

福島第一原子力発電所 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

平成27年3月16日

東京電力株式会社



東京電力

1-1. 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側溝放射線モニタで警報が発生。

「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。

(当該放射線モニタは、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)

●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:全ベータ 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:全ベータ 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(全ベータ放射能分析結果(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迄に、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、夜間に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～

1-2. 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 β - γ 放射能測定結果（23日 0:53）：20 Bq/L）

2月23日（月）

- ・ 3:50 22:00に採取した排水路水の全 β - γ 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）

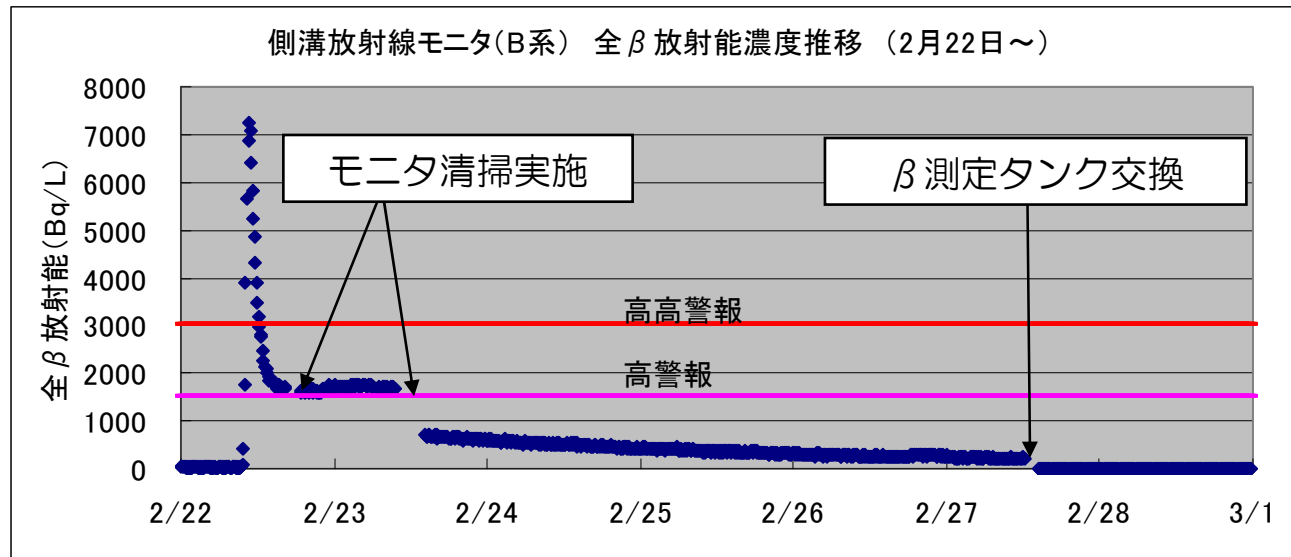
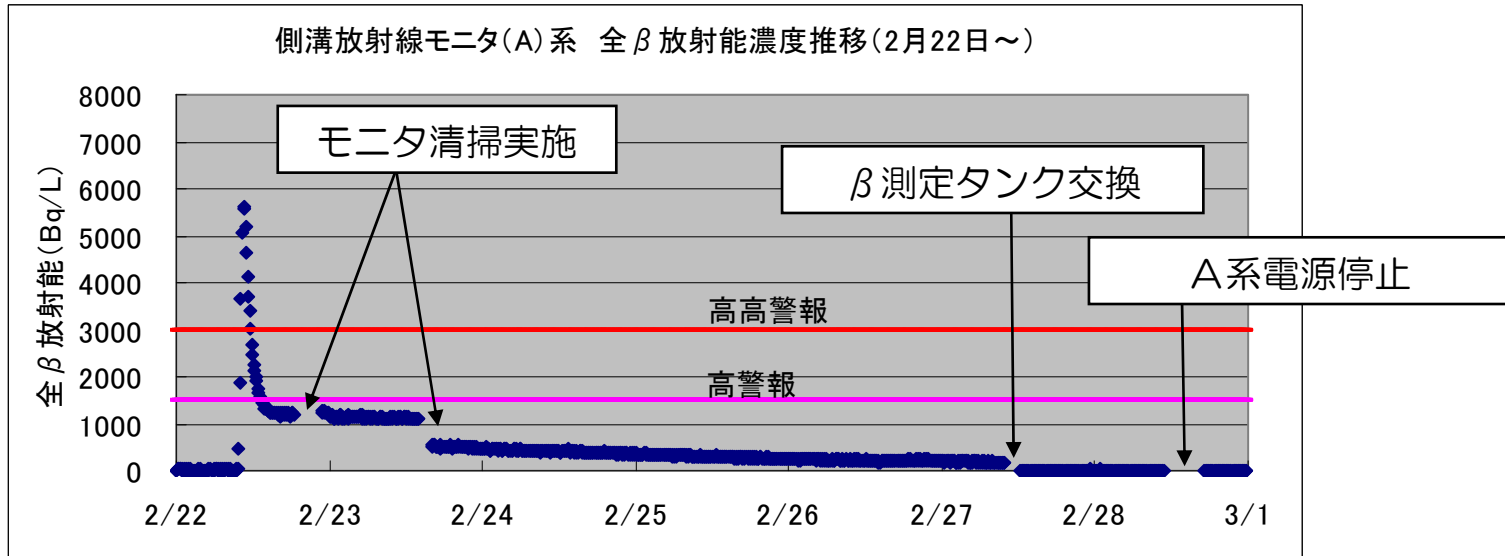
- ・ 10:20 警報発生に伴い汚染水流出抑制のため排水路ゲート閉止を指示
- ・ 10:25～11:00 操作メンバー調整、ゲート操作位置・手順再確認、装備の確認、着替え
- ・ 11:20 現場到着
- ・ 11:25 C排水路ゲート「BC-1」の「閉」操作開始（11:35「閉」操作完了）

2. 側溝放射線モニタ設置及び閉止ゲート設置場所



- ・11時35分 BC1排水路ゲート閉止
(最下流側)
- ・11時55分 B1・C1排水路ゲート閉止
- ・12時07分 B2排水路ゲート閉止
- ・12時24分 C2排水路ゲート閉止
- ・12時47分 B3排水路ゲート閉止
(全ゲート閉止完了)

3. 側溝放射線モニタ指示値



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

4. 原因調査

当該放射線モニタの警報が発生した原因について、以下のとおり要因分析図を作成・整理し、調査を実施。

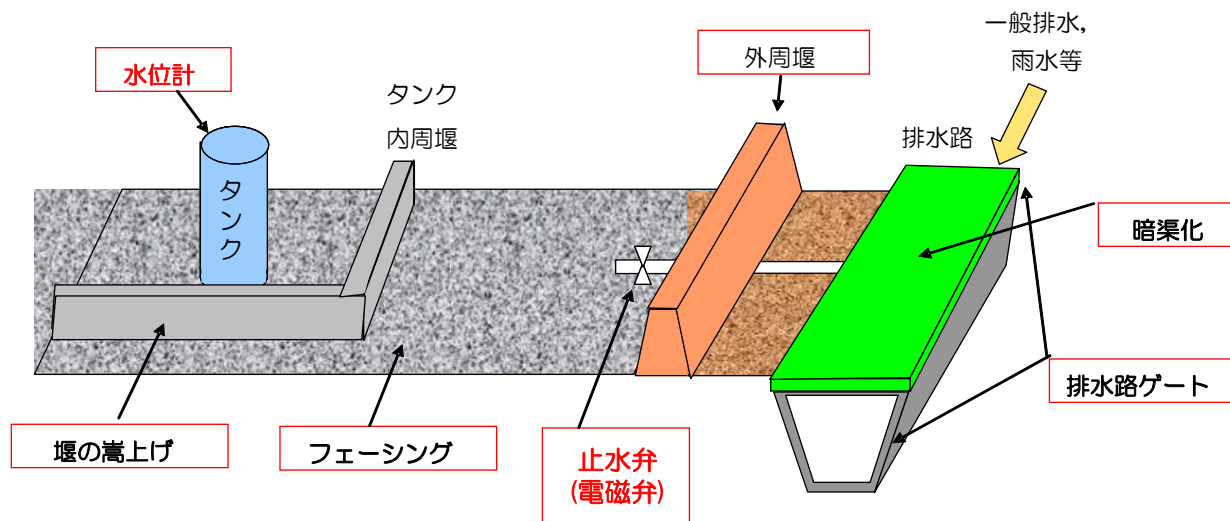
《事象》	《要因》	《調査内容》	《調査結果》	《判定》	
側溝放射線モニター 高高警報発生	1.計器誤動作	—	排水路の水分析の結果、高濃度の全βが検出→検出器は正常動作	×	
	2.汚染水タンクからの漏えい	タンク水位確認、タンクパトロール	タンク水位に変化なし、パトロールの結果、異常なし	×	4-1参照
	3.汚染水処理設備又は移送配管からの漏えい	警報発生後パトロール(2/22)、水処理設備起動後パトロール(2/23)	警報発生後パトロール(22日)、水処理設備起動後パトロール(23日)とも、異常なし	×	4-2参照
	4.水処理設備以外の設備からの漏えい	排水路近傍の設備、資機材を確認	排水路近傍の設備、資機材の確認を実施し、高濃度廃液等を確認したが、漏えいや持ち出された形跡は確認されなかった	×	4-3参照
	5.降雨による一時的上昇	過去のデータ確認	これまでの降雨による一時的な上昇(全β)はせいぜい百Bq/L程度であり、数千Bq/Lまで上昇することはない	×	
	6.昨年のH4タンク漏えいで汚染した土壌の流入	H4タンク近傍の集水枡の水分析	H4タンク近傍の集水枡の水分析の結果で、全βが1700Bq/L(無線局舎付近)と1900Bq/L(H4エリア南東側外堰内)が確認されたが、この濃度では側溝モニター高高警報設定値(3000Bq/L)まで上昇することはない	×	
	7.排水路清掃作業	当日の作業確認	排水路の清掃作業なし	×	
	8.排水路への汚染水・汚染物の流入(近傍作業)	当日の排水路、枝排水路近傍での汚染水・物を扱う作業の調査	汚染水を扱う作業はあったものの漏えいなど流入することはない	×	4-4参照
	当日(4:00-10:00※)構内に入域した全作業員[延1112人]のAPD調査(β線被ばく) ※排水路の流速及び側溝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	有意なβ線被ばくなし(β被ばく者2名の作業は2・3号機建屋内滞留水設備設置工事)	×	4-4参照	
	排水路、枝排水路付近及びH4エリアの放射線(β線)サーベイ	継続調査中		4-4参照	
	当日構内に入域した全作業員[延1112人]の作業状況の調査 ・作業件名はあっているか ・排水路近傍で物を落とさなかったか	予定外の作業件名はなく、作業で排水路近傍に汚染物等を落下させた事象はなかった	×	4-4参照	
	タンク堰内及び防護監視カメラの確認	排水路への流入なし。及び、不審な行動をとる作業員はいなかった	×	4-4参照	
	汚染水流入時における、側溝放射線モニタ上昇パターンシミュレーション	実施中		4-4参照	

4-1. 原因調査（汚染水タンクからの漏えい）

○汚染水タンクからの漏えいの可能性について

確認した以下の事実から、汚染水タンクからの漏えいの可能性はないと判断した。

- ・当該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）。
- ・当該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。
- ・当該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。



4-2. 原因調査（汚染水処理設備又は移送配管からの漏えい）

○汚染水処理設備又は移送配管からの漏えいの可能性について

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の可能性はないと判断した。

- ・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。
- ・当該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、当該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。

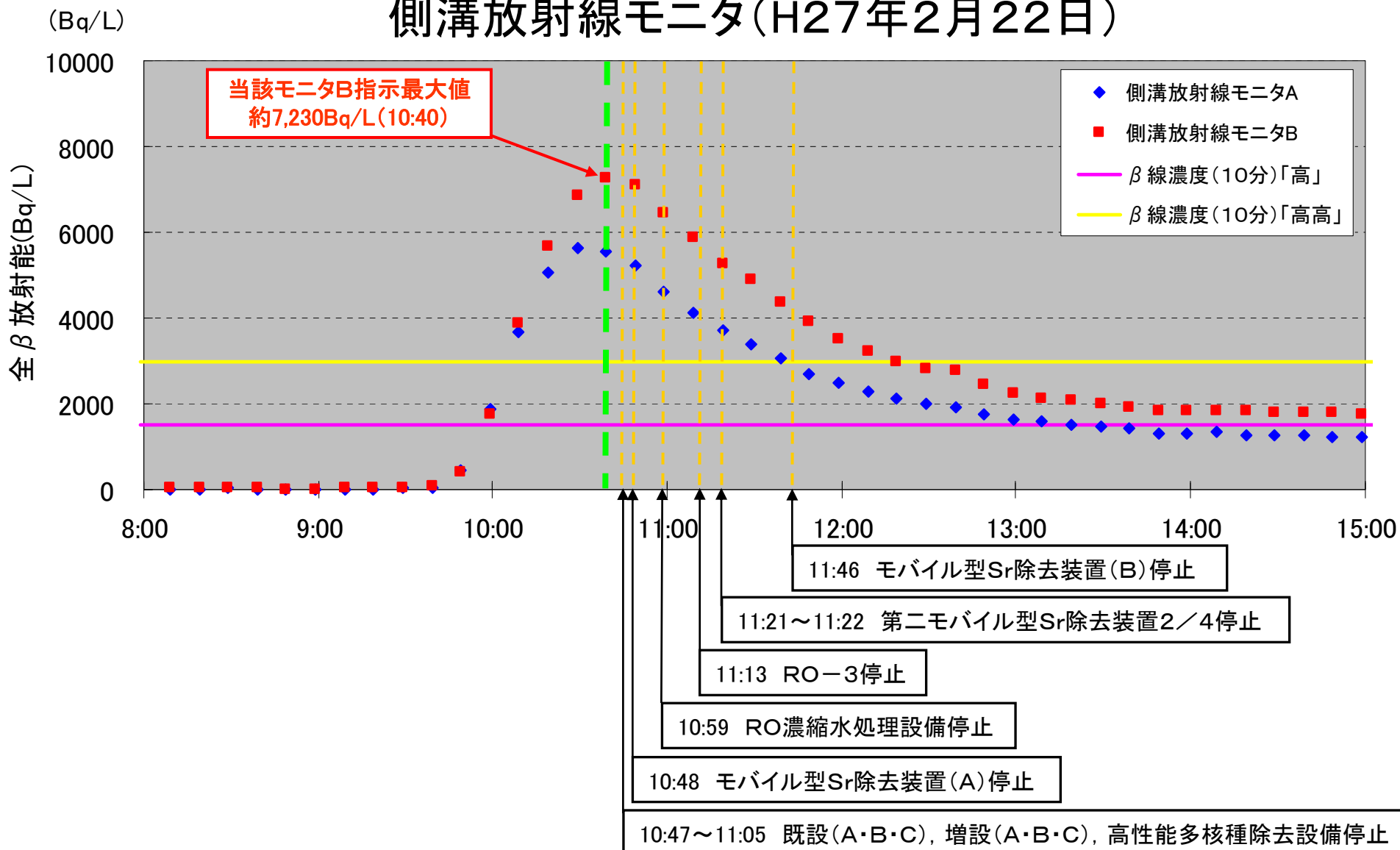
【4-2-1（補足資料）参照】

- ・設備運転再開後（2/23）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（2/23）の当該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。【4-2-2（補足資料）参照】

※排水路に設置されている当該モニタは、35m盤と同程度の高さに設置されているため、35m盤より低い位置に設置してあり、35m盤より上に汚染水を移送していない処理設備は対象外とした。

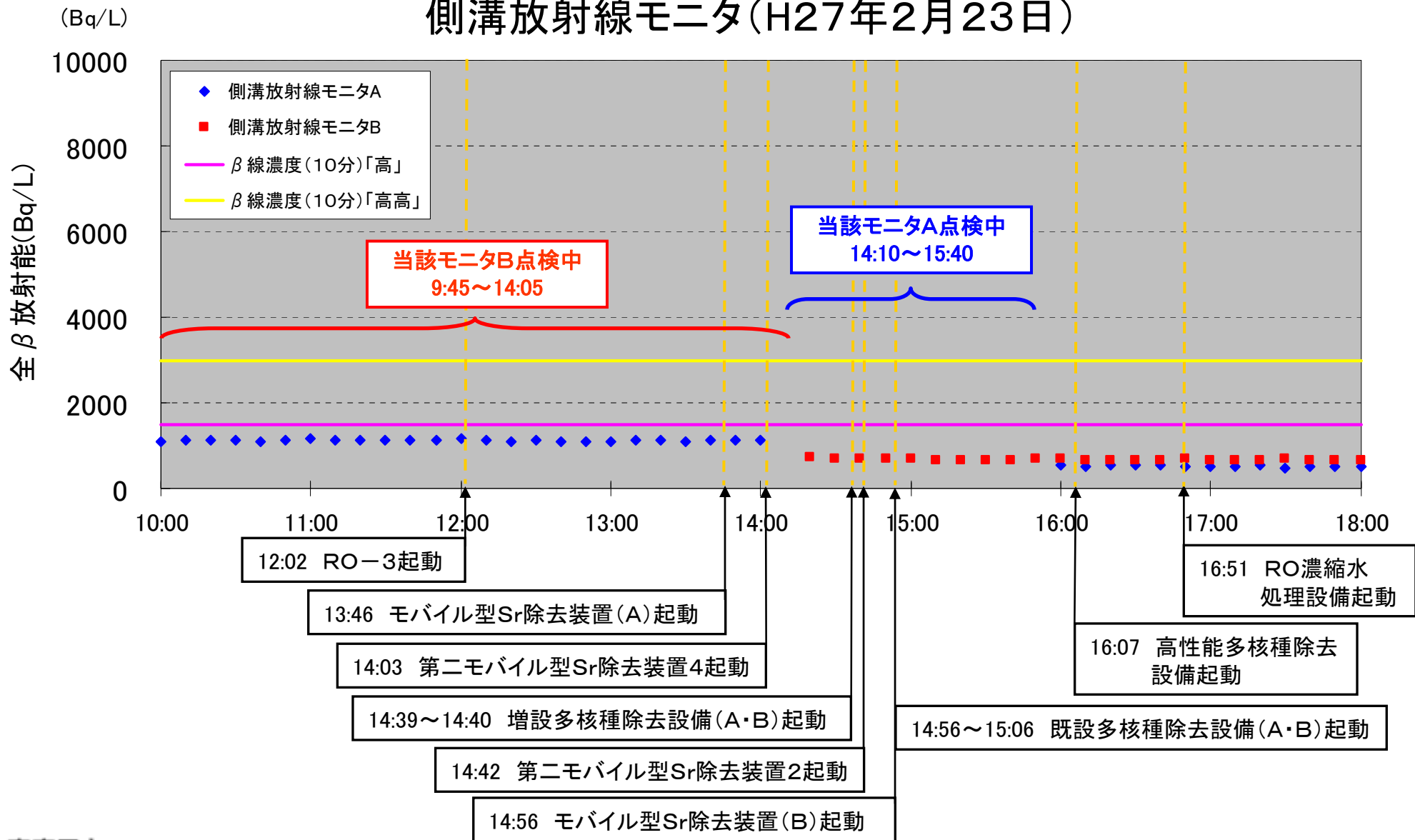
4-2-1. 汚染水処理設備停止実績 (4-2.補足資料)

側溝放射線モニタ(H27年2月22日)



4-2-2. 汚染水処理設備起動実績 (4-2.補足資料)

側溝放射線モニタ(H27年2月23日)



4-3. 原因調査（水処理設備以外からの漏洩）

○排水路近傍の設備、資機材を確認

B・C排水路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。

●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。

【4-3-1 補足資料参照】

4-3-1. 水処理設備以外からの漏洩（4-3補足資料）



4-4. 原因調査（排水路への汚染水・汚染物の流入）

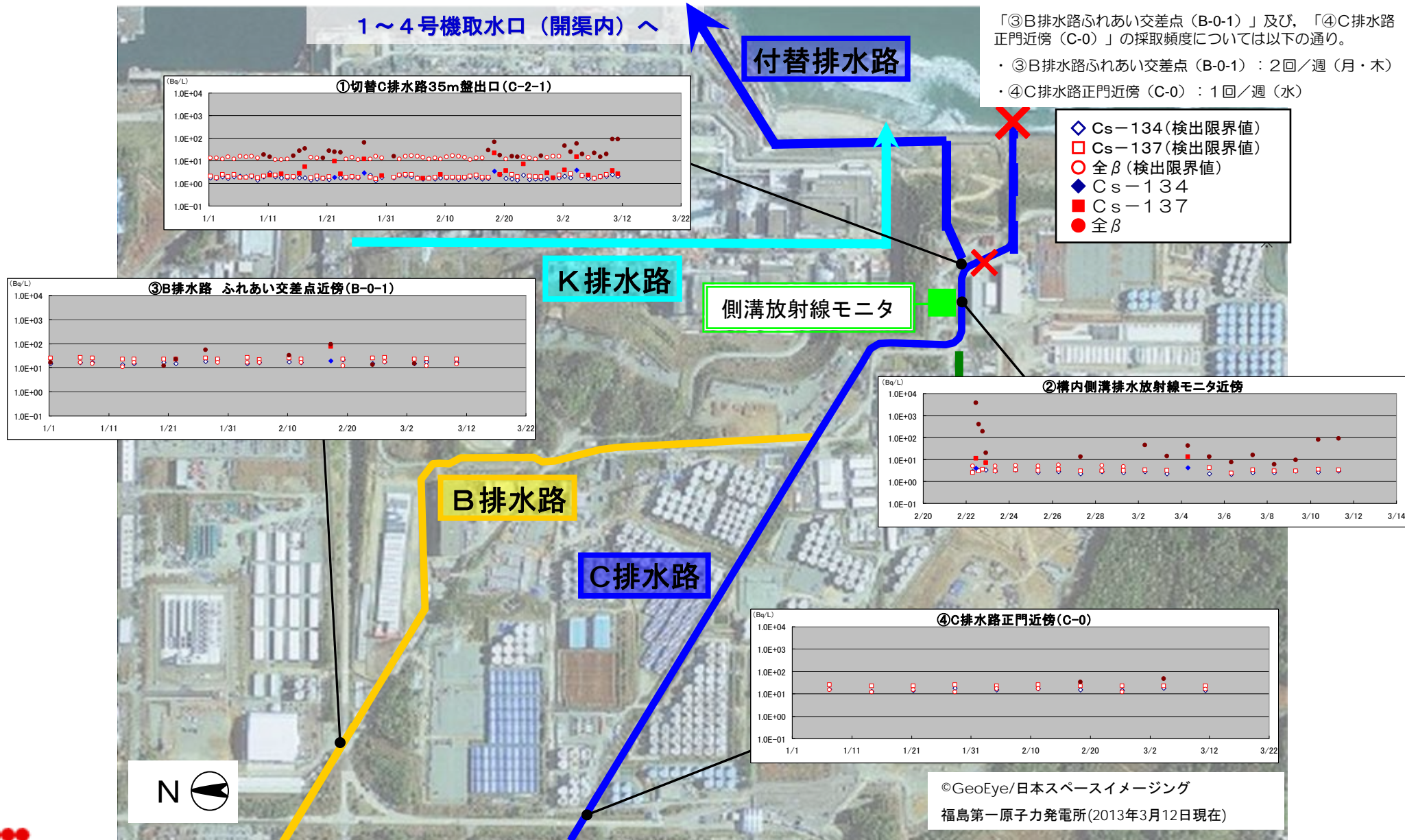
○排水路への汚染水・汚染物の流入の可能性について

これまで確認した以下の調査において、警報発生の原因は判明していない。

- a. B・C排水路および枝排水路の水分析および放射線（ β 線）サーベイ（実施中）
B・C排水路水の全ベータ放射能分析において高全 β 放射能は確認されなかったが、枝排水路等の溜まり水の2ヶ所において1700Bq/L（無線局舎付近）、1900Bq/L（H4エリア南東外堰内）が確認されたが、側溝放射線モニタの高警報誘発する濃度ではない。また排水路・枝排水路付近の放射線サーベイにおいて、汚染水の流入の痕跡は確認されなかった。
今後、過去に漏洩実績のあるH4エリア周りの β 放射線サーベイを実施する。
【4-4-1, 4-4-2, 4-4-3（補足資料）参照】
- b. B・C排水路および枝排水路近傍での汚染水・物を扱った作業の実績確認（3/6完了）
2/22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排水路および枝排水路に汚染水・物が流入するような事象が無かったことを確認した。
【4-4-4-(1),(2)（補足資料）参照】
- c. 事象発生当日、構内に入域した全作業員の作業状況確認（聞き取り確認）（3/6完了）
2/22に作業に従事していた全作業員に作業状況の聞き取り確認を実施し、当日の作業の中で不審な作業は確認されなかった。
【4-4-4-(1),(2)（補足資料）参照】
- d. 事象発生当日、構内に入域した全作業員のAPD確認（2/27完了）
事象発生当日（4:00～10:00*）構内に入域した作業員は、延べ人数で1,112人であり、全作業員のAPD値を確認したところ、2,3号機建屋内滞留水設備設置作業に従事していた2名にベータ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。
（※排水路の流速及び側溝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を調査）
- e. タンクエリアおよび防護監視カメラの映像確認（3/2完了）
事象発生当日（4:00～10:00*）のタンクエリア設置および防護監視用カメラの映像確認を実施したが、排水路への流入や不審な行動をとる作業員は確認されなかった。（※排水路の流速及び側溝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を調査）
- f. 汚染水流入時における、側溝放射線モニタ上昇パターンシミュレーション
実施中

4-4-1. B・C排水路のサンプリングポイント (4-4.補足資料)

3/11現在



4-4-2-(1). 枝排水路のサンプリングポイント (4-4.補足資料)



4-4-2-(2). 枝排水路水の分析結果 (4-4.補足資料)

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管理型処分場枝排水路水

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

③Bタンク外堰からC排水路への枝排水路水

	Cs-134	Cs-137	全β
2/23 14:48	ND(4.4)	ND(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無線局舎エリア枝排水路水

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

⑥地下貯水槽IV周辺枝排水路水

	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排水路

	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。

4-4-3. B・C排水路, 枝排水路のサーベイ結果 (4-4.補足資料)

1～4号機取水口 (開渠内) へ

現時点で、流入源を特定できるような高線量率(70 μ m線量当量率)の測定結果は得られていない。

付替排水路

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

H27.2.26 C枝排水路(1)
測定結果
0.01～0.07mSv/h
(70 μ m線量当量率)

H27.2.26 C枝排水路(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
(70 μ m線量当量率)

H27.2.28 C枝排水路(3)
測定結果
0.005～0.03mSv/h
(70 μ m線量当量率)

H27.2.28 B枝排水路(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
(70 μ m線量当量率)

K排水路

側溝放射線モニタ

H4Iリ7

C排水路

B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)

4-4-4. 側溝放射線モニタ警報発生時の構内作業状況 (4-4.補足資料)

○作業員作業状況の確認 (聞き取り確認)

●対象者：警報発生当日4時～10時に入域した作業員【12所管部 73件名 延1,112人】

●確認内容

- ①作業に伴う汚染水取り扱いの有無
- ②作業件名はあっていたか
- 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：

	有	無
①作業に伴う汚染水取り扱いの有無	19件*	54件名
②作業件名はあっていたか	0件	73件名
③排水路近傍で物を落とさなかったか	0件	73件名
④その他、不審な点・行動を見かけたか	0件	73件名

* 所管部：水処理運営部、水処理設備部、水処理土木部、放射線・環境部、土木部、5・6号保全部

5. 環境への影響

●放出量評価

約 $4 \times 10^8 \text{Bq}$ （暫定値；全ベータの放射能量）

評価方法：

事象発生当日の側溝放射線モニタの指示値を確認したところ、9時30分時点から指示値に上昇が見られたことから、排水路の最下流側ゲート（BC1）を閉止するまでの間に港湾内へ排出された全ベータ放射能を評価した。

●環境影響

3月11日までの港湾内海水の分析結果に有意な変動は確認されていない。

6. 今後の対応（その1）

●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

【6-1-(1),(2)（補足資料）参照】

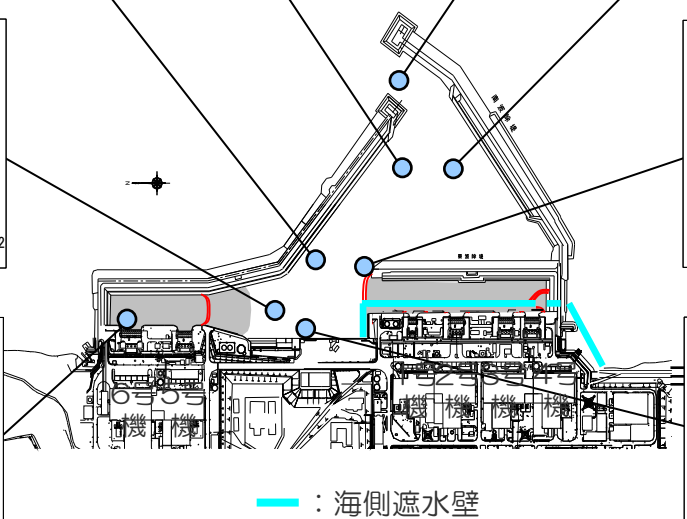
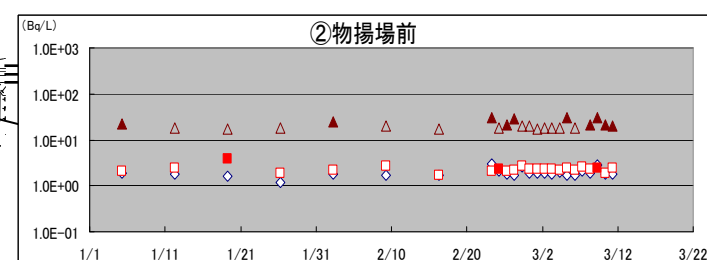
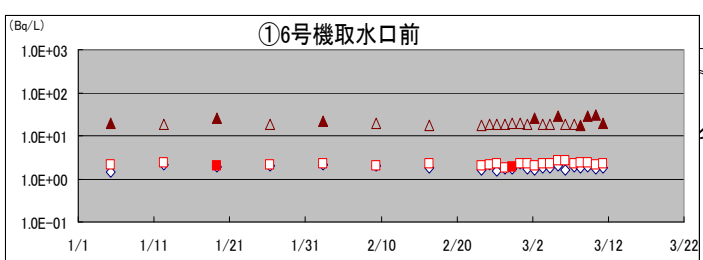
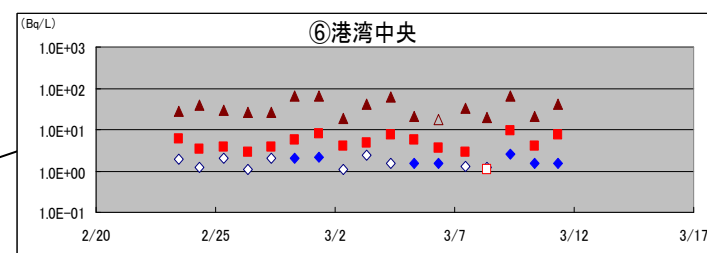
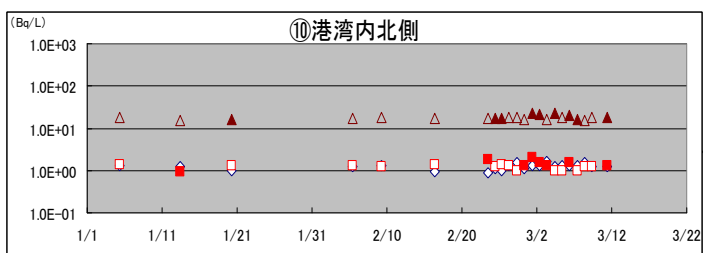
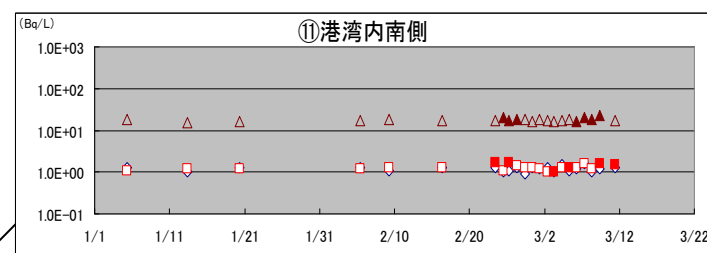
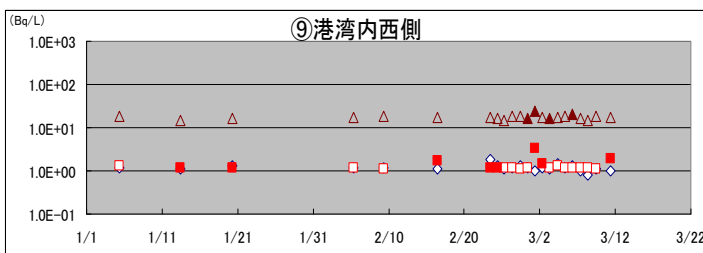
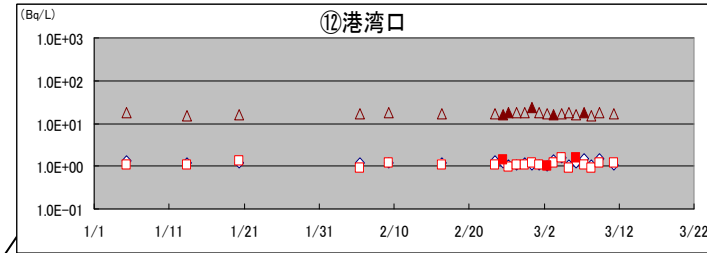
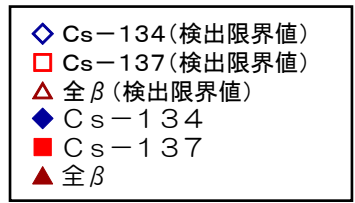
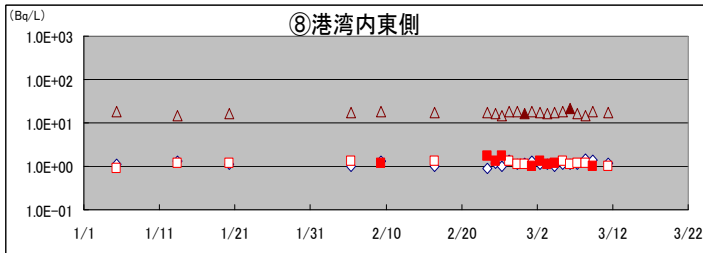
●警報発生時の対応改善

(1)ゲート「閉」操作対応者の訓練実施（H27年3月完了目途）

排水路ゲートが電動化されるまでの間、ゲート「開閉」操作が円滑に行えるよう、操作対応者（土木部門の対応メンバー）全員について、ゲート「開閉」操作訓練を実施する。これまでも操作訓練は実施していたが、本事象に鑑みて、平成27年3月末までに操作対応者全員が一人1回の訓練を実施する。

6-1-(1). 港湾内のサンプリングポイント (6.補足資料)

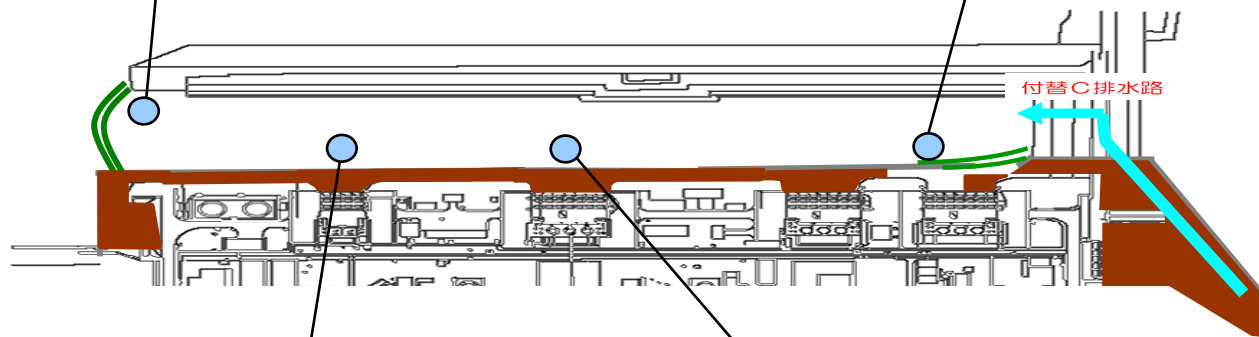
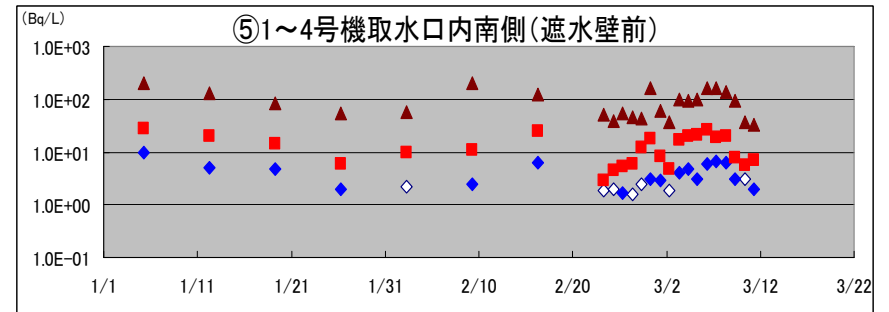
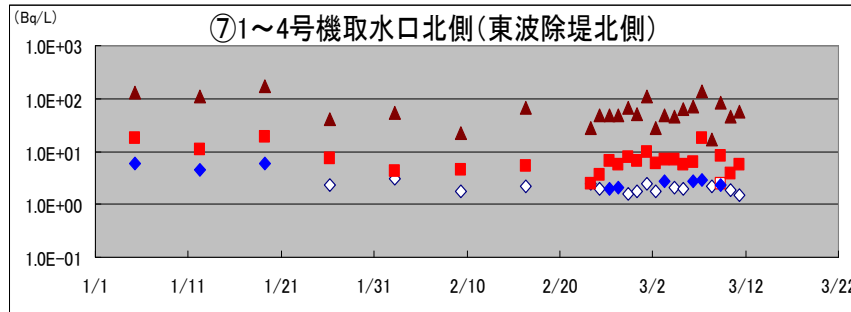
3/11現在



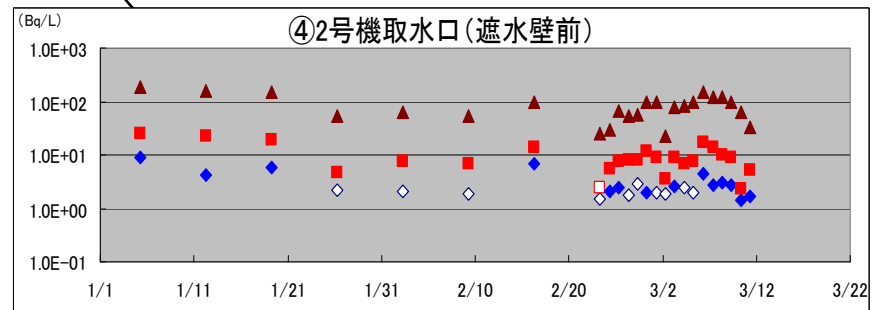
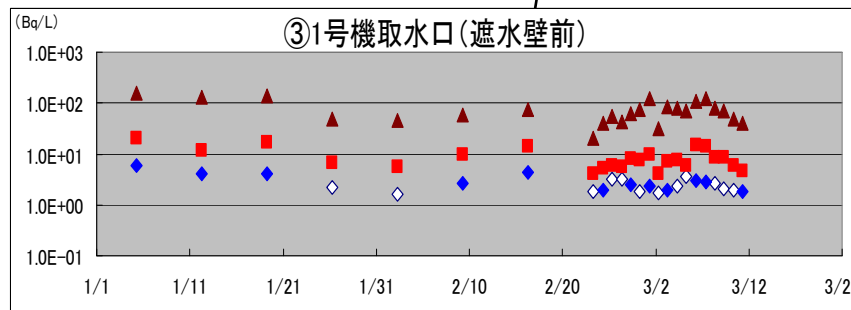
— : 海側遮水壁

6-1-(2). 港湾内のサンプリングポイント (6.補足資料)

3/11現在



- ◇ 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



6. 今後の対応（その2）

当該放射線モニタの指示値上昇原因が判明次第、その対策を取ることとするが、今回の事象に鑑み、以下の点についても対策を検討することとする。

●設備改善の検討

(1)排水路ゲートの遠隔・電動化

B、C排水路に設置のゲート弁を電動化、さらには遠隔操作によるゲート弁開閉操作を可能とし、「高高」警報発生時における汚染水の流出抑制を強化する（ゲート弁開閉には、排水路内の水位状況等を確認する必要があるため、監視カメラ等の設置も併せて検討する）。

(2)排水路汲み上げポンプの設置

ゲート弁を閉とした後の排水路内の溜まり水（汚染水原水）を回収するため、排水路内に回収ポンプを設置する（排水路内常設はゴミ噛み等によるポンプ故障リスク等を十分に考慮する）。

(3)移送配管の敷設・移送先の確保

ゲート弁閉止後の排水路内の溜まり水を移送するため、移送先を確保するとともに移送配管を敷設し、汚染水の流出防止を図る。

(4)排水路主要部への放射線検知器の設置

漏えい箇所の早期発見を目的に、各排水路および枝排水路等の主要な箇所に放射線モニタ（簡易）を設置する。

(5)排水路ゲート付近の照明整備

夜間の事象発生に備え、対応者の安全確保、迅速且つ確実な対応を目的に、排水路ゲート付近に照明を整備する。

(6)側溝放射線モニタ部品類の予備品確保

側溝放射線モニタの部品類（ポンプ、検出器等）を予備品として常備し、故障時や高濃度汚染水検出後の指示値確認に万全を期す。

【参考】側溝放射線モニタの位置付け（1 / 2）

【漏えい早期検知】

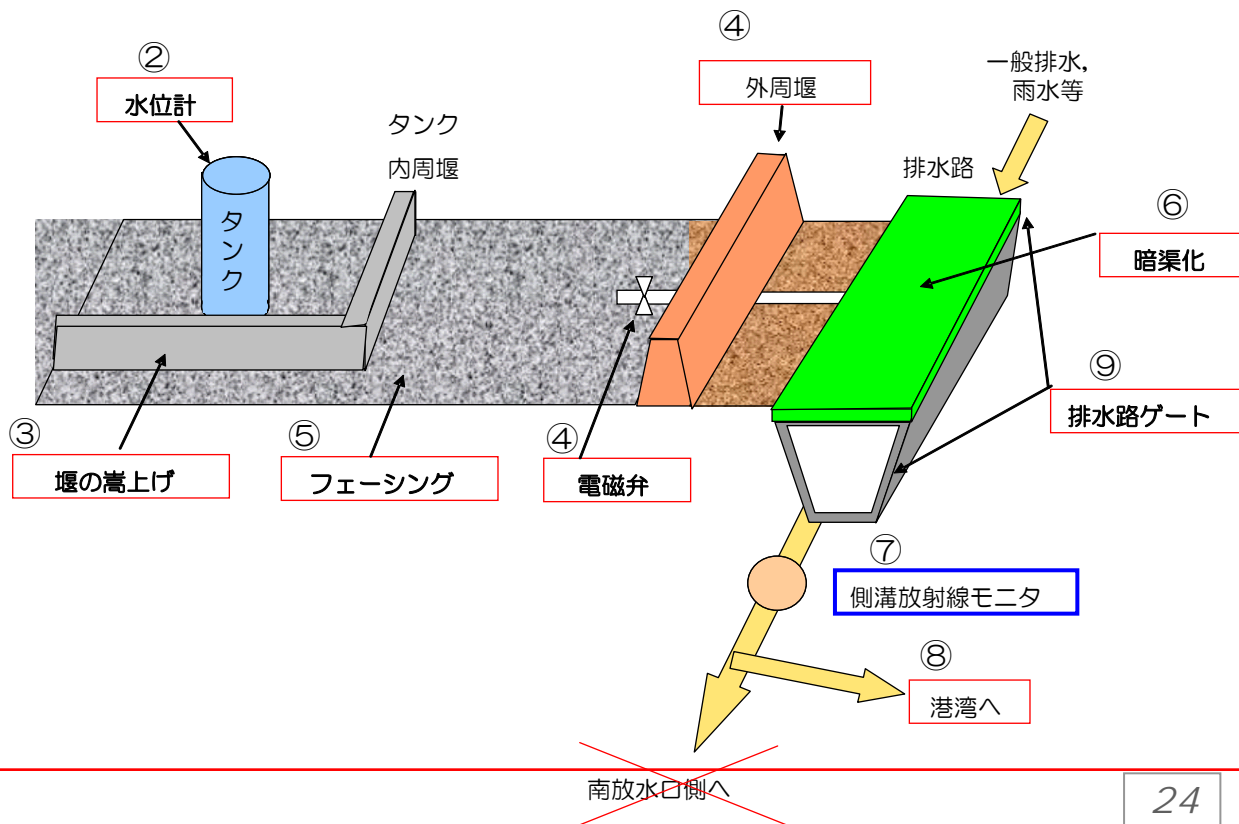
- ① タンクパトロール（溶接タンク：2回/日，フランジタンク4回/日，3人/班×10班）
- ② タンク水位計による監視（常時）

【漏えい範囲拡大防止】

- ③ 堰のかさ上げ（タンク1基分/20基毎）
- ④ 外周堰の設置（排水弁は電動弁化）
- ⑤ 外周堰内の浸透防止（フェーシング）

【海洋への流出抑制】

- ⑥ 排水路の暗渠化
- ⑦ 側溝放射線モニタの設置
- ⑧ 排水路の排水先を港湾へ
- ⑨ 排水路にゲート設置



【参考】側溝放射線モニタの位置付け（2／2）

▶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