

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	4月			5月			6月			7月	8月	備考			
				20	27	4	11	18	25	1	8	15	下	上		中	下	前
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) ・【1, 2, 3号】常用高台炉注ポンプ(A), (B), (C)号機電源停止(5/27) (予定) ・【1, 2号】CST炉注ポンプ(B)号機電源停止(6/3) ・【1号】タービン建屋内炉注ポンプ(A), (B)号機電源停止(6/5~9)	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	<ul style="list-style-type: none"> ・サブドレン浄化設備高圧変圧器盤の受電ケーブル接続に伴う電源停止 ・サブドレン浄化設備移送ポンプ建屋の受電ケーブル接続に伴う電源停止 ・所内共通M/C受電ケーブル接続に伴う電源停止
		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)	現場作業	3号CSTを水源として													
		循環ループ縮小	(実績) ・循環ループ縮小工事に伴う設備の検討・設計・機器手配	検討・設計・現場作業	検討・設計・機器手配												新規工程追加	
		1号機緊急用原子炉注水点の設置	(実績) ・対策検討・設計	検討・設計・現場作業	対策検討・設計 機器手配												準備工事 ・H26年度中に運用開始予定	
		2号機RPV底部温度計修理	(実績) ・【2号】RPV底部温度計の交換 - 温度検出器引抜(モックアップ試験の検討・実施) (予定) ・【2号】RPV底部温度計の交換 - 温度検出器引抜(モックアップ試験の検討・実施) - 温度検出器挿入(工程調整中)	検討・設計・現場作業	温度検出器引き抜き不可のため、引き抜き方法検討(モックアップ試験他)												<ul style="list-style-type: none"> ・H26年度中に現地設置 温度計引き抜きを試みたが、引き抜き不可能であったことから、引き抜き工法の再検討中。現在、モックアップ試験について検討・実施中。 	
		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(H25.8/29~)	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													
原子炉格納容器関連	窒素充填	(実績) ・【1号】サブ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(H25.9/9~)(継続)	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】サブプレッションチャンバへの窒素封入														

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

追加

循環ループ縮小工事の開始について

平成26年5月29日

東京電力株式会社

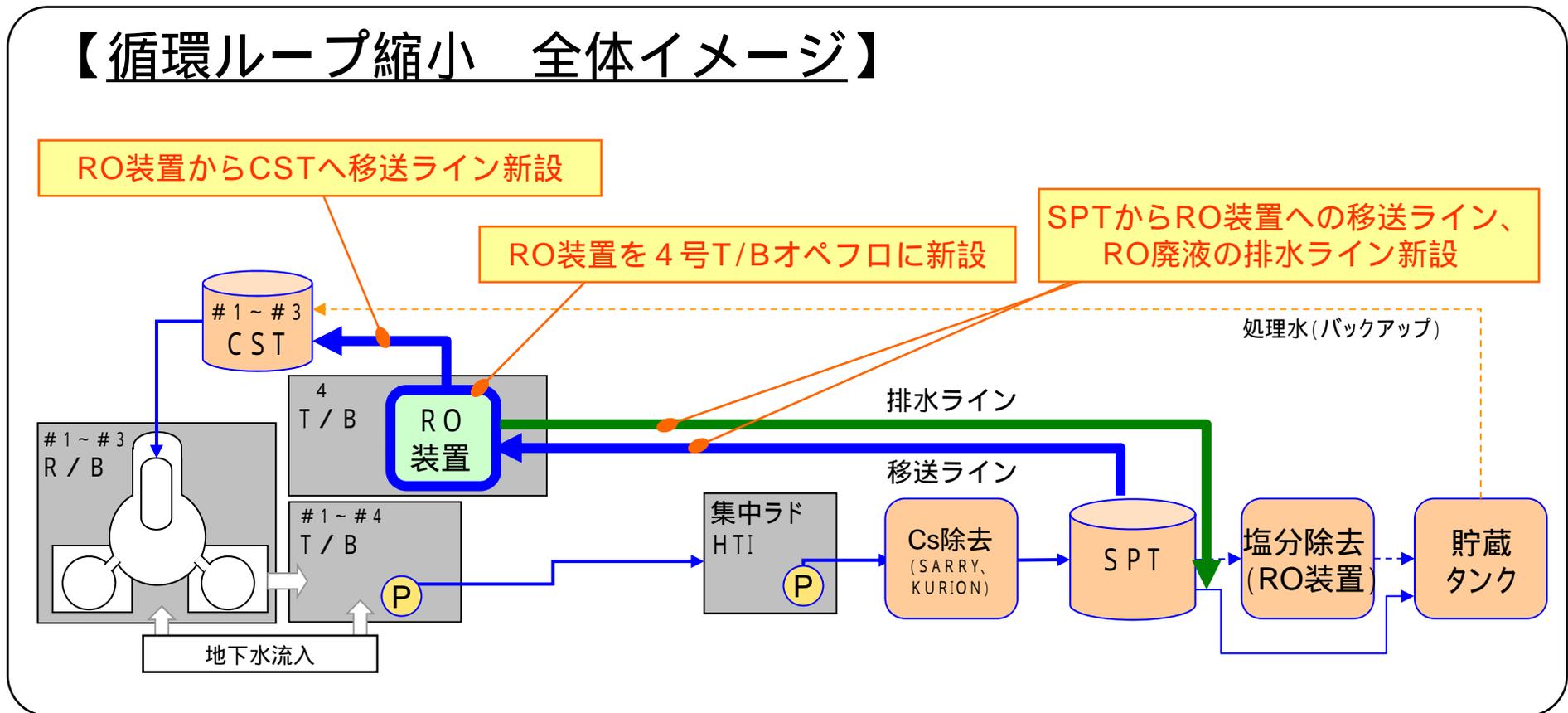


東京電力

1. はじめに

- 循環ループ縮小（建屋内循環）については，平成26年度末運用開始を目途に計画を進めている（平成25年11月28日廃炉対策推進会議にてお知らせ済み）。このたび，設備設計が固まり，平成26年6月より工事（準備工事等）を開始するため，その概要についてご紹介を行う。

【循環ループ縮小 全体イメージ】



2 . 系統コンセプト (案)

系統構成

- RO装置は，1～3号機の原子炉注水に必要な淡水を生成可能。
(処理量：入口流量800t/day、淡水生成量400t/day)
- 将来，地下水流入量が減少した場合にも水バランスが成立。
- 機械・電気・制御設備とも系統を二重化し，片系統で100%容量の淡水生成が可能。
- 運転操作は，自動操作 / 遠隔操作 (1F免震棟) を主体とし，運転負担および被ばくを軽減。

機器設計

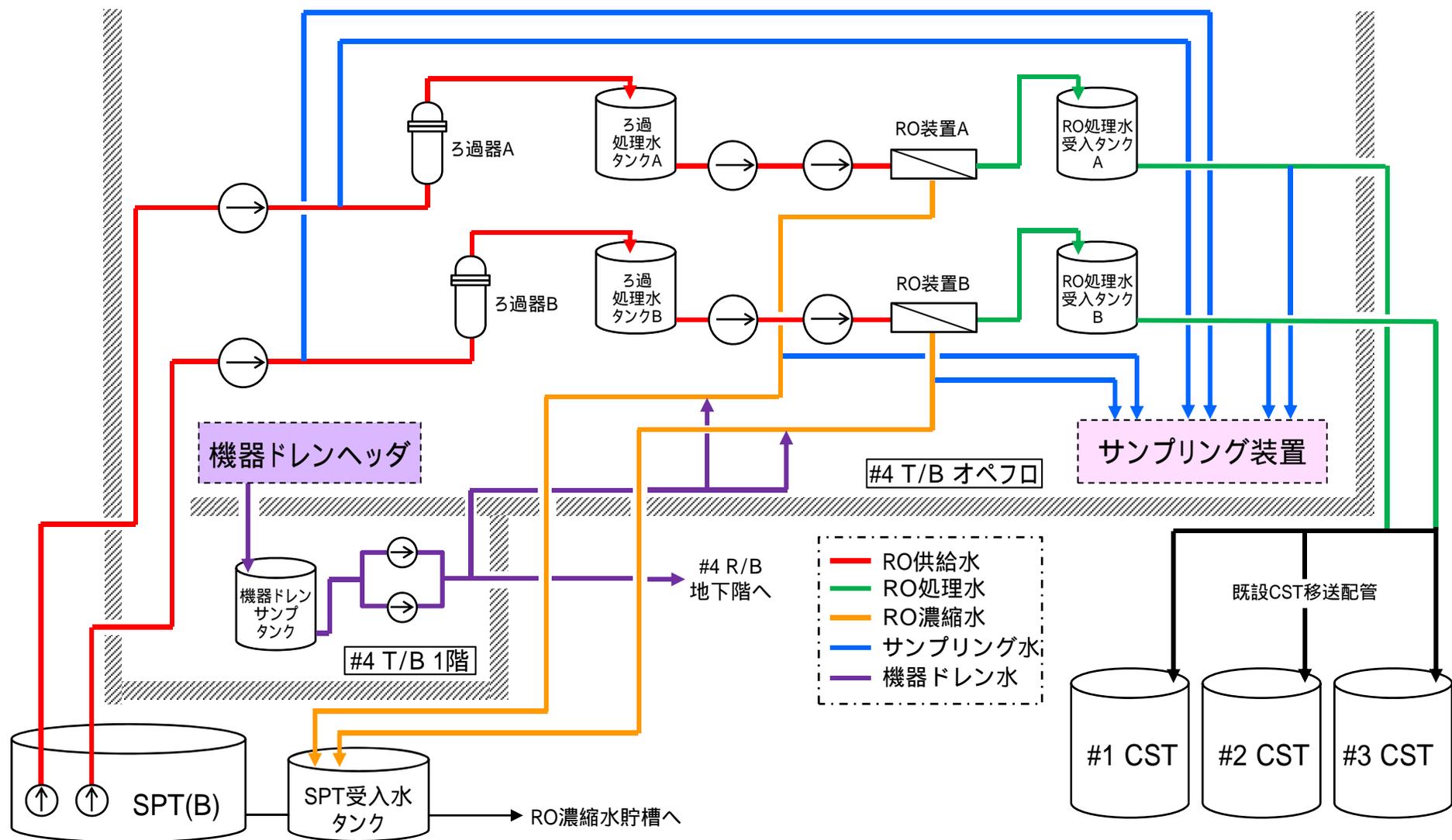
- 適切な保守により30年使用可能な設計とする。また，系統の水質に対して十分な耐食性を有する材質を選定。なお，各機器の設計は以下の規定等を用いる。
 - 機器設計：JSME規格 クラス3相当。
 - 耐震設計：JEAC4601 Bクラス相当。

設備対策

- 設備の信頼性向上のため，主に以下の対策を実施予定。
 - 漏えい対策：各機器周辺に漏えい検知器等の設置。
 - 汚染拡大防止対策：堰の設置や漏えい時の系統隔離インターロック。
 - 凍結防止対策：水を内包する設備は，電気ヒータまたは保温材の設置。
 - 被ばく低減対策：遮へい，機器の配置等により被ばくの低減を考慮。

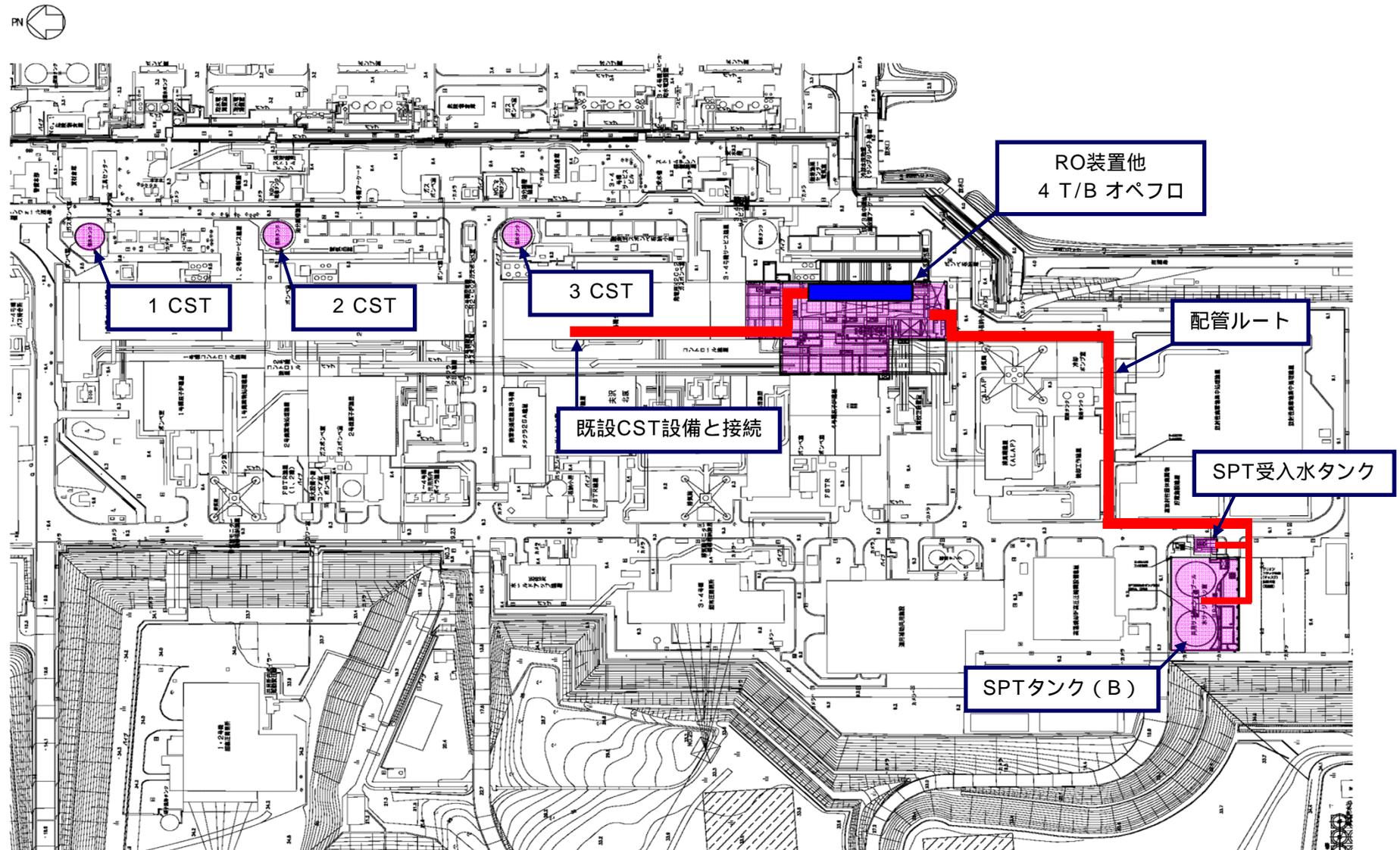
3 . 系統概略図 (案)

- A系 / B系の2系統で構成。



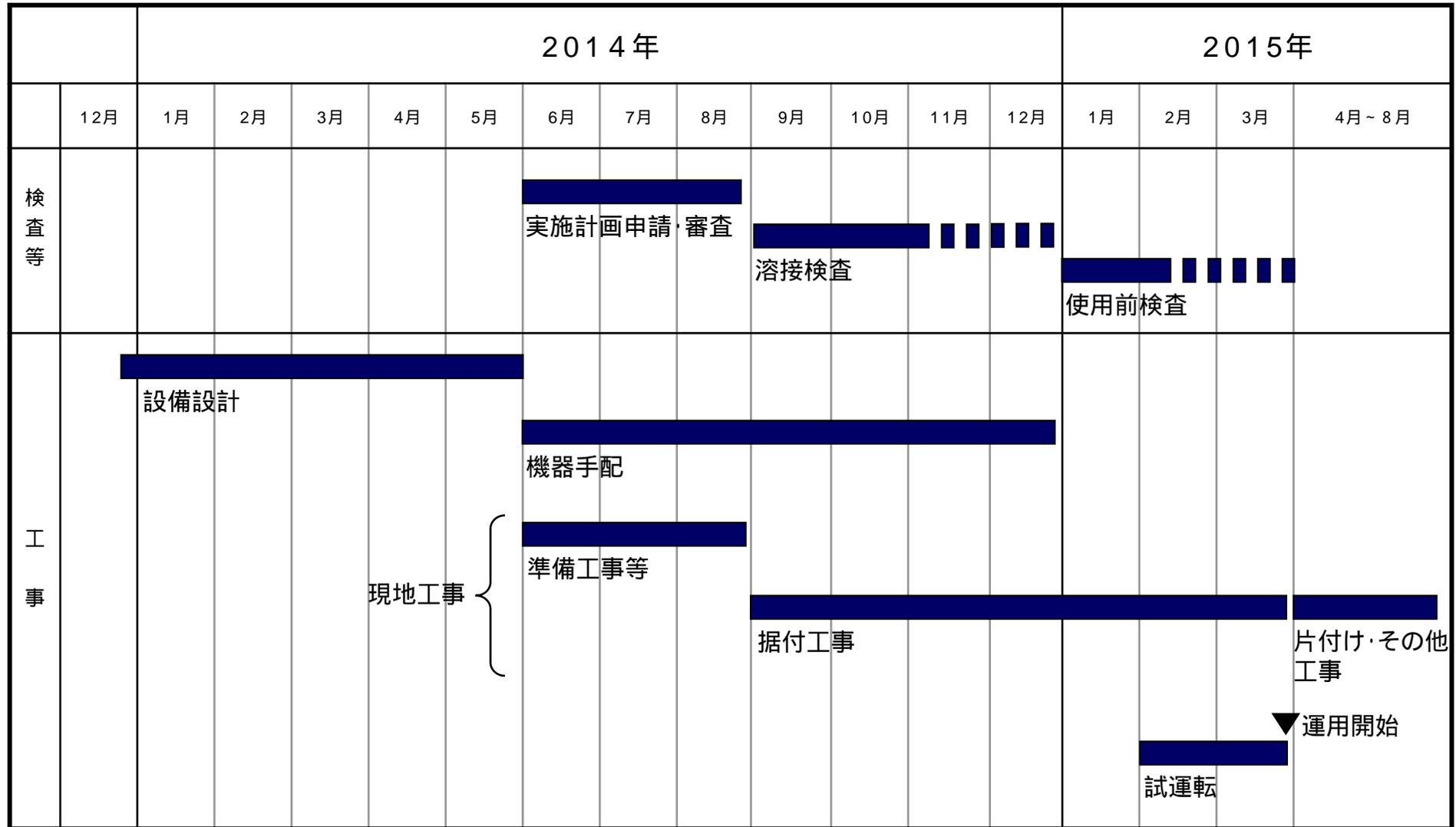
4 . 配置ルート概略図 (調整中)

- 1 ~ 4号機周辺。



5 . 全体工程

■ 全体スケジュール（案）



スケジュールは想定イメージであり、今後の対応状況に応じて適宜変更を予定

【参考】循環ループ縮小効果（屋外移送配管）について

- 今回の工事による循環ループ縮小効果（屋外移送配管）は以下の通り。
 - SPTからの戻りラインが必要となるが、貯蔵タンク（RO処理水貯槽）を經由した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

滞留水処理 スケジュール

分野名	活り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		4月		5月				6月			7月		8月	備考		
			20	27	4	11	18	25	1	8	15	22	29	上	中	下		日	
中長期課題		凍土遮水壁 (実績) ・凍土遮水壁 概念設計(平面位置・深度等) ・現地調査・測量 (予定) ・凍土遮水壁 詳細設計(水位管理計画・施工計画等) ・準備工事(ガレキ等支障物撤去、地質・水位・水質調査、試掘・配管基礎設置) ・本体工事(凍結管設置、プラント設置等)	検討・設計	詳細設計(水位管理計画・施工計画等)															
			現場作業	ガレキ等支障物撤去															
			現場作業	地層・水位・水質調査															
			現場作業	試掘・配管基礎設置															
			現場作業	凍結管設置															準備が整った箇所から凍結管設置工事を開始予定。
		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) ・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) ・Dエリアタンクリプレース準備工事(基礎工事) ・G7エリアタンク設置工事(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) ・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) ・Dエリアタンクリプレース準備工事(基礎工事) ・G7エリアタンク設置工事(溶接型タンク) ・J5エリアタンク設置工事(溶接型タンク)	検討・設計	タンク追加設置検討															J1エリアタンク増設(97,000t)のうち、45,000t設置済(~4/19) 使用前検査については調整中
			現場作業	敷地南側エリア(Jエリア) J2、3エリア準備工事中 J1エリアタンク設置(97,000t) ▼14,000t ▼9,000t ▼4,000t ▼4,000t 実績反映、詳細工程確定およびALPS停止に伴う工程変更															J1エリア造成H25.9未造成完了
			現場作業	G7エリアタンク設置(7,000t) 水切り、構内輸送、掘付															J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定 ALPS停止に伴い、5/22、5/28インサービス予定を見送り 10基/10基について構内輸送完了(5/22) G7エリアタンク設置工事H26.6未竣工予定 使用前検査については調整中
			現場作業	Dエリアタンク設置(リプレース41,000t) Dエリアタンクリプレース準備(残水処理、タンク撤去、基礎工事)															6/3水切り予定(J5用3基+サブドレン用2基)
			現場作業	J5エリアタンク設置(43,225t) 水切り、構内輸送、掘付															Dエリアタンク設置工事H26.11竣工予定
		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) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)内カメラ確認(2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) ・主トレンチ(海水配管トレンチ)凍結管設置削孔(2号)、カメラ確認(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	主トレンチ(海水配管トレンチ)止水・充填 設計・検討(2、3号)															平成25年12月13日付 切替用吸着塔 検査終了(原規福発第1312131,1312132) 平成26年2月3日付 管、吸着塔 検査終了(原規福発第1401311,1401312)
			現場作業	主トレンチ(海水配管トレンチ)浄化設備敷設工事(2、3号) 浄化運転(2号) ▼運転停止 2号機立坑Cポンプ位置調整 ポンプ引上げ 2号機立坑Cポンプ位置調整 ポンプ再設置 2号機立坑Cポンプ位置調整 ポンプ再設置 浄化運転(3号) 主トレンチ(海水配管トレンチ)2、3号機凍結プラント設置 2号機開削ダクト部凍結管設置削孔削孔															2号機 6月凍結完了予定 引き続きトレンチ内の水抜きを実施予定【5/26時点進捗】 2号機立坑A削孔完了本数: 25本/25本 2号機開削ダクト削孔完了本数: 21本/24本
			現場作業	2号機凍結運転															3号機 8月凍結完了予定 引き続きトレンチ内の水抜きを実施予定 5/5 3号機立坑D削孔開始【5/26時点進捗】 3号機立坑D削孔完了本数: 0本/31本 3号機立坑A削孔完了本数: 0本/11本
			現場作業	3号機立坑Dカメラ確認孔・凍結管設置削孔・確認 2号機立坑Cポンプ位置調整作業との工程調整の反映															2-3間については、4m3/日の地下水移送を継続実施。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。
			現場作業	地下水移送(1-2号機取水口間) 3号機凍結運転															
		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) ・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) ・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	モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策															
			現場作業	汚染土掘削処理 (掘削範囲について調査中)															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対策・拡大防止対策の検討 ・汚染土掘削処理 ・日系排水路洗浄、塗膜防水処理 ・汚染の拡散状況把握・海域への影響評価 ・ウェルポイントからの地下水回収 (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 ・ウェルポイントからの地下水回収 ・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	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策 土壌中Sr捕集(対策レイアウト・工事費・工程等の検討、社内承認・発注等の実施) 進捗に伴う変更															
			現場作業	ウェルポイントからの地下水回収 詳細工程の反映(土壌中Sr捕集) 測量、地盤補強 ヤード整備 資機材搬入・設置 地盤改良															Eエリアのフランジタンクの追加点検検討中 汚染除去範囲について調査・検討中。 (土壌中Sr捕集) 5/14~工事着手。9月未完了予定。
			現場作業	モニタリング、拡散状況把握、海域への影響評価															
		H6エリア上部天板部からの漏えい対策 (予定) ・土壌回収 ・制御系の改善(水位監視方法の策定)	検討・設計	制御系の改善(水位監視方法の策定)															
			現場作業	土壌回収 現場進捗に伴う変更															H6エリア土壌回収について降雨等による工程見直し(完了予定5/28~6/18)

多核種除去設備CFF炭酸塩スラリー流出の 原因と対策について

平成26年5月29日

東京電力株式会社



東京電力

概要 1

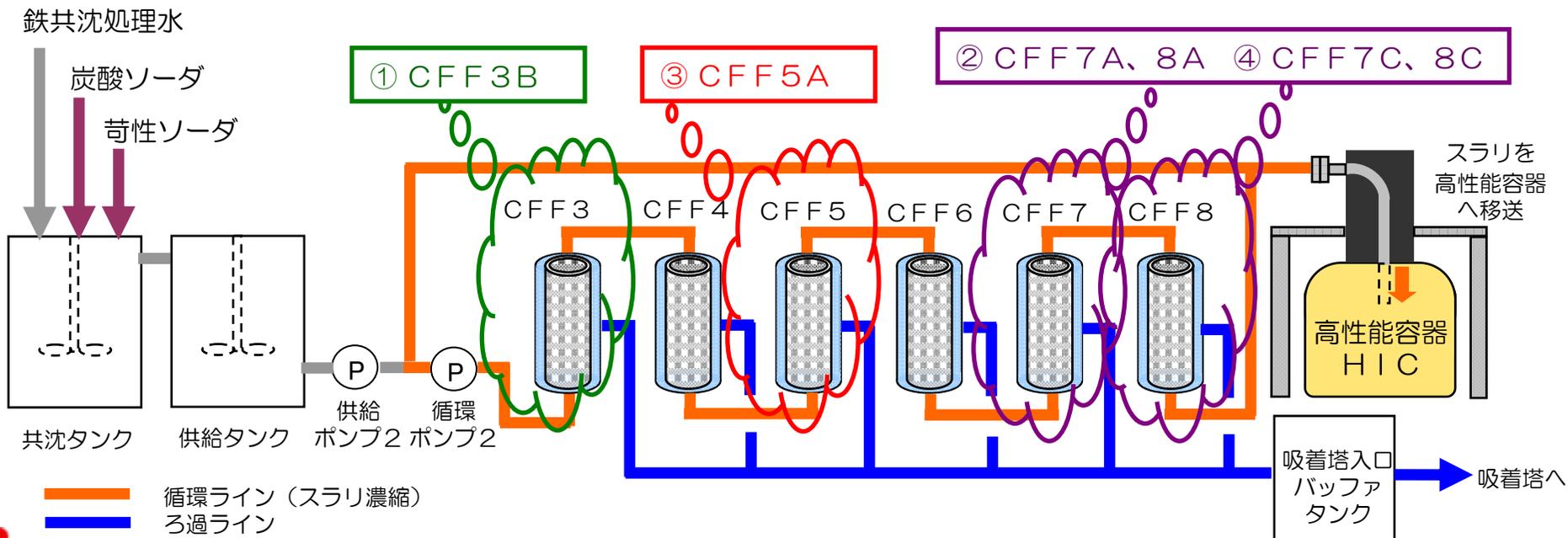
- 多核種除去設備（A系、B系、C系）を運転中のところ、3/18にB系にて処理した水および処理済水の移送先であるサンプルタンク、処理水タンク（J1）に通常より高い放射能濃度を確認。原因を調査するためB系を停止するとともに、汚染したサンプルタンク、処理水タンク（J1）を隔離するため、A系・C系も停止。
- 調査の結果、原因はB系のクロスフローフィルター（CFF）3Bの**パッキンが放射線劣化し、放射性物質（主にSr）を含む炭酸塩スラリーがろ過側（処理済水側）へ移行し、下流側へ流出したと推定。**
- 対策として、**耐放射線性能の高い材質を用いたパッキンに変更した改良型CFFへ取り替え、5/23 B系の運転を再開。**
- 一方、**A系およびC系は、処理済水に異常がないことから、汚染したサンプルタンク、移送ラインの浄化のため、3/25に運転を再開。運転再開に当たり、B系と同様の事象が発生した場合の早期検知、汚染拡大防止のため、以下の対策を実施。**
 - a. **ブースターポンプ1出口（吸着塔入口）のCa濃度を毎日測定（CFFの状態把握）**
 - b. **サンプルタンクで放射能濃度を測定し異常がないことを確認した後、処理水タンクへ移送（処理水タンクの汚染拡大防止）**
- 運転再開（3/25）以降、A系とC系により約17,000 m³の濃縮塩水を処理。処理中、B系と同様にパッキンが劣化すると下流側のCa濃度が上昇することから、毎日Ca濃度測定を実施し、CFFからの炭酸塩スラリーの流出を早期に検知し、**汚染拡大することなく運転を停止（A系：3/27、5/17、C系：5/20）。**
- **A系、C系についても今後改良型CFFへ取り替えて、A系：6月上旬、C系6月中旬に起動予定（C系については、停止中に腐食対策有効性確認のための点検も実施）**

概要2

- クロスフローフィルタ（以下、CFF）より、炭酸塩スラリーの流出を確認。

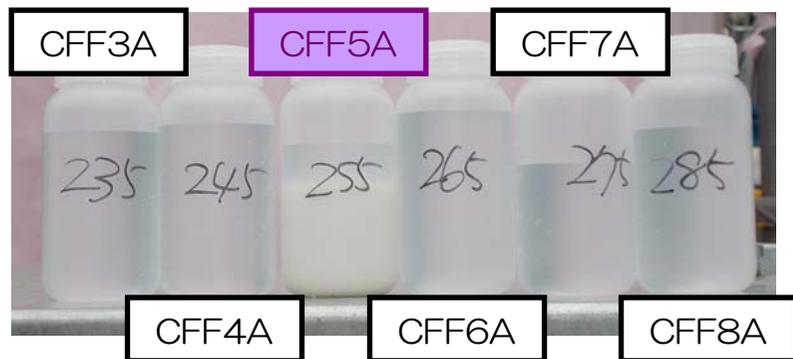
箇所名		確認日	備考
①	B系統 CFF 3B	3/3	当該CFF交換後、3/13に処理再開したものの、出口水放射能上昇のため、3/18より停止。
②	A系統 CFF 7A、8A	3/27	当該CFF交換および系統内洗浄後、4/23に処理再開。
③	A系統 CFF 5A	5/17	改良型CFFへの交換および系統内洗浄後、処理再開予定。
④	C系統 CFF 7C、8C	5/20	改良型CFFへの交換および系統内洗浄後、処理再開予定。

- 上記①、②について、分解調査した結果、ガスケットの一部に欠損や微小な傷が確認され、当該部から炭酸塩スラリーが流出したと評価。（③、④については今後、分解調査実施予定。）

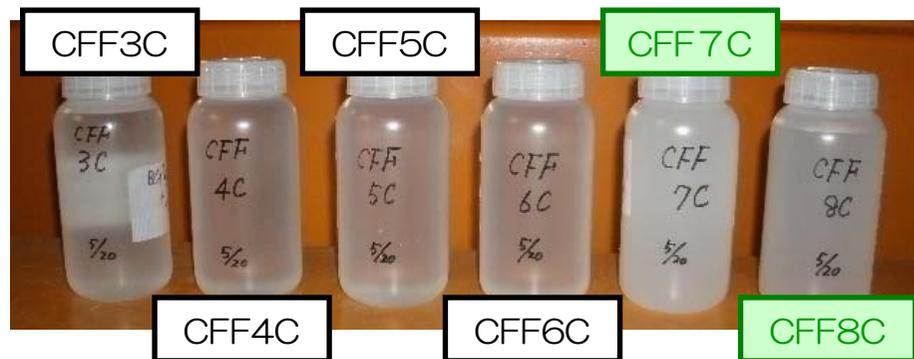


調査状況 (1 / 2)

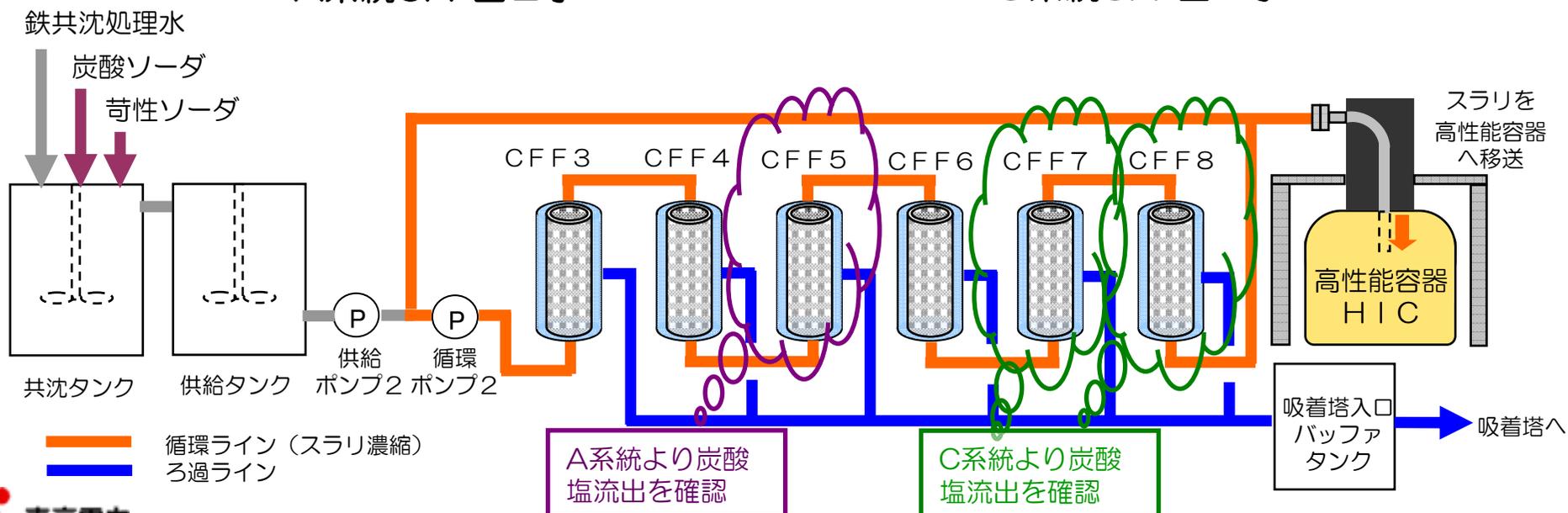
- 各CFF出口水をサンプリング採取したところ、A系統においてはCFF5Aより、C系統においてはCFF7A、8Aより白濁を確認。炭酸塩スラリー流出と評価。



A系統CFF出口水



C系統CFF出口水



調査状況 (2/2)

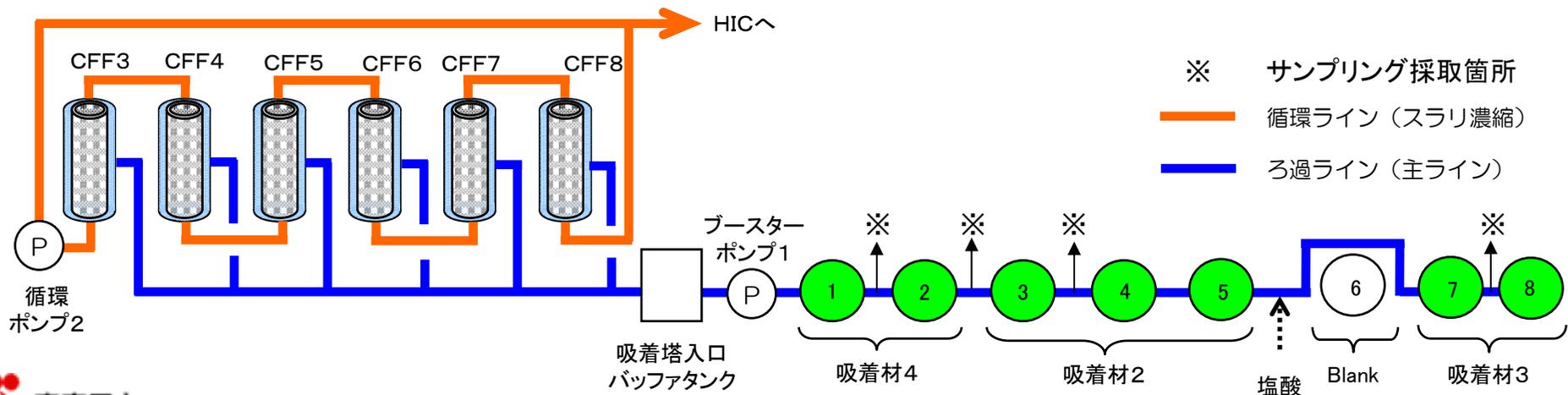
- 系統出口水の全β濃度は通常の範囲内であり、ALPS下流設備（サンプルタンク等）への炭酸塩スラリーによる汚染拡大はないことを確認
- 影響範囲を確認するため、主要な吸着塔出口水のCa濃度を測定。吸着塔上流側において、高いCa濃度が確認されていないことから、炭酸塩流出範囲は限定されていると推定されるものの、詳細については継続調査を実施。

系統出口水全β濃度

サンプリング箇所	採取日	放射能濃度 (全β)
A系統出口水	5/17	$2.4 \times 10^{-1} \text{Bq/cc}$
C系統出口水	5/19	$4.0 \times 10^{-1} \text{Bq/cc}$

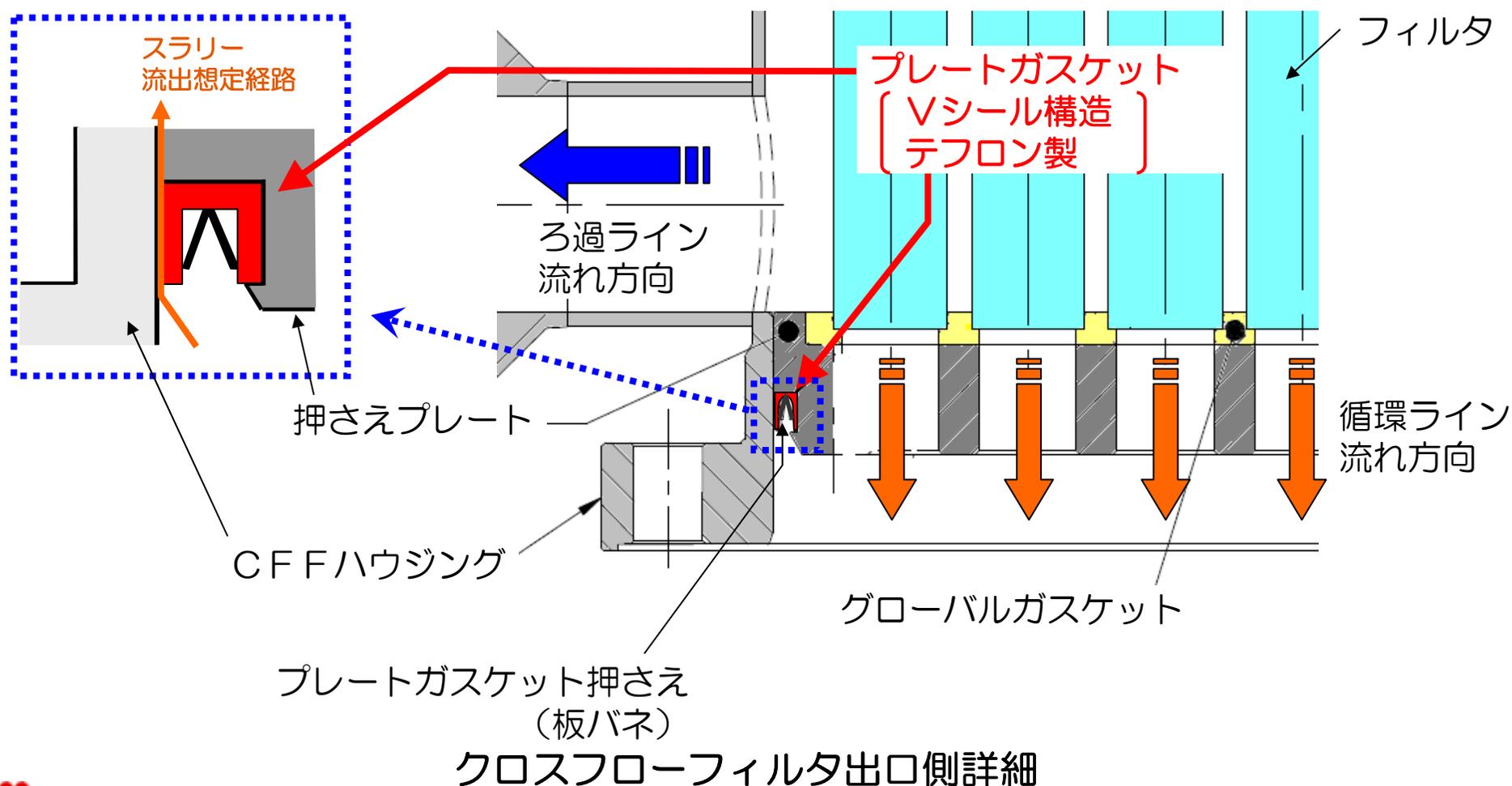
吸着塔出口Ca濃度

サンプリング箇所	A系統 (5/17採取)		C系統 (5/19採取)	
	Ca濃度	水の色	Ca濃度	水の色
吸着塔1塔目出口	1.0 ppm	透明	1.3 ppm	透明
吸着塔2塔目出口	0.9 ppm	透明	1.0 ppm	透明
吸着塔3塔目出口	0.7 ppm	透明	0.6 ppm	透明
吸着塔7塔目出口	0.6 ppm	透明	0.2 ppm	透明



CFF分解点検結果

- CFF3B、7A、8Aについて分解調査を実施した結果、CFFハウジングと押さえプレートの間のプレートガスケット（Vシール構造・テフロン製）に欠損または微小な傷があることを確認。当該部から炭酸塩スラリーが流出したと推定。



CF F 3 B分解点検結果

- CF F 3 Bについてはプレートガスケットに欠損を確認。

押さえプレート上面より撮影

プレートガスケット
欠損箇所



押さえプレート全体



欠損箇所：幅約6 cm、深さ約3mm



押さえプレート側面より撮影

CF F 7 A、8 A分解点検結果

- C F F 7 A、8 Aについてはプレートガスケットに欠損は確認されなかったものの、微小な傷を確認。



プレートガスケットに大きな欠損は確認されず。

(写真はC F F 8 A)



プレートガスケット
微小な傷

プレートガスケットのVの字が開く方を下側とし、下側に引張応力がかかるようにたわませて撮影

微小な傷（割れ）が開いていることを確認。

(写真はC F F 7 A)

プレートガスケット詳細調査

- 炭酸塩スラリーの流出が確認されたプレートガスケットと新品のプレートガスケットの折り曲げ状況を比較したところ、使用済のプレートガスケットに破断を確認。使用済のプレートガスケットは脆化していることを確認。



←

使用済のプレートガスケットを折り曲げた*
ところ、破断したことを確認

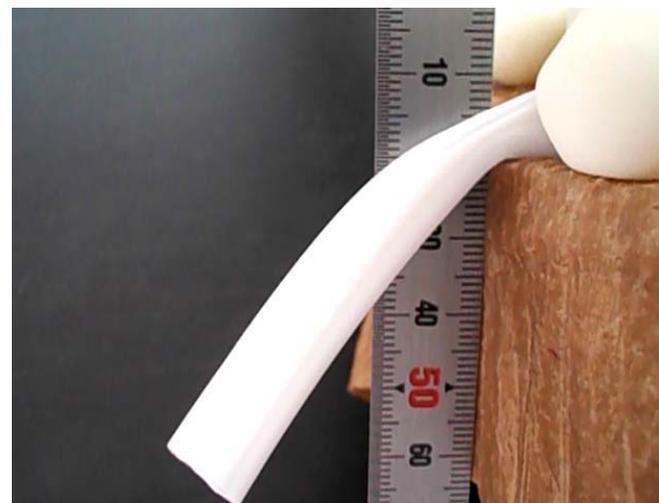
(写真はC F F 8 A)

→

新品のプレートガスケットを折り曲げた*
ところ、破断せずに折れ曲がったことを確認

(写真は新品のプレートガスケット)

* Vの字が開く方向を上面とする



要因分析

- プレートガスケットが脆化し、逆洗時の圧力脈動等で欠損や傷が発生したものと推定。脆化は放射線劣化によるものと推定。以下に要因分析を示す。

	要因1	要因2	確認方法	評価	状況
CFFから炭酸塩スラリー流出	共沈生成物の微細化	反応条件（温度、濃度等）の変化	他のCFFとの比較	×	他のCFFからは流出が確認されていない。
	共沈反応時間の拡大（CFF透過後に反応）	反応条件（温度等）の変化	他のCFFとの比較 攪拌機等の確認	×	他のCFFでは共沈反応物が捕獲されており、当該CFFのみ透過後に反応しているとは考えられない。 また、攪拌機等に異常は確認されていない。
		攪拌不十分			
	フィルタの破損	衝撃（圧力脈動）による破損	仕様確認 外観目視	×	運転条件は仕様の範囲内であり、外観目視上も異常が確認されていない。 酸洗浄時の薬品もフィルタに対して問題ないものを使用。
		溶解（酸洗浄時の薬品）による破損			
	構造容器（SUS材）の劣化	腐食	外観目視	×	外観目視より、腐食が確認されていない。
	ガスケット（テフロン）の欠損等	製造時不良	運転実績	×	半年以上、問題なく処理した実績有り。
		熱劣化による脆化	仕様確認	×	仕様上、問題ないことを確認。 酸洗浄時の薬品もフィルタに対して問題ないものを使用。
		薬品劣化による脆化			
		紫外線劣化による脆化	使用条件確認	×	紫外線の照射がない条件で使用。
経年劣化による脆化		納入時期確認	×	納入時期（2011年）に問題ないことを確認。	
放射線劣化による脆化	照射試験	△	調査実施。		
ガスケットの変形、ずれ	熱による変形、ずれ	外観目視 仕様確認	×	外観目視より、問題無いことを確認。 圧力変動等、仕様の範囲内であることを確認。	
	圧力による変形、ずれ				

照射試験

■試験条件

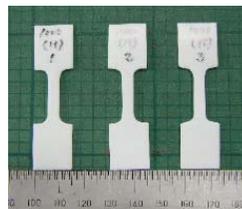
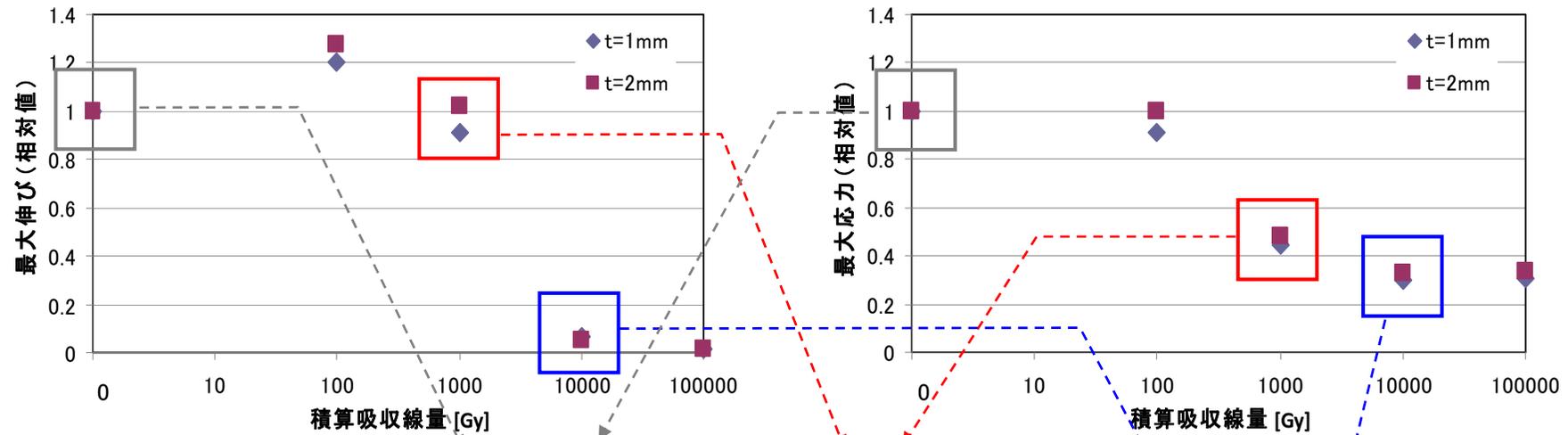
積算線量*1	100Gy	(約2.5日相当)
	1000Gy	(約25日相当)
	10000Gy	(約250日相当)
	100000Gy	(約2500日(約6年半)相当)
環境温度	室温	
試験環境	液中(苛性ソーダ溶液、pH12)	
試験片 (n=3)	PTFE*2 (テフロン)	シート(t=1.0mm)
		シート(t=2.0mm)
	EPDM*3 (合成ゴム)	シート(t=2.0mm)
		Oリング(φ=5.3mm)
照射後試験	引張試験(最大伸び、最大応力)	

- * 1 照射劣化挙動を評価するため数ケースで評価。炭酸塩沈殿処理においては、β線が支配的であり、評価上、表面において1.7Gy/h程度。カッコ内は各積算線量に到達するまでに必要な処理運転期間。
- * 2 Vシールの先端(Vの字が開く側)部を想定して1.0mmを、付根(Vの字が閉じる側)部を想定して2.0mmを選定
- * 3 対策品のガスケット材質。比較用として、シート(t=2.0mm)を、実機適用品としてOリング(φ=5.3mm)を選定

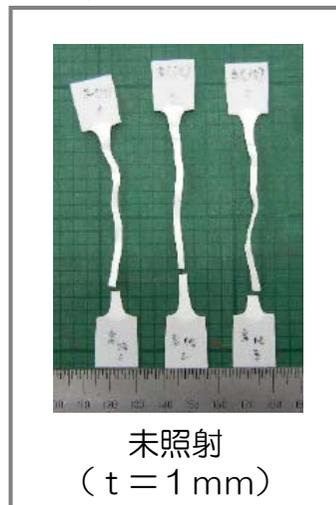
照射試験結果 (1 / 2)

■照射試験結果 (PTFE (テフロン))

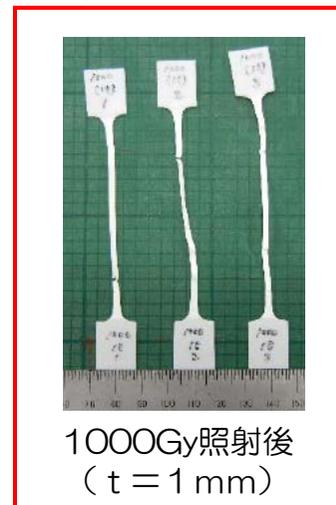
- 最大伸び試験より、10000Gy (約250日間運転相当) から明らかな脆化を確認。
- 最大応力は1000Gy (約25日間運転相当) から低下を確認。脆化傾向が表れ始めたと推定。



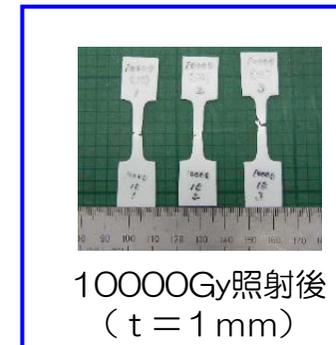
試験前
(t = 1 mm)



未照射
(t = 1 mm)



1000Gy照射後
(t = 1 mm)

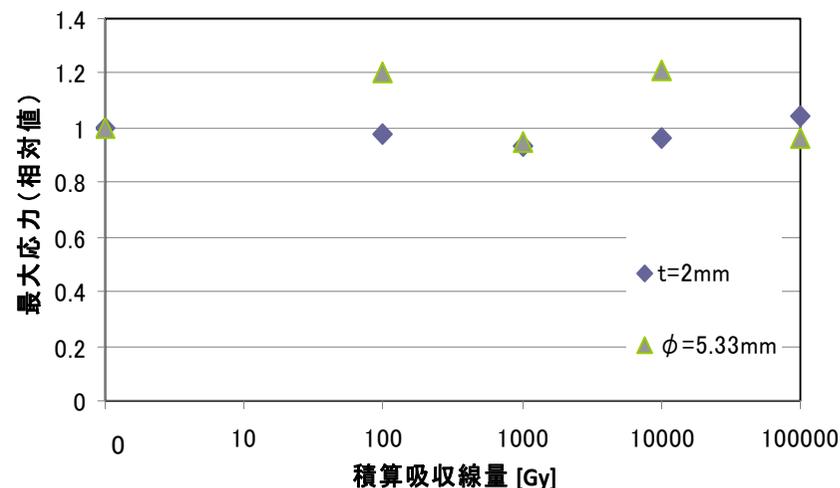
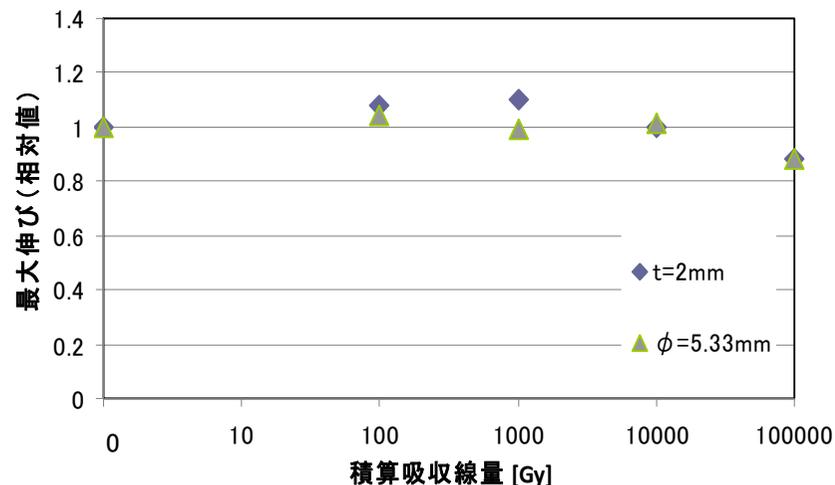


10000Gy照射後
(t = 1 mm)

照射試験結果 (2/2)

■照射試験結果 (EPDM (合成ゴム))

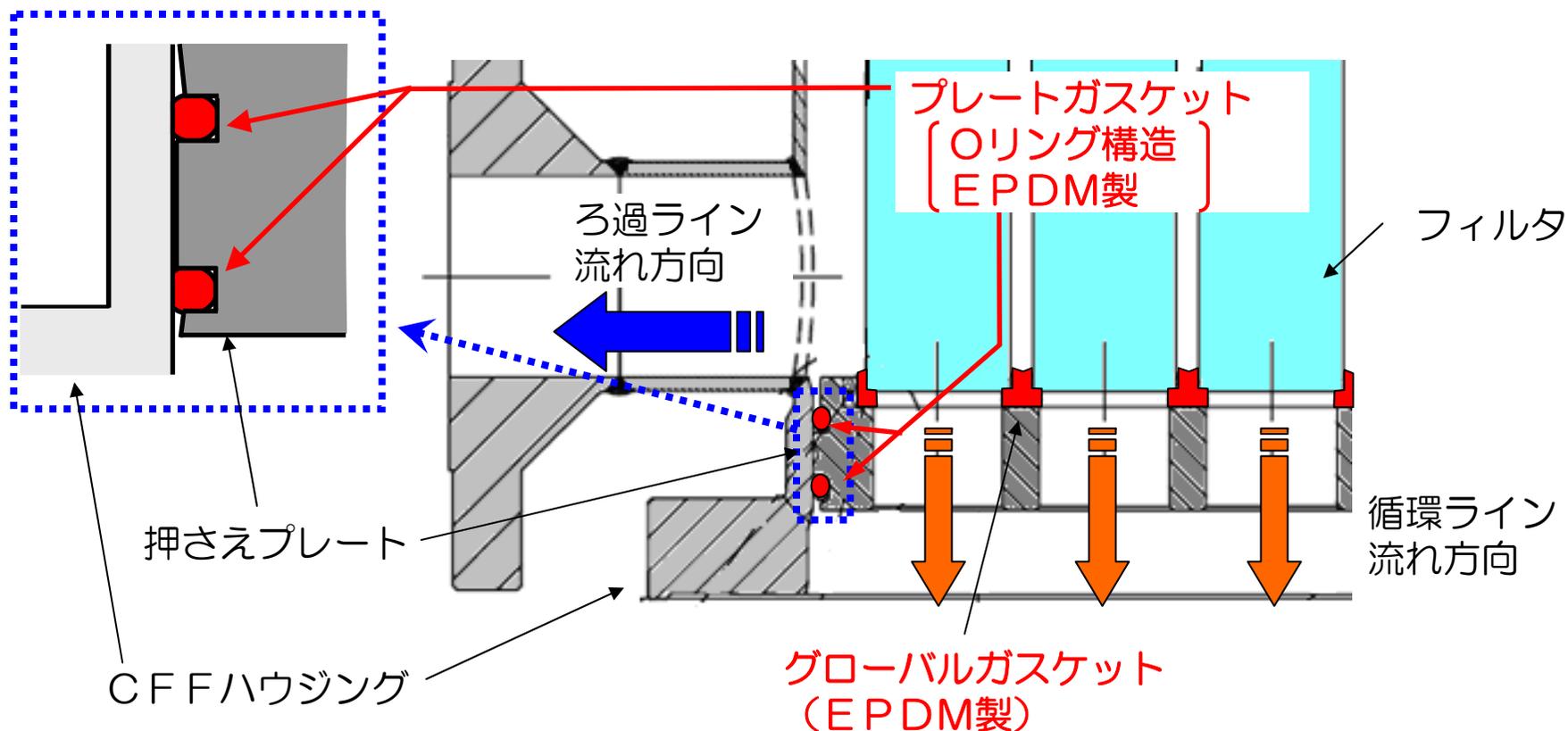
- 100000Gy (約6年半運転相当) まで照射されても有意な材料特性の変化は確認されず。十分な耐放射性を有していることを確認。



- ✓ 長期停止の際はスラリーの希釈 (線量低減) を行う場合もあるものの、当該ガスケットはほぼホット試験開始時より照射されている状態。
 - A系統は4 1 4日、C系統は2 3 3日間経過 (5 / 1 9時点)。
 - B系統は停止した3 / 1 8時点で2 7 9日経過。
- ✓ 脆化は進行していると推定され、可及的速やかな交換を計画。
- ✓ 交換は耐放射性に優れるEPDM製のガスケットを採用したCFRを採用。

再発防止対策（改良型C F F）

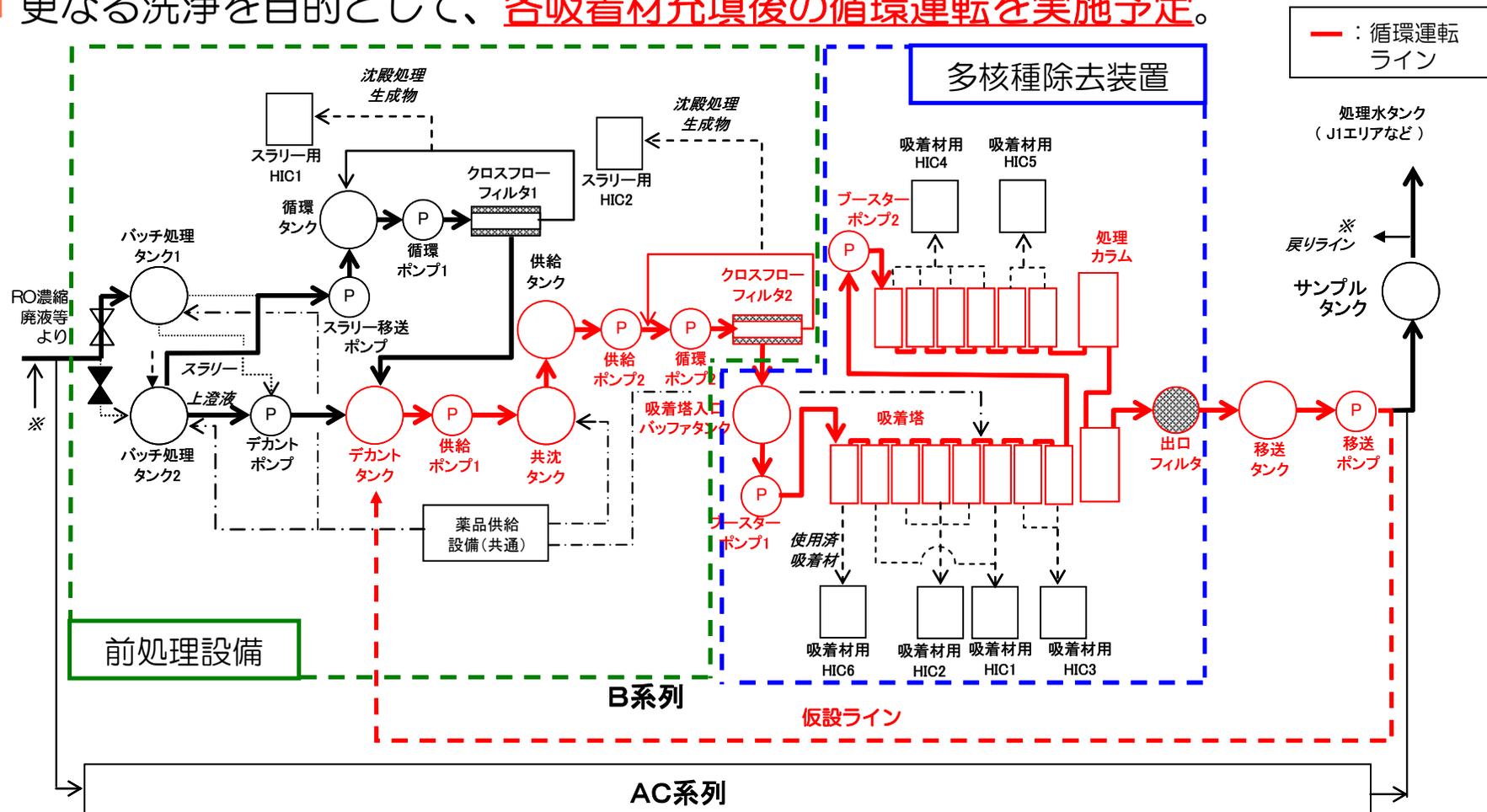
- 以下の点を改善したC F Fへ交換
 - ガasketの材質を耐放射性に優れるEPDM（合成ゴム）へ変更
 - 逆洗時の圧力脈動に対する耐性を向上させるため、プレートガasketの構造をリングへ変更（更に信頼性向上のため2重化）
- 増設多核種除去設備においても改良型C F Fを採用予定



改良型C F F 出口側詳細

Bシステムの系統内洗浄について

- 炭酸塩沈殿処理のC F Fから出口まで、**炭酸塩スラリーの除去及び除染を目的に**洗浄を実施。**炭酸塩スラリーの除去はCa濃度の有意な上昇がないこと（洗浄水（ろ過水）と同等のCa濃度であること）、除染は運転時の放射能（全β）と同程度になること**を目標として実施。
- 更なる洗浄を目的として、**各吸着材充填後の循環運転を実施予定**。



スケジュール

- B系統については系統内洗浄と並行して、炭酸塩沈殿処理CFFを改良型CFFへ交換。
5/23処理再開。
- AC系統については、炭酸塩スラリー流出の影響範囲の詳細調査を実施。合わせて、改良型CFFの交換を実施したうえ、処理再開予定。A系統は6月上旬、C系統は6月中旬処理再開予定。

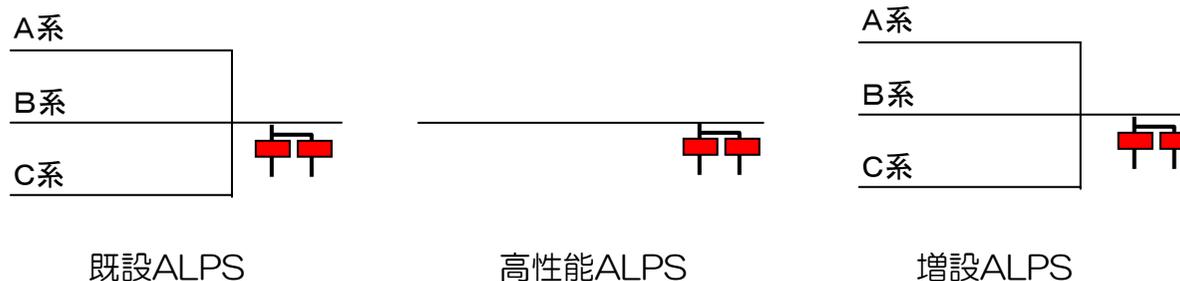
	5月			6月	
	11	18	25	上	中
A系統	処理運転	↓	処理停止・CFF交換	↑	処理運転
B系統	↓	↑	循環洗浄	↑	↑
	処理運転	↓	処理停止・系統内洗浄・CFF交換	↑	↑
C系統	処理運転	↓	処理停止・CFF交換・腐食対策有効性確認	↑	処理運転

β線連続モニタの設置検討状況

- 改良型CFFを採用することによって、信頼性は向上すると考えられるものの、万が一炭酸塩スラリーがCFFから流出した際の更なる早期検知*1を目的として、β線連続モニタ設置を検討。
- 既設ALPSは今夏中、高性能ALPS及び増設ALPSはホット試験開始前の設置を目標として計画。

B線連続モニタ概略仕様

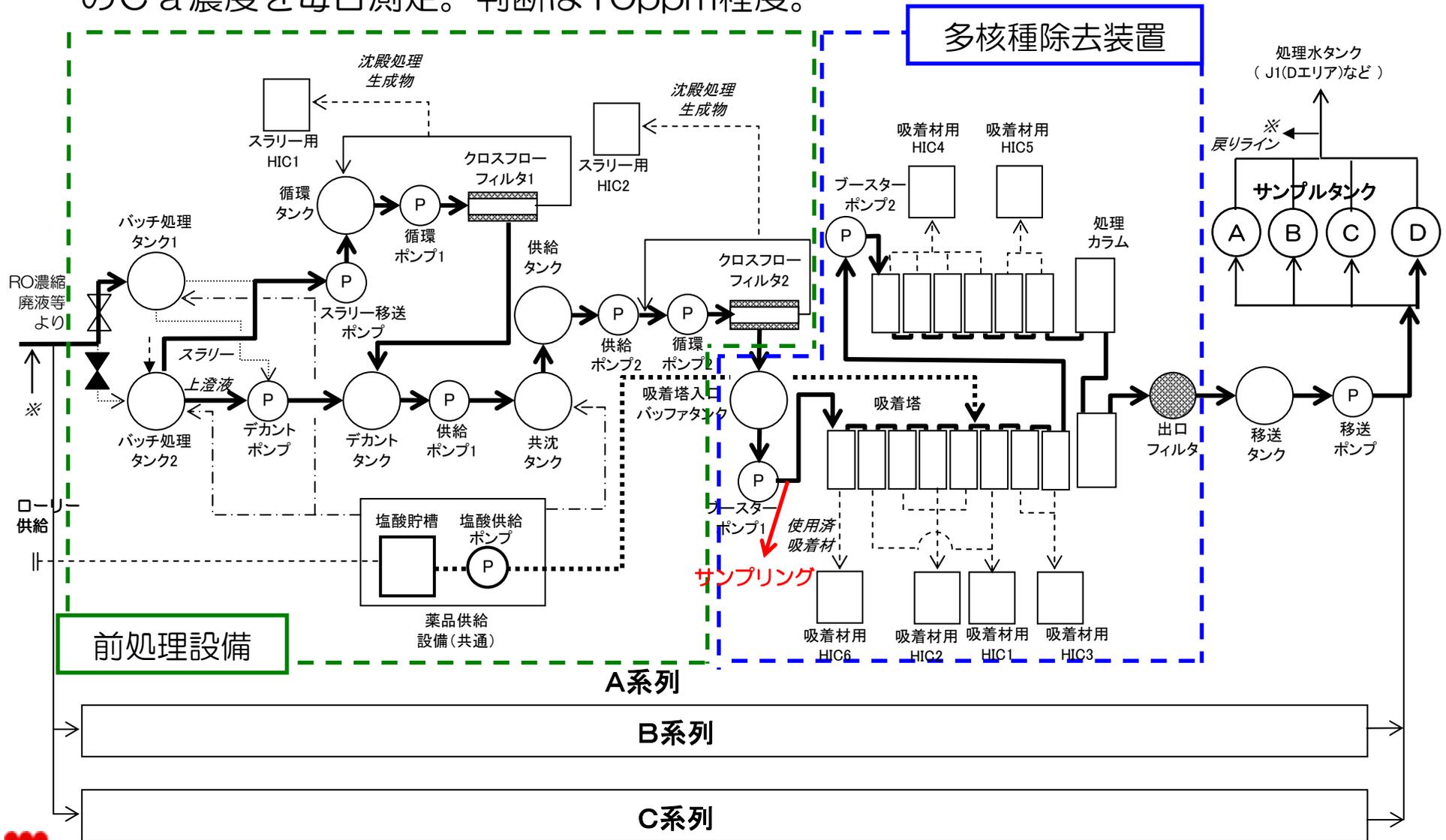
測定核種	全β
設置箇所	系統出口合流地点
設置台数	2台（1台予備）
計器仕様（精度）	検討中*2



- * 1：現在、炭酸塩沈殿処理の出口（ブースターポンプ1出口）にて、Ca濃度を日々測定しており、かつサンプルタンクで処理性能に問題ないことを確認してから、処理済水貯蔵タンク群への移送を実施しているものの、更なる早期検知を目的とする。
- * 2：炭酸塩スラリー流出等に起因する異常な線量上昇検知を目的とする。

【参考】 系統概略図

- C F F を炭酸塩スラリー透過を事前に把握するために、ブースターポンプ1 出口のC a濃度を毎日測定。判断は10ppm程度。



【参考】 その他分解点検結果

- プレートガスケット以外の部品について、特に異常は確認されず。



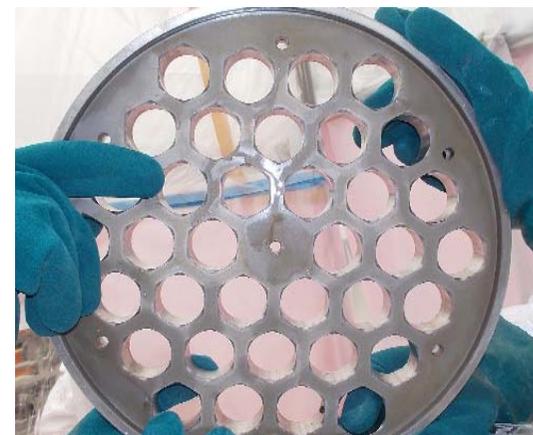
←フィルタ（セラミック）

外観に有意な欠陥は確認されず。

（写真はC F F 3 B）

押さえプレート（SUS）→
腐食や有意な欠陥は確認されず。

（写真はC F F 7 A）

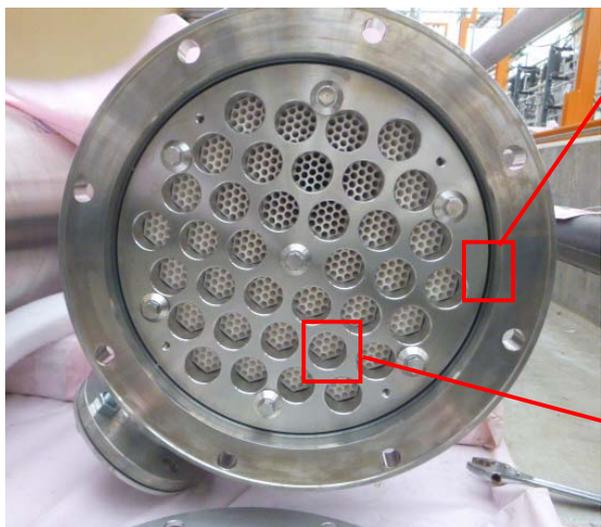


←グローバルガスケット（テフロン）

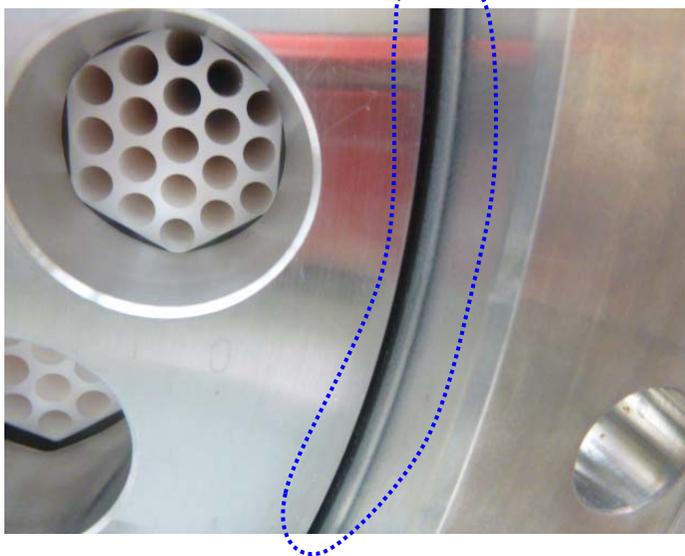
有意な欠陥や脆化は確認されず。Vシールより厚く、放射線（ β 線）劣化の影響がプレートガスケットより小さい推定。対策品にて、プレートガスケットと同様、EPDMへ変更予定。

（写真はC F F 3 B）

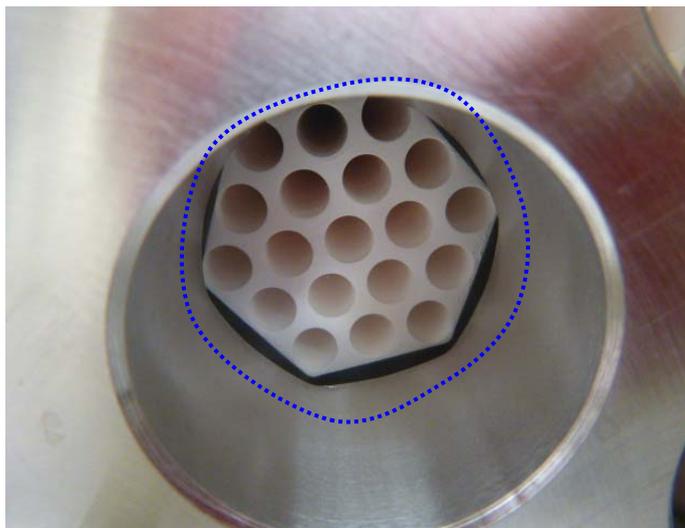
【参考】改良型CFF写真



出口側
押さえプレート写真



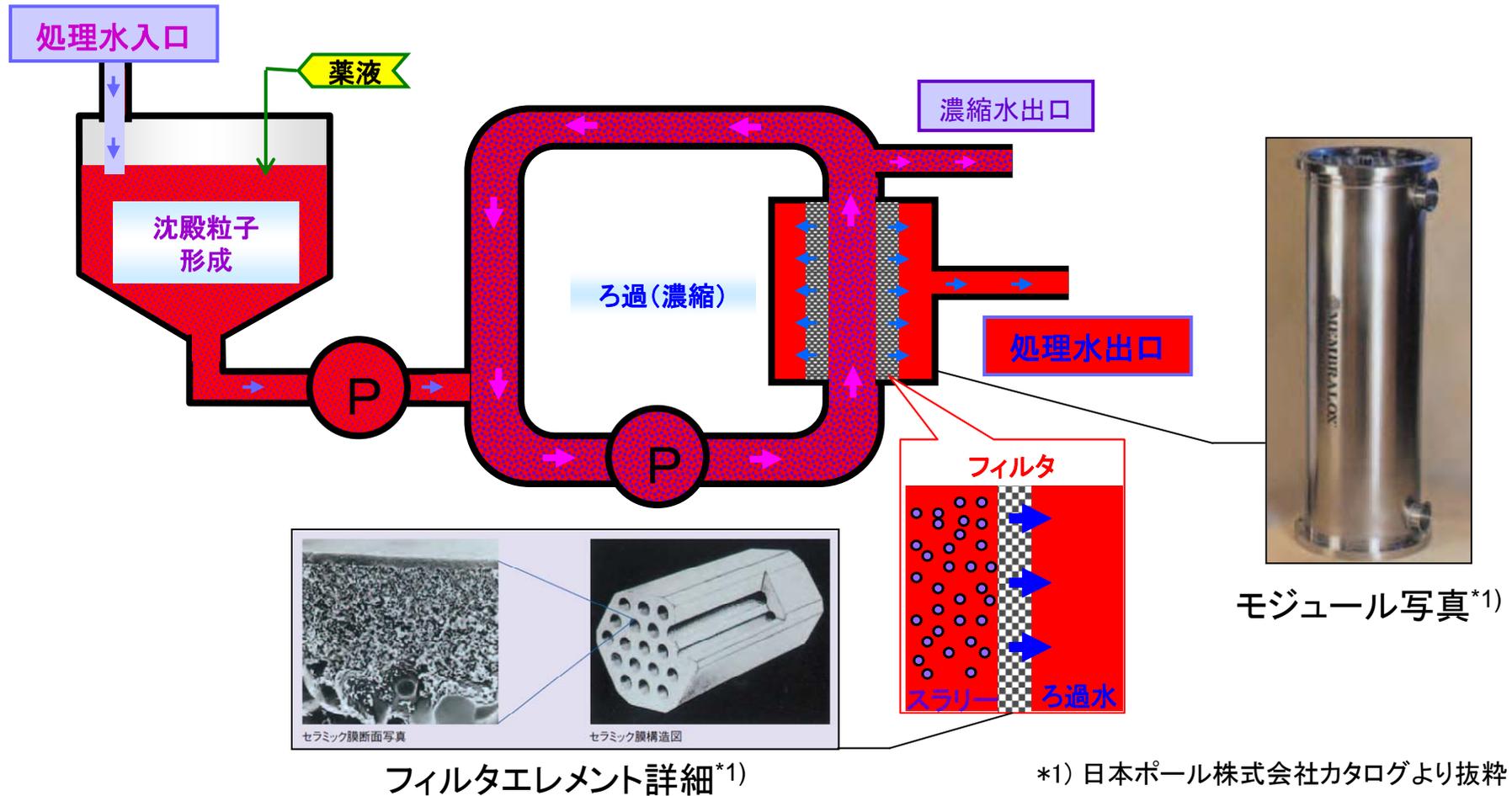
EPDM製の
Oリング



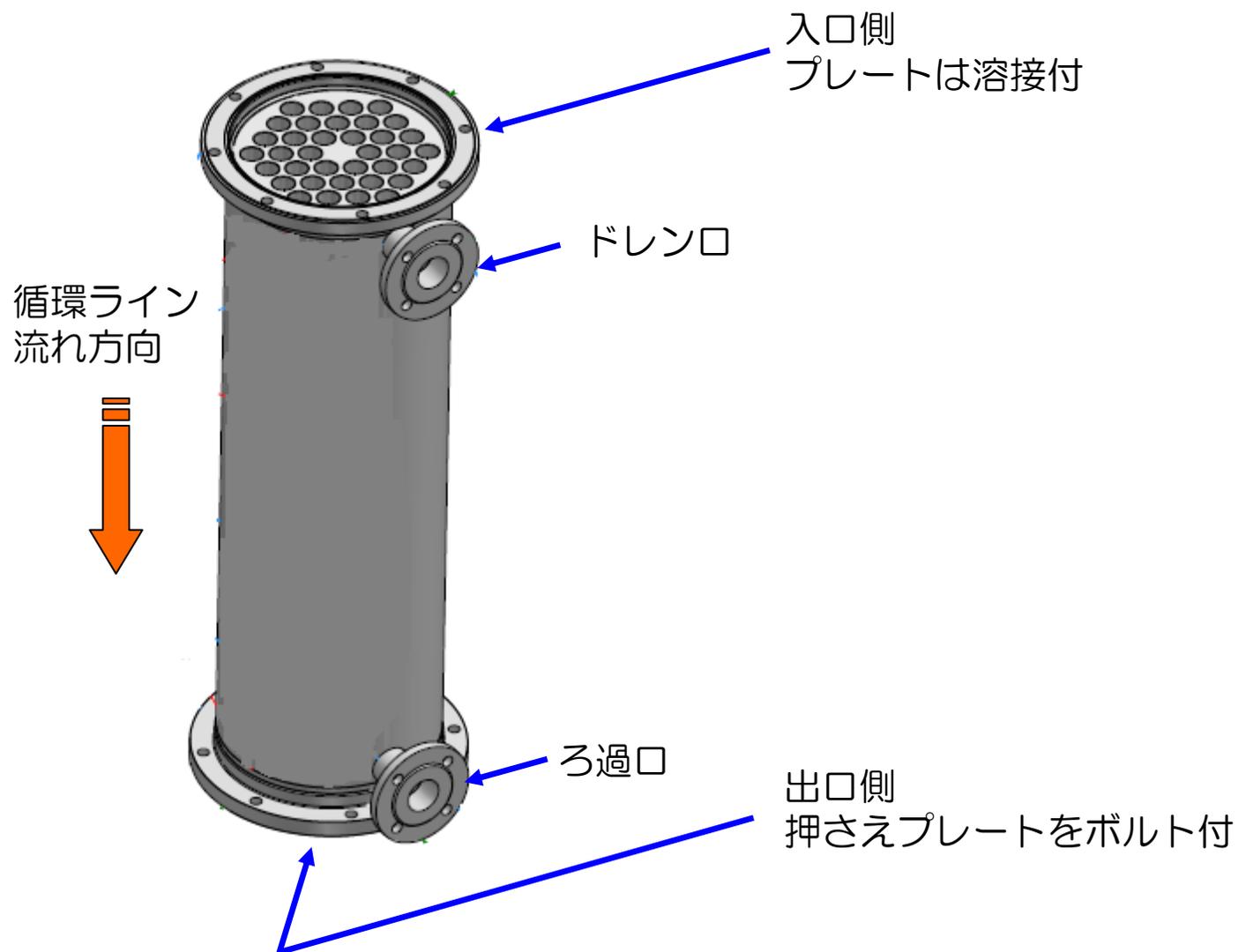
EPDM製の
グローバル
ガスケット

【参考】 C F F の構造

- 薬液注入と適切な水質制御により沈降成分を形成し、フィルターによるろ過により固形分を除去



【参考】 C F F 概略外形図



地下水バイパス運用開始について

平成26年5月29日

東京電力株式会社



東京電力

運用開始について

- 4/9より試験的に汲み上げを実施してきた地下水について、5/21より排水を開始

■ 排水実績

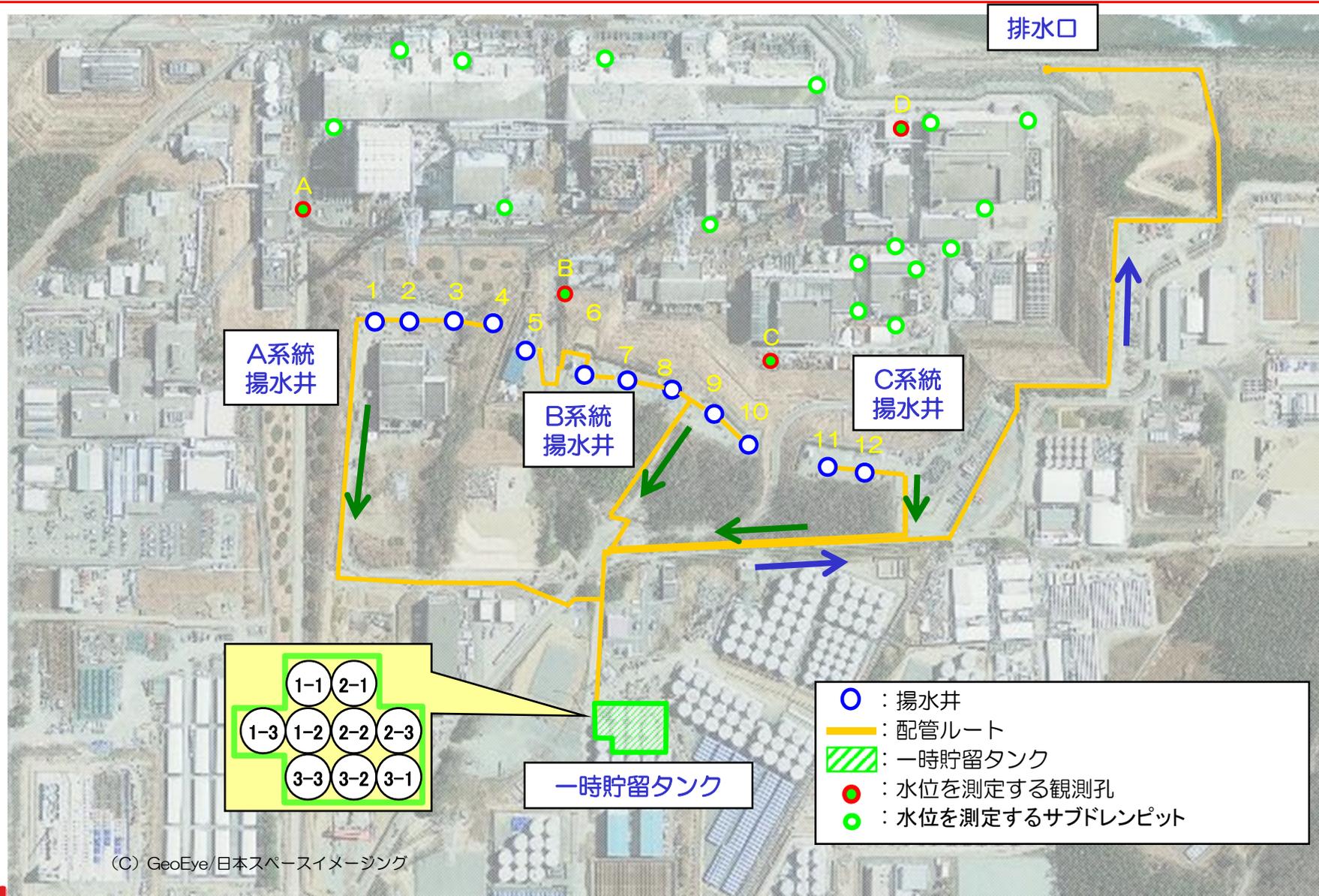
	排水実施日	排水時間	排水量(m ³)
1回目排水 (Gr1-1)	5/21	10:25~12:42	561
2回目排水 (Gr3-1)	5/27	10:00~12:38	641

- 次回排水は、一時貯留タンクGr2 (4/18~5/20汲み上げ分) からの排水 (約890m³) を予定。現在水質確認中
- 当面は、1回/週程度の排水を予定
- 5/21排水開始以降、24時間連続での汲み上げ運転を開始 (現時点で300~400m³/日程度汲み上げ、今後汲み上げ量変化あり)
- 建屋水位、観測井水位を監視しながら、No.1~11揚水井は3mずつ、No.12揚水井は1mずつ、観測井水位程度 (OP+9~10m) まで1~2ヶ月程度かけて徐々に揚水井水位を低下させる
- 現時点で、建屋水位、観測井水位に顕著な変化は見られない

No.12揚水井トリチウム濃度について

- 4/15にサンプリングを実施したNo.12揚水井のトリチウム濃度が運用目標値を超過（1600Bq/L）。このため、再度測定を実施し、運用目標値以下となったことから、4/21汲み上げを再開
- 5/26にサンプリングを実施したNo.12揚水井のトリチウム濃度が再度、運用目標値を超えた（1700Bq/L）ため、5/27一旦汲み上げを停止
- サンプリング頻度を増加（週2回）し、傾向監視を強化。5/29に再サンプリング実施予定
- 傾向監視の結果、値の上昇継続による一時貯留タンクへの影響が無いことを確認できれば、No.12揚水井からの汲み上げを再開予定

地下水バイパス設備全体平面図



排水の状況



5月21日



5月27日

構内排水路へ排水実施

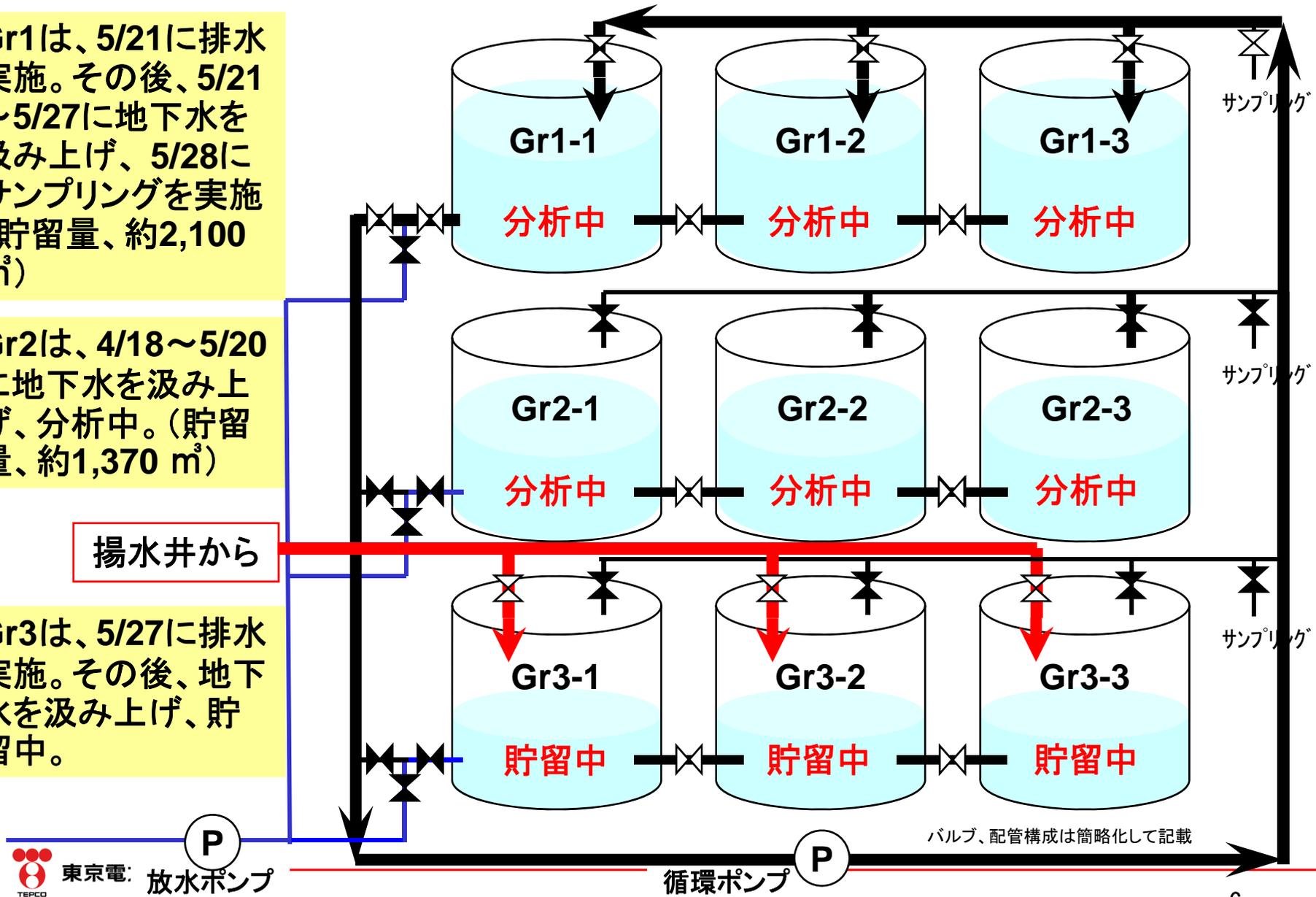
(参考) 一時貯留タンク系統図

Gr1は、5/21に排水実施。その後、5/21～5/27に地下水を汲み上げ、5/28にサンプリングを実施(貯留量、約2,100 m³)

Gr2は、4/18～5/20に地下水を汲み上げ、分析中。(貯留量、約1,370 m³)

揚水井から

Gr3は、5/27に排水実施。その後、地下水を汲み上げ、貯留中。



(参考) Gr 1-1 貯留水・詳細分析の結果

(単位:ベクレル/リットル)

水質確認(Gr1-1) 〈採水日:4/15〉	東京電力 分析(5/14)	第三者機関*1 分析(5/14)	【参考】JAEA*2 分析(5/14)	運用目標
セシウム134	0.016	0.022	0.015	1
セシウム137	0.047	0.039	0.044	1
全ベータ	ND(0.88)	ND(0.61)	ND(0.10)	5*3
トリチウム	220	230	240	1,500
全アルファ	ND(2.5)	ND(3.1)	ND(0.057)	—
ストロンチウム90	0.013	0.011	0.013	—

*1 (公財)日本分析センター

*2 (独)日本原子力研究開発機構:国による詳細分析の依頼先

*3 10日に1回程度のモニタリングで、1ベクレル/リットル未滿を確認

ND:検出限界値未滿、()内数字は検出限界値

(参考) 運用目標分析結果

■5/21排水分

(単位:ベクレル/リットル)

水質確認(Gr1-1) <採水日:4/15>	東京電力 分析	第三者機関*1 分析	運用目標
セシウム134	ND(0.63)	ND(0.065)	1
セシウム137	ND(0.56)	ND(0.059)	1
全ベータ	ND(4.4)	ND(0.34)	5 *2
トリチウム	250	240	1,500

*1 (公財) 日本分析センター

*2 10日に1回程度のモニタリングで、1ベクレル/リットル未滿を確認

ND: 検出限界値未滿、()内数字は検出限界値

(参考) 運用目標分析結果

■5/27排水分

(単位:ベクレル/リットル)

水質確認(Gr3-1) 〈採水日:5/19〉	東京電力 分析	第三者機関*1 分析	運用目標
セシウム134	ND(0.49)	ND(0.67)	1
セシウム137	ND(0.38)	ND(0.51)	1
全ベータ	ND(0.89)	ND(0.55)	5 *2
トリチウム	150	150	1,500

*1 (公財) 日本分析センター

*2 10日に1回程度のモニタリングで、1ベクレル/リットル未滿を確認

ND: 検出限界値未滿、()内数字は検出限界値

RO濃縮水のリスク低減に向けた取組

平成26年5月29日

福島第一廃炉推進カンパニー
水処理設備部



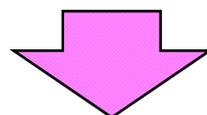
東京電力

RO濃縮水のリスク低減に向けた取組概要

RO濃縮水の現状

- RO濃縮水は、約400m³/日のペースで増加しており、約36万トン[※]を鋼製タンクに貯留（2014/5/20現在）。
- RO濃縮水は、タービン建屋滞留水をセシウム吸着装置（KURION）または第二セシウム吸着装置（SARRY）によりセシウムを除去したものをRO装置で濃縮した汚染水であり、放射性核種のうちSr-90を多く内包

	Cs-134	Cs-137	Co-60	Mn-54	Sb-125	Ru-106	Sr-90
放射能濃度 (Bq/リットル)	2000 ~ 60000	3000 ~ 100000	600 ~ 30000	700 ~ 50000	30000 ~ 200000	9000 ~ 130000	40,000,000 ~ 500,000,000

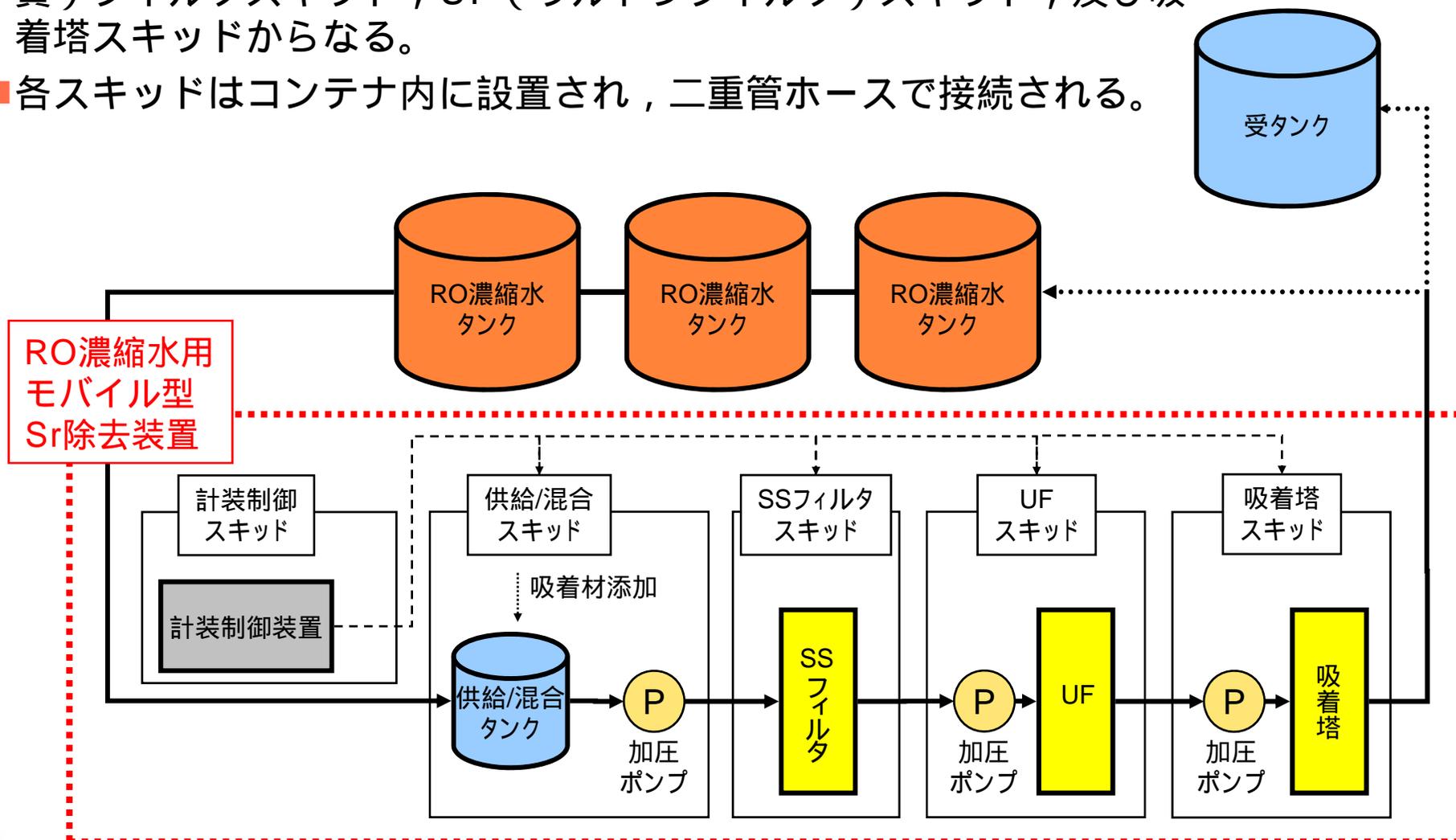


多核種除去設備の増強（増設多核種除去設備 / 高性能多核種除去設備の設置。実施計画提出済）によりRO濃縮水の浄化を加速すると共に、モバイル型ストロンチウム除去装置（H26.2.27公表済）により貯留しているRO濃縮水に含まれるSrを除去及びSARRYへのCs・Sr同時吸着材の適用によりRO装置の前でSrを除去することで、RO濃縮水のリスク低減を図る。

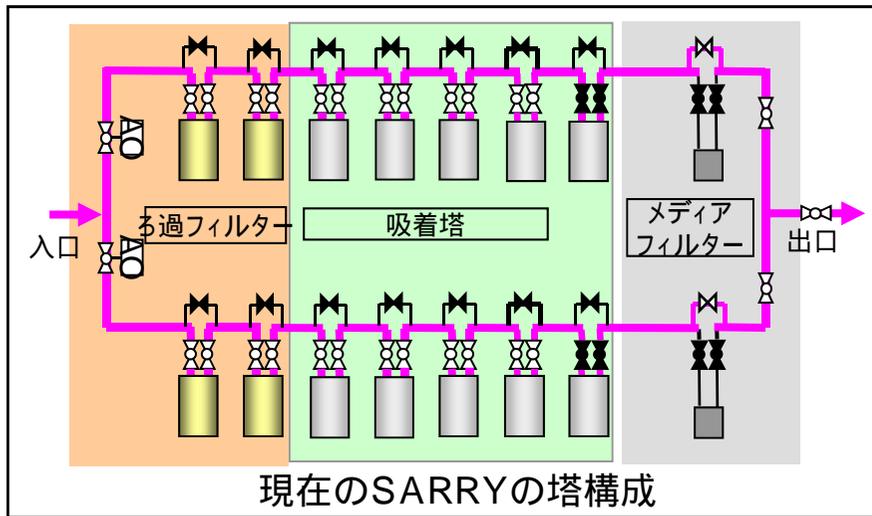
- 万一のタンク漏えいに対するリスク低減
 - 敷地境界線量の低減
 - 作業員の被ばく低減（タンクパトロール、RO装置メンテナンス時の被ばく低減）
- また、Cs・Sr同時吸着材は、多核種除去設備の負荷低減（稼働率改善）も期待出来る。

RO濃縮水用モバイル型Sr除去装置概要

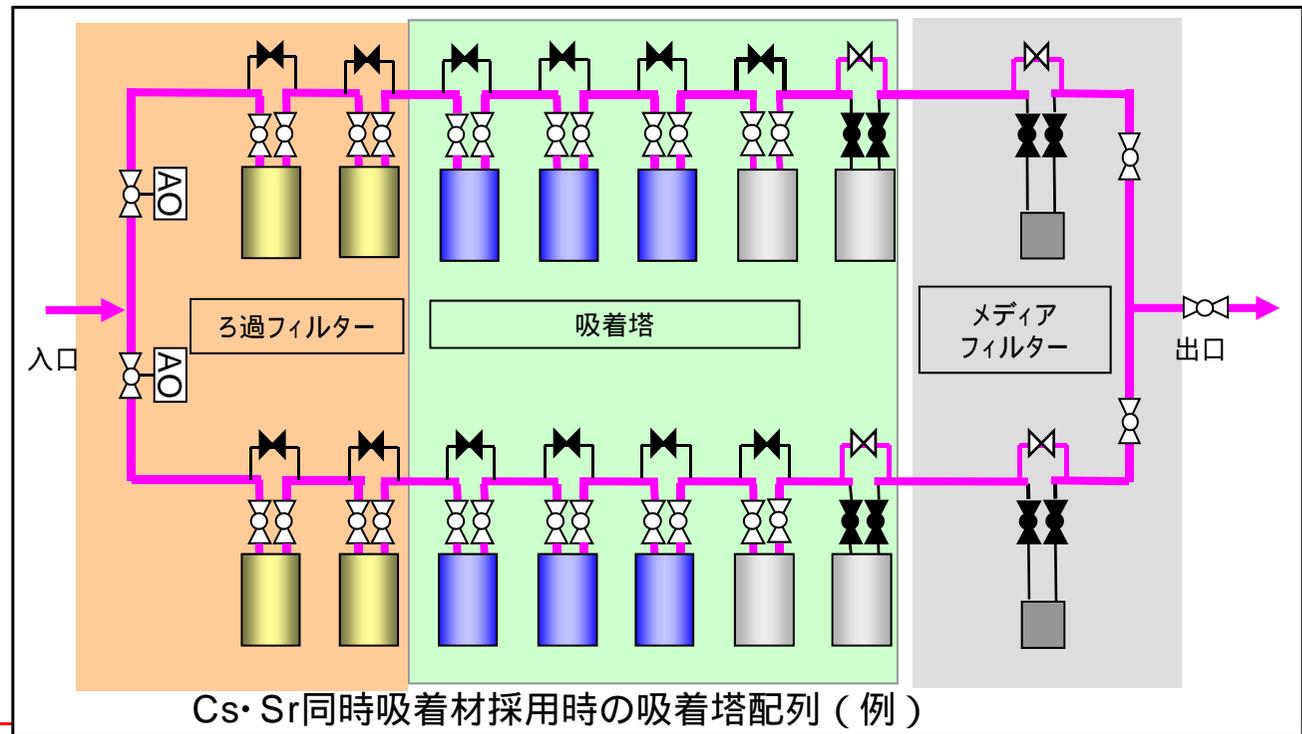
- RO濃縮水用モバイル型Sr除去装置は，5つのスキッドの組み合わせで構成され，計装制御スキッド，供給／混合スキッド，SS（浮遊物質）フィルタスキッド，UF（ウルトラフィルタ）スキッド，及び吸着塔スキッドからなる。
- 各スキッドはコンテナ内に設置され，二重管ホースで接続される。



SARRYへのCs・Sr同時吸着材の適用概要



- SARRYにCs・Sr同時吸着材を適用し、滞留水処理（大循環）の段階でCsの他にSrを除去し、RO濃縮水に含まれるSr濃度を低減
- 初期運用を踏まえて塔構成等は決定



導入スケジュール

■ モバイル型ストロンチウム除去装置

- 5月22日に実施計画変更認可申請
- 原子力規制庁の実施計画審査、使用前検査等を経て、H26.8末から処理を開始

■ SARRYへのCs・Sr同時吸着材適用

- 6月上旬に実施計画変更認可申請（予定）
- 原子力規制庁の実施計画審査、使用前検査等を経て、H26.8末から初期運用による処理を開始
 - 初期運用では、1系列あたりCs・Sr同時吸着塔を2塔設置し、性能・運用面等を評価
- 本運用
 - 初期運用結果を踏まえて塔構成等を決定し、本運用による処理を開始（H26.11月上旬）

	H26.5	H26.6	H26.7	H26.8	H26.9	H26.10	H26.11
モバイル型Sr除去装置	実施計画変更認可申請	実施計画審査/使用前検査等					
		機器製作・現地工事等				処理運転	
SARRY Cs・Sr同時吸着材適用	実施計画変更認可申請	実施計画審査/使用前検査等					
		吸着塔製作			初期運用		本運用

凍土遮水壁の状況報告

平成26年5月29日
東京電力株式会社

凍土遮水壁の状況

- 昨年 10 月に事業開始
- 本年 3 月 7 日に原子力規制委員会に実施計画の変更認可を申請
現在審査中
- 5 月 22 日に原子力規制庁から「凍土方式遮水壁による地盤沈下の可能性等に係る議論に当たっての論点整理について」が示され、5 月 26 日に特定原子力施設監視・評価検討会で説明を実施

1 . 凍土遮水壁造成に関する地盤影響評価

原子力規制庁

特定原子力施設監視・評価検討会（第22回）資料から抜粋・編集

凍土遮水壁造成による地盤沈下検討結果

【検討結果】

地盤沈下に関しては原子炉建屋とタービン建屋の不等沈下を評価した。保守的な条件から算出した基礎底面の傾斜は最大 $1/10,000$ 程度となり、各種基準に示される基礎地盤の傾斜の目安値 $1/2,000 \sim 1/500$ 以下であることから、建屋基礎の安定上問題ないものと考えている。

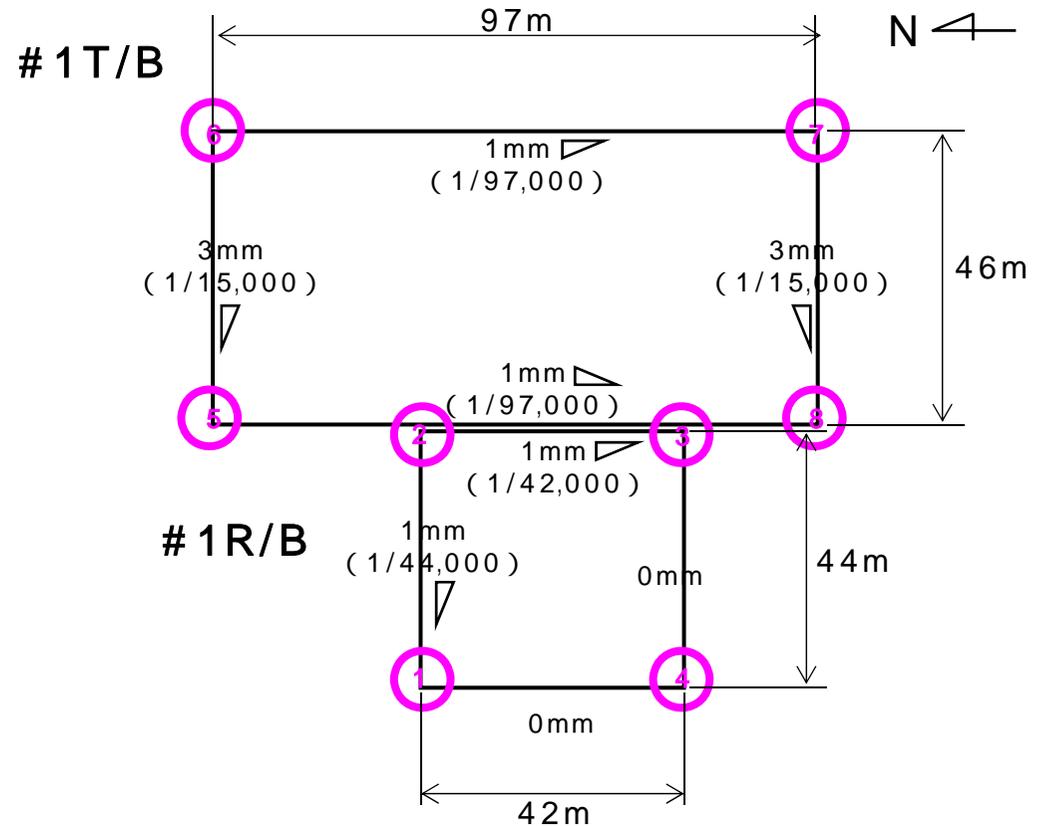
沈下量の算定例

原子炉建屋とタービン建屋の下部地層毎に沈下量を算出し、相対沈下量と各辺延長から基礎底面の傾斜角を求める。1号機原子炉建屋の ~ 間で1 ~ 4号機原子炉建屋のうち最大値である1/42,000となった。

基礎地盤の変形量試算結果 (#1R/B・T/B)

変形量 (mm)	#1T/B 5	#1T/B 6	#1T/B 7	#1T/B 8
合計	-13	-10	-11	-14
第1泥質部	-6	-5	-5	-6
互層(砂岩)	-1	-1	-1	-1
互層(泥岩)	-3	-2	-2	-3
第2泥質部	-2	-1	-2	-2
細粒砂岩層	0	0	0	-1
第3泥質部	-1	-1	-1	-1
粗粒砂岩層	0	0	0	0

変形量 (mm)	#1R/B 1	#1R/B 2	#1R/B 3	#1R/B 4
合計	-9	-8	-9	-9
第1泥質部	-3	-3	-3	-3
互層(砂岩)	-1	-1	-1	-1
互層(泥岩)	-2	-2	-2	-2
第2泥質部	-1	-1	-1	-1
細粒砂岩層	-1	0	-1	-1
第3泥質部	-1	-1	-1	-1
粗粒砂岩層	0	0	0	0



凍土遮水壁造成による地盤沈下の評価

地盤沈下に関しては原子炉建屋とタービン建屋の不等沈下を評価した。保守的な条件から算出した基礎底面の傾斜は最大1/10,000程度となり、各種基準に示される基礎地盤の傾斜の目安値1/2,000～1/500以下であることから、建屋基礎の安定上問題ないものと考えている。

原子炉建屋（1～4号機）
四隅のうち最大沈下量 9mm
基礎底面傾斜
1/49,000～1/42,000

タービン建屋（1～4号機）
四隅のうち最大沈下量 16mm
基礎底面傾斜
1/15,000～1/10,000

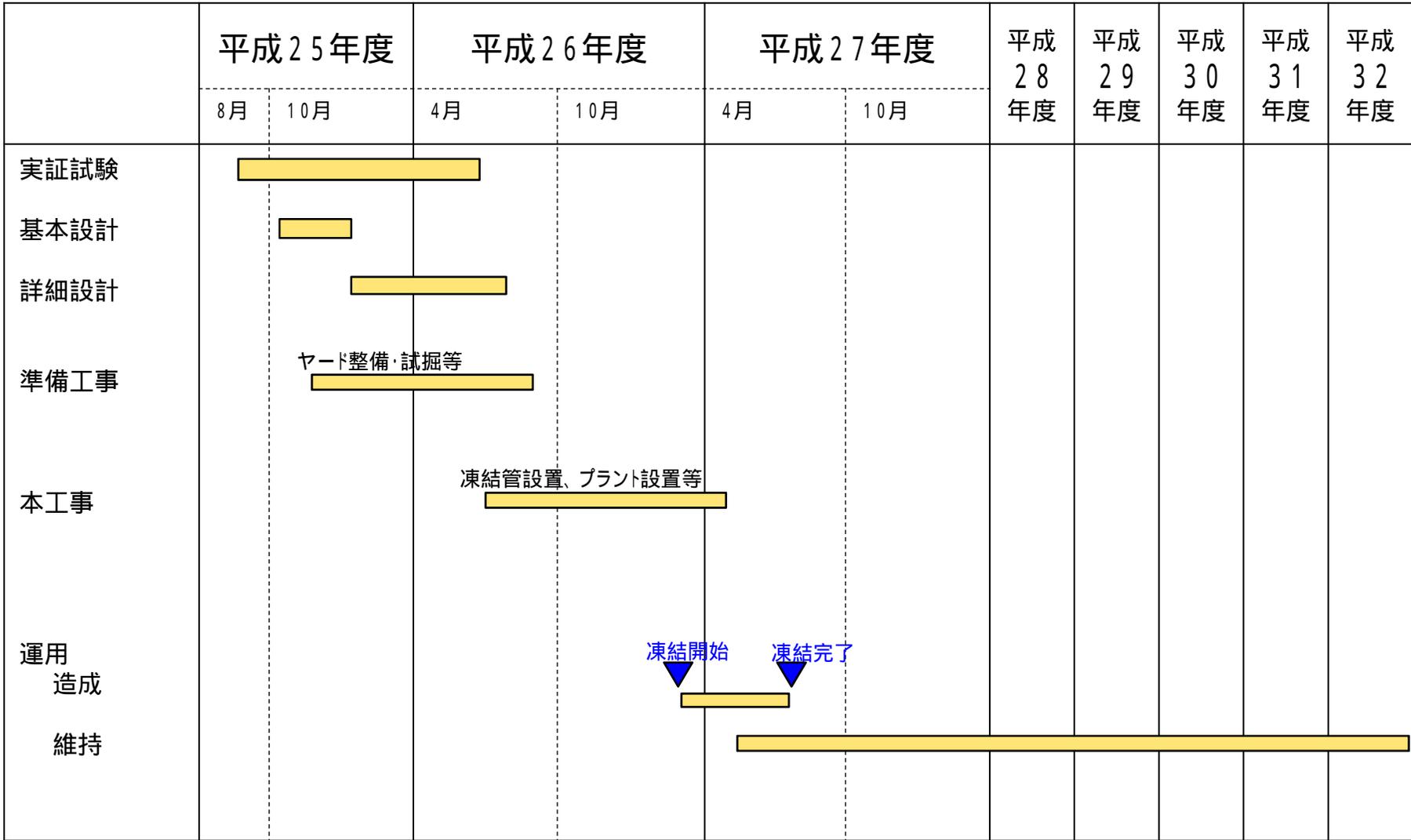


基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価
に係る審査ガイド
（H25.6原子力規制委員会）
→発電用原子炉施設の建屋基礎底面
の傾きに対する目安値 1/2,000

建築基礎構造設計指針
（日本建築学会）
→鉄筋コンクリート造の建物に構造
的な障害が発生する限度角となる
変形角の目安値 1/1,000～1/500

2 . 凍土遮水壁の着工について

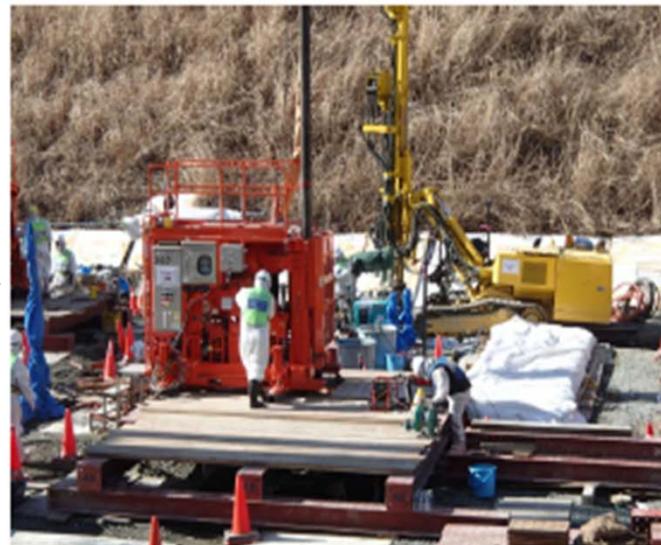
凍土遮水壁の工程



工事の施工手順イメージ（実証試験より）



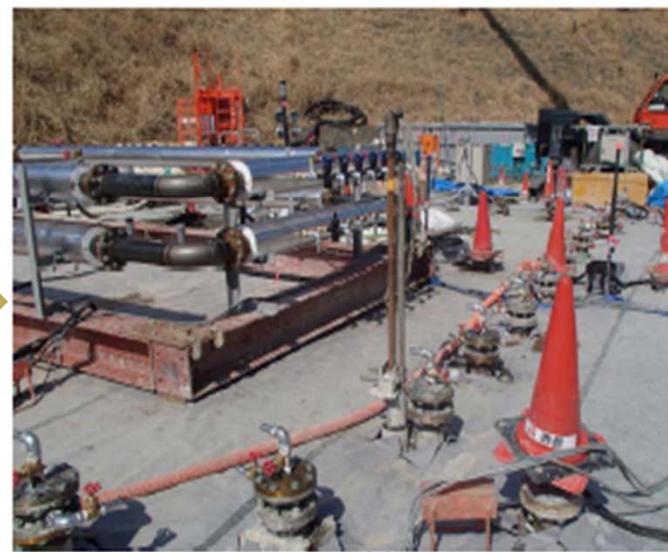
試掘



削孔



建込



配管

「汚染水処理対策技術検証事業(トリチウム分離技術検証試験事業)」に係る補助事業者の公募について

平成 26 年 5 月 29 日

資源エネルギー庁

「汚染水処理対策技術検証事業(トリチウム分離技術検証試験事業)」に係る補助事業者の公募に関して

1. 事業の目的

東京電力(株)福島第一原発における汚染水対策については、様々な課題が存在しており、それらへの対応を検討するため、昨年9月25日から10月23日まで、資源エネルギー庁より国際廃炉研究開発機構(IRID)に対して、技術提案募集(Request for Information, RFI)の事務手続きを委託し、6つの分野に関する技術情報を広く国内外に募集したところです。

6つの分野の1つに、「汚染水処理(トリチウム分離技術、トリチウムの長期安定的貯蔵方法等)」があり、本分野に国内外より182件の情報が寄せられました。この中で、トリチウム分離技術については、原子力分野で研究されている分離技術として、水蒸留法、電解法、化学交換電解セル複合法、水-硫化水素交換法等、その他の分離技術として、凍結濃縮、ナノ技術、ハイドレート、吸着材を用いた分離等の情報が寄せられました。これらの技術について、IRIDが組織した専門家レビュー会議によるコメントが示されました。

これらのコメントを踏まえ、平成25年12月10日に、汚染水処理対策委員会にて「東京電力(株)福島第一原子力発電所における予防的・重層的な汚染水処理対策～総合的リスクマネジメントの徹底を通じて～」が取りまとめられ、この中で、「トリチウム分離技術については、国内外からの技術提案でも、即効性があると認められる技術が見受けられなかったため、今後、技術提案のあった対策について評価等を行っていく必要がある。」とされています。

また、昨年11月末に来日したIAEA(国際原子力機関)調査団から、「あらゆる選択肢を検証すべき」との助言があったことも踏まえ、分離技術のみならず、大量のトリチウムの長期間貯蔵や放出等のリスク、環境影響、費用対効果なども含め総合評価を行うべく、汚染水処理対策委員会の下にトリチウム水タスクフォースが設置され、これまでの科学的知見等をリスク評価の視点も加味して整理・分析するとともに、様々な選択肢に関する検討がなされているところです。

本事業は、これらの検討経緯を踏まえ、**現時点におけるトリチウムの分離技術に関する最新の知見を得るために実施するもの**です。本事業により得られる成果は、随時、トリチウム水タスクフォースの検討に活用させていただきます。そのため、概ね4半期に1度の頻度

で、事業の進捗やその時点で確認できている試算結果、データ等についての報告を求めます。当該データ等については、必要に応じトリチウム水タスクフォースの場で公表することがあります。この場合、事前に協議の上、了承が得られる方法で公表することとします。

本事業は、①トリチウム分離技術に関する分離性能、②仮に福島第一原発に設備を設置し、実際に発生する多核種除去設備による処理後の水を処理するのに必要な、設備の建設コスト・ランニングコスト、の検証を目的としていますが、トリチウムの分離処理を行うことを決定したものではありません。

2. 公募対象事業

○トリチウム分離技術検証試験事業

福島第一原発内で発生する汚染水については、62核種を取り除く取組を実施しているものの、トリチウムが分離できずに残るため、トリチウム分離技術に関しての検証試験を実施すること。具体的には、福島第一原発内で発生しているトリチウム水（ $6.3 \times 10^6 \text{Bq/L}$ から $4.2 \times 10^6 \text{Bq/L}$ （採取時期により濃度が異なります））を対象に、分離性能の検証を行うため、任意の規模の設備を構築し、分離性能、建設コスト・ランニングコストを評価できる検証試験を行います。

3. 事業実施期間

交付決定日～平成28年3月31日

（なお、検証を行うにあたっては、上記期間内であり、かつ、必要な期間が短い提案が望ましい。）

4. 応募手続き

(1) 募集期間

募集開始日：平成26年5月15日（木）

締切日：平成26年7月17日（木）日本時間正午必着

(2) 説明会の開催

開催日時：平成26年6月3日（火）13:30～15:30（予定）

場所：ベルサール御成門駅前 1階ホール

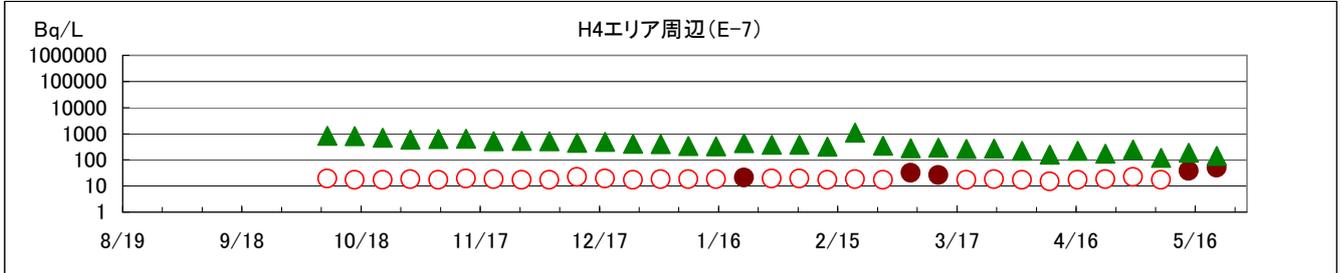
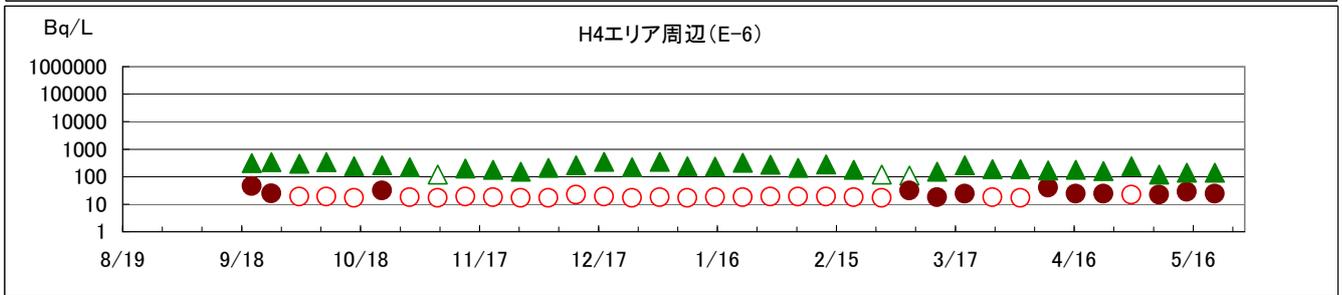
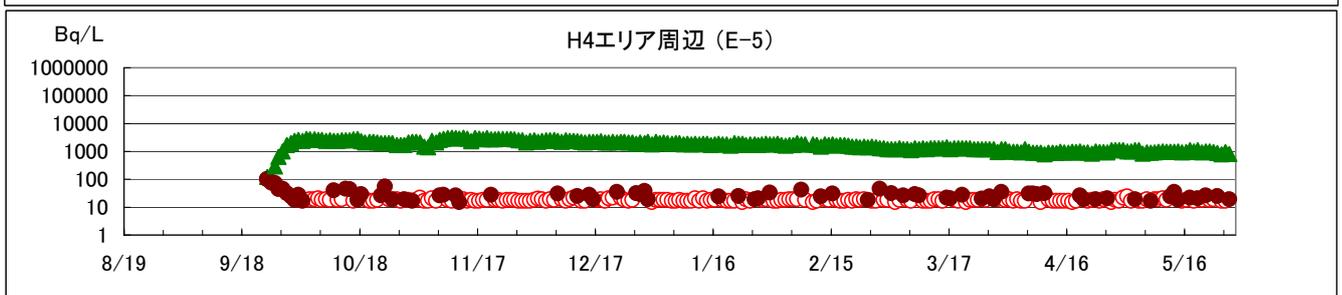
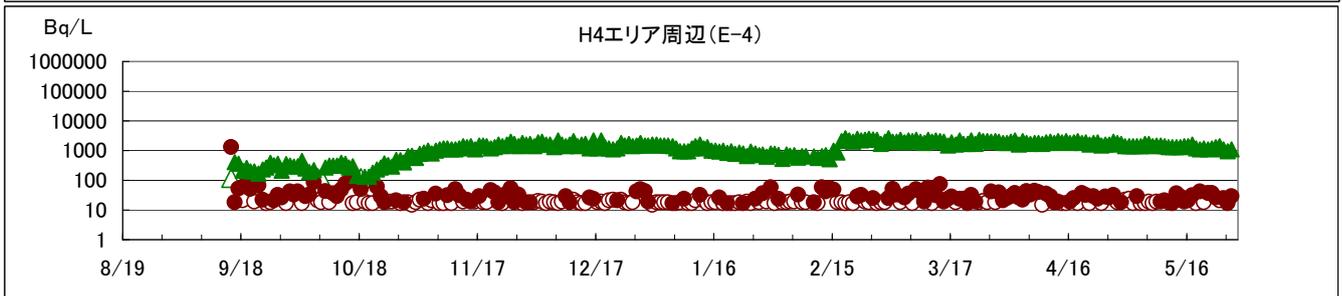
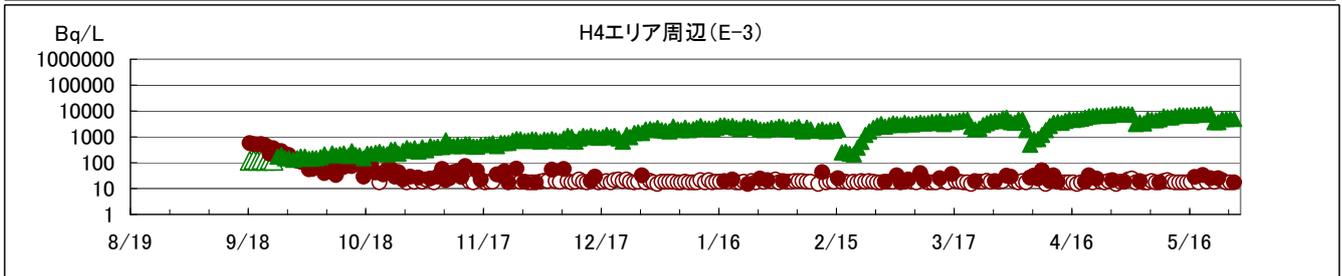
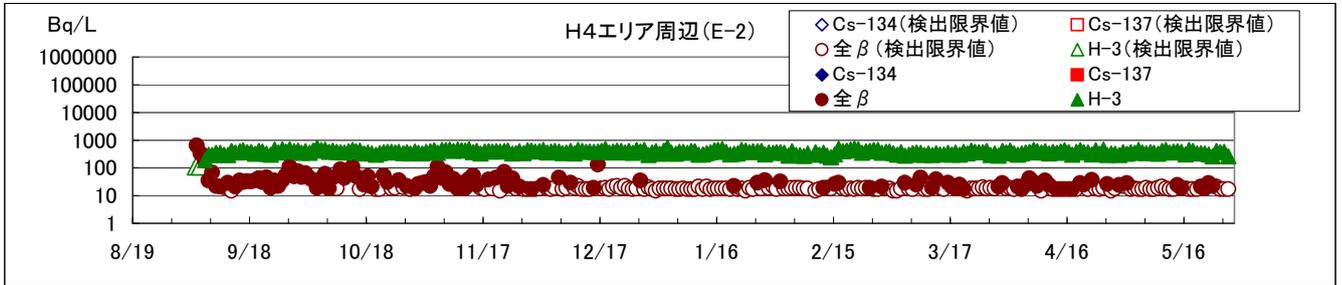
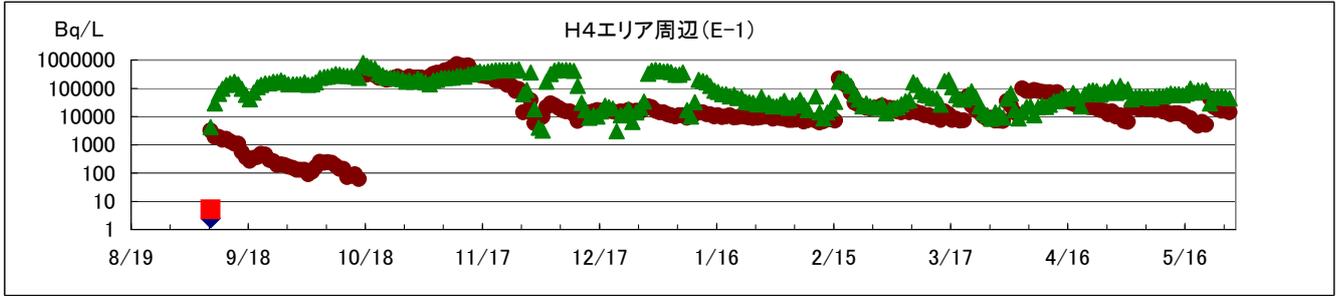
※説明会の様子は、三菱総研専用ホームページ（開設準備中）から、インターネットにて同時配信します。また、説明会後でも、録画で視聴可能とします。

H 4 ・ H 6 エリアタンク漏えいによる汚染の影響調査

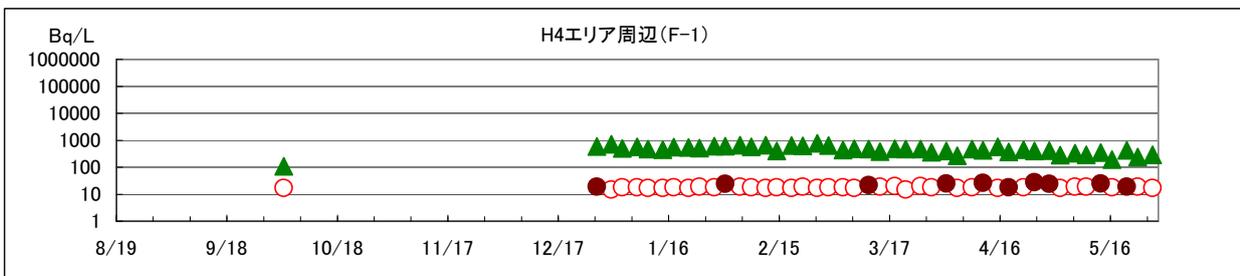
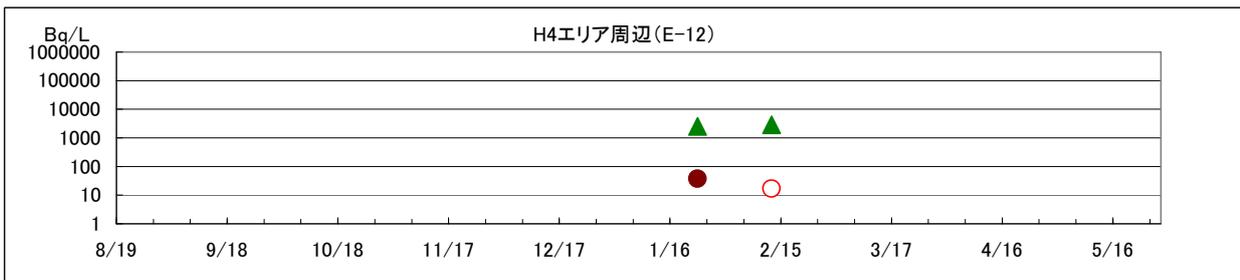
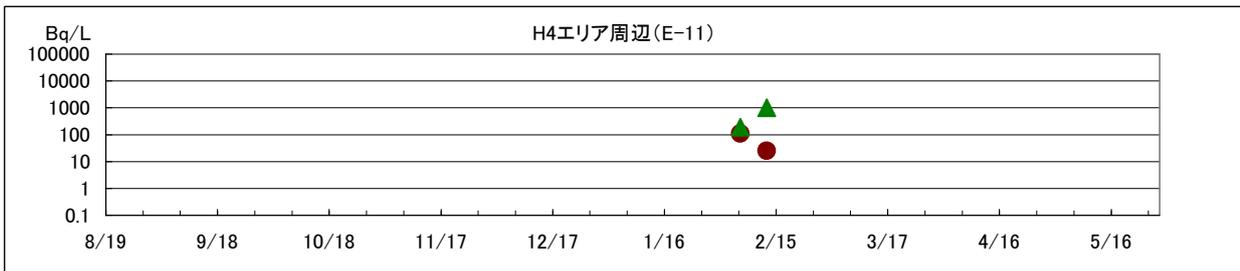
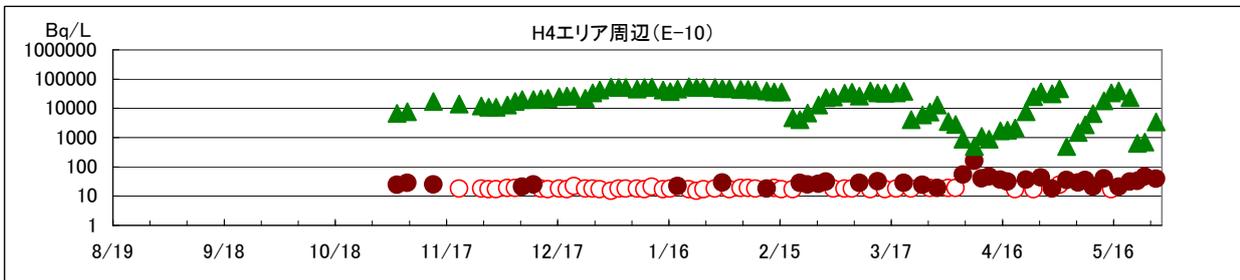
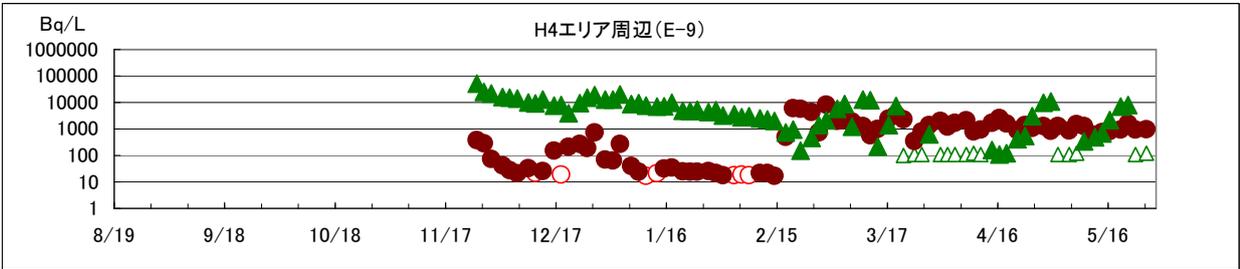
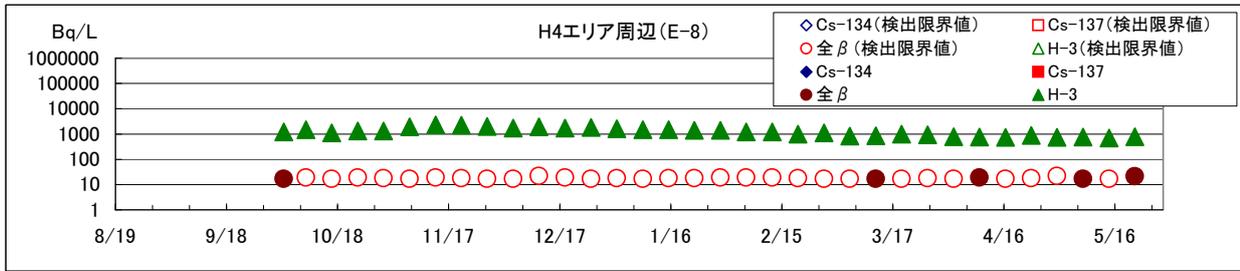
- ①追加ボーリング観測孔の放射性物質濃度推移
- ②地下水バイパス調査孔・揚水井の放射性物質濃度推移
- ③排水路の放射性物質濃度推移
- ④海水の放射性物質濃度推移

サンプリング箇所

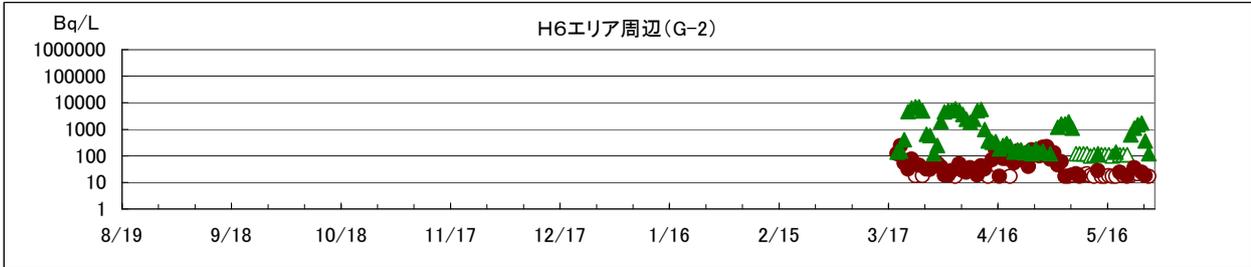
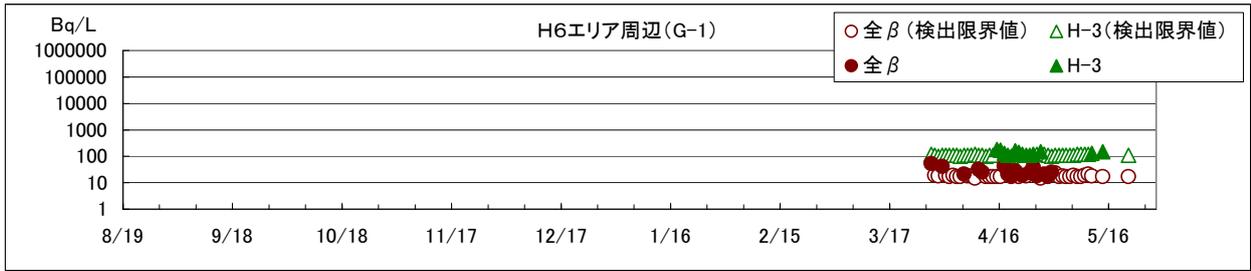
①追加ボーリング観測孔の放射性物質濃度推移(1/3)



①追加ボーリング調査孔の放射性物質濃度推移(2/3)

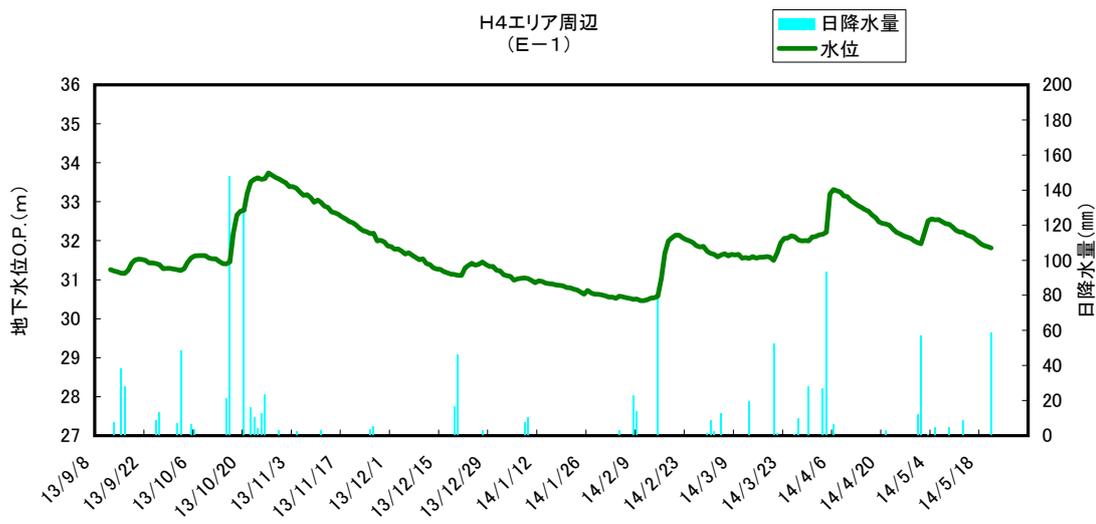
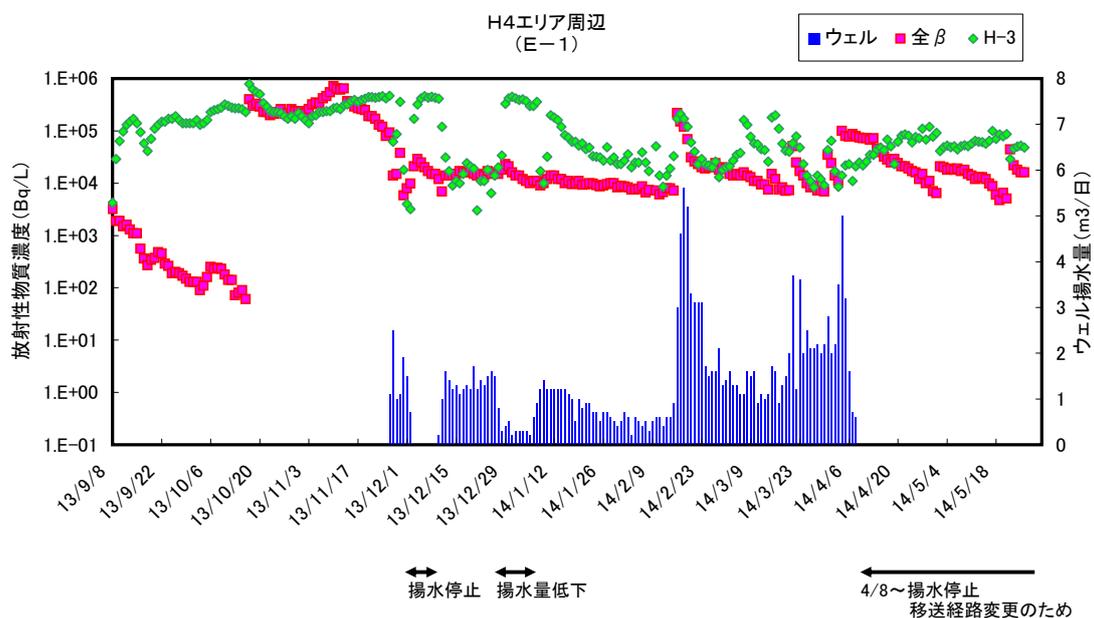


①追加ボーリング観測孔の放射性物質濃度推移(3/3)



<H26.5.12より採取頻度変更>
 G-1: 毎日→1回/週
 検出限界値未満で安定していることから頻度減
 G-3: 1回/週→毎日
 H-3が上昇傾向にあることから頻度増

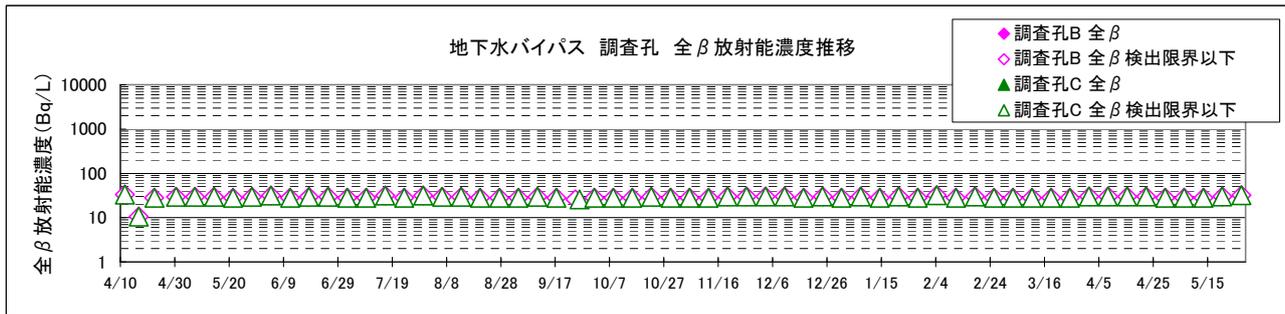
観測孔E-1の放射性物質濃度と降水量、地下水位との関係



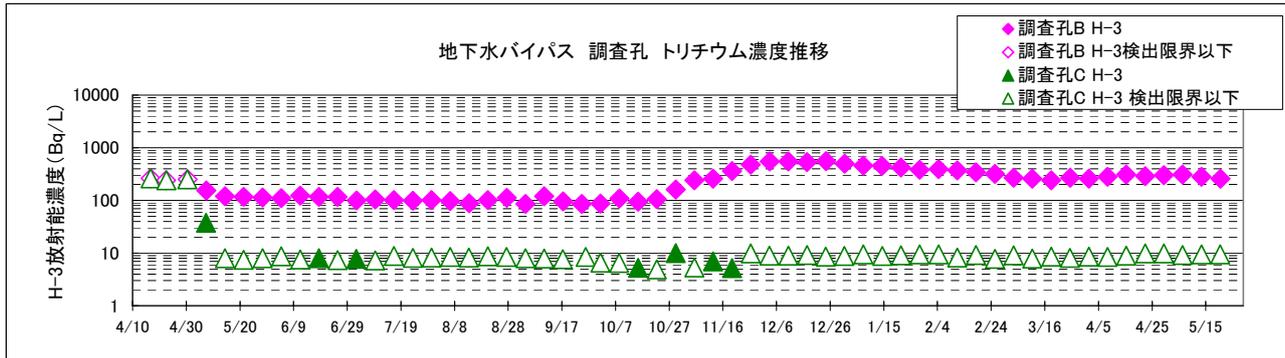
②地下水バイパス調査孔・揚水井の放射性物質濃度推移(1/2)

地下水バイパス調査孔

【全β】



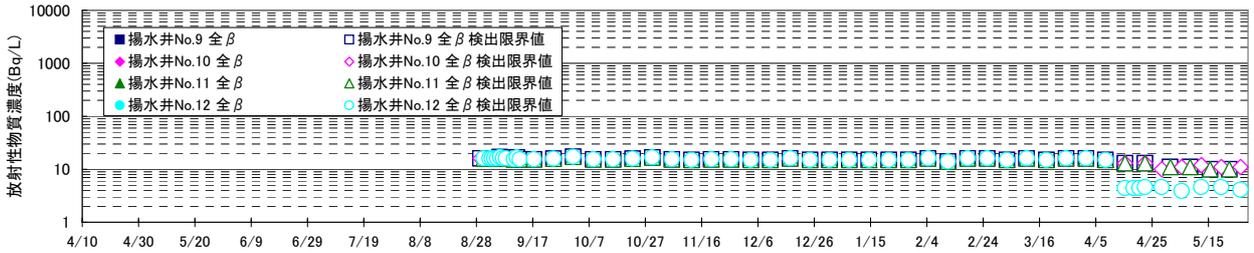
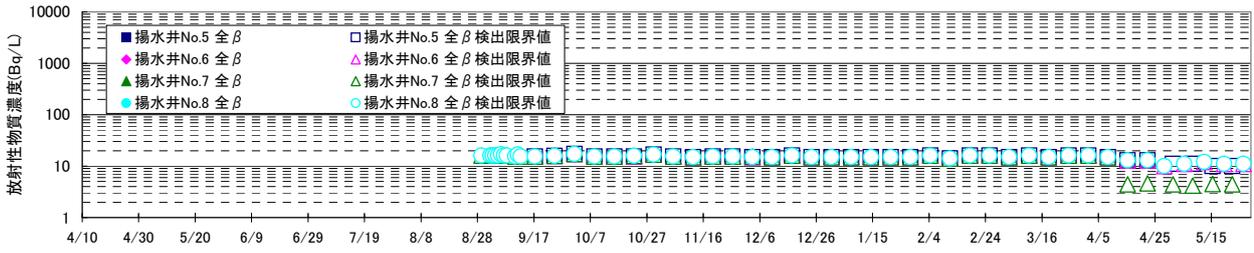
【トリチウム】



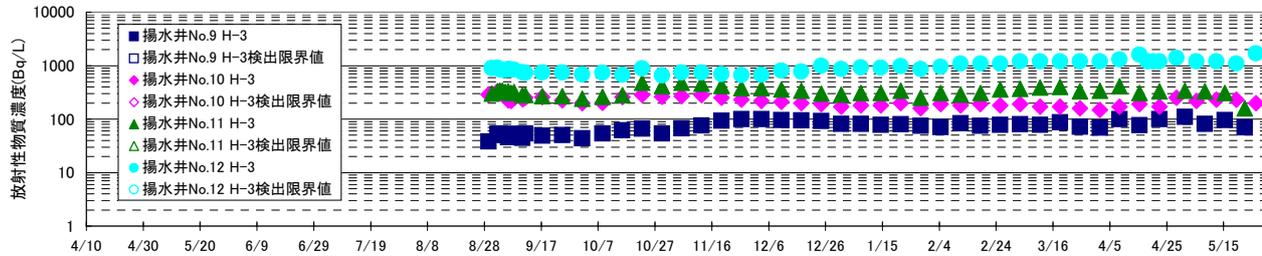
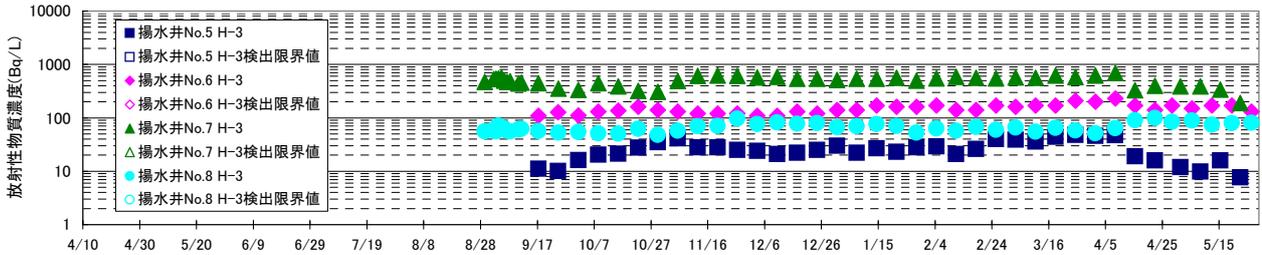
②地下水バイパス調査孔・揚水井の放射性物質濃度推移(2/2)

地下水バイパス揚水井

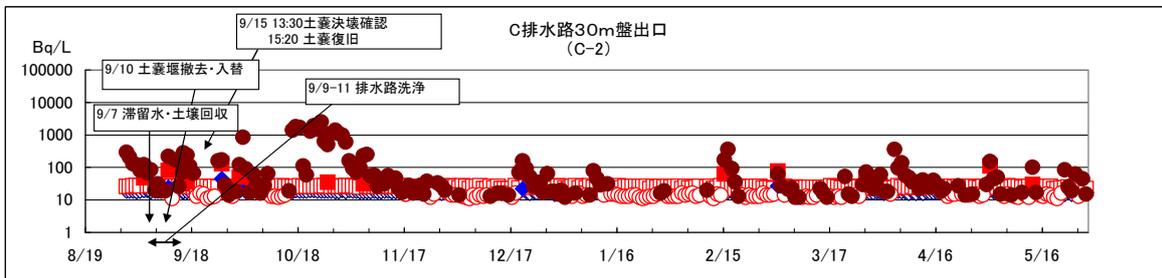
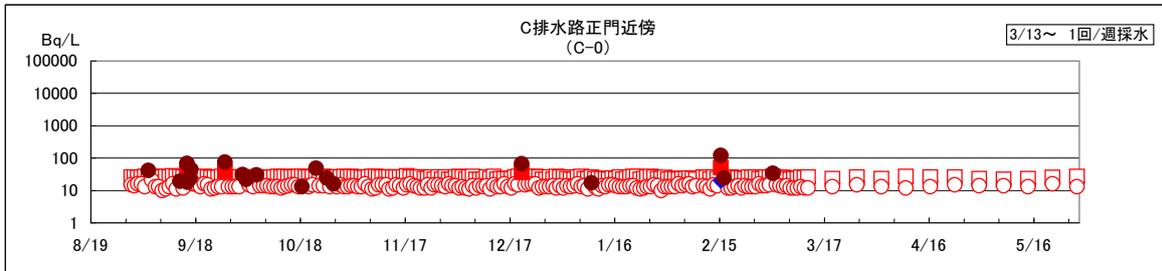
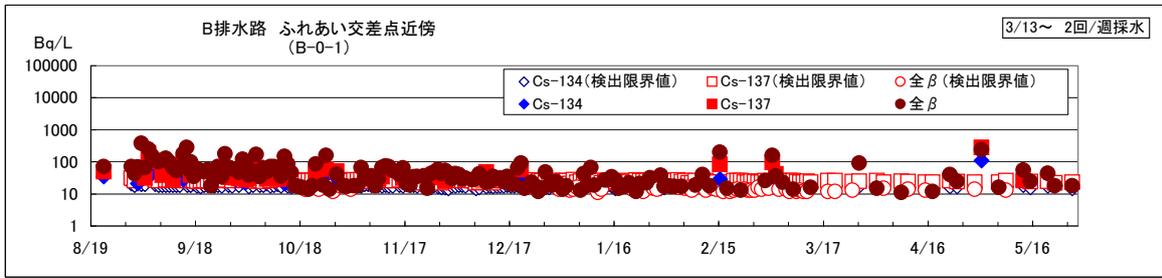
【全β】



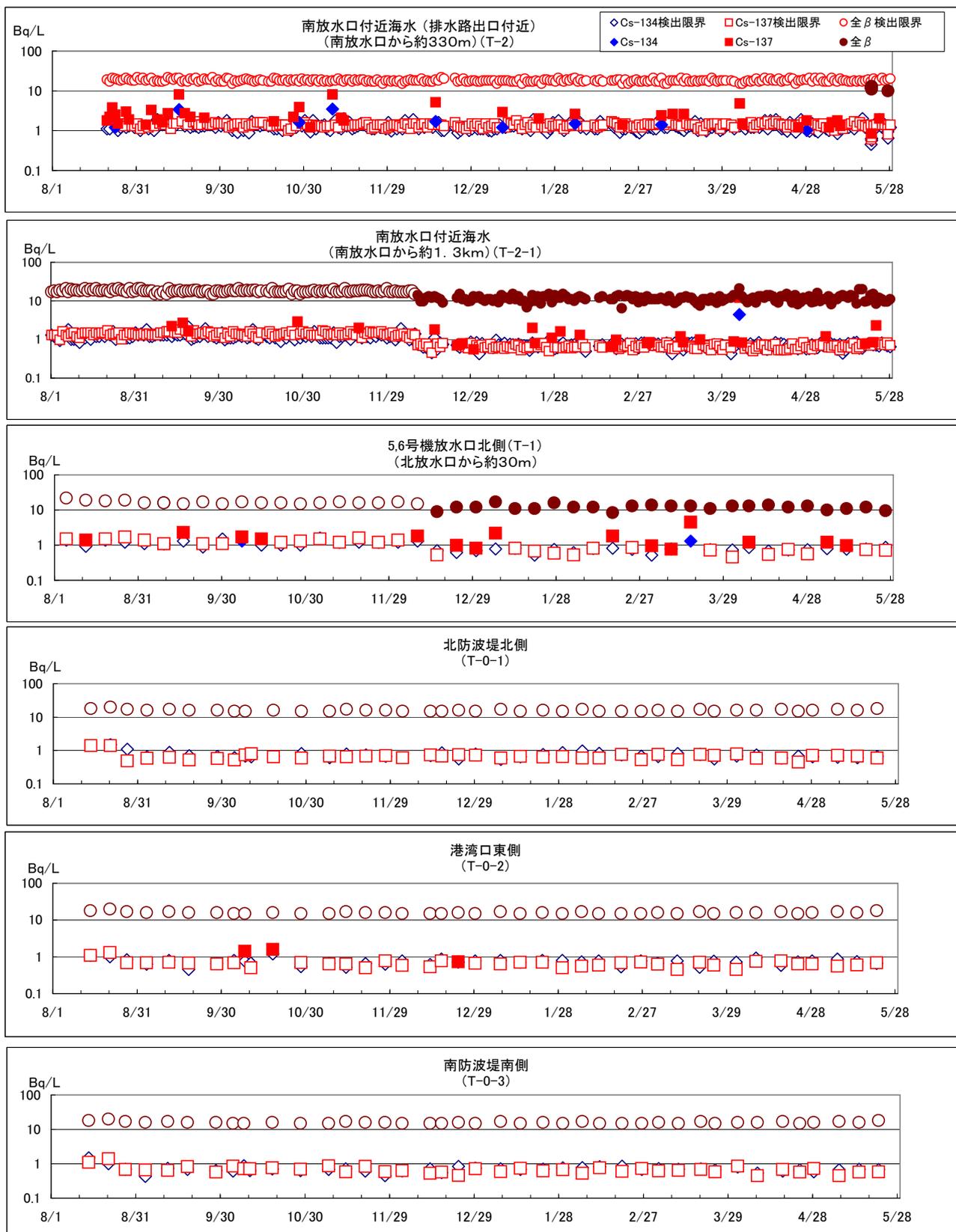
【トリチウム】



③排水路の放射性物質濃度推移



④海水の放射性物質濃度推移

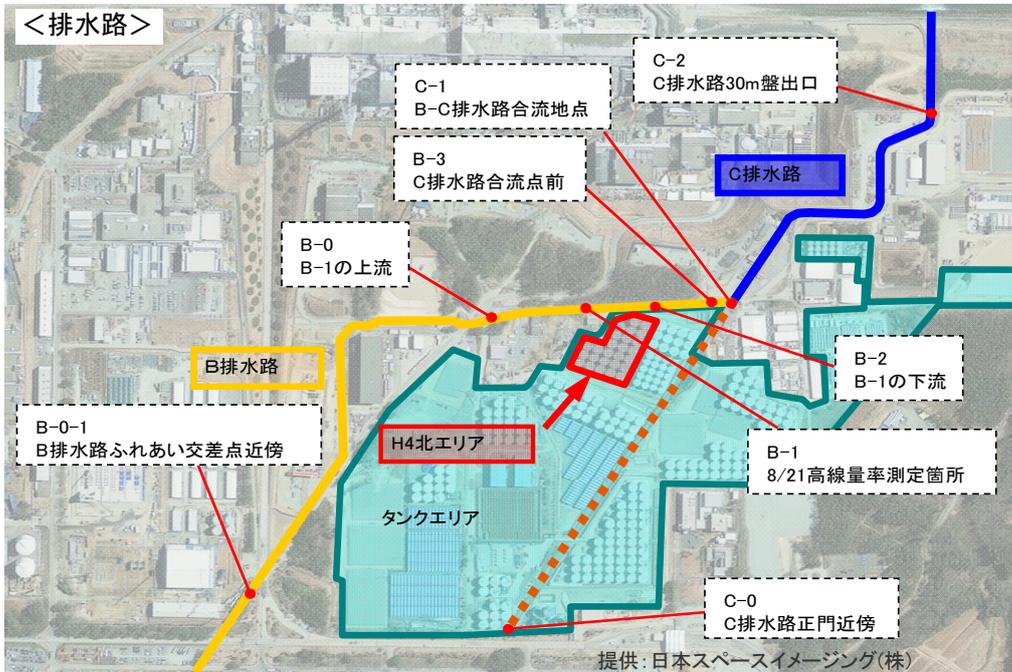


サンプリング箇所

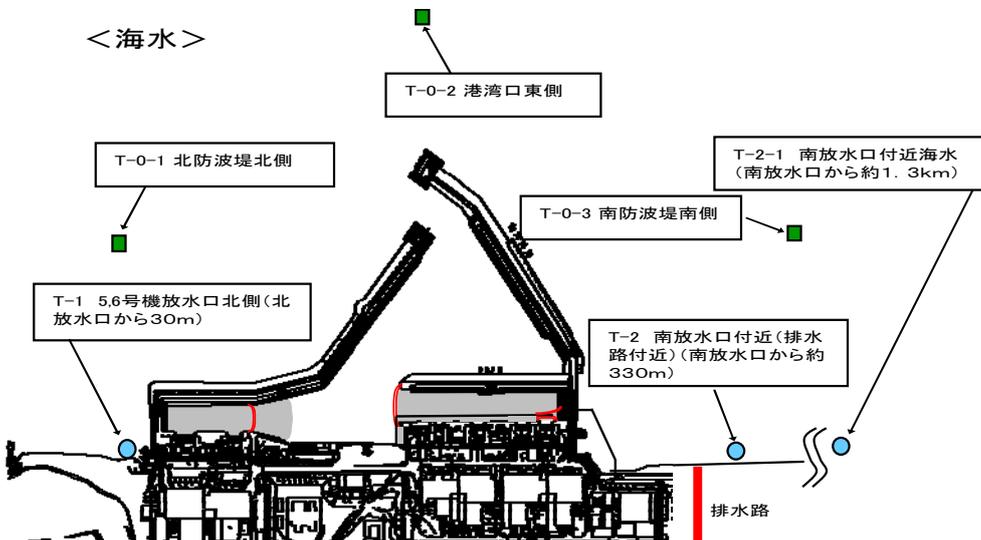
<追加ボーリング観測孔、地下水バイパス揚水井>



<排水路>



<海水>

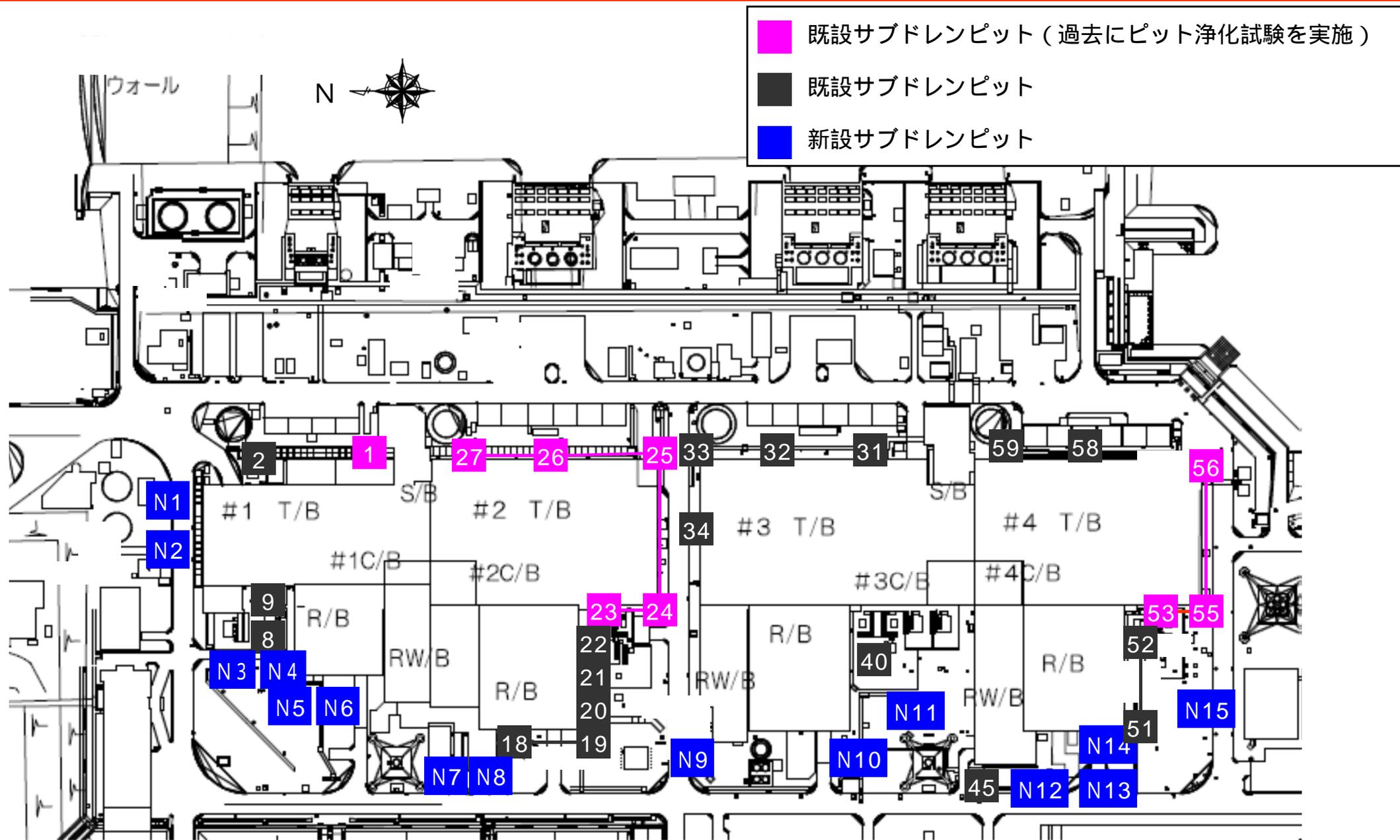


1～4号機サブドレンピットの 水質調査結果について

平成26年5月29日

東京電力株式会社

1～4号機サブドレンピット配置図



1～4号機サブドレンピットの水質調査結果

(単位：Bq/L)

	建屋	ピット	Cs-134	Cs-137	全	H-3	Sb-125
既設 アミバ	1号機	1	68	180	300	96,000	ND(7.3)
		2	6.1	17	42	490	ND(2.8)
		8	800	2,100	3,100	450	ND(21)
		9	270	720	1,100	250	35
	2号機	18	140	340	690	3,200	ND(7.6)
		19	150	350	490	2,700	ND(9.3)
		20	27	64	140	2,500	34
		21	160	360	590	3,000	ND(10)
		22	110	270	550	1,300	ND(8.8)
		23	37	84	200	1,600	ND(4.0)
		24	45	100	200	750	ND(4.3)
		25	51	130	230	530	ND(6.3)
	3号機	26	72	190	340	190	ND(5.5)
		27	230	440	880	210	ND(10)
		31	10	24	55	650	12
		32	4.7	10	18	ND(2.8)	ND(2.3)
33		25	68	68	55	ND(3.5)	
		40	330	800	720	800	ND(14)
		40	920	2,500	-	-	24

	建屋	ピット	Cs-134	Cs-137	全	H-3	Sb-125
既設 ピット	4号機	45	20	49	73	89	ND(3.0)
		51	5.8	15	27	1,200	ND(1.6)
		52	11	28	ND(15)	680	ND(4.4)
		53	1.1	4.6	ND(15)	530	ND(2.1)
		55	2.6	9.3	ND(15)	590	ND(2.6)
		56	1.1	4.5	ND(15)	770	ND(2.3)
		58	27	59	83	250	ND(4.5)
		59	42	99	94	430	ND(4.5)
新設 ピット(参考)	1号機	N1	ND(0.97)	ND(0.97)	ND(12)	36	ND(1.8)
		N2	ND(0.66)	ND(0.71)	ND(11)	110	ND(1.7)
		N3	3.0	7.2	ND(21)	320	ND(1.2)
		N4	4.8	12	62	320	32
		N5	5.2	5.7	ND(14)	490	ND(2.3)
		N6	ND(0.75)	ND(0.98)	ND(15)	160	ND(2.0)
	2号機	N7	1.1	2.2	ND(13)	18	ND(2.2)
		N8	1.3	2.7	ND(11)	55	ND(1.9)
	3号機	N9	4.0	11	23	1,100	ND(2.4)
		N10	-	-	-	-	-
		N11	-	-	-	-	-
	4号機	N12	-	-	-	-	-
		N13	-	-	-	-	-
		N14	0.92	2.6	ND(11)	11,000	ND(1.8)
		N15	-	-	-	-	-

「-」部分は今後、採水が可能となった段階で水質調査予定。
 なお、40ピットの全，H-3については油分が多く分析不可のため、今後油分を除去後分析を実施予定。

「ND」は検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。
 N14ピットのH-3について、全 がNDとなっていることから、再分析を実施した結果、8,900Bq/L。

：今回追加(採水日) 40/51ピット：平成26年4月28日， N14ピット：平成26年5月15日

考察

既設サブドレンピットNo.40/51の溜まり水において、低濃度の汚染が確認されているが、その値はこれまでに公表している既設サブドレンピットの値と比較して、大きな違いはない。

新設サブドレンピットN14の溜まり水において、トリチウム濃度が周辺の既設サブドレンピットと比較して高めとなっていることから、引き続き水質を観察していくとともに、周辺に今後設置予定の新設ピットにおける水質調査結果も踏まえて対応を検討していく。

「平成26年度第2回福島県原子力発電所の廃炉に関する安全監視協議会」平成26年5月20日資料抜粋

雨水処理装置を用いた タンクエリア堰内雨水の散水について

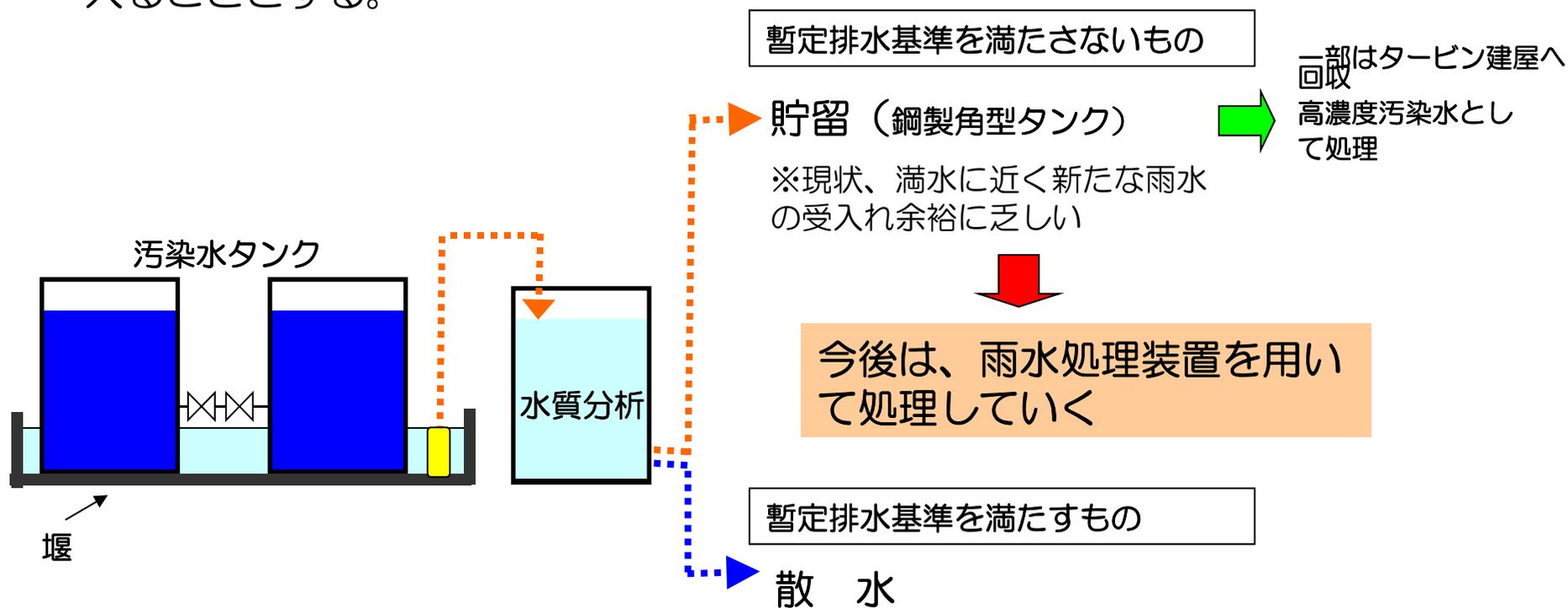
平成26年5月20日
東京電力株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー



東京電力

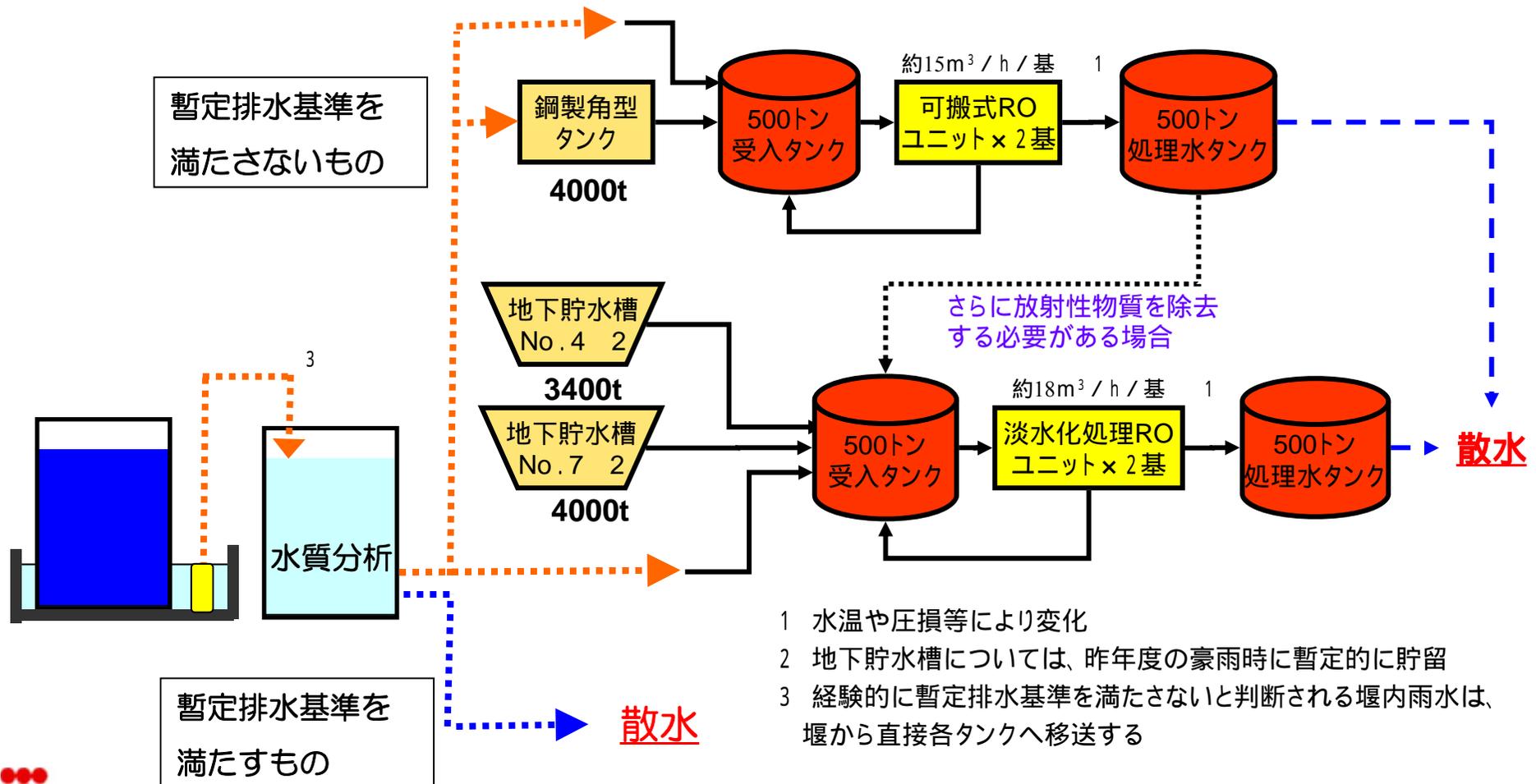
1. はじめに

- 汚染水タンクエリアに降雨し、堰内に溜まった雨水は、暫定排水基準に照らして基準を満たす堰内雨水は散水、満たさない堰内雨水は貯留し、一部はタービン建屋へ回収して処理していた。
- タービン建屋へ回収した堰内雨水は、高濃度の汚染水となり汚染水タンク容量逼迫の要因となっていた。
- 今般、この排水基準を満たさない堰内雨水を逆浸透膜にて処理し、放射性物質の濃度を低減させる装置（以下、雨水処理装置）を導入したので、今後運用に入ることとする。



2. 雨水処理装置の概要

- 暫定排水基準を満たさない堰内雨水を不純物を透過しない性質を持つ逆浸透膜を通過させることにより水中の放射性物質を除去する装置である。
- 装置は2種類あり、それぞれ2基の逆浸透膜(RO)ユニットで構成される。



3. 堰内雨水の水質と雨水処理装置の効果

- タンクエリアの堰内雨水を雨水処理装置にて試験的に処理し、処理水中の放射性物質の分析を実施した。

単位：Bq/L

	対象水	Cs-134	Cs-137	全β (Sr-90の代替)	備考
可搬式 RO	堰内雨水	ND(<0.77)	2.6	2.0×10^3	トリウム:ND(<107)
	処理水	ND(<0.68)	ND(<0.53)	1.1	
淡水化処理 RO	堰内雨水	3.4	8.7	1.2×10^4	トリウム:192
	処理水	ND(<0.46)	ND(<0.53)	ND(<0.87)	

Cs-134, Cs-137, 全βについては検出限界値を1 Bq/Lにて分析

ND: 検出限界値未滿

- 分析の結果から、比較的全βの高い堰内雨水についても、十分に放射能が除去されていることを確認した。

なお、

(告示濃度限度)

- Cs-134：60 Bq/ℓ, Cs-137：90 Bq/ℓ, Sr-90：30 Bq/ℓ, H-3：60,000 Bq/ℓ
(WHOの飲料水水質ガイドライン)
- Cs-134：10 Bq/ℓ, Cs-137：10 Bq/ℓ, Sr-90：10 Bq/ℓ, H-3：10,000 Bq/ℓ

4. 今後の運用

① 暫定排水基準を満たす堰内雨水について

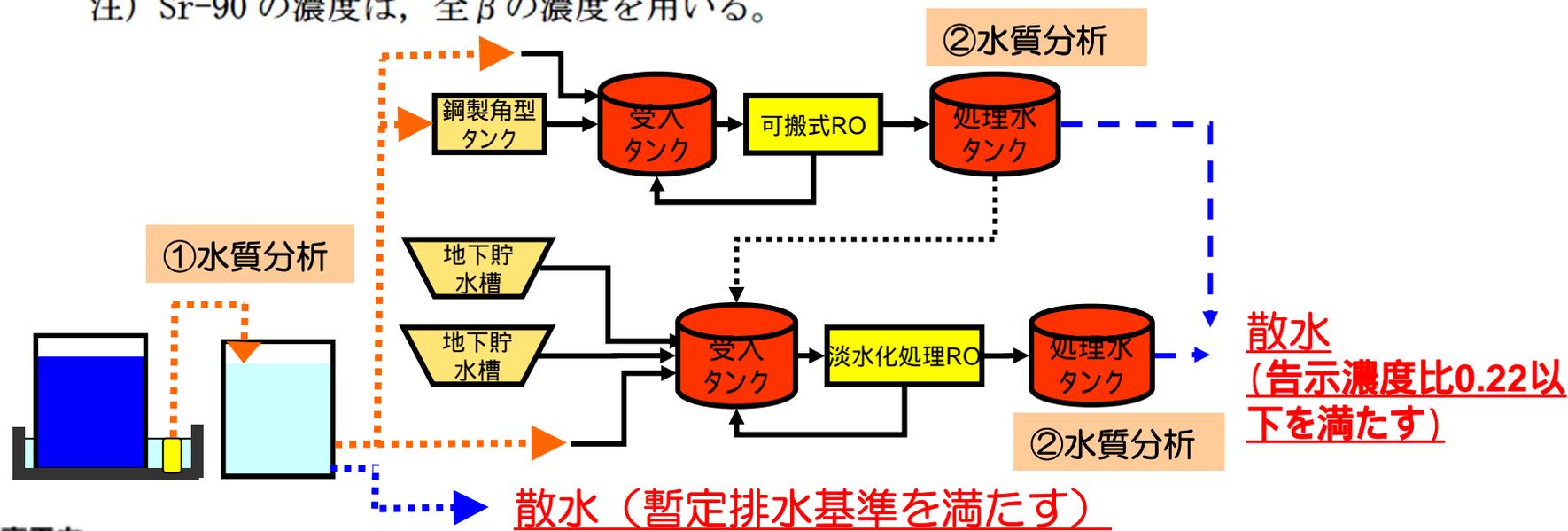
- 暫定排水基準を満たす堰内雨水については、従前と同様に、散水を実施する。
 - Cs-134 : 15 Bq/ℓ, Cs-137 : 25 Bq/ℓ, Sr-90 : 10 Bq/ℓ

② 暫定排水基準を満たさない堰内雨水について

- 認可を受けた実施計画に従い、雨水処理装置により処理後、告示濃度比0.22以下を達成できる放射性物質濃度であることを確認し、散水を実施する。処理水の排水路への排水は、関係箇所地了解なくしては行わないものとし、それまでは構内に散水する。

$$\frac{Cs-134\text{濃度}[Bq/L]}{60[Bq/L]} + \frac{Cs-137\text{濃度}[Bq/L]}{90[Bq/L]} + \frac{Sr-90\text{濃度}^{\text{注}}[Bq/L]}{30[Bq/L]} + \frac{H-3\text{濃度}[Bq/L]}{60000[Bq/L]} \leq 0.22$$

注) Sr-90 の濃度は、全βの濃度を用いる。



5. 堰内水の現状と水質改善

(1) 現状の水質（暫定排水基準を満たさない堰）

単位：Bq/L

堰名	採取日	セシウム134	セシウム137	全ベータ	備考
H1東	2014/4/11	ND(<11)	ND(<17)	290	トリチウムは、いずれも ND(<110)
H2南	2014/4/11	ND(<11)	ND(<17)	350	
H3	2014/4/11	ND(<11)	ND(<17)	640	
H4東	2014/4/11	ND(<12)	ND(<17)	190	
H4北	2014/4/11	ND(<11)	ND(<17)	7900	
H6	2014/4/11	ND(<11)	ND(<17)	12300	

(2) H4北及びH6堰の水質改善

H4北エリアについては、タンク漏洩が発生した後の26年3月に堰内清掃及びポリウレタン塗装を実施し、汚染の除去・固定化を実施。これにより、堰内雨水の放射能レベル(Bq/L)は、当初の十万オーダーより千オーダーに低減されたことから、雨水処理装置を用いた処理を行なっていく。さらに除染（タンク漏洩水に触れた保温材の撤去）を実施して水質改善に努めていく。

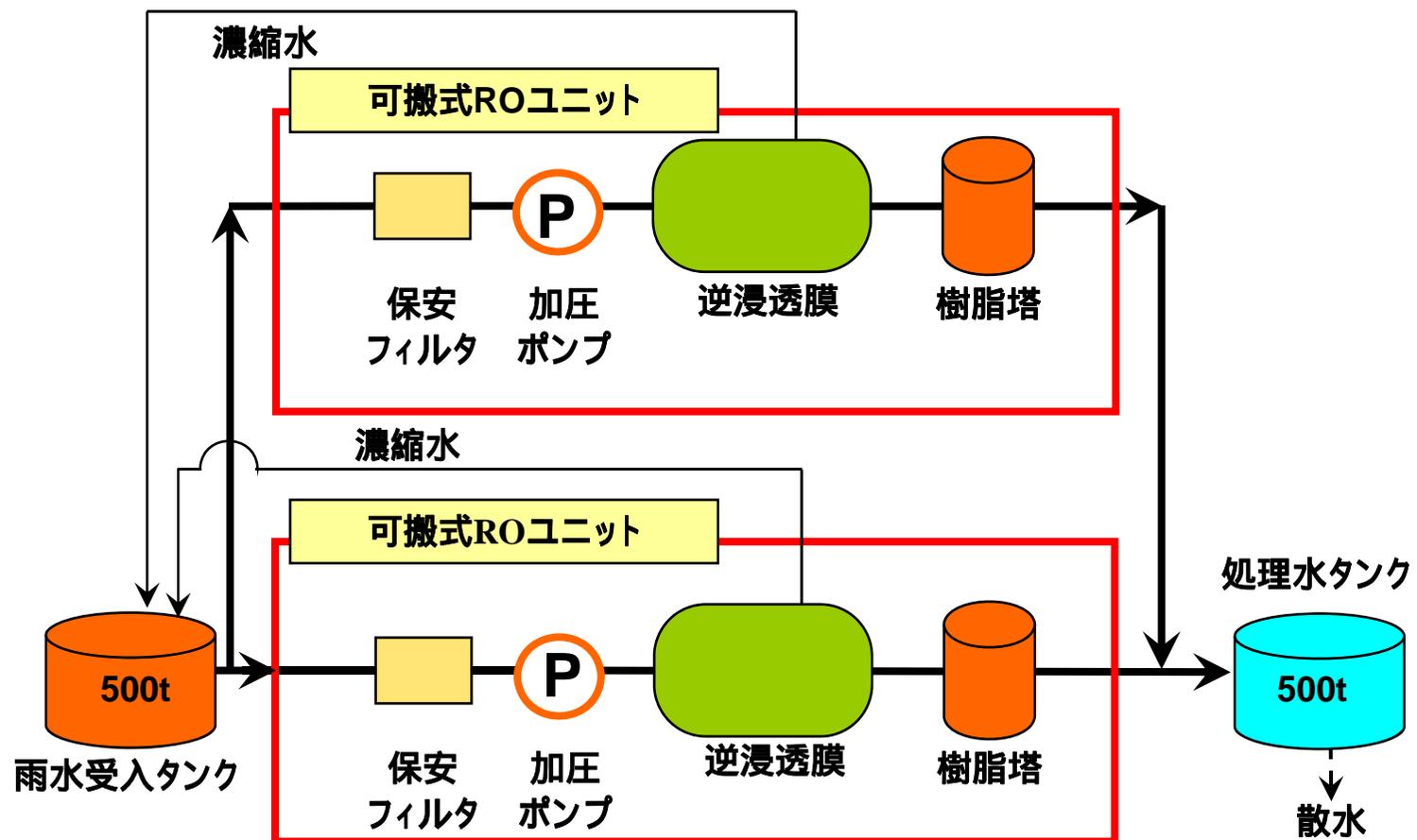
H6エリアについては、25年12月に堰内清掃及びポリウレタン塗装を実施した後の26年2月にタンク漏洩が発生。現状、放射能レベル(Bq/L)が万オーダーであることから、二重堰構築後、速やかに再清掃、再塗装を実施した後、雨水処理装置を用いた処理を行なう。

(3) 全体の堰の水質改善

過去にタンクからの漏洩の有無にかかわらず、フランジパッキンの高線量箇所が確認された場合はシールを実施することで水質改善に努めていく。

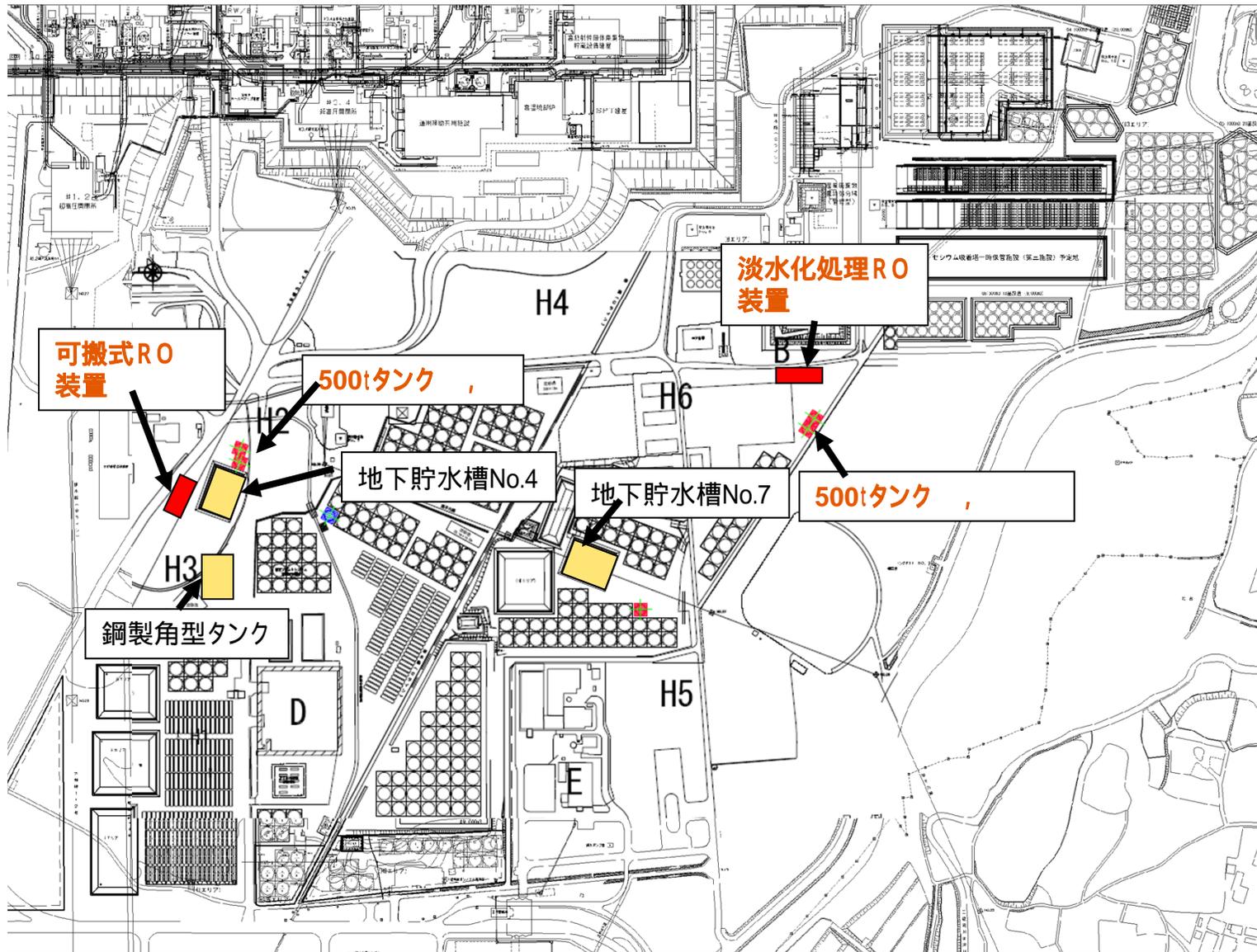
(参考) RO装置の基本仕様 (可搬式RO装置の場合)

• ROユニットは、保安フィルタ、加圧ポンプ、樹脂塔で構成されており、タンクから雨水受入タンクに雨水を受入れ保安フィルタで粗ゴミを除去し、加圧ポンプにて逆浸透膜を通過させた水を樹脂塔へ通水し処理して、処理水タンクに受入れる。一方、逆浸透膜で分離された濃縮水は雨水受入タンクに戻り、再度逆浸透で処理される。これを繰り返して、処理水を分離していく。

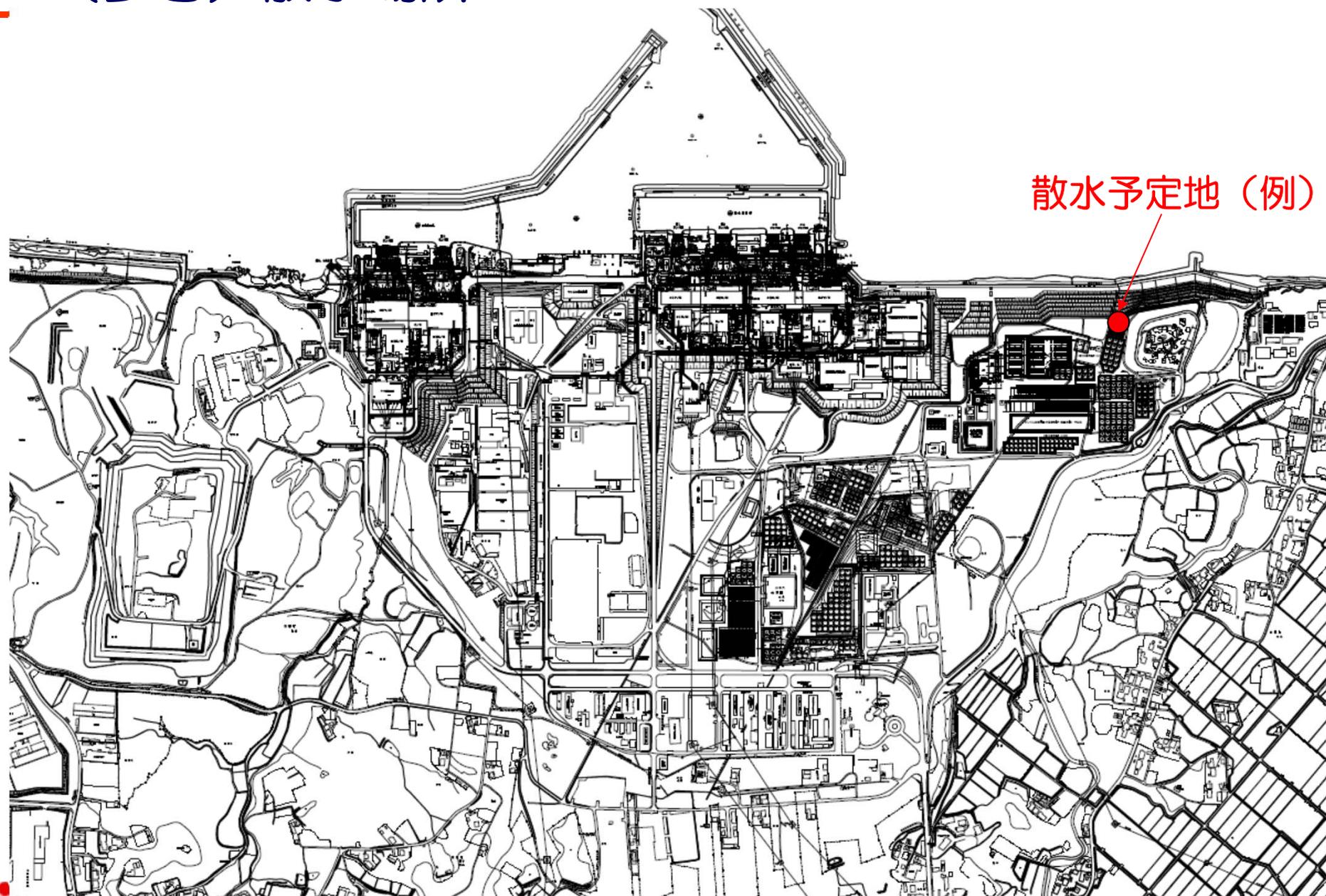


淡水化処理逆浸透膜装置についてもほぼ同等の構成

(参考) 構内平面図



(参考) 散水場所



散水予定地 (例)

【参考】雨水処理設備処理水散水実績等

平成26年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

(参考) 雨水処理設備処理水散水実績

【モバイルRO膜装置 処理水タンク】

散水日	開始時間	終了時間	散水先	散水量
				m ³
H26.5.21	14:11	16:12	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	27.6
H26.5.23	10:11	12:40	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	38.6
H26.5.24	9:30	12:17	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	55.2
H26.5.26	11:10	16:46	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	117.1
小 計				238.5

【淡水化処理RO膜装置 処理水タンク】

散水日	開始時間	終了時間	散水先	散水量
				m ³
H26.5.21	13:22	16:12	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	45.4
H26.5.23	10:37	12:40	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	32.5
H26.5.24	9:36	11:49	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	39.2
H26.5.26	11:12	16:26	G4南タンク群西側コンテナ集積エリア	39.2
小 計				156.3



散水状況

散水量合計 **394.8** m³

(参考) 処理水分析結果

< 参考資料 >
 平成26年5月21日
 東京電力株式会社

雨水処理設備を用いたタンクエリア堰内雨水の処理水分析結果

< モバイルRO膜装置 >

サンプリング場所	分析場所	採取日	採取時刻	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	告示濃度比
				Cs-134	Cs-137	全	トリウム	
処理水タンク	化学分析棟	5月15日	11:20	<4.6E-01	<6.0E-01	<4.4E+00	<1.2E+02	0.16
	5,6号機ラボ	5月15日	11:20	<4.6E-01	9.0E-01	<4.3E+00	<1.1E+02	0.16

< 淡水化処理RO膜装置 >

サンプリング場所	分析場所	採取日	採取時刻	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	告示濃度比
				Cs-134	Cs-137	全	トリウム	
処理水タンク	化学分析棟	5月15日	11:50	<8.2E-01	<7.4E-01	<4.4E+00	2.0E+02	0.17
	5,6号機ラボ	5月15日	11:50	<5.2E-01	<7.6E-01	<4.3E+00	1.4E+02	0.16

告示濃度限度に対する割合の和

$$\frac{Cs-134\text{濃度}[Bq/L]}{60[Bq/L]} + \frac{Cs-137\text{濃度}[Bq/L]}{90[Bq/L]} + \frac{Sr-90\text{濃度}^{\text{注}}[Bq/L]}{30[Bq/L]} + \frac{H-3\text{濃度}[Bq/L]}{60000[Bq/L]} \leq 0.22$$

注) Sr-90 の濃度は、全βの濃度を用いる。

HTI連絡トレンチ水位上昇について

平成26年5月29日

東京電力株式会社

福島第一廃炉推進カンパニー



東京電力

1. 事象の概要

■発生概要

1～4号機高温焼却炉建屋他止水対策工事(以下HTI止水対策工事)において、HTI連絡トレンチの閉塞に向けてグラウト注入孔の穴を削孔したところ、注入孔とトレンチ躯体の隙間から地下水が流入し、HTI連絡トレンチ水位が上昇した。

■時系列

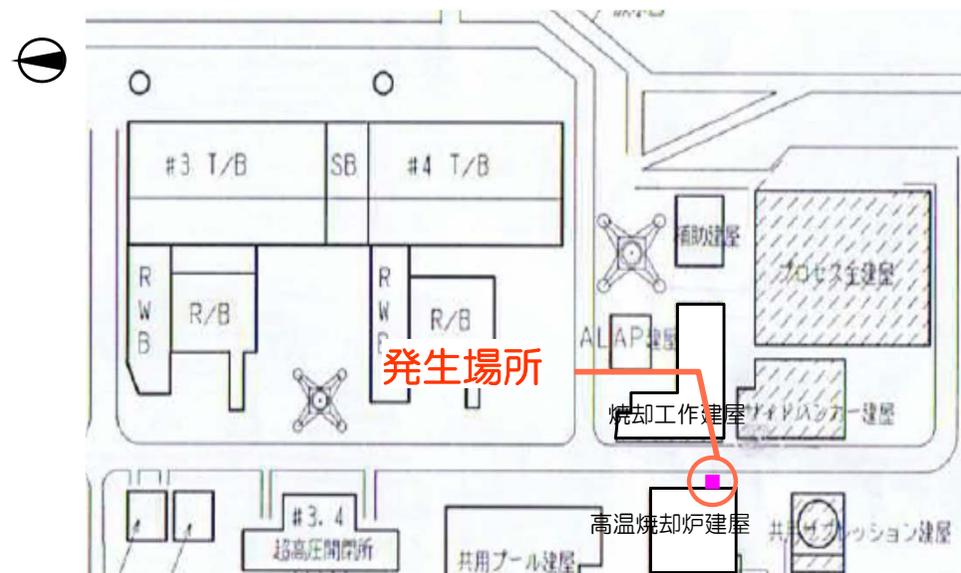
平成26年5月19日(月)

- 8:10 HTI止水対策工事 作業開始
- 10:30頃 当該注入孔の削孔完了
- 14:05 HTI止水対策工事 作業終了
- 16:22 HTI連絡トレンチ水位上昇を確認
- 16:30頃 水位上昇の原因調査を開始
(関係作業・機器故障について調査)
- 18:30頃 水位計の故障でないことを確認
- 21:50頃 HTI連絡トレンチのグラウト注入孔のうちの1箇所から水が流れるような音を確認

■対応状況(5月22日未明まで)

- ・HTIへの滞留水移送
- ・HTI連絡ダクトからプロセス主建屋への移送ルート整備
- ・カメラ調査を実施し流入箇所を確認
- ・薬液注入対策、孔内パッカー止水対策実施

■発生場所

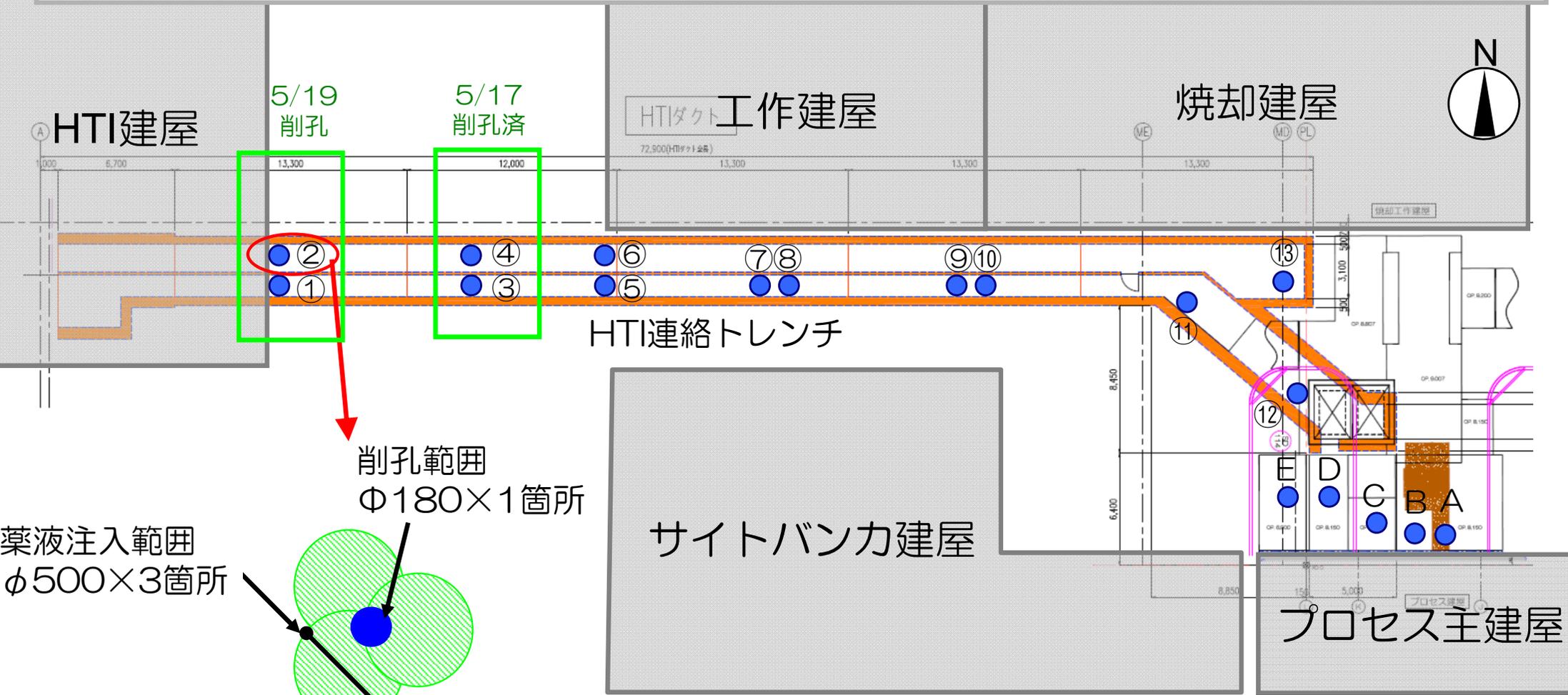


■現場状況



2-1. HTI連絡トレンチの閉塞工事 平面計画

HTIトレンチ部で13箇所・集合ダクト部で5箇所のグラウト充填工事を計画した。
 5/17に2箇所施工が完了し、5/19にHTI建屋近傍の2箇所の施工を行っていた。



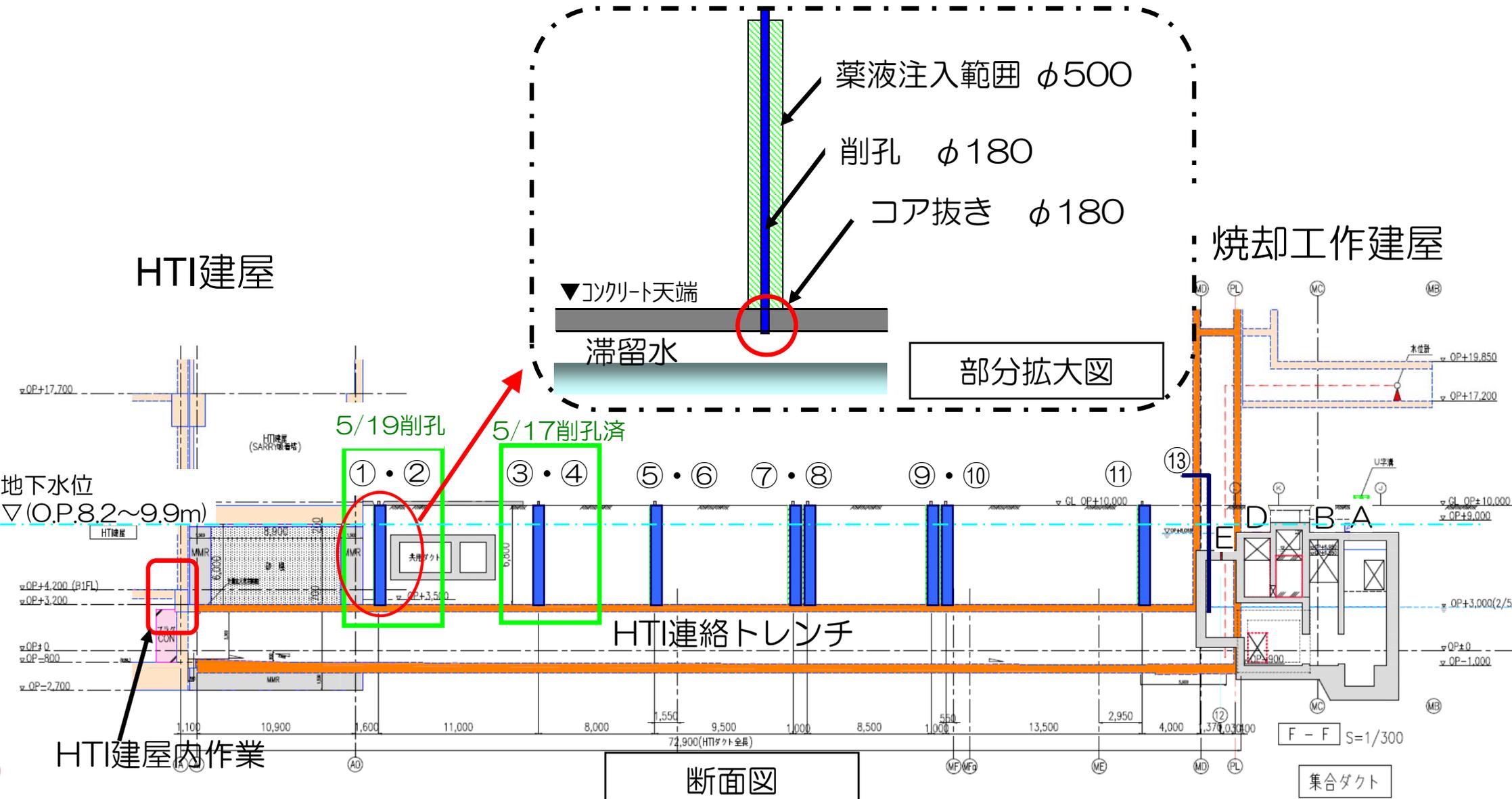
部分拡大図

平面図

- 凡例
- グラウト注入孔

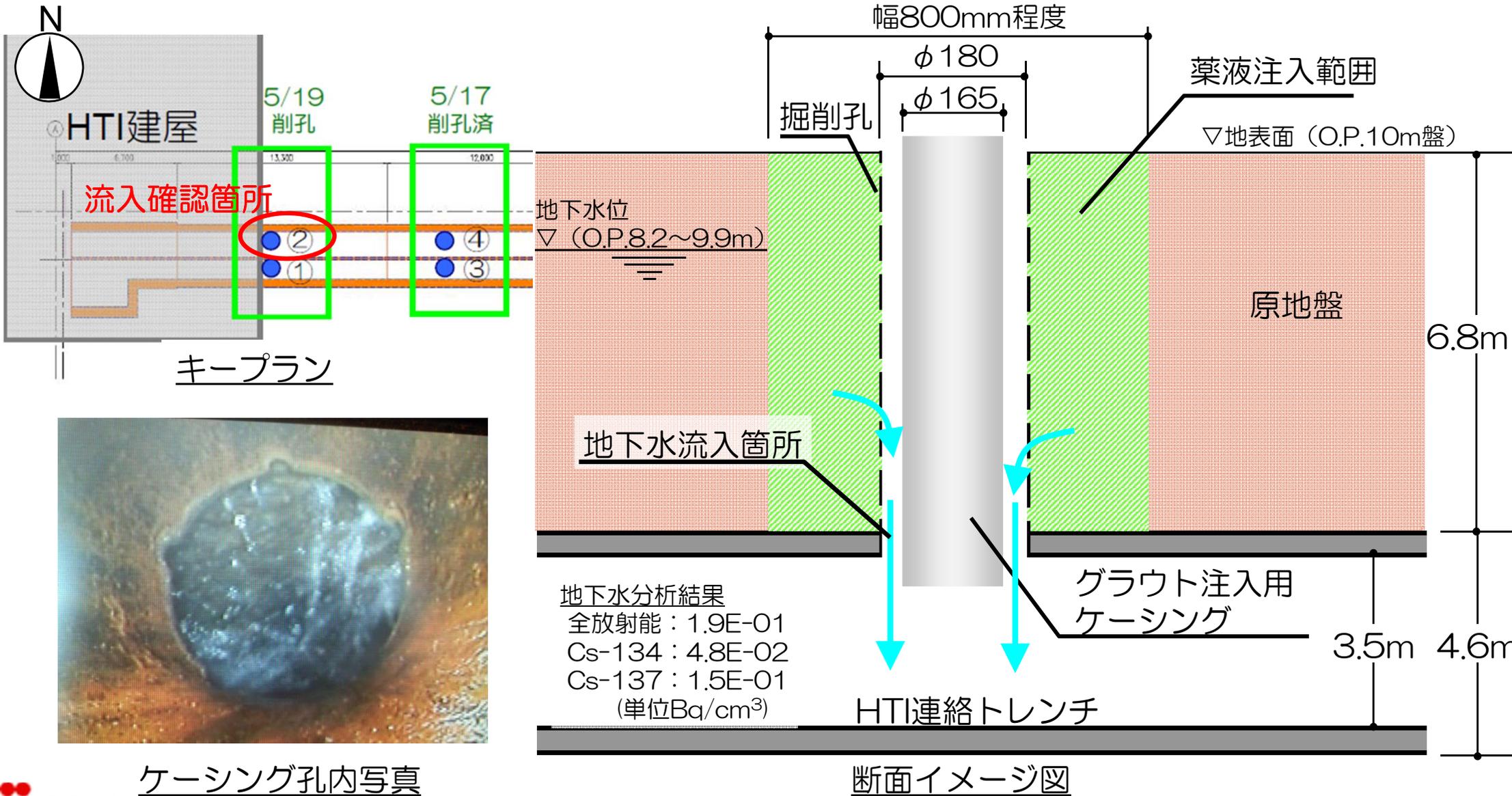
2-2. HTI連絡トレンチの閉塞工事 断面計画

地表から連絡トレンチ天端まで薬液を注入し、止水対策を行った後、HTI連絡トレンチの躯体のコア抜きを実施する計画。



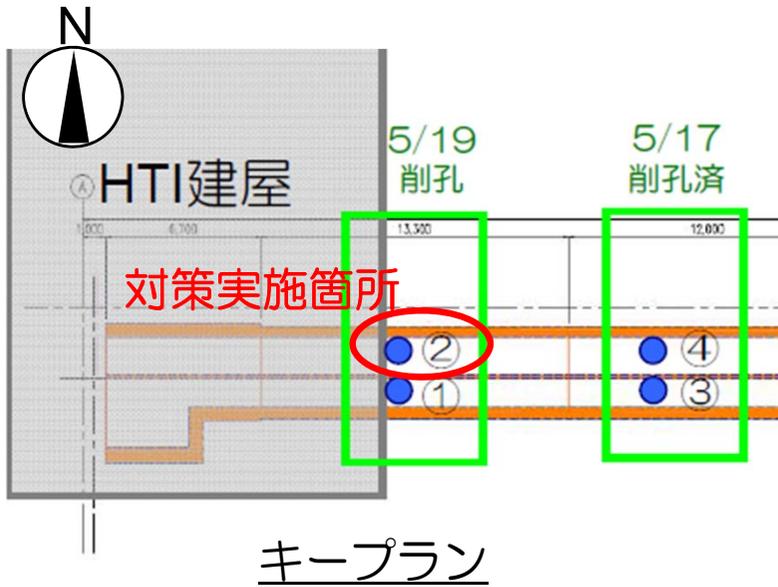
3. 地下水流入箇所

カメラ調査によりグラウト注入用のケーシングを入れるための掘削孔とグラウト注入用ケーシングの間隙から地下水が流入していることを確認した。(想定流入水量 約12t/h)

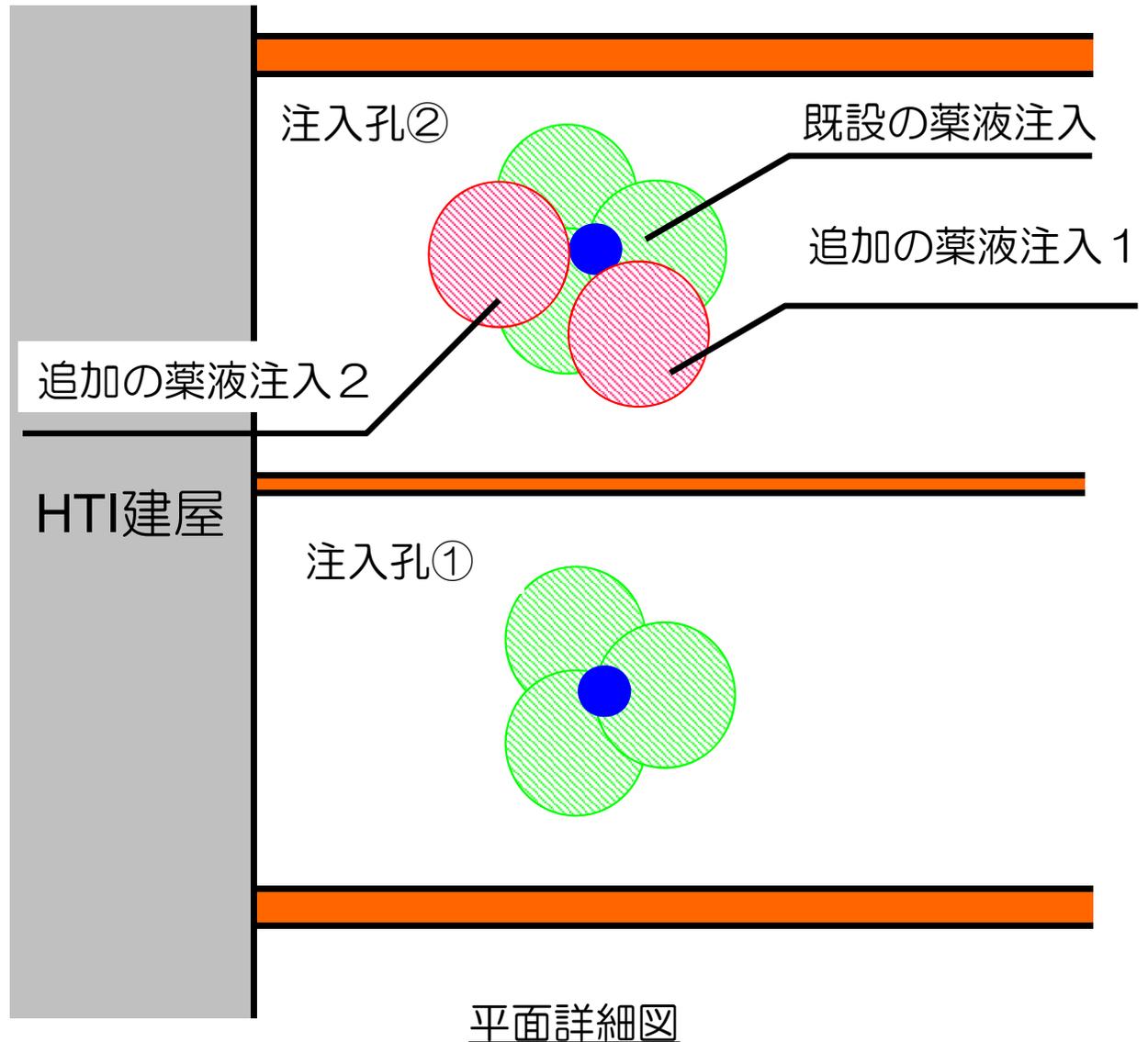


4-1 地下水流入に対する初期対策（薬液注入）

薬液注入による止水効果が不十分であると考えられることから、5/20未明より地下水流入が確認されたNo②注入孔の周囲に追加の薬液注入を実施。効果が確認されず

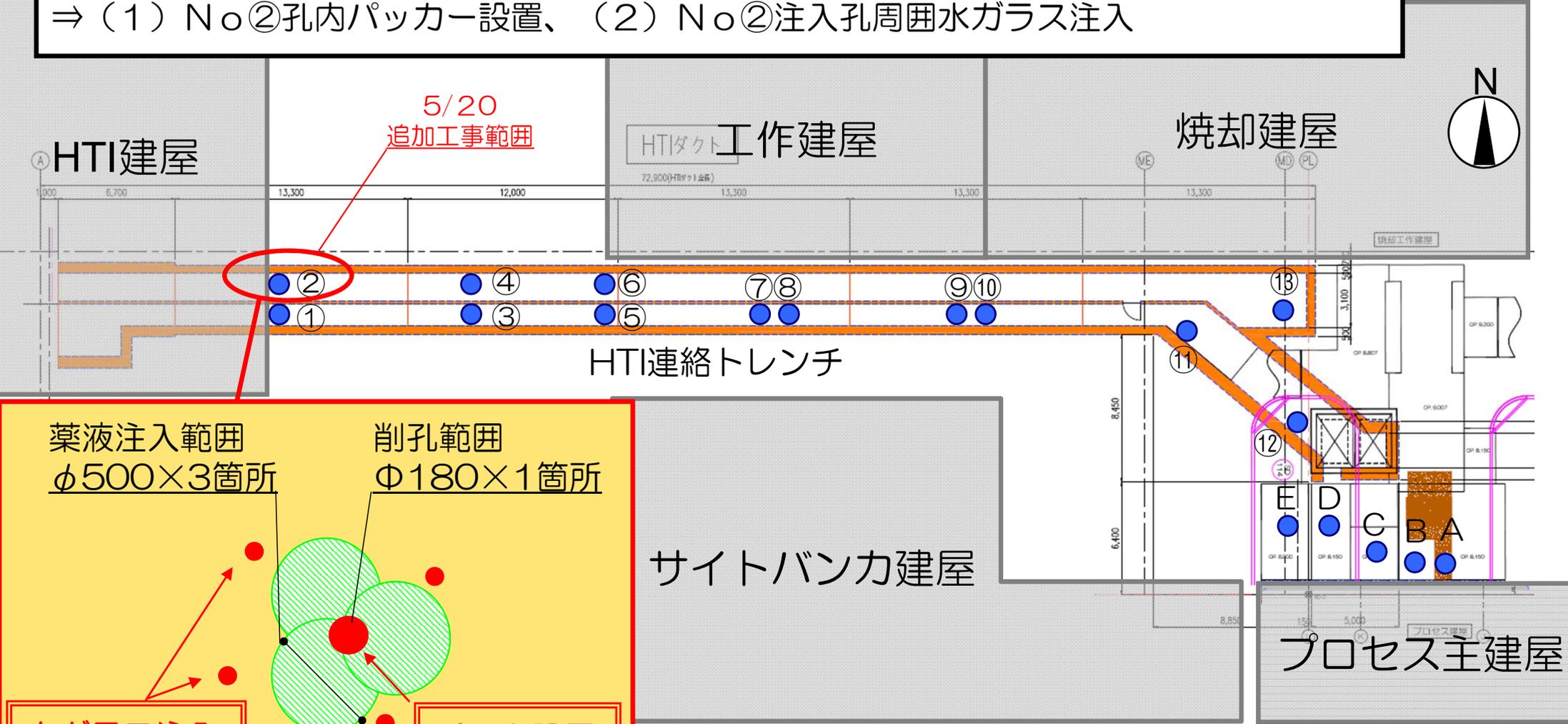


施工写真



4-2. 地下水流入に対する対策実施箇所（孔内パッカー設置）

地下水流入が顕著なNo②注入孔（想定流入水量 約12t/h）を重点的に止水工事を行う。
 ⇒（1）No②孔内パッカー設置、（2）No②注入孔周囲水ガラス注入

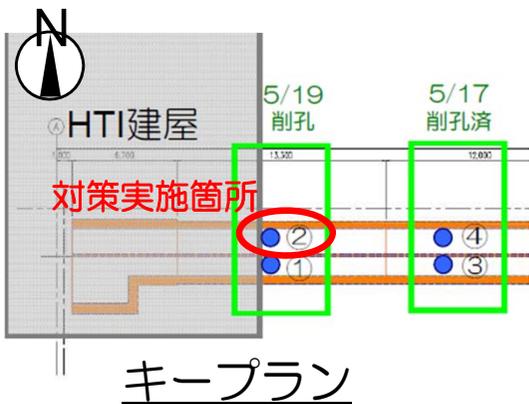


平面図

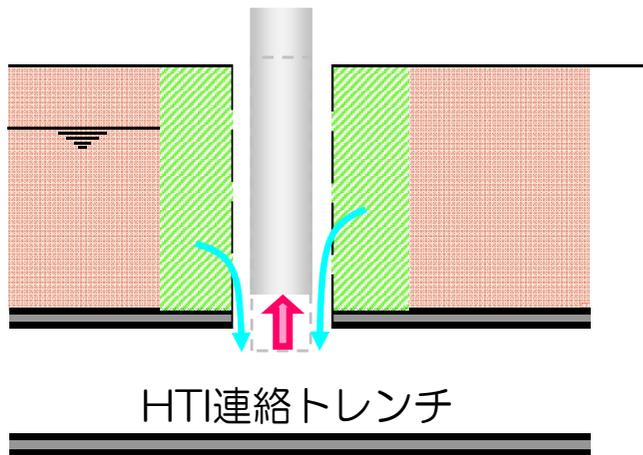
凡例
● グラウト注入孔

4-2. パッカー止水工法施工手順

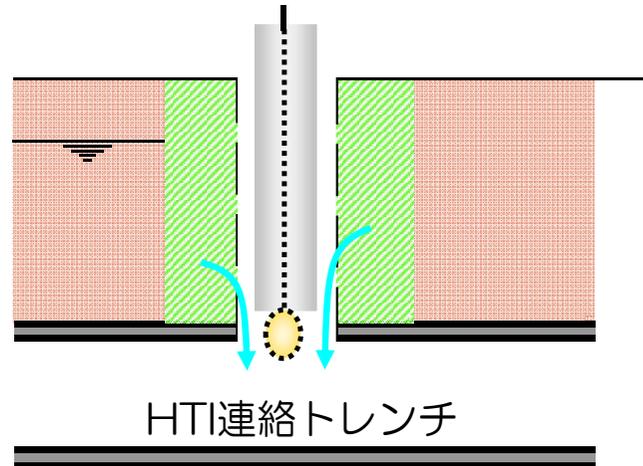
パッカーによりコア抜き開口を閉塞し、水の流れを止めた上で水ガラス注入により止水を行う。
(5/21 No②注入孔内へのパッカー設置)



①ケーシングを持ち上げる

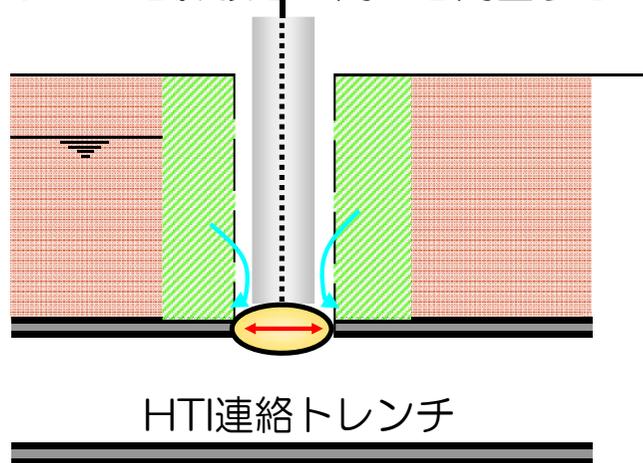


②パッカー材をケーシング内に挿入する

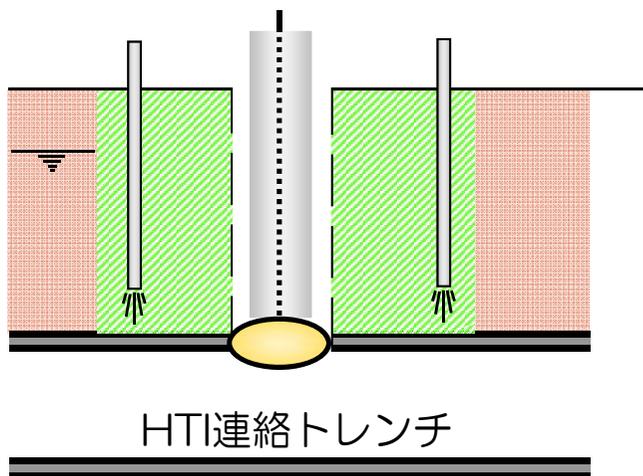


ケーシング孔内写真

③パッカーに急結材を流し込み
パッカーを膨張させ開口を閉塞する



④周囲に水ガラスを注入し止水する



5. パッカーによる止水結果

■No②注入孔内へのパッカー設置

パッカーによるコア抜き開口の閉塞を行った結果、地下水の流入はほぼ無くなったことを確認した。
(5/21 3:1 1 現場確認実施)

3:02 パッカー膨張開始 (OP5300より地下水流入があり、パッカーはその付近に設置)

3:11 パッカー膨張完了。

地下水位 OP 7.5m【GL-2.8m】，水音が無くなったことを確認。



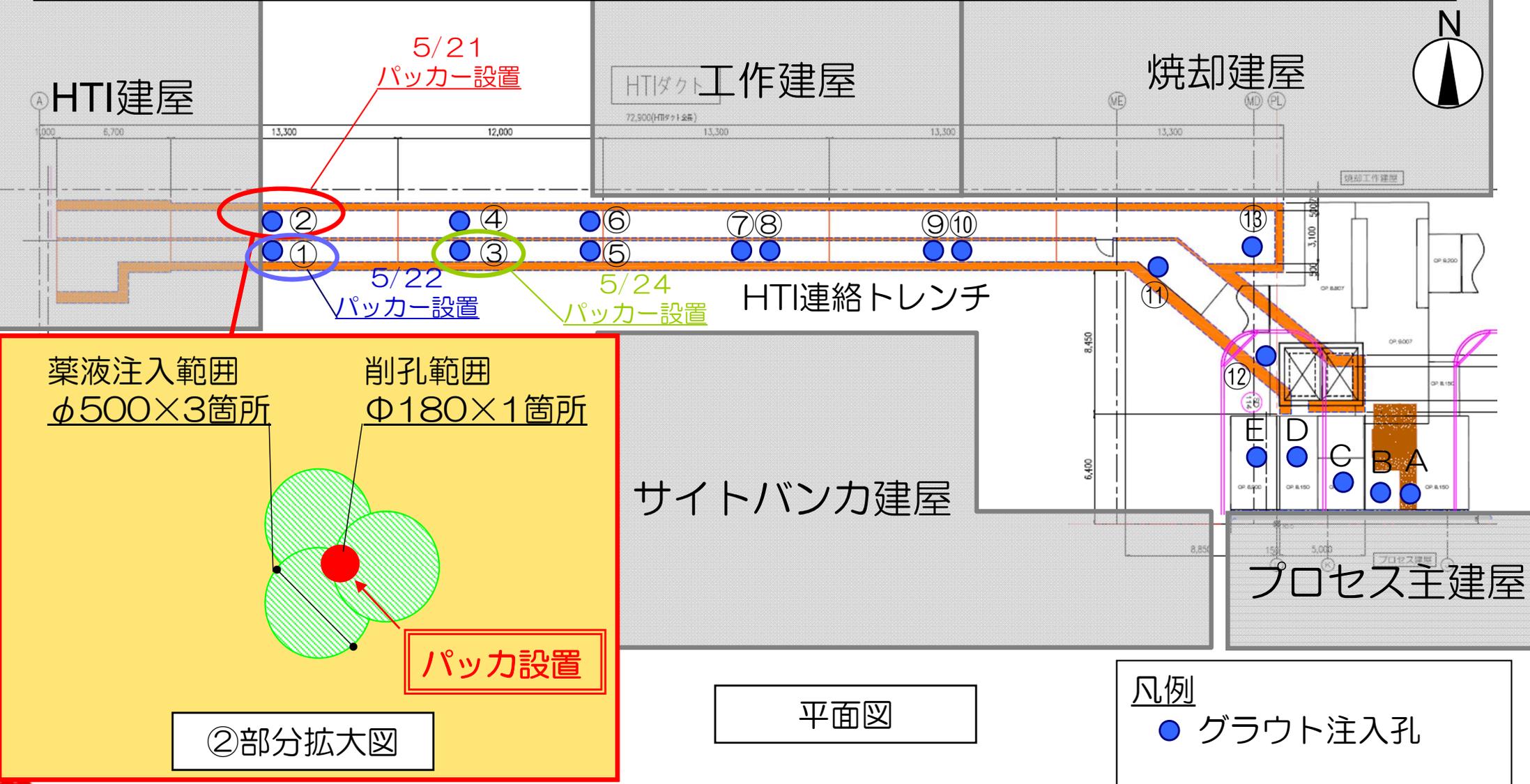
写真1 作業開始前



写真2 パッカー膨張（閉止）状況

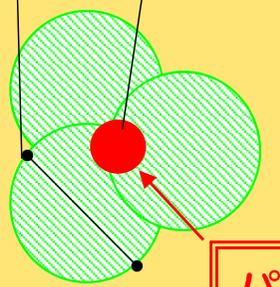
6. 地下水流入に対する対策実施箇所（孔内パッカー設置）

孔内パッカー設置（5/28現在：No①②③設置済み）を実施することで、地下水の流入抑制効果は多少見られた。



薬液注入範囲
φ500×3箇所

削孔範囲
φ180×1箇所



パッカ設置

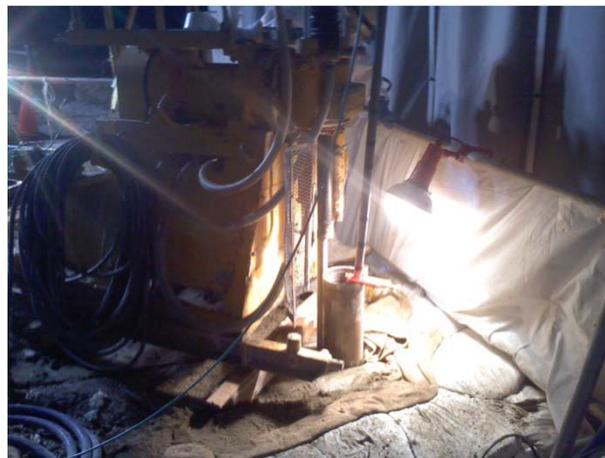
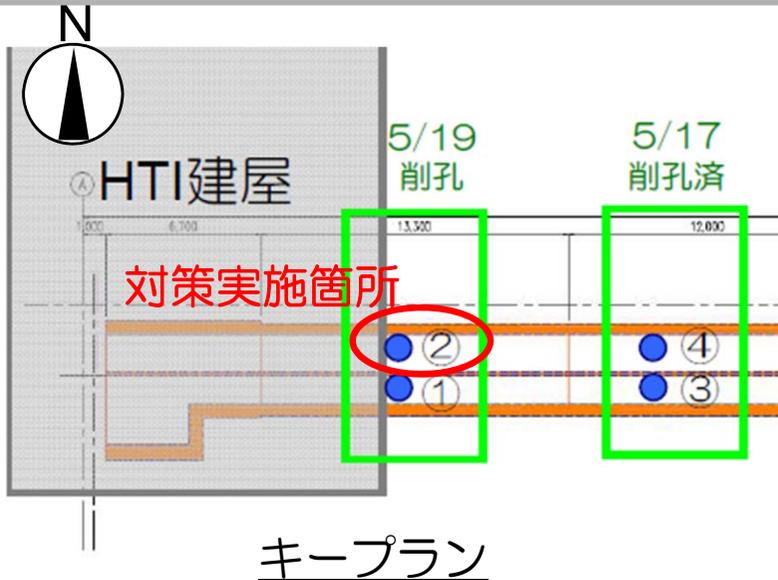
②部分拡大図

平面図

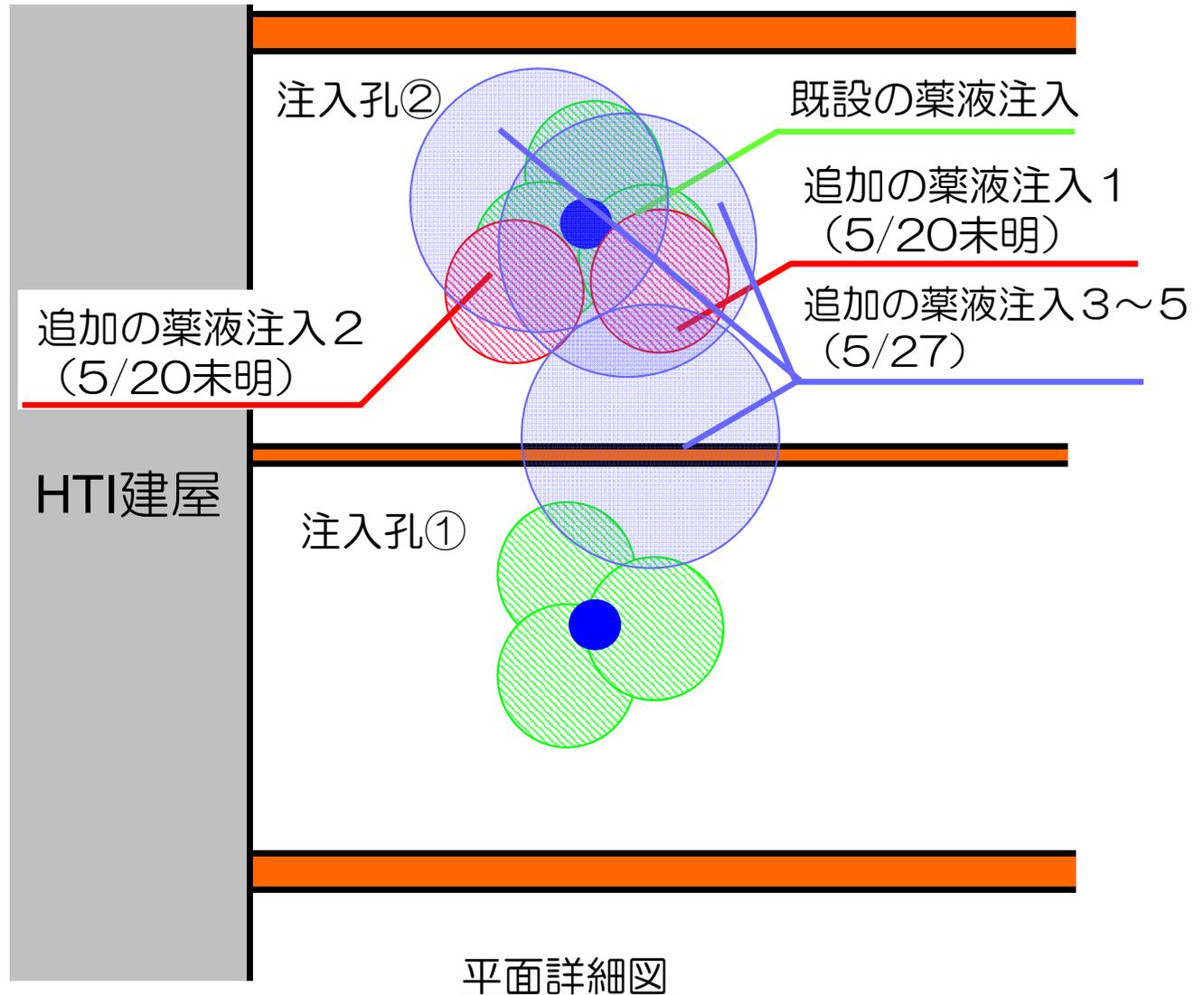
凡例
● グラウト注入孔

7. 地下水流入に対する対策（薬液注入）

薬液注入による止水効果が不十分であると考えられることから、5/20未明より地下水流入が確認されたN○②注入孔の周囲に追加の薬液注入を実施。（5/20未明）
→ 効果が確認されなかったため、さらなる追加の薬液注入3～5を実施（5/27実施済）



施工写真



8. まとめ

■実施した対策と効果

- No②注入孔付近を薬液注入を実施したが、効果を得られなかった。
- No①②③注入孔内にパッカーを設置することで止水効果は多少見られたが、地下水の流入は継続している。
- 地下水の流入量が多かったNo②注入孔周囲に薬液注入の追加を実施したことにより、大旨事象発生前の状態に戻ったと考えられる。

参考) パッカー写真



環境線量低減対策 スケジュール

分野 区分	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		4月		5月			6月			7月		8月	備考		
			20	27	4	11	18	25	1	8	下	上	中	下	前		後	
放射線量低減	環境線量低減対策	<p>敷地内線量低減 ・段階的な線量低減</p>  <p>提供：日本スペースイメージング（株）、(C)DigitalGlobe</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ エリアI 1～4号機周辺で特に線量当量率が高いエリア ■ エリアII 植栽や林が残るエリア ■ エリアIII 設備設置または今後設置が予定されているエリア ■ エリアIV 道路・駐車場等で既に舗装されているエリア ■■■ 敷地内線量低減に係る実施方針範囲 	検討・設計	敷地内線量低減にかかる実施方針を踏まえた敷地内除染の検討														備考
				<p>■ Iエリア (1～4号機周辺で特に線量率が高いエリア)</p> <p>■ IIエリア (植栽や林が残るエリア)</p> <p>■ IIIエリア (設備設置または今後設置が予定されているエリア)</p> <p>■ IVエリア (道路・駐車場等で既に舗装されているエリア)</p>	<p>法面 除染計画の作成</p> <p>調査・詳細設計</p> <p>表土除去後の線量低減効果の評価</p> <p>地下バイパス周辺 Hタンクエリア 除染計画の作成</p> <p>調査・詳細設計</p> <p>免震重要棟・多核種除去設備周辺エリア 除染計画の作成 調査・詳細設計</p> <p>Gタンクエリア 除染計画の作成</p> <p>調査・詳細設計</p> <p>免震重要棟前駐車場 除染計画の作成</p> <p>調査・詳細設計</p>	<p>1/2号建屋西側法面 線量率測定 (線量低減作業実施前)</p> <p>1/2号側北側・3/4号法面 線量率測定 (線量低減作業実施前)</p> <p>地下水バイパス周辺 整地 (表土除去)</p> <p>地下水バイパス周辺 線量率測定 (表土除去後)</p> <p>企業棟南側エリア 路盤、アスファルト舗装</p> <p>Hタンクエリア 線量率測定 (線量低減作業実施前)</p> <p>免震重要棟・多核種除去設備周辺エリア 線量率測定 (線量低減作業実施前)</p> <p>Jタンク設置エリア 整地 (伐採・表土除去)</p> <p>Jタンク設置エリア 線量率測定 (表土除去後)</p> <p>Gタンクエリア 線量率測定 (線量低減作業実施前)</p> <p>■ IVエリア (道路・駐車場等で既に舗装されているエリア) 線量率測定 (線量低減作業実施前)</p> <p>免震重要棟前駐車場</p>	<p>※企業棟南側エリアの線量低減は、H26.3中旬に伐採、表土除去まで終了しているが、H26.3中旬～H26.6末に暫定事務棟の付帯設備工事を実施するため、H26.7以降に当該エリアの路盤、アスファルト舗装を実施し、線量低減効果を確認する予定。</p>											
			現場作業															

環境線量低減対策 スケジュール

分野	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定	4月		5月					6月			7月		8月		備考		
				20	27	4	11	18	25	1	8	下	上	中	下	前	後			
				<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> 月 日 </div>																
環境線量低減対策		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 ・港湾内の被覆 ・浄化方法の検討	<p>(実績) 【遮水壁】鋼管矢板打設 (5/27時点進捗率: 98%) 継手処理 (5/27時点進捗率: 78%) 埋立(第1工区) (5/27時点進捗率: 46%) 1号機取水口前シルトフェンス撤去(H26.1.31) 【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)、繊維状吸着材の吸着量評価 【4m盤地下水対策】 1号機北側観測孔No.0-1追加ボーリング (H25.10~12) 1.2号機間観測孔No.1追加ボーリング (H25.6.17~) 2.3号機間観測孔No.2追加ボーリング (H25.7.11~H26.2) 3.4号機間観測孔No.3追加ボーリング (H25.7.13~H26.4) 1.2号機間護岸背後地盤改良 (H25.7.8~H25.8.9) 1.2号機間山側地盤改良 (H25.8.13~H26.3.25) 1.2号機間フェーシング (H25.11.28~H26.4.8) 2.3号機間護岸背後地盤改良 (H25.8.29~H25.12.12) 2.3号機間山側地盤改良 (H25.10.1~H26.2.6) 2.3号機間フェーシング (H26.5.2) 3.4号機間護岸背後地盤改良 (H25.8.23~H26.1.23) 3.4号機間山側地盤改良 (H25.10.19~H26.3.5) 3.4号機間フェーシング (H26.5.2) 港湾内海水モニタリング強化 (H25.6.21~) 地下水の流動・移行シミュレーション (H25.7~H26.3)</p> <p>(予定) 【遮水壁】 鋼管矢板打設 (~H26.9予定) 継手処理 (~H26.9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滿に低減しない要因の検討 【4m盤地下水対策】 1.2号機間観測孔No.1追加ボーリング (~H26.6下旬予定) 港湾内海水モニタリング 2号機観測孔2T-3追加ボーリング (~H26.6月上旬予定) 3号機観測孔3T-1追加ボーリング (~H26.6月上旬予定) 港湾内海水の流動・移行シミュレーション (H25.9~H26.5予定) 【海底土被覆】 港湾内における海底土被覆の検討 海底土被覆工事の実施 (H26.4~H27.3予定)</p>	<p>【海水浄化】 港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討 (モニタリング強化、沈殿等による浄化方法)</p> <p>【海水浄化】 検討会 告示濃度未滿に低減しない要因の検討</p> <p>【4m盤地下水対策】 港湾内海水の流動・移行シミュレーション</p>	<p>【遮水壁】 鋼管矢板打設 (5/19時点進捗率: 99%、~H26.9予定)</p> <p>【遮水壁】 継手処理 (5/27時点進捗率: 78%) (第1工区(港内)の残り: ~H26.9予定 第2工区(港外): ~H26.8予定)</p> <p>【遮水壁】 埋立(第1工区: 5/27時点進捗率 46%、~H26.9予定 第2工区: 埋立完了)</p> <p>3号機シルトフェンス内側繊維状吸着材浄化装置設置</p> <p>地下水観測孔 追加ボーリング</p>															
				<p>遮水壁完成はH26年9月末目標</p> <p>排水路付替工事とのヤード調整に伴い第2工区の継手処理の工期をH26.5~H26.8に変更</p> <p>地下水調査孔追加ボーリングの詳細工程は別資料参照</p> <p>海底土被覆工事(被覆工)</p>																
評価		環境影響評価 ・モニタリング ・傾向把握、効果評価	<p>(実績) ・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)</p> <p>(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)</p>	<p>1,2,3,4u放出量評価</p> <p>敷地内ダスト測定</p> <p>降下物測定(1F,2F)</p> <p>海水・海底土測定(発電所周辺、茨城県沖、宮城県沖)</p> <p>20km圏内 魚介類モニタリング</p>																

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26年5月29日

東京電力株式会社



東京電力

モニタリング計画（サンプリング箇所）

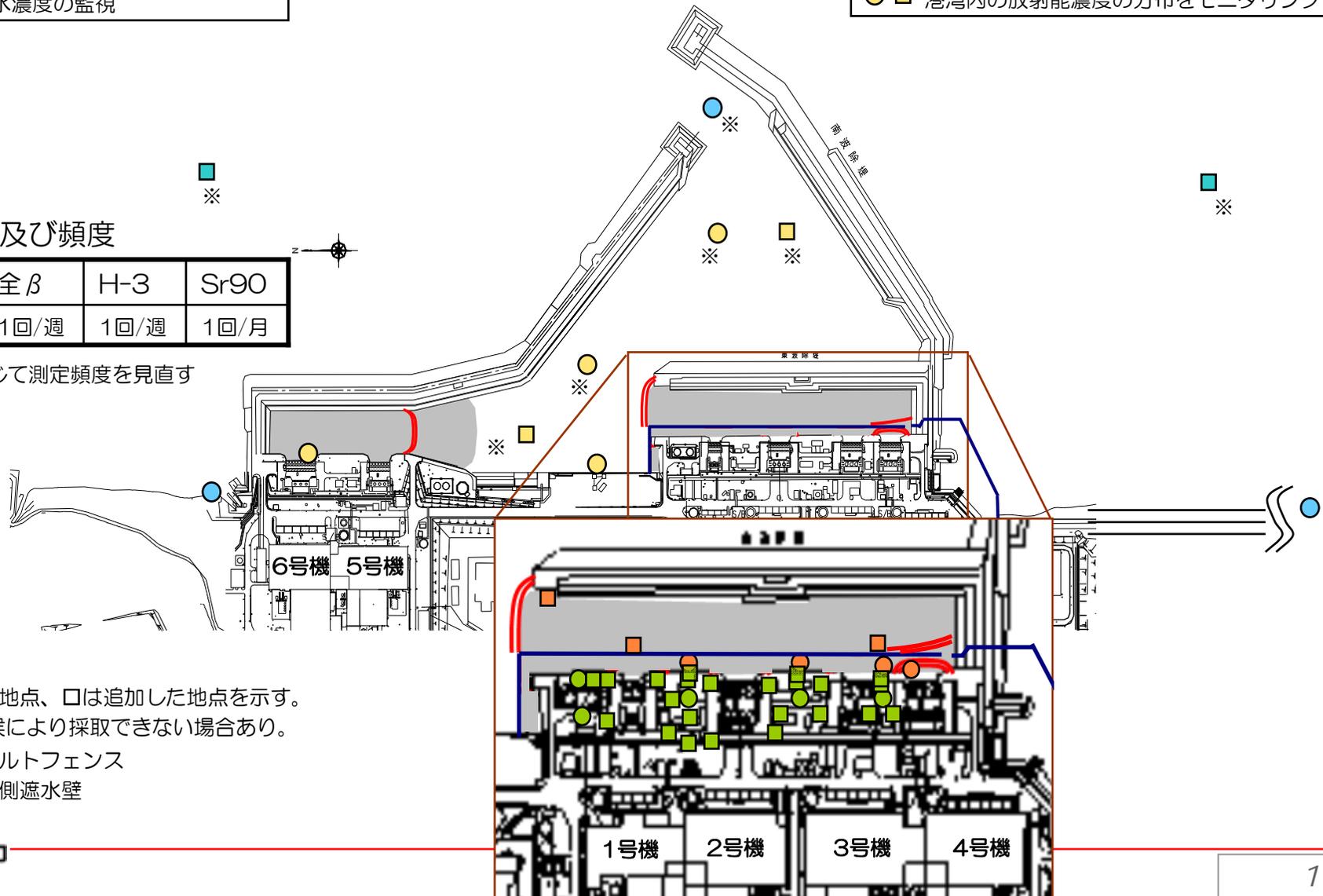
■ 港湾内への影響の監視
■ 地下水濃度の監視

● ■ 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。

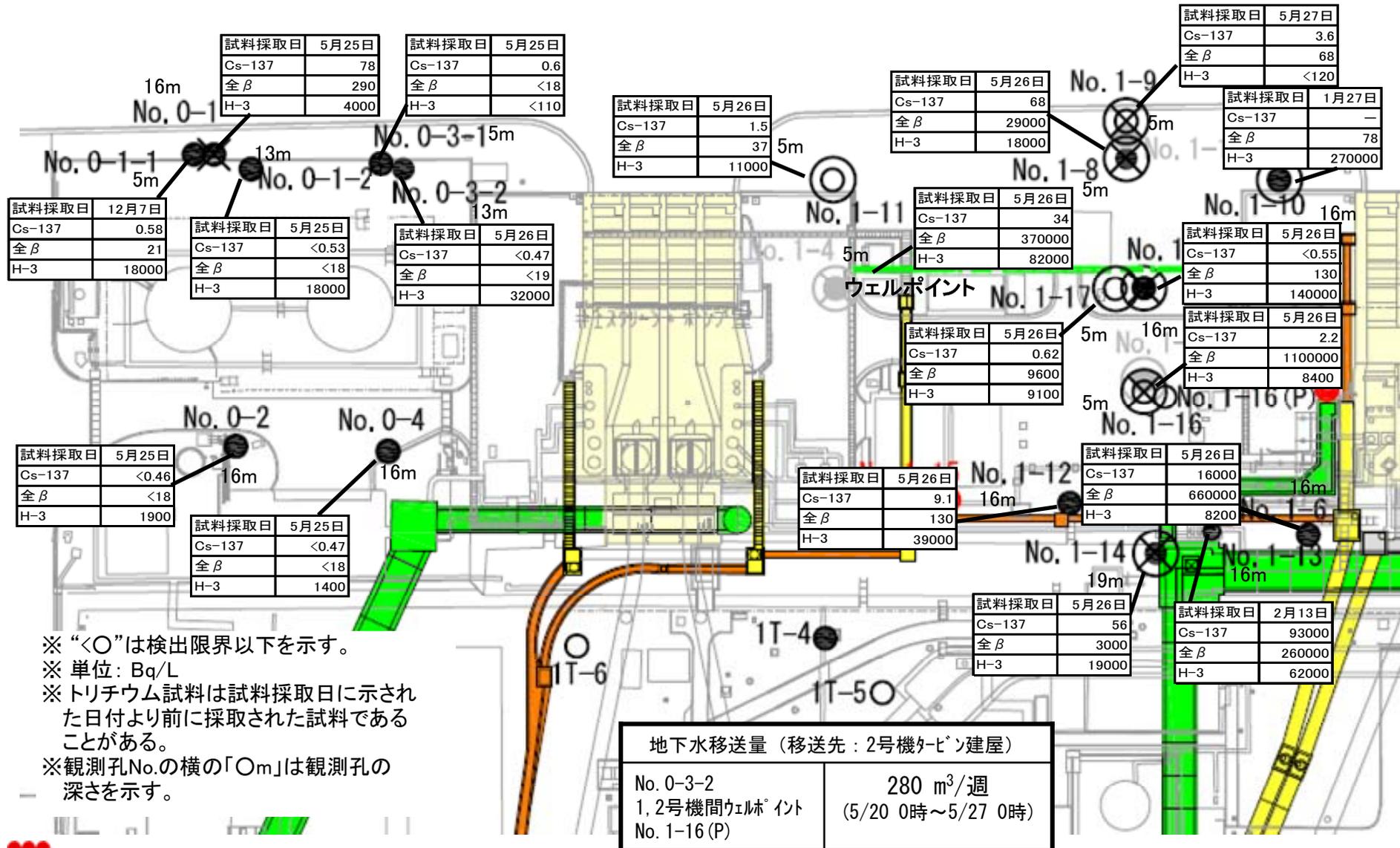
※：天候により採取できない場合あり。

— シルトフェンス

— 海側遮水壁

タービン建屋東側の地下水濃度 (1/2)

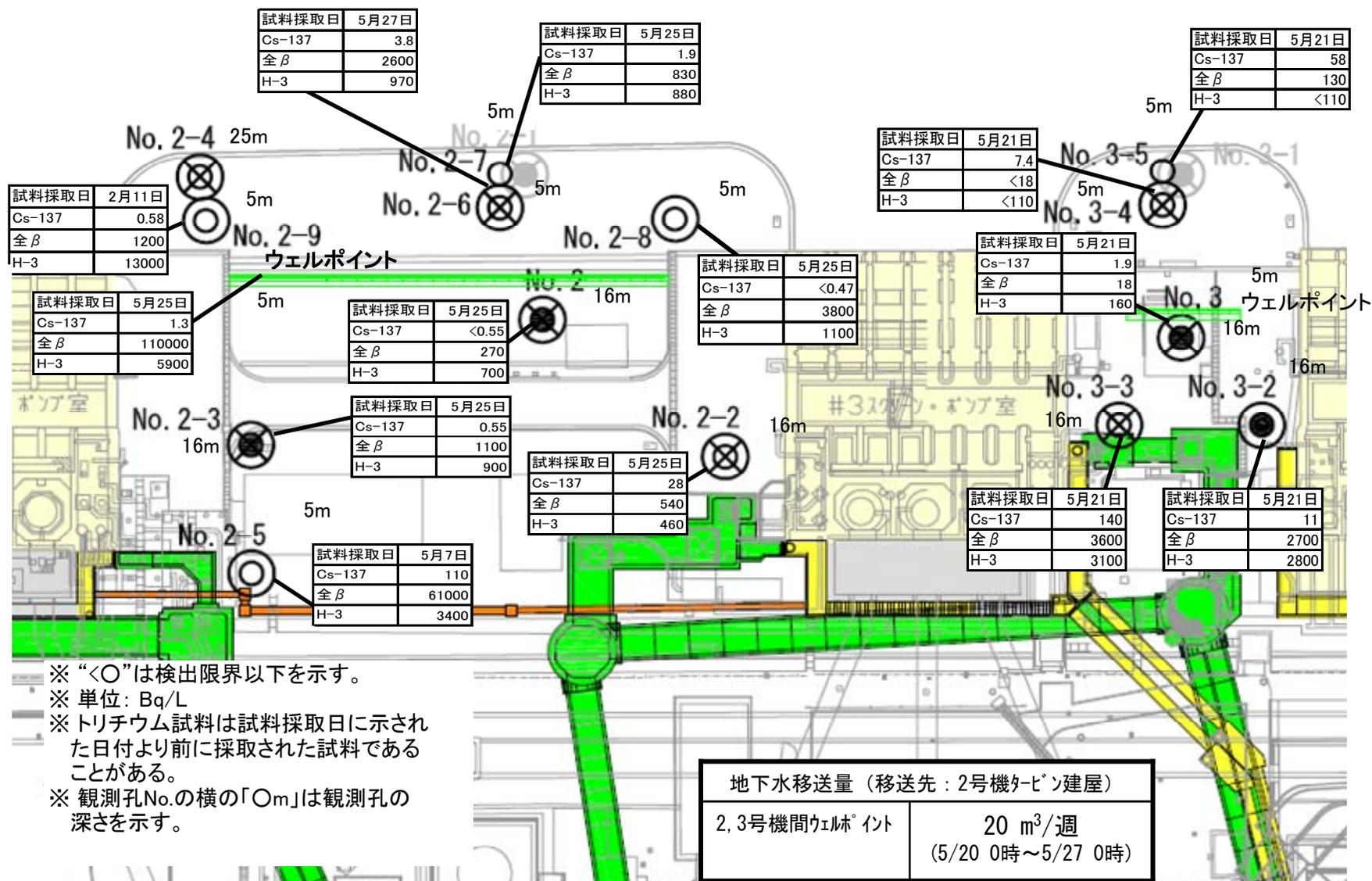
<1号機北側、1,2号機取水口間>



- ※ “<〇”は検出限界以下を示す。
- ※ 単位: Bq/L
- ※ トリチウム試料は試料採取日に示された日付より前に採取された試料であることがある。
- ※ 観測孔No.の横の「〇m」は観測孔の深さを示す。

タービン建屋東側の地下水濃度 (2/2)

<2,3号機取水口間、3,4号機取水口間>



- ※ “<〇”は検出限界以下を示す。
- ※ 単位: Bq/L
- ※ トリチウム試料は試料採取日に示された日付より前に採取された試料であることがある。
- ※ 観測孔No.の横の「〇m」は観測孔の深さを示す。

タービン建屋東側の地下水濃度の状況(1/2)

<1号機北側エリア>

- H-3濃度が高い海側のNo.0-3-2 で、12/11より開始した地下水汲み上げによる効果を継続監視（1m³/日）。4/7以降、30,000Bq/L台となり、5/8に18,000Bq/Lまで低下したが、5/15以降、30,000Bq/L台。
- 3月以降、エリア全体でH-3濃度が低下。

<1,2号機取水口間エリア>

- 1,2号機間ウェルポイントは、H-3、全β濃度が十万Bq/L台と高い状況。
- No.1-16は、1/30に全β濃度が310万Bq/Lまで上昇したが、2月中旬より低下に転じて100万Bq/L台で推移し、4/7以降100万Bq/Lを下回っていたが、5月より100万Bq/L前後で推移。1/29より開始したNo.1-16(P)の地下水汲上げによる効果を継続監視（1m³/日）。

タービン建屋東側の地下水濃度の状況(2/2)

<2,3号機取水口間エリア>

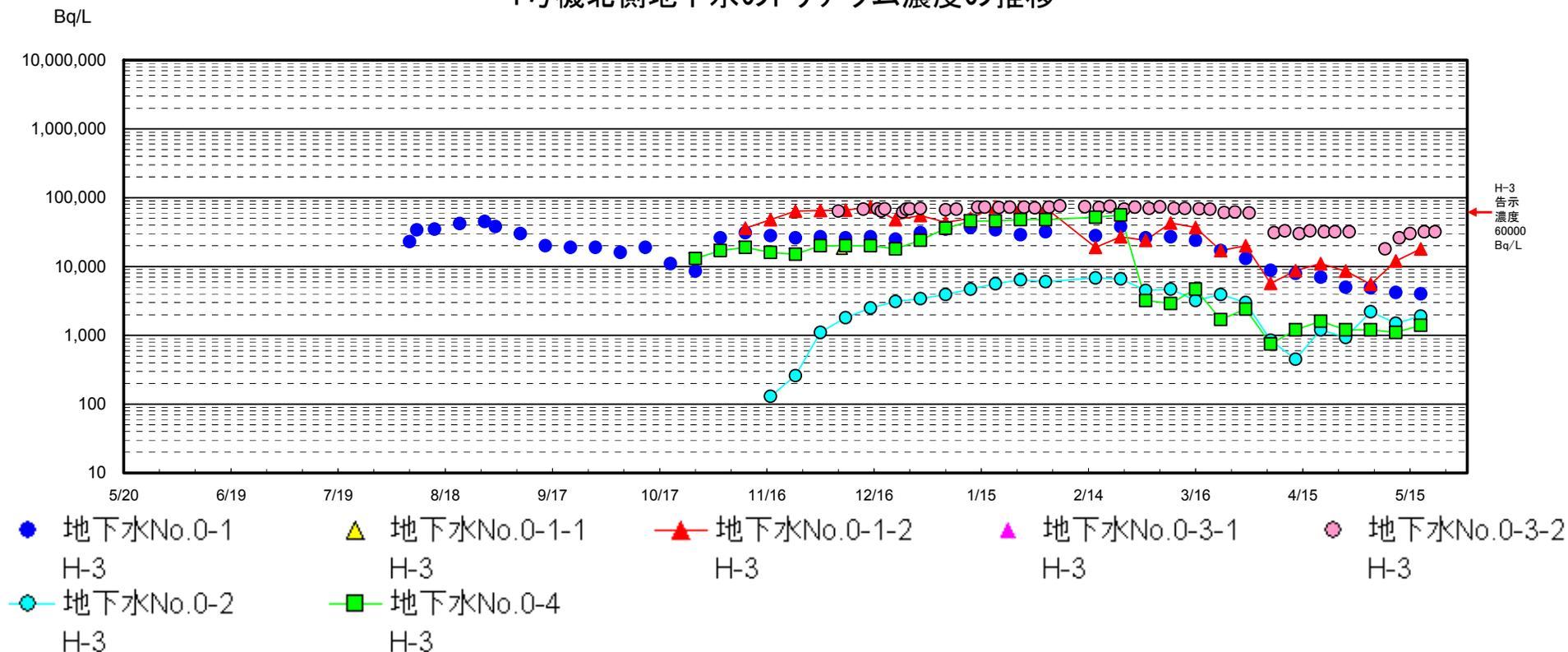
- 2,3号機取水口間は、北側（No.2-5、ウェルポイント北側）で全β濃度が高い状況。
- No.2、No.2-2、No.2-3、No.2-6では、全β、H-3濃度とも横ばいで推移し、上昇は見られていない。
- 南側の汚染状況を確認するため、No.2-8で採水を開始。エリア中央のNo.2-6と同程度の濃度であったが、全β濃度が上昇し、4,000Bq/L程度で横ばい。
- 地盤改良の外側のNo.2-7は、全β濃度が上昇し、1,000Bq/L程度で推移。
- 地下水濃度の高い北側で、ウェルポイント北側の地下水汲み上げによる効果を継続監視（12/8～2/13：2m³/日、2/14～：4m³/日）。
- 下部透水層で採水するためNo.2-4を追加。Cs-137、H-3、全βは検出されていない。

<3,4号機取水口間エリア>

- 各観測孔とも放射性物質濃度は低いレベルで推移。
- 3号機主トレンチの南側分岐トレンチの南側にNo.3-2を追加。全β、H-3濃度とも高い時期(昨年7月)のNo.3と同レベル。
- 同じく北側にNo.3-3を追加。No.3-2に比べ、Cs-137濃度が高い。

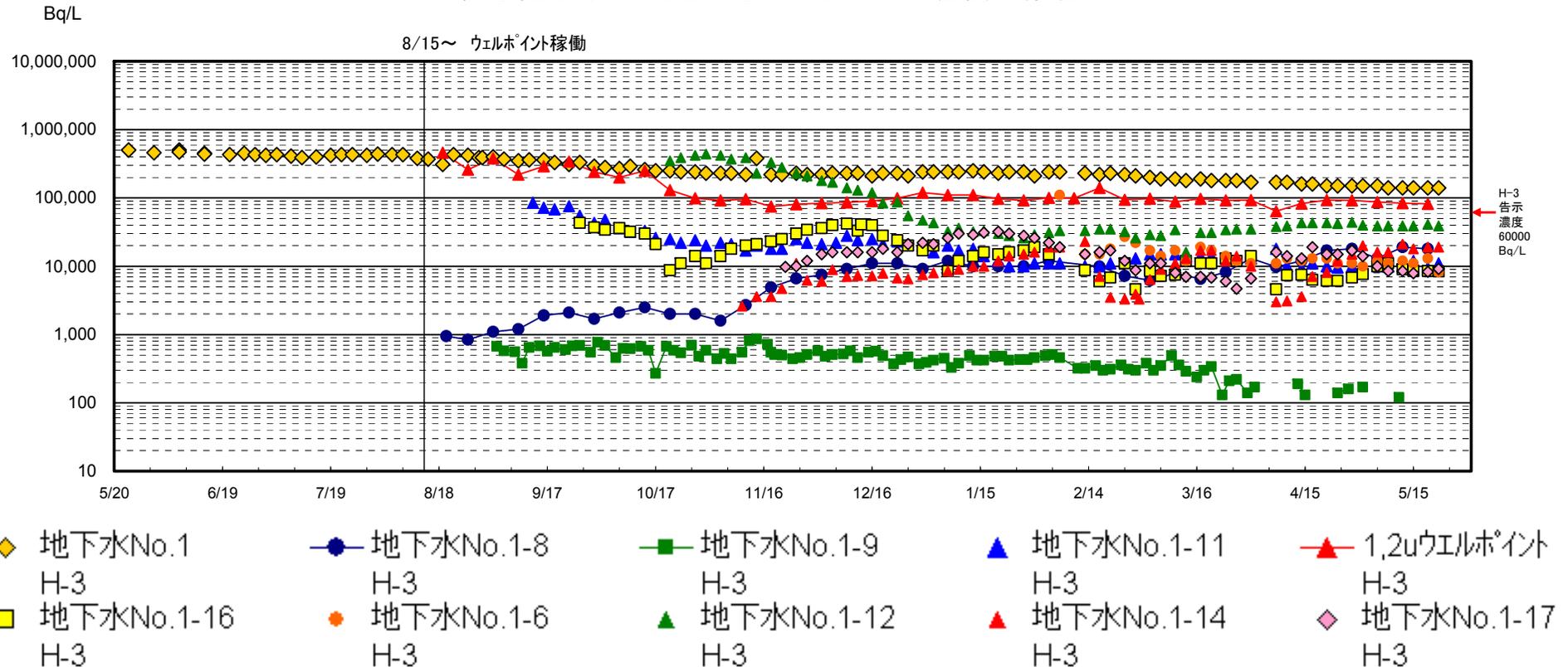
地下水のトリチウム濃度推移(1/4)

1号機北側地下水のトリチウム濃度の推移



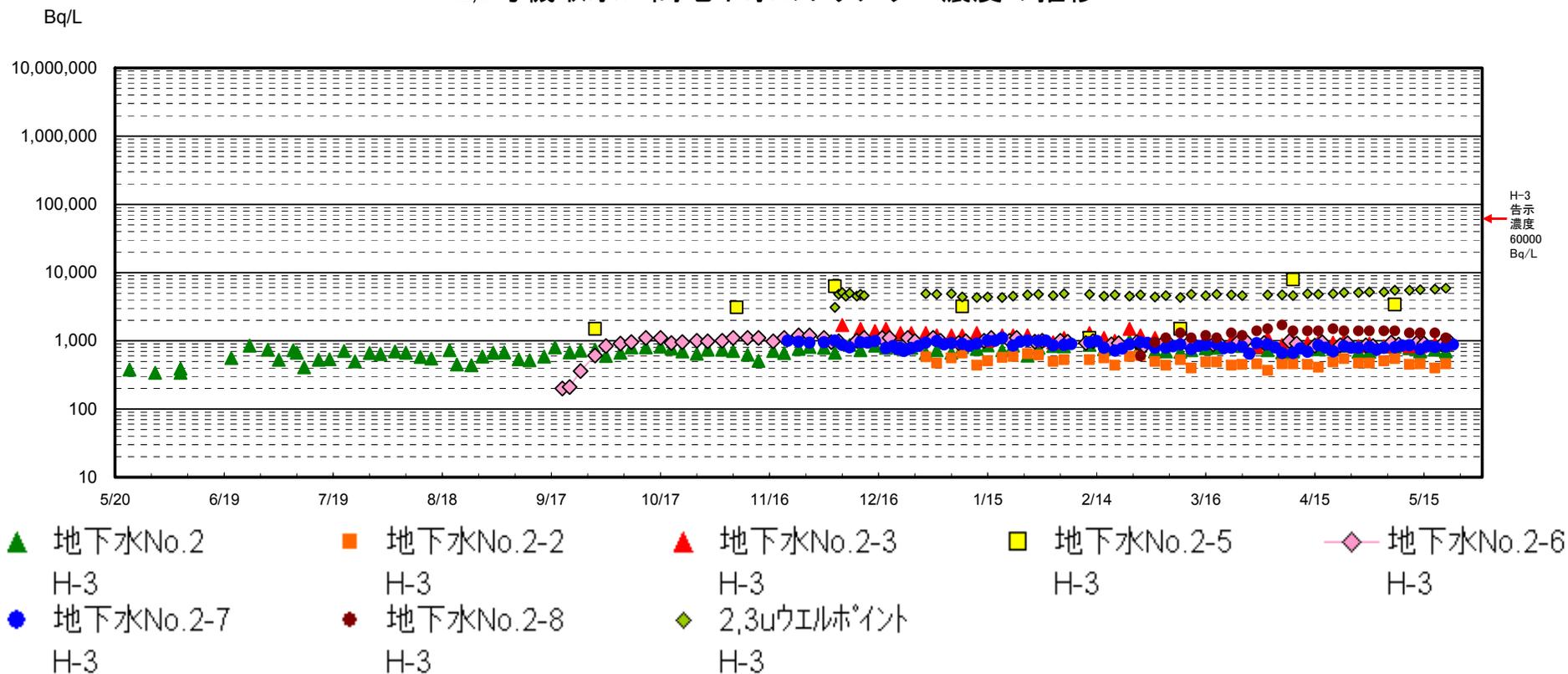
地下水のトリチウム濃度推移(2/4)

1,2号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



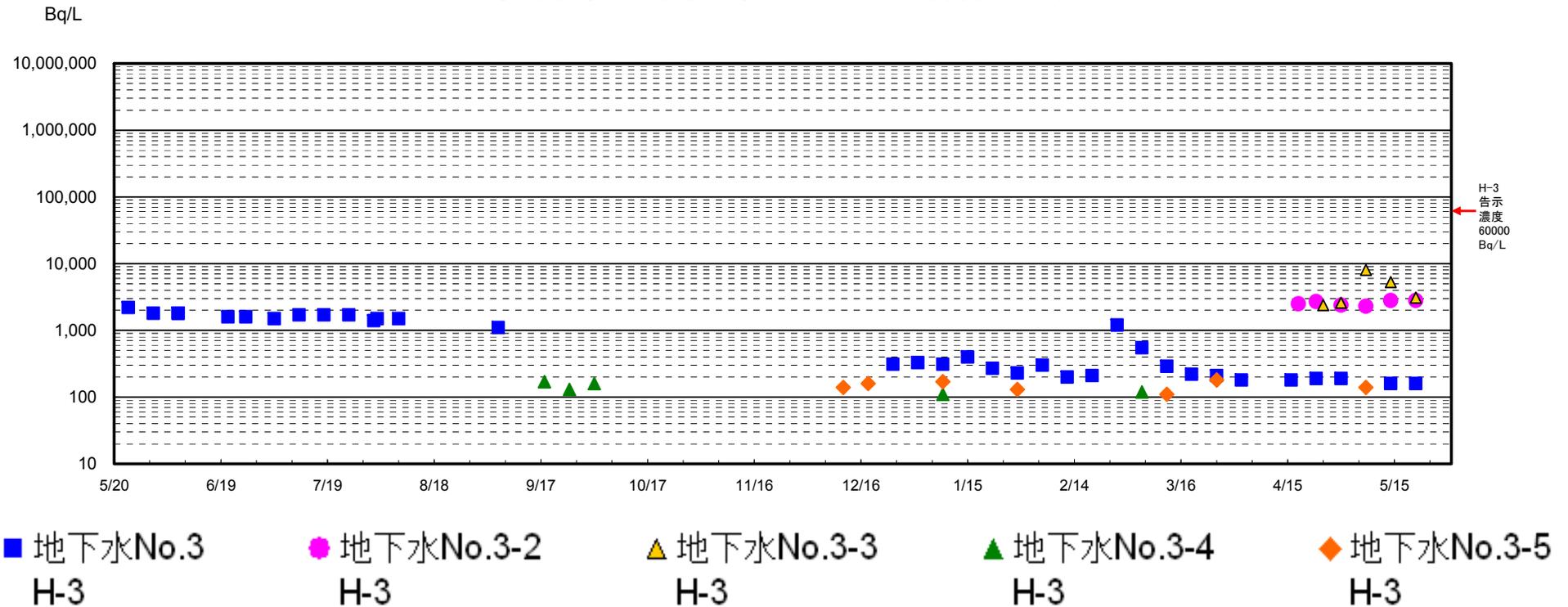
地下水のトリチウム濃度推移(3/4)

2,3号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



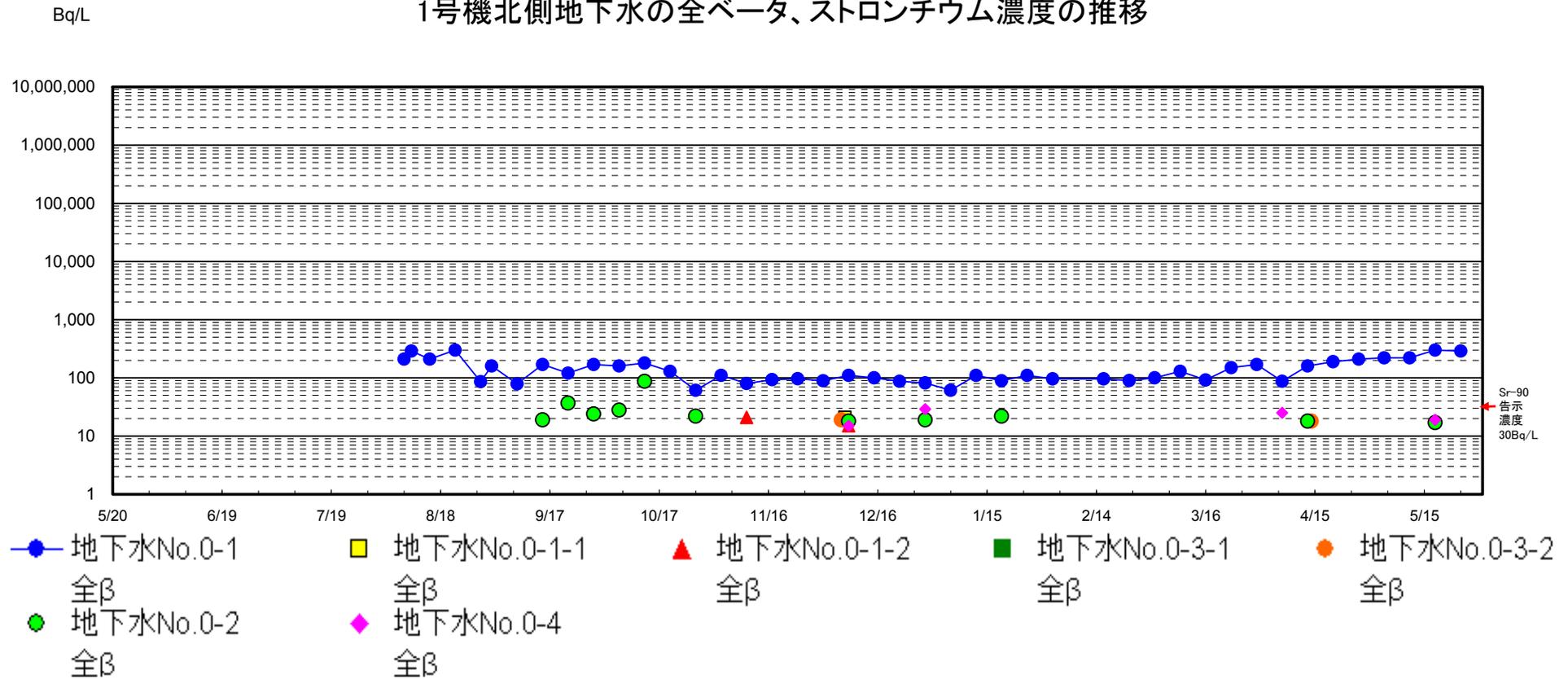
地下水のトリチウム濃度推移(4/4)

3,4号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



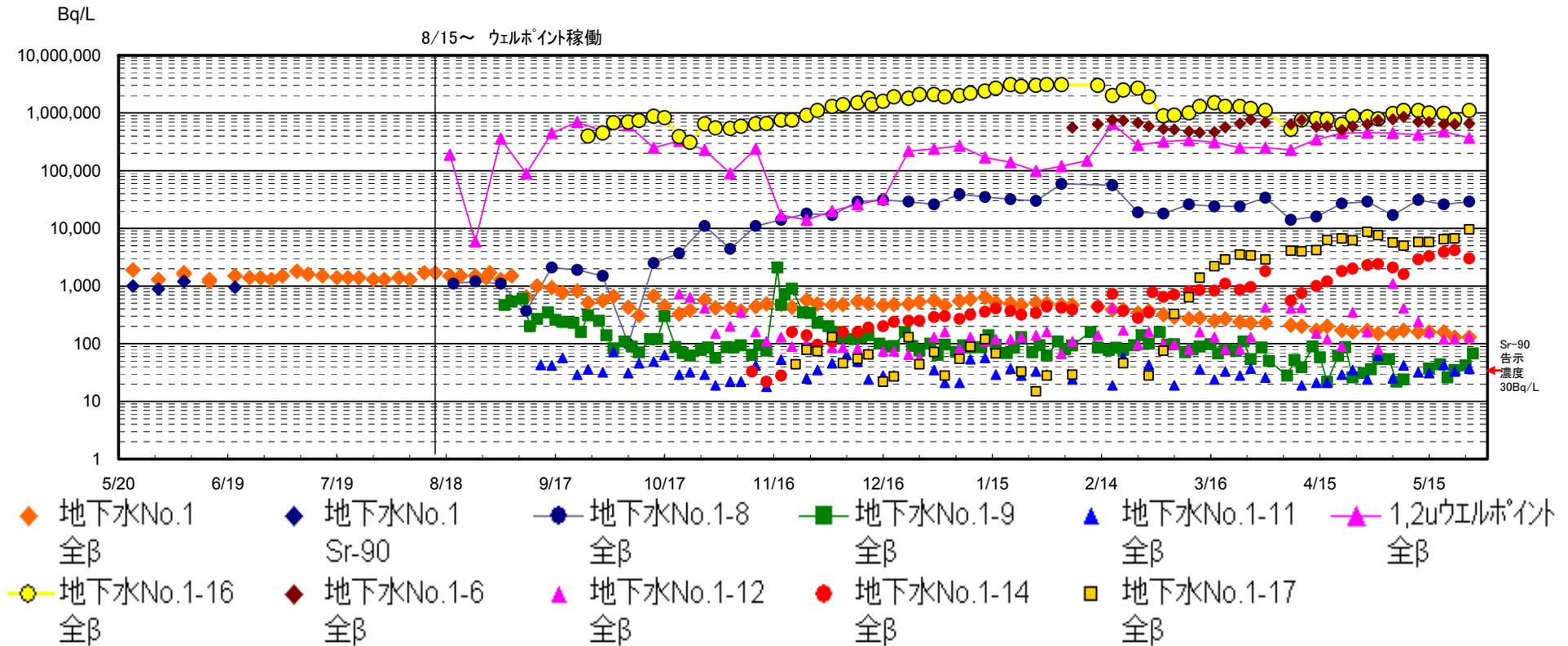
地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(1/4)

1号機北側地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(2/4)

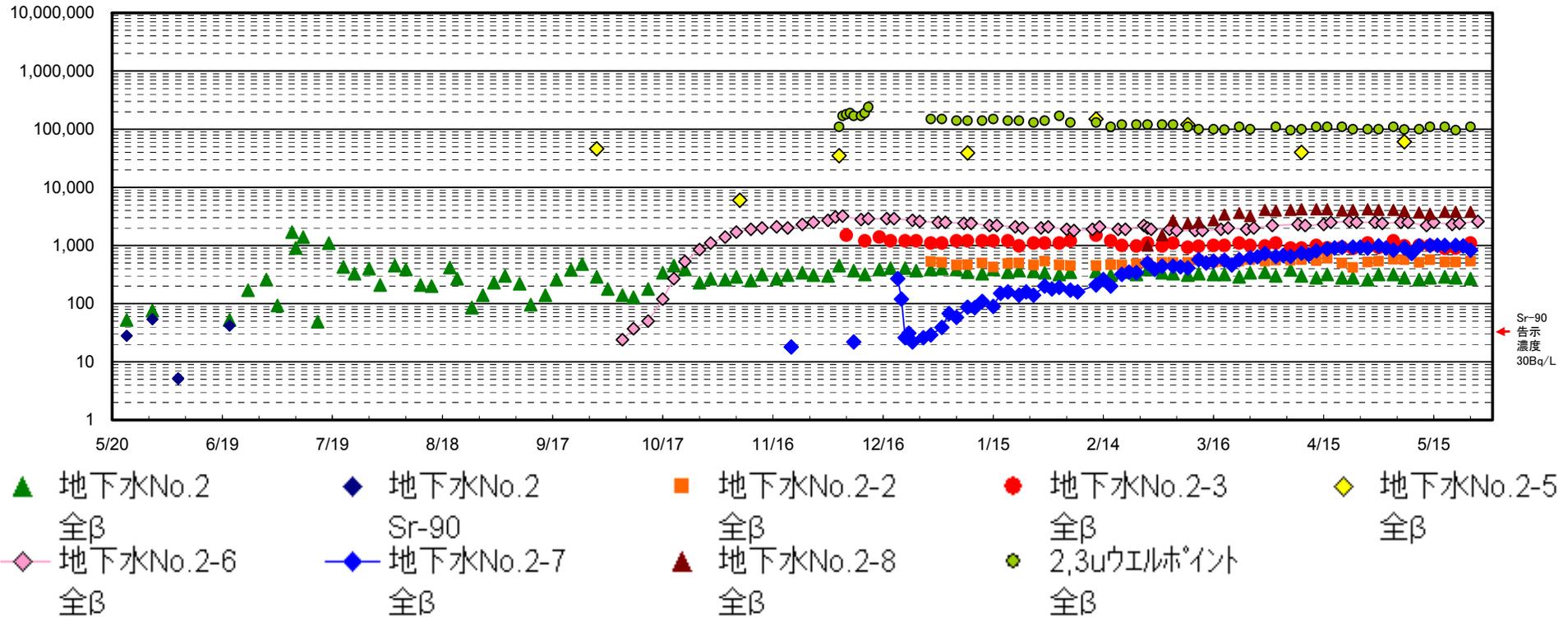
1,2号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(3/4)

Bq/L

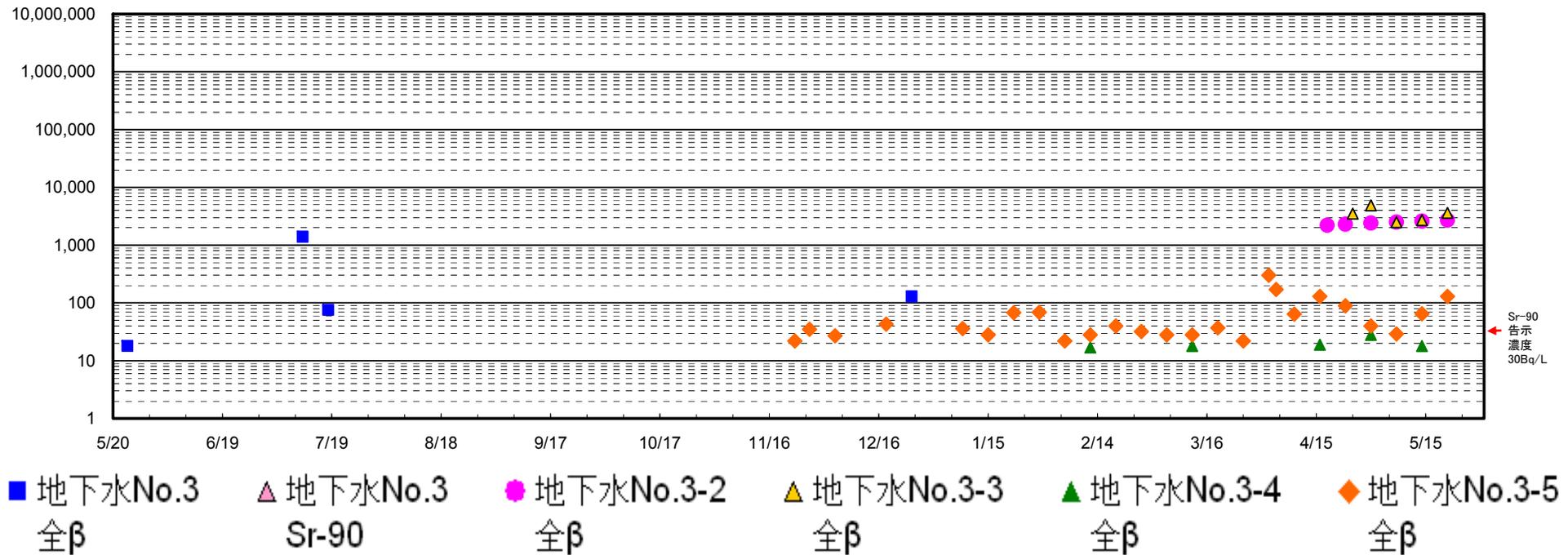
2,3号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(4/4)

Bq/L

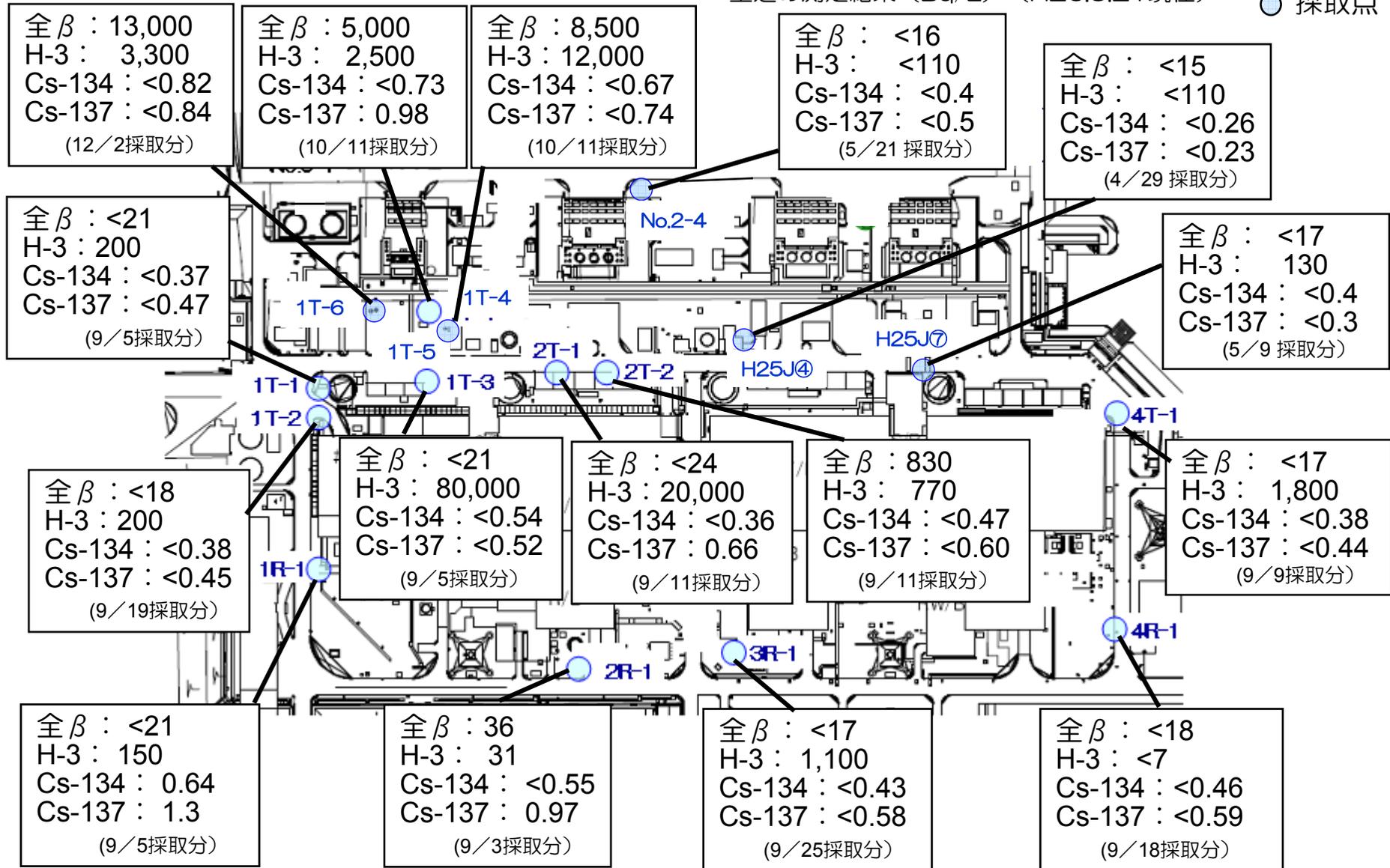
3,4号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



建屋周辺の地下水濃度測定結果

至近の測定結果 (Bq/L) (H26.5.21現在)

○ 採取点



タービン建屋東側（海側）下部透水層（No.2-4）の水質調査状況について

- タービン建屋東側の護岸エリア（2-3号機取水口間）の下部透水層（互層部）地下水の水質調査を実施。

- 調査結果

単位：Bq/L

場所	採水日	Cs-134	Cs-137	全β	H-3	備考
No.2-4	H26.5.21	ND (0.4)	ND (0.5)	ND (16)	ND (110)	タービン建屋東側（海側）下部透水層（H25J④、H25J⑦）の水質調査で実施した手順と同様、ポンプで観測孔全体の水を入れ替えた後採水を実施

※NDは検出限界値未満を表し、（）内に検出限界値を示す。

【参考】タービン建屋東側（海側）下部透水層（互層部）の水質調査結果

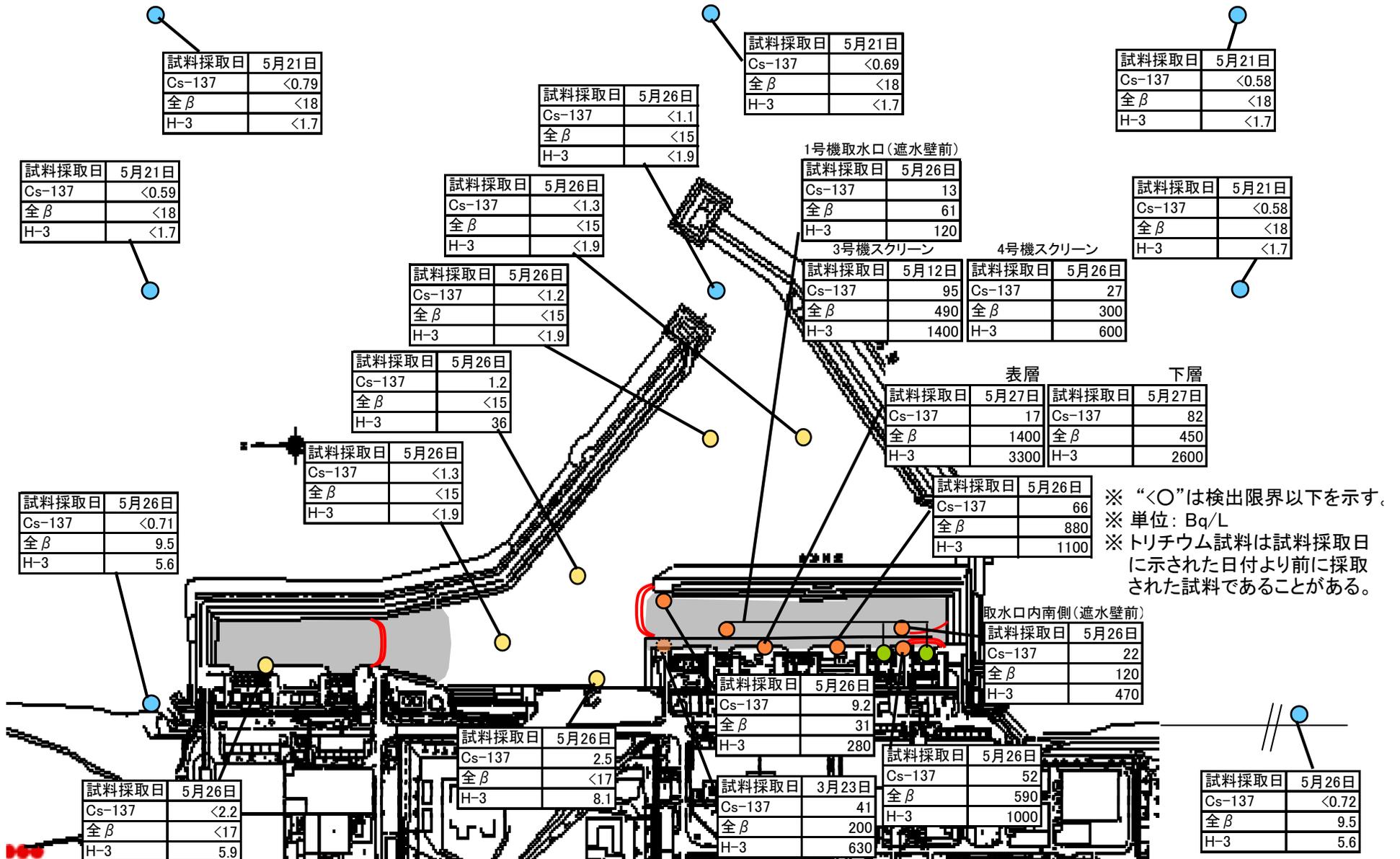
○分析結果

単位：Bq/L

場所	採水箇所	採水日	Cs-134	Cs-137	全β	H-3	採水方法
3号機海側 H25J④	下部透水層 （互層部）	H26.4.29	ND (0.3)	ND (0.2)	ND (15)	ND (110)	ポンプで観測孔全体の水を入れ替えた後採水
3/4号機 間海側 H25J⑦	下部透水層 （互層部）	H26.1.10	ND (0.4)	ND (0.5)	ND (12)	480	ポンプで観測孔全体の水を入れ替えた後採水
		H26.1.16	ND (0.4)	1.0	ND (14)	ND (110)	採水器で観測孔上部の水を手動で採水
			ND (0.4)	ND (0.4)	ND (14)	ND (110)	ポンプで観測孔深部から少量（10L程度）水をくみ上げ後採水
		H26.5.9	ND (0.4)	ND (0.3)	ND (17)	130	ポンプで観測孔深部の水を100L程度以上汲み上げ後採水

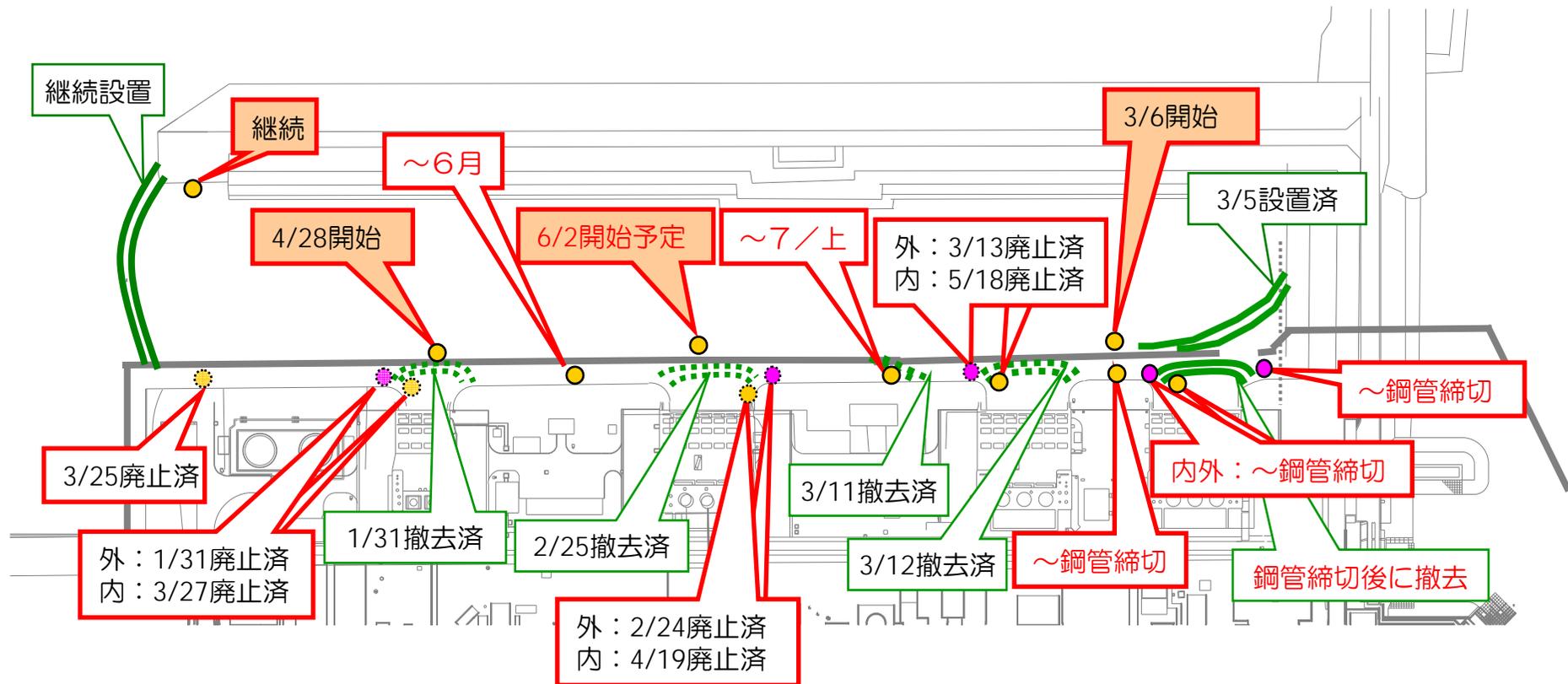
NDは検出限界値未満を表し、（）内に検出限界値を示す。

港湾内外の海水濃度



シルトフェンスの撤去・設置と海水採取点の見直し

○ 海側遮水壁の埋立工事の進捗に伴い、順次、海水の採取点が減少。採取点の見直しを検討。



※ 作業進捗により変更となる場合がある。
(H26年5月28日時点)

■ シルトフェンス関連

■ 海水モニタリング関連
外：シルトフェンス外側
内：シルトフェンス内側

● γ 、全 β 、H-3測定
● γ のみ測定

港湾内外の海水濃度の状況

<1～4号機取水口エリア>

- 1,2号機、2,3号機、3,4号機取水口間のCs-137、H-3、全β濃度について、1,2号機間のCs-137濃度を除いて、3月末以降上昇が見られる。
- 遮水壁内側の埋立工事の進捗に伴い、1号機、2号機、3号機取水口前のシルトフェンスを撤去。また、新たに1～4号機取水口南の遮水壁開口部前にシルトフェンスを設置し、その外側で採水を開始(3/6～)。1号機取水口前の遮水壁外側でも採水を開始(4/28～)。
- 遮水壁外側の2箇所でのCs-137、H-3、全β濃度は、東波除堤北側と同レベル。

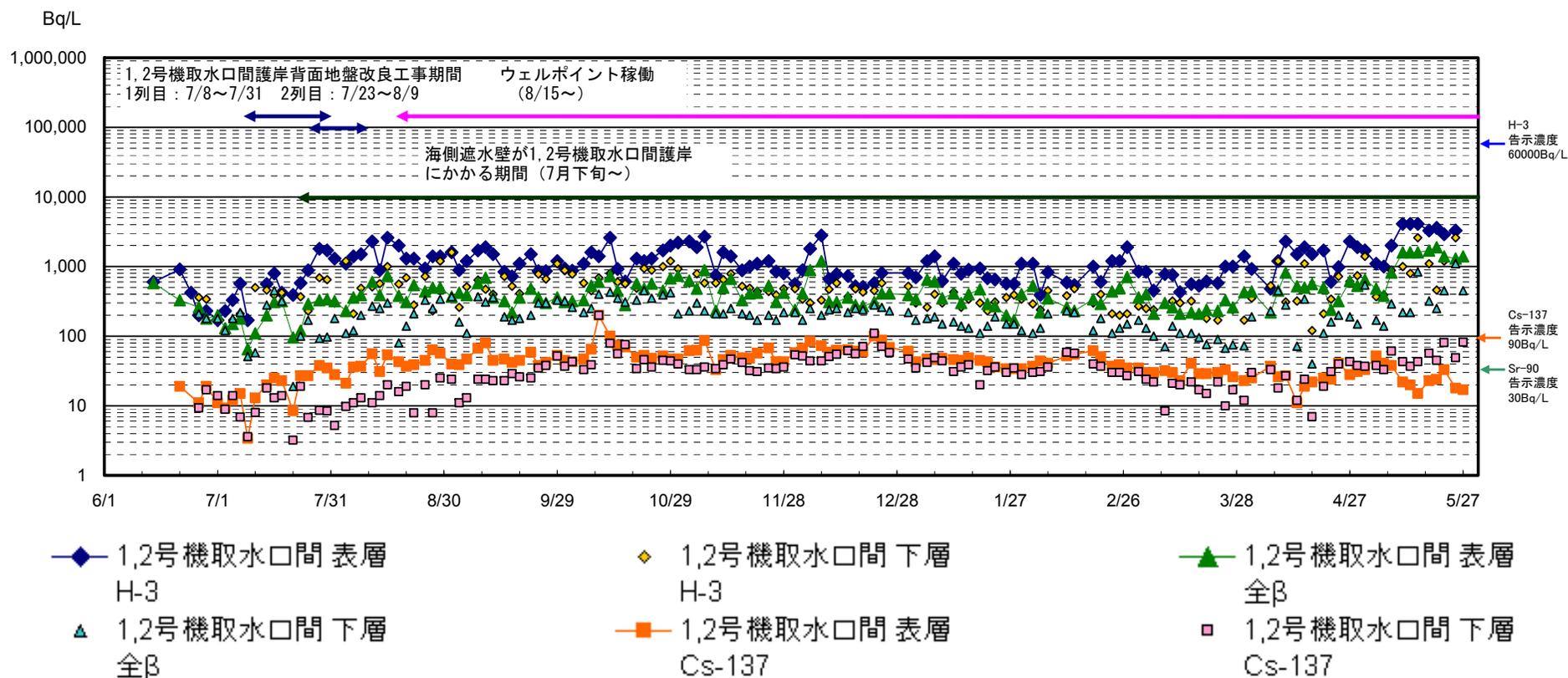
<港湾内エリア>

- これまでの変動の範囲で推移。

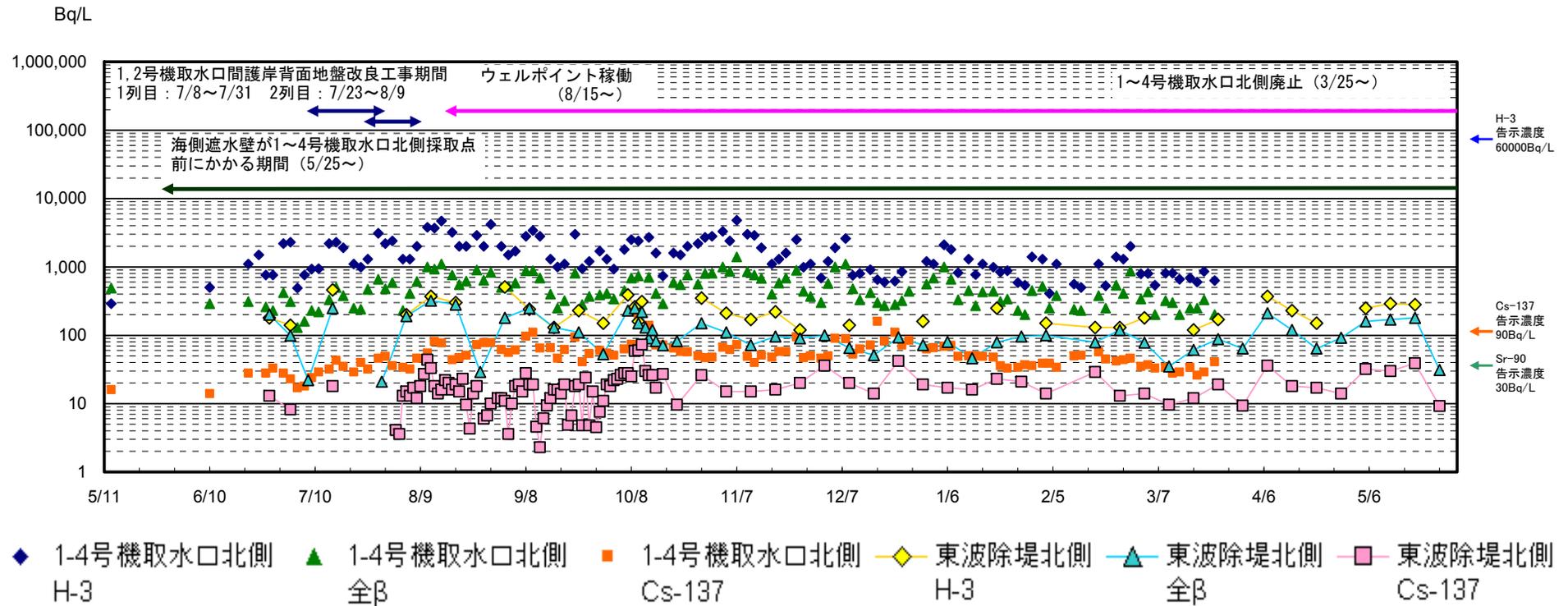
<港湾口、港湾外エリア>

- これまでの変動の範囲で推移。

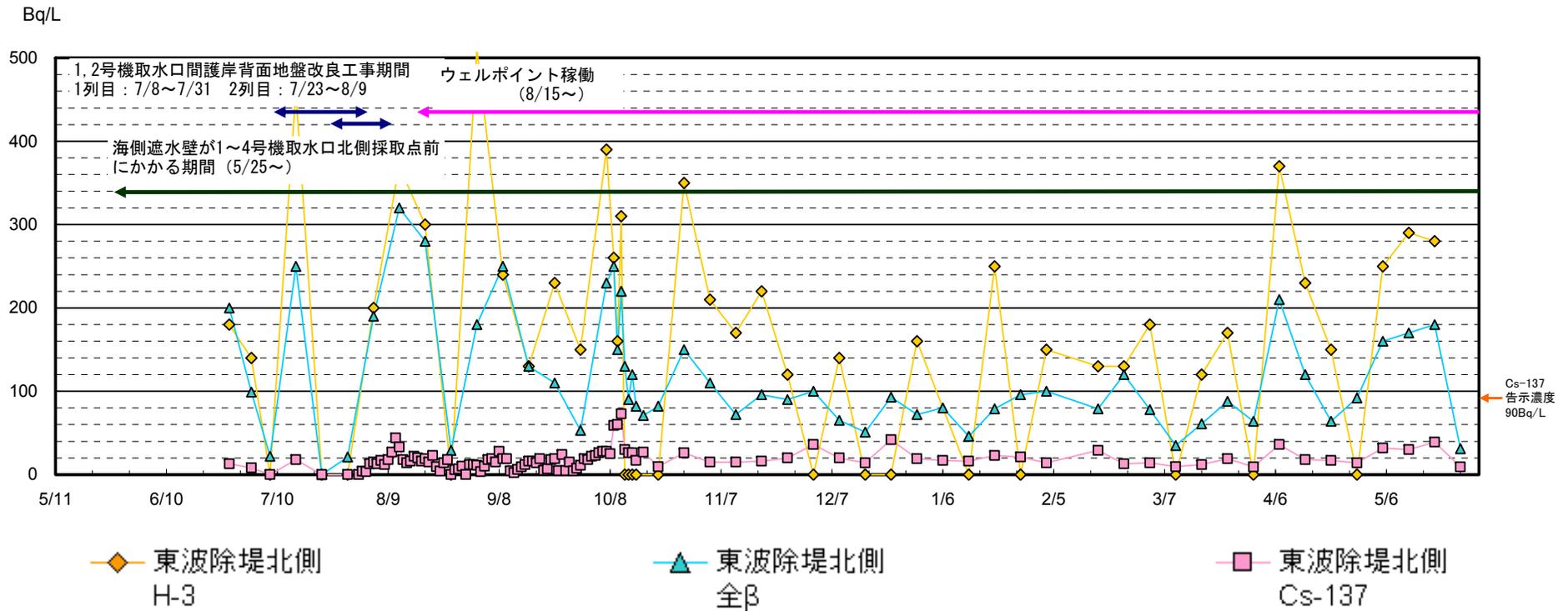
1,2号機取水口間の海水の濃度推移



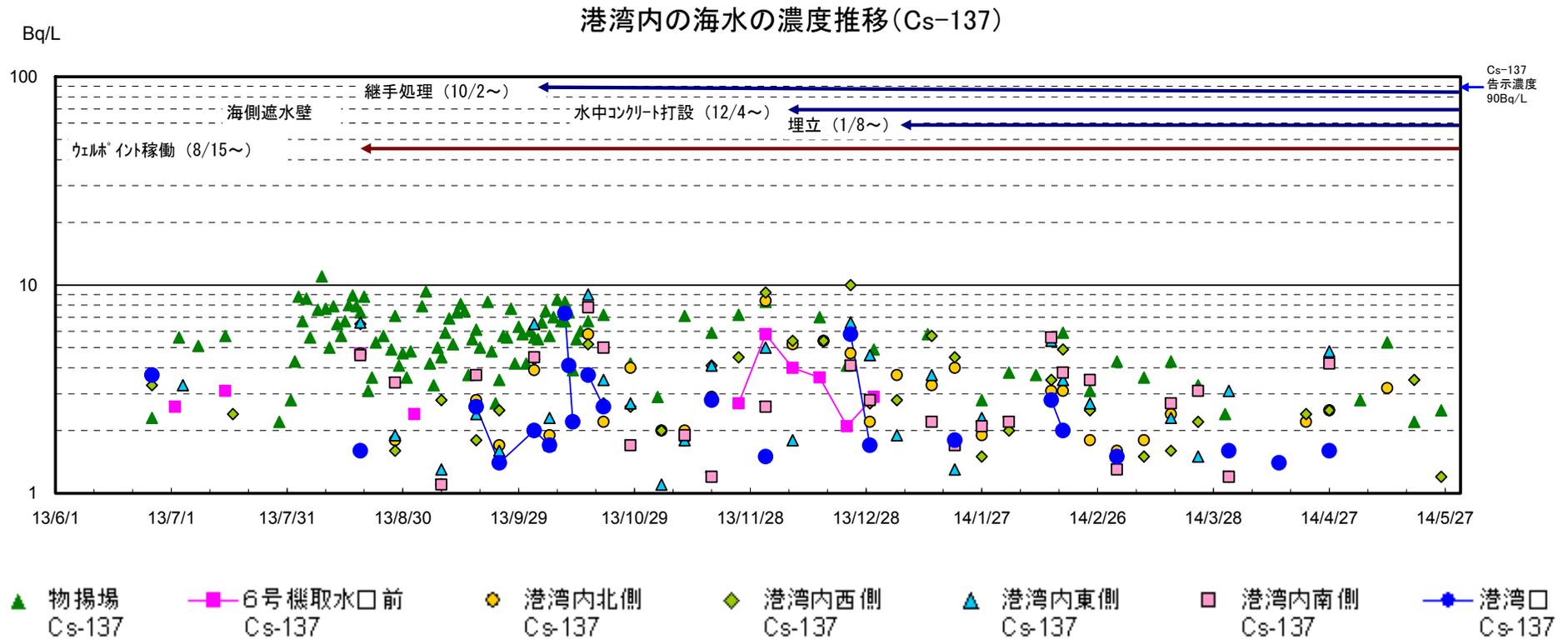
1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移



東波除堤北側の海水の濃度推移

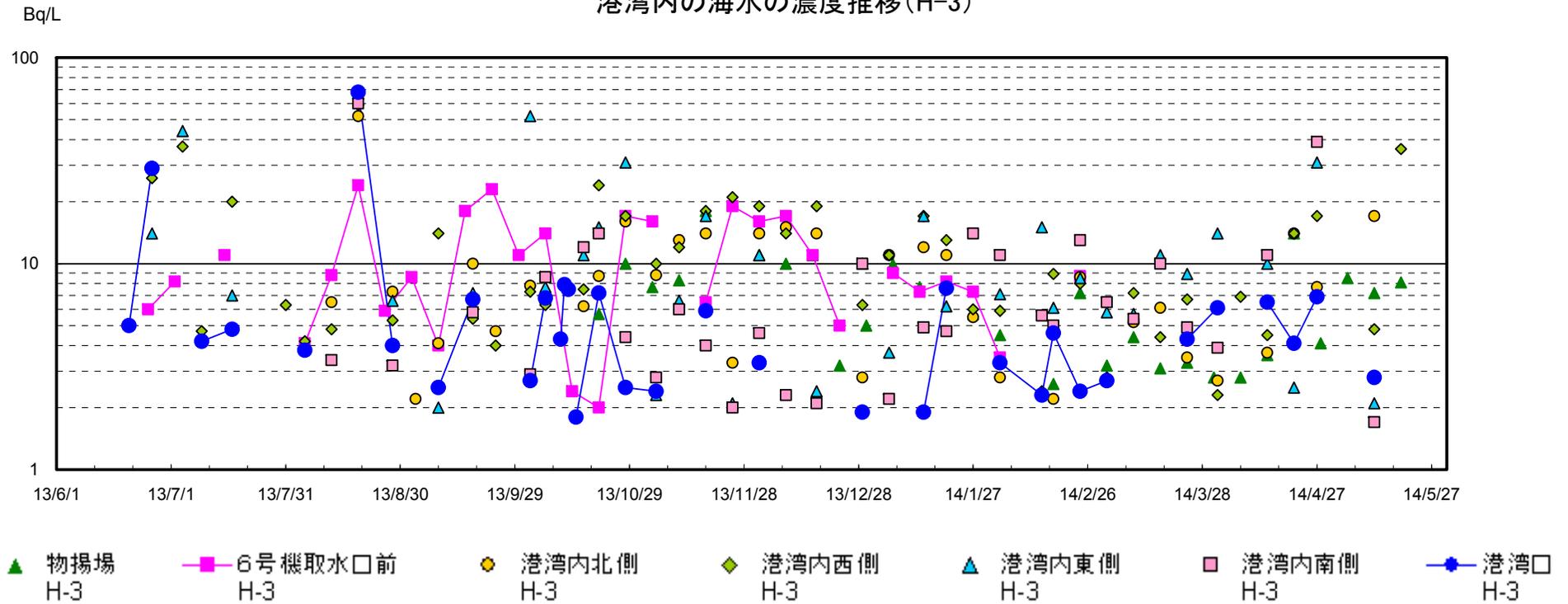


港湾内の海水の濃度推移(1/3)

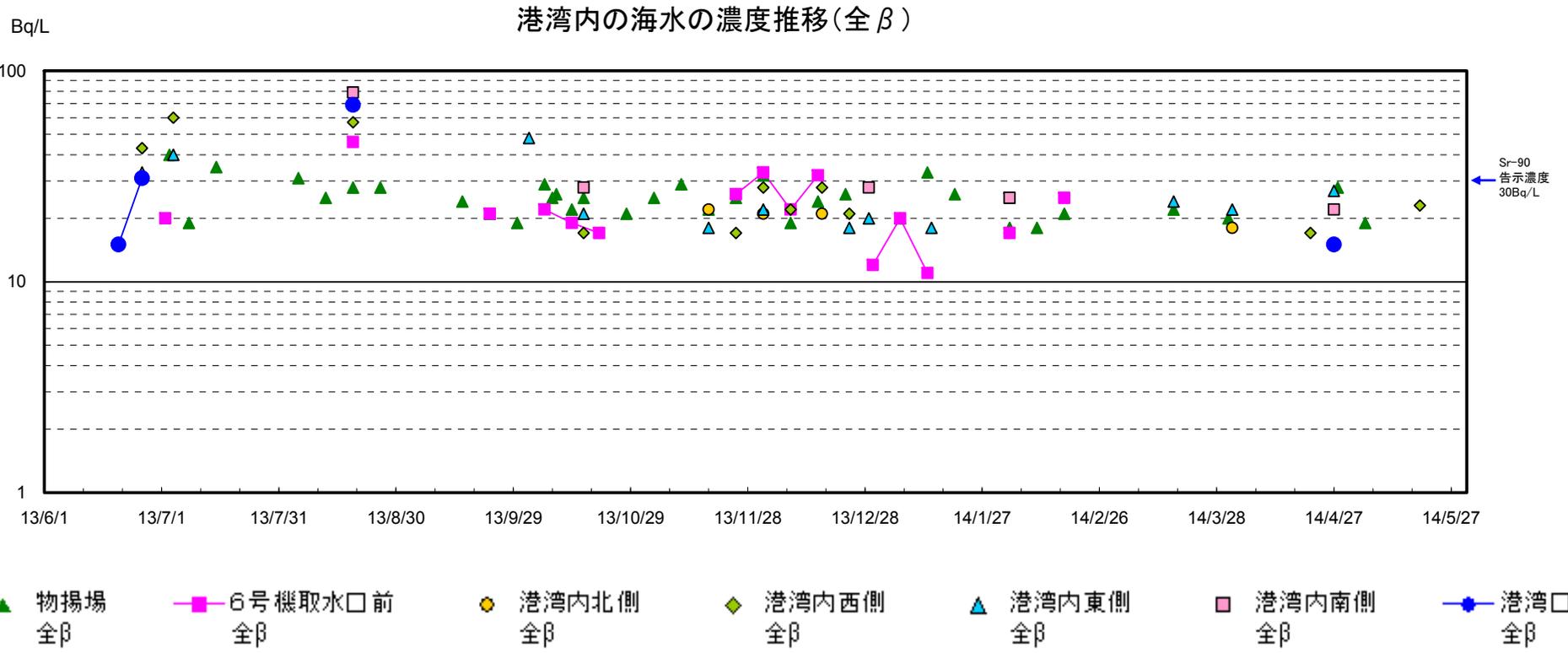


港湾内の海水の濃度推移(2/3)

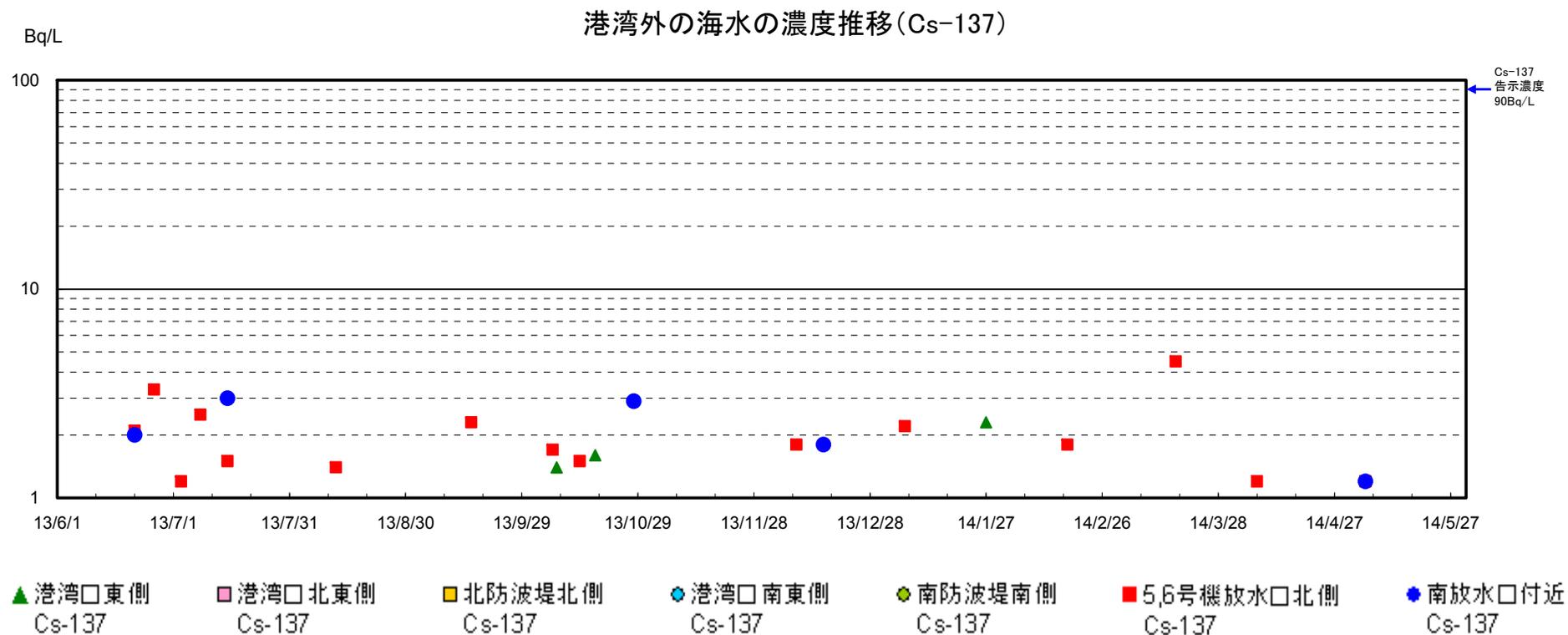
港湾内の海水の濃度推移(H-3)



港湾内の海水の濃度推移(3/3)

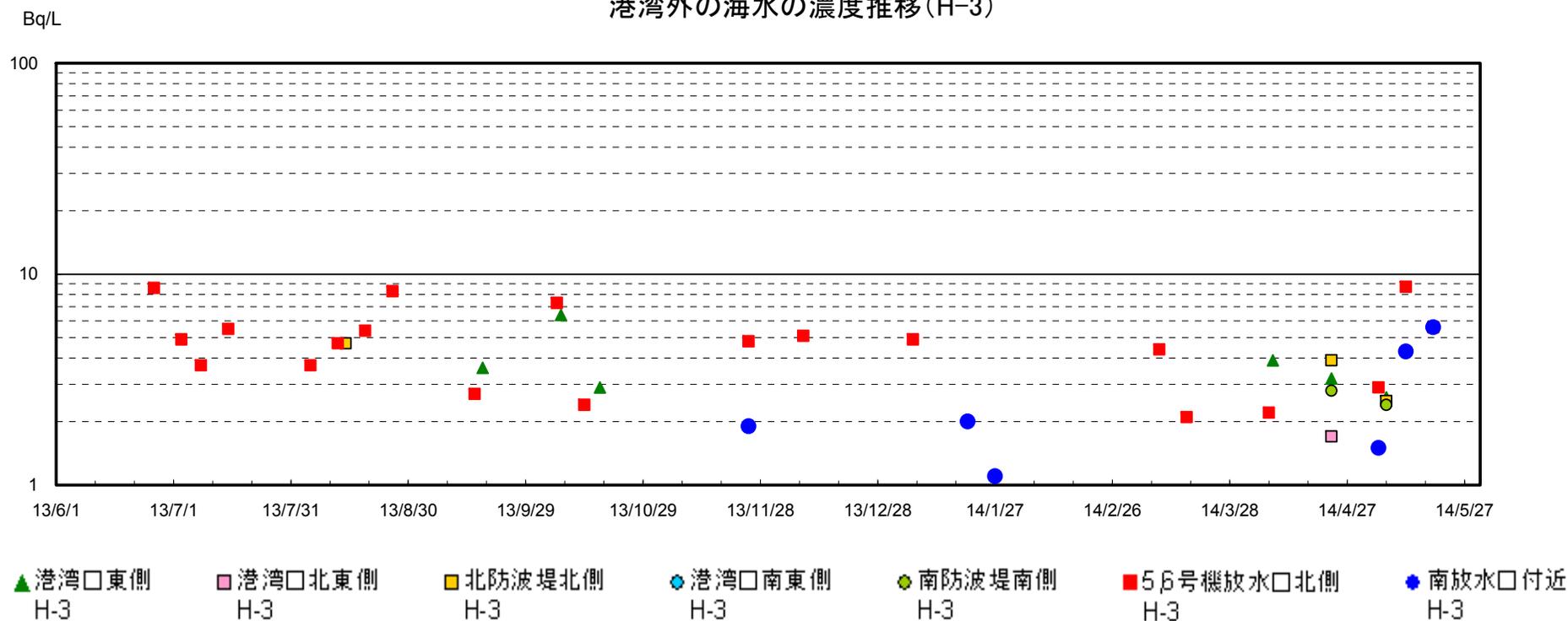


港湾外の海水の濃度推移(1/3)



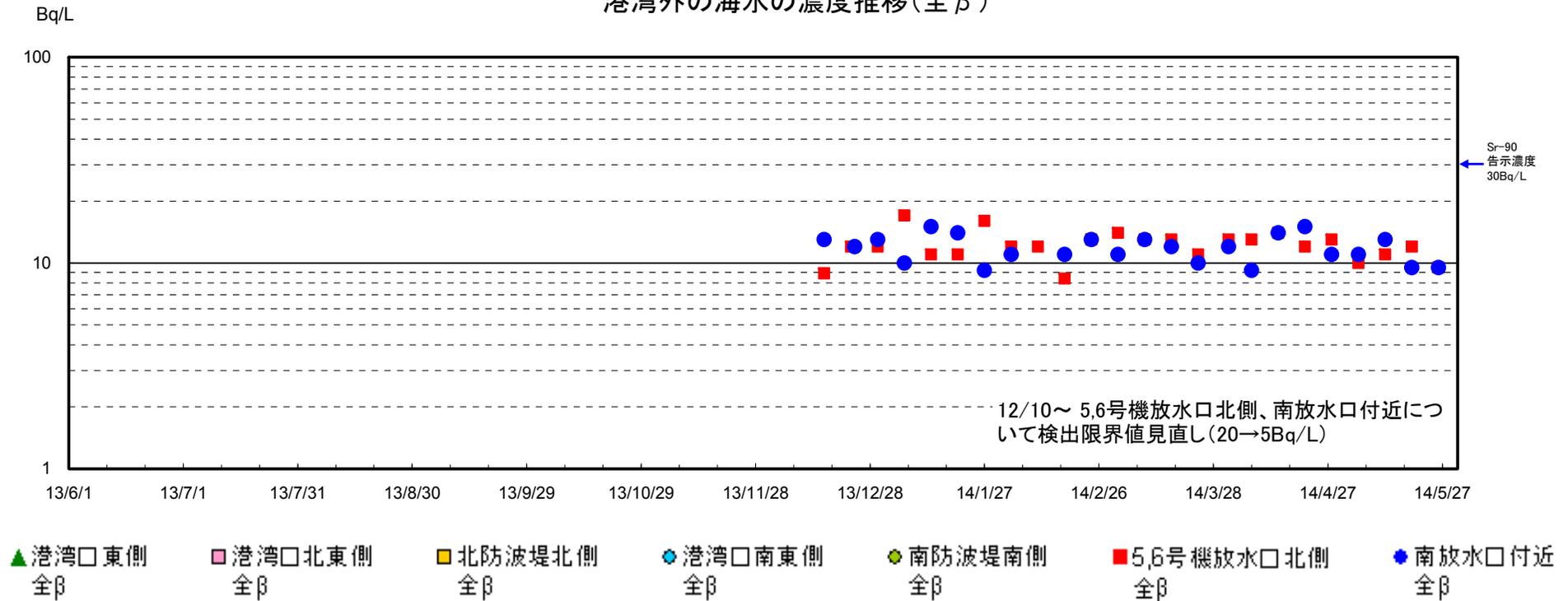
港湾外の海水の濃度推移(2/3)

港湾外の海水の濃度推移(H-3)

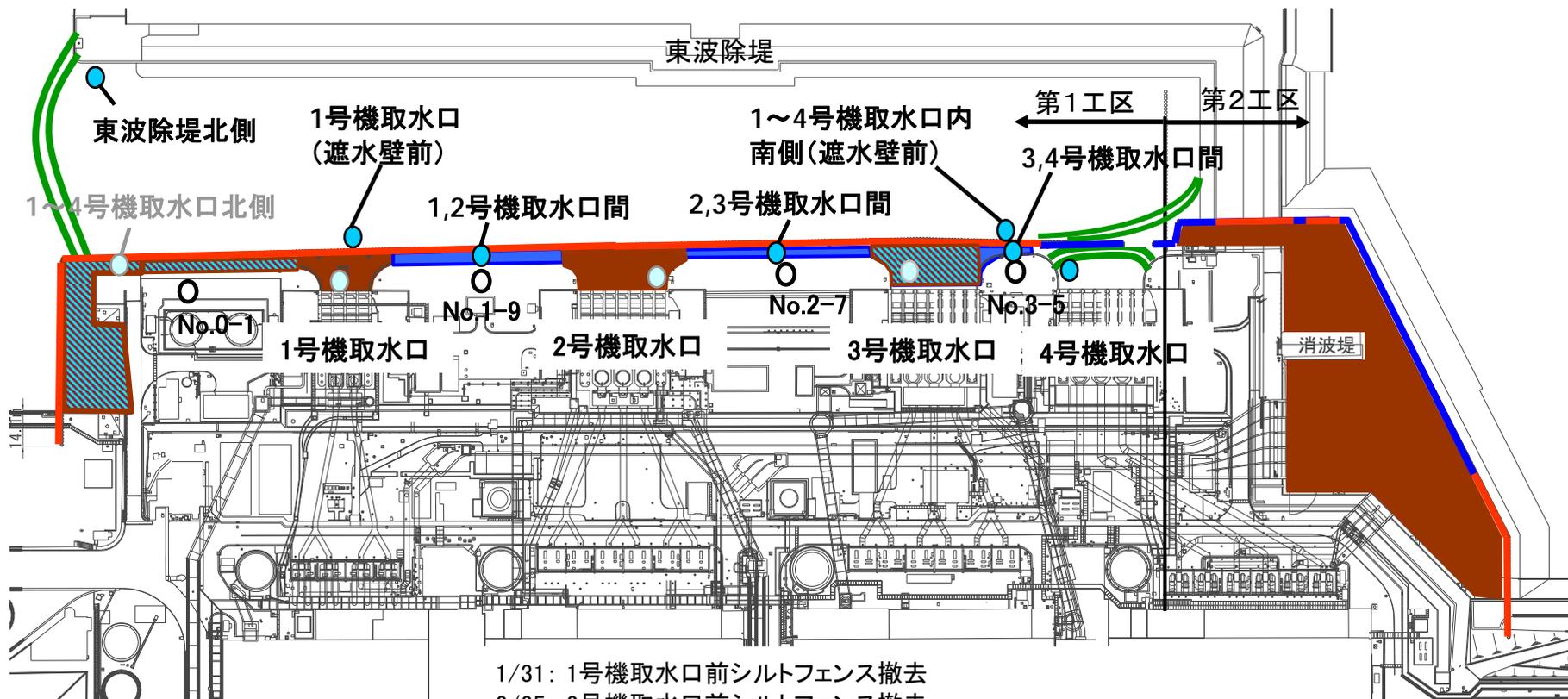


港湾外の海水の濃度推移(3/3)

港湾外の海水の濃度推移(全β)



海側遮水壁設置工事の進捗と海水採取点の見直し



- 1/31: 1号機取水口前シルトフェンス撤去
- 2/25: 2号機取水口前シルトフェンス撤去
- 3/5: 1~4号機取水口内南側遮水壁前シルトフェンス設置
- 3/6: 1~4号機取水口内南側(遮水壁前)採水点追加
- 3/11: 2,3号機取水口間シルトフェンス撤去
- 3/12: 3号機取水口前シルトフェンス撤去
- 3/25: 1~4号機取水口北側採取点廃止
- 3/27: 1号機取水口前シルトフェンス内側採取点廃止
- 4/19: 2号機取水口前シルトフェンス内側採取点廃止
- 4/28: 1号機取水口(遮水壁前)採水点追加
- 5/18: 3号機取水口前シルトフェンス内側採取点廃止

	凡例	
	施工中	施工済
埋立		
水中コン		
埋立		
割栗石		

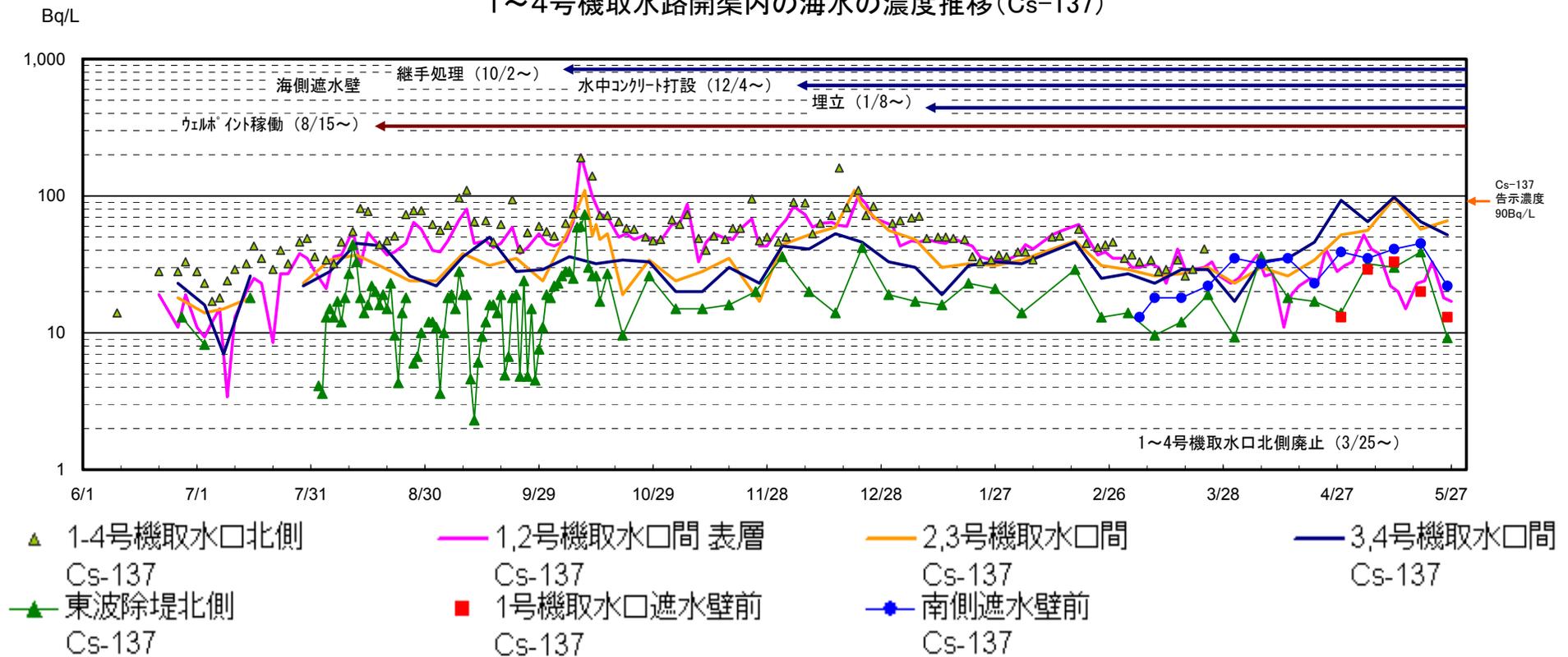
(5月22日時点)

- :シルトフェンス
- :鋼管矢板打設完了
- :継手処理完了
(5月22日時点)

- :海水採取点 (5月28日時点)
- :地下水採取点

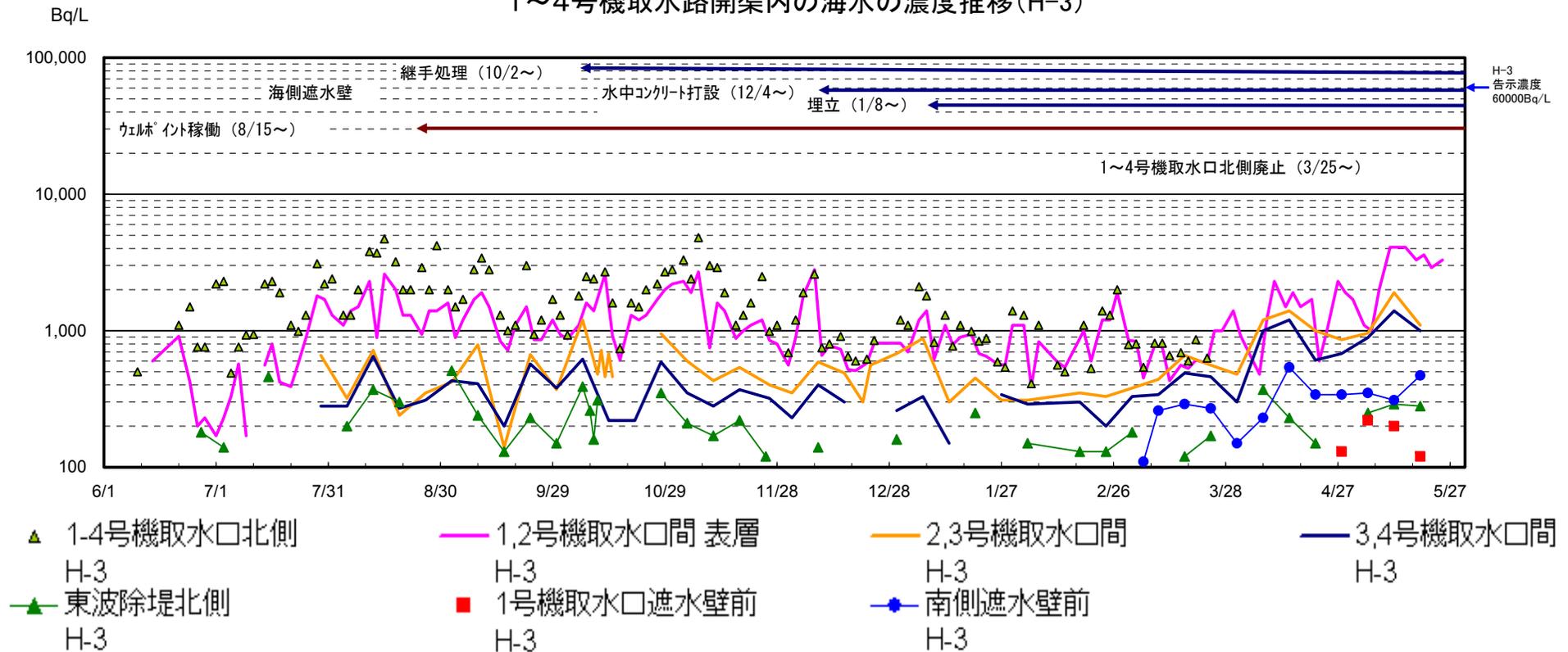
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(1/3)

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(Cs-137)



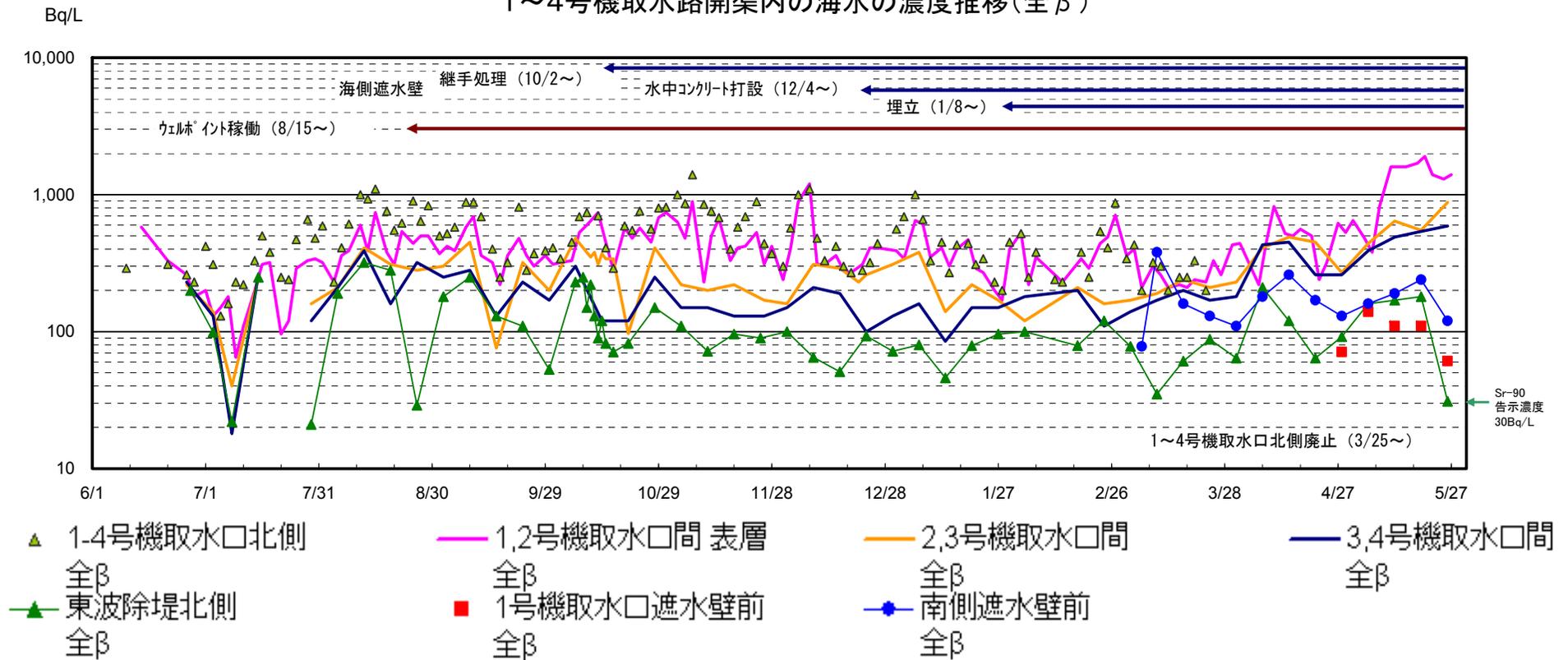
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(2/3)

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(H-3)



1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(3/3)

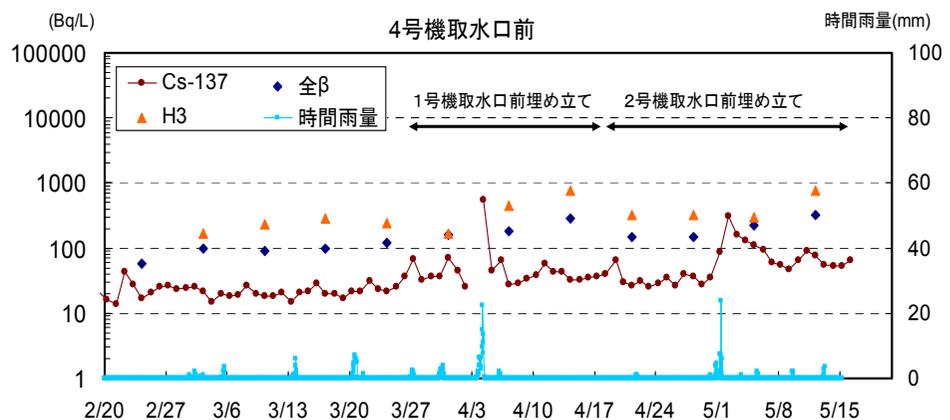
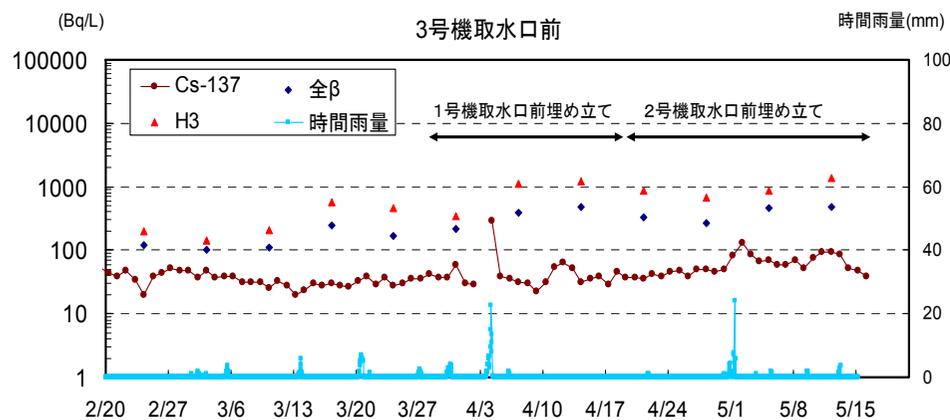
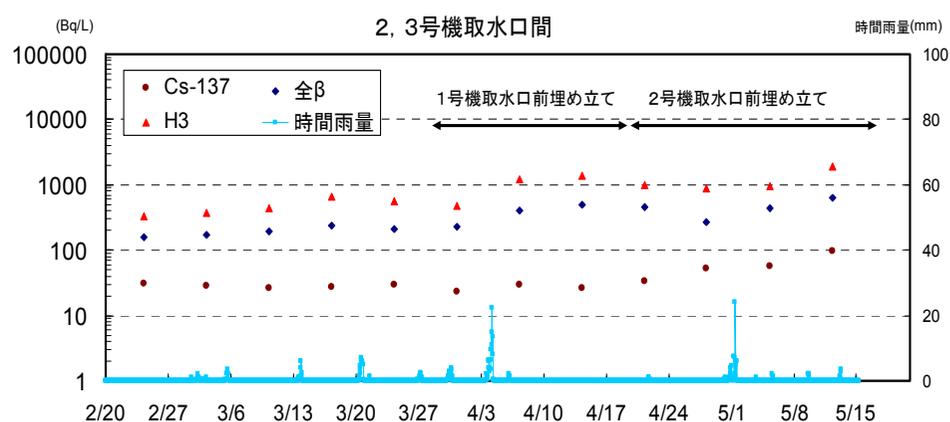
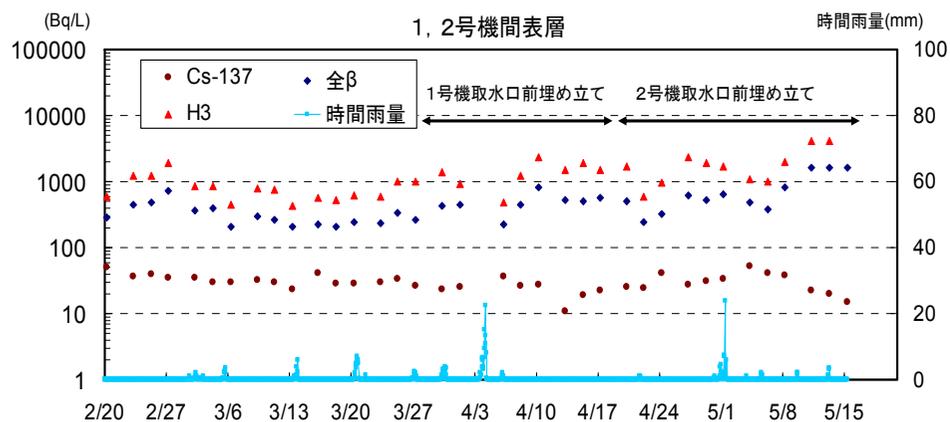
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(全β)



取水口付近の海水中放射能濃度について(1/2)

- 3月以降、1～4号機取水口付近の全 β 、トリチウム濃度がゆっくと上昇。
- 遮水壁内の埋め立ての進捗により、遮水壁内側の海水量が減少。4m盤からの汚染地下水の流出がまだあるとすれば、遮水壁内側の海水中濃度は上昇するものと考えられる。
- また、4月4日及び5月1日の降雨後には、3，4号機間の全 β 、トリチウム濃度がゆっくと1，2号機間と同程度の濃度まで上昇しており、1，2号側の海水が降雨により移動した可能性が考えられる。

取水口付近の海水中放射能濃度について(2/2)

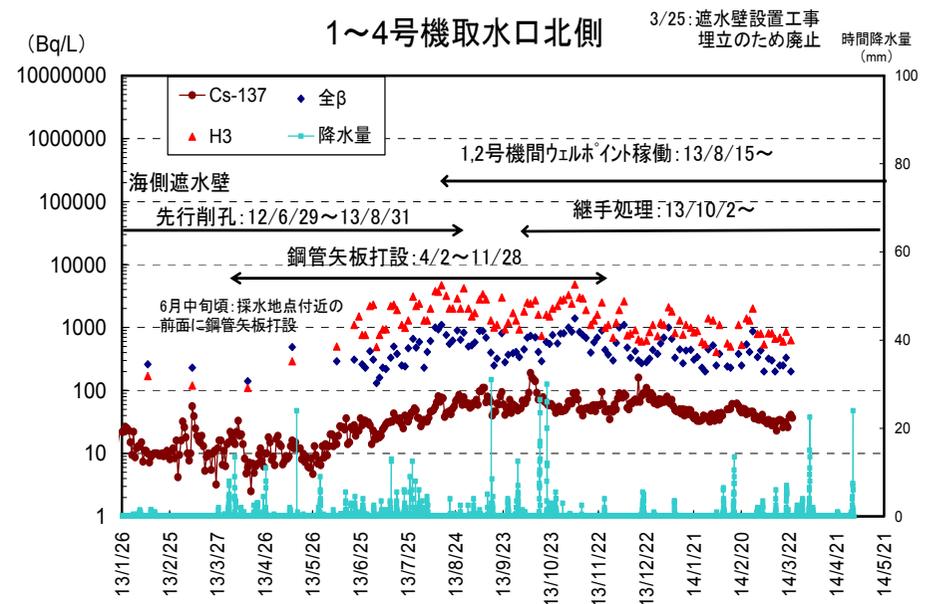
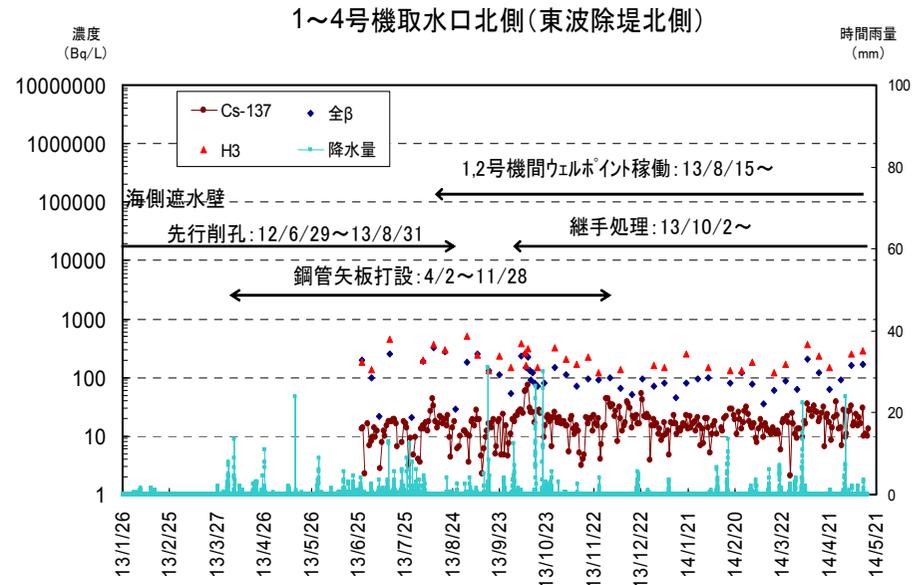


↑ ↑ ↑ ↑

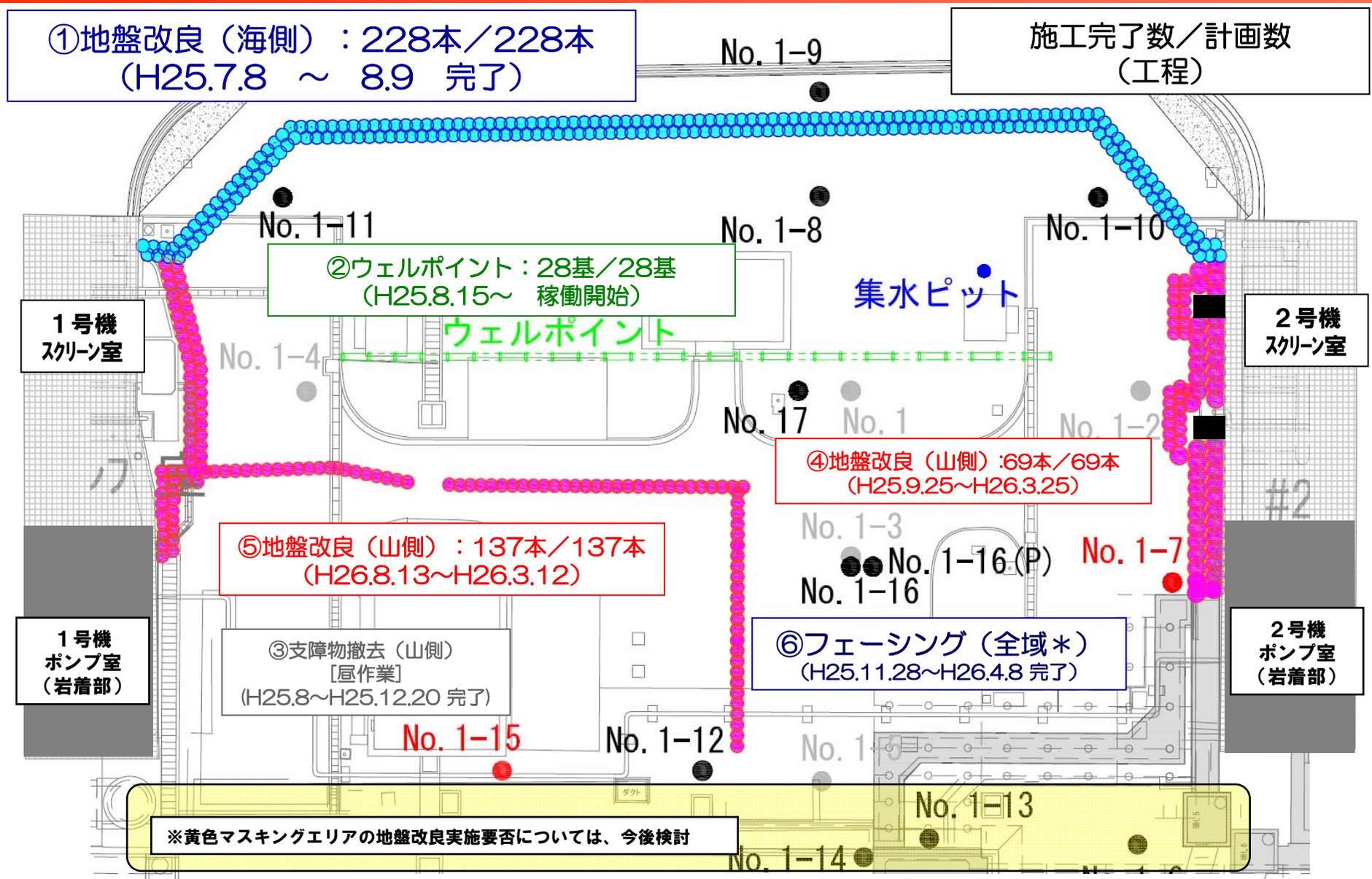
○ 4/4, 5/1の降雨後に、3,4号機間の全β、トリチウム濃度が1,2号機間と同程度までゆっくりと上昇

港湾内への影響について（東波除堤北側）

- 昨年6月のモニタリング開始以降、東波除堤北側地点の海水中濃度は、昨年5月以前の1～4号機取水口北側の濃度と概ね同じ濃度で推移。
- 遮水壁工事の進捗により、1～4号機取水口北側の濃度が上昇したが、東波除堤北側は特に上昇は見られず、むしろ秋以降は若干低下。
- 引き続き監視を継続する。



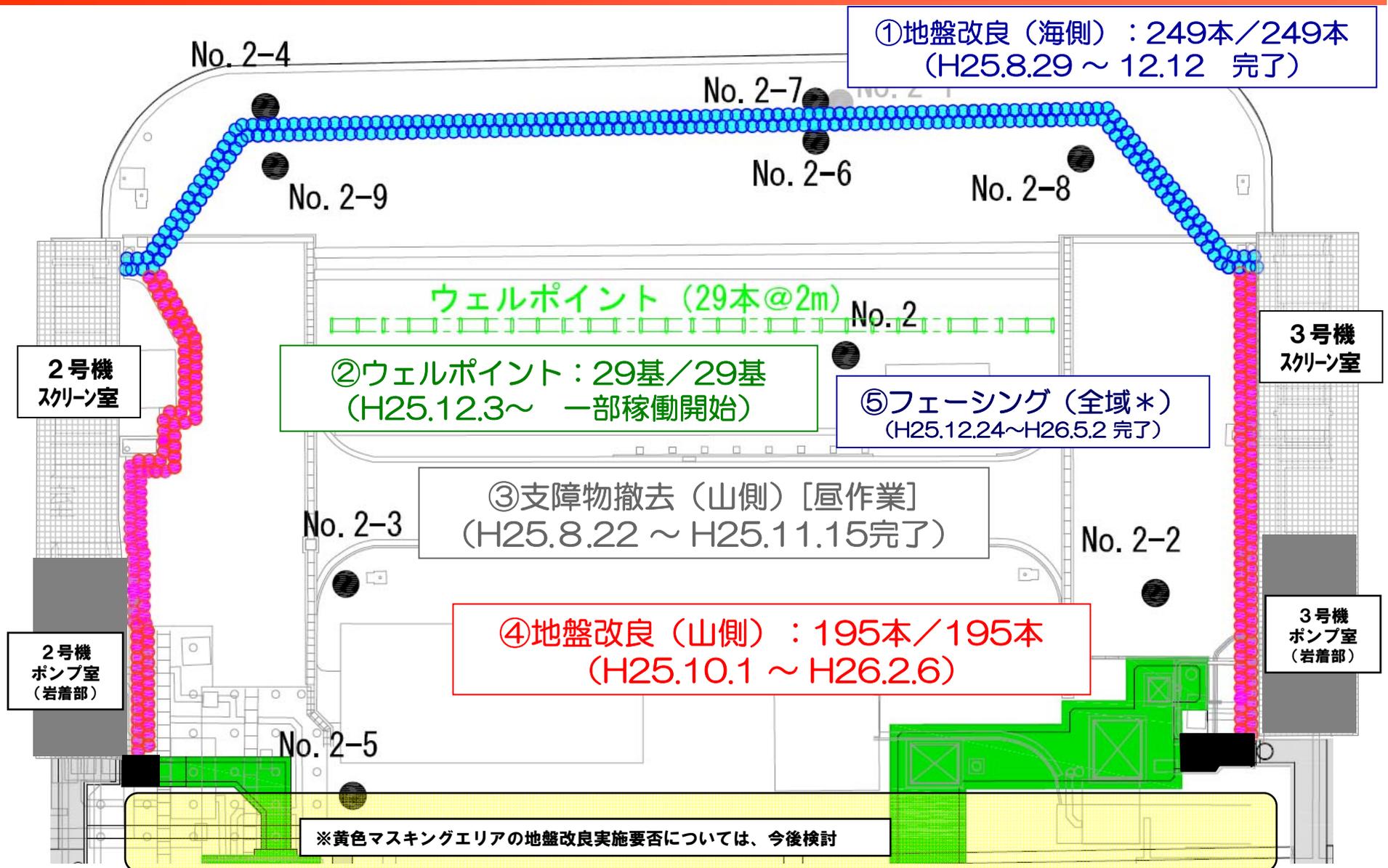
護岸エリア対策の進捗および計画 [1-2号機間進捗] 5月28日現在



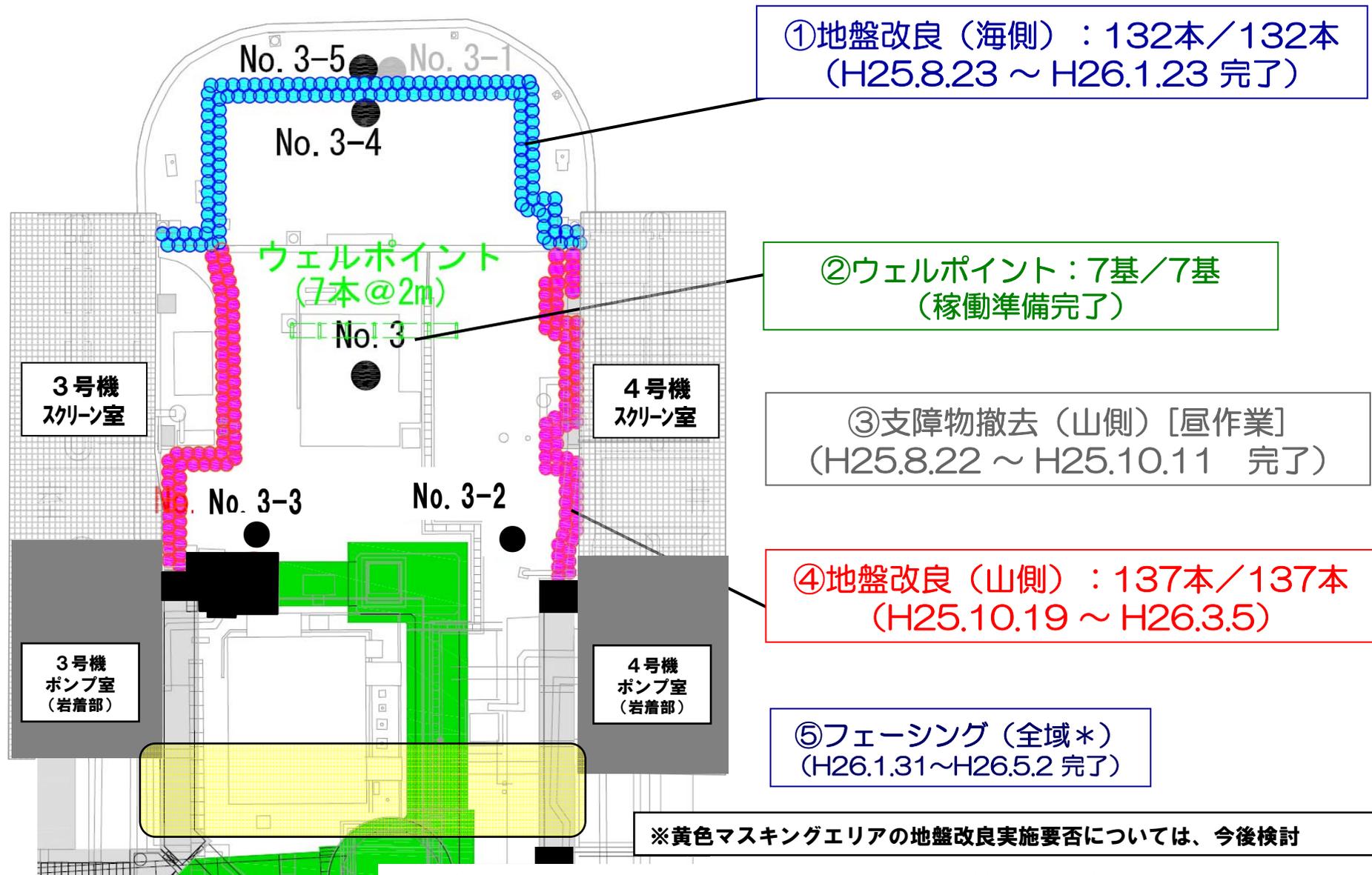
施工完了数／計画数
(工程)

* 4m盤フェーシングの範囲は、海側遮水壁工事の埋立工の運搬路等の一部干渉エリアを除く。
引き続き、他工事の進捗に合わせて、全域フェーシングを実施する。

護岸エリア対策の進捗および計画 [2-3号機間進捗] 5月28日現在



護岸エリア対策の進捗および計画 [3-4号機間進捗] 5月28日現在

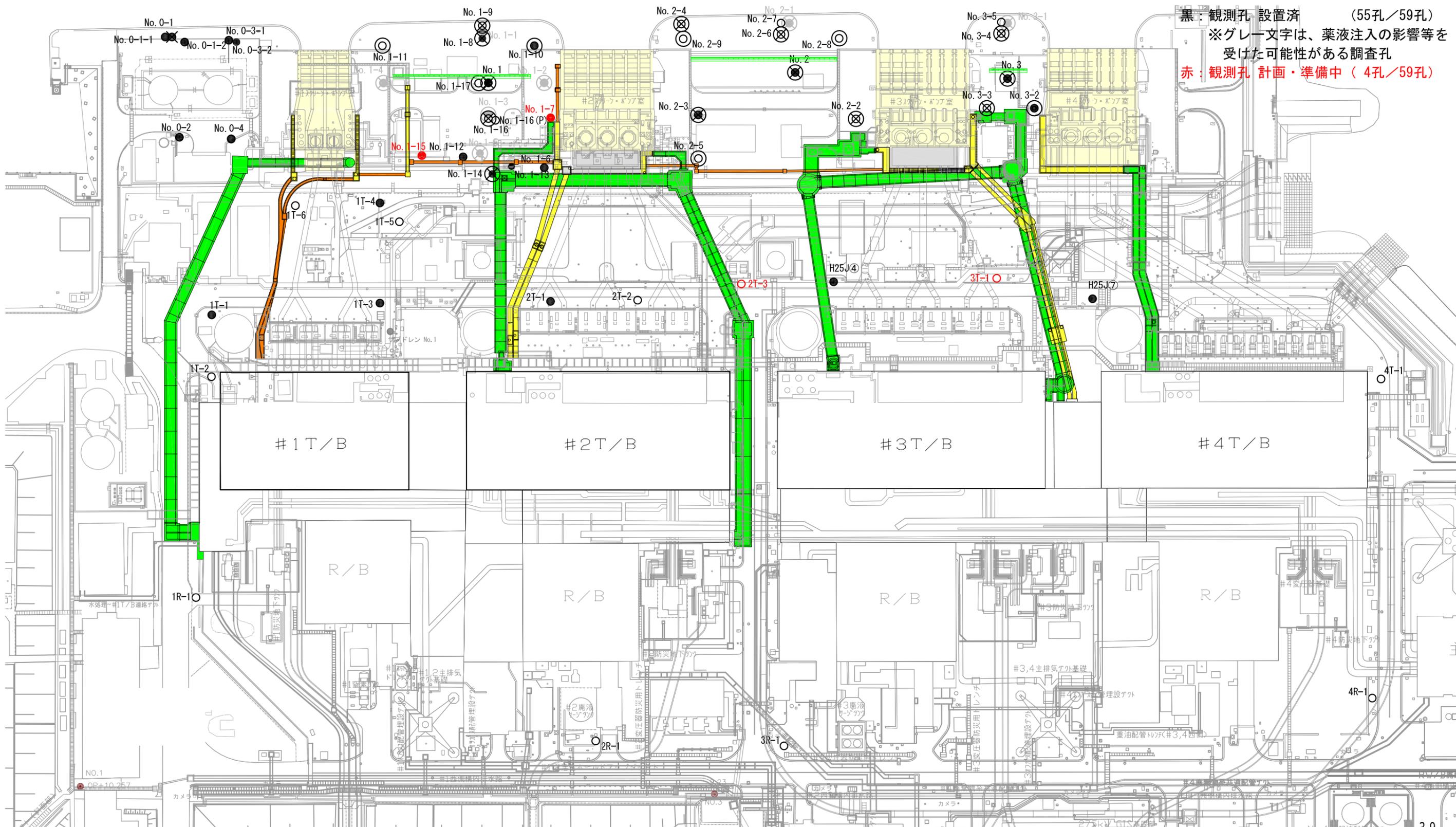


* 4m盤フェーシングの範囲は、海側遮水壁工事の埋立工の運搬路等の一部干渉エリアを除く。
引き続き、他工事の進捗に合わせて、全域フェーシングを実施する。

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
○	14	○	×	×	×
●	18	○	×	○	×
◎	5	○	×	×	○
⊙	4	○	×	○	○
⊗	7	○	○	×	○
⊛	10	○	○	○	○
⊘	1	○	○	○	×



観測孔調査計画

2014.5.14ver

調査箇所	通し番号	凡例	孔番号	調査項目				4月			5月			6月			
				水質確認	水質監視	土壌汚染確認	地下水位監視	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
4m盤	取1号機 北側	1	●	No.0-1	○	○	○	完了									
		2	●	No.0-1-1	○	○	○										
		3	●	No.0-1-2	○	○	○										
		4	●	No.0-2	○	○	○										
		5	●	No.0-3-1	○	○	○										
		6	●	No.0-3-2	○	○	○										
		7	●	No.0-4	○	○	○										
	取1号機 1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	○	○	○										
		17	●	No.1-9	○	○	○										
		18	●	No.1-10	○	○	○		完了								
		19	●	No.1-11	○	○	○										
		20	●	No.1-12	○	○	○										
		21	●	No.1-13	○	○	○										
		22	●	No.1-14	○	○	○										
	23	●	No.1-15	○	○	○											
	24	●	No.1-16	○	○	○											
	取2号機	25	●	No.1-16P	○	○	○	完了									
		26	●	No.1-17	○	○	○										
		27	●	No.2	○	○	○										
		28	●	No.2-1	○	○	○										
		29	●	No.2-2	○	○	○										
		30	●	No.2-3	○	○	○										
		31	●	No.2-4	○	○	○										
		32	●	No.2-5	○	○	○										
		33	●	No.2-6	○	○	○										
		34	●	No.2-7	○	○	○										
		35	●	No.2-8	○	○	○										
		36	●	No.2-9	○	○	○										
	取3号機	37	●	No.3	○	○	○	完了									
		38	●	No.3-1	○	○	○										
		39	●	No.3-2	○	○	○										
		40	●	No.3-3	○	○	○										
		41	●	No.3-4	○	○	○										
		42	●	No.3-5	○	○	○										
10m盤 建屋周り (海側)	1号機	43	●	1T-1	○	○	完了										
		44	●	1T-2	○	○											
		45	●	1T-3	○	○											
		46	●	1T-4	○	○											
		47	●	1T-5	○	○											
		48	●	1T-6	○	○											
	2号機	49	●	2T-1	○	○											
		50	●	2T-2	○	○											
		51	●	2T-3	○	○											
		52	●	H25J④	○	○											
3号機	53	●	3T-1	○	○												
	54	●	4T-1	○	○												
4号機	55	●	H25J⑦	○	○												
	56	●	1R-1	○	○												
	57	●	2R-1	○	○												
	58	●	3R-1	○	○												
10m盤 建屋周り (山側)	59	●	4R-1	○	○												

測定頻度

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

※工事工程は、検討に応じて変更の可能性あり

※薬液注入の影響等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)

放水路水質調査について

平成26年5月29日

東京電力株式会社



東京電力

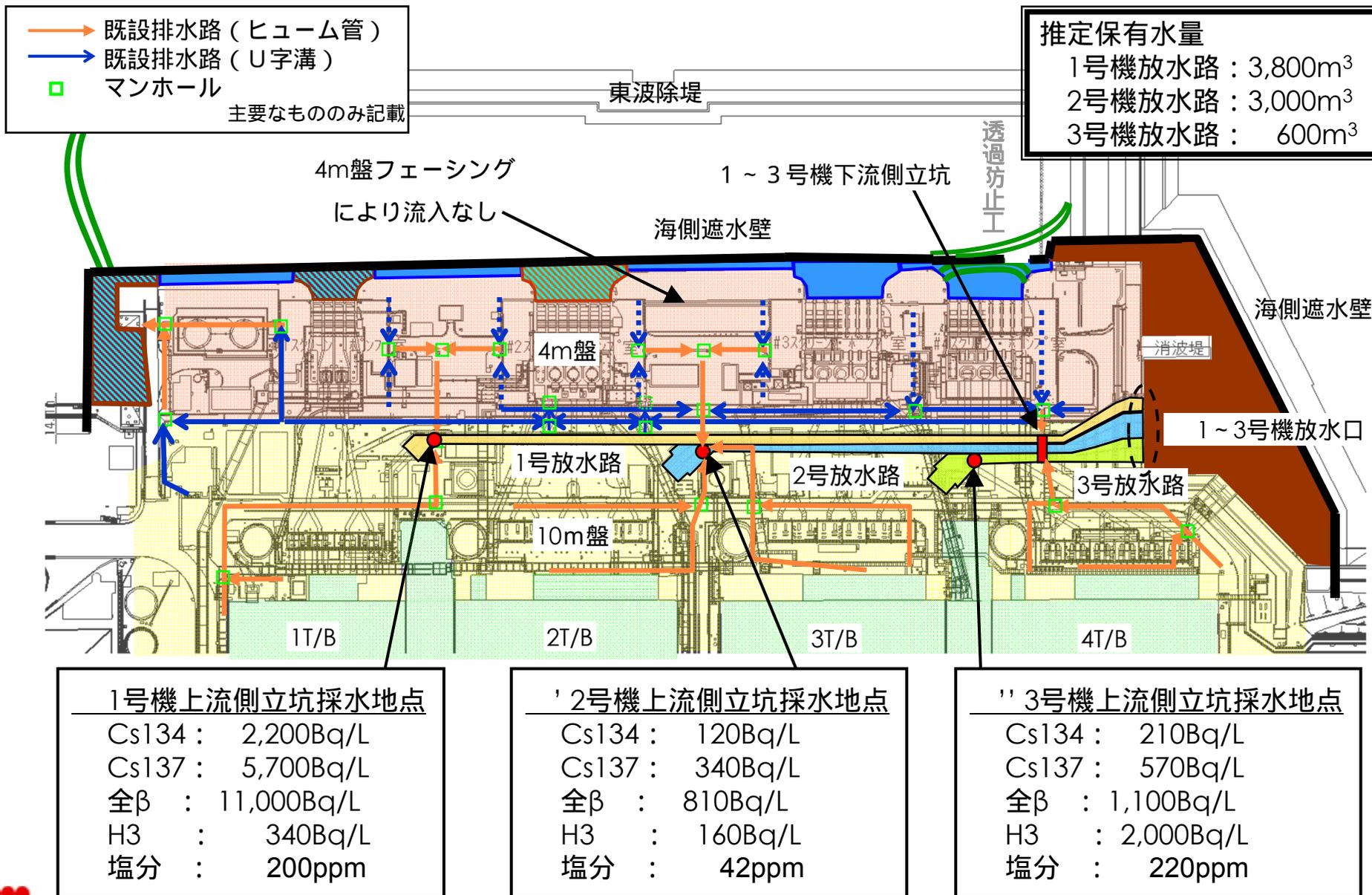
1～3号機放水路の水質調査について（概要）

1. 1～4号機周辺では、タービン建屋東側護岸部のフェーシングが進み、タービン建屋周辺のガレキの撤去も進んでいる状況。
2. 今後に向けて、10m盤東側およびタービン建屋屋根に降った雨水対策を検討するための調査を開始。現在、それらの雨水は1～3号機放水路に流入している。
3. 今回、調査の一環として1～3号機放水路に溜まっている水質調査を実施
4. 分析の結果、セシウム、全β放射能等の汚染が見られたが、建屋滞留水や海水配管トレンチに比べて、十分に低い濃度である。
5. 汚染の主な要因を確認することを目的として、流入水の経路および水質の調査を追加実施する予定。
6. 追加調査による状況把握を経て、適切な措置を講じていく。

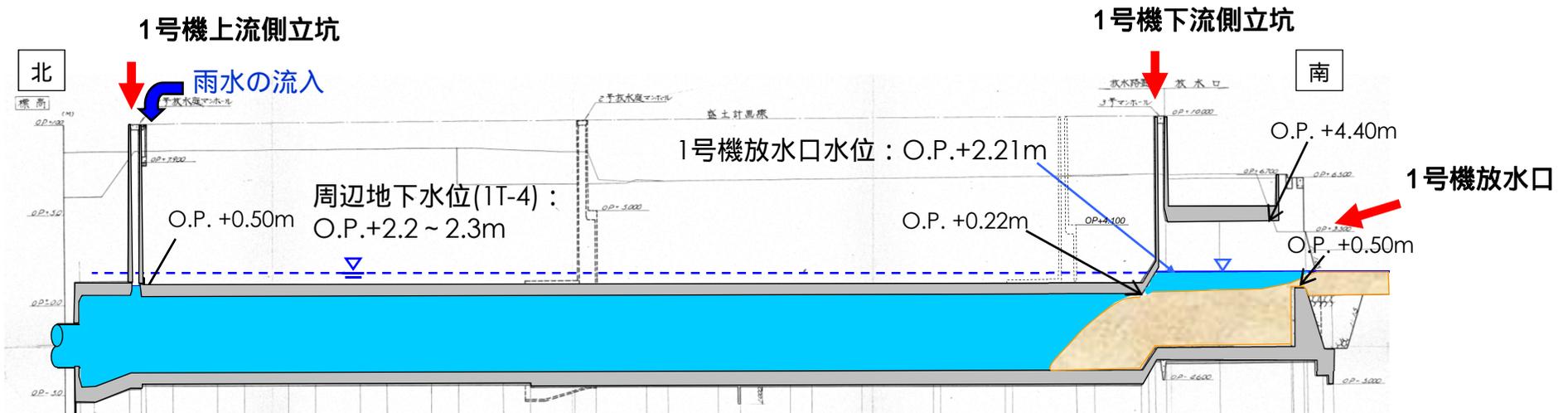
放水路の状況

- a) 放水路は、汚染水のあるタービン建屋及び海水配管トレンチ等と直接連絡していない。
- b) 放水路内には本来、海水が入っていることが前提である。
- c) 放水路内へは4m、10m盤の雨水及びタービン建屋の屋根に降った雨水が流入している。
- d) 放水口付近は、波浪による砂の堆積及び海側遮水壁の工事により砕石により埋立状態にある。
- e) 放水口からは、堆砂・砕石の埋立部に流入している。
- f) 海側遮水壁完成後は、放水路を経由した地下水は護岸内に滞留する。
放水路には、常時雨水・海水が入る構造であり、トレンチ調査の対象ではないこと、海洋へ目視できる流出のある排水路ではないことから水質調査を実施していなかった。

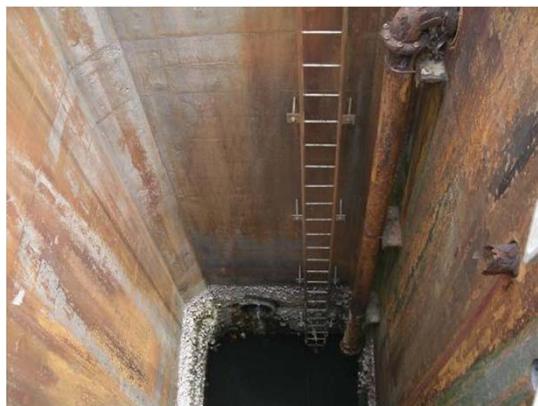
放水路の状況と採水地点・分析結果



放水路断面図及び放水口の状況（1号）



1号機放水路縦断面図 + 水位 + 土砂堆積状況（縦横比 1 : 5）



1号機上流側立坑

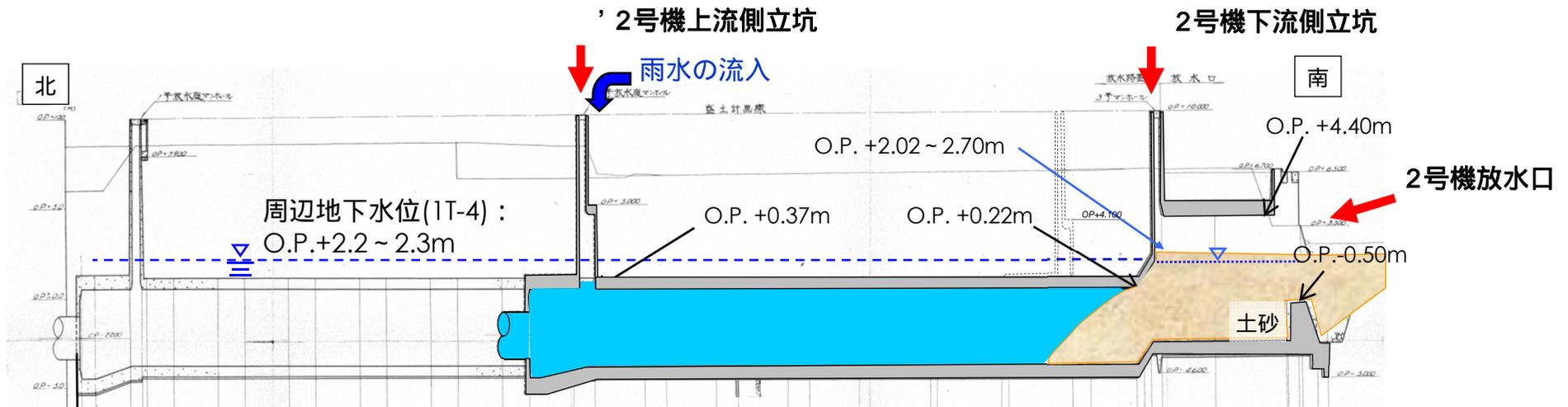


1号機下流側立坑



1号機放水口

放水路断面図及び放水口の状況（2号）



2号機放水路縦断面図 + 水位 + 土砂堆積状況（縦横比 1 : 5）



2号機上流側立坑



北側



南側

2号機下流側立坑



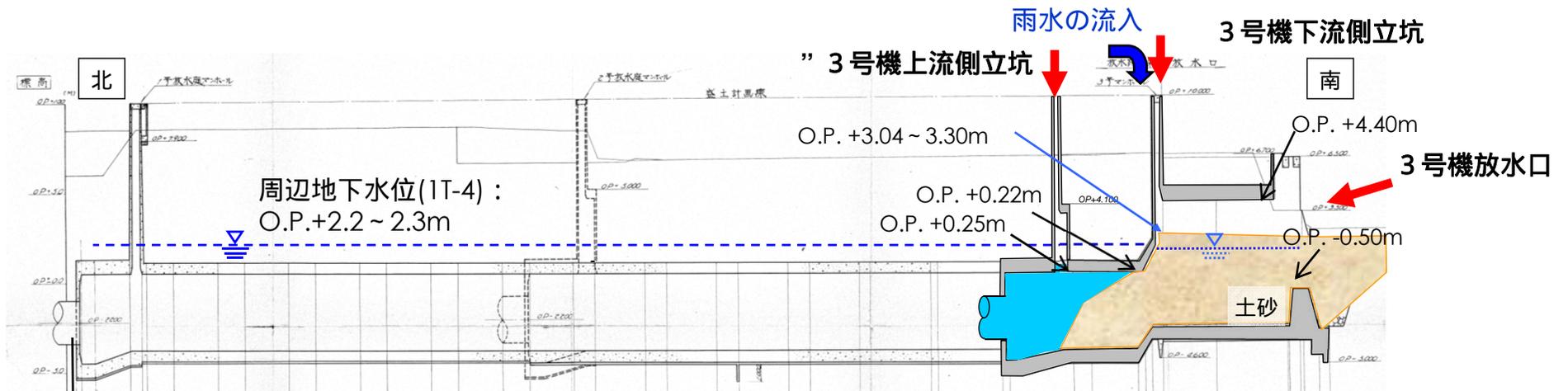
東側



西側

2号機放水口

放水路断面図及び放水口の状況（3号）



3号機放水路縦断面図 + 水位 + 土砂堆積状況（縦横比 1 : 5）



” 3号機上流側立坑



北側



南側



東側



西側

分析結果と流入・流出経路について

< 分析結果 >

- ・溜まり水の水質は、タービン建屋及び海水配管トレンチ内の汚染水に比べ、十分低い放射能濃度である。また、塩分濃度も低い。
- ・放水路内には震災当時は海水と考えられるが、塩分濃度結果から淡水の流入により塩分濃度が低下したと推定できる。

< 流入経路 >

- ・放水路へ流入は、4 m及び10 m盤の雨水、タービン建屋屋根の雨水、法面からの雨水・地下水及び放水路亀裂等からの地下水流入が考えられる。
- ・放水路は、高濃度汚染水がある海水配管トレンチとは接続していない。

< 流出経路 >

- ・放水路からの流出は、放水口から埋立部への流出や亀裂等から地中への流出が考えられる。

■ 今後、流入水の経路、水質の調査を追加実施する予定。

追加調査計画

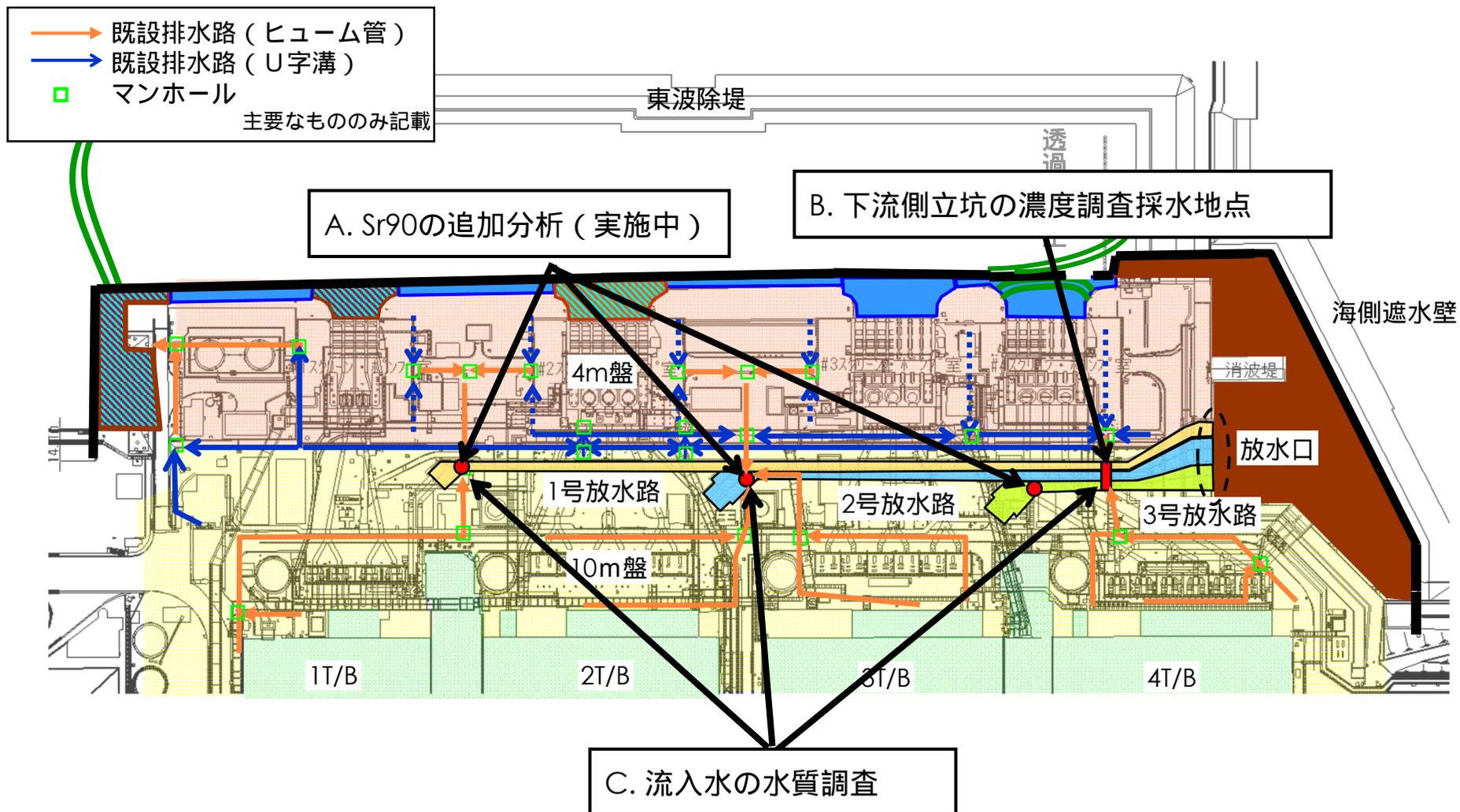
- A. 放水路の溜まり水のストロンチウム分析を追加実施
- B. 流入状況調査（降雨時に実施）
 - 上流側及び下流側立坑への流入口より採水
- C. 放水路下流側の水質調査（採水可能箇所から採水予定）
 - 上流・下流部の放射能濃度差及び塩分濃度差から、放水路内部への地下水流入（汚染水含む）の可能性や海水の流入及び流出の影響を確認する



← 雨水等の流入口（例）

放水路立坑

追加調査位置図



対策と溜まり水処理計画

< 対策 >

今後、追加調査を踏まえ、適切な対策を迅速に講じていく。

< 溜まり水の処理計画 >

放水路溜まり水の浄化

→モバイル処理装置の利用

(2 , 3 号機海水配管トレンチ滞留水の処理終了後に設備を転用)

モニタリング (追加調査終了後に再検討)

→上記の処理が完了するまで、各放水路の溜まり水を毎月 1 回採水し、セシウム (γ 核種)、H-3、全 β の分析を行う。

今後の予定

項 目	H26年度								備 考
	5	6	7	8	9	10	11	12	
Sr90追加調査分析 (実施中)	■								
水質追加調査 (下流側、流入水調査)	■								
モバイル処理装置による 処理							■	■	
モニタリング			■	■	■	■	■	■	
海側遮水壁工事	■	■	■	■	■	■	閉塞完了		

(参考) 放水路溜まり水核種分析結果

放水路溜まり水核種分析結果

単位：Bq/L (塩素除く)

採取場所	1号機放水路溜まり水		2号機放水路溜まり水		3号機放水路溜まり水		炉規則告示濃度限度 Bq/L (別表第2第六欄 周辺監視区域外の 水中の濃度限度)
試料採取日	平成26年4月23日		平成26年4月23日		平成26年4月23日		
検出核種 (半減期)	試料濃度	倍率 (/)	試料濃度	倍率 (/)	試料濃度	倍率 (/)	
塩素 (単位：ppm)	200	-	42	-	220	-	
Cs-134 (約2年)	2,200	36.7	120	2.0	210	3.5	60
Cs-137 (約30年)	5,700	63.3	340	3.8	570	6.3	90
全	11,000	-	810	-	1,100	-	-
H-3	340	0.0	160	0.0	2,000	0.0	60,000

炉規則告示濃度は、「Bq/cm³」の表記を「Bq/L」に換算した値
二種類以上の核種がある場合は、それぞれの濃度限度に対する倍率の総和を1と比較する。

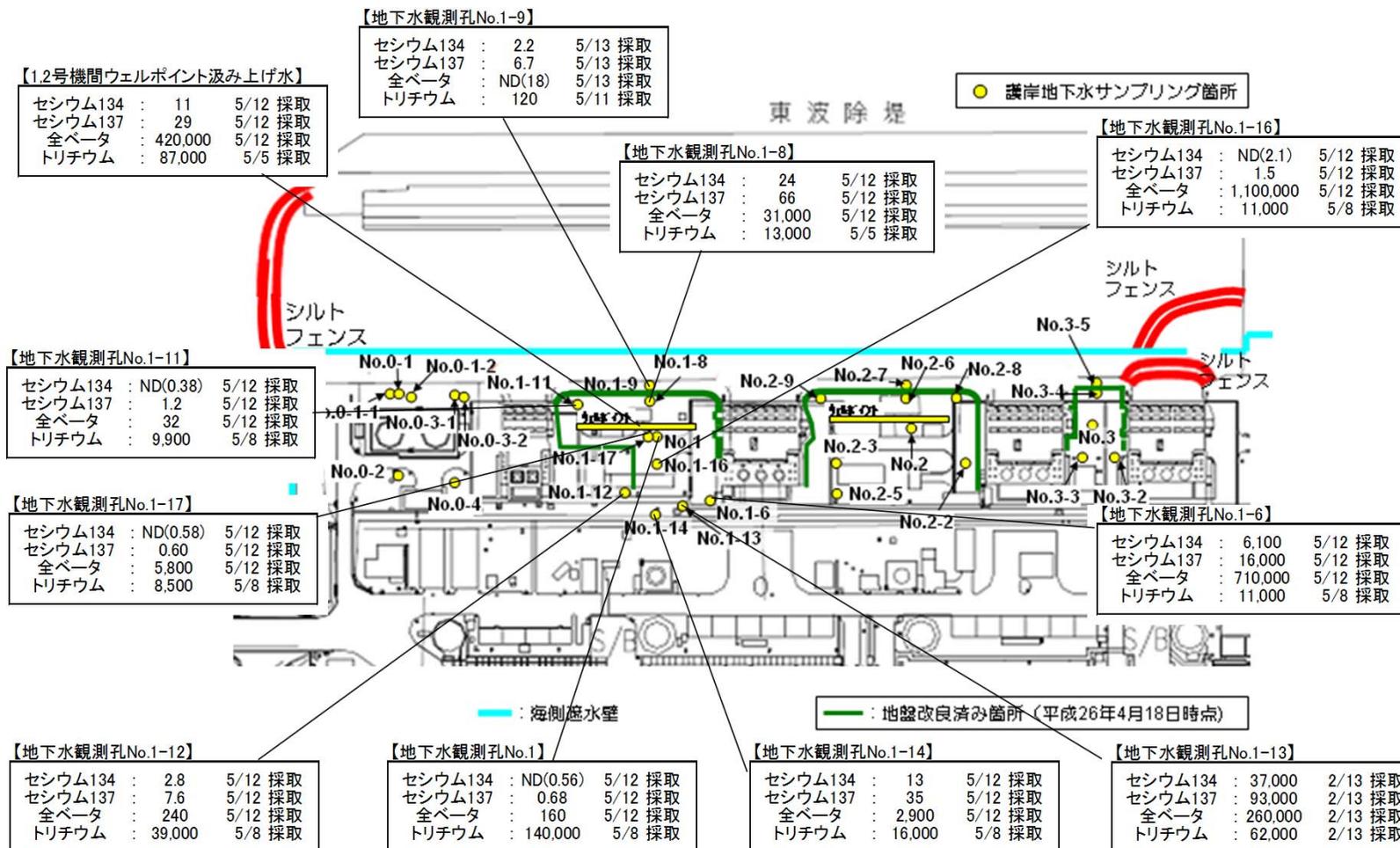
(参考) 1~4号機タービン建屋東側における水質データとの比較

平成26年5月16日0時現在

平成26年5月16日
東京電力株式会社

4. 福島第一原子力発電所周辺における地下水分析結果(1~4号機護岸)(1/3)

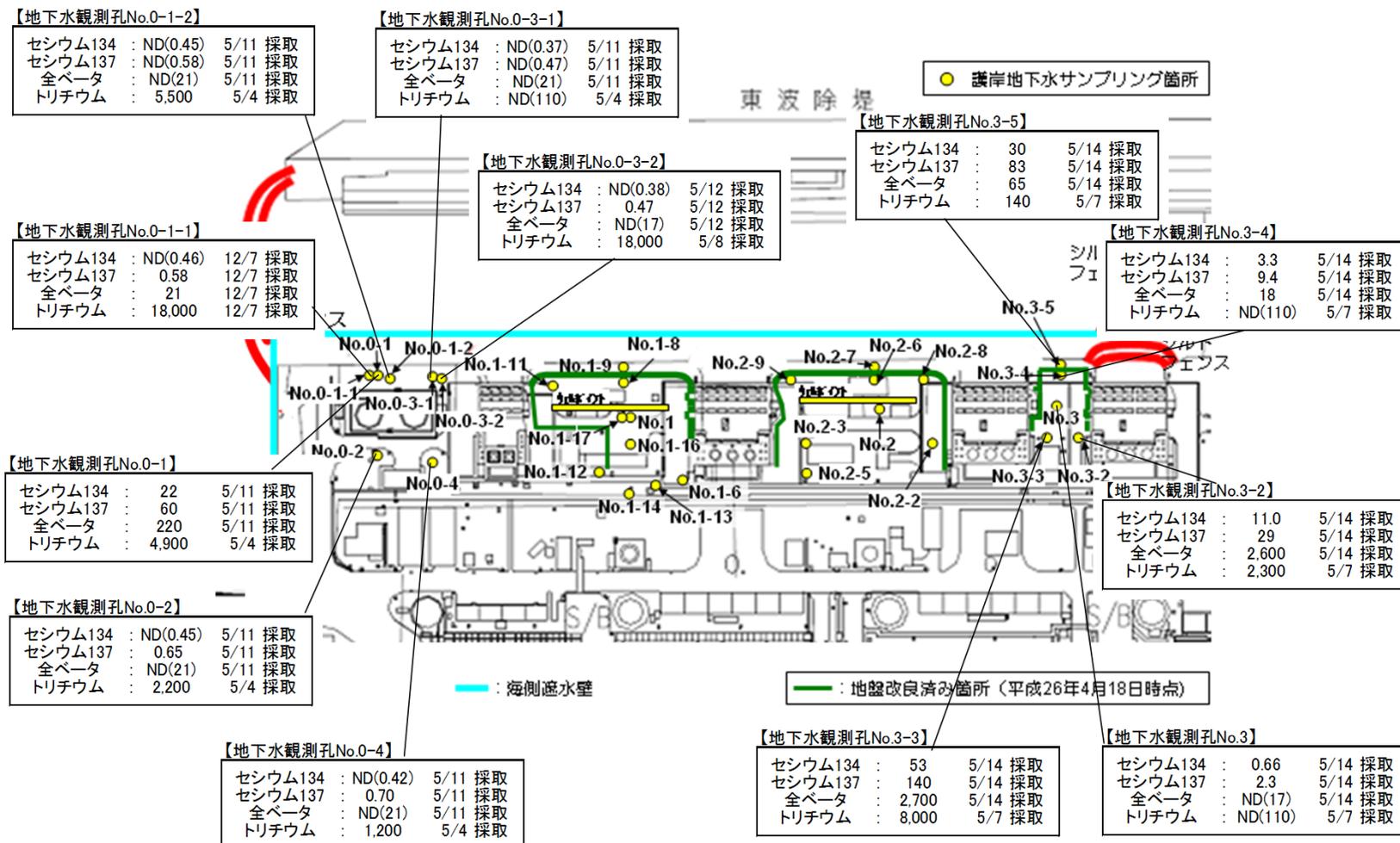
単位:ベクレル/リットル、NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。



(参考) 1~4号機タービン建屋東側における水質データとの比較

4. 福島第一原子力発電所周辺における地下水分析結果(1~4号機護岸)(2/3)

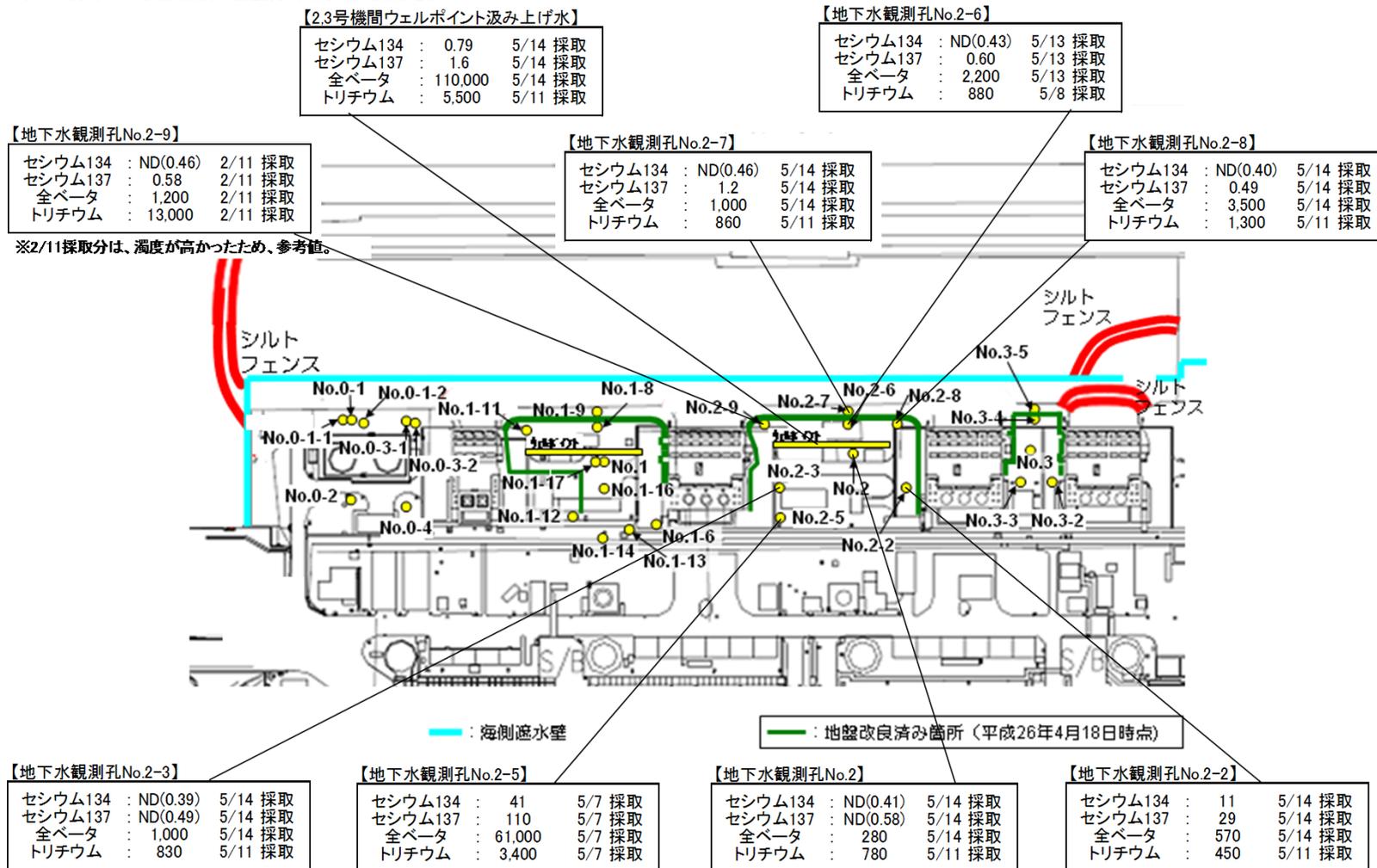
単位: ベクレル/リットル、NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。



(参考) 1~4号機タービン建屋東側における水質データとの比較

4. 福島第一原子力発電所周辺における地下水分析結果(1~4号機護岸) (3/3)

単位: ベクレル/リットル、NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。



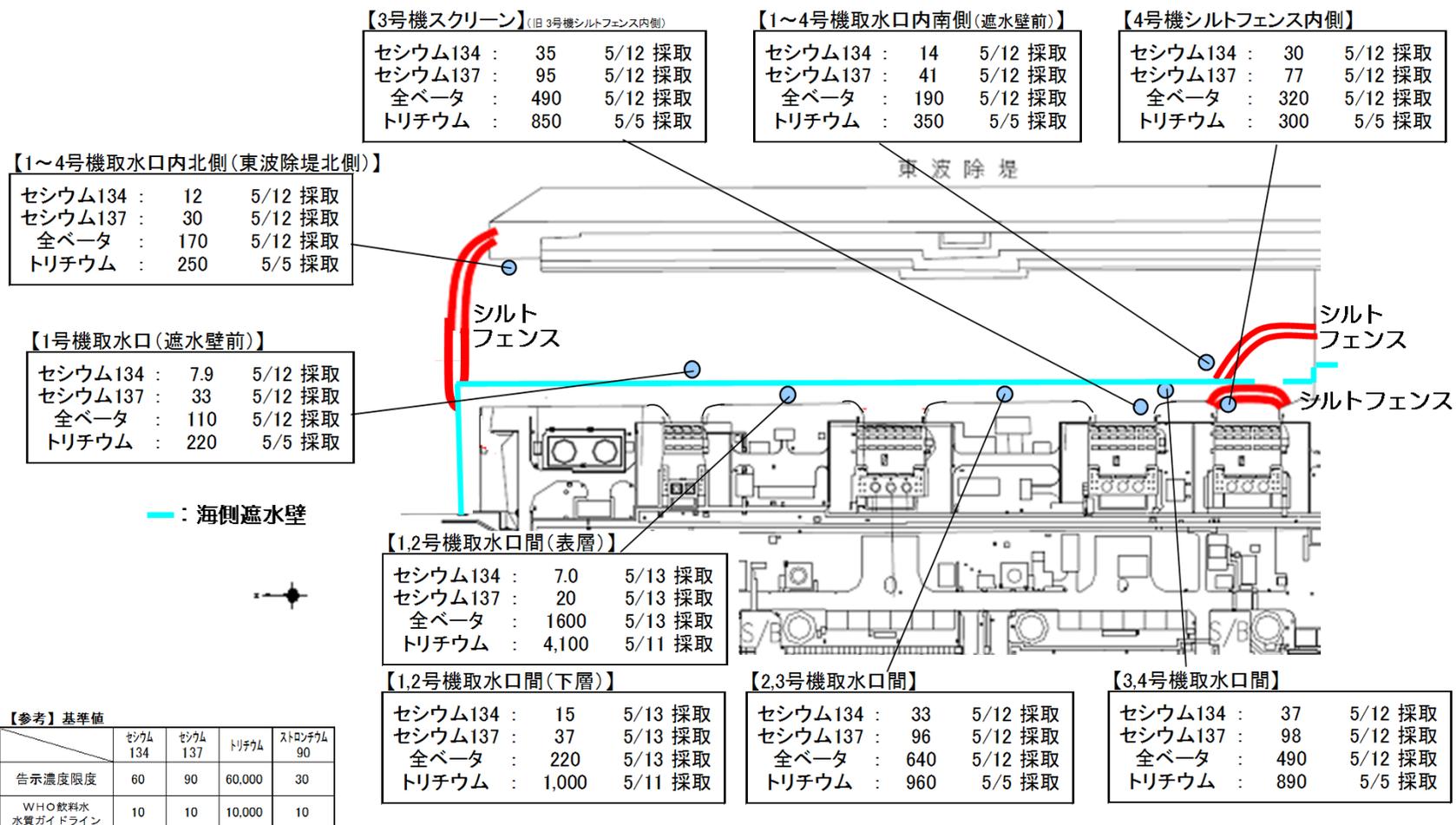
(参考) 1～4号機タービン建屋東側における水質データとの比較

平成26年5月16日0時現在

平成26年5月16日
東京電力株式会社

3. 福島第一原子力発電所周辺における海水分析結果(1～4号機取水口内)

単位:ベクレル/リットル、NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。
※各地点の値は、「福島第一港湾内、放水口、護岸の詳細分析結果」の最新値。

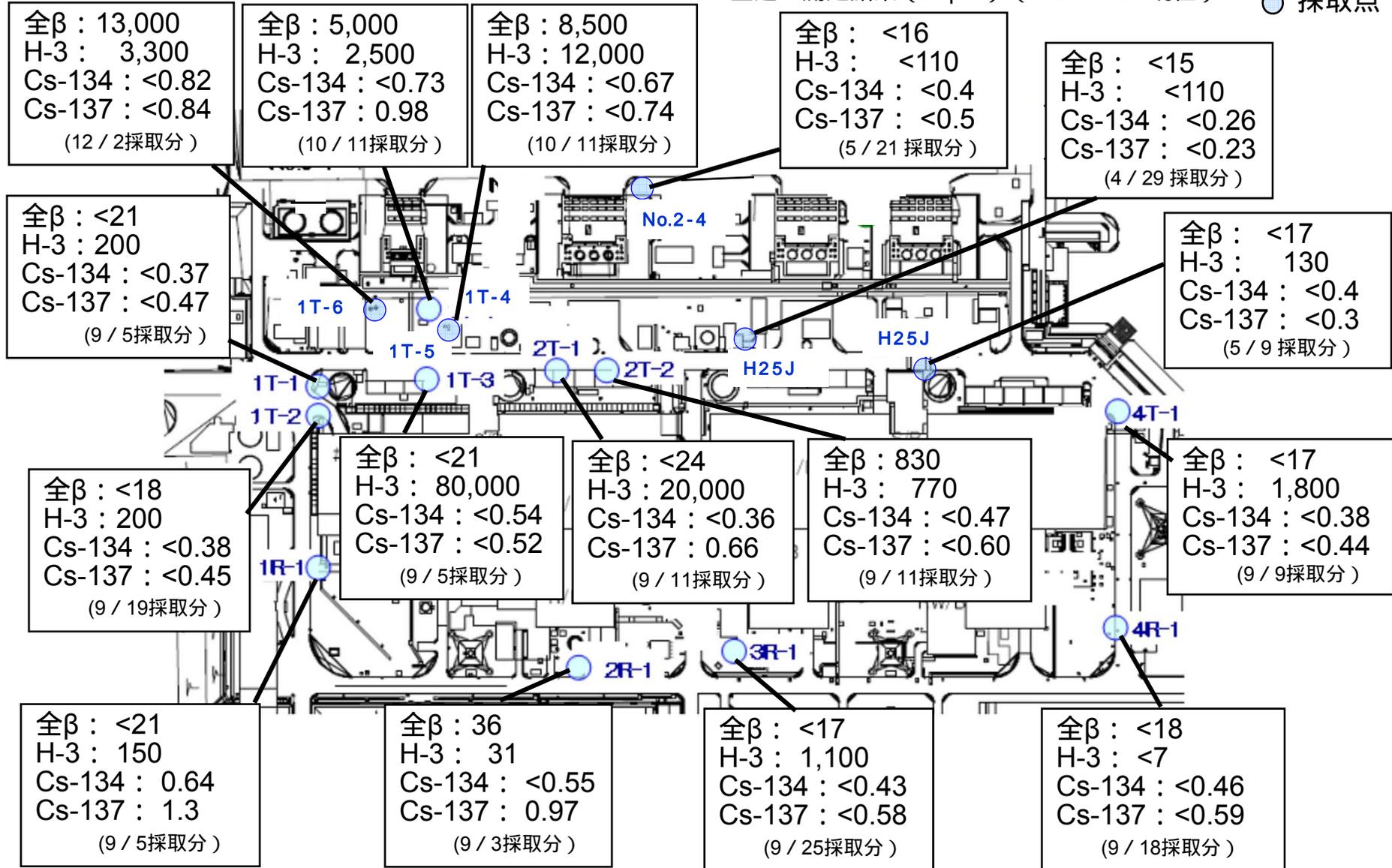


告示濃度限度:実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則に定める告示濃度限度(別表第2第六欄:周辺監視区域外の水中の濃度限度)

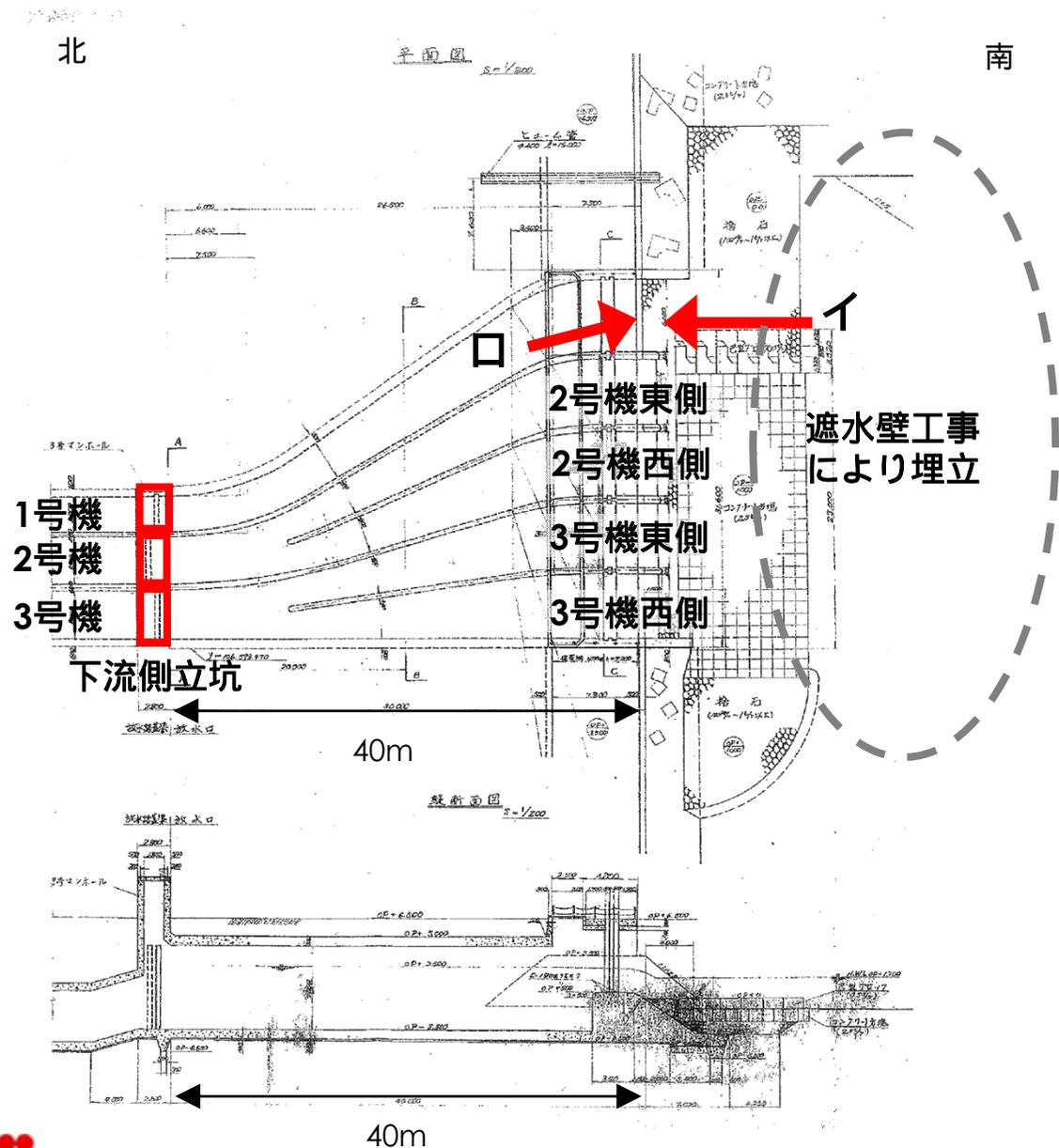
(参考) 建屋周辺の地下水濃度測定結果

至近の測定結果 (Bq/L) (H26.5.21現在)

○ 採取点



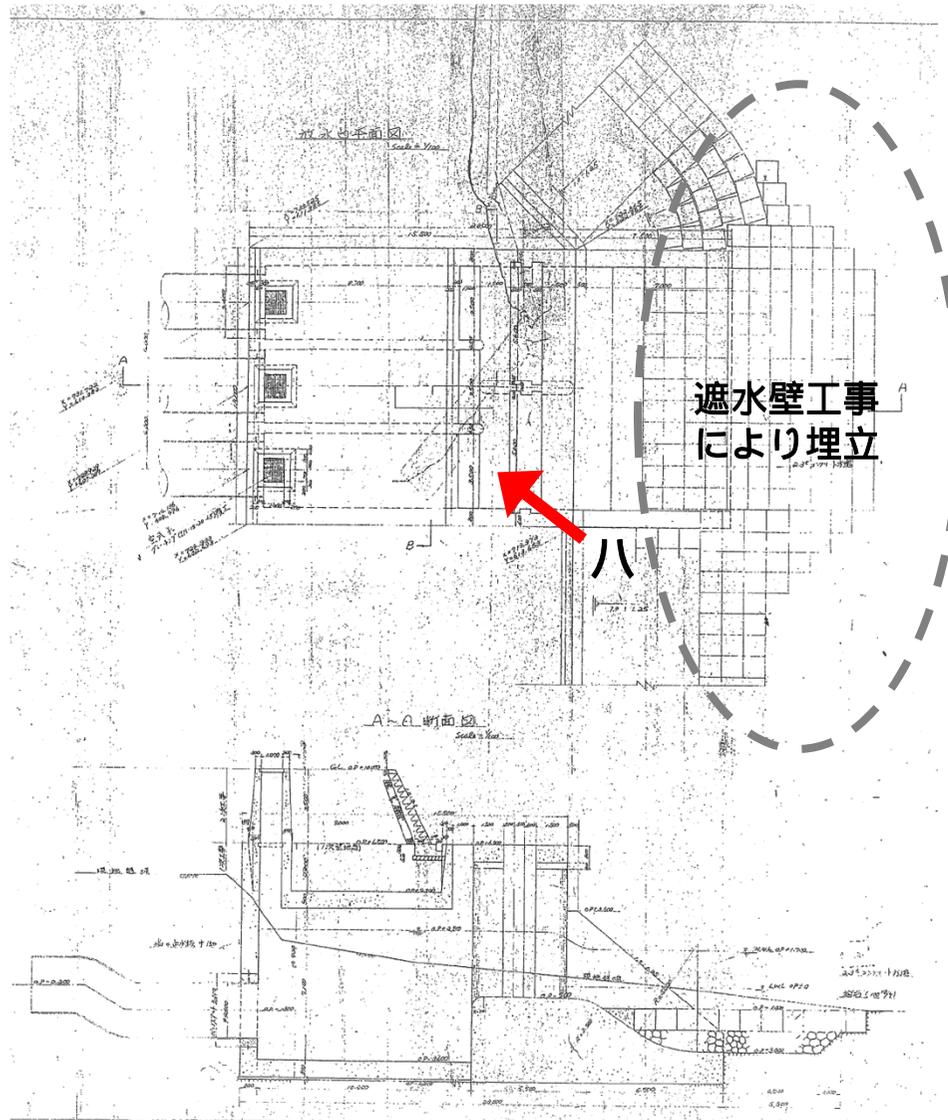
(参考) 1～3号機放水路の放水口付近



遮水壁工事
により埋立



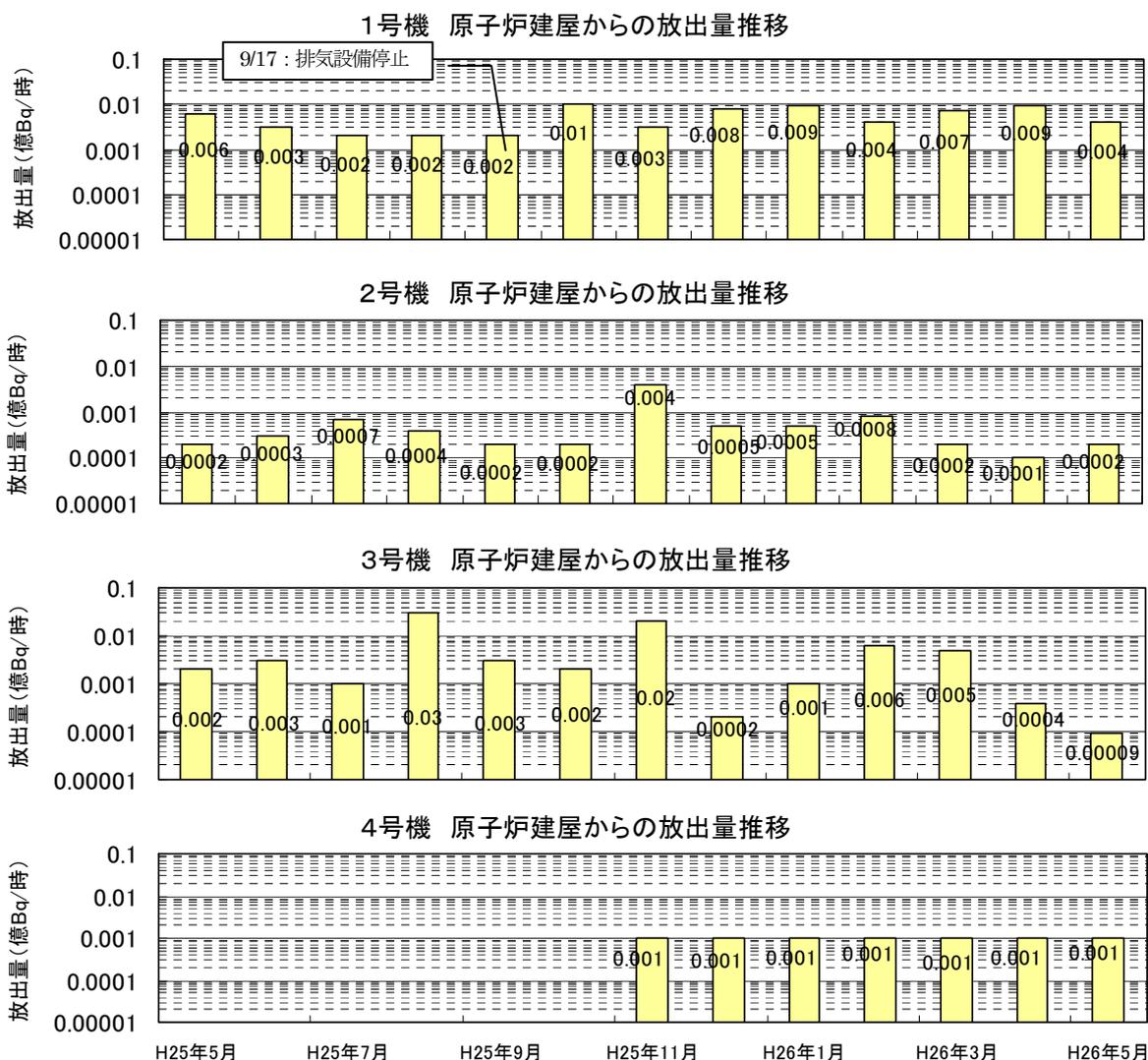
【参考】 4号機放水路の放水口付近



4号機内は堆砂により閉塞

原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（平成26年5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气中放射性物質濃度（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にて測定。
- 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/年以下と評価。
- 被ばく線量は、原子炉建屋上部等の空气中放射性物質濃度を基に算出した1～4号機の放出量の合計値は0.006 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、0.1 億ベクレル/時以下と評価している。
- 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气中的濃度は、Cs-134 及び Cs-137 とともに 1.3×10^{-9} (Bq/cm³) と評価。

- ※ 周辺監視区域外の空气中的濃度限度：Cs-134… 2×10^{-5} 、Cs-137… 3×10^{-5} (Bq/cm³)
- ※ 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/cm³)

(備考)

- ・ 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。

1～4号機原子炉建屋からの 追加的放出量評価結果 平成26年5月評価分 (詳細データ)



1. 放出量評価について

■放出量評価値(5月評価分)

単位: 億Bq/時

	原子炉建屋上部		PCVガス管理sys	公表予定値
	原子炉直上部	機器ハッチ部		
1号機	0.0038以下		9.7E-7以下(希ガス0.29)	0.004
2号機	0.00017以下		8.6E-7(希ガス10以下)	0.0002
3号機	0.000021以下	0.000061以下	9.2E-7以下(希ガス13)	0.00009
4号機	0.00091以下		-	0.001
合計				約0.1以下(0.006)

■放出量評価値(4月評価分)

単位: 億Bq/時

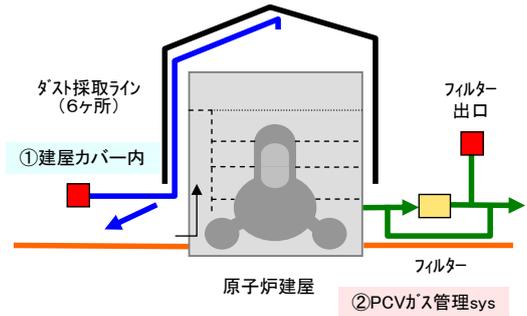
	原子炉建屋上部		PCVガス管理sys	公表予定値
	原子炉直上部	機器ハッチ部		
1号機	0.0084		1.0E-6以下(希ガス0.32)	0.009
2号機	0.000096以下		1.0E-6以下(希ガス9.7以下)	0.0001
3号機	0.00018	0.00012以下	1.1E-6以下(希ガス13)	0.0004
4号機	0.00092以下		-	0.001
合計				約0.1(0.02)

2.1 1号機の放出量評価

1.ダスト等測定結果

①建屋カバー内(単位Bq/cm³)

採取日	核種	北東 コーナー	北西 コーナー	南西 コーナー	南側 上部	機器 ハッチ上	北側上部 フィルター入口
前回	Cs-134	6.2E-6	ND(9.0E-7)	3.7E-6	7.9E-6	2.7E-6	ND(9.2E-7)
	Cs-137	2.0E-5	ND(1.3E-6)	1.1E-5	2.3E-5	6.4E-6	ND(1.3E-6)
5/2	Cs-134	1.1E-6	ND(9.1E-7)	3.9E-6	ND(6.6E-6)	1.6E-6	ND(9.1E-7)
	Cs-137	3.1E-6	ND(1.3E-6)	1.1E-5	ND(1.0E-5)	4.1E-6	ND(1.3E-6)



②PCVガス管理sys

採取日	核種	PCVガス管理sys 出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(1.9E-6)	21
	Cs-137	ND(3.0E-6)	
5/2	Cs-134	ND(1.8E-6)	21
	Cs-137	ND(2.8E-6)	

赤字の数値を放出量評価に使用

(複数の測定結果がある場合は、Cs134+Cs137合計値が一番高い箇所を採用)

2.建屋カバー漏洩率評価

22,891m³/h (4/2~5/2)

3.放出量評価

建屋カバーからの放出量

$$= (6.6E-6 + 1.0E-5) \times 22891 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 3.8E-3 \text{ 億Bq/時以下}$$

PCVガス出口(Cs)

$$= (1.8E-6 + 2.8E-6) \times 21E6 \times 1E-8$$

$$= 9.7E-7 \text{ 億Bq/時以下}$$

PCVガス出口(Kr)

$$= (1.4E0) \times 21E6 \times 1E-8$$

$$= 2.9E-1 \text{ 億Bq/時}$$

PCVガス出口(Kr被ばく線量)

$$= 2.9E+7 \times 24 \times 365 \times 2.5E-19 \times 0.0022 / 0.5 \times 1E3$$

$$= 2.8E-7 \text{ mSv/年}$$

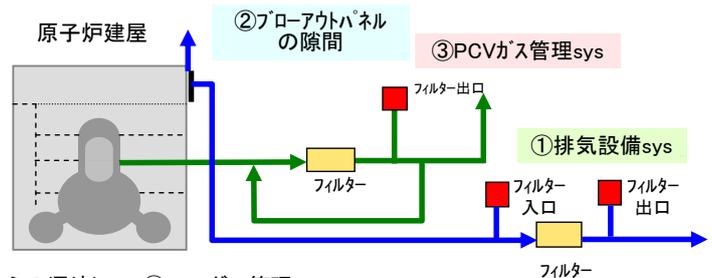
2

2.2 2号機の放出量評価

1.ダスト等測定結果

①排気設備sys出口ダスト測定結果

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量m ³ /h
前回	Cs-134	ND(3.9E-7)	10,000
	Cs-137	ND(5.7E-7)	
5/8	Cs-134	ND(3.8E-7)	10,000
	Cs-137	ND(5.8E-7)	



②排気設備sys入口ダスト測定結果(ブローアウトパネルの隙間からの漏洩)

採取日	核種	(Bq/cm ³)	採取日	核種	(Bq/cm ³)
前回	Cs-134	2.0E-6	5/8	Cs-134	4.3E-7
	Cs-137	5.3E-6		Cs-137	8.3E-7

③PCVガス管理sys

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量(m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(2.1E-6)	17
	Cs-137	4.0E-6	
5/8	Cs-134	ND(2.0E-6)	18
	Cs-137	ND(2.8E-6)	

2.ブローアウトパネルの隙間の漏洩率評価

測定日	R/B1FL開口部の 流入量(m ³ /h)	漏洩率評価(m ³ /h) (排気設備の流量10,000m ³ /h)
前回	7619	0
5/8	15836	5836

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量(m ³ /h)
前回	Kr-85	ND(5.7E1)	17
5/8	Kr-85	ND(5.8E1)	18

3.放出量評価

赤字の数値を放出量評価に使用

排気設備出口

$$= (3.8E-7 + 5.8E-7) \times 10,000 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 9.6E-5 \text{ 億Bq/時以下}$$

BOP隙間等

$$= (4.3E-7 + 8.3E-7) \times 5836 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 7.4E-5 \text{ 億Bq/時}$$

PCVガス出口(Cs)

$$= (2.0E-6 + 2.8E-6) \times 18E6 \times 1E-8$$

$$= 8.6E-7 \text{ 億Bq/時以下}$$

PCVガス出口(Kr)

$$= 5.8E1 \times 18E6 \times 1E-8$$

$$= 1.0E+1 \text{ 億Bq/時以下}$$

PCVガス出口(Kr被ばく線量)

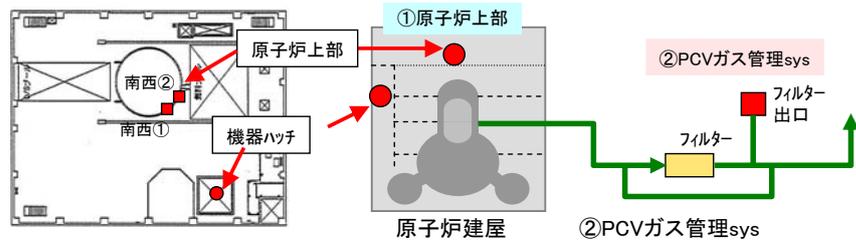
$$= 1.0E9 \times 24 \times 365 \times 2.4E-19 \times 0.0022 / 0.5 \times 1E3$$

$$= 9.3E-6 \text{ mSv/年以下}$$

3

2.3 3号機の放出量評価

1.ダスト等測定結果



①原子炉上部 (単位Bq/cm³)

採取日	核種	原子炉直上部		機器ハッチ	
		南西①	南西②	上部	流量(m/s)
前回	Cs-134	ND(2.2E-6)	1.2E-5	ND(2.2E-6)	0.02
	Cs-137	1.9E-6	3.3E-5	ND(3.2E-6)	
5/13	Cs-134	ND(2.2E-6)	ND(2.1E-6)	ND(2.2E-6)	0.01
	Cs-137	ND(3.2E-6)	ND(3.1E-6)	ND(3.2E-6)	

②PCVガス管理sys

採取日	核種	PCVガス管理sys出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(2.2E-6)	21
	Cs-137	ND(3.2E-6)	
5/13	Cs-134	ND(1.9E-6)	20
	Cs-137	ND(2.7E-6)	

赤字の数値を放出量評価に使用
(複数の測定結果がある場合は、Cs134+Cs137合計値が一番高い箇所を採用)

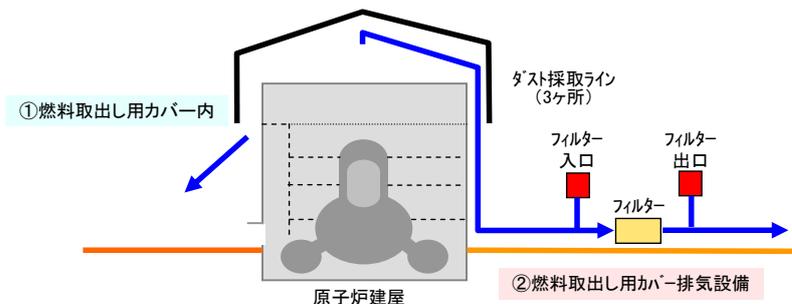
採取日	核種	PCVガス管理sys出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Kr-85	6.3E1	21
5/13	Kr-85	ND(6.3E1)	20

※原子炉直上部から放出流量は、H26.5.1現在の蒸気発生量(m³/s)を適用

2.放出量評価

放出量(原子炉直上部)※ = (2.2E-6+3.2E-6) × ※0.11 × 1E6 × 3600 × 1E-8 = 2.1E-5億Bq/時以下
 放出量(機器ハッチ) = (2.2E-6+3.2E-6) × (0.01 × 5.6 × 5.6)E6 × 3600 × 1E-8 = 6.1E-5億Bq/時以下
 PCVガス出口(Cs) = (1.9E-6+2.7E-6) × 20E6 × 1E-8 = 9.2E-7億Bq/時以下
 PCVガス出口(Kr) = (6.3E1) × 20E6 × 1E-8 = 13億Bq/時以下
 PCVガス出口(Kr被ばく線量) = 1.3E9 × 24 × 365 × 3.0E-19 × 0.0022 / 0.5 × 1E3 = 1.5E-5mSv/年以下

2.4 4号機の放出量評価



1.ダスト等測定結果

①燃料取出し用カバー内

(燃料取出し用カバー排気設備入口)(単位Bq/cm³)

②燃料取出し用カバー排気設備出口

採取日	核種	SFP近傍	チェンジング プレイス近傍	カバー上部
前回	Cs-134	ND(6.6E-7)	ND(6.3E-7)	ND(6.0E-7)
	Cs-137	ND(9.6E-7)	ND(9.0E-7)	ND(9.1E-7)
5/15	Cs-134	ND(6.3E-7)	ND(6.2E-7)	ND(5.9E-7)
	Cs-137	ND(9.8E-7)	ND(9.0E-7)	ND(8.8E-7)

採取日	核種	燃料取出し用カバー 排気設備出口 (Bq/cm ³)	流量 (m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(6.6E-7)	50,000
	Cs-137	ND(9.8E-7)	
5/15	Cs-134	ND(6.2E-7)	50,000
	Cs-137	ND(9.9E-7)	

2.建屋カバー漏洩率評価

6,190m³/h (4/15~5/15)

赤字の数値を放出量評価に使用
(複数の測定結果がある場合は、Cs134+Cs137合計値が一番高い箇所を採用)

3.放出量評価

燃料取出し用カバーからの漏洩量 = (6.3E-7+9.8E-7) × 6190 × 1E6 × 1E-8 = 1.0E-4億Bq/時以下
 燃料取出し用カバー排気設備 = (6.2E-7+9.9E-7) × 50000 × 1E6 × 1E-8 = 8.1E-4億Bq/時以下

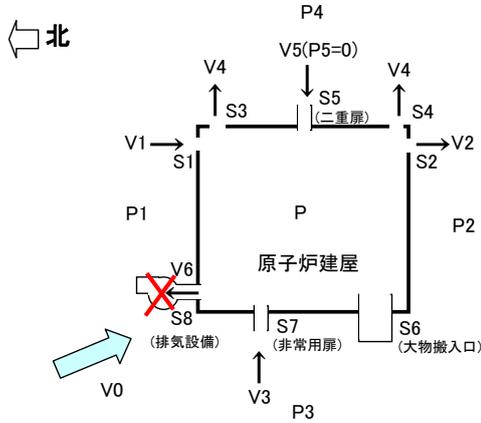
参考1 1号機建屋カバールの漏洩率評価

■ 評価方法

空気漏洩量は外部風速、建屋内外圧差、隙間面積などから計算で求める。

■ 計算例

5月2日 北北西 2.2m/s



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバール流入風速 (m/s)
- V2: カバール流出風速 (m/s)
- V3: カバール流入風速 (m/s)
- V4: カバール流出風速 (m/s)
- V5: カバール流入風速 (m/s)
- V6: 排気風速 (m/s)
- P1: 上流側圧力 (北風) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (北風) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西風) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (西風) (Pa)
- P5: R/B内圧力 (0Pa)
- P: カバール内圧力 (Pa)
- S1: カバール隙間面積 (m²)
- S2: カバール隙間面積 (m²)
- S3: カバール隙間面積 (m²)
- S4: カバール隙間面積 (m²)
- S5: R/B二重扉開口面積 (m²)
- S6: R/B大物搬入口開口面積 (m²)
- S7: R/B非常用扉開口面積 (m²)
- S8: 排気ダクト吸込面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数(北風上側)
- C2: 風圧係数(北風下側)
- C3: 風圧係数(西風上側)
- C4: 風圧係数(西風下側)
- ζ: 形状抵抗係数

参考1 1号機建屋カバールの漏洩率評価

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側 (北風): $P1=C1 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (1)$
- 下流側 (北風): $P2=C2 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (2)$
- 上流側 (西風): $P3=C3 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (3)$
- 下流側 (西風): $P4=C4 \times \rho \times V0^2 / (2g) \dots (4)$

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- $P1-P=\zeta \times \rho \times V1^2 / (2g) \dots (5)$
- $P-P2=\zeta \times \rho \times V2^2 / (2g) \dots (6)$
- $P3-P=\zeta \times \rho \times V3^2 / (2g) \dots (7)$
- $P-P4=\zeta \times \rho \times V4^2 / (2g) \dots (8)$
- $P5-P=\zeta \times \rho \times V5^2 / (2g) \dots (9)$

空気流出入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S1 + V3 \times (S6 + S7) + V5 \times S5) \times 3600 = (V2 \times S2 + V4 \times (S3 + S4) + V6 \times S8) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S1 + V3 \times (S6 + S7) + V5 \times S5) \times 3600 - (V2 \times S2 + V4 \times (S3 + S4) + V6 \times S8) \times 3600$$

V1, V2, V3, V4, V5は(5), (6), (7), (8), (9)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	ζ	ρ (kg/m ³)	
2.17	0.80	-0.50	0.10	-0.50	1.00	1.20	
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)	S6 (m ²)	S7 (m ²)	S8 (m ²)
1.20	1.20	1.20	1.10	2.00	0.00	2.00	2.88

P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.23064	-0.14415	0.02883	-0.14415	0	-0.01497

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	Y (m ³ /h)
2.00	1.45	0.85	1.45	0.49	0.00	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT(排気)	OK

※IN : 流入
OUT: 流出

給気風量 18,302 m³/h
排気ファン風量 0 m³/h
漏洩率 18,302 m³/h

参考1 1号機建屋カバーの漏洩率評価

週ごとの漏洩量評価（一例）

	4月30日			5月1日			5月2日			5月3日			5月4日			5月5日			5月6日		
	風速 (m/s)	時間 (hr)	漏洩率 (m3/h)																		
西風	0.7	0.8	6,798	1.3	1.0	12,095	2.6	4.8	23,726	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西北西風	0.8	1.7	6,767	1.4	1.0	12,303	2.8	3.7	24,207	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北西風	1.1	1.8	9,485	1.8	0.7	15,562	2.3	4.2	20,271	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北北西風	0.8	0.3	6,326	2.3	1.3	19,188	2.2	1.7	18,302	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北風	0.0	0.0	0	2.3	2.3	18,237	1.2	0.8	9,198	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北北東風	0.0	0.0	0	2.5	1.3	19,574	1.9	0.3	14,705	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北東風	0.0	0.0	0	1.6	0.3	13,079	0.9	0.3	7,594	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東北東風	0.0	0.0	0	1.7	0.2	14,809	1.9	0.7	16,116	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.8	1.7	17,056	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東南東風	0.0	0.0	0	1.8	0.5	15,680	2.1	3.2	18,156	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南東風	0.0	0.0	0	2.0	0.2	16,876	1.4	0.7	11,391	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南南東風	3.7	1.3	29,212	4.7	3.8	36,979	1.3	0.2	10,333	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南風	4.6	13.5	36,230	4.6	9.2	36,532	1.0	0.3	7,929	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南南西風	4.2	2.5	35,761	0.0	0.0	0	1.3	0.2	10,965	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南西風	0.0	0.0	0	0.7	0.2	6,137	1.2	0.3	10,083	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西南西風	0.7	1.0	6,445	1.2	1.3	10,326	1.3	0.7	10,985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
漏洩日量 (m3)	660,341			637,914			454,631			0			0			0			0		

16方位毎の平均風速から漏洩率を前頁のように評価する。

漏洩量合計

評価期間	4/2 ~ 4/8	4/9 ~ 4/15	4/16 ~ 4/22	4/23 ~ 4/29	4/30 ~ 5/2	~	漏洩量合計(m3)	評価対象期間(h)	漏洩率(m3/h)
週間漏洩量 (m3)	4,017,107	4,303,780	3,856,874	3,100,027	1,752,886		17,030,674	744	22,891

8

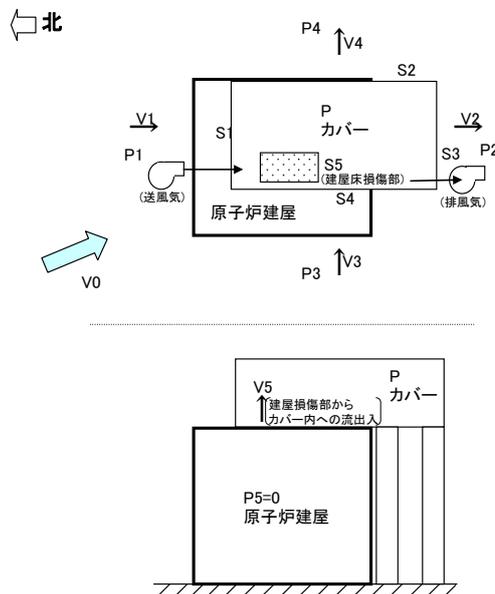
参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

評価方法

空気漏洩量は外部風速、建屋内外圧差、隙間面積などから計算で求める。

計算例

5月15日 北北西 2.4m/s



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー内流入風速 (m/s)
- V2: カバー内流出風速 (m/s)
- V3: カバー内流出風速 (m/s)
- V4: カバー内流出風速 (m/s)
- V5: カバー内流出風速 (m/s)
- P: カバー内圧力 (Pa)
- P1: 上流側圧力 (北風) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (北風) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西風) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (西風) (Pa)
- P5: R/B内圧力 (0Pa)
- S1: カバー-隙間面積 (m²)
- S2: カバー-隙間面積 (m³)
- S3: カバー-隙間面積 (m⁴)
- S4: カバー-隙間面積 (m⁵)
- S5: 建屋床損傷部隙間面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数 (北風上側)
- C2: 風圧係数 (北風下側)
- C3: 風圧係数 (西風上側)
- C4: 風圧係数 (西風下側)
- ζ: 形状抵抗係数

9

参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

$$\text{上流側(北風)}: P1=C1 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots(1)$$

$$\text{下流側(北風)}: P2=C2 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots(2)$$

$$\text{上流側(西風)}: P3=C3 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots(3)$$

$$\text{下流側(西風)}: P4=C4 \times \rho \times V0^2/(2g) \dots(4)$$

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

$$P1-P=\zeta \times \rho \times V1^2/(2g) \dots(5)$$

$$P-P2=\zeta \times \rho \times V2^2/(2g) \dots(6)$$

$$P3-P=\zeta \times \rho \times V3^2/(2g) \dots(7)$$

$$P-P4=\zeta \times \rho \times V4^2/(2g) \dots(8)$$

$$P5-P=\zeta \times \rho \times V5^2/(2g) \dots(9)$$

空気流出入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S1 + V3 \times S4 + V5 \times S5) \times 3600 = (V2 \times S3 + V4 \times S2) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S1 + V3 \times S4 + V5 \times S5) \times 3600 - (V2 \times S3 + V4 \times S2) \times 3600$$

V1, V2, V3, V4, V5は(5), (6), (7), (8), (9)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるように

Pの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	ζ	ρ (kg/m ³)
2.38	0.80	-0.50	0.10	-0.50	2.00	1.20
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)		
0.44	0.81	0.46	0.81	4.00		

P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.277786	-0.17362	0.034723	-0.17362	0	-0.00119

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.51	1.19	0.54	1.19	0.10	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OK

※IN : 流入

OUT: 流出

漏洩率

5,391 m³/h

10

参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

■ 週ごとの漏洩量評価 (一例)

	5月13日			5月14日			5月15日			5月16日			5月17日			5月18日			5月19日			
	風速 (m/s)	時間 (hr)	漏洩率 (m ³ /h)																			
西風	3.5	1.5	0	5.7	1.8	0	1.9	0.2	0	1.3	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西北西風	3.0	1.5	6,764	0.0	0.0	0	1.7	1.2	3,861	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北西風	2.6	1.2	5,905	0.0	0.0	0	2.4	3.7	5,430	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北北西風	0.0	0.0	0	1.4	0.7	3,056	2.4	4.5	5,391	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北風	1.6	0.8	5,156	1.4	0.3	4,402	2.0	2.0	6,157	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北北東風	1.3	0.2	2,943	0.9	0.3	2,037	2.2	1.2	5,013	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
北東風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.6	1.2	3,731	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東北東風	2.2	0.2	4,997	0.0	0.0	0	1.4	1.8	3,263	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東風	1.4	0.2	3,805	0.0	0.0	0	1.8	2.8	4,764	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
東南東風	1.6	2.3	3,655	2.7	0.5	6,135	1.5	1.0	3,367	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南東風	1.7	1.8	3,836	2.9	2.0	6,471	2.0	1.8	4,530	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南南東風	2.0	5.8	4,541	3.5	7.7	7,912	2.0	1.2	4,413	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南風	2.4	3.8	7,443	3.0	2.2	9,485	2.1	0.2	6,572	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南南西風	2.5	2.7	5,540	2.0	1.3	4,393	1.4	0.2	3,134	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
南西風	2.6	1.7	5,836	2.6	3.2	5,824	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西南西風	1.8	0.2	4,040	3.5	4.0	7,753	1.7	0.2	3,816	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
漏洩日量 (m ³)	119,041			156,714			109,744			0			0			0			0			

16方位毎の平均風速から漏洩率を前頁のように評価する。

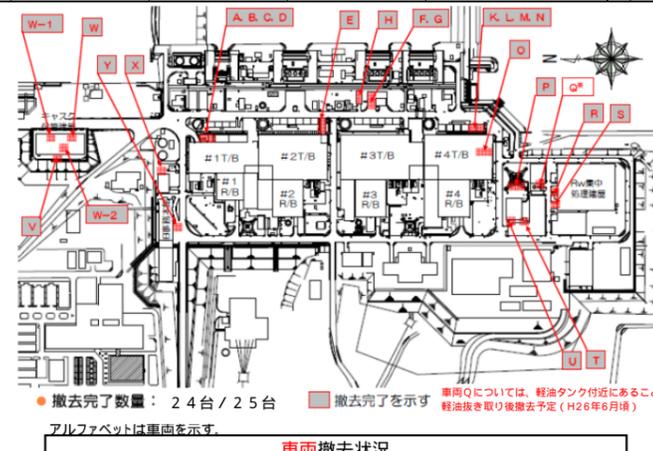
■ 漏洩量合計

評価期間	4/15 ~ 4/21	4/22 ~ 4/28	4/29 ~ 5/5	5/6 ~ 5/12	5/13 ~ 5/15	漏洩量合計(m ³)	評価対象期間(h)	漏洩率(m ³ /h)
週間漏洩量 (m ³)	1,028,555	638,319	1,239,369	1,313,952	385,499	4,605,695	744	6,190

11

労働環境改善スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定		4月			5月			6月			7月			8月			備考			
			20	27	4	11	18	25	1	8	15	下	上	中	下	前	後						
被ばく・安全管理	1	防護装備の適正化検討	(実績) ・Jタンクエリアの全面マスク着用省略化の検討 ・「敷地内線量低減にかかる実施方針」を踏まえた敷地南側エリアの全面マスク着用省略化の検討	検討・設計	Jタンクエリアの全面マスク着用省略化の検討			汐見坂周辺の全面マスク着用省略化の検討			「敷地内線量低減にかかる実施方針」を踏まえたタンク群を含む敷地南側エリアの全面マスク着用省略化の検討									追加 【Jタンクエリア】 5月10日に除染(伐採・表土除去)が終了し、ダスト等の放射能濃度が基準を満たしていることを確認したため、全面マスク着用省略エリアを設定する。			
			(予定) ・Jタンクエリアの全面マスク着用省略化の運用開始(5/30) ・「敷地内線量低減にかかる実施方針」を踏まえた敷地南側エリアの全面マスク着用省略化の検討(平成25~27年度)	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 追加			H26.5.30:Jタンクエリアの全面マスク着用省略化の運用開始予定			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(東環境企業棟周辺)、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、H26.3.10:共用プール建屋内の一部エリア			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、H26.3.17:構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工企業棟周辺)									追加 【汐見坂】 6月上旬から1号カバール解体工事開始するため、連続ダストモニタで原子炉建屋上部の飛散防止剤の抑制効果を確認次第、全面マスク着用省略エリアを設定する。
			現場作業	車両Q			工程調整中												追加 【車両Q】 重油タンク及び軽油タンク付近にあることから、重油ならびに軽油抜き取り後車両撤去実施予定。				
健康管理	2	車両撤去	(実績) ・撤去対象となる破損車両全25台のうち、24台を撤去済み。	検討・設計	作業災害発生状況(H25実績、H26活動計画)検討等 4/24															追加			
			(予定) ・車両の撤去・解体・搬出	現場作業	準備期間			【熱中症予防対策の実施】															
			現場作業	情報共有、安全施策の検討・評価																			
健康管理	3	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 ・5/22安全推進協議会開催:災害事例等の再発防止対策の周知等 ・作業毎の安全施策の実施(TBM-KY等) ・熱中症予防対策:WBG T値の活用、クールベストの着用促進等	検討・設計	健康相談受付																		
			(予定) ・5/29安全推進協議会の開催 ・作業毎の安全施策の実施(継続実施) ・熱中症予防対策実施:WBG T値の活用、クールベストの着用促進、炎天下作業の制限:7~8月(9月まで延長予定)等	現場作業	H25年度検査費用の精算手続き(継続)、及びH26年度実施へ向けた準備(対象者の確定、案内状の見直し等)																		
			現場作業	H25年度検査費用の精算手続き(継続)、及びH26年度実施へ向けた準備(対象者の確定、案内状の見直し等)															【予防接種実績】 5902人 (H24:5467人)				
健康管理	4	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)、「白内障検査」(社員)の案内状送付実施。「甲状腺超音波検査」(社員・協力企業作業員)の案内状送付実施。 ・「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(10/28~1/31:Jゲイルツ、近隣医療機関) ・Jゲイルツは4/24で終了、近隣医療機関も4/31で終了。 ・H25年度感染予防・拡大防止対策期間の終了の周知(5/23)	検討・設計	各医療拠点の体制検討																		
			(予定) ・H25年度検査費用の精算手続き(継続) ・H26年度実施へ向けた準備(対象者の確定、案内状の見直し等)	現場作業	常勤医師の雇用に向けた関係者との調整																		
			現場作業	常勤医師の雇用に向けた関係者との調整																			
健康管理	5	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6月末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)	検討・設計																			
			(予定) ・1F救急医療室の恒常的な医師の確保に向けた調整 ・1F救急医療室の勤務医師についてH26年7月以降調整中	現場作業																			
			現場作業																				



労働環境改善スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定	4月		5月				6月			7月			8月			備考
				20	27	4	11	18	25	1	8	15	下	上	中	下	前	後	
労働環境改善	6	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(4月実績/6月の予定)と地元雇用率(4月実績)についての調査・集計	作業員の確保状況調査依頼		作業員の確保状況と地元雇用率の実態把握				作業員の確保状況集約			作業員の確保状況集約						
			(予定) ・作業員の確保状況(5月実績/7月の予定)と地元雇用率(5月実績)についての調査・集計	作業員の確保状況調査依頼		作業員の確保状況と地元雇用率の実態把握				作業員の確保状況集約			作業員の確保状況集約						
	7	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	労働環境・生活環境に関する実態把握・解決策検討・実施		労働環境・生活環境に関する実態把握・解決策検討・実施				労働環境・生活環境に関する実態把握・解決策検討・実施			労働環境・生活環境に関する実態把握・解決策検討・実施						
			(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(定期的な実施) ・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)	協力企業との意見交換会(労働環境)4/25	協力企業との意見交換会(労働環境)5/30	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	協力企業との意見交換会(労働環境)	時期調整中 作業員へのアンケート(第5回)	
	8	大型休憩所の設置	(実績) ・アスファルト撤去(継続) ・基礎工事(継続)	基礎工事		基礎工事				基礎工事			基礎工事			入退域管理施設の構外仮設休憩所を4/7より運用開始			
			(予定) ・基礎工事(継続)	基礎工事		基礎工事				基礎工事			基礎工事			H26年度末完了目標			
9	新事務棟の建設	暫定事務棟 (実績) ・基礎工事 ・鉄骨建方 ・内装工事	官庁手続き、設計		官庁手続き、設計				官庁手続き、設計			官庁手続き、設計			期: H26年6月末完了目標 期: H26年9月末完了目標				
		(予定) ・鉄骨建方(継続) ・内装工事(継続)	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	敷地造成、基礎工事	実績工程反映(6/7 5/24) 鉄骨・内装工事他			
10	福島給食センターの設置	本設事務棟 (実績) ・諸条件の検討	諸条件把握、基本計画検討		諸条件把握、基本計画検討				諸条件把握、基本計画検討			諸条件把握、基本計画検討			H27年度末完了目標				
		(予定) ・諸条件の検討(継続)	諸条件把握、基本計画検討		諸条件把握、基本計画検討				諸条件把握、基本計画検討			諸条件把握、基本計画検討			H27年度末完了目標				
10	福島給食センターの設置	(実績) ・設計(継続) ・確認申請他事前協議 ・準備工事(整地工事など)(継続)	諸条件の把握、官庁手続き		諸条件の把握、官庁手続き				諸条件の把握、官庁手続き			諸条件の把握、官庁手続き							
		(予定) ・設計 ・準備工事(整地工事など)	給食センターの設計		給食センターの設計				給食センターの設計			給食センターの設計							
11	車両整備場の建設	(実績) ・敷地造成完了 ・杭打ち完了 ・基礎工事継続中 ・躯体工事(鉄筋)実施中	準備工事(整地工事など)		準備工事(整地工事など)				準備工事(整地工事など)			準備工事(整地工事など)							
		(予定) ・外壁、屋根工事 ・付帯設備工事(電気、消防、換気設備)	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	追加 5/29起工式	H26年度末完了目標			
11	車両整備場の建設	(実績) ・敷地造成完了 ・杭打ち完了 ・基礎工事継続中 ・躯体工事(鉄筋)実施中	基礎工事		基礎工事				基礎工事			基礎工事							
		(予定) ・外壁、屋根工事 ・付帯設備工事(電気、消防、換気設備)	躯体工事(鉄筋)		躯体工事(鉄筋)				躯体工事(鉄筋)			躯体工事(鉄筋)			営業開始				
11	車両整備場の建設	(実績) ・敷地造成完了 ・杭打ち完了 ・基礎工事継続中 ・躯体工事(鉄筋)実施中	外壁、屋根工事		外壁、屋根工事				外壁、屋根工事			外壁、屋根工事							
		(予定) ・外壁、屋根工事 ・付帯設備工事(電気、消防、換気設備)	付帯設備工事(電気、消防、換気設備)		付帯設備工事(電気、消防、換気設備)				付帯設備工事(電気、消防、換気設備)			付帯設備工事(電気、消防、換気設備)			H26年6月1日営業開始予定				

福島給食センター設置工事開始について

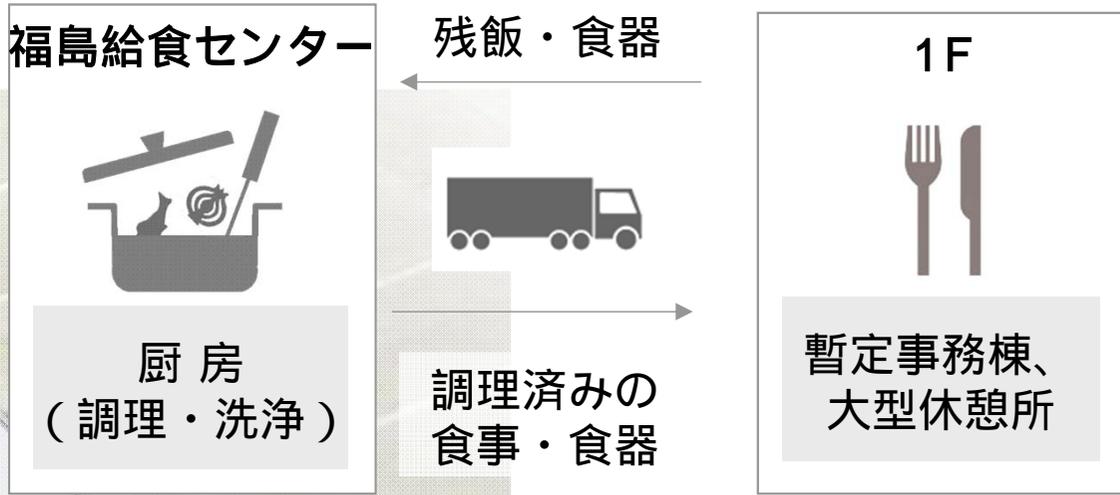
平成26年5月29日

東京電力株式会社



東京電力

概要



福島給食センター方式のイメージ

- 設置場所 : 双葉郡大熊町大字大川原字南平
- 構造種別 : 鉄骨造・2階建
- 延床面積 : 約3,500m²
- 提供食数 : 約3,000食
- 起工式 : 平成26年5月29日
- 完成時期 : 平成26年度末(予定)

完成予想図



設置場所



J タンク設置エリアの全面マスク 着用省略可能エリアの設定について

平成26年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

今回拡大予定の全面マスク着用省略可能エリア

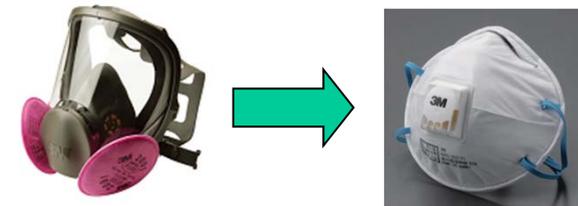


＜1F構内全面マスク着用省略可能エリア＞

Jタンク設置エリアの全面マスク着用省略可能エリアの設定

目的

Jタンク設置エリアの空气中放射性物質濃度、表土の放射性物質濃度を実測により把握した上で、全面マスク着用省略可能エリアに設定して防護装備を適正化し、Jタンク設置エリアの建設作業員に対して、夏場の熱中症のリスクを軽減させるとともに、作業負荷の軽減、作業性の向上を図る。



DS2

ダスト・表土の測定結果

Jタンク設置エリアの空气中放射性物質濃度は、検出限界濃度未満であった。
(全面マスク着用基準： $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$ (粒子状Cs))

当該エリアの除染(伐採、表土除去)により、表土の放射性物質濃度は、10の2乗～3乗オーダーで分布しており、現在設定している全面マスク着用省略エリアの表土(10の2乗～6乗オーダー)と同程度(低い側)であった。

運用開始

平成26年5月30日から、Jタンク設置エリア内の汚染水を取り扱わないタンク建設作業に限り、捕集効率95%以上の使い捨て式防じんマスク(DS2)を着用可とする。

Jタンク設置エリアのサーベイ結果

空气中放射性物質濃度（ダスト）および表土の放射能濃度

試料採取箇所	採取試料	採取日	Cs-134	Cs-137	合計値
20	ダスト	H26.5.2	< 1.0 E - 6	< 1.4 E - 6	検出限界未満
21	ダスト	H26.5.2	< 9.7 E - 7	< 1.3 E - 6	検出限界未満
22	ダスト	H26.5.2	< 9.8 E - 7	< 1.3 E - 6	検出限界未満
23	表土	H26.4.23	< 5.0 E + 1	< 6.5 E + 1	検出限界未満
24	表土	H26.4.23	2.7 E + 2	6.9 E + 2	9.6 E + 2
25	表土	H25.12.12	9.0 E + 2	1.9 E + 3	2.8 E + 3

1 ダストの単位：Bq/cm³，表土の単位：Bq/kg

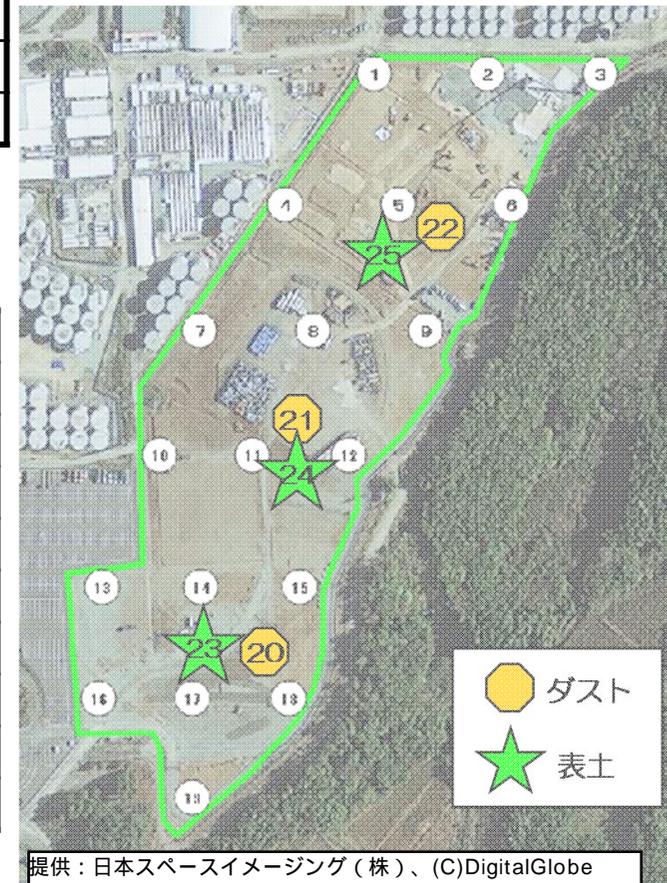
2 除染電離則では、5.0E+5Bq/kgを超える高濃度汚染土壌を取り扱う作業で、かつ高濃度粉塵作業（10mg/m³を超える）の場合には、捕集効率95%以上の防塵マスク（DS2）を着用することとしている。

（参考）
地上高さ1mの線
サーベイ結果
（単位：μSv/h）
測定日 H26.3.26

測定点	線量率
1	5.0
2	9.0
3	9.5
4	2.0
5	2.4
6	6.0
7	7.5
8	11
9	25
10	6.0

測定点	線量率
11	3.5
12	3.5
13	2.5
14	2.2
15	4.0
16	3.0
17	2.2
18	4.0
19	3.0

空气中放射性物質濃度は、
マスク着用基準以下
（ 2×10^{-4} Bq/cm³）
作業時は、使い捨て式防じん
マスク（DS2）を着用



車両整備場の設置について

平成26年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

1 . 設置目的と運用概要

. 設置目的

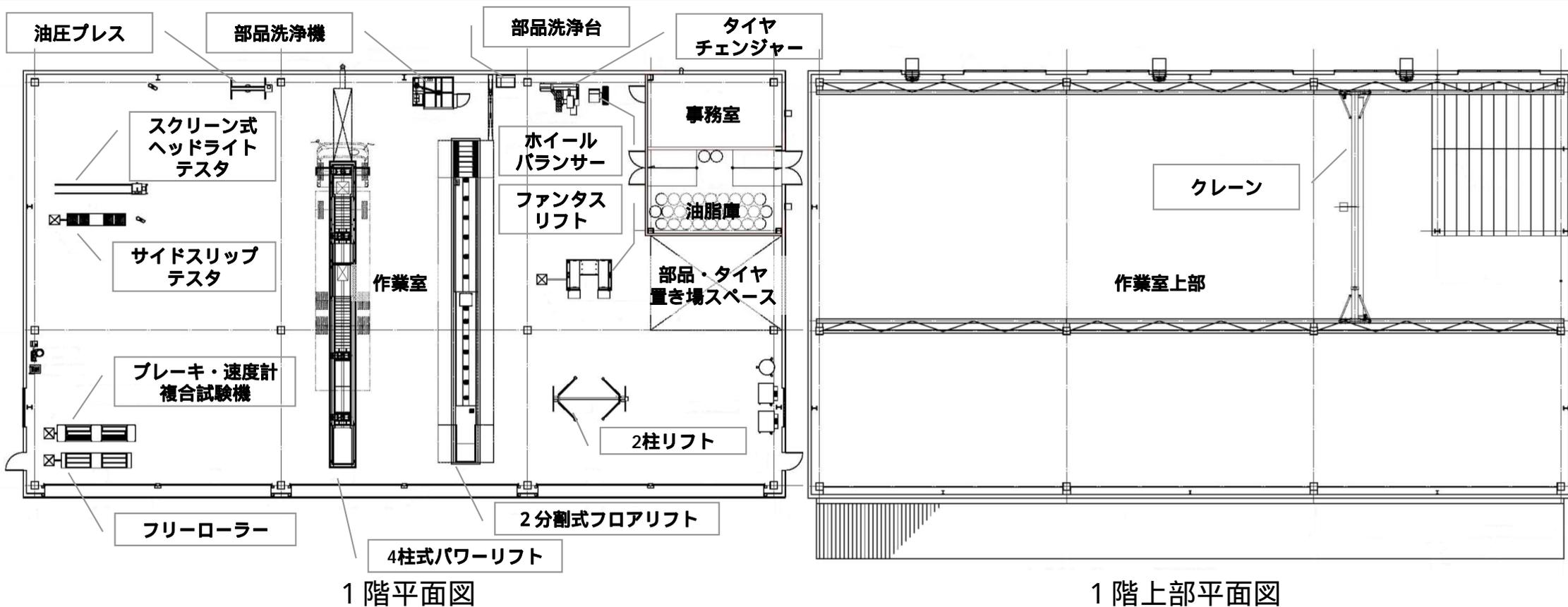
- 1 . 構内専用車両の整備による人身安全確保 (従来はブレーキチェックやオイル量の確認など簡易的な点検を実施)
- 2 . 工事車両の整備拠点確保による円滑な工事の実施
- 3 . 構内専用車両の長期利用による廃棄物の低減

. 運用概要

運営会社・営業開始日・運営日・運営時間等

運営会社	: 東電リース株式会社
営業開始日	: 平成26年6月1日～
運営日	: 毎週火曜日～金曜日(月・土・日、祝祭日は休日)
運営時間	: AM8:30～11:30 PM12:30～15:30 (夏期時(7月～9月)はAMのみ)
対象車両	: 構内専用車
整備車種	: 軽自動車・小型車・普通車・大型車・バス
整備内容	: 定期整備(12ヶ月点検程度)、故障整備、応急措置 「定期点検」「故障整備」に関しては事前予約制
整備料金	: 有料

2. 車両整備場の概要



1階平面図

1階上部平面図

- 車両点検可能内容

- ・ 定期点検（法令点検）
 認証未取得工場として運用

- 車両整備、能力

- ・ 大型車：2台
- ・ 小型車：2台

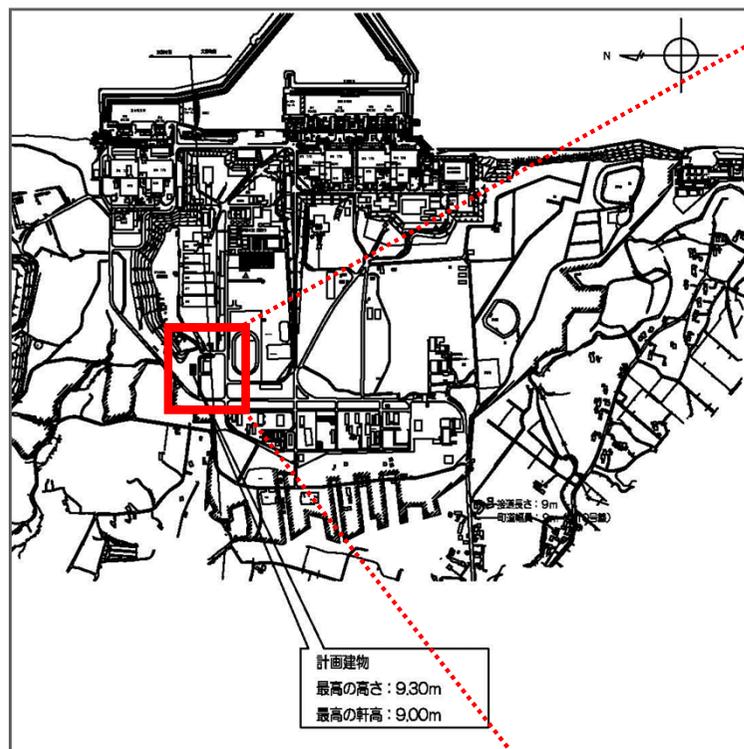
- 運用開始予定

- ・ H26.6運用開始予定

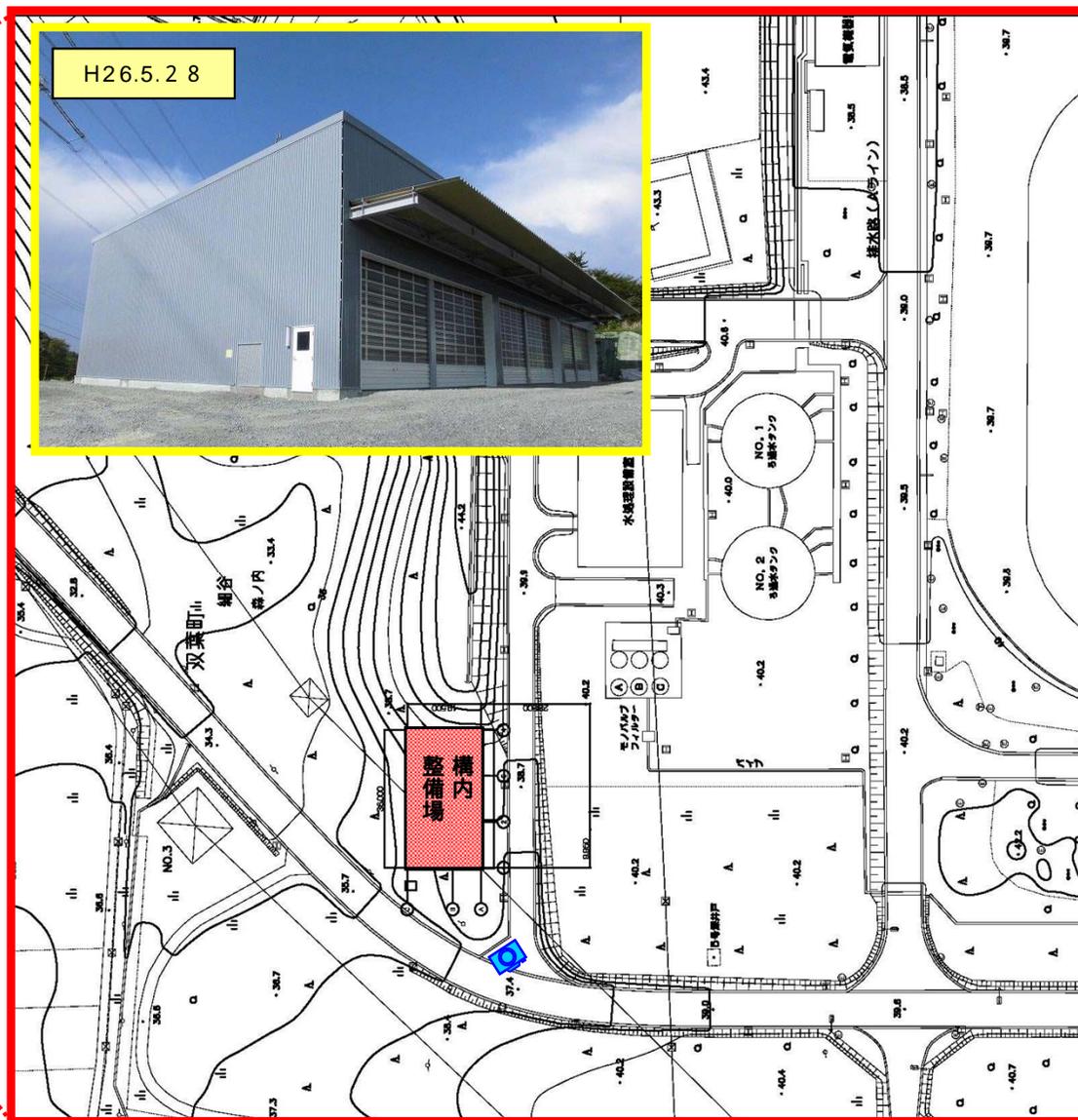
- 建屋内用途について

- ・ 作業室（700.65㎡）：車両の点検整備を行う。
- ・ 事務所（24.29㎡）：点検整備における事務を行う。
- ・ 油脂庫（27.82㎡）：【危険物一時取扱所】
 点検整備において発生する潤滑油等を一時保管する。

3 . 車両整備場の位置図



着工：H25.8
竣工日：H26.5.28



使用済燃料プール対策 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月間の動きと今後一ヶ月間の予定	4月		5月					6月			7月			8月	備考				
				20	27	4	11	18	25	1	8	15	下	上	中	下	前		後			
使用済燃料プール対策	カバ	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 ・原子炉建屋カバー解体	検討・設計	基本検討																	
				現場作業	現地調査等('13/7/25~)																	
				現場作業	作業ヤード整備等																	
	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																		
	3号機	(実績) ・作業ヤード整備 ・オペレーティングフロア除染・遮へい工事 (予定) ・作業ヤード整備 ・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) 作業ヤード整備等																		
燃料取扱設備	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	検討・設計	基本検討																	
				現場作業	現地調査等(7/25~)																	
				現場作業	準備工事:排気設備撤去等(9/17~)																	
			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																
			3号機	(実績) ・クレーン/燃料取扱機の設計検討 ・SFP内大型がれき撤去作業 (予定) ・クレーン/燃料取扱機の設計検討 ・SFP内大型がれき撤去作業	検討・設計	クレーン/燃料取扱機の設計検討																
					現場作業	(SFP内大型がれき撤去作業) FHM撤去(4/19~)																
	4号機	(実績) ・燃料取り出し (予定) ・燃料取り出し	検討	燃料取り出し																		
			現場作業	燃料取り出し																		
			現場作業	追加 クレーン・FHM点検																		

【主要工程】
・原子炉建屋カバー解体: 2014年度6月上旬~
・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

原子炉建屋カバー解体

【主要工程】
・燃料取り出し用架構方式の決定: 2014年度上半期

【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:'13/10/11
・オペレーティングフロア除染・遮へい準備工事:'13/7/9~'13/12/24
・オペレーティングフロア除染・遮へい工事:'13/10/15~
燃料取り出し用カバー構築: 2014年度上半期~
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

【主要工程】
・燃料取り出し用架構方式の決定: 2014年度上半期

【主要工程】
・燃料取り出し用架構方式の決定: 2014年度上半期

・2014年度上半期の設計・製作完了を目標
・2014年度第1四半期のがれき撤去完了を目標

瓦礫取具の操作用無線及びクレーン旋回用ブレーキの不調による遅延

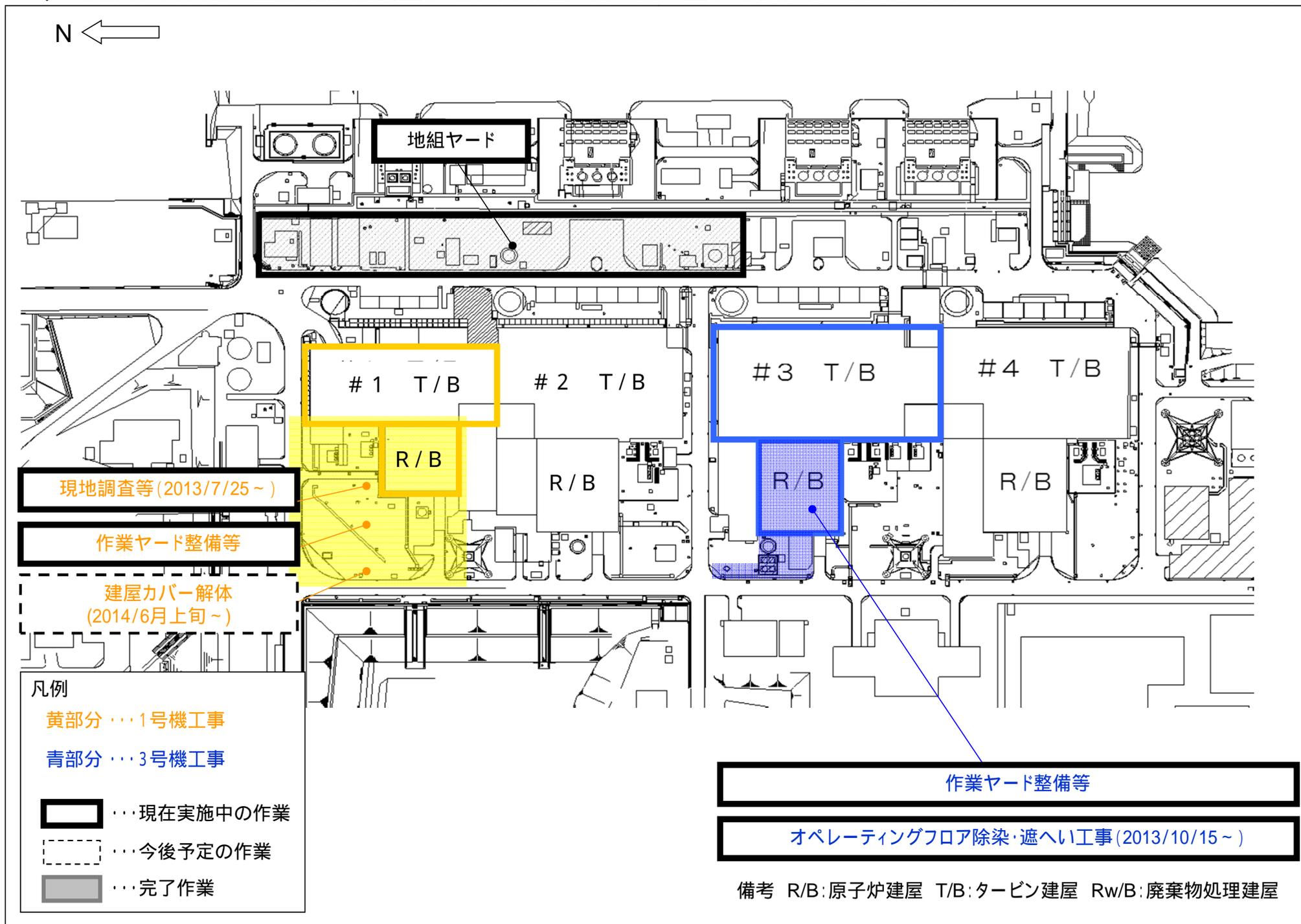
FHM西側エンドトラックの撤去
キャスクエリアのガレキ撤去

・2014年末頃の燃料取り出し完了を目標
【燃料取り出し実績(5/28作業終了時点)】
移送済燃料 946体 / 1533体
(内訳) 使用済燃料 924 / 1331体
未照射燃料 22体 / 202体

使用済燃料プール対策 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで一ヶ月間の動きと今後一ヶ月間の予定	4月		5月					6月			7月			8月	備考				
				20	27	4	11	18	25	1	8	15	下	上	中	下	前		後			
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年度下半期の設計・製作完了を目標
	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)																	・2014年度上半期の検討完了を目標
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 (予定) ・乾式キャスク製造中	調達・移送	輸送貯蔵兼用キャスク材料調達・製造・検査																	
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																	・物揚場復旧工事了：2014年7月末を目標
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(2013/6/26) 【規制庁関連】 ・使用済燃料貯蔵ラックの取り替えに伴う実施計画変更認可申請(5/29) 追加
				現場作業	乾式キャスク仕立て作業 4号機燃料受け入れ 4号機使用済燃料の外観検査 追加 天クレ・FHM等点検 追加																	
キャスク仮保管設備	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																		
				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 (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】 長期健全性評価に係る基礎試験																	公募手続き完了後開始
				現場作業	【研究開発】公募手続き等																	
研究開発	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 化学処理工程への影響等の検討 【研究開発】公募手続き等																	公募手続き完了後開始

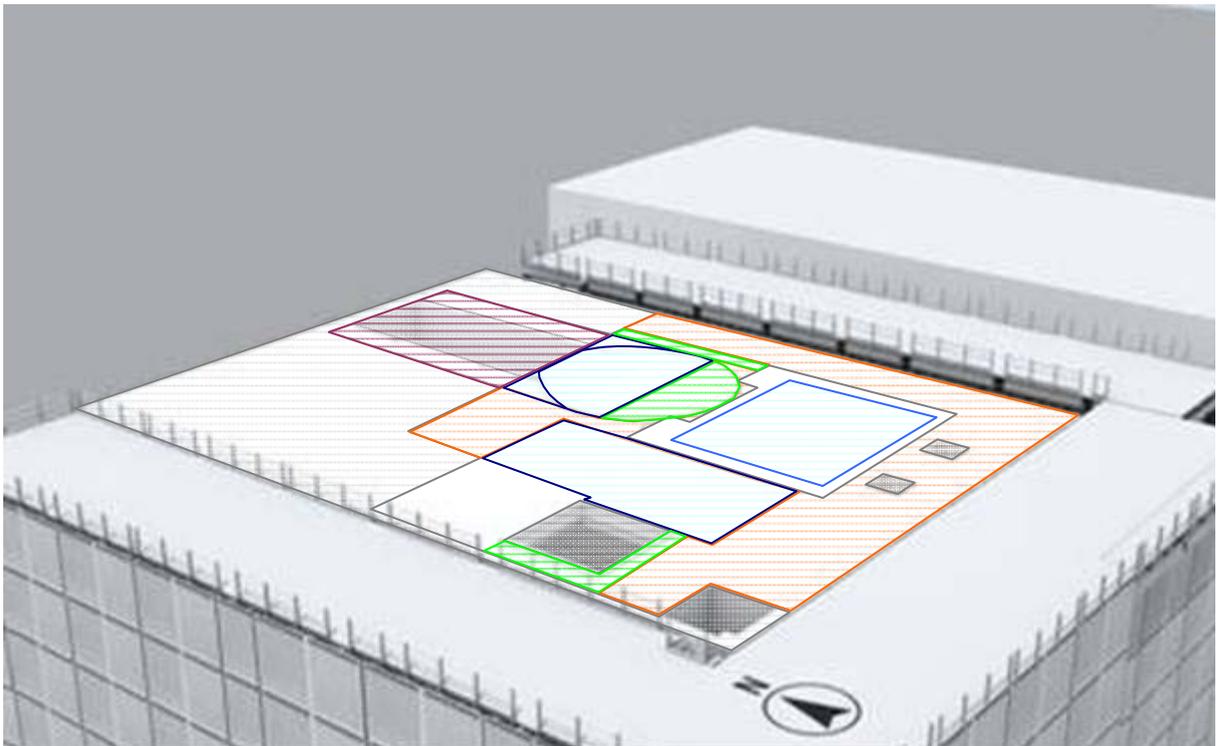
1, 3号機 原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 燃料取り出し用カバー工事 他 作業エリア配置図



【3号機原子炉建屋上部除染・遮へい工事】

- 4月24日（木）～5月28日（水）主な作業実績
 - ・ R/B上部除染（ガレキ集積、ガレキ吸引、床表層切削）
 - ・ SFP内瓦礫撤去
 - ・ 作業ヤード整備

□作業進捗イメージ図



【凡例】

- 除染対象外 ガレキ集積 ガレキ吸引 床表層切削 遮へい材設置
SFP内ガレキ撤去

※除染・遮へい対策手順：ガレキ集積→ガレキ吸引→床表層切削→遮へい材設置

- 5月29日（木）～6月25日（水）主な作業予定
 - ・ SFP内瓦礫撤去
 - ・ R/B上部除染（ガレキ集積、ガレキ吸引、床表層切削）
 - ・ 作業ヤード整備

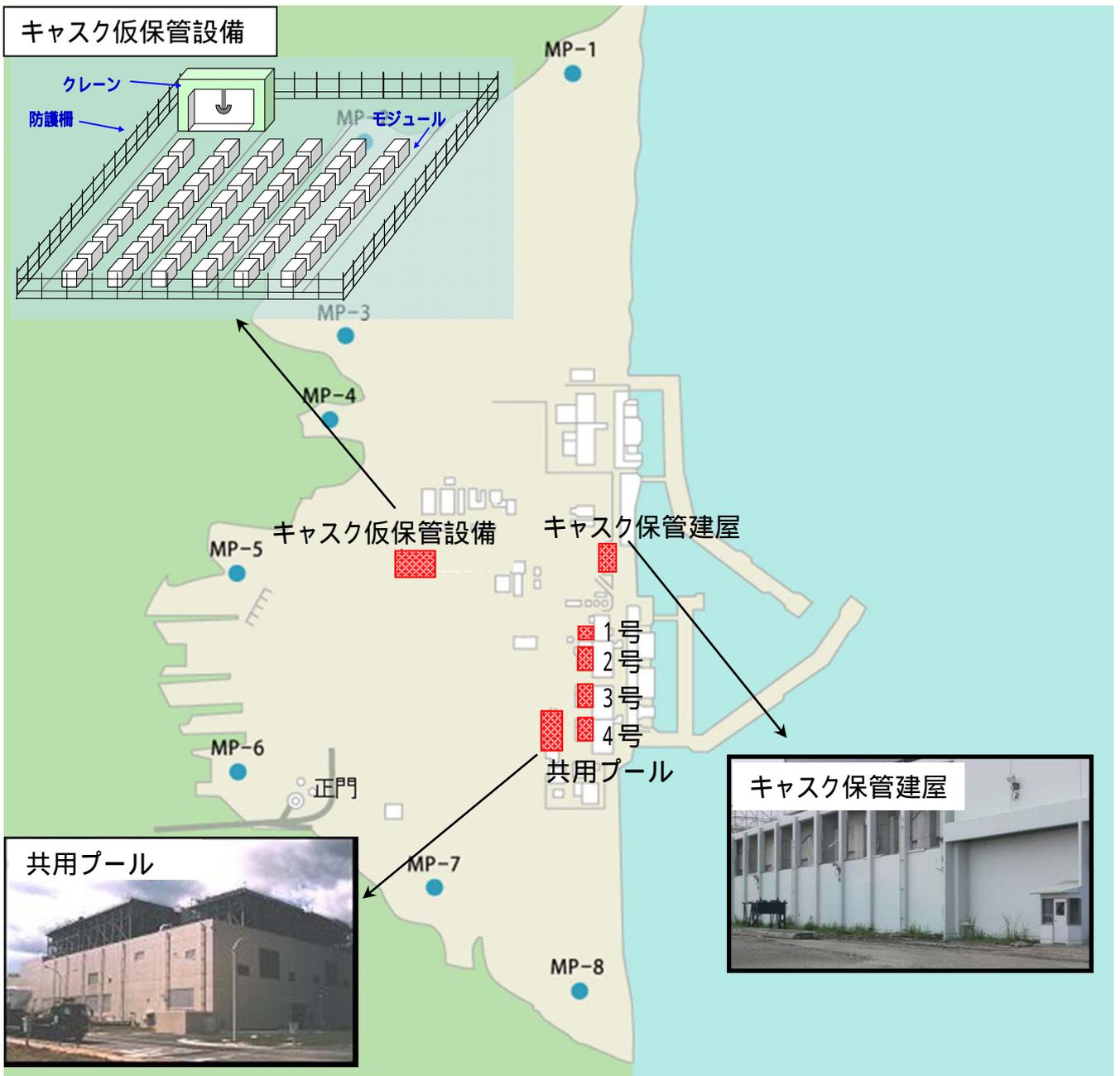
■備考

- ・ R/B：原子炉建屋
- ・ SFP：使用済燃料貯蔵プール

使用済燃料の保管状況 (H26.5.28作業終了時点)

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	180	407	587	61.8%	1535	-
キャスク保管建屋	0	0	0	100.0%	408	0
合計	360	1800	2160	38.6%	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	1412	1412	48.2%	2930	28(容量:50)
共用プール	24	6295	6319	92.4%	6840	-



3号機使用済燃料プール内大型ガレキ撤去作業の 進捗状況について

平成26年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

3号機大型ガレキ撤去作業の進捗状況について

- ▶ 3号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに向け、使用済燃料プール内の大型ガレキ撤去を開始(12/17)。
- ▶ 3月中にFHMに干渉している鉄筋・デッキプレート等の撤去をほぼ完了。FHM撤去作業に着手。
- ▶ 撤去ガレキ量は累計で鉄筋322本、デッキプレート55枚、屋根トラス材6本(5月28日現在)



< 使用済燃料プール内ガレキ撤去作業状況 >

使用済燃料プール内大型ガレキ撤去順序

0. 落下防止対策(ライニング養生)



1. FHMに干渉していないガレキの撤去(①~③)



2. FHMに干渉しているガレキの撤去(③~⑦)



現在実施中

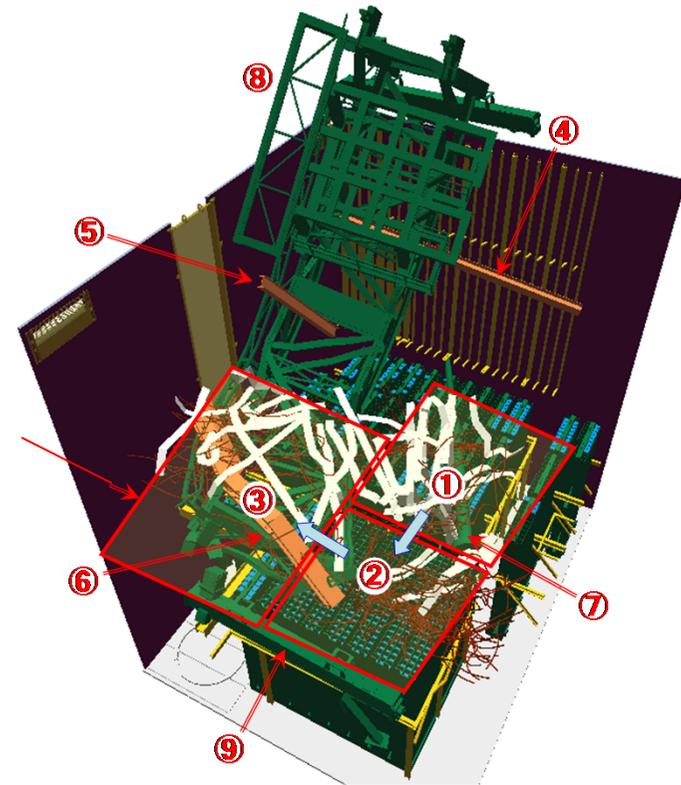
3. FHMの撤去(⑧)



4. FHM西側エンドトラックの撤去(⑨)



5. キャスクエリアのガレキ撤去



ガレキ撤去状況（参考資料）

○プール内ガレキ

（平成26年5月28日現在）

名 称	撤去実績	前回実績 (H26.4.23)	総量	備 考
鉄筋(約0.01t)	322本	322本	330本※1	10mと想定
デッキプレート(約0.04t)	55枚	55枚	65枚※1	
屋根トラス材(約0.8t)	6本	6本	9本※2	
コンクリートガレキ(約0.07t)	-	-	-	0～500mm程度 人頭大コンクリートガレキ (300×300×300(mm))
FHMマスト(約1.6t)	1本	1本	1本	
FHM(約35t)	0基	0基	1基	トロリ2階部：走行式補助ホイストフレーム、主 ホイスト滑車装置撤去済
FHMエンドトラック(約2.6t)	0本	0本	1本	
その他ガレキ※3	46個	47個	-	手摺、鉄板、チェッカープレート等

※1 プール内ガレキの推定量であり、実際と異なる。なお、ガレキ撤去作業の進捗に伴い、作業開始前に確認された量から変更した。

※2 プール内に落下している屋根トラス材の推定量。

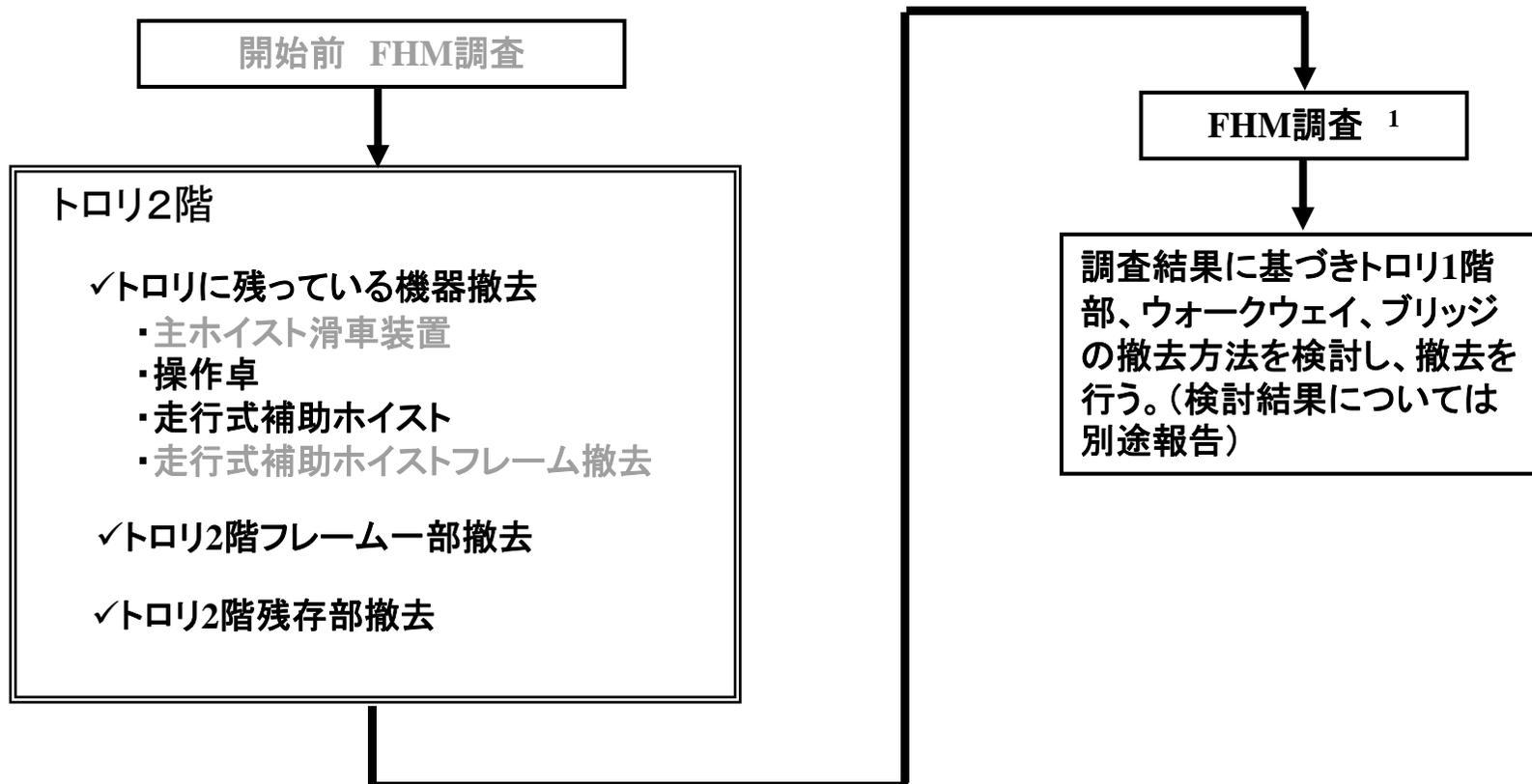
※3 「その他ガレキ」に分類していたFHMトロリ2階部のガレキを「FHM」に再分類したため、「その他ガレキ」の撤去実績が前回実績に比べ減少。

○気中ガレキ

（平成26年5月28日現在）

名 称	撤去実績	前回実績 (H26.3.25)	備 考
鉄筋	25本	24本	FHMに干渉していた鉄筋
その他ガレキ	16個	9個	手摺、チェッカープレート、制御盤扉、鉄板、端子台、配管等

FHM撤去フロー



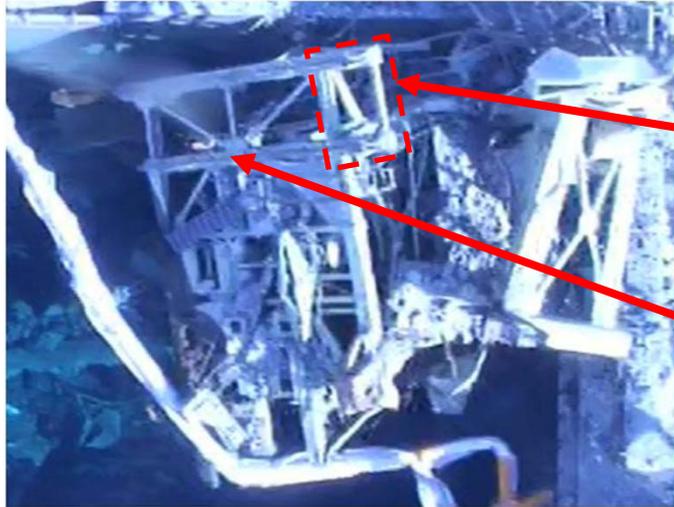
1: FHM調査はガレキ撤去の進捗に合わせ、必要に応じて行う。

作業概要案

撤去対象機器	作業概要
主ホイスト滑車装置	対象ガレキを鋼材用カッターにて把持し、撤去済。
操作卓	対象ガレキを小型フォークで把持し、対象ガレキに繋がっているケーブルをケーブル用カッターで切断。切断後、小型フォークでガレキを撤去。
走行式補助ホイスト	対象ガレキを小型フォークで把持し、対象ガレキに繋がっているケーブルをケーブル用カッターで切断。切断後、小型フォークでガレキを撤去。
走行式補助ホイストフレーム	対象ガレキをガレキ落下防止把持具で把持しながら、鋼材用カッターにてフレームを切断して撤去。（（参考）参照）
トロリ2階フレーム一部	撤去対象部位をガレキ落下防止把持具で把持しながら、鋼材用カッターにて切断して撤去。
トロリ2階残存部	鋼材用カッター、ケーブル用カッターにてトロリ2階部のサブフレームを切断。その後、エンジン付フォークで撤去対象部を把持し、鋼材用カッターでメインフレームを切断・撤去。

(参考) 走行式補助ホイストフレーム撤去

撤去前



撤去範囲

走行式補助
ホイストフレーム

撤去後



切断片把持前



ガレキ落下防止把持具
(クランプ型)

ガレキ落下防止把持具により切断片
を把持しながらフレーム切断



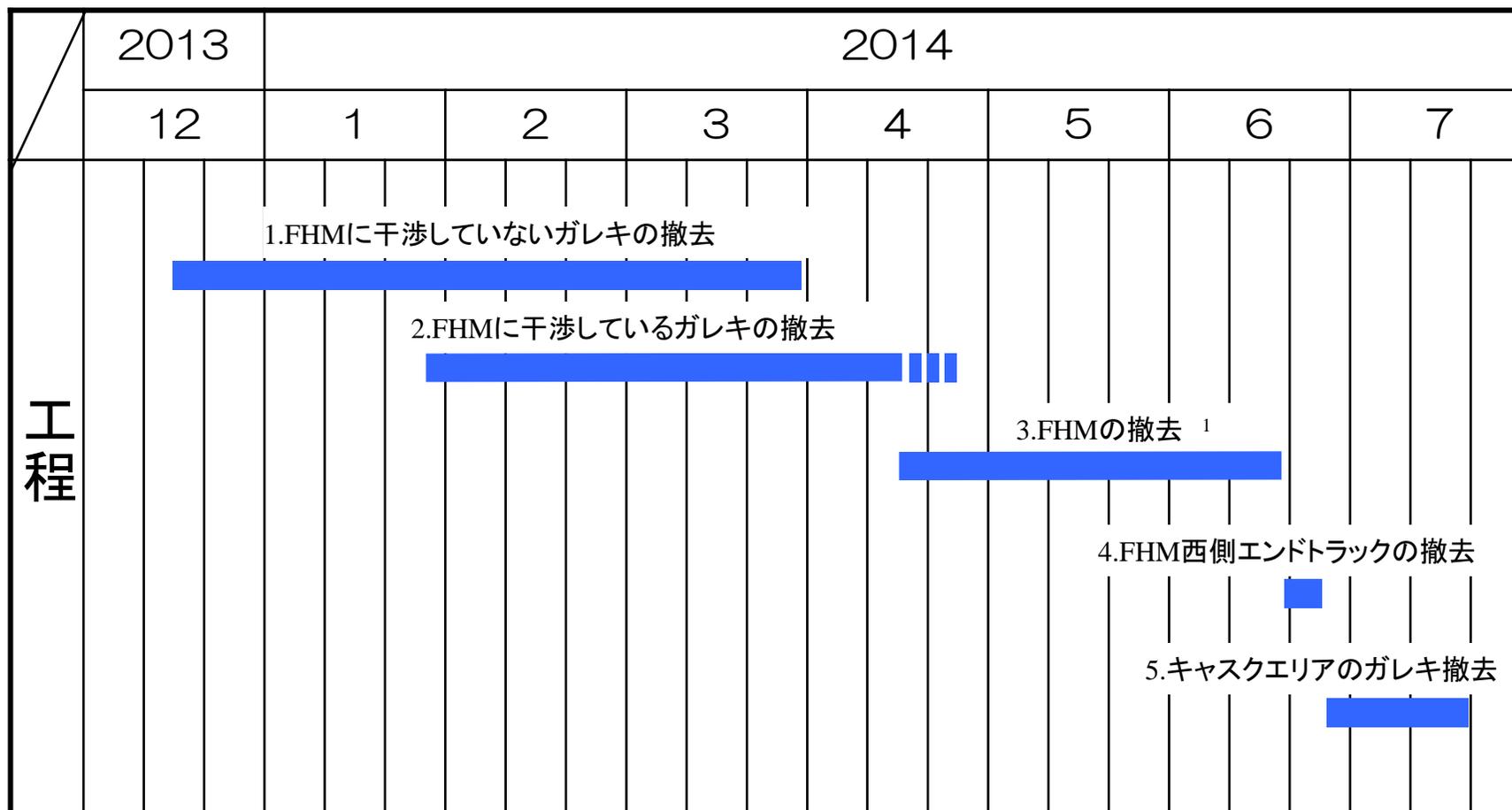
鋼材用カッター

切断片撤去



切断片

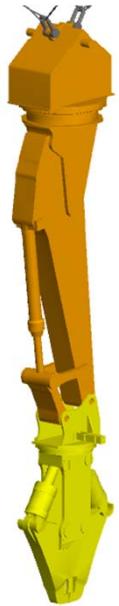
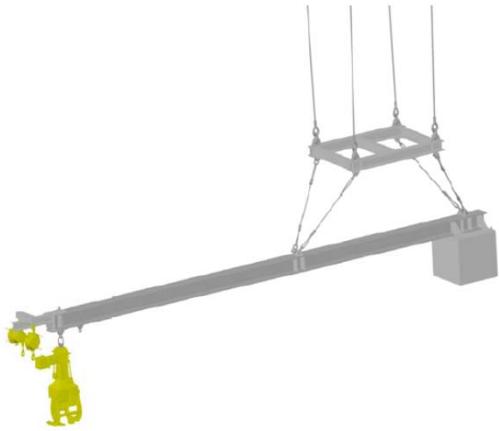
(参考) 工程



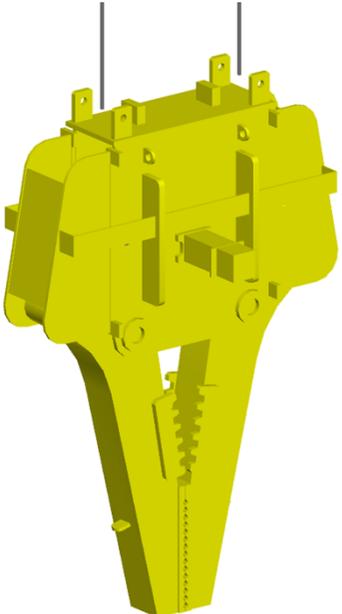
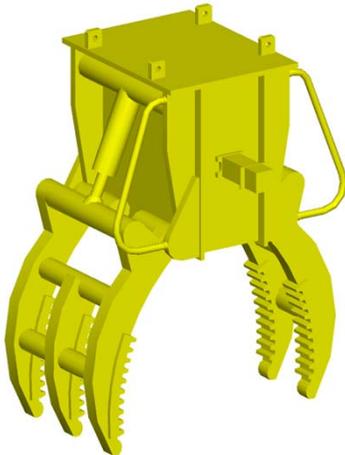
※1ガレキ取扱具の操作用無線の不調とクローラクレーンの旋回用ブレーキの不調により作業遅延(3週間)。今後、旋回用ブレーキの点検等を行う予定。(作業遅延の可能性あり。)

〔FHMに干渉しているガレキや落下しているFHM内部の状況が十分把握できないため、撤去作業の進捗に応じて適宜ガレキ状況を確認しつつ、工程・手順の最適化、見直しを図る。〕

(参考) ガレキ取扱具

			
<p>鋼材用カッター</p>	<p>大型カッター</p>	<p>ケーブル用カッター</p>	<p>ガレキ落下防止把持具 (クランプ型)</p>
<p>鋼材を切断、または把持して撤去する場合に使用。刃の根本部分で旋回・曲げ動作が可能。FHM構成部材へのアクセスが大型カッターに比べ容易。</p>	<p>鋼材を切断、または把持して撤去する場合に使用。刃の根本部分で旋回・曲げ動作が可能。</p>	<p>鋼材用カッターに取付けて使用。ケーブル、細い鋼材の切断に使用。</p>	<p>鋼材を切断する際に、切断片を把持して撤去するために使用。カウンタウエイトにより、ガレキ（鋼材）を把持した状態で姿勢を維持可能。 クレーン2台を同時に使う場合にクレーン同士が接近しないよう、天秤を使用。</p>

(参考) ガレキ取扱具

		
<p>ペンチ</p>	<p>小型フォーク</p>	<p>エンジン付フォーク</p>
<p>鉄筋、デッキプレート等を把持して撤去する場合に使用。</p>	<p>水中・気中のガレキ（鋼材、コンクリート等）を把持して撤去する場合に使用。</p>	<p>気中のガレキ（鋼材、コンクリート等）を把持して撤去する場合に使用。</p>

福島第一原子力発電所

特定原子力施設に係る実施計画 (章2.12使用済燃料共用プール設備) の 変更認可申請について

平成26年5月29日

東京電力株式会社



東京電力

実施計画の変更認可申請について

- 核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 第64条の3第2項に基づき，「福島第一原子力発電所 特定原子力施設に係る実施計画（以下，実施計画）」の変更認可を原子力規制委員会に申請

■主な変更事由：

- 変形・破損あるいはその可能性がある燃料を保管するため，使用済燃料貯蔵ラック（49体）への取替に伴う変更。

具体的には，以下燃料を収納すること想定

- ◆ 震災前から4号機使用済燃料プールに保管している変形燃料（7×7燃料）
- ◆ 1～3号機使用済燃料プールに保管している燃料のうち，震災前から変形・破損している燃料※1
- ◆ 1，3，4号機使用済燃料プールに保管している燃料のうち，震災時にプール内に落下した瓦礫等により変形・破損した可能性がある燃料※2

※1：変形・破損の程度を考慮した上で，本ラック（49体）ではなく既設ラック（90体）に貯蔵することも検討中。

※2：現状，4号機では震災時に伴い変形・破損した燃料は確認されていない。また，1，3号機では詳細な調査を実施していない。

■変更箇所：

- Ⅱ章2.12 使用済燃料共用プール設備

主な変更内容

■使用済燃料貯蔵ラック（４９体）新規設置に伴う変更

- 震災前または震災時に変形・破損した可能性のある燃料を共用プール内に貯蔵する旨を追記（参考資料１参照）
- 既設使用済燃料貯蔵ラック（９０体）を今回新設するラック（４９体）に取り替えることに伴い、燃料貯蔵容量、ラック基数等を変更

機器名称	変更前	変更後
使用済燃料プール 容量	６８４０体	６７９９体
使用済燃料貯蔵ラック（９０体）	７６基	７５基
使用済燃料貯蔵ラック（４９体）	—	１基
収納缶	—	４８個

- 使用済燃料貯蔵ラック（４９体）に関する内容及び変形・破損燃料の輸送・貯蔵時の燃料ペレット片散逸防止を目的とした収納缶に関する内容を追記（参考資料２参照）

スケジュール

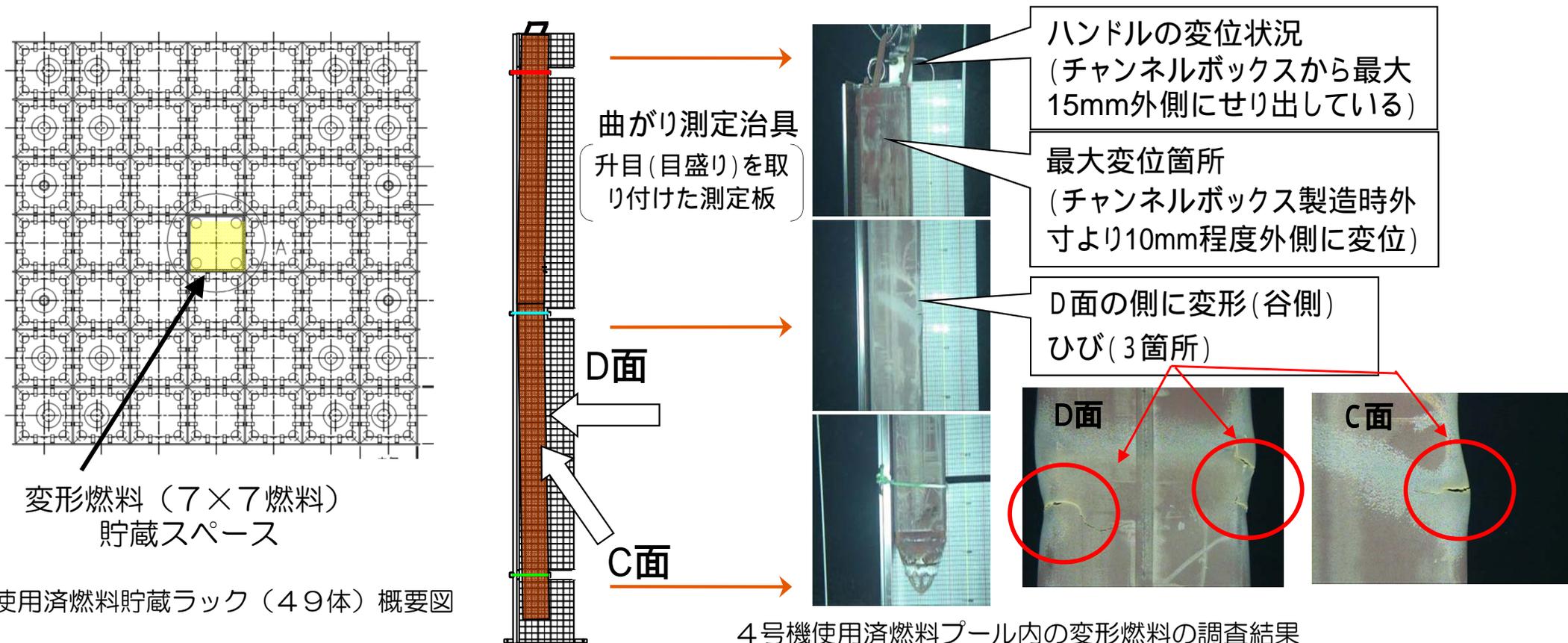
	2014年					
	5月	6月	7月	8月	9月	10月
実施計画	実施計画申請 ■					
使用済燃料ラック (49体)取替工事	新設ラック(49体) 材料手配・工場製作			新設ラック(49体) 搬入, 据付, 検査		
	■				■	
				既設ラック(90体) 取外・除染・細断 ■■■		

上記工程は現場作業の進捗状況, 実施計画の認可期間等により, 変更する可能性あり。

(参考資料1) 使用済燃料貯蔵ラック(49体) 新規設置の概要

■使用済燃料貯蔵ラック(49体)の設置目的

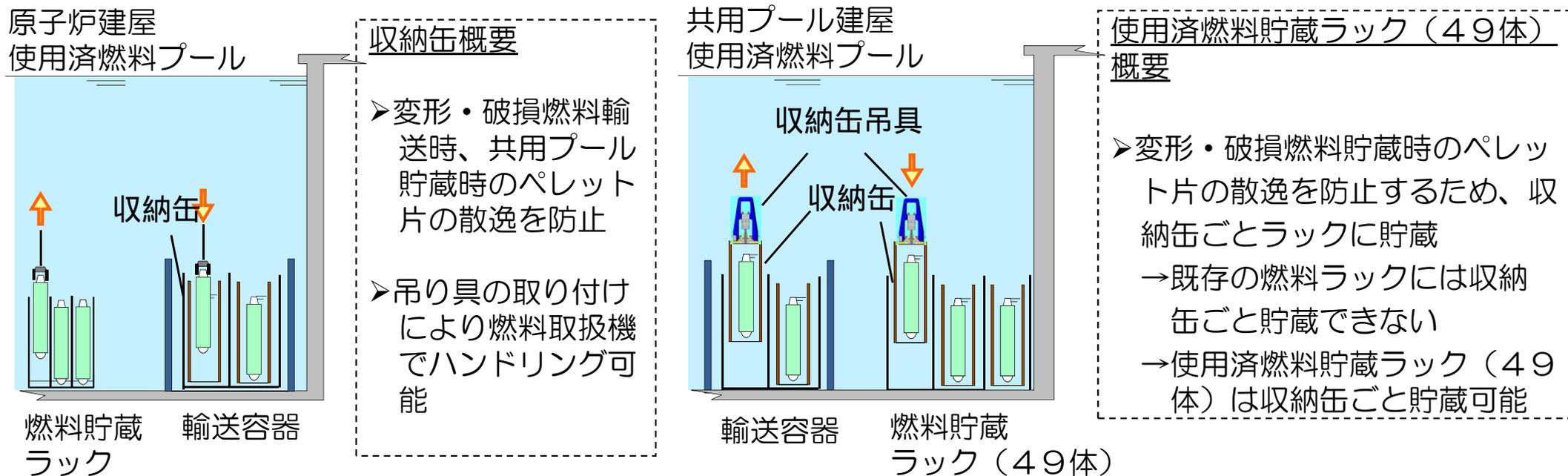
- 4号機使用済燃料プールには、ハンドル/チャンネルボックスが変形した燃料が震災前から保管されているが、変形量を考慮すると当該燃料を貯蔵可能なラックが共用プール内にないことから、新たに貯蔵ラックを設置する。
- 変形・破損、あるいは破損の可能性のある燃料は収納缶(次頁参照)に入れて貯蔵する計画だが、収納缶のサイズが既設ラックより大きく、収納缶ごと貯蔵できないため、収納缶ごと貯蔵可能なラックを設置する。



(参考資料2) 収納缶の概要

■ 収納缶の目的

- 震災前または震災時に変形・破損、あるいは破損の可能性のある燃料について、取り扱い可能とするため、また燃料輸送・貯蔵時において、破損した燃料ペレット片の散逸を抑制するため、収納缶に燃料を収納する。
- ただし、4号機変形燃料はチャンネルボックス／ハンドルが変形しているが、燃料は健全であり、専用の吊り具で取り扱い可能であることから、収納缶を使用しない。



収納缶取扱いのイメージ

平成25年度実績概要

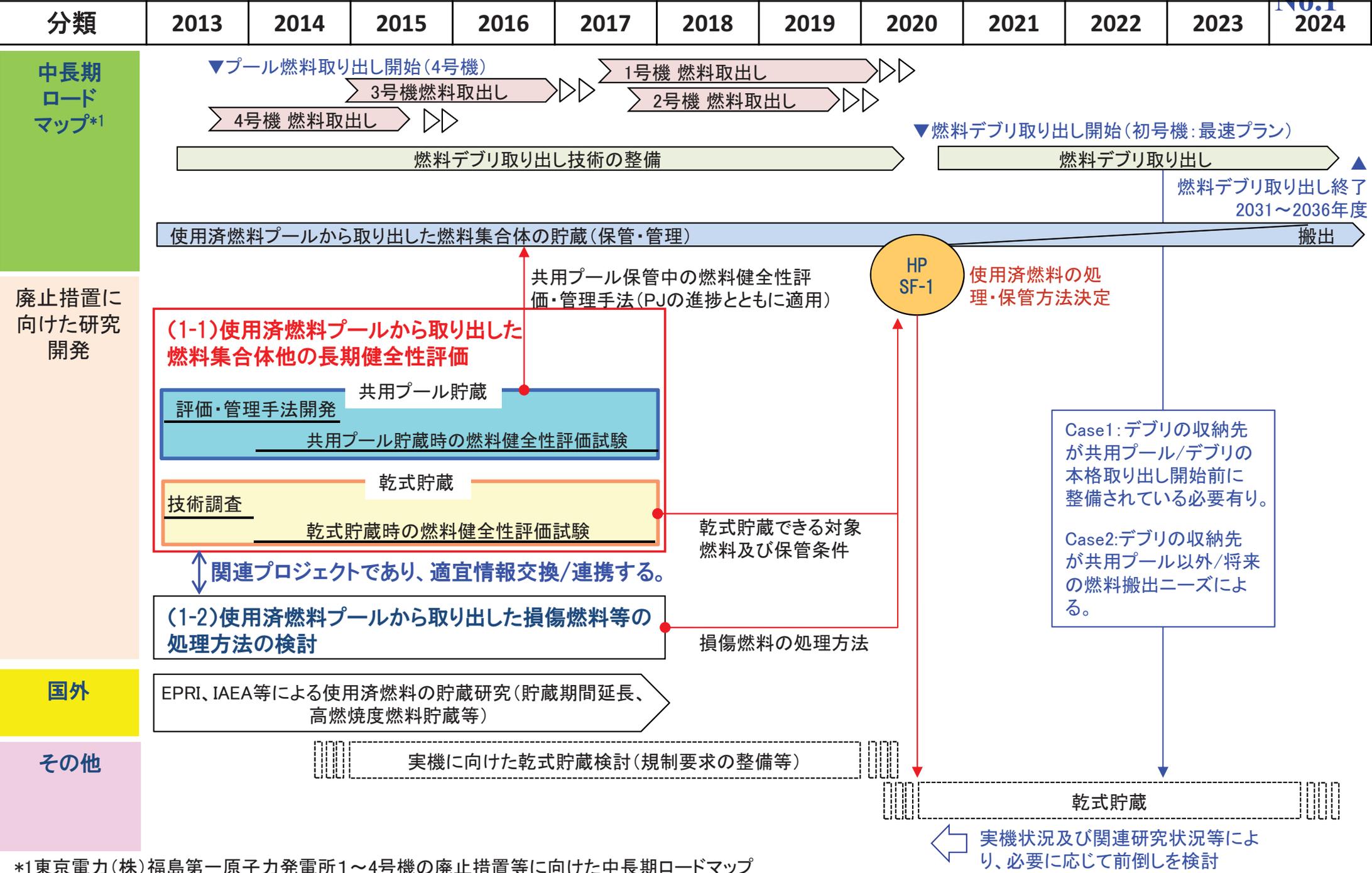
使用済燃料プールから取り出した 燃料集合体他の長期健全性評価

平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

1. 全体工程との位置づけ

No.1
2024



*1東京電力(株)福島第一原子力発電所1~4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ

2. 本プロジェクトの概要（H25年度計画）

No.2

平成25年度の主要目標

瓦礫の影響を模擬した浸漬試験結果から長期健全性評価のための試験条件を策定する。共用プールの水質変化を模擬した非照射燃料部材の腐食試験、強度試験を行い、長期健全性に及ぼす水質影響評価技術を確立する。また、乾式保管のための調査を実施する。さらに、使用済ペレットの共用プール水質への溶出挙動評価技術を確立する。

平成25年度の実施内容

1. 燃料集合体の長期健全性評価

- ① 長期健全性評価のための試験条件検討 (p5) : 使用済燃料プールおよび共用プールの水分析結果や瓦礫浸漬後の水質分析結果を基に、長期健全性評価のための試験条件を策定する。
- ② 共用プールでの燃料集合体材料の長期健全性評価 (p6) : 燃料の構造等を模擬した未照射試験片による腐食試験及び強度試験を実施し、共用プールに持ち込まれる瓦礫等が腐食に及ぼす影響や、瓦礫による損傷による腐食影響を評価する手法を確立する。
- ③ 共用プール保管燃料の状態調査 (p7) : 使用済燃料プールから移送する燃料の長期的な健全性確認手法を確立するため、使用済燃料の外観観察や酸化膜厚さ測定等の測定技術等を開発すると共に、今後の評価の比較データとして共用プールに事故前から保管されていた燃料の酸化膜厚さを調査する。
- ④ 乾式保管等に関する調査及び試験計画立案 (p8) : 損傷燃料の乾式貯蔵に関する調査及び、使用済燃料プールに保管している使用済燃料の乾式貯蔵の成立性検討に必要な試験の計画を立案する。

2. 燃料集合体移送による水質への影響評価

- ① 損傷燃料からの核分裂生成物 (FP) 等溶出評価 (p9) : 既に照射後試験施設に保管してある健全燃料から取り出した照射済ペレットを共用プール模擬水などに浸漬し、FP等の溶出挙動を調べる。

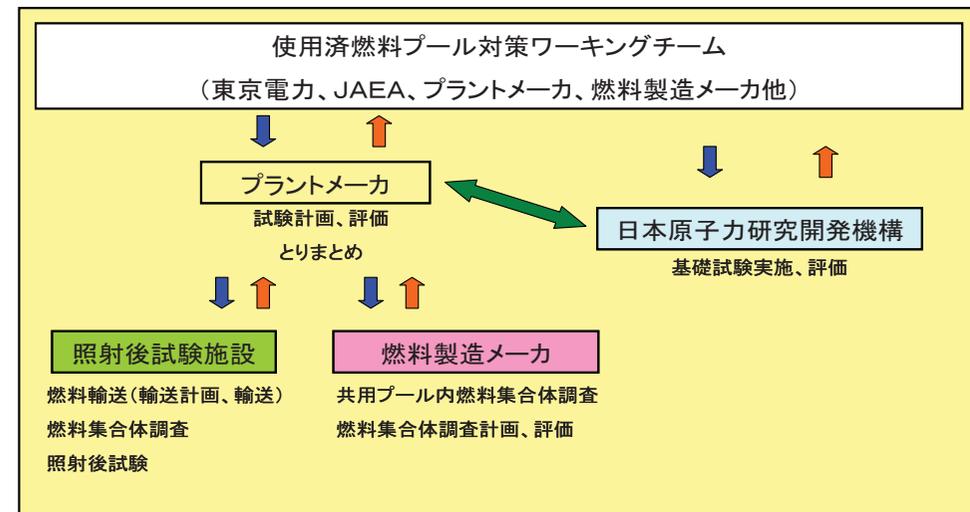
3. 長期健全性に係る基礎試験 (JAEA実施) (p10-11)

事故を経験した燃料被覆管と比較するため、健全燃料の使用済燃料被覆管を用いた加速腐食試験などの基礎試験を行う。

実施工程

事項/H25 期	1/4	2/4	3/4	4/4
1 燃料集合体の長期健全性評価技術開発		長期健全性評価のための試験条件検討		
		共用プールでの燃料集合体材料の長期健全性評価		
		共用プール保管燃料の状態調査		
		乾式保管等に関する調査及び試験計画立案		
2 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発		損傷燃料からの核分裂生成物 (FP) 等溶出評価		
		健全燃料による加速腐食試験		
3 長期健全性に係る基礎試験 (JAEA実施)				

実施体制



3. 本プロジェクトの概要（湿式保管の長期健全性評価の考え方）

湿式保管研究開発の目的

燃料取出し作業に対して使用済燃料プール(SFP)の特異な環境(海水注入、瓦礫落下)の影響がないことは、4号機からの燃料取出し作業に先立って、SFP内新燃料調査や水質模擬腐食試験等により確認されている。本研究開発の目的は、海水注入および瓦礫混入の特異性を考慮した燃料集合体の長期健全性評価および長期保管方法に関する検討を行うことである。

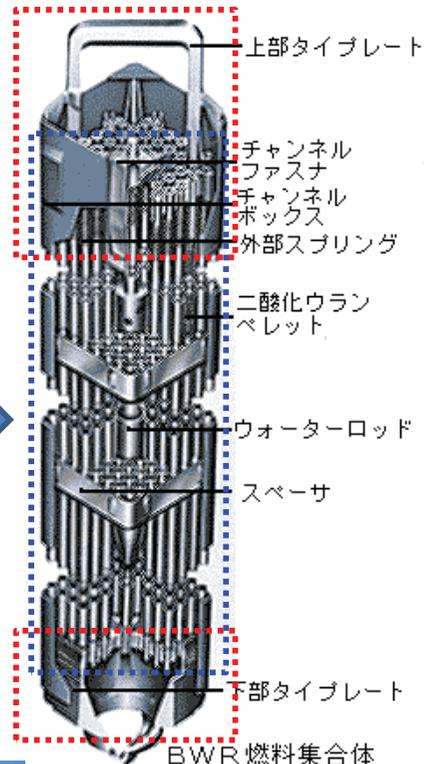
1FサイトのSFPから取り出した燃料集合体の長期健全性

SFPから共用プールに移送した燃料集合体が、長期保管後に中間貯蔵／処理施設での受入れが可能であること。

- 構造健全性 ⇒ 荷重伝達経路が構造強度を満足。
- 被覆管密閉性 ⇒ 燃料被覆管からFP漏洩による影響評価(例えば乾式保管時の規格基準値以下)。

構造健全性

- ハンドル
- 上部タイプレート
- タイロッドボルト締結部



被覆管密閉性

- 燃料被覆管

構造健全性

- 下部タイプレート

1Fサイトの燃料集合体長期健全性評価の課題

1Fサイトの燃料集合体健全性評価にあたり以下の特異性を考慮する必要がある。

- 海水注入によるSFP水質変化
 - 塩化物イオン等の海水成分混入
 - 導電率増大
- SFPへの瓦礫混入
 - pH増加(アルカリ化)
 - 燃料集合体の損傷(キズ、変形等)

SFPでこれらの履歴を受けた燃料集合体が共用プールに移送された後の長期健全性を確認する。

共用プール(湿式)保管時に懸念される事象

- 共用プール内での腐食

- 材料因子

• 炉内で使用中の照射履歴が材料特性に及ぼす影響

• 瓦礫落下による新生面露出

実燃料部材による評価
基礎試験※(腐食試験等)による評価

- 環境因子

• SFPから燃料とともに持ち込まれる瓦礫からの溶出

実燃料より採取された瓦礫による評価

- 海水成分
- コンクリート成分

• 燃料破損部からのFP溶出

使用済燃料による評価

• 放射線による局所水質変化

基礎試験※(γ線照射試験等)による評価

実機燃料等を用いた試験により実証的なデータを取得し、既存データと併せて条件を設定し1F燃料の長期健全性を評価する。また基礎試験※により照射影響および加速試験法の検討を行う。

※文科省からの運営費交付金によりJAEAが実施

4. 本プロジェクトの概要（乾式保管の長期健全性評価の考え方）

乾式保管研究開発の目的

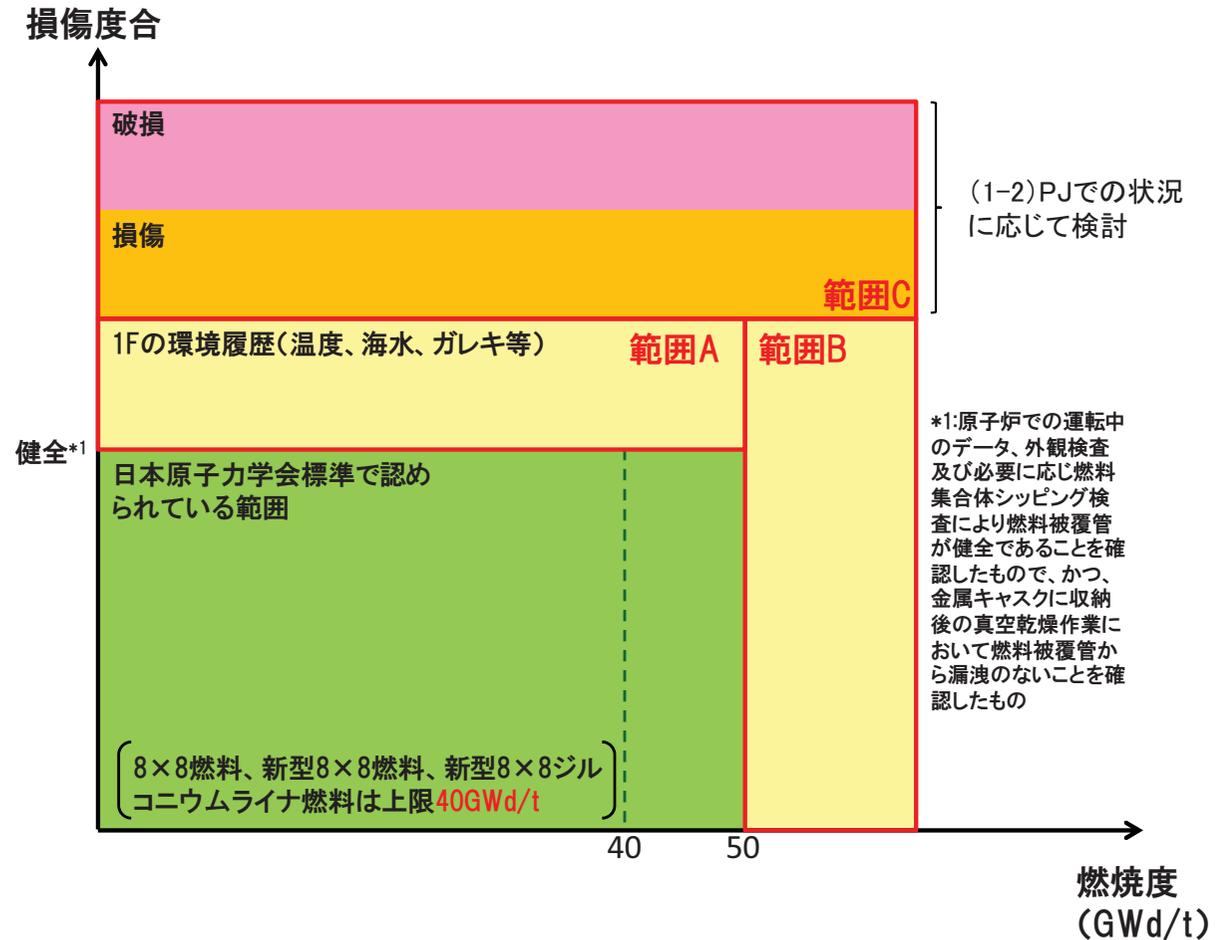
廃止措置等に向けた中長期ロードマップの中で「使用済燃料の処理・保管方法の決定」が2020年度にHPとして設定されている。その中で乾式による保管も有力な保管方法の一つであるが、海水や瓦礫のような1Fサイトの1～4号機SFP特有の環境履歴を受けた燃料の乾式保管時の健全性を評価した試験データがなく、乾式保管可否を判断するために整備が必要となっている。

また、数年内に共用プールに運び込まれる予定の燃料は多く、今後デブリの収納先の検討結果によっては共用プールの容量に余裕がなくなる。この中の燃料の一部でも乾式保管することで、共用プールの容量の確保が可能となる。共用プールに容量が確保された場合、燃料デブリの保管先になる可能性もある。

<乾式保管時の燃料集合体長期健全性評価の課題>

1FサイトのSFPIに保管されていた燃料集合体にはSTEPⅢ燃料が含まれている。高燃焼度燃料であることに加えて、震災後の環境条件他を考慮すると以下が課題として考えられる。

- ①海水注入などによる被覆管表面の付着物等の影響に関しては知見がない
- ②落下瓦礫による傷など、瓦礫が乾式保管時の健全性に与える影響については知見がない



- 範囲A: 本事業の乾式保管の検討で優先的に実施する範囲
- 範囲B: 本事業での実施に関してH25年度の技術調査をもとに検討した結果、H26年度実施内容から追加検討する範囲
- 範囲C: 「(1-2)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」の検討状況に応じて、乾式保管の検討可否を検討する範囲

実施内容

2012年8月に4号機のSFPから共用プールに移送した新燃料調査の結果、燃料集合体のすきま部に瓦礫が入り込んでいることが確認された。瓦礫からの海水成分やコンクリート成分の溶出で、チャンネルボックス内の局所的な水質に影響を及ぼすことが懸念されるため、本試験では、新燃料調査時に4号機から採取した瓦礫を用いた溶出試験を実施し、水質に与える影響を評価する。

共用プールの水分析結果や瓦礫浸漬後の水質分析結果を基に、長期健全性評価のための試験条件を策定する。

4号機のSFP燃料に混入していた瓦礫を用いた浸漬試験

□ 試験条件

瓦礫形状: 石状、砂状

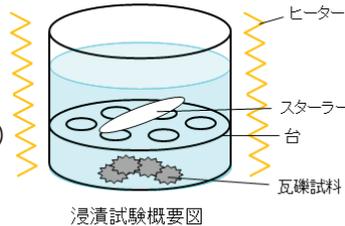
溶液量: 100mL

浸漬温度: 60°C

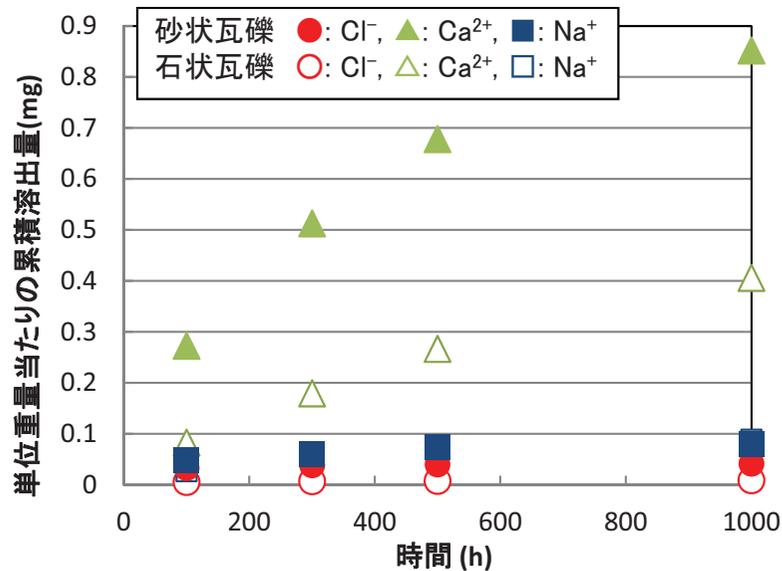
浸漬時間: 1000hr (100、300、500hrで溶液採取)

雰囲気: 大気開放条件

測定方法: イオンクロマトグラフ、
誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS)



□ 試験結果



- ◆ 海水成分のCl⁻, Na⁺, コンクリート成分のCa²⁺を検出した。
- ◆ 浸漬時間の増加により累積塩化物イオン濃度が飽和に近づく傾向。

模擬瓦礫を用いた浸漬試験

□ 試験条件

模擬瓦礫: 市販コンクリートを塩化物イオン濃度が6000ppm程度、水温が90°Cの海水
模擬溶液に浸漬した瓦礫

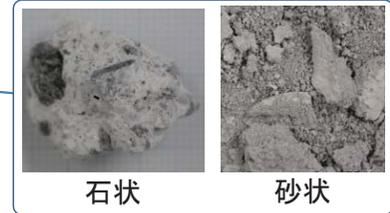
瓦礫形状: 石状、砂状

溶液量: 100mL

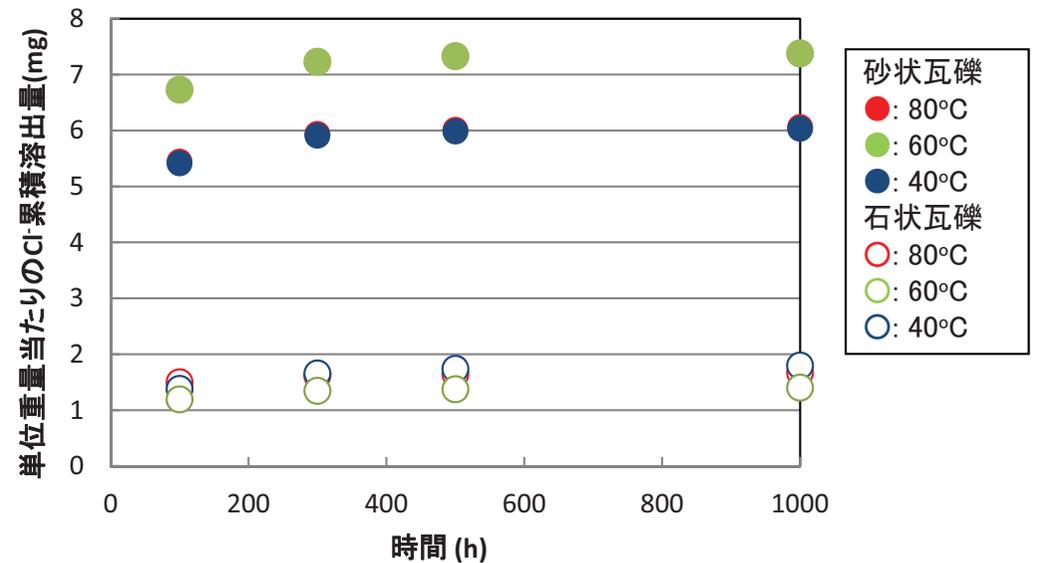
浸漬時間: 1000hr (100、300、500hrで溶液採取)

浸漬温度: 40、60、80°C

測定方法、雰囲気はSFP燃料瓦礫浸漬試験と同等



□ 試験結果



- ◆ 浸漬時間の増加により累積塩化物イオン濃度が飽和に近づく傾向。
- ◆ 温度による塩化物イオン濃度の溶出量依存性は見られなかった。

6. 本プロジェクトの成果 メーカー実施分（実施内容1. ②）

実施内容

2012年8月に4号機のSFPから共用プールに移送した新燃料の調査の結果、燃料集合体のすき間部に瓦礫や異物が入り込んでいることを確認した。このような瓦礫は完全に取り除くことは困難であり、共用プールに持ち込まれることになる。そのため、瓦礫の存在や、瓦礫によって生じる傷や応力などが腐食に与える影響を評価する。

浸漬試験マトリクス

模擬条件	目標塩化物イオン濃度(ppm)	目標温度(°C)	浸漬時間	
			1000h	2000h
高塩化物イオン濃度経験(1000h)+コンクリート瓦礫	2500 →100	90 →60	●①	●
コンクリート瓦礫(小片)	100	60	-	●
コンクリート瓦礫(砂礫)			●	●
鉄瓦礫			-	●
表面きず(目標深さ10μm)			-	●
表面きず(目標深さ100μm)			●	●
応力付与(2条件)			-	●



浸漬前(B型下部、①条件)



浸漬後(B型下部、①条件)



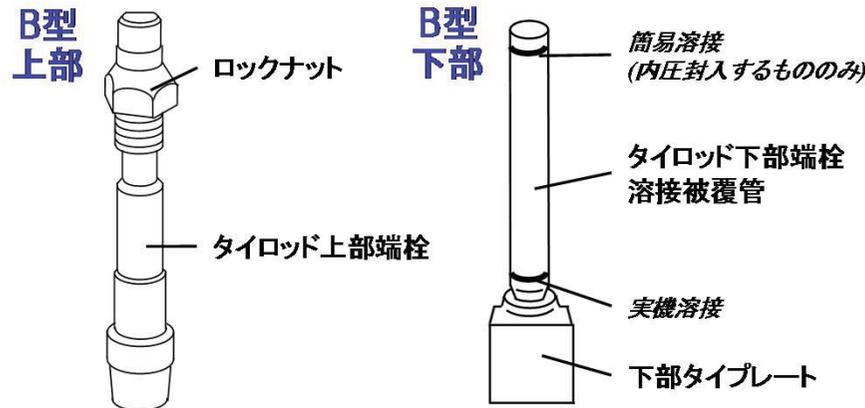
浸漬後(B型上部ロックナット、①条件)



浸漬後(B型下部下部タイプレート、①条件)



浸漬液から取り出し後
(Cl-濃度:2,500 ppm、90°C)



- ・評価対象の被覆管、内部のねじ部に顕著な腐食は確認されなかった。
- ・取り出したコンクリート表面に白色の沈殿物が確認された。EDSで元素分析した結果、主としてMg、Si、Caが検出された。人工海水の成分のうち、溶解度の低いこれらの水酸化物や炭酸化物であると推定される。
- ・浸漬試験後、一緒に入れた砂礫上のコンクリートが固まっていた。

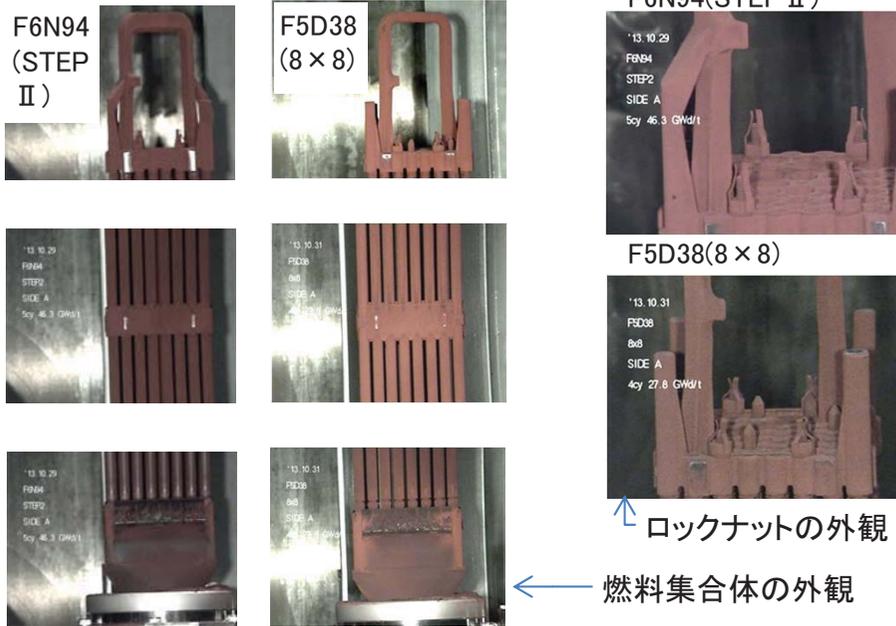
実施内容

今後、SFPから取り出され、共用プールに移送された燃料集合体については、使用済燃料の長期的な健全性を確認する目的で、定期的に健全性を確認する必要がある。今年度は、共用プールに貯蔵中の使用済燃料を用いて燃料棒の酸化膜厚測定及び外観観察を実施し、今後の調査のための比較データを採取する。調査対象燃料については、燃料のタイプや使用履歴、被覆管の製造条件等を考慮し、選定する。

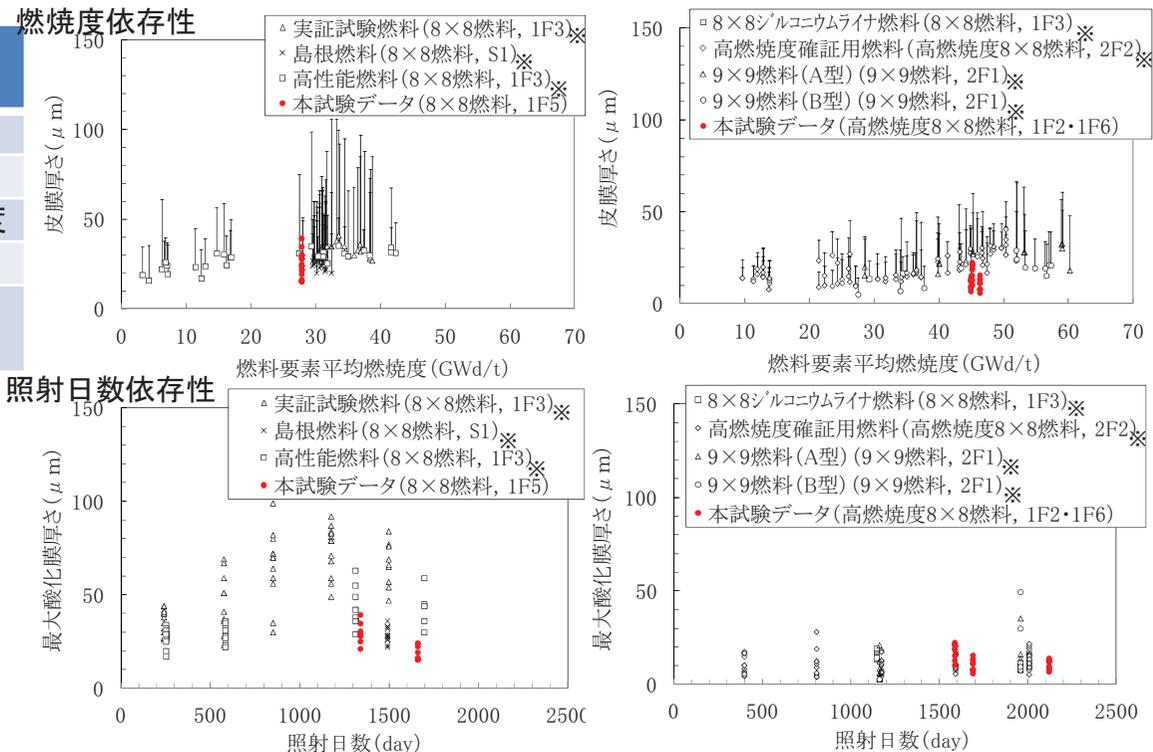
調査対象燃料の選定

燃料番号	メーカー	燃料タイプ	燃焼度 (GWd/t)	Cy	照射日数	備考
F2RN1	NFI	STEP II	45.1	4	1586	燃焼度が高い
F6N94	GNF-J	STEP II	46.3	5	1688	燃焼度が高い
F6M40	GNF-J	STEP II	44.9	6	2118	照射日数が2000日程度
F5D38	GNF-J	8x8	27.8	4	1339	燃焼度が高い
F5C23	GNF-J	8x8	27.8	5	1659	燃焼度範囲は同等で照射日数が多い

外観観察



酸化膜厚さ測定



財団法人 原子力安全基盤機構 「平成17年度高燃焼度9×9型燃料信頼性実証成果報告書」平成18年7月
 財団法人 原子力安全基盤機構 「平成18年度高燃焼度9×9型燃料信頼性実証成果報告書」平成19年12月

・外観観察では一様な褐色のクラッドに覆われており、特異な腐食挙動は認められなかった。また浄化系の停止に伴う水質低下時に懸念される塩化物イオン増加による隙間腐食を示唆する局所的な錆の付着も認められなかった。

・酸化膜厚さ測定結果と従来データとの比較を行ったが、今回の測定結果は従来データの範囲内の値であり、特異な腐食挙動は確認されなかった。

実施内容

平成25年度は平成26年度以降の試験計画を立案するために、国内外の乾式保管に関する①規制、②事例、③試験データの調査を実施する。その際、当該燃料を乾式保管を実施する場合の課題などを抽出する(例：NUREG、Interim Staff Guidance(ISG)等)。

海外実績

米国では、既に多くの燃料を乾式貯蔵している。
欧州でもドイツ、スイス、トルコ、ロシア、ベルギーなどで既に乾式保管の実績が存在している。米国を含め、一部では破損燃料の保管も実施している。

海外の現状

最終処分場の目処がたたないため、乾式保管年数の延長が課題であり、また、今後の乾式貯蔵を考慮した場合の高燃焼度燃料の保管に関しても課題になっている。そのため、欧米では各機関で研究・評価が現在も進められている。

本実施項目の最終アウトプット

乾式保管できる燃料の範囲及び追加規定要否について明確にする。

H25年度の課題抽出状況

劣化機構		可能性のある1F環境影響事象候補
化学的要因	腐食	表面付着海水成分等による腐食への影響
	水素脆化	表面傷による応力集中、温度勾配による水素化物偏析への影響
熱的要因	クリープ	表面傷等による減肉・応力集中の影響
	照射硬化回復	—
	水素化物再配向	表面傷による応力集中、温度勾配による水素化物偏析への影響
	SCC	海水成分付着による影響、タイプレート含む →部材表面に海水成分がどの程度残留しているかの確認が必要
	DHC	表面傷等による発生・進展への影響 →表面傷などによる水素化物偏析状況の確認が必要
放射線要因	中性子照射脆化	—
機械的要因	外力	燃料棒曲がり⇒水素化物析出などへ影響の可能性
その他		瓦礫水分の影響(水素発生、腐食)

実施内容

瓦礫落下による燃料棒破損に伴いSFP水(例:3号機高pH)およびコンクリート瓦礫が燃料集合体内にある状態で共用プールに持ち込まれる可能性がある。共用プール内においても燃料部位において局所的に高pHとなる可能性があり、高pH環境下での燃料ペレットからのFP溶出挙動は不明。また高燃焼度ペレットのデータ少なく、かつ腐食に影響する可能性のあるヨウ素等ハロゲン元素の測定例も少ない。

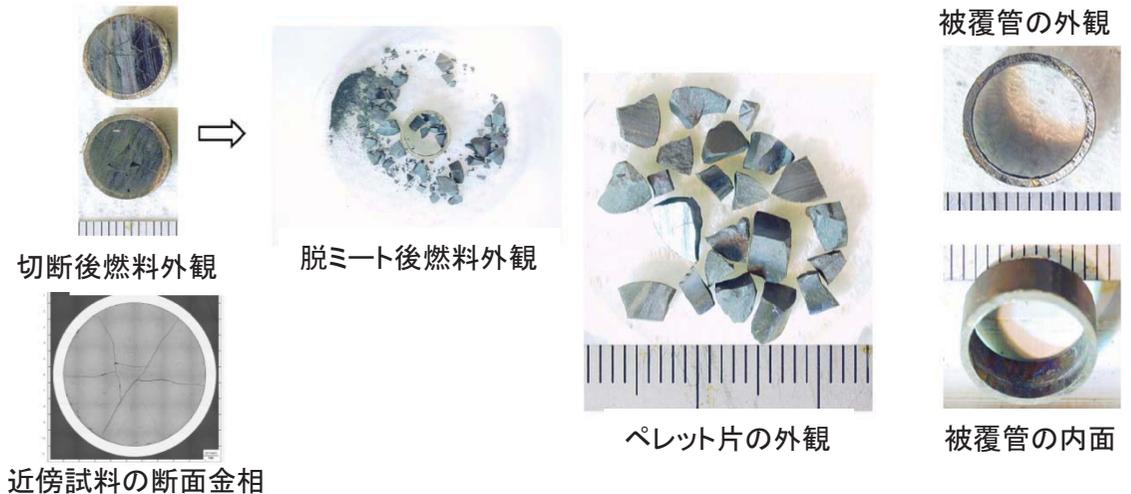
本試験は、共用プールでの燃料長期保管安全性を示すため、高pH環境下において、高燃焼度ペレットに関し、ハロゲン元素を含むFP溶出データを試験により取得・拡充し、燃料部材の腐食挙動評価の際の条件設定に用いる。

試料準備

供試燃料棒:5サイクル照射済9x9A型LUAのC6燃料棒
(燃料棒平均燃焼度:約56GWd/t)

試験前データ:外観観察、重量測定、燃焼度測定、断面観察

試験片タイプ	①(被覆管)	②(ペレット破片)	③(被覆管+ペレット破片)
概略図	 ペレットを抜取った被覆管	 被覆管から抜取ったペレット	 ペレットを抜取った被覆管 + 被覆管から抜取ったペレット



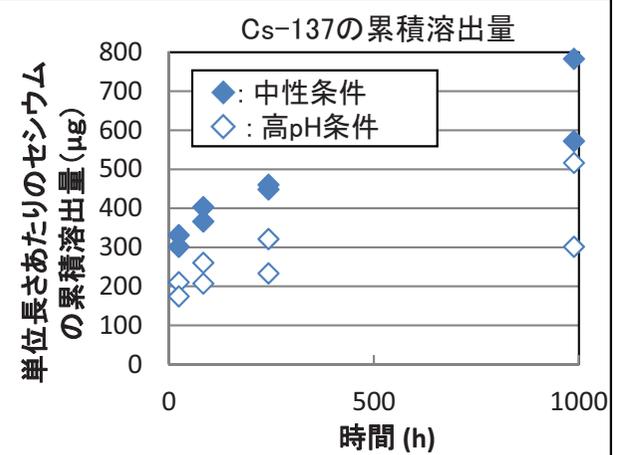
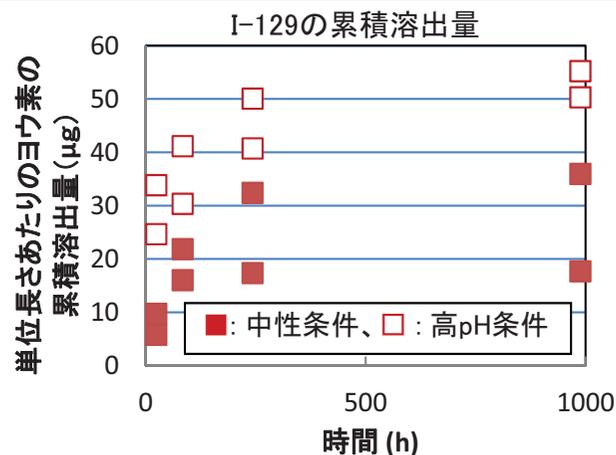
水質分析試験

□ 試験条件

試験水質:純水、純水+水酸化カルシウム(pH約12目標)
浸漬温度:約60°C
浸漬時間:1000hr(24、72、240hrで溶液採取)
測定方法:γ線計測、ICP-MS

□ 試験結果

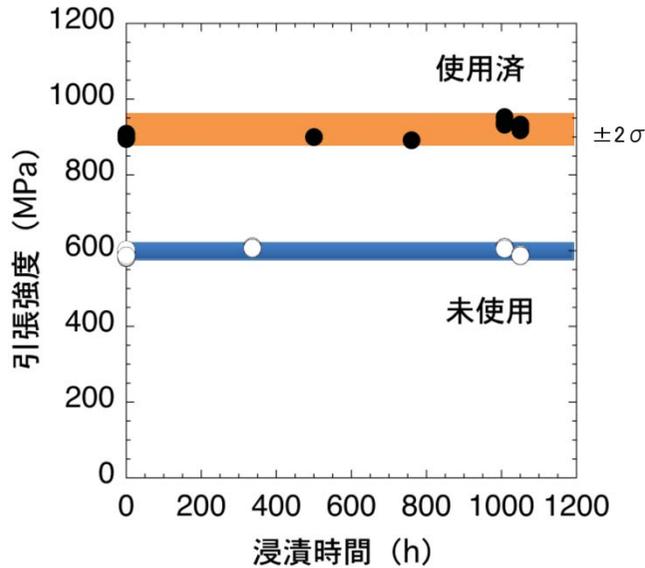
- ◆ 浸漬時間とともにヨウ素累積溶出量が飽和する傾向を確認、セシウムの累積溶出量については、1000時間後も溶出量が増加する傾向であった。



実施内容

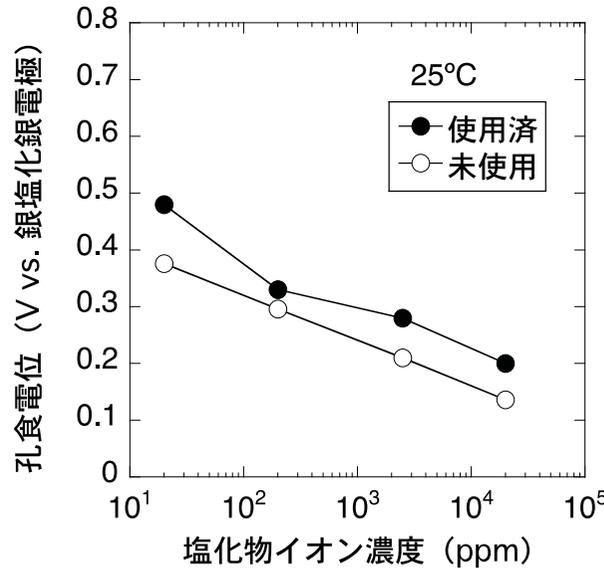
- ①事故初期プール環境履歴が、被覆管の機械的強度に与えた影響を80℃海水に浸漬した被覆管のリング引張り試験で評価する。
- ②使用済被覆管の孔食発生への酸化皮膜の影響を、人工海水中での孔食電位測定により調査する。
- ③未使用被覆管の孔食発生への放射線場(高酸化性環境)の影響を、ガンマ線照射下で孔食電位測定を実施して評価する。

①80℃で1000時間まで海水浸漬した使用済被覆管の引張強度



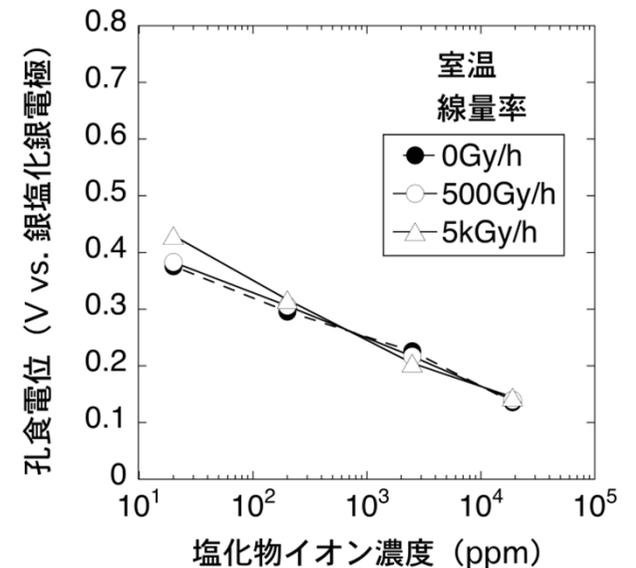
温海水に晒されたことによる有意な強度特性変化はなく、腐食も認めず。

②未使用及び使用済被覆管の希釈人工海水での孔食電位



使用済被覆管(酸化皮膜付)の孔食電位は、未使用被覆管(酸化皮膜無し)より高かった。

③希釈人工海水での未使用被覆管の孔食電位に及ぼすガンマ線照射(水質変化)の影響



放射線下で、海水成分を含む水中で、孔食電位は低下することはなかった。

試験結果(概要)

- ①高温海水への短期間の浸漬履歴は、強度特性に影響しない。
- ②酸化皮膜の存在により被覆管の孔食発生は抑制される。
- ③放射線場で、被覆管の孔食発生電位は低下しない。

まとめ

- 使用済燃料プール環境では、燃料被覆管の孔食発生の可能性は低く、腐食の観点からは損傷していない被覆管は健全と推定される。

※文科省からの運営費交付金によりJAEAが実施

実施内容

- ① 福島第一原発(1F)4号機の使用済燃料プールから引き上げられた新燃料集合体に、平成24年8月の共用プールにおける目視点検では腐食の痕跡は認められなかったが、現場の目視検査では確認できなかったネジ部等の特異な部位を重点とする詳細な検査を行う。
- ② 表面汚染の付着状況、部材表面及びネジ部内面等の腐食及び割れの有無等を調査し、新燃料の部材健全性を評価する。

検査した部材

ロックナット
(ステンレス)

スペーサータブ
(ジルカロイ合金)

膨張スプリング
(ニッケル合金)

主要実施項目

汚染検査
表面観察
断面観察
EPMA*分析

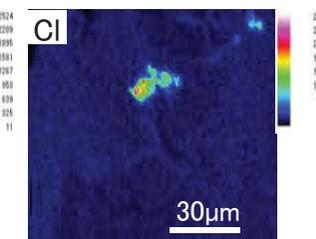
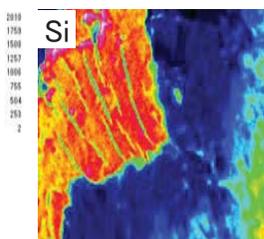
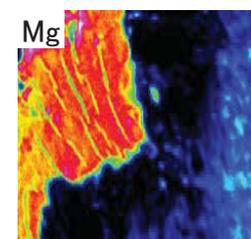
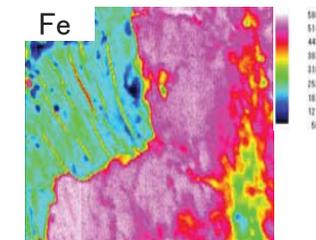
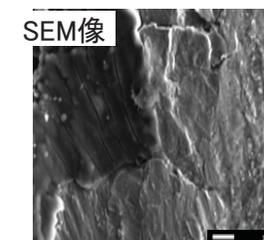
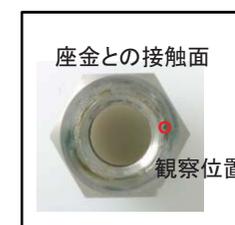
ロックナットの汚染検査結果 γ線強度(cps)

	Mn-54	Co-60	Cs-134	Cs-137
洗浄前	1.72	22.20	ND	ND
攪拌 洗浄後	1.60	22.15	ND	ND
超音波 洗浄後	0.54	16.73	ND	ND

ND: 不検出

Mn-54, Co-60を検出
Cs-134, Cs-137は不検出

ロックナット表面の走査電子顕微鏡像とEPMA分析結果



海水由来成分(Mg, Si, Cl元素)を検出

* EPMA: 電子線プローブマイクロアナライザー

調査結果(概要)

- ① 表面汚染はクラッド由来(Mn-54, Co-60)と判断された。
- ② 部材表面に海水成分が固着していた。
- ③ 観察した部分では、腐食痕跡やき裂は観察されなかった。

まとめ

- 検査した部材では、燃料集合体の取扱い作業に影響する可能性のある腐食事象は認められなかった。

※文科省からの運営費交付金によりJAEAが実施

1. 燃料集合体の長期健全性評価

①長期健全性評価のための試験条件検討(p5) :

- ・瓦礫浸漬時間の増加により、累積塩化物イオン濃度が飽和に近づく傾向が見られた。また温度による塩化物イオン濃度の溶出量依存性は見られなかった。
- ・今後は得られる水質分析結果を基に、長期健全性評価のための試験条件を策定する。

②共用プールでの燃料集合体材料の長期健全性評価(p6) :

- ・平成25年度の試験の結果、評価対象の被覆管、内部のねじ部に顕著な腐食は確認されなかった。

③共用プール保管燃料の状態調査(p7) :

- ・共用プール保管燃料は、外観観察、酸化膜厚さ測定結果から健全燃料と同等の傾向を示しており、震災直後の共用プール水の変化を経験しているものの、今後各号機のSFPより共用プールに移送されてきた燃料の腐食挙動を評価する際の比較データとして活用できるものと考えられる。

④乾式保管等に関する調査及び試験計画立案(p8) :

- ・国内外の知見の整理を実施し、1F燃料の乾式保管を考慮した場合の課題について整理した。

2. 燃料集合体移送による水質への影響評価

①損傷燃料からの核分裂生成物(FP)等溶出評価(p9) :

- ・浸漬時間とともにハロゲン元素であるヨウ素の累積溶出量が飽和する傾向を確認した。

3. 長期健全性に係る基礎試験(p10-11)

- ・使用済被覆管を用い、酸化皮膜が孔食発生を抑制すること、1000時間の海水浸漬で引張強度は低下しないことを示した。
- ・4号機新燃料から採取された部材の汚染はクラッド由来であること、表面に海水由来の付着物があることを確認した。
- ・今後は海水成分の燃料部材への移行挙動および放射線による局所的な水質変化の腐食への影響を評価する。

今後は今年度結果を踏まえて、事故を経験した使用済燃料の現状や共用プールでの長期保管を前提とした腐食影響、水質側への影響について確認するとともにこの保管方法について検討していく。

平成25年度実績概要

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

平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

目的

東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の原子炉建屋プールの燃料には、海水による塩分等の不純物の付着が考えられ、一部の燃料は落下したコンクリート片などにより損傷、漏えいしている可能性もある。

これら燃料は、取り出し後当面、同発電所内の共用プールに保管する計画であるが、将来の処理・処分に向けた方向付けを行う必要が出てくることから、まずは再処理の技術的な成立性を判断するため、損傷燃料等の取扱いに係る国内外の事例等を調査することにより、再処理における技術的課題及びその対策を整理する。また、実施可否に係る判断指標を整備する上での必要な情報及び課題を整理する。

平成25年度実施計画

(1) 国内外における損傷燃料等に関する事例調査

再処理施設内での損傷燃料の移送及び貯蔵等における課題の抽出及びその対応の検討に資することを目的とし、法令報告書等の公開資料・文献等から国内事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査する。また、IAEA等の損傷燃料に関する文献や国際原子力情報システム (INIS) 等のデータベースを利用し、国外事例も同様に調査する。

(2) 諸外国における損傷燃料等の取り扱い要件・判断基準等の調査

再処理施設において損傷燃料を取り扱うための判断指標の整備、及び再処理施設内における課題の抽出及びその対応の検討に資することを目的とし、諸外国における燃料の損傷状態を分別するための確認項目、判断基準、燃料の検査方法等についての文献調査等を行う。

(3) 再処理施設における損傷燃料等の取り扱い方法、事例の調査

再処理施設において損傷燃料等を取り扱う上での課題や制約条件を把握することを目的とし、現状の国内再処理施設の許認可資料における使用済燃料の取り扱いについての記載内容を整理する。また、東海再処理施設におけるピンホール燃料の処理実績を調査し、その取り扱い方法について健全な使用済燃料との相違点等についてとりまとめる。さらに、海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例について文献調査等を行う。

(4) 再処理に向けた判断指標及び技術的課題の整理

上記結果を踏まえ、再処理の実施可否にかかる判断指標の整備に必要な情報及び課題、以降の研究計画に反映すべき損傷燃料等の取り扱いに係る技術的課題を抽出し、それらへの対応策について整理する。

(1) 国内外における損傷燃料等に関する事例調査(その1)

○国内事例

国内の事例については、一般財団法人原子力技術協会が運営している原子力施設情報公開ライブラリー「ニューシア」等により調査を行い、BWR35件、PWR38件、その他12件の損傷事例について報告書等を収集。燃料損傷の要因・状態及び取扱い方法について整理を実施。

⇒数は少ないものの燃料集合体の補修事例、破損燃料の輸送、漏えいが疑われる燃料集合体の検査項目について情報有り(具体的な補修方法及び輸送等に係わる情報はなし)。

○国外事例

海外の損傷燃料の取り扱い事例についてIAEAにより報告されている。また、アメリカの損傷燃料の事例や経験について、パシフィックノースウエスト研究所(PNL)及びアイダホ国立研究所(INL)により報告されている。損傷燃料等に係わる有用な事例及び取扱い方法について整理を実施。

1) IAEA, Catalogue of methods, Tools and Techniques for Recover from Fuel Damage Events, IAEA-TECDOC-627, 1991. TMI-2、Chernobylを含む主要な事故などで実際に使用された装置等について、この分野での経験がある加盟国等にアンケート調査を行い、その結果について報告。アメリカGE社が開発したBWRバンドル分解ツール、フランスFRAGEMA社が開発した損傷PWR集合体の補強方法及び実績(約200体)等の情報を含む。

2) IAEA, Storage of Water Reactor Spent Fuel in water Pools, IAEA, Technical reports series No.218, 1983.

使用済燃料貯蔵プールに係わる事項について世界22か国に対してアンケート調査を行いその結果について報告。欠陥燃料の貯蔵方法として約30%が集合体をカプセル化、5%は取り外した欠陥ロッドをカプセル化、20%は囲われたバスケットに貯蔵等の情報を含む。

(1) 国内外における損傷燃料等に関する事例調査(その2)

3) IAEA, Underwater inspection, repair and reconstitution of water reactor fuel, IWGFPT/29,1988.

フランスでは、漏えい燃料は、再処理、修理後に原子炉へ再装填、そのまま原子炉へ再装填されるものがあり、損傷燃料は修復、復元されたのち原子炉へ再装填。修理に係わる主要な装置は作業台、“OSCAR”と呼ばれる燃料棒引き抜き装置、“PIC”と呼ばれる燃料棒引き抜き・挿入装置で構成される。

アメリカでは、破損または損傷燃料集合体は、アセンブリの状況及び状態に応じて、いくつかの方法で修復。破損した燃料棒のみを互換性のあるロッド(濃縮度、寸法形状)に交換するか、スケルトンと呼ばれる新しい集合体の骨組みに損傷した集合体から健全な燃料棒を移し替える手法にて修理。

ベルギーでは、フランスFRAGEMA社等が損傷燃料の修理を実施しており、20体の修理実績について報告。

4) W.J.Bailey, Categorization of failed and damaged spent LWR fuel currently in storage, PNL-5882, 1987.

アメリカ等の破損燃料と損傷燃料の分類、種類及び事例について報告。損傷燃料に係わる情報分類を10段階(1.破損、あるいは損傷が視覚的に観察、2.カプセル化、あるいは他の是正措置を実施、3.特別なハンドリングが必要、4.稠密化処理が不可能、5.物理的変形、6.プールラックに不適合、7.被覆管損傷、8.放射能漏洩、9.その他、10.未収集)とし、各発電所から収集した損傷事例を整理。

5) W.J.Bailey, Experience with Failed or damaged spent fuel and its impact on handling, PNL-SA-17727, 1990.

アメリカ等の湿式及び乾式貯蔵の経験、破損または損傷燃料の取扱い、燃料の輸送、高燃焼度燃料の経験について報告。1988年末、貯蔵されている使用済燃料は62,700体であり、そのうち約3200体は破損又は損傷燃料。そのなかで、35体は特別な取り扱いが必要、1体は集合体ごとカプセル封入が必要。湿式及び乾式貯蔵における損傷の拡大などの影響は認められない。損傷燃料の乾式輸送は汚染拡大の可能性。

6) Brett Carlsen, et al., Damaged Spent Nuclear Fuel at U.S. DOE Facilities, Experience and Lessons Learned, INL/EXT-05-00760, 2005.

米国エネルギー省(DOE)は、海外研究炉燃料及び米国内サイトの使用済燃料をINL, HanfordおよびSavannah Riverで一元管理・貯蔵している。DOE管理下のSNFは数百種類あり、損傷燃料も含まれるが、長年、安全に貯蔵されている。これまでのSNF貯蔵環境とSNF劣化、極端に劣化したSNFの取り扱いと再梱包の経験、および関連する教訓の概要について報告。湿式貯蔵における水化学、燃料と水の相互作用、乾式貯蔵のためのSNFの乾燥、乾式環境におけるUO₂燃料の酸化、中間貯蔵期間の延長における懸案事項、損傷SNFに対するキャニスタの設計について報告。

(2) 諸外国における損傷燃料等の取り扱い要件・判断基準等の調査

○諸外国の損傷燃料の取り扱い要件・判断基準等について、以下の公開文献を調査

1) IAEA, Management of Damaged Spent Nuclear Fuel, IAEA Nuclear Energy Series No. NF-T-3.6, 2009.

損傷燃料処理を必要としている国等に指針を提供することを目的とし、IAEA技術会合における各国の情報提供に基づき、損傷燃料の識別方法、管理指針、性能要件及び検知技術について報告。また、損傷燃料の取り扱い方法(燃料棒の交換、容器への封入、水のろ過、気体廃棄物のろ過等)が纏められている。

2) IAEA, Spent Fuel Performance Assessment and Research:Final Report of a Coordinated Research Project (SPAR- II),IAEA-TECDOC-1680,2012.

使用済燃料の長期貯蔵に関する技術的知見を高めることを目的とし、貯蔵設備及び使用済燃料の健全性評価・研究について各国の経験を収集し報告。各国の燃料の健全性の定義、検知技術の概要、容器の概要等が纏められている。

○更に詳細なものとして、以下の米国指針・規格等を調査

1) NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, Interim Staff Guidance-1, Rev 2, Classifying the Condition of Spent Nuclear Fuel for Interim Storage and Transportation Based on Function. (Formerly entitled “Damaged Fuel”),2007.

2) AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE, Characterizing Damaged Spent Nuclear Fuel for The Purpose of Storage and Transport, ANSI N14.33-2005, 2005.

3) Electric Power Research Institute, Industry Spent Fuel Storage Handbook, 2010.

(3)再処理施設における損傷燃料等の取り扱い方法、事例の調査

○国内再処理施設における使用済燃料の取り扱い方法の調査

再処理事業指定申請書における使用済燃料の取り扱いについての記載内容を整理。

○東海再処理施設におけるピンホール燃料等の再処理事例調査

・ピンホール燃料

ピンホール型のPWR燃料16体の再処理実績あり。

ピンホール燃料は原子炉施設において密封性を有する燃料缶に収納した上でキャスクに収納し輸送。再処理施設のプールで燃料缶から燃料を取り出し、密封容器付燃料貯蔵バスケットに収納・貯蔵。以降の取り扱いは健全な燃料と同一。

・再組立燃料集合体

照射後試験に供した燃料の再組立燃料集合体3体(BWR燃料の部材を用い、被覆管付きの燃料片や燃料ペレットをウォータ・ロッドの中に充填)の再処理実績あり。

再組立燃料は照射後試験施設において密封容器に収納した上でキャスクに収納し輸送。以降の取り扱いは、U量が少ないことによる調整工程での硝酸ウラニルの添加を除き、健全な燃料と同一。

構造が通常の燃料と若干異なることから、せん断に係る評価を実施し、再組立燃料の構造に反映。また、事前に模擬燃料集合体のせん断試験を実施。



東海再処理施設における燃料缶(燃料取り出し後)の取り扱い

(3)再処理施設における損傷燃料等の取り扱い方法、事例の調査

○海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例調査

公開文献の調査の他、大使館を通じて英・仏の再処理事業者へ情報提供依頼を実施。また、1月末に英・仏の再処理施設を訪問、損傷燃料等の取り扱いに係る施設等を視察。

・イギリスにおける損傷燃料の再処理事例

BWR損傷燃料をマルチエレメントボトルに収納し、輸送・再処理した事例、BWR損傷燃料を補強、容器及びマルチエレメントボトルに収納し、輸送・再処理した事例等あり。また、損傷したBWR燃料棒を保管・輸送するためのQuiverと呼ばれる容器を開発、再処理施設で使用するためのせん断試験を実施。その他、AGR燃料棒を缶に収納し再処理している。

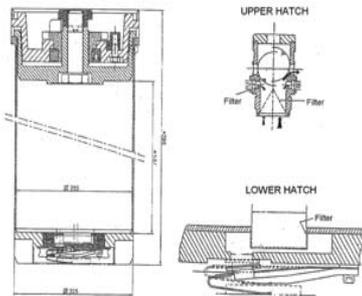


BWR用マルチエレメントボトル*

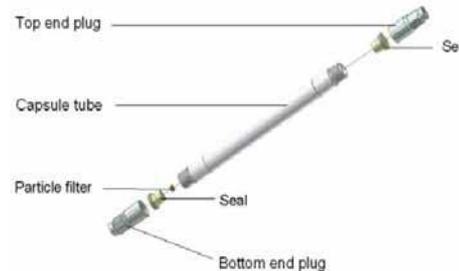
*A.H.C.Callaghan, et al., The Management of Non-standard, Failed and Damaged Oxide Fuels at Sellafield, 2005.

・フランスにおける損傷燃料の再処理事例

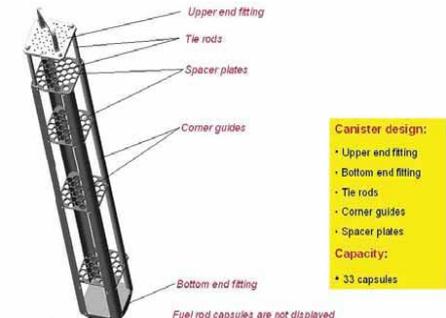
排水機能、排気機能(フィルタ付)を有する燃料集合体用容器(ボトル)を用い、損傷燃料の輸送・再処理した事例等有り。また、輸送・再処理等の必要条件を考慮した排水機能、排気機能(フィルタ付)を有する燃料棒用容器(カプセル)とそれを燃料集合体形状にするためのキャニスターの開発を実施。



損傷(ガスリーク)燃料集合体用容器**



燃料棒カプセル**



燃料棒カプセル用BWR型キャニスター**

Canister design:
 - Upper end fitting
 - Bottom end fitting
 - Tie rods
 - Corner guides
 - Spacer plates
 Capacity:
 - 33 capsules

**IAEA, Spent Fuel Performance Assessment and Research: Final Report of a Coordinated Research Project (SPAR-II), IAEA-TECDOC-1680, 2012.

(4)再処理に向けた判断指標及び技術的課題の整理

○再処理施設での損傷燃料の取り扱いを困難にする主な要因

- ・放射性物質の漏えい……プール水の汚染
- ・機械的強度の低下……チャンネルボックス取り外し、ハンドリングへの影響
- ・変形……チャンネルボックス取り外し、機器との干渉
- ・不純物の同伴……化学処理工程等への影響

○考えられる対応策(損傷状態、程度による)

- ・収納缶(密封(排気/排水機能)/非密封)
- ・補修・補強
- ・再組立

○主な技術的課題

- ・ハンドリングへの影響(チャンネルボックス、収納缶、補修・補強の影響含む)
- ・化学処理工程等への影響(腐食、製品、廃棄物、工程運転)

○考えられる判断指標(再処理施設における許容範囲)

- ・放射性物質の漏えい率
- ・変形量
- ・不純物の同伴量
- ・収納缶の構造・寸法 等

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	4月		5月					6月			7月		8月	備考
				27	4	11	18	25	1	8	15	22	上	中	下	前	
建屋内除染	共通	(実績) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定(継続) (予定) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発(継続) ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定(継続)	【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 【研究開発】総合的線量低減計画の策定														
	1号機	(実績) OR/B1階高所部汚染状況調査(継続) OR/B2~3階汚染状況調査(継続) (予定) OR/B1階高所部汚染状況調査(継続)	【研究開発】R/B2~3階汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】1階高所部汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】高圧水遠隔除染装置実機実証試験(準備作業含む)														(現状の線量で作業実施) ①PCV下部調査の穿孔作業【北西】: 2014年5月~(現状線量1~4mSv/h) (中所以下の除染・撤去・進へいを実施(エリア単位での引渡しを調整中)) ②滞留水移送ポンプ設置【エリア調整中】: 2014年10月~(8.9月で線量低減) ③PCV内部調査(X-100B)【北西】: 2014年12月~
	2号機	(実績) ○R/B1階除染作業(継続) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・R/B5階汚染状況調査(継続) (予定) ○R/B1階除染作業(継続) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・R/B5階汚染状況調査(継続)	R/B1階除染作業(アクセス性確保のため大物搬入口・機器ハッチ周辺について中所以下の除染実施) R/B1階除染作業(北側中所除染) 南西エリア中所/床面除染 北東エリア中所/床面除染 【研究開発】2号機R/B5階汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】ドライアイスプラスト遠隔装置実機実証試験(準備作業含む)														(低所除染まで(現状)で作業可能) ①PCV常設温度計設置2014年5月 (中所以下の除染・撤去・進へいを実施(エリア単位での引渡しを調整中)) ②RPV底部温度計修理:2014年6月 ③PCV下部調査【北東から開始予定】: 2014年7月~ ④滞留水移送ポンプ設置【エリア調整中】: 2014年9月~ ⑤PCV内部調査【北西】:2015年2月~
	3号機	(実績) ○R/B1階除染作業(準備作業)(継続) (予定) ○R/B1階除染作業(準備作業)(継続)	3号機R/B1階除染作業(準備作業) 3号機R/B1階除染作業 【研究開発】R/B2~3階汚染状況調査(準備作業含む) 【研究開発】1階高所部汚染状況調査(準備作業含む) R/B1階3Dスキャン														(中所以下の除染・撤去・進へいを実施(エリア単位での引渡しを調整中)) ①PCV1stエントリ(X-53)【北西】: 2014年10月~ ③滞留水移送ポンプ設置【エリア調整中】: 2014年10月~ ②PCV下部調査 ベント管周辺調査:2015年3月~ 追加:1階3Dスキャン
燃料デブリ取り出し準備	格納容器調査・補修	共通	(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) (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) ○【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)	【研究開発】格納容器調査装置の製作 【研究開発】格納容器補修(止水)工法の検討・止水試験 【研究開発】格納容器補修(止水)装置詳細設計													
		1号機	(実績) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 北西エリア穿孔作業・S/C上部調査・トラス室壁面調査装置実証試験(新規) (予定) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 北西エリア穿孔作業・S/C上部調査・トラス室壁面調査装置実証試験(継続)	最新工程反映 穿孔作業(北西)(S/C上部調査装置・トラス室壁面調査装置実証試験用) 実証試験 十分な穿孔装置操作トレーニング期間確保およびカバー解体に伴う放出抑制対策(バルーン設置)工事との干渉回避のため5/13~を5/20~													
		2号機	(実績)なし (予定) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 トラス室水中壁面調査装置実証用北東エリア穿孔作業(新規)	穿孔作業(北東) 最新工程反映 穿孔作業(北東)(トラス室水中壁面調査装置実証用) 実証試験													
		3号機	(実績) OMSIV室調査 (予定)なし	MSIV室調査													
燃料デブリ取り出し		(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 (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	【研究開発】PCV事前調査装置設計・製作 【研究開発】PCV本格調査装置基本設計・要素試作 【研究開発】公募手続き等 【研究開発】R/V内部調査技術の装置設計												PCV事前調査装置実証試験 :H26年度予定。		

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	4月					5月					6月			7月		8月		備考
				27	4	11	18	25	1	8	下	上	中	下	前	後					
R PV / P CV 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 ・窒素ハ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 ・窒素ハ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】実機条件を考慮した構造材料の腐食評価	
				現場作業	【研究開発】腐食抑制策確証試験																
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) 公募手続き等	検討・設計	【研究開発】事故時プラント挙動の分析																
				現場作業	【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化																
燃料デブリ取り出し準備	取出後の燃料デブリ安定保管	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 ・分析要素技術の検証、保管に係る基礎特性評価 (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) ・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 ・分析要素技術の検証、保管に係る基礎特性評価 (継続)	検討・設計	【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・機械物性評価 (酸化物系、金属系)																
				現場作業	【研究開発】デブリ処置技術の開発 ・分析要素技術の検証、保管に係る基礎特性評価																
燃料デブリ技術の臨界管理		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	【研究開発】公募手続き等																
燃料デブリ保管技術の開発		燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	(実 績) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 ・燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発計画立案 (継続) (予 定) ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発 ・燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発計画立案 (継続)	検討・設計	【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発																
				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4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

3号機 主蒸気隔離弁（MSIV）室内 調査結果について

平成26年5月29日
東京電力株式会社

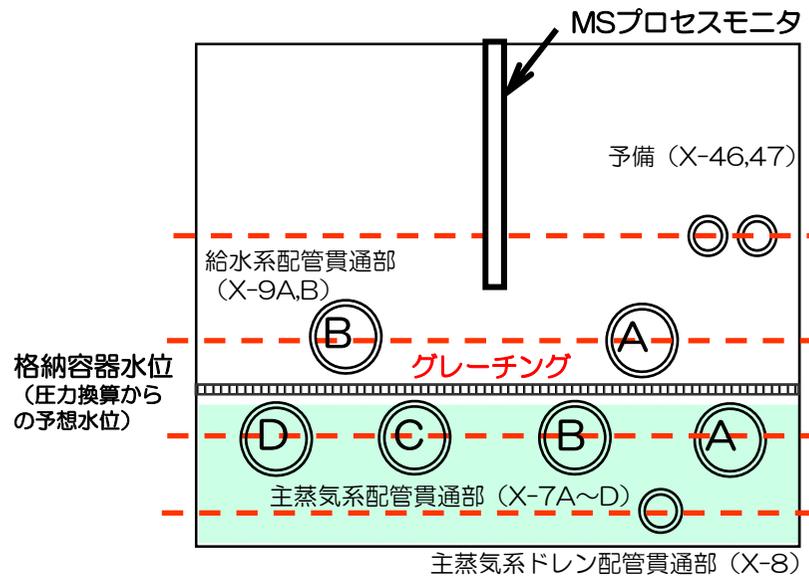
調査概要

MSIV室上の空調機械室からMSIV室に繋がっている主蒸気配管プロセス放射線モニタ管（MSプロセスモニタ）より，カメラ撮影（パンチルト・内視鏡）及び線量測定を実施する。

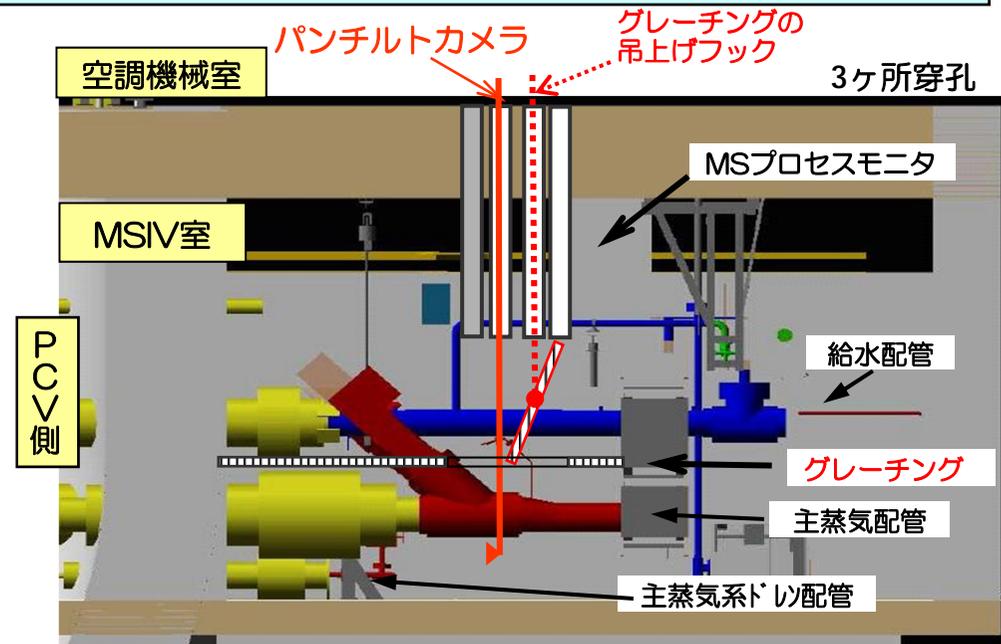
4月23日 グレーチング上調査（パンチルトカメラ撮影）
線量測定（ホットスポット線量計）

5月 8日 グレーチング下調査（内視鏡撮影）

5月15日 グレーチング下調査（パンチルトカメラ撮影）



MSIV室からPCV側を見た図



グレーチング下調査（パンチルトカメラ撮影）イメージ図
原子炉建屋1階MSIV室（断面）

調査結果（4月23日 グレーチング上調査）

■ グレーチング上側のパンチルトカメラによる撮影は実施でき、グレーチング上側（給水配管廻り含む）からの漏えいは確認されなかった（一部死角あり）。（先月報告済み）



給水配管B周辺



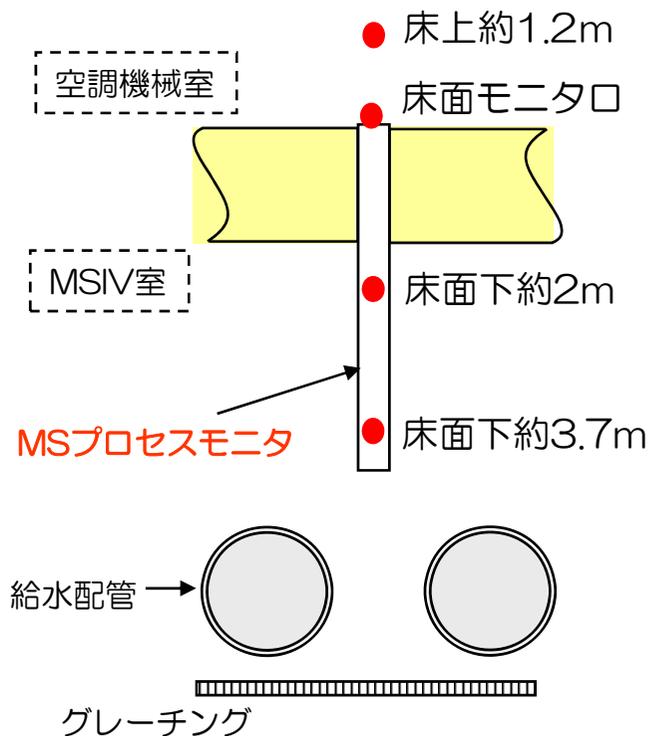
外径：86mm



パンチルトカメラ外観

調査結果（4月23日 グレーチング上調査）

【線量測定】（先月報告済み）



測定箇所	線量 (r)
雰囲気 (空調機械室)	0.6mSv/h
床上約1.2m	1.4mSv/h
床面モニタ口	7.1mSv/h
床面下約2m	80mSv/h
床面下約3.7m	110mSv/h

【参考】

MSIV室温度：16℃

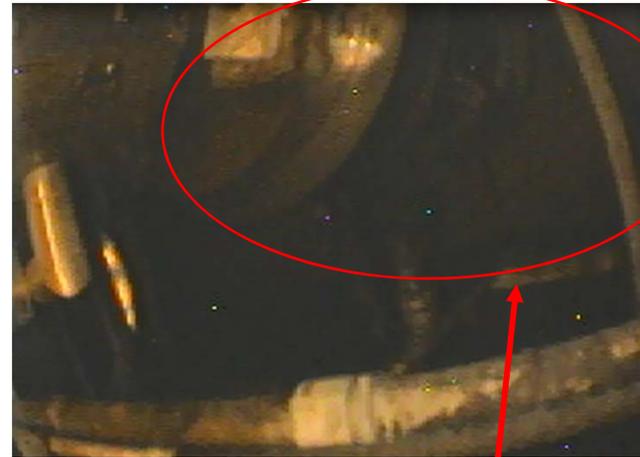
空調機械室温度：9℃

調査結果（5月8日 グレーチング下調査）

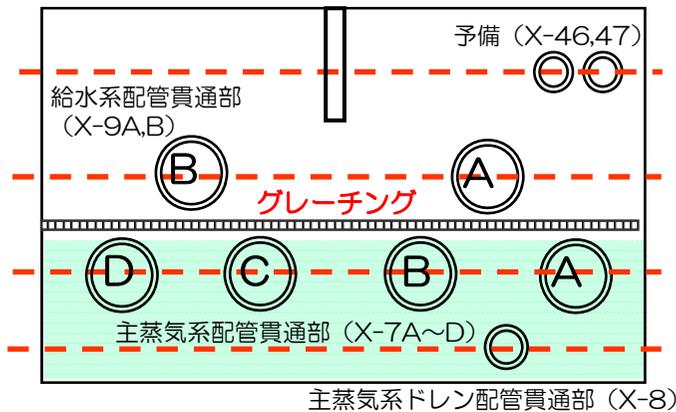
- 内視鏡では、周囲約1 m程度の範囲しか確認できなかった。
- 主蒸気配管B、Cの直管部の一部の状況を確認。



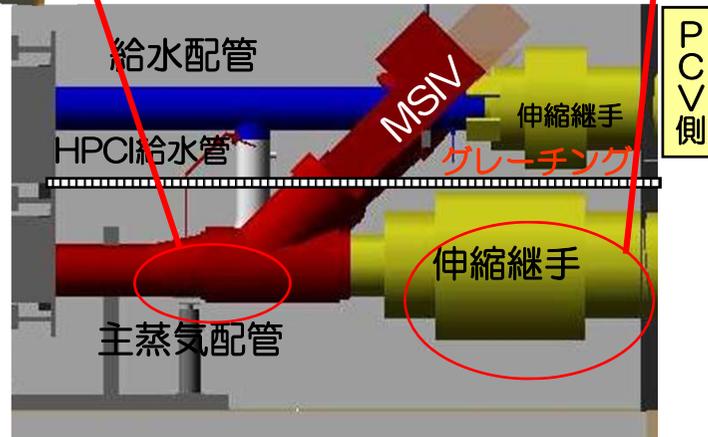
主蒸気配管Cの下側



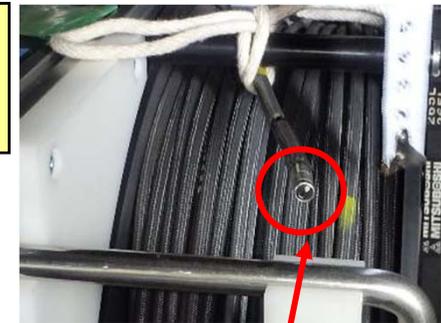
主蒸気配管C伸縮継手周辺



MSIV室からPCV側を見た図

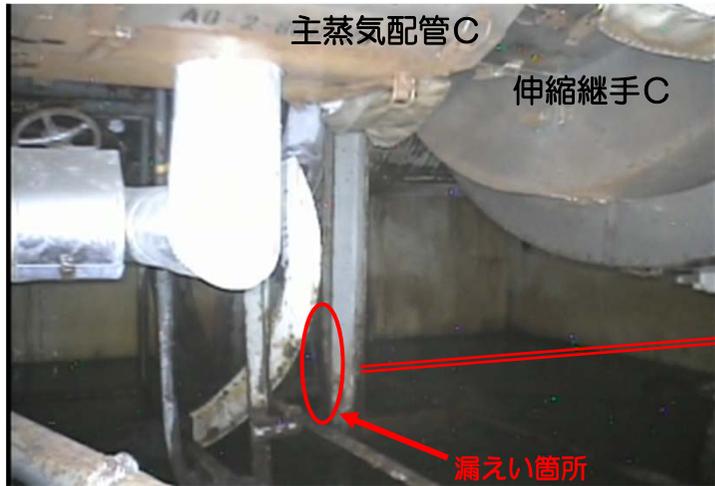


MSIV室イメージ図（断面）



内視鏡正面
(内視鏡径：約7mm)

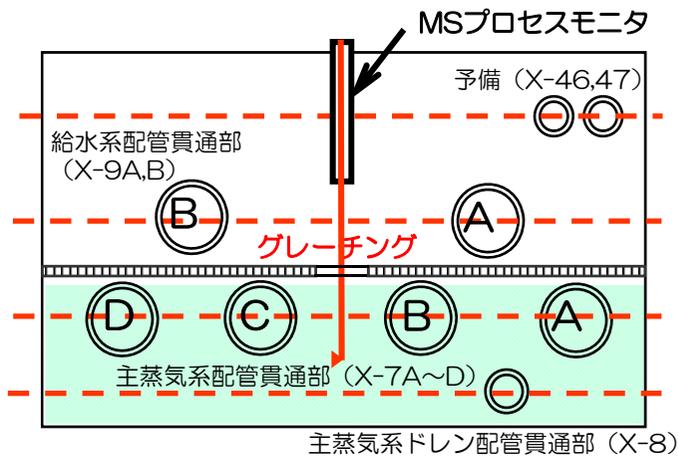
- 主蒸気配管Dの伸縮継手周辺からの漏えいを確認。
- 漏えい水は、鉛筆2～4本程度の量と推定。



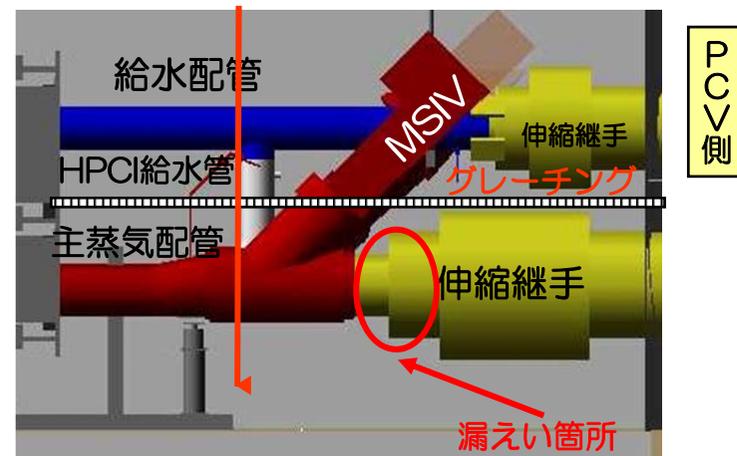
主蒸気配管D（主蒸気配管Cの奥側）



主蒸気配管D



MSIV室からPCV側を見た図



MSIV室イメージ図（断面）

調査結果 (5月15日 グレーチング下調査) 〔主蒸気配管A・B・C〕 主蒸気系ドレン配管

■主蒸気配管A・B・C、主蒸気系ドレン配管からの漏えいは確認されなかった。

主蒸気配管A

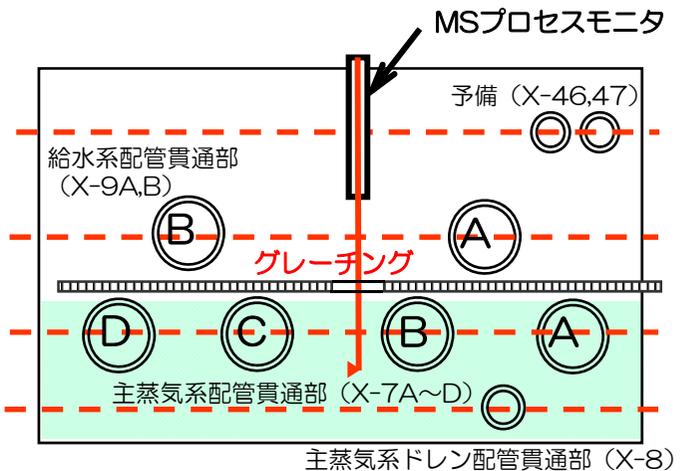


主蒸気系ドレン配管

主蒸気配管A、主蒸気系ドレン配管

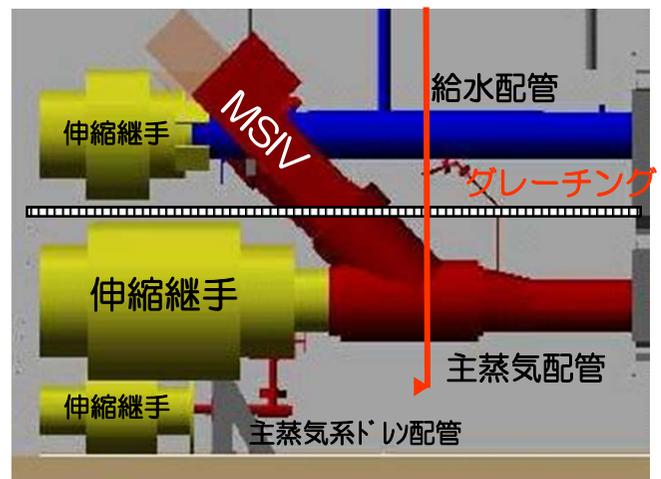
主蒸気配管B

主蒸気配管C



MSIV室からPCV側を見た図

PCV側

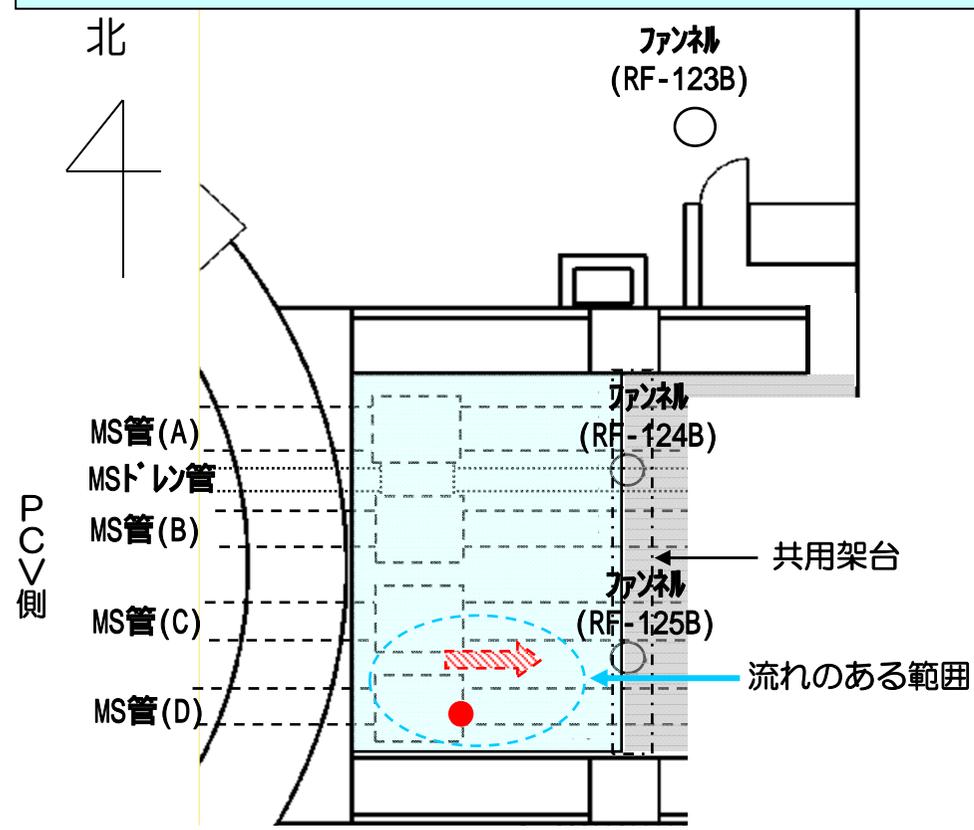


MSIV室イメージ図 (断面)

調査結果（5月15日 グレーチング下調査）【床面の状況】

- 床面は漏えい水が全域に溜まっている。
- 床面北側（主蒸気配管A・B側）に、流れは確認されなかった。
- 床面南側（主蒸気配管C・D側）に、東側に向かって流れていることを確認した。

■ 床面の流れの状況から判断しても、漏えい箇所は主蒸気配管Dのみと推定。



(PCV側)



床面北側



床面南側

(PCV側)

●漏えい箇所 □漏えい水の範囲

MSIV室イメージ図（平面）

今回取得した映像から、追加調査の要否の検討を行う。

また、本調査結果をPCV止水・補修方法の検討に活用していく。

(参考) 漏えい水の流量概算

- 漏えい水の流量は、鉛筆2～4本程度と推定しており、これはおよそ 1.2～4.5m³/h程度に相当すると概算評価。
 - 漏えい水は、漏えい箇所から自由落下すると仮定
 - 鉛筆1本の断面積を約75mm²と仮定
 - 映像で確認された流量（鉛筆2～4本）は漏えい箇所から25cm～1m程度落下した地点と仮定
 - 流量の上限は、原子炉への注水量（4.5m³/h）とする

評価式

$$V = 3600 \times S \times v$$

$$v = \sqrt{2 \times g \times h}$$

評価条件

V	漏えい水の流量[m ³ /h]
S	落水の断面積[m ²] (150～300×10 ⁻⁶ m ² : 鉛筆2～4本分)
v	流速[m/s]
g	重力加速度[m/s ²] (9.8 m/s ²)
h	漏えい箇所からの落下高さ[m] (0.25～1 m)

研究開発「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発」にて開発中のS/C(圧力抑制室)上部調査装置実証試験の実施について

2014年5月29日

東京電力株式会社



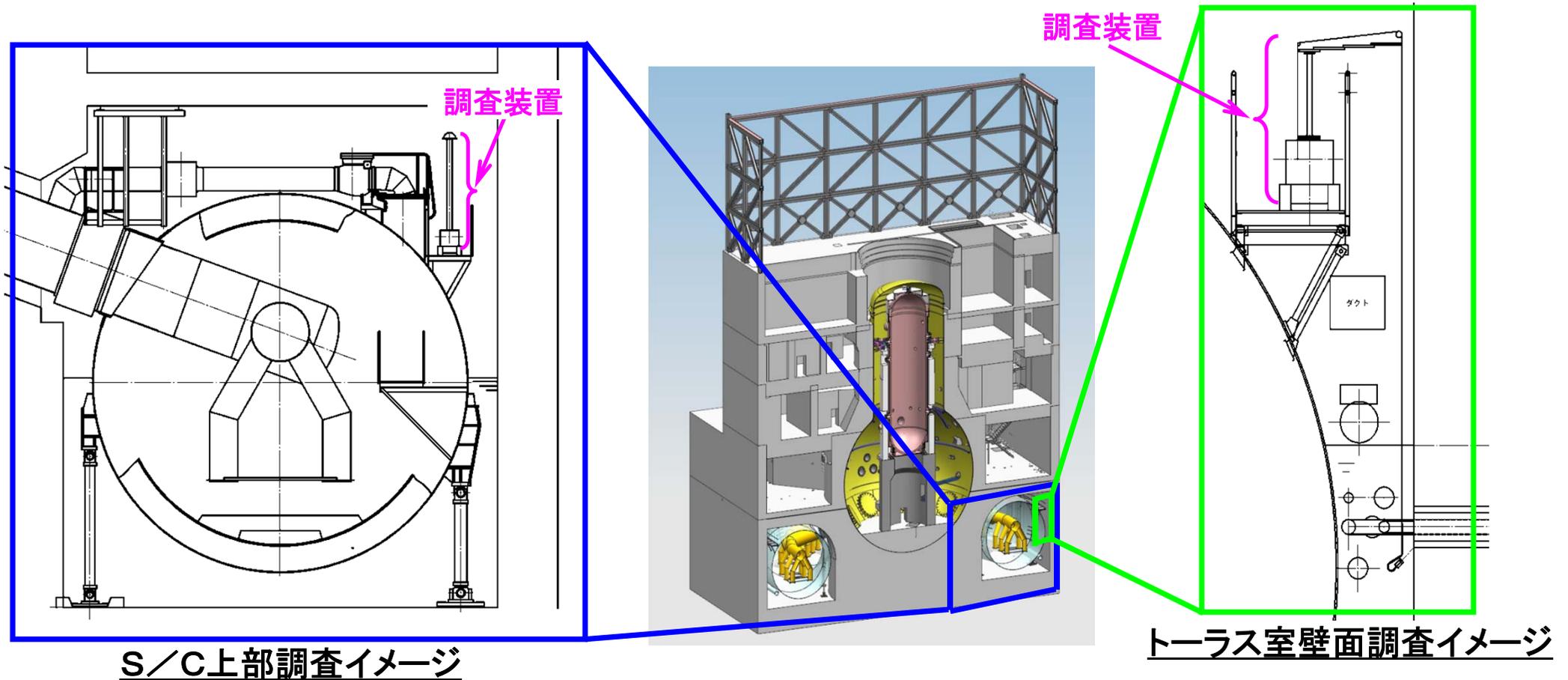
東京電力

IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)の成果を活用しております。

1. 概要

研究開発「格納容器水張りに向けた調査・補修(止水)技術の開発」で開発中のS/C上部調査装置について、1号機のS/C上部およびトラス室壁面を対象に実証試験を行う。



S/C上部調査装置実機検証イメージ図

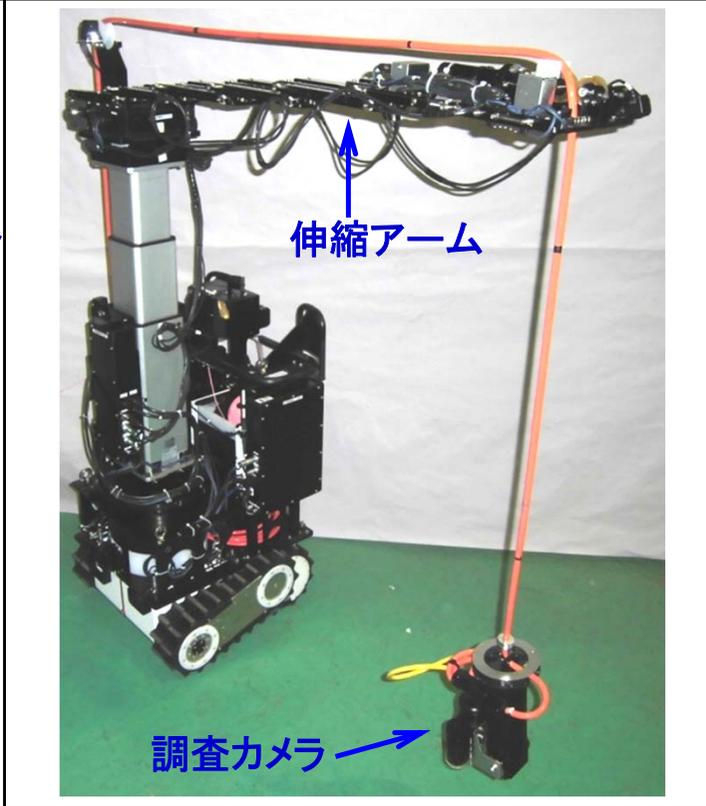
2. 実証内容

S/C上部調査装置はクローラを備えた移動機構(台車)に搭載するマスト機構を取り替えることにより、①S/C上部調査(カメラ映像取得)、②トラス室壁面調査(カメラ映像取得)および③トラス室壁面調査(ソナー(超音波センサー)によるドップラ計測*画像取得)の3つの調査が可能な機能を有している。これらの機能を実機検証する。 * :スライド9参照

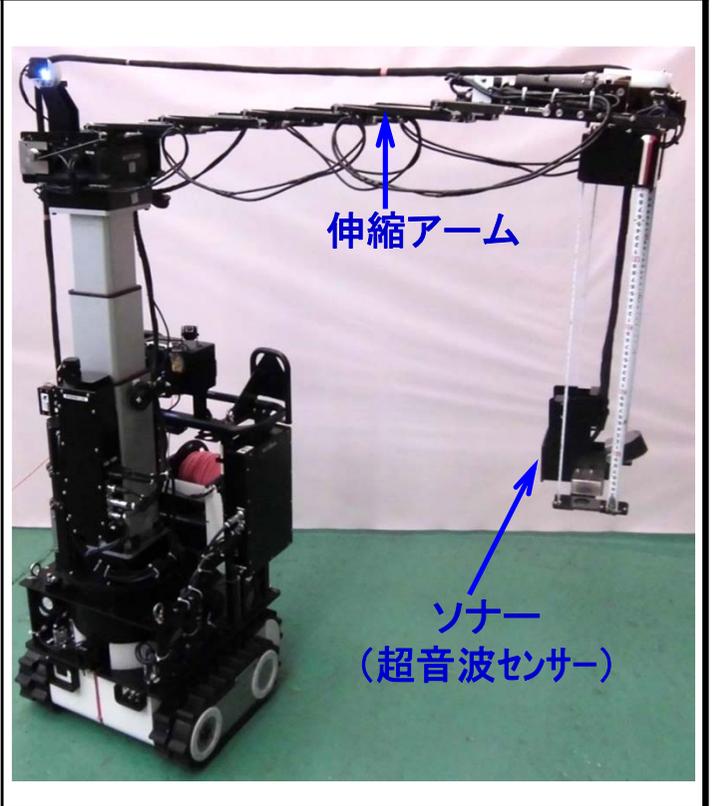
①S/C上部調査
(カメラ映像取得)



②トラス室壁面調査
(カメラ映像取得)

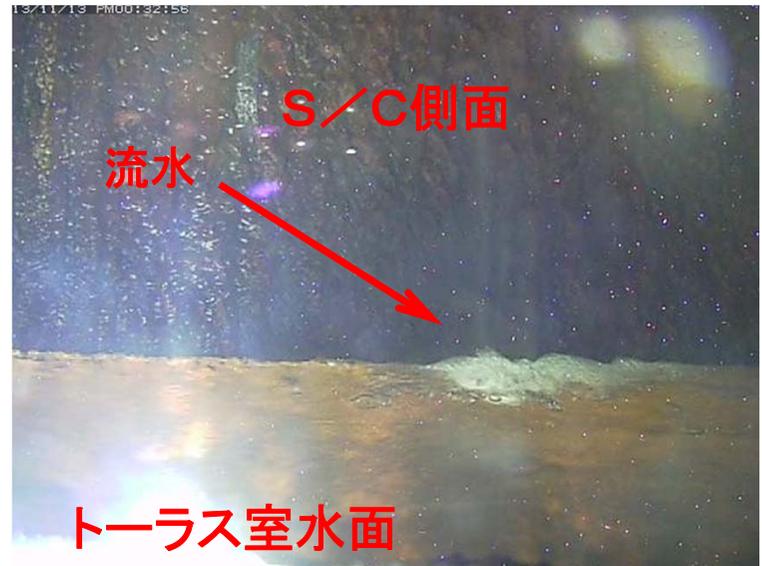


③トラス室壁面調査
(ソナーによるドップラ計測画像取得)

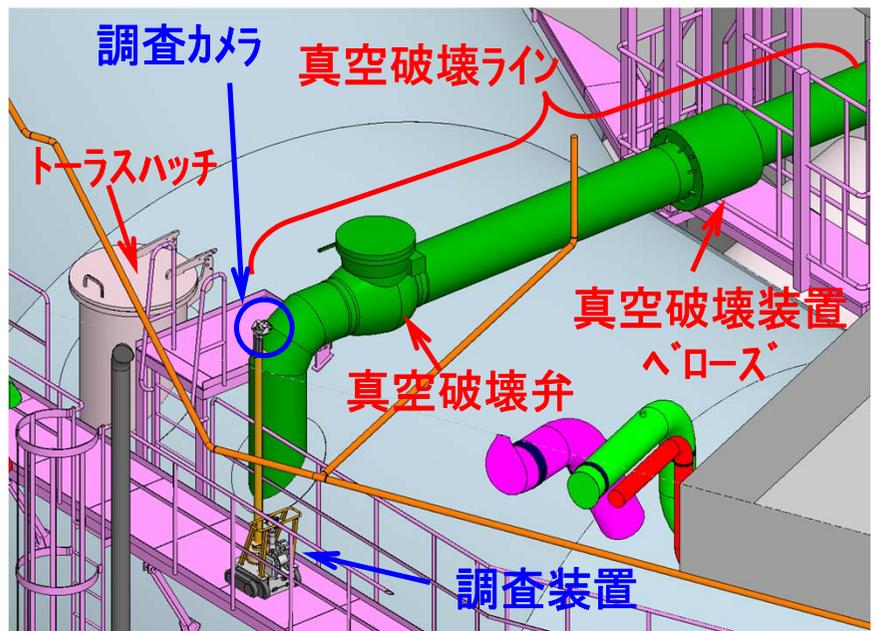


2. 実証内容(S/C上部調査)

H25年11月の水上ボートによる調査でS/C外表面に流水を確認した箇所(ベント管X-5E周辺)の上部にある真空破壊ラインの真空破壊弁・真空破壊装置ベローズ、トラスハッチおよび周辺構造物からの漏えいの有無等を調査装置に取り付けたカメラにより映像を取得し確認する。



H25年11月の水上ボートによる調査で確認された流水

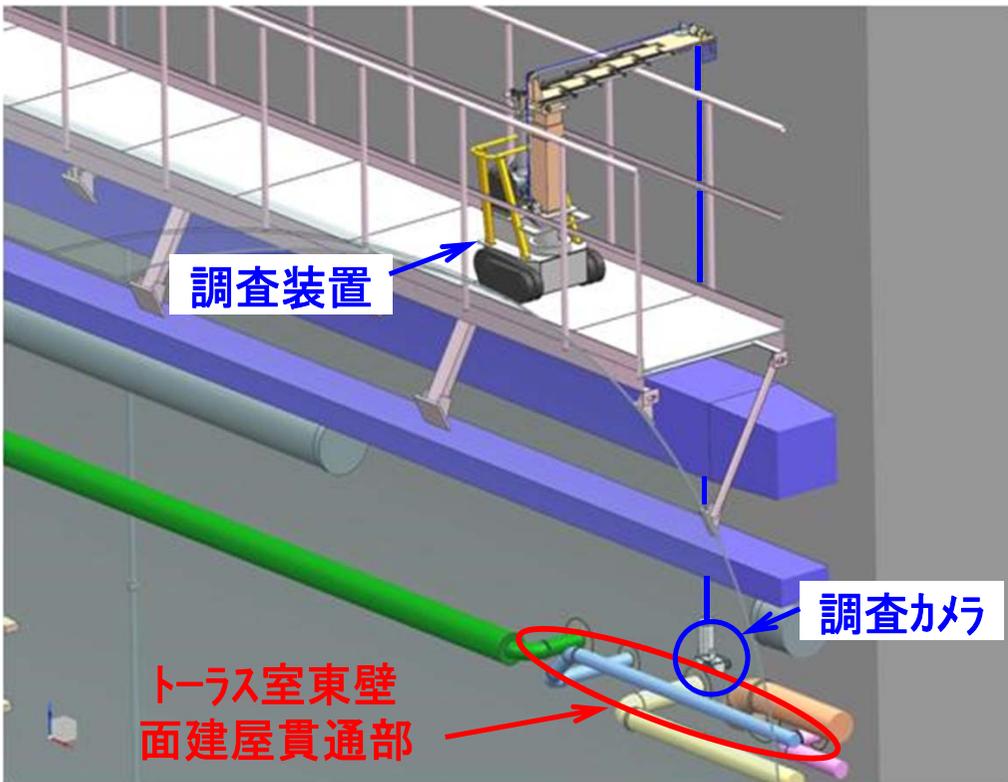


S/C上部調査イメージ図

調査対象箇所		調査内容
真空破壊ライン	真空破壊弁	<ul style="list-style-type: none"> 漏えい有無・漏えい痕の確認 構造物の外観確認
	真空破壊装置ベローズ	
トラスハッチ		<ul style="list-style-type: none"> 漏えい有無・漏えい痕の確認 構造物の外観確認
S / C 上部およびキャットウォーク上壁面構造物 (配管等)		

2. 実証内容(トラス室壁面調査(カメラ))

トラス室東壁面建屋貫通部の滞留水の流れの有無、およびキャットウォーク下側構造物の状況をキャットウォーク上の調査装置から吊り下げたカメラにより映像を取得し確認する。

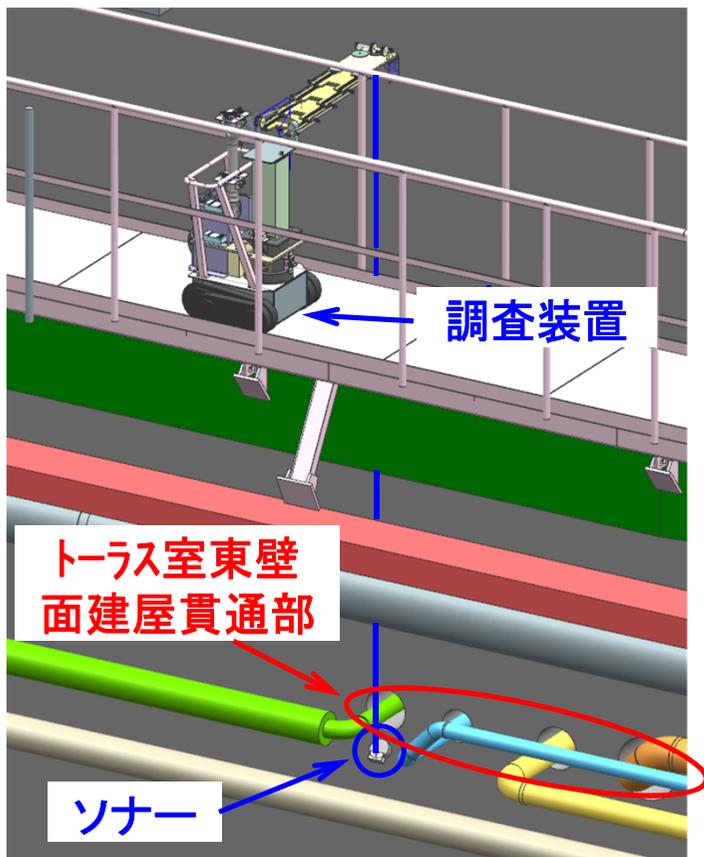


調査対象箇所	調査内容
トラス室東壁面 建屋貫通部	滞留水の流れ有無の確認
キャットウォーク下側構 造物	構造物の外観確認

トラス室壁面調査(カメラ)イメージ図

2. 実証内容(トラス室壁面調査(ソナー))

トラス室東壁面建屋貫通部の滞留水の流れの有無をキャットウォーク上の調査装置から吊り下げたソナー(超音波センサー)によりドップラ計測画像を取得し確認する。



トラス室壁面調査(ソナー)イメージ図

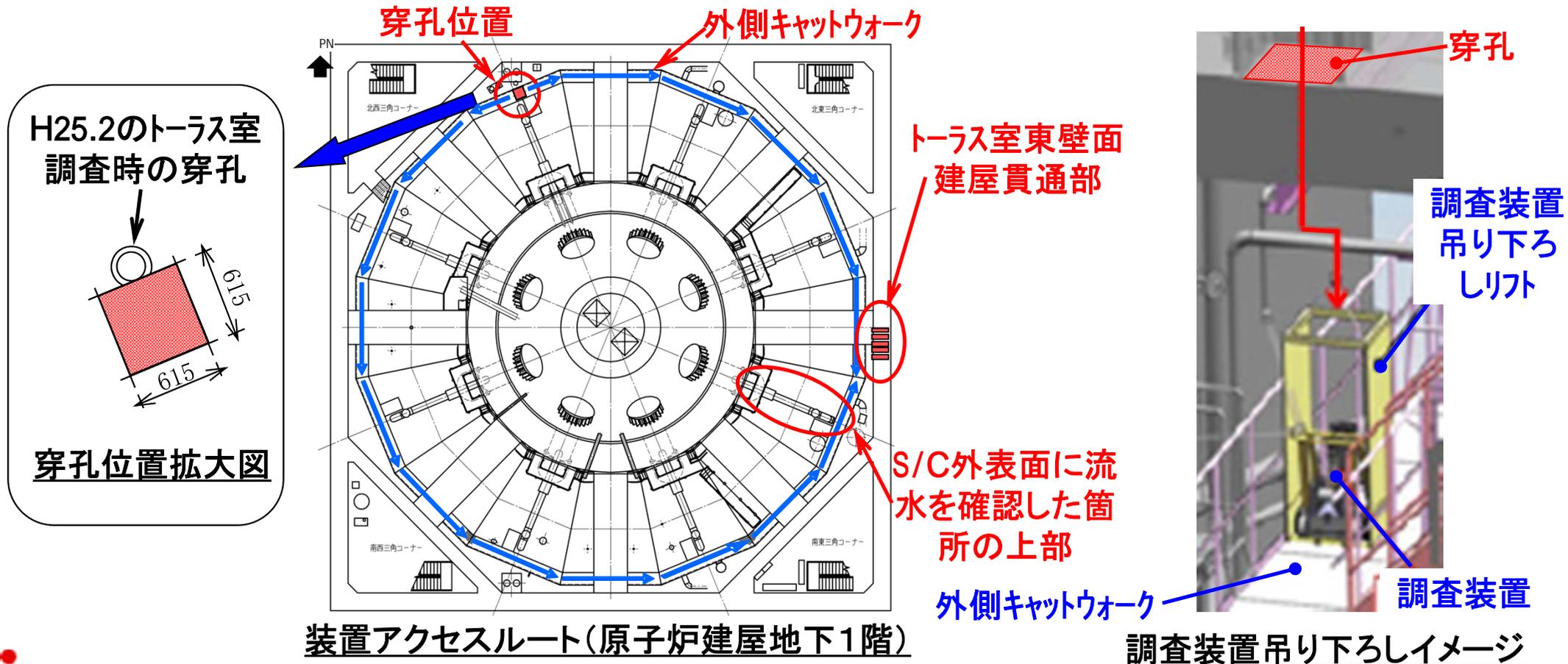
調査対象箇所	調査内容
トラス室東壁面建屋貫通部	滞留水の流れ有無の確認



ドップラ計測画像イメージ(ドップラ計測についてはスライド9参照)

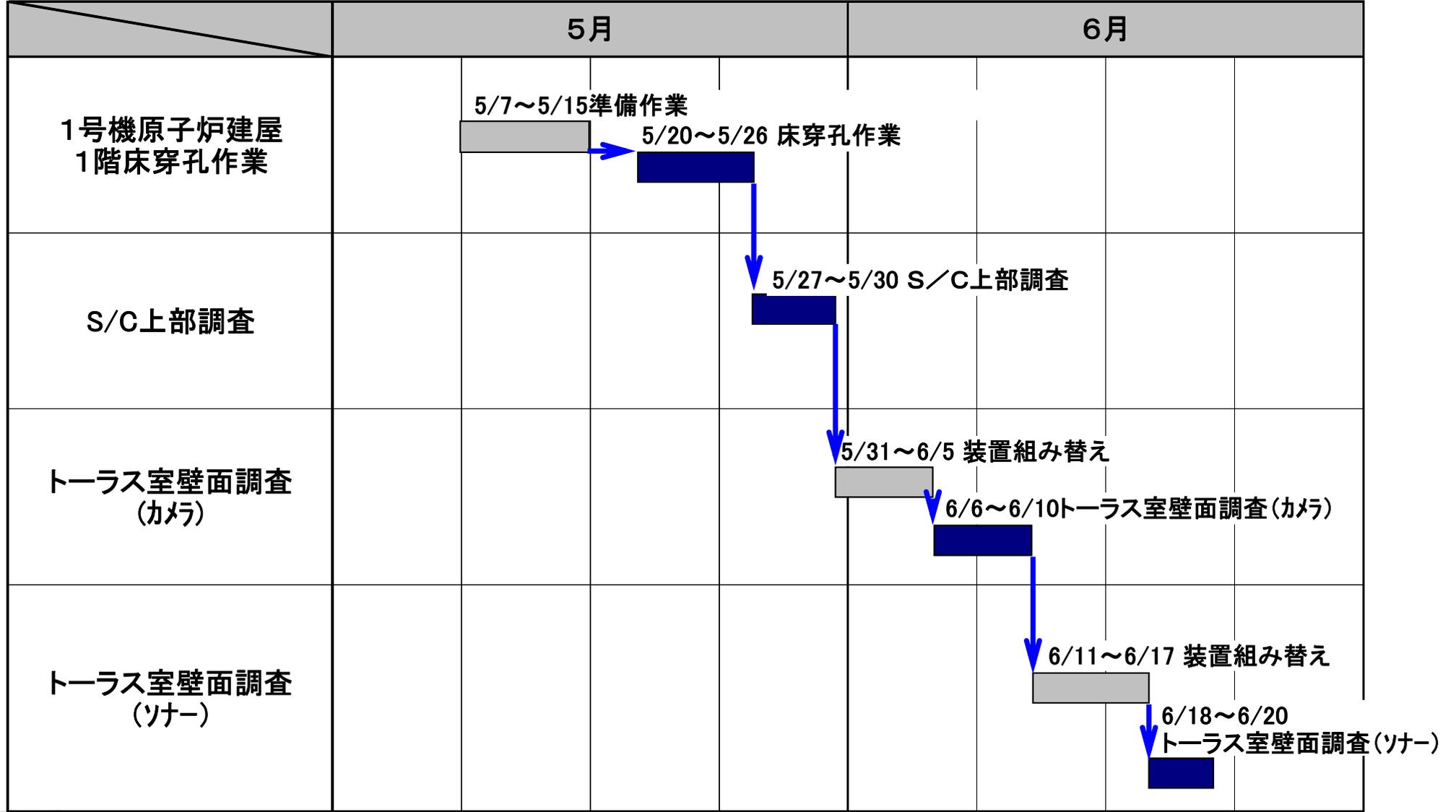
3. 調査装置アクセスルート

1階に作業エリアを確保でき、地下階に干渉物がない原子炉建屋1階北西エリアの床面に、H25.2のトラス室調査時の穿孔に接して615mm×615mmの角型に穿孔する。そこから調査装置を吊り下ろしリフトによりS/C外側キャットウォーク上に降ろす。キャットウォーク上で走行性を確認するとともに、調査対象箇所(S/C外表面に流水を確認した箇所の上)部およびトラス室東壁面建屋貫通部)まで移動し調査する。



4. 実証試験スケジュール

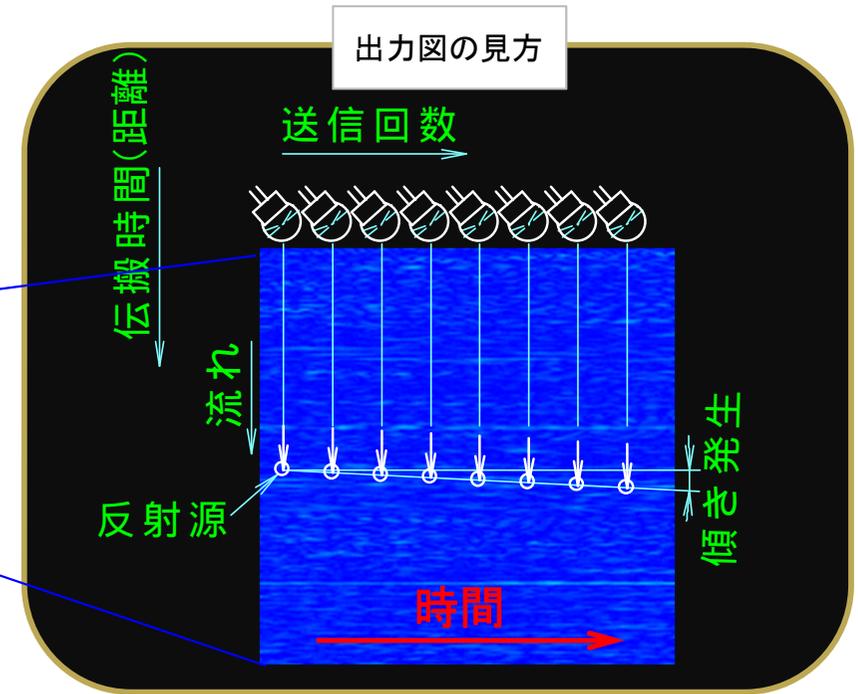
1号機原子炉建屋1階床穿孔後、S/C上部調査、トーラス室壁面調査(カメラ)、トーラス室壁面調査(ソナー)の順で、実証試験を実施予定。



【参考】ドップラ計測

超音波を1秒間に数百回くりかえし送信し、トレーサ(水中の微粒子など)からの反射波の微小な変化を捉え、流れの有無を確認する。

流れがある場合には、流れが速いほど反射源の表示上の傾きが大きくなる。



拡大図

ドップラ計測画像例

【参考】調査装置仕様

	S/C上部調査時	カメラによるトラス室壁面調査時	ソナーによるトラス室壁面調査時
調査装置			
移動機構	移動機構(台車)は共用		
寸法	W509mm × L550mm × H826mm マスト伸長時の最大高さ3826mm	W509mm × L550mm × H1163mm マスト伸長時の最大高さ1463mm 伸縮アーム伸長時の最大長さ800mm	W509mm × L550mm × H1161mm マスト伸長時の最大高さ1461mm 伸縮アーム伸長時の最大長さ800mm
質量	約70kg	約100kg	約100kg
走行速度	最大0.5km/h		
走行機能	前後進、左右旋回・左右超信地旋回		
通信機	有線＋無線LAN通信機		
電源	バッテリー		
調査機器	パンチルトカメラ(ズーム, LED照明付)	パンチルトカメラ(ズーム, LED照明付)	超音波ソナー(視野角165°)、水中カメラ(ソナー投入先確認用、LED照明付き)

研究開発「格納容器漏えい箇所特定技術・補修
技術の開発」にて開発中のS/C（圧力抑制
室）上部調査装置の実証試験における
1号機 S/C上部調査結果について

2014年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

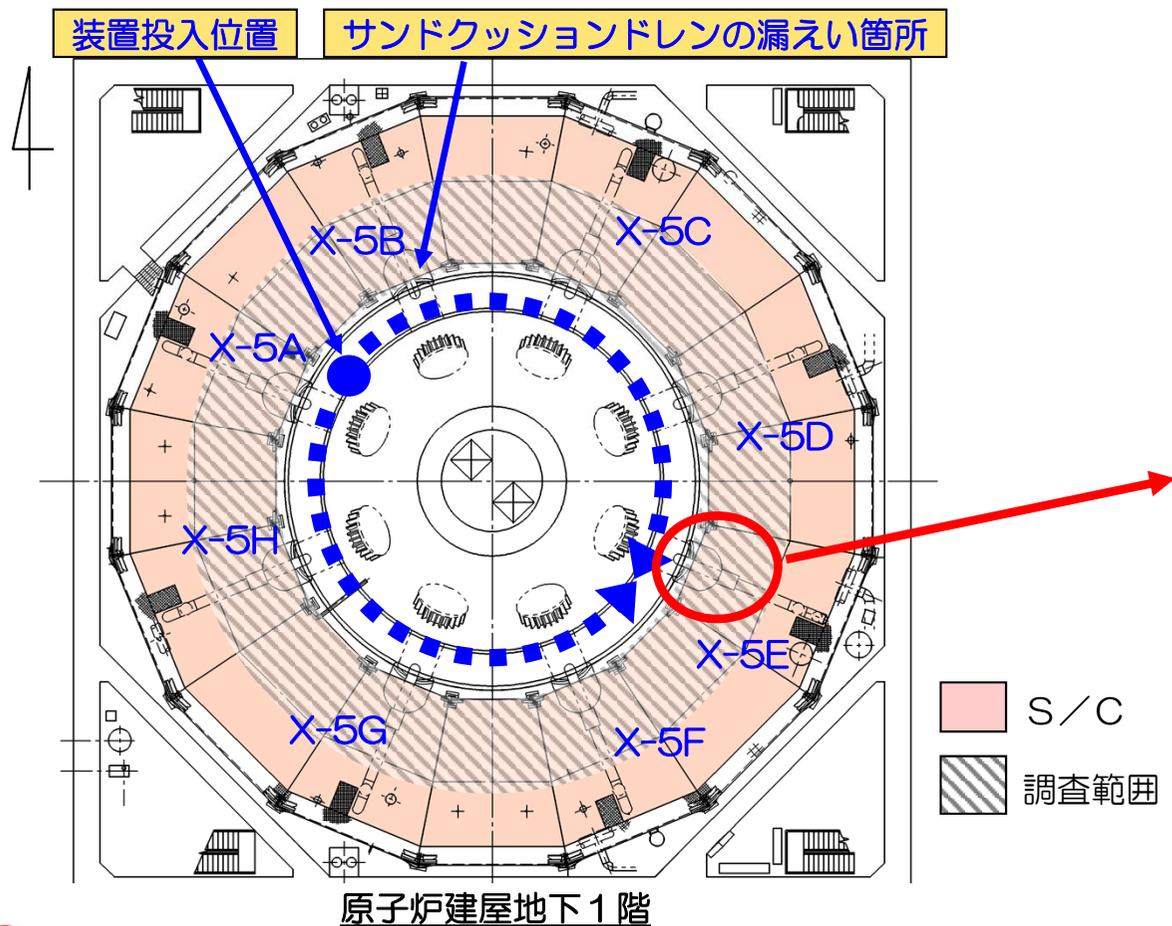
IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構 (IRID) の成果を活用しております。

H25年11月の水上ボートによるS/C内周側調査について

- H25年11月 PCVベント管下部調査として、S/Cの内周側の漏えいの有無を確認。
 - S/C上部（X-5E近傍、南東）から流水を確認。
 - サンドクッションドレン（X-5B近傍、北西）からの流水を確認。

S/C上部（X-5E近傍）漏えい箇所の特定を行う



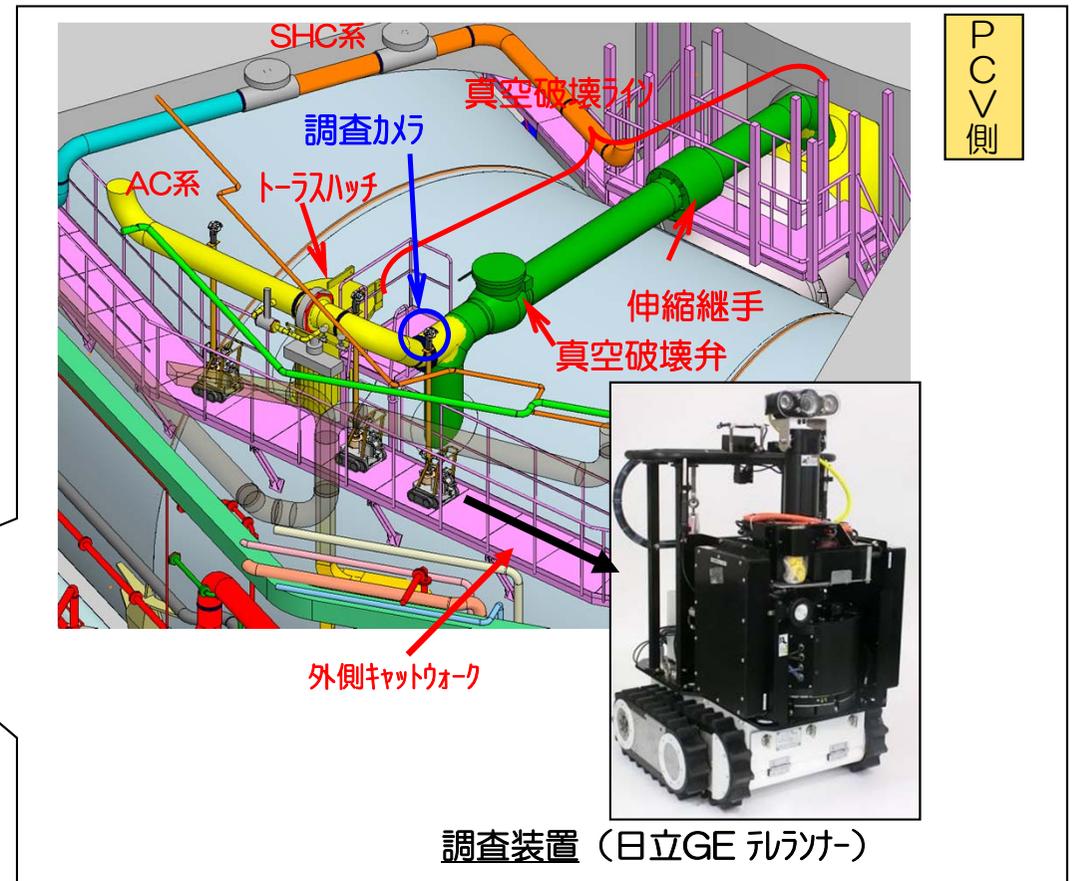
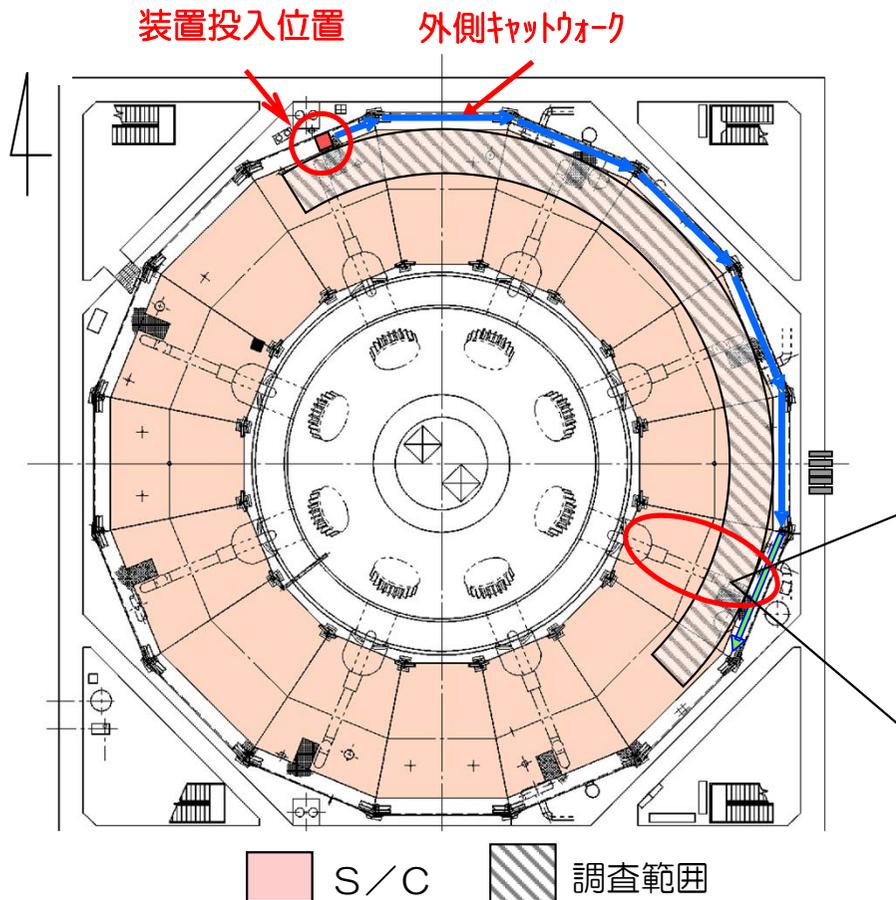
S/C内側の流水箇所



調査概要

資源エネルギー庁 補助事業「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発」で開発中のS/C上部調査装置を1号機原子炉建屋1階北西エリア穿孔箇所より投入し、外側キャットウォークから調査を実施。

- S/C上部 (X-5E近傍) の漏えい箇所の特定
- S/C上部外周側の確認 * 5月27日 北側外周を実施

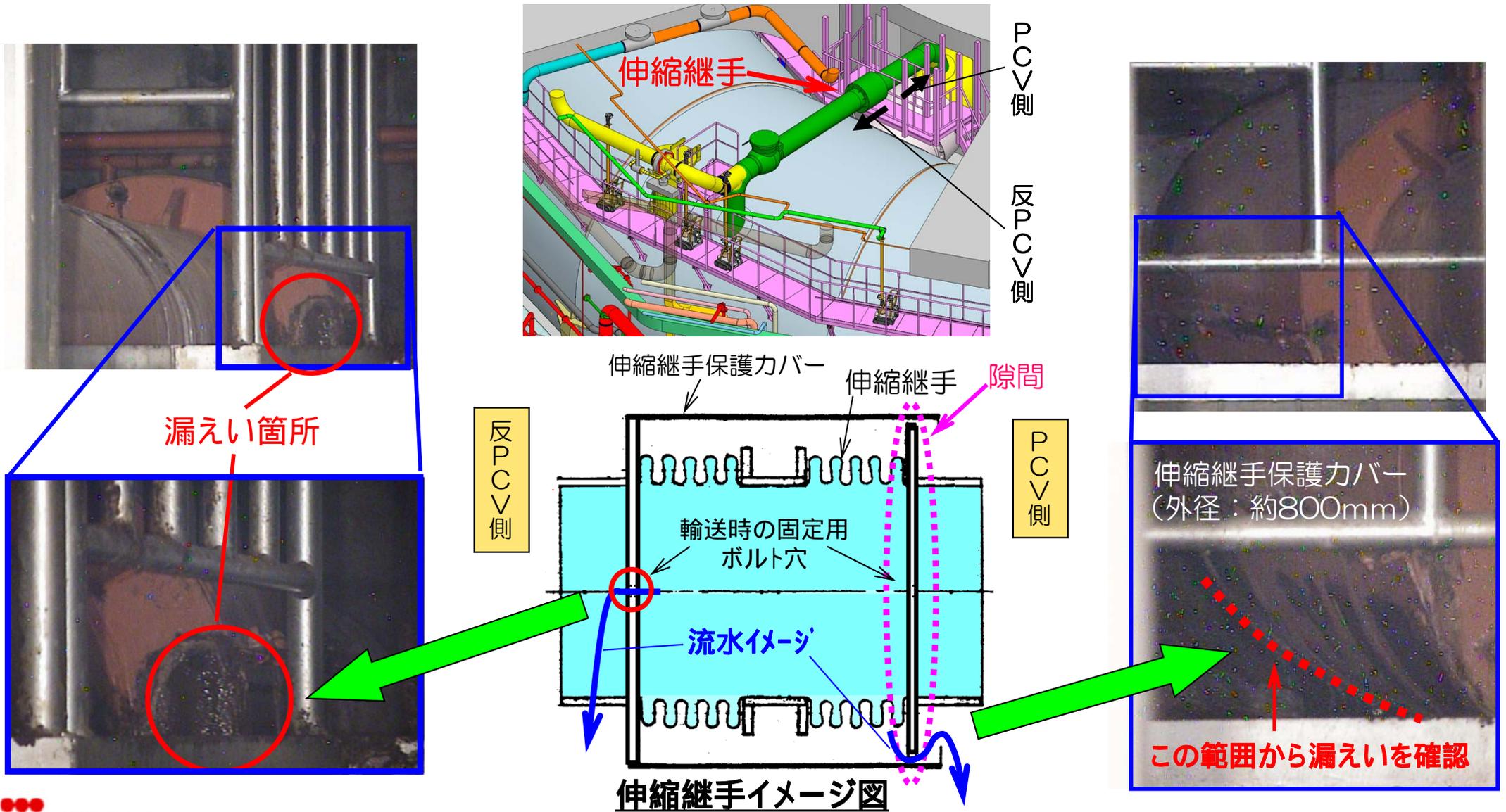


S/C上部調査イメージ図

調査結果-1

■ S/C上部 (X-5E近傍) の状況

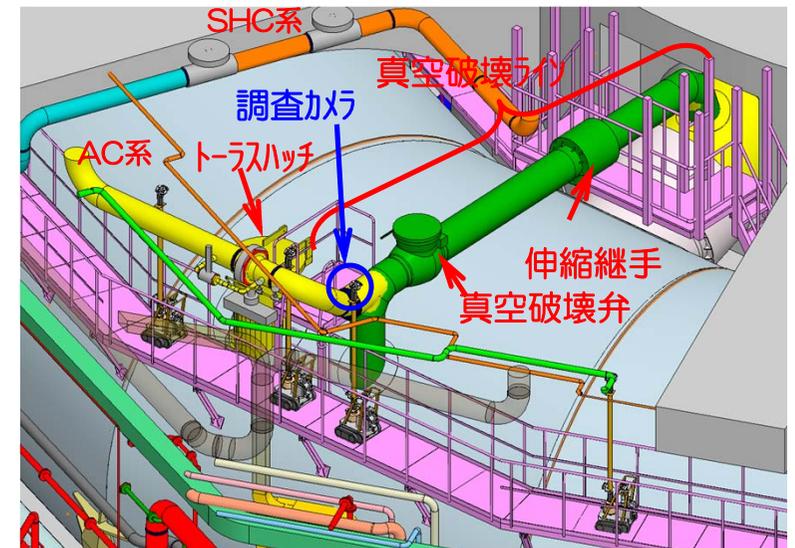
- 真空破壊ラインの伸縮継手保護カバーのPCV側と反PCV側からの漏えいを確認。



調査結果-2

■ S/C上部（X-5E近傍）の状況

- 真空破壊弁・トーラスハッチ・SHC系配管・AC系配管に漏えいは確認されなかった。



調査結果-3

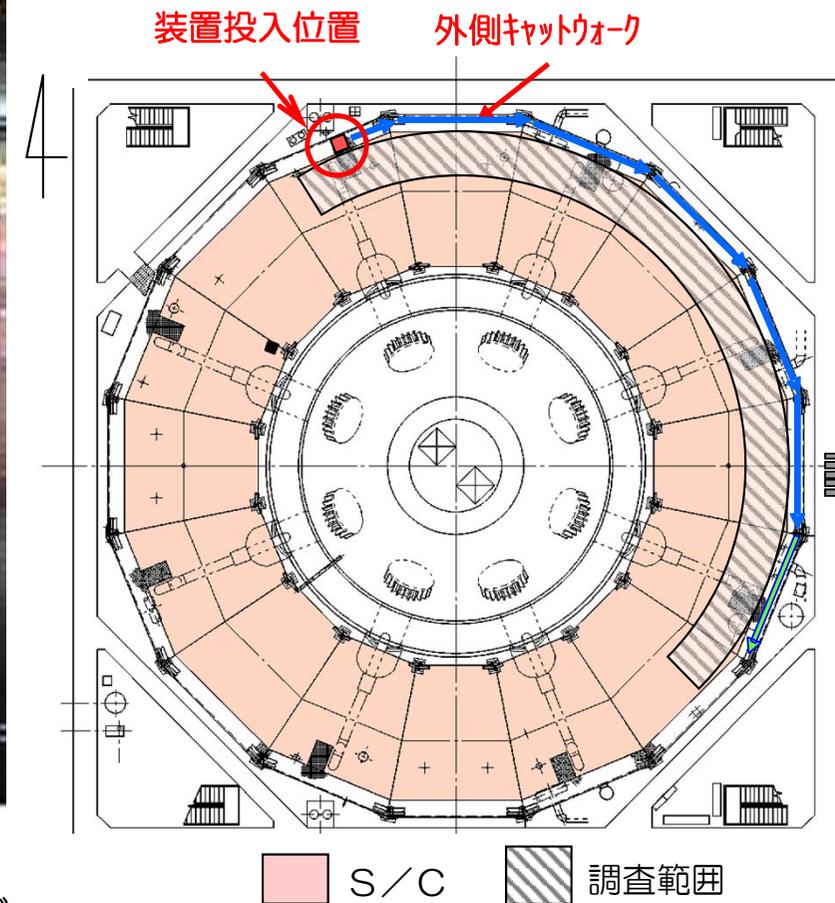
■ S/C上部外周（北側）の状況

- 漏えい・機器の著しい損傷は確認されなかった。



代表写真

注) 調査装置操作の広角レンズのカメラのため、画面端部の方が湾曲して写っている。



今回の調査結果を今後の格納容器水張りの向けた調査および補修（止水）計画に反映していく。

「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」
1～3号機 原子炉建屋1階 高所部の
汚染状況調査の実施について
(ガンマカメラによる調査)

2014年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構（IRID）の成果を活用しております。

1. 高所部調査の目的と実施概要

■ 目的及び実施概要

- 1～3号機原子炉建屋1階の高所（高さ4m程度）でガンマカメラによる撮像を行い、線量率への寄与が大きい箇所（ホットスポット）の有無の確認と、ホットスポットがある場合は強度を評価した上で、除染・遮蔽・撤去の検討を行う。

■ 調査装置概要

ガンマカメラ（NEDO開発品、1号機南側線量調査で使用）を搭載した「かにクレーン」を使用し、遠隔にて実施する。



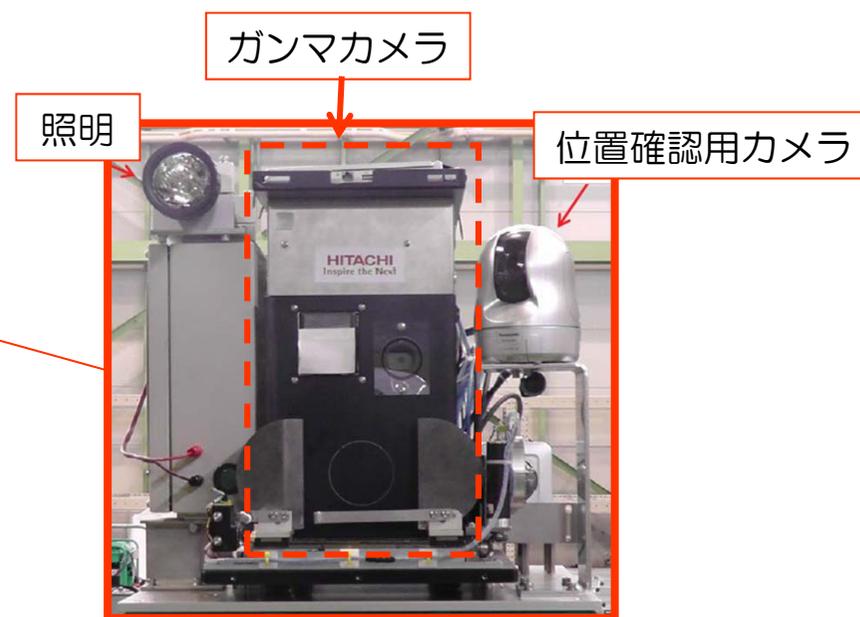
かにクレーン

寸法：2360mm×700mm×1430mm
（走行姿勢時、ガンマカメラ含む）

質量：約1250kg 最高速度：1.5km/h



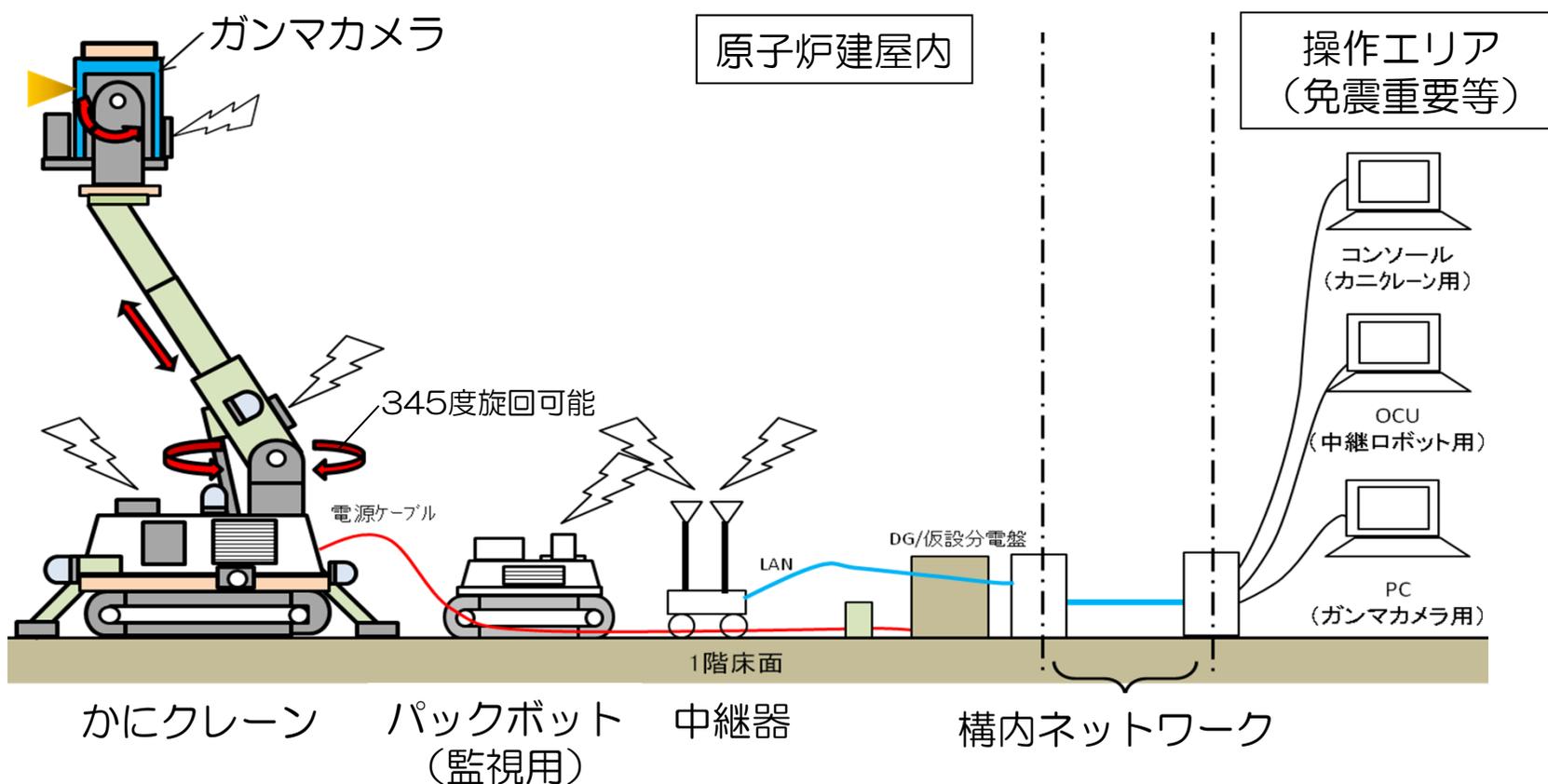
東京電力



ガンマカメラ搭載部(A矢視)

2. 調査装置構成

- かにクレーン，バックボット共に免震重要棟から遠隔操作する。通信形式は，中継器（有線）を介した無線。
- バックボットは、かにクレーンの監視用として使用する。
- ガンマカメラの撮像方向は水平方向に345度回転可能（アームの水平方向の旋回による）。

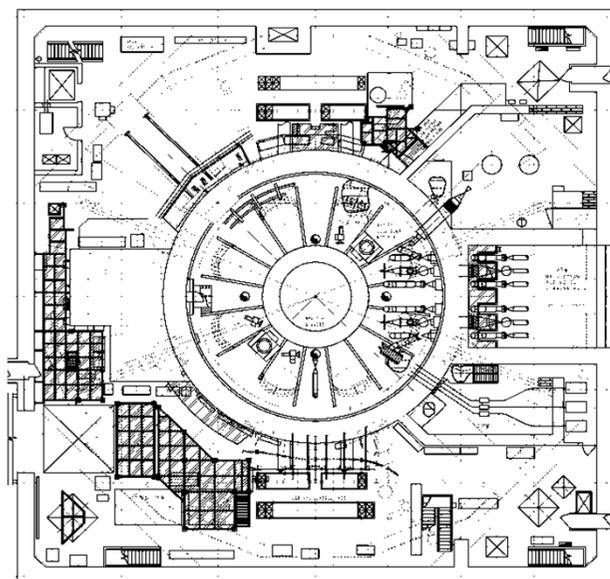


線量測定システム構成および装置

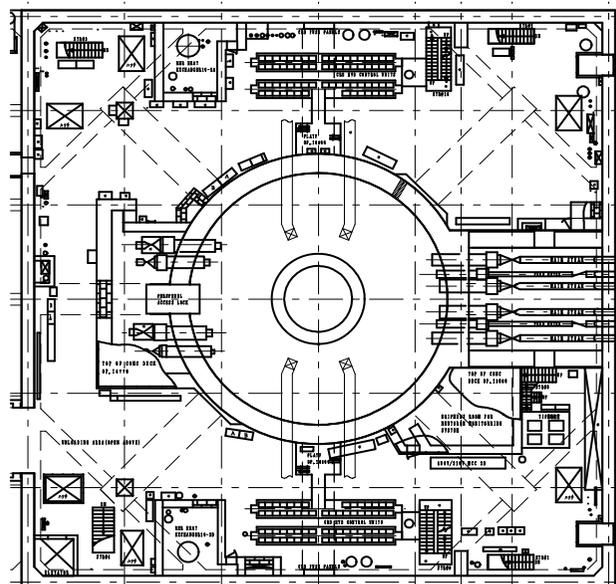
3. 調査エリア

高所にホットスポットが存在すると考えられるエリアにおいて、干渉物を回避して撮像が可能なように下記のとおり測定箇所を選定（各号機下図①～⑤）。

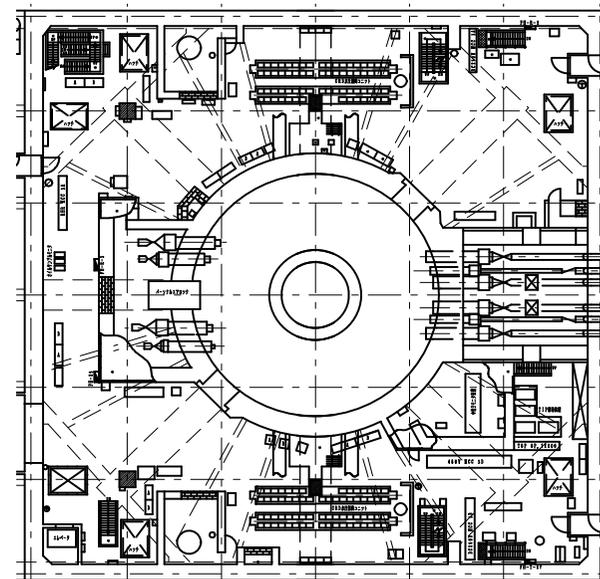
1箇所において水平方向360度の撮像（30度刻みで12回データ採取）を行う。



1号機



2号機



3号機

4. スケジュール

1～3号機 1階高所調査

	4月	5月			6月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
準備作業・通信確認							
1号機調査							
		1号機調査は5/9開始					
2号機調査							
3号機調査							
片付け							

凡例

 : 準備片付け作業

 : 現場調査



- 分析／評価結果については、1号機及び3号機除染計画策定に活用する。また、既に除染工事に着手している2号機については、必要に応じて除染計画の見直しを行う。

〈参考〉ガンマカメラの仕様について

- (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「災害対応無人化システム研究開発プロジェクト」にて、(株)日立製作所が開発したガンマカメラを使用。
- 1号機南側線量調査にて使用実績あり。
- 主な仕様は以下の通り。

寸法：340mm×430mm×467mm

質量：約80kg

測定可能バックグラウンド線量率(設計点)：300mSv/h

検出器：CdTe半導体検出器(16ピクセル×16ピクセル)

距離補正機能：各ピクセル毎の距離補正

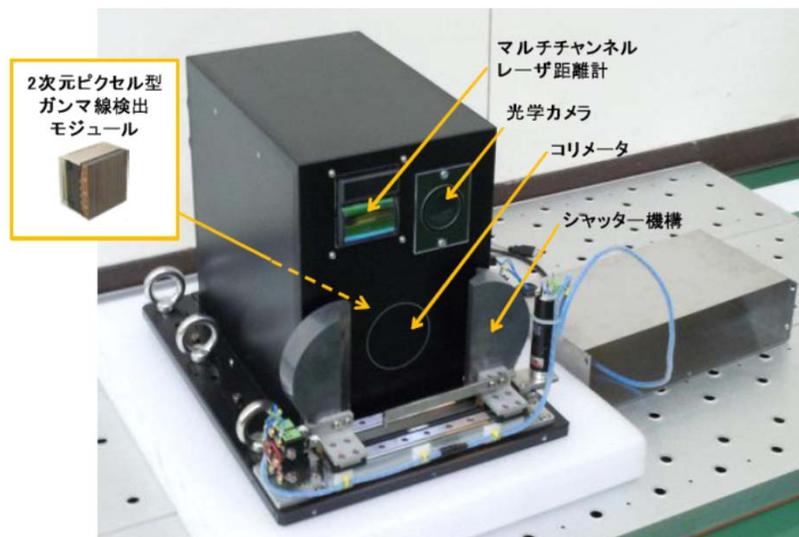


図4 ガンマカメラ外観



図5 ガンマカメラ操作画面

「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」
1～3号機原子炉建屋上部階の
汚染状況調査の実施について
(線量率調査・ガンマカメラによる調査)

2014年5月29日
東京電力株式会社



東京電力

IRID

本資料の内容においては、技術研究組合国際廃炉研究開発機構（IRID）の成果を活用しております。

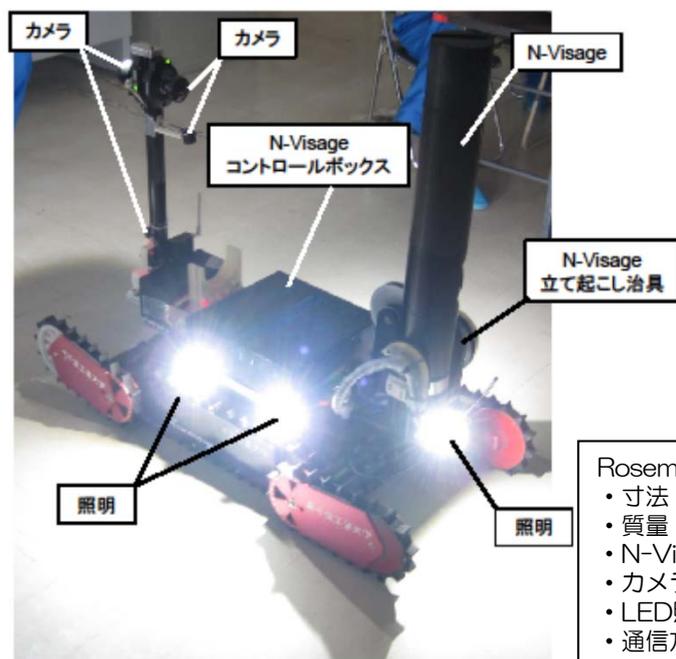
1. 上部階調査の目的と実施概要

■ 目的及び実施概要

1～3号機原子炉建屋2～3階の線量率調査およびガンマカメラ（N-Visage）による撮像を行い、線量率への寄与が大きい箇所（ホットスポット）の有無の確認と、ホットスポットがある場合は強度を評価した上で、除染・遮蔽・撤去の検討を行う。

■ 調査装置概要

N-Visageを搭載したRosemaryおよび線量率計（シリコン半導体検出器）を搭載したSakuraを使用し、遠隔にて調査を実施する。



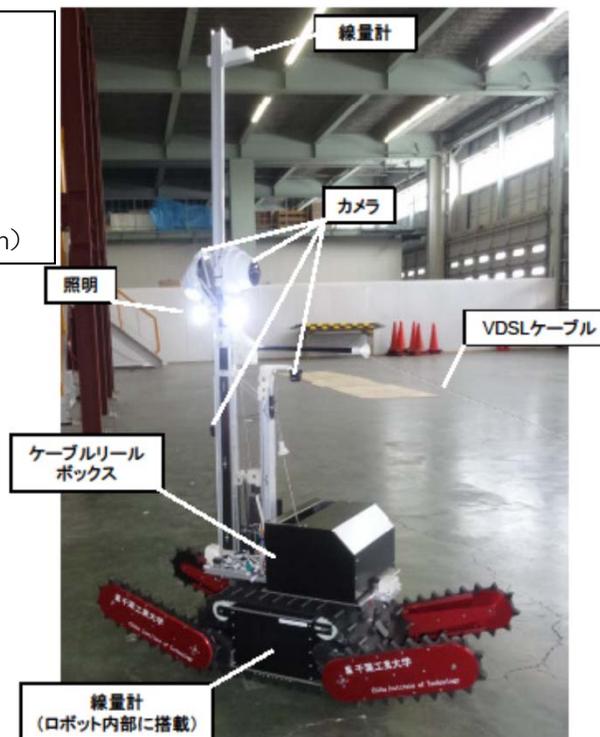
Sakura仕様

- 寸法 : 幅390mm×全長500mm
- 質量 : 約35kg
- 線量率計 : 2箇所
(高さ : 50mm、1500mm)
- カメラ : 4箇所
- LED照明 : 4箇所
- 通信方式 : 有線通信 (VDSLケーブル長300m)

Rosemary仕様

- 寸法 : 幅500mm×全長700mm
- 質量 : 約65kg
- N-Visage : 1台搭載
- カメラ : 4箇所
- LED照明 : 6箇所
- 通信方式 : 無線通信

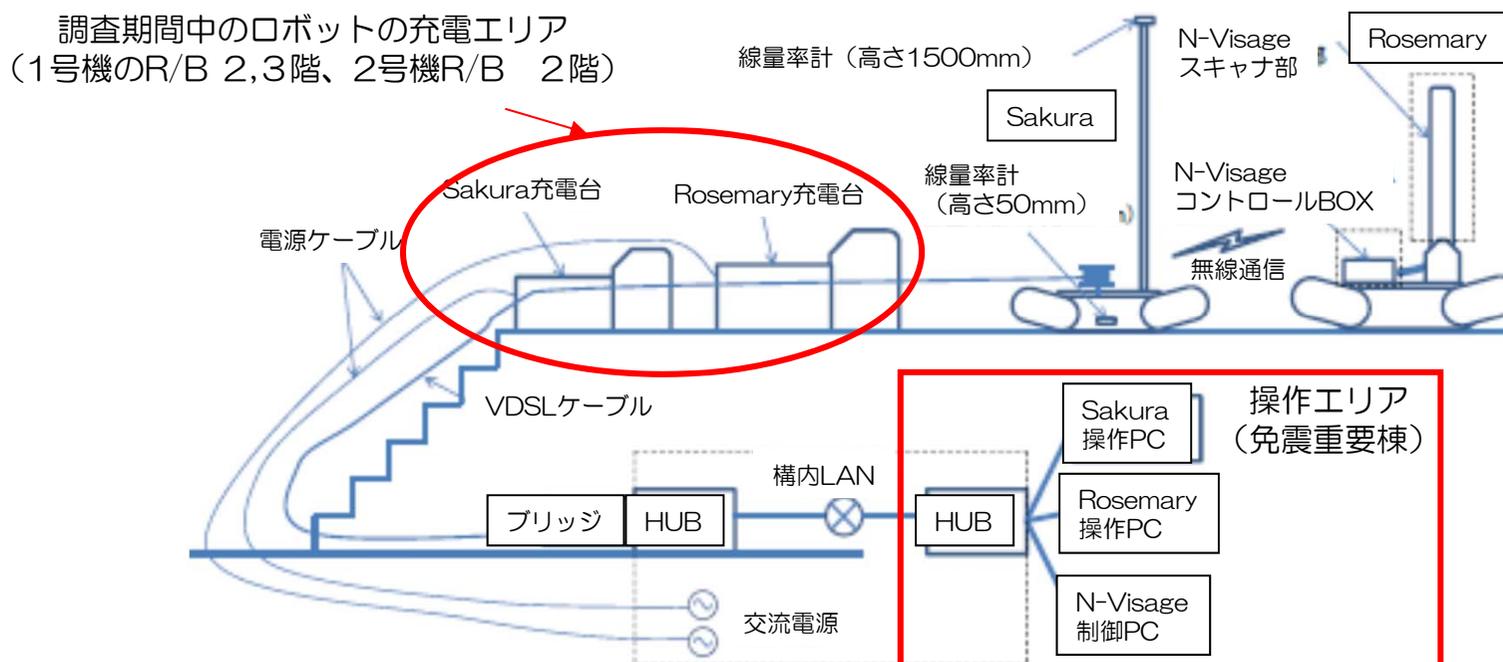
Rosemary (千葉工大開発)



Sakura (Nedo開発)

2. 調査装置構成

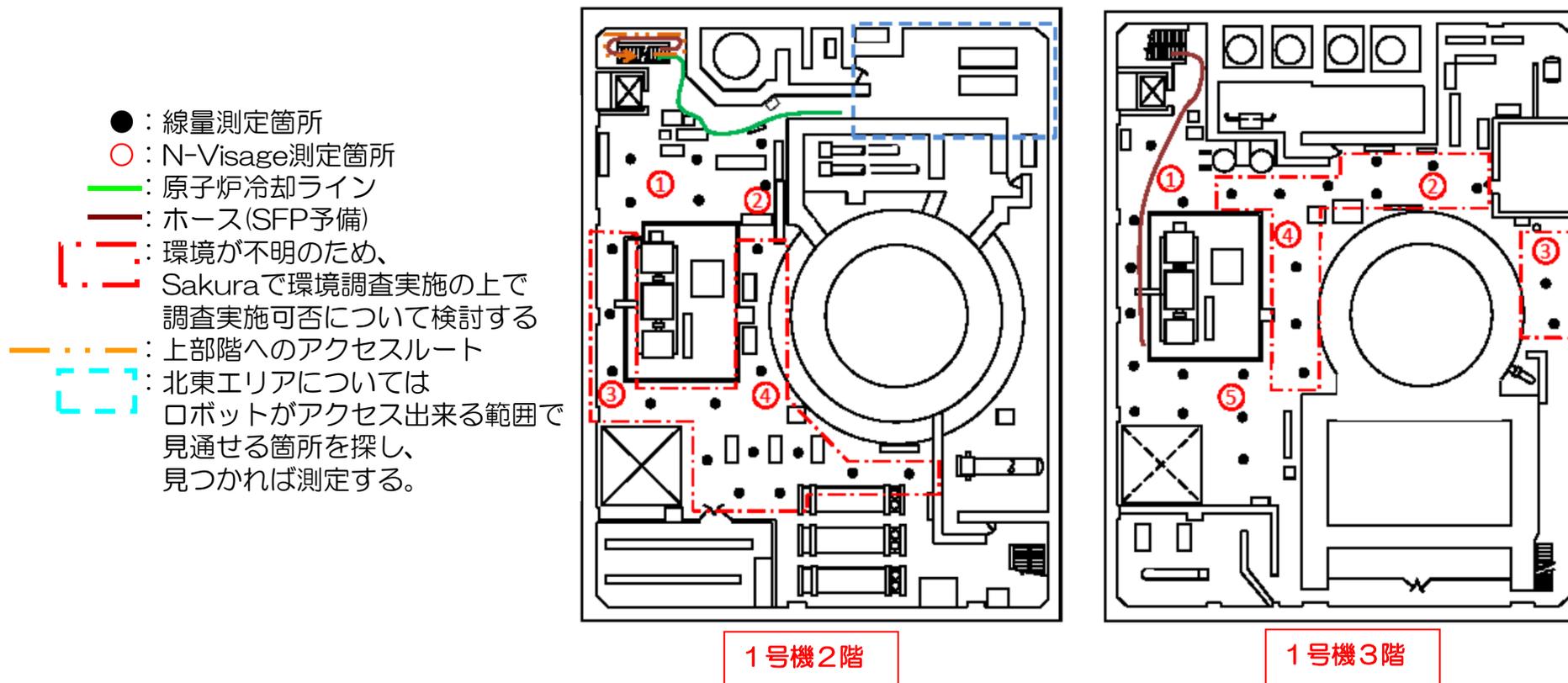
- Rosemary、Sakuraは免震重要棟から遠隔操作する。通信形式は、Sakuraは有線、RosemaryはSakuraを中継した無線。
- Rosemary、Sakuraともに充電台に帰還することで充電が可能（人によるバッテリー交換が不要）。
- ただし、1号機の2階、3階、2号機の2階は、昇降を行う階段スペースに干渉物が多いことから、充電台を人手で設置する。2号機の3階、3号機2階については、干渉物が少ないことから、ロボット自走が自走し測定場所まで移動する。
- Sakuraが単独先行しアクセスルートの調査（干渉物・線量）を行い、調査実施可能範囲を確認する。



上部階調査装置構成

3. 調査エリア（1号機）

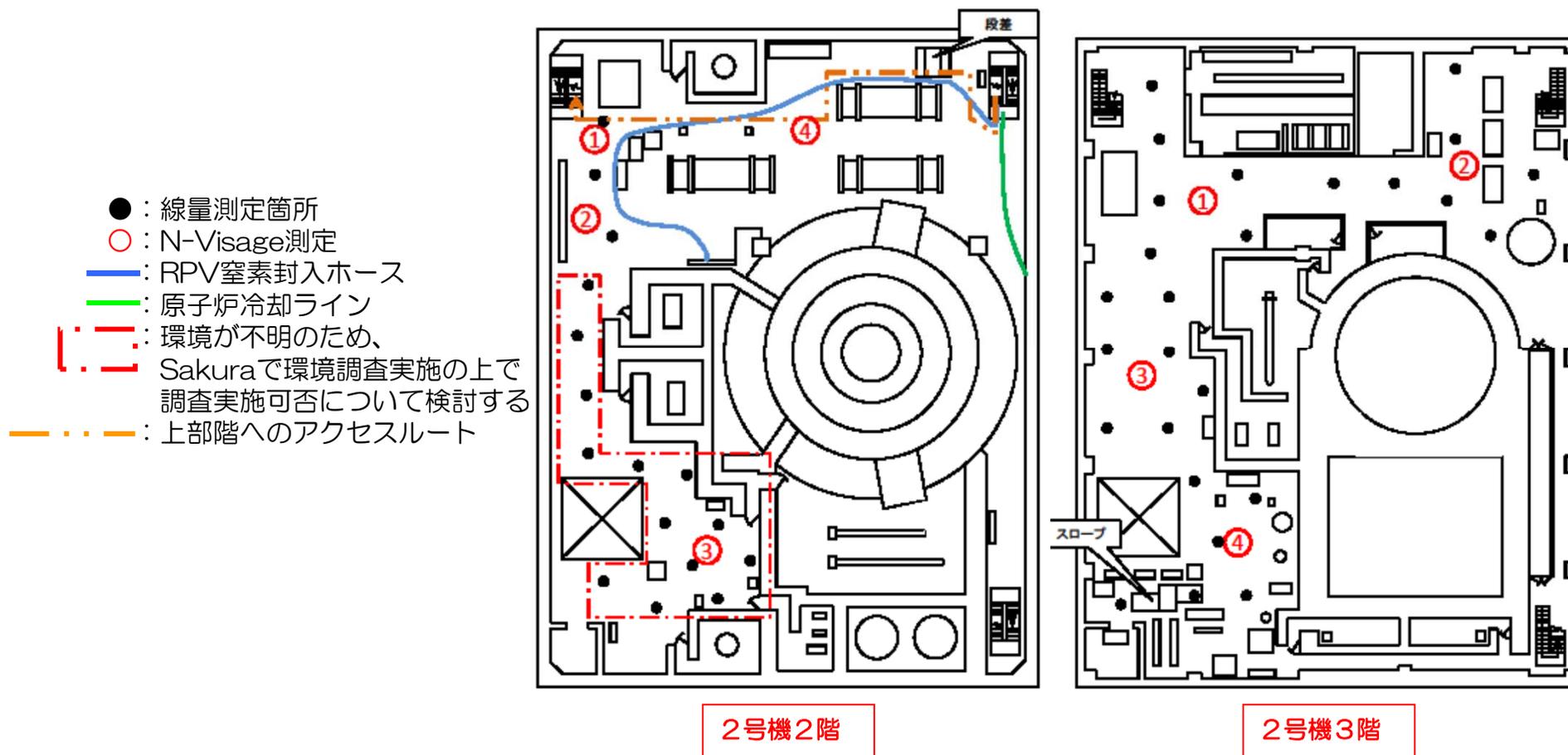
過去の調査結果から高線量と推測されるエリア，作業予定場所周辺を中心に線量測定と線源調査を行う（予定の測定箇所については現場のアクセスにより変更の可能性あり）



■ 上部階へのアクセス手段（重要設備類の干渉方法）

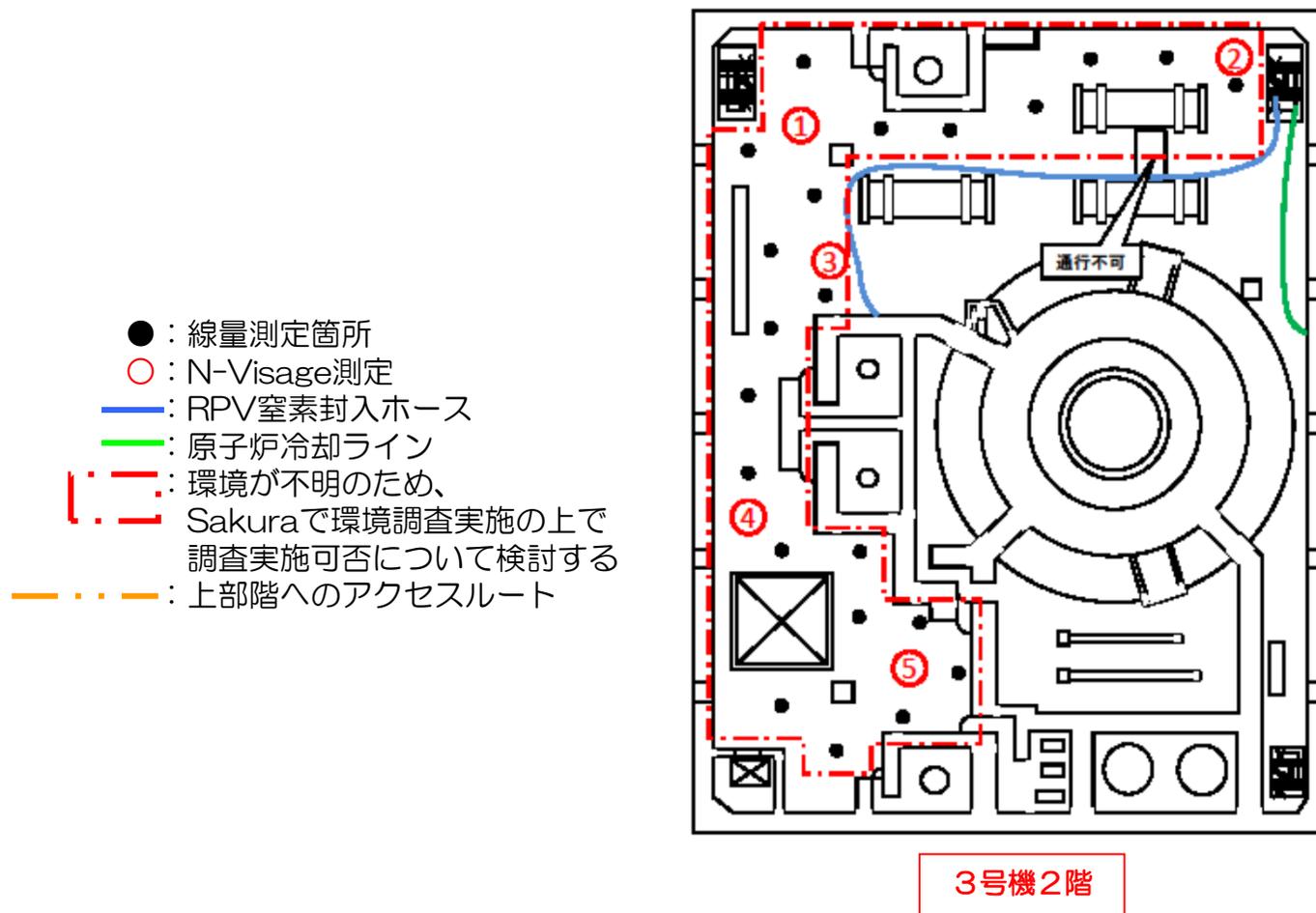
- 1階：大物搬入口～北西階段まで作業員によって運搬
- 1階～3階：北西階段を作業員によって運搬

3. 調査エリア（2号機）



- 上部階へのアクセス手段（重要設備類の干渉方法）
 - 1階 : 大物搬入口～北東階段まで作業員によって運搬
 - 1階～2階 : 北東階段を作業員によって運搬
 - 2階～3階 : 北東階段をロボットで自走

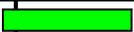
3. 調査エリア（3号機）



- 上部階へのアクセス手段（重要設備類の干渉方法）
 - 1階：大物搬入口～北西階段までロボットにより自走
 - 2階：北西階段をロボット自走

4. スケジュール

1～3号機 上部階調査

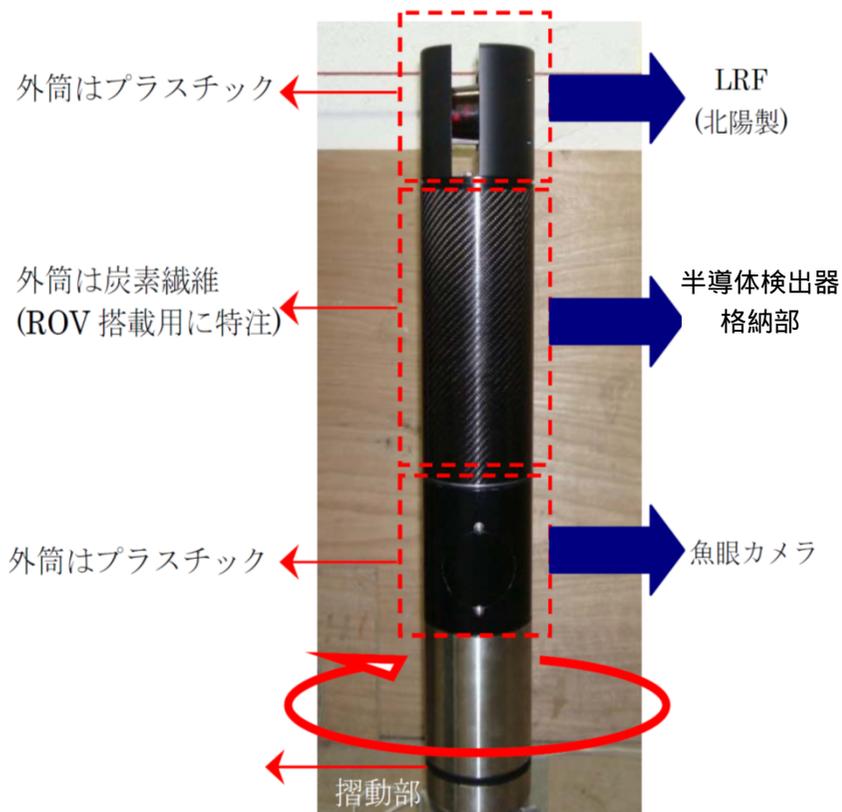
	4月		5月			6月		
	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
準備作業・通信確認								
1号機調査								
			1号機調査は4/28開始済					
2号機調査								
3号機調査								
片付け								

凡例  : 準備片付け作業  : 現場調査



- 分析／評価結果については、1号機及び3号機除染計画策定に活用する。また、既に除染工事に着手している2号機については、必要に応じて除染計画の見直しを行う。

〈参考〉 ガンマカメラ (N-Visage) の仕様について



LRF拡大



魚眼カメラ拡大

半導体素子、レーザレンジファインダ(LRF)、魚眼カメラを搭載しており、360° 球面体のスキャンが可能。

○メーカー：REACT/CREATEC

○寸法/重量：D110×H700/約17kg(この他、Control Boxがあり重量約6kg)

○検出素子：半導体検出器(素子は1つ)

○計測可能BG：0.05mSv/h～500mSv/h(精度低下が許容可能であれば1,000mSv/hまで可)

○スキャン時間：約2.5～3.0時間/スキャン

国プロ「原子炉建屋内の遠隔除染技術の開発」
1～3号機原子炉建屋
汚染状況調査の計画について



東京電力

廃炉・汚染水対策チーム会合／事務会合(第1回)に報告済

1. H24年度現場調査の成果

- H24年度の国プロ現場調査では、主に1～3号機原子炉建屋1階（最大線量率約100mSv/hまでのエリア）の現場調査を行い、以下の調査結果を得た。
 - 各汚染源（床面／壁・天井／ホットスポット／その他（主に上部構造物））からの床上150cm線量率への寄与率は以下の通りであった。
 - ①床面からの寄与率：10%～40%
 - ②壁・天井からの寄与率：5%～15%
 - ③ホットスポットからの寄与率：10～40%
 - ④その他（主に上部構造物）からの寄与率：30%～70%

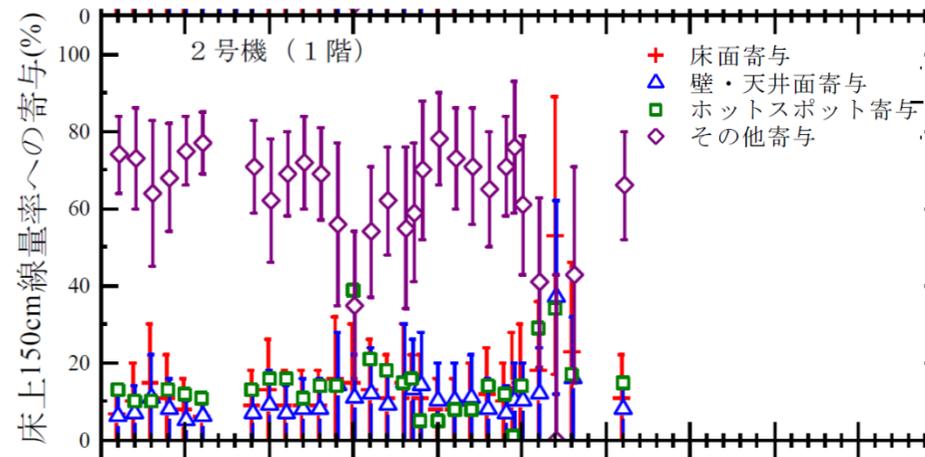


図1 2号機原子炉建屋1階 床上150cmへの線量率寄与割合

- 汚染核種はCs134及びCs137であり、その存在比率は2:3であった(事故時に補正すると1:1)。いずれも事故由来のものと推定。α核種は検出されなかった。
- 浸透汚染はエポキシ塗装面の微少な傷への固着に留まっており、汚染浸透はなかった。

2. 調査目的と調査対象エリアについて

■ 目的

国プロ「総合的線量低減計画の策定」と協働して行う、原子炉建屋(以下、R/Bという)上層階及び高線量エリア(1号機R/B1階南側、2号機R/B5階)の具体的線量低減方策の検討を促進するためのインプットデータ採取

■ H25年度の現場調査範囲

1～3号機原子炉建屋の2階・3階の調査を行う。加えて、H24年度に調査することができなかった1階高線量エリア、及びH24年度調査結果から線量寄与の大半が疑われる上部構造物の調査を行う。

2. 調査目的と調査対象エリアについて

表1 調査エリアと調査項目

号機	階層・エリア	調査項目				備考
		線量率調査 (線量計)	汚染分布調査 (γイメージャ)	内包線源調査 (積算線量計)	浸透汚染調査 (コア分析)	
1号機	1階・南側	○	○	—	○	「Warrior(i-Robot社ROV)+NEDOγカメラ」の組合せにて調査を行う。コア採取は「MEISTeR(三菱重工ROV)」にて行う。
	1階・高所	○	○	—	—	「昇降装置+NEDOγカメラ」の組合せにて調査を行う。
	2階・全域	○	○	—	—	「Rosemary(千葉工大ROV)+N-Visage(英国製γイメージャ)」の組合せにて調査を行う。
	3階・全域	○	○	—	—	「Rosemary(千葉工大ROV)+N-Visage(英国製γイメージャ)」の組合せにて調査を行う。
2号機	1階・高所	○	○	○	—	「昇降装置+NEDOγカメラ」の組合せにて調査を行う。内包線源調査は積算線量計(クイクセルバッジ)を作業員が貼付する。
	2階・全域	○	○	—	—	「Rosemary(千葉工大ROV)+N-Visage(英国製γイメージャ)」の組合せにて調査を行う。
	3階・全域	○	○	—	—	「Rosemary(千葉工大ROV)+N-Visage(英国製γイメージャ)」の組合せにて調査を行う。
	5階(オペフロ)・全域	○	○	—	○	N-Visage(英国製γイメージャ)にて調査を行う。コア採取は「MEISTeR(三菱重工ROV)」にて行う。
3号機	1階・高所	○	○	—	—	「昇降装置+NEDOγカメラ」の組合せにて調査を行う。
	2階・全域	○	○	—	—	「Rosemary(千葉工大ROV)+N-Visage(英国製γイメージャ)」の組合せにて調査を行う。

3. スケジュール

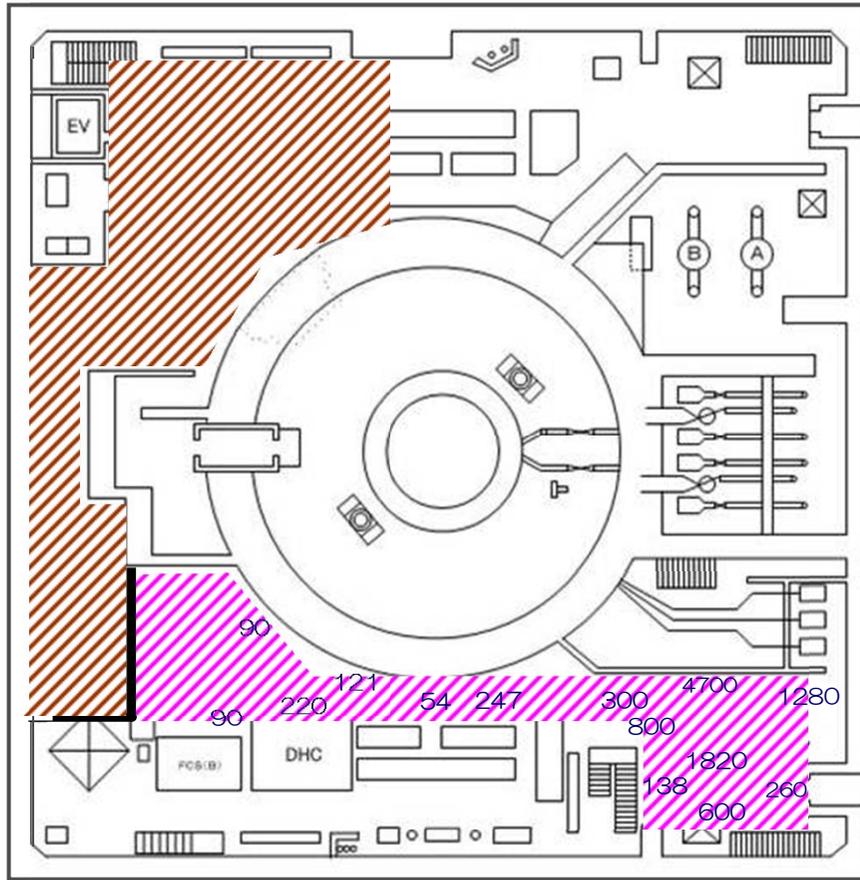
表2 調査スケジュール（予定）

調査エリア	H25年12月			H26年1月			H26年2月			H26年3月			H26年4月			調査結果を踏まえた線量低減 検討結果のインプット先	
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
1号機1階南側																H26年度下半期から予定される1号機1階の除染作業計画策定に資する。	
1号機1階南側																線量測定及びガンマカメラ撮影(日立)	
1号機1階南側																コア採取(三菱)	
1～3号原子炉建屋1階高所部																高所部線量測定及びガンマカメラ撮影(日立)	1号機1階除染作業(H26年度下半期～)及び、3号機1階中所除染作業(H26年3月～)の除染作業計画策定に資する。なお、2号機については、必要に応じて除染作業計画の見直しを行う。
1～3号原子炉建屋1階高所部																上部構造物他への積算線量計設置(東芝)	
1号機原子炉建屋2階及び3階																線量測定及びガンマカメラ撮影(日立)	今後の上層階除染計画策定に資する。
2号機原子炉建屋2階及び3階																線量測定及びガンマカメラ撮影(日立)	今後の上層階除染計画策定に資する。
3号機原子炉建屋2階																線量測定及びガンマカメラ撮影(日立)	今後の上層階除染計画策定に資する。
2号機原子炉建屋5階(オペフロ)																内部ビデオ撮影及び線量分布測定(東芝)、ガンマカメラ撮影(日立)、コア採取(三菱)	H26年度上半期の2号機燃料取り出し工法決定の判断材料に資する。

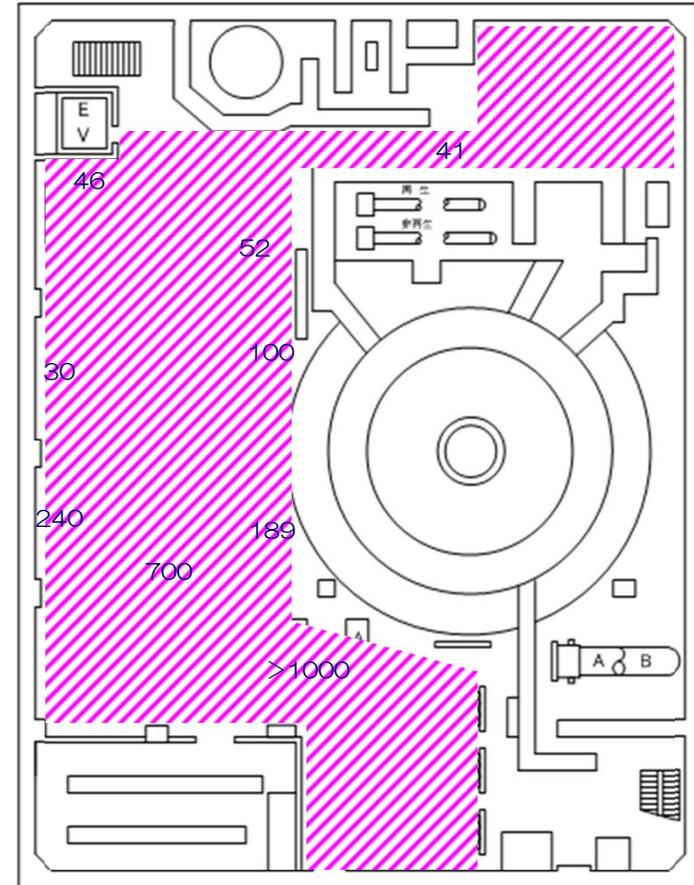
※現場でのエリア調整次第では、工程変更の可能性あり

■具体的な調査装置構成や調査ポイントについては、各作業前に別途ご報告する。

<参考> 1号機1 / 2階現場調査エリア



1号機1階



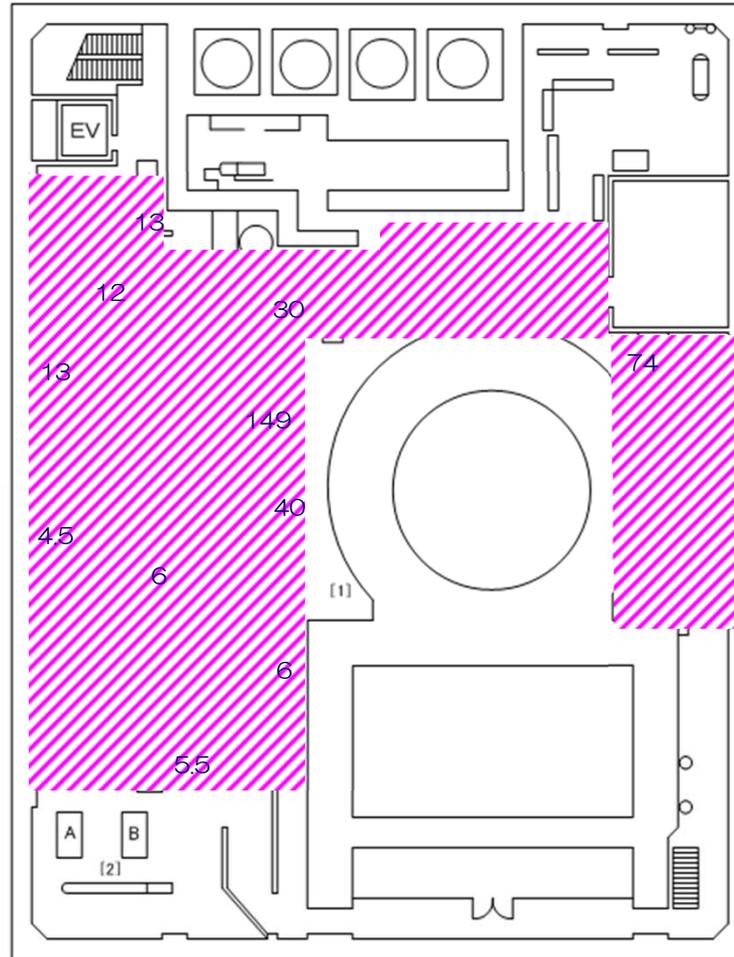
1号機2階

 : H24年度調査範囲(既実施)

 : H25年度調査範囲(高所部調査予定範囲は未反映)※

※1号機1階高所部調査範囲は、H25/12から開始予定の3Dレーザー計測データに基づき決定する。

〈参考〉 1号機3階現場調査エリア

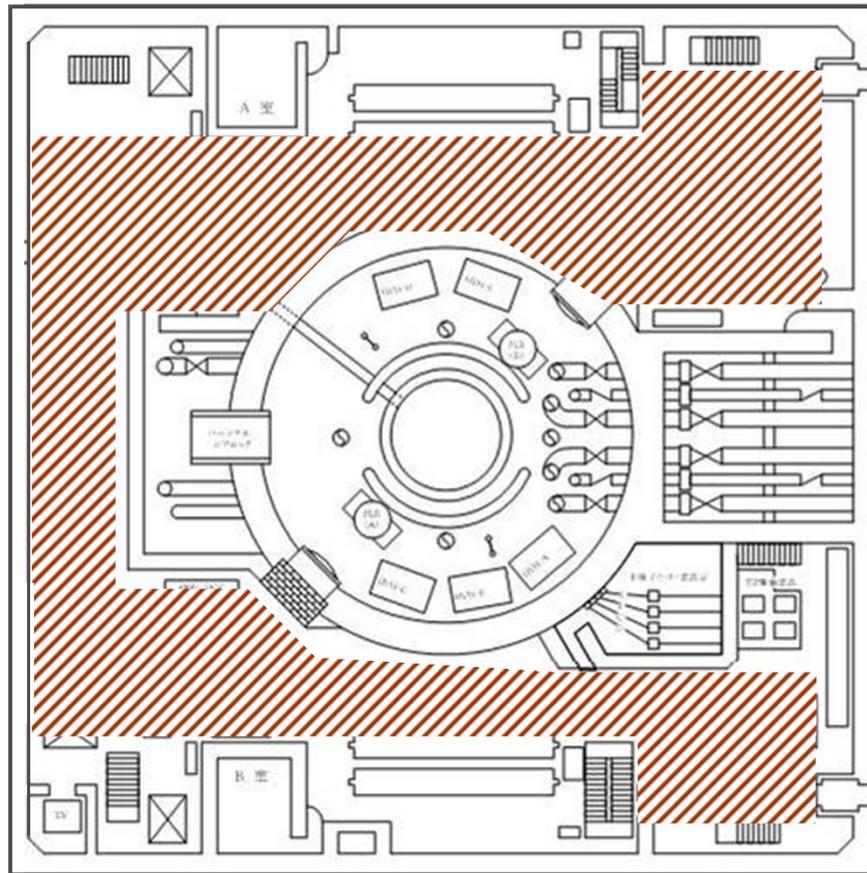


 : H24年度調査範囲(既実施)

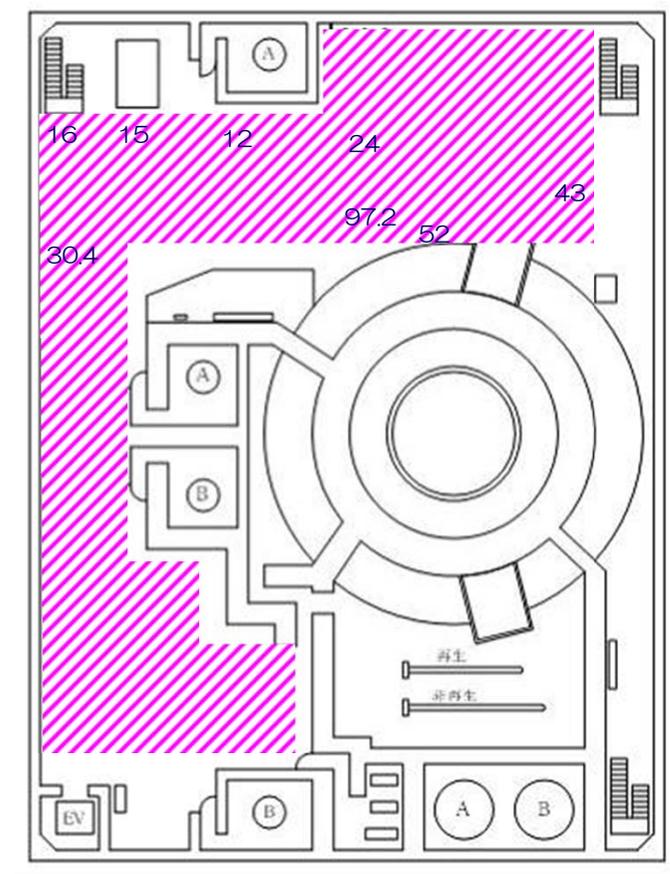
1号機3階

 : H25年度調査範囲

<参考>2号機 1 / 2階現場調査範囲



2号機 1階



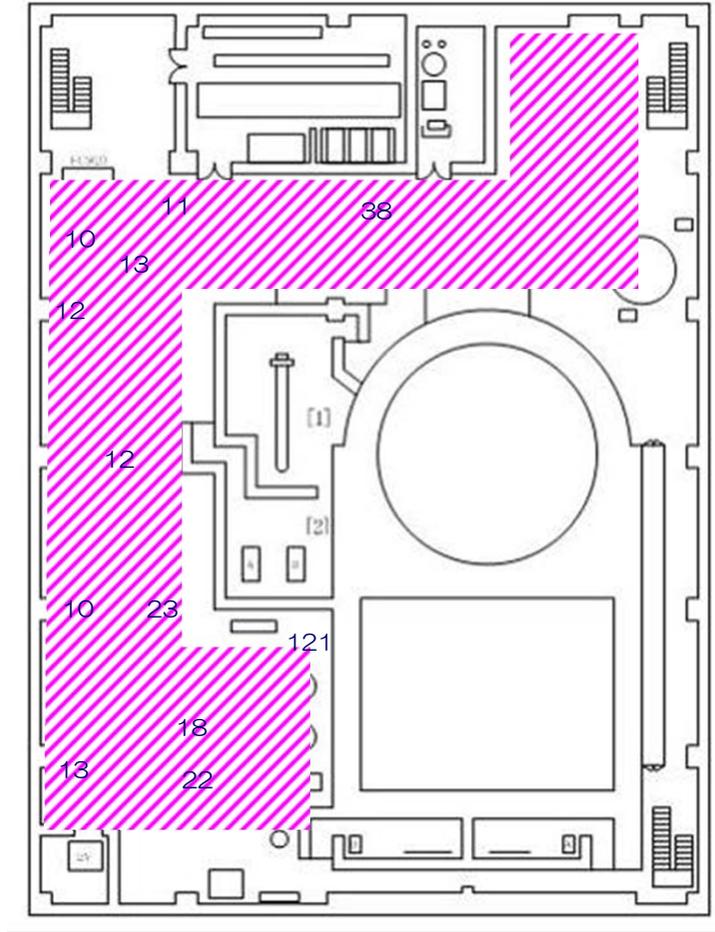
2号機 2階

 : H24年度調査範囲(既実施)

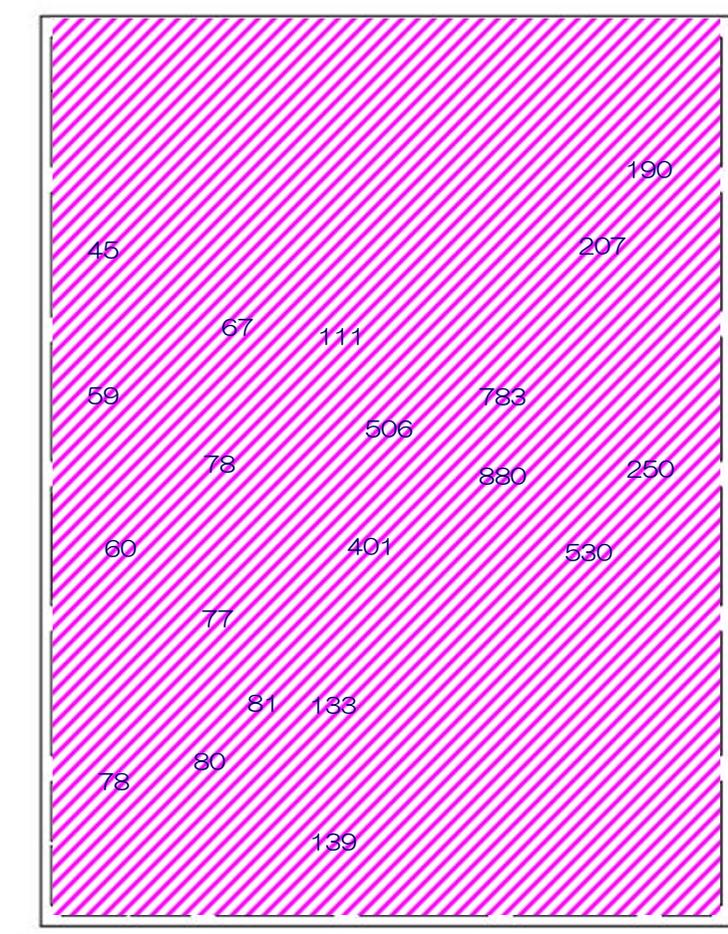
 : H25年度調査範囲(高所部調査予定範囲は未反映)※

※2号機1階高所部調査範囲は、H25/12から開始予定の3Dレーザ計測データに基づき決定する。

〈参考〉2号機3 / 5階現場調査範囲



2号機3階

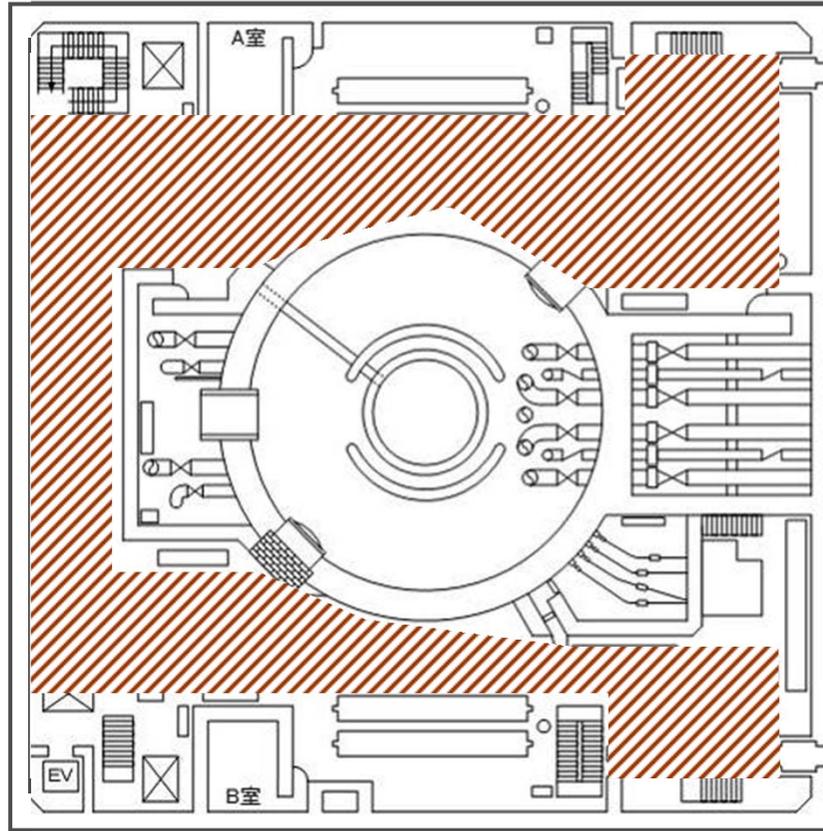


2号機5階

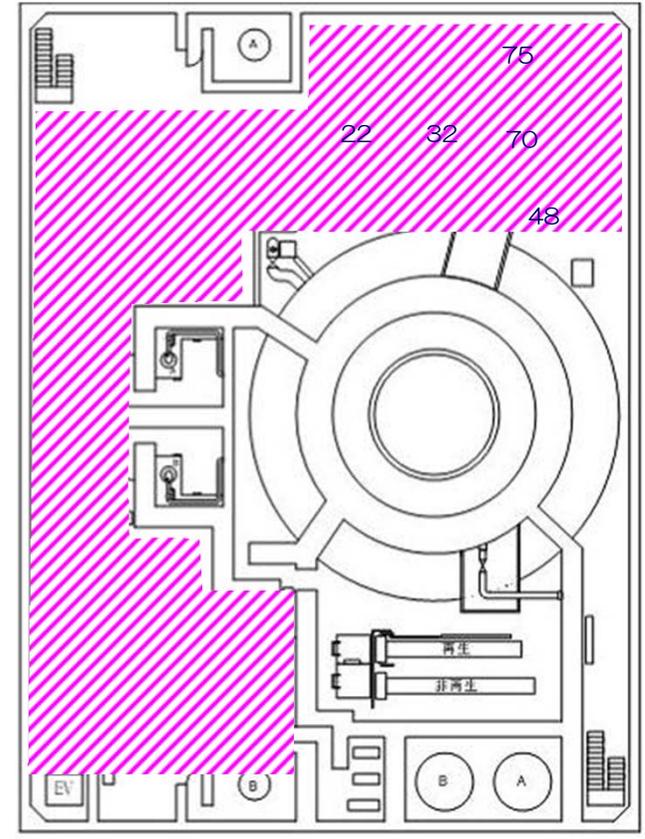
 : H24年度調査範囲(既実施)

 : H25年度調査範囲

<参考>3号機 1 / 2階現場調査範囲



3号機 1階



3号機 2階

 : H24年度調査範囲(既実施)

 : H25年度調査範囲(高所部調査予定範囲は未反映)※

※3号機1階高所部調査範囲は、H26/2以降開始予定の3Dレーザー計測データに基づき決定する。

平成25年度実績概要

事故進展解析技術の高度化による 炉内状況把握

平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

(一財)エネルギー総合工学研究所

- デブリ位置の情報は、廃炉のための作業の基本となるものであるが、現時点でも十分な情報を得られていない
- 直接的なデブリ位置検知技術が最も有効な手段であるが、RPV内部を直接確認できるのは、2019年度以降となっている
- そのため、すでに開始されているプロジェクト(デブリ取出し関連技術の検討・開発、RPV内部調査、臨界防止・管理技術、PCV内部調査)では、デブリの位置・状態に関し、幅広い可能性を考慮して、検討を進める必要が生じている
- 検討対象を絞り込むための方法として、解析技術を活用して、デブリ位置の推定を実施しているが、事故進展に於ける未解明問題の存在、解析コードの能力の限界から、解析には不確かさの幅が存在する
- 本プロジェクトは、沸騰水型原子炉特有の構造を考慮した解析モデルの改良及び東京電力の調査を踏まえた解析条件の見直し等により解析コードの評価能力を向上させ、炉内状況の把握に関する不確かさの幅の縮小を目指す
- ✓ なお、すでに福島第一原子力発電所では、1号機2号機の格納容器内の調査等が進められているが、今後、さらに炉内及び格納容器の状況に関するデータが充実すると、これらの情報により解析結果が補強されたり、場合によっては見直しが必要となると考えられる。
- ✓ 今年度からは、このような現場調査の結果からのフィードバックも解析モデルの改良にあたっては考慮していくものと考えている。

プロジェクトの目的と体制

No.2

目的: 福島第一原子力発電所の廃止措置の円滑な実施に資するため、炉内状況およびデブリの分散状況等を解析を主体として把握する

体制: 廃炉・汚染水対策チーム会合

炉内状況把握・解析分野

プラント状況実測、遠隔可視化(東電)

【資源エネルギー庁委託事業】

発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業
(過酷事故解析コードを活用した炉内状況把握)

- 解析コード改良と実機事故解析
 - ・MAAPグループ(東芝、日立GE)
 - ・SAMPSONグループ(エネ総工研)
- 熱流動解析等による個別事象評価
- 国際協力: OECD/NEAベンチマーク解析PJ(BSAF)等

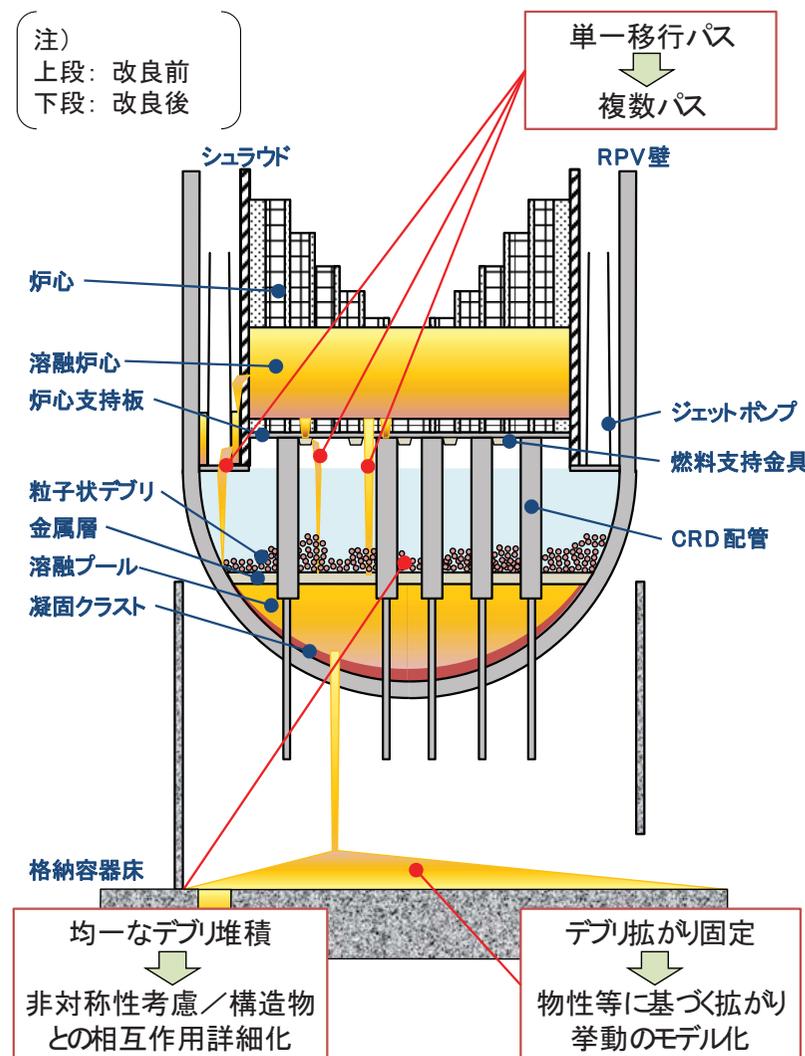
JAEA: モックアップ試験(海水熱伝達試験など、2013年度～)

AESJ: 「シビアアクシデント評価」研究専門委員会

MAAPコードの改良により、デブリ位置の推定、プラント挙動の評価精度を高める

■MAAP5コードの改良と検証

- 下記改良項目(右図)及びその高度化仕様に基づいたコード改良を米国EPRI委託にて実施
- 炉心損傷進展モデル改良
(溶融物の移行経路を複数考慮)
- 下部プレナム内デブリ挙動モデル改良
(堆積形態、構造物相互作用)
- 格納容器内デブリ挙動モデル改良
(拡がり挙動、コンクリート相互作用)
- 改良されたコードの検証
- 個別現象のモデルを要素試験等により検証
- プラント全体挙動は実機試験等により検証



追加された経路①
燃料が乗っている
穴にデブリが落下



追加された経路②
制御棒(十字型)
が挿入されている
穴にデブリが落下

(a)格納容器内圧力抑制プールの温度成層化現象のモデル化

- ・水の自然循環を解く3次元流動モデルを開発(座標系:デカルト/円筒)
- ・2号機を対象とした解析で、RCIC動作時の解析機能を検証

(b)下部プレナムへの流出経路モデルの改良と下部プレナムにおける溶融物と構造材/冷却材との相互作用モデル

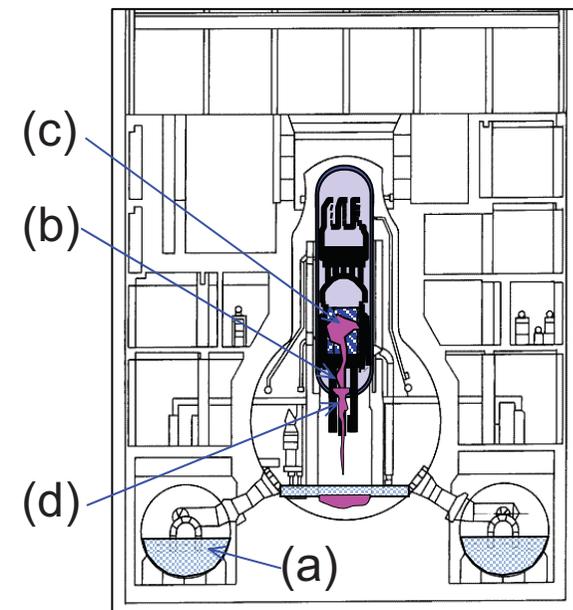
- ・炉心溶融物の下部プレナムへの流出経路を解析により検討し、モデルを改良
- ・溶融物と構造材/冷却材相互作用モデルを開発し、機能を検証

(c)高温条件における共晶反応及び酸化反応モデルの改良

- ・ B_4C 及び鉄の酸化反応モデルを追加
- ・ B_4C と鉄との共晶反応モデルを開発し、機能を検証

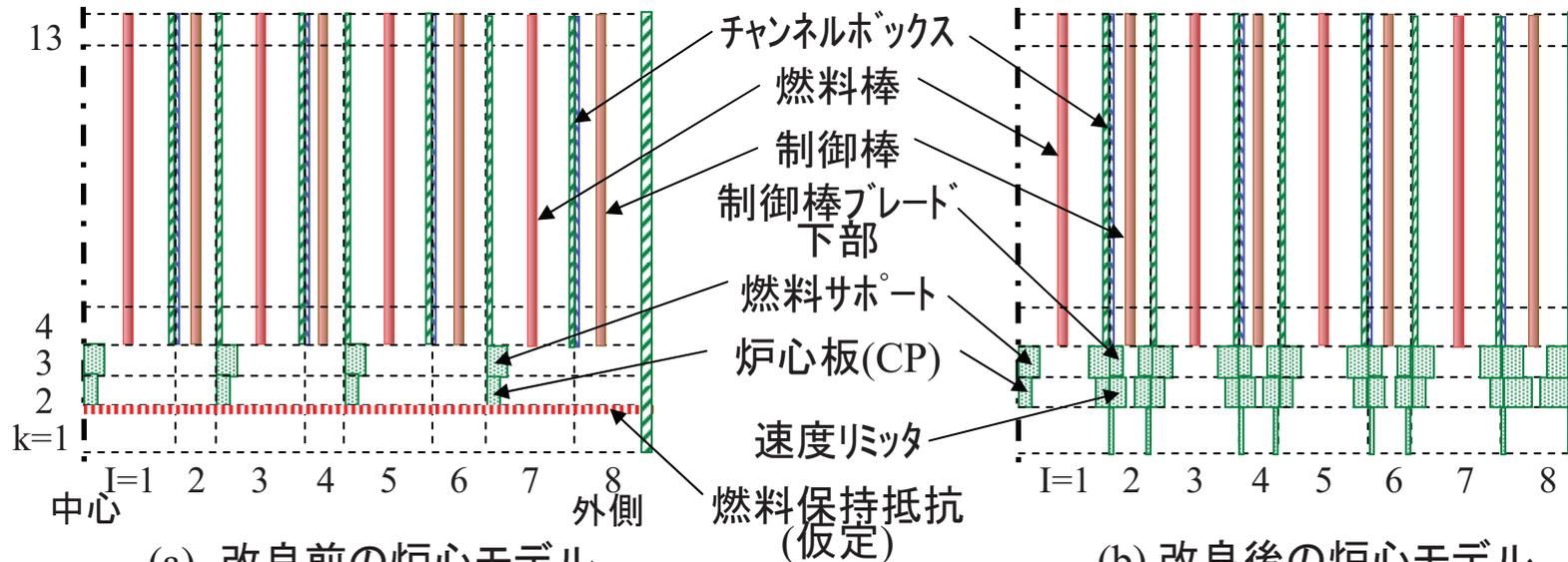
(d)圧力容器の下部における溶融物・構造材相互作用モデル

- ・相互作用モデルを開発し、機能を検証



下部プレナムへの流出経路モデルの改良

- XR2-1実験結果及び実験解析を踏まえ、炉心モデルを改良(下図(b))
- モデル改良の結果、デブリ落下量は各燃料チャンネルでほぼ均一化(下図(d))



(a) 改良前の炉心モデル (CPでのデブリ保持)

(b) 改良後の炉心モデル (チャンネル下部分割)

燃料チャンネル	落下量	制御棒チャンネル	落下量
1	9.5 wt%	2	1.7 wt%
3	41.4 wt%	4	6.0 wt%
5	33.3 wt%	6	3.5 wt%
7	4.4 wt%	8	0.3 wt%

(c) 改良前のデブリ落下量(1号機解析例)

燃料チャンネル	落下量	制御棒チャンネル	落下量
1	21.6 wt%	2	3.1 wt%
3	23.1 wt%	4	3.2 wt%
5	30.1 wt%	6	4.0 wt%
7	14.9 wt%	8	0.0 wt%

(d) 改良後のデブリ落下量(1号機解析例)

■ MAAPコードの特徴と役割

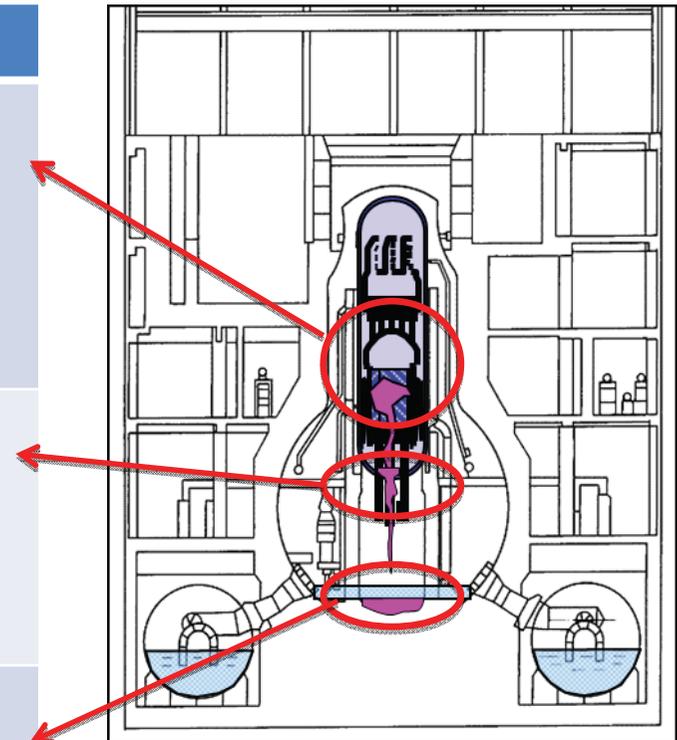
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・試験結果等に基づく相関式を採用した「簡易モデル」により構成されており、高速計算が可能 ・不確かさの大きな現象を対象としたパラメトリック解析が可能
役割	<ul style="list-style-type: none"> ・高速計算機能を活用して、境界条件やプラント運転条件あるいは物理現象等の不確かさの大きいパラメータに対する感度解析を実施し、燃料デブリの存在位置・量・組成等に与える影響を把握 ・境界条件を共通化し、SAMPSONとMAAPのモデルの相違による解析結果の相違を比較し、炉内状況の評価に反映する

■ SAMPSONコードの特徴と役割

特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・可能な限り物理・化学現象を精緻に記述した「機構論的モデル」及び理論式を採用 ・空間的に分布が生じる現象について、多次元解析が可能
役割	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザ入力の影響が少ない「機構論的モデル」に基づく事故進展事象の解明と燃料デブリの存在位置・量・組成等の推定 ・多次元解析機能を活用した炉内状況把握に関連する未解明事項の詳細検討(例:溶融炉心の下部プレナム落下挙動)

過酷事故解析コードのデブリ分散状況の評価手法の特徴 No.7

	MAAP	SAMPSON
H25年度までの取り組みで可能になったこと	炉心部、下部プレナム部、格納容器ペDESTAL部とDW部のデブリ分散状況の予測	圧力容器内のデブリ分散状況の予測
H26年度の目標	圧力容器内の支持板上や制御棒案内管内も含めたデブリ分散状況の予測	圧力容器の下部を含めたデブリ分散状況の予測
H27年度の目標	圧力容器から格納容器のペDESTAL内も含めたデブリ分散状況の予測	圧力容器から格納容器のペDESTAL内も含めたデブリ分散状況の予測



- 東京電力の調査結果を反映した、最新の事故進展シナリオに基づき、改良MAAP及び改良SAMPSONによる福島第一1～3号の事故進展解析を実施
 - 両コードの結果に基づき、現状の炉内状況の解析結果とその不確かさの程度を整理

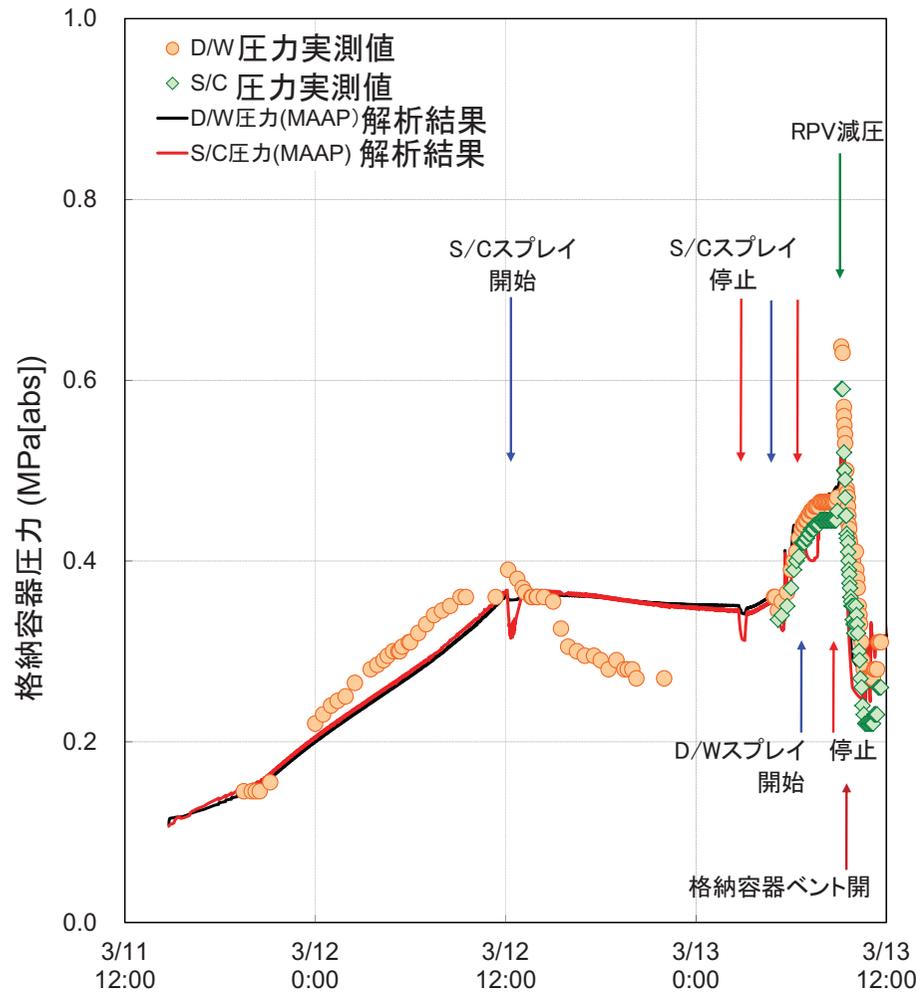
- 主要イベント発生時刻を以下の観点から整理

イベント	主旨
原子炉水位が燃料有効部上端に到達	原子炉への注水が行われていれば、燃料温度上昇を回避できた時点
炉心損傷 (燃料被覆管温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$)	原子炉への注水が行われていれば、安定な炉心冷却を確保できた時点
炉心溶融 (燃料温度 \geq 約2500K)	原子炉への注水が行われていれば、燃料の冷却可能形状を維持できた時点
原子炉圧力容器(RPV)破損	原子炉圧力容器から格納容器への燃料の移行が発生した時点

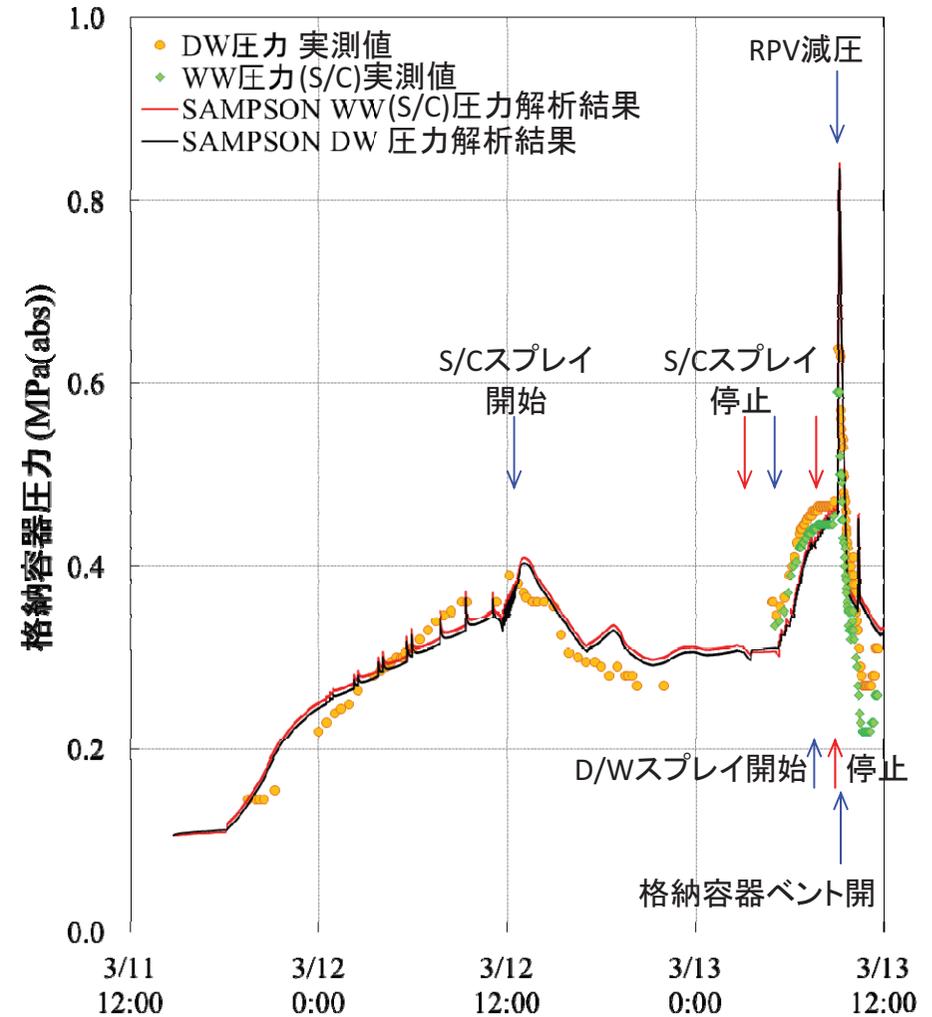
- MAAP, SAMPSON両コードの解析結果は次シート以降

事故進展解析結果： 3号機の格納容器圧力評価

No.9



MAAP解析結果



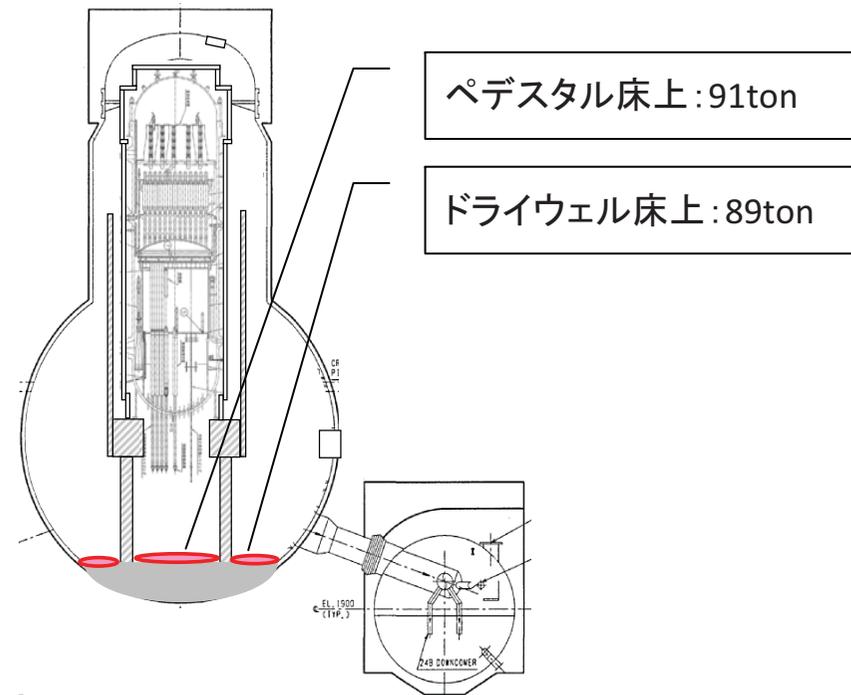
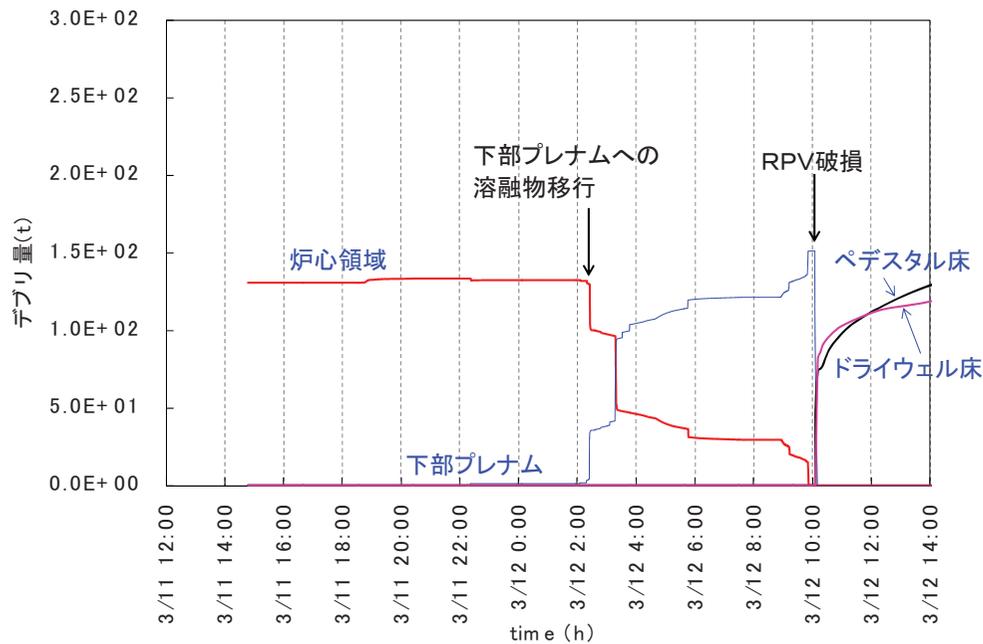
SAMPSON解析結果

モデル改良と事故進展の理解の改善により実測のデータの再現性が向上

MAAPコードによる1号機事故解析

No.10

イベント	発生時刻
原子炉水位 ≤ 燃料有効部上端	2011/3/11 17:50頃
炉心損傷 (燃料棒最高温度 ≥ 1200°C)	2011/3/11 18:40頃
炉心溶融 (燃料棒最高温度 ≥ 2200°C)	2011/3/11 18:50頃
RPV破損	2011/3/12 10:00頃

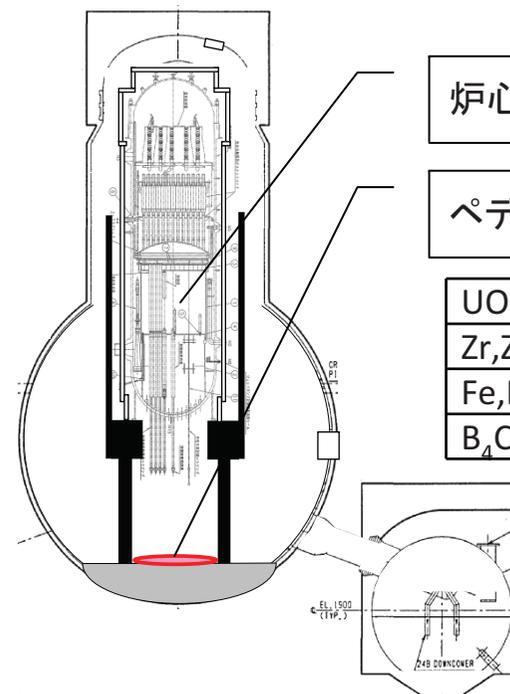
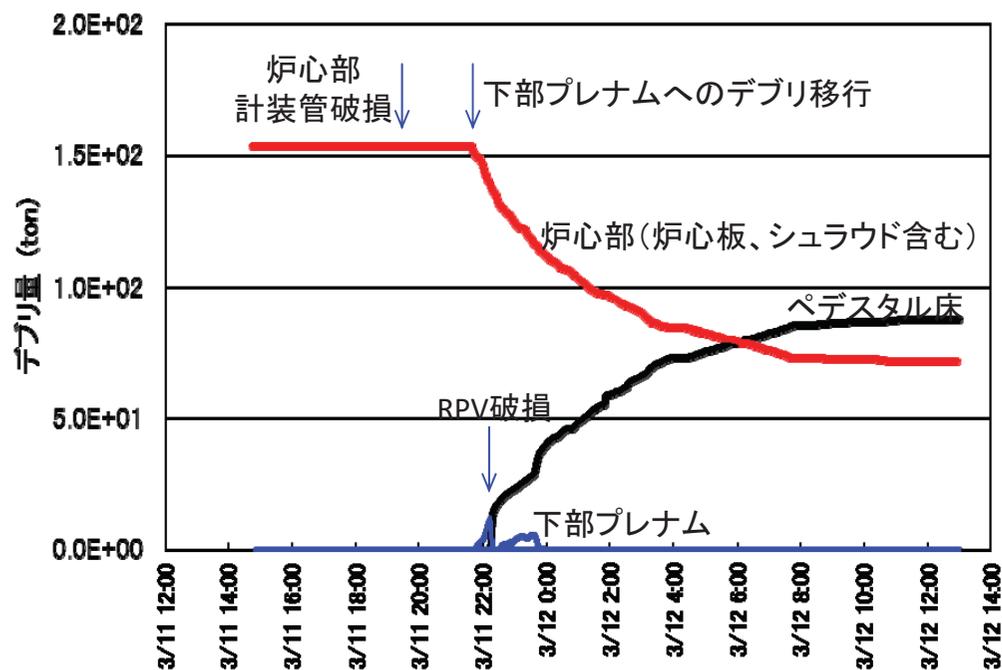


(注) 2011/3/12 13:00頃のデブリ量 (燃料、構造材)

SAMPSONコードによる1号機事故解析

No.11

イベント	発生時刻
原子炉水位 ≤ 燃料有効部上端	2011/3/11 17:50頃
炉心損傷 (燃料棒最高温度 ≥ 1200℃)	2011/3/11 19:40頃
炉心溶融 (燃料棒最高温度 ≥ 2200℃)	2011/3/11 22:00頃
RPV破損	2011/3/11 22:10頃



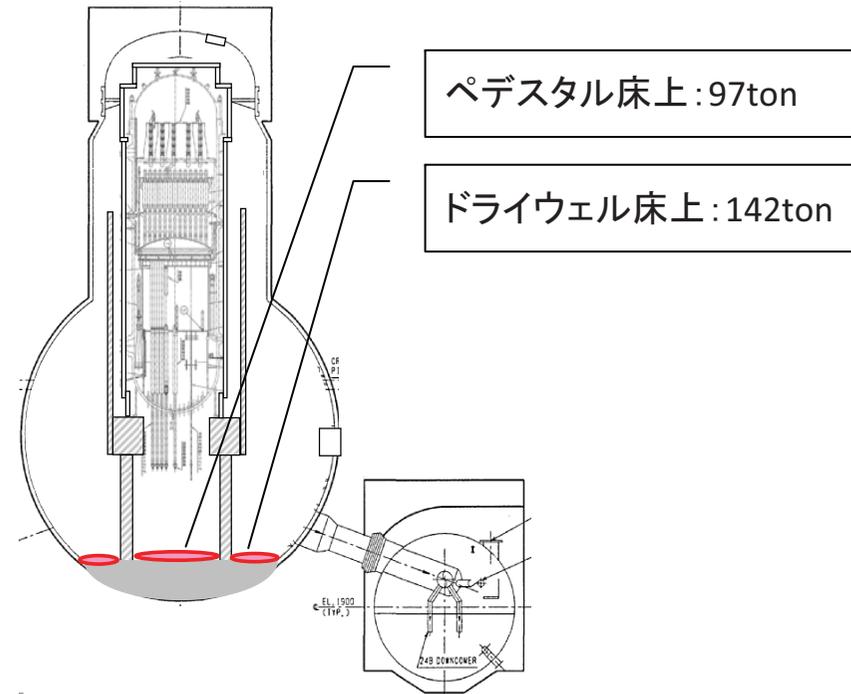
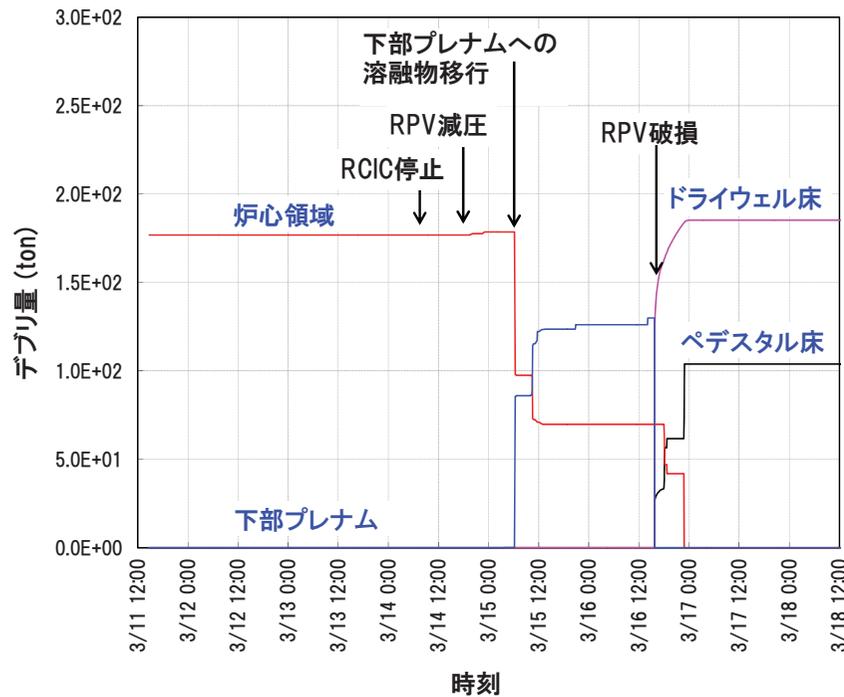
炉心: 72ton	
ペDESTAL床 上: 88ton	
UO ₂ , U ₃ O ₈	33.6 wt%
Zr, ZrO ₂	34.2 wt%
Fe, Fe ₂ O ₃	31.3 wt%
B ₄ C	0.9 wt%

(注) 2011/3/12 13:00頃のデブリ量 (燃料、構造材)

MAAPコードによる2号機事故解析

No.12

イベント	発生時刻
原子炉水位が燃料有効部上端に到達	2011/3/14 18:10頃
炉心損傷(燃料棒最高温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$)	2011/3/14 20:17頃
炉心溶融(燃料棒最高温度 $\geq 2200^{\circ}\text{C}$)	2011/3/14 20:34頃
RPV破損	2011/3/16 15:43頃

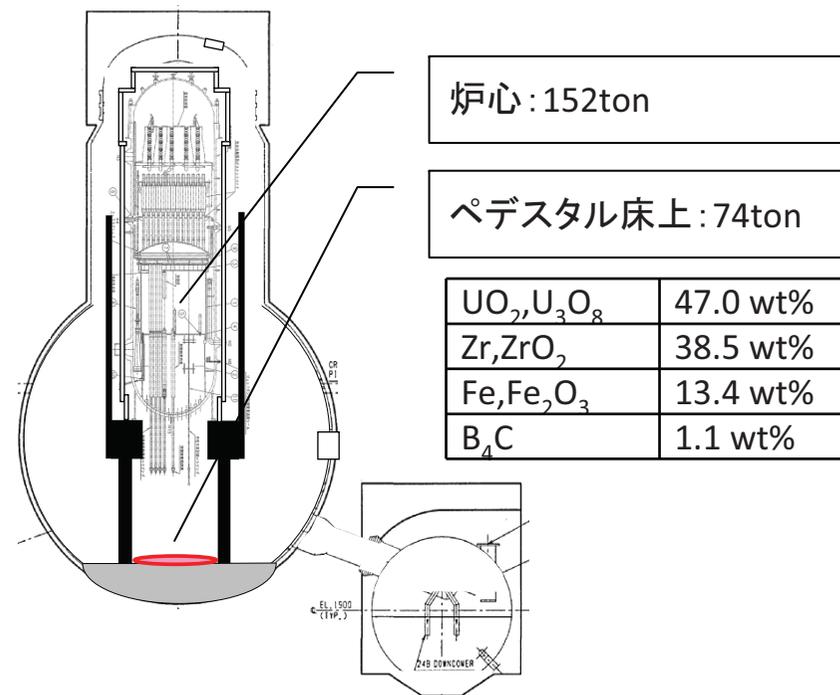
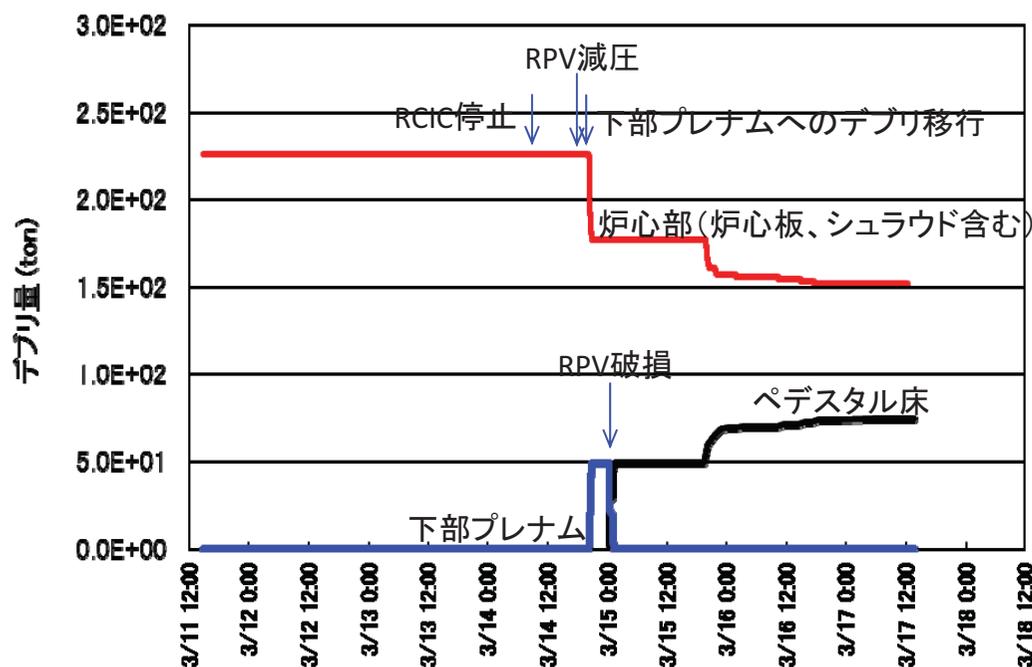


(注) 地震発生後1週間後の重量

SAMPSONコードによる2号機事故解析

No.13

イベント	発生時刻
原子炉水位 ≤ 燃料有効部上端	2011/3/14 18:00頃
炉心損傷(燃料棒最高温度 ≥ 1200℃)	2011/3/14 20:00頃
炉心溶融(燃料棒最高温度 ≥ 2200℃)	2011/3/14 20:20頃
RPV破損	2011/3/15 00:20頃

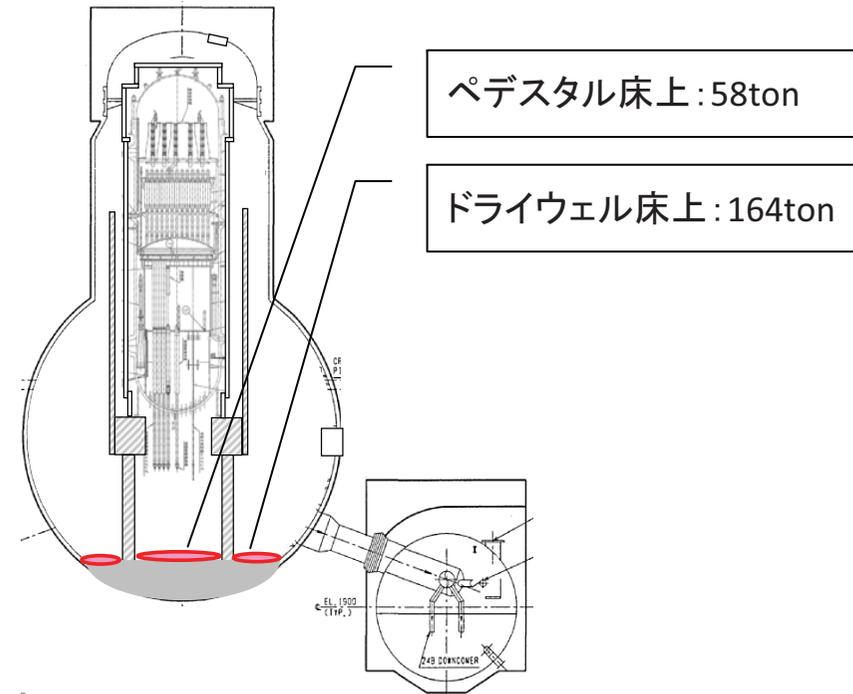
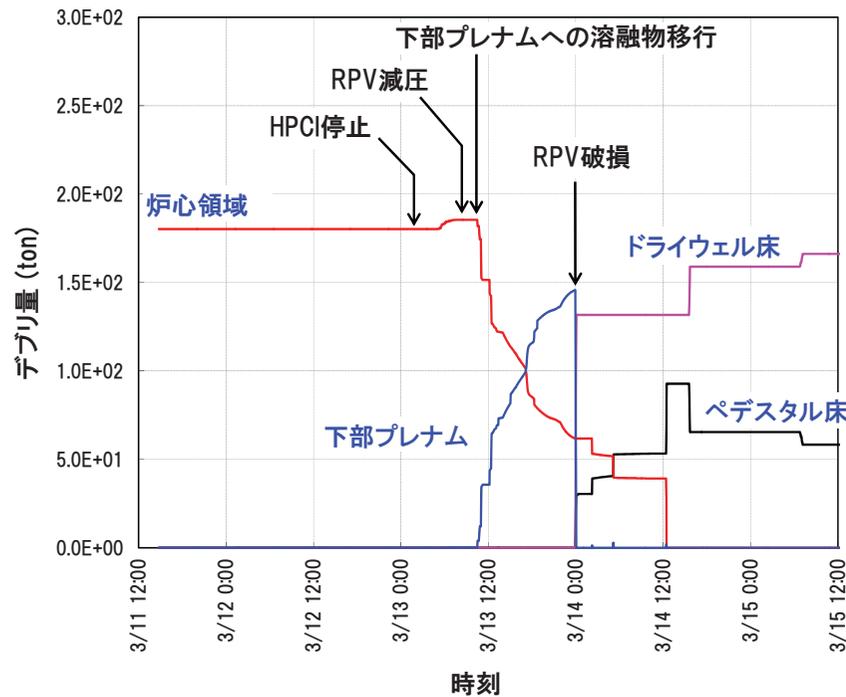


(注) 2011/3/17 13:50頃のデブリ量(燃料、構造材)

MAAPコードによる3号機事故解析

No.14

イベント	発生時刻
原子炉水位が燃料有効部上端に到達	2011/3/13 2:21頃
炉心損傷(燃料棒最高温度 $\geq 1200^{\circ}\text{C}$)	2011/3/13 5:12頃
炉心溶融(燃料棒最高温度 $\geq 2200^{\circ}\text{C}$)	2011/3/13 5:29頃
RPV破損	2011/3/13 23:57頃

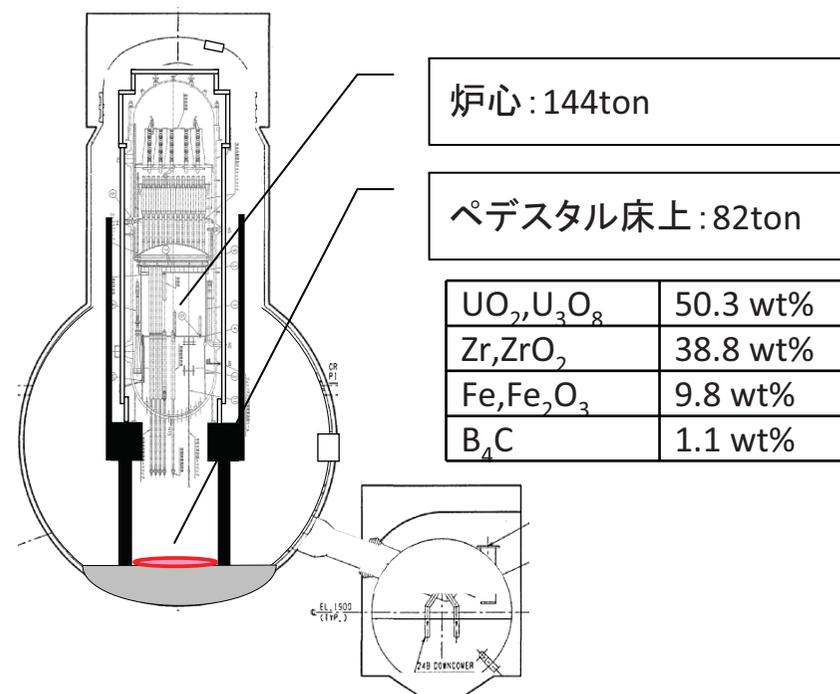
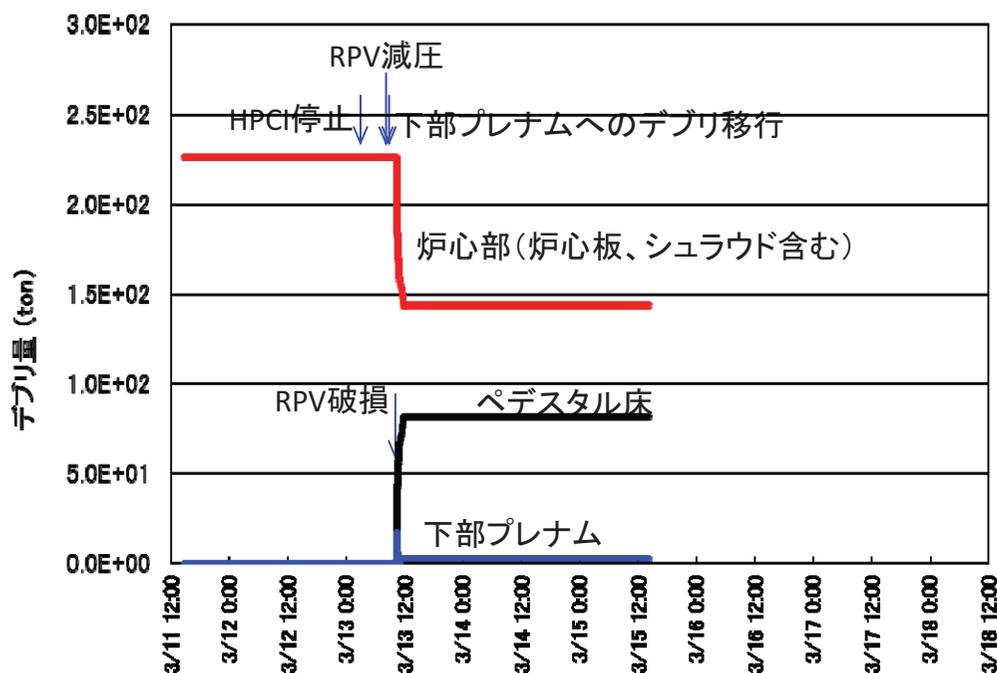


(注) 地震発生後1週間後の重量

SAMPSONコードによる3号機事故解析

No.15

イベント	発生時刻
原子炉水位 ≤ 燃料有効部上端	2011/3/13 2:00頃
炉心損傷 (燃料棒最高温度 ≥ 1200℃)	2011/3/13 10:10頃
炉心溶融 (燃料棒最高温度 ≥ 2200℃)	2011/3/13 10:20頃
RPV破損	2011/3/13 10:30頃



(注) 2011/3/15 22:53頃のデブリ量 (燃料、構造材)

• モデル改良後の解析結果

- MAAP解析結果からは、全号機、炉心全量が格納容器内に放出され、ドライウエルにまで広がっている可能性があることを示唆
- SAMPSON解析結果からは、全号機、損傷炉心の一部はRPVに残存するものの、RPV破損に伴って、ペDESTAL床上に存在していることを示唆

• 解析結果からの知見

- 炉心溶融物によるシュラウドの部分損傷／ジェットポンプ部から下部プレナムへの溶融物移行の可能性
- 燃料支持金具、制御棒案内管内での金属溶融物固化の可能性
- ドライウエル床上の燃料デブリ存在の可能性
- ペDESTALサンプピット内の燃料デブリ存在の可能性
- 炉心溶融物によるPCVシェルアタックによる損傷の可能性

• 今後の課題

- 解析コードによって結果が大きく異なるため、MAAP、SAMPSON各コードの能力と限界を把握しつつ、解析結果を解釈し、活用することが重要。
- また、解析結果から有用な情報を得るためには、コードで取り扱う現象の不確かさの幅を小さくするための継続的な改善が必要

(参考)解析結果に関する東京電力の評価(1/2)

- シュラウドの損傷の可能性についての見解
 - 燃料移行経路がシュラウド側からなのか、炉心支持板側からなのかは、競合事象なので、どちらの経路に行くかの不確かさは大きい
 - 2号機では、給水系(シュラウド外側への注水)からの注水量を増加させた際に、再循環ポンプ部の圧力が上昇後、一定値をキープしたとの観測結果
→これは、シュラウド外水位変化を捉えた可能性が高く、2号機のシュラウドは健全と考えられる。1,3号機については同様の観測結果は得られていない
- シェルアタックについての見解
 - 格納容器に落下する燃料は、熔融状態であるとするとは広がりやすい傾向にあることから、解析結果からは熔融燃料が格納容器シェルに到達する可能性は否定できない
→格納容器調査では、十分に調査することが必要
 - ただし、シェルアタックは燃料デブリが格納容器外に直接漏れ出すこと、格納容器にも穴が開くことを意味しているものであるが、それほどの高線量は確認されていないことや、格納容器の水位推定値からはシェルアタックを直接示唆する情報は、現時点では得られていない。

(参考)解析結果に関する東京電力の評価(2/2)

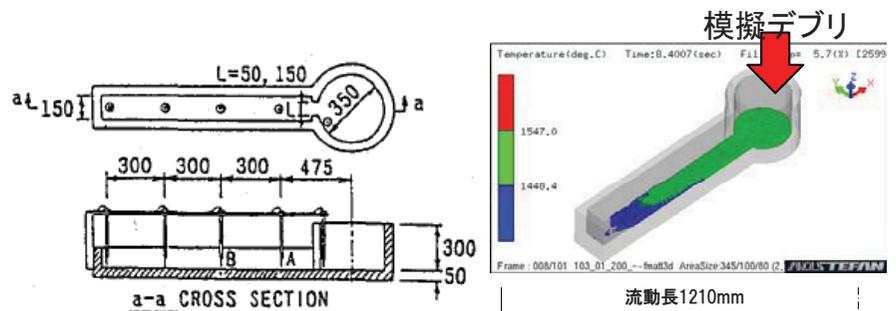
- 従来推定との相違 (SAMPSON: 1号機で全量落下なし) についての見解
 - MAAPとSAMPSONを比較すると、Zrの酸化の進み方が異なり、発熱量の少ないSAMPSONの方が炉心部に残りやすい傾向
 - 改良モデルでは、一部の燃料が空中に不自然に残る解析結果となっており、これらを落下させると、落下割合は上昇する
- 従来推定との相違 (MAAP: 2,3号機で全量落下) についての見解
 - MAAPでは、落下する場合、全量落下となりやすい傾向がある (過去の解析でも同様の傾向にあり、測定データと整合しない)
 - 制御棒案内管内に落下した燃料・制御棒は、そこで固化し移動しないことから、改良したMAAPコードでは移行経路としてモデル化していない
 - 燃料が溶融する状態であれば、SAMPSONの解析結果が示すように制御棒案内管の中、制御棒速度リミッタの上に残存している可能性が判明したことは重要な成果

東京電力が公表している炉心・格納容器状態の推定には変更は無いが、燃料支持金具内の燃料存在の可能性など、デブリ位置の推定に関し、今後の廃炉作業を考える上で有益な情報を得ることができた

過酷事故解析コードによる事象進展解析に、3次元CFD解析を組み合わせ、デブリ位置推定、プラント挙動の評価精度を高める

■ デブリ拡がり挙動(日立GE)

- ・ 鋳造シミュレーションコード(ADSTEFAN)のデブリ拡がり試験*による検証
- ⇒ 1号機評価への適用性を確認

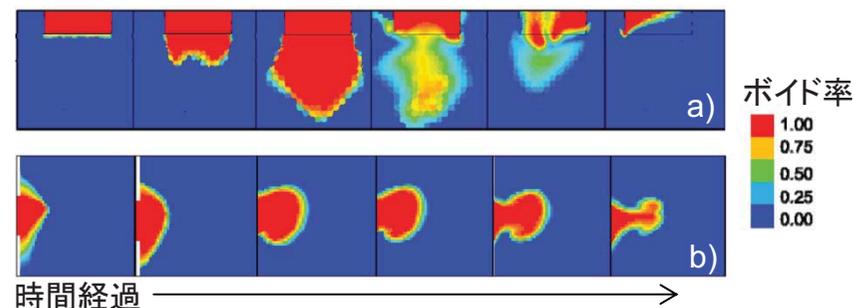


*: H. Suzuki, et al.,
Fundamental Experiment and Analysis
for Melt Spreading on Concrete Floor,
Proc. ICONE-2 (1993)

模擬デブリの流動停止挙動を再現

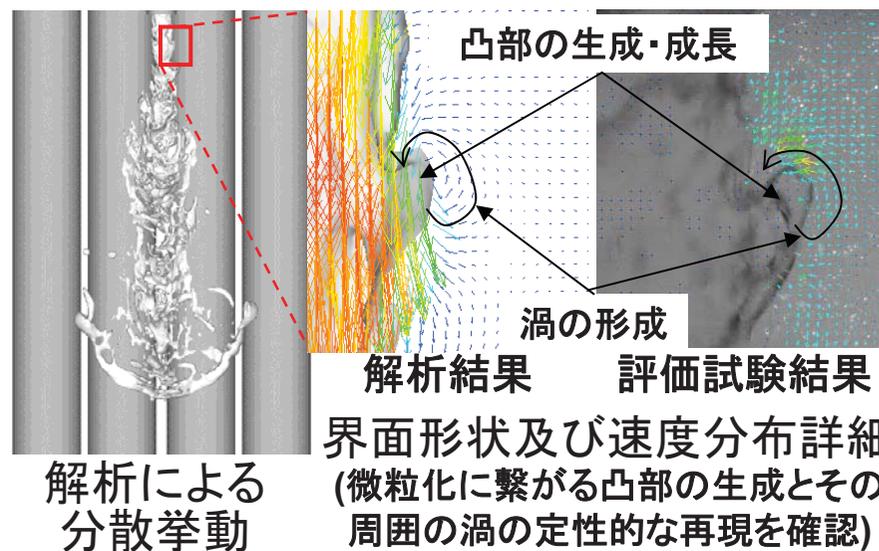
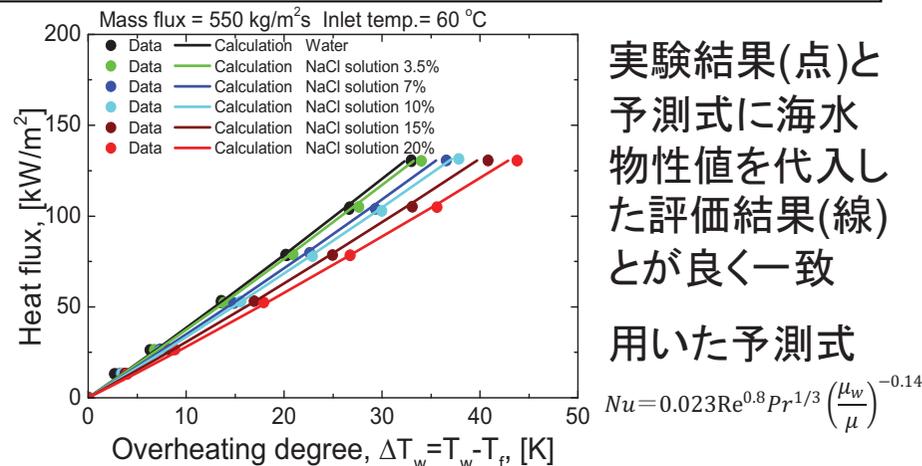
■ S/P内温度成層化及び蒸気不完全凝縮現象の評価(エネ総工研)

号機	出口形状	解析結果
1F2		<ul style="list-style-type: none"> ・サブクール水中に放出された蒸気が凝縮するときに発生するチャギング現象を再現(右図a)。 ・蒸気はベント管の出口で凝縮し、出口から上の温度は比較的均一になる。
1F3		<ul style="list-style-type: none"> ・多数の穴が存在し、主にパイプ上部(水面近く)で蒸気の凝縮が発生(右図b)。 ・このため、蒸気放出位置より上が局所的に温度上昇する可能性がある。



海水注入時の熱流動や溶融燃料落下挙動に関するモックアップ試験により、デブリ位置推定、プラント挙動の評価精度を高める

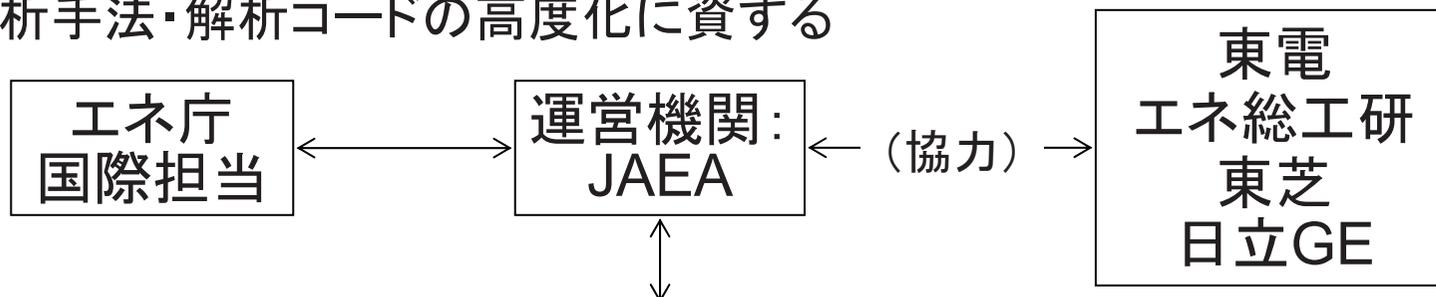
- 25年度は試験準備,基礎試験の実施
- 海水熱伝達評価試験
 - 健全炉心を対象に海水が熱伝達や圧力損失に与える影響を把握するための基礎データを取得
 - 沸騰の無い条件では、濃度により変化する物性値を与える事で、既存の予測式で評価可能(右上図)
- 溶融燃料落下挙動評価試験
 - BWR下部プレナムを簡易に模擬した体系で溶融燃料分散挙動に関するデータを取得し構造物の影響を検討
 - 溶融燃料が冷却材に落下する際の挙動を模擬する解析手法の開発を実施し基本モデルを作成(右下図)



Benchmark Study of the Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (BSAF)

期間：2012年11月～2014年10月

目的：①専門家の叡智を結集し、事象進展および炉内状況に関する知見を得る
②解析手法・解析コードの高度化に資する



参加機関：
 日本：JAEA, JNES, 電中研, エネ総工研
 フランス：IRSN, CEA
 ロシア：ROSATOM, IBRAE
 アメリカ：USNRC他
 韓国：KAERI
 ドイツ：GRS
 スイス：PSI
 スペイン：CSN

国際プロジェクト会議*、WEBサイト (<https://fdada.info/index>) を通じた情報の共有

*・準備会議	2012年6月18日-20日	パリ(NEA本部)
・第一回会議	2012年11月6日-8日	東京
・第二回会議	2013年10月15日-17日	パリ(NEA本部)
・第三回会議	2014年6月	東京
・第四回会議(最終)	2014年10月	パリ(NEA本部)

■ 他プロジェクトからのインプット

- ・他プロジェクトや、廃炉作業にて得られる原子炉・格納容器に関する情報は多くが本プロジェクトへの有力なインプットとなっている。
 - －1～3号機トールラス室調査
 - －1～3号機格納容器内温度測定
 - －1号機及び2号機の床コンクリート成分分析
 - －2号機TIP案内管健全性確認、等

■ 他プロジェクトへのアウトプット

- ・今年度末の解析結果を取り纏め、他プロジェクトへ情報を発信
 - 燃料デブリ・炉内構造物取出技術の開発プロジェクト
(アウトプット例: 燃料デブリの炉内における分散状況、炉内破損状況予測)
 - 燃料デブリ性状把握・処置技術の開発プロジェクト
(アウトプット例: 炉内に分散したデブリの性状(構成成分など))
 - 圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発プロジェクト、等
(アウトプット例: 圧力容器／格納容器の対象部位の圧力／温度履歴)

■人材育成に係る取り組み

(1) 大学・研究機関における人材育成の取り組みへの支援

- ・委託を通じた大学の活用(4件程度を予定)
- ・学会活動を通じた大学・研究機関の活用
 - 日本原子力学会「SA評価」研究専門委員会 SAMPSON分科会において、SAMPSONコードを貸与。若手研究者を中心にSA評価の研究に活用。
 - 日本原子力学会「SA評価」研究専門委員会PIRT分科会と共同作業にてPIRT作成。議論の経緯を整理することで、課題の明確化、知見の整理が図られ、今後の研究課題の選定のみならず、人材育成にも活用できる。

(2) 実施機関における取り組み

- ・現場作業及び研究開発プロジェクトを推進する上で必要な人材を計画的に育成
- ・20代・30代の若手職員を20名以上プロジェクトへ登用

■国内外叡智の活用

- ・OECD/NEA BSAFプロジェクトの実施
- ・日本原子力学会「SA評価」研究専門委員会PIRT分科会との連携
- ・シビアアクシデントに関する海外機関との情報交換

平成25年度実績概要

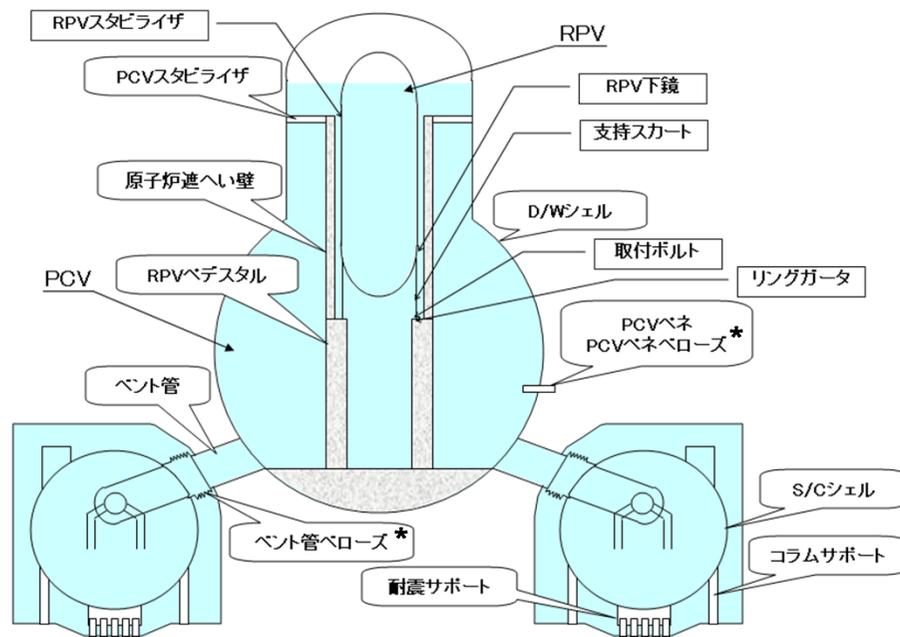
压力容器 / 格納容器の 健全性評価技術の開発

平成26年5月29日

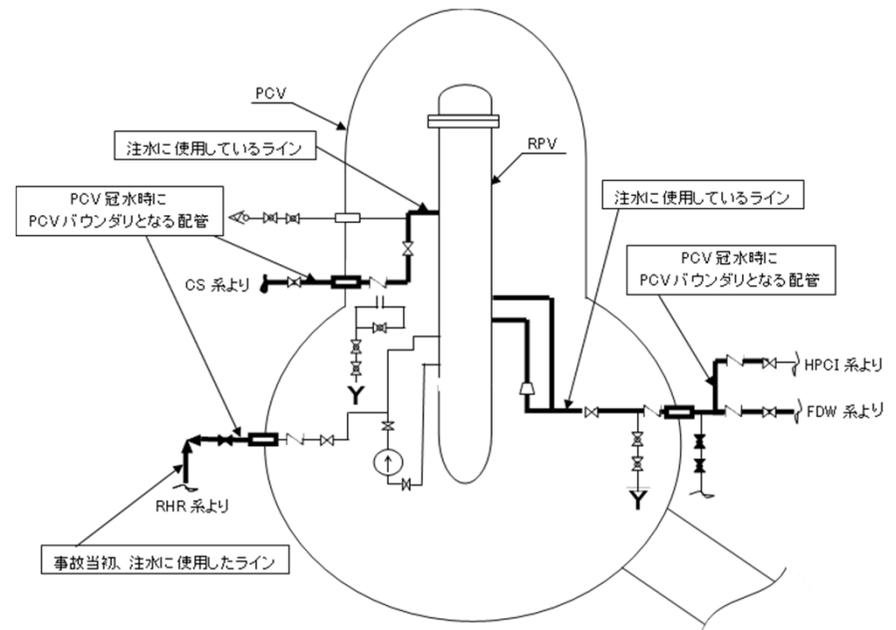
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

1. 研究目的

- シビアアクシデント後の福島第一原子力発電所(1F)原子炉压力容器(RPV)／格納容器(PCV)、RPVペDESTAL及び原子炉注水配管について、腐食速度等に関する定量的データを取得し、長期間の腐食減肉を考慮した耐震強度評価を実施する。
- 長期構造健全性確保のための腐食抑制策の検討と効果確認、実機適用性の評価を行い、燃料取り出しまでの機器健全性維持に資する。

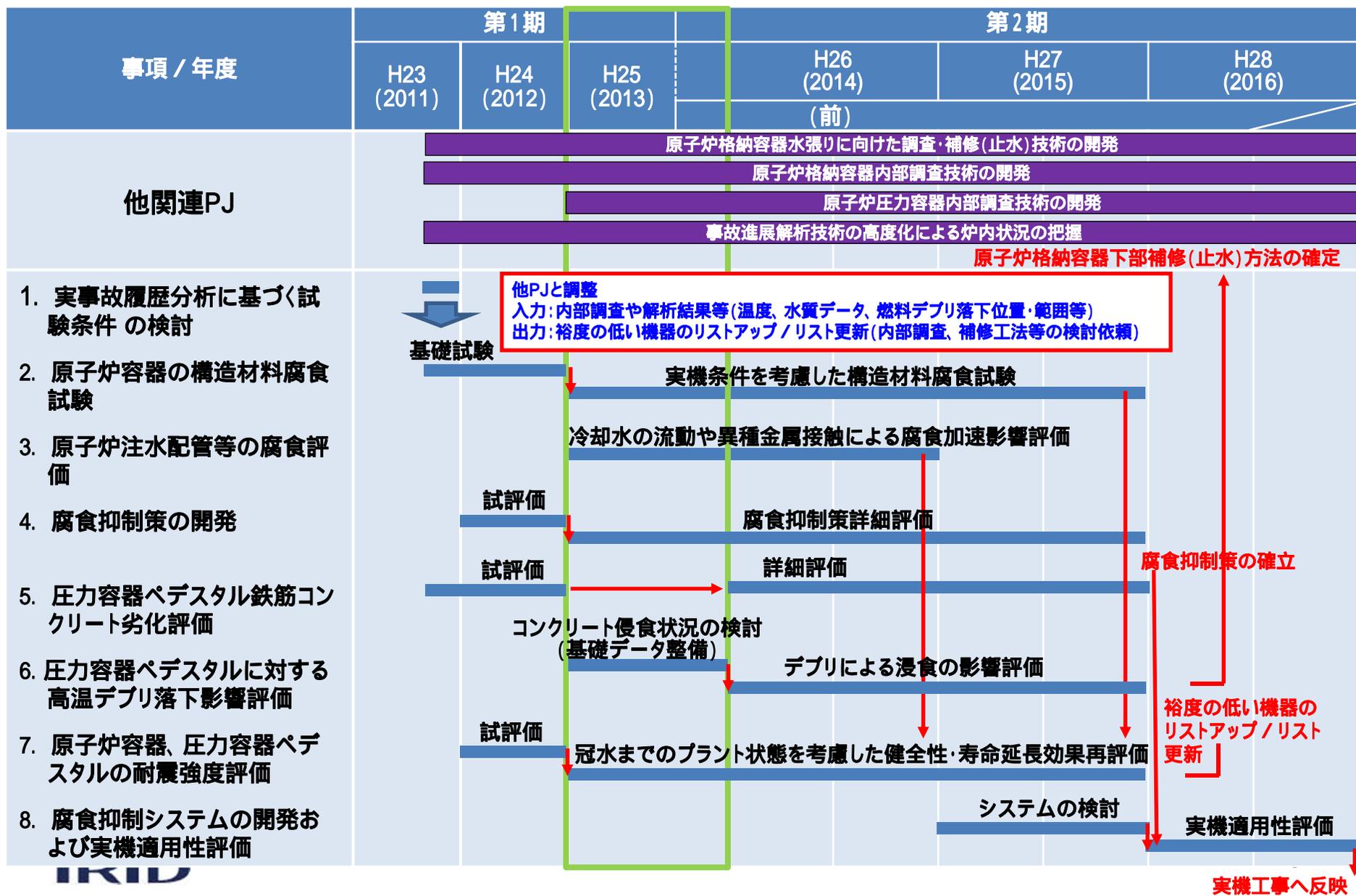


*当該材質はステンレス鋼であり、すでにSCCによるひびが発生している可能性があるため、補修もしくは冠水バウンダリから除外される工法を検討中であり、評価対象外とする。

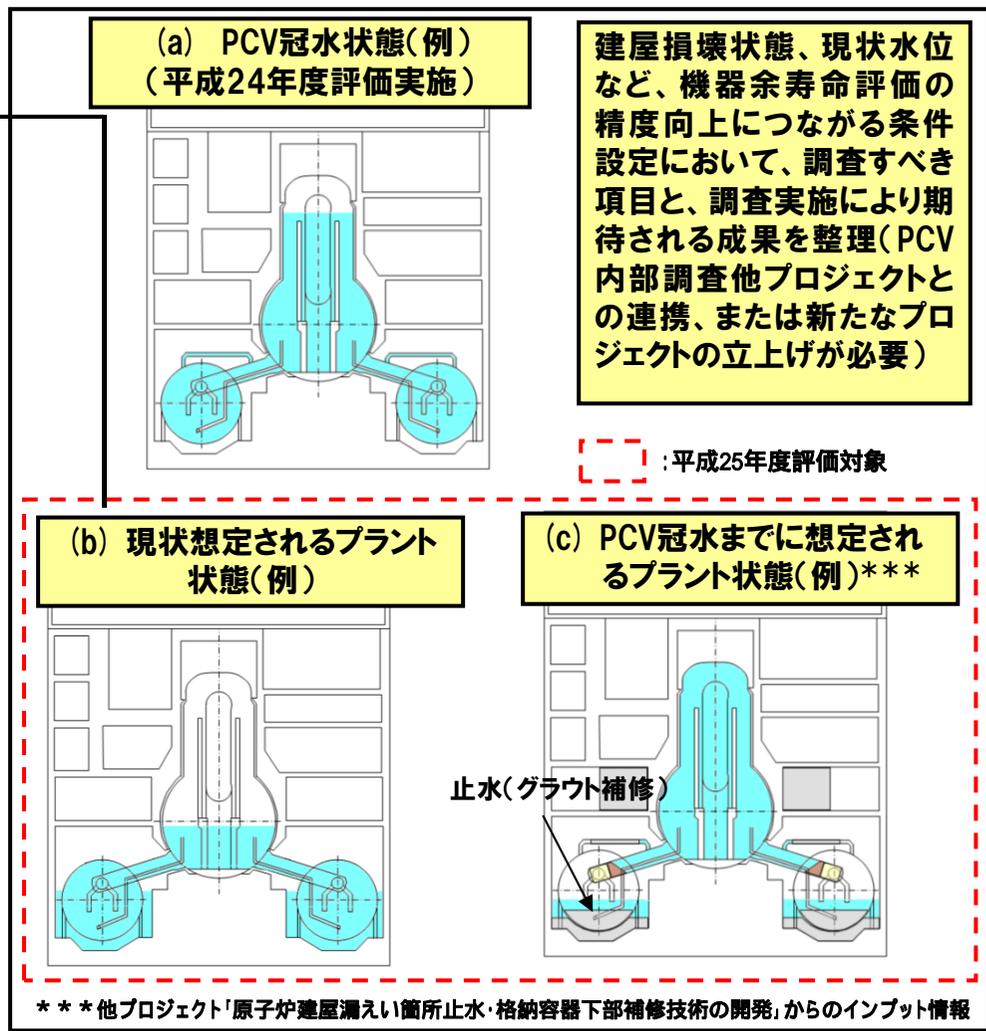
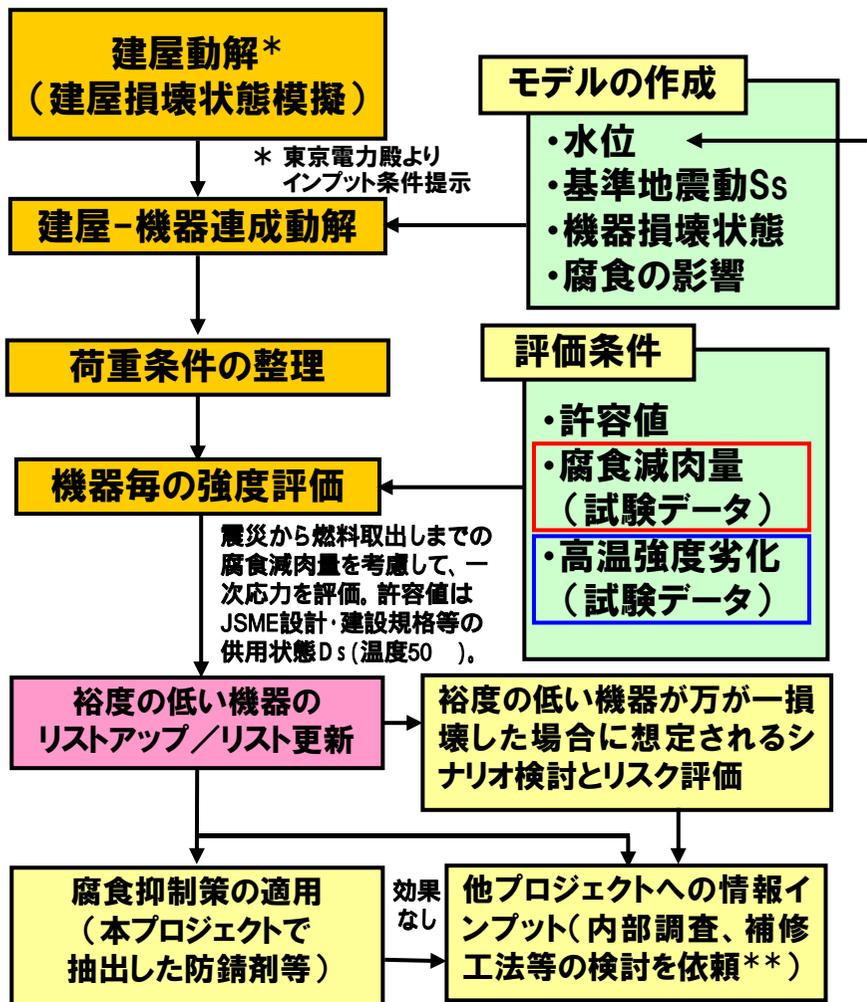


健全性評価(余寿命評価)対象部位(例)

2. 本研究の全体工程



3. 本研究の全体計画



建屋損壊状態、現状水位など、機器余寿命評価の精度向上につながる条件設定において、調査すべき項目と、調査実施により期待される成果を整理(PCV内部調査他プロジェクトとの連携、または新たなプロジェクトの立上げが必要)

□ :平成24年度実施 □ :平成24-27年度実施

余寿命評価の概略フロー(例)

現状及びPCV冠水までに想定されるプラント状態から推定されるPCV内水位(例)

4. 平成25年度実施項目

● 実機条件を考慮した際の残存課題に対する腐食試験 (妥当性・保守性の確認)

- － 防食塗装の劣化による腐食への影響評価
- － 気液界面の腐食への影響評価
- － 長浸漬時間の腐食への影響評価
- － 溶存酸素濃度の腐食への影響評価
- － 原子炉注水配管等の流動下での腐食評価

 : 詳細報告

● 腐食抑制策の開発

- － 防錆剤として亜硝酸ナトリウム又はタングステン酸ナトリウムを
添加した腐食試験

● RPVペDESTALに対する高温デブリ落下影響評価

- － コアコンクリート反応 (MCCI) に係る文献調査

● 原子炉容器、RPVペDESTALの耐震強度評価

- － 実機の状況をより詳細に考慮した耐震評価
- － 今後想定されるプラント状態における耐震裕度の低い機器の特定

5. 腐食抑制策の開発－亜硝酸ナトリウム添加試験結果－

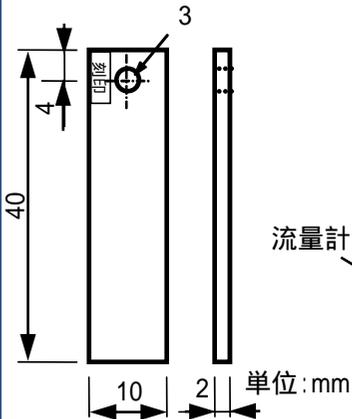
●腐食抑制策確証試験（亜硝酸ナトリウム添加試験）

目的

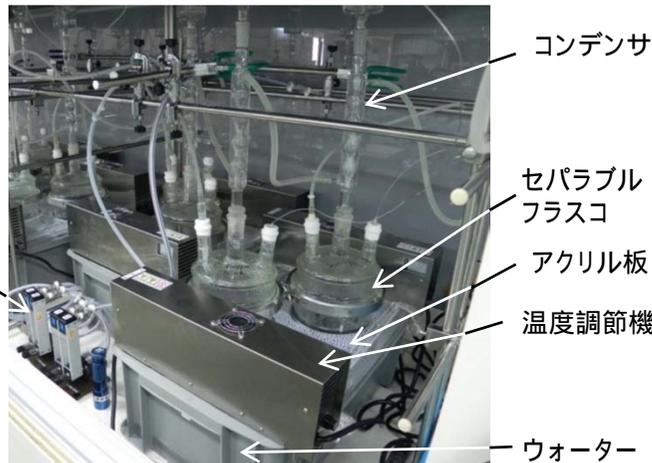
原子炉容器構造材料等(PCV材炭素鋼SGV480)に対する腐食抑制効果を確認するため、実機プラントにおいて軸受冷却水系に使用実績のある亜硝酸ナトリウムを用いて腐食抑制策確証試験を実施し、定量的データを取得する。また、得られたデータから実機への適用において適切と考えられる添加濃度について検討する。

亜硝酸ナトリウム添加試験マトリクス（50℃、200倍希釈海水、大気飽和）

亜硝酸ナトリウム濃度(ppm)	気液環境	試験時間			
		50h	100h	500h	2000h
濃度 (200)	液相			(1)	-
濃度 (400)	液相			(2)	-
濃度 (2000)	液相				-
濃度 (400)	気液界面			(3)	-



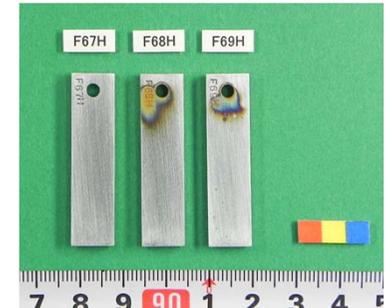
試験片形状



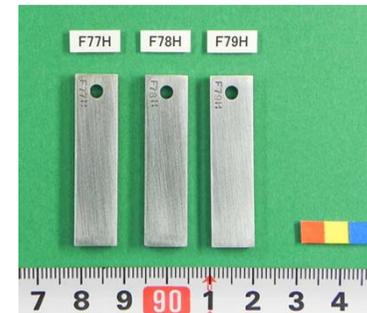
腐食試験状況



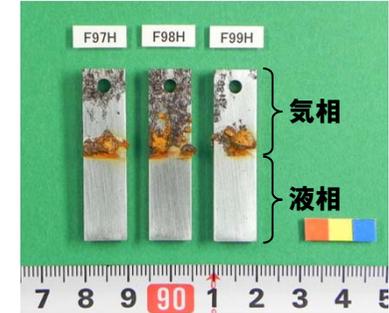
防錆剤なし（液相）



(1) 200ppm添加（液相）



(2) 400ppm添加（液相）



(3) 400ppm添加（気液界面）

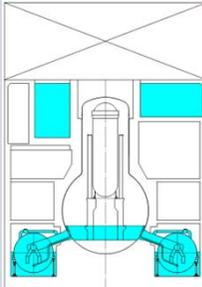
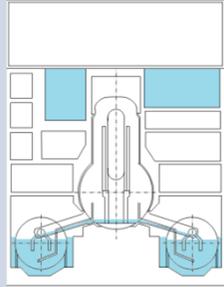
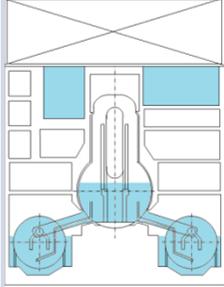
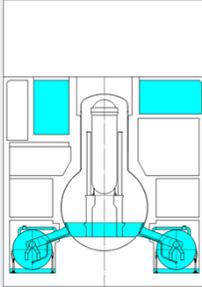
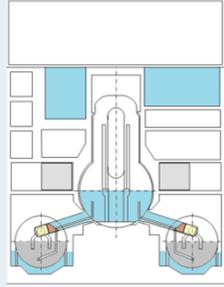
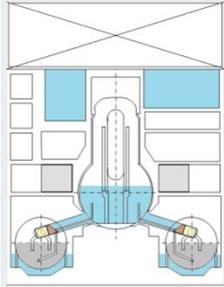
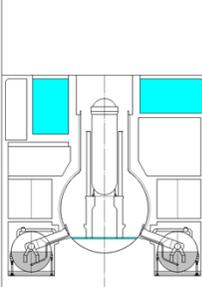
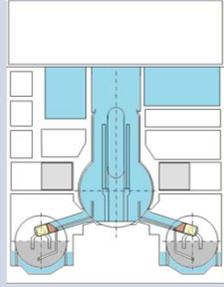
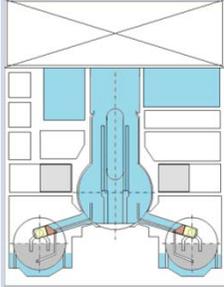
試験後試験片の外観観察結果（一例）

- 亜硝酸ナトリウムを400ppm以上添加した場合、液相部の腐食は防止された。
- 試験片の下半分を液相に浸漬した条件（気液界面）では、液相部の腐食は防止されたが、気相部に腐食が認められた。

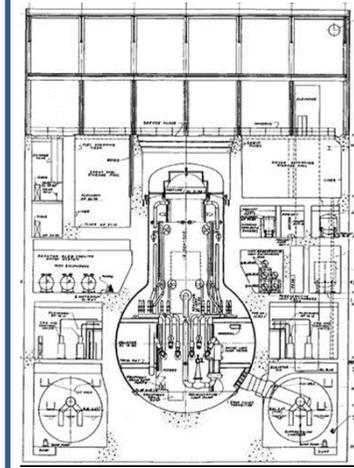
6. 耐震強度評価

6.1 評価方針

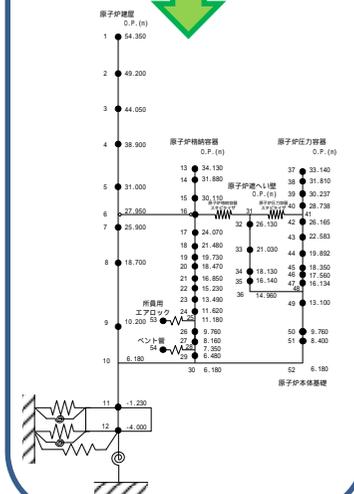
デブリ取出し工法を検討する上で優先順位の高い想定プラント状態（各プラント3ケース）について、地震応答解析による荷重から各機器の強度評価を実施。

プラント / ケース	1F-1	1F-2	1F-3
H25-1	 <p>現状想定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋損傷 ・D/W水位: 約2.9m ・S/C内: 満水 ・ペント管内: 満水 ・真空破壊管内: 満水 ・トラス室水位: OP3680 	 <p>現状想定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋健全 ・D/W水位: 約0.6m ・S/C内: OP3100 ・ペント管内: 底部流水 ・トラス室水位: OP3200 	 <p>現状想定 (事故後約3年)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋損傷 ・D/W水位: 約6.5m ・S/C内: 満水 ・ペント管内: 満水 ・トラス室水位: OP3200
H25-2	 <p>トラス室水位制御</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋損傷 ・オベフロ階付加設備: 約5100t ・D/W水位: 約2.9m ・S/C内: 満水 ・ペント管内: 満水 ・真空破壊管内: 満水 ・トラス室水位: OP-300 	 <p>PCV部分冠水</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オベフロ階付加設備: 約5500t ・小部屋埋設 ・D/W水位: 約5m ・S/C内: コンクリートOP1900 ・ペント管内: 補修考慮 ・トラス室水位: OP-300 	 <p>PCV部分冠水</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オベフロ階付加設備: 約3900t ・小部屋埋設 ・D/W水位: 約6.5m ・S/C内: コンクリートOP1900 ・ペント管内: 補修考慮 ・トラス室水位: OP-300
H25-3	 <p>S/C補強</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建屋損傷 ・オベフロ階付加設備: 約5100t ・D/W水位: 約0.3m ・S/C内: コンクリートOP3570 ・ペント管内: 空気 ・真空破壊管内: 空気 ・トラス室水位: OP-300, コンクリートOP-485 	 <p>PCV冠水</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オベフロ階付加設備: 約5500t ・小部屋埋設 ・D/W水位: 約35m ・S/C内: コンクリートOP1900 ・ペント管内: 補修考慮 ・トラス室水位: OP-300 	 <p>PCV冠水</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オベフロ階付加設備: 約3900t ・小部屋埋設 ・D/W水位: 約35m ・S/C内: コンクリートOP1900 ・ペント管内: 補修考慮 ・トラス室水位: OP-300

地震応答解析

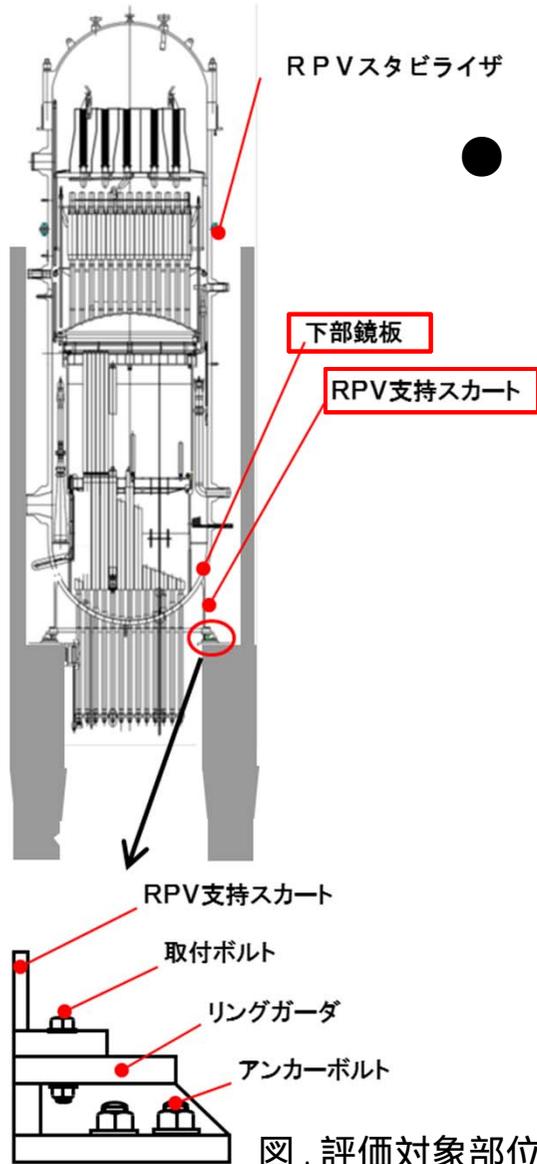


建屋-機器連成解析モデル化 (例)



6.2 RPV構造健全性評価結果(例)

他の評価部位(RPVスタビライザ、取付ボルト、リングガーダ及びアンカーボルト)の結果も同様な傾向



● RPV構造物 プラント状態を踏まえた強度評価

支持スカート(一次応力) (MPa)

ケース	1号機		2号機		3号機	
	応力強さ	許容値	応力強さ	許容値	応力強さ	許容値
25-1	58	360	39	360	38	360
25-2	59		40		39	
25-3	59		71		61	

支持スカート(圧縮)

ケース	1号機		2号機		3号機	
	座屈評価値	許容値	座屈評価値	許容値	座屈評価値	許容値
25-1	0.188	1	0.113	1	0.112	1
25-2	0.192		0.118		0.115	
25-3	0.191		0.213		0.182	

;座屈不等式左辺 = $\alpha B(P/A)/f_c + \alpha B(M/Z)/f_b$ (出展: JEAC4601-2008)

下部鏡板(一次応力) (MPa)

ケース	1号機		2号機		3号機	
	応力強さ	許容値	応力強さ	許容値	応力強さ	許容値
25-1	195	540	105	540	130	540
25-2	227		110		133	
25-3	227		104		124	

;本表の応力強さは工認記載の応力強さを基にプラント状態を考慮して係数倍した値を示す。

全ての評価対象部位において、発生応力が許容値を下回った。

6. 3 PCV構造健全性評価結果(例)

評価結果(1号機)

評価設備: 図1参照

- 評価条件:
- 耐震条件 : Ss波
 - 評価温度 : 50
 - 供用状態 : Ds
 - 腐食減肉量 : 右記表参照

< 評価ケースについて >

- ケース25-1: 腐食10年後相当
- ケース25-2: 腐食15年後相当
- ケース25-3: 腐食15年後相当

評価結果:

ベント管 (評価部位: ベント管とD/W胴の接合部)
一次応力評価結果

評価ケース	応力強さ (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	117	423	3.61
25-2	142	423	2.97
25-3	144	423	2.93

1号機 ドライウェル推定減肉量(片面) (mm)

事故後	10年	15年
推定減肉量	2.15	2.44

1号機 サプレッションチェンバ
推定減肉量(片面) (mm)

事故後	10年	15年
推定減肉量	1.09	1.36

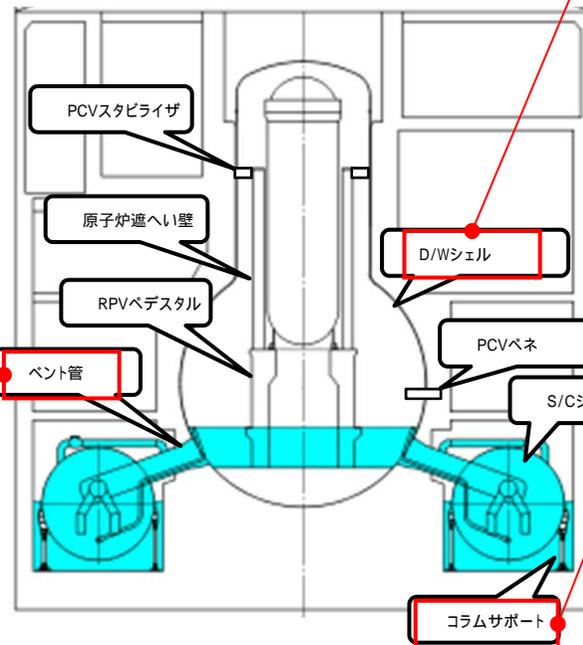


図1 評価設備(例: ケース25-1)

-1 D/Wシェル(評価部位: サンドクッション部)
一次応力評価結果(腐食量両面考慮)

評価ケース	応力強さ (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	124	423	3.41
25-2	140	423	3.02
25-3	128	423	3.30

コラムサポート(評価部位: 外側コラムサポート)
一次応力評価結果

評価ケース	組合せ応力 (圧縮+曲げ) $c / f_c + c_b / f_b$	許容値	裕度
25-1	1.083	1	0.92
25-2	0.946	1	1.05
25-3	2.354	1	0.42

注: コラムサポートの許容値(f_c 及び f_b)は常温でF値をSu値とし評価(圧縮に対してはF値を1.2Sy値とした)

PCVバウンダリ機能としての評価部位においては発生応力が許容値を下回ったが、サプレッションチェンバ支持構造物については許容値を上回る結果となった。これらについては、詳細評価や補強(トラス室内をセメント系材料等で埋設するなど)対策の検討を進め、今後の方針を判断していく。

6.3 PCV構造健全性評価結果(例)

原子炉遮へい壁については、開口集中部で裕度が小さい結果となったが、Su値に対しては満足する結果となった。なお、有限要素解析等を実施して評価精度を上げることも検討要。

評価結果(2号機)

3号機の結果も同様な傾向

評価設備: 図1参照

評価条件: 耐震条件: Ss波

評価温度: 50

供用状態: Ds

腐食減肉量: 右記表参照

<評価ケースについて>

ケース25-1: 腐食10年後相当

ケース25-2: 腐食15年後相当

ケース25-3: 腐食15年後相当

評価結果:

-1 D/Wシェル(評価部位: サンドクッション部)
一次応力評価結果

評価ケース	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	75	424	5.65
25-2	91	424	4.65
25-3	191	424	2.21

耐震サポート(評価部位: ラグプレートD部溶接部)
一次応力評価結果

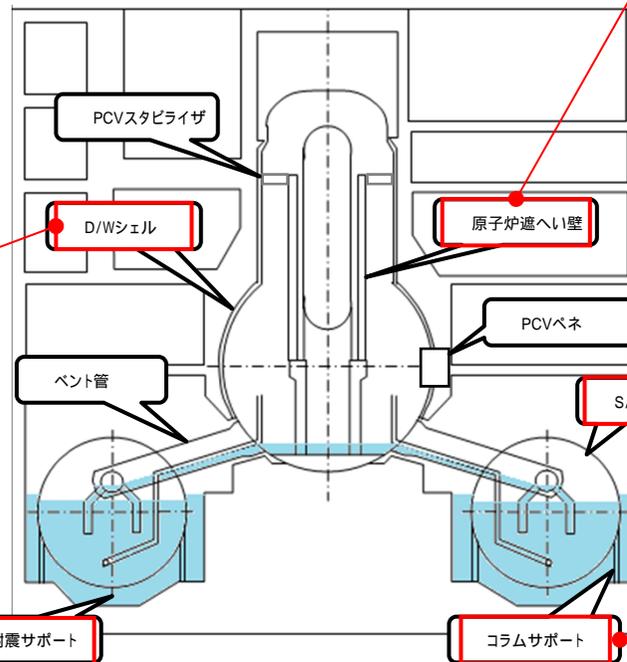
評価ケース	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	235	258	1.09
25-2	461*	258 (400)	0.55 (0.86)
25-3	465*	258 (400)	0.55 (0.86)

2号機 ドライウェル推定減肉量(片面) (mm)

事故後	10年	15年
推定減肉量	1.35	1.64

2号機 サプレッションチェンバ推定減肉量(片面) (mm)

事故後	10年	15年
推定減肉量	1.23	1.50



原子炉遮へい壁(評価部位: 開口集中部)
一次応力評価結果

評価ケース	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	219	235	1.07
25-2	251*	235 (394)	0.93 (1.56)
25-3	354*	235 (394)	0.66 (1.11)

注*: ケース25-2及びケース25-3で許容状態Dsの許容値を上回るが、許容値に()内のSu値を用いた場合、許容値を下回る。

-2 S/Cシェル(評価部位: 補強リング部)
一次応力評価結果

評価ケース	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	227	424	1.86
25-2	269	424	1.57
25-3	270	424	1.57

コラムサポート(評価部位: クレビス)
一次応力評価結果

評価ケース	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度
25-1	313	467	1.49
25-2	577*	467 (490)	0.80 (0.84)
25-3	579*	467 (490)	0.80 (0.84)

注*: ケース25-2及びケース25-3では許容値に()内のSu値を用いた場合においても許容値を上回る。

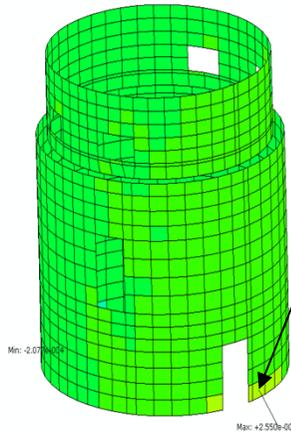
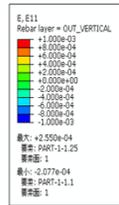
PCVバウンダリ機能としての評価部位においては発生応力が許容値を下回ったが、サプレッションチェンバ支持構造物については許容値を上回る結果となった。これらについては、詳細評価や補強(トラス室内をセメント系材料等で埋設するなど)対策の検討を進め、今後の方針を判断していく。

6. 4 RPVペデスタル健全性評価結果(例)

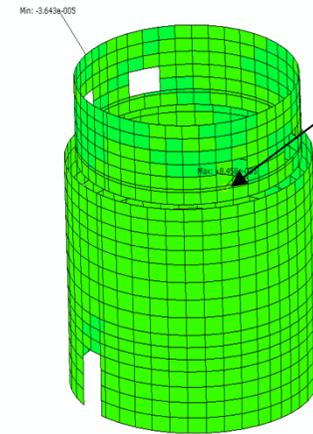
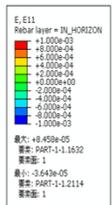
評価結果(1号機)

1号機は、2,3号機に比べ、事故直後、より高温域に晒されたため、コンクリート劣化や鉄筋腐食量が大きく、厳しい評価結果となるため、1号機を例として表示。(2,3号機も評価基準を下回ることを確認済)

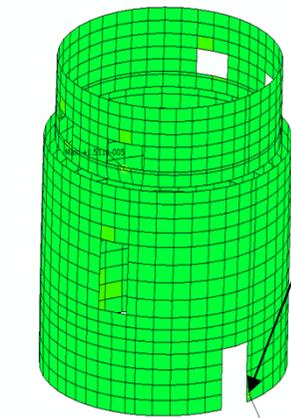
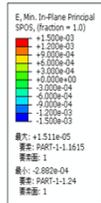
・全ての評価項目において、発生応力・ひずみが評価基準値を下回った。
 ・ただし、現状では落下した溶融燃料デブリによる侵食等の影響が考慮できておらず、今後、侵食影響をどのように想定するかも含め、検討が必要。



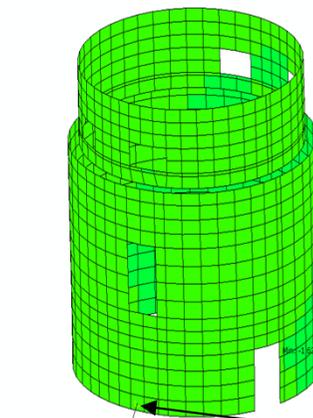
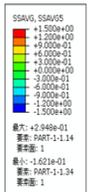
タテ筋ひずみ分布



ヨコ筋ひずみ分布



コンクリート主ひずみ分布



面外せん断応力分布

評価結果(ケースH25-2)

評価項目	発生応力・ひずみ	評価基準*1
コンクリートひずみ	289×10^{-6}	3000×10^{-6}
鉄筋ひずみ	256×10^{-6}	5000×10^{-6}
面外せん断力	354N/mm	1823N/mm

*1: 評価基準は、「日本機械学会 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格 JSME S NC1-2003」に基づき算定

7. まとめ・考察(1/2)

●実機条件を考慮した際の残存課題に対する腐食試験

平成24年度に検討した腐食減肉量予測手法における不確定要因（塗膜劣化、気液界面、長期間腐食挙動等）について追加検討を行い、当該手法が概ね妥当であることを確認した。

●腐食抑制策の開発

防錆剤として、亜硝酸ナトリウム又はタングステン酸ナトリウムを添加した腐食試験を実施した結果、塩化物イオン濃度と等モル以上の添加で腐食を抑制できることを確認した。（特に1.5～2倍モル以上の防錆剤の添加でより効果的な腐食抑制効果を確認）

●RPVペデスタルに対する高温デブリ落下影響評価

コアコンクリート反応（MCCI）に係る文献調査等を行い、コンクリート侵食状況の推定に資する基礎データを整備した。

7. まとめ・考察(2/2)

● 原子炉容器、RPVペデスタルの耐震強度評価

現状及びPCV冠水までに想定されるプラント状態において、地震応答解析結果から得られる荷重に対して一次応力を評価した。

- ・ RPV及びRPVペデスタルでは、発生応力が許容値を下回ることを確認した。
 - RPVペデスタルでは、現状、落下した溶融燃料デブリによる侵食等の影響が考慮できておらず、今後、侵食影響をどのように想定するかも含め、検討が必要。
- ・ PCVバウンダリ機能としての評価部位においては、発生応力が許容値を下回ったが、サプレッションチェンバ支持構造物については許容値を上回る結果となった。
 - これらについては、詳細評価や補強（トーラス室内をセメント系材料等で埋設するなど）対策の検討を進め、今後の方針を判断していく。
- ・ 原子炉遮へい壁については、開口集中部で裕度が小さい結果となったが、許容値に対しては満足する結果となった。
 - 有限要素解析を実施して評価精度を上げる等の検討も必要。

8. 国内外叡智、人材育成の具体的取り組み

- 腐食評価を中心とした本プロジェクトの前年度成果を腐食防食学会「第60回材料と環境討論会」にて発表し、腐食専門家からレビューいただき、ご意見、コメント等をいただいた。本討論会では、20代の若手技術者に発表を経験させ、技術レベル向上と技術伝達を図った。(平成25年9月:コラッセ福島)
- 文部科学省、IRID共催「東京電力福島第一原子力発電所の廃炉に向けた研究開発計画と基盤研究に関するワークショップ第7回(北陸地域)」にて、本プロジェクトの研究開発状況と基礎基盤研究課題ニーズを紹介し、学術関係者からのご意見、コメント等をいただいた。若手研究者をはじめ、学生にも参加いただき、関心をもってもらう啓発活動を実施した。(平成25年12月:福井大学)
- 腐食評価を中心とした本プロジェクトの前年度成果を原子力学会英文論文誌(Journal of Nuclear Science and Technology - Special Issue -)に投稿し、海外への情報発信を図った。(本年7-8号掲載予定)
- 使用済み燃料・PCV/RPVの健全性評価に関する専門部会(第1回、第3回)にて、本プロジェクトの計画及び成果について、専門家(東北大・渡邊先生、明石先生、東工大・瀧口先生、名古屋大・山本先生)からご意見、コメント等をいただいた。(平成26年1月、5月:IRID)

平成25年度発電用原子炉等廃炉・安全技術開発費補助金

「格納容器漏えい箇所特定秘術・補修技術開発」

PCV下部補修(ベント管内埋設による止水工法)
のうち閉止補助材と止水材の組合せ試験
結果概要

平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

閉止補助材と止水材の組合せ試験

PCV下部補修(ベント管内埋設による止水工法)の全体概要

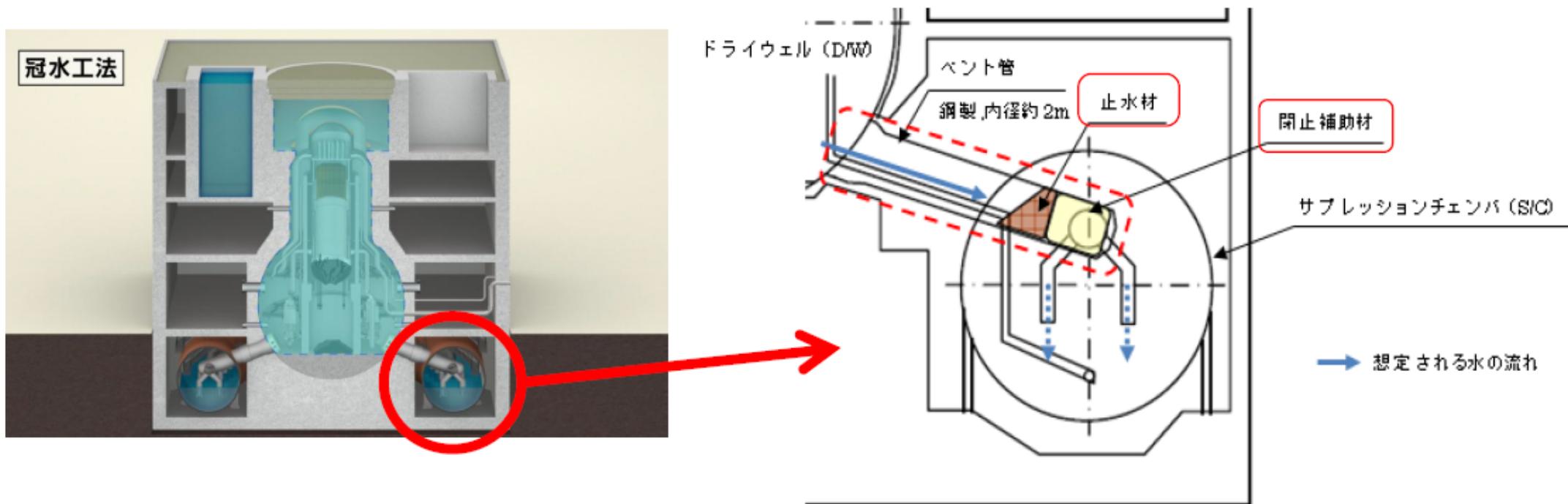


図1-1 PCV下部補修の対象範囲

【補修工法概略】

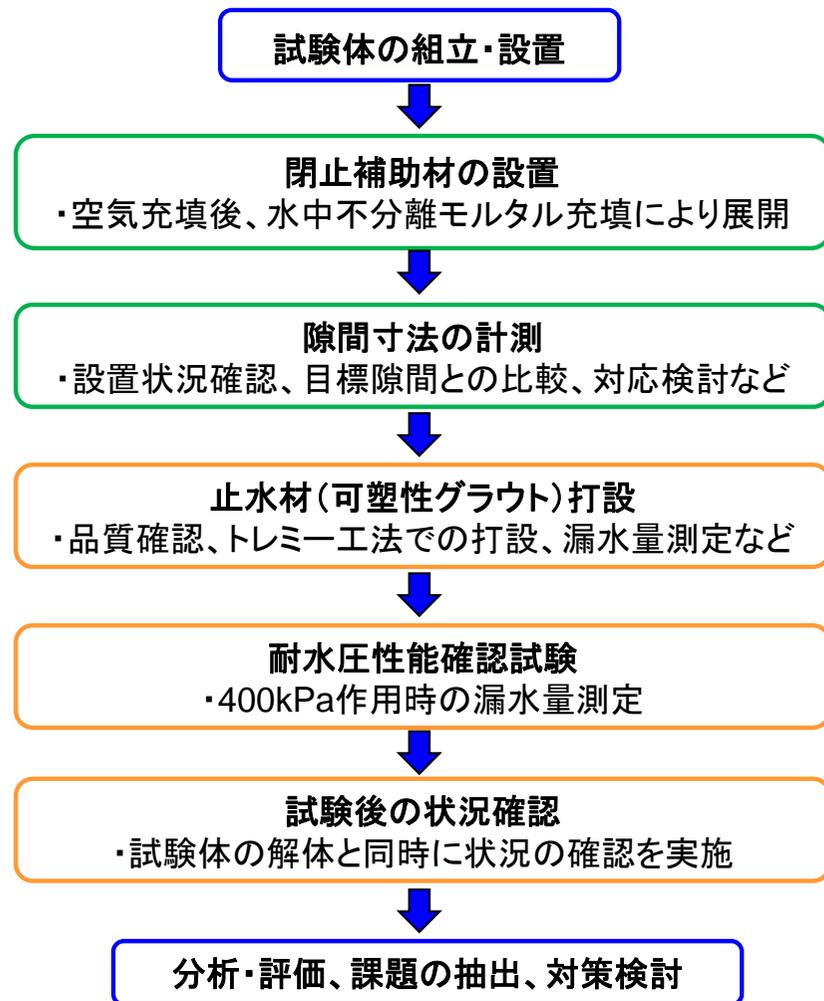
- ①Tクエンチャーを止水
- ②ベント管内(8本)の先端部分に閉止補助材(インフレイタブルシール)を設置し、暫定的に水の流路を堰止める
- ③閉止補助材の上流側に止水材(グラウト材等)を充填して止水
- ④S/CをPCVバウンダリから切り離し

閉止補助材と止水材の組合せ試験 試験計画

①目的

- ⇒ベント管内埋設による止水工法の成立性を確認する。
- ⇒施工手順を確認し、課題の抽出及び対策検討を行い、今後の試験計画に反映させる。

②試験フロー

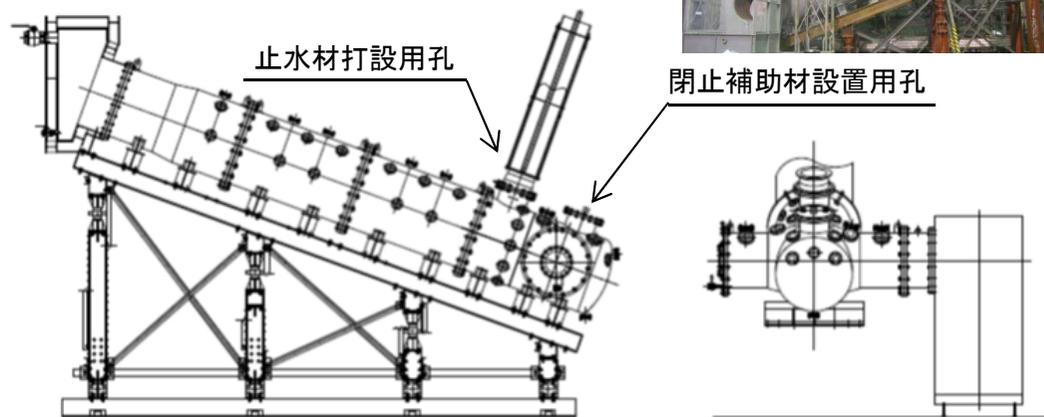


③試験条件

- 対象プラント: 1F-2
試験体スケール: 実機の約1/2スケール
環境条件:
- ・ベント管内流水「約15リットル/分」
(8本中2本目に施工する場合を考慮)
 - ・流水温度「約35℃」
 - ・ベント管内干渉物「有り」(基準容器サポート、電線管)
- 目標漏水量: 暫定目標値 1リットル/分

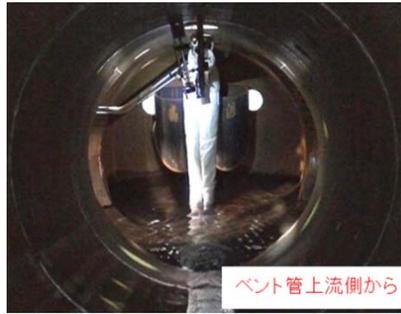
④試験体概要

鋼製で約1/2スケールベント管を模擬



閉止補助材と止水材の組合せ試験 閉止補助材試験結果(1)

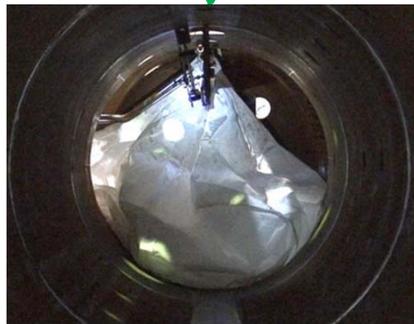
閉止補助材の設置状況の流れ



①展開前



②空気充填後



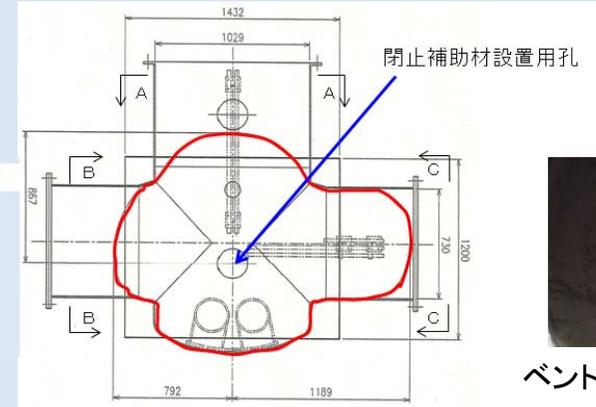
③モルタル注入中



④モルタル注入後(断面A-A)



ベント管上部の隙間が大きいため、副閉止補助材の設置をすることとした。



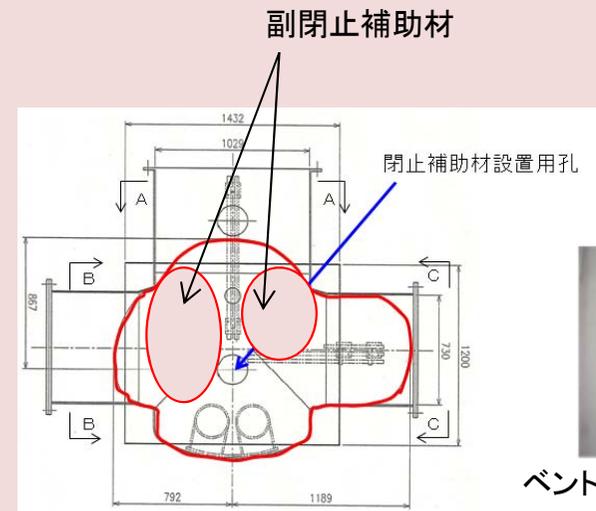
ベントヘッダー(干渉物有り側)
(断面C-C)



ベントヘッダー(干渉物無し側)
(断面B-B)



⑤副閉止補助材設置後(断面A-A)



ベントヘッダー(干渉物有り側)
(断面C-C)



ベントヘッダー(干渉物無し側)
(断面B-B)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 閉止補助材試験結果(2)

閉止補助材の設置状況、隙間寸法計測結果(ベント管側)

閉止補助材設置後の上部の隙間は目標隙間を大きく上回ったため、副閉止補助材を設置した。
副閉止補助材設置後の隙間寸法は、開口面積で約 1.5×10^4 (mm²)となり、1/2スケールでの目標隙間面積 1.28×10^4 (mm²)を約20%上回る結果となった。

目標隙間寸法

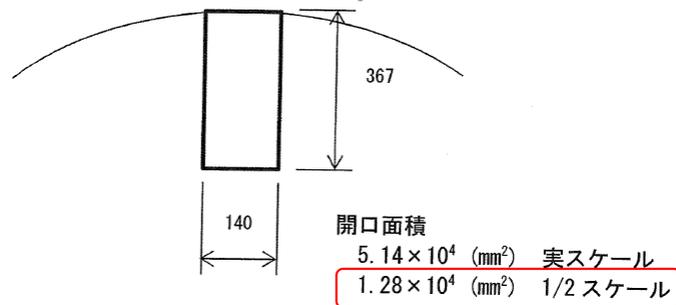


図4-1 目標隙間寸法と面積

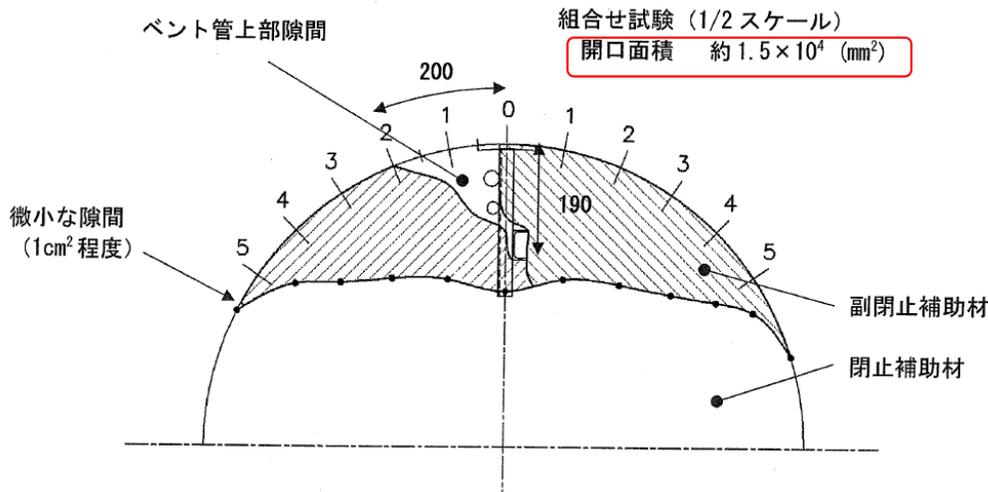


図4-2 閉止補助材設置後の隙間寸法と面積



写真4-1 閉止補助材設置後の隙間(写真)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 閉止補助材試験結果(3)

閉止補助材の設置状況、隙間寸法計測結果(ベントヘッダー側)

当初計画では干渉物無し側のベントヘッダー側(下図の左側)は、これまでの試験結果から閉止補助材設置により開口部が塞がることを想定していたが、今回の試験においては閉止補助材が干渉物有り側のベントヘッダー側(下図の右側)に大きく展開し、左側への展開が不十分となって隙間(水の流路)が左右に残る結果となった。

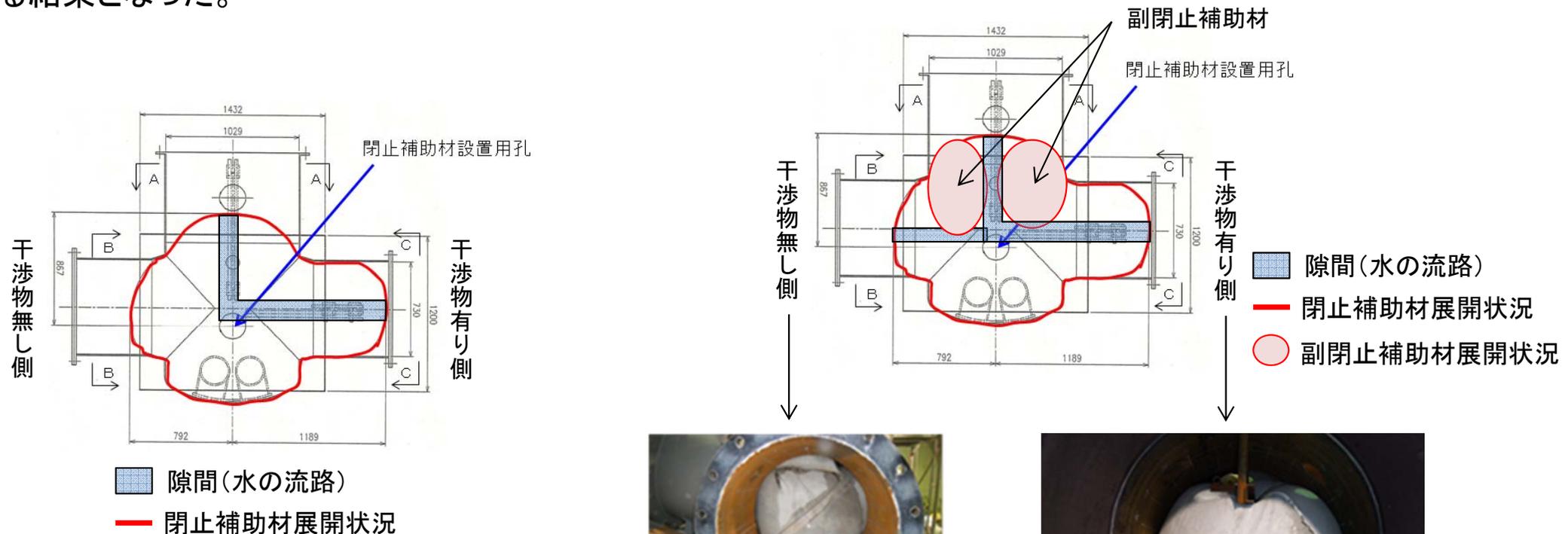


図5-1 当初想定の隙間(水の流路)

図5-2 閉止補助材設置後の隙間(水の流路)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(1)

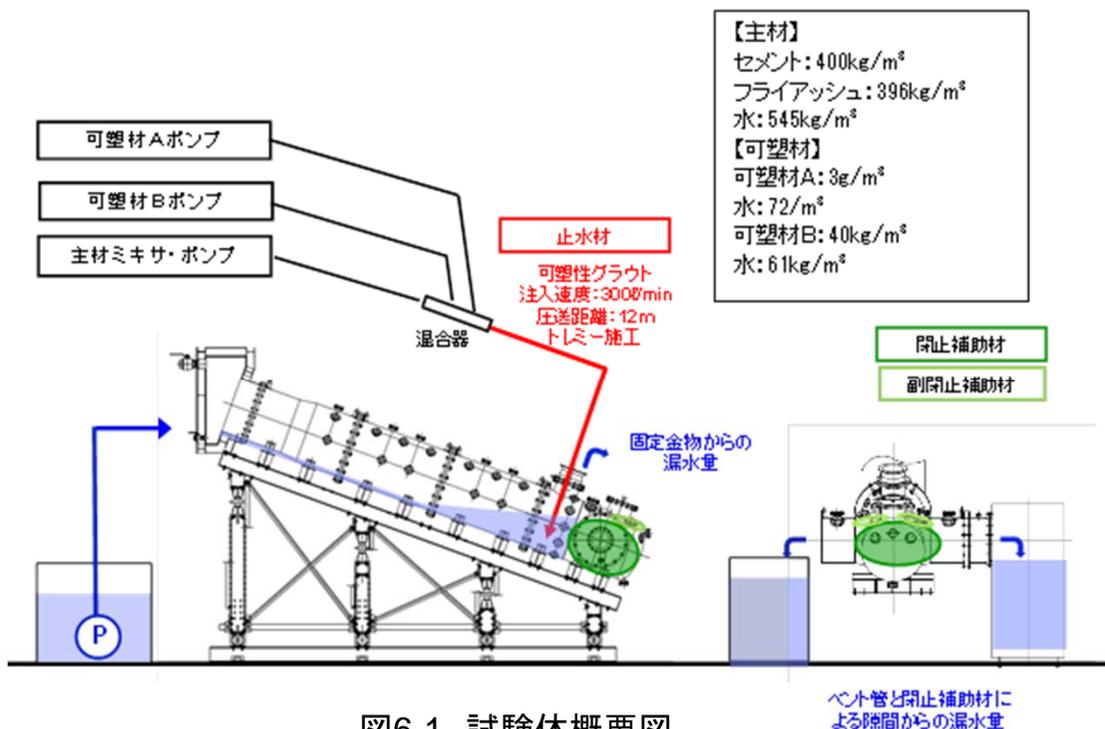


図6-1 試験体概要図

【主材】
 セメント: 400kg/m³
 フライアッシュ: 396kg/m³
 水: 545kg/m³
 【可塑性材】
 可塑性材A: 3g/m³
 水: 72/m³
 可塑性材B: 40kg/m³
 水: 61kg/m³

表6-2 試験状況(経過時間と事象)

注入開始からの時間	注入量 [ℓ]	事象	漏水量 [ℓ/min]		
			右側	左側	合計
-	-	圧送開始(品管)	11.03	7.62	18.65
0:00:00	0	注入開始	11.03	7.62	18.65
0:01:06	330	トレミー①	74.32	10.40	84.72
0:02:43	815	トレミー②	40.54	56.82	97.36
0:02:44	820	1m ³ 採取	40.54	56.82	97.36
0:04:32	1360	トレミー③	5.45	20.75	26.20
0:05:42	1710	トレミー④	68.10	12.61	80.71
0:06:13	1865	2m ³ 採取	203.40	12.18	215.58
0:07:04	2120	注入終了(2.3m ³)	257.06	2.06	259.12
0:15:00			0.81	1.05	1.86
0:30:00			0.96	0.36	1.32
1:00:00			0.88	0.13	1.01
1:30:00			0.94	0.11	1.05
2:00:00			1.08	0.10	1.18
2:30:00			1.11	0.10	1.21
3:00:00			1.25	0.09	1.34
3:30:00			1.38	0.09	1.47
4:00:00			1.67	0.09	1.76
4:15:00		水圧が30kPaに到達	1.67	0.10	1.77
4:30:00			1.70	0.10	1.80
4:45:00		実験終了	1.68	0.10	1.78

表6-1 品質管理試験結果

採取のタイミング		混合方法	JISフロー (mm)	針貫入抵抗 (N)	練上り温度 (°C)	備考
注入前	主材2バッチ練り終了後	卓上ミキサ (高速5sec)	101 × 101	18.2	25.9	JISフロー試験例
	主材4バッチ練り終了後		101 × 100	15.4	25.6	
	主材6バッチ練り終了後		101 × 100	18.7	26.5	
	主材8バッチ練り終了後		101 × 101	17.5	26.6	
	主材10バッチ練り終了後-1		100 × 100	17.9	26.1	
	主材10バッチ練り終了後-2		101 × 100	18.4	26.7	
注入中	150ℓ圧送時	スタティックミキサ	104 × 104	8.0	29.2	スタティックミキサ混合後10m地点で採取
	1000ℓ圧送時		103 × 101	4.1	28.7	
	1500ℓ圧送時		-	-	-	
	2000ℓ圧送時		102 × 101	8.3	28.7	
	2300ℓ圧送時		108 × 107	6.2	28.2	



写真6-1 グラウト打設状況

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(2)

漏水量の経時変化

試験中の漏水量の変化を図7-1(合計), 図7-2(右側, 左側別)に示す。可塑性グラウトの注入開始に伴い、閉止補助材によってせき止められていた水が一気に流れ出し、注入直後は一旦、漏水量が増加した。その後、グラウトの充填とともに漏水量は減少し、約1.0ℓ/minまで減少した。その後の水位上昇により、再び漏水量が増加し、ベントヘッダ中心からの水位が3.0m(30kPa)では、約2.0ℓ/minの漏水量になったが、充填されたグラウトが押し流される現象は生じなかった。また、固定金物からは水位を3.0mまで上昇させても漏水は確認されなかった。

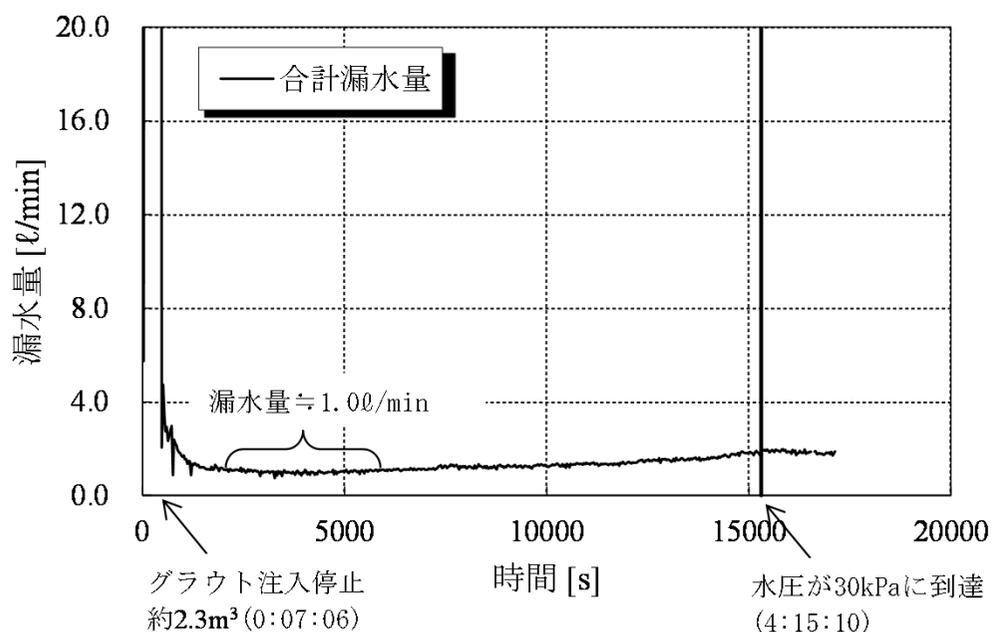


図7-1 合計漏水量

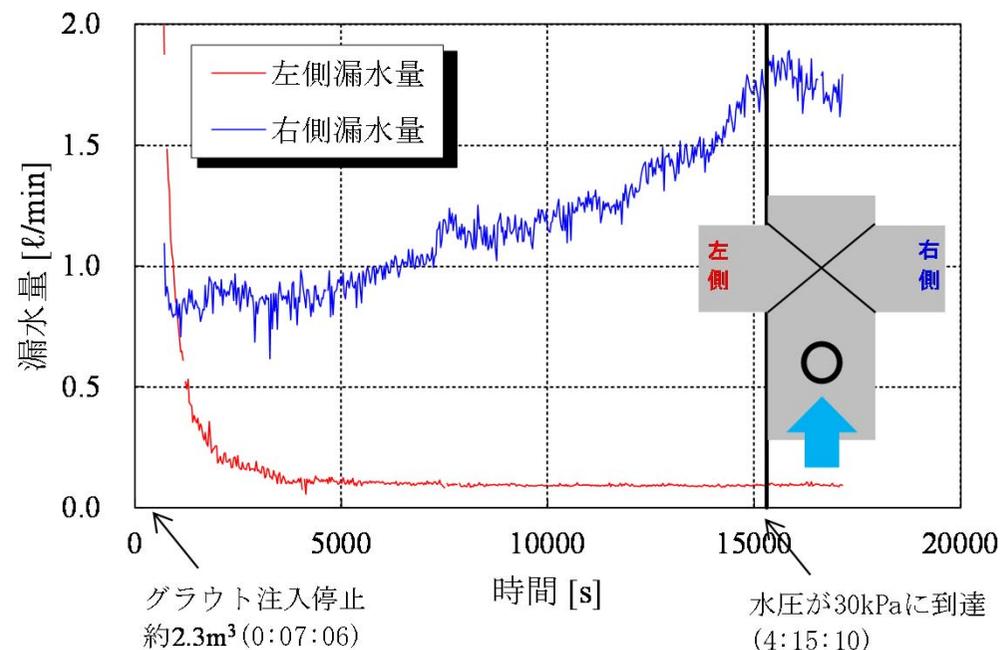


図7-2 ベントヘッダーからの漏水量

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(3)

可塑性グラウトの耐水圧試験

ベント管試験体内に設置されたインフレイタブルシール(充填モルタルの材齢:27日)および、可塑性グラウト(材齢:20日)が、冠水時の水圧約400kPaに対し破壊(材料の圧縮破壊、流出)することなく、所定の漏水量(暫定目標値:1ℓ/min以下)を維持できるか確認した。

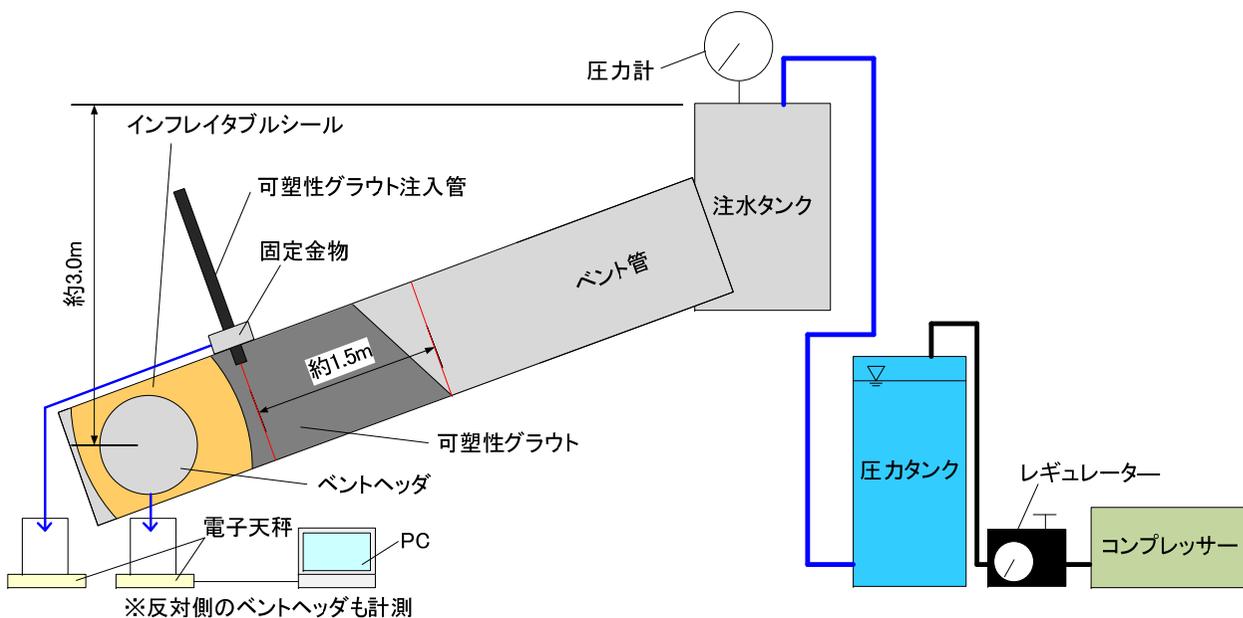


図8-1 試験装置(400kPa耐水圧)

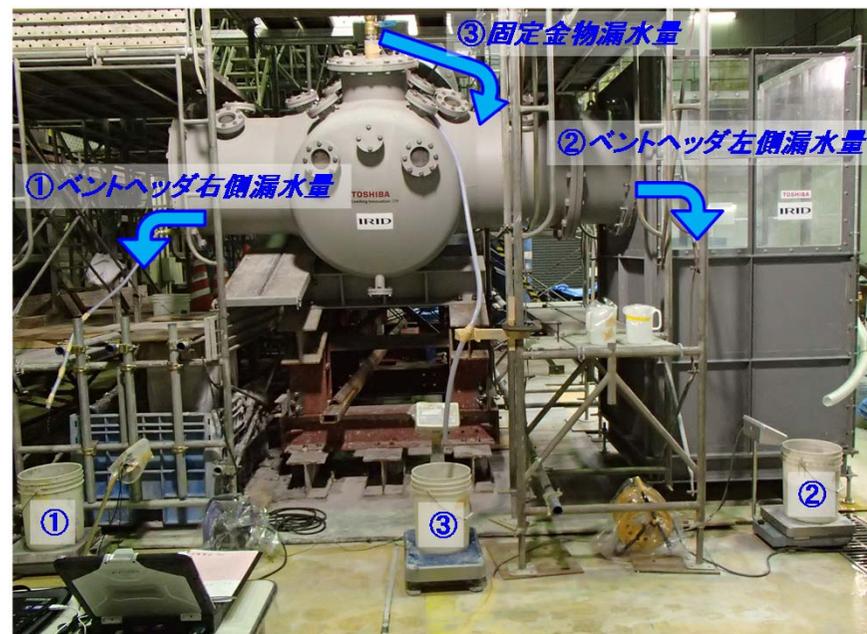


写真8-1 漏水量計測項目(400kPa耐水圧)

閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(4)

耐圧試験結果

①水圧上昇による漏水量の変化

図9-1、9-2に漏水量と作用水圧の関係を示す。水圧の上昇に伴い漏水量が増加し、約120kPaまでは目標漏水量である1ℓ/min以下を達成できたが、130kPa以上では、満足できなかった。特に、ベントヘッダ右側(干渉物無し側)については、250kPa付近までは漏水量と水圧がほぼ線形関係を保持したが、それ以上の水圧の作用下では線形関係を保持できず、漏水量がより増加した。一方、固定金物および注入管からの漏水は見られなかった。

また、作用する水圧を一旦降下させた後に、再度上昇させた場合(図9-1、9-2中の再加圧のプロット参照)、1回目の水圧上昇過程よりも漏水量が増加する結果が得られた。これは、1回目に上昇させた水圧により、水みちが生じ(拡大)したためだと考えられる。

目標としていた400kPa耐圧時での漏水量は目標値を満足できなかったが、止水材は破壊・流出することなく留まり、形状を保持していたため、止水材としての適性を有していると判断でき、今後更に漏水量の低減対策を行うとともに、漏水する水の処理の方法についても検討していく。

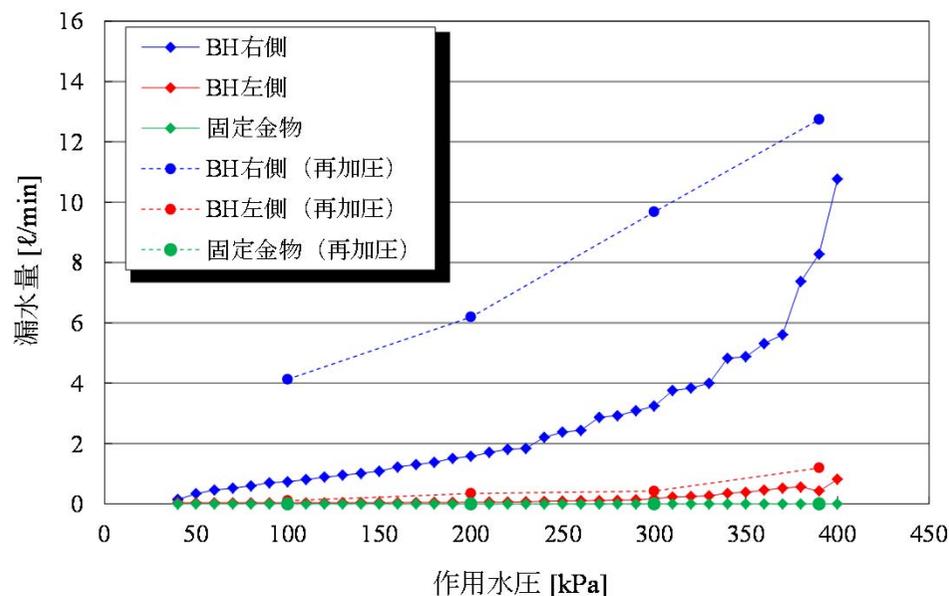


図9-1 漏水量—水圧関係(計測項目別)

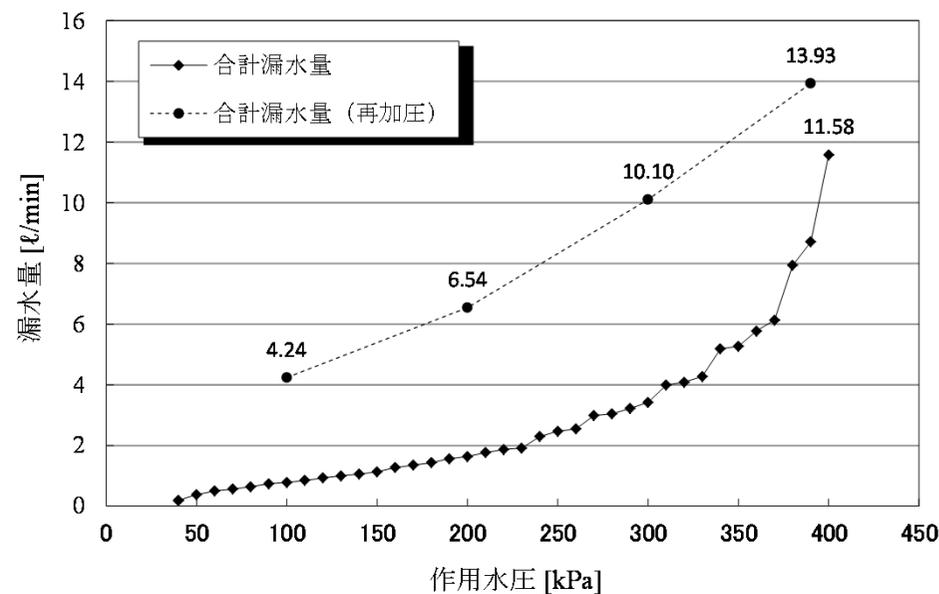
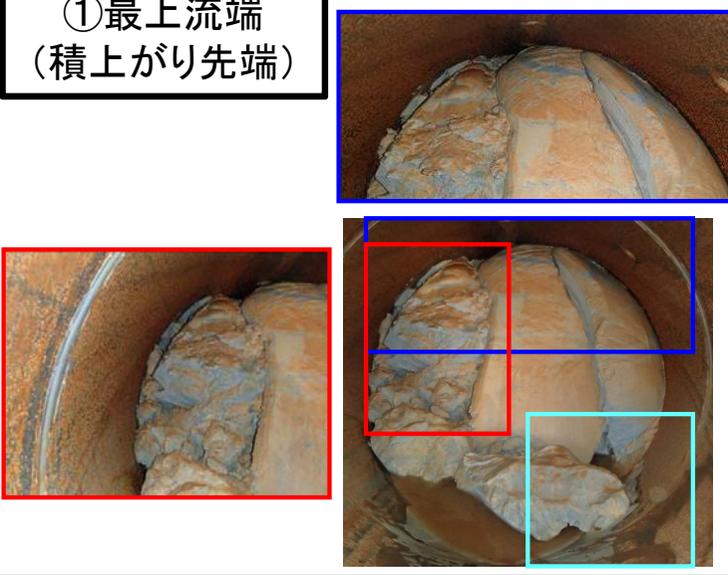


図9-2 漏水量—水圧関係(合計)

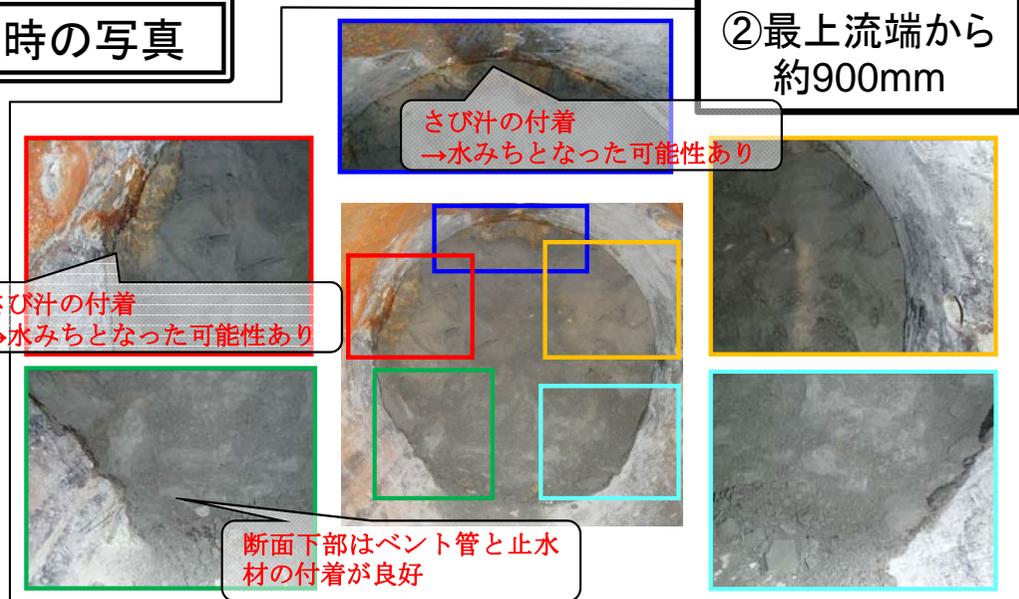
閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(5)

試験体解体時の写真

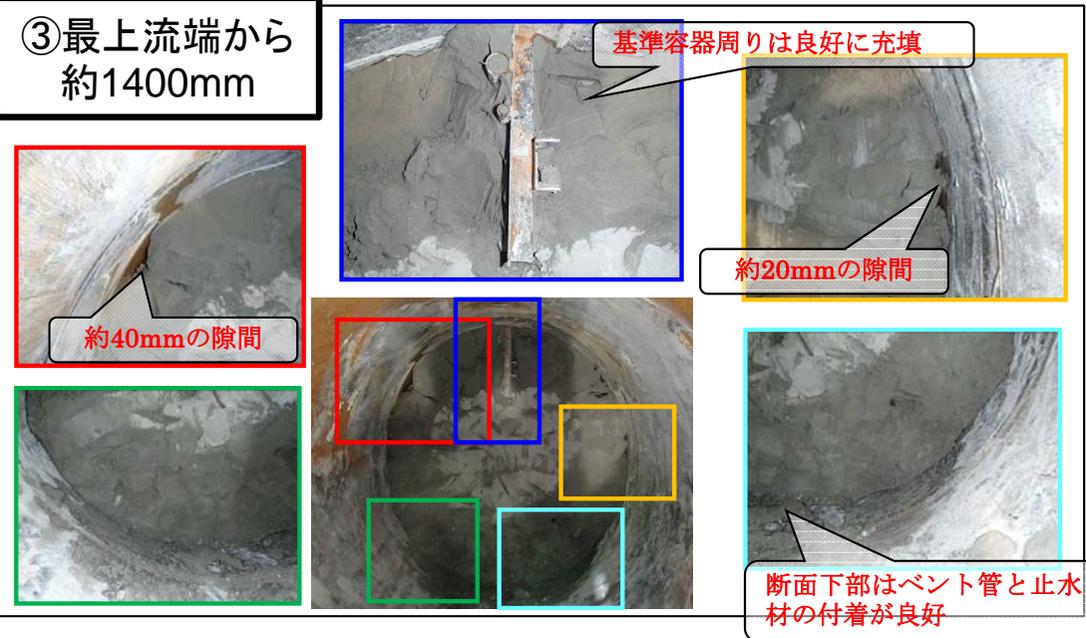
①最上流端
(積上がり先端)



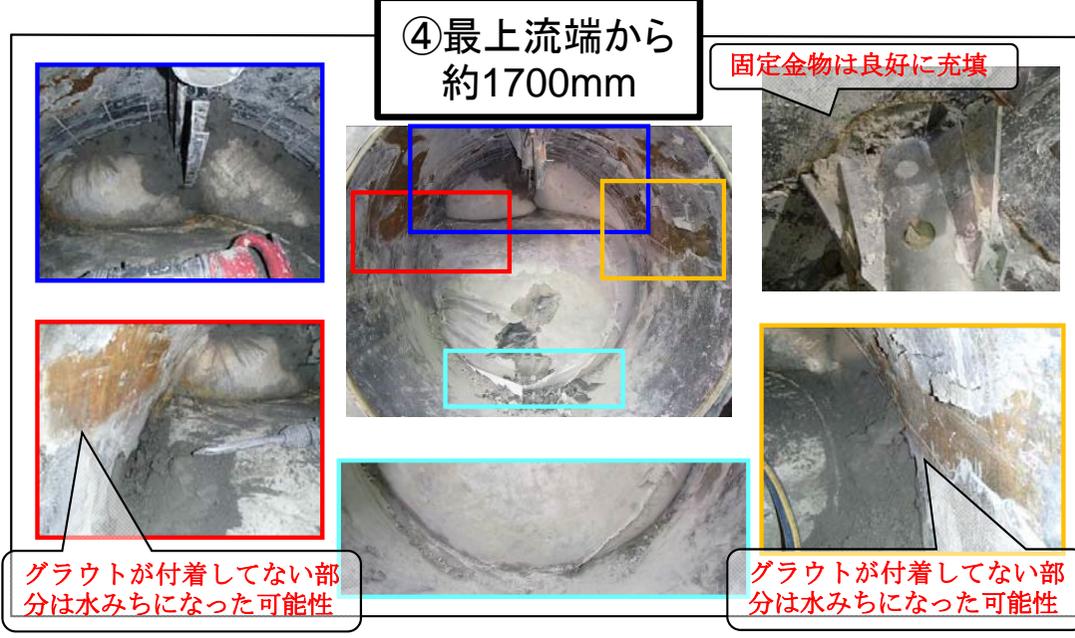
②最上流端から
約900mm



③最上流端から
約1400mm



④最上流端から
約1700mm



閉止補助材と止水材の組合せ試験 止水材試験結果(6)

水圧上昇による水みち形成の推定

図11-1に示すように、250kPa付近までは漏水量と水圧がほぼ線形関係を保持したが、それ以上の水圧の作用下では線形関係を保持できず、漏水量がより増加した。また、約350kPa以上では、さらに著しく漏水量が増加している。

このことから、250kPa付近において水みちが生じ始め、350kPa付近で、水みちが貫通したと考えられる。漏水経路の変化の推定図を図11-2に示す。

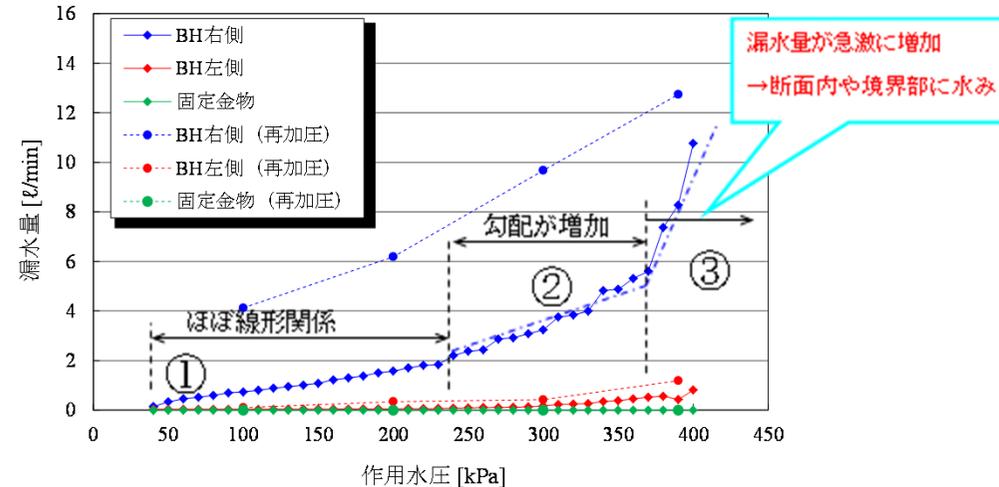


図11-1 漏水量-水圧関係

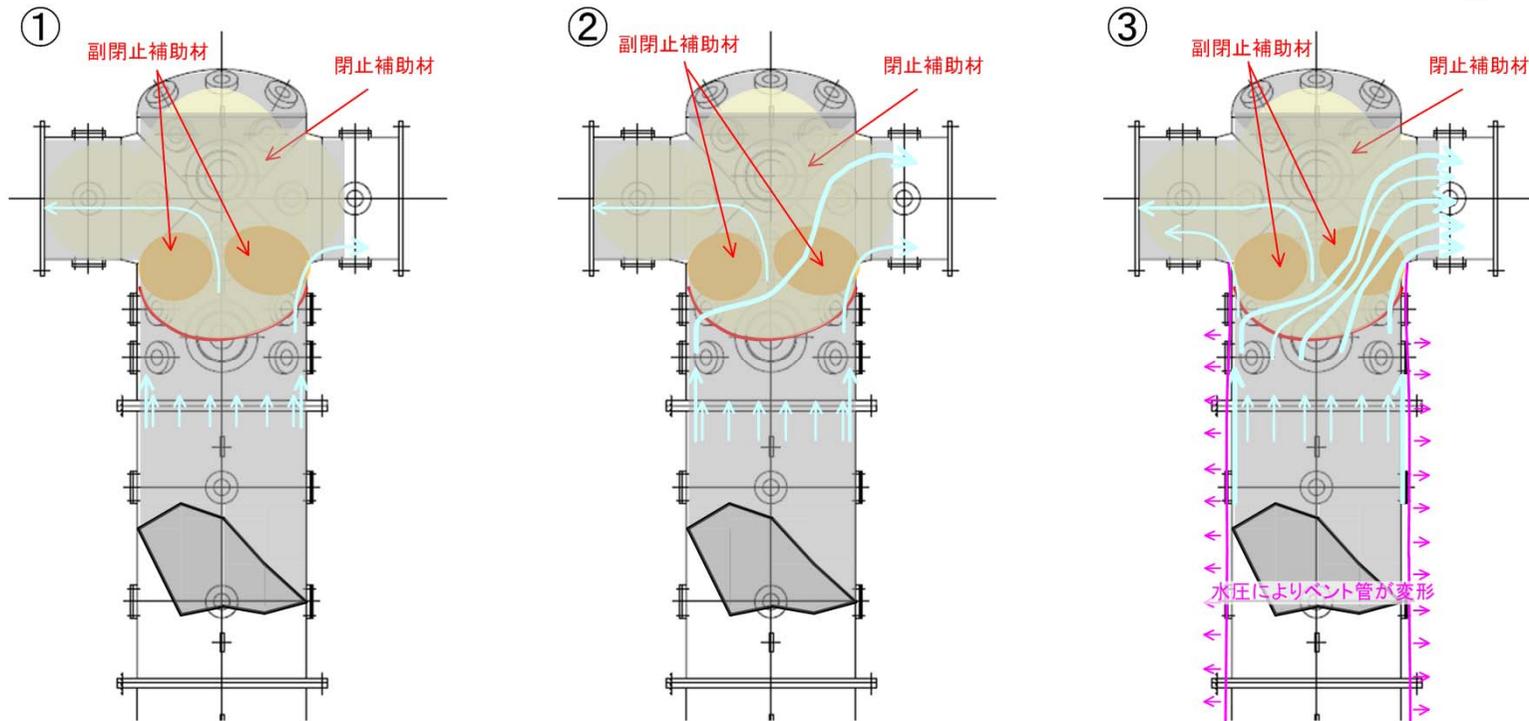


図11-2 漏水量経路の変化の推定

「格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術開発」

上部PCV(小部屋)及びS/C補修技術の 開発状況について

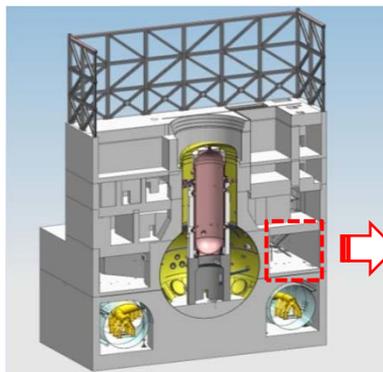
平成26年5月29日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

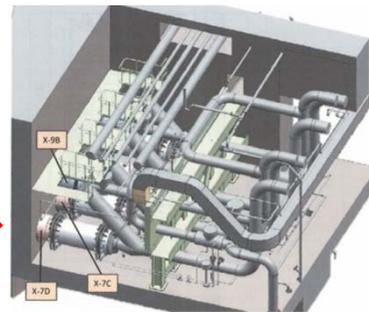
1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

■ 実施概要

- 1～3号機原子炉建屋の上部PCV（ドライウェル）を対象に、想定漏えい箇所の補修方法に関する技術開発を実施。
- 線量環境等の現場環境から、補修対象箇所を小部屋内と開放部に大別。それぞれの環境に合わせた補修技術を開発。
- 小部屋内の補修では、セメント系材料による埋設工法を念頭に、施工上必要となる補修装置、及び補修材料の開発を実施。



原子炉建屋断面



MSトンネル室概要

想定損傷箇所

地震や海水による損傷

- 配管ベローズ
- 電気ペネ
- 機器ハッチ
- 閉止フランジ

現場環境の特徴

- 気中環境での補修
- 高線量
- 狭隘，設備の密集

補修概念

- 耐久性に優れたセメント系材料による埋設
- 遠隔補修装置による材料の打設

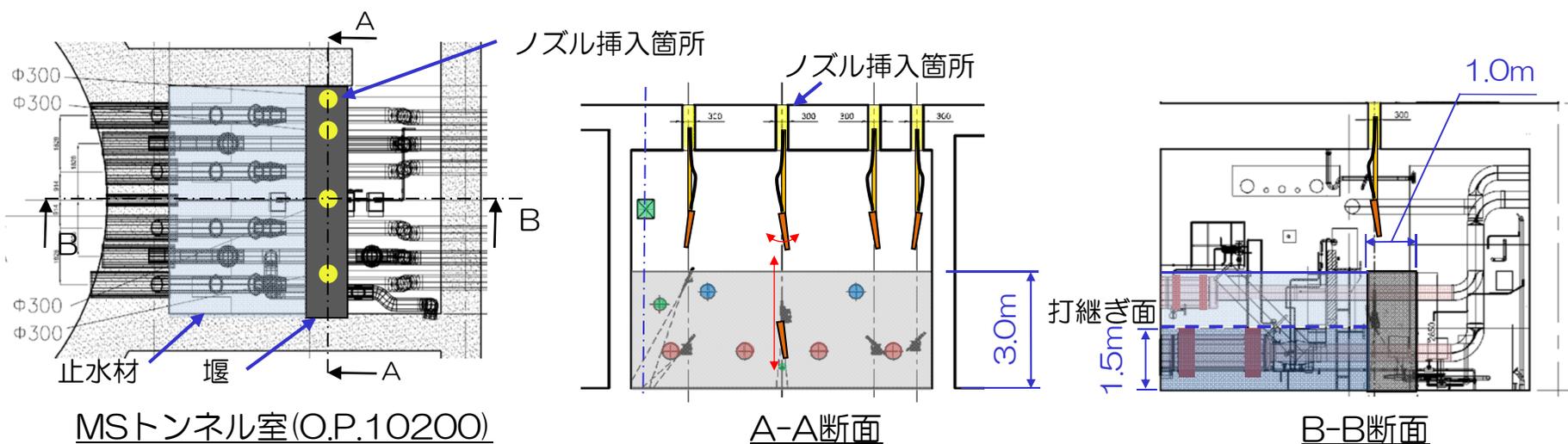
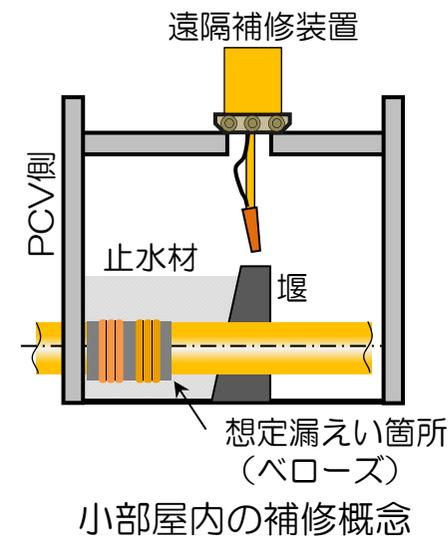
1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

■ 工法概念

- 配管ベローズや電気ペネ等の想定漏えい箇所を確実に埋設するため、止水材（セメント系材料）は高い流動性を持つものを開発。
- 埋設する範囲を最小化するため、部分的に堰を構築。
- 堰の構築は、遠隔補修装置の適用や狭隘部での施工環境を考慮し、吹付けモルタルを選定。

■ 施工計画の検討

- 想定される現場状況に応じて、施工対象の部屋ごとに具体的な施工計画の作成を実施。



1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

■ 遠隔補修装置の仕様と要素試作

現場環境，及び施工計画に基づき遠隔補修装置の仕様策定と要素試作を実施

1) 環境条件

温度：最高 40℃，最低 0℃

湿度：最大 80%程度

瞬間線量率：3Sv/h（数分間程度の短時間）

集積線量：200Sv（耐放射線性の劣る部品は，定期交換で対応するものとする）

2) 装置構成

止水材を注入するためのノズルを小部屋内に挿入する打設装置（1番機）と，ホースを引き回すホース巻取り装置（2番機）で構成される。

3) 軸構成

下表参照。

表 遠隔補修装置の軸構成

No.	軸	ストローク
1	ノズル昇降	6600mm
2	ノズル回転前後 (1番機の進行方向が前)	前: +75° 後: -60°
3	ノズル回転左右 (1番機の進行方向に対して右側に回転)	0~30°

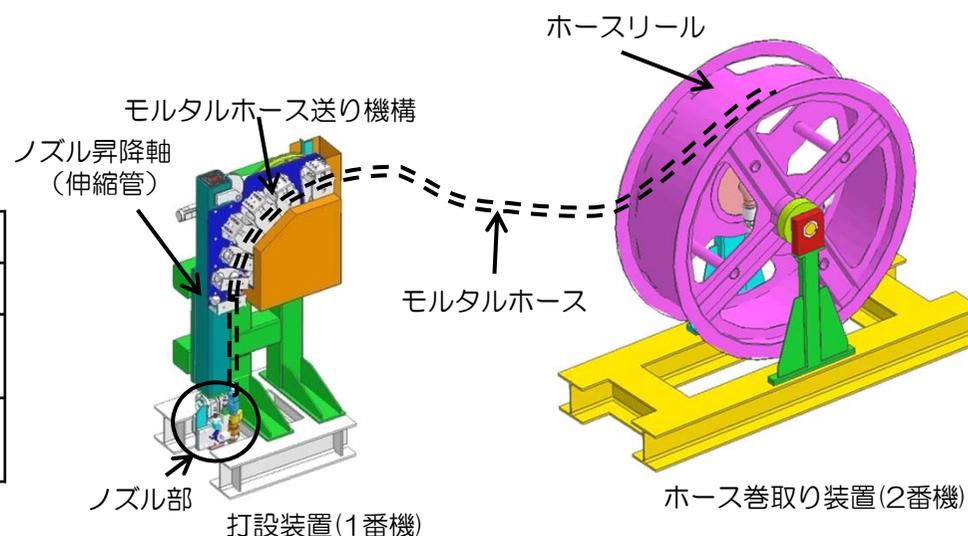


図 遠隔補修装置要素試作品の概要

1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

■ 実機適用性試験の概要

下記の検証を目的に、実機環境を模擬した試験設備、及び遠隔補修装置の要素試作品による施工試験を実施。

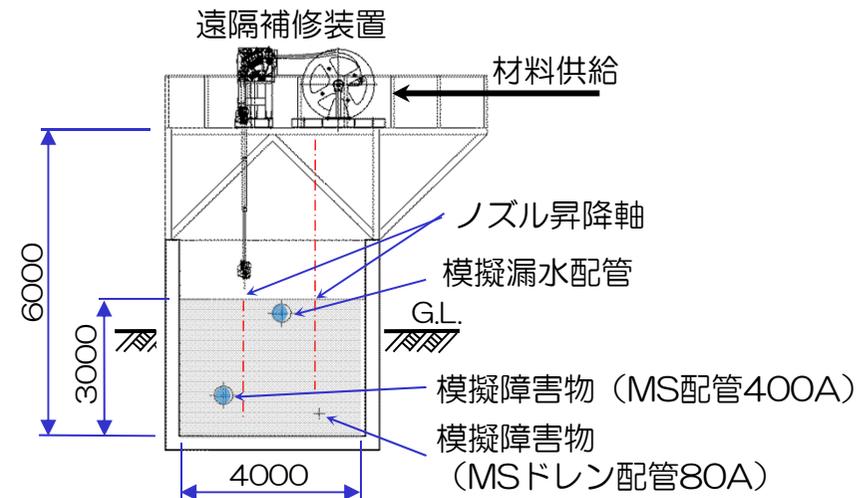
- 堰施工技術の成立性
- 遠隔補修装置の成立性
- 止水材の耐圧性能

■ 試験条件

- 実機施工規模の模擬
- 施工計画にて設定した堰（ $h=3.0\text{m}$, $w=1.2\text{m}$ ）の構築
- 施工計画から抽出した障害物（MS配管等）と、ノズル昇降軸の配置
- 模擬漏水配管から 300kPa の加圧



試験体全景



試験体断面図

1. 上部PCV（小部屋）補修技術の開発

■ 試験結果

- 遠隔補修装置により、計画通りの堰を成形、また止水材の打設を完了。
- 止水材打設時に堰からの止水材流出、及び堰の変位や転倒は無く、堰としての機能を果たしていることを確認した。
- 止水材の耐圧性能試験では水圧による止水材の破壊や目視可能な漏えいは無かった。
（但し漏水箇所付近のひび割れを通じた止水材内部への浸透が観測された。）

堰施工技術の成立性、遠隔補修装置の成立性、止水材の耐圧性を確認できた

■ 今後の課題

- 実機施工時に、ノズル揺動（ハンドリング）のために必要となる視機能（モニタリング装置、センサー類）の検討が必要。
- 止水材打設時のひび割れ抑制策検討。
- 施工箇所、及び施工箇所上部の実地調査と施工計画への反映。



配管周囲の堰構築



堰一般部の構築



堰の構築完了



止水材の打設



止水材の打設完了

2. 1 S/C補強に向けた技術開発

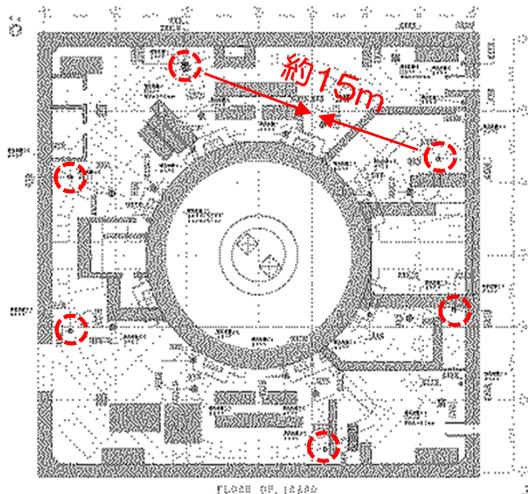
■ サプレッション・チェンバ (S/C) の補強に向けた技術開発

S/Cの耐震性の強化, 将来的な腐食への対応として, S/Cの補強方法を検討。

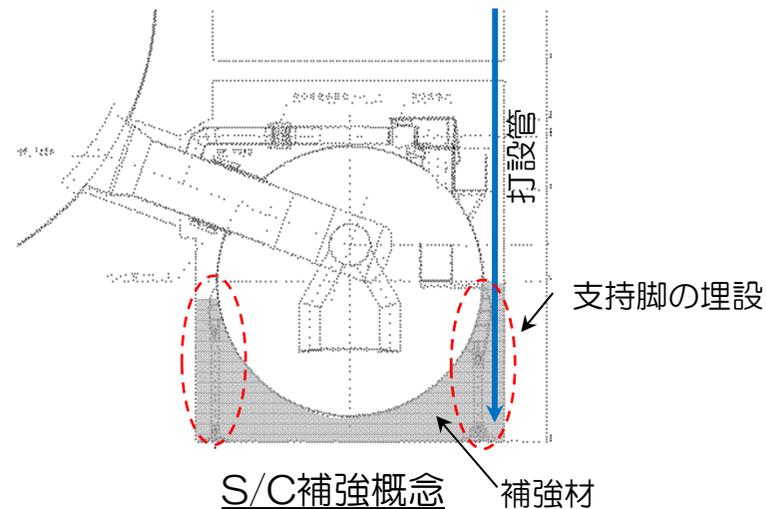
工法の概要

- 1階床面から高い流動性を持つ補強材（水中不分離モルタル）を打設, 支持脚を含むS/C下部を埋設して補強。
- 既存設備の干渉から打設可能な箇所が限定される。
- 補強材はS/Cの片側から打設し, S/C下部を経て反対側に立ち上がる必要がある。また平面的に最大15m程度の流動が必要。

○ 想定打設箇所 (案)



1F平面図 (O.P.10200)



S/C補強概念 補強材

2. 1 S/C補強に向けた技術開発

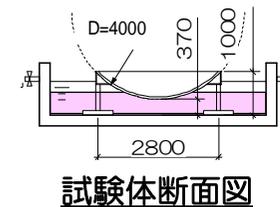
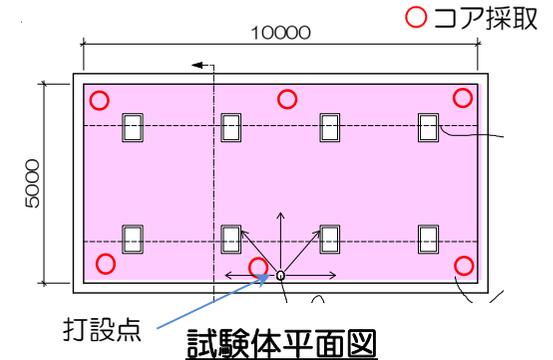
■ 長距離流動性確認試験の概要

S/Cを1/2スケールで部分的に模擬した試験体に補強材を打設。

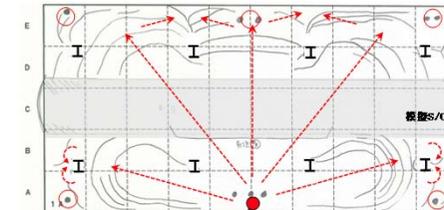
- 広大な空間での補強材の流動状況，立ち上がり状況
- 補強材硬化後の材料品質（圧縮強度）の分布
- S/C支持脚周囲への補強材充填状況

■ 長距離流動性確認試験の成果と今後の課題

- S/C下部や支持脚周囲に密実に充填できたことを確認。
- 補強材天端はほぼフラット（1/167～1/500）に仕上がることを確認。
- 単位体積質量，圧縮強度から流動後の材料品質のばらつきが小さいことが確認できた。
- 今後，S/Cの健全性評価と合わせて材料の必要強度や打設範囲の見極めが必要。



52cm(3cm) 1.865t/m ³ (0.98) 10.4N/mm ² (0.70)	54cm(1cm) 1.848t/m ³ (0.97) 12.9N/mm ² (0.87)	53cm(2cm) 1.850t/m ³ (0.97) 10.9N/mm ² (0.73)
--	--	--



52cm(3cm) 1.870t/m ³ (0.98) 11.8N/mm ² (0.79)	55cm(± 0cm) 1.905t/m ³ (1.00) 14.9N/mm ² (1.00)	52cm(3cm) 1.855t/m ³ (0.97) 11.2N/mm ² (0.75)
--	--	--



試験装置全景



支持脚周囲の充填



S/C下部の充填

補強材の品質分布

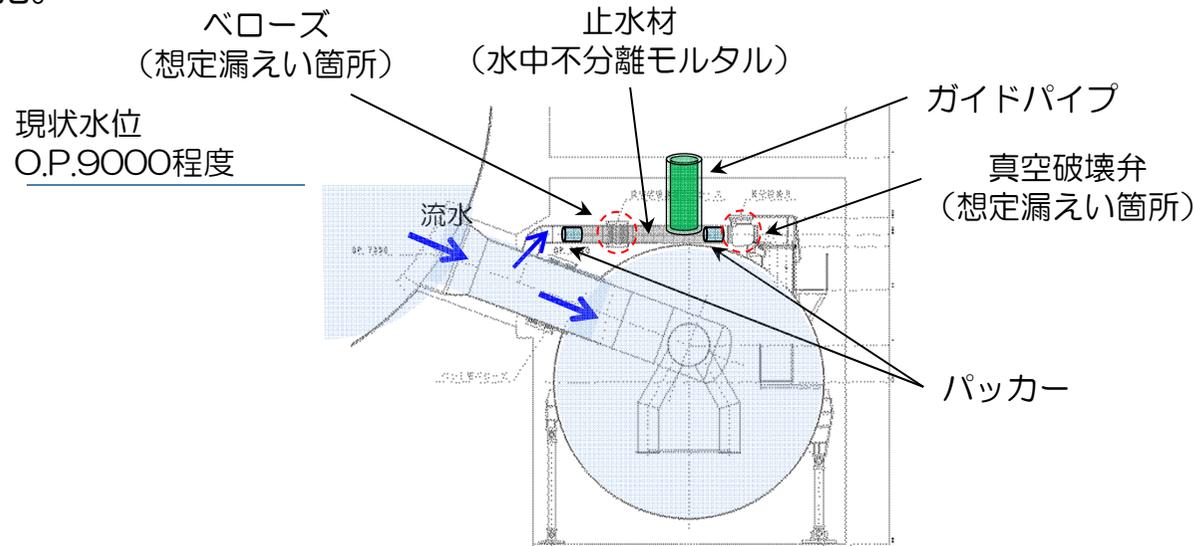
2. 2 真空破壊装置補修技術の開発

■ 真空破壊装置の補修技術開発

- 1号機の固有設備である真空破壊装置について、想定漏えい箇所であるベローズ及び真空破壊弁からの漏えいを防止する工法を検討。

工法の概要

- 1階床面から真空破壊装置を削孔しパッカーを挿入して仮止水。その後止水材（水中不分離モルタル）にて管内を充填。
- 真空破壊装置内が満水の場合、削孔時にPCV保有水の漏えいが考えられるため、事前にガイドパイプの設置しその中で削孔する概念を考案。ガイドパイプの概念検討を合わせて実施。



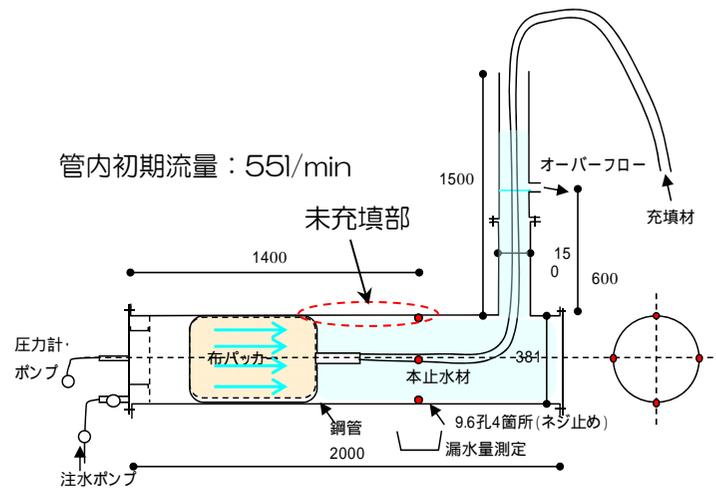
真空破壊装置の補修概念

2. 2 真空破壊装置補修技術の開発

■ 真空破壊装置閉止試験の概要と実施結果

真空破壊装置を模擬（径はフルスケール）した試験体にて、パッカーによる仮止水性の検証，及びその後本止水材打設による止水効果の検証を実施。

- 実機での施工を模擬し，模擬試験体の上部からパッカーを挿入。その後パッカー展開のための水中不分離モルタルの打設を実施。
- 布パッカーは流水中で展開すると，管内で滑ることがあった。
- 布パッカーの展開により，上流からの流量は大幅（55l/min→0.67l/min）に低下。その後本止水材の打設を実施した。
- 本止水材の硬化後，管内最上部に空隙が残り完全な止水性を得ることができなかった。これは布パッカーからのわずかな漏水が管内に滞留し，管上部まで本止水材を充填することができなかったためと考えられる。
- 今後，布パッカーのすべりを抑え，仮止水性を高める構造の検討が必要。



試験装置概要



試験装置組立て状況



布パッカー概要

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	4月		5月			6月		7月		8月	備考		
				20	27	4	11	18	25	1	8	下			上	中
保管管理計画 放射性廃棄物の保管管理 処理・処分計画	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	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											
			(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	現場作業												
	2. 保管適正化 の推進	ドラム缶保管施設 の設置	(実績) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設計	検討・設計	固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設計											
			(予定) ・固体廃棄物貯蔵庫第9棟の設計	現場作業												
	雑固体廃棄物の 減容検討	(実績) ・更新計画の策定	検討・設計	更新計画の策定												
		(予定) ・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 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事	検討・設計	雑固体廃棄物焼却設備の設計 実績反映(建屋工事遅れと関係ない部分について着手済み) 追記理由:実績反映												
		(予定) ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事 ・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 雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事												
	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	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												
		(予定) ・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													
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	検討・設計	一時保管エリアの追設 / 拡張に向けた準備													
	(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Pの造成	現場作業	一時保管エリアPの造成													
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	検討・設計	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													
	(予定) ・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	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 ・公募手続き等 ・長期保管のための各種特性試験	検討・設計	【研究開発】公募手続き等 【研究開発】長期保管のための各種特性試験													
	(予定) 【研究開発】長期保管方策の検討 ・長期保管のための各種特性試験	現場作業	5/21交付決定に伴い 研究開発開始													
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 ・固体廃棄物のサンプリング・分析方法検討 ・公募手続き等 ・廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査 ・JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海)	検討・設計	【研究開発】固体廃棄物のサンプリング 【研究開発】廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査													
	(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 ・廃ゼオライト・スラッジ・ガレキ等の性状調査 ・JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海)	現場作業	5/21交付決定に伴い 研究開発開始 【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海)													

ガレキ・伐採木の管理状況(2014. 4.30時点)

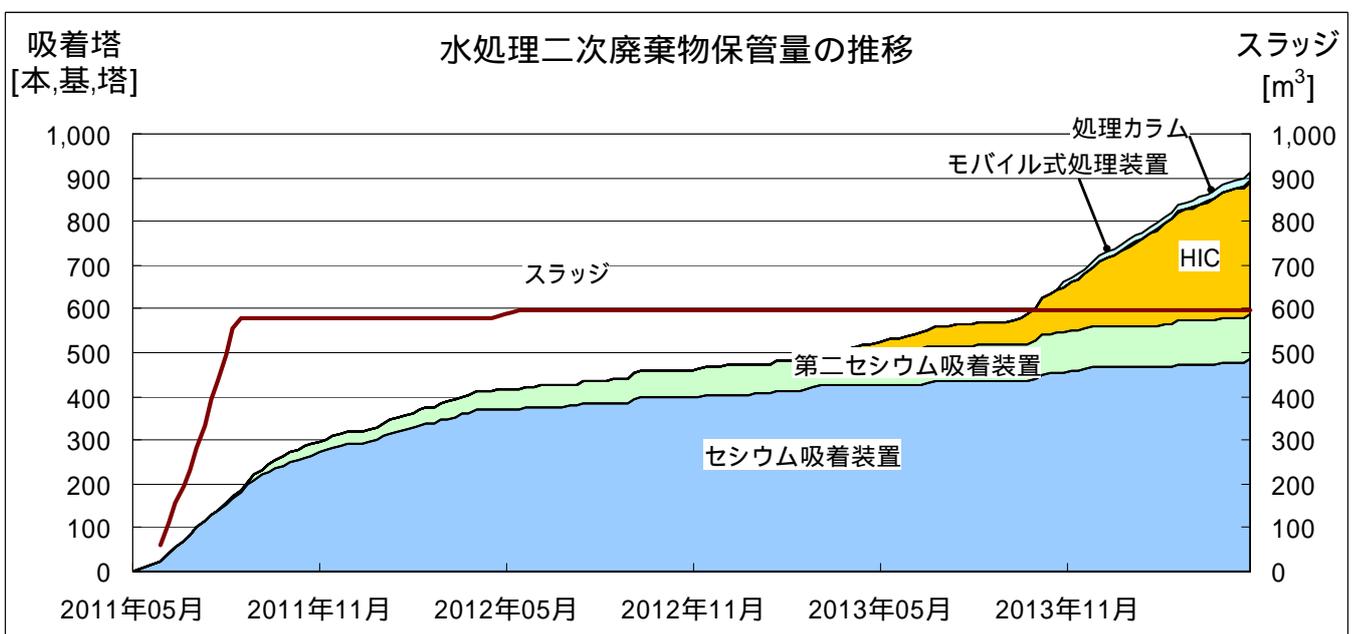
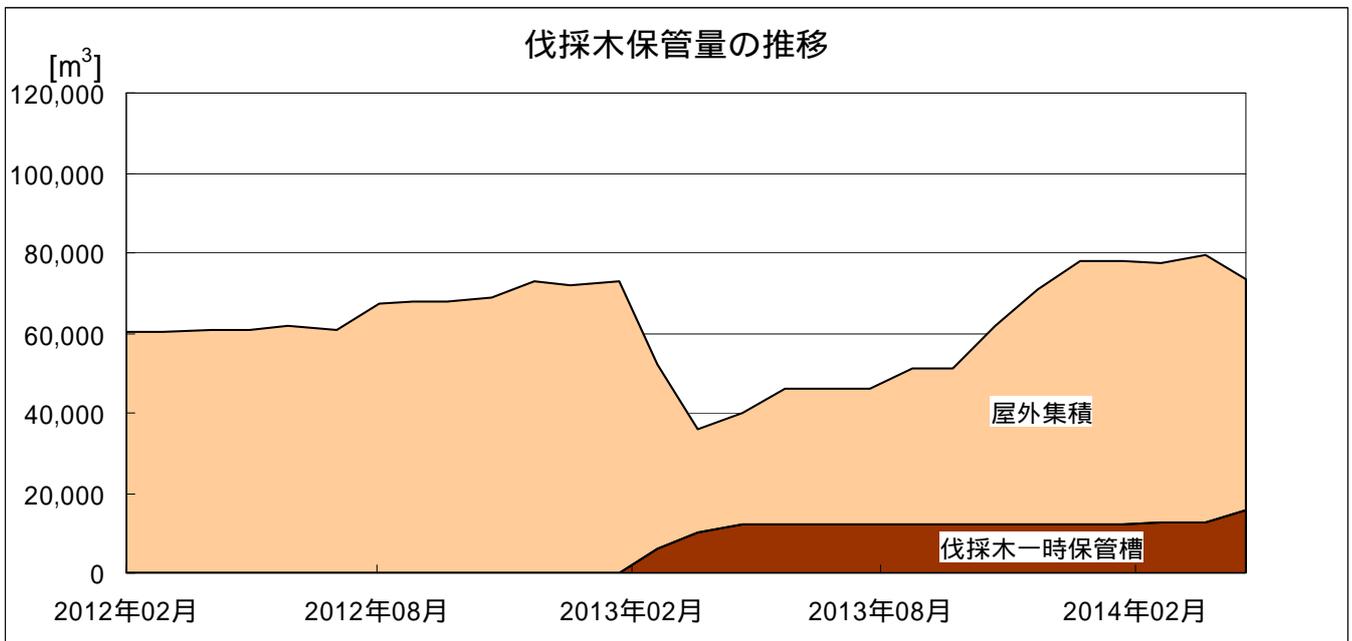
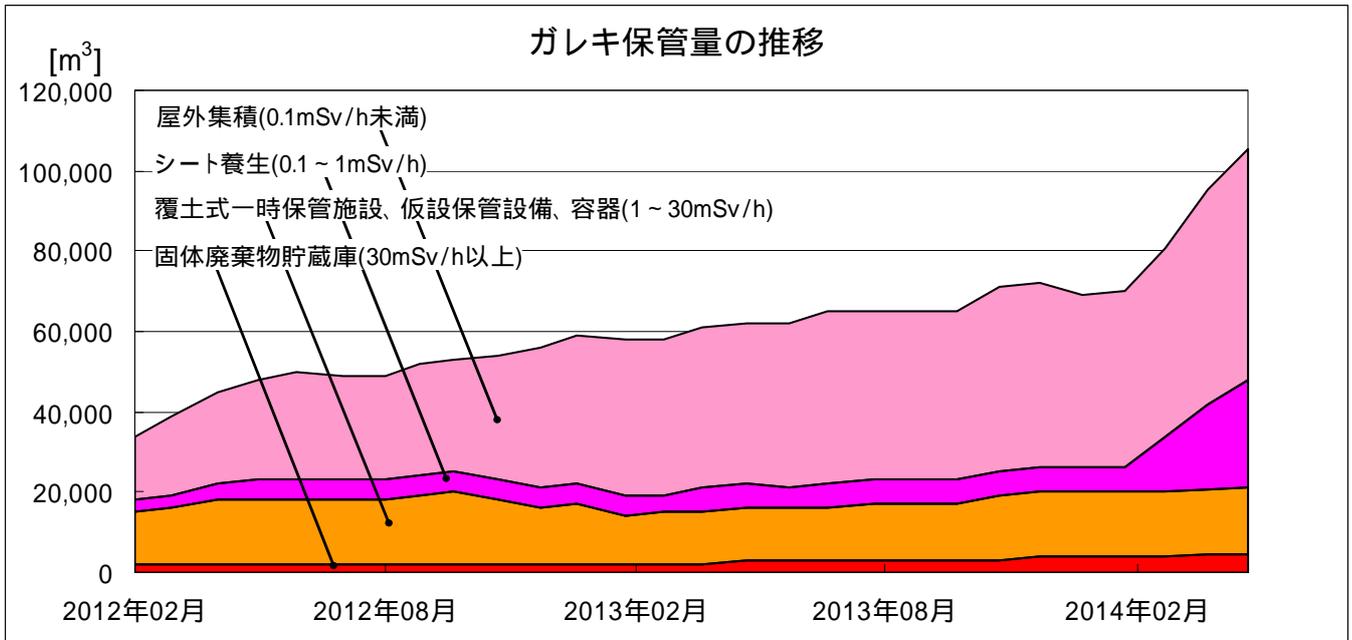
保管場所	エリア境界 空間線量率 (mSv/h)	種類	保管方法	保管量 ¹	前回報告比 ² (2014.3.31)	変動 ³ 理由	エリア 占有率
固体廃棄物貯蔵庫	0.03	ガレキ	容器	4,400 m ³	微増	m ³	36 %
A : 敷地北側	0.50	ガレキ	仮設保管設備	2,400 m ³	微減	m ³	33 %
C : 敷地北側	0.01	ガレキ	屋外集積	37,800 m ³	+1,700	m ³	94 %
D : 敷地北側	0.01	ガレキ	シート養生	2,600 m ³	0	m ³	88 %
E : 敷地北側	0.02	ガレキ	シート養生	3,600 m ³	0	m ³	89 %
F : 敷地北側	0.01	ガレキ	容器	600 m ³	0	m ³	99 %
J : 敷地南側	0.03	ガレキ	屋外集積	4,600 m ³	+2,000	m ³	96 %
L : 敷地北側	0.01未満	ガレキ	覆土式一時保管施設	8,000 m ³	0	m ³	100 %
O : 敷地南西側	0.03	ガレキ	屋外集積	14,600 m ³	+900	m ³	88 %
Q : 敷地西側	0.15	ガレキ	容器	5,600 m ³	微増	m ³	92 %
U : 敷地南側	0.01未満	ガレキ	屋外集積	700 m ³	0	m ³	100 %
W : 敷地西側	0.04	ガレキ	シート養生	20,500 m ³	+5,500	m ³	70 %
合計(ガレキ)				105,300 m ³	+10,000	m ³	78 %
G : 敷地北側	0.01未満	伐採木	伐採木一時保管槽	7,300 m ³	0	m ³	27 %
H : 敷地北側	0.01	伐採木	屋外集積	13,300 m ³	+200	m ³	75 %
I : 敷地北側	0.02	伐採木	屋外集積	10,500 m ³	0	m ³	100 %
M : 敷地西側	0.01	伐採木	屋外集積	31,900 m ³	0	m ³	91 %
T : 敷地南側	0.01	伐採木	伐採木一時保管槽	8,300 m ³	+3,100	m ³	36 %
V : 敷地西側	0.03	伐採木	屋外集積	1,900 m ³	-9,400	m ³	13 %
合計(伐採木)				73,100 m ³	-6,200	m ³	57 %

- 1 端数処理で100m³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。
- 2 100m³未満を端数処理しており、微増・微減とは100m³未満の増減を示す。
- 3 主な変動理由： 多核種除去設備増設関連工事 タンク設置関連工事 タンク設置に伴う廃車両等の撤去
1F構内フェシング工事 チップ化した枝葉の搬入 伐採木一時保管槽へ移動(エリアT)

水処理二次廃棄物の管理状況(2014. 5.27時点)

保管場所	種類	保管量	前月からの増減 (2014.4.22)	保管量/保管容量
使用済セシウム吸着塔 保管施設	セシウム吸着装置使用済ベッセル	486 本	+12 本	36%
	第二セシウム吸着装置使用済ベッセル	100 本	0 本	
	多核種除去設備保管容器	303 基	+25 基	
	多核種除去設備処理カラム	3 塔	+2 塔	
	モバイル式処理装置使用済ベッセル	18 本	+1 本	
廃スラッジ貯蔵施設	廃スラッジ	597 m ³	0 m ³	85%





平成25年度実績概要
固体廃棄物の処理・処分に係る
研究開発

平成26年5月29日
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

HP SW-1 廃棄物処理処分に係る基本的考え方の提示(2017年)
～廃棄物発生から処理処分までの廃棄物ストリーム候補の提示～

廃棄物管理戦略の検討

【目標】 廃棄物の発生、保管から処理・処分までの一連の取り扱い(廃棄物ストリーム)の候補を論拠とともに提示

● 廃棄物ストリームの検討方針立案

● 個別検討における関連事項の抽出

● 廃棄物ストリーム候補の検討

廃棄物情報、各種技術情報、技術絞込み・処分概念等に係る前提及び考え方、課題等

個別検討事項

インベントリ、有害物質の性状等

廃棄物の不足した情報項目等

廃棄物の処理に関する検討

【目標】 処理・技術カタログの整備と適用可能な廃棄体化技術候補の絞込み、提示

● 処理・廃棄体化技術の調査

● 処理・廃棄体化に係る基礎試験

● 候補技術の一次絞込み

長期保管方策の検討

【目標】 水処理二次廃棄物に係る長期保管・安定化方策の提示

● 多核種除去設備のスラリー安定化法の開発

● Cs吸着装置吸着塔の評価

処理・廃棄体化に係る技術情報

性状把握

【目標】 主要な廃棄物の性状に関する情報を集約して提示

● 廃棄物試料の分析

● 廃棄物インベントリの評価

● 水処理二次廃棄物のデータ収集

【目標】 分析施設で適用する難測定核種の分析法の開発・整備

● 核種分析フローの検討

● 高線量廃棄物の分析法開発

廃棄体の要件等

廃棄体の性状等

廃棄物の性状情報

インベントリ、混在物質性状等

重要核種、不足したデータ等

廃棄物の処分に係る検討

【目標】 廃棄物ごとに適用可能な処分概念候補とその評価手法の提示

● 処分概念の特徴整理・調査

● 各廃棄物に適した処分概念の検討

● 新たな処分概念等の検討(解体廃棄物含む)

処分技術の情報

データベース整備

【目標】 廃棄物の性状、処理方法、処分方法に関するデータベースの整備(第三者機関との情報共有)

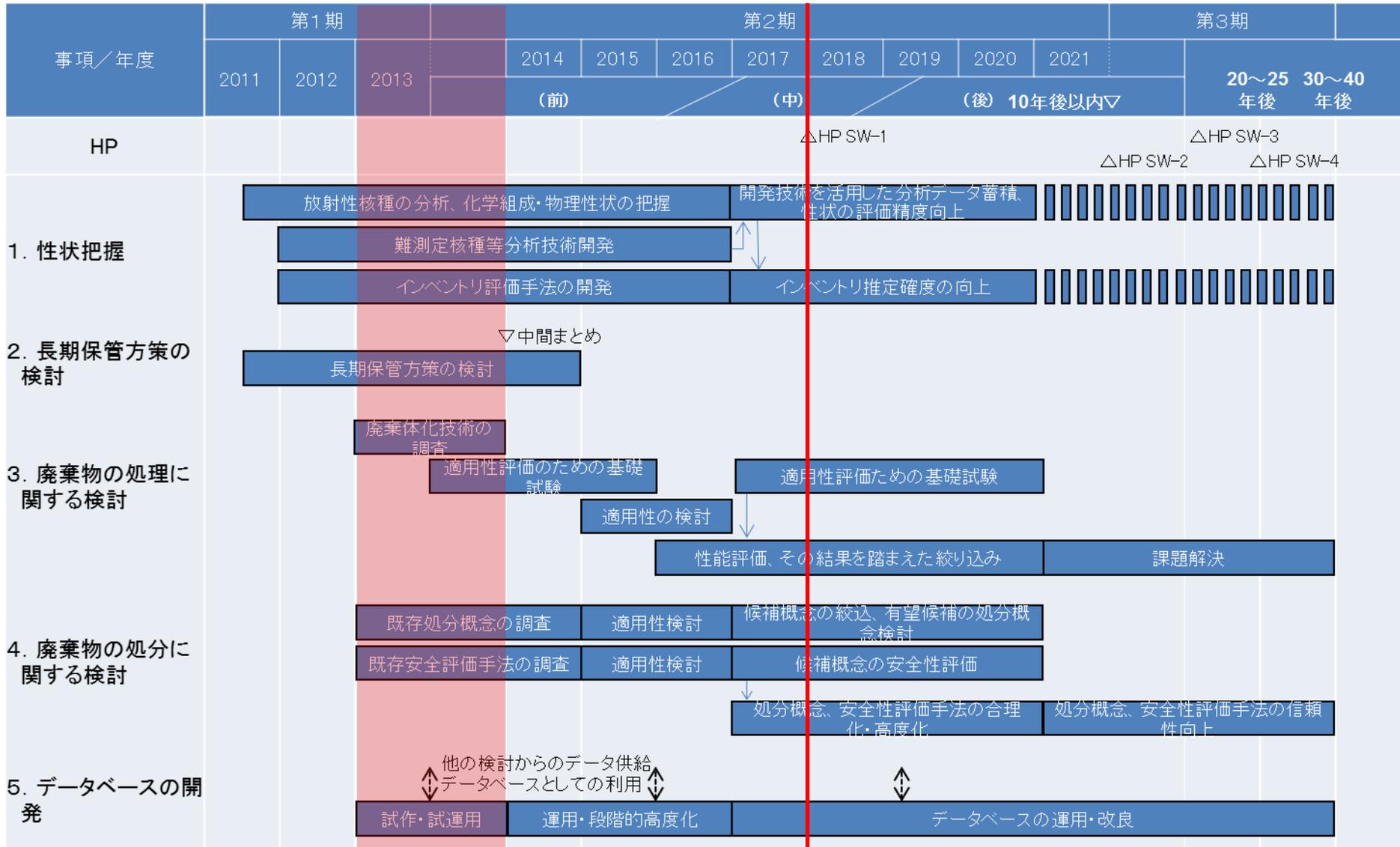
● 廃棄物情報整備

● 処理・処分DB開発

● 分析結果DB整備

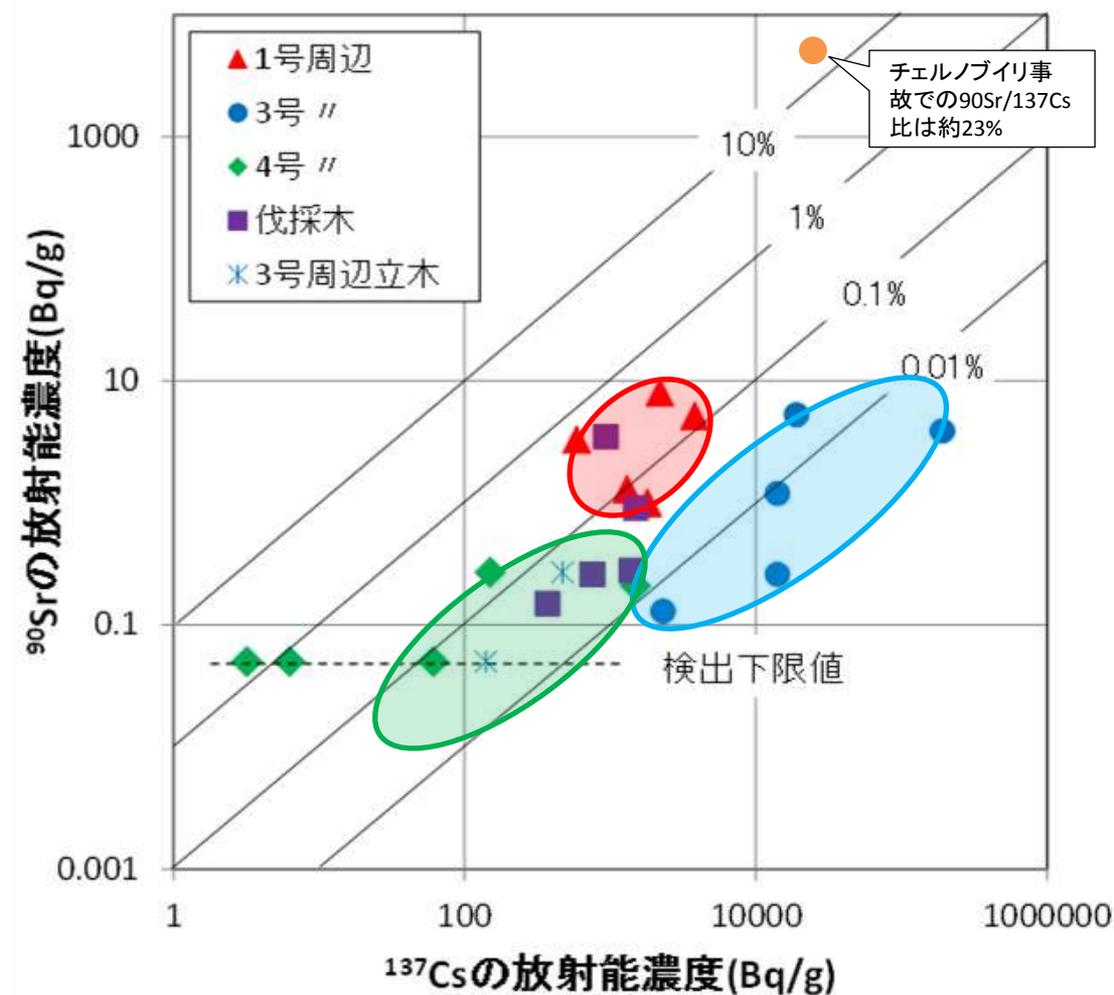
固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

中長期ロードマップ



性状把握

廃棄物のインベントリ評価：瓦礫等における ^{137}Cs と ^{90}Sr 放射能濃度の関係



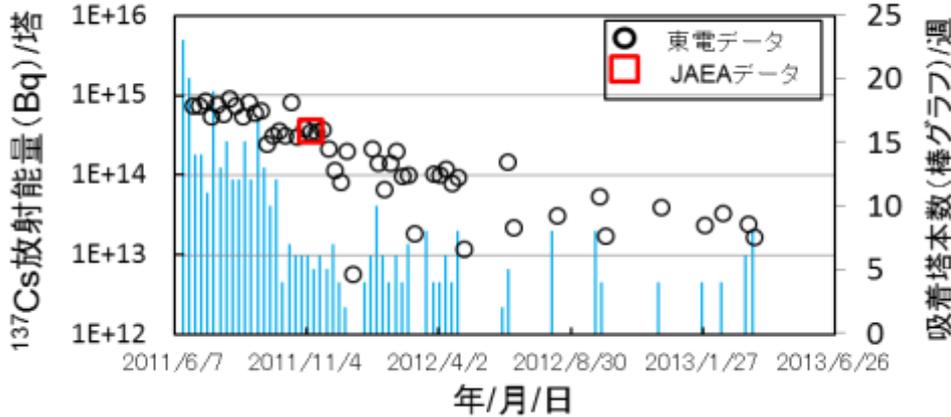
- 汚染水、伐採木、ガレキ等51試料の放射能等を分析
- $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比は、ガレキと伐採木において、大きな差がなく、0.002~0.62%の範囲であった。
- ガレキ・伐採木の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の間には比例関係の傾向が見られる。
- ガレキは採取場所や試料で傾向が異なる。現時点ではデータ数が少ないため、今後、データの蓄積を継続して双方の相関の精度を向上する。
- チェルノブイリ事故で発生した廃棄物 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比(約23%)は燃料中の組成に近い比であり、事故進展の違いが廃棄物中の ^{137}Cs と ^{90}Sr の比に反映されていると考えられる。

性状把握

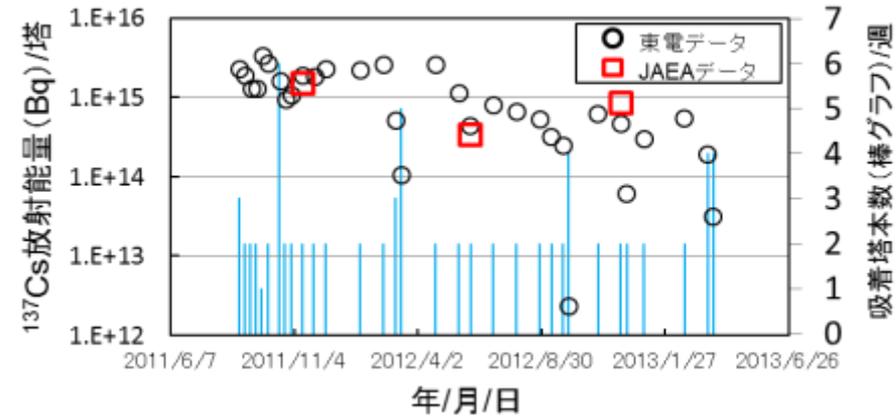
廃棄物のインベントリ評価：セシウム吸着塔のインベントリ評価

JAEA及び東京電力が分析したデータをもとに2011/6/19～2013/4/2の間に発生したセシウム吸着塔を対象に1本当たりの¹³⁷Cs吸着量と吸着量レベルの分布を評価

KURION廃吸着塔1本あたりの¹³⁷Cs吸着量



SARRY廃吸着塔1本あたりの¹³⁷Cs吸着量



セシウム吸着塔の¹³⁷Cs吸着量

	KURION	SARRY
総吸着量(Bq)	1.68×10^{17}	7.95×10^{16}
一本あたり平均(Bq/本)	3.96×10^{14}	1.02×10^{15}

吸着量レベルの分布

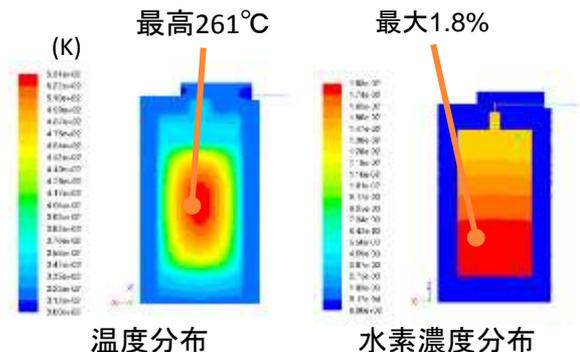
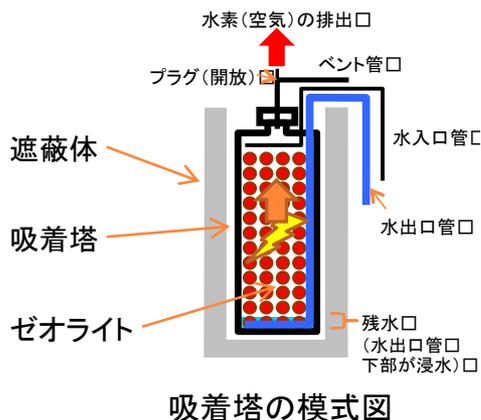
吸着量レベル Bq	KURION吸着塔 (本)	SARRY吸着塔 (本)
10^{15} 以上 10^{16} 未満	0	34
10^{14} 以上 10^{15} 未満	319	34
10^{13} 以上 10^{14} 未満	103	6
10^{12} 以上 10^{13} 未満	2	4
合計	424	78

- **ピット処分濃度上限(推奨値)を超える可能性**
⇒減容処理による濃縮効果及び廃棄体化時の充てん量等を考慮した処理方法の検討が必要

長期保管方策の検討

セシウム吸着塔とスラッジの保管における安全に関する検討

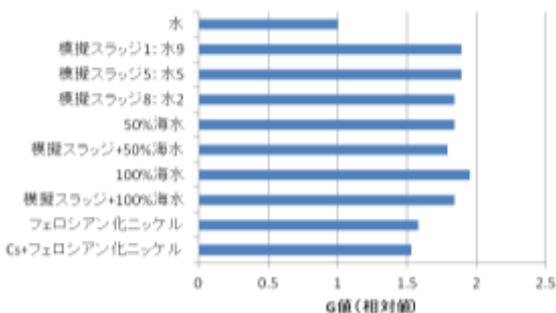
セシウム吸着塔での水素生成、材料の腐食



解析により求めた温度と水素濃度の分布

- 吸着塔内のセシウム分布、水分量等を設定し水素濃度を評価した結果、**水素濃度は爆発下限に至らないもの**と評価された。
- 材料(ステンレス鋼)の腐食に関しては、**ゼオライトが共存することにより局部腐食のリスクが大幅に低下**することが判明した。
- H26年度以降、上記のリスク低減機構の解明など**局部腐食に関する詳細なリスク評価を実施**し、長期保管の安全性について確認する。

スラッジ保管容器の水素等生成、材料の腐食



種々の条件について求めた水素生成の収率(相対的なG値)



γ線照射試験の様子 (HCNの生成に関し6MGyを照射)

- 水素の生成は、スラッジの共存により増加する傾向があるが、換気により爆発下限値(4%)以下となり、**安全対策に問題はない**。
- シアン化水素(HCN)は10年間保管相当(6MGy)の照射でも気相中に検出されず。
- 攪拌が停止した場合でも、**約50日後に外気温に対して+20°Cで平衡**となり、フェロシアン化物の分解温度(250~280°C)には達しない。
- 得られた腐食速度は**設計と同じオーダーの範囲**であった*。

* 海水飛沫帯の50°Cで想定される腐食速度0.25mm/yを考慮して容器厚さは2.5cmと設定されている。(福島第一原子力発電所1~4号機に対する「中期的安全確保の考え方」に基づく施設運営計画に係る報告書別紙)

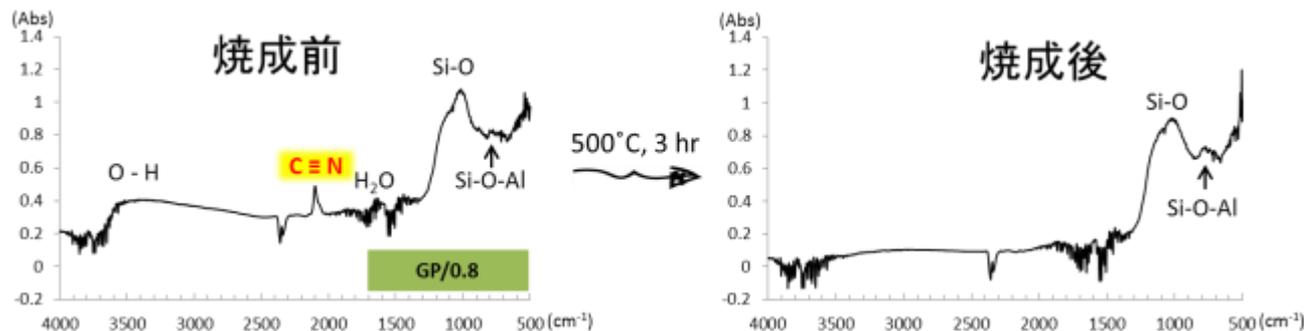
廃棄物の処理に関する検討

処理・廃棄体化基礎試験(例:スラッジ)

水処理二次廃棄物に含まれるフェロシアン化物は、無害化、安定化が必要である一方で、分解に伴い遊離するセシウムを固定化することも満足する処理方法を検討する必要あり。

シアンの無害化、セシウムの不溶化・不揮発化、といった観点からジオポリマーを用いた処理方法に着目。

FT-IR分析結果より、焼成により、**フェロシアン化物はほぼ完全に分解した。**

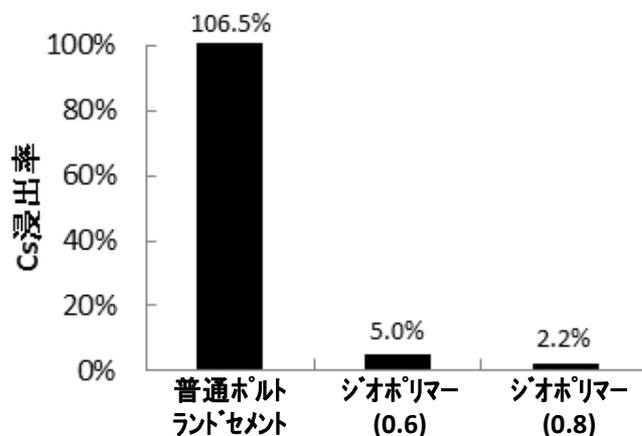


ジオポリマー

- 主にアルミニウムとケイ素で構成されるアモルファス状の無機系材料
- フィラー(フライアッシュ(FA)等)とアルカリ活性剤(水ガラス、水酸化ナトリウム等)を混練・養生することで作製する



焼成後試料のセシウム浸出率



焼成後の固化物中のセシウム残存量を測定した結果、セシウム量は焼成前後でほぼ同量であり、**セシウムが固化物中に留まっている。**

セシウムを吸着したフェロシアン化物の処理技術に**ジオポリマー**を適用することは**高い有用性を持つ**ことが示された。

廃棄物の処分に関する検討

各廃棄物に適した処分概念の検討：処分システムの応答特性の把握(燃料デブリ地層処分)

地層処分システムの応答特性に基づく主要な影響因子の抽出とその影響の把握(解析解による予察)

① 人工バリアの安全評価に影響を与える主たる因子
⇒地下水流量, (インベントリ・溶解度), 拡散性, 収着性

② 各因子変動による安全評価結果(線量)への影響の予察

【条件例】

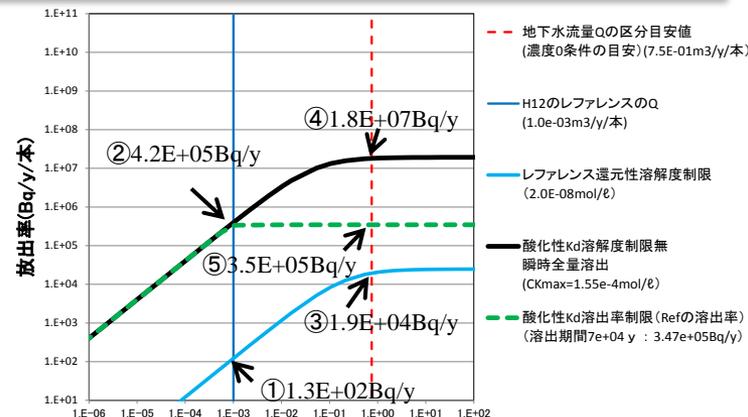
対象核種: Np-237(酸化還元鋭敏、線量への影響が大きい核種)

設定した因子の変動範囲

- ・地下環境条件: 地層及び余裕深度処分を包含
- ・廃棄体条件: ガラス固化体～瞬時溶出

【結果例(HLW地層処分システムとの比較)】

- 酸化・還元条件の変動による核種放出率は最大約3000倍(②/①)増加
- 地下水流速条件の変動による核種放出率は最大約150倍(③/①)増加
(流速は天然バリア中での核種滞在時間にも影響)・・・など



地下水流量(Q m³/y/本)
地層処分システムの応答特性評価例
(Np-237の地下水流速に対する核種放出率)

予察結果から、数値解析コードによる評価ケース(36ケース)を設定

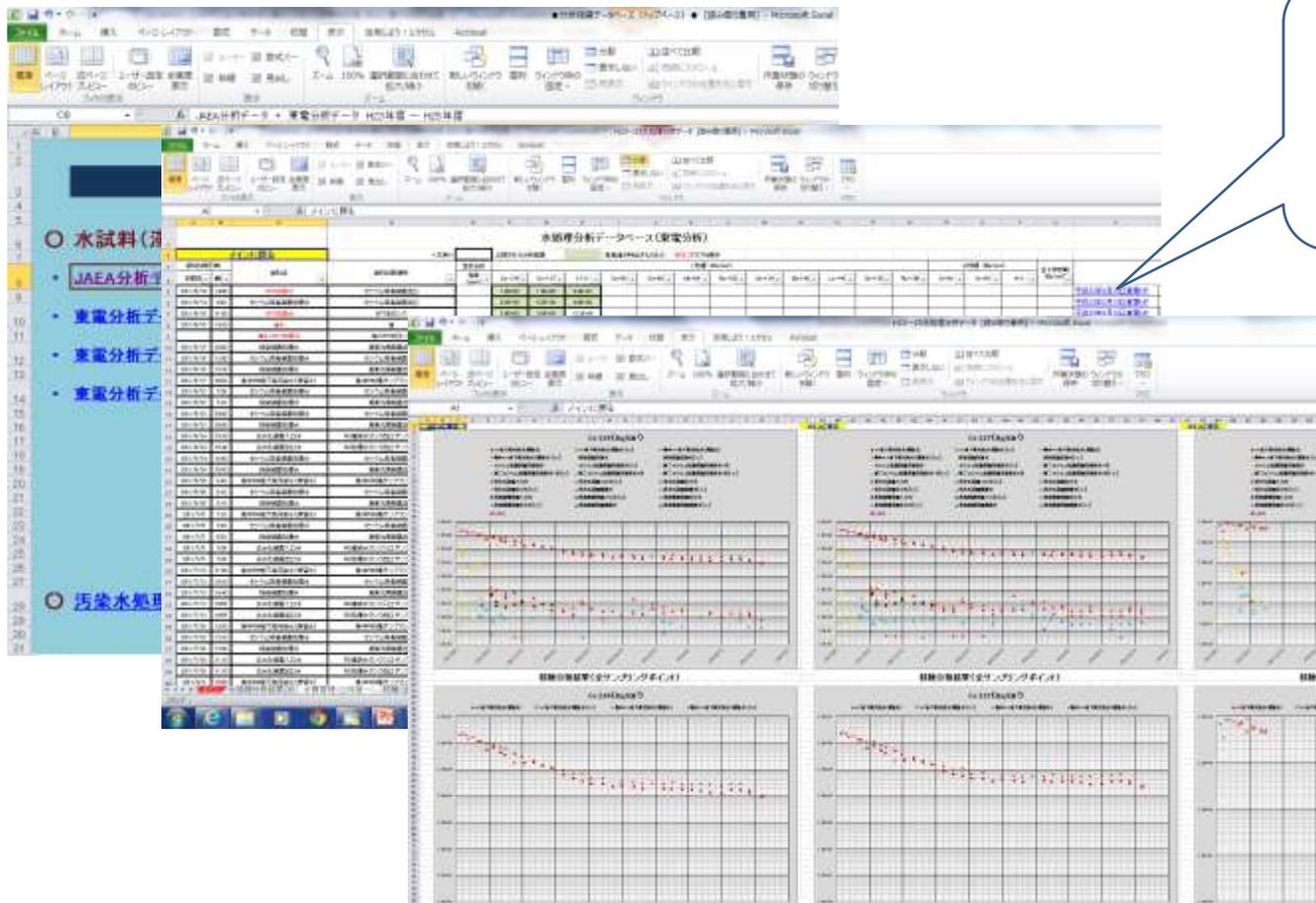
因子変動による安全性への影響と支配核種の変化の確認(数値解析コードによる評価)

燃料デブリを地層処分した場合の感度解析の結果		最大線量(μ Sv/y)	支配核種
ケース 1-1	レファレンス条件(低透水性環境, 還元性環境)	5.7×10^{-5}	I-129, Cs-135, Th-229
ケース 4-1	最悪条件(高透水性環境, 酸化性環境)	1.2×10^1	Pu-239, Pu-240, Pu-242
ケース 3-1-2	中間条件	1.9×10^{-2}	I-129, C-14, Se-79

- 想定される処分システム(処分深度、バリア性能等)により、線量の幅は5～6桁で変動
- 各因子を保守的な仮定を最大限組み合わせたケース(4-1)であっても、最大線量は 10μ Sv/y程度
- 比較的半減期が短いTRU核種ほど、高透水性で酸化性の環境になるほど、安全性に大きな影響を与える
⇒支配核種のインベントリの高精度な把握、因子に影響を与える共存物質の混在状況の把握が重要

データベースの開発

関係者間での情報共有を目的とし、廃棄物の処理・処分検討の基盤となる廃棄物の性状分析に関わる情報やデータ(性状の把握やインベントリ評価等に必要となる実試料の分析に係る情報やデータ)を整備



- データが比較的揃っている水分析の結果を対象としたデータベース(水分析結果データベース)を構築し、試運用を開始(関係者にCD配布)
- 分析データのトレンドグラフも格納
- 参照データ元のシートも格納