東京電力株式会社
循環注水冷却
2013/11/28現在

循環注水冷却スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		10月 27 / 11月 3 10 17 24 / 12月 1 8 15 下 / 1月 上 中 下 / 2月 前 後	備　考（今後の主な予定）
循環注水冷却	原子炉関連	循環注水冷却	（実　績） ・【共通】循環注水冷却中（継続） ・【3号】FDW系への100%流量乗せ替え（R/B 1Fガレキ撤去作業） （実施時期調整中）	現場作業	【1，2，3号】循環注水冷却（滞留水の再利用） 原子炉･格納容器内の崩壊熱評価、温度、水素濃度に応じて、また、作業等に必要な条件に合わせて、原子炉注水流量の調整を実施 【3号】FDW系への100%流量乗せ替え試験（R/B 1Fガレキ撤去作業に備えて） ＣＳ系注水ラインの近傍にてガレキ撤去作業を実施するため、ＣＳからＦＤＷへの１００%流量乗せ替えをガレキ撤去作業期間に合わせて実施 【3号】FDW系への100%流量乗せ替え（R/B 1Fガレキ撤去作業） 工程調整中 ロボット作業エリアに干渉ケーブルが確認されたこと、およびロボットからの油漏れが確認されたことに関して対策を検討中。実施時期についても再調整中。	
		循環注水冷却設備の信頼性向上対策	（実　績） ・【共通】CST炉注水ラインの信頼性向上対策 - 3号CSTを水源として１～３号CST炉注水ラインを運用中（継続）	検討・設計・現場作業	【1，2，3号】CST炉注水ラインの信頼性向上対策 3号CSTを水源として 1～3号機の運用中	
		海水腐食及び塩分除去対策	（実　績） ・CST窒素注入による注水溶存酸素低減（継続） ・ヒドラジン注入開始（8/29～）	現場作業	CST窒素注入による注水溶存酸素低減 ヒドラジン注入開始 略語の意味 CS：炉心スプレイ系 FDW：給水系 CST：復水貯蔵タンク RPV：原子炉圧力容器 PCV：原子炉格納容器 TIP：移動式炉心内計測装置	
		２号RPV代替温度計の設置	（実　績） ・TIP案内管内面付着物の成分分析の検討（継続） ・JAEAでの分析のための輸送準備・検討 線量率測定（γ、γ＋β） ・1Fサイトでの簡易分析方法の手順検討 金属成分分析（11/7）	検討・設計・現場作業	JAEAでの分析のための輸送検討と事前準備（輸送容器確定のための線量率測定・放射能量評価） 輸送準備 輸送・分析 削除予定 工程調整中 1Fサイトでの簡易分析方法の手順検討（金属成分分析） 金属成分分析 線量率測定結果から放射能量評価を実施し、輸送方法を確定する。確定後、輸送計画書作成等の輸送準備を行う。	
	原子炉格納容器関連	窒素充填	（実　績） ・【1号】サプレッションチャンバへの窒素封入 - 連続窒素封入へ移行（9/9～）（継続） ・【1号】原子炉格納容器窒素封入ライン一時機能停止（11/5）（ヤード整備工事） ・【2号】サプレッションチャンバへの窒素封入（10/16～11/11） ・【1号】酸素分析ラックからの原子炉格納容器窒素封入試験（11/12～11/26） ※試験中，１号機サプレッションチャンバへの窒素封入停止	検討・設計・現場作業	【1，2，3号】原子炉格納容器　窒素封入中 【1，2，3号】原子炉圧力容器　窒素封入中 【1号】サプレッションチャンバへの窒素封入 試験に伴う停止　封入再開 【1号】酸素分析ラックからの原子炉格納容器窒素封入試験 試験状況を鑑み工程変更 【2号】サプレッションチャンバへの窒素封入	
		PCVガス管理	（実　績） ・【共通】PCVガス管理システム運転中（継続）	現場作業	【1，2，3号】継続運転中	

東京電力株式会社
循環注水冷却
2013/11/28現在

循環注水冷却スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		10月～2月	備考（今後の主な予定）
	原子炉格納容器関連	PCV内部調査	（実　績） ・【２号】常設監視計器再設置 　- 対策検討・再設計・製作・習熟訓練（継続） ・【３号】今後のPCV内部調査の実施方針について検討中（継続）	検討・設計・現場作業	【２号】常設監視計器再設置 対策検討 引掛り解消工法の検討（モックアップによる）　⇒　装置改善再設計・製作・習熟訓練 工程調整中 ●引掛り解消工法が確定し、実施可能であれば　１月より習熟訓練を実施。 ●現地工事は、２号機R/Ｂ１階の除染作業エリア及び作業期間を調整中のため未定。 現場準備・再設置 【３号】PCV内部調査・常設監視計器設置 実施方針検討 調査装置設計・製作	・３号R/Ｂ１階（北西エリア）の除染後（H26.3末）に現場調査を行い実施方針を決定。 ・現場調査(H26.4)後、仕様確定
	使用済燃料プール関連	使用済燃料プール 循環冷却	（実　績） ・【共通】循環冷却中（継続） （予　定） ・【４号】SFP循環冷却設備一次系ストレーナ交換作業に伴う全停 （１１月下旬～１２月中旬頃）	現場作業	【１，２，３，４号】循環冷却中 1号停止 ４号停止	・４号機SFP循環冷却設備一次系ストレーナ交換作業に伴う全停 １１月２８日～３０日予定
		使用済燃料プール への注水冷却		現場作業	【１，２，３，４号】蒸発量に応じて、内部注水を実施 【１，３，４号】コンクリートポンプ車等の現場配備	
		海水腐食及び 塩分除去対策 （使用済燃料プール 薬注＆塩分除去）	（実　績） ・【共通】プール水質管理中（継続）	検討・設計・現場作業	【１，２，３，４号】ヒドラジン等注入による防食 【１，２，３，４号】プール水質管理	

福島第一・1～3号機
汚染水対策を踏まえた
原子炉注水量の低減について

平成25年11月28日

東京電力株式会社

東京電力
TEPCO

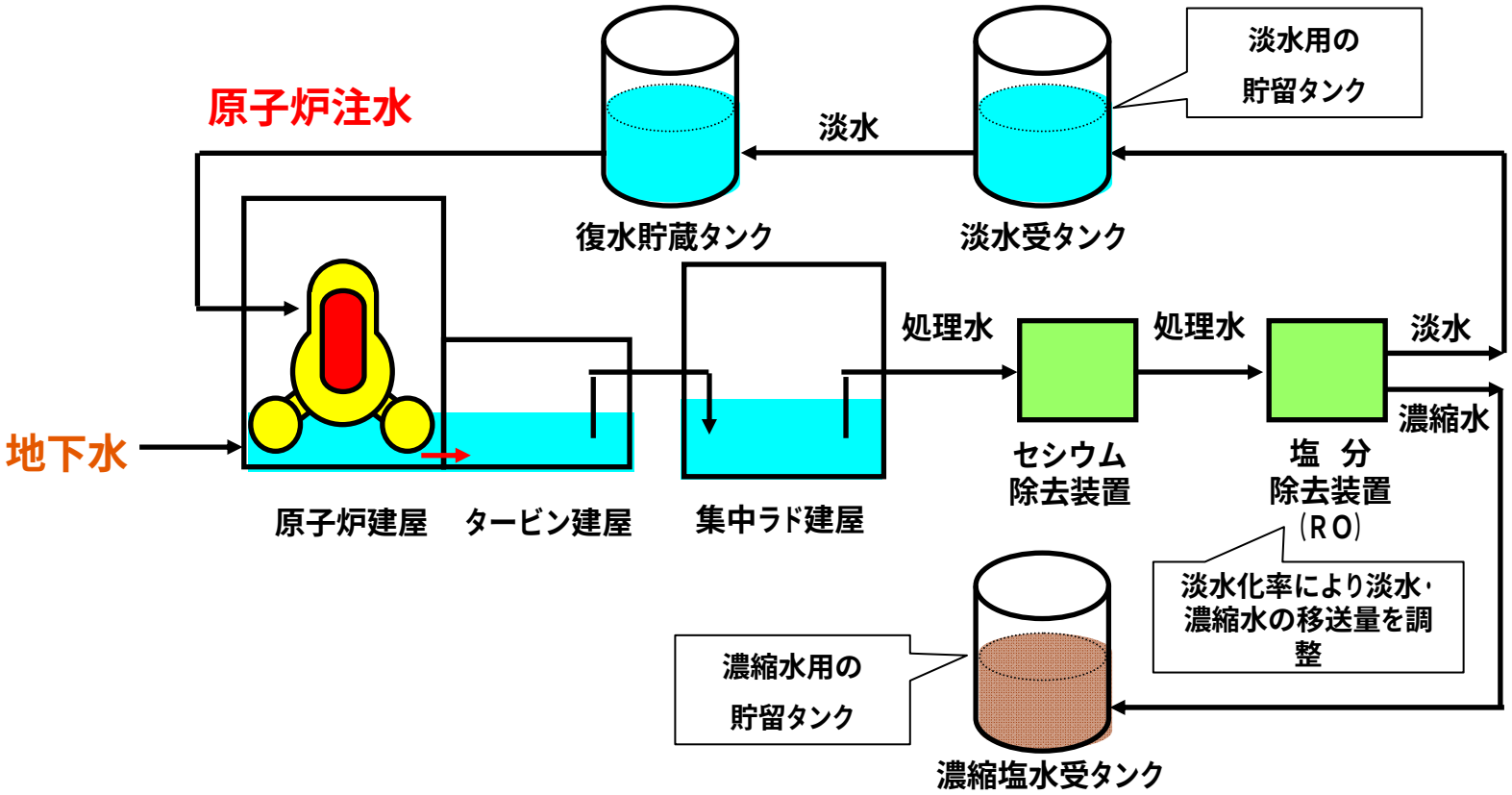
目的

- これまで，水処理設備の負荷を軽減するため、崩壊熱の低下に合わせて原子炉注水量を低減しつつ，安定した冷却状態を維持。
- また，崩壊熱は低下を続けており、現在の注水量は冷却に必要な注水量（制限値）に対して余裕を有している。
- 一方で，炉内の冷却状態については，より安定した状態を目指すため，リスクを伴う注水量減少操作は慎重に考え，現在の注水量で維持している状況。
- それに対し，汚染水問題への対策として、注水量低減による汚染水処理の負担低減等を踏まえた総合的な最適化を図ることも必要。

注水量低減による，汚染水処理への影響および原子炉冷却のリスクを整理し、原子炉注水量の低減に関わる対応を決定

建屋水処理の概要について

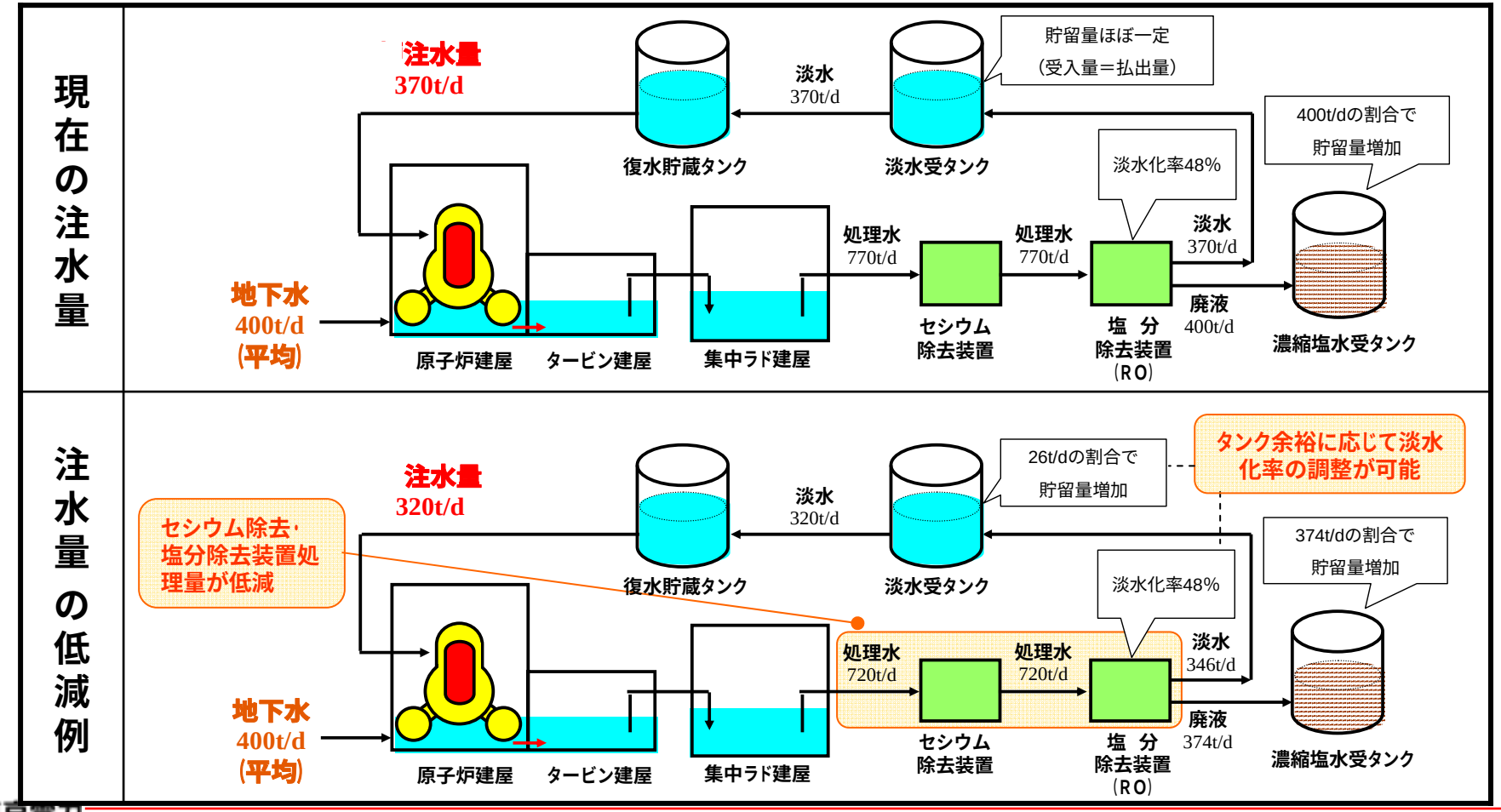
- 建屋に流入する水は原子炉注水･地下水の2種類。このうち原子炉注水分は，浄化して再度，注水に用いられるため，<u>地下水流入分をタンクへ貯留</u>。
- タンクは淡水用，濃縮水用の2種類。<u>両タンクの余裕に応じて</u>，RO装置の淡水化率を調整して<u>移送量を振り分け</u>。



原子炉注水量の減少が水処理に与える影響について

■現在の注水量及び注水量を低減した水バランスを算定し，以下のことを確認。

- ➢貯留量は、地下水流入量に依存するが，淡水･濃縮水受タンクへの振り分けに関する運用幅が拡大
- ➢水処理設備負荷の観点では，セシウム･塩分除去装置の処理量低減が可能となり、建屋滞留水の処理裕度が増加



現在の注水量及び裕度について

- 現在（平成２５年１１月）の注水量は下表の通り。
- 原子炉関連温度は概ね30～40℃以下で推移しており，実施計画に定める制限値（原子炉圧力容器底部で80℃以下）に余裕をもって安定冷却を達成。
- 現在の注水量は制限値※に対し2.3～2.6 m^3/hの余裕があり，流量微調整や流量低の警報設定等に関わる運用上の適度な余裕を確保。

（単位：m^3/h）	１号	２号	３号
現在の注水量	4.5	5.5	5.5
制限値※	2.2	2.9	2.9
余裕	2.3	2.6	2.6

（※　原子炉の冷却に必要な注水量，平成25年11月評価）

原子炉の熱バランス評価上余裕があることから、運用上の余裕を小さくすることにより、注水量の低減は可能と評価

原子炉注水量の低減目標

【注水量評価に関する基本方針】

- 運転上の制限（80℃）に余裕を確保するため，65℃以下を目標とした流量設定
- 注水停止等の想定外の事象発生も考慮し，原子炉関連温度を低めに保つことを目標
- 注水変更の影響確認に時間を要すること，及び安定した冷却を継続する観点から，最小限の注水変更操作を実施

【注水量低減に関する懸案事項】

- 崩壊熱や注水温度，注水流量の熱バランスに応じて，原子炉関連温度が全体的に上昇することで、異常時の対応余裕が減少すること

【注水量低減に関する今回の対応方針】

- 流量微調整や流量低の警報設定等に関わる運用上の余裕を確保
- 1号機は，窒素封入等の変化に伴う一部のＰＣＶ温度計指示上昇が観測されていることを踏まえ，2・3号機のみを対象に流量を変更

（単位：m^3/h）	1号	2号	3号
目標注水量（変更後）	**4.5（現状維持）**	**4.5（1.0 m^3/h減※1）**	**4.5（1.0 m^3/h減※1）**
制限値	2.2	2.9	2.9
余裕	2.3	**1.6**	**1.6**

※1　熱バランスモデルでは最大6℃程度の温度上昇と評価　　※2　原子炉の冷却に必要な注水量，平成25年11月評価

原子炉の冷却状態

■これまで，安定した冷却状態を達成してきてはいるが，熱源の位置や冷却状態など，炉内状況に関する情報が限定的であり，詳細な情報が不足。

【原子炉の冷却状態に関する懸案事項】

- 格納容器内、炉内での冷却水の注入状況が変わることで，熱源である燃料デブリの冷却状態が局所的に変化すること

【原子炉の冷却状態の確認に関する対応方針】

- 注水変更操作後は温度等のパラメータを重点監視
- 放射性物質の異常な放出量増加がないことを確認するため，ガス管理設備（ダストモニタ）を重点監視
- 急な状態変化を避けるため，0.5m^3/hずつ段階的に操作
- 原子炉の冷却状態に異常を確認した場合には，直ちに流量を戻す
- 熱バランス評価と大きく異なる挙動を示すなど，炉内の冷却状態が悪化したと考えられる場合も流量を戻す

対応方針をふまえた重点監視パラメータ

重点監視項目	監視頻度	判断基準
RPV底部温度	毎時	65°C以下
PCV温度	毎時	65°C以下
原子炉への注水量	毎時	必要な注水量が確保されていること
原子炉格納容器ガス管理設備ダストモニタ	6時間	有意な上昇傾向が継続しないこと

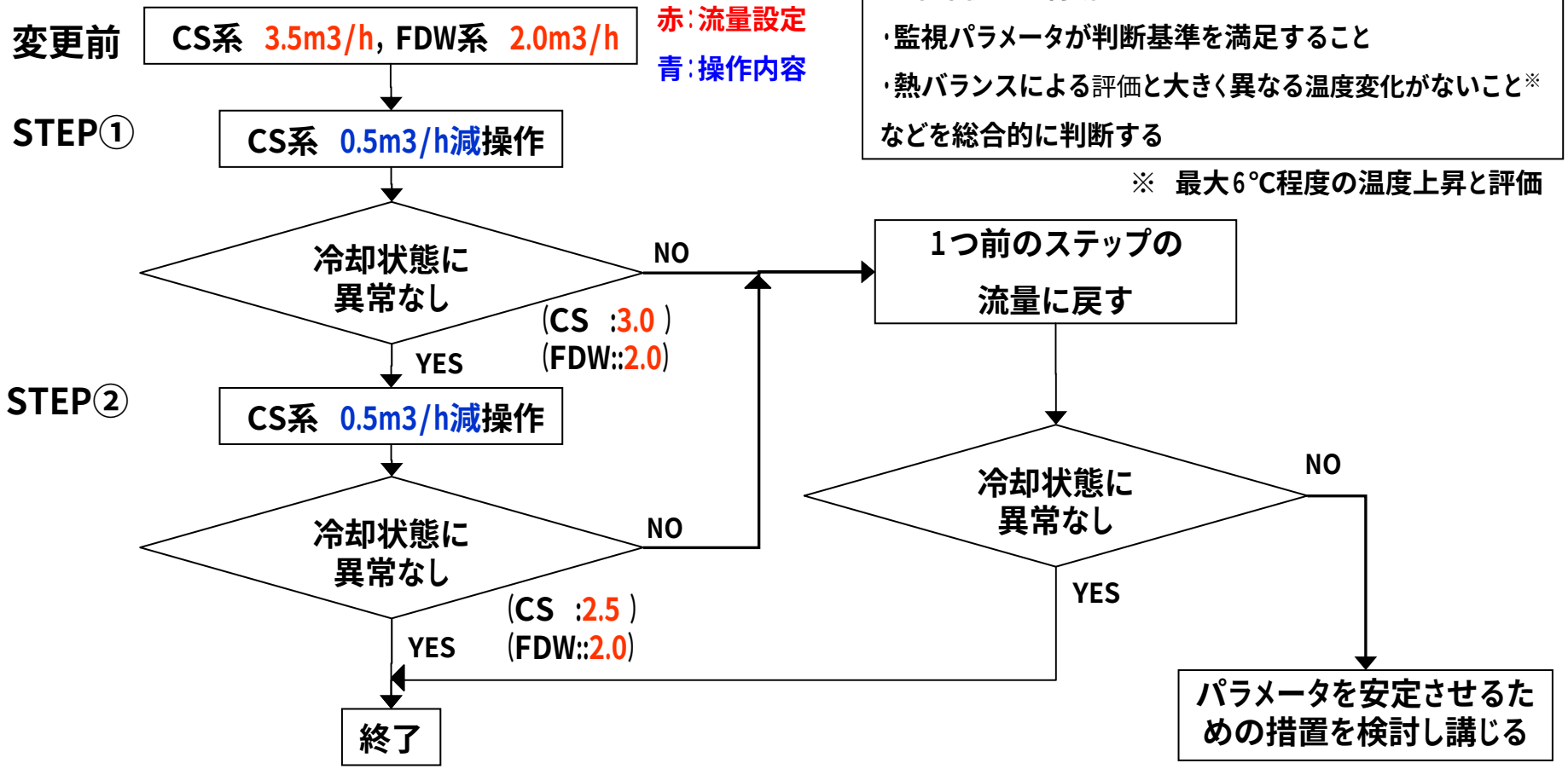
■重点監視項目の考え方

- ●RPV内の冷却状態を確認するため，RPV底部温度を重点監視とする。
- ●PCV内の冷却状態を確認するため，PCV温度を重点監視とする。
- ●放射性物質の異常な放出量増加がないことを確認するため，ダストモニタの確認を行う。
- ●注水変更操作から24時間の監視強化とし，それ以降異常が無い場合には通常頻度での監視に移行

■その他，以下のパラメータなどを参考に冷却状態に異常がない事を総合的に評価

- ●RPV上部温度，D/W圧力等

対応方針をふまえた注水変更フロー（2，3号機）



＜冷却状態の判断＞

・監視パラメータが判断基準を満足すること

・熱バランスによる評価と大きく異なる温度変化がないこと※

などを総合的に判断する

※ 最大6℃程度の温度上昇と評価

（参考）注水配分の考え方

- 注水の信頼性確保の観点から，CS系・FDW系の二系列による注水とする
- 流量計最小目盛（1.0m3/h）や流量調整弁開度に関する余裕を確保する観点から，CS系の注水量を低減させる（CS系の最低注水量は確保可能）

まとめ

■水処理の負荷低減への影響および原子炉冷却のリスクを総合的に判断し，2，3号機の原子炉注水量をそれぞれ1m³/h低減する。

(単位：m³/h)	1号	2号	3号
現在の注水量	4.5 (CS 2.0，FDW2.5)	5.5 (CS 3.5，FDW2.0)	5.5 (CS 3.5，FDW2.0)
目標注水量 (変更後)	**4.5 (CS 2.0，FDW2.5) 【現状維持】**	**4.5 (CS 2.5，FDW2.0) 【CS1.0 m³/h減】**	**4.5 (CS 2.5，FDW2.0) 【CS1.0 m³/h減】**

■実際の工程は，他作業との干渉を考慮の上，平成２６年1月以降に実施予定 (工程調整中)

- ３号Ｒ/Ｂ内障害物撤去作業に伴うＦＤＷ全量注水 (平成２５年１２月～)
- ２号ＰＣＶ温度計再設置 (平成２６年1月～)
- ３号PCV内部調査に向けた事前調査等 (平成２６年1月～)　　など

【参考】注水量評価（平成２５年１１月）

	（単位：m³/h）	１号	２号	３号
①	制限値	2.2	2.9	2.9
②	流量管理の余裕を見込んだ注水量	3.4	4.1	4.1
③	温度管理の余裕を見込んだ注水量	2.0	2.8	2.8
④	目標注水量（変更後）	4.5 （現状維持）	4.5 （1m³/h減）	4.5 （1m³/h減）

＜評価方法＞

①原子炉を80℃以下にする崩壊熱相当注水量を流量下限の制限値として評価（運転上の制限）

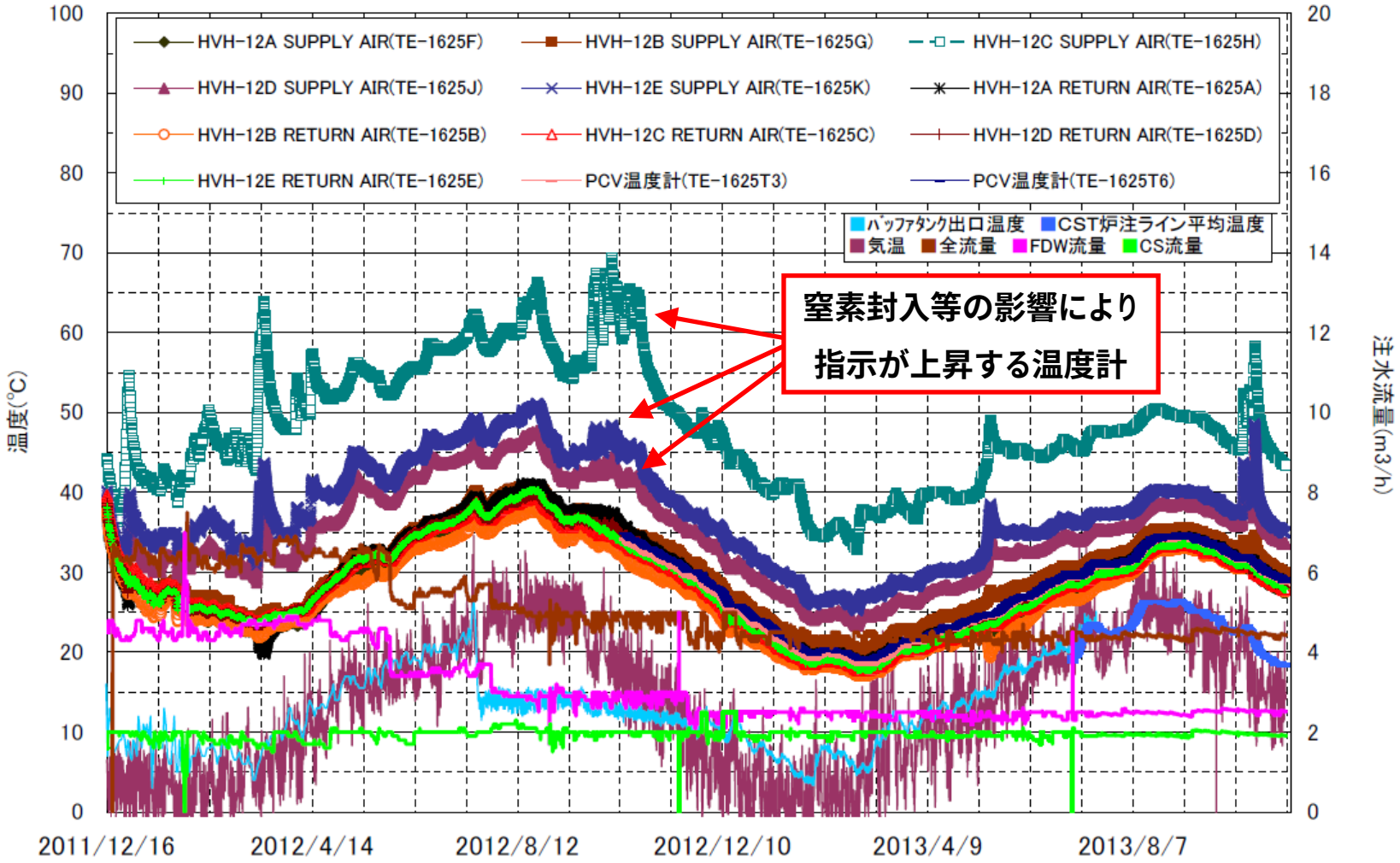
②流量の制限値を遵守するため、運用上の余裕として1.2m³/hを見込んだ注水量
（運用上の余裕1.2 m³/hは，警報発生時の対応余裕，注水量微調整等を考慮して設定）

③温度の制限値を遵守するため，原子炉関連温度を制限値（80℃）に余裕をもった65℃以下に維持する注水量を評価　（PCV放熱等を考慮した熱バランスモデルで評価）

④上記，②，③大きい方の評価値に対し、0.5m³/h単位で目標注水量を設定。

ただし，１号機は窒素封入量の変化等に伴うPCV温度計の指示上昇等を踏まえ、今回の注水量変更対象からは除外。

【参考】１号ＰＣＶ温度の変化について



■１号では，注水によらず，窒素封入等の影響によって，一部のPCV温度計の指示の上昇が観測されている

循環ループ縮小に関わる
検討状況について

平成25年11月28日

東京電力株式会社

東京電力
TEPCO

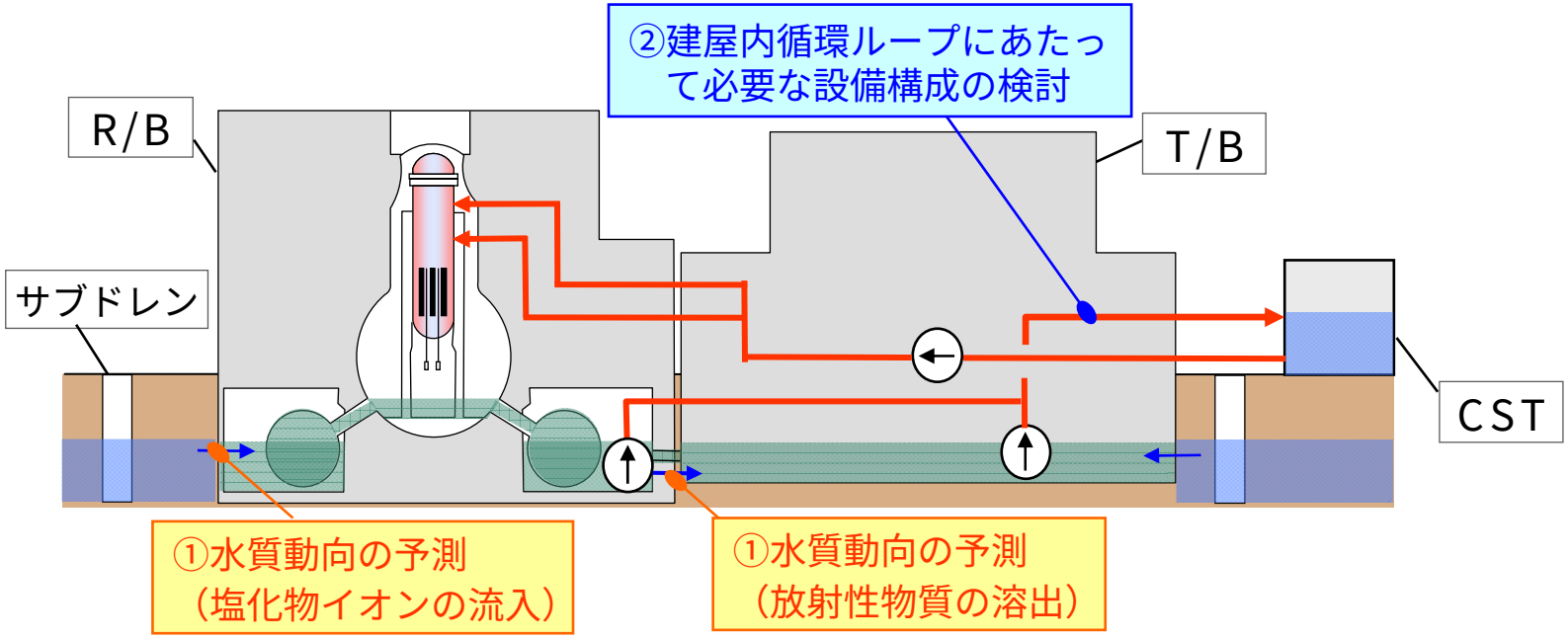
１．これまでの状況について

■ 建屋内循環ループに関しては、以下の内容を平成２５年3月に報告済み

屋外の汚染水移送配管の縮小を目的とした建屋内循環ループ構築について、目標を平成２８年度末から平成２６年度末に前倒し、以下の検討を実施

① 建屋内滞留水の水質測定及び動向予測

② 上記水質や炉注水量、作業環境等を考慮した系統構成



⇒ 上記検討結果を踏まえ、建屋内循環ループ構築に向けた対応を報告

２．検討結果及び対応方針について

検討結果

■建屋滞留水の水質動向を予測した結果、以下を確認

- 滞留水を直接炉注水に使用することは出来ず、塩分除去（RO装置）が必要
- 系統構成設備のメンテナンス性等を考慮すると、放射能除去（Cs-１３７等）が必要。

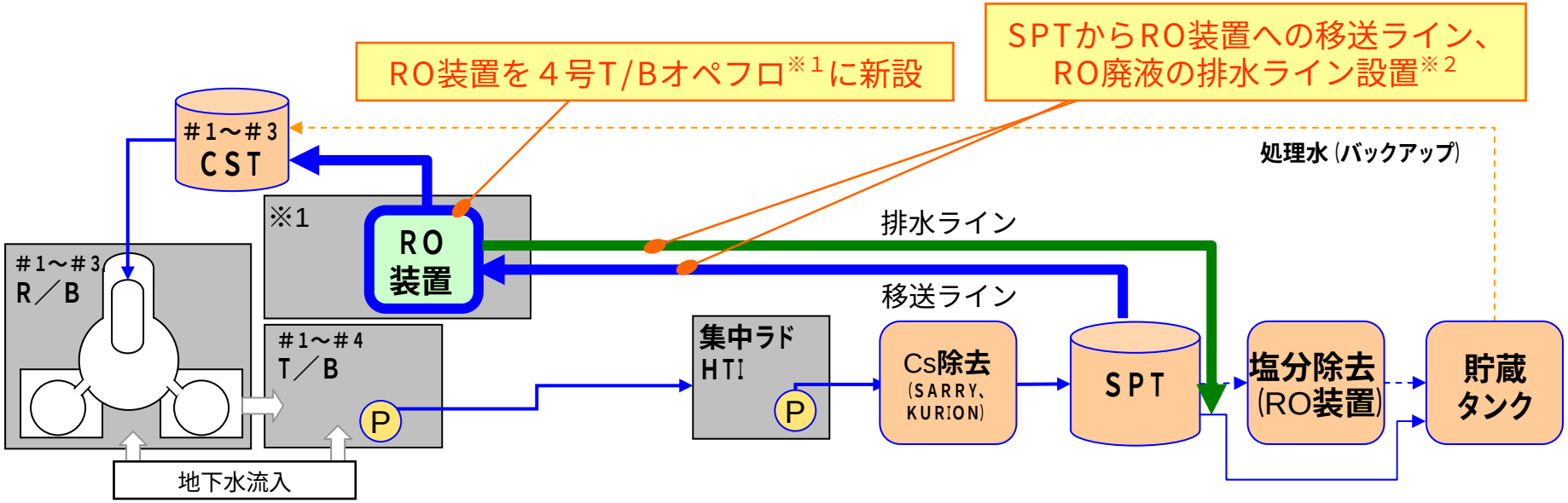
対応方針

■設置を含む作業環境等も配慮し、建屋内循環ループ構築として、以下の設備を設置する。

- 新設RO装置を建屋内（４号Ｔ／Ｂオペフロ等）に設置
- 既設放射能除去装置（SARRY、KURION）を当面継続使用し、それに関わるラインを敷設

２．検討結果及び対応方針について

【建屋内循環ループイメージ】



※１　４号T/Bオペフロは設置案の１つであり、作業環境等を考慮し、今後更に検討を進めて決定予定
※２　詳細なライン構成等は、今後更に検討を進めて決定予定

■現状の循環ループは、３５M盤に設置されているRO装置、貯蔵タンクを介した構成であり、当該機能を建屋周辺に移動することで縮小が可能。

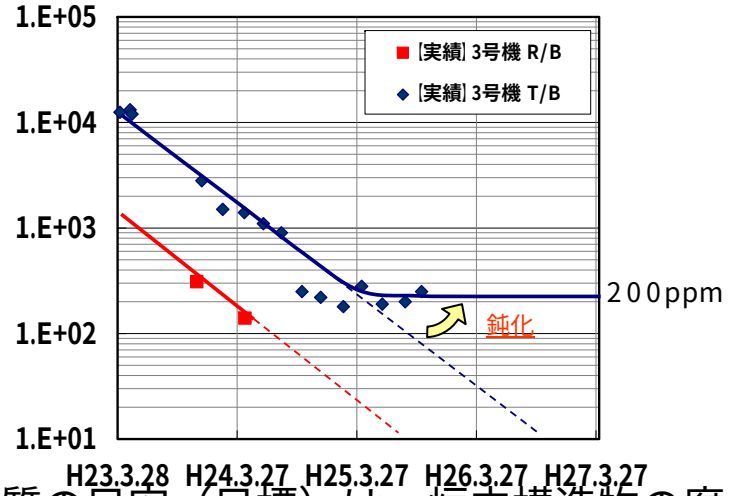
⇨ 本対応で、炉注水のループ（循環ループ）は約3kmから約0.8km ※に縮小

※　汚染水移送配管全体は、地下水流入分を移送ライン（約1.3km）を含め、約2.1kmとなる

３．滞留水の水質動向について

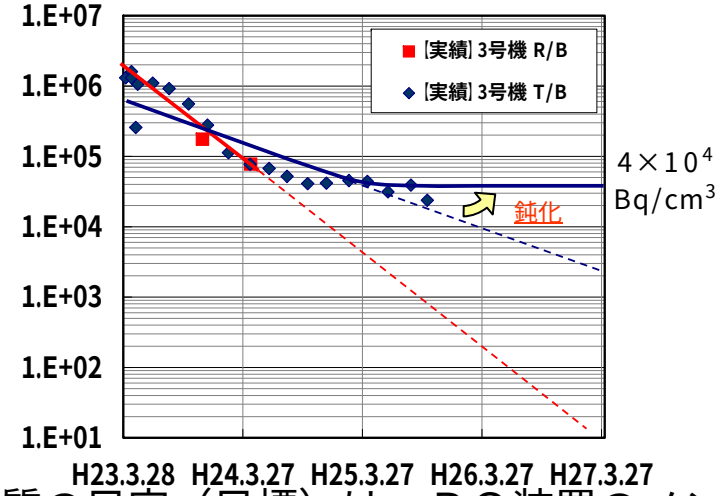
- H25年3月以降、塩化物イオン、Cs-137共に水質の改善は鈍化しており、水質の目安（目標）までの改善が見込めないと推定。【添付１】
- 現状、塩化物イオンは建屋へ流入する地下水、Cs-137は炉内燃料からの溶出及びS/C等の高濃度汚染源からの拡散に伴う追加供給があると推定。【添付２】

３号機　塩化物イオン濃度 [ppm]



● 水質の目安（目標）は、炉内構造物の腐食防止の観点から100ppm未満

３号機　Cs-137濃度 [Bq/cm3]



● 水質の目安（目標）は、ＲＯ装置のメンテナンス性の観点から、10^2Bq/cm^3

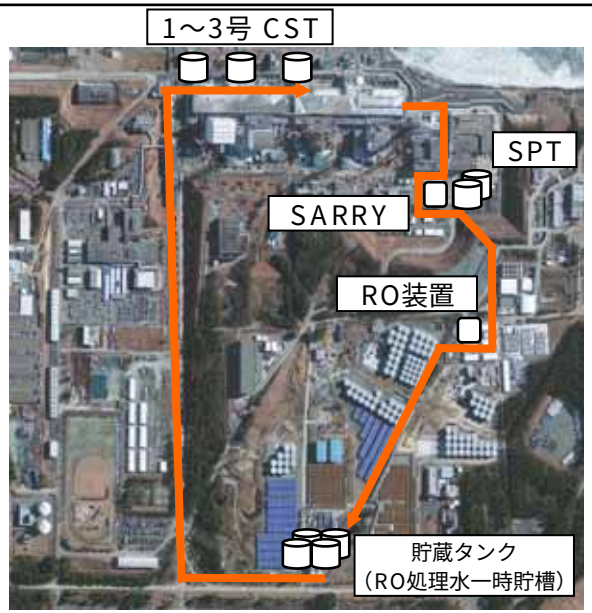
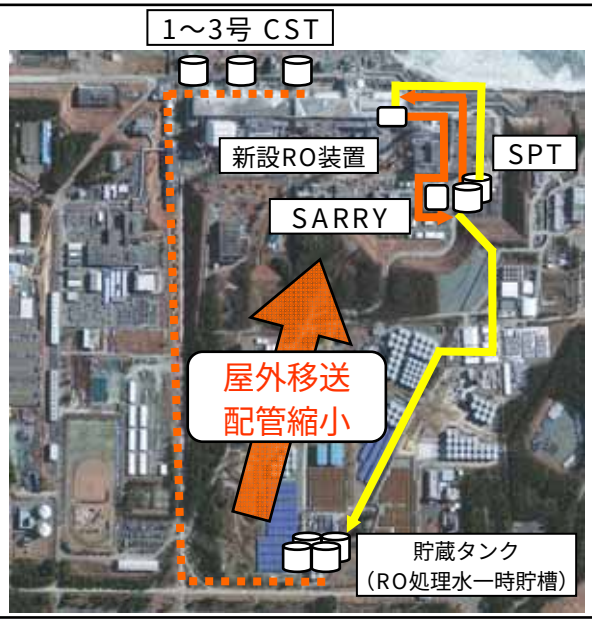
⇒ 循環ループ（炉注水）を構成する機能として、塩分除去機能（RO装置）が必要

⇒ 設置環境等を踏まえてRO装置を新設（建屋内）し、当該装置のメンテナンス性等を考慮し、既設放射能除去装置を流用（当該構成に関わるラインを敷設）

４．建屋内循環の系統構成（汚染水の屋外移送配管ルート）

■建屋内循環の系統構成の循環ループ縮小効果（屋外移送配管）を確認。

- SPTからの戻りラインが必要となるが、貯蔵タンク（RO処理水一時貯槽）を経由したCSTまでの移送ラインの削減が可能。
- 建屋滞留水（地下流入分等）の処理が必要な期間は、当該移送のラインが必要。

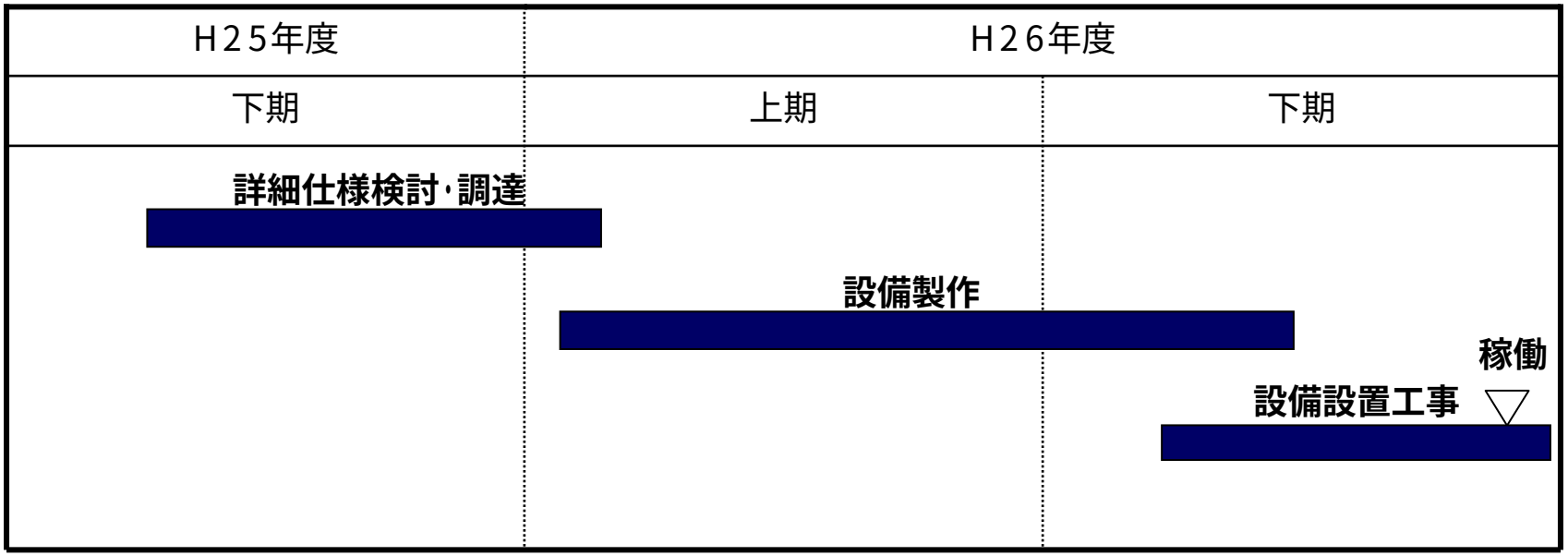
	CST循環（現行）	RO装置新設
ループ配置		
ループ長さ	約3km	約0.8km（注）

（注）建屋滞留水移送ラインを含めた屋外移送配管は約2.1km

⇒ 炉注水に関わるループ（循環ループ）は約3kmから約0.8kmに縮小

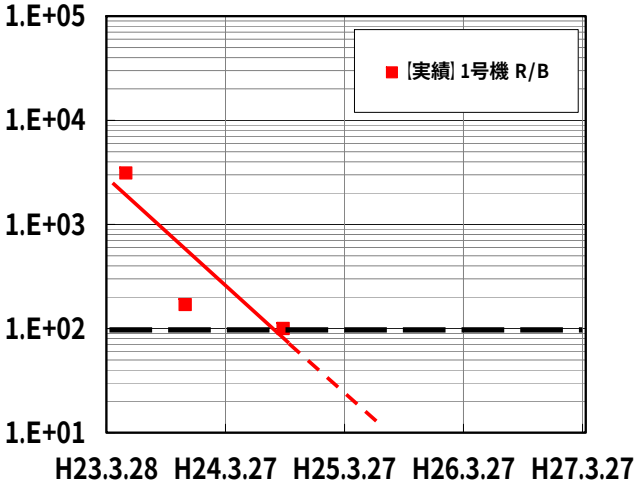
５．今後の予定

■ 下記スケジュールにて、平成２６年度末に建屋内循環ループでの運用を開始する予定。

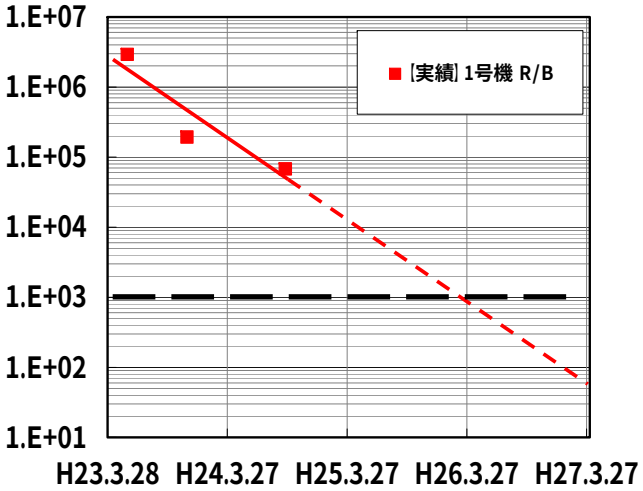


【添付１】１／２号機建屋滞留水の水質動向

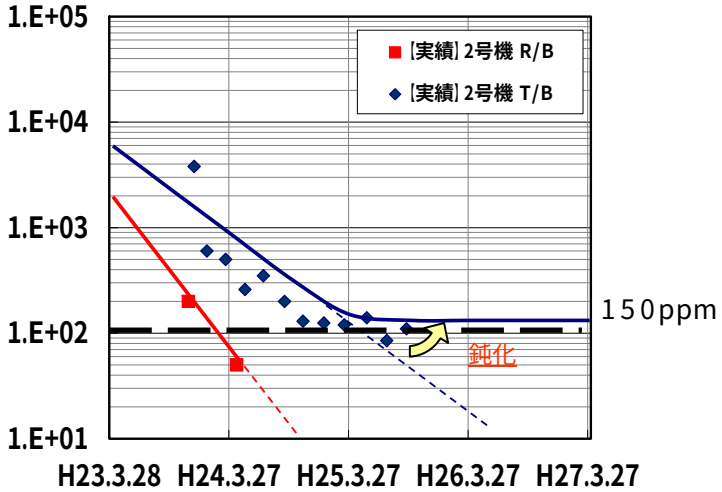
１号機　塩化物イオン濃度 [ppm]



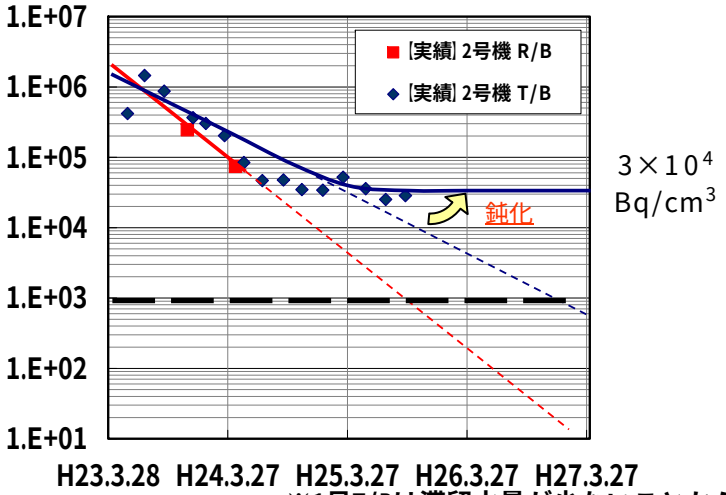
１号機　Cs-137濃度 [Bq/cm3]



２号機　塩化物イオン濃度 [ppm]



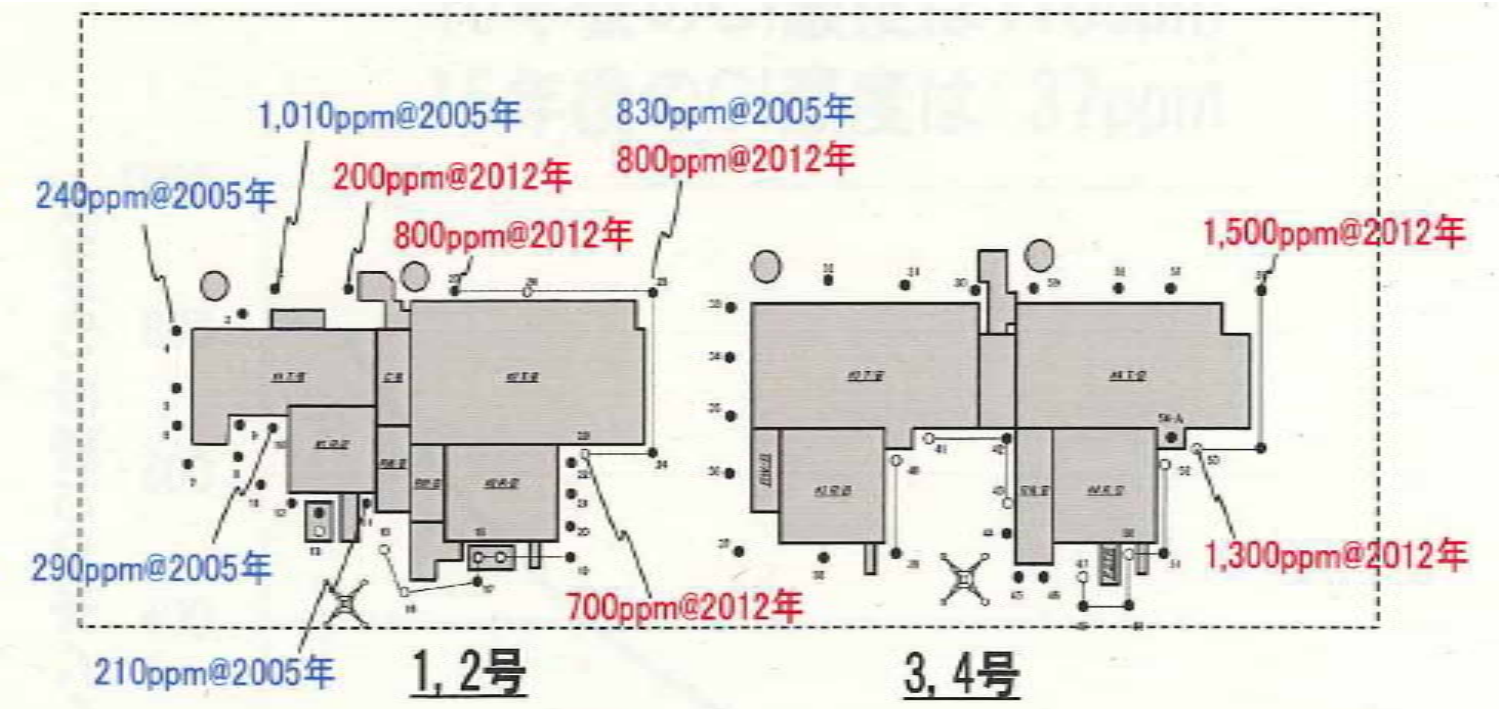
２号機　Cs-137濃度 [Bq/cm3]



※1号T/Bは滞留水量が少ないことから除外。

【添付２】建屋周辺地下水の塩分濃度について

- 震災前後のサブドレン水塩化物イオン濃度を比べたところ，地下水水質は震災前からあまり変化が無く、炉注水の水質基準（１００ppm）を上回ることを確認。



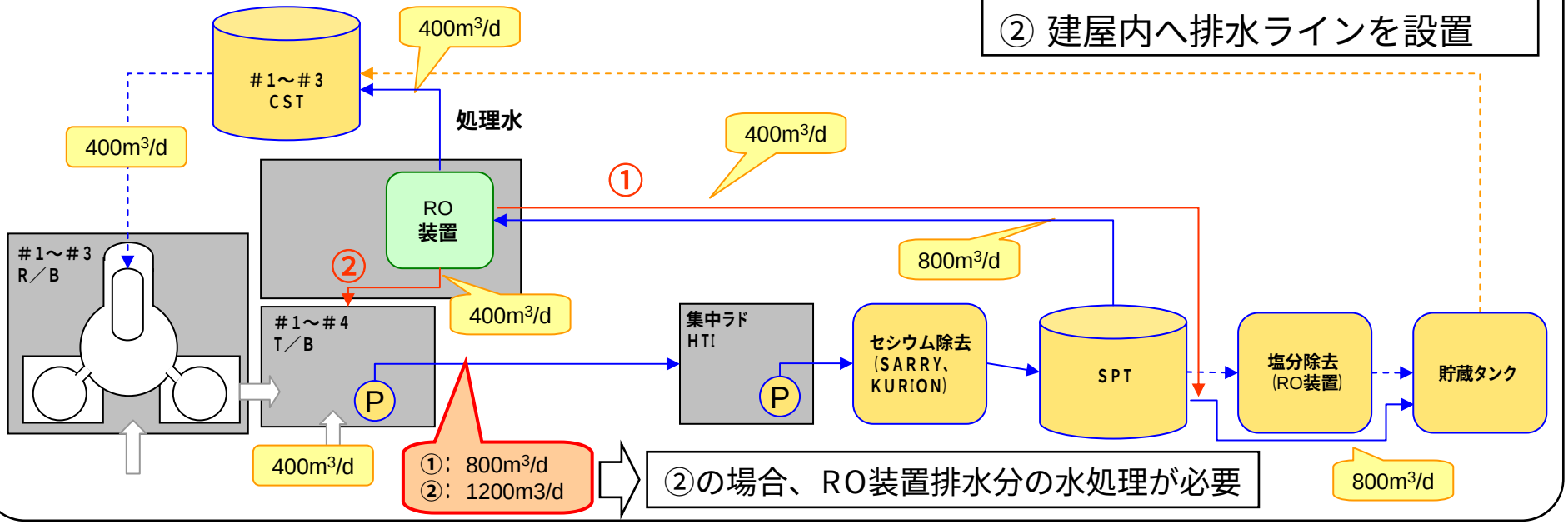
- １～４号建屋等への流入水を直接測定することはできないが、これまでの水質動向から判断し、数百ppm程度の塩化物イオン濃度を有しているものと推定。

【参考】新設ＲＯ装置の排水先について

- ＲＯ装置の排水先として、建屋内、ＳＰＴ下流等を想定。
- 建屋内を排水先とした場合、既設放射能除去装置の処理量が増加し、水処理容量の余裕が低減。
- 地下水流入防止対策に関連した建屋滞留水の処理（建屋水位低減）を踏まえると、水処理容量の余裕を確保することが必要。

新設RO装置排水先に伴う水バランス（イメージ）

① SPT下流へ排水ラインを設置
② 建屋内へ排水ラインを設置



新設ＲＯ装置の排水先はSPT下流とする方向で検討

2号機TIP案内管付着物の簡易金属分析結果について

2013年11月28日

東京電力株式会社

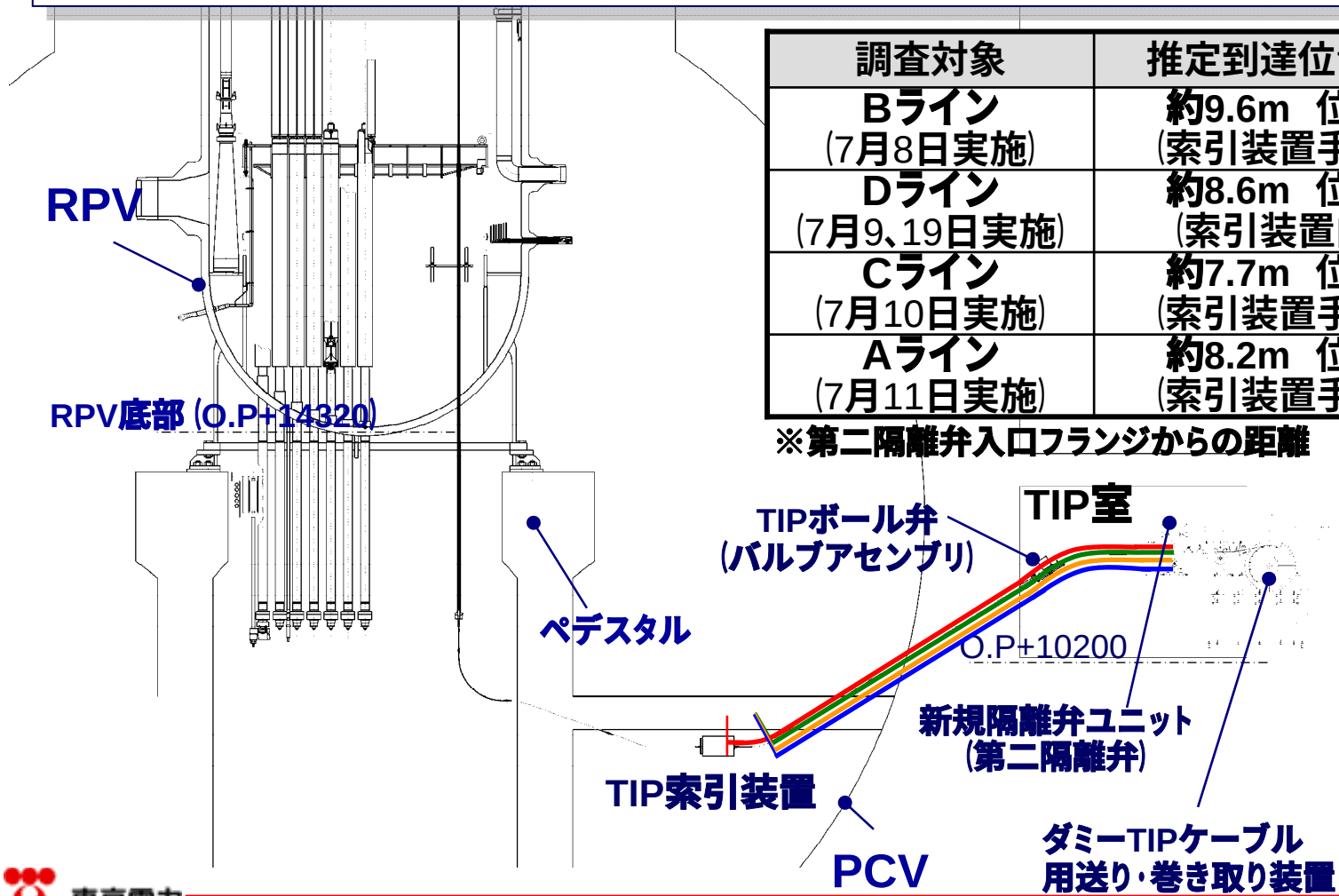
東京電力
TEPCO

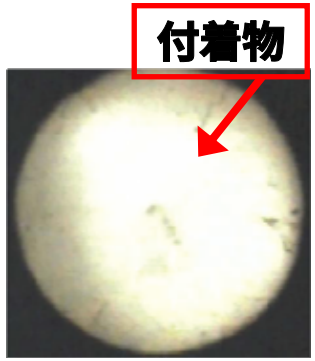
1. これまでの経緯

- 2号機TIP案内管のファイバースコープによる健全性確認作業を行い、TIP案内管内部に付着物による閉塞を確認（H25年2月）。
- ダミーTIPケーブルによる障害物対策を行い、TIP案内管の健全性確認を再実施した際、索引装置付近で挿入不可となり、ケーブル先端に付着物を確認（H25年7月）。

調査対象	推定到達位置※	図中凡例
Bライン（7月8日実施）	約9.6m 位置（索引装置手前）	
Dライン（7月9、19日実施）	約8.6m 位置（索引装置内）	
Cライン（7月10日実施）	約7.7m 位置（索引装置手前）	
Aライン（7月11日実施）	約8.2m 位置（索引装置手前）	

※第二隔離弁入口フランジからの距離





Aライン付着物
（7月11日ファイバースコープで撮影）

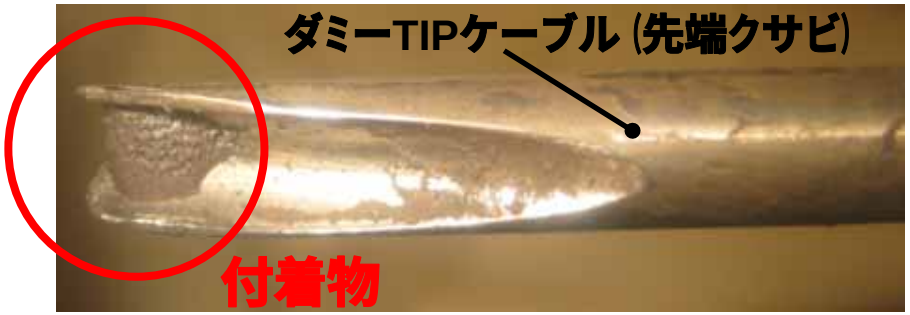
2. 簡易金属分析の目的

- 閉塞物（付着物）の種類、混入ルートを特定することを目的として、ダミーTIPケーブル先端の付着物の成分分析（構成元素の把握）を試みることとした。
- 携帯型の簡易蛍光X線分析装置※を用いて金属分析を実施。

※試料にX線を照射して発生する蛍光X線のエネルギー（波長）や強度を解析することにより試料を構成する元素の種類や含有量を調べる装置

携帯型蛍光X線
分析装置

検出窓に試料を押しつけ、分析している様子

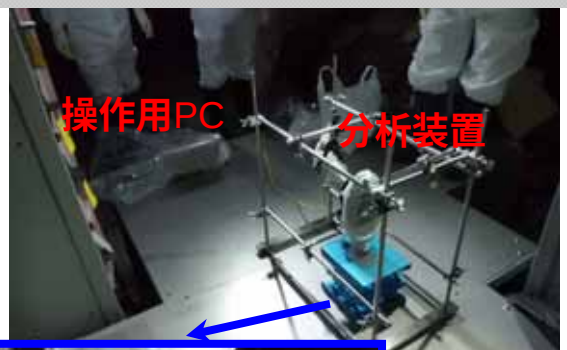


TIP案内管（Bライン）に挿入した
ダミーTIPケーブル先端付着物の状況

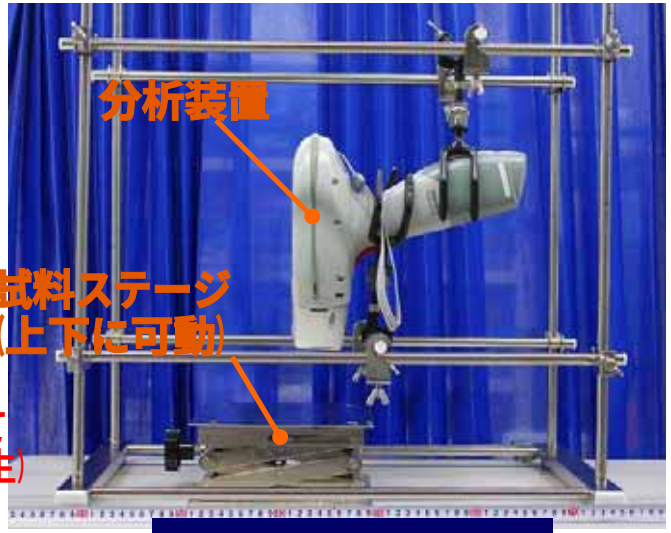
3. 金属分析方法の概要（測定方法）

- **分析対象試料**
  比較的量の多かったBライン（7/8採取）、Dライン（7/9採取）の付着物を選定。
  ダミーTIPケーブル先端より歯ブラシ、綿棒に付着させ取り除いた状態。
- **分析方法**
  通常は検出窓に試料を押し付けて分析を行うが、試料が高線量であることから、被ばく低減のため装置の遠隔操作方法を検討。試料を試料ステージに載せて、分析装置の検出窓付近へ固定した状態で分析を実施。装置の操作は、通信ケーブルで装置と接続した操作用PCにて離れた位置で実施。
- **分析場所**：2号機タービン建屋1階南西エリア（雰囲気線量：0.1mSv/h）

試料外観



分析作業の状況



分析装置外観

4. 簡易金属分析結果

試料	測定日	確認された元素
TIP-B (歯ブラシ付着物)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Zr、Mo
TIP-B (粉状※1)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Mo
TIP-B (綿棒付着物)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Mo
TIP-D (塊状※2)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr
TIP-D (歯ブラシ付着物)	2013.11.7	Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Zr、Mo

※1：袋の中に入っていた粉状の物質を寄せ集めて測定を実施
※2：袋の中に入っていた塊状の物質を測定

5. 分析結果の考察

■TIP-B・Dラインの付着物で主に検出された元素

Cl、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zr、Mo

- Zrは燃料被覆管、チャンネルボックスに由来するものと考えられるが、Zrの存在形態（金属、酸化物などの化合物等）については不明。
- Fe、Cr、Niは、TIP案内管あるいは炉内構造物等に使用されているステンレス鋼などに起因するものと考えられる。
- Coは由来は特定できないが、通常運転時の炉水中にも含まれる。
- Mnは、RPVに使用されているマンガン・モリブデン鋼などに起因するものと考えられる。
- Moは、TIP案内管内面に潤滑剤として塗布されている二硫化モリブデン（MoS_2）に起因するものと考えられる。また、マンガン・モリブデン鋼やステンレス鋼などの構造材の材料に起因することも考えられる。
- Clは、主に装置の汚染防止のために用いたフィルムに起因しており、海水成分として含有しているかは明確には不明。
- Cuは、試料の分析の際に用いたAl板にも含まれており、明確に含有しているかは不明。

■TIP案内管は付着物のため閉塞した状態であるが、付着物成分の由来の考察より、TIP案内管の気密性が喪失し開放した状態となって炉内と通じるルートができ、混入した可能性がある。

6. 今後の予定

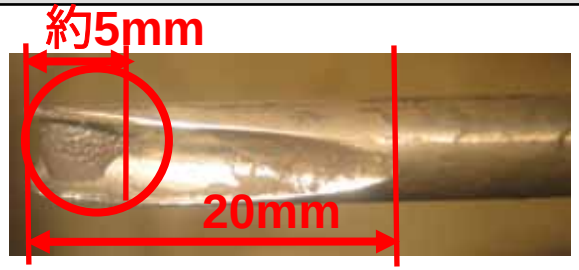
- 閉塞物の種類、混入ルートを特定する目的に対して、今回の金属成分分析結果より断定はできないものの、ある程度の考察は得られたと考える。
- 詳細分析を実施するには、1F構外への輸送が必要となるが、付着物が高線量のため計測器や分析場所の制約により1F構内でのα線測定が困難であり、輸送容器決定に必要な放射能量の評価が難しい。余裕を確保してB型容器での輸送も考えられるが、B型輸送に必要な手続き（輸送物の設計審査、輸送容器製作・検査、輸送計画の確認等）には1年以上かかる見込み。

↓

- TIP案内管の炉内調査等への活用の観点では、時間をかけて詳細な成分分析を実施するよりも、炉内へのアクセス方法の検討が重要であることから、混入ルートを特定する目的での成分分析は一旦終了する。

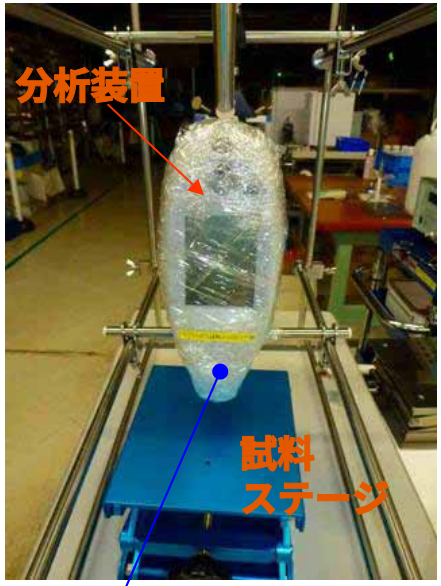
  ※他の目的で付着物の詳細分析が必要な場合には、別途、輸送方法も含め検討する。
- TIP案内管を活用した炉内調査、温度計設置作業の取り組みで得られた結果については、国PJで実施を計画している「圧力容器内部調査技術の開発」における炉内アクセス方法の検討に活用していく。

【参考①】ダミーTIPケーブル先端の付着物の状況

対象	写真	状況
Bライン (7/8)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が広範囲に汚れていた。 γ線：5mSv/h、γ＋β線：200mSv/h
Dライン (7/9)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が一部だけ汚れていた。 γ線：14mSv/h、γ＋β線：30mSv/h
Cライン (7/10)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が広範囲に汚れていた。 γ線：50mSv/h、γ＋β線：200mSv/h
Aライン (7/11)		ダミーTIPケーブル先端部に付着物を確認。ダミーTIPケーブル先端部が一部だけ汚れていた。 γ線：17mSv/h、γ＋β線：45mSv/h
Dライン (7/19) 追加作業		ダミーTIPケーブルを引き抜き後、全体的に付着物を確認。 γ線：95.0mSv/h 、γ＋β線：120.0mSv/h

【参考②】評価方法

- 測定で得られるX線スペクトル分布より、試料固有のX線スペクトルピークに対して定性分析（元素の確認）を行う。
- 分析結果を評価する上での留意事項
  - 分析装置の分析対象元素はTi～Biの範囲※
    （スペクトルを見ることでS～Biの範囲まで確認可能）
    ※気体、揮発性物質、強磁性体物質を除く
  - 本装置は合金の判別を行うための物であり、今回の場合、試料が微量のため定量化が困難　→定性分析を実施
  - 分析装置の汚染防止のためフィルムを通して分析したため、フィルムの成分であるClが検出される。
  - 分析実施の際にバックグラウンド（BG）として既知のAl板を用いている。Al板には微量のFeとCuが含まれている。



フィルムにて
汚染防止養生

：分析装置対象元素

：スペクトルで確認可能な範囲

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	L	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

L：ランタノイド元素

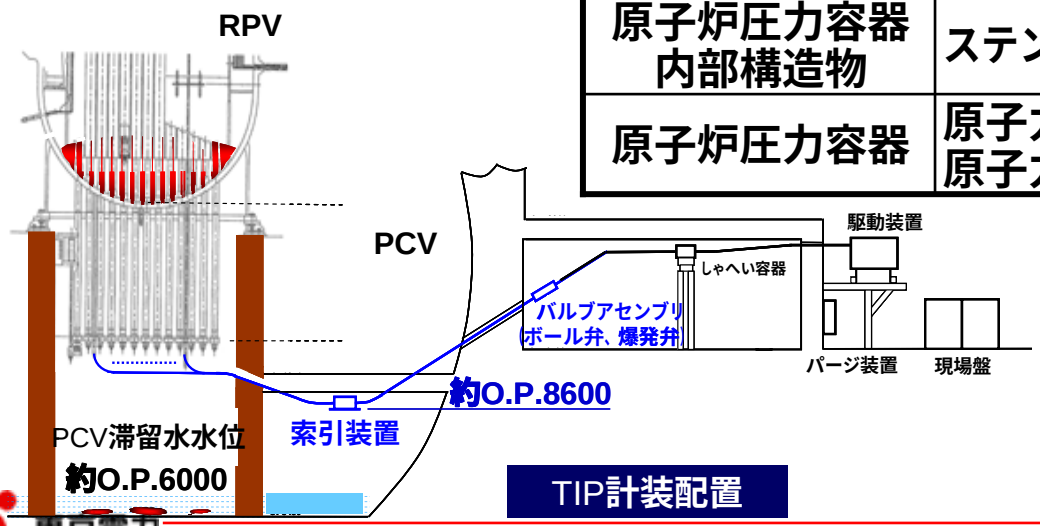
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

【参考③】TIP系統構成機器の主要材料

格納容器外

格納容器内
(通常運転時は
隔離されている)

構成機器	主要材料
TIP駆動装置	炭素鋼
遮へい容器	炭素鋼、鉛、ステンレス鋼
TIPパージ装置	ステンレス鋼、炭素鋼
TIP爆発弁	ステンレス鋼、アルミニウム合金、火薬
TIPボール弁	ステンレス鋼、炭素鋼、アルミニウム合金
TIP案内管	ステンレス鋼、 乾燥潤滑剤(二硫化モリブデン、フェノール樹脂)
TIP索引装置	ステンレス鋼、炭素鋼、アルミニウム合金、黄銅
TIP校正管	ステンレス鋼
LPRM検出器	ステンレス鋼、Cu-Zn(クロムメッキ) アルミナセラミック:ケーブル絶縁材
炉心支持構造物	ステンレス鋼、ニッケル合金
原子炉圧力容器内部構造物	ステンレス鋼、ニッケル合金
原子炉圧力容器	原子力発電用マンガン・モリブデン鋼、 原子力発電用鍛鋼品、ステンレス鋼、ニッケル合金



TIP計装配置

1号機O_2サンプリングラックラインを用いたPCVへの窒素封入試験の実施について

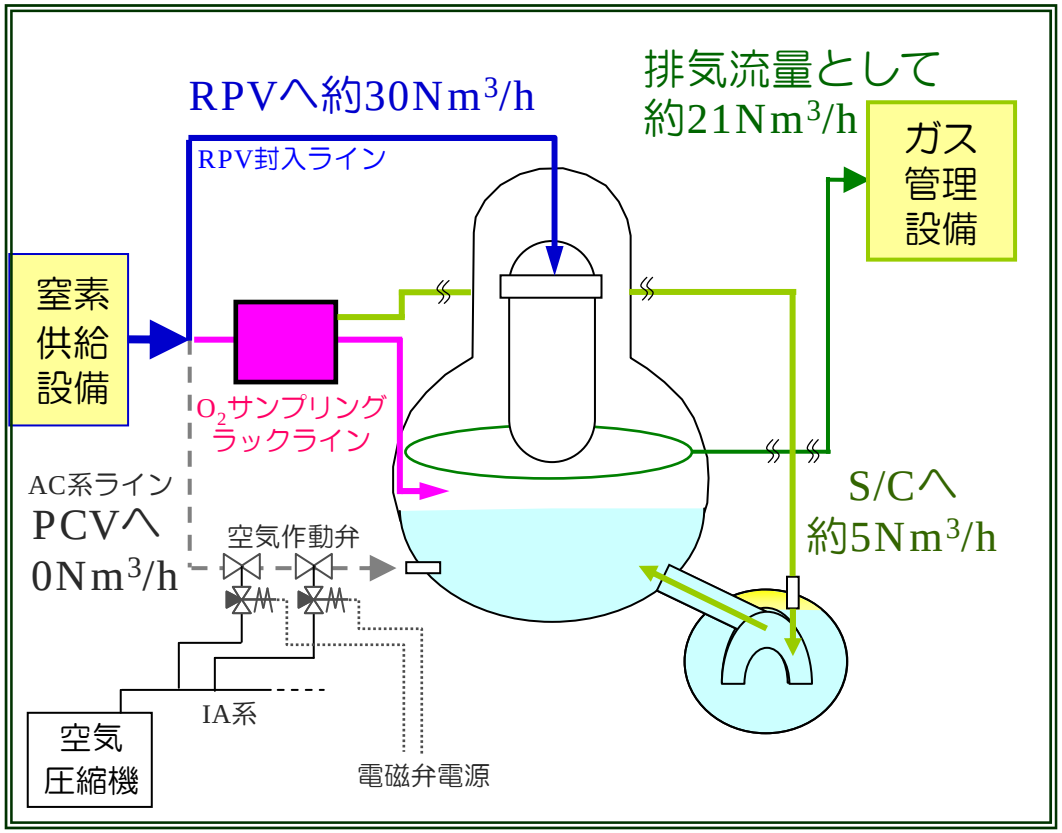
平成25年11月28日

東京電力
TEPCO

試験目的

RPVへの窒素封入が停止した際に、少なくともPCVへの窒素封入を維持できるように、AC系ラインに代わるPCVへの窒素封入ラインを確保すること。

１号機窒素封入状況



１号機窒素封入の課題

① AC系ラインによるPCVへの窒素封入を維持するための保守管理が困難であること。

② 窒素封入低下時に一部のPCV内温度計指示値が上昇する傾向があること。

アクション

① 信頼性が高いO_2サンプリングラックラインによるPCVへの窒素封入の確認。

② 現状の窒素封入量(30Nm³/h)を確保できることの確認。

AC系窒素封入ラインの保守管理上の問題

AO弁閉による窒素封入停止のリスク

AC系は他の窒素封入ラインと異なり、以下の要因による停止の可能性が高い

（１）　IA配管のリークによるIA喪失→AO弁閉

✓IA配管は各建屋全域に広がっていてアクセス・管理が困難

✓1号RW/B地下階水中でIA配管からの空気の噴き出しを観測

（２）　電源喪失または断線等によるAO弁の電磁弁無励磁→AO弁閉

✓当該電磁弁はトーラス室内にあり、事故後水蒸気環境に曝されていた

（３）　IA圧縮機故障によるIA喪失→AO弁閉

✓電動圧縮機2台運転＋D/G圧縮機2台待機により、長時間停止のリスクは小さい

圧縮機点検・確認作業の年間被ばく量

〔IA圧縮機廻りの雰囲気線量0.8mSv/h〕

✓窒素設備パトロール、定期点検等

合計：約100mSv･人/年

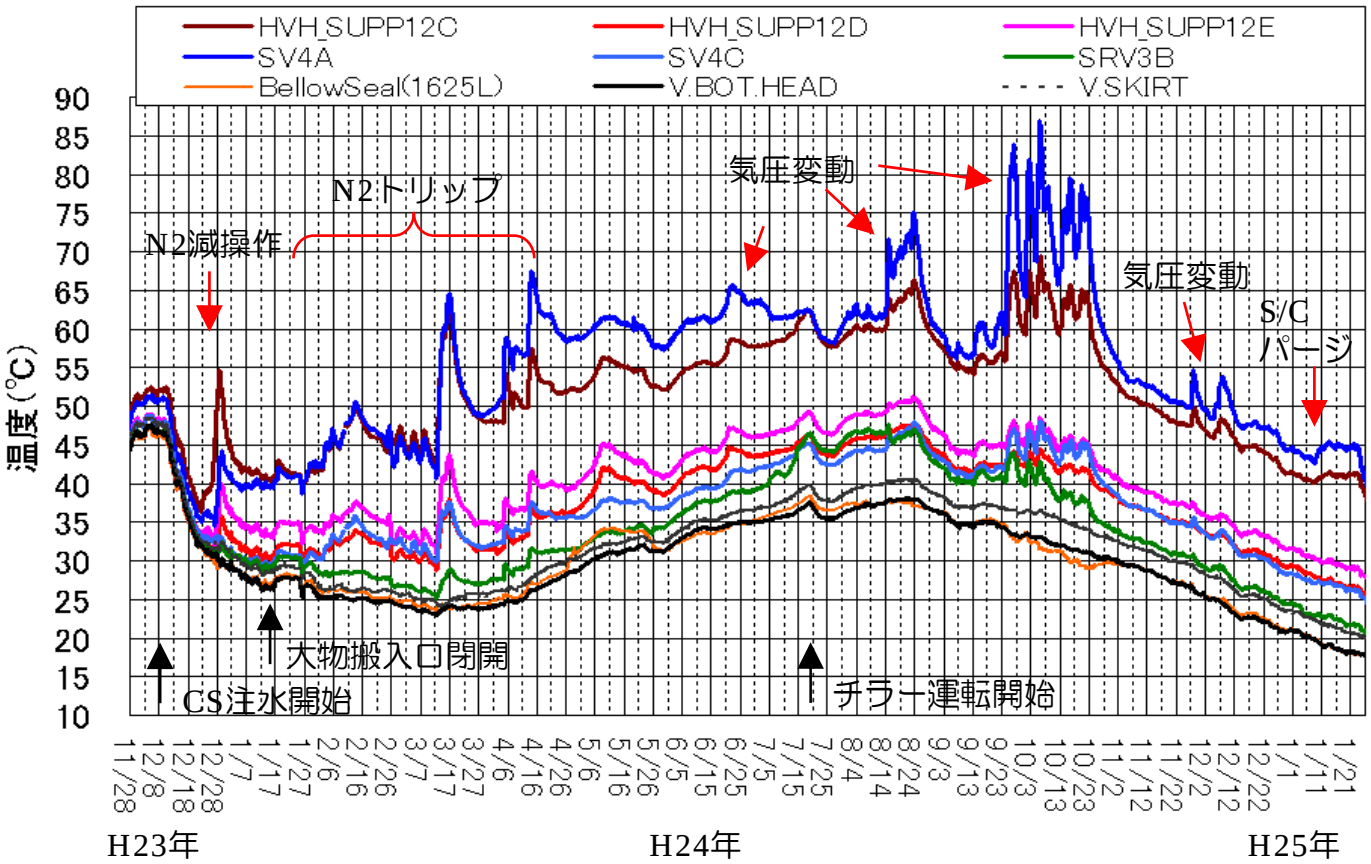
- 信頼性の高いラインに移行し、停止による不安定化を回避
- 保守作業量・被ばく量の低減

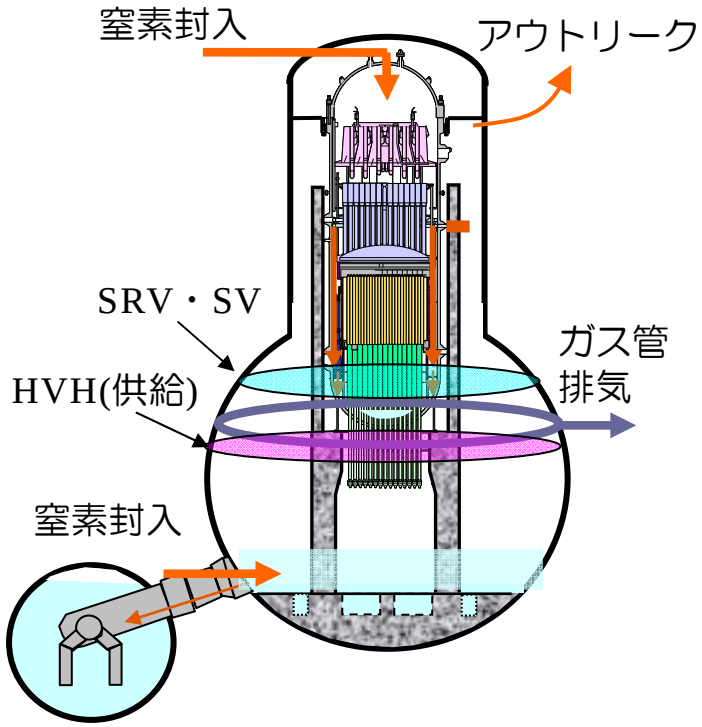
→ AC系からの窒素封入ラインはバックアップとすることが望ましい

HVH温度上昇について～観測データ①AC系窒素封入～

■PCVへの窒素封入量が少ない状態で，当該温度計指示値が上昇する傾向。

- ●窒素封入量減操作や窒素トリップ後に一部のD/W内温度計指示値が上昇。
- ●窒素封入量が少ない状態では，気圧が上昇に転じたタイミングで当該温度が上昇。





上昇が見られた温度計：
HVH供給12C/12D/12E、
SV4A/4C、SRV3B

課題解決に向けて

■AC系窒素封入ラインの保守管理上に問題について

- 信頼性の高い、O_2サンプリングラックラインを用いて、PCVへの窒素封入を実施できること。

	AC系ライン	O_2サンプリングラックライン
MO弁の状況	高温・多湿を経験、アクセス困難 【信頼性低】	通常の温度／湿度下、アクセス可能 【信頼性高】
AO弁・IA空気圧縮機の有無	有り 【信頼性低】	無し

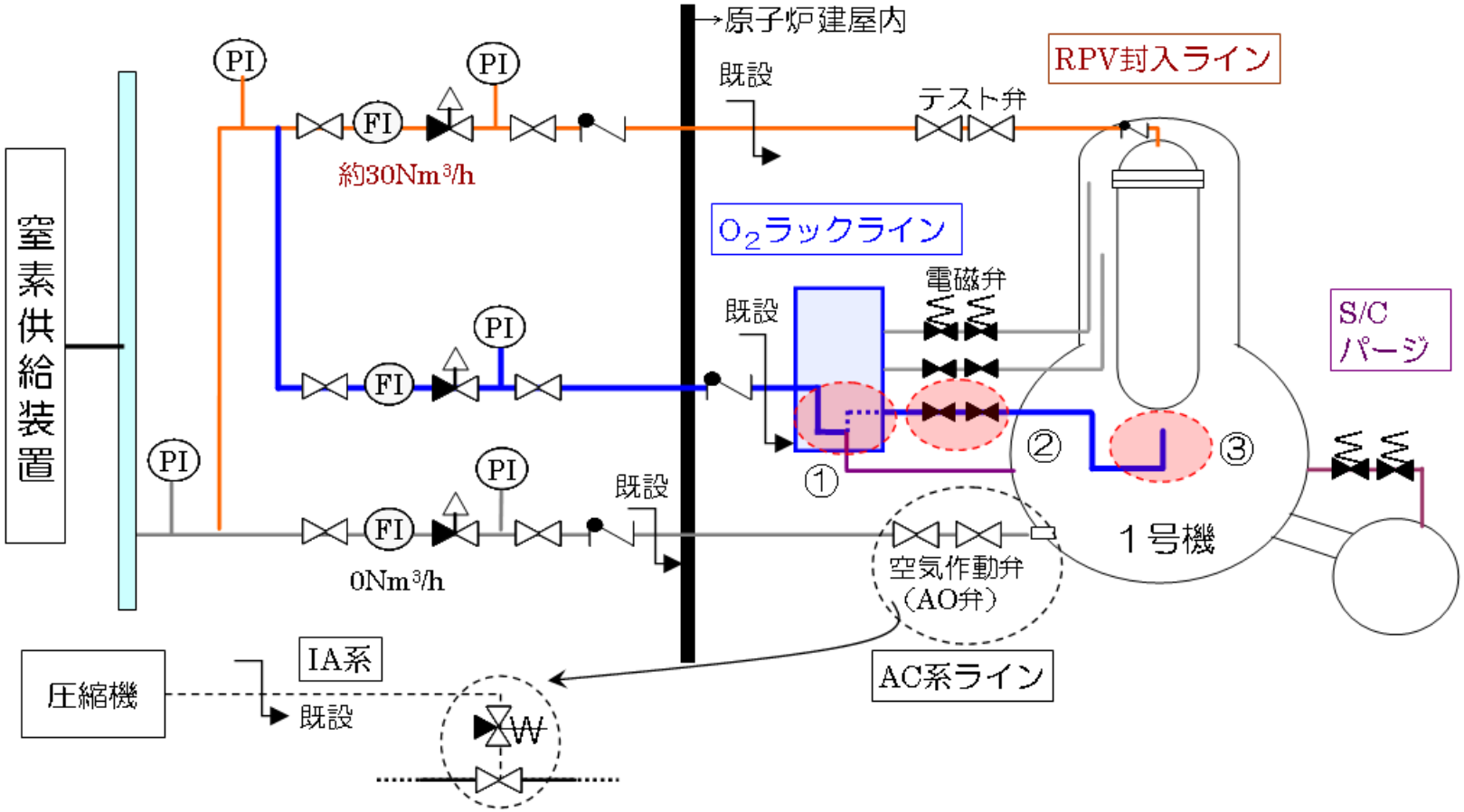
- RPVの代替ラインが無いため、可能な限りRPVへの窒素封入と同等の効果が得られるラインを確保できること。

■PCV内温度(HVH温度計)上昇について

- 窒素封入量30Nm^3/hを確保できること。
  - 平成25年7月9日から実施しているRPVラインへの窒素封入載せ替え以降、RPVからの窒素封入量が30Nm^3/hでHVH周り温度計の指示値上昇はみられず安定に推移しているため。
- RPVへの窒素封入と同等の効果が期待できる封入ラインであること。
  - RPVへの窒素封入により、ペデスタルからD/Wへ窒素が封入され、HVH温度が安定しているため。

本試験により、AC系ラインに代わるPCVへの代替窒素封入ライン(ペデスタル下部のライン)から封入できること、およびHVH温度上昇を抑制できる30Nm^3/hを封入できることを確認。

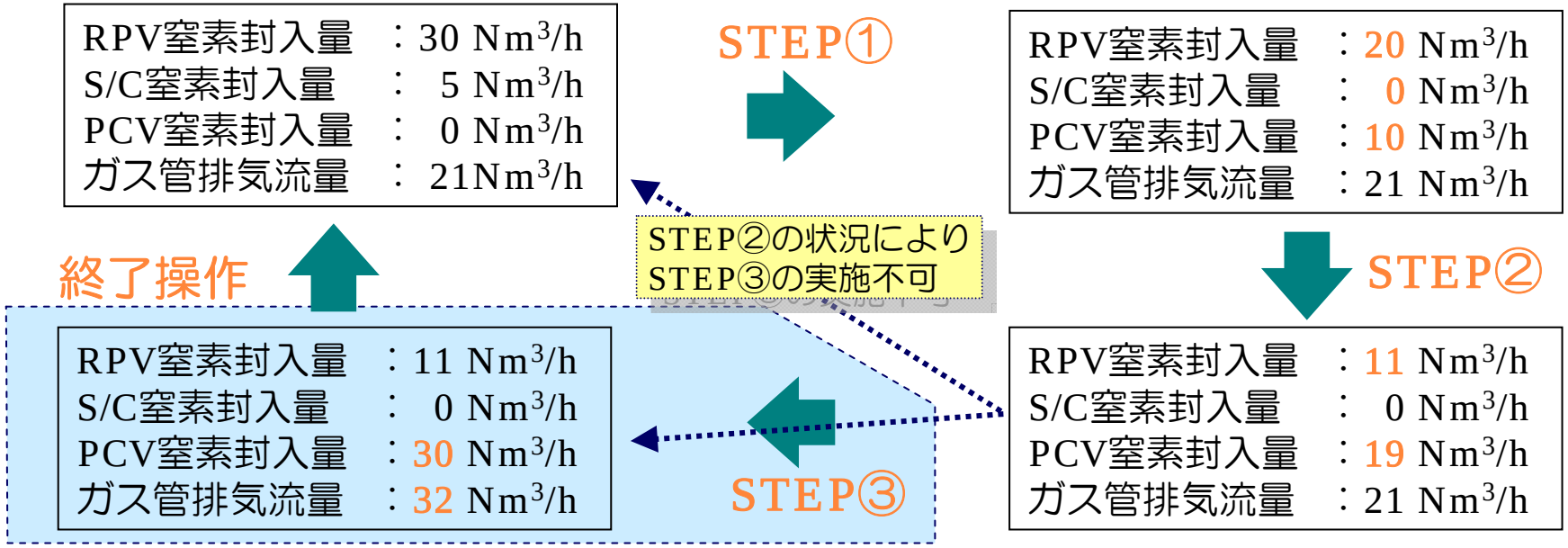
本試験の封入ライン



①本試験は，現在封入中のS/C窒素封入ラインを繋ぎ替えることにより実施可能。
（封入試験中は，S/Cへの窒素封入を停止）
②電磁弁は抵抗測定および動作確認を表示灯で確認済み(10/9)。
③可能な限りRPVへの窒素封入と同等の効果が得られるラインとしてペデスタル下部への封入ラインを選択。

窒素封入変更試験手順

- RPVへの窒素封入量は、窒素封入量管理目標値(11Nm^3/h)の維持。
- O_2ラック封入ラインを利用しているS/Cへの窒素封入はSTEP①にて停止。
- 格納容器内温度の「6時間あたりの上昇率から計算された80℃到達までの時間」が24時間を下回った場合は試験を中止。



- ✓ STEP①：O_2サンプリングラックラインから，窒素封入が可能なことを確認。
- ✓ STEP②：最大窒素封入量(19Nm^3/h)であることを確認。
- ✓ 当初目標にしていた30Nm^3/hを確保できなかったことから、別途対応を検討。

監視パラメータ

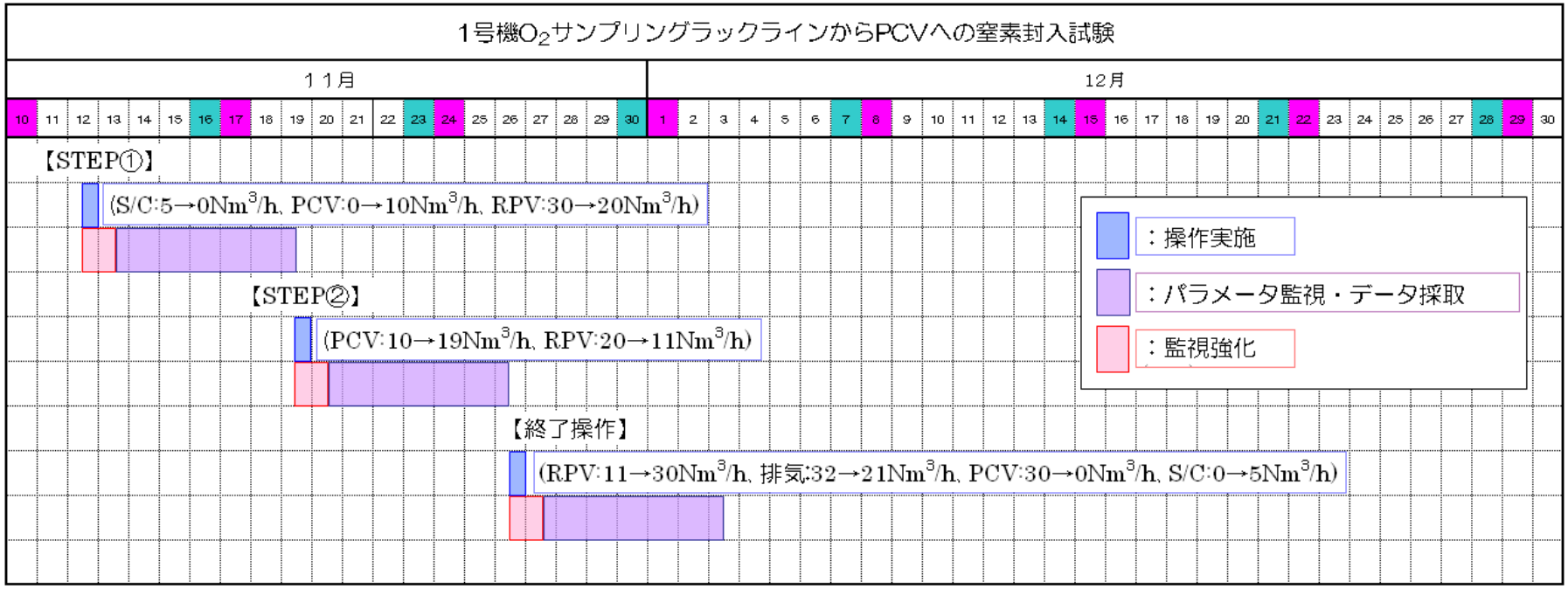
■監視パラメータ（当直にて監視。操作実施後、最低24時間は1時間に1回、その後安定していれば、通常監視に戻す）

監視パラメータ	目的	判断基準
・D/W HVH温度	温度指示値の変動が試験の判断基準に達していないことを確認するため	・格納容器内温度の6時間あたりの上昇率から計算された65℃到達までの時間が24時間を下回った場合→実施責任者へ連絡 ・格納容器内温度の6時間あたりの上昇率から計算された80℃到達までの時間が24時間を下回った場合→元の状態に戻す
・D/W圧力 ・窒素封入量（RPV、PCV） ・ガス管理設備排気流量	試験条件が維持されていることを確認するため	・試験条件から大きくずれていることを確認した場合→24時間以内に試験条件の状態に戻す
・PCV滞留水温度	実際の温度・熱バランスを把握するため	（上記パラメータが変動した際には、左記パラメータ等を確認し、プラント状態に異常兆候がないことを総合的に判断する。左記パラメータに変動があり制限値に達した場合には、保安規定に基づいて対応する。）
・水素濃度	ミクロなガス流れの変動により、異常な増加がないことを確認するため。	
・ガス管理設備ダスト濃度 ・短半減期核種濃度	異常が発生していないことを確認するため。（放出量の増加や臨界を誘発するような操作ではないが、念のため。）	

■試験評価、炉内分析のためのパラメータ
- PCV内で上記以外に測定されている温度
- 大気圧、外気温、注水温度等の外的パラメータ
- その他、有意に変動の見られたパラメータ

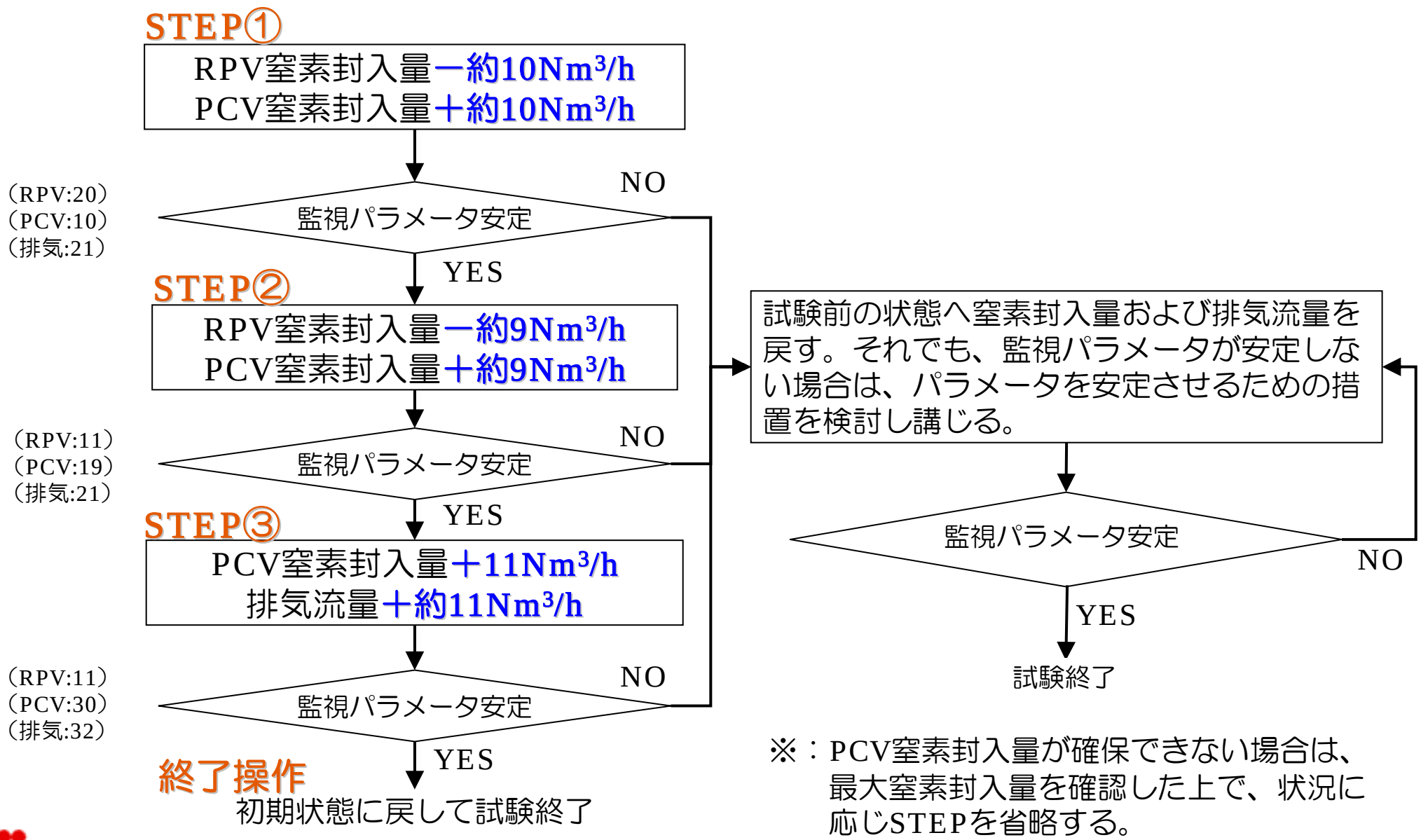
仮にD/W内の一部のHVH温度が上昇したとしても、PCV内滞留水の温度上昇が見られなければ、D/W全体の雰囲気温度が上昇しているものではないと考えられる。

工程（予定）



➢STEP③の実施が不可のため、11/26に終了操作を実施し、12/3に試験終了予定。

【参考】窒素封入量変更試験フロー



※：PCV窒素封入量が確保できない場合は、最大窒素封入量を確認した上で、状況に応じSTEPを省略する。

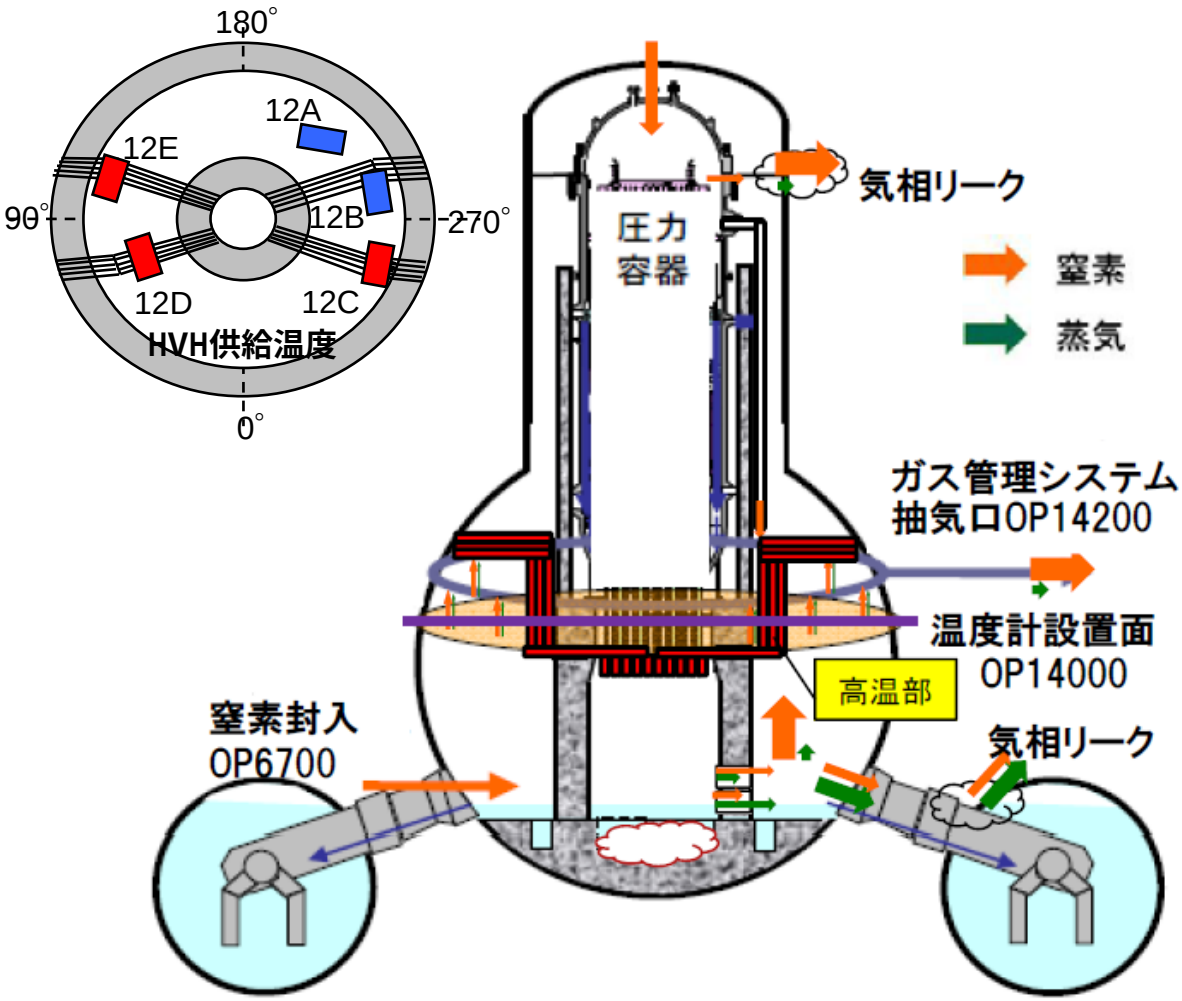
【参考】実施計画Ⅲ第1編第3節運転上の制限 第18条

項目	運転上の制限
原子炉圧力容器底部温度	80℃以下※2
格納容器内温度	全体的に著しい温度上昇傾向※2がないこと
常用原子炉注水系	原子炉の冷却に必要な注水量が確保されていること
待機中の非常用原子炉注水系	1系列が動作可能であること※3
任意の24時間あたりの注水量増加幅	1.0m³/h以下※4

■マニュアルにて、運転上の制限である「全体的に著しい温度上昇傾向がないこと」を「6時間当たりの上昇率から計算された100℃到達までの時間が24時間以下であること」と定義。

■これを遵守するため、「6時間当たりの上昇率から計算された65℃到達までの時間が24時間以下」となった場合には、当直長は実施責任者に連絡、さらに、「6時間当たりの上昇率から計算された80℃到達までの時間が24時間以下」となった場合には、速やかに試験前の状態に戻す手順としている。

【参考】HVH温度変動について（メカニズムの推定）



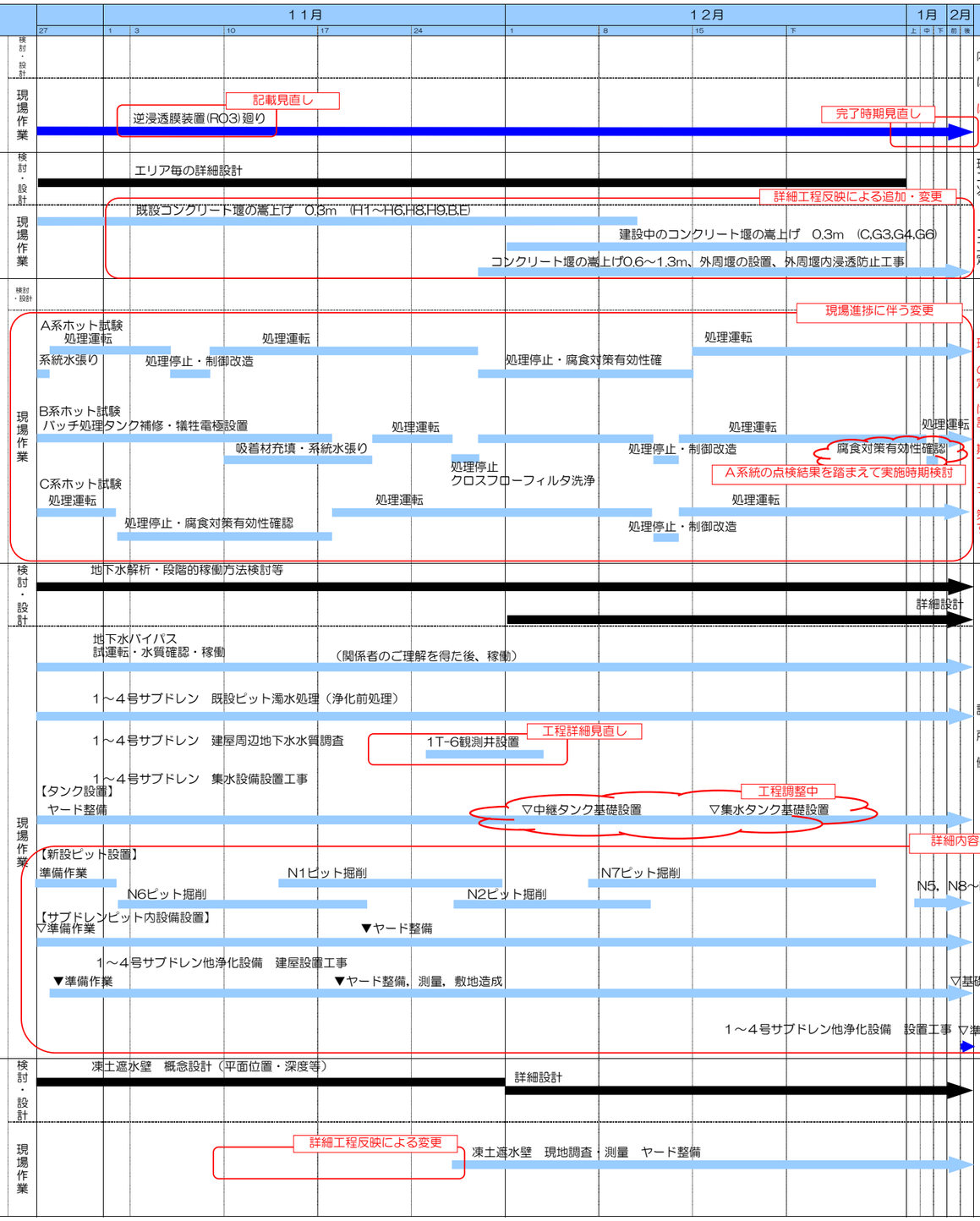
- ✓ペデスタル内のOP14000付近に熱源（露出）が存在し、ペデスタル外の上昇流によって熱対流が促進され、近傍にあるHVH温度計やSRV温度計の指示値を下げている可能性
- ✓上昇流が「窒素封入量－排気流量＝アウトリーク量」と関連している可能性
- ✓36Nm^3/h程度の封入窒素の熱容量は注水の熱容量の高々0.2%であり、PCV全体の熱バランスに寄与するものではない。封入窒素そのものに冷却効果はほとんどないが、D/W内の熱対流に影響を与えている可能性が考えられる。
- ✓PCV内滞留水水温、RPV底部温度、HVH戻り温度等その他の部位の温度は全体として通常の推移を示しており、D/W全体の雰囲気温度が上昇しているものではない。

➢詳細のメカニズムは明らかではないが、封入窒素がガスの全体的な流れによる熱対流に影響を与えている可能性→メカニズム検討も含めた窒素変更試験が必要

東京電力株式会社
滞留水処理
2013/１１/２８現在

滞留水処理　スケジュール

分野名	括り		作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定	
滞留水処理	信頼性向上	処理	水処理設備の信頼性向上	（実　績） ・移送ラインのポリエチレン管化工事 （逆浸透膜装置～濃縮水受タンク,処理水受タンク,蒸発濃縮装置間） （予　定） ・移送ラインのポリエチレン管化工事 （逆浸透膜装置廻り）	検討・設計 現場作業
		貯蔵	貯蔵設備の信頼性向上	（実　績） ・漏えい拡大防止対策（タンク設置エリア外周堰等設置） （予　定） ・漏えい拡大防止対策（タンク設置エリア外周堰等設置）	検討・設計 現場作業
	中長期課題		多核種除去設備	（実　績） ・処理運転（Ａ・Ｂ・Ｃ系統） ・制御系改造 ・パッチ処理タンク補修・犠牲電極設置（Ｂ系統） ・吸着材充填・系統水張り（Ｂ系統） ・腐食対策有効性確認点検（Ｃ系統） （予　定） ・処理運転（Ａ系統・Ｂ系統・Ｃ系統） ・腐食対策有効性確認点検（Ａ系統） ・制御系改造	検討・設計 現場作業
			サブドレン復旧 地下水バイパス	（実　績） ・地下水解析、地下水バイパス段階的稼働方法の検討等 ・地下水バイパス工事（揚水・移送設備 水質確認） ・1～4号サブドレン 既設ピット濁水処理 ・1～4号サブドレン　建屋周辺地下水水質調査 ・1～4号サブドレン　集水設備設置工事 ・1～4号サブドレン他浄化設備　建屋設置工事 （予　定） ・地下水解析、地下水バイパス段階的稼働方法の検討等 ・地下水バイパス工事（揚水・移送設備 水質確認） ・1～4号サブドレン 既設ピット濁水処理 ・1～4号サブドレン　建屋周辺地下水水質調査 ・1～4号サブドレン　集水設備設置工事 ・1～4号サブドレン他浄化設備　建屋設置工事	検討・設計 現場作業
			凍土遮水壁	（実績） ・凍土遮水壁　概念設計（平面位置・深度等） （予定） ・凍土遮水壁　概念設計（平面位置・深度等）	検討・設計 現場作業

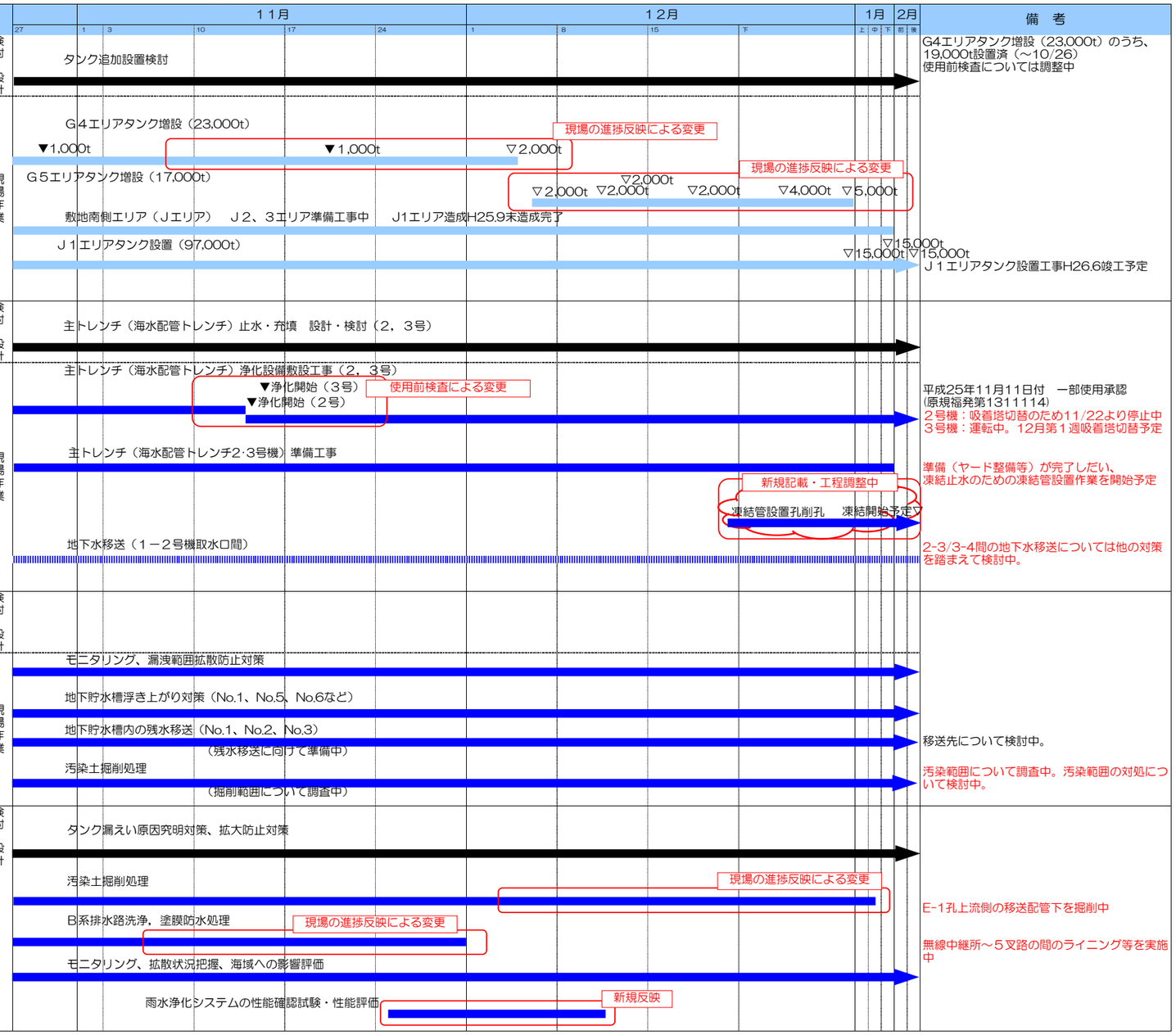


備　考
・逆浸透膜装置及び蒸発濃縮装置の建屋テント内を除き、H24年度下期までに実施完了。 ・蒸発濃縮装置、逆浸透膜装置(RO-1,2)廻りについてはH25年度上期に実施完了。 ・逆浸透膜装置のRO3建屋テント内ＰＥ管化については，H26.3完了予定。
現在基本検討を実施中。 エリア毎の実施工程は、詳細設計を進め、決定次第記載予定。 コンクリート堰の嵩上げ、外周堰内の浸透防止工などの工事をＨ２６年３月末までに実施予定。
・Ａ／Ｃ系統、処理運転中。 ・Ｂ系統、クロスフローフィルタ洗浄のため処理停止中。 ・Ａ系統は、11月29日、腐食対策有効性確認のため処理停止予定。12月中旬、処理再開予定。 ・Ｂ系統の腐食対策有効性確認の時期については、Ａ系統の点検結果を踏まえて実施時期を検討。 ・Ｃ系統の腐食対策有効性確認（２回目）の時期については、Ａ/Ｂ系統の点検結果を踏まえて実施時期を検討。 ・制御系改造のため、12/中旬全系統処理停止予定。 ・今後、運転状態、除去性能を評価し、腐食対策有効性の知見を拡充しつつ、本格運転へ移行する。
・サブドレン他水処理施設に関する実施計画申請：H25.11月(調整中) ・サブドレン他浄化設備建屋設置工事：関係箇所協議後、本体工事着工予定 ・1～4号サブドレン関連工事：H26年9月稼働予定 ・新設ピット掘削工事(～H26年6月) ・建屋設置工事(～H26年6月) ・浄化設備設置工事(～H26年9月)

東京電力株式会社
滞留水処理
2013/１１/２８現在

滞留水処理　スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		備　考
中長期課題		処理水受タンク増設	（実　績） ・追加設置検討（Jエリア造成・排水路検討、タンク配置） ・Ｇ４･Ｇ５エリアタンク設置（フランジ型タンク） ・敷地南側エリア（Ｊエリア）準備工事 ・Ｊ１エリアタンク設置（溶接型タンク） （予　定） ・追加設置検討（Jエリア造成・排水路検討、タンク配置） ・Ｇ４･Ｇ５エリアタンク設置（フランジ型タンク） ・敷地南側エリア（Ｊエリア）準備工事 ・Ｊ１エリアタンク設置（溶接型タンク）	検討・設計 現場作業	G4エリアタンク増設（23,000t）のうち、19,000t設置済（～10/26） 使用前検査については調整中
		主トレンチ（海水配管トレンチ）他の汚染水処理	（実　績） ・分岐トレンチ他削孔・調査（２，３号） ・主トレンチ（海水配管トレンチ）浄化　設計・検討（２，３号） ・主トレンチ（海水配管トレンチ）止水・充填　設計・検討（２，３号） ・分岐トレンチ（電源ケーブルトレンチ（海水配管基礎部）止水・充填工事（２号） ・地下水移送（１－２号取水口間） （予　定） ・主トレンチ（海水配管トレンチ）浄化　設計・検討（２，３号） ・主トレンチ（海水配管トレンチ）止水・充填　設計・検討（２，３号） ・地下水移送（１－２号取水口間） ・地下水移送（３－４号取水口間） ・地下水移送（２－３号取水口間）	検討・設計 現場作業	平成25年11月11日付　一部使用承認 （原規福発第1311114） ２号機：吸着塔切替のため11/22より停止中 ３号機：運転中。12月第１週吸着塔切替予定 準備（ヤード整備等）が完了しだい、凍結止水のための凍結管設置作業を開始予定 2-3/3-4間の地下水移送については他の対策を踏まえて検討中。
		地下貯水槽からの漏えい対策	（実　績） ・モニタリング ・漏洩範囲拡散防止対策（No.1、2、3地下貯水槽） ・地下貯水槽浮き上がり対策（No.1、5、6地下貯水槽） ・汚染土掘削処理のうち漏洩範囲調査（No.1地下貯水槽） （予　定） ・モニタリング ・漏洩範囲拡散防止対策（No.1、2、3地下貯水槽） ・地下貯水槽浮き上がり対策（No.1、2、3、4、7地下貯水槽） ・汚染土掘削処理のうち漏洩範囲調査（No.1地下貯水槽）	検討・設計 現場作業	移送先について検討中。 汚染範囲について調査中。汚染範囲の対処について検討中。
		Ｈ４エリアNo.５タンクからの漏えい対策	（実　績） ・タンク漏えい原因究明 ・タンク漏えい原因究明対策・拡大防止対策の検討 ・No.5，１０タンク解体 ・汚染土掘削処理 ・Ｂ系排水路洗浄，塗膜防水処理 ・汚染の拡散状況把握・海域への影響評価 （予　定） ・タンク漏えい原因究明対策・拡大防止対策の検討 ・汚染土掘削処理 ・Ｂ系排水路洗浄，塗膜防水処理 ・汚染の拡散状況把握・海域への影響評価 ・雨水浄化システムの性能確認試験・性能評価	検討・設計	E-1孔上流側の移送配管下を掘削中 無線中継所～５叉路の間のライニング等を実施中



多核種除去設備
Ｃ系統腐食対策有効性確認結果について

平成25年11月28日

東京電力株式会社

東京電力

TEPCO

腐食対策有効性確認点検について

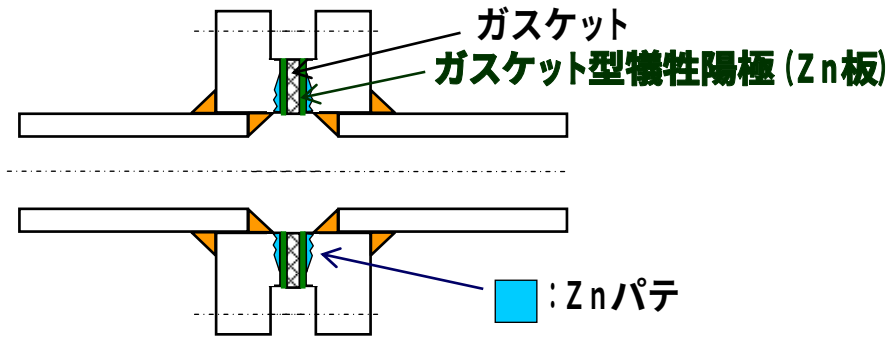
バッチ処理タンク、吸着塔およびその周辺機器・配管に確認された腐食については、すき間環境と薬液注入等による腐食環境の促進が主な原因と考えられ、その抑制策として、ゴムライニングや犠牲陽極を設置した。今回、その効果を確認するため、運転再開後約１ヶ月経過したＣ系統について、腐食対策の有効性確認点検を実施した。

■バッチ処理タンクの再発防止対策

欠陥部補修の後、タンク内面にゴムライニング（クロロプレンゴム） を施工

■水平展開範囲の対策

すきま腐食発生の可能性があるフランジに対し、ガスケット型犠牲陽極を施工（一部の大口径フランジについてはＺｎパテのみ施工）。また、将来的にはより信頼性を高めるため、ライニング配管への取替を検討

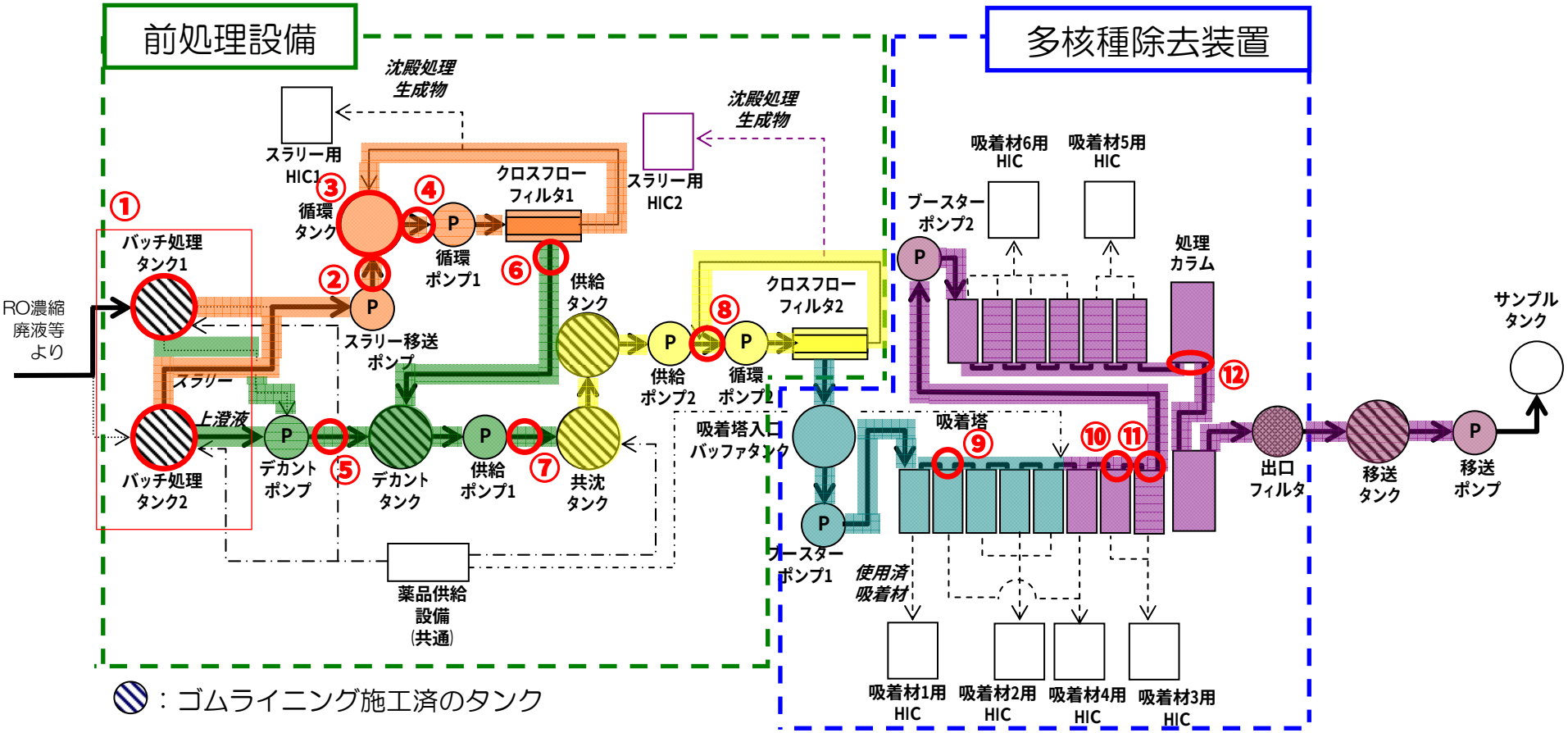


バッチ処理タンク
ゴムライニング施工

ガスケット型犠牲陽極

C系統腐食対策有効性確認箇所

■ 腐食対策有効性確認箇所（ ○ ）を下記に示す。



■ 主な確認項目

- ●バッチ処理タンク ・・・ ライニングへの有意な傷、剥がれ等の有無
- ●溶接線、フランジ面 ・・・ 犠牲陽極の浸食度、有意な腐食の有無

Ｃ系統腐食対策有効性確認結果

点検箇所			結果
①	バッチ処理タンク （１Ｃ、２Ｃ）	・ゴムライニング （内面点検）	異常なし ・ライニングに傷、剥がれ等の有意な損傷なし
②	スラリー移送ポンプ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
③	循環タンク	・タンク溶接線 （ＵＴ確認）	異常なし ・有意なエコーが確認されず
④	循環ポンプ１ 入口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑤	デカントポンプ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑥	バックパルスポット１ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし

C系統腐食対策有効性確認結果

点検箇所			結果
⑦	供給ポンプ１ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし（所見あり、詳細後述） ・フランジ面に腐食と思われる微小な凹部あり ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑧	供給ポンプ２ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑨	吸着塔２	・点検口 （閉止フランジ） ・吸着塔内部溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑩	吸着塔７	・点検口 （閉止フランジ） ・吸着塔内部溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑪	吸着塔８	・点検口 （閉止フランジ） ・吸着塔内部溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
⑫	処理カラム１	・ベント配管フランジ	異常なし ・フランジ面に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし

Ｃ系統腐食対策有効性確認結果

①バッチ処理タンク２Ｃ

←
傷、剥がれ
等の有意な
損傷なし

②スラリー移送ポンプ出口配管フランジ

←
フランジ
シート面に
腐食なし

②スラリー移送ポンプ出口配管
ガスケット型犠牲陽極

←
犠牲陽極の
微少な消耗
を確認

（シート機能
に影響なし）

⑦供給ポンプ１出口配管フランジ

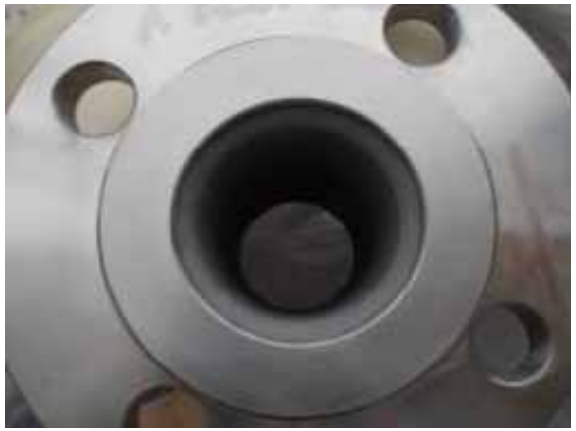
←
フランジ
シート面に
腐食と思わ
れる微小な
凹部を3箇
所確認

C系統腐食対策有効性確認結果

⑦供給ポンプ1出口配管
ガスケット型犠牲陽極

←
犠牲陽極の
微少な消耗
を確認

（シート機能
に影響なし）

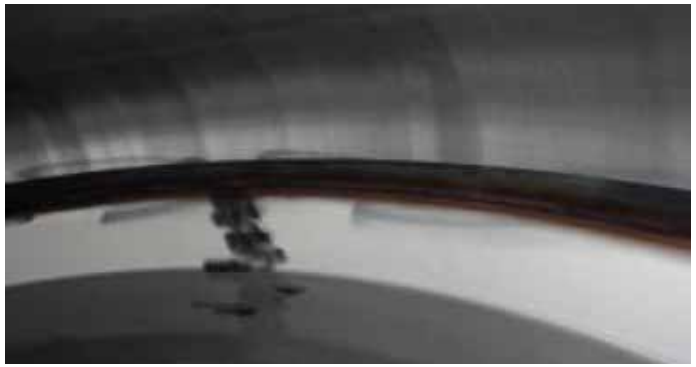


⑧供給ポンプ2出口配管フランジ

←
フランジ
シート面に
腐食なし

⑨吸着塔2C点検口

←
フランジ
シート面に
腐食なし



⑨吸着塔2C溶接線

←
溶接線に
腐食なし

C系統腐食対策有効性確認結果

⑩吸着塔７Ｃ点検口

←
フランジ
シート面に
腐食なし

（写真はペースト状犠牲陽極が塗布された状態）

⑩吸着塔７Ｃ内部溶接線

←
溶接線に
腐食なし

⑫処理カラムベント配管フランジ

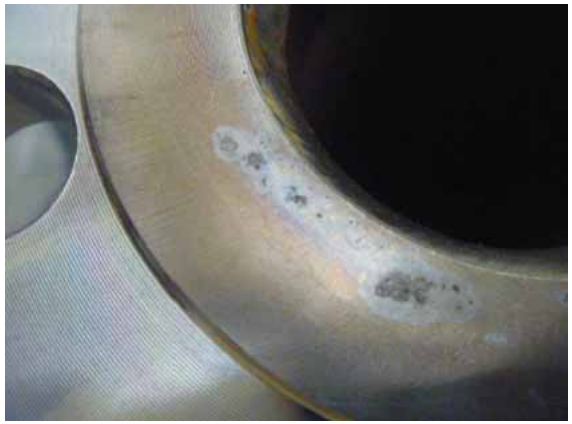
←
フランジ
シート面に
腐食なし

⑫処理カラムベント配管
ガスケット型犠牲陽極

←
犠牲陽極の
微少な消耗
を確認

（シート機能
に影響なし）

Ａ系統で発生した腐食の状況（参考）



スラリー移送ポンプ出口配管（拡大）
フランジシール面に**すき間食有り**

循環タンク戻り配管ノズル
フランジシール面に**すき間腐食有り**

バッチ処理タンク2Aデカントノズル
フランジシール面に**すき間腐食有り**

供給ポンプ１Ａ出口配管
フランジシール面に**すき間腐食有り**

まとめ

- 腐食対策を実施したＣ系統の点検結果と、従前の腐食対策を実施しなかったＡ・Ｂ系統の点検結果を比較すると、腐食の発生が大幅に抑制されており、腐食対策が有効であることが確認できた。
- 一部のフランジシート面に僅かなすき間腐食が確認されたものの、シール性に影響を与えるものではない。腐食対策によって、腐食の進展も抑制されているものと評価。
- 今後も定期的な点検を継続実施し、知見の拡充をはかる。
- 今回の点検によって、腐食対策の有効性が確認されたことから、Ａ系統は運転再開後１ヶ月で点検を実施し、Ｂ系統についてはＡ系統の点検結果を踏まえて実施時期を検討。

今後の予定

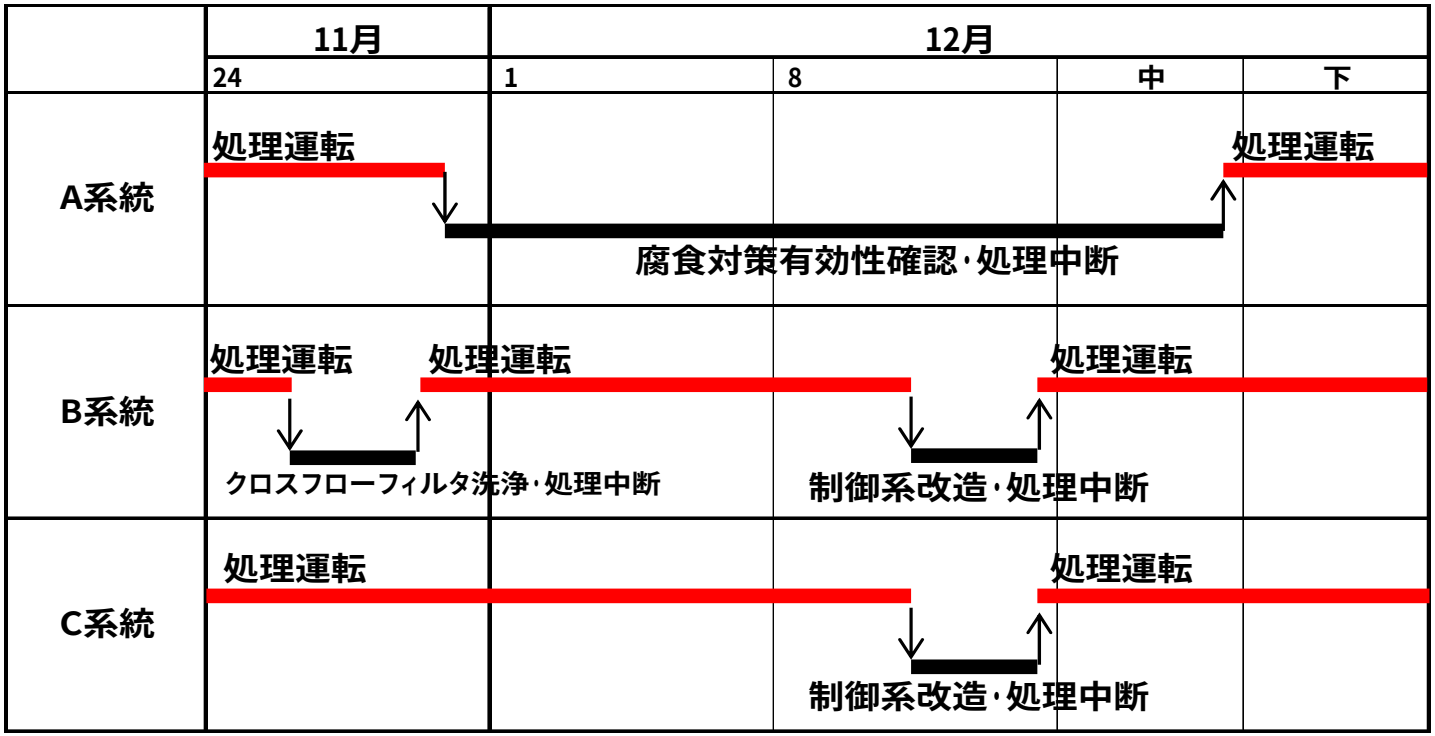
- Ａ系統は、11月29日、腐食対策有効性確認のため処理停止予定。C系統と同様の点検を実施。12月中旬、処理再開予定。
- B系統の腐食対策有効性確認の時期については、A系統の点検結果を踏まえて実施時期を検討。
- Ｃ系統の腐食対策有効性確認（２回目）の時期については、Ａ/Ｂ系統の点検結果を踏まえて実施時期を検討。
- 今後、運転状態の確認や除去性能の向上を図り、腐食対策有効性の知見を拡充しつつ、本格運転へ移行する。

今後の予定

■A系統： 11／29～12月中旬腐食対策有効性確認のため処理中断予定
→確認し次第、処理再開予定（12月中旬予定）

■B系統： 11／27～クロスフローフィルタ2酸洗浄のため処理中断
（2日間程度）

■BC系統：12月中旬運用面改善を目的とした制御改造のため処理中断予定
（2日間程度）



主トレンチ　凍結止水実証試験について

平成２５年１１月２８日

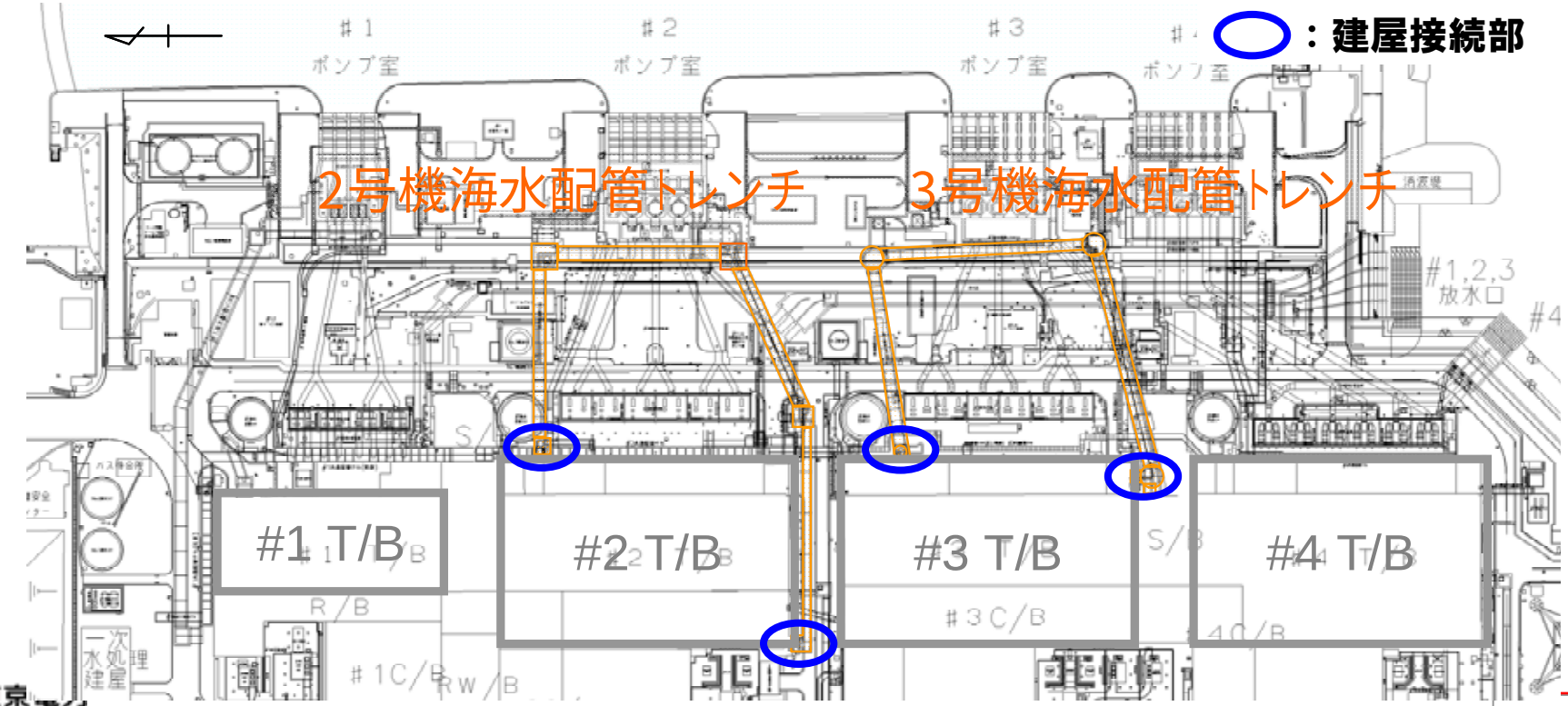
東京電力株式会社

汚染水 水抜き対策　① 全体平面図

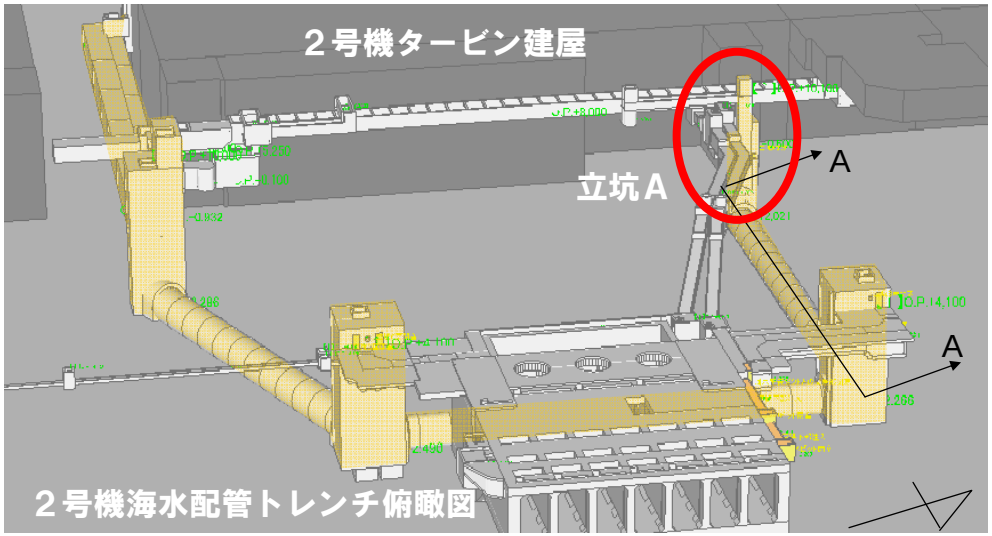
◆海水配管トレンチ（主トレンチ）については，平成２７年３月の汚染水除去及び閉塞を目標に，現在準備工（ヤード整備等）を実施中。

◆汚染水の除去に先立ち，海水配管トレンチとタービン建屋の接続部を止水する必要があり，その止水方法として凍結工法を提案。

◆凍結工法は地盤中の間隙水を凍結させる工法であり，水そのものを凍結させた実績がないため，実証試験を実施しており，今回はその結果についてご報告する。



汚染水 水抜き対策　② 概要



建屋接続部を凍結止水

↓

トレンチ内汚染水を移送

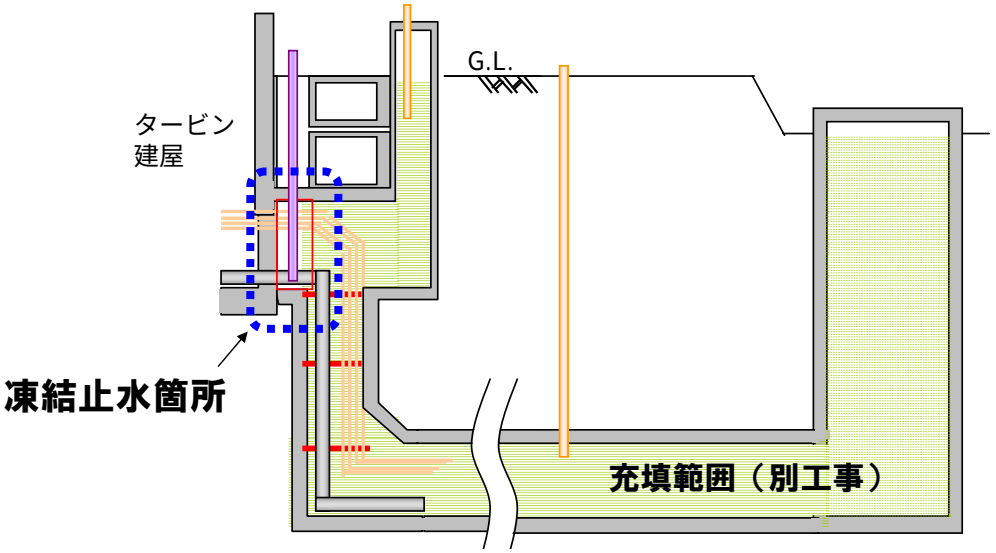
↓

トレンチ部・立坑充填

↓

建屋接続部の解凍，充填

２号機立坑Ａ建屋接続箇所写真（震災前）

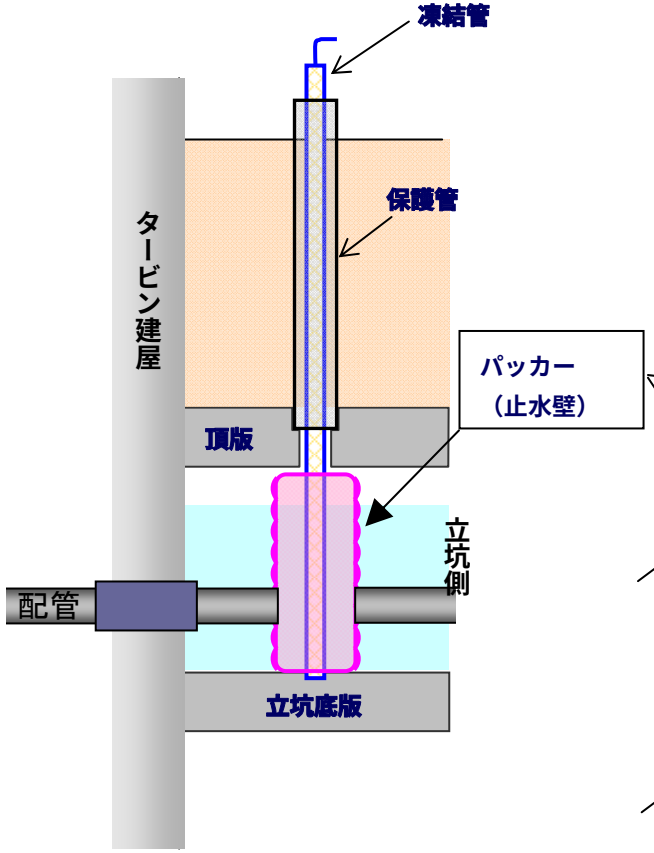


トレンチ概略図(A-A断面)

汚染水 水抜き対策　③ 凍結止水の概要

凍結工法による止水壁は，トレンチ頂版に開けた穴から冷却管とパッカーを挿入し，パッカーに冷媒を充填して凍結することで造成する

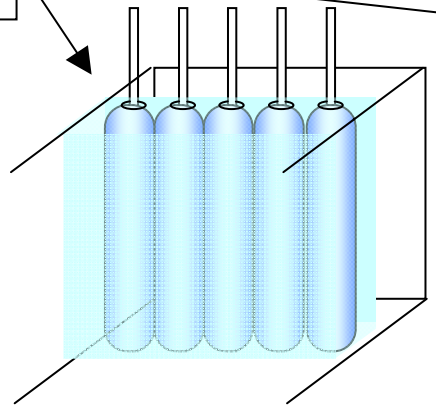
凍結工法による止水壁のイメージ



【凍結工法による止水壁造成について】

・パッカー（ナイロン製の袋）内にセメントとベントナイトの混合物を充填することで水の対流を抑制し，凍結確度の向上を図る。

・パッカー内の間隙水を凍結させるとともに，その周囲も凍結させることで，氷の止水壁を構築し，止水性能を確保する。

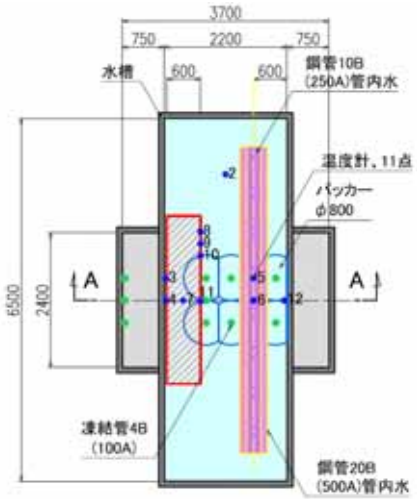


パッカー概念図

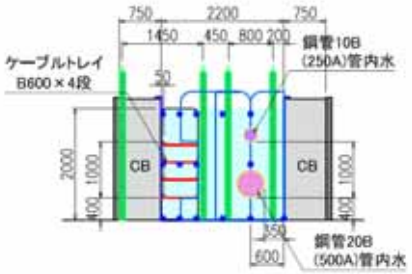
パッカーイメージ写真

凍結試験　施工箇所の支障物を模した試験準備状況

水自体の凍結実績がないことから，施工箇所における支障物（配管等）を模擬し，実証試験を実施



試験模型平面図



試験模型断面図

支障物設置状況

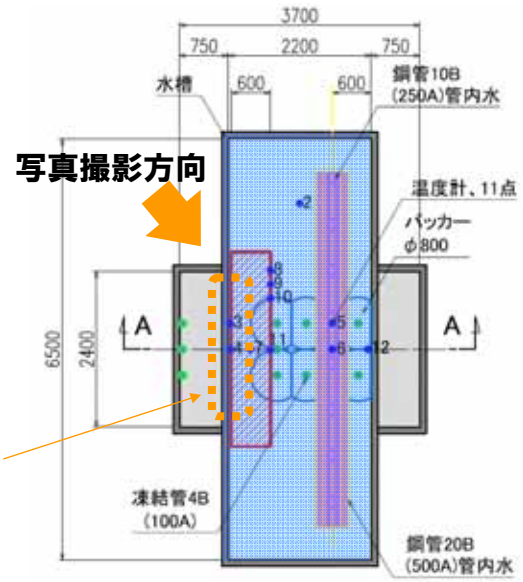
パッカー設置状況

パッカー膨張状況

凍結試験　凍結状況（止水壁造成状況）

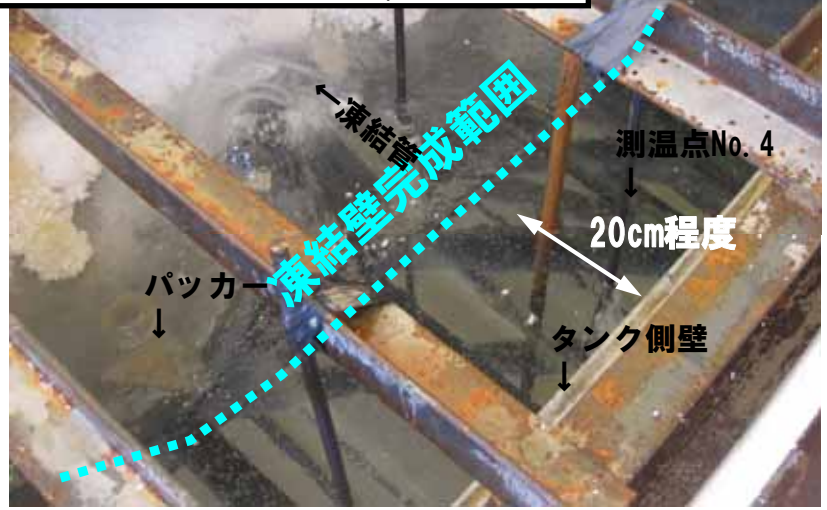
◆支障物によりパッカーが膨らみきらない箇所についても，氷が成長し，止水壁が造成された。

◆なお，パッカーを膨らませない凍結管を挿入することにより，凍結止水の確実性を向上させることについても検討する。

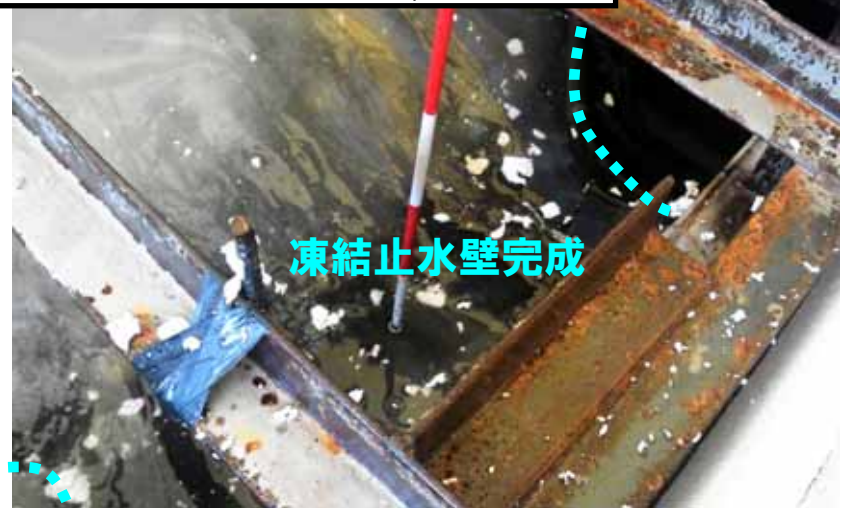


ケーブルトレイによりパッカーが膨らみきらない箇所

凍結状況 CASE4（9/26撮影）



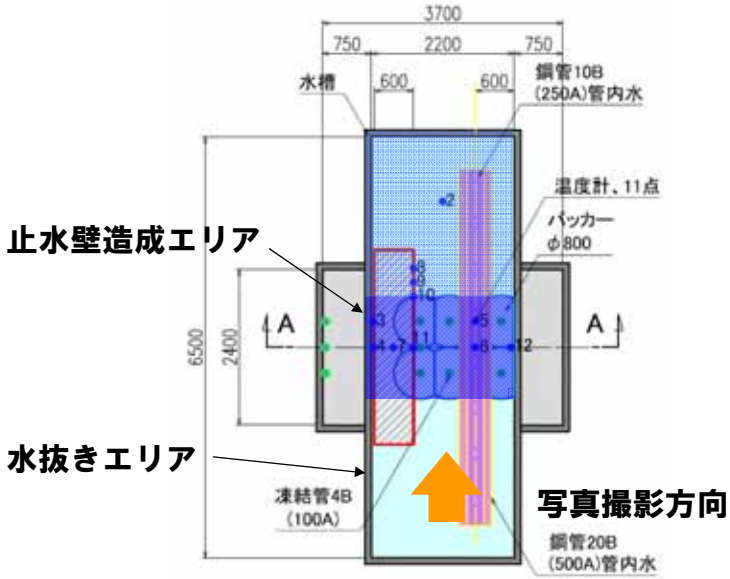
凍結状況 CASE4（10/10撮影）



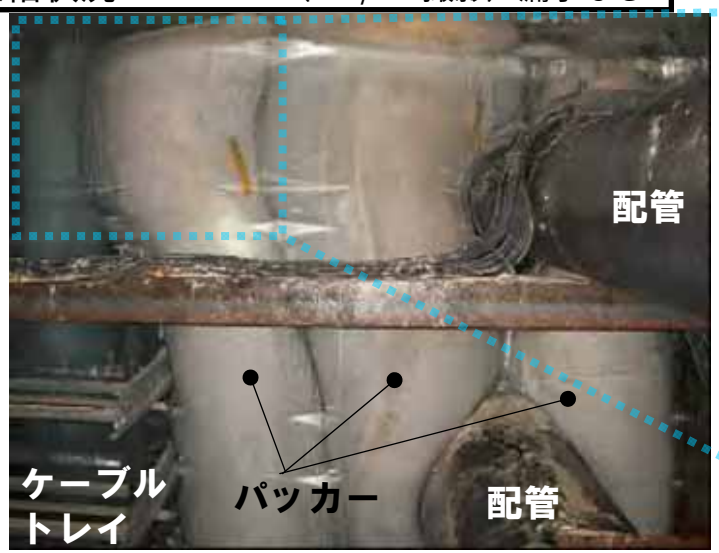
凍結試験　凍結状況（片側の排水による止水性確認試験）

◆止水壁造成エリアを挟み片側から排水を行い，止水性の確認を実施した

◆背面には２ｍの水圧が作用しているが漏水は見られず確実に止水されていることを確認した

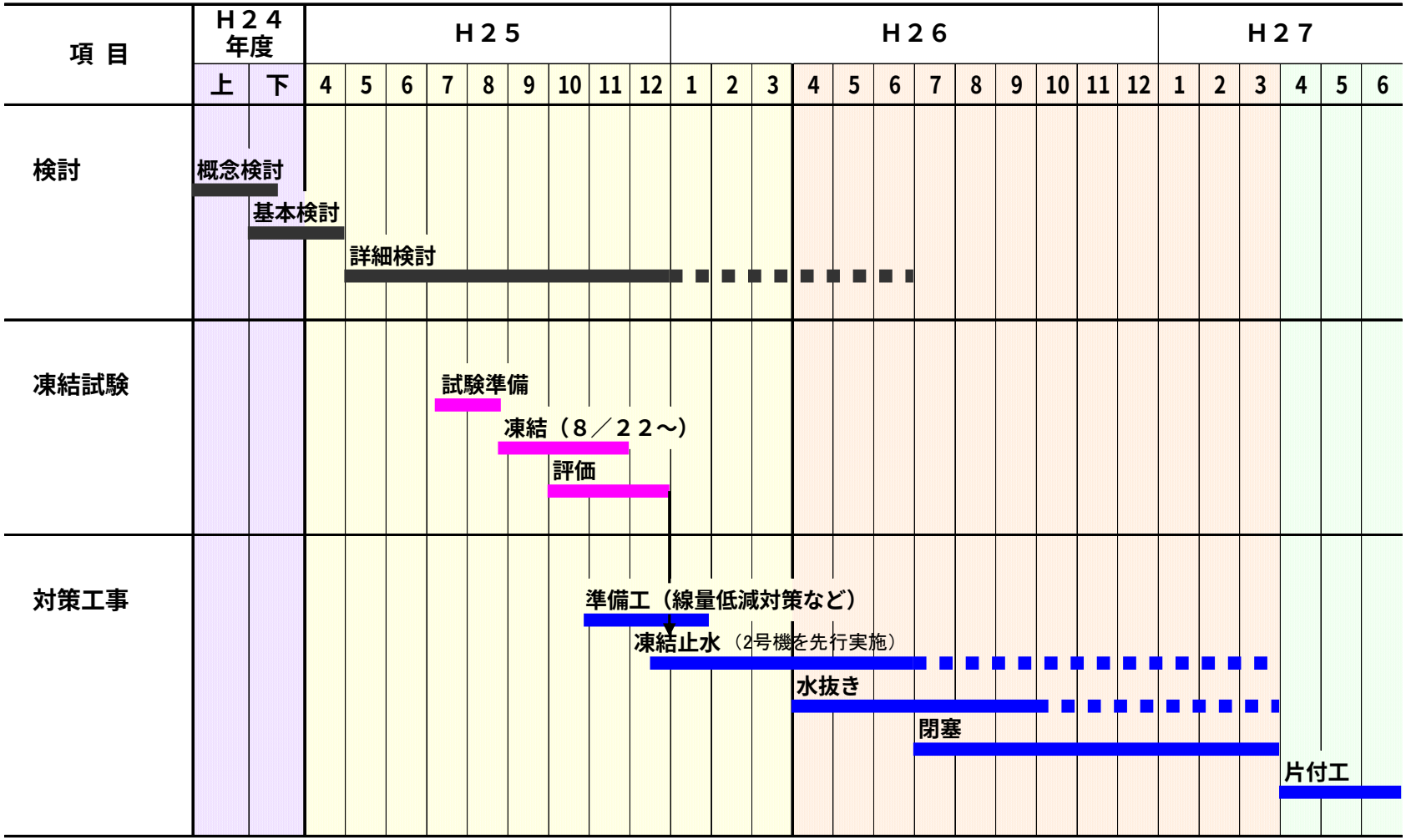


凍結状況 CASE２（10/23撮影）漏水なし



全体工程

- 現在，施工ヤードの線量低減対策等の作業を２号機より先行実施中
- Ｈ２５．１２より，凍結管の設置に取り掛かり，設置完了次第凍結止水を開始する



※ 工事工程は、検討に応じて変更の可能性あり

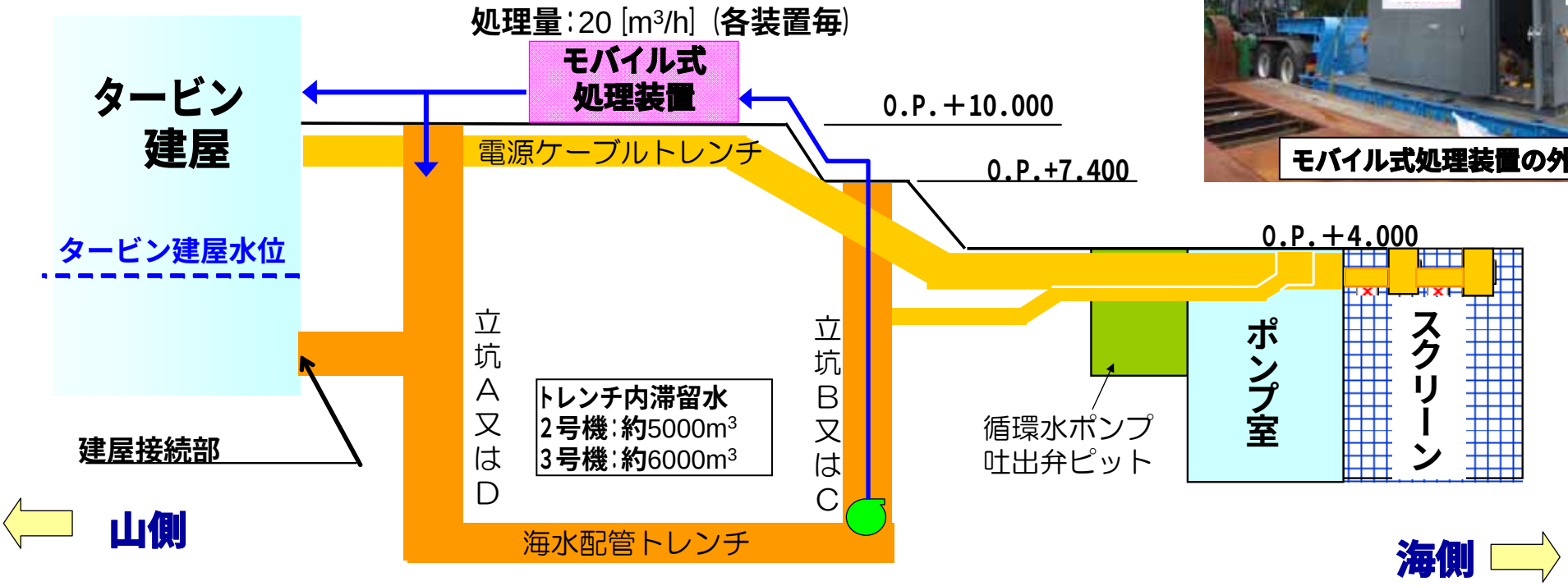
主トレンチ（海水配管トレンチ）内汚染水の処理状況

東京電力株式会社

H25.11.28

主トレンチ（海水配管トレンチ）内汚染水の処理状況（1／2）

- ２・３号機主トレンチ（海水配管トレンチ）の海側の立坑に水中ポンプを設置し、トレンチ滞留水を汲み上げ、モバイル式の処理装置の処理済水を山側の立坑等へ移送。
- モバイル式の処理装置（吸着塔ユニット・弁ユニット）は、各号機毎に一式設置。
- ２号機　Ｈ２５.１１.１４より処理運転開始
  ３号機　Ｈ２５.１１.１５より処理運転開始



主トレンチ（海水配管トレンチ）内汚染水の処理状況（2／2）

トレンチ水のサンプリングデータ

・サンプリングポイント：モバイル式処理装置吸着塔入口（トレンチ滞留水）、吸着塔出口

号機		2号機		3号機	
		吸着塔入口	吸着塔出口	吸着塔入口	吸着塔出口
放射能濃度（処理開始時）	日付	H25.11.14		H25.11.15	
	^{134}Cs （Bq/cm^3）	6.69×10^4	1.60×10^1	1.05×10^4	1.57×10^0
	^{137}Cs（Bq/cm^3）	1.74×10^5	3.54×10^1	2.28×10^4	3.89×10^0
放射能濃度（現状）	日付	H25.11.22		H25.11.22	
	^{134}Cs（Bq/cm^3）	2.32×10^4	6.23×10^1	1.93×10^3	6.23×10^0
	^{137}Cs（Bq/cm^3）	5.83×10^4	1.45×10^2	3.78×10^3	1.45×10^1

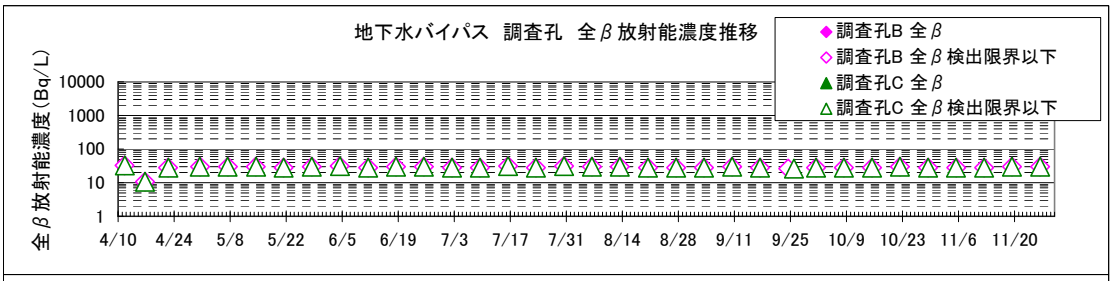
2号機：吸着塔切替のため、11/22より一時停止中。　3号機：12月第1週吸着塔切替予定

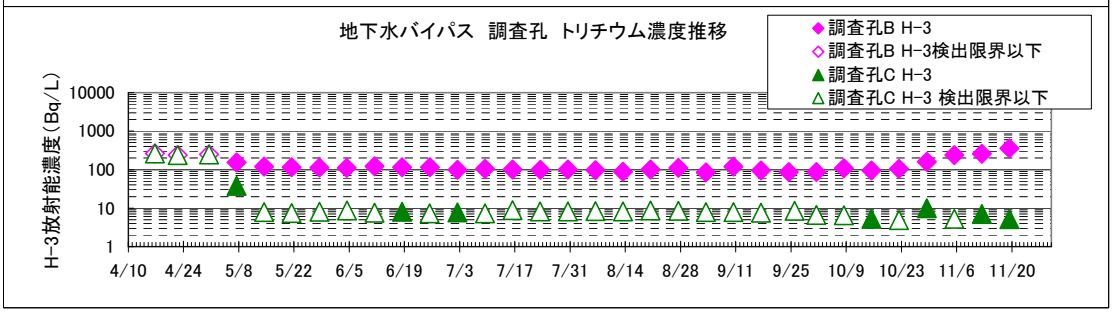
2，3号機ともに、約1週間程度の処理の結果、トレンチ滞留水の放射能濃度の低下が確認されている。引き続き処理を継続するとともに、サンプリングを行い処理傾向を確認していく。

タンク漏えいによる汚染の影響調査

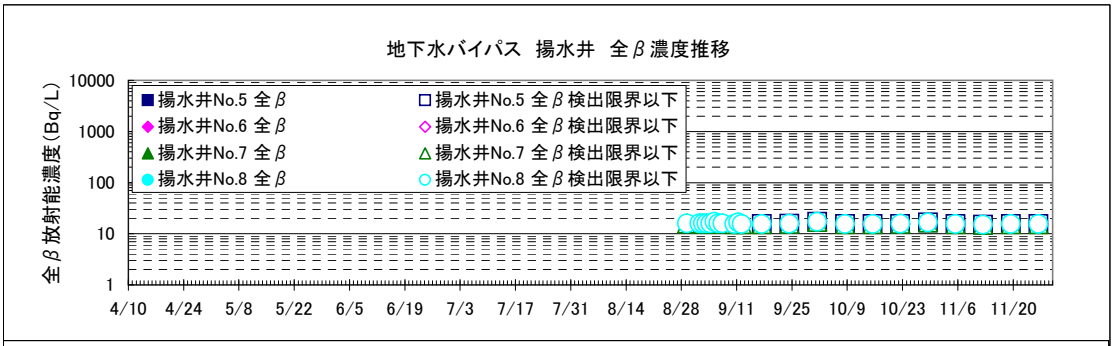
①地下水バイパス　調査孔・揚水井の放射能濃度推移

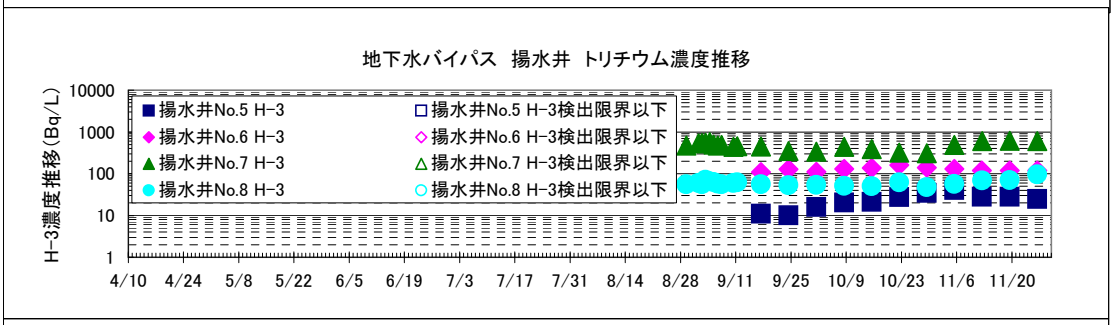
地下水バイパス　調査孔

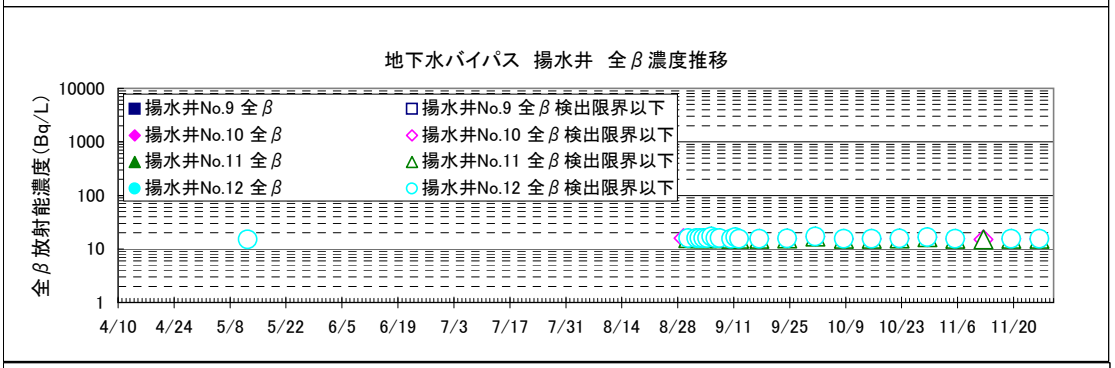


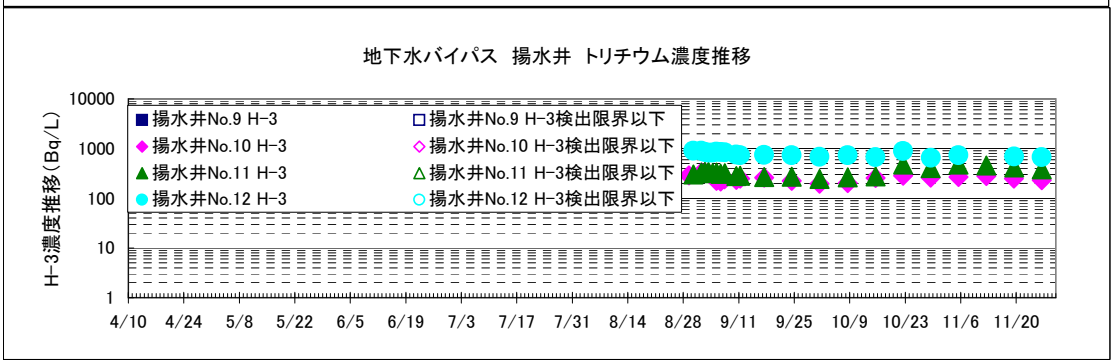


地下水バイパス　揚水井

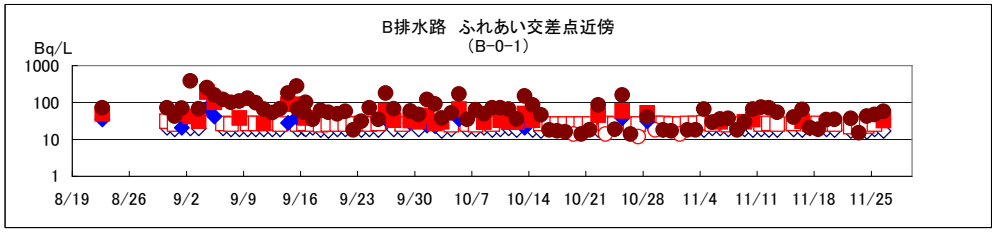


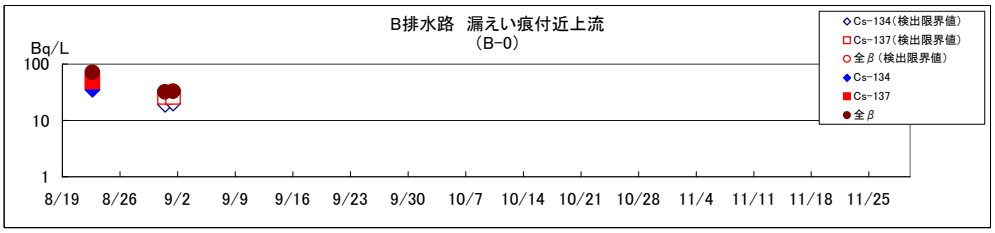


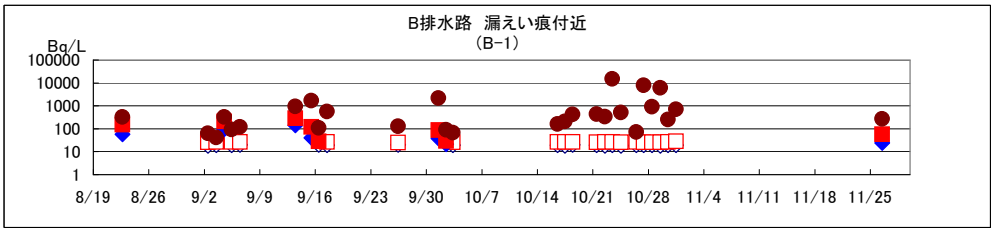


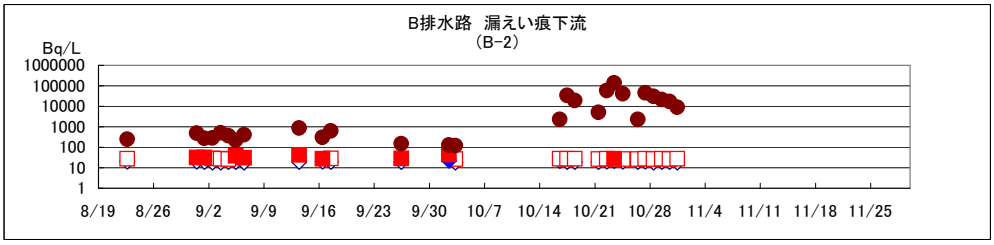


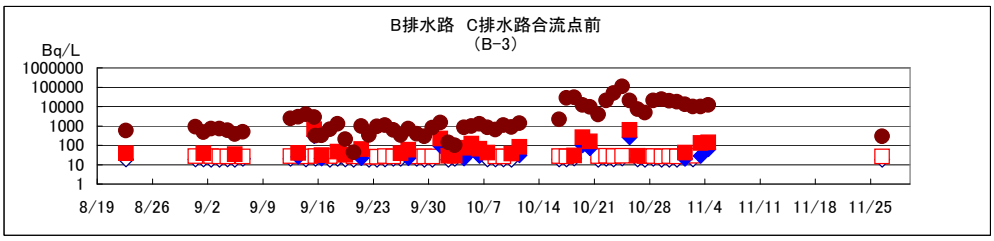
②排水路の放射能濃度推移

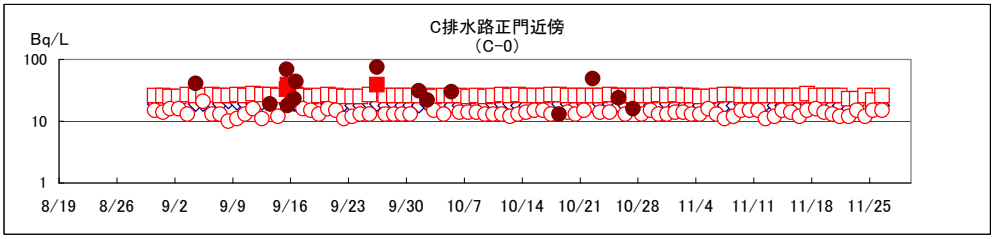


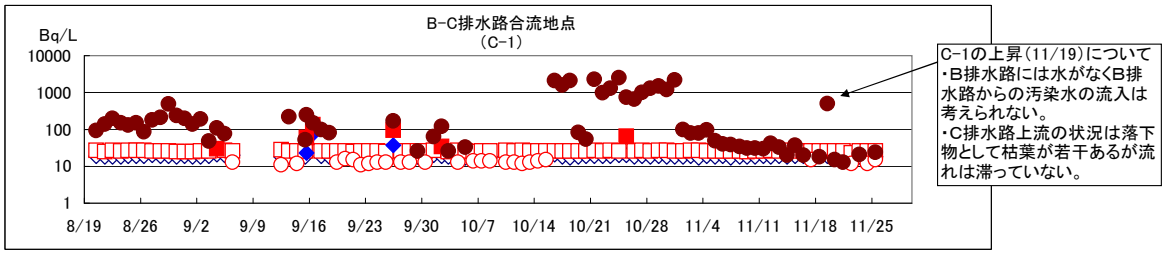


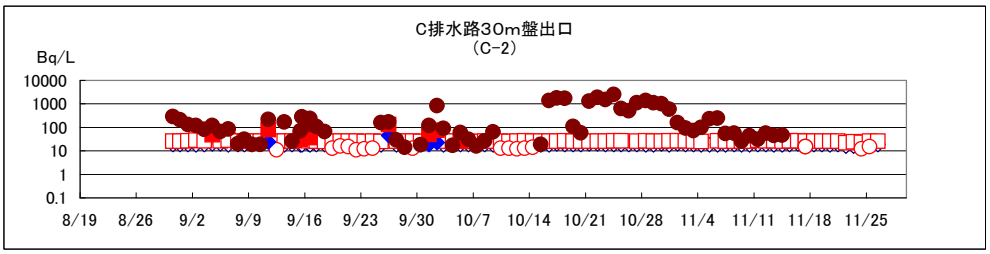




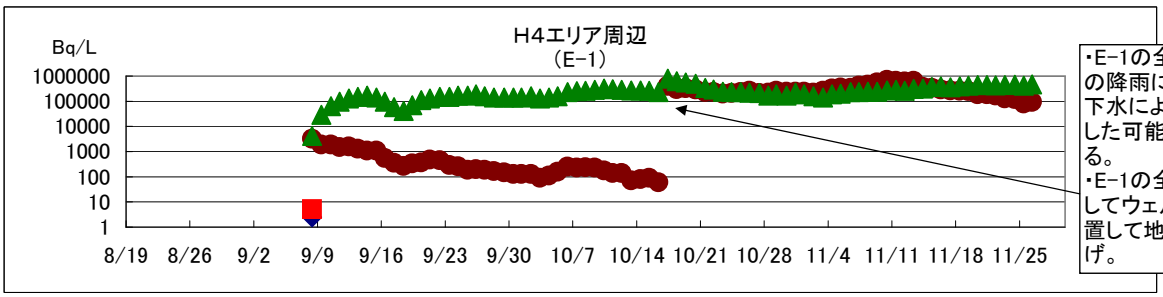




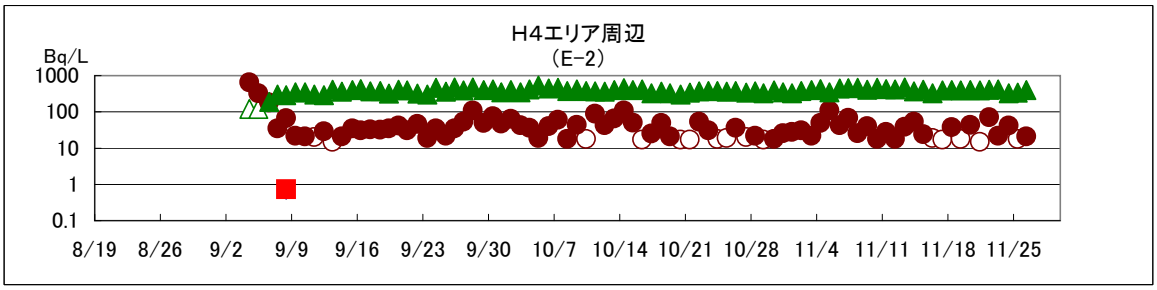


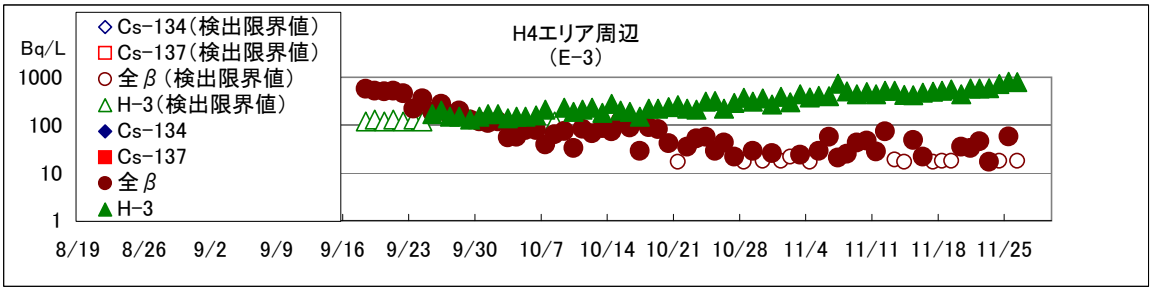


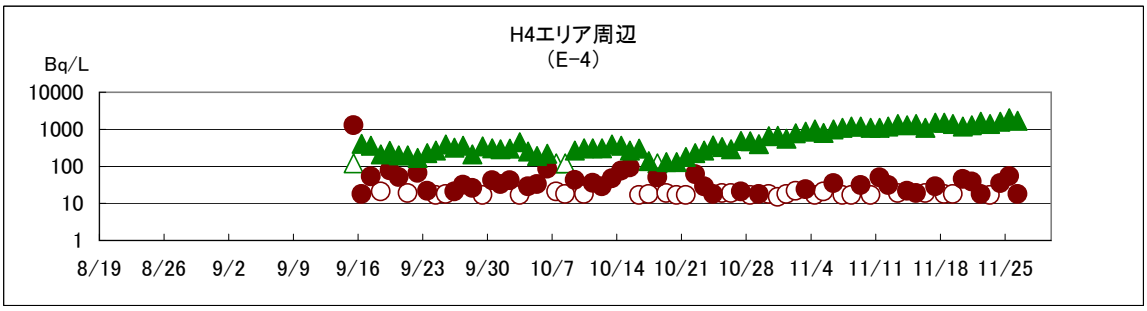
③追加ボーリングの放射能濃度推移（1／2）

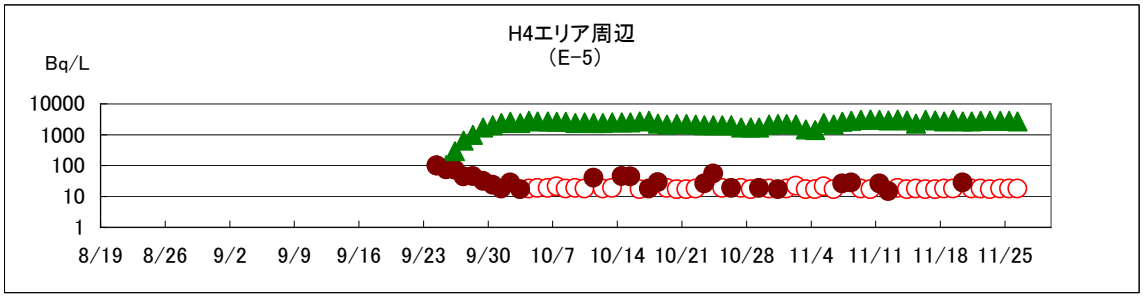


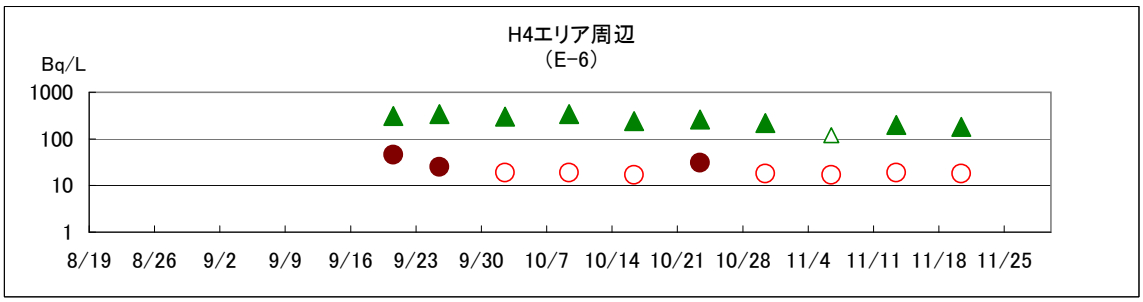
・E-1の全β上昇は台風の降雨による影響で地下水により核種が移動した可能性が考えられる。
・E-1の全β上昇対策としてウェルポイントを設置して地下水を汲み上げ。



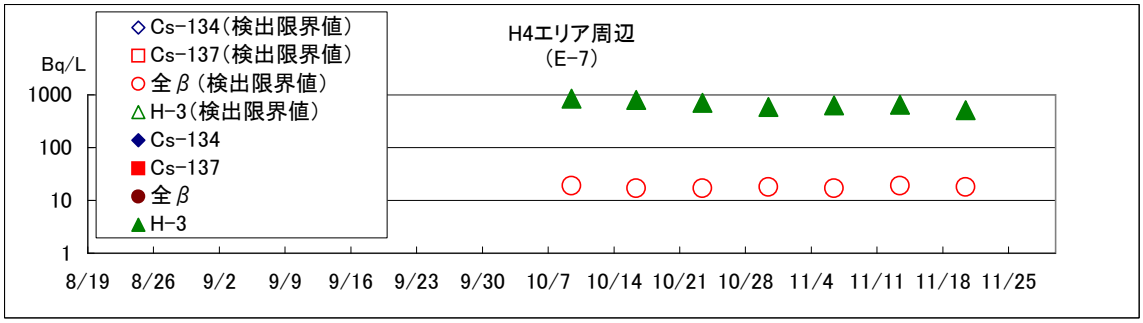


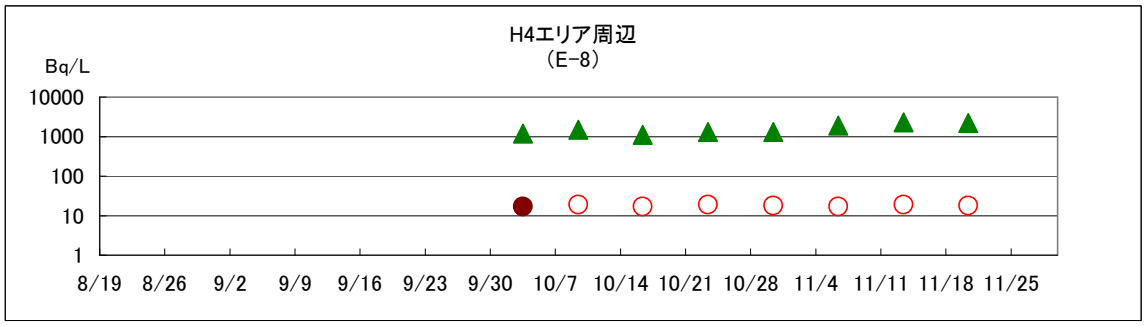


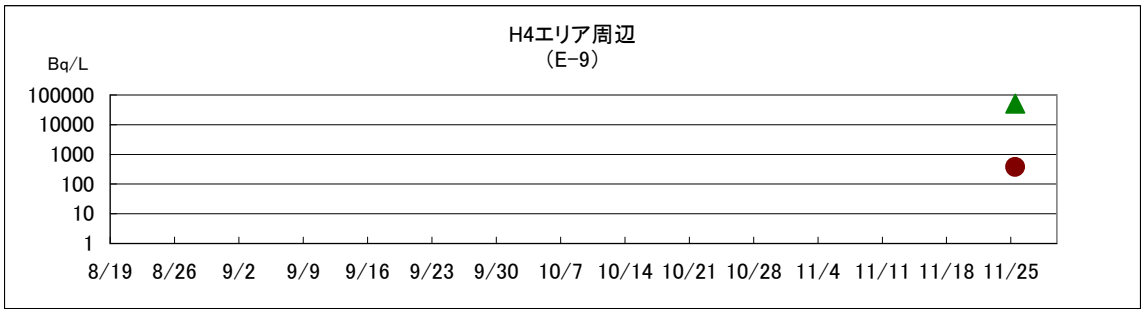


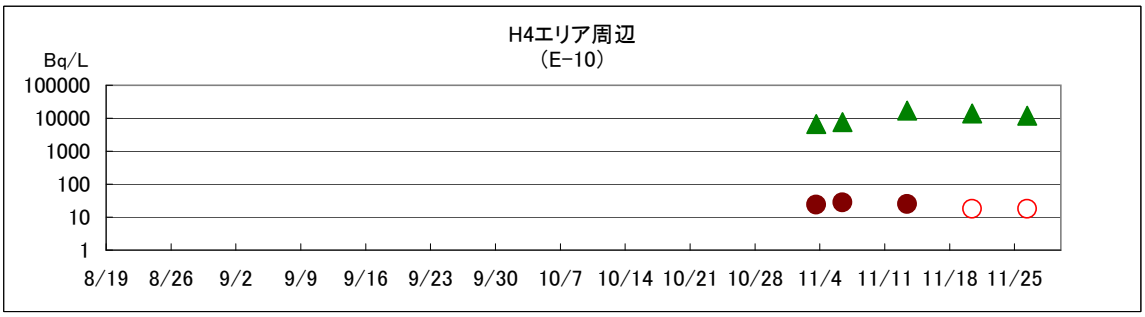


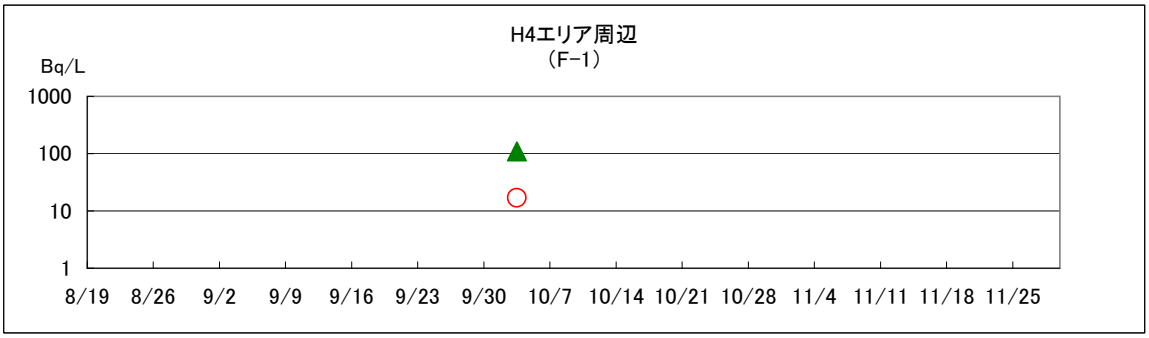
③追加ボーリングの放射能濃度推移（2／2）



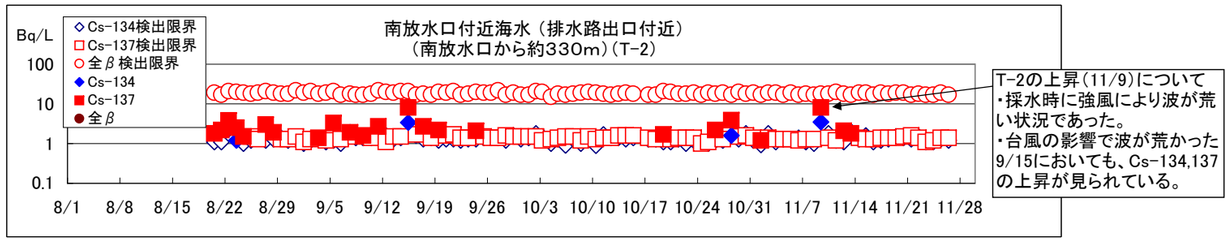


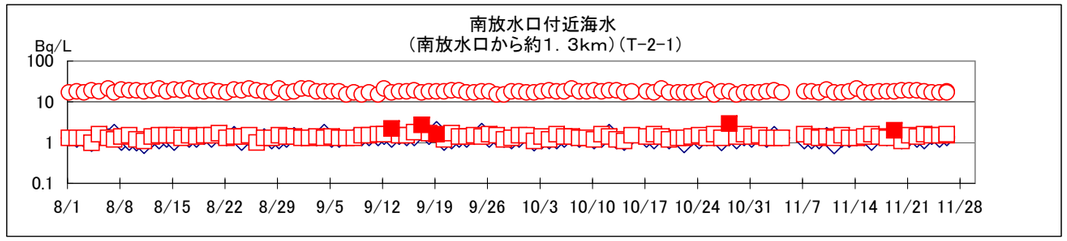


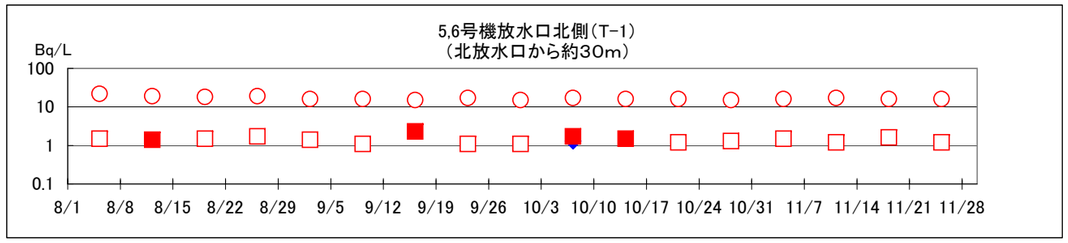


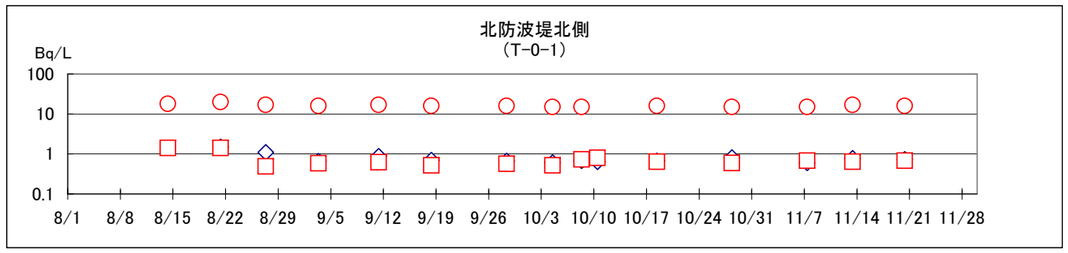


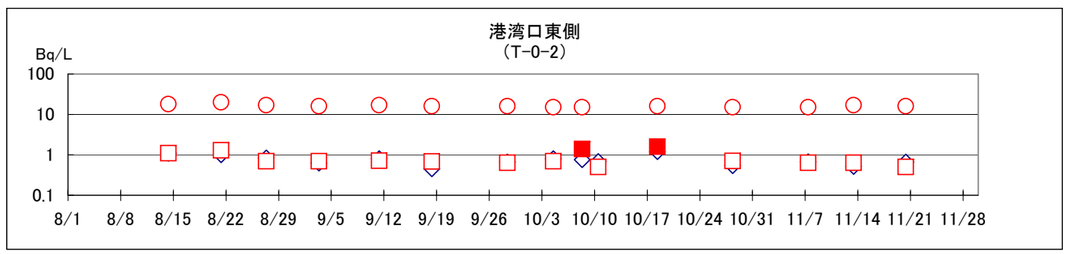
④海水の放射能濃度推移

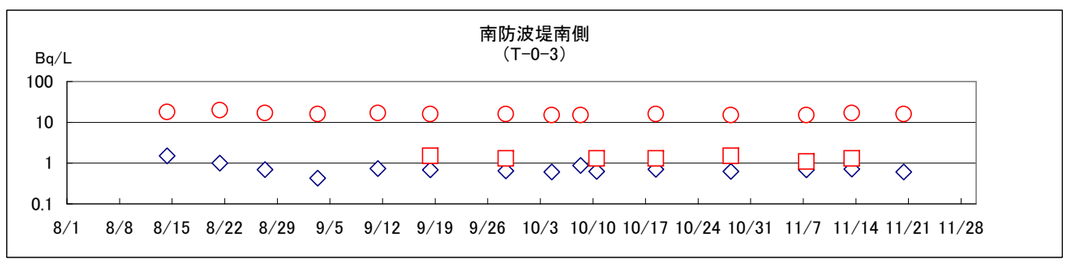






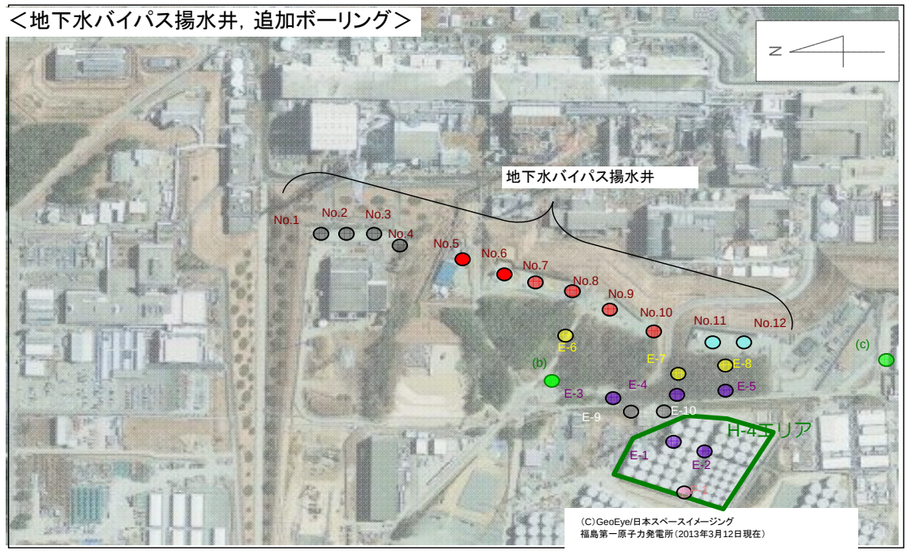




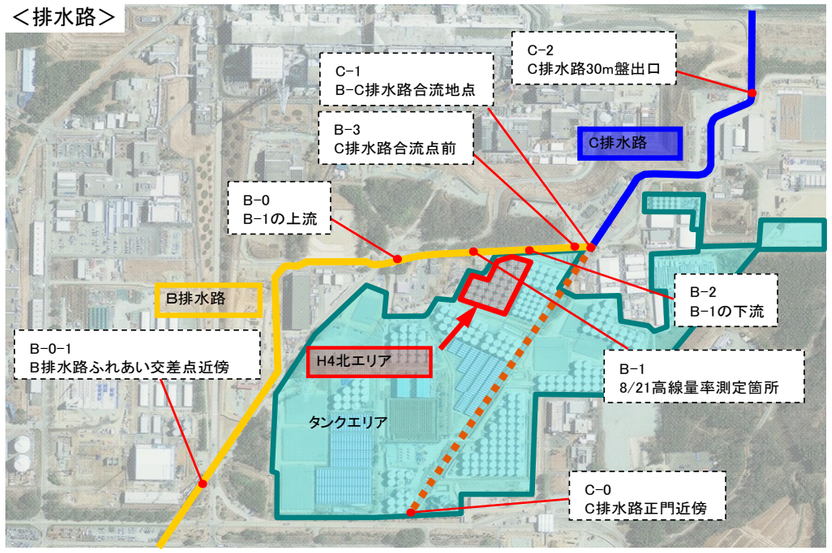


サンプリング箇所

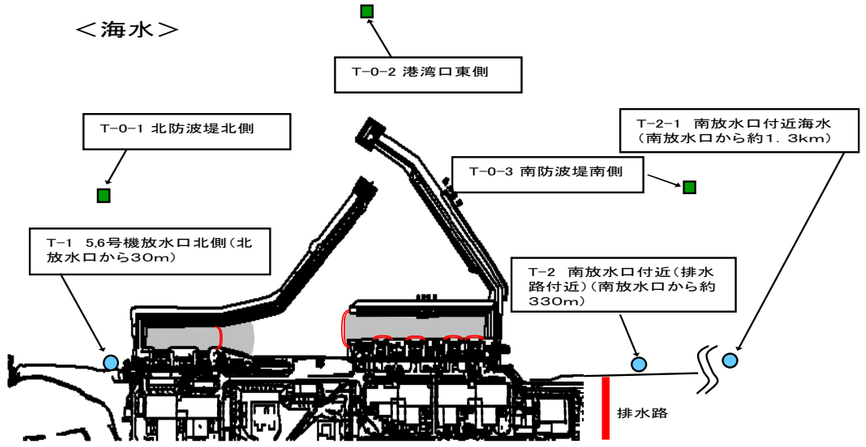
＜地下水バイパス揚水井，追加ボーリング＞



＜排水路＞

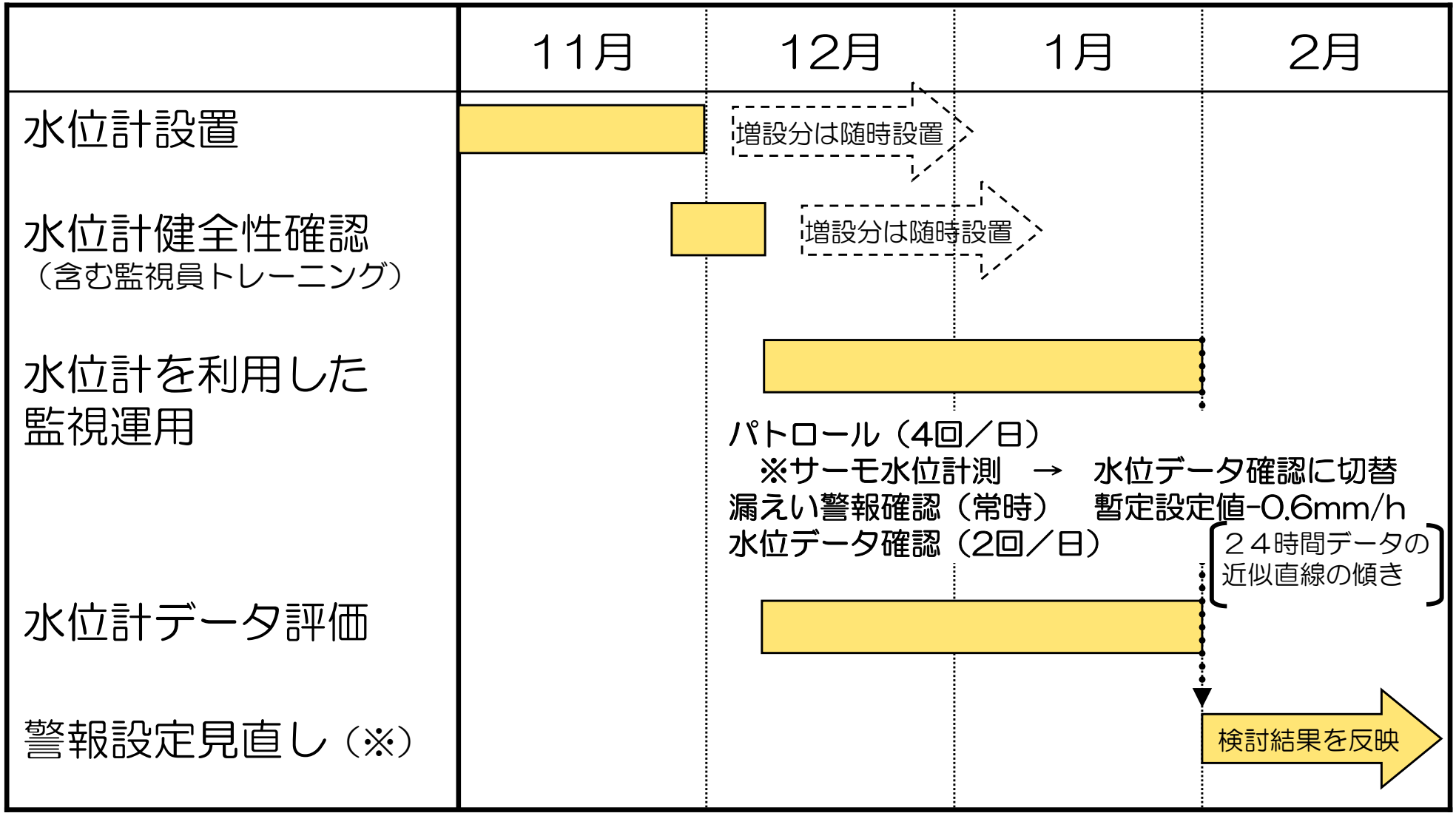


＜海水＞



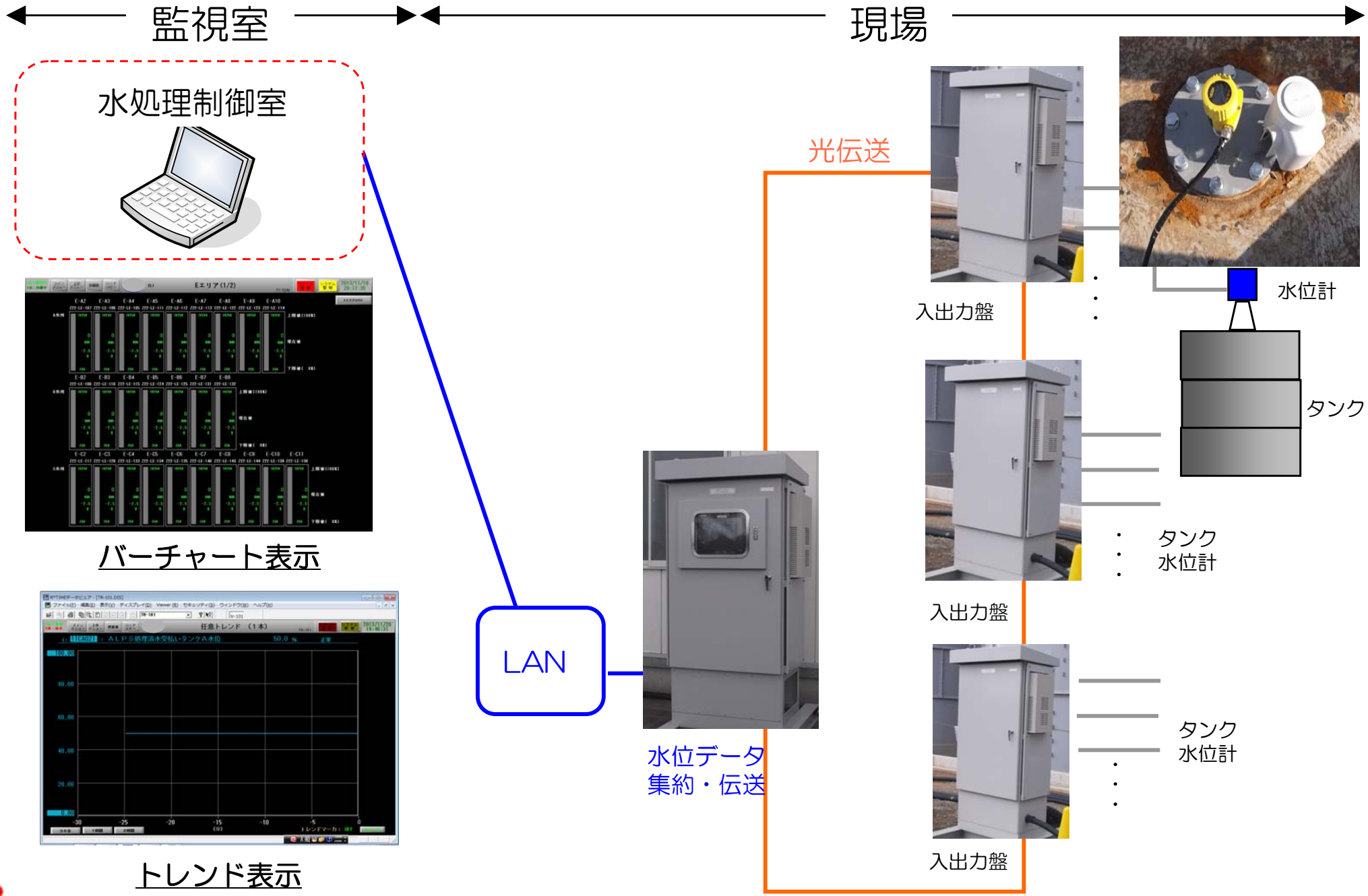
水位計設置後の運用計画

★フランジ型タンク水位計導入スケジュール



※暫定→警報設定見直し時期については，検知方法及びシステム実装方法により変動要素あり

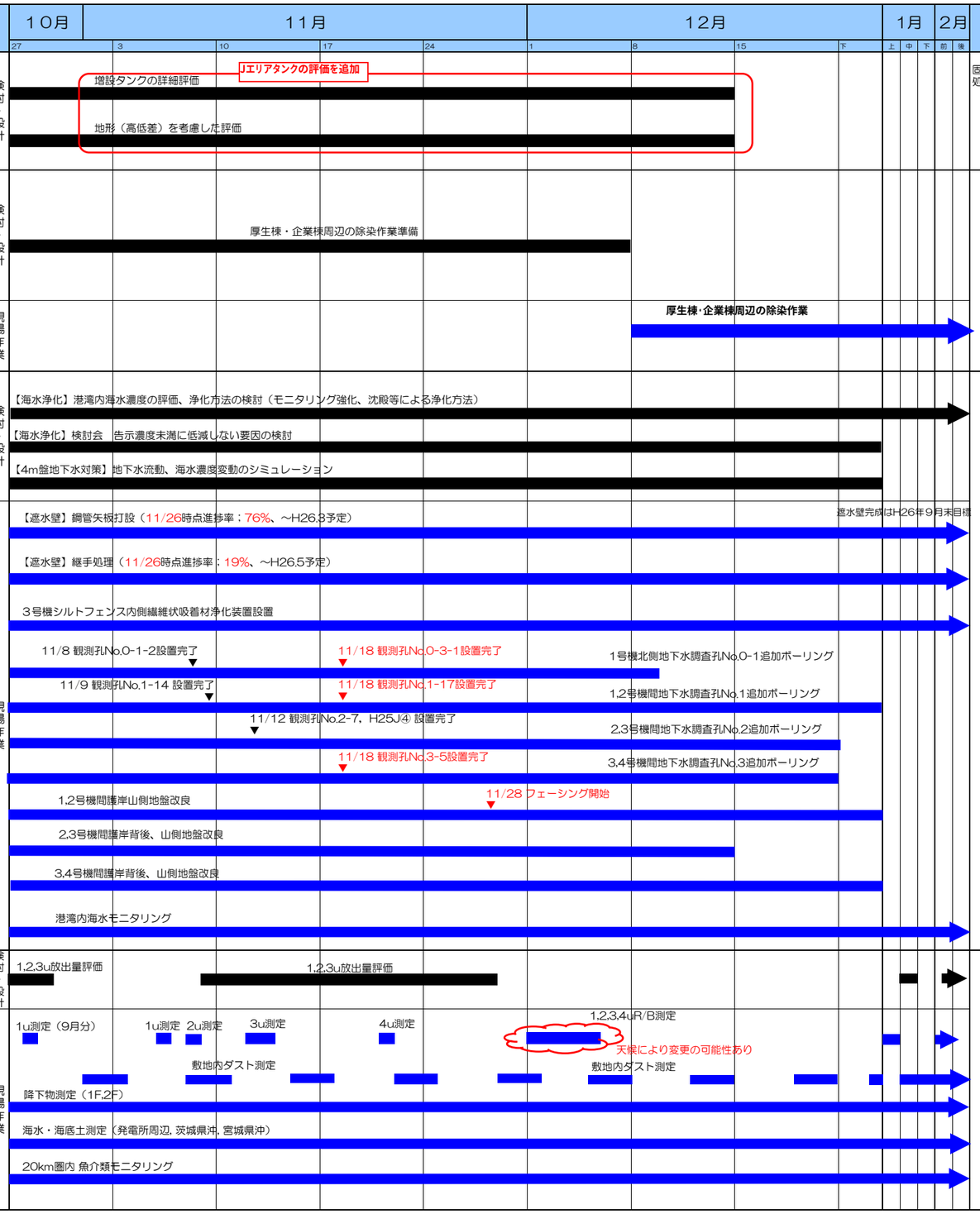
構成図及び設置状況


監視室
現場
水処理制御室
バーチャート表示
トレンド表示
LAN
水位データ
集約・伝送
光伝送
入出力盤
入出力盤
入出力盤
水位計
タンク
タンク
水位計
タンク
水位計

東京電力株式会社
環境線量低減対策
2013/11/28現在

環境線量低減対策 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		備　考
環境線量低減対策	放射線量低減	1．敷地境界線量低減 ・低減対策の検討 ・敷地境界線量の評価	（実　績） ・増設タンクの概要評価 （予　定） ・増設タンクの詳細評価（～H25.12上旬予定） ・地形（高低差）を考慮した評価（～H25.12上旬予定）	検討・設計	固体廃棄物の低減対策の具体的なスケジュールについては、放射性廃棄物処理・処分に記載
		2．敷地内除染 ・段階的な除染	（実　績） ・厚生棟・企業棟周辺の除染作業準備 （予　定） ・厚生棟・企業棟周辺の除染作業準備 ・厚生棟・企業棟周辺の除染作業	検討・設計	
				現場作業	
	評価	3．海洋汚染拡大防止 ・遮水壁の構築 ・繊維状吸着材浄化装置の設置 ・浚渫土の被覆 ・浄化方法の検討	（実　績） 【遮水壁】鋼管矢板打設（11/26時点進捗率：76%） 継手処理（11/26時点進捗率：19%） 【海水浄化】港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討 海水中放射性物質濃度低減のための検討会設置 （4/26：第1回、5/27：第2回、7/1：第3回、 7/23：第4回、8/16：第5回、10/25：第6回 11/19：第7回開催） 3号機シルトフェンス内側繊維状吸着材浄化装置設置 （H25.6.17） 【4m盤地下水対策】 1号機北側調査孔No.0-1追加ボーリング（H25.10～） 1,2号機間調査孔No.1追加ボーリング（H25.6.17～） 2,3号機間調査孔No.2追加ボーリング（H25.7.11～） 3,4号機間調査孔No.3追加ボーリング（H25.7.13～） 1,2号機間護岸背後地盤改良（H25.7.8～H25.8.9） 1,2号機間護岸山側地盤改良（H25.8.13～） 2,3号機間護岸背後、山側地盤改良（H25.8.29～） 3,4号機間護岸背後、山側地盤改良（H25.8.23～） 港湾内海水モニタリング強化（H25.6.21～） 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション（H25.7～） （予　定） 【遮水壁】　鋼管矢板打設（～H26.3予定） 継手処理（～H26.5予定） 【海水浄化】港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討 検討会における告示濃度未満に低減しない要因の検討 繊維状吸着材の吸着量評価（～H25.12予定） 【4m盤地下水対策】 1号機北側調査孔No.0-1追加ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ（～H25.12上旬予定） 1,2号機間調査孔No.1追加ボーリング（～H25.12下旬予定） 2,3号機間調査孔No.2追加ボーリング（～H25.12下旬予定） 3,4号機間調査孔No.3追加ボーリング（～H25.12下旬予定） 1,2号機間護岸山側地盤改良 （H25.8.13～H25.12末予定） フェーシングの実施（H25.11.28～） 2,3号機間護岸背後、山側地盤改良 （H25.8.29～H25.12月上旬予定） 3,4号機間護岸背後、山側地盤改良 （H25.8.23～H25.12月末予定） 港湾内海水モニタリング 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション （1,2号機間地下水、港湾内海水、1～4号機間地下水 ～H25.12予定）	検討・設計	
				現場作業	
	評価	4．環境影響評価 ・モニタリング ・傾向把握、効果評価	（実　績） ・1～3号機原子炉建屋上部ダスト濃度測定、放出量評価 ・敷地内におけるダスト濃度測定（毎週） ・降下物測定（月1回） ・港湾内、発電所近傍、沿岸海域モニタリング（毎日～月1回） ・20km圏内 魚介類モニタリング（月1回 11点） ・茨城県沖における海水採取（毎月） ・宮城県沖における海水採取（隔週） （予　定） ・1～4号機原子炉建屋上部ダスト濃度測定、放出量評価 ・敷地内におけるダスト濃度測定（毎週） ・降下物測定（月1回） ・港湾内、発電所近傍、沿岸海域モニタリング（毎日～月1回） ・20km圏内 魚介類モニタリング（月1回 11点） ・茨城県沖における海水採取（毎月） ・宮城県沖における海水採取（隔週）	検討・設計	
				現場作業	



タービン建屋東側における
地下水及び海水中の放射性物質濃度の状況について

平成25年11月28日

東京電力株式会社

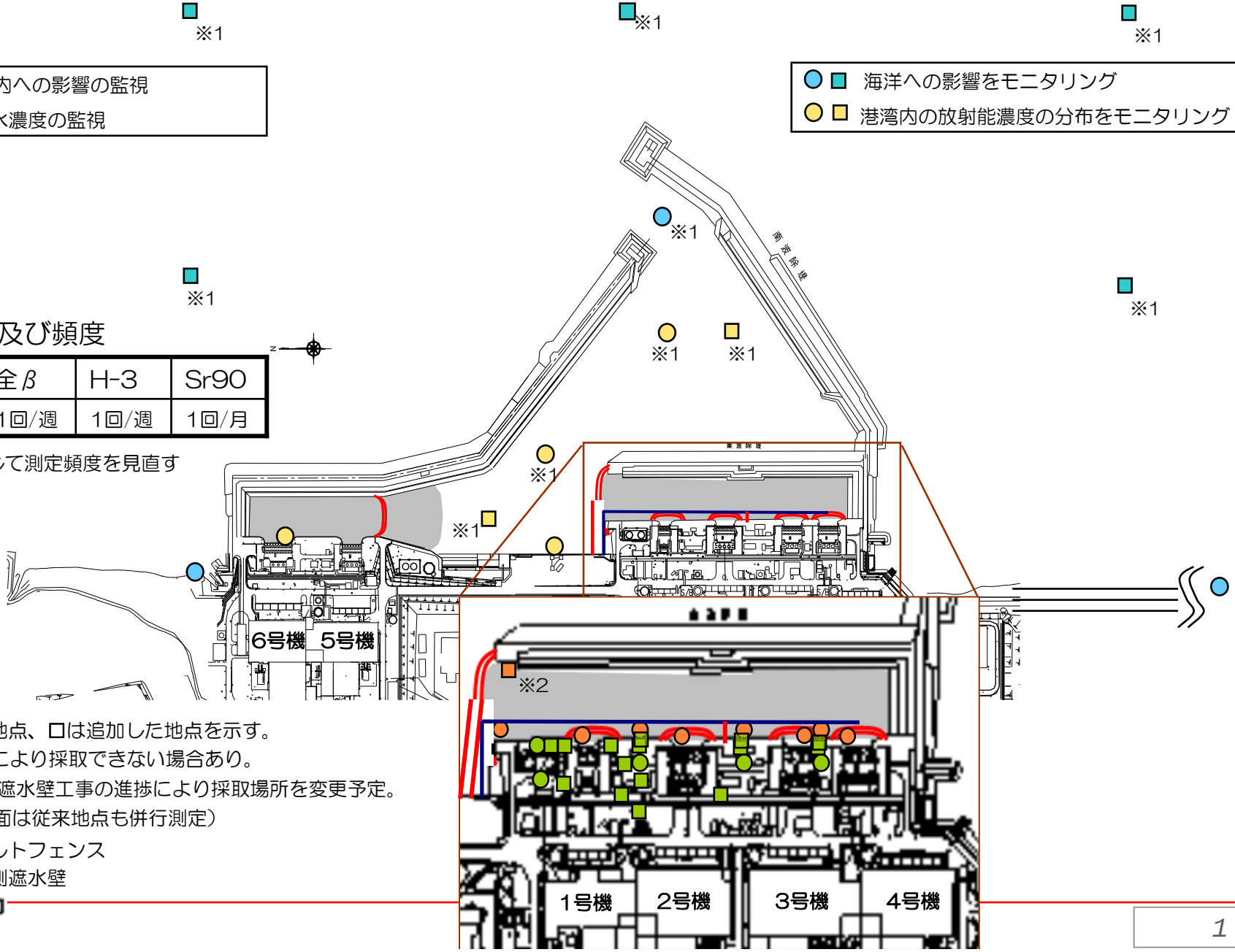
東京電力

TEPCO

モニタリング計画（サンプリング箇所）

港湾内への影響の監視
地下水濃度の監視

海洋への影響をモニタリング
港湾内の放射能濃度の分布をモニタリング



測定項目及び頻度

γ線	全β	H-3	Sr90
1回/週	1回/週	1回/週	1回/月

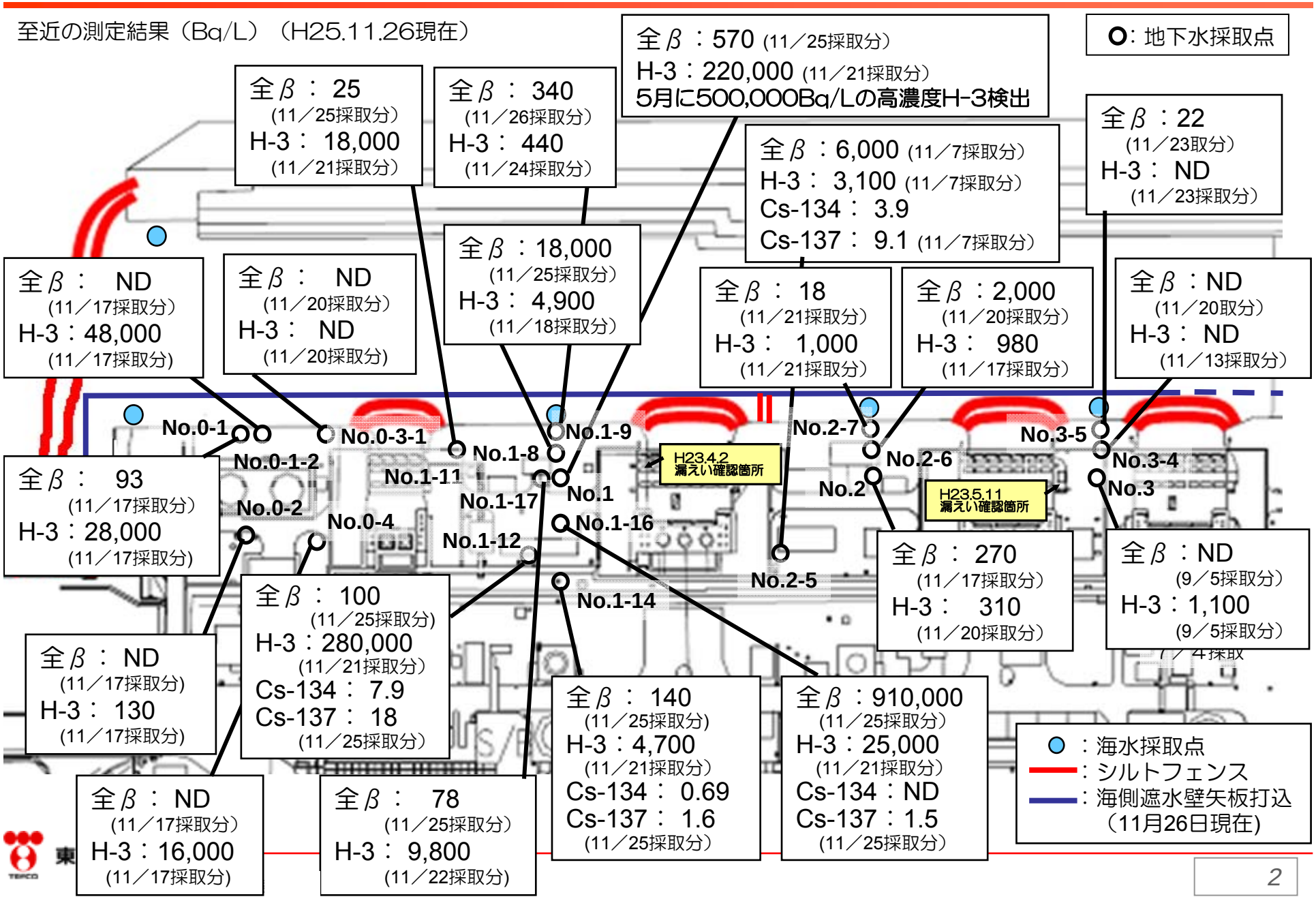
※必要に応じて測定頻度を見直す

○は継続地点、□は追加した地点を示す。
※1 天候により採取できない場合あり。
※２ 海側遮水壁工事の進捗により採取場所を変更予定。
（当面は従来地点も併行測定）

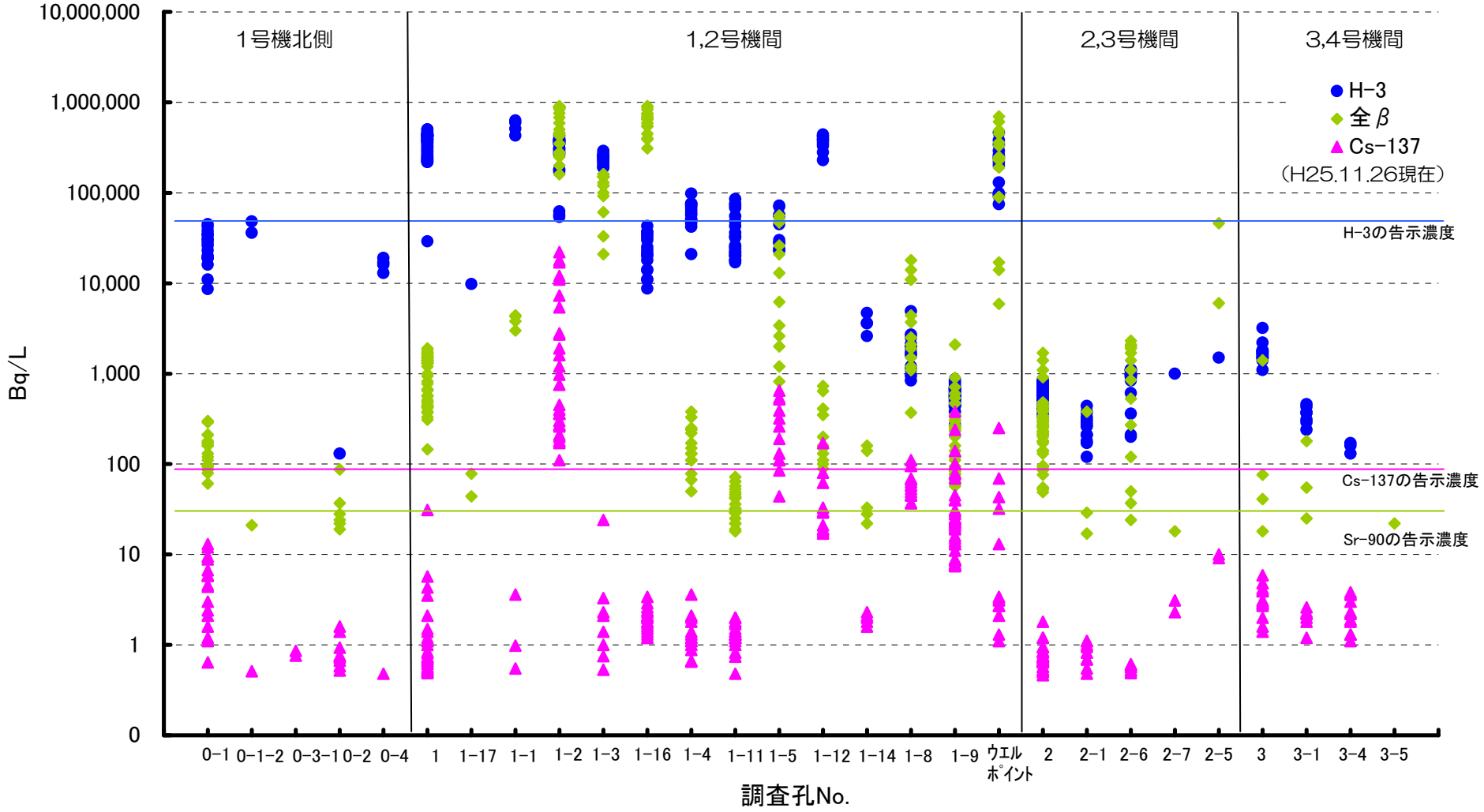
シルトフェンス
海側遮水壁

東京電力

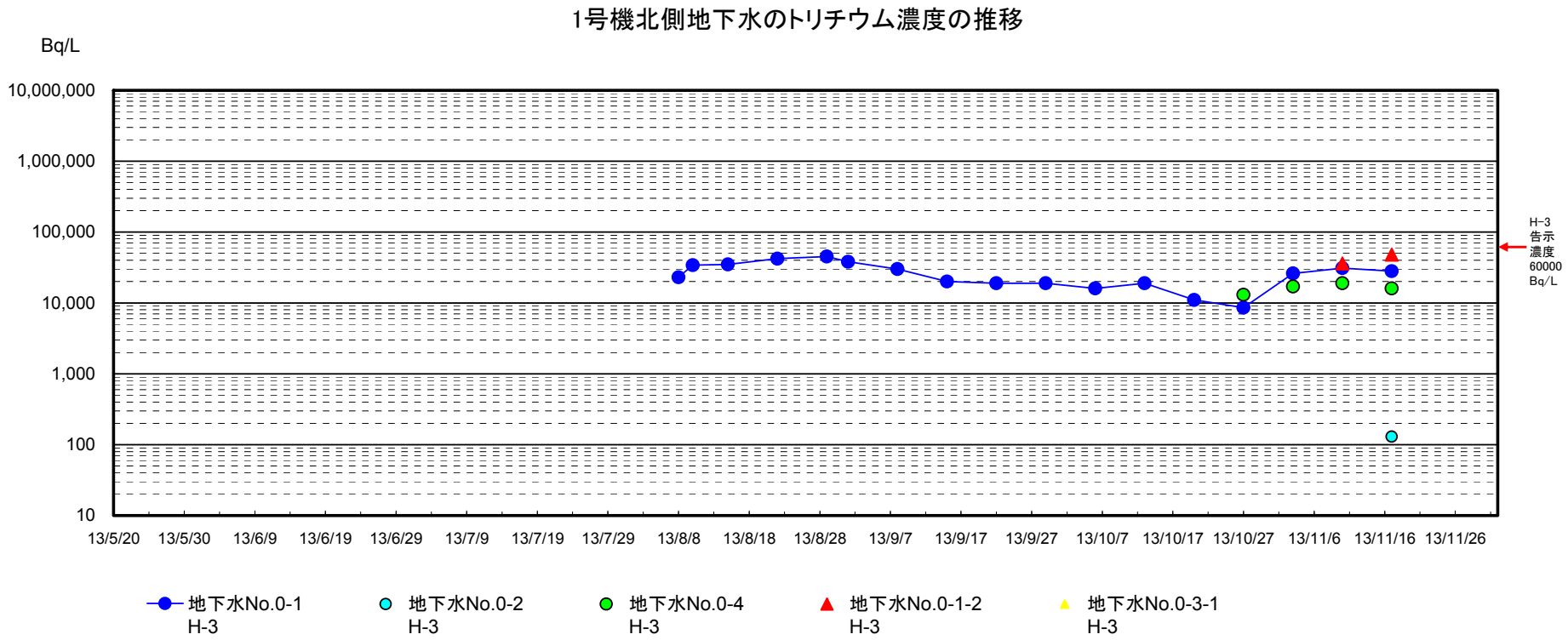
タービン建屋東側の地下水濃度測定結果



地下水の濃度分布（地点比較）



地下水のトリチウム濃度推移(1/4)

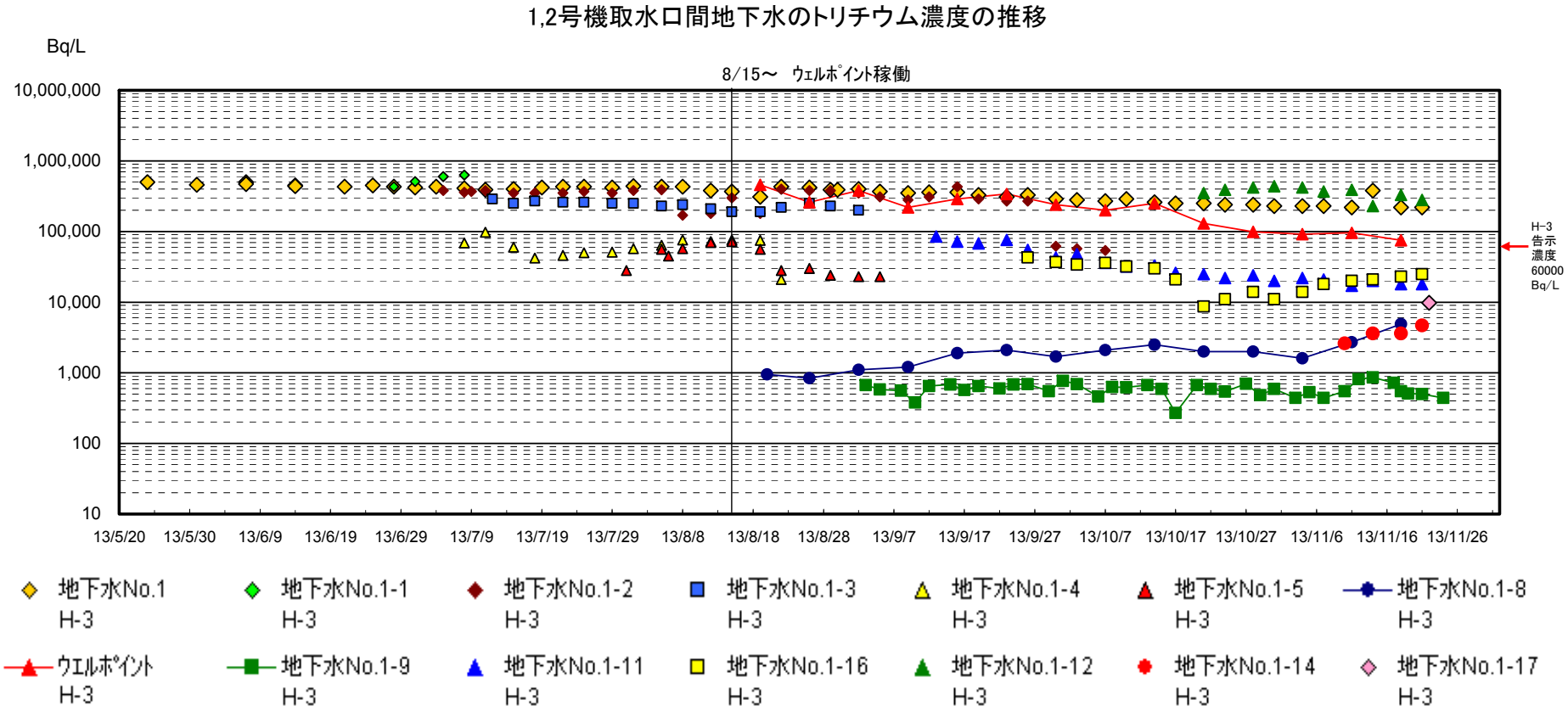


○ No.0-4はNo.0-1と同レベル。

○ No.0-1-2は砂岩層（深さ約12m）での採水。トリチウムはNo.0-1と同等。

○ No.0-3-1は埋戻土層（約4m）での採水。トリチウムは検出されていない。

地下水のトリチウム濃度推移(2/4)

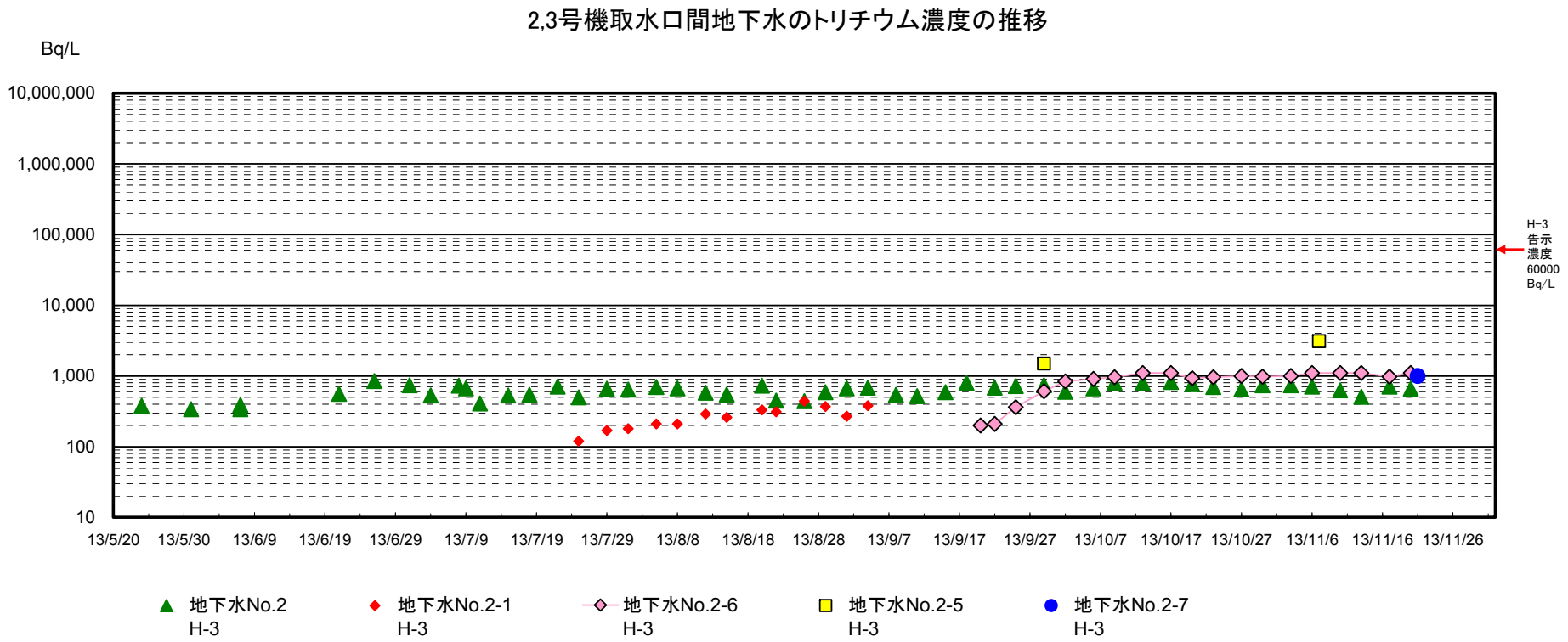


○ ウェルポイントは低下傾向。

○ No.1-14は2号機海水配管トレンチ立坑Ｂの北側横であるが、2,600Bq/Lでno.1-5（9/5採取）の約1/10。

○ No.1-17はNo.1の北側に水位確認のために設置。

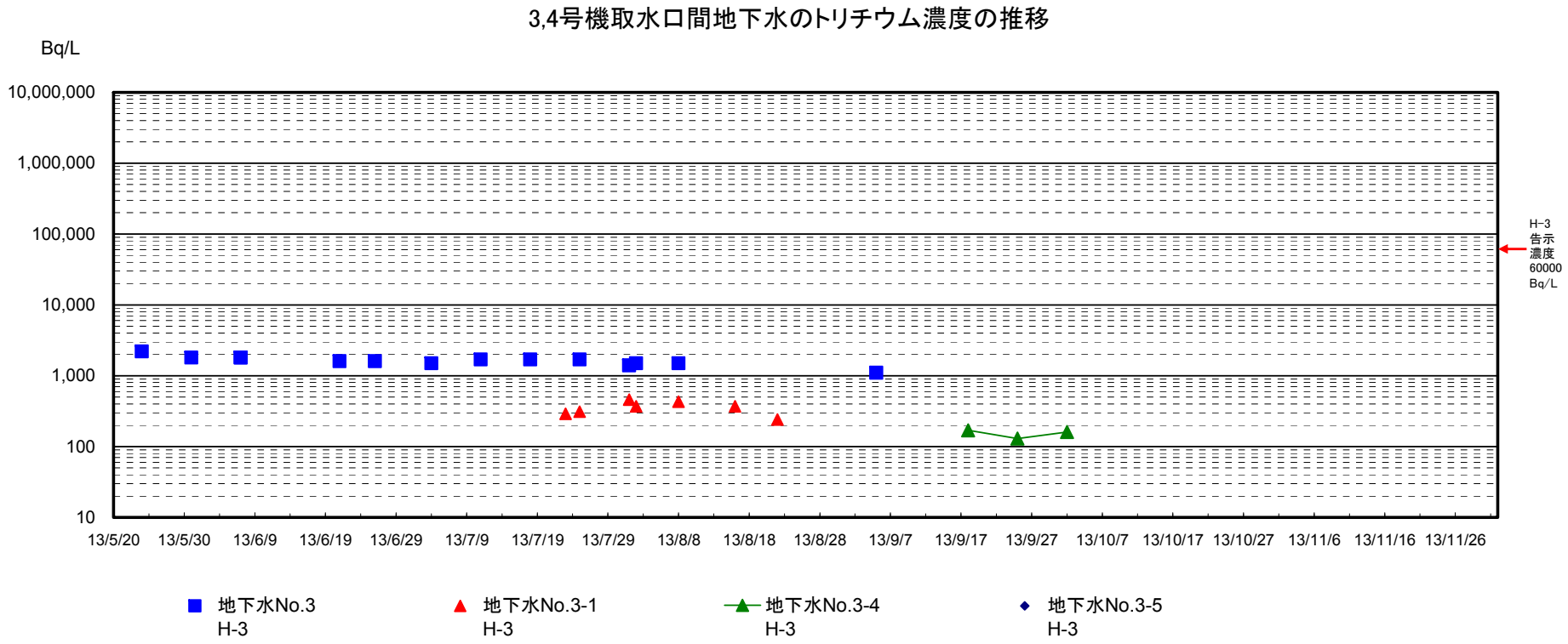
地下水のトリチウム濃度推移(3/4)



○ No.2-6で上昇が見られたが横ばい傾向。

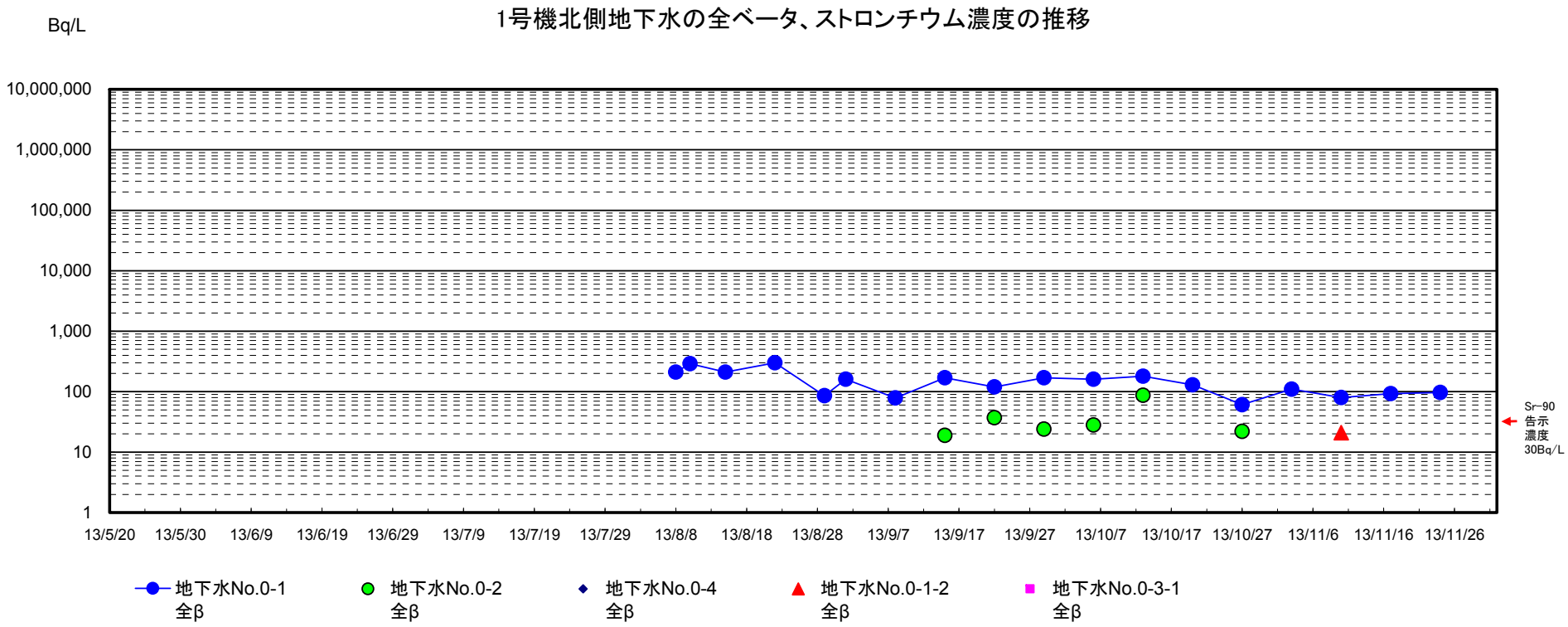
○ No.2-7は地盤改良体を挟んでNo.2-6の海側に設置。トリチウムはNo.2-6と同等。

地下水のトリチウム濃度推移(4/4)



○ 変動は見られていない。

地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(1/4)

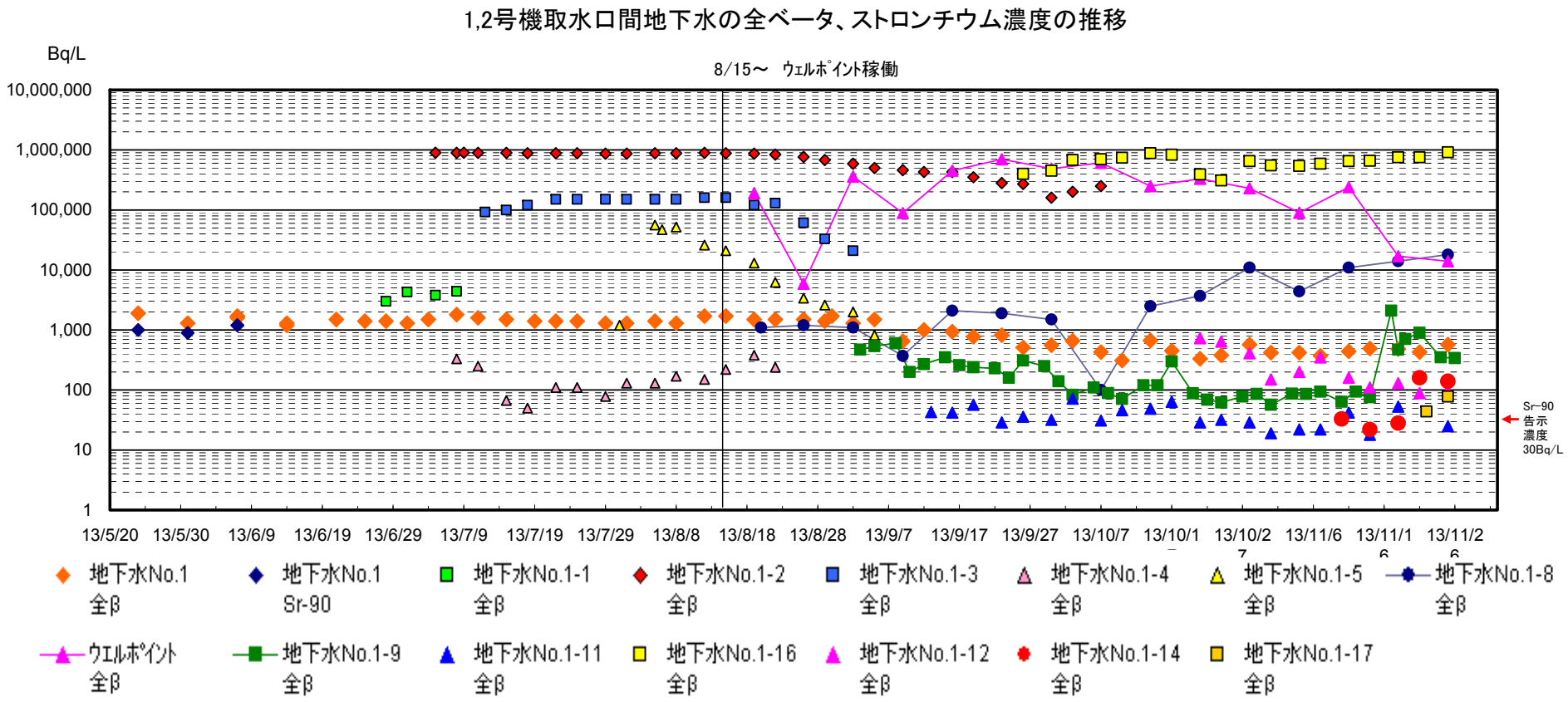


○ No.0-4の全ベータは検出されていない。

○ No.0-1-2は砂岩層での採水。全ベータは21Bq/LでNo.0-1（11/3採取）の1/5以下。

○ No.0-3-1は埋戻土層での採水。全ベータは検出されていない。

地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(2/4)



○ ウェルポイントの全ベータは低下傾向。

○ No.1-8の全ベータは上昇傾向。

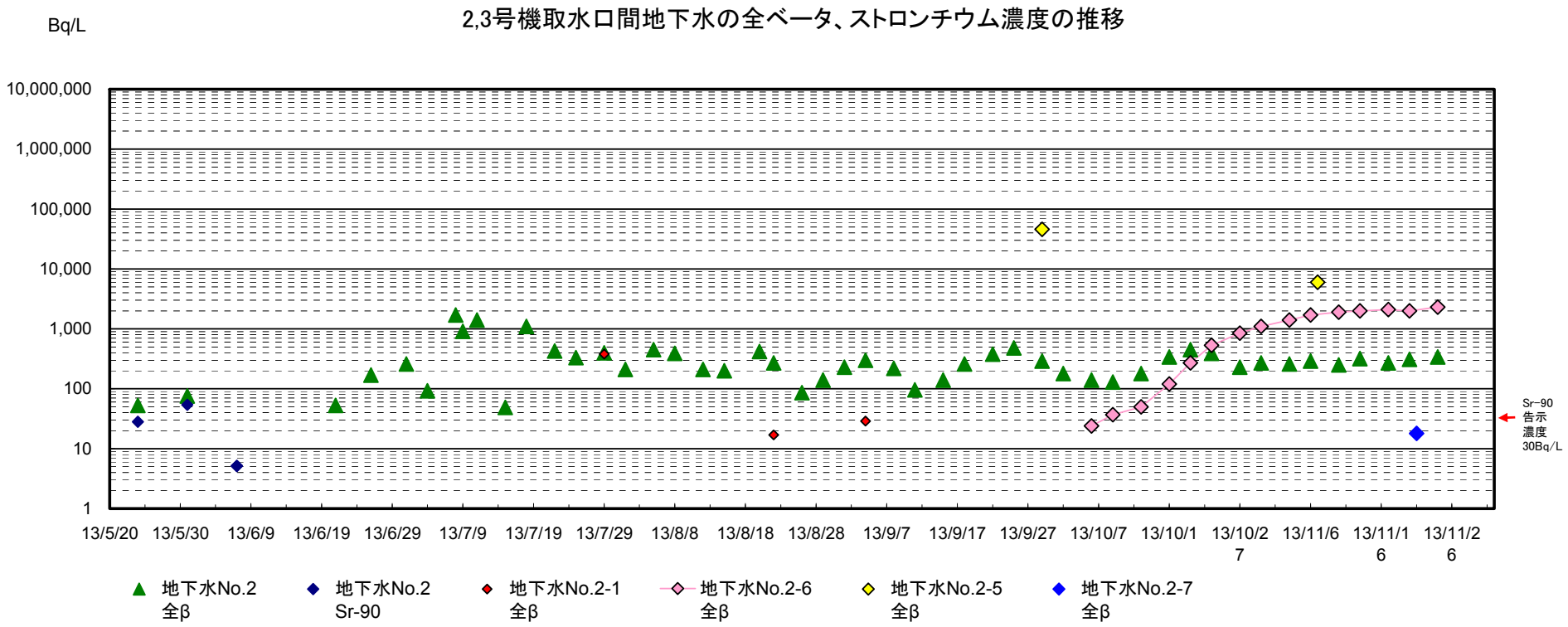
○ No.1-9の全ベータは上昇したが低下。

○ No.1-14は2号機海水配管トレンチ立坑Ｂの北側横であるが、全ベータは33Bq/Lで No.1-5（9/5採取）の1/20以下。

○ No.1-17はNo.1の北側に水位確認のために設置。

東京電力

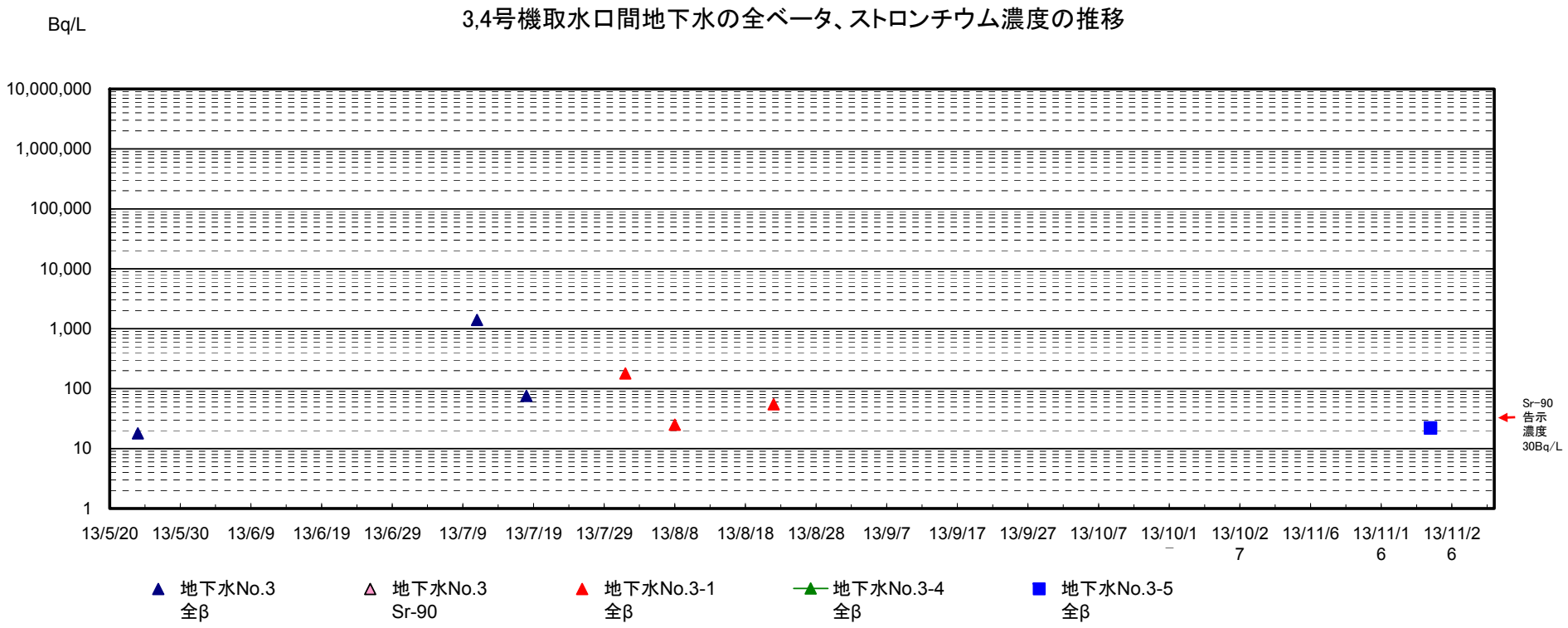
地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(3/4)



○ No.2-6の全ベータの上昇は緩やかになってきている。

○ No.2-7は地盤改良体を挟んでNo.2-6の海側に設置。全ベータはNo.2-6の約1/100。

地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(4/4)

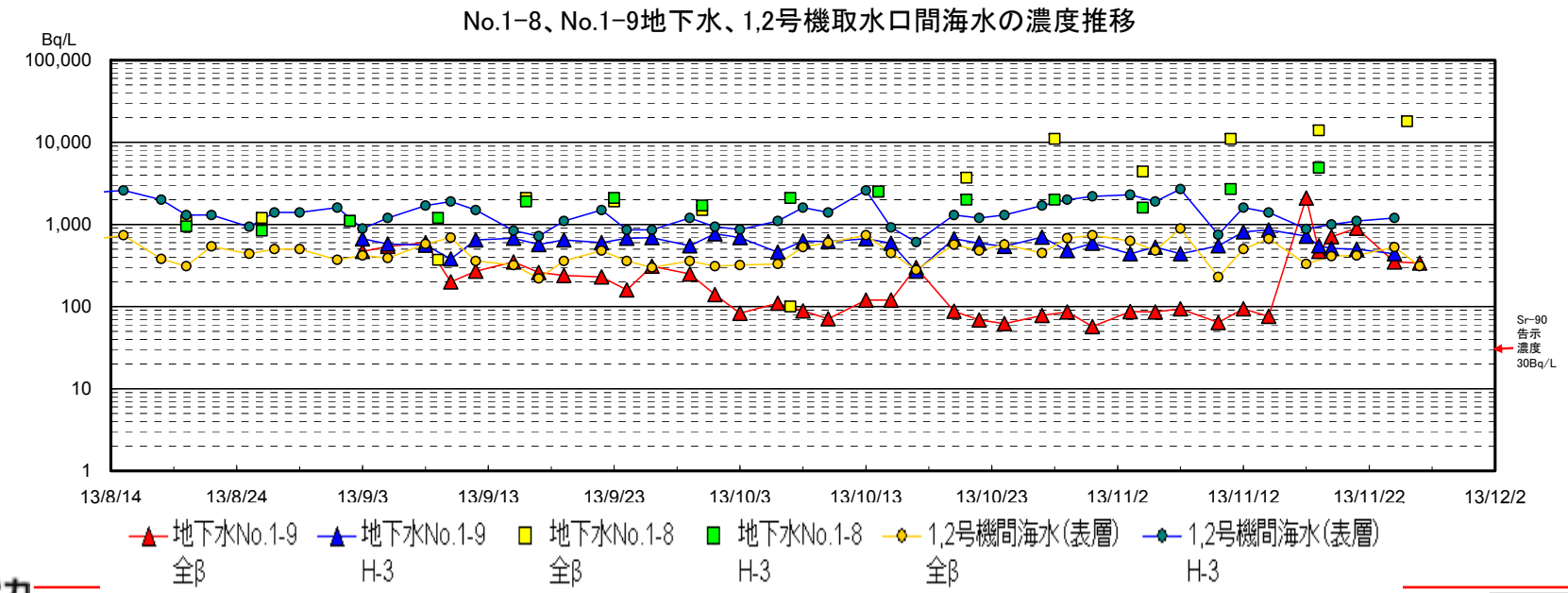


○ 有意な変動は見られていない。

1，2号機取水口間の状況

＜地下水調査孔No.1-9　全β濃度の上昇＞

- 1,2号機取水口間護岸の地下水観測孔No.1-9において11/17に採取した地下水で、全β濃度が11/14採取の値76Bq/Lに比べ、2,100Bq/Lと高い値が確認された。
- 確認のため11/18にも再採取し分析し、470Bq/Lに低下。11/19は710Bq/L。
- 再測定以降、濃度が上昇していたが、11/24は低下し350Bq/L。
- 当初設置していたNo.1-1では全βが3,000～4,000Bq/Lであったことから（6/28～7/8観測）、No.1-9付近に汚染した地下水が残っている可能性が考えられる。
- No.1-8の全βも上昇傾向が見られる。
- 地盤改良エリア内の水位は地盤改良体の上端より低く維持されている。
- 1,2号機取水口間護岸部の海水中全β濃度に上昇は見られていない。

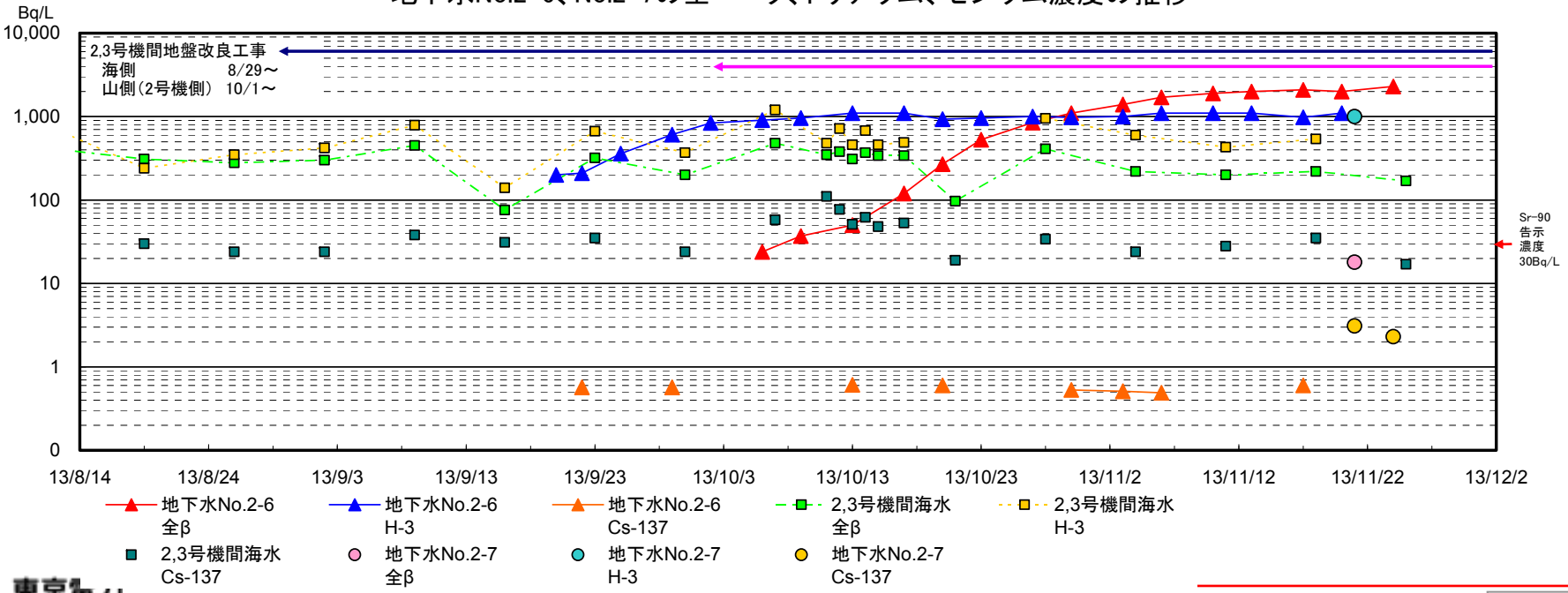


2, 3号機取水口間の状況（1/3）

＜地下水調査孔No.2-6　全β濃度の上昇＞

- 2,3号機取水口間の護岸付近の地下水観測孔No.2-6の全β放射能濃度が、１０月より上昇。至近の測定結果は、2,300Bq/L。護岸の海水中濃度は特に上昇していない。
- 現在、No.2-6の海側で地盤改良を実施中であり、８割以上進捗。山側でも地盤改良を実施中であるが、進捗は２割未満。
- 山側から流れ込む地下水が海側の地盤改良により滞留し、No.2-6付近での濃度上昇を招いている可能性がある。
- No.2-6の地盤改良体を挟んで海側に設置したNo.2-7では、No.2-6に比べて、H-3は同レベルに対して、全βは約1/100。

地下水No.2-6、No.2-7の全ベータ、トリチウム、セシウム濃度の推移



2, 3号機取水口間の状況（2/3）

＜今後の対応＞

- 10月に立て続けに来襲した台風26, 27号により、タービン建屋の水位は高止まりしている状況（多量の地下水流入が継続と推定）。
- 今後の渇水期には地下水水位が低下し、タービン建屋水位をサブドレン水位以下に管理するために建屋水位を下げる必要が出てくる可能性がある。
- 一方、タービン建屋滞留水の受入に必要なタンクの余裕は極めて少ない状況。
- タンクの増設に全力で取り組んでいるものの、現時点では複数のエリア（ 2, 3号取水口間とE-1観測孔周辺（下記参照）のウェルポイント）の地下水を同時に汲み上げて貯留できる見通しは立っていない。
- 当面、H4エリアE-1観測孔周辺の地下水汲み上げを優先して実施。11/26より1週間程度汲み上げて評価し、運用方法を検討。
- 2, 3号取水口間の地下水汲み上げについては、貯水タンクの空き容量や他の対策を踏まえて再検討した上で行うこととし、その他の対策について検討を行うため、No.2-6の濃度上昇に関して流れの経路を把握するための調査を行う。

＜ E-1観測孔周辺の地下水の汲み上げの必要性＞

・H4タンクエリアの地下水観測孔E-1から高濃度の全β放射能（約60万Bq/L)が検出。

・E-1観測孔周辺の地下水は、東側（海側）に向かっており、E-1周辺の高濃度の汚染水も地下水とともに海側に拡散し、地下水バイパスの揚水井に影響する可能性が否定できない。

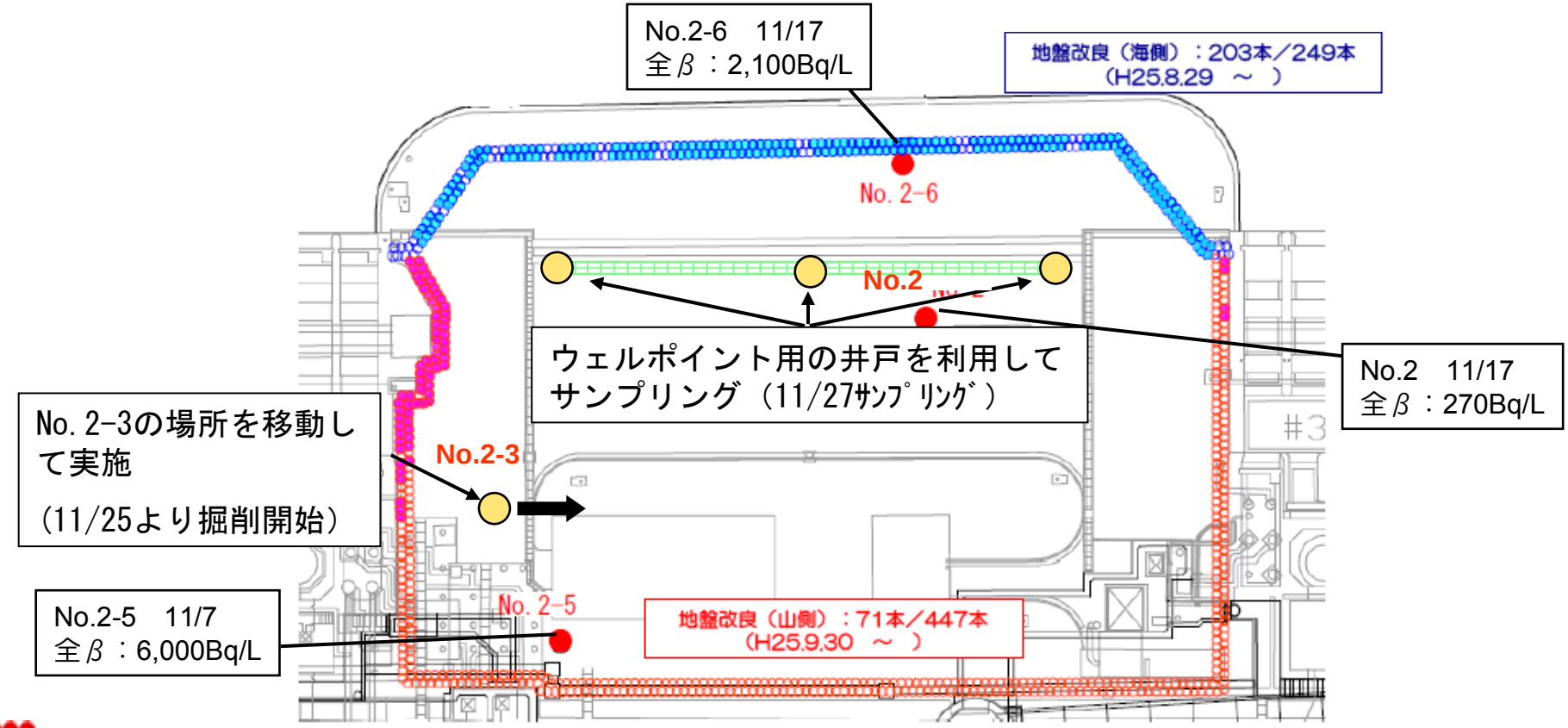
・これらの対策として、周辺の汚染土壌の回収に加えて、地下水観測孔E-1の周囲にウェルポイントを設置し、汲み上げる必要がある。

2, 3号機取水口間の状況（3/3）

＜上昇要因の調査＞

■ウェルポイント用の井戸を利用してエリア北側（２号機側）、中央、南側の地下水をサンプリングし、<u>エリアの南北方向の汚染状況を確認</u>する。

■北側の地盤改良終了後に予定していたNo.2-3のボーリング調査を、地盤改良工事の影響の少ない場所に移動して実施する。

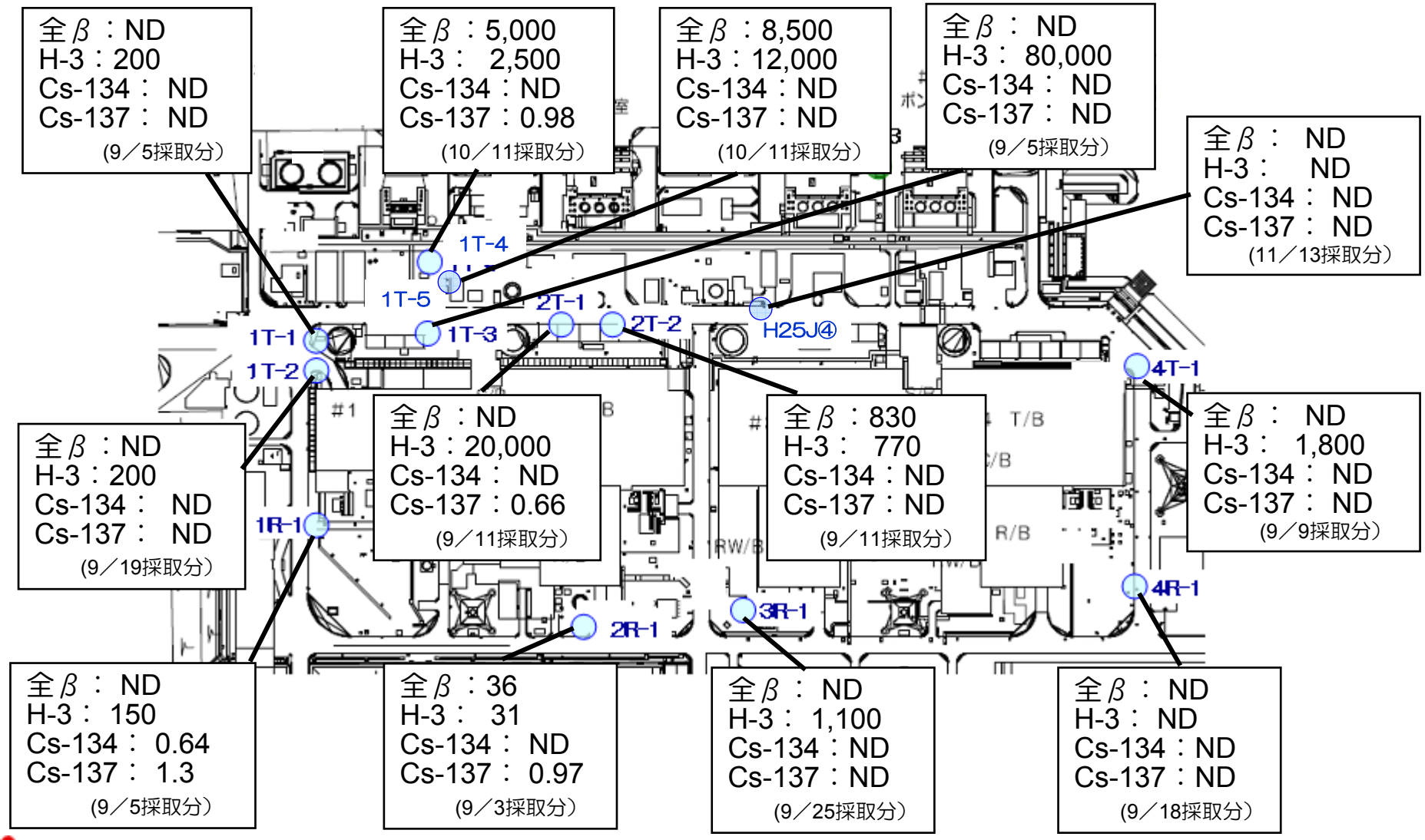


※施工範囲は現場状況により変更の可能性あり。

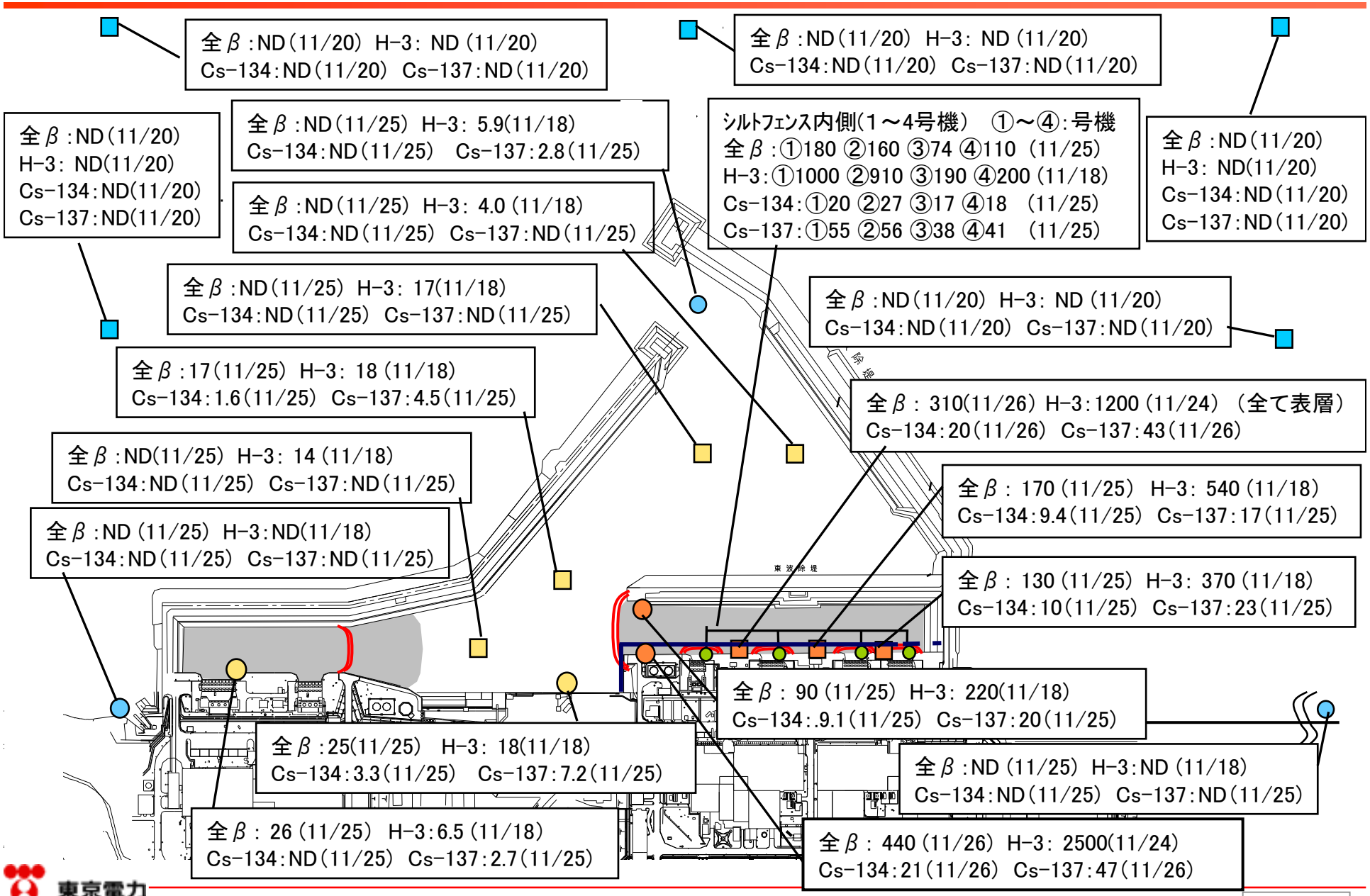
建屋周辺の地下水濃度測定結果

至近の測定結果（Bq/L）（H25.11.13現在）

○ 採取点

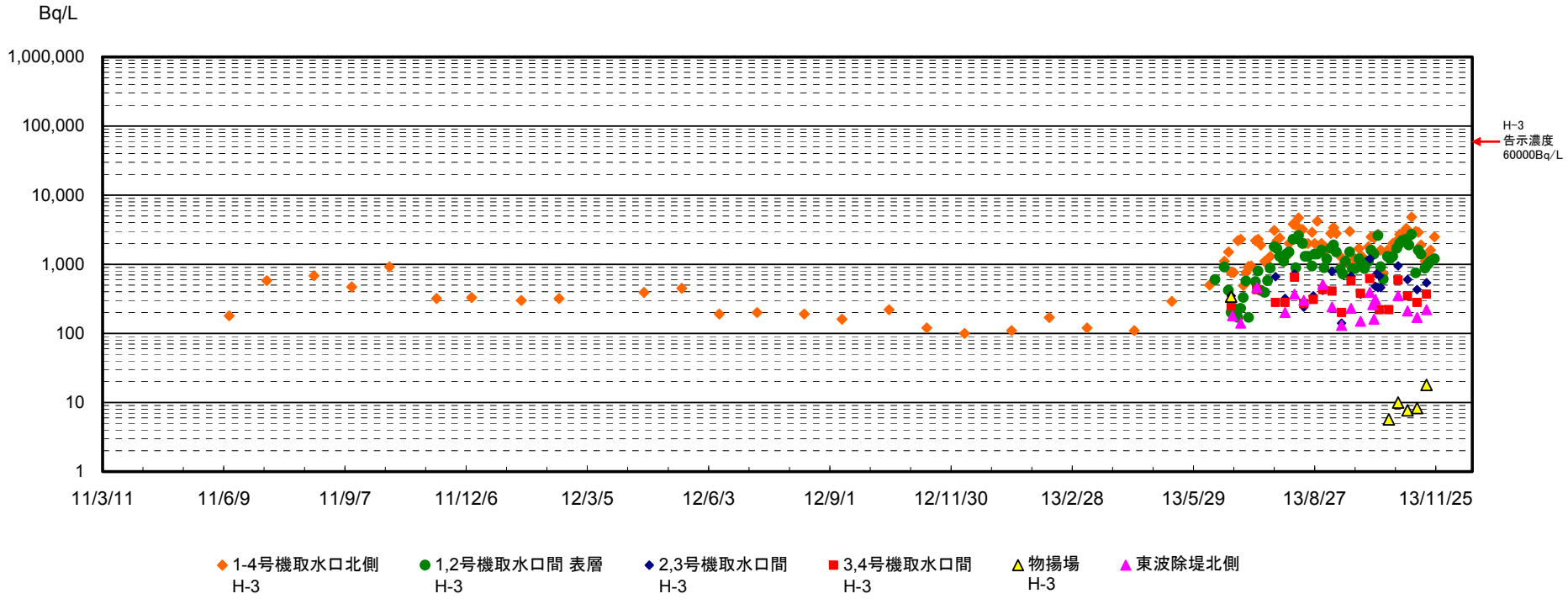


港湾内・外の海水濃度測定結果



至近の測定結果（Bq/L）（H25.11.26現在）　（○/○）：採水日

海水のトリチウム濃度推移

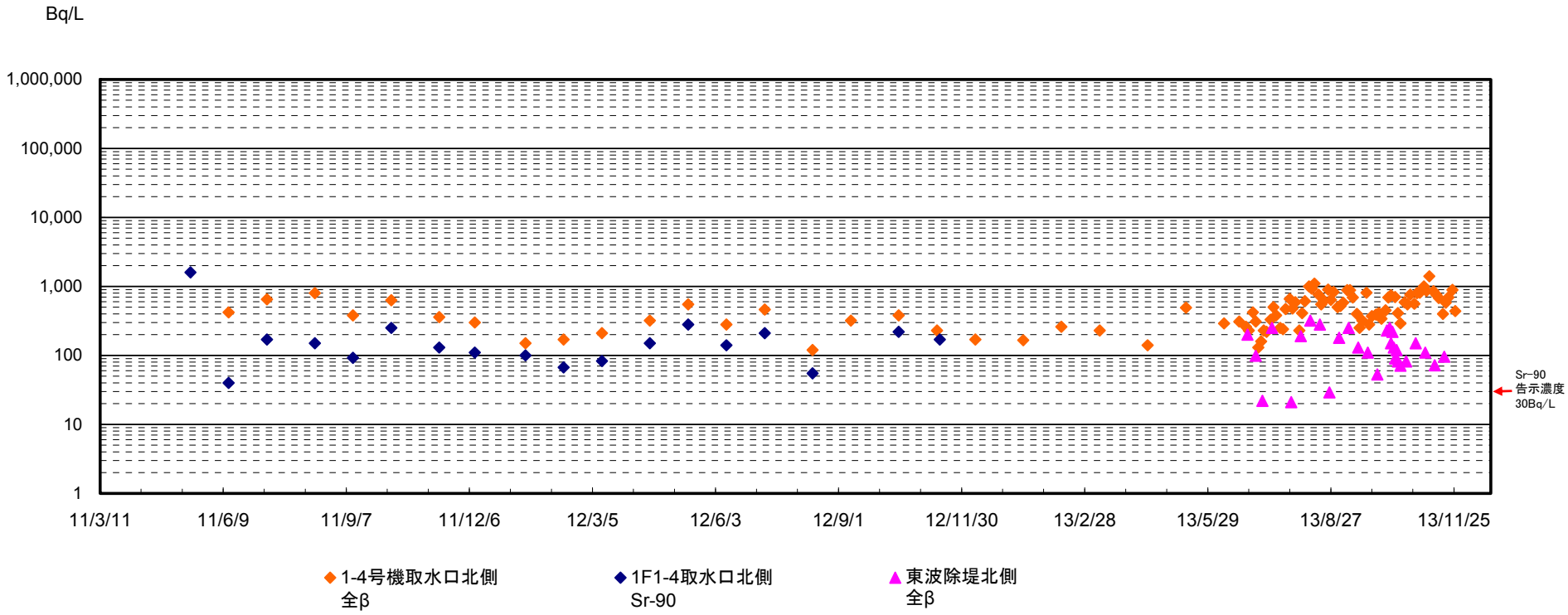


○ 取水口北側のトリチウム濃度は200Bq/L前後で推移していたものが５月以降上昇傾向にあることから監視を強化しているが変動している。

○ 東波除堤北側については、取水口北側の上昇前レベルと同等。

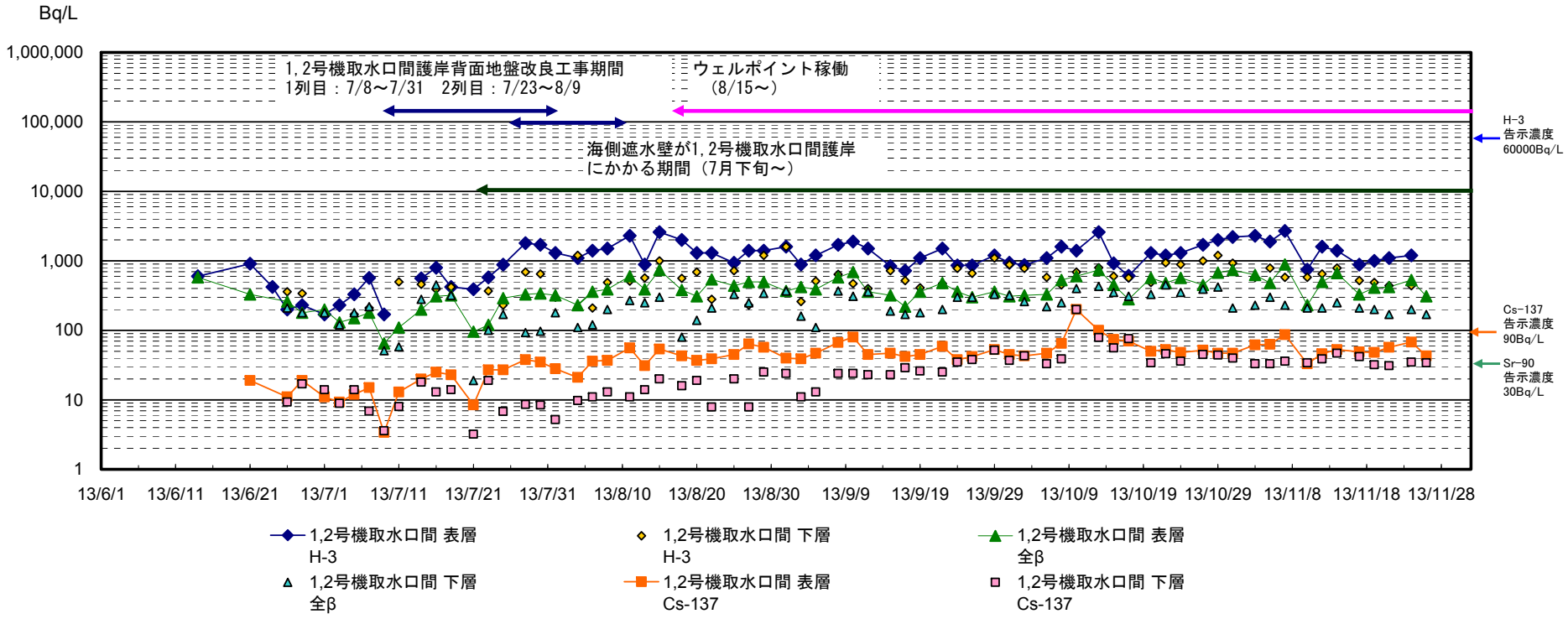
○ 物揚場は10Bq/L前後。

海水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移



○ 海水中の全ベータ濃度は変化が小さく、ストロンチウムも同様の傾向であると推測される。

1,2号機取水口間の海水の濃度推移

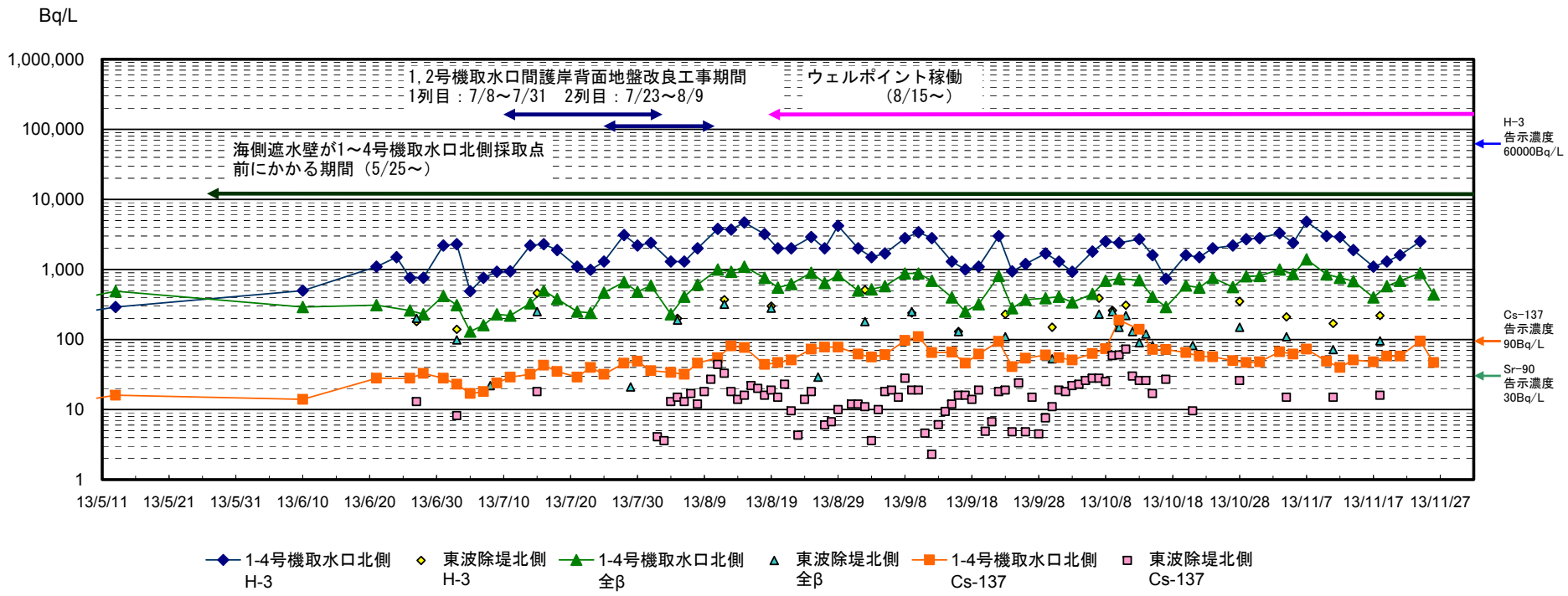


○ ７月下旬以降、表層、下層の差が大きくなり、表層が上回る傾向が継続していたが、９月下旬以降は差が小さくなってきている。

○ ８月上旬は上昇傾向にあったが、中旬以降は横ばい傾向。

○ 10/10,13に表層、下層ともCs-137の上昇が見られる。

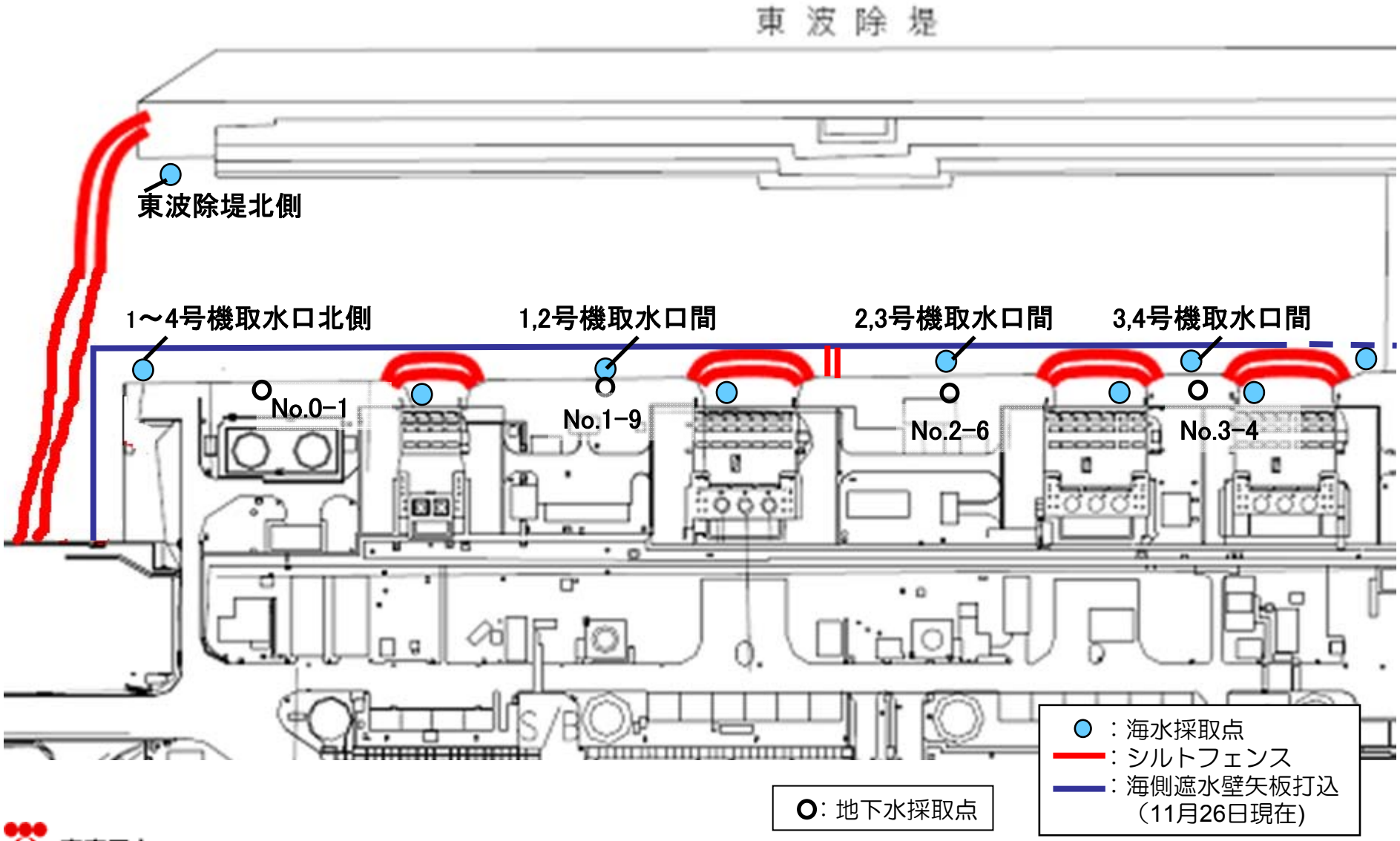
1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移



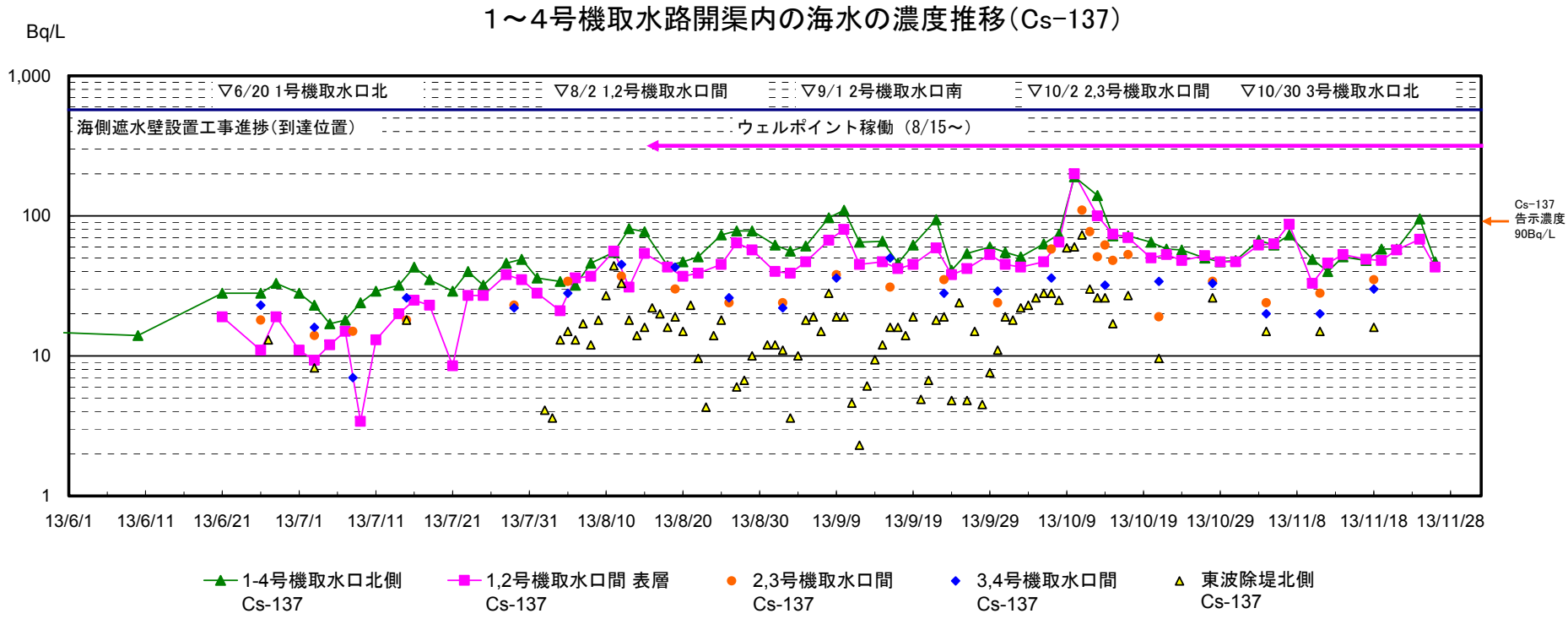
○ 1～4号機取水口北側では、セシウム、全ベータ、トリチウムとも５月以降上昇傾向にあったが、８月以降は横ばい傾向。

○ 10/9,10,11に東波除堤北側、10/10,13に1-4号機取水口北側でCs-137の上昇が見られる。

1～4号機取水路開渠内の海水の採取点



１～４号機取水路開渠内の海水の濃度推移(1/3)



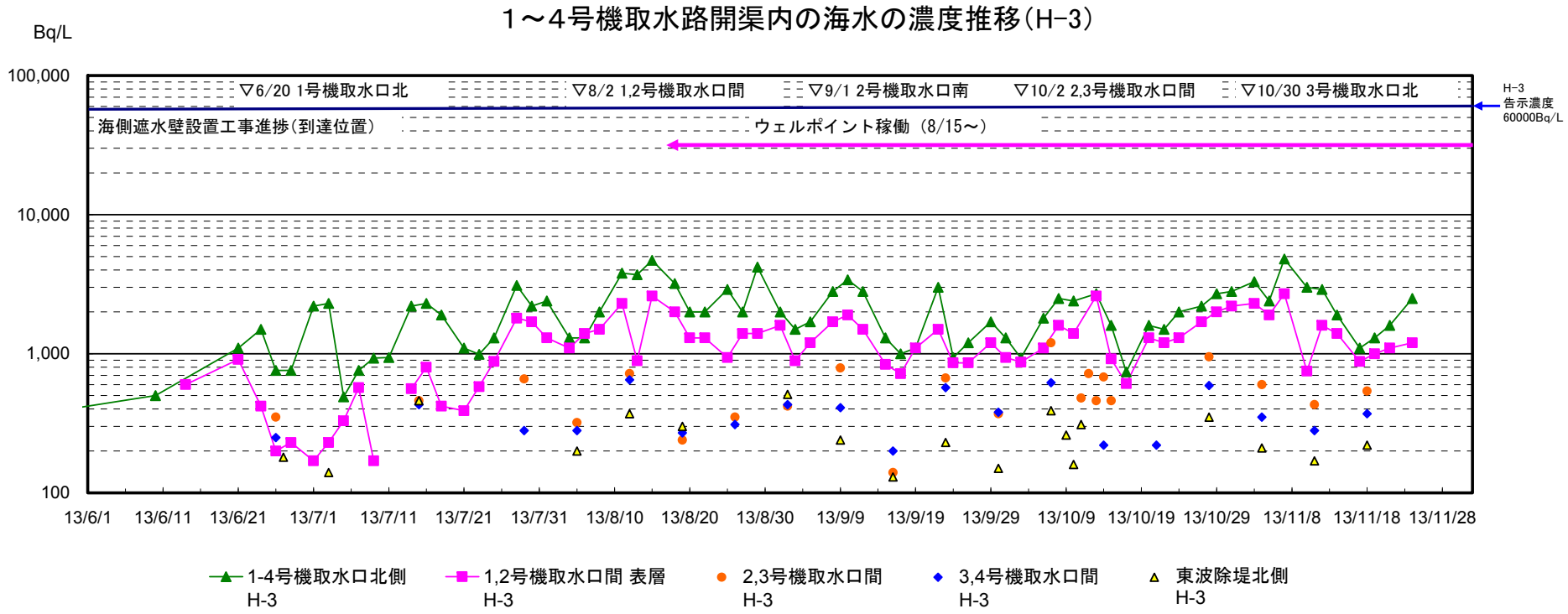
○ １～4号機取水口北側と1,2号機取水口間の変動が連動している。

○ 8/15の1,2号機間ウェルポイントの稼働時期より上昇が止まっている。

○ 至近では上昇傾向が見られたが低下。

○ 海側遮水壁が3,4号機取水口間まで達しているが、2,3号機、3,4号機取水口間の海水濃度は大きな変動はなく推移。

１～４号機取水路開渠内の海水の濃度推移(2/3)



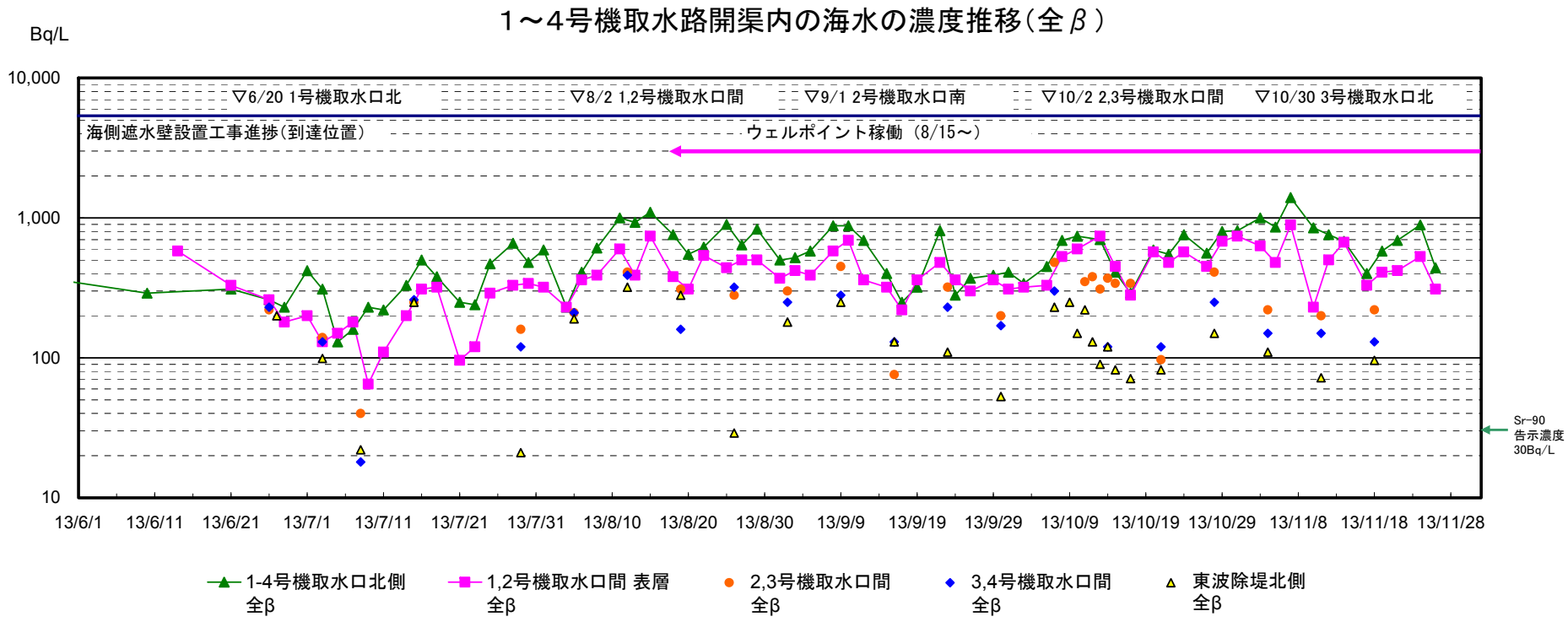
○ １～4号機取水口北側と1,2号機取水口間の変動が連動している。

○ 8/15の1,2号機間ウェルポイントの稼働時期より低下傾向が見られる。

○ 10月下旬以降上昇傾向が見られたが至近では低下し、上昇傾向。

○ 海側遮水壁が3,4号機取水口間まで達しているが、2,3号機、3,4号機取水口間の海水濃度は大きな変動はなく推移。

１～４号機取水路開渠内の海水の濃度推移(3/3)



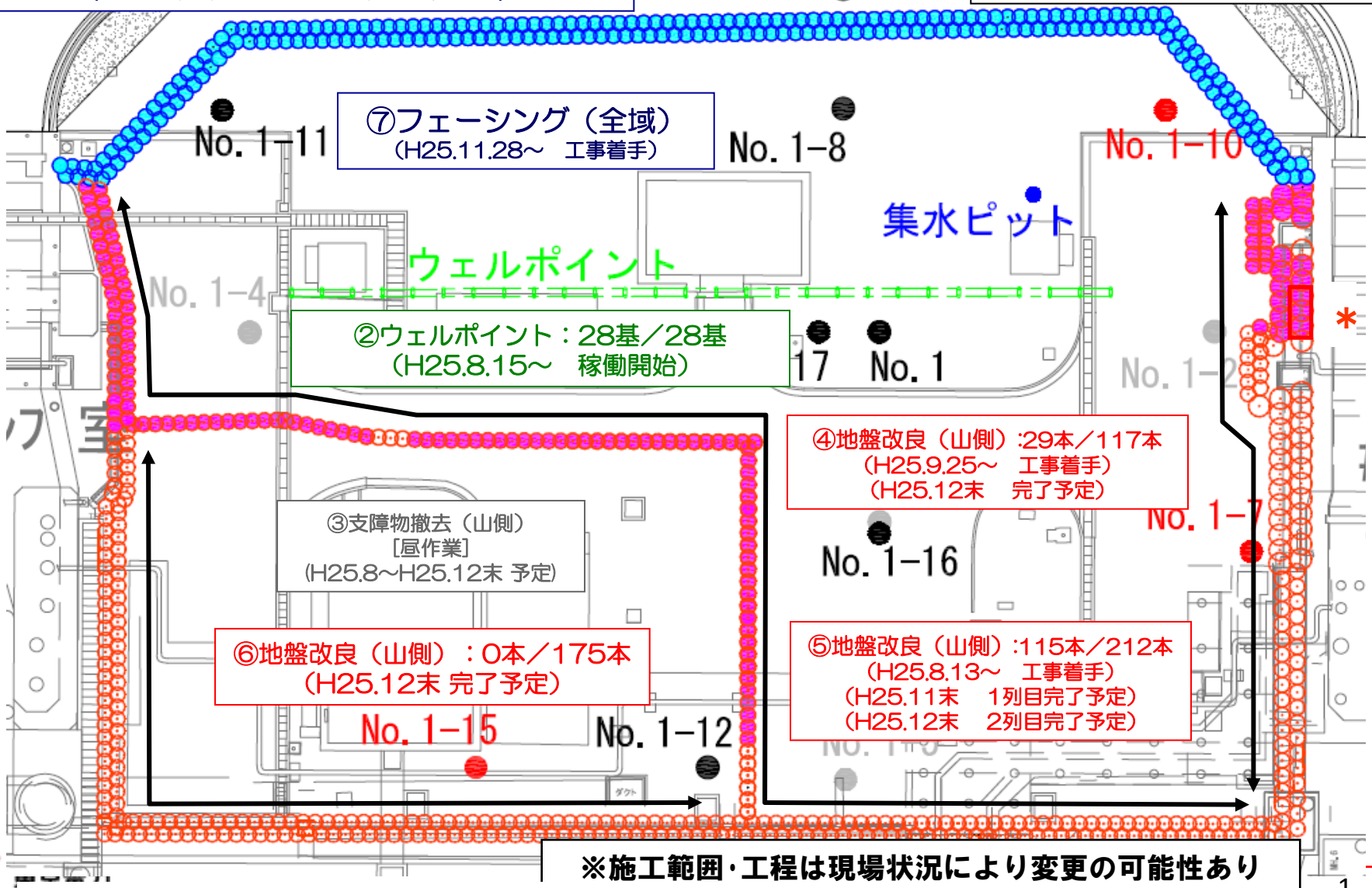
○ １～4号機取水口北側と1,2号機取水口間の変動が連動している。

○ 8/15の1,2号機間ウェルポイントの稼働時期より上昇が止まっている。

○ 10月下旬以降上昇傾向が見られたが至近では低下。

○ 海側遮水壁が3,4号機取水口間まで達しているが、2,3号機、3,4号機取水口間の海水濃度は大きな変動はなく推移。

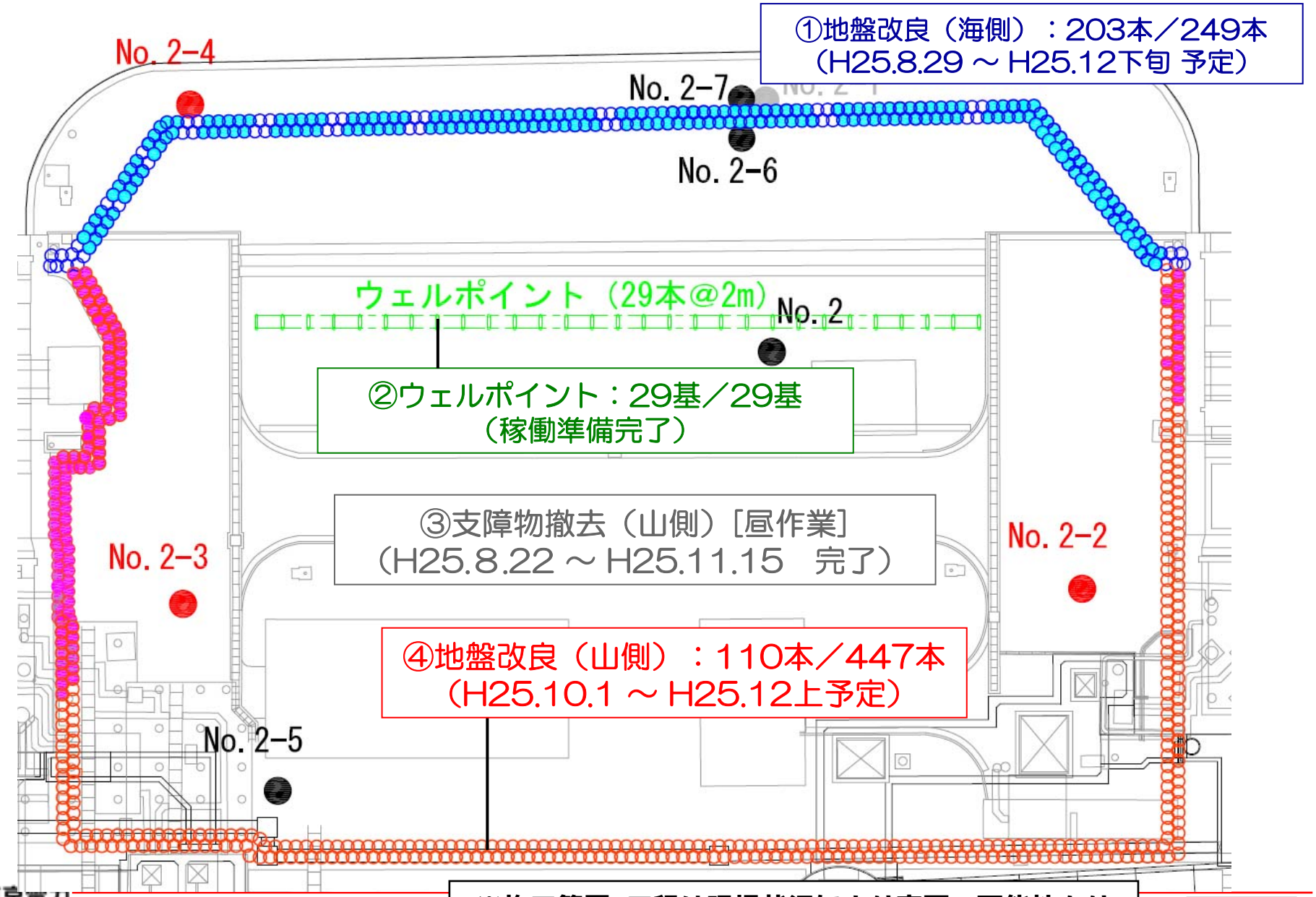
護岸エリア対策の進捗および計画　［１－２号機間進捗］　11月27日現在



※施工範囲・工程は現場状況により変更の可能性あり

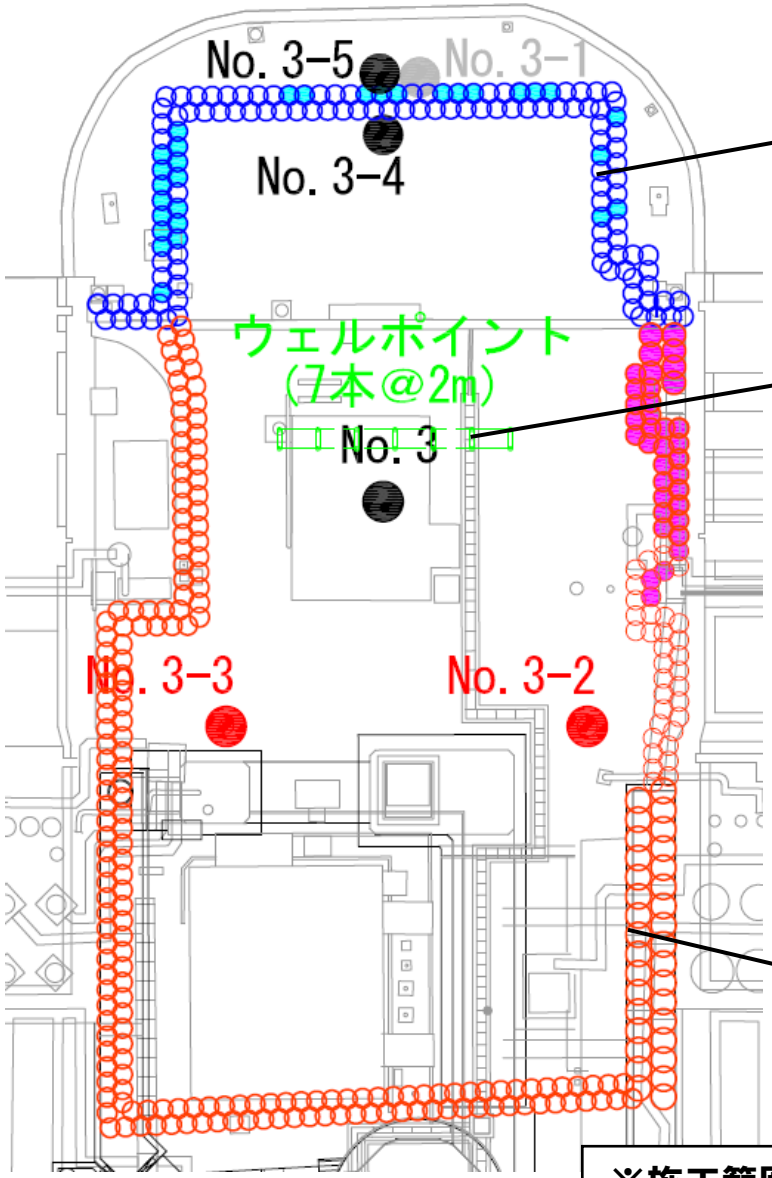
＊薬液注入箇所に誤りがありましたので、お詫びして訂正させて頂きます（12月11日訂正）。

護岸エリア対策の進捗および計画　［２－３号機間進捗および計画］



※施工範囲・工程は現場状況により変更の可能性あり

護岸エリア対策の進捗および計画　［３－４号機間進捗および計画］



①地盤改良（海側）：30本／132本
（H25.8.23 ～ H25.12下旬 予定）

②ウェルポイント：7基／7基
（稼働準備完了）

③支障物撤去（山側）［昼作業］
（H25.8.22 ～ H25.10.11　完了）

④地盤改良（山側）：36本／273本
（H25.10.19 ～ H25.12末 予定）

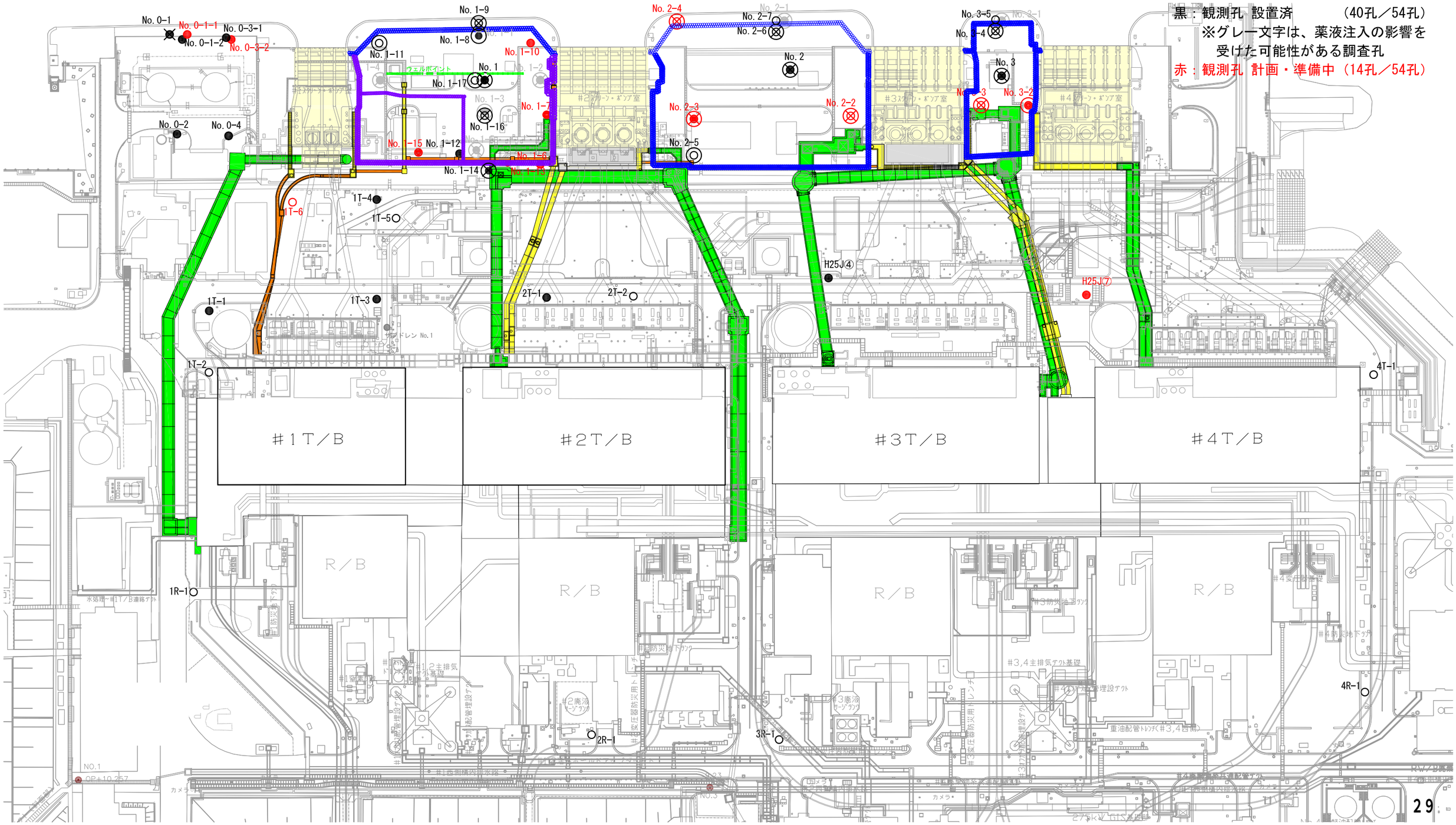
※施工範囲・工程は現場状況により変更の可能性あり

観測孔位置図

- 主トレンチ（海水配管トレンチ）〔分岐トレンチ 含む〕
- 電源ケーブルトレンチ
- 電源ケーブル管路

	孔数	水質確認	水質監視	汚染土壌確認	地下水位監視
○	11	○	×	×	×
●	19	○	×	○	×
◎	3	○	×	×	○
◉	3	○	×	○	○
⊗	7	○	○	×	○
⊗●	10	○	○	○	○
⊗●	1	○	○	○	×

黒：観測孔 設置済　（40孔／54孔）
※グレー文字は、薬液注入の影響を受けた可能性がある調査孔
赤：観測孔 計画・準備中（14孔／54孔）



観測孔調査計画

2013.11.27ver

調査箇所		通し番号	凡例	孔番号	調査項目 水質確認	水質監視	土壌汚染確認	地下水位監視	11月 上旬	11月 中旬	11月 下旬	12月 上旬	12月 中旬	12月 下旬	H26年1月 上旬	H26年1月 中旬	H26年1月 下旬
4m盤	北側 取水口 1号機	1	⊠	No.0-1	○	○	○		完了								
		2	●	No.0-1-1	○		○										
		3	●	No.0-1-2	○		○		完了								
		4	●	No.0-2	○		○										
		5	●	No.0-3-1	○		○										
		6	●	No.0-3-2	○		○										
		7	●	No.0-4	○		○										
	取水口間 1～2号機	8	⊠	No.1	○	○	○	○	完了								
		9	●	~~No.1-1~~	○		○										
		10	⊠	~~No.1-2~~	○	○	○	○									
		11	◉	~~No.1-3~~	○		○	○									
		12	⊠	~~No.1-4~~	○	○	○	○									
		13	⊠	~~No.1-5~~	○	○	○	○									
		14	●	No.1-6	○		○										
		15	●	No.1-7	○		○										
		16	◉	No.1-8	○		○	○	完了								
		17	⊗	No.1-9	○	○		○									
		18	●	No.1-10	○		○										
		19	◎	No.1-11	○			○	完了								
		20	●	No.1-12	○		○										
		21	●	No.1-13	○		○										
		22	⊠	No.1-14	○	○	○	○	完了								
		23	●	No.1-15	○		○										
		24	⊗	No.1-16	○	○		○	完了								
		25	◎	No.1-17	○	○		○									
	取水口間 2～3号機	26	⊠	No.2	○	○	○	○									
		27	⊠	~~No.2-1~~	○	○	○	○									
		28	⊗	No.2-2	○	○		○									
		29	⊠	No.2-3	○	○	○	○									
		30	⊗	No.2-4	○	○		○									
		31	◎	No.2-5	○			○	完了								
		32	⊗	No.2-6	○	○		○									
		33	○	No.2-7	○												
	取水口間 3～4号機	34	⊠	No.3	○	○	○	○									
		35	⊠	~~No.3-1~~	○	○	○	○									
		36	◉	No.3-2	○		○	○									
		37	⊗	No.3-3	○	○		○									
		38	⊗	No.3-4	○	○		○	完了								
		39	○	No.3-5	○												
10m盤 建屋周り（海側）	1号機	40	●	1T-1	○		○		完了								
		41	○	1T-2	○												
		42	●	1T-3	○		○										
		43	●	1T-4	○		○										
		44	○	1T-5	○												
		45	○	1T-6	○												
	2号機	46	●	2T-1	○		○		完了								
		47	○	2T-2	○												
	3号機	48	●	H25J④	○		○										
	4号機	49	○	4T-1	○												
		50	●	H25J⑦	○		○										
10m盤 建屋周り（山側）	1号機	51	○	1R-1	○				完了								
	2号機	52	○	2R-1	○												
	3号機	53	○	3R-1	○												
	4号機	54	○	4R-1	○												

測定頻度

- ・水質確認　：　施工完了時　1回
- ・水質監視　：　週1回
  ※必要に応じて頻度見直しの可能性あり
- ・土壌汚染確認　：　施工完了時1回
- ・地下水位の監視：　毎正時

※工事工程は、検討に応じて変更の可能性あり

※薬液注入の影響を受けたと考えられる調査孔は、取り消し線を記載（例：~~No.1-1~~）

海側遮水壁の現状及び
下部透水層の水質調査結果

平成25年11月28日

東京電力
TEPCO

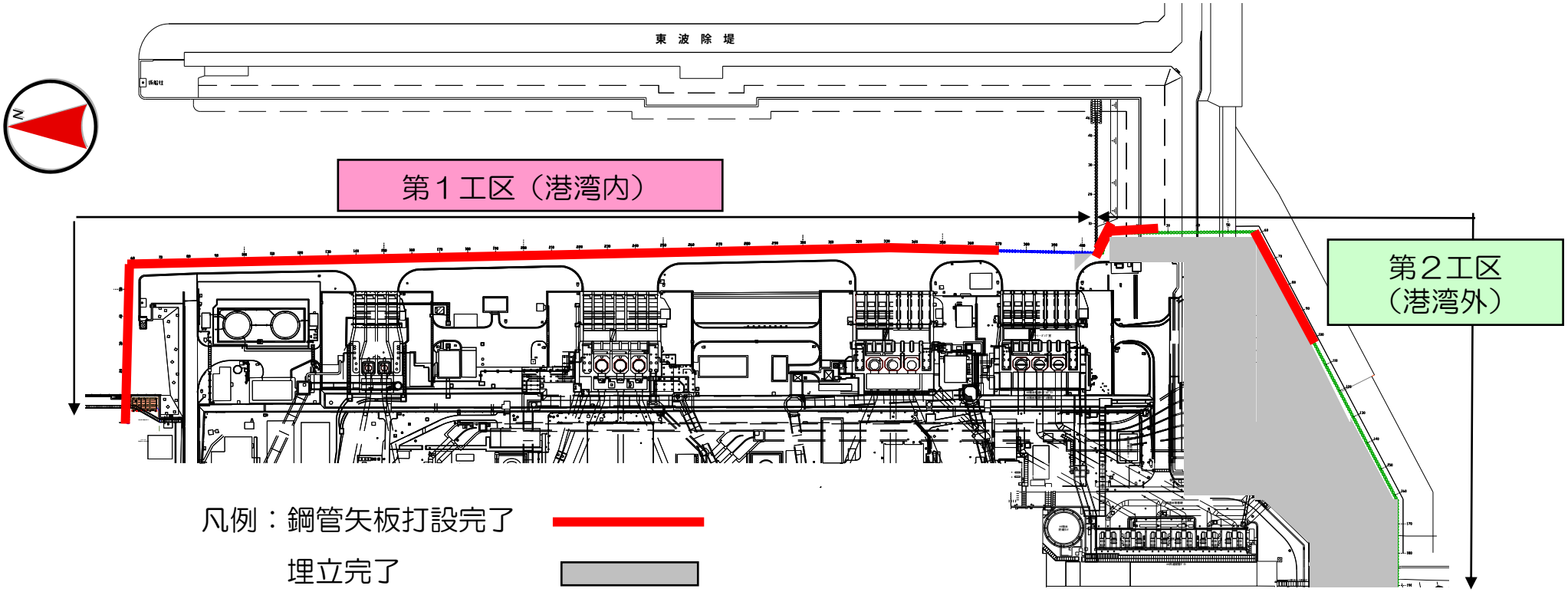
（１）海側遮水壁の進捗状況（H25年11月13日現在）

①第1工区（港湾内）の鋼管矢板打設完了（369/404本）

（施工手順：喫水確保可能なので、船を用いて鋼管矢板を打設）

②第2工区（港湾外）の鋼管矢板打設完了（ 57/191本）

（施工手順：喫水確保できず船舶接近できないため、
埋立後に陸上から鋼管矢板を打設）



（2）海側遮水壁工事の今後の予定とリスク

○海側遮水壁工事は、鋼管矢板の打設と継手の止水処理、埋立、地下水ドレン設備（くみ上げ）、浄化設備等で構成され、H26.9竣工を目指して工事を進めている。

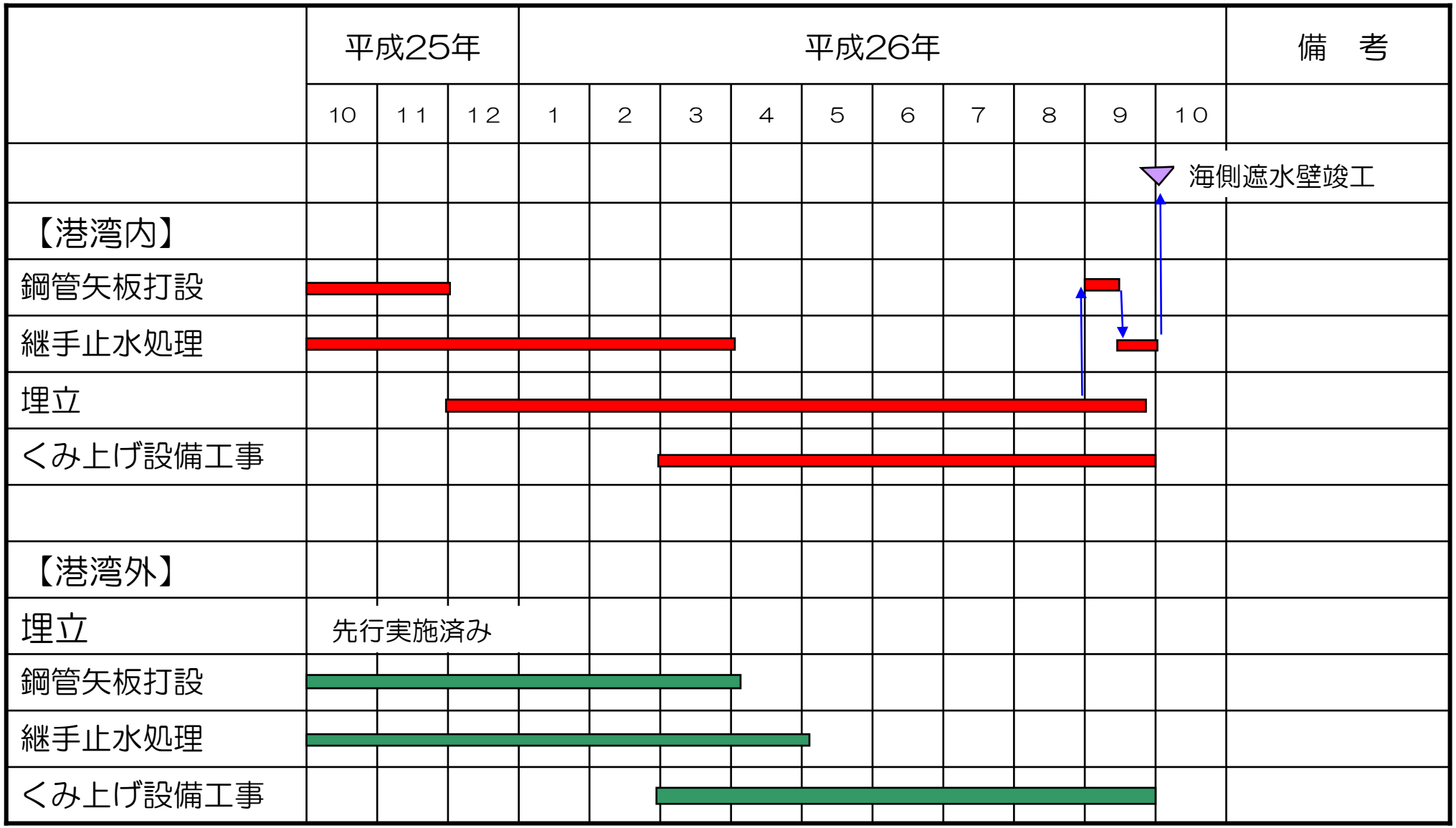
○港湾内で実施中の鋼管矢板の打設は、十本程度を残して11月下旬までに一旦完了し、竣工前に閉塞する予定である。
理由は以下のとおり。

・港湾外の遮水壁を閉塞させる前に港湾内の遮水壁を閉塞させると、タービン建屋東側における地下水の流れが変わり、汚染された地下水が港湾外に直接流出するリスクがある。

・海側遮水壁閉塞時には、海側遮水壁内側の地下水のくみ上げを実施しないと、海側遮水壁内側の地下水位が上昇し、汚染された地下水が遮水壁外部（港湾内外）に流出するリスクがある。

・ただし、くみ上げ水を放出せず貯留するとタンク貯蔵容量の逼迫につながる。

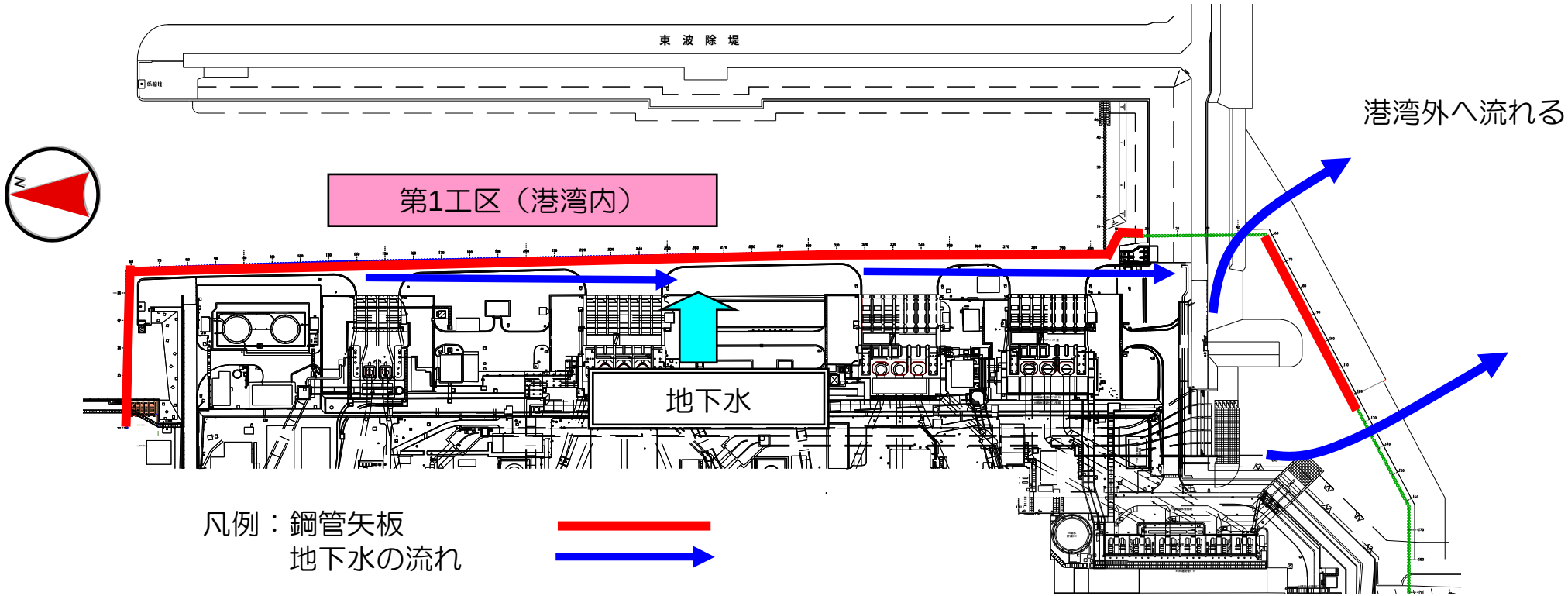
（3）工事工程表（予定）



※ 気象条件などにより工程の変更あり

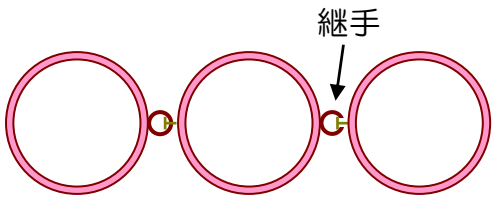
（参考）海側遮水壁の進捗に伴う地下水の流れ

港湾内の鋼管矢板を先に閉塞してしまうと、汚染した地下水が港湾外に流出するリスクあり

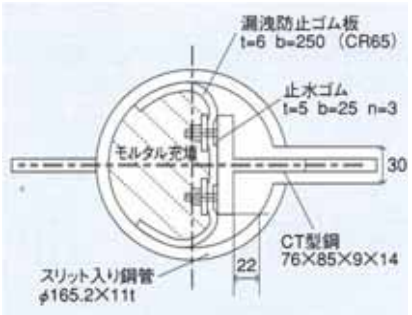


（参考）海側遮水壁工事の竣工前のイメージ

鋼管矢板、継手止水概要

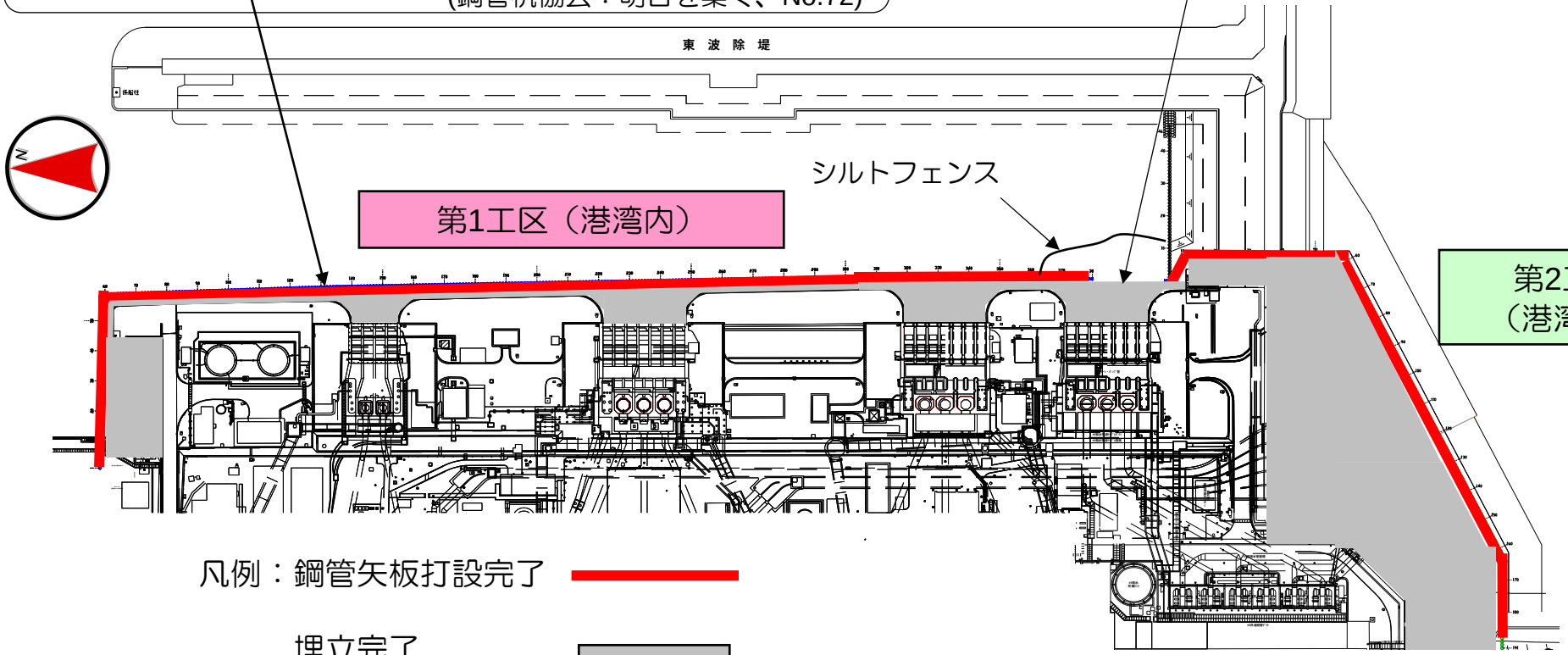


鋼管矢板を上から見た図



継手の止水処理概要図
(鋼管杭協会：明日を築く、No.72)

鋼管矢板の開口部

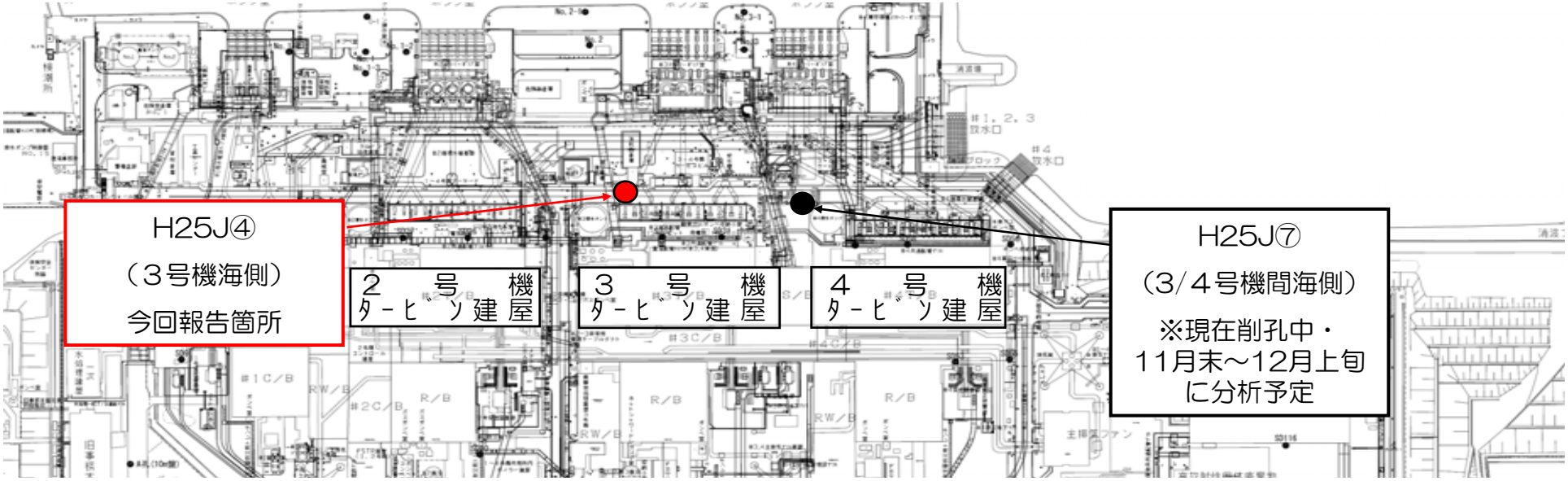


凡例：鋼管矢板打設完了

埋立完了

（4）タービン建屋東側（海側）下部透水層の水質調査結果

○タービン建屋海側下部透水層（互層部）地下水採水位置



○分析結果

単位：Bq/L

D	採水日	Cs134	Cs137	全β	Sr90	H-3
H25J④	H25.11.13	ND （0.4）	ND （0.5）	ND （12）	分析中 12月を予定	ND （120）
H25J⑦	削孔中					

※NDは検出限界値未満を表し、（）内に検出限界値を示す。

地下水と港湾内海水に含まれる放射性物質の性状について

2013年11月28日

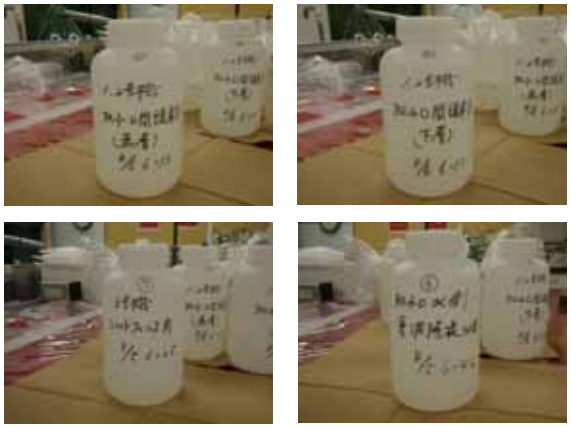
東京電力株式会社

１．データ取得手法と得られるデータ（１）

○対象とした試料

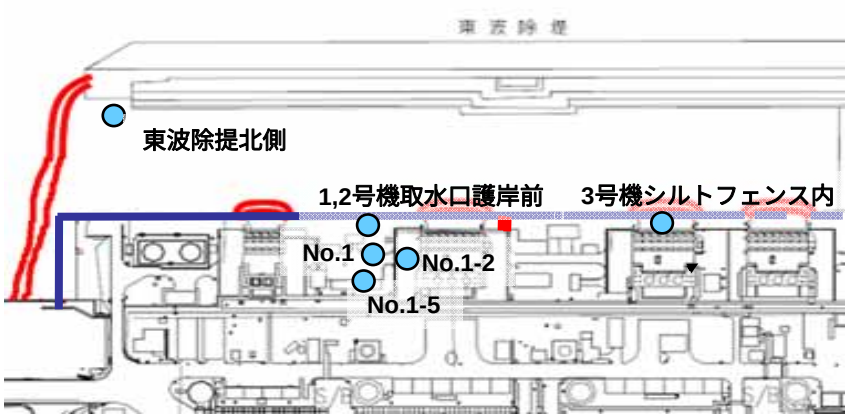
○海水

	海水			
	1,2号機取水口護岸前（表層）	1,2号機取水口護岸前（下層）	3号機シルトフェンス内	東波除提北側
全β	高	高	低	低
トリチウム	高	高	低	低



○地下水

	地下水		
	観測孔No.1	観測孔No.1-2	観測孔No.1-5
全β	低	高	中
トリチウム	高	高	低

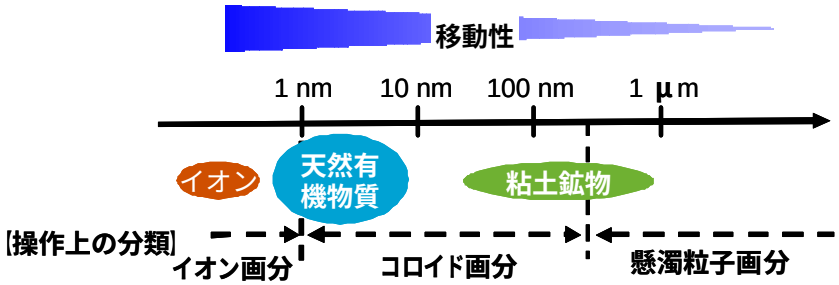


●：海水採取点
▬：シルトフェンス
▬：海側遮水壁矢板打込（11月16日現在）

２．データ取得手法と得られるデータ（２）

○　データ取得手法と得られる情報

- 0.45μmメンブランフィルターを用いたろ過と遠心限外ろ過フィルター（分画分子量10,000）を用いたろ過を行い、ろ液をγ核種分析（Ge波高分析装置）、ならびにSr分析（レジン法）する。
  - ✓0.45μmメンブランフィルターを通過：コロイドとイオン状のもの
  - ✓遠心限外ろ過フィルター（0.002μm程度）を通過：イオン状のもの
- 一般に、地下環境中で、
  - ✓Cs：イオン（Cs^{+}）＋粘土鉱物に吸着
  - ✓Sr：イオン（Sr^{2+}）＋フミン酸やフルボ酸等の天然有機物に結合

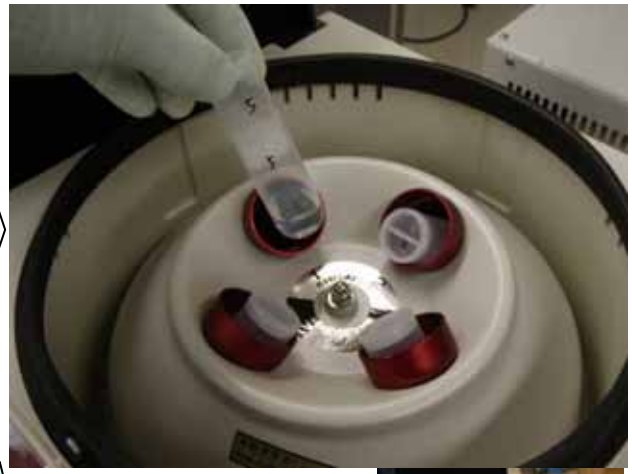


- コロイドに一部の核種が吸着していると、この成分と、コロイドに吸着していない成分とに分けて評価することが必要となり、土壌中のコロイドの移動・拡散、核種の吸着・脱着は様々なプロセスが考えられ、複雑な挙動を示すことから、評価ではこれらを考慮することが必要となる。
- 一般的には電荷を持つコロイドはイオン強度が高いと凝集沈殿しやすく不安定となる。そのため、海水中ではイオン強度が高いため、凝集沈殿しやすい。（コロイドが安定に存在しにくい。）
- これらの情報を得るために平成25年10月初旬に福島第二に試料を運搬し、11月初旬から専門家の協力を得てデータの取得を行った。

３．作業手順と作業風景

試料の準備

0.45μmろ過



遠心限外ろ過

Sr調整（Srレンジ吸着）

B線スペクトロメータ（ピコβ）

Ge波高分析装置

４．確認結果（１）

○懸濁粒子画分

- ほとんどの試料では懸濁粒子画分に核種の存在は確認できなかったが、観測孔No.1-2では0.45μmフィルターろ過後のセシウム濃度が約30～40%低下しており、懸濁粒子画に吸着したセシウムの存在が確認できた。
- また、当該試料のろ過前の状態を確認したところ、若干の濁りが視認されており、フィルター上の残渣にも着色が見られている。
- なお、Srの濃度はろ過によってほとんど低下していなかったことから、粒子状物質へのSrの吸着は微量であると考えられる。

○コロイド画分

- 海水、地下水ともにCs、Srともにコロイド画分には、有意には存在していなかった。

○イオン画分

- 上記より、Cs、Srともに、大部分がイオン状であると結論付けられる。

４．確認結果（２）

○総合評価

- 漏洩したと考えられる汚染水中のCs-137、 Sr-90濃度は、それぞれ、3.0×10^{9}Bq/㍑、1.4×10^{8}Bq/㍑（放射能比1：0.047）である。 一方、全ての地下水試料でSr-90濃度の方が2 - 3桁高いことから、土壌中で可動性のイオン態としてのCs-137の割合が小さく、移動性が低いことが示唆された。
- 一部の観測孔で、粒子態のCsが観測されたことから、測定に際しての、土壌粒子の混入の可能性やコロイド・粒子としてのCsの移動の可能性を今後検討する必要がある。
- 海洋中の核種濃度は地下水、表面流水による流入と外洋への流出や海底面への沈降による除去のバランスで決まる。Cs-137・Sr-90放射能比が、地下水と比べて比較的小さいことから、Srの選択的な除去の可能性が考えられる。
- Srは海水中で炭酸イオンや硫酸イオンと錯体を形成し、その一部は炭酸塩、硫酸塩として沈殿する。また、海水中に豊富に存在する炭酸カルシウム中への溶解（固溶体化）も、海水からの除去プロセスとして考えられる。

○今後の予定

- 土壌への分配係数が今年末に取得予定であることから、4m盤地下水の挙動推定と合わせて、核種の移行解析を行う。

＜参考＞取得データ

単位：Bq/cc（増減は%）

	海水											
	1,2号機取水口護岸前（表層）						1,2号機取水口護岸前（下層）					
	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減
原液	1.40E-02		3.06E-02		3.07E-01		4.30E-03		8.26E-03		1.13E-01	
0.45μmろ過	1.29E-02	-7.9	3.31E-02	8.2	3.14E-01	2.3	4.97E-03	15.6	1.05E-02	27.1	1.09E-01	-3.6
限外ろ過	1.14E-02	-11.6	3.19E-02	-3.6	2.46E-01	-21.9	―	―	―	―	―	―

	海水											
	3号機シルトフェンス内						東波除提北側					
	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減
原液	7.17E-02		1.54E-01		7.97E-02		<7.44E-03		2.12E-02		1.24E-01	
0.45μmろ過	8.18E-02	14.1	1.56E-01	1.3	7.51E-02	-5.8	5.78E-03	―	1.68E-02	-20.8	1.22E-01	-1.4
限外ろ過	1.13E-01	38.1	2.41E-01	54.5	6.35E-02	-15.4	―	―	―	―	―	―

	地下水											
	観測孔No.1						観測孔No.1-2					
	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減
原液	<7.54E-04		<9.60E-04		9.40E-01		4.66E-01		1.06E+00		4.18E+03	
0.45μmろ過	<2.39E-03	―	<3.19E-03	―	1.03E+00	9.6	3.32E-01	-28.8	6.46E-01	-39.1	3.94E+03	-5.7
限外ろ過	―	―	―	―	―	―	3.10E-01	-6.6	7.03E-01	8.8	3.84E+03	-2.6

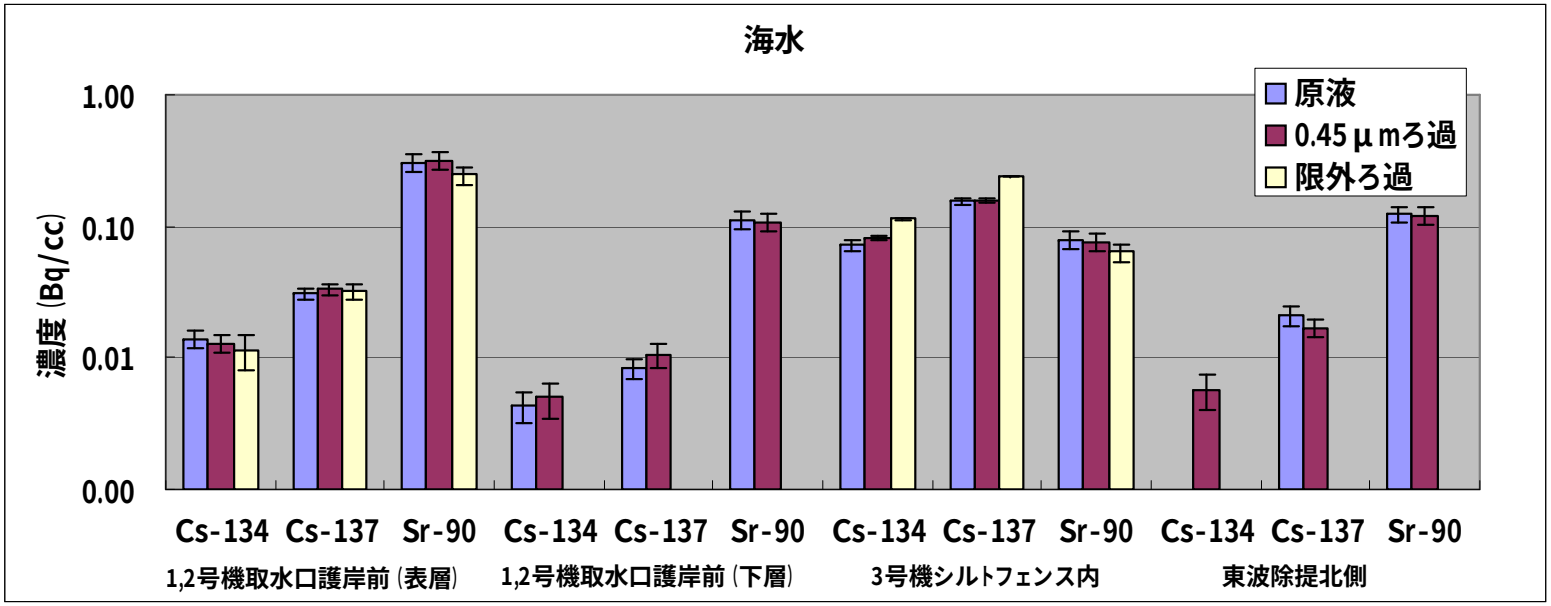
	地下水					
	観測孔No.1-5					
	Cs-134	増減	Cs-137	増減	Sr-90	増減
原液	3.01E-01		6.24E-01		4.93E+01	
0.45μmろ過	3.22E-01	7.0	6.34E-01	1.6	5.23E+01	6.0
限外ろ過	2.93E-01	-9.0	6.71E-01	5.8	5.39E+01	3.1

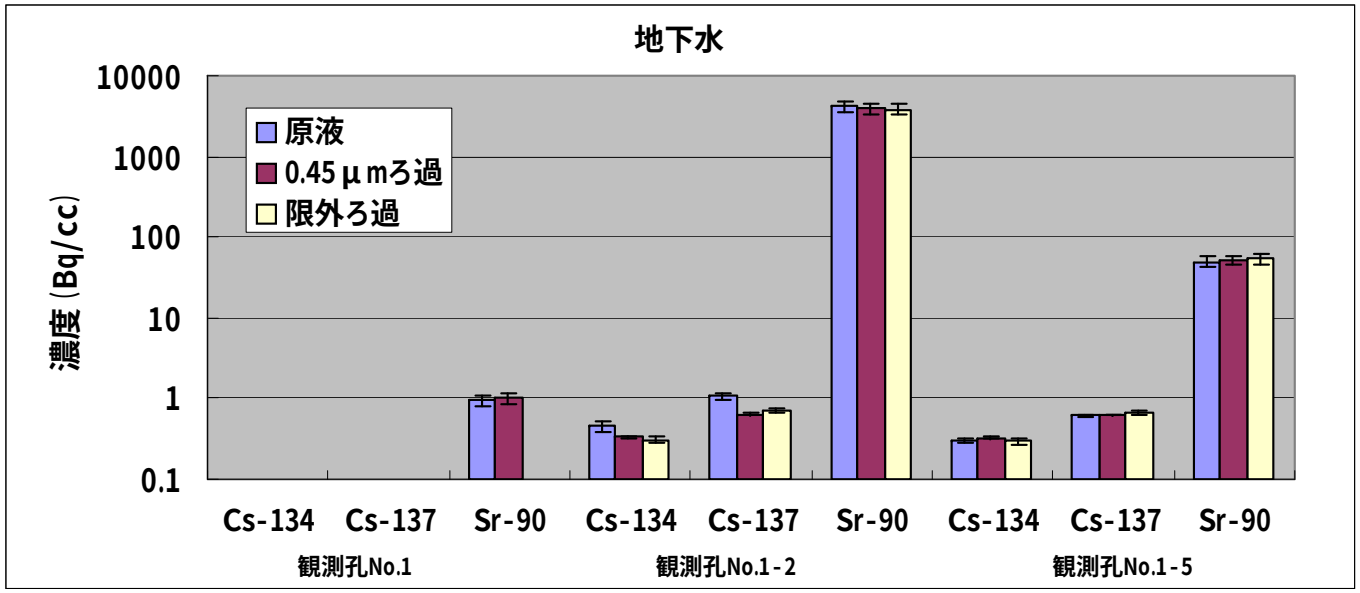
■：放射能の測定誤差を超えて有意な濃度減少があったもの

■：有意な濃度減少ではなかったもの

※限外ろ過測定結果で「―」は原液の濃度が低く、かつ限外ろ過は試料回収率が低いことから測定に要する試料量を得ることが難しいため測定対象外としたものを示す

＜参考＞取得データ


海水
1.00
0.10
0.01
0.00
濃度 (Bq/cc)
原液
0.45μmろ過
限外ろ過
Cs-134 Cs-137 Sr-90 Cs-134 Cs-137 Sr-90 Cs-134 Cs-137 Sr-90 Cs-134 Cs-137 Sr-90
1,2号機取水口護岸前（表層）
1,2号機取水口護岸前（下層）
3号機シルトフェンス内
東波除提北側


地下水
10000
1000
100
10
1
0.1
濃度 (Bq/cc)
原液
0.45μmろ過
限外ろ過
Cs-134 Cs-137 Sr-90 Cs-134 Cs-137 Sr-90 Cs-134 Cs-137 Sr-90
観測孔No.1
観測孔No.1-2
観測孔No.1-5

２０１３年１１月２８日
環境線量低減対策

原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（平成２５年１１月）

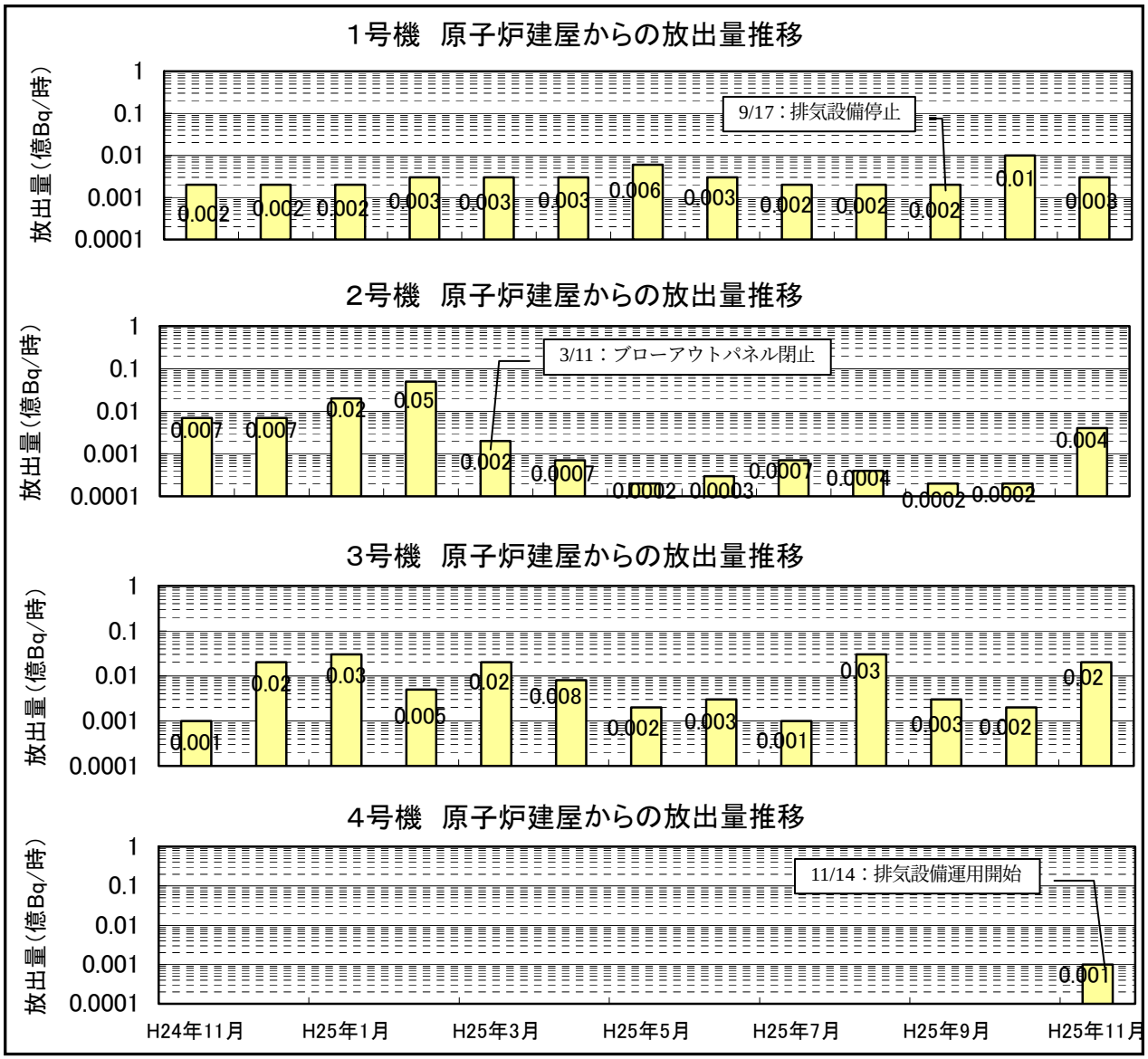
○１～４号機原子炉建屋からの現時点の放出量（セシウム）を、原子炉建屋上部等の空気中放射性物質濃度（ダスト濃度）を基に評価。（各号機の採取地点は別紙参照）

○１～４号機の大物搬入口は閉塞の状態で測定。

○１～４号機建屋からの現時点の放出による敷地境界における被ばく線量は0.03mSv/年と評価。

○被ばく線量は，原子炉建屋上部等の空気中放射性物質濃度を基に算出した１～４号機放出量の合計約0.1億ベクレル/時から算出。

○号機毎の推移については下記のグラフの通り。



※　放出量についてはCs134とCs137の合計値である

○本放出による敷地境界の空気中の濃度は、Cs-134及びCs-137ともに1.5×10^{-9}（Bq/cm^3）と評価。

（※周辺監視区域外の空気中の濃度限度：Cs-134･･･2×10^{-5}、Cs-137･･･3×10^{-5}（Bq/cm^3）
※１F敷地境界周辺のダスト濃度「実測値」：
Cs-134･･･ND（検出限界値：約1×10^{-7}）、Cs-137･･･ND（検出限界値：約2×10^{-7}）（Bq/cm^3））

（備考）

- １～４号機の放出量の合計値は 0.03 億ベクレル／時であり、原子炉の状態が安定していることから、前月と同様に 0.1 億ベクレル/時と評価している。
- ２号機の放出量の増加については、ブローアウトパネルの隙間からの漏洩量はほぼ変わりが無いものの、ダスト濃度のバラつきによる影響が大きかったものと評価している。
- ３号機の放出量の増加については、原子炉直上部におけるダスト濃度のバラつきによる影響が大きかったものと評価している。
- 2013 年 11 月 14 日より４号機排気設備の運用を開始したため、放出量評価を実施。
- 希ガスについては、格納容器ガス管理設備における分析結果から放出量を評価しているが、放出されるガンマ線実効エネルギーがセシウムに比べて小さく、被ばく経路も放射性雲の通過による外部被ばくのみとなるため、これによる被ばく線量は、セシウムによる線量に比べて極めて小さいと評価している。

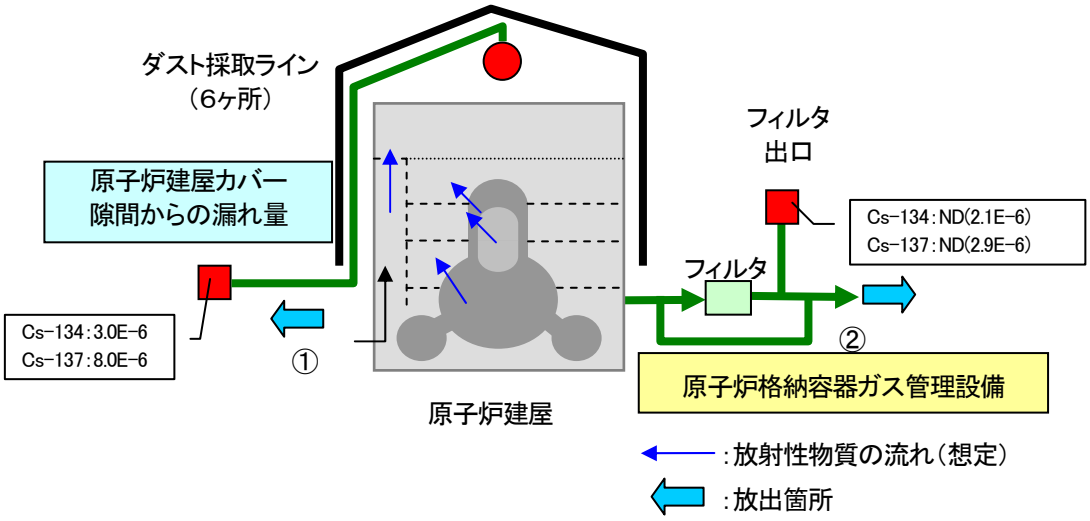
○1号機

①原子炉建屋カバー隙間からの漏れ量

空気漏えい量を外部風速、建屋内外差圧、カバー隙間面積等から算出。ダスト濃度は、カバー排気設備のダスト採取系で採取した試料を分析し、ダスト濃度に空気漏えい量を乗じて放出量を算出。

②原子炉格納容器ガス管理設備からの放出量

ガス管理設備フィルタ出口のダスト濃度に設備流量を乗じて、放出量を算出。



１号機のサンプリング概要

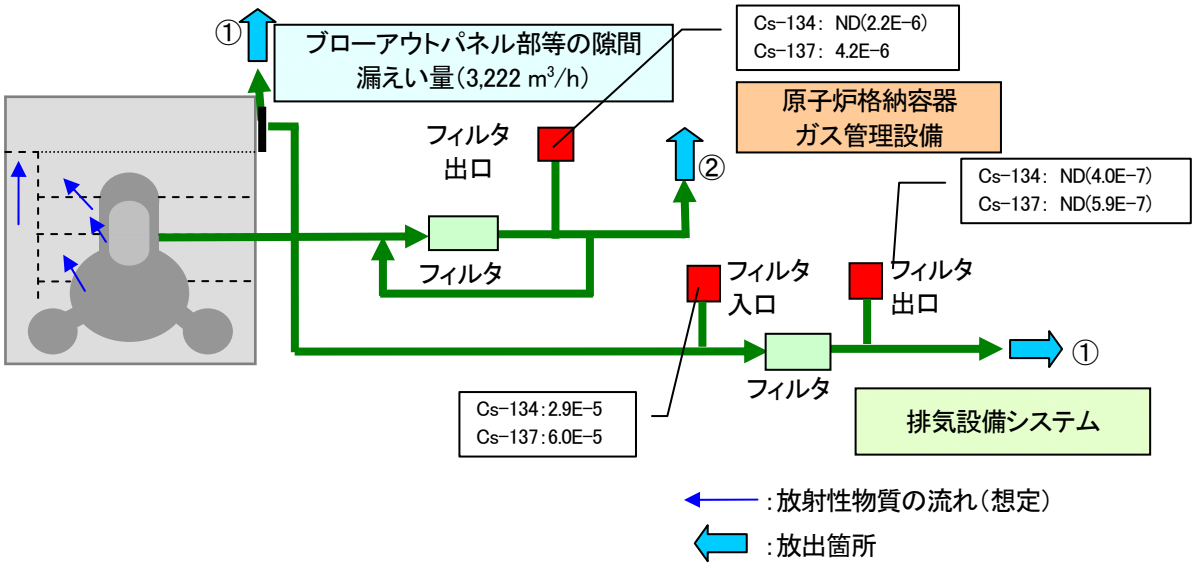
○2号機（排気設備設置後）

①排気設備等からの放出量

排気設備フィルタ出口のダスト濃度に排気設備流量を乗じたものと、排気設備フィルタ入口のダスト濃度にブローアウトパネル等からの漏えい量を乗じたものを積算して放出量を算出。

②原子炉格納容器ガス管理設備からの放出量

ガス管理設備フィルタ出口のダスト濃度に設備流量を乗じて、放出量を算出。



２号機サンプリング概要

○3号機

①原子炉建屋上部からの放出量

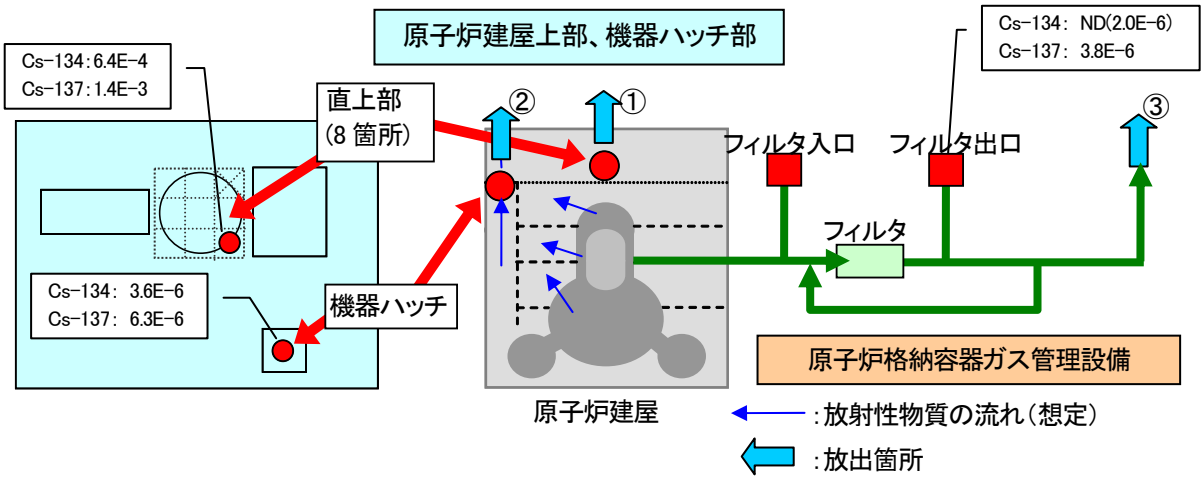
原子炉建屋上部のダスト濃度に蒸気発生量を乗じて、原子炉建屋上部からの放出量を算出。

②機器ハッチ部からの放出量

機器ハッチ部からのダスト濃度に風量を乗じて、機器ハッチ部からの放出量を算出。

③原子炉格納容器ガス管理設備からの放出量

ガス管理設備フィルタ出口のダスト濃度に設備流量を乗じて、放出量を算出。



３号機サンプリング概要

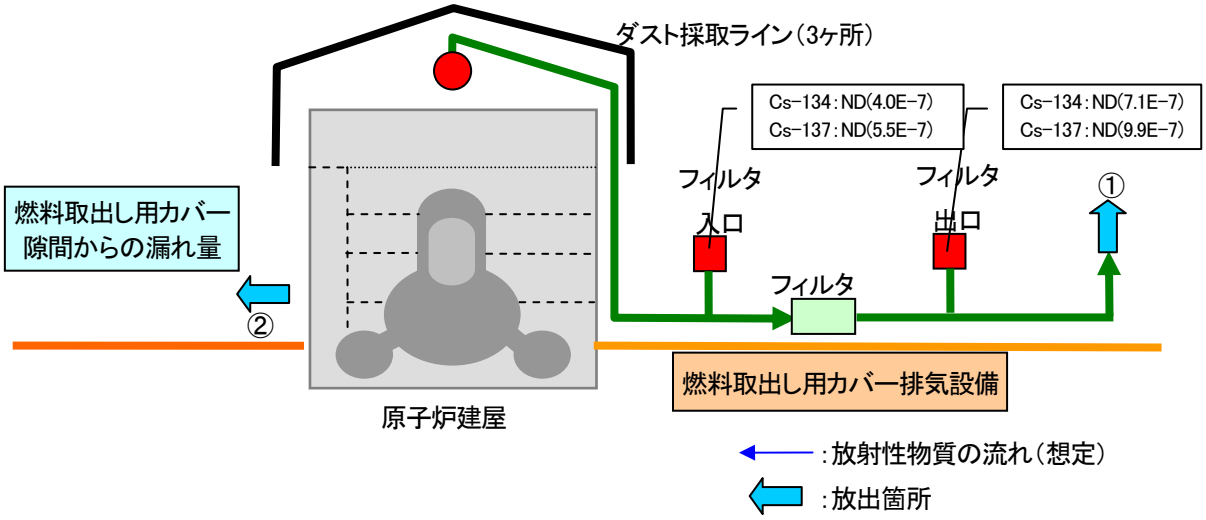
○4号機

①燃料取出し用カバー排気設備からの放出量

カバー排気設備のフィルタ出口のダスト濃度に設備流量を乗じて、放出量を算出。

②燃料取出し用カバー隙間からの漏れ量

空気漏えい量を外部風速、建屋内外差圧、カバー隙間面積等から算出。ダスト濃度は、カバー排気設備のダスト採取系で採取した試料を分析し、ダスト濃度に空気漏えい量を乗じて放出量を算出。



４号機サンプリング概要

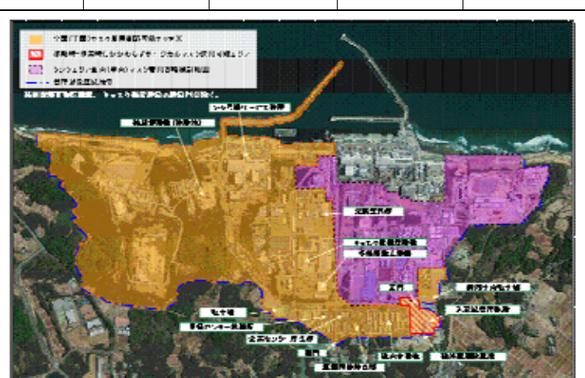
※吹き出しの濃度は、11 月に採取し、評価に用いたダスト濃度を示す。(単位:Bq/cm^3)

検出限界値を下回る場合は、「ND」と記載し、括弧内に検出限界値を示す。

東京電力株式会社
労働環境改善
2013/11/28現在

労働環境改善スケジュール

分野名	括り		作業内容	これまで１ヶ月の動きと今後１ヶ月の予定		10月 27	11月 3	10	17	24	12月 1	8	15	下	1月 上	中	下	2月 前	後	備　考
労働環境改善	被ばく・安全管理	1	防護装備の適正化検討	（実　績） ・がれき保管エリアの全面マスク着用省略化の運用開始 ・タンクエリアの全面マスク着用省略化の検討 （予　定） ・タンクエリアの全面マスク着用省略化の検討 ※ダストフィルタ化：空気中よう素131濃度が全面マスク着用基準を下回ることを確認した上で、ダストフィルタを装着した全面マスクで作業できるエリアを設定し、作業員の負荷軽減、作業性向上を図る。 ※全面マスク着用省略化：空気中放射性物質濃度が全面マスク着用基準を下回ることを確認した上で、全面マスクを着用省略できるエリアを設定し、作業員の負荷軽減、作業性向上を図る。 ※一般作業服化：シート養生を行い、定期的な汚染確認を行う車両に乗車する場合は、一般作業服で移動できるエリアを設定し、作業員の負荷軽減を図る。	検討・設計	▽がれき保管エリアの運用開始（11月11日） がれき保管エリアの全面マスク着用省略化検討 タンクエリアの全面マスク着用省略化検討													
					現場作業	ダストフィルタ化 （実施済みエリア）H24.3.1：1～4号機及びその周辺建屋内を除く全域、H24.12.19：1～4号機及びその周辺建屋内 全面マスク着用省略化 （実施済みエリア）H23.11.8：正門・免震重要棟前・5,6号サービス建屋前、H24.6.1：企業センター厚生棟前、H24.8.9：車両汚染検査場・降車しない見学者、H24.11.19：入退域管理施設建設地、H25.1.28：構内企業棟の一部エリア（東電環境自力棟周辺）、H25.4.8：多核種除去設備、キャスク仮保管設備、H25.4.15：構内企業棟の一部エリア（登録センター周辺）、H25.5.30：1～4号機周辺・タンクエリア・瓦礫保管エリアを除くエリア、H25.10.7：5，6号機建屋内、H25.11.11：がれき保管エリア 一般作業服化 （実施済みエリア）H24.3.1：正門・免震重要棟前・5,6号サービス建屋前、H24.8.9：降車しない見学者、H25.6.30：入退域管理施設周辺、企業センター厚生棟周辺、運転手用汚染測定小屋周辺、H25.8.5：研修棟休憩所周辺													
		2	重傷災害撲滅、全災害発生件数低減対策の実施	（実　績） ・協力企業との情報共有 11/21安全推進連絡会開催：作業工程、規制情報の連絡等 ・作業毎の安全施策の実施（ＴＢＭ－ＫＹ等） ・熱中症予防対策：次年度計画の検討等 （予　定） ・11/28安全推進連絡会の開催 ・作業毎の安全施策の実施（継続実施） ・熱中症予防対策：次年度計画の検討等	検討・設計	熱中症予防対策実施状況のまとめ 次年度計画の検討 ▽熱中症予防対策実施結果の報告（10月31日）													
					現場作業	情報共有、安全施策の検討・評価														
	健康管理	3	長期健康管理の実施	（実　績） ・Ｈ２５年度対象者への「がん検査」（社員・協力企業作業員）および「白内障検査」（社員）案内状の送付 ・「がん検査」の受診希望に基づく、紹介状・検査依頼状・費用申請書の送付、検査費用の精算手続き ・インフルエンザの予防接種の実施 （10/28～12/20 Ｊﾞｨﾚｯｼﾞ、近隣医療機関） ※上記以降でも非接種者は近隣医療機関で接種可能 （予　定） ・Ｈ２５年度甲状腺超音波検査の案内状の送付準備（協力企業作業員）	検討・設計														
					現場作業	健康相談受付 Ｈ２５年度対象者「がん検査」（社員・協力企業作業員）、「白内障検査」（社員）への案内、紹介状・検査依頼状・費用申請書の送付、検査費用の精算手続き インフルエンザの予防接種(10/28～12/20)														期間以降も非接種者は近隣医療機関で継続接種可能
		4	継続的な医療職の確保と患者搬送の迅速化	（実　績） ・１Ｆ救急医療室のＨ26年1月中旬までの医師確保完了 （固定医師１名＋ﾛｰﾃｰｼｮﾝ支援医師） （予　定） ・１Ｆ救急医療室の恒常的な医師の確保に向けた調整	検討・設計	各医療拠点の体制検討 常勤医師の雇用に向けた関係者との調整													
					現場作業															

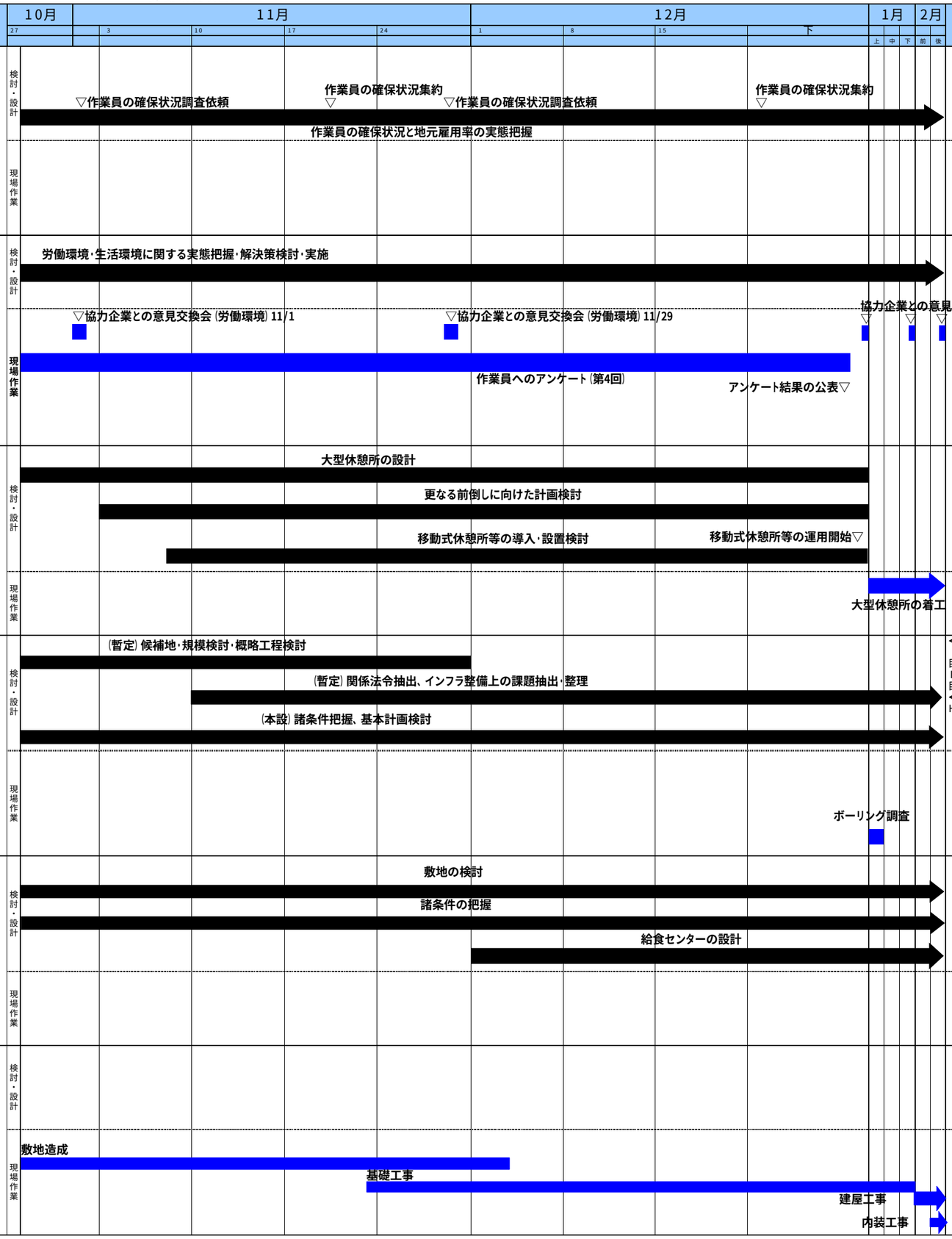


<1F構内全面・汚染非検査エリア>

東京電力株式会社
労働環境改善
2013/11/28現在

労働環境改善スケジュール

分野名	括り		作業内容	これまで１ヶ月の動きと今後１ヶ月の予定		備　考
労働環境改善	要員管理、労務環境改善	5	作業員の確保状況と地元雇用率の実態把握	（実　績） ・作業員の確保状況と地元雇用率の実態把握（継続的に実施） ・作業員の確保状況（12月の予定）と地元雇用率（10月実績）について調査・集計 （予　定） ・作業員の確保状況（1月の予定）と地元雇用率（11月実績）について調査・集計	検討・設計 現場作業	
		6	労働環境・生活環境・就労実態に関する企業との取り組み	（実　績） ・労働環境・生活環境・就労実態に関する意見交換及び実態把握 ・意見交換及び実態把握に基づく解決策の検討・実施・結果のフィードバック ・相談窓口への連絡（処遇・労働条件等）への対応 （予　定） ・労働環境・生活環境・就労実態に関する意見交換及び実態把握（継続的に実施） ・意見交換及び実態把握に基づく解決策の検討・実施・結果のフィードバック（継続的に実施） ・作業員へのアンケートによる実態把握（定期的に実施） ・相談窓口への連絡（処遇・労働条件等）への対応（継続的に実施）	検討・設計 現場作業	
		7	休憩所の設置・拡大	（実　績） ・大型休憩所の設置検討 ・更なる前倒し設置に向けた計画検討 （予　定） ・大型休憩所の設計 （詳細設計：12月末予定，着工：1月予定） ・移動式休憩所等の導入・設置検討	検討・設計 現場作業	H26年度 下期完成目標
		8	新事務棟の建設	＜暫定事務棟＞ （実　績） ・候補地選定、規模検討、概略工程検討 （予　定） ・関係法令の抽出 ・インフラ整備上の課題抽出・整理 ＜本設事務棟＞ （実　績） ・企画検討（概略規模、概略工程） （予　定） ・諸条件の把握 ・基本計画の検討	検討・設計 現場作業	**＜暫定事務棟＞** Ⅰ期：H26年6月末完了目標、 Ⅱ期：H26年9月末完了目標 **＜本設事務棟＞** H27年度末完了目標
		9	給食センターの設置	（実　績） ・食事の提供方式の検討（セントラルキッチン方式） ・企画検討（概略規模、概略工程） （予　定） ・敷地の検討 ・諸条件の把握 ・関係法令の抽出	検討・設計 現場作業	H26年度末 完了目標
		10	車輌整備工場の建設	（実　績） ・敷地造成 ・基礎工事 （予　定） ・敷地造成 ・基礎工事	検討・設計 現場作業	H26.3.20竣工予定 H26.4～試運用予定



福島第一原子力発電所の緊急安全対策

- 原子力規制委員会からの指摘事項等も踏まえつつ、福島第一原子力発電所での廃炉作業や汚染水・タンク問題対策の加速化・信頼性向上のために、東京電力として自ら緊急に取り組むべき安全対策を取りまとめ。
- ハード面・ソフト面および現場のモチベーション向上に関する総合的な対策を優先順位をつけて迅速に実施。

1. 現場作業の加速化・信頼性向上に向けた労働環境の抜本改善

- 作業環境・厚生施設等の改善、これらを通じたヒューマンエラーの防止

種別	項目	内容	実施時期
作業安全	サイト内除染 （全面マスク省略エリアの拡大） ＜参考1-1＞	免震重要棟、多核種除去設備（ALPS）、入退域管理施設等を含む敷地中央エリア	（実施済）
		ガレキ保管エリアを含む敷地北側エリア（敷地の2/3以上に拡大）	11/11～
		タンク群を含む敷地南側エリア	H26～27年度
	海側のガレキ撤去＜参考1-2＞	タービン建屋東側の廃自動車等の撤去開始	（着手済）
	構内照明設備の増強 ＜参考1-3＞	フランジ型タンク群	今年内
		南側タンク群	今年度内
	通信環境の改善	敷地内の屋外における通話環境の改善	（実施済）
		建物内等の通話環境が良くない箇所への対策	（着手済・継続）
事務棟 休憩所	福島第一新事務棟の設置 ＜参考1-4＞	暫定事務棟（社員約1,000名を収容）	（着手済）～H26.6
		本設事務棟（社員＋協力会社を収容）	H27年度末完成
	構内休憩所の追加設置	大型バスを改造した移動式休憩所・コンクリートプレハブ式休憩所	12月～
		大型休憩所（地上8階建、約1,200名を収容）＜参考1-5＞	（詳細設計中）H26.12～
	食生活の改善・充実	福島第一近傍に給食センターを設置し、3,000食規模で食事を供給＜参考1-6＞	H26年度末完成
救急医療関係	救急医療用機器等の充実	超音波検査装置・自動心臓マッサージ器、救急車の追加配備	今年度内
作業員の労働環境	敷地内車両の整備場の設置	構内のみで使用される車両整備場の設置	（着手済）～H26.3
	通勤バスの増便	通勤バスを増便し、通勤時間帯のバス待ち者の滞留を解消	（実施済・継続）
	設計上の労務費割増分の増額	敷地内作業に適用する設計上の労務費割増分の増額（1万円/日→2万円/日）	12月発注分以降
	請負工事発注方式の見直し	労働環境整備に関する施設工事の早期完成および中長期の作業員確保等に配慮した随意契約の適用	11月～
社員の労働環境	免震重要棟内の整備	仮眠用アイテム整備	11月～
		仮泊者用シャワーの追加設置	今年度内
	新広野単身寮の整備	全居住棟へのトイレ・シャワー室等の設置	（実施済）
		食堂メニューの充実など	11月～
	社員の処遇見直し	諸手当の増額など	今年度内開始

平成25年11月8日 ©東京電力株式会社

2. 安全・品質確保のためのマネジメント・体制強化

- **現場作業に応じた作業手順書の策定、危険予知(KY)活動の徹底、協力企業とのコミュニケーション強化など安全・品質に関するマネジメントの改善**
- **協力企業との関係を含め、現場での指揮命令系統における責任所在の明確化**
- **安全・品質管理部門等の組織・要員強化**
  - ✓ 原子力・立地本部長のもと、本店および発電所の安全・品質管理部門を統括する「安全品質担当」を設置
  - ✓ 発電所においては、安全・品質管理部門の要員も強化
  - ✓ 労働環境改善に特化した専門スタッフを設置
- **社員の人事ローテーション強化・人材の適正配置**

内容	実施時期
原子力部門・事業所ごとに交流目標を設定し、定期異動を中心に実施	来年度
汚染水・タンク問題対策関係組織の整理・強化と管理職の増強	11月～

- **社内外総動員体制による汚染水・タンク対策関係要員の強化(220名増)**

(人数は四捨五入)

項目	内容	人数
原子力部門内の再配置	福島第一内の再配置、福島第二・柏崎刈羽等からの配置	70名※
オール東電グループからの配置	火力・工務・土木・配電部門等、グループ会社からの配置	110名
社外からの受入	他電力等 なお、本店に社外プロジェクトマネージャー(プラントメーカの専門家)を招へい	20名
安全・品質管理部門の組織・要員強化　他	(調整中)	20名

※ 福島第一:20名　福島第二:20名　柏崎刈羽:20名

11/1現在の配置済み要員(200名)の内訳<参考2>

①タンク新設・リプレース等:100名　②タンクパトロール:60名

③安全・品質管理:20名　④放射線・環境分析評価:20名

3. 設備の恒久化

- **長期的な廃炉作業を着実に進めるための設備の恒久化**

内容		予定時期
新中央監視室の設置(集中管理能力の向上)		H26～H28年度
開閉所・電源盤のリプレイス	北側(5/6号機側):電源供給基地新設工事	H27年度開始
	南側(1～4号機側):設備増強	(順次増強中)
構内インフラ整備	道路補修	(順次実施中)
	免震重要棟給水配管更新・浄化槽増設	今年度
	免震重要棟非常用発電機更新	H26年度
	C排水路付け替え	今年度
	旧事務本館片付け・除染後、一部再使用	H26.3開始
廃棄物処理・保管設備	地元と調整しつつ、廃棄物処理・保管設備を設置	(順次実施)
火災報知器、消火設備等の火災対策	可燃物・危険物の取り扱いルールの見直し、保管場所確保	今年内
	屋外、建屋内等の火災検知器・消火設備増強	今年内計画策定
電線管・配管の信頼性向上		(順次実施)

4. 雨水対策

- **堰からの溢水防止、堰内への流入抑制等の対策を行い、堰内溜まり水を適切に管理(→汚れた雨水は溢水させない)**

対策			実施時期
溢水防止<参考4-1>	鋼製板による堰の嵩上げ	H4北エリア(高汚染)	(実施済)
		その他全てのエリア	(着手済)～今年内
	コンクリート等による堰の更なる嵩上げ(信頼性向上)		(詳細設計中)～順次実施
雨水流入抑制<参考4-2>	高線量汚染箇所のタンク上部へ雨樋設置		12月～今年内
	その他全てのタンクへ雨樋設置		今年度内
地中浸透防止	タンク周辺地表面のフェーシング<参考4-3>		今年度内
排水路流入防止	B排水路の暗渠化<参考4-4>		11月～今年内
堰内溜まり水の一時受けタンクの増容量<参考4-5>			(着手済)～今年内

 ©東京電力株式会社

5. タンク貯留水漏えいの原因と対策

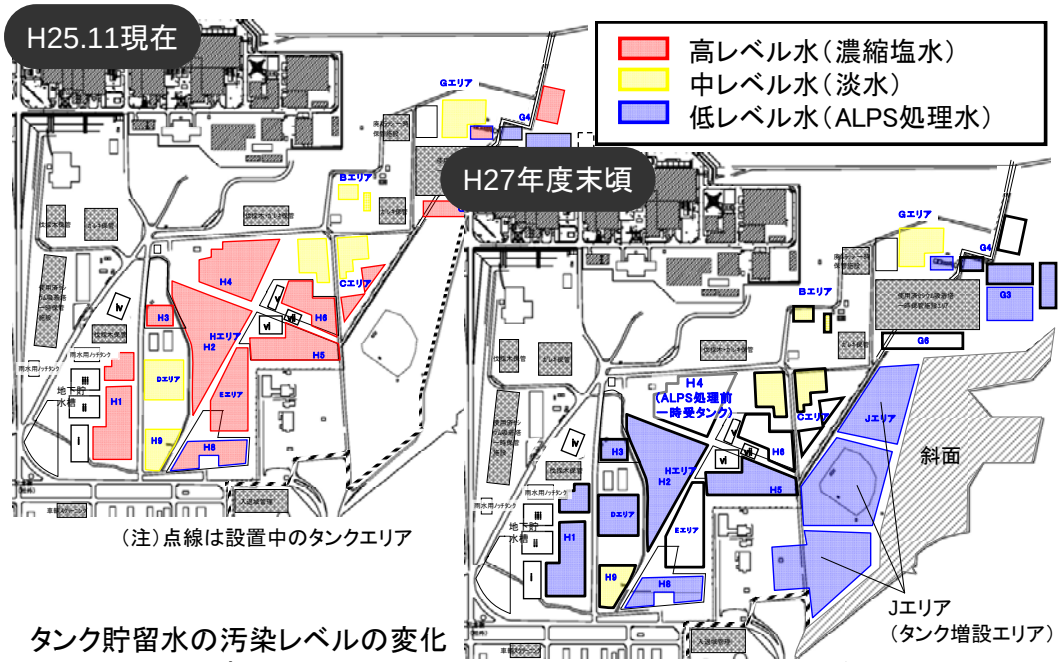
- **300トン漏れの原因を踏まえ、同型タンクへの対策を優先的に実施**

原因 ＜参考5-1＞	✓ 直接的な漏えいの原因は、底板フランジパッキンの経時的なずれ ✓ 汚染水対策の初期段階では、緊急にタンク設置が必要な状況下での設置プロセスとしては妥当であった（発注から金額決定までのプロセスは問題なく、部品手入れ、水張り試験等の健全性確認を実施）が、運用（経時的に増加するリスクの評価と対策実行）は十分ではなかった

対策		実施時期
［暫定対策］ 同型タンクの止水対策 ＜参考5-2＞	タンク底部のコーキング等による止水	（着手済）
	底板下部へのシーリング材の充填等	（実証試験を踏まえ展開）
	底板部（内部）へのシーリング材の充填	
［運用面の対策］ ＜参考5-3＞	パトロール強化（4回/日、延べ120人/日）	（実施中）
	フランジ型タンク全数への水位計設置	（着手済）～11月末
溶接型タンクへのリプレイス		（順次実施）
第2・3多核種除去設備の稼働による汚染水全量処理		～来年度末

6. 汚染水を適切に管理するための貯蔵計画・対策

- **タンク貯留状況および増設計画**
  - ✓ 現状の濃縮塩水等の貯留量合計は約37万トン、貯蔵容量は約41万トン
  - ✓ Jエリアのタンク設置を加速・大型化し、貯蔵容量を約80万トンまでH27年度末を目標に確保
- **タンクのリプレイス**
  - ✓ H27年度中を目標にフランジ型タンクや横置きタンクは信頼性の高い溶接型タンクにリプレイス
  - ✓ タンクは設計・建設を含めて品質管理を徹底
- **地下水流入量対策**
  - ✓ 地下水バイパス、サブドレンの汲み上げおよび陸側遮水壁による地下水流入量低減を実施
- **多核種除去設備（ALPS）の増強と信頼性向上**＜参考6＞
  - ✓ ALPSを増強、来年度中頃以降運転し、来年度中にタンク貯留の汚染水を浄化
  - ✓ 耐食性向上などの不具合対策により確実に是正処置を行い、運転信頼性を向上



（注）点線は設置中のタンクエリア

タンク貯留水の汚染レベルの変化（計画）

（注）白抜きは水抜き後のタンク
黒太枠はリプレース後のタンク
青線枠は初期から溶接タイプのタンク

7. 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

- **信頼性の高い燃料取り出し関連設備の設置**＜参考7-1＞
  - ✓ 健全なプラントと同等な多重性を有する設計
- **十分な事前準備**＜参考7-2＞
  - ✓ 取り出し手順（緊急時を含む）の詳細検討と徹底した安全事前評価
  - ✓ 国際エキスパートグループなど第三者による作業安全性レビュー
  - ✓ 十分な体制の整備（6班×3セット、1班は4名＋監理員＋放射線管理員）
  - ✓ 入念な事前訓練（モックアップ施設および現地）の実施
- **通報連絡体制の整備**＜参考7-3＞
  - ✓ 現場監理員の常時配置と通報連絡手順の徹底周知

平成25年11月8日 ©東京電力株式会社

福島第一原子力発電所の緊急安全対策

参考資料

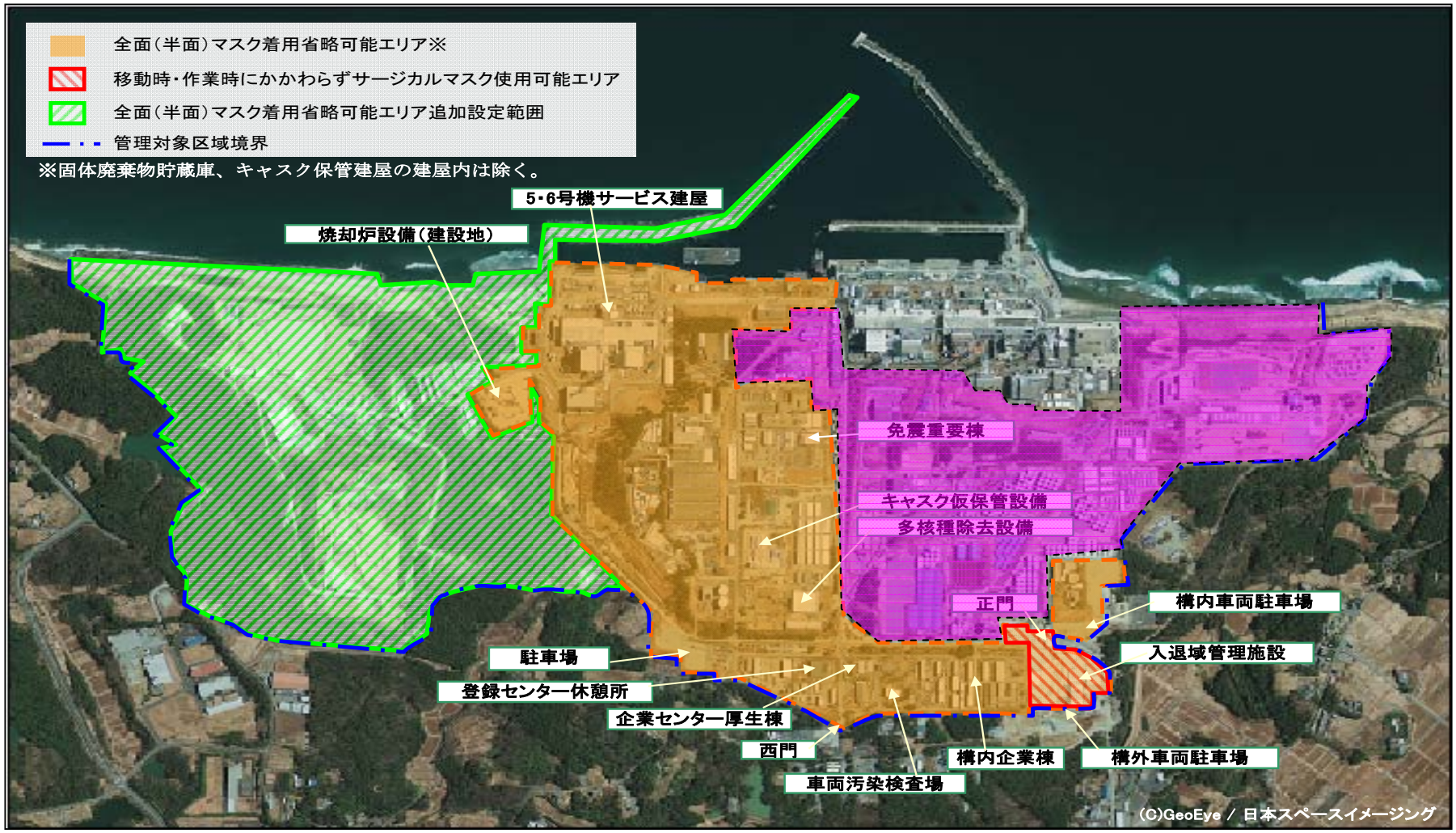
平成25年11月8日
東京電力株式会社

1. 現場作業の加速化・信頼性向上に向けた労働環境の抜本改善

©東京電力株式会社

参考1-1：全面マスク着用省略可能エリアの拡大

- 空気中や土壌中の放射性物質濃度を確認の上、全面マスク着用省略可能エリアを順次設定。（下図：オレンジ色部）
- 11/11からガレキ保管エリアが新たに省略可能エリアとして設定。結果、敷地の2/3以上が省略可能となった。（下図：緑色部）
- タンク周辺地表面のフェーシング対策等の実施により、省略可能エリアを更に拡大予定。（下図：ピンク色部）



全面マスク着用省略可能エリア

©東京電力株式会社

参考1-2:海側のガレキ撤去

●11月より車両の撤去を開始。

（撮影日：2013年11月７日）

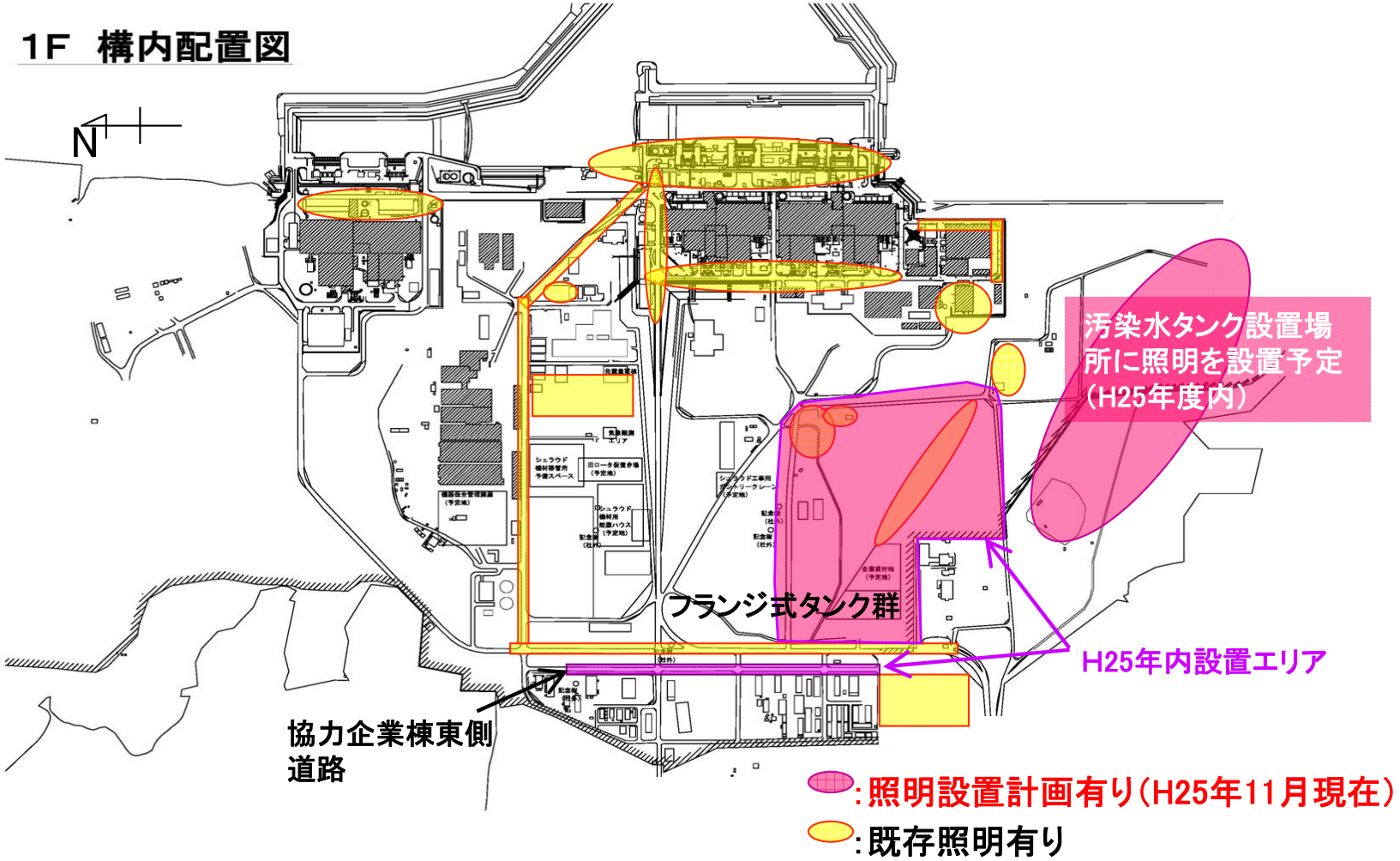
（撮影日：2013年11月７日）

©東京電力株式会社

参考1-3：構内照明設備の増強

●現場のニーズに応じて照明の復旧、設置を実施（実施済みエリア：黄色部）

●汚染水タンクエリアについて、パトロール強化等のために平成25年10月より順次拡大予定。（下図：ピンク色部）



照明復旧・設置計画

参考1-4:福島第一新事務棟の設置

建物内イメージ

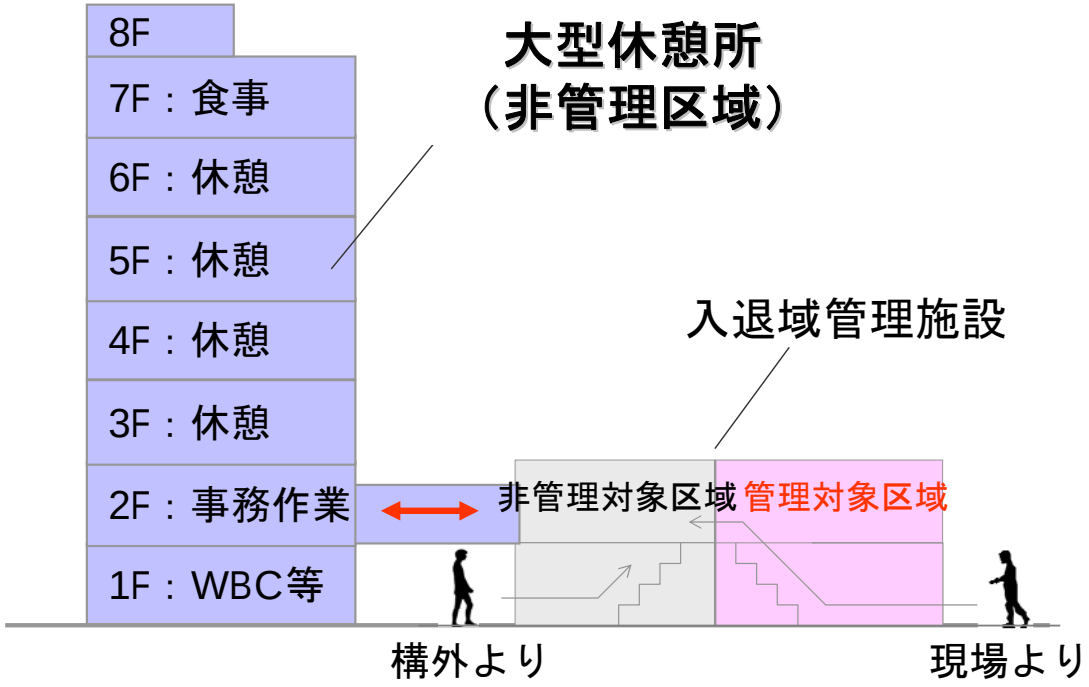
※暫定事務棟、本設事務棟ともに入退域管理施設近傍を設置候補地として検討中

概略工程

©東京電力株式会社

参考1-5:大型休憩所

敷地配置図



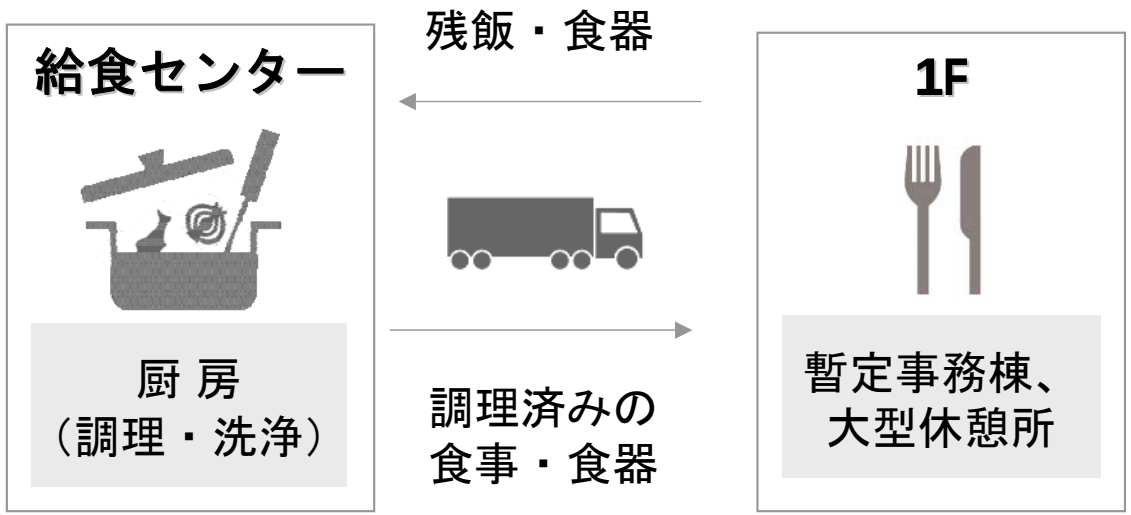
建物断面イメージ

概略工程

項目	H25	H26	
	下期	上期	下期
設計	■		
工事		■	

©東京電力株式会社

参考1-6：給食センター



給食センター方式のイメージ

イメージ写真（調理室）

概略工程

工程	H25	H26	
	下期	上期	下期
計画	敷地選定、基本計画		
設計・工事		設計・工事	

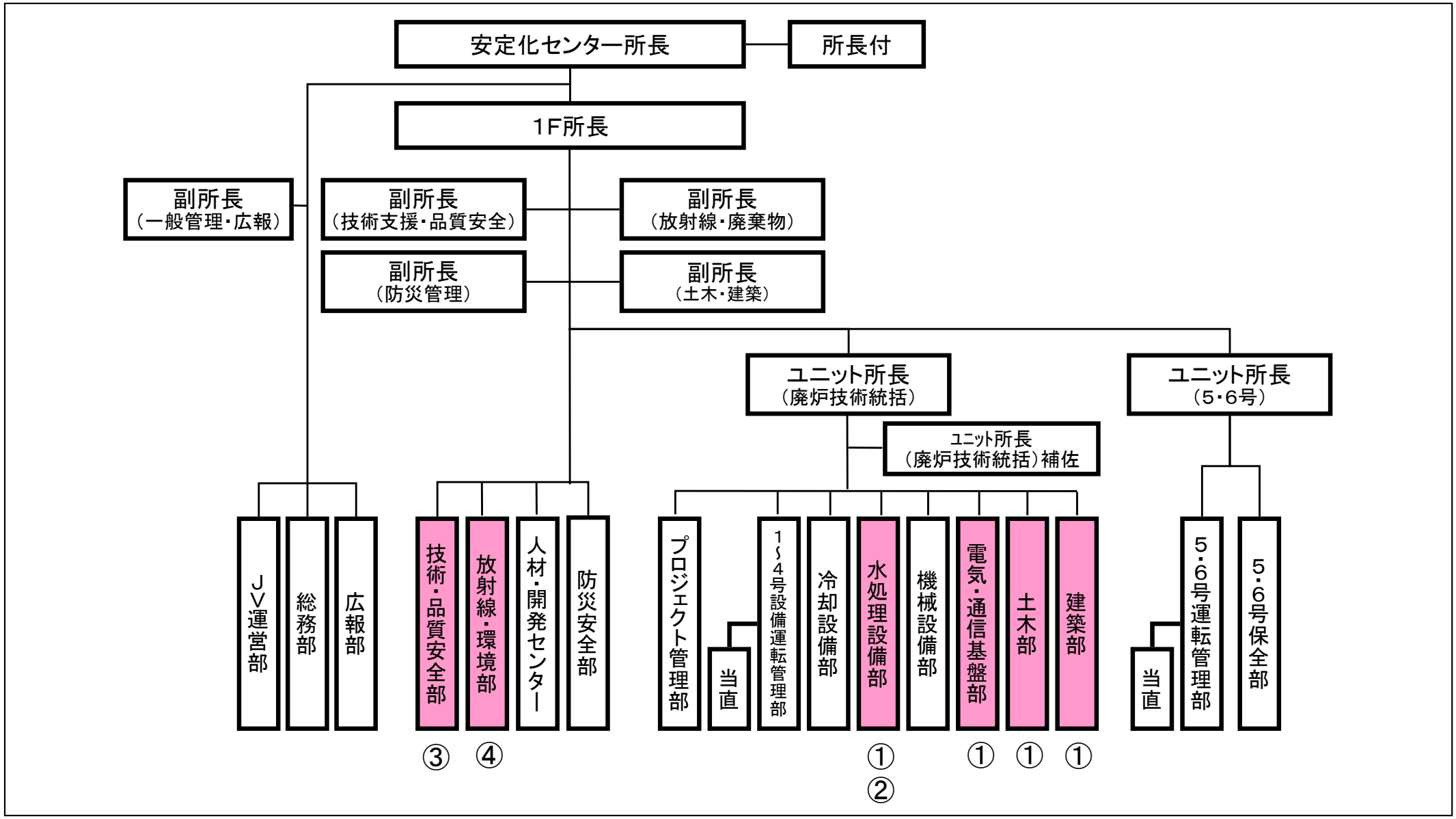
イメージ写真（ドックシェルター）

©東京電力株式会社

2. 安全・品質確保のためのマネジメント・体制強化

©東京電力株式会社

参考2：汚染水・タンク対策関係要員の強化



（注）■・・・要員強化対象部門

①・・・タンク新設・リプレース等　②・・・タンクパトロール　③・・・安全・品質管理　④・・・放射線・環境分析評価

©東京電力株式会社

4. 雨水対策

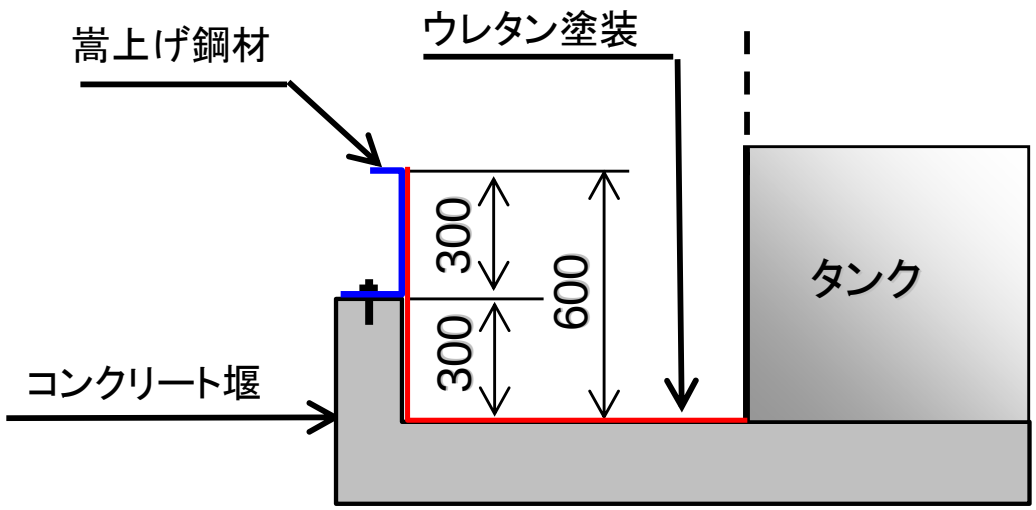
©東京電力株式会社

参考4-1：溢水防止（堰の嵩上げ）

- **鋼製板による堰の嵩上げ（応急堰）**
  - 汚染レベルの最も高いH4北エリア、基礎に傾斜のあるBエリア及びH1東エリアの堰天端レベルが低い箇所の嵩上げを実施済（高汚染）
  - その他すべてのエリアについても年内に全て完了予定（約30ｃｍ嵩上げ計画）
- **コンクリート等による堰の更なる嵩上げ（信頼性向上）**
  - 現在、詳細設計中。

鋼製板による堰の設置状況（H4北エリア）

鋼製板による嵩上げ状況図



©東京電力株式会社

参考4-2：雨水流入抑制（タンク上部への雨樋等設置）

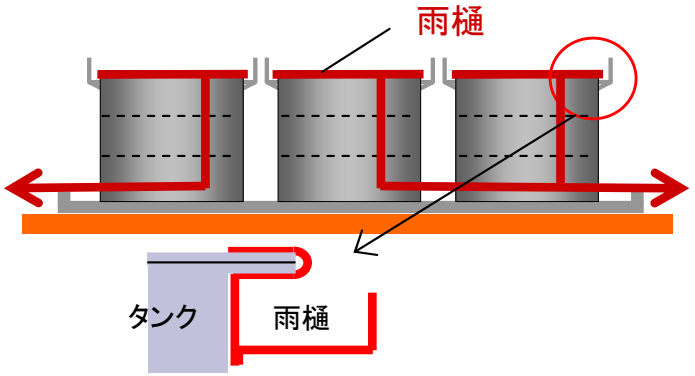
●雨樋設置により約60%の雨水流入を抑制

- 高線量汚染箇所（H4北・東の一部）に仮設雨樋設置（H25.10.24）
- 高線量汚染（H4北・東,H3,H2南,B南）エリア（～H25.12末目途）
- その他エリアは順次実施予定（～H25年度末目途）

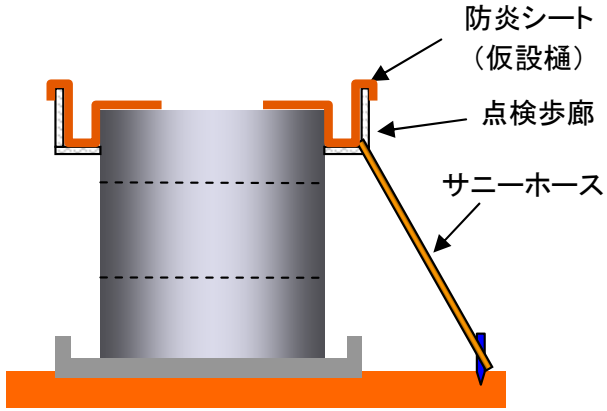
タンク歩廊部

タンク全景

H4エリアタンク仮設雨樋設置状況



雨樋例



仮設雨樋

©東京電力株式会社

参考4-3：地中浸透防止（タンク周辺地表面のフェーシング）

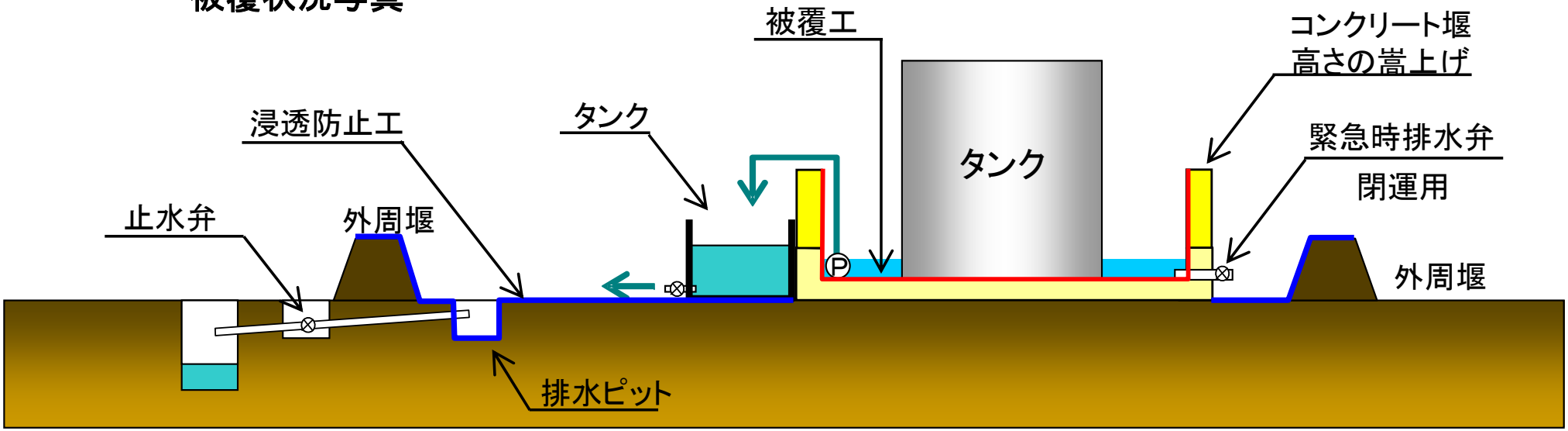
●堰内コンクリート面の被覆、土堰堤内地表面のフェーシング（今年度末目途）

被覆状況写真

・堰内のコンクリート面を被覆し、防水性を向上

・土堰堤～コンクリート堰間は雨水の地中浸透防止のためコンクリート等によりフェーシング施工

（現在、工程を検討中）

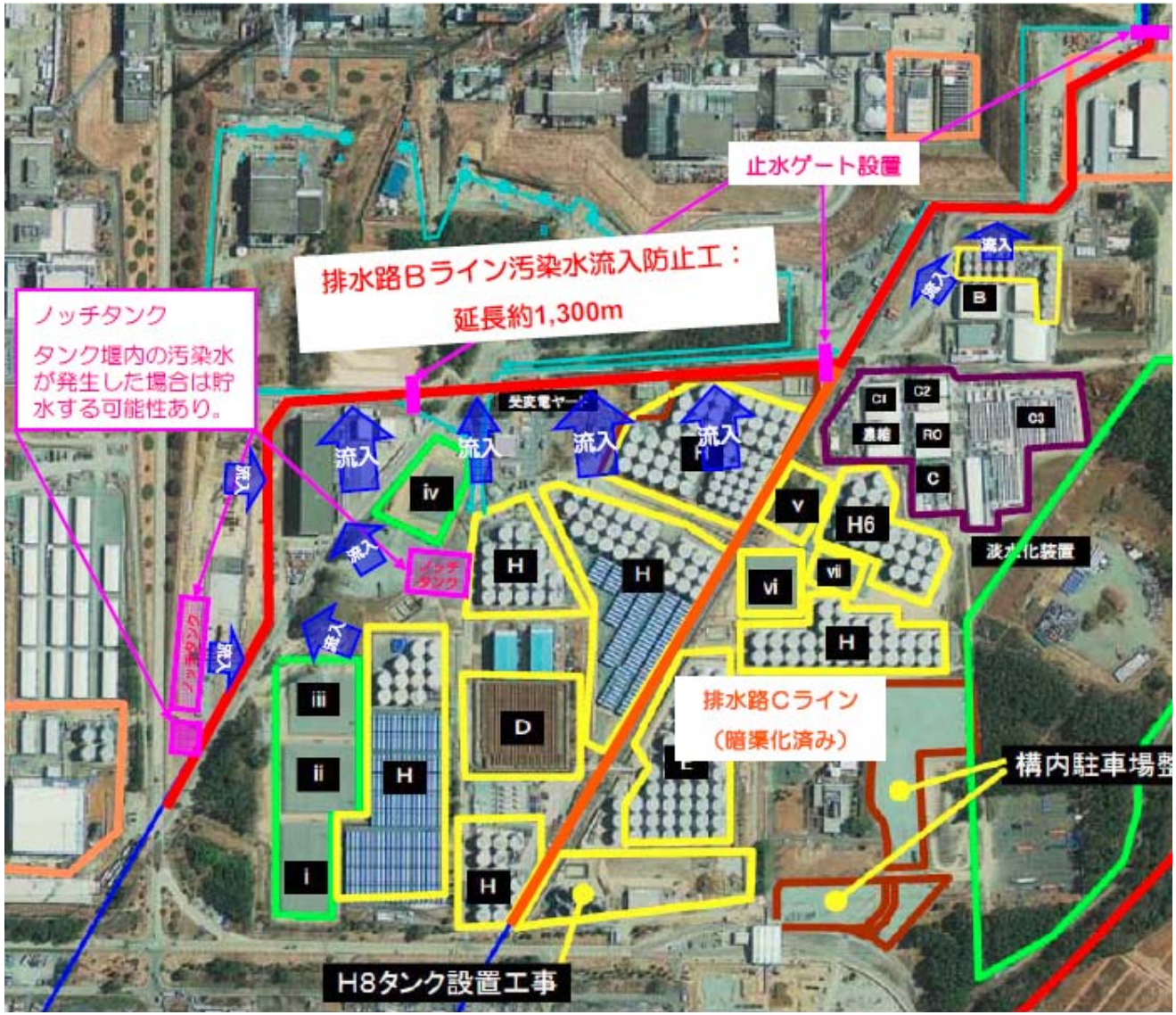


©東京電力株式会社

参考4-4: 排水路流入防止（排水路の暗渠化）

●万が一土堰堤式防液堤からの流失に備え、B排水路の暗渠化を実施（年内）

- タンクなどの汚染水貯留設備からの流入が考えられるB排水路を約1300mを暗渠化
- 暗渠化は排水路に蓋がけするなどの方法により計画
- 排水路へ汚染水が流入した場合に閉止できるよう、排水路内に止水ゲートを3ヶ所設置



C排水路の暗渠化状況

暗渠化前

⇨

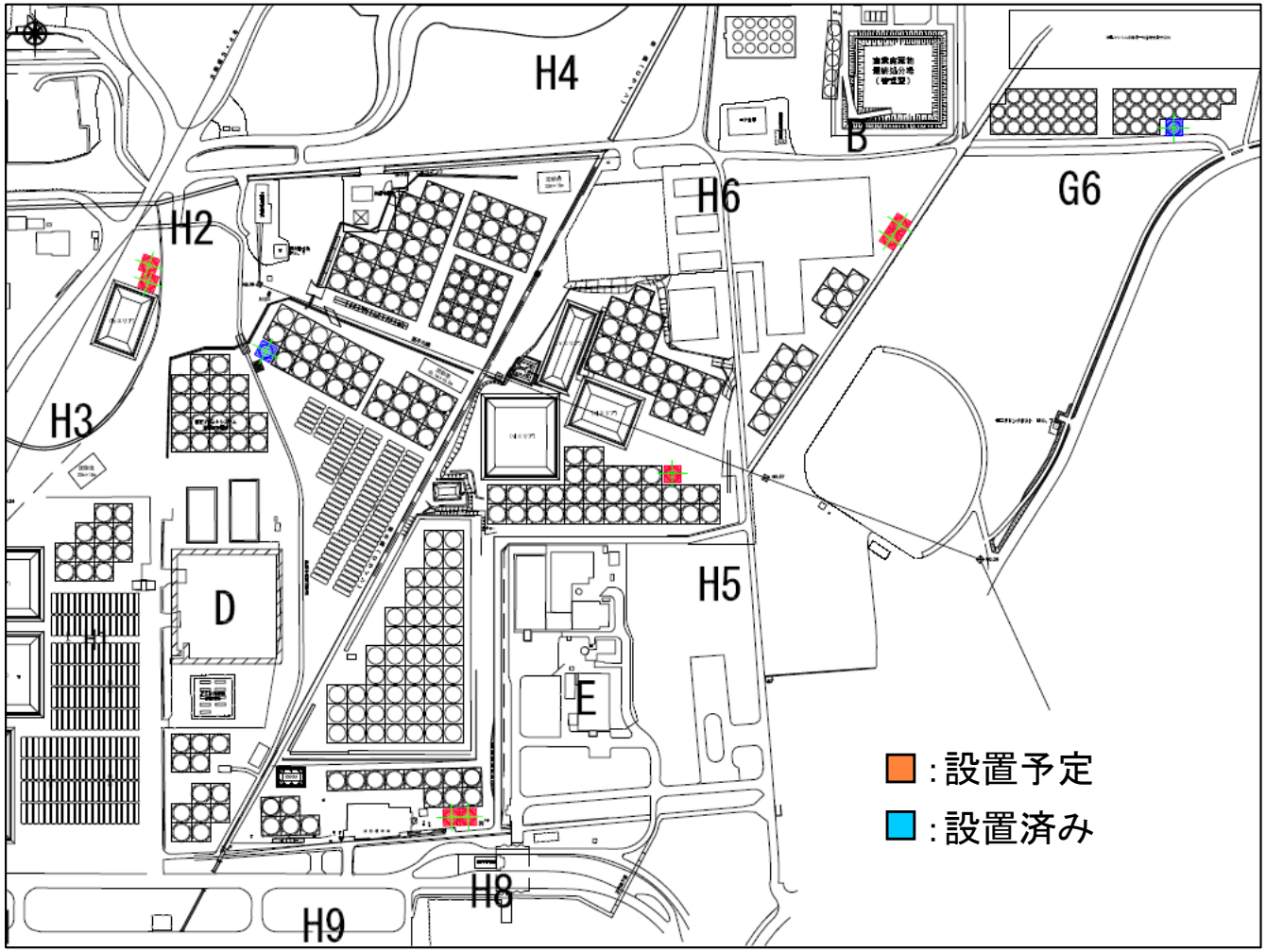
暗渠化後

©東京電力株式会社

参考4-5：堰内溜まり水の一時受けタンクの増容量

● 堰内溜まり水の排水を適切に運用するために、雨水の一時受けタンクの増容量を実施

- 雨水受けタンクの設置
  - ✓H2エリア、G6エリア近傍に雨水受けタンクを設置（500m^{3}級×2基）
  - ✓さらに、4000m^{3}ノッチタンク群エリア、Cエリア、H5エリア、H8エリア近傍に雨水受けタンクを設置予定（500m^{3}級×7基）【年内】
  - ✓上記雨水受けタンクの増容量にあわせて、排水設備（ポンプ、ホース）の更なる増強【年内】



雨水受けタンク設置場所（予定）

©東京電力株式会社

5. タンク貯留水漏えいの原因と対策

©東京電力株式会社

参考5-1①：タンクからの漏えいに関する原因調査

- パッキンが、フランジの熱膨張、収縮やタンク水圧等の影響で徐々に落下し、フランジ底部に抜けたことで、ボルト等の間隙を通じて漏えいに至ったと想定。
- その他の原因は、漏えいが確認された部位のみに確認された事象ではなく、直接的な原因ではないものの、パッキンのずれを助長する要因となりうるものと考える。
- 関係者へのヒアリングの結果、タンクの設置プロセスは問題なく、原因となりうる事項は確認されなかった。

想定される原因		確認内容	確認結果	判定
材料	フランジの歪みにより、フランジ下端側が開いていたことによる漏洩	・フランジの開きの測定 ・パッキン厚さの測定	漏洩箇所等において、フランジ下端側への開きが確認されたものの、軽微な状況。	△
施工	パッキンがフランジ底部に抜けて施工されていたことによる漏洩	・フランジの接合面の目視	パテの状態から、ボルト締付時にパッキン（底部側）に軽微なうねりが生じた可能性はあるが、概ね水平に設置していたと推定。	△
	ボルトの締め付けが弱く、水圧によってパッキンが押し出されたことによる漏洩	・施工手順	インパクトレンチで950N･mでボルトを締結。底板、側板（4段）組み立て毎に再度手締めで確認している。	×
	コンクリート基礎の高低差に伴ってフランジ下端側が開いたことによる漏洩	・コンクリート基礎の高低差	1～3cm程度の高低差はあるものの漏えい箇所は周囲と比較して顕著に高低差がある状況ではない。	×
運用	ボルトの締結力低下に伴い、パッキンが押し出されたことによる漏洩	・ボルトトルクの確認	トルクは全体的に低下しているが、漏洩部のボルトトルクのみが顕著に低下している状況ではない。	△
	フランジの熱膨張・収縮に加え、タンク水圧に伴い、パッキンが押し出されたことによる漏えい	・フランジの接合面の目視	フランジ接合面のパッキン痕から、パッキンがフランジ底部に抜けていることを確認。	○
	パッキンの塑性化に伴い、フランジ面の圧力低下が生じたことによる漏洩	・パッキンの厚さ ・パッキンの弾力性の確認	現地のパッキンを用いて、パッキンの塑性状態を確認し、解析も含め実施中。	－

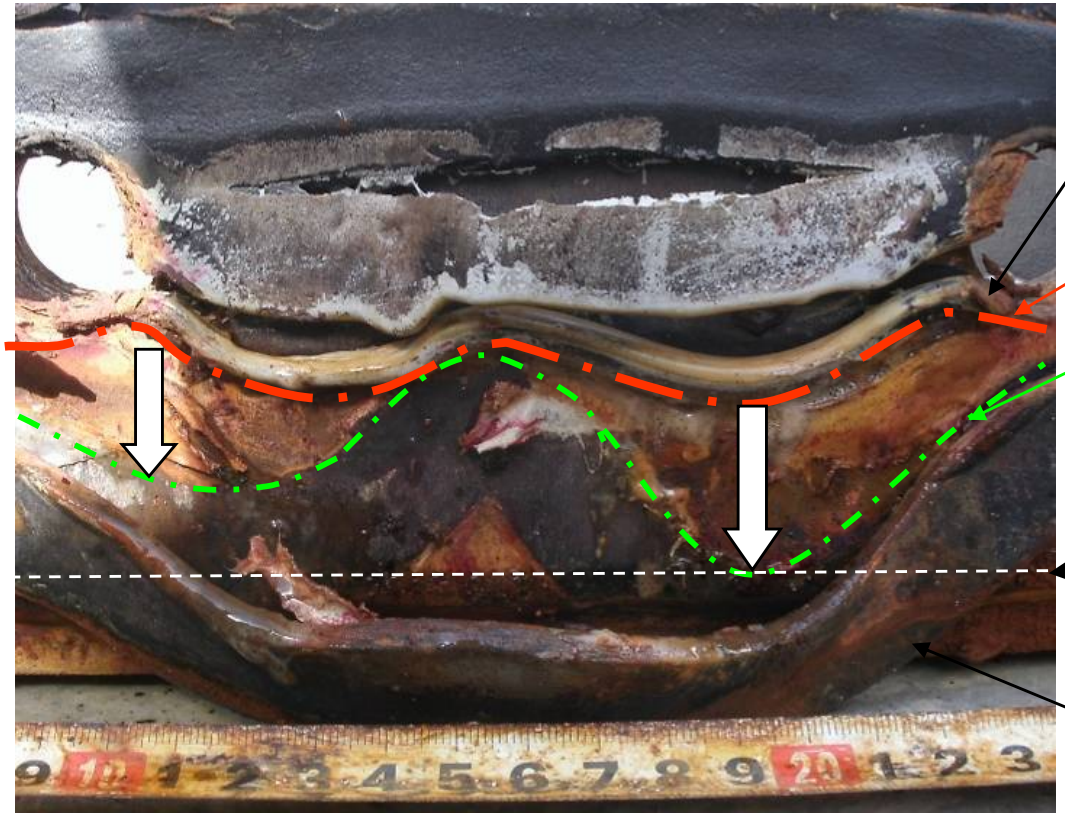
○：直接の原因となりうる　△：間接的な原因となりうる　×：原因ではない

©東京電力株式会社

参考5-1②:タンクからの漏えいに関する原因調査

- 漏えい部のフランジ接合面におけるパテの残存状況から、概ね水平に設置されていたと推定
- 最終的なパッキン（底板側）上端の痕から、ボルト締め付け時以降、フランジの熱膨張、収縮とタンク水圧等により徐々に落下し、最終的に底部に抜けて開口に至ったものと推定

経時的な変化により
パッキンが低下



パテの滞留部

設置時のパッキン（底板側）
上端とパテの付着面

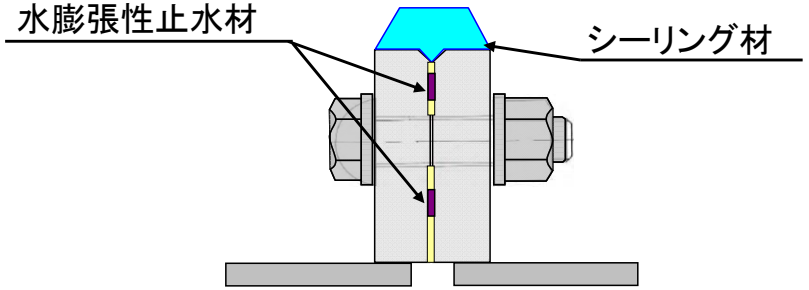
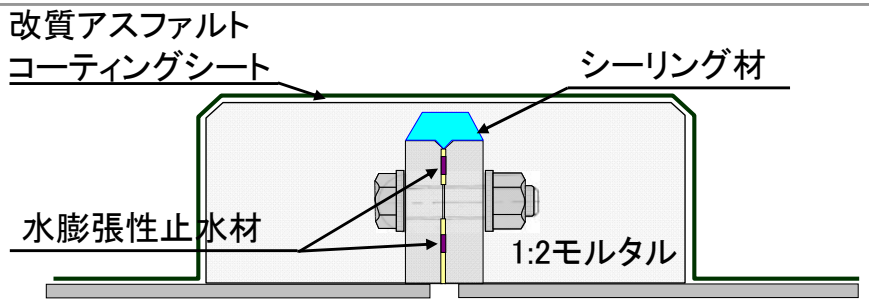
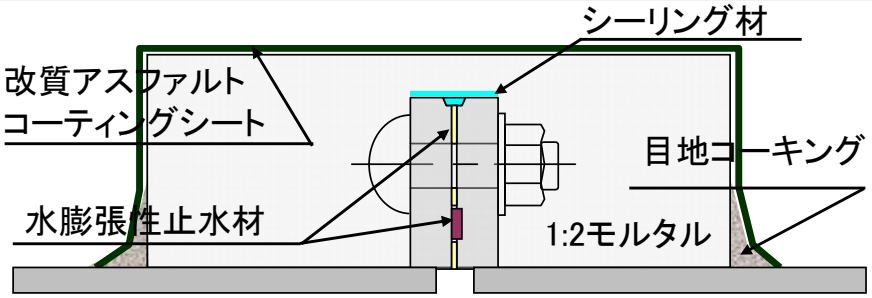
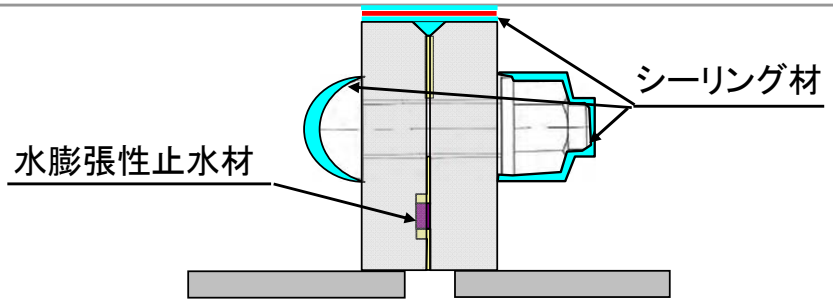
解体時に確認された
パッキン（底板側）上端

タンク底板溶接部

フランジ解体に伴って
垂れ下がったパッキン

©東京電力株式会社

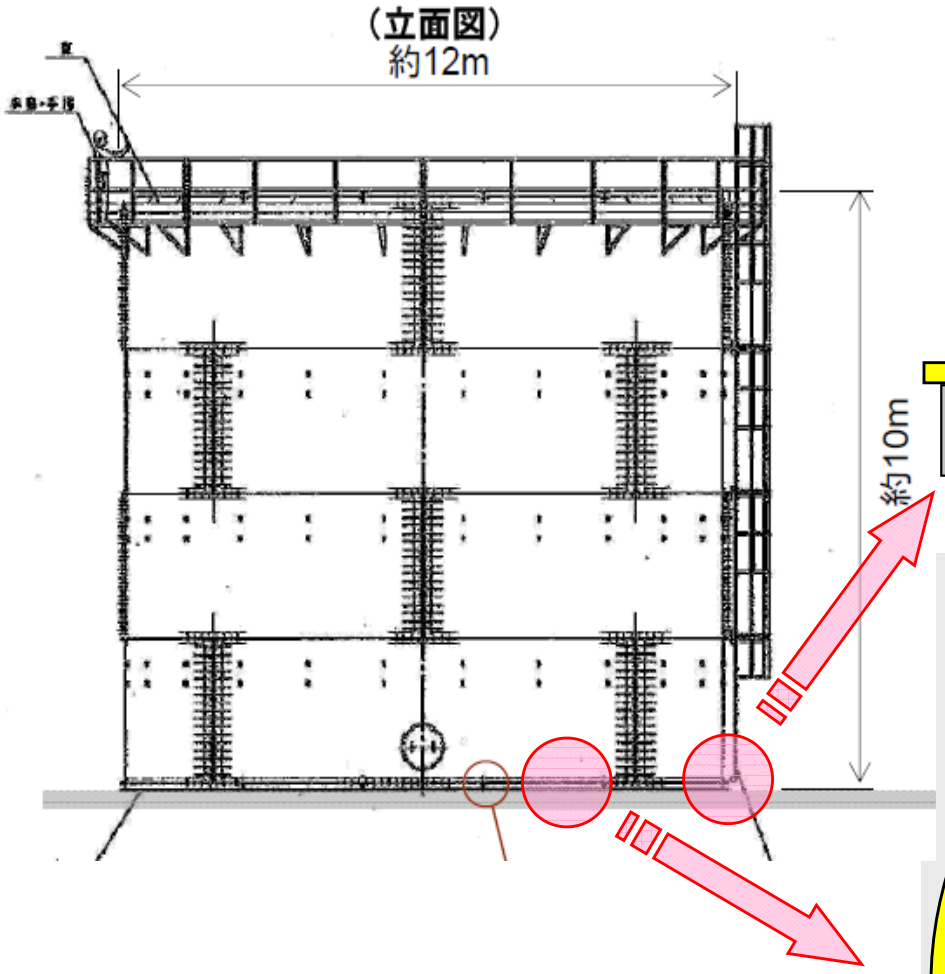
参考5-1③:フランジ型タンクの底板継手部構造(タイプ別)

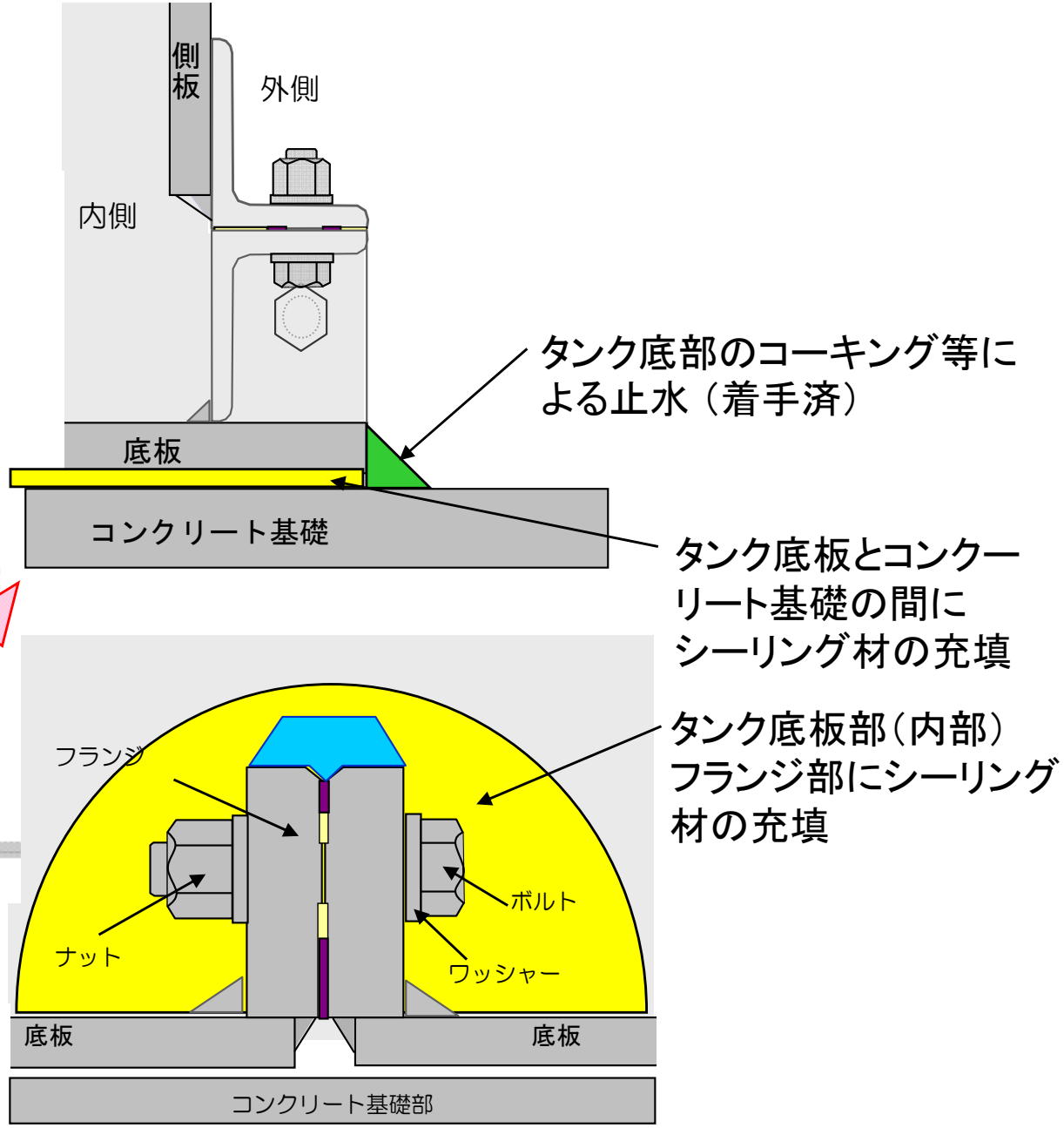
タイプ	底板止水構造断面図	施工例	基数
TYPE-1 ※			120
TYPE-1’			20
TYPE-2			37
TYPE-3 TYPE-4			59
TYPE-5			69

※ 漏えいが確認されたタンク

©東京電力株式会社

参考5-2:［暫定対策］同型タンクの止水対策

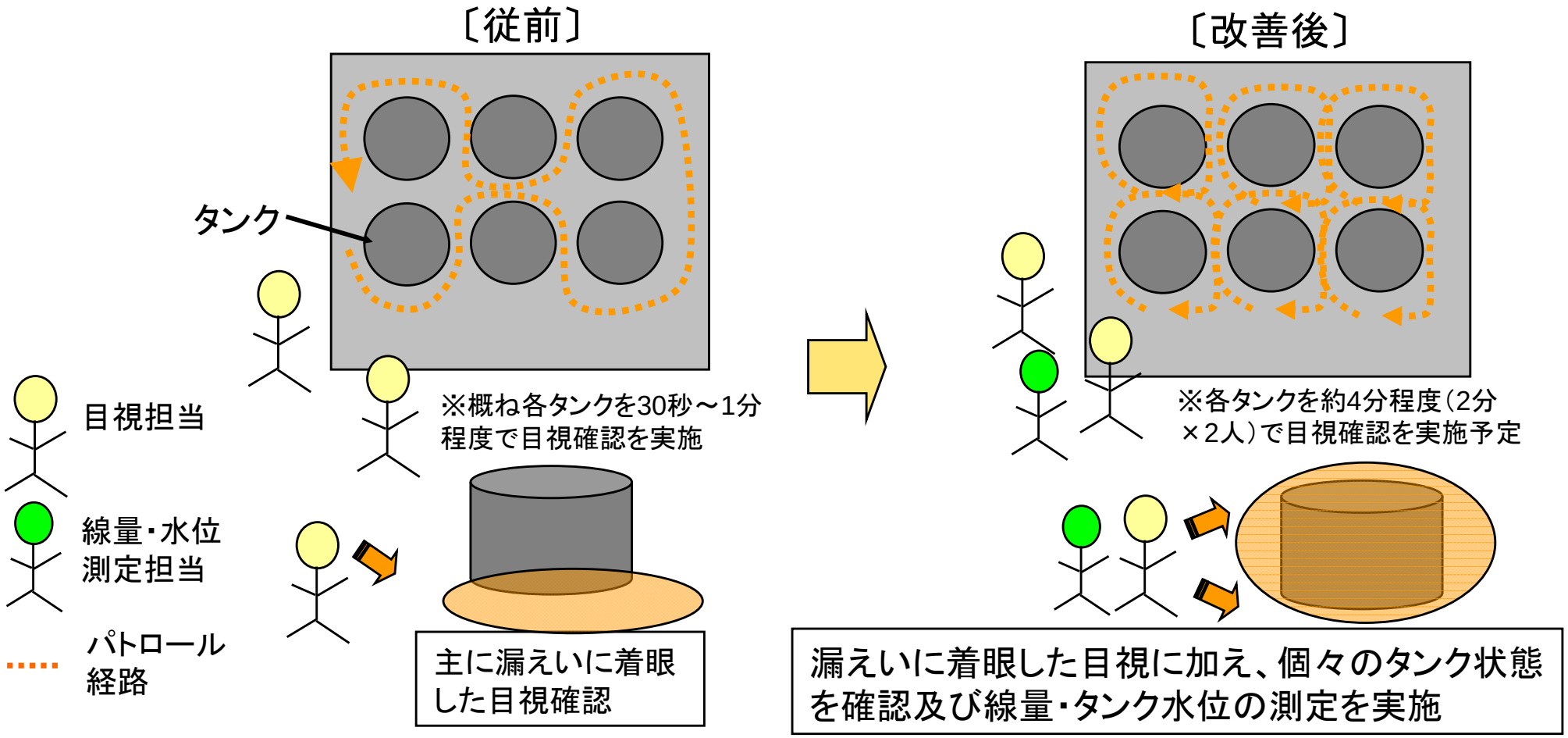




©東京電力株式会社

参考5-3：[運用面の対策]パトロール強化

- パトロール体制と方法の改善により、漏えいの早期発見と拡大防止を一層強化
  - ・パトロール要員及び頻度の増加（4回／日、延べ120人／日）
  - ・パトロール項目の明確化（目視確認、線量測定及び水位測定）
  - ・各タンクの状態確認を十分に実施できる時間を確保
  - ・パトロール時の記録方法を見直すことにより、判断に資する知見の蓄積



©東京電力株式会社

6. 汚染水を適切に管理するための貯蔵計画・対策

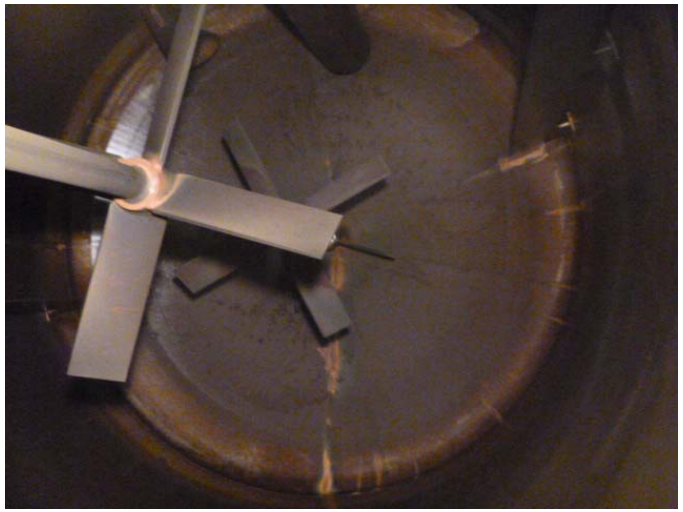
©東京電力株式会社

参考6：多核種除去設備（ALPS）の信頼性向上

●バッチ処理タンクの腐食対策
- ✓内面にゴムライニング を施工
- ✓すきま腐食発生の可能性があるフランジに対し、ガスケット型犠牲陽極等を施工

●バッチ処理タンクのゴムライニング置き忘れ事象対策
- ✓異物混入防止管理の強化（異物混入防止チェックシートの活用）
- ✓最終内部確認の強化（当社社員、メーカの工事担当者／品質管理員でのチェック）

●着実に汚染水処理を進める必要から、以下の取組みを新たに実施
- ✓制御ロジックの再確認の実施
- ✓設計段階で作成した要因分析（故障モード影響解析）について、運転起動及び最近の不適合事例の観点から、総点検・再確認を実施



バッチ処理タンク2Aの点検状況

バッチ処理タンク1C
（ゴムライニング施工後）

ガスケット型犠牲陽極

©東京電力株式会社

7. 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

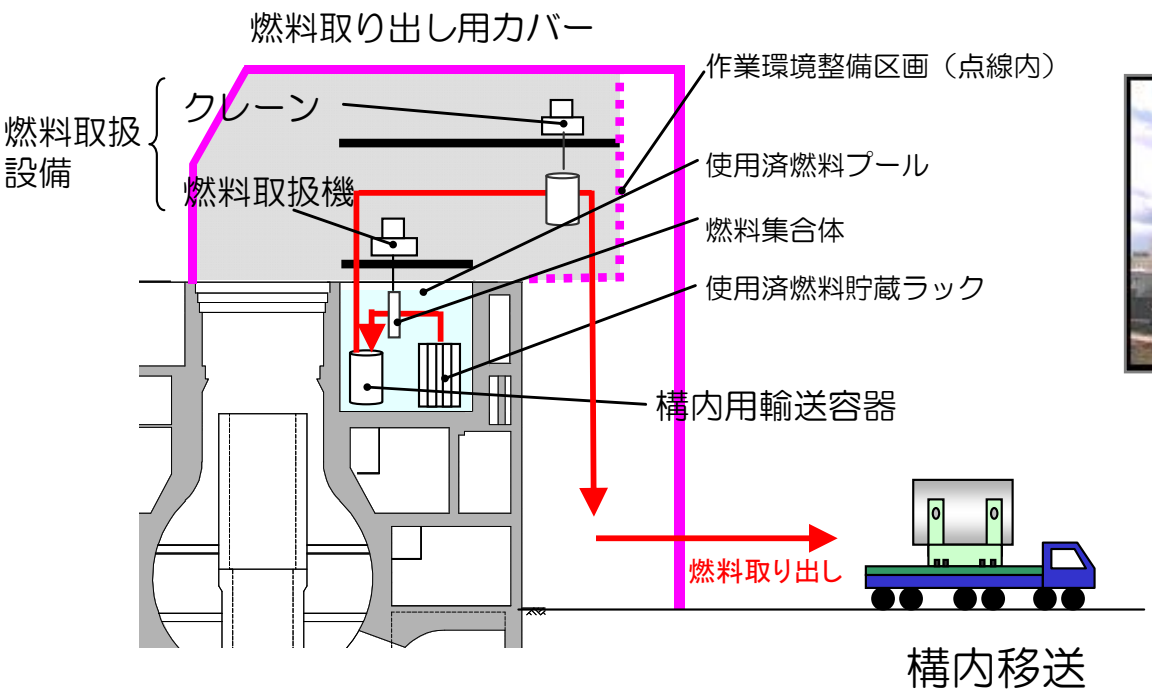
©東京電力株式会社

参考7 ①:使用済燃料プールからの燃料取り出しの概要

- **4号機使用済燃料プールの燃料(1533体※)を敷地内の共用プールへ移送。**
- **本年11月に燃料取り出しを開始し、2014年末頃の完了を目指す。**

①使用済燃料プール内の燃料ラックに保管されている燃料を、燃料取扱機を用いて、水中で1体ずつ構内用輸送容器(キャスク)へ移動。
②キャスクを、クレーンを用いて、使用済燃料プールから吊り上げる。
③オペレーティングフロア高さにある床上にて、キャスクの蓋締め、除染等を行う。
④キャスクを、クレーンを用いて、地上まで吊り降ろし、トレーラーに載せる。
⑤キャスクを、トレーラーを用いて、共用プールまで運搬する。

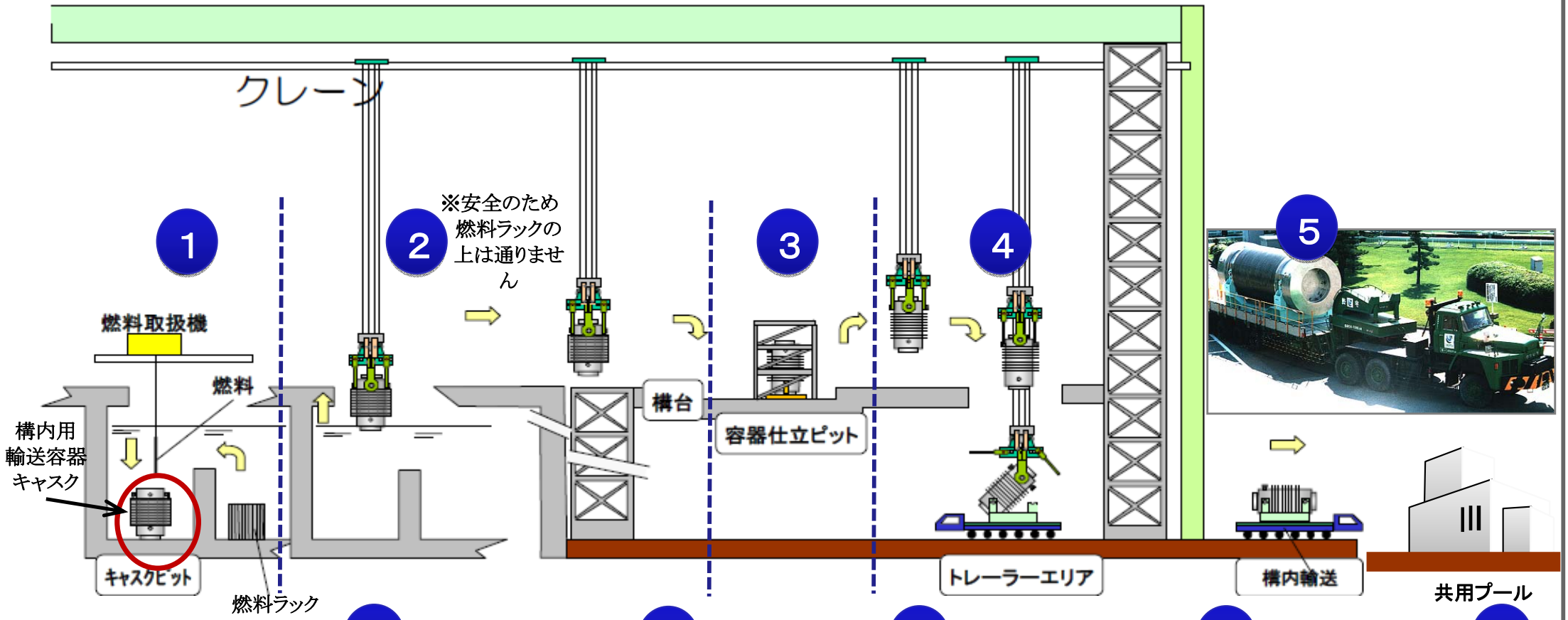
※ 使用済燃料1331体、未照射燃料(新燃料)202体



共用プール（敷地内）

©東京電力株式会社

参考7 ②:使用済燃料プールからの燃料取り出し工程



1. 燃料ラックに保管中の燃料集合体ハンドルをつかみ、キャスクピット（水中）内の容器に装填
2. キャスクピットから吊上げ、燃料取り出し用カバー内構台の容器仕立ピットへ移動
3. 容器仕立ピットで蓋締め、除染等を実施
4. クレーンで容器を吊上げてトレーラーエリアに吊下し、輸送車両に積載
5. 共用プールへ構内輸送

©東京電力株式会社

参考7-1 ①:信頼性の高い燃料取り出し関連設備の設置

● 設置工事中の様子

①燃料取扱機全体
（オペレーティングフロア北側より撮影）

（撮影日：2013年９月19日）

②燃料取扱機・クレーン設置状況
（オペレーティングフロア北側より撮影）

（撮影日：2013年９月19日）

©東京電力株式会社

参考7-1 ②:信頼性の高い燃料取り出し関連設備の設置

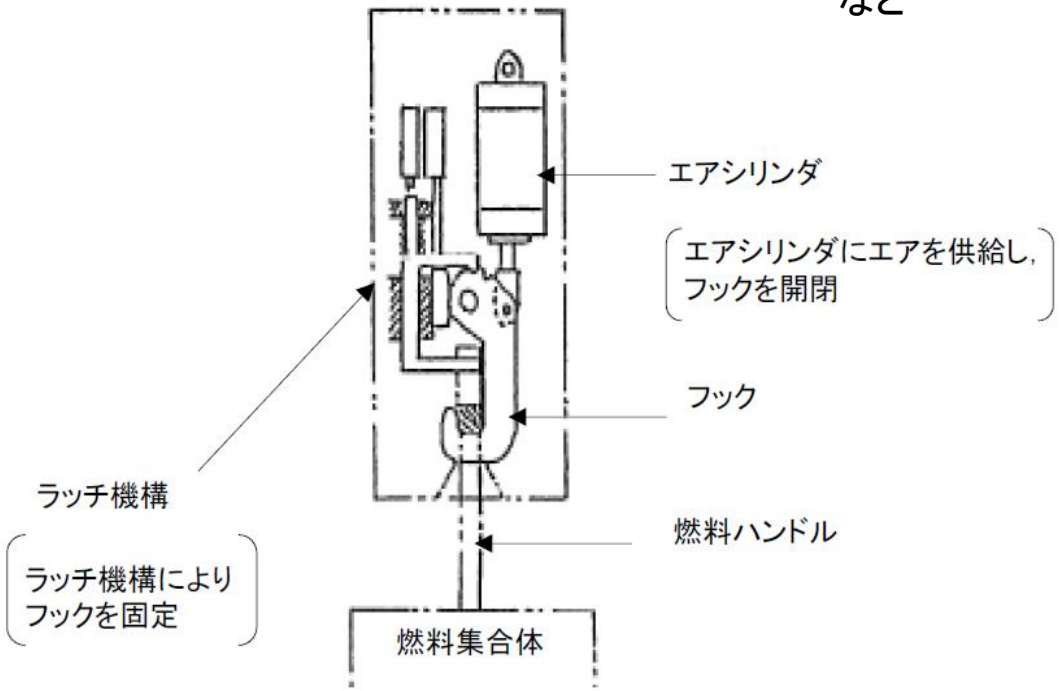
- 多重性を有する設計・安全対策

①燃料取扱機の安全対策

ワイヤーの二重化

万が一作業中に電源を喪失しても
燃料をつかむフックが開かない構造

など



②クレーンを用いた場合の安全対策

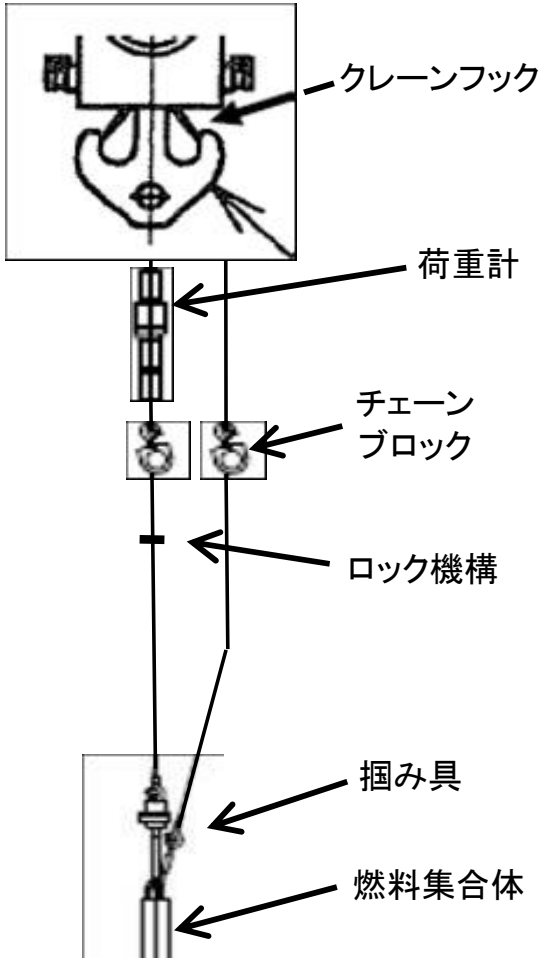
落下防止（二重吊り）

荷重監視

燃料集合体に作用する荷重は1トンまでとする荷重制限

吊上げ上限高さ制限（ロック機構、過剰被ばく防止）

など



©東京電力株式会社

参考7-2 ①：十分な事前準備

- 落下がれき撤去後のプール内の状況

（撮影日：2013年11月５日）

©東京電力株式会社

参考7-2 ②:十分な事前準備

- **事前訓練の概要1**

・燃料取扱機(FHM)を用いた燃料取扱いの教育・訓練

①FHMを用いた燃料取扱に求める技量

従来のFHMによる燃料取扱にあたっては、必要な技量を教育・訓練する「燃料交換機委託運転員」認定制度を設けているが、今回の燃料取扱にあたっては「燃料交換機委託運転員」認定に加えて、以下の内容の理解が必要となる

Ⅰ.従来のFHMとの構造、作業環境の違い

Ⅱ.引き上げ中の引っかかり(かじり)発生時の対応手順

Ⅲ.その他考慮すべき作業上のリスクと安全対策

Ⅳ.異常発生時(地震など)の対応手順

②教育・訓練計画

上記の燃料取扱に求める技量を作業員に習得させるため、以下の教育・訓練を実施する

- 教育:上記Ⅰ～Ⅳについて手順書等を用いた座学教育の実施
- 訓練:設置されているFHM実機を使用した操作訓練の実施
- 避難訓練:避難経路(2ルート確保)の確認、避難経路を通っての避難訓練の実施

③実施体制

上記の教育・訓練を受けた作業員が燃料取扱を実施する

実績(11月4日時点)　48名修了

©東京電力株式会社

参考7-2 ③：国際エキスパートグループによる作業安全性レビュー状況

【背景】

11月中旬からの福島第一原子力発電所4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに先立ち、がれきの影響、作業環境の違い等、使用済燃料プール燃料取り出しにおける潜在リスクに対する当社準備状況などについて第三者である技術研究組合 国際廃炉研究開発機構の国際エキスパートグループにレビューを実施して頂き、より安全・確実な使用済燃料プール燃料取り出しに取り組んでいるところ。

【実績】

平成25年9月25日	概要説明
10月22日～	関連資料送付（当社資料に基づくレビュー開始）
10月30日	テレビ会議実施
11月5日	コメント受領

〇レビューメンバー：【国際エキスパートグループ】UK、France、Russia、Ukraine、US

【主なコメント】

・作業安全に関し一定の理解を得ているところ。
・がれきによるチャンネルボックス固着時の対応など、モックアップやトレーニングによる作業習熟を図るべき
・燃料の取り出しは新燃料を優先的に取り出し作業習熟を図るべき
・全面マスクの着用は作業上の安全性を考慮し見直しを図るべき

【対応状況】

・頂いたコメントに対し、現在、確認を行っているところ。

【今後の予定】

福島第一原子力発電所サイト来所：平成25年11月14日～15日

©東京電力株式会社

参考7-2 ④:十分な事前準備

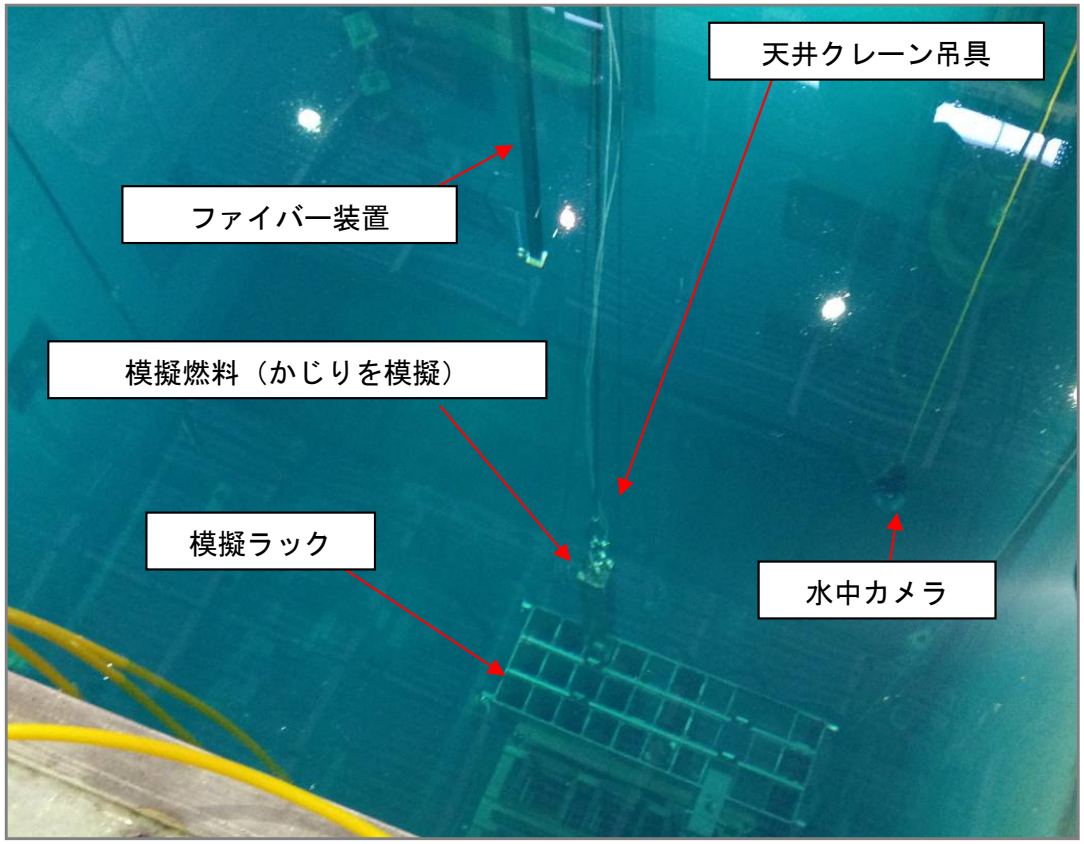
- **事前訓練の概要２**

・模擬設備を用いた燃料の引っかかり（かじり）対応訓練

訓練状況

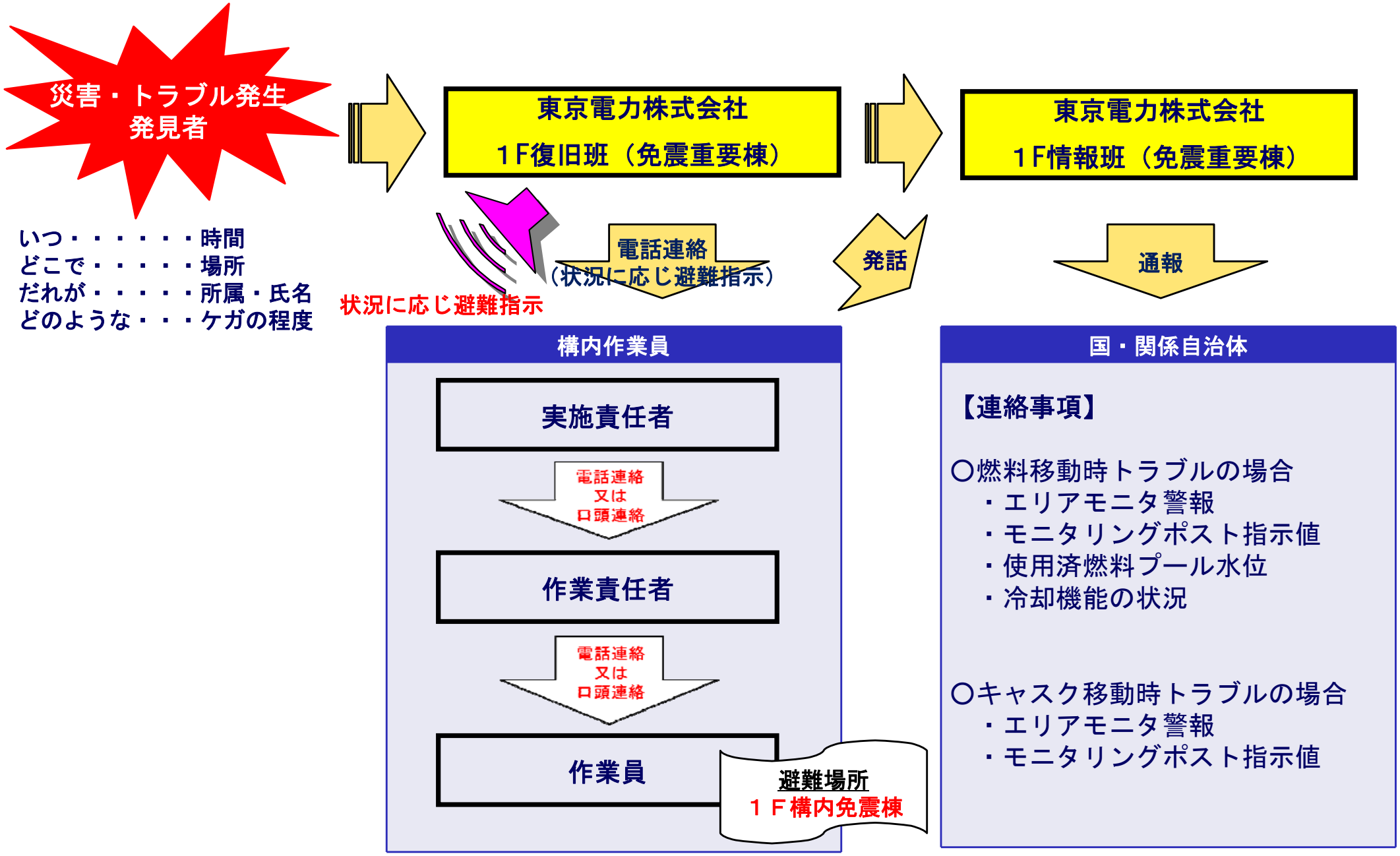
全面マスクおよびゴム手袋を
用いて現場状況を模擬

模擬燃料（かじりを模擬）、模擬ラック



©東京電力株式会社

参考7-3：通報連絡体制の整備（1F4燃料取り出し）



©東京電力株式会社

使用済燃料プール対策　スケジュール

東京電力株式会社
使用済燃料プール対策
2013年11月28日現在

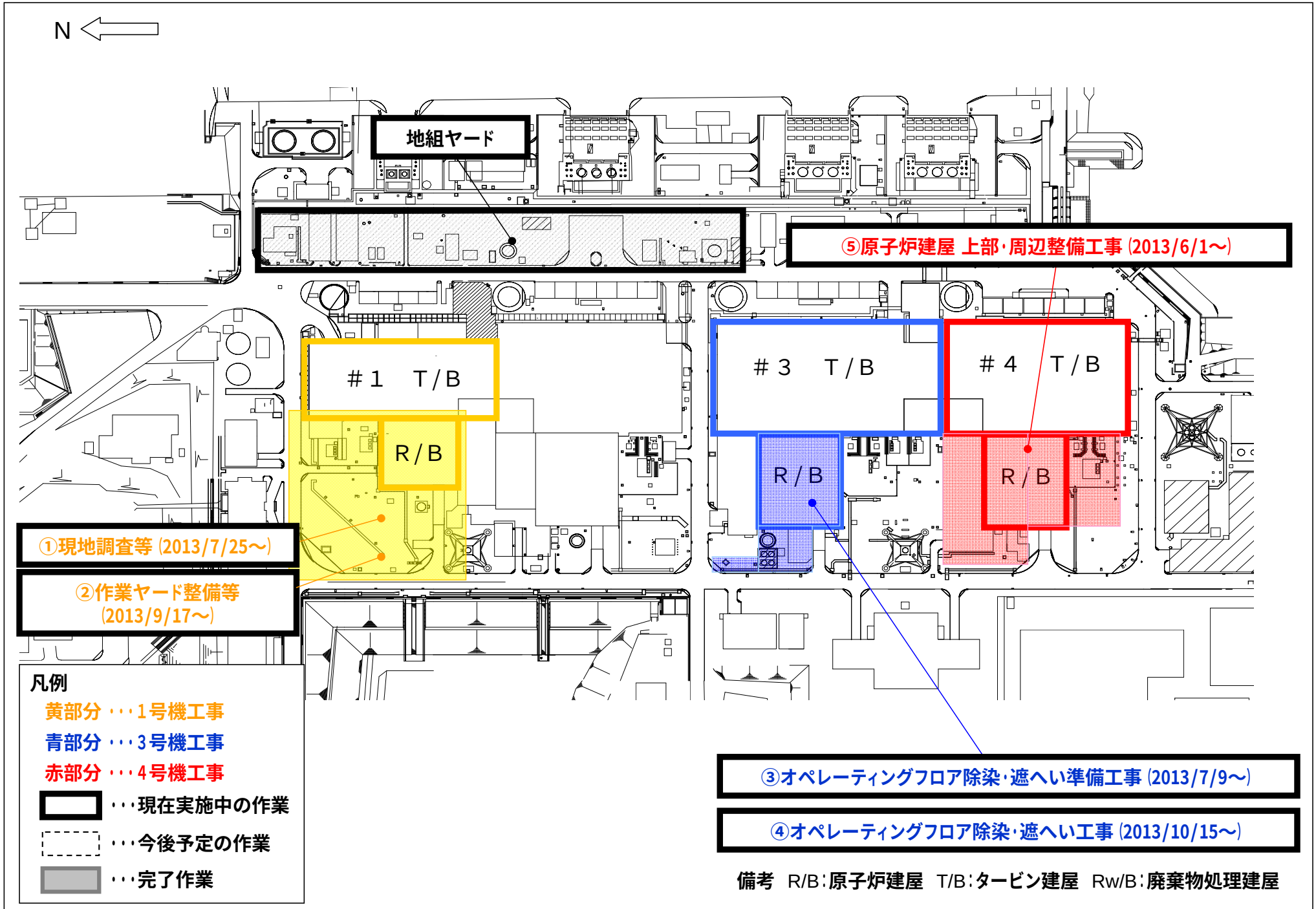
分野名	括り	作業内容		これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		備　考
使用済燃料プール対策	カバー	燃料取り出し用カバーの詳細設計の検討 原子炉建屋上部の瓦礫の撤去 燃料取り出し用カバーの設置工事	1号機	（実　績） ・燃料取り出し方法の基本検討 ・現地調査等 ・作業ヤード整備 （予　定） ・燃料取り出し方法の基本検討 ・現地調査等 ・作業ヤード整備	検討・設計：基本検討 現場作業：①現地調査等（7/25～） 原子炉建屋の躯体調査（機器ハッチ周り） 準備工事：②作業ヤード整備 等（9/17～）	【主要工程】 ・原子炉建屋調査：2013年12月初旬 ・原子炉建屋カバー解体：2013年度末頃～ ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期 ※○番号は、別紙配置図と対応
			2号機	（実　績） ・燃料取り出し方法の基本検討 （予　定） ・燃料取り出し方法の基本検討	検討・設計：基本検討	【主要工程】 ・原子炉建屋調査：2013年度末頃 ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期
			3号機	（実　績） ・オペレーティングフロア除染・遮へい準備工事 ・オペレーティングフロア除染・遮へい工事 （予　定） ・オペレーティングフロア除染・遮へい準備工事 ・オペレーティングフロア除染・遮へい工事	検討・設計：**（3号燃料取り出し用カバー）** 詳細設計、関係箇所調整 現場作業：**（3号瓦礫撤去）** ③オペレーティングフロア除染・遮へい準備工事（7/9～） ④オペレーティングフロア除染・遮へい工事(10/15～)	【主要工事工程】 ○除染・遮へい： ・オペレーティングフロア大型がれき撤去完了：10/11 ・オペレーティングフロア除染・遮へい準備工事：7/9～ ・オペレーティングフロア除染・遮へい工事：10/15～ ○燃料取り出し用カバー構築：2013年度末頃～ ○燃料取り出し開始：2015年度上半期 ※○番号は、別紙配置図と対応
			4号機	（実　績） ・原子炉建屋 上部・周辺整備工事 （予　定） ・原子炉建屋 上部・周辺整備工事	現場作業：**（4号燃料取り出し用カバー）** ⑤原子炉建屋 上部・周辺整備工事 **（4号原子炉建屋の健全性確認のための点検）** 健全性確認点検（7回目）	【主要工事工程】 ○燃料取り出し用カバー構築完了：2013年11月12日 ※○番号は、別紙配置図と対応 【規制庁関連】 ・使用前検査終了証受領（11/12）
	燃料取扱設備	クレーン／燃料取扱機の設計・製作 プール内瓦礫の撤去、燃料調査等	1号機	（実　績） ・燃料取り出し方法の基本検討 ・現地調査等 ・原子炉建屋カバーの排気設備停止・撤去等 （予　定） ・燃料取り出し方法の基本検討 ・現地調査等 ・原子炉建屋カバーの排気設備撤去等 ・使用済燃料プール周りの状況調査	検討・設計：基本検討 現場作業：使用済燃料プール周りの状況調査 現地調査等（7/25～） 準備工事：排気設備撤去等（9/17～）	【主要工程】 ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期
			2号機	（実　績） ・燃料取り出し方法の基本検討 （予　定） ・燃料取り出し方法の基本検討	検討・設計：基本検討	【主要工程】 ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期
			3号機	（実　績） ・クレーン／燃料取扱機の設計検討 （予　定） ・クレーン／燃料取扱機の設計検討 ・使用済燃料プール内瓦礫撤去	検討・設計：クレーン／燃料取扱機の設計検討 現場作業：使用済燃料プール内瓦礫撤去	・2013年度第3四半期の設計・製作完了を目途
			4号機	（実　績） ・天井クレーン等上架・設置完了 ・使用済燃料プール内瓦礫撤去 ・燃料取り出し （予　定） ・使用済燃料プール内瓦礫撤去 ・燃料取り出し	検討：IEGメンバーレビュー レビューコメント対応 現場作業：天井クレーン・FHM上架・設置作業(6/7～11/12) ▽**プールゲート閉** 炉内機器移動、仮保管ラック撤去 燃料ラック上小片瓦礫撤去 燃料取り出し	・2014年末頃の燃料取り出し完了を目途 【規制庁関連】 ・使用前検査終了証受領（11/12）

使用済燃料プール対策　スケジュール

東京電力株式会社
使用済燃料プール対策
2013年11月28日現在

分野名	括り	作業内容		これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		10月 11月 12月 1月 2月	備　考
使用済燃料プール対策	構内用輸送容器	構内用輸送容器の設計・製作	3号機	（実　績） ・構内用輸送容器の設計検討 （予　定） ・構内用輸送容器の設計検討	検討・設計	構内用輸送容器の設計検討	・2014年度第３四半期の設計・製作完了を目途
		構内用輸送容器の検討	4号機	（実　績） ・構内用輸送容器の適用検討 （予　定） ・構内用輸送容器の適用検討	検討・設計	構内用輸送容器の適用検討 （バックアップ容器の適用検討）	・2013年度末頃の検討完了を目途
	キャスク製造	輸送貯蔵兼用キャスク・乾式貯蔵キャスクの製造		（実　績） ・乾式キャスク製造中 ・輸送貯蔵兼用キャスク搬入 （予　定） ・乾式キャスク製造中 ・輸送貯蔵兼用キャスク搬入	調達・移送	輸送貯蔵兼用キャスク材料調達・製造・検査 乾式貯蔵キャスク製造・検査 （輸送貯蔵兼用キャスク搬入） ▽3基 ▽2基 工程調整中	
	港湾	物揚場復旧工事		（実　績） ・物揚場復旧工事 （予　定） ・物揚場復旧工事	現場作業	物揚場復旧工事（1月16日～）	・物揚場復旧工事完了：2014年7月末を目途
	共用プール	共用プール燃料取り出し 既設乾式貯蔵キャスク点検		（実　績） ・損傷燃料用ラック設計・製作 ・乾式キャスク仕立て作業 （予　定） ・損傷燃料用ラック設計・製作 ・乾式キャスク仕立て作業	検討・設計	損傷燃料用ラック設計・製作	共用プール内の使用済燃料を乾式キャスクに装填するための準備作業を開始（6/26） 新設の乾式貯蔵キャスク11基の搬出完了（10/14）
					現場作業	乾式キャスク仕立て作業 4号機燃料受け入れ	
	仮保管設備 キャスク	乾式キャスク仮保管設備の設置		（実　績） ・乾式キャスク仮保管設備の設置工事 （予　定） ・乾式キャスク仮保管設備の設置工事	検討・設計		【規制庁関連】 ・使用前検査:乾式キャスク、支持架台、コンクリートモジュール、クレーン、エリア放射線モニタ、基礎地盤 （実績）H25.10.14～16, 22, 23,H25.11.1,6～8,25,26,27 （予定）H25.11.28～H26.2.28
					現場作業	乾式キャスク仮保管設備の設置工事	
	研究開発	使用済燃料プールから取り出した燃料集合体の長期健全性評価		（実　績） ・長期健全性評価に係る基礎試験 ・燃料集合体の長期健全性評価技術開発 ・燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発 ・酸化膜測定 （予　定） ・長期健全性評価に係る基礎試験 ・燃料集合体の長期健全性評価技術開発 ・燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発	検討・設計	**[研究開発] 燃料集合体の長期健全性評価技術開発** **[研究開発] 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発** 長期健全性評価に係る基礎試験	
					現場作業	使用済燃料　酸化膜測定	
		使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討		（実績） ・損傷燃料等の処理に関する事例調査 （予定） ・損傷燃料等の処理に関する事例調査	検討・設計	**[研究開発]** **損傷燃料等の処理に関する事例調査**	

1，3，4号機 原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 燃料取り出し用カバー工事 他 作業エリア配置図



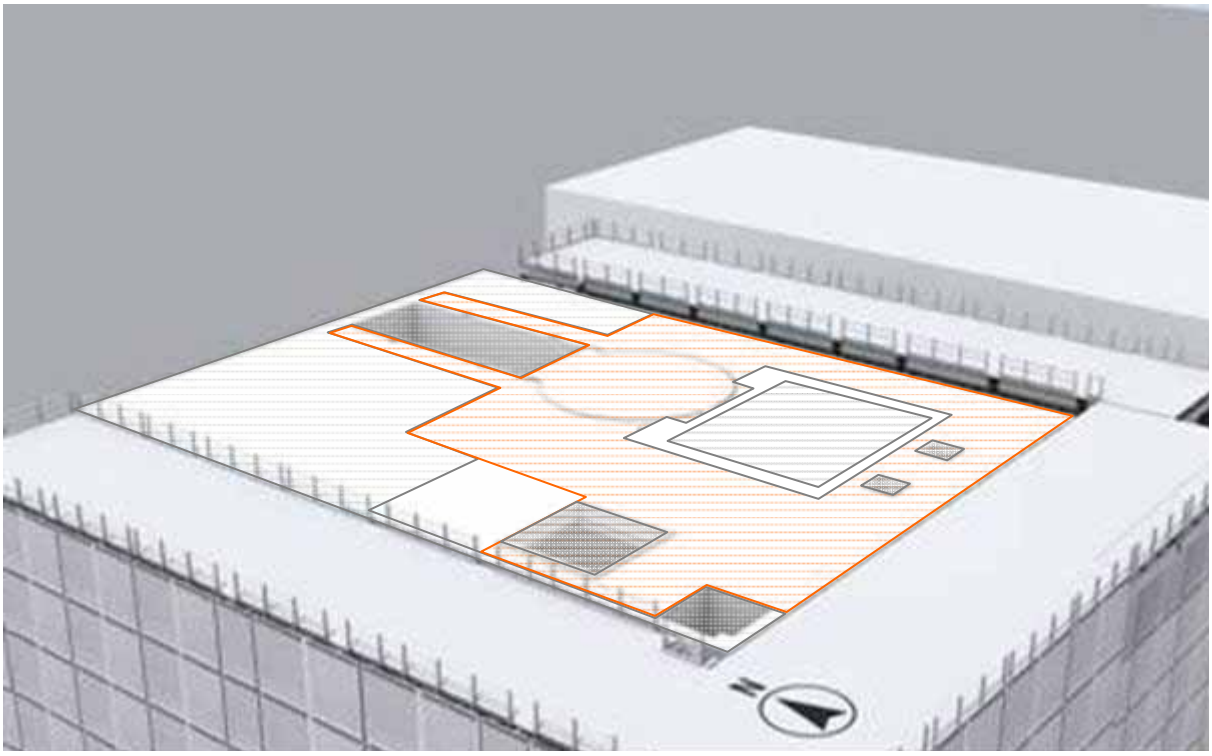
備考　R/B：原子炉建屋　T/B：タービン建屋　Rw/B：廃棄物処理建屋

東 京 電 力 株 式 会 社
使用済燃料プール対策
2013 年 11 月 28 日

【３号機原子炉建屋上部除染・遮へい工事】

■１０月３１日（木）～１１月２７日（水）主な作業予定
・Ｒ／Ｂ上部除染・遮へい準備工事
・Ｒ／Ｂ上部除染(がれき集積)
・ＳＦＰ内瓦礫撤去準備

□作業進捗イメージ図



【凡例】
除染対象外　がれき集積　がれき吸引　床表層切削　遮へい材設置
ＳＦＰ内瓦礫撤去
※除染･遮へい対策手順：がれき集積→がれき吸引→床表層切削→遮へい材設置

■１１月２８日（木）～１２月２６日（水）主な作業予定
・Ｒ／Ｂ上部除染・遮へい準備工事
・Ｒ／Ｂ上部除染(がれき集積、がれき吸引)
・ＳＦＰ内瓦礫撤去準備、瓦礫撤去

■備考
・Ｒ／Ｂ：原子炉建屋
・ＳＦＰ：使用済燃料貯蔵プール

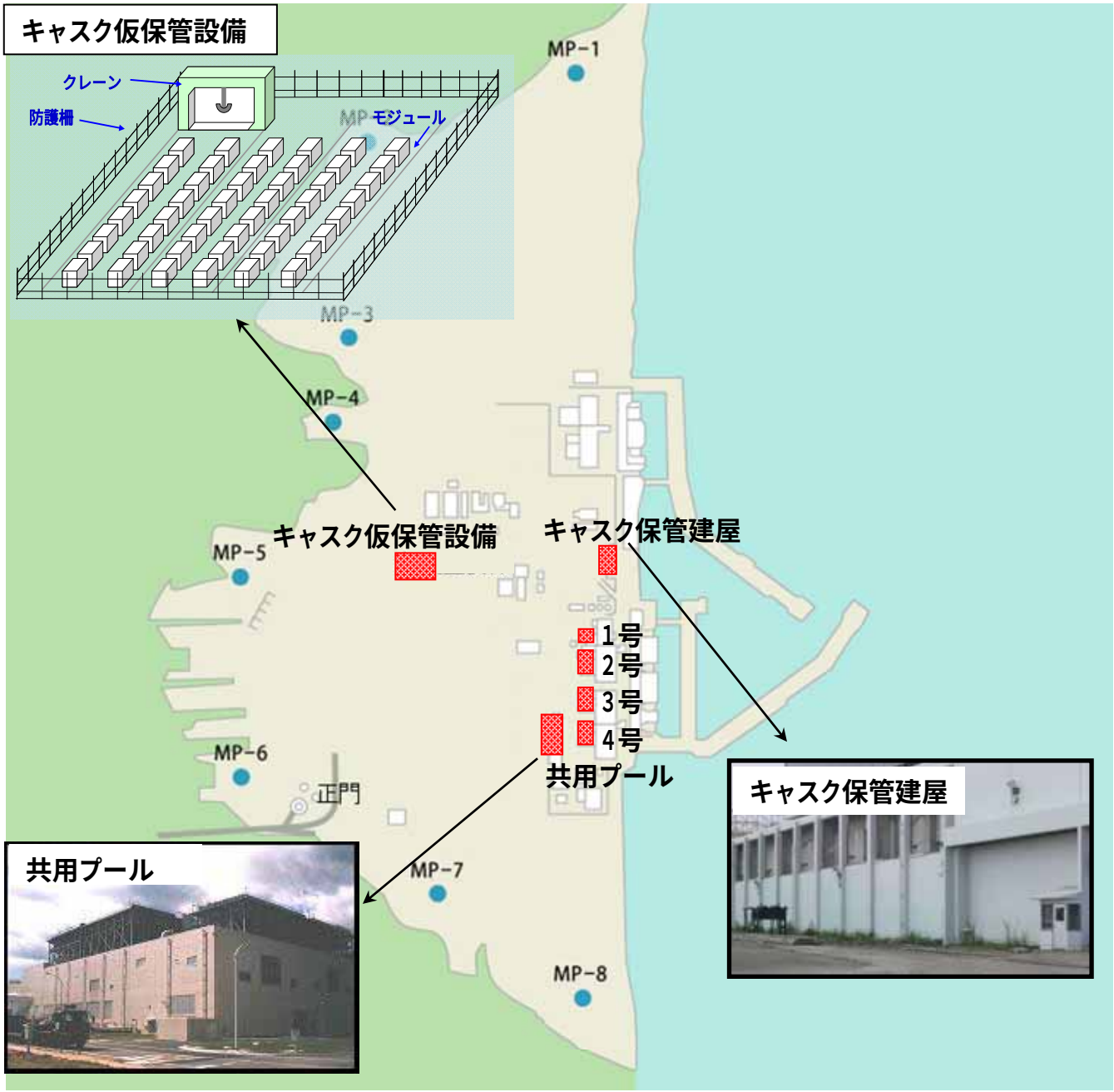
以　上

東京電力株式会社
2013年11月28日

使用済燃料の保管状況（H25.11.20時点）

保管場所	保管体数（体）			取出し率	（参考）	
	新燃料	使用済燃料	合計		H23.3.11時点	キャスク基数
1号機	100	292	392	0.0%	392	―
2号機	28	587	615	0.0%	615	―
3号機	52	514	566	0.0%	566	―
4号機	202	1331	1533	0.1%	1535	―
キャスク保管建屋	0	0	0	100.0%	408	0
合計	382	2724	3106	11.7%	3516	

保管場所	保管体数（体）			保管率	（参考）	
	新燃料	使用済燃料	合計		保管容量	キャスク基数
キャスク仮保管設備	0	1067	1067	36.4%	2930	23（容量：50）
共用プール	2	5716	5718	83.6%	6840	―



福島第一原子力発電所第４号機
燃料取り出しに向けた作業の進捗状況について

東京電力株式会社

平成25年11月28日

東京電力
TEPCO

瓦礫撤去作業に係わる作業実績及び予定

【作業実績】

・２０１３年　８月２７日　　原子炉ウェル内瓦礫撤去作業開始
・２０１３年　８月３０日　　原子炉ウェル内瓦礫撤去作業完了
・２０１３年　９月１７日　　使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業開始
・２０１３年　９月３０日　　使用済燃料ラック上部瓦礫撤去作業開始※
・２０１３年１０月　２日　　使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業完了（金属類）
・２０１３年１０月　８日　　原子炉圧力容器内炉内機器保管用ラック設置完了
・２０１３年１０月１５日　　使用済燃料プールゲート「開」実施
・２０１３年１０月１６日　　炉内機器移動作業開始
・２０１３年１０月２８日　　炉内機器移動作業完了
・２０１３年１０月３１日　　使用済燃料プールゲート「閉」実施
・２０１３年１１月　２日　　燃料健全性確認作業実施
・２０１３年１１月　４日　　燃料健全性確認作業終了
・２０１３年１１月１８日　　燃料取り出し作業開始

※使用済燃料プール内瓦礫撤去は，燃料取り出し作業中も並行して実施する予定。

福島第一原子力発電所４号機からの燃料取り出しにかかる安全対策等

＜参 考 資 料＞
平成25年11月15日
東京電力株式会社

＜共通事項＞事象発生時は作業を中断し、免震重要棟復旧班長に連絡を行う。

No.	項　目	安全対策	発生時の対応	備　考
1	燃料の落下	・基準地震動Ｓｓで落下しないような耐震設計 ・燃料把握機のワイヤーを二重化 ・電源断時、動力（空気）源喪失時に燃料を保持する構造 ・さらに燃料を吊っている状態では機械的にフックを開けない構造 ・作業手順書の整備、作業員への教育周知 ・有資格者による燃料取扱機操作	・作業員は直ちに避難 ・エリアモニタ等により状況を確認し、線量率を測定した後、当該燃料の状況を水中カメラによって確認し、未臨界等を確保し安全に保管できる措置を行う	
2	キャスクの落下	・基準地震動Ｓｓで落下しないような耐震設計 ・吊りワイヤーの二重化 ・電源断時にキャスクを保持するブレーキ構造 ・フックに外れ止めを設置 ・クレーンと吊具、吊具とキャスクの取付の二重化 ・クレーン、吊具の使用前点検 ・取付後の取付状態の確認、外れ止めの設置 ・作業手順書の整備、作業員への教育周知 ・有資格者によるクレーン操作 ・キャスク吊上げ高さが高い位置における落下時に備えた作業員の待避 ・キャスク落下時に備えた緊急対応手順および資機材の整備 ・キャスク吊り下ろし位置への緩衝材の設置	・作業員は直ちに避難 ・監視カメラによるキャスクの状態の確認、線量率の測定 ・キャスクの周囲に遮へいを設置、周囲の線量を下げる ・キャスク状態を確認後、キャスクを回収	
3	使用済燃料プール冷却系の停止、漏えい	・予備ポンプの設置 ・電源の多重化・多様化 （所内ディーゼル発電機、専用ディーゼル発電機） ・非常用可搬注水設備を配備（非常用電動ポンプ、消防車等） ・漏えい検知器の設置、および流出防止の堰を設置	・使用済燃料プールの水位、水温の確認 ・予備ポンプの起動 ・受電元の切り替え ・非常用注水設備からの注水を実施 ・トラブルの原因究明を行い、点検・交換等の対応を行う	冷却系が停止した場合でも崩壊熱の低下により、対応に十分な時間的余裕がある
4	使用済燃料プールからの漏えい	・水位監視 ・使用済燃料プールは基準地震動Ssに対して十分な裕度を確保 ・非常用注水ライン等注水ラインを設置 ・非常用可搬設備を準備済 （非常用電動ポンプ、消防車等）	・使用済燃料プールの水位、水温の確認 ・使用済燃料プールへの注水 ・漏えい箇所の隔離、ポンプ停止 ・漏えい箇所を特定の上、止水処置を実施	キャスク等の重量物は使用済燃料プール上を移動しない手順とし、かつクレーンのインターロックで移動可能範囲を制限している
5	燃料の取扱い時の燃料の異常の確認	・燃料取扱中の異常を荷重計により確認する ・過荷重を検知した場合には、上昇を阻止するインターロックを設置 ・燃料の吊上げに支障が無いことを確認するため、水中カメラを用いて事前にハンドル形状を確認する	・燃料取扱中に燃料の漏えい等が懸念された場合、エリアモニタ等により状況を確認し、線量率を測定した後、当該燃料の状況を水中カメラによって確認し、燃料ラックへの再着座など未臨界を担保し安定的に保管する措置を取る。	燃料はチャンネルボックスによって囲われており、ガレキとの接触があっても、直接燃料被覆管に影響を与えることはない

No.	項　目	安全対策	発生時の対応	備　考
6	漏えい等を確認した燃料の取扱い	・海水環境を模擬した腐食試験などにより震災による燃料の健全性への影響発生は低いことを確認済み ・震災時のガレキ落下による燃料健全性への影響が無いことを専用の治具により確認済み	・震災前から存在する漏えいが確認された燃料については、燃料輸送にあたって必要な安全解析を行い、実施計画にて安全性を規制委員会に確認頂いた後、キャスクを用いて輸送を行う ・震災前より大きく変形している燃料や、漏えい等が万が一新たに確認された場合は詳細な変形形状の調査を行った上で、臨界防止などの措置を講じた上で輸送する	漏えい等が確認された燃料は震災前から各号機以下の数保管されている １号機：70体 ２号機：３体 ３号機：４体 ４号機：３体
7	燃料（キャスク）取扱中の地震発生	【燃料取扱機の安全対策】 ・基準地震動Ｓｓで落下しないような耐震設計 ・燃料把握機のワイヤーを二重化 ・電源断時、動力（空気）源喪失時に燃料を保持する構造 ・さらに燃料を吊っている状態では機械的にフックを開けない構造 【クレーンの安全対策】 ・基準地震動Ｓｓで落下しないような耐震設計 ・吊りワイヤーの二重化 ・電源断時にキャスクを保持するブレーキ構造 ・フックに外れ止めを設置	・地震発生時、作業を一旦停止し収まるのを待つ ・強い地震を感じた場合は、地震収束後、燃料・キャスクを安全な場所に置く。その後、現場から即座に待避 ・津波の可能性について一斉放送などで確認その状況に応じてオペフロに待機	
8	燃料取扱中の燃料取扱機の故障 キャスク運搬中のクレーンの故障	・既設プラントと同等の設計・製作・検査を実施 ・日常点検／月例点検／年次点検の実施 ・有資格者による運転 ・予備品の確保	・状況を確認し故障箇所を特定するとともに、吊り荷を安定な場所に置く	
9	キャスク運搬中のトレーラーの事故、故障	・キャスク運搬前のトレーラーへのキャスク固定状態の確認 ・トレーラーの徐行運転 ・キャスク運搬経路の関係者以外の立入規制、見張り人の配置 ・トレーラーの使用前点検の実施	・キャスク運搬を止めて、キャスクの状態（外観、線量率）を確認、状態に応じた必要な措置を講じる ・キャスク運搬を止めて、トレーラーの修理を行う ・油漏れの場合には拡大を防止する	
10	カバー内の換気空調系停止	・予備機の自動起動 ・電源の多重化 ・ダストモニタの設置による雰囲気の監視 ・異常時の警報の発報	・予備機の起動 ・受電元の切り替え ・換気空調系停止の原因究明を行い、点検・交換等の対応を行う	
11	エリアモニタの上昇	【燃料取扱作業における被ばく低減対策】 ・燃料を水中から引き上げ過ぎないようなインターロックの設置 ・水中カメラにより燃料の吊上げ状態を監視 ・燃料の吊上げ座標の監視 【その他】 ・エリアモニタによる雰囲気線量の監視・警報 ・個人線量計の携帯 ・給気設備への高性能粒子フィルタの設置	・エリアモニタの警報が発報した際は、直ちに現場から待避する	
12	使用済燃料プールへの作業員の落下	・安全帯の着用 ・作業監視員の配置	・浮き輪をプールに投げ込み、落下者を救出 ・入退域管理棟もしくは免震棟へ搬送、除染、異常の有無の確認などを実施	
13	燃料取扱中の作業員の体調不良・ケガ	・作業前のTBM-KYによる体調および作業上のポイント確認 ・熱中症対策の実施（夏季） ・ローカル空調の配備 ・作業時間の管理	・復旧班長への連絡 ・救急医療室への連絡 ・体調不良者（けが人）の搬送	
14	火災	・建屋カバーに不燃材料を使用 ・ケーブル類は難燃性のものを使用 ・消火器の設置 ・消火用水の取り口の複数設置および放水用の消防ホースの整備 ・二方向避難（南側／北側）ルートの設置 ・オペフロ全体を監視できるようなウェブカメラの設置 ・原則として火気作業の禁止	・消火器による初期消火、自衛消防隊の定期的な訓練の実施 ・作業員の待避 ・迅速な通報連絡の徹底 ・モニタリングポストの値など監視モニタの確認と情報提供	

福島第一原子力発電所４号機燃料取り出し作業に関わる社内外レビュー結果概要

- **4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業に先立ち、がれきの影響および通常のプラントとの作業環境の違い等、燃料取り出しにおける潜在リスクに対する準備状況について、社内の原子力安全監視室のレビューに加え、社外専門家であるIEG(国際エキスパートグループ)や原子力改革監視委員会のレイク･バレット氏にもレビューをいただいた。**
- **いただいたコメントについては、対応状況を説明しご理解いただいた。(以下、参照)**

主なコメント	対応状況
作業開始公表前に手順やリスク評価について社内外のレビュー結果を踏まえた計画となっているか確認し、適切な責任者が承認するといった必要なプロセスを踏むこと。	・作業手順やリスク評価は社内外のレビューを受け、指摘されたコメントについては、手順への反映、作業員への展開など、燃料取り出しを実施するにあたって必要なものすべてについて対応したことを確認。 ・経営層による承認プロセスが完了。
第三者レビューも含めて、これまで何に取り組み、これから何に取り組む予定なのか情報発信すること。 作業開始後は、作業プロセスを可能な限りビジュアル化して透明性を持って情報発信すること。	・今回のレビュー結果の公表に加え、今後の取り組み状況については、原子力安全改革プランの下に設立された社内ソーシャル・コミュニケーション室の確認や社外のご意見を踏まえ、分かりやすく透明性を持った情報発信に努めて参りたい。
モックアップ・トレーニングや（核分裂生成物を含まない）新燃料を優先的に取り出すことによる作業習熟を図るべき。	・燃料・キャスク取扱いの実機を用いた訓練、確認に加えて、がれきによるチャンネルボックス固着時の対応などもメーカ工場や実機でのモックアップやトレーニングを事前に実施していることを説明し、ご理解いただいた。 ・また、１基目の新燃料輸送終了時に、作業上の問題がないかレビューを実施し、改善事項があれば手順等に反映することとしている。
全面マスクの着用は作業員のストレスとなり生産性を低下させる可能性があることから、不必要な着用は避けるべき。	・所全体として全面マスク着用省略可能エリアの拡大に向け取り組んでいる。 ・4号機燃料取り出し作業については、軽装備（半面マスク）での作業を行うこととしている。ただし、作業内容（キャスク洗浄作業など）に応じて全面マスクを使用する場合もある。
ＡＬＡＲＡ(**As Low As Reasonably Achievable**)の精神に則った作業を実施すること。 ＊ＡＬＡＲＡ：合理的に実行可能な限り低く	・ＡＬＡＲＡの精神に則り、通常作業時においては、給気フィルタ設置やプール水の継続的浄化により合理的に達成できる範囲で線量が低くなるよう、また、異常時は警報や一斉放送により即時退避できるよう過剰被ばく防止に努める。

以上

福島第一原子力発電所 ４号機新燃料取り出し後の作業手順レビューについて

・４号機使用済燃料プールからの燃料取り出し作業では、使用済燃料の取り出しに先だって、新燃料２２体の取り出しを行い、手順の確認を行った。
・その結果は以下のとおりであり、燃料取り出し作業にかかる各手順については特段問題なかったものの、作業を実施する上で、改善点が見いだされた。引き続き、安全を最優先に燃料取り出し作業を進めていく。

作業手順レビュー結果	対応事項
＜作業手順＞ 各手順は手順書に基づき実施された。燃料取出作業にあたって、各手順は特段問題なかったものの、作業環境の観点から以下の作業改善を実施することにした。	－
＜作業環境＞ ・キャスクピットでの燃料装填時に燃料内の砂塵が拡散し、作業を妨げるものではなかったものの、水中の視認性の低下が確認された。 ・キャスク蓋フランジ上にある砂塵を取り除くために、ホースからの流水による除去を行ったが、砂塵が舞うことで、蓋設置に時間を要した。	・仮設のポンプを用いて、キャスクピット内の水を吸引し、フィルタを通してプール内に戻すことにより、キャスクピット内の視認性に改善が見られた。今後も視認性が低下した場合には、同様の対応を行う。 ・フランジ上の砂塵をポンプによって吸引し、フィルタを通して、プール内に戻すこととし、砂塵が舞うことを防止する。
＜放射線管理＞ 燃料取り出し作業にかかる作業員の被ばく線量は、想定雰囲気線量(0.2mSv/h)に比較し、低く管理されていた。 －ＦＨＭ取り扱い時　：最大0.25mSv (0.07mSv/h,作業時間4h) －キャスク取り扱い時：最大0.30mSv (0.07mSv/h,作業時間4.5h)	・引き続き、ＡＬＡＲＡ(As Low As Reasonably Achievable)の精神に則り、引き続き線量低減に努めていく。 ＊ＡＬＡＲＡ：合理的に実行可能な限り低く

以 上

【参考資料】構内用輸送容器の移動作業（１）

構内用輸送容器の吊り上げ（１）

構内用輸送容器の吊り上げ（２）

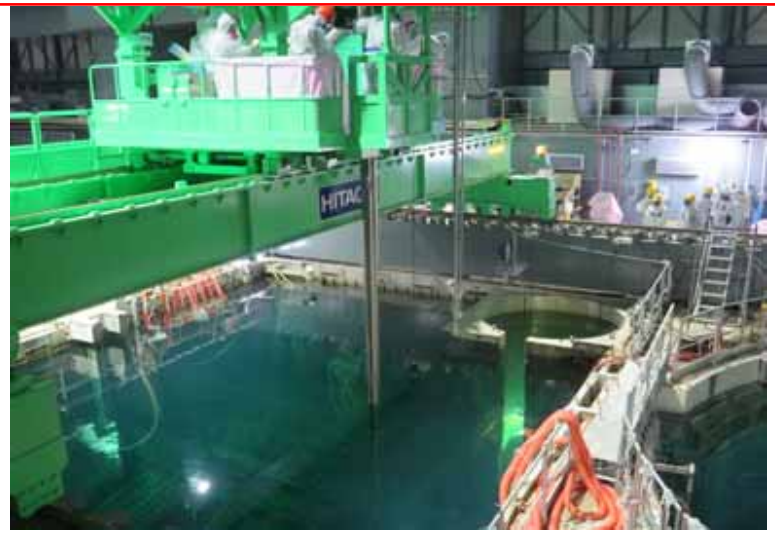
プールへの着水（１）

プールへの着水（２）

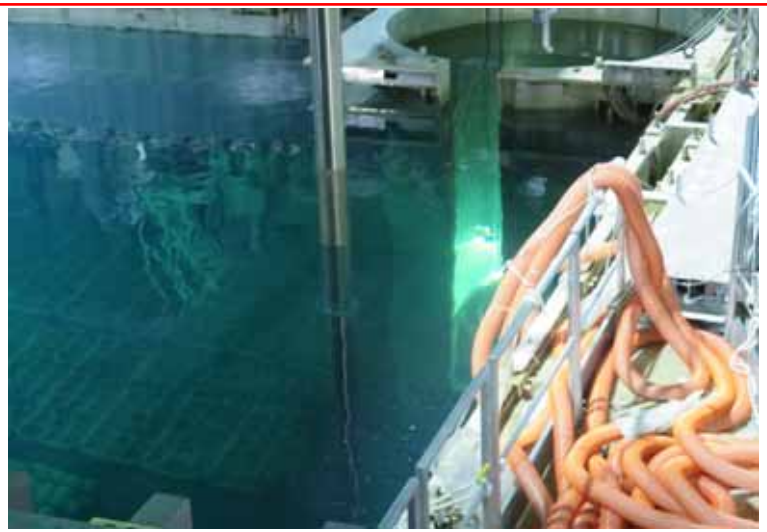
プールへの着水（３）

撮影日：平成25年11月18日　提供：東京電力株式会社

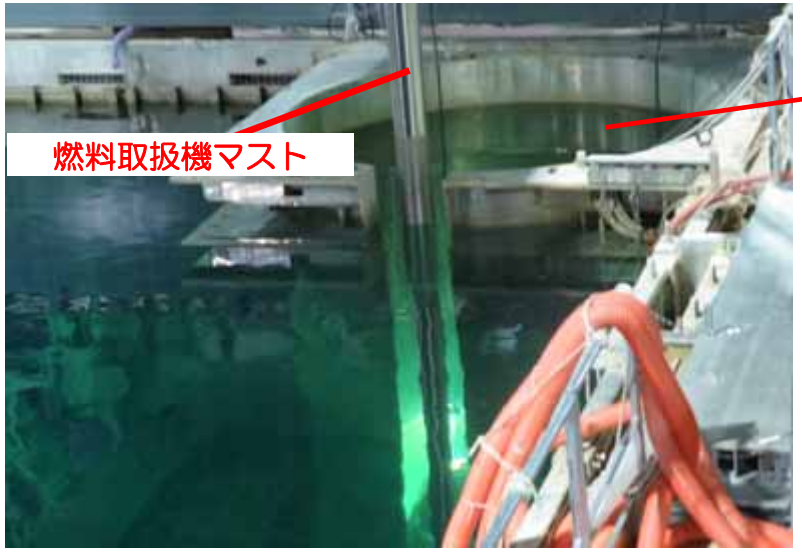
【参考資料】燃料取り出し作業



燃料取り出し作業（1）



燃料取り出し作業（2）



構内用輸送容器を入れているピット

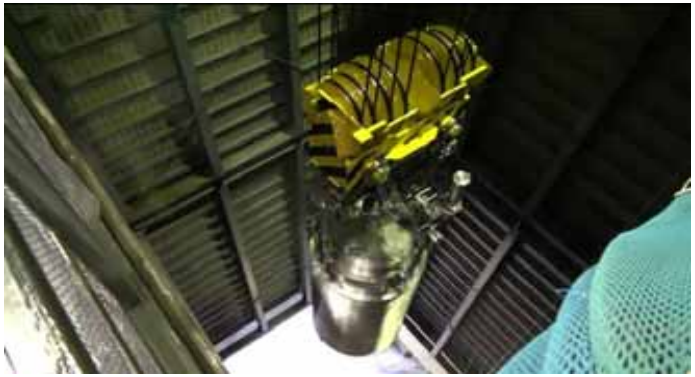
燃料取り出し作業（3）

撮影日：平成25年11月18日　提供：東京電力株式会社

【参考資料】構内用輸送容器の移動作業（２）

仕立ピットからの吊り上げ（１）

仕立ピットからの吊り上げ（２）



クレーンでの吊り降ろし

トレーラーへの積み込み（１）

トレーラーへの積み込み（２）

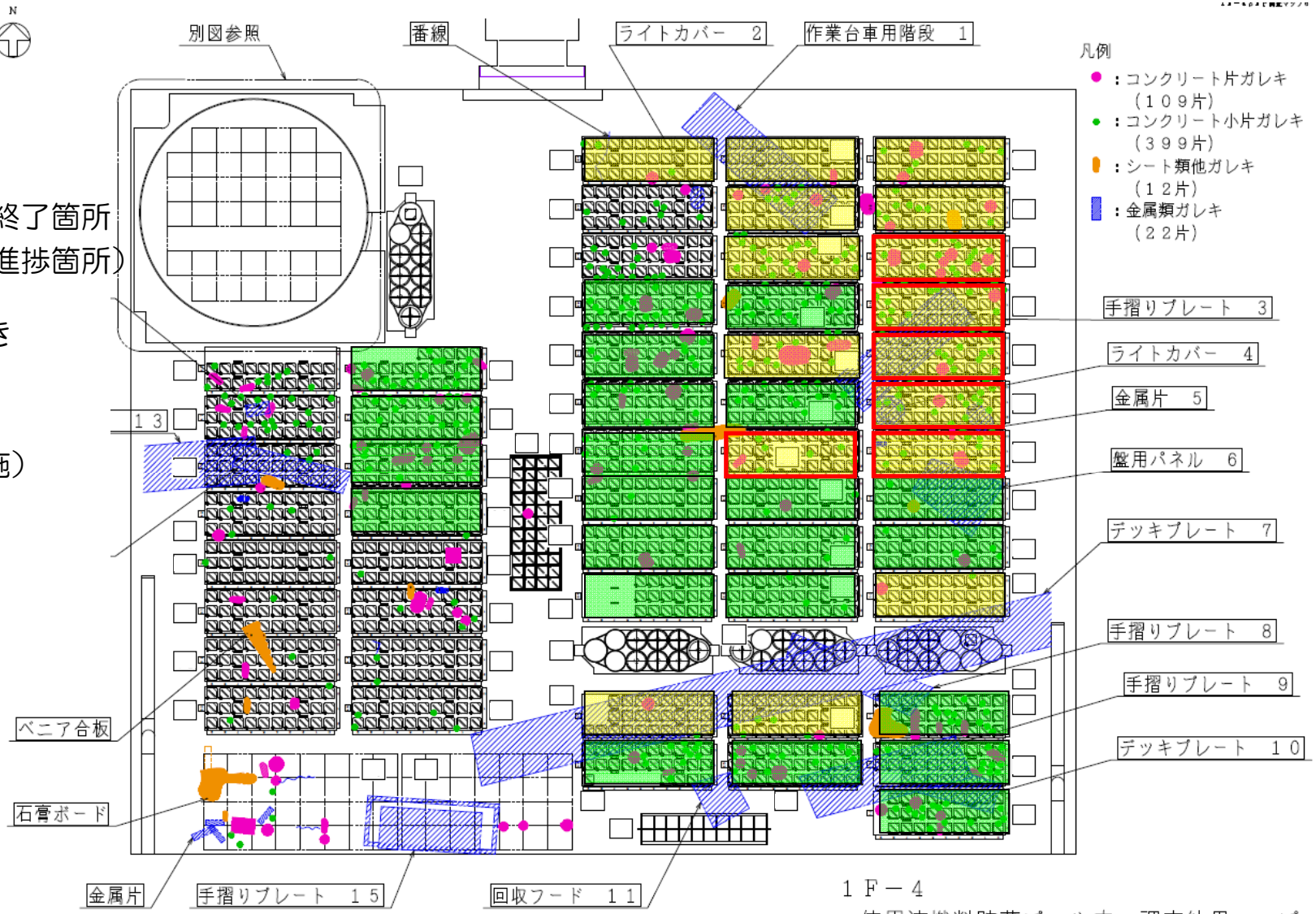
撮影日：平成25年11月21日　提供：東京電力株式会社

【参考資料】瓦礫撤去の進捗状況

：吸引回収
終了箇所

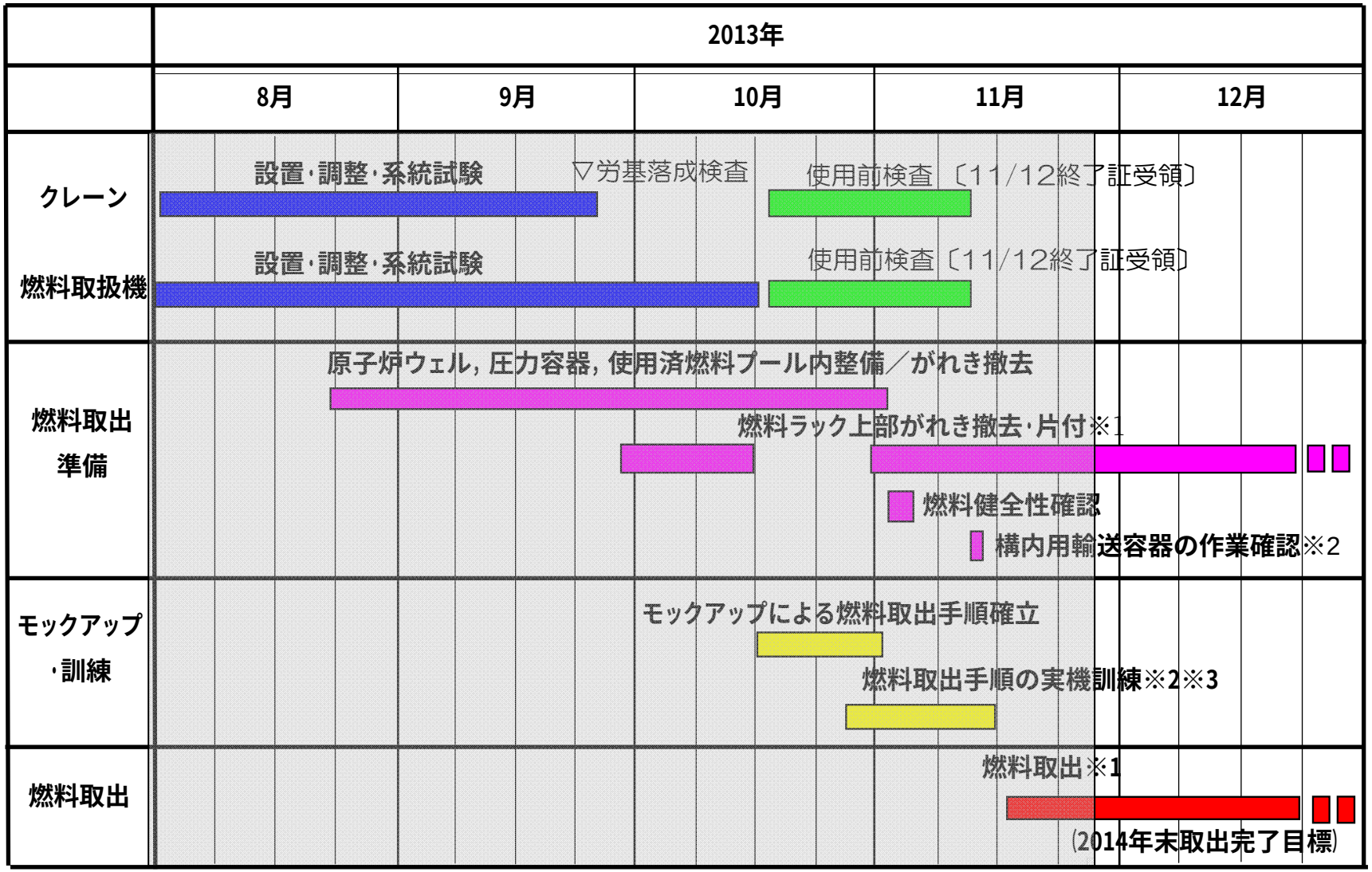
：吸引回収終了箇所
（前回から進捗箇所）

：小片がれき
把持撤去
終了箇所
（吸引未実施）



１Ｆ－４
使用済燃料貯蔵プール内　調査結果マップ

【参考資料】作業工程



※1：燃料取り出し作業は昼間，がれき撤去作業は夜間行う
※2：合わせて避難訓練を実施
※3：新規の作業員に対して，その都度実施していく

１Ｆ－３使用済燃料プール内大型瓦礫撤去作業の開始について

平成25年11月28日

東京電力株式会社

東京電力
TEPCO

１．作業概要

３号機使用済燃料プール内燃料（使用済燃料514体及び新燃料52体，計566体）が保管されているが，燃料取出の支障となる大型瓦礫（鉄筋，デッキプレート，屋根トラス材，燃料交換機（以下、ＦＨＭ）等）を原子炉建屋カバー設置前に６００ｔクレーン等を用いて撤去する。

なお，大型瓦礫撤去作業後には，燃料取出設備の設置，使用済燃料プール内小瓦礫撤去を行った後，燃料取出作業を実施することとなる。

対象範囲

使用済燃料プール内
大型瓦礫撤去

↓

燃料取出設備設置

↓

使用済燃料プール内
小型瓦礫撤去

↓

燃料取出

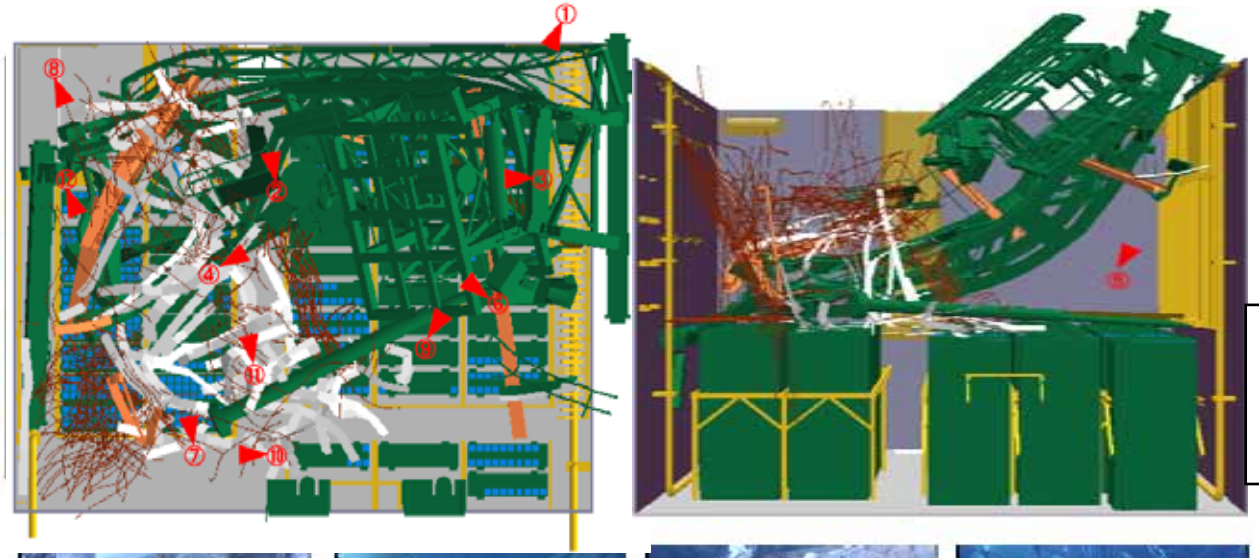
２０１３年2月１４日映像
使用済燃料プール周り主要瓦礫撤去完了

2．撤去対象瓦礫

■ 想定される瓦礫物量を以下に示す。

名　　称	数　量	備　　考
鉄筋(約0.01t)	180本	10mと想定
デッキプレート(約0.04t)	100枚	
屋根トラス材(約0.8t)	3本	使用済燃料プール内調査で確認済みのもの
コンクリート瓦礫(約0.07t)	－	0～500mm程度 人頭大コンクリート瓦礫(300mm×300mm×300mm)
ＦＨＭマスト(約1.6t)	1本	
ＦＨＭ(約35t)	1基	
ＦＨＭエンドトラック(約2.6t)	1本	
その他	－	燃料取出しに影響のある手摺，照明等の単品落下物

3．使用済燃料プール内状況



瓦礫区分
緑：燃料交換機
白：デッキプレート
橙：鉄骨
茶：鉄筋

①ウォークウェイ外れ状態

②SFP北側鉄骨

③トロリ内部状態

④走行式補助ホイスト

⑤ブリッジ東側下面状態
（外観上の異常はない）

⑥ブリッジ中央湾曲部

⑦SFP中央西エリア瓦礫

⑧キャスクエリア
コンクリート瓦礫

⑨SFP東側鉄骨

⑩SFP南西側瓦礫

⑪SFP中央部瓦礫

⑫SFP西側鉄骨

4．瓦礫撤去作業（1/3）

使用済燃料プール内大型瓦礫撤去順序

０．落下防止対策（ライニング養生）

↓

１．鉄筋・デッキプレートの撤去（①→②→③）

↓

２．マスト、屋根トラス材の撤去（④、⑤、⑥、⑦）

↓ ← 落下防止対策（ラック養生）

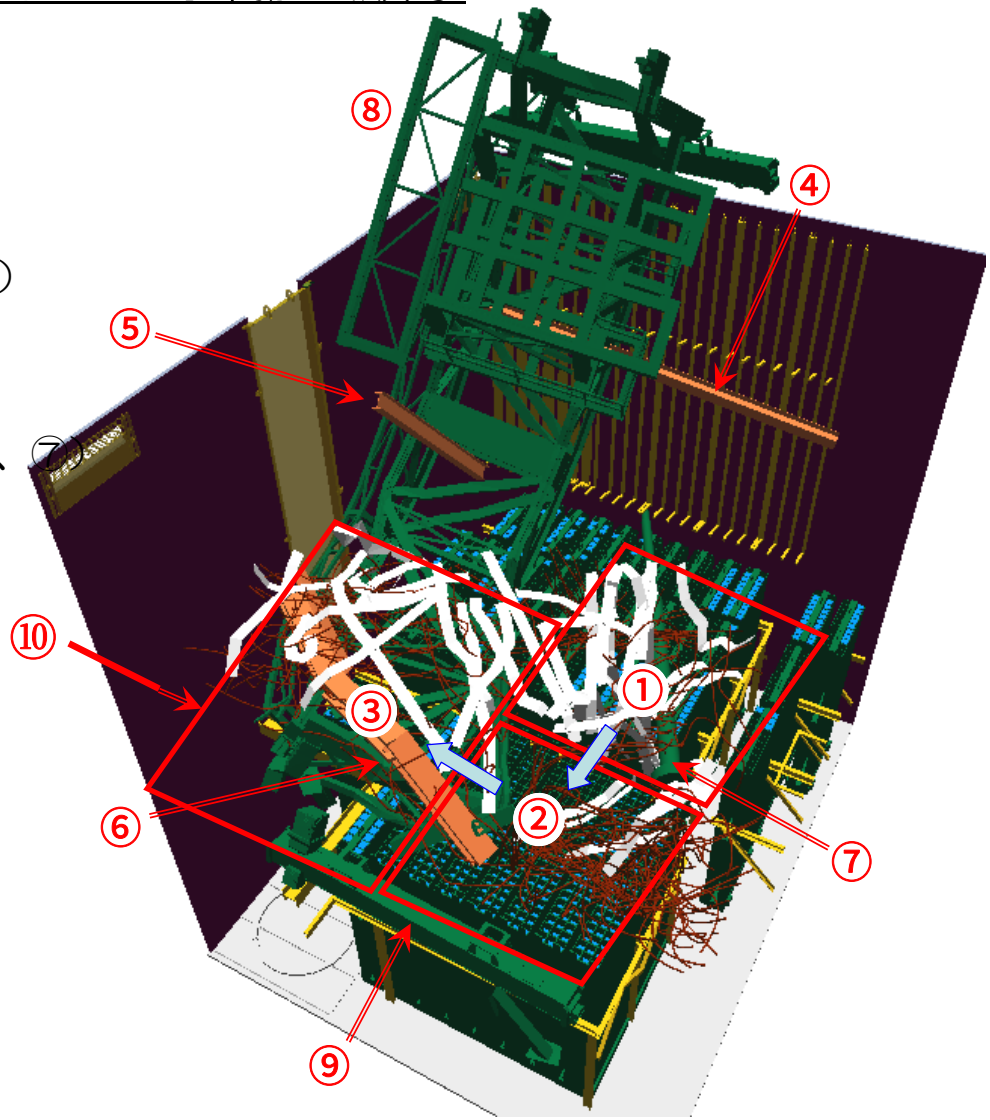
３．ＦＨＭの撤去（⑧）

↓

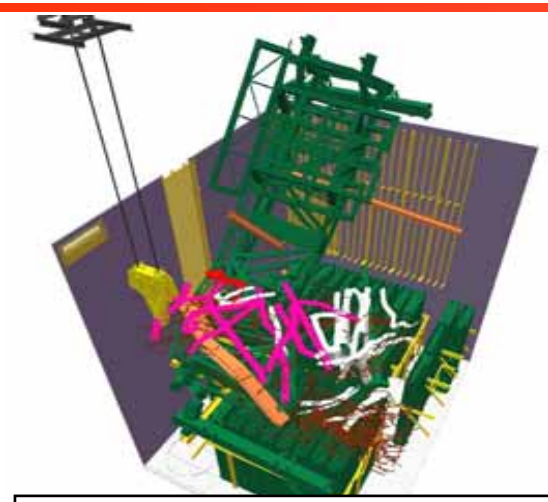
４．ＦＨＭ西側エンドトラックの撤去（⑨）

↓

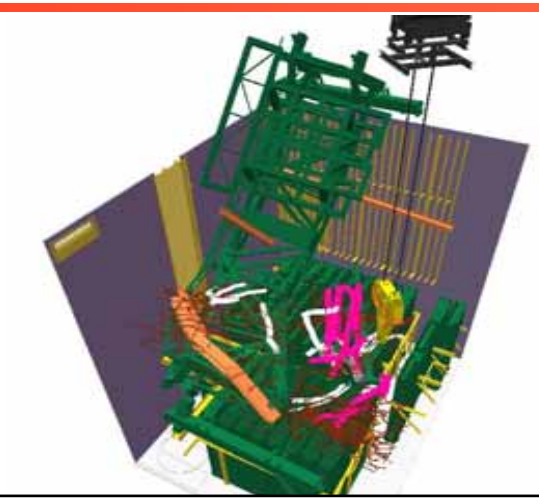
５．キャスクエリアの瓦礫撤去（⑩）



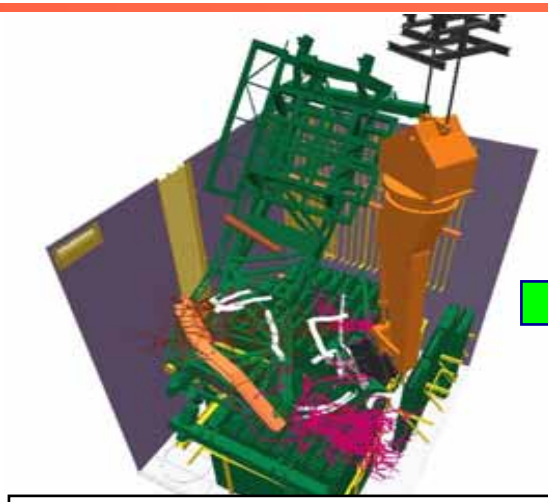
4．瓦礫撤去作業（2/3）



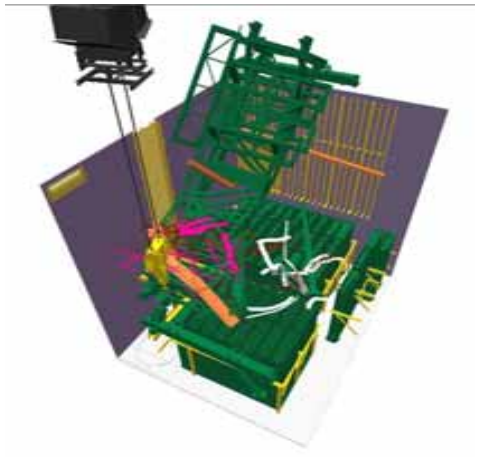
FHM及び他ガレキと干渉していない鉄筋、デッキプレート等撤去



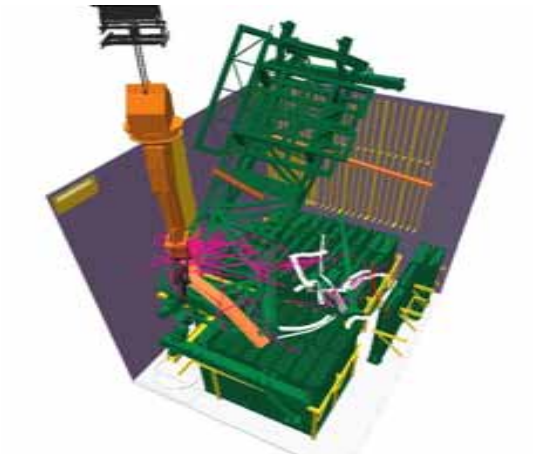
FHMと干渉していないが、他ガレキと干渉しているデッキプレート撤去



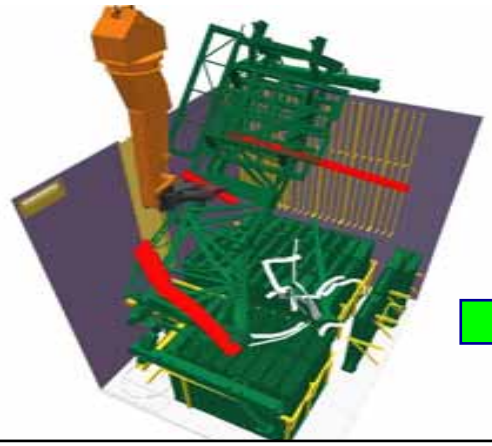
FHMと干渉していないが、他ガレキと干渉している鉄筋を撤去



FHMと干渉しているデッキプレートを撤去

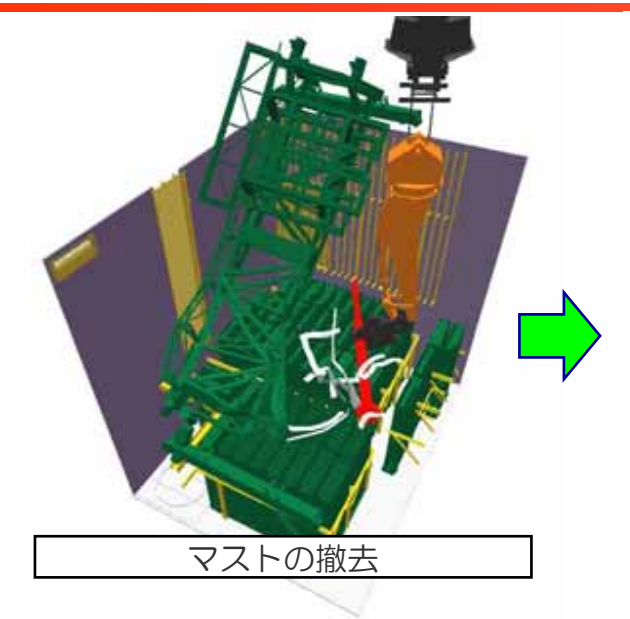


FHMと干渉している鉄筋を撤去（切断したデッキプレートも）

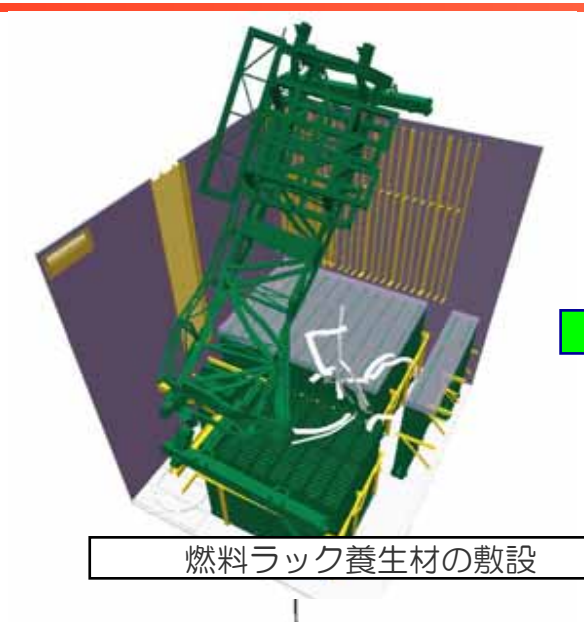


屋根トラス材を撤去
※図は現在確認されている屋根トラス（３本）

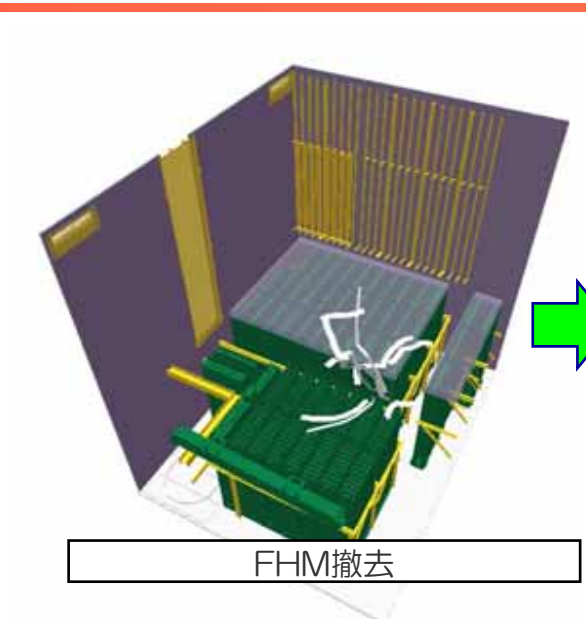
4．瓦礫撤去作業（3/3）



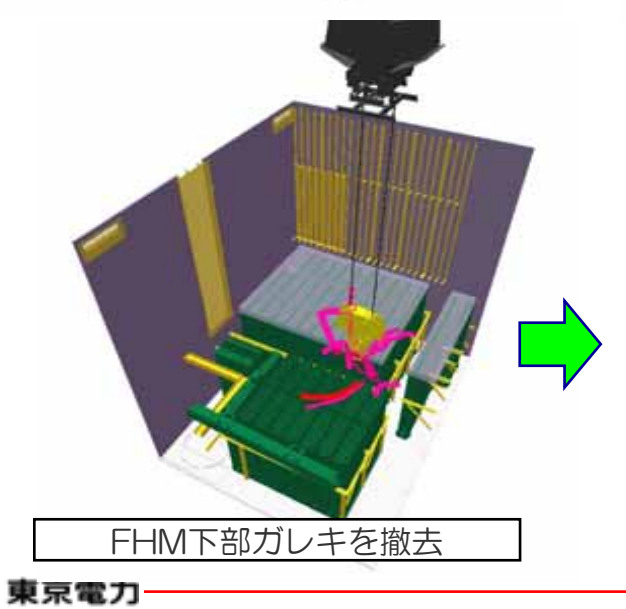
マストの撤去



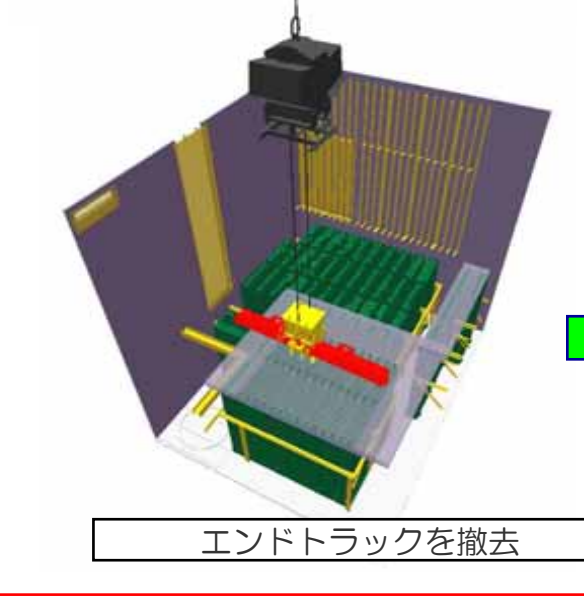
燃料ラック養生材の敷設



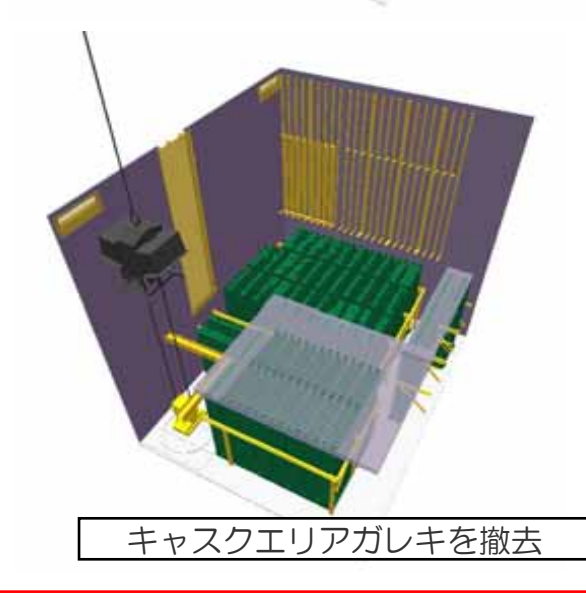
FHM撤去



FHM下部ガレキを撤去



エンドトラックを撤去



キャスクエリアガレキを撤去

５．撤去時の落下防止対策

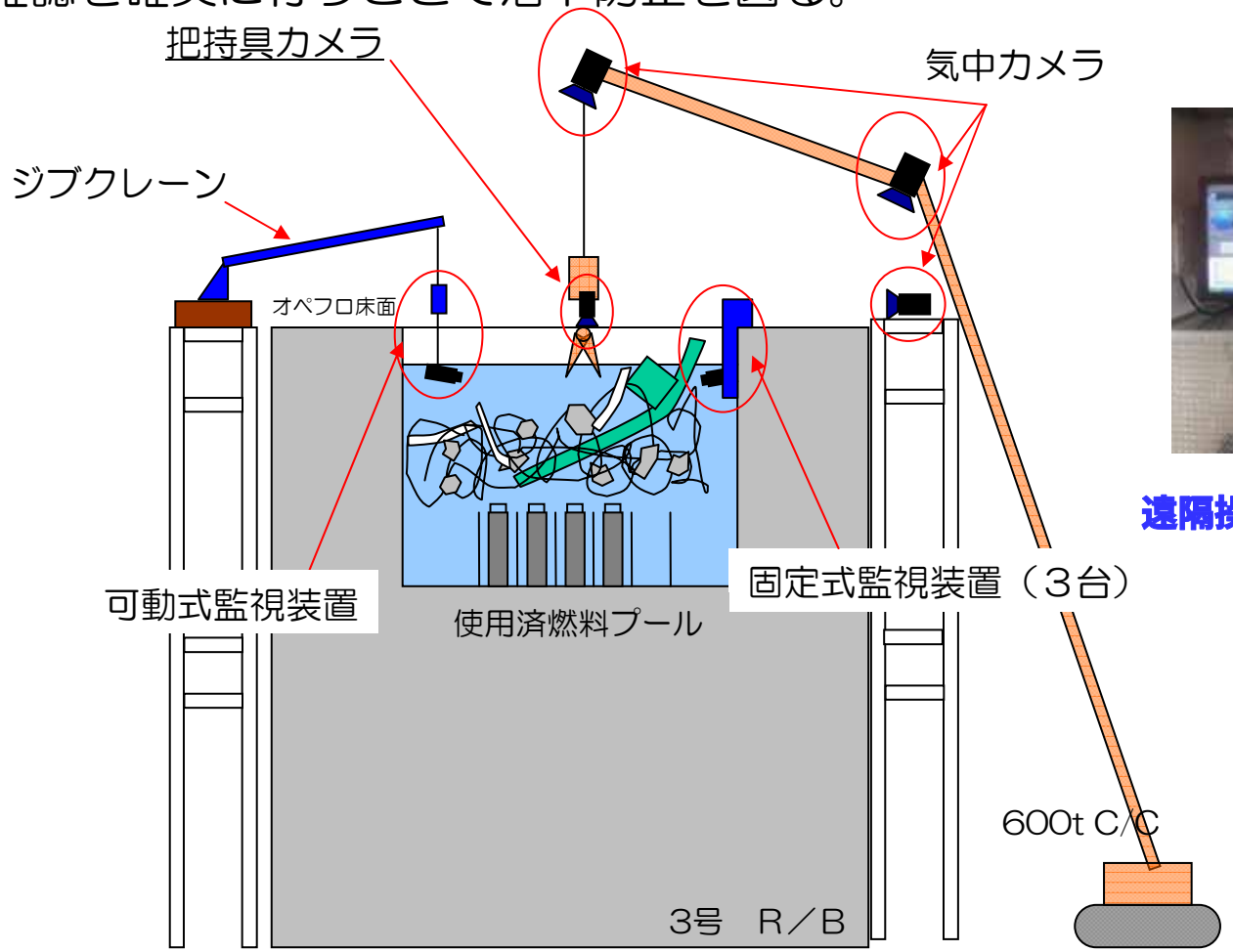
■以下の方法により撤去時の落下防止対策を行う。

①カメラによる確実な把持状態確認
② 燃料交換機をワイヤークリップで保持
③ 強力マグネット（定格吸引力８００ｋｇ）又はクランプ型把持具により，被切断部材を切断前に把持
④ クローラークレーン１台ではリスクが高い場合，クローラークレーン２台を使用
⑤ 使用済燃料プール内及びオペフロ上での瓦礫移動ルートを最適化

その他
落下影響のある部材（ライナー，燃料に影響のある部材）の重量・重心計算と切断・把持位置の事前確認

5．撤去時の落下防止対策①

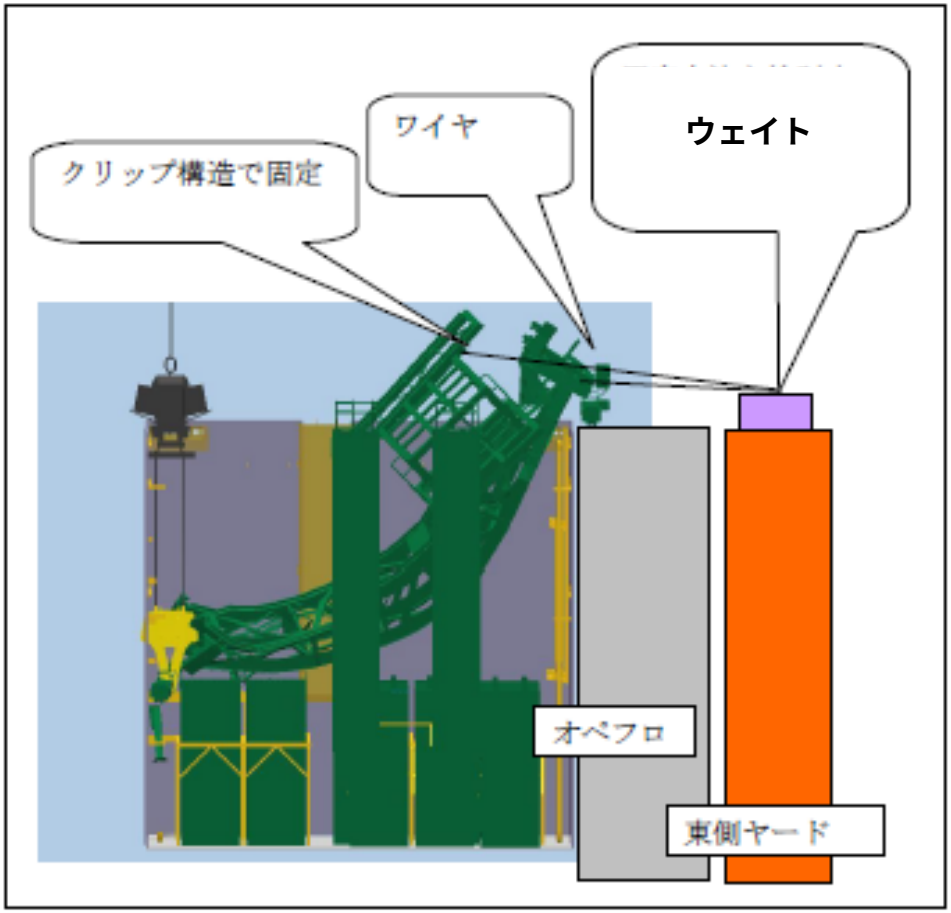
■これまでの建屋上部瓦礫撤去作業においては３台のカメラで実施。使用済燃料プール内瓦礫撤去作業においては８台にカメラを増やし把持状態、周辺監視の確認を確実に行うことで落下防止を図る。



遠隔操作室より把持状態を確認

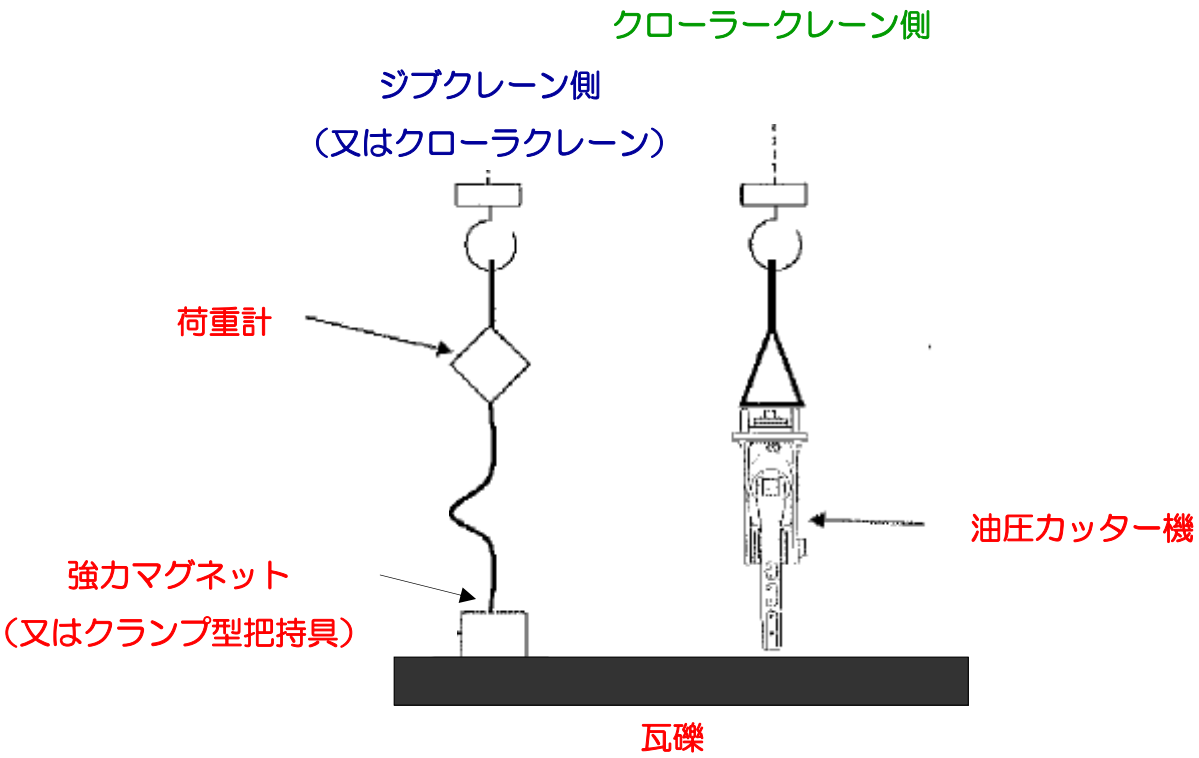
5．撤去時の落下防止対策②

■ウエイトを架台上に設置し，そこからワイヤークリップで燃料交換機を保持し，落下（すべり落ち）防止を図る。



ワイヤークリップ取付図（イメージ）

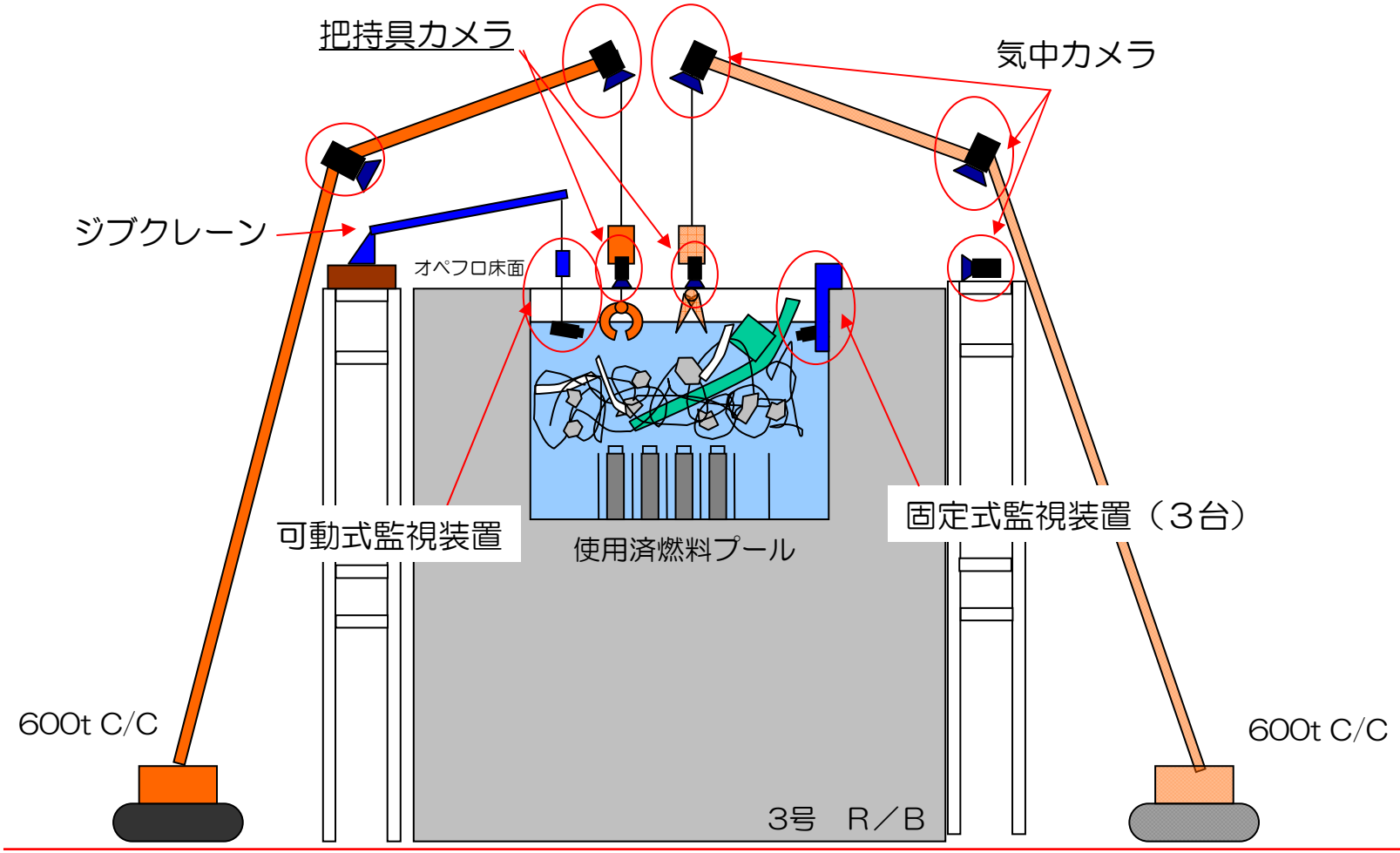
5．撤去時の落下防止対策③



■架台上に設置しているジブクレーン（又はクローラクレーン）には強力マグネット（又はクランプ型把持具）を常時装備させ、被切断部材を切断前に吸引し落下防止を図る。また、他の部材を吊り上げる場合においては当該強力マグネットは落下防止の補助も担う。

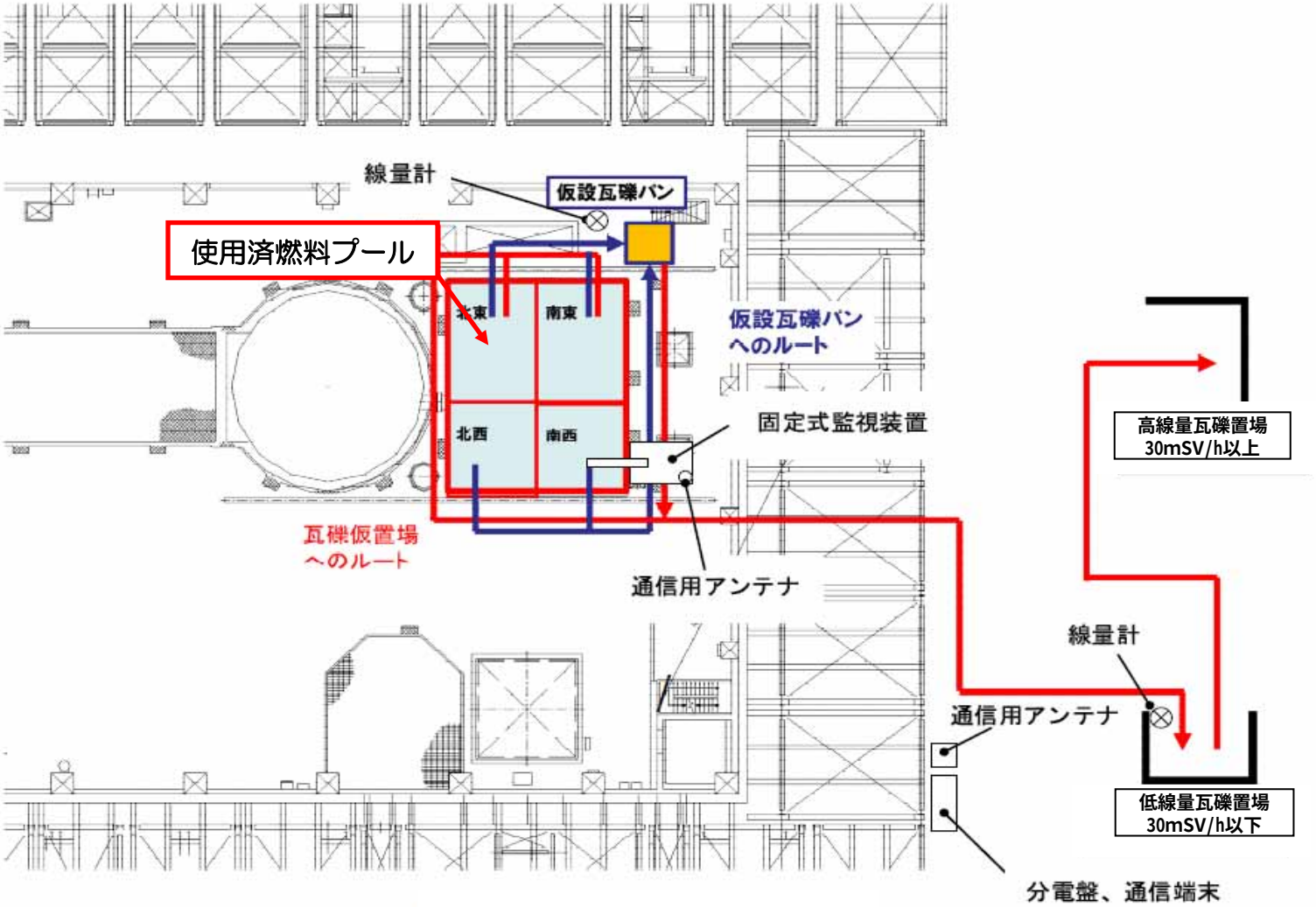
5．撤去時の落下防止対策④

■落下リスクが高いものを吊り上げる場合には、クローラークレーンを２台使用して確実な把持（２重化）を図る。この状態で作業を行う場合は、監視カメラを３台増やし監視強化を図る。



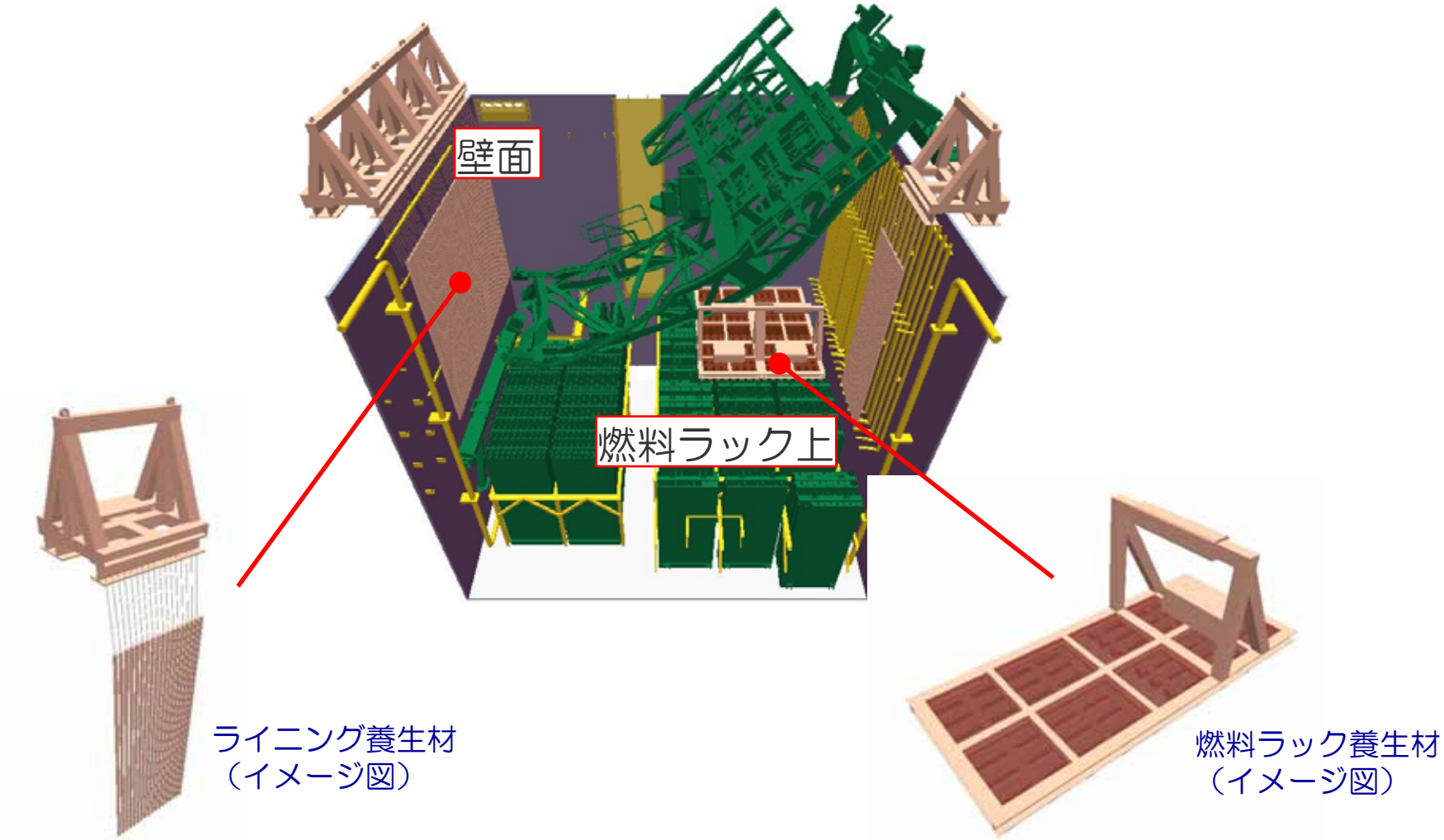
5．撤去時の落下防止対策⑤

■使用済燃料プール内から取扱具にて回収された瓦礫は，即座に使用済燃料プール上を回避することで落下防止を図る。



６．撤去時の干渉防止対策

■落下影響のある部材に対応するためライナー養生・ラック養生治具の設置を行う。



7．クレーン等の油の対策

■下記の対策実施により油混入を防止する計画である。

①瓦礫取扱具の油配管の保護

②瓦礫取扱具の確実な使用前点検

③撤去順序の考慮により鉄筋等瓦礫との接触を可能な限り回避

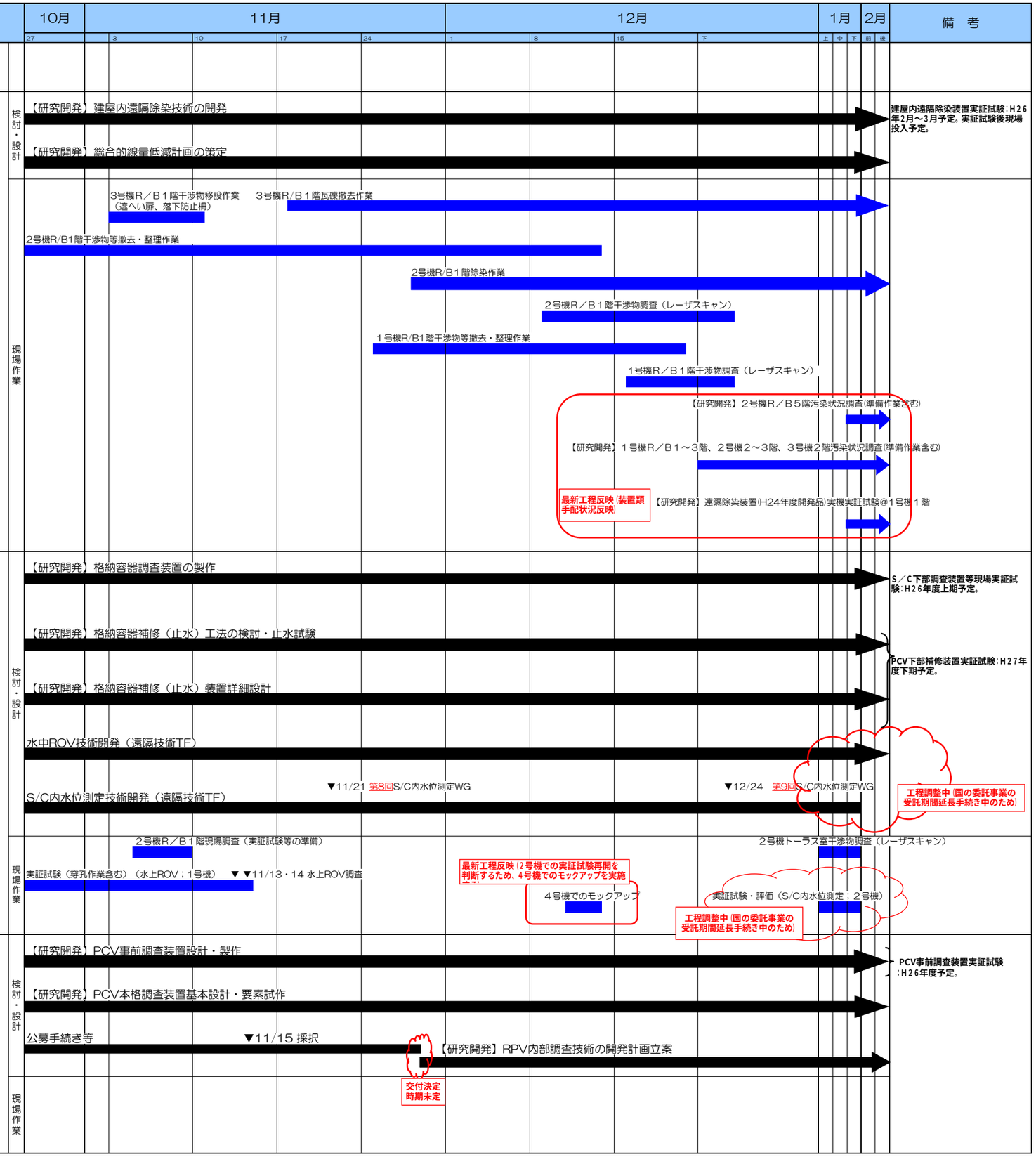
④原則オイルフェンスを設置

■作業中に油混入が発生した場合は，油吸着材により回収を実施。

※S/C内水位測定WGの実施回に誤りがございました。お詫びして訂正させていただきます（平成26年1月14日訂正）。

燃料デブリ取り出し準備　スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定
燃料デブリ取り出し準備	共通		（実　績） （予　定）
	建屋内除染	建屋内の除染	（実　績） ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・建屋内遠隔除染技術の開発（継続） ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定 ・総合的線量低減計画の策定（継続） ・２号機　R/B1階干渉物等撤去・整理作業（継続） （予　定） ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・建屋内遠隔除染技術の開発（継続） ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定 ・総合的線量低減計画の策定（継続） ○１/3号機R/B１階瓦礫撤去作業 ・3号機R/B１階瓦礫撤去作業 ○２号機R/B1階干渉物等撤去・整理作業（継続） ○3号機Ｒ／Ｂ１階干渉物移設作業
	格納容器調査・補修	格納容器 (建屋間止水含む) 漏えい箇所の 調査・補修	（実　績） ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 格納容器調査装置の設計・製作・試験等（継続） ○【研究開発】格納容器補修装置の設計・製作・試験等 格納容器補修装置の設計・製作・試験等（継続） ○　遠隔技術タスクフォース ・実証試験（穿孔作業含む）（水上ROV；1号機） （予　定） ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 格納容器調査装置の設計・製作・試験等（継続） ・2号機R/B１階現場調査（実証試験等の準備） ○【研究開発】格納容器補修装置の設計・製作・試験等 格納容器補修装置の設計・製作・試験等（継続） ○　遠隔技術タスクフォース ・　S/C内水位測定WG
	燃料デブリ取出し	燃料デブリの 取出し	（実　績） ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV事前調査装置設計・製作（継続） ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作（継続） ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発 ・公募手続き等（11/15採択） ・RPV内部調査技術の開発計画立案 （予　定） ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV事前調査装置設計・製作（継続） ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作（継続） ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発 ・公募手続き等（11/15採択） ・RPV内部調査技術の開発計画立案



※S/C内水位測定WGの実施回に誤りがございました。お詫びして訂正させていただきます（平成26年1月14日訂正）。

燃料デブリ取り出し準備　スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		10月	11月	12月	1月	2月	備　考
					27	3 / 10 / 17 / 24	1 / 8 / 15 / 下	上 中 下	前 後	
燃料デブリ取り出し準備	RPV／PCV健全性維持	圧力容器/格納容器の健全性維持	（実　績） ○【研究開発】圧力容器／格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発（継続） ○腐食抑制対策 ・窒素バブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施（継続） （予　定） ○【研究開発】圧力容器／格納容器腐食に対する健全性の評価技術の開発（継続） ○腐食抑制対策 ・窒素バブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減実施（継続）	検討・設計	【研究開発】 原子炉容器の構造材料腐食試験 【研究開発】腐食抑制策確証試験 【研究開発】 原子炉容器、RPVペデスタル構造物余寿命・寿命延長評価 【研究開発】 RPVペデスタル健全性に対する高温デブリ落下影響評価 【研究開発】 原子炉注水配管等の評価				
				現場作業	腐食抑制対策（窒素バブリングによる原子炉冷却水中の溶存酸素低減）					
	炉心状況把握解析	炉心状況把握解析	（実　績） ○【研究開発】事故時プラント挙動の分析 事故時プラント挙動の分析（継続） ○【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化 シビアアクシデント解析コード高度化（継続） （予　定） ○【研究開発】事故時プラント挙動の分析 事故時プラント挙動の分析（継続） ○【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化 シビアアクシデント解析コード高度化（継続）	検討・設計	【研究開発】事故時プラント挙動の分析 【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化 △11/19　MAAP高度化 プロジェクト会議（ワシントンD.C） △11/28 第一回外部委員会					
				現場作業						
	取出後の燃料デブリ安定保管処理・処分	模擬デブリを用いた特性の把握 デブリ処置技術の開発	（実　績） ○【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討（継続） ・機械物性評価（U-Zr-O） ・福島特有事象の影響評価（海水塩・B4C等との反応生成物）（継続） ○【研究開発】デブリ処置技術の開発 ・シナリオ検討に向けた技術的要件の整理、処置技術の適用性検討（継続） （予　定） ○【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討（継続） ・機械物性評価（U-Zr-O）（継続） ・福島特有事象の影響評価（海水塩・B4C等との反応生成物）（継続） ○【研究開発】デブリ処置技術の開発 ・シナリオ検討に向けた技術的要件の整理、処置技術の適用性検討（継続）	検討・設計	【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討 ・機械物性評価（U-Zr-O） ・福島特有事象の影響評価（海水塩・B4C等との反応生成物） 【研究開発】デブリ処置技術の開発				
				現場作業						
	燃料デブリ臨界管理技術の開発	燃料デブリ臨界管理技術の開発	（実　績） ○【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発（継続） （予　定） ○【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発（継続）	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発					
				現場作業						

凡　例

- ：　検討業務・設計業務・準備作業
- ：　状況変化により、再度検討・再設計等が発生する場合
- ：　現場作業予定
- ：　天候状況及び他工事調整により、工期が左右され完了日が暫定な場合
- ：　機器の運転継続のみで、現場作業（工事）がない場合
- ：　2014年2月以降も作業や検討が継続する場合は、端を矢印で記載
- ：　工程調整中のもの

福島第一原子力発電所２号機原子炉建屋１階における除染作業の実施について

平成25年１１月２８日

東京電力株式会社

東京電力

TEPCO

1. 概要

■原子炉格納容器（ＰＣＶ）内部調査等の建屋内作業を実施するためには線量低減が必要であり、建屋内作業における機器や作業員の汚染などを防ぐため、本格的な建屋内除染の前段階として、11月28日から２号機原子炉建屋１階において床面の除染作業を開始する。

■今回の除染作業においては、遠隔操作による除染装置（ラクーン）を投入することで床面などの除染を実施し、汚染の除去および空間線量の低減について効果を確認する。

■今後、今回の除染の効果を確認し、建屋全体の除染について検討していく。

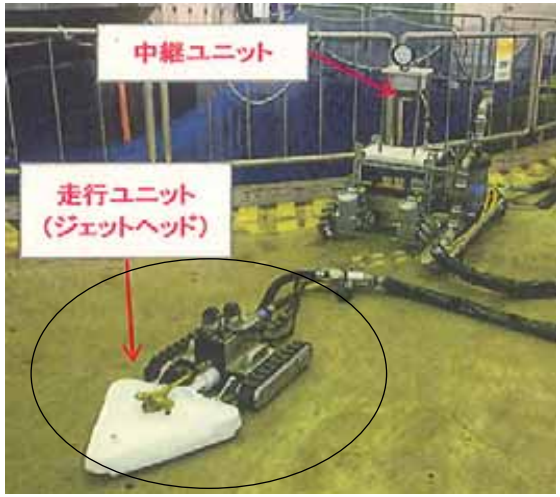
２．遠隔操作装置と作業の概要

■遠隔操作装置：ラクーン （走行ユニット+中継ユニットにより構成）

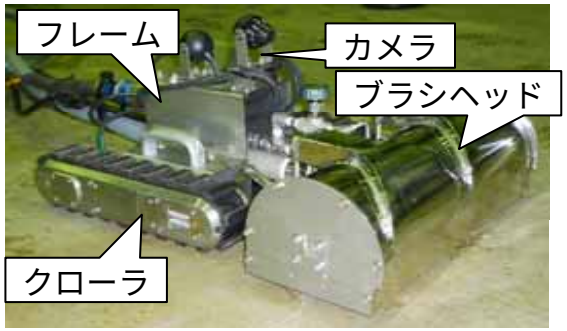
●走行ユニット
（ジェットヘッド／ブラシヘッド／吸引ヘッドに換装可能）
・寸法：W462×L905×H302 mm／35 kg （ジェットヘッド）
・走行速度：0～10 m/min
・供給水量： 約13 L/min（ジェットヘッド）・供給水圧（ヘッド部）：約15MPa

●中継ユニット
・寸法：W 631×L 1152×H 1158 mm / 100 kg
・走行速度：0～10 m/min

●有線による遠隔操作



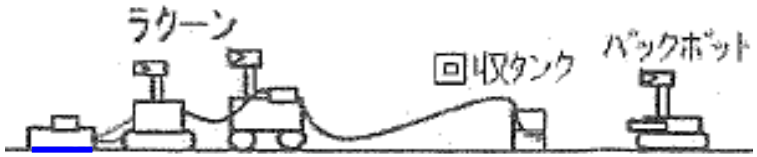
走行ユニット（ジェットヘッド装着時）

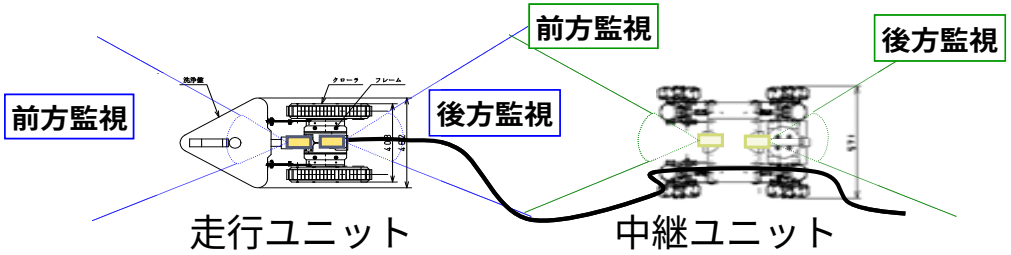


走行ユニット（ブラシヘッド）

■除染箇所：２号機原子炉建屋１階　床面

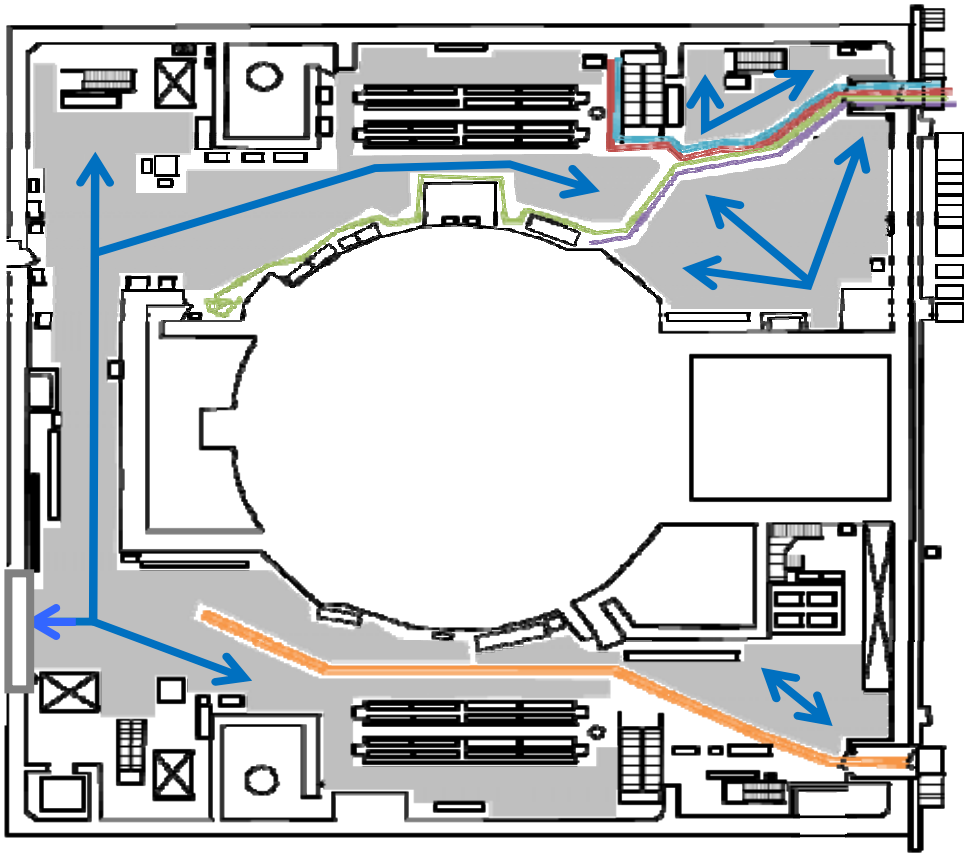
■作業概要
走行ユニットヘッド内（ジェット/ブラシ）から床面に水を供給し、
同時にヘッド内で排水を吸引を行うことで除染を実施する。



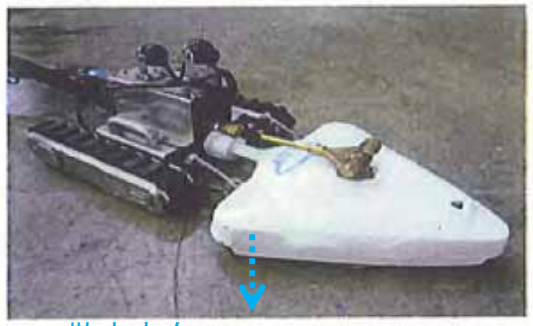


３．除染作業エリア

■除染作業エリア：２号機原子炉建屋１階（床面など）



アクセスルート

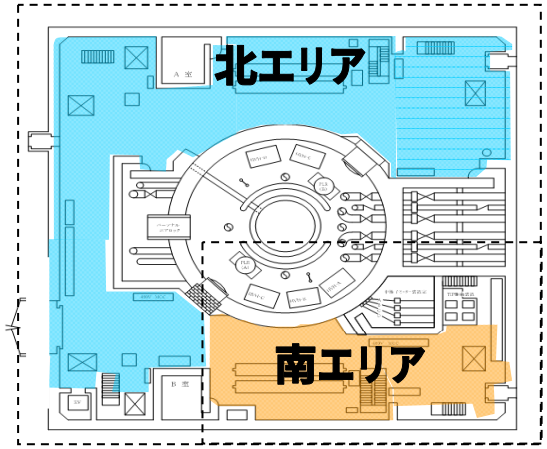


散水方向

中継ユニット

・２号機タービン建屋１階から遠隔有線操作
・操作時はPackbotによる監視を実施

４．作業スケジュール



２号機原子炉建屋１階

干渉物整理・撤去と平行して、床面の除染を実施。北エリアについては、平成２５年１１月２８日から除染作業開始。南エリアについては、平成２６年３月下旬から４月上旬に実施予定。

作業内容	月	11月		12月					2014年1月				使用機器
	週	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	
干渉物整理･撤去													
床面の除染													ラクーン

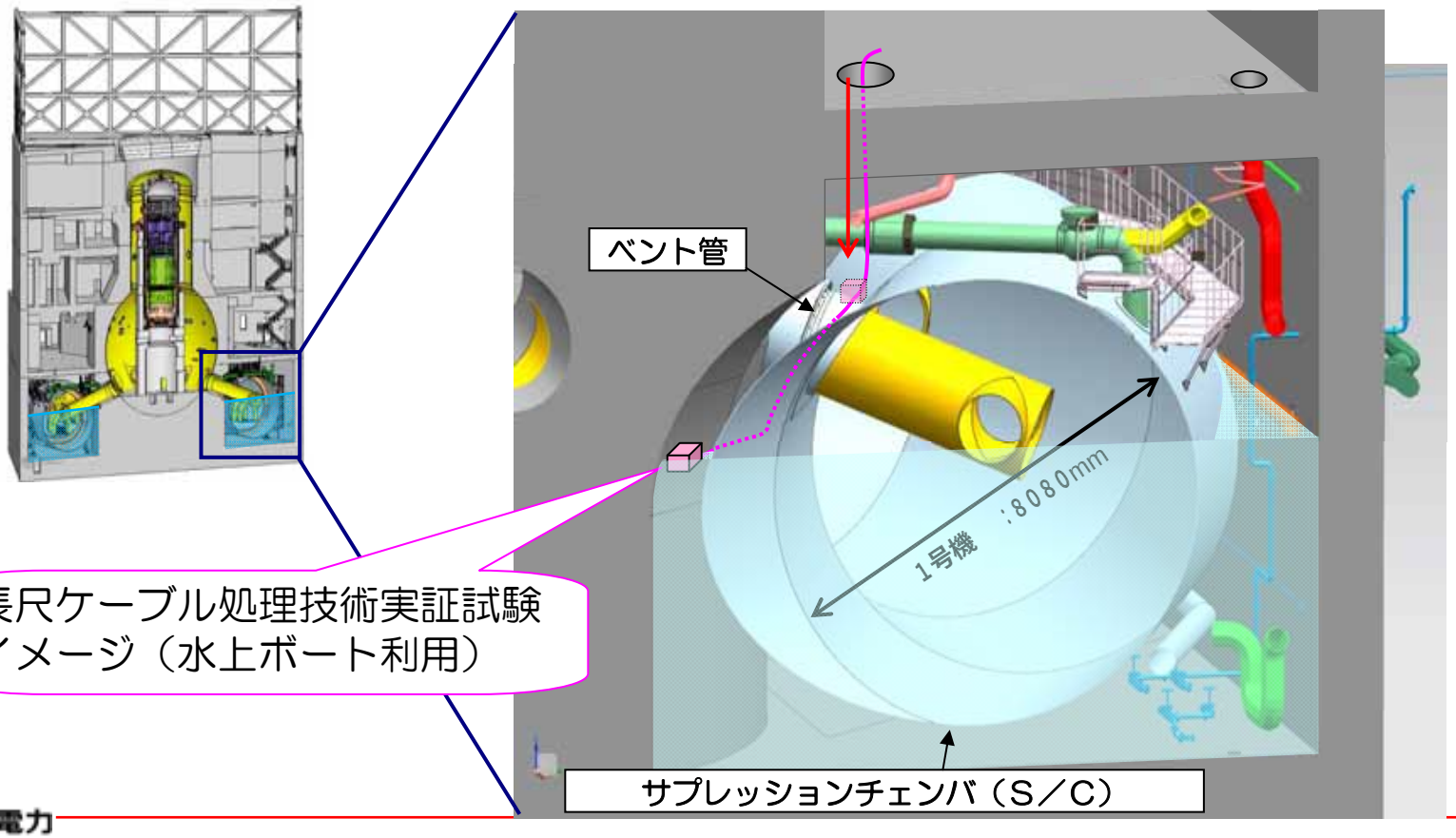
福島第一原子力発電所
１号機ベント管下部周辺の調査結果
について

２０１３年１１月２８日

東京電力株式会社

0．はじめに

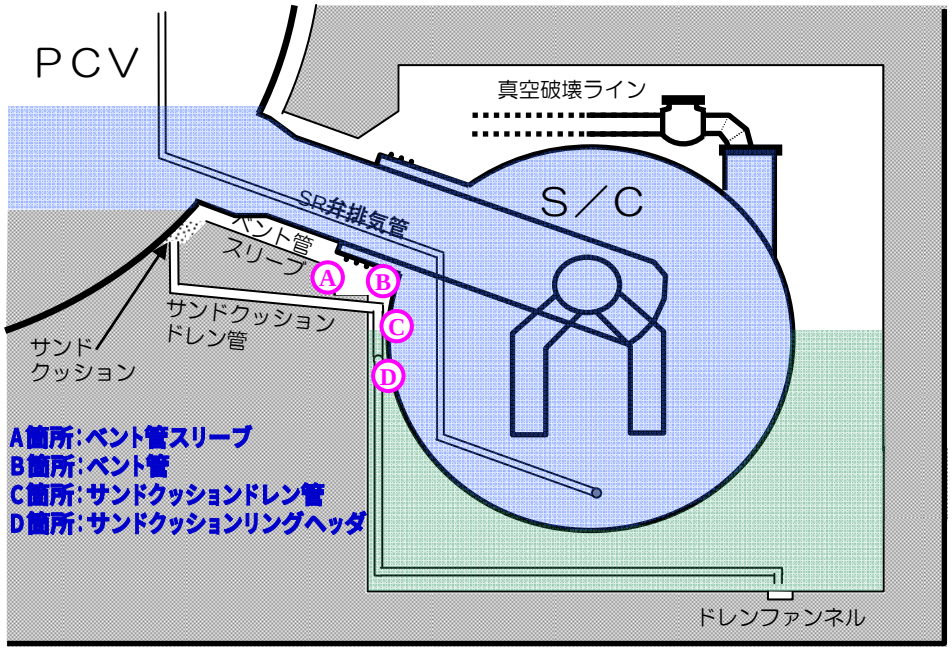
「水中遊泳ロボットWG（主査：九州工業大 浦教授）」にて支援し、資源エネルギー庁 平成２４年度発電用原子炉等事故対応関連技術基盤整備事業（遠隔技術基盤の高度化に向けた遊泳調査ロボットの技術開発）において開発した長尺ケーブル処理技術の実証試験を１号機原子炉建屋で実施し、得られた調査結果を報告する。

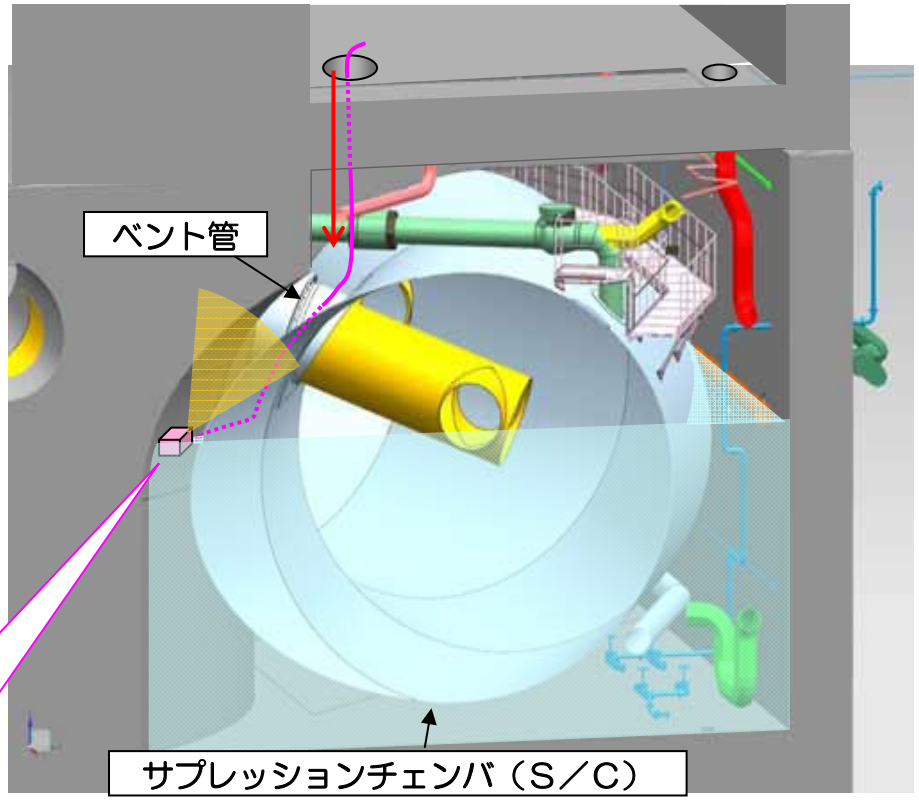


長尺ケーブル処理技術実証試験
イメージ（水上ボート利用）

1. 概要

●水上ボートに搭載したカメラ映像により、ベント管スリーブ端部からの水の流れの有無およびサンドクッションドレン管の状況（外観）等を確認した。
併せて、ベント管下部の線量測定を実施した。



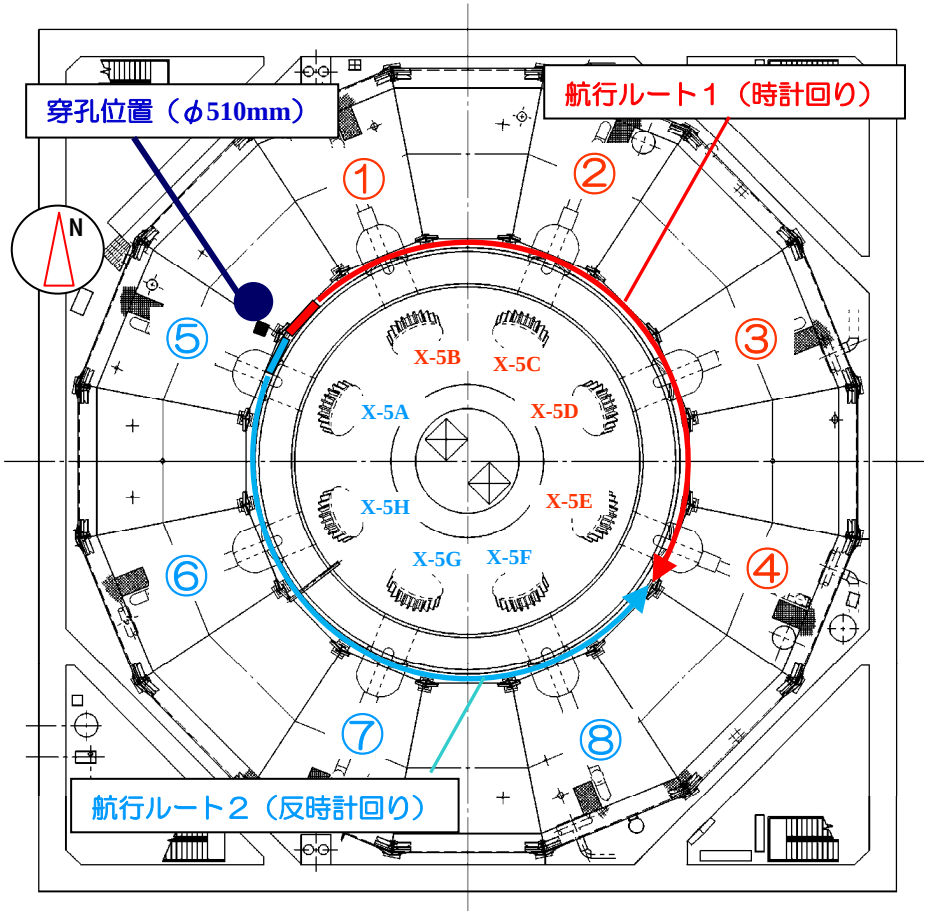


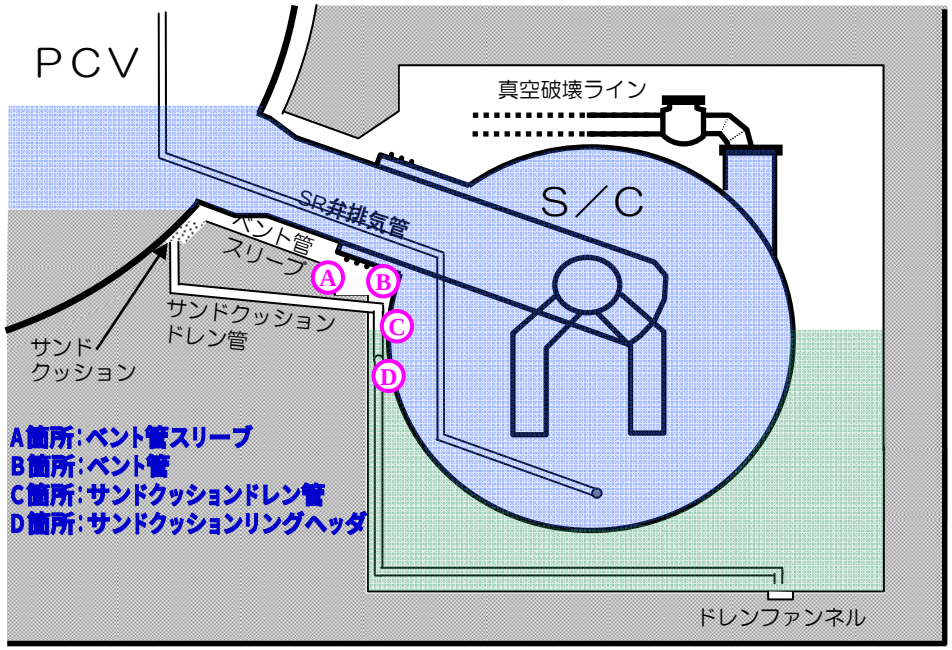
水上ボート　工場での航行試験の様子

水上ボート

2．調査結果

■実施日：平成２５年１１月１３日～１４日
■調査箇所：①～⑧

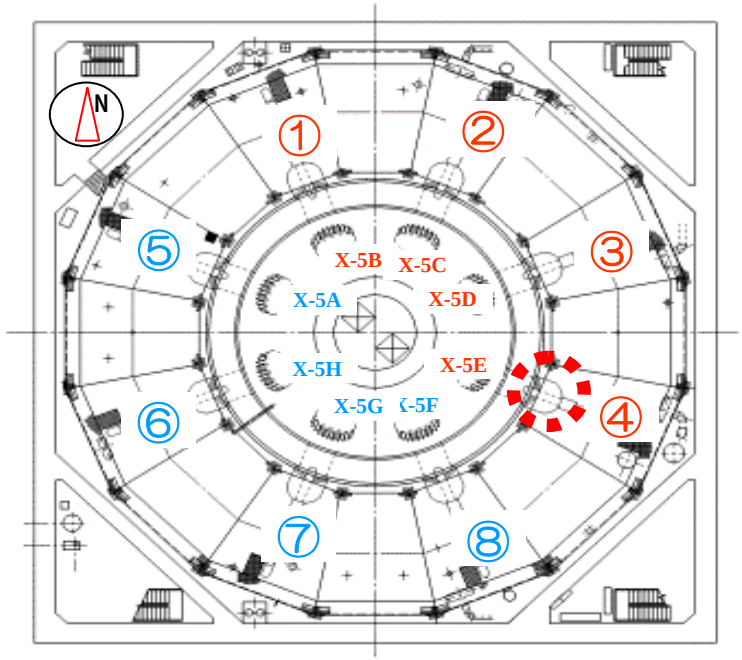


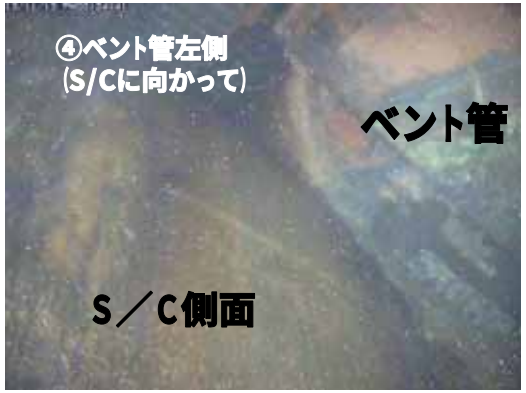


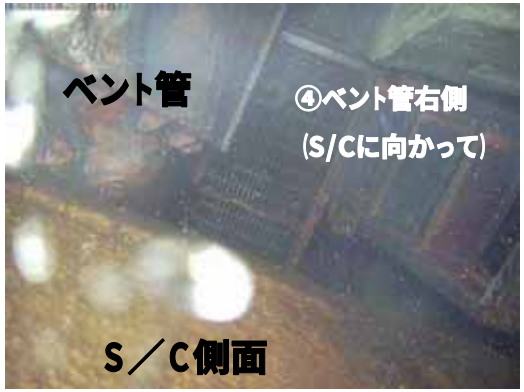
水上ボート航行ルート

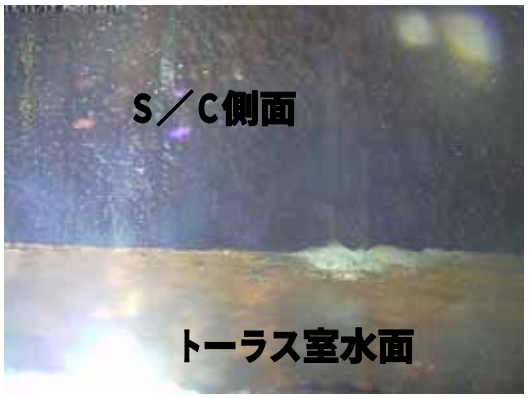
2．調査結果

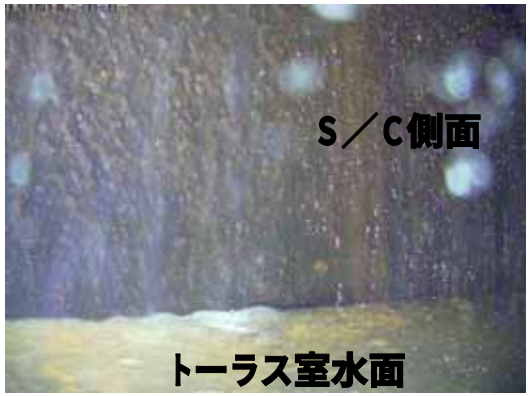
ベント管下部調査結果
④のベント管のＳ／Ｃ上部方向より、水がＳ／Ｃ表面を流れ落ちている状況を確認した。
①～③、⑤～⑧については、水の流下は確認されなかった。





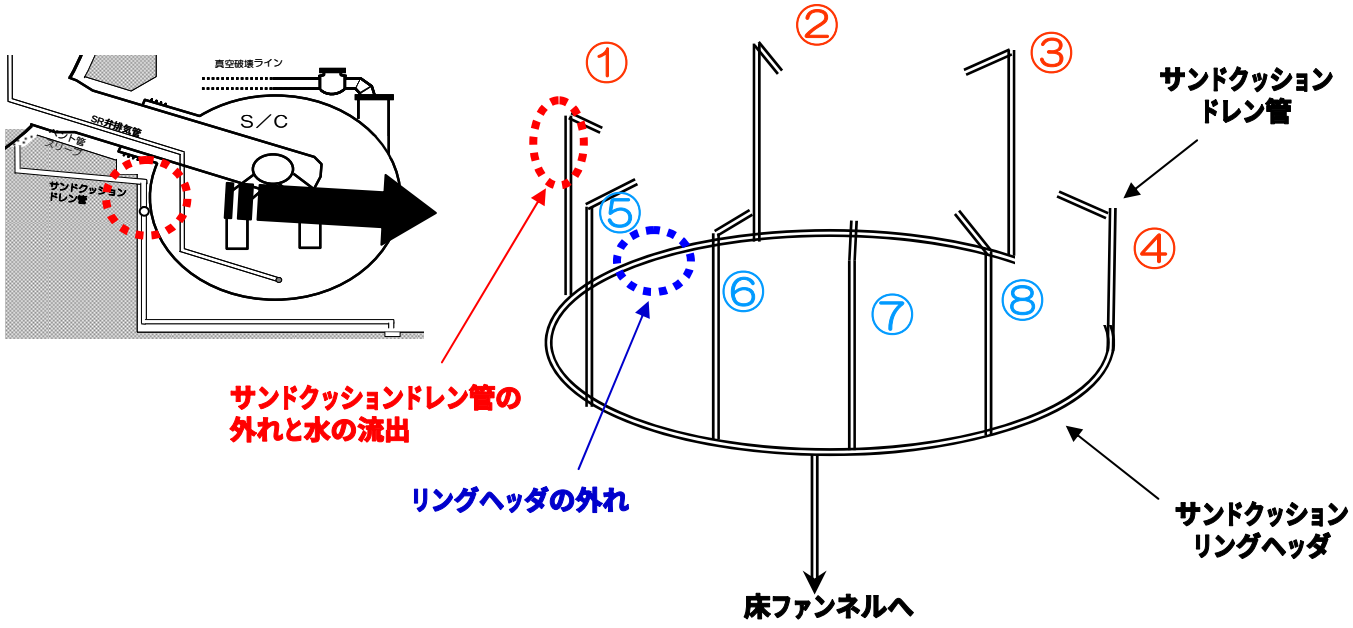






2．調査結果

サンドクッションドレン管調査結果
①のサンドクッションドレン管が外れており、水が流出している状況を確認した。
②～⑧については、ドレン管が気中部では外れていないため、水の流出は確認されなかった。
①～②の間のリングヘッダの一部が外れていることを確認した（水中）。



2．調査結果

【線量測定結果】

・航行ルート１では約0.9～約1.8Sv/hであった。

・航行ルート２では約0.9～約2.0Sv/hであった。

【目視調査結果】

・④（X-5E）ベント管：Ｓ／Ｃ上部方向より、水がＳ／Ｃ表面を流れ落ちていることを確認した。

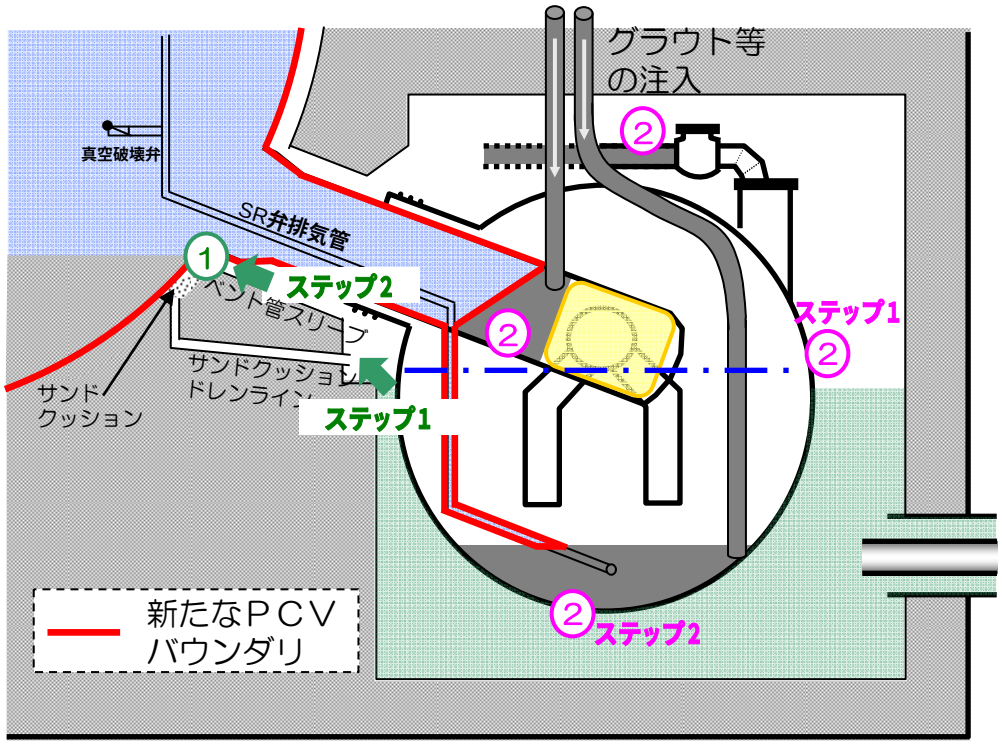
・①（X-5B）ベント管：外れたサンドクッションドレン管から水が流出していることを確認した。

・①、②間の一部リングヘッダが外れていることを確認した。

・その他箇所には水の流出は確認されなかった。

＜参考＞調査と今後の対応

現在、格納容器の止水工法として、ベント管での止水（下図参照）等の格納容器の新たなバウンダリを形成する工法を検討しており、工法の成立性に向けた調査を以下の通り実施していく



止水工法イメージ図

【対象①】
バウンダリのうちリークポテンシャルのあるベント管付根部
《水の流出有無の確認》

ステップ１：ベント管スリーブ下端周囲の調査
ステップ２：ベント管付根部の調査

【対象②】
止水材を充填するＳ／Ｃ下面、ベント管および真空破壊ライン（１号機のみ）
《充填可否の確認》

※Ｓ／Ｃ下面については２ステップの調査計画

ステップ１：Ｓ／Ｃ内水位の測定
ステップ２：止水材を充填する箇所の調査

今回の水上ボートによる調査内容は以下の通り

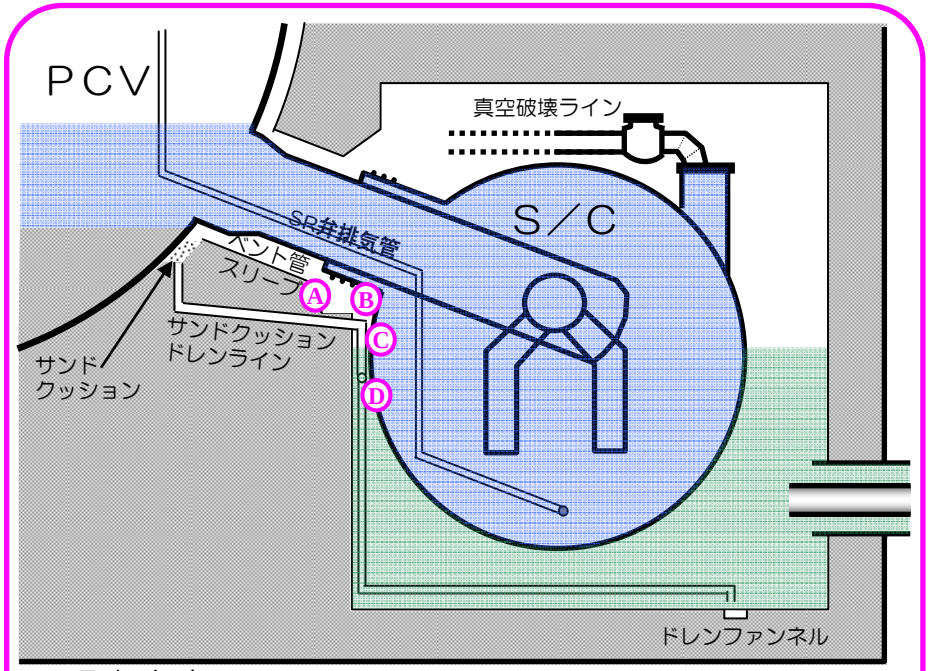
調査（１）：対象①のうちステップ１の調査
調査（２）：漏水が想定されるベント管ベロー等からの漏水状況の確認※

※止水工法の成立性に向けた調査ではなく、漏えい箇所把握のための調査

＜参考＞調査と今後の対応

調査（１）：対象①のうちステップ１の調査
　　・・・下図 Ⓐ および Ⓒ Ⓓの調査を実施

調査（２）：漏水が想定されるベント管ベロー等からの漏水状況の確認
　　・・・下図 Ⓑ の調査を実施



＜調査内容＞

Ⓐ・・・ベント管スリーブ端部からの流水の有無

Ⓑ・・・ベント管やＳ／Ｃ気中部からの流水の有無

Ⓒ・・・サンドクッションドレン管の状態の確認

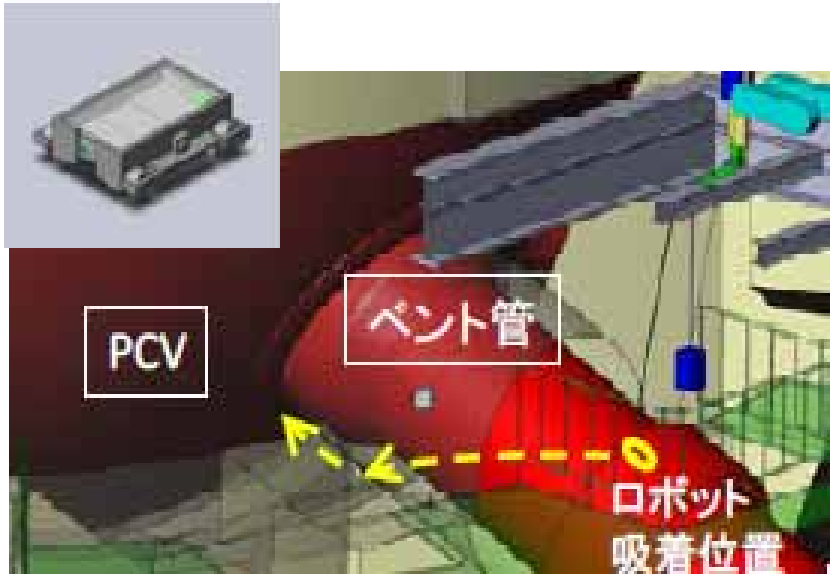
Ⓓ・・・サンドクッションリングヘッダの状態の確認

＜Ⓐ にて流水を確認した場合＞

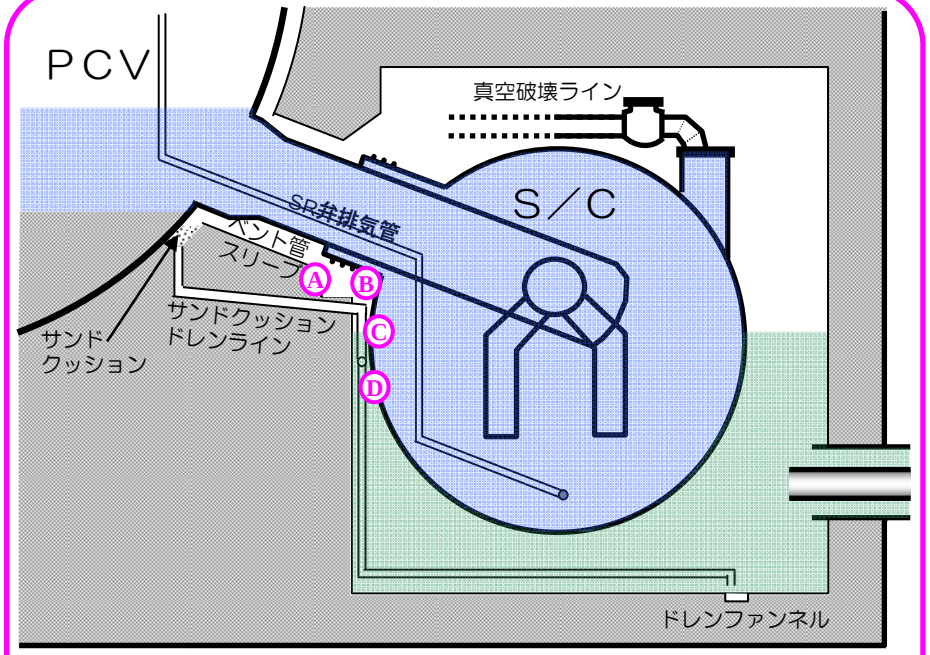
ＰＣＶからの漏えいの可能性有り
（燃料デブリのＰＣＶシェルアタックの可能性有り）

国ＰＪにて開発中のベント管接合部調査ロボットによるベント管接合部調査を行う（H27年度予定）

調査イメージ



＜参考＞調査と今後の対応



＜調査内容＞

Ⓐ･･･ベント管スリーブ端部からの流水の有無

Ⓑ･･･ベント管やＳ／Ｃ気中部からの流水の有無

Ⓒ･･･サンドクッションドレン管の状態の確認

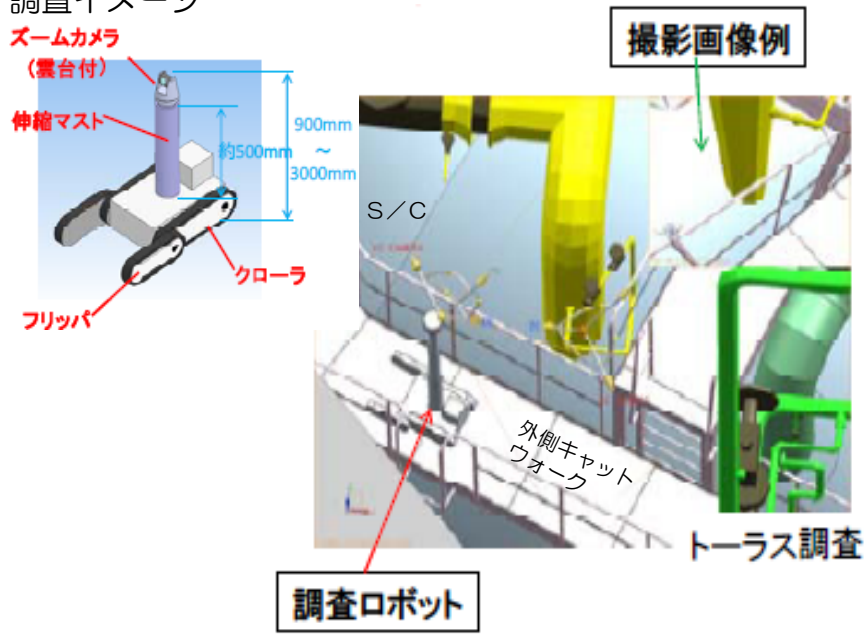
Ⓓ･･･サンドクッションリングヘッダの状態の確認

＜Ⓑ にて流水を確認した場合＞

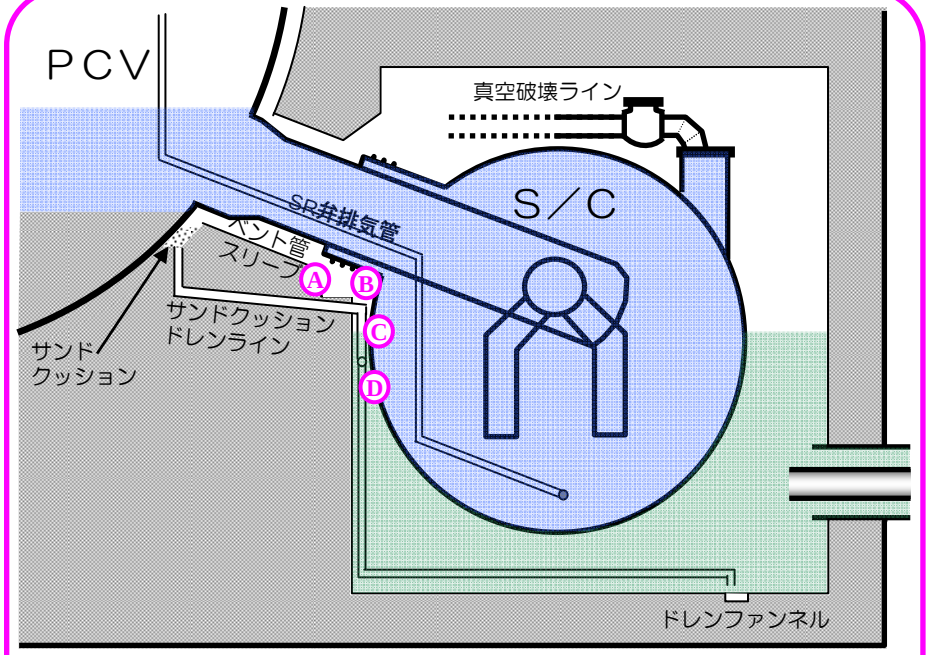
ベント管ベローからの漏水の把握やＳ／Ｃ気中部の構造物（真空破壊ライン等）からの漏水の可能性について推測することができる

なお、真空破壊ラインについては、漏水の有無に関わらず、ＰＣＶ下部止水のため止水材を充填することを想定していることから、充填可否を判断するため、国ＰＪにて開発中のＳ／Ｃ上部調査ロボットによる調査を行う
（H26年度予定）

調査イメージ



＜参考＞調査と今後の対応



＜調査内容＞

Ⓐ･･･ベント管スリーブ端部からの流水の有無

Ⓑ･･･ベント管やＳ／Ｃ気中部からの流水の有無

Ⓒ･･･サンドクッションドレン管の状態の確認

Ⓓ･･･サンドクッションリングヘッダの状態の確認

＜Ⓒ サンドクッションドレン管の状態の確認＞
＜Ⓓ サンドクッションリングヘッダの状態の確認＞

燃料デブリのＰＣＶシェルアタックによるＰＣＶからの漏えいを確認するためには、サンドクッションドレン管内の流水の有無も確認する必要がある

１号機については、サンドクッションドレン管がドレンファンネルまで配管（一部塩ビ管）でつながっていることから、その状況を確認し、状況に応じて以下の通り対応する

＜ケース１＞
サンドクッションドレン管が気中で破損している場合は　今回の調査にて流水の有無が確認できる可能性有り
流水を確認した場合は、ＰＣＶからの漏えいの可能性があることから、国ＰＪにて開発中のベント管接合部調査ロボットによるベント管接合部調査を行う（8ページと同様）

＜ケース２＞
サンドクッションドレン管が健全である場合もしくは水中で破損している場合は、サンドクッションドレン管内の流水の有無を確認するために必要な調査装置の開発を進める（国ＰＪ）

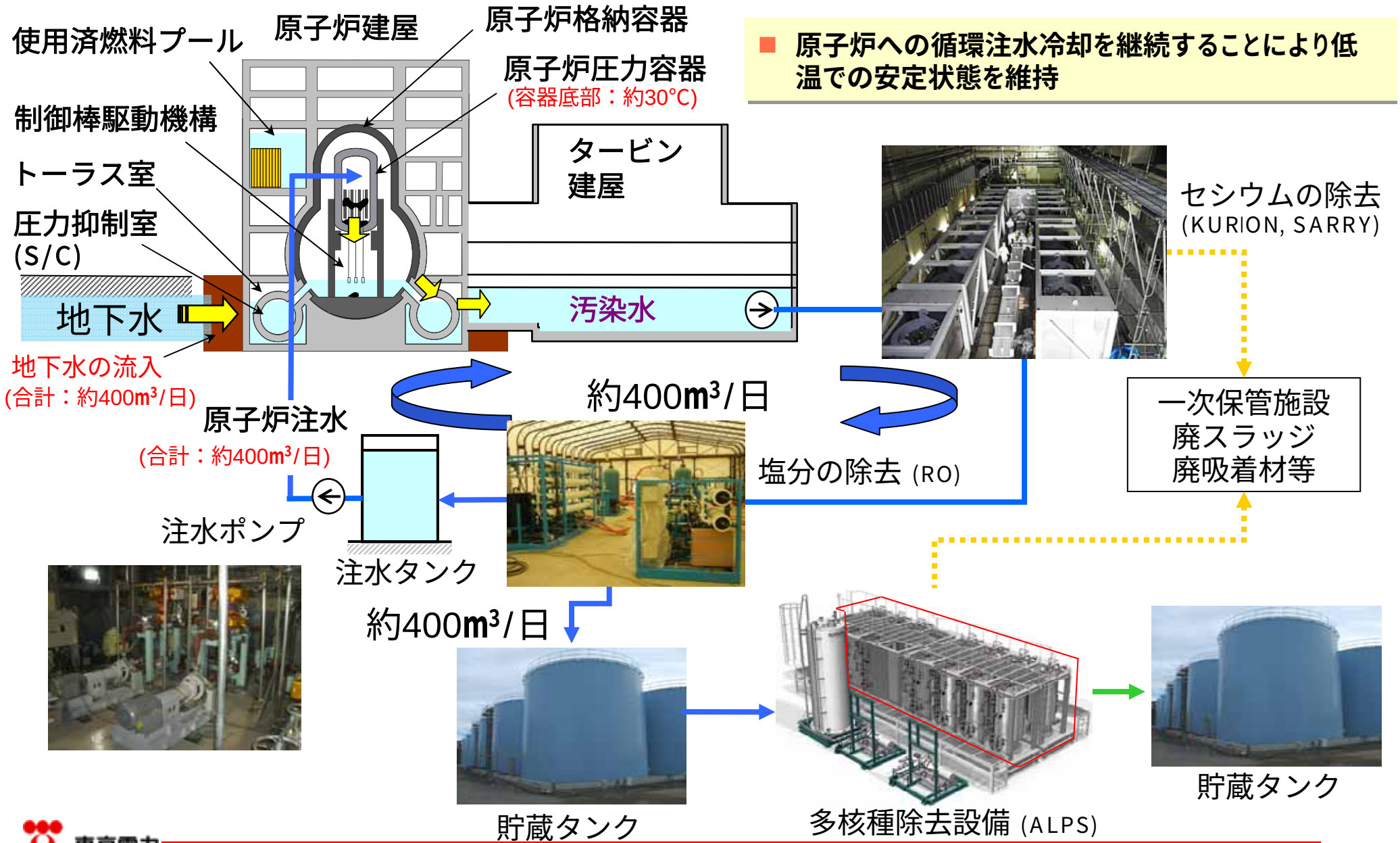
燃料デブリの空冷の実現可能性について

平成25年１１月２８日
東京電力株式会社

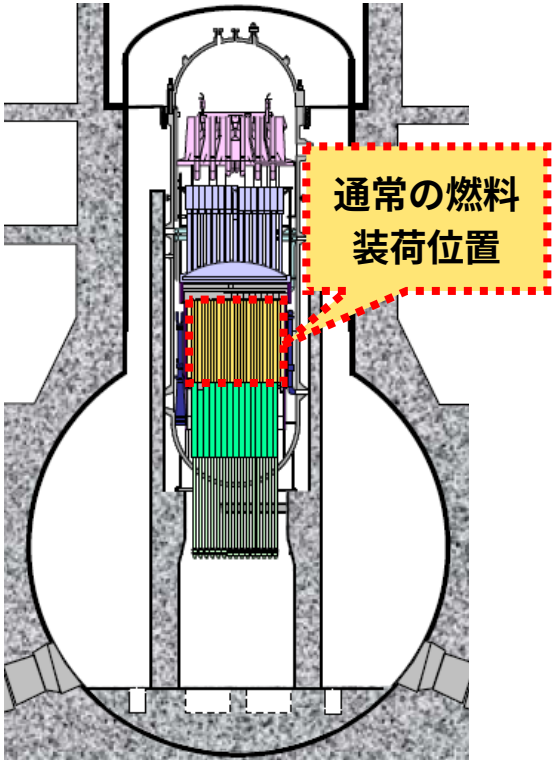
東京電力
TEPCO

1. 現状の循環注水冷却 (概要)

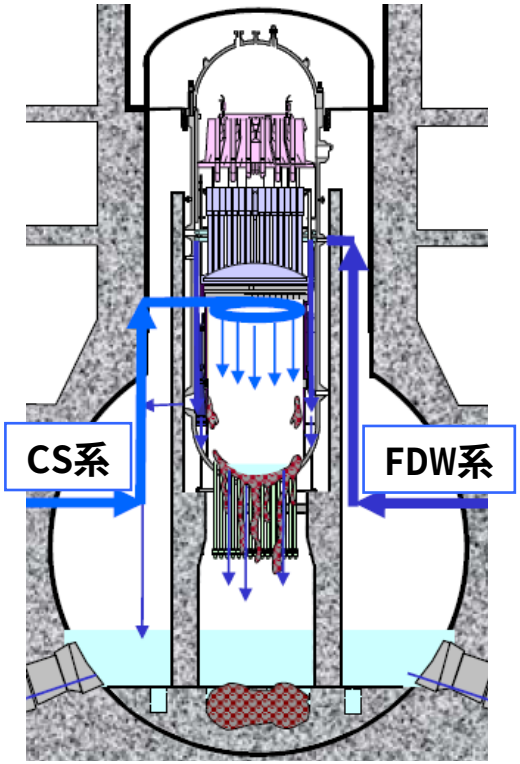
■ 原子炉への循環注水冷却を継続することにより低温での安定状態を維持



2. 現在の炉心状態の推定



通常の状態



現在の炉心状態のイメージ（1号機の例）

- 事故により炉心は溶融し，燃料デブリは原子炉圧力容器底部や原子炉格納容器底部に落下していると推定
- 炉心スプレイ系（CS系；N5ノズル），給水系（FDW系;N4ノズル）からの注水によって熱源を冷却している

3．空冷評価の目的

■目的

燃料デブリの冷却にあたり、現行の水冷方式の代替手段として、空冷方式の実現可能性について概略評価を実施。

	注水量（m³／h）	圧力容器底部温度（℃）
１号機	4．4	24．7
２号機	5．3	33．9
３号機	5．4	33．4

（2013年11月17日現在）

崩壊熱の推移

（MW）

	Ｈ２５年１１月	Ｈ２８年１０月	Ｈ３１年１０月
１号機	０．１５	０．０８	０．０７
２号機	０．２１	０．１０	０．０８
３号機	０．２０	０．１０	０．０８

4. 冷却に必要な風量

必要風量

崩壊熱	必要風量
0.2　MWの場合	約 8700 m^3/h
0.1　MWの場合	約 4400 m^3/h
0.08MWの場合	約 3500 m^3/h

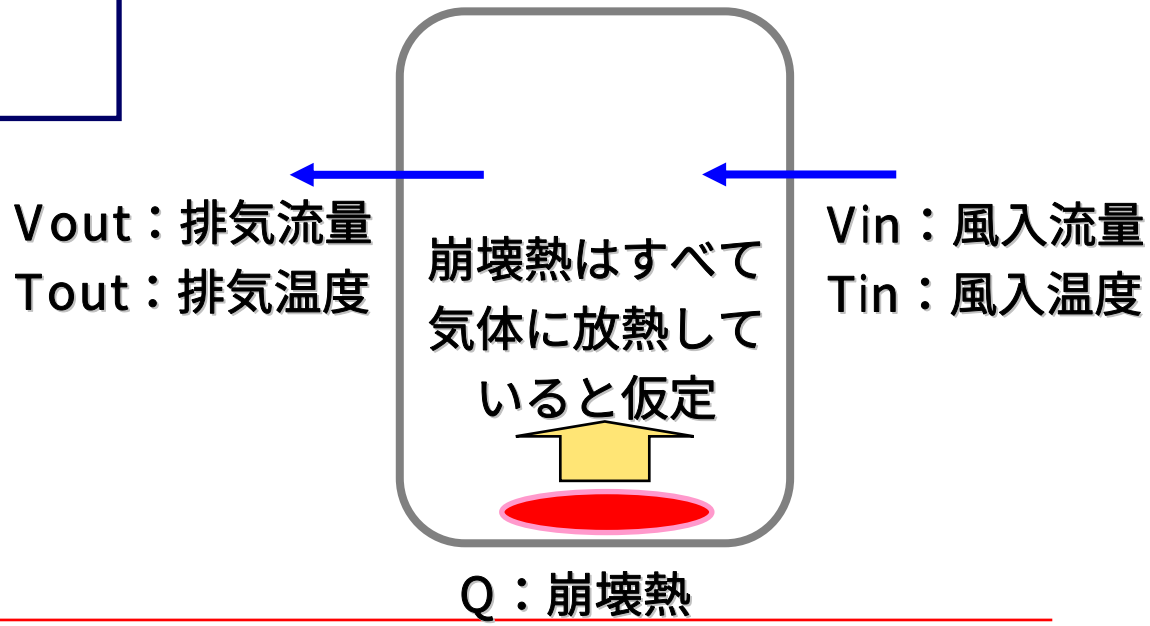
【２号機の崩壊熱・・・0.2MW (H25年11月頃）、0.1MW (H28年10月頃）、0.08MW (H31年10月頃）】
（崩壊熱がすべて空気に移行すると仮定）

【評価式】

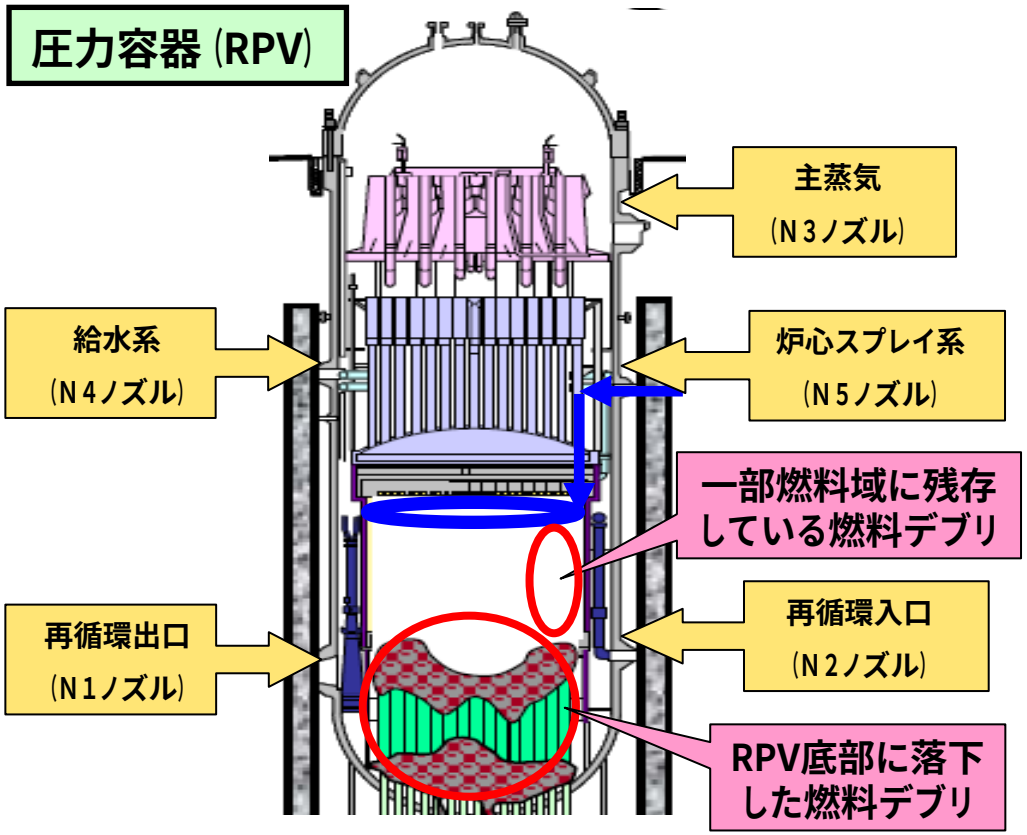
$$Q = Cp \cdot V \cdot \rho \cdot (Tout - Tin)$$

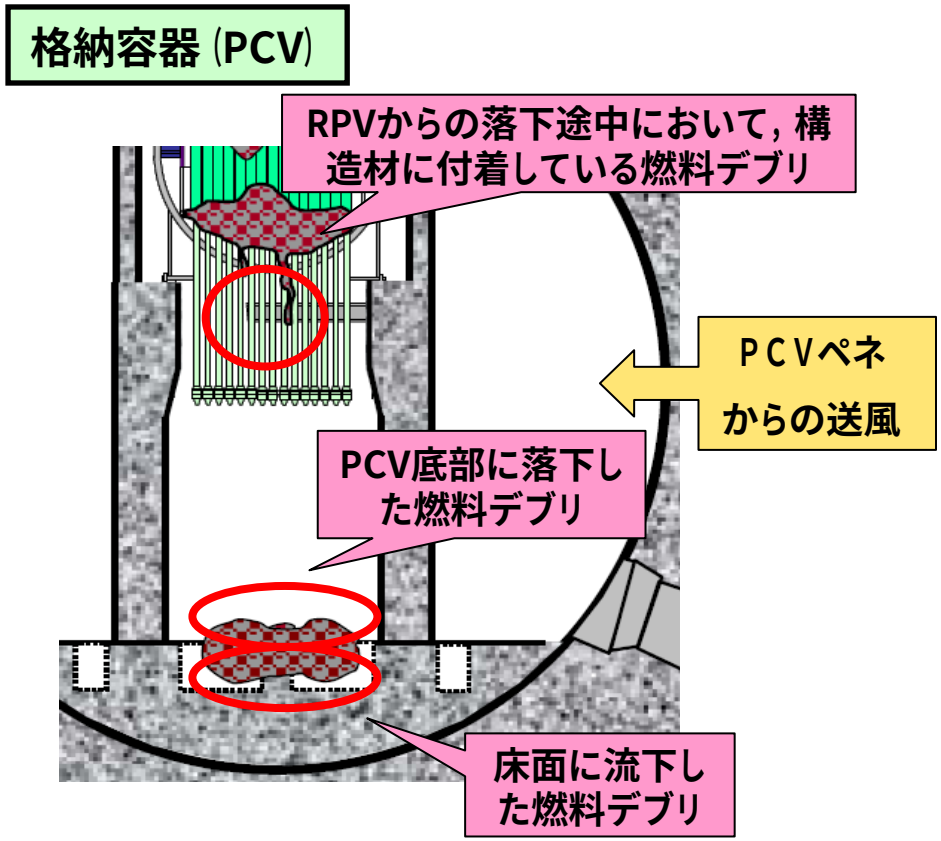
評価条件

Vin = Vout = V(m^3/h)と仮定
Tin = 25℃
Tout = 100℃
Cp（比熱）= 1.0 kJ/(kg・K)
ρ （密度）= 1.1 kg/m^3



5．空冷方式の課題





- **N1～N4ノズルから送風**しても炉心に届かず、燃料デブリに直接**吹き付けられない**。
- **N5ノズルから送風**すれば炉心に入るが、吹き出し口が上部にあるため、燃料デブリに直接**吹き付けられない**。（冷却水は吹き出し口から流下するので冷却）
- 空冷で燃料デブリを冷却するためには以下の課題がある
  - 燃料デブリの位置や形状（表面状態，体積，表面積）に関する情報が必要
  - 想定される熱源の位置に十分な量の**気体を吹き付けられる配管等を炉内に敷設**することが必要

6. まとめ

■燃料デブリを空冷するためには、少なくとも以下を達成する必要がある。
①必要な風量の冷却用気体を直接燃料デブリに吹き付けられること。
②空冷による除熱効果をあらかじめ評価できること。

■一方、現在の炉内の原子炉注水量は、冷却に必要な注水量に対して余裕を有している。このため、汚染水問題への対策として、注水流量低減等を検討を実施中。

■仮に、空冷方式に切り替えられたとしても、建屋内に流入する地下水量に変化がない場合、建屋内で地下水が汚染するため、余剰水の発生量は変わらない。ただし、燃料デブリの水冷に伴う放射性物質の溶出等は抑制される。

放射性廃棄物処理・処分　スケジュール

分野名	括り	作業内容		これまで１ヶ月の動きと今後１ヶ月の予定		備　考
固体廃棄物の保管管理、処理・処分計画	保管管理計画	１．発生量低減対策の推進	持込抑制策の検討	（実　績） ・発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討 （予　定） ・発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討 ・試運用（足場材を対象とした貸出運用）の実施	検討・設計	発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討
					現場作業	最新工程反映 試運用（足場材を対象とした貸出運用）の実 H25年12月試運用開始予定
		２．保管適正化の推進	ドラム缶保管施設の設置	（実　績） ・ドラム缶保管施設の設計 （予　定） ・ドラム缶保管施設の設計	検討・設計	ドラム缶保管施設の設計
					現場作業	Ｈ２７年度下期竣工予定
			保管管理計画の更新	（実　績） ・更新計画の策定 （予　定） ・更新計画の策定	検討・設計	更新計画の策定
					現場作業	
			雑固体廃棄物の減容検討	（実　績） ・雑固体廃棄物焼却設備の設計 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事 （予　定） ・雑固体廃棄物焼却設備の設計 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事	検討・設計	雑固体廃棄物焼却設備の設計 雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事
					現場作業	雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事 Ｈ２６年度下期竣工予定 【主要工事工程】 ・基礎工事完了：10/5 ・上部躯体工事：8/24～
			覆土式一時保管施設 3,4槽の設置	（実　績） ・覆土式一時保管施設 3,4槽の設置に向けた準備 （予　定） ・覆土式一時保管施設 3,4槽の設置に向けた準備	検討・設計	覆土式一時保管施設 3,4槽の設置に向けた準備
					現場作業	・竣工時期未定
			一時保管エリアの追設／拡張	（実　績） ・一時保管エリアの追設／拡張に向けた準備 ・一時保管エリアWの造成 （予　定） ・一時保管エリアの追設／拡張に向けた準備 ・一時保管エリアWの造成	検討・設計	一時保管エリアの追設／拡張に向けた準備
					現場作業	一時保管エリアWの造成 H26年2月工事終了予定
		３．瓦礫等の管理・発電所全体から新たに放出される放射性物質等による敷地境界線量低減		（実　績） ・一時保管エリアの保管量確認／線量率測定および集計 ・ガレキ等の将来的な保管方法の検討 ・線量低減対策検討 ・ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 ・Cs吸着塔一時保管施設：第四施設の追設、第一施設からの移動 （予　定） ・一時保管エリアの保管量確認／線量率測定 ・ガレキ等の将来的な保管方法の検討 ・線量低減対策検討 ・ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 ・Cs吸着塔一時保管施設：第四施設の追設、第一施設からの移動	検討・設計	一時保管エリアの保管量、線量率集計 一時保管エリアの保管量、線量率集計 一時保管エリアの保管量、線量率集計 ガレキ等の将来的な保管方法の検討 線量低減対策検討
					現場作業	一時保管エリアの保管量確認、線量率測定 ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 Cs吸着塔一時保管施設：第四施設の追設、第一施設からの移動
		４．水処理二次廃棄物の長期保管等のための検討		（実　績） ○【研究開発】長期保管方策の検討 （予　定） ○【研究開発】長期保管方策の検討	検討・設計	【研究開発】長期保管のための各種特性試験
					現場作業	
	処理・処分計画	固体廃棄物の性状把握		（実　績） ○【研究開発】固体廃棄物の性状把握等 ・JAEAにて試料の分析 ・固体廃棄物のサンプリング・分析方法検討 （予　定） ○【研究開発】固体廃棄物の性状把握等 ・固体廃棄物のサンプリング・分析方法検討	検討・設計	【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査
					現場作業	【研究開発】固体廃棄物のサンプリング 【研究開発】JAEAにて試料の分析（現場：JAEA東海）

東京電力株式会社
放射性廃棄物処理・処分
2013年11月28日

ガレキ・伐採木の管理状況（H25.10.31時点）

保管場所	エリア境界空間線量率（mSv/h）	種類	保管方法	保管量※1	前回報告比（H25.9.30）	エリア占有率
固体廃棄物貯蔵庫	0.04	コンクリート、金属	容器	3,000 m^3	－ m^3	29 %
A：敷地北側	0.40	コンクリート、金属	仮設保管設備	2,000 m^3	＋1,000 m^3	25 %
C：敷地北側	0.01	コンクリート、金属	屋外集積	34,000 m^3	＋3,000 m^3	99 %
D：敷地北側	0.01	コンクリート、金属	シート養生	3,000 m^3	－ m^3	88 %
E：敷地北側	0.01	コンクリート、金属	シート養生	3,000 m^3	－ m^3	87 %
F：敷地北側	0.01	コンクリート、金属	容器	1,000 m^3	－ m^3	99 %
L：敷地北側	0.01未満	コンクリート、金属	覆土式一時保管施設	8,000 m^3	－ m^3	100 %
O：敷地南西側	0.04	コンクリート、金属	屋外集積	11,000 m^3	＋1,000 m^3	64 %
Q：敷地西側	0.15	コンクリート、金属	容器	5,000 m^3	＋1,000 m^3	77 %
U：敷地南側	0.01未満	コンクリート、金属	屋外集積	1,000 m^3	－ m^3	100 %
合計（コンクリート、金属）				70,000 m^3	＋5,000 m^3	76 %
G：敷地北側	0.01未満	伐採木	伐採木一時保管槽	7,000 m^3	－ m^3	27 %
H：敷地北側	0.01	伐採木	屋外集積	11,000 m^3	＋2,000 m^3	61 %
I：敷地北側	0.02	伐採木	屋外集積	11,000 m^3	－ m^3	100 %
M：敷地西側	0.01	伐採木	屋外集積	23,000 m^3	＋4,000 m^3	65 %
T：敷地南側	0.01	伐採木	伐採木一時保管槽	5,000 m^3	－ m^3	23 %
V：敷地西側	0.04	伐採木	屋外集積	5,000 m^3	＋5,000 m^3	31 %
合計（伐採木）				61,000 m^3	＋10,000 m^3	48 %

※1　端数処理で1,000m^3未満を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。

滞留水及び処理水の放射能分析

平成25年11月28日

日本原子力研究開発機構

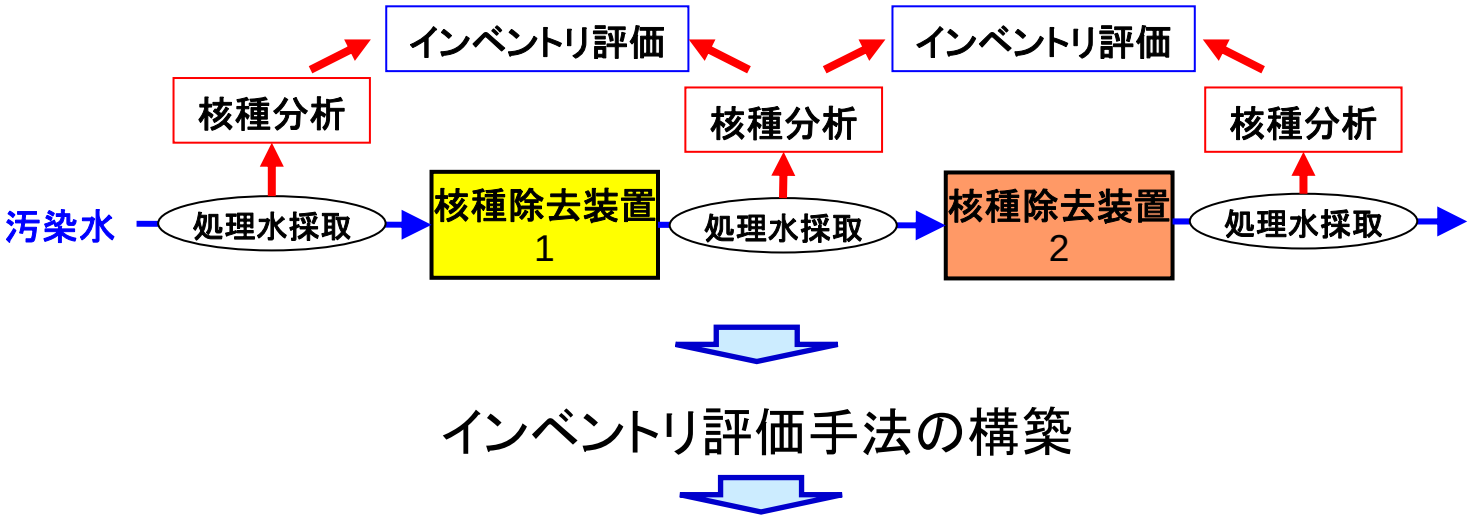
インベントリ評価手法の構築の考え方

■滞留水処理により発生する廃ゼオライト、スラッジ等の処理・処分方法の検討には、廃ゼオライト等の放射能濃度データが必要。しかし、廃ゼオライト等は高線量であるため、直接、放射能分析を行うことが困難。

⇒滞留水や処理水の放射能分析結果から間接的な評価を実施中。

⇒分析データの蓄積が必要。

■インベントリ評価の基本的考え方



原子力機構と東電の汚染水・処理水の分析データの特徴

原子力機構の分析	東京電力の分析
● 分析核種 γ線核種：^{60}Co, ^{94}Nb, ^{137}Cs, ^{152,154}Eu β線核種：^{3}H, ^{14}C, ^{36}Cl, ^{41}Ca, ^{63}Ni, ^{79}Se, ^{90}Sr, ^{99}Tc, ^{129}I α線核種：^{233,234,235,236,238}U , ^{237}Np, $^{238,\ 239+240,241,242}$Pu, ^{241,242m,243}Am, ^{244,245,246}Cm ● 分析サンプル数 ・ 集中RW地下高汚染水：5件 ・ HTI／B 地下滞留水　：3件 ・ 各処理装置出口水　：1~4件	● 分析核種 γ線核種：^{54}Mn, ^{58,60}Co, ^{103,106}Ru, ^{124,125}Sb, ^{131}I, ^{134,137}Cs, ^{140}Ba, ^{140}La β線核種：^{3}H, 全β ● 分析サンプル数 ・ 集中RW地下高汚染水：1~2件/月 ・ HTI／B 地下滞留水　：1~2件/月 ・ 各処理装置出口水　：1~2件/月

原子力機構：分析核種数は多いが、分析点数は少ない
東京電力　：処理・処分の検討に必要な核種は少ないが、分析点数は多い。

双方の特徴を利用し、インベントリ評価を進める。

背景・概要

■ 前回（H25.6.27）報告※においては、集中RW建屋及びRO濃廃水を対象とし、試料量を増やして検出下限値を低減した結果、Pu−238、Cm−244等のα線放出核種の定量値を報告した。

※ http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf

■ 今回報告の放射能分析結果

● 集中RW地下高汚染水（滞留水）

● 高温焼却炉建屋（HTI）から採取した滞留水

※ これまで分析は未実施。SARRY出口水との比較を実施

● KURION出口水

● SARRY出口水

分析試料の情報

No.	試料名	採取日	採取場所	採取量（ml）
1	H24-609 集中RW地下高汚染水（滞留水）	2012.11.20	集中RW3階 サンプリングライン	30
2	H24-095 集中RW地下高汚染水（滞留水）	2012.5.8	集中RW3階 サンプリングライン	30
3	H24-145 HTI／B 地下滞留水	2012.5.29	HTI／B 1FL機器ハッチ	30
4	H23-492 HTI／B 地下滞留水	2011.11.8	HTI／B 1FL機器ハッチ	30
5	H24-612 HTI／B 地下滞留水	2012.11.27	HTI／B 1FL機器ハッチ	30
6	H24-KU1 KURION出口水	2013.2.14	KURION出口 サンプリングライン	30
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	2012.5.31	S-5B出口 サンプリングライン	30
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	2012.8.28	S-5B出口 サンプリングライン	30
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	2012.11.27	S-5B出口 サンプリングライン	10

分析結果(1/4)

■γ線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度（2013.6.27時点）〔Bq/ml〕				
		Co-60（約5.3年）	Nb-94（約2.0×10^{4}年）	Cs-137（約30年）	Eu-152（約14年）	Eu-154（約8.6年）
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$<1\times10^{-1}$	$<2\times10^{-1}$	$(4.3\pm0.1)\times10^{4}$	$<4\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$<1\times10^{-1}$	$<2\times10^{-1}$	$(4.6\pm0.1)\times10^{4}$	$<4\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
3	H24-145 HTI／B 地下滞留水	$<1\times10^{-1}$	$<2\times10^{-1}$	$(5.2\pm0.1)\times10^{4}$	$<4\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
4	H23-492 HTI／B 地下滞留水	$<1\times10^{-1}$	$<2\times10^{-1}$	$(3.5\pm0.1)\times10^{5}$	$<4\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
5	H24-612 HTI／B 地下滞留水	$(3.8\pm0.1)\times10^{0}$	$<2\times10^{-1}$	$(7.4\pm0.1)\times10^{4}$	$<6\times10^{-1}$	$<4\times10^{-1}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$(1.6\pm0.3)\times10^{-1}$	$<2\times10^{-1}$	$(4.2\pm0.1)\times10^{0}$	$<5\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$(2.6\pm0.3)\times10^{-1}$	$<2\times10^{-1}$	$(1.5\pm0.4)\times10^{-1}$	$<5\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(1.8\pm0.1)\times10^{0}$	$<2\times10^{-1}$	$(3.1\pm0.1)\times10^{0}$	$<5\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	$(1.7\pm0.1)\times10^{0}$	$<2\times10^{-1}$	$(4.7\pm0.1)\times10^{1}$	$<4\times10^{-1}$	$<3\times10^{-1}$

※分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

分析結果(2/4)

■ β・X線放出核種分析結果(1/2)

No.	試料名	放射能濃度(2013.6.27時点)〔Bq/ml〕				
		H-3 (約12年)	C-14 (約5.7x10^3年)	Cl-36 (約3.0×10^5年)	Ca-41 (約1.0×10^5年)	Ni-63 (約1.0×10^2年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	(7.1±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	(3.3±0.2)×10^{-1}
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	(4.9±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	<5×10^{-2}
3	H24-145 HTI／B 地下滞留水	(8.3±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	(6.2±0.2)×10^{-1}
4	H23-492 HTI／B 地下滞留水	(2.0±0.1)×10^3	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	<5×10^{-2}
5	H24-612 HTI／B 地下滞留水	(7.2±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	(5.0±0.2)×10^{-1}
6	H24-KU1 KURION出口水	(7.1±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	(7.8±0.2)×10^{-1}
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	(9.9±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	(9.3±0.2)×10^{-1}
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	(7.9±0.1)×10^2	<5×10^{-2}	<5×10^{-2}	<2×10^1	(5.4±0.2)×10^{-1}
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	—	—	—	—	(1.7±0.1)×10^0

※No.9は試料量が少ないため、H-3、C-14、Cl-36及びCa-41の分析は実施せず。

分析結果(3/4)

■ β・X線放出核種分析結果(2/2)

No.	試料名	放射能濃度(2013.6.27時点)〔Bq/ml〕			
		Se-79 (約6.5×10^{4}年)	Sr-90 (約29年)	Tc-99 (約2.1×10^{5}年)	I-129 (約1.6×10^{7}年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$(2.7\pm0.2)\times10^{-1}$	$(4.7\pm0.1)\times10^{4}$	$<5\times10^{-2}$	$(7.4\pm0.1)\times10^{-2}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$(1.1\pm0.1)\times10^{0}$	$(3.8\pm0.1)\times10^{4}$	$<5\times10^{-2}$	$(9.0\pm0.2)\times10^{-2}$
3	H24-145 HTI／B 地下滞留水	$(4.9\pm0.2)\times10^{-1}$	$(4.9\pm0.1)\times10^{4}$	$<5\times10^{-2}$	$(8.4\pm0.2)\times10^{-2}$
4	H23-492 HTI／B 地下滞留水	$(4.3\pm0.1)\times10^{0}$	$(1.8\pm0.1)\times10^{5}$	$<5\times10^{-2}$	$(1.2\pm0.1)\times10^{0}$
5	H24-612 HTI／B 地下滞留水	$(2.2\pm0.2)\times10^{-1}$	$(4.4\pm0.1)\times10^{4}$	$<5\times10^{-2}$	$(2.0\pm0.1)\times10^{-1}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$(8.1\pm0.2)\times10^{-1}$	$(7.0\pm0.1)\times10^{3}$	$<5\times10^{-2}$	$(5.0\pm0.1)\times10^{-2}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$(2.2\pm0.2)\times10^{-1}$	$(5.4\pm0.1)\times10^{4}$	$<5\times10^{-2}$	$(7.8\pm0.2)\times10^{-2}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(1.5\pm0.1)\times10^{0}$	$(1.2\pm0.1)\times10^{5}$	$<5\times10^{-2}$	$(9.6\pm0.2)\times10^{-2}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	$(8.8\pm0.2)\times10^{-1}$	$(4.8\pm0.1)\times10^{4}$	—	$(1.1\pm0.1)\times10^{-1}$

※No.9は試料量が少ないため、Tc-99の分析は実施せず。

分析結果(4/4)

■ α線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度(2013.6.27時点)〔Bq/ml〕			
		Pu-238 (約88年)	Pu-239+240 (約2.4×10^{4}年 約6.6×10^{3}年)	Am-241 (約4.3×10^{2}年)	Cm-244 (約18年)
1	H24-609 集中RW地下高汚染水	$<3\times10^{-4}$	$<3\times10^{-4}$	$<2\times10^{-4}$	$<2\times10^{-4}$
2	H24-095 集中RW地下高汚染水	$<4\times10^{-4}$	$<3\times10^{-4}$	$<2\times10^{-4}$	$<1\times10^{-4}$
3	H24-145 HTI／B 地下滞留水	$(2.4\pm0.3)\times10^{-3}$	$(8.1\pm1.4)\times10^{-4}$	$<1\times10^{-4}$	$<1\times10^{-4}$
4	H23-492 HTI／B 地下滞留水	$(1.0\pm0.2)\times10^{-3}$	$(4.6\pm0.8)\times10^{-4}$	$<5\times10^{-4}$	$<4\times10^{-4}$
5	H24-612 HTI／B 地下滞留水	$<3\times10^{-4}$	$<4\times10^{-4}$	$<5\times10^{-4}$	$<4\times10^{-4}$
6	H24-KU1 KURION出口水	$<4\times10^{-4}$	$<3\times10^{-4}$	$<1\times10^{-4}$	$<1\times10^{-4}$
7	H24-158 SARRY S-5B出口水	$<5\times10^{-4}$	$<4\times10^{-4}$	$<4\times10^{-4}$	$<4\times10^{-4}$
8	H24-383 SARRY S-5B出口水	$(2.1\pm0.3)\times10^{-3}$	$(8.3\pm1.8)\times10^{-4}$	$(5.6\pm1.3)\times10^{-4}$	$(6.3\pm1.4)\times10^{-4}$
9	H24-SA3 SARRY S-5B出口水	$(1.4\pm0.2)\times10^{-3}$	$(5.1\pm1.2)\times10^{-4}$	$<5\times10^{-4}$	$<3\times10^{-4}$

参考（Puに関する環境放射能等との比較）

■ 環境中のPu放射能濃度との比較

1978～2003年（茨城県）の土壌中濃度

Pu-239+240 ： 2.3×10^{-5} ～ 2.9×10^{-3} Bq/g

（出典：サイクル機構技報　No.25, 2004.12, p45）

⇒今回の検出値は、フォールアウトに起因する環境中のPu放射能と同程度

■発電所敷地内土壌のPu放射能濃度との比較

事故由来の Pu-238 が、10^{-4} Bq/g オーダーで検出されている。

（出典：東京電力プレスリリース「 福島第一原子力発電所構内における 土壌中の放射性物質の核種分析の結果について 」）

⇒今回の検出値は、発電所敷地内の土壌と同程度

■滞留水及び処理水のPu放射能濃度との比較

事故由来の Pu-238 が、10^{-4}～10^{-3} Bq/ml で検出されている※。

⇒今回の検出値は、これまでに分析した滞留水及び処理水と同程度

※ http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf

福島第一原子力発電所における廃棄物低減を目指した資機材の貸出運用（試運用）の実施について

平成２５年１１月２８日
東京電力株式会社

東京電力
TEPCO

1. 福島第一原子力発電所の廃棄物低減の方針と対策

＜方針＞

■敷地内の有効利用、管理のしやすさ、処理･処分の負荷を低減する観点等から、発生量をできるだけ少なくすることが重要

- ●持込抑制＞発生最小化 ＞再使用（リユース）＞リサイクル
- ●敷地内へ持ち込む資機材や梱包材等の持込抑制を最優先

＜対策＞

■構内に放置された資機材等の活用や構内持込梱包材の最小化を図る（併せて廃棄物発生量低減への意識向上）

⇒ 発電所構内で資機材の貸出運用を開始する

2-1. 資機材の貸出運用の概要

【発案のきっかけ】

■工事に使用した資機材で、構外に搬出できない（搬出しても構外で使用できる見込みがない）ものが山積

■梱包材の廃棄物も目立つ

【資機材の貸出運用の概要】

■「各工事受注者」で準備し持ち込んでいた資機材で不要となったものを東京電力に譲渡（東京電力が管理）

■東京電力はそれを貸与し、繰り返し使用していただく事で、工事会社を超えて資機材共有化（資機材の重複持込を防止）

■将来的には、梱包材の持込量を最小化していただく事（梱包材の共有化または削減意識の醸成策等）も検討

2-2. 資機材の貸出運用の進め方

資機材の貸出運用は段階的なアプローチを経て、適用範囲を拡大

■足場材を対象とした試運用（H25年度）

- 目視点検で健全性を確認でき、再利用が可能な足場材について貸与する仕組みを構築し、<u>持込まれる足場材を減らす</u>

■対象物を拡大した本格運用（H26年度）

- メンテナンスが必要な資機材(電動工具、揚重機器類など)について貸与と保守点検するための仕組みに拡大

■梱包材を対象とした貸出運用の検討（H26年度）

- 構内専用で使用する梱包材の共有化など、一般の梱包材を持ち込ませない仕組みに拡大

<u>H25年12月2日から足場材（企業から譲り受けた足場板80枚）を対象とした試運用を開始</u>

3．資機材の貸出運用に対する企業のご意見

■資機材貸与について

- ●資機材が当社において適切に保管･点検された上で貸出して欲しい
- ●是非利用したい
  長期使用、高汚染場所での
  使用等も検討願いたい
- ●予約待ちで利用できないということは
  回避して欲しい

■梱包材等について（H26年度検討）

- ●梱包材の共有化は、共用の積替え場所の確保や、万能なパレット等梱包材を用意することが困難ではないか

頂いたご意見を参考に運用ルールを作成

4．持込抑制の取組みによる効果

■各企業へのヒアリングなどを通じて持込抑制に対する意識が高まり、資機材の貸出運用の試運用開始前ではあるが、既に以下のような効果が出ている

- 既に一部で不要な梱包材を発電所構内へ搬入する前に取り外すなどの取組を行っており、今後も一層意識
- これまでもJ-ビレッジにおける工事資機材の受け渡しの際に、持ち込む梱包材の低減に努めており、今後も継続
- 現在、使わなくなった敷鉄板はニーズのある企業を探して再使用しており、今後も継続
- これまでも工事資機材を使用する際にグループ会社間で調整して再使用する運用を行っており、今後更に対象資機材を増やすなどについても検討

■試運用終了後には、貸出記録をもとに定量的な持込抑制効果を評価する