

参 考 資 料

平成26年6月18日
九州電力株式会社



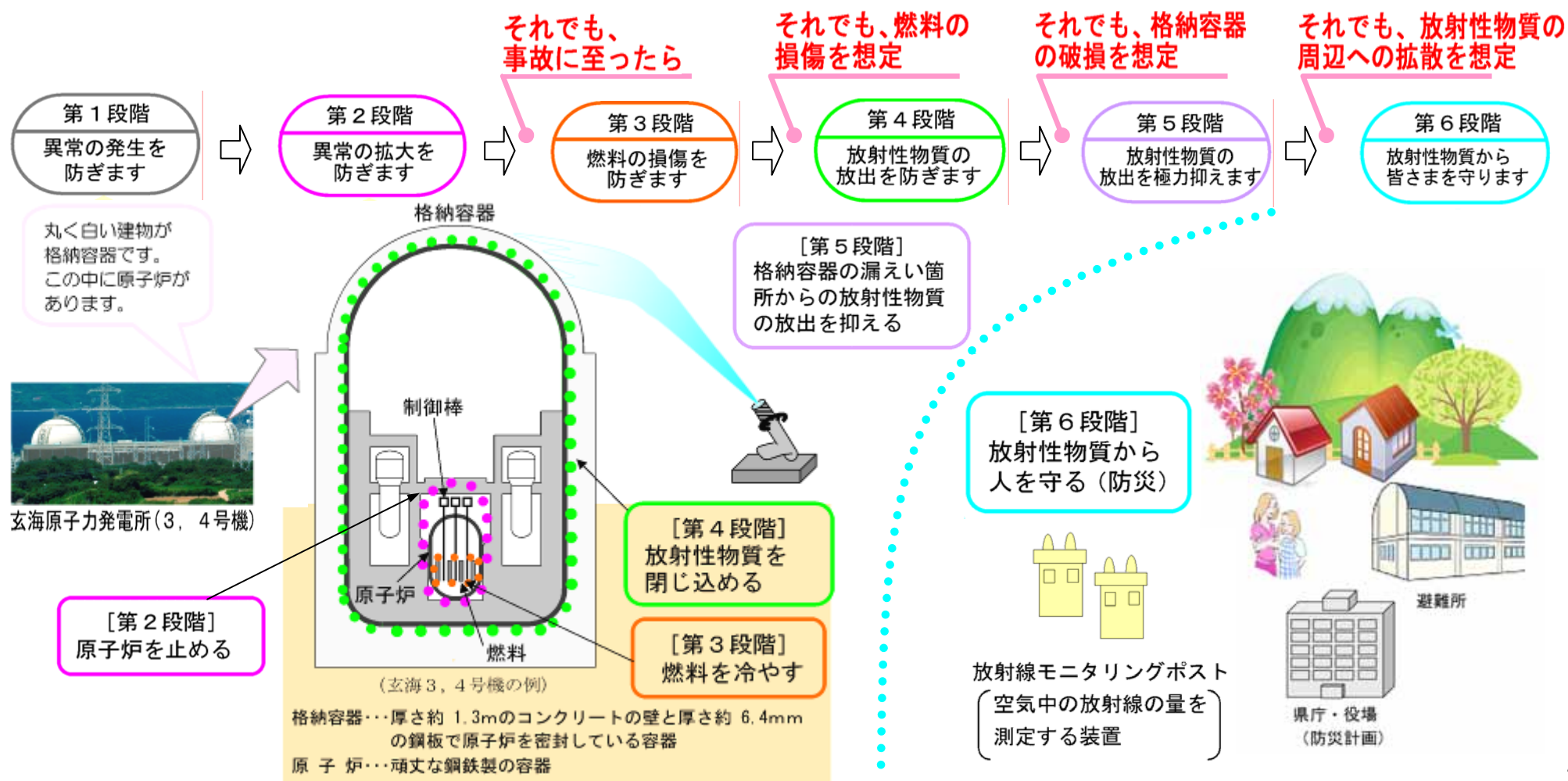
1 安全性向上への取組み

2 その他自主的な取組み

3 その他参考資料

安全性向上への取組み

- 当社の原子力発電所では、深層防護の考え方に基づき安全対策を施しており、現在、国による新規規制基準への適合性確認審査の対応や現場の対策工事に全力で取り組んでいます。
- 今後も、規制要求に留まることなく、最新の技術的知見やデータの収集に努めながら、自主的・継続的に安全性の向上を目指してまいります。



[第 1 段階] 異常の発生を防ぎます

第 1 段階 異常の発生を 防ぎます

- ・大きな地震にも耐えられる強度をもった設計です。
- ・火山や竜巻等の自然現象が起きても、発電所の安全が確保されることを確認しています。

震災・自然現象の想定

【活断層】

- ・敷地内に活断層がないことを確認

【地震・津波】

- ・調査結果や新たな知見を踏まえ、基準地震動を確認
- ・想定される最大津波の高さを評価し、敷地高さは十分に高いことを確認

【自然現象】

- ・発電所から半径160km圏内の火山を調査
- ・竜巻による飛来物への防護対策を実施
- ・森林火災等による、原子炉施設への安全性への影響がないことを確認

- ・運転員が誤って機器を動かそうとしても動かないシステムを採用しています。

誤作動を防ぐシステムの採用

【インターロックシステム】

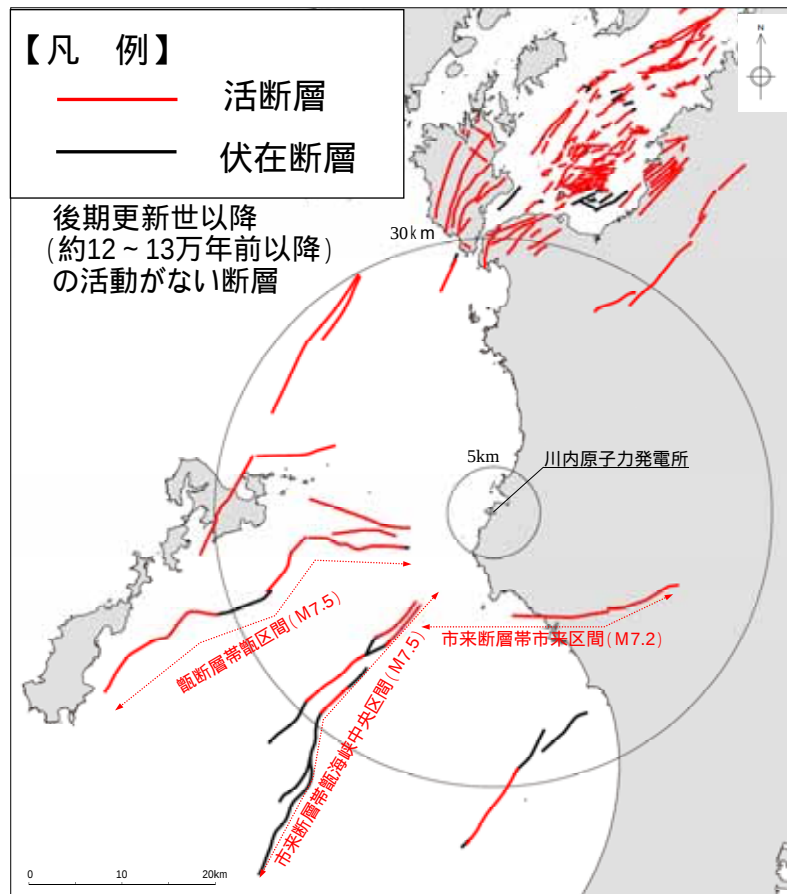
- ・誤った操作による故障・トラブルを防止するシステム
例：自動車ギア P か N の位置以外ではエンジン起動しない

【フェイルセーフシステム】

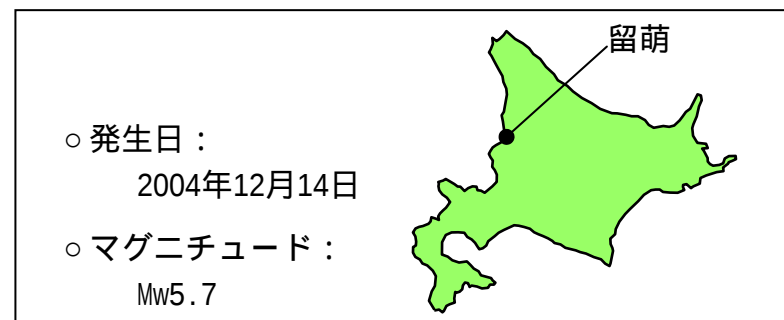
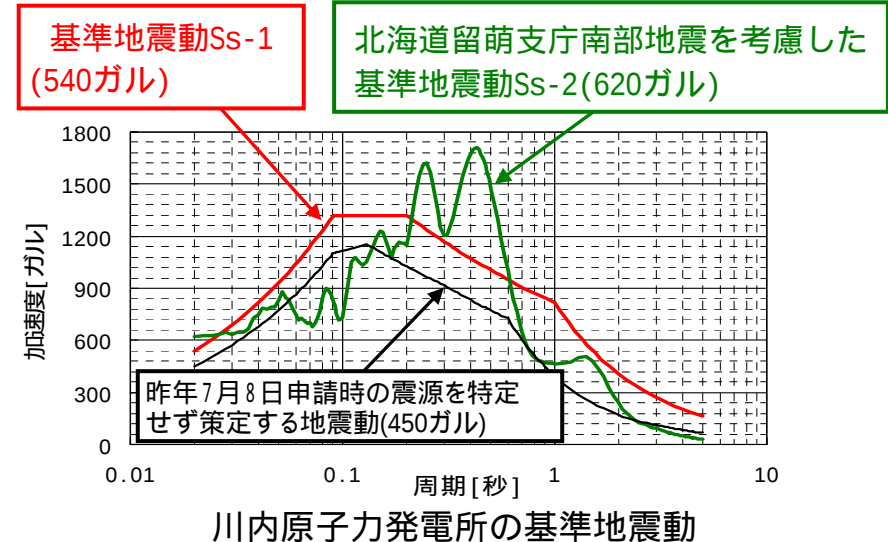
- ・一部に故障があった場合、安全状態に向かうシステム
例：振動により自動停止する石油ストーブ

[第 1 段階] 異常の発生を防ぎます 地震への対応 (川内)

- 基準地震動について、広範囲にわたる詳細な地震や地質に関わる調査結果、新たな知見等に基づき、安全側の評価を行いました。
 - ・ 地震調査研究推進本部の活断層評価結果等を踏まえても、基準地震動Ss - 1 (540ガル)は変わらないことを確認 [震源を特定して策定する地震動(,)]
 - ・ 北海道留萌支庁南部地震(2004年)を考慮した結果、新たな基準地震動Ss - 2 (620ガル)を追加 [震源を特定せず策定する地震動(,)]



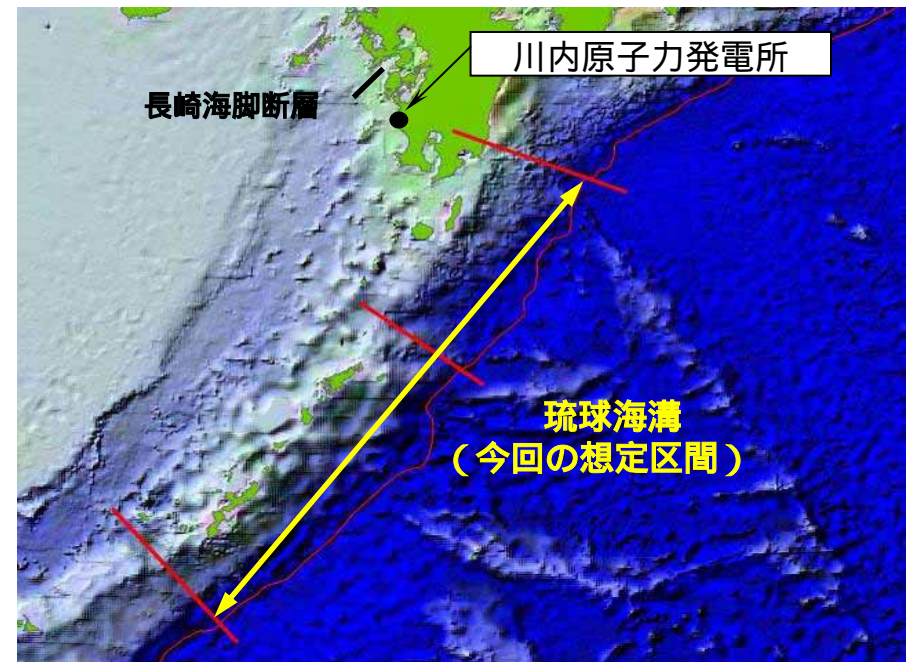
川内原子力発電所周辺の活断層分布



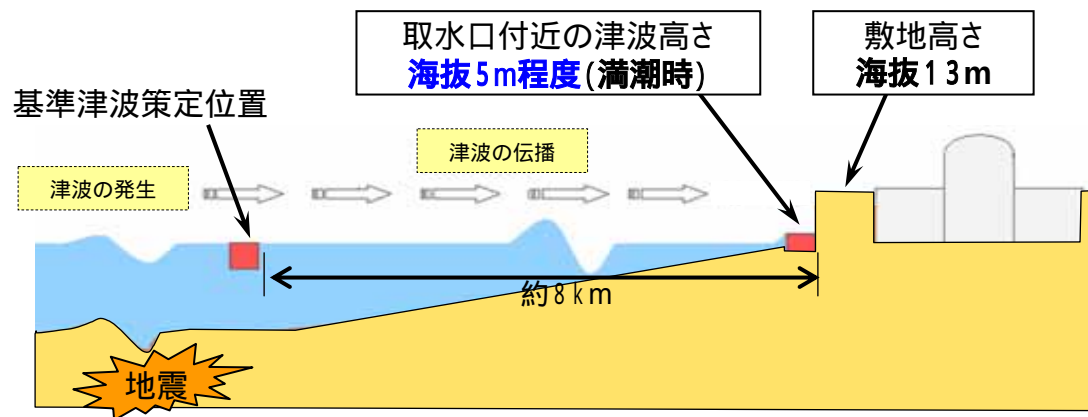
北海道留萌支庁南部地震の概要

[第 1 段階] 異常の発生を防ぎます 津波への対応 (川内)

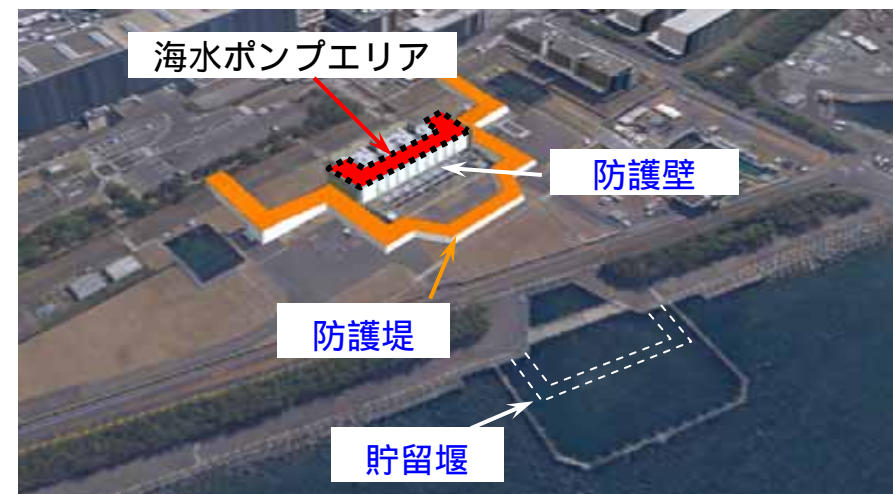
- 現在の知識・データが全てとせず、安全意識として、これを超えることが起こりうるとの観点で、安全側の評価を行いました。
- ・基準津波について、琉球海溝におけるプレート間地震(Mw9.1)を考慮して見直し。
発電所(取水口付近)の最高水位は、海拔 5 m 程度(満潮時) []
- ・海拔 5 m に位置する海水ポンプエリアの防護壁や引き波時にも取水可能となるよう取水口前面に貯留堰を設置 []



津波評価で想定した津波発生源



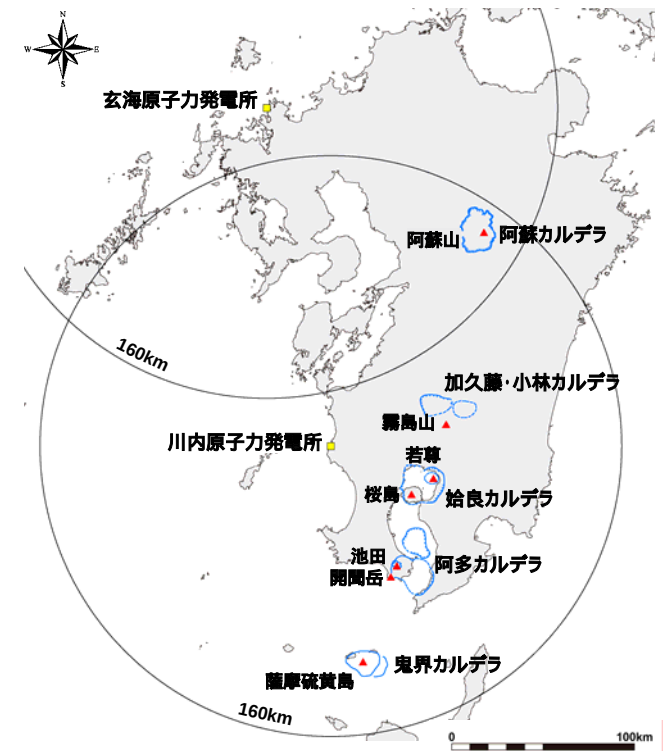
津波評価の概要



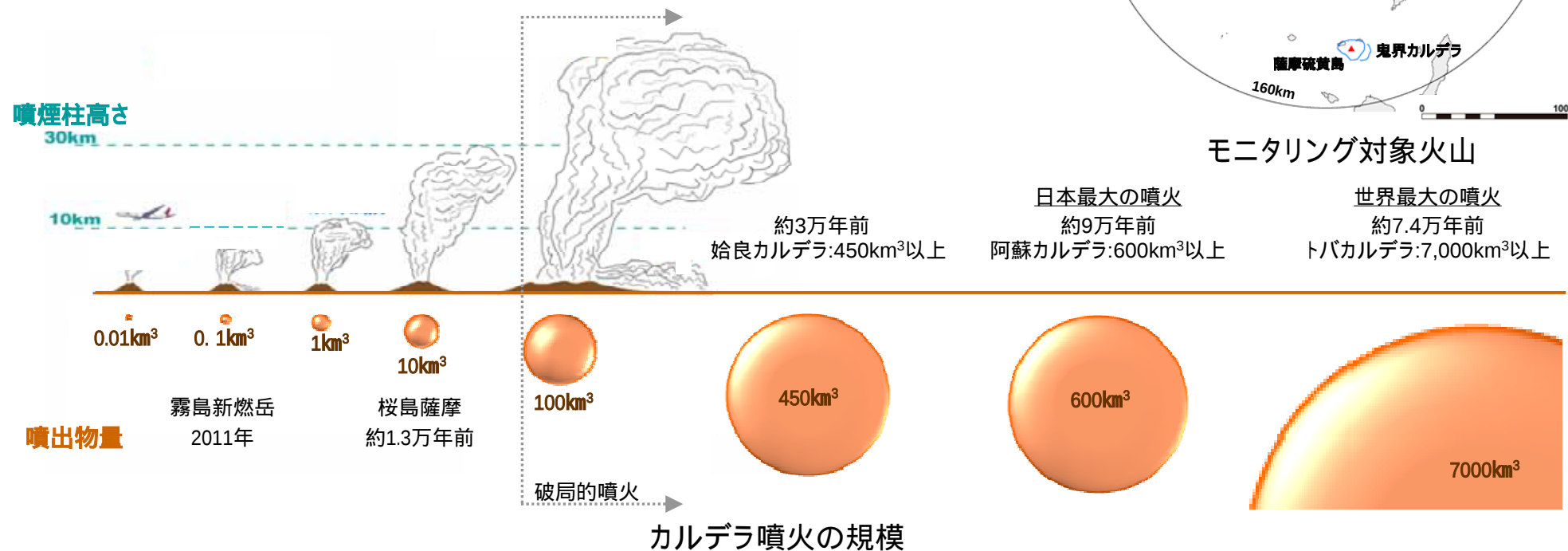
海水ポンプエリアの防水対策

[第1段階] 異常の発生を防ぎます 火山への対応

- 過去に破局的噴火があったカルデラについて、モニタリングを実施します。
 - ・火山の状態に変化がないことを定期的にモニタリング
(地殻変動・地震活動の観測データ、公的機関の公表情報等を収集・分析)
 - ・破局的噴火に発展する可能性がある場合、原子炉の停止、燃料体等の搬出を実施
- モニタリングに係る委員会を立ち上げるなど、具体的なしくみを構築します。また、専門家の意見等を取入れながら、継続的に取り組んでまいります。



モニタリング対象火山

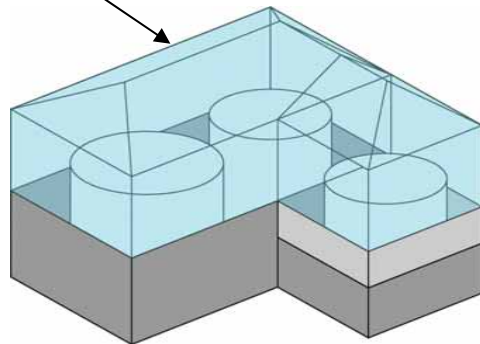


[第 1 段階] 異常の発生を防ぎます

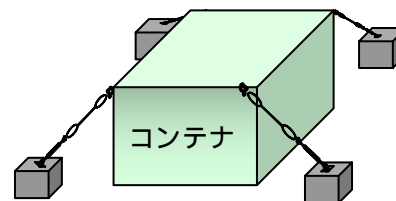
- その他の自然災害対策として、竜巻対策及び外部からの火災延焼対策を強化しました。
- プラント内の安全上重要な設備を防護するため、内部火災対策、溢水対策を強化しました。

竜巻対策

防護ネット



屋外タンクエリアの防護ネット

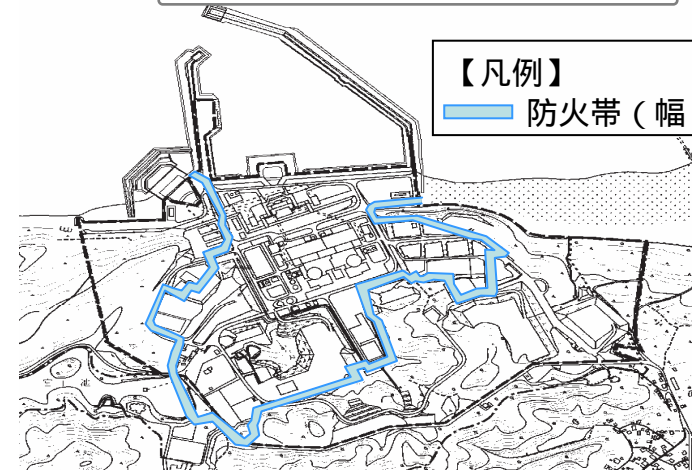


資機材の固縛（飛散防止）

発電所に設置する防火帯

【凡例】

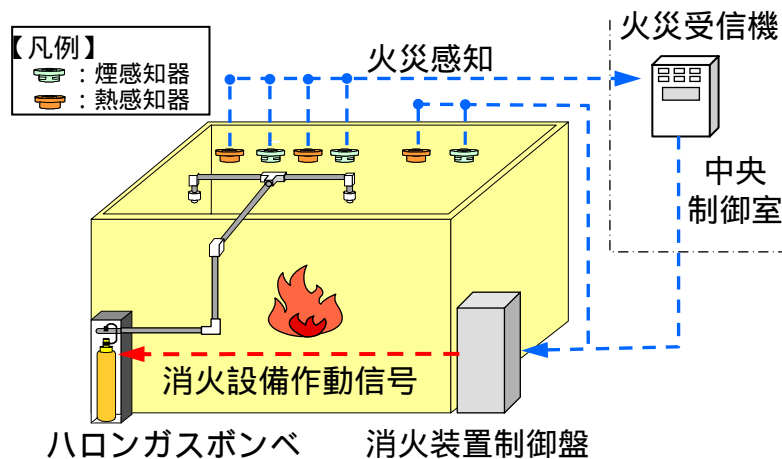
— 防火帯（幅 2 0 m）



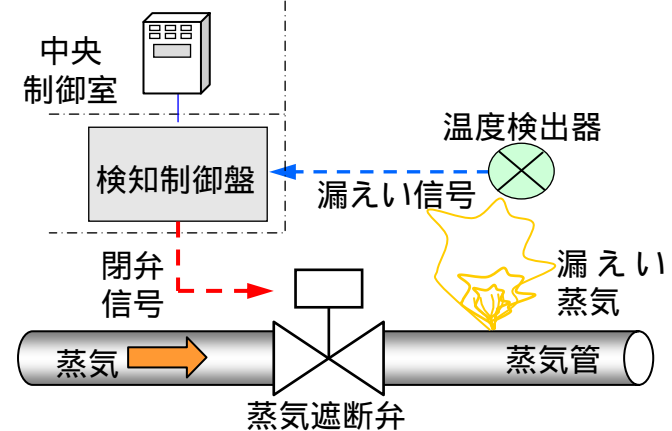
火災感知器、自動消火設備の追加設置

【凡例】

☐ : 煙感知器
☐ : 熱感知器



溢水対策（蒸気漏えいの早期検知、遮断）

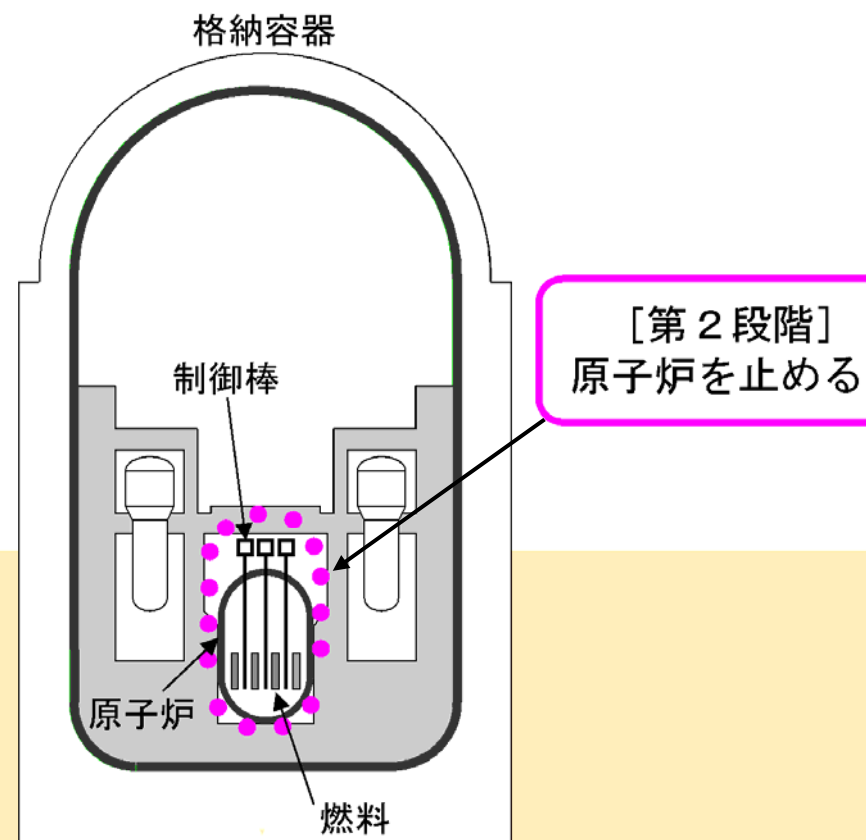


[第 2 段階] 異常の拡大を防ぎます

第 2 段階 異常の拡大を 防ぎます

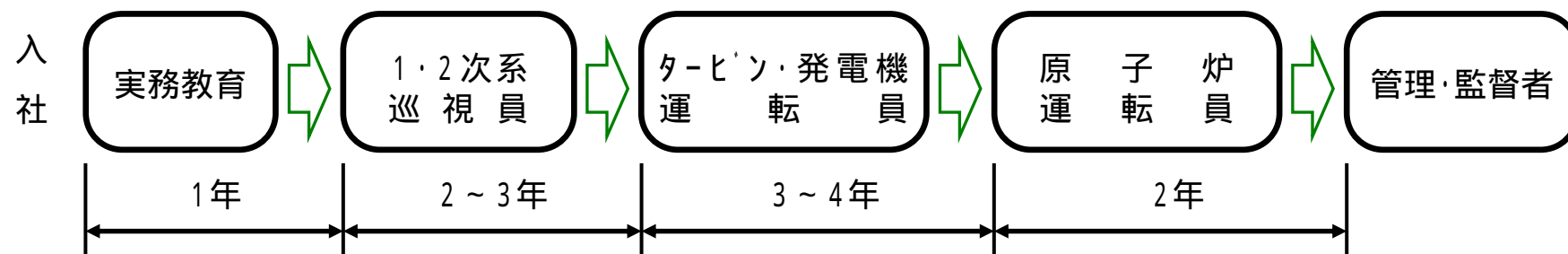
地震・津波等の自然現象により、発電所で異常が発生してしまった場合でも、それを「事故」に拡大させないような対策をとっています。

・地震の揺れ等を感知して、**原子炉は自動で停止**(制御棒を挿入)します。



[参考] 運転員の教育

- 運転員には、予期せぬトラブルと直面しても、沈着冷静な判断力と確実な操作が求められています。この要求を満たすために発電所内の原子力訓練センター等で厳しい訓練を受けています。
- 運転員は、実務教育後、発電所内の巡視員からはじまり、タービン・発電機運転員、原子炉運転員等の経験を積み重ね、約10年かけて一人前の運転員になります。



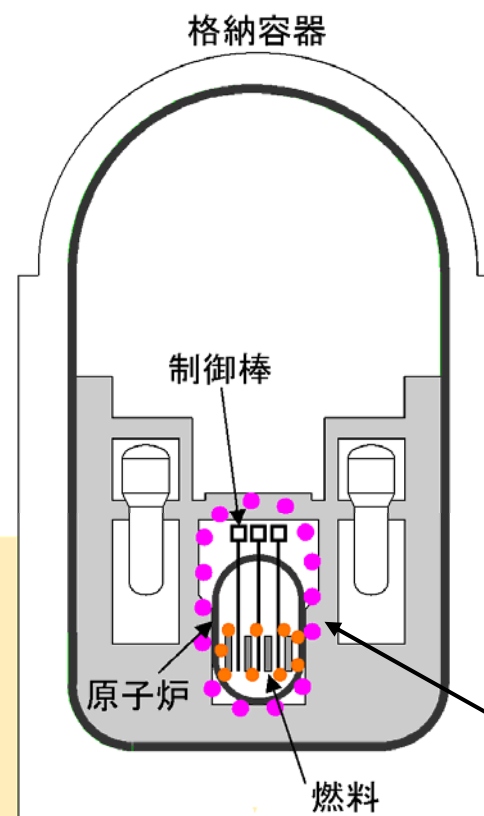
[第3段階] 燃料の損傷を防ぎます

それでも、事故に至ったら

第3段階 燃料の損傷を防ぎます

原子炉の中にある燃料が損傷し、大きな事故に至ることがないように、燃料を冷やすためのさまざまな対策をとっています。

・原子炉の中の燃料を冷やすための、もともとあった複数の装置に加え、さらにいくつかの冷やす方法を追加しました。



※燃料の損傷とは

燃料棒

放射性物質は、燃料棒の中に閉じ込められていますが、何らかの原因で燃料が高温になると、燃料棒が壊れて、中の放射性物質が燃料棒の外に出てきます。

従って、原子力発電所の安全を守る上で、燃料を損傷させないこと、さらに、放射性物質を外に出さないようにすることが大切です。

燃料を損傷させないためには、燃料が高温にならないよう、冷やし続ける必要があります。

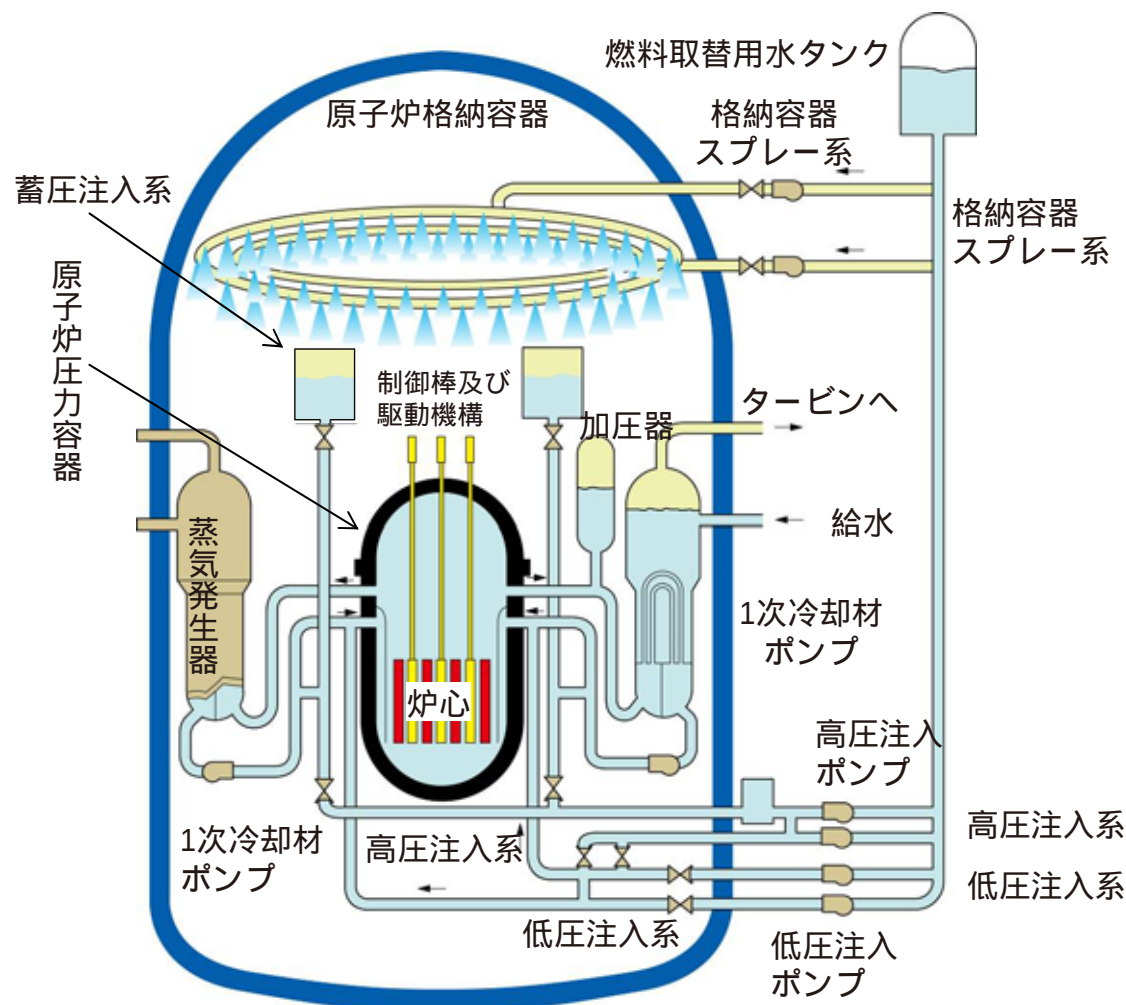
燃料

ウラン235
(3~5%)
ウラン238
(95~97%)
放射性物質
(ウランの燃えた残り)

[第3段階]
燃料を冷やす

[第3段階] 燃料の損傷を防ぎます ~ もともとあった装置 ~

- 原子力発電所では、配管の破断により冷却材が喪失する事故を想定し、これに備えるための非常用炉心冷却装置（ECCS）や格納容器スプレー装置が多重に設けられています。



非常用炉心冷却装置 (高圧・低圧注入系、蓄圧注入系)

圧力容器内部の状況に応じ、それぞれの系統を用いて炉心に水を注入します。

[第3段階] 燃料の損傷を防ぎます

～ 冷却・電源供給手段の多様化～

- それでも、もともとあった装置が使用できないことを想定して、シビアアクシデントの進展を防止するために、電源供給手段の多様化、冷却手段の多様化に努めています。

< 電源供給手段の多様化 >

- 非常用ディーゼル発電機等の常設の電源設備に加え、原子炉及び使用済燃料ピットにある燃料の損傷を防止するための電源や監視するための計器類に、電源を供給する手段の多様化を図っています。



大容量空冷式発電機



非常用ディーゼル発電機
燃料油貯蔵タンク増設工事

< 冷却手段の多様化 >

- 原子炉及び使用済燃料ピットにある燃料の損傷を防止するため、常設のポンプに加え、可搬型のポンプ等を配備し冷却手段の多様化を図っています。



移動式大容量ポンプ車



ホース車

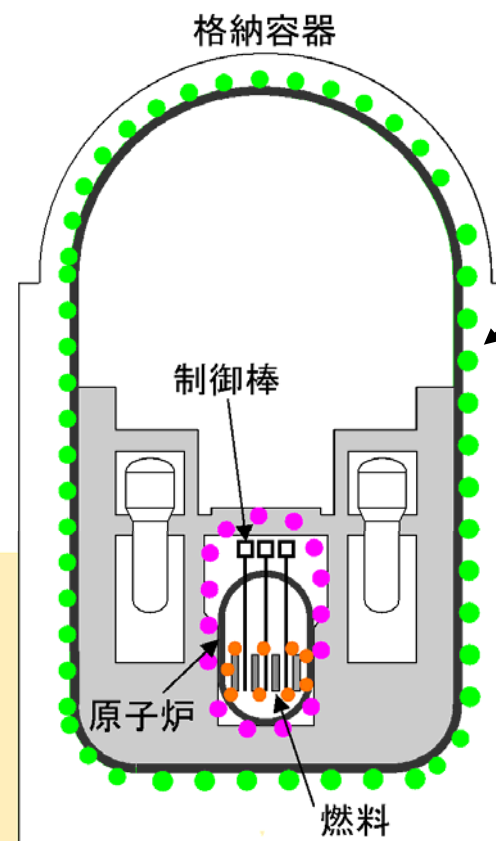
[第 4 段階] 放射性物質の放出を防ぎます

それでも、燃料の損傷を想定

第 4 段階
放射性物質の
放出を防ぎます

放射性物質が外部に放出されることがないように、格納容器内に閉じ込める対策をとっています。

・格納容器の破損を防ぐための、もともとあった複数の装置に加え、さらにいくつかの圧力を下げる方法を追加しました。



[第 4 段階]
放射性物質を
閉じ込める

[第 4 段階] 放射性物質の放出を防ぎます 格納容器破損防止(川内)

- 原子炉格納容器の破損を防止するための冷却手段の多様化及び、水素濃度低減対策に努めています。

原子炉格納容器の冷却・減圧

格納容器内の冷却手段の多様化（常設設備が使用できない場合の対策追加）

- ・ 常設電動注入ポンプ、可搬型ディーゼル注入ポンプ、可搬型電動低圧注入ポンプによる格納容器スプレイによる格納容器の冷却等

格納容器水位計の設置

- ・ 格納容器スプレイ時の格納容器水位は、格納容器に注水した水量により把握できるが、水位確認手段を更に追加

溶融炉心冷却

格納容器下部に落下した溶融炉心の冷却

- ・ 常設電動注入ポンプ、可搬型ディーゼル注入ポンプ、可搬型電動低圧注入ポンプを使用した格納容器スプレイによる、格納容器下部への注水

原子炉キャビティ水位計の設置

- ・ 格納容器下部に落下した溶融炉心を冷却する水が、原子炉下部キャビティに溜まったことは、注水の積算水量計や水源となるタンクの水位変化により確認できるが、水位確認手段を更に追加

水素爆発

水素爆発を予防するための水素濃度低減対策

- ・ 静的触媒式水素再結合装置の設置
- ・ 電気式水素燃焼装置を設置

可搬型格納容器水素濃度計を配備

- ・ 中央制御室から格納容器内の水素濃度を監視



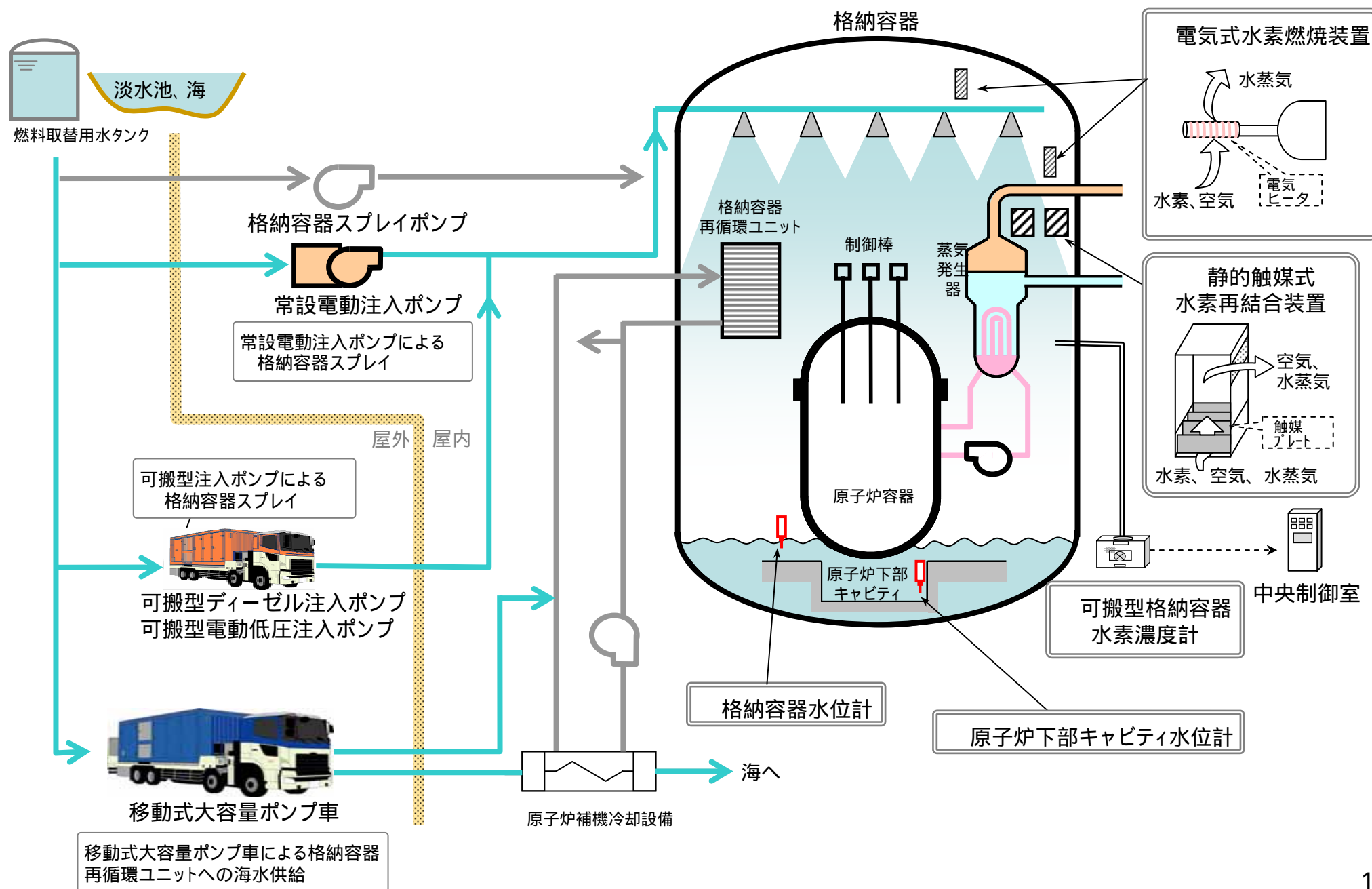
可搬型ディーゼル注入ポンプ



移動式大容量ポンプ車

～ は下記
概略図に対応

〔第4段階〕放射性物質の放出を防ぎます 格納容器破損防止(川内)



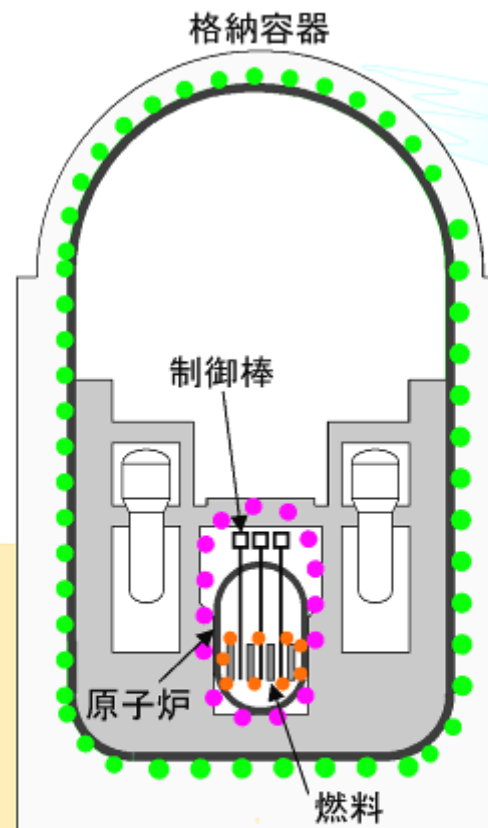
[第 5 段階] 放射性物質の放出を極力抑えます

それでも、格納容器の破損を想定

第 5 段階
放射性物質の
放出を極力抑えます

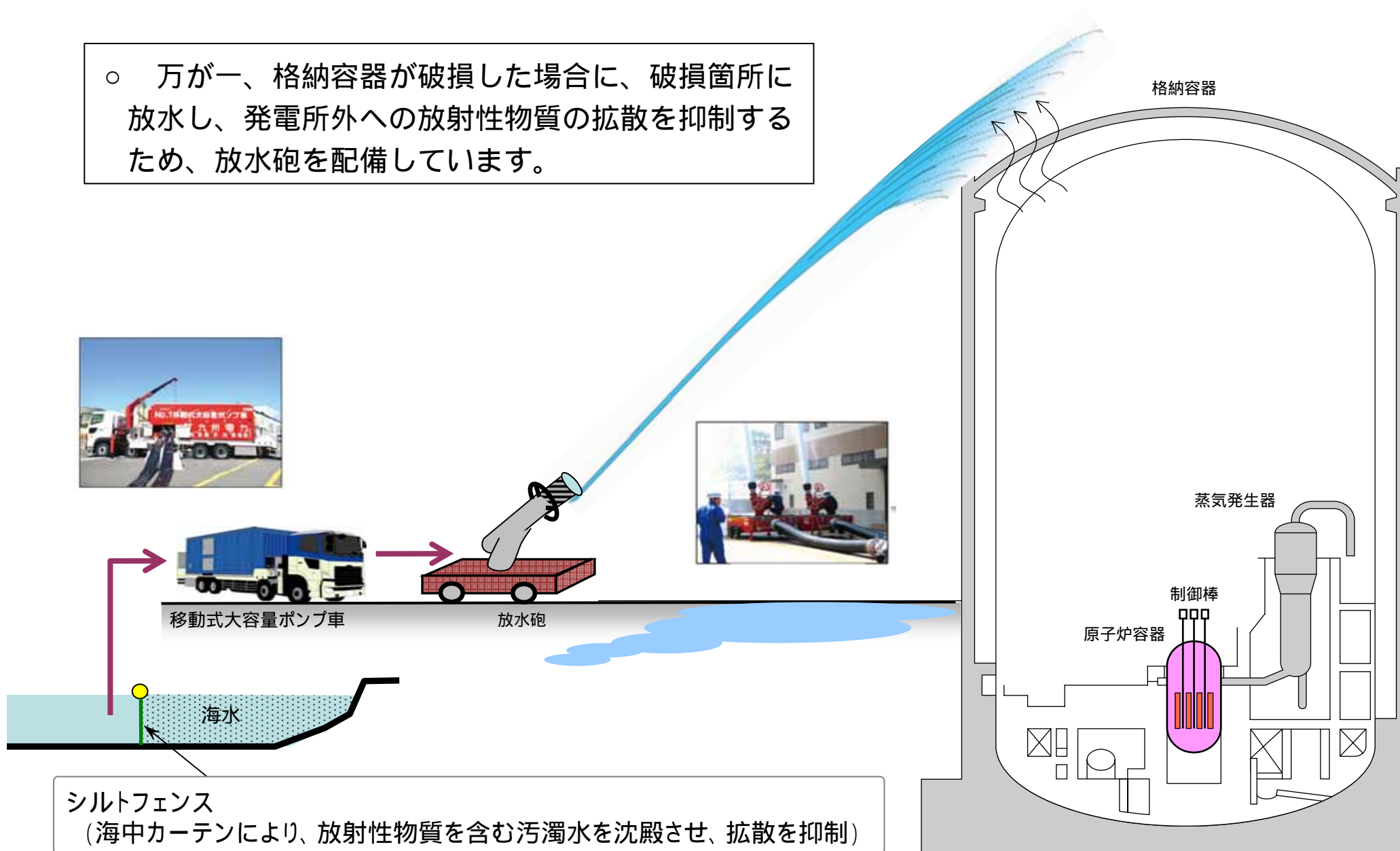
格納容器の漏えい箇所へ放水することにより、放射性物質の周辺環境への放出を極力低く抑えます。

[第 5 段階]
格納容器の漏えい箇所からの放射性物質の放出を抑える



[第 5 段階] 放射性物質の放出を極力抑えます

- 万が一、格納容器が破損した場合に、破損箇所には放水し、発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため、放水砲を配備しています。



[第 6 段階] 放射性物質から皆さまを守ります

それでも、放射性物質の周辺への拡散を想定

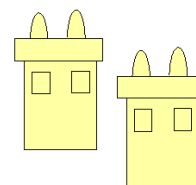
第 6 段階

放射性物質から
皆さまを守ります

国、自治体及び当社が連携し、適切な避難や緊急時の放射線測定を実施する等、地域の皆さまの安全を確保するために最善を尽くします。

- ・当社と、国(首相官邸・原子力規制庁)や自治体との情報共有システム(TV会議)が強化されました。
- ・国や自治体、事業者等の連携のもと、毎年、訓練が実施され、避難の手順等の習熟が図られています。

[第 6 段階]
放射性物質から
人を守る (防災)



放射線モニタリングポスト
(空気中の放射線の量を
測定する装置)



避難所

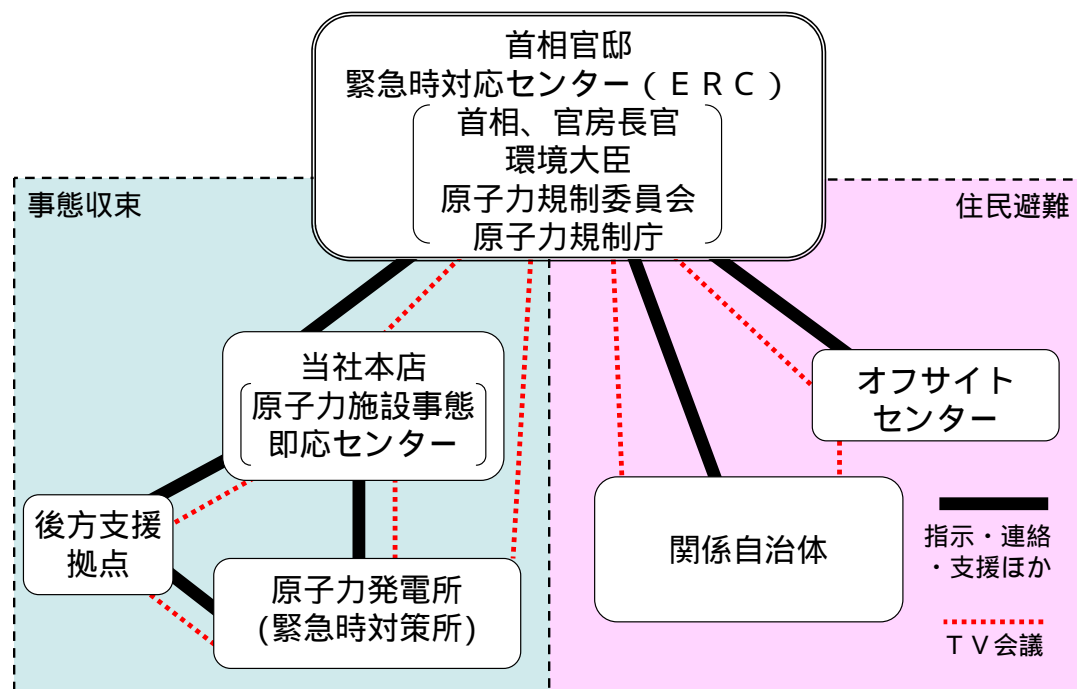
県庁・役場
(防災計画)

[第 6 段階] 放射性物質から皆さまを守ります

- 第 6 段階（放射性物質の周辺への拡散）においては、皆さまを放射性物質からお守りするための取り組みが必要です。
- このため、万が一の原子力災害に備え、原子力災害対策特別措置法に基づき、国や自治体、事業者などの関係機関を中心に対応体制が整備されており、当社では、原子力事業者防災業務計画 を関係自治体の地域防災計画との整合を図りながら策定しています。
- 今後とも、国や自治体との連携のもと、皆さまの安全確保に万全を期してまいります。

原子力災害発生及び拡大を防止し、復旧を図るために、当社が実施する必要な業務を定めたもの

原子力災害発生時の対応体制



[平成25年度原子力総合防災訓練の例]



緊急時対策所の
テレビ会議システム

[第 6 段階] 放射性物質から皆さまを守ります

- 昨年 10 月、福島第一事故の教訓を反映した、新たな原子力防災体制のもとでは、初めてとなる国主催の原子力防災訓練が、川内原子力発電所を発災事業所として、実際の災害場面に合わせた実時間実動訓練により、住民避難など原子力災害対応体制を検証することを目的に実施されました。
- 今後とも、国、関係自治体や関係機関との緊密な連携が図れるように、適宜・的確な情報発信に努めます。

[訓練の概要]

1 . 日 時

平成 25 年 10 月 11 日 (金) 10 時 00 分 ~ 17 時 30 分

平成 25 年 10 月 12 日 (土) 11 時 00 分 ~ 16 時 30 分

2 . 参加者

国 : 内閣総理大臣、官房長官、環境大臣、原子力規制委員長 他
鹿児島県 : 知事、薩摩川内市長、いちき串木野市長、その他関係市町首長
参加機関 : 約 130 機関、 参加人数 : 約 3,400 人
当 社 : 社長、副社長、発電本部長 他、約 400 人

3 . 訓練の特徴

- ・実際の災害場面に近似させた状況において、その場での対応を訓練する「実時間実動訓練」を実施。



[第 6 段階] 放射性物質から皆さまを守ります

- 発電所周辺地域の皆さまの安全の確保及び環境保全を図るため、既に安全協定を締結している立地自治体に加え、関係周辺自治体とも協定締結等を進めており、地域の皆さまの安全と安心の確保を図っています。
- 協定等では、発電所の通常運転中の情報提供や異常時における連絡等が定められております。
- 原子力発電所に対する不安がある中で、少しでも住民の皆さまの安心につなげるために、これらの協定等をしっかりと運用してまいります。

【川内原子力発電所】

立地自治体：鹿児島県、薩摩川内市

周辺自治体：いちき串木野市、阿久根市

鹿児島市、出水市、日置市、姶良市、さつま町、長島町
熊本県、宮崎県(覚書を締結)

川 内



【玄海原子力発電所】

立地自治体：佐賀県、玄海町

周辺自治体：佐賀県内17市町、唐津市(伊万里市については、協議中)

福岡県、糸島市、福岡市

長崎県、松浦市、佐世保市、平戸市、壱岐市

熊本県(覚書を締結)

玄 海





1 安全性向上への取組み

2 その他自主的な取組み

3 その他参考資料

その他自主的な取組み（ソフト面） 1 / 3

発電所におけるさまざまな訓練の実施

- 夜間や雨天等の厳しい条件下においても、今回導入した様々な対策を確実に実施できるように、実践的な訓練を積み重ねることにより、緊急時対応能力の維持・向上に努めています。

全交流電源喪失訓練

運転シミュレータを使った訓練



全交流電源喪失に至った場合を想定し、訓練シミュレータで、照明を消灯した中での緊急時運転操作訓練

発電所員の召集訓練

緊急時態対応のために、対策要員となる社員・協力会社員を居住場所から発電所へ招集する訓練



対策要員召集のため関係者へ連絡

連絡



みやま寮玄関前での召集
(薩摩川内市久見崎町)

徒歩による出社

連絡



交通機関の乱れ等も想定した徒歩による出社(薩摩川内市青山町付近)

徒歩による出社



緊急時対策所召集

その他自主的な取組み（ソフト面） 2 / 3

がれき撤去訓練



高圧発電機車等の通行障害となるがれき等をホイールローダにより撤去する訓練

給水確保訓練

原子炉を継続して冷却するための仮設ポンプによる冷却水供給訓練



原子炉冷却用の可搬型ディーゼル注入ポンプや仮設ホースの設置

電源確保訓練



大容量空冷式発電機等による電源供給や電源ケーブルの布設

外部電源復旧訓練



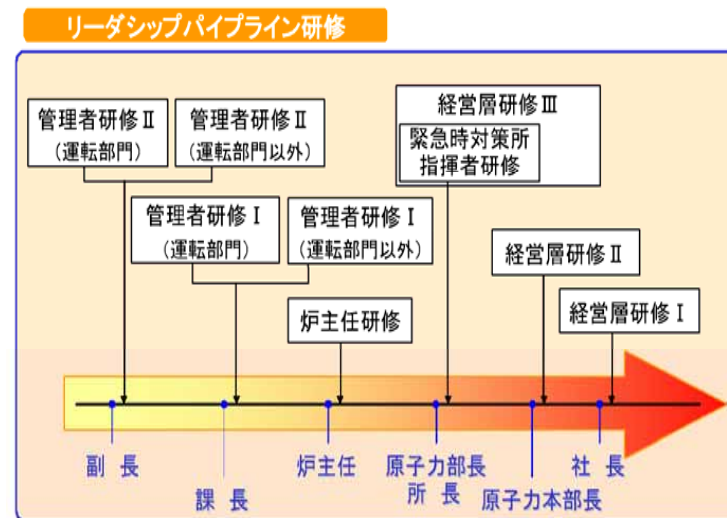
通常を送電線ルートが機能しなくなった場合を想定し、移動用変圧器を発電所内に設置して別ルートから電力を供給する訓練

その他自主的な取組み（ソフト面）3 / 3

原子力災害時の復旧能力の向上

〔リーダーシップの育成〕

- J A N S I が主催する階層に応じた実践的な研修への参加を通じて、技術力及び緊急時対応能力の向上を図っていきます。
 - ・ 緊急時対策所指揮者研修
強いリーダーシップの発揮と事象の進展を予測した指示の重要性を認識・向上させる、発電所上層部の教育
 - ・ 管理者研修
当直長クラスを対象とした、シビアアクシデント発生時などの高ストレス下での対応訓練を実施



出典：原子力安全推進協会HP

〔原子力緊急事態支援センターとの合同研修〕

- 原子力災害発生時、原子力緊急事態支援センターから遠隔制御が可能なロボット等の支援を受ける体制を構築しています。
- 同センターの協力のもと、ロボットの操作訓練を行い、実践力を高めています。



ロボット操作研修風景

その他自主的な取組み（ハード面）

- 当社は、規制要求にとどまることなく、世界最高基準の安全性を目指して、自主的かつ継続的な安全性向上対策についての取組みを全社一丸となって進めてまいります。

自主的な取組み事例

水密扉の例【自主】



防水対策（水密扉等への取替）



ガレキ撤去用重機等の配備



発電機の設置（例）
非常用発電機の追加設置

予備変圧器、所内開閉装置を高台へ移設【自主】



外部電源の信頼性確保

○原子力施設事態
即応センター



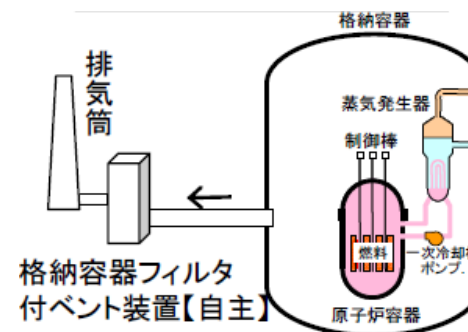
国からの指示及び情報共有の更なる徹底のため、本店内に原子力施設事態即応センターを整備

○原子力緊急事態
支援組織への参画



電事連大でロボットなどを配備し、レスキュー部隊を整備

原子力防災の強化



格納容器フィルタ付ベント装置の設置



1 安全性向上への取組み

2 その他自主的な取組み

3 その他参考資料

東京電力福島第一原子力発電所事故の反省

要因	根本原因	根本原因分析の視点		
		安全意識	技術力	対話力
自然災害対策の不備	○ 知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が足りなかった	○ 自然現象の記録には不確実さが大きいことを認識した上で、安全性を重視して積極的に対策を講じる姿勢が不足していた ○ 発生可能性に係らず深層防護の第3・4層の対策を講じる認識が不足していた	○ 土木学会の判断に過度に依存し、自ら検討を深めて、判断する姿勢が不足していた ○ 費用対効果が大きく短期間で実施可能な対策を立案する柔軟な発想が欠けていた	○ 過剰な対策を求められることを恐れて、津波対策の必要性について、規制当局や立地地域とのコミュニケーションを図る姿勢が不足していた
過酷事故対策不備	○ 過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、更に安全性を高める必要性は低いと判断した結果、過酷事故対策の強化が停滞した	○ 稼働率が経営課題として位置付けられているのに対し、継続的に安全性を高めることが重要な経営課題に位置付けられていなかった	○ 海外の運転経験やテロ等の情報を見ても、自然災害やテロ等の外的事象によって全電源喪失が発生し、過酷事故に至るリスクを無視できないものと考えることが出来なかった	○ 過酷事故対策そのものを認めることで、現状の安全性を説明することが困難になり、訴訟等に悪影響があると考えた
事故対応準備不足	○ 過酷事故、複数号機の同時被災が起きると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった	○ 過酷事故は起こらないとの思い込みから、訓練計画が不十分で、形式的であった ○ 必要な資機材の備えが不足していた	○ 緊急時必要な作業を設定していなかったため、迅速に実行できなかった ○ 過酷事故時にも計器類からプラント情報が入手できると考えていた	○ 事故の進展状況を迅速的確に関係機関や地元自治体に連絡できなかった
組織	○ 原子力発電という特別なリスクを扱う企業として、経営層全体のリスク管理に甘さがあった			

P R A手法の高度化

- 今後、メーカー、原子力リスク研究センター等と協働してP R A手法の高度化に向けた、整備及び研究・開発を推進します。

PRA手法の整備・活用状況		レベル1	レベル2 レベル1.5	レベル3
内部事象	出力運転時	■	■	■
	停止時	■	■	■
外部事象	地震	■	■	■
	津波	■	■	■
	溢水	■	■	■
	火災	■	■	■
	上記以外	■	■	■

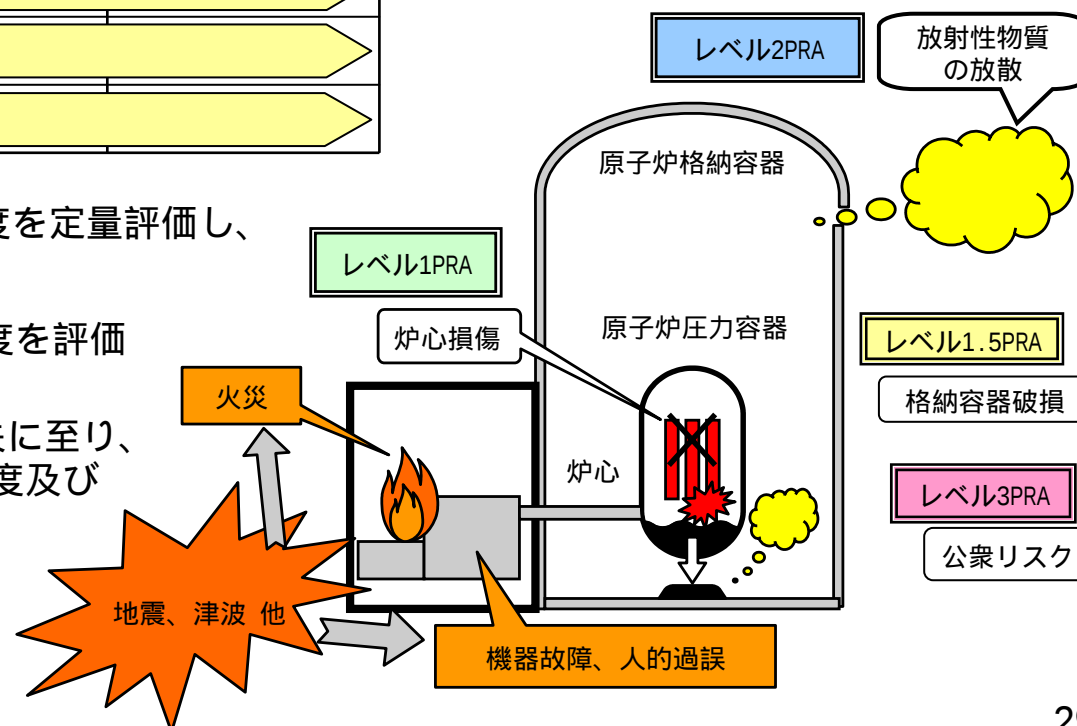
- 実プラント評価実績あり
- 実プラント評価への適用性検討段階
- 研究・開発段階

レベル1 PRA : 炉心損傷に至る各事故シーケンスの発生頻度を定量評価し、炉心損傷頻度を評価

レベル1.5PRA : レベル1 PRAに加えて、格納容器破損頻度を評価

レベル2 PRA : レベル1 PRAに加えて、格納容器機能喪失に至り、放射性物質が環境中に放散する発生頻度及び放射性物質環境放出量を評価

レベル3 PRA : レベル2 PRAに加えて、環境に放散される放射性物質による健康影響と発生確率(健康リスク)を評価



コミュニケーション活動の実績

- 発電所周辺の地域の皆さまとのフェイストゥフェイスの対話
原子力発電所の安全対策や新規規制基準への適合性審査の状況等について、発電所の周辺地域を中心に、さまざまな機会を捉え対話活動を実施。
 - ・ 各自治会長等への訪問によるご説明
 - ・ 地元議会（原子力安全対策等特別委員会など）でのご説明
 - ・ 発電所の安全対策や訓練状況の見学会（地域の自治体・議会・区長会・婦人会など対象）、報道機関への公開
- 九州全域で対話を重視した原子力に関するご説明を実施
自治体、官庁関係、政党・議員、労働・経済・産業団体、消費者団体（生協・婦人団体）、町内会長などを対象に、フェイストゥフェイスのご説明を実施。
- 福島第一事故以降のコミュニケーション活動実績
平成24年4月～平成26年3月
九州全域で延べ約14万4千人の皆さまにご説明を実施

訪問活動	説明会	施設見学会
約56,700人	約67,800人	約19,500人