

地域の皆さまへの説明会

平成25年6月



東京電力

本日のご説明内容

- I. 福島原子力事故の総括および
原子力安全改革プラン 2 ~29

- II. 柏崎刈羽原子力発電所の安全対策の
実施状況 30 ~71

- III. 柏崎刈羽原子力発電所の敷地内の
断層調査結果 72 ~86

I. 福島原子力事故の総括および 原子力安全改革プラン

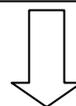
原子力改革の体制

経営体質や安全文化の改革を推進するため、外部専門家に監視・主導していただく取締役会の諮問機関として「原子力改革監視委員会」を設置

原子力改革監視委員会

委員長	Dale E. Klein：デール・クライン	(元米国原子力規制委員会委員長)
副委員長	Barbara Judge：バーバラ・ジャッジ	(英国原子力公社名誉会長)
委員	櫻井 正史	(元国会東京電力福島原子力発電所事故調査委員会委員、元名古屋高等検察庁検事長)
委員	大前 研一	((株) ビジネス・ブレイクスルー代表取締役社長)
委員	下河邊 和彦	(東京電力(株) 取締役会長)
事務局長	鈴木 一弘	(国際原子力エネルギー協力フレームワーク燃料供給ワーキング共同議長、原燃輸送(株) 代表取締役社長)

報告



監視
監督

原子力改革特別タスクフォース

タスクフォース長	廣瀬 直己 (取締役 代表執行役社長)
タスクフォース長代理	相澤 善吾 (代表執行役副社長、 原子力・立地本部長)
事務局長	姉川 尚史 (原子力設備管理部長)
事務局メンバー	35名

原子力改革監視委員会の開催実績

2012年

9月11日 原子力改革監視委員会、
原子力改革特別タスクフォース設置

10月12日 第一回原子力改革監視委員会開催

12月14日 第二回原子力改革監視委員会開催
・ 中間報告

2013年

3月29日 第三回原子力改革監視委員会開催
・ 最終報告

1. 福島原子力事故の総括

1. 1 福島原子力事故に対する反省

【反省1：設備面の不備について】

- ・ 設計段階から外的事象を起因とする共通原因故障への配慮が足りず、全電源喪失という過酷な状況を招き、安全設備のほとんど全てが機能喪失した
- ・ 海外の安全性強化策や運転経験の情報を収集・分析して活用したり新たな技術的な知見を踏まえたりする等の継続的なリスク低減の努力が足りず、過酷事故への備えが設備面でも人的な面でも不十分であった

【反省2：事故時の広報活動について】

- ・ 2011年3月11日の事故発生以降、広報活動全般が、迅速さとの確さを欠いていた。特に、炉心溶融が生じていることを公表したのは、5月24日と大幅に遅れた

以上のことから、炉心溶融、更には広域に大量の放射性物質を放出させるという深刻な事故を引き起こし、立地地域のみなさま、全国・全世界の方々の不安や不信を招いてしまったことを深く反省します。

1. 2 福島事故の根本原因分析

原子力安全改革プランに資するために、特に3つの観点について根本原因分析を行い、今回の事故を防げなかった組織運営面での原因を明らかにする。

(1) 過酷事故対策の不備

過酷事故対策が2002年に完了したが、それ以降も過酷事故対策を継続的に強化していれば、事故の影響を少しでも緩和できたのではないか？

(2) 津波対策の不備

事故以前の津波高さの評価の見直しの際等に、事故の影響を少しでも緩和するために何らかの対策が取れたのではないか？

(3) 事故対応の準備不足

過酷事故や複数号機の同時被災を想定し、実践的な訓練や資機材の準備をしていれば、福島第一の事故の影響を少しでも緩和できたのではないか？

1. 2 福島事故の根本原因分析（過酷事故対策の不備）

根本原因：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考え、過酷事故対策の強化が停滞した。

【安全意識の問題点】

- ・継続的に安全性を高めることが重要な経営課題であるとの共通認識となっていなかった。
- ・これまでのアクシデントマネジメント策で対策は十分と過信し、規制当局がこれを規制事項とすることに強く反対した。
- ・これらの旧原子力経営層の意識が現場での対策立案や実施に影響し、予算確保や的確な実施が難しくなっていた。

【技術力の問題点】

- ・外的事象（自然現象やテロ）によって全電源喪失が発生し過酷事故に至るリスクが無視できないものと考えることができなかった。
- ・海外情報や他発電所のトラブル事例から有益な対策を見つけ出す技術力が不足した。
- ・限られたリソースの活用や短期間で合理的な安全強化策を考える力が不足した。

【対話力の問題点】

- ・過酷事故対策の必要性を認めると、現状の原子力発電所が十分に安全であることを説明することは困難になると考えた。

1. 2 福島事故の根本原因分析（津波対策の不備）

根本原因：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、深層防護の備えを行わなかった。

【安全意識の問題点】

- ・ 自然現象の記録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実施する姿勢が不足した。
- ・ 発生の可能性が低くても深層防護の第3層や第4層の対策を講じるという姿勢が足りなかった。
- ・ 福島県沖でも大津波発生は否定できないとの専門家意見を軽視した。

【技術力の問題点】

- ・ 土木学会での検討に依存し、自ら追加調査や検討を深めて判断する姿勢が不足した。
- ・ 安全及び設備設計担当部門は「原子力発電所の津波評価技術」が福島県沖に津波波源はないと保証するものではないことや、波源モデルの設定によって結果が大きく変わることには注意が足りなかった。
- ・ 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足りなかった。

【対話力の問題点】

- ・ 津波対策の必要性について、規制当局や立地地域とコミュニケーションを図る姿勢が不足した。

1. 2 福島事故の根本原因分析（事故対応の準備不足）

根本原因：過酷事故や複数号機の同時被災が起こればと考えておらず、現場の事故対応の備えが不十分であった。

【安全意識の問題点】

- ・ 過酷事故は起こらないとの思いこみから、訓練計画が不十分であり、訓練が形式的なものとなっていた。
- ・ 同様に、必要な資機材の備えが不足した。

【技術力の問題点】

- ・ 緊急時に必要な作業を自ら持つべき技術として設定していなかったことから、当該作業を自ら迅速に実行できなかった。（発電所）
- ・ 情報がない状況でのプラント状態の推定、対策の迅速な立案ができなかった。（発電所・本店）
- ・ 情報共有の仕組みと訓練が不十分で、円滑な情報共有が図れなかった。（発電所・本店）
- ・ 外部からの問い合わせや指示を調整できず、発電所の指揮命令システムを混乱させた。（本店）
- ・ 資材の迅速な準備、輸送、受け渡しで十分な支援ができなかった。（本店）

【対話力の問題点】

- ・ 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。

1. 3 福島原子力事故の総括

原子力発電という特別なリスクを有する設備運転の責任を有する事業者は、一般産業をはるかに上回る高い安全意識を基礎として、世界中の運転経験や技術の進歩に目を開き、確固たる技術力を身に付け、日々リスクの低減の努力を継続しなければならない立場にあります。

したがって、巨大な津波を予想することが困難であったという理由で、今回の事故の原因を天災として片づけてはならず、人智を尽くした事前の備えによって防ぐべき事故を防げなかったという結果を、真摯に受け入れることが必要と考えます。

1. 4 当時の当社組織内の問題（その1）

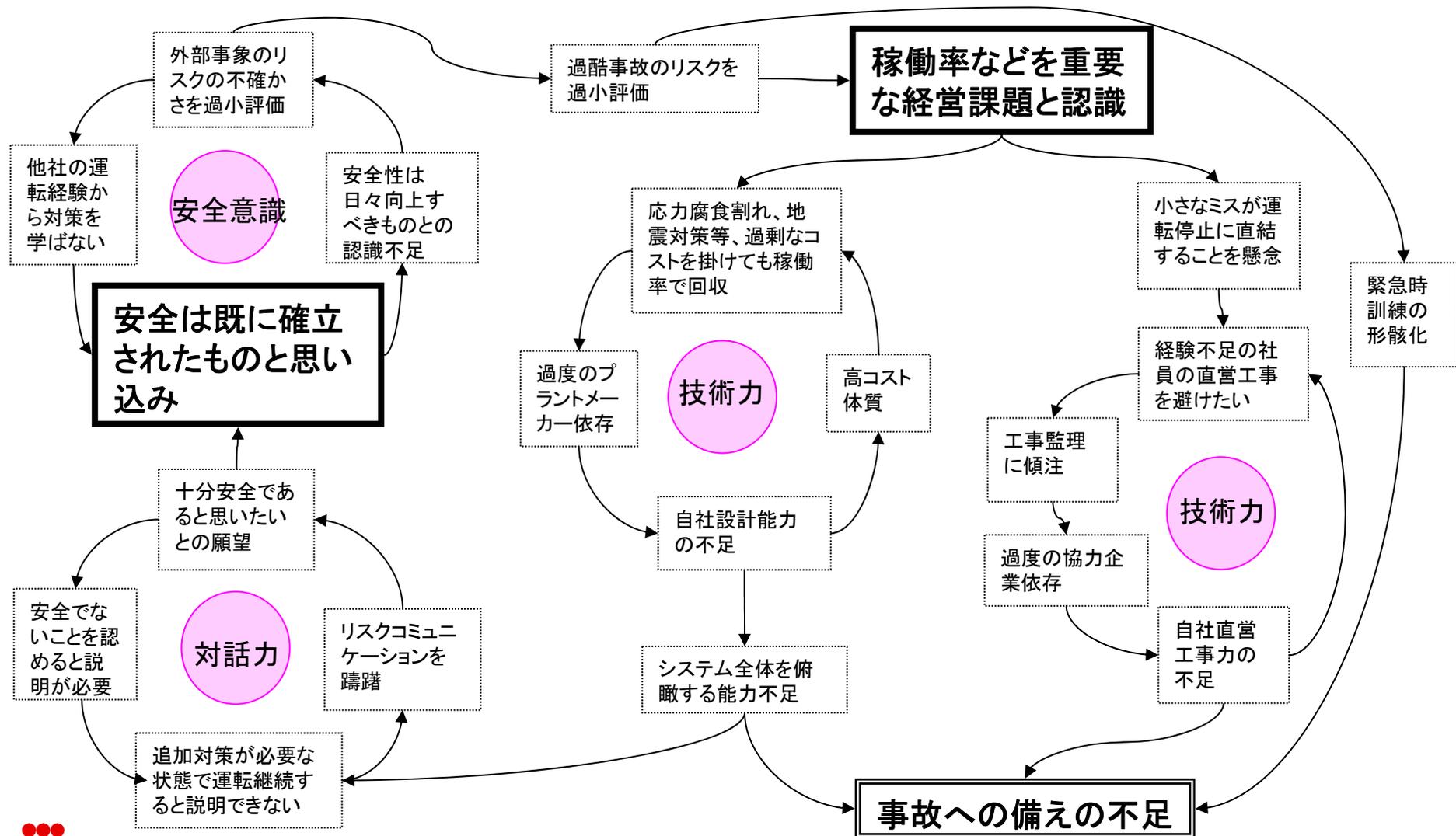
津波に限らず、様々な起因事象による過酷事故を防ぐためには、事故に対する事前の備えが不足した当社組織内に内在する問題を明らかにし、それらを解決する必要がある。

事故の根本原因分析から、事故の背後要因として「安全意識」、「技術力」、「対話力」の不足という問題があり、原子力部門には「安全は既に確立されたもの」と思い込み、稼働率などを重要な経営課題と認識した結果、事故の備えが不足した」ことがあったと判断した。

そして、これを助長する構造的な問題として「負の連鎖」が原子力部門に定着していた。

1. 4 当時の当社組織内の問題（その2）

安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率などを重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足した。



1. 4 当時の当社組織内の問題（その3）

福島原子力事故は、原子力部門の負の連鎖の問題のみによって引き起こされたわけではない。

原子力発電という特別なリスクを扱う企業として、当時の経営層全体のリスク管理に甘さがあったと考えられる。

今後は経営層全体で、原子力部門から独立した第三者の専門的知見などを効果的に活用し、原子力部門による原子力安全リスク（原子力災害等）の管理状況の監視・監督機能を改善・強化していく。

2. 原子力安全改革プラン

2. 1 当社組織内の問題解消のための対策

原子力安全改革プランの実行にあたっては、経営層自らが、

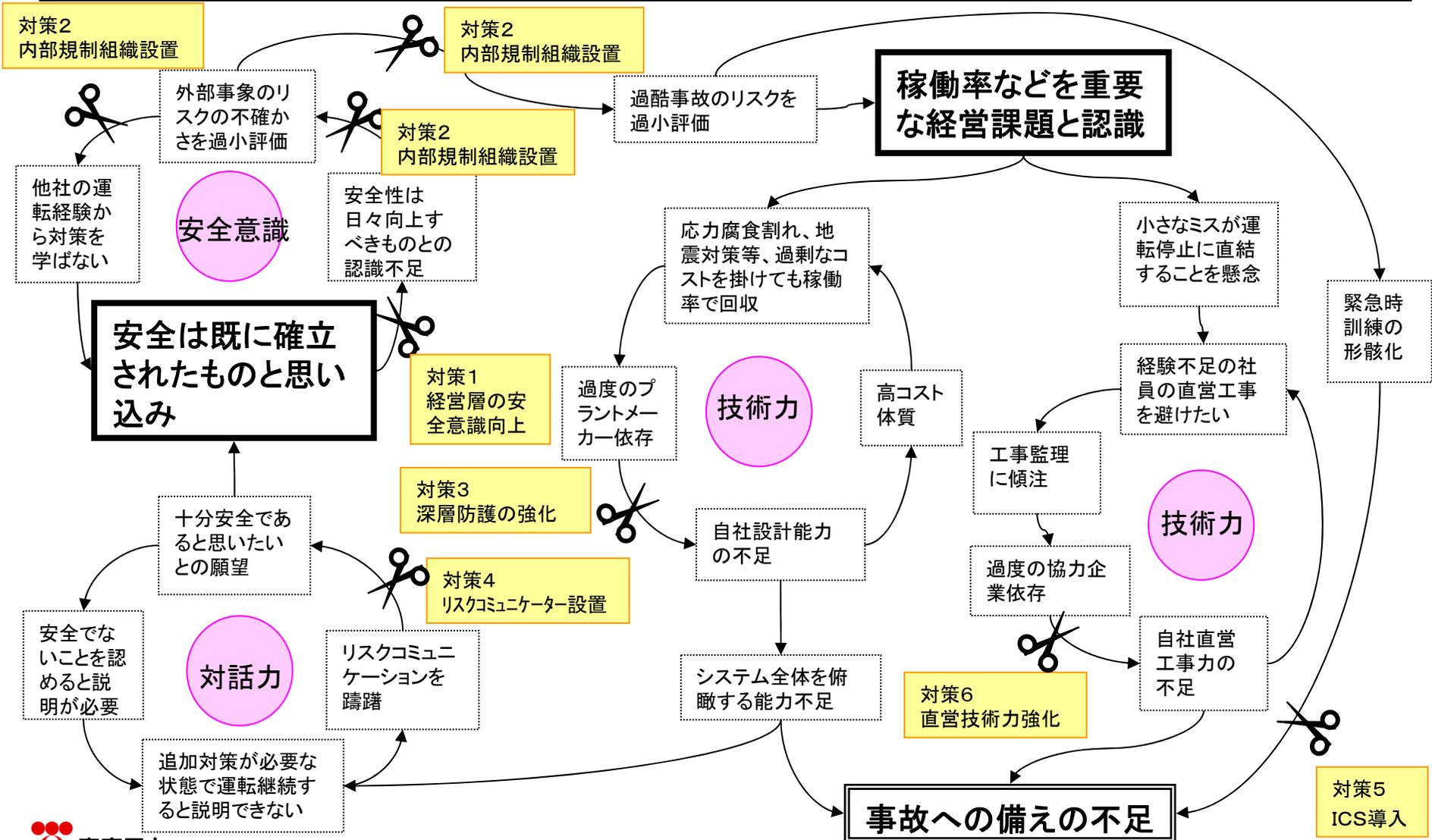
- ・リーダーシップの発揮
- ・各プランの具体方策の妥当性検証
- ・進捗把握と改善指南
- ・遂行に際しての内部統制システムの継続的検証

などに注力して進めていく。

事故の備えが不足した負の連鎖が強固に組織内に定着していたものでありこれを解消するために複数箇所、同時に断ち切る対策を実施する。

2. 2 事故への備えが不足した負の連鎖の遮断

安全は既に確立されたものと思いこみ、稼働率などを重要な経営課題と認識した結果、事故への備えが不足した。



2. 3 【対策1】経営層からの改革（1 / 2）

【要点】

- ・ 経営層は、原子力の特別なリスクを強く認識し、原子力の運転事業者が安全に対して責任を負うことを自覚し、組織全体の安全意識を高めるためにリーダーシップを発揮しなければならない。
- ・ 原子力リーダー（担当役員、発電所長、本店部長）は、適切な行動を体現し、評価され、その能力の向上を図っていかなければならない。
- ・ 経営層は、自ら率先して安全文化を組織全体に浸透させる必要がある。

【対策】

- ・ 原子力に必要な安全に関する知識を高めるとともに、自ら原子力安全改革を実践し組織に安全文化を浸透させる。
- ・ 原子力リーダーに対し、四半期に1回、360度評価（上司、同僚、部下からの評価、協力企業や立地地域の方々からのご意見）を実施し、本人にフィードバックする。

【経営層（執行役 全員）】

- ・ 他社経営改革の失敗・成功例に学ぶ
- ・ 原子力の安全設計の基本原則、安全文化
- ・ 福島原子力事故の原因と対策 等

【原子力リーダー（担当役員、発電所長、 本店部長）】

左記に加え、

- ・ 運転訓練センター上級コース等のプラント運転知識リフレッシュ
- ・ 最新知見の習得、ウォークダウン 等

2. 3 【対策1】経営層からの改革（2/2）



【経営者研修】

5月18,25日に実施



主な内容

- ・ 原子力発電所の安全設計
- ・ 福島第一原子力事故の経過と教訓
- ・ 原子力防災体制

【安全文化】原子力リーダーによる議論



原子力経営層の議論（3月）を皮切りに、本店・発電所でも議論を実施。今後も継続して議論を重ねていきます。



2. 3 【対策2】 経営層への監視・支援強化

【要点】

原子力事業者の取締役会は原子力安全の監視義務を負っている。そのために必要な支援組織を設置し、取締役会へ必要な情報を報告させる。

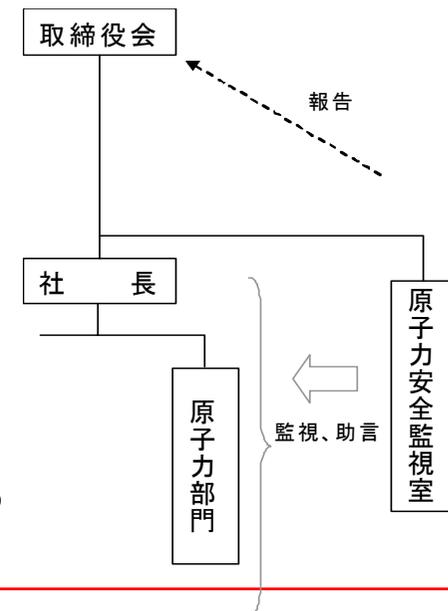
【対策】

- ・ 取締役の意思決定を補佐するために「原子力安全監視室」を設置する。
- ・ 原子力安全監視室はその責任者を社外から招聘し、原子力安全に関する活動を執行側と独立した立場から評価し、執行側に対して監視・助言を行うとともに取締役会に報告する。
- ・ 5/15に原子力安全監視室を設置。室長にジョン・クロフツ（Dr. John Crofts）氏（元イギリス原子力公社 安全・保証担当役員）を選任した。
- ・ あわせて、ミドルマネジメントの役割、原子炉主任技術者の役割の向上を図る。



<経歴: ジョン・クロフツ(Dr. John Crofts)氏>

1969年 Warwick大学(英国)卒
 1972年 核物質固相高温化学博士号取得
 1995年～2000年 Hunting-BRAE(AWEオルダーマストン施設の運営会社) 安全・保証担当役員
 2000年～2007年 UKAEA(英国原子力公社) 安全・保証担当役員
 2007年～2008年 SBB(英国の廃止措置のためのコンソーシアム) 安全・保証担当役員
 2009年～2013年 NMCL(原子力安全に関するコンサルタント会社)入社
 NNB GenCo(フランス電力公社の原子力新炉建設子会社)の原子力安全委員会メンバー



2. 3 【対策3】 深層防護の強化

深層防護とは、安全対策を重層的に施し、いくつかの対策が破られても、全体としての安全性を確保するという考え方。具体的には、①異常の発生防止、②事故の拡大防止、③炉心損傷の防止、④炉心損傷の影響緩和、⑤発電所外の緊急時対応の5つの層がある。

【要点】

リスクをできるだけ小さくし続けるために、継続的に安全性向上対策の強化を積み重ねていくことが必要である。このため、深層防護に則った費用対効果の高い安全性向上対策の強化を迅速に提案するための技術力を育成する仕組みを構築する。

【対策】

- ・ 深層防護を重ねる観点から、業務プロセスの見直しを図る。
 - 組織横断の提案を促進し、安全対策の立案・実行が日常の業務として定着させ、優れた改善提案を実現するという成功体験を重ねる（安全性向上コンペ）
 - 深層防護の観点から国内外の運転経験情報の教訓を抽出
 - 稀頻度重大影響となる外的事象に対するハザード分析 等
- ・ 上記プロセス改善を効果的に進めるため、業務環境の整備を図る。
 - 原子力安全に関する業績評価の向上
 - エビデンス偏重な業務の見直し 等

2. 3 【対策4】 リスクコミュニケーション活動の充実 ① リスクコミュニケーター の設置

【要点】

- ・ リスクを表明すると規制当局や立地地域から過剰な対策を求められ、原子炉停止を余儀なくされるという思いこみによる「思考停止」から脱却することが必要。

以上の課題をふまえ、経営層や原子力リーダーに近い立場でリスクコミュニケーションを実施する専門職「リスクコミュニケーター」を設置する。4/10から選任し、5/末現在で29名（うち、柏崎刈羽原子力発電所には7名）を配置した。

【対策】

- ・ リスクコミュニケーターは、経営層・原子力リーダーに対し、社会目線に基づき、リスク認識や、公表に伴う対策の立案やその限界についての説明方針策定を提言するとともに、方針に従いリスクコミュニケーションを行う。
- ・ リスクコミュニケーターは、日常の対話活動の実践や、外部の専門家等の指導・助言を仰ぎながら、立地地域や社会のみなさまと良い対話を行うためのスキルを養成する。



リスクコミュニケーターによる立地地域や社会のみなさまとの対話活動



2. 3 【対策4】 リスクコミュニケーション活動の充実

②SC（ソーシャル・コミュニケーション）室の設置

【要点】

当社を取り巻く現状を正しく理解できず、立地地域や社会の皆さまの心情への感度が鈍く、社会の皆さまのご不安を招いた（国会事故調への対応、福島第一原子力発電所停電事故の対応など）。

こうした現実を踏まえ、社会に対して適切にコミュニケーションしていくためには、原子力部門を中心に体質的な問題に踏み込んで改善を図ることが、喫緊の課題である。

これまでの改善活動が体質の根深い部分まで踏み込むことができなかったことを反省し、今回は社外者を招聘し、当社の考え方や判断と社会との尺度のズレを是正し、同時にリスク拡大防止の体制を整える。

【対策】

- ・社外から「SC室長」を招聘し、社長直属の組織（SC室）を設置し、以下を実施する。
- ・4/10にSC室を設置し、現在、社長が室長を兼務し、活動を開始した。

<社内への啓発活動>

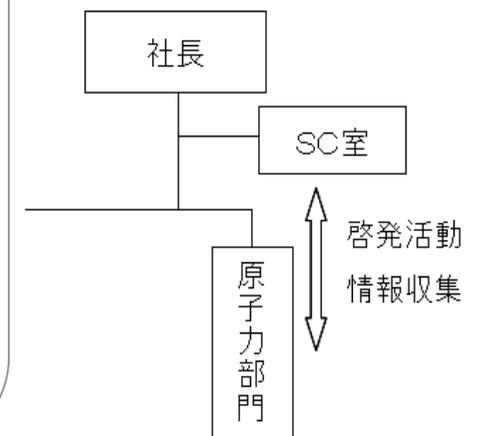
- ・リスクコミュニケーターを活用し、業務内容に踏みこんでリスク情報を収集
- ・社会の皆さまのお立場への感度の重要性について啓発活動を実施

<活動状況に関する情報収集、改善指示>

- ・収集したリスク情報を分析、社会の尺度に照らして顕在／潜在リスクそれぞれに、必要な対応策を指示。

<改善指示事例の社内での共有>

- ・指示の内容は、社内に広く共有し、会社全体の体質改善とリスク管理を図る



2. 3 【対策4】リスクコミュニケーション活動の充実

国会事故調への対応に関する第三者検証委員会からのご指摘について

- 国会事故調への虚偽説明に関して、当社は第三者検証委員会から、以下の3つの改善要望について指摘されている。

- ・ 対外的な折衝に当たる従業員教育を充実させること
- ・ 社員間の協力体制、支援体制が組織化されていること
- ・ 東電としての姿勢を対外的に示さなければならない事案については、上層部の指示が全社員に浸透し、社員が早い段階から上層部に相談することができる組織構築が確立されること

当社は、本件を「単に従業員個人の資質だけに起因するもの」ではなく、これらの改善要望が記載された背景には、当社の考え方、判断の尺度が社会とズレていることに気づくことができなかつた会社全体の組織体質の問題があると真摯に受け止め、「経営層の改革」、「リスクコミュニケーターの設置」「SC室設置」の対策を実施することにより、体質改善および組織的な支援体制整備を図る。

2. 3 【対策5】 発電所および本店の緊急時組織の改編（1 / 2）

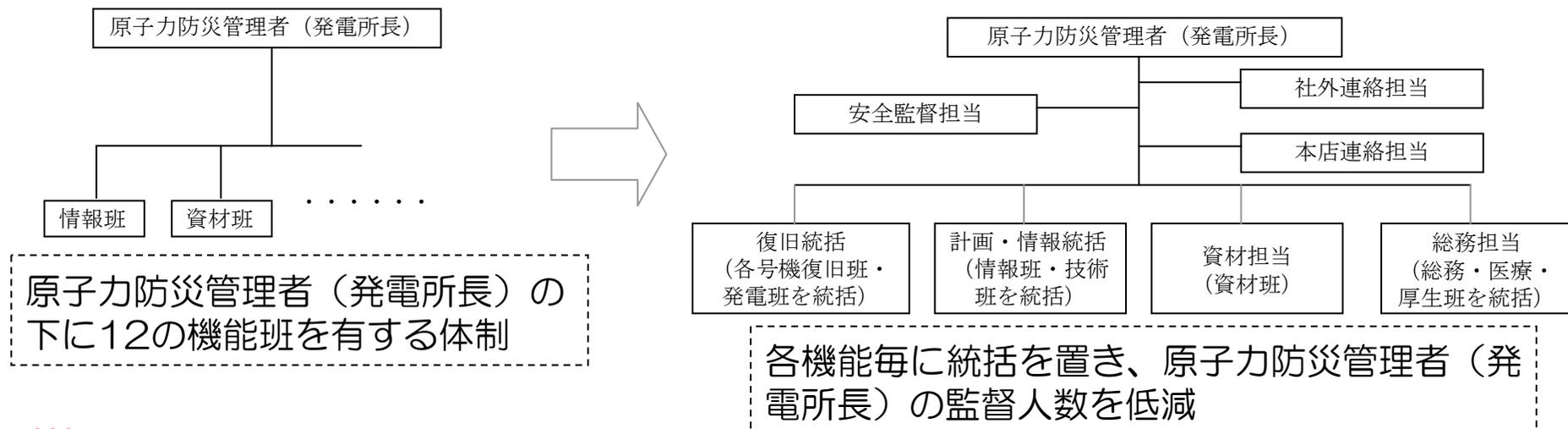
【要点】

- ・ 震災後、「指揮命令系統が不明確」、「情報共有が不十分」等、現場対応が混乱した。

【対策】

米国緊急時組織で標準的に採用され、以下の特徴を有するICS（Incident Command System）に倣い、発電所および本店の原子力防災緊急時組織を改編する。

- ・ 一人の監督者の管理する人数を、最大7名以下に制限
- ・ 指揮命令系統の明確化（直属の上司の命令にのみ従う）
- ・ 役割分担の明確化（決定権を現場指揮官に与えること）
- ・ 災害規模に応じて縮小、拡張可能な柔軟な組織構造
- ・ 全組織で情報共有を効率的に行うための様式やツールの準備と活用
- ・ 技量や要件の明確化と教育訓練の徹底



2. 3 【対策5】 発電所および本店の緊急時組織の改編（2/2）

柏崎刈羽のICSによる防災訓練

- 平成25年1月からICSを取り込んだ緊急時体制で訓練を開始し、平成25年5月末現在で計9回、至近の訓練は5月22日に実施。



所長の指揮



復旧統括によるブリーフィング



情報共有システム



本店の訓練風景

柏崎刈羽の個別訓練

- 電源車操作訓練、消防車注水訓練、緊急時モニタリング訓練など、緊急時に必要な対応を社員で実施することを目的として、計画的に訓練を実施。



電源車による操作訓練



消防車による注水訓練

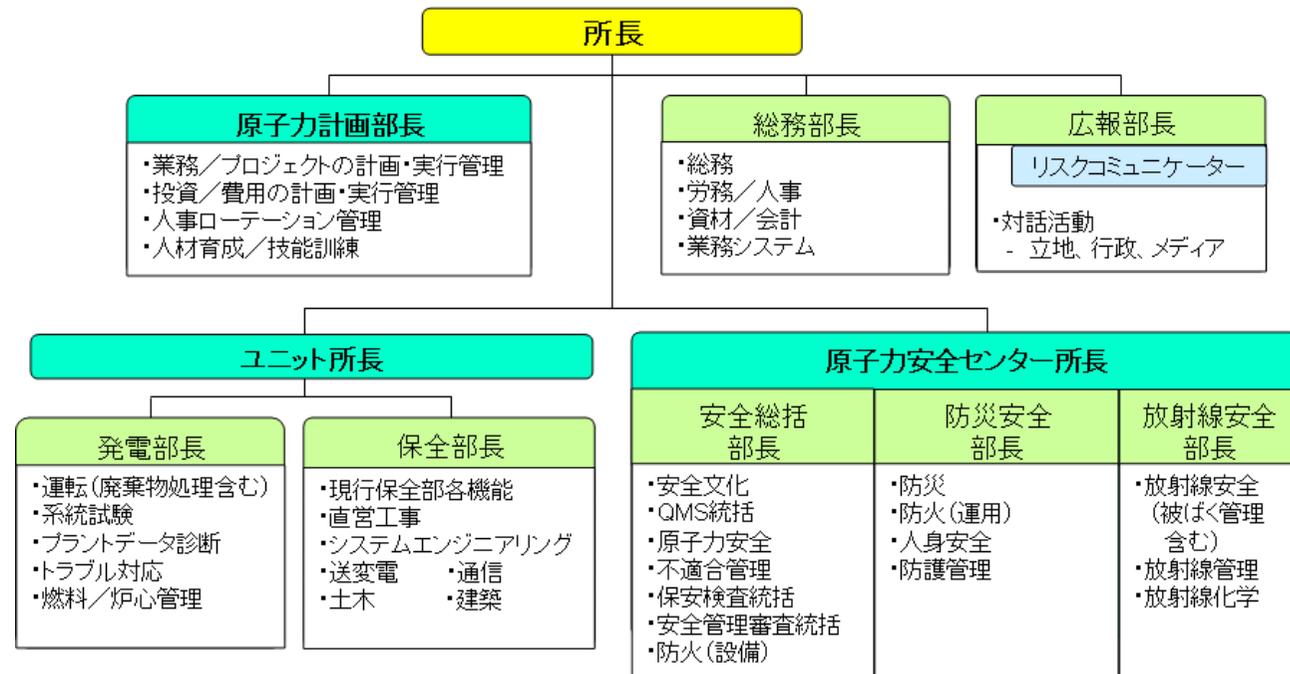
2. 3 【対策6】 平常時の発電所組織の見直しと直営技術力強化

【要点】

原子力安全に関する俯瞰機能の強化等を目的として、平常時の発電所組織を見直す。また、事故発生後の初期対応を当社社員が実施できるよう運転員の強化や保全部内に直営工事を行う組織を編成し、想定外の状況に対応するための応用力を養成する。

【対策】

○平常時の組織見直し



○直営技術力強化

- ・ 発電員：復旧部隊が受け持っている電源車接続等を訓練する
日常の保守作業や設備診断業務(データ採取、簡易診断等)を行う
- ・ 保全員：原子炉注水等に必要となる仮設機器設置や機器取替ができるよう直営作業を通じ
応用力を養成する

2. 4 原子力安全改革プランの実施

○原子力安全改革プランの理解と実施

- ・ 経営層自らが先頭にたって、東京電力社員、特に原子力部門に対し改革プランの目的を理解させ実施
- ・ 実施および進捗状況のモニタリングと公表（3ヶ月に1回）
- ・ 半期に1度、見直すべき点の有無を検討し、更なる改善

○原子力安全改革プランを形骸化させないために

①事故の象徴的な建屋・設備等の保存

- ・ 福島第一原子力発電所の現物保存および緊急時対応訓練で活用
- ・ これまでの映像・写真によるメディアライブラリや掲示用パネルの制作
- ・ 他産業での風化させない取り組みを学び展開

②形骸化させないための組織、人が変わってもやり続ける仕組み

- ・ 福島での復興等に参加し、自分の目でみて、感じることで啓発
- ・ 毎年3月に経営層が参加する緊急時対応訓練を実施

2. 5 結言

当社は防ぐべき事故を防げなかったことを深く反省し、改めて事故で大変なご迷惑をお掛けしている立地地域のみなさま、全国・全世界の方々に対し、心からお詫び申し上げます。今後は、原子力発電所の安全性向上対策の強化や当社組織の改革に、不退転の決意で取り組んで参ります。

Ⅱ. 柏崎刈羽原子力発電所の 安全対策の実施状況

1. 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の考え方

1. 1 対策を講じる上での方針(各層・各機能の対応能力の厚みの向上)

- 深層防護（①発生防止、②拡大防止、③炉心損傷防止、④影響緩和、⑤発電所外の緊急時対応）において、**設計ベースと設計ベースを超える状態**を考えます。
- 設計ベースと設計ベースを超える状態の**それぞれにおいて対策**を講じます。
- 多重性よりも、**多様性、位置的分散**を重視します。

- 各層の設計ベース状態に対し、それを超える状態として「設計ベースを超える状態」＝「設計拡張状態（Design Extension Condition：DEC）」を設定。

《深層防護各層の設計要件と主な対策（津波等の外的事象中心）》

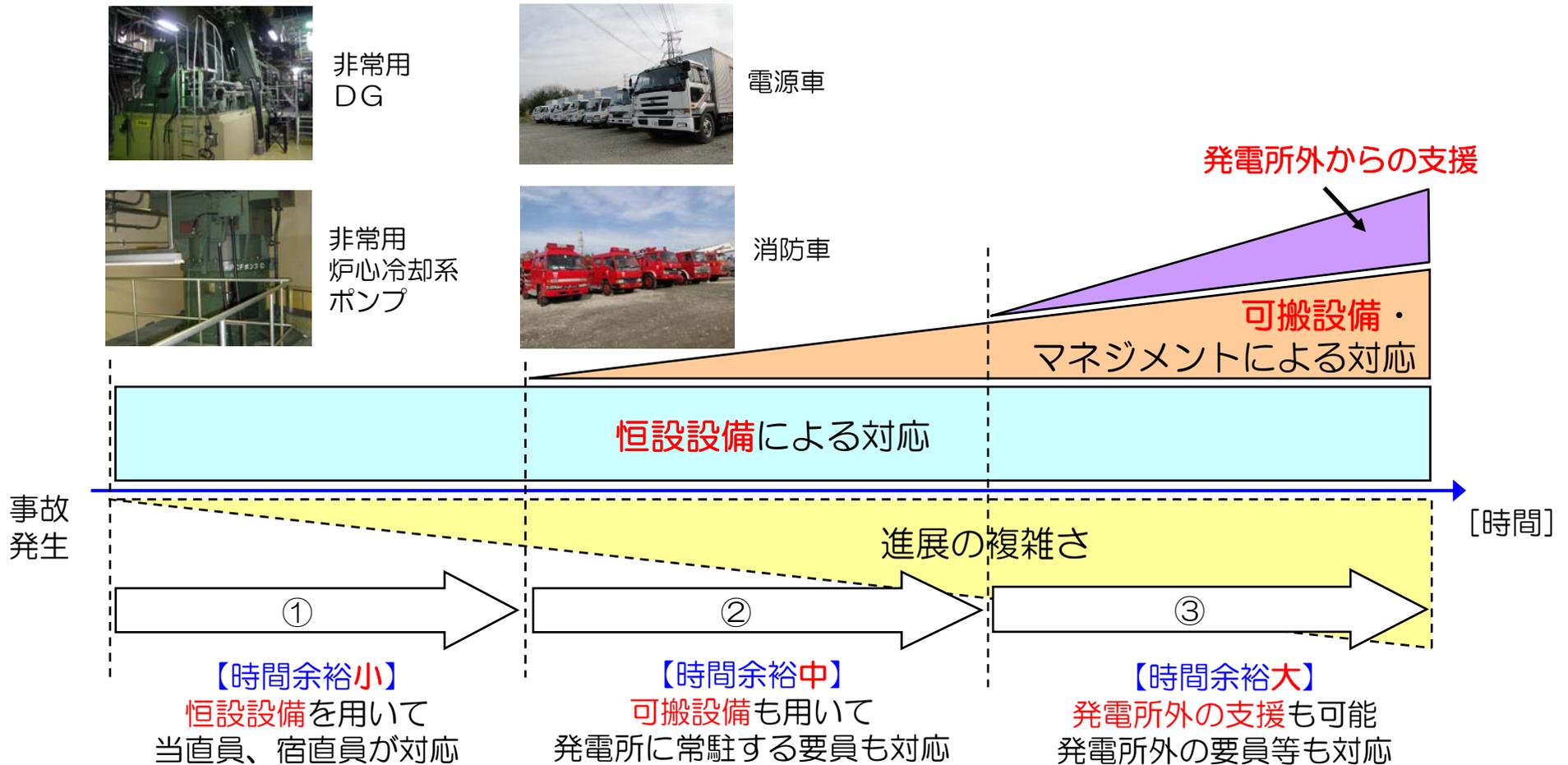
新たにDECとして追加した領域
 欧州では従来からDECとしていた領域

層	目的 (重要機能)	設計ベース	機能強化の方向 →	設計ベースを超える状態 (DEC)
第1層	異常発生防止	津波の例：設計津波に対し全交流電源喪失の発生を防止し、後段各層の安全機能の喪失を防ぐ		津波の例：対津波用の設備の異常を考慮し、ある程度の建屋内浸水があっても、重要区画内の設備の機能喪失を防ぐ、重要区画からの排水を行う
第2層	事故への拡大防止 (止める)	従来の設計ベース		従来のアクシデントマネジメントで整備済み
第3層	炉心損傷防止 (冷やす)	冷却： } 全交流電源喪失+動的機器 減圧： } の単一故障		冷却： } 長期全交流電源喪失に対し、 減圧： } 多様又は多重の設備で対応
第4層	炉心損傷後の影響緩和、 放出抑制 (閉じ込める)	格納容器と格納容器を防護する設備の機能とを併せて、長期にわたる土地汚染及び制御できない放射性物質放出を防ぐ		

1. 2 対策を講じる上での方針(恒設設備と可搬設備の組合せ)

事故発生からの時間余裕に応じ、**恒設設備**と**可搬設備**を適切に組合わせて対策を講じます。

- 深層防護に基づき対策を強化する際の考え方として、時間余裕に応じた段階毎の対策設定（フェーズアプローチ）を適用。

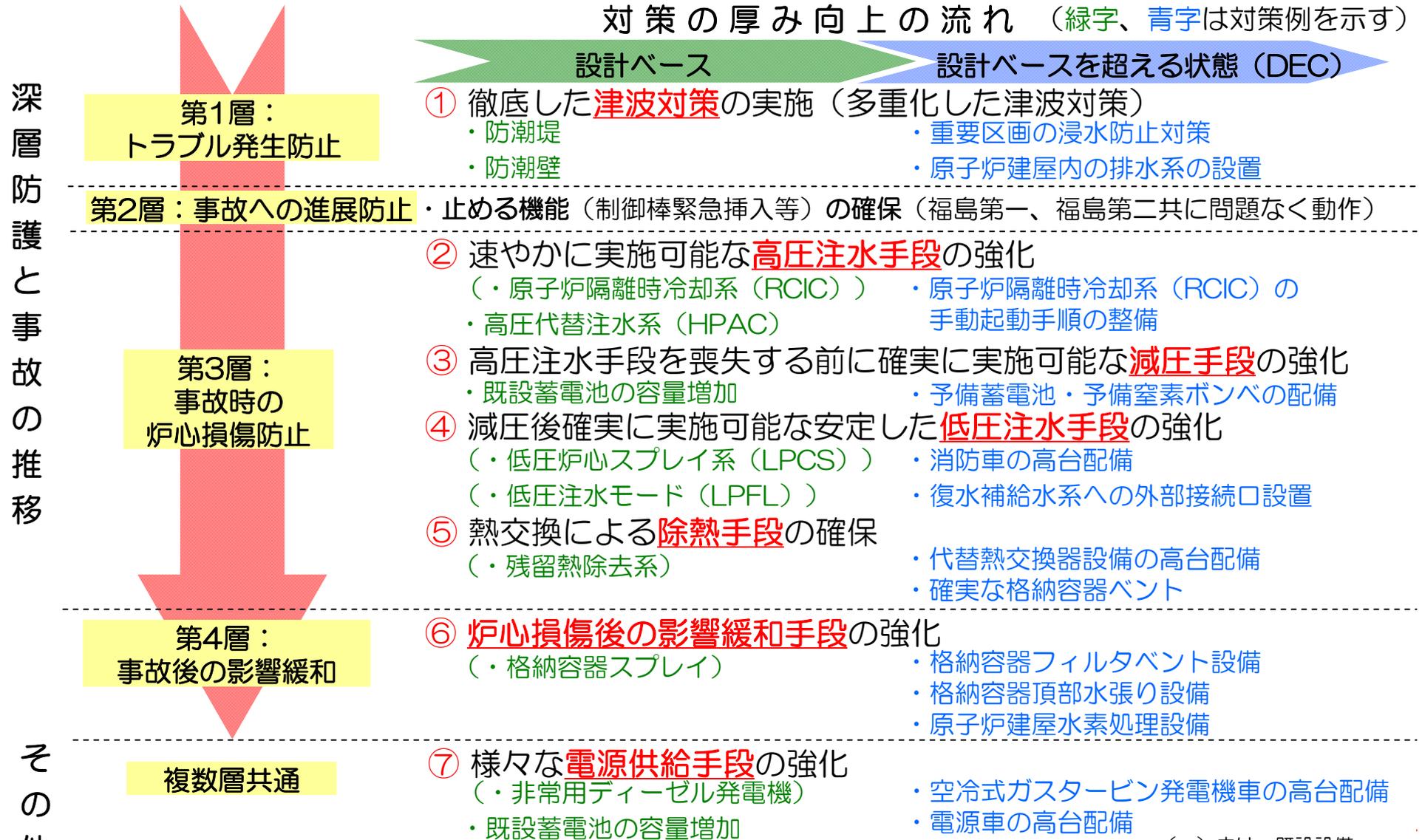


《フェーズアプローチによる対応のイメージ》

1. 3 深層防護の各層・各機能と対策の方針（設備面）（1 / 2）

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における課題に対して、**設計ベース**、**設計を超える状態**、それぞれで対策を講じます。

対策の厚み向上の流れ（緑字、青字は対策例を示す）



（ ）内は、既設設備

1. 3 深層防護の各層・各機能と対策の方針（設備面）（2/2）

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における課題に対して、設計ベース、設計を超える状態、それぞれで対策を講じます。

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）	
その他	複数層共通	⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化 （・復水貯蔵槽） （・非常用復水貯蔵槽）	・貯水池
	燃料プール冷却	⑨ 燃料プールへの注水・除熱手段の強化 （・燃料プール冷却浄化系）	・消防車の高台配備 ・コンクリートポンプ車の配備
	更なる耐震強化	⑩ 大規模地震時にも活用を期待する常用系への耐震性向上策の実施 ・開閉所設備の耐震強化	・復水補給水系配管の耐震強化
	サポート機能強化	⑪ その他事故時対応のサポートに重要な対策の実施	・活動拠点の増強 ・中央制御室の環境改善 ・アクセス道路補強 ・瓦礫撤去用重機の配備 ・通信設備増強

1. 4 事故から学んだ課題と対応方針（運用面）（1 / 2）

事故対応が十分にできなかった運用面の課題についても、対策を積みあげていきます。

想定を超える津波

⑫事故想定のがさ

⑫ 想定を超える事故への備え

- ・ 想定を超える津波に襲われた場合の十分な検討と必要な対策の実施
- ・ シビアアクシデント（過酷事故）に対する備え（手順、訓練）の強化

態勢の混乱

⑬複数プラント 同時対応の 失敗・準備不足

⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への緊急時対応の備え

- ・ 自然災害との複合災害、複数プラント同時被災に対応できる態勢の整備

プラント状態を 把握・共有できず

⑭不十分な情報共有

⑭ 情報伝達・情報共有の強化

- ・ プラント監視・通信手段の強化
- ・ 現場～発電所対策本部～本店対策本部において、重要な情報が共有できる仕組みの構築
- ・ 国、関係機関とのタイムリーな事故情報の共有、通報手段の多様化

1. 4 事故から学んだ課題と対応方針（運用面）（2/2）

事故対応が十分にできなかった運用面の課題についても、対策を積みあげていきます。

事故対応に必要な
資機材の不足

⑮資機材輸送の
段取り未整備

⑮ 資機材調達・輸送体制の強化

- ・ 事故後速やかに必要となる資機材は予め発電所に配備
- ・ 警戒区域設定時にも、必要な資機材を発電所に確実に送り届ける体制の整備

汚染拡大

⑯放射線管理体制の
準備不足

⑯ 事故時放射線管理体制の強化

- ・ モニタリングポストの信頼性向上、モニタリングカーの増強
- ・ 緊急時対策所、中央制御室への放射線計測器、放射線防護設備の配備増強
- ・ 放射線測定要員の育成
- ・ 緊急時対策所の放射性物質汚染の防止、遮へい対策の強化

⑰事故時の公表、
情報発信の不十分

⑰ 事故時の公表、社会への情報発信

- ・ 報道対応体制の再構築、インターネットを活用した積極的な情報発信、過酷事故に活用する資料作成
- ・ オフサイトセンター機能強化による広報の一元化

2. 柏崎刈羽原子力発電所における安全対策の取り組み

① 徹底した津波対策

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ

設計ベース

設計ベースを超える状態（DEC）

深層防護と事故の推移

第1層：トラブル発生防止

① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）

第2層：事故への進展防止

・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）

第3層：事故時の炉心損傷防止

- ② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化
- ③ 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
- ④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化
- ⑤ 熱交換による除熱手段の確保

第4層：事故後の影響緩和

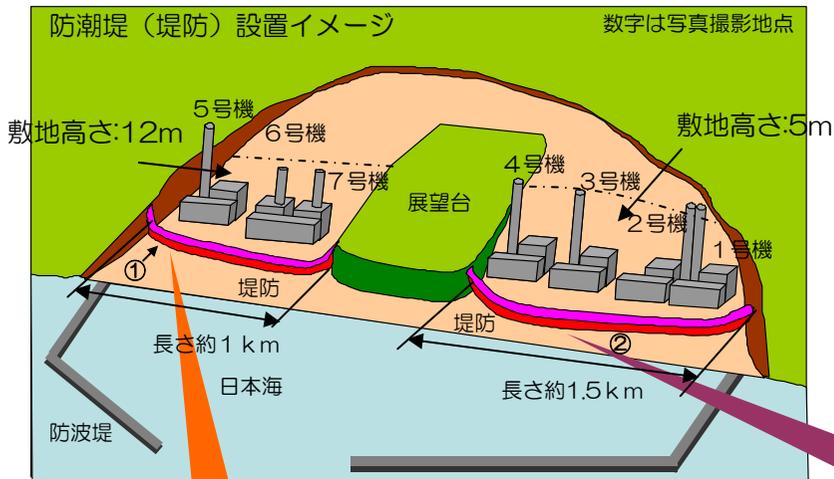
⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化

複数層共通

- ⑦ 様々な電源供給手段の強化
- ⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

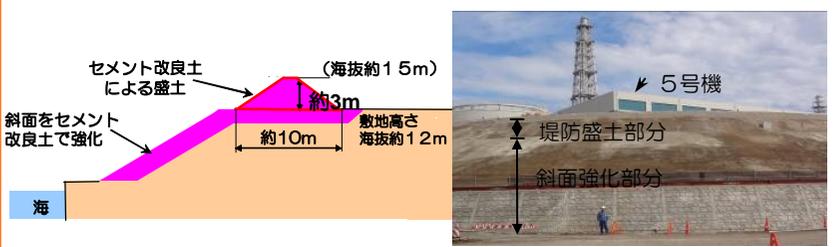
① 防潮堤の設置による敷地内への浸水低減と 衝撃回避＜津波対策＞

想定を超える津波襲来を受けても、発電所の敷地全体を**防潮堤（堤防）**によりまもります。



5～7号機側の防潮堤（堤防） ⇒平成24年8月29日に本体工事が完了しました

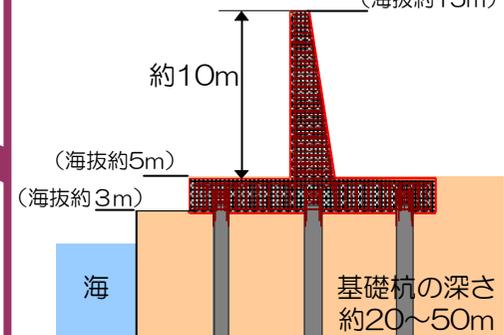
- ◆ 海拔約12mの敷地に、高さ約3mのセメント改良土による盛土と海側斜面の強化を行いました。
- ◆ 防潮堤内に浸水した場合に備えて排水設備も敷設



①平成24年8月28日撮影

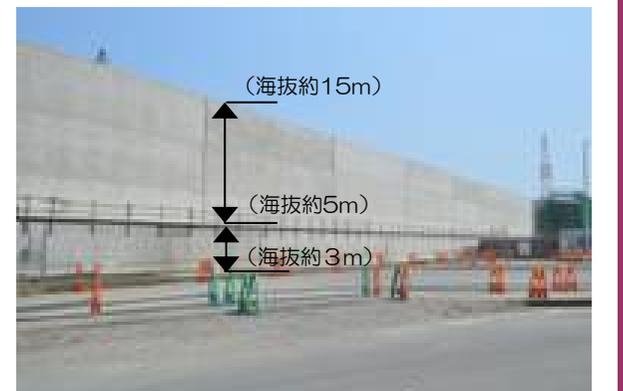
1～4号機側の防潮堤（堤防） ⇒工事を順調に進めています

- ◆ 海拔5mの敷地に、基礎杭でしっかり固定した高さ約10mの鉄筋コンクリート製の堤防を作っています。
- ◆ 基礎杭は全891本の打込みが平成24年8月28日に完了し、大部分の壁も完成しています。



- ◆ 設計津波高さ3.3mに対し防潮堤高さ海拔15m
- ◆ 防潮堤内に浸水した場合に備えて排水設備も敷設

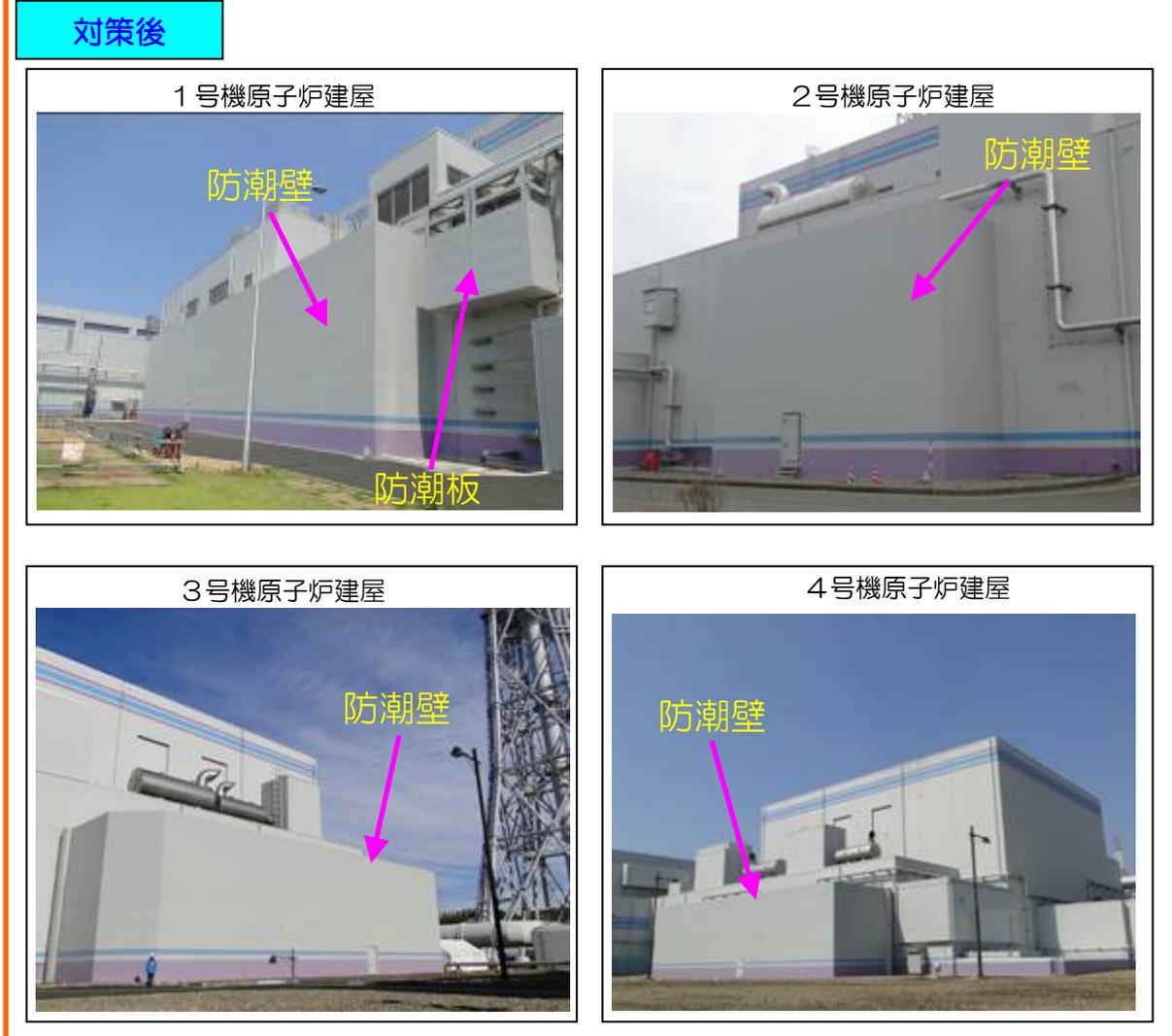
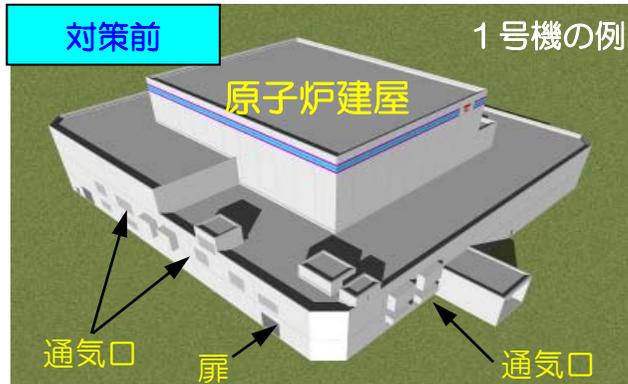
防潮堤は基準地震動Ss、津波高さ15mの波力（静水圧の3倍）に対して機能を維持するように設計



②平成25年5月13日撮影

① 防潮壁、防潮板等の設置による原子炉建屋等への浸水防止＜津波対策＞

仮に敷地内に浸水しても、重要機器がある原子炉建屋を、**防潮壁、防潮板等**でまもります。



【防潮壁、防潮板等の設置状況】

- ・ 防潮壁の設置：1～4号機完了
- ・ 防潮板の設置：1～4号機完了

※防潮壁、防潮板の設置は、海拔15m以下に開口部がある1～4号機のみ実施

① 水密扉等の設置による重要エリアへの浸水防止＜津波対策＞

さらに、建屋内においても重要機器のある**エリアの浸水防止**をはかります。

重要機器室の水密扉化

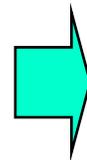
対策前



対策後

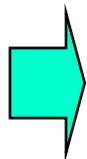
配管貫通孔・ケーブルトレイ・電線管の防水対策

配管
施工例



防水処理箇所
・配管貫通孔
・ケーブルトレイ
・電線管 等

ケーブル
トレイ
施工例



シリコンゴム
材を使用し防
水対策を実施

② 高圧注水手段の強化

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ

設計ベース

設計ベースを超える状態（DEC）

深層防護と事故の推移

第1層：トラブル発生防止

① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）

第2層：事故への進展防止

・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）

第3層：事故時の炉心損傷防止

② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化

③ 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

④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化

⑤ 熱交換による除熱手段の確保

第4層：事故後の影響緩和

⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化

複数層共通

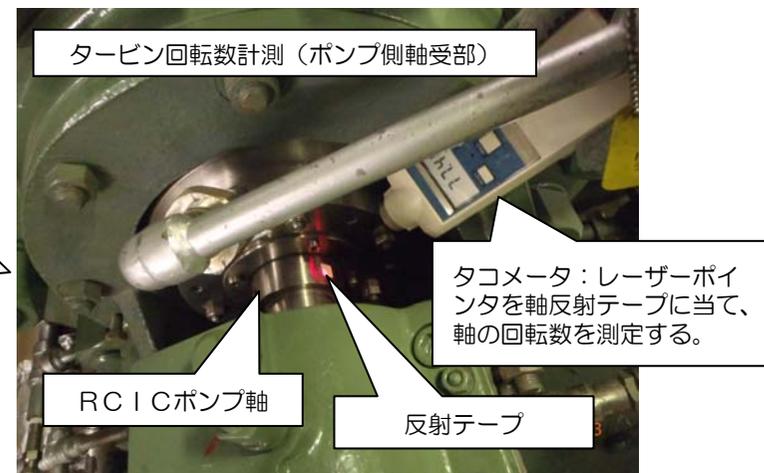
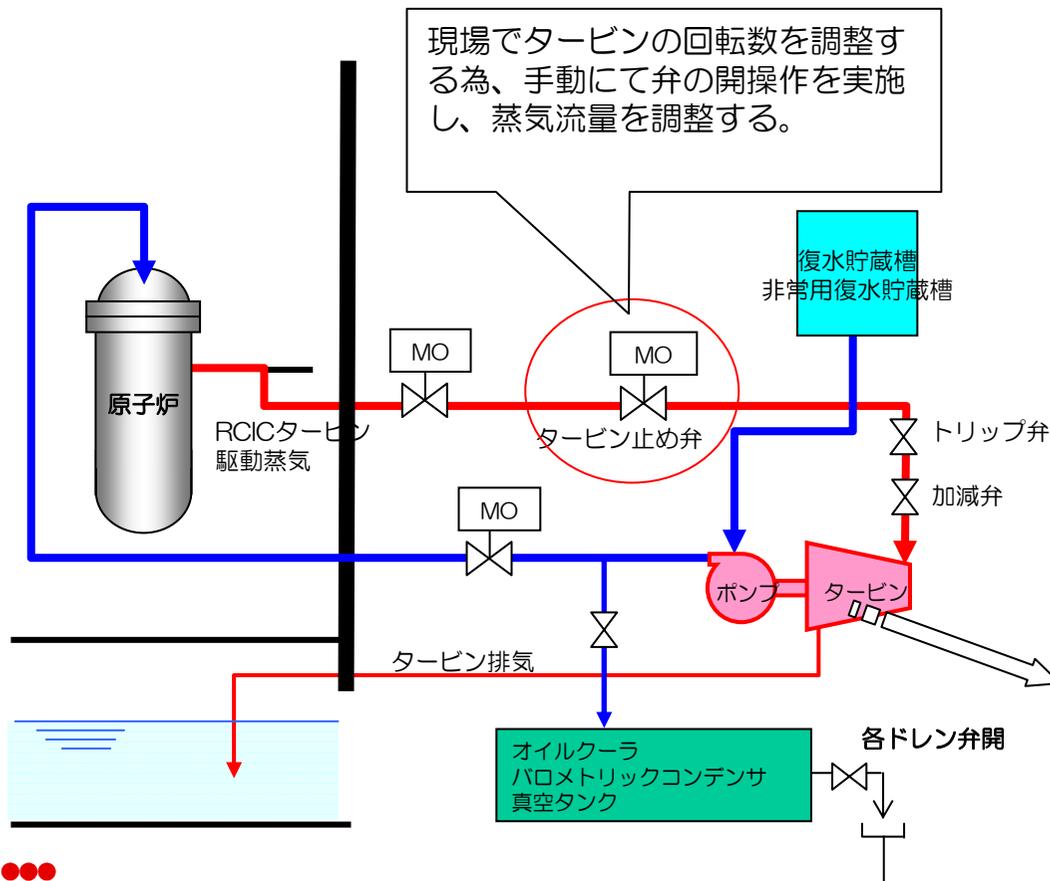
⑦ 様々な電源供給手段の強化

⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

② 原子炉隔離時冷却系の手動起動手順の整備<高圧注水対策>

原子炉の蒸気で駆動する**原子炉隔離時冷却系（RCIC）**の起動を確実にするため現場の弁を手動操作する手順を新たに整備し、訓練にて実効性を確認しました。

<訓練風景>



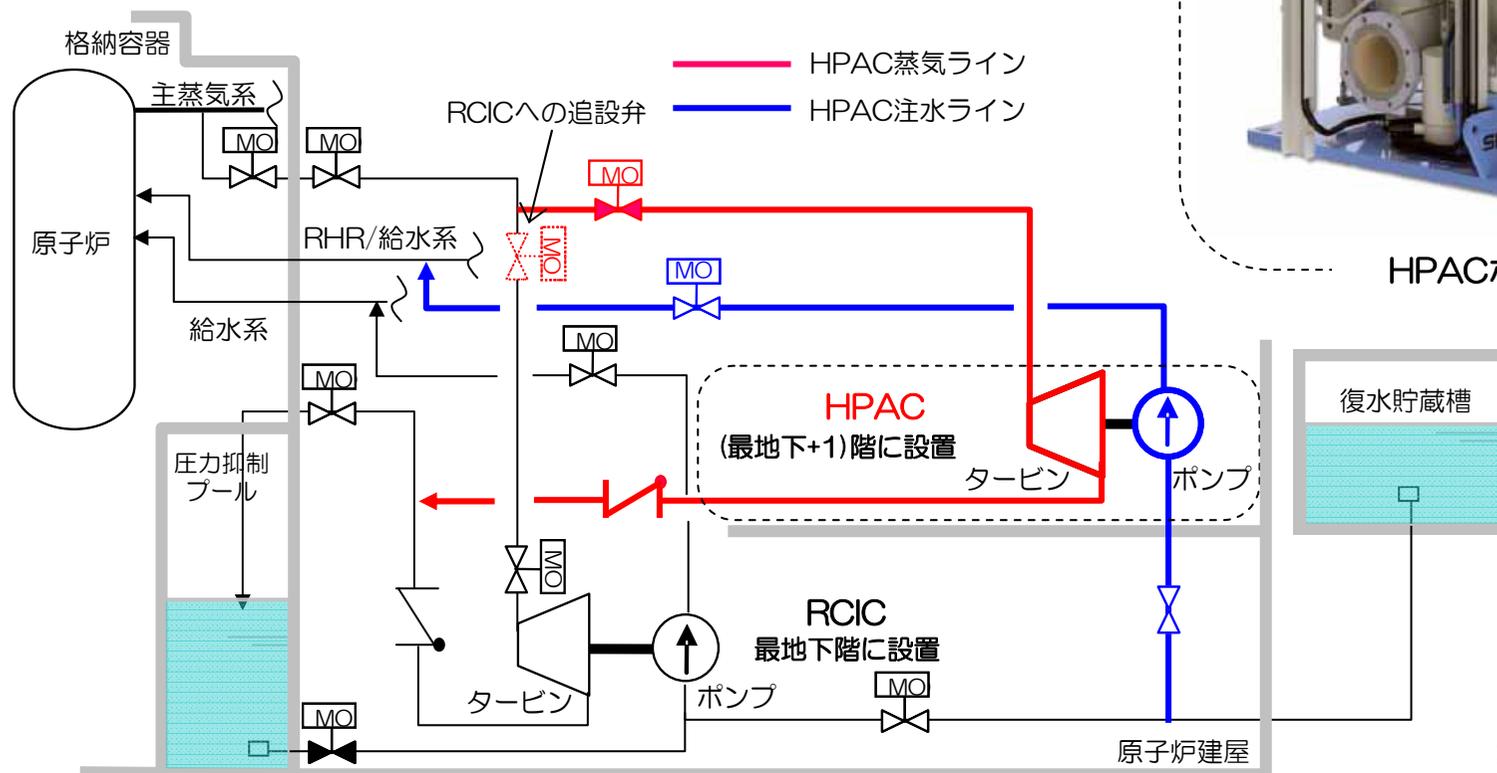
② 代替高圧注水系(HPAC)の設置<高圧注水対策>

既設の原子炉の蒸気で駆動する高圧注水ポンプに加えて、**代替高圧注水ポンプ**を上階に設置します。

- ・ 電源使用機器が少ないポンプ（蒸気駆動）を使用することで、全交流電源喪失時の信頼性を向上
- ・ 代替高圧注水系（HPAC）を原子炉隔離時冷却系（RCIC）よりも上階に設置することで位置的分散を図る



HPACポンプ外観図



※詳細検討中

③ 減圧手段の強化

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ



深層防護と事故の推移

第1層：トラブル発生防止

① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）

第2層：事故への進展防止

・ 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）

第3層：事故時の炉心損傷防止

② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化

③ 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

④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化

⑤ 熱交換による除熱手段の確保

第4層：事故後の影響緩和

⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化

複数層共通

⑦ 様々な電源供給手段の強化

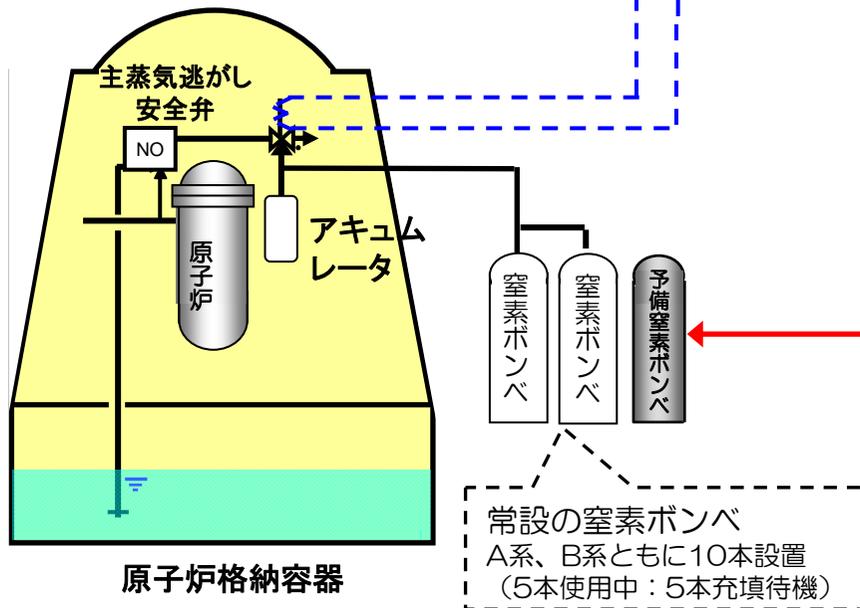
⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

③ 主蒸気逃がし安全弁操作の予備蓄電池・ 予備窒素ポンベの配備<減圧対策>

低圧注水手段を用いて原子炉に注水する場合には、原子炉を減圧するための主蒸気逃がし安全弁を確実に開けられるよう、駆動用窒素の**窒素ポンベ予備**、駆動用電磁弁の**直流電源予備**（予備蓄電池）を配備しました。



蓄電池



④ 低圧注水手段の強化

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ



深層防護と事故の推移

第1層：トラブル発生防止

① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）

第2層：事故への進展防止

・ 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）

第3層：事故時の炉心損傷防止

② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化

③ 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

④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化

⑤ 熱交換による除熱手段の確保

第4層：事故後の影響緩和

⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化

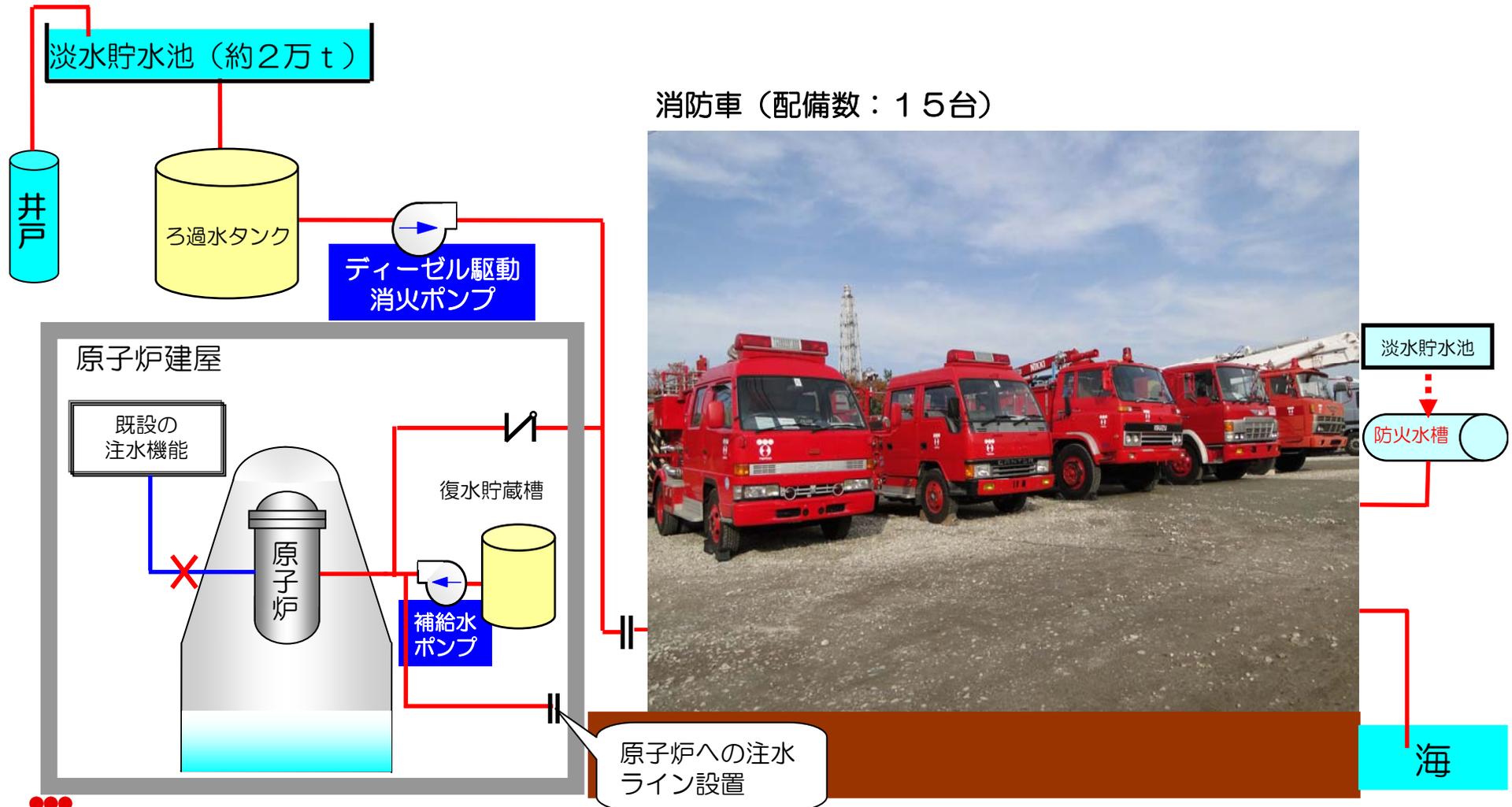
複数層共通

⑦ 様々な電源供給手段の強化

⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

④ 消防車等の高台配備による原子炉注水の 多重性・多様性向上<低圧注水対策>

全交流電源喪失により電動の低圧注水設備がすべて使えなくなっても、原子炉への注水ができるよう、多数の**消防車**を高台に分散配置しました。



⑤ 除熱手段の確保

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ

設計ベース

設計ベースを超える状態（DEC）

深層防護と事故の推移

第1層：トラブル発生防止

① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）

第2層：事故への進展防止

・ 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）

第3層：事故時の炉心損傷防止

② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化

③ 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

④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化

⑤ 熱交換による除熱手段の確保

第4層：事故後の影響緩和

⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化

複数層共通

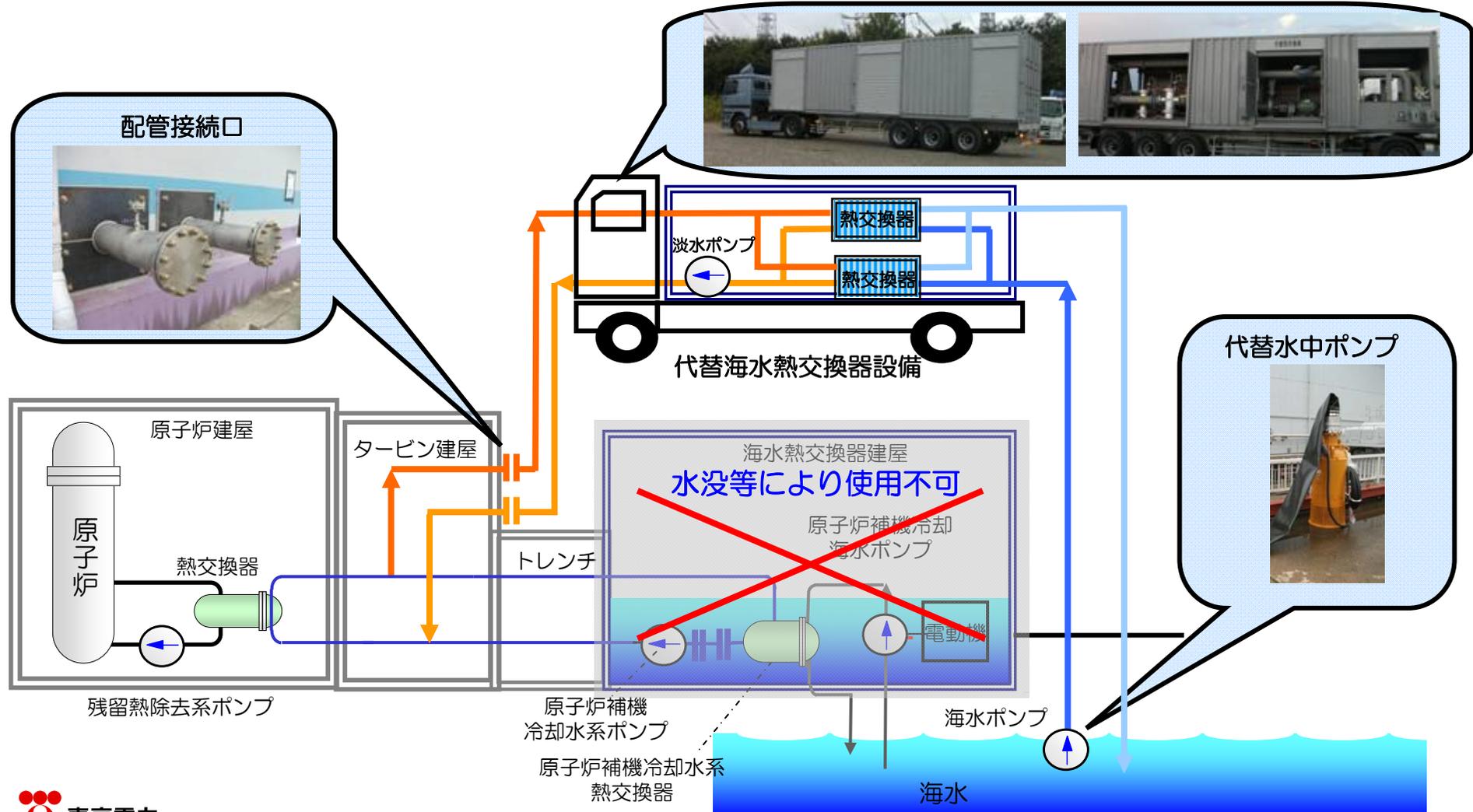
⑦ 様々な電源供給手段の強化

⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

⑤ 代替海水熱交換器設備による安定的な冷却

＜除熱対策＞

海水熱交換器建屋の浸水防止や冷却水系ポンプモータ予備の配備に加え、浸水により熱交換器建屋内の機器が使えなくなっても、熱除去による冷却ができるよう、機動性があり大容量の**代替海水熱交換器設備**を高台に配備しました。



⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ

設計ベース

設計ベースを超える状態（DEC）

深層防護と事故の推移

第1層：トラブル発生防止

① 徹底した津波対策の実施（多重化した津波対策）

第2層：事故への進展防止

・ 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）

第3層：事故時の炉心損傷防止

② 速やかに実施可能な高圧注水手段の強化

③ 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

④ 減圧後確実に実施可能な安定した低圧注水手段の強化

⑤ 熱交換による除熱手段の確保

第4層：事故後の影響緩和

⑥ 炉心損傷後の影響緩和手段の強化

複数層共通

⑦ 様々な電源供給手段の強化

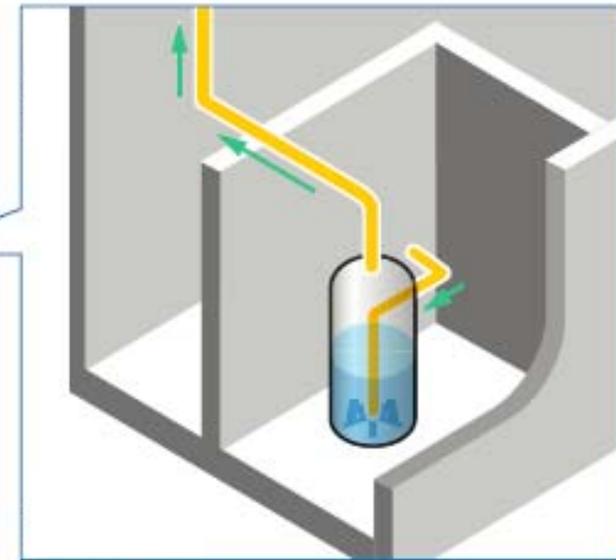
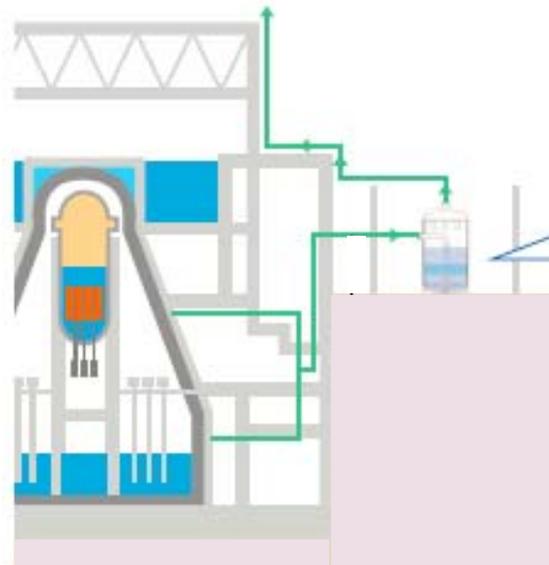
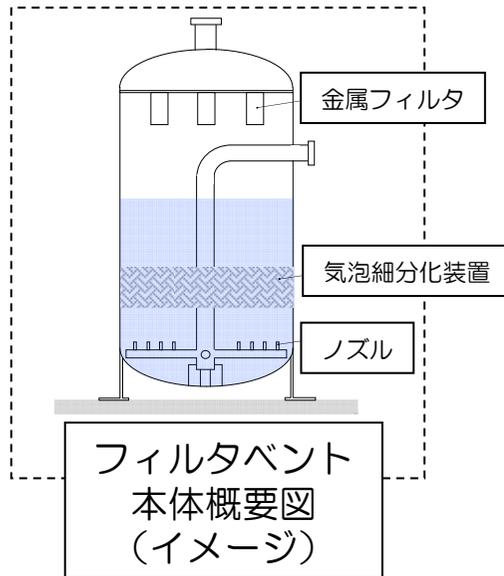
⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

⑥ フィルタベント設備の設置<影響緩和>

万一炉心損傷しても、格納容器ベントにより放出される粒子状放射性物質を極力低減するため、**フィルタベント**を設置します。
 (粒子状放射性物質の放出量を1/1000程度に低減。)

○柏崎刈羽1、7号機着工済み

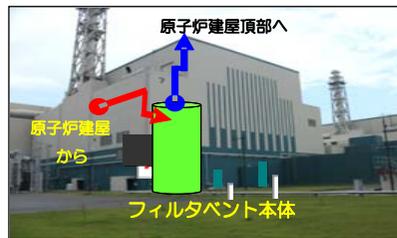
(7号機：2013年1月15日、1号機：2013年2月22日)



【1号機】



【7号機】



設置イメージ

フィルタベント本体の概略寸法
直径：約4m 高さ：約8m

⑥ 原子炉格納容器損傷防止と水素処理<影響緩和>

万一炉心損傷しても、発生した水素が格納容器から原子炉建屋に漏れいしないよう
また、万一漏れいしても、水素が滞留して爆発を起こさないよう、対策します。

水素処理

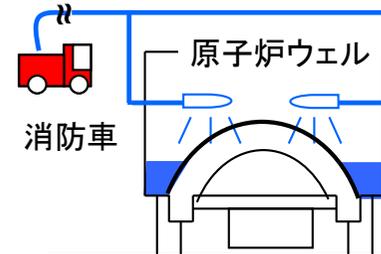


トップベント設備設置



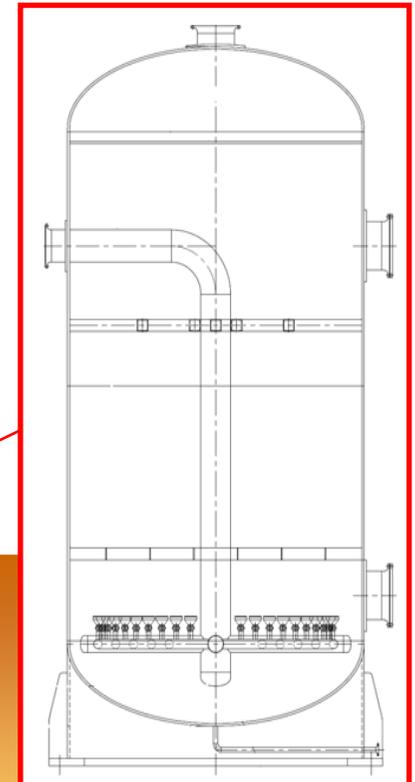
静的触媒式
水素再結合装置設置

原子炉格納容器損傷防止



トップヘッドフランジ
冷却ライン設置

放射性物質の放出抑制



フィルタベント設備設置
(イメージ)

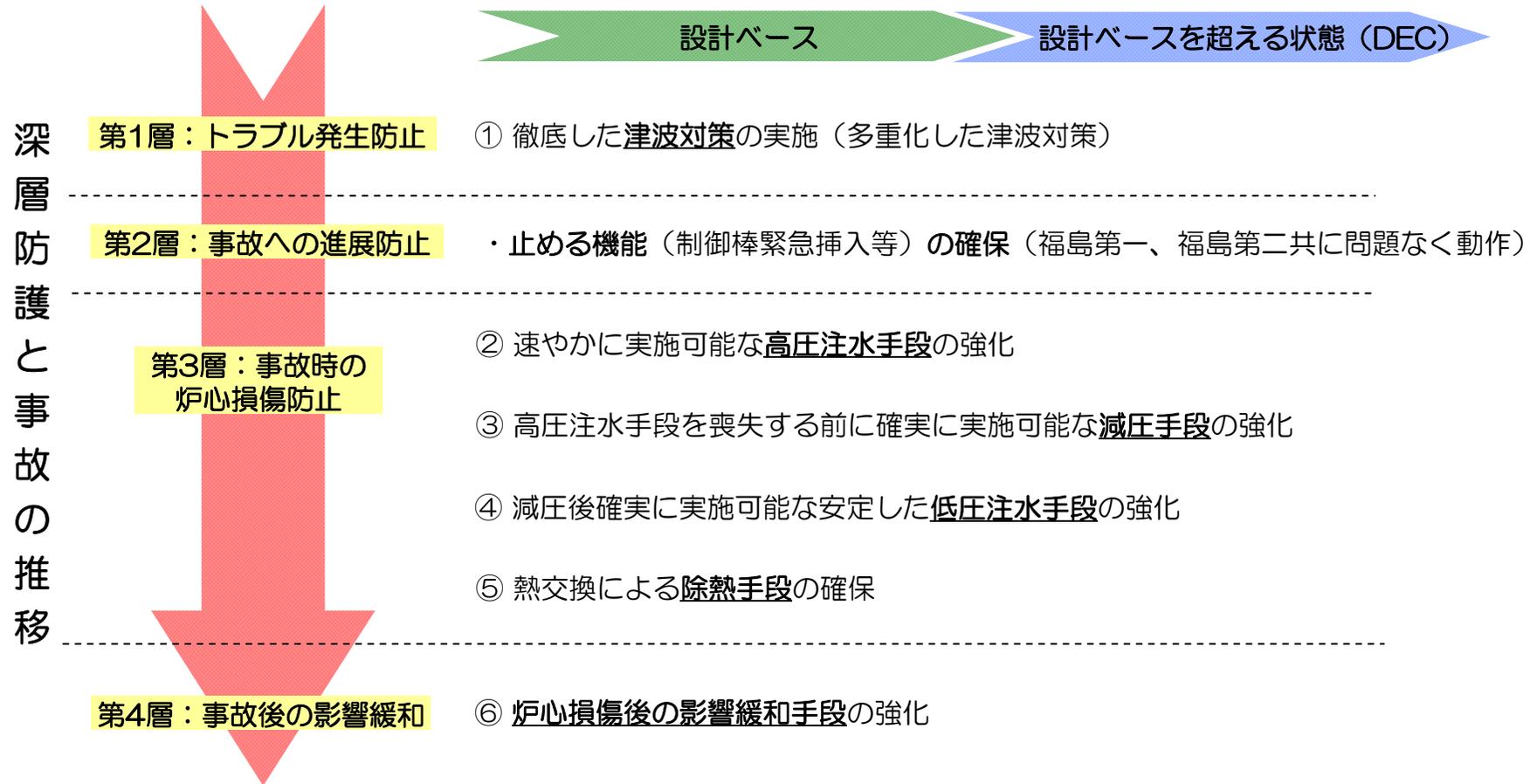


水素検出器設置

⑦ 電源供給手段の強化

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ



複数層共通

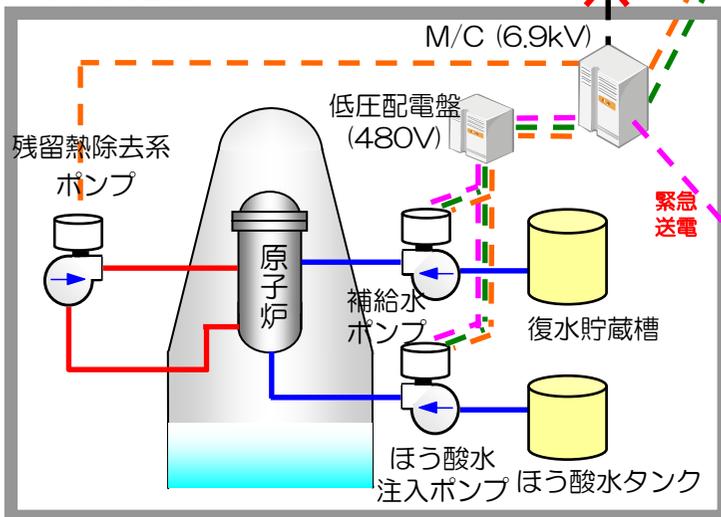
⑦ 様々な電源供給手段の強化

⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

⑦ 空冷式GTG、電源車の高台配備による 早期電源復旧<電源対策>

万一の電源喪失時にも重要機器の動力が迅速に確保できるよう、**大容量の空冷式ガスタービン発電機車（空冷式GTG）**、**地下軽油タンク**、**緊急用の高圧配電盤(M/C)**さらに**多数の電源車**等を高台に分散設置しました。

- ・空冷式GTG：2セット配備済
- ・電源車：23台配備済（予備2台）
- ・エンジン付発電機：配備済
- ・その他の資機材（接続ケーブル等）：配備済
（平成25年5月末現在）



**高台電源設備
(分電盤等) 設置**
154kV開閉所建屋

緊急用M/C(6.9kV)

接続箱
電源車を並列接続

空冷式GTG 高台配備

容量：4,500kVA
配備数：2セット

電源車高台配備

容量：500kVA等
配備数：23台

容量：約150kl

高台に地下軽油タンクを設置

既設軽油タンク
(1～7号機)
合計約5700kl

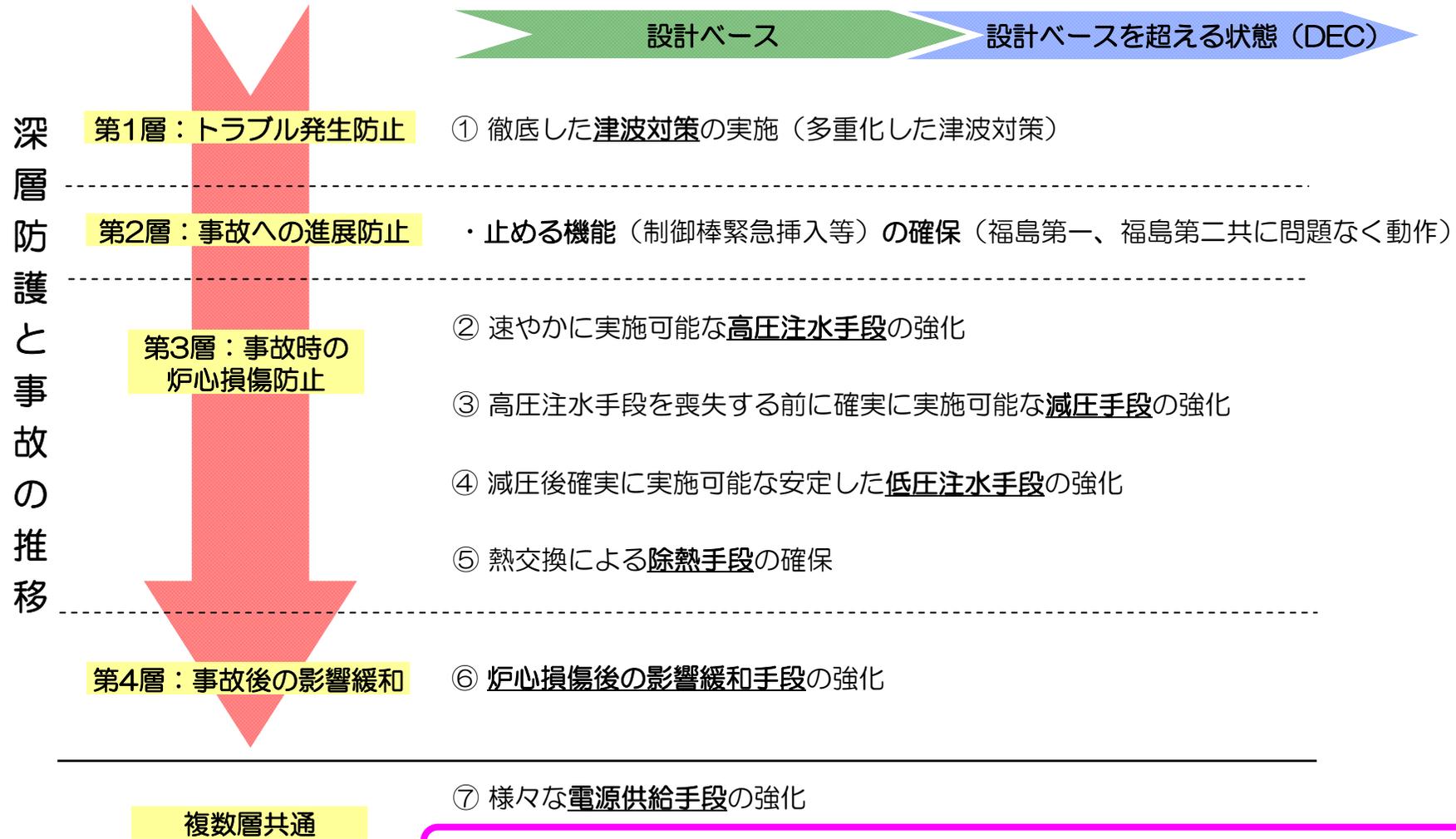
既設軽油タンク

燃料調達契約により、6時間以内に120klの燃料補給が可能

⑧ 水源（淡水・海水）の強化

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ

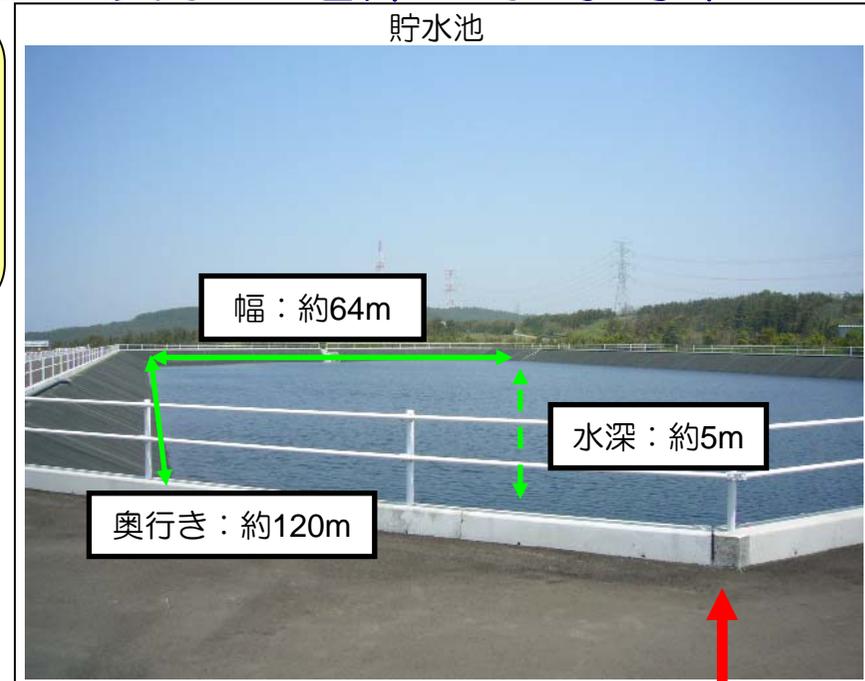


⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

⑧ 貯水池および井戸の構内設置による

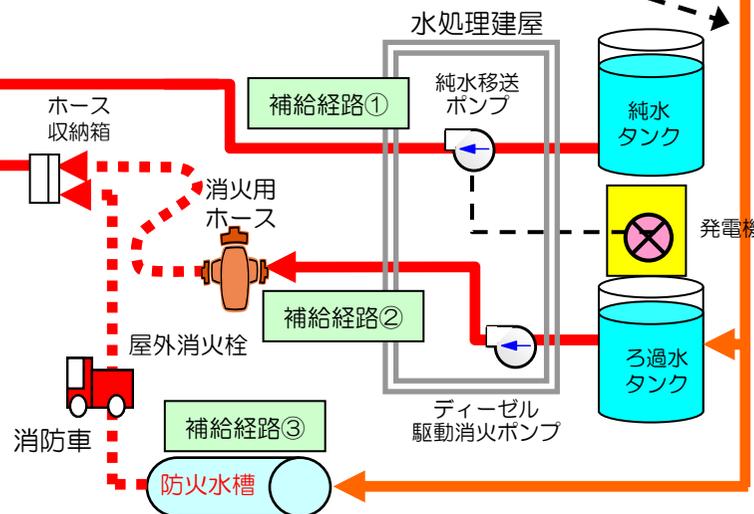
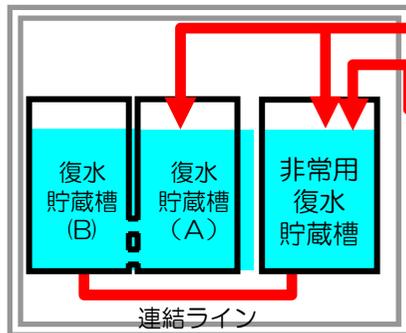
淡水の確保<水源対策>

既設の淡水タンク類に加えて、原子炉や使用済燃料プールへ淡水注水を安定的に継続できるように、高台に淡水約2万トンの貯水池を設置しました。
(貯水池へ補給用の井戸を構内に設置。)



送水管は地震による影響を受けにくい柔軟構造

原子炉複合建屋附属棟



井戸 (揚水量: 約500m³/日)



⑩ 常用系への耐震性向上策の実施

事故進展（効かなかった深層防護）の各段階における対策

対策の厚み向上の流れ

設計ベース

設計ベースを超える状態（DEC）

複数層共通

⑧ 注水に必要な水源（淡水・海水）の強化

燃料プール冷却

⑨ 燃料プールへの注水・除熱手段の強化

その他

更なる耐震強化

⑩ 大規模地震時にも活用を期待する常用系への
耐震性向上策の実施

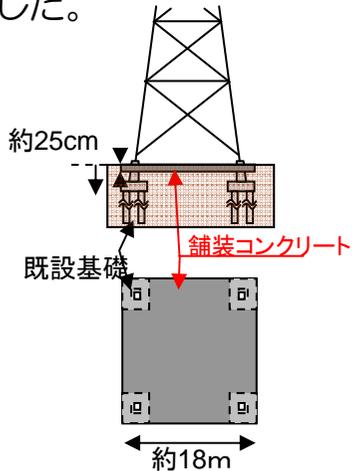
サポート機能強化

⑪ その他事故時対応のサポートに重要な対策の実施

⑩ 電気設備の耐震強化等による外部電源の信頼性向上〈地震対策〉

引留鉄構、変圧器等の耐震評価、強化を実施し耐震性の向上を図りました。
また、開閉所設備は耐震性に優れたガス絶縁開閉装置（GIS）を採用しています。

構内鉄塔の更なる信頼性向上のため、構内送電鉄塔2基の基礎補強をしました。



送電鉄塔基礎の補強概要



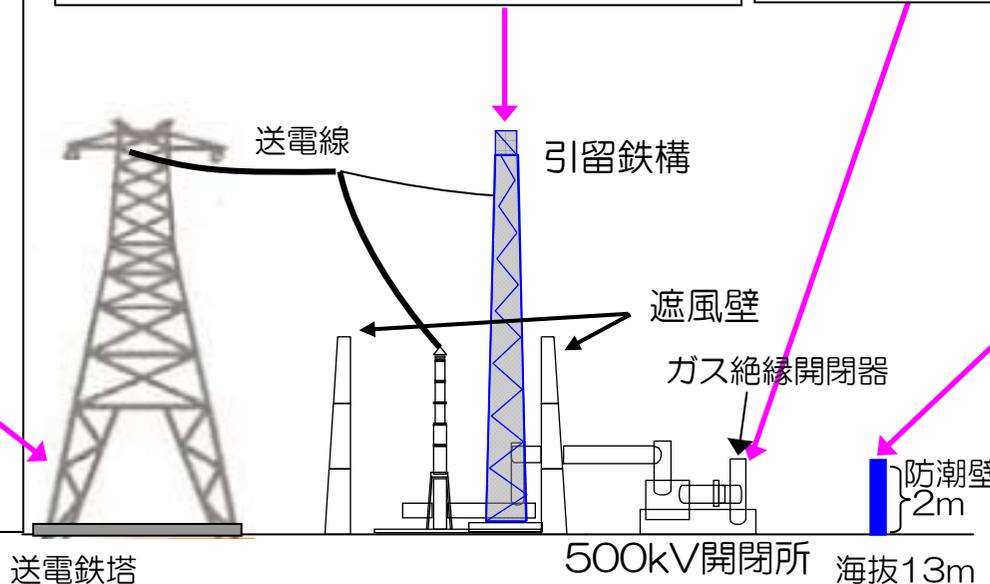
外部電源信頼性確保のため、引留鉄構の耐震強化を実施しています。

- 対象4回線
- 2回線：対策完了
- 1回線：工事中
- 1回線：計画中



耐震性に優れたガス絶縁開閉装置（GIS）を採用しています。

さらに66kV GISについては、耐震強化を実施しました。



津波による影響を低減するため、開閉所に防潮壁を設置しました。

【参考】新潟県中越沖地震後の耐震性向上

中越沖地震後に基準地震動を策定し、1～7号機で耐震強化工事を実施しました。

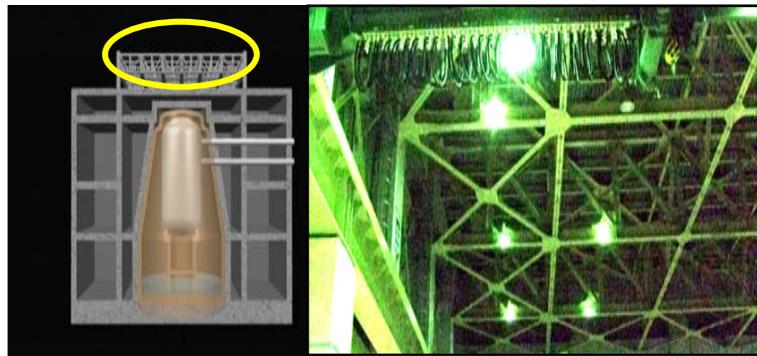
原子炉建屋の最地下階における揺れ（単位:ガル）

	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機	7号機
中越沖地震	680	606	384	492	442	322	356
基準地震動による建屋の揺れ	873	809	761	704	601	728	740
耐震強化に向けた建屋の揺れ	1,000						

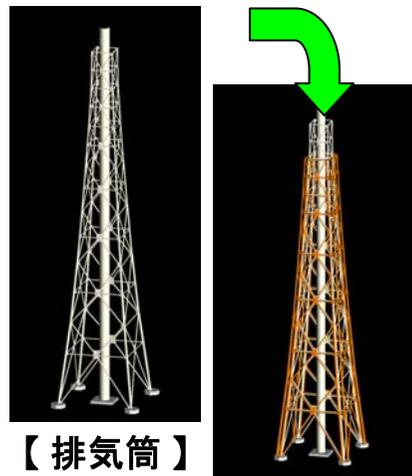
参考

東北地方太平洋沖地震における原子炉建屋最地下階における観測値		
福島第一:550ガル	福島第二:305ガル	女川:607ガル(出典:東北電力(株)HP)

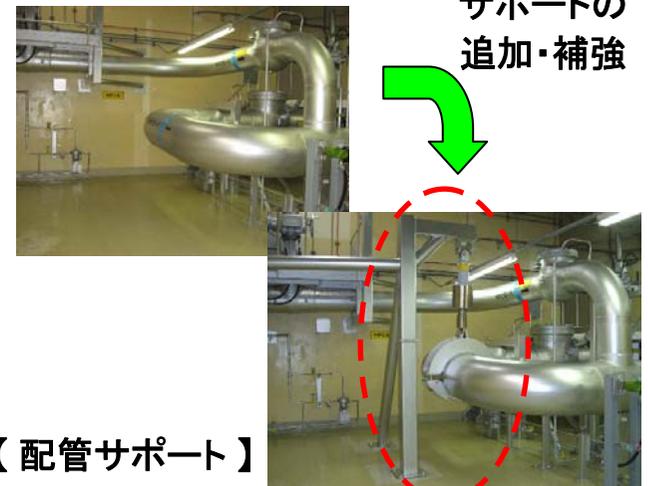
斜材、水平材の取替・追加



主柱材等の増設



サポートの追加・補強



【原子炉建屋屋根トラス】

【排気筒】

【配管サポート】

⑫ 想定を超える事故への備え

想定を超える津波

⑫事故想定のごさ

態勢の混乱

⑬複数プラント
同時対応の
失敗・準備不足

プラント状態を
把握・共有できず

⑭不十分な情報共有

事故対応に必要な
資機材の不足

⑮資機材輸送の
段取り未整備

汚染拡大

⑯放射線管理体制の
準備不足

⑰事故時の公表、
情報発信の不十分

⑫ 想定を超える事故への備え

⑬ 複合災害、複数プラント同時被災への緊急時対応の備え

⑭ 情報伝達・情報共有の強化

⑮ 資機材調達・輸送体制の強化

⑯ 事故時放射線管理体制の強化

⑰ 事故時の公表、社会への情報発信

⑫ 過酷事故に備えた手順・訓練の強化＜事故への備え＞

強化した安全対策設備を迅速かつ確実に操作できるようにするため、**対応手順**を整備し、教育・訓練を繰返し実施しています。また、社員が重機の運転等に対応できるように、**必要な資格の取得**を進めています。

整備した主な手順

- ・電源喪失時の電源車等による電源供給や原子炉、使用済燃料プールに代替注水するための手引き
- ・電源喪失時の原子炉の減圧や注水を行うための手引き
- ・電源車、空冷式GTGによる電源供給などの現場作業の手引き
- ・手順書、ガイド等については、継続的に更なる見直しを実施



整備した手順の例

訓練実績

- ・総合訓練：16回 延べ約3,600人参加
- ・個別訓練：延べ884回実施(H25.3末現在)
電源車操作訓練、空冷式GTG運転訓練
消防車注水訓練、緊急時E列クック訓練等
- ・総合訓練においては過酷事故を想定したブラインド訓練も実施



GTGによる電源供給訓練風景



消防車による注水訓練風景

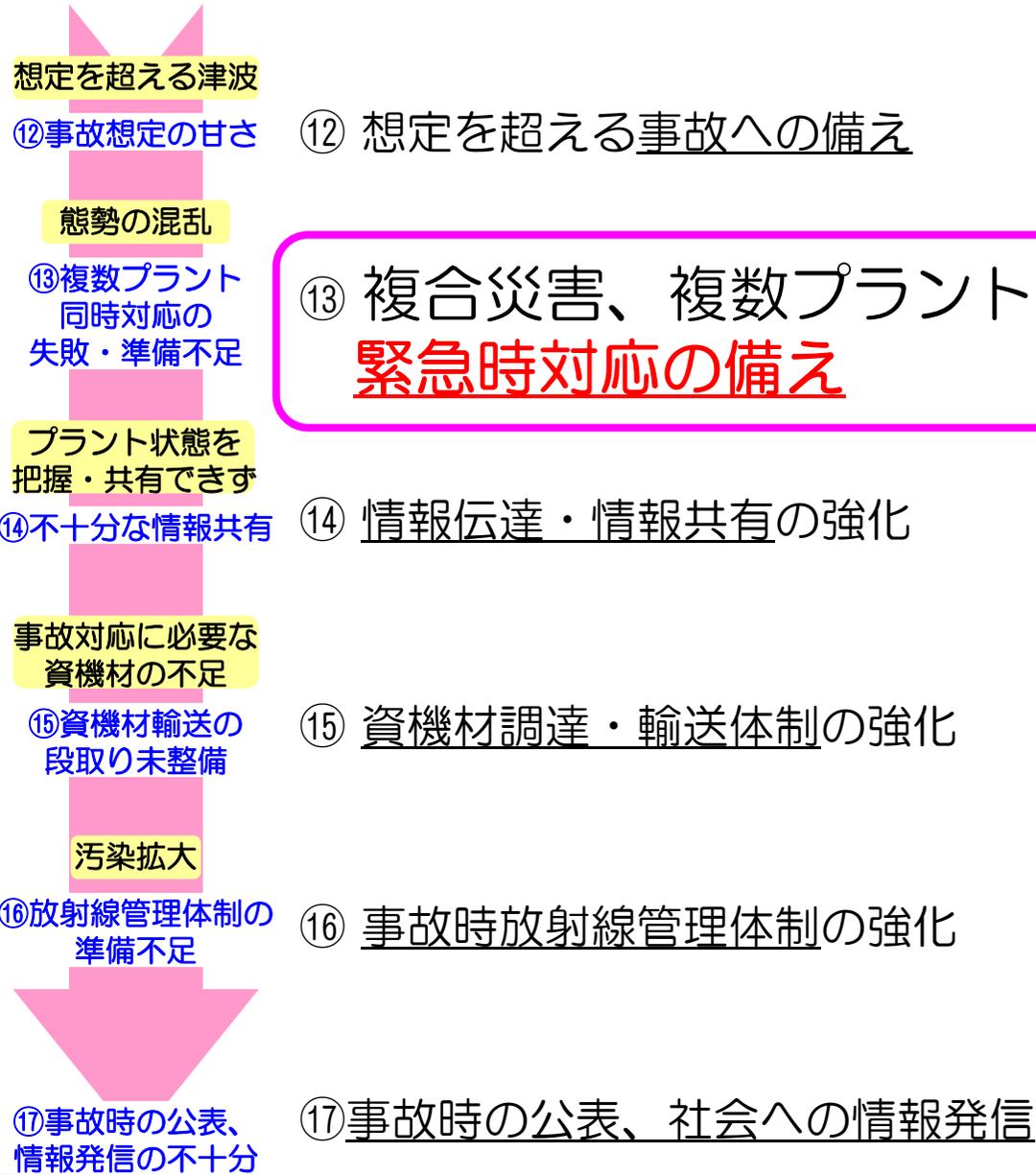
資格の取得

H25年3月末現在
 大型免許：102名
 大型特殊免許：80名
 大型けん引免許：50名



代替海水熱交換器設備接続訓練風景

⑬ 緊急時対応の備え



⑬ 複合災害、複数プラント同時被災 への態勢整備（1 / 2）＜緊急時対応の備え＞

早期の現場対応のため**発電所の運転員、宿直員を増員**します。さらに、複数プラント同時被災や長期間にわたる事故に備え、**発電所緊急時対策要員を大幅に増員**しました。また、発電所支援のため**本店の宿直要員、緊急時対策要員**も増員しました。

発電所要員の増員

- ・ 電源復旧・注水・ガレキ撤去など、早期の現場対応ができるよう、現状の8名から増員し、宿直体制を40名程度に増強予定
- ・ 交替制も考慮し緊急時対策要員を増員(324名→675名)
- ・ 津波後の現場対応操作を踏まえ、運転員を60名増員予定 (30名増員済)
(205名→265名) (定員)
- ・ 事故後の現場把握や設備の応急処置等に対応するため、更なる増員を計画中

本店要員の増員

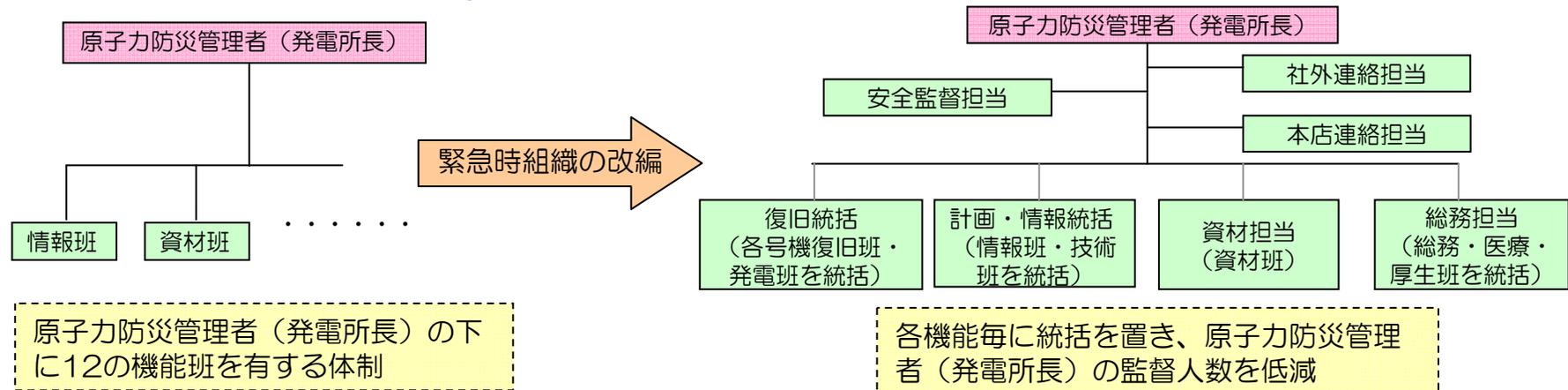
- ・ 交代制を考慮し、本店緊急時対策要員を増強。
- ・ 発電所を迅速に支援するため、本店宿直要員を増強。

⑬ 複合災害、複数プラント同時被災 への態勢整備（2/2）＜緊急時対応の備え＞

緊急時対策本部の指揮命令系統を明確化するとともに、緊急時対策本部の代替指揮所（代替TSC）についても追加整備を実施していきます。

緊急時対策本部の指揮命令系統の明確化

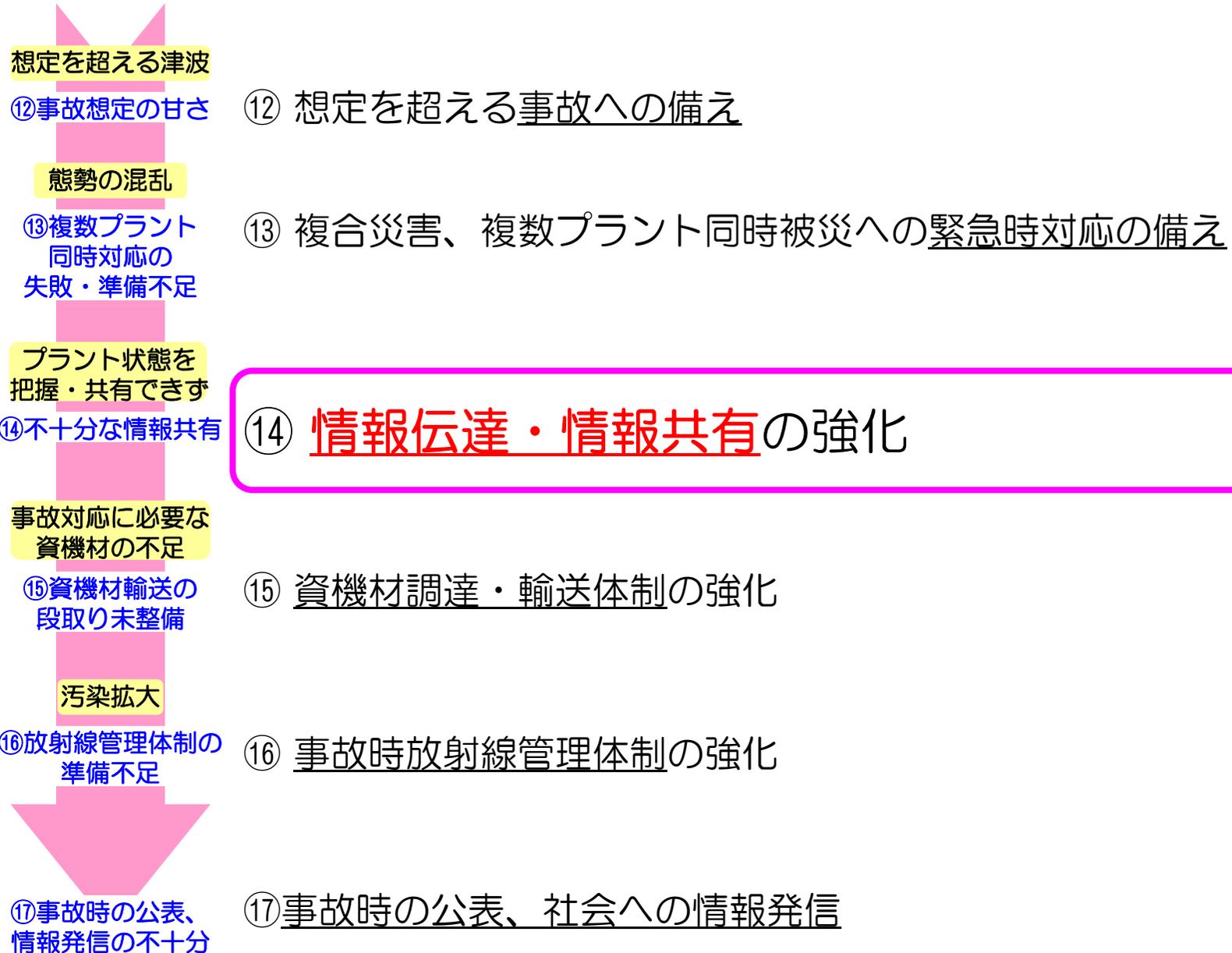
- ・ 迅速な意志決定下で復旧活動を実施するため、現場指揮マネジメントシステムICS（Incident Command System）を導入。



代替指揮所の追加整備

- ・ 緊急時の活動拠点の追設を検討中であるが、更なる備えとして、発電所の緊急時対策本部の代替指揮所を追加整備。
- ・ 換気空調系に放射性物質を取り除く機能を備え、長期滞在し対応にあたる事が可能。

⑭ 情報伝達・情報共有の強化



⑭ プラント監視、通信手段、並びに 情報共有の強化<情報伝達・情報共有>

電源強化、通信手段の多様化等、監視・情報伝達手段を強化し、重要な情報を運転員、発電所緊急時対策室、本店で共有化する手引きを整備しました。
また、国や関係機関と結ぶTV会議システムや、自治体への通報手段の多様化を検討しています。

プラント監視・通信手段の強化

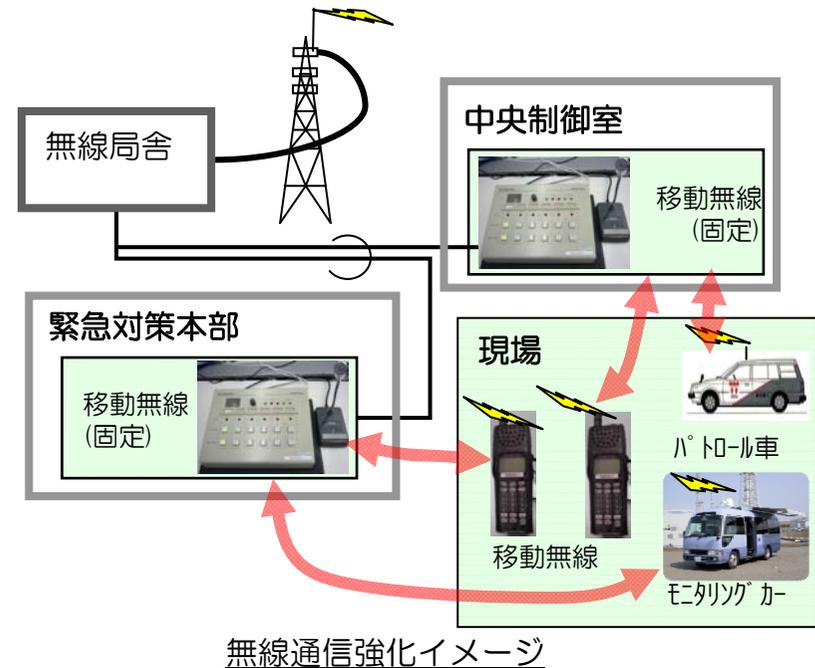
- 既設通信手段（ページング、PHS、携帯型音声呼出電話等）に加え、中央制御室の通信設備増強（無線設備増設、衛星携帯電話増設、トランシーバーの設置）

重要情報の共有化

- プラント情報収集のための宿直体制を2名増員
- プラントパラメータ伝送システムが停止しても、重要な計器等の情報を確実に共有するための様式、手引きを作成

国との連携、自治体への通報手段の多様化

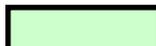
- 国が本店に「原子力施設事態即応センター」を設置。規制委員会委員、緊急事態対策監を派遣
- 国、関係機関と結ぶTV会議システム（専用回線、衛星回線）と連携
- 自治体への通報手段を多様化するため、衛星回線を利用した一斉同報FAXの導入予定



3. 進捗と今後の予定

設備面の対策に関する進捗と今後の予定

項目	全体スケジュール		
	平成23年度	平成24年度	平成25年度
①津波対策	重要エリア止水処理・防潮堤・防潮壁 等		津波監視システム等
②高圧注水対策	ホウ酸水注入系緊急活用手順、制御棒駆動水圧系緊急活用手順、RCIC手動起動手順整備		代替高圧注水設備設置等
③減圧対策	予備蓄電池、予備ポンペ、空気圧縮機配備 等		
④低圧注水対策	消防車配備 建屋外部接続口設置 等		
⑤原子炉、格納容器冷却（除熱）対策	代替海水熱交換器設備配備 等		
⑥炉心損傷後の影響緩和対策	フィルタベント、水素処理設備 等		
⑦電源対策	空冷式ガスタービン発電機車高台配備等		更なる高台電源増強等
⑧水源対策	貯水池、井戸、各種手順 等		
⑨燃料プール対策	消防車配備、燃料プール水位計設置、建屋外部接続口設置 等		
⑩地震対策	送電鉄塔基礎安定性評価、開閉所・変圧器耐震強化 等		更なる開閉所・変圧器耐震強化 等
⑪その他の視点对策	瓦礫撤去用重機配備 等		活動拠点の増強等

 福島第一事故を踏まえた対策[短期]

 福島第一事故を踏まえた対策[中長期]

運用面の対策に関する進捗と今後の予定

項目	全体スケジュール		
	平成23年度	平成24年度	平成25年度
⑫想定を超える事故への備え	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 手順類の改訂、緊急時対応訓練の実施 継続的な改善 </div>		
⑬複合災害、複数プラント同時被災への対応	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 運転員／緊急時対策要員／宿直体制の増強 </div>		
⑭情報伝達・情報共有の強化	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 中央制御室にバッテリー等配備、通信手段増強、 国とのTV会議システムの連携（専用回線）等 </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 国とのTV会議システムの連携等（衛星回線） </div>
⑮資機材調達・輸送体制の強化	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 燃料調達協定、運転手放管教育、後方支援拠点整備 </div>		
⑯事故時放射線管理体制の強化	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 免震重要棟、中央制御室APD追設、MP電源強化、 放射線測定要員研修 </div>		
⑰事故時の公表、社会への情報発信体制の強化	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 報道対応体制の再構築、インターネットによる積極的な情報発信等 </div>		

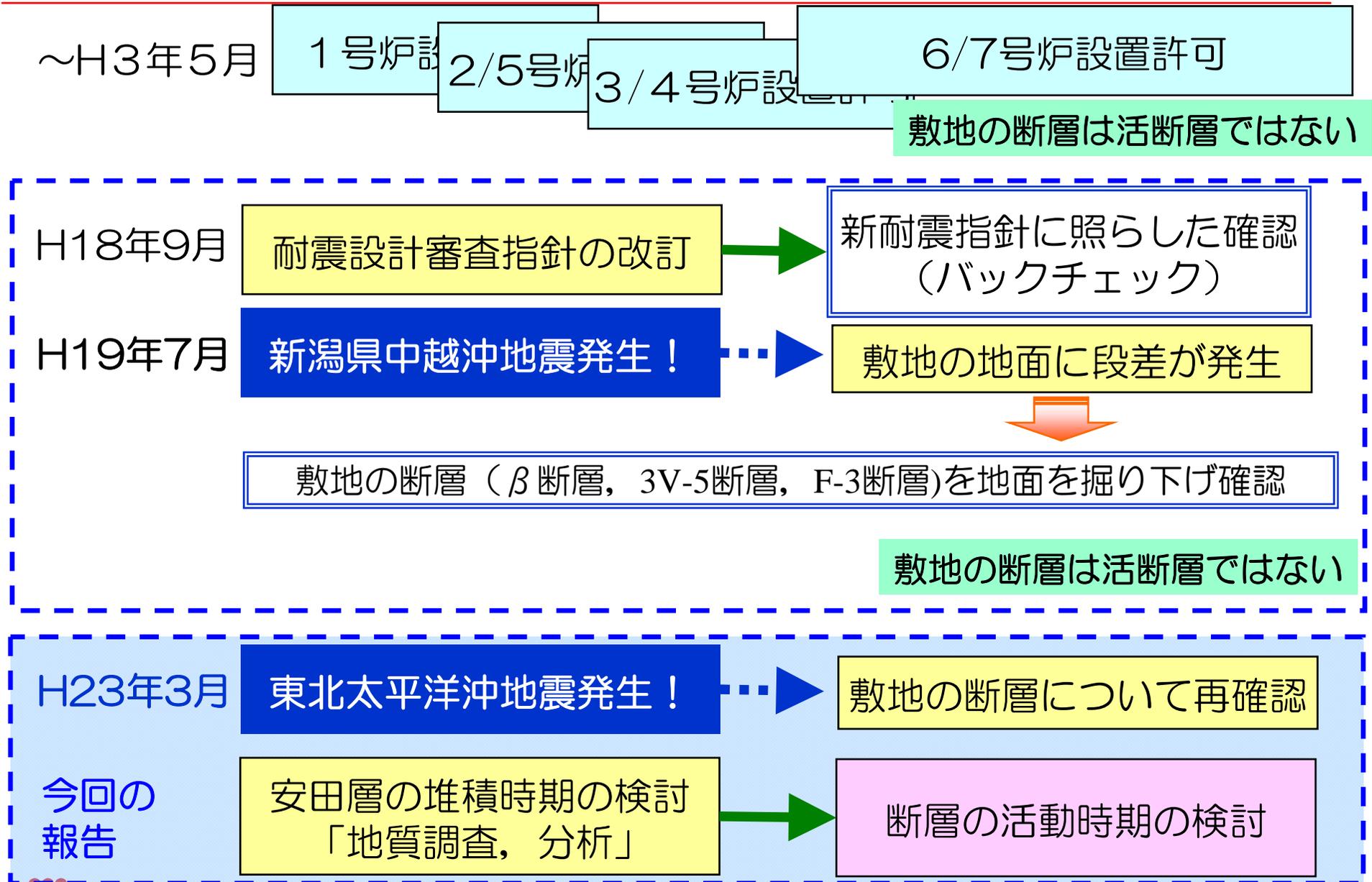
訓練等を踏まえた継続的な改善

福島第一事故を踏まえた対策[短期]

Ⅲ. 柏崎刈羽原子力発電所の 敷地内断層の調査結果

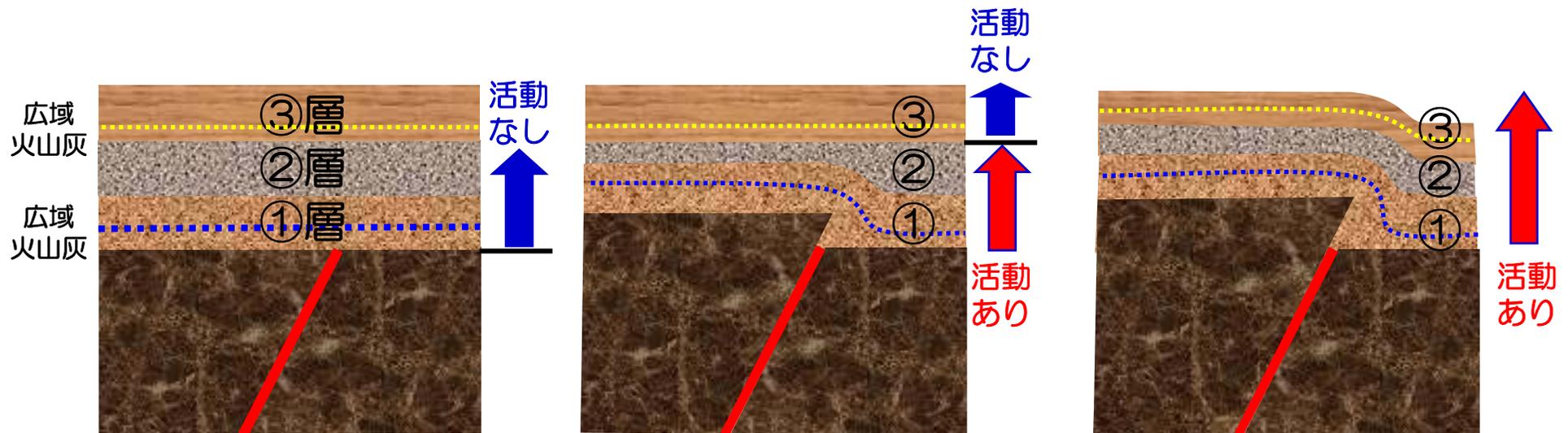
1. 従来の評価と今回の調査結果

1. 地質調査, 断層評価の経過



【解説】断層の活動時期をどのように考えるのか？

断層の活動時期を判断するためには、断層の上に堆積している地層（上載層）の変位・変形を見て判断します。地層が平らに堆積した後に、例えば、上載層やこれに含まれる広域火山灰の層が平らなままで変位や変形がみられない場合は、上載層の堆積以降に断層の活動はなかったと判断できます。一方、上載層に変位・変形が認められる場合は、上載層が平らに堆積した後に断層が活動したと判断できます。このため、断層の活動時期を評価する上で、上載層がいつ堆積したのかを知ることは重要なポイントになります。



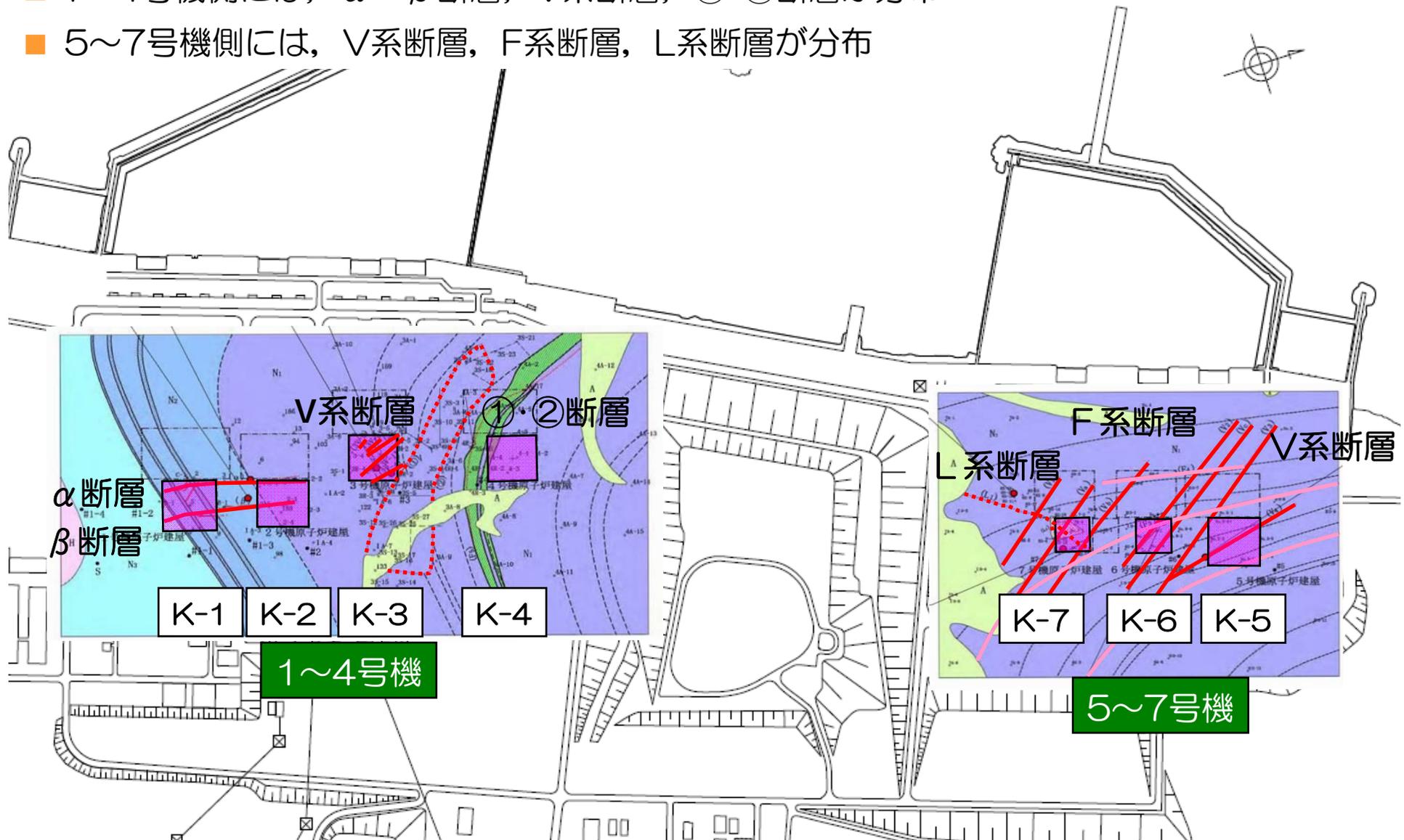
①層の堆積以降、断層の活動はない。

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

③層に断層の変位が及んでいる。したがって③層の堆積以降、断層が活動した。

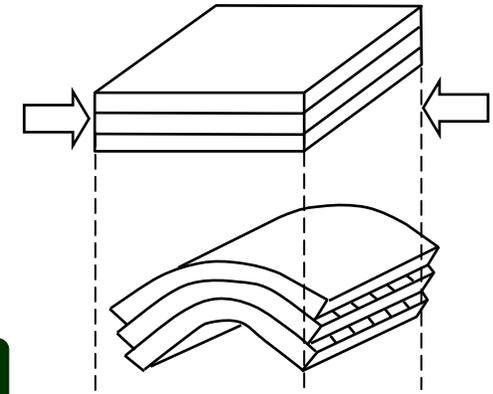
2. 敷地内断層の分布

- 1～4号機側には、 α ・ β 断層、V系断層、①・②断層が分布
- 5～7号機側には、V系断層、F系断層、L系断層が分布

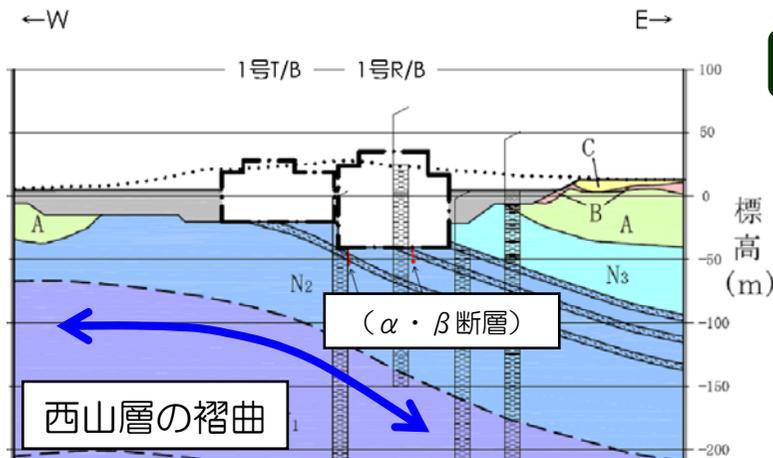


3. 敷地内断層と褶曲構造との関係

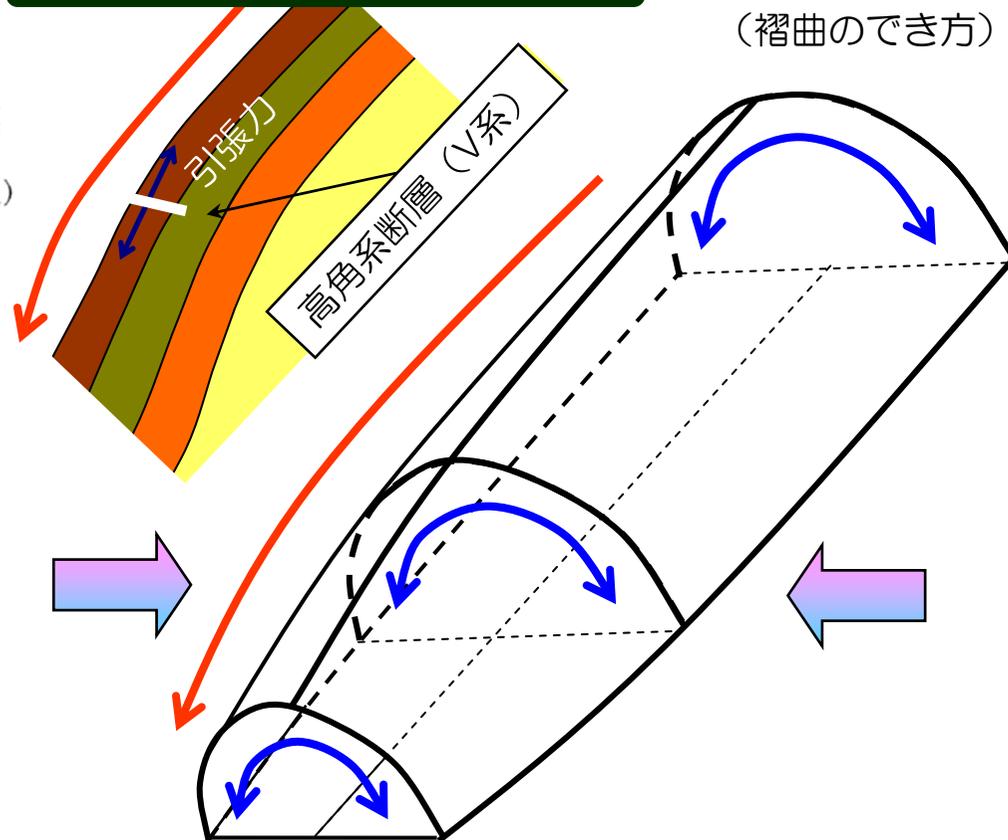
- 敷地の地層は、横から押されて図のように曲げられている（褶曲）。敷地にみられる断層は、この曲がりに伴い表面が引っ張られて生じる細かいヒビのようなもの。地震を発生させる震源断層のように、地下深くまで延びるものではなく、地震を起こすようなものではないと考えられるが、今回の調査はその最終活動時期を明らかにするもの。



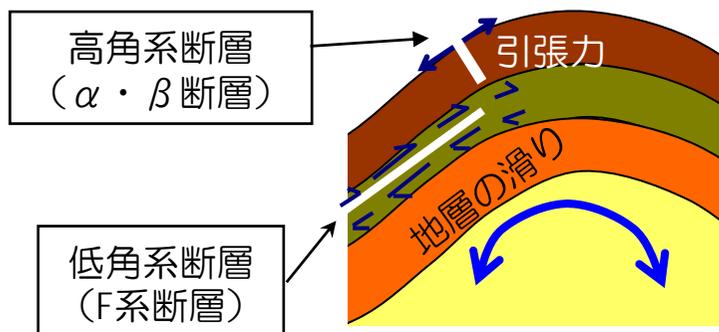
(褶曲のでき方)



地層の曲がりに伴う断層のイメージ



褶曲に伴う断層のイメージ

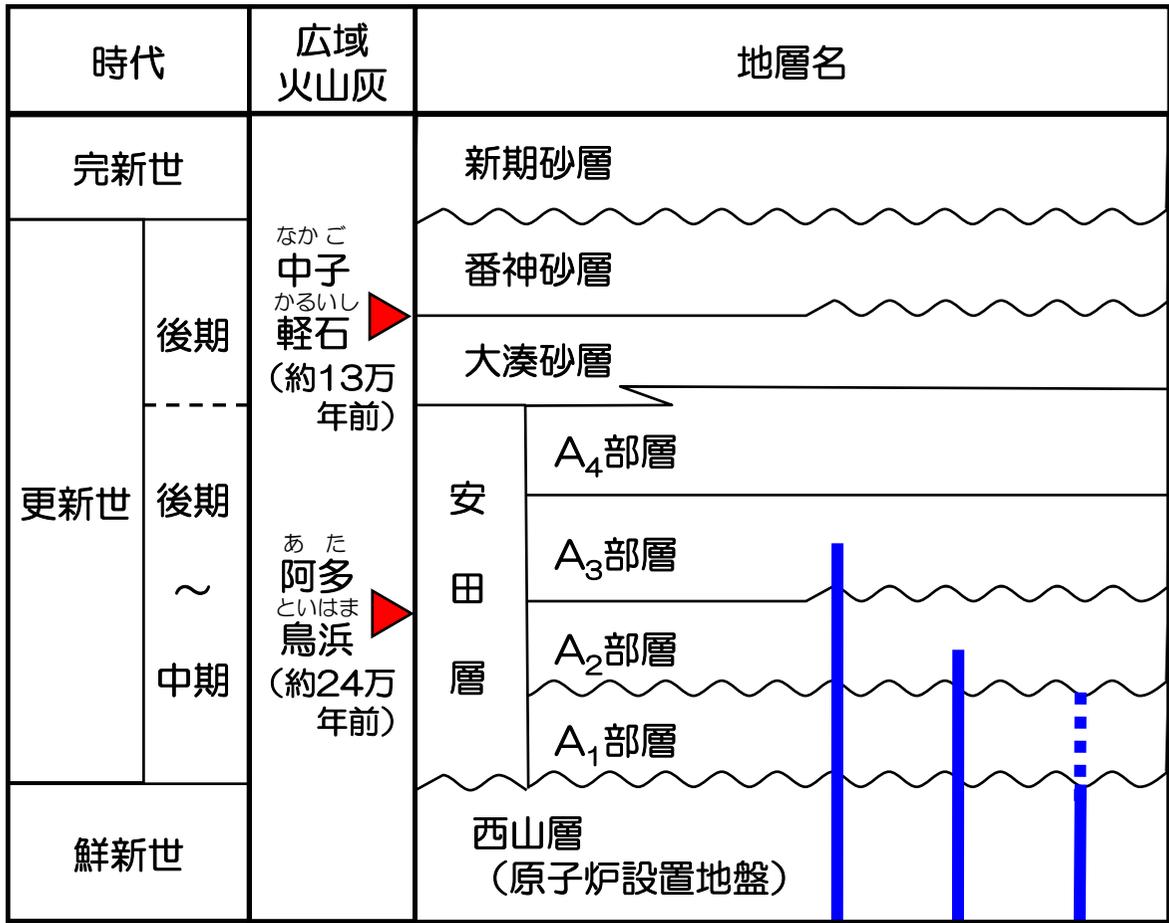


4. 既往の敷地内断層の評価と意見聴取会での意見

- $\alpha \cdot \beta$ 断層は、安田層A₃部層まで変位を与えているが、その上の層に変位を与えていない。
- V系、F系断層は同時期に活動していたと考えられ、最も新しいものはA₂部層まで変位を与えているが、その上の層には変位を与えていない。
- L系、①・②断層は少なくとも安田層A₂部層に変位を与えていない。
- 以上より、敷地内の断層は、少なくとも安田層堆積終了以降の活動はなく、耐震設計上考慮すべき活断層ではないと評価。

意見聴取会における委員の意見

いずれの断層も安田層の上部に変位を与えていないことを根拠に後期更新世以降の活動性を否定しているが、その安田層の層序区分の仕方が不明確である。層序区分及び各部層の年代について、再検討が必要。
地震・津波に関する意見聴取会（地質・地質構造関係）（第5回 H24/08/10 NISA）



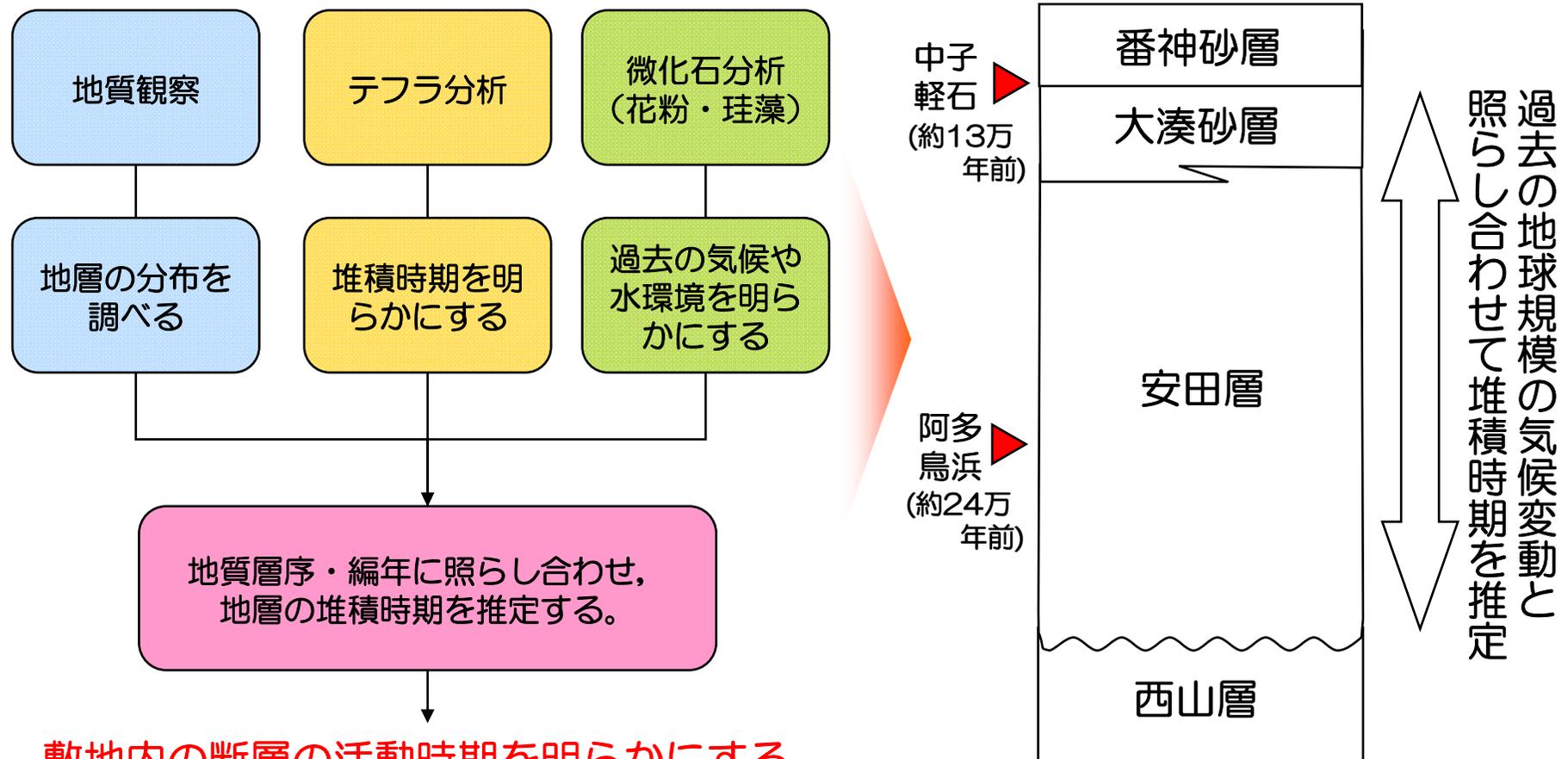
〔 〰 不整合 ≧ 指交 〕

$\alpha \cdot \beta$ 断層
F系断層
V系断層
L系断層
①・②断層

安田層を対象に堆積時期の詳細な分析・評価を実施

5. 安田層の堆積時期推定の考え方

安田層の中には複数のテフラ（火山灰等）が確認され、そのうちの 하나가阿多鳥浜テフラ（約24万年前）であることが確認されている。また、大湊砂層と番神砂層の境界には中子軽石（約13万年前）が確認されている。これらのテフラの位置と年代を基準に地層に含まれている微化石を分析し、過去の地球規模の気候変動と照らし合わせて、地層の堆積時期を推定する。



敷地内の断層の活動時期を明らかにする。

【解説】テフラ分析

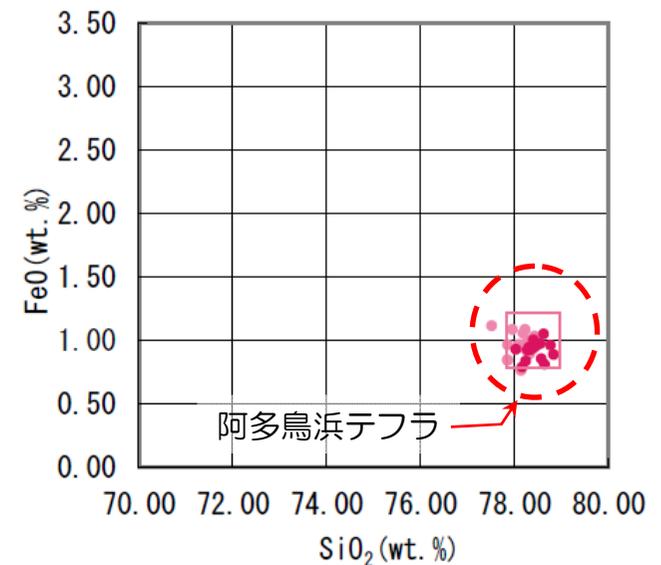
- 火山の噴火に伴う火山灰等の噴出物（テフラ）は、短時間に広い範囲で降り積もります。
- したがって、離れた場所の地層から同じテフラが見つかった場合、これらの地層は同じ時期に堆積したことがわかります。
- 日本各地で広く確認されてきているテフラは、これまでの研究により年代が精度よく推定されているものがあります（例えば、町田ほか（2003））。
- テフラは火山ガラスや鉱物などにそれぞれ特徴があり、これら进行分析し、既に知られているテフラのデータと照らし合わせて同定します。



阿多鳥浜テフラ（約24万年前）の分布
九州の火山から噴出したテフラが日本各地で見つかっている。



今回の調査(G-18)で見つかった火山灰（阿多鳥浜テフラ）



主成分分析の例

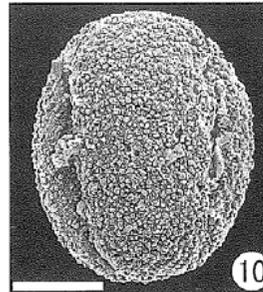
敷地内で見つかったテフラの主成分（●●）は、阿多鳥浜テフラの既往の分析値（□）とよく合っている。

【解説】：微化石分析

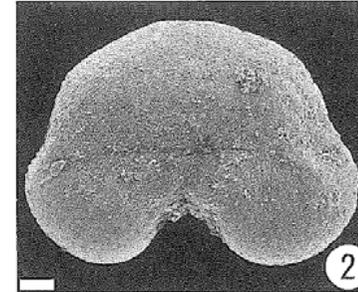
ボーリングコアから約50cm間隔で
試料をサンプリングしました

花粉化石分析 気候によって植生が異なることを利用します

花粉化石の同定 → 古気候の指標 (温暖/寒冷)



コナラ属の微化石：温暖



トウヒ属の微化石：寒冷

花粉写真は、谷村他 (2012) より抜粋。スケールは10 μm。

珪藻化石分析 水環境によって珪藻が異なることを利用します

珪藻化石の同定 → 古水環境の指標 (海水/汽水/淡水)



海水生種

(*Nitzschia granulata* Grunow)

Witkowski et al.(2000)



汽水生種

(*Diploneis suborbicularis* (Greg.) Cleve)

Witkowski et al.(2000)



淡水生種

(*Navicula* spp.)

Krammer et al.(1986)

【解説】地球規模の気候変動

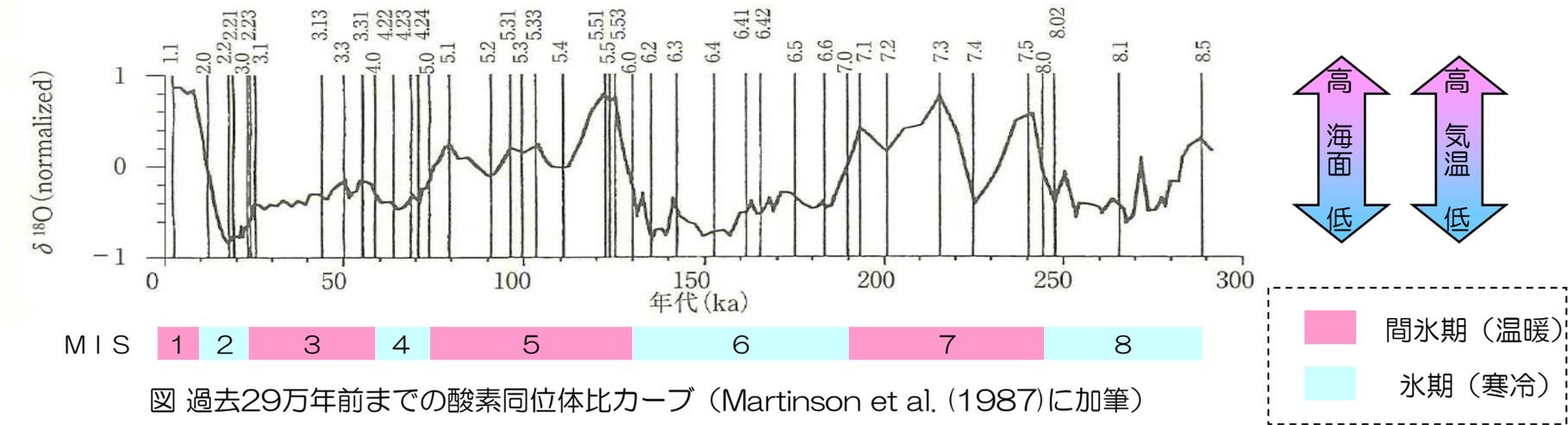


図 過去29万年前までの酸素同位体比カーブ (Martinson et al. (1987)に加筆)

表 MISのおおよその目安

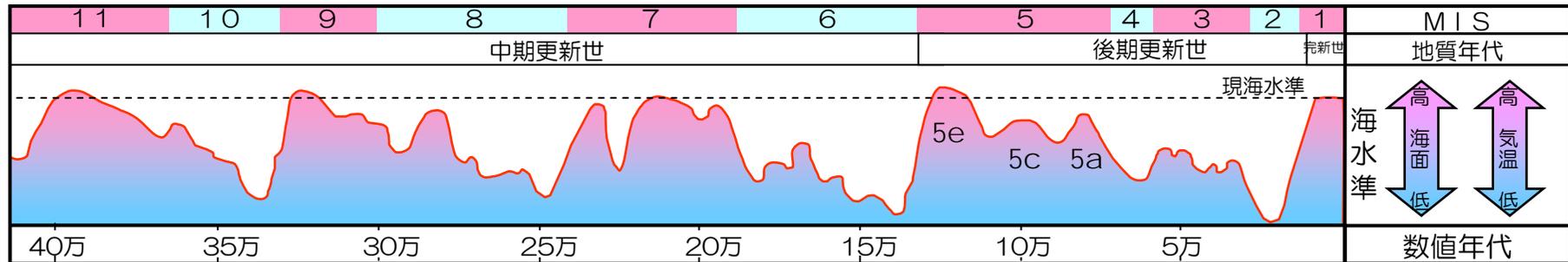
MIS	年代 (万年前) ※	氷期／間氷期
5	7～13	間氷期 (温暖)
6	13～19	氷期 (寒冷)
7	19～24	間氷期 (温暖)
8	24～30	氷期 (寒冷)
9	30～33	間氷期 (温暖)

※年代値は、Martinson et al. (1987)，太田ほか (2010) から読み取った値

- これまでの研究により、地球規模の気候変動は、氷期と間氷期を繰り返しながら、現在に至っていることが分かっています。
- 海洋酸素同位体ステージ (Marine Isotope Stage : MIS) は、氷期と間氷期の周期的な繰り返しに数字を付けて整理したもので、新しいもの順に氷期に偶数番号、間氷期に奇数番号を付与して整理したものです。

6. 安田層の堆積時期推定の考え方

地球規模の気候は周期的に変動し、この気候変動に伴い植生の変化や海水準変動が生じる。このことから、地層中に含まれる花粉や珪藻などの微化石を分析することで、当時の気候や水環境の変動傾向を推定することができる。



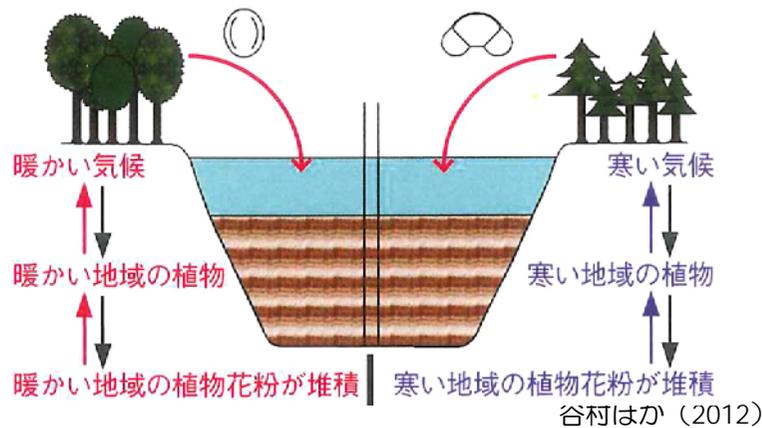
阿多鳥浜テフラ (約24万年前) ●

● 中子軽石 (約13万年前)

海水準変動

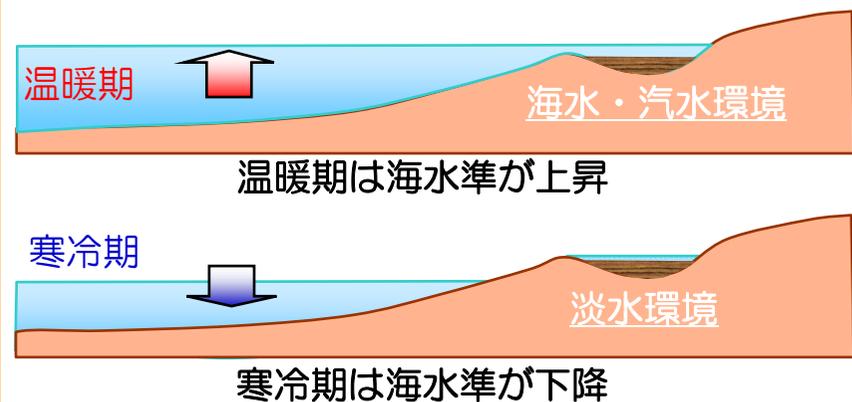
太田他 (2010) などをもとに作成

気候の寒暖によって植生が変化する



谷村ほか (2012)

海水準の変動によって水環境が変化する

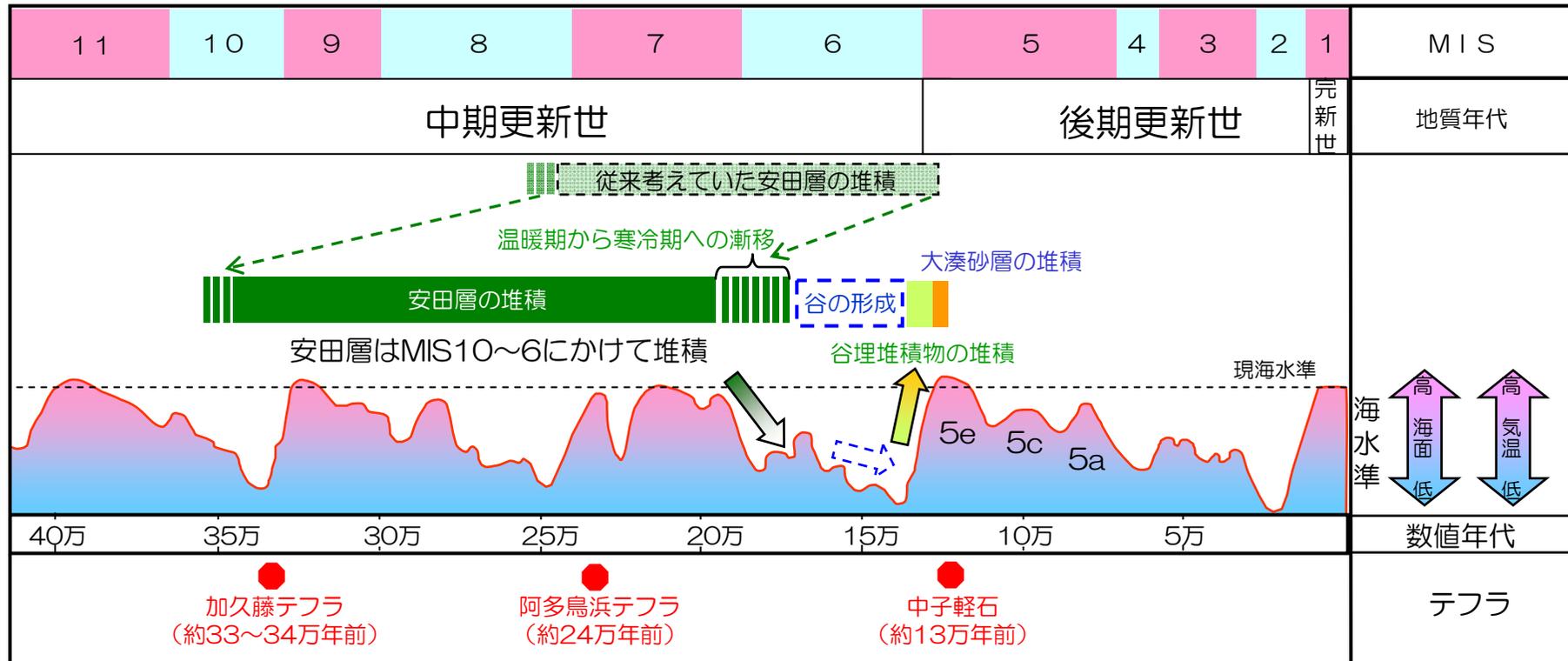


地層中に含まれる花粉化石を分析

地層中に含まれる珪藻化石を分析

7. 安田層の堆積時期のまとめ

○安田層の堆積時期



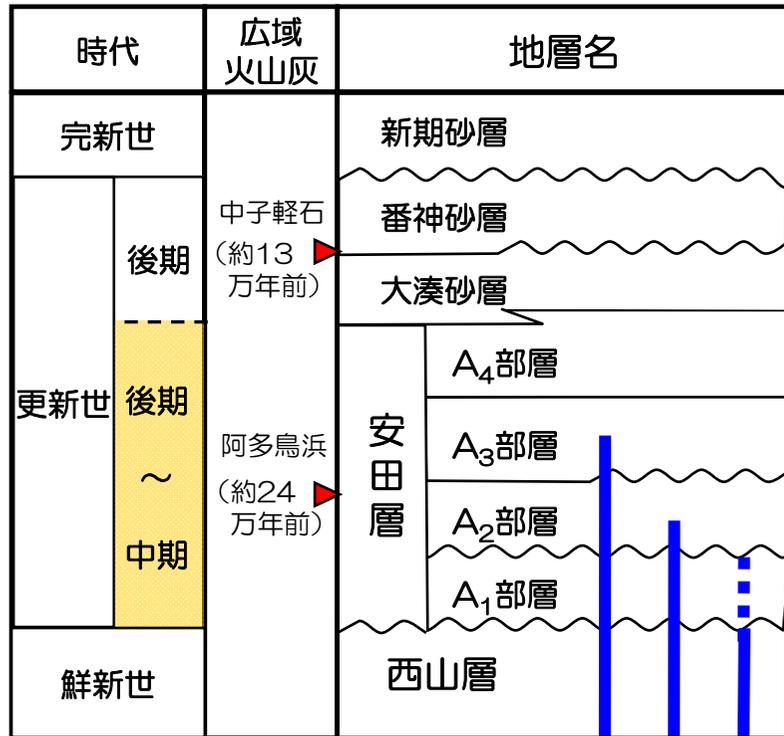
今回の分析結果から、敷地の安田層は、30数万年前～約20万年前にかけて堆積した中期更新世の地層であると考えられる。上図に示すとおり、MIS10に堆積が始まりMIS7～MIS6に至る徐々に海水準が低下した時期までに堆積した。

その後の海水準が下がった時期（MIS6）に、安田層が水面下から地表に現れ、一部に谷が形成された。その後、谷は海水準の上昇（MIS6からMIS5e）に伴い、再び水面下になり谷埋堆積物で埋積された。その後の高海水準期（MIS5e）に、大湊砂層が堆積したと考えられる。

8. 敷地内断層の評価

○敷地内断層の活動時期

既往評価

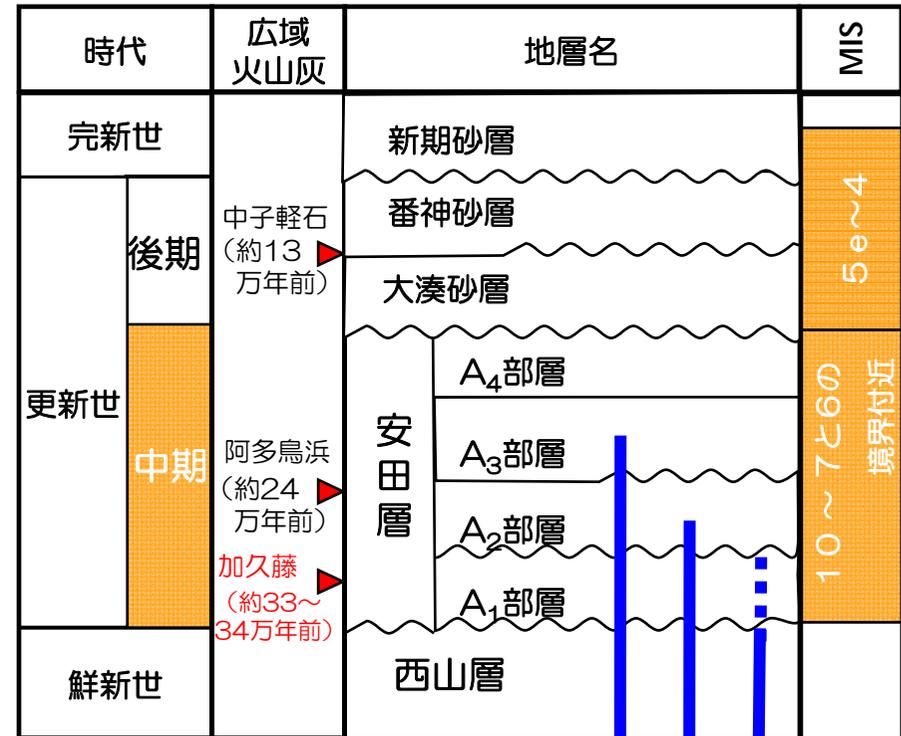


■ 安田層の上部の堆積時期は後期更新世の可能性があると考えていた。

α F V L ①
・ 系 系 系 ・
β 断 断 断 ②
断 層 層 層 断 層

〔 〰 不整合 ≡ 指交 〕

今回の評価



■ 安田層の堆積時期は、中期更新世であることを確認した。

α F V L ①
・ 系 系 系 ・
β 断 断 断 ②
断 層 層 層 断 層

敷地の安田層の堆積時期は、30数万年前～約20万年前（MIS10からMIS7とMIS6の境界付近）であると考えられ、敷地内の断層はこの安田層中で止まっていることから、安田層堆積終了以降、すなわち約20万年前以降の活動は認められない。

9. まとめ

- 敷地の安田層は、約20万年前までに堆積した中期更新世の地層である。
- 敷地内の断層は、安田層中で止まっており、安田層堆積終了以降、すなわち約20万年前以降に動いておらず、近い将来に活動するものではないと考えられる。
- 新規規制基準への適合性については、その他の調査結果と合わせて厳格に確認していく。
- なお、事業者独自の取り組みとして、深層防護の観点から万一に想定を超える場合にも安全を確保できるように備えを充実させる。

情報の公開

福島第一・第二原子力発電所の状況および柏崎刈羽原子力発電所の取り組み状況をニュースアトムなどにより地域の皆さまに迅速にお伝えしてまいります。

ニュースアトム

発電所ホームページ

- 震災以降、随時発行し関連情報をお伝えしております。
- 各発電所の状況をご確認いただけます。



柏崎刈羽原子力発電所では、引き続き、更なる安全性の向上と情報公開に努めてまいります。