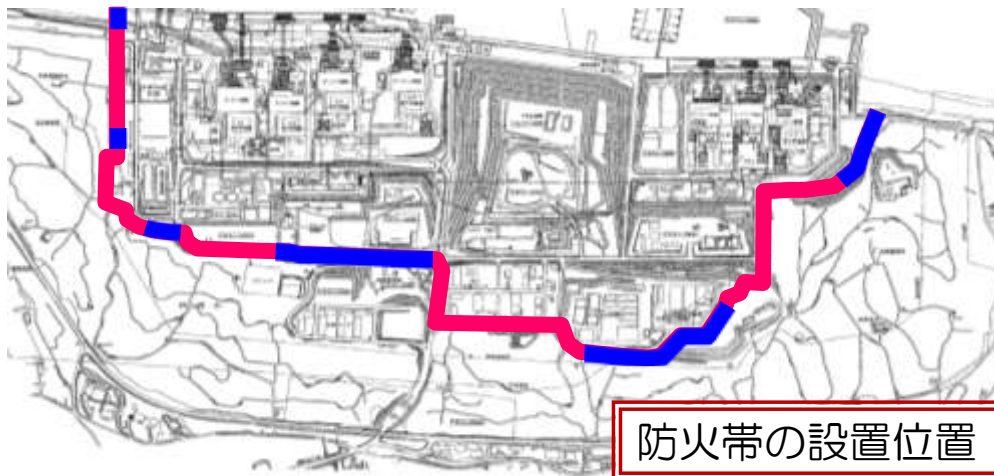
- 床ドレンの逆流防止
箇所数：約250箇所



※箇所数は1プラント当たり（検討状況により変更の可能性があります）

外部火災対策（防火帯の設置）

- 発電所外で発生した火災の延焼被害が、安全上重要な設備へ到達しないよう、プラント周辺を囲むように防火帯を設置しています



全長：約4km
幅：約20m

■：森林の除去等が完了したエリア

■：モルタルの吹きつけが完了したエリア

伐採前



伐採後



モルタル吹きつけ状況



重大事故等対処施設（概要）

- あらゆる組合せで安全設備が同時に故障することを考え、新たに設置した設備や手順で有効に対処できることを確認しています
- 約1,500機器の故障等を考慮し、約600パターンの事故進展を分析して、対策の有効性を評価

代替注水手段の確保

高压代替注水系



消防車

電源の強化



ガスタービン発電機

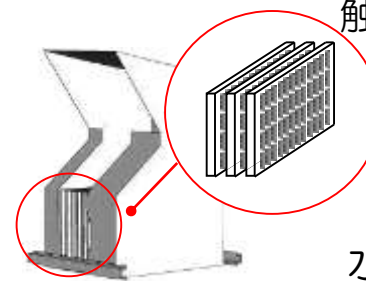


電源車

格納容器破損防止、水素爆発防止



フィルタベント

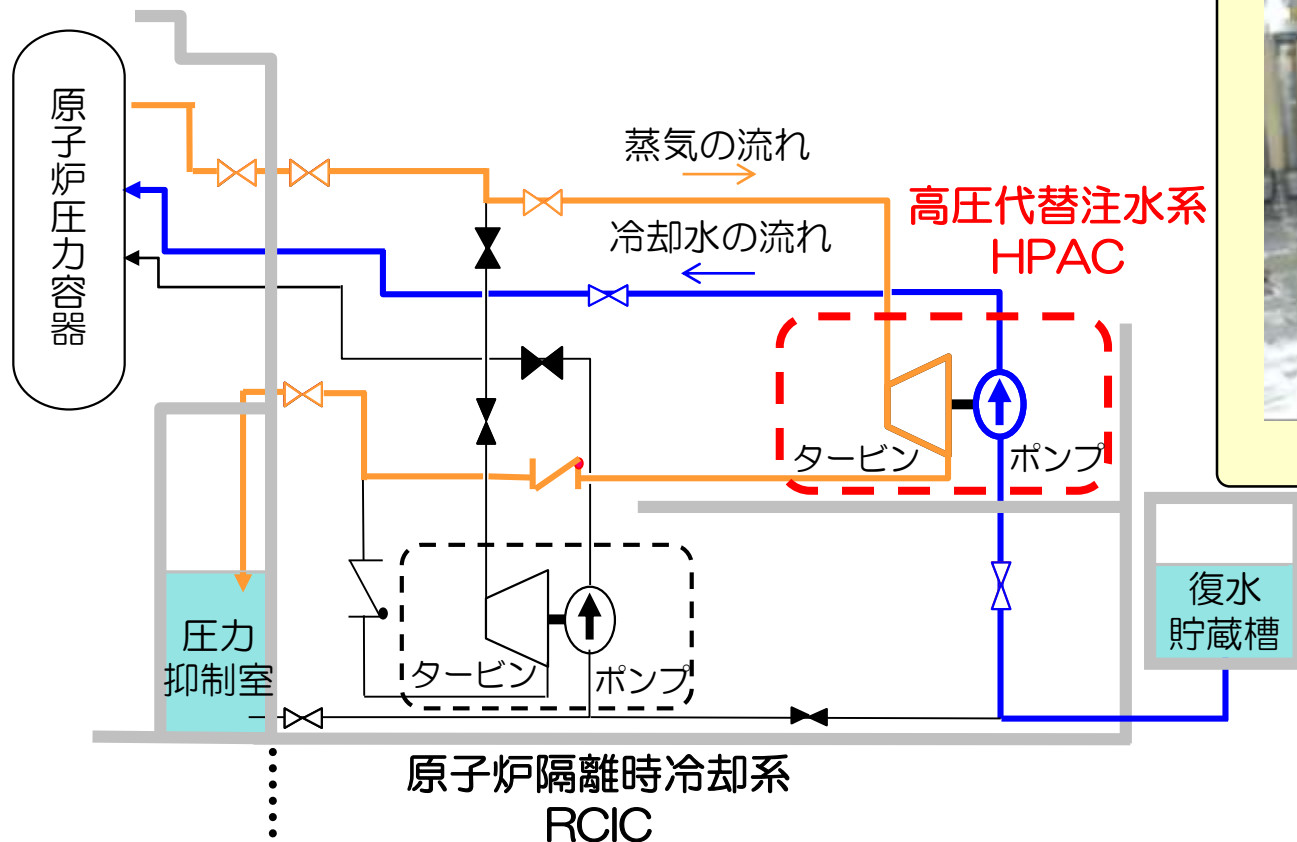


触媒カートリッジ

静的触媒式
水素再結合装置

高圧代替注水系 (HPAC)

- 原子炉が高圧時にも注水できる原子炉隔離時冷却系のバックアップ設備であり、規制基準を上回る取り組みとして、据え付け作業を進めています



原子炉格納容器側：原子炉建屋側

更なる安全対策の実施

■ 安全性を向上させるため、継続的に改善を進めています

(1) 希ガスの放出低減／ベント回避

○事象発生から25時間後のベント実施

↓ ← 訓練実施, 運用の見直し

○事象発生から38時間後のベント実施（希ガス放出低減）

↓ ← 代替循環冷却系統の設置

○ベント実施の回避

(2) よう素の放出低減

○格納容器内の水のアルカリ制御

○よう素フィルタの設置

(3) 更なる安全性向上のための地下式フィルタベント

格納容器ベント実施時期の延伸による希ガス放出低減

■ 訓練による力量向上や運用面の改善で、ベントに至る時間を伸ばしました

- ガスタービン発電機をより速やかに使えるようにして、原子炉へ早期に注水
- 貯水池からの水補給を強化し、格納容器を冷やす水の枯渇を防止

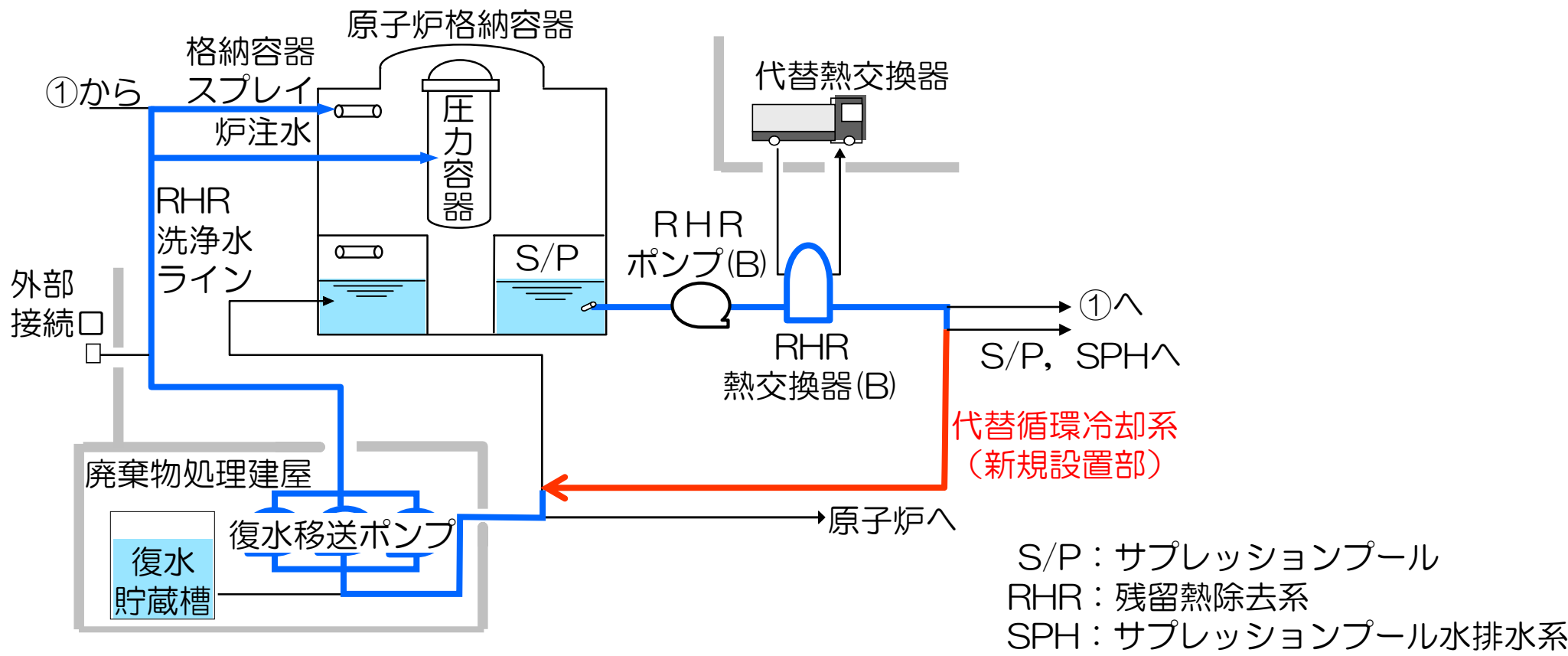


ガスタービン発電機起動訓練の様子

- 格納容器ベント実施時期の延伸：約25時間 → 約38時間
⇒ これによって希ガスの減衰がさらに進み、放出量が低減される

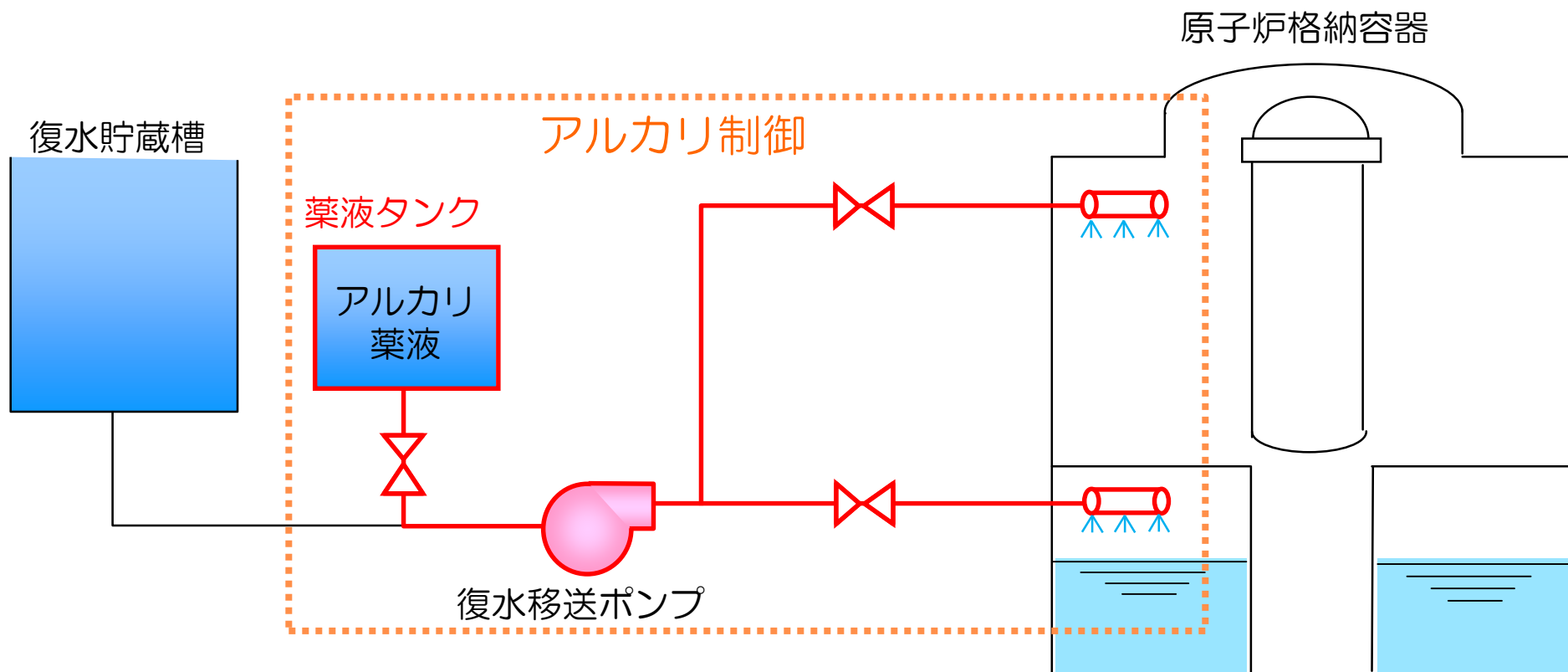
格納容器ベントの回避

■ 代替循環冷却系を新たに設置し、格納容器を冷やして圧力上昇を抑制することで、ベントを回避できるようにします



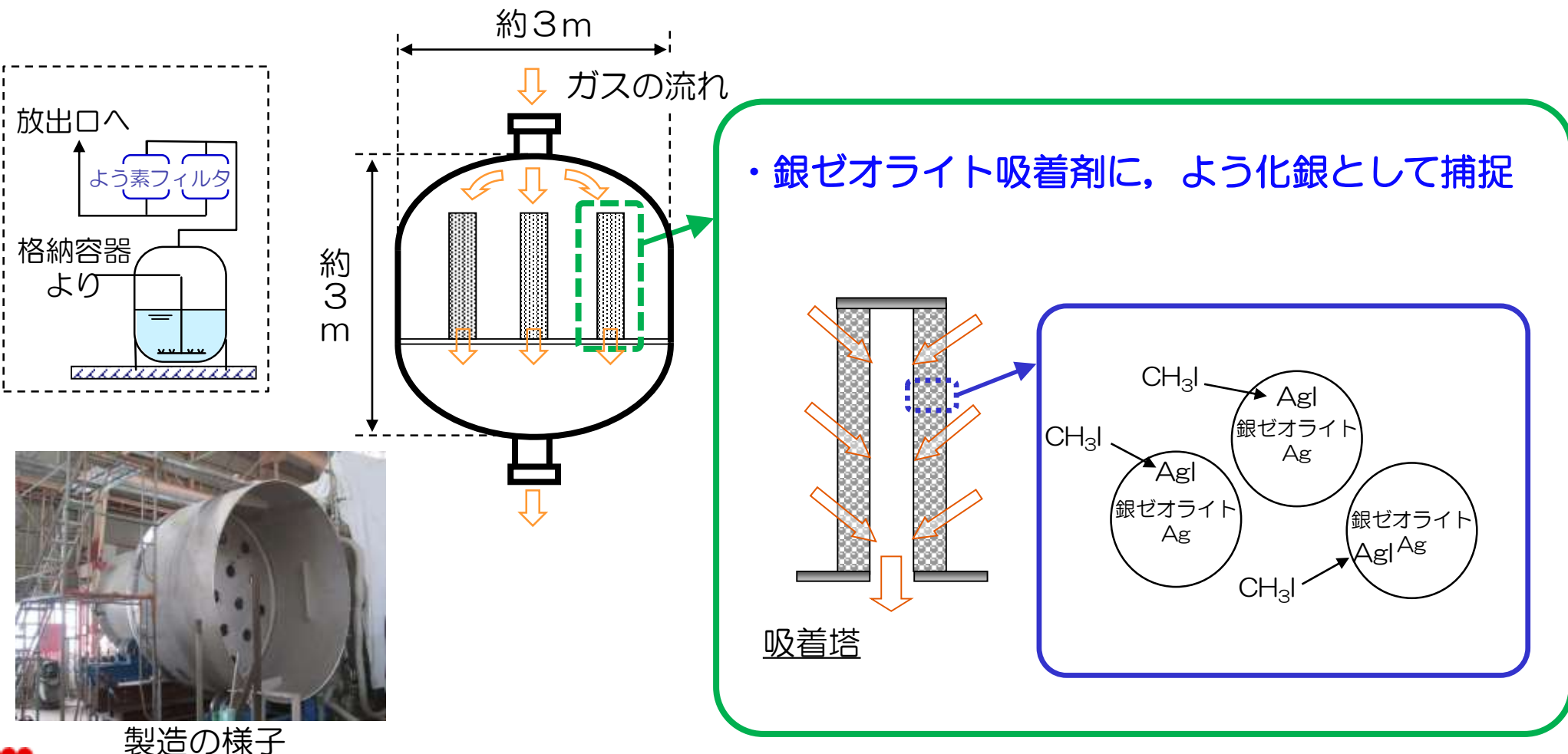
格納容器ベント実施時の影響軽減対策（1/2） アルカリ制御

- 格納容器内の水をアルカリ性にすることで、気体状よう素の生成量を抑え、よう素の放出量を低減します



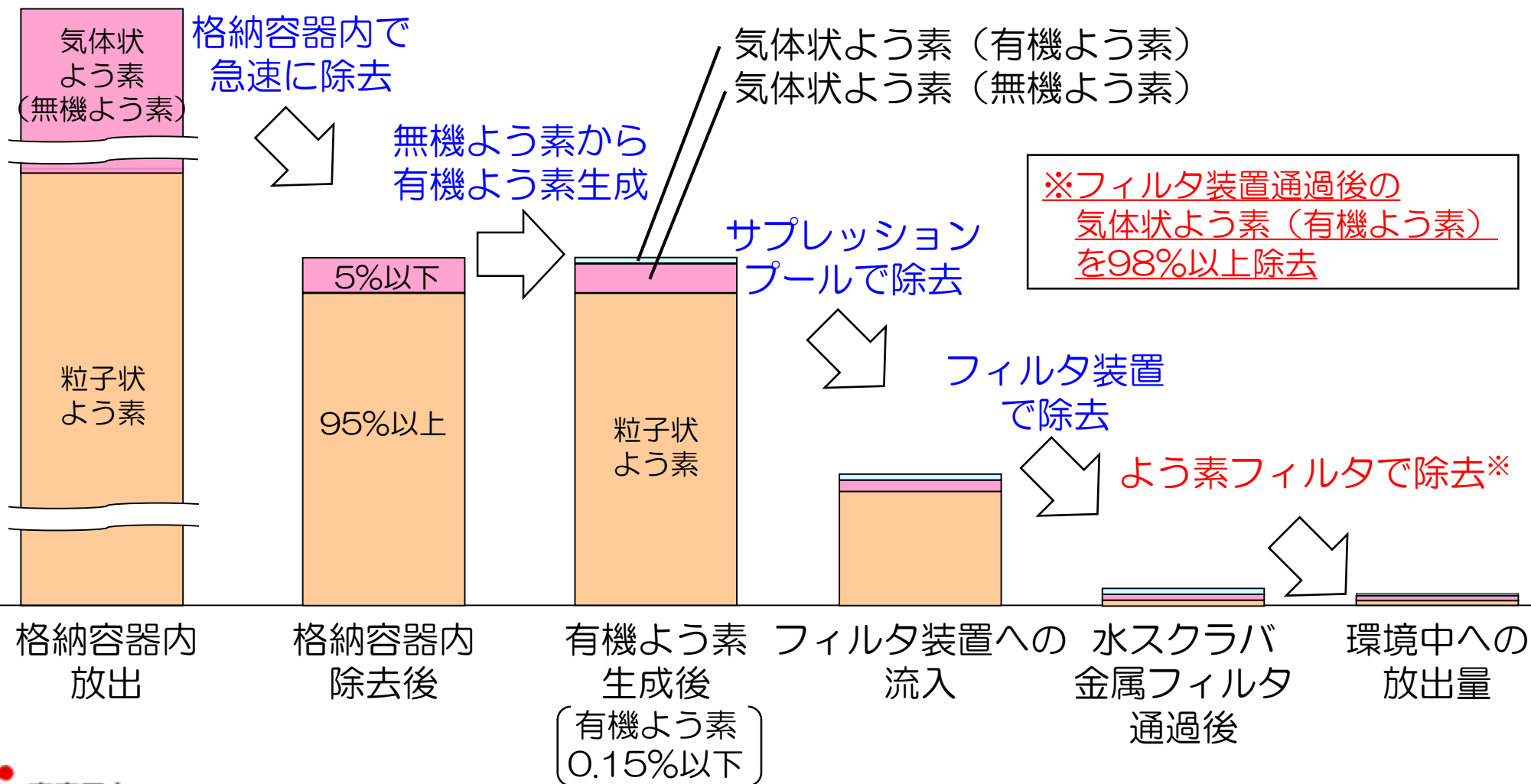
格納容器ベント実施時の影響軽減対策（2/2） よう素フィルタ

- 放射性物質のさらなる放出低減のため、よう素フィルタを設置します
- フィルタ装置通過後の気体状よう素（有機よう素）を98%以上除去します



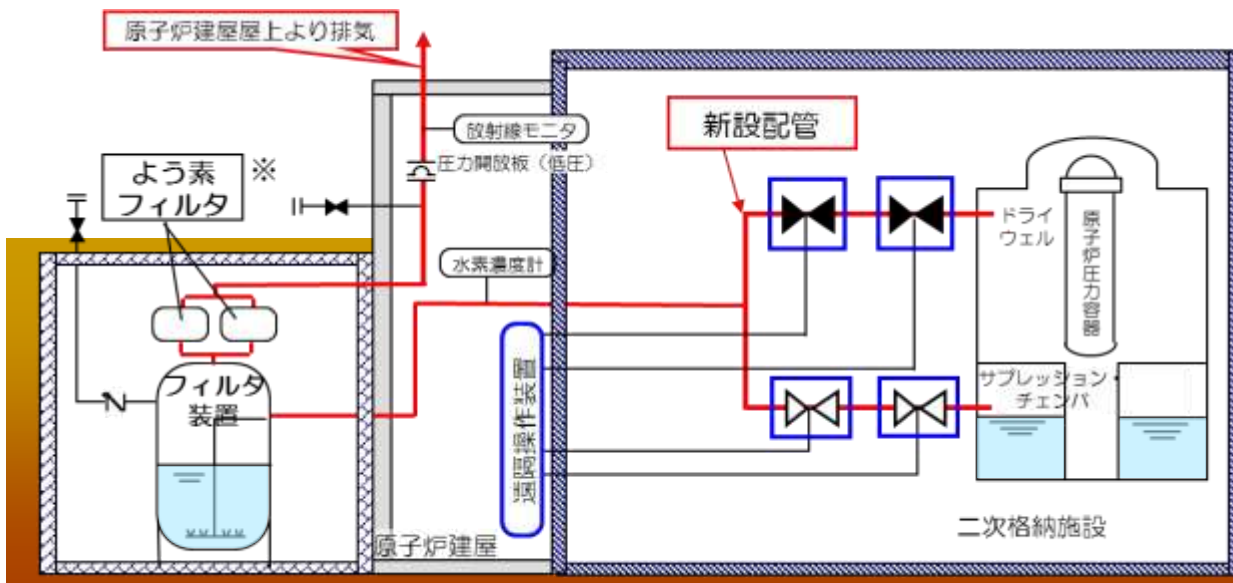
よう素の抑制対策の効果

- よう素を除去する様々な対策を組合せて、放出量を低減します



地下式フィルタベントの設計進捗について

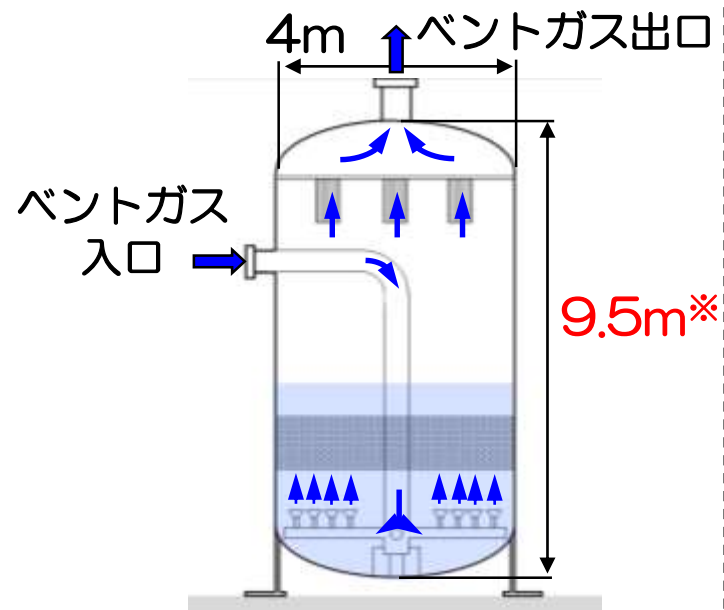
- 地上式フィルタベントと同等性能です
- 地盤の掘削準備作業を実施しており、フィルタ装置に接続する配管や弁の詳細設計も進めています



※地下式フィルタベントのよう素フィルタ配管は詳細設計中

系統概略図

※フィルタ装置に接続する配管が長く、配管から凝縮水を多く受けられるように、高さを1m増加



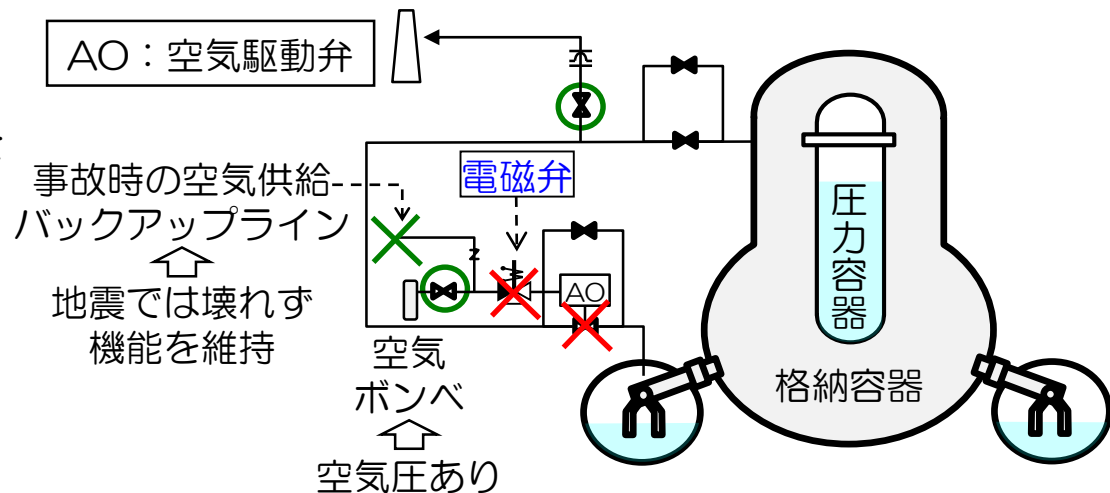
フィルタ装置概略図

(参考) 福島第一原子力事故時のベントの問題点と対策

■ 福島第一2号機での格納容器ベントの教訓から対策を実施しています

■ 弁操作不能で、ベントできず

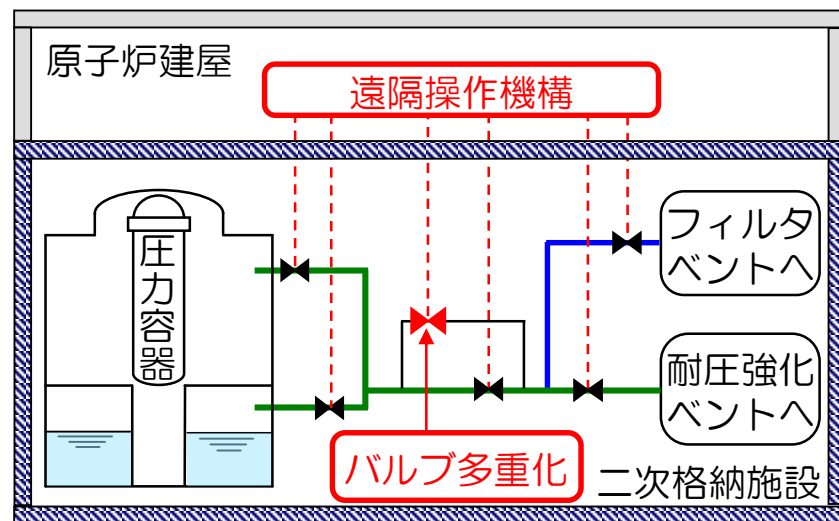
- 電源が無くなり、弁を駆動する空気を通す電磁弁が動かさなくなった
- 手で開けることができなかった



■ 電源車やガスタービン発電機など電源を強化

■ 電源なしで弁を遠隔から手動開閉できる設計に変更

- ポンベのみで開操作可能な設計に変更
- 遠隔手動ハンドルを設置
- バルブの多重化（審査を踏まえての対策）



私たちは、福島事故を決して忘れることなく、
昨日よりも今日、今日よりも明日の安全レベル
を高め、地域の皆さまから信頼され安心して
いただける発電所を目指してまいります

