

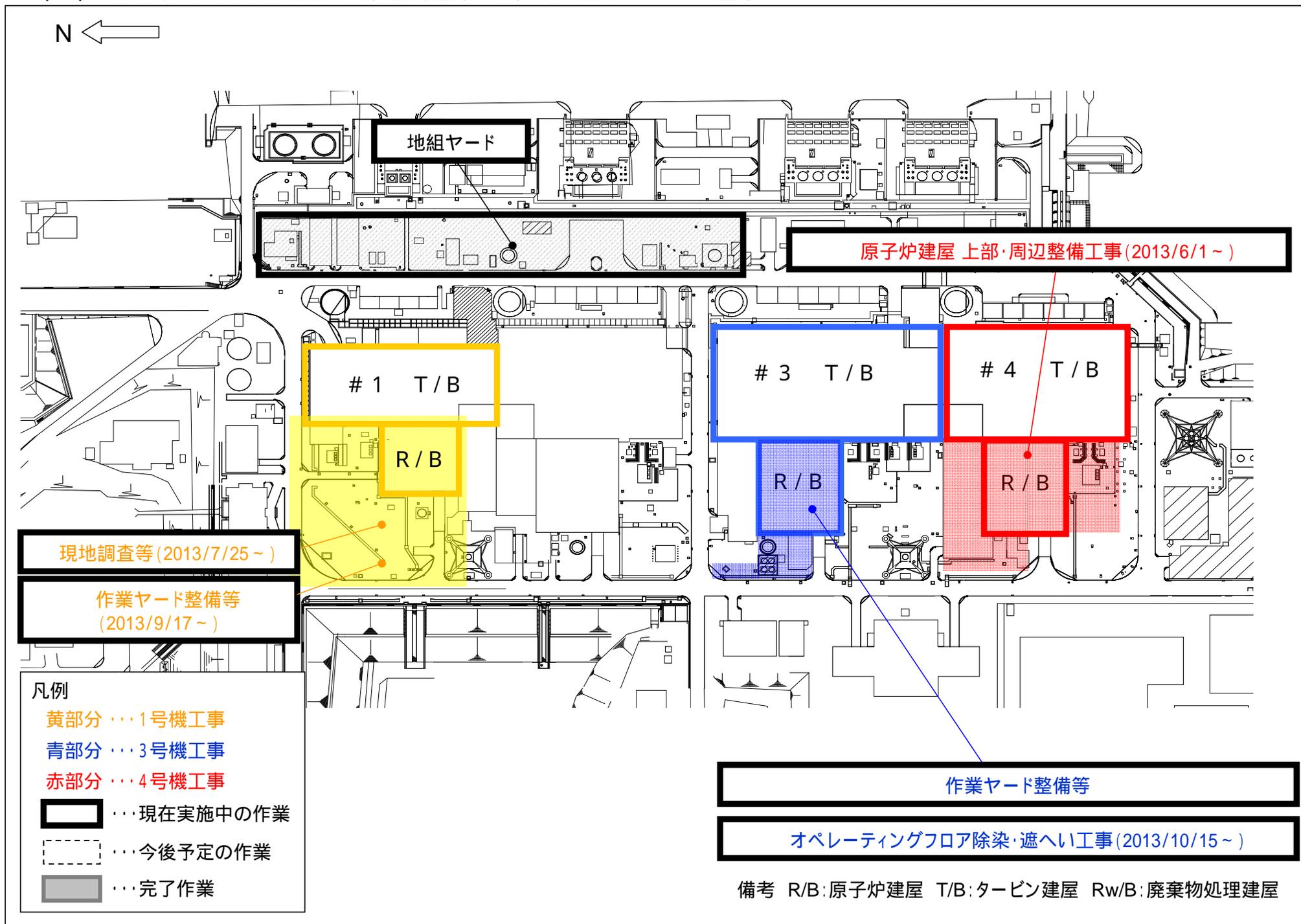
使用済燃料プール対策 スケジュール

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	1月							2月							3月							4月					5月					備考							
				26							2							9							16							下					上					
				26	2	9	16	23	2	9	16	23	2	9	16	23	下	上	中	下	前	後																				
カバ	燃料取り出し用カバーの 詳細設計の検討	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 ・建屋躯体調査 (予定) ・燃料取り出し方法の基本検討 ・現地調査等 ・作業ヤード整備	検討・設計	基本検討																															【主要工程】 ・原子炉建屋調査：2013年12月4～5日 ・原子炉建屋カバー解体：2014年度初頃～ ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期 番号は、別紙配置図と対応							
			現場作業	現地調査等('13/7/25～)							建屋躯体調査(2/26)							準備工事：作業ヤード整備等('13/9/17～)																								
			検討・設計	基本検討																																						
			現場作業																																							
カバ	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	2号機 (実績) ・燃料取り出し方法の基本検討 (予定) ・燃料取り出し方法の基本検討	検討・設計	基本検討																															【主要工程】 ・原子炉建屋調査：2013年度末頃 ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期							
			現場作業	(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							オペレーティングフロア除染・遮へい工事('13/10/15～)							建屋躯体状況調査																								
			現場作業																																							
カバ	4号機 (実績) ・原子炉建屋 上部・周辺整備工事 (予定) ・原子炉建屋 上部・周辺整備工事	現場作業	(4号燃料取り出し用カバー) 原子炉建屋 上部・周辺整備工事							変更																								番号は、別紙配置図と対応								
		現場作業																																								
		現場作業																																								
		現場作業																																								
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																															【主要工程】 ・燃料取り出し用架構方式の決定：2014年度上半期							
			現場作業	現地調査等(7/25～)							準備工事：排気設備撤去等(9/17～)																															
			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に干渉していないがれきの撤去							現場進捗反映に伴う変更							現場進捗反映に伴う変更							FHM撤去																	
燃料取 扱設 備	4号機 (実績) ・使用済燃料プール内瓦礫撤去 ・燃料取り出し (予定) ・使用済燃料プール内瓦礫撤去 ・燃料取り出し	検討																																・2014年未頃の燃料取り出し完了を目標 【燃料取り出し実績(2/26作業終了時点)】 移送済燃料 396体 / 1533体 (内訳) 使用済燃料 374体 / 1331体 未照射燃料 22体 / 202体								
		現場作業	燃料ラック上小片瓦礫撤去																																							
		現場作業	燃料取り出し																																							
		現場作業																																								

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	1月		2月					3月				4月	5月	備考			
				26	2	9	16	23	2	9	16	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															・物揚場復旧工事完了：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(6/26)
				現場作業	乾式キャスク仕立て作業															
				現場作業	4号機燃料受け入れ															
仮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																【規制庁関連】 ・使用前検査乾式キャスク、支持架台、コンクリートモジュール、クレーン、エリア放射線モニタ、基礎地盤 (実績) H25.10.14~16, 22, 23, H25.11.1, 1.6~8, 25~29, H25.12.16~20, H26.1.20~24, 29~31, H26.2.3~7, 1.7~20 (予定) H26.3.10~H26.4.30
				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】 燃料集合体の長期健全性評価技術開発															
				検討・設計	【研究開発】 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発															
				現場作業	長期健全性評価に係る基礎試験															
	使用済燃料プールから取り出した損傷燃料等の処理方法の検討		(実績) ・損傷燃料等の処理に関する事例調査 (予定) ・損傷燃料等の処理に関する事例調査	検討・設計	【研究開発】 損傷燃料等の処理に関する事例調査															

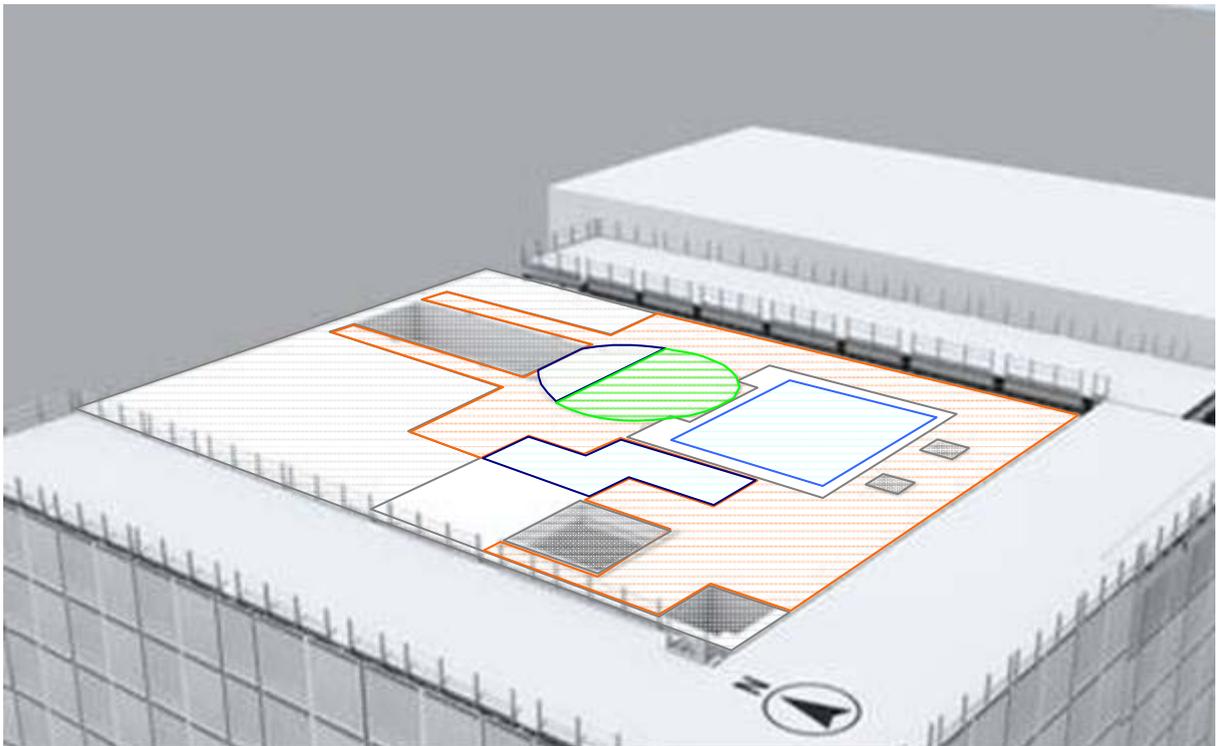
1, 3, 4号機 原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 燃料取り出し用カバー工事 他 作業エリア配置図



【3号機原子炉建屋上部除染・遮へい工事】

- 1月30日（木）～2月26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
 - ・ 建屋躯体状況調査

□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

- 2月27日（木）～3月26日（水）主な作業予定
 - ・ 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

■備考

- ・ R/B：原子炉建屋
- ・ SFP：使用済燃料貯蔵プール
- ・ 自走式除染装置（吸引装置）は、修理が完了し再稼動開始（2月24日）

使用済燃料の保管状況(H26.2.26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	957	1137	25.9%	1535	-
キャスク保管建屋	0	0	0	100.0%	408	0
合計	360	2350	2710	22.9%	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	1343	1343	45.8%	2930	27(容量:50)
共用プール	24	5814	5838	85.4%	6840	-



福島第一原子力発電所 3号機原子炉建屋上部 ガレキ撤去後の建屋躯体調査結果について

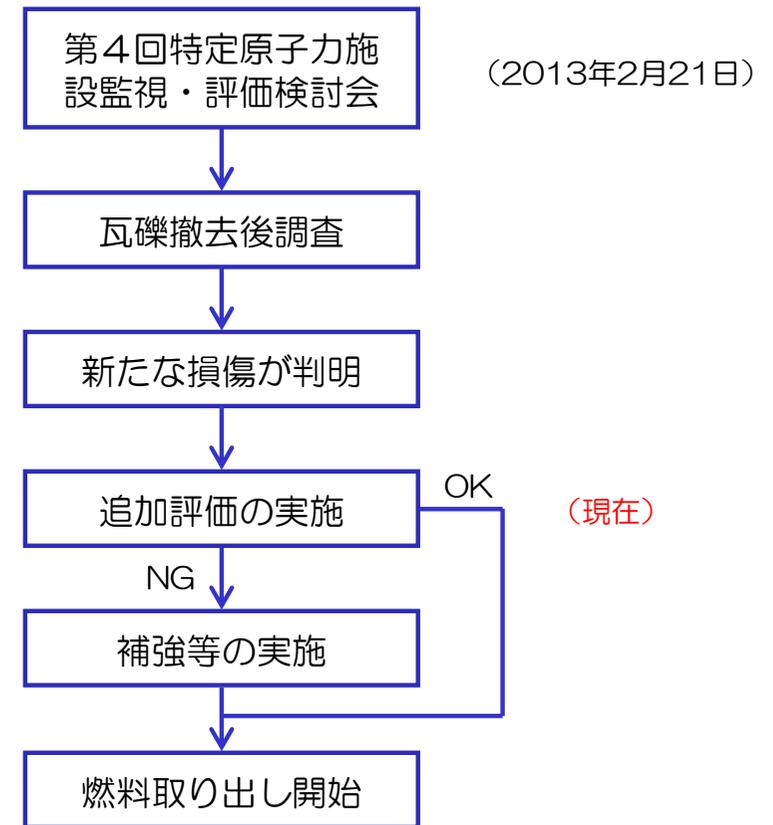
平成26年2月27日

東京電力株式会社

1. はじめに

(1) 概要

- 「3号機燃料取り出し用カバーの構造強度及び耐震性について」は、第4回特定原子力施設監視・評価検討会（2013年2月21日）でご審議いただいた。
- 上記の時点では、原子炉建屋の瓦礫撤去が完了していなかったことから、瓦礫撤去後のオペレーティングフロア（以下、オペフロ）床まわりの状況調査を実施した。
- これまでに実施済みの建屋内調査結果などと合わせて、結果を報告する。



燃料取り出し開始までの評価検討フロー

(2) 調査方法

- オペフロ床，機器ハッチ内：クレーンに取付けたカメラによる調査
- 建屋内部：これまでに実施済みの建屋内ロボット調査の映像分析による調査

2. 調査結果と今後の予定

(1) 調査結果

- ・オペレーティングフロアの床面等に部分的な損傷が確認されたが、これまでに実施済みの耐震性評価結果に影響を与える損傷ではないと想定している。

[添付資料1]

- ・建屋内部については、目立った損傷はなかった

[参考資料]

(2) 今後の予定

- ・今回の調査で確認された損傷状況等を踏まえた耐震安全性評価を、H25年度末日途に実施予定

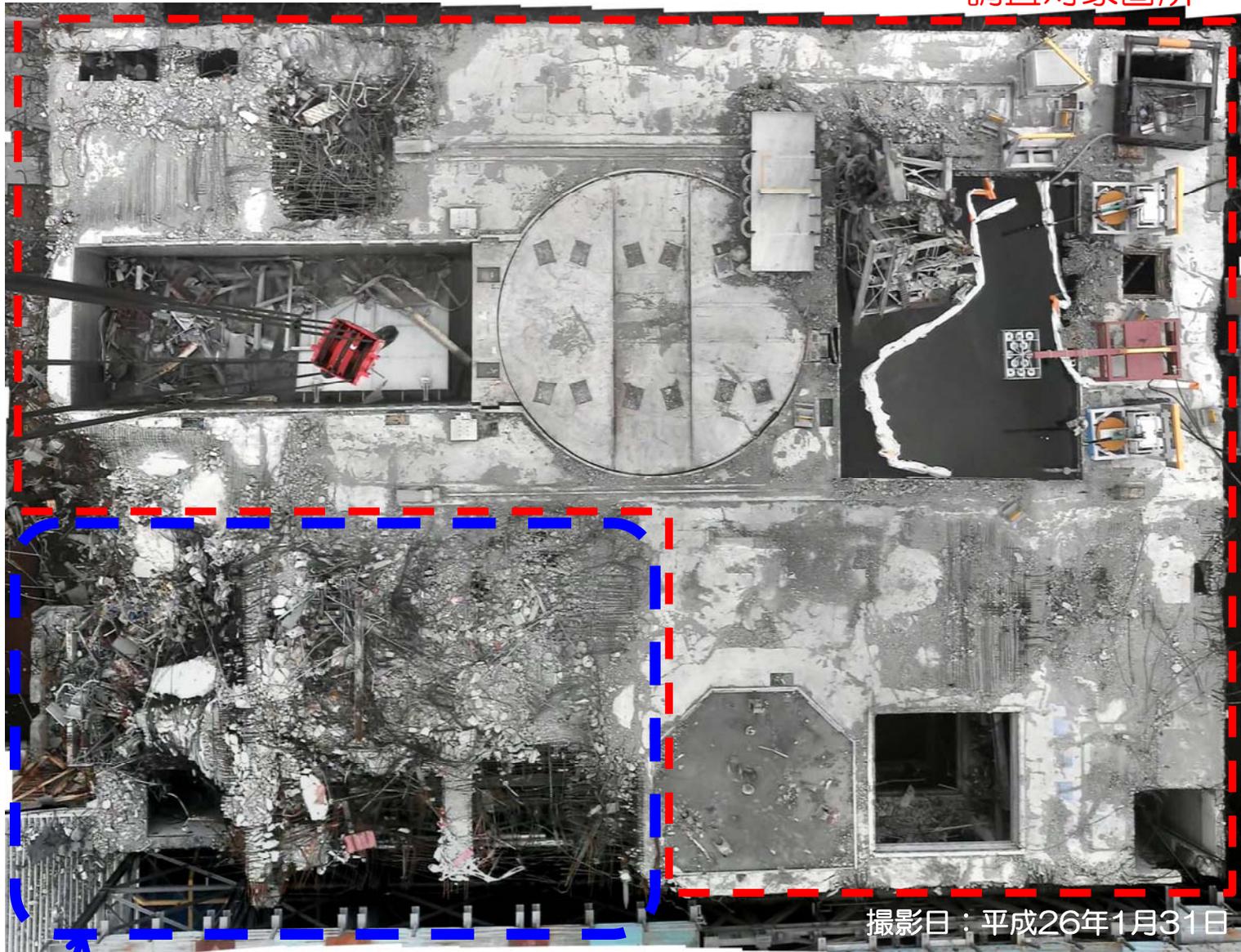
(3) その他

- ・シールドプラグは建屋構造部材ではないため耐震安全性評価に影響するものではないが、シールドプラグ中央部に約300mmの変形が確認された
- ・シールドプラグに積載していた荷重（主巻フックや瓦礫等：約8t以上）は除去されており、変形が進行する可能性は少ないと想定される

[添付資料2]

添付資料1. オペフロ床の調査結果（5階）

調査対象箇所



震災直後の状況調査で確認済み

※調査写真を合成し、全景写真としております

添付資料1. オペフロ床の調査結果（5階）

●調査結果による代表的な損傷箇所を示す



写真①床スラブの損傷



写真②コンクリート上端の損傷により鉄筋が露出



写真③コンクリート表層の損傷



撮影日：平成26年1月31日

添付資料2. シールドプラグの変形について

●状況

- ・ 除染作業開始前はシールドプラグ上に小がれきが堆積しており，詳細な状況確認ができなかった
- ・ 小がれきの集積撤去，吸引作業後にシールドプラグ上を調査したところ，シールドプラグ中央部に変形（約300mm）が確認された



除染作業開始前



除染作業（小がれき集積）進捗後



写真①シールドプラグの変形状況

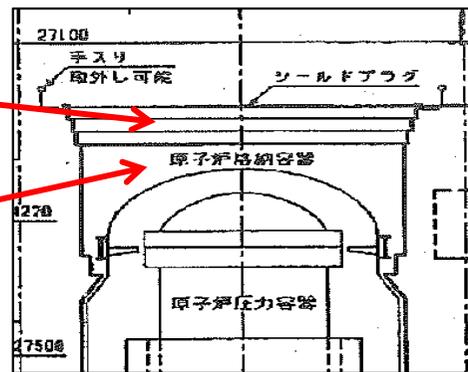
添付資料2. シールドプラグの変形について

●変形の原因推定

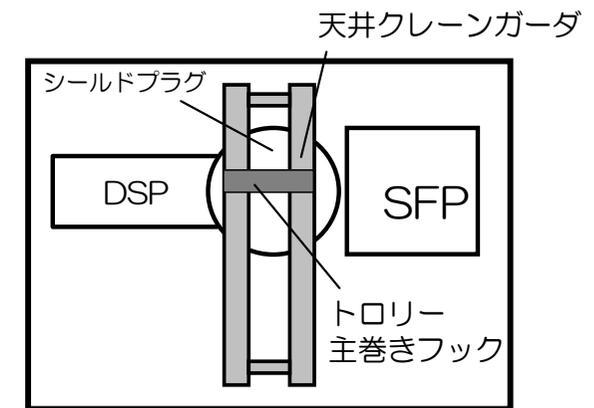
原因として「水素爆発」「天井クレーン等の落下」が考えられるが、シールドプラグ周囲の床スラブ（厚さ:30cm,60cm）が損傷を受けていないことから、水素爆発でシールドプラグ（鉄筋コンクリート製、厚さ約60cm×3層）が変形したとは考え難い。また、落下後の天クレ本体は直接シールドプラグに接していなかったものの、プラグ上部にはトロリーがあり主巻フック等の衝突によるものと推定される。

シールドプラグは3枚構成
1枚の厚み=約600mm
プラグ間隔=約10mm

シールドプラグと
PCVヘッドの距離
=約1,200mm



シールドプラグ断面図



天井クレーンガードの落下状況

●リスク想定

リスクとして、下記が想定されるが考察を次頁以降に示す。

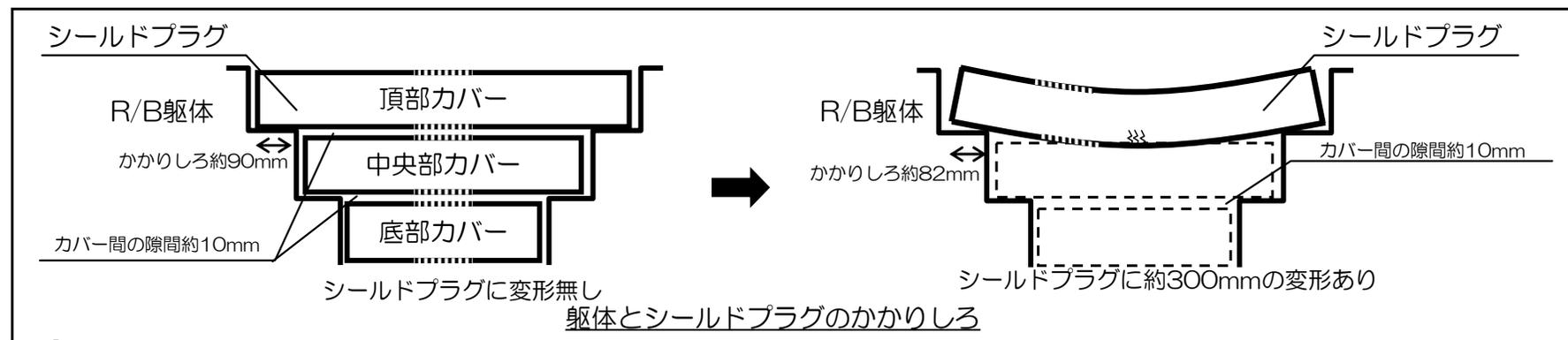
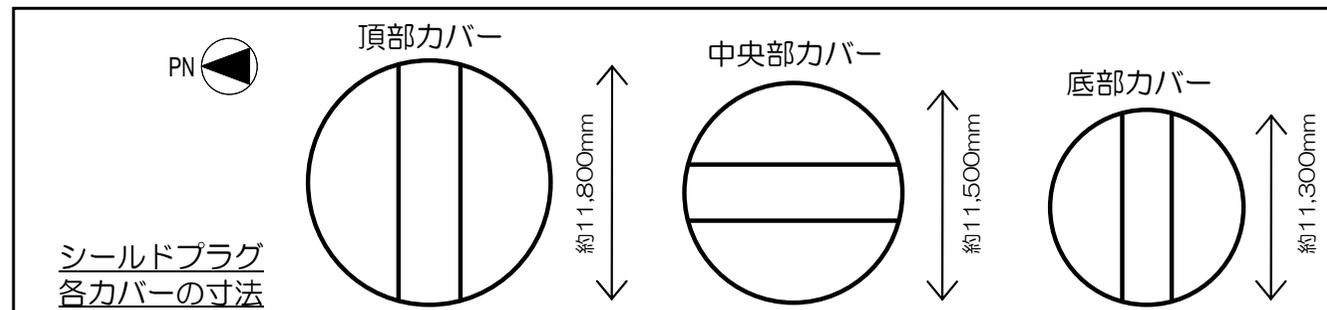
- ①シールドプラグの変形進行, 落下
- ②落下物による更なるシールドプラグの損傷
- ③PCV損傷 ④線量率増加 ⑤ダスト濃度上昇

添付資料2. シールドプラグの変形について

リスク①「シールドプラグの変形進行, 落下」

<考察>

- ・シールドプラグの各カバーは井桁に組み立てられており、カバー間の隙間は約10mmあるため、中央部や底部カバーの変形は頂部より少ないと想定される
- ・建屋躯体とシールドプラグのかかりしろは、通常時には90mm程度だが、変形による端部のかかりしろの減少は8mm程度であるため、変形による落下の可能性は少ないと考える
- ・シールドプラグの中央部が曲げ降伏していると仮定しても、変形を生じた時に受けた荷重程度には十分耐えられるものと考えられる。また、瓦礫撤去により積載していた荷重（主巻フックや瓦礫等：約8t以上）は既に除去済みであることから、変形が進行する可能性は少ないと想定される



添付資料2. シールドプラグの変形について

リスク②「落下物による更なるシールドプラグの損傷」

<考察>

- ・ 除染作業完了後に、鋼製の遮へい体（厚さ250mm）をシールドプラグ上に設置することで遮へい体が落下物養生となるので、落下物による更なる損傷は無いと想定される

リスク③「PCV損傷」

<考察>

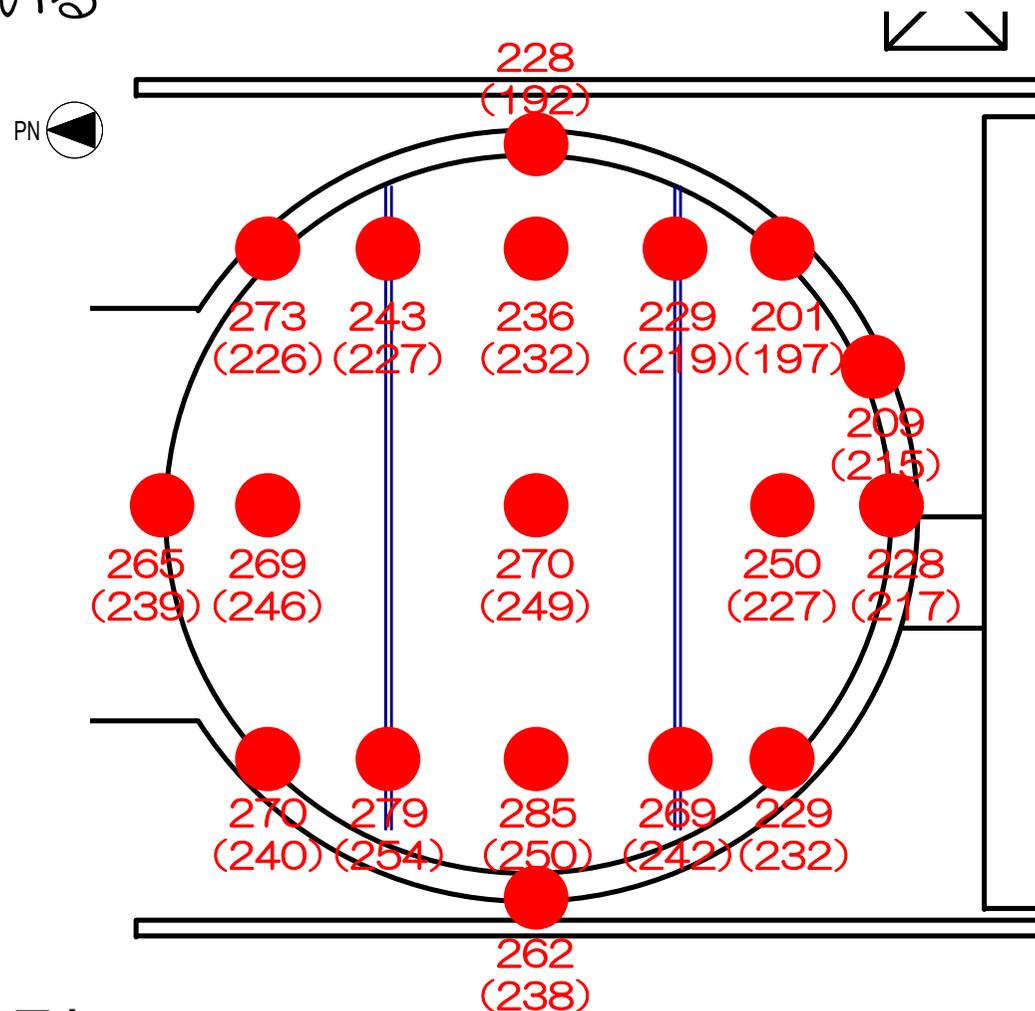
- ・ シールドプラグが3層とも約300mm変形したと仮定しても、コンクリート内の鉄筋は破断していない可能性が高く、シールドプラグは落下していないと想定される
- ・ シールドプラグとPCVヘッドの間には約1,200mmの離隔があり、シールドプラグが3層とも変形したと仮定しても、PCVヘッドに接触していないと想定される
- ・ プラントパラメータは安定した状態が継続している

添付資料2. シールドプラグの変形について

リスク④「線量率増加」

<考察>

- ・シールドプラグ上部の線量率は，除染作業の効果確認のため作業進捗に伴い計測を実施しており，変形した隙間部とその周囲で有意な変化がないことを確認している



上段：平成25年12月14日測定

雰囲気線量率

@5m (mSv/h)

下段 () 内：平成26年1月27日測定

雰囲気線量率

@5m (mSv/h)

添付資料2. シールドプラグの変形について

リスク⑤「ダスト濃度上昇」

<考察>

- ・シールドプラグ上部のダスト濃度は、4m角のテント式ダスト採取装置で測定を実施しており、変形した隙間部とその周囲で有意な変化がないことを確認している



(単位: Bq/cm³)



北東側	Cs-134	2.2E-6	東側	Cs-134	ND(2.4E-6)			
	Cs-137	4.0E-6		Cs-137	3.3E-6			
	計	6.2E-6		計	<5.7E-6			
北側	Cs-134	ND(2.4E-6)	中央	Cs-134	5.9E-5	南側	Cs-134	9.3E-5
	Cs-137	ND(3.4E-6)		Cs-137	1.4E-4		Cs-137	2.1E-4
	計	<5.8E-6		計	2.0E-4		計	3.0E-4
北西側	Cs-134	3.3E-6	西側	Cs-134	7.7E-5	南西側	Cs-134	6.4E-4
	Cs-137	6.7E-6		Cs-137	1.7E-4		Cs-137	1.4E-3
	計	1.0E-5		計	2.5E-4		計	2.0E-3

-6乗のエリア:水色 -5乗のエリア:黄色 -4乗のエリア:橙色 -3乗のエリア:桃色で網掛け

測定日:平成25年11月11,12日

参考資料 1. 機器ハッチ内の調査結果 (2階)

① 3F大梁交差部



② 2F柱、3F大梁交差部



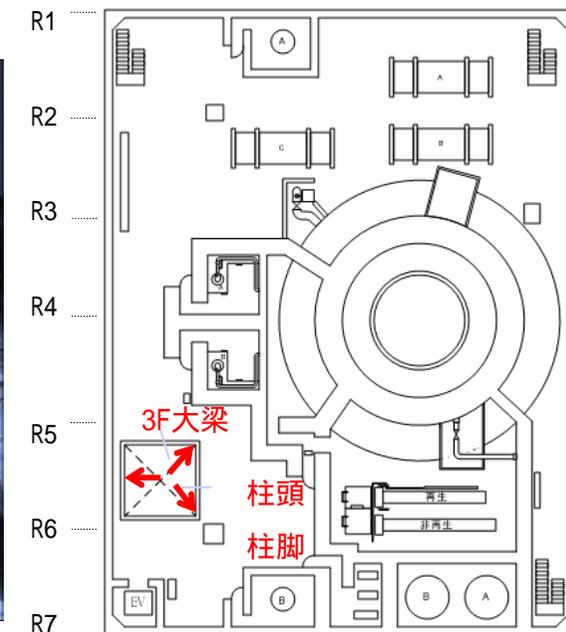
④ 2F西側外壁及びび床上状況



③ 2F柱脚部及びび床上状況



PN



撮影日：平成25年12月19日

2階伏図 (OP.+18.7m)

参考資料 1. 機器ハッチ内の調査結果 (3階)

⑤ 4F大梁交差部



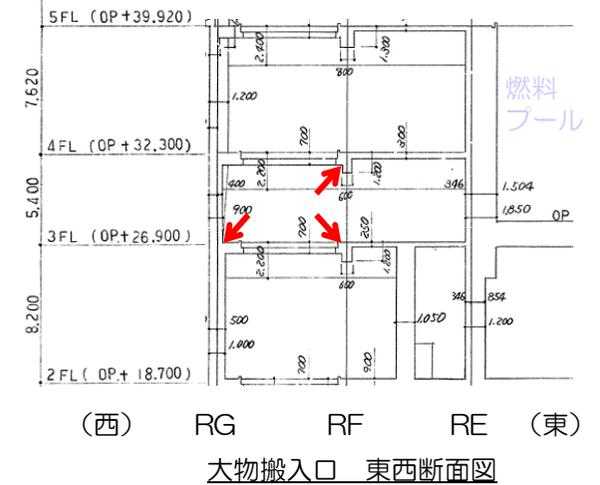
⑥ 3F柱、大梁交差部4F



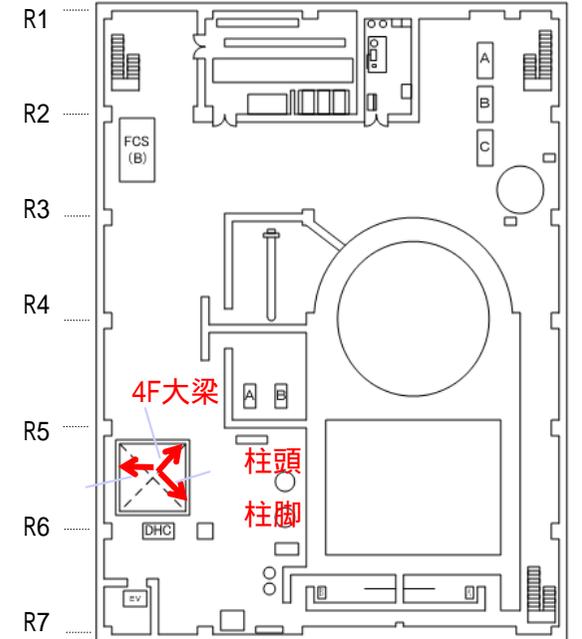
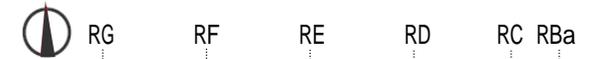
⑧ 3F西側外壁脚部及び床上状況



⑦ 3F柱脚部及び床上状況



PN



3階伏図 (OP.+26.9m)

撮影日：平成25年12月19日

参考資料 1. 機器ハッチ内の調査結果 (4階)

⑨ 5F大梁交差部



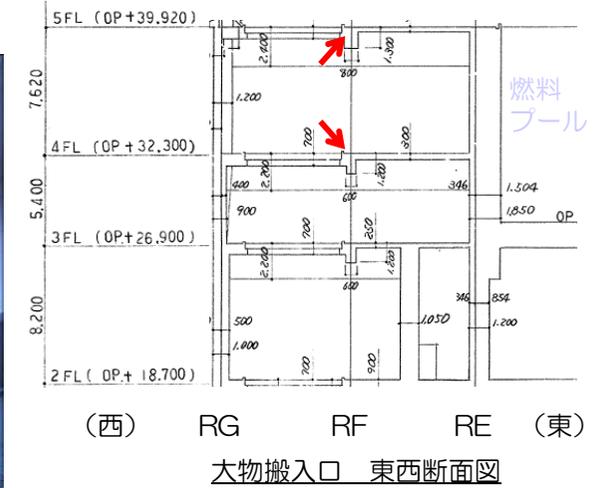
⑩ 4F柱、5F大梁交差部



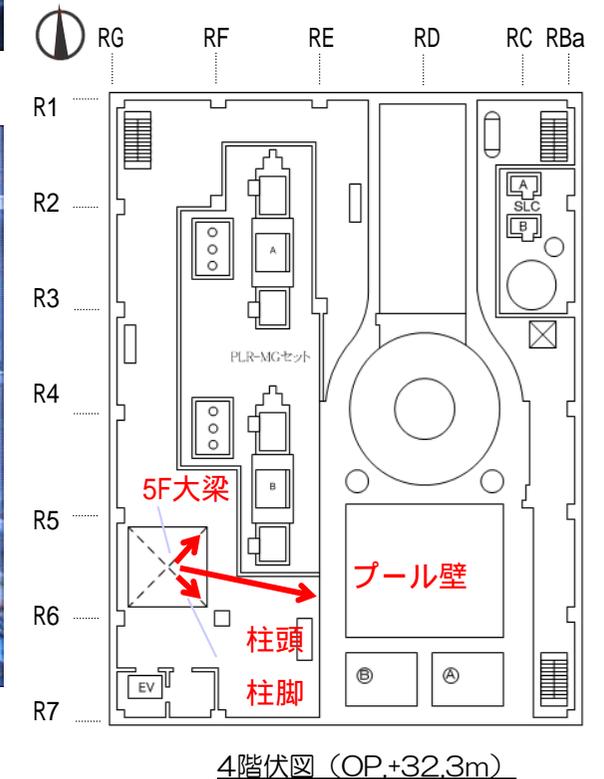
⑪ 4FREプール壁 (R5-R6間) 状況



⑫ 4F柱脚部及び床上状況



PN



撮影日：⑨⑩⑫平成25年12月19日、⑪平成24年7月12日

参考資料2. 建屋内調査の映像分析結果（1）

1F北側外壁



1Fシェル壁



1F床



1Fシェル壁



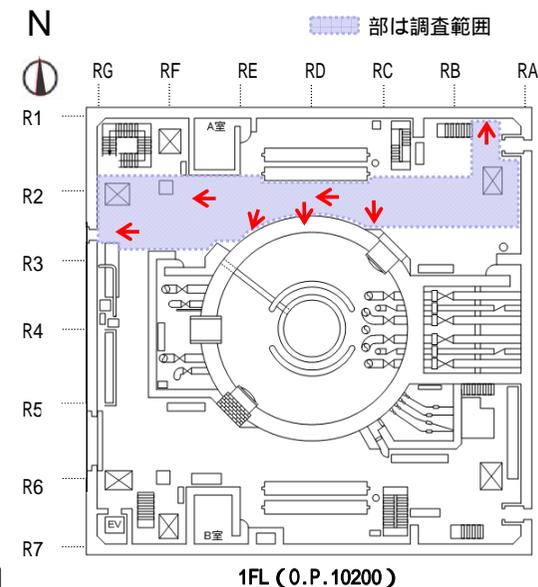
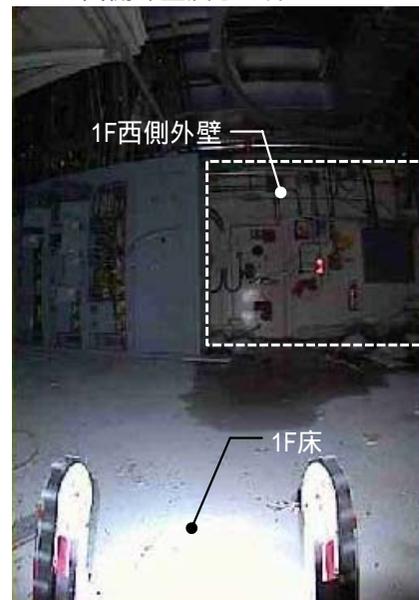
1Fシェル壁及び1F床



1F床



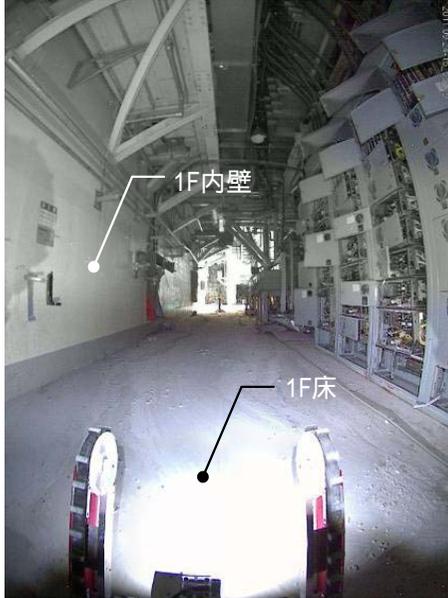
1F西側外壁及び1F床



撮影日：平成23年9月24日

参考資料2. 建屋内調査の映像分析結果（2）

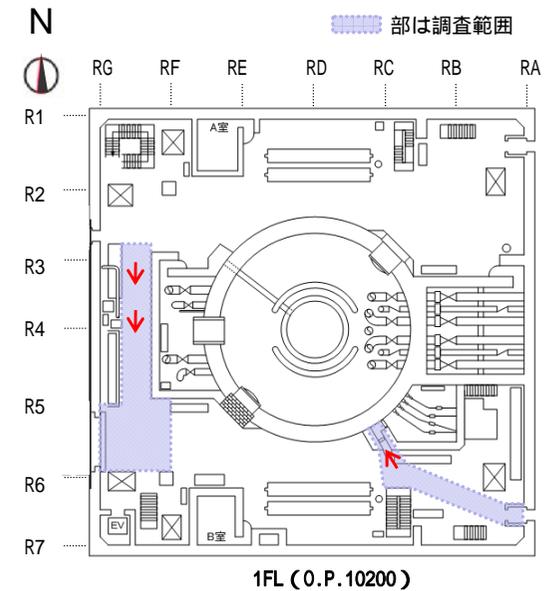
1F床及び壁



1F床及び壁



1Fシェル壁



参考資料2. 建屋内調査の映像分析結果（3）

1F床



1F階段裏北側外壁



2F階段口東側外壁



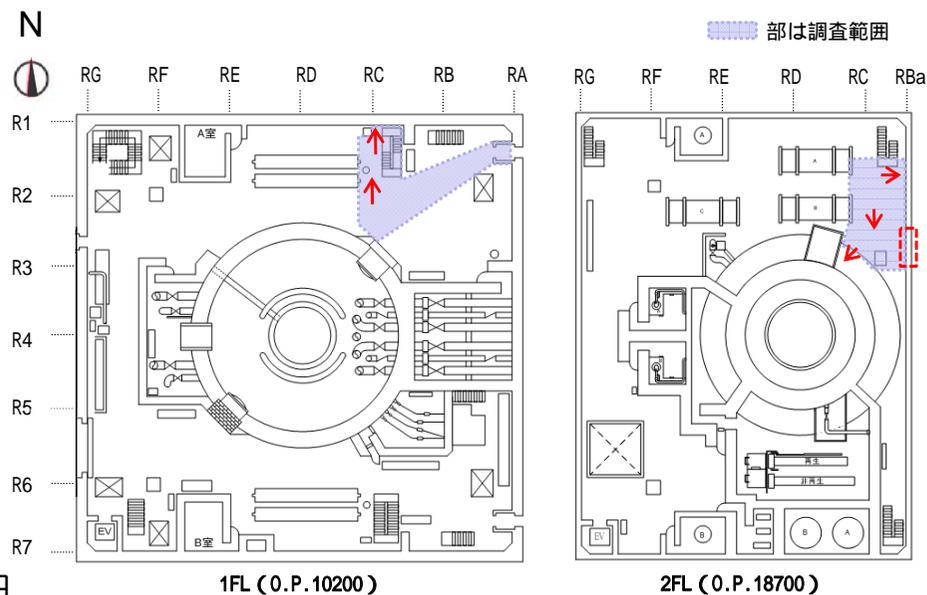
2F床及び中間部の柱



2Fシェル壁



2F東側外壁



撮影日：平成23年7月26日

1F4燃料取出作業の被ばく低減対策について

2014/2/27
東京電力株式会社



東京電力

本資料の内容

- (1) 4号機燃料取り出し作業における被ばく線量低減対策の方針
- (2) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率
- (3) 遮へい対策
- (4) 燃料取扱作業（キャスクピット廻り作業）の改善
- (5) 作業被ばくの実績
- (6) 被ばく低減対策の実施状況の概要と今後の進め方

(1) 4号機燃料取り出し作業における被ばく線量低減対策の方針

■被ばく線量低減対策の方針

4号機オペレーティングフロア上の適切な箇所に遮へい体を設置し、燃料取り出し作業場所について、雰囲気線量率1/3を目指す。

また、遮へい体設置による線量率低減を図るとともに、燃料取り出し作業を改善させることで、燃料取り出しに係る作業の被ばく線量を開始初期と比較し、1/3に低減させることを目標とする。

■被ばく線量低減に向けた実施事項

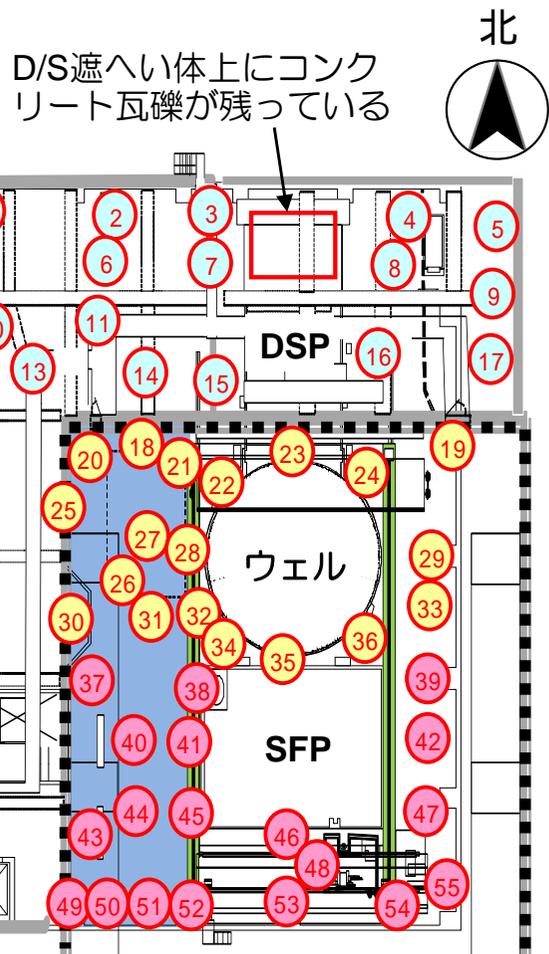
オペレーティングフロア上の線量率測定を行い、線源の推定と効果的な遮へい設置箇所の検討を行った。この検討結果を基に、遮へい体を順次設置する。

また、燃料取り出し作業の分析を行った結果を基に、被ばく線量の多い作業の改善を行う。

(2) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率

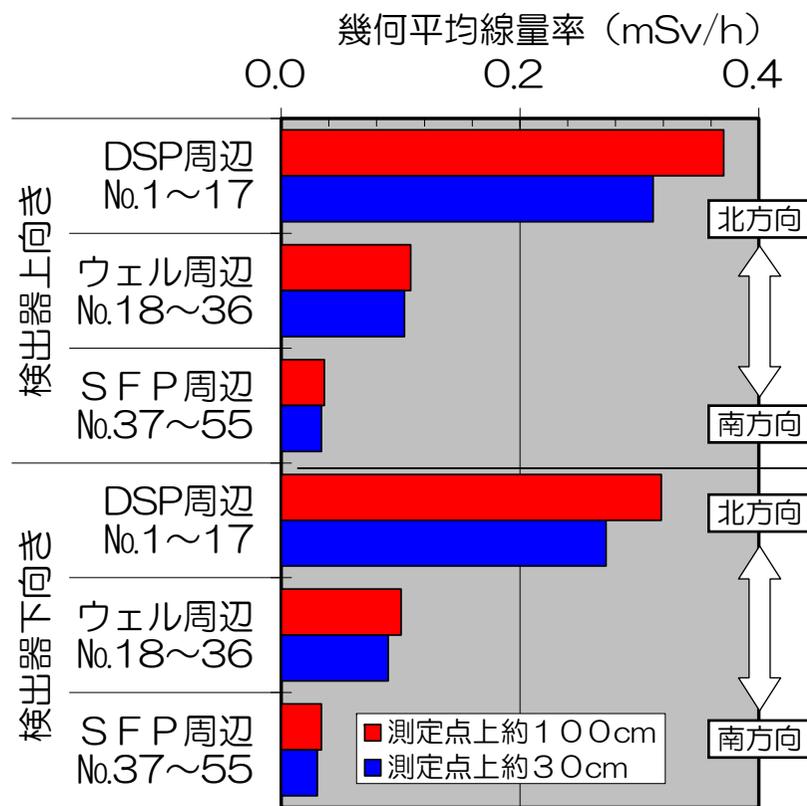
①測定結果（オペレーティングフロア上の線量率マップ）

線源方向を把握するため、オペフロ上で検出器の高さと向きを変更させて線量率の測定を実施。



□ : ドライヤ/セパレタ (D/S) 遮へい体
 ○ : 燃料取り出し用カバー

オペフロ上測定地点図



2014/1/16測定

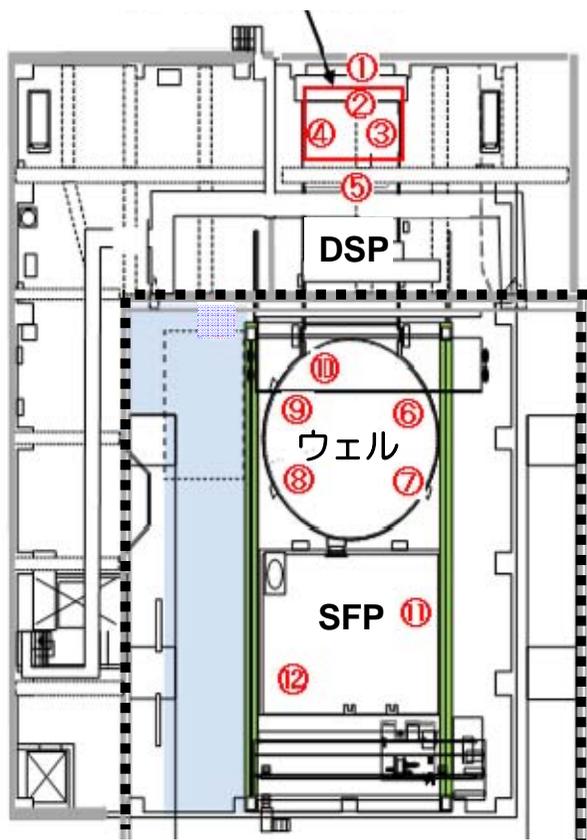
オペフロ測定結果

- DSP側(地点No.1~17)の線量率は、ウェル/SFPの測定点に比べ高い傾向。また、同一地点における線量率は、検出器上向き方向、高さ上位置が高い傾向。(測定位置が低い方が線量率が低いことから、低い位置からの線量寄与よりも高い位置からの寄与が大きいと推定)
- ウェル側(地点No.18~36)の同一地点における高さ方向の線量率は概ね同等。
- SFP側(地点No.37~55)の同一地点における高さ方向の線量率は概ね同等。
- 線量率は、南側よりも北側の方が大きい(DSP周辺>ウェル周辺>SFP周辺)。

(2) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率 ②測定結果 (DSP/ウェル/SFP上の線量率マップ)

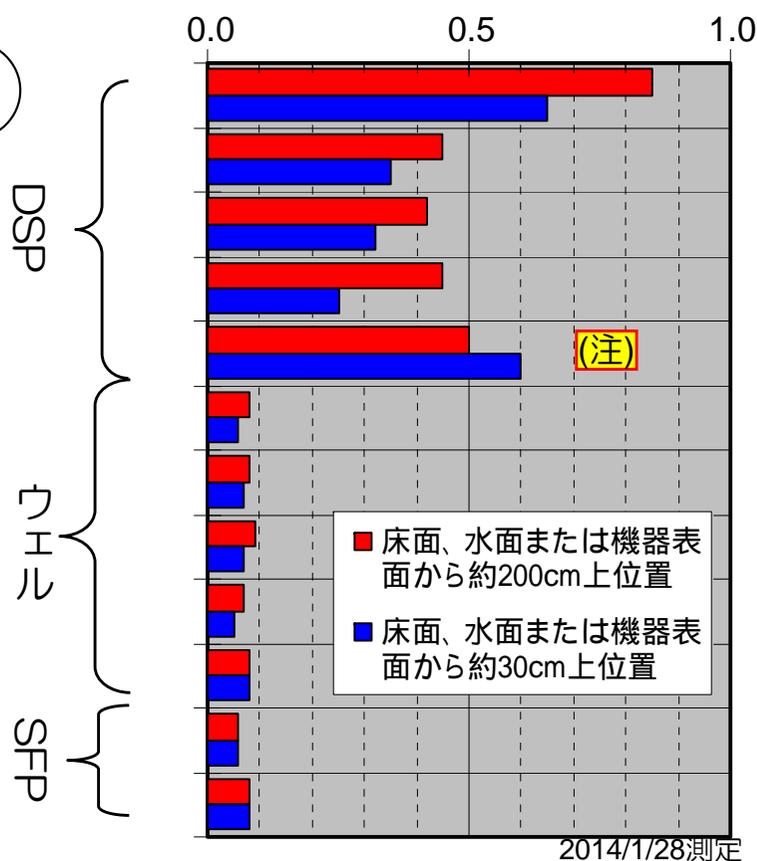
ウェル/SFP等水中からの影響を確認するため、ウェル/SFP水面上の線量を測定。また、ドライヤ/セパレイタ (D/S) の影響を確認するため、線量率測定を実施。

D/S遮へい体上にコンクリート瓦礫が残っている



- : ドライヤ/セパレイタ (D/S) 遮へい体
- : 燃料取り出し用カバー

線量率 (mSv/h)



2014/1/28測定

(注) DSP⑤地点については、瓦礫が近傍や水面上にもあることから他の地点と違った傾向がみられていると推測する。

- DSP側(地点No.①～⑤)の線量率は、ウェル/SFPの測定点に比べ高い傾向。また、同一地点における高さ方向の線量率は上方が高い傾向。(周囲と比較し、D/S自体の寄与は低いと推定)
- ウェル側(地点No.⑥～⑩)の同一地点における高さ方向の線量率は概ね同等。
- SFP側(地点No.⑪～⑫)の同一地点における高さ方向の線量率は同等。
- ウェルやSFPが主要線源となる場合の高さ方向の線量率勾配はあまりみられない。

DSP/ウェル/SFP測定地点図

DSP/ウェル/SFP測定結果

(2) 4号機オペレーティングフロアの空間線量率

③測定結果の纏め, 考察

■これまでの調査結果の纏め

- ・線量率測定結果より, 線量率の勾配が南北方向にある(北側が高い)。
- ・床面及び水面からの高さを変えて測定した結果, DSP側(燃料取り出し用カバーより北側)は測定位置が高い方が線量率が高い傾向。ウェル/SFP側(燃料取り出し用カバー内)は, 高さ方向の線量率は概ね同等。

■線源の推定

- ・4号機オペレーティングフロア上の線源として, DSP内の遮へい体に囲われたドライヤ/セパレイタ, ウェル/使用済燃料プール水及びフォールアウトに由来する瓦礫等が考えられるが, 調査結果より線量率の勾配が南北方向にあること, またDSP側の同じ位置の高さ方向の測定では低い位置よりも高い位置の線量率が高く, ウェル/SFP側では高さ方向の線量率は概ね同等であることから, 主な線源は4号機北側(3号機等)と推定。
- ・スペクトル分析におけるウェル周辺でCo-60が存在するのは, 運転時の支配的核種であることの影響として認識し, ウェルや使用済燃料プール近傍では線源となりうると推定。

(3) 遮へい対策

①遮へい設置の概要

■遮へいの設置方針

- 線源があると考えられる4号機北側の影響を緩和するため、燃料取り出し用カバー北側に遮へい体を設置し、カバー内の雰囲気線量を全体的に低減させる。
- 燃料取扱機上や作業台車に長時間滞在する作業員を保護するため、床面や手摺り等に重点的に遮へいを設置し、ウェル水／使用済燃料プール水（Co-60）からの影響を低減させる（規制庁殿の測定結果も考慮し、遮へい体を設置する）。
- 作業・待機している作業員を保護するため、比較的線量の高いキャスクピット廻り等に遮へい体を重点的に設置する。
- 上記以外において、ホットスポットとなっている箇所に遮へい体を設置する。
- 遮へい体設置後に線量率測定・評価を行い、追加設置・配置位置の変更を検討する。

■設置する遮へい体の概要

- ・鉛板マット（鉛当量3mmPb, 4.4mmPb）
- ・タングステンマット（鉛当量3mmPb）
- ・鉄板（鉛当量7mmPb）等

■遮へい効果予測

使用済燃料プール西側の遮へい体設置により約40%低減※

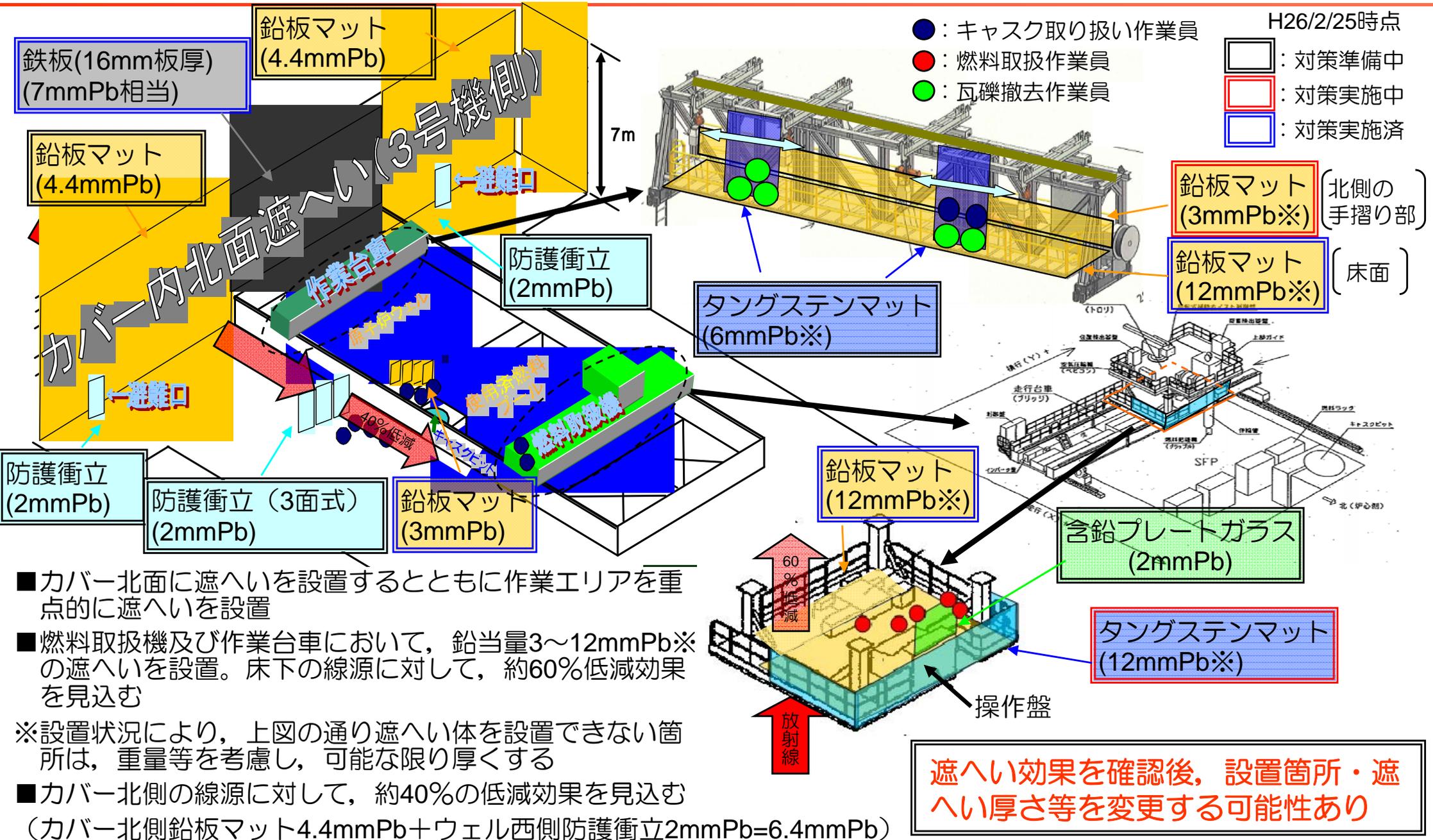
燃料取扱機，作業台車上の床面への遮へい体設置により約60%低減※

（設置前の雰囲気線量と比較し，1 / 3を目指す）

※線源核種Co-60, Cs-137からの寄与率は同程度と仮定し，それぞれの半価層（Co-60:12mmPb / Cs-137:7mmPb）から，仮想的に半価層9.5mmPbと仮定。

(3) 遮へい対策

② 遮へい設置の概要



遮へい効果を確認後、設置箇所・遮へい厚さ等を変更する可能性あり

- カバー北面に遮へいを設置するとともに作業エリアを重点的に遮へいを設置
- 燃料取扱機及び作業台車において、鉛当量3~12mmPb※の遮へいを設置。床下の線源に対して、約60%低減効果を見込む
- ※設置状況により、上図の通り遮へい体を設置できない箇所は、重量等を考慮し、可能な限り厚くする
- カバー北側の線源に対して、約40%の低減効果を見込む
 (カバー北側鉛板マット4.4mmPb+ウェル西側防護衝立2mmPb=6.4mmPb)
- カバー北面の鉄板は燃料取扱機架構上にボルトにて固定、北面鉛板マットはカバー架構に取付金具を設置し、吊下げる

(3) 遮へい対策
 ③遮へい設置の工程

スケジュール

実施事項	2013年	2014年				
	12月	1月	2月	3月	4月	
遮へい体設置検討・事前調査	遮へい体設置検討 現場調査, 線量測定・核種測定					
遮へい体の調達・準備		調達・準備	遮へい材の納入 (段階的に納入)			
遮へい体の設置			鉛板マット, タングステンマット等 遮へい体設置	遮へい体の追加設置		
遮へい体設置後の線量測定, 評価			設置後, 適宜線量測定※3	設置後の線量測定・評価		

(3) 遮へい対策

④遮へい設置状況 (i)

遮へい体設置状況

設置場所	燃料取扱機トオリ上	
	遮へい設置 (1回目)	遮へい設置 (2回目)
設置後の写真		

■ 遮へい設置効果

測定場所	燃料取扱機トオリ上 操作盤前 約1m高さ (1回目) 2014/1/30測定	燃料取扱機トオリ上 操作盤前 約1m高さ (2回目) 2014/2/6測定
設置効果	設置前：0.055mSv/h 設置後：0.035mSv/h (約36%の低減)	設置前：0.030mSv/h 設置後：0.025mSv/h (約17%の低減)
備考	北側手摺り部、床面の一部に鉛当量3~6mmPbの鉛板マットを設置	鉛当量12mmPbの鉛板マットを床面に設置。手摺り部には鉛当量3~6mmPbのタングステンマットを設置 (北面は鉛当量6mmPb、東西面は3mmPbのタングステンマット)

(3) 遮へい対策・作業改善

④遮へい設置状況 (ii)

遮へい体設置状況

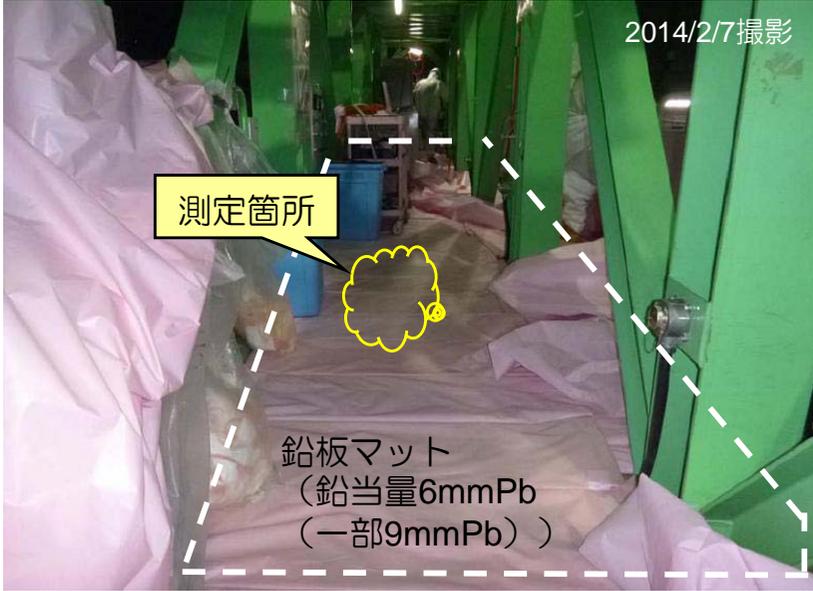
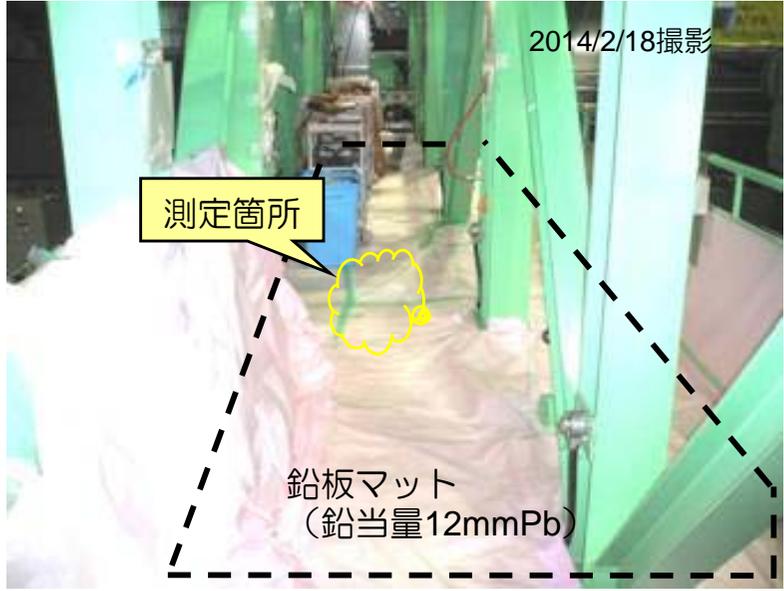
設置場所	燃料取扱機トオリ上	
	遮へい設置 (1回目)	遮へい設置 (2回目)
設置後の写真	<p>2014/1/30撮影</p> <p>測定箇所</p> <p>鉛板マット (鉛当量6mmPb)</p> <p>鉛板マット (鉛当量6mmPb)</p> <p>鉛マット (鉛当量3mmPb)</p>	<p>2014/2/6撮影</p> <p>測定箇所</p> <p>北西張出部 タングステンマット (鉛当量6mmPb)</p> <p>張出架台部 タングステンマット (鉛当量6mmPb)</p> <p>鉛板マット (鉛当量12mmPb)</p>

■ 遮へい設置効果

測定場所	燃料取扱機トオリ上 北西張り出し部 約1m高さ (1回目)	燃料取扱機トオリ上 北西張り出し部 約1m高さ (2回目) 2014/2/6測定
設置効果	未測定	設置前：0.080mSv/h 設置後：0.070mSv/h (約13%の低減)
備考	北側手摺り部、床面の一部に鉛当量3~6mmPbの鉛板マットを設置	鉛当量12mmPbの鉛板マットを床面に設置。手摺り部には鉛当量3~6mmPbのタングステンマットを設置 (北面は鉛当量6mmPb、東西面は3mmPbのタングステンマット)

(3) 遮へい対策・作業改善 ④遮へい設置状況 (iii)

遮へい体設置状況

設置場所	作業台車上	
	遮へい設置 (1回目)	遮へい設置 (2回目)
設置後の写真	 <p>2014/2/7撮影</p> <p>測定箇所</p> <p>鉛板マット (鉛当量6mmPb (一部9mmPb))</p>	 <p>2014/2/18撮影</p> <p>測定箇所</p> <p>鉛板マット (鉛当量12mmPb)</p>

※写真に写ってないが、台車北西側手摺り部に鉛板マットを設置

遮へい設置効果

測定場所	作業台車上 台車中央部 約1m高さ (1回目) 2014/2/7測定	作業台車上 台車中央部 約1m高さ (2回目) 2014/2/18測定
設置効果	設置前：0.090mSv/h 設置後：0.085mSv/h (約6%の低減)	設置前：0.070mSv/h 設置後：0.065mSv/h (約7%の低減)
備考	床面に鉛当量6mmPb (一部9mmPb) の鉛板マットを設置。	床面及び北側手摺り部の一部に鉛当量12mmPb/ 3mmPbの鉛板マットを設置。ただし、カバー北側 (ウェル上) に鉄板 (P14参照) を一部設置しており、設置前の時点で鉄板による低減効果を含む。

(3) 遮へい対策・作業改善

④遮へい設置状況 (iv)

遮へい体設置状況

設置場所	キャスクピット廻り三角コーナー	オペレーティングフロア上 (SFP西側)
設置後の写真	<p>2014/2/7撮影</p> <p>ウェル</p> <p>鉛板マット (鉛当量3mmPb)</p> <p>測定箇所</p> <p>鉛板マット (鉛当量3mmPb)</p> <p>SFP ↓</p>	<p>2014/1/30撮影</p> <p>鉛マット (鉛当量6mmPb)</p> <p>測定箇所</p> <p>SFP</p>

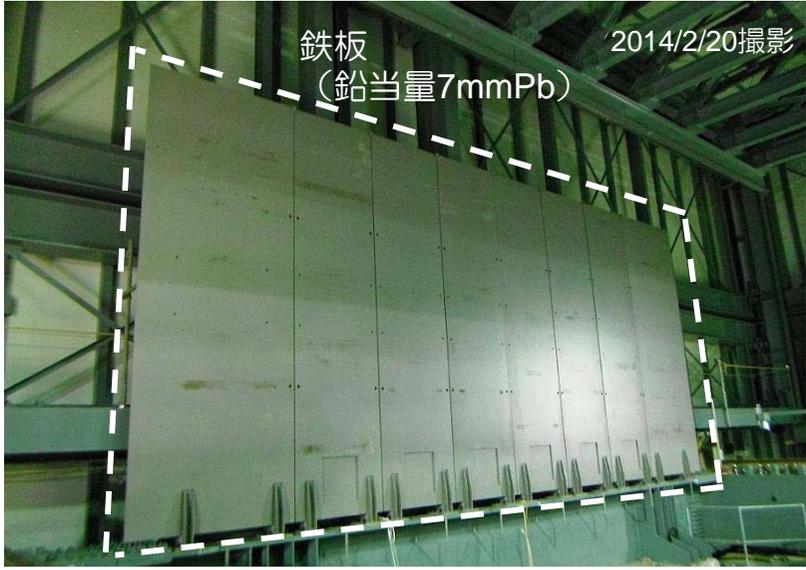
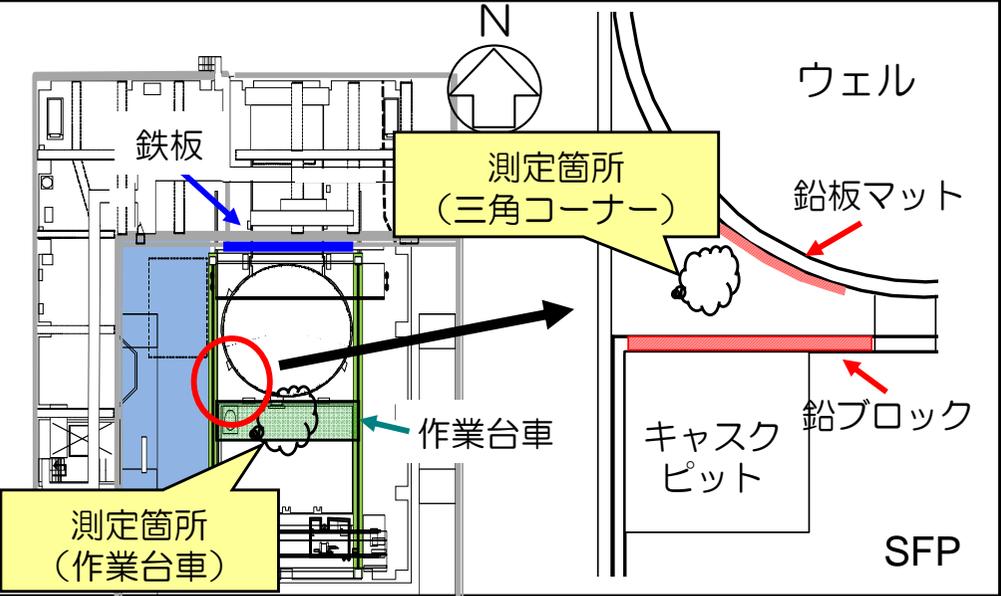
■ 遮へい設置効果

測定場所	キャスクピット廻り三角コーナー 床上 約1m高さ (1回目) 2014/2/7測定	オペレーティングフロア上 (SFP西側) 2014/1/30測定 床上 約1m高さ
設置効果	設置前：0.090mSv/h 設置後：0.090mSv/h (雰囲気は変わらず)	設置前：0.055mSv/h 設置後：0.055mSv/h (雰囲気は変わらず)
備考	ウェル側に鉛当量3mmPbの鉛板マットを設置。また、使用済燃料プール側の床面ホットスポット箇所に対して、鉛当量3mmPbの鉛板マット、鉛ブロックを設置し、床上直上で1.5mSv/h → 0.30mSv/h (約80%低減)。	床面ホットスポット箇所に対して鉛当量3mmPbの鉛板マットを設置し、床上直上で0.20mSv/h → 0.055mSv/h (約73%低減)。

(3) 遮へい対策・作業改善

④遮へい設置状況 (v)

遮へい体設置状況

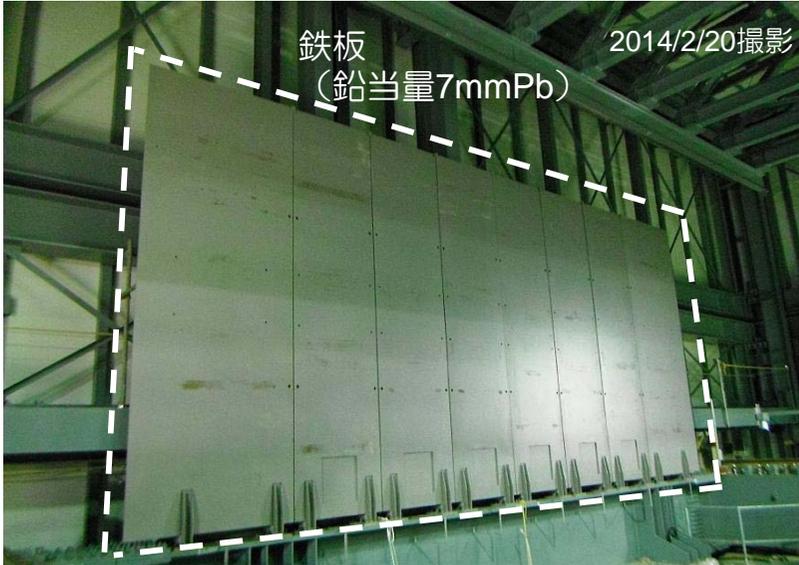
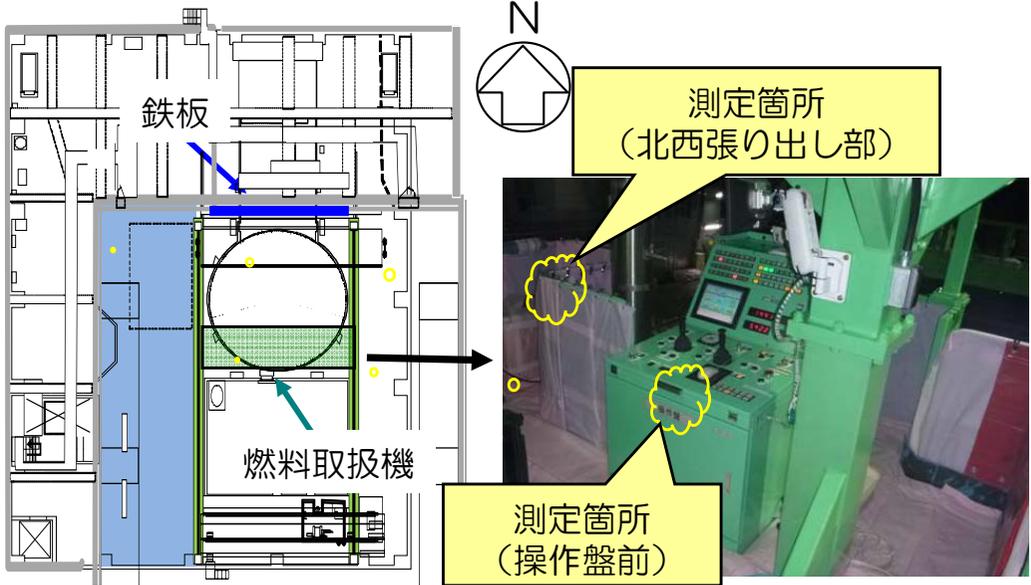
設置場所	燃料取り出し用カバー北面 (ウェル上)	
設置後の写真	 <p>鉄板 (鉛当量7mmPb) 2014/2/20撮影</p>	

■遮へい設置効果

測定場所	作業台車上 台車中央部 約1m高さ (3回目) 2014/2/21測定	キャスクピット廻り三角コーナー 床上 約1m高さ (2回目) 2014/2/21測定
設置効果	設置前：0.085mSv/h 設置後：0.060mSv/h (約29%低減)	設置前：0.090mSv/h 設置後：0.070mSv/h (約22%低減)
備考	上記の設置後の測定結果は、作業台車上の床面や手摺り部の遮へい体設置 (2回目) (P12参照) による線量低減効果も含む	

(3) 遮へい対策・作業改善 ④遮へい設置状況 (vi)

遮へい体設置状況

設置場所	燃料取り出し用カバー北面 (ウェル上)	
設置後の写真		

■ 遮へい設置効果

測定場所	燃料取扱機トオリ上 操作盤前 約1m高さ (3回目)	燃料取扱機トオリ上 北西張り出し部 約1m高さ (3回目)
設置効果	設置前：0.025mSv/h 設置後：0.025mSv/h (雰囲気は変わらず)	設置前：0.070mSv/h 設置後：0.060mSv/h (約14%低減)
備考	(P10参照)	(P11参照)

(4) 燃料取扱作業（キャスクピット廻り作業）の改善

○キャスクピット廻りは、比較的線量率が高いため、被ばく線量が高い状況。



プールへの着水作業状況（H25.11.18）

○キャスクピット廻りの被ばく量低減のため、以下の作業工夫を実施。

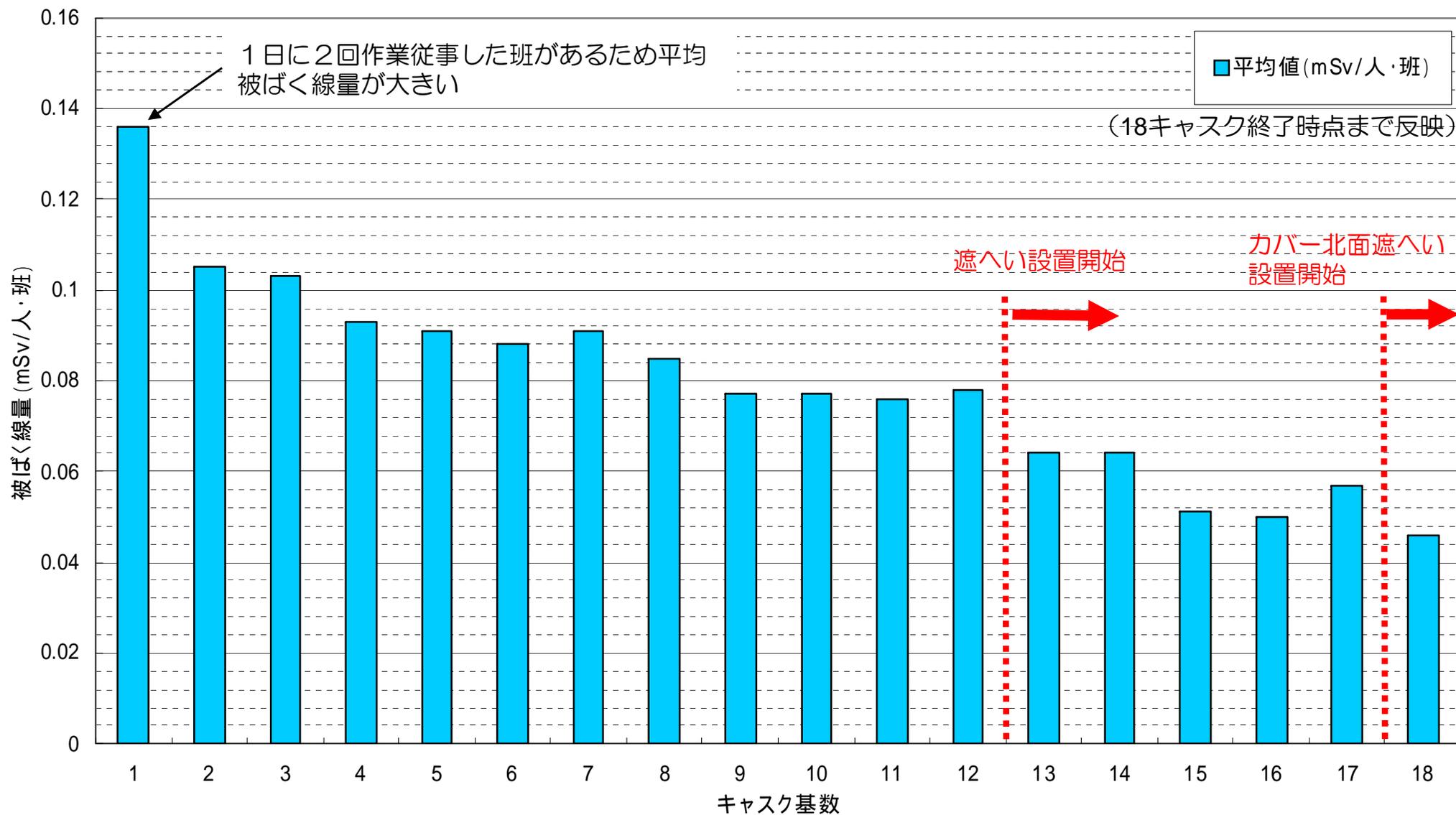
- ・燃料取出作業開始前より実施
 - ・キャスクピット廻りの人員を削減するため、水中カメラで着水等の状況を監視（従来はキャスクピット廻りで目視のみ）
- ・作業途中から実施
 - ・キャスクピット廻りの作業員のタングステンジャケット（遮へい厚約2.2mm，重量約9kg）の着用（1～2割程度被ばく線量低減の効果）。

(5) 作業被ばくの実績

①燃料取扱機運転作業の被ばく実績（基数毎）

■燃料取扱機の1班・1作業員あたりの平均被ばく線量（約2時間作業の作業員一人あたりの平均被ばく線量）

- ・燃料取り出し開始初期の平均被ばく線量（2～5キャスク目の平均）：約0.098mSv/人・班
- ・遮へい設置以降の平均被ばく線量（13～18キャスク目の平均）：約0.055mSv/人・班（約44%低減）



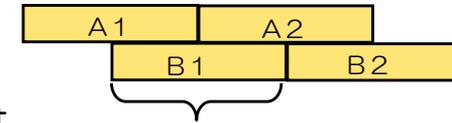
(5) 作業被ばくの実績

②カスク取扱作業の被ばく線量 (基数毎)

■カスク1基あたりの平均被ばく線量

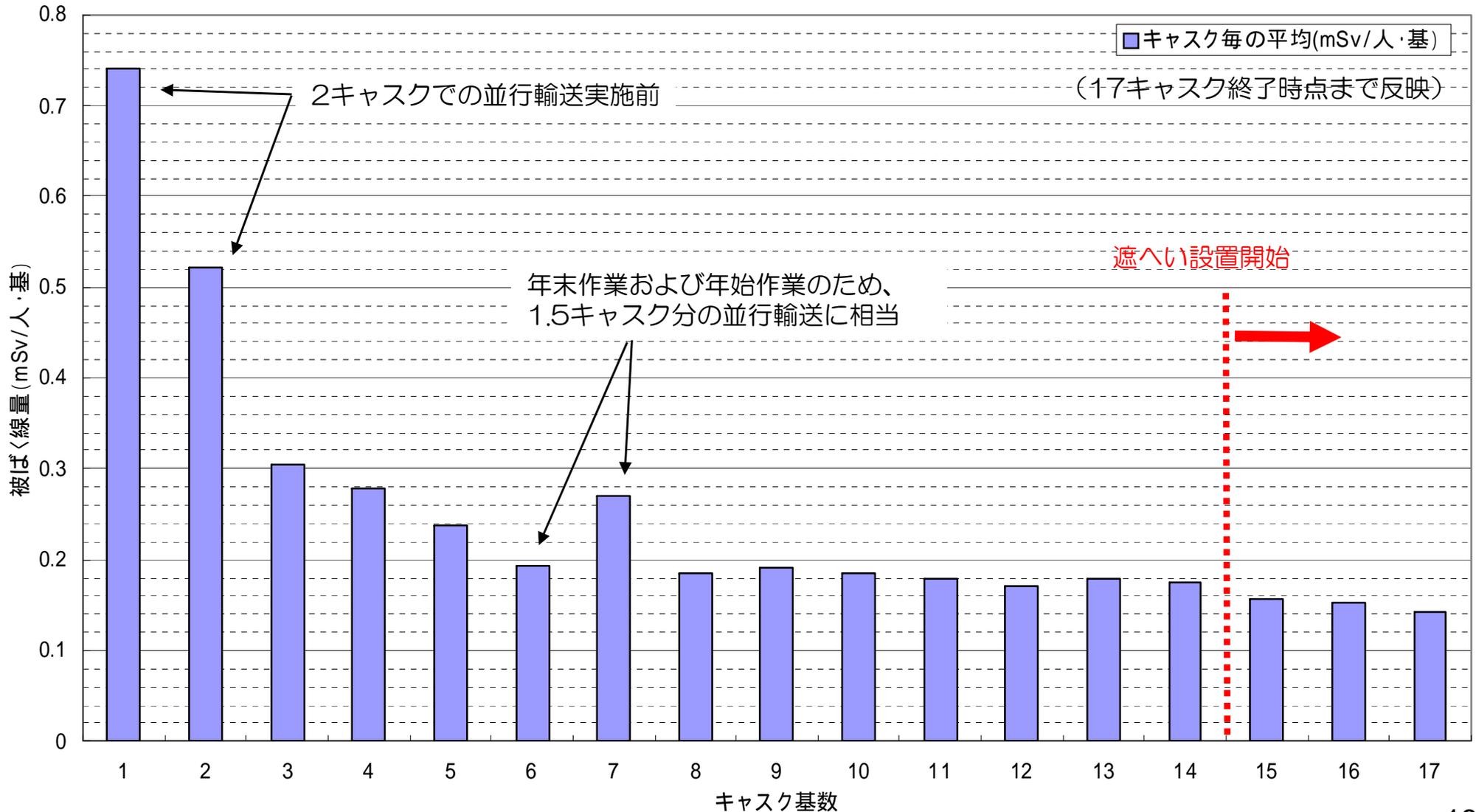
- ・燃料取り出し開始初期の平均被ばく線量 (3~5カスク目の平均) : 約0.28mSv/人・基
 - ・遮へい設置開始以降の平均被ばく線量 (15~17カスク目の平均) : 約0.15mSv/人・基
- ※カスク1基当たりの1日毎の平均被ばく線量を作業日数分合算した値を、2カスクの並行輸送を考慮し2で割り算出 (1,2,6,7カスク目除く)。

(約46%低減)



この期間の日毎の平均被ばく線量 (mSv/人・日) の合算値/2

カスク2基での並行輸送の概念図



(6) 被ばく低減対策の実施状況の概要と今後の進め方①

■現在の被ばく低減対策実施状況の概要

- 燃料取扱機トロリ床面及びトロリ手摺り部に鉛板マット（鉛当量率12mmPb/3~6mm Pb）を設置した結果、操作盤前（高さ約1m）の線量率は大幅に減少した。
- 作業台車床面及び手摺り部の一部に鉛板マット（鉛当量率12mmPb/3mmPb）を設置したが、床上（高さ約1m）の線量率は、燃料取扱機と比較するとほとんど下がらなかった。（ただし、手摺り部の鉛板マットは台車の北西側のみであり、線量率を測定した台車中央部付近の手摺り部は鉛板マットが未設置状態である）
- キャスクピット廻りの三角コーナー床面やオペレーティングフロア床面のホットスポット箇所には遮へい体（鉛当量率3mmPb）を設置した結果、床上直上の線量率は大幅に低減したが、床上（高さ1m）の線量率は、ほとんど低減しなかった。
- 燃料取り出し用カバー北側（ウェル上）に鉄板を設置した結果、大きな低減効果を得た。

測定箇所	遮へい体設置前の線量率【測定日】	遮へい設置後（至近）の線量率【測定日】
燃料取扱機トロリ上 操作盤前 約1m高さ	0.055mSv/h 【2014/1/30】	0.025mSv/h（約55%減） 【2014/2/25】
キャスクピット廻り三角コー ナー床上 約1m高さ	0.090mSv/h 【2014/2/7】	0.070mSv/h（約22%減） 【2014/2/21】

- 床面のホットスポット箇所には、床面への遮へい体設置が効果的であること、また、作業員の被ばくを考慮して、床上（高さ1m）の線量率を低減させるためには、各場所の北側に遮へい体を設置することで、より大きな効果を得られることを確認した。

(6) 被ばく低減対策の実施状況の概要と今後の進め方②

■現在の被ばく低減対策実施状況の概要

- 遮へい体設置及び作業改善事項の実施状況としては暫定的だが、各作業の平均被ばく線量は以下の通り減少。

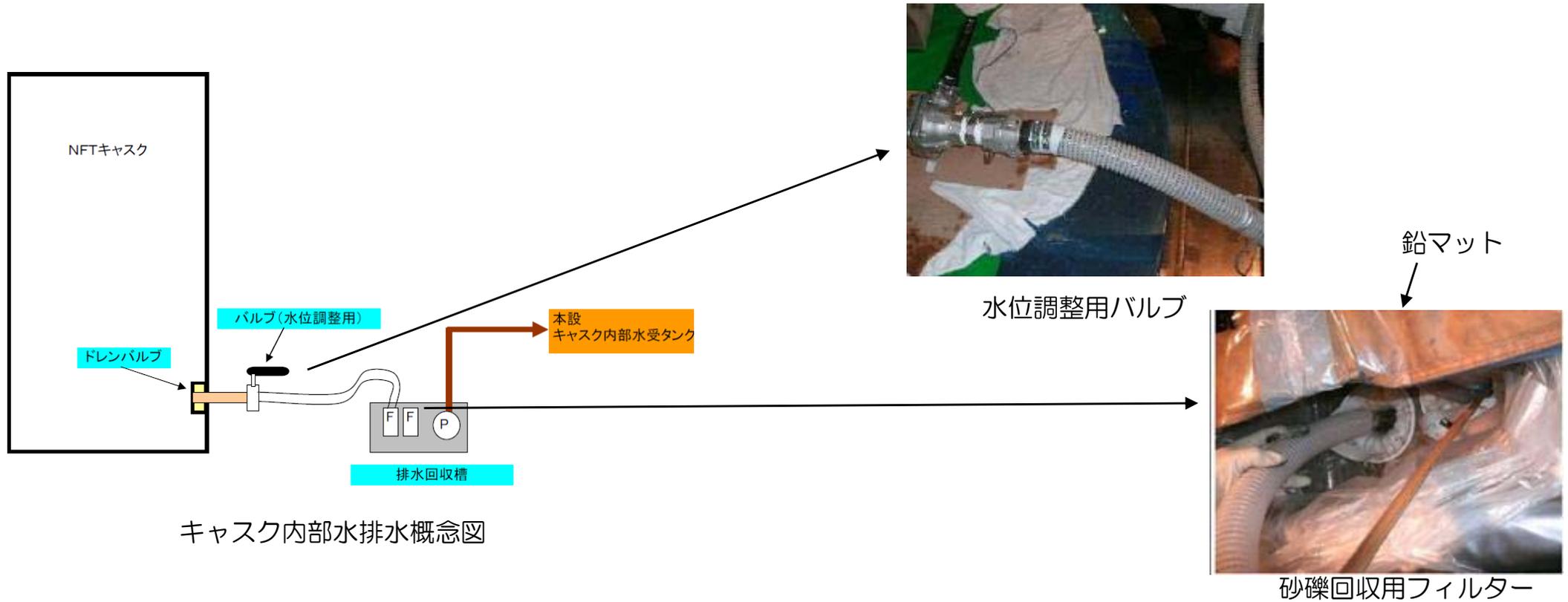
作業名	燃料取り出し開始初期の平均被ばく線量	遮へい設置後（至近）の平均被ばく線量
燃料取扱機運転作業	約0.098mSv/人・班	約0.055mSv/人・班（約44%減）
キャスク取り扱い作業	約0.28mSv/人・基	約0.15mSv/人・基（約46%減）

■今後の進め方

- 4号機北側からの影響を低減させるために、カバー北側一面の遮へい体を設置する。
- 作業エリアに近い場所の線量低減として、キャスク取扱作業の待避エリアの衝立遮へい（3面式防護衝立）、燃料取扱機操作盤前の衝立遮へい（含鉛プレートガラス）、作業台車のスライド式衝立遮へい（タングステンマット）を設置するとともに、ホットスポット箇所にも遮へい体を設置する。
- 線量低減効果を適宜確認し、効果的な遮へい体の設置検討・追加設置を行う。

【参考】燃料取扱作業の改善 共用プール除染ピット内作業について

- 共用プールでの燃料取出し後キャスク内部水排水時にキャスク（燃料）内部の高線量の砂礫の影響により被ばく量が高くなっている（燃料取出し開始の初期段階で特に顕著）。



- 被ばく線量低減対策として、砂礫を回収するフィルター上部に鉛マットを敷き線量低減を実施。

- さらなる被ばく線量低減のためフィルター目詰まり状況の確認の遠隔化（カメラ監視），水位調整用バルブの延長棒を利用した操作への改善を準備中

【参考】4号機燃料取り出し作業の予想総被ばく線量

○予想総被ばく線量算出の前提

- ・燃料取出し完了まで合計約70カスクの輸送に対して、
最大予想被ばく線量：14カスク目までの個人最大被ばくに基づき線量より予想
平均予想被ばく線量：燃料取出し開始初期および遮へい設置開始後の平均被ばく線量に基づき予想

●FHM運転作業

- ・14カスク目燃料装填完了時点の個人最大被ばく線量：約2.5mSv
 - ・1カスク・作業員一人あたりの平均被ばく線量 燃料取出し開始初期：約0.15mSv※1
遮へい設置を開始した13カスク目以降の実績：約0.09mSv※1
- 平均予想被ばく線量：約7mSv～最大予想被ばく線量：約12.5mSv

●カスク取扱作業

- ・14カスク目作業完了時点の個人最大被ばく線量：約6.4mSv
 - ・1カスク・作業員一人あたりの平均被ばく線量 燃料取出開始初期：約0.28mSv
遮へい設置を開始した15カスク目以降の実績：約0.15mSv
- 平均予想被ばく線量：約12mSv～最大予想被ばく線量：約32mSv



■被ばく線量の限度である1年間で50mSv、5年間で100mSvに対して予想被ばく線量は小さく、また被ばく線量の高い作業に特定の人員が集中し続けられないよう管理を行うことで現状の作業員の体制で燃料取出し完了までの作業は実施と考えているが、さらに遮へい等対策を進め、作業員の被ばく低減に努めていく。

※1：1カスク分の作業にあたり平均して1.5班分作業従事するとし、1班・1作業員あたりの平均被ばく線量を1.5倍し算出

【参考】作業被ばくの実績

③瓦礫撤去作業の被ばく線量（日数毎）

■ 1日あたりの平均被ばく線量。

①使用済燃料プール内瓦礫撤去開始初期の平均被ばく線量（11/1～11/10 ※1）：約0.21mSv/人・日

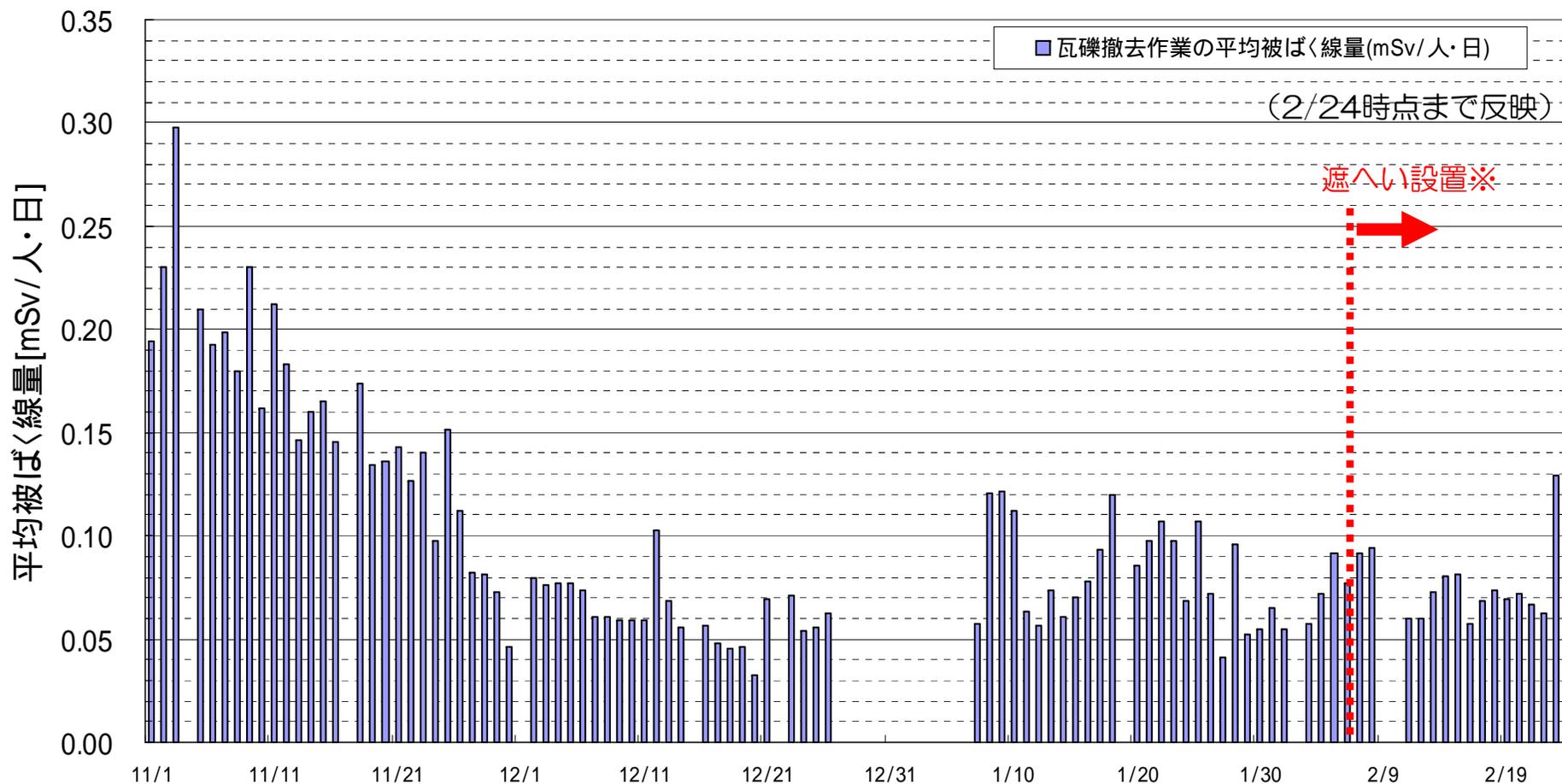
②遮へい体設置前の平均被ばく線量（12/2～2/6の平均※2）：約0.073mSv/人・日

③至近の平均被ばく線量（2/15～2/24の平均）：約0.072mSv/人・日

①と比較して約65%低減
②と比較して約1%低減

※1：H25/11頃は水中から撤去した高線量瓦礫の細断等実施していることから、参考数値として記載。

※2：現在の作業内容とほぼ同じ作業内容、作業条件であるH26/1初旬を遮へい体設置前の基準として記載。



規制庁による4号機燃料取り出し作業現場の空間線量調査結果(概要)

1. 燃料取り出し作業

4号機建屋上で行われている燃料取り出し作業の概要は図1のとおりである。

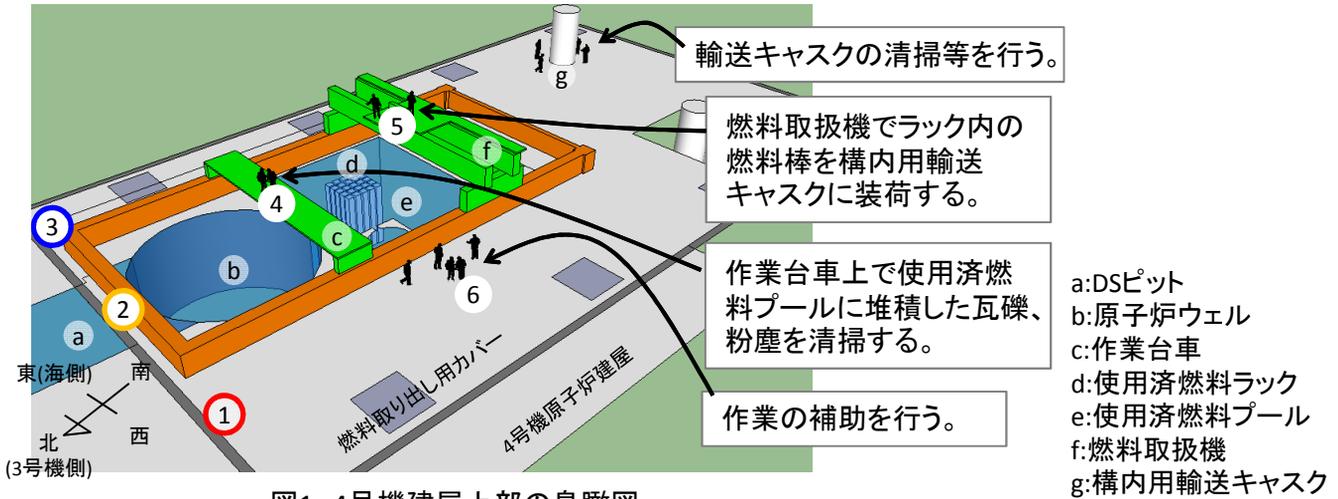


図1 4号機建屋上部の鳥瞰図

2. 現場調査結果

線源となる核種の同定と、位置を推定するため、建屋東西方向の放射線スペクトルを取得した(図2)。その結果、プールの上ではプールからのCoが支配的な核種であり、それ以外では、床上のCsが被ばくに影響することがわかった。

また、代表的な作業エリアである燃料取扱機と作業台車の上で、鉛板を設置し、場所および核種毎の放射線の遮へい効果を確認した(図4)。燃料取扱機は、作業台車より高い場所にあり、より多くの線源の影響を受けることがわかった。

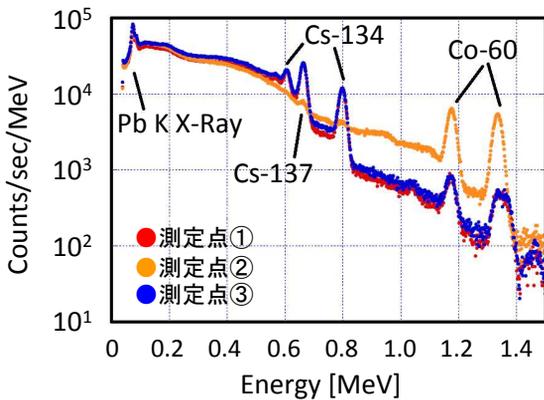


図2 オペフロ東西方向のγ線スペクトルの違い

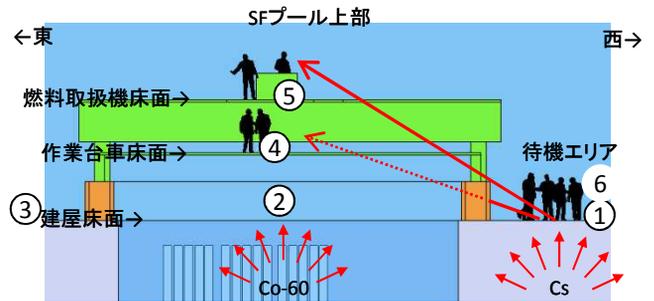
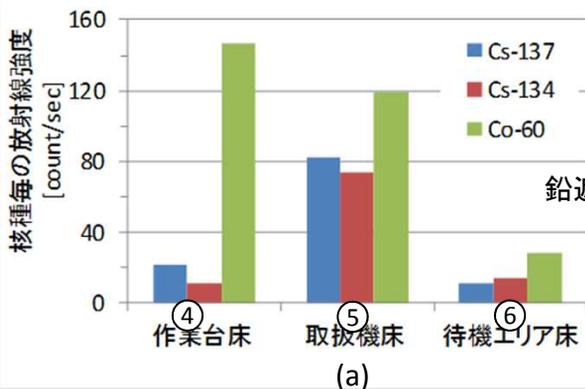


図3 γ線スペクトル測定位置



12mm厚の鉛板を床に設置することで、約1/3の線量低減効果を得ている。

鉛遮へいを設置

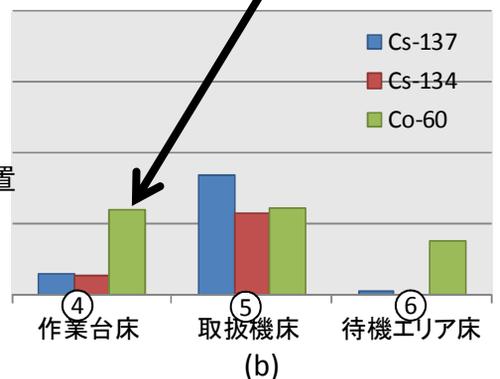


図4 原子炉ウェルとSFプールの境界位置における高さ方向のスペクトルの比較(aは鉛遮へい無し、bは検出器下面に厚さ12mm、約30cm四方の鉛板を置いて測定した。)

3. 場所毎の被ばく線量低減策の検討結果

各エリアにおいて、鉛板を置いて測定した周辺線量当量率を図5に示す。

各所、線源と幾何効果が異なるため、線量の低下傾向が異なるが、概ね1/3に低減可能であることを確認した。

なお、図6で赤丸で示すように、数百 $\mu\text{Sv/h}$ という高線量箇所が点在することから、遮へいだけでなく除染または柵等により近づけないような処置も検討すべきである。

以上の結果から、建屋内の線量分布の方向依存性を踏まえ、核種毎のエネルギーに応じた適切な遮へいを検討していくことが必要である。

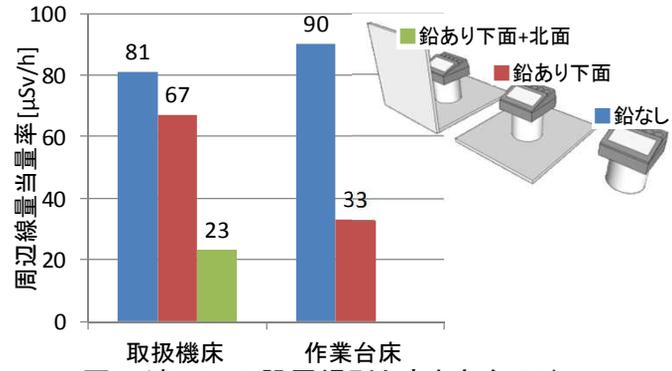


図5 遮へいの設置場所と高さ方向の違い

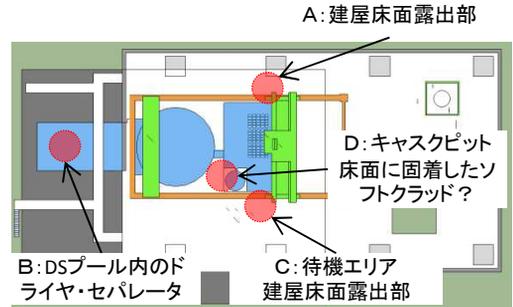


図6 推定される線源の場所



A: 建屋床面露出部



B: DSプール内のドライヤ・セパレータ



C: 待機エリア建屋床面露出部



D: キャスクピット床面に固着したソフトクラッド

福島第一原子力発電所第1号機
原子炉建屋の躯体状況調査の実施について

平成26年2月27日

東京電力株式会社

福島第一原子力発電所 1号機 原子炉建屋の躯体状況調査の実施について

< 報道配布済み >
平成26年2月24日
東京電力株式会社

1. 調査の概要

調査目的

福島第一原子力発電所1号機の原子炉建屋内部における、建屋躯体の損傷状況の把握を目的とする。

実施内容

- ・平成25年12月4日および5日に、1号機原子炉建屋機器ハッチ周りの建屋躯体状況調査を実施した。
- ・上記調査に続き、1号機原子炉建屋の3階および4階について、被ばく線量低減に配慮した上で、シェル壁・プール壁を中心にビデオカメラの撮影によって躯体状況調査を実施する。

実施予定日 2月26日(水)

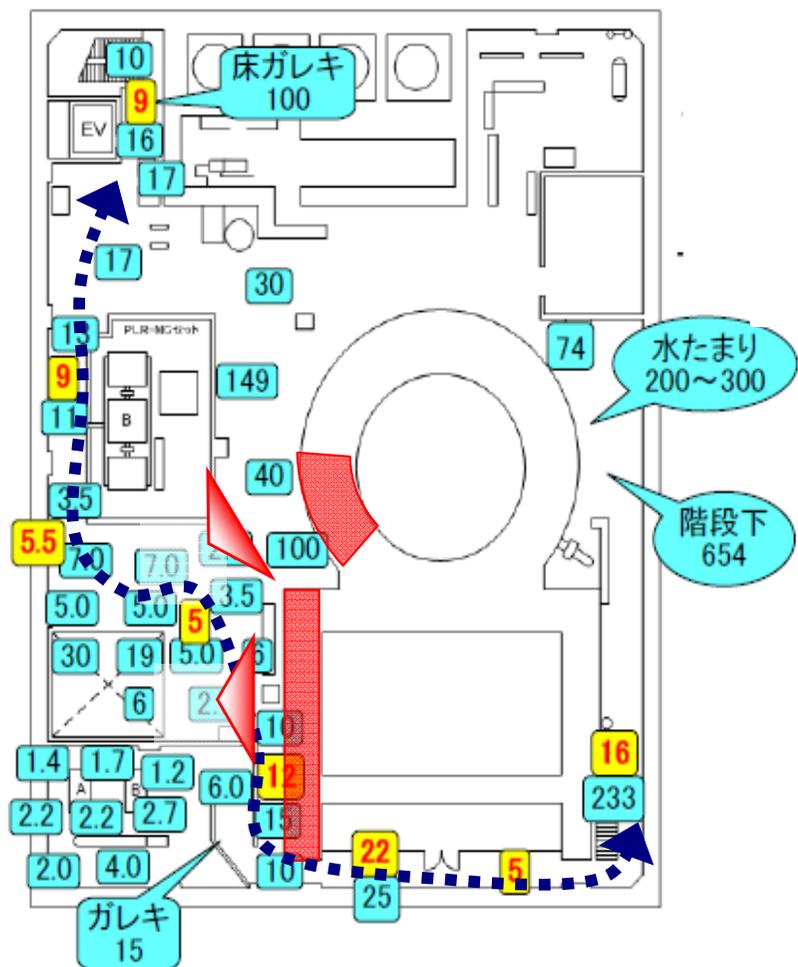
調査体制（予定） 当社社員 7名
原子力規制庁保安検査官 2名

計画線量 7.0 mSv(最大)

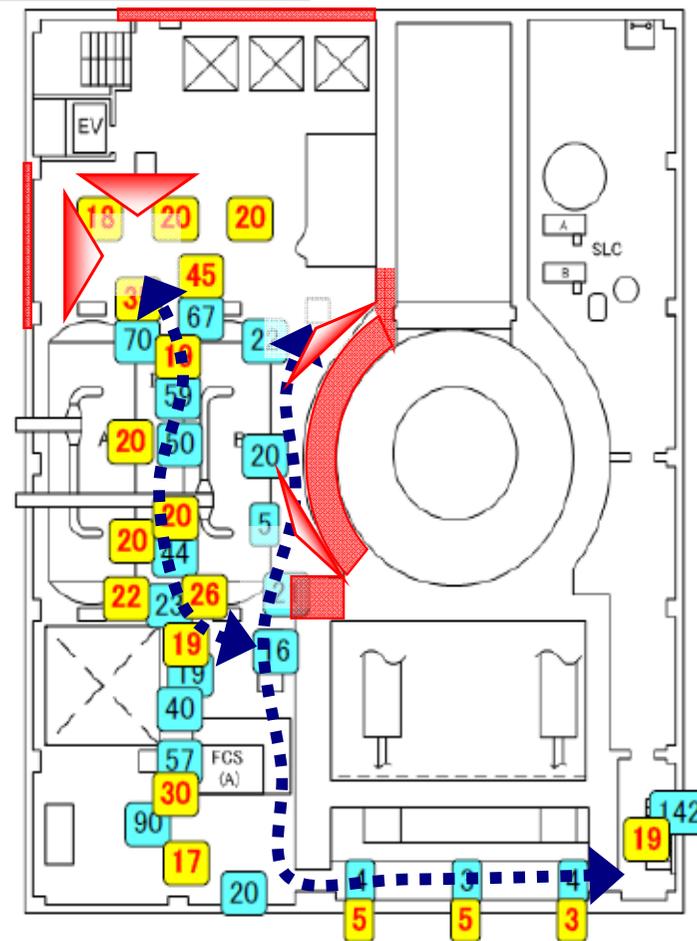
< 参考 > 調査範囲と調査ルート

【凡例】

- ◄ ■ ► : 調査のルート
 - ◄ ■ ► : 撮影場所
 - ◄ ■ ► : 調査範囲
 - : H25.2/14測定値
 - : 過去の測定値
- 【単位：mSv/h】



【 3 階 】



【 4 階 】

3号機オペレーティングフロアの線量低減対策に使用する 自走式除染装置(吸引装置)の不具合報告について

平成26年2月27日

東京電力株式会社

1. 自走式除染装置（吸引装置）の不具合について

<概要>

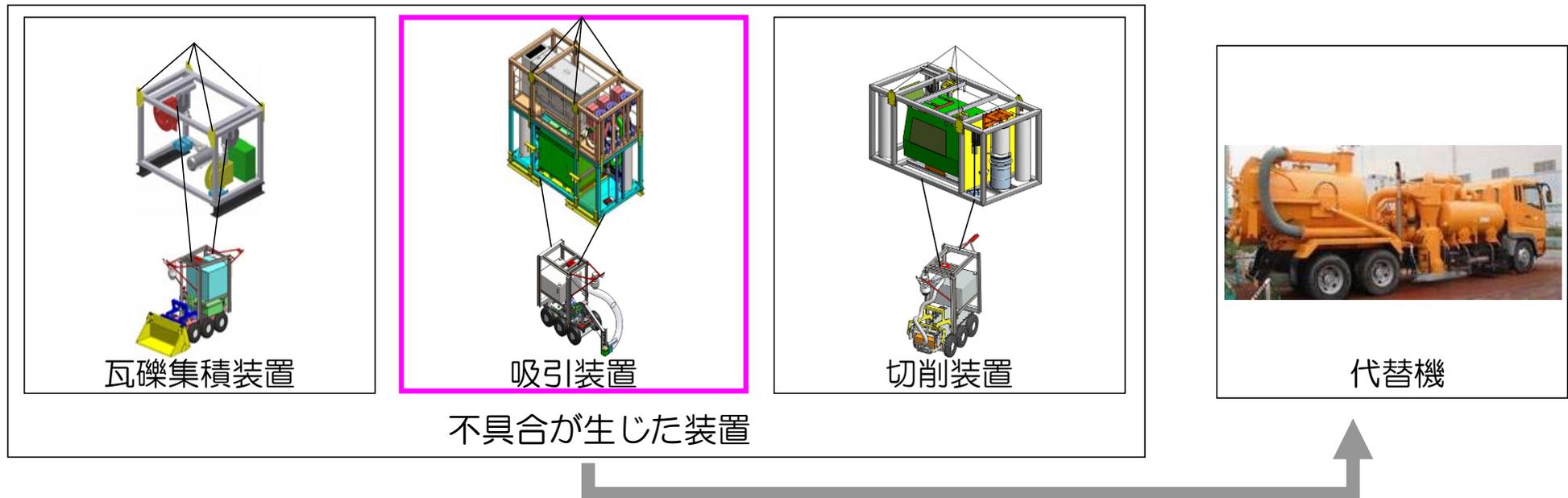
3号機原子炉建屋オペレーティングフロアでは、線量低減対策として自走式除染装置・定置式除染装置等の遠隔操作装置を使用した除染作業を実施している。

自走式除染装置*の一部機器『吸引装置』の試運転時に不具合が確認された。

なお、自走式除染装置の不具合時回避対策として、既存重機流用による代替機を事前に確保済みであり、今回の不具合発生においても代替機による対応を実施している。

※自走式除染装置(米国Pentek社製)は、『瓦礫集積装置・吸引装置・切削装置』の3機種

自走式除染装置

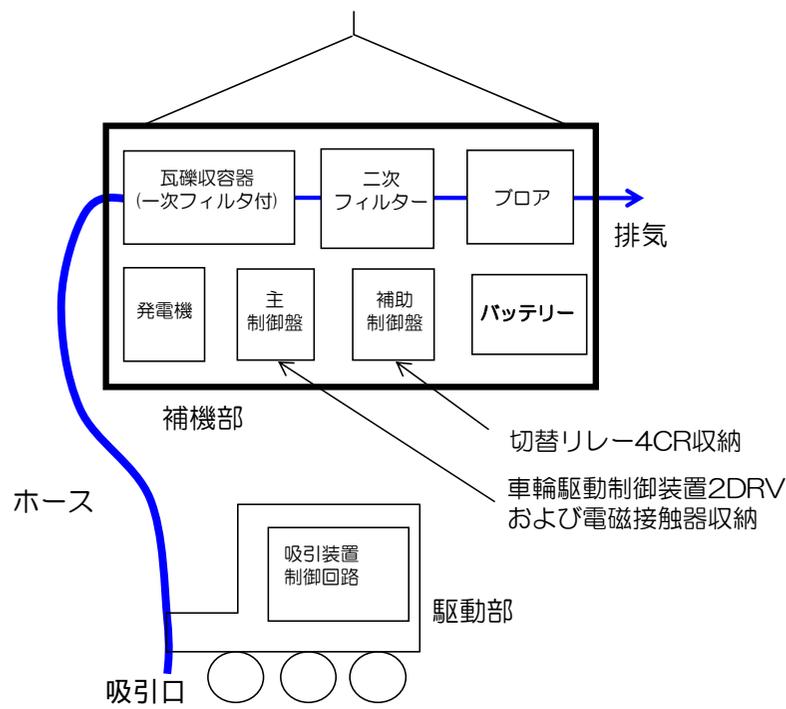


2. 不具合について

<事象発生までの経緯>

- 平成25年11月迄 米国出荷前やJヴィレッジでの動作確認試験で装置機能に問題ないことを確認
- 平成25年11月下旬 1F構内に搬入
- 平成25年12月上旬 1F構内で試運転を行うために、外部電源によるバッテリー充電を実施後、現場で外部電源を外し、遠隔操作で発電機運転に切り替えたところ、遠隔操作室のモニター画面で通信不良を確認
- 平成25年12月下旬 米国PENTEK社技術者の協力により、リレー故障と推定しリレー回路を交換したが復旧せず、更なる原因調査のため米国エンジニアの来日後に調査を実施

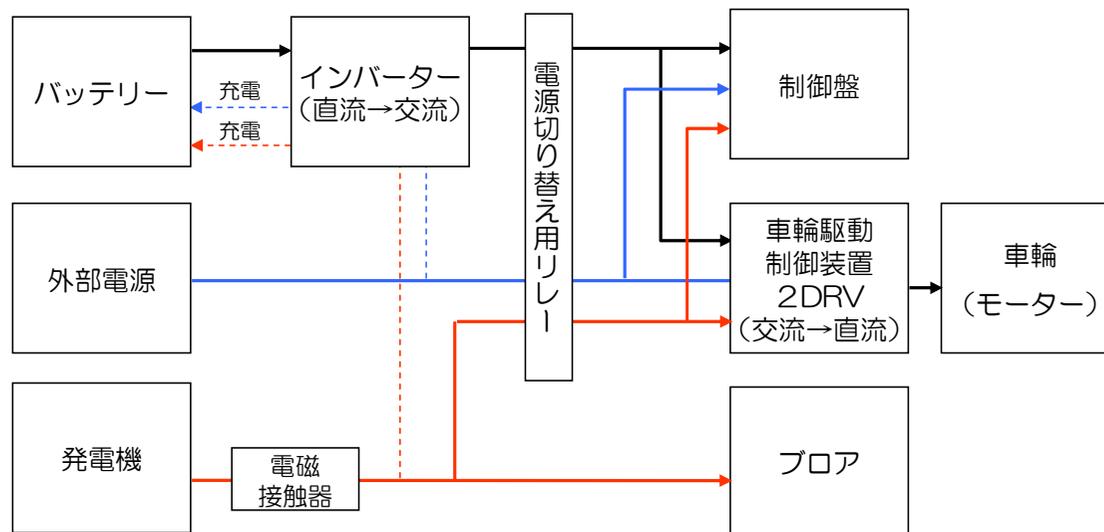
<吸引装置概要>



主要部品構成イメージ

<吸引装置の電源>

- ・ 運転時は発電機により給電（同時にバッテリー充電を実施）
- ・ バッテリーは、発電機の遠隔起動制御やメンテナンス時の電源に使用
- ・ 外部電源は、運転時以外のバッテリー充電やメンテナンス時の電源に使用



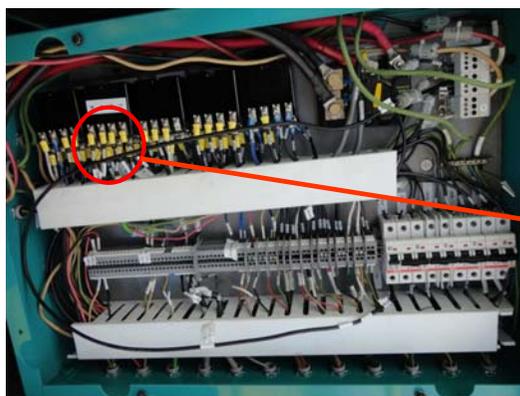
電源供給イメージ

2. 不具合について

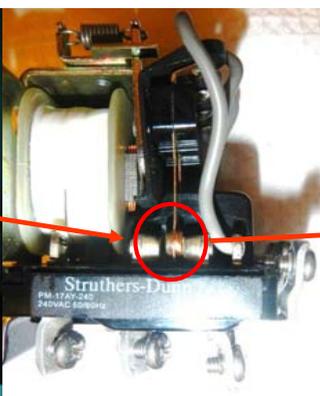
<原因と対策>

状況	要因	調査	原因	対策
<通信不良> モニター画面の 通信状態が非表示 ↓ 装置側電源が切断され 通信不能となったと 想定 ↓ 電源供給系統の不 具合と判断	インバータ 不具合	<ul style="list-style-type: none"> リセット作業を実施したが復旧せず 吸引装置のインバータを切削装置に移設し動作を確認した結果、インバータ本体の不具合では無いことを確認 	—	—
	電磁接触器 不具合	<ul style="list-style-type: none"> 電磁接触器を分解点検した結果、接点接触位置の偏心を確認 	製品初期不良の可能性が高い	電磁接触器の交換
	電源切り替え用 リレー不具合	<ul style="list-style-type: none"> 5つあるリレー回路の動作確認を行った結果、1つのリレー回路で接点溶着を確認 	電磁接触器の接点不良による電圧異常で チャタリングが発生し接点溶着したと想定	損傷リレーの交換
	車輪駆動制御装置 不具合	<ul style="list-style-type: none"> 駆動制御装置を分解点検した結果、コンデンサーが損傷していることを確認 	チャタリングによる電氣的ストレスにより損傷したと想定	制御装置の基盤交換
	パワーサプライ 不具合	複数あるパワーサプライについて、単体の出力確認試験を実施し、問題が無いことを確認	—	—

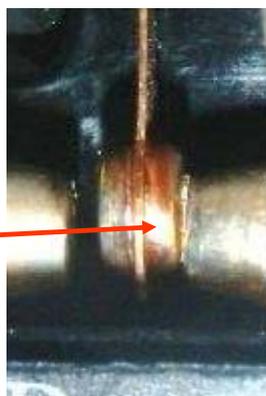
⇒ 電磁接触器の接点不良に伴う電圧低下により周辺回路に不具合が発生したと判断



リレー-4CR



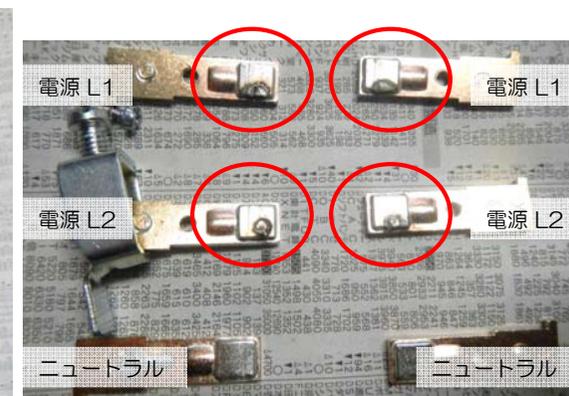
接点融着状況



接点融着状況 (拡大)



電磁接触器外観



電磁接触器 接点接触位置偏心状況

電源切り替え用リレーの損傷状況

電磁接触器の損傷状況

3. 追加で確認された事象について

<事象概要>

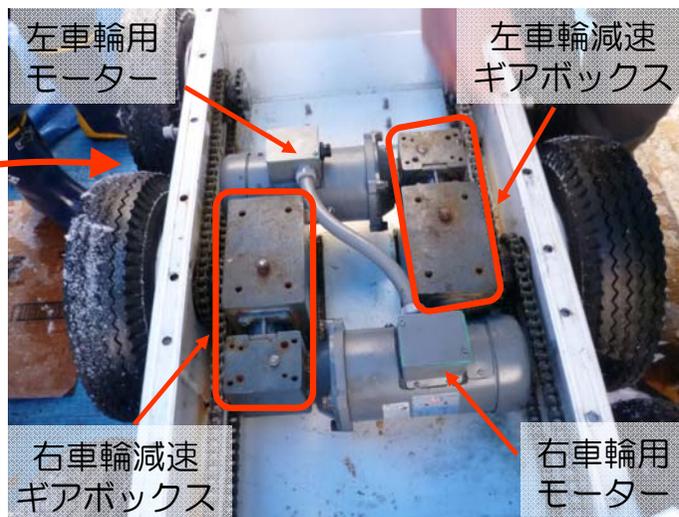
- ・ 1F構内搬入前の動作確認では問題ないことを確認していたが、「通信不良」に伴う電気部品の交換作業を実施し、装置全体の動作確認を行った際に、右側車輪の動作しない不具合を確認

<今後の対策>

- ・ 点検の結果、モーターやコントローラー、ケーブル等の損傷は確認されなかった
- ・ モーターの分解点検時に内部に水分が確認されたため、凍結による絶縁不良と判断
- ・ 結露水や水浸入による不具合と考え、カバープレートの隙間部の防水対策を強化



吸引装置外観



※右側と左側のモーター系統は独立

DCモーター系統内部状況
(カバープレート内底部)



カバープレート内上部の結露状態
(凍結状態)

4. 再発防止策

<再発防止策>

- ・ 電源モードの切り替え操作の繰り返し試験を実施し、通信状態が正常に機能していること、電気部品の不具合がないことを確認する
⇒20回繰り返し試験を実施し、不具合は確認されなかった
- ・ 消耗品や調達に時間を要する部品は予備品を調達済みであるが、不具合が確認された部品についても予備品を調達する

<吸引装置作業状況>

- ・ 平成26年2月21日 1F構内に再搬入し、現地動作試験実施
- ・ 平成26年2月24日 1F3号機オペレーティングフロア上での吸引作業開始

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2月27日
東京電力株式会社



東京電力

3号機大型瓦礫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瓦礫撤去を開始(12/17)。
- ▶ 3月上旬までにFHMに干渉しない鉄筋・デッキプレートの撤去を完了予定。
- ▶ 撤去瓦礫量は累計で鉄筋243本、デッキプレート38枚、屋根トラス材2本(2月25日現在)



<使用済燃料プール内瓦礫撤去作業状況>

使用済燃料プール内大型瓦礫撤去順序

0. 落下防止対策(ライニング養生)



現在実施中

1. FHMに干渉していない瓦礫の撤去(①~③)



2. FHMに干渉している瓦礫の撤去(③~⑦)



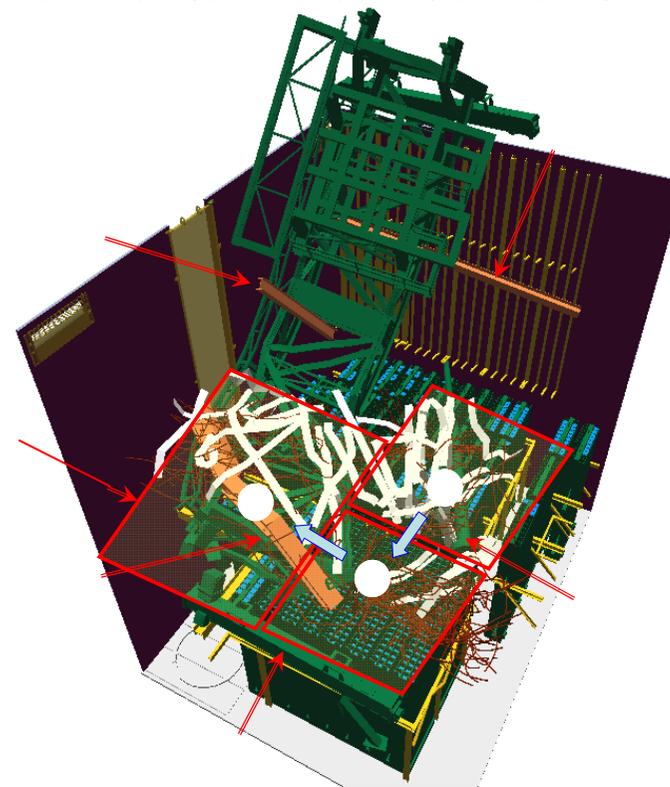
3. FHMの撤去(⑧)



4. FHM西側エンドトラックの撤去(⑨)



5. キャスクエリアの瓦礫撤去(⑩)



がれき撤去状況（参考資料）

○プール内がれき

（平成26年2月25日現在）

名 称	撤去実績	前回実績 (H26.1.27)	総量	備 考
鉄筋(約0.01t)	219 本	45 本	330 本※1	10mと想定
デッキプレート(約0.04t)	38 枚	10 枚	65 枚※1	
屋根トラス材(約0.8t)	2 本	2 本	9 本※2	
コンクリート瓦礫(約0.07t)	-	-	-	0～500mm程度 人頭大コンクリート瓦礫(300×300×300(mm))
FHMマスト(約1.6t)	0 本	0 本	1 本	
FHM(約35t)	0 基	0 基	1 基	
FHMエンドトラック(約2.6t)	0 本	0 本	1 本	
その他瓦礫	6 個	2 個	-	照明、角材、位置検出装置、手摺、ワイヤ、ケーブル

※1 プール内がれきの推定量であり、実際と異なる。なお、がれき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。

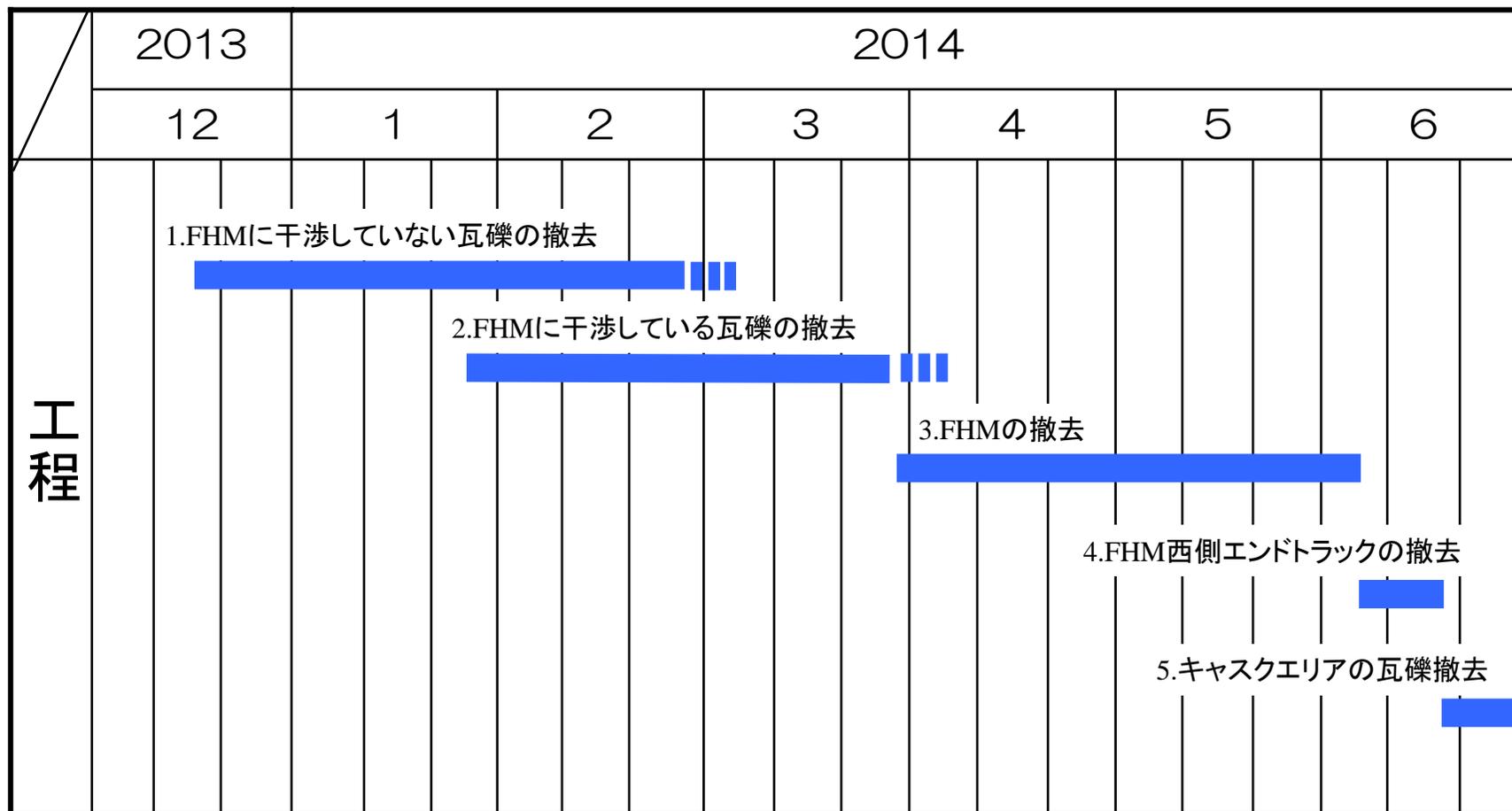
※2 プール内に落下している屋根トラス材の推定量。

○気中がれき

（平成26年2月25日現在）

名 称	撤去実績	前回実績 (H26.1.27)	備 考
鉄筋	24 本	21 本	FHMに干渉していた鉄筋
その他瓦礫	5 個	4 個	手摺、チェッカープレート、制御盤扉

工程（参考資料）



※ FHMに干渉しているがれきや落下しているFHMの状況が十分把握できていないため、適宜がれき状況を確認しつつ、工程・手順の最適化、見直しを図る。

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					1月				2月				3月				4月				5月				備考	
			26	2	9	16	23	2	9	16	下	上	中	下	前	後													
燃料デブリ取り出し準備	共通	(実績) (予定)																											
	建屋内除染	(実績) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・建屋内遠隔除染技術の開発(継続) ・1号機R/B1階南側コアサンプル採取(継続) ・遠隔除染装置(H24年度開発品)実証試験(継続) ・2号機R/B5階汚染状況調査(継続) ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定 ・総合的線量低減計画の策定(継続) ○1/3号機R/B1階瓦礫撤去作業 ・3号機R/B1階瓦礫撤去作業(継続) ○2号機R/B1階除染作業(継続) (予定) ○【研究開発】建屋内遠隔除染装置の開発 ・建屋内遠隔除染技術の開発(継続) ・遠隔除染装置(H24年度開発品)実証試験(継続) ・2号機R/B5階汚染状況調査(継続) ○【研究開発】総合的線量低減計画の策定 ・総合的線量低減計画の策定(継続) ○1/3号機R/B1階瓦礫撤去作業 ・3号機R/B1階瓦礫撤去作業(継続) ○2号機R/B1階除染作業(継続) ○3号機R/B1階除染作業(新規) 追加 ○1号機R/B1階高所干渉物調査(レーザスキャン) (新規)	検討・設計	【研究開発】建屋内遠隔除染技術の開発 【研究開発】総合的線量低減計画の策定 3号機R/B1階瓦礫撤去作業 2号機R/B1階除染作業 3号機R/B1階除染作業(準備作業) 追加 3号機R/B1階除染作業																									
			現場作業	2号機R/B1階高所汚染状況調査 屋上穿孔作業 【研究開発】2号機R/B5階汚染状況調査(準備作業含む) ガンマカメラ調査 空間線量率調査 2号機R/B1階高所干渉物調査 1号機R/B1階南側コアサンプル採取 【研究開発】1号機R/B1~3階、2号機2~3階、3号機2階汚染状況調査(準備作業含む) 1号機R/B1階高所干渉物調査(レーザスキャン) 【研究開発】遠隔除染装置(H24年度開発品)実機実証試験(準備作業含む) 1号機R/B1階簡易除染試験(北西エリア) 1号機R/B1階高所干渉物調査(レーザスキャン) 追加																									
燃料デブリ取り出し準備	格納容器調査・補修	(実績) ○【研究開発】格納容器調査装置の設計・製作・試験等 格納容器調査装置の設計・製作・試験等(継続) ○【研究開発】格納容器補修装置の設計・製作・試験等 格納容器補修装置の設計・製作・試験等(継続) ・2号機トラス室干渉物調査(レーザスキャン) (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)	検討・設計	【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 水中ROV技術開発(遠隔技術TF) S/C内水位測定技術開発(遠隔技術TF) 2号機トラス室干渉物調査(レーザスキャン)																									
			現場作業																										
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリの取出し	(実績) ○【研究開発】格納容器内部調査技術の開発 ・PCV事前調査装置設計・製作(継続) ・PCV本格調査装置基本設計・要素試作(継続) ○【研究開発】圧力容器内部調査技術の開発 ・RPV内部調査技術の開発計画立案(継続) (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 ・RPV内部調査技術の開発計画立案(継続)	検討・設計	【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																									
			現場作業	【研究開発】RPV内部調査技術の開発計画立案																									

追加
1号機原子炉建屋1階南側コアサンプル及び2号機原子炉建屋5階天井デッキプレートサンプルを2/18にJAEA大洗研究開発センターに輸送済

S/C下部調査装置等現場実証試験：H26年度上期予定。

PCV下部補修装置実証試験：H27年度下期予定。

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	1月				2月				3月				4月			5月			備考	
				26	2	9	16	23	2	9	16	下	上	中	下	前	後						
RPV/PCV健全性維持		圧力容器/格納容器の健全性維持	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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 <ul style="list-style-type: none"> ・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) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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 <ul style="list-style-type: none"> ・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																		
				検討・設計	【研究開発】腐食抑制策確証試験																		
				現場作業	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)																		
炉心状況把握解析		炉心状況把握解析	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】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(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】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(継続) 	検討・設計	【研究開発】事故時プラント挙動の分析																		
				検討・設計	【研究開発】シビアアクシデント解析コード高度化																		
				現場作業																			
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	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握(継続) ・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) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握(継続) ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討(継続) ・機械物性評価(U-Zr-O)(継続) ・福島特有事象の影響評価(海水塩・B4C等との反応生成物)(継続) 	検討・設計	【研究開発】模擬デブリを用いた特性の把握 ・模擬デブリ作製条件検討、MCCIデブリ条件・計画検討																		
				検討・設計	【研究開発】デブリ処置技術の開発																		
				現場作業																			
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ管理	燃料デブリ臨界管理技術の開発	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ臨界管理技術の開発(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【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																			
燃料デブリ取り出し準備	燃料デブリ管理	燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発(継続) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○【研究開発】燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発(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																			

追加

MAAP高度化プロジェクト会議
(3/11,12)

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

国プロ「原子炉格納容器の水張りに向けた調査・補修 (止水)技術の開発」(調査)等の成果活用について

平成26年2月27日

東京電力株式会社

目次

- 1 . P C V 下部 (地下階) 調査
 - (1) P C V 下部 (地下階) の止水工法 P 3
 - (2) P C V 下部 (地下階) 調査箇所 P 4
 - (3) 【対象】の調査 P 5 , 6
 - (4) 【対象】の調査 P 7 , 8
- 2 . P C V 上部 (地上階) ペネ等調査 P 9
- 3 . トーラス室・三角コーナー壁面調査 P 1 0
- 4 . 調査計画・実績
 - (1) 調査計画・実績〔1号機〕(案) P 1 1
 - (2) 調査計画・実績〔2号機〕(案) P 1 2
 - (3) 調査計画・実績〔3号機〕(案) P 1 3

1. (1) PCV下部(地下階)の止水工法

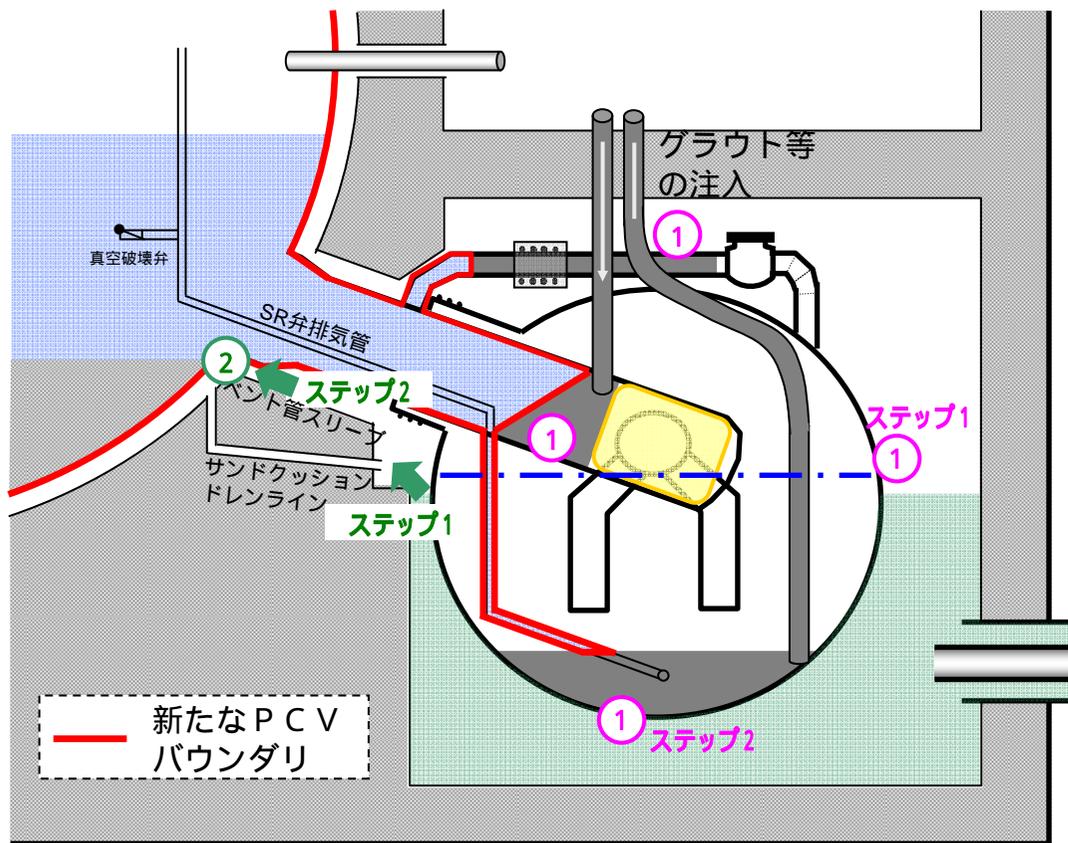
国P Jにおいて以下の止水工法について検討。

	ジェットデフでの止水	ベント管での止水	ダウンカメラでの止水	トラス室での止水
イメージ図	<p>新たなPCVバウンダリ</p>	<p>新たなPCVバウンダリ グラウト等の注入 袋のようなものを膨らませて栓をする SR注水装置</p>	<p>新たなPCVバウンダリ グラウト等の注入 SR弁 排気管</p>	<p>新たなPCVバウンダリ グラウト等の注入</p>
机上検討	<p>グラウトの注入管をジェットデフにアクセスさせることが困難 成立性が低い</p>	<p>R / B 1階からグラウト等の注入管をアクセスさせることが可能であり、成立の可能性有り</p>		<p>成立の可能性有るが、バウンダリが最も大きくなる(系統側もバウンダリとなる) ベント管ベローズ、真空破壊ラインベローズ(1号機)まで止水材を充填する必要あり</p>
要素試験	-	<p>要素試験により、止水の可能性を確認 今年度1 / 2モデル試験他を実施予定</p>	<p>要素試験により、止水が難しいことを確認(下流側からの止水が困難)</p>	<p>漏えい箇所を流れの下流側から止水する必要があり、今年度に要素試験を実施して確認予定</p>
評価	-	<p>単独での工法の成立性も期待でき、止水工法のベースとして検討</p>	<p>単独での工法の成立性は低いが、ベント管での止水との組合せについて検討</p>	<p>ベント管での止水が成立しない場合のバックアップとして引き続き検討</p>

以上より、PCV下部(地下階)はベント管での止水をベースとした工法を優先的に検討していくこととし、並行して止水に向けた調査を実施中。

1. (2) PCV下部(地下階) 調査箇所

ベント管での止水をベースとした工法の成立性を確認するため、対象 と の調査を計画。



ベント管止水工法イメージ図

【対象】

止水材を充填するS/C下面、ベント管および真空破壊ライン(1号機のみ)について、グラウト等の注入に影響のある損傷等の有無を確認する

《充填可否の確認》

S/C下面については2ステップの調査計画

ステップ1: S/C内水位測定
(S/C下部の開口面積を推定)

ステップ2: 止水材を充填する箇所の調査

【対象】

D/W側のバウンダリ健全性確認を行い、D/W側の追加補修等の対策の必要性を判断する
《漏えい有無の確認》

ステップ1: ベント管下部周辺調査
(D/W側の損傷の可能性確認)

ステップ2: D/W損傷箇所調査

2ステップの調査計画をしている対象箇所については、ステップ1の調査の結果をもってステップ2の調査要否の判断を行う

1. (3) 【対象】の調査(1/2)

【対象】止水材を充填するS/C下面等

- ・真空破壊ライン(1号機)

真空破壊ライン(1号機)について、グラウト等の注入に影響のある損傷等の有無を確認する(図中A)

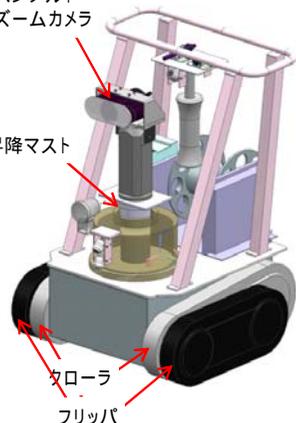
<確認方法>

- 1号機: S/C上部調査ロボット(国P J)
- 2, 3号機: 真空破壊ラインなし

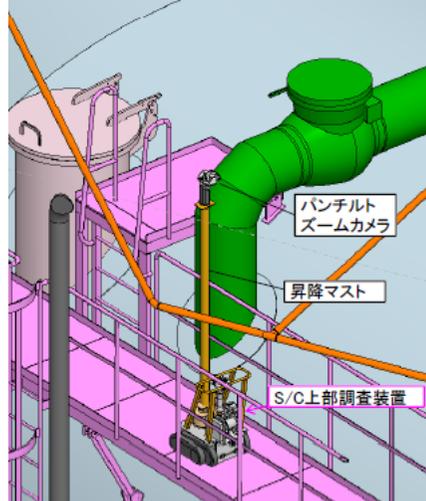
S/C上部調査ロボット

パンチルト
ズームカメラ

昇降マスト



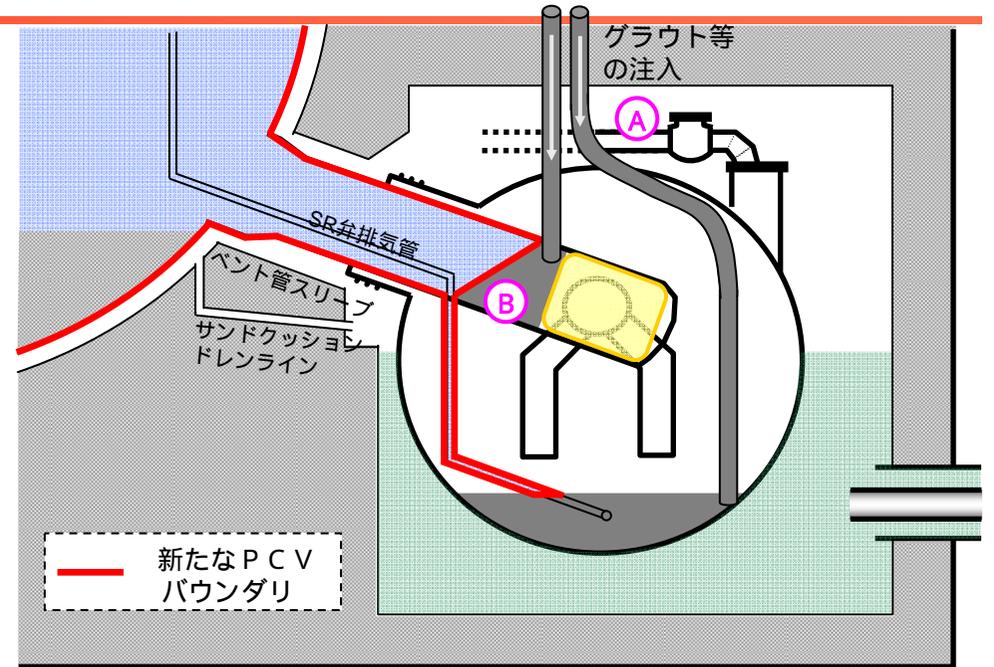
ワローラ
フリッパ



パンチルト
ズームカメラ

昇降マスト

S/C上部調査装置



新たなPCV
バウンダリ

- ・ベント管(S/C内部)

ベント管(S/C内部)について、グラウト等の注入に影響のある損傷等の有無を確認する(図中B)

<確認方法> グラウト注入前にカメラにより目視確認

止水材の充填に影響のある損傷等の有無

有

無

PCV下部
止水へ

代替工法を
含め検討

1. (3) 【対象】の調査(2/2)

【対象】止水材を充填するS/C下面等

・S/Cシェル(下部)

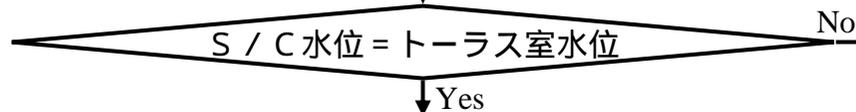
【ステップ1】S/C内の水位から、S/C下部の開口面積を推定し、止水材の充填可否を判断する
(S/C水位=トラス室滞留水水位の場合、止水材の充填に支障のある開口が存在する可能性あり)

PCV内圧を考慮しない場合

<確認方法>

2号機：S/C内水位測定(遠隔技術TF)(実施済み)

1, 3号機：S/C内水位測定または漏水部調査で判断

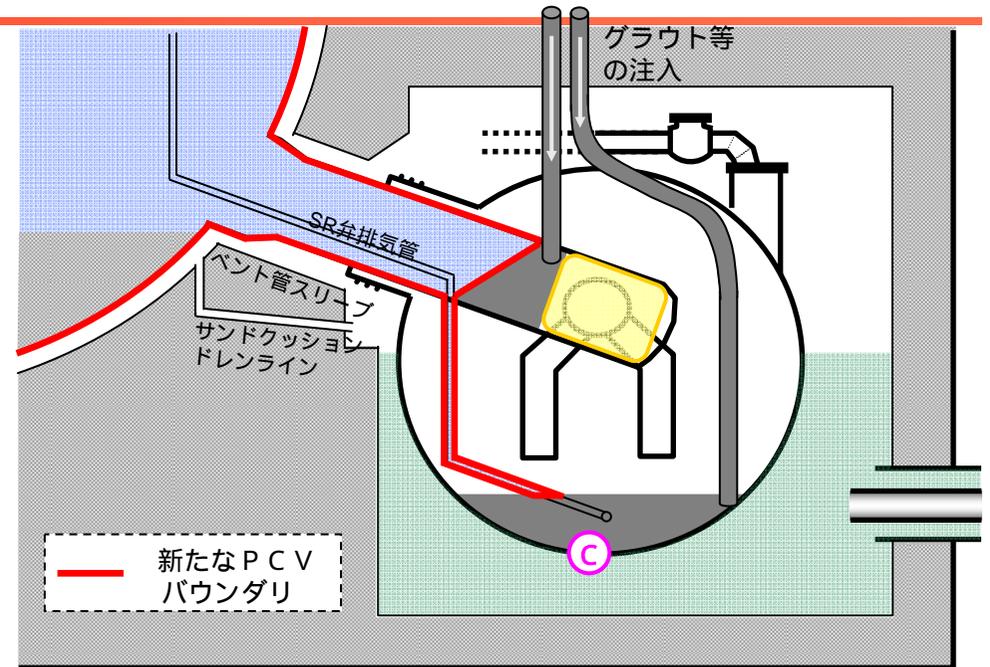
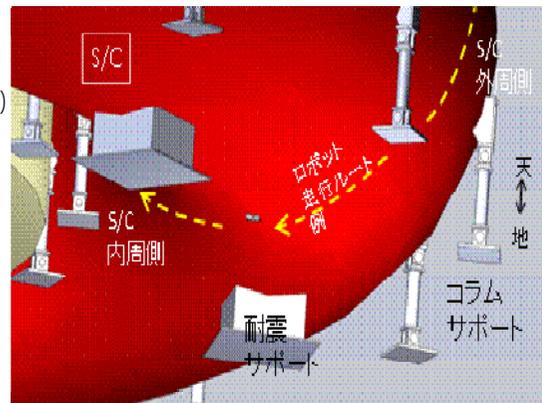
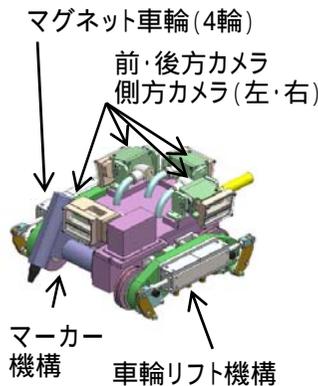


【ステップ2】S/Cシェル(下部)について、グラウト等の注入に影響のある損傷等の有無を確認する(図中C)

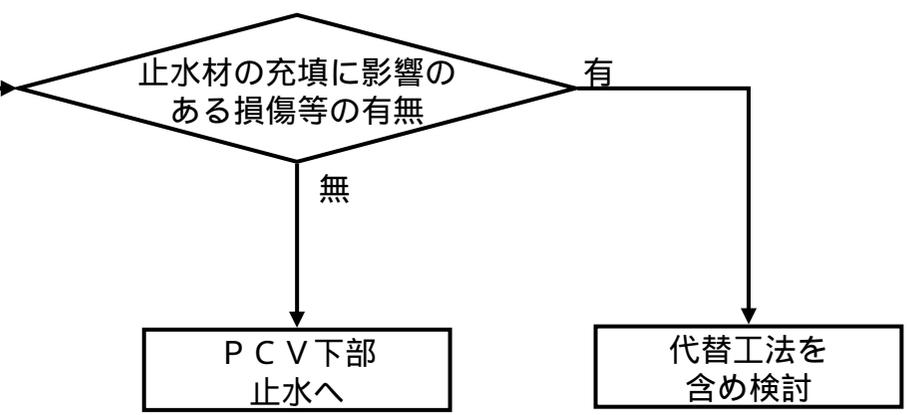
<確認方法>

S/C下部調査ロボット(国PJ)

S/C下部調査ロボット



— 新たなPCV
パウンダリ



1. (4) 【対象】の調査(1/2)

【対象】D/W側のバウンダリ健全性確認
 (溶融燃料デブリのPCVシェルアタックを想定)

【ステップ1】ベント管下部周辺調査(ベント管スリーブおよびサンドクッションドレン管からの水の滴下等の有無を確認(図中D))

<確認方法>

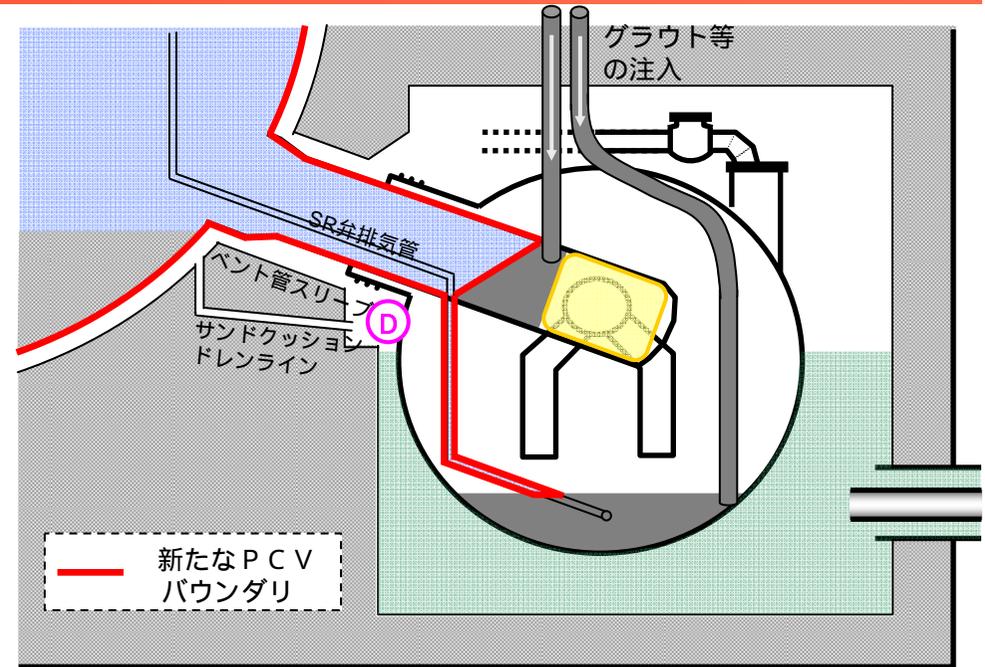
1号機: 水上ROV(遠隔技術TF)(実施済み)

2号機: 4足歩行ロボット(実施済み)

3号機: 4足歩行ロボットでの調査を検討中

サンドクッションドレンライン調査装置(国PJ)

サンドクッションドレンラインが水没していた場合



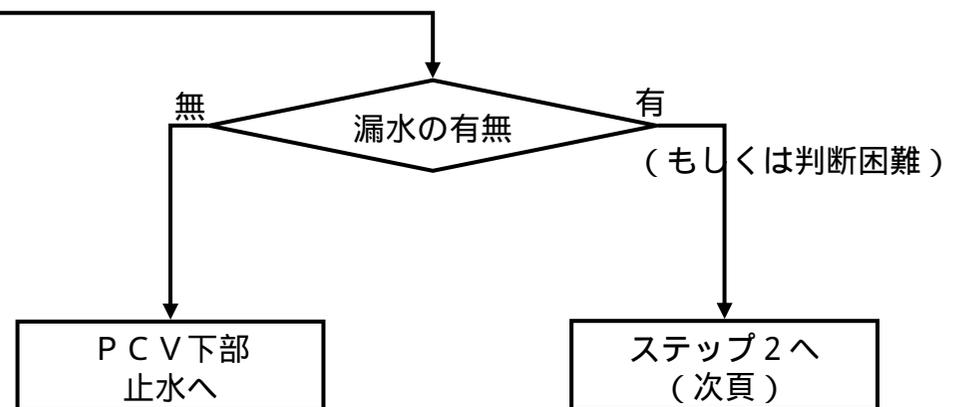
水上ROV



4足歩行ロボット



サンドクッション
ドレンライン調査装置



1. (4) 【対象】の調査(2/2)

【対象】 D/W側のバウンダリ健全性確認
(溶融燃料デブリのPCVシェルアタックを想定)

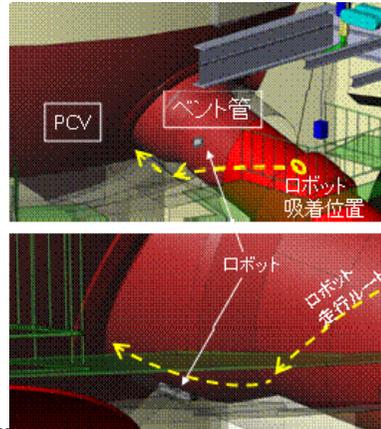
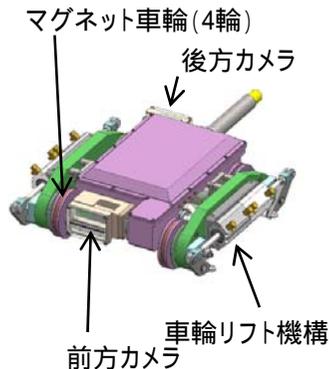
【ステップ2】 D/W損傷箇所調査(図中E)

- 1号機：ステップ1調査にて漏水を確認したため、以下の調査を計画
- 2号機：ステップ1調査により不要
- 3号機：ステップ1調査を踏まえ実施判断

<確認方法>

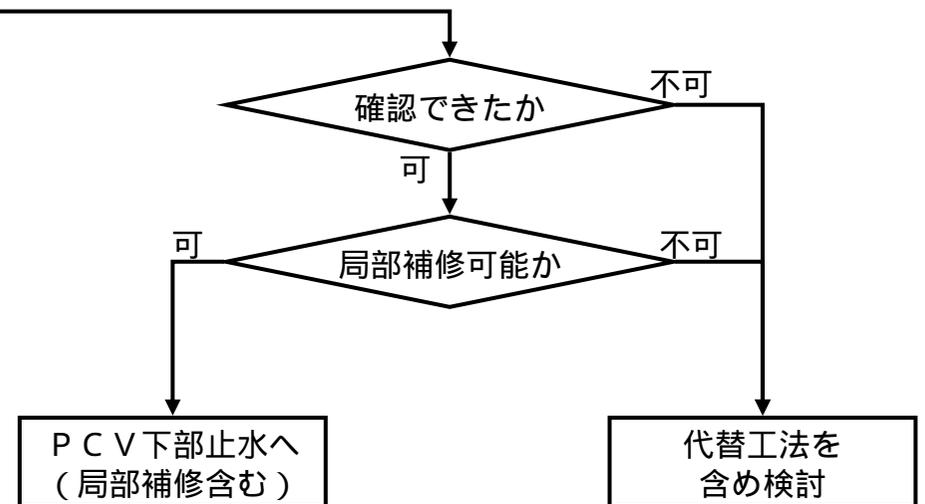
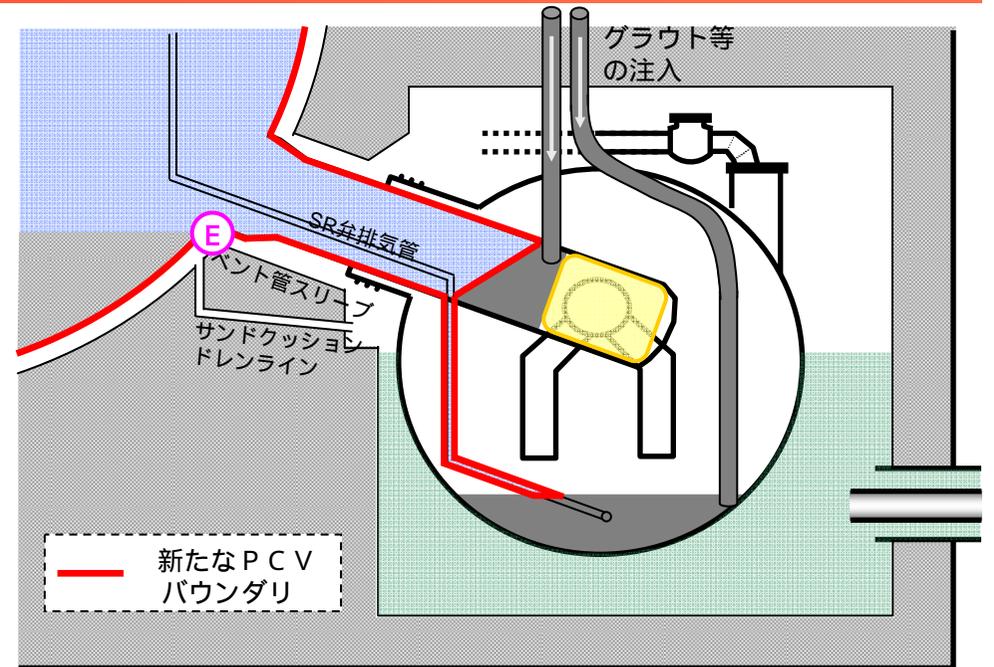
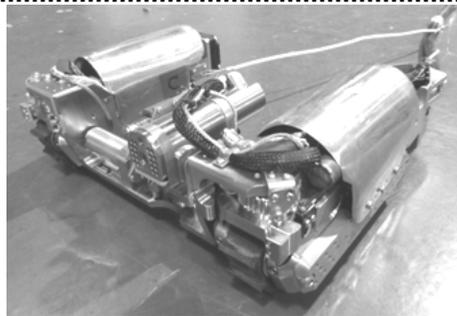
D/W外側からの調査：ベント管接合部調査ロボット(国PJ)

ベント管接合部調査ロボット



D/W内側からの調査：PCV内部調査装置(国PJ)の改良を検討

PCV内部調査装置の改良
(PCV内部調査PJ)



2 . P C V 上部 (地上階) ペネ等調査

P C V 上部ペネ等の調査【対象】

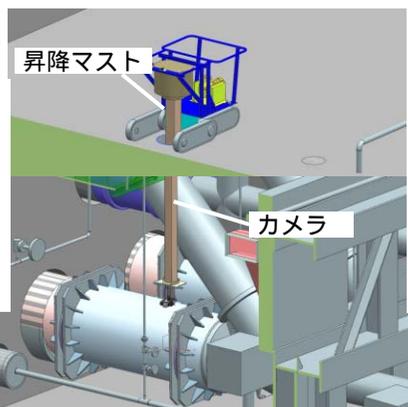
【調査1】 損傷の可能性も高く P C V 水張り後に漏水の可能性が否定できないハッチ・貫通部ペロー等について状況を確認する。

【調査2】 損傷の可能性が低く P C V 水張り後も漏水の可能性が低い貫通部ペネ (直管) について、健全であることを確認する (代表箇所) 。

< 確認方法 >

1 ~ 3号機:

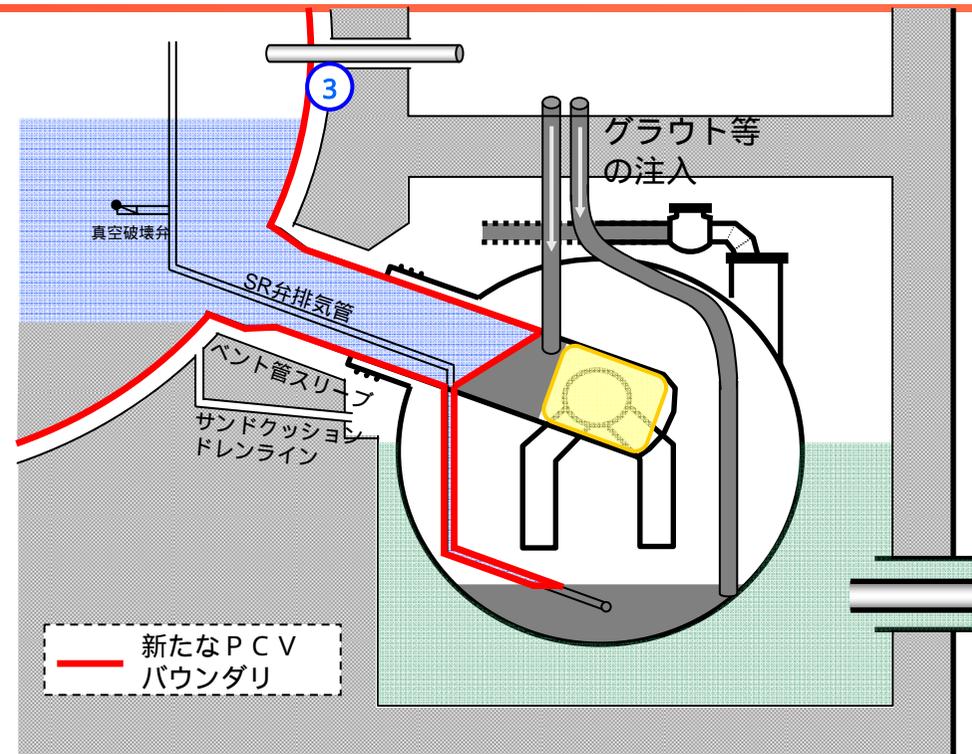
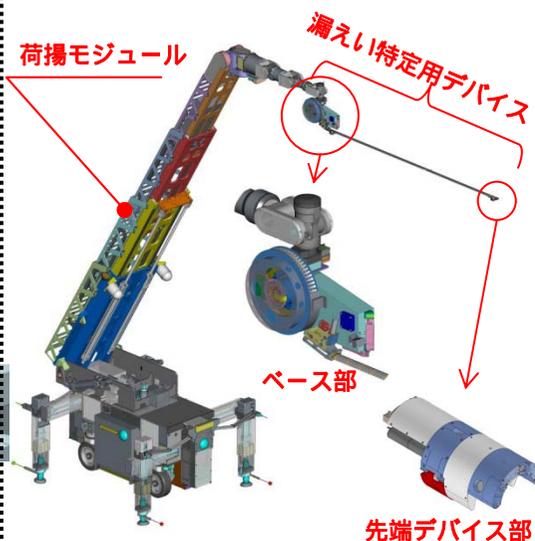
D / W 狭隘部調査ロボット
(国 P J)



< 確認方法 >

1 ~ 3号機:

D / W 開放部調査ロボット
(国 P J (台車は N E D O))



補修可否

不可

可

【調査2】は損傷していた場合
(健全な場合は P C V 上部補修へ)

P C V 上部補修へ

代替工法を
含め検討

3. トーラス室・三角コーナー壁面調査

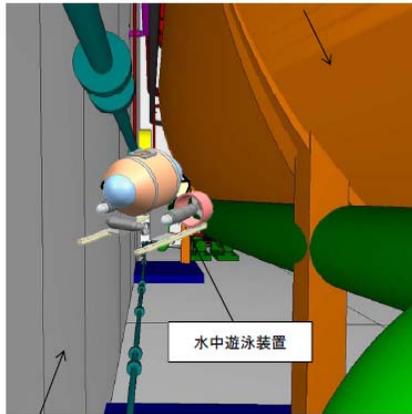
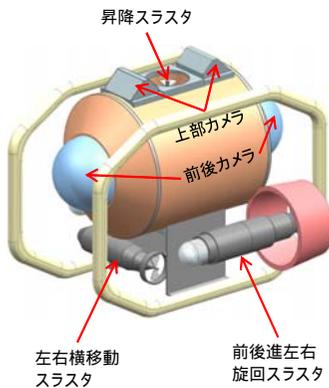
隣接建屋に接するR / B壁面【対象】

R / Bと隣接するT / BおよびRw / Bへの漏水状況（損傷状況等）を把握するため、隣接建屋に接するR / B壁面の調査を行う

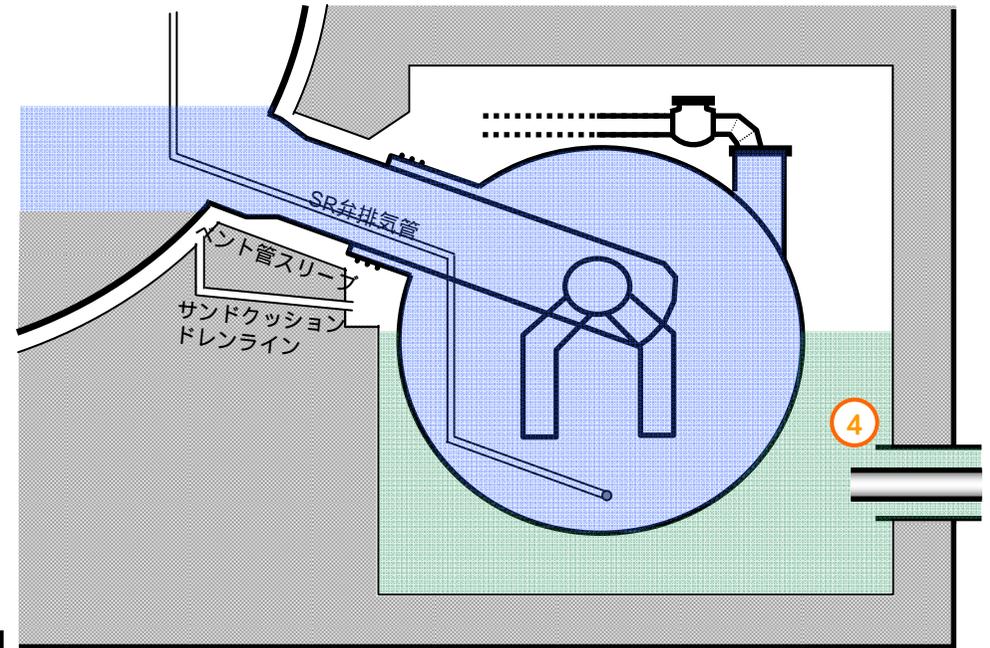
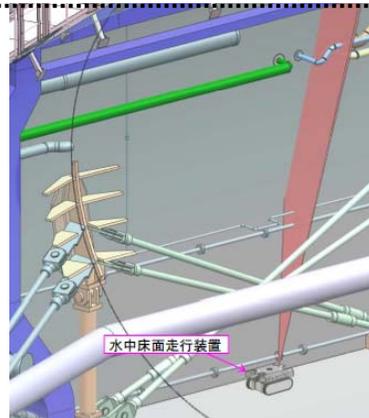
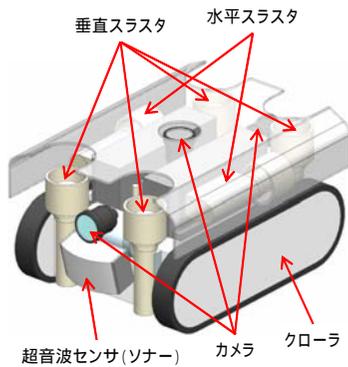
< 確認方法 >

1 ~ 3号機：トーラス室水中壁面調査ロボット（国P J）

水中遊泳ロボット



床面走行ロボット



漏水状況（損傷状況等）を把握

壁面止水する場合の止水方法検討に反映（グラウト埋設、個別補修等）

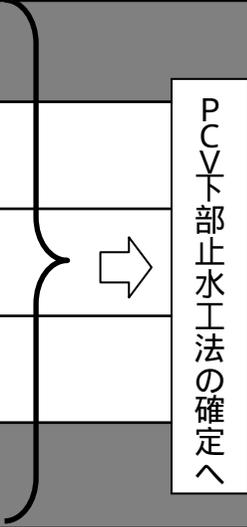
4 . (1) 調査計画・実績〔 1号機 〕 (案)



分類	調査	対象	~ 2013年度	2014年度	2015年度	2016年度 ~	
線量低減 PCV止水	干渉物調査(1F・地下階)	-			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">PCV止水作業へ反映</div>		
PCV 下部止水	1.PCV下部 地下階)調査	S/C上部調査		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">PCV等調査作業へ反映</div>			
		S/C内水位測定	対象				
		S/C下部調査		<div style="border: 1px solid pink; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">S/C上部構造物より 漏水が無い場合</div>	<div style="border: 1px solid pink; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">開口面積大の可能 性がある場合</div>		
		ベント管下部周辺調査					
		ベント管接合部調査	対象				
		PCV内部調査					
燃料デブリ 取出・冷却						<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">PCV下部止水工法の確定へ</div>	
PCV 上部補修	2.PCV上部(地上階)調査	対象					
建屋壁面	3.トラス室・三角コーナー 壁面調査	対象			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">壁面止水対策検討に反映</div>		

4 . (2) 調査計画・実績〔 2号機 〕 (案)


 ・・・・実績
 ●—●・・・計画
 (表中の ■ は調査対象外)

分類	調査	対象	～2013年度	2014年度	2015年度	2016年度～	
線量低減 PCV止水	干渉物調査(1F・地下階)	-		 → PCV止水作業へ反映			
PCV 下部止水	1.PCV下部(地下階)調査	S/C上部調査		 ↓ PCV等調査作業へ反映			
		S/C内水位測定	対象	 (開口大の可能性有り)			
		S/C下部調査					
		ベント管下部周辺調査	対象	 (漏水無し)			
		ベント管接合部調査					
燃料デブリ 取出・冷却	-	-		 —●			
PCV 上部補修	2.PCV上部(地上階)調査	対象					
建屋壁面	3.トラス室・三角コーナー 壁面調査	対象		 → 壁面止水対策検討に反映			

4 . (3) 調査計画・実績〔 3号機 〕 (案)



分類	調査	対象	~ 2013年度	2014年度	2015年度	2016年度 ~	
線量低減 PCV止水	干渉物調査(1F・地下階)	-		●-----●	⇒ PCV止水作業へ反映		
PCV 下部止水	1 . PCV下部 地下階)調査	S/C上部調査			↓ PCV等調査作業へ反映		
		S/C内水位測定	対象		●-----●	開口面積大の可能性 がある場合	
		S/C下部調査			●-----●		
		ベント管下部周辺調査			●-----●		
		ベント管接合部調査	対象			●-----●	⇒ PCV下部止水工法の 確定へ
		PCV内部調査				●-----●	
燃料デブリ 取出・冷却	PCV内部調査				●-----●		
PCV 上部補修	2 . PCV上部(地上階)調査	対象				●-----●	
建屋壁面	3 . トーラス室・三角コーナー 壁面調査	対象			●-----●	⇒ 壁面止水対策検討に反映	

MSIV室のベロー等から漏水している場合は、S/C水位も高くS/C開口面積大の可能性はないため、水位測定しない場合有り

ベント管スリーブもしくはサンドクッションドレンラインから漏水が確認された場合

国プロ「原子炉格納容器内部調査技術 の開発」の成果活用について

平成26年2月27日

東京電力株式会社



東京電力

TEPCO

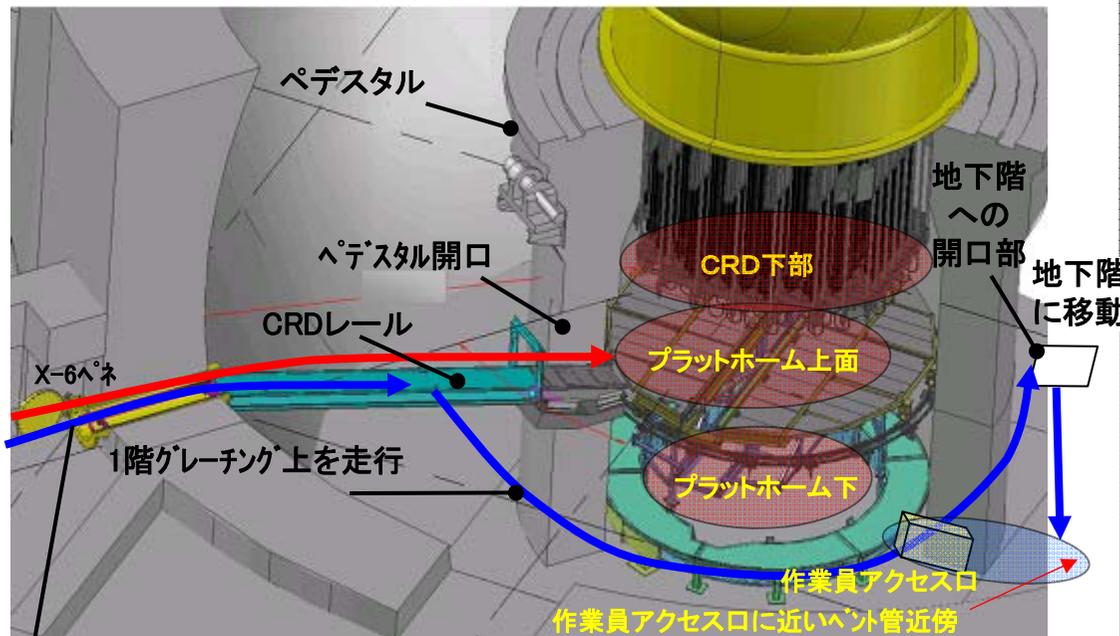
IRID

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. PCV内部調査の目的

燃料デブリの取出しに先立ち、燃料デブリの位置などPCV内の状況を把握することが重要であり、PCV内の状況を把握するための調査技術の開発を目的とする。

調査対象部位およびアクセスイメージ(2号機の例)※1



CRDレールを介しペDESTAL開口部につながる貫通口。PCV内部調査の主要アクセスルート

※1 本アクセスルートは、今後の検討により変更の可能性あり

- 【ペDESTAL内部】**
- 調査対象部位
 - ・ プラットホーム上面、CRD下部
 - ・ プラットホーム下
- 調査対象部位へのアクセス →
- ・ ペDESTAL開口部からアクセス

- 【ペDESTAL外部】**
- 調査対象部位
 - ・ 作業員アクセス口 (ペDESTAL内と外の開口)
 - ・ 作業員アクセス口に近いベント管近傍
- 調査対象部位へのアクセス →
- ・ 1階グレーチング上を走行、地下階への開口部より、地下階に移動しアクセス

2. PCV内部調査装置の開発における課題

①限られた貫通口(ペネトレーション)からのアクセス

小口径配管からの進入、狭隘空間・障害物がある状態でのアクセス性能が要求される。

②過酷環境

高線量／高湿度環境で、かつ暗闇・蒸気等による視界不良状態である。

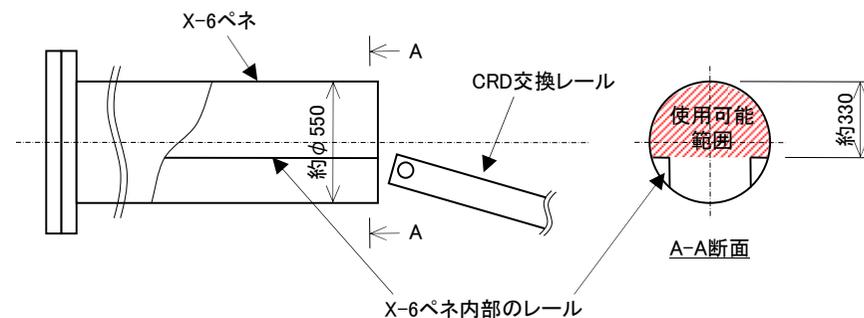
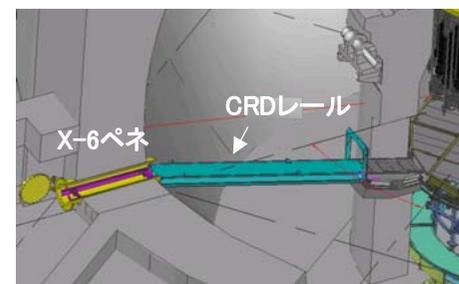
③不確定な内部状況

内部の情報(環境等)が得られている範囲が限定的である。

【X-6ペネからアクセスした場合の装置仕様(案)】

項目	仕様	備考
装置サイズ (挿入時)	幅方向: 550mm以下 高さ方向: 250mm以下	X-6ペネの寸法制約
耐放射線性 (線量率)	100Gy/h以上	既調査結果から想定 (2号機: 最大72.9 Sv/h)
耐放射線性 (累積線量)	1000Gy以上	10時間以上の調査を 想定
耐熱性能	50°C以上	既調査結果から想定
耐水性能	IP68相当	気中、水中の両環境 での使用を想定
計測器搭載 機能	カメラ, デブリ計測器, 温 度計, 線量計を搭載可能 なこと	計測装置は20kg以下 を想定

X-6ペネ概略形状 (2号機の例)



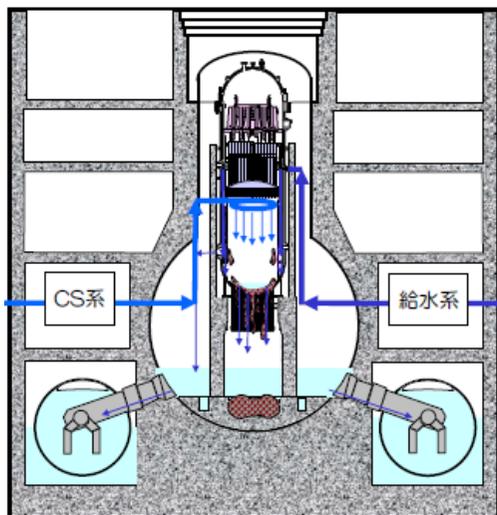
3. 各号機貫通口のこれまでの調査状況

	1号機	2号機	3号機
配置図			
X-6ペネ以外からのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ X-100Bペネ（Φ100mmの穴開け）からペネ出口近傍、滞留水水位の確認等）を実施(2012.10.9～13) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ X-6ペネ近傍のX-53ペネ（Φ50mmの穴開け）からペDESTAL開口部近傍までの画像を取得(2013.7.31～ 8.12) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1階（北西エリア）の除染後（2014.4）に現場調査を行い実施方針を決定
X-6ペネからのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高線量のためアクセス不可（線量低減・遮へいによるアクセス可能時期は最短で2015/下の見込み） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査装置の開発中 	<ul style="list-style-type: none"> ・ X-6ペネは水没の可能性あり。（PCV内水頭圧測定値より推定）

4. 各号機のアプローチ

1～3号機の炉心・PCVの状況推定(*1)より、開発方針を以下に設定

【1号機】

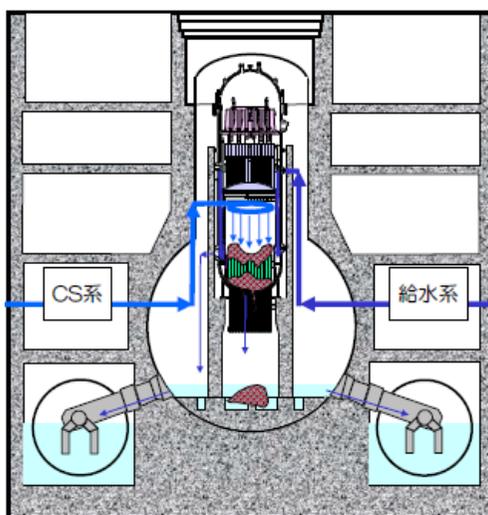


・溶融した燃料は、ほぼ全量がRPV下部プレナムへ落下

⇩ 調査方針

・燃料デブリがペDESTAL外側まで広がっている可能性があり、ペDESTAL外側の調査を優先して開発を推進する

【2号機】

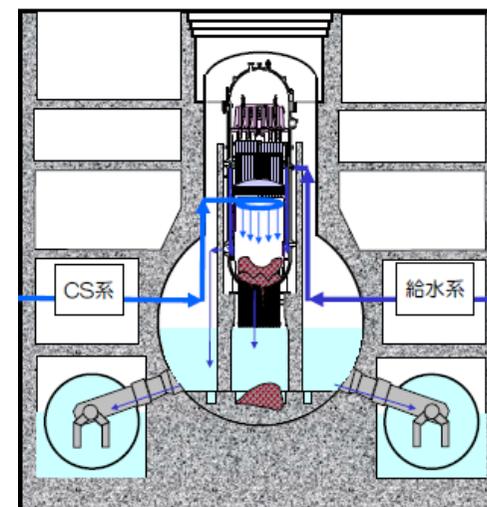


・溶融した燃料のうち、一部はRPV下部プレナムまたはPCVペDESTALへ落下。燃料の一部は元々の炉心部に残存

⇩ 調査方針

・1号機と比べると、燃料デブリがペDESTAL外側まで広がっている可能性は低く、ペDESTAL内側の調査を優先して開発を推進する
 ・尚、3号機はPCV内の水位が高く、1・2号機で使用予定のペネが水没している可能性があり、別方式を検討する必要がある。

【3号機】



*1：【出展元】東京電力ホールディングス（平成25年12月13日）「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討第1回進捗報告」より抜粋

5-1. 1号機の進め方

【調査対象部位】: ペDESTAL(外)地下階 作業員アクセス口近傍

【調査及び装置開発ステップ】

B1→B2→B3の順で段階的にペDESTAL外からの調査を進める。

(1) 接近可能なX-100B(Φ100mm)からの調査(～2016年度)

- ① ペDESTAL外1階グレーチング上の調査(CRDレール使用可否の調査等)を計画。: B1
- ② 2013/11の水素ボートによるトラス室調査結果を受け、ペDESTAL外地下階及び作業員アクセス口の映像取得に特化した調査の追加を計画中(止水工法検討に大きく影響)。: B2

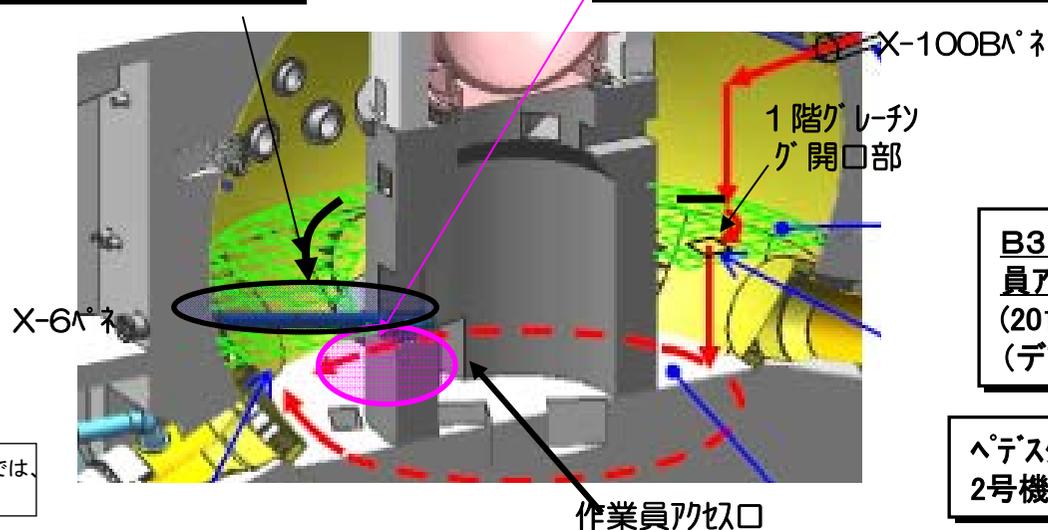
(2) X-6からの調査(2016～2017年度)

- ① デブリ形状計測装置を搭載し更なる状況把握を行なう。: B3

追加を検討中

B1. ペDESTAL外1階グレーチング上状況調査
(2014年度/下予定): X-100Bパネ使用

B2. ペDESTAL外地下階及び作業員アクセス口状況調査
(2015～16年度計画中): X-100Bパネ(映像取得に特化)



B2調査の結果を踏まえ実施要否の検討

B3. ペDESTAL外地下階及び作業員アクセス口状況調査
(2016～17年度予定): X-6パネ使用
(デブリ計測装置を搭載)

ペDESTAL内部の調査については、
2号機の調査終了後の実施を検討。

現場状況、装置の開発状況次第では、
工程変更の可能性あり

5-2.1 号機 PCV内部調査装置の開発

【調査概要】

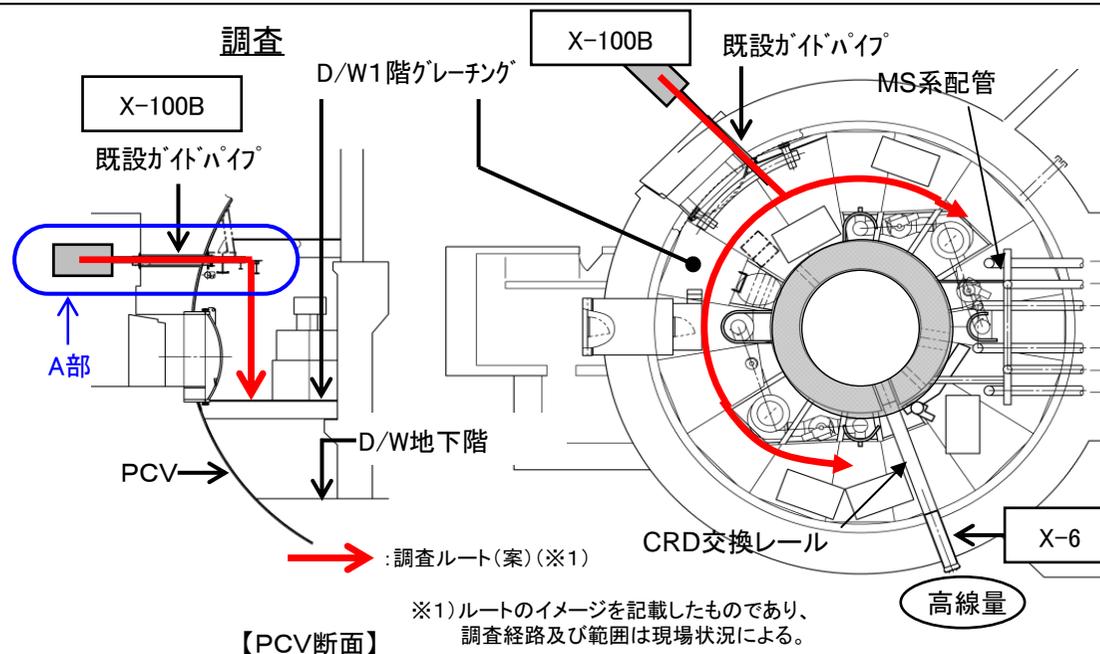
- ・ 1号機 X-100Bペネから調査装置を投入し、X-100Bから反時計回りにCRD交換レール迄、 時計回りにMS系配管迄の調査を目標(B1)とする。

【調査装置の開発状況】

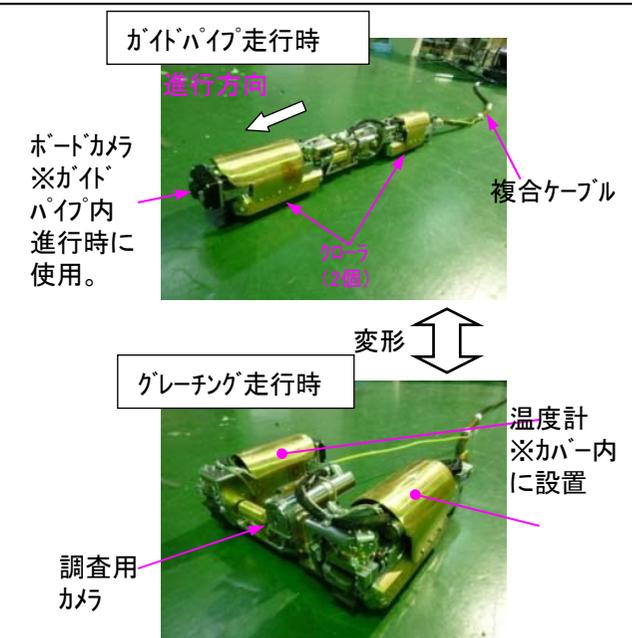
- ・ 狭隘なアクセス口(内径φ100mm)からPCV内へ進入し、グレーチング上を安定走行可能な、形状変形機構を有するクローラ型装置を開発中であり、2014年度下期に現場実証を計画。

【その他】

- ・ 1号機 水上ボートによるサンドクッションドレン管からの流水を受け新たな追加調査(B2)を計画中。
- ・ 調査装置はB1調査で開発中の形状変形クローラをベースにして、地下階アクセス仕様に改良することで、X-100Bペネから投入し、デブリの広がりが見込まれる作業員アクセス口近傍までアクセスさせることを検討中。



PCV内調査ルート(計画案)



装置の外観写真

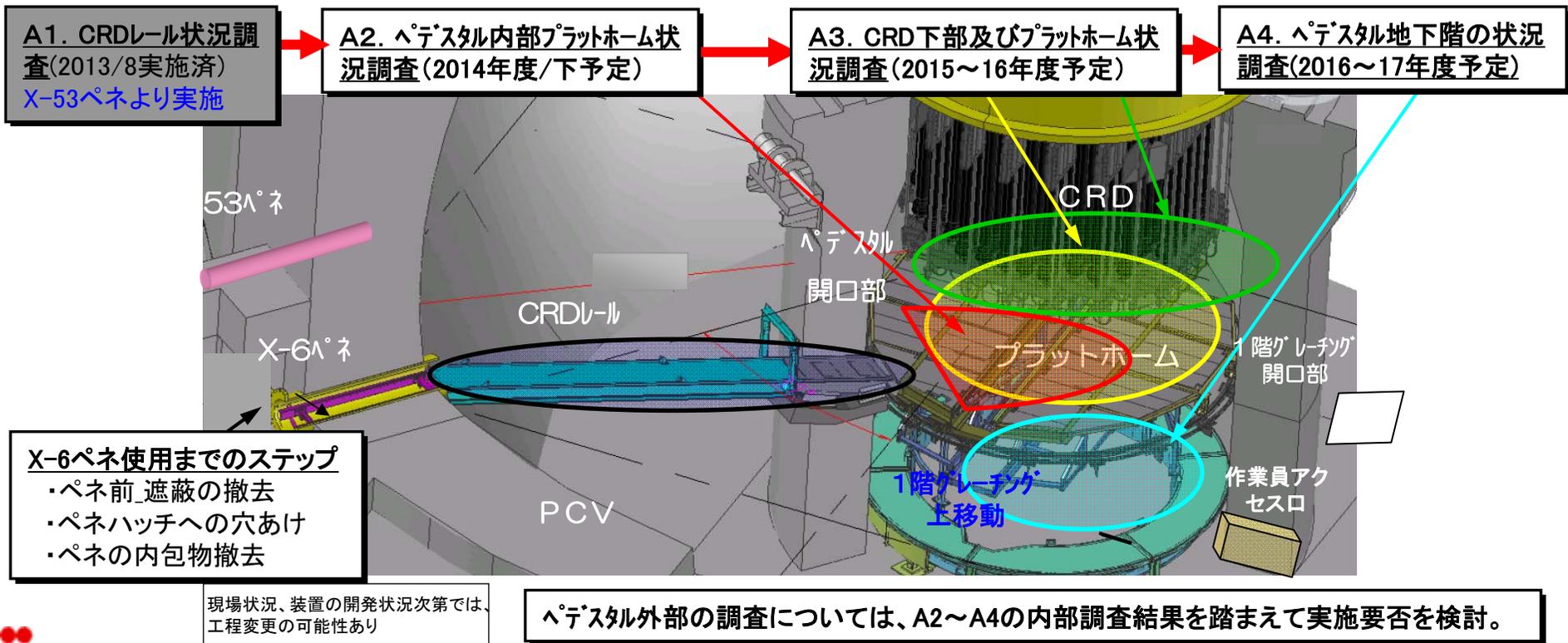
6-1. 2号機の進め方

【調査対象部位】: プラットホーム上(プラットフォーム上面, CRD下部)及び下(地下階)

【調査及び装置開発ステップ】

A1→A2→A3,A4の順で段階的に調査を進める予定

- ① CRDレール状況調査をX-53ペネより実施済: A1
- ② X-6ペネよりペDESTAL内部プラットフォーム状況調査を計画(2014年度下期)。: A2
- ③ デブリ計測装置を搭載し、CRD下部、プラットフォームペDESTAL地下階の状況調査を行う(2015~2017年度): A3,A4



6-2. 2号機 PCV内部調査装置の開発(1/2)

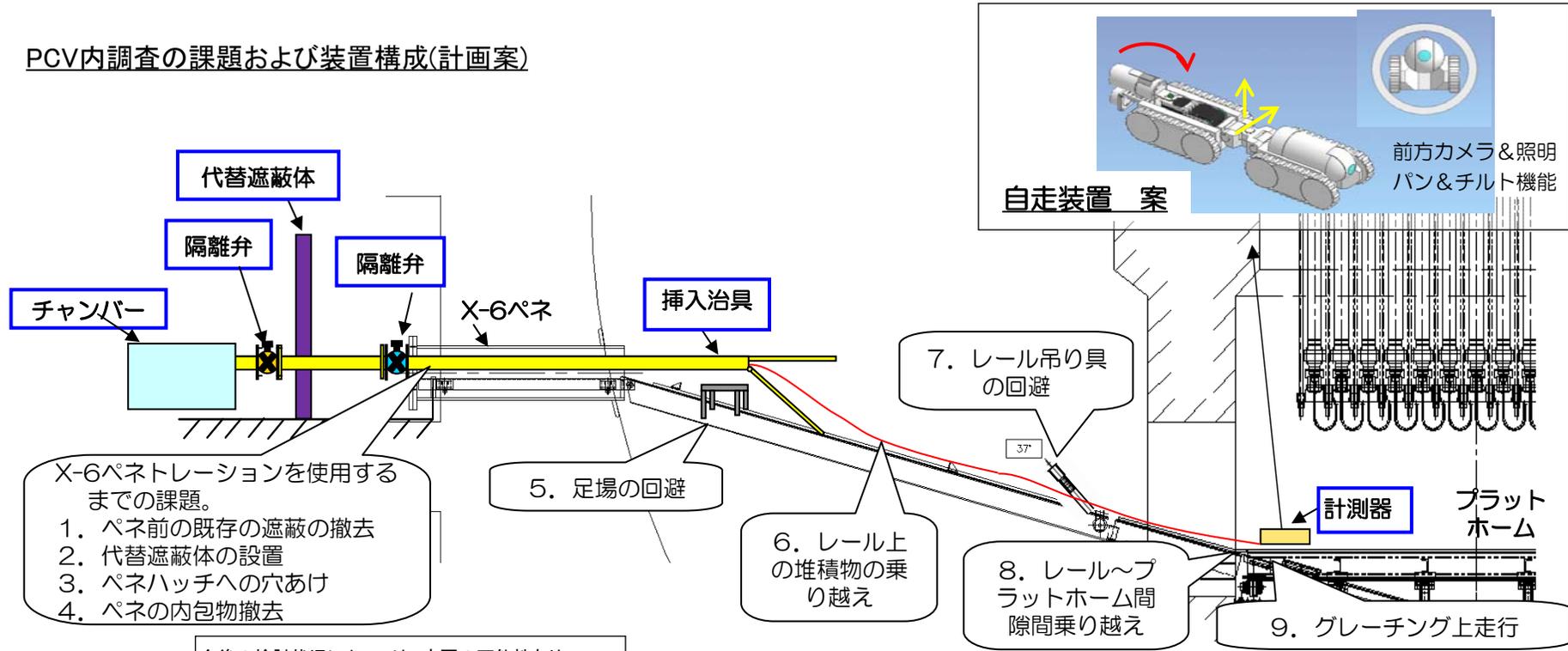
【調査概要】

- ・ 2号機 X-6ペネ貫通口から調査装置を投入しCRDレールを利用して、ペDESTAL内部プラットフォーム上に調査装置をアクセスさせ、ペDESTAL内プラットフォーム上およびCRD下部の調査(A2)を行う。

【調査装置の開発状況】

- ・ 先に実施したCRDレール状況調査(A1)で確認された課題を踏まえ、調査工法および装置設計を進めており、2014年度下期に現場実証を計画。(挿入治具と自走機能を持たせ計測器を組み合わせた装置構成を候補に検討中。)

PCV内調査の課題および装置構成(計画案)



6-3. 2号機 PCV内部調査装置の開発(2/2)

【装置概要】

- ・ X-6ペネの前に設置されている遮へいブロックを遠隔操作で取外す装置
(被ばくリスク低減の観点から代替遮へい体を設置後のブロック取り外し作業を想定)

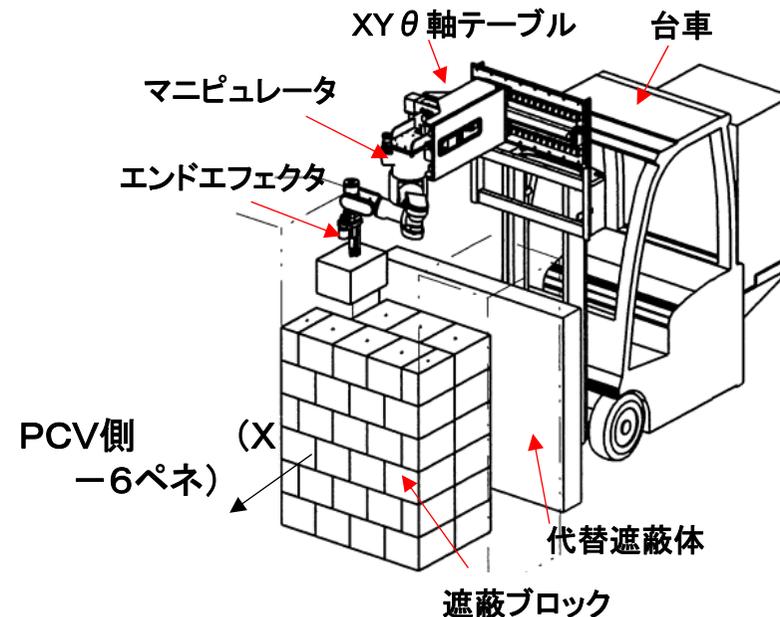
【装置開発状況】

- ・ 遮へいブロック取り外し装置の開発を進めていたが、2013/12に2号機X-6遮へいブロックの現場調査の結果、想定より、ブロック重量が大きいことなどが判明したことなどにより、装置の仕様および工法の見直しについて検討中。



遮へいブロックの
後ろ側にX-6ペネ

現場調査状況



ブロック取り外しイメージ

7. 3号機の進め方

【調査対象部位】: プラットホーム上(プラットフォーム上面, CRD下部)及び下(地下階)

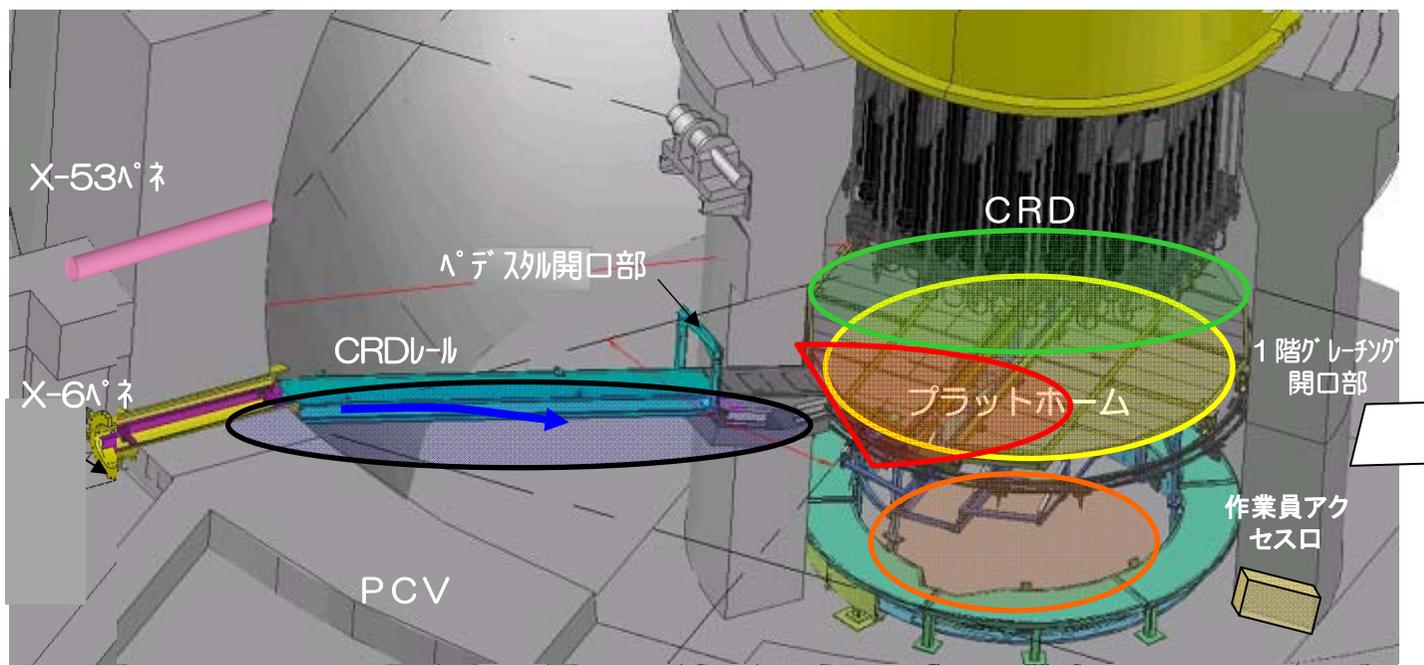
【調査及び装置開発ステップ】

(1) X-53ペネからの調査(1stエントリー)※国プロ対象外

- ・ 除染後にX-53ペネ周辺エリアの現場調査を行い、X-53からの実施方針・装置仕様を確定予定。

(2) 1stエントリー後の調査計画

- ・ X-6ペネはPCV内水頭圧測定値より推定すると水没の可能性がありアクセスが困難と想定される。
- ・ 他のペネからのアクセスの場合、「装置の更なる小型化(例: X-53ペネ内径は約Φ150mm)」、「水中を移動してペデスタル内にアクセスさせる装置の開発」が必要であり検討を行う。



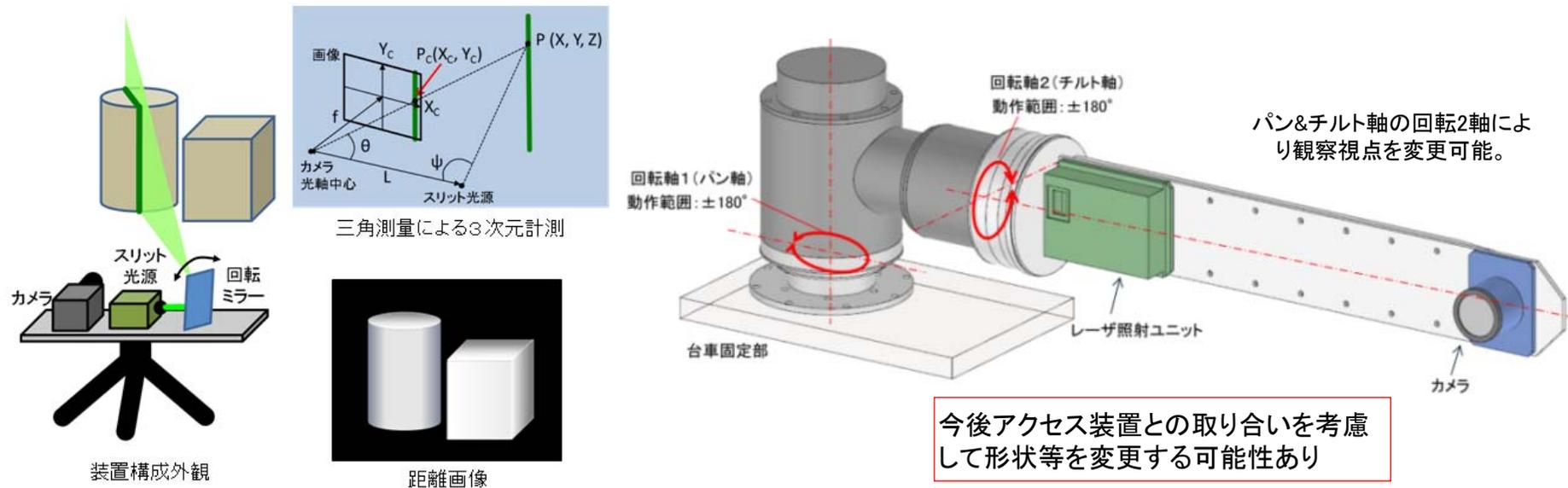
参考．デブリ計測装置の開発

【装置概要】

- ・ X-6ペネの前に燃料デブリと推定される溶融物の位置と分布を把握する計測装置を開発する。

【装置開発状況】

- ・ 開発要素は、「霧状大気中、雨滴共存大気中、水中環境下での計測性能と耐放射線性の両立」、並びにアクセス装置に搭載するための小型、軽量化と計測性能の両立」等、課題は多いことから基本設計に必要な要素試験を実施中。
- ・ 2号機、CRD下部、プラットフォームペDESTAL地下階の状況調査(A3, A4)および1号機でペDESTAL外地下階及び作業員アクセス口調査(B3)での実機適用を目標に開発を進める。



光切断方式計測原理

光切断方式によるデブリ計測装置 イメージ図

燃料デブリ取り出し代替工法 についての 情報提供の状況

2014年2月27日

国際廃炉研究開発機構(IRID)

情報提供依頼(RFI)の目的

- IRIDでは、経済産業省より「燃料デブリ取出し代替工法の検討のための技術調査事業」を受託しており、本技術調査事業の一環として情報提供依頼(RFI)を実施。
- 本RFIは、中長期ロードマップの記載*1に従い、燃料デブリ取出しに向けた代替工法を検討し、そのために必要となる技術を特定する際に、関連する情報を産業界、学界及び政府系機関等から広く求めるもの。
- 収集した情報は、今後行われる概念検討(C/S) や、技術的なフェージビリティ調査(F/S)*2に活用される。
- また、本RFIが世界各国の関係者との協働と連携の機会となることも期待。

*1:「過酷な事故の影響を受けた原子炉格納容器の上部まで冠水させるための技術は、多段階で難しい課題を抱えており、原子炉格納容器上部まで冠水することが困難となる場合も想定される。このため、原子炉格納容器に水を張らずに燃料デブリを取り出す代替工法についても併せて検討を進めていく。」(中長期ロードマップより)

* 2:政府予算の状況によるが、2014年の春/夏頃に開始される予定。

RFIの内容

トピックA: PCV/RPV内部調査

-A-1:概念検討 (以下、例)

- ① カメラ等の調査装置の内部への挿入方法
 - a. 配管/ペネトレーション等の既存の貫通孔の活用
 - b. 新たな貫通孔の穿孔
 - c. 作業員の被ばく低減の観点から考えた、貫通部の遮蔽方法及び機器操作方法
- ② 外部からの測定による燃料デブリ位置の推定方法等

-A-2:必要とされる技術 (以下、例)

- ① 高度計測技術 (カメラ、線量計、温度計等)
 - a. 高性能光学機器 (カメラ等)、その他の計測技術 (超音波、レーザー等)
 - b. 計測機の制御技術、情報伝送技術
- ② 炉内にある物質が燃料デブリか否かを判別するための技術

トピックB: 燃料デブリ取り出し

-B-1:概念検討 (以下、例)

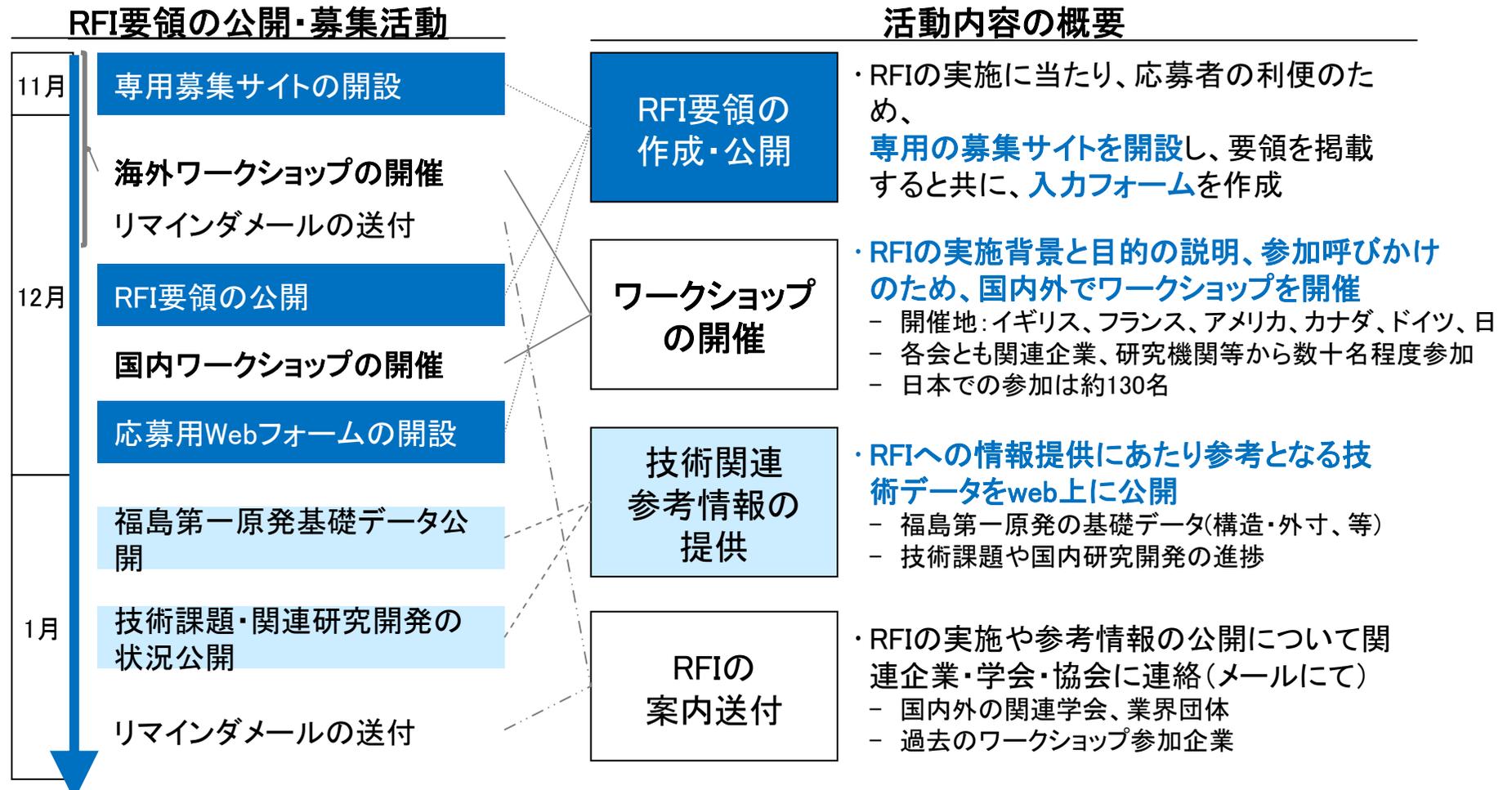
- ① PCV上面から燃料デブリへ水中でアクセス
 - ② PCV上面から燃料デブリへ気中*1でアクセス
 - ③ PCV側面から燃料デブリへ気中*1でアクセス
 - ④ PCV下面から燃料デブリへ気中*1でアクセス
- *1 部分的冠水を含む

-B-2:必要とされる技術 (以下、例)

- ① 燃料デブリ取り出しに関する技術 (切り出し、吸引)
- ② 長い距離でも制御能力に優れる遠隔操作型のマニピュレーター等の機器・装置
- ③ 高線量の燃料デブリからの遮蔽技術
- ④ 高放射線環境下で作動する装置・設備
- ⑤ 横からまたは下部からのアクセスを実現するために建屋コンクリート、PCVの穴を開けるための機器・装置
- ⑥ PCV/RPV中で取出し前に燃料デブリを安定保管する技術

RFI要領の公開と募集活動の経緯

2013年秋より、RFI要領の公開、検討に必要な参考情報の提供とともに、周知・募集活動を実施した。



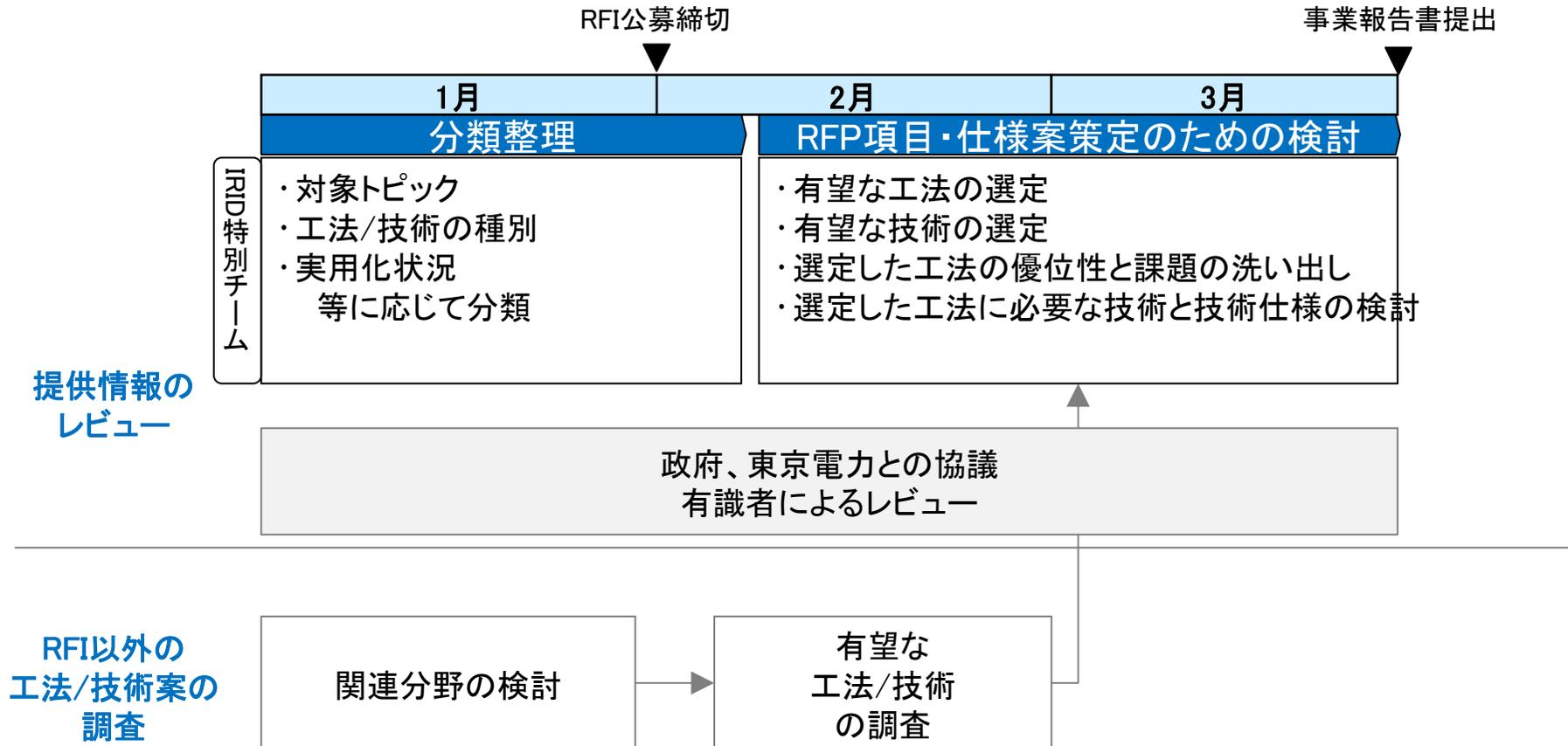
情報提供の状況

提供頂いた情報194件中、海外からの応募が約4割を占めた。

RFIの募集分野	合計	国別内訳								
		日	米	英	独	仏	ベルギー	加	露	
PCV/RPV内部調査 トピックA	A-1: 概念検討	33	20	7	3	-	2	-	1	-
	A-2: 必要とされる技術	58	32	6	10	6	2	2	-	-
燃料デブリ取り出し トピックB	B-1: 概念検討	43	23	8	3	2	5	-	1	1
	B-2: 必要とされる技術	60	41	7	3	4	2	2	-	1
合計(情報件数)		194	116	28	19	12	11	4	2	2
合計(組織・機関数)*		95	61	13	8	4	4	1	2	2

代替工法のレビューのプロセス

提供情報を分類整理し、政府や東京電力との協議および有識者によるレビューを踏まえ、
工法の概念検討や技術のFSに向けたRFP項目・仕様案の策定につなげる
(国の予算の状況に応じ、RFP実施内容・時期・規模等を検討)



燃料デブリ取り出し代替工法についてご提供いただいた情報の分類とキーワード

トピックス	大分類	No.	中分類	提案件数 ^{*1}	キーワード	
A: PCV/RPVの内部調査	A-1: 概念検討	1	上部(新たに穿孔して)	1	コアボーリング、SFPアクセス	
		2	側面(既存のペネを通して)	7	内視鏡、3Dカメラ、放射線検出器、GM、プラズマ切断、空気圧式切削工具、電気切削工具、マニピュレータ、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)、スネークアーム、水中からのアクセス、潜水艦型ハッチ、エアロック	
		3	側面(新たに穿孔して)	4	遠隔操作、マニピュレータ、ロングリーチデコミ、除染、ボーリング、高放射性設備、過去の経験	
		4	側面	3	ミュオン、γ線、X線、超音波	
		5	下部	1	音波	
	A-2: 必要とされる技術	直接測定	6	放射線	8	中性子、γ線カメラ、スネーク型ロボット、SiC半導体測定器、放射線強度マッピング、分光計、ダイヤモンドセンサ、耐放射線センサ、センサアセンブリ
			7	熱	1	崩壊熱
			8	元素分析	1	レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)、パルスレーザー、プラズマ、輝線、遠隔分析
		直接観察	9	カメラ	8	内視鏡測定ツール、PTZカメラ、放射線センサ、温度センサ、光導電膜、冷陰極、耐放射線性、解像度
			10	ファイバースコープ	2	レボルバー、石英ガラス、耐放射線
			11	超音波	6	ソナーマッピング、画像解析、UVP法、非線形法、水中センサ(WBS)、3Dマッピング
			12	レーザースキャナ	2	実寸法
			13	その他	1	燃料デブリ位置検索
		間接測定	14	ミュオン	4	3D、可視化
			15	X線、γ線、中性子	2	位置情報、γ線計測器、センサー
			16	AE法	1	内部弾性エネルギー、音波、電気信号変換、非破壊的評価
		環境整備	17	臨界管理・被ばく線量シミュレーション	5	3D、CRISTAL、SCALE、未臨界状態の確認、希ガス、Kr-88、シミュレーションソフト、パーチャルリアリティ
			18	水位	2	S/C、超音波探触子(UT)、中性子後方散乱探査機、壁面移動車両
			19	ホットセル	1	放射性試料、化学分析、隔離
			20	光源	1	シンチレータ、硫化亜鉛、太陽光発電
		アクセス技術	21	マニピュレータ	2	マルチセグメントアーム
	22		ロボット(水中)	2	潜水艇、潜水ロボットシステム	
	23		ロボット(陸上)	6	クローラー、潜水、測定器搭載	
	24		ロボット(水陸両用)	6	スネークアーム、磁石接着、ばね鋼、代理環境、試験設備、ロボット性能向上、遠隔操作無人探査機、スイングドライブ式、小型携帯式、アルキメデススクリュー	
	25		切断・穿孔	6	ハイスピードコアドリル、遠隔、超高压液体窒素吹き付けによる穿孔、研磨材混入による鋼板切断、レーザー切断、小反力、トンネル技術	
	26		耐放射線部品	10	電子機器、環境対応型水圧駆動制御技術、無線LAN、通信用光ファイバケーブル、石英ガラス大口径ファイバ、高光エネルギー伝送、高出力レーザー光、1MGyの耐放射線性能、集積回路	
B: PCV/RPVからのデブリ取り出し	冠水法	27	上部	6	マニピュレータを用いた冠水法、炭酸水やバルーンで粉砕したデブリを浮上させ回収する工法、スラリーにより炉内を洗浄する工法、凍結させ止水する工法	
		28	下部	2	冠水させた状態で下からアクセスする工法	
	部分冠水法	29	上部	5	プラットフォームを下ろし上から順に解体する工法、部分冠水状態で上部からマニピュレータを用いる工法、グラウトで止水する工法、気中でデブリをキャニスタに収納する工法	
		30	上部・側面併用	2	吊り下げ式環状ワークプラットフォーム	
		31	側面	1	デブリをポンプにより吸引する工法	
	気中法	32	上部	2	上部から機器が収納されたカプセルを下す工法、鉄のキューブにより遮蔽する工法	
		33	上部・側面併用	3	プラットフォームを下ろし上から順に解体する工法、長尺ヒートパイプにより冷却する工法、開口部に遮蔽機能付きの部屋を設ける工法	
		34	側面	5	デブリ・炉内構造物を裁断しロボットアームで取り出す工法、新たなエアロックを設ける工法、その他凍結や装甲車による工法など	
		35	下部	4	建屋下に穴を掘って回収する工法など	
	その他	36	化学的方法	3	デブリを化学的に溶解させる方法、電気メッキ手法	
		37	RPV/PCV以外	1	RPV/PCV以外の場所にデブリがある場合の回収方法	
		38	その他	3	デブリを裁断し吸引する方法、凍結や埋設する方法	
	B-2: 必要とされる技術	デブリ切断	39	機械的	5	掘削機、カッター、ウォータージェット、超高压液体窒素、放電破砕
40			熱的(プラズマ)	1	アーク、ジェット	
41			熱的(レーザー)	10	遠隔、ファイバーレーザー、レーザー塗膜除去装置、レーザー切断、超音波による距離把握	
デブリ回収		42	安定固化	4	Hot Isostatic Pressing、Inprementable Graphite Mtrix、保管計画立案	
		43	分類	1	中性子/γ線によるデブリの同定	
		44	容器(一時保管)	4	輸送、処理、コンテナ、キャニスター	
環境整備		45	被ばく管理	2	表面汚染サーベイ装置、シミュレーションソフト、3Dパーチャルリアリティ	
		46	遮蔽	5	ガンマ線遮蔽材、中性子遮蔽材、黄鉄鉱を用いた重コンクリート、鉄スケール、遮蔽解析、液体状遮蔽材、高比重樹脂	
		47	除染	3	化学除染、RTVレジン	
		48	止水	2	流動性セメント、流動性グラウト材	
		49	水処理	3	ゲル化、スラッジ、ポリリン酸、キレート回収	
アクセス技術	50	マニピュレータ	13	テレスコープ式、昇降ワイヤ式、稼動脚付き、モバイルツールプラットフォーム、大型マストアーム、油圧式、双腕型グリッパー、耐放射線性能、CFRP製		
	51	ロボット(デブリ除去)	3	キャタピラ、稼動構造体自動施工		
	52	切断・穿孔	1	乾式穿孔ドリル、遠隔解体重機		
C: その他	調査戦略	53	調査戦略	1	調査戦略	
	テーマ外	54	テーマ外	6	スタック転倒防止、自立低高度空中放射線検出装置、空冷、公募方法など	

^{*1} トピックスの分類は、IRIDが独自に再評価したため、提案者の分類と異なる場合がある。

放射性廃棄物処理・処分 スケジュール

分野名	括り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		1月			2月			3月			4月			5月			備考
			26	2	9	16	23	2	9	16	下	上	中	下	前	後				
固体廃棄物の保管管理・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 ・試運用(足場材を対象とした貸出運用)の実施	検討・設計	発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討															
			(予定) ・発電所構内における資機材等の貸出運用開始に向けた検討 ・試運用(足場材を対象とした貸出運用)の実施	現場作業	試運用(足場材を対象とした貸出運用)の実施															
	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																
	保管管理計画の更新	保管管理計画の更新	(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	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	検討・設計	雑固体廃棄物焼却設備の設計															
			(予定) ・雑固体廃棄物焼却設備の設計 ・雑固体廃棄物焼却設備にかかる建屋工事 ・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															
	覆土式一時保管施設3,4槽の設置	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	一時保管エリアの追設/拡張	(実績) ・一時保管エリアの追設/拡張に向けた準備 ・一時保管エリアWの造成及び一部運用開始	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Wの造成	現場作業	一時保管エリアW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	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	ガレキ等の将来的な保管方法の検討																
		(予定) ・一時保管エリアの保管量確認/線量率測定 ・ガレキ等の将来的な保管方法の検討 ・線量低減対策検討 ・ガレキ・伐採木の保管管理に関する諸対策の継続 ・Cs吸着塔一時保管施設: 第四施設の追設、第一施設からの移動	現場作業	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	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】長期保管のための各種特性試験	検討・設計	【研究開発】長期保管のための各種特性試験																
		(予定) 【研究開発】長期保管のための各種特性試験	現場作業																	
処理・処分計画	固体廃棄物の性状把握	(実績) 【研究開発】固体廃棄物の性状把握等 ・JAEAにて試料の分析 ・固体廃棄物のサンプリング・分析方法検討 ・分析試料のJAEAへの輸送	検討・設計	【研究開発】固体廃棄物の性状把握等																
		(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	現場作業	【研究開発】JAEAにて試料の分析(現場: JAEA東海)																

現地工事の進捗状況を反映

雑固体廃棄物焼却設備にかかる機電工事

雑固体廃棄物焼却設備: H26年度末稼働予定
・建屋工事(~H27年2月)
・機電工事(~H26年12月)
・試運転期間(H27年1月~H27年3月)
【主要建屋工事工程】
・基礎工事完了: 10/5
・上部躯体工事: 8/24~
・1階PC柱・梁取付完了: 12/12
・使用前検査(基礎スラブ、2階耐震壁) 2/18、19

追加

エリアWの一部運用開始

追加

エリアW一部運用開始(2/4)

追加

H26年2月工事終了予定

【研究開発】分析試料のJAEAへの輸送

輸送完了のため工程を明記



IRID

福島第一発電所構内で採取し た立木の放射能分析

平成26年2月27日

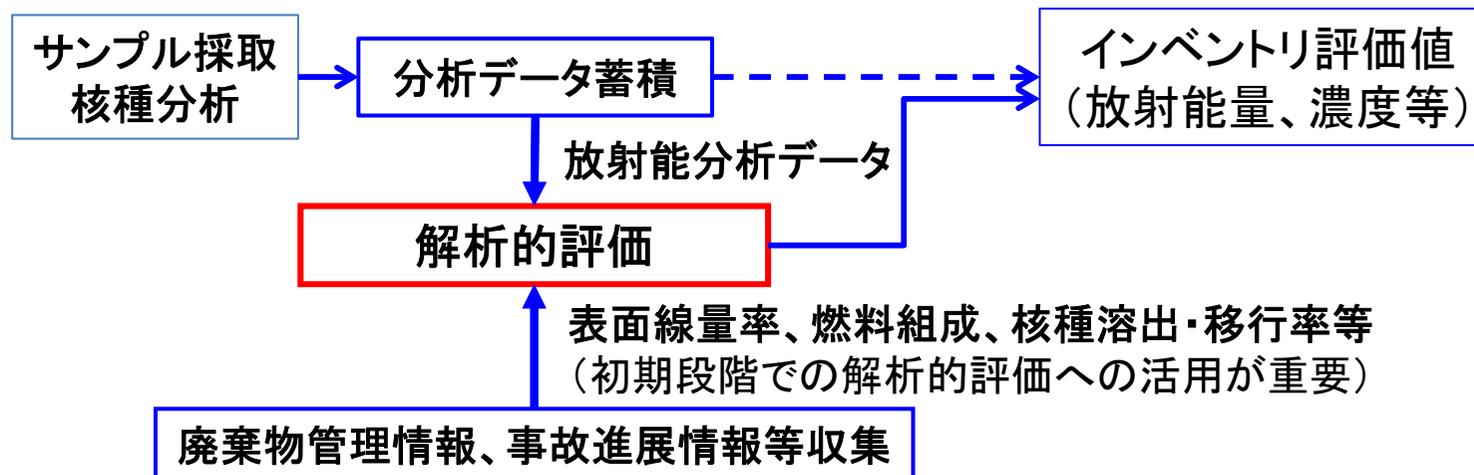
技術研究組合 国際廃炉研究開発機構

日本原子力研究開発機構

インベントリ評価の進め方

- 瓦礫・伐採木、立木等(瓦礫等)の処理・処分方策の検討には、瓦礫等に含まれる処理・処分の評価対象となる核種のインベントリ(放射エネルギー、濃度等)の設定が必要となる。
- そのため、放射能分析データの蓄積が少ない段階においては、廃棄物管理情報、事故進展情報等の情報を活用し、**解析的評価**により、インベントリを評価することが重要。
- **分析データの蓄積**するとともに、それらを解析的評価に反映し、**インベントリ評価値の精度向上**を図っていく。

■瓦礫等のインベントリ評価の進め方の基本的考え方



廃棄物試料の分析の状況

年度	試料	試料数	発表等
23- 24	汚染水 <ul style="list-style-type: none"> 1～4号機タービン建屋滞留水等 	13	http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/images/handouts_110522_04-j.pdf http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120924/120924_01jj.pdf
	瓦礫 伐採木 <ul style="list-style-type: none"> 1,3,4号機周辺瓦礫等 伐採木(枝、葉)、3号機周辺 生木(枝) 	19	http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130328/130328_01rr.pdf
25	汚染水・ RO濃廃水 <ul style="list-style-type: none"> 集中RW地下高汚染水 濃縮廃水(RO) 	3	第5回事務局会議(2013年6月27日) 「滞留水及び処理水の放射能分析(最終報告)」 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130627/130627_02kk.pdf
	ボーリング コア <ul style="list-style-type: none"> 1号機 1階(床、壁) 2号機 1階(床) 	3	第7回事務局会議(2013年8月29日) 「原子炉建屋コアボーリング試料の放射能分析」 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/130828/130828_01nn.pdf
	汚染水 <ul style="list-style-type: none"> 集中RW地下高汚染水 高温焼却炉建屋地下滞留水 処理水(セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置) 	9	第10回事務局会議(2013年11月28日) 「滞留水及び処理水の放射能分析」 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/131128/131128_01ss.pdf
	瓦礫 伐採木 <ul style="list-style-type: none"> 1,3,4号機周辺瓦礫(前年度の継続) 伐採木、3号機周辺 生木(前年度の継続) 	5	第2回事務局会議(2014年1月30日) 「福島第一発電所構内で採取した瓦礫、伐採木の放射能分析」 http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01tt.pdf
	立木 <ul style="list-style-type: none"> 構内各所の立木(枝葉) 	30	

目的と概要

- 事故廃棄物の処理処分方策の検討に向けて、発電所構内の汚染分布状態を把握する必要がある。このため、発電所構内を20エリアに区画し、各エリアから立木、落葉、土壌等を採用。
- 今回の分析では、立木を対象として、放射能データを取得・評価。
- 既存の処分システムにおける評価対象核種を参考に、以下の核種について放射能分析を実施。なお、効率的に分析を進めるため、これまでの分析※で検出された核種を中心に放射能分析を実施。

γ 線放出核種 : ^{60}Co , ^{94}Nb , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu

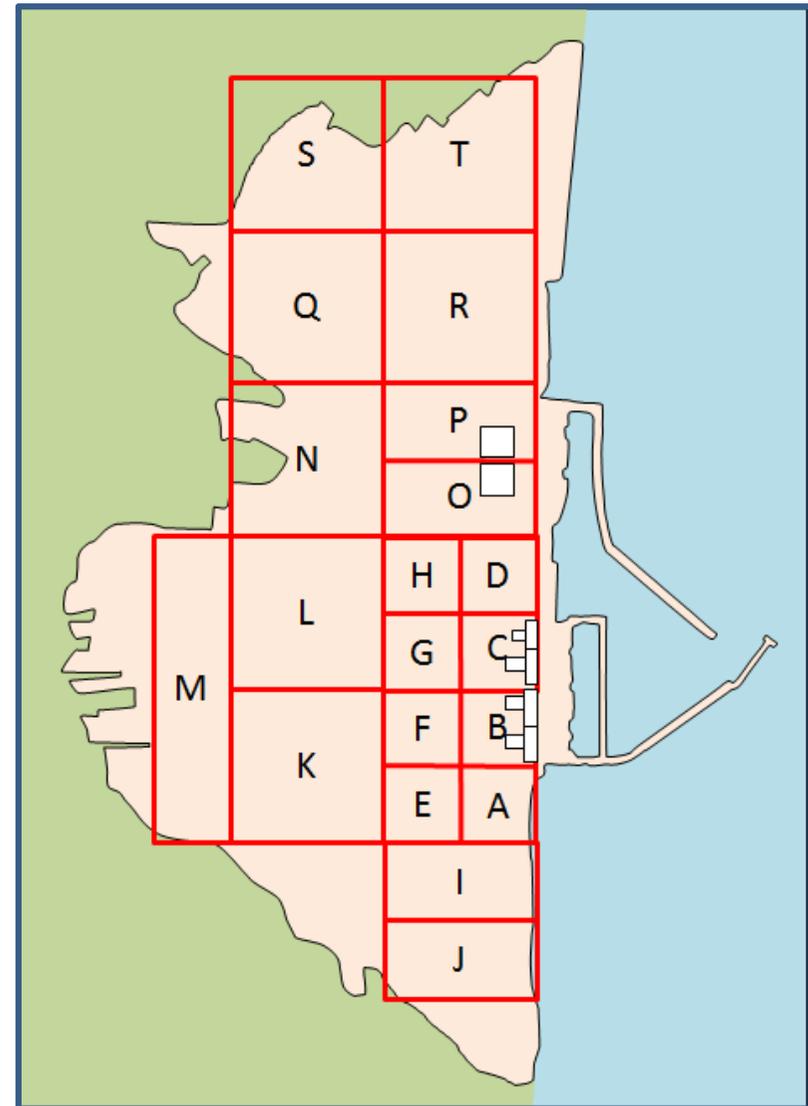
β 線放出核種 : ^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{79}Se , ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{129}I

α 線放出核種 : 全 α , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cm 、

※ http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/140130/140130_01tt.pdf

試料採取

- 立木の採取を行うエリアは、発電所構内の空間線量率分布に基づき設定。原子炉建屋周辺の空間線量率の高いエリアは細かく区分(右図参照)。
- 採取する立木は構内の代表的樹木である松とし、採取数は3本/エリア、地上高さ4m程度の位置の枝葉とした。
(なお、現場状況に応じて、樹種、高さは適宜変更。)
- 採取試料の表面線量率測定を行い、線量率の高い試料を中心に、全エリアを含む枝葉(又は草)を分析対象試料として選定(1~3試料/エリア)。
- 福島第一発電所から、原子力機構(原子力科学研究所)への輸送をH25年9月26日に実施。



試料の情報

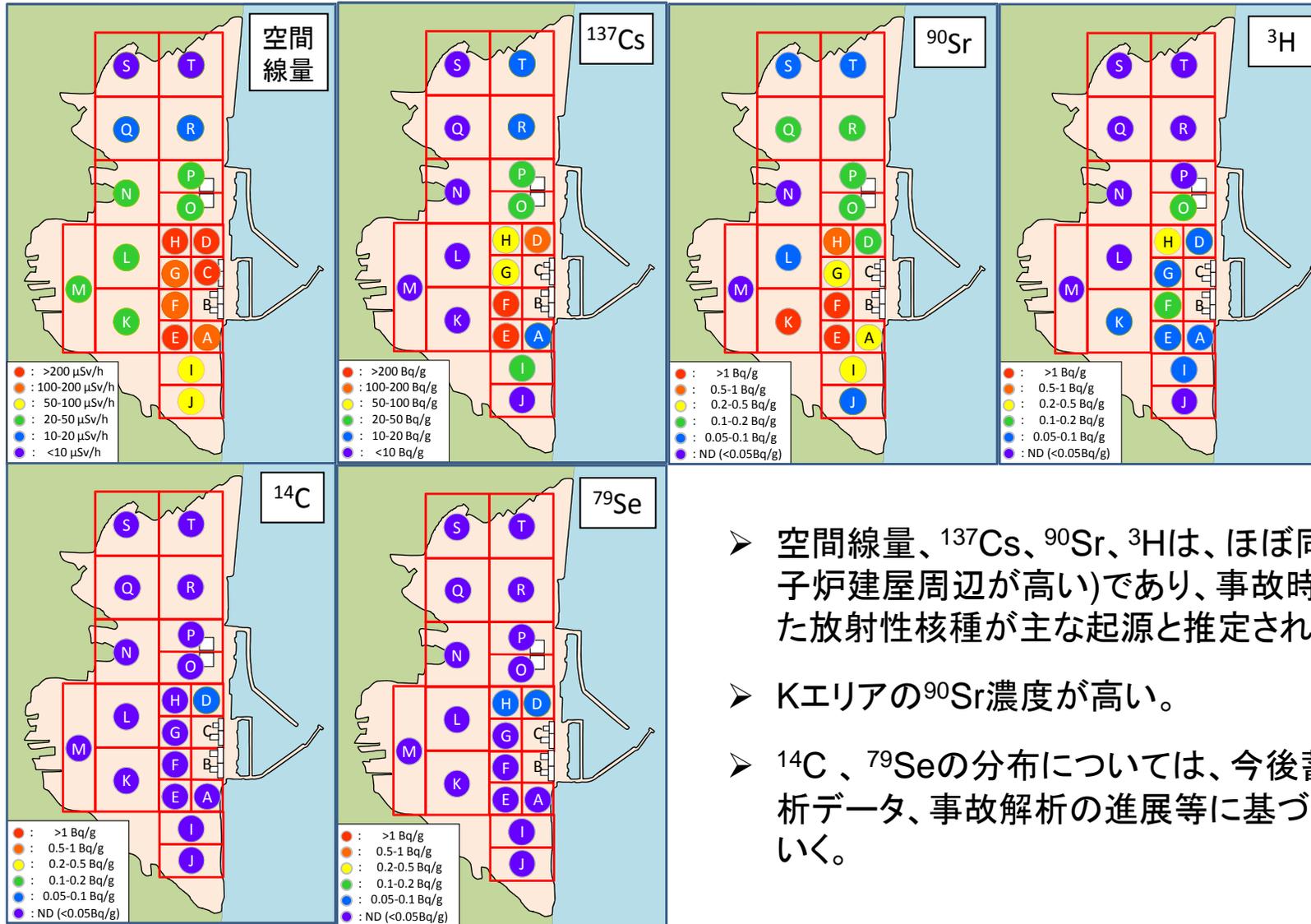
■ 原子力科学研究所に輸送した立木等試料

No.	試料名	採取日	表面線量 ($\mu\text{Sv/h}$)	重量 (g)	形状等
1	A-T1	H25.8.6	BG	49.9	枝葉
2	A-T2	H25.8.6	BG	50.0	枝葉
3	A-T3	H25.8.6	BG	50.4	枝葉
	C-T1	H25.8.8	BG	50.3	草
	C-T2	H25.8.8	BG	50.2	草
	C-T3	H25.8.8	BG	49.5	草
4	D-T1	H25.8.8	BG	49.7	枝葉
5	D-T2	H25.8.8	BG	49.8	枝葉
6	D-T3	H25.8.8	3.4	49.8	枝葉
7	E-T1	H25.7.19	4.3	50.3	枝葉
8	F-T1	H25.7.24	BG	49.8	枝葉
9	F-T2	H25.7.24	3.7	50.0	枝葉
10	F-T3	H25.7.24	4.6	49.8	枝葉
11	G-T1	H25.7.24	3.6	50.1	枝葉
12	H-T1	H25.8.6	BG	50.2	枝葉
13	H-T2	H25.8.6	BG	50.0	枝葉
14	H-T3	H25.8.6	BG	49.8	枝葉
15	I-T1	H25.7.19	BG	50.3	枝葉

No.	試料名	採取日	表面線量 ($\mu\text{Sv/h}$)	重量 (g)	形状等
16	I-T2	H25.7.19	BG	50.3	枝葉
17	I-T3	H25.7.19	BG	50.4	枝葉
18	J-T1	H25.7.19	BG	50.2	枝葉
19	K-T1	H25.7.19	BG	50.6	枝葉
20	L-T1	H25.7.24	BG	49.4	枝葉
21	M-T1	H25.7.17	BG	50.3	枝葉
22	N-T1	H25.8.8	BG	50.0	枝葉
	N-T2	H25.8.8	BG	50.1	枝葉
	N-T3	H25.8.8	BG	50.0	枝葉
	O-T1	H25.8.6	BG	50.5	枝葉
23	O-T2	H25.8.6	BG	49.5	枝葉
24	O-T3	H25.8.6	BG	50.1	枝葉
25	P-T1	H25.7.24	BG	49.3	枝葉
26	P-T2	H25.7.24	BG	50.4	枝葉
27	Q-T1	H25.7.17	BG	49.0	枝葉
28	R-T1	H25.7.17	BG	49.3	枝葉
29	S-T1	H25.7.11	BG	51.0	枝葉
30	T-T1	H25.7.11	BG	51.1	枝葉

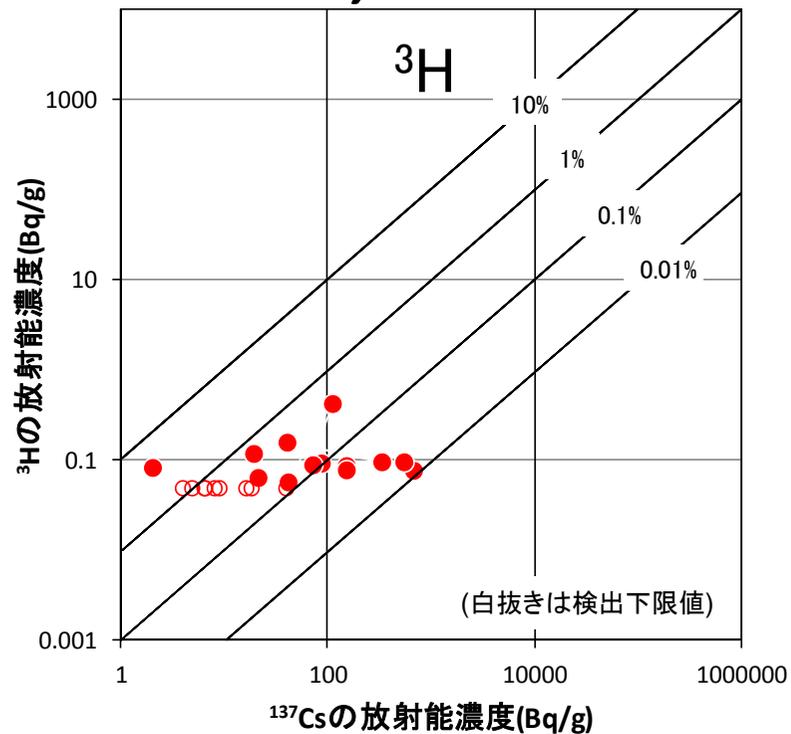
■ : H26年度分析試料

空間線量及び核種濃度の分布

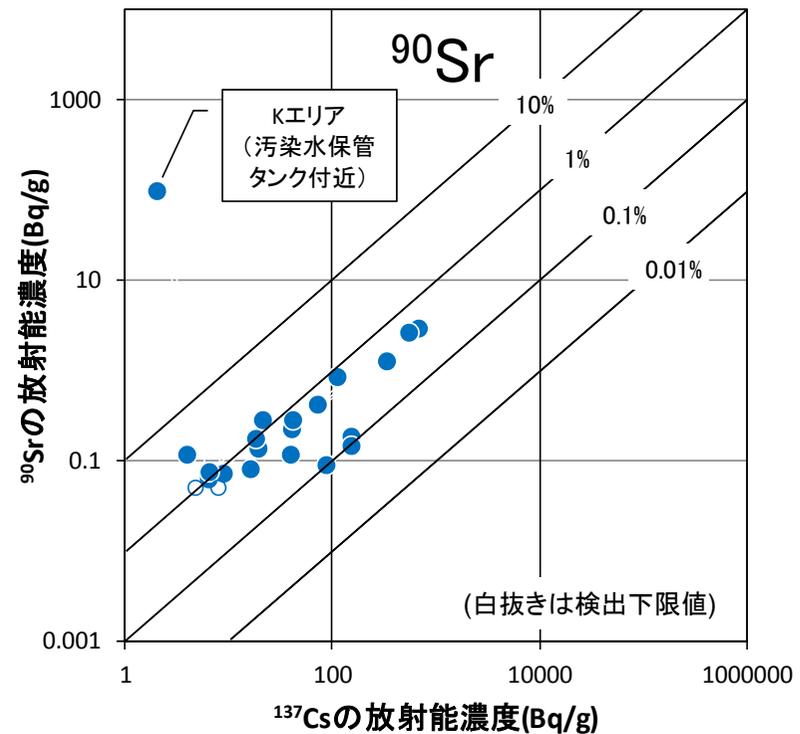


- 空間線量、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 、 ^3H は、ほぼ同じ分布(原子炉建屋周辺が高い)であり、事故時に拡散した放射性核種が主な起源と推定される。
- Kエリアの ^{90}Sr 濃度が高い。
- ^{14}C 、 ^{79}Se の分布については、今後蓄積する分析データ、事故解析の進展等に基づき評価していく。

^3H , ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度の関係



- ^{137}Cs 濃度に依存せず、平均的に分布 (<0.5Bq/g)。



- ^{137}Cs 濃度と比例関係の傾向が見られる。
- Kエリアは、 ^{90}Sr 濃度が他のエリアに比べて高い。また $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比も高い。
- Kエリアを除く $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比は、平均0.6%程度。
⇒環境土壌、構内の瓦礫等と同程度。

まとめ

- 事故廃棄物の処理処分方策の検討に向けて、**発電所構内全域で採取した立木試料**の放射能分析を実施。
- 検出された核種は、 **^3H 、 ^{14}C 、 ^{79}Se 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs** であった。
- Kエリアは、 ^{90}Sr 濃度が他のエリアに比べて高い。また $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 比も高い。
- ^{90}Sr と ^{137}Cs の放射能濃度には、比例関係の傾向が見られ、その値は、**発電所構外の環境土壌、構内の瓦礫・伐採木等と同程度**であった。

参考資料

分析対象核種と試料

- 既存の処分システムにおける評価対象核種を参考に、以下の核種について放射能分析を実施。

分析対象核種		分析試料
γ 核種	^{60}Co , ^{94}Nb , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu	全試料
β 核種	これまでの瓦礫・伐採木の分析で検出された核種 (^3H , ^{14}C , ^{79}Se , ^{90}Sr , ^{99}Tc)	各エリアの線量率が最も高い試料 (ただし、線量率が全エリアの中で上位となる3エリア(D,E,F)については、輸送した全試料)
	これまでの瓦礫・伐採木の分析で検出されていない核種 (^{36}Cl , ^{129}I)	線量率が全エリアの中で上位となる3エリア(D,E,F)の各エリアで線量率が最も高い試料
α 核種	$^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm	同上
	全 α	上記以外の試料

- 次ページ以降の分析結果では、分析を実施しない核種は斜線で示す。

γ線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]				
		⁶⁰ Co (約5.3年)	⁹⁴ Nb (約2.0×10 ⁴ 年)	¹³⁷ Cs (約30年)	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
1	A-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.5 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
2	A-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(2.1 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
3	A-T3	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.5 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
4	D-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(8.6 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
5	D-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.5 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
6	D-T3	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.5 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
7	E-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(6.7 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
8	F-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(4.0 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
9	F-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(3.3 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
10	F-T3	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(5.4 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
11	G-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(7.1 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
12	H-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.1 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
13	H-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.2 ± 0.1) × 10 ²	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
14	H-T3	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(4.2 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
15	I-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(3.0 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
 分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

γ線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]				
		⁶⁰ Co (約5.3年)	⁹⁴ Nb (約2.0×10 ⁴ 年)	¹³⁷ Cs (約30年)	¹⁵² Eu (約14年)	¹⁵⁴ Eu (約8.6年)
16	I-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(2.4 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
17	I-T3	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(4.1 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
18	J-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(6.3 ± 0.2) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
19	K-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(2.0 ± 0.2) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
20	L-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(8.8 ± 0.3) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
21	M-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(4.8 ± 0.2) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
22	N-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(7.9 ± 0.3) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
23	O-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.9 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
24	O-T3	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(3.3 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
25	P-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(3.9 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
26	P-T2	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(2.7 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
27	Q-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(3.9 ± 0.2) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
28	R-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.8 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
29	S-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(6.4 ± 0.3) × 10 ⁰	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹
30	T-T1	< 7 × 10 ⁻²	< 7 × 10 ⁻²	(1.6 ± 0.1) × 10 ¹	< 5 × 10 ⁻¹	< 2 × 10 ⁻¹

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
 分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

β線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]			
		³ H (約12年)	¹⁴ C (約5.7×10 ³ 年)	³⁶ Cl (約3.0×10 ⁵ 年)	⁷⁹ Se (約6.5×10 ⁴ 年)
1	A-T1				
2	A-T2	$(6.5 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
3	A-T3				
4	D-T1	$(9.4 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$(5.7 \pm 0.7) \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
5	D-T2	$(8.8 \pm 1.2) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$(9.3 \pm 1.7) \times 10^{-2}$
6	D-T3	$(7.9 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$(1.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$
7	E-T1	$(7.8 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
8	F-T1	$(1.6 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
9	F-T2	$(9.7 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
10	F-T3	$(9.7 \pm 1.4) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
11	G-T1	$(9.0 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
12	H-T1	$(4.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$(5.2 \pm 1.6) \times 10^{-2}$
13	H-T2				
14	H-T3				
15	I-T1				

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

β線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]			
		³ H (約12年)	¹⁴ C (約5.7×10 ³ 年)	³⁶ Cl (約3.0×10 ⁵ 年)	⁷⁹ Se (約6.5×10 ⁴ 年)
16	I-T2				
17	I-T3	$(5.8 \pm 1.2) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
18	J-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
19	K-T1	$(8.4 \pm 1.3) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
20	L-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
21	M-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
22	N-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
23	O-T2	$(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
24	O-T3				
25	P-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
26	P-T2				
27	Q-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
28	R-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
29	S-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$
30	T-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$		$< 5 \times 10^{-2}$

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

β線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]		
		⁹⁰ Sr (約29年)	⁹⁹ Tc (約 2.1×10^5 年)	¹²⁹ I (約 1.6×10^7 年)
1	A-T1			
2	A-T2	$(2.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
3	A-T3			
4	D-T1	$(9.2 \pm 1.7) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
5	D-T2	$(1.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
6	D-T3	$(1.5 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
7	E-T1	$(3.0 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
8	F-T1	$(2.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
9	F-T2	$(1.3 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-2}$	
10	F-T3	$(2.7 \pm 0.1) \times 10^0$	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$
11	G-T1	$(4.3 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
12	H-T1	$(8.7 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
13	H-T2			
14	H-T3			
15	I-T1			

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

β線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]		
		⁹⁰ Sr (約29年)	⁹⁹ Tc (約 2.1×10^5 年)	¹²⁹ I (約 1.6×10^7 年)
16	I-T2			
17	I-T3	$(2.9 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
18	J-T1	$(6.4 \pm 1.5) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
19	K-T1	$(1.0 \pm 0.1) \times 10^2$	$< 5 \times 10^{-2}$	
20	L-T1	$(7.4 \pm 1.5) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
21	M-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
22	N-T1	$< 5 \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
23	O-T2	$(1.4 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
24	O-T3			
25	P-T1	$(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
26	P-T2			
27	Q-T1	$(1.2 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
28	R-T1	$(1.8 \pm 0.2) \times 10^{-1}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
29	S-T1	$(7.7 \pm 1.5) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	
30	T-T1	$(8.3 \pm 1.7) \times 10^{-2}$	$< 5 \times 10^{-2}$	

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

α線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度[Bq/g]				
		全α	²³⁸ Pu (約88年)	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (約 2.4×10^4 年 約 6.6×10^3 年)	²⁴¹ Am (約 4.3×10^2 年)	²⁴⁴ Cm (約18年)
1	A-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
2	A-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
3	A-T3	$< 5 \times 10^{-3}$				
4	D-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
5	D-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
6	D-T3		$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$
7	E-T1		$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$
8	F-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
9	F-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
10	F-T3		$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$	$< 5 \times 10^{-3}$
11	G-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
12	H-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
13	H-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
14	H-T3	$< 5 \times 10^{-3}$				
15	I-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

α線放出核種分析結果

No.	試料名	放射能濃度 [Bq/g]				
		全 α	²³⁸ Pu (約88年)	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (約 2.4×10^4 年 約 6.6×10^3 年)	²⁴¹ Am (約 4.3×10^2 年)	²⁴⁴ Cm (約18年)
16	I-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
17	I-T3	$< 5 \times 10^{-3}$				
18	J-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
19	K-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
20	L-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
21	M-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
22	N-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
23	O-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
24	O-T3	$< 5 \times 10^{-3}$				
25	P-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
26	P-T2	$< 5 \times 10^{-3}$				
27	Q-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
28	R-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
29	S-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				
30	T-T1	$< 5 \times 10^{-3}$				

放射能濃度は、試料の輸送日において補正。(H25.9.26の値)
分析値の±より後ろの数値は、計数値誤差である。

ガレキ・伐採木の管理状況 (H26. 1.31時点)

保管場所	エリア境界空間線量率 (mSv/h)	種類	保管方法	保管量 ¹	前回報告比 (H25.12.31)	エリア占有率
固体廃棄物貯蔵庫	0.03	コンクリート、金属	容器	4,000 m ³	- m ³	32 %
A : 敷地北側	0.55	コンクリート、金属	仮設保管設備	2,000 m ³	- m ³	28 %
C : 敷地北側	0.01	コンクリート、金属	屋外集積	32,000 m ³	+ 1,000 m ³	79 % ²
D : 敷地北側	0.01	コンクリート、金属	シート養生	3,000 m ³	- m ³	88 %
E : 敷地北側	0.01	コンクリート、金属	シート養生	3,000 m ³	- m ³	87 %
F : 敷地北側	0.01	コンクリート、金属	容器	1,000 m ³	- m ³	99 %
L : 敷地北側	0.01未満	コンクリート、金属	覆土式一時保管施設	8,000 m ³	- m ³	100 %
O : 敷地南西側	0.04	コンクリート、金属	屋外集積	11,000 m ³	- m ³	69 %
Q : 敷地西側	0.15	コンクリート、金属	容器	5,000 m ³	- m ³	88 %
U : 敷地南側	0.01未満	コンクリート、金属	屋外集積	1,000 m ³	- m ³	100 %
合計 (コンクリート、金属)				70,000 m ³	+ 1,000 m ³	71 %
G : 敷地北側	0.01未満	伐採木	伐採木一時保管槽	7,000 m ³	- m ³	27 %
H : 敷地北側	0.01	伐採木	屋外集積	13,000 m ³	- m ³	74 %
I : 敷地北側	0.02	伐採木	屋外集積	11,000 m ³	- m ³	100 %
M : 敷地西側	0.01	伐採木	屋外集積	32,000 m ³	- m ³	91 %
T : 敷地南側	0.01	伐採木	伐採木一時保管槽	5,000 m ³	- m ³	23 %
V : 敷地西側	0.04	伐採木	屋外集積	10,000 m ³	- m ³	64 %
合計 (伐採木)				78,000 m ³	- m ³	60 %

- 1 端数処理で1,000m³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 エリア容量見直しに伴い、エリア占有率低下。



- ▶H25年度に実施してきた各研究開発プロジェクトのうち成果が取り纏まりつつあるものについて、H26.2末時点における進捗状況及び次期計画の方向性について報告。(年度末に向けて、全プロジェクトの状況を取り纏めたくて、別途報告を予定。)
- ▶各プロジェクトにおいては、概ね計画通りの成果を得られる見込み。新たに判明した課題等については、次期計画への反映を検討。
- ▶該当する各プロジェクトのポイントは、以下のとおり。

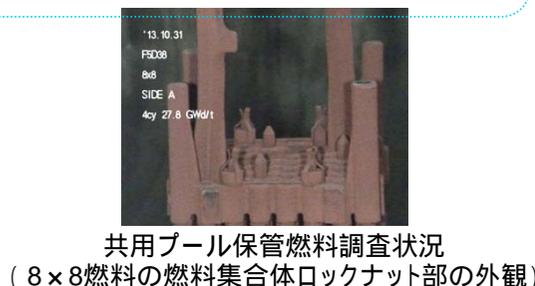
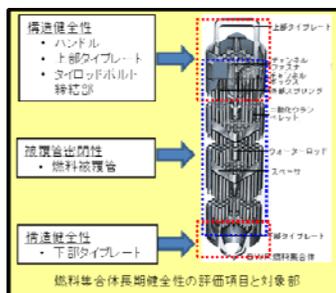
使用済燃料プールから取り出した燃料等に係る研究開発

○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

- (H25進捗状況)
 - プール内保管時の健全性を評価するための試験(非照射材腐食試験、水質評価試験、共用プール保管燃料調査)を実施。
 - SFP取出し燃料乾式保管に向けた海外保管事例や文献調査等を実施。
 - 共用プールでの燃料保管の妥当性を評価するための知見を取得。また、乾式保管時に向けた課題・試験計画を整理。
- (次期計画の方向性)
 - 乾式保管の実現性を評価するため、瓦礫等の影響評価を実施。
 - 燃料集合体等が及ぼす放射線影響と海水や瓦礫影響の重畳を考慮した腐食試験を実施。
 - 共用プールへ移送した1F-4取出し燃料の健全性調査を実施。

○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

- (H25進捗状況)
 - 国内外における損傷燃料等に関する事例、取り扱い要件・判断基準、再処理施設における取り扱い方法・事例の調査を実施し、再処理に向けた技術的課題を整理。
 - 損傷燃料等の再処理可能性の検討に有用な情報を取得。
- (次期計画の方向性)
 - 損傷燃料等の化学処理工程等への影響評価として、不純物による再処理機器への腐食影響評価、不純物の工程内挙動評価、不純物の廃棄体への影響評価に関する試験を開始。また、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、整理する。

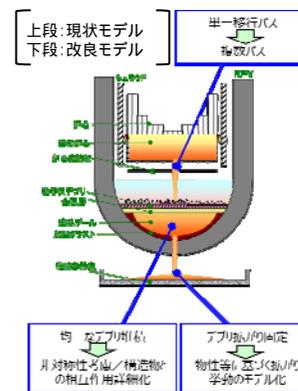


隙間腐食が懸念される締結部において
 外観上異常な腐食がないことを確認。

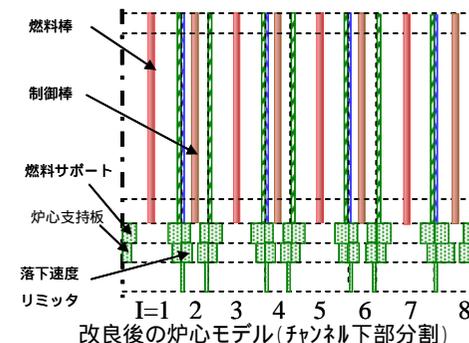
燃料デブリ取出し準備に係る研究開発

○事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握

- (H25進捗状況)
 - 炉内状況把握のための検討として、以下の①～③を実施。
 - ①解析コード(MAAP、SAMPSON)高度化のための改良。
 - ②改良した解析コードによる1～3号機の事故進展/炉内状況把握に関する解析。
 - ③国際ベンチマーク(OECD/NEA BSAFプロジェクト)の共通解析条件を策定。
 - 現時点で得られている情報をもとに実施した解析結果は、今後の廃炉作業を進めていく上で重要であり、当初計画通りに事業が進捗。
- (次期計画の方向性)
 - 事故進展解析技術高度化の成果、現場オペレーションから得られる情報、海外の知見等を活用し、炉内状況の推定精度を向上。



改良モデルイメージ図



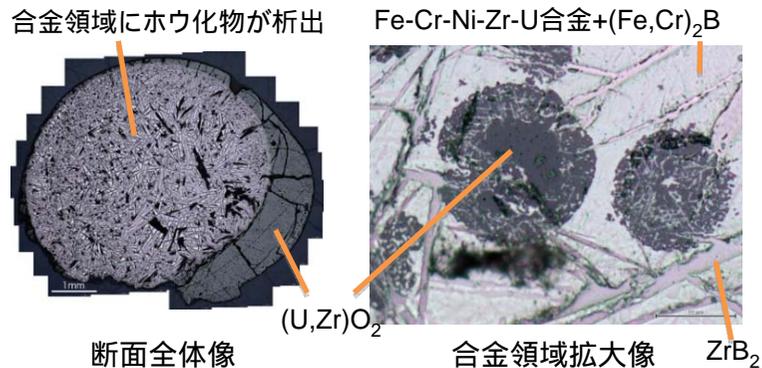
炉心から下部プレナムへの燃料デブリの移行挙動に関する知見を取得。

○模擬デブリを用いた特性の把握

- (H25進捗状況)
 - 燃料デブリ取出しに向け、炉内材料（燃料、被覆管、構造材、中性子吸収材）の高温反応生成物の性状と基礎物性の相関データを取得。代表的なセラミック質のデブリについて、燃料デブリの掘削性に影響するパラメータと考えられる機械的特性データを取得。
 - 当初計画通りに進捗し、燃料デブリの取出し装置開発へのデータの反映を主目的に研究開発を実施。
- (次期計画の方向性)
 - H25年度に得られた成果を活用し、取出し装置開発、臨界・計量管理等と連携し、ニーズに合った燃料デブリ物性把握、評価を実施する。MCCI生成物の特性や、TMI事故で生成したデブリの特性把握について、国際協力による叡智も活用。

○デブリ処置技術の開発

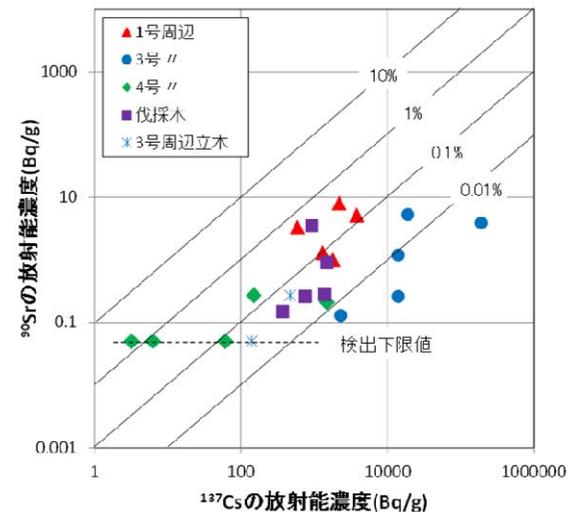
- (H25進捗状況)
 - 取出した燃料デブリの貯蔵・処理・処分に係るシナリオについて、各選択肢の得失を比較。分析技術及び既存処理技術の適用性評価のため、模擬デブリを用いて化学的反応性等のデータを取得。
 - 当初計画通りに進捗し、燃料デブリ処理に係わる既存技術の適用性基礎データを取得。
- (次期計画の方向性)
 - 炉内燃料デブリ収納・保管・移送技術開発PJと連携し、ニーズに合致した「収納・保管」に関する研究開発を実施。



B₄C制御棒と燃料の模擬溶融固化物の組織観察
条件により非常に硬い析出物(ホウ化物)が生じることを確認。

固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発

- (H25進捗状況)
 - 汚染水処理二次廃棄物、ガレキ、伐採木の放射性核種組成を評価するために、分析及びデータの取得を実施。セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器について長期保管の評価を実施。廃ゼオライト及びスラッジの廃棄体化に係る基礎試験を実施するとともに、適用可能な廃棄体化技術を提案。適用可能な処分概念及び安全評価手法等の調査と適用性を検討。
 - 概ね目的を達成し、得られた分析結果等は廃炉・汚染水対策チーム会合事務局会議にて報告、公表。
- (次期計画の方向性)
 - H25年度に得られた成果を活用し、性状把握、廃棄体化に係る基礎データの取得、処分概念や安全評価手法の適用範囲・適用条件等に関する評価を実施。
 - 現場ニーズを踏まえ、多核種除去設備から発生するスラリーの安定化技術を検討。



ガレキ試料の例

ガレキ・伐採木の¹³⁷Cs濃度と⁹⁰Sr濃度の間には、比例関係の傾向が見られる一方で、採取場所や試料で傾向が異なる。データの蓄積を継続して2者の相関を確認する。

ガレキ等における¹³⁷Csと⁹⁰Sr放射能濃度の関係

(1-1) 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 ——(H26.2末現在における進捗状況)——

湿式保管時のSFP燃料健全性評価対象箇所(図1)を考慮して使用済燃料及び模擬燃料部材を用いた腐食試験等を行い、健全性評価に資する知見を得るとともに、乾式保管に関しては国内外の技術調査を行い、課題の抽出、試験計画の立案を実施した。

実施内容

1. 長期健全性評価のための試験条件検討
4号機新燃料調査時に採取した瓦礫を用いた溶出試験を実施し、瓦礫から溶出する海水成分等が水質に与える影響を評価した。
2. 共用プールでの燃料集合体材料の長期健全性評価
燃料部材を模擬した試験片を用いて、瓦礫や応力等の腐食への影響を評価するための腐食試験を実施した(図2)。
3. 共用プール保管燃料の状態調査
共用プールに貯蔵中の使用済燃料の外観観察(図3)及び酸化膜厚測定を実施し、今後のSFP取出し燃料調査のための比較データを採取した。
4. 乾式保管等に関する調査及び試験計画立案
国内外の乾式保管に関する規制、事例及び試験データを調査して当該燃料を乾式保管を実施する場合の課題等を抽出し、来年度以降の試験計画を立案した。
5. 損傷燃料からの核分裂生成物(FP)等溶出評価
瓦礫落下による燃料棒破損を想定して使用済み燃料による溶出試験を行い、FPの溶出挙動を評価した。
6. 長期健全性評価に係る基礎試験
使用済被覆管を用いたシルカロイの腐食に及ぼす海水成分影響等の調査(図4)及び4号機新燃料部材の表面分析等を行った。

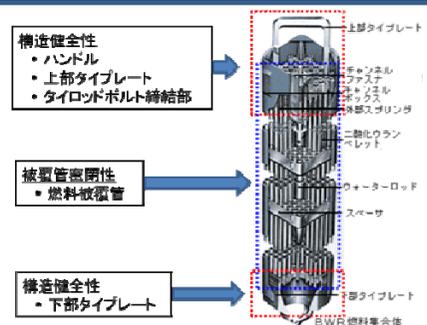


図1 1FSFP取出し燃料集合体の湿式保管時の長期健全性評価項目



図3 上部タイプレート締結部の外観



浸漬後(B型上部ロックナット、条件) 浸漬後(B型下部タイププレート、条件)

図2 腐食試験後のロックナット外観

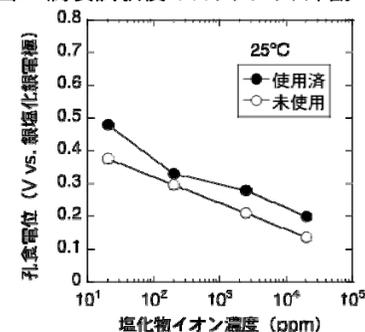


図4 未使用及び使用済被覆管の希釈人工海水での孔食電位

課題及び次期計画方向性

燃料集合体取出し工程や照射後試験施設への輸送状況等を試験計画に反映し、引き続き湿式保管及び缶保管における健全性評価を実施する。

人材育成、国際連携、等

223rd ECS Meeting 等、国際会議での成果発表を行った。また、東大、大阪府立大及びNIMSと連携して長期健全性評価に係る試験を実施した。

(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 (H26.2末現在における進捗状況)

不純物の付着、損傷、漏えいの可能性のある原子炉建屋プール内使用済燃料の再処理の技術的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調査を実施した。当初計画通りに進捗し、再処理可能性の検討に有用な情報が得られている。

実施内容

1. 国内外における損傷燃料等に関する事例調査

国内事例については、原子力施設情報公開ライブラリー(NUCIA)に登録された燃料損傷の事例について、法令報告書等から当該事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査した。国外事例については、IAEA等の文献や国際原子力情報システム(INIS)に登録された文献等から損傷燃料の事例及び当該事例における損傷燃料の取り扱い方法を調査した。

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、IAEAの損傷燃料に関する文献、米国の指針・規格等の調査を行った。

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の整理を行った。また、東海再処理施設におけるピンホール燃料及び再組立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た。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公開資料・文献の調査等を行った。



図1 東海再処理施設においてピンホール燃料等に使用する容器(燃料取り出し後)

図2 海外再処理施設において損傷燃料の取り扱いに使用する容器*

*A.H.C.Callaghan, P.N.Standring, J.Prestwood, D.G.Makin, "The Management of Non-standard, Failed and Damaged Oxide Fuels At Sellafield", (2005)

4. 再処理に向けた判断指標及び技術的課題の整理

上記の調査結果を踏まえ、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、損傷燃料等の取り扱いに係る技術的課題、それらへの対応策等について整理した。

H26年度計画の方向性

H26年度は損傷燃料等の化学処理工程等への影響評価として、不純物による再処理機器への腐食影響評価、不純物の工程内挙動評価、不純物の廃棄体への影響評価に関する試験等を開始する。また、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、整理する。

国際協力

海外の再処理施設における損傷燃料の取り扱い事例の調査において、英仏の再処理事業者を訪問、情報収集を行っている。

(2-2-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 (H26.2末現在における進捗状況)

炉内状況把握のためシビアアクシデント解析コードの改良とそれに基づく事故進展解析を実施。当初計画通りに事業を進捗。現時点で得られている情報をもとに実施した解析結果は今後の廃炉作業を進めていく上で重要な情報。

実施内容

(1) PIRTの妥当性確認

・H24年度に完成したPIRTに対し、その重要度ランクを改めて感度解析にて確認し、改定した。

(2) MAAPコードの改良及び解析

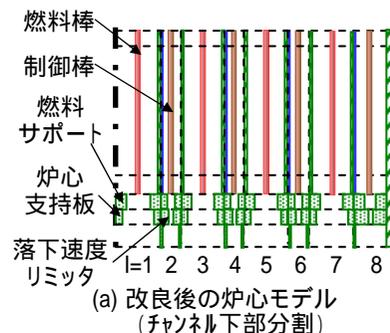
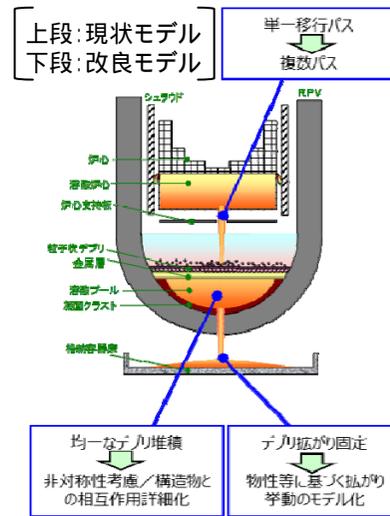
MAAPコードの改良と検証
 ・抽出された改良項目(右図等)及びその高度化仕様に基づいたコード改良を、米国EPRIに委託して実施。
 ・個別物理現象モデル:要素試験等により検証。
 ・プラント全体挙動:実機過渡試験等により検証。

改良版MAAPコードによる事故進展解析
 ・1~3号機の事故進展解析を改良コードで実施し、炉内状況の推定・把握を行う。

(3) SAMPSONの改良及び解析

SAMPSONコードの改良と検証
 ・抽出された項目(以下等)のモデル改良を実施。
 (a)格納容器の圧力抑制プールの温度成層化現象のモデル化
 (b)下部プレナムへの燃料移行モデルの改良
 - XR2-1実験等を踏まえ改良(右図(a))
 - デブリ落下量は各チャンネルで均一化した(右図(b))
 (c)溶融物と構造材/冷却材との相互作用モデル
 (d)高温条件における共晶反応及び酸化反応モデルの改良
 (e)計算時間短縮のためのコード改良

改良版SAMPSONコードによる事故進展解析
 ・1~3号機の事故進展解析を改良コードで実施し、炉内状況の推定・把握を行う。



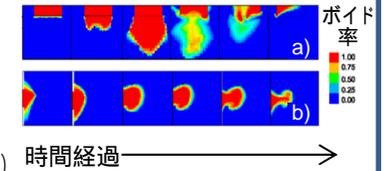
チャンネル	1	3	5	7
落下量 (wt%)	21.6	23.1	30.1	14.9

(b) 燃料チャンネルのデブリ落下量

(4) 炉内及び格納容器内の状況に関する分析・評価

格納容器床上におけるデブリ拡がり挙動
 ・溶融デブリ落下量をベースに格納容器床上でのデブリ拡がり・凝固挙動を評価中。

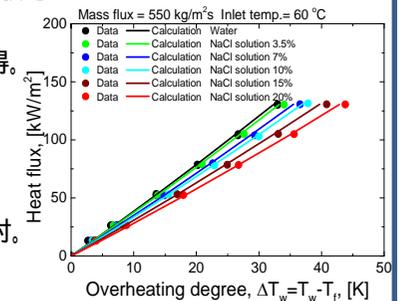
SP内温度成層化及び蒸気不完全凝縮現象の評価
 ・1F2: サブクール水中でのチャギングを再現(右図a))
 ・1F3: 排気管(多孔管)の上部で主に凝縮が発生(右図b))



(5) シビアアクシデント進展の詳細分析に資する模擬試験等

海水による熱伝達の評価試験
 ・健全炉心を対象に、海水熱伝達等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(右図)。

模擬溶融燃料を用いた落下挙動評価試験
 ・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。
 ・溶融燃料の挙動を模擬する解析手法の開発を実施。



(6) 炉内状況把握に関する国際連携

・福島第一原子力発電所事故に関する国際ベンチマーク解析プロジェクト(OECD/NEA BSAFプロジェクト)を、H24年度から継続して実施。共通解析条件を策定。
 ・国際プロジェクト会議及びWEBサイトを通じた情報の共有を推進。

他プロジェクトとの連携

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情報の多くを有力インプットとして活用した。
 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する予定。
 (燃料デブリの炉内における分散状況、炉内破損状況、デブリ成分の予測など)

人材育成及び国内外観智活用に対する取り組み

・人材育成: 委託、学会活動を通じて大学・研究機関の若手人材を活用し、育成に努めた。
 ・国内外観智活用: BSAFプロジェクトでの協働、日本原子力学会との連携などを実施

(2-③-1、3) 模擬デブリを用いた特性の把握、デブリ処置技術の開発 (H26.2末現在における進捗状況)

燃料デブリ取出し技術の検討に向けて、実際のデブリの性状を推定するため、それを模擬した材料（模擬デブリ）を作製して硬さ等のデータを取得した。また、燃料デブリ取り出し後の処置シナリオを検討するため、既存の燃料処理技術の適用性や技術課題を抽出し、取りうる選択肢を比較評価して、優位性を判断した。本研究は、当初計画通りに進捗し、燃料デブリ取出等のプロジェクトと連携し、そのニーズを反映して実施中。

実施内容

デブリ特性の把握 (2-③-1)

① 燃料デブリの取出し技術開発に必要な物性値の検討

- 種々の模擬材について、切削性への硬さ等の影響度を把握した。
- 炉内の金属部材の混入を想定し、高Zr領域の(U,Zr)O₂や、Fe含有模擬デブリの機械的特性を評価した。

② 1F事故に特有な反応の把握

- 制御材との反応で、合金相やホウ化物が生成する可能性を確認した。また、コンクリートとの反応(MCCI)で、酸化物(ガラス質)と合金層が分離する傾向を確認。最も硬い物質はホウ化物と推定された。
- 一部の燃料に含まれていたGdの、融点、熱物性への影響を評価した。

③ 実デブリ特性の推定

- 上記の結果から、デブリの特性リスト(暫定版)を作成した。

デブリ処置技術の開発 (2-③-3)

① 燃料デブリ処置シナリオ検討に向けた技術的要件の整理

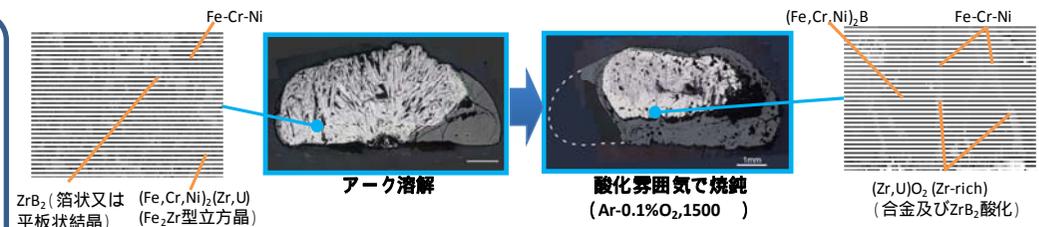
- 取出し後の燃料デブリの処置シナリオについて、各選択肢を比較し、優位性を判断した。
- 既存の使用済燃料輸送容器の適用性を評価した。また、保管に影響する燃料デブリの含水性等の重要度が高いと判断した。

② デブリの分析に係る要素技術検討

- MCCI生成物を含む各種模擬デブリについて、分析の前処理技術である融解プロセスの基礎データを取得した。

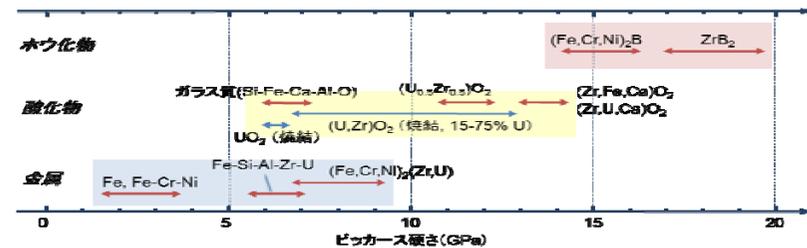
③ 既存燃料処理技術の適用性検討

- 模擬デブリの、湿式及び乾式処理への適合性について、基礎データを取得した。



制御材(B₄C+SUS)との反応(溶融固化物断面観察像の例)
(制御棒と燃料が溶融した場合にできる固化物の組織等に係る知見を取得)

生成した各相のピッカース硬さ



(デブリの化学系(ホウ化物、酸化物、金属)毎に硬度の分布を推定)

H26年度計画

模擬デブリを用いた硬さ等の物性把握、圧力容器内外の材料との反応性の評価、MCCI生成物の特性評価等を実施する。2-③-3では、分析要素技術開発を継続するとともに、保管技術に影響する燃料デブリの含水率等の検討・評価を行う。

国際協力

MCCI生成物の特性評価や、TMI-2事故で生成したデブリの特性把握について、共同研究や情報交換を通じて、海外研究機関の叡智を活用している。

(3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発 (H26.2末現在における進捗状況)

・汚染水処理に伴う二次廃棄物及びガレキ等の放射性廃棄物について、性状把握のために必要となるデータの取得、廃棄体化技術に関する調査、処分概念や安全評価手法等について研究開発を実施。セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器について長期保管の評価を実施。

実施内容

1. 性状把握

・ガレキ、伐採木の放射能分析を実施した。 ^{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一方で、採取場所や試料で傾向が異なる(図1)。

2. 廃棄物の処理に関する検討

・処理技術に関する調査として国内のみならず海外情報を含めて調査し、取りまとめた。

・廃ゼオライト、スラッジの廃棄体化に係る基礎試験を種々の技術(セメント、ジオポリマー等)について実施した。

3. 廃棄物の処分にに関する検討

・インベントリ評価の一例として、実測した表面線量率と放射能濃度の相関等に基づき、ガレキの ^{137}Cs 濃度を推定した(図2)。

・既存の処分概念及び安全評価手法を調査した。

・インベントリ情報に基づいて、評価対象核種の検討と既存の処分概念の適用性について概括的な評価を行った。

4. 長期保管方策の検討

・セシウム吸着塔及びスラッジ保管容器での水素生成、材料の腐食について評価を行った。

5. データベースの開発

・分析結果/処理・処分/事故廃棄物情報の3つのデータベースを計画し、その整備を進めた。

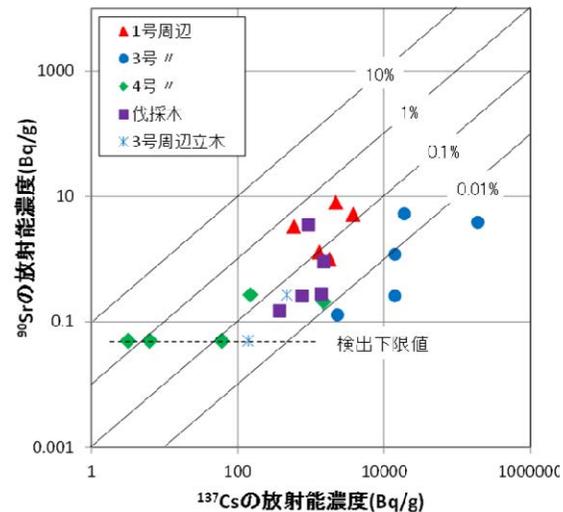


図1 ^{137}Cs と ^{90}Sr 放射能濃度の関係

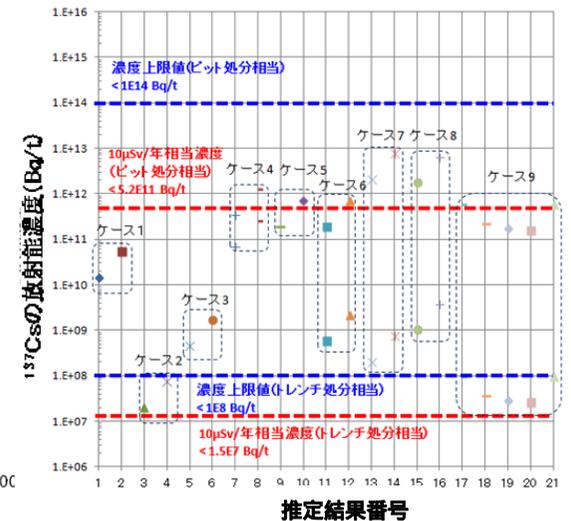


図2 分析データに基づくガレキの ^{137}Cs 濃度推定の例

次計画に向けた課題

・現場ニーズを反映し、多核種除去設備から発生するスラリーの安定化技術を検討する。

人材育成、国際連携等

・大学との共同研究及び大学での集中講義を実施した。
・海外の大学との共同研究及び二機関協定に基づく情報交換等を実施し、海外の知見を活用した。

(1-1) 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年度計画(案))

平成26年度の主要目標

1F港湾の復旧遅れ等により当初検討していた照射後試験施設への燃料集合体輸送が困難となったことから、集合体輸送を伴わない試験計画・条件を新たに立案する。非照射燃料部材模擬体の腐食試験、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認する。SFPから共用プールに移送された燃料集合体の外観観察および酸化膜厚さを測定する。乾式保管時の燃料健全性評価を行う。また、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。

平成26年度の実施内容

1. 燃料集合体の長期健全性評価のための技術開発

(1) 長期健全性評価のための試験条件検討

① 1F港湾の復旧遅れ等により当初検討していた照射後試験施設への燃料集合体輸送が困難となったことから、燃料集合体を輸送せずに長期健全性評価ができる研究計画および試験条件を策定する。

(2) 燃料構造材の長期健全性評価技術開発

① 長期健全性評価技術開発: 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、被覆管部の損傷による腐食影響を評価する手法を確認する。

② 1FSFPから取出し使用済燃料プールに保管している使用済燃料の外観観察および酸化膜厚さ測定を行うとともに、共用プール内での燃料調査手法を検討する。

③ 1FSFPから取出した使用済燃料の乾式貯蔵を想定し、瓦礫落下による傷等や隙間部に入り込んだ瓦礫が含む水分の影響評価試験を実施する。

2. 長期健全性に係る基礎試験

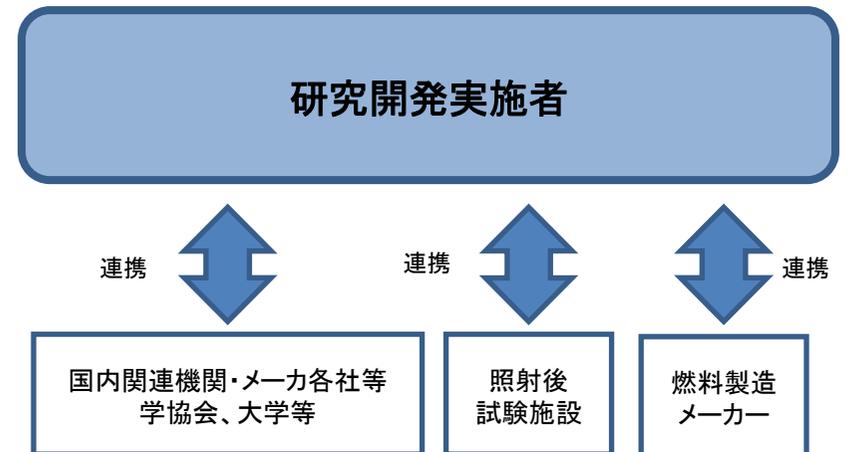
① 使用済燃料の表面クラッドにおける海水成分取込みを想定し、模擬クラッド等を使って塩化物イオンの移行挙動評価試験を行う。

② ガンマ線照射下で未照射および使用済燃料部材の腐食試験を行い、水の放射線分解による局所的な水質変化の腐食への影響を評価する。

実施工程

事項/H26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	試験計画及び試験条件策定			
	共用プール模擬環境下での未照射材腐食試験、強度試験			
	共用プールでの取出し燃料集合体調査			
	乾式貯蔵評価試験			
2 長期健全性に係る基礎試験	海水成分クラッド移行試験			
	ガンマ線照射下腐食試験			

実施体制



(1-1) 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

必要性

使用済燃料プールの燃料は、海水注入、瓦礫コンクリートの混入などによる塩化物イオンや高pHの環境に晒されており、通常の使用済燃料とは異なる保管履歴を経験している。また、落下瓦礫により一部の被覆管が破損している可能性もある。これらの燃料を共用プールで長期保管する場合や乾式保管する場合、瓦礫や塩化物イオンなどによる水質変化、照射などの要因が重畳し、燃料集合体の強度劣化が加速する可能性も考えられる。

共用プールでの長期保管や乾式保管に関する技術を確認し、使用済燃料の今後の最適な保管方法を確立するため、また、将来の再移送時の取り扱い時健全性を確保するため、実機燃料部材の調査／試験結果を基に長期にわたる燃料健全性を適切に推定できる評価手法を開発する必要がある。

実施内容

1. 燃料集合体の長期健全性評価技術開発

(1) 長期健全性評価のための試験条件検討

使用済燃料プールおよび共用プールの水分析や瓦礫浸漬後の水質分析を基に、長期健全性評価のための試験条件を策定する。

(2) 燃料構造材の長期健全性評価技術開発

- ① 使用済燃料集合体の調査：共用プールに移送後の使用済燃料部材を照射後試験施設に輸送し、非破壊検査、マイクロ分析による付着物性状調査、異種金属接触部、すき間部位、溶接部の腐食状況調査および強度試験を行い、事故後の水質環境に晒された使用済燃料の状態を把握する。
- ② 長期健全性評価手法の確立：輸送した使用済燃料部材の異種金属接触部、すき間部位などから試験片を採取し、共用プールの水質を模擬した条件下および加速条件下で浸漬試験を実施し、腐食挙動を調べるとともに強度試験を実施し、腐食の影響評価手法を確立する。また、燃料の構造等を模擬した未照射試験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、瓦礫による損傷が腐食に及ぼす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健全性確認手法の確立：共用プールにおける使用済燃料集合体の外観観察、酸化膜厚さ測定、すき間部の外観観察などの測定技術を開発し、共用プールに移送した事故を経験した燃料の健全性を確認する手法を確立する。
- ④ 長期健全性維持のための対策技術開発：腐食試験の結果を踏まえ、必要に応じて使用済燃料の長期保管を実現するための腐食抑制対策を検討・開発するとともに、効果の確認試験、評価を行う。
- ⑤ 使用済燃料プールに保管されている使用済燃料の乾式貯蔵に必要な調査・技術開発を行う。

2. 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発

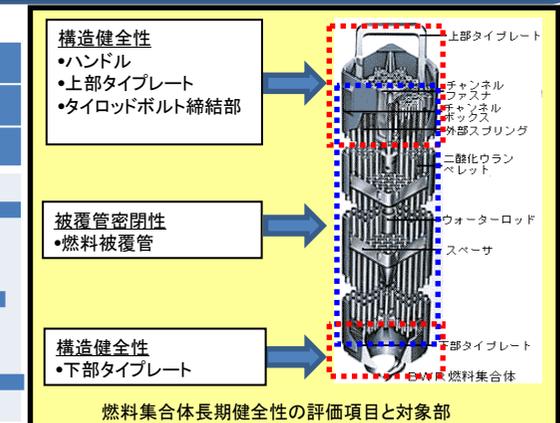
- (1) 燃料からの溶出評価：照射後試験施設に輸送した燃料部材や瓦礫を純水に浸漬し、定期的に水質分析を行うことによって溶出挙動を調べる。
- (2) 破損燃料からのFP等溶出評価：破損した燃料を共用プールに運び込んだ場合、被覆管内部の燃料ペレットから腐食性FPが溶出する可能性がある。これによる長期保管時の影響評価手法を開発するため、既に照射後試験施設に保管してある健全燃料から取り出した照射済ペレットを共用プール模擬水などに浸漬し、FP等の溶出挙動を調べる。

3. 長期健全性に係る基礎試験

事故後の特殊環境を経験した燃料被覆管の調査結果及び試験結果を健全燃料と比較して評価するため、使用済燃料被覆管等を用い、加速試験として温度や塩化物イオン濃度、pH等の環境を幅広く変えた条件での電気化学試験、強度試験、腐食試験、試験後の腐食形態等の詳細観察を行う。

実施工程

事項／年度	第1期			第2期			
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1. 燃料集合体他の長期健全性評価技術開発							
2. 燃料集合体移送による水質への影響評価技術開発							
3. 長期健全性評価に係る基礎試験							



(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(平成26年度計画(案))

平成26年度主要目標

- (1)高レベル廃液濃縮缶及び高レベル廃液貯槽を対象とした腐食試験を実施し、不純物成分の腐食影響を評価する。
- (2)FP及び不純物共存条件での抽出試験を実施し、不純物のU・Pu製品系への移行、陰イオンのU・Pu抽出への影響の確認を行う。
- (3)不純物を考慮したガラス試験片を作製し、ガラス物性値を取得する。
- (4)再処理施設における損傷燃料等の処理時の影響を網羅的に抽出し、整理する。

平成26年度の実施内容

2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討

(1)不純物による再処理機器への腐食影響評価

使用済燃料に同伴した不純物成分(海水成分、コンクリート成分)の多くは抽出廃液として高レベル廃液に移行すると考えられ、また、高レベル廃液は、濃縮操作により、他のプロセス溶液よりも不純物濃度が高く、不純物による腐食影響を受けやすいと考えられる。このため、本試験では、高レベル廃液を取り扱う代表的な機器として、高レベル廃液濃縮缶及び高レベル廃液貯槽を対象とし、FP成分を考慮した模擬液を用いた腐食試験(浸漬試験・電気化学試験)を実施し、不純物成分の腐食影響を評価する。

(2)不純物の工程内挙動評価

不純物の抽出工程への影響として、不純物のU・Pu製品系への移行及び不純物によるU・Pu抽出の阻害が考えられる。

FPが共存しない条件で不純物はU・Pu製品系へ有意に移行しないことが確認されており、本試験では、FP共存条件で不純物の抽出操作を行い、不純物のU・Pu製品系への移行の確認を行う。

また、陰イオン共存条件でU・Puの抽出操作を行い、不純物によるU・Pu抽出への影響の確認を行う。

(3)不純物の廃棄体への影響評価

不純物成分の多くは高レベル廃液に移行すると考えられる。そこで不純物によるガラス固化体への影響を評価するため、本試験では高レベル廃液の組成に基づく粉末試料を用いてガラス試験片を作製し、密度、ガラス転移温度、熱膨張係数等のガラス物性値を取得する。

(4)その他の影響の抽出及び整理(項目を追加)

損傷燃料等の再処理において、施設に共通する影響の他に、施設固有の設備に依存する影響が考えられる。このため、再処理施設において想定される影響を網羅的に抽出し、必要な研究要素の有無等を整理する。

実施体制

研究開発実施者



他のプロジェクトとの連携・調整

(1-1)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

目標工程

事項/年度	2014年度	
	上半期	下半期
2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討		
(1)不純物による再処理機器への腐食影響評価		
(2)不純物の工程内挙動評価		
(3)不純物の廃棄体への影響評価		
(4)その他の影響の抽出及び整理		

(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

目的

原子炉建屋プールの燃料には海水による塩分の付着が考えられ、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。よって、これらの燃料については、再処理における技術的課題の調査・検討を行うとともに、再処理が可能か否かを判断するための指標を整備するための検討を行う。

実施内容

1. 損傷燃料に関する事例調査
 - ・国内外における損傷燃料の取扱い実績について調査する。
2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討
 - (1) 不純物による再処理機器への腐食影響評価
燃料に付着した塩分や燃料に同伴したコンクリート片等の不純物の硝酸への溶解を考慮し、模擬溶液を用いた再処理機器材料の腐食試験を行い、腐食影響を評価する。
 - (2) 不純物の工程内挙動評価
燃料溶解液への不純物の移行を考慮し、模擬溶液を用いた抽出特性試験等を行い、不純物の化学処理工程内の挙動を評価する。
 - (3) 不純物の廃棄体への影響評価
不純物の廃液への移行を考慮し、模擬溶液を用いた試験等を行い、不純物のガラス固化体等の廃棄体の性状への影響を評価する。
3. 損傷燃料等のハンドリングに係る検討
 - (1) 受入・貯蔵設備におけるハンドリング方法の検討
現在の再処理施設ではハンドリングが困難な損傷燃料に対する、受入・貯蔵設備におけるハンドリング方法を検討する。
 - (2) 燃料のせん断に係る評価
容器からの燃料取り出しや、チャンネルボックスの取り外しが困難な場合を考慮し、容器やチャンネルボックスとともに燃料をせん断することの可否や処理に及ぼす影響について、模擬燃料を用いた試験等により評価する。
4. 損傷燃料等の分別指標の検討
 - ・上記の検討結果を整理し、再処理が可能か否かを判断するための指標を整備する。

目標工程

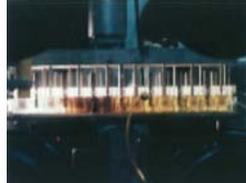
事項 / 年度	第1期		第2期		
	2013	2014	2015	2016	2017
1. 損傷燃料等に関する事例調査					
2. 損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討					
3. 損傷燃料等のハンドリングに係る検討					
4. 損傷燃料等の分別指標の検討					

候補となる技術例

要素技術	適用例
損傷燃料等の化学処理等	-
損傷燃料のハンドリング	ピンホール燃料の処理



機器材料の腐食試験

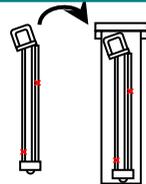


不純物の抽出特性試験

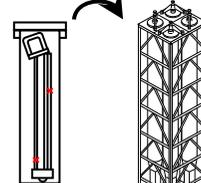


廃棄体への影響評価

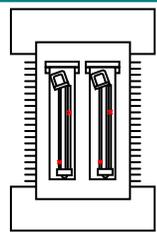
損傷燃料等の化学処理工程等への影響の検討



変形しているものやリークしている燃料等
容器に収納



容器付きバスケットに収納
容器ごと貯蔵/容器から取り出して貯蔵等。容器・燃料のハンドリング方法の検討が必要



発電所内で貯蔵後、キャスクに入れ移送



せん断処理
容器やチャンネルボックスの取り扱いに関する検討が必要

損傷燃料等のハンドリングに係る検討

(2 - 2 - 1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握 (平成26年度計画(案))

H26年度主要目標

海外機関との協力等により国内外の叡智を結集し、燃料デブリの位置等の炉内状況を推察するための事故進展解析技術の高度化を実現する。高度化した事故進展解析技術の成果を活用し、現場のオペレーションから得られる新たな情報も踏まえながら、炉内状況を把握するための検討を実施する。これらを通じ、燃料デブリ取り出し作業に資する炉内状況に関する情報の精度向上を図る。

H26年度の実施内容

	目標	得られる成果
	原子力学会との連携によるシビアアクシデントコードの開発にかかるPIRT (Phenomena Identification and Ranking Table) のブラッシュアップ	解析コードの高度化に資する検討、実験等の優先順位
	抽出した解析コードの改善点、サイトのオペレーションから得られる情報、既存の模擬試験の結果、最新知見等に基づき解析コード(MAAP、SAMPSON)を改良	高度化した解析コード
1	[MAAP] H25年度にブラッシュアップしたPIRTに基づき更なる改良項目の抽出を行うとともに、現状最新版であるMAAP5を用いて、構築したデータベースに基づき1~3号機の事故進展/炉内状況の把握に関する解析を継続する。	既存の解析結果の改善と精度向上に向けた課題の抽出
2	[SAMPSON] 一部改良した解析コードを用いて、構築したデータベースに基づき1~3号機の事故進展/炉内状況の把握に関する解析	既存の解析結果の改善と精度向上に向けた課題の抽出
	シビアアクシデント事象進展の詳細分析に資する模擬試験等(海水熱伝達試験、溶融燃料落下挙動試験)の実施	解析コードの改良に資する実験データと知見
	国際ベンチマークOECD-NEA BSAFプロジェクトの実施(情報基盤・国際協力に係わる取り組み)	海外知見 解析用データベース
	現場のオペレーションから得られる情報およびシビアアクシデント解析コード以外の計算コード等を用い、多角的なアプローチにより炉内状況把握のための継続的な検討	炉内状況に係わる情報

実施体制

研究開発実施者

- 解析コード改良と実機事故解析
 - ・MAAP改良
 - ・SAMPSON改良
- 熱流動解析等による個別事象評価
- 模擬試験
- 国際協力: OECD/NEAベンチマーク解析(BSAF) 等



連携

原子力学会
シビアアクシデント評価研究専門委員会

工程表

事項/年度	上半期	下半期
PIRTブラッシュアップ(原子力学会と連携)		
解析コードの更なる改良・検証		
- 1 改良版MAAPコードによる解析		
- 2 改良版SAMPSONによる解析		
模擬試験等の実施		
国際ベンチマークの実施		
炉内状況分析		

(2 - - 1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握

目的

燃料デブリの取り出しにかかる中長期的な対策の立案及び安全対策の策定に向けては、炉内状況を推定・把握することが不可欠であるが、現状、高線量下にある損傷炉心の直接的な観察は困難である。一方、その代替として期待される事故進展解析技術に関しては、事故進展の概要把握は可能であるものの、得られる結果に不確実性が大きく、それだけで燃料デブリの存在場所・形態、圧力容器の損傷程度等を推定するのは困難である。したがって、サイトのオペレーションから得られる情報とともに、これと並行して進められる事故進展解析技術の高度化による成果を用いて、炉内状況の推定・把握に対する取組みを継続的に実施する。

実施内容

1. 事故時プラント挙動の分析

・電源喪失から炉心溶融、水素爆発に至るまでの事象進展に関して、事故時プラントの運転操作情報及び実機計測データ等に基づき、プラント挙動の分析を行う。

2. シビアアクシデント解析コード高度化

・整理した既存のシビアアクシデント解析コードの特徴及び炉内状況把握に係る各コードの適用性の評価をもとに、シビアアクシデント解析コードの高度化を図る。
 ・事故時プラント挙動の分析結果や模擬試験等による評価結果及び炉内の調査結果等を踏まえ、シビアアクシデント解析コードの高度化(炉心の下部構造を考慮した燃料デブリの移行に関するモデル追加等)を図る。

3. シビアアクシデント進展の詳細分析に資する模擬試験等

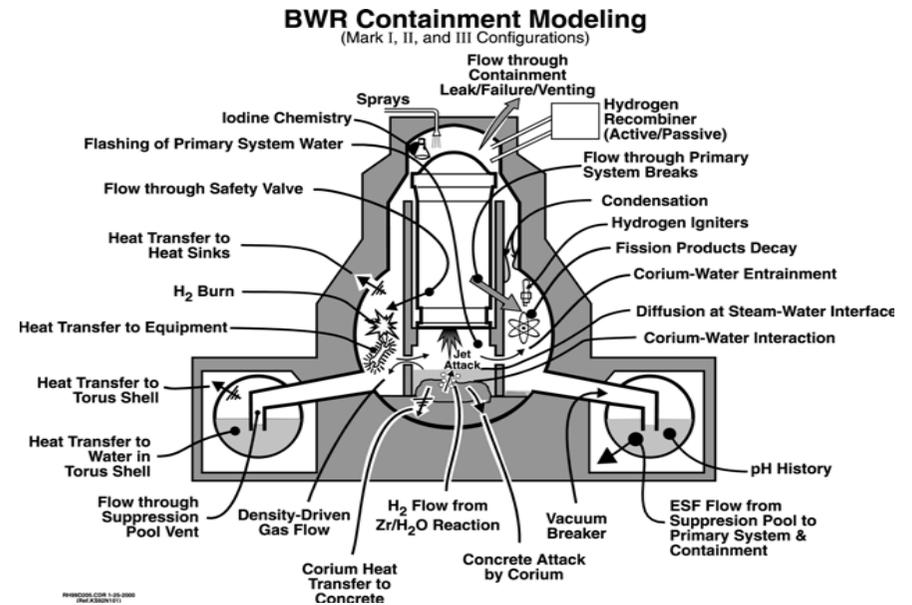
・事故時の炉内熱水力条件、燃料集合体における溶融進展、溶融物が落下した圧力容器下部ヘッドの変形及び破損等を評価するための要素試験、模擬試験及び解析モデルの開発等を行う。

4. 炉内状況の推定・把握

・1～3の成果、現場のオペレーションから得られる情報およびシビアアクシデント解析コード以外の計算コード等を用い、多角的なアプローチにより炉内状況の推定・把握に対する取組みを継続的に実施する。

目標工程

事項 / 年度	第1期間			第2期間						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
				(前)			(中)			(後)
1. 事故時プラント挙動の分析		プラント挙動分析								
2. シビアアクシデント解析コード高度化		適用性評価	1	2	解析コード高度化					
3. 模擬試験等による評価				事故進展解析に資する模擬試験等						
4. 炉内状況推定・把握				炉内状況推定・把握						



MAAP格納容器内モデル

提供: EPRI

1 (2013上): MAAP 及びSAMPSON のモデルの追加・改良

2 (2013下): 改良を反映したMAAP 及びSAMPSON による炉内状況の評価

3 (2016下): 原子炉格納容器内部調査の開始

(2-③-1, 3) 模擬デブリを用いた特性の把握、燃料デブリ処置技術の開発 (平成26年度計画(案))

平成26年度主要目標

- ・模擬デブリを用いた特性の把握: サンプル・取出し等の検討に向けて、酸化物系デブリの機械的性質データの取得を継続するとともに金属系デブリの機械的性質データ取得に着手する。また、福島事故特有の反応としてGd等による影響評価およびMCCI(溶融炉心-コンクリート反応)に係る検討を継続する。
- ・燃料デブリ処置技術の開発: 実デブリのサンプル分析に必要な要素技術の開発を継続する。取出し後の燃料デブリの安定的な保管の検討に向けて、必要なデブリの性状データを検討し、データ取得に着手する。

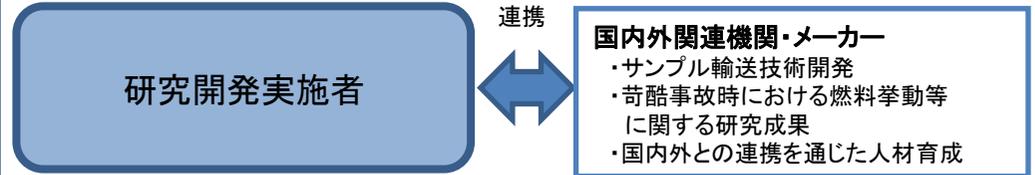
実施内容

1. 模擬デブリを用いた特性の把握
デブリの特性データを把握するためのリストの拡充のため、以下を実施。
 - ① 模擬デブリの特性評価(模擬燃料デブリの作製条件の検討を含む)
 - ・特性が異なる複数のコールド材料の穿孔試験を行い、各特性と穿孔性能の相関性を評価する。
 - ・正方晶、単斜晶の(U,Zr)O₂および主要な金属デブリとなり得るFe₂(Zr,U)を作製し、その機械的性質データを取得する。また、酸化物についてはジルコニアの安定化機構の影響を検討する。
 - ・福島特有事象であるコンクリートとの反応、さらにGd含有燃料からの生成デブリを想定した系や構造材(Fe)との複合系での特性を把握し、実デブリ物性への影響を評価する。
 - ・MCCI反応生成物の化学形態の推定、及び過去のMCCI試験の生成物に対する物性測定に着手する。(CEAとの国際協力)
 - ② TMI-2デブリとの比較
 - ・JAEA内保管のTMI-2デブリを用いた試験に着手する。
 - ③ 国際協力(共同研究)の検討
 - ・海外の研究機関と情報交換を継続し、国際協力を推進。
2. 燃料デブリ処置技術の開発
 - ① 実デブリ分析要素技術の検証
 - ・実デブリの分析に必要な各要素技術を検証する。
 - ② 保管に係るデブリ基礎特性の評価
 - ・保管に大きく影響する含水特性や変性挙動について検討・評価する。

中長期的な人材育成

- ・国際協力相手機関への人材派遣など研究開発を通じた人材育成について計画案を作成する。また、関係組織が協力し、若手技術者の能力向上・知見拡大に努め、長期的にわたるデブリ関連研究を確実に実施するために必要な人材の確保をはかる。

実施体制



他のプロジェクトとの連携・調整 (Cooperation and adjustment with other projects)

- (2-①-4/5) 原子炉格納容器/圧力容器内部調査技術の開発
- (2-①-6) 燃料デブリ・炉内構造物取出工法・装置開発
- (2-①-7) 炉内燃料デブリ収納・移送・保管技術開発
- (2-①-8) 原子炉圧力容器/格納容器の健全性評価技術の開発
- (2-①-9) 燃料デブリの臨界管理技術の開発
- (2-②-1) 事故進展解析技術の高度化による炉内状況の把握
- (2-③-4) 燃料デブリに係る計量管理方策の構築
- (3) 固体廃棄物の処理・処分技術の開発

実施工程

事項/年度	2013	2014		2015
		(前)	(後)	
1. 模擬デブリを用いた特性の把握		模擬デブリの機械物性評価(酸化物系)		
① 模擬デブリの特性評価(模擬燃料デブリの作製条件の検討を含む)		模擬デブリの機械物性評価(金属系)		
		1F特有の反応による生成物評価(コンクリート、Gd等)		
		MCCIに係る研究		
② TMI-2デブリとの比較	準備	TMI-2デブリを用いた試験(機械的性質評価、分析試験)		
③ 国際協力(共同研究)の検討		国際協力の実施		
2. 燃料デブリ処置技術の開発		分析要素技術の検討		
① 実デブリ分析要素技術の検証		要素技術の検証		
② 保管前処理に係るデブリ基礎特性の評価		含水特性、変性挙動等		

CEA: フランス原子力・代替エネルギー庁

(2-③-1, 2, 3) 模擬デブリを用いた特性の把握、実デブリの性状分析、燃料デブリ処置技術の開発

目的

福島第一原子力発電所の事故は、溶融継続時間、炉心構成及び海水注入などがTMI-2の事故と異なるため、炉心内部で生成された燃料デブリも異なることが推定される。よって、燃料デブリ取り出し時には、燃料デブリの特性を把握した上で安全性を確保し、その特性に応じた取り出し治具や収納容器等を準備しておく必要がある。また、燃料取り出し後の処理処分の検討を行う場合には、燃料デブリ処置(保管・処理・処分)方策の全体シナリオを検討するとともに溶解性や化学的安定性等の化学的特性の把握と模擬デブリや実デブリを用いた処理に係る試験を実施し、燃料取り出し後の長期保管及び処理処分の見通しを得ておく必要がある。

実施内容

1. 燃料デブリ特性の把握

① 模擬デブリ作製条件の検討

- TMI-2等を参考に福島第一原子力発電所の事故事象進展を考慮して炉内デブリ作製条件を検討する。

② 模擬デブリの特性評価

- 福島第一原子力発電所復旧に係るニーズを踏まえて、作製した模擬デブリを用いた基礎物性の測定・評価、化学的特性及び物理的特性の評価・試験を実施する。

③ TMI-2デブリとの比較

- TMI-2デブリ特性を実測し模擬デブリで得たデータとの比較を行い、福島第一原子力発電所からの燃料取り出しへの反映事項を整理する。

2. 実デブリの性状分析

- 燃料デブリの回収技術の確立や取り出し燃料の処理処分の検討に資するため、回収された実燃料デブリの性状分析を行う。

3. 燃料デブリ処置技術の開発

① 処置シナリオの検討

- 固体廃棄物の処理・処分技術開発と連携して、炉内取出し後の燃料デブリ処置(保管・処理・処分)方策のシナリオを検討する。

② 燃料デブリ処置技術の適用可能性検討

- 塩分を含有、燃料や炉内構造物が溶融した燃料デブリに対する既存処理技術(湿式法、乾式法等)の適用可能性について検討する。

中長期的視点での人材育成

若手技術者の能力向上・知見拡大に努め、長期にわたる燃料デブリ関連研究を確実に実施するために必要な人材の確保をはかる。

国内外の叡智の活用

プロジェクトの実施に当たっては、シビアアクシデント研究において燃料デブリ等に関する情報の蓄積のある海外機関との協力・連携を図り、その知見を反映する。

目標工程

事項/年度	第1期			第2期						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
				(前)			(中)			(後)
1. デブリ特性の把握	▽1 (▽2)									
(1) 模擬デブリ作製条件の検討	[Progress bar from 2011 to 2015]									
(2) 模擬デブリの特性評価	[Progress bar from 2011 to 2015]									
(3) TMI-2デブリとの比較	[Progress bar from 2012 to 2015]									
2. 実デブリの性状分析	▽3 (▽4) (▽5)									
	[Progress bar from 2014 to 2019]									
3. 燃料デブリ処置技術の開発	▽5									
	[Progress bar from 2014 to 2019]									

▽1(2015下): 模擬デブリ性状データ取り纏め
 (▽2(2016上): 燃料デブリ取り出し工法・装置開発の本格化)
 ▽3(2016上): 実デブリサンプルを用いた性状把握に向けた計画策定開始
 (▽4(2017下): 放射性物質・分析研究施設の運用開始)
 (▽5(2019下): 実デブリサンプルの性状データの燃料デブリ処理・処分に向けた研究開発等への反映開始)
 ▽6(第3期): 燃料デブリの処理・処分方法の決定

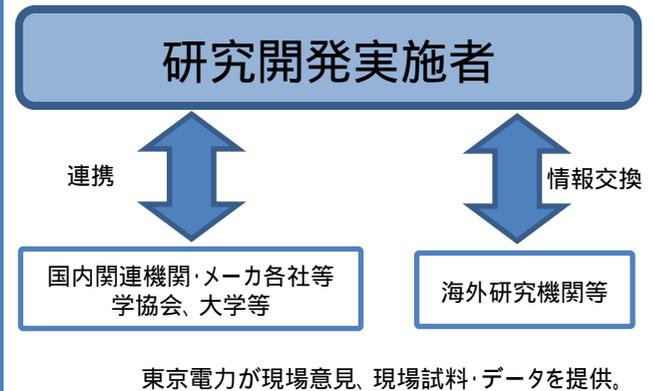
~▽6

(3) 固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発計画(平成26年度計画(案))

平成26年度主要目標

1. 性状把握
 - 分析計画を明確化し、得られた分析結果を踏まえて適宜更新を行う。
 - 各工程からの処理水の分析結果や解析的な手法を用いて二次廃棄物のインベントリ評価を進める。
2. 長期保管方策の検討
 - 多核種除去設備のスラリーの安定化技術の調査・試験を行う。
3. 廃棄物の処理に関する検討
 - 多核種除去設備等二次廃棄物の処理・廃棄体化に関するデータを取得する。既存技術の適用性が困難な可能性の高い廃棄物に対する処理技術の開発を進める
4. 廃棄物の処分に関する検討
 - 既存の処分概念や安全評価手法(シナリオ、モデル、データ)の適用範囲・適用条件等に関する評価を行う。
 - 性状把握や処理技術の開発の促進に資するよう分析試料や核種の優先順位、廃棄物処理要件を提示する。
5. 研究開発を進めるための検討
 - 廃棄物の発生、保管から処理・処分まで一連の廃棄物の取扱い(廃棄物ストリーム)を策定に必要な検討を実施する。

実施体制



平成26年度の実施内容

1. 性状把握
 - 核種分析を着実に進めるため、分析計画を明確にし、その計画を分析結果を踏まえて適宜更新する。その上で、ガレキ、伐採木等の核種分析を継続し、場所や線量に対する核種組成の特徴を検討する。試料の分析は、汚染水試料と合わせて50サンプル程度を実施し、対象核種は、H25年度に実施した暫定評価対象核種の見直しの試行による。
 - 汚染水及び処理水中の難分析核種等の分析結果および解析的な手法に基づき二次廃棄物のインベントリ評価を進める。特に、¹³⁷Cs以外の核種のインベントリ評価手法を検討する。
 - 第二セシウム吸着装置、多核種除去設備から発生する二次廃棄物に関するデータの収集を継続する。さらに、多核種除去設備から発生する二次廃棄物の採取分析に着手する。
 - 難測定核種(⁹⁹Mo、¹²⁶Snなど)の分析フローを構築する。また、キャピラリー電気泳動法及びレーザー共鳴電離質量分析を用いた簡易な分析システムの開発を実施する。
2. 長期保管方策の検討
 - 漏えいリスクを低減させた状態で保管するため、多核種除去設備から発生する炭酸塩および水酸化鉄スラリーを安定化する技術の導入に向け、安定化技術の調査および試験を行う。
 - 第二セシウム吸着装置について、吸着塔容器材料の局部腐食発生の有無を評価する。また、現行の水素安全対策について確認する。
3. 廃棄物の処理に関する検討
 - 多核種除去設備等から発生する二次廃棄物を中心に、種々の模擬廃棄体を作製する基礎試験を実施し、固化特性や閉じ込め性及びガス発生等に関するデータを取得する。
 - H25年度の調査により選定した処理・廃棄体化技術に対し、処理量、減容及び安定化の効果、作製される廃棄体の特性、二次廃棄物の種類と発生量等についてより詳細に調査する。
 - 廃ゼオライト吸着塔の処分を見据えた処理に関する検討として、塔内残留水の蒸発の評価等を実施する。
4. 廃棄物の処分に関する検討
 - 既存の処分概念や安全評価手法(シナリオ、モデル、データ)の適用範囲・適用条件等に関する評価を行う。また、既存の処分概念や安全評価手法の改良や高度化の必要性とその範囲及び実施に向けての課題と対策を整理する。
 - インベントリ推定に関する検討の進展を踏まえた事故廃棄物の評価対象核種の見直し、廃棄物処理要件の提示を行う。
5. 研究開発を進めるための検討
 - 廃棄物の発生、保管から処理・処分まで一連の廃棄物の取扱い(廃棄物ストリーム)を廃止措置シナリオの検討と連携して検討していく。
 - H25年度に試運用を開始した水分分析結果のデータベースについて水分分析結果以外の分析データについて設計・製作を行う。また、H25年度に作成した事故廃棄物情報を更新する。

中長期的視点での人材育成

中長期的に必要な人材を育成する観点から、大学・研究機関等との共同研究を実施するなど、連携の強化に取り組む。

(3) 固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発計画(平成26年度計画(案))

工程

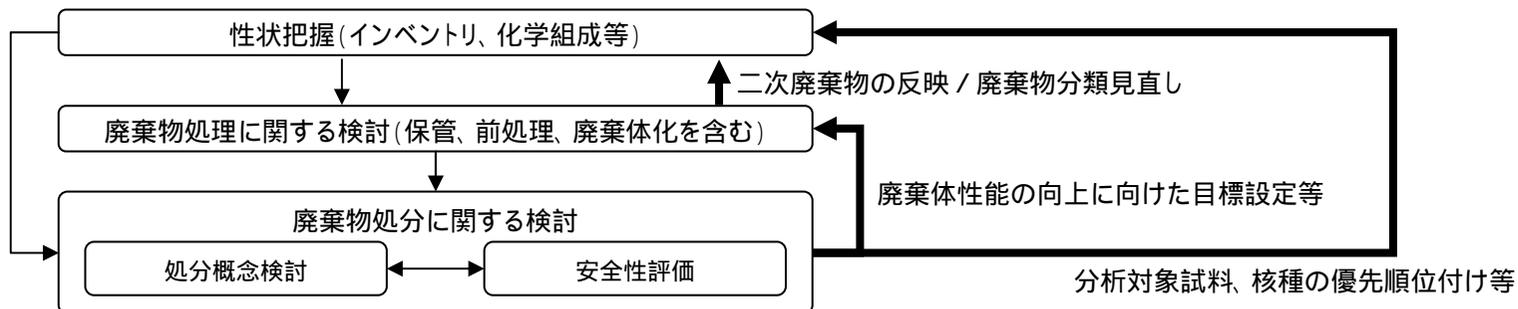
事項/月	2014											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
1. 性状把握等	水処理二次廃棄物(スラッジ等)											
	インベントリ評価											
	第二セシウム吸着装置、多核種除去設備の二次廃棄物の性状把握											
	多核種除去設備から発生する二次廃棄物の採取分析											
	ガレキ、伐採木等											
	サンプリング、核種分析											
2. 長期保管方策の検討	分析技術開発試験											
	多核種除去設備二次廃棄物の安定化技術の検討											
	使用済み汚染水貯留タンクの除染技術の検討											
	第二セシウム吸着装置の吸着塔残留塩分洗浄試験及び水素発生に関する照射試験									腐食・水素対策評価		
3. 廃棄物の処理に関する検討	水処理二次廃棄物(スラッジ等)											
	スラッジ等の廃棄体化基礎試験											
	セシウム吸着塔内の在留水の蒸発の評価等											
	ガレキ、伐採木等											
	処理・廃棄体化技術調査											
4. 廃棄物の処分に関する検討	Sr汚染土壌の除染、固定化の検討											
	処分概念や安全評価手法に関する調査									適用範囲・適用条件等の評価		
	評価対象核種の見直し、廃棄物処理要件の提示											
5. 研究開発を進めるための検討	廃棄物ストリームの検討											
	分析結果のデータベースについて改良											
	事故廃棄物情報の更新											

(3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発計画

目的

廃止措置に向けた取組を円滑に進めるためには、放射性核種で汚染された物質を適切に管理するとともに、処理・処分を進めていく必要がある。事故により発生した、放射性核種により汚染された物質は、破損した燃料に由来した放射性核種を含んでいること、津波や事故直後の炉心冷却に起因する海水成分を含む可能性があること、高線量であり処理・処分の実績が無いゼオライトやスラッジを含むこと、汚染のレベルが多岐にわたりその物量も大きいこと等、従来の原子力発電所で発生する放射性廃棄物と異なる特徴がある。これらの放射性核種で汚染された物質の処理・処分に関する安全性の見通しを得る上では、従来の放射性廃棄物とは異なる点を把握したうえで、研究開発を実施する。

検討の進め方



日本原子力学会「福島第一原子力発電所事故により発生する放射性廃棄物の処理・処分」特別専門委員会 報告書 2013年3月 を参考に作成

実施内容

水処理二次廃棄物、瓦礫 / 伐採木等、燃料デブリ / 解体廃棄物に関して、性状把握、廃棄物処理方法検討、廃棄物処分にに関する検討、水処理二次廃棄物の保管検討等を行う。検討に際しては、それぞれで得られた情報を他の検討に反映させる。このために必要な情報をデータベース化して管理する。なお、燃料デブリの性状把握は「2 - - 1, 2 模擬デブリを用いた特性、実デブリの性状分析」にて実施し、その結果をインプットとして燃料デブリの処分にに関する検討を実施する。

1. 性状把握

- 水処理二次廃棄物である廃吸着材・スラッジ等に関し、長期保管可能な方策検討や処理・処分技術の開発に必要な廃棄物の性状を把握する。
- 瓦礫、伐採木、土壌、解体工事に伴い発生する解体廃棄物等について、処理・処分技術開発に必要な放射性物質の付着状況等の性状を把握する。
- 分析方法が確立されていない処理・処分技術の検討に必要な難測定核種の分析技術の開発ならびにインベントリの評価手法を開発する。

2. 長期保管方策の検討

- 水処理二次廃棄物は、処理・処分技術の確立まで安定に保管する必要があるため、水素発生、発熱及び腐食等、長期保管に向けた対策を検討する。

3. 廃棄物の処理に関する検討

- 水処理二次廃棄物の長期保管方策の検討において、十分な保管性能が担保されないケースに対応し、廃棄体化に係る処理技術の基礎的検討を実施する。
- 既存の処理技術(廃棄体化技術)を調査し、その結果を基に廃棄体化のための技術開発を行い、廃棄体性能を評価する。

4. 廃棄物の処分にに関する検討

- 1. 及び3. の成果を基に、既存の処分概念及び安全評価手法の適用性を確認し、処理・処分に必要な課題の抽出及び課題の解決策を検討する。
- 既存の処分概念や安全評価手法の適用が困難な廃棄物について、新たな処理・処分技術を検討する。

5. データベースの開発

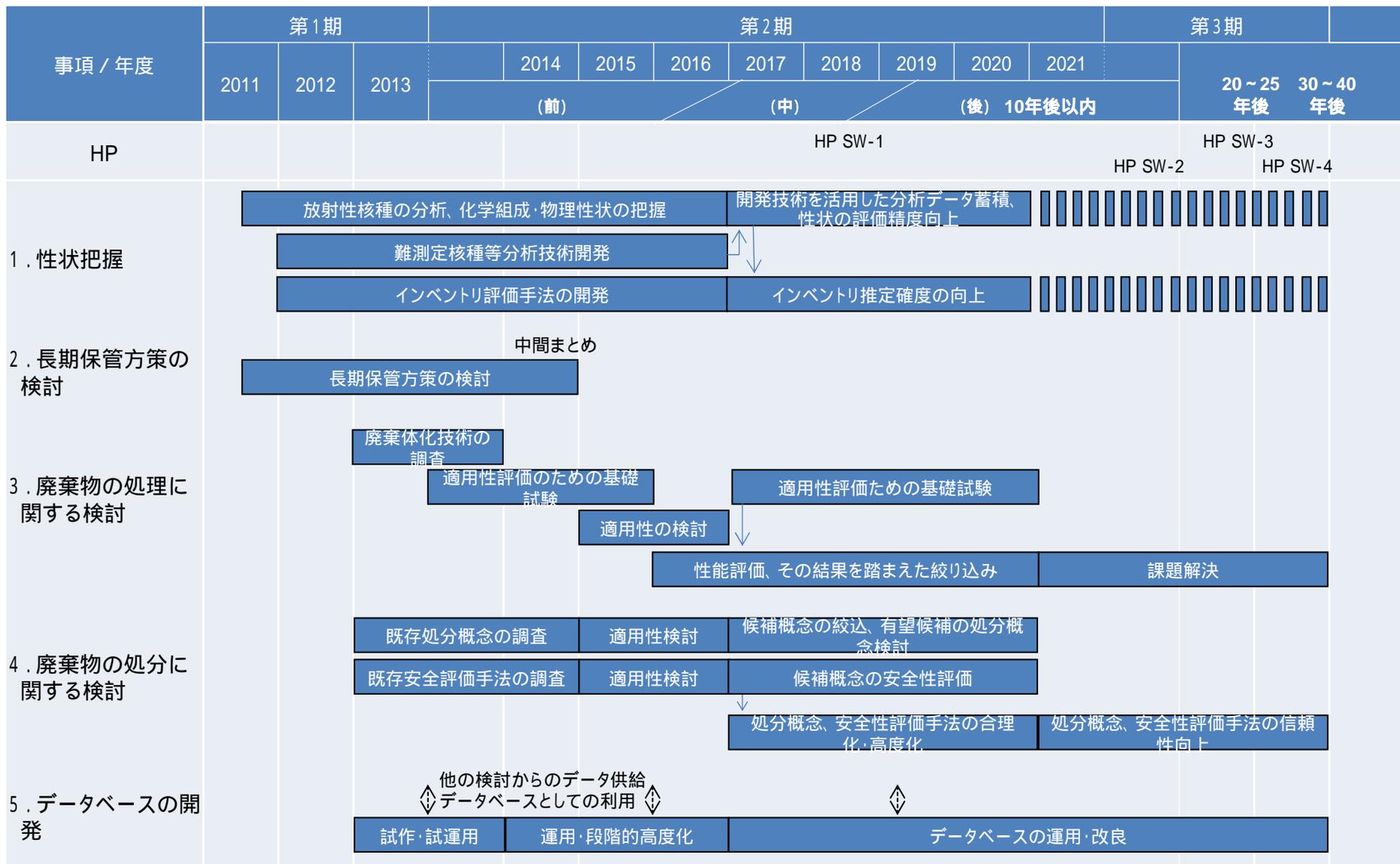
- 研究開発成果や情報を整理するためのデータベースを開発する。

中長期視点での人材育成

中長期的に必要な人材を育成する観点から、大学・研究機関等との共同研究を実施するなど、連携の強化に取り組む。

(3) 固体廃棄物の処理・処分に係る研究開発計画

目標工程



HP SW-1: 固体廃棄物の処理・処分に係る基本的な考え方の取りまとめ
 HP SW-2: 固体廃棄物の処理・処分における安全性の見直し確認
 HP SW-3: 廃棄体仕様・製造方法の確定
 HP SW-4: 廃棄体製造設備の設置及び処分の見直し

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		1月		2月					3月					4月		5月	備考
			26	2	9	16	23	2	9	16	下	上	中	下	前	後				
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(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																
	PCVガス管理	(実績) ・【共通】PCVガス管理システム運転中(継続)	現場作業	【1, 2, 3号】継続運転中																
原子炉格納容器関連	PCV内部調査	(実績) ・【2号】常設監視計器再設置 - 対策検討(継続) - 引掛り解消工法の検証(モックアップ)(完了) ・【3号】PCV内部調査・常設監視計器設置 - PCV内部調査の実施方針検討(継続)	検討・設計・現場作業	【2号】常設監視計器再設置 対策検討																2号機 常設監視計器再設置 ・引掛り解消による再設置が不可 だった場合、現状の計器を引き抜き、予 備計器の設置に移行する。(H26.5中可 以降) ・3号R/B1階(北西エリア)の除染後 (H26.3末)に現場調査を行い実施方針 を決定。 ・現場調査(H26.4)後、仕様確定
				引掛り解消工法の検証(モックアップ) ・ 習熟訓練																
使用済燃料プール関連	使用済燃料プール 循環冷却	(実績) ・【共通】循環冷却中(継続) (予定) ・【3号】冷却塔散布水停止に伴う影響調査 (2/26-3/8予定) 停止後10日後に調査継続判断を実施 (最長3/18まで延長) ・【4号】一次系電動弁点検(系統全停) 3月中旬(日程調整中)	現場作業	【1, 2, 3, 4号】循環冷却中																
	使用済燃料プール への注水冷却		現場作業	【1, 2, 3, 4号】蒸発量に応じて、内部注水を実施																
	海水腐食及び 塩分除去対策 (使用済燃料プール 薬注&塩分除去)	(実績) ・【共通】プール水質管理中(継続)	検討・設計・現場作業	【1, 2, 3, 4号】ヒドラジン等注入による防食																

現地工事は、2号機R/B1階北側エリアの除染作業完了が(H26.3末)予定していることから、4月初旬を目途とする。

現場準備・再設置

工程調整中

工程調整中 X-53ベータ調査

【3号】冷却塔散布水停止に伴う影響調査
10日後に調査継続判断を実施
(最長3/18まで延長)

【4号】電動弁点検(系統全停)

工程調整中

追加

追加

福島第一-1～3号機
これまでの注水量変更時の温度挙動について

平成26年2月27日

東京電力株式会社



東京電力

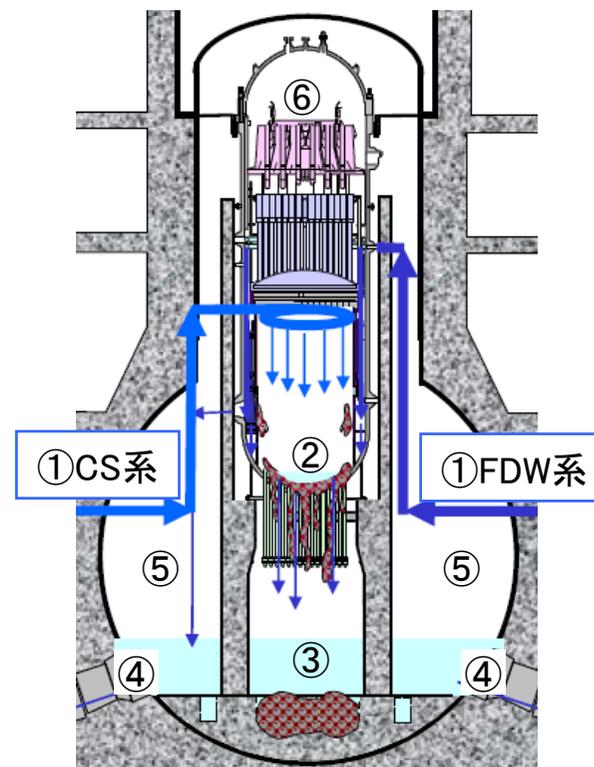
目的

- 1～3号機の原子炉注水については、これまで工事や作業に伴う必要性、水処理負荷低減等を目的に、注水量の変更を実施。
- 原子炉注水を変更した際の炉内温度応答は号機毎に異なっており、各号機の特徴から、熱源の位置など、炉内状況について推定。
- これまで実施した注水量変更のうち、変更幅が大きい実績を中心に、注水量変更時の温度挙動を整理し、得られた情報について報告する。

炉内温度の監視に用いている温度計のうち事故前から設置されているものについては、過去に高温、高圧の過酷な環境を経験しているため、信頼性が低下している可能性があるが、ここでは温度計の指示値は正しいとして評価を取り纏めている。

原子炉冷却の概要

- 事故により炉心は溶融し、燃料デブリは原子炉圧力容器 (RPV) 底部または原子炉格納容器 (PCV) 底部に落下していると推定
 - 落下の過程で、その中間にある構造物に付着している熱源も微量存在すると想定
- 炉心スプレイ系 (CS系), 給水系 (FDW系) から、RPVへの注水によって熱源を冷却
 - 注水の流れは、①→②→③→④
 - 主に熱源が存在すると推定される②, ③の位置の温度挙動に着目
 - 下流に位置する③, ④, ⑤の温度は、ほぼ同等になると推定されることから、⑤の温度で代表



炉心状態のイメージ
(1号機)

炉内状況の推定の考え方

■ 注水変更後の温度応答速度の違い

- 注水変更後, 炉内温度は時間遅れをもって緩やかに変化
- 号機毎に温度変化の時遅れが異なるのは, 炉内の水の入れ替わり速度に応じていると考えられる。

→ 応答が遅いプラントは保有水が多いと推定

■ 炉内温度と熱源位置の推定

- 注水の流れは, ①→②→③→④

(1) 大部分の熱源がRPV内に存在

- ◆ $② = ⑤ > ①$

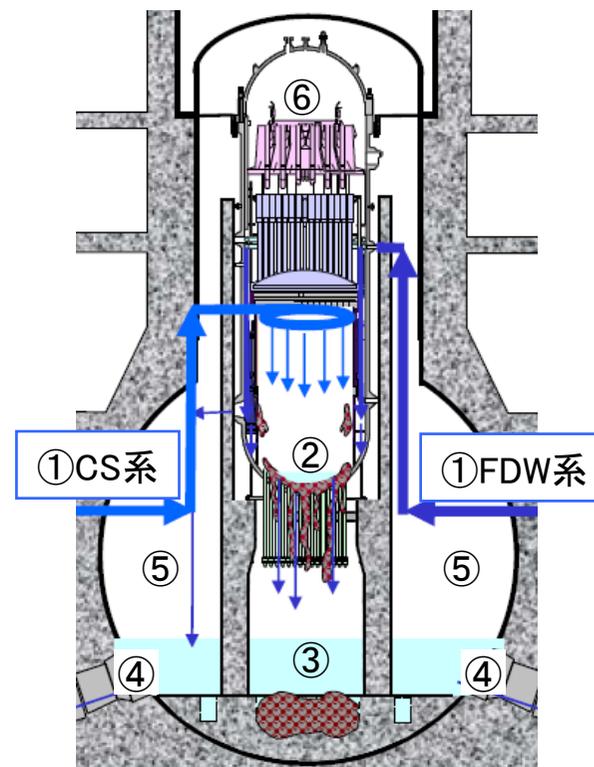
(2) ある程度の熱源がPCV側に存在

- ◆ $⑤ > ② > ①$

(3) RPV内の燃料デブリが十分冷却出来ていない場合

- ◆ 部分的に $② > ⑤ > ①$ となりうる
- ◆ 注水変更等における②, ⑤の温度変化幅は異なる

(4) ⑥の温度は, セシウム等の核分裂生成物の付着の影響により, ①~⑤より若干高くなる可能性有り

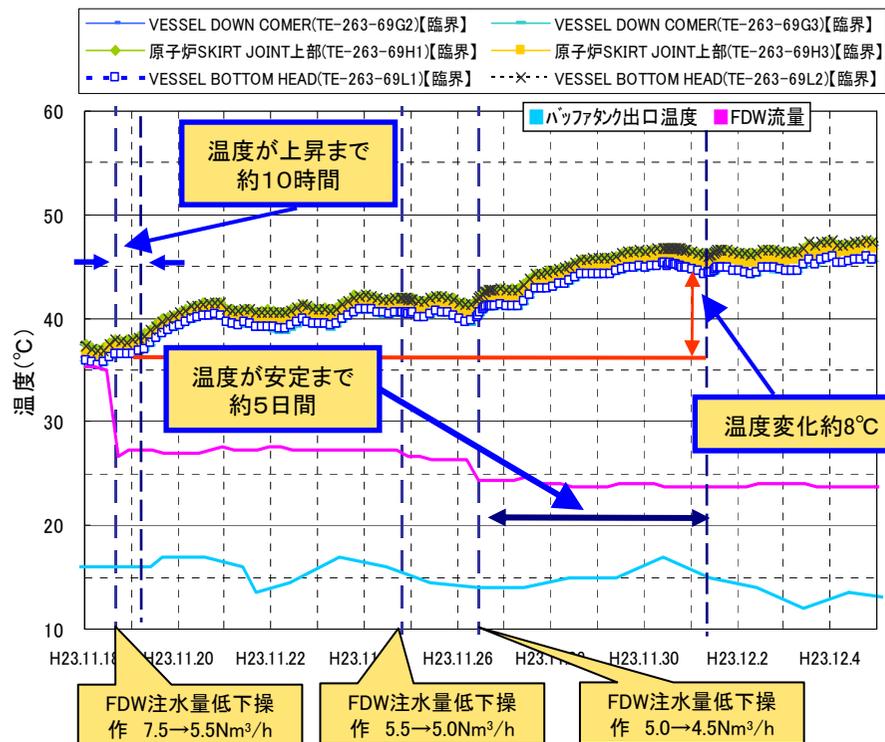


炉心状態のイメージ
(1号機)

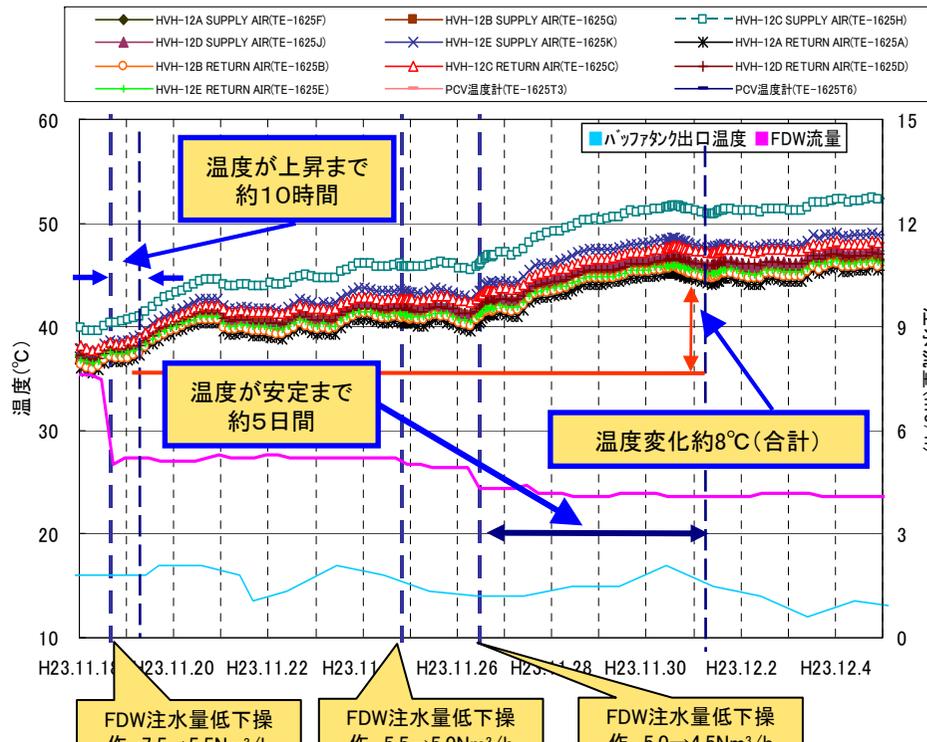
1号機の温度応答の特徴(その1)

【実績】平成23年11月(RPV底部温度とPCV温度)

※ 注水温度は参考



RPV底部温度



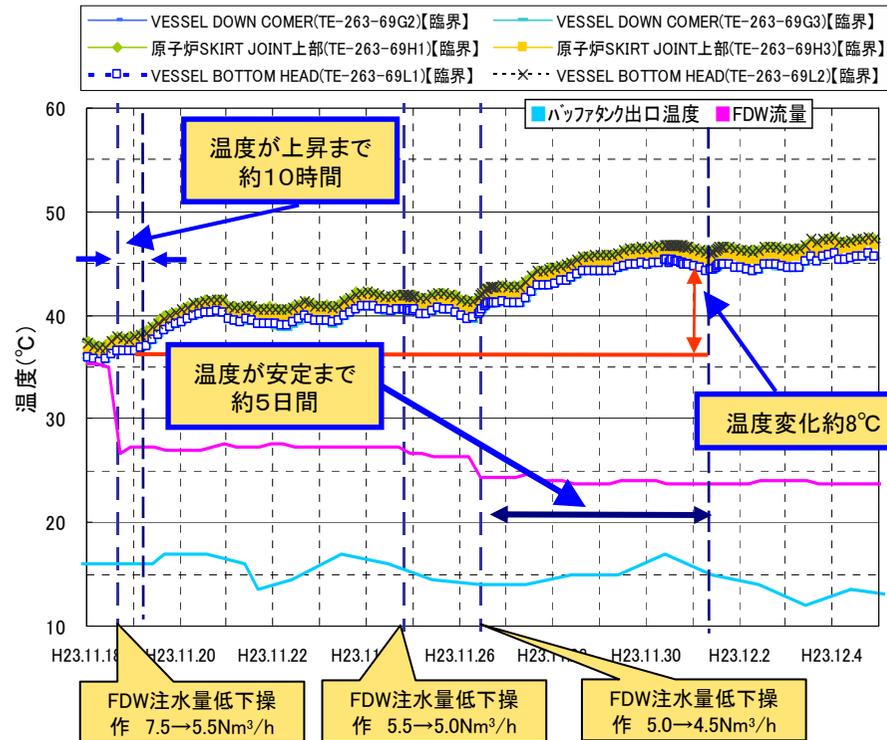
PCV温度

- 注水変更後, 時間遅れをもって緩やかに温度変化
 - 明確な温度上昇が確認できるまでおよそ10時間程度
 - その後およそ5日程度で温度は安定
- PCV温度はRPV温度とほぼ同等だが, 一部PCV温度の方が高い

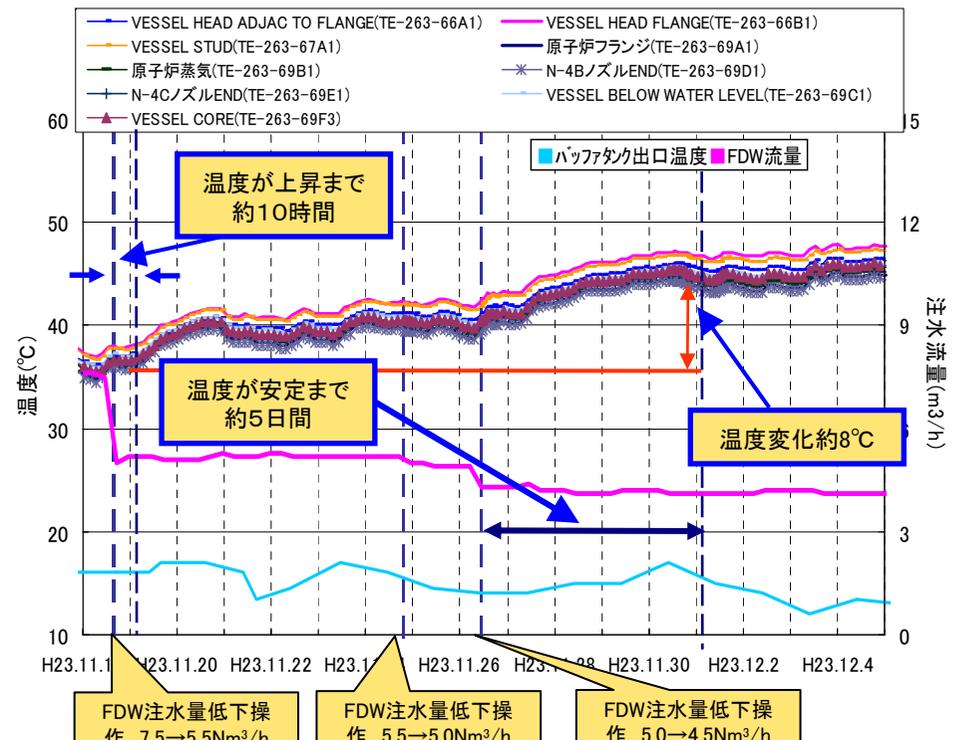
1号機の温度応答の特徴(その2)

【実績】平成23年11月(RPV温度)

※ 注水温度は参考



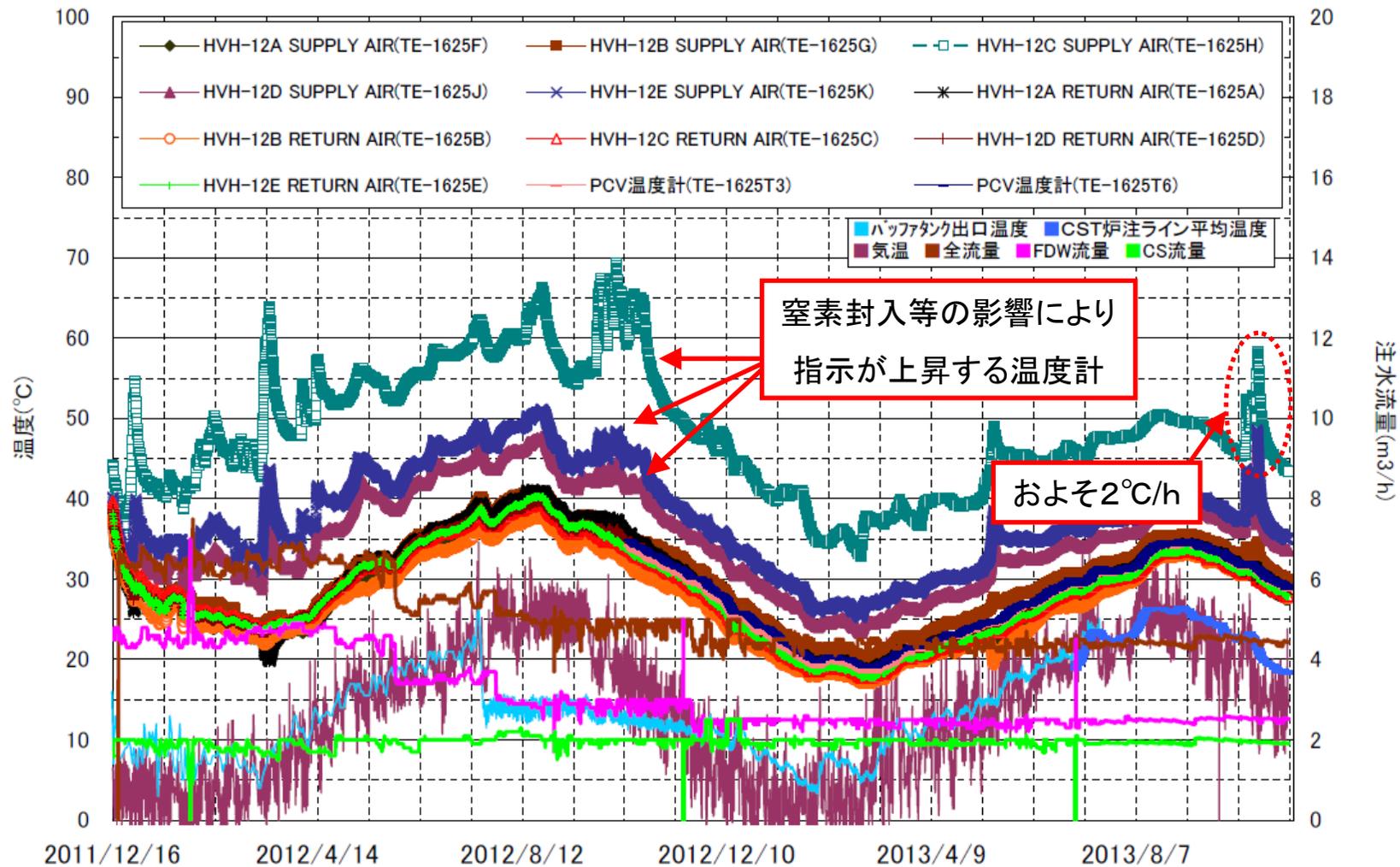
RPV底部温度



RPV上部温度

- 注水変更後, 時間遅れをもって緩やかに温度変化
 - 明確な温度上昇が確認できるまでおよそ10時間程度
 - その後およそ5日程度で温度は安定
- RPV底部温度と上部温度はほぼ同じ

1号機の温度応答の特徴(その3)

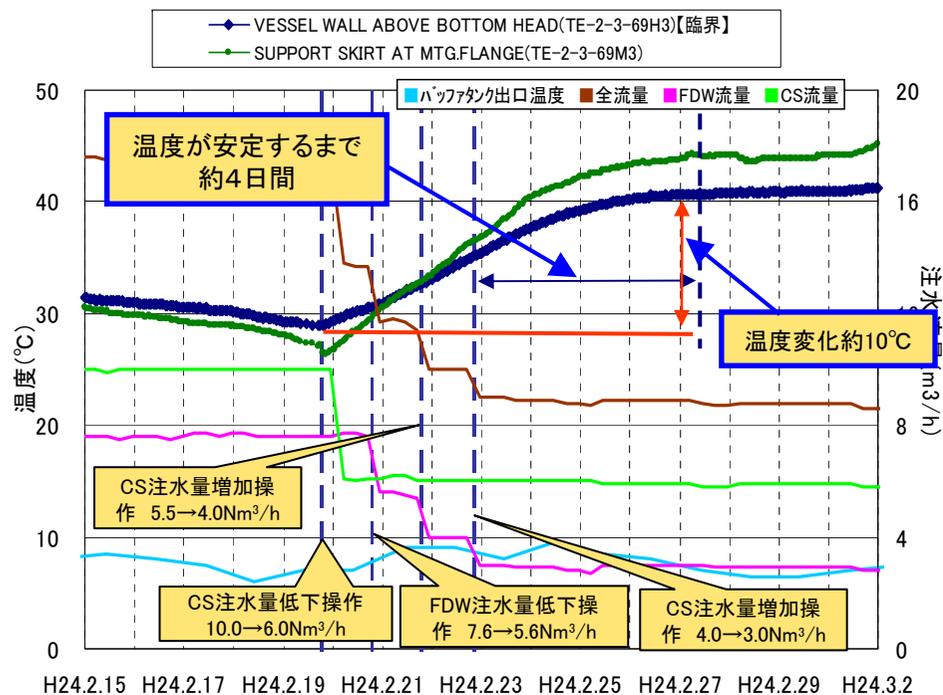


■ 1号では、注水によらず、窒素封入等の影響によって、一部のPCV温度計の指示の上昇が観測されている。

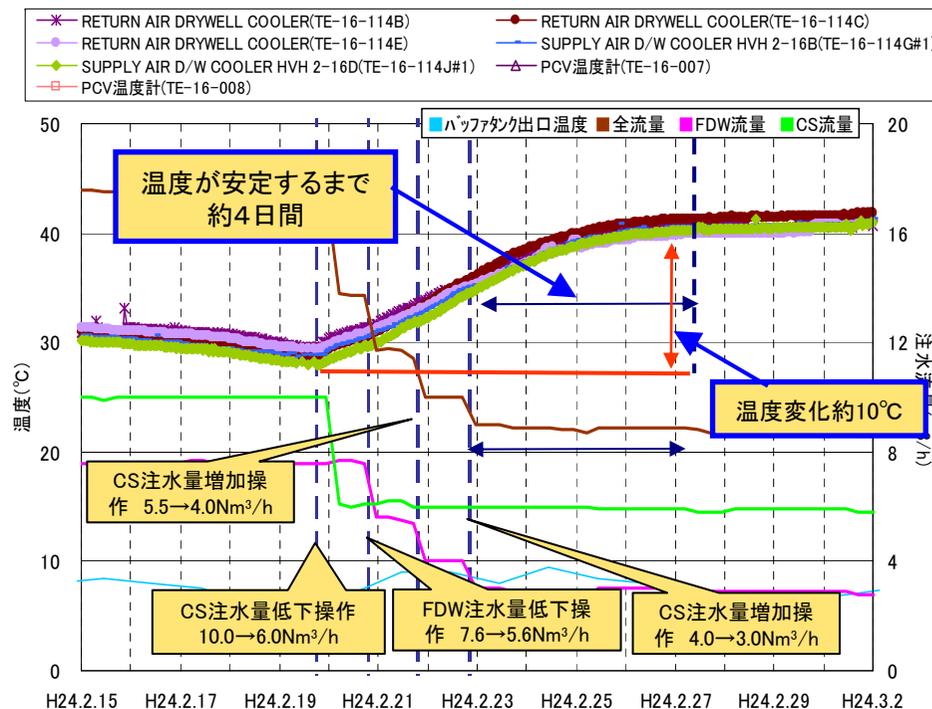
2号機の温度応答の特徴(その1)

【実績】平成24年2月(RPV温度とPCV温度)

※ 注水温度は参考



RPV底部温度



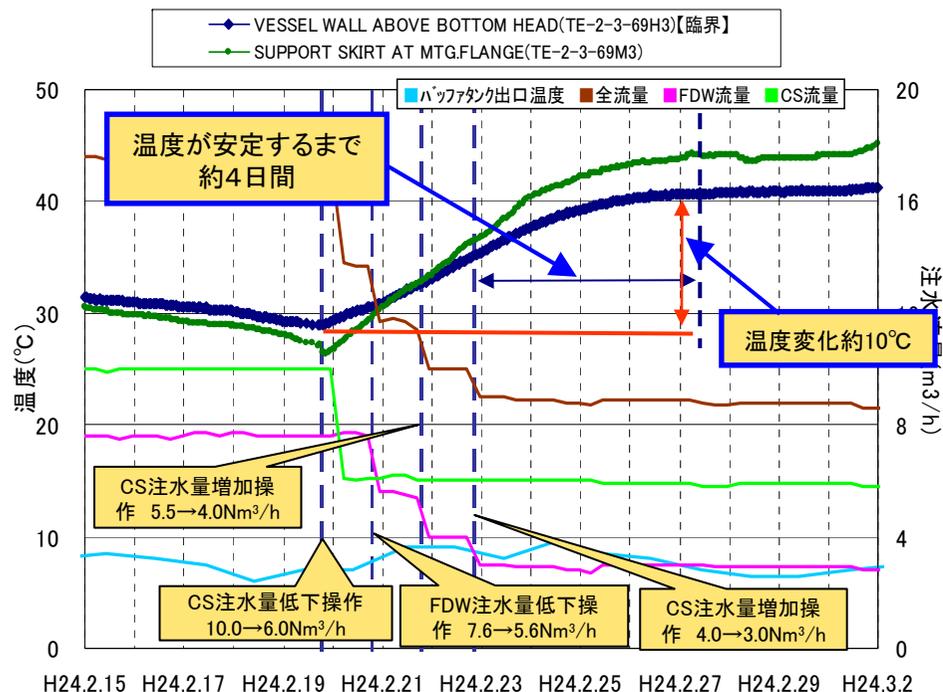
PCV温度

- 注水変更後、時間遅れをもって緩やかに温度変化
 - 注水変更後、比較的すぐに明確な温度上昇を確認
 - その後およそ4日程度で温度は安定
- PCV温度はRPV底部温度とほぼ同等

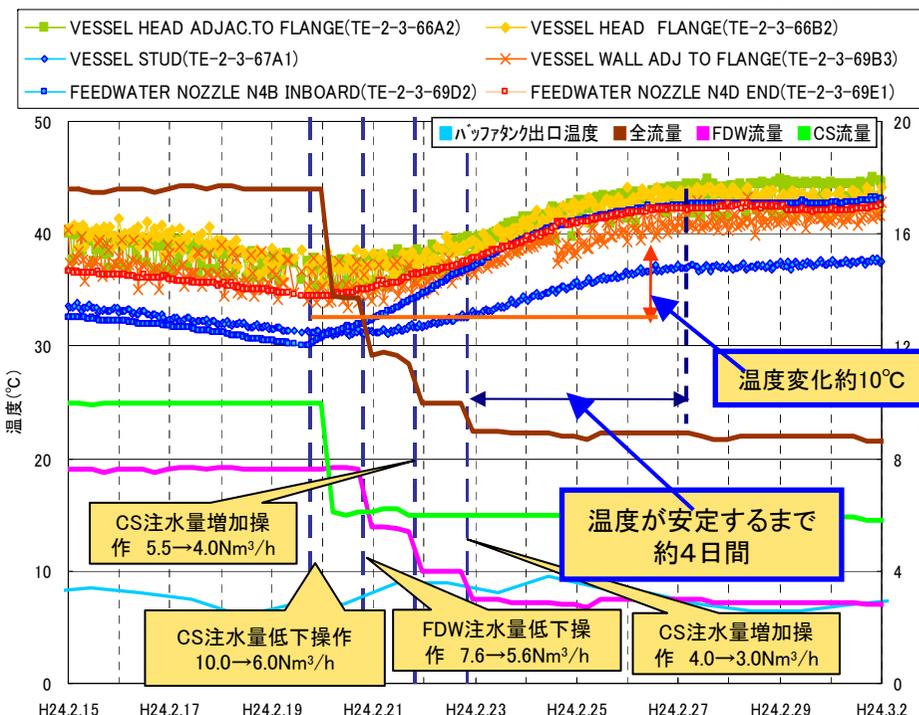
2号機の温度応答の特徴(その2)

【実績】平成24年2月(RPV温度)

※ 注水温度は参考



RPV底部温度

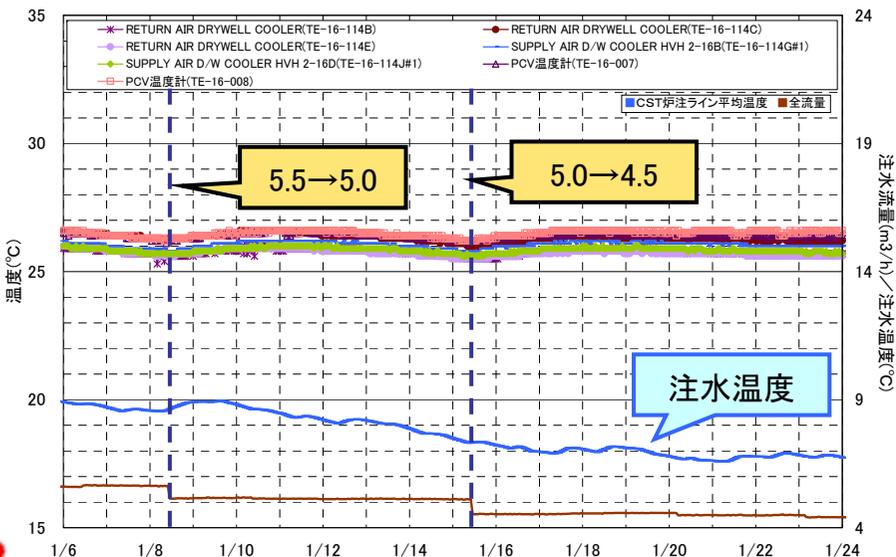
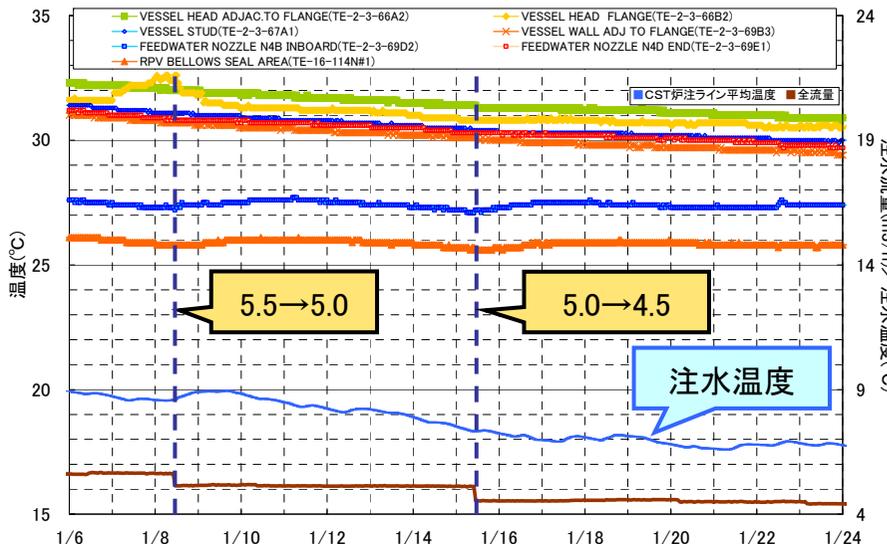
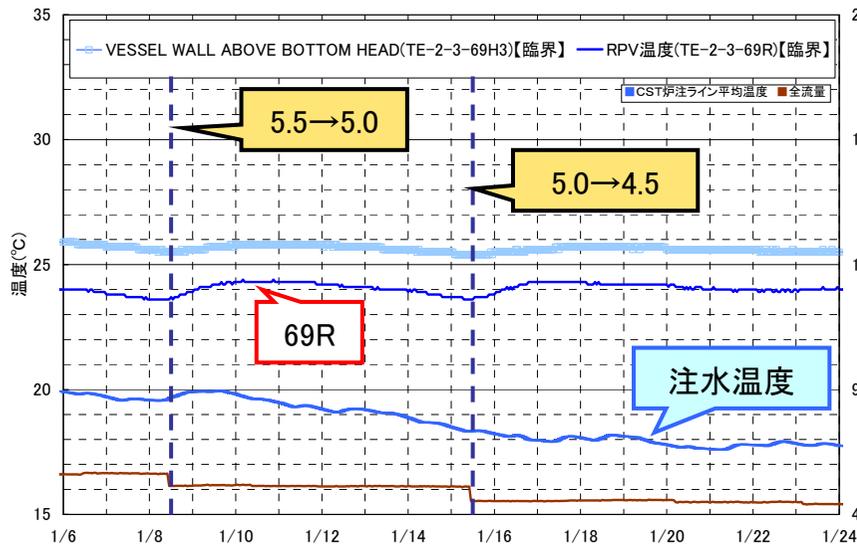


RPV上部温度

- 注水変更後、時間遅れをもって緩やかに温度変化
 - 注水変更後、比較的すぐに明確な温度上昇を確認
 - その後およそ4日程度で温度は安定
- RPV上部温度の一部は底部温度よりやや高く、応答もやや緩慢
(その中でも、給水ノズルの温度は比較的応答が早い)

2号機の温度応答の特徴(その3)

【実績】平成26年1月(RPV/PCV温度)



- 合計1m3/hの注水低減によって、急な温度上昇等の異常はなかった。
- 崩壊熱が減少している現在、熱バランスに応じた温度変化は、日常の変動幅と比較して大きくない。
- RPV底部温度のうち、TE-2-3-69Rは特に注水変更に対する応答が早い傾向。

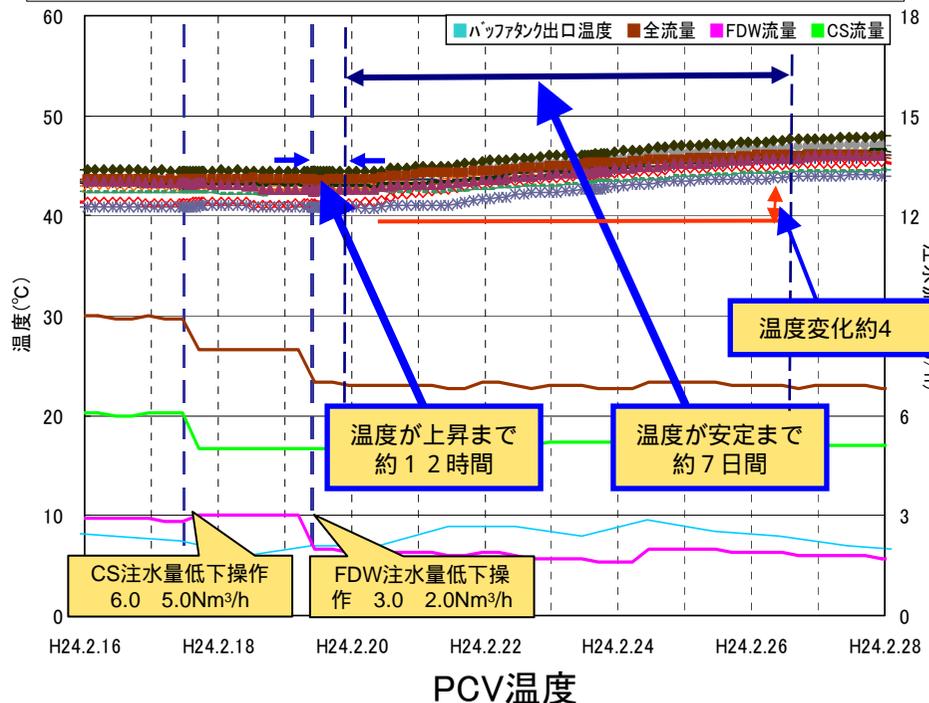
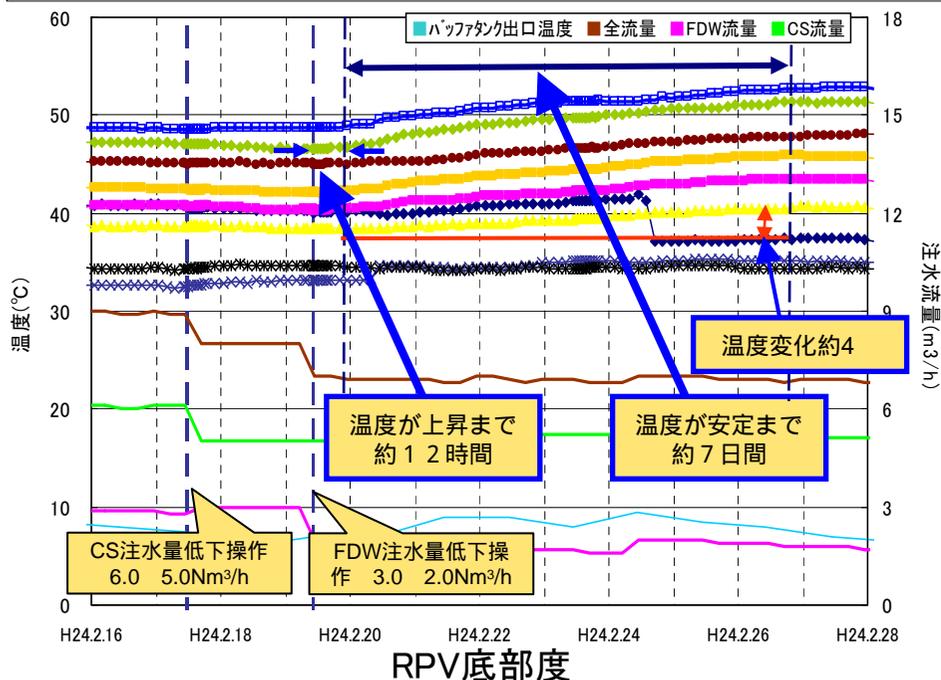
3号機の注水変更と温度応答の特徴(その1)

【実績】平成24年2月

※ 注水温度は参考

- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H1)【臨界】
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H2)【臨界】
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H3)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F2)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F3)【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L1)【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L2)【参考】【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L3)【参考】【臨界】

- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114A)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114B)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114C)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114D)
- ◆ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114E)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114F#1)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114G#1)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114H#1)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114J#2)
- ◆ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114K#1)

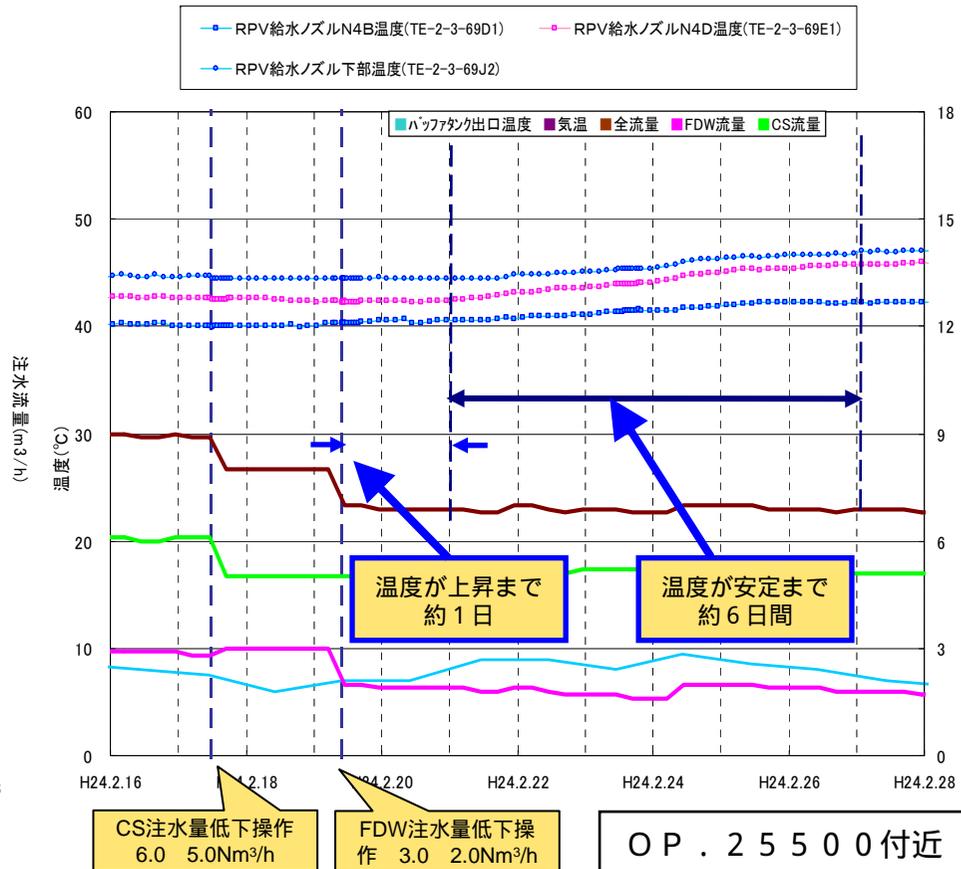
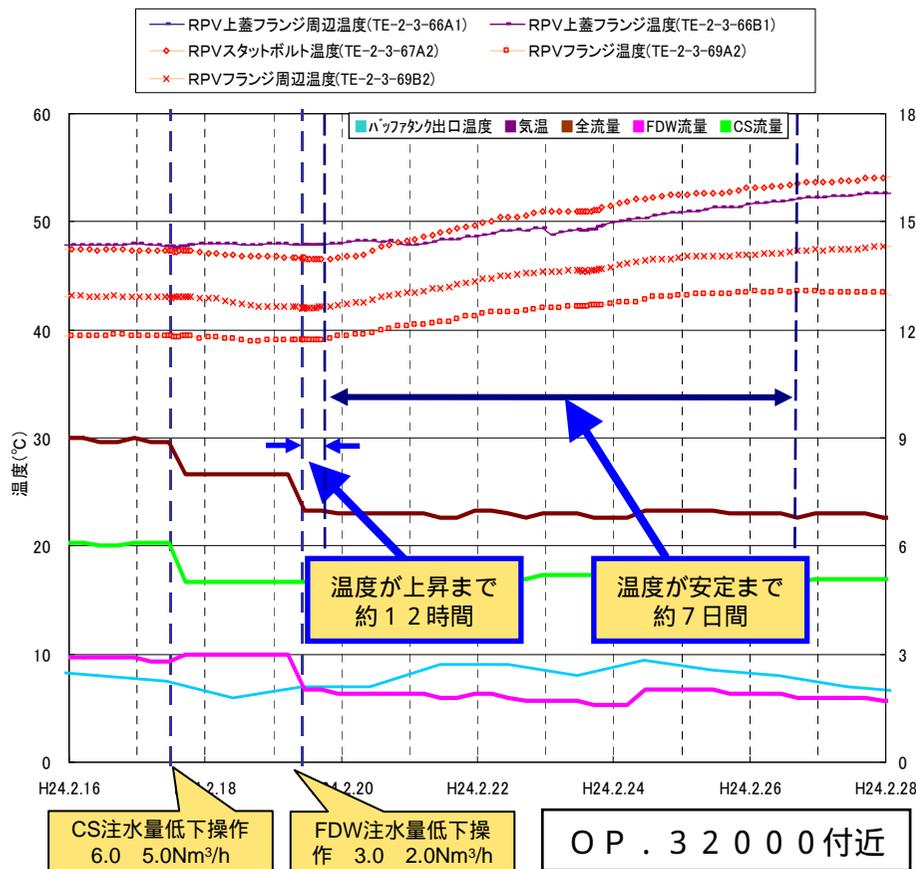


- 注水変更後、時間遅れをもって緩やかに温度変化
 - 明確な温度上昇が確認できるまでおよそ12時間程度
 - その後およそ7日程度で温度は安定
- RPV底部温度には温度分布があり、一部はPCV温度より高い(概ね同等)

3号機の注水変更と温度応答の特徴(その2)

【実績】平成24年2月

※ 注水温度は参考

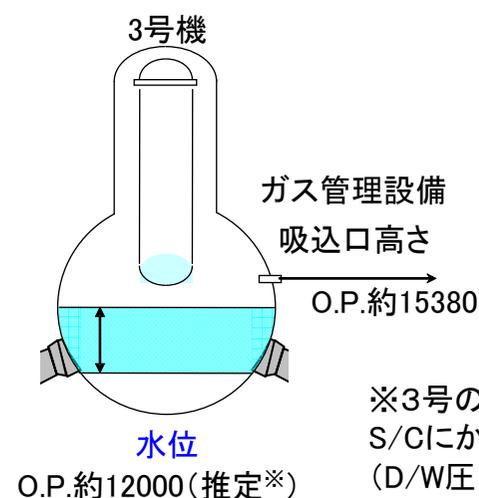
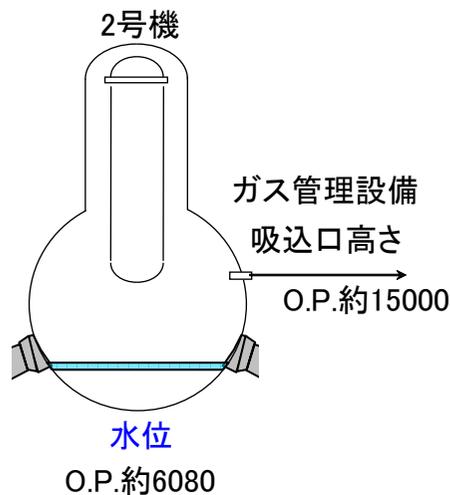
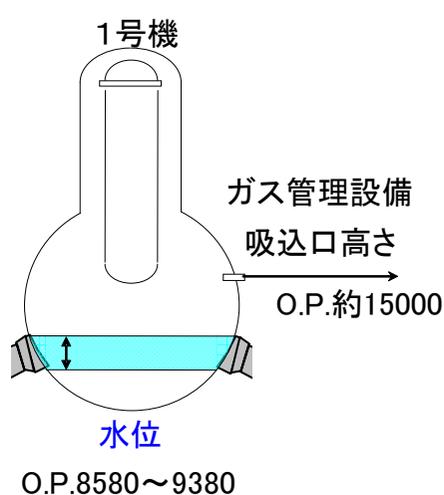


■ RPV上部温度の一部は底部温度よりやや高く、応答もやや緩慢
 (給水ノズル付近よりも、RPVフランジ部等の温度の方が温度上昇が早い)

推定結果(1)温度応答の時定数の違いについて

■温度変化の時間遅れを号機毎に比較すると、3号機が最も遅く、2号機が最も早い。

- 温度変化の時遅れは、炉内の水の入れ替わり速度に応じていると考え、3号機の炉内保有水量は多く、2号機は少ないと推定。これは、PCV水位の大小関係と合致。(3号>1号>2号)
- 2号機は、下鏡部(SLC配管)に設置したRPV底部温度計(69R)の温度応答が早いことから、RPV下鏡部にはほとんど水位はないと推定。
- 3号機は、RPV側の時間遅れも長いことから、RPV内にもある程度の保有水量があると推定。



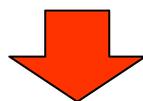
※3号のPCV水位は
S/Cにかかる水頭圧
(D/W圧力とS/C圧力
の差)から推定

推定結果(2)熱源の位置について

- 温度データからは、1～3号機ともに、大部分の熱源がRPV内に存在すると推定可能
 - [温度データ]2号機はRPV温度(TE-2-3-69R)の温度上昇がPCV側よりも早いことから、RPV底部に熱源が存在と推定。
 - [温度データ]3号機は一部のRPV底部温度がPCV温度よりも高かった時期があることから、RPV底部に熱源が存在と推定。
(一部の熱源に水がかかる量が少なかった時期があると推定)
- 上記推定は、これまでのMAAP解析結果などとは異なる部分もあり、今後の調査や検証が必要。
 - [MAAP解析]1号機の炉心燃料の大部分がPCVに落下している結果もあり
→[温度データ]1号機は、これまでRPV底部温度が他より高くなっていないことから、RPV側に熱源がなく、PCV側から暖められていると考えることも出来る。
 - [MAAP解析]2, 3号機についても解析の入力条件次第でPCV側にある程度の炉心燃料が落下するケースあり。
- 2, 3号機はRPV上部にセシウムなどが付着して熱源になっていると推定
 - [温度データ]一部のRPV上部温度がRPV底部より高いため、事故初期に放出された揮発性の核分裂生成物が上部構造材に付着して熱源となっていると推定
- 温度データそのものに大きな不確かさがある
 - 温度計指示値の信頼性が低下している場合、今回の推定結果に影響を与える場合がある。

まとめ

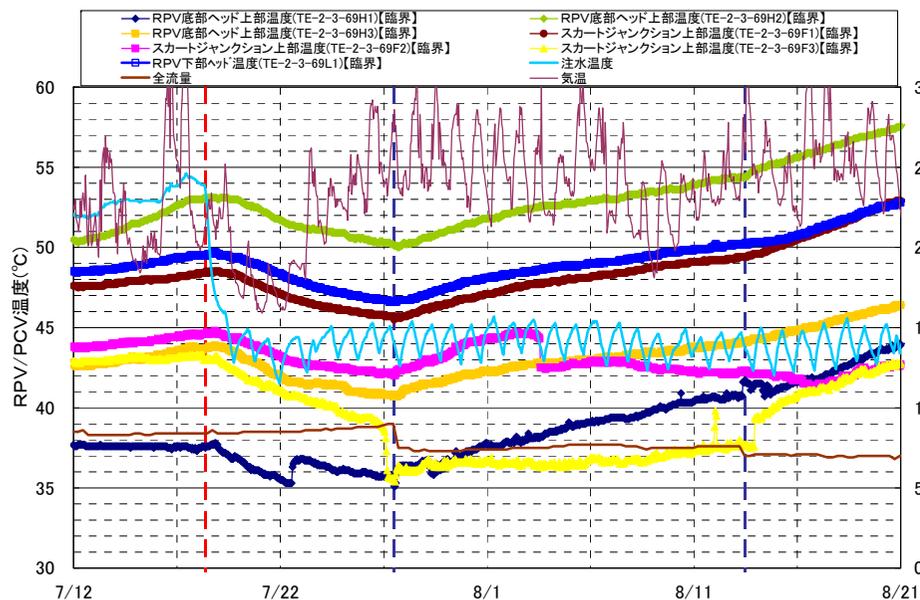
- 過去実績から、以下の情報が得られた。
 - (1) これまで、各号機の炉内温度は注水等に応じて、概ね想定通りの挙動。現在の崩壊熱は事故初期に比べ減少し、注水量の変更に伴う温度変化幅も小さくなっている。
 - (2) 温度応答速度の違いから、3号機は炉内保有水量が比較的多く、2号機は少ないと推定。
 - (3) 温度データからは大部分の熱源がRPVに存在すると推定可能だが、MAAP解析結果などと異なる部分もあり、調査や検証が必要。
 - (4) 温度計指示値の不確かさ(20℃)等も、別途考慮する必要がある。



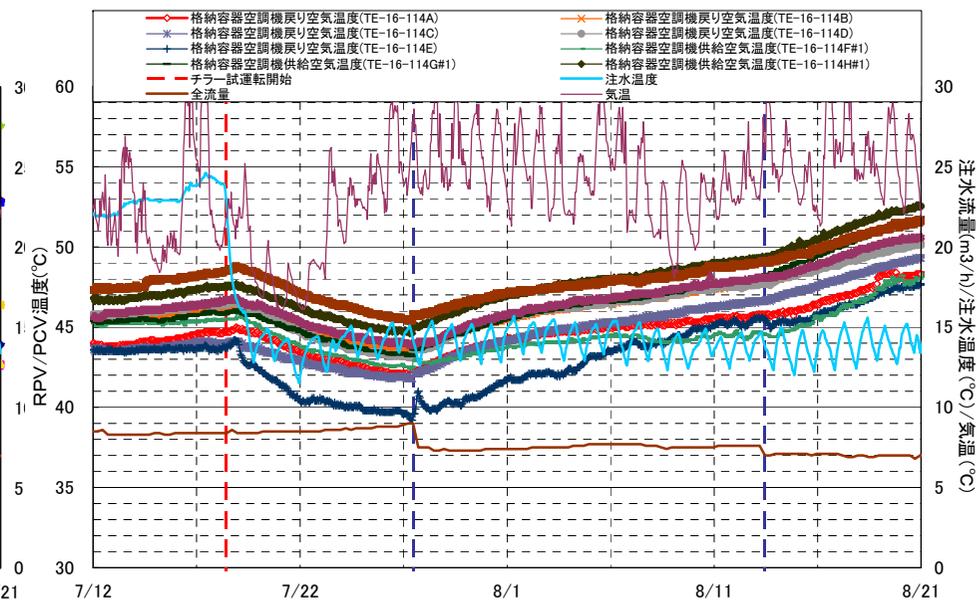
- これまでにも様々な注水変更を実施し、得られたデータから炉内の状況を推定。これまでと同等の試験だけでは、再実施の意義は低い。
- 新しい炉内情報の獲得は、PCV内水温測定、ペDESTAL調査など内部調査、MAAP解析等による事故検証など、別のアクションで取り組んでいく事とする。
- 今後の注水変更は、日常管理として温度データを蓄積し、想定される冷却状態に変化があった場合には、別途検証手段を検討することとする。

【参考】3号機 注水チラー導入時の温度応答

【実績】平成24年7月



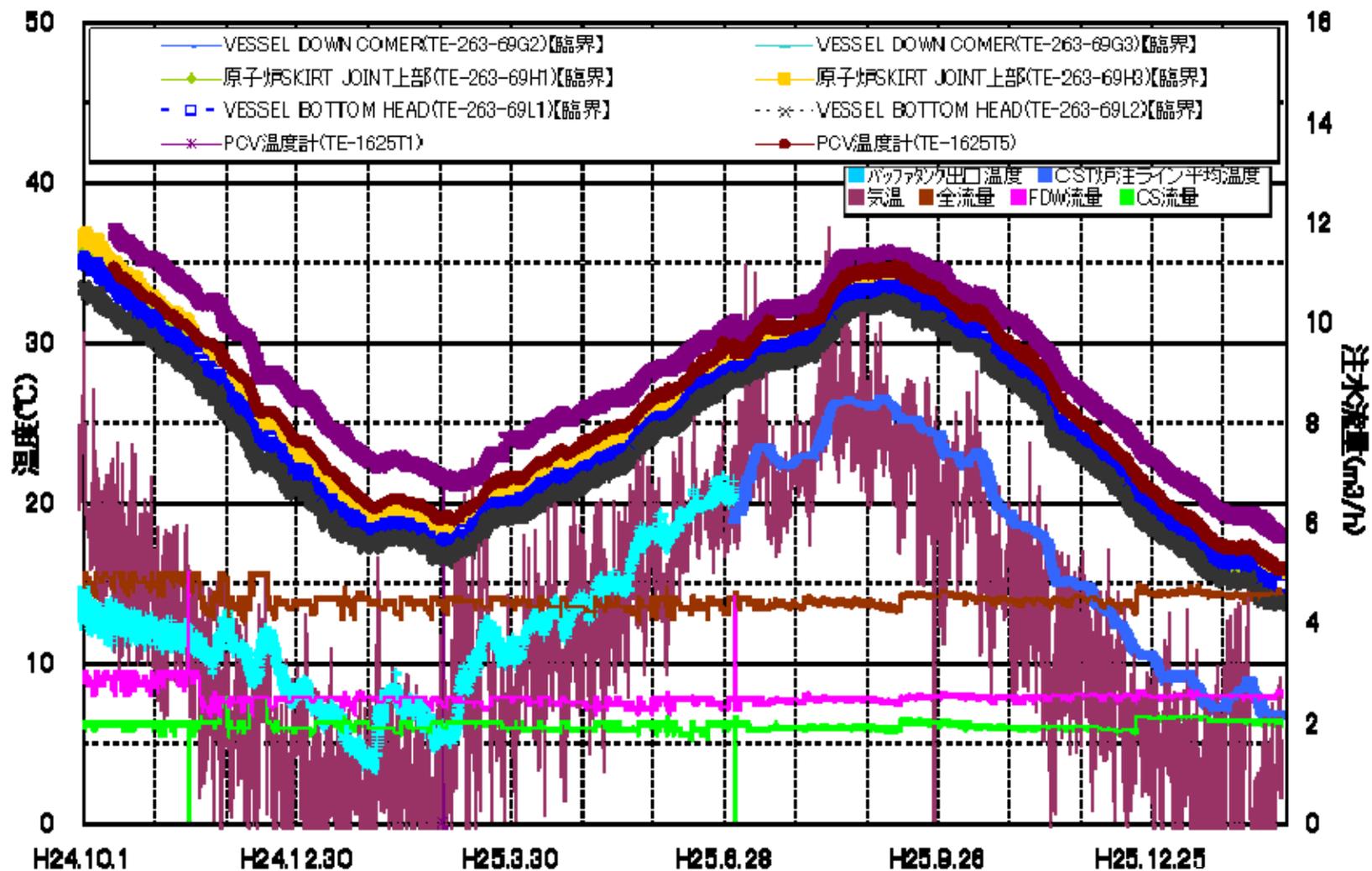
RPV底部部度



PCV温度

■チラー導入により注水温度を低下させた際には、PCV側の温度の方が温度低下が早かった。

【参考】1号機 原子炉格納容器内の水温挙動



- RPV底部温度はPCV雰囲気温度(T5)とほぼ同じ
- PCV内の水温(T1)雰囲気温度(T5)よりやや高めを推移

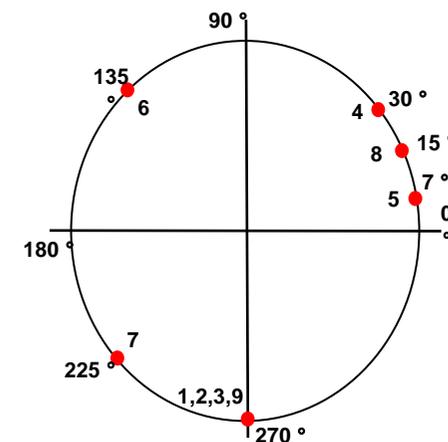
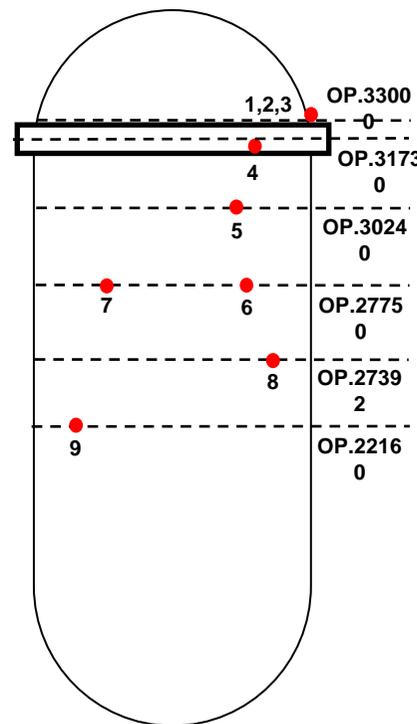
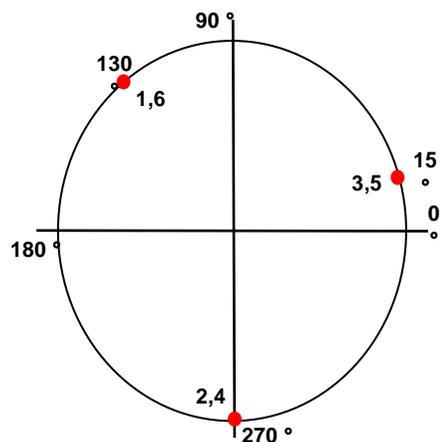
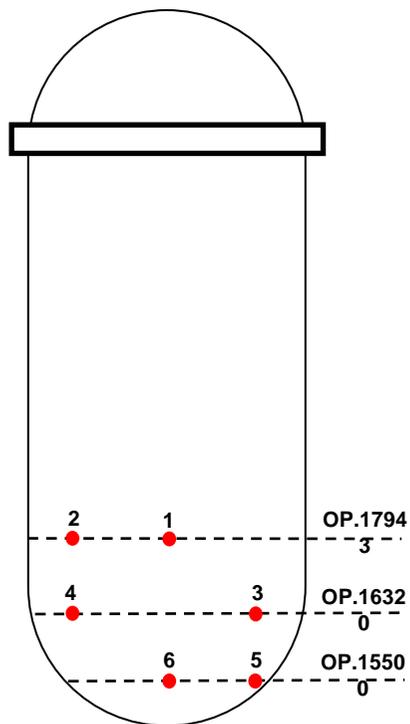
【参考】注水変更の考え方

- 1～3号機とも、炉心スプレイ(CS)系、給水(FDW)系から原子炉压力容器(RPV)への注水により、安定的な冷却状態を維持。
- 注水量の1日の増加幅を $1\text{m}^3/\text{h}$ 以下とすることで、炉内への大きな反応度投入を制限し、急激に臨界に達するリスクを抑制。同時に、ガス管理設備により、短半減期希ガスの濃度を監視することで、原子炉が未臨界を維持していること(有意な臨界でないこと)を確認。
 - 炉心燃料の存在位置に関する情報は限定的であり、実際に炉内でどのように冷却され、未臨界が維持されているのか不明の部分が多い。
- 急な注水変更操作により、炉心燃料の位置の変化や冷却状態の変化があった場合には、以下の達成にリスクとなる場合があることを考慮し、慎重な判断が必要。
 - 安定した冷却状態の維持
 - 原子炉の未臨界の維持
- 現在の崩壊熱は、過去の注水変更時と比べると、 $1/2\sim 1/3$ 程度となっており、現在の崩壊熱で $10\text{m}^3/\text{h}$ 程度に相当する注水変更は実施済み。
 - チラーの運用により、夏期であれば注水温度を大幅に変化させることが可能(2012年夏期に実施済)

【参考】1号機 温度計設置位置概略

R P V 底部

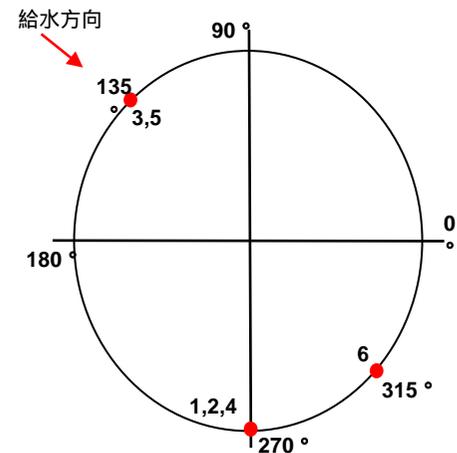
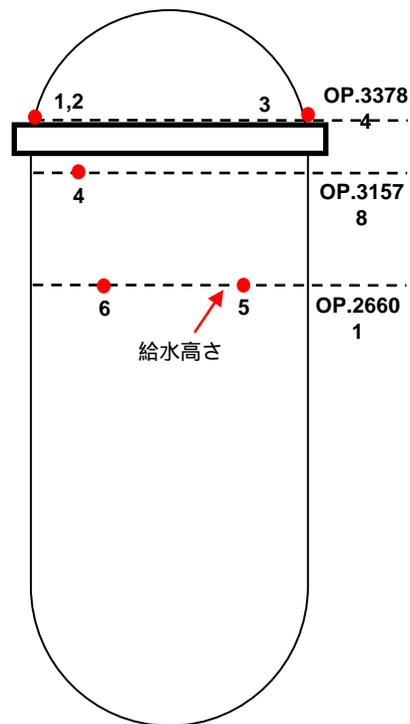
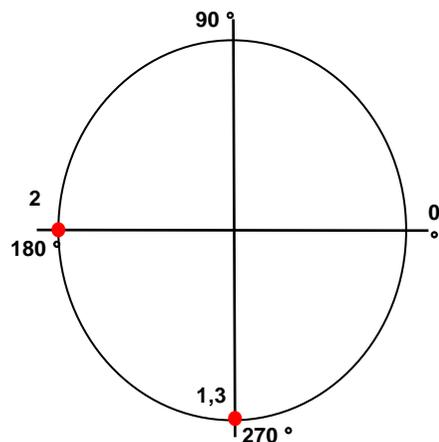
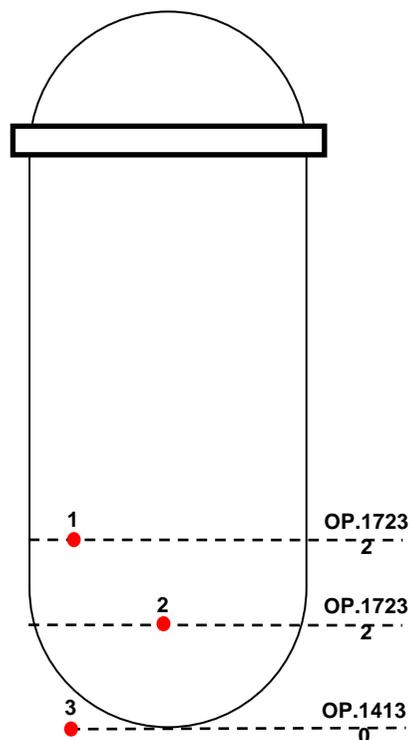
R P V 上部



No.	Tag. No.	サービス名称	高さ	方向
1	TE-263-69G2	VESSEL DOWN COMER	17943	130°
2	TE-263-69G3	VESSEL DOWN COMER	17943	270°
3	TE-263-69H1	原子炉 SKIRT JOINT 上部	16320	15°
4	TE-263-69H3	原子炉 SKIRT JOINT 上部	16320	270°
5	TE-263-69L1	VESSEL BOTTOM HEAD	15500	15°
6	TE-263-69L2	VESSEL BOTTOM HEAD	15500	130°

No.	Tag. No.	サービス名称	高さ	方向
1	TE-263-66A1	VESSEL HEAD ADJAC. TO FLANGE	33000	270°
2	TE-263-66B1	VESSEL HEAD FLANGE	33000	270°
3	TE-263-67A1	VESSEL STUD	33000	270°
4	TE-263-69A1	原子炉フランジ	31730	30°
5	TE-263-69B1	原子炉蒸気	30240	7°
6	TE-263-69D1	N-4B ノズル END	27750	135°
7	TE-263-69E1	N-4C ノズル END	27750	225°
8	TE-263-69C1	VESSEL BELOW WATER LEVEL	27392	15°
9	TE-263-69F3	VESSEL CORE	22160	270°

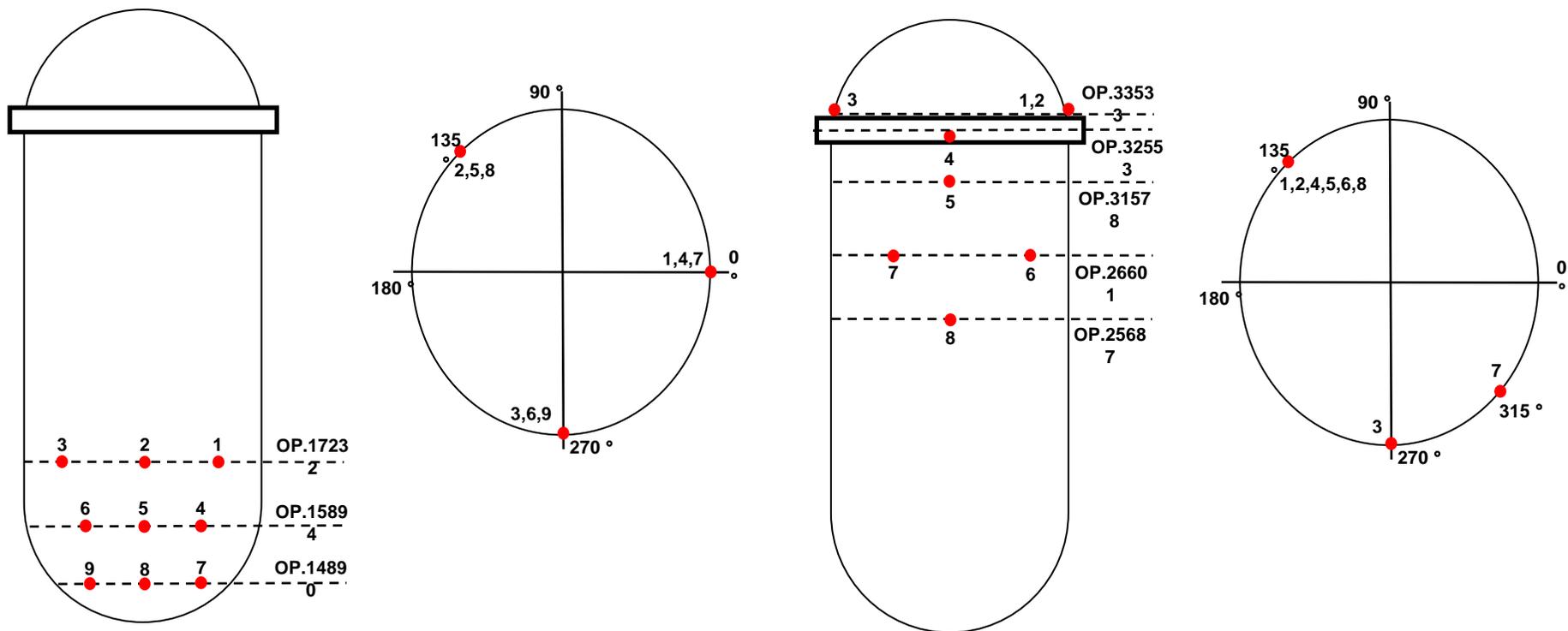
【参考】2号機 温度計設置位置概略



No.	Tag. No.	サービス名称	高さ	方向
1	TE-2-3-69H3	VESSEL WALL ABOVE BOTTOM HEAD	17232	270°
3	TE-2-3-69R	RPV温度	16431	180°
2	TE-2-3-69M3	SUPPORT SKIRT AT MTG.FLANGE	14130	270°

No.	Tag. No.	サービス名称	高さ	方向
1	TE-2-3-66A2	VESSEL.HEAD.ADJAC.TO FLANGE	33784	270°
2	TE-2-3-66B2	VESSEL HEAD FLANGE	33784	270°
3	TE-2-3-67A1	VESSEL STUD	33784	135°
4	TE-2-3-69B3	VESSEL WALL ADJ TO FLANGE	31578	270°
5	TE-2-3-69D2	FEED WATER NOZZLE N4B INBOARD	26601	135°
6	TE-2-3-69E1	FEED WATER NOZZLE N4D END	26601	315°

【参考】3号機 温度計設置位置概略



No.	Tag. No.	サービス名称	高さ	方向
1	TE-2-3-69H1	RPV底部ヘッド上部温度	17232	0°
2	TE-2-3-69H2	RPV底部ヘッド上部温度	17232	135°
3	TE-2-3-69H3	RPV底部ヘッド上部温度	17232	270°
4	TE-2-3-69F1	スカートジャンクション上部温度	15894	0°
5	TE-2-3-69F2	スカートジャンクション上部温度	15894	135°
6	TE-2-3-69F3	スカートジャンクション上部温度	15894	270°
7	TE-2-3-69L1	RPV下部ヘッド温度	14853	0°
8	TE-2-3-69L2	RPV下部ヘッド温度	14666	135°
9	TE-2-3-69L3	RPV下部ヘッド温度	14893	270°

No.	Tag. No.	サービス名称	高さ	方向
1	TE-2-3-66A1	RPV上蓋フランジ周辺温度	33533	135°
2	TE-2-3-66B1	RPV上蓋フランジ温度	33533	135°
3	TE-2-3-67A2	RPVスタットボルト温度	33533	270°
4	TE-2-3-69A2	RPVフランジ温度	32553	135°
5	TE-2-3-69B2	RPVフランジ周辺温度	31578	135°
6	TE-2-3-69D1	RPV給水ノズルN4B温度	26601	135°
7	TE-263-69E1	RPV給水ノズルN4D温度	26601	315°
8	TE-263-69J2	RPV給水ノズル下部温度	25687	135°

【参考】主な注水量変更時温度挙動まとめ(1号機)

■ 1号機注水変更時の実績

現在の崩壊熱 約0.14MW (注)注水流量の単位は「m³/h」

日付	全量		変化量	内容	崩壊熱※ (MW)	温度安定での 日数(①)	温度変化 (②)	一日あたりの 温度変化(①/②)
2011/10/28	3.8	↑	4.5	FDW増加	約0.53	6日	13℃	約2.2℃/日
2011/10/29	4.5	↑	5.5					
2011/10/30	5.5	↑	6.5					
2011/10/31	6.5	↑	7.5					
2011/11/18	7.5	↓	5.5	FDW低減	約0.49	5日	8℃	約1.6℃/日
2011/11/24	5.5	↓	5.0					
2011/11/26	5.0	↓	4.5					
2012/5/29	6.5	↓	5.5	FDW低減	約0.31	8日	2℃	約0.3℃/日
2012/7/27	5.7	↓	5.1	FDW低減	約0.28	7日	2℃	約0.3℃/日

【参考】主な注水量変更時温度挙動まとめ(2号機)

■2号機注水変更時の実績

現在の崩壊熱 約0.18MW (注)注水流量の単位は「m³/h」

日付	全量		変化量	内容	崩壊熱 [※] (MW)	温度安定での 日数(①)	温度変化 (②)	一日あたりの 温度変化(①/②)
2011/11/24	10.1	↓	8.6	CS低減	約0.71	4日	5℃	約1.3℃/日
2011/11/26	8.6	↓	7.5					
2011/12/10	7.5	↑	8.5	CS増加	約0.67	3日	6℃	約2.0℃/日
2011/12/11	8.5	↑	9.0					
2012/2/5	8.6	↑	9.6	FDW増加	約0.57	3日	10℃	約3.3℃/日
2012/2/6	9.6	↑	10.6	1.0				
2012/2/7	10.5	↑	13.5	CS増加				
2012/2/11	13.5	↑	14.5	FDW増加				
2012/2/12	14.1	↑	17.4	CS増加				
2012/2/19	17.5	↓	13.5	CS低減	約0.55	4日	10℃	約2.5℃/日
2012/2/20	13.6	↓	11.6	-2.0				
2012/2/21	11.5	↓	10.0	-1.5				
2012/2/22	10.0	↓	9.0	-1.0				
2012/7/27	8.9	↓	7.5	FDW低減	約0.40	3日	2℃	約0.7℃/日
2012/8/13	7.9	↓	7.0	CS低減	約0.39	5日	3℃	約0.6℃/日

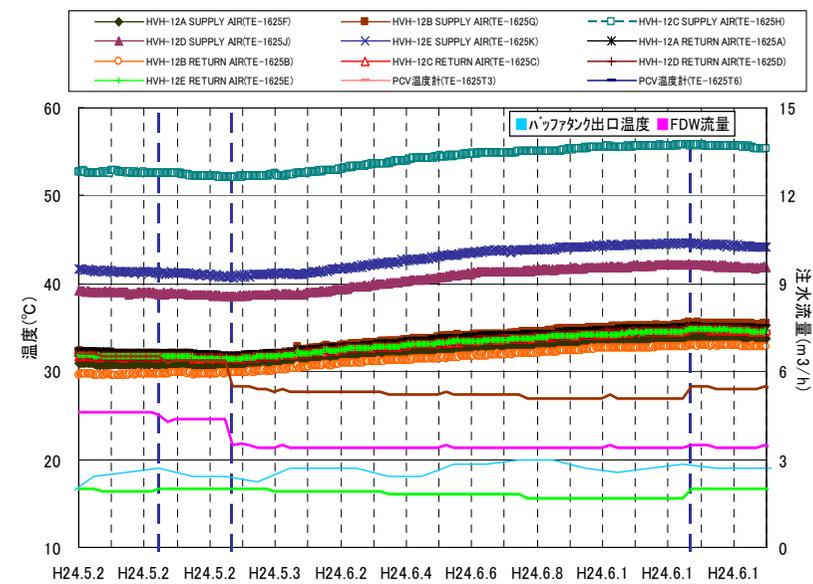
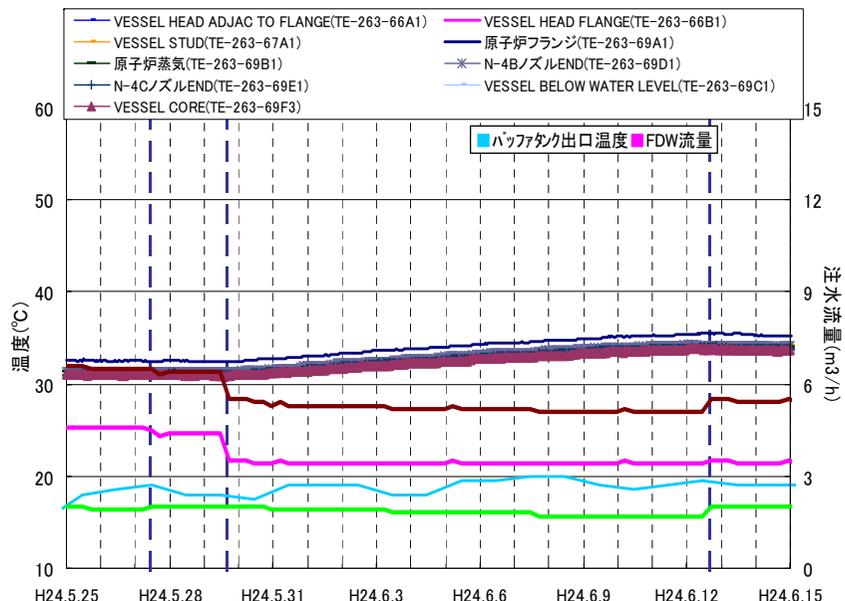
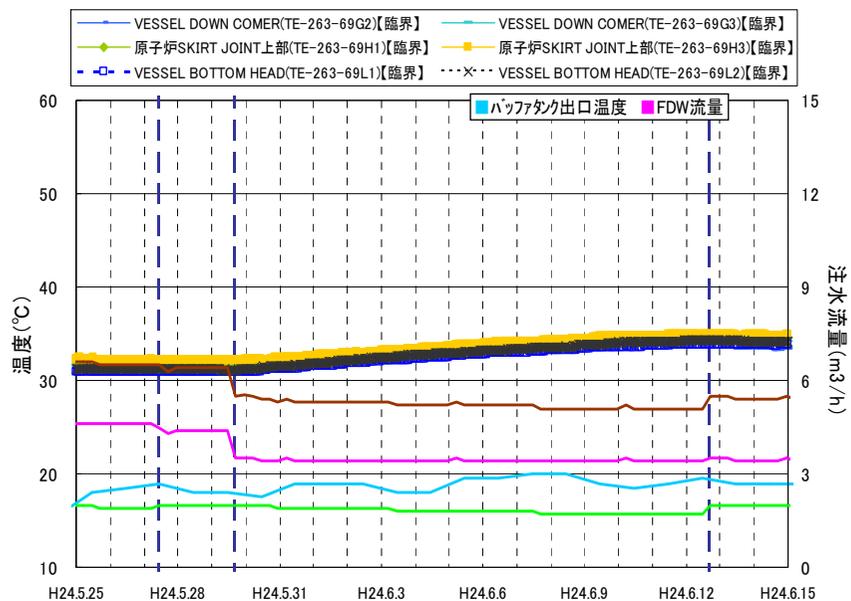
【参考】主な注水量変更時温度挙動まとめ(3号機)

■3号機注水変更時の実績

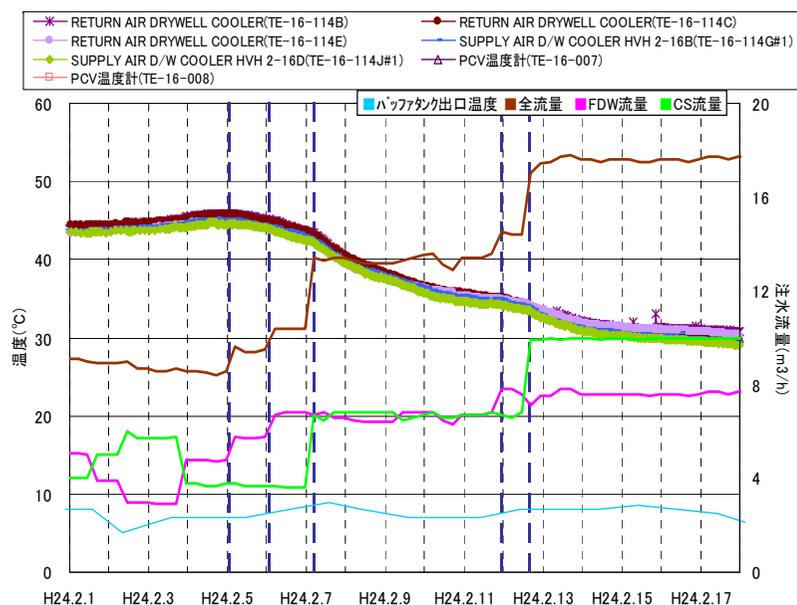
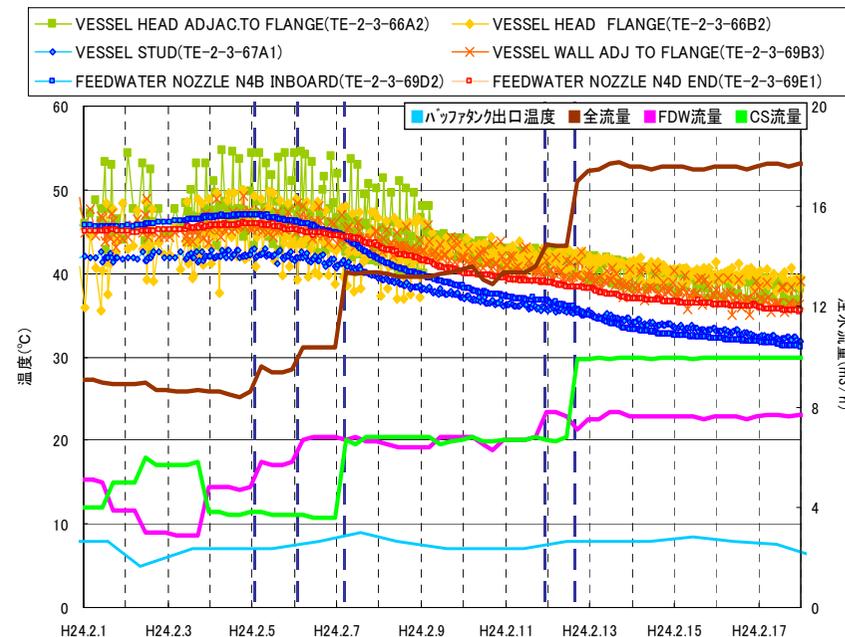
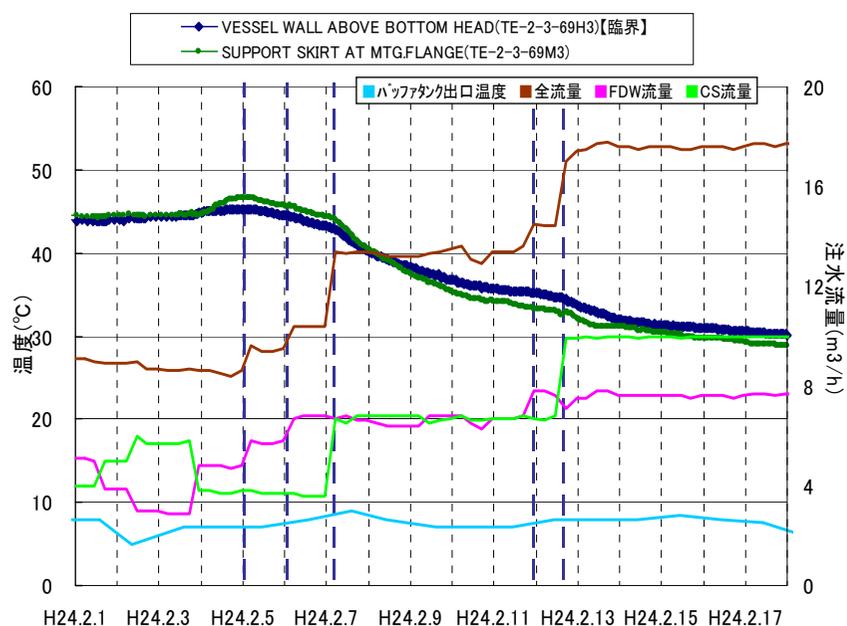
現在の崩壊熱 約0.18MW (注)注水流量の単位は「m³/h」

日付	全量		変化量	内容	崩壊熱 [*] (MW)	温度安定での 日数(①)	温度変化 (②)	一日あたりの 温度変化(①/②)
2011/11/24	10.6	↓	9.0	CS低減	約0.72	6日	5°C	約0.8°C/日
2011/11/26	9.0	↓	8.0					
2012/2/17	8.9	↓	8.0	CS低減	約0.58	8日	4°C	約0.5°C/日
2012/2/19	8.0	↓	7.0	FDW低減				
2012/5/29	6.9	↑	7.9	FDW増加	約0.44	9日	4°C	約0.4°C/日
2012/7/27	9.0	↓	7.5	FDW低減	約0.39	10日	3°C	約0.3°C/日

【参考】1号機 注水量変更時温度挙動(平成24年5月)

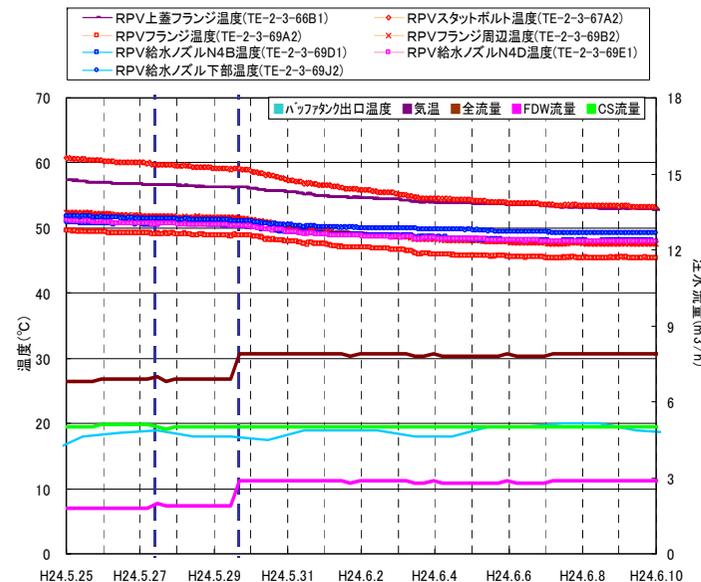
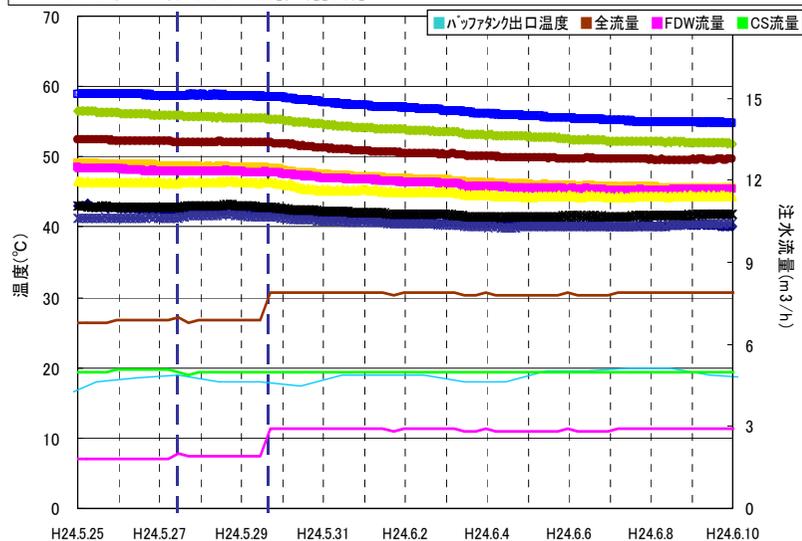


【参考】2号機 注水量変更時温度挙動(平成24年2月)

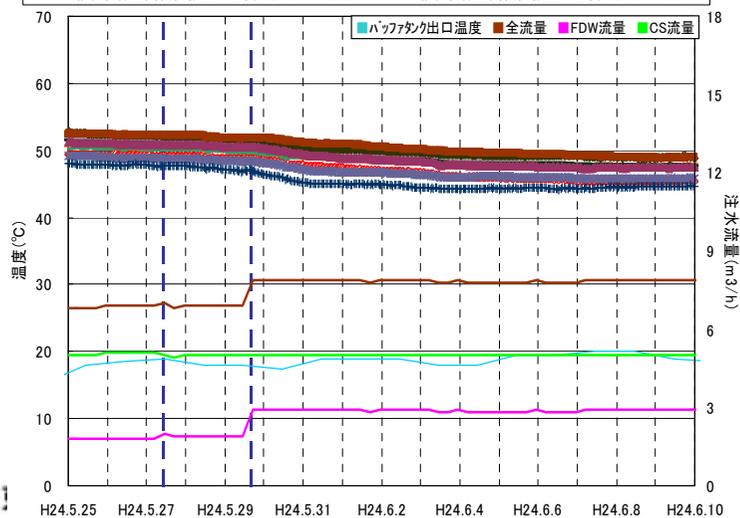


【参考】3号機 注水量変更時温度挙動(平成24年5月)

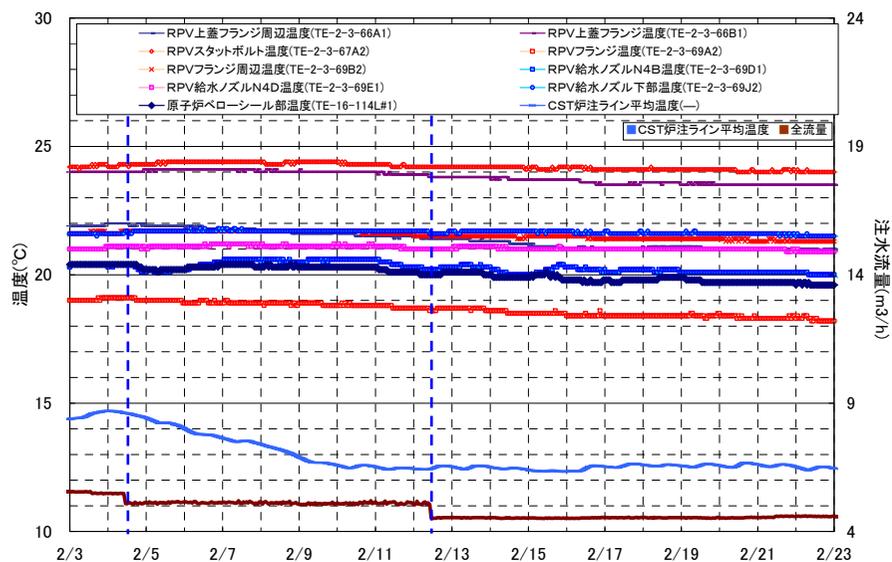
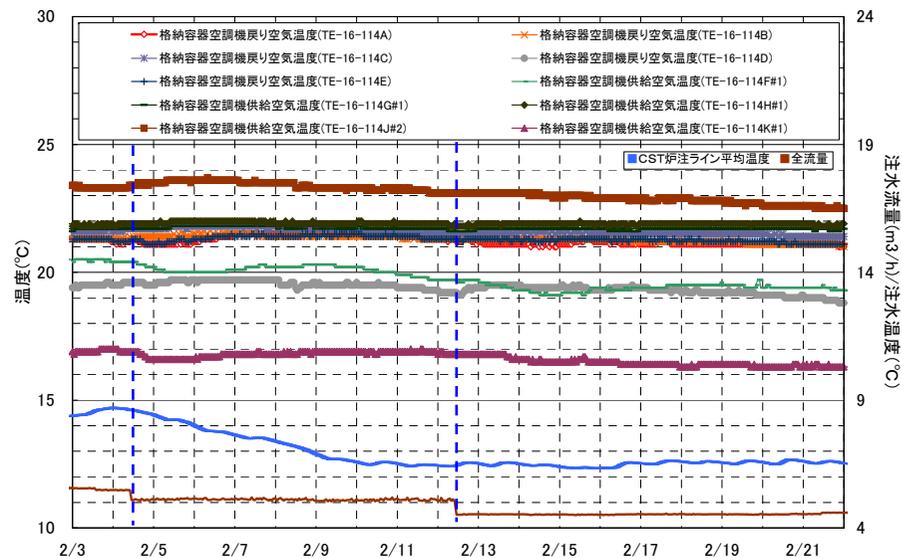
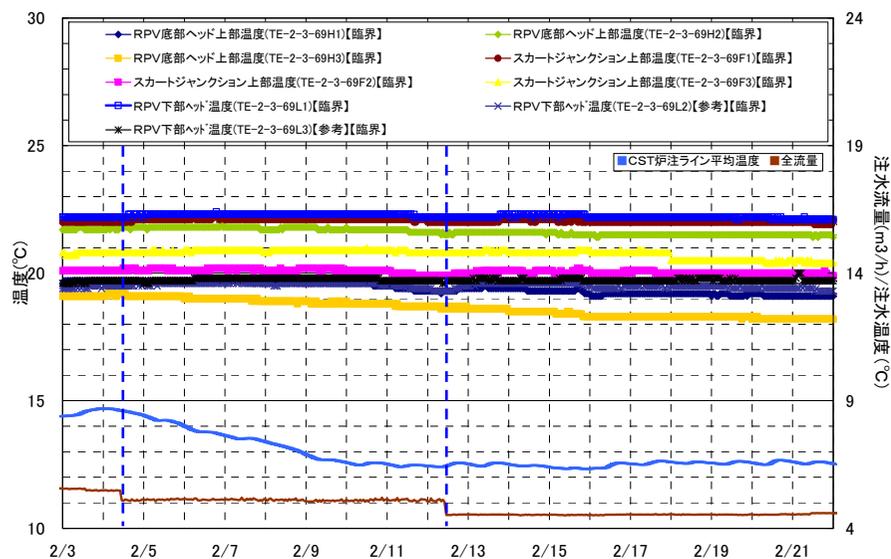
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H1)【臨界】
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H2)【臨界】
- ◆ RPV底部ヘッド上部温度(TE-2-3-69H3)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F1)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F2)【臨界】
- ◆ スカートジャンクション上部温度(TE-2-3-69F3)【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L1)【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L2)【参考】【臨界】
- ◆ RPV下部ヘッド温度(TE-2-3-69L3)【参考】【臨界】



- ◇ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114A)
- ◇ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114B)
- ◇ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114C)
- ◇ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114D)
- ◇ 格納容器空調機戻り空気温度(TE-16-114E)
- ◇ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114F#1)
- ◇ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114G#1)
- ◇ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114H#1)
- ◇ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114J#2)
- ◇ 格納容器空調機供給空気温度(TE-16-114K#1)

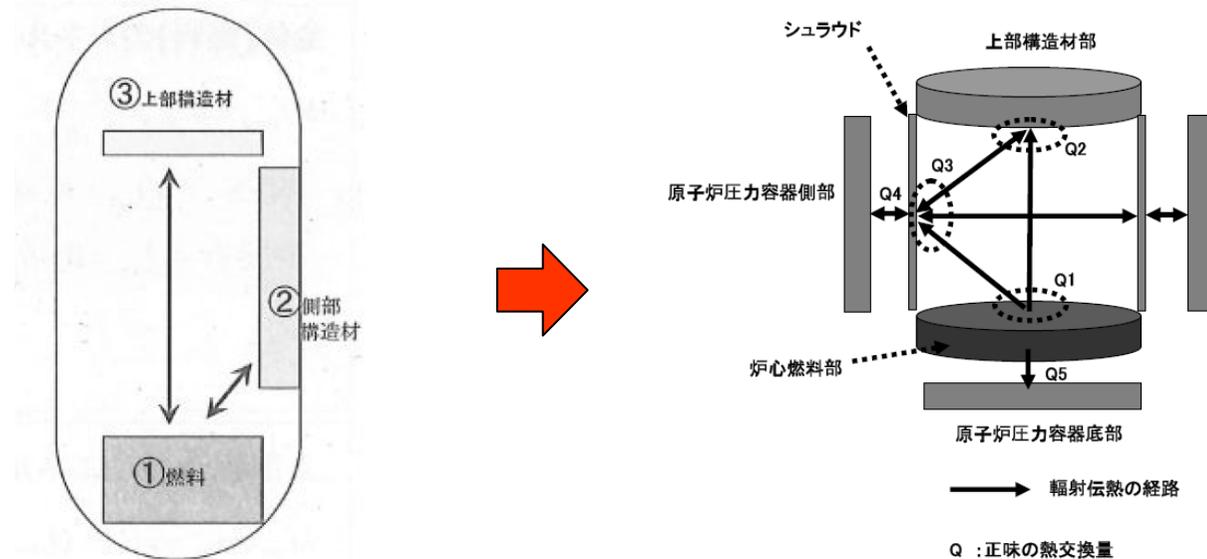


【参考】3号機 注水量変更時温度挙動(平成26年2月)



補足(1) 注水停止時の評価の保守性について

- 現在実施計画に記載している注水停止時の評価については、施設運営計画時の評価条件から、RPV構造材の配置をより現実的な条件に変更している。



■ その他の主な評価条件

- ①注水停止と同時に炉心燃料の露出を想定
- ②炉心燃料の初期温度は不確かさを考慮して150°Cと設定
- ③注水停止中の炉心燃料の除熱は、構造材への輻射のみを考慮し、系全体は断熱とする。

補足(2) 注水停止時の評価条件の検討

■注水停止と同時に炉心燃料の露出を想定

- 現在の1～3号機の炉心燃料は、いわゆる「掛け流し」状態で冷却しており、注水停止と同時に露出する熱源が存在する可能性が高い。
- 1, 2号機のPCV内には水位が確認されており、3号機はPCVだけでなくRPV内にも保有水がある可能性も推定されるが、RPVやPCVは事故により損傷しており、注水停止時には水位が喪失する可能性もある。

→保守側の条件ではあるが、保守性が著しく大きいとは言い難い。

■炉心燃料の初期温度を150℃と設定

- 現状、炉内温度は概ね20～30℃程度(冬季)で、概ね均一であることから、炉心燃料表面温度も概ね同等程度である可能性※がある。

→夏季に炉内温度が上昇することを踏まえ、炉心燃料温度の初期温度を50℃と設定すると炉心燃料が100℃を超過するまでにおよそ3時間、注水停止12時間後の炉心燃料温度は凡そ230℃(実施計画記載330℃)と評価される。

■注水停止中の炉心燃料の除熱は、構造材への輻射のみを考慮し、系全体は断熱とする。

- 遮蔽コンクリートの断熱効果により、建屋への直接放熱効果は大きくない。
- 長時間にわたり注水停止する事象発生時には、窒素封入やガス排気など、他の設備も動作が期待出来ない可能性
- 現状のPCV内は強制対流によって除熱するだけに十分な換気を行っていない

→保守側の条件ではあるが、保守性が著しく大きいとは言い難い。

ただし、実際には炉心燃料位置の不確かさなどがあることから、実施計画記載の許認可にかかる安全評価としては保守的に考慮するものとする。

福島第一 2・3号機
汚染水処理の負荷低減を踏まえた
原子炉注水量の低減について

平成26年2月27日

東京電力株式会社



東京電力

概要

- 水処理の負荷低減への影響および原子炉冷却のリスクを総合的に判断し、2、3号機の原子炉注水量をそれぞれ1 m³/h低減させる計画。(2013年11月報告)

(単位:m ³ /h)	2号	3号	(参考)1号	(参考)1～3号合計
目標注水量 (変更前)	5.5 (CS 3.5, FDW2.0)	5.5 (CS 3.5, FDW2.0)	4.5	15.5 m ³ /h (372 m ³ /day)
目標注水量 (変更後)	4.5 (CS 2.5, FDW2.0) 【CS1.0 m ³ /h減】	4.5 (CS 2.5, FDW2.0) 【CS1.0 m ³ /h減】	(CS 2.0, FDW2.5) 【現状維持】	13.5 m ³ /h (324 m ³ /day)

- 2号機は1月、3号機は2月に注水変更操作を実施。
- 操作後、プラントパラメータに異常はないため、このまま現在の流量(総量4.5 m³/h)を維持していく計画。

操作実績

- 流量低減操作は0.5 m³/hずつ , 2ステップに分けて実施。

< 2号機 > : 1月実施

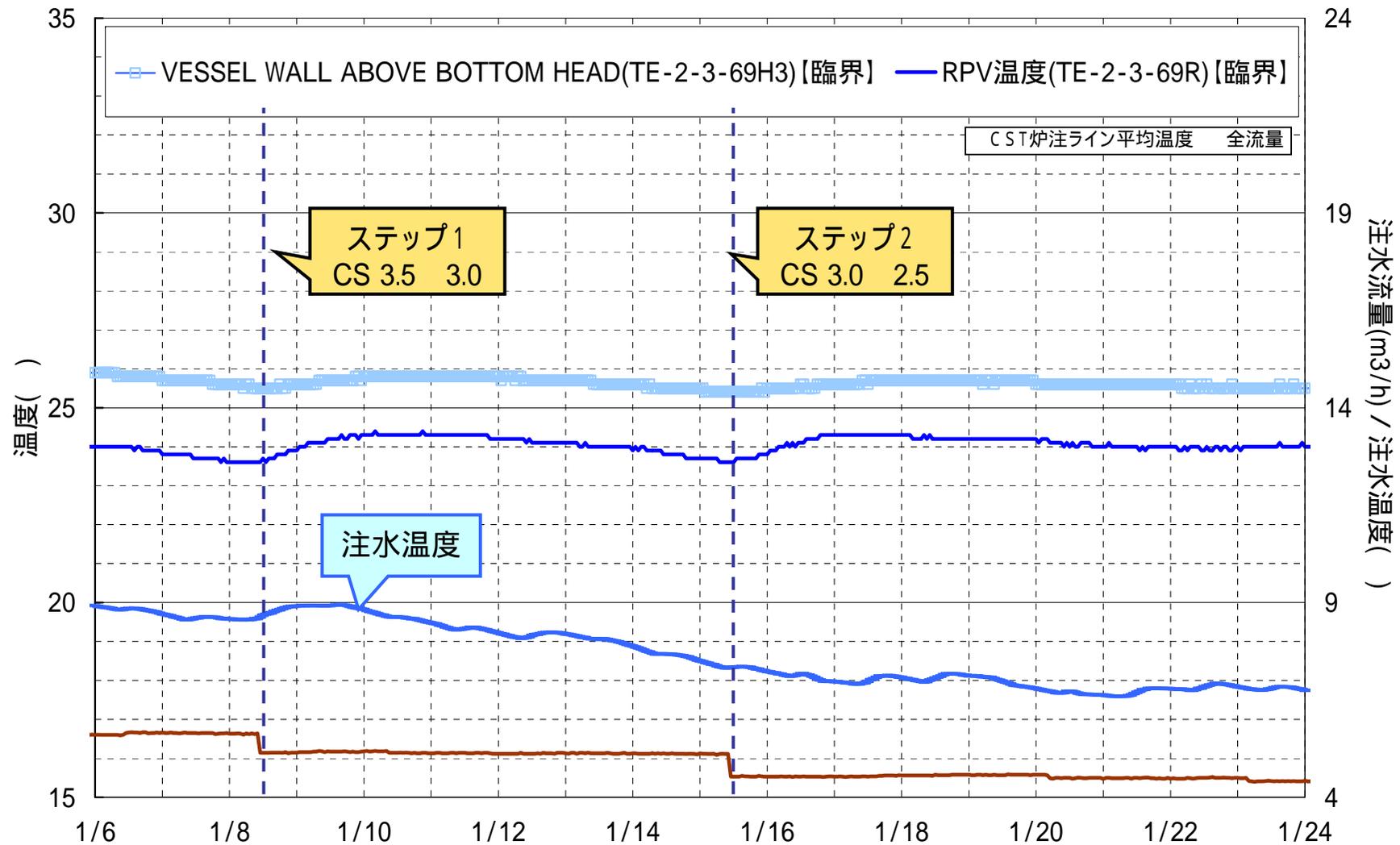
- ステップ1 CS系 3.5 3.0 m³/h (FDW系 2.0 m³/h)
【操作実績】平成26年1月8日 10:12 ~ 10:17
- ステップ2 CS系 3.0 2.5 m³/h (FDW系 2.0 m³/h)
【操作実績】平成26年1月15日 10:13 ~ 10:20

< 3号機 > : 2月実施

- ステップ1 CS系 3.5 3.0 m³/h (FDW系 2.0 m³/h)
【操作実績】平成26年2月4日 10:03 ~ 10:12
- ステップ2 CS系 3.0 2.5 m³/h (FDW系 2.0 m³/h)
【操作実績】平成26年2月12日 10:30 ~ 10:37

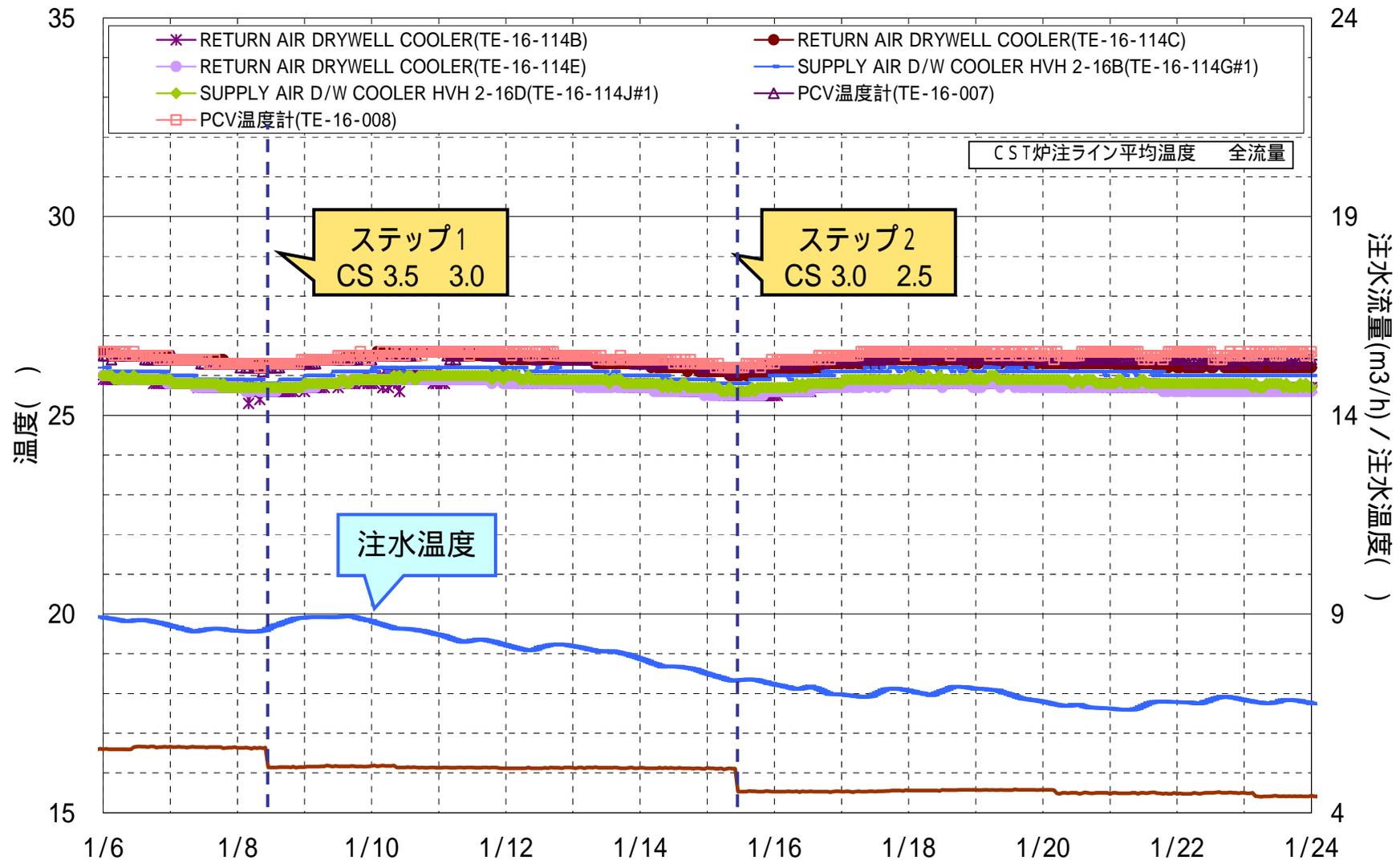
2号機 RPV底部温度

■注水低減に応じて、原子炉関連温度の緩やかな上昇を確認。



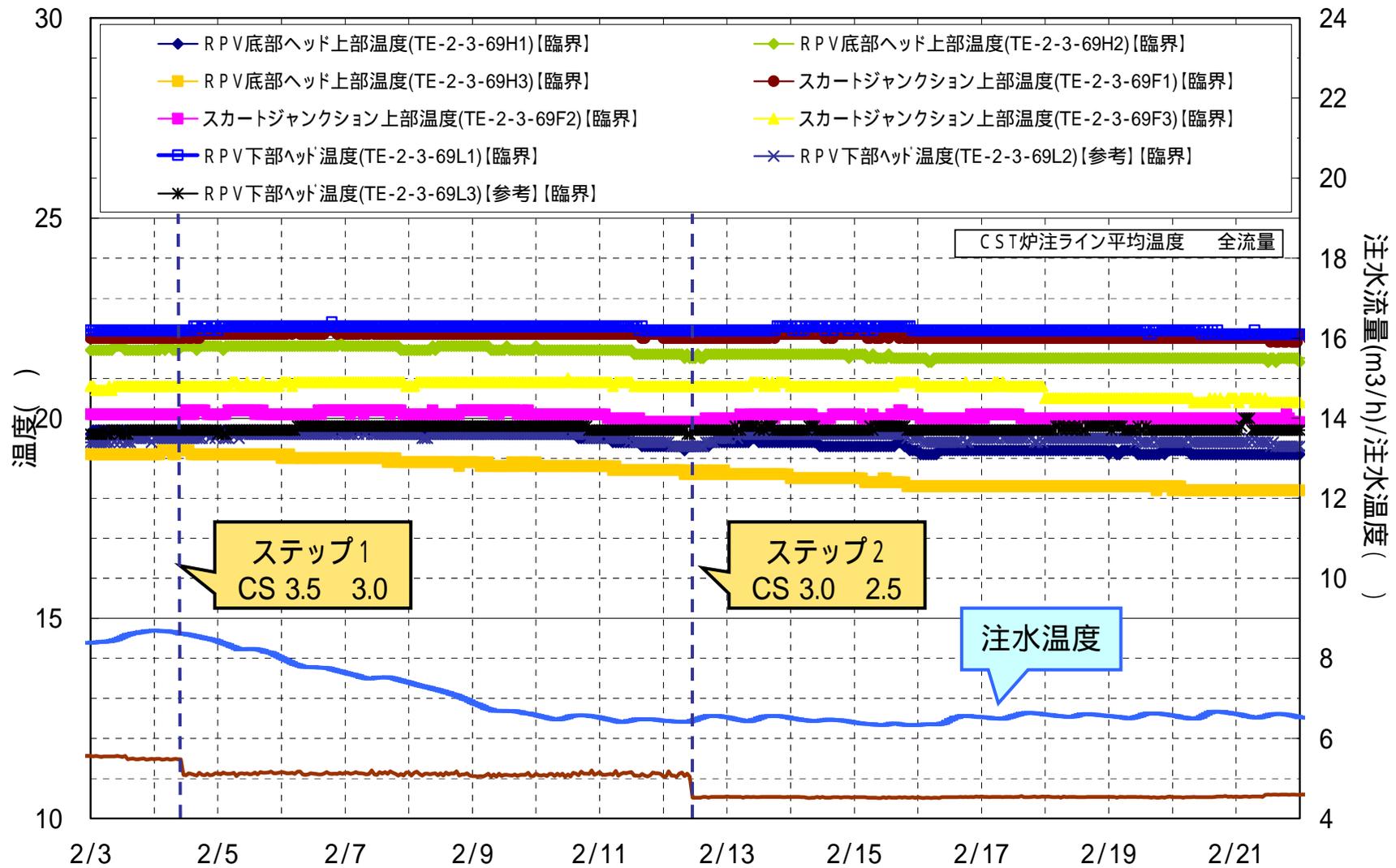
2号機 PCV温度

■注水低減に応じて、原子炉関連温度の緩やかな上昇を確認。



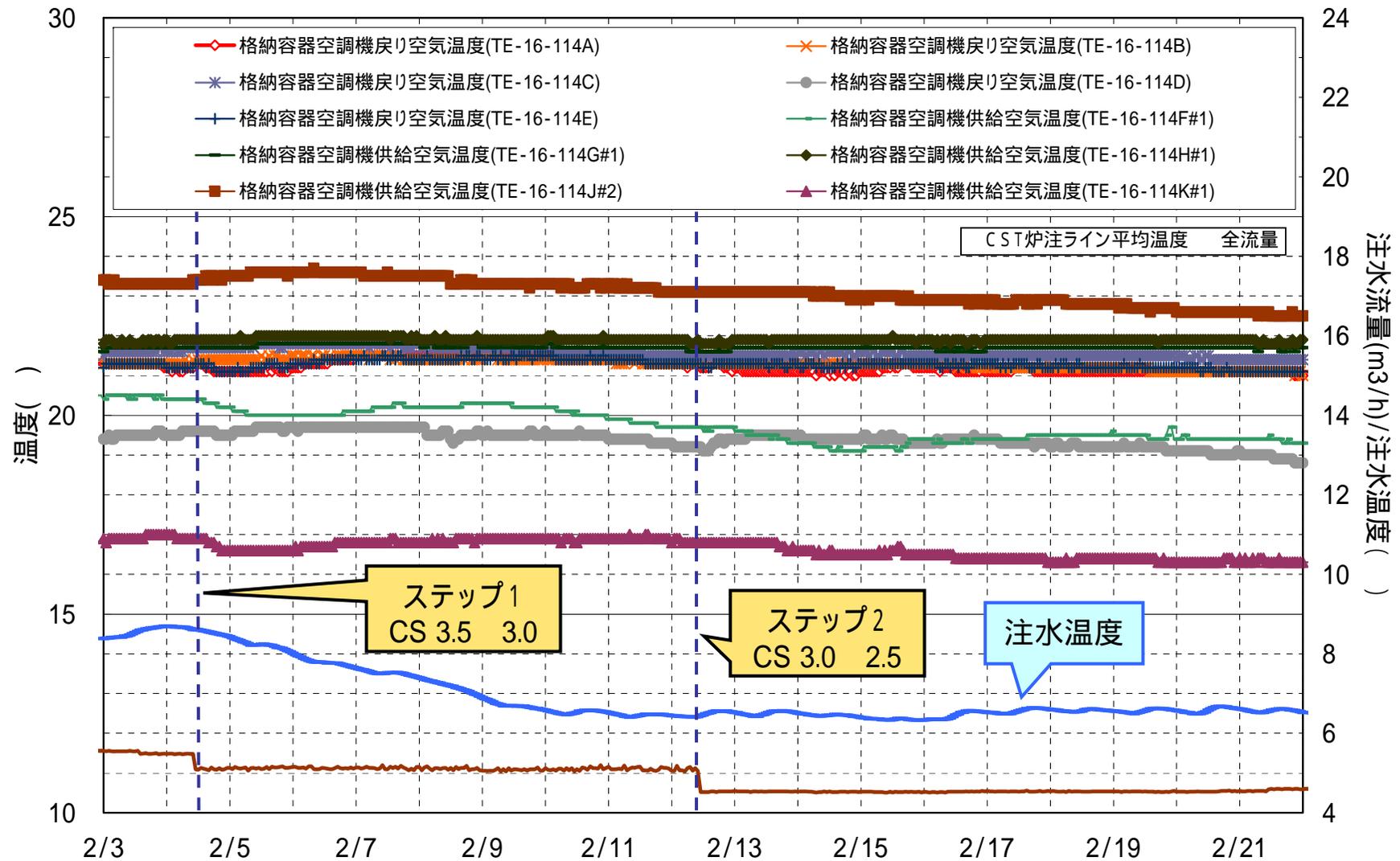
3号機 RPV底部温度

■注水温度低下の影響により、明確な温度上昇は確認できなかった。



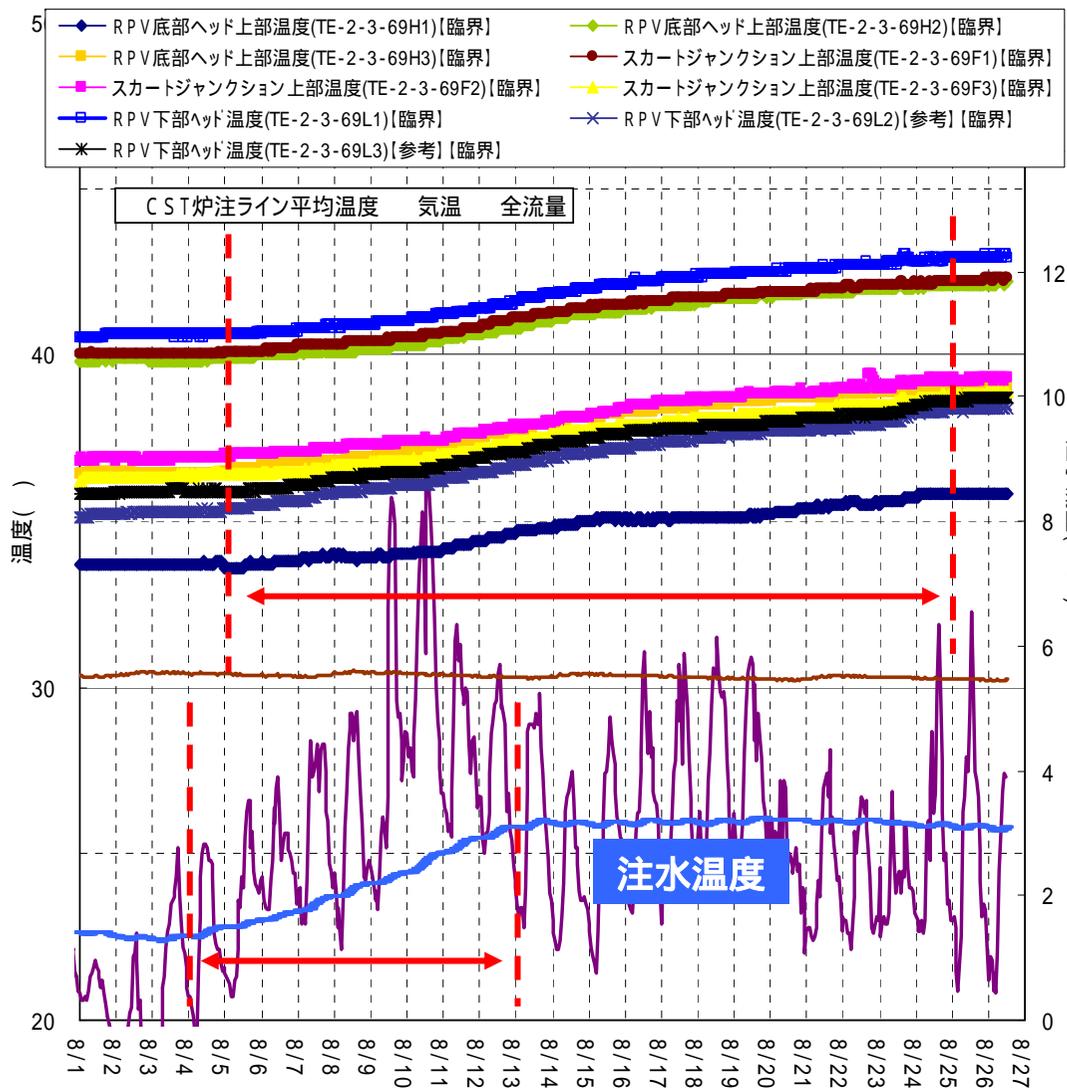
3号機 PCV温度

■注水温度低下の影響により、明確な温度上昇は確認できなかった。



【参考】3号機 注水温度とRPV底部温度(過去実績)

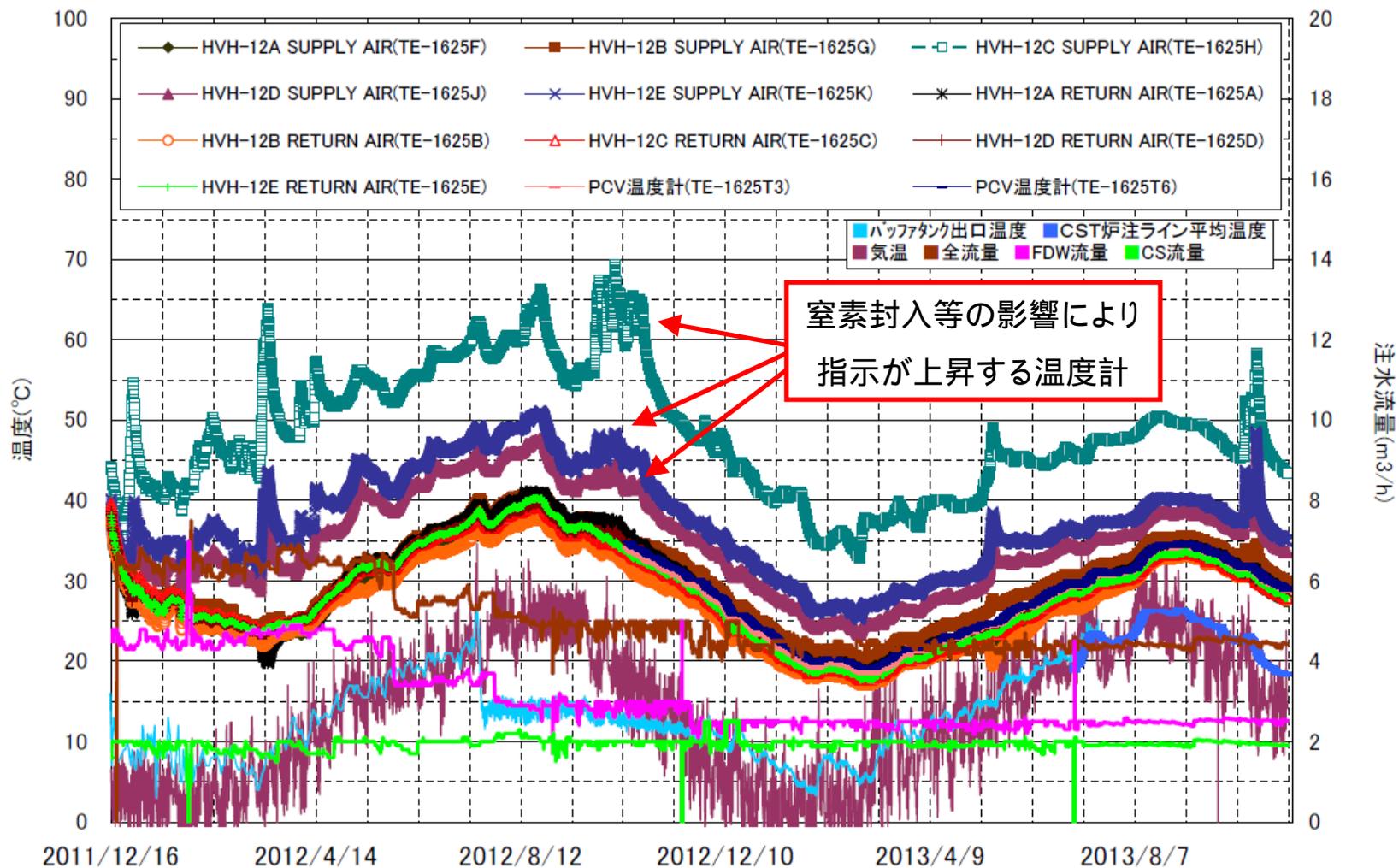
原子炉压力容器監視温度計
【実施計画 第一編18条、24条関連】



3号機のRPV監視温度計は注水温度が安定しておよそ12日後に安定している

	注水温度	RPV監視温度計
変化期間	およそ 8/4 ~ 8/13	およそ 8/5 ~ 8/25

【参考】1号PCV温度の変化について

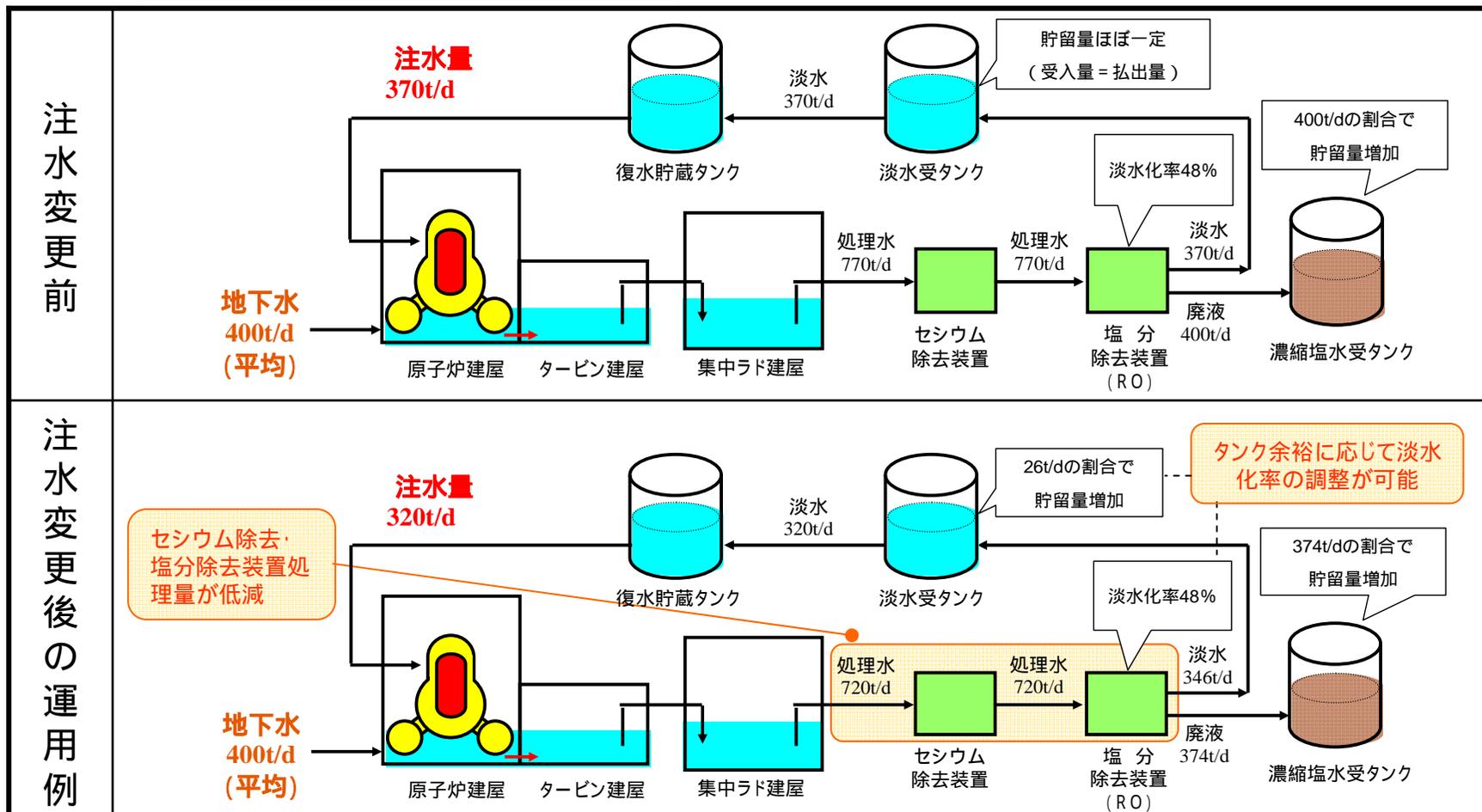


■ 1号では、注水によらず、窒素封入等の影響によって、一部のPCV温度計の指示の上昇が観測されている

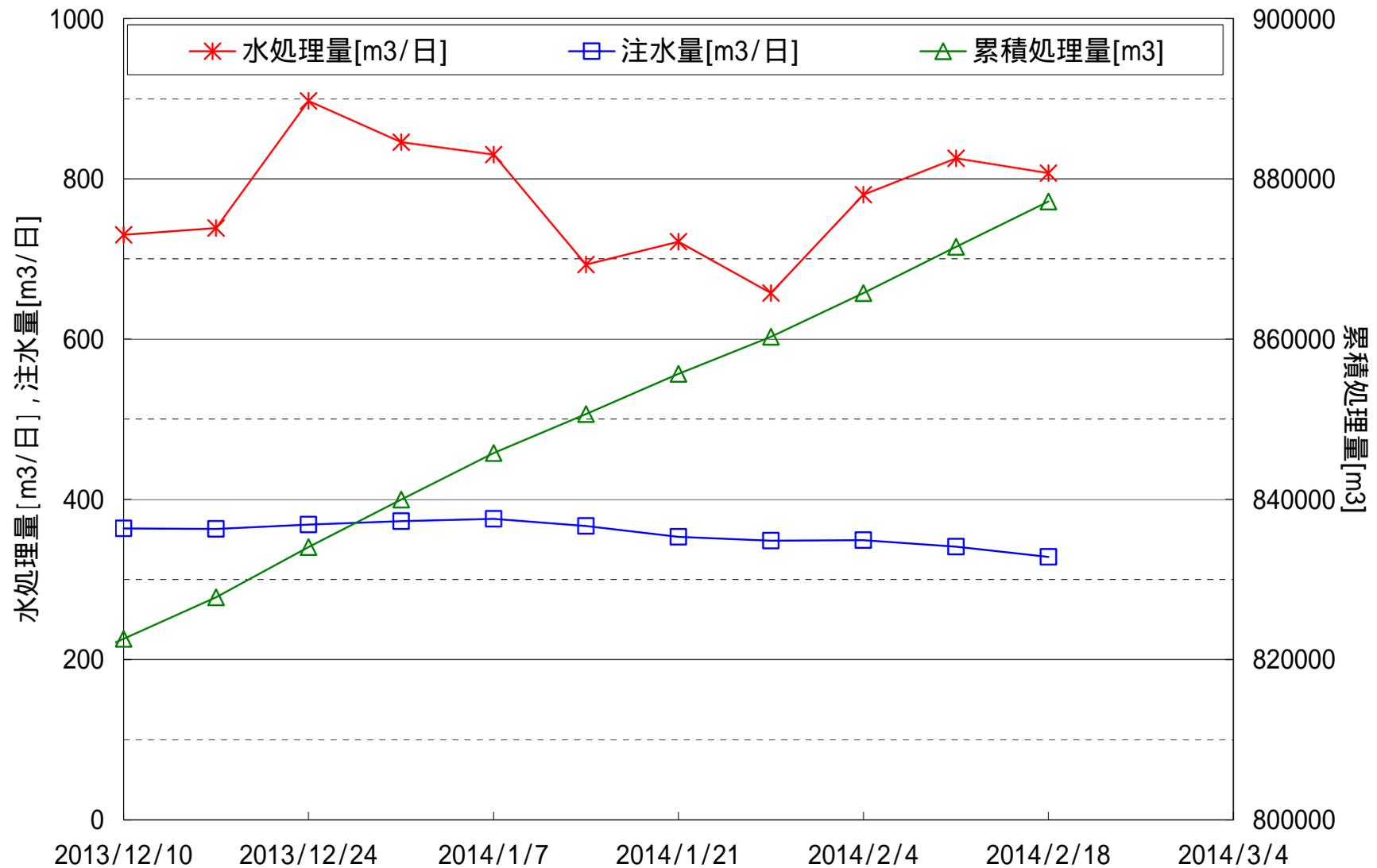
【参考】原子炉注水量の減少が水処理に与える影響について

■現在の注水量及び注水量を低減した水バランスを算定し、以下のことを確認。

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



【参考】注水量と水処理量の推移



滞留水処理 スケジュール

分野	作業内容	これまで一ヶ月の動きと今後一ヶ月の予定												備考																					
		1月			2月			3月			4月																								
信頼性向上	水処理設備の信頼性向上	(実績) ・移送ラインのポリエチレン管化工事(逆浸透膜装置～濃縮水受タンク、処理水受タンク、蒸発濃縮装置間) ・1～4号機タービン建屋1階通路廻り耐圧ホース撤去工事(1、2号機廻り耐圧ホースの撤去を概ね完了)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	現場作業 逆浸透膜装置(RO3)廻り 1号廻り撤去 2号機タービン建屋耐圧ホース撤去 3号機タービン建屋耐圧ホース撤去 4号廻り撤去																				
	貯蔵設備の信頼性向上	(実績) ・漏えい拡大防止対策(タンク設置エリア外周堰等設置) ・漏えい拡大防止対策(タンク設置エリア雨樋設置)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	現場作業 エリア毎の詳細設計 コンクリート堰内被覆 コンクリート堰の嵩上げ0.6～1.3m、外周堰の設置、外周堰内浸透防止工事(12/6 H8着手) 2雨樋設置(比較的汚染度の高いエリア: H1東、H2北、H4、H5、H6、G6南、E、C東、G6北、H9、H9西、C西) 3雨樋設置(その他: H8南、G3北、G3東、G4南、H8北C(廃液供給タンク他))	現在基本検討を実施中。エリア毎の実施工事は、詳細設計を進め、決定次第記載予定。 コンクリート堰の嵩上げ、外周堰内の浸透防止工などの工事をH26年3月末までに実施予定。 1～4号機タンクエリア(フランジタンク等)の雨樋設置の工事をH26年3月末までに実施予定。																			
中長期課題	多核種除去設備	(実績) ・処理運転(A・B・C系統) ・クロスフローフィルタ洗浄(A・C系統) ・インプラントカラム試験(A系統) ・腐食対策有効性確認点検(B系統) ・高性能多核種除去設備、増設多核種除去設備設置エリア干渉物撤去	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	現場作業 A系ホット試験 処理運転 クロスフローフィルタ洗浄 インプラントカラム試験 B系ホット試験 腐食対策有効性確認 C系ホット試験 処理運転 クロスフローフィルタ洗浄 高性能多核種除去設備・増設多核種除去設備設置エリア干渉物撤去 掘削・地盤改良・基礎工事	・A系統: 除去性能向上策の一環として活性炭吸着材のインプラントカラム試験を1/24～実施中。 ・B系統: 1/24～2/12、腐食対策有効性確認のため処理停止、対策の有効性を確認。 ・C系統: 腐食対策有効性確認(2回目)については、3月中に実施予定。 ・クロスフローフィルタ差圧上昇時、適宜洗浄を実施。クロスフローフィルタ洗浄実績: A系1/30～2/1、C系2/1～2/3、2/25～27(予定) ・今後、運転状態、除去性能を評価し、腐食対策有効性の知見を拡充しつつ、本格運転へ移行する。												
	地下水バイパス	(実績) ・地下水解析、地下水バイパス段階的稼働方法の検討等 ・地下水バイパス工事(揚水・移送設備 水質確認)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	現場作業 地下水解析・段階的稼働方法検討等 地下水バイパス試運転・水質確認・稼働(関係者のご理解を得た後、稼働)	
滞留水処理	サブドレン復旧	(実績) ・1～4号サブドレン 建屋周辺地下水水質調査 ・1～4号サブドレン 集水設備設置工事 ・1～4号サブドレン他浄化設備 建屋設置工事	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	現場作業 1～4号サブドレン 既設ビット濁水処理(浄化前処理) 1～4号サブドレン 集水設備設置工事 【新設ビット設置】 N5ビット掘削 N7ビット掘削 【サブドレンビット内設備設置】 ヤード整備 1～4号サブドレン他浄化設備 建屋設置工事 ヤード整備、測量、敷地造成 1～4号サブドレン他浄化設備 設置工事 準備作業・ベース設定	・サブドレン他水処理施設に関する実施計画申請: H25.12.18 ・1～4号サブドレン/関連工事: H26年9月稼働予定 ・新設ビット掘削工事(～H26年6月) ・建屋設置工事(～H26年7月) ・浄化設備設置工事(～H26年9月)
	トレンチから建屋への地下水流入抑制	(実績) ・HTI連絡ダクト内の地下水流入抑制工事(地盤改良) ・1号コントロールケーブルダクト 上部地盤掘削	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	現場作業 (HTI建屋) HTI連絡ダクト内の地下水流入抑制工事(地盤改良等) (1号機T/B) 準備工事(ヤード整備など) 掘削・仮覆設置 1号コントロールケーブルダクト内の水抜き、建屋貫通部止水 1号コントロールケーブルダクト内の本設止水堰設置等	HTI連絡ダクト閉塞: H26年6月末 完了予定

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												備考	
			1月		2月			3月			4月		5月			
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	検討・設計	詳細設計(水位管理計画・施工計画等)												
		(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(ガレキ撤去、地質調査、試掘・配管架台設置)	現場作業	現地調査・測量 ガレキ撤去 地層調査 試掘・配管架台設置												
			検討・設計	タンク追加設置検討												
			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) ▽5,000t ▽4,000t ▽2,000t ▽5,000t ▽4,000t ▽4,000t ▽9,000t ▽15,000t												J1エリアタンク増設(97,000t)のうち、11,000t設置済(~1/25) 使用前検査については調整中 J1エリア造成H25.9未造成完了 J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定
中長期課題	処理水受タンク増設	(実績) ・追加設置検討(Jエリア造成・排水路検討、タンク配置) ・G4・G5エリアタンク設置(フランジ型タンク) ・敷地南側エリア(Jエリア)準備工事 ・J1エリアタンク設置(溶接型タンク)	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、11,000t設置済(~1/25) 使用前検査については調整中
		(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)	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) ▽5,000t ▽4,000t ▽2,000t ▽5,000t ▽4,000t ▽4,000t ▽9,000t ▽15,000t												J1エリア造成H25.9未造成完了 J1エリアタンク設置工事H26.6竣工予定
			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) 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号機立坑Aカメラ観測孔削孔・確認 2号機立坑A凍結管設置孔削孔 2号機開削ダクト部カメラ観測孔削孔・確認 2号機開削ダクト部凍結管設置孔削孔 3号機立坑Dカメラ確認孔・凍結管設置孔削孔・確認 3号機立坑Aカメラ確認孔・凍結管設置孔削孔・確認 地下水移送(1-2号機取水口間)												2号機凍結運転 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 3号機 8月凍結完了予定 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
中長期課題	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)	検討・設計	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) 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												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)
		(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)凍結管設置孔削孔(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)	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) 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号機立坑Aカメラ観測孔削孔・確認 2号機立坑A凍結管設置孔削孔 2号機開削ダクト部カメラ観測孔削孔・確認 2号機開削ダクト部凍結管設置孔削孔 3号機立坑Dカメラ確認孔・凍結管設置孔削孔・確認 3号機立坑Aカメラ確認孔・凍結管設置孔削孔・確認 地下水移送(1-2号機取水口間)												2号機凍結運転 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 3号機 8月凍結完了予定 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
			検討・設計	モニタリング、漏洩範囲拡散防止対策												地下貯水槽浮き上がり対策については、2/7に完了。
			現場作業	地下貯水槽浮き上がり対策(No.2) 地下貯水槽内の残水移送(No.1、No.2、No.3) 汚染土掘削処理 (掘削範囲について調査中)												移送先:H1東タンク 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。
中長期課題	地下貯水槽からの漏えい対策	(実績) ・モニタリング ・漏洩範囲拡散防止対策(No.1、2、3地下貯水槽) ・地下貯水槽内の残水移送(No.2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												地下貯水槽浮き上がり対策については、2/7に完了。
		(予定) ・モニタリング ・漏洩範囲拡散防止対策(No.1、2、3地下貯水槽) ・地下貯水槽内の残水移送(No.2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)	現場作業	地下貯水槽浮き上がり対策(No.2) 地下貯水槽内の残水移送(No.1、No.2、No.3) 汚染土掘削処理 (掘削範囲について調査中)												移送先:H1東タンク 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。
			検討・設計	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策												
			現場作業	フランジタンク点検(TYPE2~5) B排水路暗渠化 汚染土掘削処理 ウェルポイントからの地下水回収 現場進捗に伴う変更 土壤中ストロンチウム捕集の現地試験 モニタリング、拡散状況把握、海域への影響評価												~12/26 Eエリアタイプ3 タンク点検(完了) ~1/10 H4北エリアタイプ2 タンク点検(完了) ~1/17 Eエリアタイプ4 タンク点検(完了) ~1/24 H2北エリアタイプ5 タンク点検(完了) Eエリアタンクの追加点検検討中
中長期課題	H4エリアNo.5タンクからの漏えい対策	(実績) ・タンク漏えい原因究明 ・タンク漏えい原因究明対策・拡大防止対策の検討 ・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 ・フランジタンク(TYPE2~5)の状況確認	検討・設計	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策												
		(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	現場作業	フランジタンク点検(TYPE2~5) B排水路暗渠化 汚染土掘削処理 ウェルポイントからの地下水回収 現場進捗に伴う変更 土壤中ストロンチウム捕集の現地試験 モニタリング、拡散状況把握、海域への影響評価												~12/26 Eエリアタイプ3 タンク点検(完了) ~1/10 H4北エリアタイプ2 タンク点検(完了) ~1/17 Eエリアタイプ4 タンク点検(完了) ~1/24 H2北エリアタイプ5 タンク点検(完了) Eエリアタンクの追加点検検討中
			検討・設計	タンク漏えい原因究明対策、拡大防止対策												
			現場作業	フランジタンク点検(TYPE2~5) B排水路暗渠化 汚染土掘削処理 ウェルポイントからの地下水回収 現場進捗に伴う変更 土壤中ストロンチウム捕集の現地試験 モニタリング、拡散状況把握、海域への影響評価												~12/26 Eエリアタイプ3 タンク点検(完了) ~1/10 H4北エリアタイプ2 タンク点検(完了) ~1/17 Eエリアタイプ4 タンク点検(完了) ~1/24 H2北エリアタイプ5 タンク点検(完了) Eエリアタンクの追加点検検討中

増設多核種除去設備 / 高性能多核種除去設備 の設置について

平成26年2月27日
東京電力株式会社



東京電力

増設多核種除去設備 / 高性能多核種除去設備の設置概要

■福島第一原子力発電所に貯留しているRO濃縮塩水を早期に処理するため、現行多核種除去設備の運転経験を踏まえ改良を行った多核種除去設備（増設多核種除去整備）及び経済産業省の補助事業であるより高性能の多核種除去設備（高性能多核種除去設備）をH26年度内に設置することを計画

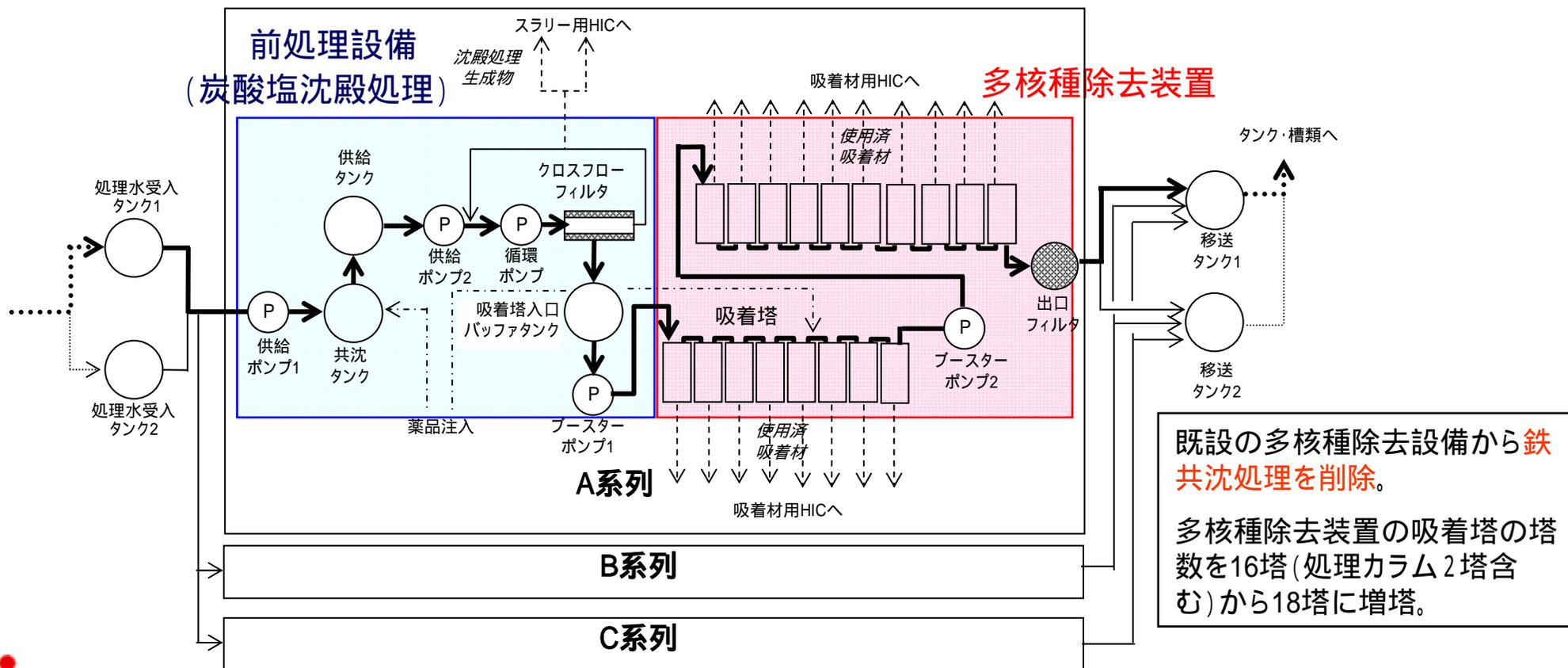
- 増設多核種除去設備については、H26.2.12に実施計画の変更申請を実施済
- 高性能多核種除去設備については、近々に実施計画の変更申請を予定

増設多核種除去設備の基本構成

- 増設多核種除去設備は、前処理設備と多核種除去装置から構成される。
 - 現行多核種除去設備の運転経験を踏まえ、前処理設備のうち鉄強沈処理工程の削除、吸着塔の増塔、バッチ処理タンクの腐食対策等を反映

前処理設備：炭酸塩沈殿処理による吸着阻害物質Ca, Mgの除去

多核種除去装置：吸着材による核種の除去



既設の多核種除去設備から鉄共沈処理を削除。
多核種除去装置の吸着塔の塔数を16塔(処理カラム2塔含む)から18塔に増塔。

増設多核種除去設備の基本仕様

設備仕様

No.	項目	増設多核種除去設備	既設多核種除去設備
1	処理量	250m ³ /日/系列以上	250m ³ /日/系列
2	系列数	3系列	3系列
3	耐食性の改善	SUS316L ライニング炭素鋼	SUS316L
4	前処理方式	凝集沈殿方式	凝集沈殿方式
5	吸着塔数	18塔	14塔 + 2塔
6	耐震クラス	Bクラス相当	Bクラス相当

処理性能

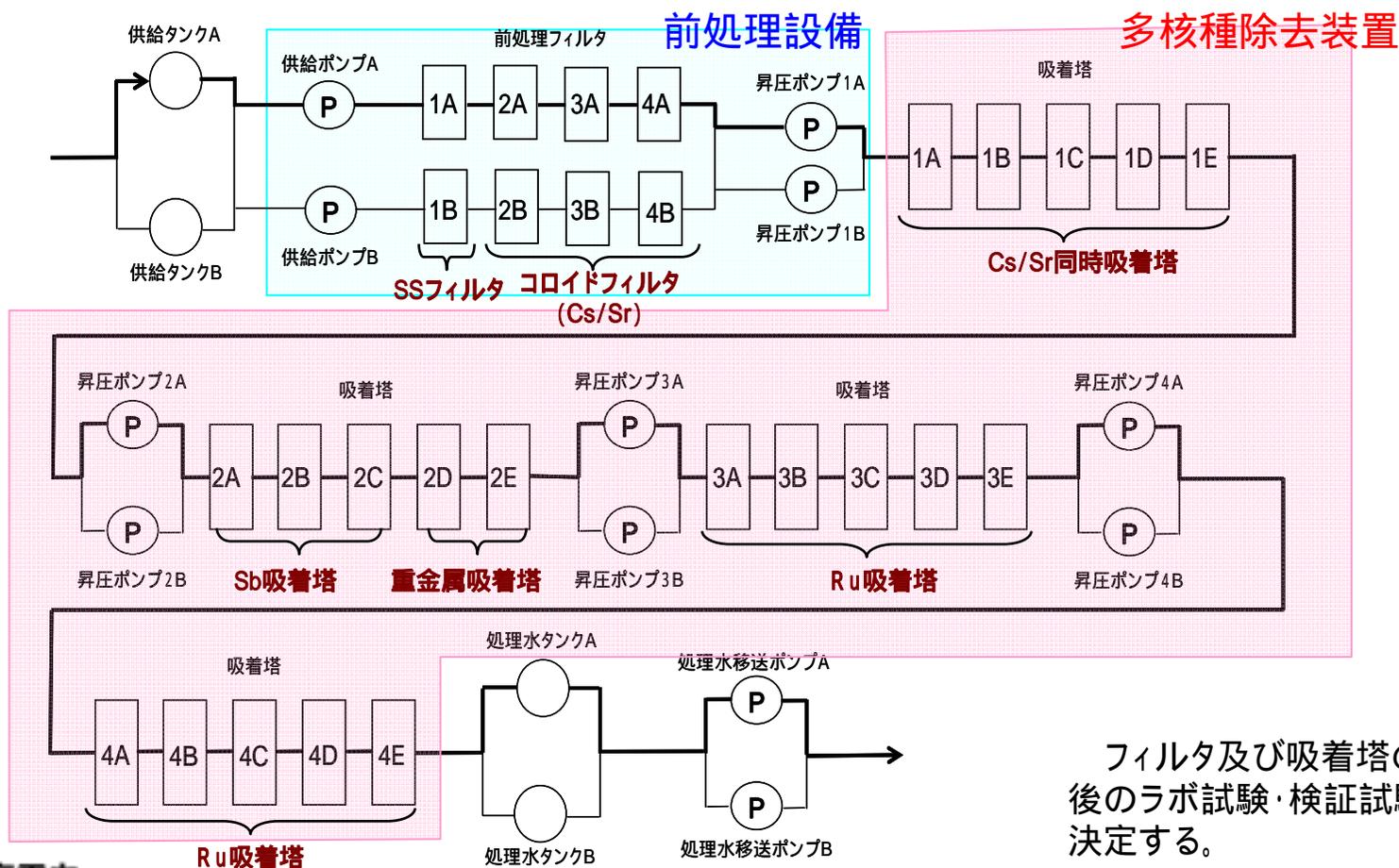
No.	項目	増設多核種除去設備	既設多核種除去設備
1	核種除去能力	62核種NDレベル (トリチウムを除く)	同左

高性能多核種除去設備の基本構成

- 高性能多核種除去設備は、前処理設備と多核種除去装置から構成される。

前処理設備：フィルタ処理による浮遊物質の除去及びセシウム、ストロンチウムの粗取り

多核種除去装置：吸着材による核種の除去



フィルタ及び吸着塔の構成は、今後のラボ試験・検証試験結果により決定する。

高性能多核種除去設備の基本コンセプト

▶ フィルタ・吸着材処理を主体とした除去プロセスの採用により廃棄物発生量を低減

既設多核種除去設備では、発生する廃棄物量の95%が薬液注入による前処理（鉄共沈処理、炭酸塩沈殿処理）から発生する。この要因は、廃棄物の形態が水分を含むスラリーであることに起因していることから、**フィルタ・吸着材に放射性物質を濃縮吸着させることにより廃棄物発生量の低減**を目指す。

▶ コロイド除去フィルタ・高性能吸着材等の採用による除去性能の向上

既設多核種除去設備では、前処理により主要核種であるストロンチウムを99%程度除去している。高性能多核種除去設備では、前処理に相当する除去性能に加え、より高濃度の汚染水（RO濃縮塩水）を処理するために必要な除去性能を有する**新たなフィルタ・吸着材処理技術の開発・実証を行う**。フィルタ・吸着材処理技術の開発により処理対象とする62核種に対して、告示濃度限度のみならず、**NDレベル達成**を目標とする。

▶ 二相ステンレスやライニング炭素鋼等の採用による耐食性の向上

汚染水は、海水由来の塩素イオンを含むことから、高性能多核種除去設備では、**耐食性を考慮した材料選定を行う**。

高性能多核種除去設備の基本仕様

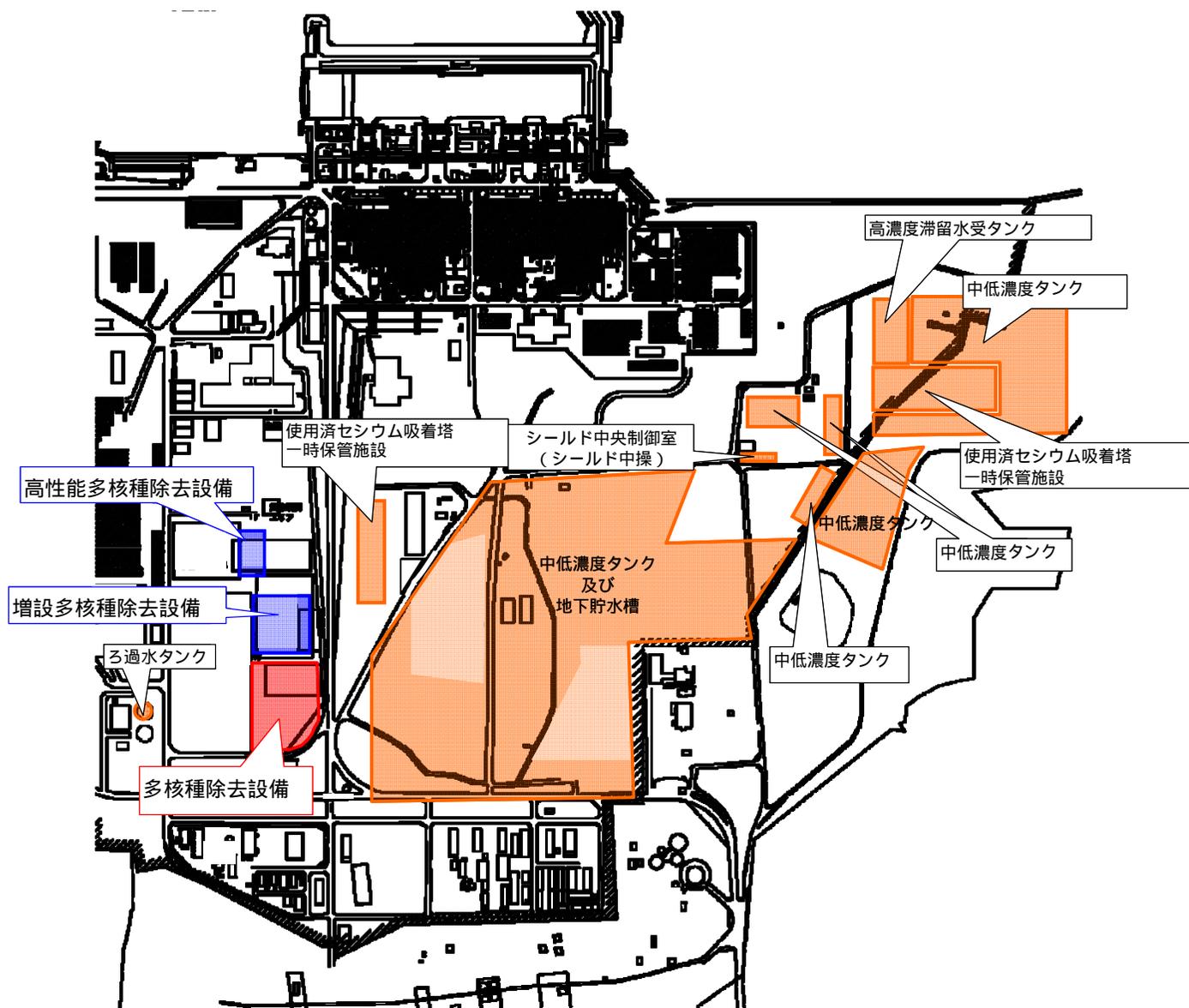
設備仕様

No.	項目	高性能多核種除去設備	既設多核種除去設備
1	処理量	500m ³ /日/系列以上	250m ³ /日/系列
2	系列数	1系列	3系列
3	耐食性の改善	二相ステンレス ライニング炭素鋼	SUS316L
4	前処理方式	フィルタ方式	凝集沈殿方式
5	吸着塔数	20塔	14塔 + 2塔
6	耐震クラス	Bクラス相当	Bクラス相当

処理性能

No.	項目	高性能多核種除去設備	既設多核種除去設備
1	核種除去能力	62核種NDレベル (トリチウムを除く)	同左
2	廃棄物発生量	現行多核種除去設備の 1/20程度	—

増設多核種除去設備 / 高性能多核種除去設備の設置位置

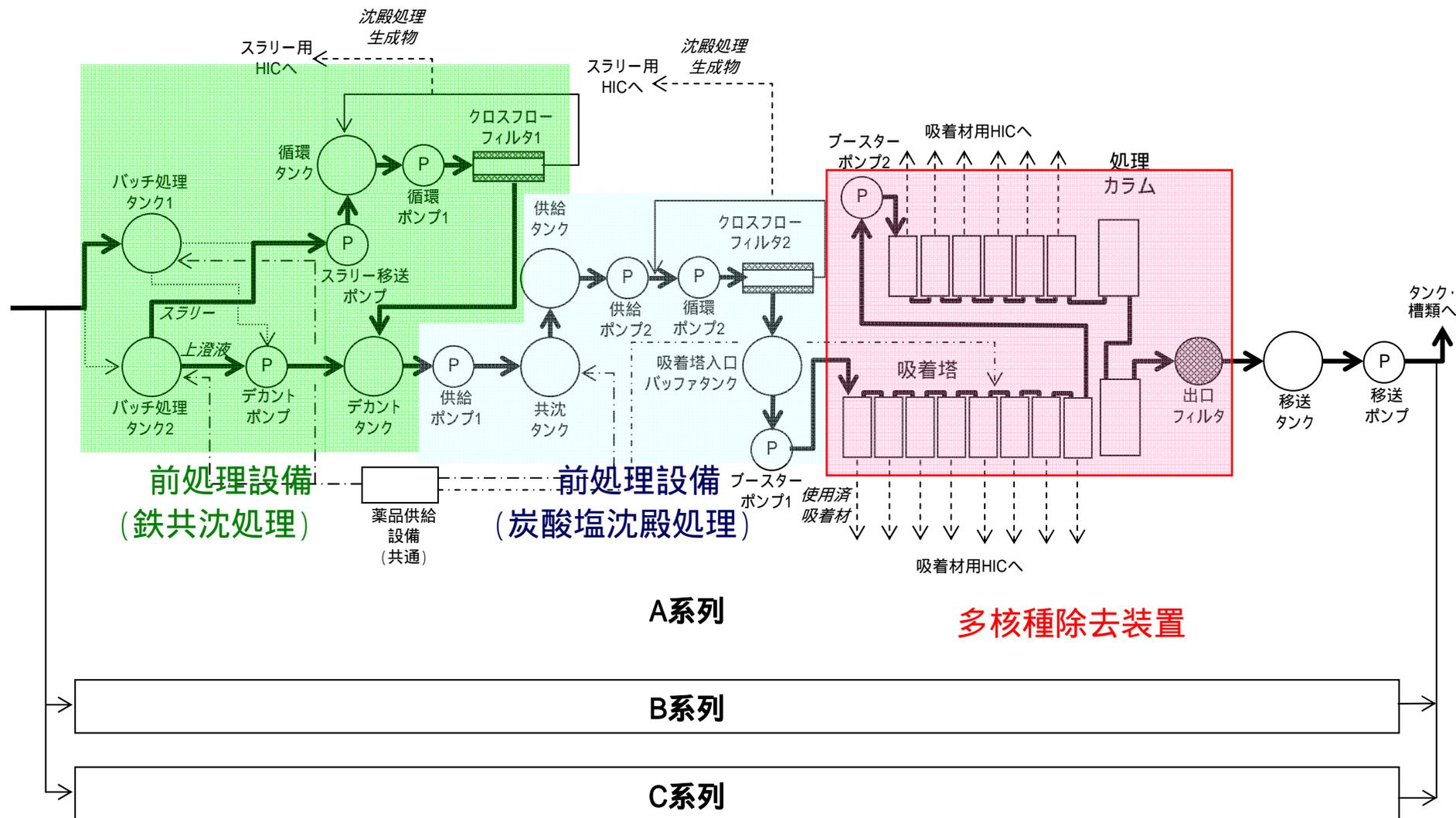


スケジュール等

- 現在、増設多核種除去設備、高性能多核種除去設備の設置エリアの準備工事（資機材の移動等）を実施中
- H26.3より増設多核種除去設備、高性能多核種除去設備の敷地造成工事、建屋基礎工事を逐次実施することを計画
- 増設多核種除去設備、高性能多核種除去設備をH26年に稼働させるよう、機器製作、現地工事等を実施していく

(参考) 既設の多核種除去設備の構成

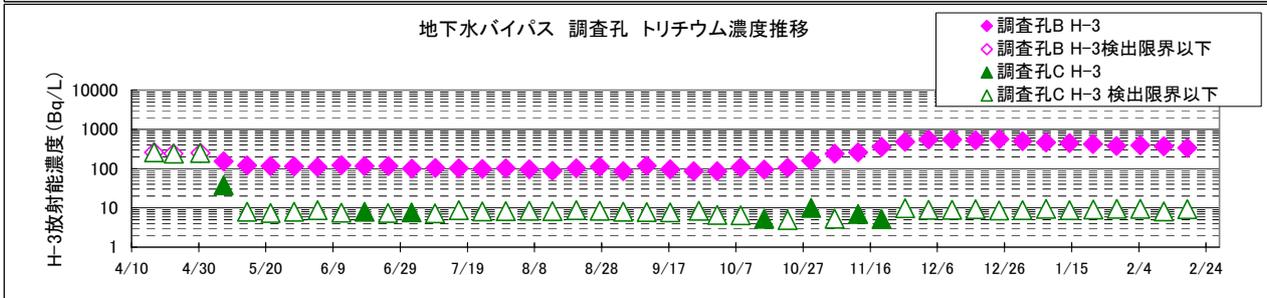
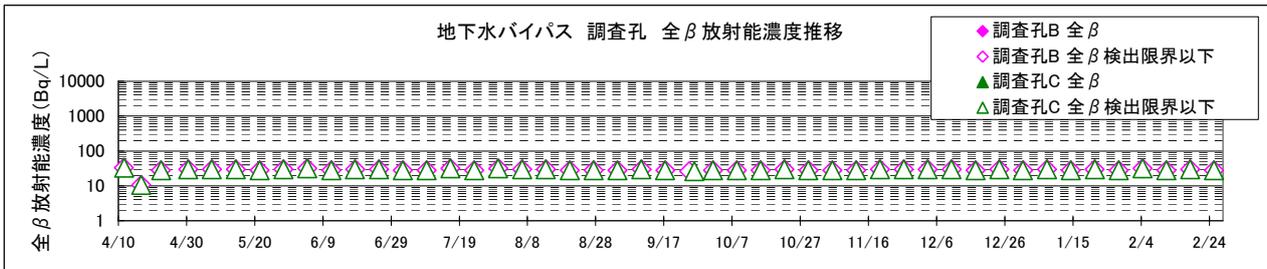
■ 既設の多核種除去設備の構成



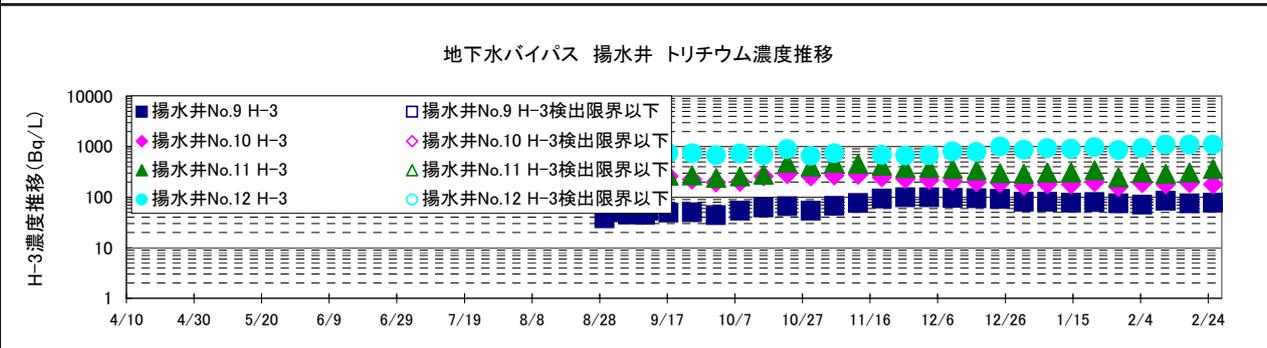
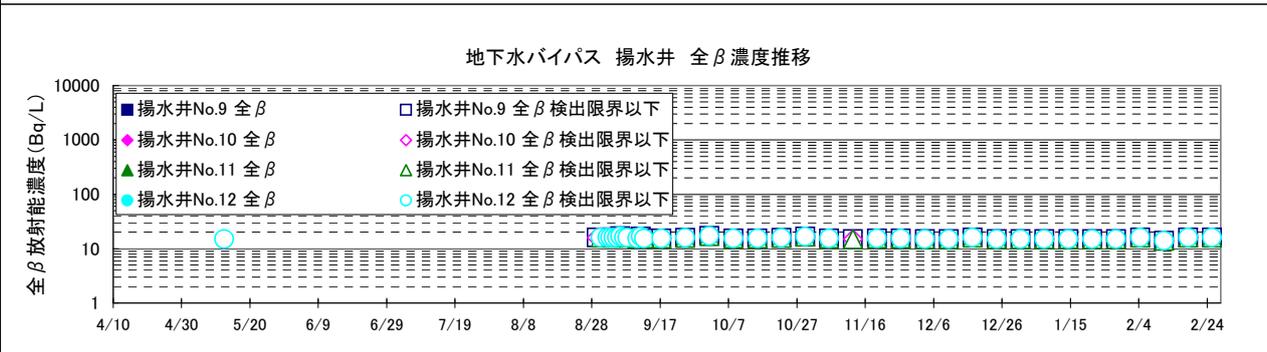
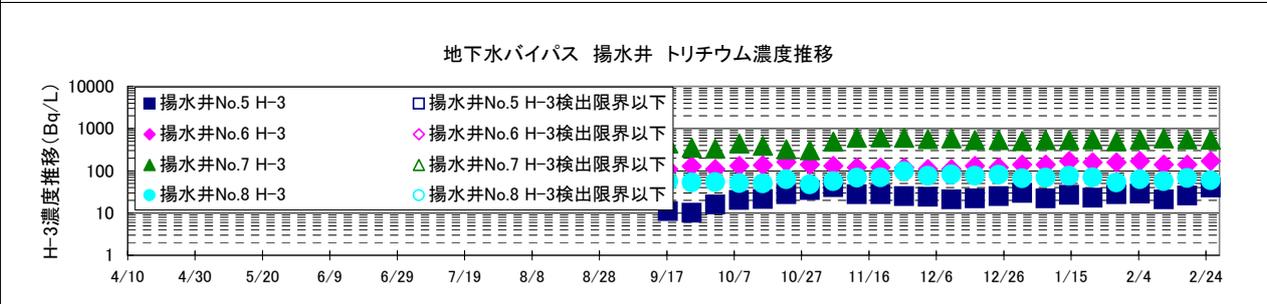
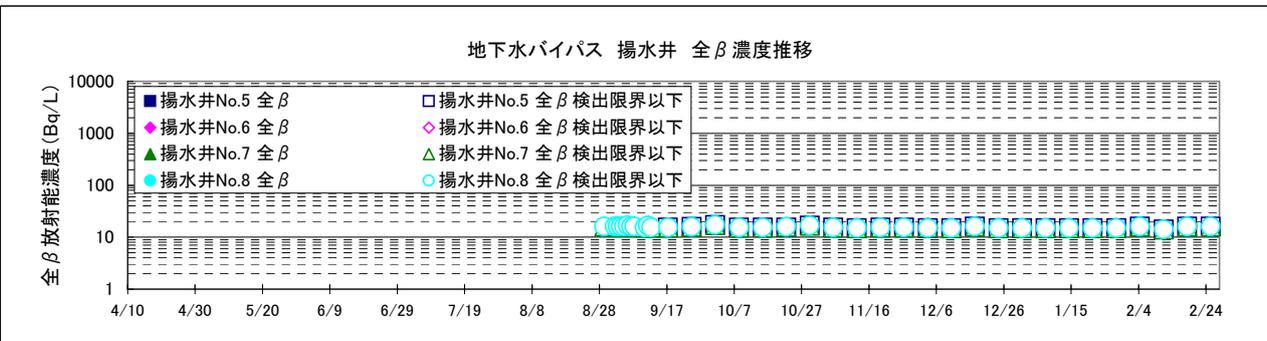
タンク漏えいによる汚染の影響調査

①地下水バイパス 調査孔・揚水井の放射能濃度推移

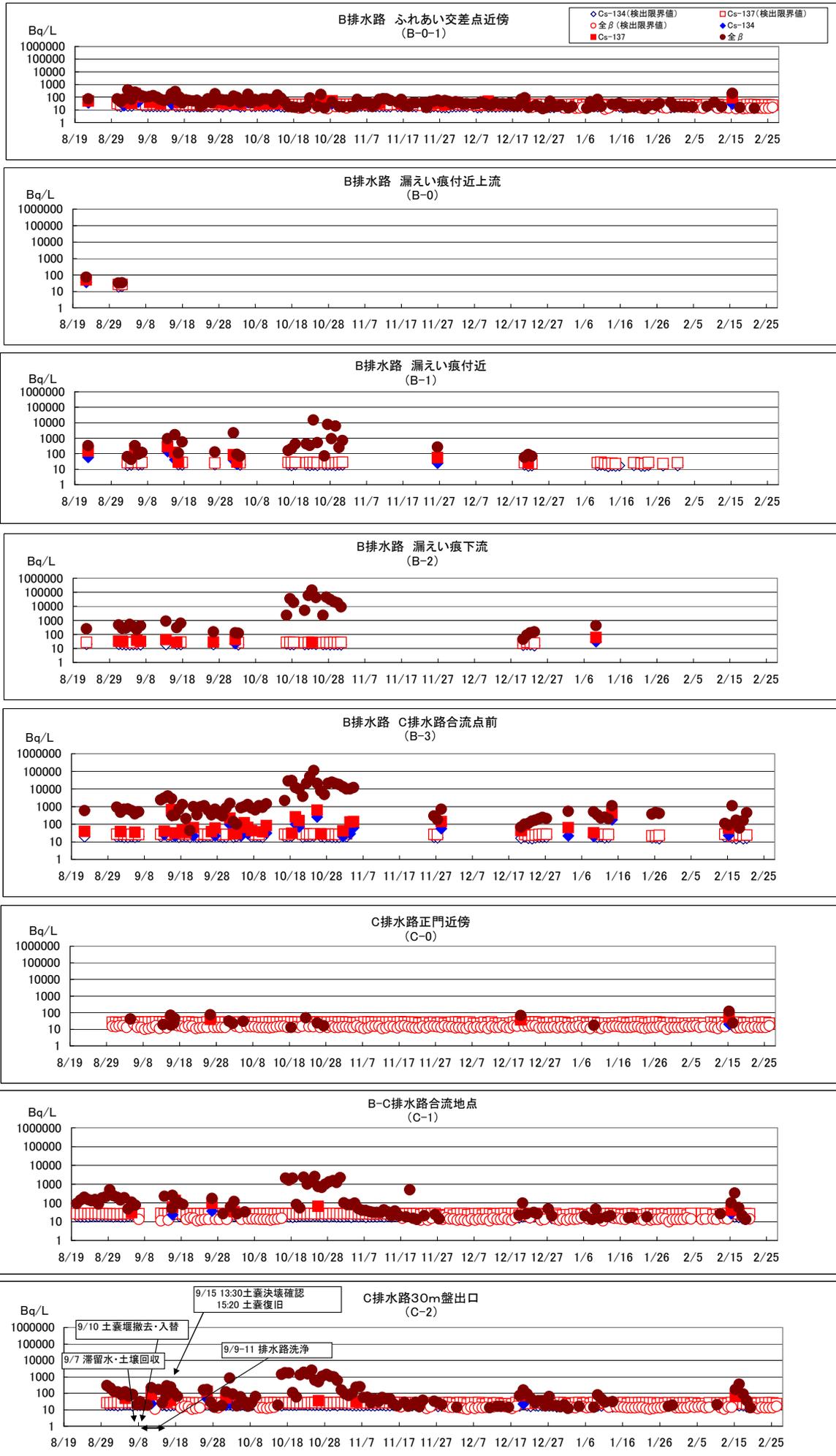
地下水バイパス 調査孔



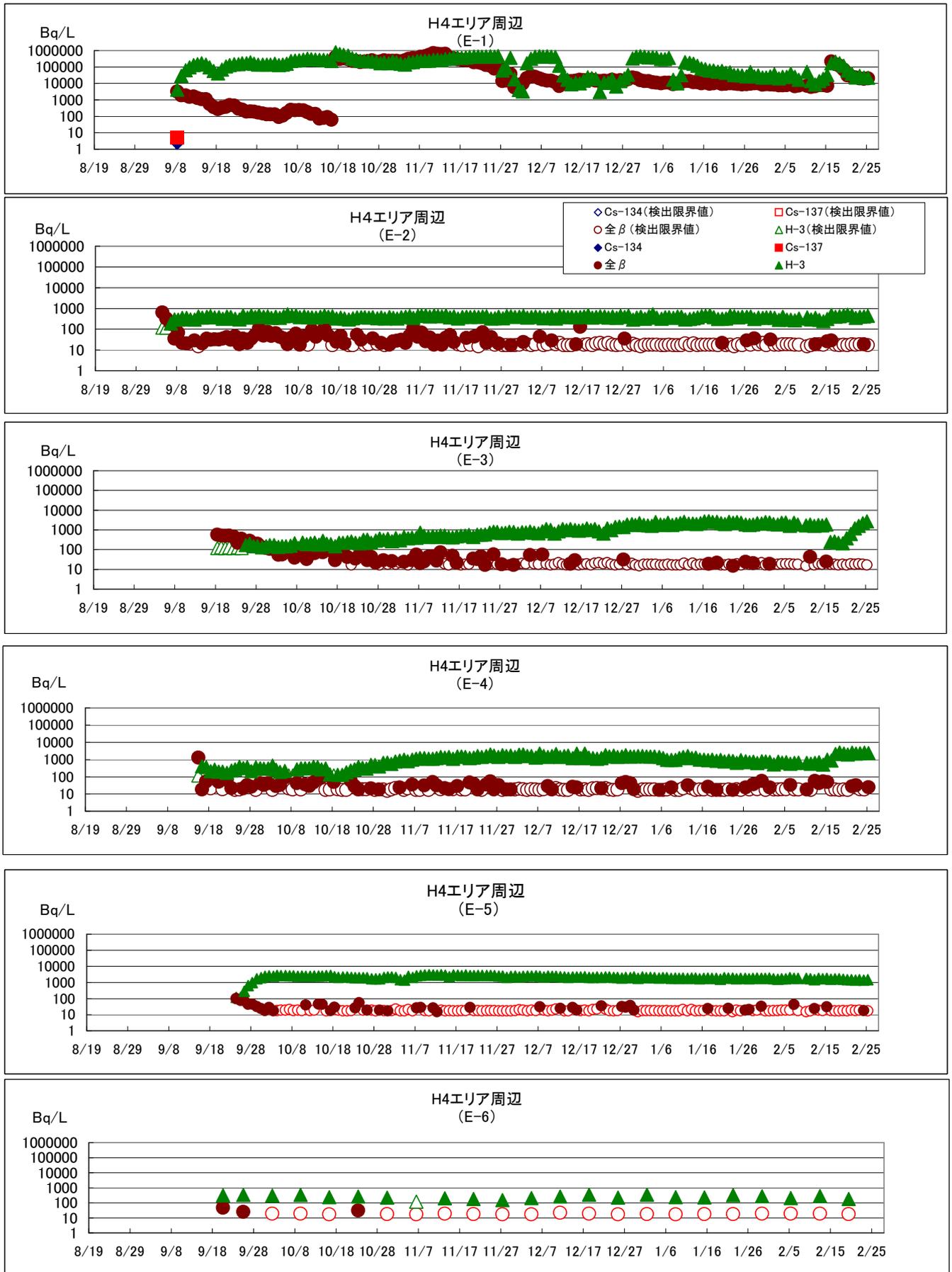
地下水バイパス 揚水井



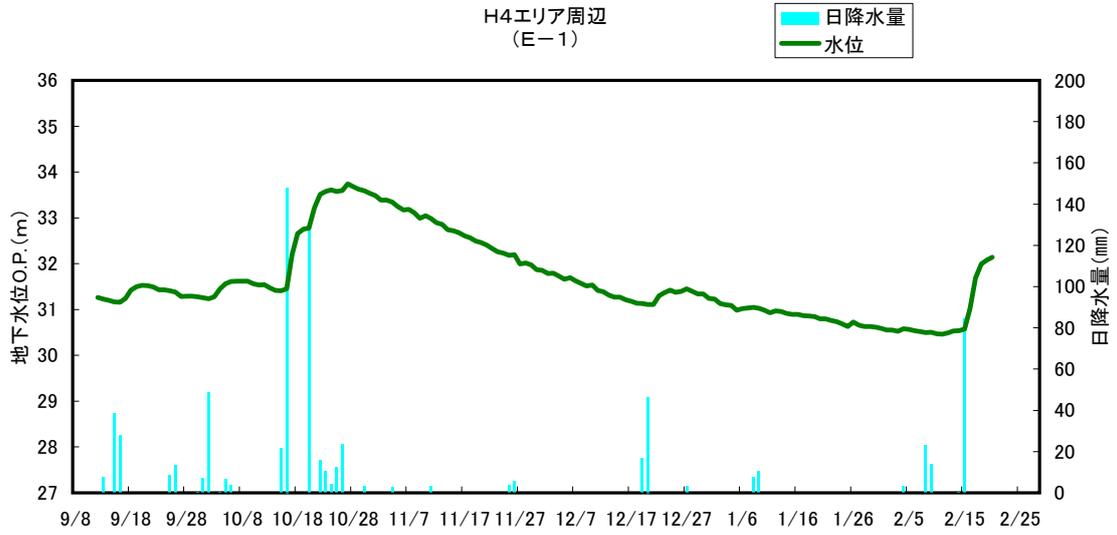
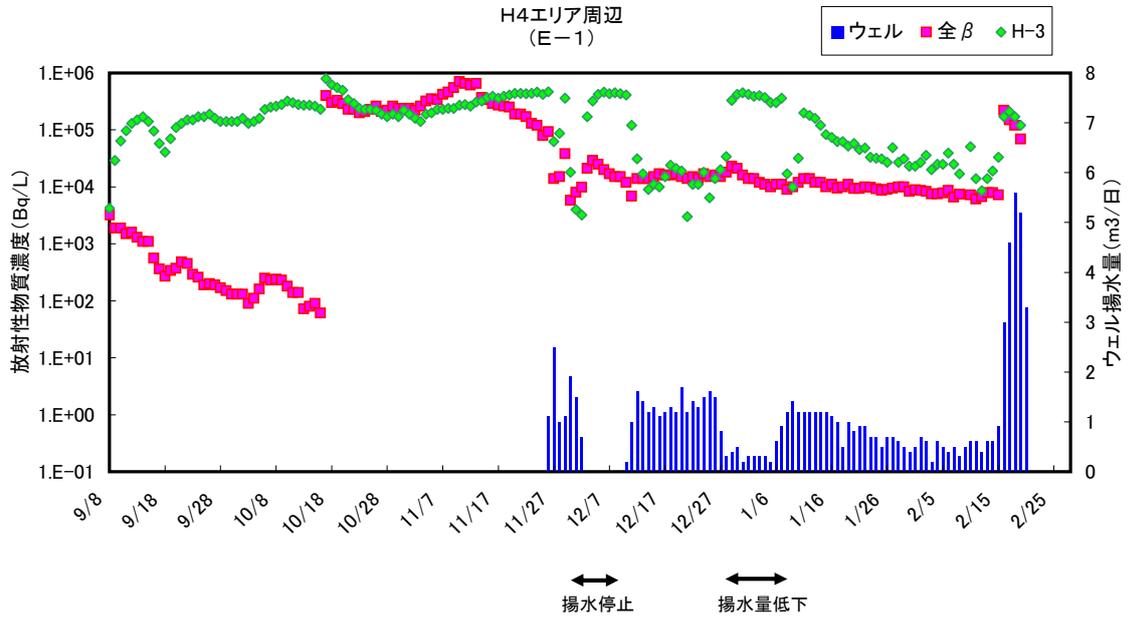
②排水路の放射能濃度推移



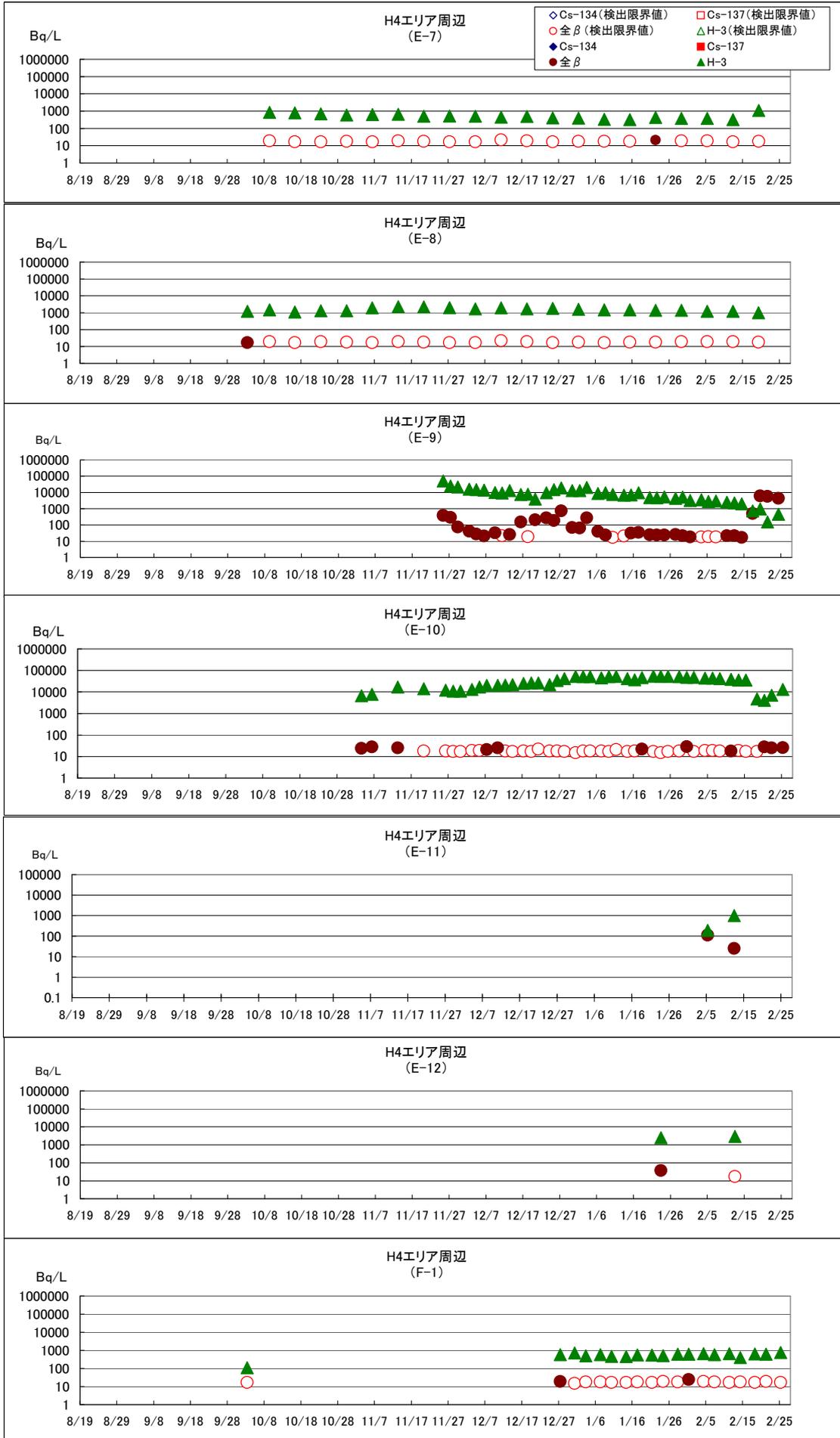
③追加ボーリングの放射能濃度推移(1/2)



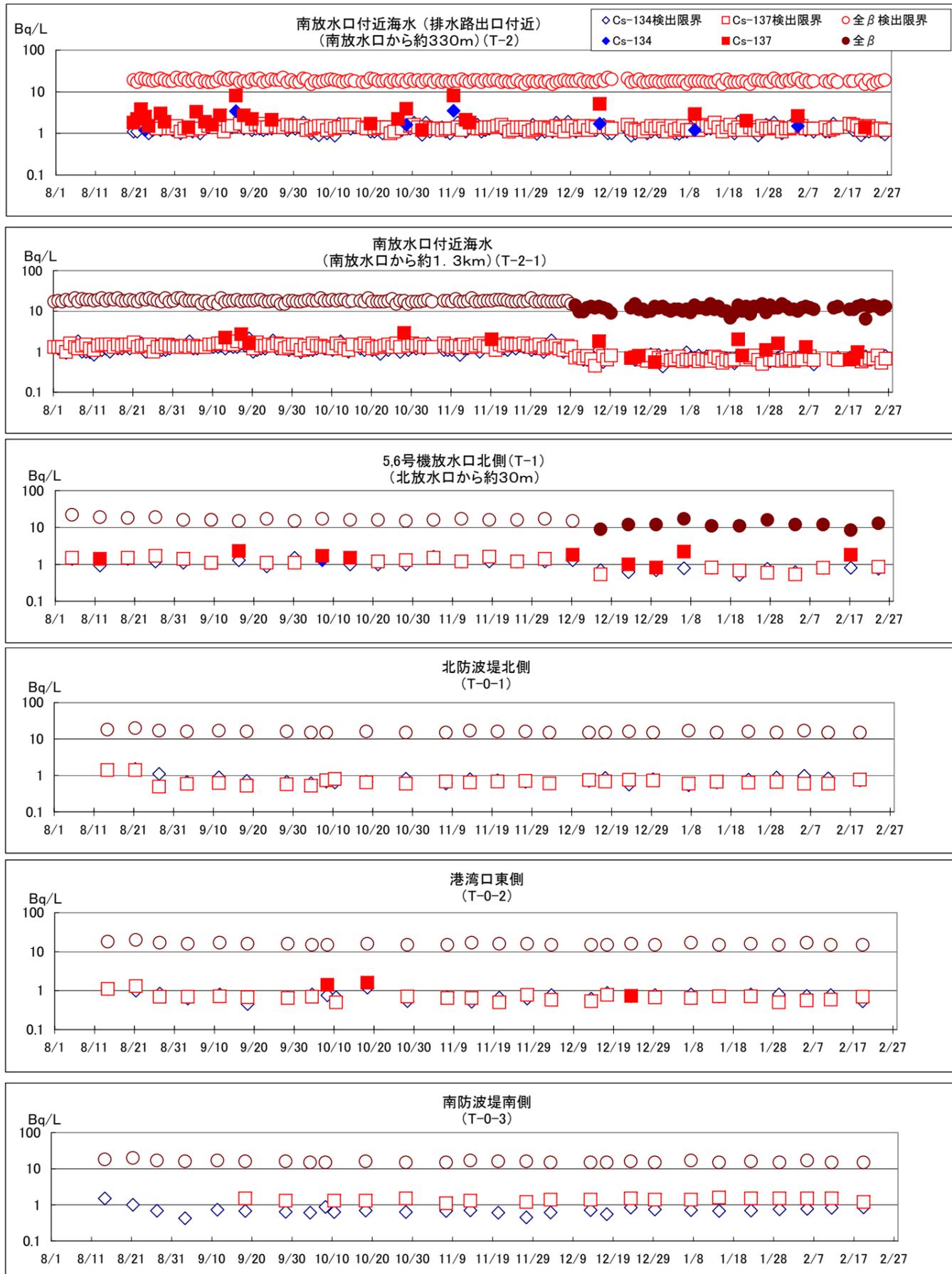
観測孔E-1の放射性物質濃度の推移



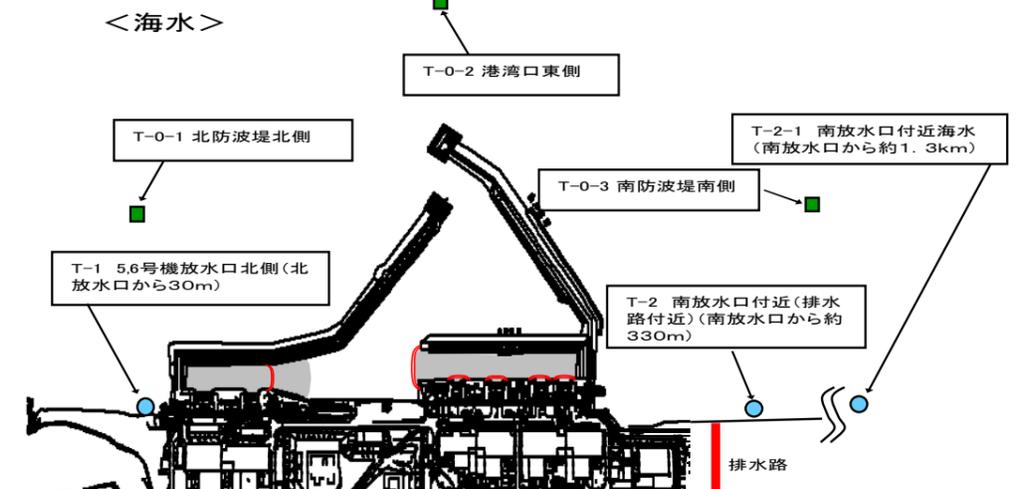
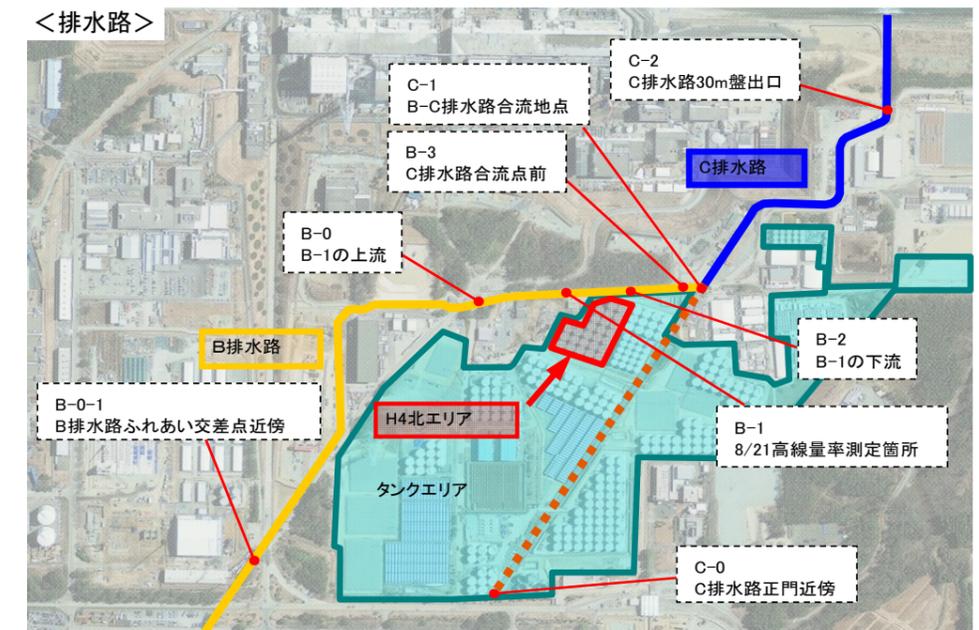
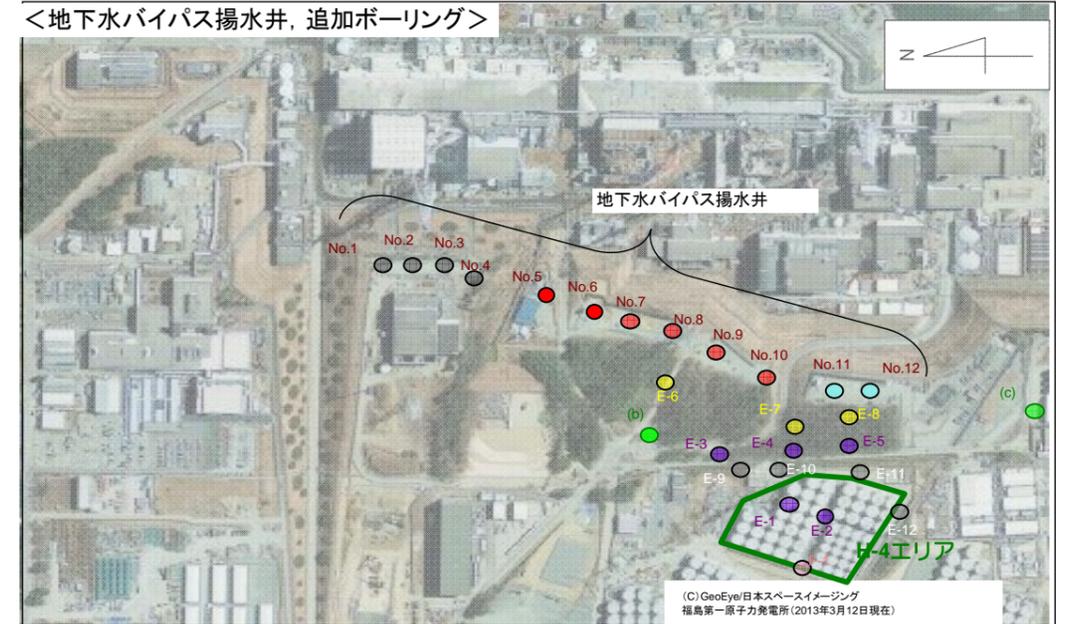
③追加ボーリングの放射能濃度推移(2/2)



④海水の放射能濃度推移



サンプリング箇所



多核種除去設備A系統 ブースターポンプ2トリップについて

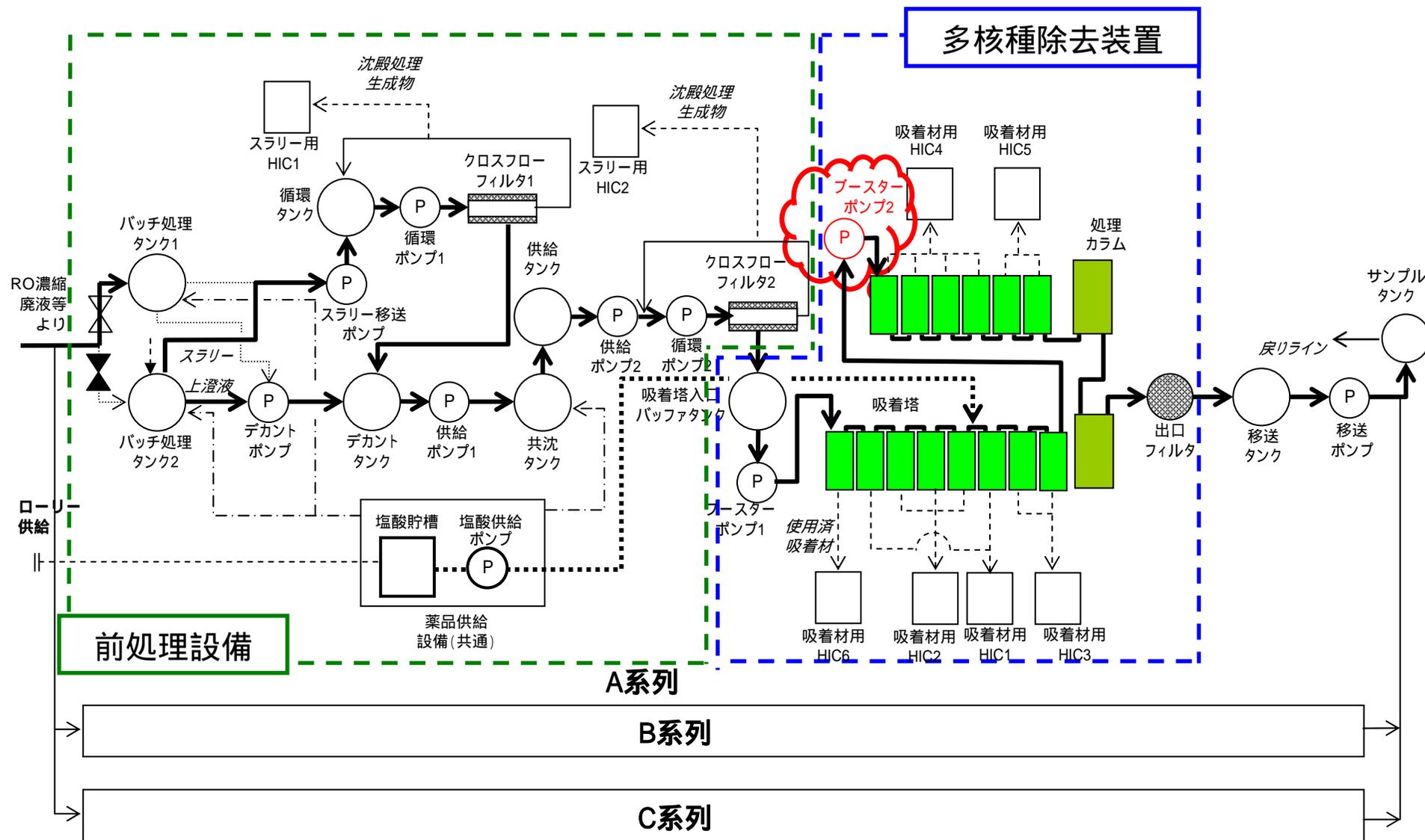
平成26年2月27日

東京電力株式会社



東京電力

ブースターポンプの位置関係



事象概要

< 2 / 2 6 (水) >

- 1 2 : 2 1 定期的に行っているサンプルラックの酸洗浄後
A系の処理を再開。
- 1 2 : 2 1 以下のANNが発生しブースターポンプが停止し
A系循環運転へ移行

- ・「ブースターポンプ 2Aインバータ故障」
- ・「MCC(A)電圧/電源フィード異常」

現場確認状況

- ・ブースターポンプ 2A NFB
 - ・主幹NFB
- } トリップ位置にあることを確認

不具合箇所の特定を行うため調査実施中

本事象に伴う汚染水の漏えい等は発生していない

なお、B系は処理運転・C系は酸洗浄のため停止中

多核種除去設備 B 系統腐食対策有効性確認結果について

平成26年2月27日

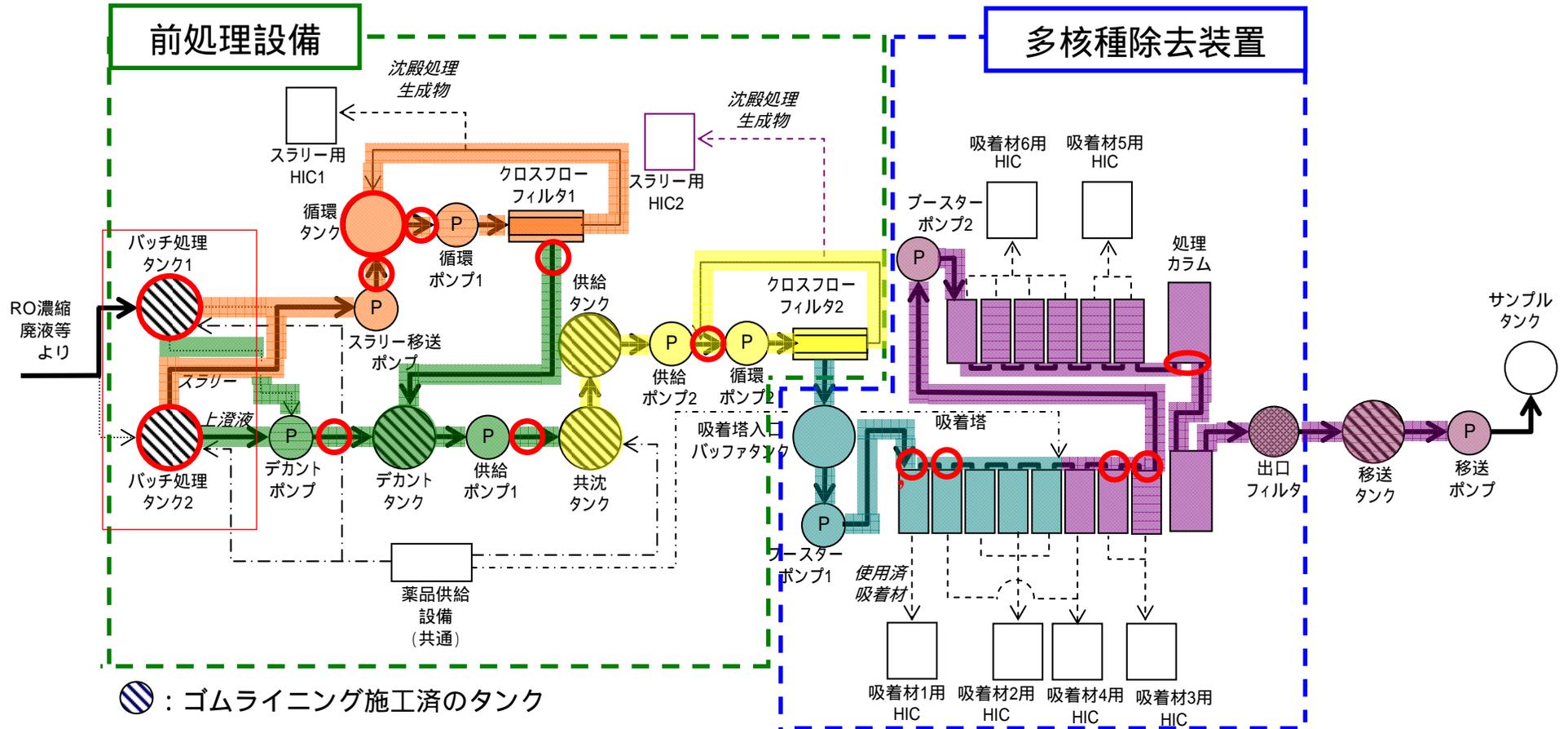
東京電力株式会社



東京電力

B 系統腐食対策有効性確認箇所

- 腐食対策有効性確認 (○) を下記に示す。



■ 主な確認項目

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

B 系統腐食対策有効性確認結果

点検箇所		結果
バッチ処理タンク (1 B、 2 B)	・ゴムライニング (内面 V T)	異常なし ・ライニングに傷、剥がれ等の有意な損傷なし
スラリー移送ポンプ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし* ¹ ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
循環タンク	・タンク溶接線 (U T)	異常なし ・溶接線に腐食なし
循環ポンプ 1 入口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし* ¹ ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
デカントポンプ 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし* ¹ 、または腐食進展なし* ² ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
バックパルスポート 1 出口配管	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし* ¹ ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
供給ポンプ 1 出口配管 (4 箇所)	・フランジ面 ・配管溶接線	異常なし ・フランジ面に腐食なし* ¹ 、または腐食進展なし* ² ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし

B 系統腐食対策有効性確認結果

点検箇所		結果
供給ポンプ 2 出口配管	<ul style="list-style-type: none"> ・フランジ面 ・配管溶接線 	異常なし ・フランジ面に腐食なし*1
吸着塔 2	<ul style="list-style-type: none"> ・点検口（フランジ） ・吸着塔溶接線 （ U T、内面 V T ） 	異常なし ・フランジ面に腐食なし*1 ・溶接線に腐食なし
吸着塔 1	<ul style="list-style-type: none"> ・点検口（フランジ） ・吸着塔溶接線 （ U T、内面 V T ） 	異常なし ・フランジ面に腐食なし*1 ・溶接線に腐食なし
吸着塔 7	<ul style="list-style-type: none"> ・点検口（フランジ） ・吸着塔溶接線 （ U T、内面 V T ） 	異常なし ・フランジ面に腐食なし*1、または腐食進展なし*2 ・溶接線に腐食なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
吸着塔 8	<ul style="list-style-type: none"> ・点検口（フランジ） ・吸着塔内部溶接線 （ U T、内面 V T ） 	異常なし ・フランジ面に腐食なし*1、または腐食進展なし*2 ・溶接線腐食箇所の変化なし ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし
処理カラム 1	<ul style="list-style-type: none"> ・ベント配管フランジ 	異常なし ・フランジ面に腐食なし*1、または腐食進展なし*2 ・ガスケット型犠牲陽極の著しい消耗なし

* 1 : 前回点検時に続き腐食が確認されなかった、若しくは前回点検時にフランジを交換し今回点検で腐食が確認されなかった

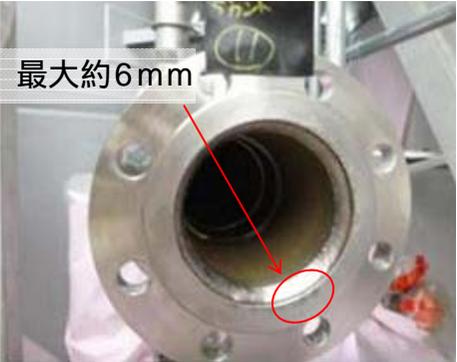
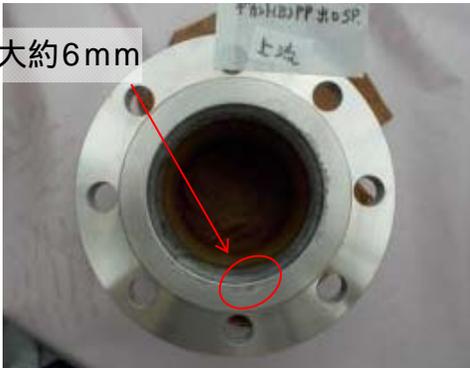
* 2 : 前回点検で確認された腐食が進展しなかった

B 系統腐食対策有効性確認結果

バッチ処理タンク 1 B (タンク内面)

前回点検時	今回点検時	結果
		<p>異常なし ライニングに傷、剥がれ等の有意な損傷なし</p>

デカントポンプ出口配管 (100A) (フランジシート面)

前回点検時	今回点検時	結果
		<p>異常なし 前回点検時からの腐食が進展していないことを確認。</p>

B 系統腐食対策有効性確認結果

供給ポンプ1 出口配管 (50A) (フランジシート面)

C系統の腐食対策有効性確認で微小なすき間腐食が確認された箇所

前回点検時	今回点検時	結果
 <p>最大約 4 mm</p>	 <p>最大約 4 mm</p>	<p>異常なし 前回点検時からの腐食が進展していないことを確認。</p>

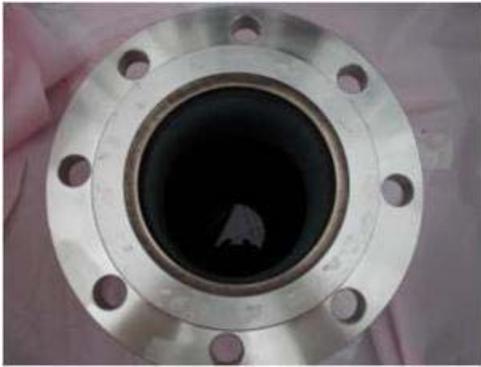
処理カラム1 ベントフランジ (40A) (フランジシート面)

前回点検時	今回点検時	結果
 <p>最大約 6.5 mm</p>	 <p>最大約 6.5 mm</p>	<p>異常なし 前回点検時からの腐食が進展していないことを確認。</p>

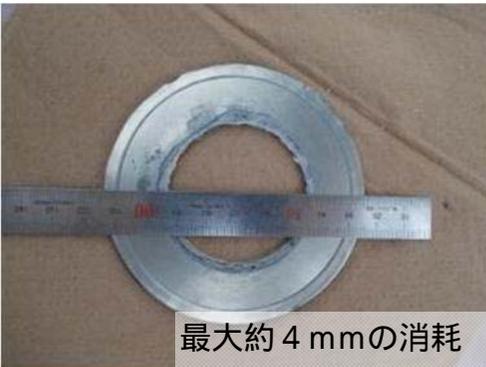
B 系統腐食対策有効性確認結果

腐食無しの箇所

A 系統の腐食対策有効性確認で微小なすき間腐食が確認された箇所

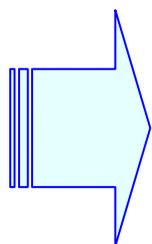
スラリー移送ポンプ出口配管(50A)	吸着塔 2 B点検口(150A)	吸着塔 7 B点検口(150A)
		

ガスケット型犠牲陽極

スラリー移送ポンプ(50A)	処理カラム 1 (40A)	結果
 最大約 4 mm の消耗	 最大約 4 mm の消耗	異常なし A C 系統同様、犠牲陽極の著しい消耗は確認されず。

B 系統腐食対策有効性確認結果

- 腐食対策実施後、B 系統は A C 系統と比べ約1ヶ月間長い2ヶ月間の運転を実施していたが、A C 系統同様、腐食の発生および進展が大きく抑制されており、腐食対策が有効的であることを確認できた。
- 約2ヶ月間運転したB 系統のガスケット型犠牲陽極の消耗量は約1ヶ月間運転したA C 系統と同程度と評価
- 今回の点検によって、腐食対策の有効性が確認されたことから、今後は運転期間を延長し、知見の拡充をはかるため必要に応じて点検を実施



- ・ B 系統の処理再開(2/12 ~)
- ・ B 系統の処理再開以降、**3 系列同時運転開始**

RO濃縮水用
モバイル型ストロンチウム除去装置について

平成26年2月27日

東京電力株式会社



東京電力

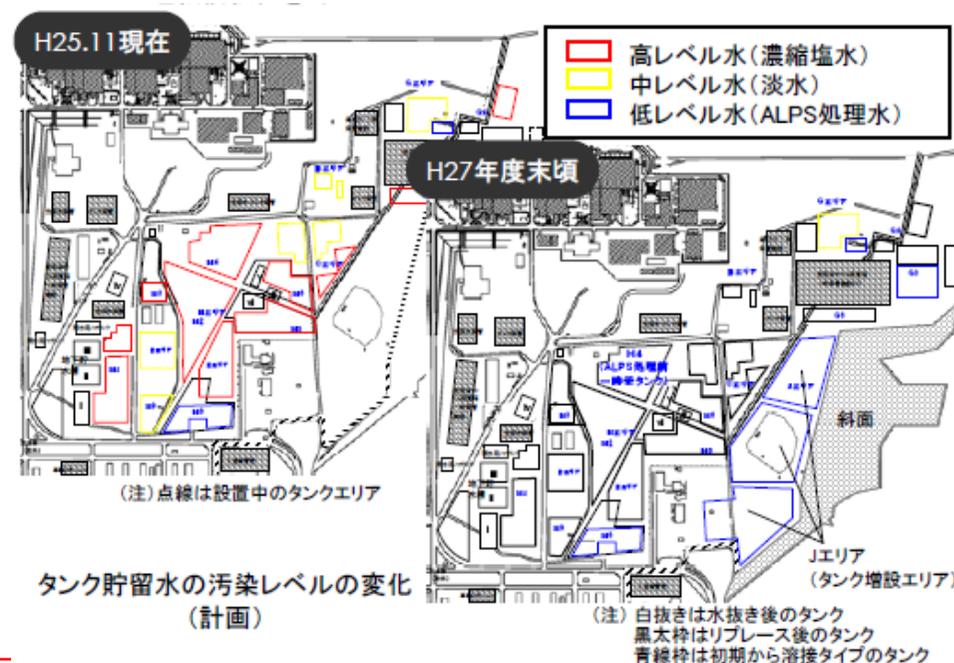
RO濃縮水の現状

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34.0万トン进行鋼製タンクに貯留している（2014/2/11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/cc)	2 ~ 60	3 ~ 100	0.6 ~ 30	0.7 ~ 50	30 ~ 200	9 ~ 130	40,000 ~ 500,000

現在、現行のALPSの本格稼働、高性能多核種除去設備（経済産業省補助事業）の設置、現行のALPSの増設により、汚染水処理を加速し、H26年度中にタンク貯留の汚染水を浄化することとしている。



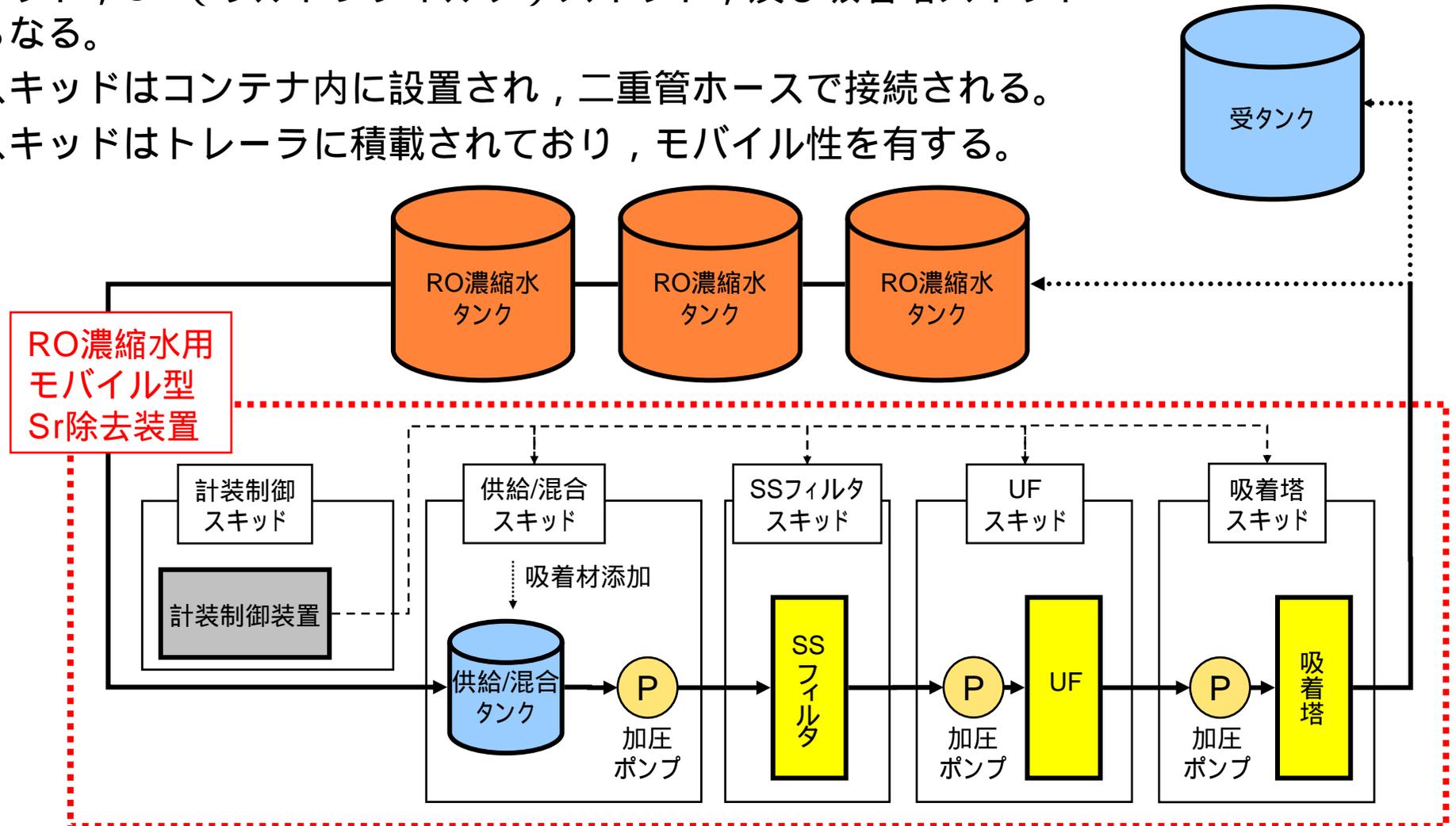
モバイル型ストロンチウム除去装置の設置目的

多核種除去設備の増強によりタンク貯留の汚染水の浄化を進めるが、並行してモバイル型ストロンチウム除去装置を設置し、ストロンチウムの浄化を進めることにより、以下のリスク低減を図る。

- RO濃縮水の主な核種であるストロンチウム（Sr-90）濃度を低減することにより、万が一の漏えいに対するリスクを低減
- Sr濃度低減により敷地境界線量を低減
- パトロール等における作業員被ばく低減

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。
- 各スキッドはトレーラに積載されており、モバイル性を有する。



モバイル型Sr除去装置仕様

- 系統数 : 1 系統 (コンテナ 5 基構成)
- 処理能力 : 300m³/日
- 処理性能 : DF (Sr) 10以上

* モバイル型Sr除去装置の運転の前に、同様の処理工程で構成する小型のパイロット試験装置を用い、処理性能の確認を計画中。

■ 機器仕様

- 主配管 (鋼管) : 50A , 100A

材質 SUS316 (LC) 相当材

- 主配管 (耐圧ホース) : 50A (二重ホース)

- 容器 (吸着塔) : 材質 SUS316 (LC) 相当材

(供給 / 混合タワ) : 材質 SUS316 (LC) 相当材

(SSフィルタ) : 材質 (ハウジング) SUS316 (LC) 相当材

(UF) : 材質 (ハウジング) SUS316 (LC) 相当材

想定廃棄物発生量

発生する廃棄物は、現状以下のように想定

■想定廃棄物発生量

- SSフィルタ（外径1.5m程度） 9基 / 月程度
- UF（外径1.5m程度） 2基 / 月程度
- 吸着塔（外径1.0m程度） 6基 / 月程度

詳細設計，パイロット試験により，発生量低減を検討

- 吸着材によりCaも除去されるため、モバイル型Sr除去装置で処理後にALPSで処理した場合，ALPSの炭酸塩沈殿処理工程のHIC発生量が低減
- 現状では、本装置により発生する廃棄物とHICの低減量は、同程度と評価



雨水処理設備の準備状況について

平成26年2月27日
東京電力株式会社



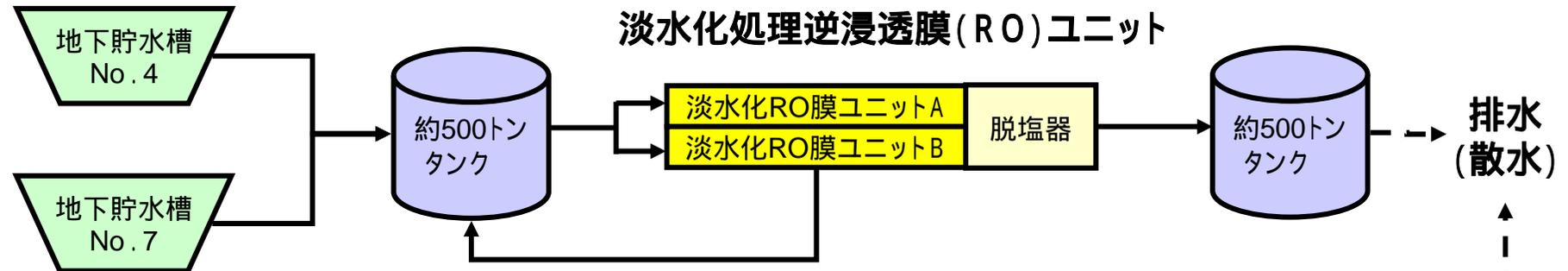
東京電力

一時貯留している雨水の処理について

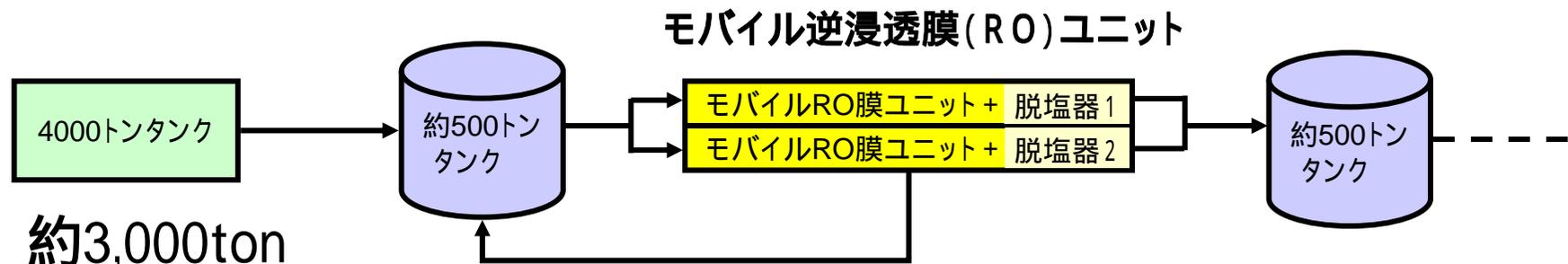
- ✓ 汚染水タンクエリアの堰内に溜まった雨水のうち、その放射能濃度が排水基準を上回るものについては、一時的に、近傍に設置された地下貯水槽 (No.4, No.7) および鋼製角型タンクに貯留している。
- ✓ この貯留している雨水については、含まれている放射性核種を排水基準以下にするまで除去し、貯留量の低減を図ることが急務であると考えている。
- ✓ そこで、実雨水を用いたRO装置による浄化試験を実施した結果、十分な処理能力が得られた(平成25年11～12月)
- ✓ 平成26年1月21日に当該実施計画を申請。
- ✓ 現状一時貯留している雨水を実施計画認可及び使用前検査終了の後、当該設備で処理して排水していく計画。また、今後発生するタンク堰内の雨水は汚染が生じにくいように、床面塗装などを行うとともに、汚染が確認された場合は当該設備にて処理を行う。

雨水処理設備等 系統概要

雨水処理設備は、2種類の逆浸透膜(RO)ユニットを有する。



計約3,600ton



約3,000ton

信頼性向上のため、設備に対して以下の補強対策を実施

- 500トンタンク : タンク底面コーキング, 堰設置, 水位計設置
- RO装置本体 : 堰設置, 漏えい検出器設置
- 配管 : PE管化

雨水処理設備等 配置概要他



【処理対象水の量及び濃度】 【単位: Bq/L】

	貯水量	Cs-134	Cs-137	Sr-90
No.4地下貯水槽	約1,500t	ND(<12)	ND(<18)	470
No.7地下貯水槽	約2,100t	ND(<13)	ND(<18)	99
4000トンノッチタンク	約3,000t	ND(<13)	19	2100

(H26年1月現在)

事前性能確認結果

いずれの核種においても、十分な除去性能を有することを確認

淡水化处理逆浸透膜 (RO) ユニット

単位: Bq / リットル

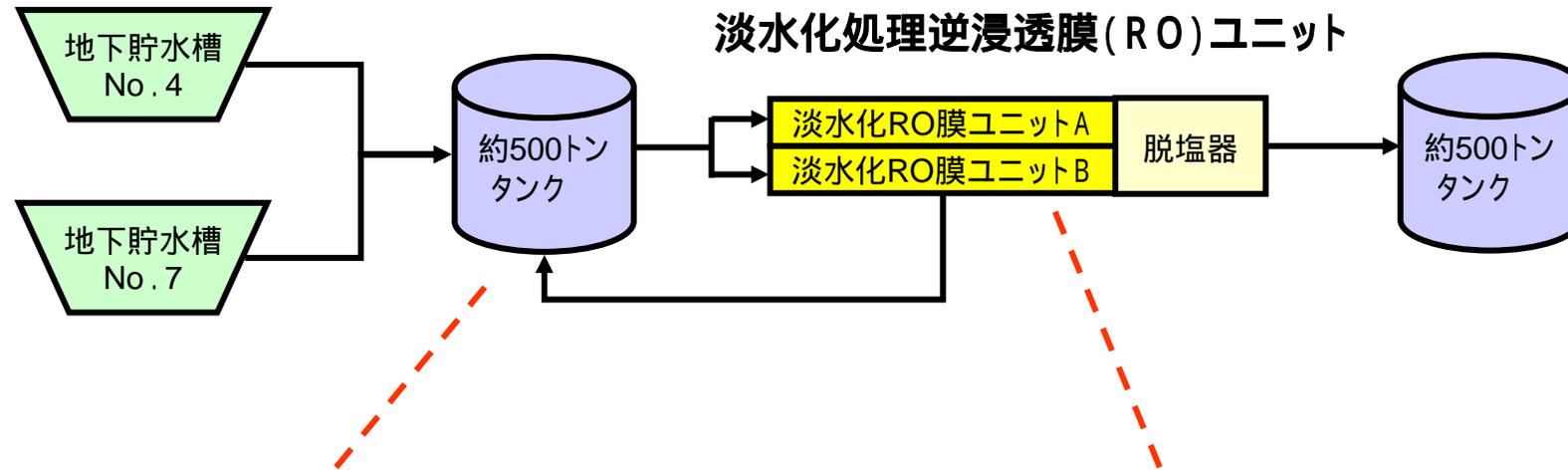
	原水(雨水)	RO処理水A	RO処理水B	脱塩処理水
Cs-137	31	ND(<8)	ND(<8)	ND(<8)
Cs-134	17	ND(<6)	ND(<6)	ND(<6)
Sb-125	41	ND	ND	ND
Sr-90	11000	20	14	ND(<2.2)

モバイル逆浸透膜 (RO) ユニット

単位: Bq / リットル

採取場所	装置1		装置2	
	原水(雨水)	脱塩処理水	原水(雨水)	脱塩処理水
Cs-137	ND(<18)	ND(<18)	20	ND(<14)
Cs-134	ND(<13)	ND(<12)	ND(<11)	ND(<10)
Sb-125	23	ND	ND	ND
Sr-90	4000	ND(<2.4)	4700	ND(<2.4)

【参考】雨水処理設備概要



地下水バイパスの排水基準について

平成26年2月27日
東京電力株式会社



東京電力

地下水バイパス水の排水基準等一覧

		Cs-134	Cs-137	全 (Sr-90)	H-3	告示濃度限度に対する割合
運用目標		1Bq/L	1Bq/L	全 : 5Bq/L	1,500Bq/L	0.22
運用目標以上の場合は一旦停止し、運用目標未滿(全 : 1Bq/L)になるように対策し、再開。 なお、運用目標以上が測定された貯留タンク水は、浄化等を行い、運用目標未滿(全 : 1Bq/L)であることを確認のうえ、排水。						
定例 モニタリング	貯留タンク	-	-	全 1回/10日 ND < 1Bq/L	-	
	全 が1Bq/L以上の場合は、一旦停止し、1Bq/L未滿になるように対策し、再開。					
	1回/月 詳細分析 (Cs,Sr-90,H-3,全 ,全)					
	揚水井	-	-	全 1回/週 No.7,12:ND < 5Bq/L その他 :ND < 15Bq/L	・1回/週	

(参考) 告示濃度限度 60Bq/L 90Bq/L Sr90 : 30Bq/L 60,000Bq/L
「告示濃度の水を毎日約2リットル飲み続け場合でも、年間被ばく量1ミリシーベルト」

WHO飲料水水質
ガイドライン 10Bq/L 10Bq/L Sr90 : 10Bq/L 10,000Bq/L
「飲料水摂取による年間被ばく量0.1ミリシーベルト」

建屋止水対策工事中の電源ケーブル損傷について (4号機使用済燃料プール冷却停止)

平成26年2月27日

東京電力株式会社



東京電力

所内共通メタクラ（M/C）1A他地絡警報の発生について

発生事象

1～4号機HTI建屋他止水対策工事において、地盤改良に伴うボーリング掘削中に、現地盤から約-1m地点のエフレックス管内のケーブルを損傷させた。

時系列

平成26年2月25日（火）

- 9:40 M/C地絡警報発生
(所内共通M/C 1～4A、共用プールM/C A、所内共通D/G M/C A)
- 9:42 4uSFP 2次系冷却停止
(Iアインクレー(B)過負荷トリップ)
- 10:19 4u燃料取出作業中断
- 10:27～10:30 初期消火活動実施
- 11:52 公設消防により「火災ではない」と判断
- 14:16 4uSFP 2次系冷却再開
- 14:36 4u燃料取出作業再開

原因
調査中

事象発生場所



現場状況



当該箇所（140）

1～4号機HTI建屋他止水対策工事の概要

【止水フロー】

STEP 地下水流入抑制

地盤改良

集合ダクト外Con打設

STEP 建屋止水

止水材注入

水中Con打設

STEP トレンチ閉塞

HTI連絡トレンチ外
グラウト注入

工事期間：H25.10.18～H26.6.30（地盤改良期間：H25.12中～H26.2末）

STEP

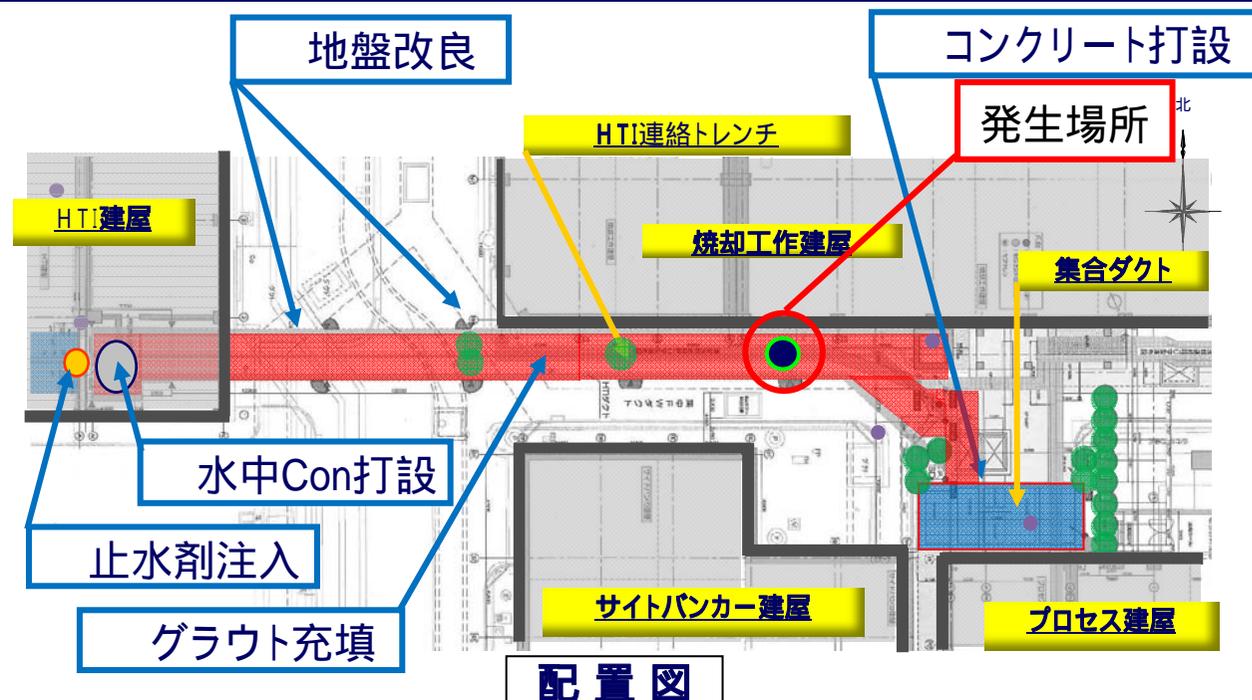
流速が速いと止水材が充填ができないため、HTI建屋連絡トレンチならびに集合ダクトからの地下水流入抑制を地盤改良などの対策により、HTI建屋への流速を低減させる。

STEP

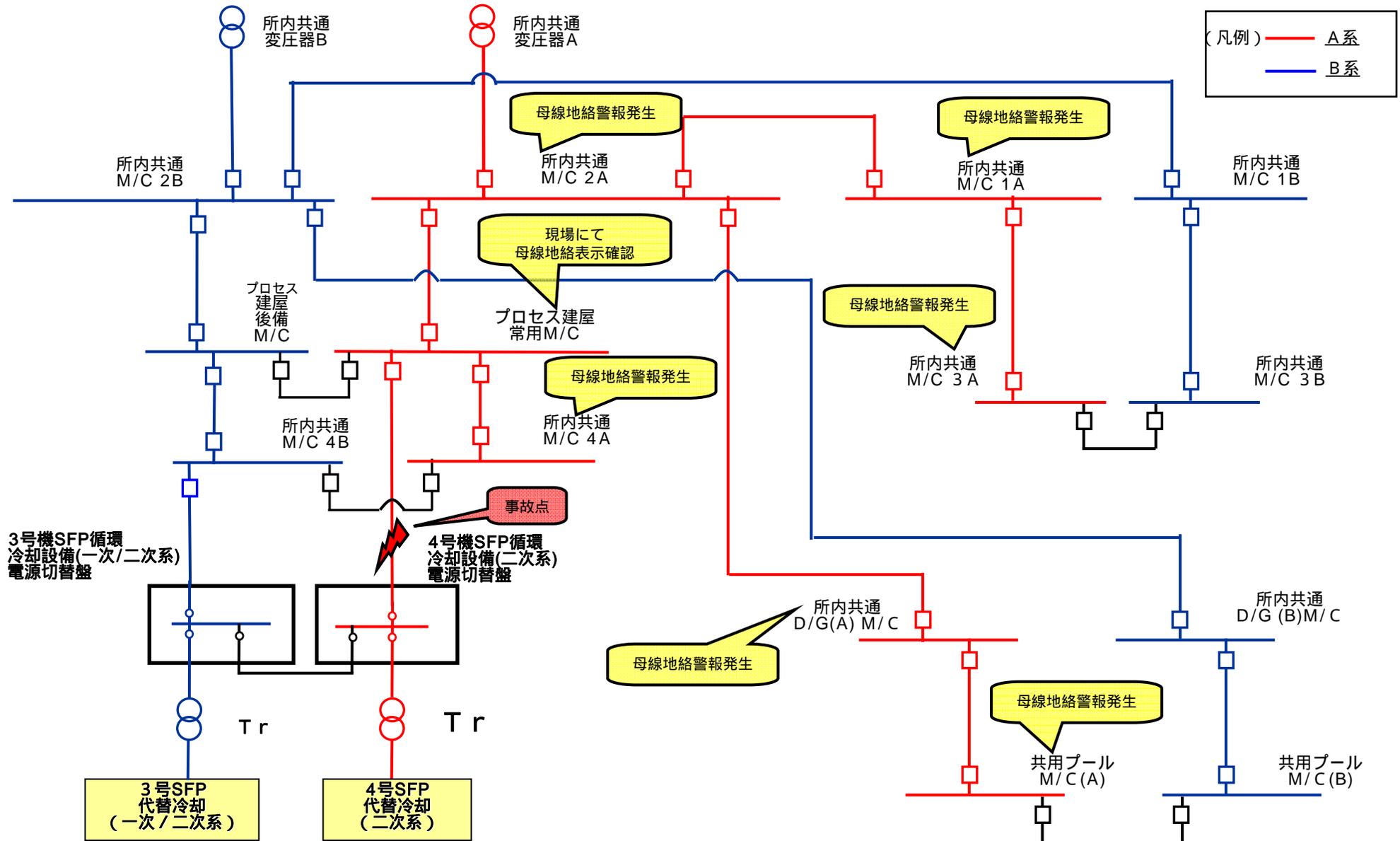
地下水の流速が低減したら止水材注入などの対策により、HTI建屋への地下水の流入抑制を図る。

STEP

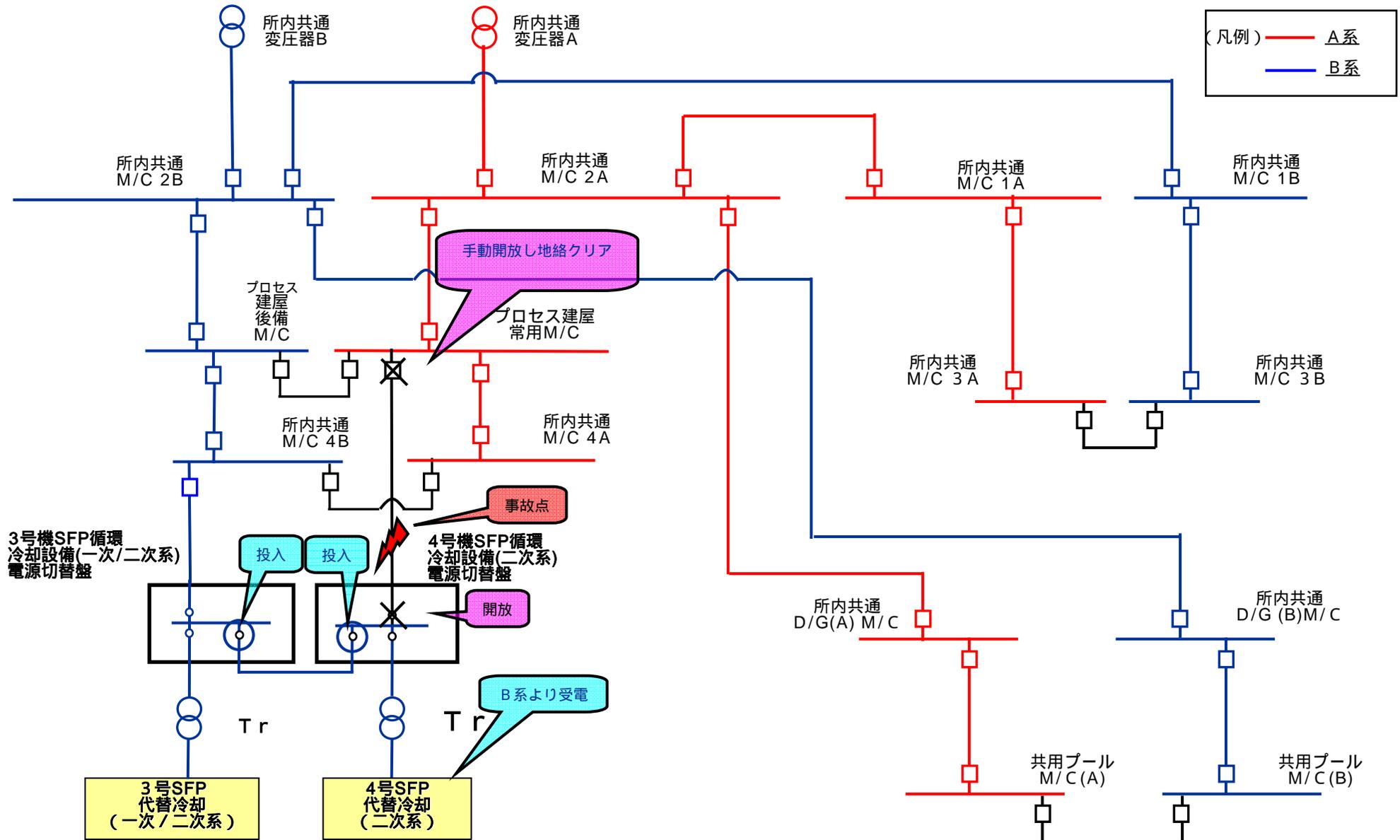
HTI連絡トレンチ内の地下水を移送し、トレンチ内をグラウトで閉塞する。



地絡警報発生時の系統



復旧後の系統



特定原子力施設監視・評価検討会
汚染水対策検討
ワーキンググループ
(第11回)
資料1

H6エリアタンク上部天板部からの漏えいについて

平成26年2月24日
東京電力株式会社



東京電力

1. 概要

- 2月19日午後11時25分頃、タンクエリアパトロールにおいて、RO濃縮塩水を保有するH6エリアタンクの上部より水が漏えいしていることを協力企業作業員が発見。漏えいした水は、タンク上部天板部のフランジ部から雨樋を伝わり堰外へ流出していることを確認。その後当該タンク水位を下げたことで、2月20日午前5時40分頃までに漏えいが停止（滴下水のないこと）していたことを確認。
- 2月20日午前0時10分頃、淡水化装置（RO）処理後の配管に接続されている3つの弁のうち2つは開いていたが残りの1つが外観上閉まっていたことを確認していた。しかし、その後の調査において「閉まっていた」弁については、特定の時間で「開状態」であった可能性が高いことが判明した。当該弁が「閉状態」であったものが、ある時点で「開状態」になっていたこと、その後「閉状態」になっていたことの原因は現時点で不明であり、今後も調査を継続する。
- 2月17日以降RO濃縮塩水をEエリアへ移送しておりHエリアへは移送していなかったが、Hエリアの当該タンクで水位計の警報が発生したことや、ポンプの起動状態とEエリアの受け入れタンクの水位傾向の監視についての反省点を踏まえ、これらの対応を見直すとともに、パトロールなどの監視強化を実施しているところ。また、雨樋から漏えい水が堰外へ流出したことから、雨樋の設計改善なども検討する。
- 2月21日までに、タンク堰外に漏えいした汚染水約100m³に対して、約42m³を回収済。また、周辺の土壌約100m³を回収済。引き続き漏えい水および土壌の回収に努める。また、近くに排水路がないこと、漏えい拡大防止策を実施していることから、海への流出はないものと考えている。

2. 1 時系列

- 平成26年2月17日
 - 11:27～ EエリアへのRO濃縮塩水の移送を開始
- 平成26年2月19日
 - 10:00頃～11時頃
 - 協力企業Aが当該貯槽タンク（H6N-C1タンク）移送ライン等の弁（V346, V347他）への銘板取付作業（取付状態の写真撮影（※1）含む）を実施。
 - 14:01 当該貯槽タンク（H6N-C1タンク） 液位高高警報発生（※2）。
 - 14:05 協力企業B（運転員）より、当社運転管理担当者に連絡。
担当者は、タンクパトロール担当者に確認し、関連作業（※3）がないことを確認。
 - 15:00頃 当社タンクパトロール担当者が、当該タンク廻りを点検し、漏えい等の異常は確認されず。
 - 15:30頃 タンクパトロール担当者は、当該タンクの水位トレンド（※4）、関連作業がないこと、タンク廻りに漏えい等の異常がないことについて、当社特別管理職に報告。
管理職は、計装系のトラブルと推定し、計装系の点検を指示。
 - 16:00頃 協力企業C（パトロール員）による夕方のタンクパトロールを実施し、当該タンクに漏えい等の異常は確認されず。
 - 23:25頃 タンクエリアパトロールにおいて、H6タンクエリア当該タンク上部より水が垂れていることを協力企業C（パトロール員）が発見。

（※1）2月20日午後に協力企業から当社に報告された写真撮影時刻は、
V401C：10:44, V399：10:45, V346：10:55, V347：10:57
また、写真では、V401C「開」、V399「開」、V346「閉」、V347「開」となっている
（p. 12参照）

（※2）液位高高：98.9%（警報設定値）

（※3）移送・点検等の実施や計器関連の作業

（※4）当該タンクの水位トレンドは、「液位高高」となった後、ハンチング、低下等の挙動を示している

2. 2 時系列

■平成26年2月20日

0:00頃 当社社員は、現場に到着。当該タンク（天板部）からの漏えいを確認し、ラインアップ調査を開始。

0:10頃 当社社員は、V401C「開」、V399「開」、V347「閉」、V346「開」を確認（※）。

0:30頃 当社社員は、V347のシートパスを疑い、V401C及びV399の「閉」操作を実施。

その後、当社社員は、タンク上部から内水面を確認したところ、天板まで水位があることを確認。また、当該タンク天板部より水がでており、天板部から漏れた水は、雨樋を伝って堰外へ流出していることを確認。

雨樋先端にビニール養生実施。また、堰外流出箇所へ土嚢設置の準備を開始。

0:43 福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき。」に該当すると判断。

1:40頃 雨樋の先端のビニール養生において、漏えい量が減少しつつあることを確認。

2:10頃 堰外の漏えい範囲が約3m×30mであることを確認。
引き続き漏えい範囲の特定調査を実施。

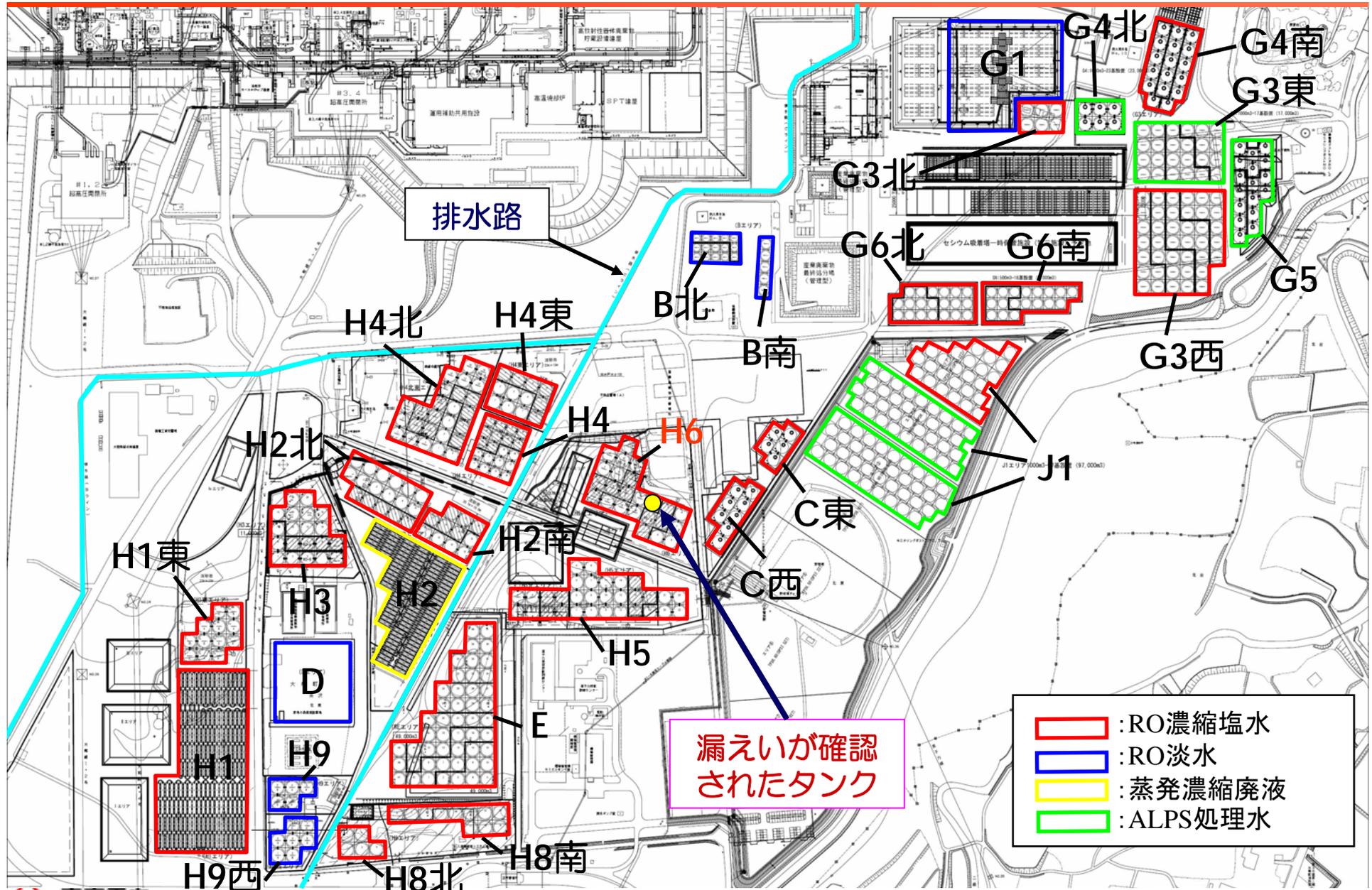
3:30頃 H6エリアC群タンク間の連絡弁を開にし、漏えいタンクの水位を下げる操作を実施。

5:40頃 現場の再確認を実施し、滴下等の漏えいが停止していたこと、及びC1タンク水位が上部天板部より47cmの位置まで低下したことを確認。

（※）写真撮影時刻は以下の通り。（p. 13参照）

V401C「開」0:26、V399「開」0:27、V347「閉」0:29、V346「開」0:30

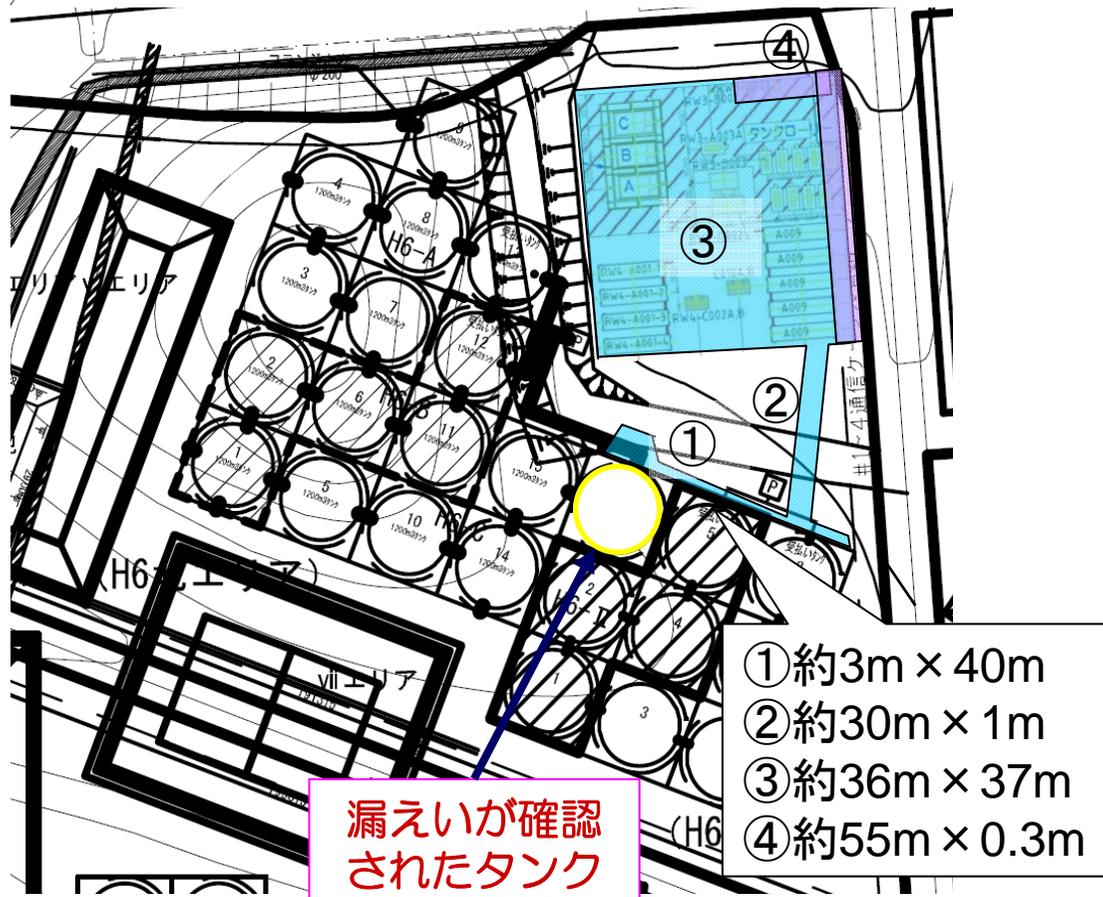
3. 漏えい発生場所



- : RO濃縮塩水
- : RO淡水
- : 蒸発濃縮廃液
- : ALPS処理水

4. 漏えい範囲

- 堰の外へ流れた漏えい水（約100m³）
 - ① H6タンクエリア堰近傍
 - ② 電気ケーブルが収納されているU字溝
 - ③ 淡水化装置（蒸発濃縮）の装置エリア
 - ④ 側溝（排水路には接続なし）

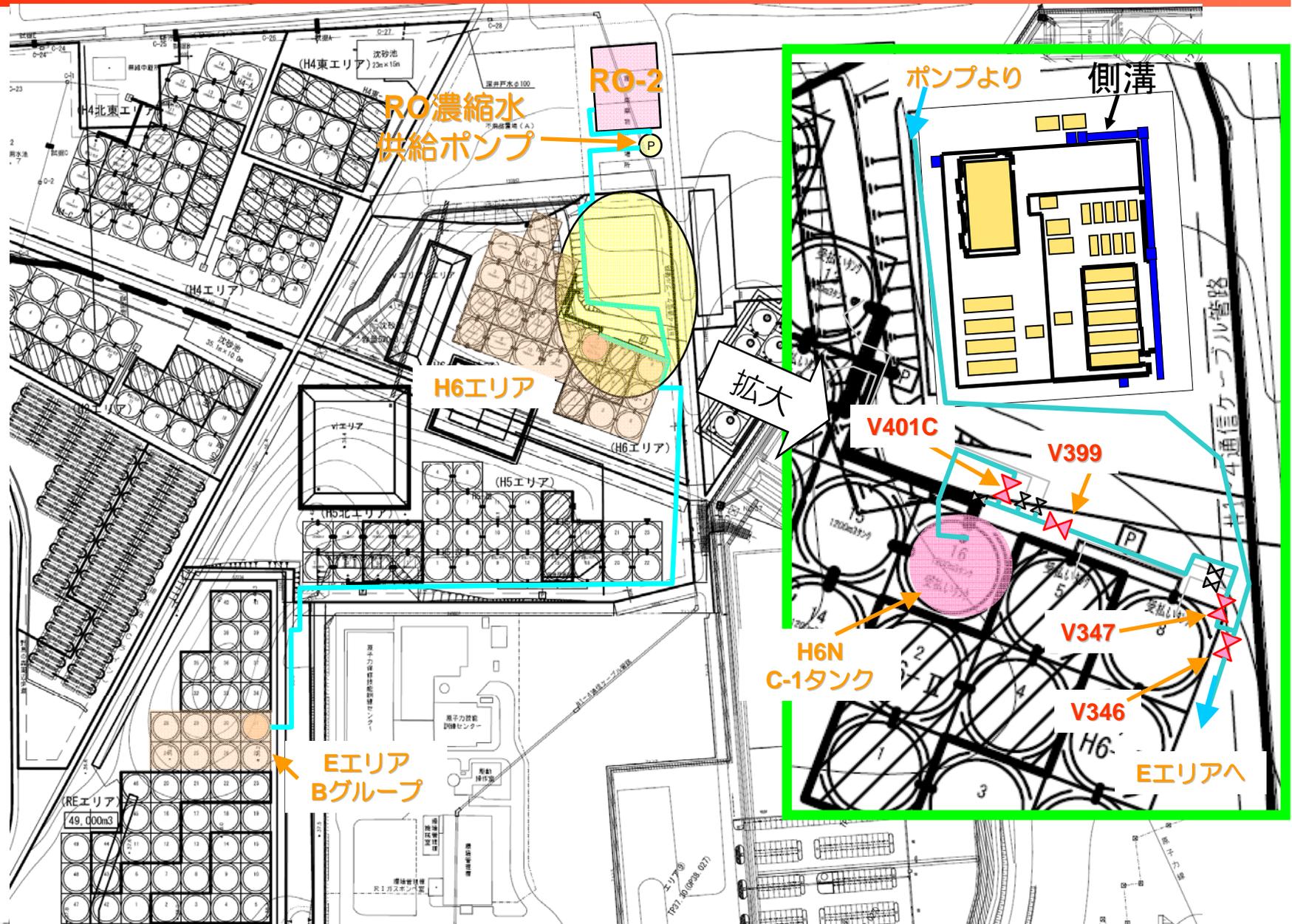


漏えいの状況（①エリア）



漏えいの状況（③エリア）

5. 弁設置位置

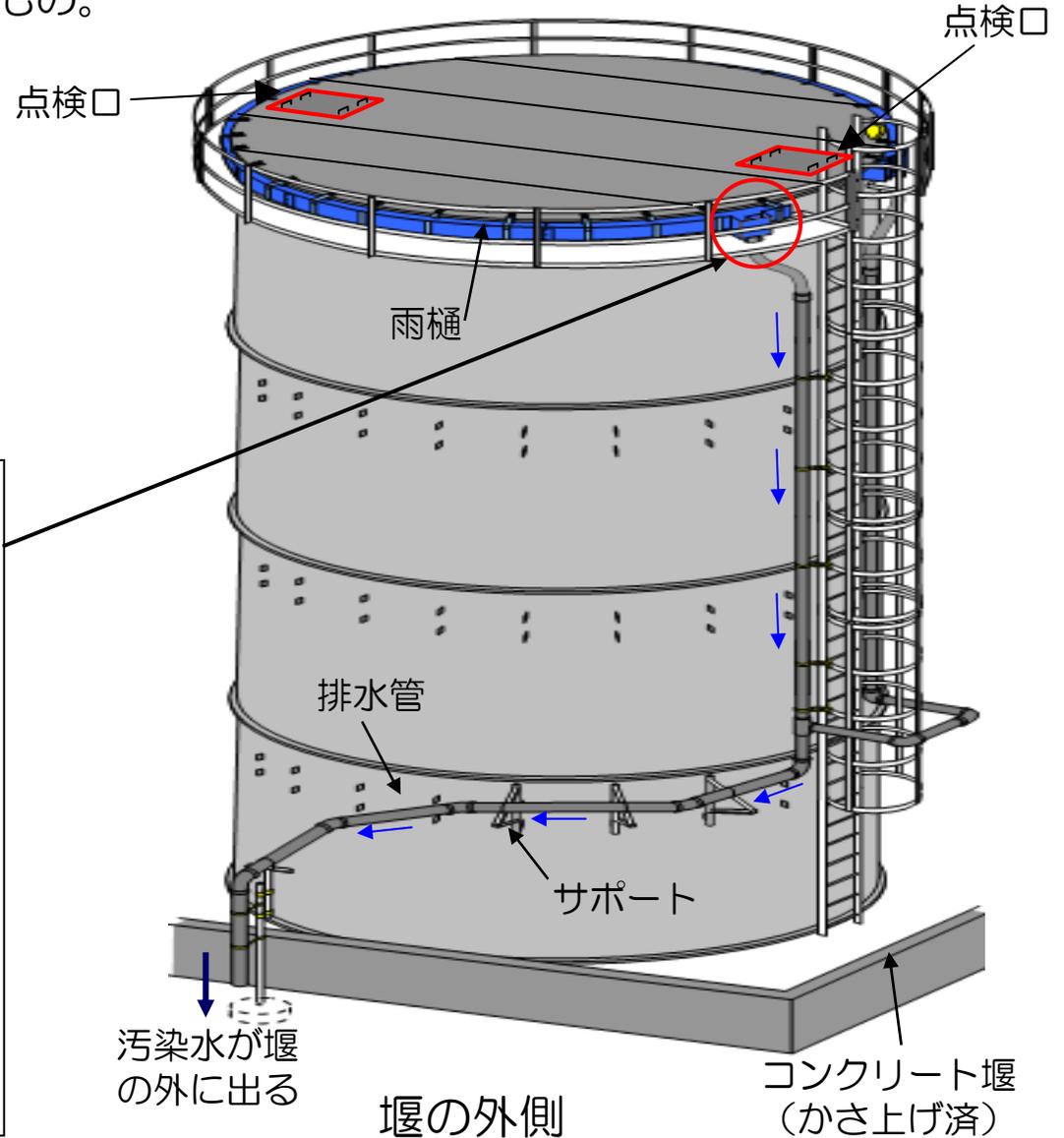
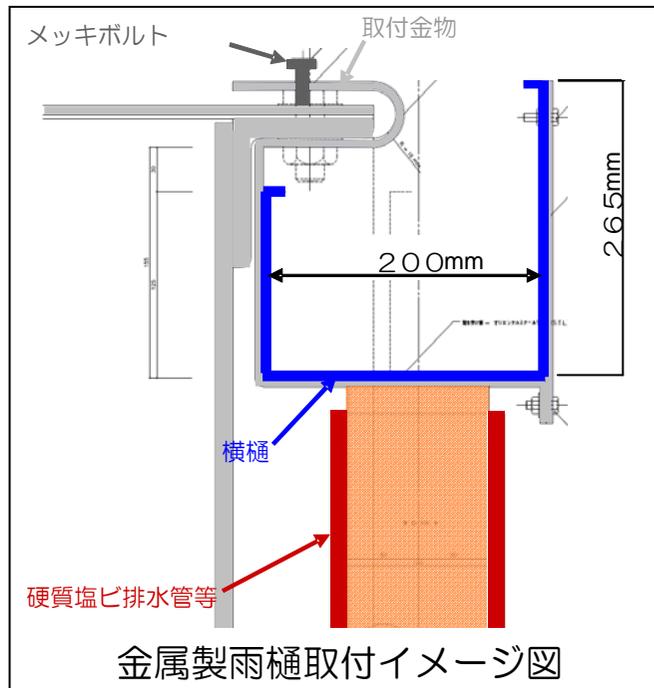


6. 漏えい水の流出経路

- 天板部から漏えいした汚染水が雨樋を伝わり堰外へ流出。雨樋は堰内の雨水抑制対策として雨水を堰外に排出する目的で設置したものの。



金属製雨樋設置イメージ

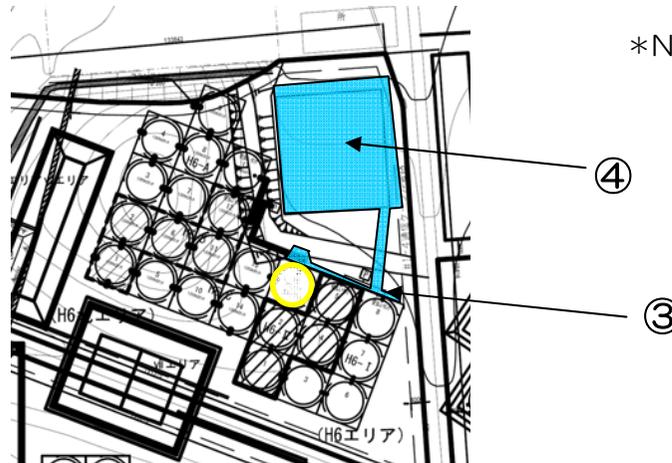
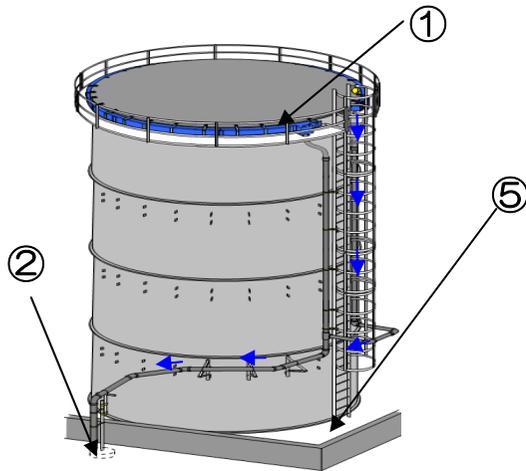


7. サンプルング結果

単位：Bq/L

サンプリング場所	H6エリア 漏えいタンク 雨どい水	H6エリア 堰外漏えい水 (直近部)	H6エリア 堰外漏えい水 (中間部)	H6エリア東側 (蒸発濃縮装置 設置エリア)	H6エリア 堰内水	【参考1】 RO濃縮水 (最新)	【参考2】 RO濃縮水 (H6N-C群受入開 始時点) (注)
	①	②	③	④	⑤	—	—
サンプリング 日時	H26.2.20 0:30	H26.2.20 6:00	H26.2.20 6:03	H26.2.20 10:50	H26.2.20 0:31	H26.1.14 11:20	H24.5.22 6:40
セシウム134	3.8E+03	4.2E+03	ND (※2)	ND (※4)	4.2E+01	ND (※6)	4.8E+03
セシウム137	9.3E+03	7.3E+03	3.2E+03	1.2E+03	1.3E+02	2.6E+03	5.0E+03
コバルト60	1.8E+03	2.9E+03	1.5E+03	7.0E+02	3.5E+01	3.4E+03	1.6E+03
マンガン54	1.3E+03	ND (※1)	ND (※3)	ND (※5)	2.2E+01	ND (※7)	1.1E+04
アンチモン 125	4.1E+04	4.1E+04	3.4E+04	2.2E+04	6.2E+02	1.8E+04	7.0E+04
全ベータ	2.3E+08	2.4E+08	1.4E+08	6.5E+07	3.0E+06	5.5E+07	1.9E+08

(注) H6N-C群受入期間：H24.5.3～H24.5.11(95.3%)
H25.4.17(97.1%)



*NDは検出限界値未満を表す (ND値は以下)
 (※1) 1.4E+03 (※2) 1.7E+03
 (※3) 9.0E+02 (※4) 1.1E+03
 (※5) 5.4E+02 (※6) 7.3E+02
 (※7) 5.4E+02

【漏えい発見時の水の放射能等】
 70μm線量当量率 (ベータ線)
 : 50mSv/h
 1cm線量当量率 (ガンマ線)
 : 0.15mSv/h
 放射能濃度
 : 2.4×10⁸Bq/L (全ベータ)

8. 弁開閉状態の調査（2月19日9:00～翌20日0:10）

- V347（H6エリアへの第一隔離弁）

- ① 9:00～10:32 弁閉

- （ポンプ運転中にH6エリアCグループ（以下、H6という）水位計上昇なし）

- ② 10:32～10:57 弁「閉」→「開」（推定）

- ③ 10:57 弁開（協力企業が当該弁の写真撮影した時刻）

- ④ 10:57～23:00 弁開（ポンプ運転中にH6水位計変動あり）

- ⑤ 23:00～翌0:10頃 弁「開」→「閉」（推定）

- ⑥ 翌0:10頃 弁閉（当社社員確認）

- ⑦ 翌0:10頃～ 弁閉（ポンプ運転中にH6水位変動なし）

- V346（Eエリアへの第一隔離弁）

- ① 9:00～10:32 弁開

- （ポンプ運転中にEエリアBグループ（以下、Eという）水位計上昇）

- ② 10:32～10:55 弁「開」→「閉」（推定）

- ③ 10:55 弁閉（協力企業が当該弁の写真撮影した時刻）

- ④ 10:55～23:00 弁閉（ポンプ運転中にE水位計変動なし）

- ⑤ 23:00～翌0:10頃 弁「閉」→「開」（推定）

- ⑥ 翌0:10頃 弁開（当社社員確認）

- ⑦ 翌0:10頃～ 弁開（ポンプ運転中にE水位変動あり）

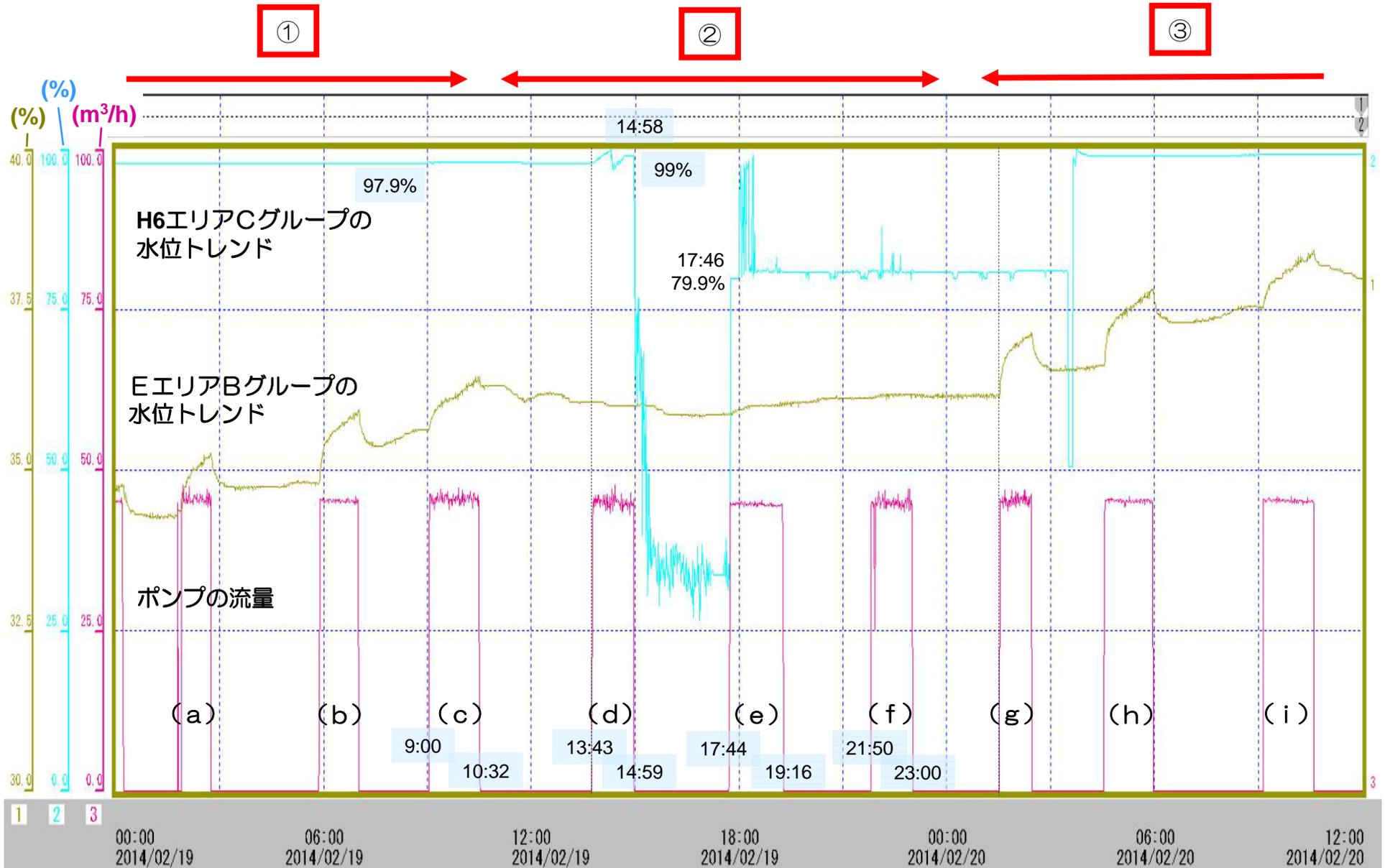
- V347及び、V346の弁開閉が生じたと推定される時間帯は、以下の通り。

- ・ 2月19日 10:32～10:55（10:57（※））

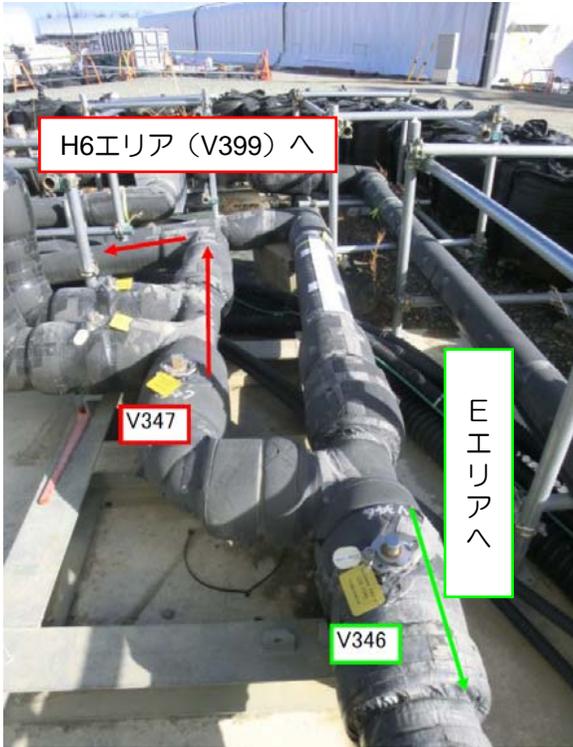
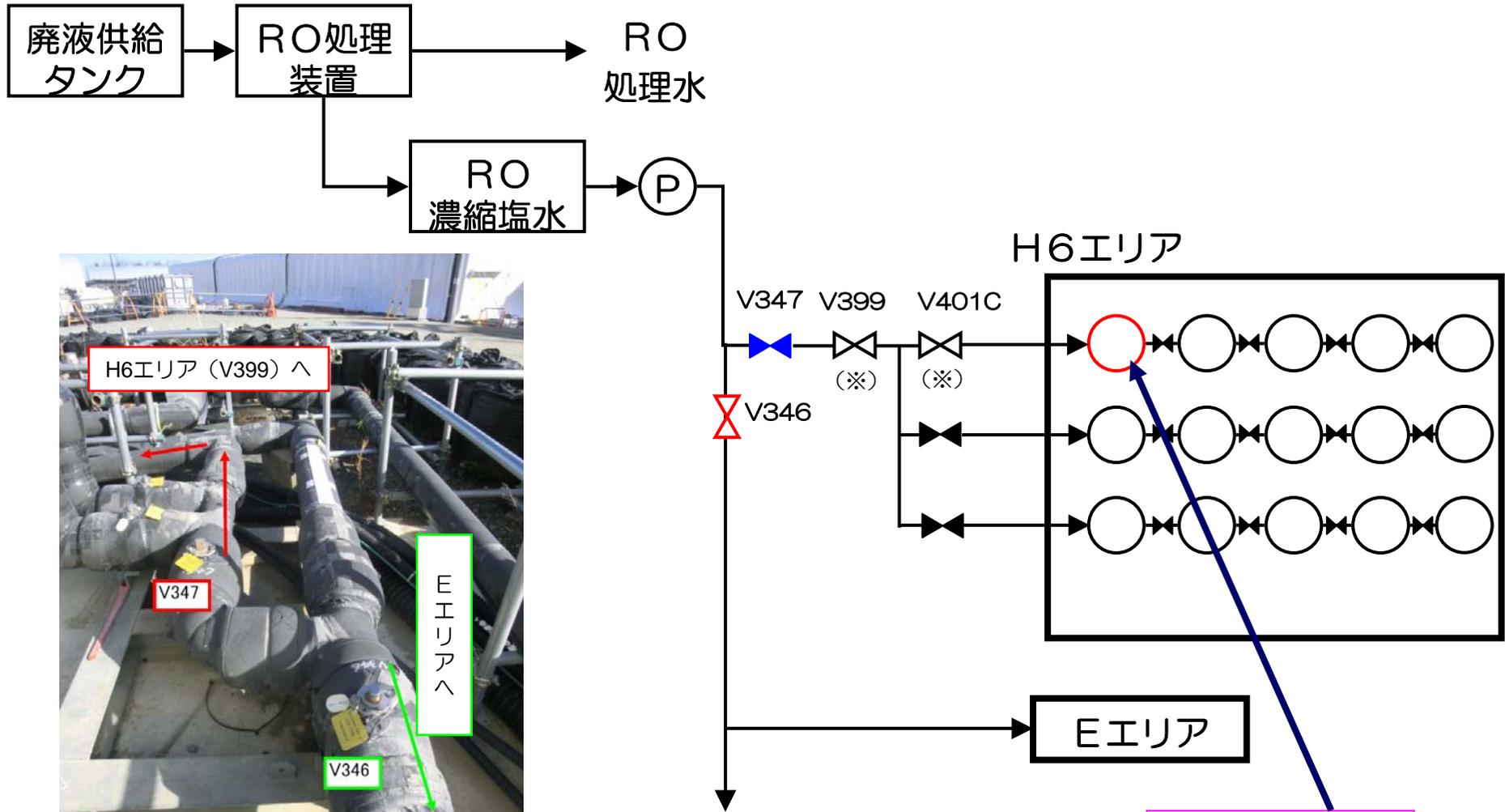
- ・ 2月19日 23:00～ 翌2月20日 0:10

（※）V347及びV346は近接して設置されている。銘板を設置した協力企業は連続して作業を実施した。

9. タンクの水位トレンドとポンプの起動状況



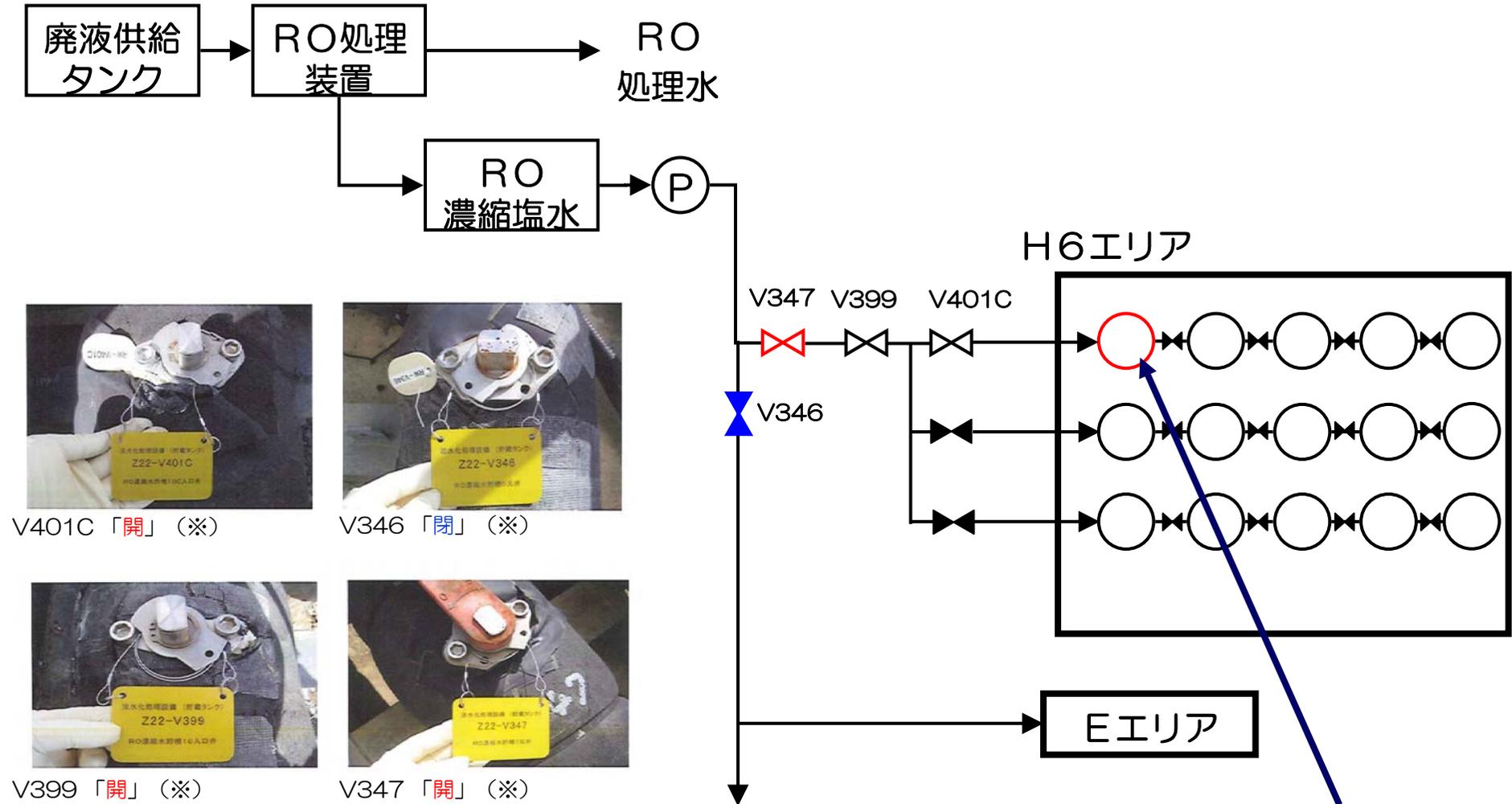
9. 1 RO濃縮塩水移送配管概略 (2月19日 状態①)



(※) V399, V401Cは、当該タンク群への再受入の可能性もあることから、作業効率の観点で、「開」とするよう当社指示。(H25.4.17)

漏えいが確認されたタンク

9. 2 RO濃縮塩水移送配管概略 (2月19日 状態②)



V401C 「開」 (※)



V346 「閉」 (※)



V399 「開」 (※)



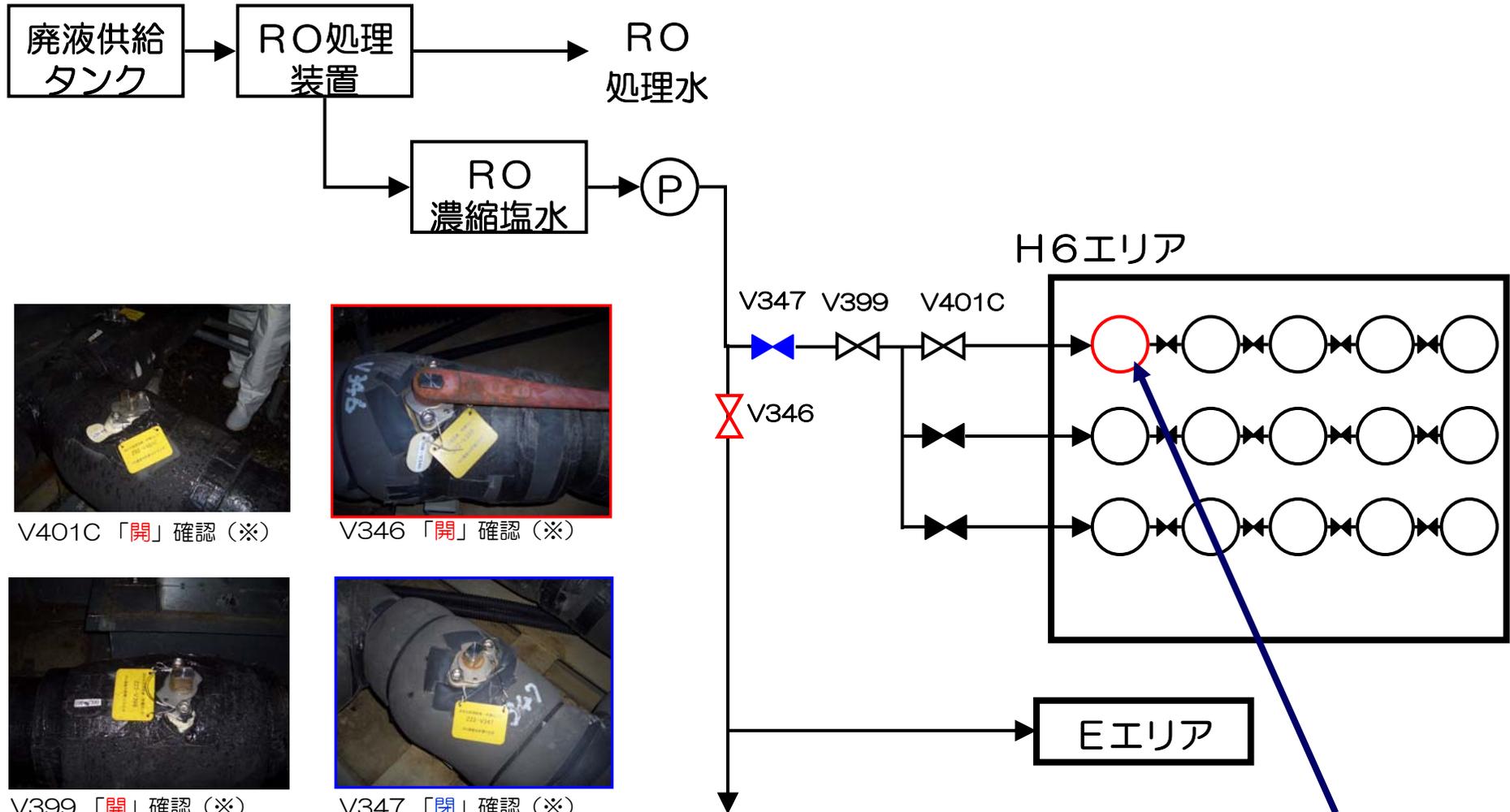
V347 「開」 (※)

(※) 協力企業が各弁に銘板の取付を行った後、撮影したもの (2月19日)

撮影時刻は、V401C : 10:44, V399 : 10:45, V346 : 10:55, V347 : 10:57

漏えいが確認されたタンク

9. 3 RO濃縮塩水移送配管概略 (2月20日 状態③)



V401C 「開」確認 (※)



V346 「開」確認 (※)



V399 「開」確認 (※)



V347 「閉」確認 (※)

(※) 弁開閉確認は、2月20日0:10頃

写真撮影時刻は、V401C : 0:26, V399 : 0:27, V347 : 0:29, V346 : 0:30

漏えいが確認されたタンク

10. これまでの調査について

- H6エリアの当該タンクへの移送ラインに接続されている3つの弁のうち1つが特定の時間で「開状態」であったこと、その後に「閉状態」であったことの原因は現時点で不明である。
- これまで、弁操作に関連するような作業に係わった者、約100名のヒアリング調査をしているが、今後も調査対象を拡大して調査を継続する。
- また、監視カメラの画像記録が録画されており、この調査および分析を進めていく。

11. 1 (1/2) ヒアリング状況 (実施状況)

◆ヒアリングの目的

閉まっていたと思われた弁が開状態になっていた可能性が高いことを踏まえ、弁の開閉操作の実態把握することを目的として、関連する者に対してヒアリングを実施。

◆ヒアリング対象者の選定

当日のAPDの入域データのうち、タンク関連作業者（弁が開閉されたと想定される時間帯に免震棟・中央操作室・当該エリア付近において作業に従事した者）106名を選定した。

実施期間：4日間（2/21（金）～2/24（月））

実施人数：106名（2/23時点 91名を実施済）

（2/21:3名、2/22:30名、2/23:58名、2/24:15名）

（ 当社社員水処理関係者：14名
CCR 運転関係者：19名
パトロール 関係者：67名
当日周辺作業 関係者：6名 ）

11. 1 (2/2) ヒアリング状況 (実施状況)

◆ヒアリング実施方法

発電所技術・品質安全部及び本店品質・安全監査部により、対象者一人ずつヒアリングを実施。

(週末につき、直接面談出来ない者については電話によるヒアリングを実施)

◆ヒアリング項目

- ・ 当日行動を一緒にした者 (同じ班のメンバー) ・ 作業時間
- ・ 担当エリアと役割分担 (作業内容) ・ 不審者の有無
- ・ 通常と異なる指示事項の有無 (協力企業←当社社員、当社担当者←上長)

◆ヒアリング実施状況 (進捗状況)

全体の86%完了

- ・ 91名/106名完了 (2/23時点 うち、電話ヒアリング19名)
- ・ 24日に17名 (当社社員6名、協力企業11名) 実施予定

◆今後の対応

今後も引き続き、これまでのヒアリング結果を踏まえ、追加的なヒアリングを実施していく予定。

1 1. 2 (1 / 2) ヒアリング状況 (結果概要)

2/23までに実施したヒアリング結果概要を以下に記す。

これまでのヒアリング結果からは、弁開閉操作に疑義が生じるようなヒアリング結果や事実を明確にする有益な情報は得られていない。

《ヒアリング結果概要》

●当社社員（水処理関係者）

- ・19日に対応した当社社員のヒアリング結果を照合すると、時系列や行動内容に不自然な点はなく、現場での対応状況に齟齬は見られていない。

●CCR運転関係者（協力企業）

- ・CCRでの運転管理員へのヒアリング結果を照合すると、時系列や証言内容に不自然な点は見られていない。

●パトロール関係者（協力企業）

- ・パトロール要員へのヒアリング結果を照合すると、移動時も含め単独行動がないこと、当日のパトロールにおいては当社社員から通常と異なる指示等を受けていないことを確認しており、問題点は見られていない。

1 1. 2 (2/2) ヒアリング状況 (結果概要)

●当日周辺作業 関係者

- ・弁への銘板取付け作業者へのヒアリング結果を照合すると、常に一緒に行動していること、弁接触に十分な注意喚起をしていることなどを確認しており、取付け作業における対応状況について齟齬はみられていない。

●その他、気になる証言は以下の通り。

《当社社員》

- ・弁の操作ハンドルは、通常、見えない所に置いてあるが、2/19深夜では、配管の上(V399とV401Cの配管ヘッダ)に置かれており、違和感を感じた。

《協力企業》

- ・弁の操作ハンドルは、一部は弁にハンドルが付いていたり、床にまとめて置いてあったりするものもあった。

12. 今後の対応

- 原因調査
 - 弁の開閉状態に関する原因は現時点で不明であり、今後も調査を継続する。
- 当面の対策として、通常のタンクパトロール（4回/日）に加えて、現場パトロールをさらに強化
 - 防護管理パトロールを強化
 - 当直員によるパトロールを夜間に2回/日追加実施
 - 復旧班（免震棟に駐在する保守管理部門）パトロールを2回/日追加実施
 - 監視カメラの監視強化（タンクエリアもカメラ巡視）
- 運転監視等の強化を実施
 - 汚染水の移送ポンプの起動状態と移送先タンクの水位が連動していることを定期的（1時間程度毎）に監視
 - この連動に異常がある場合には、現場にて弁の開閉状態・移送ラインの構成を確認
 - タンク水位の「液位高高」警報が発生した場合には、現場にてタンク天板から水位を確認し、異常の有無を確認
 - 弁操作が容易にできないように、弁ハンドルの回収を実施
- 漏えい水および土壌の回収等を継続実施
 - 漏えい水、土壌の継続回収
 - 観測孔を設置し、地下水の放射能濃度を監視（3カ所）
 - 地下水汲み上げ用のウェルポイントの設置（1カ所）

<参考1> 漏えい量評価

- 2/19 13:40~23:00の間、RO濃縮水供給ポンプが起動中（間欠運転）にもかかわらず、当初受入中のRO濃縮水貯槽12B（Eエリア）の水位に変動がなかった。これに対して、RO濃縮水貯槽10C（H6エリア）の水位が上昇していたことから、何らかの原因で弁が操作され、この間にRO濃縮水貯槽10CへRO濃縮水が流入したと考えられる。
- RO濃縮水貯槽10Cへの移送量：RO濃縮水供給ポンプの流量と起動時間から、176m³
 - ①ポンプ起動時間（13:43~14:59）→1:16（約56m³移送）（※1）
 - ②ポンプ起動時間（17:44~19:16）→1:32（約68m³移送）
 - ③ポンプ起動時間（21:50~23:00）→1:10（約52m³移送）（合計起動時間）=3:58（約4時間）
→（タンクへの供給量）=44m³/h（ポンプ流量）×4h（ポンプ起動時間）=176m³
- RO濃縮水貯槽10Cは連結弁を閉にしていたため、H6N-C1のみ受け入れ可能な状態であった。
- 当時のH6N-C1タンクの天板までの容量：65m³（※1）
タンク水位（97.9%）：天板までの距離=約573mm（※2）
タンクの直径（約12m）より 約65m³
- H6N-C1タンク天板からの溢水量：176-65=111m³
- 堰内への流入量：雨樋水と堰内水の放射能濃度より算出し、9m³
当該堰内水位は29cmであり、保有水量は約577m³
【計算例】（全βの例） $577 \times 3.0E+06 / 2.3E+08 = 7.53$ 注：漏えい前の堰内の放射エネルギーは無視
上記を各核種について計算し、平均すると約9m³
- 堰外へ流出したと推定される水量：102m³

※1 13:43~14:59の移送の前には、天板まで65m³分のスペースがあり、この移送の際には漏えいが発生していなかったと考えられる。

※2 当該タンクは100%水位を天板から370mmと設定している。

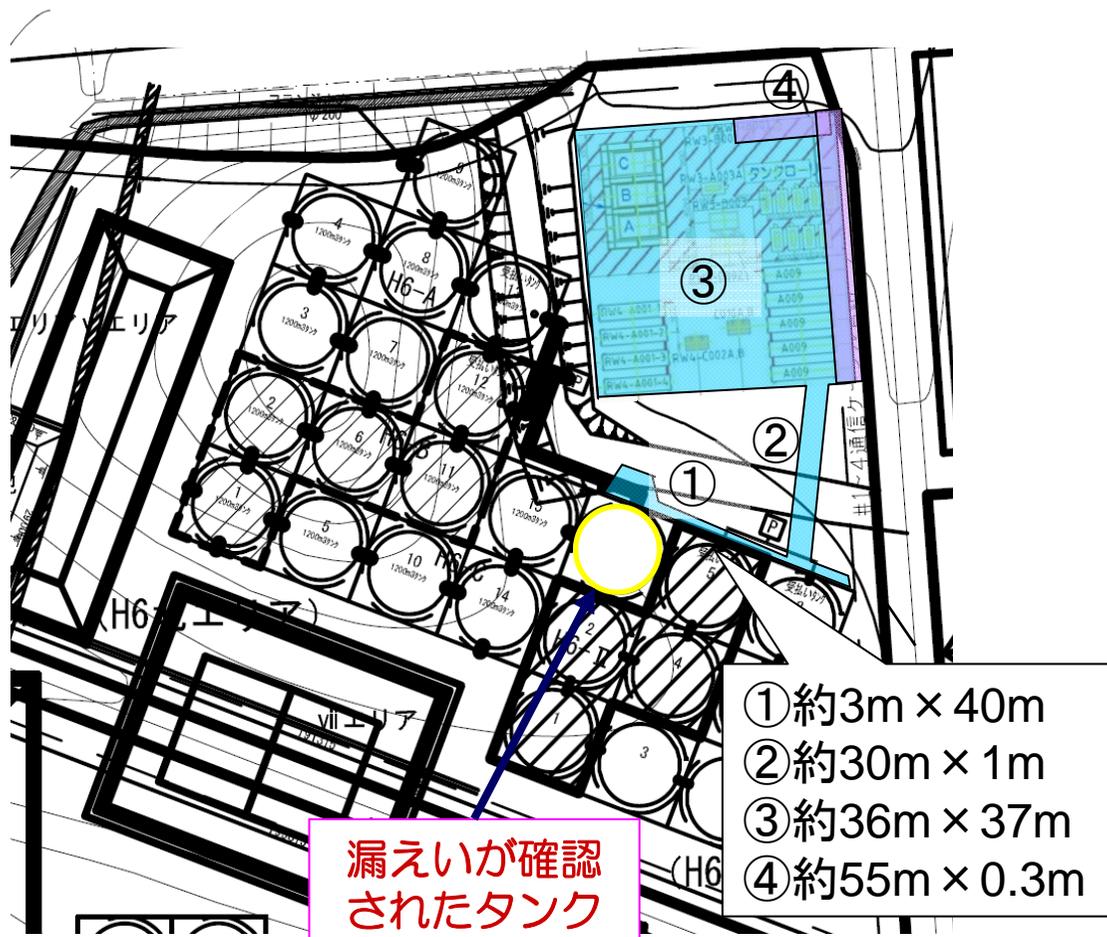
<参考2>タンク天板への雨樋の設置状況

<雨樋の設置状況>



<参考3> 漏えい水及び土壌の回収について

- 漏えい水
 - ①, ③, ④のエリアから合計42m³程度回収
- 土壌
 - ①のエリアから100トン程度回収



漏えいの状況 (①エリア)



漏えいの状況 (③エリア)

環境線量低減対策 スケジュール

時期	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												備考				
			1月		2月			3月			4月		5月						
			26	2	9	16	23	1	8	15	下	上	中	下	前	後			
放射線量低減		<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内線量低減にかかる実施方針の作成 地下水パイパス周辺 設計検討・伐採に関わる申請手続き 汐見坂法面上 整地(伐採・天地返し・表土除去等) 企業棟南側エリア 整地(伐採・天地返し・表土除去等) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内線量低減にかかる実施方針の作成(～H26.2未予定) 地下水パイパス周辺 整地(伐採・天地返し・表土除去等) 汐見坂法面上 整地(伐採・天地返し・表土除去等)(～H26.2未予定) 企業棟南側エリア 整地(伐採・天地返し・表土除去等)(～H26.3未予定) 汐見坂法面上 線量低減効果の評価(～H26.3未予定) 企業棟南側エリア 線量低減効果の評価(～H26.4未予定) 	敷地内線量低減にかかる実施方針の作成	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	敷地内線量低減にかかる実施方針の作成	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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	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		
			<p>現場作業</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水パイパス周辺 整地(伐採・天地返し・表土除去等) 汐見坂法面上 整地(伐採・天地返し・表土除去等) 企業棟南側エリア 整地(伐採・天地返し・表土除去等) 汐見坂法面上 線量低減効果の評価 企業棟南側エリア 線量低減効果の評価 																
環境線量低減対策		<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【遮水壁】鋼管矢板打設(2/20時点進捗率:94%) 継手処理(2/20時点進捗率:62%) 埋立[第1工区](2/20時点進捗率:13%) 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 海中放射性物質濃度低減のための検討会設置(4/26:第1回、5/27:第2回、7/1:第3回、7/23:第4回、8/16:第5回、10/25:第6回、11/19:第7回開催) 3号機シルトフェンス内側繊維状吸着材浄化装置設置(H25.6.17) 【4m盤地下水対策】 1号機北側調査孔No.0-1追加ボーリング(H25.10~12) 1.2号機調査孔No.1追加ボーリング(H25.6.17~) 2.3号機調査孔No.2追加ボーリング(H25.7.11~H26.2) 3.4号機調査孔No.3追加ボーリング(H25.7.13~) 1.2号機護岸背後地盤改良(H25.7.8~H25.8.9) 1.2号機山側地盤改良(H25.8.13~) 2.3号機護岸背後地盤改良(H25.8.29~H25.12.12) 2.3号機山側地盤改良(H25.10.1~) 3.4号機護岸背後地盤改良(H25.8.23~H26.1.23) 3.4号機山側地盤改良(H25.10.19~) 港湾内海水モニタリング強化(H25.6.21~) 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション(H25.7~) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 【遮水壁】鋼管矢板打設(～H26.3予定) 継手処理(～H26.5予定) 【海水浄化】港湾内海水濃度の評価、浄化方法の検討 検討会における告示濃度未滿に低減しない要因の検討 繊維状吸着材の吸着量評価(～H26.3予定) 【4m盤地下水対策】 1.2号機調査孔No.1追加ボーリング(～H26.3下旬予定) 3.4号機調査孔No.3追加ボーリング(～H26.3中旬予定) 1.2号機山側地盤改良(～H26.3未予定) フェーシングの実施(～H26.3未予定) 2.3号機山側地盤改良(～H26.2上予定) フェーシングの実施(～H26.4未予定) 3.4号機山側地盤改良(～H26.3中予定) フェーシングの実施(～H26.4未予定) 港湾内海水モニタリング 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション(1.2号機間地下水、1号機北側地下水、2.3号機間地下水、港湾内海水 ～H26.3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) 	【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)	【海水浄化】検討会 告示濃度未滿に低減しない要因の検討	【4m盤地下水対策】 地下水流動、海水濃度変動のシミュレーション	【遮水壁】鋼管矢板打設(2/20時点進捗率:94%、～H26.3予定)	【遮水壁】継手処理(2/20時点進捗率:62%、～H26.5予定)	【遮水壁】埋立[第1工区](2/20時点進捗率:13%、～H26.9予定)	3号機シルトフェンス内側繊維状吸着材浄化装置設置	地下水調査孔 追加ボーリング	1.2号機調査孔No.1追加ボーリング	1.2号機間 フェーシング	2.3号機山側地盤改良	2.3号機間 フェーシング	3.4号機山側地盤改良	3.4号機間 フェーシング	港湾内海水モニタリング	海底土被覆工事	
			<p>現場作業</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.2号機調査孔No.1追加ボーリング 1.2号機間 フェーシング 2.3号機山側地盤改良 2.3号機間 フェーシング 3.4号機山側地盤改良 3.4号機間 フェーシング 港湾内海水モニタリング 海底土被覆工事 																
評価		<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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) 	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	1.2,3,4u放出量評価	
			<p>現場作業</p> <ul style="list-style-type: none"> 降下物測定(1F,2F) 敷地内におけるダスト濃度測定(毎週) 海水・海底土測定(発電所周辺、茨城県沖、宮城県沖) 20km圏内 魚介類モニタリング 																

※地下水調査孔追加ボーリングの詳細工程は別資料参照

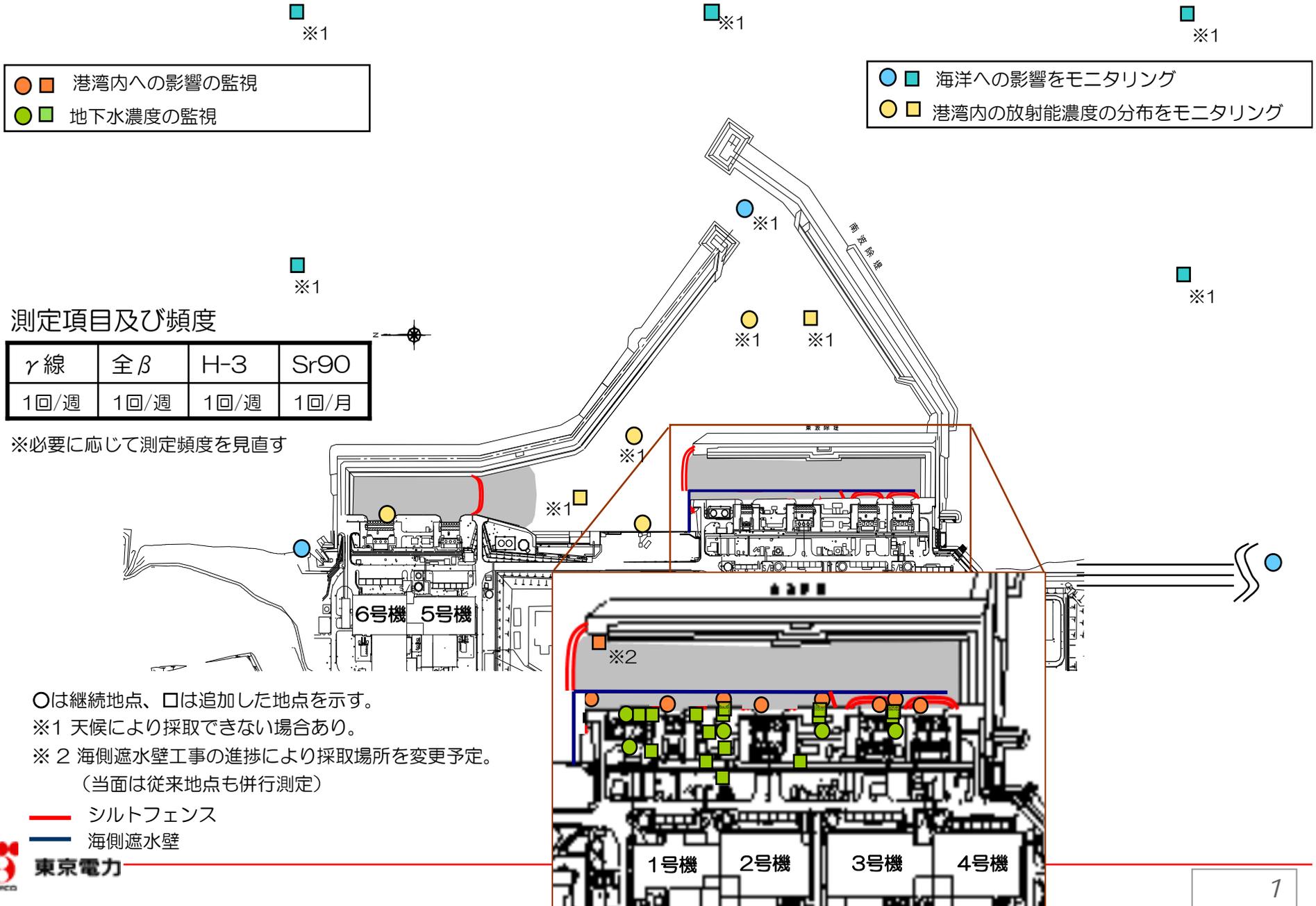
タービン建屋東側における 地下水及び海水中の放射性物質濃度の状況について

平成26年2月27日
東京電力株式会社



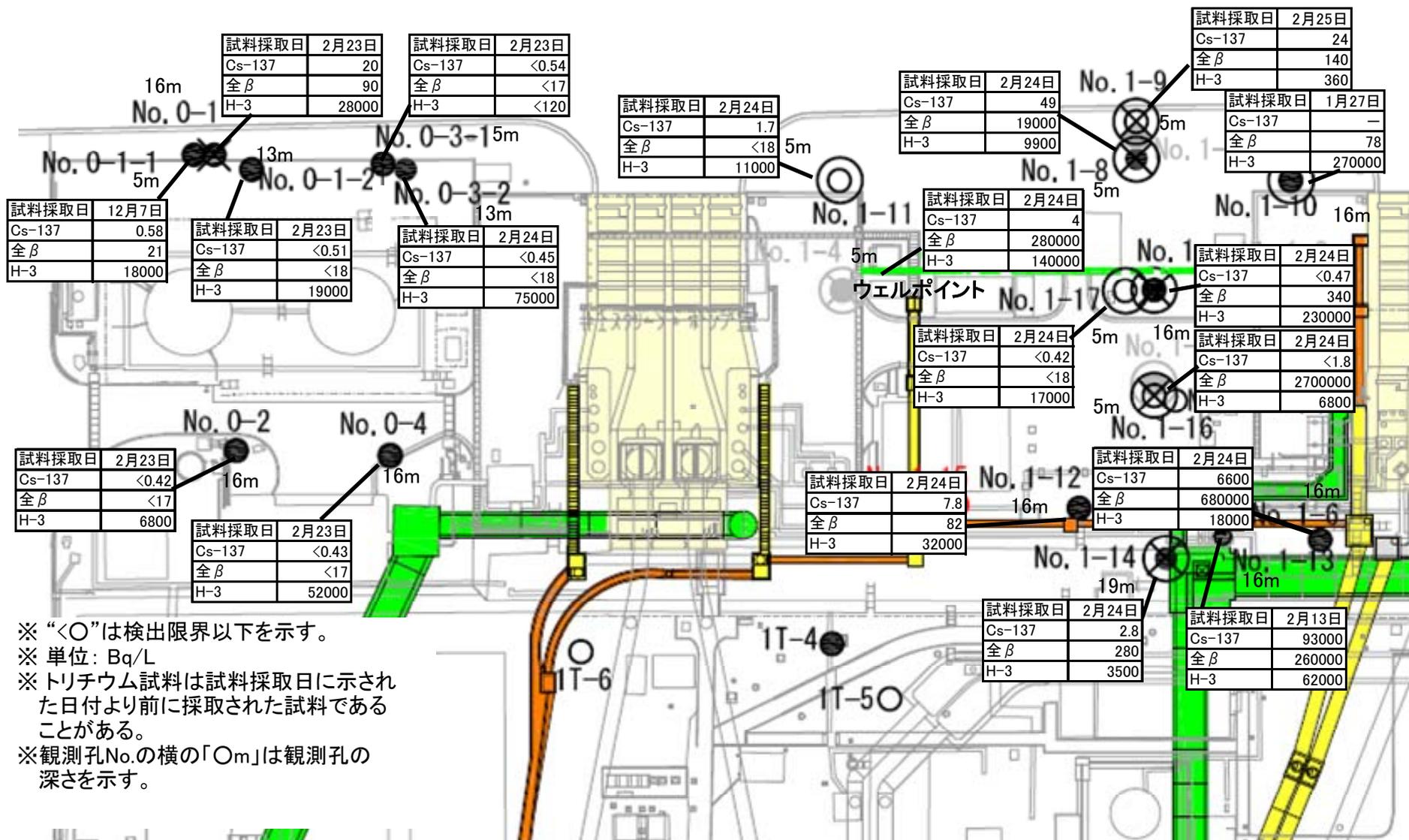
東京電力

モニタリング計画（サンプリング箇所）



タービン建屋東側の地下水濃度 (1/2)

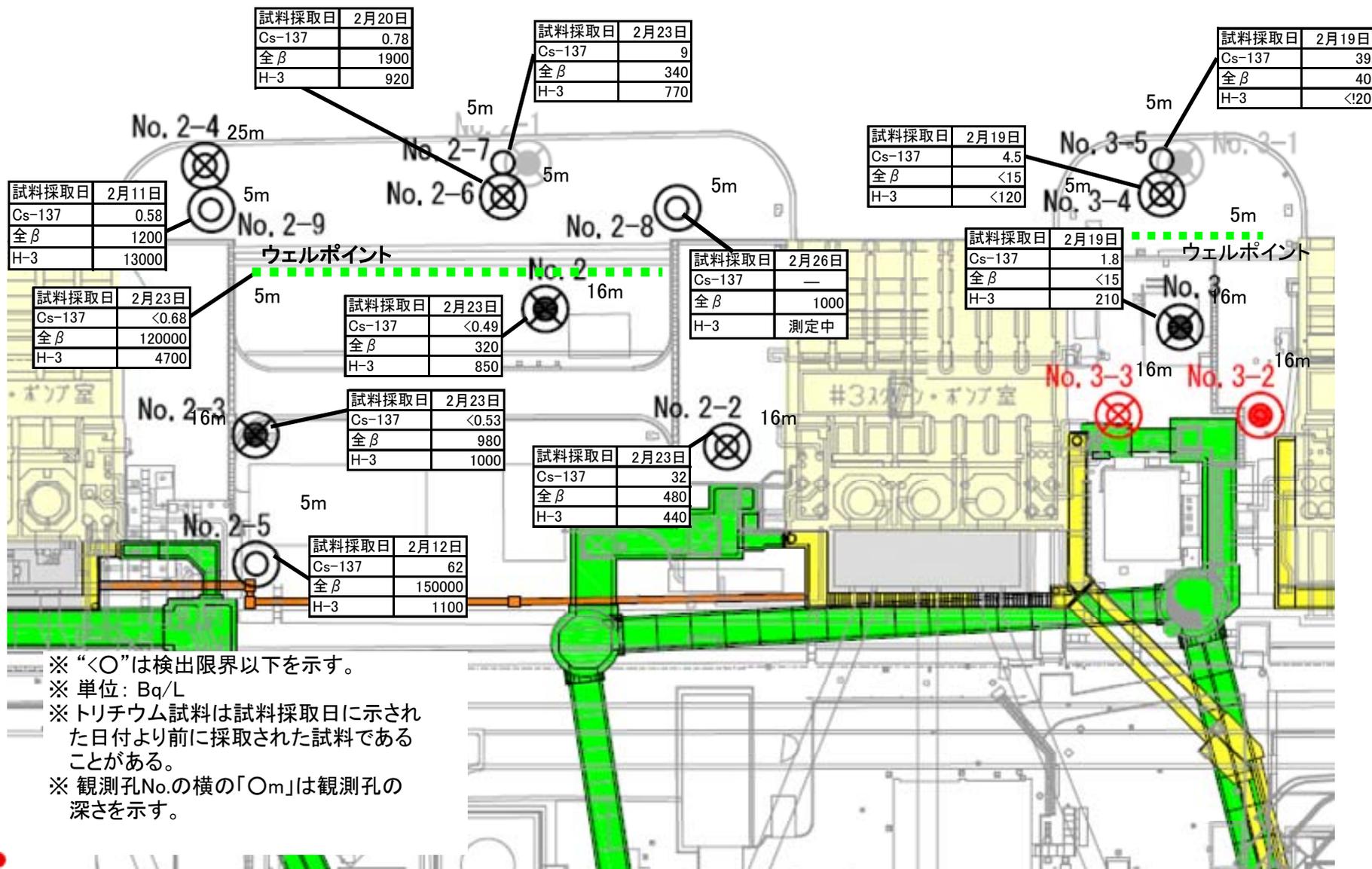
<1号機北側、1,2号機取水口間>



- ※ “<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>



- ※ “<○”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。
- ※ 観測点No.の横の「○m」は観測点の深さを示す。

タービン建屋東側の地下水濃度の概況

<1号機北側エリア>

- No.0-2は、11月よりトリチウムが検出され上昇傾向にある。
- 下層（砂岩層）で採水しているNo.0-1-2は、トリチウム濃度が70,000Bq/L前後で推移していたが、至近（2/16）では19,000Bq/Lに低下が見られる。

<1,2号機取水口間エリア>

- 1,2号機間ウェルポイントは、トリチウム、全ベータ濃度が十万Bq/Lレベルで推移している。
- No.1-16は、全ベータ濃度が上昇し、百万Bq/Lレベルが継続している。
- No.1-10はトリチウム濃度が270,000Bq/LでNo.1と同レベル。
- No.1-6は全ベータ濃度が680,000Bq/L、セシウム137濃度が6,600Bq/L、コバルト60濃度が630Bq/L、マンガン54濃度が230Bq/Lと高いレベル。
- No.1-13はセシウム137濃度が93,000Bq/LとNo.1エリアの中で最も高く、全ベータ濃度も260,000Bq/Lと高い。

<2,3号機取水口間エリア>

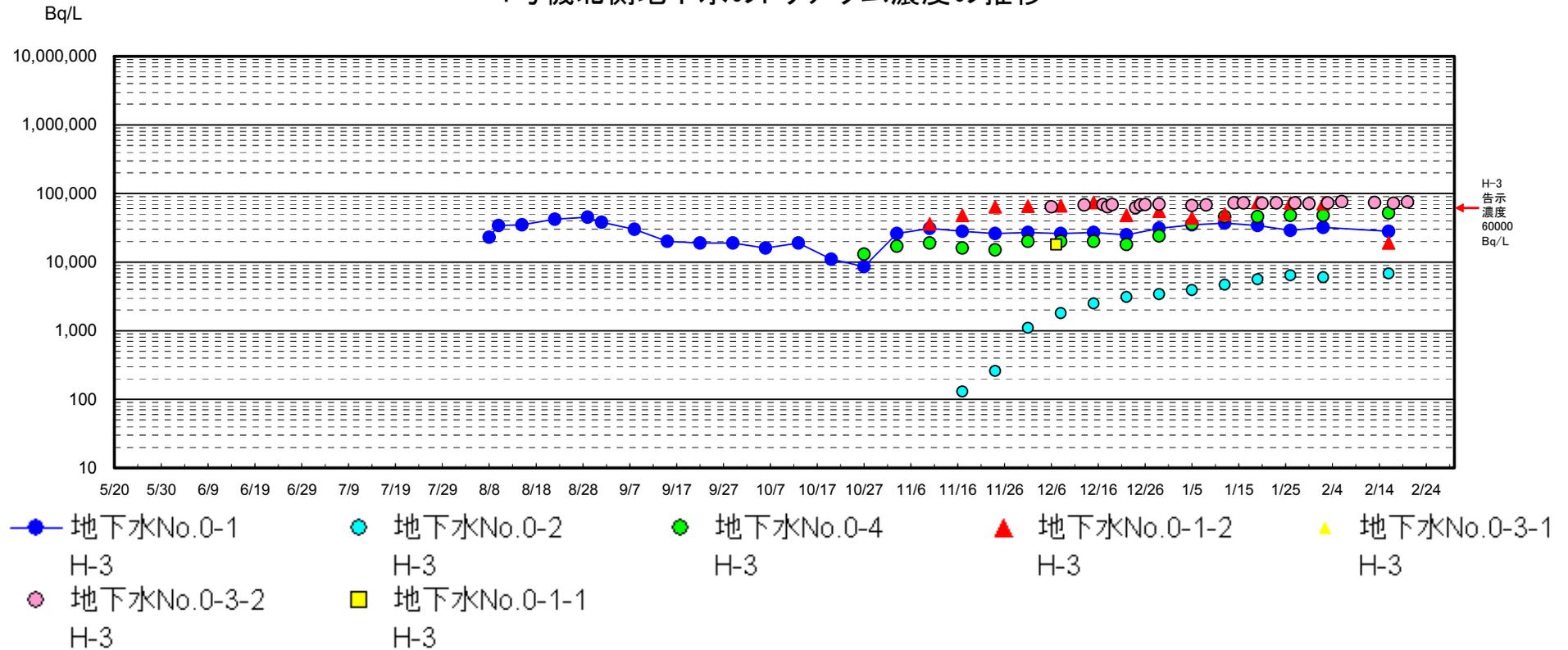
- No.2-7は、全ベータ濃度がNo.2-6の1/100から1/10程度に上昇。
- No.2-9は、トリチウム濃度が13,000Bq/LとNo.2エリアの中で最も高い。
- No.2-8は、全ベータ濃度が1,000Bq/LとNo.2-6、No.2-9と同レベル。

<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し、上昇は見られていない。

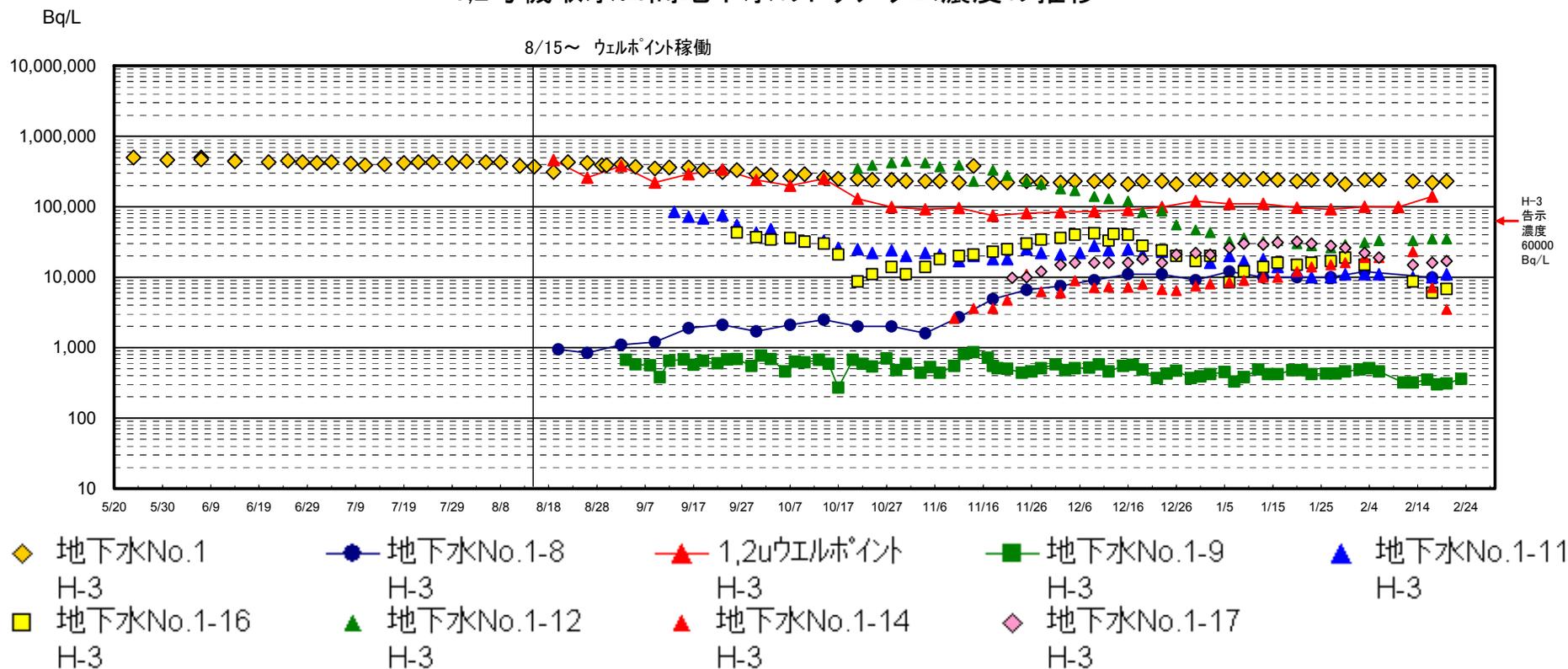
地下水のトリチウム濃度推移(1/4)

1号機北側地下水のトリチウム濃度の推移



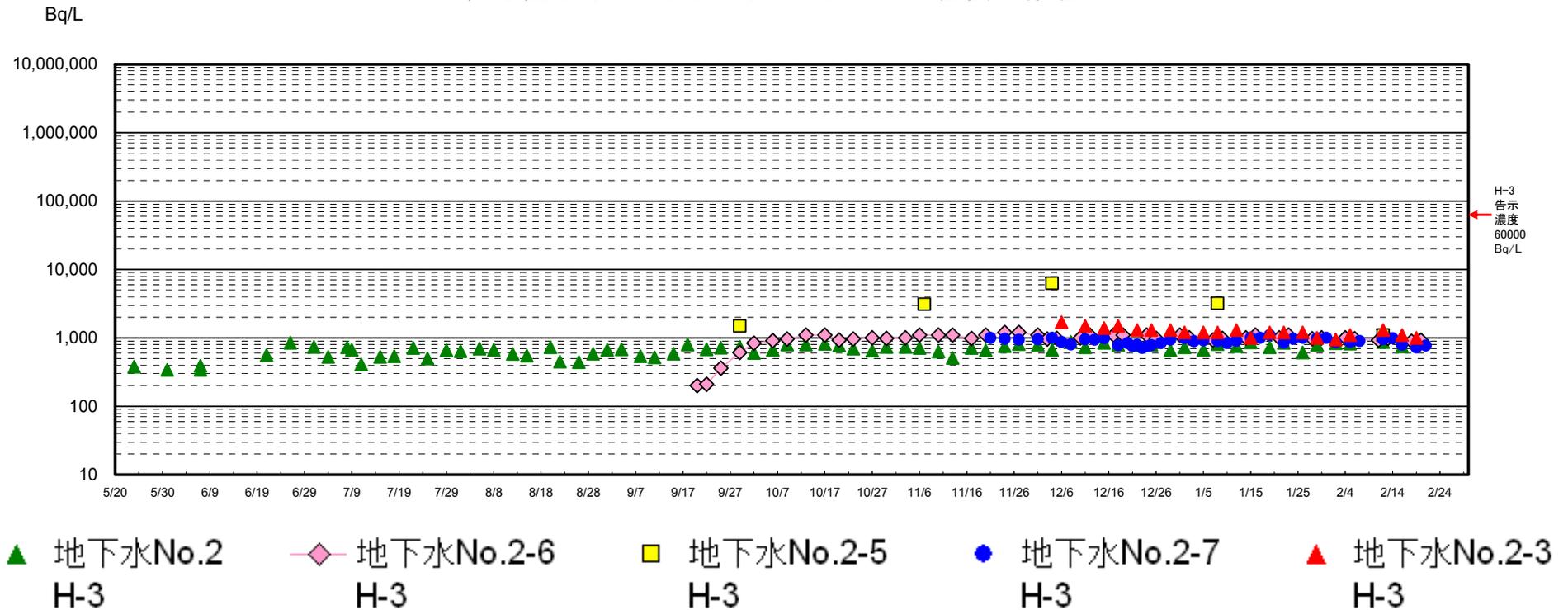
地下水のトリチウム濃度推移(2/4)

1,2号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



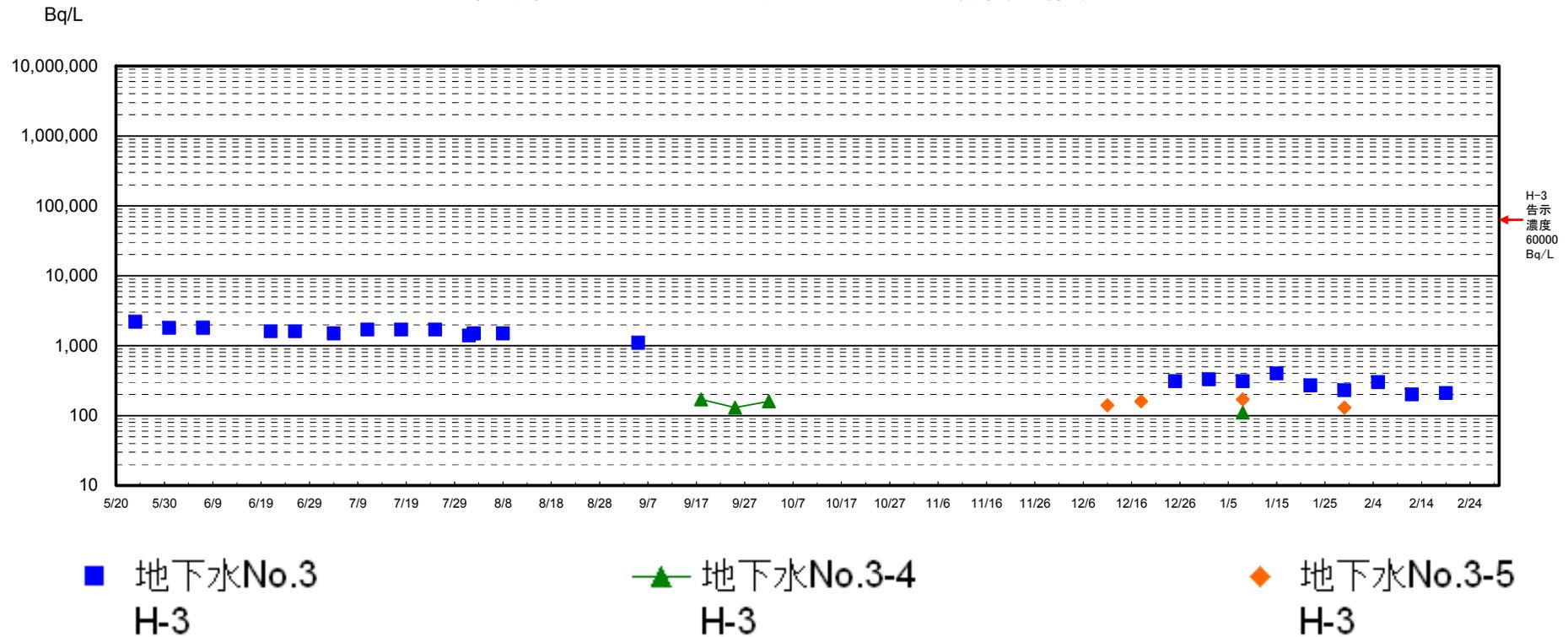
地下水のトリチウム濃度推移(3/4)

2,3号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移

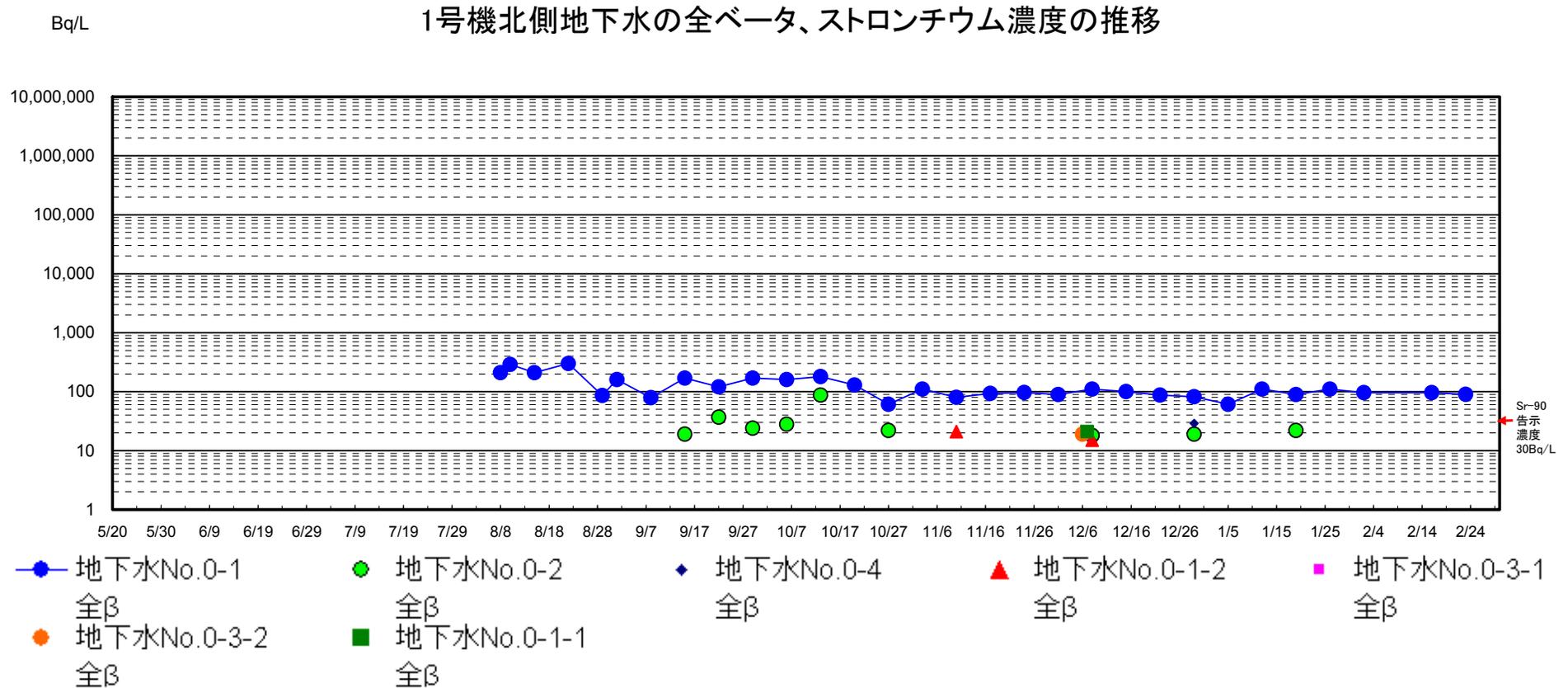


地下水のトリチウム濃度推移(4/4)

3,4号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移

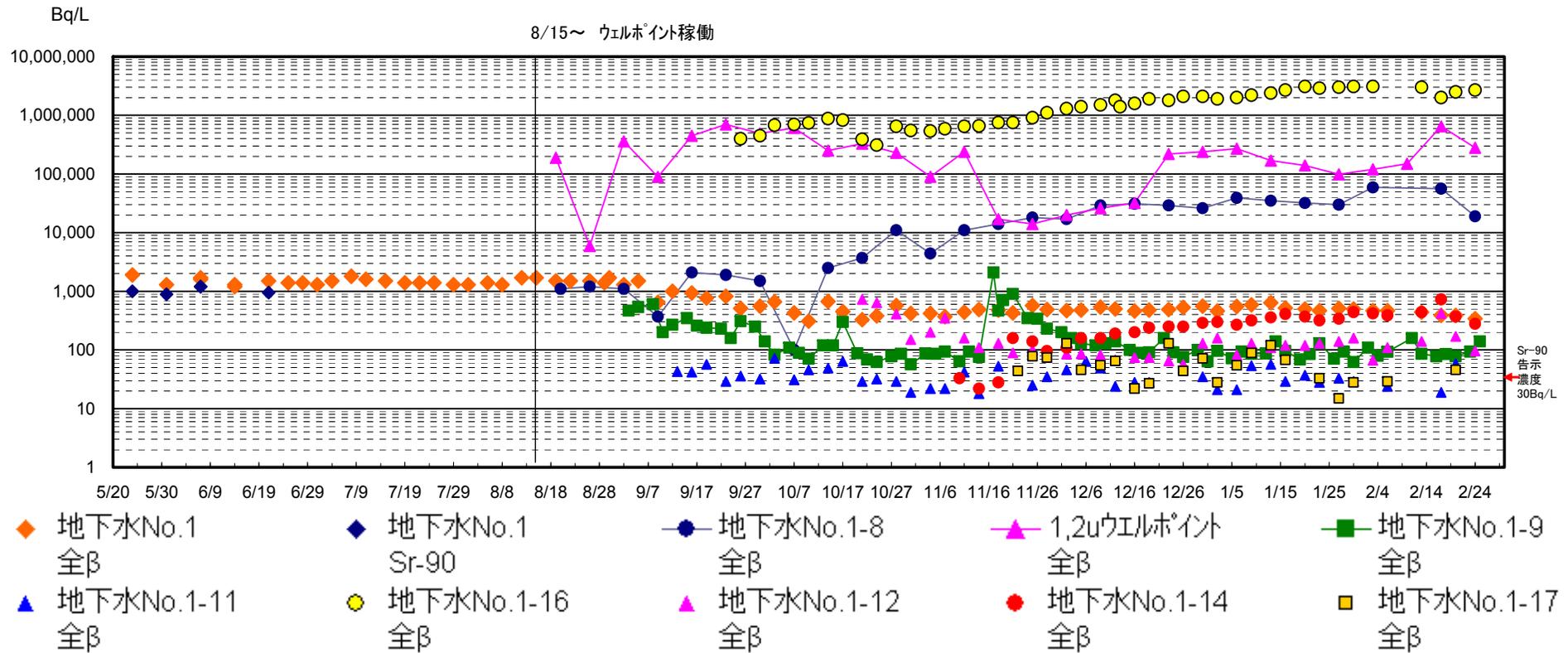


地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(1/4)



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(2/4)

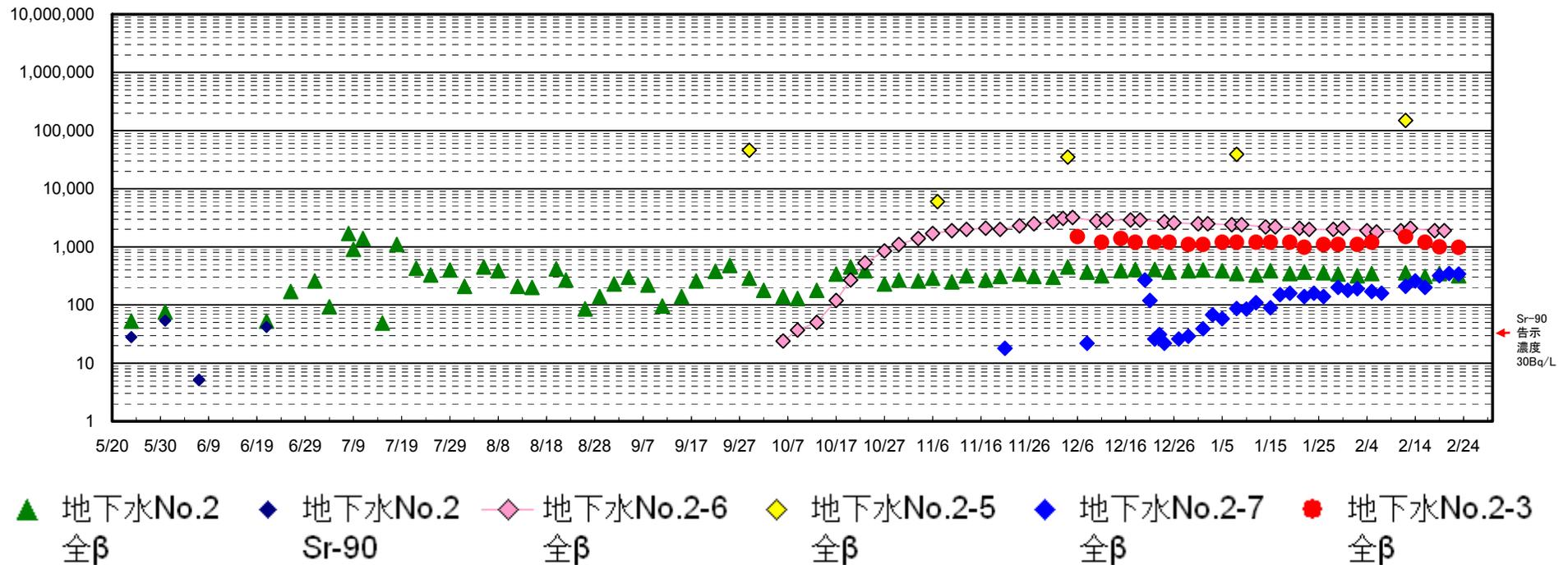
1,2号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移(3/4)

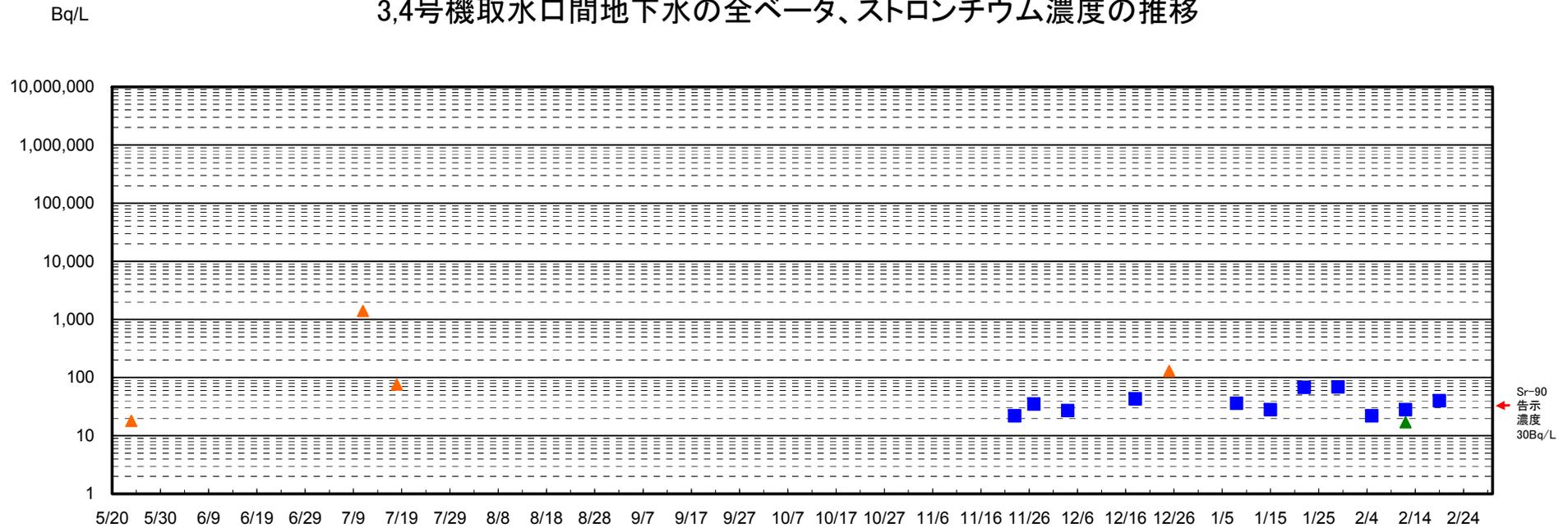
Bq/L

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)

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



▲ 地下水No.3
全β

▲ 地下水No.3
Sr-90

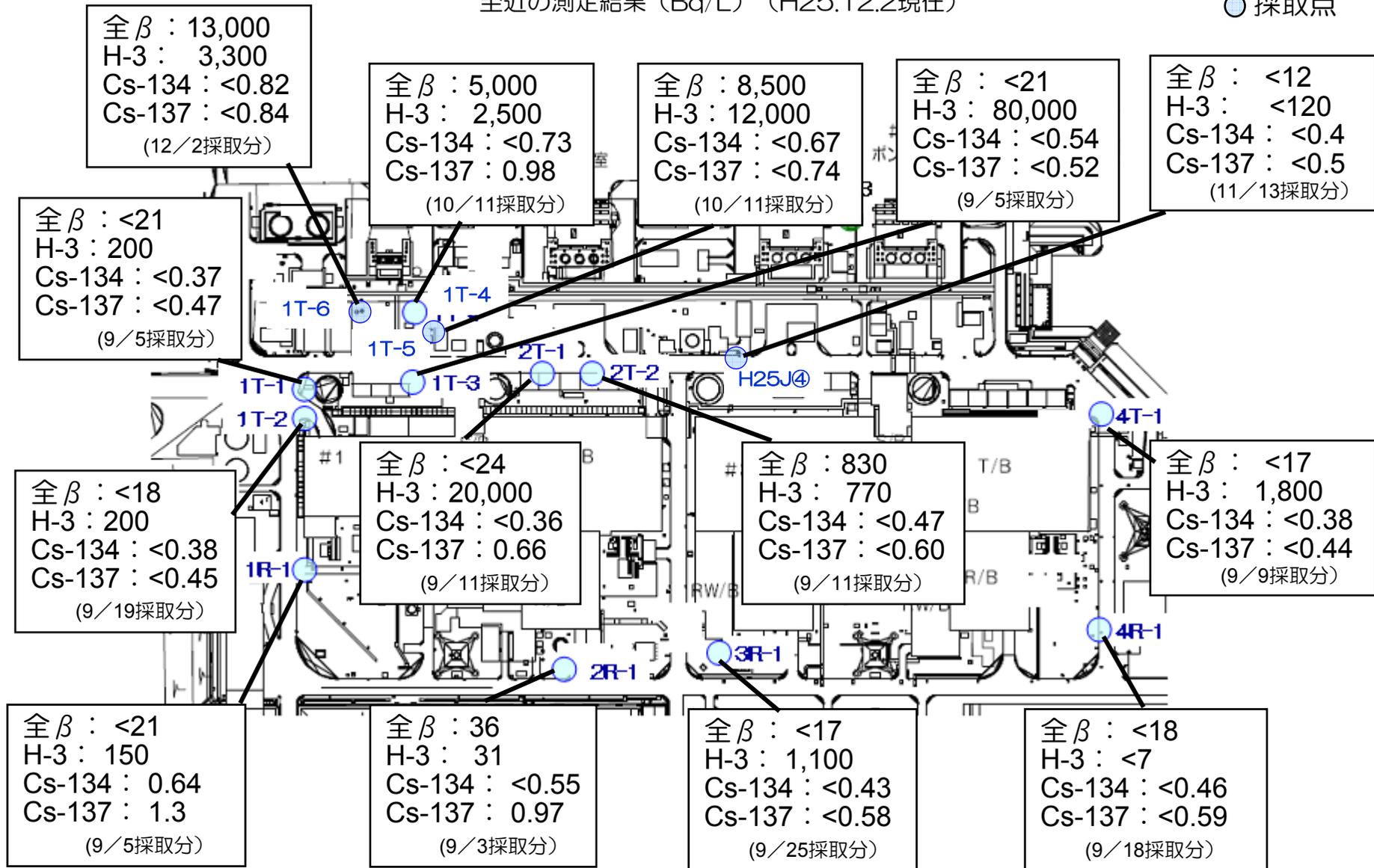
▲ 地下水No.3-4
全β

■ 地下水No.3-5
全β

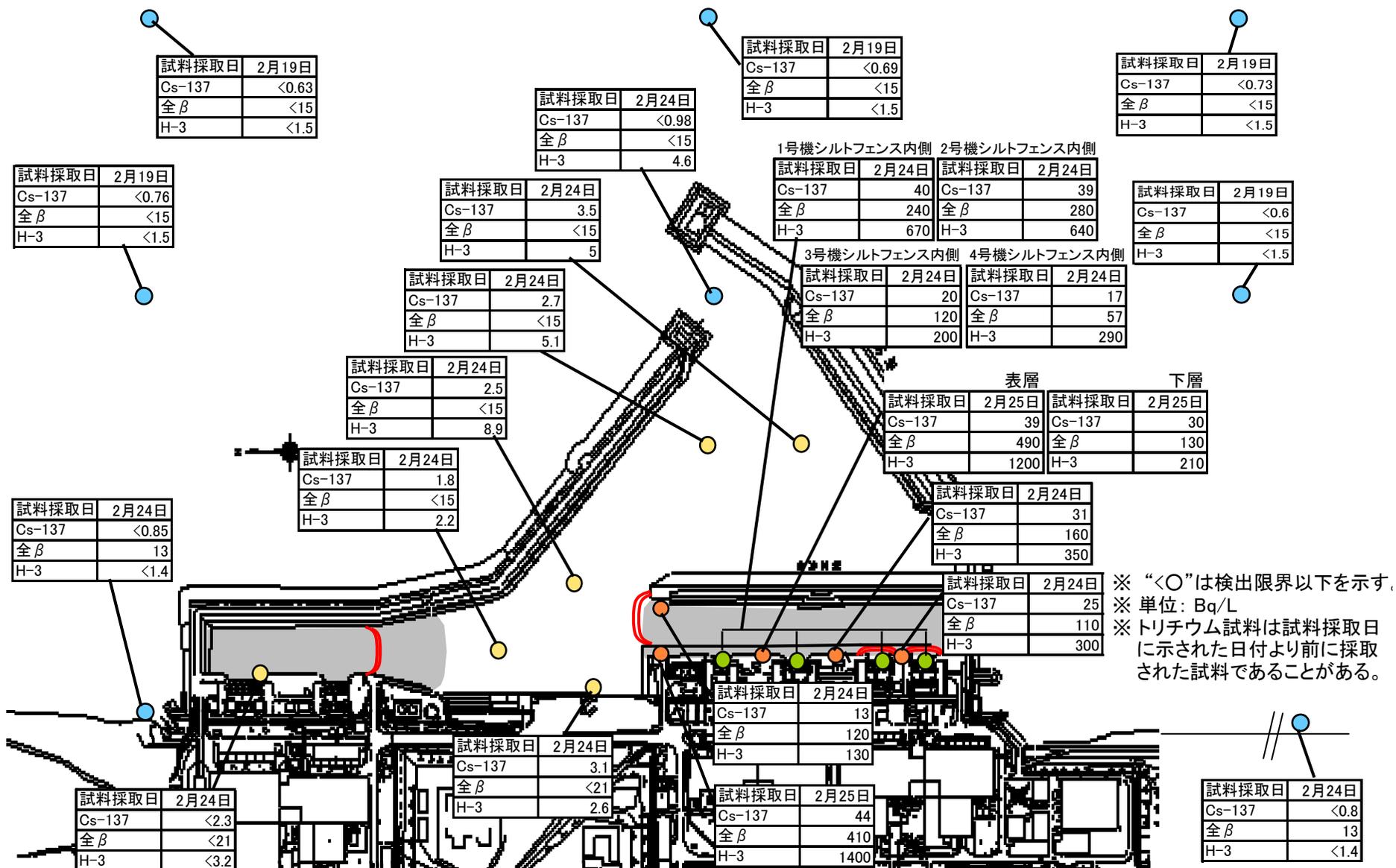
建屋周辺の地下水濃度測定結果

至近の測定結果 (Bq/L) (H25.12.2現在)

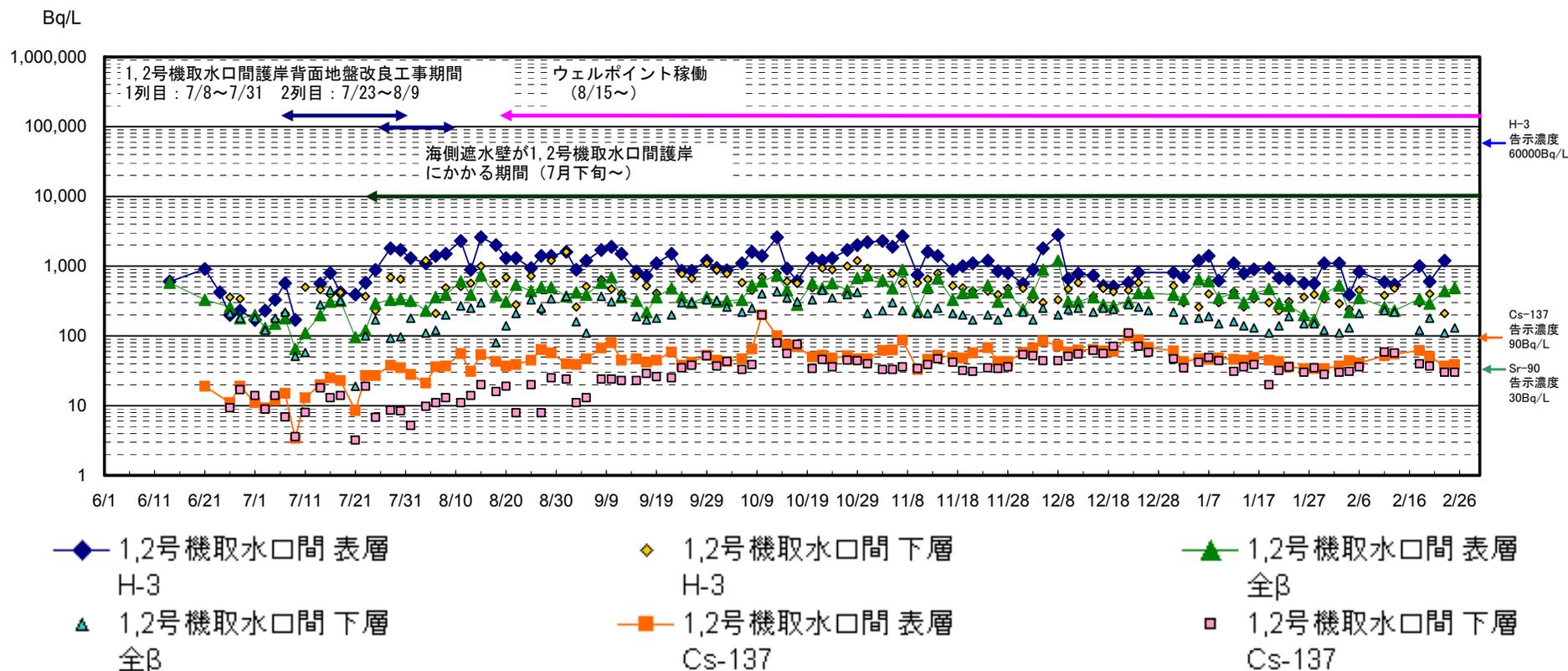
○ 採取点



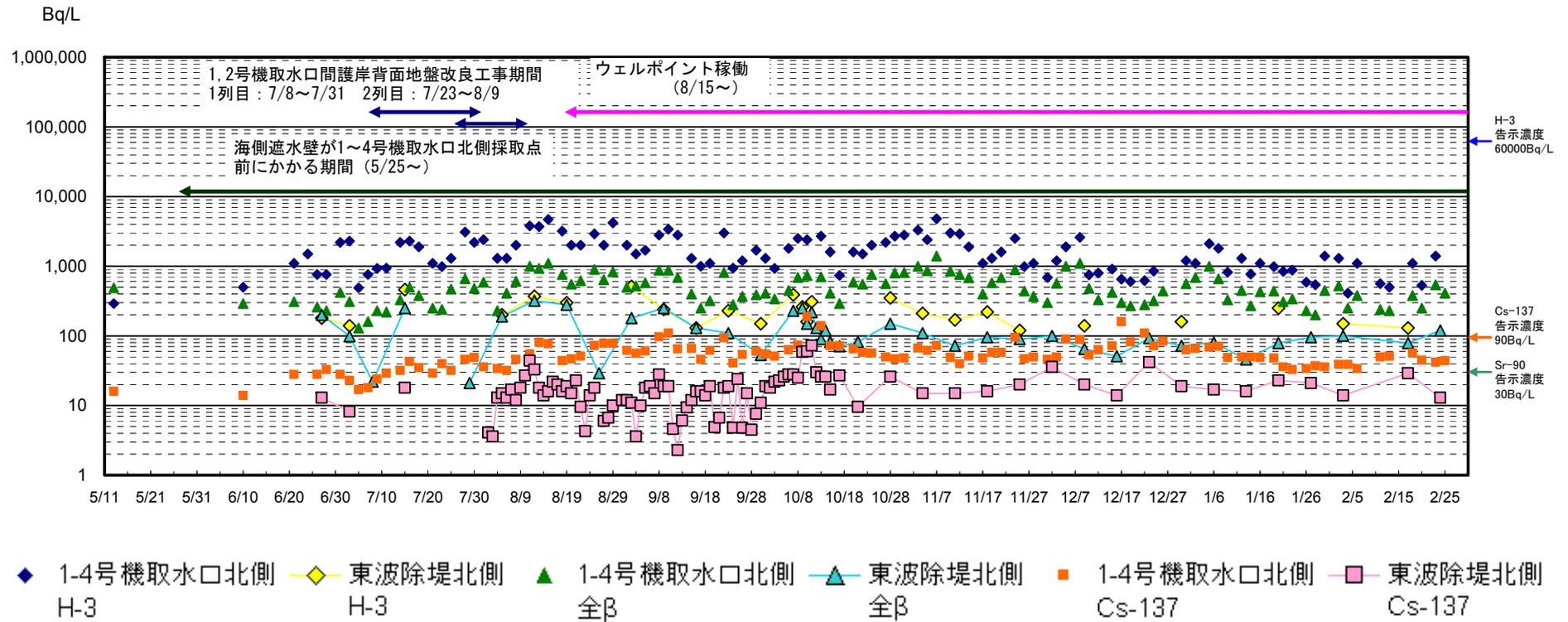
港湾内外の海水濃度



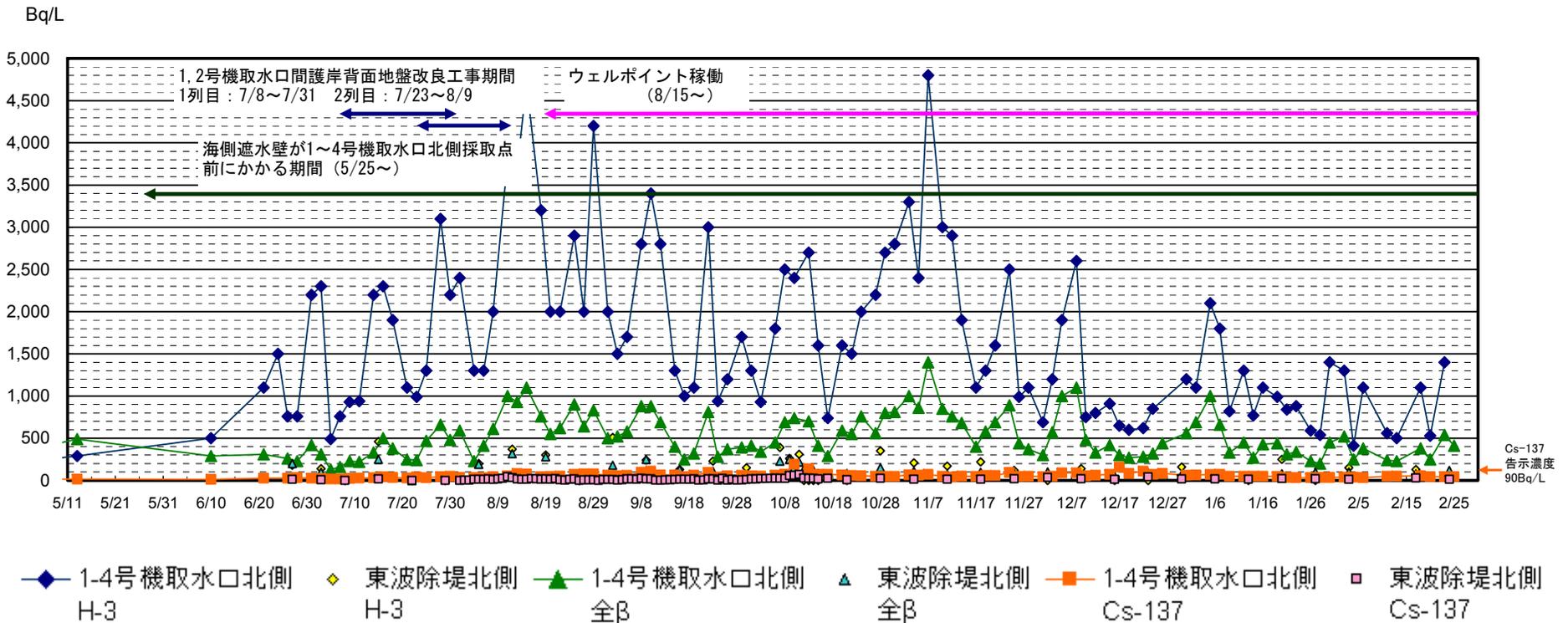
1,2号機取水口間の海水の濃度推移



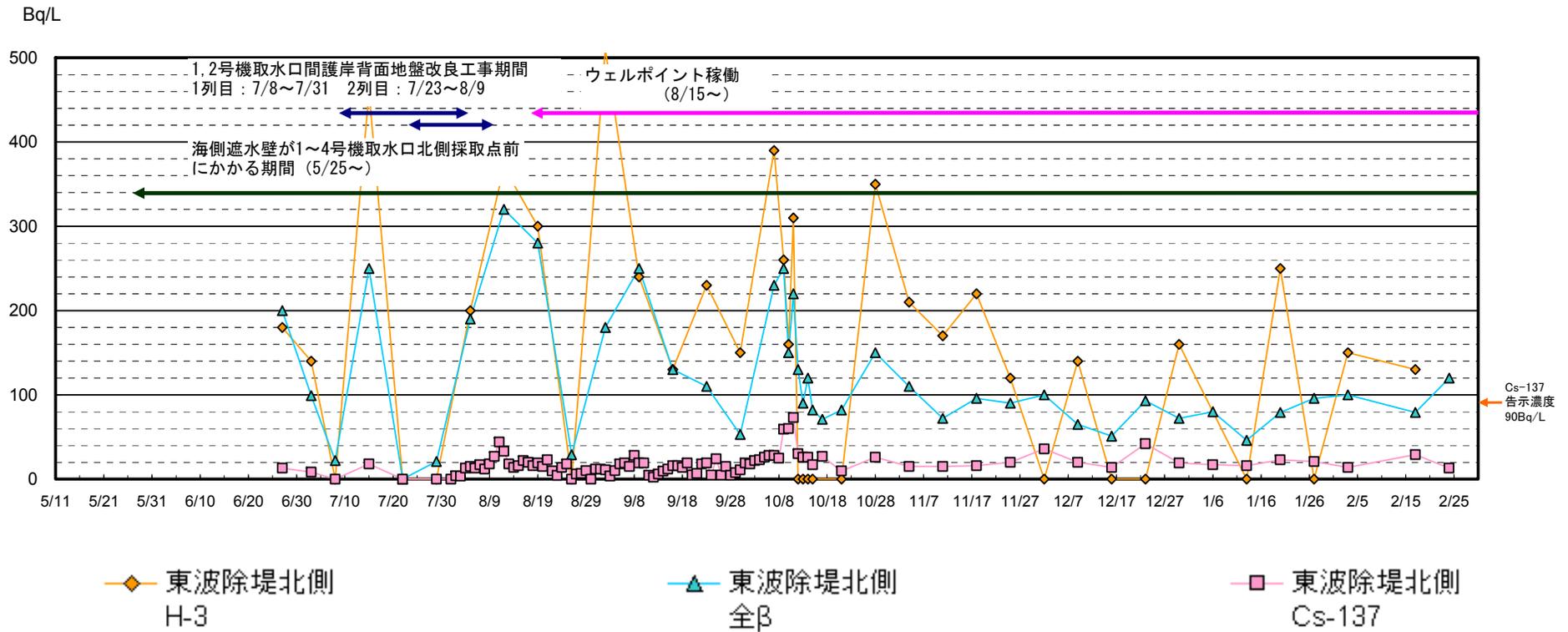
1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移(1/2)



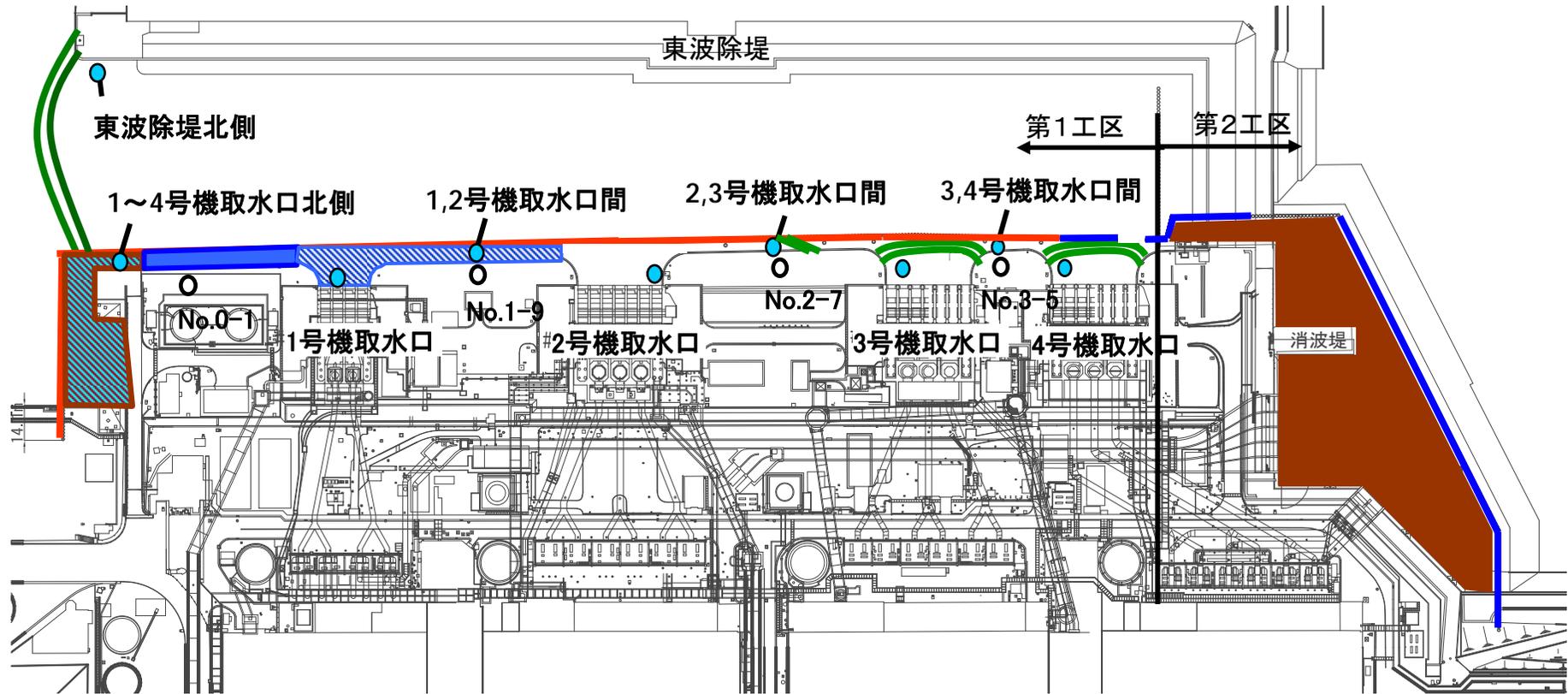
1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移(2/2)



東波除堤北側の海水の濃度推移



1～4号機取水路開渠内の海水の採取点



	凡例	
	施工中	施工済
埋立 水中コン		
埋立 割栗石		

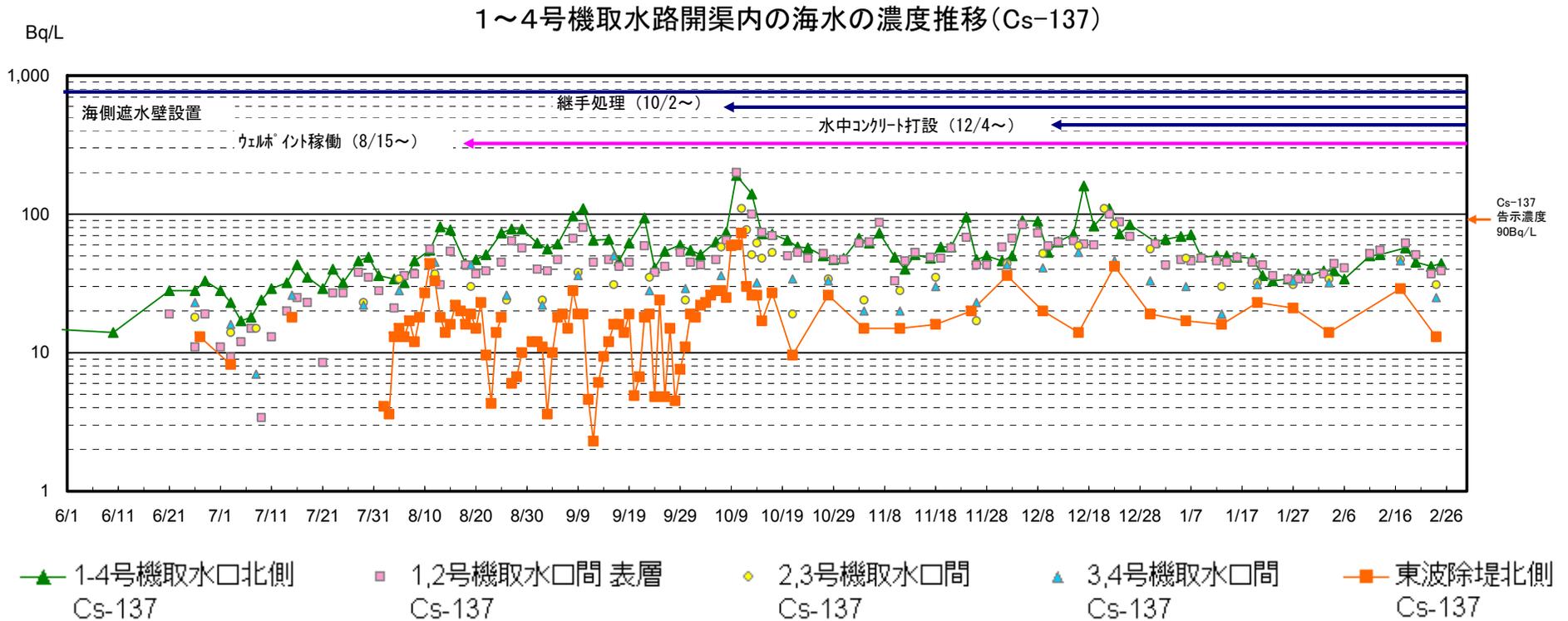
(2月20日時点)

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

:シルトフェンス
 :鋼管矢板打設完了
 :継手処理完了
 (2月20日時点)

:海水採取点
 :地下水採取点

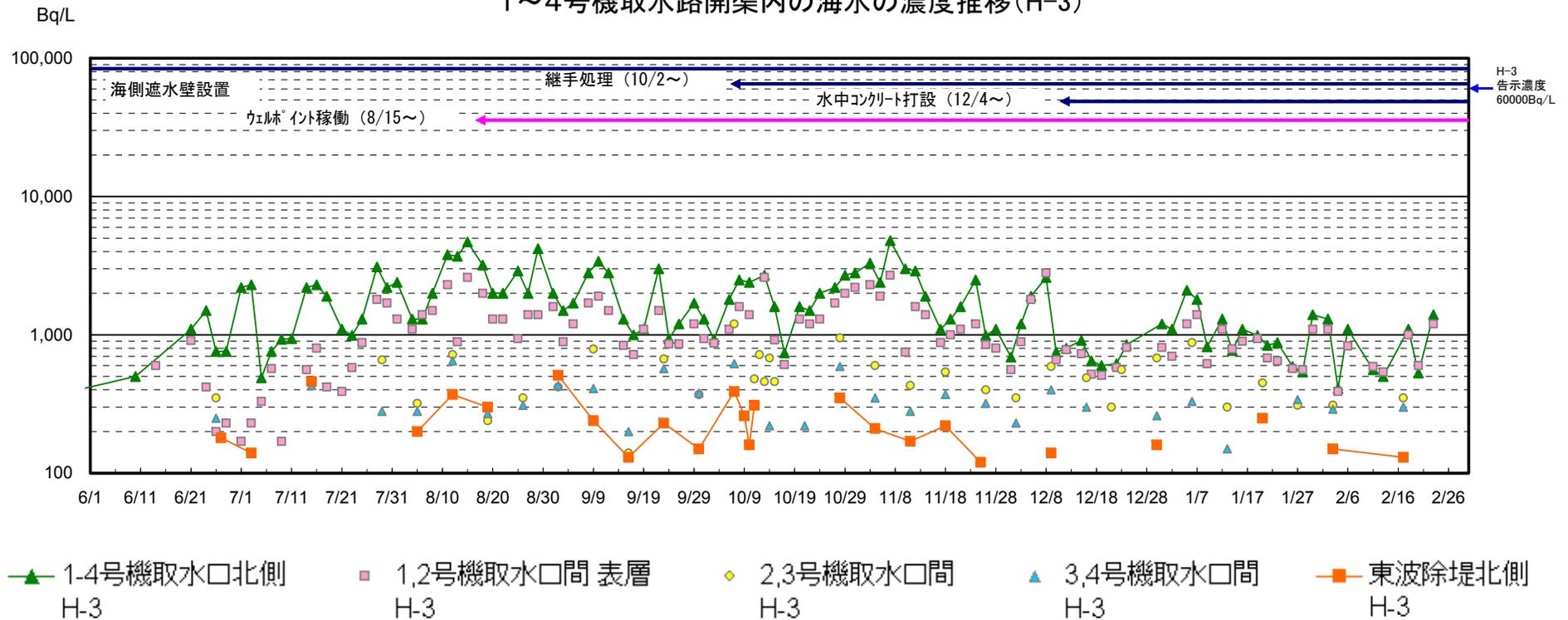
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(1/3)



- 1～4号機取水口北側(▲)と1,2号機取水口間表層(■)の変動が連動している。
- 海水中のCs-137濃度は、昨年12月より低下傾向にあったが、2月に上昇が見られた。

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(2/3)

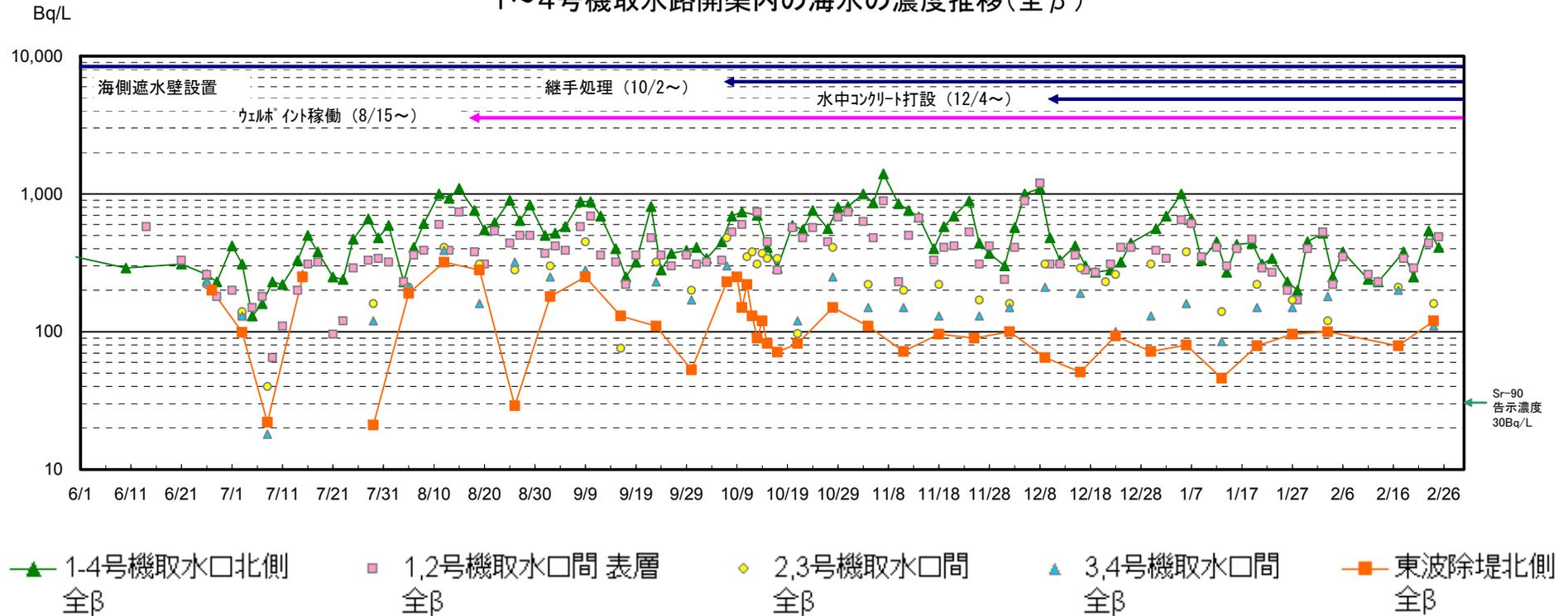
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(H-3)



- 1～4号機取水口北側(▲)と1,2号機取水口間表層(■)の変動が連動している。
- 海水中のH-3濃度は、開渠内全体で低下傾向が見られる。

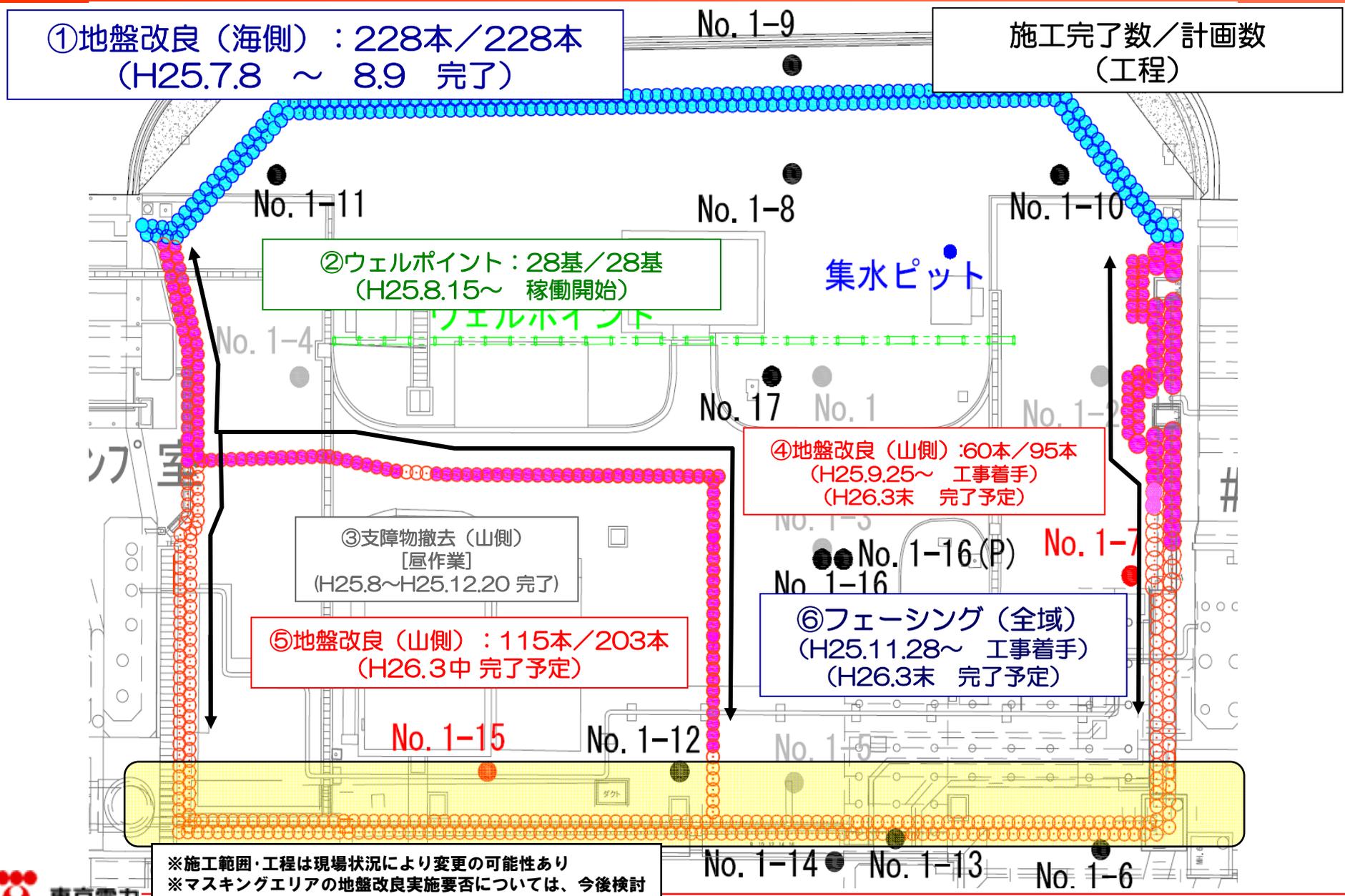
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(3/3)

1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移(全β)

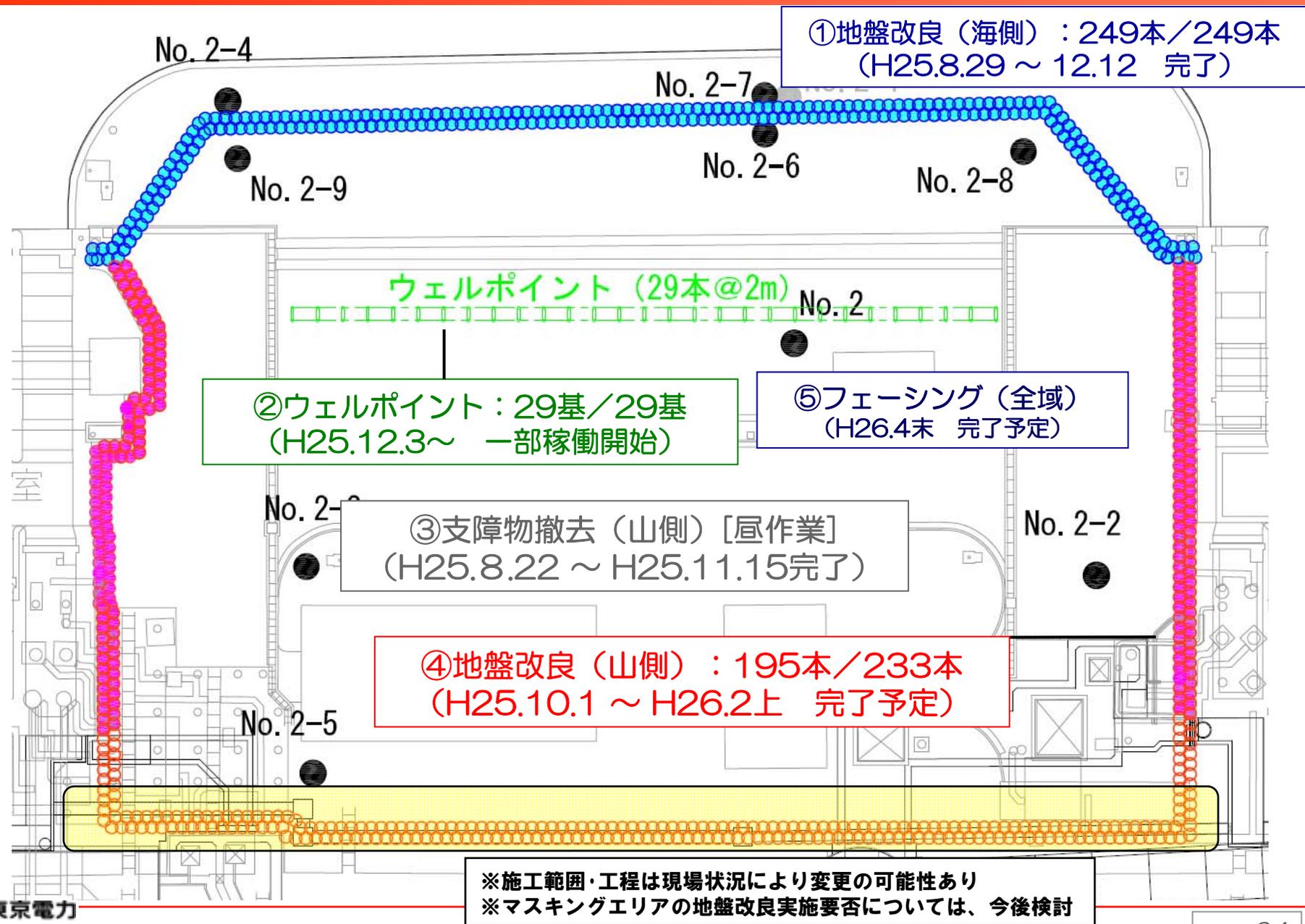


- 1～4号機取水口北側(▲)と1,2号機取水口間表層(■)の変動が連動している。
- 海水中の全β濃度は、開渠内全体で低下傾向が見られる。

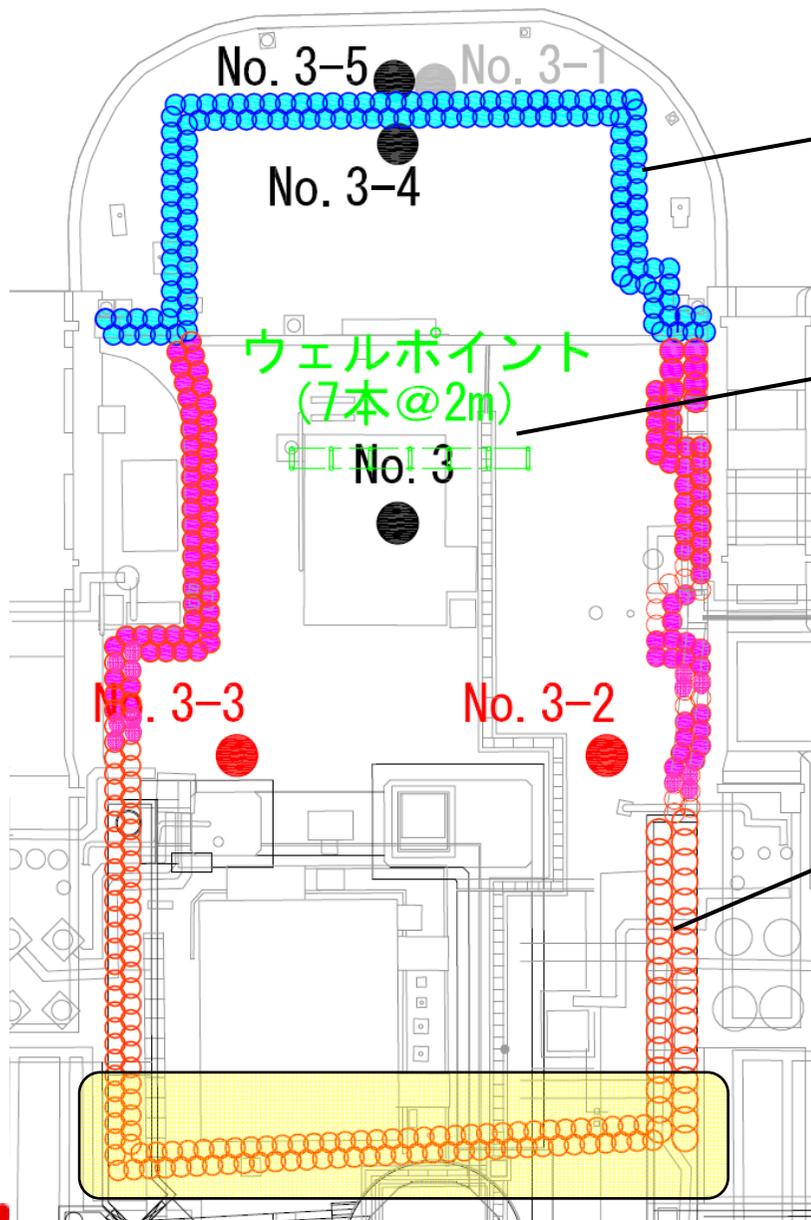
護岸エリア対策の進捗および計画 [1-2号機間進捗] (H26年2月25日現在)



護岸エリア対策の進捗および計画 [2-3号機間進捗] (H26年2月25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] (H26年2月25日現在)



①地盤改良（海側）：132本／132本
(H25.8.23 ~ H26.1.23 完了)

②ウェルポイント：7基／7基
(稼働準備完了)

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

④地盤改良（山側）：118本／207本
(H25.10.19 ~ H26.3中 予定)

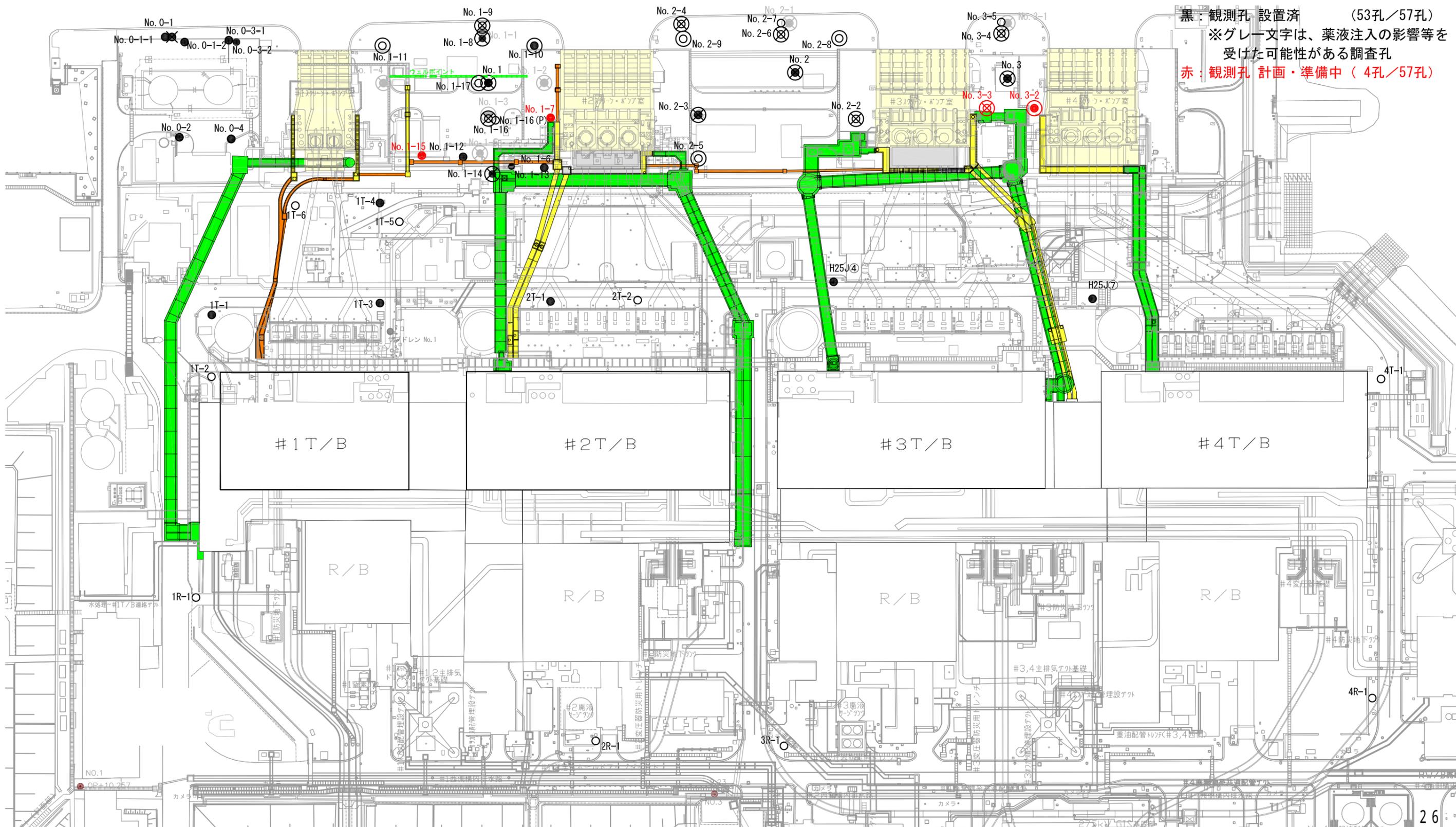
⑤フェーシング（全域）
(H26.4末 完了予定)

※施工範囲・工程は現場状況により変更の可能性あり
※マスキングエリアの地盤改良実施要否については、今後検討

観測孔位置図

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

	孔数	水質確認	水質監視	汚染土壌確認	地下水位監視
○	11	○	×	×	×
●	18	○	×	○	×
◎	5	○	×	×	○
⊙	4	○	×	○	○
⊗	7	○	○	×	○
⊛	10	○	○	○	○
⊘	1	○	○	○	×



黒：観測孔 設置済 (53孔/57孔)
 ※グレー文字は、薬液注入の影響等を受けた可能性がある調査孔
 赤：観測孔 計画・準備中 (4孔/57孔)

観測孔調査計画

2014.2.26ver

調査箇所	通し番号	凡例	孔番号	調査項目				H26年1月			2月			3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 北側水口	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号水口間	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	○	○	○									
	取2号機 1号水口間	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	○	○	○									
		25	○	No.1-16(9)	○	○	○									
		26	◎	No.1-17	○	○	○									
取2号機 2号水口間		27	☒	No.2	○	○	○		完了							
	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 3号水口間	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		●	H25J④	○	○											
3号機	52	○	4T-1	○	○											
	53	●	H25J⑦	○	○											
10m盤 建屋周り (山側)	1号機	54	○	1R-1	○	○										
	2号機	55	○	2R-1	○	○										
	3号機	56	○	3R-1	○	○										
	4号機	57	○	4R-1	○	○										

測定頻度

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

※工事工程は、検討に応じて変更の可能性あり

※薬液注入の影響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)

港湾内被覆工事の概要

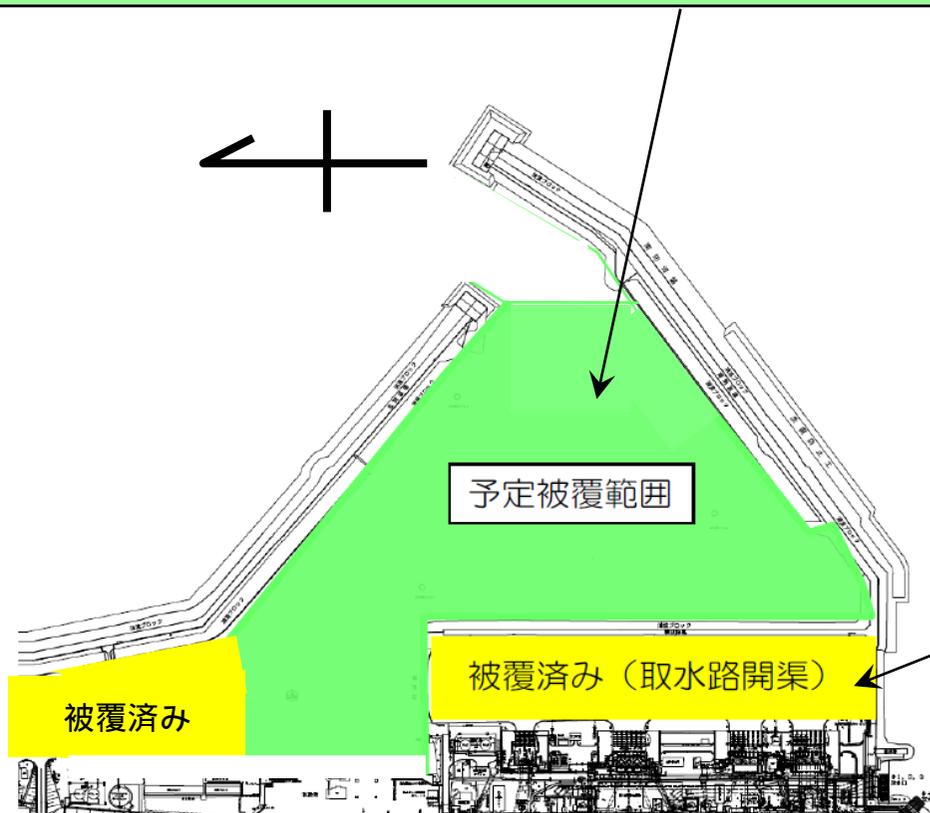
平成26年2月27日
東京電力株式会社

1 . 港湾内被覆工事の概要

<被覆工事>

目的：港湾内の海底面を被覆することによって
海底土砂に含まれる汚染物質の拡散を防止する

被覆面積：180,000m²



<先行工事>

目的：今回と同じ

工期：H23.12～H24.8(8ヶ月)

面積：72,600m²

2 . 被覆の構造

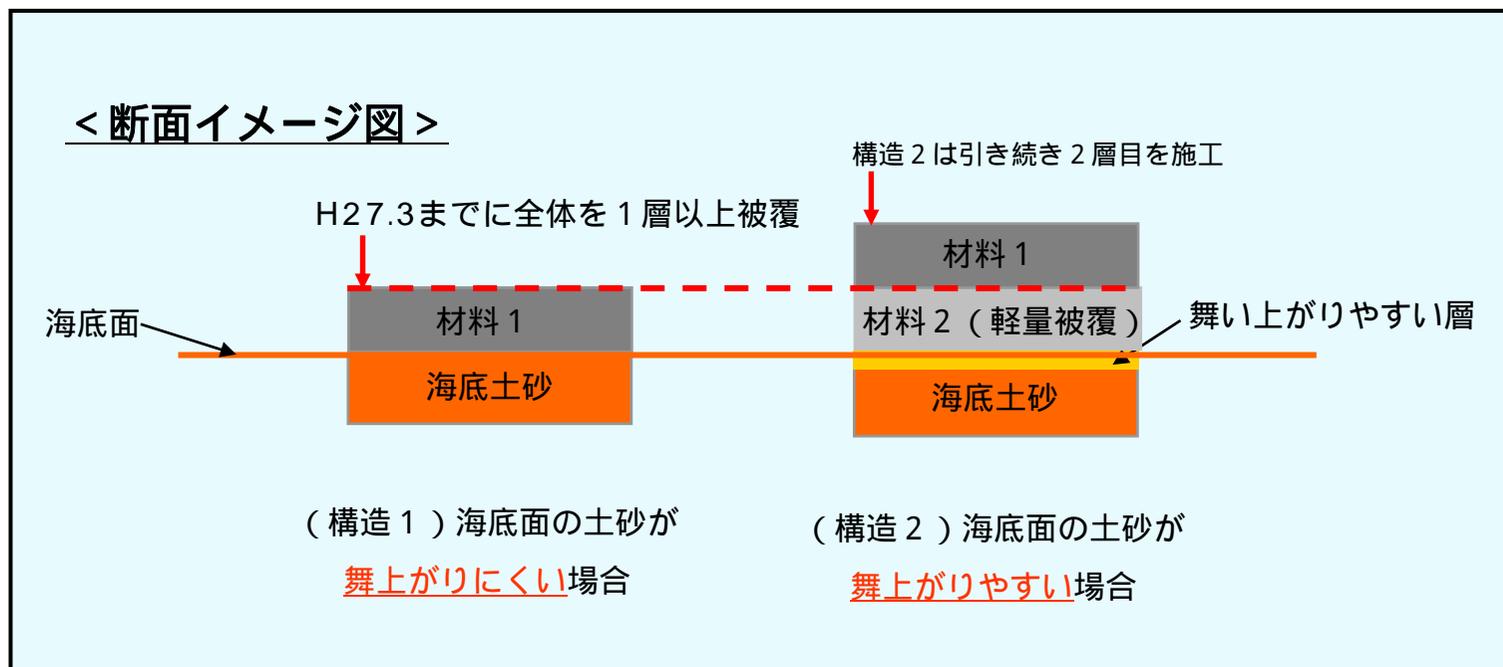
被覆の構造は、2種類の構造を海底の土砂の状況に合わせて使い分ける計画

1 . 構造 1

海底の土砂が舞上がりにくい場合（砂地盤）

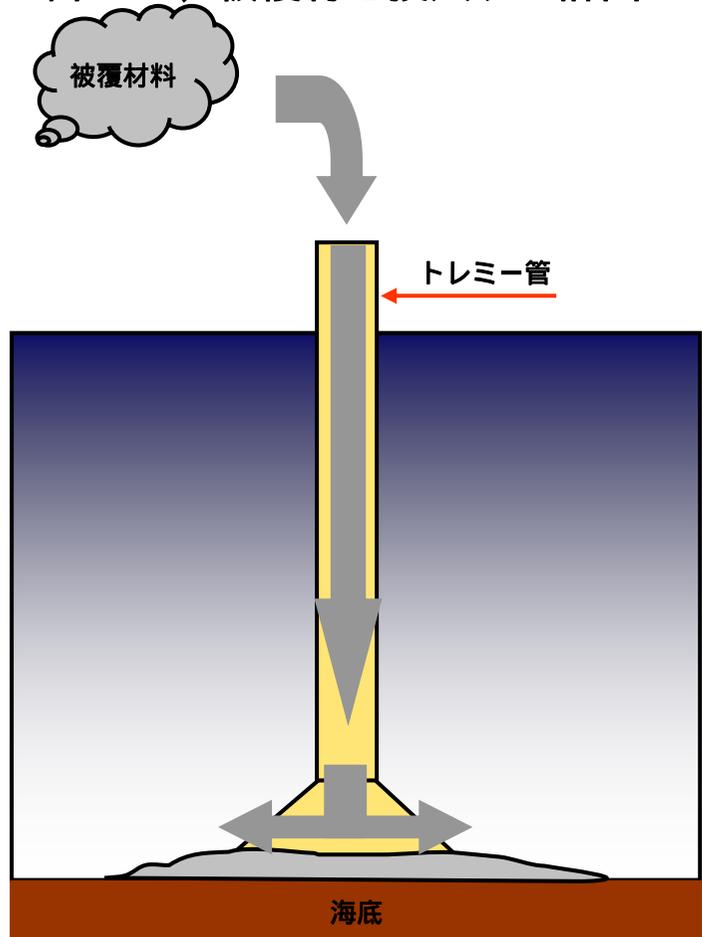
2 . 構造 2

海底の土砂が舞上がりやすい場合に軽い材料で下層を固めた後、構造 1 と同様な材料で被覆（シルト等の舞上がりが想定される場合）



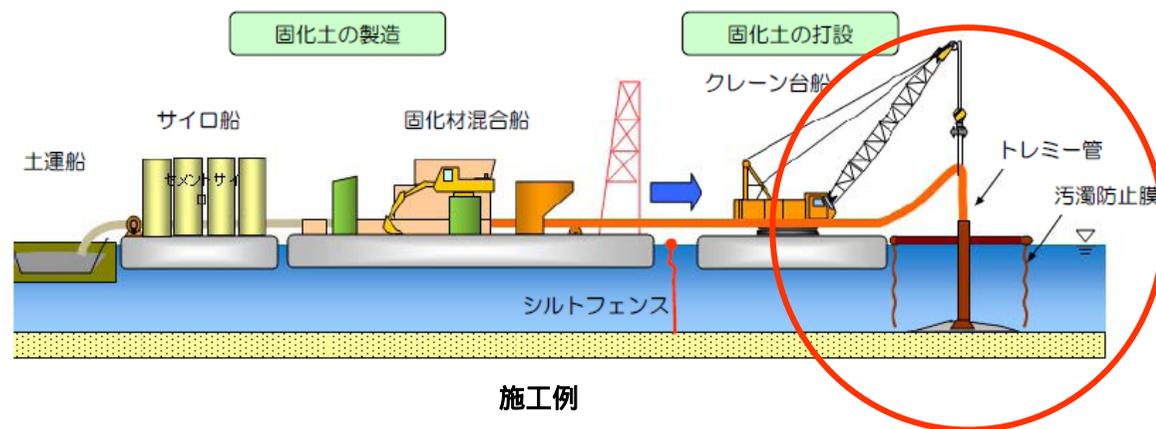
3 . 施工方法他

- 1 . 被覆材料の海中への投入は、トレミー管と呼ばれる筒を海底付近まで降ろし、被覆材を投入する計画



被覆材投入のイメージ

- 2 . トレミー管の回りに図のような汚濁防止膜を設けて、投入する範囲内を確実に被覆するとともに、濁度が上昇した場合に拡散を防ぐ計画



- 3 . 施工中のモニタリングの定期的な実施をしながら作業を進める計画

(被覆材の製造)

- 1 . ベントナイトスラリー製造
ベントナイトへ淡水を加水し、養生後発泡（軽くする）
- 2 . 被覆材製造
ベントナイトスラリーへセメントを添加する

全β及びストロンチウムの測定結果について

平成26年 2月27日

東京電力株式会社



東京電力

1. 測定における問題点

<ストロンチウムの測定の問題>

- H25年6月採取分の港湾内海水試料のストロンチウム-90分析結果が7月下旬に判明し、ストロンチウム-90濃度が全ベータ放射能濃度を上回る状況（データの逆転）が散見されたため原因究明を実施。
- 調査の結果、データの逆転は5・6号機のホットラボの低バックグラウンドガスフロー型計数装置（LBC）でストロンチウム-90分析に偏っていることが判明した。

<全ベータの測定の問題>

- 一方、平成26年2月6日に公表した環境管理棟で測定した試料中の一部のデータで、全ベータの値がストロンチウム-90の値を下回っていた。
- 全ベータの値が、ストロンチウム-90の値を下回る原因は、LBCで計測時に生じる「数え落とし」が原因と考える。※

※ゲルマニウム半導体スペクトロメータ（ガンマ核種分析用）、液体シンチレーション計数装置（トリチウム分析用）およびベータ線核種分析装置（ピコベータ：ストロンチウム分析用）には、数え落としの補正機能が付いているが、LBCには、この機能が付いていない。

- 「数え落とし」により、測定値が過小評価されていることから、その影響範囲を調査した。
- 上記、2種類の測定の問題について調査を行った。（次頁の時系列参照）

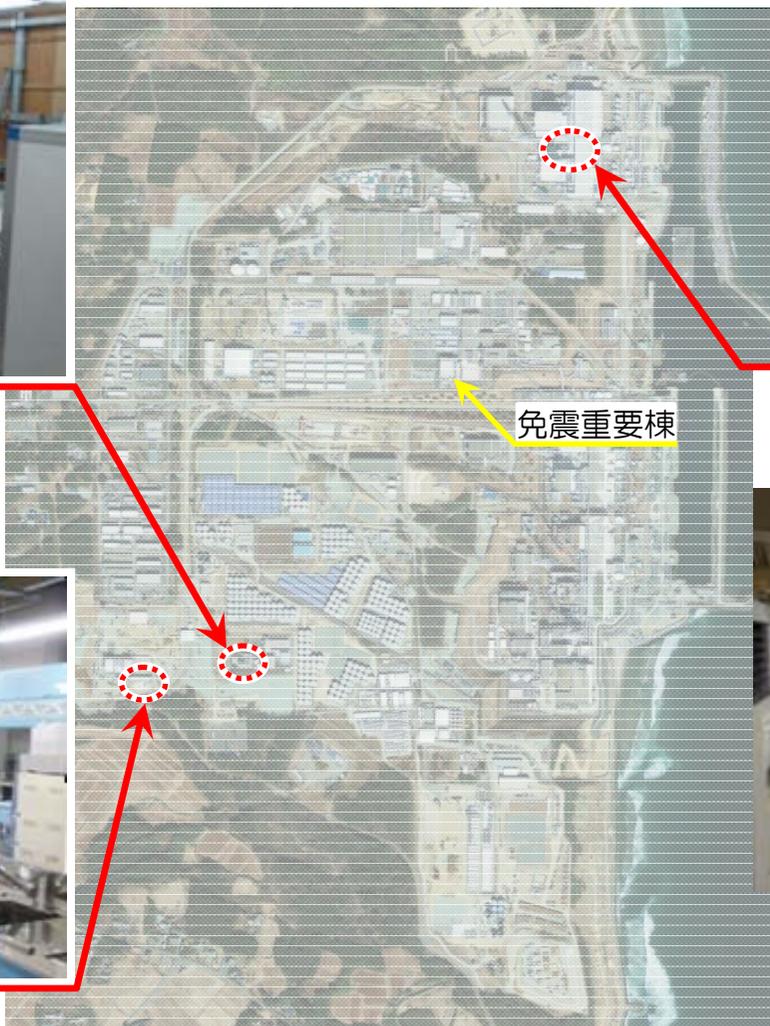
2. 測定に関する時系列(1/2)

	ストロンチウム90測定（逆転現象）	全ベータ測定（数え落とし）	背景等
平成25年4月5日			地下貯水槽からの漏えい確認 （分析試料数急増）
平成25年5月24日			地下水観測孔No1のサンプリング を再開（分析試料数増）
平成25年7月5日	観測孔No.1-2から採水し、水の全ベータ測定結果確定・公表（全ベータ：90万Bq/L）		
平成25年7月24日	6月末に採取した水の分析結果でストロンチウム90と全ベータの値が逆転している現象（逆転現象）が散見された為、コンタミまたは誤分析の可能性を考え、同試料を再分析。 以降のストロンチウム90の分析結果の確定処理を中断		
平成25年7月26日	7月5日に採水した観測孔No. 1-2の試料のストロンチウム分析（前処理）を開始		
平成25年8月19日			H4エリアNo.5タンクからの漏えい発生（以降、周辺土壌や観測孔、排水溝等周辺への影響評価のための分析数増）
平成25年8月末	ストロンチウム90の分析の妥当性の検証を開始		
平成25年9月12日	7月5日に採水した観測孔No.1-2の試料のストロンチウム90の分析完了（測定場所：環境管理棟）		
平成25年9月15日			大雨による堰からの溢水の分析等、試料が更に増加
平成25年9月27日		規制委員会や技術参与から、「LBCで2000cpsになると数え落としが発生するリスクがある」旨の情報を頂く	増加するストロンチウム90の分析対応のため、ベータ核種分析装置（ピコベータ）の導入を決定・公表
平成25年10月1日		LBCにおける分析での数え落とし防止のための希釈作業の基準値を明文化（「計測値1000cpm以下で分析」）	

2. 測定に関する時系列(2/2)

	ストロンチウム90測定（逆転現象）	全ベータ測定（数え落とし）	背景等
平成26年1月8日	記者会見でストロンチウム90と全ベータの逆転現象があり、原因究明中のためデータの確定が遅れていること、原因が判明次第、データを確定することを説明		
平成25年1月24日	汚染水対策検討WGで、5,6号機ホットラボのLBCで測定したストロンチウム90は過大評価になっている可能性があることを説明		
平成26年2月4日	ストロンチウム90を過大評価していた件（5,6号機ホットラボLBCの低検出効率）の報告書を提出、同日の記者会見で当該事項を公表		
平成26年2月6日		環境管理棟LBCで測定した13件（観測孔No.1-2を含む）のデータが確定・公表	
平成26年2月7日		環境管理棟の測定結果でも、全ベータとストロンチウム90の結果が大きく逆転していることを確認。全ベータの数え落としの調査開始	

<参考> 福島第一原子力発電所内の分析室



5,6号機化学分析室
(滞留水試料等の取扱場所)



画像提供：東京電力株式会社

提供：日本スペースイメージング（株）、(C)DigitalGlobe

3. ストロンチウム分析（1/5）

（1）要因分析

- 日本原燃殿の協力を得て、ストロンチウム-90分析のプロセスで結果に影響を与える要因として、以下の3つを抽出。

- ①分析を行う際に作成した、ストロンチウム標準液の濃度
- ②分析を行う際に作成した、イットリウム標準液の濃度
- ③イットリウム-90の計測効率

3. ストロンチウム分析 (2/5)

(2) 検証結果

- 手順書通りの操作を行えば、ストロンチウム標準液もイットリウム標準液も正しく作成されることを確認。
- 福島第一の同一地下水試料から分取し各計測器で計測したところ、5・6号機LBCの計数値は環境管理棟LBCより高い値であった。
- 次に、標準線源を用いてイットリウム-90効率（ストロンチウム-90濃度を計算する際に使用する換算定数）を測定したところ、計測器導入当時の設定値よりも高いことが判明した。なお、環境管理棟の検出効率は導入当時の計数効率と同等であった。

	5・6号機ホットラボ		環境管理棟	
導入時に設定した 検出効率	47.9% (H15.12)		48.8% (H19.12)	
現在の設定値 (H26.1)	同 上		同 上	
今回標準線源で 確認したあるべき 検出効率※ (H26.1確認)	60.4%	60.5%	49.8%	51.2%
		59.1%		49.0%
		61.7%		49.3%

3. ストロンチウム分析 (3/5)

(3) 低いLBC効率を使用していた原因

5・6号機LBCのイットリウム-90の効率測定に関係した者への聞き取り調査を実施し、本件の原因に直接係わる点として以下を確認した。

- LBCのイットリウム-90効率の評価は、当時定めた手順で実施していた。
- 効率測定を行った結果、「ストロンチウム-90+イットリウム-90」の値が旧式同型装置に比べて低かったため*、「ストロンチウム-90+イットリウム-90」と「イットリウム-90」を再度測定したところ、今度は「イットリウム-90」のみ低い値となった。
* 3種類の試料に対しての効率測定を行う（「ストロンチウム-89」、「ストロンチウム-90+イットリウム-90」、「イットリウム-90」）。このうちの「ストロンチウム-90+イットリウム-90」の値が低かった。
- その後、イットリウム-90について再測定を2回実施し、計4回実施した測定のうち3回目と4回目が同程度の値だったため、4回目の値を同装置の効率として採用。
- 旧装置と同型の当該計測器で得たイットリウム-90の効率は旧装置より低いものだったが、当時、当該機器固有の特性として効率が低い装置と考えた。
- 4回の測定での効率は70～50%となっていたが、ばらつきがある原因について、当時は更に考察を行うことについて考えが至らなかった。

3. ストロンチウム分析（4/5）

（4）過去の分析結果に対する影響

- 当該計測装置を使用して震災以前に分析した放射性廃棄物（全755試料）のうち、ストロンチウム-90を検出したのは1件のみ（H16年1月採取の1、2号機共用排気筒試料*）。
※ストロンチウム-90分析値： $1.4E-10\text{Bq}/\text{cm}^3$
- その他は全て検出限界未満で影響なし。
- 検出した1件は関係箇所へ報告し記録を訂正する。

5,6号機ホットラボの低バックグラウンドガスフロー型計数装置導入状況

時期	事象
平成15年8月	当該計測器納入
平成15年9月～12月	当該計測器の校正実施
平成23年3月	被災により当該機器使用停止
平成24年1月	当該機器のメーカー点検実施
平成24年10月	当該機器を用いたストロンチウム分析を再開

3. ストロンチウム分析 (5/5)

(5) 問題点と対応

- 測定装置導入時の校正の具体的な手順が文書化されていなかった。
 - 今後導入する装置より、納入時の化学分析用放射線計測器の校正は、装置の扱い経験が豊富な計測器メーカーにて実施する。
- 測定結果の定期的確認が行われていなかった。
 - 福島第一における放射能分析の品質向上として、定期的に所内分析室間でのクロスチェック、および社外機関とのクロスチェックを実施する。

(6) 今後の測定

- ストロンチウム-90が全ベータの値を上回っていた原因が判明したことから、分析の確定を中断していた試料について、速やかに確定作業を再開する。
- 当該装置での分析は以下の扱いとする。
 - ・ 5・6号機LBCは、再校正を行うまでの間はストロンチウム-90分析に使用しない。
 - ・ 当該機器で分析した試料は昨年新たに導入したベータ核種分析装置（ピコベータ）で再分析を実施する。
 - ・ 分析員の力量によるばらつきが小さい分析方法（例：フィルター法）の導入を検討する。

4. 全ベータ分析（1/2）

（1）調査対象

震災以降、福島第一にて発生した液体試料、ダスト試料および土壌試料

- LBCでの測定において、IAEA-TECDOC1092の「原子力あるいは放射線緊急事態におけるモニタリングの一般的手順」では「数え落とし」の割合は20%とされていることから、これに相当する計数率800cps超える試料を抽出した。

※本調査において、「数え落とし」に対応する補正機能を有した、ゲルマニウム半導体スペクトロメータ（ガンマ核種分析用）、液体シンチレーション計数装置（トリチウム分析用）およびベータ線核種分析装置（ピコベータ：ストロンチウム分析用）は対象外。

（2）調査結果

- 全ベータ放射能を計測した 20,866試料のうち、「数え落とし」が懸念される計数率800cpsを超過するものは164試料（0.8%）であった。
（添付資料-1）
- LBCではストロンチウムも測定しているが、LBCで測定したストロンチウムの671試料のうち、「数え落とし」が懸念される試料は無かった。

4. 全ベータ分析 (2/2)

(3) 問題点と対応

- 高濃度試料の測定手順（測定カウント数）について具体的基準が定められていなかった。
 - 1000cpm（約17cps）を基準とすることを明文化（昨年10月2日から実施済み）
- 測定結果の定期的確認が行われていなかった。
 - 福島第一における放射能分析の品質向上として、定期的に所内分析空間でのクロスチェックおよび社外機関とのクロスチェックを実施する。

(4) 今後の測定

- 「数え落とし」が懸念される計数率800cpsを超過する164試料について、「数え落とし」の影響を除いた正しい値に訂正していく。
 - ① 補正式により正しい値を確認する（添付資料-2）
 - ② 試料が残っているものについては、測定結果の重要性、作業安全及び被ばく状況を考慮し、再測定を進めていく。

（今後、保存している多量の試料の中から該当する164試料を探し出すため、一定の期間が必要。また、試料によっては残っていない可能性もある。）

5. 放射能分析業務の品質向上

■分析結果の定期的クロスチェック

定期的に所内分析室間でのクロスチェックおよび社外機関とのクロスチェックを実施

社外機関には、「日本分析センター」、「化研」を選定先として検討中

①標準試料法

分析機関が作成した試料を当社で測定し、結果を比較

→ 今年度中に手続き開始

②試料分割法

福島第一で採取している試料を当社と外部分析機関で測定し、結果を比較

→ 次年度の試料から実施

■分析専門機関による当社の測定体制の確認

高濃度試料の測定に関する高い測定能力・知見を有する専門機関の力を借りて、当社の測定プロセスのレビュー等を検討

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (1/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
					[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps
1	1-4号機RO装置RO漏洩水	2013/1/30	7:00	1.0E+04		レ	1	3,607
2	1号機トーラス室内滞留水 下部	2013/2/22	10:30	2.6E+05		レ	0.01	941
3	1号機トーラス室内滞留水 上部	2013/2/22	10:30	2.3E+05		レ	0.01	847
4	H2 CGr(RO濃縮水貯槽3C)250ml	2013/3/7	10:40	2.7E+05		レ	0.01	977
5	1エリア漏洩検知孔北東側移送中	2013/4/11	9:10	2.5E+04		レ	0.1	862
6	1エリア漏洩検知孔北東側移送後	2013/4/12	9:00	3.2E+04		レ	0.1	1,166
7	1エリア漏洩検知孔北東側移送中	2013/4/13	9:00	2.4E+04		レ	0.1	851
8	1エリア漏洩検知孔北東側移送中	2013/4/14	8:35	3.4E+04		レ	0.1	1,209
9	1エリア漏洩検知孔北東側移送中	2013/4/15	8:30	3.4E+04		レ	0.1	1,229
10	1エリア漏洩検知孔北東側移送中	2013/4/16	8:23	3.5E+04		レ	0.1	1,278
11	ヤード1エリア漏洩検知孔北東側水缶	2013/4/16	9:12	3.2E+04		レ	0.1	1,150
12	i エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側	2013/4/17	8:19	3.5E+04		レ	0.1	1,269
13	iii エリア地下貯水槽 iii (検知孔水)南西側	2013/4/17	8:52	2.3E+02		レ	10	814
14	ヤード1エリア漏洩検知孔北東側水缶	2013/4/17	9:12	3.3E+04		レ	0.1	1,196
15	ヤード1エリア漏洩検知孔北東側水缶	2013/4/17	12:40	3.4E+04		レ	0.1	1,225
16	i エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側	2013/4/18	8:36	3.5E+04		レ	0.1	1,268
17	ヤード1エリア漏洩検知孔北東側水缶	2013/4/18	9:17	3.4E+04		レ	0.1	1,233
18	i エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側	2013/4/19	8:18	3.6E+04		レ	0.1	1,301
19	ヤード1エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側 水缶	2013/4/19	9:05	3.4E+04		レ	0.1	1,221
20	ヤード1エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側 水缶	2013/4/19	12:49	3.4E+04		レ	0.1	1,216

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (2/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
					[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps
21	i エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側	2013/4/20	8:27	3.5E+04		レ	0.1	1,255
22	ヤードiエリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側 水缶	2013/4/20	9:07	3.3E+04		レ	0.1	1,201
23	i エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側	2013/4/21	8:14	3.4E+04		レ	0.1	1,243
24	i エリア地下貯水槽 i (検知孔水)北東側	2013/4/22	8:30	3.4E+04		レ	0.1	1,230
25	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/23	8:15	3.5E+04		レ	0.1	1,238
26	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/24	8:00	3.5E+04		レ	0.1	1,274
27	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/25	8:10	3.4E+04		レ	0.1	1,227
28	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/26	8:20	3.4E+04		レ	0.1	1,214
29	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/27	8:30	3.4E+04		レ	0.1	1,211
30	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/28	8:00	3.0E+04		レ	0.1	1,091
31	1エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/4/29	8:15	2.3E+04		レ	0.1	831
32	野鳥の森No.1ろ過水タンク貯留水 (地下貯水槽 ii 保有水)	2013/5/8	11:10	6.6E+04		レ	0.1	2,379
33	ALPS A系バッチ処理タンク2A下部結露水	2013/6/16	18:40	6.7E+03		レ	1	2,429
34	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/17	11:14	4.6E+02		レ	5	837
35	野鳥の森G6CDGr(RO濃縮水貯槽14CD)	2013/6/18	10:45	5.4E+04		レ	0.1	1,933
36	RO3漏洩水	2013/6/21	6:00	2.6E+04		レ	0.1	949
37	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/21	8:05	4.6E+02		レ	5	837
38	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/22	8:04	5.7E+02		レ	5	1,022
39	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/23	8:03	6.2E+02		レ	5	1,113
40	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/24	8:10	5.4E+02		レ	5	969

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (3/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
				[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps	
41	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/25	8:09	5.8E+02		レ	5	1,037
42	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/26	8:25	7.3E+02		レ	5	1,316
43	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/27	8:08	6.8E+02		レ	5	1,232
44	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/28	8:09	7.6E+02		レ	5	1,362
45	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/29	8:05	7.9E+02		レ	5	1,417
46	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/6/30	8:34	8.7E+02		レ	5	1,567
47	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/1	8:14	8.3E+02		レ	5	1,495
48	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/2	8:17	8.6E+02		レ	5	1,546
49	地下貯水槽 ii 採取水	2013/7/2	8:50	1.1E+03		レ	5	1,942
50	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/3	8:05	9.4E+02		レ	5	1,689
51	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/4	7:57	8.5E+02		レ	5	1,530
52	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/5	7:59	9.1E+02		レ	5	1,642
53	4m盤地下水No.1-2	2013/7/5	12:10	9.0E+02		レ	10	3,259
54	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/6	8:08	9.1E+02		レ	5	1,644
55	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/7	7:54	9.6E+02		レ	5	1,738
56	2エリア地下貯水槽(検知孔水)北東側	2013/7/8	7:52	9.9E+02		レ	5	1,789
57	4m盤地下水No.1-2(ろ液)	2013/7/8	14:00	9.2E+02		レ	10	3,313
58	4m盤地下水No.1-2	2013/7/8	14:00	8.9E+02		レ	10	3,210
59	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/9	7:58	1.0E+03		レ	5	1,797
60	4m盤地下水No.1-2	2013/7/9	13:00	9.0E+02		レ	10	3,229

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (4/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
]	[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps
61	4m盤地下水No.1-2(ろ液)	2013/7/9	13:00	8.9E+02		レ	10	3,201
62	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/10	8:02	1.0E+03		レ	5	1,860
63	3号機 3号立坑内滞留水①	2013/7/10	16:00	6.7E+08	レ		0.00001	2,415
64	3号機 3号立坑内滞留水②	2013/7/10	16:00	5.7E+08	レ		0.00001	2,059
65	3号機 3号立坑内滞留水③	2013/7/10	16:00	5.3E+08	レ		0.00001	1,916
66	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/11	7:36	1.0E+03		レ	5	1,829
67	1F1・2号タービン建屋4m盤 地下水観測 孔ボーリングコアNo1-2, 2.5~2.6m	2013/7/11	12:00	6.2E+06		[Bq/kg乾土]	1.0	2,076
68	1F1・2号タービン建屋4m盤 地下水観測 孔ボーリングコアNo1-2, 4.2~4.3m	2013/7/11	12:00	1.0E+07		[Bq/kg乾土]	1.0	3,366
69	1F1・2号タービン建屋4m盤 地下水観測 孔ボーリングコアNo1-2, 6.0~6.1m	2013/7/11	12:00	8.5E+06		[Bq/kg乾土]	1.0	2,838
70	4m盤地下水No.1-2	2013/7/11	13:25	8.9E+02		レ	10	3,201
71	4m盤地下水No.1-2(ろ液)	2013/7/11	13:25	9.0E+02		レ	10	3,228
72	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/12	7:46	1.0E+03		レ	5	1,888
73	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/13	7:47	1.1E+03		レ	5	2,003
74	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/13	10:31	1.1E+03		レ	5	1,922
75	ii エリア地下貯水槽 ii (検知孔水)北東側	2013/7/14	7:56	1.0E+03		レ	5	1,874
76	ii エリア地下貯水槽(検知孔水) 北東側	2013/7/15	7:37	9.6E+02		レ	5	1,736
77	4m盤地下水No.1-2	2013/7/15	13:23	8.9E+02		レ	10	3,215
78	ヤード地下貯水槽 ii 採取水	2013/7/16	8:26	1.6E+03		レ	5	2,941
79	ヤード地下貯水槽 i 採取水	2013/7/17	8:20	9.0E+02		レ	5	1,627
80	2号機ケーブルトレンチ内滞留水	2013/7/17	14:00	2.3E+07	レ		0.0001	847

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (5/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
					[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps
81	4m盤地下水No.1-2	2013/7/18	13:23	8.8E+02		レ	10	3,185
82	地下貯水槽 ii 採取水	2013/7/22	7:56	9.4E+02		レ	5	1,698
83	地下貯水槽 iii 採取水	2013/7/26	8:06	1.7E+03		レ	5	3,021
84	2号機電源トレンチ(B1-1)	2013/7/26	14:30	7.5E+05		レ	0.01	2,692
85	1F1・2号タービン建屋4m盤 地下水観測孔ボーリングコアNo1-5, 1.9~2.0m	2013/7/29	12:00	8.7E+06	[Bq/kg乾土]		1.0	2,894
86	地下水観測孔1-2	2013/7/29	12:10	8.7E+02		レ	10	3,154
87	地下貯水槽 iii 採取水	2013/7/30	8:07	1.6E+03		レ	5.0	2,862
88	2号機海水配管トレンチ2A立坑C(13m)	2013/7/31	10:30	5.2E+08	レ		0.01	1,869
89	2号機海水配管トレンチ2A立坑C(1m)	2013/7/31	10:30	3.3E+08	レ		0.01	1,188
90	2号機海水配管トレンチ2A立坑C(7m)	2013/7/31	10:30	3.3E+08	レ		0.01	1,187
91	地下水観測孔1-2	2013/8/1	12:25	8.7E+02		レ	10	3,144
92	地下貯水槽 iii 採取水	2013/8/2	8:01	1.7E+03		レ	5	3,056
93	地下貯水槽 ii 採取水	2013/8/5	7:48	6.8E+02		レ	5	1,234
94	地下水観測孔1-2	2013/8/5	12:46	8.8E+02		レ	10	3,158
95	地下貯水槽 iii 採取水	2013/8/7	7:46	1.7E+03		レ	5	3,095
96	地下水観測孔1-2	2013/8/8	13:38	8.8E+02		レ	10	3,155
97	地下水観測孔1-2	2013/8/12	12:27	8.9E+02		レ	10	3,200
98	地下水観測孔1-2	2013/8/15	13:35	8.8E+02		レ	10	3,184
99	地下水観測孔1-2	2013/8/19	12:06	8.7E+02		レ	10	3,131
100	H4タンクエリアH4タンク漏洩水	2013/8/19	16:00	8.0E+04		レ	0.1	2,873

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (6/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
					[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps
101	地下貯水槽 ii 採取水	2013/8/22	8:25	1.3E+03		レ	5	2,393
102	SPT建屋 SPT(B)タンク	2013/8/22	11:35	3.2E+04		レ	0.1	1,160
103	4M盤地下水No.1-2	2013/8/22	12:33	8.4E+02		レ	10.0	3,018
104	B排水路 B-2(泥)	2013/8/22	15:40	3.1E+06	Bq/kg		1g	993
105	B排水路B-2(泥)	2013/8/22	15:40	2.7E+06	Bq/kg		1g	896
106	H4ヤードタンクエリア H4No.5タンク水	2013/8/23	21:00	3.2E+05		レ	0.01	1,156
107	4M盤地下水No.1-2	2013/8/26	12:35	7.6E+02		レ	10.0	2,748
108	2号機電源ケーブルトレンチ内滞留水	2013/8/28	12:00	5.3E+05		レ	0.01	1,898
109	地下貯水槽 i 採取水	2013/8/29	7:35	6.6E+02		レ	5	1,182
110	地下貯水槽 ii 採取水	2013/8/29	7:42	5.7E+02		レ	5	1,035
111	地下貯水槽 iii 採取水	2013/8/29	7:49	1.7E+03		レ	5	2,993
112	4M盤地下水No.1-2	2013/8/29	11:42	6.8E+02		レ	10.0	2,437
113	2号機電源ケーブルトレンチ内滞留水	2013/8/31	11:30	5.1E+05		レ	0.01	1,841
114	1~4号機H5エリア No.5-No.6タンク連結配管下部	2013/8/31	21:00	3.0E+05		レ	0.01	1,068
115	1~4号機H5エリア No.5-No.6タンク連結配管下部	2013/8/31	21:00	2.8E+05		レ	0.01	1,007
116	ウェルポイント汲み上げ水	2013/9/2	9:35	3.6E+02		レ	10.0	1,286
117	4M盤地下水No.1-2	2013/9/2	11:56	5.9E+02		レ	10.0	2,114
118	地下貯水槽 I 採取水	2013/9/5	7:33	7.2E+02		レ	5	1,303
119	地下貯水槽 II 採取水	2013/9/5	7:40	8.5E+02		レ	5	1,533
120	地下貯水槽 III 採取水	2013/9/5	7:48	1.6E+03		レ	5	2,934

【添付資料-1】 800cps以上の試料 (7/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
]	[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps
121	H4タンクエリア土壌B -0.5	2013/9/5	12:00	3.7E+06	Bq/kg		1.0g	1,179
122	H4タンクエリア土壌B GL	2013/9/5	12:00	6.4E+06	Bq/kg		1.0g	1,999
123	4M盤地下水No.1-2	2013/9/5	13:40	5.0E+02		レ	10.0	1,795
124	15BL表土	2013/9/6	12:00	7.9E+06	Bq/kg		1.0g	2,365
125	H4タンクエリア土壌E -0.5	2013/9/6	12:00	9.2E+06	Bq/kg		1.0g	3,019
126	H4タンクエリア土壌E -1.5	2013/9/6	12:00	9.8E+06	Bq/kg		1.0g	3,214
127	H4タンクエリア土壌E -2.0	2013/9/6	12:00	1.1E+07	Bq/kg		1.0g	3,499
128	H4タンクエリア土壌E GL	2013/9/6	12:00	8.8E+06	Bq/kg		1.0g	2,902
129	H4タンクエリア土壌F -0.5	2013/9/6	12:00	1.1E+07	Bq/kg		1.0g	3,530
130	H4タンクエリア土壌F -1.5	2013/9/6	12:00	5.0E+06	Bq/kg		1.0g	1,629
131	H4タンクエリア土壌F -2.0	2013/9/6	12:00	6.4E+06	Bq/kg		1.0g	2,095
132	H4タンクエリア土壌F GL	2013/9/6	12:00	2.7E+06	Bq/kg		1.0g	895
133	16BL表土	2013/9/9	12:00	8.7E+06	Bq/kg		1.0g	2,591
134	4M盤地下水No.1-2	2013/9/9	13:37	4.6E+02		レ	10.0	1,659
135	1F構内試料②	2013/9/9	15:05	3.3E+02		レ	10	1,189
136	17BL表土	2013/9/10	12:00	1.1E+07	Bq/kg		1.0g	3,480
137	21BL表土	2013/9/10	12:00	2.9E+06	Bq/kg		1.0g	901
138	地下貯水槽 i 採取水	2013/9/12	7:40	7.0E+02		レ	5	1,267
139	地下貯水槽 iii 採取水	2013/9/12	7:56	1.7E+03		レ	5	3,009
140	4M盤地下水No.1-2	2013/9/12	9:58	4.3E+02		レ	10	1,550

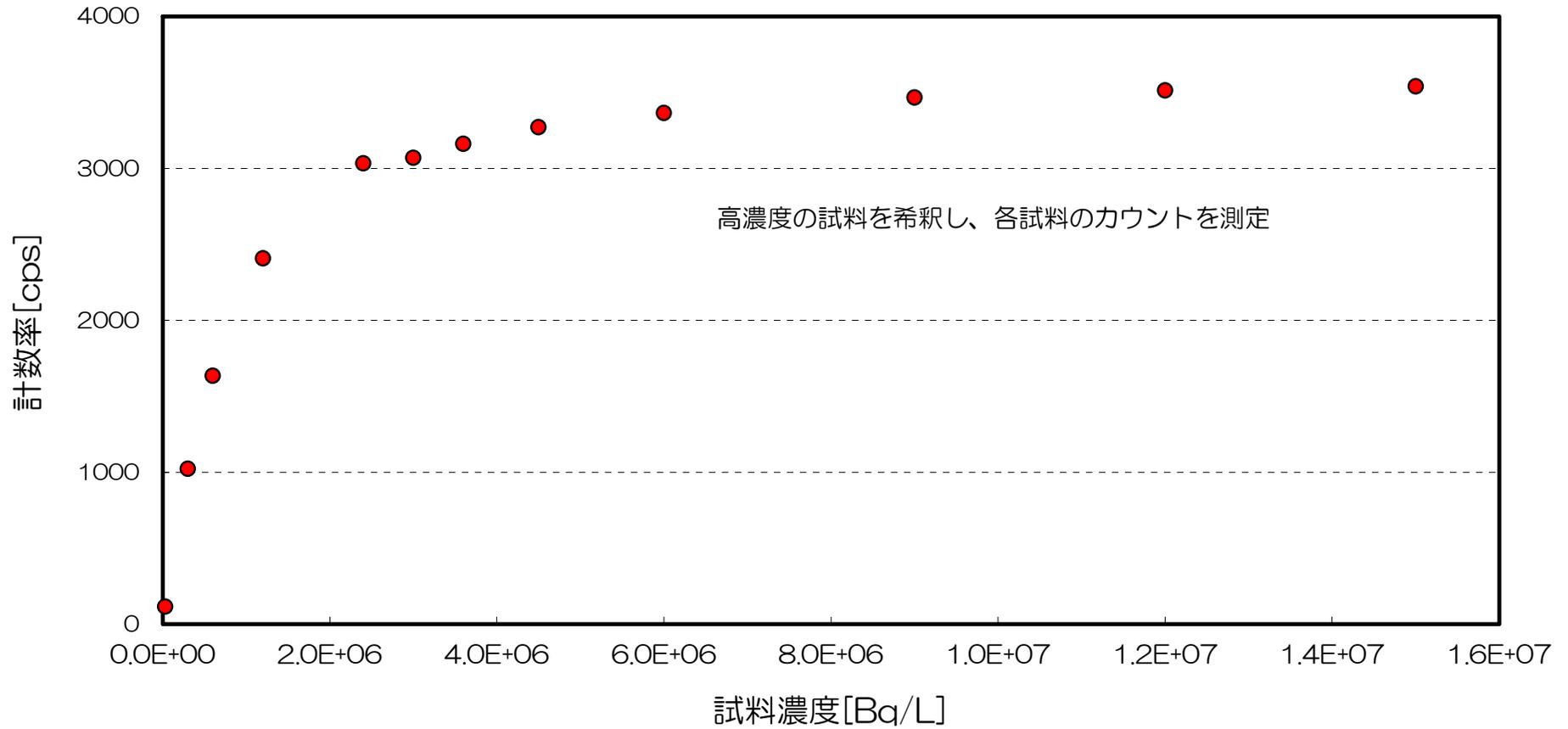
【添付資料-1】 800cps以上の試料 (8/8)

	試料名	採取日時		既存データ				
		年月日	時刻	全β濃度	単位		試料量	計数率
				[Bq/L]	[Bq/cm ³]	[mL]	cps	
141	19BL表土	2013/9/12	12:00	1.1E+07	Bq/kg		1.0g	3,590
142	20BL表土	2013/9/13	12:00	1.1E+07	Bq/kg		1.0g	3,563
143	H4エリアNo.D2コア土壌 D-2 0.0~-0.1m	2013/9/14	12:00	4.4E+06	Bq/kg		1g	1,403
144	H4エリアNo.D2コア土壌 D-2 -0.2~-0.3m	2013/9/14	12:00	8.2E+06	Bq/kg		1g	2,593
145	ウェルポイント汲み上げ水	2013/9/16	9:45	4.5E+02		レ	10	1,621
146	4M盤地下水No.1-2	2013/9/16	10:54	4.3E+02		レ	10	1,557
147	H3タンクエリア H3-③	2013/9/18	16:00	2.5E+06	[Bq/kg乾土]		1.0	834
148	H3タンクエリアH3-③	2013/9/18	16:00	2.6E+06	Bq/kg		1g	882
149	H3タンクエリア H3-②	2013/9/18	16:11	8.9E+06	[Bq/kg乾土]		1.0	2,984
150	H3タンクエリアH3-②	2013/9/18	16:11	8.7E+06	Bq/kg		1g	2,955
151	地下貯水槽 iii 採取水	2013/9/19	7:32	1.7E+03		レ	5	3,041
152	地下貯水槽 i 採取水	2013/9/19	7:45	7.3E+02		レ	5	1,308
153	4M盤地下水No.1-2	2013/9/19	10:26	3.5E+02		レ	10	1,266
154	ウェルポイント汲み上げ水	2013/9/23	9:30	7.0E+02		レ	10	2,523
155	4M盤地下水No.1-2	2013/9/23	10:45	2.8E+02		レ	10	993
156	地下貯水槽 i 採取水	2013/9/26	7:34	9.1E+02		レ	5	1,647
157	地下貯水槽 ii 採取水	2013/9/26	7:40	7.5E+02		レ	5	1,347
158	地下貯水槽 iii 採取水	2013/9/26	7:45	1.8E+03		レ	5	3,161
159	4M盤地下水No.1-16	2013/9/26	11:30	4.0E+02		レ	10	1,436
160	4M盤地下水No.1-2	2013/9/26	11:55	2.7E+02		レ	10	984
161	ウェルポイント汲み上げ水	2013/9/30	8:55	4.9E+02		レ	10	1,781
162	4M盤地下水No.1-16	2013/9/30	10:38	4.4E+02		レ	10	1,605
163	1~4号機ALPS AL-入口水	2013/9/30	15:00	2.6E+05		レ	0.01	926
164	ALPS AL-入口水	2013/9/30	15:00	2.6E+05		レ	0.01	926

※ 2月14日、記録が発見できなかった3試料についても800cps以上の懸念があるととして、合計167試料と公表していたが、3試料については対象外であることが確認できたため、合計164試料となっている。

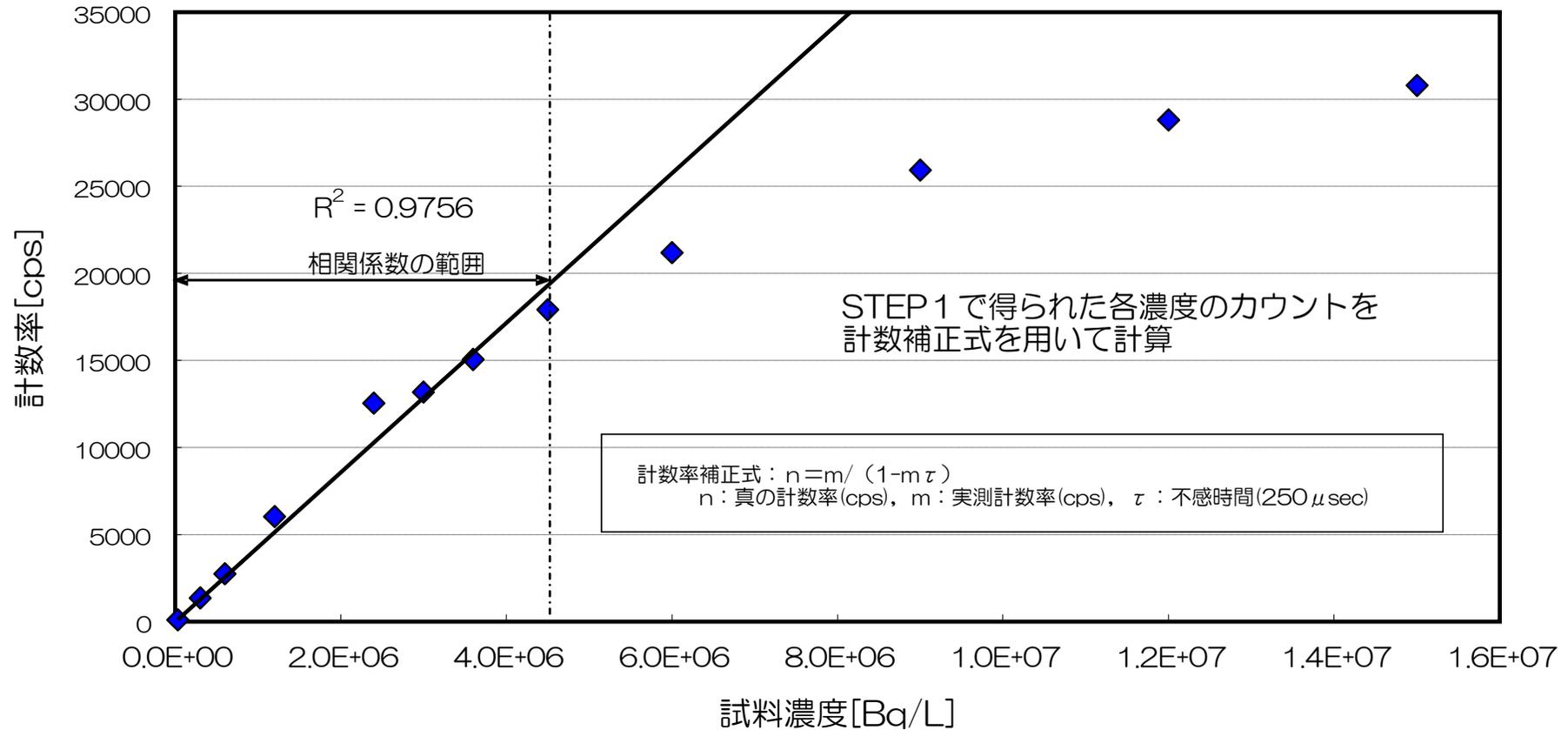
【添付資料-2】 数え落とし補正 (1/2)

STEP1 各濃度に対する実測カウント数



【添付資料-2】 数え落とし補正 (2/2)

STEP2 計数補正式による補正



原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果（平成26年2月）

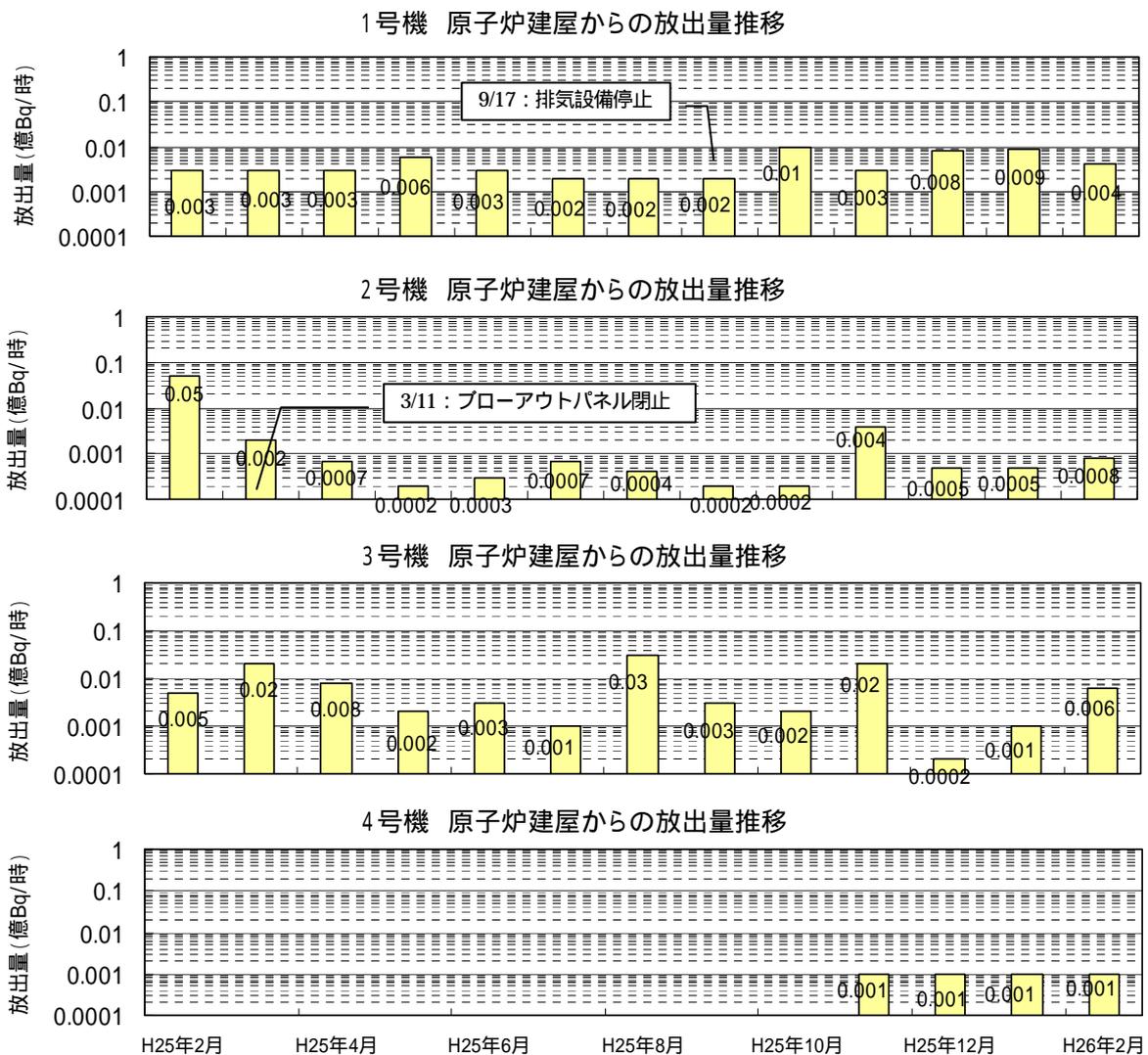
1～4号機原子炉建屋からの現時点の放出量（セシウム）を、原子炉建屋上部等の空气中放射性物質濃度（ダスト濃度）を基に評価。（各号機の採取地点は別紙参照）

1～4号機の大物搬入口は閉塞の状態で測定。

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

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

号機毎の推移については下記のグラフの通り。



本放出による敷地境界の空气中的濃度は、Cs-134及びCs-137ともに 1.5×10^{-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)

- ・ 1～4号機の放出量の合計値は0.02億ベクレル/時であり、原子炉の状態が安定していることから、前月と同様に0.1億ベクレル/時と評価している。
- ・ 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。
- ・ 3号機の放出量の上昇については、ダスト測定時の風が前月より強かったことから、原子炉建屋上部におけるダストの舞い上がりが主な原因と考えられる。

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2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(2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	0.0037以下		1.1E-6以下(希ガス0.74)	0.004
2号機	0.00071以下		9.1E-7以下(希ガス11以下)	0.0008
3号機	0.0019	0.0039	1.5E-6以下(希ガス14)	0.006
4号機	0.00092以下		—	0.001
合計				約0.1(0.02)

■放出量評価値(1月評価分)

単位: 億Bq/時

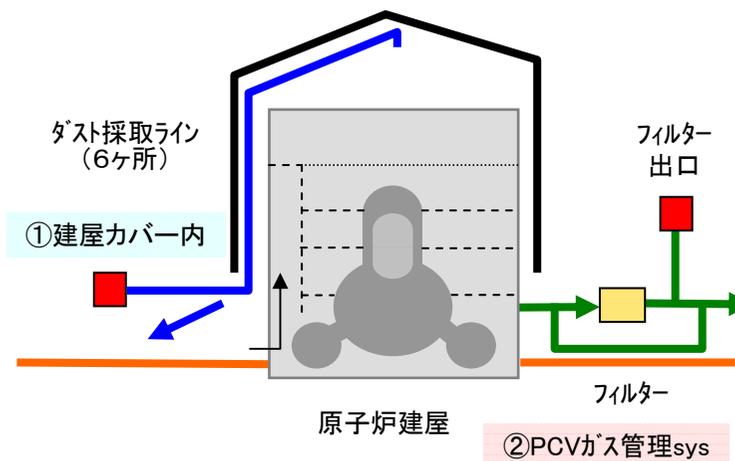
	原子炉建屋上部		PCVガス管理sys	公表予定値
	原子炉直上部	機器ハッチ部		
1号機	0.0085		1.1E-6以下(希ガス1.5)	0.009
2号機	0.00049以下		8.2E-7以下(希ガス9.9以下)	0.0005
3号機	0.00068	0.00030以下	9.9E-7以下(希ガス13)	0.001
4号機	0.00093以下		—	0.001
合計				約0.1(0.02)

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	8.8E-6	8.8E-6	5.3E-6	ND(6.4E-6)	7.1E-6	1.8E-6
	Cs-137	2.3E-5	2.3E-5	1.5E-5	1.9E-5	1.9E-5	4.5E-6
2/17	Cs-134	ND(9.4E-7)	ND(9.4E-7)	1.1E-6	ND(7.0E-6)	4.2E-6	ND(9.3E-7)
	Cs-137	ND(1.3E-6)	2.6E-6	2.5E-6	ND(1.0E-5)	1.1E-5	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)	23
	Cs-137	ND(2.8E-6)	
2/17	Cs-134	ND(1.9E-6)	23
	Cs-137	ND(2.7E-6)	

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	6.5E0	23
2/17	Kr-85	3.2E0	23

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

21,583m³/h (1/9~2/17)

3.放出量評価

建屋カバーからの放出量

PCVガス出口(Cs)

PCVガス出口(Kr)

PCVガス出口(Kr被ばく線量)

$$= (7.0E-6 + 1.0E-5) \times 21583 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= (1.9E-6 + 2.7E-6) \times 23E6 \times 1E-8$$

$$= (3.2E0) \times 23E6 \times 1E-8$$

$$= 7.4E7 \times 24 \times 365 \times 2.5E-19 \times 0.0022 / 0.5 \times 1E3$$

$$= 3.7E-3 \text{ 億Bq/時以下}$$

$$= 1.1E-6 \text{ 億Bq/時以下}$$

$$= 7.4E-1 \text{ 億Bq/時}$$

$$= 7.1E-7 \text{ mSv/年}$$

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(3.8E-7)	10,000
	Cs-137	ND(5.5E-7)	
2/4	Cs-134	ND(3.7E-7)	10,000
	Cs-137	ND(5.6E-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	2/4	Cs-134	2.2E-6
	Cs-137	4.7E-6		Cs-137	5.1E-6

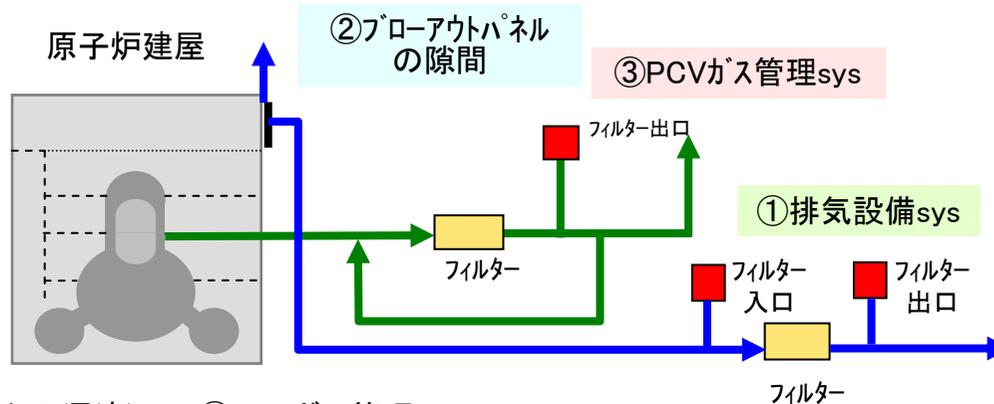
2.ブローアウトパネルの隙間の漏洩率評価

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	15762	5762
2/4	18376	8376

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	$= (3.7E-7 + 5.6E-7) \times 10,000 \times 1E6 \times 1E-8$	$= 9.3E-5$ 億Bq/時以下
BOP隙間等	$= (2.2E-6 + 5.1E-6) \times 8376 \times 1E6 \times 1E-8$	$= 6.1E-4$ 億Bq/時
PCVガス出口(Cs)	$= (2.0E-6 + 2.8E-6) \times 19E6 \times 1E-8$	$= 9.1E-7$ 億Bq/時以下
PCVガス出口(Kr)	$= 5.8E1 \times 19E6 \times 1E-8$	$= 11$ 億Bq/時以下
PCVガス出口(Kr被ばく線量)	$= 11E8 \times 24 \times 365 \times 2.4E-19 \times 0.0022 / 0.5 \times 1E3$	$= 1.0E-5$ mSv/年以下



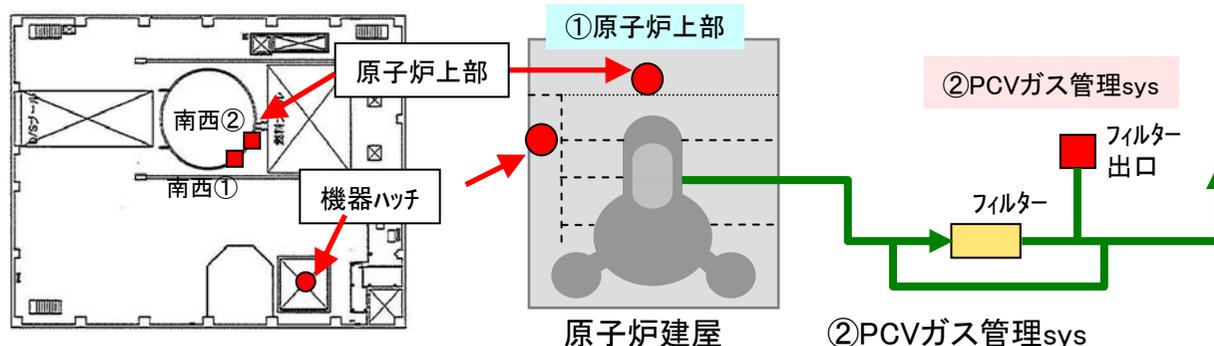
③PCVガス管理sys

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量(m ³ /h)
前回	Cs-134	ND(2.0E-6)	17
	Cs-137	ND(2.8E-6)	
2/4	Cs-134	ND(2.0E-6)	19
	Cs-137	ND(2.8E-6)	

採取日	核種	(Bq/cm ³)	流量(m ³ /h)
前回	Kr-85	ND(5.8E1)	17
2/4	Kr-85	ND(5.8E1)	19

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	6.2E-6	4.8E-5	ND(2.2E-6)	0.03
	Cs-137	2.2E-5	1.1E-4	6.6E-6	
2/6	Cs-134	2.0E-5	1.3E-4	2.5E-5	0.04
	Cs-137	5.3E-5	3.1E-4	6.1E-5	

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(2.0E-6)	21
	Cs-137	ND(2.7E-6)	
2/6	Cs-134	ND(2.1E-6)	20
	Cs-137	5.5E-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	6.4E1	21
2/6	Kr-85	7.0E1	20

2.放出量評価

放出量(原子炉直上部)※ = (1.3E-4+3.1E-4) × 0.12※ × 1E6 × 3600 × 1E-8 = 1.9E-3億Bq/時

放出量(機器ハッチ) = (2.5E-5+6.1E-5) × (0.04 × 5.6 × 5.6)E6 × 3600 × 1E-8 = 3.9E-3億Bq/時

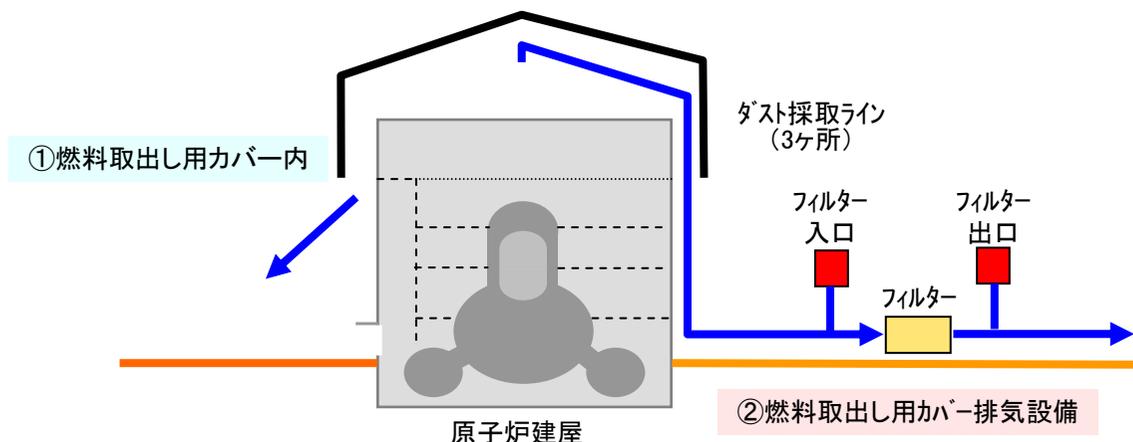
PCVガス出口(Cs) = (2.1E-6+5.5E-6) × 20E6 × 1E-8 = 1.5E-6億Bq/時以下

PCVガス出口(Kr) = (7.0E1) × 20E6 × 1E-8 = 14億Bq/時

PCVガス出口(Kr被ばく線量) = 14E8 × 24 × 365 × 3.0E-19 × 0.0022 / 0.5 × 1E3 = 1.6E-5mSv/年

※原子炉直上部から放出流量は、H26.2.1現在の蒸気発生量(m³/s)を適用

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)

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(6.1E-7)	ND(6.3E-7)
	Cs-137	ND(9.8E-7)	ND(8.8E-7)	ND(8.8E-7)
2/14	Cs-134	ND(6.3E-7)	ND(6.3E-7)	ND(6.3E-7)
	Cs-137	ND(9.6E-7)	ND(8.9E-7)	ND(8.8E-7)

②燃料取出し用カバー排気設備出口

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(6.5E-7)	50000
	Cs-137	ND(9.8E-7)	
2/14	Cs-134	ND(6.5E-7)	50000
	Cs-137	ND(9.6E-7)	

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

7,124m³/h (1/18~2/14)

3.放出量評価

燃料取出し用カバーからの漏洩量

$$= (6.3E-7 + 9.6E-7) \times 7124 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 1.1E-4 \text{ 億Bq/時以下}$$

燃料取出し用カバー排気設備

$$= (6.5E-7 + 9.6E-7) \times 50000 \times 1E6 \times 1E-8$$

$$= 8.1E-4 \text{ 億Bq/時以下}$$

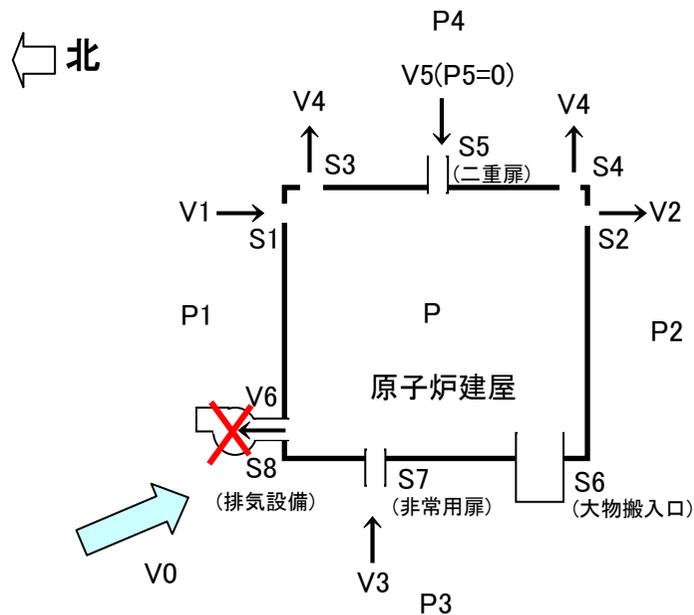
参考1 1号機建屋カバーの漏洩率評価

■ 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

2月17日 北北西 4.3m/s



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー流入風速 (m/s)
- V2: カバー流出風速 (m/s)
- V3: カバー流入風速 (m/s)
- V4: カバー流出風速 (m/s)
- V5: カバー流入風速 (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: カバー内圧力 (Pa)
- S1: カバー隙間面積 (m²)
- S2: カバー隙間面積 (m²)
- S3: カバー隙間面積 (m²)
- S4: カバー隙間面積 (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

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

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

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	ζ	ρ (kg/m ³)		
4.31	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)
0.911184	-0.56949	0.113898	-0.56949	0	-0.05914

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	Y (m ³ /h)
3.98	2.89	1.68	2.89	0.98	0.00	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT(排気)	OK

※IN : 流入

OUT: 流出

給気風量 36,378 m³/h
 排気ファン風量 0 m³/h
漏洩率 36,378 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）

	2月13日			2月14日			2月15日			2月16日			2月17日			2月18日			2月19日		
	風速 (m/s)	時間 (hr)	漏洩率 (m3/h)																		
西風	6.5	0.5	59,710	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	2.1	4.2	19,695	0.0	0.0		0.0	0.0	
西北西風	3.3	6.7	29,374	2.0	0.8	17,928	0.0	0.0	0	8.3	1.2	72,689	3.3	3.5	28,582	0.0	0.0		0.0	0.0	
北西風	2.5	8.2	21,561	2.9	7.8	25,034	7.3	4.5	64,231	7.9	16.0	69,045	3.2	6.2	28,364	0.0	0.0		0.0	0.0	
北北西風	2.3	5.0	19,792	3.3	4.7	27,954	7.5	5.3	63,204	7.1	6.8	59,678	4.3	6.3	36,378	0.0	0.0		0.0	0.0	
北風	2.1	0.3	16,255	3.0	4.7	24,128	7.6	1.2	60,376	0.0	0.0	0	4.8	0.3	37,664	0.0	0.0		0.0	0.0	
北北東風	0.0	0.0	0	3.0	5.2	23,513	11.1	0.7	88,033	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	2.0	0.8	16,876	8.2	9.5	69,015	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	0.0	0.0	0	7.2	2.8	62,822	0.0	0.0	0	2.0	0.2	17,422	0.0	0.0		0.0	0.0	
東風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	2.3	0.2	21,437	0.0	0.0		0.0	0.0	
東南東風	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		0.0	0.0	
南東風	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		0.0	0.0	
南南東風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.8	0.5	14,308	0.0	0.0		0.0	0.0	
南風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.2	0.5	9,779	0.0	0.0		0.0	0.0	
南南西風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.6	0.8	13,664	0.0	0.0		0.0	0.0	
南西風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.9	0.3	16,658	0.0	0.0		0.0	0.0	
西南西風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	2.0	0.8	17,928	0.0	0.0		0.0	0.0	
漏洩日量 (m3)	506,144			589,635			1,588,895			1,597,318			650,363			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	1/9 ~ 1/15	1/16 ~ 1/22	1/23 ~ 1/29	1/30 ~ 2/5	2/6 ~ 2/12	2/13 ~ 2/17	漏洩量合計(m3)	評価対象期間(h)	漏洩率(m3/h)
週間漏洩量 (m3)	3,658,739	3,969,890	3,964,800	4,102,966	5,023,089	4,932,354	20,719,483	960	21,583

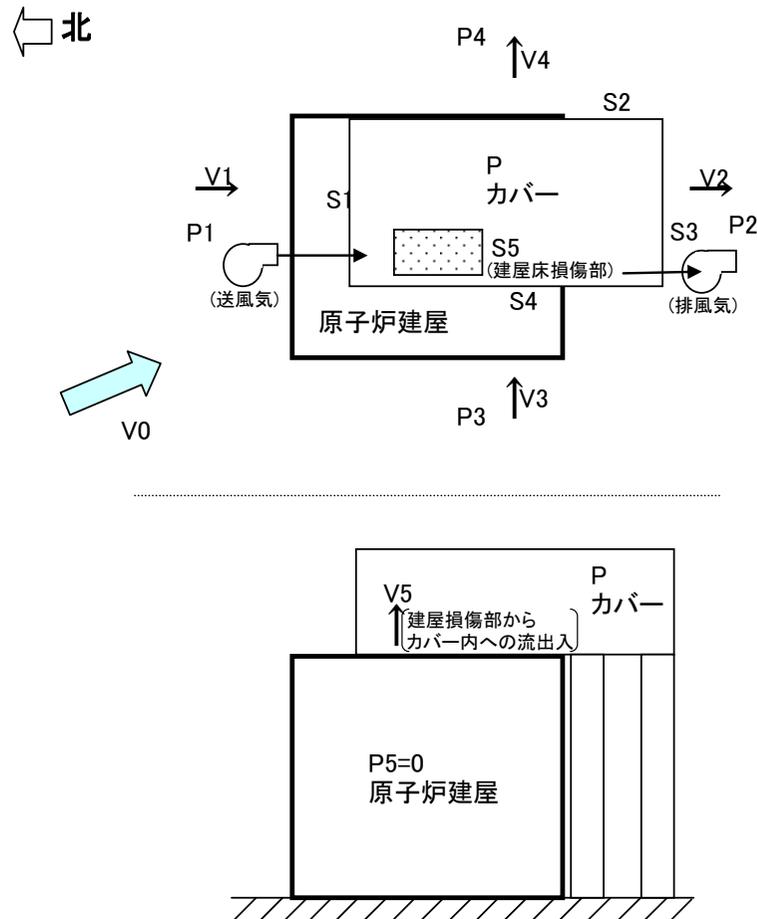
参考2 4号機燃料取出し用カバーの漏洩率評価

■ 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

2月14日 北北西 3.3m/s



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー内流出入風速 (m/s)
- V2: カバー内流出入風速 (m/s)
- V3: カバー内流出入風速 (m/s)
- V4: カバー内流出入風速 (m/s)
- V5: カバー内流出入風速 (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

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/m³)
3.31	0.80	-0.50	0.10	-0.50	2.00	1.20
S1 (m²)	S2 (m²)	S3 (m²)	S4 (m²)	S5 (m²)		
0.44	0.81	0.46	0.81	4.00		

P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.538016	-0.33626	0.067252	-0.33626	0	-0.00231

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	Y (m³/h)
2.10	1.65	0.75	1.65	0.14	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OK

※IN : 流入
OUT: 流出

漏洩率

7,503 m³/h

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）

	2月8日			2月9日			2月10日			2月11日			2月12日			2月13日			2月14日		
	風速 (m/s)	時間 (hr)	漏洩率 (m3/h)																		
西風	0.0	0.0	0	4.1	0.8	11,143	2.8	3.5	7,636	3.7	0.0	9,972	0.0	0.0	0	6.5	0.5	0	0.0	0.0	0
西北西風	3.5	0.3	7,950	2.1	1.8	4,667	2.1	6.3	4,752	3.8	0.8	8,722	2.7	1.0	6,057	3.3	6.7	7,592	2.0	0.8	4,634
北西風	3.0	11.5	6,728	3.9	3.5	8,836	2.4	5.5	5,354	2.9	7.5	6,652	2.9	4.2	6,595	2.5	8.2	5,585	2.9	7.8	6,485
北北西風	4.5	6.5	10,297	7.0	12.5	15,825	1.8	1.7	4,120	2.5	5.8	5,724	4.3	13.3	9,839	2.3	5.0	5,312	3.3	4.7	7,503
北風	4.0	0.8	12,702	4.8	4.8	15,145	3.2	0.5	10,061	2.4	4.2	7,596	5.8	5.5	18,130	2.1	0.3	6,445	3.0	4.7	9,567
北北東風	7.5	3.8	16,870	7.8	0.2	17,658	2.7	0.3	6,112	4.0	5.0	9,161	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	3.0	5.2	6,696
北東風	6.3	0.8	14,308	0.0	0.0	0	2.8	1.3	6,246	4.3	0.7	9,709	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	2.0	0.8	4,542
東北東風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.3	0.2	2,953	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	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	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.4	0.3	3,142	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	0.0	0.0	0	0.9	0.2	2,020	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
南南東風	0.0	0.0	0	1.8	0.2	4,029	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	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.8	0.3	5,633	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
南南西風	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1.3	1.0	2,798	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	0.0	0.0	0	1.6	0.8	3,546	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
西南西風	13.6	0.2	30,526	0.5	0.2	1,122	1.5	1.5	3,467	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)	239,219			323,589			123,241			174,476			264,441			124,938			172,701		

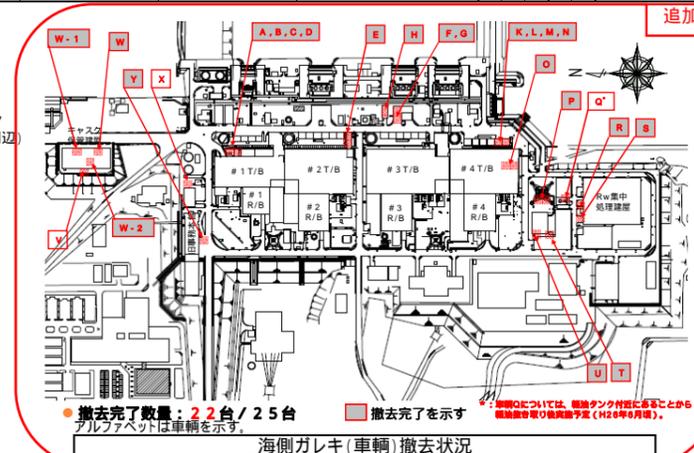
16方位毎の平均風速から漏洩率を前頁のように評価する。。

■ 漏洩量合計

評価期間	1/18 ~ 1/24	1/25 ~ 1/31	2/1 ~ 2/7	2/8 ~ 2/14	漏洩量合計(m3)	評価対象期間(h)	漏洩率(m3/h)
週間漏洩量 (m3)	1,082,465	1,249,839	1,032,151	1,422,604	4,787,059	672	7,124

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		1月		2月		3月		4月		5月		備考		
			26	2	9	16	23	2	9	16	23	30	6	13		20	27
被ばく・安全管理	1	防護装備の適正化検討 (実績) ・共用プール建屋内の全面マスク着用省略化の検討 ・構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工業棟周辺)の一般作業服化の検討 ・「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 (予定) ・共用プール建屋内の全面マスク着用省略化の運用開始(3/10予定) ・汐見坂周辺の全面マスク着用省略化の検討 ・構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工業棟周辺)の一般作業服化の検討 ・「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(平成25~27年度) ダストフィルタ化: 空気中よ素131濃度が全面マスク着用基準を下回ることを確認した上で、ダストフィルタを装着した全面マスクで作業できるエリアを設定し、作業員の負担軽減、作業性向上を図る。 全面マスク着用省略化: 空気中放射性物質濃度が全面マスク着用基準を下回ることを確認した上で、全面マスクを着用省略できるエリアを設定し、作業員の負担軽減、作業性向上を図る。 一般作業服化: シート養生を行い、定期的な汚染確認を行う車両に乗り乗る場合は、一般作業服で移動できるエリアを設定し、作業員の負担軽減を図る。	検討・設計	共用プール建屋内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 構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工業棟周辺)の一般作業服化の検討 「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													
			現場作業	ダストフィルタ化 (実施済みエリア)H24.3.1:1~4号機及びその周辺建屋内を除く全域、H24.12.19:1~4号機及びその周辺建屋内 全面マスク着用省略化 H26.3.10:共用プール建屋内の全面マスク着用省略化の運用開始予定 「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運用開始 一般作業服化 H26.3.17:構内駐車場及び構内企業棟一部エリア(関電工業棟周辺)の一般作業服化の運用開始予定 (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													
			現場作業	[追加] [車輛Q] 軽油タンク付近にあることから、タンクの軽油抜き取り後撤去予定(H26年6月頃)													
			現場作業	車輦K,L,M,N(2/9:車輦は撤去済み。現在周辺ガレキの撤去中) 車輦Q 車輦V 車輦X													
			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、全災害発件数低減対策の実施 (実績) ・協力企業との情報共有 2/20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:次年度計画の検討等 (予定) ・2/27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:次年度計画の検討等	検討・設計	熱中症予防対策 次年度計画の検討 作業安全確保活動の実績と計画(熱中症含む)													
			現場作業	熱中症予防対策の実施 準備期間 :9月末まで													
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'イルツ」・近隣医療機関) 「J'イルツ」は12/4で終了、近隣医療機関も1/31で終了。 (予定) ・「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(継続)	検討・設計	健康相談受付 H25年度対象者「がん検査」(社員・協力企業作業員)、「白内障検査」(社員)、「甲状腺超音波検査」(社員・協力企業作業員)への案内、紹介状・検査依頼状・費用申請書の送付、検査費用の精算手続き													
			現場作業	インフルエンザの予防接種(10/28~1/31)													
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4月上旬までの医師確保完了(固定医師1名+ローテーション支援医師) (予定) ・1F救急医療室の恒常的な医師の確保に向けた調整	検討・設計	各医療拠点の体制検討 常勤医師の雇用に向けた関係者との調整													
			現場作業														



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	1月	2月				3月				4月	5月	備考		
				26	2	9	16	23	2	9	16	下	上	中		下	前
要員管理、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(1月実績/3月の予定)と地元雇用率(1月実績)についての調査・集計														
			(予定) ・作業員の確保状況(2月実績/4月の予定)と地元雇用率(2月実績)についての調査・集計														
	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														
			(予定) ・労働環境・生活環境・就労実態に関する意見交換及び実態把握(継続的に実施) ・意見交換及び実態把握に基づく解決策の検討・実施・結果のフィードバック(継続的に実施) ・作業員へのアンケートによる実態把握(定期的に実施) ・相談窓口への連絡(処遇・労働条件等)への対応(継続的に実施)														
	8	休憩所の設置・拡大	(実績) ・アスファルト撤去(継続)														
			(予定) ・アスファルト撤去(継続)														
9	新事務棟の建設	暫定事務棟 (実績) ・地盤改良工事(継続) ・基礎工事(継続)															
		(予定) ・地盤改良工事(継続) ・基礎工事(継続)															
10	給食センターの設置	本設事務棟 (実績) ・諸条件の検討															
		(予定) ・諸条件の検討(継続)															
11	車輛整備工場の建設	(実績) ・開発協議、農地転用申請(大熊町) ・相双保健所との協議															
		(予定) ・官庁申請に係わる協議(開発許可、農地転用等) ・町、地権者との調整(申請、境界立ち会いなど)															



アンケート結果を踏まえた 取組状況について

2014年2月
東京電力株式会社

東京電力株式会社

経緯

1

- 安定化・廃炉作業に取り組む作業員の方が、今後とも安心して働いていただくためには、当社が就労実態を把握し、改善していくことが必要との認識にたち、2012年9月～10月^{*1}及び2013年10月～11月^{*2}に当社から直接作業員の方に対して、就労実態に関するアンケート調査を実施した。

* 1: 回答数: 3186人 回答率80.2%

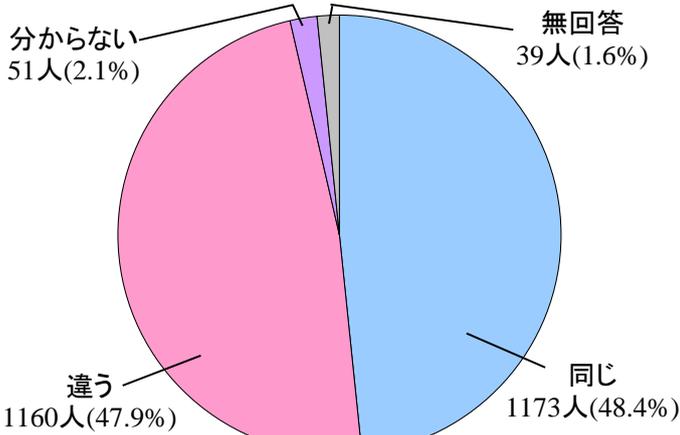
* 2: 回答数: 3304人 回答率84.3%

- 2012年にアンケートを実施した時点では、「作業内容や休憩時間等を指示する会社と給料を払っている会社が違う」と回答されていた方が1160人(47.9%)であった。
- 2013年のアンケートでは386人(17.9%)に減り、一定の改善が認められた。

【解説】: 請負契約の場合、「作業内容や休憩時間等を指示する会社」と「給料を払っている会社」は「同じ」でなければならない

2012年

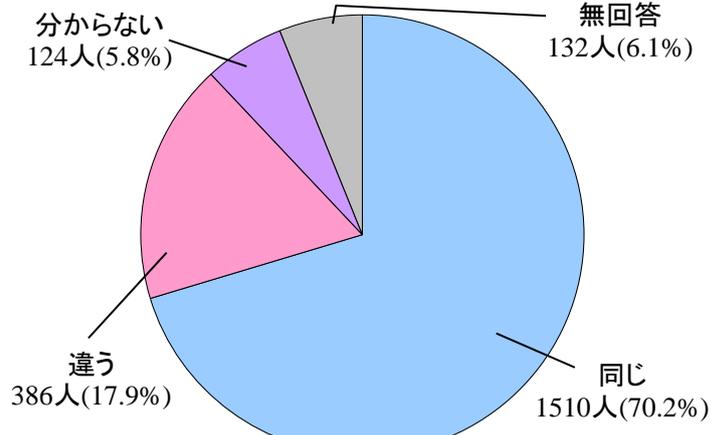
【問】『現場で、あなたに作業を指示している会社』と『あなたに給料を支給している会社』は同じですか？



【結果】雇用会社と作業の指示会社が「違う」と回答された方が5割
【解説】請負契約の場合、「同じ」でなければならない

2013年

【問】『現場で、あなたに作業を指示している会社』と『あなたに給料を支給している会社』は同じですか？

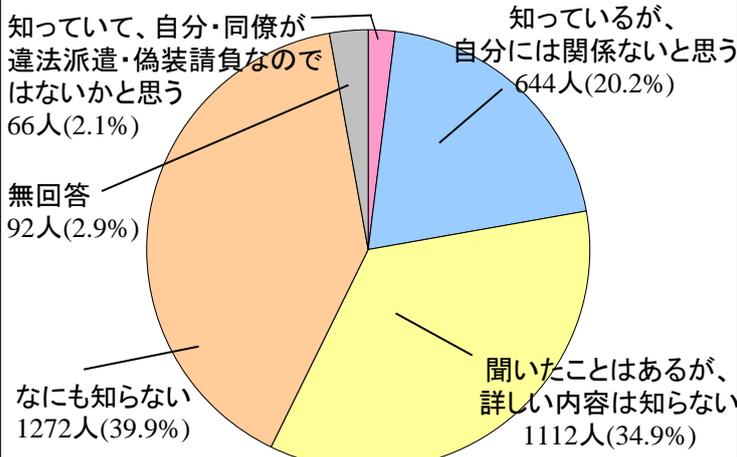


【結果】雇用会社と作業の指示会社が「違う」と回答された方が2割
【解説】請負契約の場合、「同じ」でなければならない

- 2012年にアンケートを実施した時点では、「偽装請負について知っている」と回答されていた方が710人(22.3%)であった
- 2013年のアンケートでは、偽装請負に関する説明や講習を「よく理解できた・ある程度理解できた」と回答された方が2111人(98.1%)と多く、偽装請負の認知度について一定の改善が認められた。

2012年

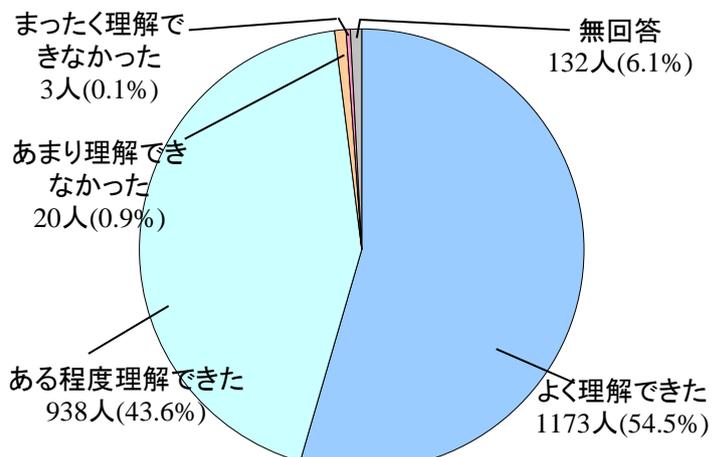
【問】「違法派遣」や「偽装請負」について知っていることを教えてください。



【結果】違法派遣や偽装請負について、知っている方が2割

2013年

【問】違法派遣や偽装請負に関する講習は理解できましたか？(説明や講習を受けた方に対する質問)

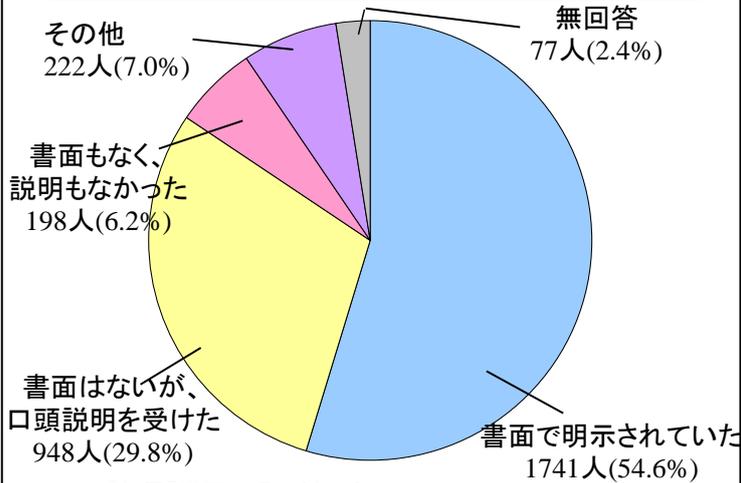


【結果】違法派遣や偽装請負について、講習を受けたほぼ全ての方にご理解いただけた

- 2012年にアンケートを実施した時点では、「労働条件を書面で明示されている」と回答された方が1741人(54.6%)であった。
- 2013年のアンケートでは、1853人(56.1%)の方が「労働条件を書面で説明を受けたことがある」と回答されており、あまり改善が認められなかった。

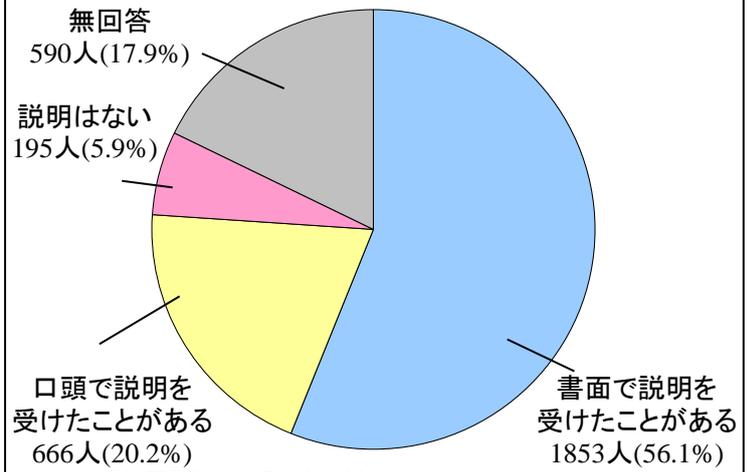
2012年

【問】あなたが雇われる際、労働条件(賃金や手当など)は明示されていましたか？



2013年

【問】あなたは賃金の内容について説明を受けたことがありますか？



東京電力株式会社

2013年のアンケート結果のまとめ

1. 偽装請負の疑いや認知度には一定の改善が認められたものの、依然として偽装請負の疑いがある回答が2割程度あった。
2. 労働条件の書面による明示と説明については、あまり改善が認められなかった。

1. 2014年2月4日、18日、25日にJヴィレッジにて福島労働局殿のご協力により、元請各社及び下請企業雇用主の方を対象とした講習会を開催。併せて違法派遣や偽装請負について説明や講習を行っていただけよう、今後も元請各社へ要請。・・・P.6
2. 2013年12月20日に元請各社へ以下の3点を2014年年2月28日までに当社へご報告いただくよう依頼
 - ① 賃金等の労働条件の書面による明示を末次の下請企業にまで義務として浸透させ、これを確認するための施策内容
 - ② 下請企業において、合意署名欄付の労働条件通知書への切替がどの程度進んでいるか
 - ③ 賃金等の労働条件の書面による明示について改善がみられない想定原因と施策案

東京電力株式会社

■概要

全ての作業員・事業主の方々に、適切な就労形態や遵守すべき法令等の理解を深めていただくために、福島労働局から講師を招き、請負・委託・派遣の違い等偽装請負に関する内容や労働関係法のポイントについて、講習会を開催。

開催日時：2014年2月4日、18日、25日 16:00～17:30

開催場所：Jビレッジ コンベンションホール



■参加者

	2/4	2/18	2/25
協力企業参加者	129人	105人	129人
事務局 (福島労働局+東電)	3+5人	3+4人	3+5人
元請企業数	11社	9社	12社
雇用企業数(元請含む)	91社	80社	80社

■継続的な取組

○今後も適正な労働条件確保に関する講習会の内容が反映(2013年6月7日)された入所時教育資料を用いて、1Fで作業に従事する全ての方に適切な就労形態や遵守すべき法令等について理解を深めてもらう取組を継続。

東京電力株式会社

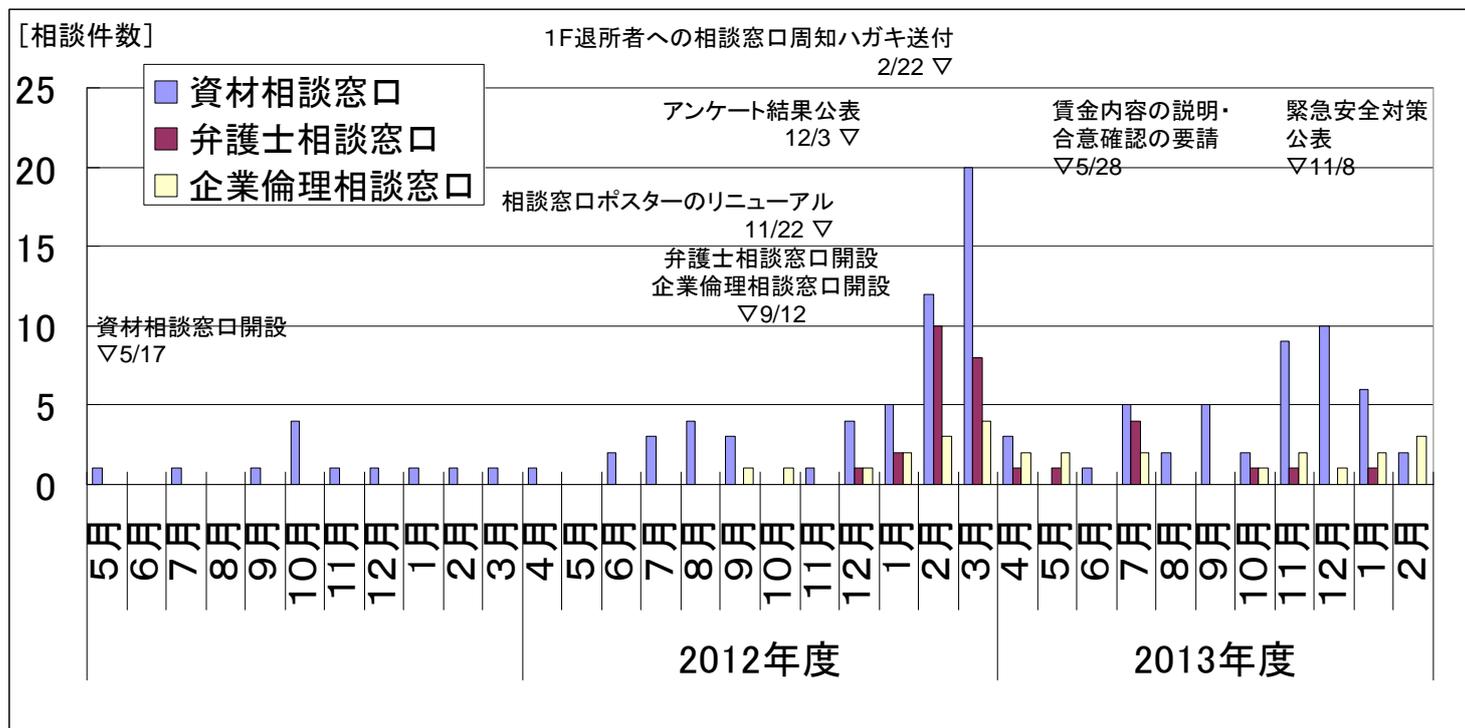
設計上の労務費割増分の増額に関する取組み

- 2013年11月8日『福島第一原子力発電所の緊急安全対策』の一環として、「敷地内作業に適用する設計上の労務費割増分の増額を公表
- 本施策が有効に機能するための施策について、取引先への説明と協議、施策徹底の要請を以下のとおり実施
 - ・説明と協議：2013年11月11日,25日,12月4日,18日(東電本店)、2013年12月26日(Jヴィレッジ)
 - ・施策徹底の要請：2013年12月20日(元請会社28社(当社社長より要請))、2014年1月16日(元請会社35社)
 - ・公表の際、お示した金額は当社が工事費を算定する際の設計上の割増額であり、必ずしも作業員の皆様の賃金が一律に1万円増額されるという意味ではないことをご説明しましたが、その内容が作業員の皆様へ正確に伝わっていないことから、改めて取引先に対して、前記の内容および本施策の趣旨を文書にて発信(2013年11月29日)
- 具体的な施策は以下のとおり
 - ①「見積りにあたっての留意事項」を改訂
 - ・敷地内作業における装備等の違いにより異なる当社設計上の割増額を明記
 - ②契約の「付帯条件」を改訂
 - ・元請会社に対して、適切な賃金が労働者に確実に行き渡るための施策の立案・実行、施策内容および検証結果の報告を要請
 - ・元請会社との相互協力のもと、労働環境等に差し支えがあると認められる場合には、当社は必要な措置をとることができる旨を明記
 - ・元請会社に対して、末次の下請会社までを網羅した施工体系図の提出を要請
 - ③当社の協力
 - ・各契約件名における割増分の増額金額など、元請会社が施策を実行するにあたって必要な金額情報を、可能な範囲で当社から元請会社へ提供
- 作業員の方の賃金に反映させる施策の検討・進捗状況についての報告を元請へ依頼(1月24日)。現在、集約中。

東京電力株式会社

- 資材相談窓口(2011年5月17日運用開始):112件
- 弁護士相談窓口(2012年9月12日運用開始):30件
- 企業倫理相談窓口(2012年9月12日運用開始):27件

・運用開始日はいずれも福島第一で運用を開始した日
 ・相談件数はいずれも2014年2月24日時点のもの



東京電力株式会社

<参考2> 適正な賃金支払いに関する取り組み

■概要

福島第一原子力発電所で作業に従事していただいている全ての作業員の方に対しての賃金内容の説明と完了報告を当社社長より元請企業各社へ要請。

また、資材部長より、労働関係法令の適正な運用に関する厚労省確認内容(手当等明示の必要性等)についても周知を要請。

開催日時:2013年5月28日 14:00~14:40

開催場所:東電本社 10階西会議室

■参加者

元請企業数	32社
参加者	58人



<プラントメーカー>

東芝, 日立GEニュークリア・エナジー, 三菱重工業

<建設会社>

大林組, 鹿島建設, 片岡建設, 熊谷組, 五洋建設, 清水建設, 大成建設, 竹中工務店, 東亜建設工業, 中里工務店, 西松建設, 安藤・間・前田建設工業

<東京電力グループ>

関電工, 東京エネシス, 東電環境, 東電工業

<上記以外の会社>

アトックス, ウツエバルブサービス, 宇徳, 神戸製鋼所, 芝工業, 新日本空調, 倉伸, 太平電業, 東京防災設備, 東双不動産管理, 日本原子力防護システム, 阪和

東京電力株式会社

<参考3>適正な賃金支払いに関する取り組み

■社長からの要請内容

- ・基本給以外に手当がある場合には、その額も書面で明示されているか等、賃金が作業員の方に適切に通知されているか、また明示だけでなく、作業員の方に内容が説明され、雇用主との間で合意形成がなされているかについて確認すること。
- ・確認の結果、書面で明示されていない、または説明がなされていない場合には、雇用主に実施するよう指導すること。

■資材部長からの周知要請内容

- ・手当がある場合は労働契約の締結の際に、書面により明示する必要があること。
- ・労働契約の途中で新たに手当を設定した場合は、労働条件通知書を再発行する必要はないが、就業規則を変更する必要があること。また、その内容について労働者の理解を深めるために、書面で明示することが望ましいこと。
- ・基本賃金を割増して設定した場合はその理由などについて労働者に説明することが望ましいこと。

- 元請企業より、下請企業830社の作業員3952人にうち、3952人について要請への対応が完了した報告を受けた。
- しかし、2013年10月～11月のアンケート結果では、あまり改善が認められなかったため、2013年12月20日に資材部長より、賃金等の労働条件の書面による説明に関する要請を実施。・・・P.5

共用プール建屋内の全面マスク 着用省略可能エリアの設定について

平成26年2月27日
東京電力株式会社



東京電力

目的

共用プール建屋内の床面の汚染分布及び空气中放射性物質濃度等の確認を行い、当該建屋内の2階と3階の一部エリアを全面マスク着用省略可能エリアに設定して作業員の負荷軽減、作業性の向上を図る。

建屋内のエリア設定に係る運用ルール

- ① 空气中放射性物質濃度がマスク着用基準以下(粒子状Cs: $2 \times 10^{-4} \text{Bq/cm}^3$)であって、表面汚染密度が 40Bq/cm^2 以下のエリア(これらの基準を逸脱するエリアは全面マスク着用とする)。
- ② 捕集効率95%以上の使い捨て式防塵マスク(DS2)を着用し、全面マスクを携行する。
- ③ 全面マスク着用省略できる作業を制限する(モーターの分解点検や配管の切断作業等、汚染が舞い上がる作業を行う場合は全面マスク着用とする)。
- ④ 定期的に建屋内の空气中放射性物質濃度、表面汚染密度を測定し、①の基準を満たしていることを確認する。
- ⑤ 建屋出入口で作業靴を履き替えて、建屋内への靴裏の汚染持ち込みの防止に努める。
- ⑥ 不測の事態発生時(未臨界監視の異常発生時、連続ダストモニタの警報発生時)は、保安班長がページング等により、建屋内にいる作業員に全面マスク着用を指示する。

共用プール建屋内のダスト・表面汚染の測定結果

- ・共用プール建屋内において、**表面汚染密度**を測定し、全面マスク着用省略可能エリアに設定する2階と3階のエリアの表面汚染密度が**40Bq/cm²以下**であることを確認した。
- ・共用プール建屋内において、表面汚染密度が比較的高かった箇所及び定期採取箇所にて**空気中放射性物質濃度**を測定し、**検出限界濃度未満**であることを確認した。
(「共用プール建屋内の空気中放射性物質濃度測定結果」参照)
- ・共用プール3階に連続ダストモニタを設置して、ダスト監視を行う。

運用開始予定

平成26年3月10日から運用開始予定

【参考】 5, 6号機建屋内は、平成25年10月7日に全面マスク着用省略可能エリア設定済み

共用プール建屋内(2階, 3階の一部)の空气中放射性物質濃度測定結果

OGM管式汚染サーバイメータによる測定結果

測定場所		採取日時	測定日	空气中放射性物質濃度(Bq/cm ³)
2階	①	H26.1.28 14:26~14:46	H26.1.28	ND (<2.1E-5)
	②	H26.1.28 14:27~14:47	H26.1.28	ND (<1.8E-5)
	③	H26.1.28 15:48~16:08	H26.1.28	ND (<1.8E-5)
3階	①	H26.1.28 14:54~15:14	H26.1.28	ND (<2.1E-5)
	②	H26.1.28 14:56~15:16	H26.1.28	ND (<1.8E-5)
	③	H26.1.28 14:22~14:42	H26.1.28	ND (<2.1E-5)
	④	H26.1.28 14:50~15:10	H26.1.28	ND (<2.1E-5)

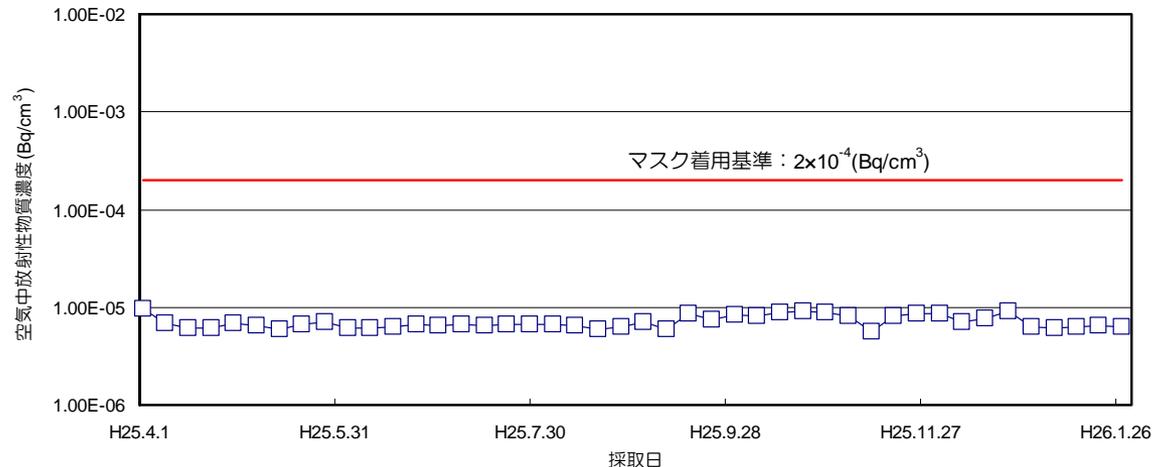
共用プール建屋内の空气中放射性物質濃度は、検出限界濃度未満

なお、全面マスク着用省略可能エリアに設定しない他の階の空气中放射性物質濃度も検出限界濃度未満

○ γ 線核種分析結果

		測定開始日時	空气中放射性物質濃度(Bq/cm ³)	
			Cs-134	Cs-137
2階	③	H26.1.28 16:43	ND (<1.7E-6)	ND (<2.3E-6)
3階	④	H26.1.28 17:02	ND (<2.6E-6)	ND (<3.7E-6)

空气中放射性物質濃度 (共用プール建屋3階エレベータ前)



(参考) 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>