

別紙

B・C排水路側溝放射線モニタにおける
β濃度高高警報発生について

<原因調査(詳細)>

2015年4月27日

東京電力株式会社

福島第一廃炉推進カンパニー

福島第一原子力発電所



東京電力

調査1 計器誤動作

●計器の動作状況の確認（2月22日完了）

計器本体に異常はなかった。また、排水路の水分析の結果、高濃度の全βが検出。以上から検出器は正常に動作したと判断した。

	指示値表示日時 サンプリング日時	全β濃度(Bq/L)
側溝放射線モニタ(A)系指示値	2015.2.22 11:30	3400
側溝放射線モニタ(B)系指示値		4900
サンプリング試料分析結果	2015.2.22 11:00	3800

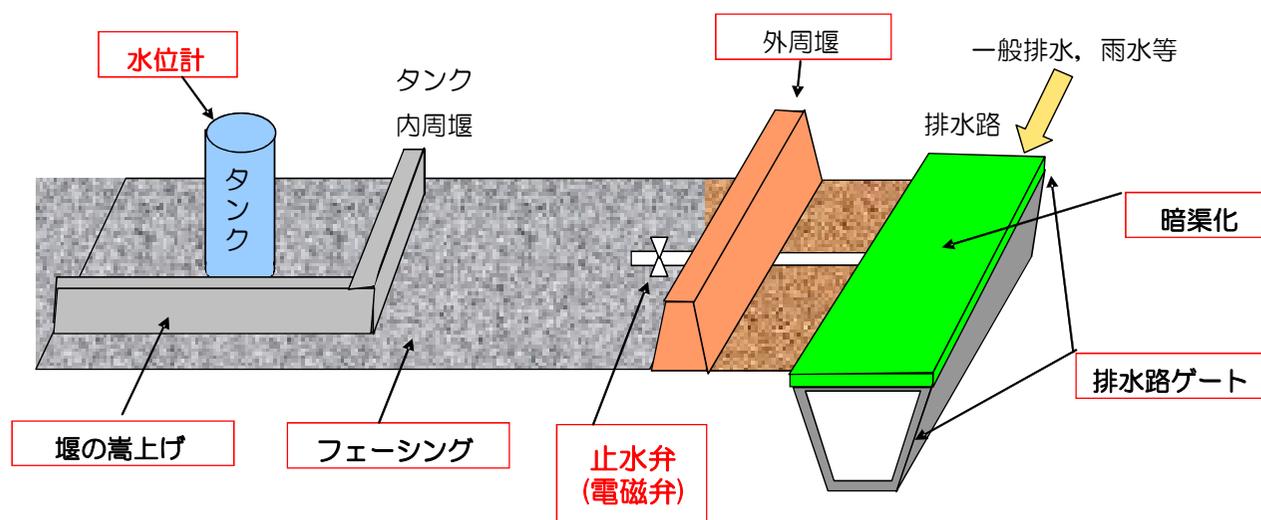
※側溝放射線モニタ指示値は30分遅れて指示値が表示されるため、その分試料サンプリング時間と誤差が生じている。

調査2 汚染水タンクからの漏洩

●タンク水位の確認及びタンクパトロール（2月22日完了）

確認した以下の事実から、汚染水タンクからの漏えいはなかったと判断した。

- 側溝放射線モニタの警報発生後に実施した、汚染水タンクの水位計の確認において、有意な変動がなかったこと（免震棟にて確認）。
- 側溝放射線モニタの警報発生前日から、タンクエリアの止水弁を「閉」としており、警報発生後の弁状態の確認においても全弁「閉」であったこと（免震棟にて確認）。
- 側溝放射線モニタの警報発生後に実施した、臨時タンクエリアパトロールにおいて、漏えい等の異常は確認されなかったこと。
- 側溝放射線モニタの指示値の上昇が一時的であり継続しなかったこと。



調査3 汚染水処理設備又は移送配管からの漏洩

●側溝放射線モニタ警報発生後のパトロール及び水処理設備起動後のパトロール（2月23日完了）

確認した以下の事実から、汚染水処理設備および移送配管からの漏えいはなかったと判断した。

- 設備停止後に実施したパトロールにおいて、漏えい等の異常はなかったこと。
- 側溝放射線モニタ警報発生後の10時48分にモバイルキュリオン（A）を停止、その後、順次35m盤より上に設置した汚染水の処理および移送している設備を停止※したが、側溝放射線モニタの指示値は、設備の停止前に低下していること。

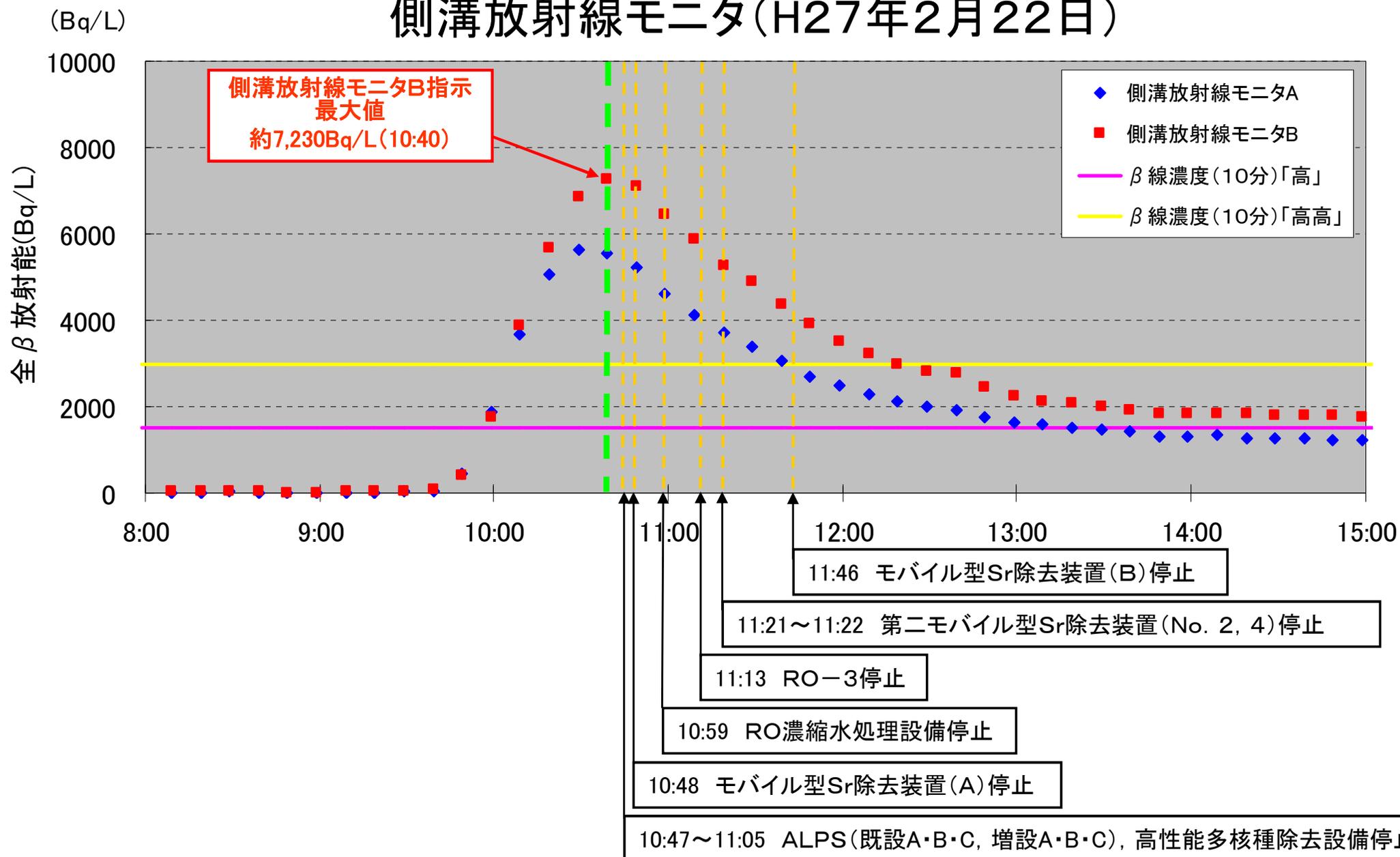
【補足1参照】

- 設備運転再開後（2月23日）のリーク確認およびパトロールにおいて、漏えい等の異常はなかったこと。
- 設備運転再開後（2月23日）の側溝放射線モニタ指示値に、有意な変動が確認されていないこと。【補足2参照】

※排水路に設置されている側溝放射線モニタは、35m盤と同程度の高さに設置されているため、35m盤より低い位置にあり、かつ35m盤より上に汚染水を移送していない処理設備（SARRY, KURION等）は停止対象外とした。

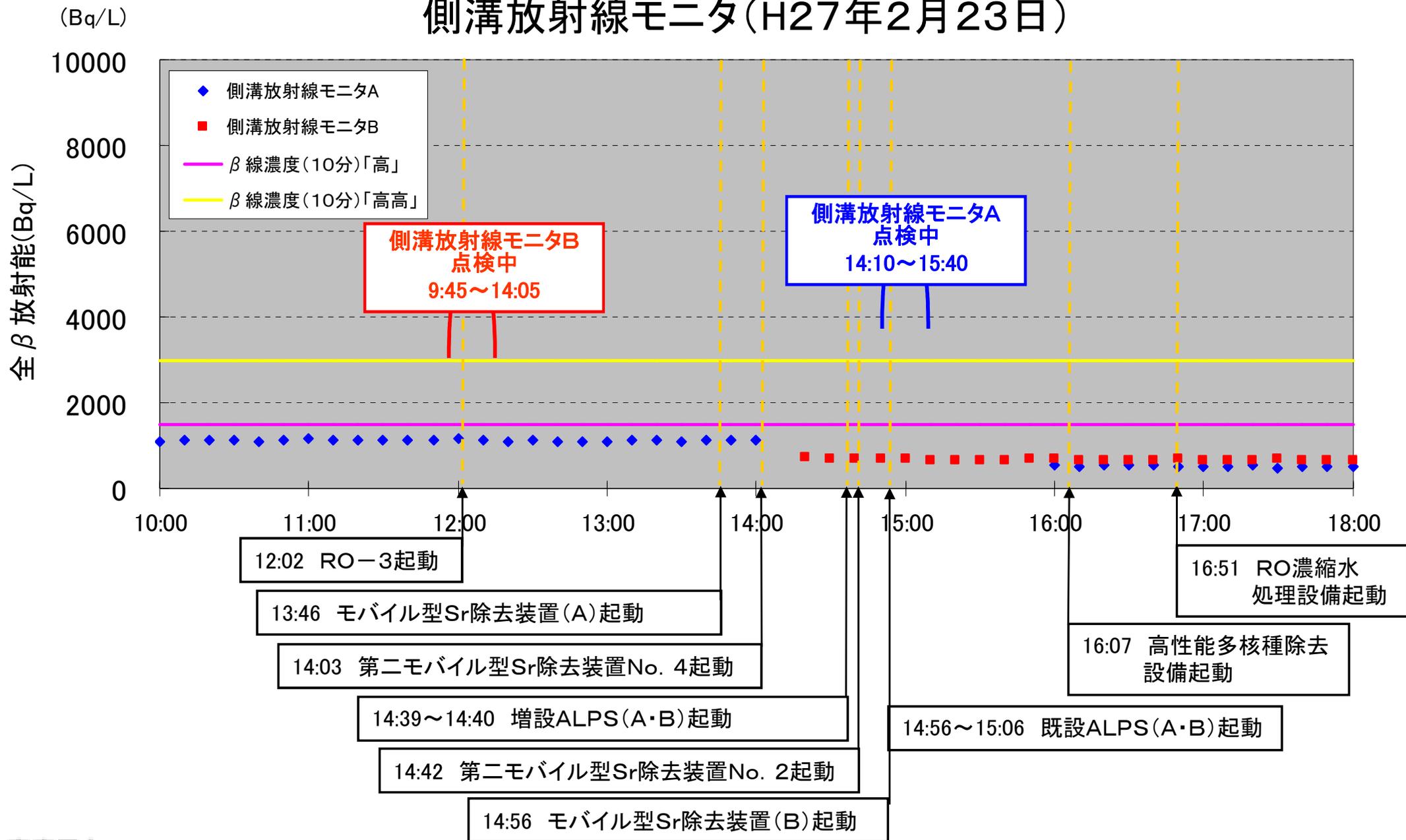
【補足1】汚染水処理設備停止実績 (調査3)

側溝放射線モニタ(H27年2月22日)



【補足2】汚染水処理設備起動実績 (調査3)

側溝放射線モニタ(H27年2月23日)



調査4 水処理設備以外の設備からの漏洩

● 排水路近傍の設備・建物内資機材における高濃度廃液の保管状況を確認（2月23日完了）

B・C排水路及び枝側溝近傍に隣接する設備・建物内及び資機材について、高濃度廃液が保管されているかどうか、または高濃度廃液を扱った形跡があるかどうか、調査を実施（2月23日完了）。

- 高濃度廃液の保管については、コア倉庫内において高濃度廃液が保管されていることを確認した。コア倉庫内に保管されている高濃度廃液には近々に扱ったような形跡はなかった。
- その他の調査実施箇所においては高濃度廃液の保管は確認されなかった。

【補足3-1，3-2参照】

【補足3-1】水処理設備以外の設備からの漏洩(調査4)



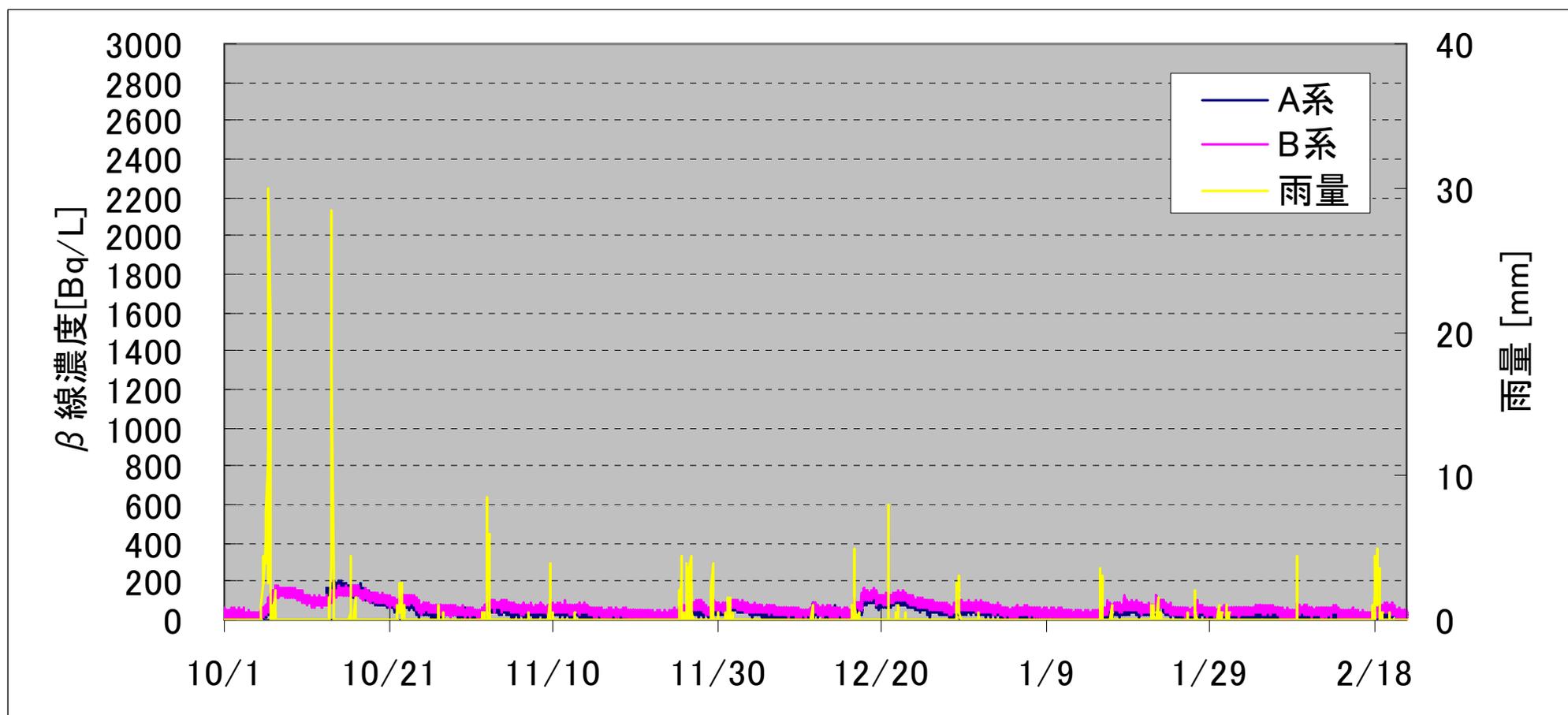
【補足3-2】水処理設備以外の設備からの漏洩(調査4)



調査5 降雨による一時的上昇

●過去のデータ確認（2月23日完了）

- 昨年10月からの降雨による一時的な上昇（全 β ）は、約200Bq/Lであり、最近では降雨で数千Bq/Lの上昇は見られない。
- また、事象発生当日は晴れであった。



●H4タンク近傍の集水ますの水分析（3月3日完了）

B・C排水路に合流する枝側溝10箇所についてサンプリングを実施したところ、枝側溝等の溜まり水の2ヶ所において1700Bq/L（無線局舎エリア枝側溝：2月23日分析）、1900Bq/L（H4エリア南東側外堰内：3月3日分析）が確認されたが、これは側溝放射線モニタの高高警報を誘発する濃度ではない。

【補足4-1，4-2，4-3，4-4，4-5参照】

さらに、過去に漏えい実績のあるH4エリア周りのβ放射線サーベイを実施したところ、H4エリア外周堰外側にてスポット的にβ線で35mSv/hが検出された（3月12日）。しかし、周囲の排水路は暗渠化されているため、汚染土壌が排水路に流入するおそれはない。

【補足6-1，6-2参照】

●当日の清掃作業確認（2月22日完了）

当日の清掃作業の有無を、確認したところ排水路の清掃作業は無かった。

【補足4-1】枝側溝のサンプリングポイント（調査6）



【補足4-2】枝側溝のサンプリングポイント（調査6）



【補足4-3】枝側溝のサンプリングポイント（調査6）



【補足4-4】枝側溝水の分析結果（調査6）

①Jエリア排水路

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 14:27	ND(4.3)	ND(7.8)	21

②管理型処分場枝側溝

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 14:38	24	80	120

③Bタンク外堰からC排水路への枝側溝

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 14:48	ND(4.4)	8.4	15

④C排水路下流側ゲート部

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 15:08	ND(4.6)	ND(7.6)	4.8

⑤無線局舎エリア枝側溝

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 15:22	ND(5.3)	ND(9.2)	1700

⑥地下貯水槽Ⅳ周辺枝側溝

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 15:35	ND(4.5)	ND(7.7)	62

⑦セシウム第四施設枝側溝

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 16:05	11	37	63

⑧B排水路上流側ゲート部

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 16:22	ND(4.3)	8.8	14

⑨C排水路上流側ゲート部

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 16:35	ND(4.5)	ND(7.6)	6.9

⑩H4エリア南東側外堰内

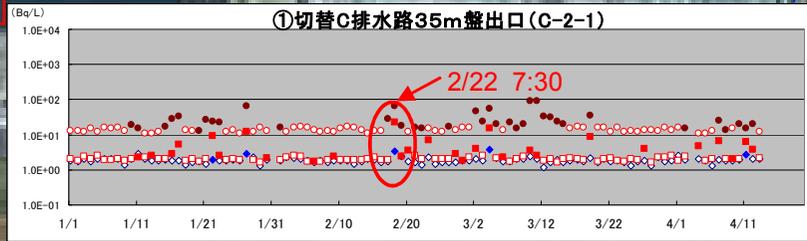
	Cs-134	Cs-137	全β
3/3 15:05	ND(2.1)	ND(2.3)	1900

単位：Bq/L，NDは検出限界値未満を表し，（ ）内に検出限界値を示す。

【補足4-5】B・C排水路のサンプリングポイント(調査6)

4/13現在

1～4号機取水口(開渠内)へ



付替排水路

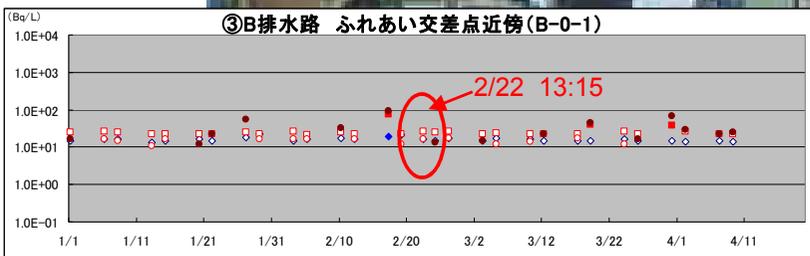
K排水路

「③B排水路ふれあい交差点(B-0-1)」及び、「④C排水路正門近傍(C-0)」の採取頻度については以下の通り。

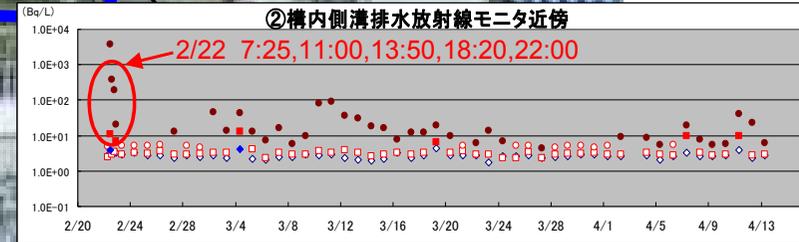
- ・③B排水路ふれあい交差点(B-0-1)：2回/週(月・木)
- ・④C排水路正門近傍(C-0)：1回/週(水)

- ◇ Cs-134(検出限界値)
- Cs-137(検出限界値)
- 全β(検出限界値)
- ◆ Cs-134
- Cs-137
- 全β

側溝放射線モニタ



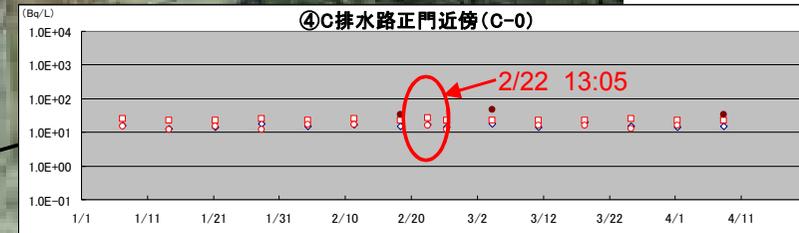
排水路ゲートB-2上流
採取日時：2015.2.22 19:40
Cs-134:ND(24)
Cs-137:ND(26)
全β：19



排水路ゲート(C-1)上流
採取日時：2015.2.22 19:55
Cs-134:ND(16)
Cs-137:ND(26)
全β：19

B排水路

C排水路



©GeoEye/日本スペースイメージング
福島第一原子力発電所(2013年3月12日現在)

調査8 排水路への汚染水・汚染物の流入

8-1 当日の排水路，枝側溝近傍での汚染水・物を扱う作業の調査（3月6日完了）

当日の作業実績について各部毎に汚染水・物を扱った作業があったかどうかの聞き取りを実施し，B・C排水路および枝側溝に汚染水・物が流入するような事象が無かったことを確認した。

【補足5-1，5-2，5-3参照】

8-2 当日（※4時～10時）構内に入域した全作業員〔延1242人〕のAPD調査（ β 線被ばく）（2月27日完了）

2名の β 線被ばくを確認したが，当日は35m盤上での作業は実施していない事を確認した。

※：排水路の流速及びモニタまでの距離を考慮して，排水された可能性のある時間帯

8-3 排水路，枝側溝付近及びH4エリアの放射線（ β 線）サーベイ（3月11日完了）

B・C排水路水の全 β 放射能分析（2月26～28日）において高い全 β 放射能は確認されなかった。【補足6-1参照】

また，H4エリアにてスポット的に β 線で35mSv/hが検出されたが（3月12日），周囲の排水路は暗渠化されているため，汚染土壌の流入のおそれはない。仮に排水路に亀裂が生じ，汚染土壌が流入したとしても排水路の排水で希釈され，側溝放射線モニタの警報（3000Bq/L）まで上昇させることはない。【補足6-2参照】

調査8 排水路への汚染水・汚染物の流入(続き)

8-4 当日同時時間帯に構内に入域した全作業員の作業状況確認(聞き取り確認)(3月6日完了)

2月22日に作業に従事していた全作業員[延1242人]の作業状況の聞き取り確認を実施したが、当日の作業の中で排水路への漏えい等、異常は確認されなかった。

【補足5-1, 5-2, 5-3参照】

8-5 構内監視カメラの映像確認(3月2日完了)

事象当日(4:00~10:00)の構内監視カメラの映像を確認したが、排水路への漏えい等異常な映像は確認されなかった。

8-6 排水路等の開口部調査(排水路へ流入した汚染水の発生元の推定)(3月12日完了)

組成比($\text{Sr-90}/\text{Cs-137}$)から発生元を推定したところ、淡水化装置(RO)入口水もしくはRO濃縮水の組成が最も類似している。

なお、淡水化装置(RO)入口水およびRO濃縮水については、平成27年1月13日現在の濃度から算出したもの。

【補足7-1, 7-2, 7-3参照】

【補足5-1】モニタ警報発生時の構内作業状況(調査 8)

■作業実績確認及び作業員に対する聞き取り

●対象者：警報発生当日4時～10時に入域した作業員【16所管部 72件名 延1,242人】

●確認内容

- ①作業に伴う汚染水取り扱いの有無
- ②作業件名は合っていたか
- ③排水路近傍で物を落とさなかったか
- ④その他、不審な点・行動を見かけたか

●確認方法：

- ①：所管部が当日の作業実績を確認
- ②～④：所管部が元請企業を通じて、各作業員への聞き取りを実施

●確認結果：当日の作業で汚染水を内包する設備に係わる作業は24件。このうち高β汚染水（全βまたはSrが 10^6 Bq/L以上）に係わる作業は18件あったが、5・6号機ホットラボでの分析業務以外で汚染水を直接取り扱う作業はなかった。

	有	無
①作業に伴う汚染水取り扱いの有無	24件*	48件名
②作業件名は合っていたか	0件	72件名（合っていた）
③排水路近傍で物を落とさなかったか	0件	72件名
④その他、不審な点・行動を見かけたか	0件	72件名

* 所管部：水処理運営部，水処理設備部，放射線・環境部，土木部，1～4号設備運転管理部，5・6号保全部

【補足5-2】モニタ警報発生時の構内作業状況(調査8)

「①汚染水を取り扱い作業」件名一覧

作業件名	作業内容	主管箇所	高β	取扱系統	濃度 (Bq/L)
1 多核種除去設備運転管理業務委託 (H26)	<ul style="list-style-type: none"> ・運転操作, 監視, 記録採取 ・弁解閉操作 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	○	ALPS	Cs-137: $5.5\sim 6.1\times 10^{-1}$ 全β: 2.1×10^8
2 1~4号セシウム吸着装置他 運転管理業務委託 (H26)	<ul style="list-style-type: none"> ・運転操作, 監視, 記録採取 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	○	KURION SARRY	Cs-137: $2.2\sim 2.5\times 10^7$ Sr-90: $0.8\sim 1.4\times 10^7$
3 1F-1~4号機 RO濃縮水用 モバイル型ストロンチウム除去装置 管理業務委託	<ul style="list-style-type: none"> ・KMPS(A)起動, 停止 ・ROタンク弁切替助勢 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第一グループ	○	G4,G6,C17	Cs-137: 1.0×10^8 Sr-90: $1.0\sim 4.0\times 10^7$
4 1F-1~4号機第二モバイル型 ストロンチウム除去装置管理業務委託	<ul style="list-style-type: none"> ・起動対応 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第一グループ	○	G4,G6,C17	Cs-137: 2.0×10^8 Sr-90: $1.0\sim 9.0\times 10^7$
5 多核種除去設備設置工事 (ALPS工事)	<ul style="list-style-type: none"> ・運転助勢 ・残水処理 系統内での処理のため, 外部での取り扱いは無し	水処理設備第二グループ	○	RO濃縮水	Cs-137: 1.2×10^4 Sr-90: 1.0×10^8
6 1F-1~4号機 高レベル放射性 滞留水設備運転委託	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の操作 ・アイソレ操作 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	○	RO処理水 RO濃縮水	Cs-137: 3.0×10^3 Sr-90: 1.7×10^5
7 1F1~4号機 増設多核種除去設備 本体設置	<ul style="list-style-type: none"> ・試運転助勢 ・仮設ホース繋込, 排水確認 排水は系統内に流れるため, 外部での取り扱いは無し	水処理設備第二グループ	○	RO濃縮水	Cs-137: $0.5\sim 4.5\times 10^4$ Sr-90: $1.0\times 10^{7,8}$
8 1F1~4号機 増設多核種除去設備 運転管理業務委託 (H26)	<ul style="list-style-type: none"> ・運転操作, 監視, 記録採取 ・弁解閉操作 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第二グループ	○	RO濃縮水	Cs-137: $0.8\sim 4.5\times 10^4$ Sr-90: $1.0\times 10^{7,8}$
9 1F1~4号機 高性能多核種除去設備 (HERO) 運転管理業務委託 (H26)	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の操作 ・アイソレ操作 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第二グループ	○	RO濃縮水	Cs-137: $0.8\sim 1.4\times 10^4$ Sr-90: $1.0\times 10^{7,8}$
10 1F-化学分析及び放射能測定業務委託	<ul style="list-style-type: none"> ・試料測定 ・Sr-90, 89標準溶液を用いた分析測定 5・6号機ラボ内のみでの 取り扱い(外部への持ち出し 無し)	分析評価 グループ	○	SubRO	Cs-137: 4.9×10^3 全β: 5.9×10^7
				3uT/B滞留水	Cs-137: 1.7×10^7 全β: 4.0×10^7



【補足5-3】モニタ警報発生時の構内作業状況(調査8)

「①汚染水を取り扱い作業」件名一覧

作業件名		作業内容	主管箇所	高β	取扱系統	濃度 (Bq/L)
11	水処理設備保守工事管理 (通常)	・工事管理 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第一グループ	○	汚染水取扱実績なし	
12	1F-1~4号機 第三モバイル型ストロンチウム除去装置設置	・HOT試験 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第一グループ	○	G4,G6,C117	Cs-137 : $<2.0 \times 10^8$ Sr-90 : $1.0 \sim 9.0 \times 10^7$
13	1F-1~4号機 多核種除去設備保守管理業務	・HIC交換, 除染 汚染水の直接取り扱い無し (HIC交換の際, 汚染水が数滴垂れるが, 専用の受けを設置して実施。垂れた水はウエスで拭き取り)	水処理設備第二グループ	○	RO濃縮水	Cs-137: 1.2×10^4 Sr-90: $1.0 \times 10^{7.8}$
14	水処理設備巡視・点検, 運転操作委託管理業務	・工事管理 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	○	汚染水取扱実績なし	
15	水処理第四Gに関わる工事監理, 直営作業及び運転操作等	・工事管理 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第二グループ	○	RO濃縮水	Cs-137: 4.9×10^3 Sr-90: $0.4 \sim 1.0 \times 10^7$
16	1~4号機運転操作業務	・地下水バイパス排水操作 汚染水の直接取り扱い無し	1~4号設備運転管理部	○	地下水バイパス	Cs-134 : ND (6.1×10^{-1}) Cs-137 : ND (5.9×10^{-1})
17	1F-1~4号機 Jエアータンク受入配管新設工事その1	・PE管布設, 保温取り付け 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第三	○	RO濃縮水	Cs-137: 1.0×10^3 Sr-90: 1.0×10^7
18	1F-1~4号機 KURIONによるRO濃縮水処理用配管設置	・耐圧試験の為に水張 汚染水の直接取り扱い無し	水処理設備第一グループ	○	濾過水を使用	
19	5・6号保全部 タービングループ直営業務	・タンク外観目視点検 ・水位確認 汚染水の直接取り扱い無し	タービングループ	×	56号機建屋滞留水	Cs-137 : 1.0×10^2 全β : 2.0×10^3
20	福島第一原子力発電所 水処理設備タンク・エリアの保守・監理	・工事管理 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	×	汚染水取扱実績なし	
21	1F-1~4号機 水処理設備タンクエリアパトロール業務委託2 (H26下期)	・パトロール 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	×	汚染水取扱実績なし	
22	1F-1~4号機 水処理設備タンクエリアパトロール業務委託1 (H26下期)	・パトロール 汚染水の直接取り扱い無し	水処理運営第四グループ	×	汚染水取扱実績なし	
23	1F-1~4号機 地下貯水槽漏洩に伴う調査業務委託	・地下貯水槽, ドレン孔検知孔サンプリング 低β汚染水の取り扱い	水処理土木第三グループ	×	地下貯水槽	Cs-134 : ND (5.8×10^{-1}) 全β : 9.3×10^4
24	サブドレン水の放射能及び水位観測委託	・サブドレン水サンプリング 極低β汚染水の取り扱い	分析評価グループ	×	サブドレンNo.125 (焼却工作建屋)	Cs-137 : 3.3×10^1 (全β : 6.8×10^1)

【補足6-1】B・C排水路, 枝側溝のβ線サーベイ結果(調査8)

1~4号機取水口(開渠内)へ

流入源を特定できるような高線量率(70μm線量当量率)の測定結果は得られなかった。

H27.2.28 B枝側溝(4)
測定結果
側溝上
0.01~0.15mSv/h
周辺(ホットスポット有)
0.007~2.2mSv/h
(70μm線量当量率)

H27.2.27 B・C排水路
①~⑩測定結果
0.02mSv/h
(70μm線量当量率)

H27.2.26 C枝側溝(1)
測定結果
0.01~0.07mSv/h
(70μm線量当量率)

H27.2.26 C枝側溝(2)
測定結果
側溝内土嚢下流
0.09~0.12mSv/h
土嚢上流(ホットスポット有)
0.17~3.0mSv/h
(70μm線量当量率)

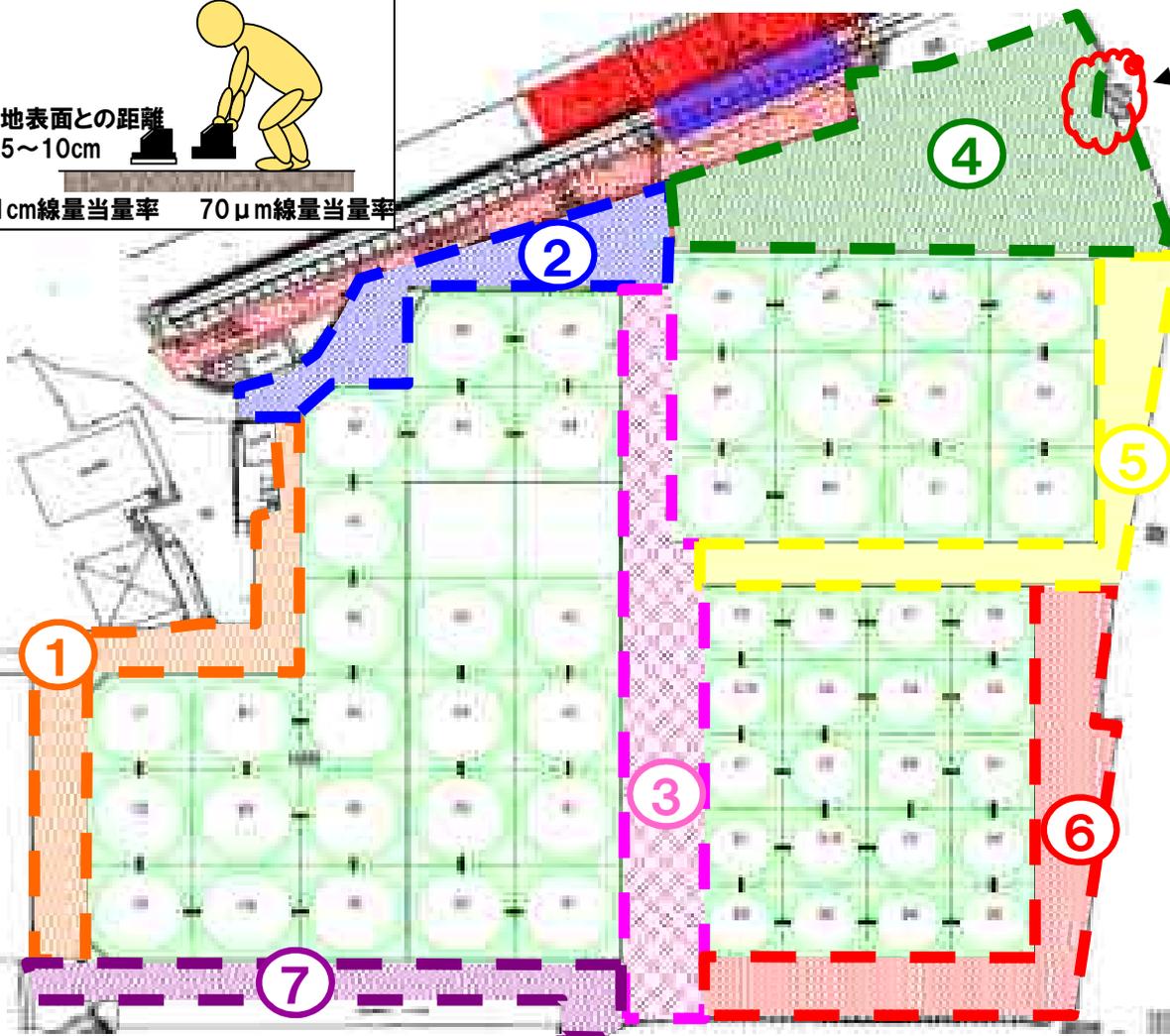
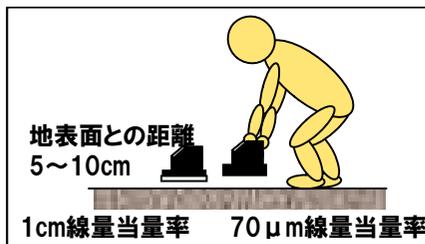
H27.2.28 C枝側溝(3)
測定結果
0.005~0.03mSv/h
(70μm線量当量率)



©GeoEye/日本スペースイメージング
福島第一原子力発電所(2013年3月12日現在)

【補足6-2】H4エリア外周堰内サーベイ(調査8)

■ H4エリア外周堰内南東側集水升溜まり水における全β放射能検出(1900Bq/L)に伴う線量率サーベイ(3月11日実施)



1900Bq/Lを検出した箇所

地表面測定(5~10cm高さ)
β: β線による70μm線量当量率
γ: γ線による1cm線量当量率
単位:mSv/h
有効数字2桁にて表示

	β	γ
①	0.000~0.39	0.008~0.016
②	0.000~3.5	0.006~0.023
③	0.000~0.65	0.003~0.016
④	0.000~0.025	0.004~0.011
⑤	0.000~1.9	0.003~0.011
⑥	0.000~0.44	0.001~0.060
⑦	0.000~0.51	0.004~0.090

β:35mSv/h

⑥のエリア付近の外周堰の外側において、スポット的にβ線による70μm線量当量率で最大35mSv/hが確認された(3月11日)。周囲の排水路は暗渠化されているため、汚染土壌の流入のおそれはない。

【補足7-1】排水路へ流入した汚染水の発生元の推定(調査8)

側溝放射線モニタ警報発生時 モニタ近傍のサンプリング結果

採取日時：平成27年2月22日(日) 11:00

測定結果：

Cs-134	Cs-137	Sr-90	全β放射能
4.0	11	1600	3800

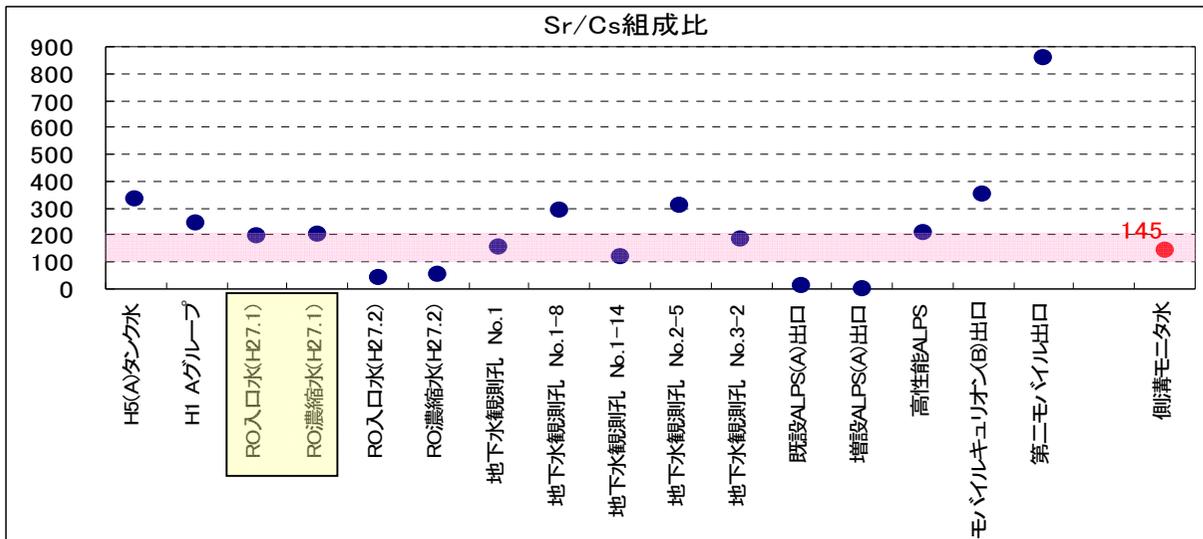
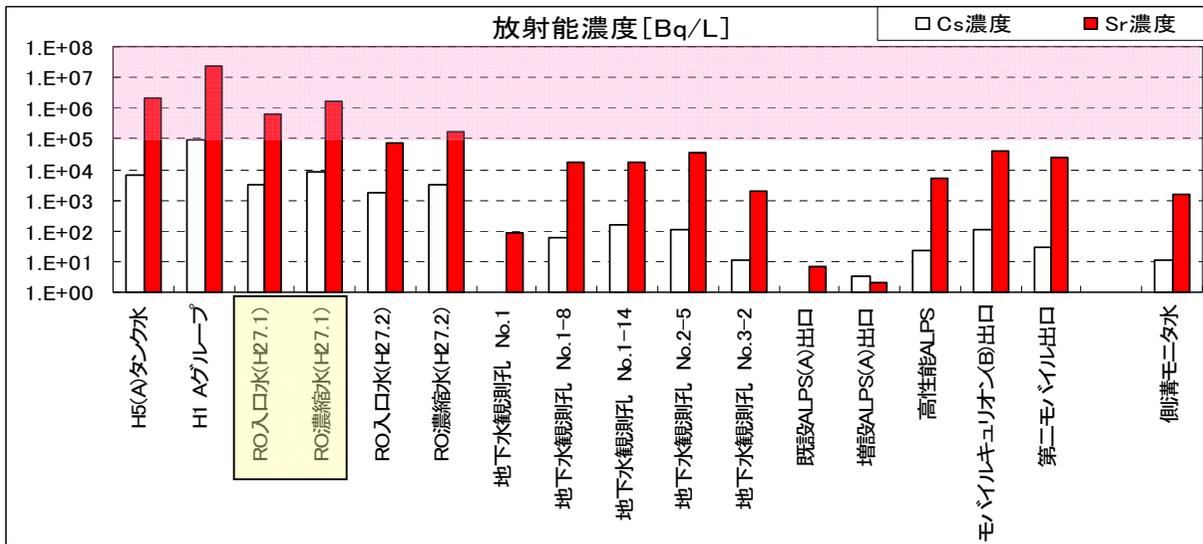
組成比 (Sr-90/Cs-137) : 145

(参考：フィルターろ過後のろ液の測定結果)

Cs-134	Cs-137	Sr-90	全β放射能
ND(6.4)	ND(9.9)	1500	1500

単位：Bq/L，NDは検出限界値未満を表し，()内に検出限界値を示す。

【補足7-2】排水路へ流入した汚染水の発生元の推定(調査8)



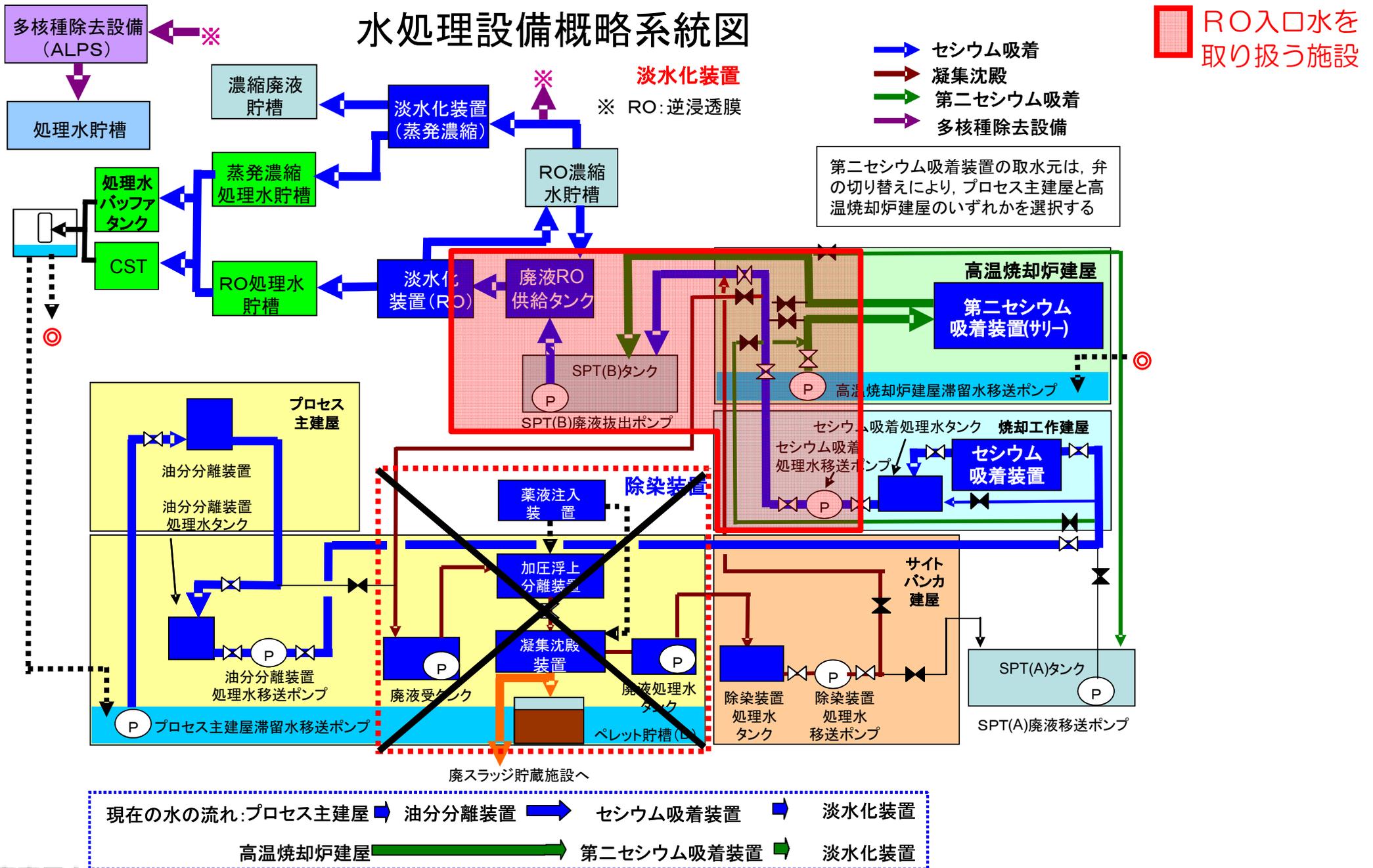
[単位: Bq/L]

系統	Cs濃度	Sr濃度	組成比
1 H5(A)タンク水	6.3E+03	2.1E+06	333
2 H1 Aグループ	9.5E+04	2.3E+07	242
3 RO入口水(H27.1)	3.3E+03	6.5E+05	197
4 RO濃縮水(H27.1)	8.5E+03	1.7E+06	200
5 RO入口水(H27.2)	1.8E+03	7.4E+04	41
6 RO濃縮水(H27.2)	3.1E+03	1.7E+05	55
4 地下水観測孔 No.1	5.6E-01	8.8E+01	157
5 地下水観測孔 No.1-8	5.8E+01	1.7E+04	293
6 地下水観測孔 No.1-14	1.5E+02	1.8E+04	120
7 地下水観測孔 No.2-5	1.1E+02	3.4E+04	309
8 地下水観測孔 No.3-2	1.1E+01	2.0E+03	182
9 既設ALPS(A)出口	5.5E-01	7.0E+00	13
10 増設ALPS(A)出口	3.3E+00	2.1E+00	1
11 高性能ALPS	2.4E+01	5.0E+03	211
12 モバイルキュリオン(B)出口	1.1E+02	3.9E+04	355
13 第二モバイル出口	2.8E+01	2.4E+04	857
側溝モニタ水	1.1E+01	1.6E+03	145

発電所内の代表的な試料について、

- 排水路への流入が考えられる35m盤で取り扱われる汚染水を抽出
- その中から、流入による拡散を考慮し、側溝モニタ水に比べSr濃度が100倍以上、かつ、組成比($Sr90/Cs-137=100\sim200$)と類似している試料を抽出したところ、**【3 RO入口水, 4 RO濃縮水】が該当する。**

【補足7-3】排水路へ流入した汚染水の発生元の推定(調査8)



調査8 排水路への汚染水・汚染物の流入(続き)

8-6 排水路等の開口調査(排水路へ流入した汚染水の発生元の推定)(続き)

・側溝放射線モニタ上昇値シミュレーション(ケース1)(3月12日完了)

側溝放射線モニタ値の時間変化と同じ時間変化をする流出ソースを想定したシミュレーション(ケース1)の結果、 $1 \times 10^6 \text{Bq/L}$ の濃度の汚染水400L(最大で10分間に40L)が約40分から1時間かけて、側溝放射線モニタの上流10~50mの場所から排水路に流入すれば、

側溝放射線モニタの上昇時のトレンドを再現できることが分った。

【補足8-1, 8-2, 8-3参照】

・側溝放射線モニタ周辺の開口部調査(3月12日完了)

側溝放射線モニタ上流50m以内に次の3箇所の開口部があることを確認した。

- ①側溝モニタ脇サンプリング用C排水路上蓋
- ②J新設排水路とC排水路の合流部(ゲート設置部)
- ③G排水路とJ新設排水路の合流部(開口部)

【補足9-1参照】

調査8 排水路への汚染水・汚染物の流入(続き)

8-6 排水路等の開口調査(排水路へ流入した汚染水の発生元の推定)(続き)

- 側溝放射線モニタ上昇値シミュレーション(ケース2)(4月6日完了)

側溝放射線モニタ上流での流出を想定した応答解析(ケース2)の結果, 流入放射エネルギー $4 \times 10^8 \text{Bq}$ として, 放射能濃度 $4 \times 10^8 \text{Bq/L}$ の汚染水 1 L が 15 分かけて側溝放射線モニタ遠方(上流約 1500m) の排水路へ流出したと仮定すると, 側溝放射線モニタ上昇時のトレンドを再現できることが分かった。

【補足 10-1, 10-2 参照】

- 配管からの漏えい箇所の有無に関する調査(4月16日完了)

高濃度汚染水を内包する配管(現在は使用していない配管を含む)から漏えいした汚染水が, 排水路や枝側溝に流入した可能性も考えられることから, 排水路開口部や枝側溝を跨ぐ配管からの漏えいの有無を確認したが, 漏えい箇所はなかった。

【補足 11-1~6 参照】

【補足8-1】側溝放射線モニタ値上昇シミュレーション(調査8)

＜ケース1：側溝放射線モニタ値の時間変化と同じ時間変化をする流出ソースを想定＞

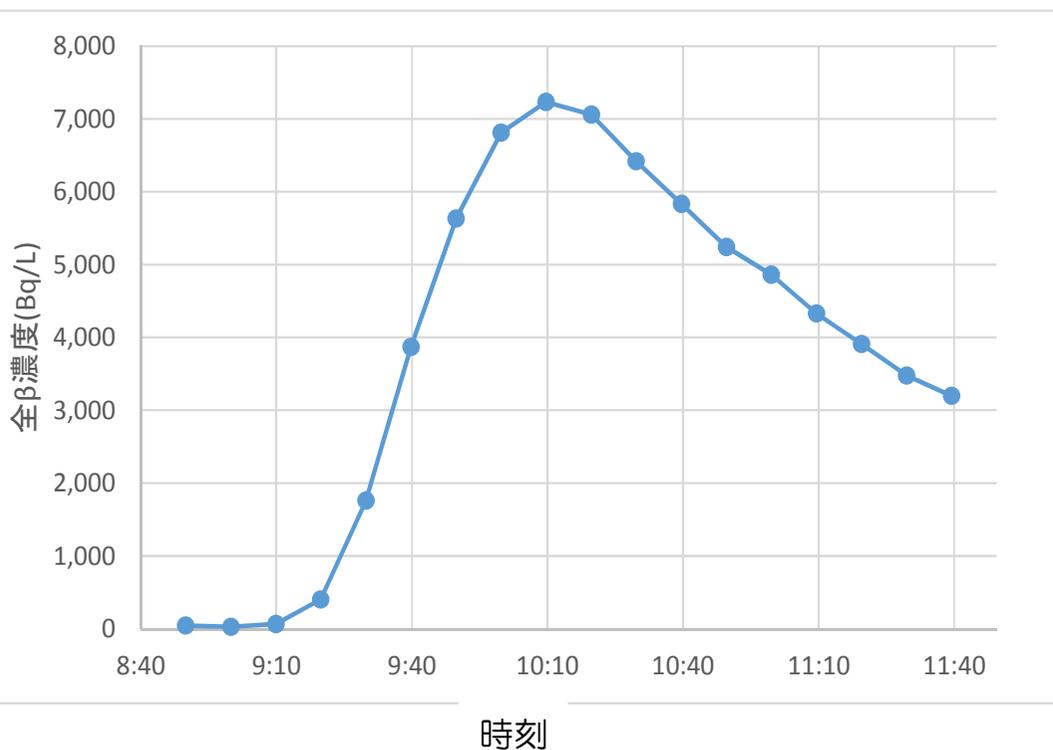


図4-4-5-2-1 側溝放射線モニタ値

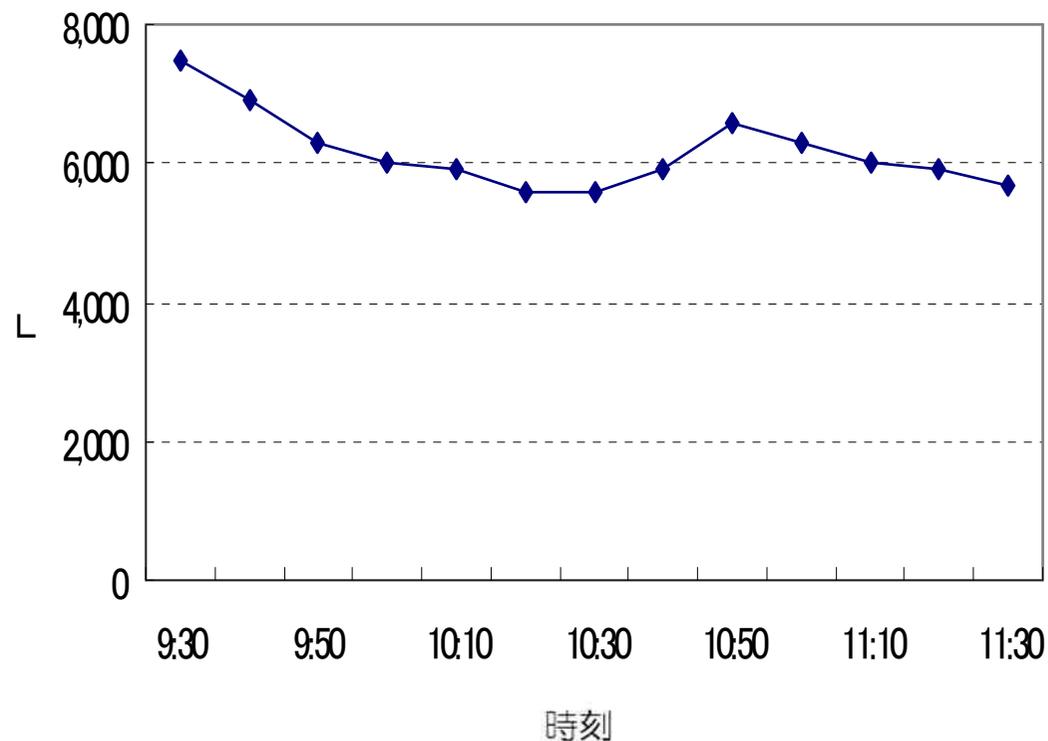


図4-4-5-2-2 排水路の流量(10分間値)

【補足8-2】側溝放射線モニタ値上昇シミュレーション(調査8)

＜ケース1：側溝放射線モニタ値の時間変化と同じ時間変化をする流出ソースを想定＞

●評価手法の概要

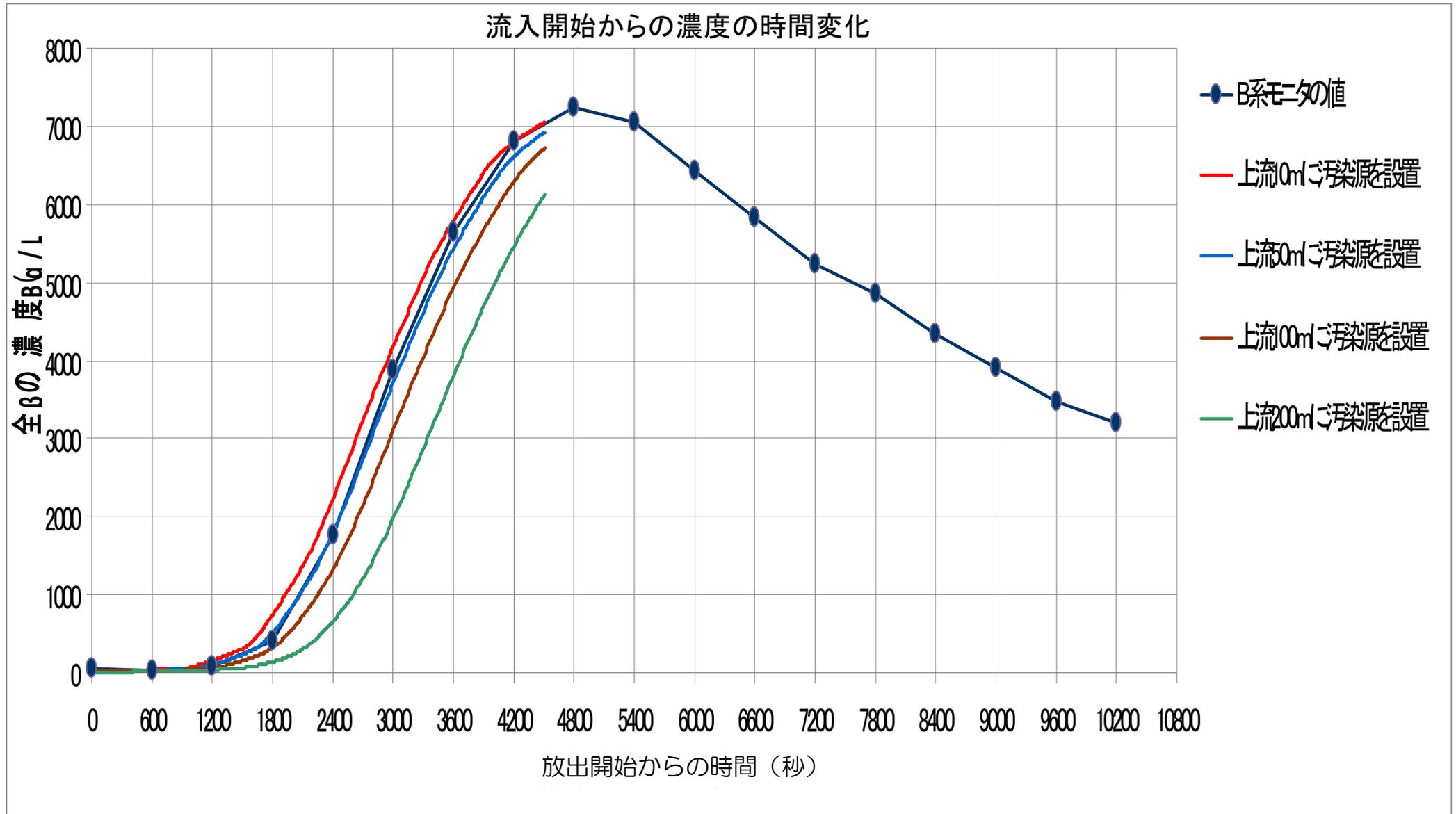
- 排水路の流量は、側溝放射線モニタの値が上昇した時間帯を含めほぼ一定であり、多量の汚染水が流入したとは考えられず、流入した汚染水は高濃度と推定。
- 汚染水の核種分析結果に基づく核種組成はRO入口水の組成に類似しており放射能濃度も約 1×10^6 Bq/Lと高濃度である。
- 側溝放射線モニタの上流からRO入口水が流入したと仮定し、排水路内での放射能濃度の上昇を計算した。(複数の上流地点を想定)
- 計算結果と側溝放射線モニタ値の上昇時の変化が合致する流入地点がどこか、評価。
- なお、汚染水の流入時間は、側溝放射線モニタ指示値の変動開始からピークとなるまでの時間と拡散計算を基に、約40分から約1時間と推定。

●評価結果

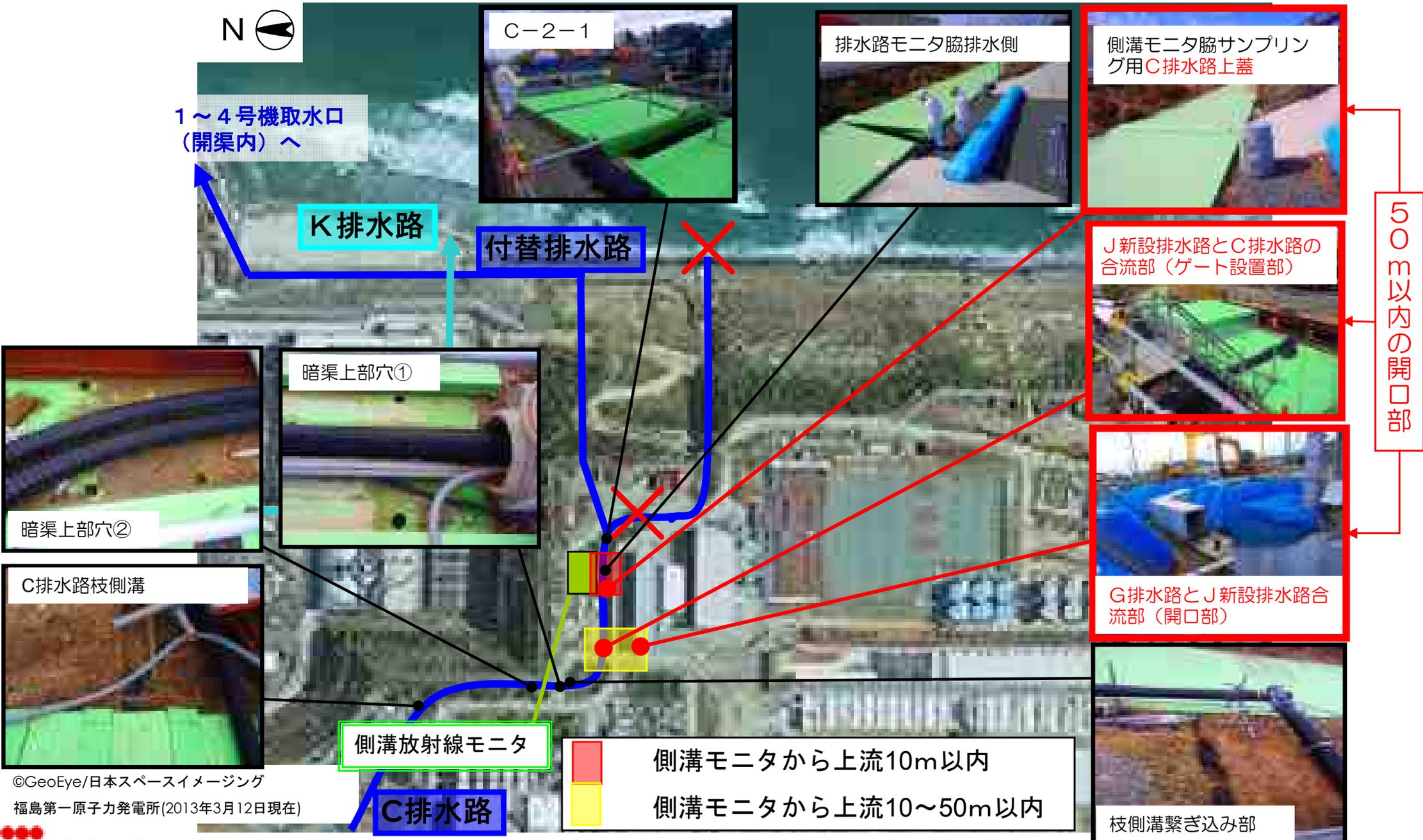
- 流入した汚染水の量は約400L未滿と推定。
- 汚染水の流入した地点は、側溝放射線モニタの上流約10m～約50mの範囲と推測。

【補足8-3】側溝放射線モニタ値上昇シミュレーション(調査8)

<ケース1>



【補足9-1】側溝放射線モニタ周辺の開口部調査(調査8)



【補足10-1】側溝放射線モニタ値上昇シミュレーション(調査8)

〈ケース2：側溝放射線モニタ値上流での流出を想定〉

●評価手法の概要

- ・側溝放射線モニタ上流で応答解析を実施
- ・流入放射エネルギーは $4 \times 10^8 \text{ Bq}$ [今回(2月22日)取水口へ放出された放射エネルギー]

(流入例)

汚染水濃度が $4 \times 10^8 \text{ Bq/L}$ で1Lを15分かけて、モニタから遠方の排水路へ流出したと仮定。

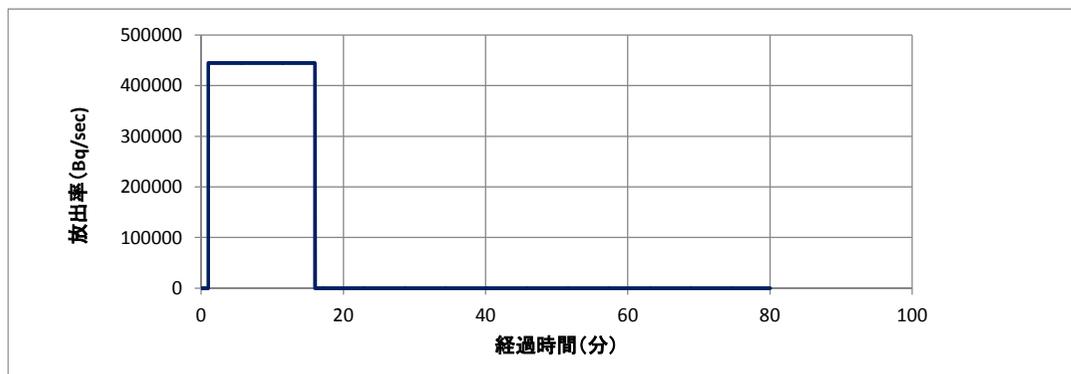
●評価結果

- ・流入距離は、モニタの上流1500mの場所と推測。

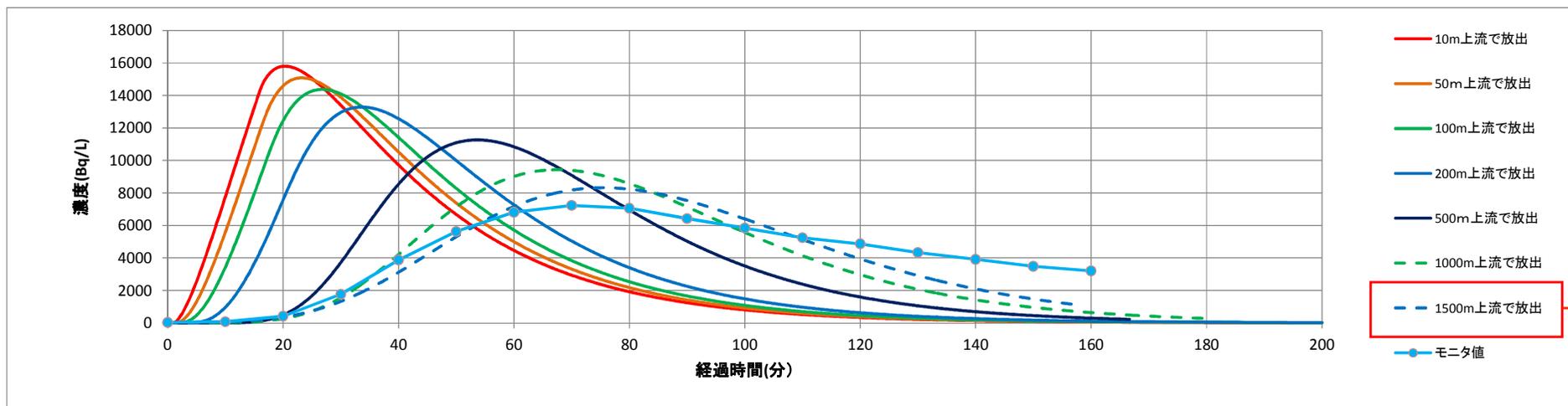
【補足10-2】側溝放射線モニタ値上昇シミュレーション(調査8)

＜ケース2：側溝放射線モニタ上流での流出を想定＞

排水路への放射性物質の流出の時間変化



モニタ値と拡散計算結果



(注)濃度の立ち上がりを合わせるよう時間をずらしてある。

【補足11-1】配管からの漏えい箇所の有無に関する調査計画

➤ 目的

側溝モニタにおける高高警報の発生原因として、高濃度汚染水を内包する配管（現在は使用していない配管含む）からの漏えいした汚染水が、排水路や枝側溝に流入した可能性があることから、これについて調査を実施する。

➤ 対象配管

全βが 10^6 Bq/L以上の汚染水を内包する配管。

具体的にはRO入口水、RO濃縮塩水、濃縮廃液の配管（現在使用されていない配管含む）

➤ 対象エリア

35m盤のB排水路、C排水路、及び両排水路の枝側溝に流入しうるエリアとする。

➤ 実施方法

①線量率調査

対象配管下部の線量率を測定する。

②配管調査

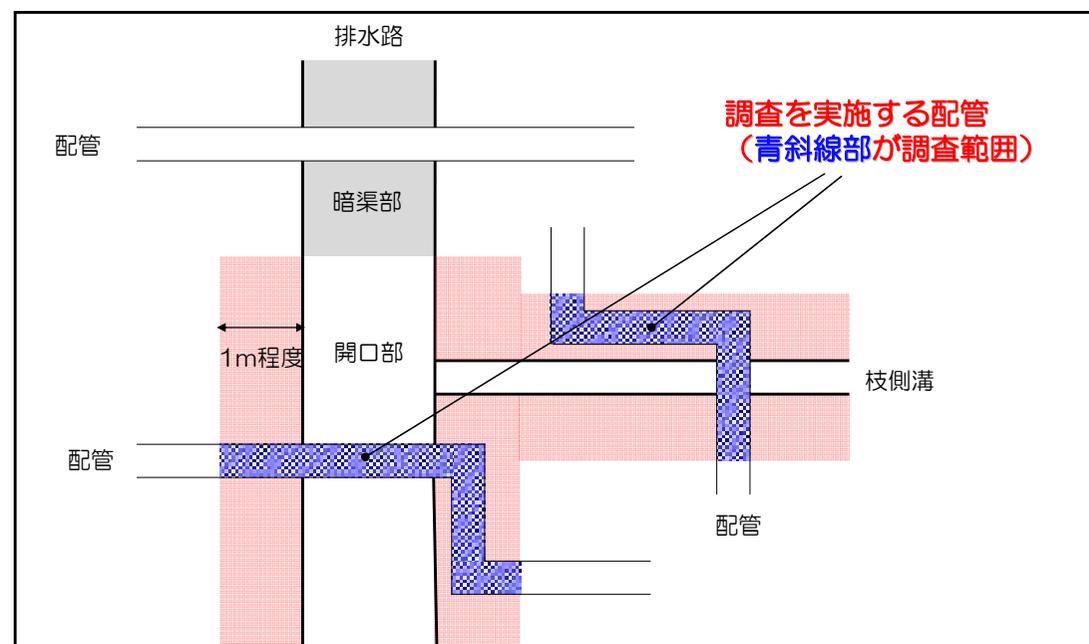
線量率測定の結果により、必要に応じて配管の目視点検を実施する。

➤ 実施日（予定）：4月9日

➤ 公表方針

調査結果は取りまとめて公表する。

ただし、配管からの汚染水漏えいを確認した場合は、速やかに公表するとともに、必要な対策を検討する。



＜対象エリアの調査イメージ図＞

【補足11-2】配管からの漏えい箇所の有無に関する調査計画

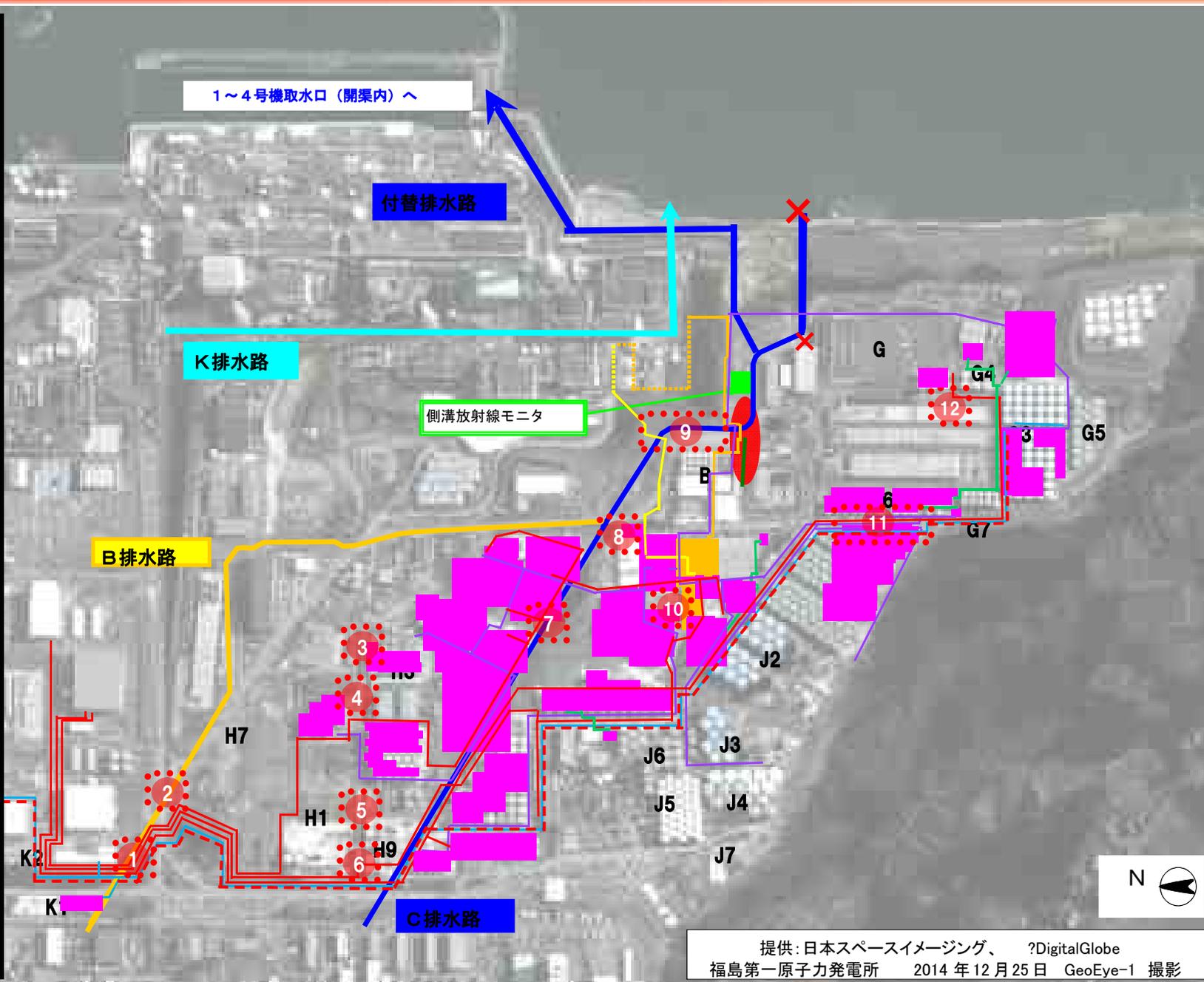


【補足11-3】配管からの漏えい箇所の有無に関する調査結果

実施日: 4月9日		$\beta + \gamma$ (70 μ 線量当量率)
①	B排水路 (Kエリア南側)	0.008
②	B排水路 (H7エリア東側)	0.008
③	B排水路枝側溝 (H3エリア北側)	0.003~0.020
④	B排水路枝側溝 (Dエリア北東側)	0.005~1.1 ※1
⑤	B排水路枝側溝 (H9エリア北東側)	0.005~0.090
⑥	B排水路枝側溝 (H9エリア北西側)	0.003~0.006
⑦	C排水路 (H4エリア西側)	0.003~0.090
⑧	C排水路 (B排水路合流南側)	0.12~1.8 ※2
⑨	C排水路枝側溝 (Bエリア東側)	0.014~0.055
⑩	C排水路枝側溝 (H6エリア南東側)	0.014~0.23 ※2
⑪	C排水路枝側溝 (Jエリア東側)	0.002~0.009
⑫	C排水路枝側溝 (Gエリア周辺)	0.002

※1: 当該箇所は、過去にRO濃縮水を地下貯水槽への移送に使用した配管であり、残水がまだ残っている。尚、保温を外した後の線量率測定結果を補足11-4に示す。

※2: 当該エリアは過去に漏えい事象が発生した場所であり、地表面からの影響を受けている。



【参考11-4】Dエリア北東側の配管で見つかった高線量箇所

保温を外し養生した状況（4月10日）



当該配管は、RO濃縮水を地下貯水槽へ移送した時に使用した配管であり、現在は使用されていない。
また、保温材上からは漏えいの痕跡は見られなかった。

尚、B排水路からは約100m離れており、相当量の漏えいが無い限り排水路への流入は無いと考えられる。

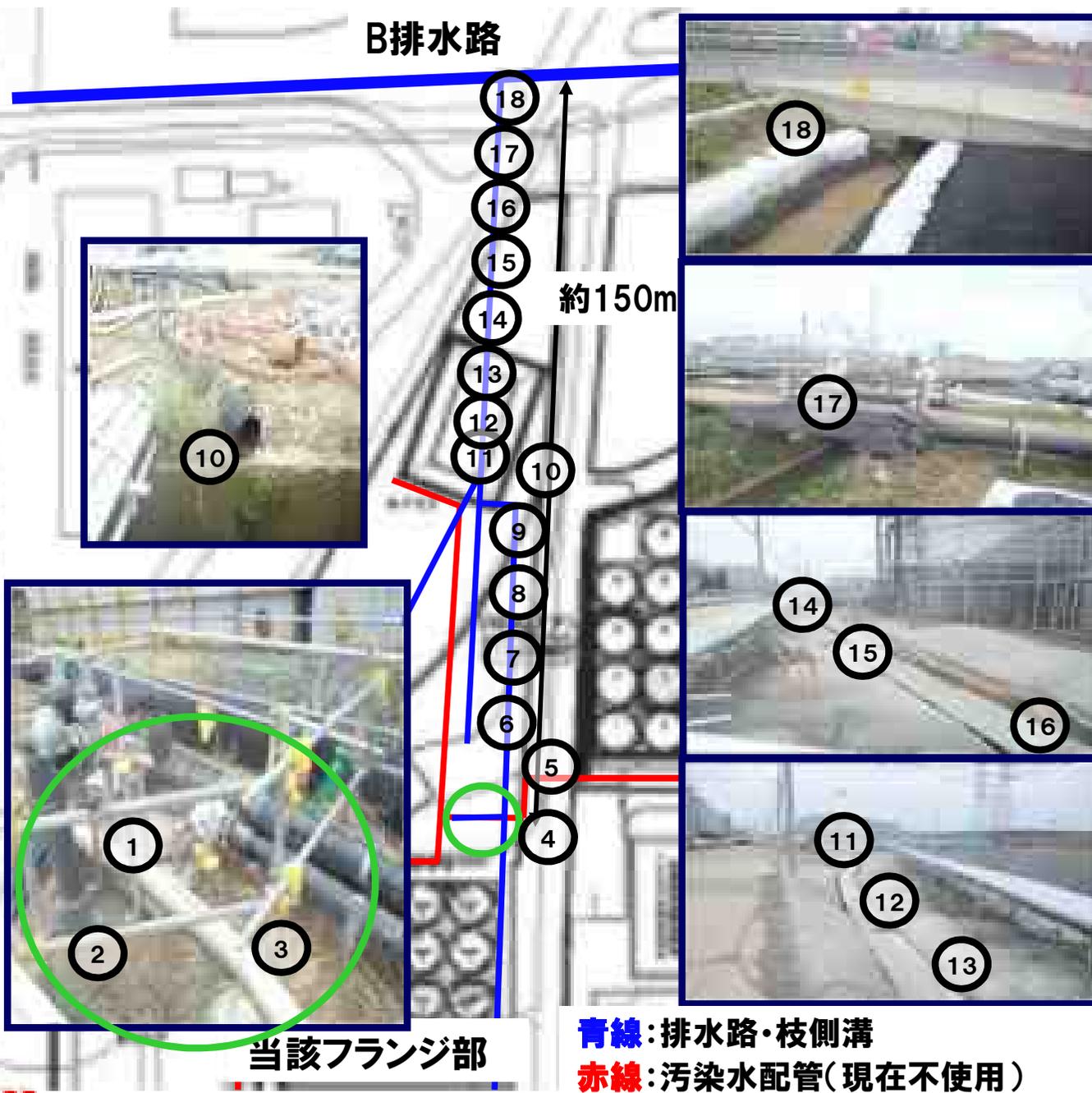
【参考11-5】 Dエリア北東側配管における比較的線量の高いフランジ部の確認したことに基づく排水路流入の可能性に関する調査計画



1. 調査目的
配管からの漏えい箇所の有無に関する調査において、B排水路枝側溝のうち、Dエリア北東側の配管のフランジ部で70 μ m線量当量率で1.1mSv/hの比較的高い線量率が確認された。このため、当該部分の保温材を取り外して確認を行ったところ、フランジ部や地面に70 μ m線量当量率で4mSv/h～15mSv/hの線量率が確認された。
これによる排水路への流入の可能性の有無について、線量率測定ならびに溜まり水のサンプリング・分析による確認を行う。
2. 対象エリア
70 μ m線量当量率で1.1mSv/hの比較的高い線量率が確認された配管のフランジ部付近の側溝
3. 調査方法
(1)線量率調査
 - ・走査測定で70 μ m線量当量率の測定を枝側溝下流方向に実施。
 - ・走査測定で0.1mSv/hを超えない場合は、概ね5～10mの範囲内で1ポイントを静止測定で70 μ m線量当量率と1cm線量当量率で測定。
 - ・走査測定で0.1mSv/hを超える箇所については、最大箇所を70 μ m線量当量率と1cm線量当量率で測定
 (2)試料(溜まり水)採取
枝側溝下流方向について、溜まり水のある場所において、最上流の1ポイントについて試料を採取。測定は、 γ 核種分析ならびに全 β 放射能を測定(水処理運営第四Gからの依頼分析)
(3)枝側溝とB排水路の合流箇所までの距離の測定
歩測にて、概算の距離を測定。
4. 実施体制
水処理運営第四G:測定・採取対象箇所の確認と指示
1～4号放射線管理G:線量率測定
環境モニタリングG:水試料採取
5. 実施日(予定)
H27年4月16日(天候による)

提供 日本スペースイノベーションズ、G0AlphaGlobe
福島第一原子力発電所 2014年12月25日・GenEye-1撮影

【参考11-6】 Dエリア北東側配管における比較的線量の高いフランジ部の確認したことに基づく排水路流入の可能性に関する調査結果



	70 μm 線量当量率 (mSv/h)	1cm 線量当量率 (mSv/h)	β線による 70 μm 線量当量率 (mSv/h)
①	0.75	0.005	0.745
②	0.010	0.008	0.002
③	0.009	0.009	0.000
④	0.025	0.025	0.000
⑤	0.015	0.015	0.000
⑥	0.009	0.009	0.000
⑦	0.010	0.010	0.000
⑧	0.010	0.007	0.003
⑨	0.007	0.007	0.000
⑩	0.007	0.007	0.000
⑪	0.007	0.007	0.000
⑫	0.007	0.007	0.000
⑬	0.007	0.007	0.000
⑭	0.010	0.010	0.000
⑮	0.010	0.008	0.002
⑯	0.009	0.009	0.000
⑰	0.080	0.070	0.010
⑱	0.020	0.020	0.000

枝側溝内水

	全β放射能 (Bq/L)	Cs-134 (Bq/L9)	Cs-137 (Bq/L)
④	21	4.0	15

参考資料

参考1. 事象及び主な時系列

●事象

平成27年2月22日10時頃、発電所構内C排水路の下流に設置されている構内側溝排水放射線モニタ（以下、「側溝放射線モニタ」という）にて高高警報が発生。

「高高」警報発生後は、汚染水の海洋への流出抑制としてB・C排水路に設置してあるゲートを「閉」、また、漏えい範囲拡大防止として汚染水処理・移送を行っていた設備を全て停止。

（側溝放射線モニタは、海洋への流出抑制対策として、汚染水貯蔵タンク等から漏えいした汚染水の排水路への流入検知を目的として設置→同設備を位置付けを末尾の【参考】に示す）

●主な時系列

2月22日（日）

- 10:00 側溝放射線モニタ（A）及び（B）「高」警報発生（警報設定値：全バッチ 1.5×10^3 Bq/L）
- 10:10 側溝放射線モニタ（A）及び（B）「高高」警報発生（警報設定値：全バッチ 3.0×10^3 Bq/L）
- 10:20 警報発生に伴い汚染水流出抑制策を指示
 - (1)全タンクエリア止水弁「閉」操作※
 - (2)35m盤での汚染水処理・移送停止
 - (3)排水路ゲートの「閉」操作
- 10:25 全タンクエリア止水弁「閉」を確認※
- 10:30 全汚染水タンクの水位に有意な変動がないことを確認
- 10:48 モバイルキュリオン（A）停止・・・このあと順次、汚染水処理設備停止
- 11:00 側溝放射線モニタ入口水（排水路内排水）採取（全バッチ放射能分析結果（16:55）： $3,800$ Bq/L）
- 11:05 臨時タンクパトロールを指示
- 11:25 最下流に位置する排水路ゲートBC-1を「閉」操作開始（11:35「全閉」）
- 11:46 逆に、多核種除去設備、増設多核種除去設備、高性能多核種除去設備、RO濃縮水処理設備、モバイルストロンチウム除去装置（A系・B系・第二の2および4）を停止（35m盤の移送を全て停止）

※タンクエリア止水弁は、夜間は対応遅れを防ぐ観点から「閉」としており、事象発生時も「閉」状態が継続していた。

～次頁へ続く～

参考2. 主な時系列(前頁からの続き)

2月22日(日)

- 11:50 側溝放射線モニタ(A)「高高」警報解除
- 12:20 側溝放射線モニタ(B)「高高」警報解除
- 12:20 全汚染水タンクについて、パトロール完了、漏えい等の異常がないことを確認
- 12:47 B排水路およびC排水路に設置された全ての排水路ゲートを「閉」
- 13:30 側溝放射線モニタ(A)「高」警報解除
- 14:02 警報発生時に移送中であった系統配管のパトロール完了、異常がないことを確認
- 15:01 パワープロベスター(バキューム車)による排水路内溜まり水の汲み上げを開始
- 16:55 手分析結果より汚染した水が管理区域外へ漏えいしたと判断(法令報告に該当すると判断)
- 22:00 側溝放射線モニタ入口水(排水路内排水)採取(全ベータ放射能測定結果(23日 0:53): 20 Bq/L)

2月23日(月)

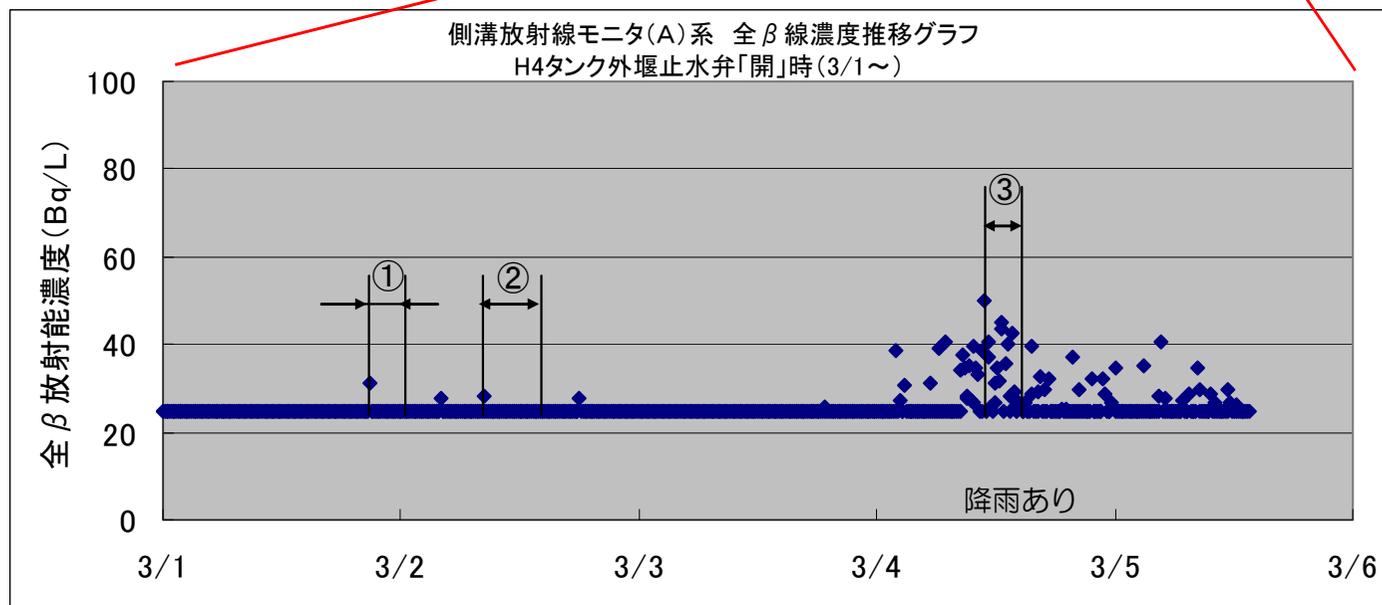
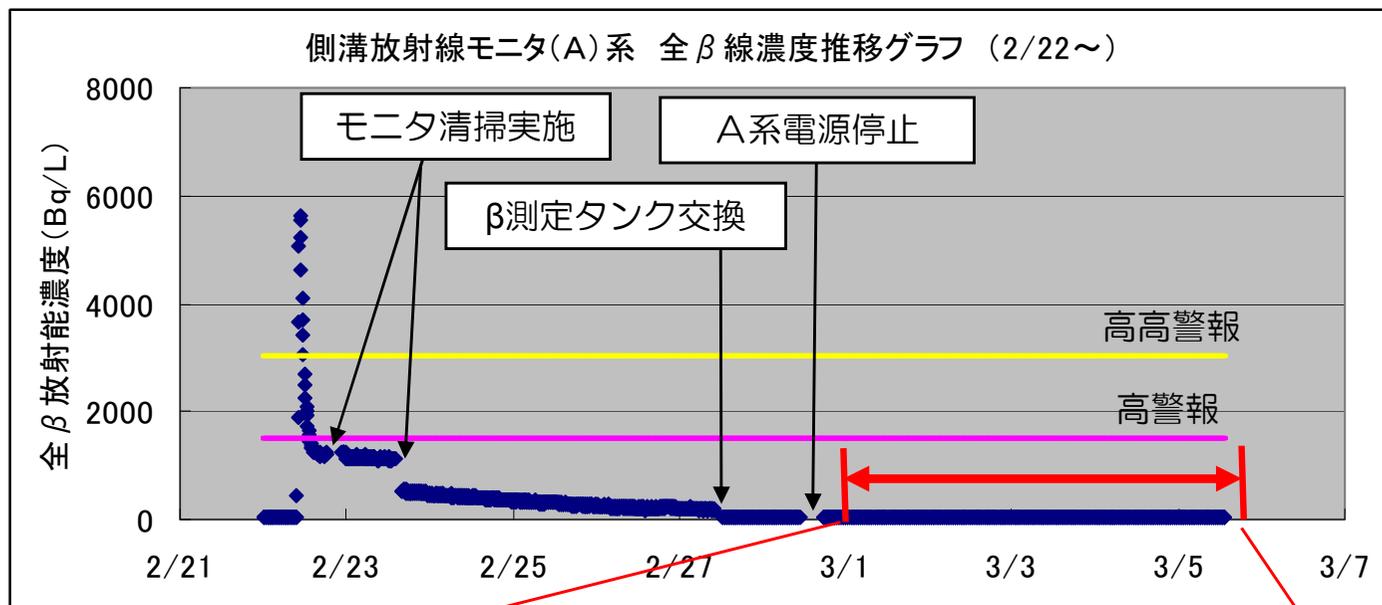
- 3:50 前日22:00に採取した排水路水の全ベータ(β)放射能測定結果が20Bq/Lであり、通常の変動範囲内に低下していること、今後降雨の影響等により排水路内の水が溢水し、管理できないところで土壤に浸透する恐れ、さらには外洋への流出リスクを回避する目的から、B排水路およびC排水路の排水路ゲート「開」操作を指示。排水路最下流ゲートBC-1「開」/港湾内へ排水開始。
- 5:23 全ての排水路ゲートの開操作完了

※排水路ゲート「閉」操作にかかわる時系列

2月22日(日)

- 10:20 警報発生に伴い汚染水流出抑制のため排水路ゲート閉止を指示
- 10:25~11:00 操作メンバー調整、ゲート操作位置・手順確認、装備の確認、着替え
- 11:20 現場到着
- 11:25 C排水路ゲート「BC-1」の「閉」操作開始(11:35「閉」操作完了)

参考3. 側溝放射線モニタ(A)系 全β指示値

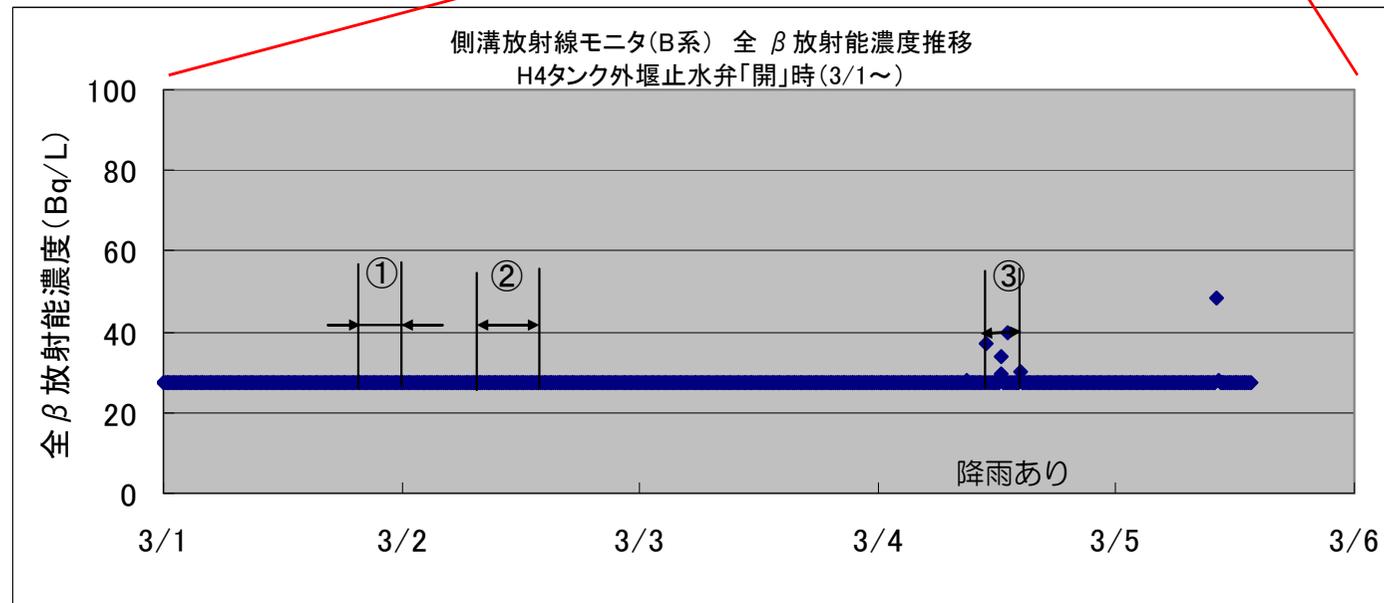
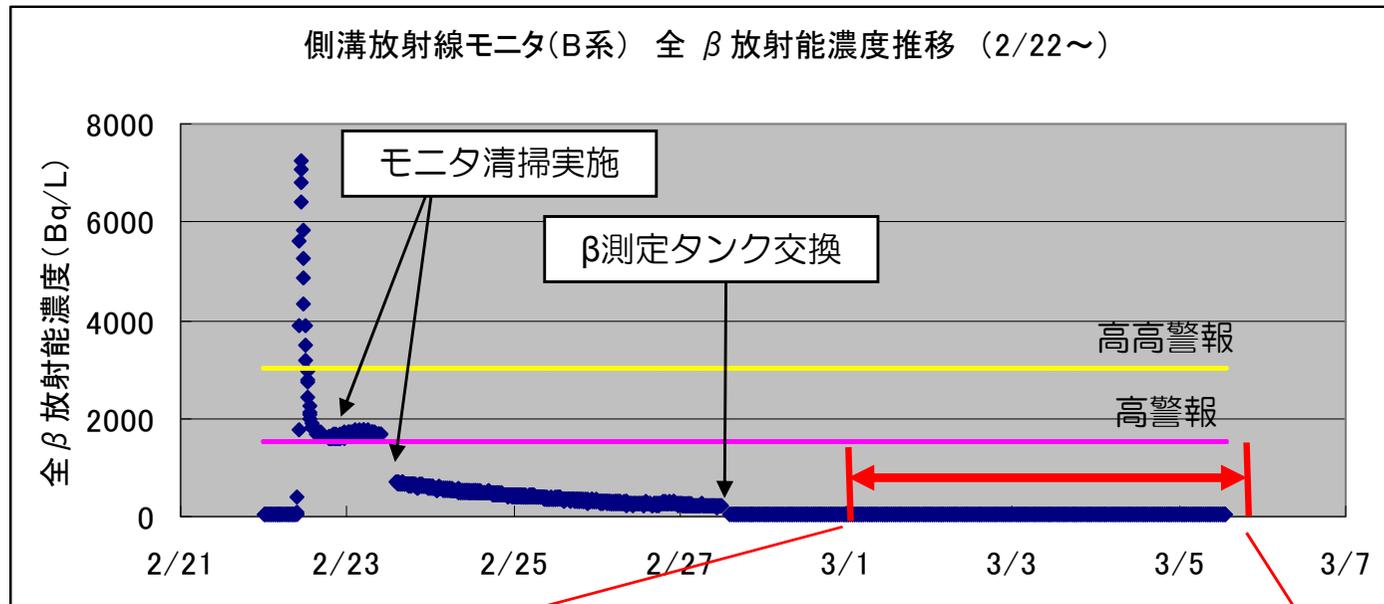


①②③: H4タンク外堰止水弁を「開」としていた期間

①	3/1	21:00～
	3/2	1:00
②	3/2	9:00～
	3/2	15:00
③	3/4	11:00～
	3/4	15:00

注意：βモニタについては、排水路の水が置換されるまでには時間を要するため、時間遅れが生じる

参考4. 側溝放射線モニタ(B系) 全β指示値



①②③: H4タンク外堰止水弁
を「開」としていた期間

- ① 3/1 21:00~
3/2 1:00
- ② 3/2 9:00~
3/2 15:00
- ③ 3/4 11:00~
3/4 15:00

注意: βモニタについては、排水路の水が置換されるまでには時間を要するため、時間遅れが生じる

参考5. 側溝放射線モニタの位置付け

▶タンク水位に異常が認められた場合，地震に伴う水位異常，及び竜巻警報発令時には，対象外周堰電動弁を閉とするとともに，外周堰内へのタンク汚染水漏えいの有無を調査する

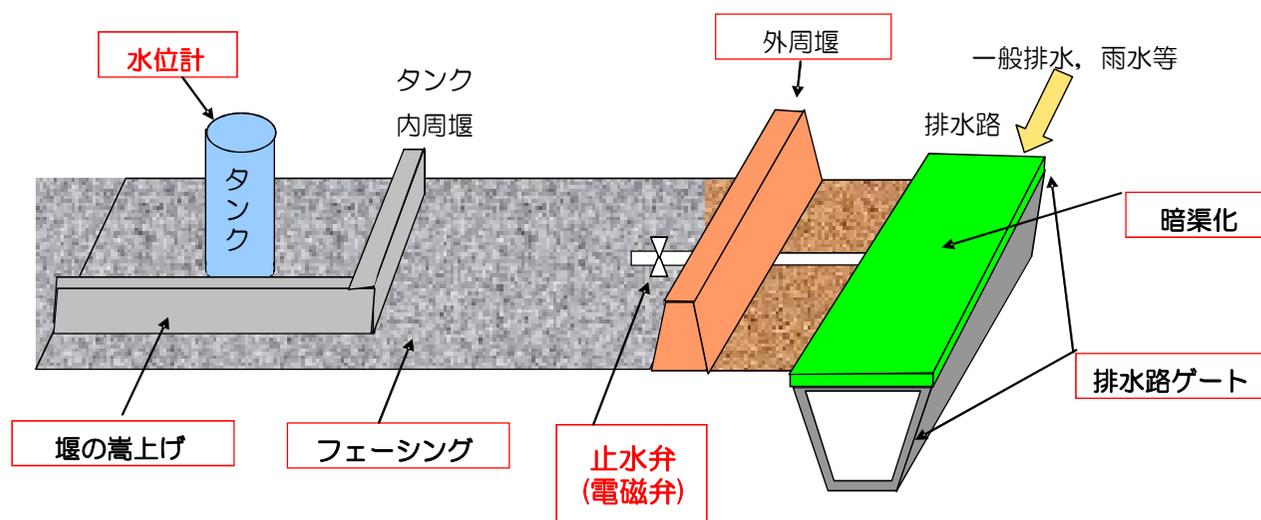
▶側溝放射線モニタにて排水路への流入の有無を監視する

- 流入放射エネルギーの評価にも使用する

▶排水路への流入が認められれば，排水路への流入経路を調査し，流入箇所を隔離する。

▶降雨の状況，排水路への汚染水流入の継続有無等を総合的に検討し，排水路ゲートの閉止を判断する

- 降雨時にゲートを閉止すると数分で排水路が溢水するので，ゲート閉止には総合的な判断が必要



参考6-1. 排水路・港湾内等モニタリング強化

■排水路・港湾内等モニタリング強化

今回の事象に鑑み、2月23日から下記のポイントについて、 γ 放射能及び全 β 放射能測定を1回/週から毎日に変更。これまでの分析結果において有意な変動は確認されていない。

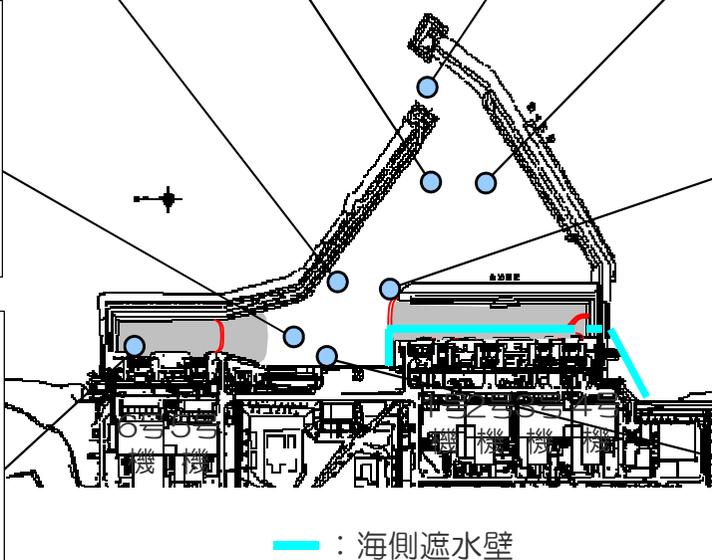
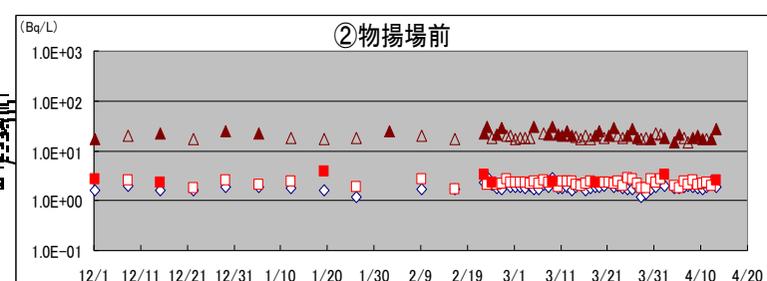
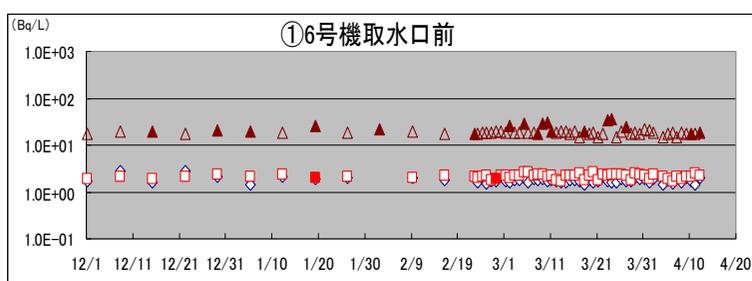
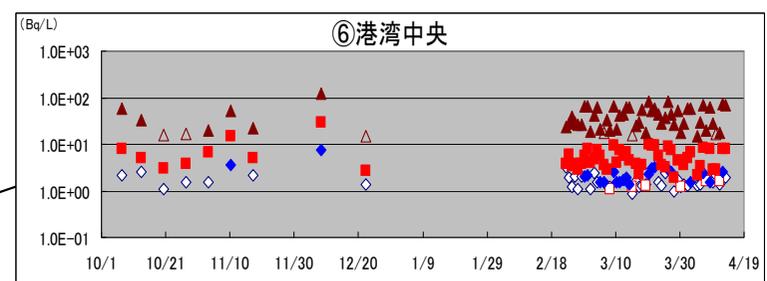
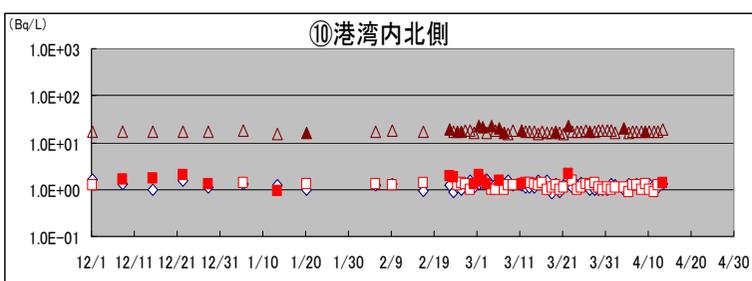
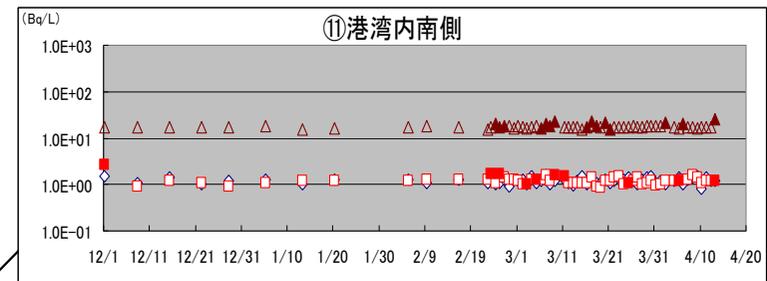
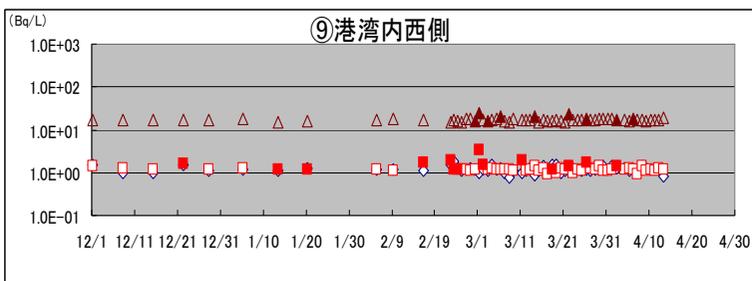
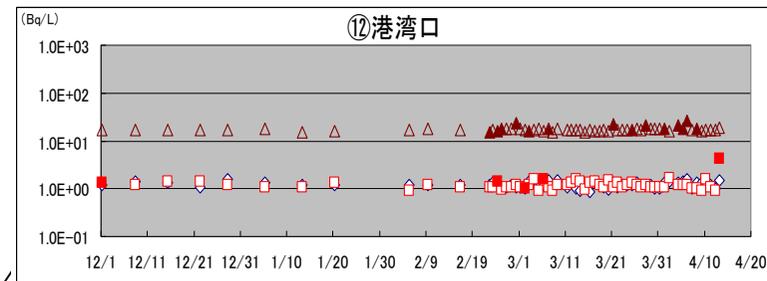
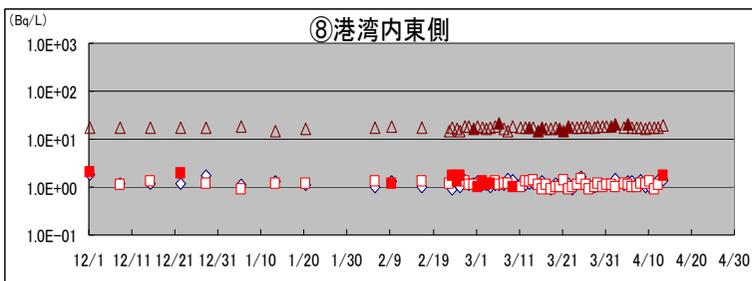
(1)排水路

- ①側溝放射線モニタ近傍（今回の事象に伴い追加）

(2)港湾内等

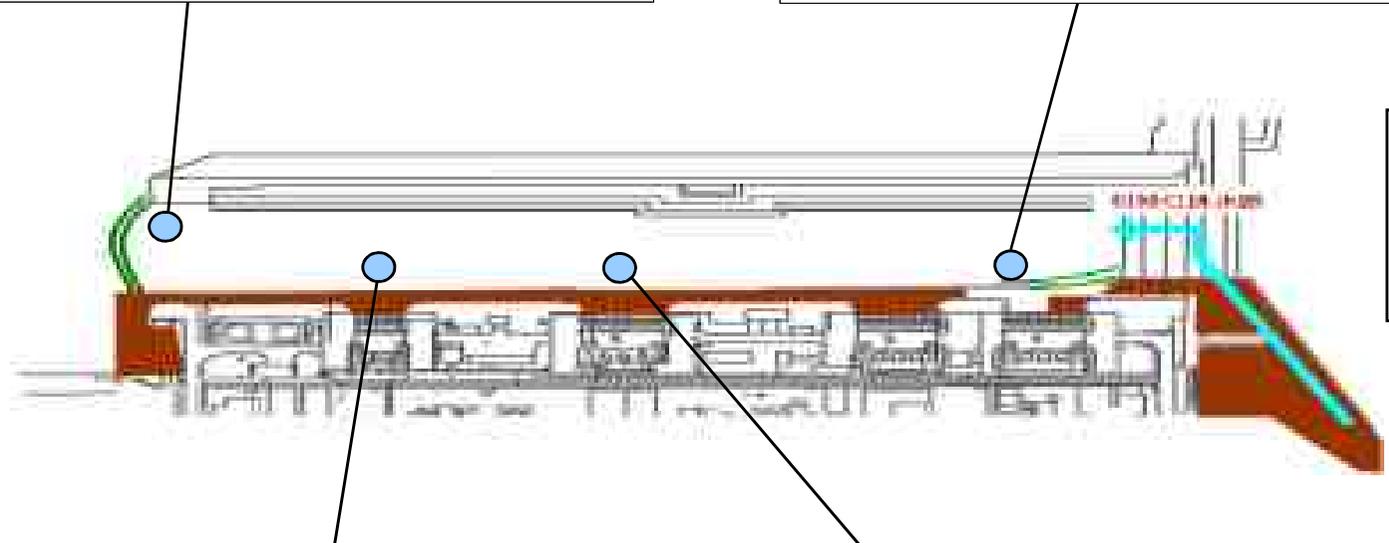
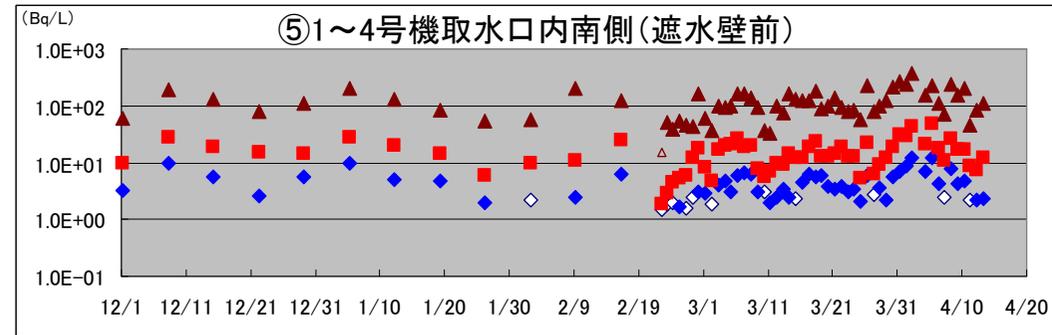
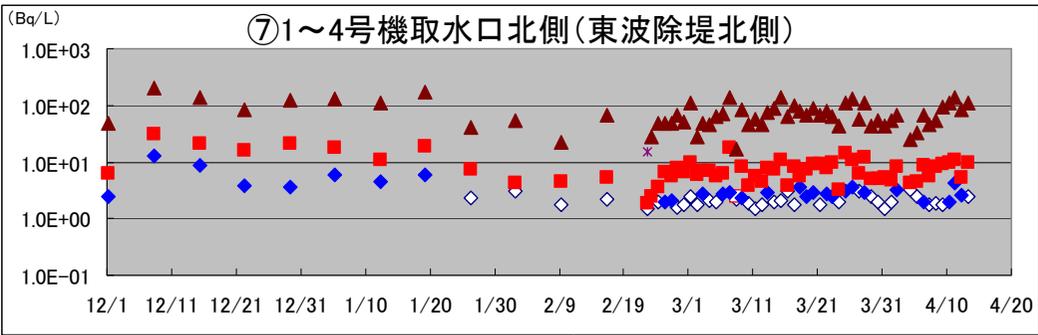
- ①6号機取水口 ②物揚場 ③1号機取水口（遮水壁前）
- ④2号機取水口（遮水壁前） ⑤1～4号機取水口内南側（遮水壁前）
- ⑥港湾中央 ⑦1～4号機取水口内北側（東波除堤北側）
- ⑧港湾内東側 ⑨港湾内西側 ⑩港湾内北側 ⑪港湾内南側
- ⑫港湾口

参考6-2. 港湾内のサンプリングポイント・測定結果



— : 海側遮水壁

参考6-3. 港湾内のサンプリングポイント・測定結果



- ◇ Cs-134 (検出限界値)
- Cs-137 (検出限界値)
- △ 全β (検出限界値)
- ◆ Cs-134
- Cs-137
- ▲ 全β

