

タンクエリアにおける漏えい事象
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、タンクエリアにおける漏えい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3～5回）を中心に整理したものである。

資料目次

(1) タンク漏えい発生事象等の状況

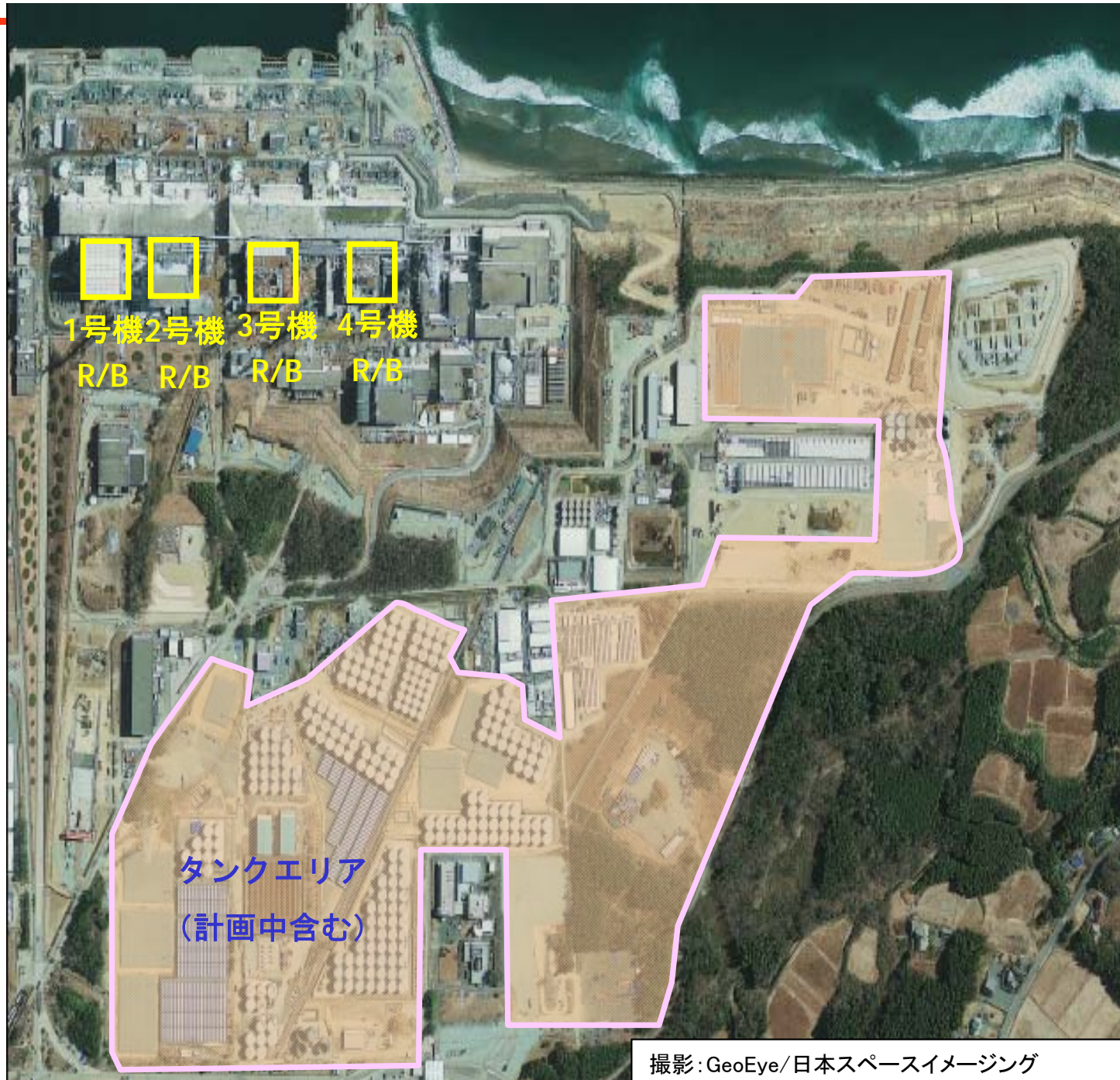
(2) 線量調査の状況

【参考】

- ① 緊急的な対策
- ② H4タンクエリアにおける汚染水の漏えいに対する対応状況

(1) タンク漏えい発生事象等の状況

福島第一 1～4号機周辺状況



撮影: GeoEye/日本スペースイメージング
(2013.3.12)

福島第一1～4号機 貯留タンク

(平成25年8月27日時点)

	貯蔵容量 (m ³)	貯留量※1,2 (m ³)	貯留率
RO及び蒸発濃縮装置後淡水受タンク	31,400	29,279	93%
濃縮廃液貯槽	9,500	9,230	97%
RO後濃縮塩水受タンク ※4	297,200	278,494	94%
処理水貯槽 ※3	54,300	21,036	39%
処理水タンク 総容量 ※3,4	392,400	338,039	86%

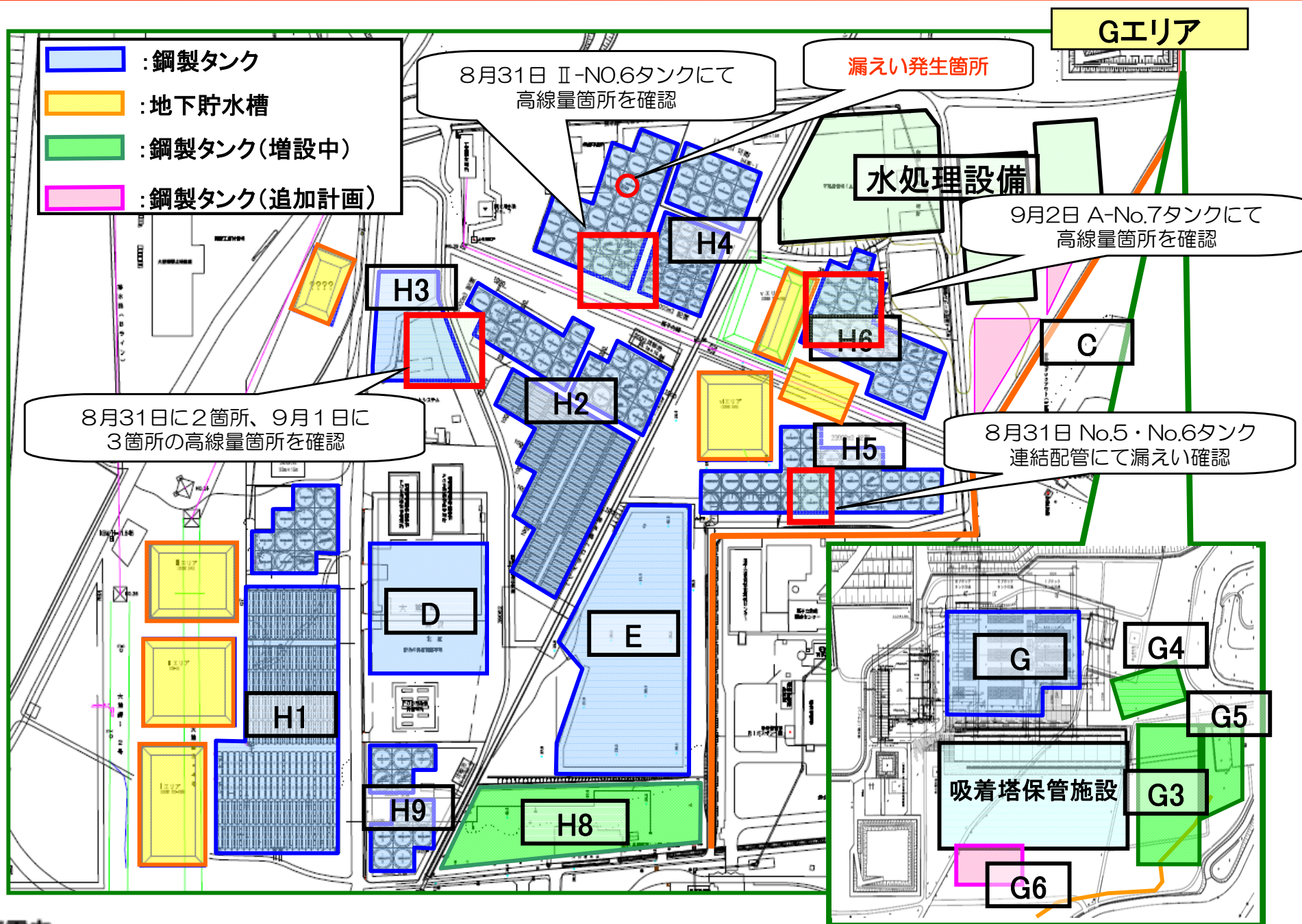
※1 装置稼働中につき水位が静定しないため参考扱い

※2 貯蔵容量は運用上の上限を示す（タンクの貯蔵容量は10の位を切り捨てして表記）

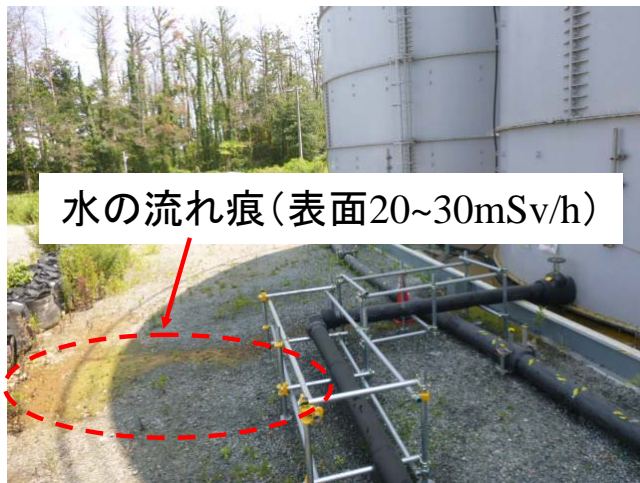
※3 多核種除去設備（ホット試験中）の処理済水を貯蔵するが、
タンクの運用状況に応じて淡水や濃縮塩水を貯蔵

※4 地下貯水槽を含まない。ろ過水タンクの貯蔵容量（4,600m³）を含む

福島第一原子力発電所 タンクパトロールの結果について



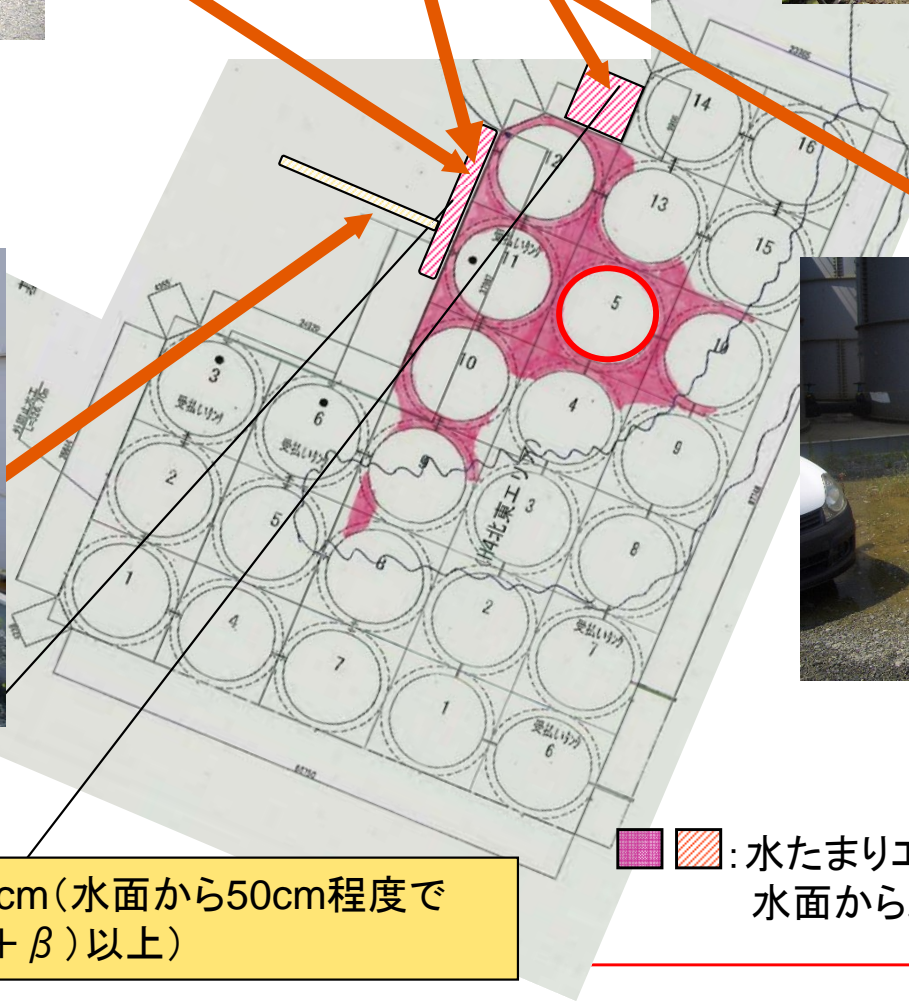
漏えい発生状況



水の流れ痕(表面20~30mSv/h)

約0.5m × 6m × 1cm

約3m × 3m × 1cm(水面から50cm程度で
100mSv/h($\gamma + \beta$)以上)



■ ■: 水たまりエリア(8/19 16時時点
水面から50cm程度で10mSv/h($\gamma + \beta$))

H1エリアからH4エリアに移設したタンク位置

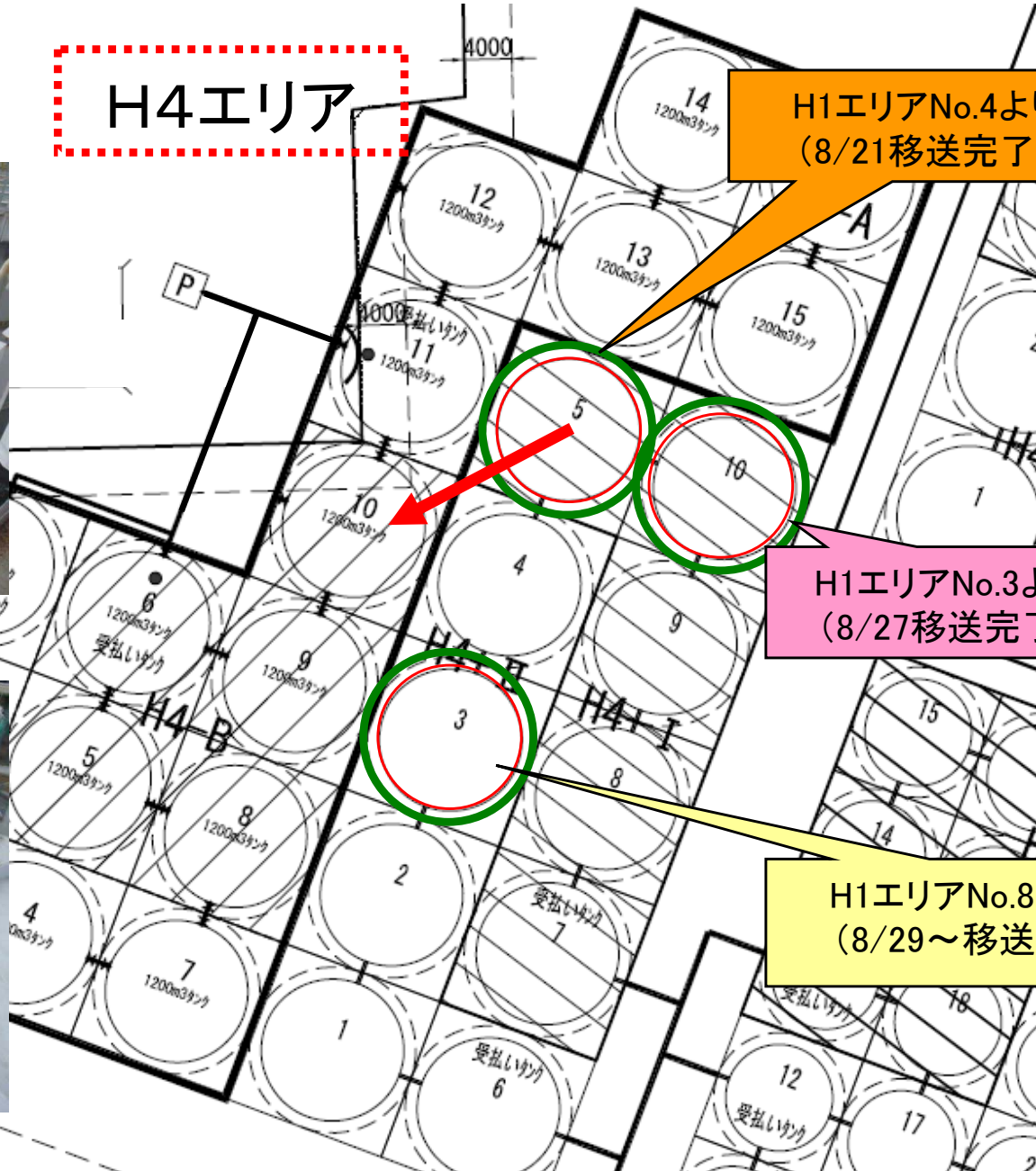
H4-I-No.5移送中の状況



H4-I-No.5タンク
(水中ポンプ投入)

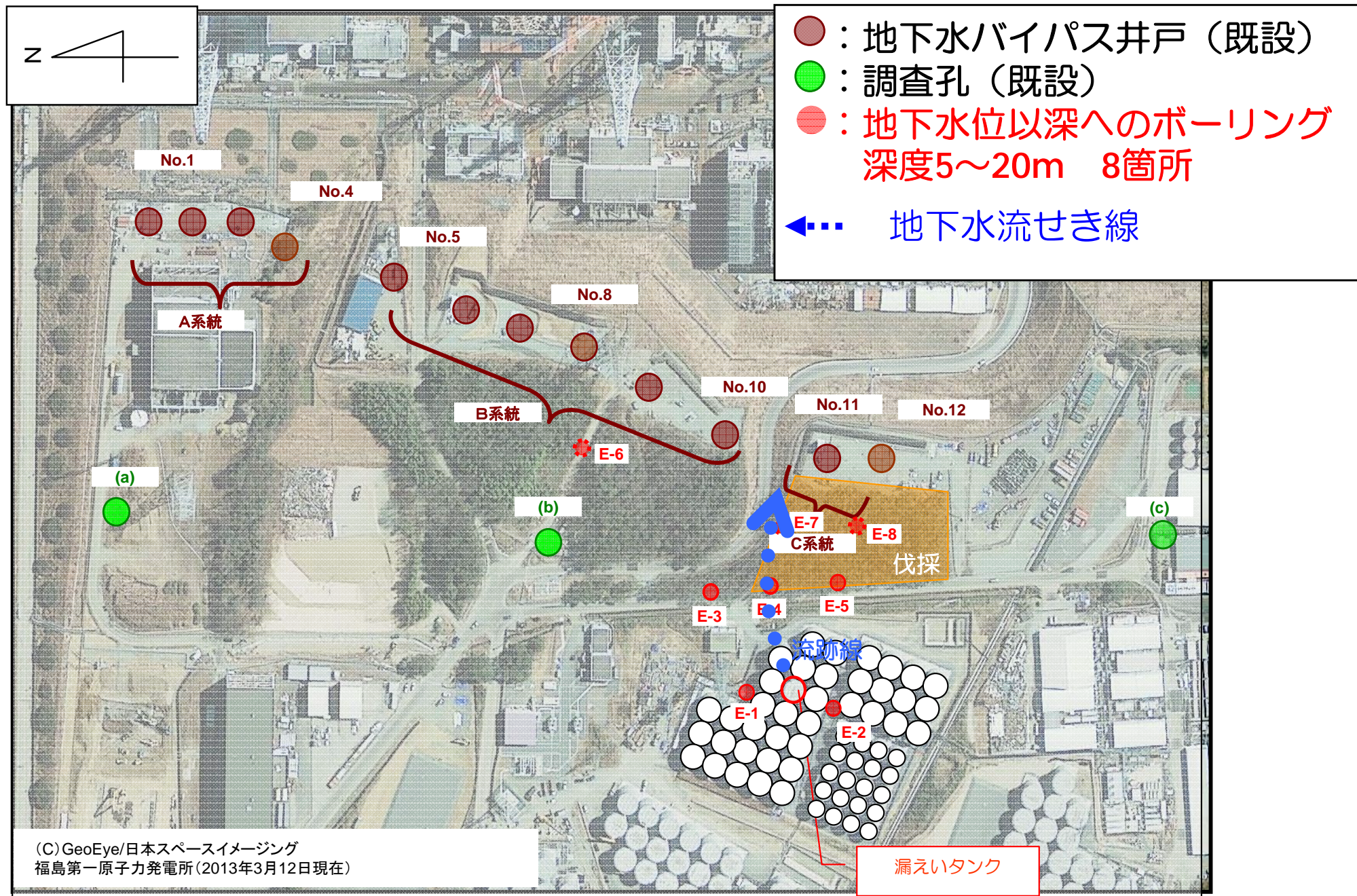


H4-B-No.10タンク
(移送先タンク)



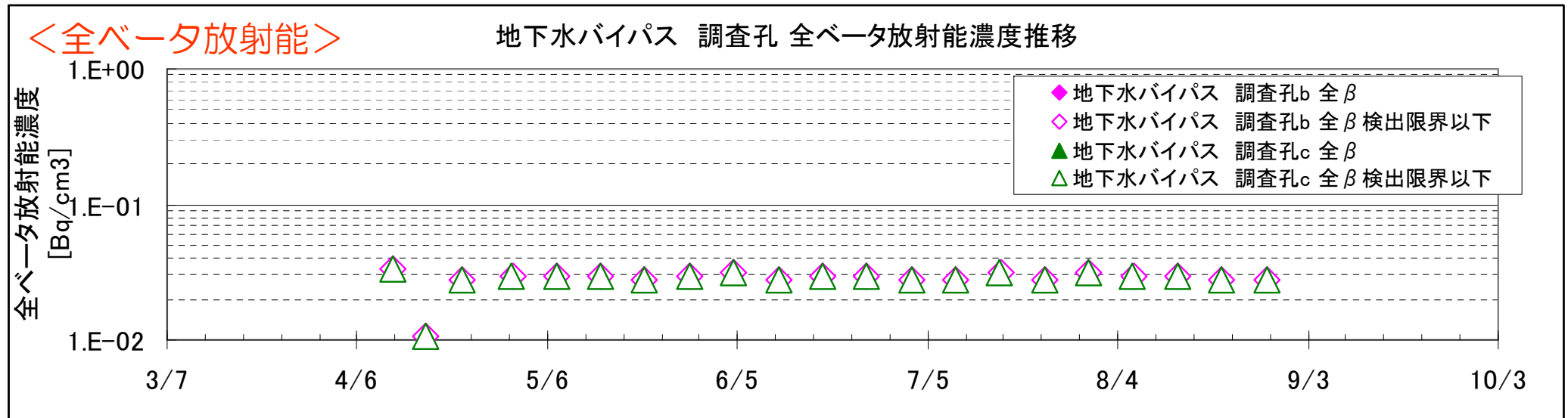
(2) 線量調査の状況

1. 1 地下水位より深い深度へのボーリング調査 配置

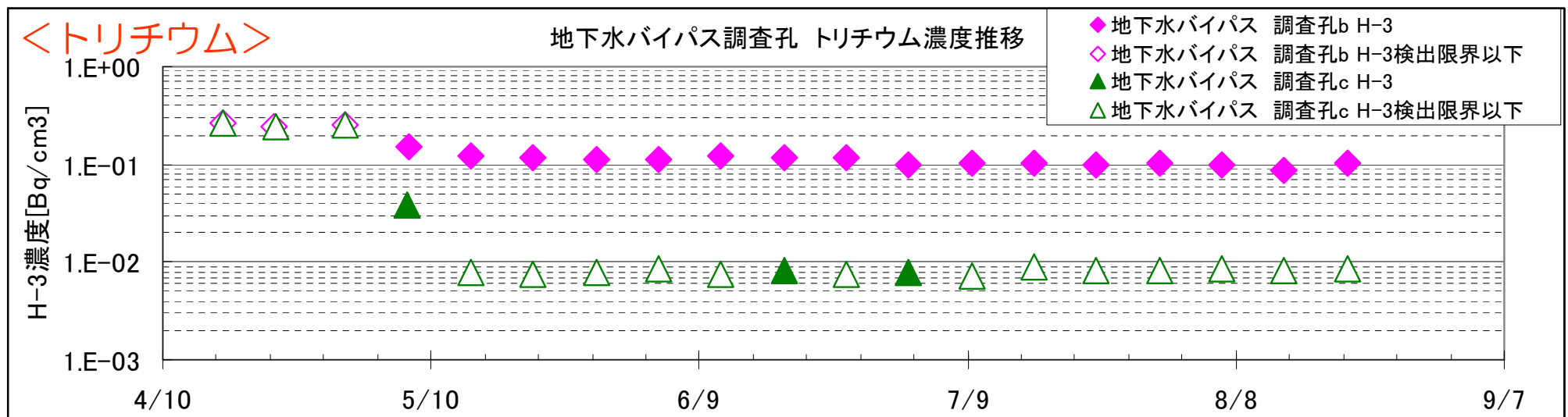


1. 2 地下水バイパス調査孔 (b), (c)

全ベータ放射能およびトリチウム分析結果



■ 継続監視開始（平成25年4月）以降，全ベータ放射能は検出せず（検出限界値：約0.02Bq/cm³）

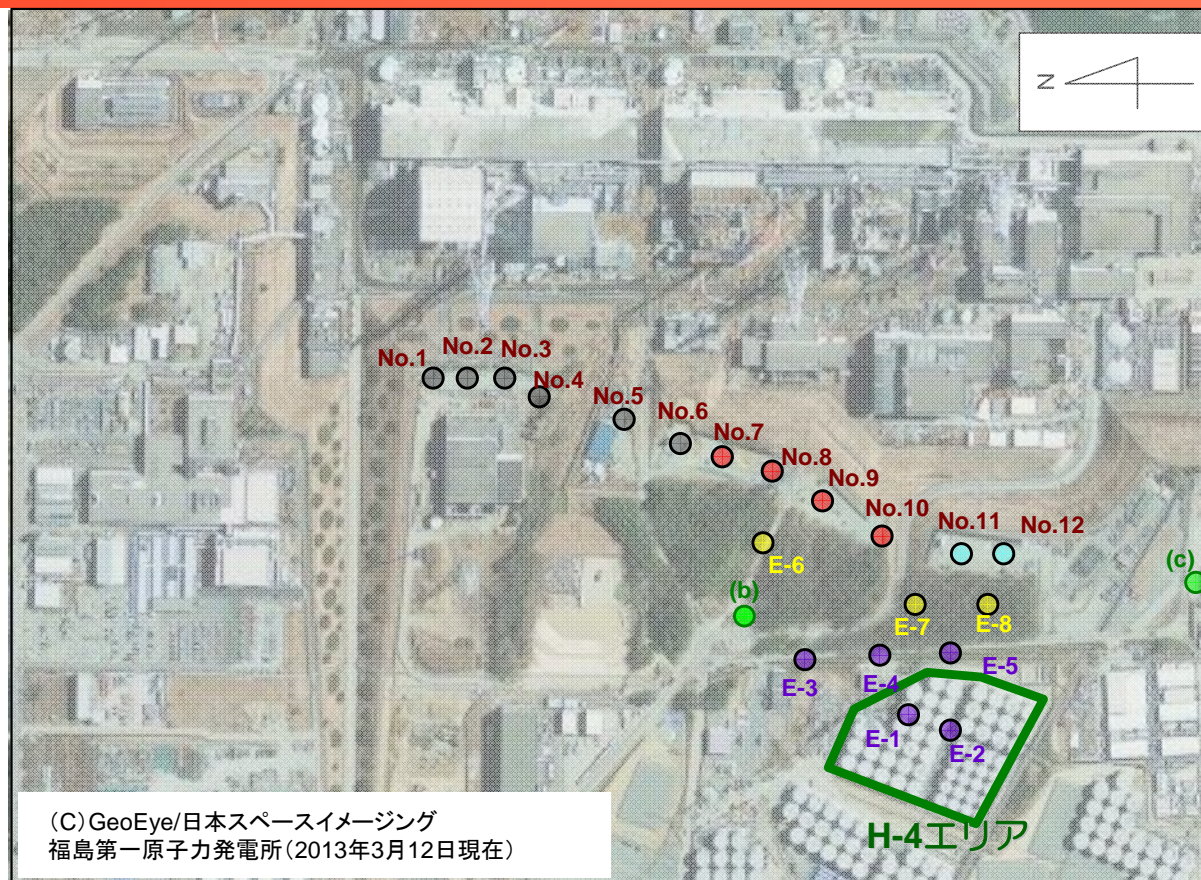


■ 継続監視開始（平成25年4月）以降，トリチウム濃度に有意な上昇は確認できず

1. 3 地下水サンプリング計画（案）

<凡例>

- 地下水バイパス 調査孔 b, c
- 地下水バイパス 揚水井No.1~6
- 地下水バイパス 揚水井No.7~10
- 地下水バイパス 揚水井No.11,12
- 追加ボーリング E-6~8
- 追加ボーリング E-1~5

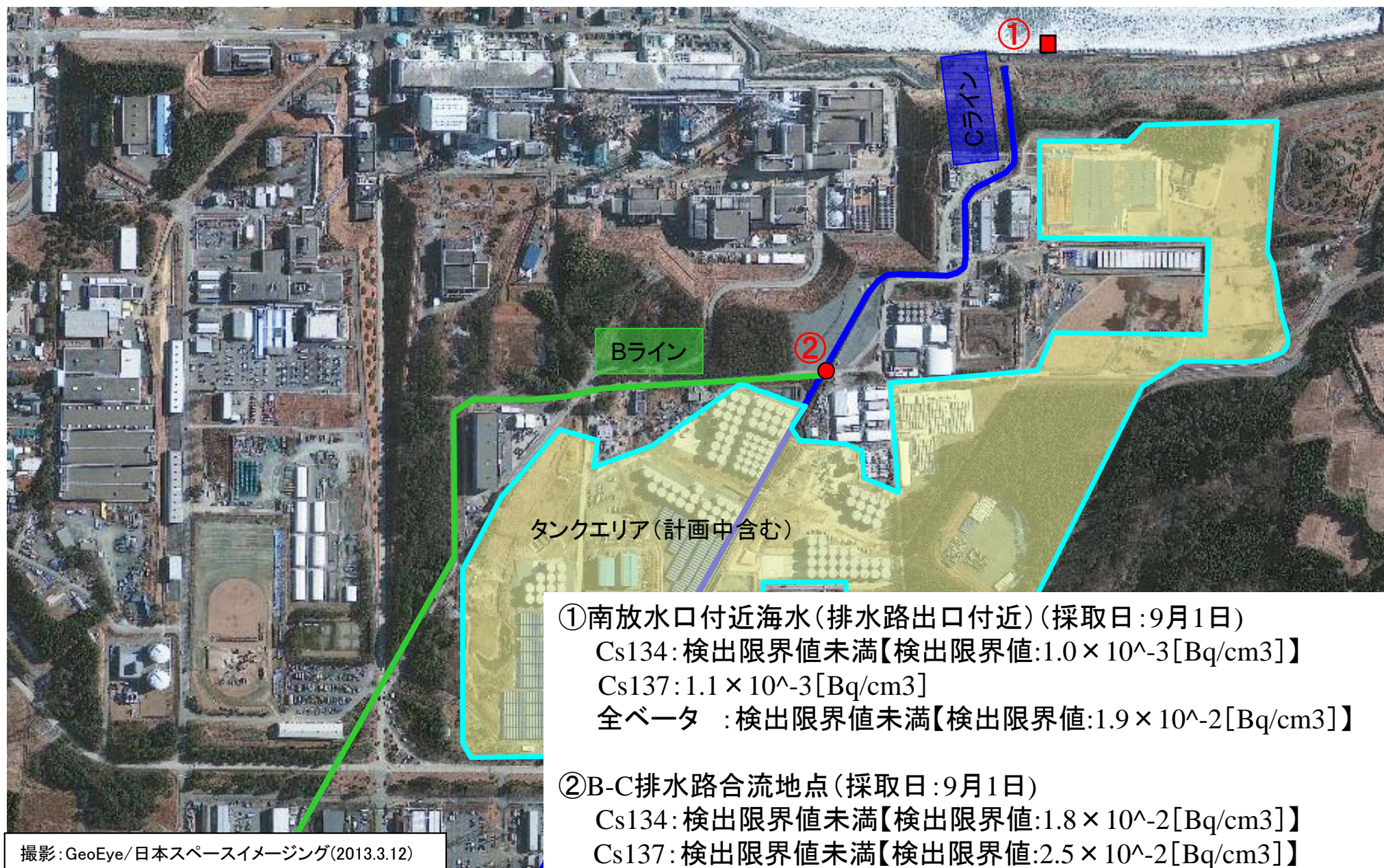


採取箇所	分析項目	分析頻度
● 地下水バイパス 調査孔bおよびc（継続監視箇所）	全ベータ放射能、トリチウム	1回/週
● 地下水バイパス 揚水井No.7~10（新規監視箇所：8/29~）	全ベータ放射能、トリチウム	1回/週
● 地下水バイパス 揚水井No.11,12（新規監視箇所：9/2以降準備でき次第）	全ベータ放射能、トリチウム	1回/週
● 追加ボーリング E-6~E8（新規監視箇所：掘削完了次第）	全ベータ放射能、トリチウム	1回/週
● 追加ボーリング E-1~E5（新規監視箇所：掘削完了次第）	全ベータ放射能、トリチウム	1回/日※

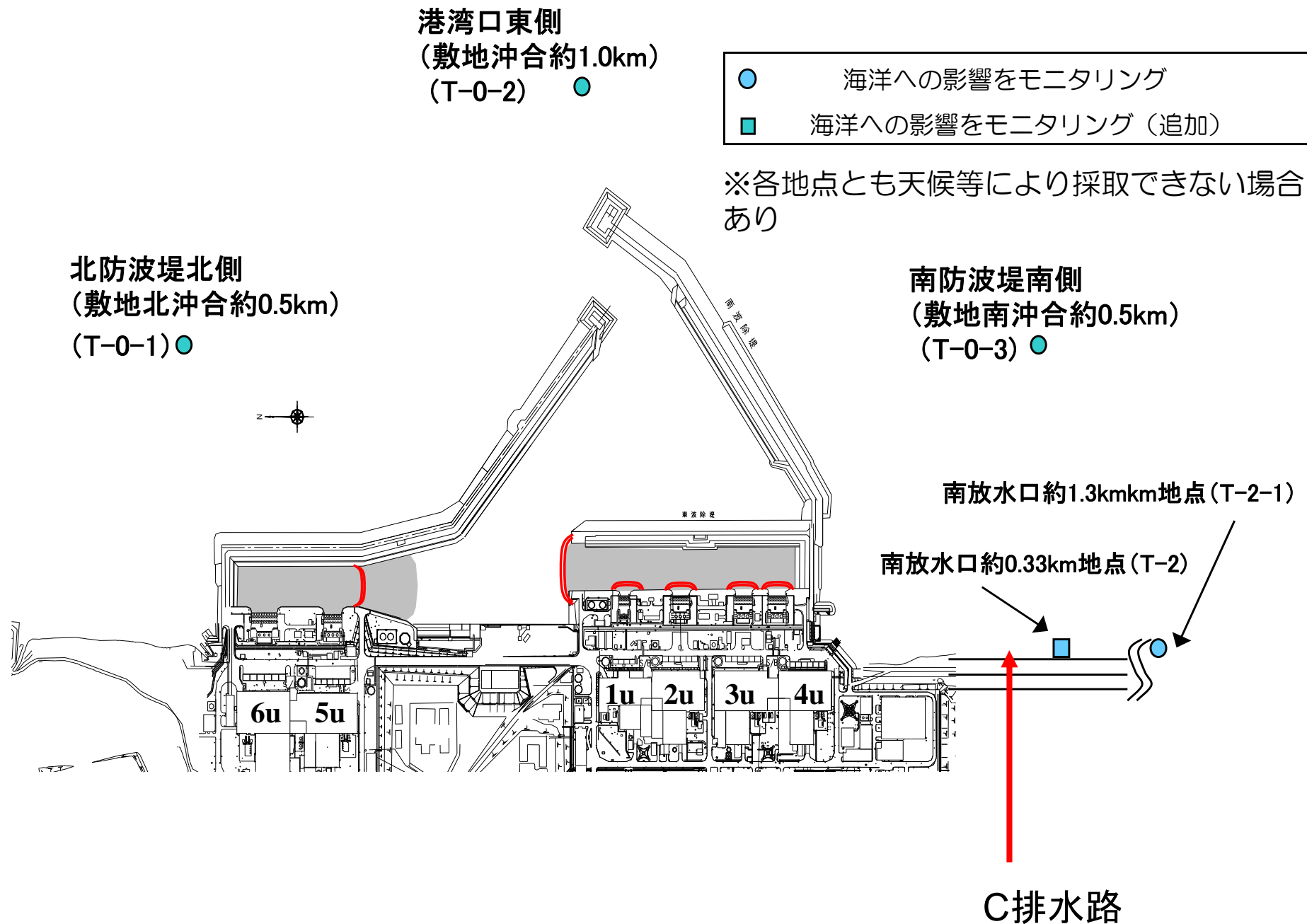
1. 4 調査工程

	H25/8			9			10			11	12	H26
	10	20	30	10	20	30	10	20	30			
地下流動解析		■	■									
地下水位以深へのボーリング（土壌・水質分析） E-2 E-1, 3, 4, 5, 6 E-7, 8			▼	■	■	■	■	■	■			
モニタリング（水質・水位）： 継続監視												
新設ボーリング				9/4	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水バイパス 揚水井No.7~10				8/29	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水バイパス 揚水井NO.11,12 *ポンプ制御盤取替えのため				9/2以降	■	■	■	■	■	■	■	■

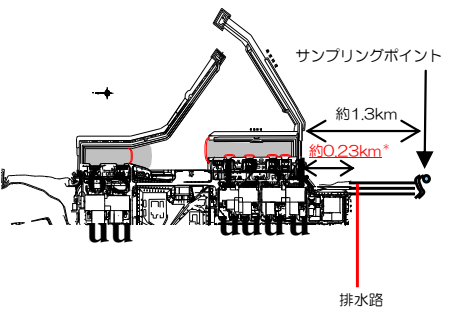
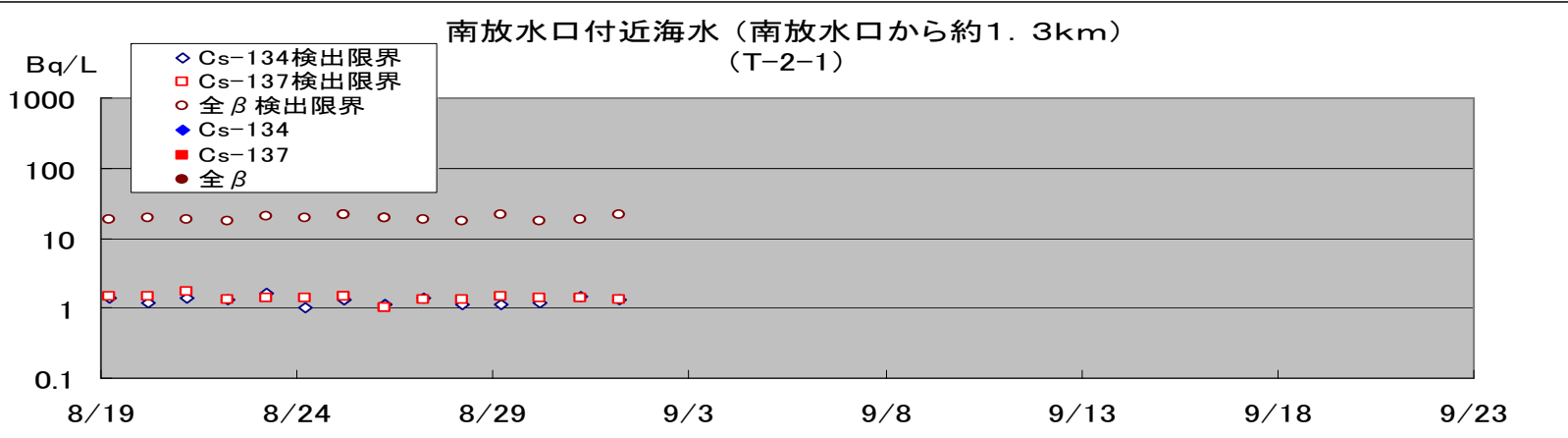
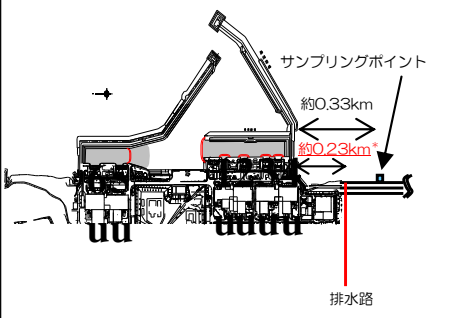
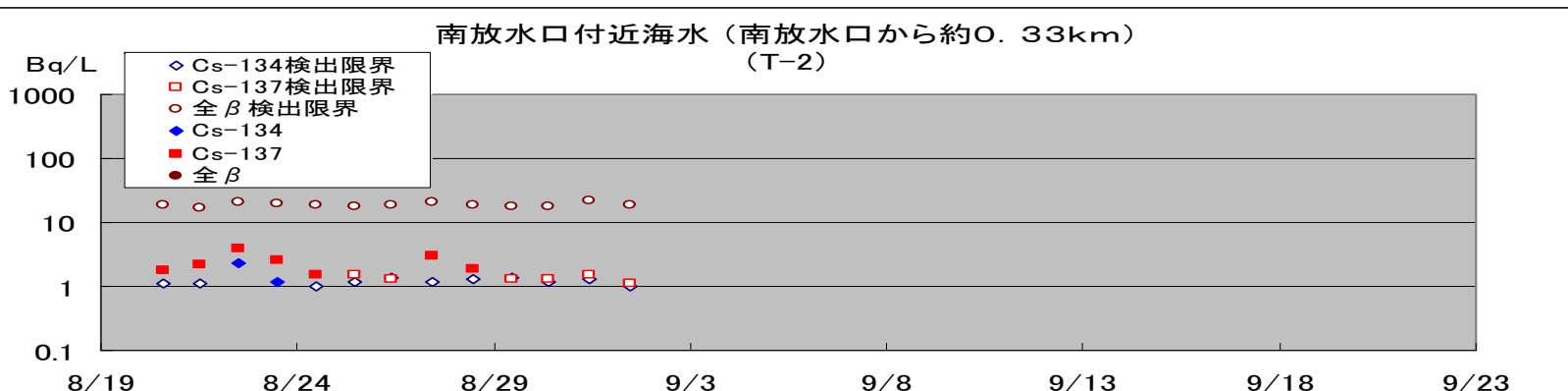
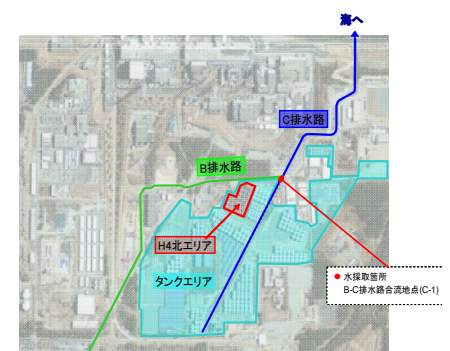
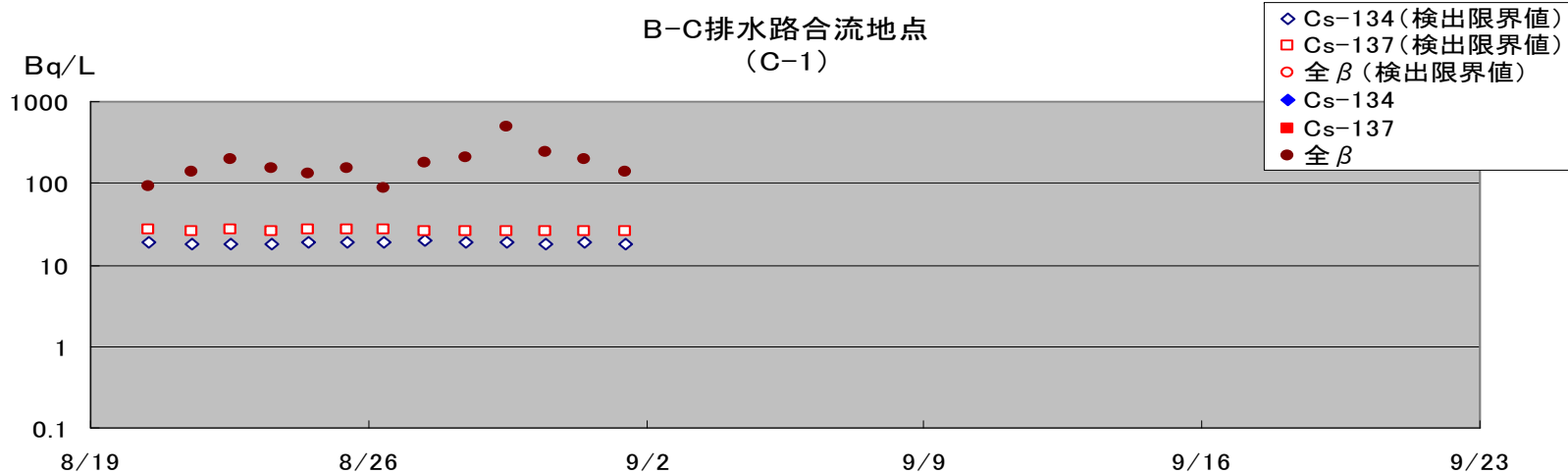
2. 1 海洋調査



2. 1 海洋調査



2. 2 海洋調査 (排水路、海水濃度の状況)

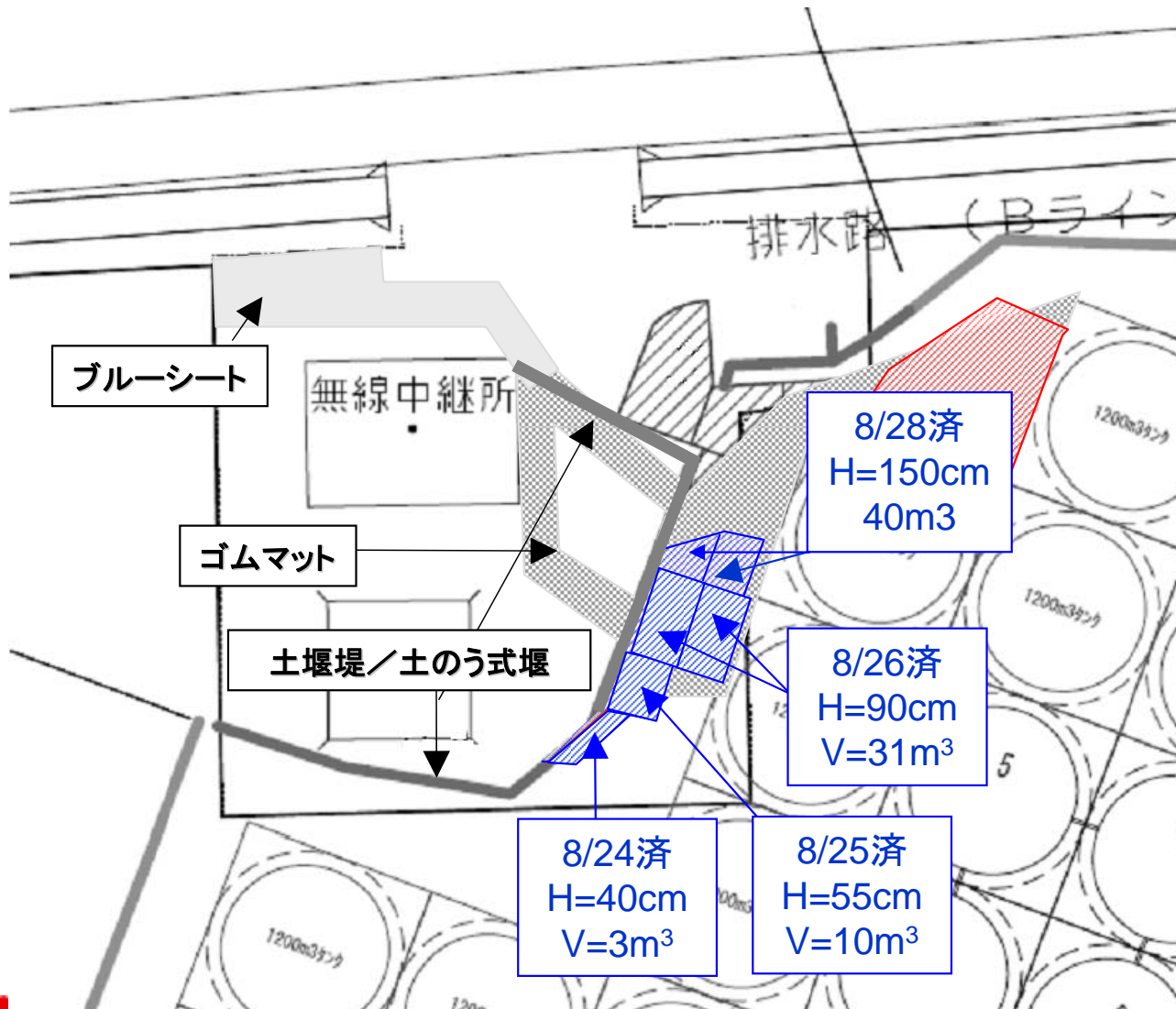


* : 誤記につき約0.1kmから訂正 (平成25年9月30日訂正)

【参考】 ①緊急的な対策

1. 汚染土壌の回収の実施状況について

- 土のう式堰内の汚染土壌の除去を8月23日から開始
- 除去完了箇所については、深さ約40～150cmにて汚染が明瞭にみられないことを確認



【埋戻(3～5層目)完了状況】



【実施箇所全景】



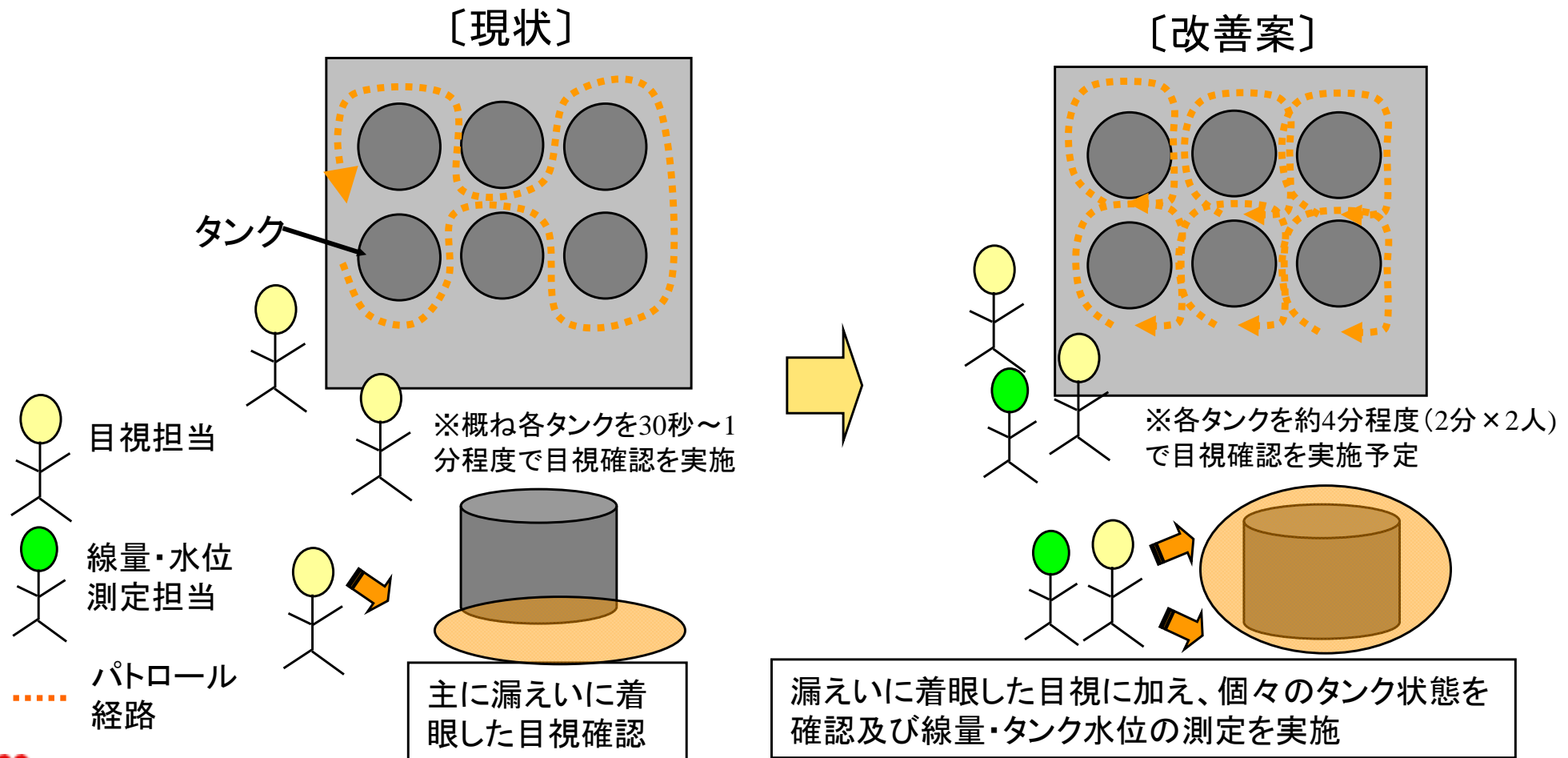
2. 1 パトロール体制について

- 9月2日から要員を強化した体制でパトロールを開始する予定
当面の1週間は、社内の応援体制にて実施することとし、それ以降は協力企業より協力を得て、要員を固定化して実施していく

	従 来	今 後
総要員数	約10名 (2名×5当直班)	約60名 【日中】目視・線量or水位測定：40名 (30名+交代要員10名) 【夜間】目視：20名(4名×5当直班)
実施頻度	2回/日	4回/日
パトロール 要員数	2名/回	【日中】30名/回(エリアを10区分：目視・線量・水位測定) 【夜間】4名/回(全エリア：目視)
実施内容	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク全数の目視、漏えい確認 ・実施後の異常有無の記録(異常が確認された場合のみ結果を記録) 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視(側面：1名/班、底部近傍及び堰内外：1名/班) ・線量測定(1名/班) orサーモカメラによる水位確認※(1名/班) ・10区分された各エリアについて、正・副の責任者を配置(4名×5当直班の中から選任) <p>※手法の有効性を確認しており、準備が整い次第開始(9月上旬目途)</p>

2. 2 パトロール改善イメージ

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



3 ドレン弁閉運用に関わる対応

- タンクを設置している全エリアのドレン弁の閉操作を実施（8月28日対応完了）。
- 既に漏えいが確認されたH4エリア内の溜まり水については、貯留するタンク等を確保し、堰からの溢出がない様、適宜移送を行う。
- ドレン弁の閉運用は、タンク汚染水の大量漏えいリスク低減を目的としているが、一方、降雨等の影響で堰内の水が溢出するリスクも踏まえ、以下の対応案を検討中。
 - ①各エリアの堰内に移送ポンプを準備
 - ②パトロールにおいて、堰内の有意な溜まり水を確認した場合、サンプリング等による確認を実施
 - ③漏えいによるものではない水質であると確認した上で、その後のパトロールにおいて、移送ポンプ起動（もしくはドレン弁開）による堰内の水位低減を図る
 - ④パトロールで排水が十分に行われていることを判断し、移送ポンプを停止（もしくはドレン弁閉）
- 今後、以下の内容を検討していく。
 - 堰の高さ（現状30cm程度）の増強
 - 堰内への雨水流入を抑制するべく、エリアへのカバー被覆
 - H4エリア以外での漏えいが確認された際の移送先（タンク等）の確保

ラボ試験結果

＜ラボ試験条件＞

■ 供試料体：H4タンクエリアNo.5タンク水※を精製水によって放射能濃度を希釈調整した試料

※ H25.8.23*採取，全ベータ放射能：約 $2E+5$ Bq/mL

*：誤記につき6.23より訂正
(平成25年9月30日訂正)

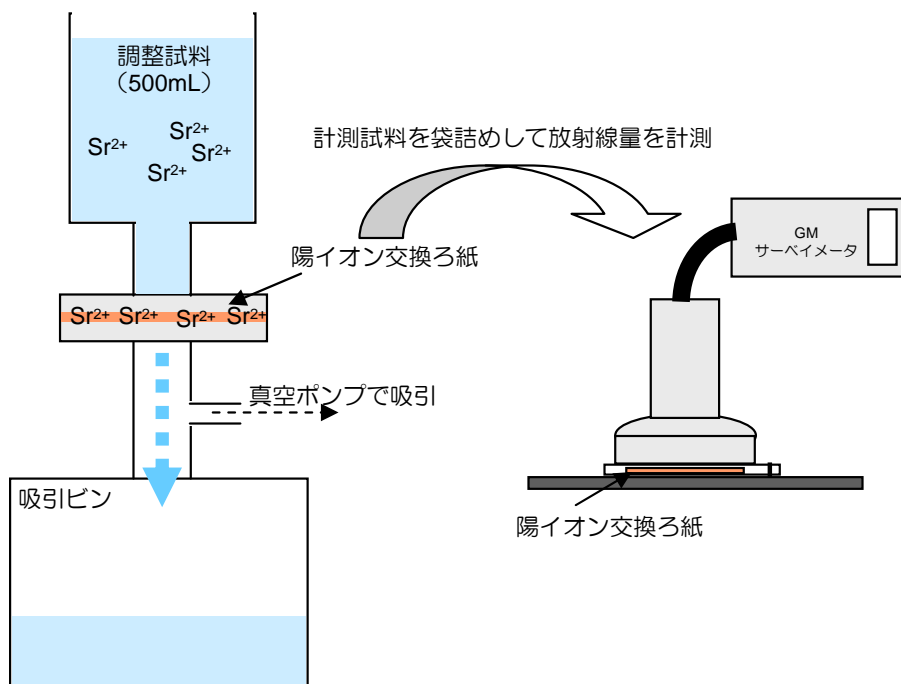
■ 前処理方法：陽イオン交換ろ紙※に500mLを吸引ビンにて吸引ろ過して通水

※ 供試料体に含まれる放射能は，陽イオン(Sr^{2+})として溶解しており，他の妨害イオンがないと仮定

■ 計測方法：吸引ろ過後の陽イオン交換ろ紙をGMサーベイメータにて直接計測

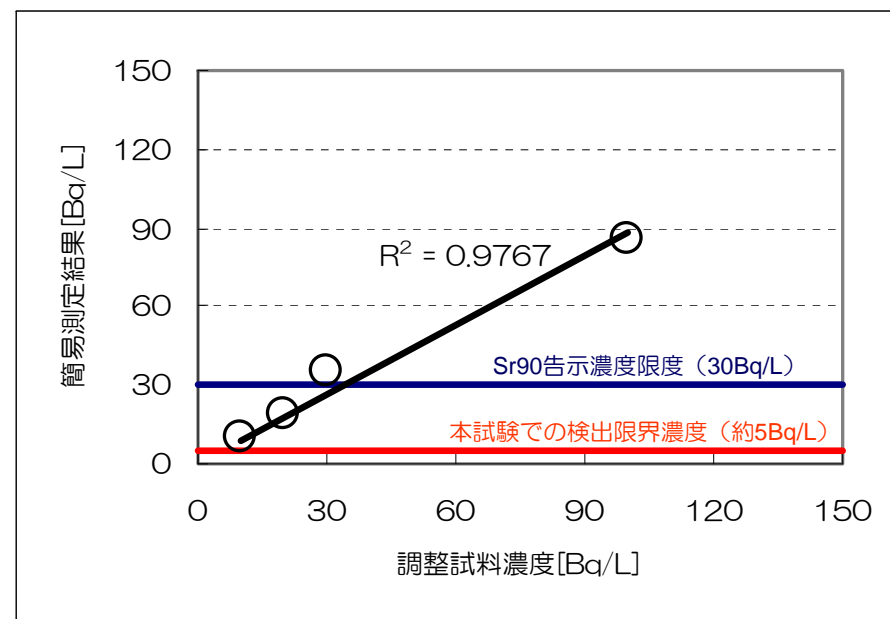
■ 計測場所：福島第一原子力発電所 5,6号機放射線計測室

＜吸引ろ過イメージ＞



＜ラボ試験結果＞

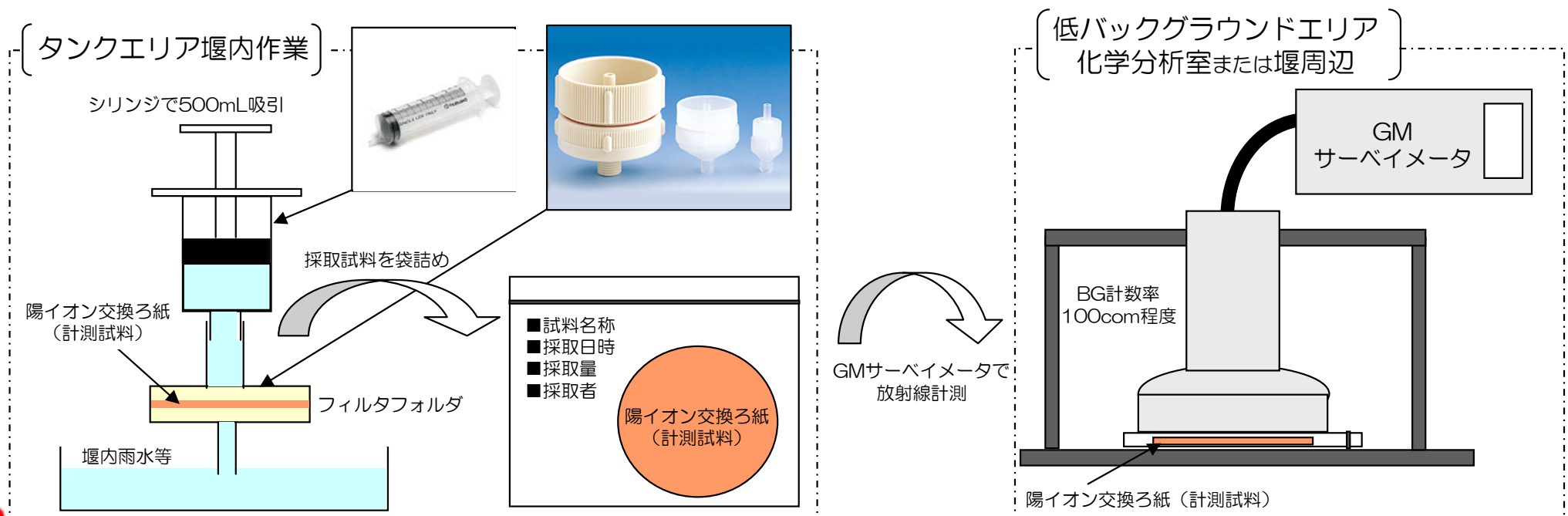
ラボ試験においては，**Sr90告示濃度超過の有無を判断できることを確認**



4 タンク堰内の汚染有無確認にかかる簡易測定法(2/2)

運用概略

- 降水量、堰内の状況に応じて化学分析室か現場での計測方法を選択（吸引量＝500mL）
《堰から溢水のおそれがある場合》
 - 雨水等の採取および前処理：左下図参照
 - ・ シリンジに陽イオン交換ろ紙をセットのうえ、各堰で雨水等を直接吸引し計測試料を作成
 - ・ コンタミ防止のため、原則としてフィルタホルダは使い捨て、シリンジは再利用
 - ・ 通水後の陽イオン交換ろ紙（計測試料）は、試料情報を記載した袋に収納
- 《堰から溢水のおそれがない場合》
 - ポリ瓶等で雨水等を採取し、化学分析室にて吸引ろ過（前頁参照）のうえ計測試料を作成
- バックグラウンド計測値が低い環境下（100cpm程度を目標）で、GMサーベイメータにより試料を直接計測
- 堰開放の判断目安（Sr90の告示濃度限度30Bq/L以下の放射能濃度に相当するGM計測値）とGMサーベイメータ計測値を比較



【参考】② H4タンクエリアにおける汚染水の漏えいに対する対応状況

H4タンクエリアにおける汚染水の漏えいに対する対応状況

項目		各項目に対する対応状況		
1. 原因究明, 直接対応	○漏えい箇所の特定, 原因調査, 漏えい経路及び汚染された範囲(地下を含む)の特定。早急な説明が必要。特に, タンク移設の影響の有無について。	漏えい箇所の特定	<ul style="list-style-type: none"> 漏えいしたタンクについて, 水抜き後カメラによる目視確認を実施済。 バブリングによる漏えい箇所調査を実施予定。 漏えい率の実績から漏えい箇所は長さ25mm程度の隙間(隙間1mmと仮定)と推定。 	
		原因調査	<ul style="list-style-type: none"> タンクを移設したことの影響の評価を実施中。 中期的にはタンクを解体し, 個別部位に対する詳細な調査を実施予定。 	
		漏えい経路, 汚染された範囲の特定	<ul style="list-style-type: none"> 漏えい経路及び地下の汚染された範囲特定のため, 追加ボーリングを実施予定。 H4タンクエリアの地下水位の調査を実施予定。(解析では評価済) 地上の汚染された範囲を特定するためにH4タンクエリア周辺のサーベイを実施済。 土壌の汚染状況を把握するために, 土壌の除去を行いながら汚染状況の計測を実施中。 現時点(H25.8.30)までの汚染土壌の回収において, 深さ約40~150cmにて汚染が明瞭にみられないことを確認。 	
	○土壌の汚染状況を把握するために必要な調査方法及び調査計画, 汚染した土壌の除去方法。特に, タンク立地点の地下水位については早急な把握が必要。			
2. 同型タンク等における漏えい防止・拡大防止	(i) 漏えい防止, 漏えいの早期検知	溶接型タンクへのリプレイスの促進	<ul style="list-style-type: none"> 高濃度汚染水の発生状況に応じて, 総合的なタンクの信頼性向上策のスケジュールを検討中。 同型フランジ型タンクについては全数(305基)外観目視点検, 線量測定による漏えいの有無を調査済。 	
		フランジ型タンク底部からの漏えい防止	<ul style="list-style-type: none"> 現在のフランジ型タンク製造時に実施している底部からの漏えい防止策を踏まえ, 対策未実施フランジ型タンクの漏えい防止策を検討中。 	
		○個々のタンクへの水位計の設置等による常時監視。	<ul style="list-style-type: none"> 全フランジ型タンクを対象に優先順位を定め順次水位計を設置し, 最終的には警報機能も設け, 遠隔による常時監視を可能とする予定。(水位計の設置を優先し, 順次実施) 水位計設置完了までの措置として原稿水位の確認・サーモカメラを用いた外部からの定期的な水位確認を実施。(H25.8.28~) 	
	(ii) 漏えい拡大の防止(その1)	○漏えいの早期発見の観点から, 点検・パトロールの的確な実施手順の確立(タンク毎の貯留水の種類を示した台帳の作成を含む)と点検の強化。具体的な案が早急に必要。		<ul style="list-style-type: none"> パトロール体制と内容の見直し。 体制面では, パトロール要員を約60名体制とし, タンクエリア毎に担当者を固定する持ち場制を取り, パトロール頻度を4回/日に増加する。 パトロール方法の改善としては, 個々のタンクについて確実に点検ができる方法, 記録様式に変更するとともに, パトロール員に対して必要な教育・訓練を実施する。
		○堰のドレンバルブは閉運用とする。それに応じた堰内の貯留容量の再評価・雨水の管理方法の設定などの必要な措置。	ドレンバルブ運用の見直し	<ul style="list-style-type: none"> フランジ型タンク設置エリアのドレン弁の閉運用を開始(H25.8.28~)。
			堰内の貯留容量の再評価	<ul style="list-style-type: none"> 今後, タンク1基分の容量を有する堰への増強等のハード対策の検討をすすめるとともに, 対策完了までの間における漏えい発生時の運用面の整理を検討する。
		雨水の管理方法	<ul style="list-style-type: none"> 堰内からの雨水排出基準を検討中。 	
	○漏えいが生じた場合における移送先の確保。		<ul style="list-style-type: none"> 14,000m³程度確保済。 	

H4タンクエリアにおける汚染水の漏えいに対する対応状況

項目		各項目に対する対応状況	
2. 同型タンク等における漏えい防止・拡大防止	(iii) 漏えい拡大の防止(その2)	○ 堰の2重化。土堰堤ではリークを防げない。	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土等で土堰堤の止水性の補強を実施予定。 ・土堰堤及び堰と土堰堤の間の地盤については水密アスファルトコンクリート、吹付コンクリートなどによりフェーシングを施工予定。
		○ 外側にある堰について、堰内の地中への汚染水の染み込み防止(コンクリート打設)や、堰からの漏えい防止(コンクリート打設)等の処置。	
	(iv) その他のタンク類の漏えい防止及び漏えい拡大防止	○ 汚染水の流入が懸念される側溝に対する流入防止(暗渠化)。	・排水路の暗渠化等を実施予定。
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 鋼製横置きタンクの貯留水の鋼製タンクへの移送。接合部の強化。 ○ 鋼製横置きタンクの設置場所の漏えい拡大防止(設置場所床面のコンクリート打設、2重のコンクリート堰の設置、点検・パトロールの強化等)。トレイは不可。 ○ 開運用を行っているその他の堰(例:高性能容器(HIC)一時保管設備、地下貯水槽の汚染水を移送したろ過水タンクなど)の運用見直し。 	・今後検討を実施。
3. 汚染の状況把握・影響評価	○ 地下水汚染のモニタリングのための観測井等による放射性物質濃度の継続的な測定。広域的な汚染水の拡散状況の把握。特に、タンク立地点の地下水位については早急な把握が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ・既設の地下水バイパス井戸、調査孔のサンプリングに加え、新たに浅深度ボーリング、タンク直下の汚染確認、地下水位以深へのボーリングを実施し、放射性物質濃度の継続的な測定、広域的な汚染水の拡散状況、タンク立地地点の地下水位の把握を実施予定。 	
	○ 海洋への流出経路となる排水溝内にある水や汚泥の汚染状況の把握・常時監視。	<ul style="list-style-type: none"> ・排水溝泥の線量測定、水の放射能分析を実施済。 ・排水路に土嚢を設置済。 ・排水路全体の清掃を準備中。 ・排水溝の常時監視について検討中。 	
	○ 海域への影響調査(排水溝の排出口だけでなく、その周辺の海水に対するモニタリングの強化)。	・従来から行ってきた観測地点に2地点を追加し、モニタリングを実施中。	
4. 汚染水のリスク低減	○ 汚染水の多核種除去設備(ALPS)により処理した状態への早期の移行。そのための処理設備の容量と信頼性の確保。	<ul style="list-style-type: none"> ・廃食事象への対策をC系を優先して実施中。(9月中～下旬ホット試験目標) ・多核種除去設備の本格稼働に向けた工程の前倒し、処理能力の向上について検討。 	
	○ HIC一時保管設備を覆う建屋の設置の具体化。	<ul style="list-style-type: none"> ・HICは当初のポリエチレン容器のみの構造からステンレス厚板の補強容器つき構造に改良して運用中である。また、一時保管施設では、ボックスカルバートを水密構造(雨水も浸入しない)とすることにより外部への漏えい拡大を防止している。よって、仮にHICからの漏えいが発生した場合であっても、現在の設備構成でボックスカルバート外への漏えい拡大は十分防止できると考えている。建屋の設置については、技術的成立性を含めて今後検討していく。 	