

汚染水に関する現場進捗状況

平成26年3月12日

東京電力株式会社



東京電力

資料目次

- (1) 緊急対策の進捗および計画
(2・3号機海水配管トレンチ対策・護岸エリア等)
- (2) 港湾内・外および地下水の分析結果について
- (3) 多核種除去設備 B系統吸着塔差圧上昇について

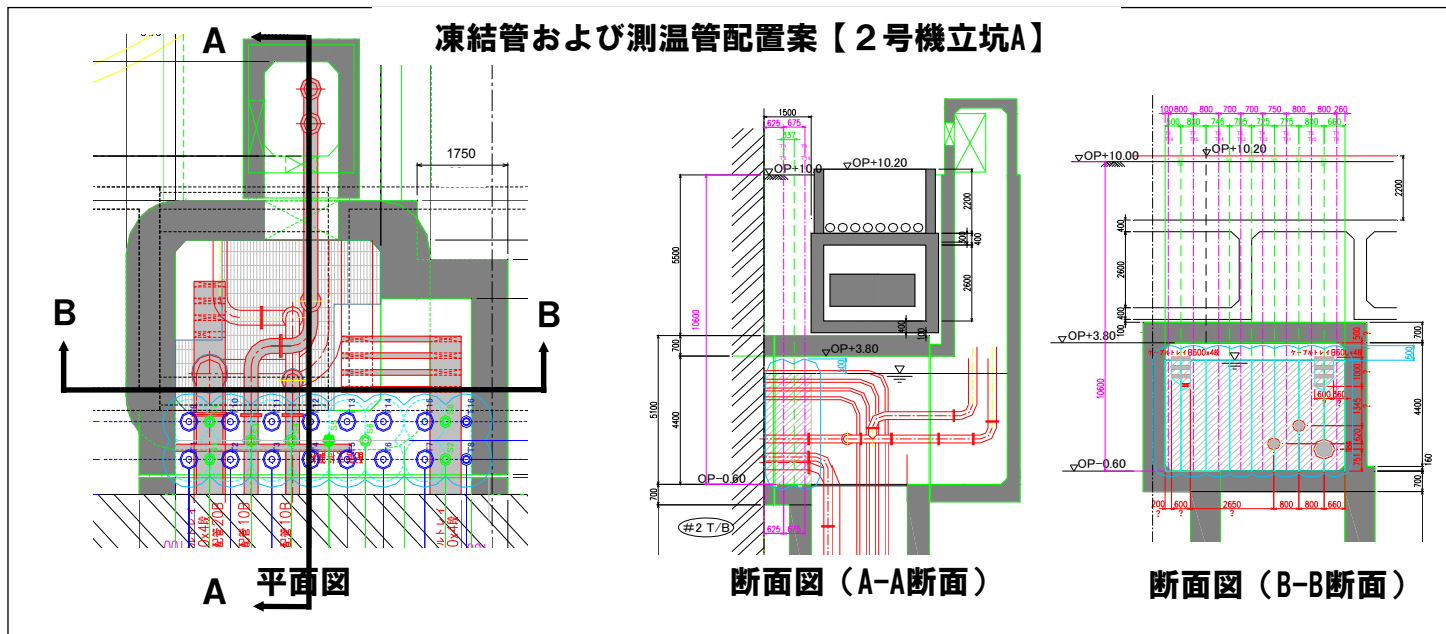
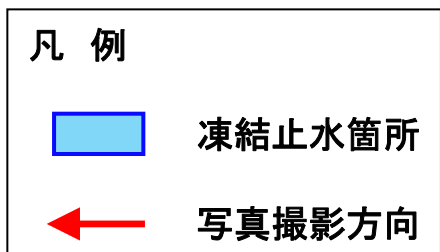
(1) 緊急対策の進捗および計画
(2・3号機海水配管トレンチ対策・護岸エリア等)

2号機海水配管トレンチ（主トレンチ） 周辺現況



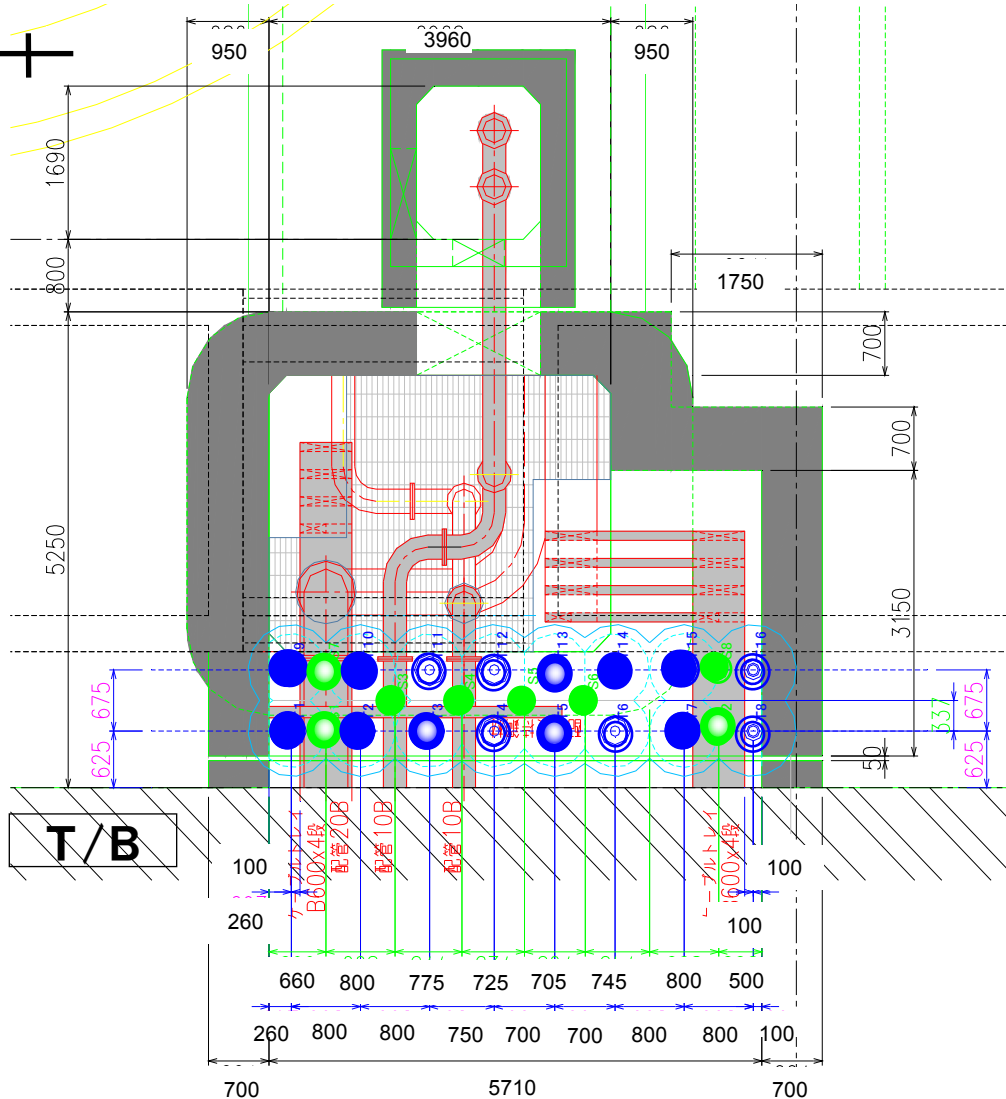
① 2号立坑A現況(H26.2時点)

② 2号開削ダクト現況(H26.2時点)



2号機海水配管トレンチ（主トレンチ） 立坑A施工状況

【A部平面図】



KEYPLAN

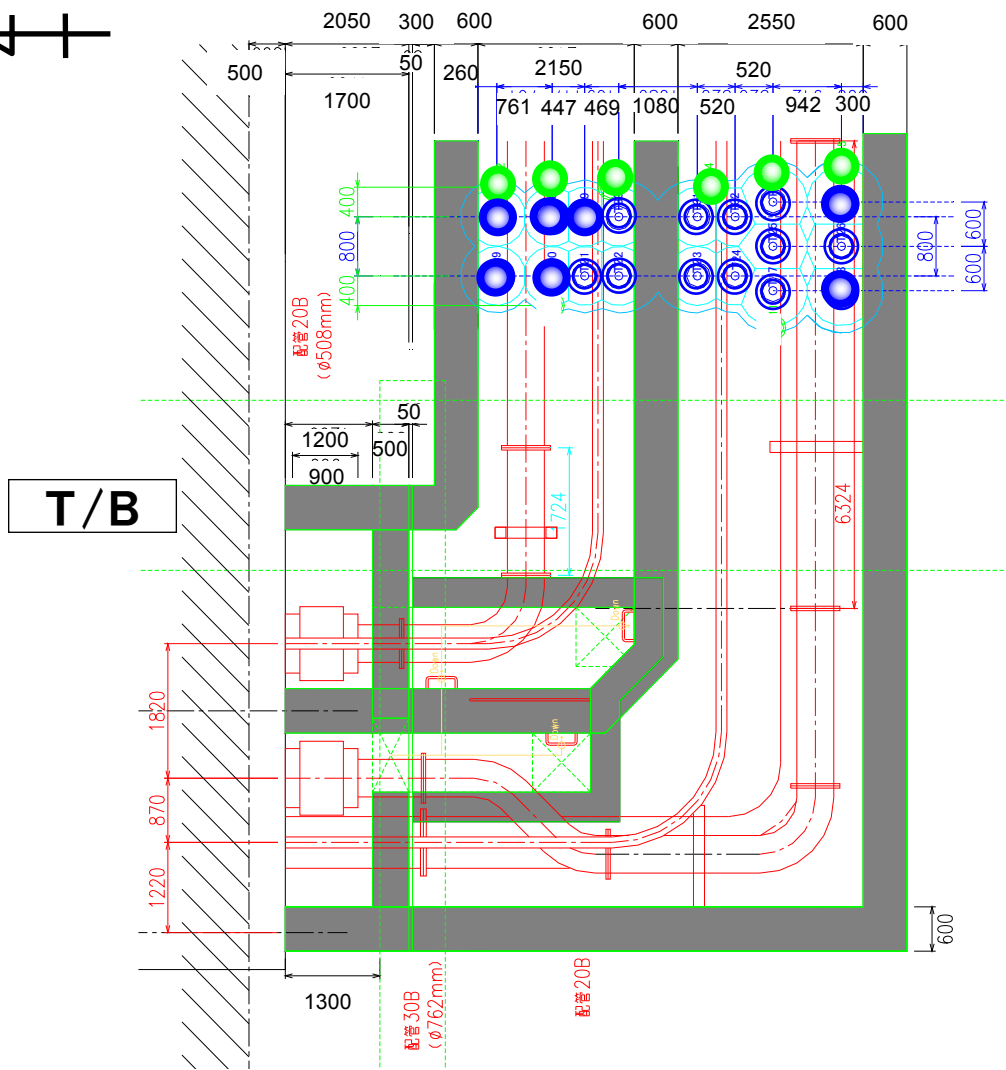


H26. 3. 11現在

削孔計画	削孔済	
		: 凍結管 (外管) 10 / 16
		: 凍結管 (内管) 7 / 16
		: 測温管 (外管) 8 / 8
		: 測温管 (内管) 5 / 8
		内管削孔済 合計 12 / 24

2号機海水配管トレンチ（主トレンチ） 開削ダクト施工状況

【B部平面図】



KEYPLAN



H26. 3. 11現在

削孔計画	削孔済		
		: 凍結管 (外管)	7 / 18
		: 凍結管 (内管)	0 / 18
		: 測温管 (外管)	6 / 6
		: 測温管 (内管)	0 / 6
		内管削孔済	計 0 / 24

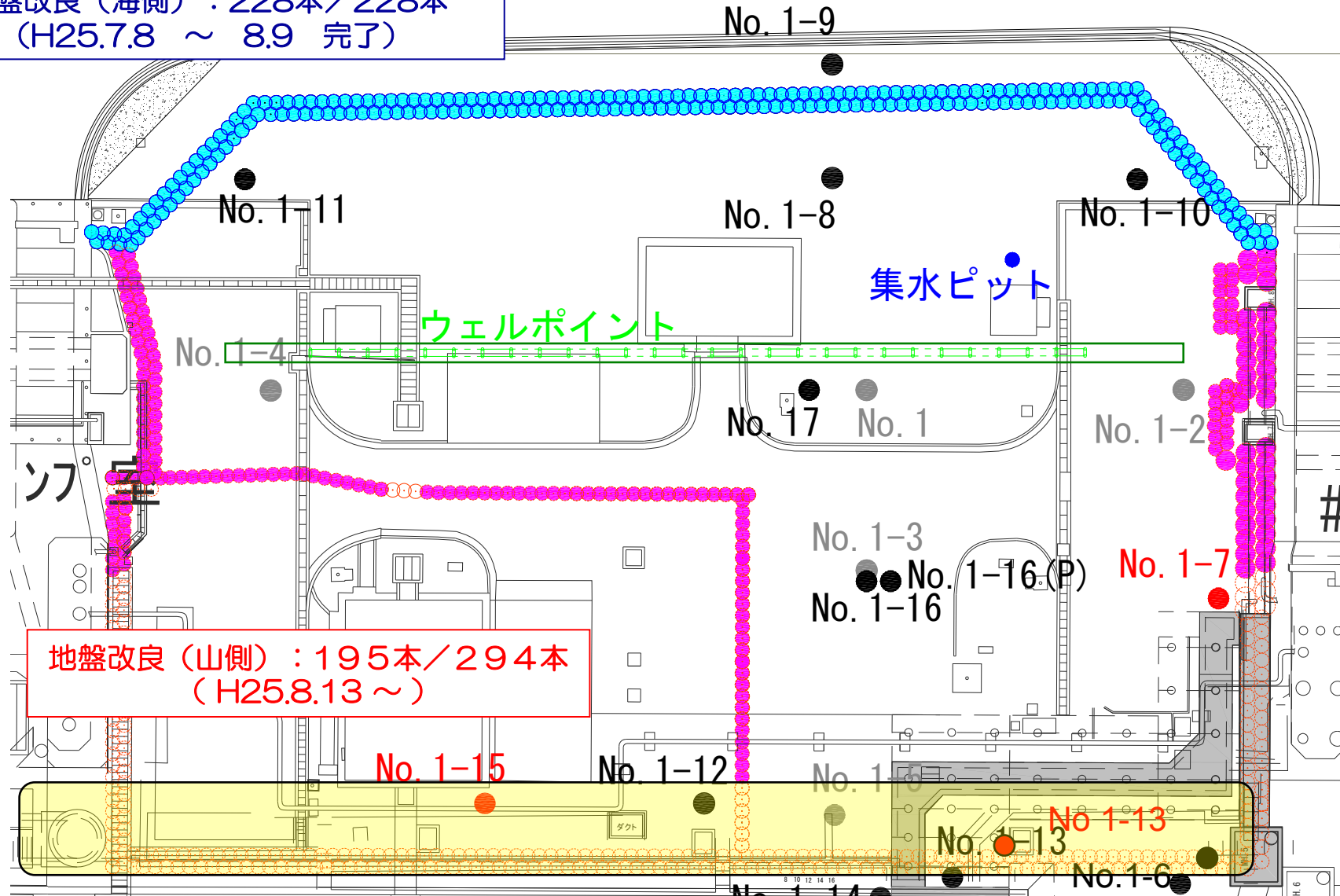
2・3号機海水配管トレンチ工事工程

		平成25年度									平成26年度											
		1月			2月			3月			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
		上	中	下	上	中	下	上	中	下												
準備工事(ヤード整備、線量低減対策等)		12月で完了																				
凍結プラント設置		[Bar chart showing installation from late Feb to early Apr]																				
2号機 T/B	立坑A(削孔準備工、凍結孔削孔等)	[Bar chart: 12本/24本*]																				
	開削ダクト部 (削孔準備工、凍結孔削孔等)	[Bar chart: 0本/24本*]																				
	凍結造成・運転工										凍結維持 [Dotted bar chart from Apr to Dec]											
	水移送										充填期間残水処理 [Dotted bar chart from Jun to Dec]											
	内部充填										[Bar chart from Sep to Dec]											
3号機 T/B	立坑A(削孔準備工、凍結孔削孔等)										[Bar chart: 0本/11本*]											
	立坑D(削孔準備工、凍結孔削孔等)										[Bar chart: 0本/29本*]											
	凍結造成・運転工										凍結維持 [Dotted bar chart from Jun to Dec]											
	水移送										充填期間残水処理 [Dotted bar chart from Sep to Dec]											
	内部充填										[Bar chart from Oct to Dec]											

- 海水配管トレンチの凍結止水工事については、2号機側を先行して実施中。
- 凍結は2号立坑Aを3月末から、2号開削ダクトを5月中から開始予定。

護岸エリア対策の進捗 [1-2号機間] H26.3.11現在

地盤改良（海側）：228本／228本
（H25.7.8 ~ 8.9 完了）

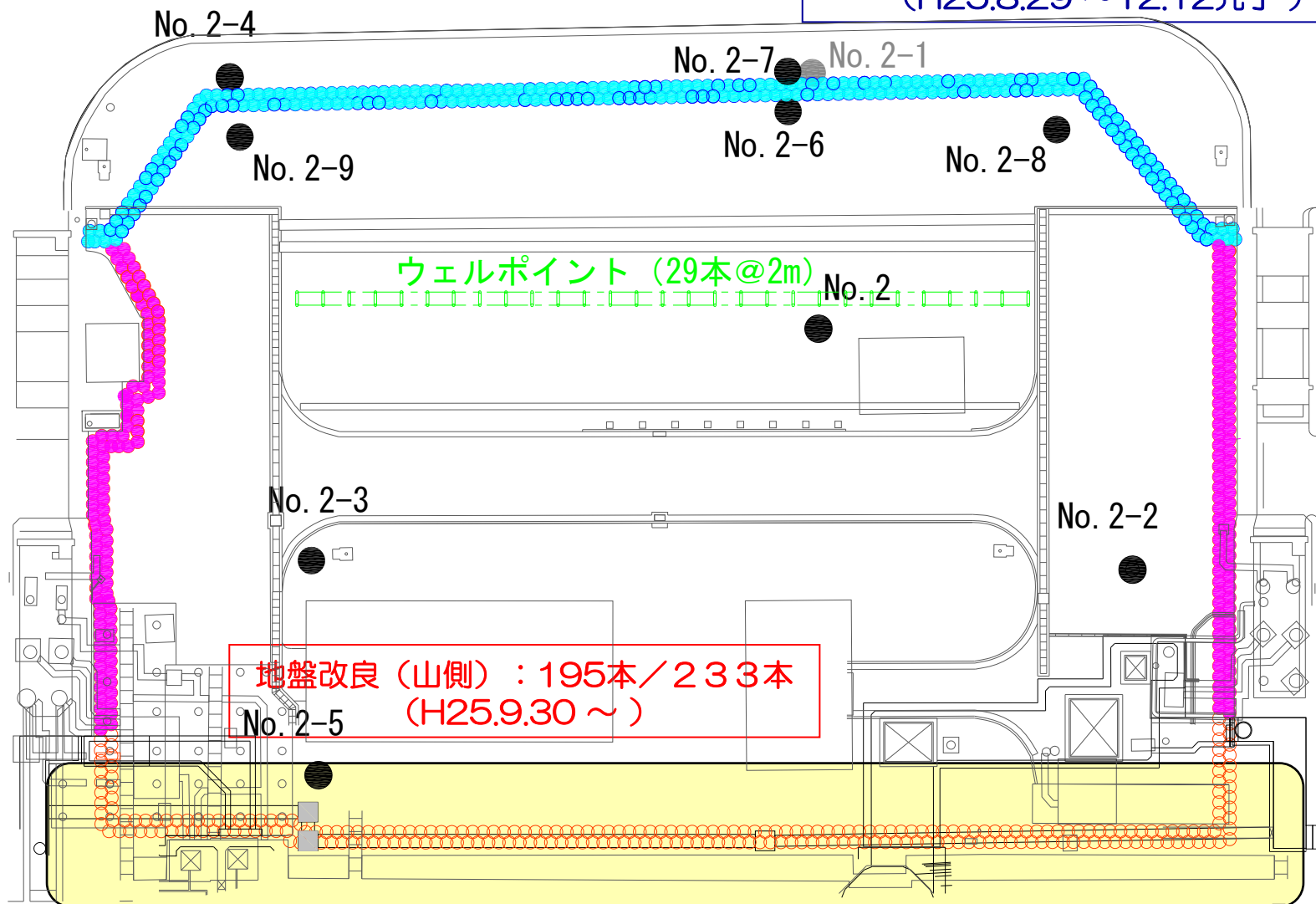


地盤改良（山側）：195本／294本
（H25.8.13 ~）

※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

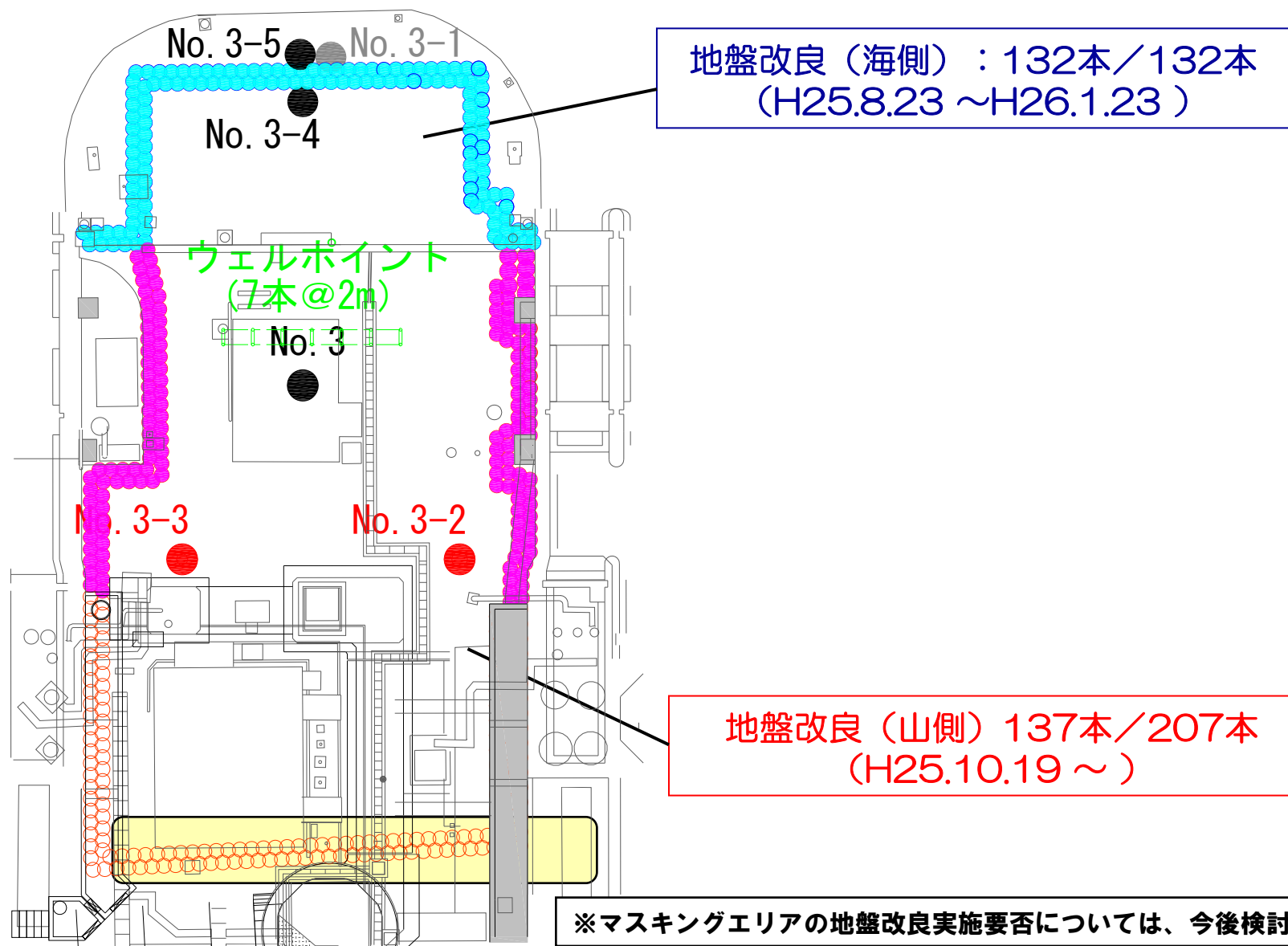
護岸エリア対策の進捗 [2-3号機間]

地盤改良（海側）：249本/249本
(H25.8.29 ~12.12完了)



※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

護岸エリア対策の進捗 [3-4号機間]

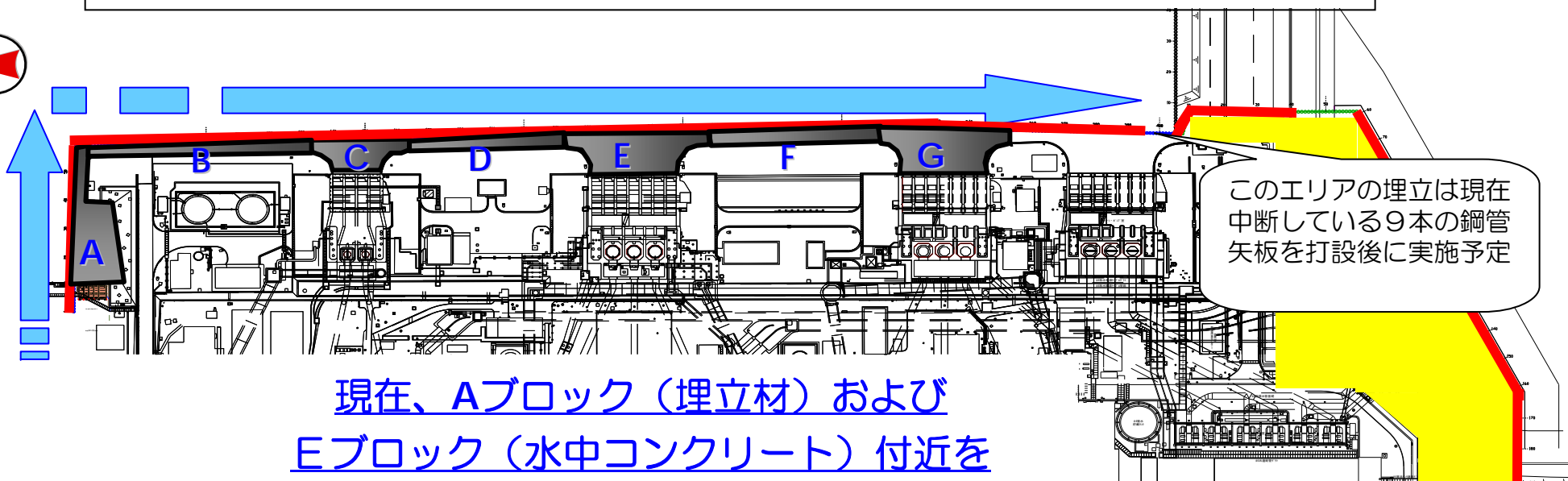


海側遮水壁工事の進捗状況

港湾内埋立順序

ブロック分けを行い、北側エリアより、水中コンクリート打設ならびに埋立てを実施中。

港湾内：水中コンクリート	約 2,000m ³ / 約 3,300m ³ (3/10現在)
埋立材 (割栗石)	約 4,300m ³ / 約 41,000m ³ (3/10現在)



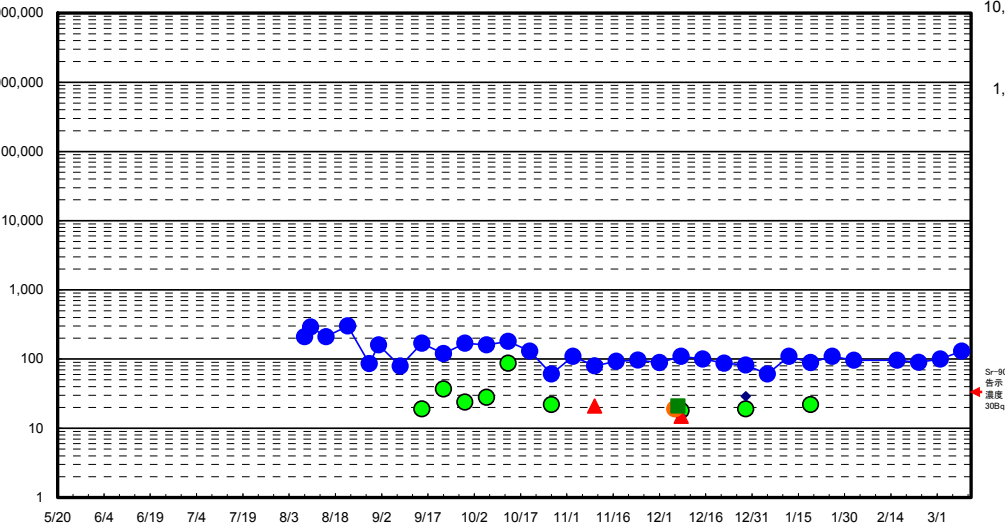
現在、Aブロック (埋立材) および
Eブロック (水中コンクリート) 付近を
施工中

(2) 港湾内・外および地下水の分析結果について

タービン建屋東側の地下水濃度の状況<1号機取水口北側エリア>

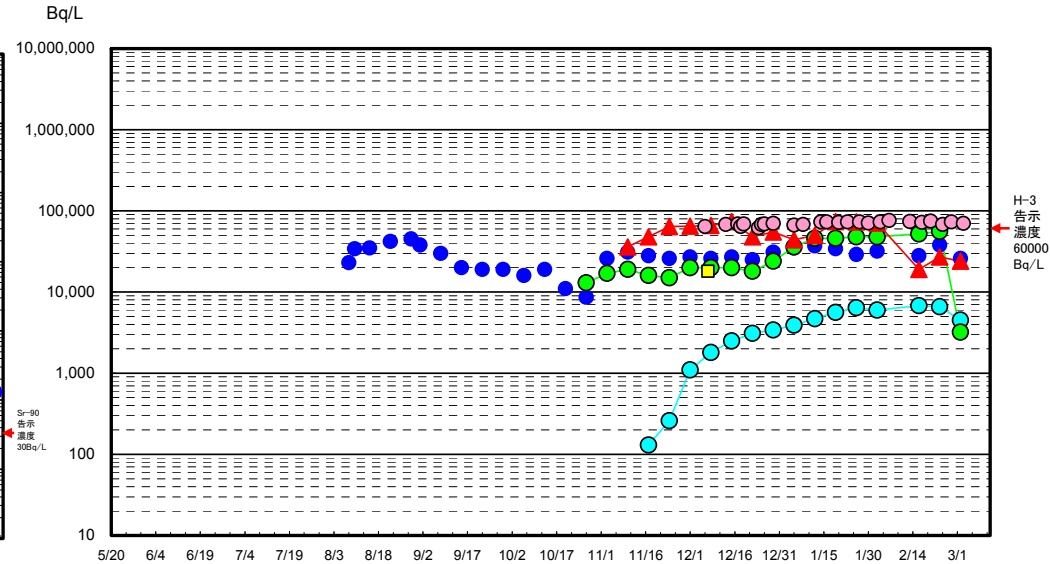
- 北西側のNo.0-2を除き、H-3濃度が高く、海側のNo.0-3-2で地下水の汲み上げを継続中。
- 3月に入って、No.0-1-2、No.0-2、No.0-4で、H-3濃度が低下。
- 本エリア護岸部の1~4号機取水口北側海水中のH-3濃度も低下傾向にあり、当面監視を継続する。

1号機北側地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



- 地下水No.0-1 全β
- 地下水No.0-2 全β
- ◆ 地下水No.0-4 全β
- ▲ 地下水No.0-1-2 全β
- 地下水No.0-3-1 全β
- 地下水No.0-3-2 全β
- 地下水No.0-1-1 全β

1号機北側地下水のトリチウム濃度の推移

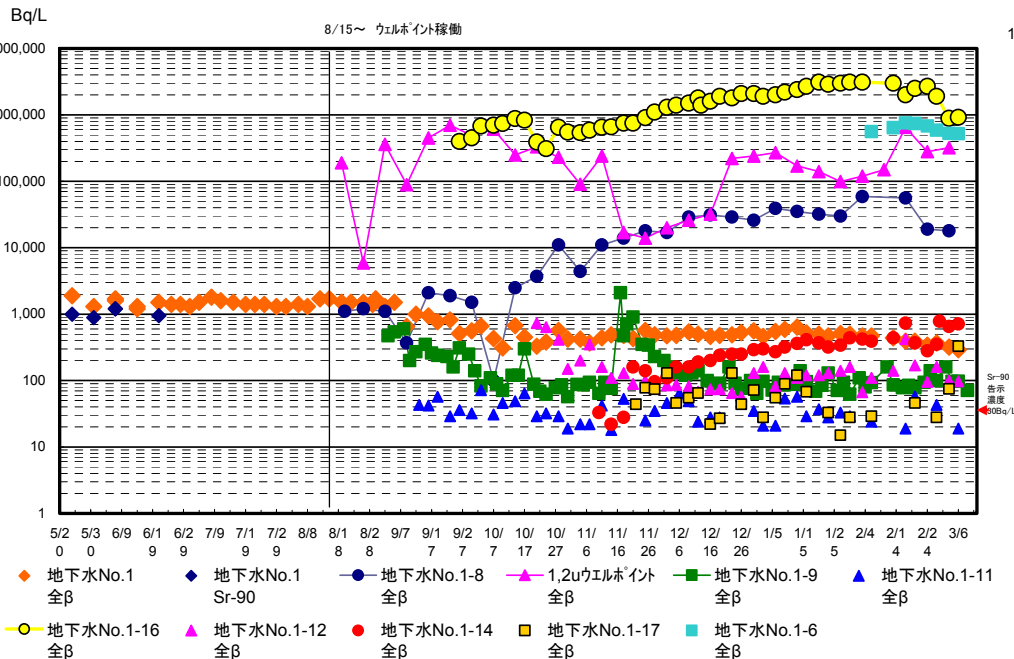


- 地下水No.0-1 H-3
- 地下水No.0-2 H-3
- 地下水No.0-4 H-3
- ▲ 地下水No.0-1-2 H-3
- ▲ 地下水No.0-3-1 H-3
- 地下水No.0-3-2 H-3
- 地下水No.0-1-1 H-3

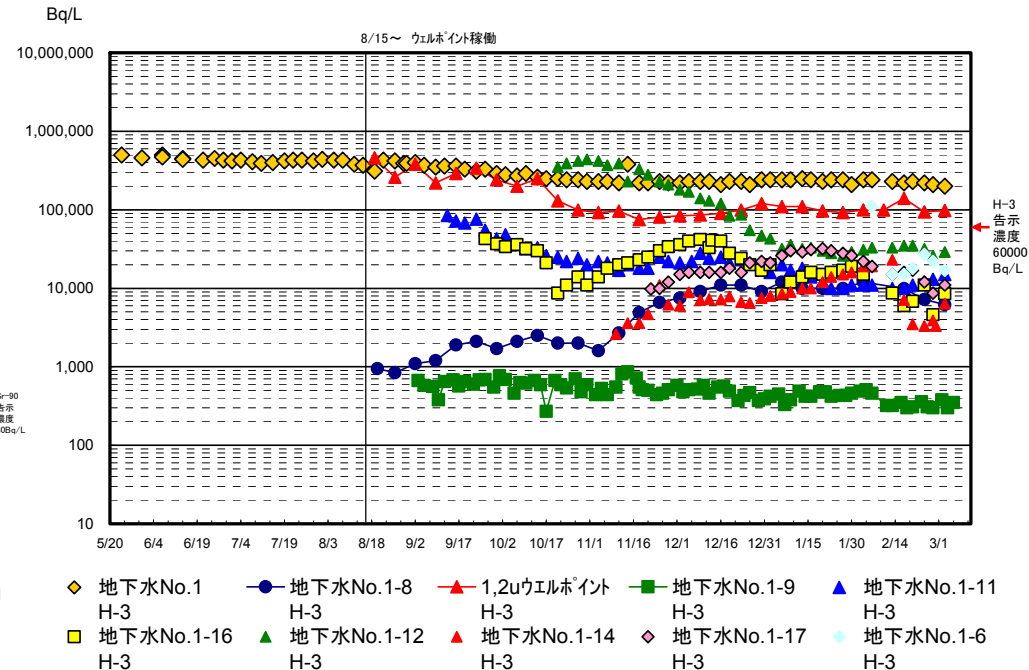
タービン建屋東側の地下水濃度の状況<1,2号機取水口間エリア>

- 1,2号機間ウェルポイントは、H-3、全β濃度が十万Bq/Lと高い状況。
- No.1-16は、1/30に全β濃度が310万Bq/Lまで上昇したが、2月中旬より低下に転じ、3/3以降は100万Bq/Lを下回るレベル。1/29より開始したNo.1-16(P)の地下水汲上げによる効果を継続監視。
- 過去の漏えいの際に汚染水が流れたと考えられる電線管に近いNo.1-6、No.1-13は、全β濃度に加えてCs-137も高濃度。ボーリングコアの線量率分布測定を実施した結果、電線管下部の採石層の深さで高線量であった。
- 引き続き、ウェルポイント及びNo.1-16(P)での汲み上げを継続し、外部への漏えい防止に努める。

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



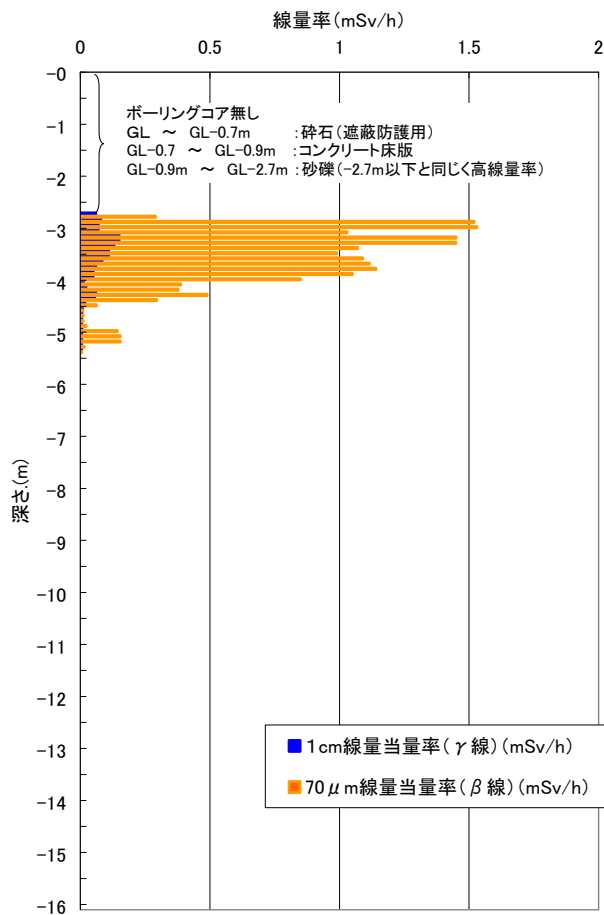
1,2号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



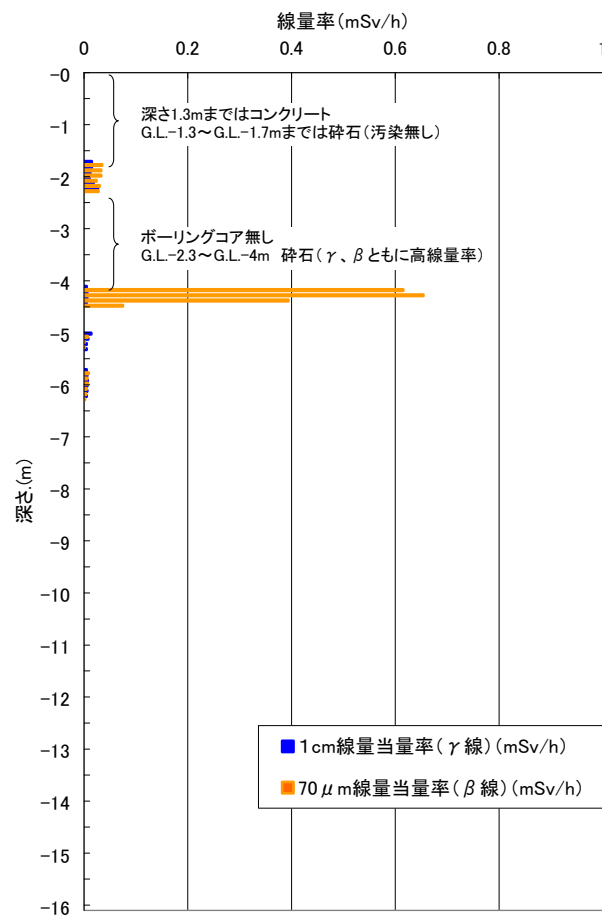
ボーリングコアの線量率測定結果 (No.1-6, No.1-13)

- 過去の大量漏えい時に、汚染水が流れたと考えられる電線管に近い位置で採取した、No.1-6、No.1-13のボーリングコアの線量率測定を行った。No.1-6では、すぐ横を通る電線管下の碎石層の深さ付近から高線量率のβ線及びγ線が測定された。また、No.1-13は、途中に碎石層があり、その部分のコアは採取していないが、その下の土壌部分で高線量率のβ線が測定された。

No. 1-6 ボーリングコアの線量率分布



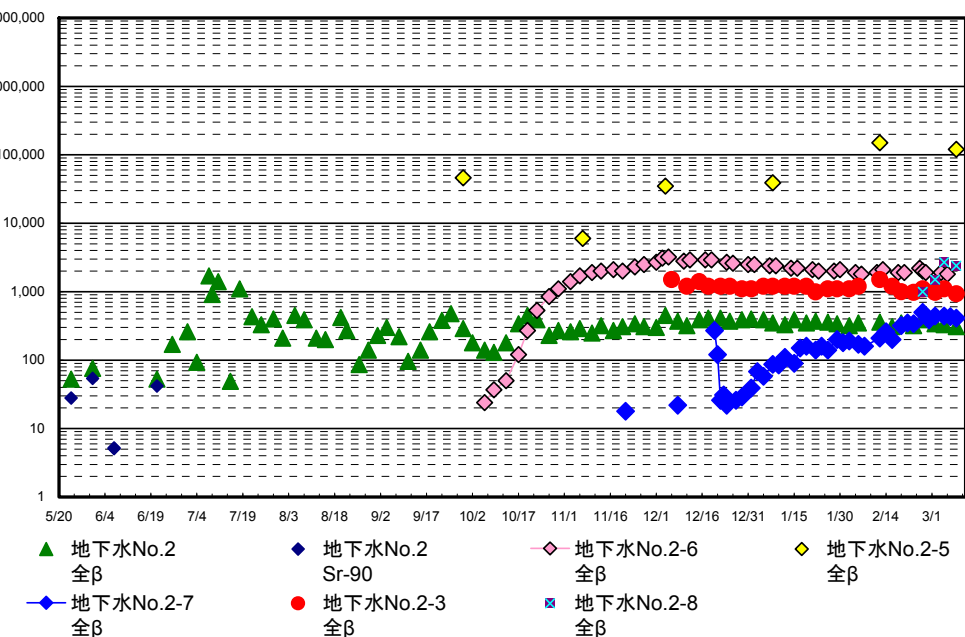
No. 1-13 ボーリングコアの線量率分布



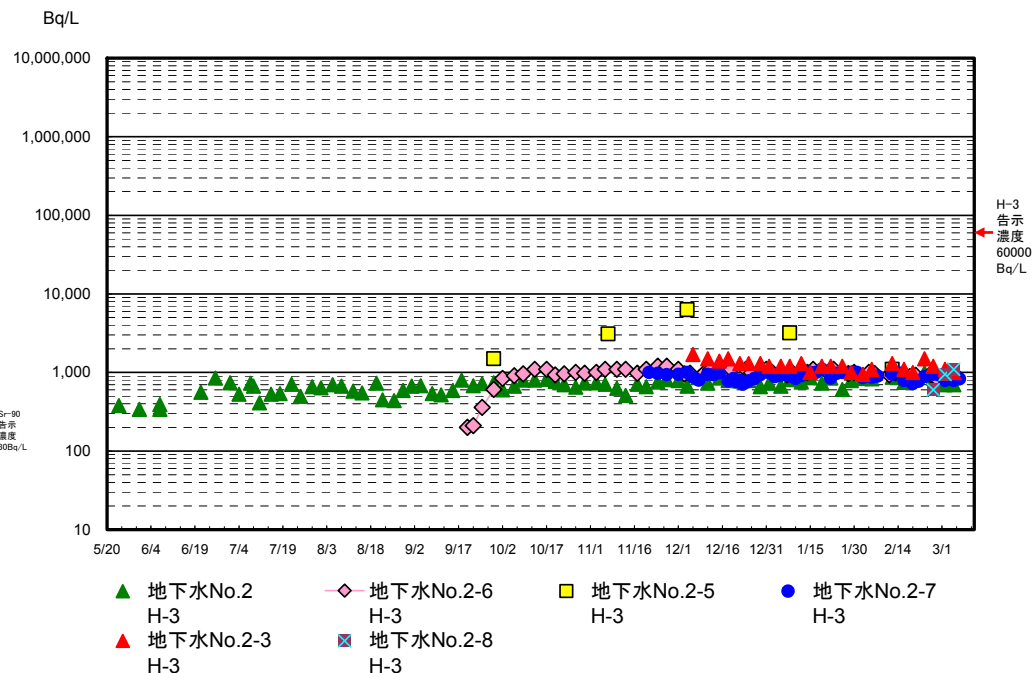
タービン建屋東側の地下水濃度の状況 <2,3号機取水口間エリア>

- 2, 3号機取水口間は、北側（2号機側）で全β濃度が高い状況。
- 南側の汚染状況を確認するため、新たにNo.2-8で採水を開始。エリア中央のNo.2-6と同程度の濃度（全β：2,000Bq/L前後、H-3濃度：1,000Bq/L前後）
- 地盤改良の外側のNo.2-7は、全β濃度が2/26に500Bq/L程度まで上昇したが、その後は400Bq/L程度で横ばい状態。
- 地下水濃度の高い北側で、ウェルポイントによる地下水汲み上げを継続中。
- 2, 3号機取水口間護岸部海水の全β、H-3濃度も低減傾向であり、引き続き監視を継続しつつ、ウェルポイントの運用等について検討する。

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

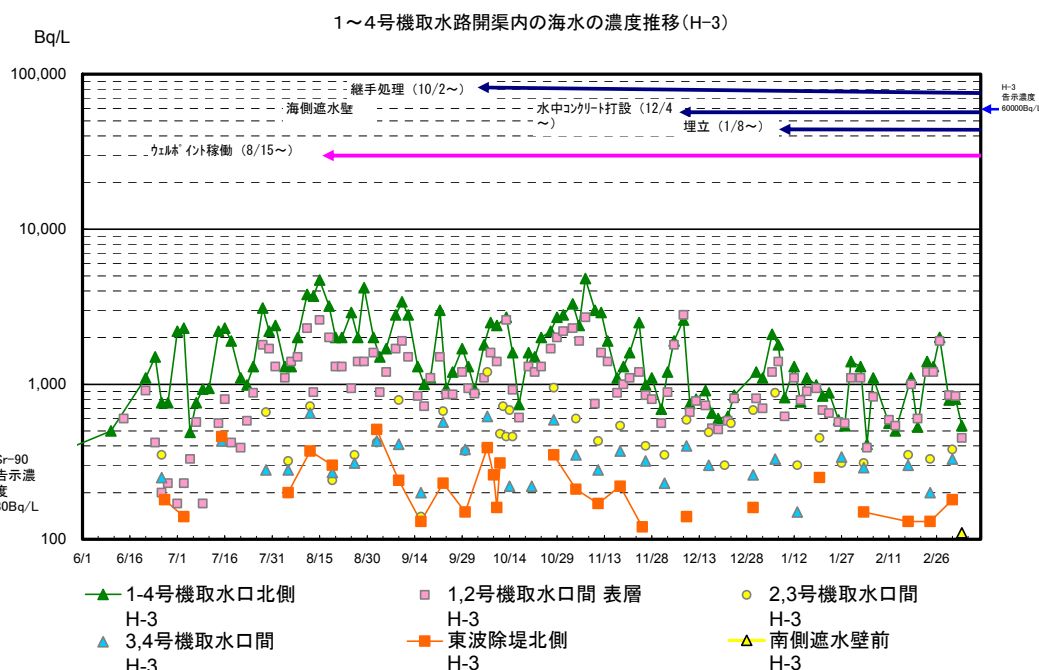
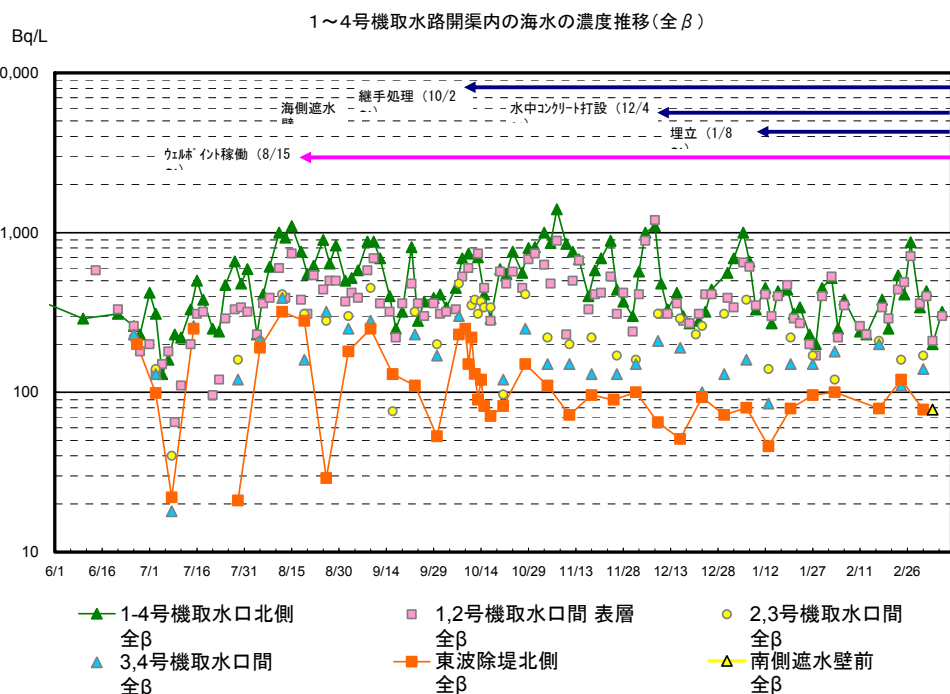


2,3号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



港湾内外の海水濃度 < 1～4号取水口 >

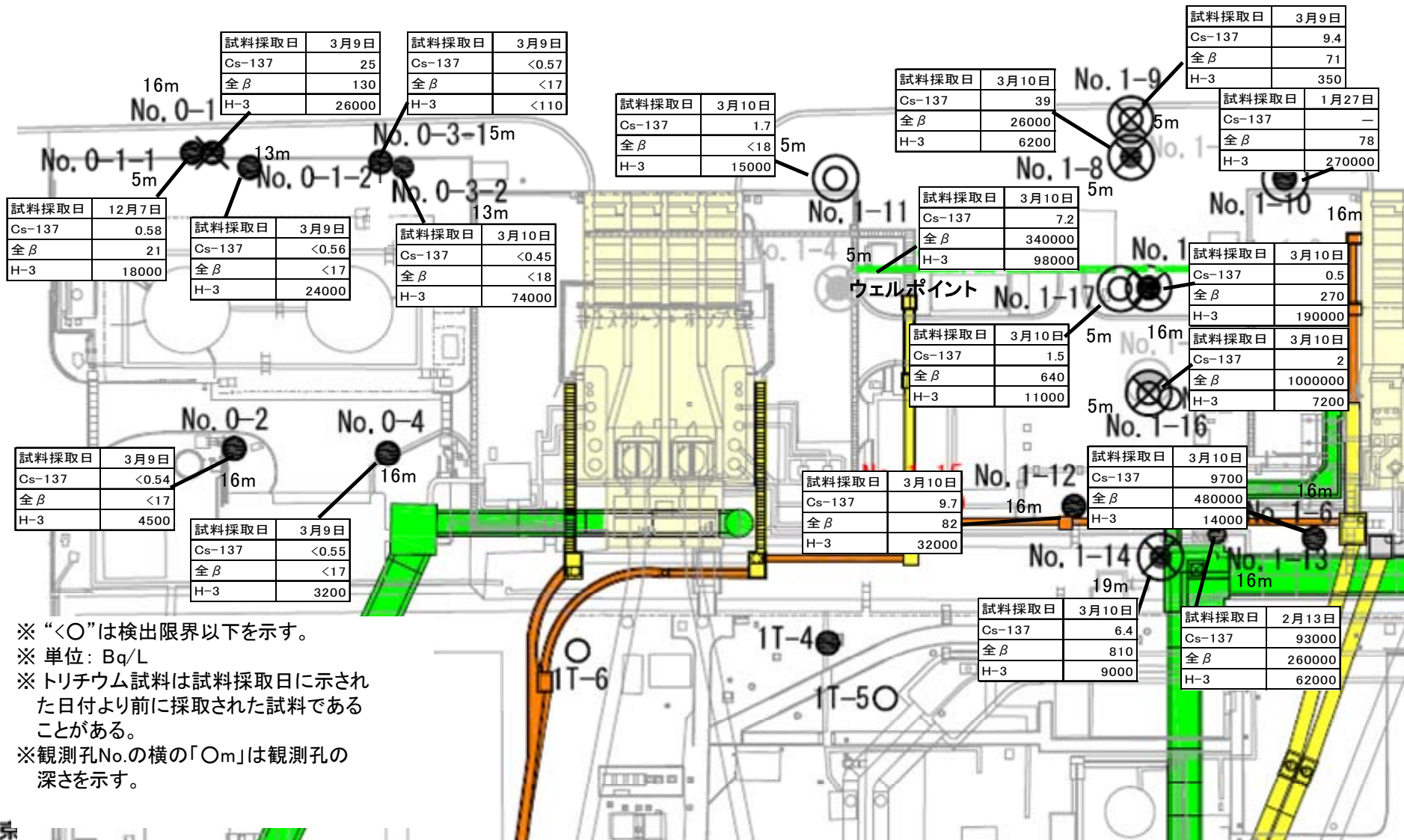
○ 1～4号取水口北側及び1，2号機取水口間の海水の全β、H-3濃度は、遮水壁工事の進捗に伴い拡散が抑えられたことにより昨年夏にかけて上昇したが、地盤改良の実施及びウエルポイント稼働（8/15）により、以降は横ばい傾向となり、秋以降は低下傾向。



タービン建屋東側の地下水濃度測定結果（1 / 2）

<1号機北側、1,2号機取水口間>

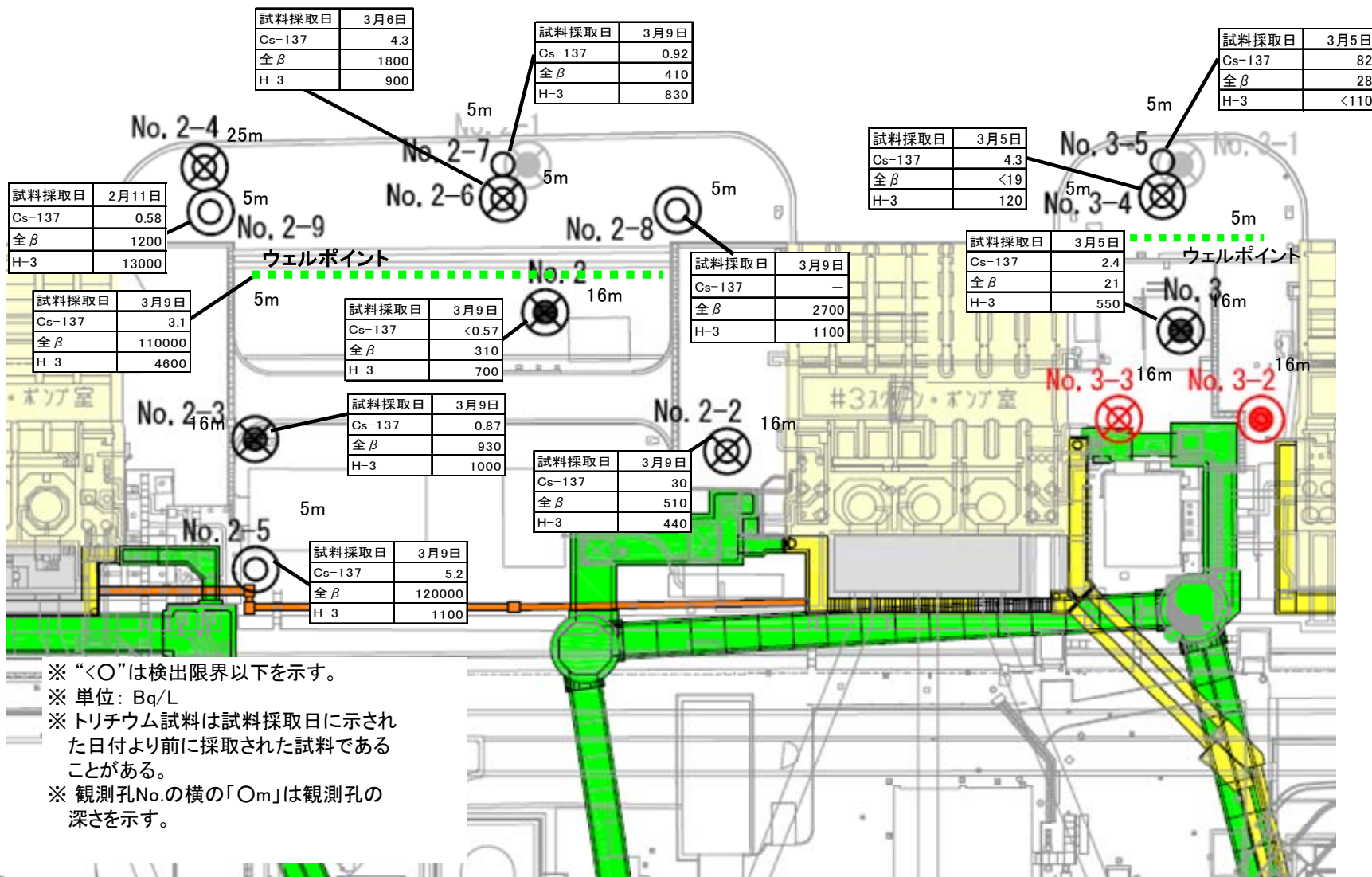
前回以降、新たに採水を開始した観測孔は無い。



タービン建屋東側の地下水濃度測定結果 (2/2)

<2,3号機取水口間、3,4号機取水口間>

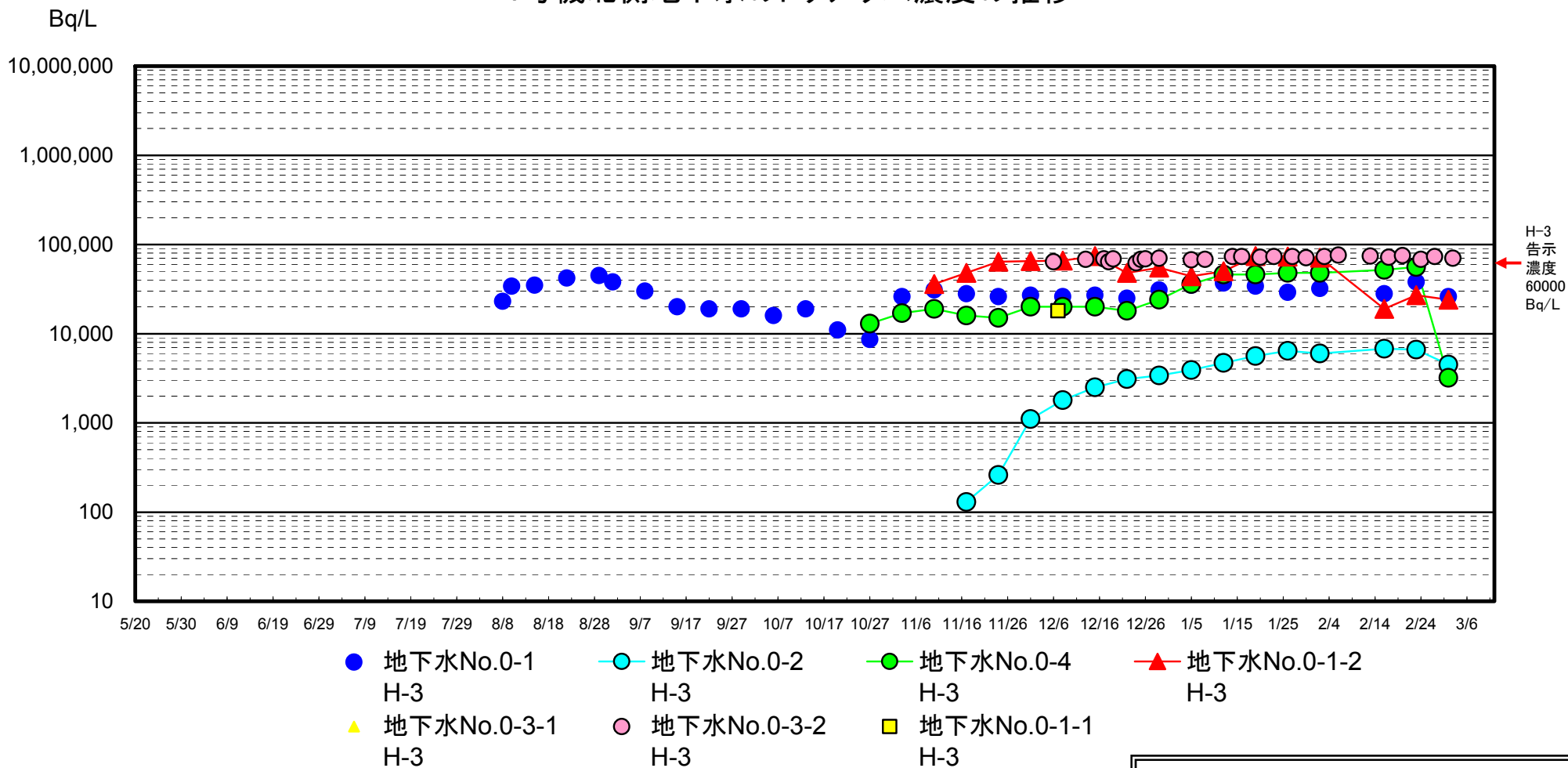
2, 3号機取水口間の汚染の拡がり状況を確認するため、新たにNo.2-8の採水開始。



- ※ “<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。

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

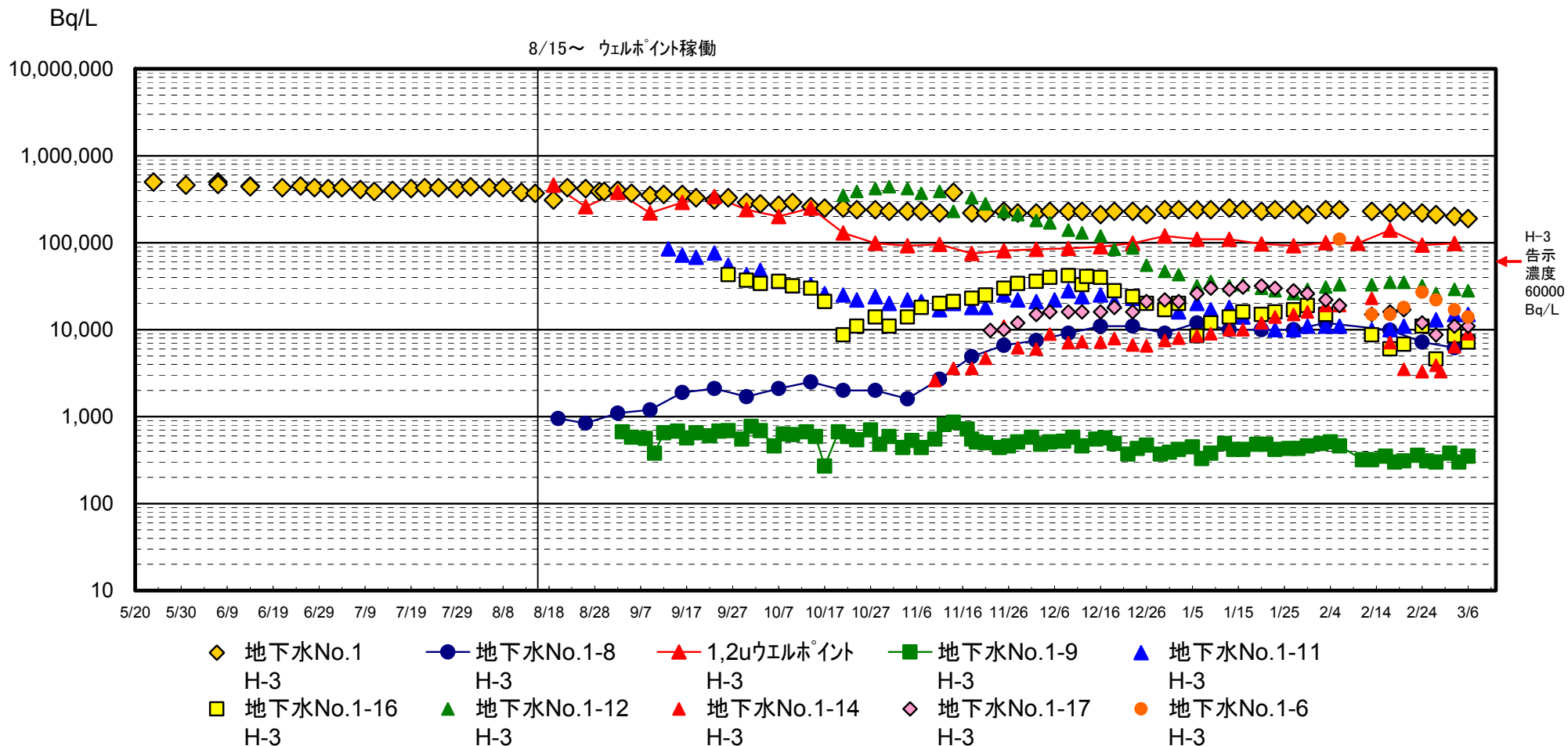


＜観測井の採水深さ＞

- ・ No.0-1,0-2,0-4 全層 O.P.+1~-12m
- ・ No.0-1-1,0-3-1 上層 O.P.+2~-1m
- ・ No.0-1-2,0-3-2 下層 O.P.-6~-9m

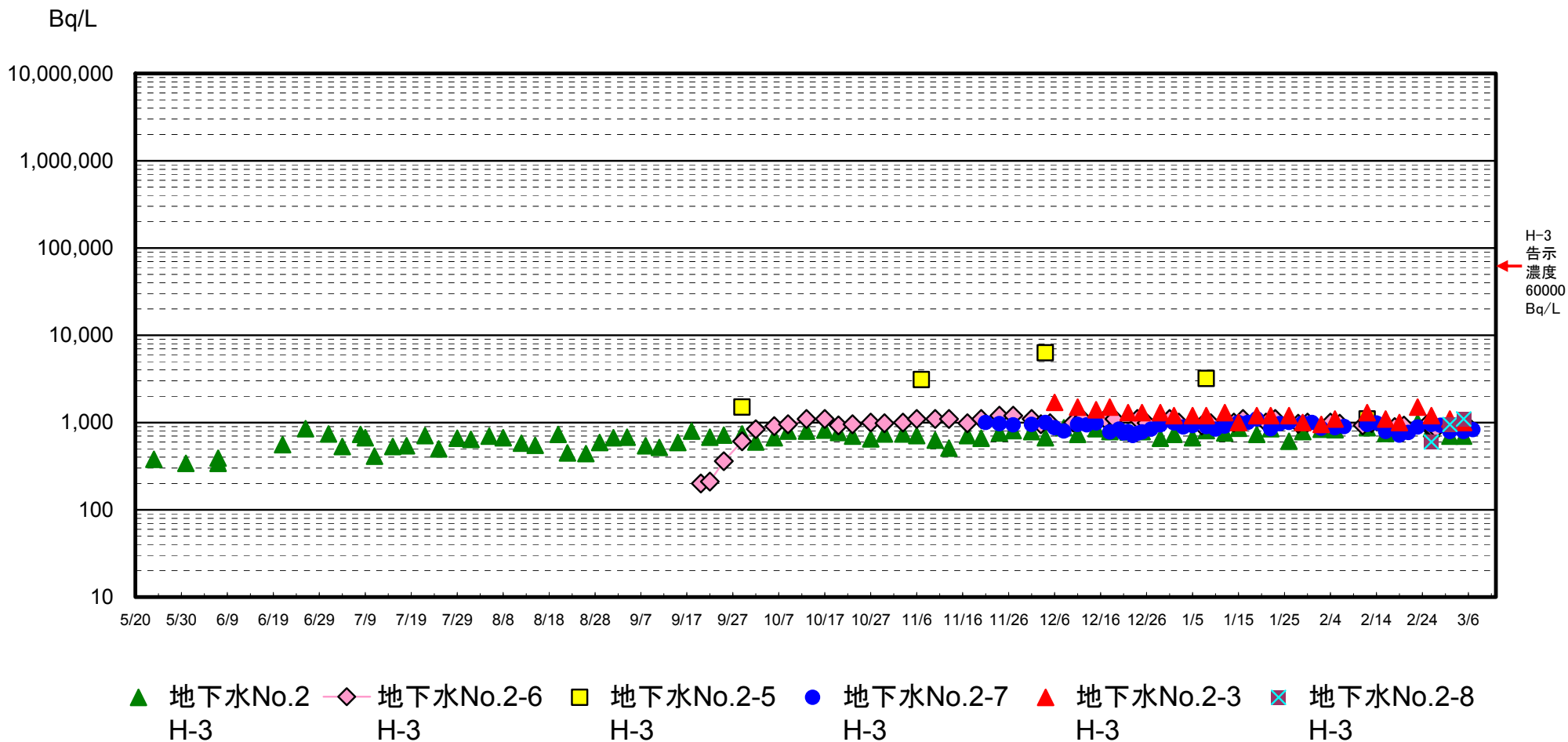
地下水のトリチウム濃度推移 (2/4)

1,2号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



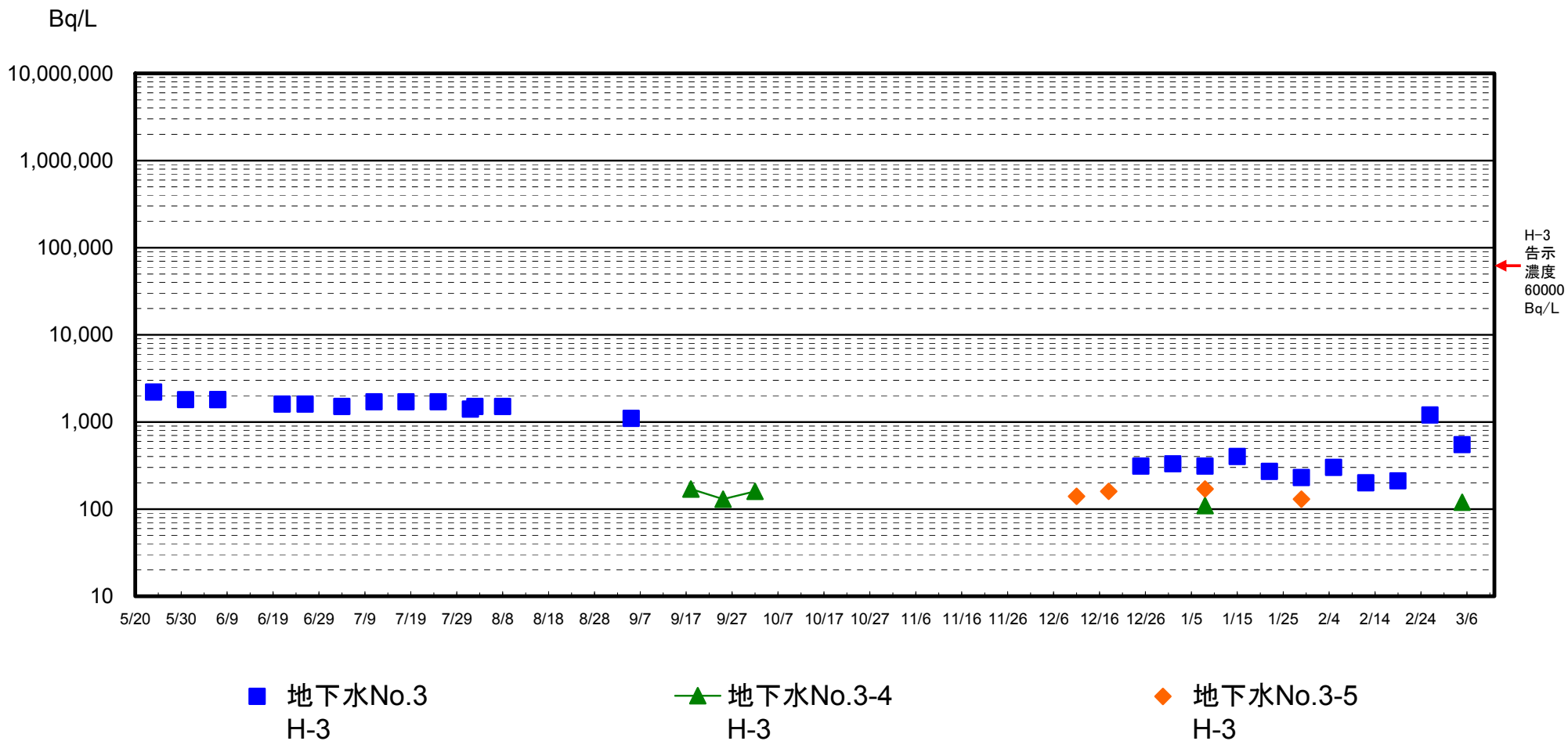
地下水のトリチウム濃度推移 (3/4)

2,3号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



地下水のトリチウム濃度推移（4／4）

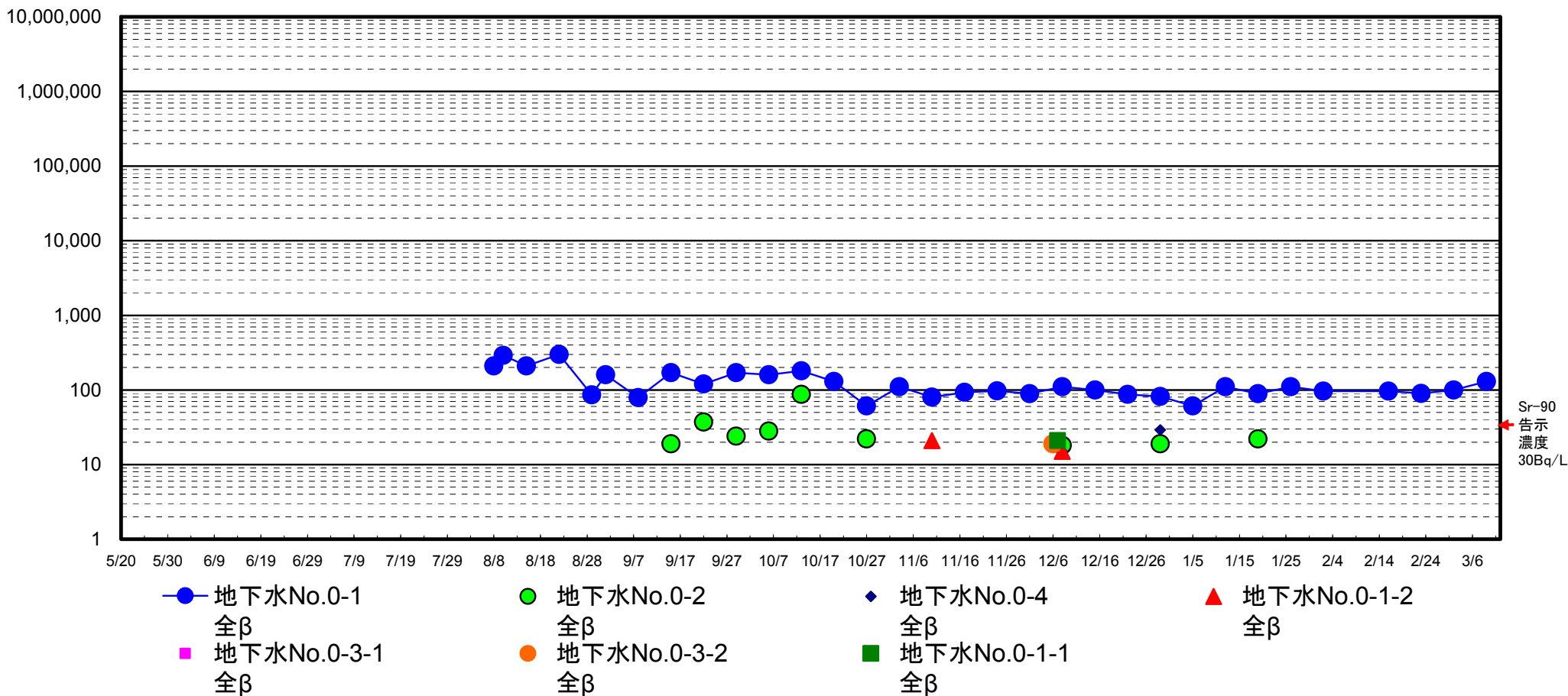
3,4号機取水口間地下水のトリチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移 (1 / 4)

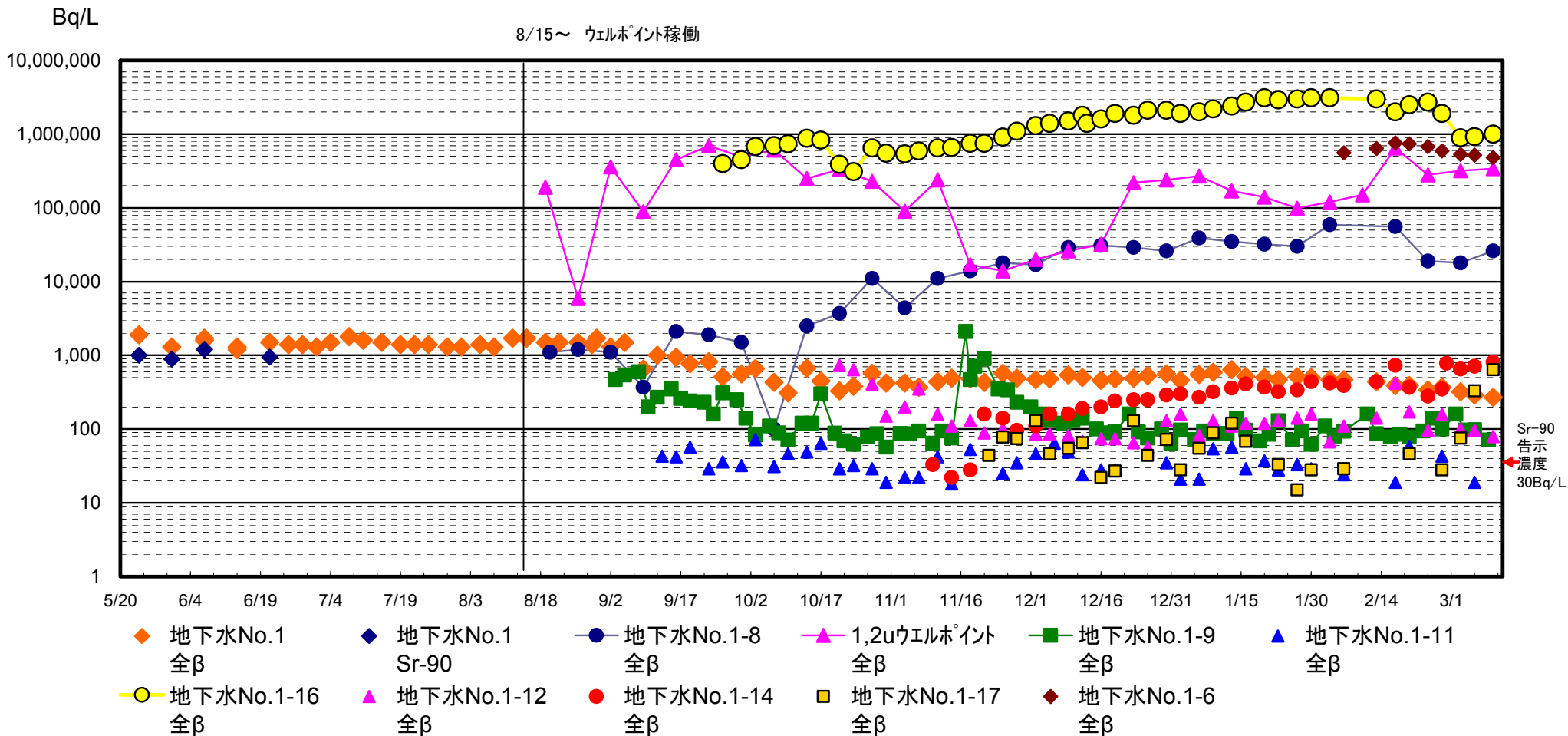
1号機北側地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移

Bq/L



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移 (2/4)

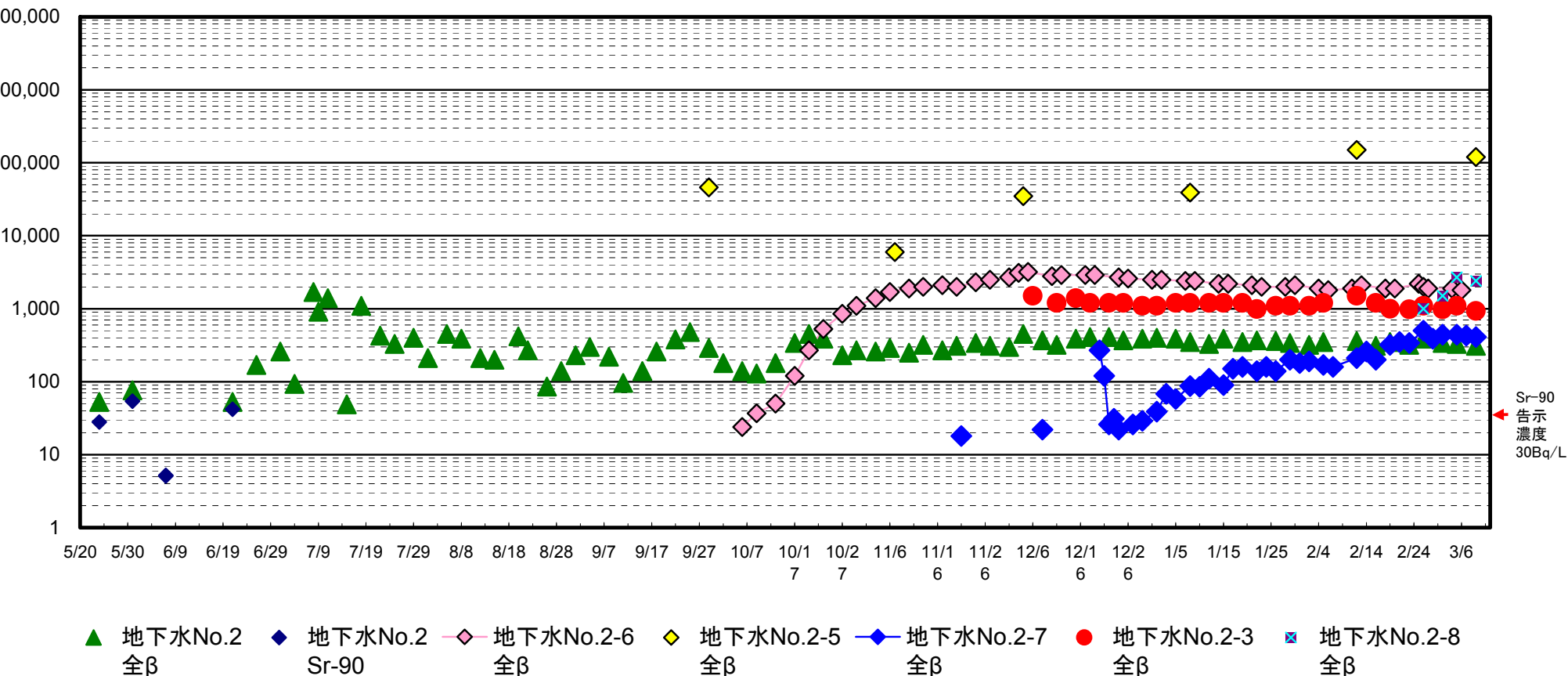
1,2号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移



地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移 (3/4)

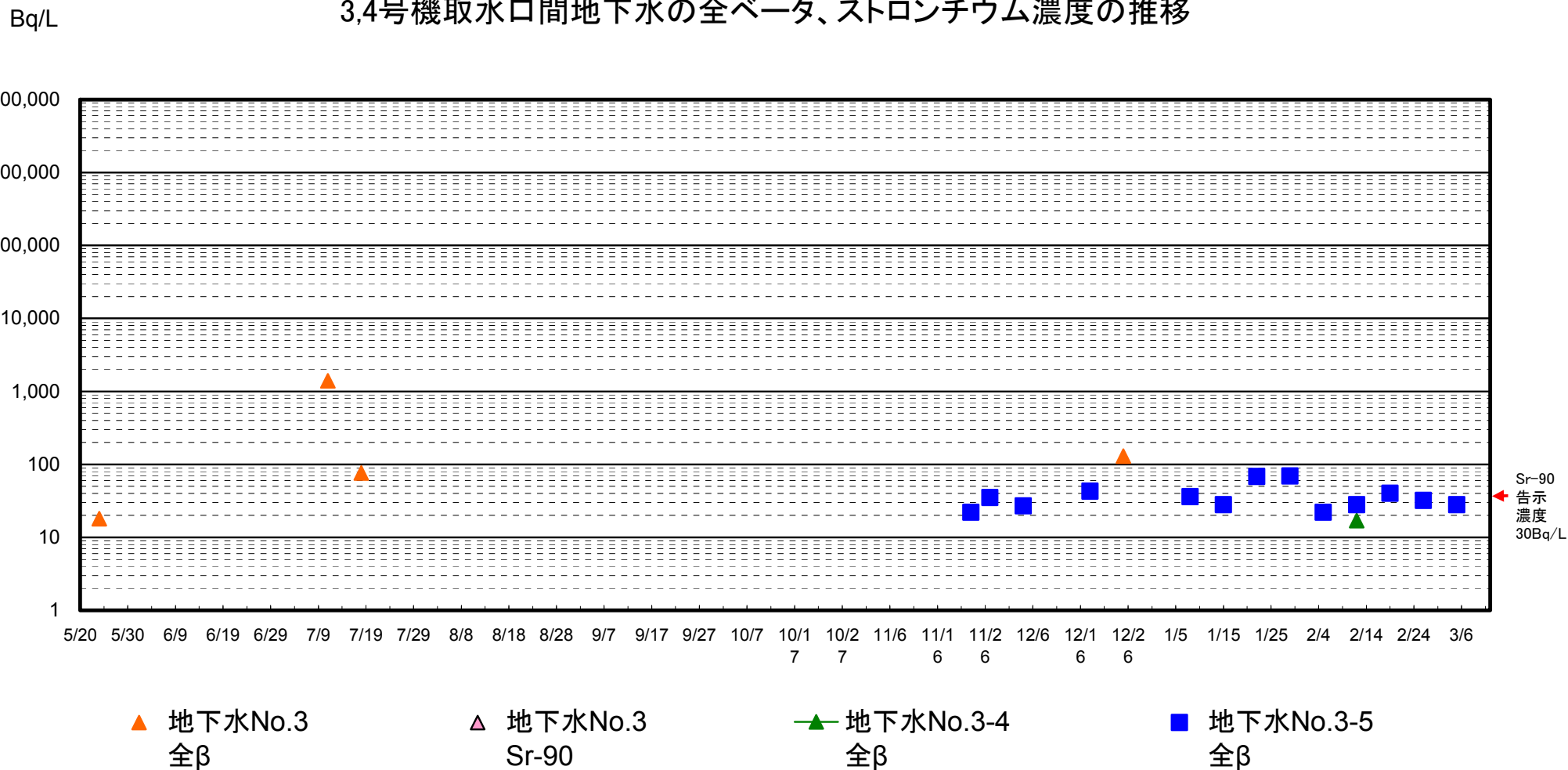
2,3号機取水口間地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度の推移

Bq/L



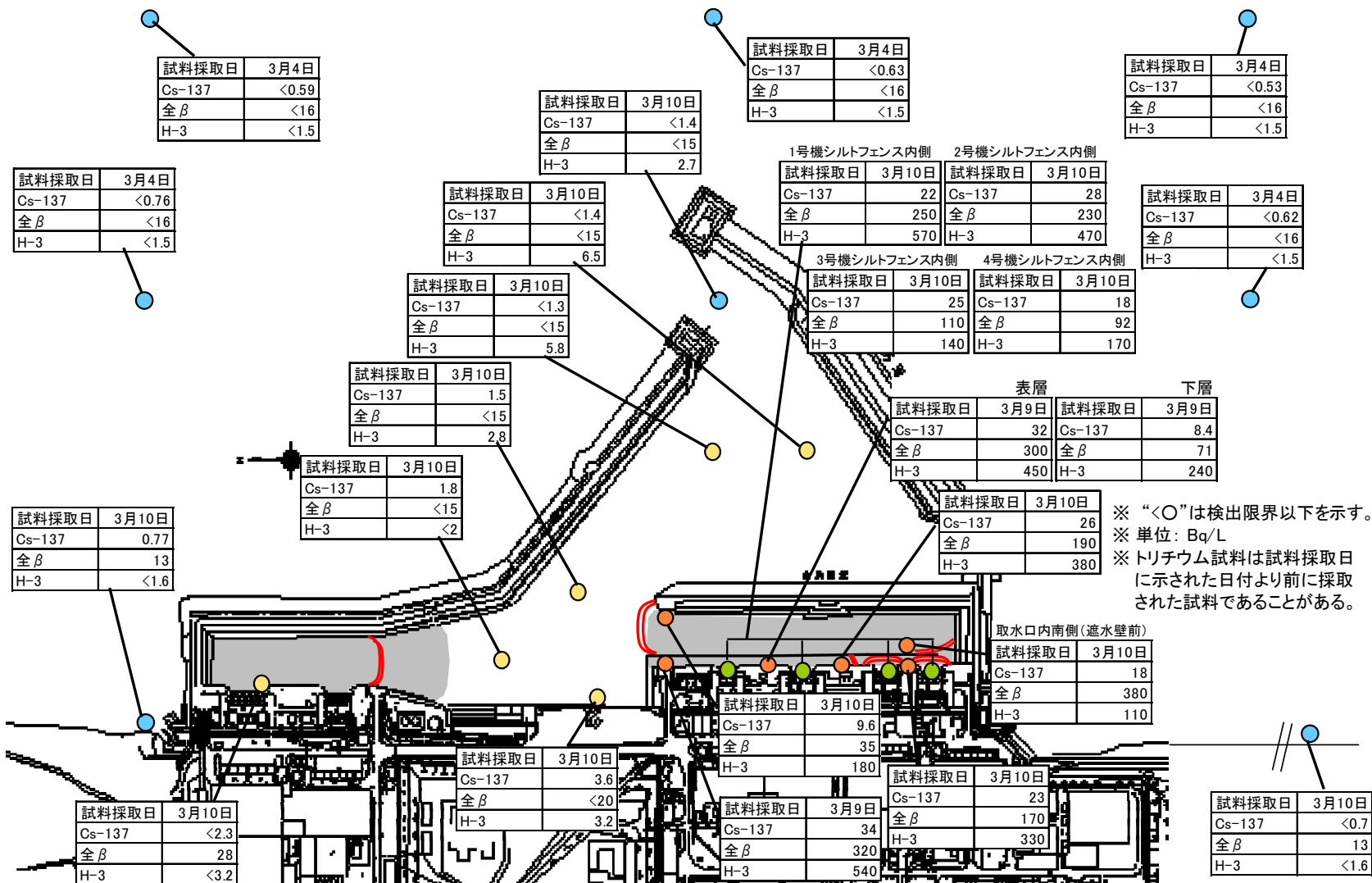
地下水の全ベータ、ストロンチウム濃度推移（4/4）

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



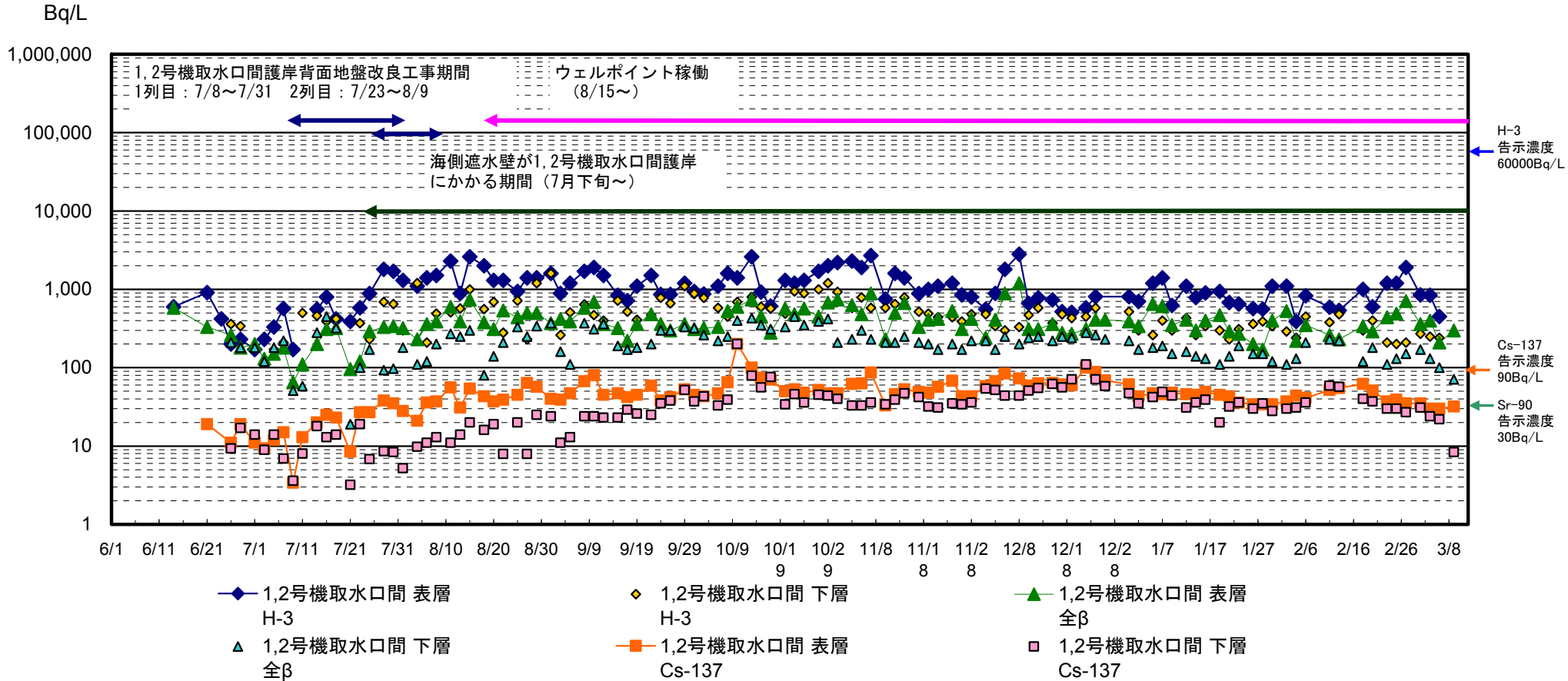
港湾内外の海水濃度

遮水壁内側の埋立工事の進捗に伴い、1号機、2号機取水口のシルトフェンスを撤去。また、新たに1～4号取水口南の遮水壁開口部前にシルトフェンスを設置し、その外側で採水を開始。

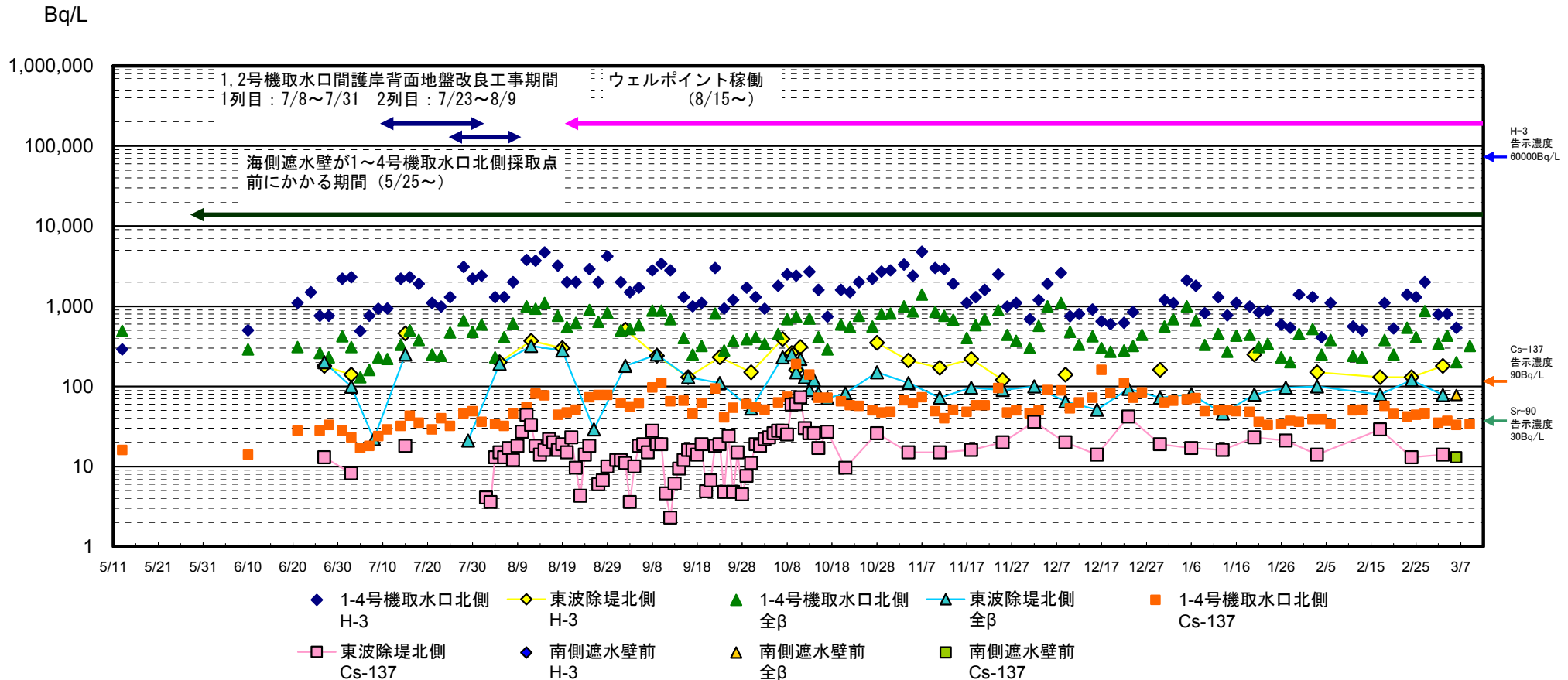


※ “<”は検出限界以下を示す。
 ※ 単位: Bq/L
 ※ トリチウム試料は試料採取日に示された日付より前に採取された試料であることがある。

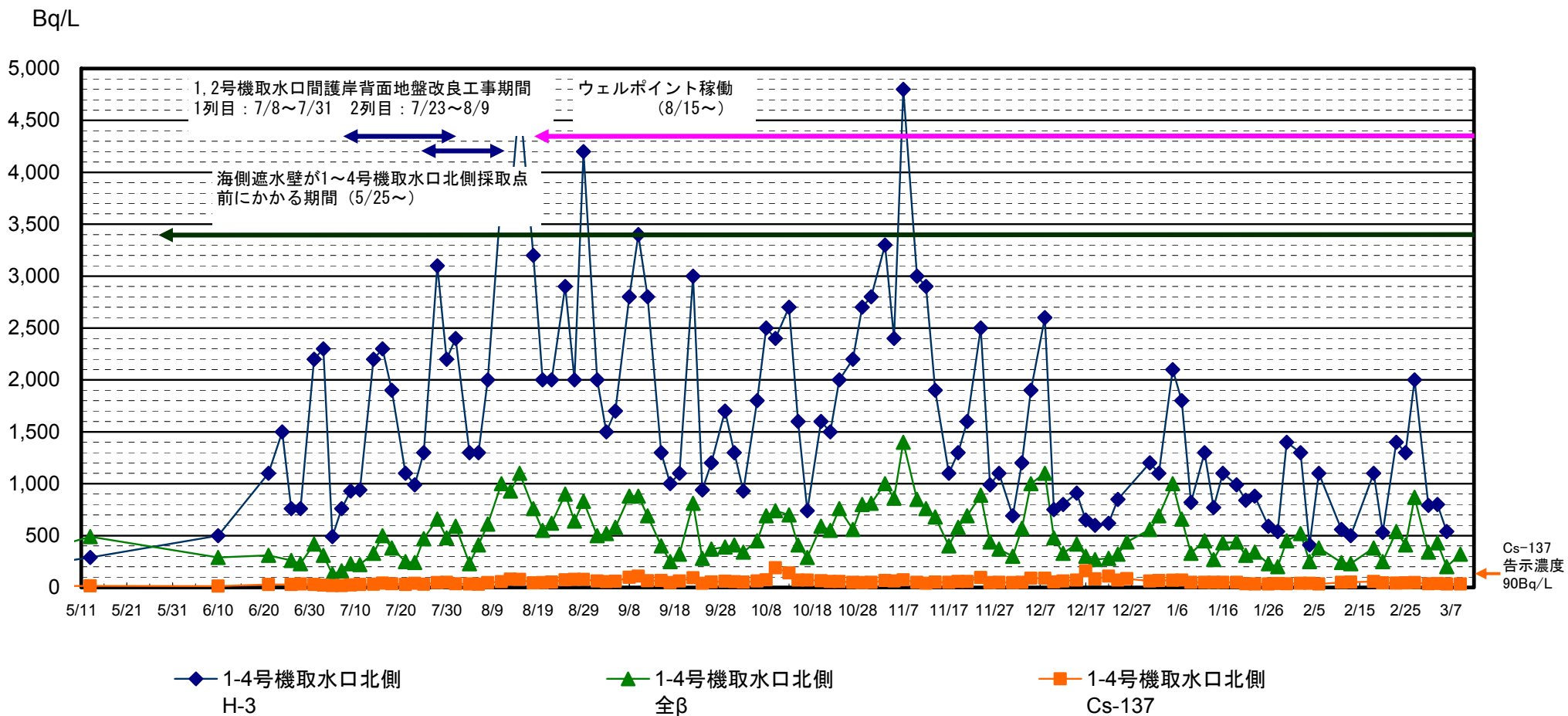
1, 2号機取水口間の海水の濃度推移



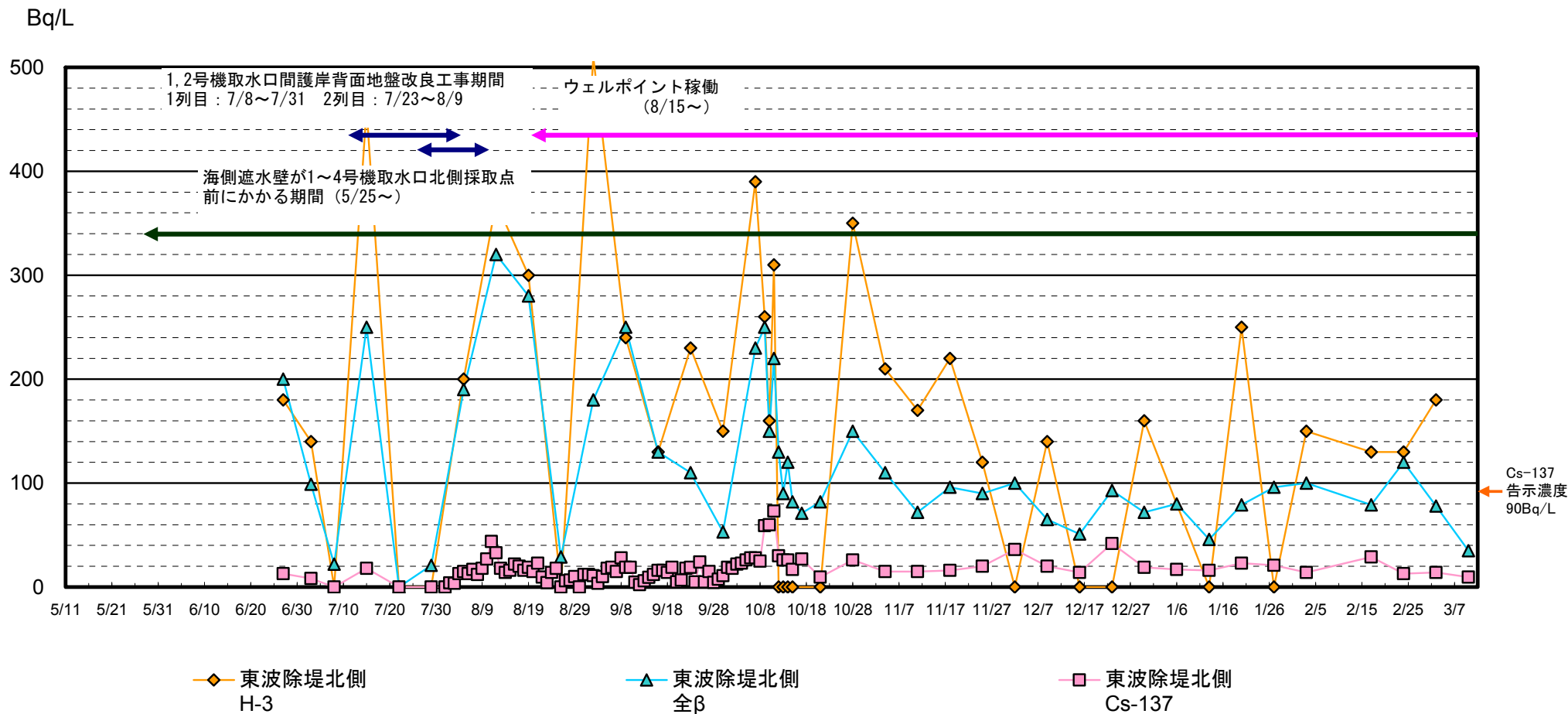
1～4号機取水口北側、東波除堤北側および南側遮水壁前の海水の濃度推移



1～4号機取水口北側の海水の濃度推移

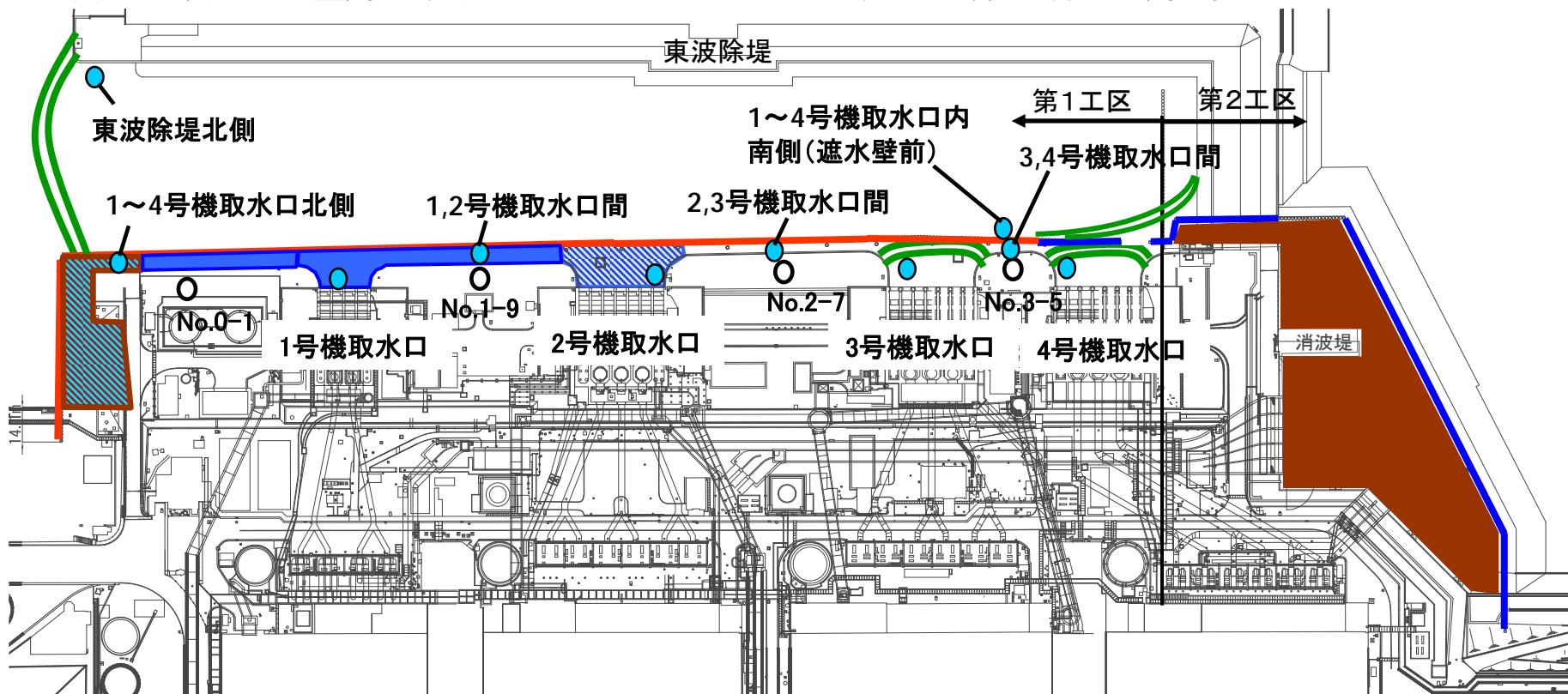


東波除堤北側の海水の濃度推移



1～4号機取水路開渠内の海水の採取点

遮水壁内側の埋立工事の進捗に伴い、1号機、2号機取水口、2, 3号間のシルトフェンスを撤去。また、新たに1～4号取水口南の遮水壁開口部にシルトフェンスを設置し、その外側で採水を開始。



凡例		
	施工中	施工済
埋立水中コン		
埋立割栗石		

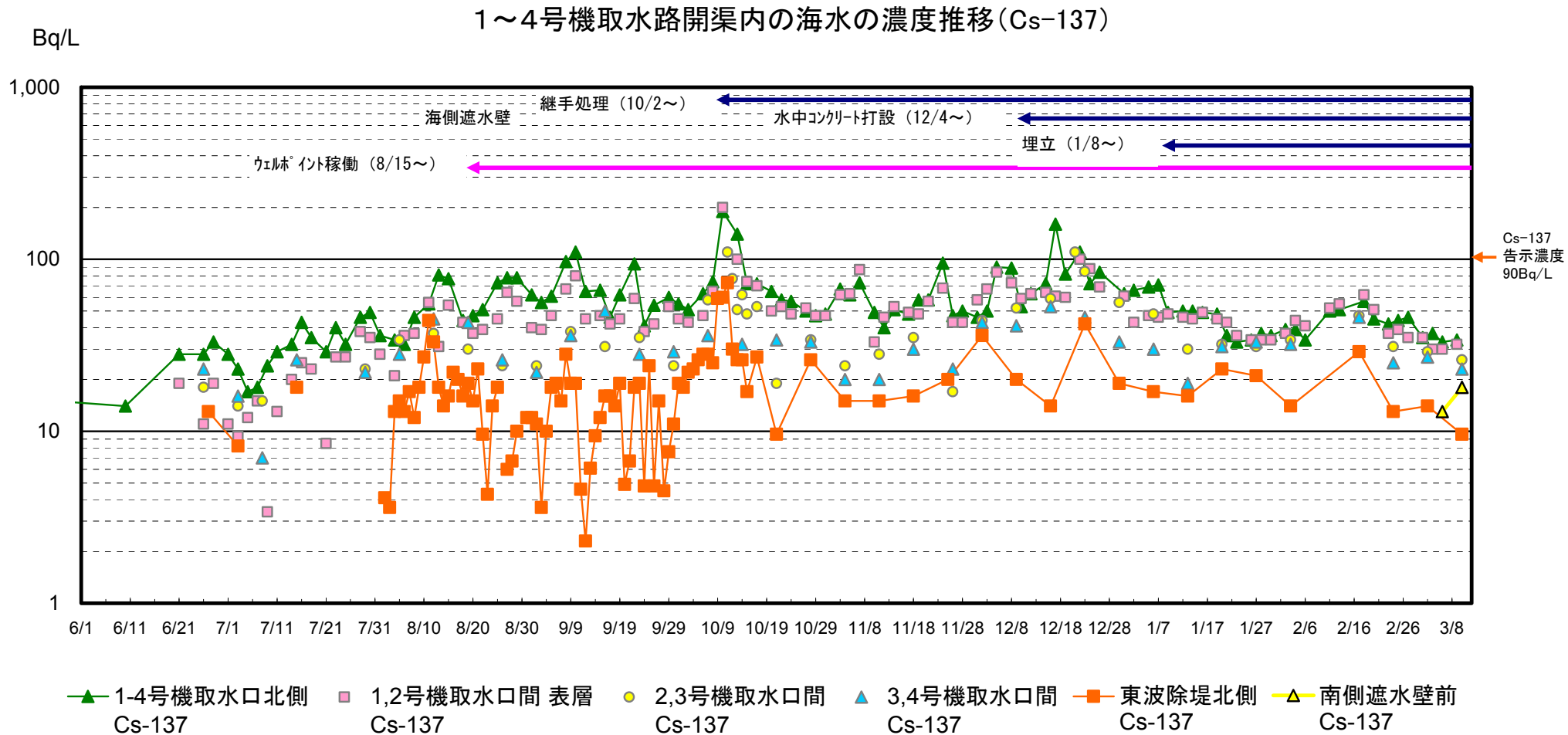
(2月27日時点)

- 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
- 3/5: 1～4号機取水口内南側遮水壁前シルトフェンス設置
- 3/6: 1～4号機取水口内南側遮水壁前採水点追加

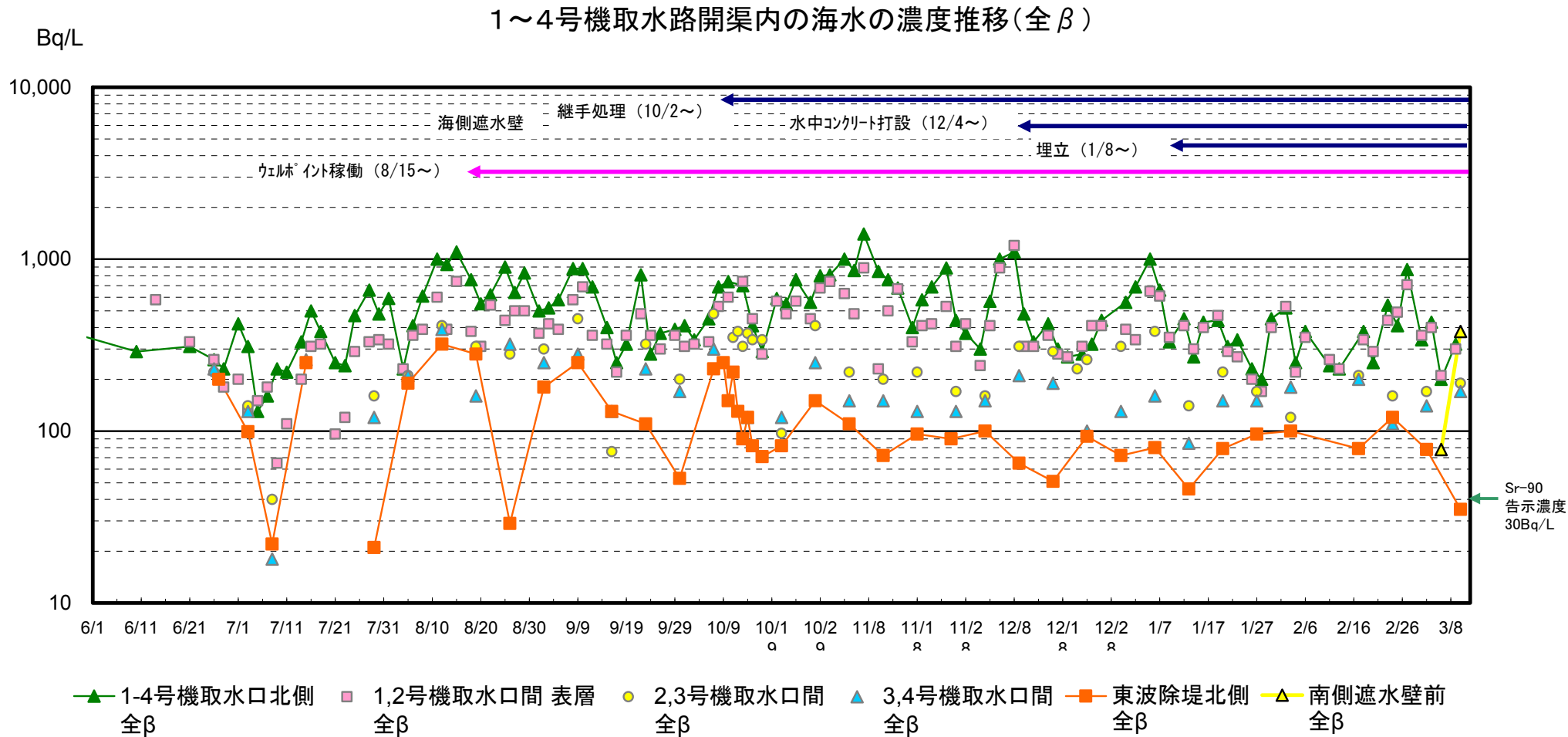
- :シルトフェンス
- : 鋼管矢板打設完了
- : 継手処理完了 (2月27日時点)

- : 海水採取点
- : 地下水採取点

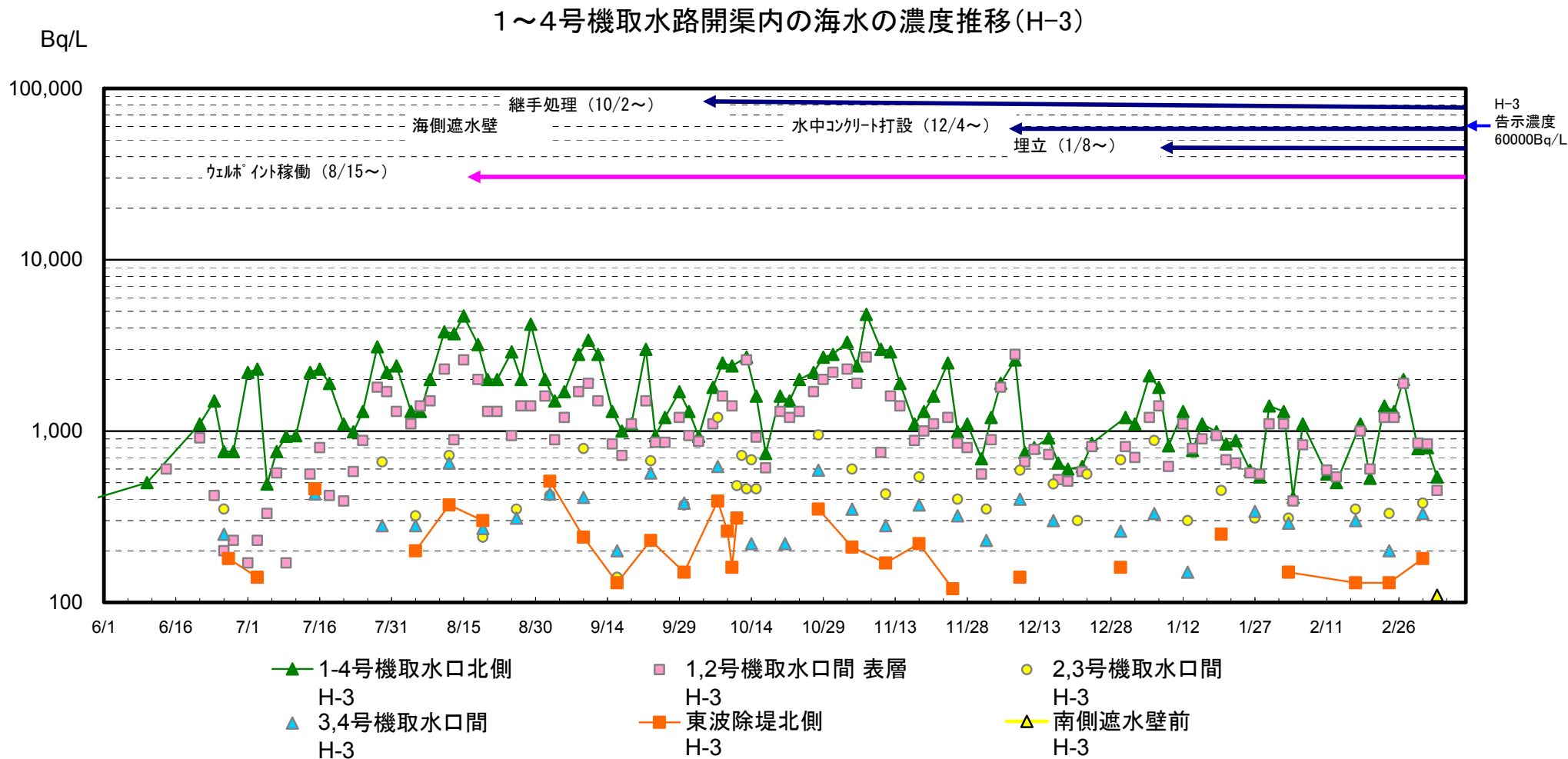
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移 (1 / 3)



1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移（2／3）



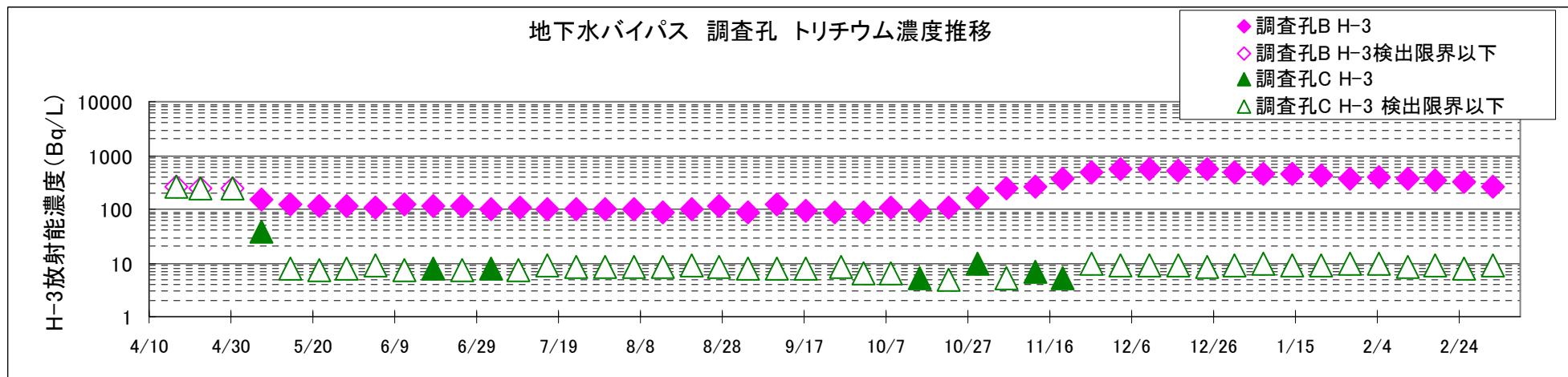
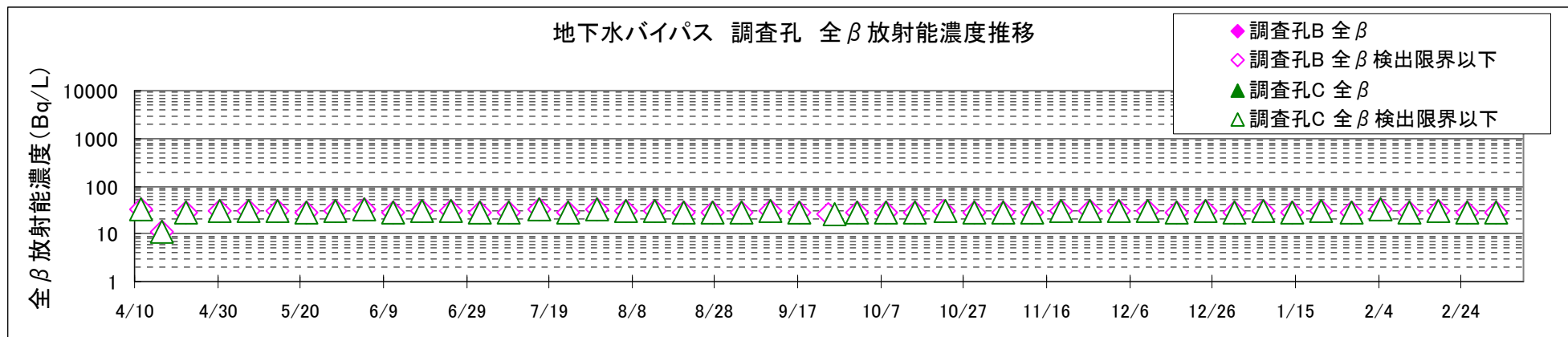
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移 (3/3)



地下水バイパス、調査孔・揚水井の放射能濃度推移（1 / 3）

■ 地下水バイパス 調査孔

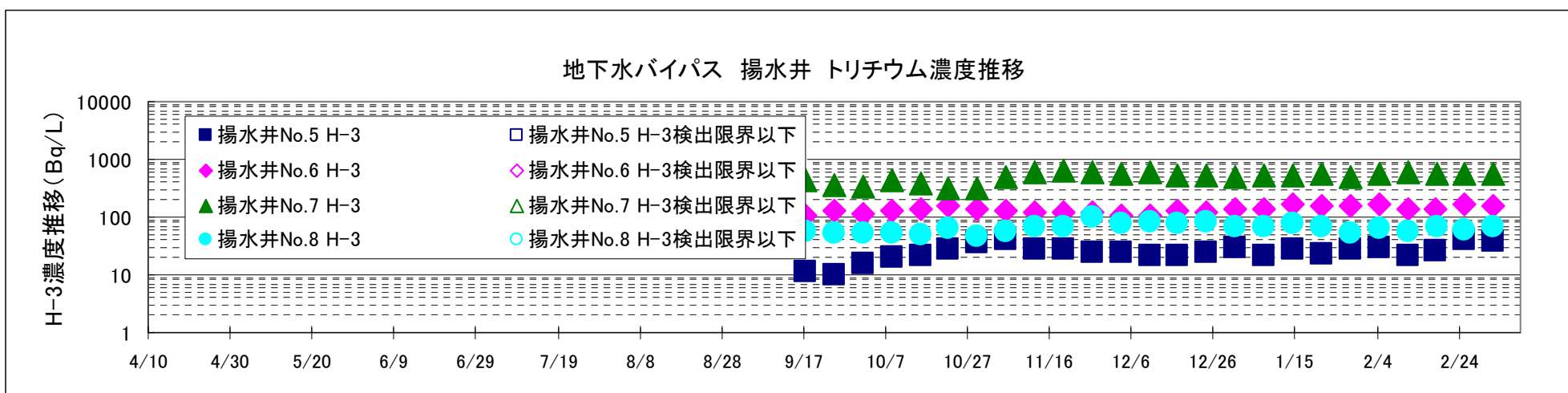
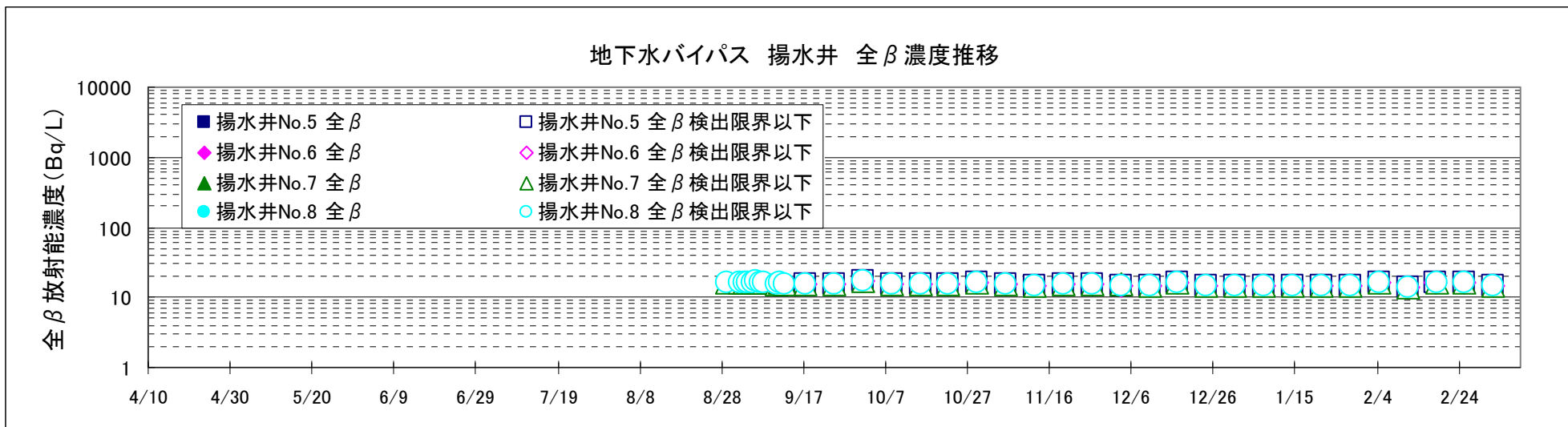
10月以降、調査孔Bのトリチウム濃度に若干の上昇がみられたが、現在は低下傾向。



地下水バイパス、調査孔・揚水井の放射能濃度推移（2／3）

■ 地下水バイパス 揚水井

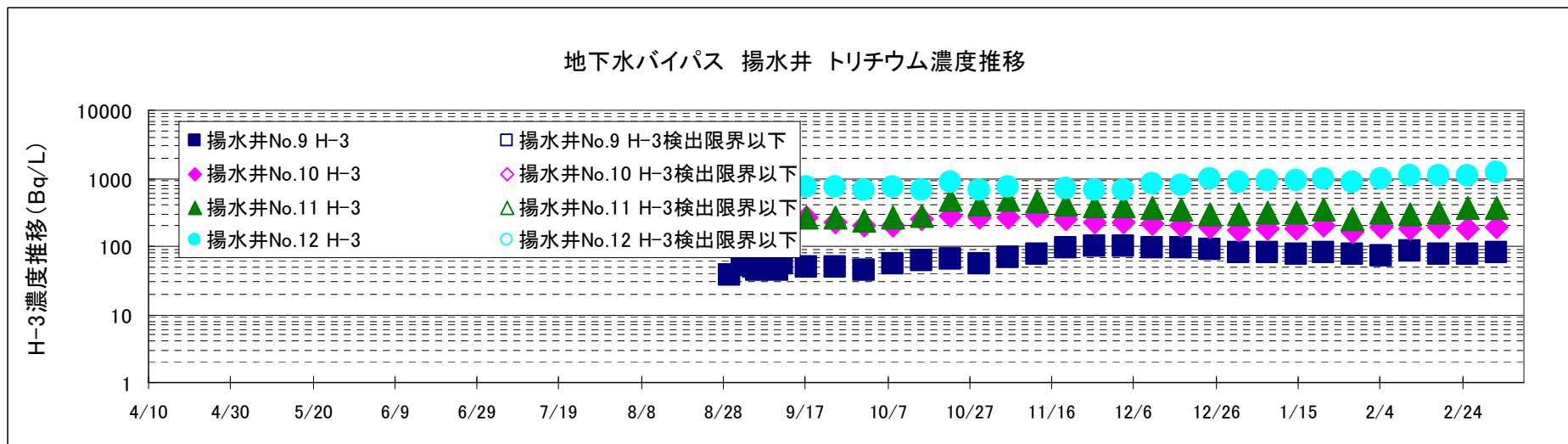
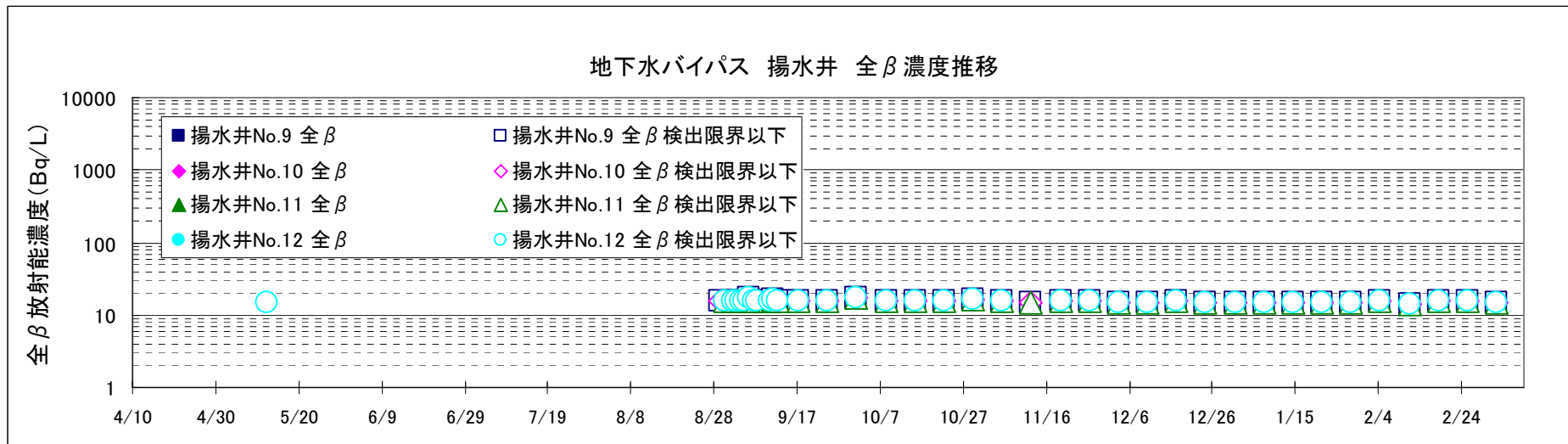
揚水井No.5～8については、特に変化はみられていない。



地下水バイパス、調査孔・揚水井の放射能濃度推移 (3/3)

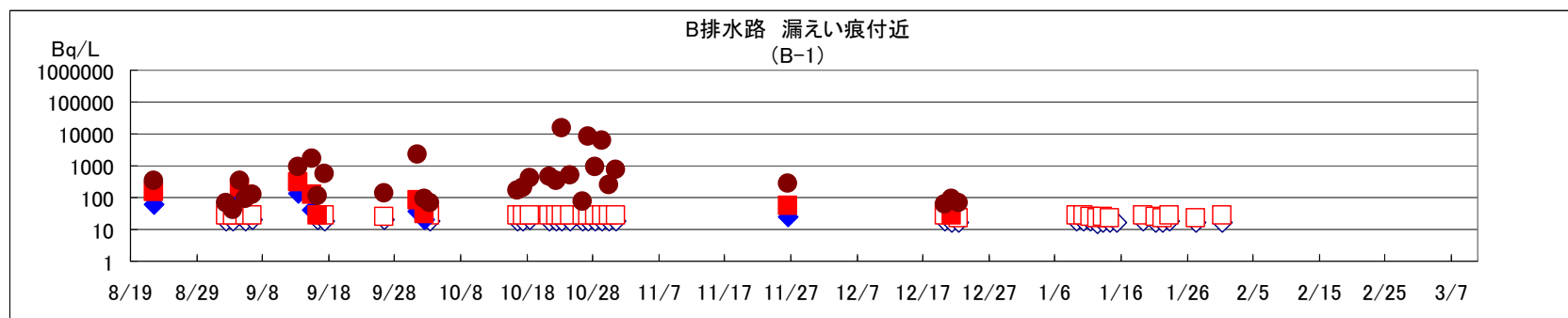
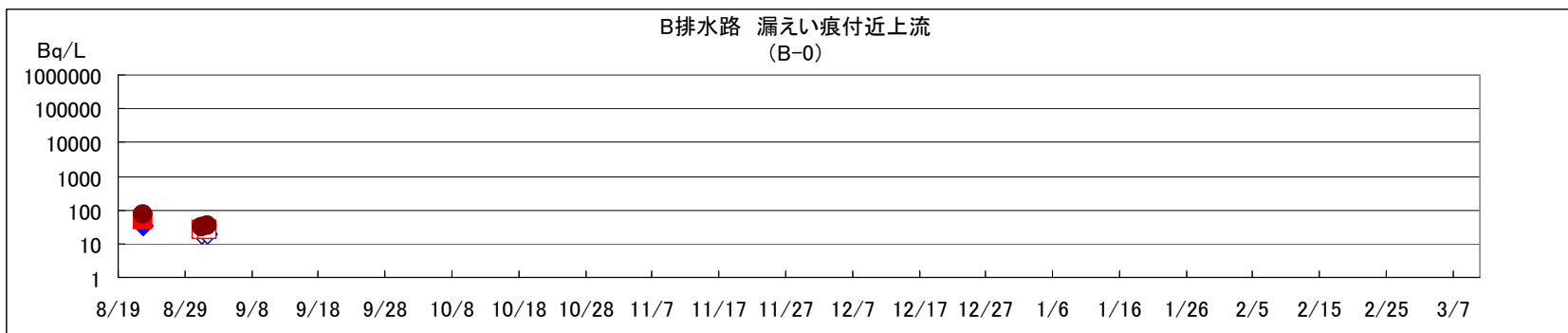
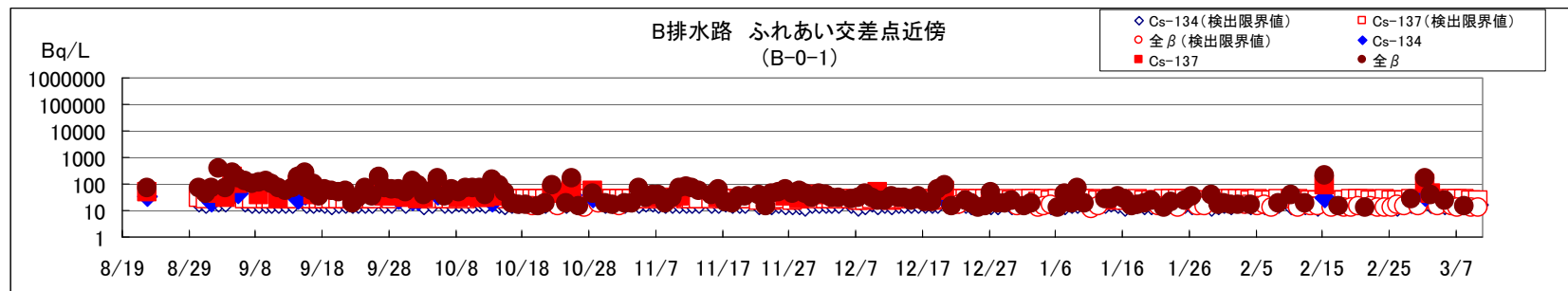
■ 地下水バイパス 揚水井

揚水井No.12のトリチウム濃度が若干上昇傾向。



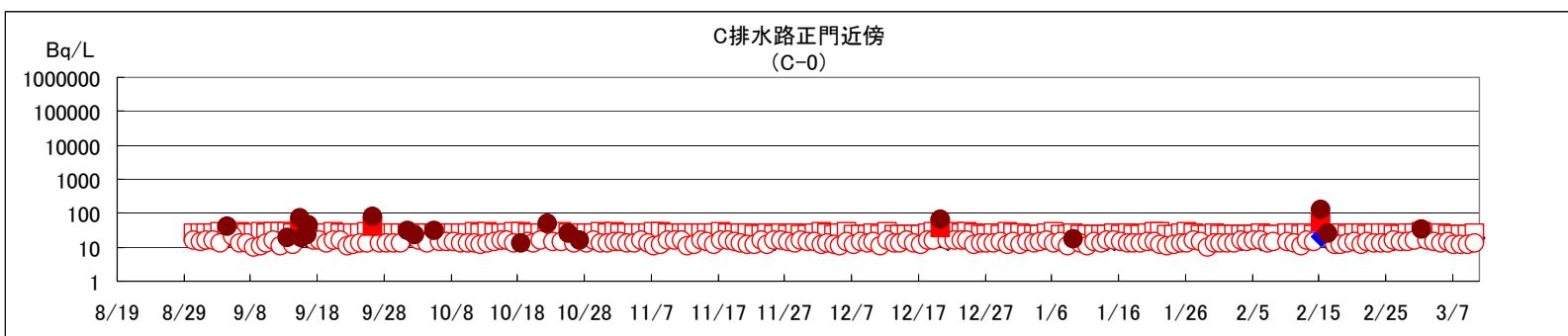
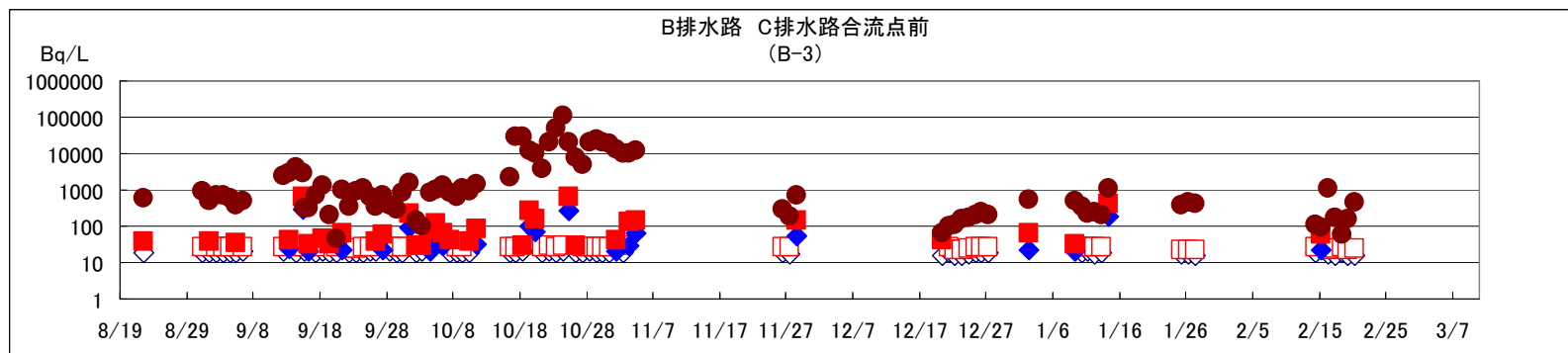
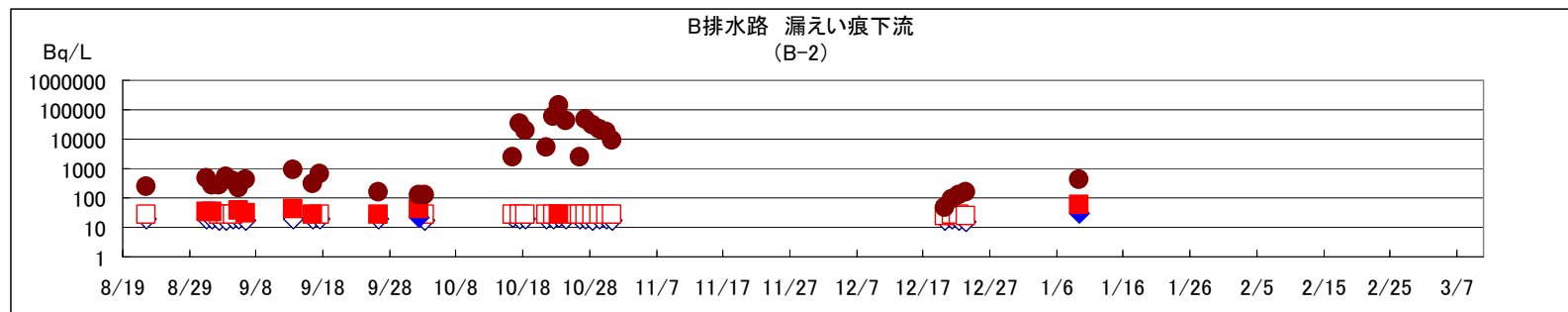
排水路の放射能濃度推移 (1 / 3)

■ 現状では、タンクエリアの上流側であるふれあい交差点近傍 (B-O-1) においても、降雨時を中心に放射性物質が検出される状況。



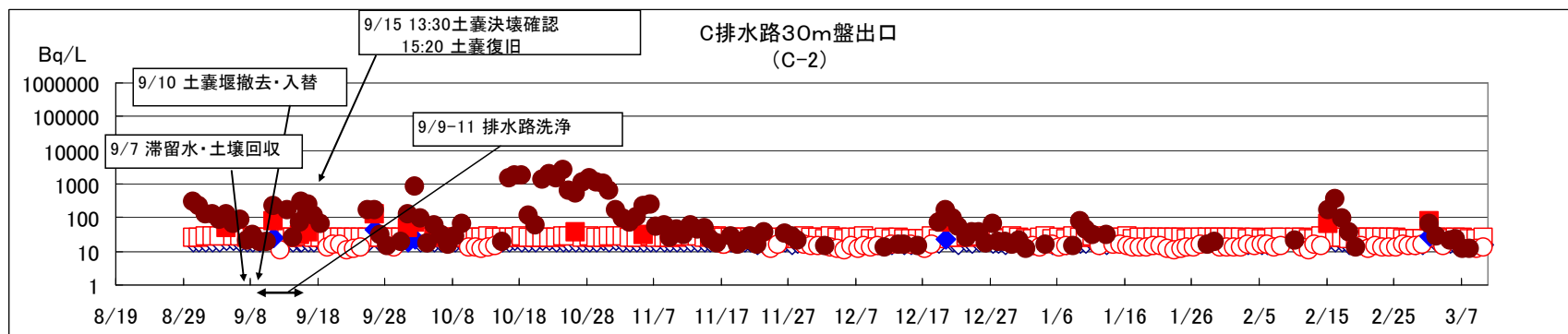
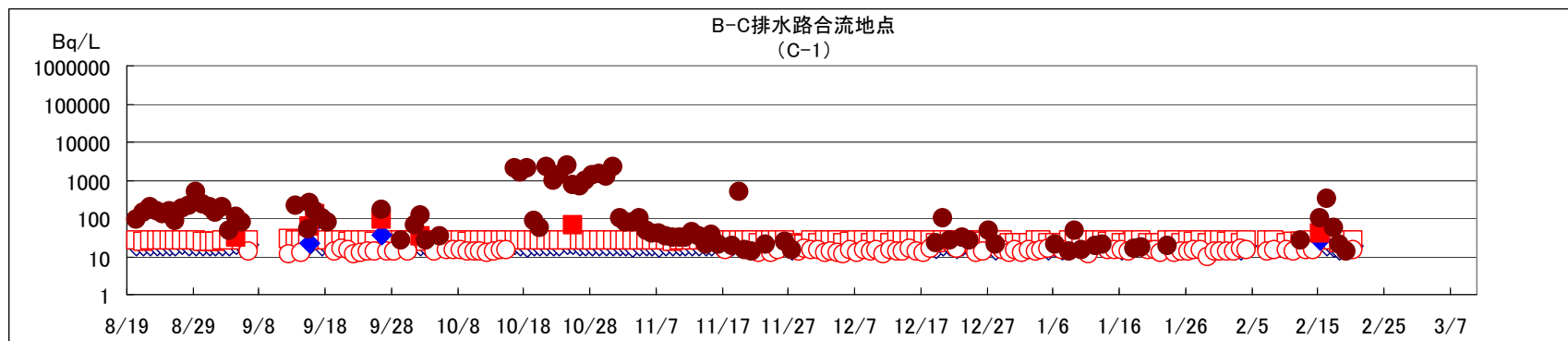
排水路の放射能濃度推移 (2/3)

- B排水路については、暗渠化の工事が終了。



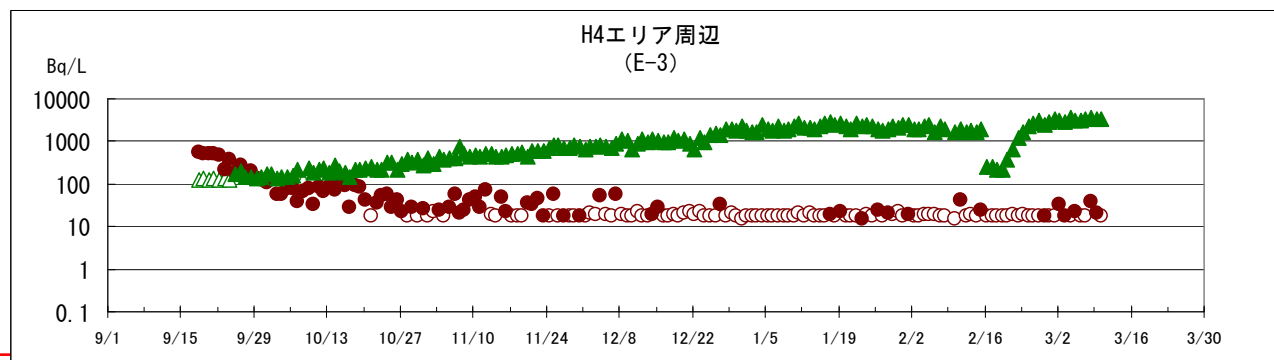
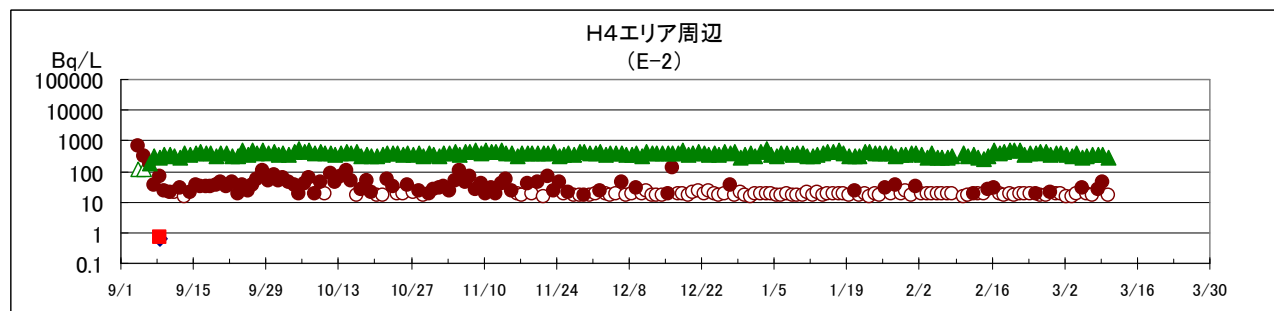
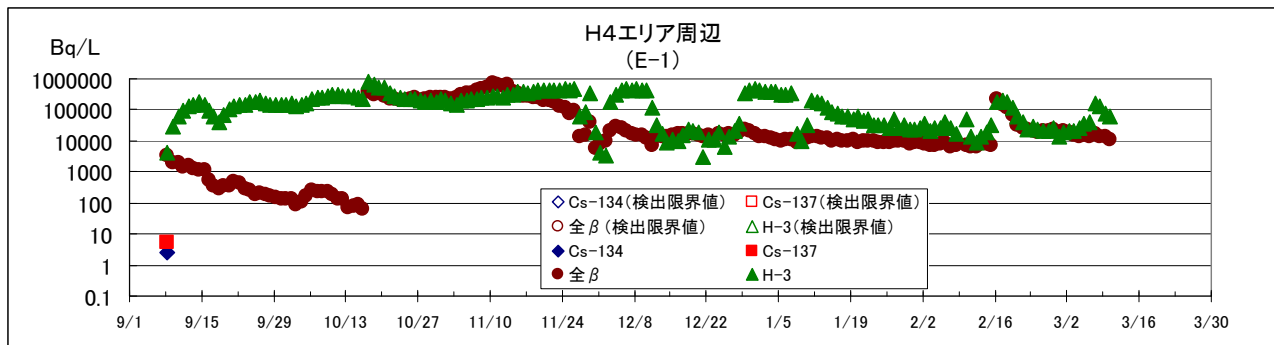
排水路の放射能濃度推移 (3/3)

■ C排水路35m盤出口のC-2については、降雨時等に放射性物質が検出される状況。



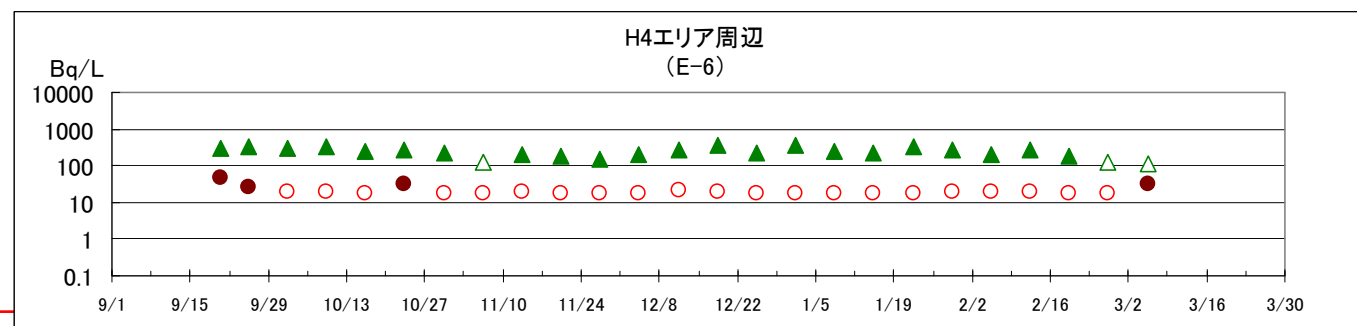
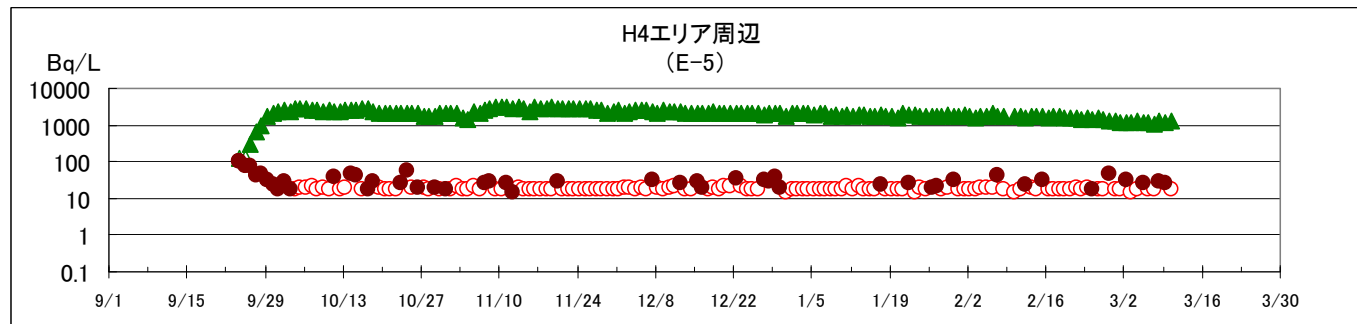
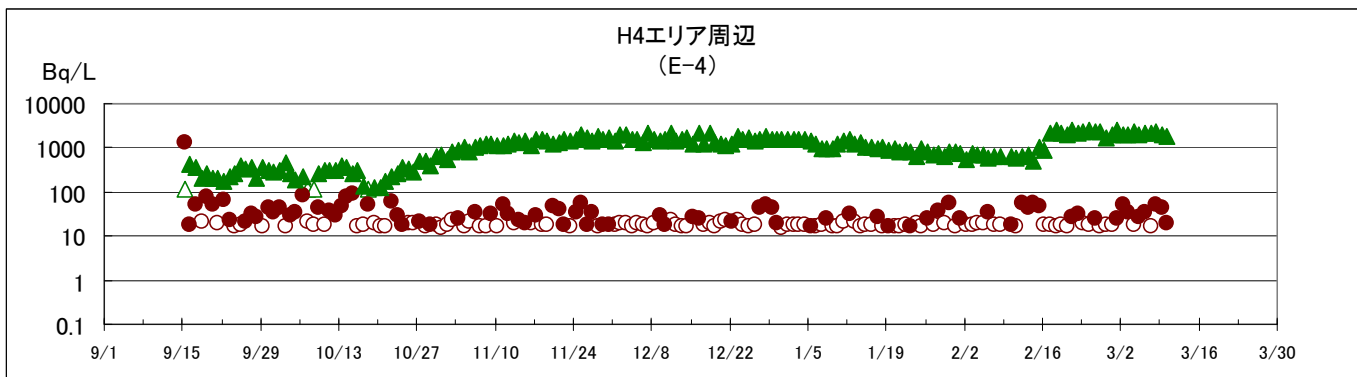
追加ボーリングの放射能濃度推移（1 / 5）

- E-1については、周辺でウェルポイント稼働中。放射能濃度は低下傾向にあるものの、降雨時には全β、トリチウム濃度が上昇するが一時的。
- E-3のトリチウムが上昇傾向。



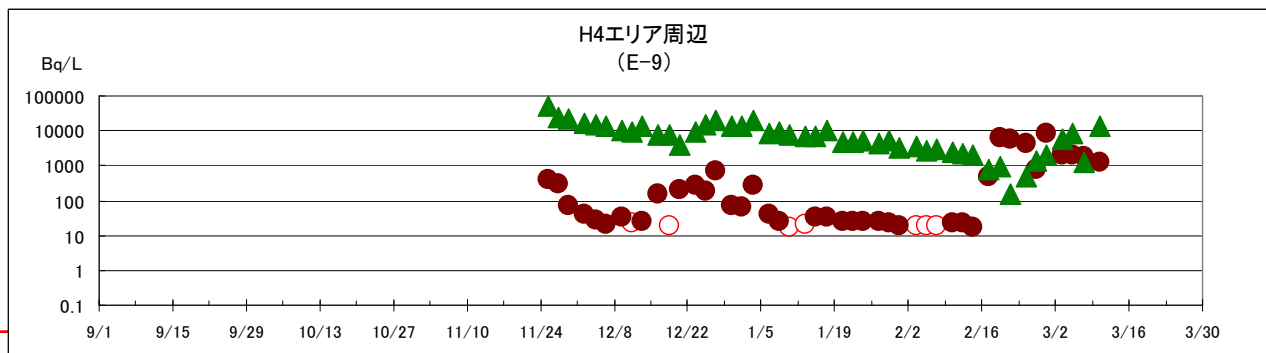
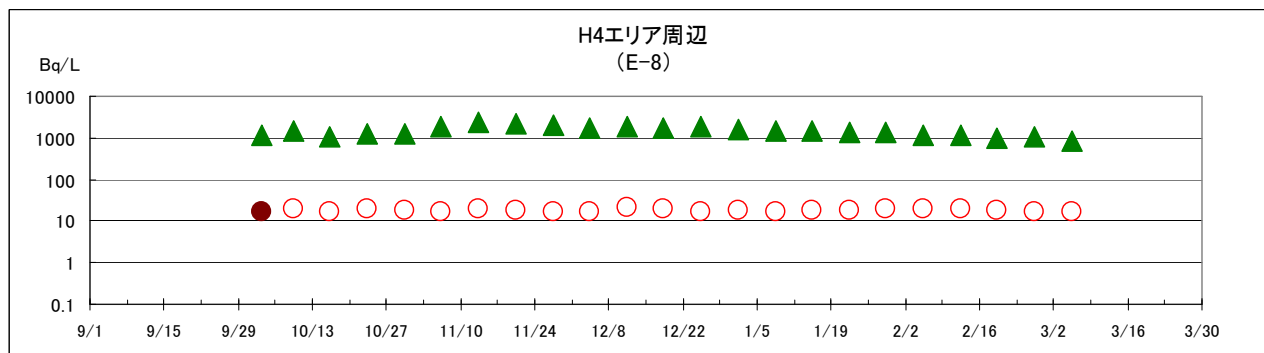
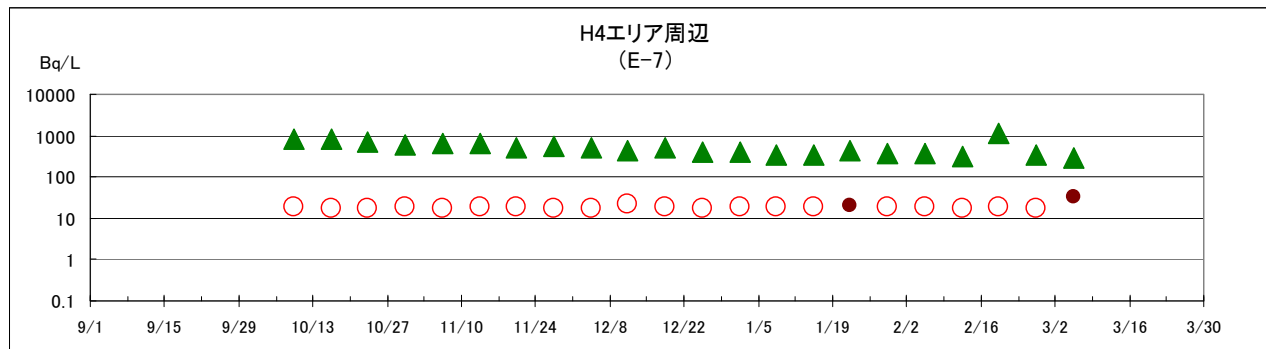
追加ボーリングの放射能濃度推移（2/5）

- H4エリアからの汚染水漏えい箇所（E-4）の東側に位置するE-4では、2月の降雪以降、トリチウム濃度が上昇。
- E-5、E-6のトリチウム濃度は低下傾向。



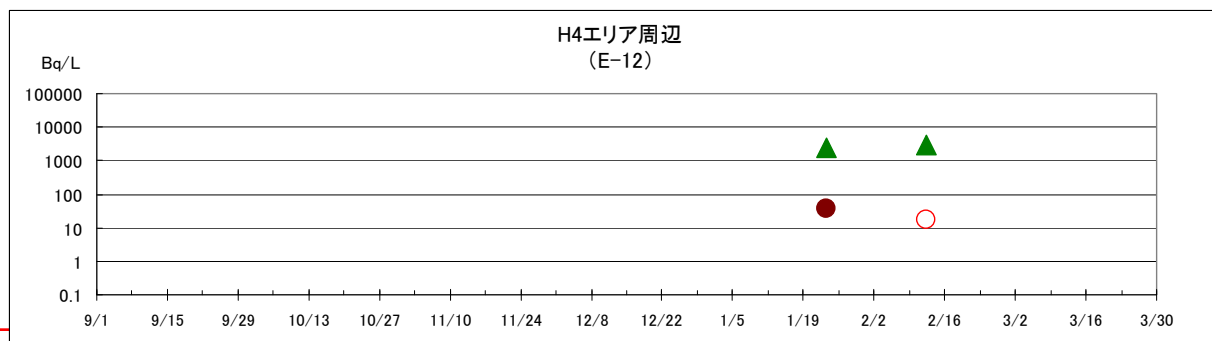
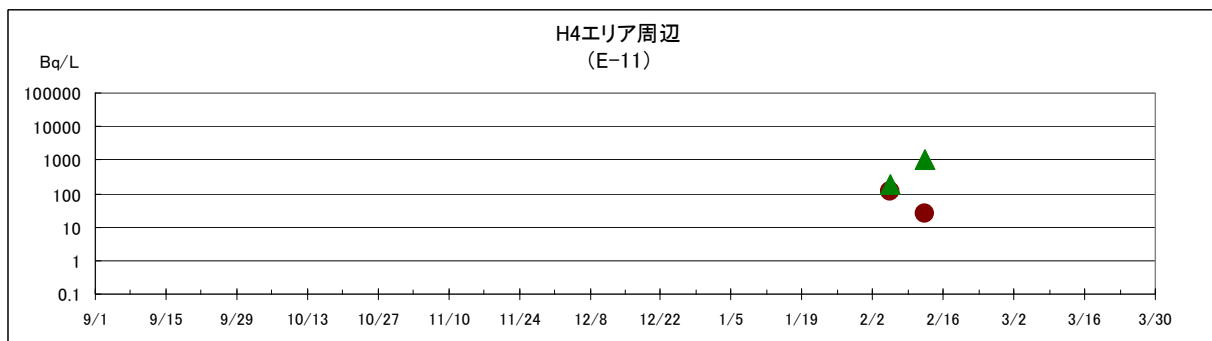
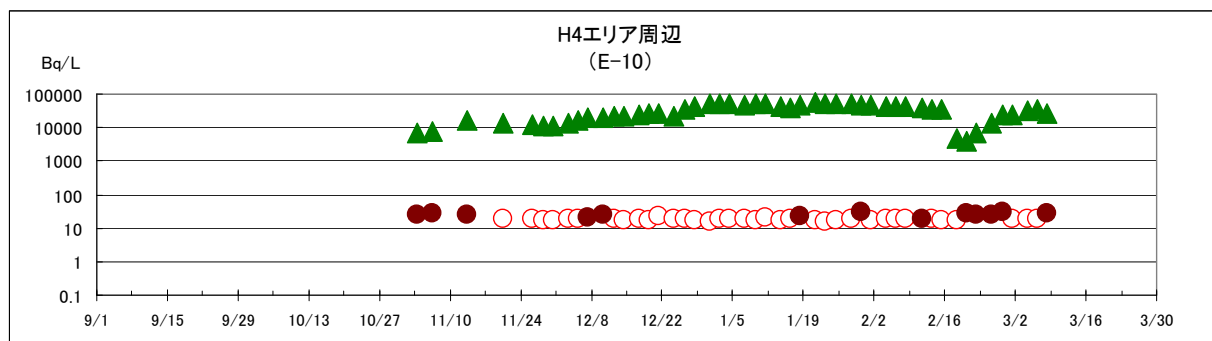
追加ボーリングの放射能濃度推移（3／5）

- H4エリアから離れたE-7、8では特に大きな変化は見られない。
- H4エリア北東側のE-9では、全β、トリチウム濃度が上昇。周辺で実施中の汚染土壌回収や降雨等による影響と考えられる。



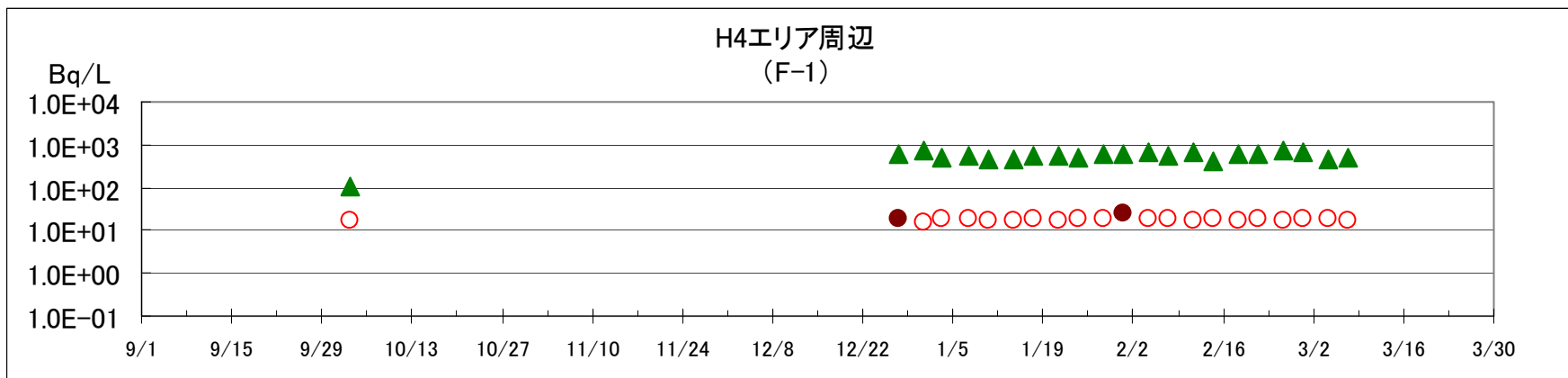
追加ボーリングの放射能濃度推移（4／5）

- H4エリア東側のE-10では、トリチウム濃度が上昇したが、全βは特に変化無し。
- H4、H4東エリアの堰の水位が低下した影響を確認するためにE-11、E-12を掘削し、地下水を分析した結果、全β放射能濃度は低く、特に漏えいの影響は認められなかった。



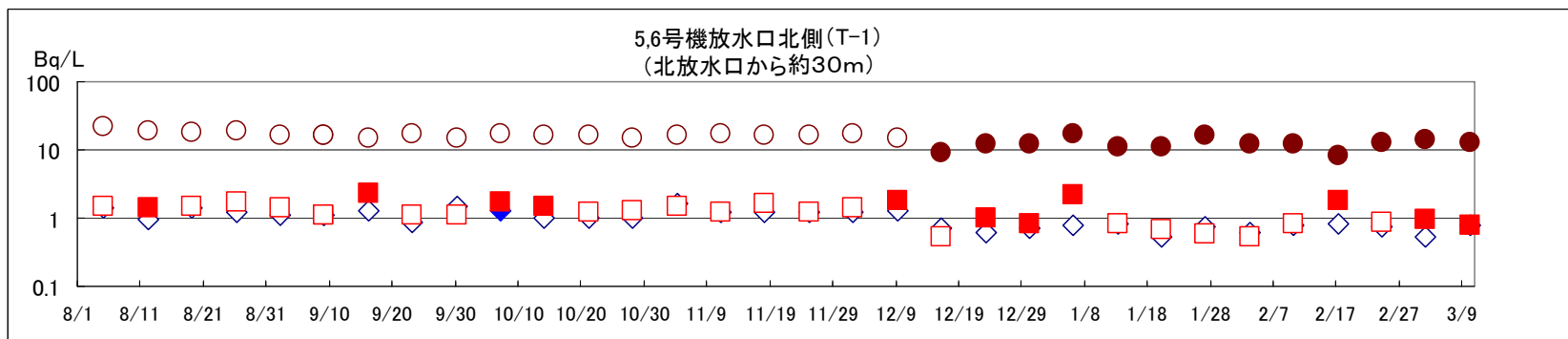
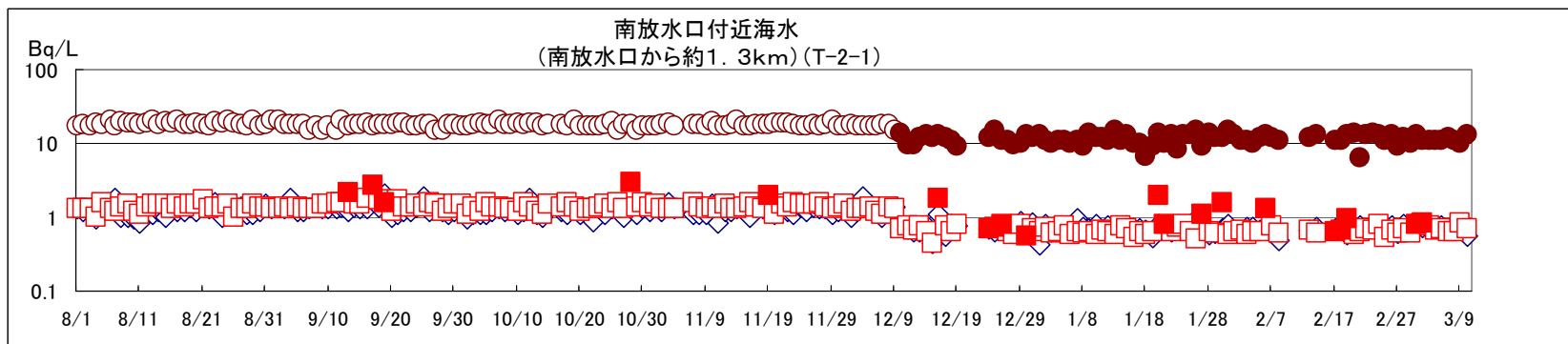
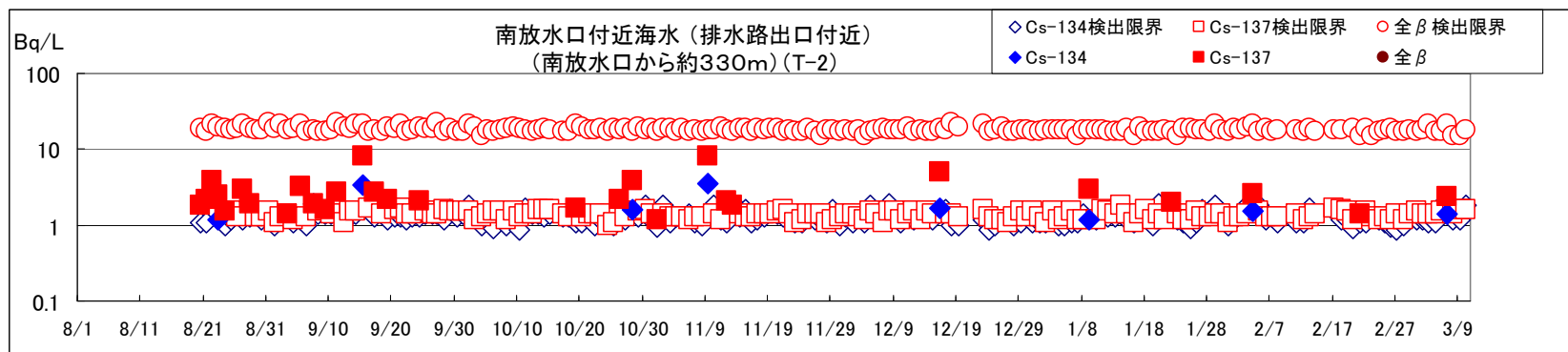
追加ボーリングの放射能濃度推移（5／5）

- H4エリア西側の、地下水の流れの上流側の放射性物質濃度を確認するために設置したF-1については、特に地下水濃度に変化は認められていない。



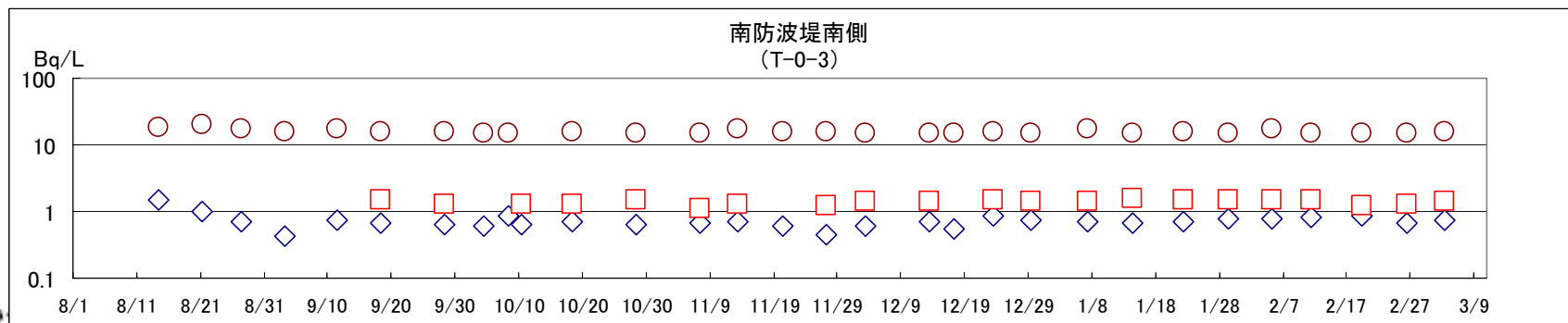
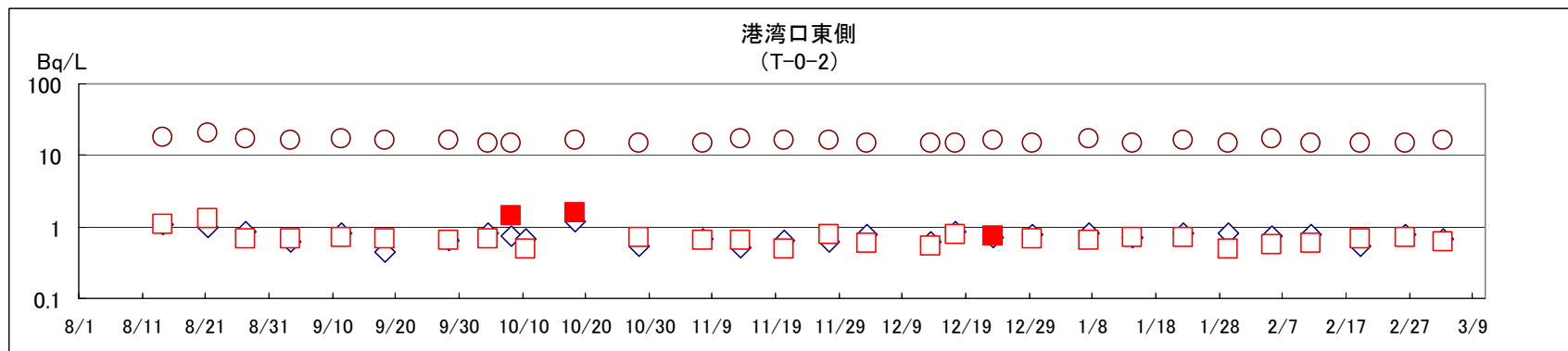
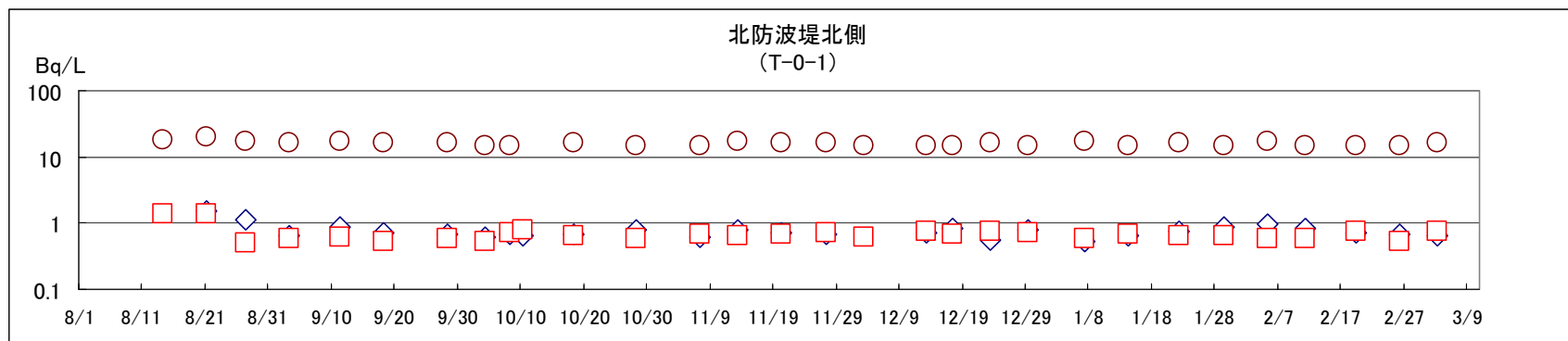
海水の放射能濃度推移 (1 / 2)

■ C排水路出口付近のT-2など、南北放水口付近の海水中放射能濃度に特に変化は認められていない。



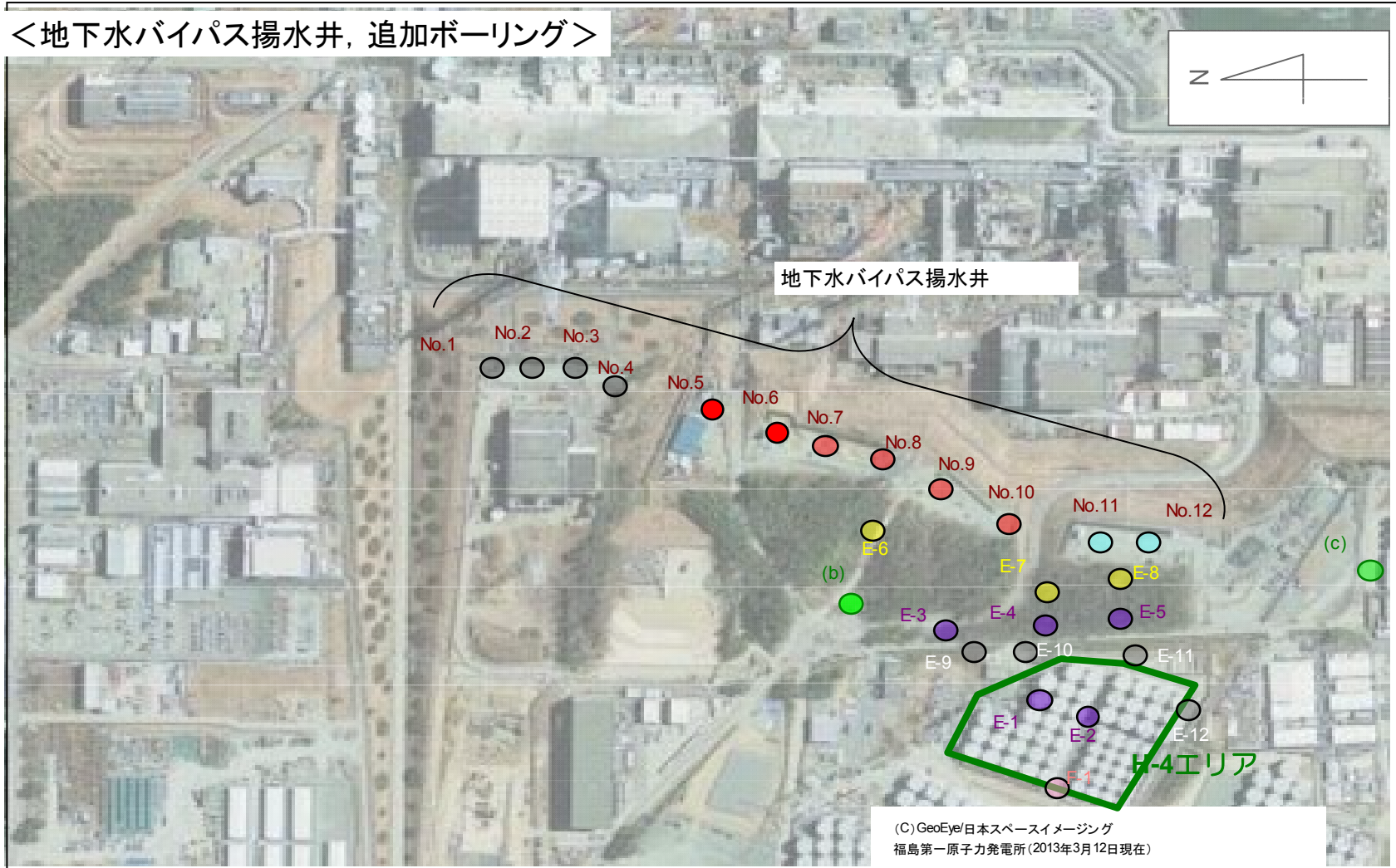
海水の放射能濃度推移 (2/2)

■ 港湾周辺の海水中放射能濃度に特に変化は認められていない。

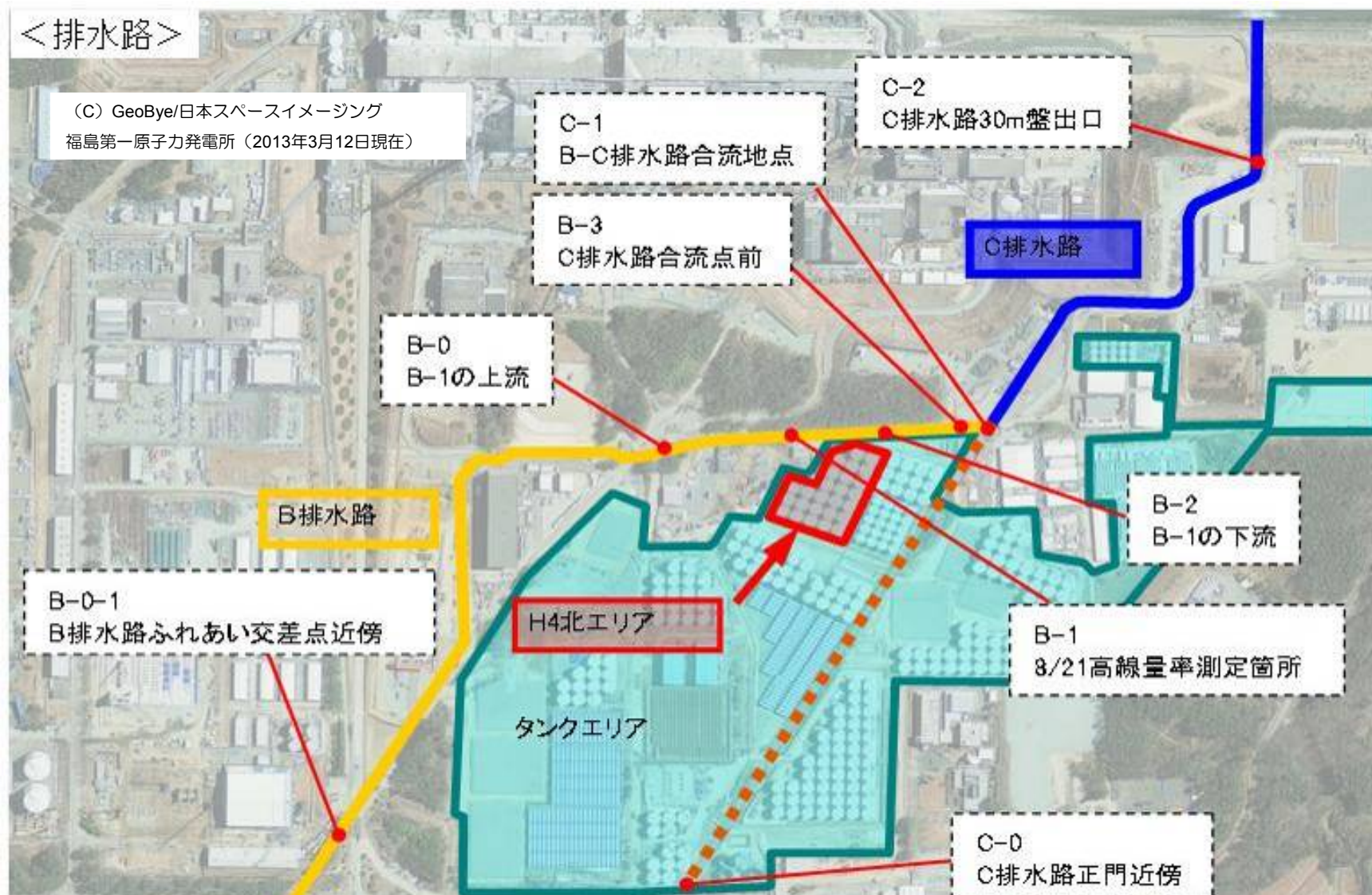


サンプリング箇所（1 / 3）

＜地下水バイパス揚水井，追加ボーリング＞

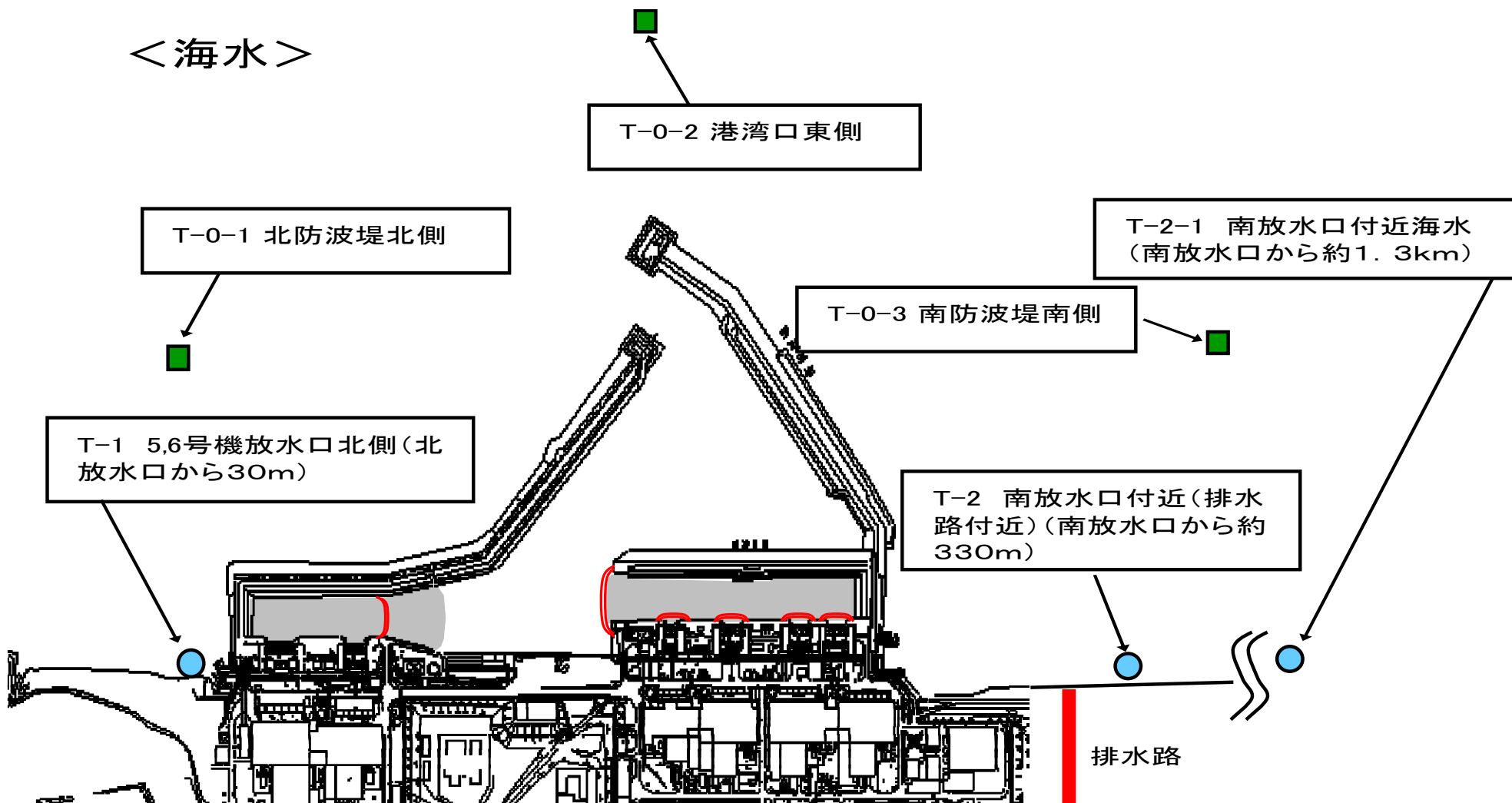


サンプリング箇所 (2/3)



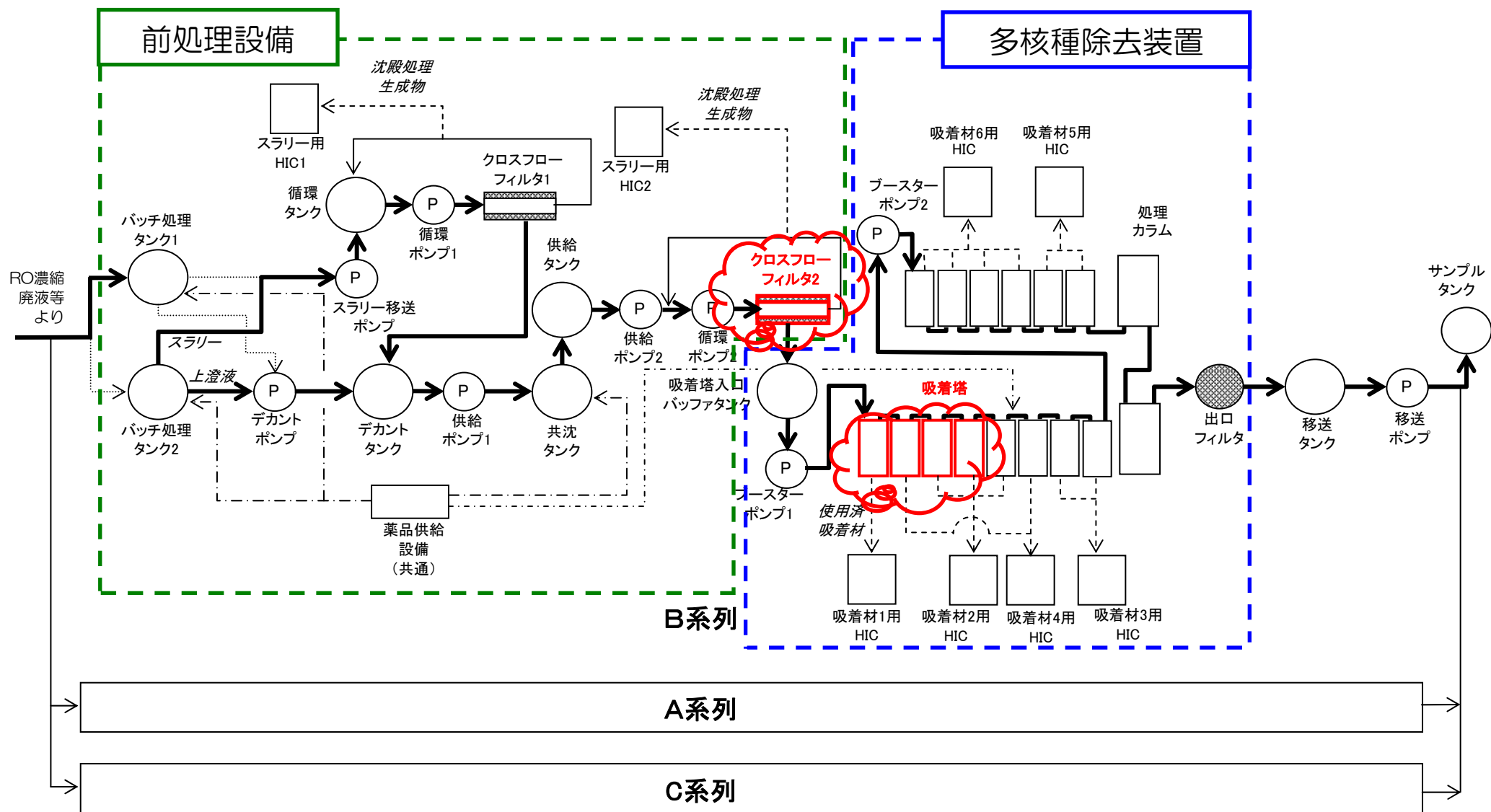
サンプリング箇所 (3/3)

<海水>



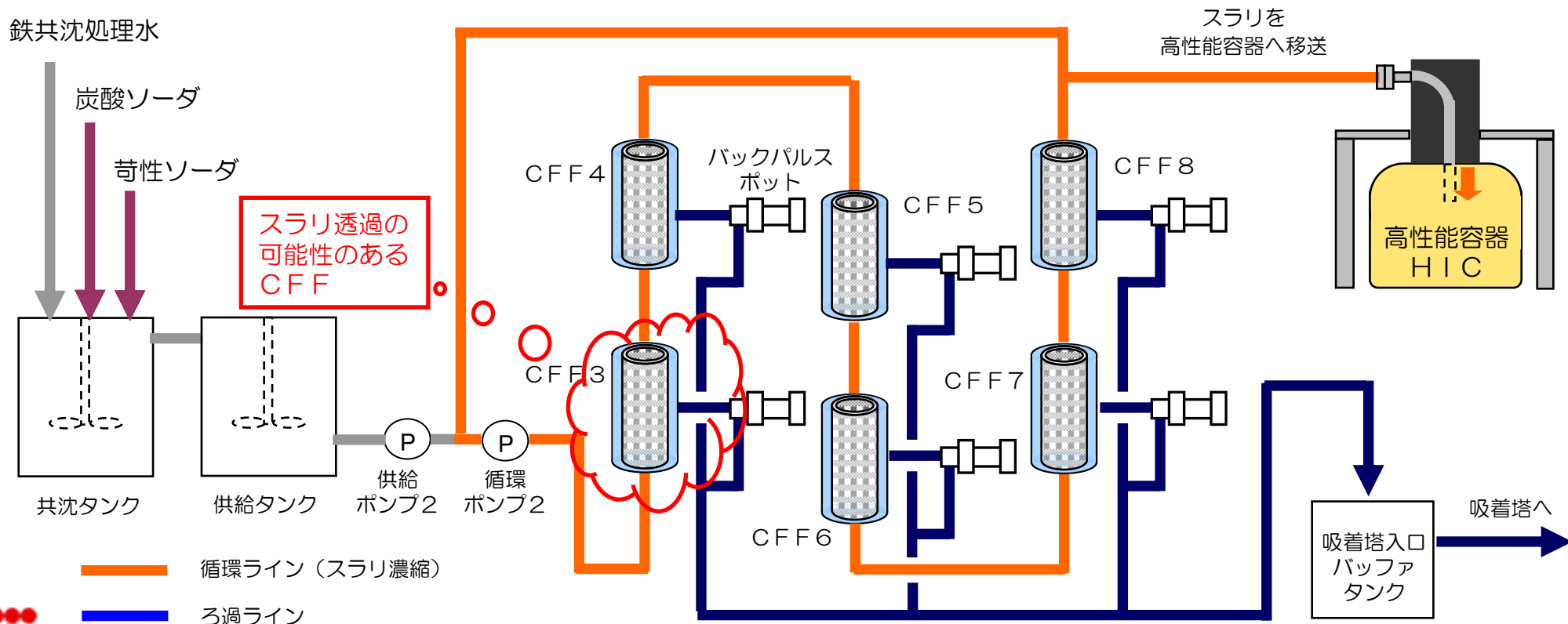
(3) 多核種除去設備 B系統吸着塔差圧上昇について

系統概略図



前処理設備（炭酸塩沈殿処理）の目的

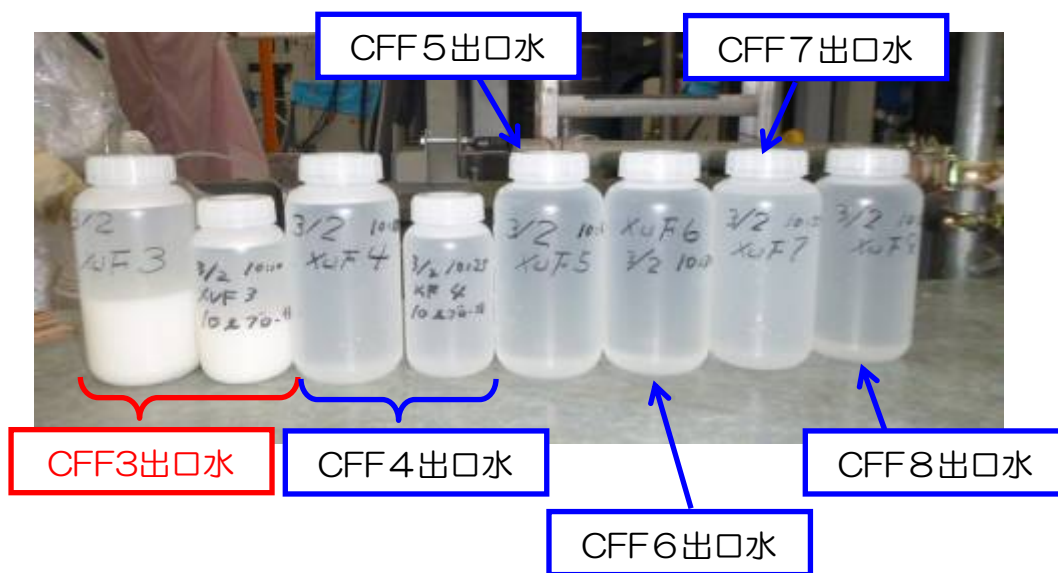
- 後段の吸着塔におけるSr吸着の阻害イオン（Mg, Ca等）の除去が主目的
- 共沈タンクに炭酸ソーダと苛性ソーダを添加し、2価のアルカリ土類金属（Mg, Ca等）の炭酸塩を生成させ、クロスフローフィルタ（以下、「CFF」）にてろ過する
- ろ過された水は後段の吸着塔入口バッファタンクへ移送され、濃縮された炭酸塩はスラリーとして、高性能容器（HIC）へ移送する



これまでの経緯

- B系統の至近の運転状態において、上流側の吸着塔（特に吸着塔1 B）の差圧上昇が発生し、その都度、逆洗を実施してきた

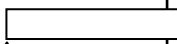
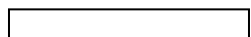


➡ 差圧上昇の原因調査（各CFFろ過側の出口水のサンプリング）を行ったところ、CFF3Bのろ過側出口水からスラリー成分が確認されたことから、CFF3Bからのスラリー透過の可能性が考えられる



今後の対応

- スラリー透過の可能性のあるC F F 3 Bについては、点検を実施。点検に伴う停止期間は10日間程度を想定（A・C系統は運転継続）
- C F F 点検作業は初めての作業であり、高線量環境での作業となることから、作業に伴う被ばく低減を十分に考慮した上で、点検方法について十分に検討を行い実施

B系統C F F 点検スケジュール

	3月上旬	3月中旬	3月下旬
・ 除染（酸洗浄）、作業準備	 ▲ 3/6停止		
・ C F F 3 B点検			
・ 処理再開		 ▲ 処理再開	

【参考】 B系統ブースターポンプ2トリップ事象（1 / 2）

【事象発生】

3 / 5（水） 17 : 40

以下のANNが発生しブースターポンプが停止し、B系循環運転へ移行。

「ブースターポンプ2Bインバータ故障」

※ 現場調査を実施したところ、インバータのログデータより「モータ過負荷」警報が発生していることを確認。

（当該警報はモータの過負荷運転又は低速領域での連続運転で発生）

【調査結果】

- ・ B系クロスフローフィルタの不具合があったことから、定格10.5m³/hから処理量を約7m³/hに低減して運転中であった。
- ・ ブースターポンプ2の出力要求値が小さい状態が継続した場合にインバータ故障（低速領域での連続運転）が発生するインターロックとなっている
- ・ モータについては絶縁抵抗測定、巻線抵抗測定を実施し問題のないことを確認

【参考】 B系統ブースターポンプ2トリップ事象（2/2）

【再発防止対策】

当該事象については関係者に周知するとともに以下のように運転監視を強化することを周知し再発防止を図る。

運転監視項目

- ①ブースターポンプ2の吸込み圧力 50 kPa 以上
- ②ブースターポンプ2の出力約30%以上

上記を維持できるように、ブースターポンプ1の出力を調整すること。

さらに、バッファタンク水位（通常1950mm）が維持されていることの監視をすること。

上記対策を実施し、3/6（木）4：05に処理を再開し、当該ポンプに異常のないことを確認した。

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12回)
資料1

H6エリアタンク天板部からの漏えい に対する原因と対策について

平成26年3月5日
東京電力株式会社



東京電力

1. 概要 (1 / 5)

【H6エリアタンク上部天板部からの漏えい（漏えい状況）】

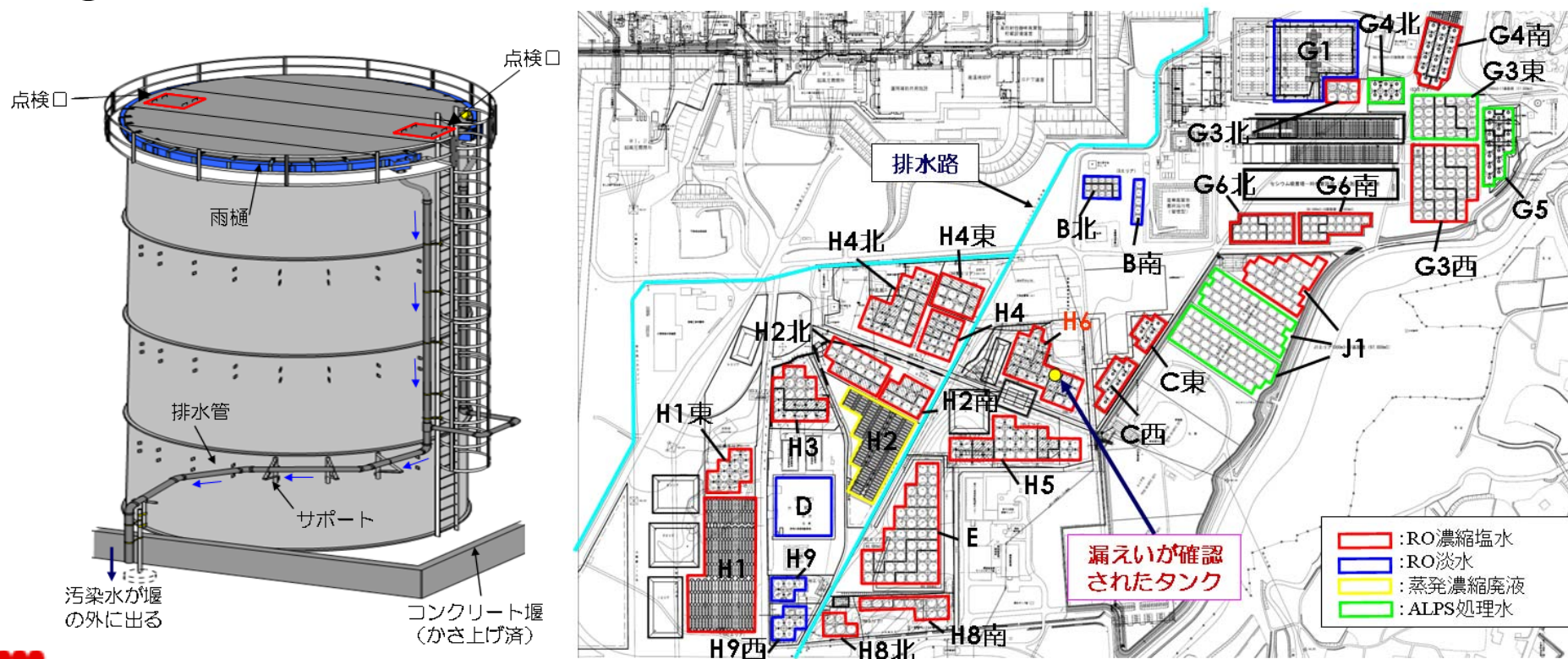
◆2/19 23:25頃、タンクエリアパトロール中の協力会社作業員が漏えいを発見。

①タンク上部天板部から、雨樋を伝って堰外に漏えい。

推定漏えい量は約100m³。

②漏えい水の放射能濃度は、全β最大2.4億Bq/L（堰外漏えい部）。近くに排水路がなく、また漏えい拡大防止済であり、海への流出は無いものと推定。

③地表等に残存した漏えい水42m³を回収済。周辺土壌は約130m³を回収済。

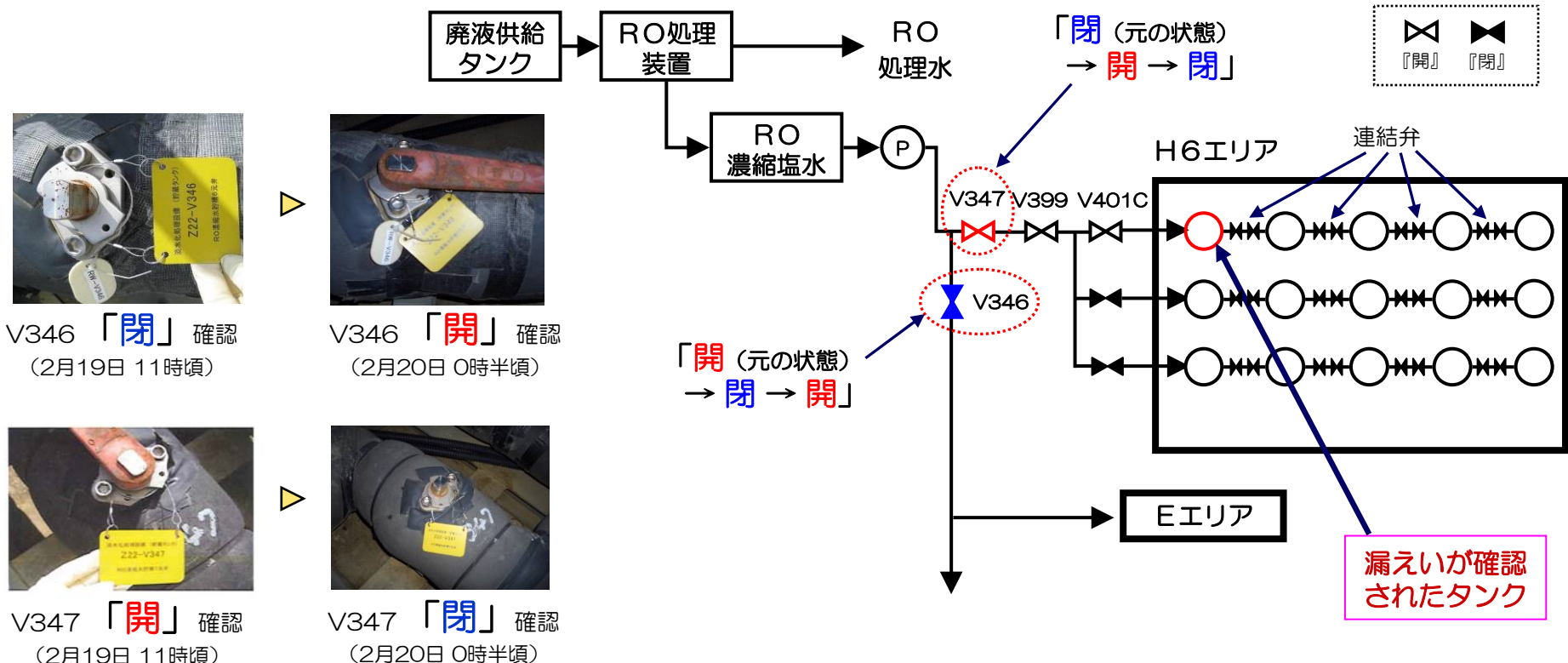


1. 概要 (2/5)

【H6エリアタンク上部天板部からの漏えい（原因）】

◆汚染水はEエリアのタンクに送られることとなっていたが、漏えい発生時、Eエリアではなく、H6エリアの受払タンク（当該漏えいタンク）へ汚染水が移送される系統構成となっていた。すなわち、Eエリアへの弁（V346）は「閉」、H6エリアへの分岐上の弁（V347）は「開」となっていた。

なお、漏えいの発生が確認された時点では、汚染水がEエリアに送られる元の系統構成に戻っていた。



1. 概要（参考）

弁の開閉状態について

◆H26.2.24の汚染水対策検討WGの時点では、V399,V401Cについて、再受入の可能性のあることからH25.4.17に「開」とするよう当社指示があったものと認識していたが、その後の調査（当社の運転引継日誌、協力企業の引継メモの確認）により以下のことが分かった。

- 「開」としたのは、H6エリアの（C）タンク群のタンク間連結弁（※）であったこと。
- （C）タンク群への汚染水の追加受入れ準備としてH25.4.16に当社が連結弁を「開」としたこと。（運転引継日誌）
- H25.4.17に（C）タンク群への汚染水の追加受入れ後、協力企業に連結弁を「開」状態のまま維持することについて情報共有したこと。（協力企業の引継メモ）
- H25.4.22に当社が連結弁を「閉」としていること。（運転引継日誌）
- H26.2.19のH6エリアタンク天板からの漏えい発生後、H26.2.20に水位低下の目的で連結弁「開」としたこと。（運転引継日誌）
- H26.2.20に連結弁を「開」として水位を低下させたが、「液位高高」警報がクリアされる水位までは低下していなかったため、H26.2.28にROへの移送（再循環運転）を行い、水位を低下させた後、同日、連結弁を「閉」とし、現時点（H26.3.5）も「閉」状態にあること。（運転引継日誌）

（※）H6エリア（C）タンク群は5個のタンクで構成されており、連結弁数は8個

1. 概要（参考）

- H25.4.16 運転引継日誌

『濃縮水貯槽3C,10C,12B,C,D,E連結弁を「開」実施しています。』との記載あり

- H25.4.17 協力企業の引継メモ

『3C,10Cの連結弁は「閉」にしないでこのままにしておきます。もしかしたら、まだ、受け入れるかも』との記載あり

- H25.4.22 運転引継日誌

『10C連結弁を「閉」実施しています。』との記載あり

- H26.2.20 運転引継日誌

『・・・RO濃縮水貯槽10Cの連結弁（8個）を「全開」にしてレベル低下操作を実施し・・・』との記載あり

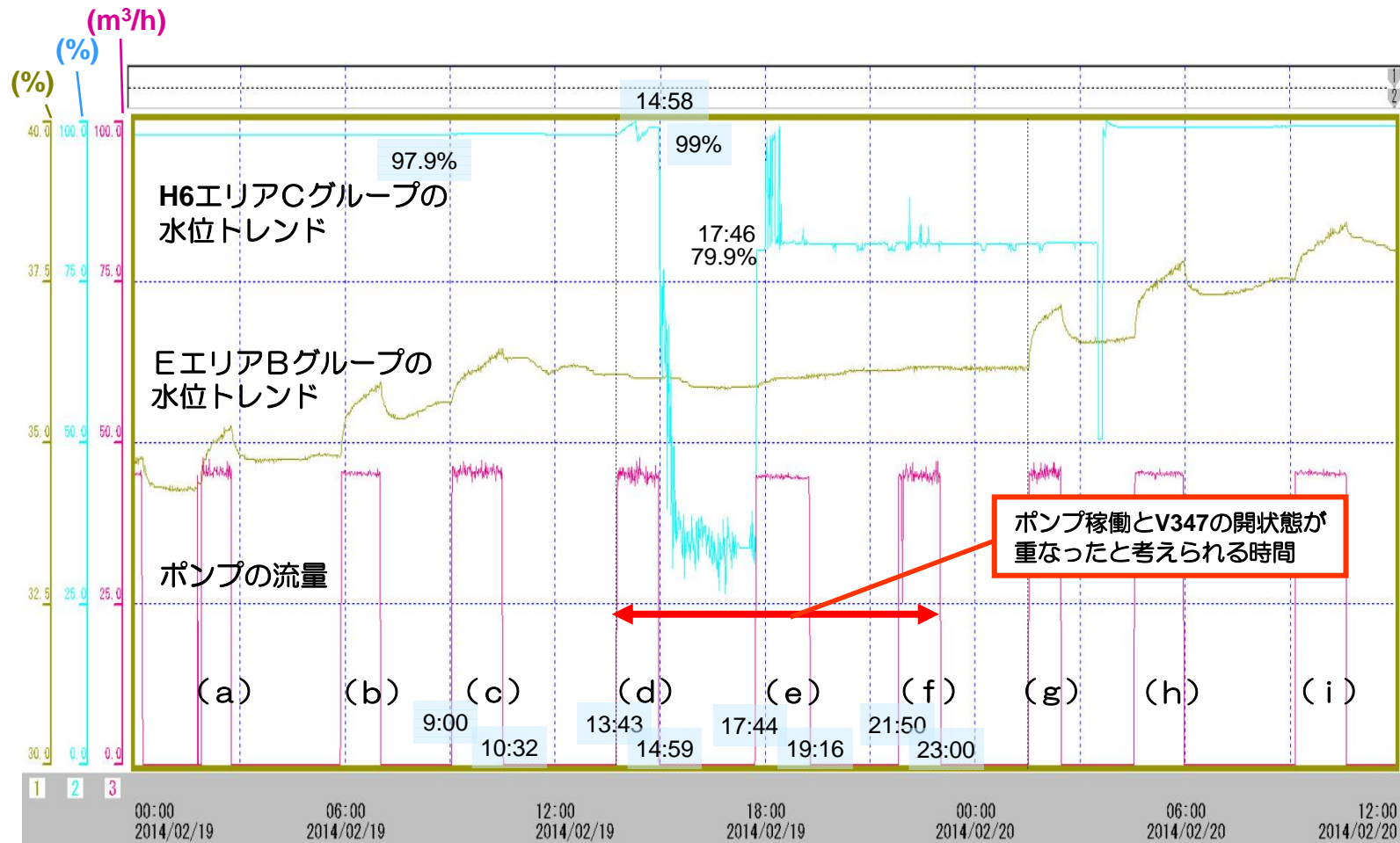
- H26.2.28 運転引継日誌

『操作弁 全開→全閉：RO濃縮水貯槽10C連結弁（8個）』との記載あり

◆ H26.2.24のWGの時点では、上記引継メモ等の内容から、連結弁を「開」とすることに上流側の隔離弁であるV399, V401Cの「開」も含まれると解釈していた。

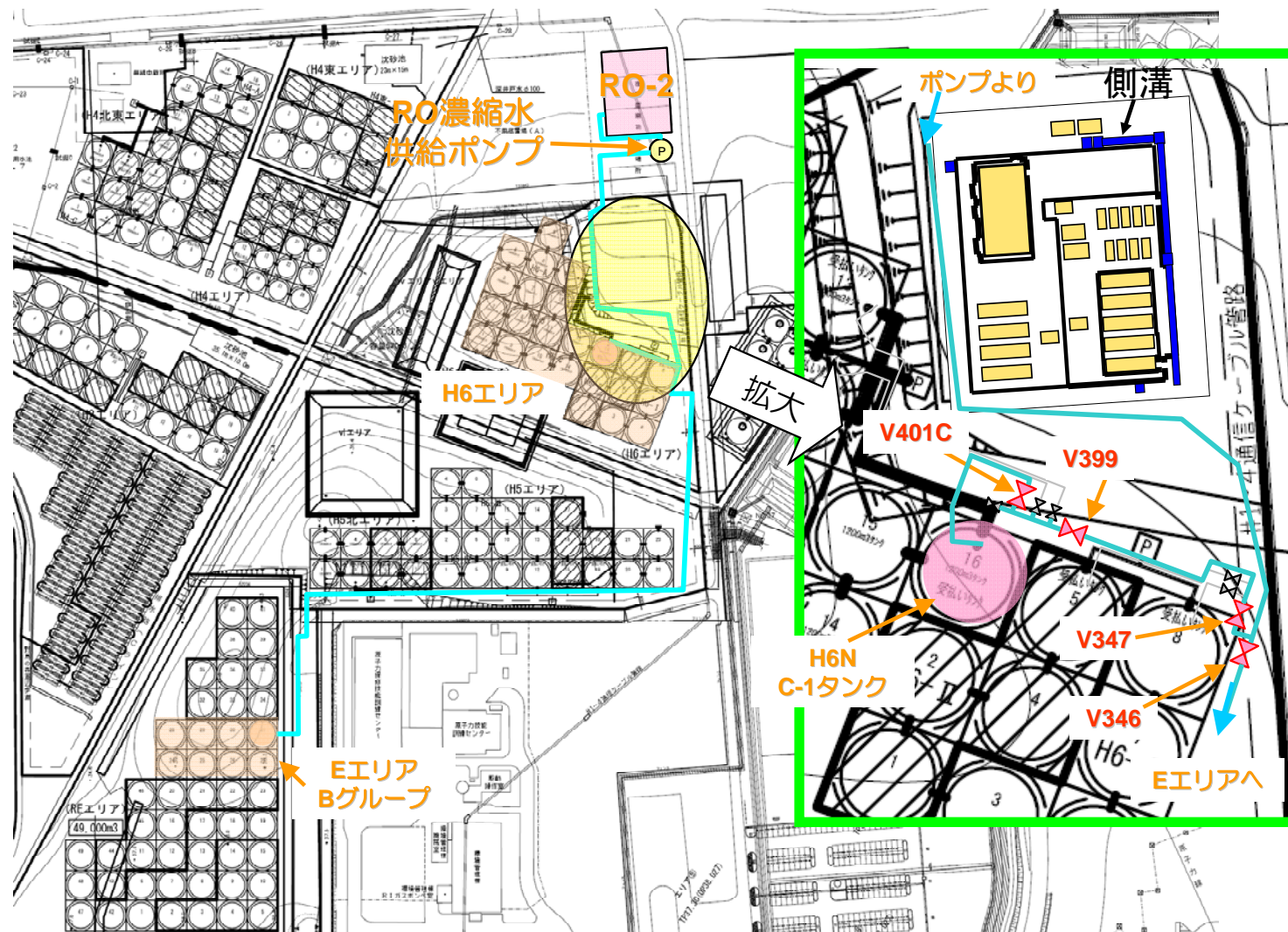
◆ その後、引継メモ等には、連結弁の記載しかないこと、水処理関係者（当社及び協力企業）の認識としては、通常、V399及びV401Cは連結弁に含まれないとのことであったため、H25.4.17にV399及びV401Cを「開」としておいたとの解釈は誤解であった。

1. 概要 (3/5)



Eエリア、H6エリアタンク水位とRO濃縮水供給ポンプの起動状況

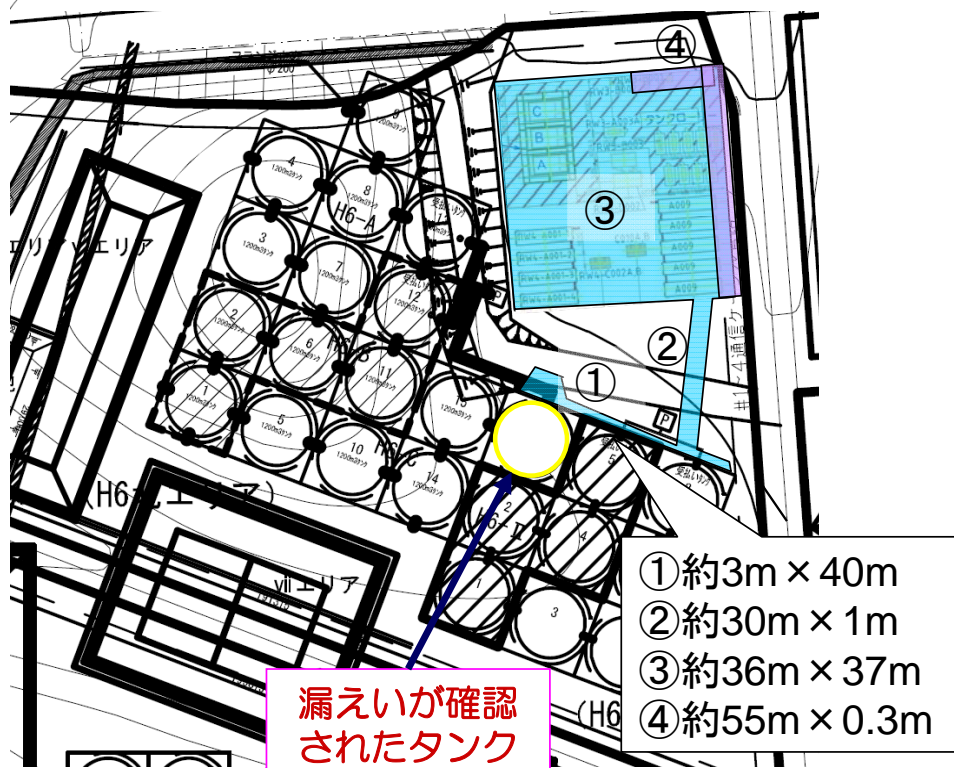
1. 概要 (4/5)



配管ルート図 (RO濃縮水供給ポンプ~H6エリアタンク)

1. 概要 (5/5)

- 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)



(※) ③は①より1.5m程度低い

汚染水の漏えい範囲



漏えいの状況 (①エリア)



漏えいの状況 (③エリア)

2. 汚染水漏えい拡大防止状況

漏えい水による汚染拡大を防止するため、下記の汚染源の除去・監視対策を実施

①残水回収

- 2月21日までに、タンク堰外へ漏えいした汚染水約100 m³に対して、約42 m³を回収済
- 今後は、周辺土壌からの染出し等により、漏えいエリア付近の側溝内に汚染水起因の溜まり水が発生する可能性があるため、定期的を確認し、必要に応じて回収を実施する。

②土壌回収

- 現在130m³程度の汚染土壌回収が完了
- 重機による更なる汚染土壌回収を継続中
- 配管等の干渉物により重機による作業が困難な箇所については、干渉物撤去後に回収作業を進めることとし、現在配管移動・撤去を実施中。
- 別途、汚染状況を踏まえた回収範囲について検討中。

③観測孔・ウェルポイント設置

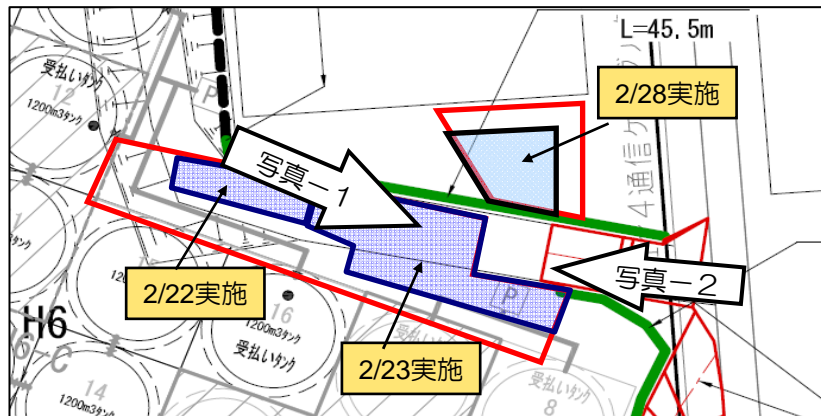
・地下水観測孔の設置

- 地下水の汚染状況を観測するための地下水観測孔の設置作業を開始しており、3月下旬までには設置・観測開始予定。
- 観測孔は、汚染水が漏えいした範囲並びに地下水の下流域に設置予定（計3箇所）

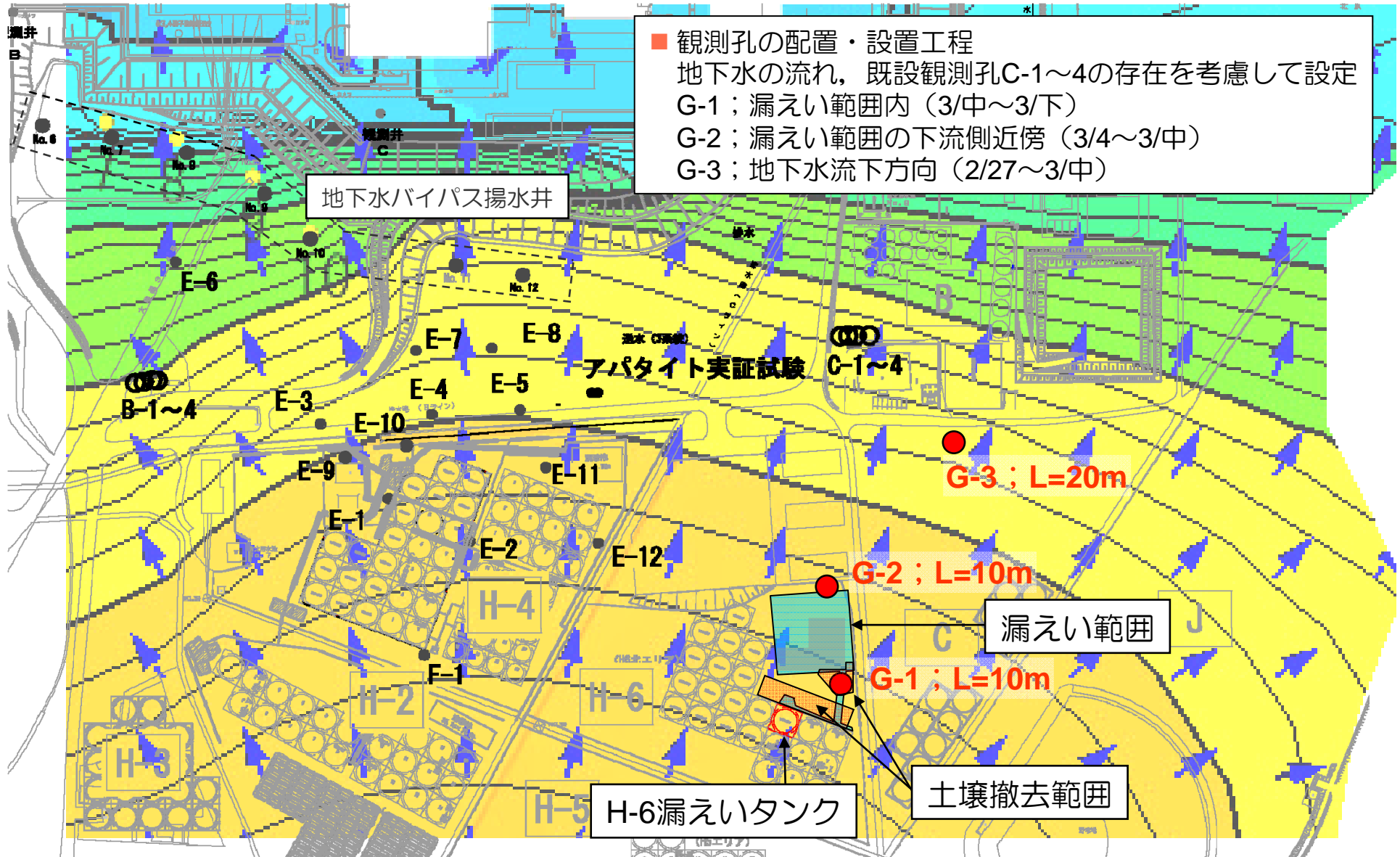
・ウェルポイントの設置

- 地下水の汚染が確認された場合に備えて、予めウェルポイントを設置することを計画中
- 資機材は手配済みで、土壌回収、観測孔設置作業の進捗状況に応じて設置（3月下旬設置完了予定、汲み上げ時期は観測孔サンプリングの結果に応じて決定）

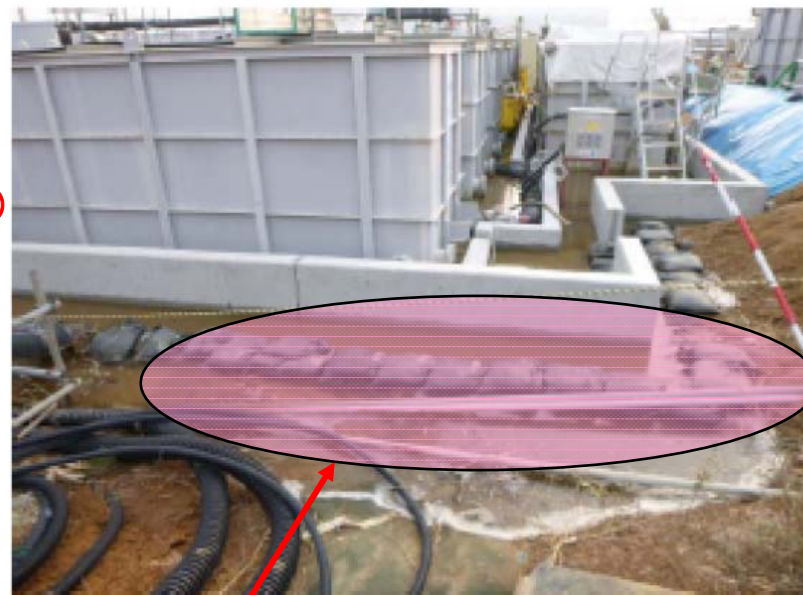
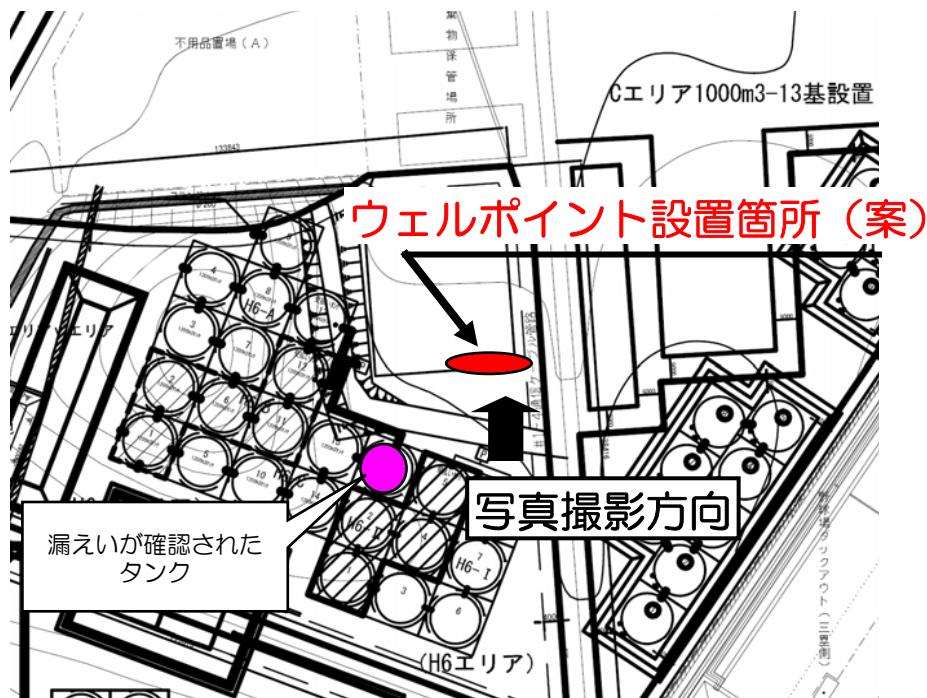
【参考】汚染土除去の状況（作業中の状況）



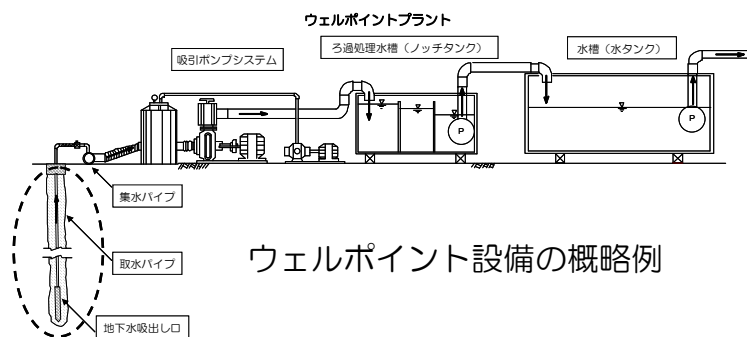
【参考】H-6エリア追加観測孔について



【参考】ウェルポイントの設置について



ウェルポイント設置箇所 (案)



設置予定箇所には、電源ケーブル、移送配管等既存設備が多数存在することから、設備の設置に当たっては、障害になる既存設備を撤去・移動した後に着手する予定。

3. 原因と対策

今回の漏えいの直接的な原因は以下の通り。

- 設備の異常を示す以下の2つの兆候をいずれも見逃してしまい、適切に対応しなかった結果、汚染水の漏えいを防ぐことが出来なかったこと。
 - 汚染水をEエリアタンクに送水しているにも関わらず、当該タンクの水位が上昇していなかったこと。
 - H6エリアタンク「液位高高」の警報が発生したにも関わらず、確認が不十分であったこと。
- 弁の開閉管理が出来ていなかったこと。
 - 弁が容易に開閉操作可能な環境であったこと。
 - 弁の開閉操作の指示、および開閉管理が不十分であったこと。

今後このような汚染水漏えいを再発させないため、以下の対策を実施する。

- 異常な兆候への対応
- 弁開閉操作に関する対策

なお、今回の漏えいを真摯に受け止め、上記の対策実施に留まることなく、汚染水の漏えい防止に向けた網羅的な対策として、ALPS等の他の水処理設備への水平展開を継続して検討、実施していく。

4.1 異常な兆候に対する対応の不備（1 / 2）

今回の汚染水漏えいにおいては、設備の状況について異常を示す二つの兆候が現れたが、そのいずれも見逃してしまい、結果として汚染水の漏えいを防ぐことが出来なかった。

- 汚染水をEエリアタンクへ送水しているにも関わらず、当該タンクの水位が上昇していなかったこと
 - 当社は、協力企業に対して水処理中央操作室（以下、CCRという）での毎時のデータ採取・監視方法を明確には指示していなかった。
 - 協力企業はデータ採取・監視にあたって、自主的に毎時のデータ(デジタル値)採取はしていたが、具体的な監視方法（トレンドのレンジ設定等）を明確にはしていなかったことで、監視方法に個人差が生じていた。（※1）
 - 協力企業はポンプを起動した際に、受入側の水位が上昇することは通常確認しており、2月17日のライン切替後のEエリアタンク水位の上昇は確認していたが、その後はラインが構成された状態でポンプは自動起動/停止するため、ポンプの起動の都度、意識して確認することはしていなかった。
また、トレンド画面ではポンプ流量と受入タンクを同時に表示していたものの、タンク水位レンジが適切でなかった（※2）ことから、ポンプ起動/停止時の水位変動状況を認識しにくい状況であった。
 - 従って、Eエリアタンクの異常兆候を早期に認識することができず、漏えい発生前に当社へ連絡する等の対応をすることができなかった。（※1）

4.1 異常な兆候に対する対応の不備（2／2）

以上、問題点としては、以下の通り。

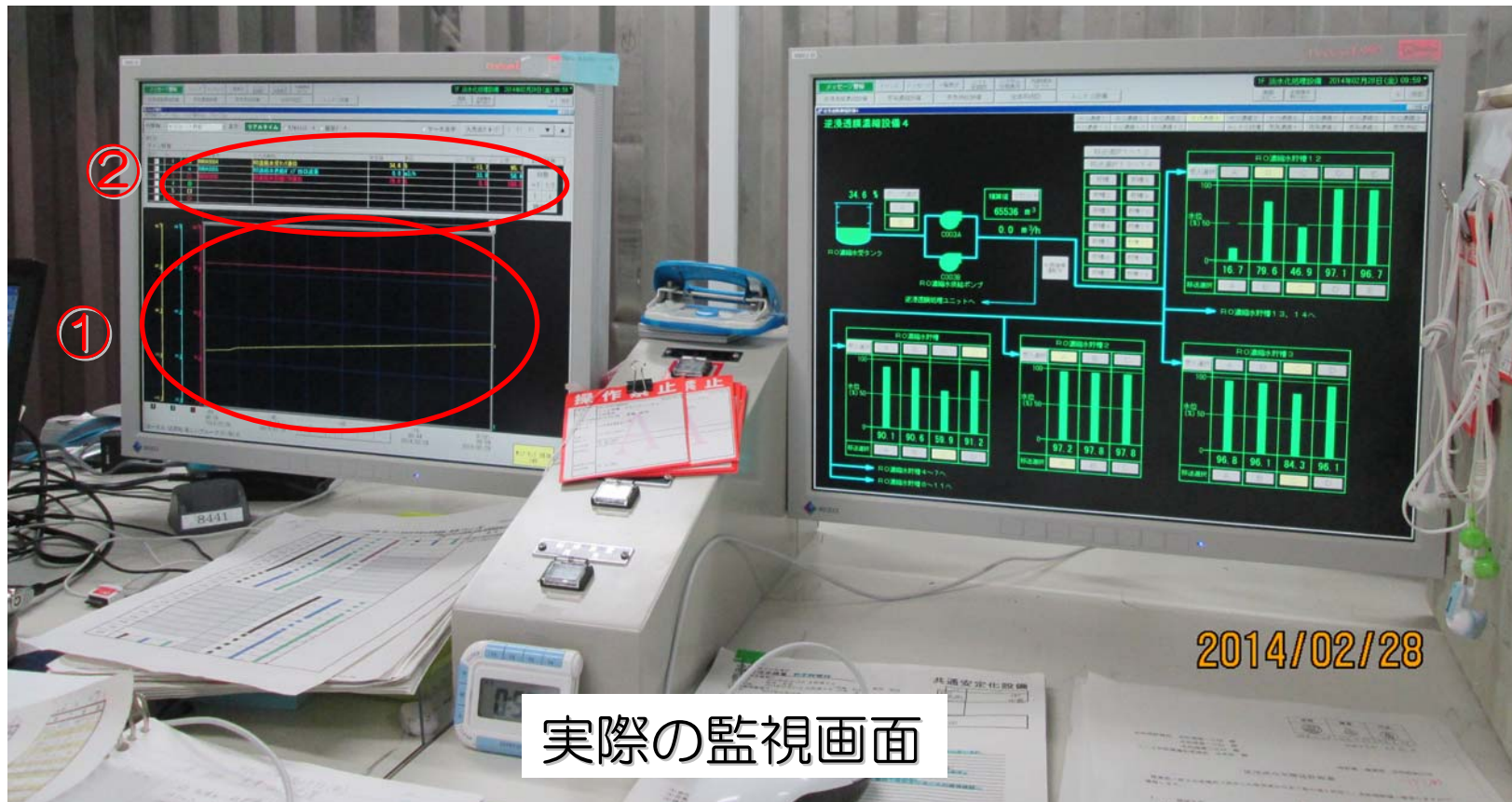
- 当社は、協力企業に対し、監視方法を明確に指示していなかったこと。
- 協力企業は、当社からの明確な指示がなかったこともあり、社内にて適切な監視方法を標準化しておらず、監視方法に個人差が生じていたこと。

(※1) 協力企業の監視体制は、3人/班で2直体制となっており、2月19日の2直（CCRでの勤務時間：20時頃～翌9時30分頃）は、水を受け入れているEエリアタンク水位のデータに変化がないこと、更に水位トレンドを確認し、異常があるとの疑義を感じていたところ、漏えい発生連絡を受けた。なお、1直（CCRでの勤務時間：8時頃～20時30分頃）は、データ採取はしていたが、異常があるとの認識には至らなかった。

(※2) 通常タンク水位0%～100%の表示を行っている。

【参考】トレンド監視イメージ

- 0-100%レンジのトレンドグラフ【①】を常時表示して状態を確認
- 加えて1時間に1度、タンク水位等の各状態値【②】について確認し記録
- 2直の操作員は、1直から引き継いだ上記記録の数字が変化していないことに気づき、異常を疑う



4.2 異常な兆候に対する対応の不備

- H6エリアタンク「液位高高」の警報が発生したにも関わらず、確認が不十分であったこと
 - 協力企業は、「液位高高」警報発生時、当社社員に連絡を行った。
 - 当社および協力企業は、「液位高高」時にポンプを停止し天板から実水位の確認をする等の適切な対応手順を定めていなかった。連絡を受けた当社担当者は『「液位高高」の警報が発生した後、水位計指示がハンチング・低下等の挙動を示したこと』および『当該タンク廻りを現場にて確認しても漏えい等の異常がなかったこと』の状況より、水位の低下を示しているにも関わらず漏えいが発生していないことから水位計の故障と判断し、その旨を当社管理職に報告した。
 - 報告を受けた当社管理職も、同様に水位の低下を示しているにも関わらず漏えいが発生していないことから水位計の故障と考え、当社設備保守管理箇所に修理を依頼するよう当社担当者に指示した。

以上、問題点としては、

- 当社は、「液位高高」警報発生時の適切な対応を定めた手順がなかったため、十分調査を行わず、水位計の故障と推定し、供給ポンプ停止・天板からの実水位の確認をしなかった。

このような事態を踏まえ、今後二度と汚染水の漏えいを発生させないため、異常な兆候に対して確実に適切な対応ができるよう、次の対策を実施する。

5.1 異常な兆候に対する対応の改善（感度向上）

・監視強化

- ◆ 汚染水の供給ポンプの起動状態と移送先のタンク水位が連動していることを定期的（1時間毎）に適切なレンジのトレンドで監視。異常の兆候があれば所管箇所に連絡。
- ◆ 連動に明らかな異常がある場合には、供給ポンプを停止し、現場にて系統構成（弁開閉状態・移送ラインの構成）を確認。
- ◆ タンクの「液位高高」警報が発生した場合、供給ポンプを停止し、現場にて系統構成（弁開閉状態・移送ラインの構成）、天板からのタンク水位を確認。

※上記3点は2月24日にマニュアル改訂済、同日運用開始。

さらに移送先と分岐エリアの水位同時監視が視覚的に容易となるよう監視画面の改造を図っていく。（5月日途に実施予定）

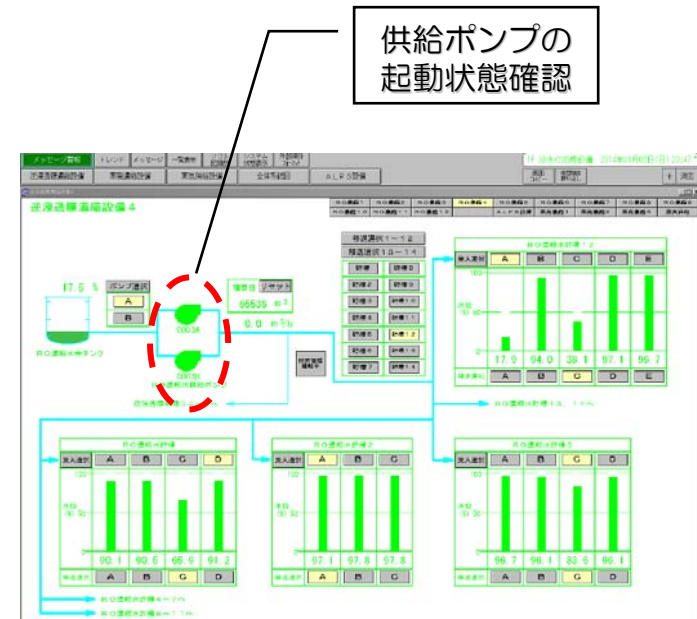
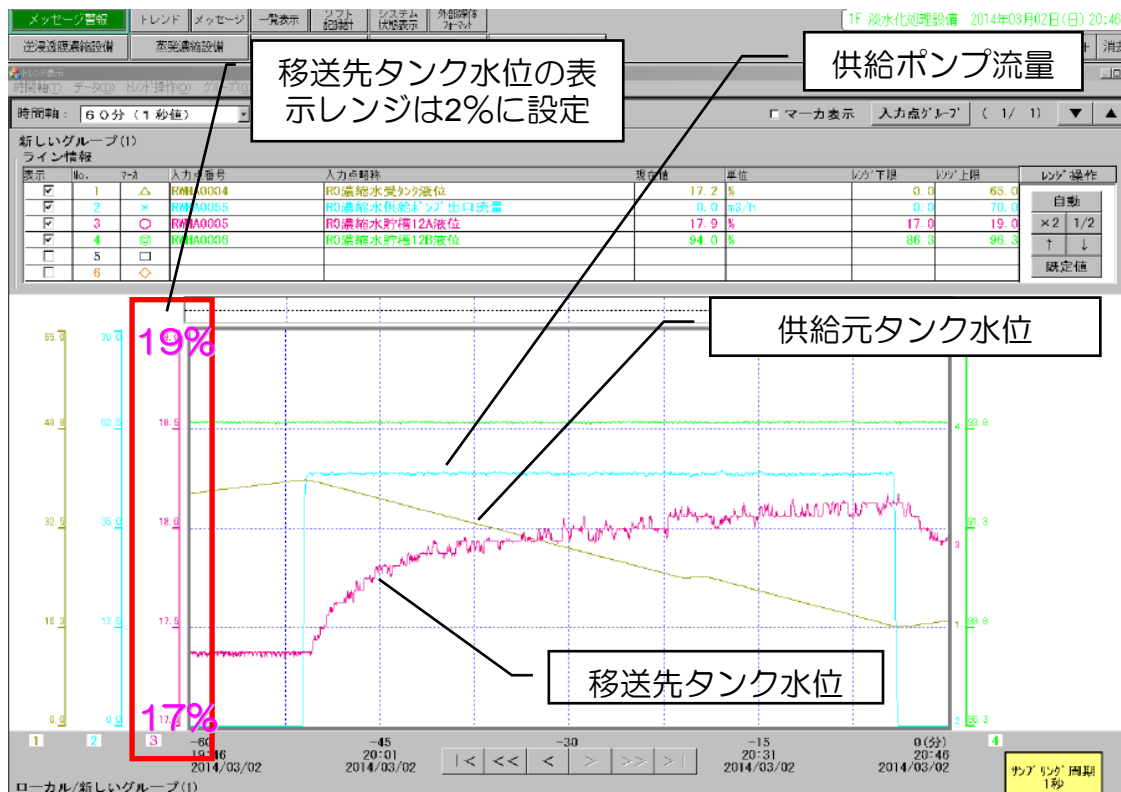
- ◆ 水処理設備部所管の水処理制御室当直（協力企業社員）以外に、免震重要棟の当直（当社運転員）でもタンク水位監視を行い、ダブルチェック機能を働かせる。

・教育（3月上旬に開始）

- ◆ 安全の観点から汚染水移送が極めて重要であることについて、汚染水漏えいのトラブル事例に基づき、本業務に携わる当社・協力企業社員を継続的に再教育する。
- ◆ 上記意識付けの上で、操作手順をミス無く確実に行えるよう、手順書の読合せを繰返し行う。

【参考】トレンド監視改善のイメージ

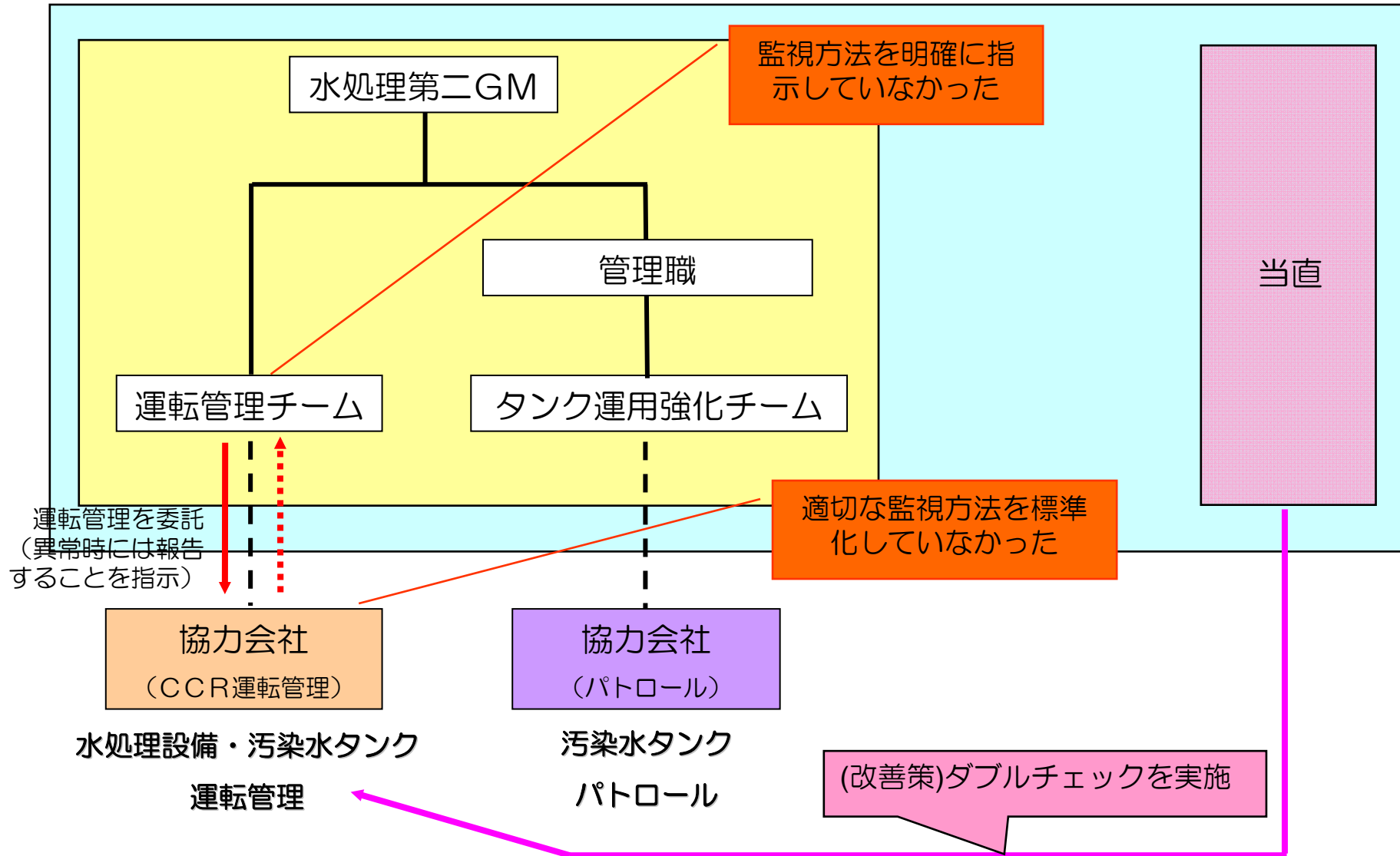
汚染水の供給ポンプの起動状態と移送先のタンク水位が連動していることを定期的（1時間毎）に適切なレンジ（2%程度）のトレンドで監視することをルール化



供給ポンプの起動状態確認画面

移送先タンク水位の連動確認画面

【参考】体制表（水位上昇しなかった時）



【参考】水位監視改善のイメージ（ダブルチェック）

汚染水移送の際の移送先や分岐エリアの水位の監視強化について

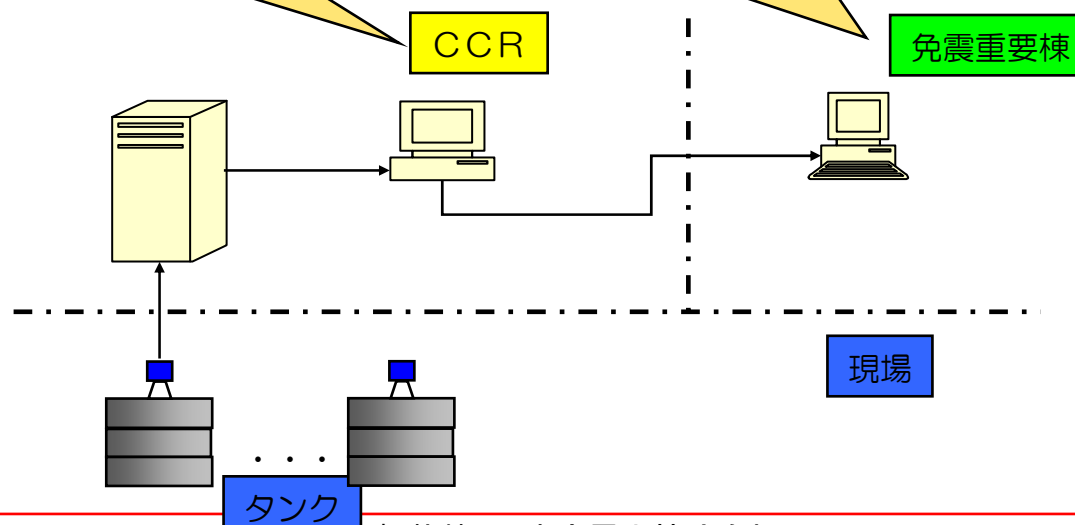
【検討状況】

現状の監視装置は水処理制御室（CCR）および免震重要棟で系統図・水位トレンド等を監視可能な構成になっている。

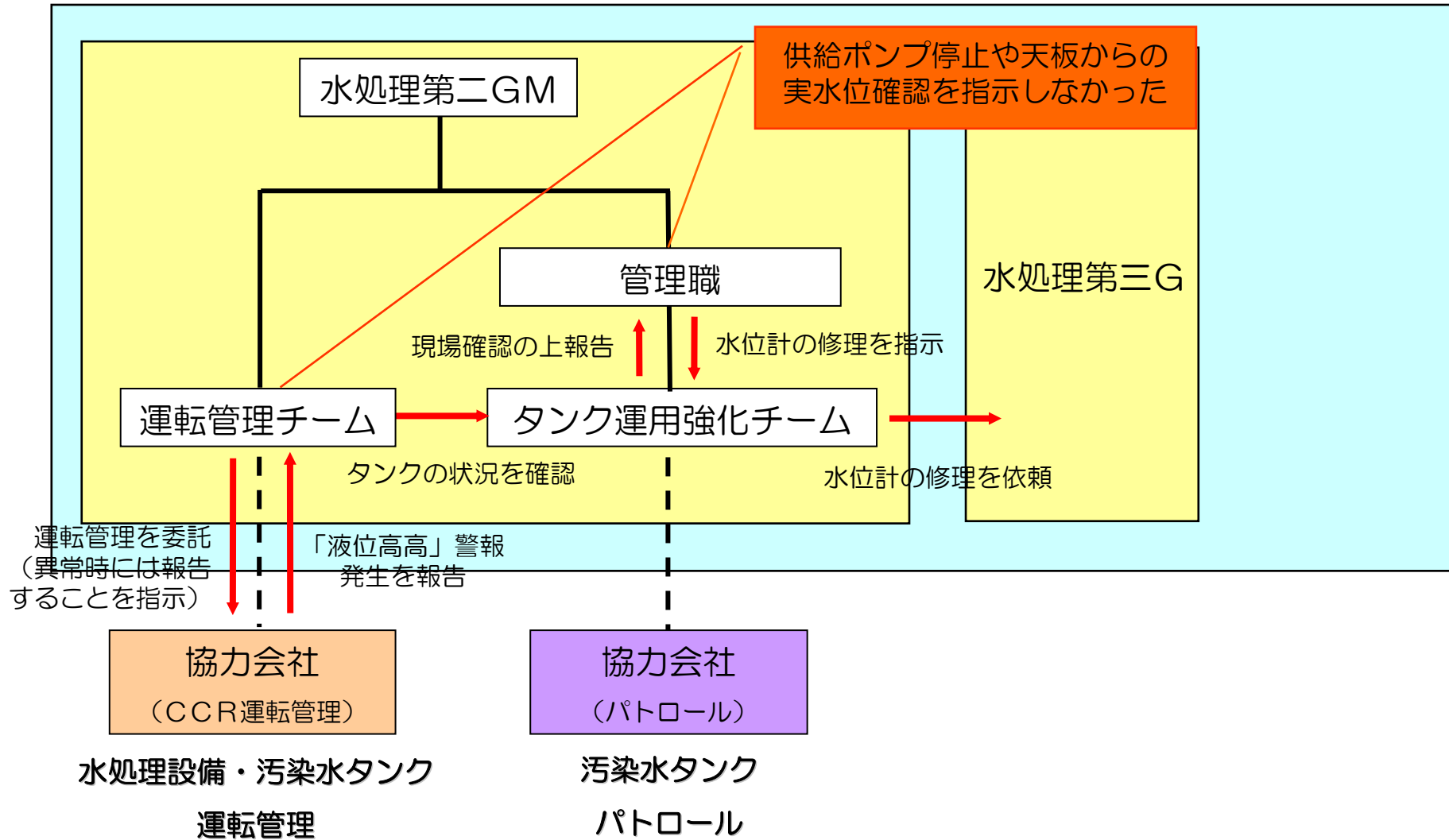
これまで、CCRに駐在する協力企業作業員が水位トレンド等を監視していたが、免震重要棟に駐在する当社当直員もタンク水位をダブルチェックし、監視強化を図る。

常時適切なレンジで水位トレンドを常時表示し、監視性を向上する

免震重要棟の当社当直員もタンク水位監視を行い、ダブルチェック（3/3運用開始）



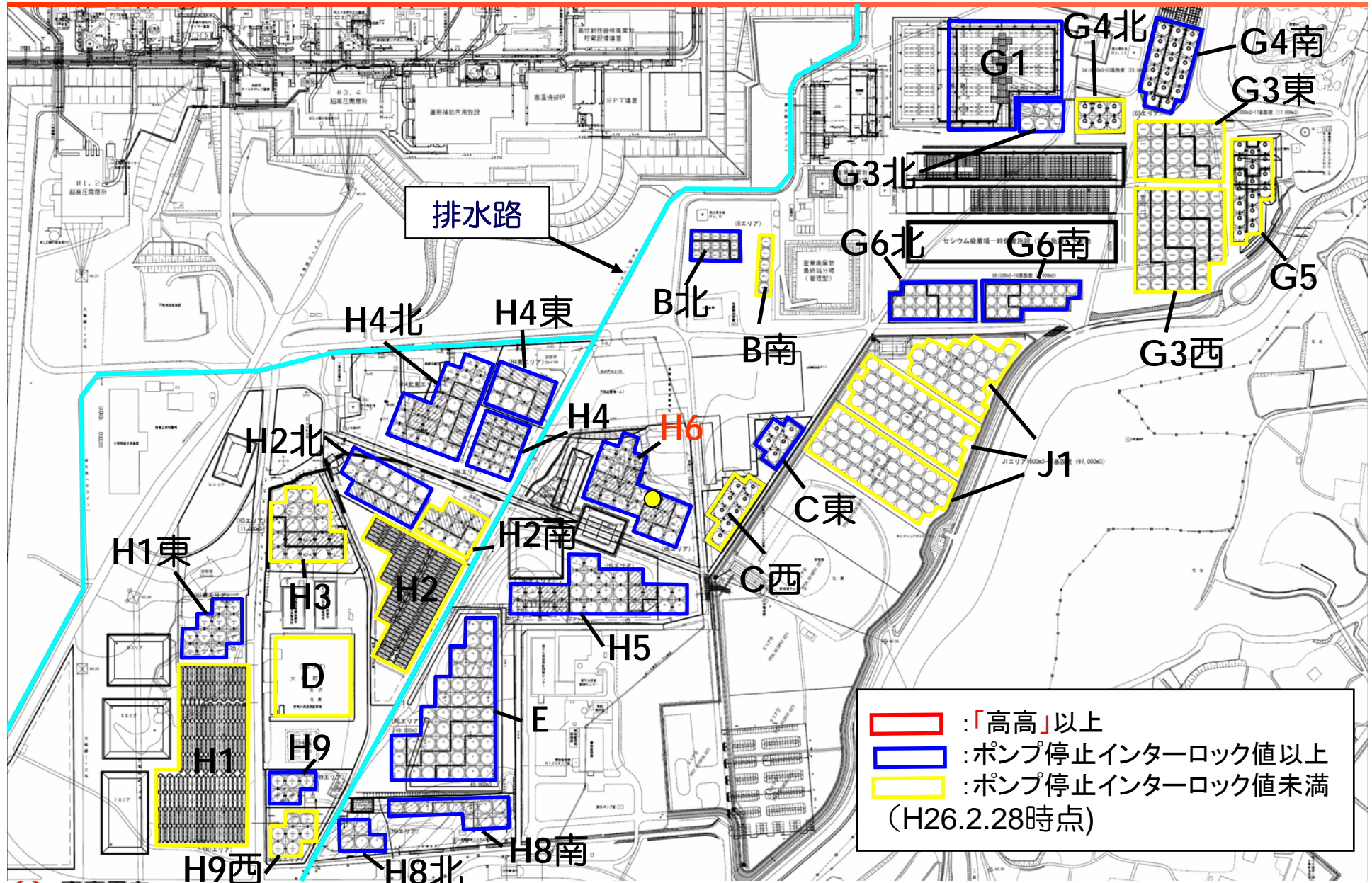
【参考】体制表（液位高高警報発生時）



5.2 異常な兆候に対する対応の改善（制御系改善）

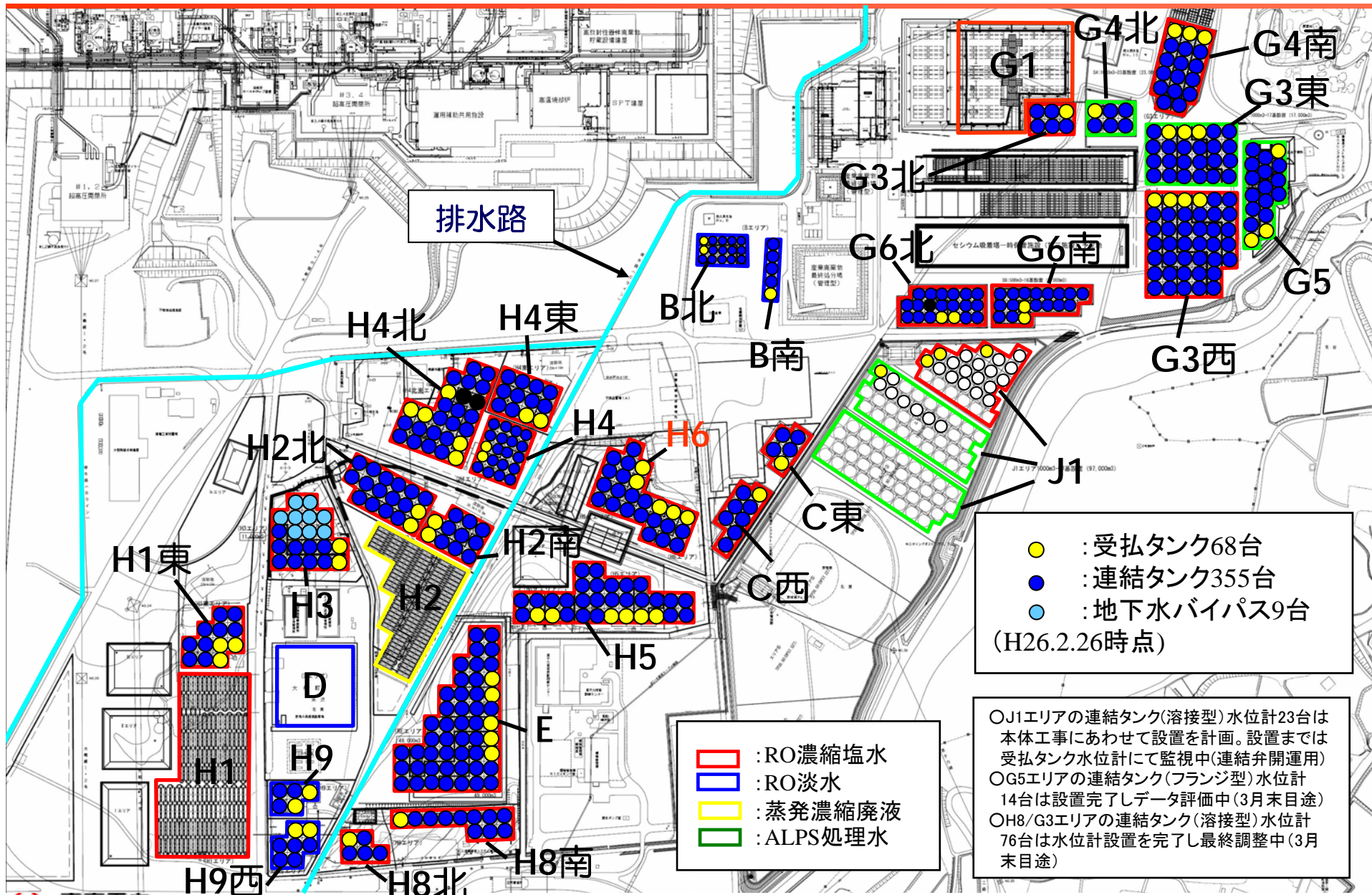
- 全ての水位計に対する漏えい警報発報の制御系改善
 - ◆ 現状、受払タンク以外のタンクは、漏えい検知の観点から水位低下率による警報を出す設計。一方、受払タンクは溢水防止の観点から高水位に対する警報を出す設計。
 - ◆ 改善として、全タンクに溢水防止・漏えい検知の双方の観点から水位高高および水位低下率について警報を出すように改造する（3月中旬目処）
- 汚染水をタンクから溢水させないための制御系改善
 - ◆ 現行の供給ポンプ停止インターロックは、送水先となっているタンクグループの受払いタンク水位の高信号のみ。
 - ◆ 上記に追加して、送水先となっていないグループを含め全ての受払いタンクで高高警報が発生したら、供給ポンプを強制停止するインターロックを追加（※）する（3月下旬目処）
 - （※）送水ポンプからタンク群には必ず受払いタンクを経由して送水されるため、受払いタンクの水位と連動した送水ポンプ停止インターロックを設けるとともに、受払いタンク以降の連結タンクに水位高高警報が発生した場合には、天板からの実水位の確認を確実に行うことで安全性を確保する。

【参考】タンク水位について



: 「高高」以上
 : ポンプ停止インターロック値以上
 : ポンプ停止インターロック値未満
 (H26.2.28時点)

【参考】水位計設置箇所



5.3 弁開閉操作に関する対策（1 / 3）

今回の事態を招いた要因として、以下が挙げられる。

- 弁が容易に開閉操作可能な環境であったこと。
- 弁の開閉操作の指示、および開閉管理が不十分であったこと。

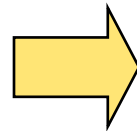
今後このような汚染水漏えいを再発させないため、以下の対策を実施する。

① 容易に操作できないようにする対策

- ・ 弁の施錠管理を実施（3月上旬目途）
 - ◆ 容易に開操作ができないよう弁に施錠
 - ◆ 施錠した弁の鍵の扱いは操作に関わる者に限定し管理



施錠前



施錠後

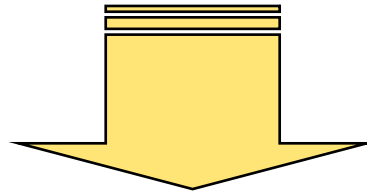
5.3 弁開閉操作に関する対策（2／3）

②弁開閉操作の記録管理について

<従来>

- ・操作が必要な弁を配管計装線図（P&ID）上で確認し、現場にて照合を行った上で操作を実施しており、移送先の切替はデータシートに操作ログとして記録しているが、弁の操作実績は記録していない状態。

（記載例）RO濃縮水移送先 貯槽A→貯槽Bに切替



<改善後>

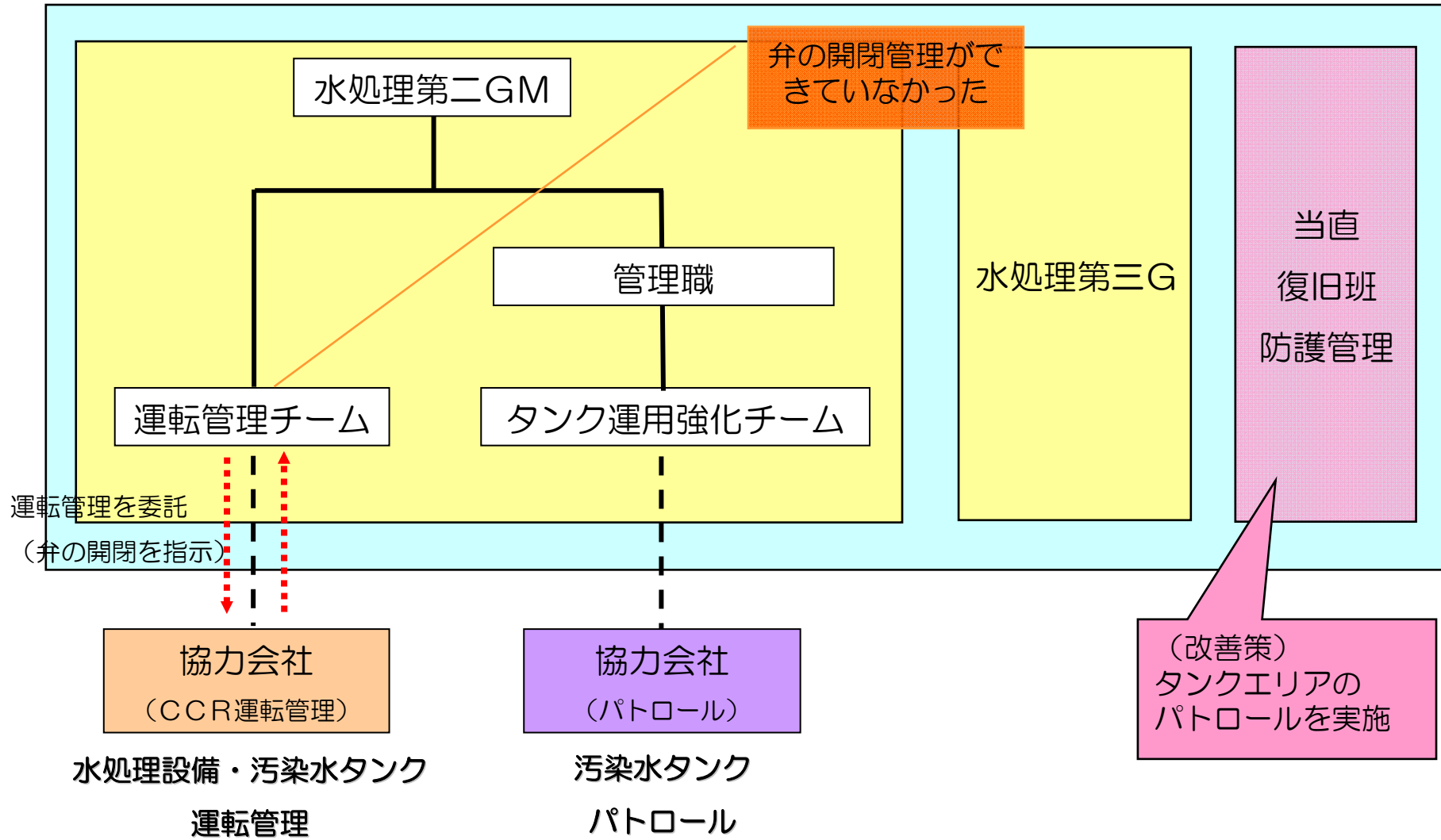
- ・マニュアル（手順書）の改訂を実施し、運用を開始。
 - ・手順書には、移送先の切り替えにあたって、操作・確認が必要な弁を個別の移送先毎に明記。
 - ・3月2日に本手順を用いた移送先の切替操作を実施済みであり、操作実績として記録しており、今後の切替操作にあたっても、手順書に基づき作業を実施し、操作実績を記録する。
 - ・なお、現状の弁開閉状態に関する情報を適切に管理するしくみを構築するまでの当面の間、弁操作記録を保管する。

5.3 弁開閉操作に関する対策（3／3）

③ 監視強化

- ・タンクエリア全域に対し、通常のタンクパトロールに加え、以下の現場パトロールを強化（2月21日より開始、当面継続）
 - ◆当直（当社社員）によるパトロール（頻度：2回/日）
 - ◆復旧班（当社社員）によるパトロール（頻度：2回/日）
 - ◆防護管理（当社社員・委託員）パトロール（巡回頻度を増加）
- ・水処理設備廻り監視カメラへの録画機能追加
 - ◆現行タンクエリアに設置されている監視カメラに録画機能追加（2月26日に完了）
 - ◆新規に設置予定の監視カメラは当初より録画機能付加（新規エリア運用開始毎）
 - ◆タンクエリアへの更なる監視カメラ追加（5月完了目途）
 - ◆夜間の監視における照明の増強を検討中
- ・隔離弁の全閉管理
 - ◆移送が終了したエリア（タンク群）の隔離弁について全閉管理（2月26日にマニュアル改訂済、現場確認済）
 - ◆隔離弁の「開」「閉」状態について、当社社員（水処理第二G 運転管理チーム）が弁チェックリスト等を用いて、毎日パトロールで確認

【参考】体制表（弁の開閉操作時）



【参考】弁銘板取付作業との関連性調査

【調査内容及び調査結果】

- ・ 弁銘板取付作業は、運転管理の改善の一環として協力企業の委託作業として実施している。
- ・ 本作業は、設備の運転中に実施することが必要な場合が多いことから、協力企業の「工事施工要領書（委託作業計画書）」において、取付作業時に弁の操作を禁じている。
- ・ これまでの調査において、弁銘板取付は協力企業の3名／班×2班で作業しており、弁銘板取付を行った作業員からは弁を操作せずに銘板を取り付けたことを確認している。
- ・ また、当社立会のもと、現場にて、銘板取付作業を実施（モックアップ）したところ、弁の操作を要せず、簡単（約30秒/個）に取付が実施できることを確認している。（2月21日実施）

弁銘板取付作業（現場でのモックアップ）状況

＜作業手順（ハンドルあり）＞

① 銘板取付ワイヤー通し



② 銘板取付ワイヤー巻き



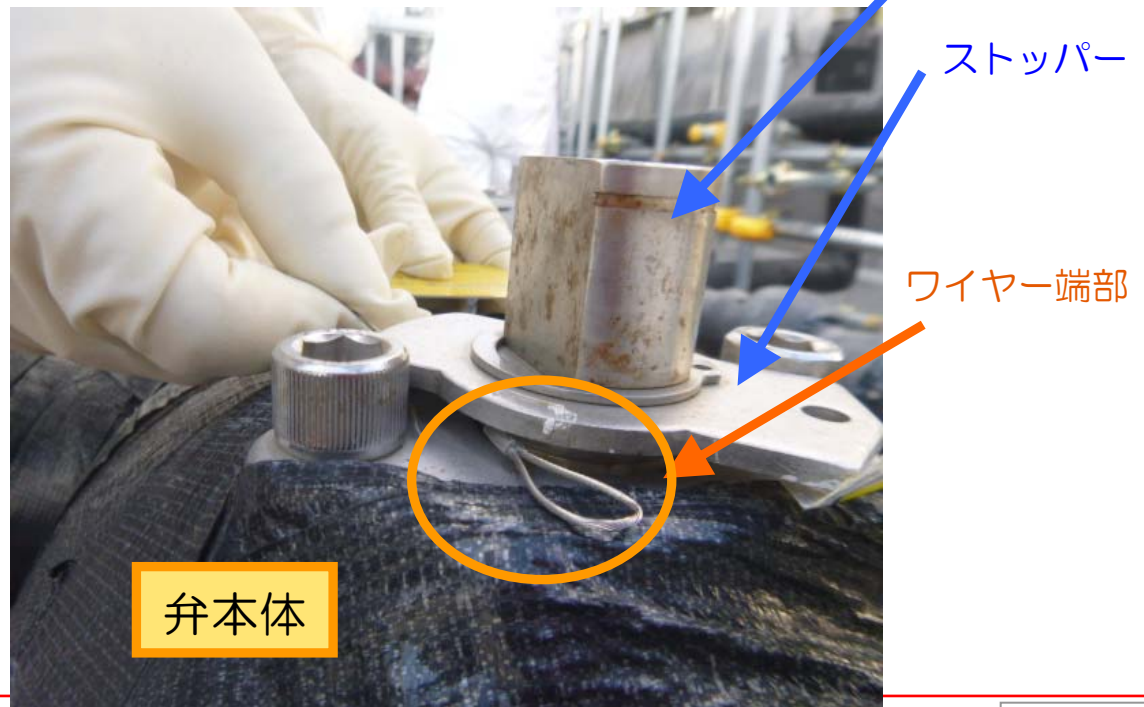
③ 取付完了 （ワイヤー端部を銘板のリングに取付）



＜モックアップ状況の概要＞

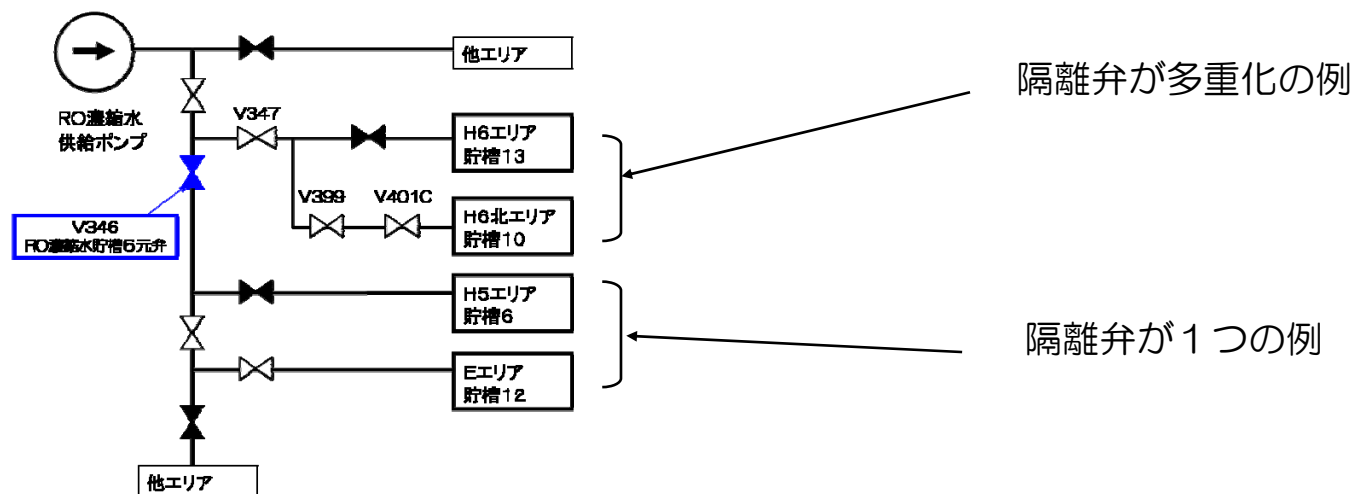
- ・実施日（場所） H26.2.21 15時頃（1F構内タンクエリア）
- ・実施対象弁：ボール弁2個（ハンドル付、ハンドルなし）
- ・作業手順
 - ① 銘板の二重リングの1箇所にワイヤーを取付た状態で、銘板のワイヤーをストッパーと弁本体の隙間に通す（※）
 - （※）ワイヤー径：約1mm、隙間：数mm
 - ② 弁棒にワイヤーを巻き付ける（2重）
 - ③ ワイヤー端部を銘板の割リングに取付
- ・作業時間（開始（①）～完了（③））：各弁とも30秒程度

＜ワイヤー通し状況（ハンドルなし）＞



【参考】 隔離弁の多重化の状況

- ◆汚染水が移送される母管から各タンクエリアへの隔離弁は、1 2エリアが多重化されており、7エリアが隔離弁が1つの状況である。既に隔離弁が多重化されているエリアに対しては多重的に隔離して管理する。
- ◆本来は、弁の設置としては多重化されているのが望ましいものの、隔離弁が1つのタンクは、隔離弁追設に際し大量の水移送（一時受け）が必要となること、一時受けするためのタンクが逼迫している現状や、隔離弁追設作業（配管取外・取付作業等）に伴う漏えいリスクが上昇すること、さらには作業員の被ばく量の増加等を勘案すると、現時点では実施困難であると考える。



以上から、隔離弁を多重化できないエリアについては、以下の設備対策、管理の徹底により安全確保を行う。

- ・弁の誤操作防止対策として、施錠管理、パトロールの強化。
- ・タンクへの意図しない流入対策として、万一の誤操作を早期発見できるよう監視強化、当直によるダブルチェック、「液位高高」でのポンプ停止、タンク天板からの液位確認のルール化。

なお、弁の操作は平成25年12月までは当社社員が実施していたが、平成26年1月からは委託員が実施しているため、委託員に対して上記運用の周知徹底を実施している。

【参考】弁の識別管理（名称）についての考え方

【検討状況】

弁の識別管理（名称）についての考え方は以下の通り。

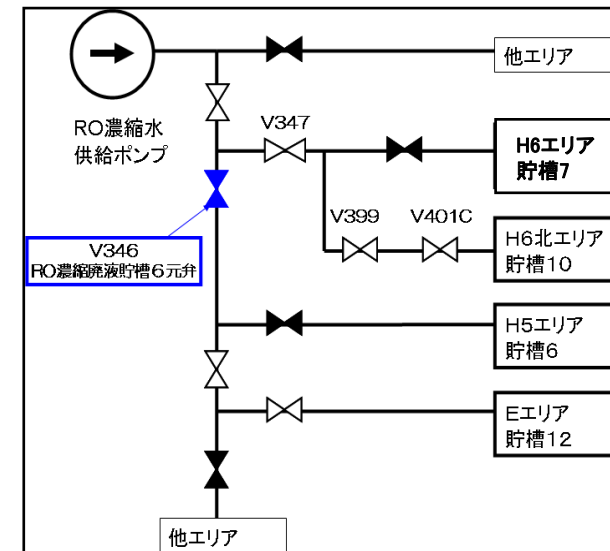
- ・ 弁の識別管理は、原則として、弁番号（P&ID）によって行っており、弁名称に基づいた管理は行っていない。
- ・ 現在の弁リストには、弁番号、弁名称が記載されており、弁名称としては、タンク（貯槽）名称に起因する名称（エリア名称と別）を記載。
- ・ 弁の名称は、設置以来、使用してきた名称であり、変更した場合は混乱を招く可能性がある。
- ・ 今後は、エリア名称との対応表を作成する等、明確化を進めることで、ヒューマンエラー防止に万全を期する予定。

<参考：現在の弁名称の考え方>

（例）弁番号：V346，

弁名称：RO濃縮水貯槽6元弁

- ・ V346は、H5エリアのタンク（貯槽6）の元弁であるとともに、Eエリアのタンク（貯槽12）の元弁でもあるが、H5エリアのタンクが先に設置されているため、弁名称は、「貯槽6元弁」となっている。



【参考】タンク水位監視等への当直部門の対応

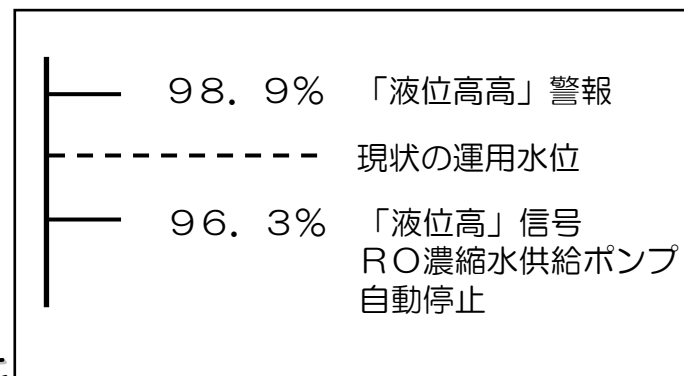
【検討状況】

- ・ 従来、タンク水位監視等の運転管理業務は、水処理装置の保守管理業務も担当している水処理第二グループが担当している。
- ・ 3月3日以降、水処理第二グループに加え、免震重要棟にて当直においてもタンク水位監視を行うことでダブルチェック機能を働かせている。
- ・ また、水処理設備の運転管理業務について、当直部門への移管等、更なる運転監視機能の強化を図ることを検討中。

【参考】タンク水位の管理方法について

【検討状況】

- 現在のタンク運用状況
本来のタンク運用では、RO濃縮水供給ポンプが自動停止する水位以下となる。しかし、現状は汚染水量に対してタンク容量が不足しているため、短期的には、ポンプ自動停止以上の水位で運用せざるを得ない状況となっていた。

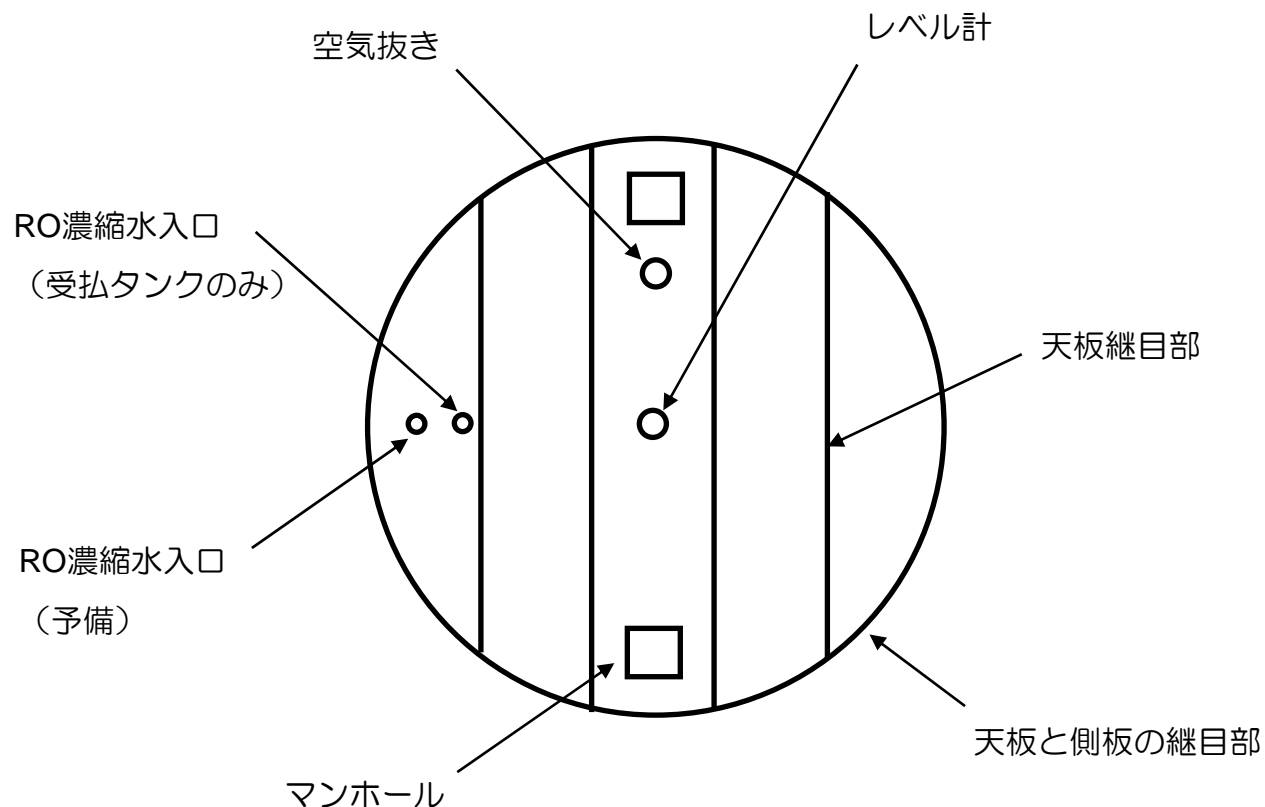


タンクの運用水位（例）

- 今後のタンク運用
汚染水全体の水バランス管理のなかで、H26年12月末までにタンク水位を下げることを検討中。

【参考】フランジ型タンク上部の構造について

■フランジ型タンクの上部の構造



フランジ型タンク天板部の構造（例）

建屋止水対策工事中の電源ケーブル切断について

平成26年2月28日

東京電力株式会社



東京電力

1. 概要

■発生概要

1～4号機高温焼却炉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切断させ、4号機使用済燃料プールの二次系冷却が停止した。

■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 4号機使用済燃料プール二次系冷却停止
（エアフィンクーラー(B)過負荷トリップ）

10:19 念のため4号機燃料取出作業を中断

10:27 初期消火活動実施

～10:30

11:52 公設消防により「火災ではない」と判断

14:16 4号機使用済燃料プール二次系冷却再開

14:36 4号機燃料取出作業再開

平成26年2月28日（金）

当該ケーブル修理・復旧完了

■発生場所



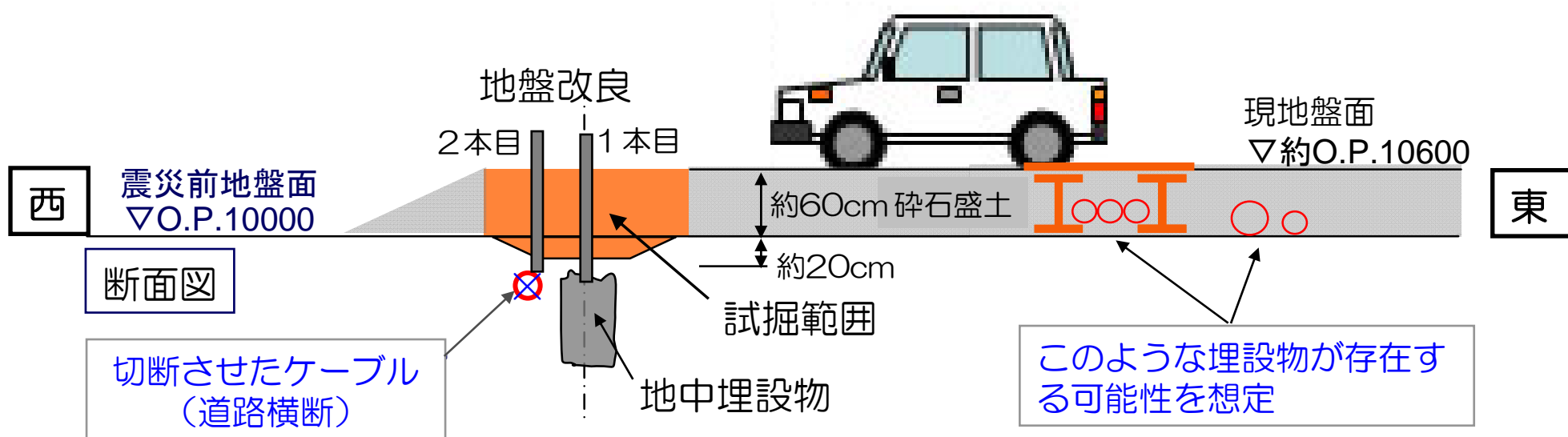
■現場状況



当該箇所（140φ）

2. ケーブル切断に至る状況

- 本作業は、埋設物を損傷する恐れがあることから、安全事前検討会においては、震災前の埋設物状況資料に加え、関連部署からの情報入手も行っていった。但し、当該部についての情報は事前に十分に得ることができなかった。
- このため、当該部を掘削するに当たっては、慎重に試掘を実施することとし、震災前地盤面の上の碎石盛土部分約60cmに加え、震災前地盤面下部分についても約20cm試掘を実施し、埋設物がないことを確認した。
- 本掘削に入り、地中埋設物が確認されたが、ケーブルや配管類ではなく（1本目）、掘削位置を変え掘削を継続し（2本目）、埋設されていたケーブルを切断させた。



3. 原因究明

今回のケーブル切断に至った原因は大きく次の3点と考えられる。

1. 事前の情報収集及び共有不足

- ・安全事前評価は当社主管部と関係会社のみで行われており、埋設物に関係する部署の情報が適切に得られることが難しかったと思われる。

2. 思いこみ

- ・当社主管部に、震災以降に設置されたケーブル・配管等は震災前地盤面下には埋められていないとの思いこみがあった。

3. 異常情報共有の不足

- ・本掘削開始後に、想定していない埋設物があることが分かったが、配管やケーブルの類でなかったため、一旦立ち止まり関係箇所との情報共有をせずに作業を継続した。

4. 対 策

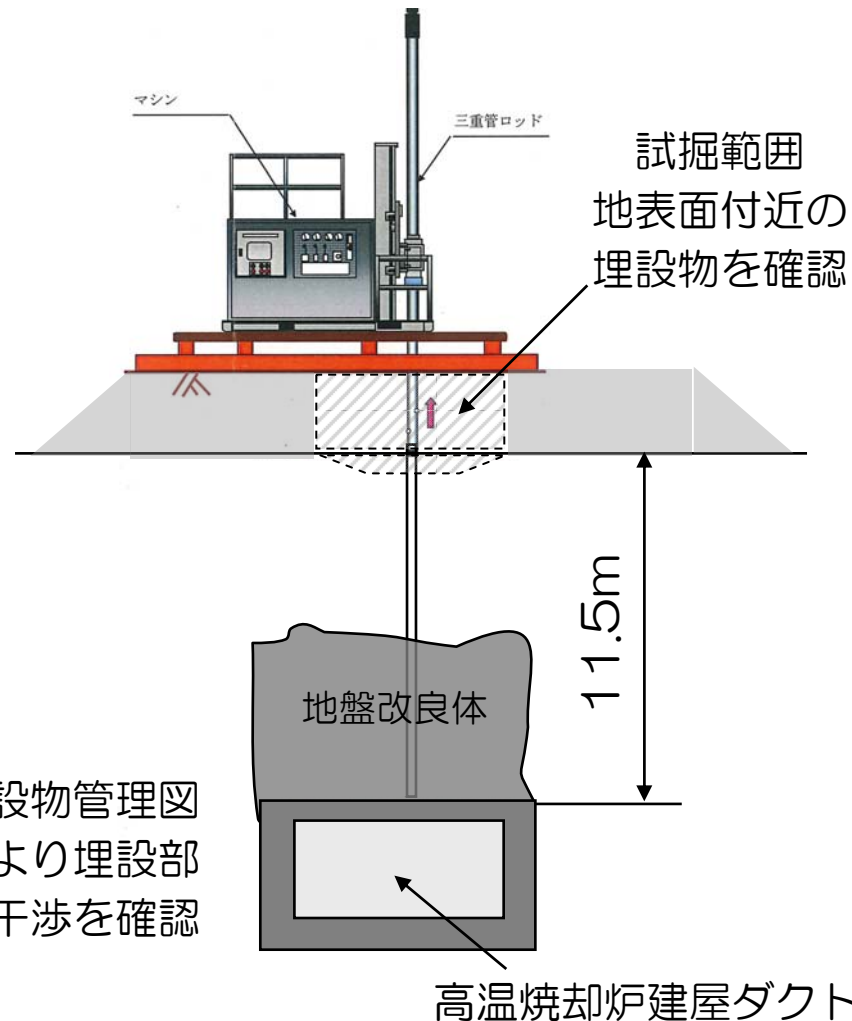
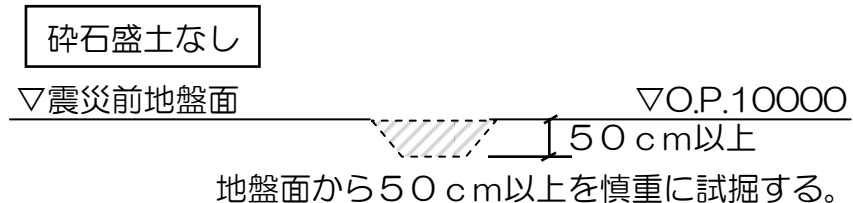
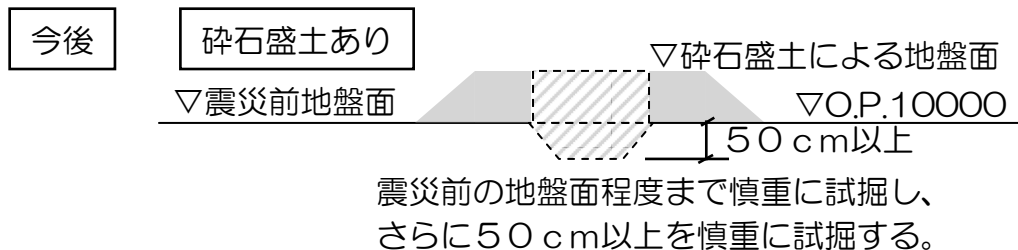
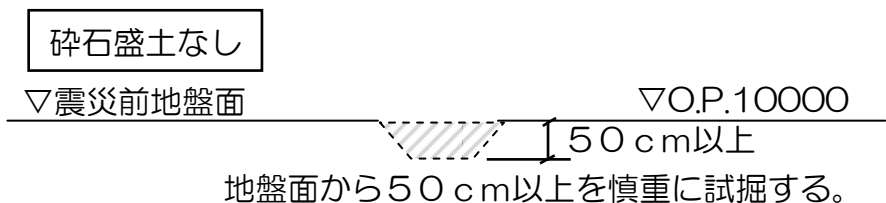
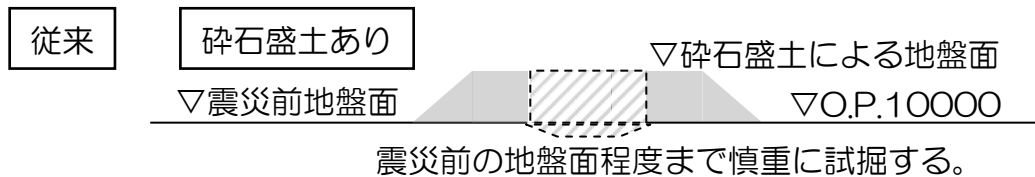
●ソフト面の対策

1. 安全事前評価の実施体制の見直し
 - ・ 主管部のみによる安全事前評価ではなく、関係部門が幅広く多面的にチェックを行う体制で実施する。
2. 基本ルールの見直しと再徹底
 - ・ 地中埋設物調査のための試掘方法を見直す。（震災前地盤下50cm以上）
 - ・ 地中埋設物を確認した場合、配管やケーブルかどうかに関わらず当社と情報共有する。
3. 安全教育の強化（当社主管部、協力会社）
 - ・ 汚染水漏洩や、電源ケーブル等の損傷による使用済燃料プール冷却設備の停止等により、社会の皆様にご心配・ご不安を与えないように、重要設備を守るという意識を徹底するための安全教育を実施する。

●ハード面の対策

1. 埋設物マップの高度化
 - ・ ケーブル・配管等の布設状況を出来る限り調査し、情報の一元集約化と共有化の仕組みを作る。
2. 埋設物の現場表示
 - ・ 現場においてケーブル・配管等の埋設表示を設置する。

(参考) 試掘の方針



地盤改良のイメージ