

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上昇事象
に対する調査・検討状況概要
【参考資料】

平成25年9月13日

東京電力株式会社

本資料の目的

本資料は、タービン建屋東側（海側）における地下水及び海水中の放射性物質濃度上昇事象に対する理解をより深めることを目的とし、これまでの調査・検討状況を、汚染水対策検討WG資料（第1～5回）を中心に整理したものである。

資料目次

- (1) 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
- (2) 福島第一原子力発電所1～4号機取水口内へのストロンチウム等の流出量試算と移行経路の検討について（暫定）
- (3) 護岸エリアの対策について

(1) 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

地下水、トレンチの放射性物質濃度の状況

■タービン建屋海側地下水

観測孔No.0-1：No.2-1,3-1と比べ、特にトリチウムが高い。

観測孔No.1-2：セシウム、全ベータが高い。（過去の漏えい箇所の近傍）

観測孔No.1-3：全ベータが高い。

観測孔No.1-5：セシウム、全ベータが高い。（取水電源ケーブルトレンチB1-1の近傍）

観測孔No.1-8：No.1-1と比べ、セシウムが高く、全ベータが低い。（トリチウムは測定中）

■海水配管主トレンチ滞留水

1号機立坑B：トリチウムは検出されていない。（塩素濃度は海水同等）

2号機立坑A：2号機タービン建屋地階の滞留水(セシウム)と同等。

2号機立坑C：2号機タービン建屋地階の滞留水(セシウム)より高い。

3号機立坑A、B：3号機タービン建屋地階の滞留水(セシウム)と同等。

4号機立坑：4号機タービン建屋地階の滞留水(セシウム)より低い。

■分岐トレンチ滞留水

2号機取水電源ケーブルトレンチB1-1：2号機タービン建屋地階の滞留水(セシウム)より高い。

2号機取水電源ケーブルトレンチB2：2号機タービン建屋地階の滞留水(セシウム)と同等。

サブドレン、海水中の放射性物質濃度の状況

■タービン建屋海側サブドレン

1号機：トリチウムのみ高い。(No.1)

2号機：トリチウムは低いが、全ベータ、セシウムが高い。(No.25,26,27)

3号機：全ベータ、トリチウムとも低い。セシウムは検出されていない。(No.32)

4号機：全ベータは低く、トリチウムが高い。セシウムは検出されていない。(No.56)

■タービン建屋山側サブドレン

2号機：トリチウムは低いが、全ベータ、セシウムが高い。(No.23,24)

4号機：トリチウムのみ高い。(No.53,55)

■港湾内海水

港湾内（航路エリア）：6月以降検出されたレベルと同等の全ベータが検出されている。

1～4号機取水路開渠内：シルトフェンス内側において、全ベータ、トリチウムが高い。

■港湾口、港湾外海水

港湾口：6月以降検出されたレベルと同等の全ベータが検出されている。

5、6号機放水口北側：全ベータは検出されていない。

南放水口付近：全ベータ、トリチウムとも検出されていない。

■1～4号機取水路開渠内海水（推移）

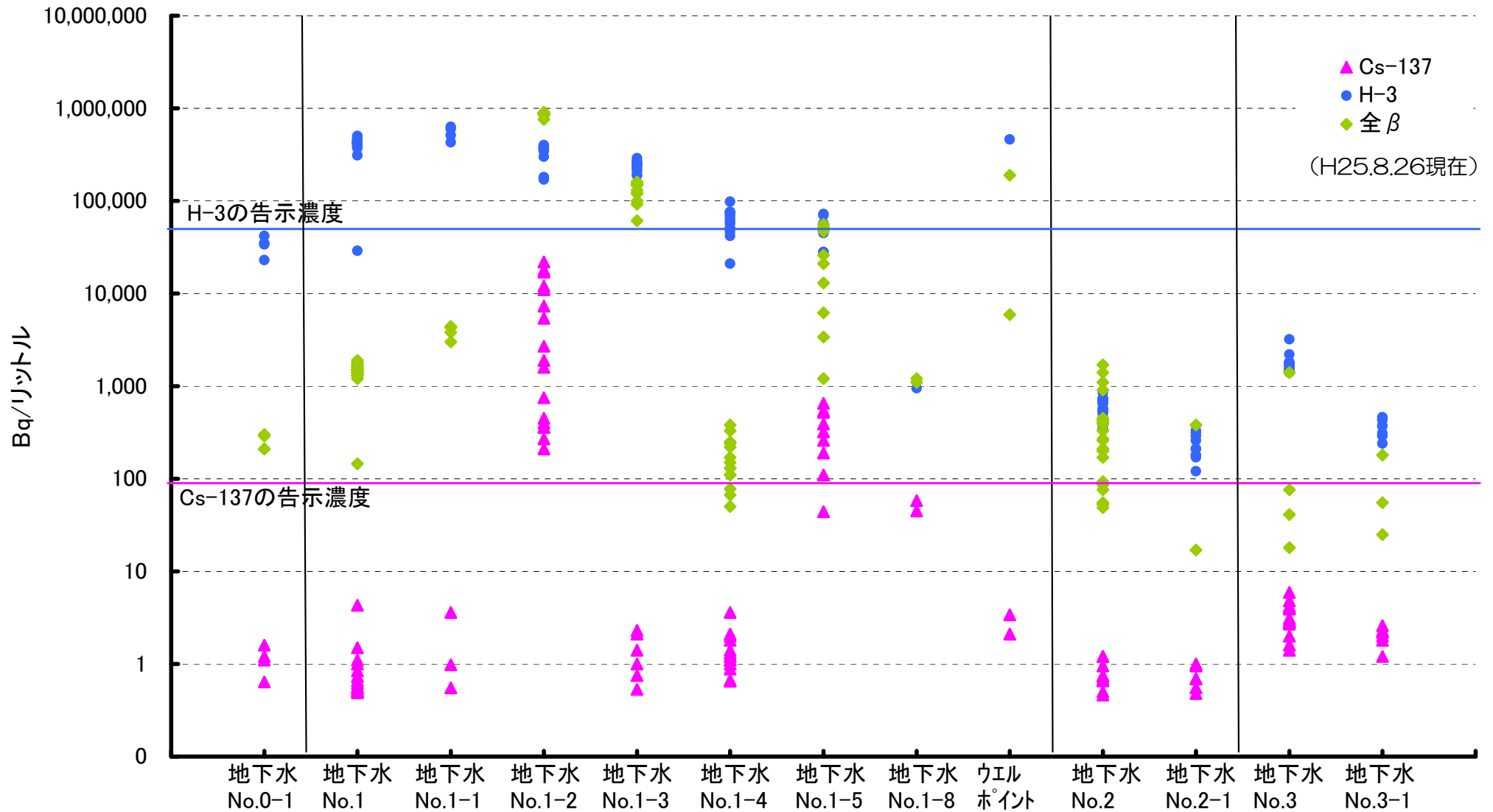
取水口北側：セシウム、全ベータ、トリチウムとも5月以降上昇傾向にある。

東波除堤北側：取水口北側の上昇前のレベルと同等。

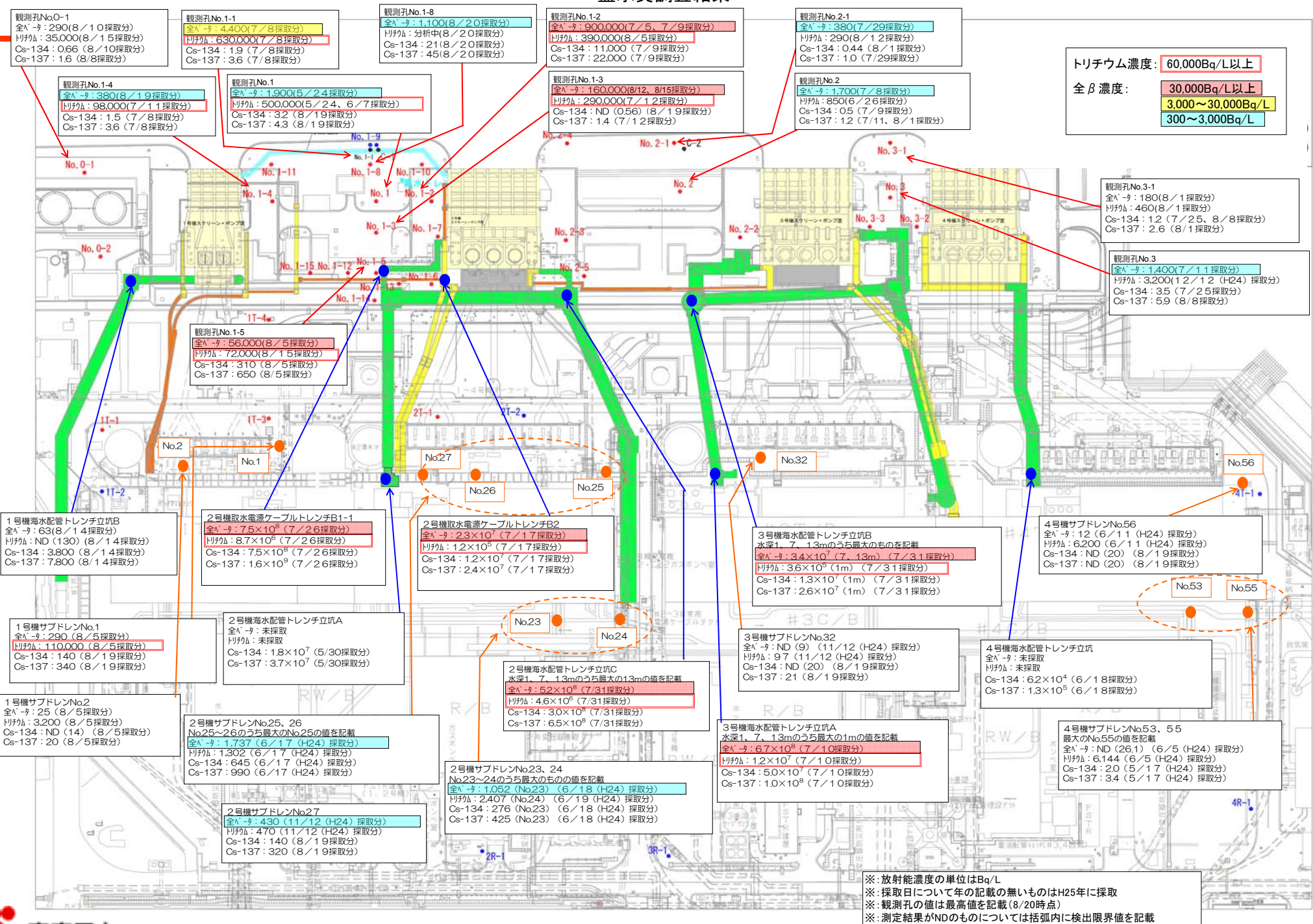
1、2号機取水口間：7月下旬以降、表層、下層の差が大きくなり、表層が上回る傾向が継続している。8月以降上昇傾向にあったが至近では低下している。

地下水モニタリングデータ

地下水の濃度分布(地点比較)



水質調査結果



※:放射能濃度の単位はBq/L
 ※:採取日について年の記載の無いものはH25年に採取
 ※:観測孔の値は最高値を記載(8/20時点)
 ※:測定結果がNDのものについては括弧内に検出限界値を記載

今後の調査計画

○地下水、トレンチ、サブドレンの放射性物質濃度の状況を踏まえ、高濃度の放射性物質が存在し、漏えいの可能性のあるエリアを特定するために、護岸エリアの調査孔における調査を実施し、必要となる漏えい防止対策及び汚染拡大防止対策を効果的に実施していく。

<調査方針>

- ・護岸エリアについて、汚染範囲の確認及び漏えい箇所の特定制をしていくため、観測孔を追加して水質監視を継続するとともに、土壌汚染確認を行う。
- ・また、地盤改良及び排水による地下水位変動の確認のため、観測孔を追加して地下水位監視を継続する。
- ・観測孔の追加にあたっては、1号機タービン建屋東側エリアを優先して追加ボーリングを進めていく。

今後の調査計画

ボーリング調査計画

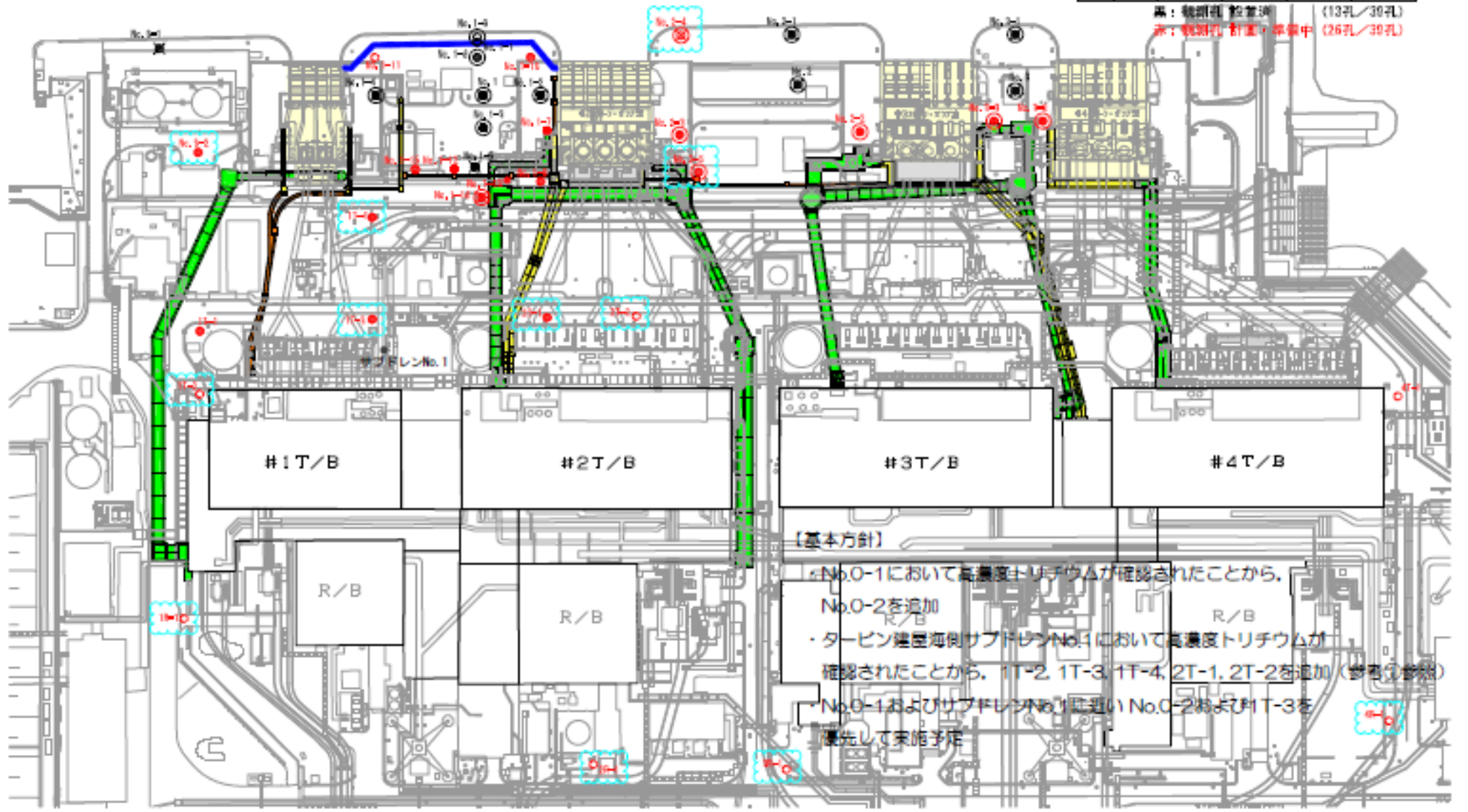
目的	調査項目	対象	頻度	備考
汚染範囲の確認 及び 漏洩箇所の特定	水質確認 ・核種移行状況の確認	39孔 (全ての観測孔)	施工 完了時 1回	【前回WG以降の 新規追加】 ・12孔 【完了目標】 ・H25.10中旬 【進捗状況】 ・設置済:13孔 ・計画中:26孔
	水質監視 ・漏洩状況の継続監視	12孔 (全39孔の内)	1~2 回/週	
	土壌汚染確認 ・4m盤ボーリングコアの線量測定 による土壌汚染状況確認	28孔 (全39孔の内)	施工 完了時 1回	
地盤改良・ウェルポイントによる地下水水位変動の確認	地下水水位監視 ・地盤改良範囲内外の地下水 水位レベルの継続確認	16孔 (全39孔の内)	毎正時	

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
- 前回WG以降に追加した観測孔 (12/39孔)

	孔数	水質確認	水質監視	汚染土確認	地下水監視
○	6	○	×	×	×
●	12	○	×	○	×
◎	1	○	×	×	○
⊙	7	○	×	○	○
⊗	1	○	○	×	○
⊘	8	○	○	○	○
⊚	2	○	○	○	×

黒：観測孔設置済 (13孔/39孔)
赤：観測孔計画・準備中 (26孔/39孔)



【基本方針】

- ・No.0-1において高濃度トリチウムが確認されたことから、No.0-2を追加
- ・タービン建屋海側サブドレンNo.1において高濃度トリチウムが確認されたことから、1T-2、1T-3、1T-4、2T-1、2T-2を追加 (参考①参照)
- ・No.0-1およびサブドレンNo.1に近いNo.0-2および1T-3を優先して実施予定

ボーリング調査計画(案)

調査箇所	掘削 番号	孔 径	孔 深	調査項目				8月		9月		10月			11月				
				水質 確認	水質 監視	土壌汚染 確認	地下水 監視	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	
				○	◎	○	○												
4m層	掘削 開口部	1	掘	3φ	4	○	○	○	完了										
		2	掘	3φ	4	○	○												
	掘削 開口部 掘削	3	掘	3φ	4	○	○	○											
		4	掘	3φ	4	○	○												
		5	掘	3φ	4	○	○	○	完了										
		6	掘	3φ	4	○	○	○											
		7	掘	3φ	4	○	○	○											
		8	掘	3φ	4	○	○	○											
		9	掘	3φ	4	○	○	○											
		10	掘	3φ	4	○	○	○											
		11	掘	3φ	4	○	○	○											
		12	掘	3φ	4	○	○	○	完了										
		13	掘	3φ	4	○	○	○											
		14	掘	3φ	4	○	○	○											
		15	掘	3φ	4	○	○	○											
		16	掘	3φ	4	○	○	○											
		17	掘	3φ	4	○	○	○											
		18	掘	3φ	4	○	○	○											
		掘削 開口部 掘削	19	掘	3φ	4	○	○	○	完了									
			20	掘	3φ	4	○	○	○										
	21		掘	3φ	4	○	○	○											
	22		掘	3φ	4	○	○	○											
	23		掘	3φ	4	○	○	○											
	24		掘	3φ	4	○	○	○											
	掘削 開口部 掘削	25	掘	3φ	4	○	○	○	完了										
		26	掘	3φ	4	○	○	○											
		27	掘	3φ	4	○	○	○											
		28	掘	3φ	4	○	○	○											
	10m層 掘削 開口部 (掘削)	1号機	29	掘	1φ	1	○	○											
			30	掘	1φ	1	○	○											
2号機		31	掘	1φ	1	○	○												
		32	掘	1φ	1	○	○												
4号機	33	掘	2φ	1	○	○													
	34	掘	2φ	1	○	○													
10m層 掘削 開口部 (山側)	1号機	35	掘	1φ	1	○	○												
		36	掘	1φ	1	○	○												
	2号機	37	掘	2φ	1	○	○												
		38	掘	2φ	1	○	○												
39	掘	4φ	1	○	○														

測定頻度

- ・水質確認 : 施工完了時 1回
- ・水質監視 : 週2回(◎)、週1回(○)
- ・土壌汚染確認 : 施工完了時1回
- ・地下水位の監視 : 毎正時

[参考]ボーリング位置 状況写真

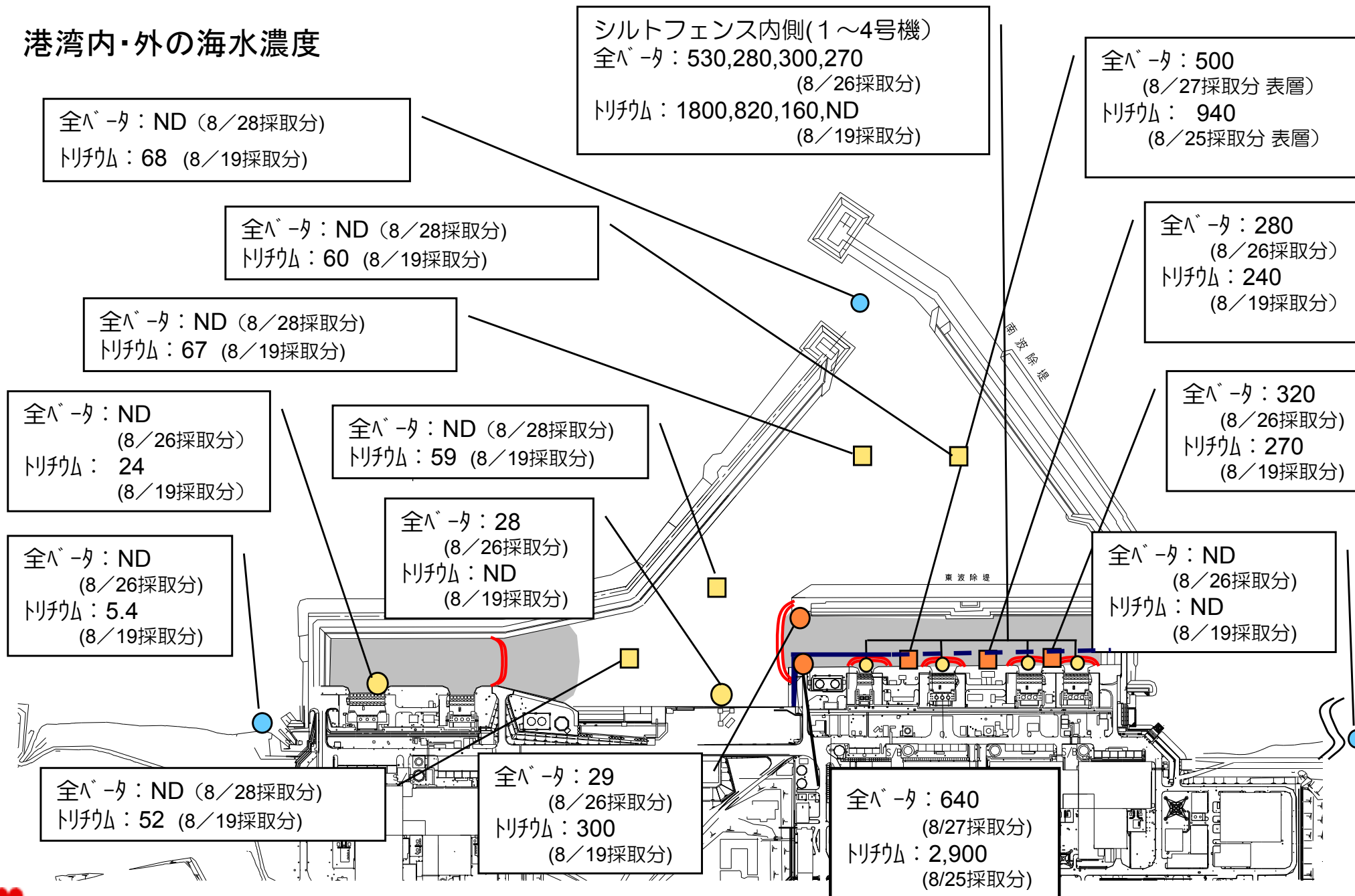
1号機 護岸～T/B建屋間の追加ボーリング位置



T/B海側ヤードには、ガレキや事故後に設置された仮設設備が散在しており、ボーリング実施可能な場所は限定される。

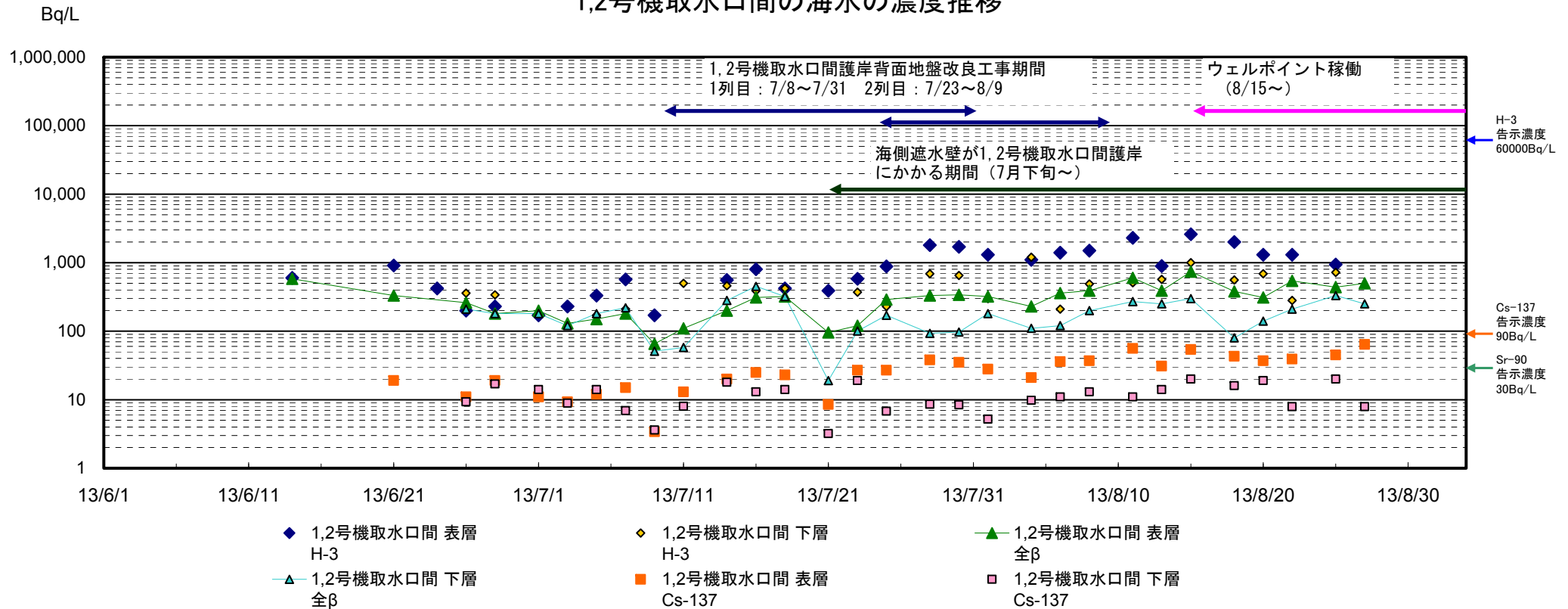
港湾内・外の海水濃度測定結果

港湾内・外の海水濃度



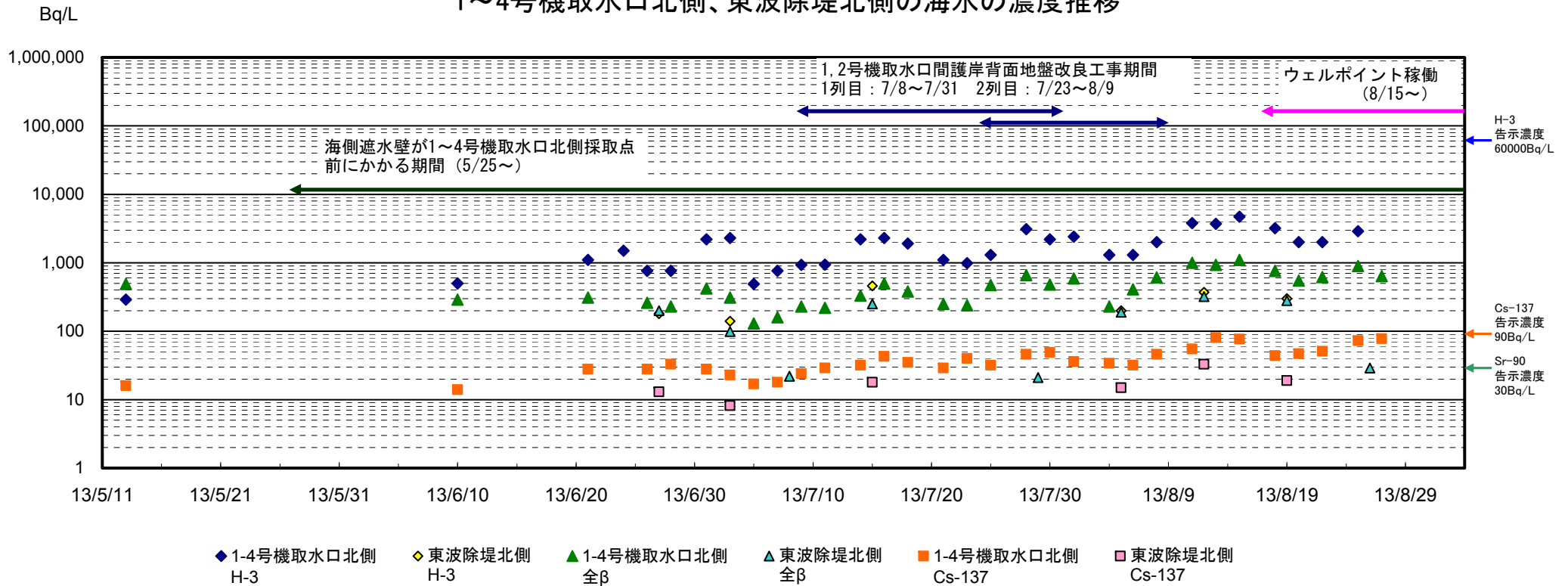
1, 2号機取水口間の海水の濃度推移

1,2号機取水口間の海水の濃度推移



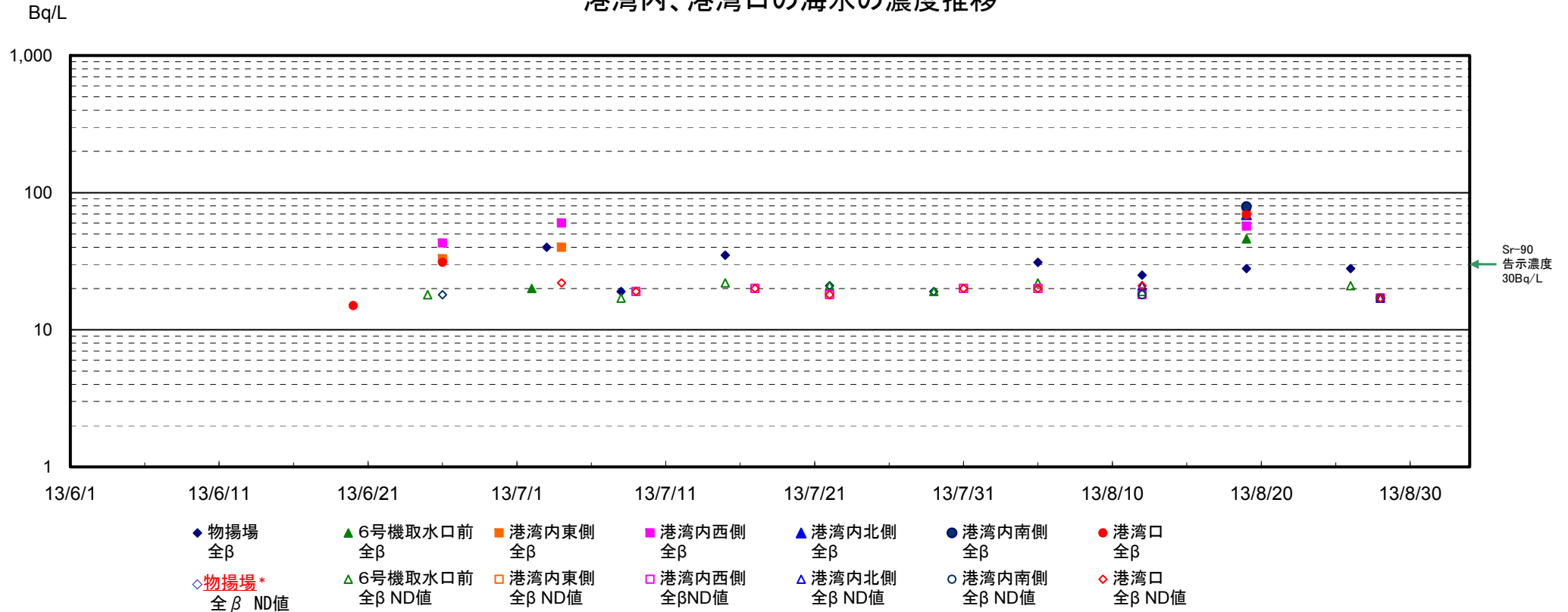
1～4号機取水口北側の海水の濃度推移

1～4号機取水口北側、東波除堤北側の海水の濃度推移



港湾内、港湾口の海水の濃度推移

港湾内、港湾口の海水の濃度推移



*：誤記につき「港湾内北側」から訂正（平成25年9月30日訂正）

ウェルポイントによる汲み上げ

■ 1,2号機間ウェルポイントによる1日あたりの汲み上げ量

①8/15~8/27平均の汲み上げ量（移送量） 64m³/日

②汲み上げ水の放射能濃度（Bq/L）

採取日	H-3	全β	Cs-137
2013.8.19	4.6×10 ⁵	1.9×10 ⁵	3.4
2013.8.26	測定中	5.9×10 ³	2.1
平均	4.6×10 ⁵	9.8×10 ⁴	2.8

③（=①×②）汲み上げた放射能量（Bq/日）

	H-3	全β	Cs-137
平均	2.9×10 ¹⁰	6.3×10 ⁹	1.8×10 ⁵

■ 海への流出量試算値（Bq/日）

1~4号機取水口内の海水中濃度、海水交換率からの試算（暫定）

	H-3	Sr-90*	Cs-137
最大	1×10 ¹¹	1×10 ¹⁰	2×10 ¹⁰
最小	—	3×10 ⁹	4×10 ⁹

*：全βの1/2として
全β濃度から算出

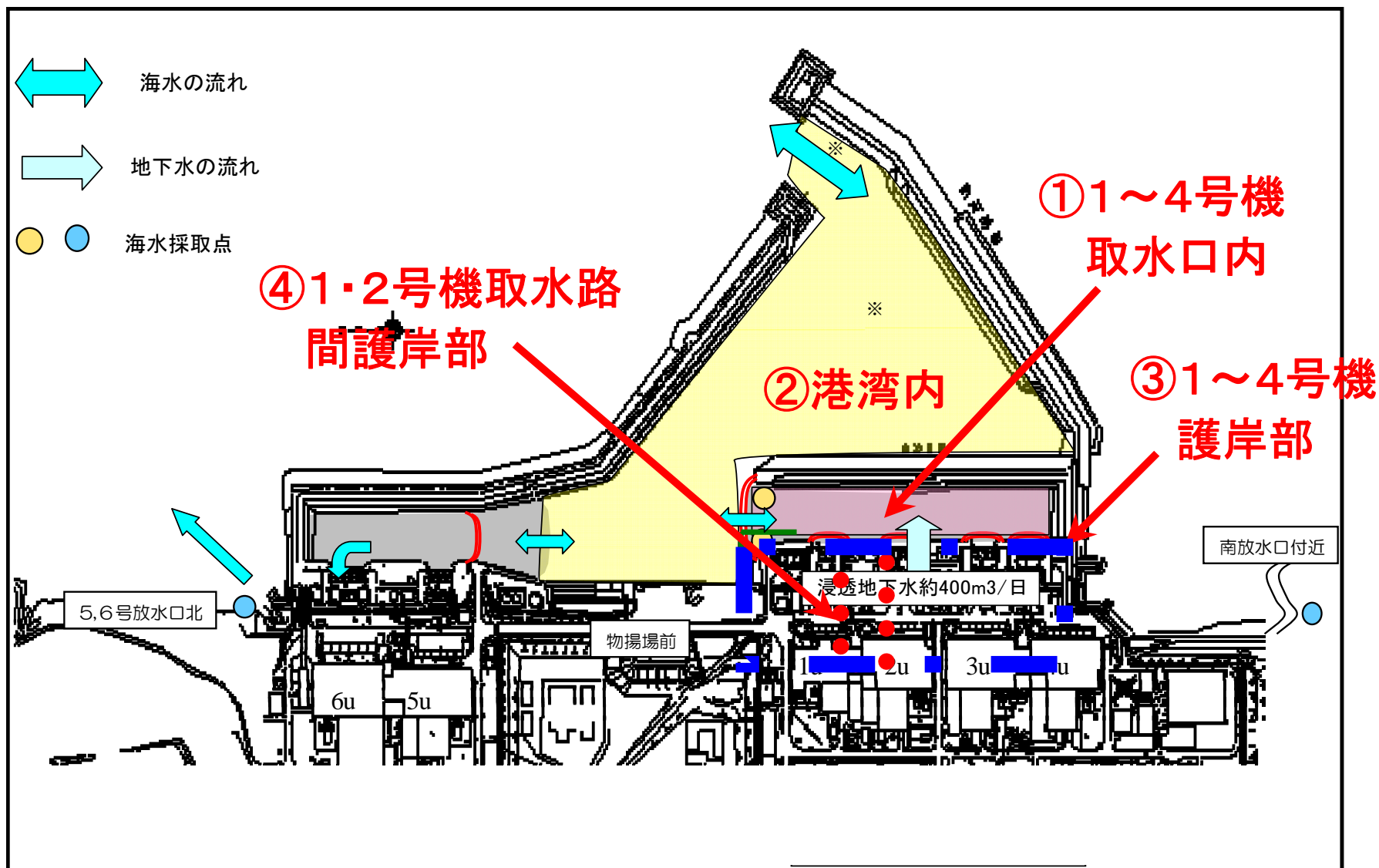
ウェルポイントによる汲み上げ

- ウェルポイントによる汲み上げ量について、H-3は流出量試算値の30%程度となっており、この分の流出量が低下していると考えられるが、海水中濃度についてはまだ低下傾向は認められていない。
- 全βは流出量試算値の最大、最小の間に入っているが、Cs-137について流出量試算値を大きく下回る結果となっている。
- 今後、トレンチ等から漏えいした汚染水が直接海へ流出する等の地下水を経由しない移行経路についても検討する必要があると考えている。

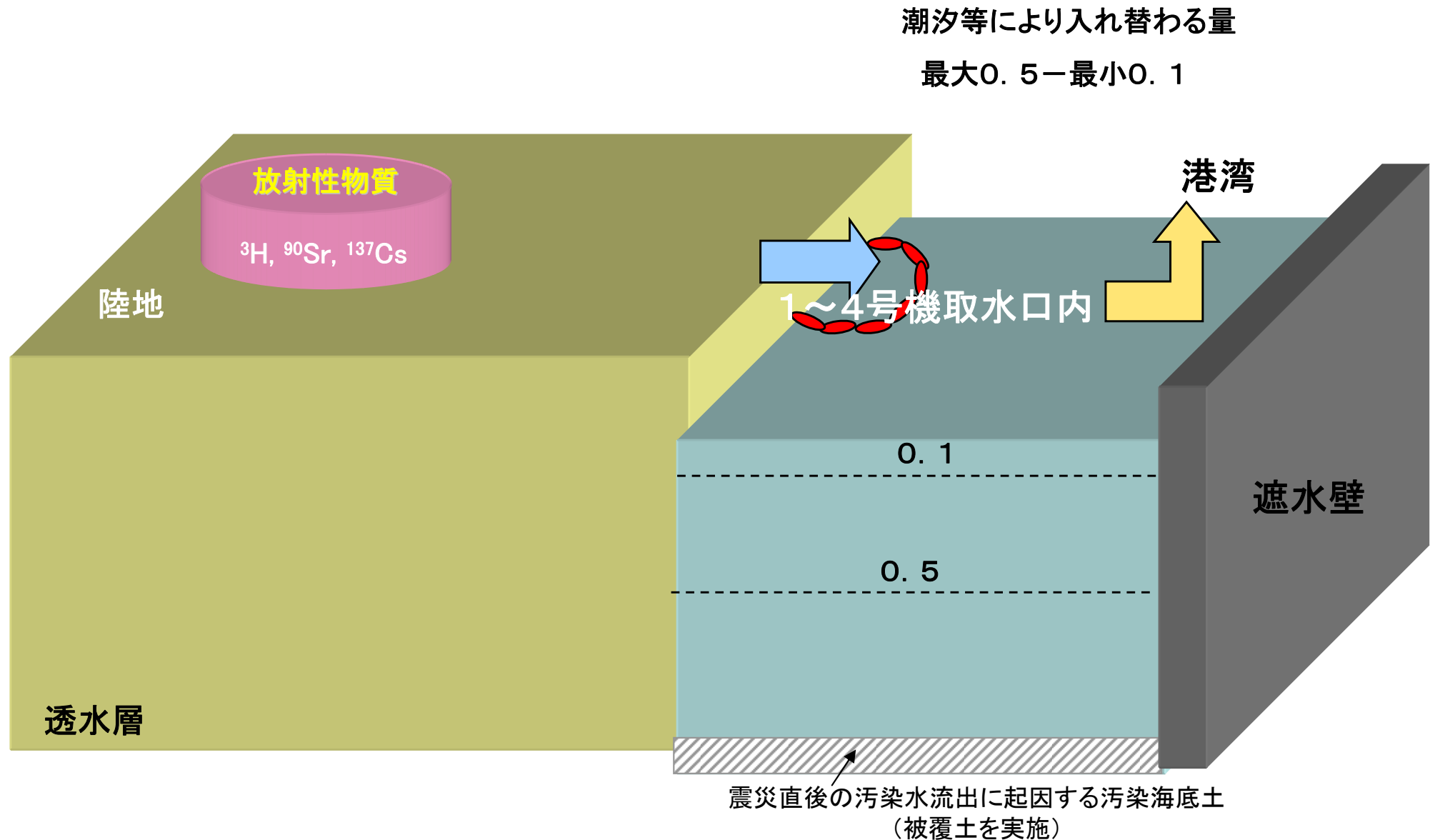
なお、2回目の8/26の採取においてH-3、全β濃度が低下しているが、汲み上げ始めの8/19はウェルポイントより山側の調査孔No.1, No.1-3付近の地下水の影響で濃度が高めになっていたためと考えられる。今後は平均化して低下していく可能性が考えられる。

(2) 福島第一原子力発電所1～4号機取水口内への
ストロンチウム等の流出量試算と
移行経路の検討について（暫定）

1. 1 地下水及び海水の流れの概念図



1. 2 海洋への放射性物質移行経路の概念図



2. 1～4号取水口内の海水中ストロンチウム濃度等からの試算① (トリチウム流出評価と同じ試算方法)

<試算方法>

- ・ ①から②へ流出する海水と同量の地下水が、③から①へ流出していると仮定。
- ①と②の海水量交換率は潮汐による水位変化等を考慮。
- これによって得られた①から②への流出率に、推定流出期間を乗じた海水量を当該期間の流出量とする。
- 海水中のストロンチウム、セシウムは、ほとんどがイオンとして存在することから、海底土へ沈降することは考慮せず、これら全量が海水中に存在し、海水と同様に挙動すると考える。
- 1～4号取水口内から潮汐等により再流入する海水中の放射性物質濃度は考慮しない。

2. 1～4号取水口内の海水中ストロンチウム濃度等からの試算 ②

〈試算に使用したパラメータ〉

1. 1～4号機取水口海水中放射性物質濃度：平均値を使用

		備考
^{90}Sr	170 (Bq/L)	・H23.6.13～H25.7.30の1～4号取水口北側の全 β 平均値×1/2
^{137}Cs	280 (Bq/L)	・H23.5.1～H25.8.17の1～4号取水口北側の平均値

2. 1～4号機取水口内の海水交換率(回/日)

最大	最小	備考
0.5	0.1	<ul style="list-style-type: none"> ・最大: 潮汐のサイクル頻度(2回/日)、水位と潮汐による水位変化の割合約0.2、5、6号機補冷却ポンプ容量を考慮 ・最小: 5、6号機補機冷却ポンプの容量7,000(m³/h)/港湾内海水量2,300,000(m³)

3. 流出期間(日)

最大	最小	備考
850	270	<ul style="list-style-type: none"> ・最大: H23.5(立坑の閉鎖時期)～H25.8 ・最小: H24.12～H25.8

※流出期間については、最大(H23.5の立坑閉鎖時期から)と最小(H24.12時点では地下水で高濃度の放射性物質濃度が検出していないため、この時点から期間を設定)

2. 1～4号取水口内の海水中ストロンチウム濃度等からの試算 ③

〈計算式〉

○流出率(Bq/日) = 海水中放射性物質濃度(Bq/L) × 1～4号機取水口部海水容量(160,000(m³)) × 1,000(L/m³) × 海水交換率(回/日)

○流出量(Bq) = 流出率(Bq/日) × 流出期間(日)

〈流出率の試算結果〉

	最大	最小
⁹⁰ Sr	1×10 ¹⁰ (Bq/日)	3×10 ⁹ (Bq/日)
¹³⁷ Cs	2×10 ¹⁰ (Bq/日)	4×10 ⁹ (Bq/日)

〈流出量の試算結果〉

	最大	最小
⁹⁰ Sr	1×10 ¹³ (Bq)	7×10 ¹¹ (Bq)
¹³⁷ Cs	2×10 ¹³ (Bq)	1×10 ¹² (Bq)

2. 1～4号取水口内の海水中ストロンチウム濃度等からの試算④

〈流出量試算結果の妥当性検討〉

○電力中央研究所に5, 6放水口北側の海水濃度等から流出量推定を依頼。
この結果、今回当社で海水中放射性物質濃度から試算した結果とほぼ一致。

【電力中央研究所の推定結果】

■¹³⁷Cs

- 2011年9月末時点で、 10^{11} (Bq/日) (東京電力事故調査報告書)
- 1F近傍の濃度と流出量は比例関係にあり、2011年9月末と比較して、現在の1F近傍の濃度は1オーダー程度低い(2012年の夏からあまり変化していない)
- 現時点では、 10^{10} (Bq/日) 程度と推定

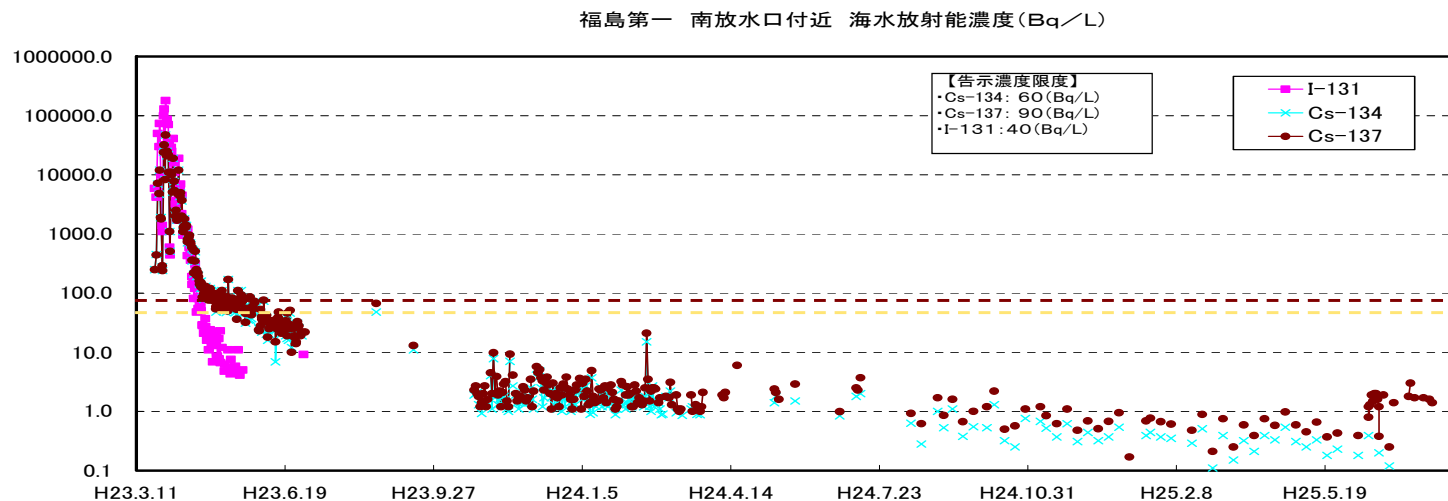
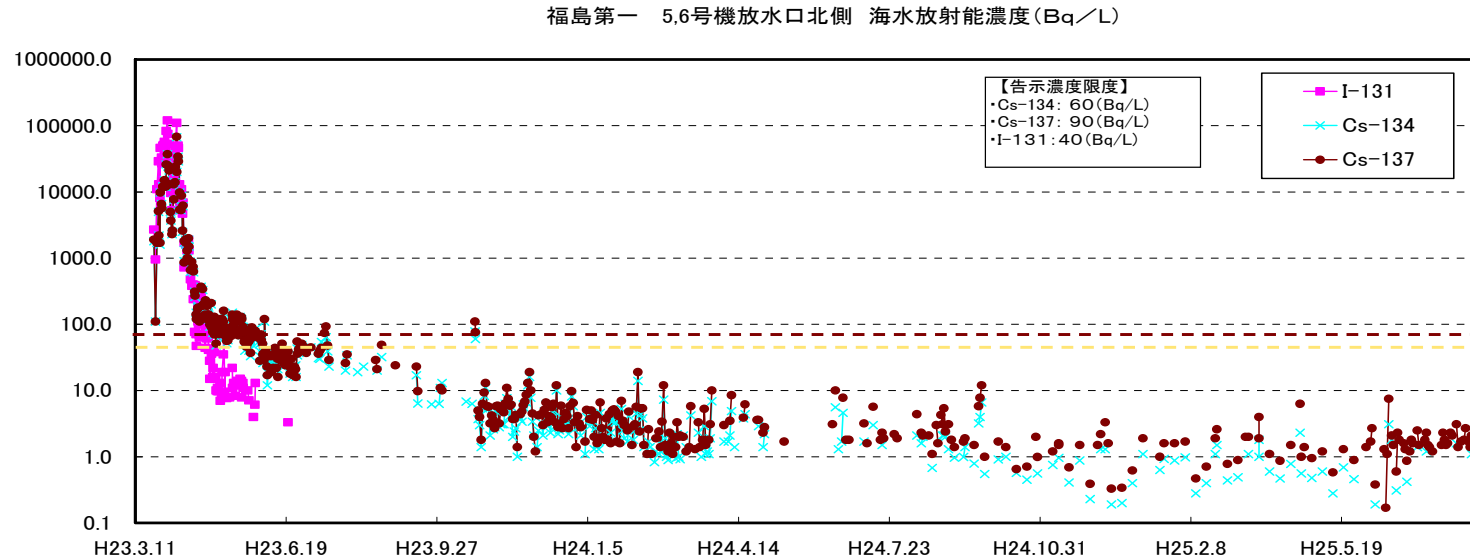
(備考) 神田論文(2013)の推定結果(2011年夏で 9.3×10^{10} (Bq/日)、2012年夏で 8.1×10^9 (Bq/日))とほぼ一致

■⁹⁰Sr

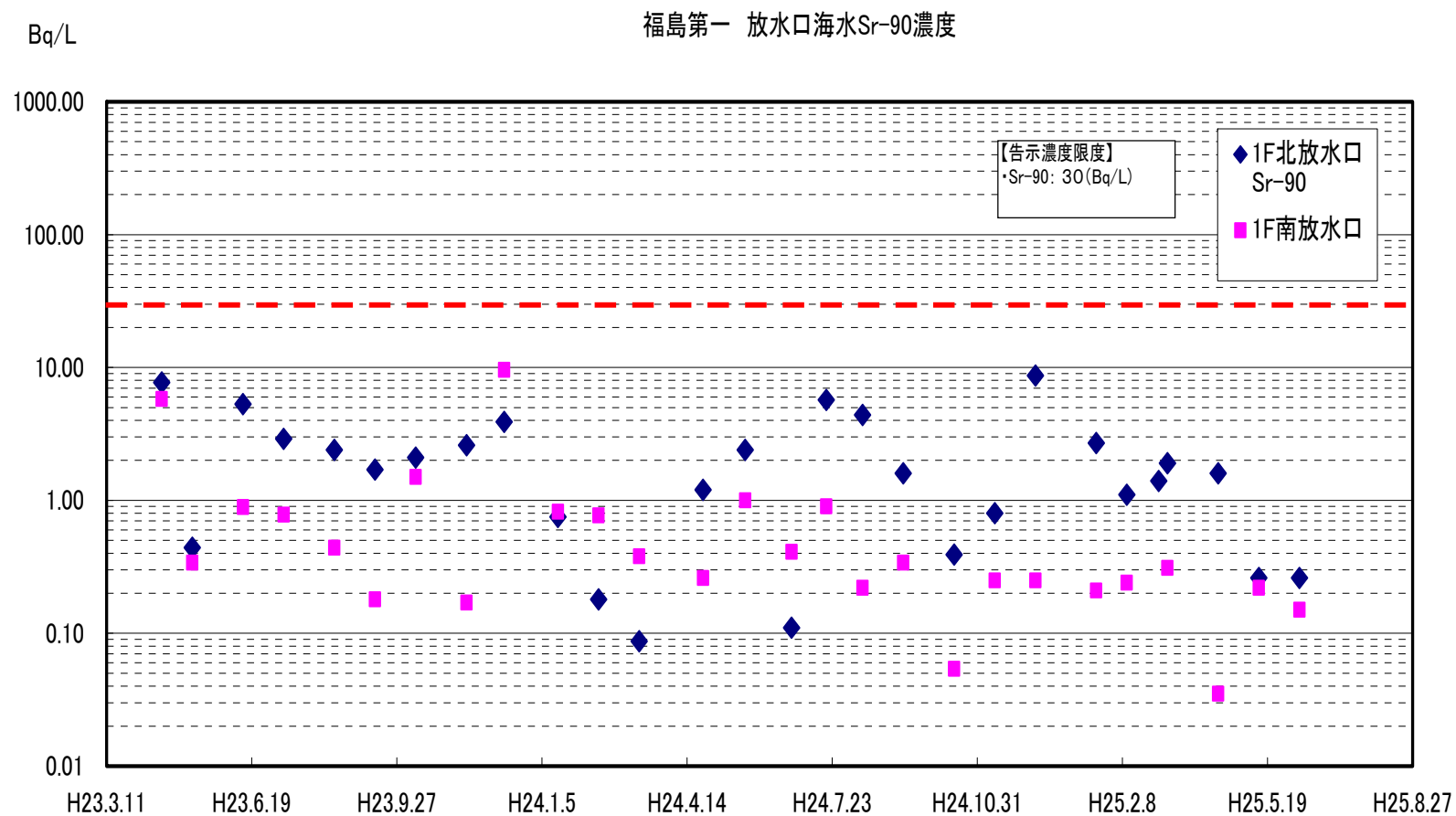
- 現在の港湾外の海洋における⁹⁰Sr/¹³⁷Cs放射能比は1程度
- 現時点では、 10^{10} (Bq/日) 程度と推定(放水口濃度からの推定)

2. 1 告示濃度限度との比較①

○放水口における告示濃度との実測値の比較: 5、6号機放水口北側における ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 濃度はいずれも告示濃度限度 (^{90}Sr : 30(Bq/L), ^{137}Cs : 90(Bq/L)) 以下である。



2. 1 告示濃度限度との比較②



至近の水質測定結果(抜粋) (単位:ベクレル/リットル)

港湾内(シルトフェンス外側)・港湾境界付近では、海水中濃度はほぼ検出限界値未満で、影響は限定的です。

○分析項目および測定頻度

- ・トリチウム、セシウム、全ベータ: 1回/週
- ・ストロンチウム: 1回/月

- 海洋への影響をモニタリング
- 港湾内の放射能濃度の分布をモニタリング
- 港湾内への影響をモニタリング(地点抜粋)

※()内日付は採取日

物揚場前

セシウム137: 7.4(8/19)
全ベータ: 28(8/19)
トリチウム: 検出限界値(120)未満(8/19)

港湾内東側

セシウム137: 6.6(8/19)
全ベータ: 74(8/19)
トリチウム: 67(8/19)

6号機取水口前

セシウム137: 4.7(8/19)
全ベータ: 46(8/19)
トリチウム: 24(8/19)

港湾内西側

セシウム137: 6.5(8/19)
全ベータ: 57(8/19)
トリチウム: 59(8/19)

5,6号機放水口北側

セシウム137: 検出限界値(1.5)未満(8/19)
全ベータ: 検出限界値(18)未満(8/19)
トリチウム: 5.4(8/19)

港湾口

セシウム137: 4.7(8/19)
全ベータ: 69(8/19)
トリチウム: 68(8/19)

南放水口付近

セシウム137: 検出限界値(1.5)未満(8/19)
全ベータ: 検出限界値(18)未満(8/19)
トリチウム: 検出限界値(3.0)未満(8/19)

1~4号機取水口内北側(東波除堤北側)

セシウム137: 19(8/19)
全ベータ: 280(8/19)
トリチウム: 300(8/19)

1~4号機取水口内北側

セシウム137: 73(8/25)
全ベータ: 900(8/25)
トリチウム: 2,000(8/22)

1・2号機取水口間(表層)

セシウム137: 45(8/25)
全ベータ: 440(8/25)
トリチウム: 1,300(8/22)

海域モニタリングの強化

○港湾内・港湾外近傍における海域モニタリング地点

- 港湾外追加地点(週1回、γ核種、全ベータ、トリチウム)
- 港湾内追加地点(週1回、γ核種、全ベータ、トリチウム)
- 既採取地点

1F敷地沖合3km地点

セシウム137: 0.015(7/24)
全ベータ: 検出限界値(18)未満(7/2)
トリチウム: 検出限界値(0.38)未満(7/2)

港湾口東側地点

セシウム137: 検出限界値(1.3)未満(8/21)
全ベータ: 検出限界値(20)未満(8/21)
トリチウム: 検出限界値(2.9)未満(8/14)

港湾内南側

セシウム137: 4.6(8/19)
全ベータ: 79(8/19)
トリチウム: 60(8/19)

北防波堤北側地点

セシウム137: 検出限界値(1.4)未満(8/21)
全ベータ: 検出限界値(20)未満(8/21)
トリチウム: 4.7(8/14)

南防波堤南側地点

セシウム137: 検出限界値(1.4)未満(8/21)
全ベータ: 検出限界値(20)未満(8/21)
トリチウム: 検出限界値(2.9)未満(8/14)

港湾内北側

セシウム137: 4.7(8/19)
全ベータ: 69(8/19)
トリチウム: 52(8/19)

○港湾外の沿岸海域における海域モニタリング地点



- T-1: 福島第一-5,6号機放水口北側
 - T-2-1: 福島第一南放水口付近
 - T-3: 福島第二北放水口(測定項目追加)
 - T-5: 福島第一敷地沖合15km(※)
 - T-6: 請戸港南側(測定場所追加)
 - T-D1: 請戸川沖合3km(※)
 - T-D5: 福島第一敷地沖合3km(※)
 - T-D9: 福島第二敷地沖合3km(※)
- ※地点においては測定頻度を増加

※参考: 県による海域モニタリング地点



現在(H25年度当初計画)

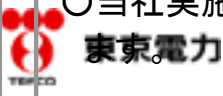
- ①南放水口付近
- ②北放水口付近

強化案(H25年7月以降の計画)

- ①南放水口付近(発電所近くへ移動)
- ②北放水口付近
- ③取水口付近
- ④発電所沖合2km
- ⑤夫沢・熊川沖合2km
- ⑥双葉・前田川沖合2km

○海水モニタリングの強化により、港湾外の測定頻度は全ベータ、トリチウムの合計で現状月32回を月72回に増加しました。

○当社実施分のほか、県による海域モニタリングも強化されており



(参考)

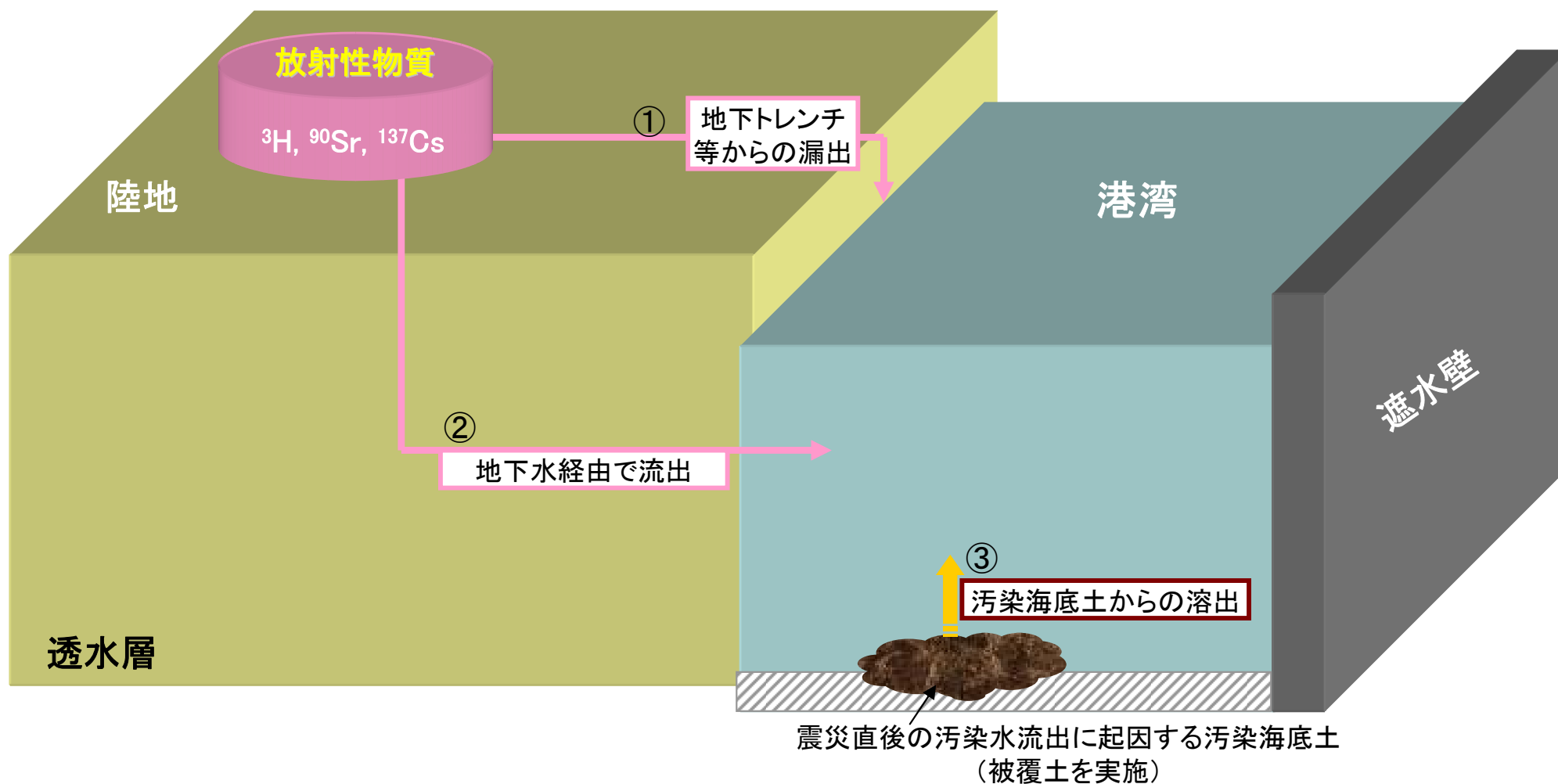
○平常運転時の福島第一原子力発電所の放射性液体廃棄物（トリチウムを除く）年間放出管理目標値： $2.2 \times 10^{11} \text{Bq}$ ($3.7 \times 10^{10} \text{Bq} / \text{基} \times 6 \text{基}$)

試算結果は、原子力発電所平常運転時の年間放出管理目標を超えているものの、港湾外の海水中濃度は、規制値である告示濃度限度は下回っている。

3. 海洋への移行経路の検討

○ 2. で試算した ^{90}Sr 及び ^{137}Cs の流出率・流出量を合理的に説明できる移行経路を検討

3. 1 海洋への放射性物質移行経路の概念図



3. 2 海洋への放射性物質移行経路

①地下トレンチ・立坑等からの流出

地中に埋設してあるトレンチ・立坑内の水が海に流出

②地下水を経由した移行

放射性物質が、地中を地下水と共に海に流出

③港湾海底土に蓄積したものが溶出

遮水壁工事等の影響で、海底土に蓄積していた放射性物質が海水中に溶出

3. 3. 1 地下トレンチ・立坑等からの漏出①

〈漏出量評価〉

○2号機の地下トレンチ・立坑等内の水の ^{137}Cs 濃度は、約 2×10^{12} (Bq/m³)であり、2. で試算した流出率と一致するためには、 ^{137}Cs で約0.002~0.01(m³/日)(=約0.02(cm³/秒)~0.1(cm³/秒))の流出量が必要。

〔計算式〕 ^{137}Cs の流出率÷水中の ^{137}Cs 濃度

$$= 2 \times 10^{10}(\text{Bq}/\text{日}) \div 2 \times 10^{12}(\text{Bq}/\text{m}^3) = \text{約}0.01(\text{m}^3/\text{日})$$

○3号機の地下トレンチ・立坑等内の水の ^{137}Cs 濃度は、約 1×10^{11} (Bq/m³)であり、2. で試算した流出率と一致するためには、 ^{137}Cs で約0.04~0.2(m³/日)(=約0.5(cm³/秒)~2(cm³/秒))の流出量が必要。

○2号機及び3号機の地下トレンチ・立坑等については、閉塞工事を実施しているが、上記程度の微少漏出の可能性は否定できず、漏出経路・漏出場所については特定できていないものの、主たる漏出源は2号機及び3号機の地下トレンチ・立坑と推定される。

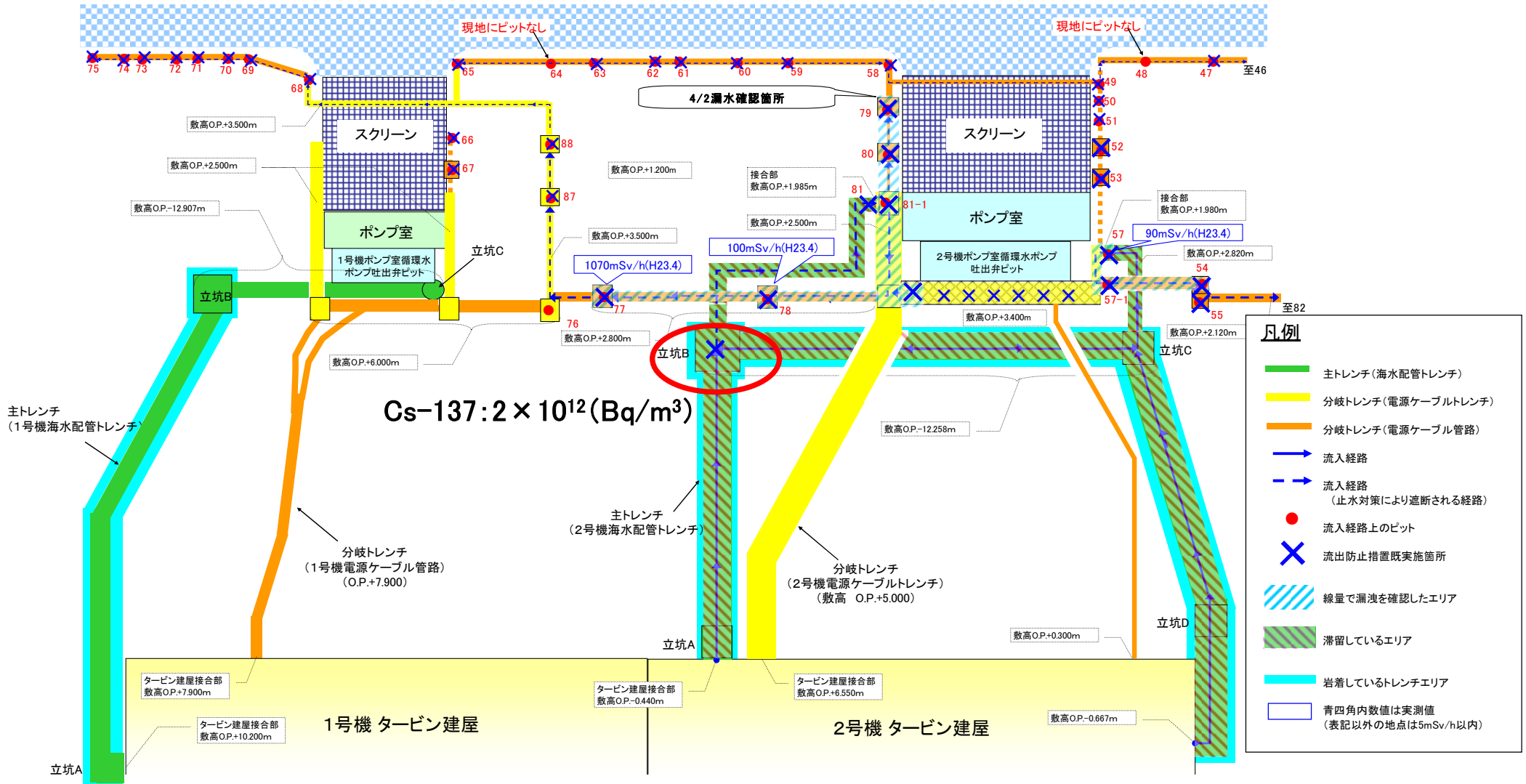
〈現在実施準備中の流出防止対策〉

○2号機取水電源ケーブルトレンチの水抜き・コンクリート充填後：H25.8.22から開始、主配管トレンチについては10月から浄化開始予定

○3号機主配管トレンチについては10月上旬から浄化開始予定

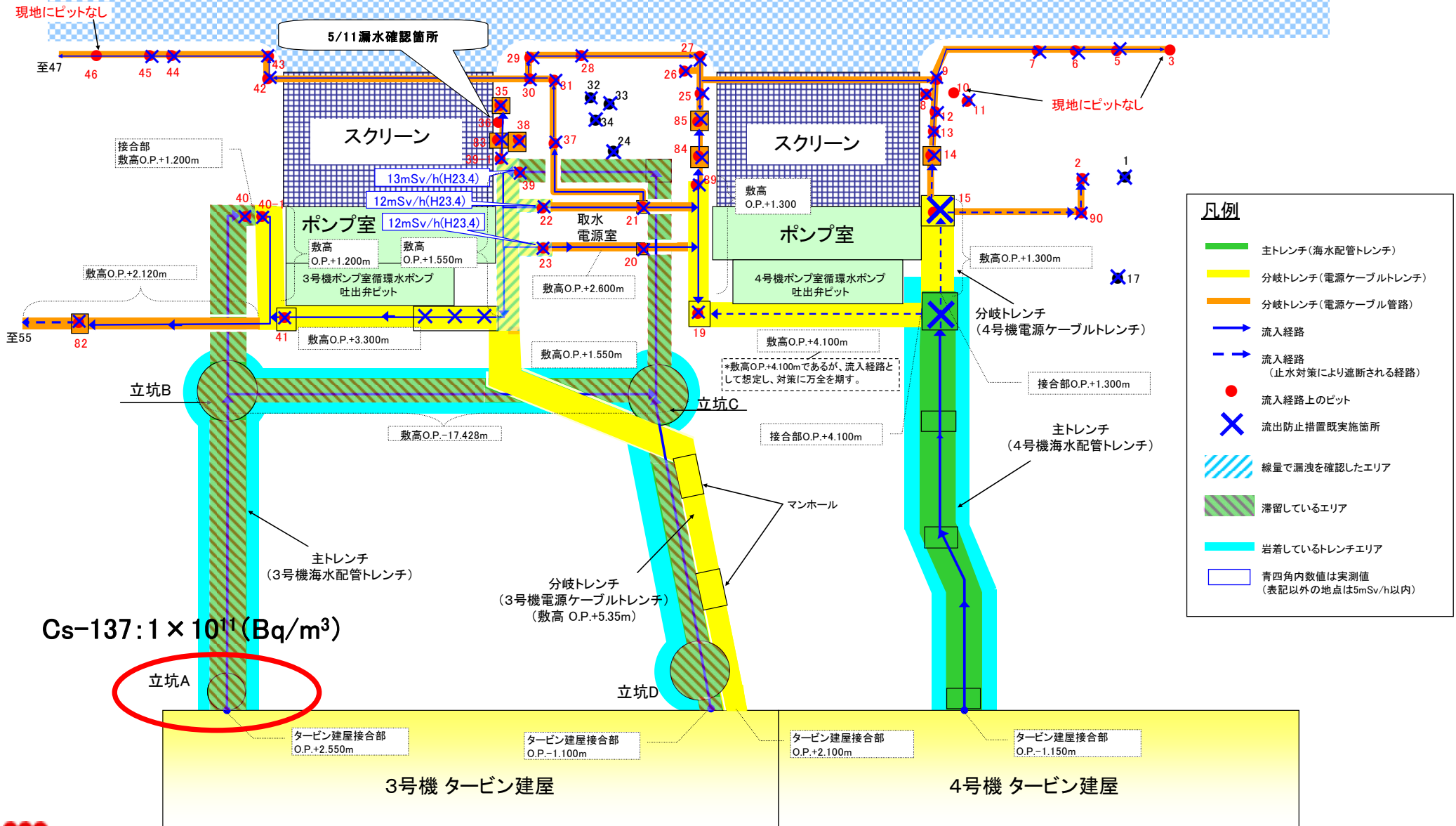
3. 3. 1 地下トレンチ・立坑等からの漏出②

放射性物質を含む水の流入経路調査結果図(1・2号機)



3. 3. 1 地下トレンチ・立坑等からの漏出③

放射性物質を含む水の流入経路調査結果図(3・4号機)



3. 3. 2 地下水を経由した移行①

<試算方法>

- ・護岸に近接した地下水中の放射性物質がそのまま海に流出したと仮定
- ・1～4号機取水口内への地下水流入量：約400(m³/日)
- ・流出率(Bq/日) = 護岸近傍地下水放射能濃度 × 1～4号機取水口内への地下水流入量(地下水中濃度が高い1・2号機取水路間護岸からの流出量(=400(m³/日) × 100(m)/430(m))で代表)
- ・流出量(Bq) = 流出率(Bq/日) × 流出期間(日)

3. 3. 2 地下水を經由した移行②

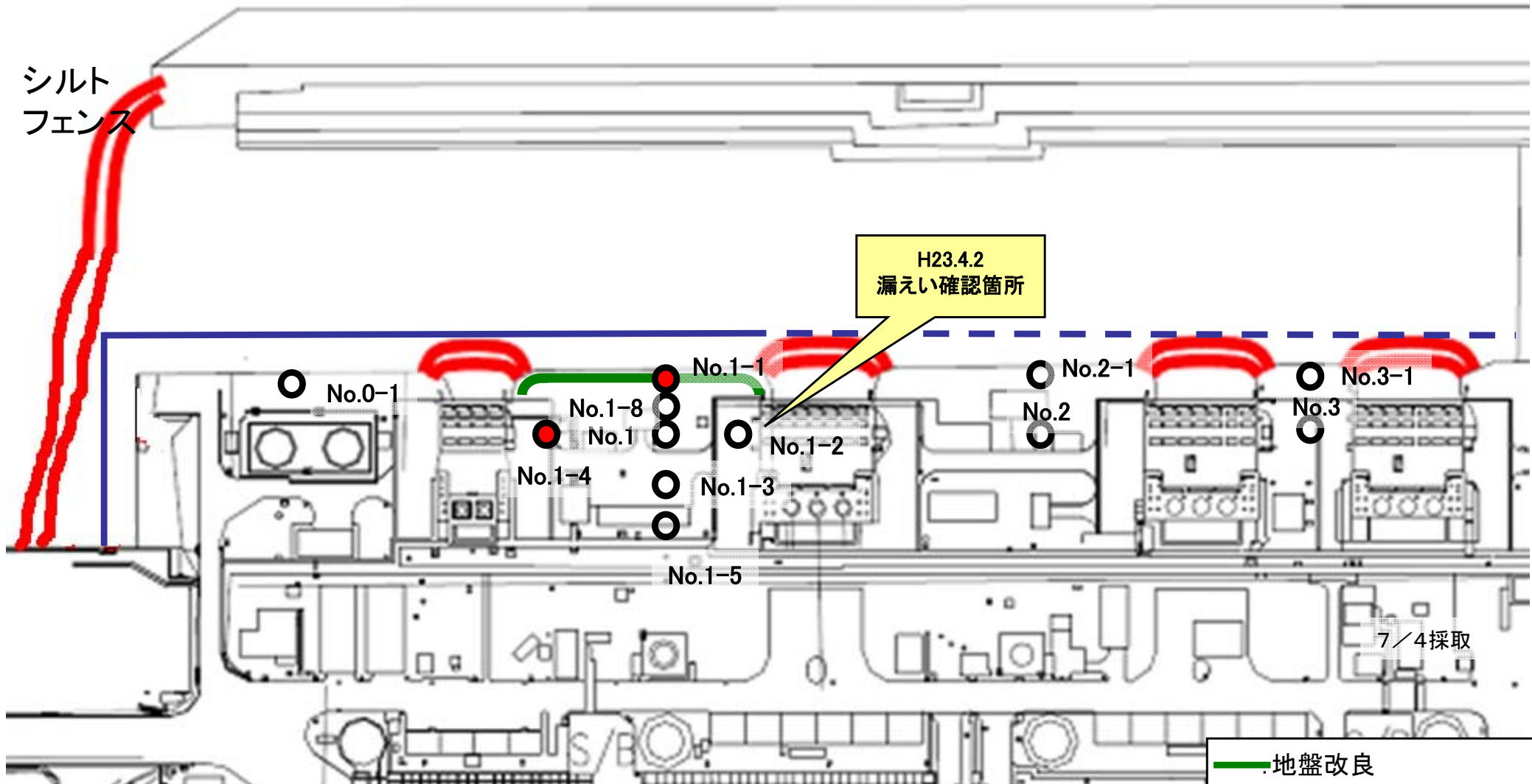
タービン建屋東側の地下水濃度測定採取箇所

東波除堤

○ 地下水採取点

シルト
フェンス

H23.4.2
漏えい確認箇所



— 地盤改良
— 海側遮水壁矢板打込
(8月15日現在)

3. 3. 2 地下水を經由した移行③

<試算に使用したパラメータ>

1. 地下水中の放射性物質濃度

護岸に近接したNo. 1-1、1-4のうち、最大値、最小値を使用

	最大	最小	備考
^{90}Sr	2,200 (Bq/L)	25 (Bq/L)	・最大:No.1-1の全 β 最大値(H25.7.8)×1/2 ・最小:No.1-4の全 β 最小値(H25.7.18)×1/2
^{137}Cs	3.6 (Bq/L)	0.7 (Bq/L)	・最大:No.1-1地下水の最大値(H25.7.8) ・最小:No.1-4の最小値(H25.8.5)

2. 流出期間(日)

最大	最小	備考
850	270	・最大:H23.5(立坑の閉鎖時期)~H25.8 ・最小:H24.12~H25.8

※流出期間については、最大(H23.5の立坑閉鎖時期から)と最小(H24.12時点では地下水で高濃度の放射性物質濃度が検出していないため、この時点から期間を設定)

3. 3. 2 地下水を經由した移行④

〈計算式〉

○流出率(Bq/日) = 地下水中放射性物質濃度(Bq/L) × 1～4号機取水口内への地下水流入量(m³/日) × 1,000(L/m³)

○流出量(Bq) = 流出率(Bq/日) × 流出期間(日)

〈漏洩率(Bq/日)の試算結果〉

	最大	最小
⁹⁰ Sr	2 × 10 ⁸ (Bq/日)	2 × 10 ⁶ (Bq/日)
¹³⁷ Cs	3 × 10 ⁵ (Bq/日)	7 × 10 ⁴ (Bq/日)

〈漏洩量(Bq)の試算結果〉

	最大	最小
⁹⁰ Sr	2 × 10 ¹¹ (Bq)	6 × 10 ⁸ (Bq)
¹³⁷ Cs	3 × 10 ⁸ (Bq)	2 × 10 ⁷ (Bq)

3. 3. 2 地下水を経由した移行⑤

〈移行経路の妥当性検討〉

- 2. で試算した ^{90}Sr 及び ^{137}Cs の流出率(Bq/日)に対して、 ^{90}Sr で1/1,000 ~ 1/50、 ^{137}Cs で1/100,000~1/60,000であり、本移行経路だけでは説明することは難しい。
- 現状の $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比がNo.1,1-1地下水中では約1000に対して、1~4号取水口内の海水中では約10あることと矛盾。

〈現在実施中の流出抑制対策〉

- 港湾の護岸では水ガラスによる地盤改良及びウエルポイントによる地下水のくみ上げを実施中。
- 海側遮水壁設置工事を実施中

3. 3. 3 港湾海底土に蓄積したものが溶出

〈1～4号取水口内の海底土中放射エネルギーの評価〉

(H23年11月測定 of 港湾内海底土最大値、汚染深さ0.1(m) (仮定) を使用して試算)

① ^{137}Cs : $870,000 (\text{Bq/kg}) \times 0.1 (\text{m}) \times 400 (\text{m}) \times 80 (\text{m}) \times 10^3 (\text{kg/m}^3) = 3 \times 10^{12} (\text{Bq})$

② ^{90}Sr : $1,200 (\text{Bq/kg}) \times 0.1 (\text{m}) \times 400 (\text{m}) \times 80 (\text{m}) \times 10^3 (\text{kg/m}^3) = 4 \times 10^9 (\text{Bq})$

〈移行経路の妥当性評価〉

○ ^{137}Cs : 1～4号取水口内の海底土に蓄積した ^{137}Cs は、最大 $3 \times 10^{12}\text{Bq}$ と推定。海底土に吸着した ^{137}Cs は溶出しにくい性質があり、2.1で試算した流出量の最小値 $1 \times 10^{12}(\text{Bq})$ の説明は難しい。

○ ^{90}Sr : 同様に海底土に蓄積した ^{90}Sr は、最大 $4 \times 10^9(\text{Bq})$ と推定、海底土に吸着した ^{90}Sr は溶出しにくい性質があるため、2.で試算した流出量の最小値 $7 \times 10^{11}(\text{Bq})$ の説明は難しい。

○ 遮水壁工事による影響を確認するため海底底付近海水サンプリングした結果、海水の表層と底層の ^{137}Cs 濃度及び全 β 濃度を測定したが、表層より底層が高いということはなく、本移行経路の寄与は小さいものとする。(参考参照)

〈流出抑制対策〉

○ 1～4号機取水口内の海底土被覆(実施済み)

(参考) 福島第一港湾内 2, 3号、3, 4号機取水口間海水分析結果

(護岸から4m地点)

単位: Bq/L

	福島第一 2,3号機取水口間 (表層)	福島第一 2,3号機取水口間 (下層)	福島第一 3,4号機取水口間 (表層)	福島第一 3,4号機取水口間 (下層)
採取日	8月20日	8月20日	8月20日	8月20日
採取時刻	10:55	11:10	11:16	11:25
Cs-134(約2年)	5.2	3.5	14	4.8
Cs-137(約30年)	14	9.8	30	7.7
全 β	230	85	180	57

* 下層は海底上30cm。

3. 4 移行経路検討のまとめ

○海洋への移行経路として、次の3つの経路について検討

- ①地下トレンチ・立坑からの流出
- ②地下水を経由した移行
- ③港湾海底土に蓄積したものが溶出

○この結果、以下のとおり

- ①地下トレンチ・立坑からの流出する移行経路の可能性はある
- ②地下水を経由した移行についてはこの経路だけでは説明が難しい
- ③港湾海底土に蓄積したものが溶出する移行経路では説明が難しい

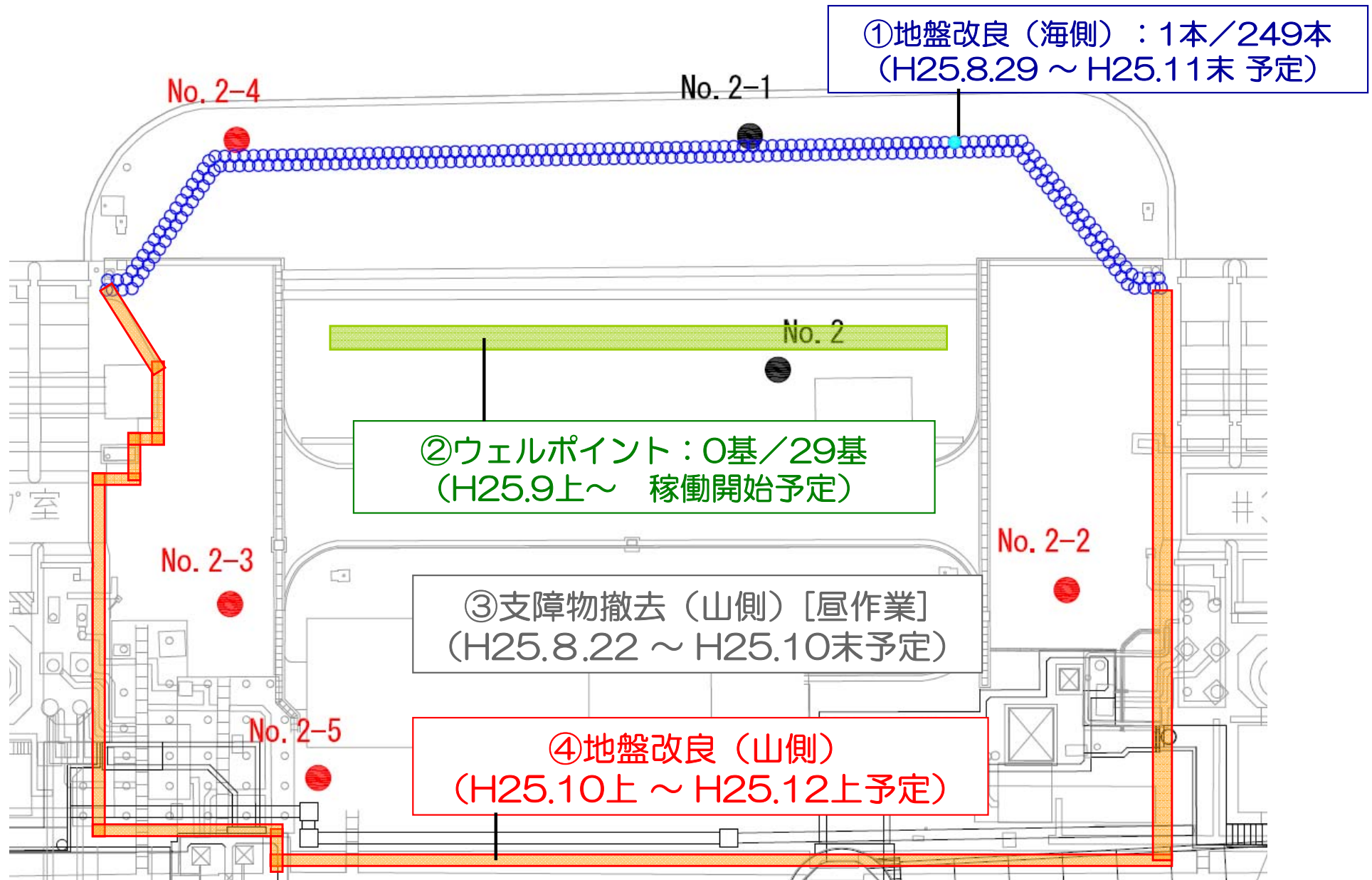
以上のことから、①を主たる移行経路と考え、対策として2号機及び3号機の電源ケーブルトレンチ内水の移送(8月22日から)、主配管トレンチ内水の浄化(10月から)を推進していく。

4. 今後の計画

- 2号機取水電源ケーブルトレンチや2, 3号機主配管トレンチの対策の進捗に合わせて、モニタリングの実施、対策の評価を行う。
- 山側から海に流入する放射エネルギーについて、現地土壌の分配係数や汚染源の特定が必要であり、これらの調査結果を踏まえた評価を今後実施する。
- 本結果及び今後得られる調査結果を、専門家に評価して頂き、適宜、評価精度の向上に努める。
- 周辺海域のモニタリングを既に強化しており、海水や魚介類への影響調査を継続する。
- 流出防止対策実施後の流出量についても試算する。

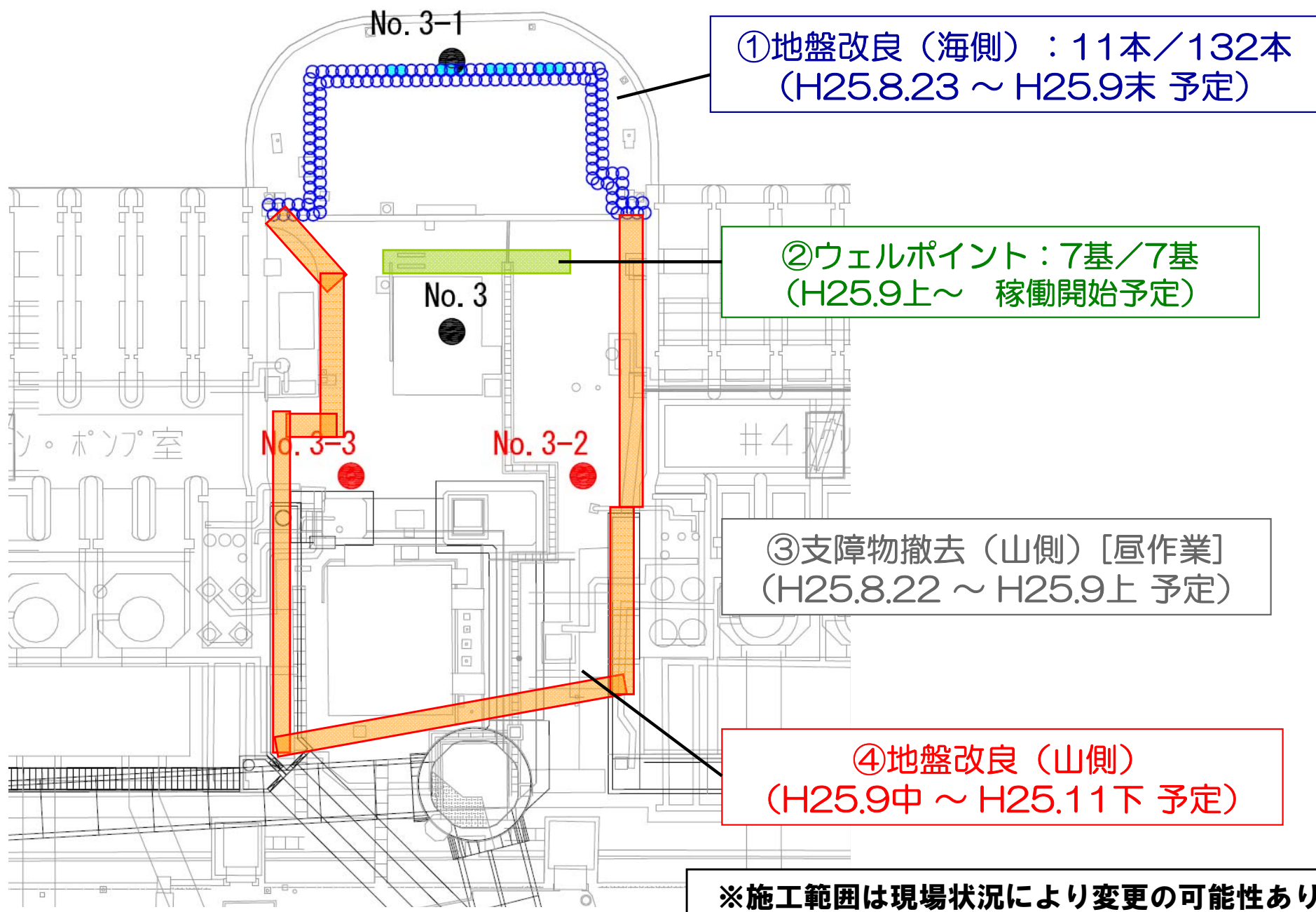
(3) 護岸エリアの対策について

1. 護岸エリア対策の進捗および計画 [2～3号機間計画]



※施工範囲は現場状況により変更の可能性あり

1. 護岸エリア対策の進捗および計画[3～4号機間進捗および計画]

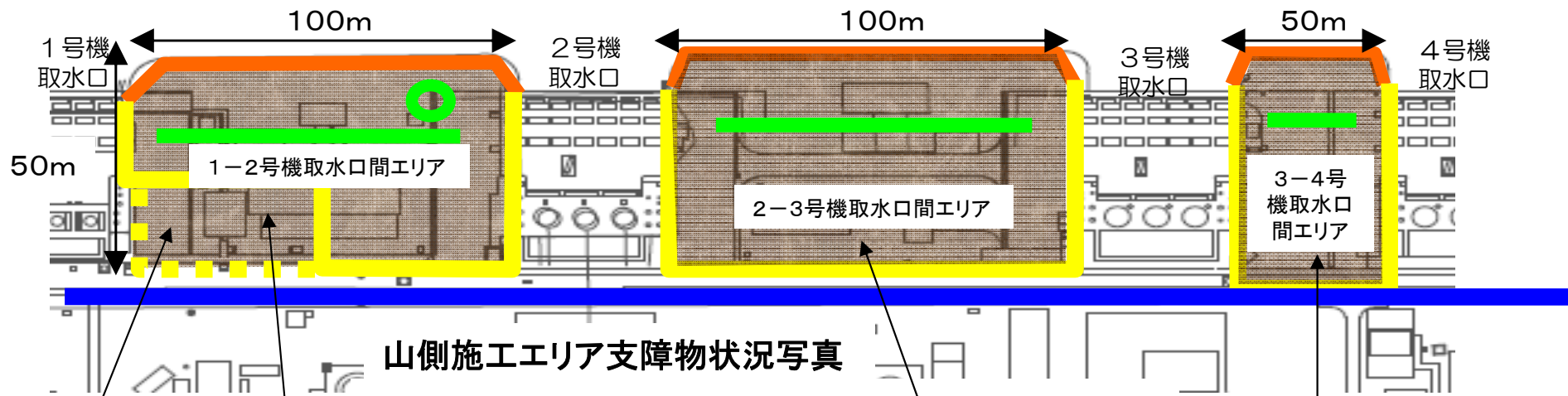


1. 護岸エリアの対策進捗および計画 [護岸エリアの支障物状況]

■ 山側地盤改良の実施に先行して、支障物撤去作業を実施中

凡例

- : 護岸背後地盤改良
- : 山側地盤改良
- : 排水ピット、ウェルポイント
- : 法尻排水整備
- : アスファルト舗装等



1-2号機間
山側エリア



2-3号機間山側エリア

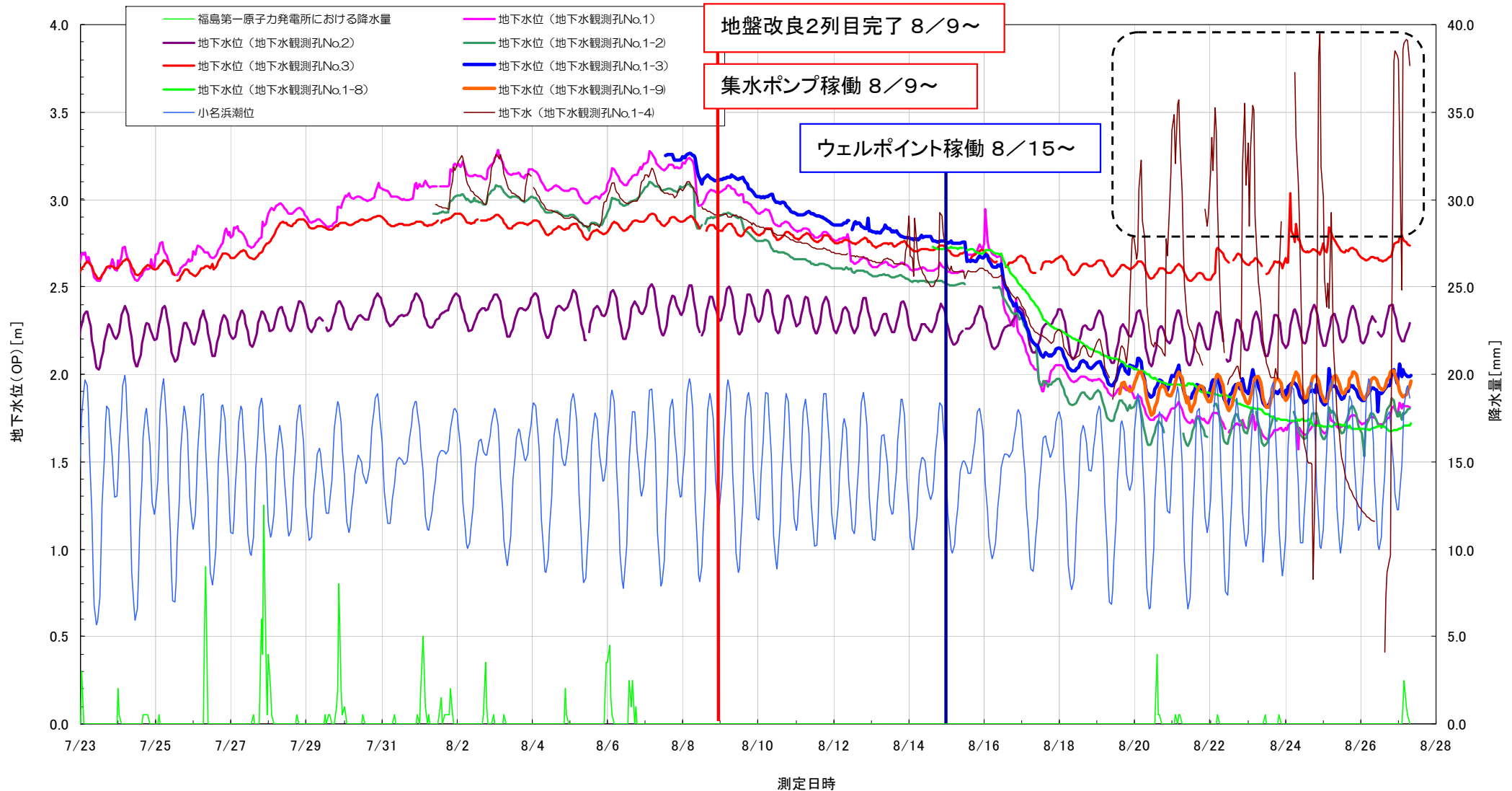


3-4号機間山側エリア



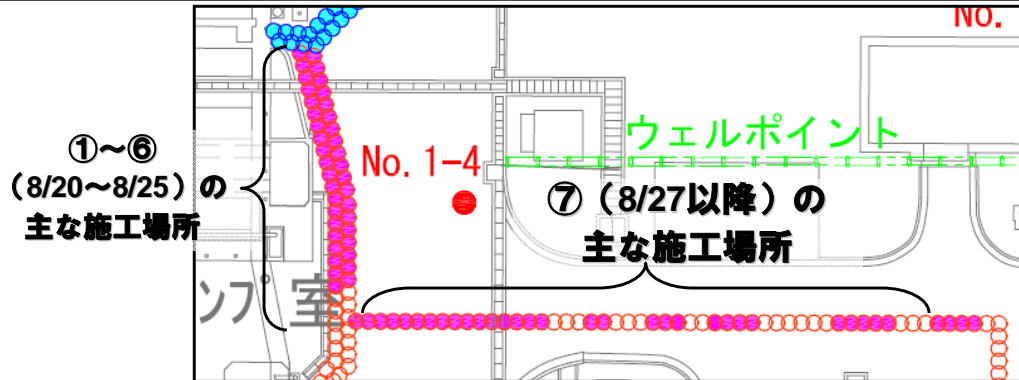
2. 地下水位の測定結果（7月23日～8月27日）

- 1-2号機取水口間の地盤改良（海側）は、8/9に施工完了。
- 集水ピット（8/9～）、ウェルポイント（8/15～）の順次稼働に伴い、地下水位は下降傾向。
- No.1-4については、1号機スクリーン脇での薬液注入の影響を受けた模様。

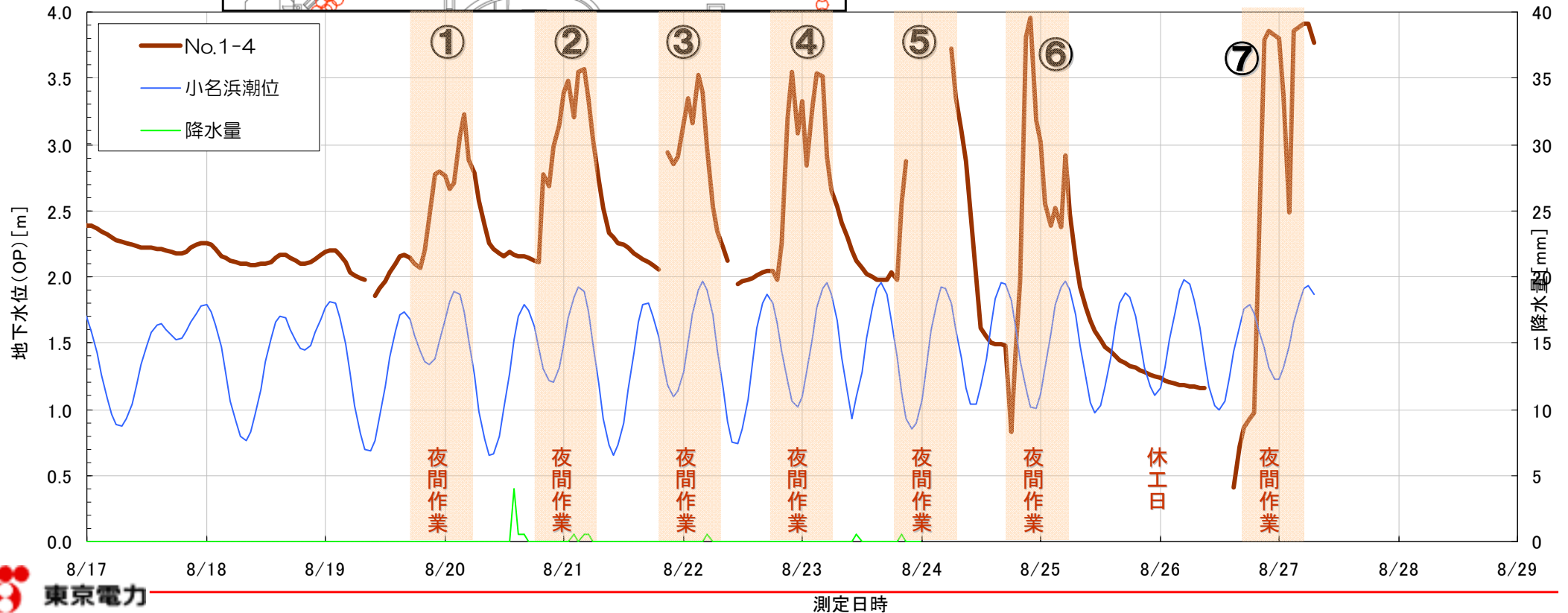


2. 地下水位の測定結果[No.1-4の計測データ(8月17日～8月27日)]

- 地盤改良の作業時間帯（夜間作業）において、No1-4の計測値の上昇を確認。
- 8/27夜間の注入作業において、No.1-4の孔口まで薬液が到達していることを確認した。
→現在、No.1-4のデータは信頼性が損なわれていると考えられる。今後代替を検討。

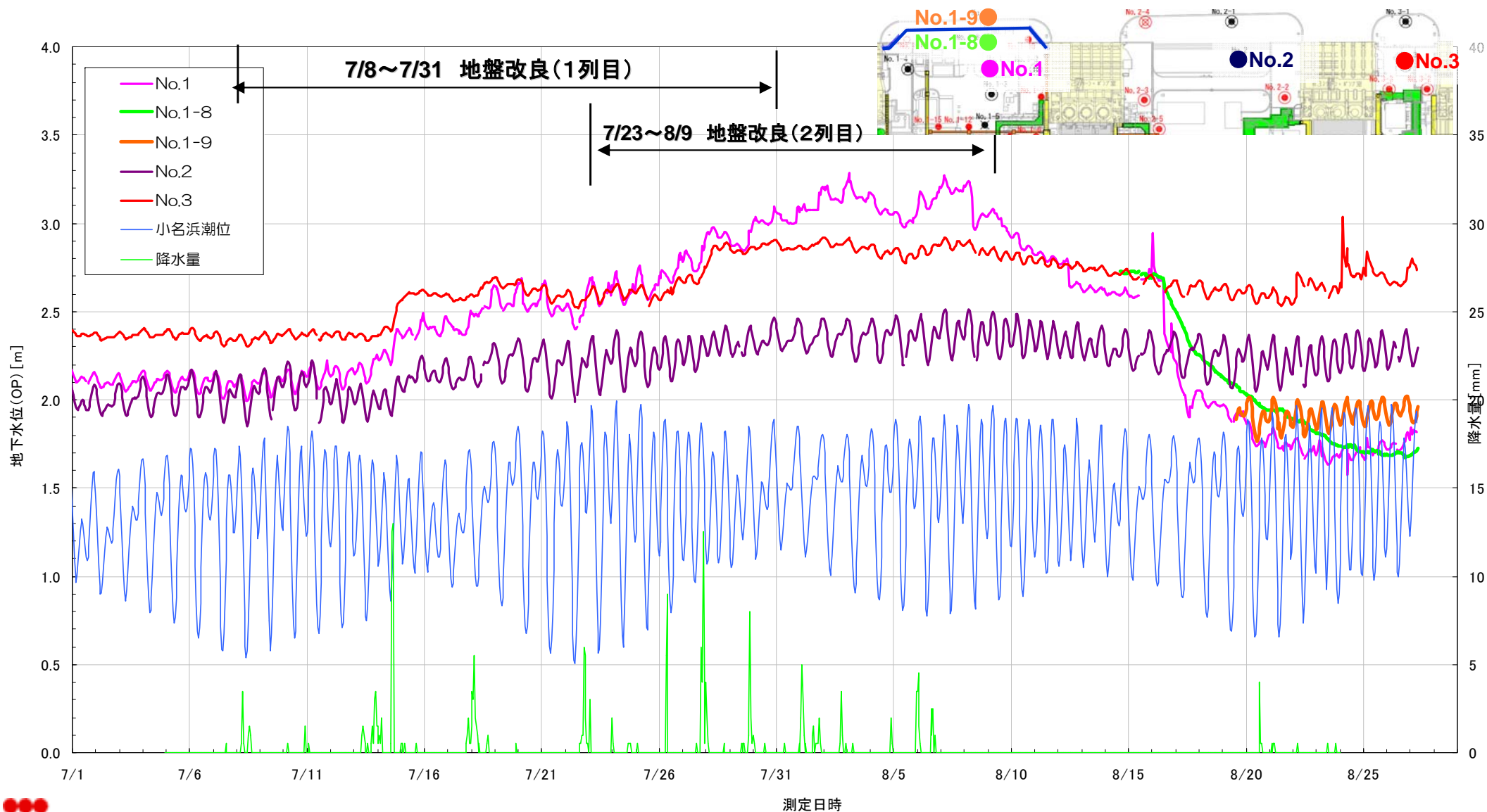


No.1-4孔口状況
(8/27夜間作業にて撮影)
地下水と混ざった薬液
(白色)がNo.1-4孔口ま
で上昇



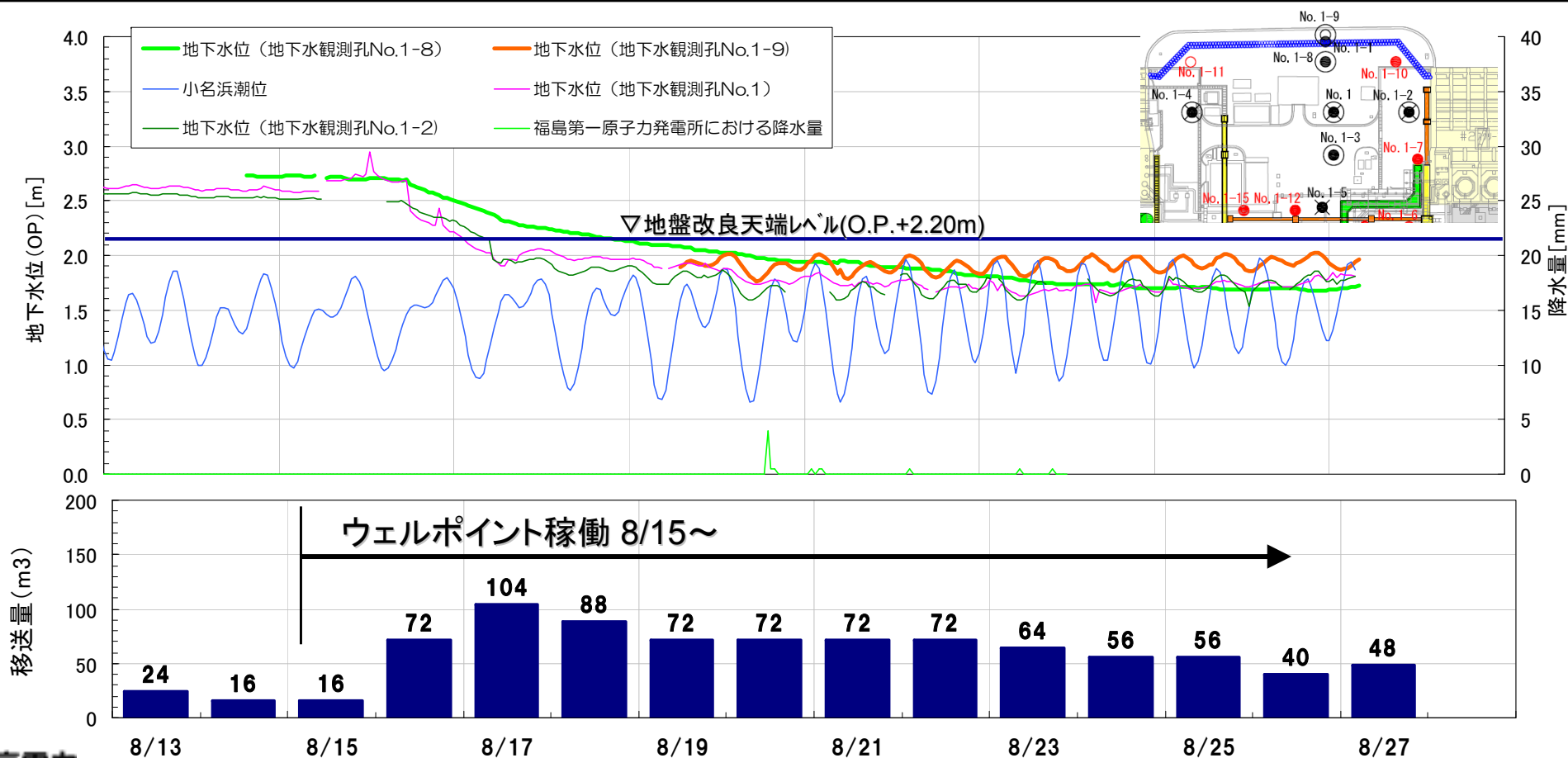
3. 薬液注入による地盤改良の効果

■ 1-2号機取水口間の地盤改良開始以降（7月中旬以降）、No.1の地下水位が大きく上昇
→地盤改良による止水効果が効いていると考えられる。



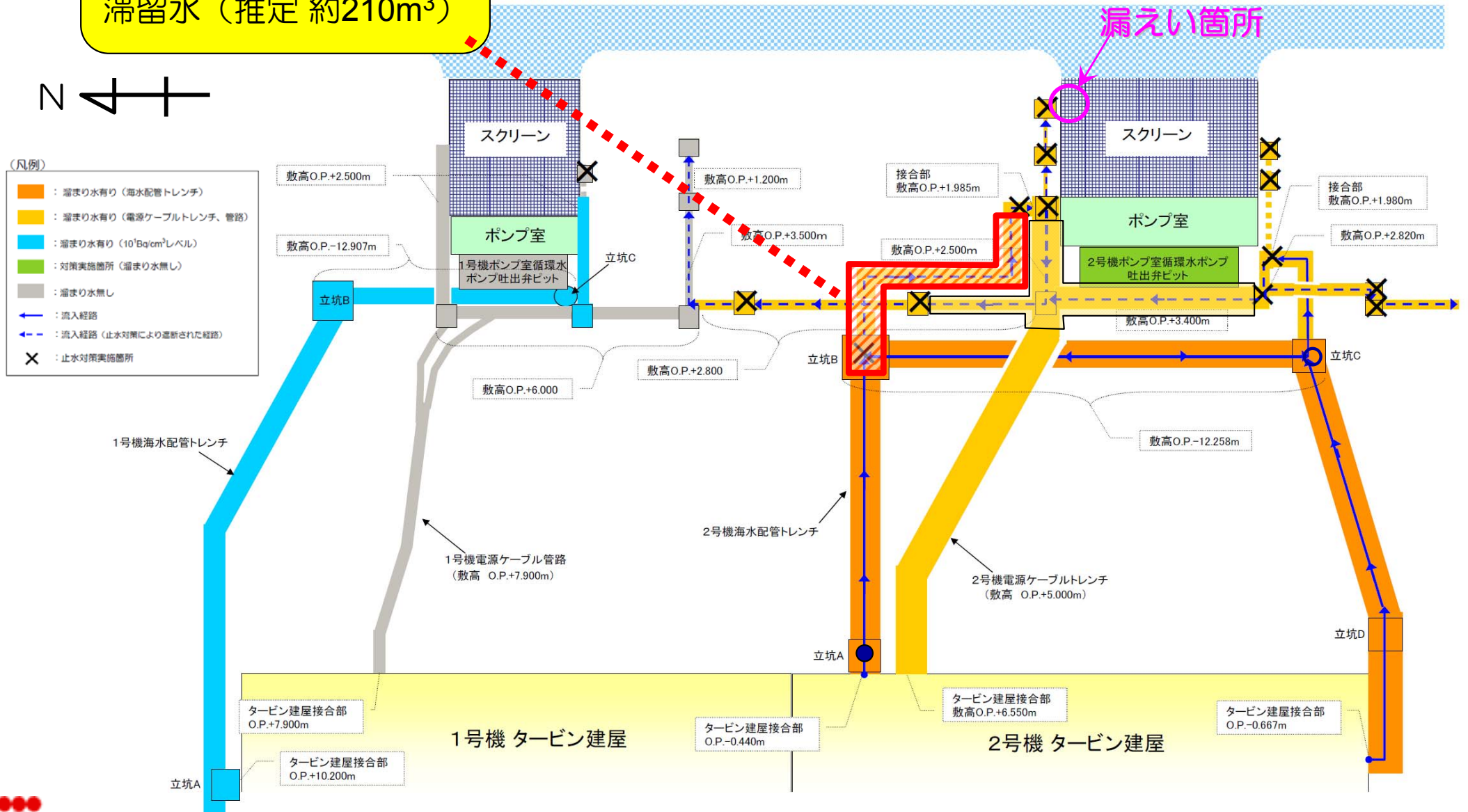
3. 薬液注入による地盤改良の効果

- No.1-9は潮位と連動している一方で、No.1-8は潮位と連動していない。
→地盤改良による止水効果が効いていると考えられる。
- No.1-8とNo.1-9の地下水位を比べると、同程度もしくはNo.1-9の方が高い。
→当該地点では、地盤改良範囲内の地下水は水封された状態であると考えられる。
- No.1-8の地下水位は、ウェルポイントによる地下水汲み上げにより、地盤改良天端レベル (O.P.+2.20m) を下回っている。 →地盤改良上部からの越流はないと考えられる。
- No.1とNo.1-2の地下水位は同程度で推移。 →引き続きウェルポイントによる排水管理を継続。



4. 2号機分岐トレンチ閉塞施工実施状況 (1/5)

2号機立坑Bおよび
電源ケーブルトレンチ
滞留水 (推定 約210m³)



4. 2号機分岐トレンチ閉塞施工実施状況（2/5）

<8月22日（木）>

■滞留水移送開始：14時55分 / 移送終了：16時45分

<8月23日（金）>

■滞留水移送開始：13時00分 / 移送終了：17時17分

<8月24日（土）>

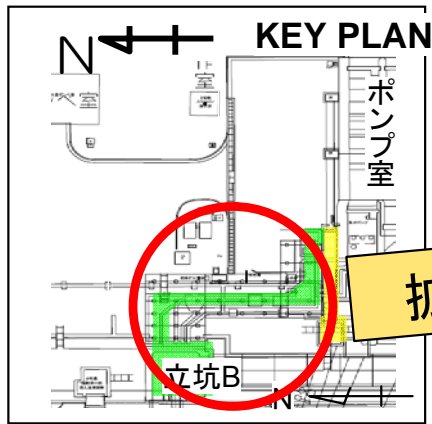
■滞留水移送開始：12時48分 / 移送終了：13時16分

■地下水移送先切替：13時55分切替後の移送開始
（地下水（1-2号機取水口間）移送先を、2号機立坑Cから
2号T/Bへ切替）

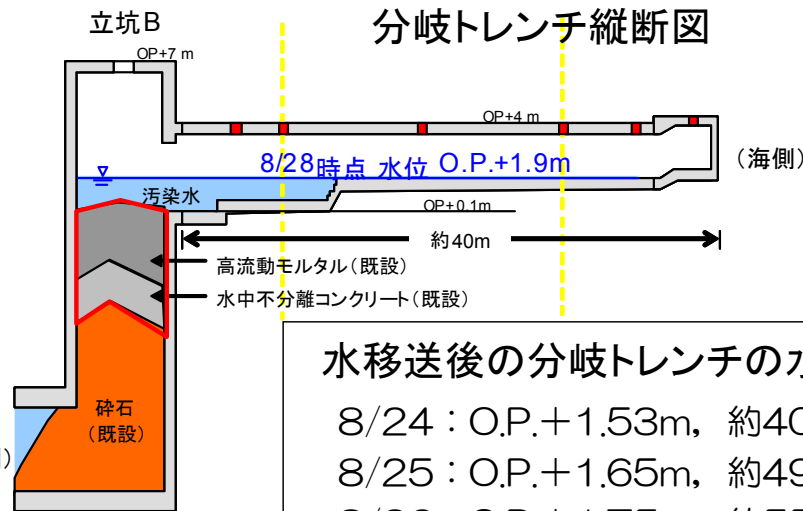
➤今回の2号機分岐トレンチ滞留水の移送は、ポンプによる吸込ができなくなる水位まで移送を実施した
（電源ケーブルトレンチ部に残水あり）。

➤トレンチ閉塞作業に伴い、必要に応じて残水を排水する予定。

4. 2号機分岐トレンチ閉塞施工実施状況 (3/5)



拡大



水移送後の分岐トレンチの水位, 残水量

8/24 : O.P.+1.53m, 約40m³
 8/25 : O.P.+1.65m, 約49m³
 8/26 : O.P.+1.75m, 約55m³
 8/27 : O.P.+1.80m, 約63m³
 8/28 : O.P.+1.90m, 約72m³

1日,
 約10cm程度, 水位上昇
 約10m³程度, 水量増加

分岐トレンチ上部に充填材打設孔 (φ200)を6箇所削孔する。

【工程】

	8月																	9月			10月			
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	上	中	下	上	中	下
分岐トレンチ滞留水移送																								
タービン建屋への移送ライン敷設																								
タービン建屋への水移送																								
分岐トレンチ閉塞																								
●電源ケーブルトレンチ (海水配管基礎部)																								
プラント・配管設置																								
充填材注入孔削孔 (昼間作業)																								
充填材打設 (夜間作業)																								

トレンチ閉塞作業に伴い, 残水移送

充填

4. 2号機分岐トレンチ閉塞施工実施状況（4/5）

再サンプリング結果

■【2号機 B-1-1】2号機取水電源ケーブルトレンチ（海水配管基礎部）

採取日	塩素 (ppm)	Cs134 (Bq/cm ³)	Cs137 (Bq/cm ³)	全β (Bq/cm ³)	H-3 (Bq/cm ³)
平成25年7月26日	8,000	7.5×10^5	1.6×10^6	7.5×10^5	8.7×10^3
平成25年8月28日	3,500	3.1×10^5	6.7×10^5	5.3×10^5	分析中

■参考；【2号機 A】2号機海水配管トレンチ（2号機立坑A）

採取日	塩素 (ppm)	Cs134 (Bq/cm ³)	Cs137 (Bq/cm ³)	全β (Bq/cm ³)	H-3 (Bq/cm ³)
平成25年5月30日	140	1.8×10^4	3.7×10^4	分析せず	分析せず

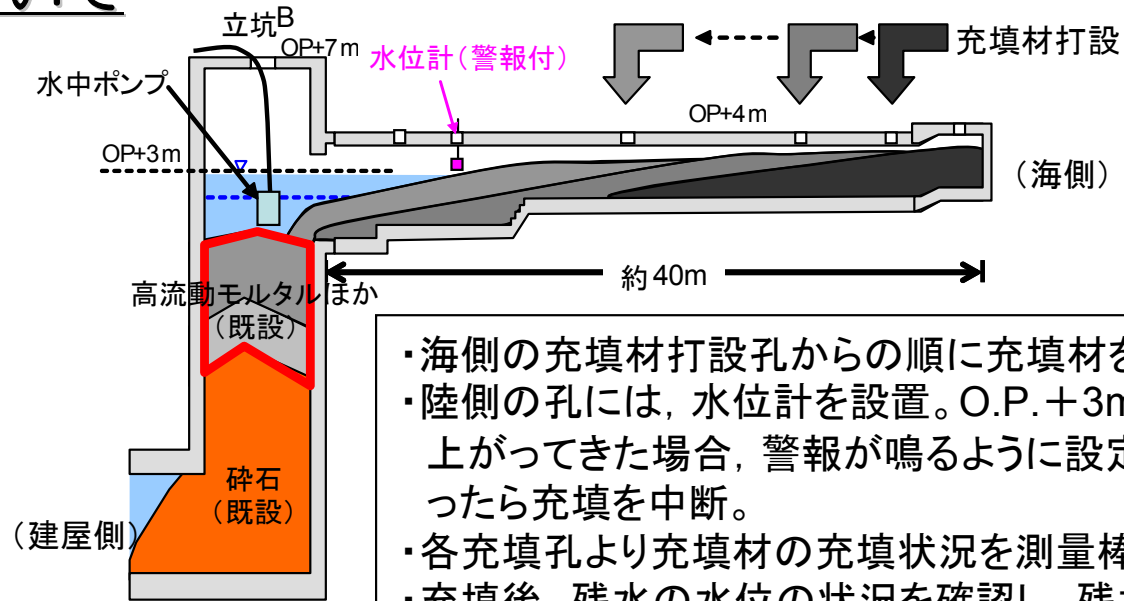
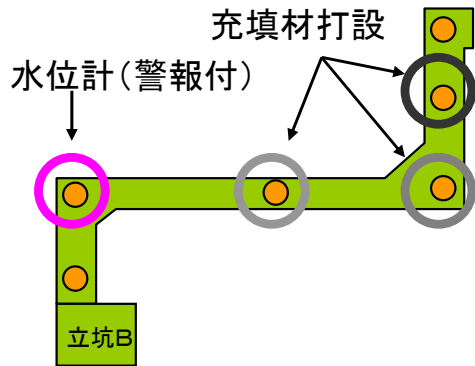
■参考；1-2号機取水口間地下水（ノッチタンクより採水）

採取日	塩素 (ppm)	Cs134 (Bq/cm ³)	Cs137 (Bq/cm ³)	全β (Bq/cm ³)	H-3 (Bq/cm ³)
平成25年8月19日	1,700	1.5×10^{-3}	3.4×10^{-3}	1.9×10^2	4.6×10^2

4. 2号機分岐トレンチ閉塞施工実施状況 (5/5)

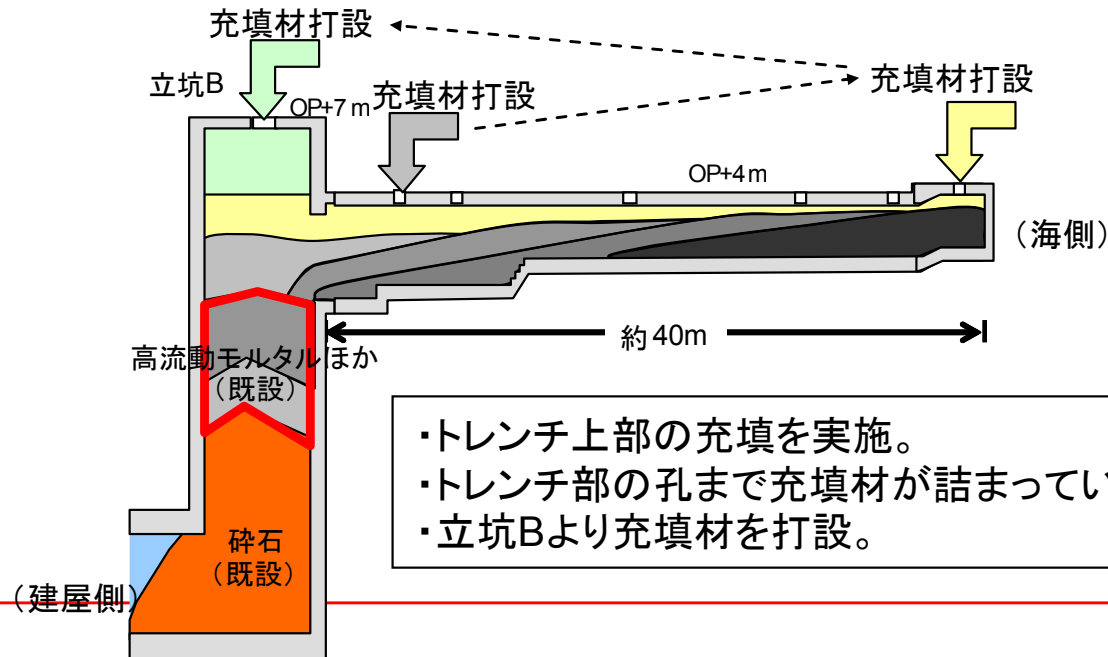
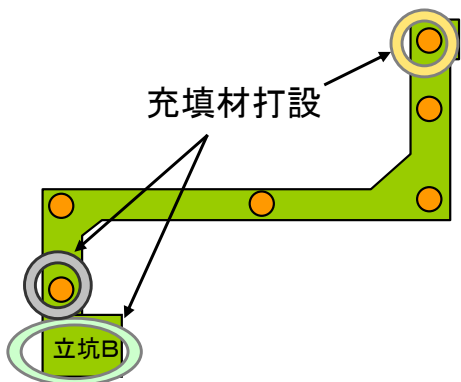
削孔後の施工手順について

施工ステップⅠ



- ・海側の充填材打設孔からの順に充填材を打設。
- ・陸側の孔には、水位計を設置。O.P.+3mまで水位が上がってきた場合、警報が鳴るように設定。警報が鳴ったら充填を中断。
- ・各充填孔より充填材の充填状況を測量棒にて把握。
- ・充填後、残水の水位の状況を確認し、残水の移送を実施。

施工ステップⅡ



- ・トレンチ上部の充填を実施。
- ・トレンチ部の孔まで充填材が詰まっていることを確認。
- ・立坑Bより充填材を打設。