

環境線量低減対策 スケジュール

分野	活り	作業内容	これまで1ヶ月の動きと今後1ヶ月の予定		11月		12月				1月			2月	3月	備考				
			22	29	6	13	20	27	3	10	17	下	上	中	下		前	後		
放射線量低減	敷地内線量低減 ・段階的な線量低減	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○線量率測定 ・構内全域の走行サーベイ[1回/3ヶ月] <p>○線量低減対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・土捨て場北側エリア(伐採・盛土工等) ・建屋エリア(3号機海側等) (建物除去・路盤舗装等) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○線量率測定 ・構内全域の状況把握サーベイ ・構内全域の走行サーベイ[1回/3ヶ月] ⇒12月22日(第3四半期分) 	<p>2020年9月末現在 資料：日本スペースイメージング(株)、©DiptaKloso</p> <p>■ エリア平均で5µSv/hを達成したエリア</p>	検討・設計																
				現場作業																
				現場作業																
放射線量低減	海洋汚染拡大防止 ・モニタリング ・排水路整備	<p>(実績)</p> <p>【護岸エリア地下水対策】 港湾内外海水モニタリング 地下水モニタリング</p> <p>【排水路対策】 排水路モニタリング K排水路上流部調査(浄化材の効果の確認) 排水路清掃等(道路・排水路清掃・浄化材維持管理)</p> <p>【港湾復旧改修工事】 南防波堤改修工事</p> <p>【深浅測量】 深浅測量2020年度</p> <p>(予定)</p> <p>【護岸エリア地下水対策】 港湾内外海水モニタリング 地下水モニタリング</p> <p>【排水路対策】 排水路モニタリング K排水路上流部調査(浄化材の効果の確認) K排水路上流部調査(枝管サンプリング(雨期)) 排水路清掃等(道路・排水路清掃・浄化材維持管理)</p>	<p>■護岸エリア地下水対策</p> <p>港湾内外海水モニタリング</p> <p>地下水モニタリング</p> <p>■排水路対策</p> <p>排水路モニタリング</p> <p>K排水路上流部調査(浄化材の効果の確認)</p> <p>K排水路上流部調査(枝管サンプリング)</p> <p>排水路清掃等</p> <p>■深浅測量</p>	検討・設計																
				現場作業																
				現場作業																
評価	環境影響評価 ・モニタリング ・傾向把握、効果評価	<p>(実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1~4号機原子炉建屋上部ダスト濃度測定、放出量評価 ・降下物測定(月1回) ・発電所周辺、沿岸海域モニタリング(毎日~月1回) ・20km圏内魚介類モニタリング(月1回11点) ・茨城県沖における海水採取(毎月) ・宮城県沖における海水採取(毎月) <p>(予定)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1~4号機原子炉建屋上部ダスト濃度測定、放出量評価 ・降下物測定(月1回) ・発電所周辺、沿岸海域モニタリング(毎日~月1回) ・20km圏内魚介類モニタリング(月1回11点) ・茨城県沖における海水採取(毎月) ・宮城県沖における海水採取(毎月) 	<p>1,2,3,4u放出量評価</p> <p>原子炉建屋上部ダスト濃度測定</p> <p>4uR/B</p> <p>2uR/B</p> <p>3uR/B</p> <p>1uR/B</p> <p>降下物測定</p> <p>海水・海底土測定(発電所周辺、茨城県沖、宮城県沖)</p> <p>20km圏内魚介類モニタリング</p>	検討・設計																
				現場作業																
				現場作業																

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について

2020/12/22

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

モニタリング計画（観測点の配置）



● 港湾口北東側

● 港湾口東側

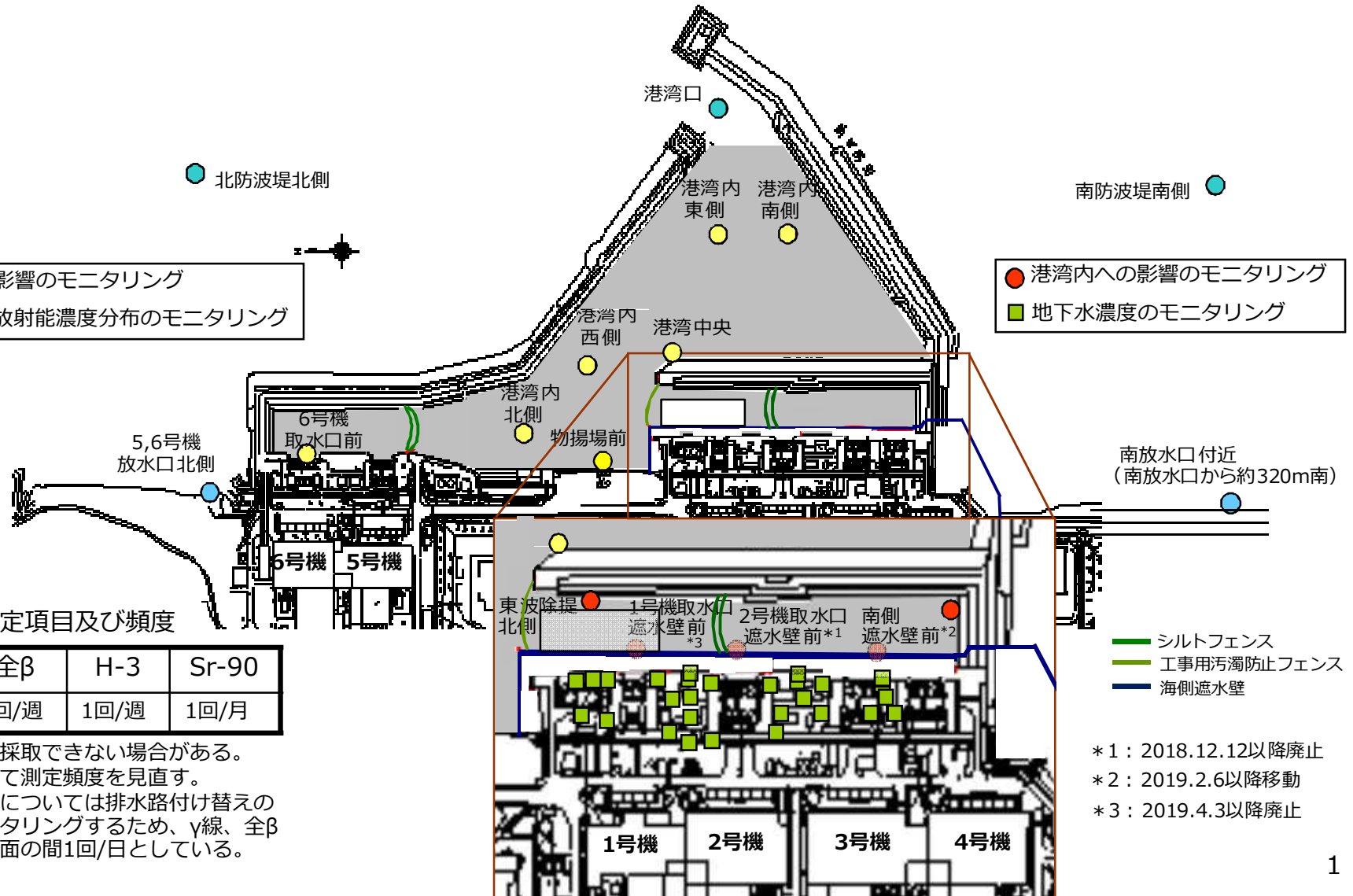
● 港湾口南東側

● 北防波堤北側

● 南防波堤南側

● 海洋への影響のモニタリング
● 港湾内の放射能濃度分布のモニタリング

● 港湾内への影響のモニタリング
■ 地下水濃度のモニタリング



基本的な測定項目及び頻度

γ線	全β	H-3	Sr-90
1回/週	1回/週	1回/週	1回/月

- ・ 天候により採取できない場合がある。
- ・ 必要に応じて測定頻度を見直す。
- ・ 港湾内海水については排水路付け替えの影響をモニタリングするため、γ線、全βについて当面の間1回/日としている。

— シルトフェンス
— 工事用汚濁防止フェンス
— 海側遮水壁

- * 1 : 2018.12.12以降廃止
- * 2 : 2019.2.6以降移動
- * 3 : 2019.4.3以降廃止

<タービン建屋東側の地下水濃度>

- 全体的に低下もしくは横ばい傾向にあるが、一部観測点によっては変動が見られる。
引き続き、傾向を監視していく。

<排水路の排水濃度>

- 降雨時に濃度が上昇する傾向にあるが、全体的に横ばい傾向にある。
 - ・ 道路・排水路の清掃、フェーシングを実施中、排水路及び枝管に浄化材を設置中。

<港湾内外の海水濃度>

- 港湾内では降雨時に上昇が見られるが、港湾外では変化は見られず低い濃度で推移している。^{※1}
 - ・ 港湾内（取水路開渠内含む）の濃度について、上昇時においても告示濃度を十分に下回っている。^{※2}
 - ・ 道路・排水路の清掃、フェーシング、海側遮水壁閉合、取水路開渠出口へのシルトフェンス設置等の対策の効果によるものと考えられる。

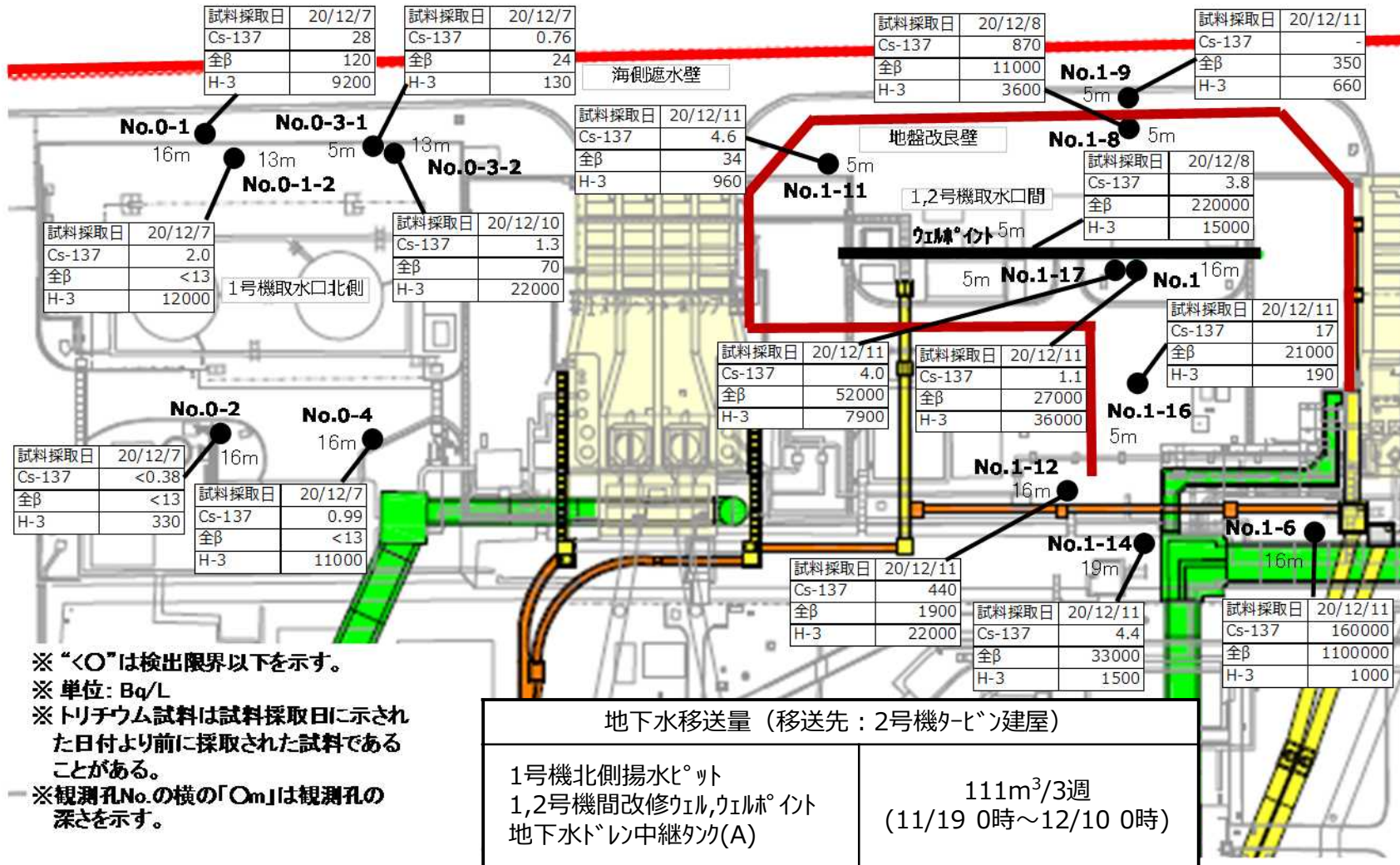
「東京電力ホールディングス（株）福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」の記載

※1：P.3 3-1.(1)「周辺海域の海水の放射性物質濃度については、告示で定める濃度限度や世界保健機関の飲料水水質ガイドラインの水準を下回っており、低い水準を維持している。」

※2：P.26 4-6.(2)①「港湾内の放射性物質濃度が告示に定める濃度限度を安定して下回るよう、港湾内へ流出する放射性物質の濃度をできるだけ低減させる。」

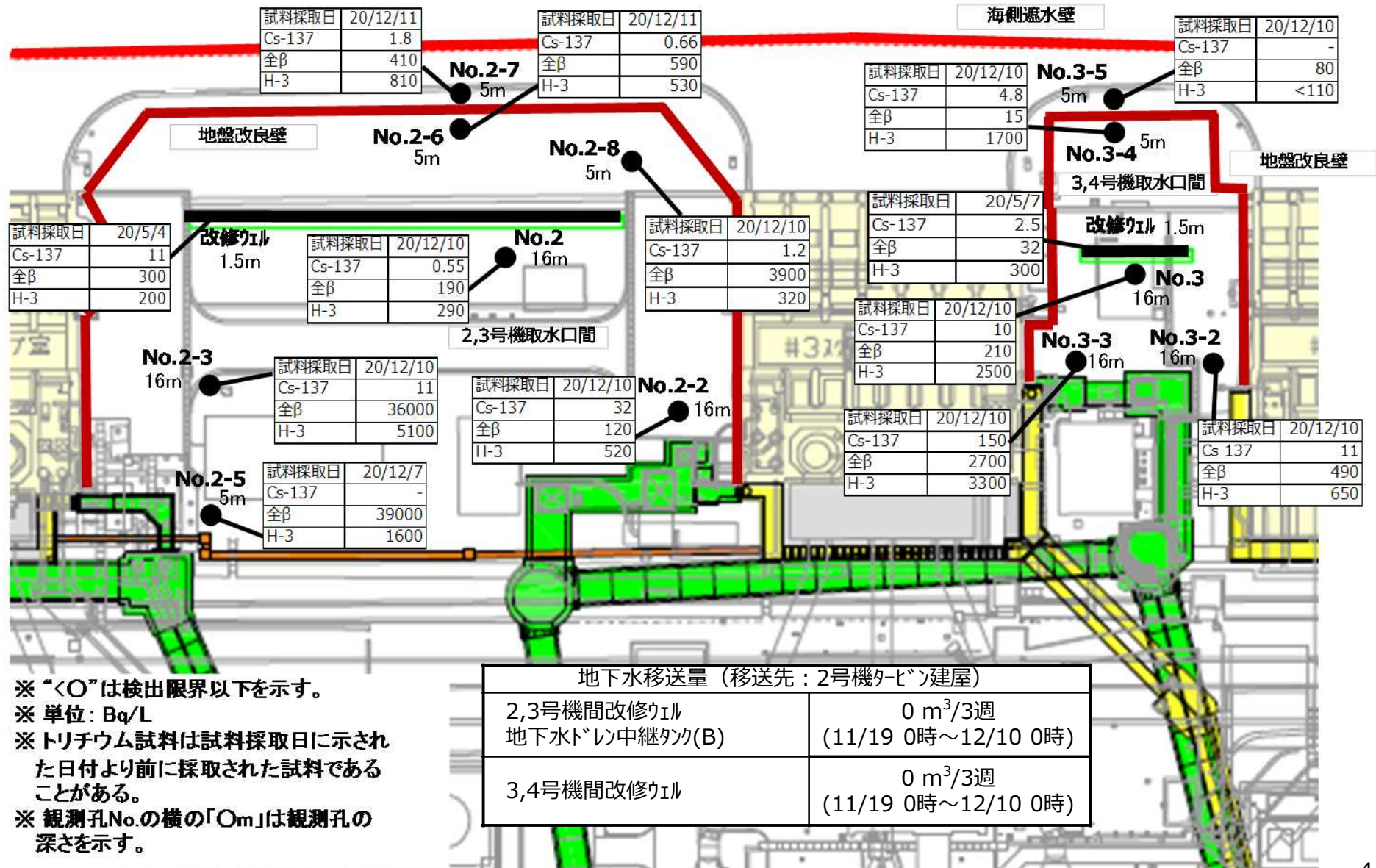
タービン建屋東側の地下水濃度 (1/2)

＜1号機取水口北側、1,2号機取水口間＞



タービン建屋東側の地下水濃度 (2/2)

<2,3号機取水口間、3,4号機取水口間>



<1号機取水口北側エリア>

- H-3濃度は、全観測孔で告示濃度60000Bq/Lを下回り、横ばい又は低減傾向が継続している。
- 全ベータ濃度は、全体的に横ばいの傾向が継続していたが、4月以降に一時的な上昇が見られた。引き続き、傾向を監視していく。

<1,2号機取水口間エリア>

- H-3濃度は、全観測孔で告示濃度60000Bq/Lを下回り、No.1-14など上下動が見られる観測孔もあるが、全体としては横ばい又は低減傾向の観測孔が多い。
- 全β濃度は、全体的に横ばい又は低減傾向の観測孔が多いが、No.1-6で上昇傾向が見られる。

<2,3号機取水口間エリア>

- H-3濃度は、全観測孔で告示濃度60000Bq/Lを下回り、No.2-3など上下動が見られる観測孔もあるが、概ね横ばい又は低減傾向が継続している。
- 全β濃度は、全体的に横ばい又は低減傾向の観測孔が多い。

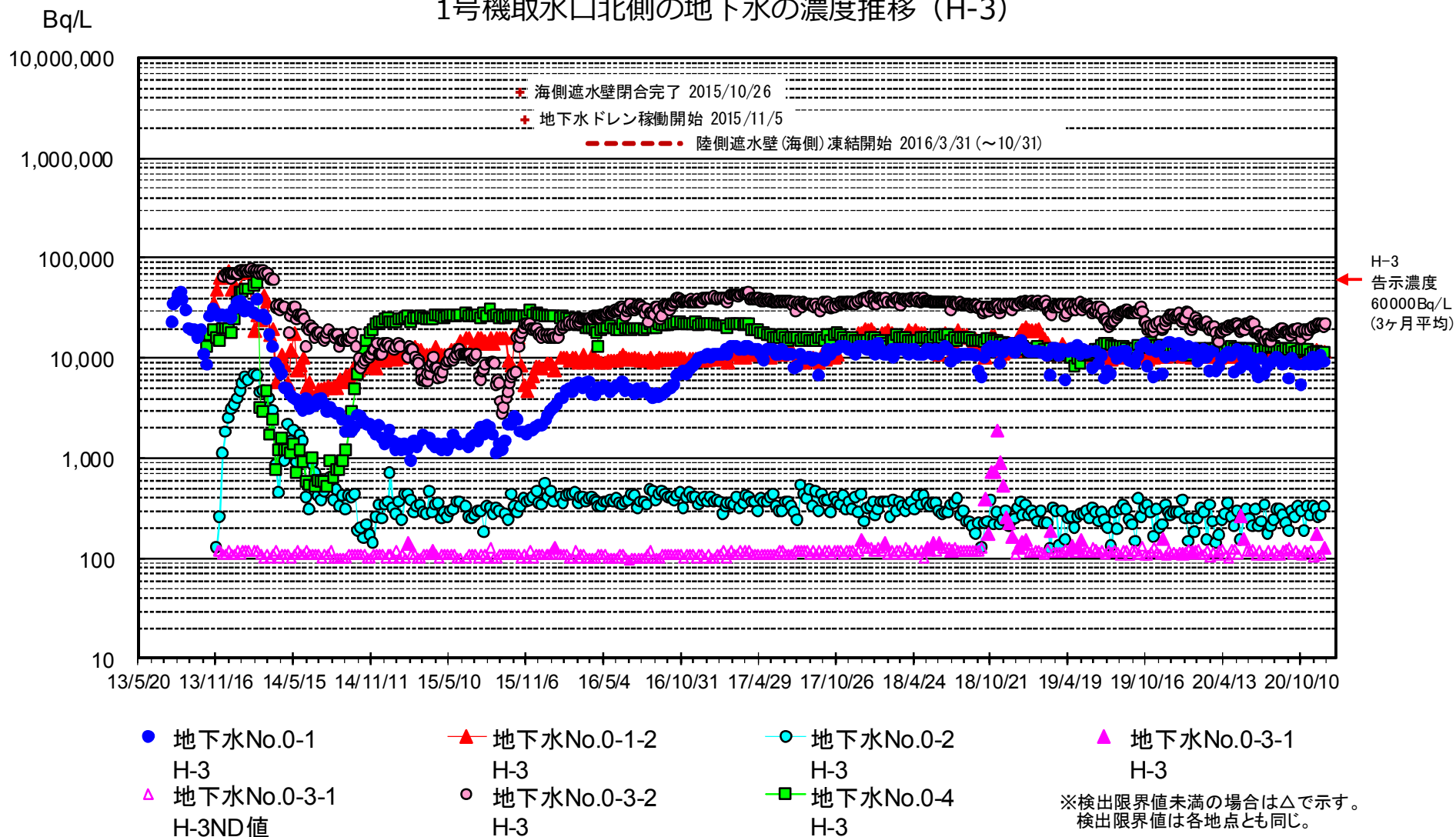
<3,4号機取水口間エリア>

- H-3濃度は、全観測孔で告示濃度60000Bq/Lを下回り、横ばい又は低減傾向が継続している。
- 全β濃度は、全体的に横ばい又は低減傾向が継続している。

1号機取水口北側の地下水の濃度推移 (1/2)



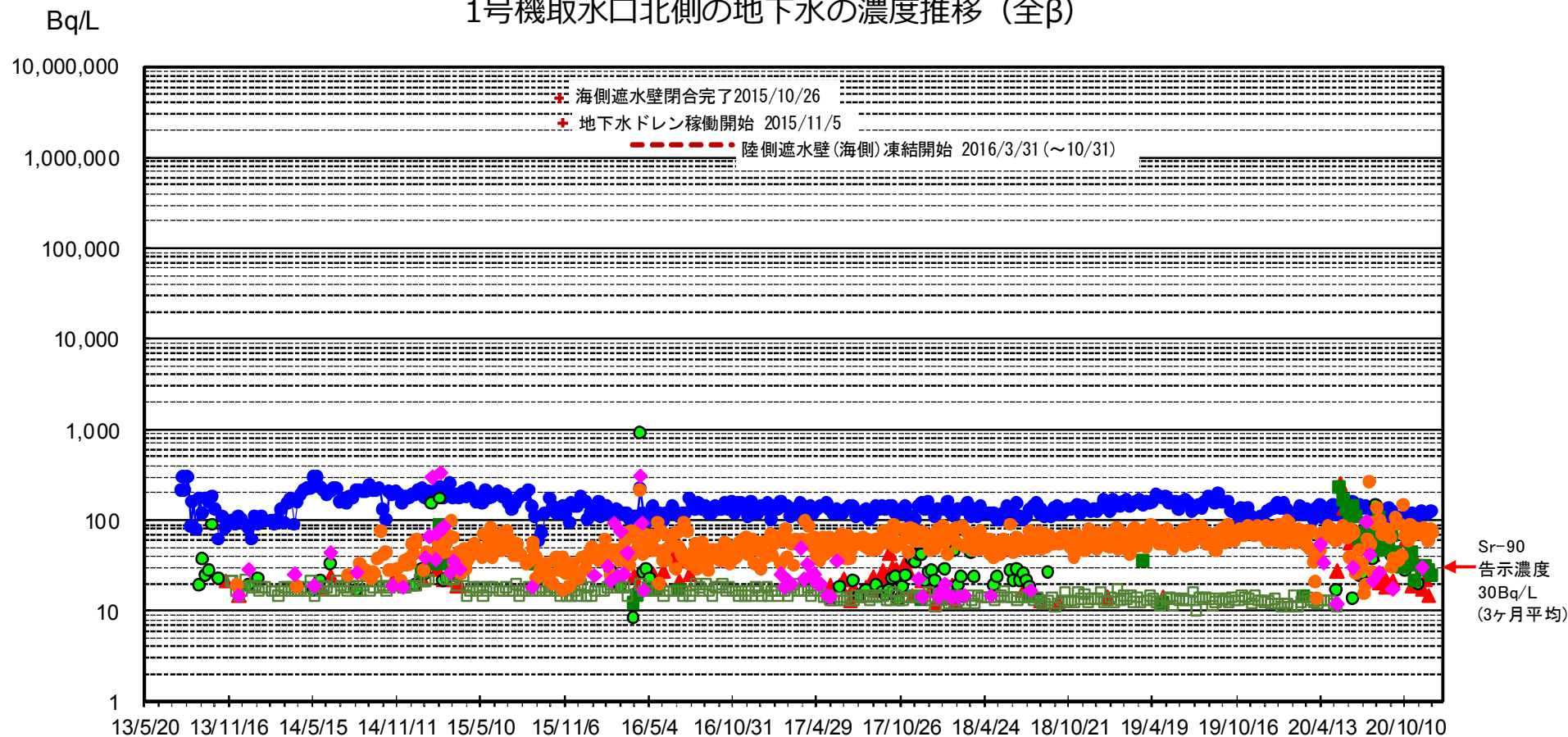
1号機取水口北側の地下水の濃度推移 (H-3)



1号機取水口北側の地下水の濃度推移 (2/2)



1号機取水口北側の地下水の濃度推移 (全β)

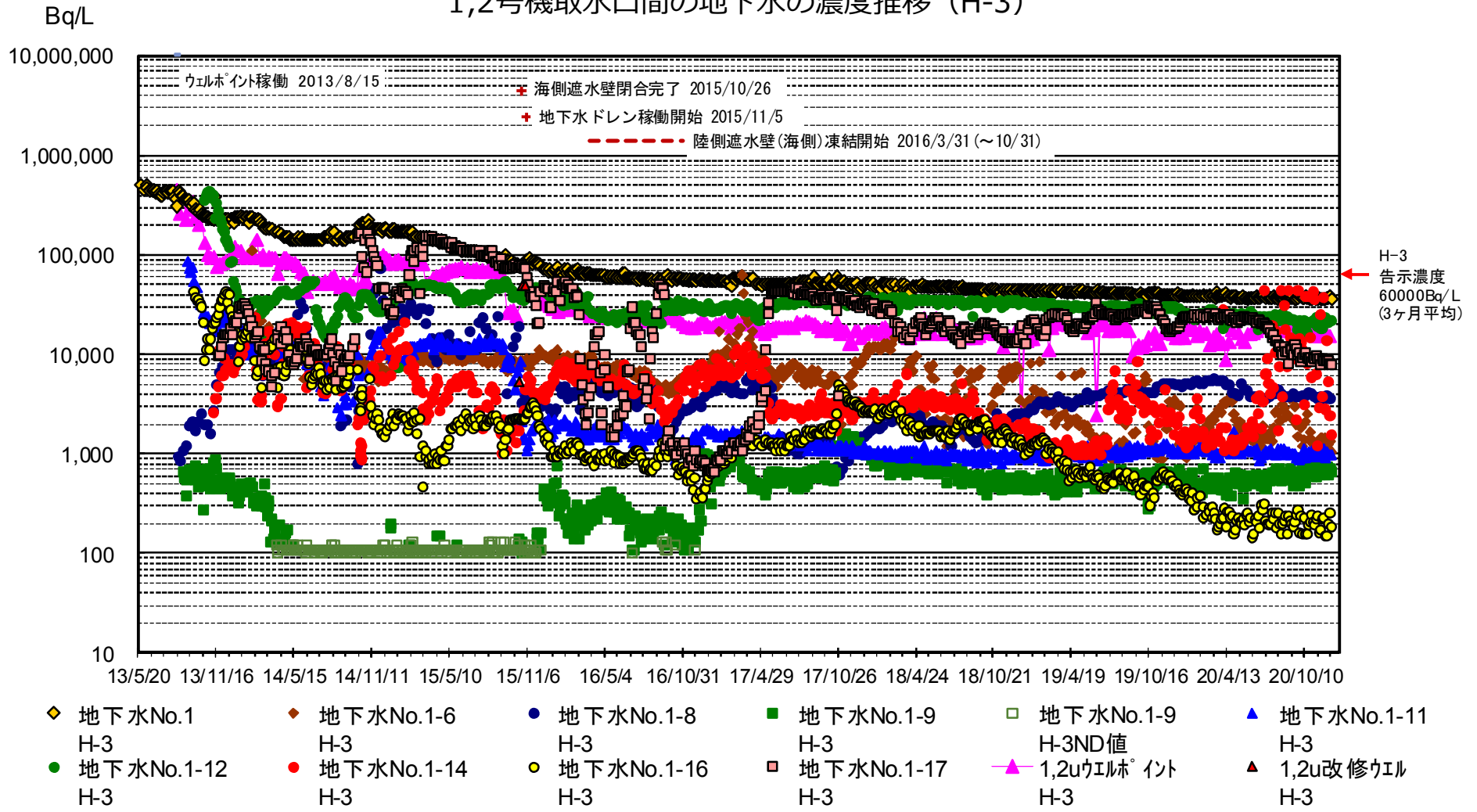


- 地下水No.0-1
全β
 - ▲ 地下水No.0-1-2
全β
 - 地下水No.0-2
全β
 - 地下水No.0-3-1
全β
 - 地下水No.0-3-1
全βNND値
 - 地下水No.0-3-2
全β
 - ◆ 地下水No.0-4
全β
- ※検出限界値未満の場合は□で示す。
検出限界値は各地点とも同じ。

1,2号機取水口間の地下水の濃度推移 (1/2)



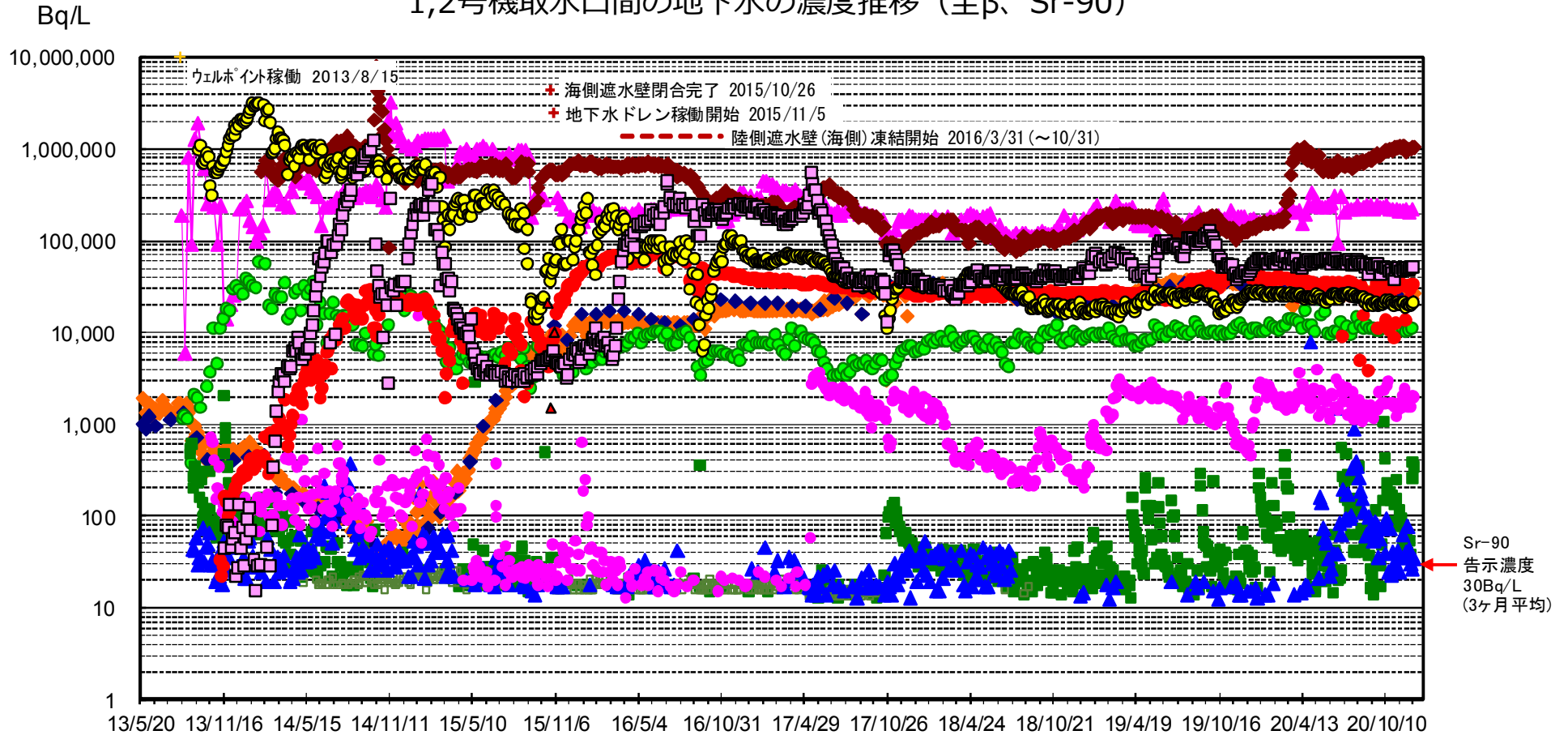
1,2号機取水口間の地下水の濃度推移 (H-3)



※検出限界値未満の場合は口で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

1,2号機取水口間の地下水の濃度推移 (2/2)

1,2号機取水口間の地下水の濃度推移 (全β、Sr-90)



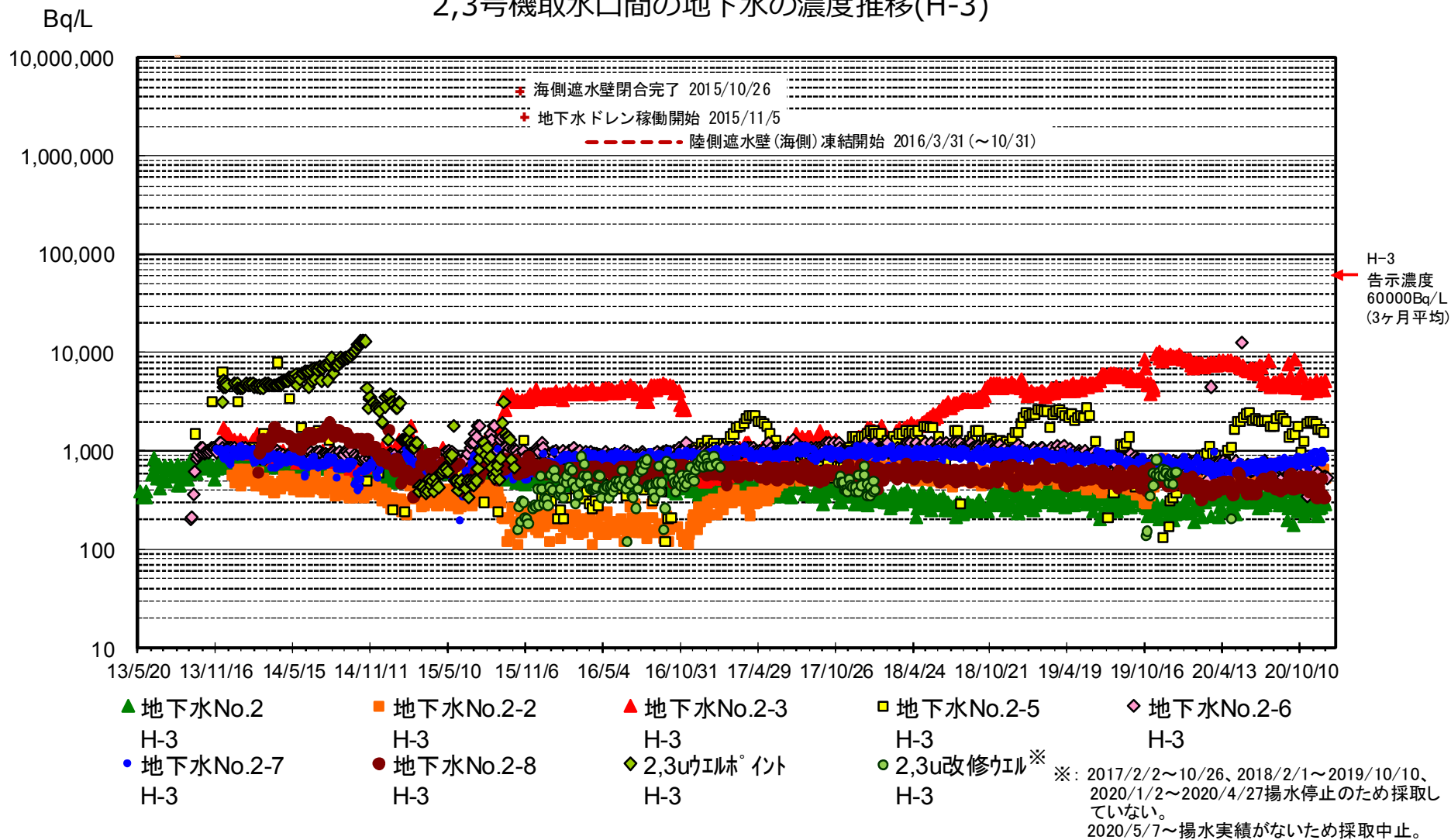
- ◆ 地下水No.1 全β
- ◆ 地下水No.1 Sr-90
- ◆ 地下水No.1-6 全β
- 地下水No.1-8 全β
- 地下水No.1-9 全β
- 地下水No.1-9 全βNND値
- ▲ 地下水No.1-11 全β
- 地下水No.1-12 全β
- 地下水No.1-14 全β
- 地下水No.1-16 全β
- 地下水No.1-17 全β
- ▲ 1,2uウエルポイント 全β
- ▲ 1,2u改修ウエル 全β

※検出限界値未満の場合は口で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

2,3号機取水口間の地下水の濃度推移 (1/2)

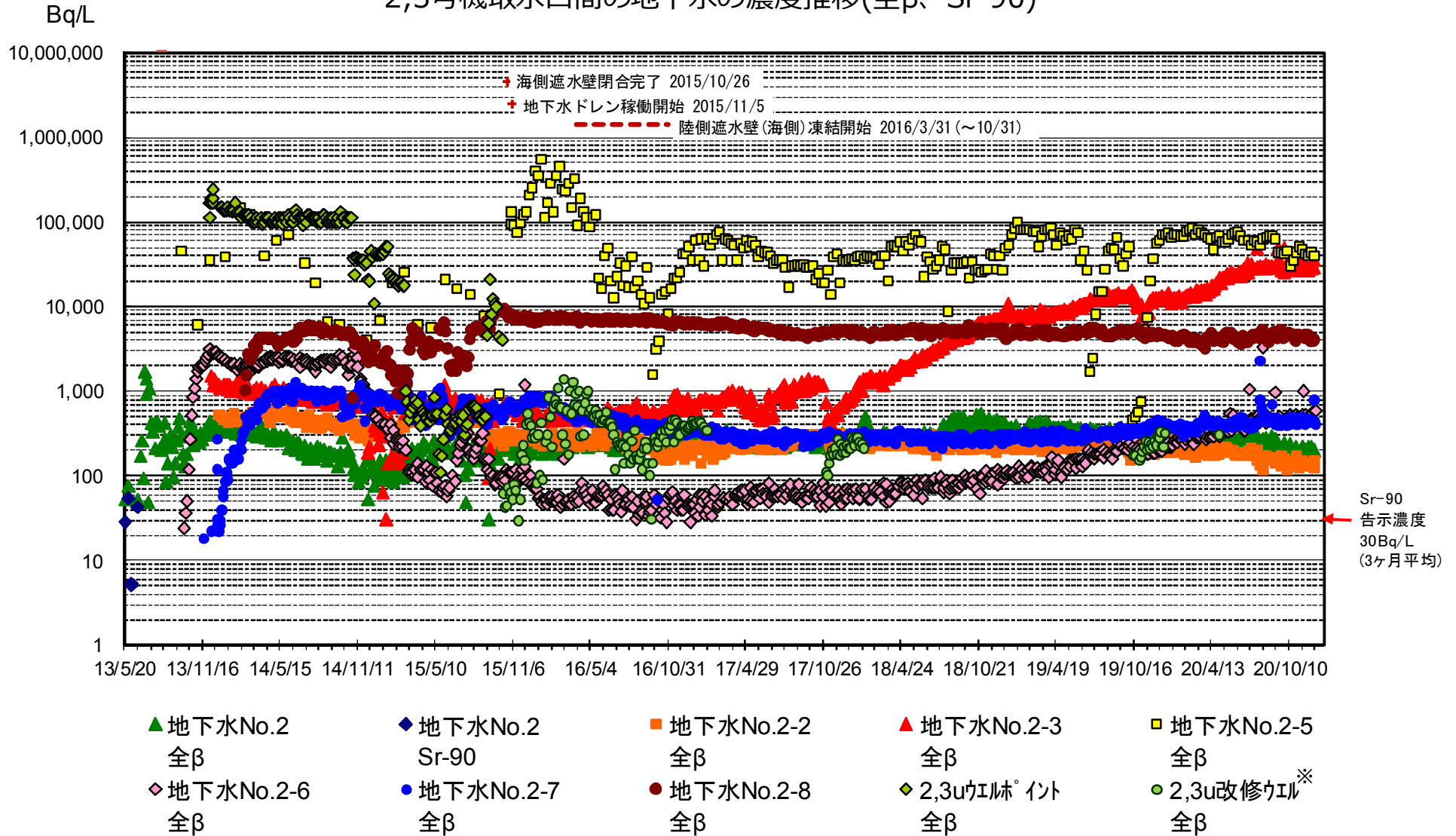


2,3号機取水口間の地下水の濃度推移(H-3)



2,3号機取水口間の地下水の濃度推移 (2/2)

2,3号機取水口間の地下水の濃度推移(全β、Sr-90)

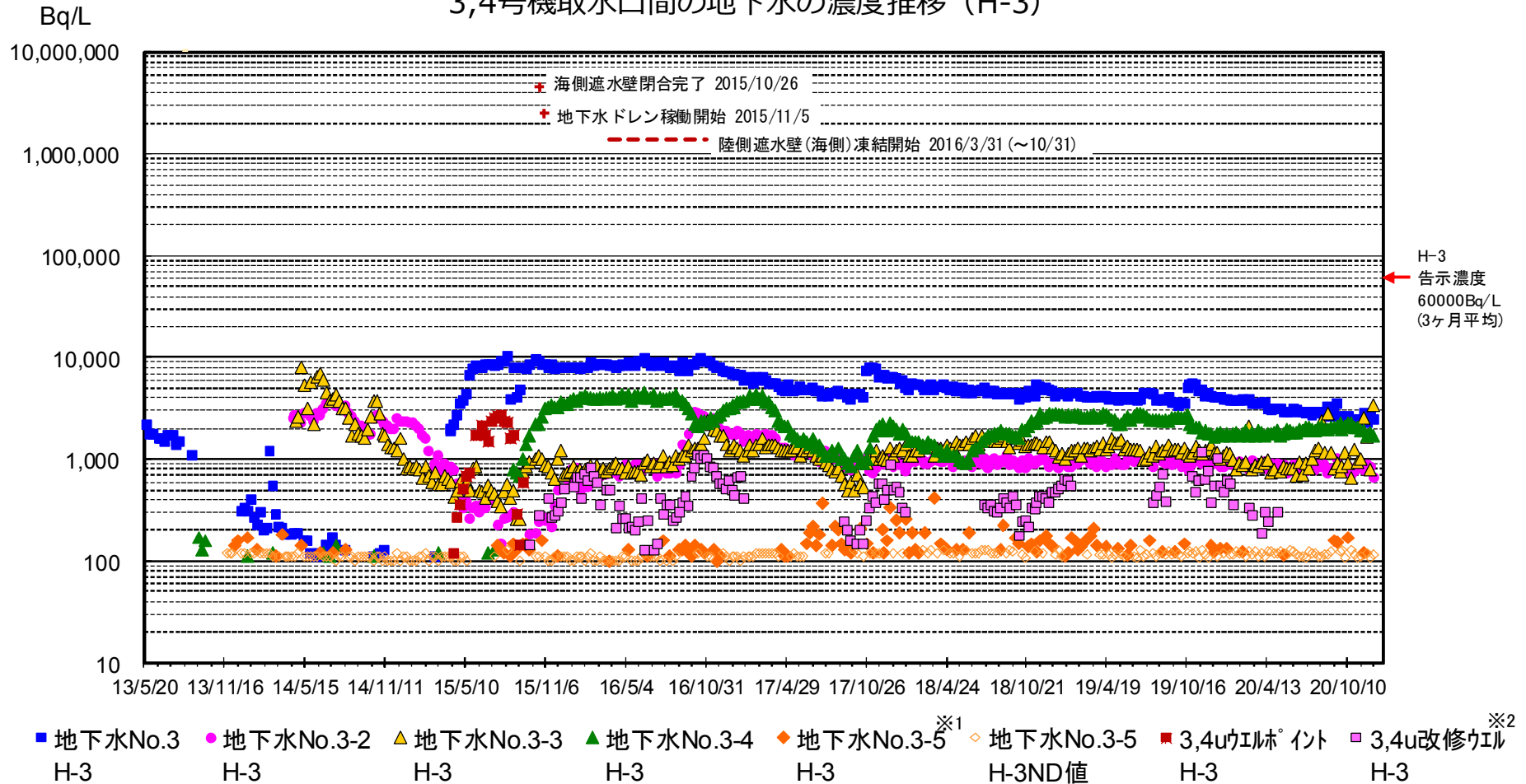


※: 2017/2/2~10/26、2018/2/1~2019/10/10、2020/1/2~2020/4/27揚水停止のため採取していない。
 2020/5/7~揚水実績がないため採取中止。

3,4号機取水口間の地下水の濃度推移 (1/2)



3,4号機取水口間の地下水の濃度推移 (H-3)



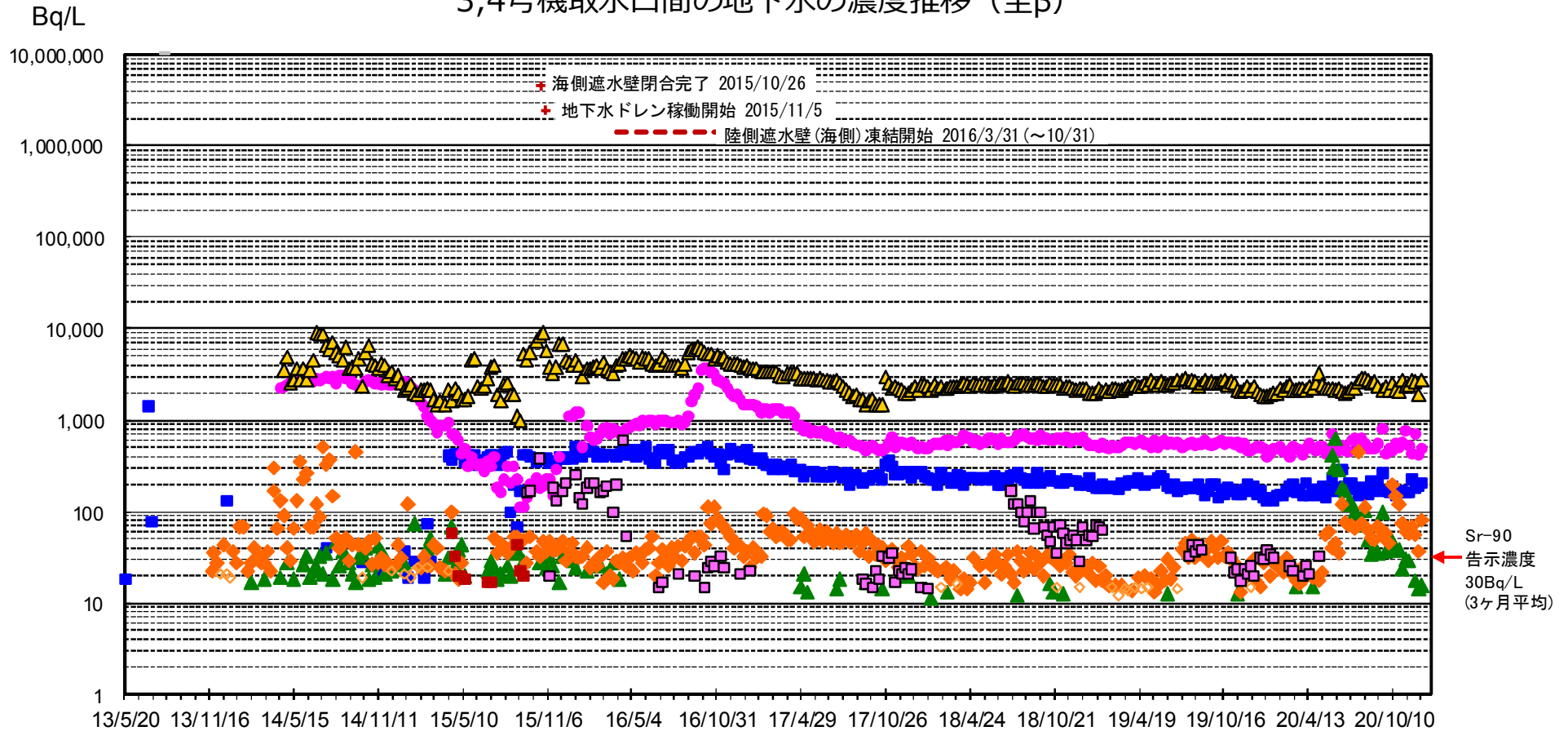
※検出限界値未満の場合は◇で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

※1: 2015/5/20~7/8 水位低下のため採取できず。

※2: 2015/10/15,29,11/5 水位低下のため採取できず。2018/2/1~2018/7/12, 2019/2/7~2019/7/25, 2019/9/5~10/24, 2020/2/6~2/27,3/19~3/26揚水停止のため採取していない。2020/5/14~揚水実績がないため採取中止。

3,4号機取水口間の地下水の濃度推移 (2/2)

3,4号機取水口間の地下水の濃度推移 (全β)



- 地下水No.3 全β
- 地下水No.3-2 全β
- ▲ 地下水No.3-3 全β
- ▲ 地下水No.3-4 全β
- ◆ 地下水No.3-5 全β
- ◇ 地下水No.3-5 全βND値
- 3,4uウヰル° イト 全β
- 3,4u改修ウヰル° イト 全β

※検出限界値未満の場合は◇で示す。検出限界値は各地点とも同じ。 ※1: 2015/5/20~7/8 水位低下のため採取できず。
 ※2: 2015/10/15,29,11/5 水位低下のため採取できず。 2018/2/1~2018/7/12, 2019/2/7~2019/7/25, 2019/9/5~10/24, 2020/2/6~2/27,3/19~3/26揚水停止のため採取していない。 2020/5/14~揚水実績がないため採取中止。

<A排水路>

- 道路・排水路の清掃を実施中。
- 全体的に横ばい傾向にある。

<物揚場排水路>

- 道路・排水路の清掃を実施中。
- 全体的に横ばい傾向にある。
- Cs-137濃度、全β濃度は降雨時に上昇する傾向にある。

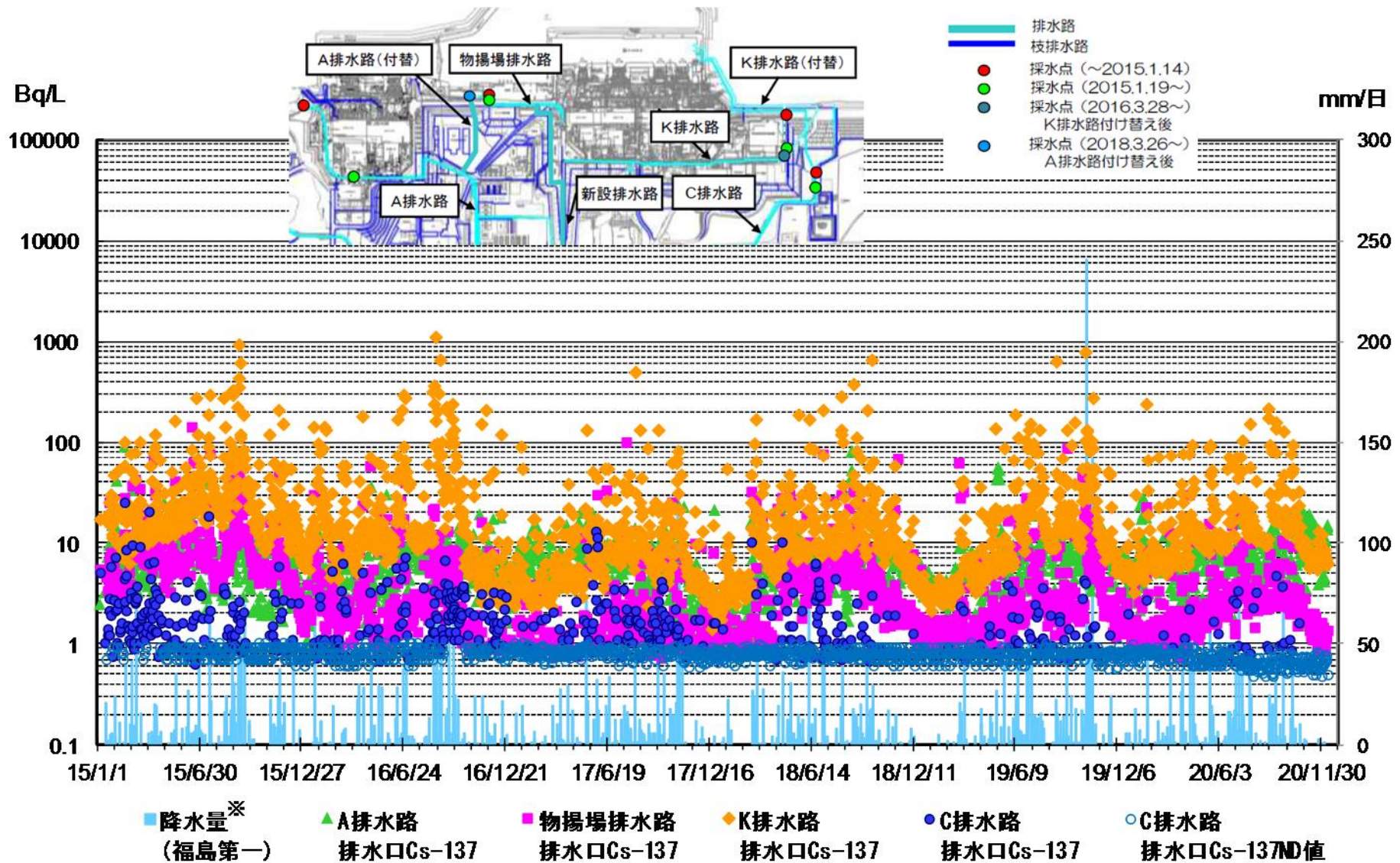
<K排水路>

- 道路・排水路の清掃を実施中、排水路及び枝管に浄化材を設置中。
- Cs-137濃度、全β濃度は横ばい傾向にあるが、降雨時に上昇する傾向にある。
- H-3濃度は低下傾向にあったが、2017.9以降横ばい傾向となっている。

<C排水路>

- 道路・排水路の清掃を実施中。
- 全体的に横ばい傾向にある。
- 全β濃度は降雨時に上昇する傾向にある。

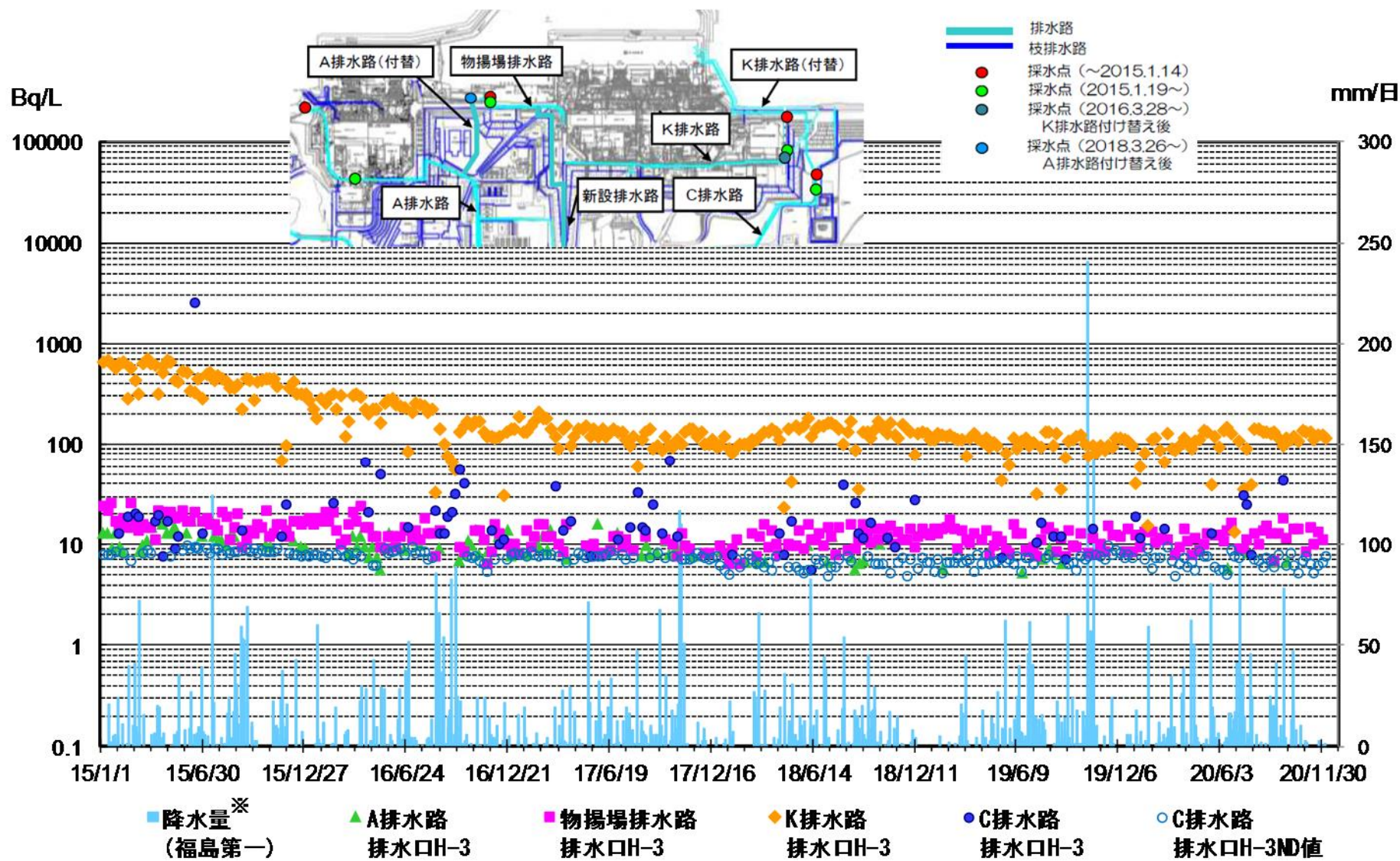
排水路の排水の濃度推移 (Cs-137)



※: 2017/5/13～5/15 欠測につき浪江アダスのデータを使用。

注: 検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同等。

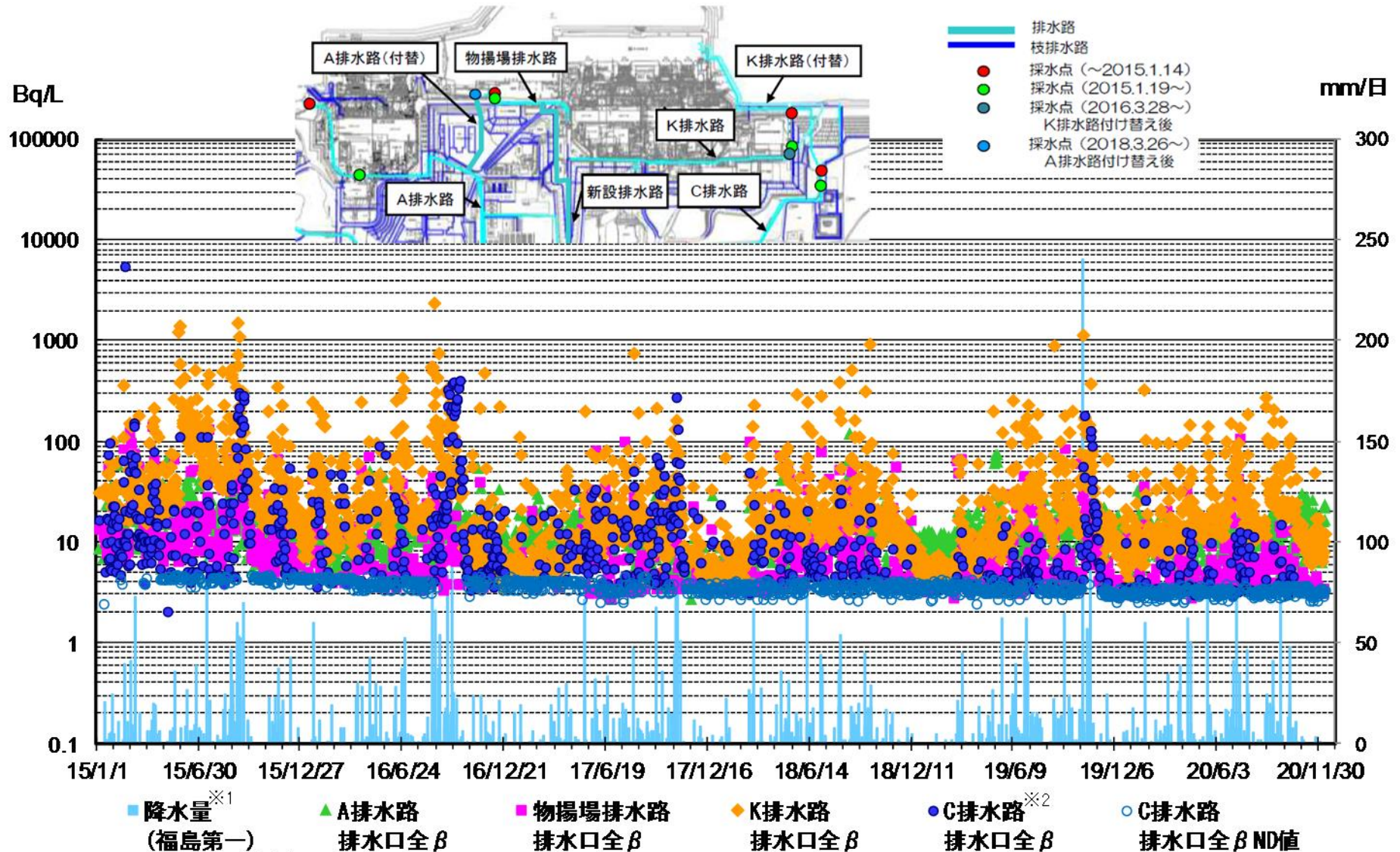
排水路の排水の濃度推移 (H-3)



※: 2017/5/13～5/15 欠測につき浪江アダスのデータを使用。

注: 検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

排水路の排水の濃度推移 (全β)

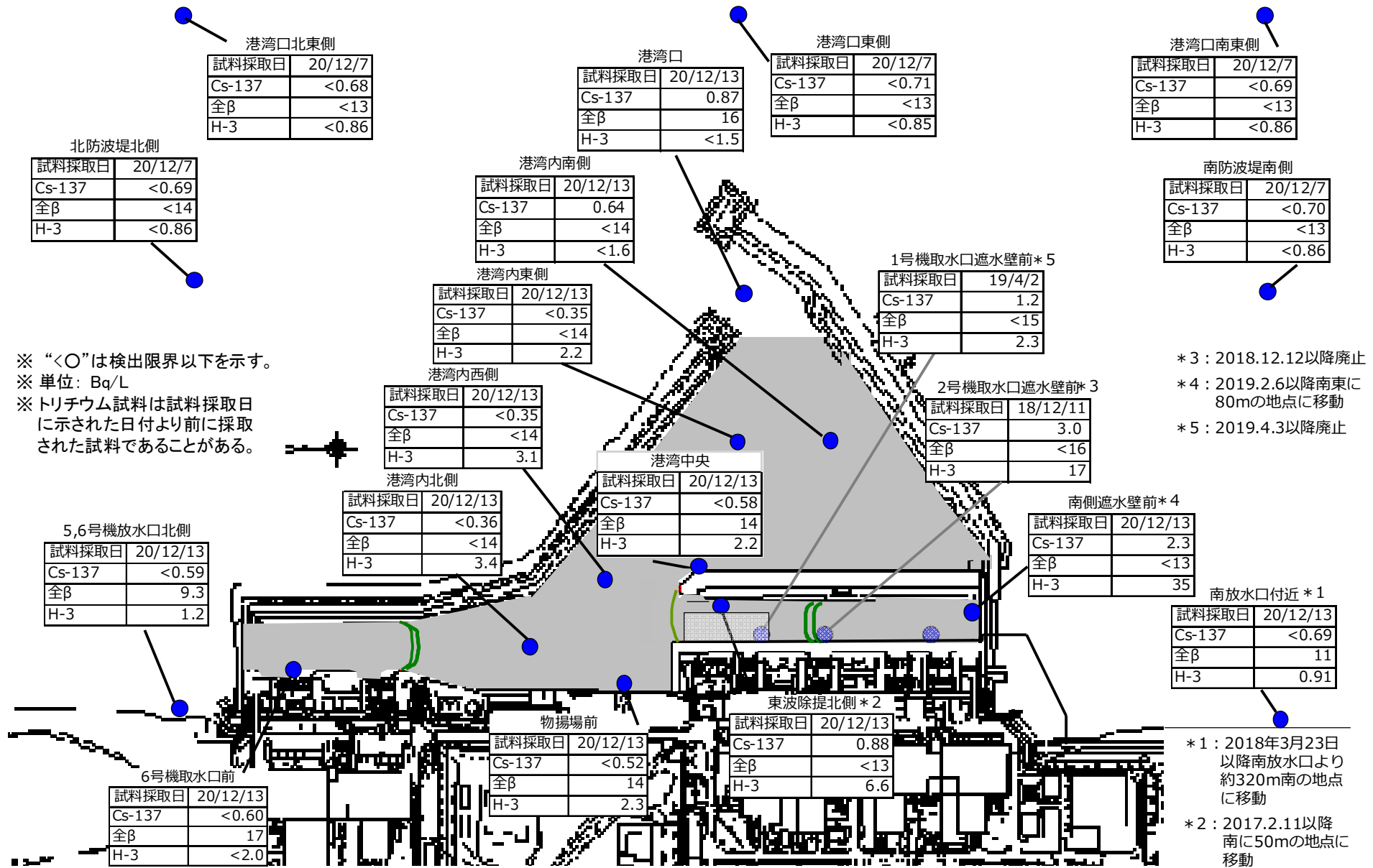


※1: 2017/5/13～5/15 欠測につき
浪江アガスのデータを使用。

注: 検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は
各地点とも同じ。

※2: ○排水路について2016/9/14～10/11は採水点の溜水を採水することにより
高めの数値となることがあった。(新設排水路への切替の影響)

港湾内外の海水濃度



* 3 : 2018.12.12以降廃止
 * 4 : 2019.2.6以降南東に80mの地点に移動
 * 5 : 2019.4.3以降廃止

* 1 : 2018年3月23日以降南放水口より約320m南の地点に移動
 * 2 : 2017.2.11以降南に50mの地点に移動

< 1～4号機取水路開渠内エリア >

- 告示濃度未満で推移しているが、降雨時にCs-137濃度、Sr-90濃度の上昇が見られる。
- 海側遮水壁鋼管矢板打設・継手処理の完了後、濃度の低下が見られる。
- メガフロート関連工事によりシルトフェンスを開渠中央へ移設した2019.3.20以降、Cs-137濃度について、南側遮水壁前が高め、東波除堤北側が低めで推移している。

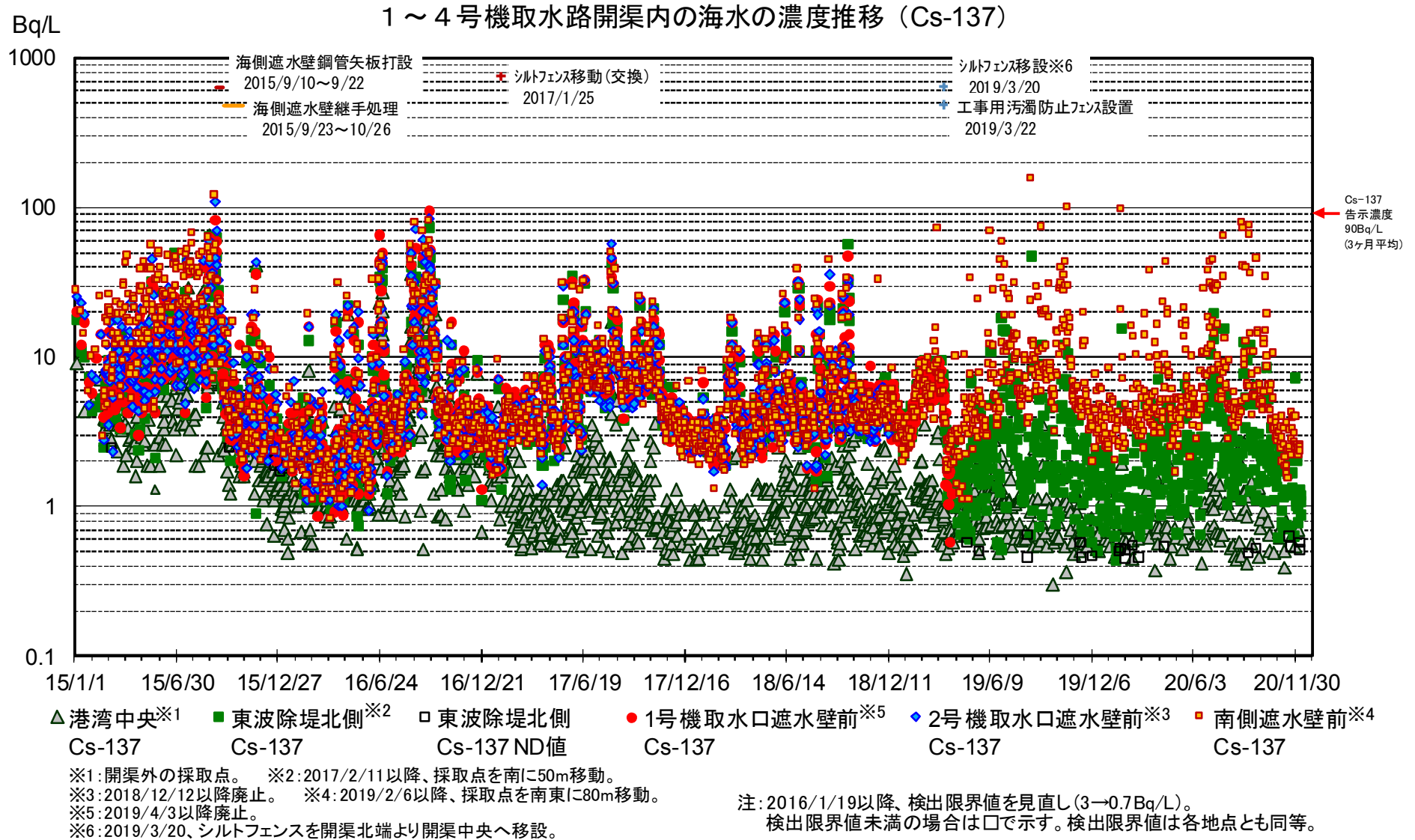
< 港湾内エリア >

- 告示濃度未満で推移しているが、降雨時にCs-137濃度、Sr-90濃度の上昇が見られる。
- 1～4号機取水路開渠内エリアより低いレベルとなっている。
- 海側遮水壁鋼管矢板打設・継手処理の完了後、濃度の低下が見られる。

< 港湾外エリア >

- 海側遮水壁鋼管矢板打設・継手処理の完了後、Cs-137濃度、Sr-90濃度の低下が見られ、低い濃度で推移していて変化は見られていない。

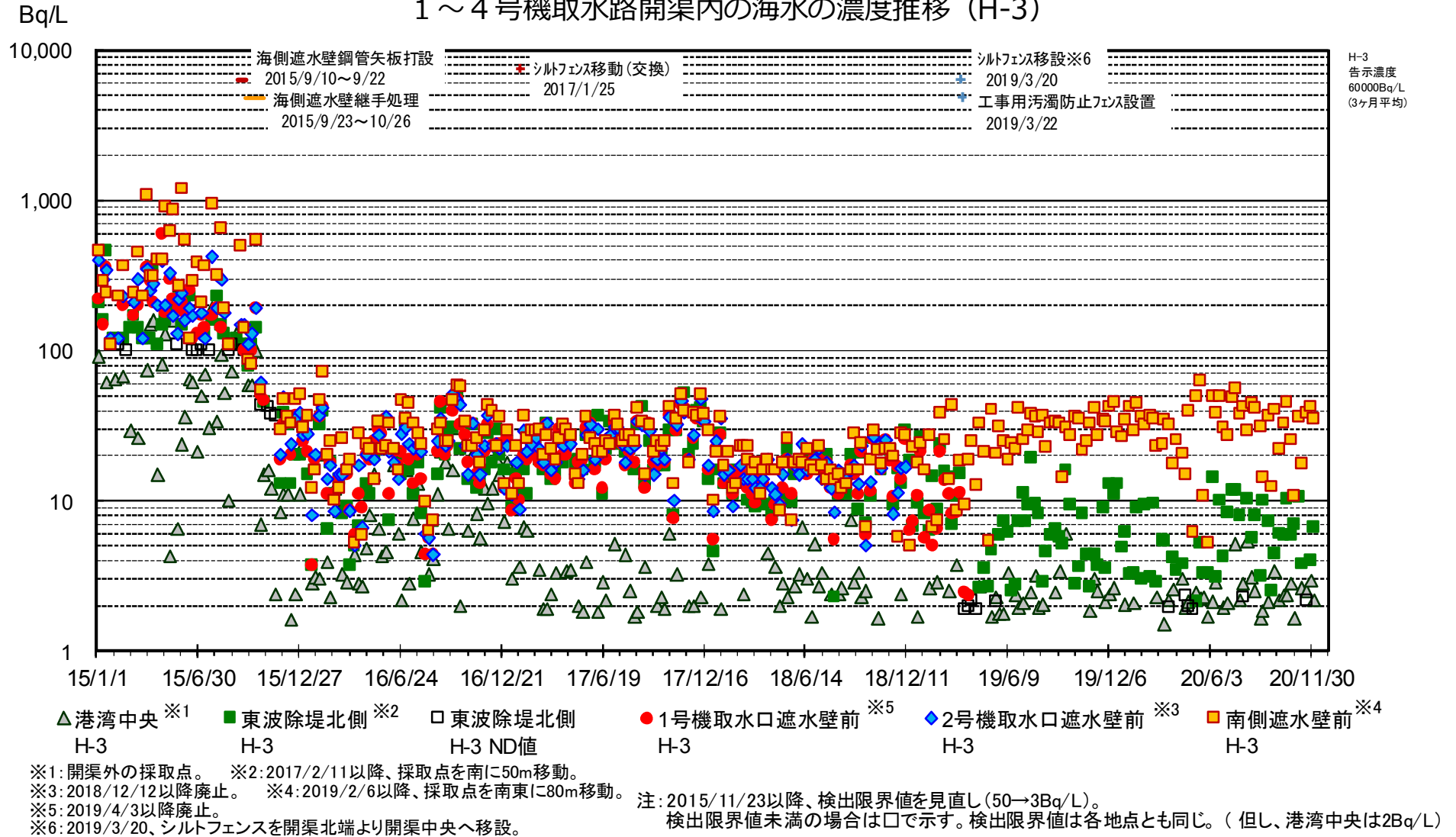
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移 (1/3)



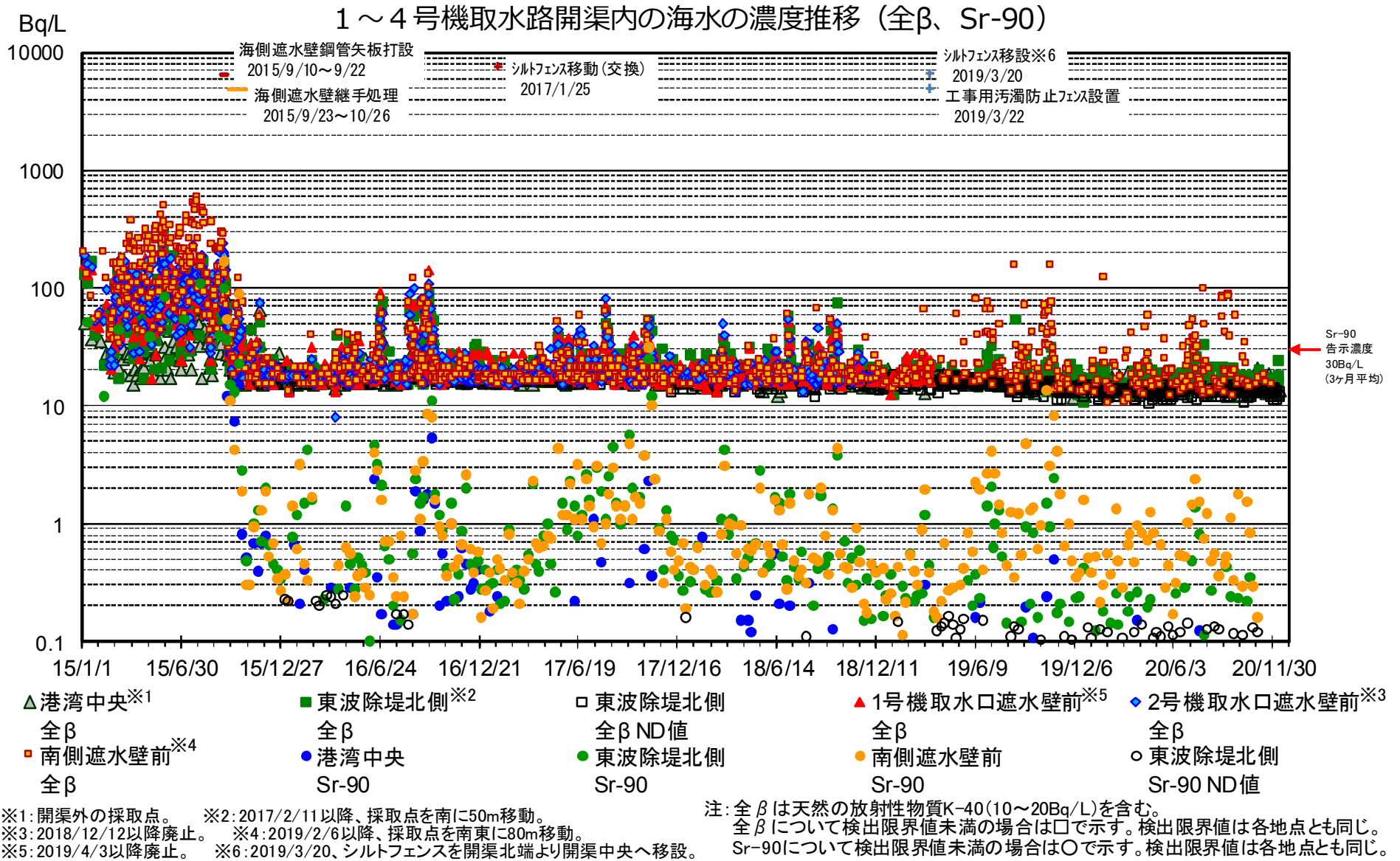
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移 (2/3)



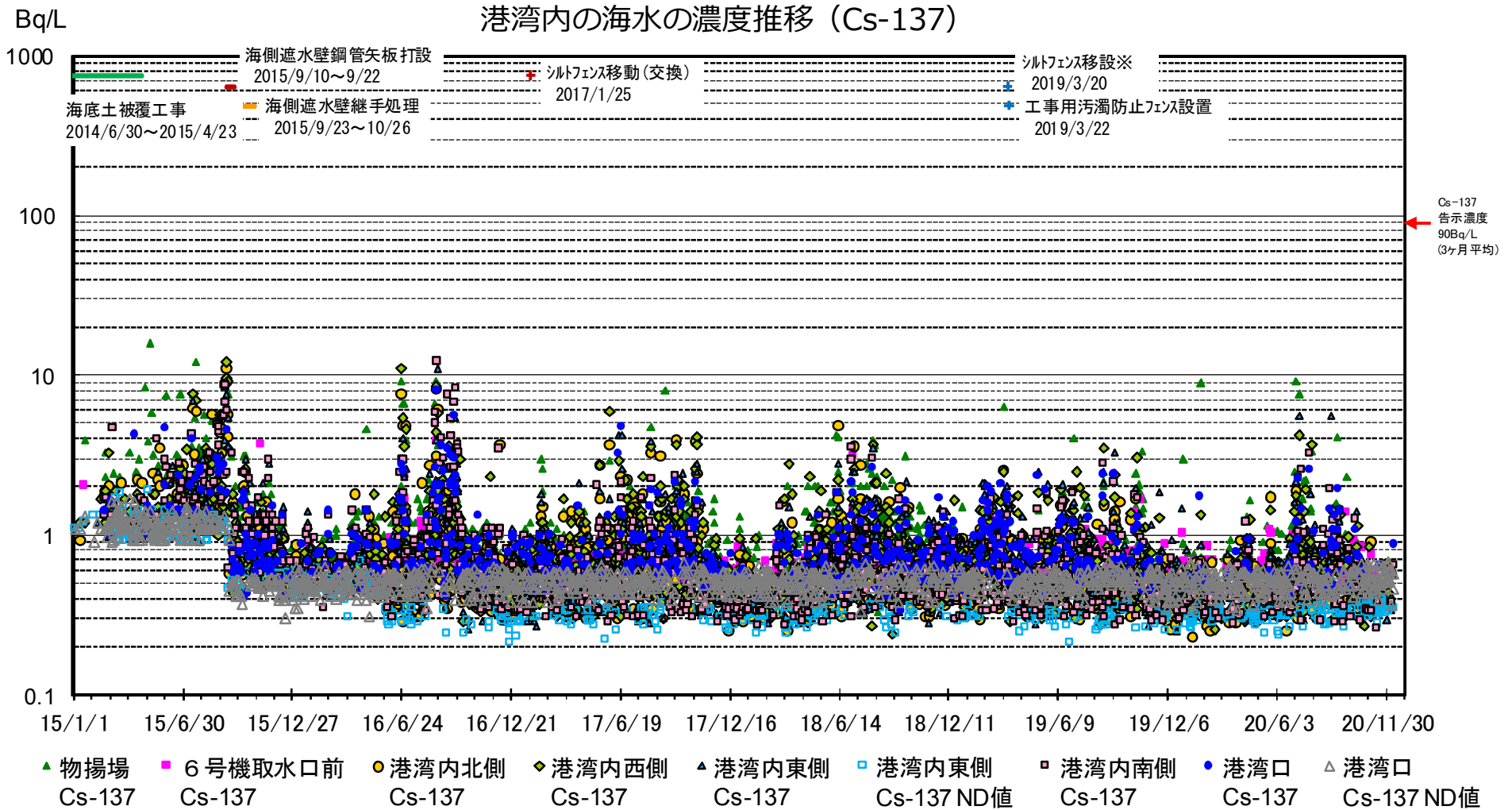
1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移 (H-3)



1～4号機取水路開渠内の海水の濃度推移 (3/3)

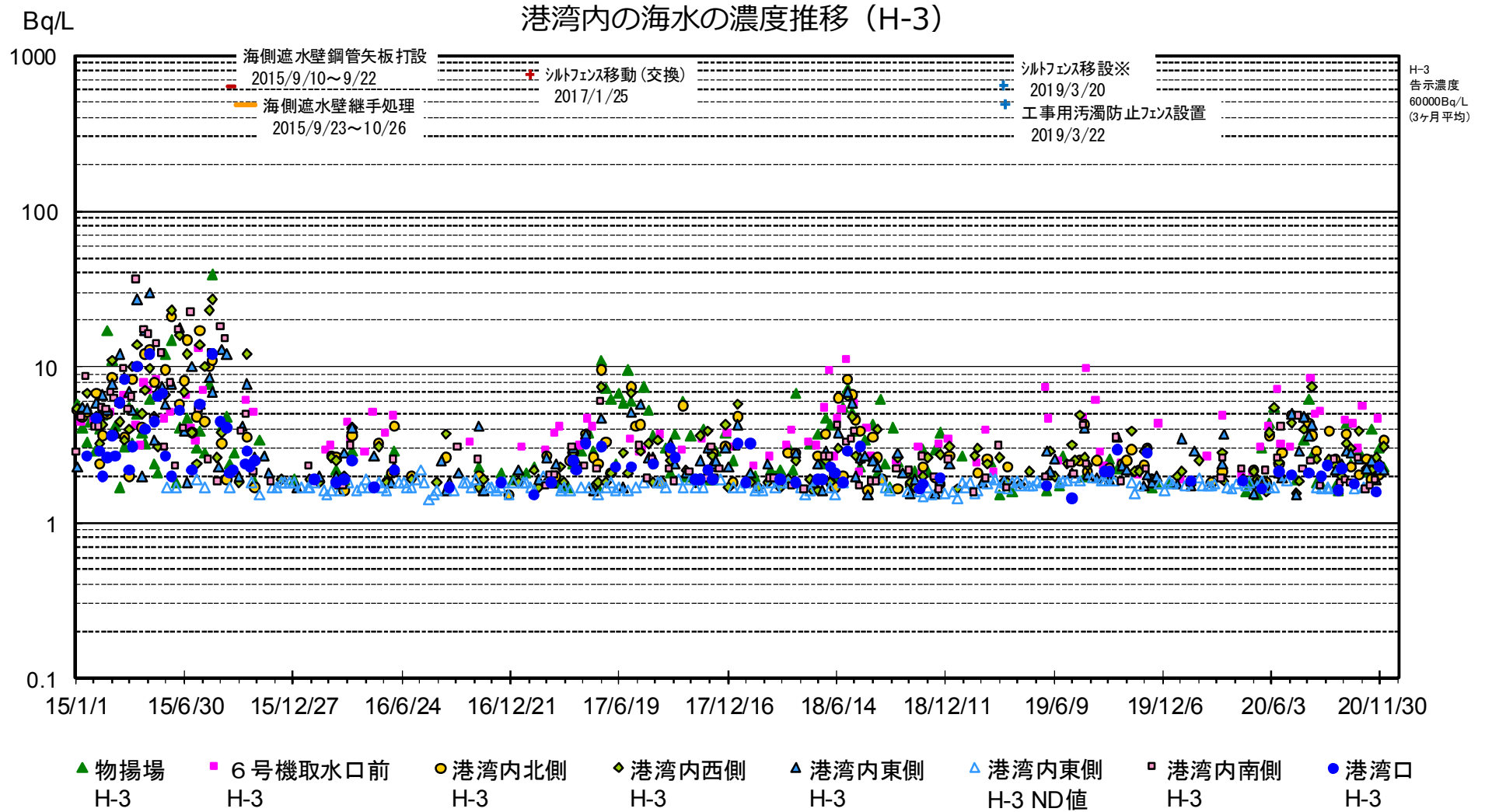


港湾内の海水の濃度推移 (1/3)



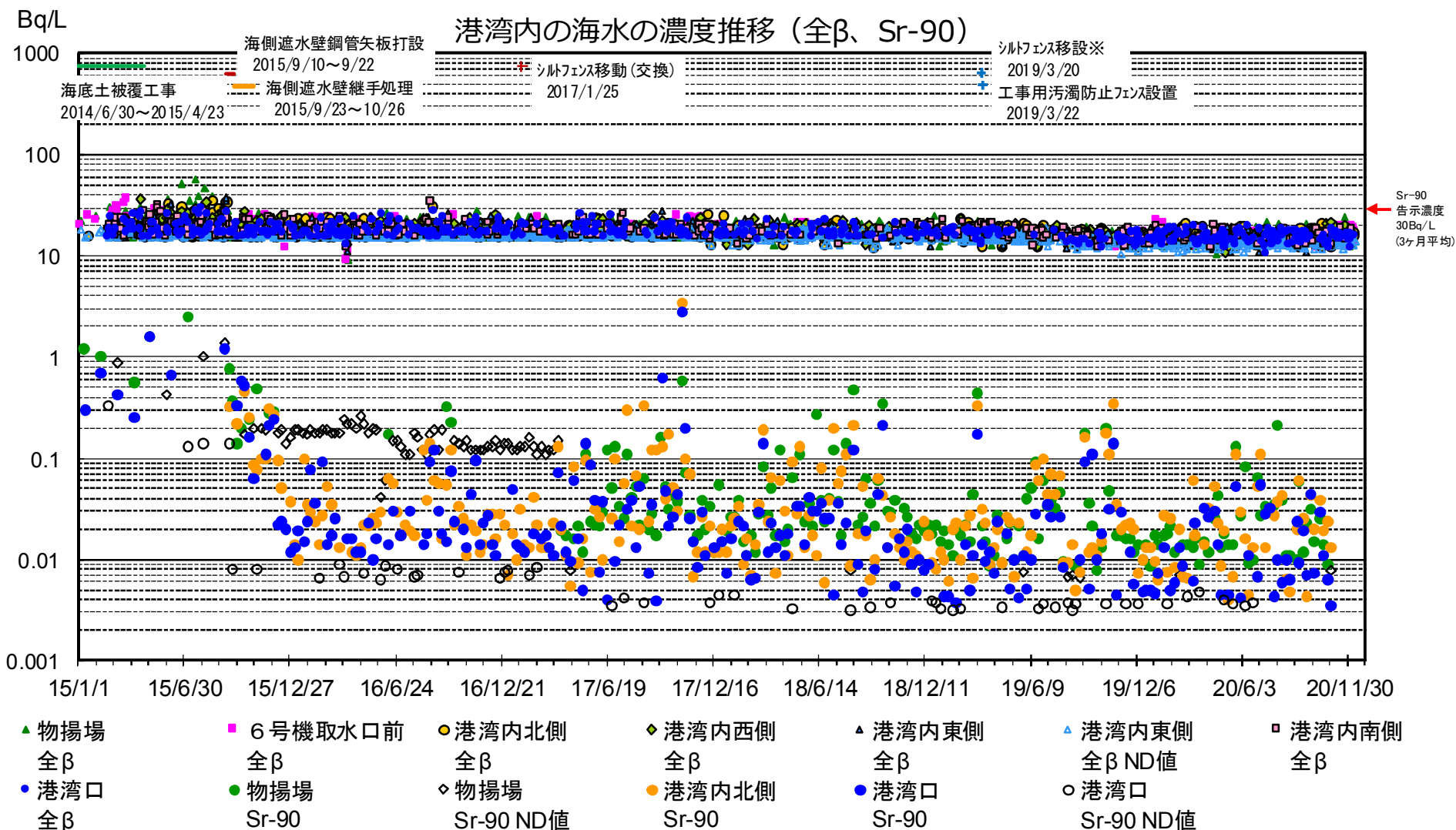
注: 2015/9/16以降、検出限界値を見直し(1.5→0.7Bq/L)。
 港湾口が検出限界値未満の場合は△で示す。(検出限界値は物揚場、6号機取水口前も同等)
 港湾内北側・西側・東側・南側について2016/6/1以降、検出限界値を見直し(0.7→0.4Bq/L)。検出限界値未満の場合は□で示す。
 ※: 2019/3/20、シルトフェンスを開渠北端より開渠中央へ移設。

港湾内の海水の濃度推移 (2/3)



※: 2019/3/20、シルトフェンスを開渠北端より開渠中央へ移設。

港湾内の海水の濃度推移 (3/3)



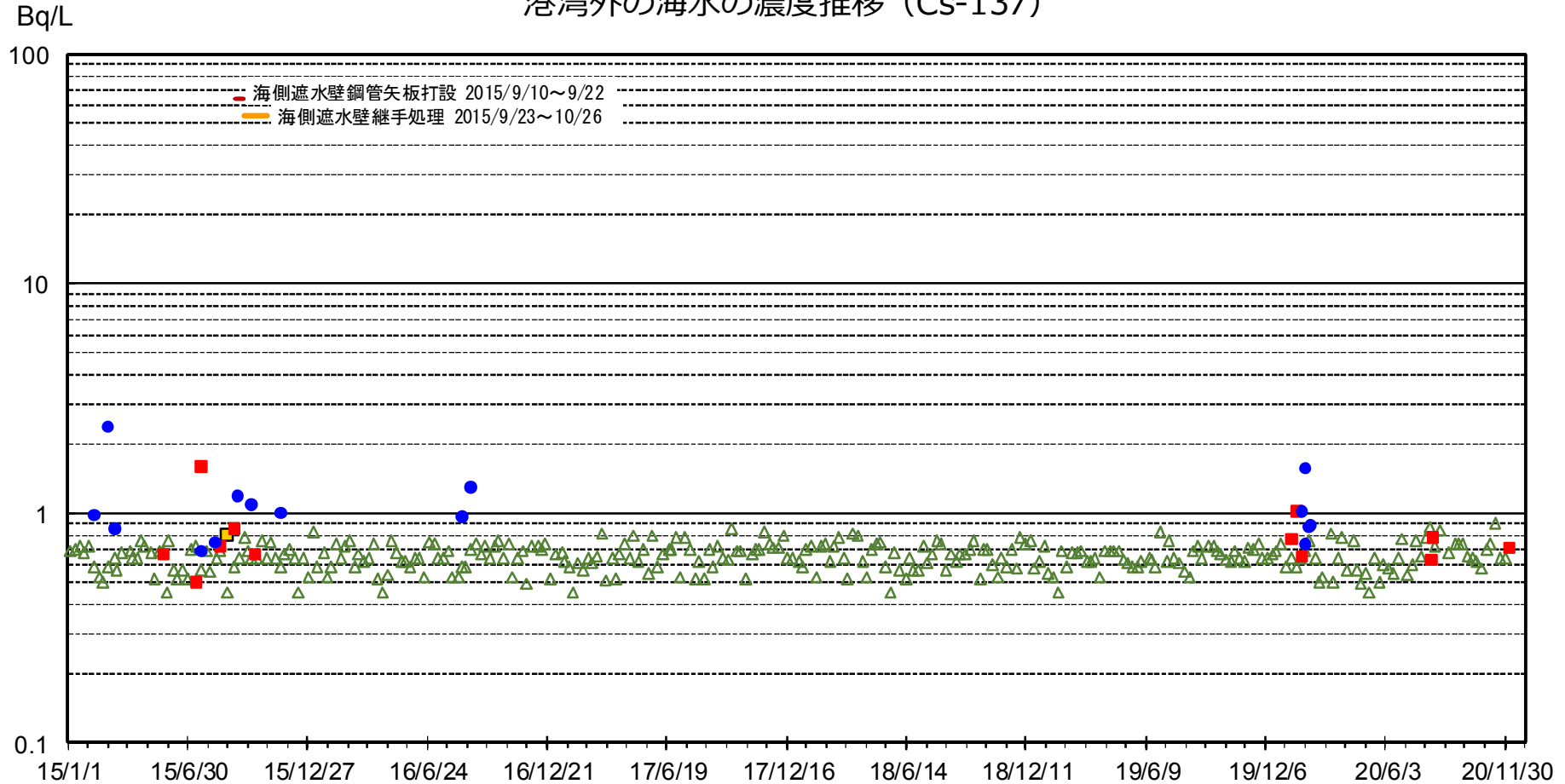
注: 全βは天然の放射性物質K-40(10~20Bq/L)を含む。全βについて、検出限界値未満の場合は△で示す(検出限界値は各地点とも同じ)。

Sr-90について、物揚場が検出限界値未満の場合は◇で示す。2017/4/3以降、検出限界値を見直し(0.3→0.01Bq/L)。

港湾口が検出限界値未満の場合は○で示す(検出限界値は港湾内北側も同じ)。

※: 2019/3/20、シルトフェンスを開渠北端より開渠中央へ移設。

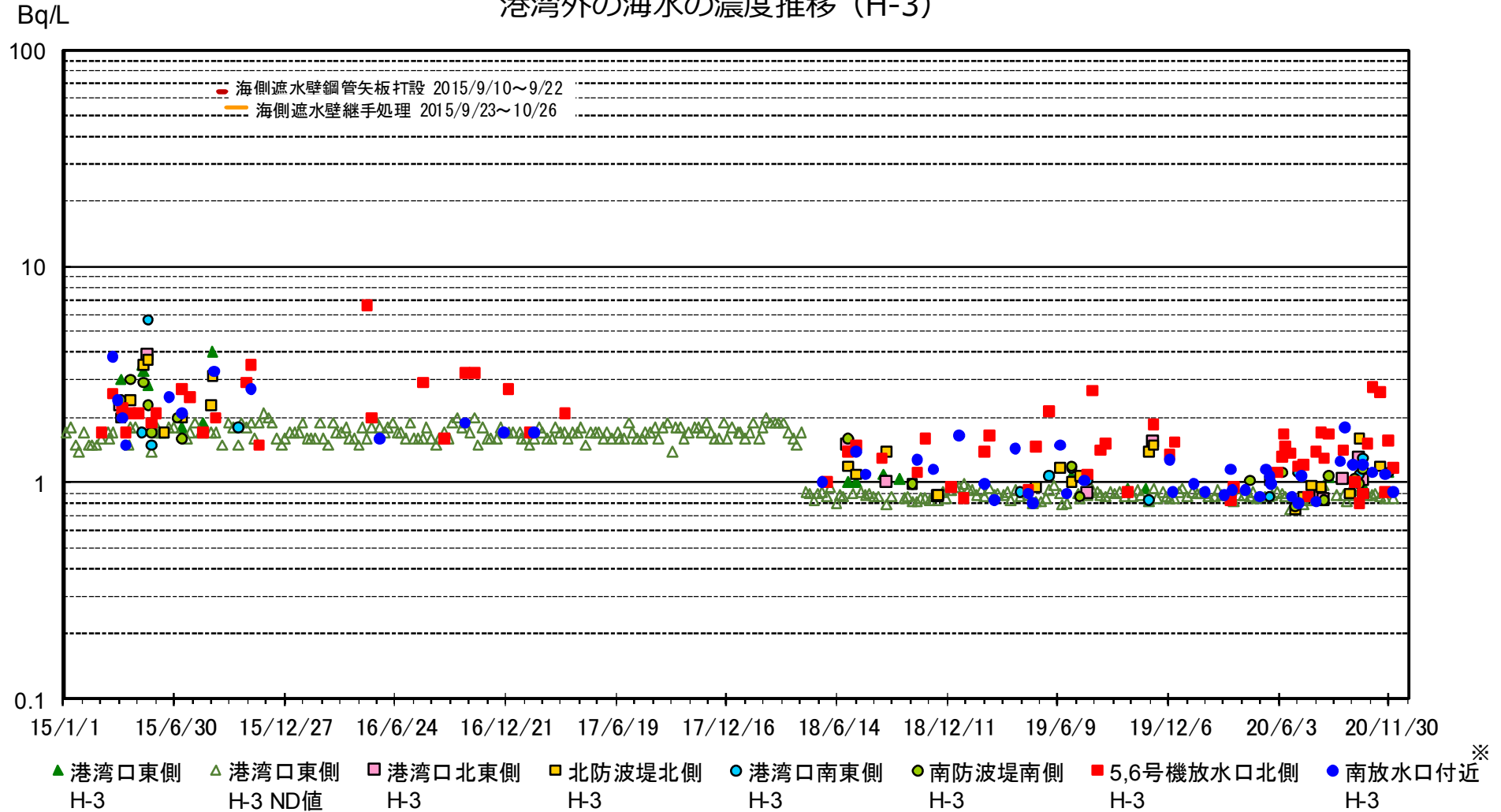
港湾外の海水の濃度推移 (Cs-137)



▲ 港湾口東側 Cs-137
 △ 港湾口東側 Cs-137 ND値
 ■ 港湾口北東側 Cs-137
 ■ 北防波堤北側 Cs-137
 ● 港湾口南東側 Cs-137
 ● 南防波堤南側 Cs-137
 ■ 5,6号機放水口北側 Cs-137
 ● 南放水口付近 Cs-137 ※

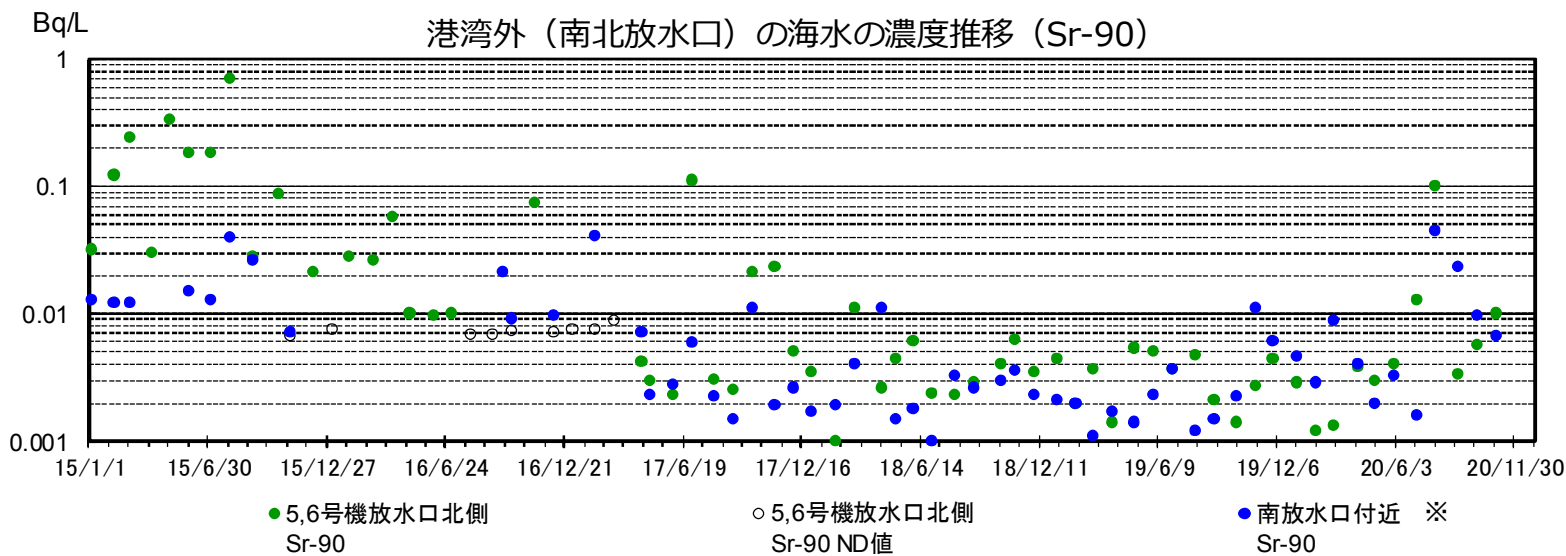
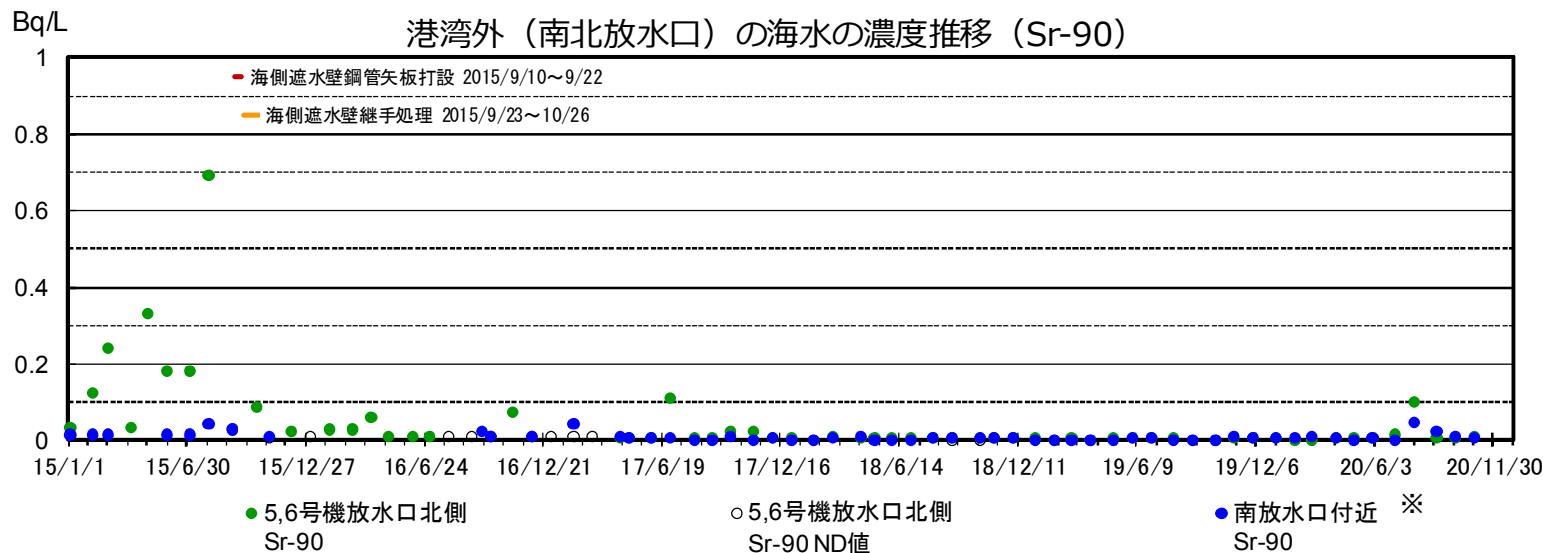
※: 2016/9/5以降、護岸が崩落しアクセスが困難なため採水できず。 2016/9/21以降、南放水口より約330m南の地点(従来より約1km北)に変更。
 2017/1/27以降、南放水口より約280m南の地点に変更。 2018/3/23以降、南放水口より約320m南の地点に変更。

港湾外の海水の濃度推移 (H-3)



※: 2016/9/5以降、護岸が崩落しアクセスが困難なため採水できず。 2016/9/21以降、南放水口より約330m南の地点(従来より約1km北)に変更。
 2017/1/27以降、南放水口より約280m南の地点に変更。 2018/3/23以降、南放水口より約320m南の地点に変更。
 注: 2018/4/23以降、検出限界値を見直し(2→1Bq/L)。

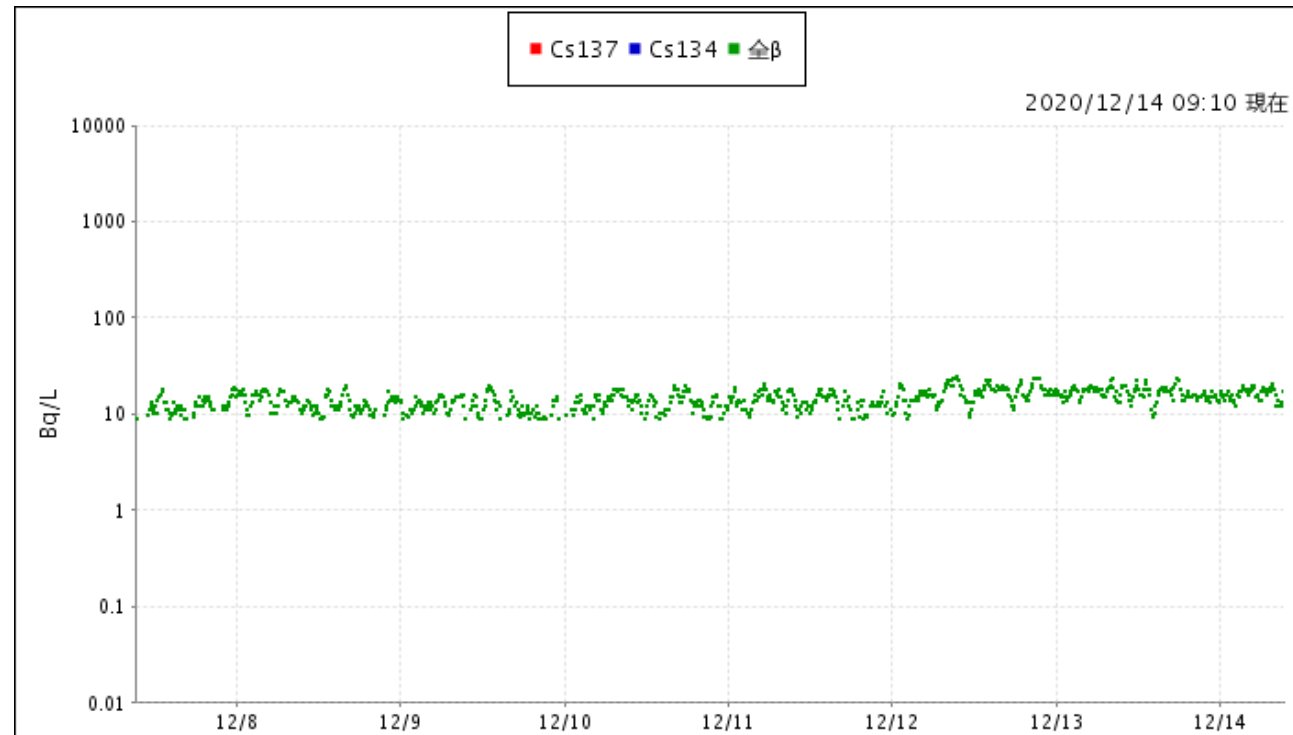
港湾外の海水の濃度推移 (3/3)



注：2017/4/17以降、検出限界値を見直し(0.01→0.001Bq/L)。
 検出限界値未満の場合は○で示す。検出限界値は各地点とも同じ。

※：2016/9/5以降、護岸が崩落しアクセスが困難なため採水できず。2016/9/21以降、南放水口より約330m南の地点(従来より約1km北)に変更。2017/1/27以降、南放水口より約280m南の地点に変更。2018/3/23以降、南放水口より約320m南の地点に変更。

<参考> 港湾口海水モニタの測定結果



※検出限界値未満 (ND) の場合は、グラフにデータが表示されません。
(検出限界値)

- ・セシウム (Cs)134 : 0.02 Bq/L
- ・セシウム (Cs)137 : 0.05 Bq/L
- ・全β : 8.7 Bq/L

※海水放射線モニタは、荒天により海上が荒れた場合、巻き上がった海底砂の影響等により、データが変動する場合があります。

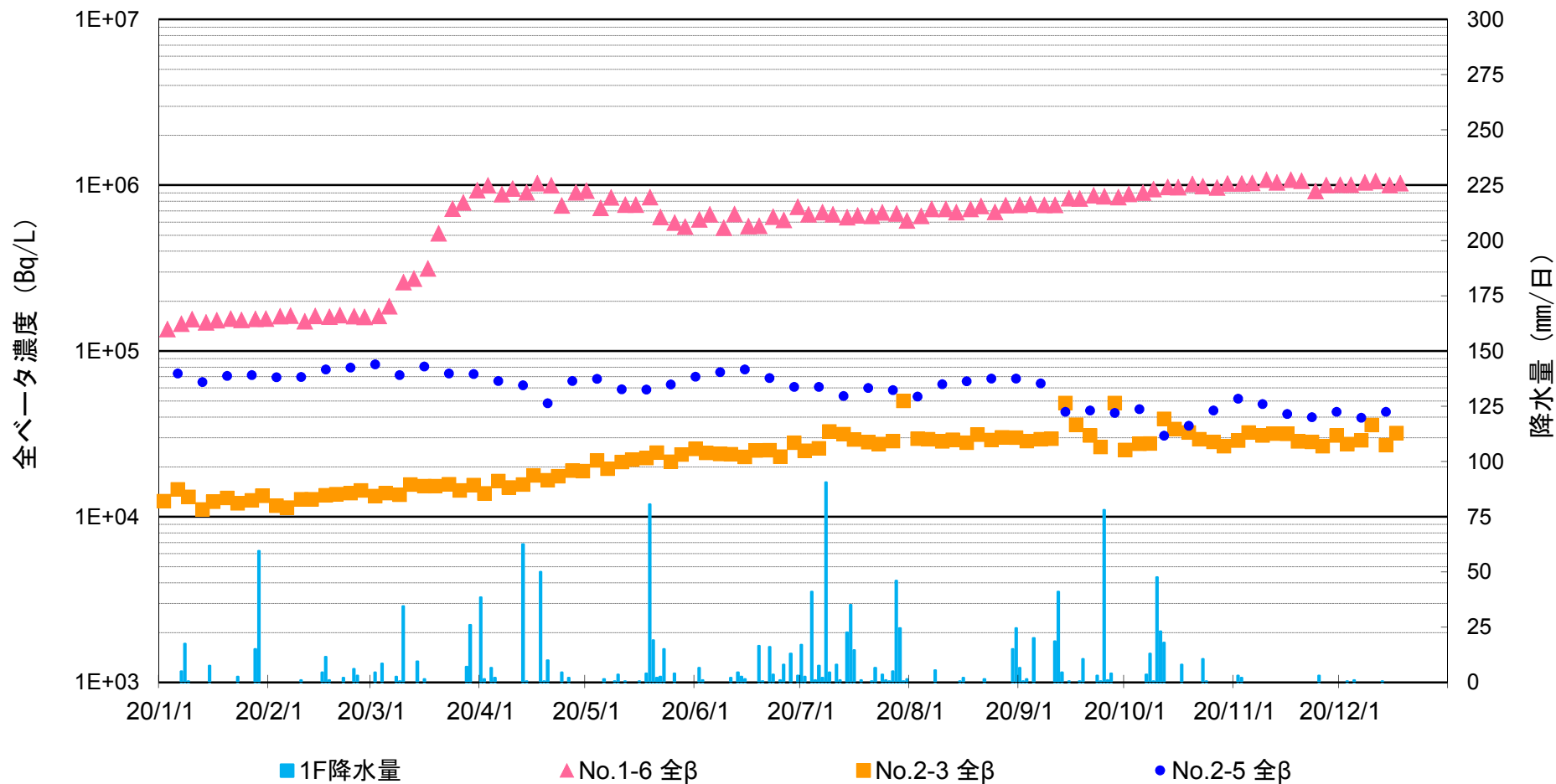
※設備清掃後は、検出槽に付着していた放射性物質が除去されることによりセシウム濃度のデータが低下します。

※参考 「福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則」に定める告示濃度限度は、以下の通り。

- ・セシウム (Cs)134 : 60 Bq/L
- ・セシウム (Cs)137 : 90 Bq/L

○設備の不具合および清掃・点検保守作業等により、データが欠測する場合があります。

地下水全ベータ濃度の推移 観測孔No.1-6, No.2-3, No.2-5



1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量の評価結果(2020年11月)

【評価の目的】

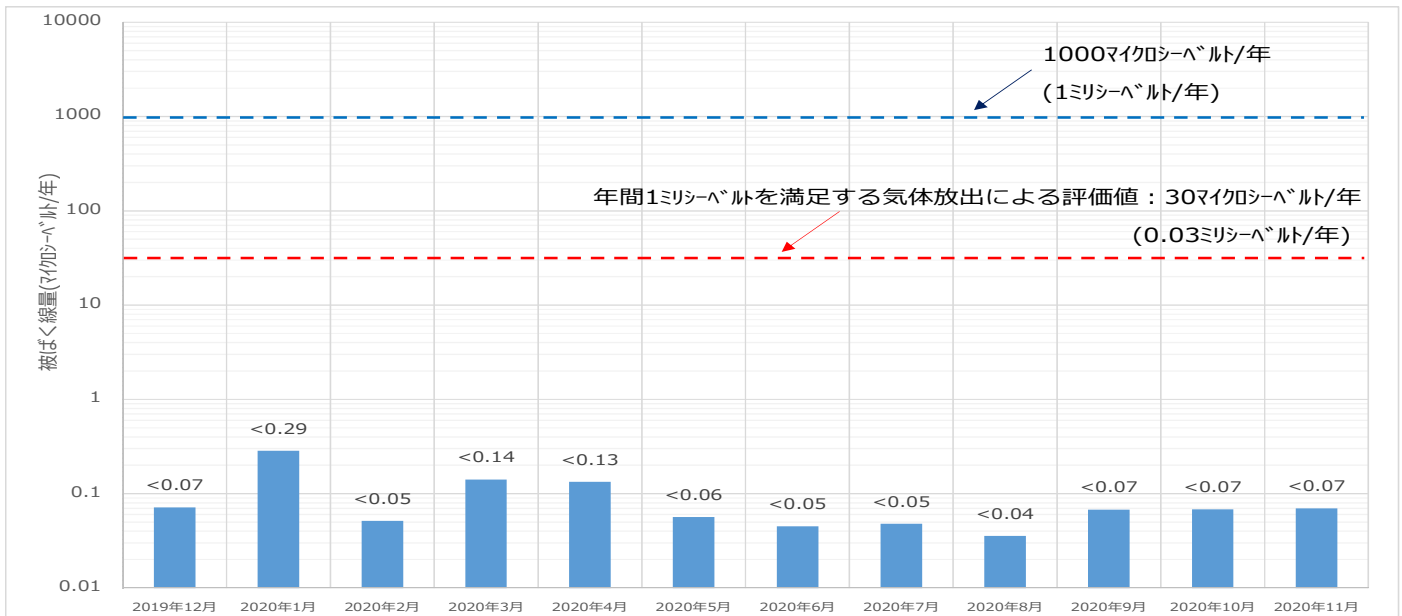
- 廃炉作業の進捗による周辺環境への影響を確認するとともに、1～4号機の安定冷却状況を確認するため、追加的放出量を毎月評価し、それを基に一般公衆への被ばく線量を評価すること。

【評価結果】

- 2020年11月における1～4号機原子炉建屋からの追加的放出量を評価した結果、 2.4×10^4 (ベクレル/時)未満であり、放出管理の目標値(1.0×10^7 ベクレル/時)を下回っていることを確認した。
- 本評価値における敷地境界の空气中放射性物質濃度は Cs-134: 3.0×10^{-12} (ベクレル/cm³)、Cs-137: 4.0×10^{-12} (ベクレル/cm³)であり告示濃度^{*1}を下回っていることを確認した。また、本評価値が1年間継続した場合、敷地境界における被ばく線量は、年間0.07マイクロシベルト未満(0.00007ミリシベルト未満)であり、年間30マイクロシベルト(0.03ミリシベルト^{*2})と比較し十分に小さい値である。

※1 東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則に定める告示濃度限度(周辺監視区域外の空气中の濃度限度)はCs-134: 2×10^{-5} (ベクレル/cm³)、Cs-137: 3×10^{-5} (ベクレル/cm³)である。

※2 「特定原子力施設に係る実施計画」(以下、実施計画)において敷地境界における一般公衆の被ばく線量1ミリシベルト/年を満たすための気体の放出による被ばく線量は、年間30マイクロシベルト(0.03ミリシベルト)としている。また、その評価に用いた放出量(1.0×10^7 ベクレル/時)を、放出管理の目標値として定めている。



*1 被ばく線量は1～4号機の放出量評価値と5、6号機の測定実績に基づき算出。

(2019年10月公表分まで、5、6号機の被ばく線量は、運転中の評価値0.17マイクロシベルトを一律加算していた。見直し前後の被ばく線量は、2019年11月28日 廃炉・汚染水対策チーム会合 第72回事務局会議資料に掲載。)

*2 5、6号機は当月の測定結果が検出限界値未満であったことから被ばく影響はないとした。

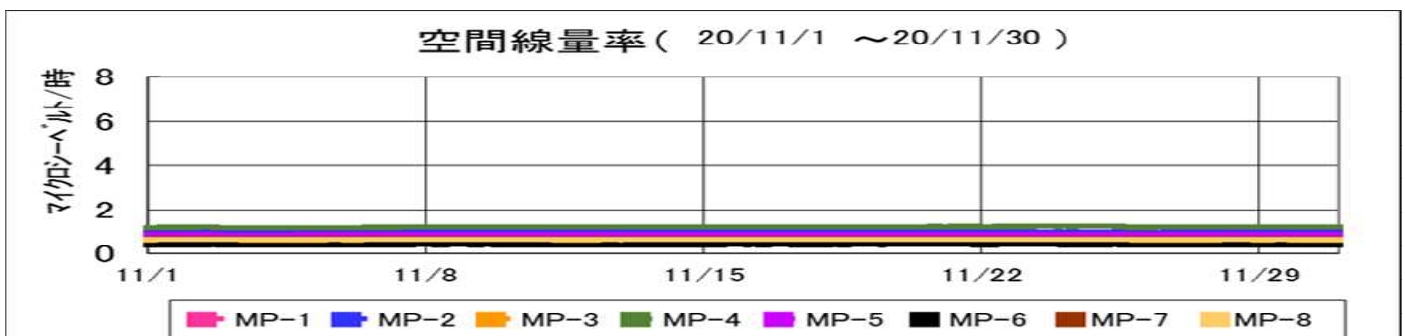
【評価手法】

- 1～4号機原子炉建屋からの放出量(セシウム)は各号機の放出箇所ごとに放出量を計算して、その合計値としている。
(計算に使用したデータについては別紙参照)
- 放出量は過小評価にならないように条件を設定※した以下の計算式より求めている。
放出量(ベクレル/時) = ①空気中放射性物質濃度(ベクレル/cm³) × ②月間漏洩率(cm³/時)
①「空気中放射性物質濃度(ベクレル/cm³)」は連続ダストモニタデータを使って月間の変動を考慮した濃度を計算で求めている。(詳細は別紙の参考1参照)
②「月間漏洩率(cm³/時)」は放出箇所ごとに以下の評価手法で算出している。
 - ・原子炉上部の場合は評価時点の燃料の崩壊熱(MW)による蒸気発生量(cm³/時)。
 - ・排気設備の出口の場合は排気設備の定格流量(cm³/時)。
 - ・PCV ガス管理システムの場合は1ヶ月間の平均流量(cm³/時)。
 - ・建屋の開口部の場合は日々の外部風速、建屋内外圧、隙間面積から算出した月間漏洩率(cm³/時)。
(詳細は別紙の参考2参照)
- 被ばく線量は年間の気象条件による大気拡散を考慮し、実施計画(Ⅲ章2.2)の評価方法と同様に計算している。
- 希ガスについては、格納容器ガス管理設備における分析結果から放出量を評価しているが、放出されるガンマ線実効エネルギーがセシウムに比べて小さく、被ばく経路も放射性雲の通過による外部被ばくのみとなるため、これによる被ばく線量は、セシウムによる被ばく線量に比べて小さいと評価している。

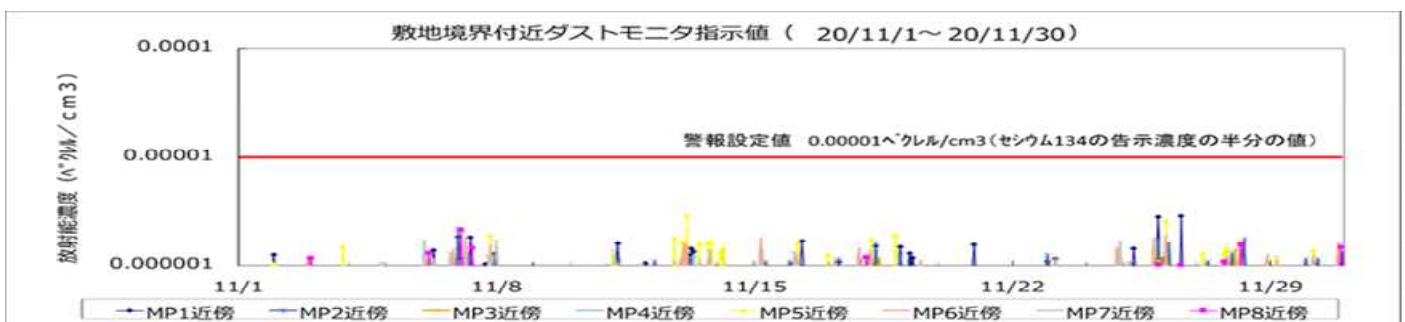
※設定した条件:①空気中放射性物質濃度の測定結果が検出限界値未満の場合、放出気体の空気中放射性物質濃度を検出限界値として放出量を算出している。

【モニタリングポスト及び敷地境界ダストモニタのトレンド】

- 空間放射線量
低いレベルで安定。



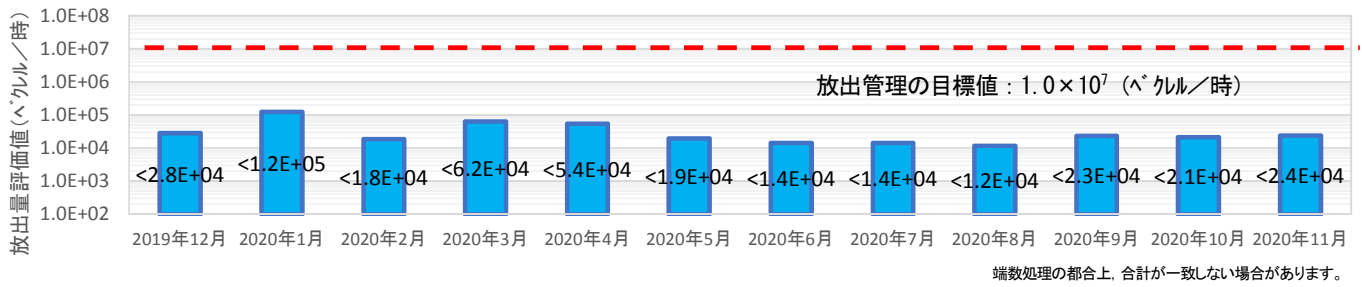
- 空気中の放射性物質
大きな上昇はなく、低濃度で安定。



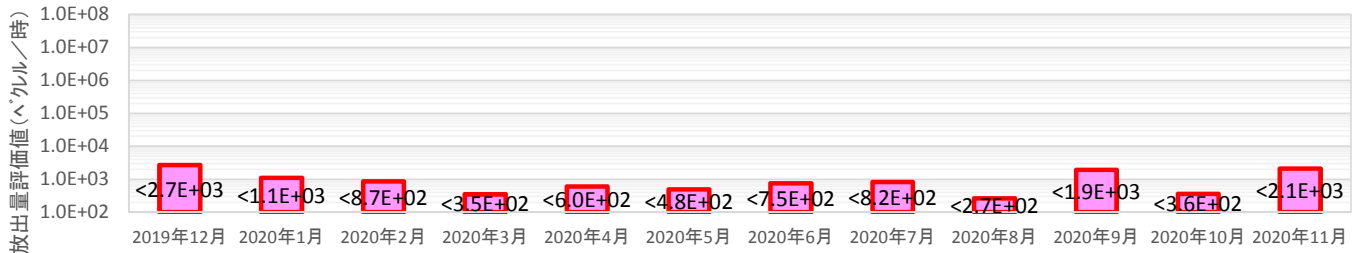
【各号機における放出量の推移】

1～4号機について、10月とほぼ同程度の放出量であった。

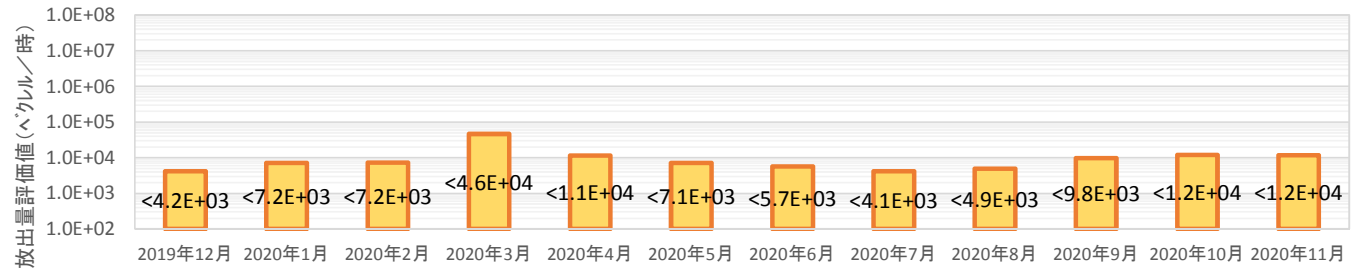
1号機～4号機からの放出量推移



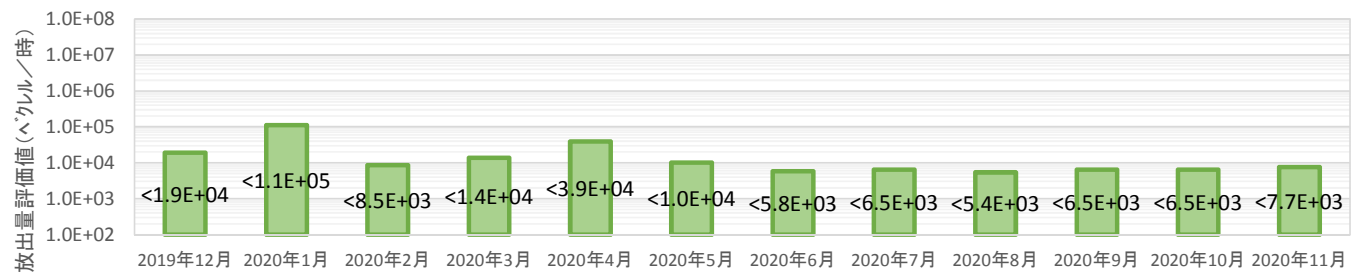
1号機 原子炉建屋, PCVガス管理システムからの放出量推移



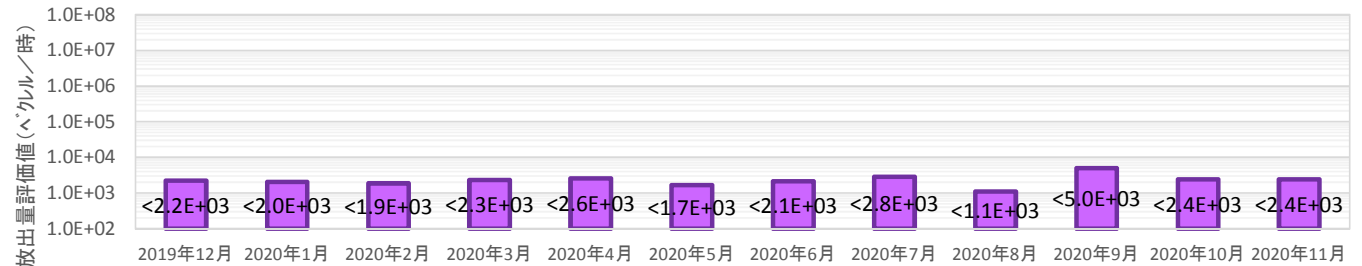
2号機 原子炉建屋, PCVガス管理システムからの放出量推移



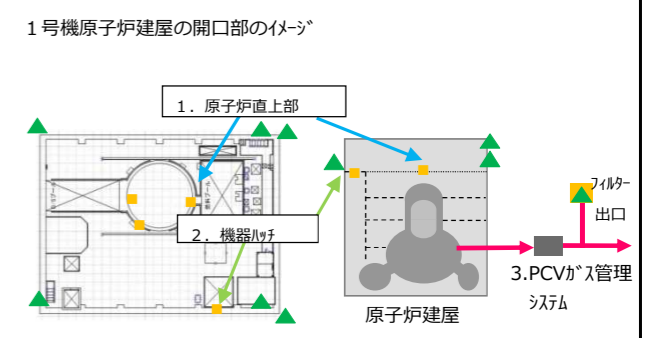
3号機 原子炉建屋, PCVガス管理システムからの放出量推移



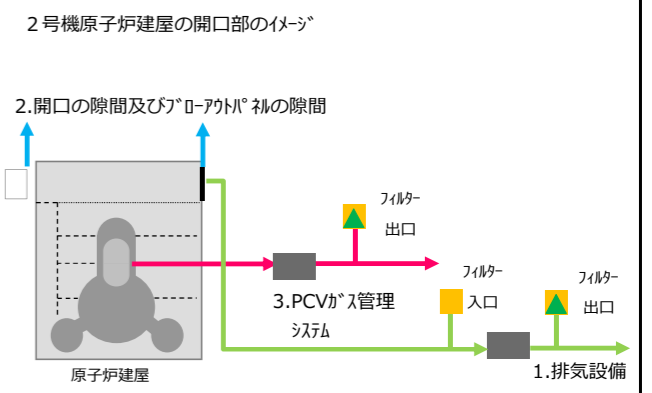
4号機 燃料取り出し用カバーからの放出量推移



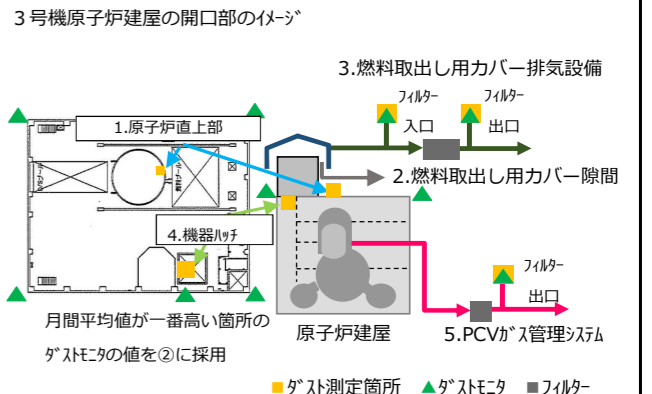
機	単位	ダストモニタデータ (図中の▲で採取)		ダスト測定データ (図中の■で採取)				相対比 (-)	月間漏洩率評価		放出量評価		放出量評価の号機ごとの合計値		
		μ ³ /cm ³	μ ³ /cm ³	月/日	μ ³ /cm ³	μ ³ /cm ³	⑤Cs-134 (③÷①)		⑥Cs-137 (④÷①)	cm ³ /時	月間漏洩率 算出方法	μ ³ /時	μ ³ /時	μ ³ /時	μ ³ /時
1号機	1. 原子炉直上部 (ダストモニタ: 原子炉建屋四隅の▲) (ダスト測定箇所: ウェル上の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	2020年11月 現在の崩壊熱 量より評価	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	Cs-134合計	Cs-137合計	
	2. 機器ハッチ (ダストモニタ: 機器ハッチ近傍の▲) (ダスト測定箇所: 機器ハッチ近傍の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	1号機合計(Cs-134+Cs-137)		
	3. PCVガス管理システム (ダストモニタ: PCVガス管理設備フィルター出口の▲) (ダスト測定箇所: PCVガス管理設備フィルター出口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間) (単位: cps)	②ダストモニタ (月間平均) (単位: cps)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	計測値の月間 平均値	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)			
			②希ガス (月間平均値)					⑦月間漏洩率	計測値の月間 平均値	Kr-85 (②×⑦)		Kr被ばく線量 (Kr-85×24×365×2.5E-19×0.0022÷0.5×1E3)			
			1.4E-01					2.2E+07		3.1E+06		3.0E-08 (ミリヘルム/年)			
2号機	1. 排気設備出口 (ダストモニタ: 排気設備フィルター出口の▲) (ダスト測定箇所: 排気設備フィルター出口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	排気設備の定 格流量	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	Cs-134合計	Cs-137合計	
	2. 開口の隙間及びBOP隙間 (ダスト測定箇所: 排気設備フィルター入口の■)	残置物撤去作業期間中 (1ヶ月のうち3時間の作業を12日実施)			ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)			⑦月間漏洩率	参考2参照	Cs-134 (③×⑦×36÷720)	Cs-137 (④×⑦×36÷720)	2号機合計(Cs-134+Cs-137)	
	2. 開口の隙間及びBOP隙間 (ダスト測定箇所: 排気設備フィルター入口の■)				ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)			⑦月間漏洩率	参考2参照	Cs-134 (③×⑦×684÷720)	Cs-137 (④×⑦×684÷720)		
	3. PCVガス管理システム (ダストモニタ: PCVガス管理設備フィルター出口の▲) (ダスト測定箇所: PCVガス管理設備フィルター出口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	計測値の月間 平均値	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)			
			②希ガス (月間平均値)					⑦月間漏洩率	計測値の月間 平均値	Kr-85 (②×⑦)		Kr被ばく線量 (Kr-85×24×365×2.4E-19×0.0022÷0.5×1E3)			
			3.4E+01					1.4E+07		4.7E+08		4.4E-06 (ミリヘルム/年)			
3号機	1. 原子炉直上部 (ダストモニタ: 原子炉建屋四隅の▲) (ダスト測定箇所: ウェル上の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	2020年11月 現在の崩壊熱 量より評価	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	Cs-134合計	Cs-137合計	
	2. 燃料取出し用カバ-隙間 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバ-フィルター入口の▲) (ダスト測定箇所: 燃料取出し用カバ-フィルター入口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	3号機合計(Cs-134+Cs-137)		
	3. 燃料取出し用カバ-排気設備出口 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバ-フィルター出口の▲) (ダスト測定箇所: 燃料取出し用カバ-フィルター出口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	排気設備の定 格流量	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)			
	4. 機器ハッチ (ダストモニタ: 機器ハッチ近傍の▲) (ダスト測定箇所: 機器ハッチ近傍の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)			
	5. PCVガス管理システム (ダストモニタ: PCVガス管理設備フィルター出口の▲) (ダスト測定箇所: PCVガス管理設備フィルター出口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	計測値の月間 平均値	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)			
			②希ガス (月間平均値)					⑦月間漏洩率	計測値の月間 平均値	Kr-85 (②×⑦)		Kr被ばく線量 (Kr-85×24×365×3.0E-19×0.0022÷0.5×1E3)			
			4.2E+01					1.7E+07		7.3E+08		8.5E-06 (ミリヘルム/年)			
4号機	1. 燃料取出し用カバ-隙間 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバ-フィルター入口の▲) (ダスト測定箇所: 燃料取出し用カバ-フィルター入口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	Cs-134合計	Cs-137合計	
	2. 燃料取出し用カバ-排気設備 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバ-フィルター出口の▲) (ダスト測定箇所: 燃料取出し用カバ-フィルター出口の■)	①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト 採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷①)	⑦月間漏洩率	排気設備の定 格流量	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	4号機合計(Cs-134+Cs-137)		
								5.0E+10		<6.3E+02	<6.2E+02	<2.4E+03			



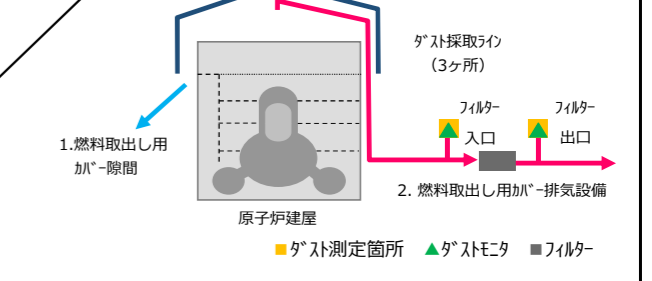
月間平均値が一番高い箇所のダストモニタの値を②に採用



月間平均値が一番高い箇所のダストモニタの値を②に採用



月間平均値が一番高い箇所のダストモニタの値を②に採用



※ 0.0E-0とは、0.0×10⁻⁰であることを意味する。

※ ND(0.0E-0)とは、0.0×10⁻⁰の検出限界値未満であることを意味する。

※ <0.0E-0とは、0.0×10⁻⁰未満であることを意味する。

1~4号機 Cs-134合計	1~4号機 Cs-137合計	1~4号機合計(Cs-134+Cs-137)
<1.0E+04	<1.4E+04	<2.4E+04

【解説】1~4号機原子炉建屋からの追加的放出量評価結果【例】2020年4月評価分(詳細データ)

機	測定箇所	ダストモニタデータ (図中の▲で採取)		ダスト採取期間		ダスト採取日		ダスト測定結果 (Cs-134)		ダスト測定結果 (Cs-137)		Cs-134 (③÷①)		Cs-137 (④÷②)		月間漏洩率	月間漏洩率算出方法	放出量評価の号機ごとの合計値	
		①ダストモニタ (μg/L/cm³)	②ダストモニタ (μg/L/cm³)	①ダストモニタ (μg/L/cm³)	②ダストモニタ (μg/L/cm³)	③ダスト採取日	④ダスト採取日	③ダスト測定結果 (Bq)	④ダスト測定結果 (Bq)	⑤Cs-134 (Bq)	⑥Cs-137 (Bq)	⑦月間漏洩率 (cm³/時)	⑧月間漏洩率 (cm³/時)	⑨Cs-134合計 (Bq)	⑩Cs-137合計 (Bq)				
1号機	1. 原子炉直上部 (ダストモニタ: 原子炉建屋四隅の▲)	2.1E-06	2.5E-06	4月6日	4月6日	ND(9.9E-08)	1.4E-07	2.1E-02	6.4E-02	1.5E+08	2020年4月現在の崩壊熱量より評価	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<2.0E+02	<4.0E+02	原子炉直上部からの月間漏洩率を記載している。参考1参照。	1.原子炉直上部」と「2.機器ハッチ」と「3.PCVガス管理システム」のCs-134,Cs-137の合計値を記載している。号機原子炉建屋の開口部のイメージ		
	2. 機器ハッチ (ダストモニタ: 機器ハッチ近傍の▲)	1.3E+01	1.3E+01	4月6日	4月6日	ND(9.8E-08)	2.1E-07	9.3E-08	1.0E-07	2.5E+07	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<6.0E+02					
	3. PCVガス管理システム (ダストモニタ: PCVガス管理設備フィルタ出口の▲)	3.1E-01	3.1E-01	4月6日	4月6日	ND(1.2E-06)	ND(1.4E-06)	9.3E-08	1.0E-07	2.5E+07	計測値の月間平均値	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<3.0E+01	<3.3E+01				
		①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷②)	⑦月間漏洩率	⑧月間漏洩率	⑨Cs-134合計	⑩Cs-137合計	1号機合計(Cs-134+Cs-137)						
2号機	1. 排気設備出口 (ダストモニタ: 排気設備フィルタ出口の▲)	2.3E-06	6.2E-07	4月10日	4月10日	ND(8.7E-08)	ND(8.6E-08)	3.8E-02	3.8E-02	1.0E+10	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<2.4E+02	<2.3E+02	2号機の残置物撤去作業期間中の放出率を示している。ダスト測定結果と月間漏洩率に一月の作業時間の割合(作業時間÷月総時間)から算出している。	2号機はオペレーティングフロアで残置物撤去等の作業を実施しているため、ダストの測定や評価は、「作業をしている時」と「作業をしていない時」に分けて評価している。		
	2. 開口の隙間及びBOP隙間 (ダストモニタ: 排気設備フィルタ入口の▲)	-	-	-	-	-	-	-	3.0E+09	参考2参照	Cs-134 (③×⑦×作業時間÷月総時間)	Cs-137 (④×⑦×作業時間÷月総時間)	-	-					
	3. PCVガス管理システム (ダストモニタ: PCVガス管理設備フィルタ出口の▲)	9.3E-06	9.2E-06	4月10日	4月10日	ND(9.5E-07)	ND(6.8E-07)	1.0E-01	7.3E-02	1.8E+07	計測値の月間平均値	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<3.0E+01	<3.3E+01				
		①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷②)	⑦月間漏洩率	⑧月間漏洩率	⑨Cs-134合計	⑩Cs-137合計	2号機合計(Cs-134+Cs-137)						
3号機	1. 原子炉直上部 (ダストモニタ: 原子炉建屋四隅の▲)	4.6E-06	4.2E-06	4月3日	4月3日	ND(9.8E-08)	7.6E-07	2.1E-02	1.7E-01	1.8E+08	2020年4月現在の崩壊熱量より評価	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<7.5E+03	<3.1E+04	3号機原子炉建屋の開口部のイメージ			
	2. 燃料取出し用カバー隙間 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバーフィルタ入口の▲)	5.3E-06	3.6E-06	4月3日	4月3日	ND(1.2E-07)	2.6E-07	2.3E-02	4.9E-02	3.8E+09	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<3.1E+02	6.9E+02				
	3. 燃料取出し用カバー排気設備出口 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバーフィルタ出口の▲)	6.6E-06	6.6E-06	4月3日	4月3日	ND(9.7E-08)	ND(8.3E-08)	1.5E-02	1.2E-02	3.0E+10	排気設備の定格流量	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<2.9E+03	<2.5E+03				
	4. 機器ハッチ (ダストモニタ: 機器ハッチ近傍の▲)	4.4E-06	8.1E-06	4月3日	4月3日	ND(5.1E-07)	3.3E-06	1.2E-01	7.7E-01	4.5E+09	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<4.2E+03	2.8E+04				
	5. PCVガス管理システム (ダストモニタ: PCVガス管理設備フィルタ出口の▲)	1.2E-05	1.1E-05	4月3日	4月3日	ND(8.9E-07)	ND(9.4E-07)	7.7E-02	8.2E-02	1.7E+07	計測値の月間平均値	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<1.5E+01	<1.6E+01				
		①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷②)	⑦月間漏洩率	⑧月間漏洩率	⑨Cs-134合計	⑩Cs-137合計	3号機合計(Cs-134+Cs-137)						
4号機	1. 燃料取出し用カバー隙間 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバーフィルタ入口の▲)	3.2E-07	6.0E-07	4月13日	4月13日	ND(9.6E-08)	ND(9.1E-08)	3.0E-01	2.8E-01	6.9E+09	参考2参照	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<1.2E+03	<1.2E+03	1~4号機の合計値を記載している。			
	2. 燃料取出し用カバー排気設備 (ダストモニタ: 燃料取出し用カバーフィルタ出口の▲)	7.1E-07	1.5E-07	4月13日	4月13日	ND(9.9E-09)	ND(9.0E-09)	1.4E-02	1.3E-02	5.0E+10	排気設備の定格流量	Cs-134 (②×⑤×⑦)	Cs-137 (②×⑥×⑦)	<1.0E+02	<9.2E+01				
		①ダストモニタ (ダスト採取期間)	②ダストモニタ (月間平均)	ダスト採取日	③ダスト測定結果 (Cs-134)	④ダスト測定結果 (Cs-137)	⑤Cs-134 (③÷①)	⑥Cs-137 (④÷②)	⑦月間漏洩率	⑧月間漏洩率	⑨Cs-134合計	⑩Cs-137合計	4号機合計(Cs-134+Cs-137)						

※ 〇.〇E-〇とは、〇.〇×10^{-〇}であることを意味する。
 ※ ND(〇.〇E-〇)とは、〇.〇×10^{-〇}の検出限界値未満であることを意味する。
 ※ <〇.〇E-〇とは、〇.〇×10^{-〇}未満であることを意味する。

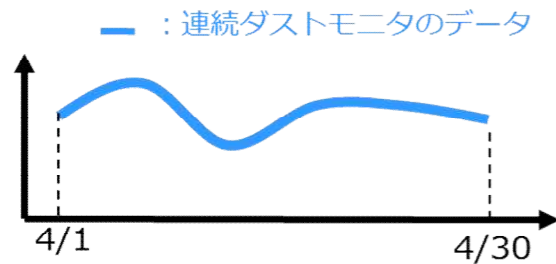
1~4号機 Cs-134合計	<9.8E+03
1~4号機 Cs-137合計	<4.4E+04
1~4号機合計(Cs-134+Cs-137)	<5.4E+04

参考1 空气中放射性物質濃度の評価方法

月1回の空气中放射性物質濃度測定値と連続ダストモニタのデータから連続性を考慮した空气中放射性物質濃度を評価する。

●STEP1

月間の連続ダストモニタのトレンドを確認する。
 ※連続ダストモニタは、全βのため被ばく評価に使用できないため。

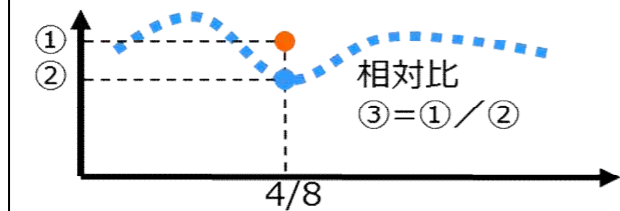


●STEP2

月1回の空气中放射性物質濃度測定値と連続ダストモニタの値を比較する。

- ・4月8日に月1回の空气中放射性物質濃度を測定・・・①
 - ⇒核種毎(Cs-134, Cs-137)にデータが得られる。
 - ・同時刻の連続ダストモニタの値を確認する。・・・②
 - ・上記2つのデータの相対比を評価する。・・・③
- ③相対比 = ①空气中放射性物質濃度 ÷ ②ダストモニタの値

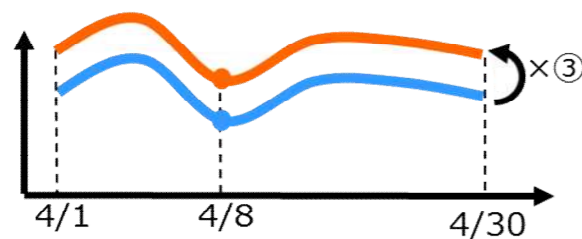
● : 空气中放射性物質濃度測定結果
 ● : 4月8日の連続ダストモニタデータ



●STEP3

連続性を考慮した空气中放射性物質濃度を評価する。
 ・連続ダストモニタのデータに③相対比を乗じて、連続性を考慮した空气中放射性物質濃度を評価する。

— : 連続性を考慮した空气中放射性物質濃度
 — : 連続ダストモニタデータ

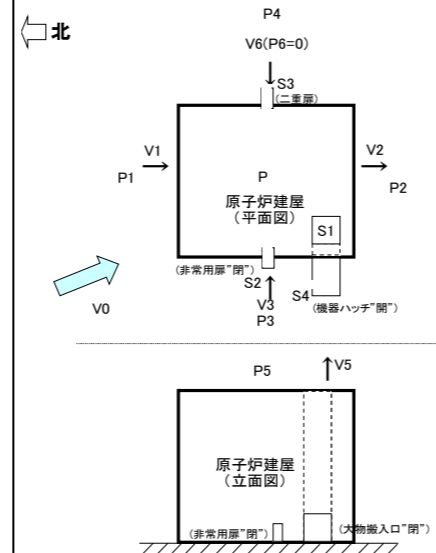


参考2 建屋の開口部の月間漏洩率の評価方法

●評価方法
 月間漏洩率は日々の外部風速、建屋内外圧差、隙間面積などから計算で求める。

●計算条件
 北北西 2.2m/s

1号機建屋の月間漏洩率の計算例



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: 建屋流入風速 (m/s)
- V2: 建屋流出風速 (m/s)
- V3: 建屋流入風速 (m/s)
- V4: 建屋流出風速 (m/s)
- V5: 建屋流出風速 (m/s)
- V6: 建屋流出風速 (m/s)
- P1: 上流側圧力 (北風) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (北風) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西風) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (西風) (Pa)
- P5: 上部圧力 (Pa)
- P6: T/B内圧 (0Pa)
- P: 建屋内圧 (Pa)
- S1: 機器ハッチ隙間面積 (m²)
- S2: R/B非常用扉開口面積 (m²)
- S3: R/B二重扉開口面積 (m²)
- S4: R/B大物搬入口面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数 (北風上側)
- C2: 風圧係数 (北風下側)
- C3: 風圧係数 (西風上側)
- C4: 風圧係数 (西風下側)
- C5: 風圧係数 (上部)
- ζ: 形状抵抗係数

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側 (北風): P1=C1 × ρ × V0² / (2g) ... (1)
- 下流側 (北風): P2=C2 × ρ × V0² / (2g) ... (2)
- 上流側 (西風): P3=C3 × ρ × V0² / (2g) ... (3)
- 下流側 (西風): P4=C4 × ρ × V0² / (2g) ... (4)
- 上部: P5=C5 × ρ × V0² / (2g) ... (5)

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- P1-P=ζ × ρ × V1² / (2g) ... (6)
- P-P2=ζ × ρ × V2² / (2g) ... (7)
- P3-P=ζ × ρ × V3² / (2g) ... (8)
- P-P4=ζ × ρ × V4² / (2g) ... (9)
- P-P5=ζ × ρ × V5² / (2g) ... (10)
- P6-P=ζ × ρ × V6² / (2g) ... (11)

空気流入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S4 + V3 \times S2 + V6 \times S3) \times 3600 = (V2 \times 0 + V4 \times 0 + V5 \times S1) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S4 + V3 \times S2 + V6 \times S3) \times 3600 - (V2 \times 0 + V4 \times 0 + V5 \times S1) \times 3600$$

V1, V2, V3, V4, V5, V6は(6), (7), (8), (9), (10), (11)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	C5	ζ	ρ (kg/m ³)
2.20	0.80	-0.50	0.10	-0.50	-0.40	2.00	1.20
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)				
0.73	0.00	0.29	0.10				

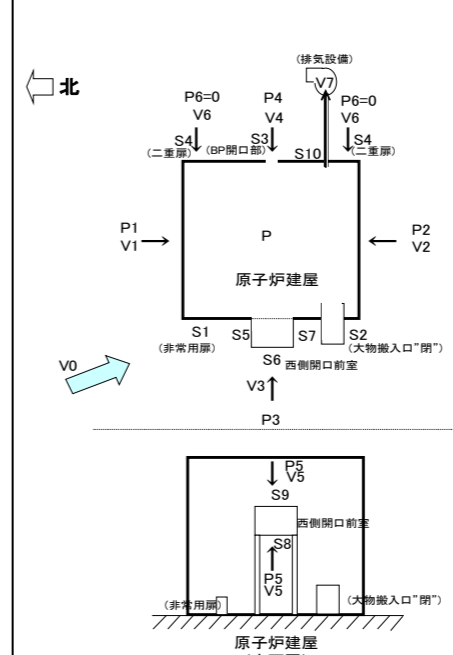
P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P6 (Pa)	P (Pa)
0.237061	-0.14816	0.029633	-0.14816	-0.11853	0	-0.08078

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.61	0.74	0.95	0.74	0.56	0.81	0.00
IN	OUT	IN	OUT	OUT	IN	OK

※IN : 流入
 OUT: 流出

漏洩率 1,459 m³/h

2号機R-アウト[®] 礼隙間の月間漏洩率の計算例



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: 建屋流入風速 (m/s)
- V2: 建屋流出風速 (m/s)
- V3: 建屋流入風速 (m/s)
- V4: 建屋流出風速 (m/s)
- V5: 建屋流出風速 (m/s)
- V6: 建屋流出風速 (m/s)
- V7: 排気風速 (m/s)
- P1: 上流側圧力 (北) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (南) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (東) (Pa)
- P5: 床面圧力 (Pa)
- P6: T/B内圧 (0Pa)
- P: 建屋内圧 (Pa)
- S1: 非常用扉開口面積 (m²)
- S2: 大物搬入口開口面積 (m²)
- S3: BP隙間面積 (m²)
- S4: R/B二重扉 (南北) 開口面積 (m²)
- S5: 西側開口前室北側開口面積 (m²)
- S6: 西側開口前室西側開口面積 (m²)
- S7: 西側開口前室南側開口面積 (m²)
- S8: 西側開口前室床部開口面積 (m²)
- S9: 西側開口前室上部開口面積 (m²)
- S10: 排気ダクト面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数 (北)
- C2: 風圧係数 (南)
- C3: 風圧係数 (西)
- C4: 風圧係数 (東)
- C5: 風圧係数 (床面)
- ζ: 形状抵抗係数

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側 (北): P1=C1 × ρ × V0² / (2g) ... (1)
- 下流側 (南): P2=C2 × ρ × V0² / (2g) ... (2)
- 上流側 (西): P3=C3 × ρ × V0² / (2g) ... (3)
- 下流側 (東): P4=C4 × ρ × V0² / (2g) ... (4)
- 床面: P5=C5 × ρ × V0² / (2g) ... (5)

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- P1-P=ζ × ρ × V1² / (2g) ... (6)
- P2-P=ζ × ρ × V2² / (2g) ... (7)
- P3-P=ζ × ρ × V3² / (2g) ... (8)
- P4-P=ζ × ρ × V4² / (2g) ... (9)
- P5-P=ζ × ρ × V5² / (2g) ... (10)
- P6-P=ζ × ρ × V6² / (2g) ... (11)

空気流入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S5 + V2 \times S7 + V3 \times (S1 + S2 + S6) + V4 \times S3 + V5 \times (S8 + S9) + V6 \times S4) \times 3600 = V7 \times S10 \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S5 + V2 \times S7 + V3 \times (S1 + S2 + S6) + V4 \times S3 + V5 \times (S8 + S9) + V6 \times S4) \times 3600 - V7 \times S10 \times 3600$$

V1~V6は(6)~(11)により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	C5	ζ	ρ (kg/m ³)		
2.20	0.80	-0.50	0.10	-0.50	-0.40	2.00	1.20		
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)	S6 (m ²)	S7 (m ²)	S8 (m ²)	S9 (m ²)	S10 (m ²)
0.000	0.000	0.340	0.000	0.010	0.230	1.124	0.001	0.000	0.500

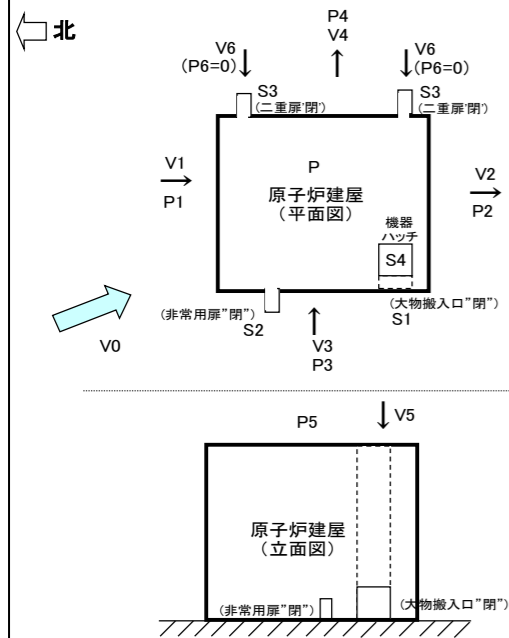
P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P6 (Pa)	P (Pa)
0.237061	-0.14816	0.029633	-0.14816	-0.11853	0	-0.36378

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	V7 (m/s)	Y (m ³ /h)
2.22	1.33	1.79	1.33	1.42	1.72	5.56	0.00
IN	IN	IN	IN	IN	IN	OUT(排気)	OK

※IN : 流入
 OUT: 流出

漏洩率 0 m³/h

3号機原子炉建屋機器ハッチの月間漏洩率の計算例



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: 建屋流入風速 (m/s)
- V2: 建屋流出風速 (m/s)
- V3: 建屋流入風速 (m/s)
- V4: 建屋流出風速 (m/s)
- V5: 建屋流入風速 (m/s)
- V6: 建屋流出風速 (m/s)
- P1: 上流側圧力 (北) (Pa)
- P2: 下流側圧力 (南) (Pa)
- P3: 上流側圧力 (西) (Pa)
- P4: 下流側圧力 (東) (Pa)
- P5: 上部圧力 (Pa)
- P6: T/B内圧力 (0Pa)
- P: 建屋内圧力 (Pa)
- S1: R/B大物搬入口面積 (m²)
- S2: R/B非常用扉開口面積 (m²)
- S3: R/B二重扉開口面積 (m²)
- S4: 機器ハッチ隙間面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数(北)
- C2: 風圧係数(南)
- C3: 風圧係数(西)
- C4: 風圧係数(東)
- C5: 風圧係数(上部)
- ζ: 形状抵抗係数

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側(北): P1=C1 × ρ × V0²/(2g) ... (1)
- 下流側(南): P2=C2 × ρ × V0²/(2g) ... (2)
- 上流側(西): P3=C3 × ρ × V0²/(2g) ... (3)
- 下流側(東): P4=C4 × ρ × V0²/(2g) ... (4)
- 上部部: P5=C5 × ρ × V0²/(2g) ... (5)

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- P1-P=ζ × ρ × V1²/(2g) ... (6)
- P-P2=ζ × ρ × V2²/(2g) ... (7)
- P3-P=ζ × ρ × V3²/(2g) ... (8)
- P-P4=ζ × ρ × V4²/(2g) ... (9)
- P5-P=ζ × ρ × V5²/(2g) ... (10)
- P6-P=ζ × ρ × V6²/(2g) ... (11)

空気流入量のマスバランス式は

$$(V1 \times 0 + V3 \times (S1 + S2) + V5 \times S4 + V6 \times S3) \times 3600 = (V2 \times 0 + V4 \times 0) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times 0 + V3 \times (S1 + S2) + V5 \times S4 + V6 \times S3) \times 3600 - (V2 \times 0 + V4 \times 0) \times 3600$$

V1~V6は(6)~(11)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	C5	ζ	ρ (kg/m ³)
2.20	0.80	-0.50	0.10	-0.50	-0.40	2.00	1.20
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)				
0.00	0.00	0.00	1.01				

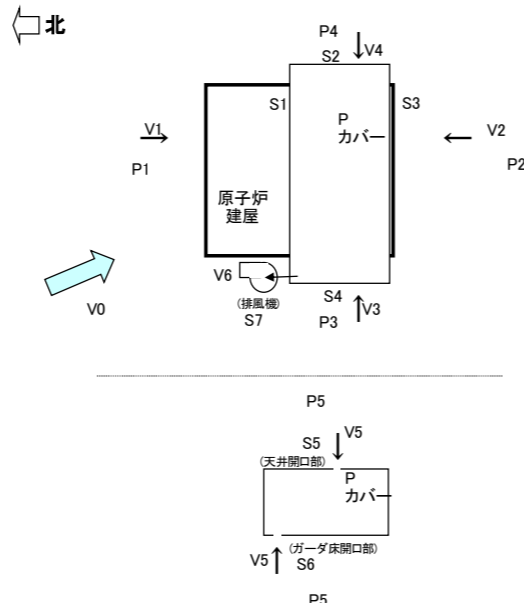
P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P6 (Pa)	P (Pa)
0.237061	-0.14816	0.029633	-0.14816	-0.11853	0	-0.11853

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.70	0.49	1.10	0.49	0.00	0.98	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	IN	OK

※IN: 流入
OUT: 流出

漏洩率 0 m³/h

3号機燃料取出し用カバーの月間漏洩率の計算例



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー内流入風速 (m/s)
- V2: カバー内流出風速 (m/s)
- V3: カバー内流入風速 (m/s)
- V4: カバー内流出風速 (m/s)
- V5: カバー内流入風速 (m/s)
- V6: 排気風速 (m/s)
- P: カバー内圧力 (Pa)
- P1: 上流側圧力(北) (Pa)
- P2: 下流側圧力(南) (Pa)
- P3: 上流側圧力(西) (Pa)
- P4: 下流側圧力(東) (Pa)
- P5: 上下部圧力 (Pa)
- S1: カバー隙間面積 (m²)
- S2: カバー隙間面積 (m²)
- S3: カバー隙間面積 (m²)
- S4: カバー隙間面積 (m²)
- S5: カバー天井隙間面積 (m²)
- S6: ガータ床隙間面積 (m²)
- S7: 排気ダクト吸込口面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数(風上側(北))
- C2: 風圧係数(風下側(南))
- C3: 風圧係数(風上側(西))
- C4: 風圧係数(風下側(東))
- C5: 風圧係数(上下部)
- ζ: 形状抵抗係数

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側(北): P1=C1 × ρ × V0²/(2g) ... (1)
- 下流側(南): P2=C2 × ρ × V0²/(2g) ... (2)
- 上流側(西): P3=C3 × ρ × V0²/(2g) ... (3)
- 下流側(東): P4=C4 × ρ × V0²/(2g) ... (4)
- 上部部: P5=C5 × ρ × V0²/(2g) ... (5)

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- P1-P=ζ × ρ × V1²/(2g) ... (6)
- P2-P=ζ × ρ × V2²/(2g) ... (7)
- P3-P=ζ × ρ × V3²/(2g) ... (8)
- P4-P=ζ × ρ × V4²/(2g) ... (9)
- P5-P=ζ × ρ × V5²/(2g) ... (10)

空気流入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S1 + V2 \times S3 + V3 \times S4 + V4 \times S2 + V5 \times (S5 + S6)) \times 3600 = V6 \times S7 \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S1 + V2 \times S3 + V3 \times S4 + V4 \times S2 + V5 \times (S5 + S6)) \times 3600 - V6 \times S7 \times 3600$$

V1, V2, V3, V4, V5は(6), (7), (8), (9), (10)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	C5	ζ	ρ (kg/m ³)
2.20	0.80	-0.50	0.10	-0.50	-0.40	2.00	1.20
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)	S6 (m ²)	S7 (m ²)	
2.56	0.41	2.56	0.41	0.36	4.47	4.76	

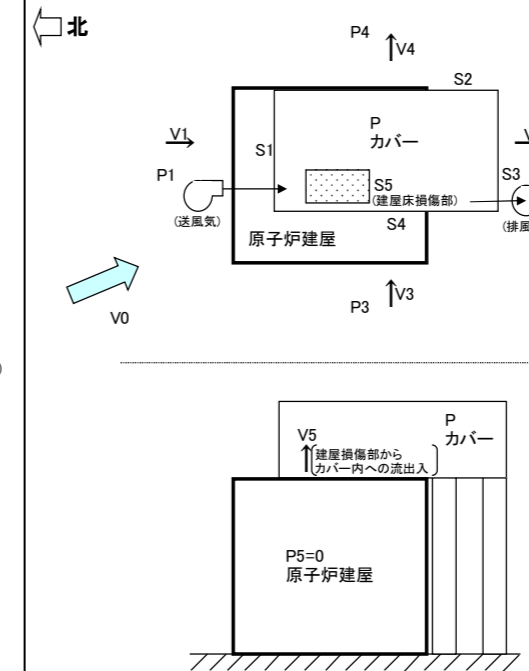
P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.237061	-0.14816	0.029633	-0.14816	-0.11853	-0.15398

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	V6 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.79	0.22	1.22	0.22	0.54	1.75	0.00
IN	IN	IN	IN	IN	OUT(排気)	OK

※IN: 流入
OUT: 流出

漏洩率 0 m³/h

4号機燃料取出し用カバーの月間漏洩率の計算例



- V0: 外気風速 (m/s)
- V1: カバー内流入風速 (m/s)
- V2: カバー内流出風速 (m/s)
- V3: カバー内流入風速 (m/s)
- V4: カバー内流出風速 (m/s)
- V5: カバー内流入風速 (m/s)
- P: カバー内圧力 (Pa)
- P1: 上流側圧力(北風) (Pa)
- P2: 下流側圧力(北風) (Pa)
- P3: 上流側圧力(西風) (Pa)
- P4: 下流側圧力(西風) (Pa)
- P5: R/B内圧力 (0Pa)
- S1: カバー隙間面積 (m²)
- S2: カバー隙間面積 (m²)
- S3: カバー隙間面積 (m²)
- S4: カバー隙間面積 (m²)
- S5: 建屋床損傷部隙間面積 (m²)
- ρ: 空気密度 (kg/m³)
- C1: 風圧係数(北風上側)
- C2: 風圧係数(北風下側)
- C3: 風圧係数(西風上側)
- C4: 風圧係数(西風下側)
- ζ: 形状抵抗係数

風速をVとすると、上流側、下流側の圧力は次のとおりとなる。

- 上流側(北風): P1=C1 × ρ × V0²/(2g) ... (1)
- 下流側(北風): P2=C2 × ρ × V0²/(2g) ... (2)
- 上流側(西風): P3=C3 × ρ × V0²/(2g) ... (3)
- 下流側(西風): P4=C4 × ρ × V0²/(2g) ... (4)

内圧をP、隙間部の抵抗係数をζとすると

- P1-P=ζ × ρ × V1²/(2g) ... (5)
- P-P2=ζ × ρ × V2²/(2g) ... (6)
- P3-P=ζ × ρ × V3²/(2g) ... (7)
- P-P4=ζ × ρ × V4²/(2g) ... (8)
- P5-P=ζ × ρ × V5²/(2g) ... (9)

空気流入量のマスバランス式は

$$(V1 \times S1 + V3 \times S4 + V5 \times S5) \times 3600 = (V2 \times S3 + V4 \times S2) \times 3600$$

左辺と右辺の差を「Y」とすると

$$Y = (V1 \times S1 + V3 \times S4 + V5 \times S5) \times 3600 - (V2 \times S3 + V4 \times S2) \times 3600$$

V1, V2, V3, V4, V5は(5), (6), (7), (8), (9)式により、Pの関数なので、「Y」がゼロになるようにPの値を調整する

V0 (m/s)	C1	C2	C3	C4	ζ	ρ (kg/m ³)
2.20	0.80	-0.50	0.10	-0.50	2.00	1.20
S1 (m ²)	S2 (m ²)	S3 (m ²)	S4 (m ²)	S5 (m ²)		
0.44	0.81	0.46	0.81	4.00		

P1 (Pa)	P2 (Pa)	P3 (Pa)	P4 (Pa)	P5 (Pa)	P (Pa)
0.237061	-0.14816	0.029633	-0.14816	0	-0.00102

V1 (m/s)	V2 (m/s)	V3 (m/s)	V4 (m/s)	V5 (m/s)	Y (m ³ /h)
1.39	1.10	0.50	1.10	0.09	0.00
IN	OUT	IN	OUT	IN	OK

※IN: 流入
OUT: 流出

漏洩率 4,980 m³/h

空气中放射性物質濃度の分析結果(1~4号機) (1/2)

採取地点	採取日時	分析項目		
		I-131 (Bq/cm ³)	Cs-134 (Bq/cm ³)	Cs-137 (Bq/cm ³)
1号機原子炉建屋 原子炉ウエル上部 南側 ^{※1}	2020/11/02 10:05 ~ 2020/11/02 10:35	<9.9E-08	<1.3E-07	<9.9E-08
1号機原子炉建屋 原子炉ウエル上部 北西側 ^{※1}	2020/11/02 11:15 ~ 2020/11/02 11:45	<1.0E-07	<1.0E-07	6.1E-07
1号機原子炉建屋 原子炉ウエル上部 北側 ^{※1}	2020/11/02 12:00 ~ 2020/11/02 12:30	<9.9E-08	<1.2E-07	<9.9E-08
1号機原子炉建屋 機器ハッチオペフロ階 ^{※2}	2020/11/02 09:20 ~ 2020/11/02 09:50	<1.2E-07	<1.2E-07	2.3E-07
1号機原子炉格納容器ガス管理システム出口(粒子状)	2020/11/06 10:05 ~ 2020/11/06 10:45	<8.1E-07	<1.4E-06	<1.2E-06
1号機原子炉格納容器ガス管理システム出口(揮発性)	2020/11/06 10:05 ~ 2020/11/06 10:45	<8.8E-07	<1.0E-06	<1.1E-06
2号機原子炉建屋排気設備出口 ^{※1}	2020/11/10 07:03 ~ 2020/11/10 09:03	<9.6E-08	<1.4E-07	<8.7E-08
	2020/11/13 14:22 ~ 2020/11/13 15:22	<5.9E-07	<3.9E-07	<3.5E-07
	2020/11/27 11:31 ~ 2020/11/27 12:31	<9.9E-08	<1.2E-07	<9.4E-08
2号機原子炉建屋排気設備入口 ^{※1}	2020/11/10 06:55 ~ 2020/11/10 08:55	<9.9E-08	1.3E-06	3.0E-05
	2020/11/13 14:22 ~ 2020/11/13 15:22	<5.9E-07	1.1E-06	2.1E-05
	2020/11/27 11:06 ~ 2020/11/27 12:06	<9.9E-08	1.1E-06	2.1E-05
2号機原子炉格納容器ガス管理システム出口(粒子状)	2020/11/13 10:00 ~ 2020/11/13 10:10	<9.7E-07	<1.4E-06	<8.9E-07
2号機原子炉格納容器ガス管理システム出口(揮発性)	2020/11/13 10:10 ~ 2020/11/13 10:40	<4.8E-07	<7.4E-07	<5.2E-07
3号機原子炉建屋上部 原子炉上南側 ^{※1}	2020/11/17 10:08 ~ 2020/11/17 10:38	<9.9E-08	2.3E-07	4.4E-06
3号機原子炉建屋上部 機器ハッチ開口部 ^{※1}	2020/11/17 09:58 ~ 2020/11/17 10:58	<1.0E-07	<2.9E-07	6.3E-07
3号機燃料取出し用カバ-排気設備入口 ^{※1}	2020/11/17 10:06 ~ 2020/11/17 13:06	<8.9E-08	<9.6E-08	4.2E-07
3号機燃料取出し用カバ-排気設備出口 ^{※1}	2020/11/17 09:59 ~ 2020/11/17 12:59	<9.9E-08	<1.3E-07	<7.9E-08
3号機原子炉格納容器ガス管理システム出口(粒子状)	2020/11/25 09:18 ~ 2020/11/25 09:28	<7.7E-07	<7.5E-07	<9.5E-07
3号機原子炉格納容器ガス管理システム出口(揮発性)	2020/11/25 09:28 ~ 2020/11/25 09:58	<7.7E-07	<1.2E-06	<1.1E-06
4号機燃料取出し用カバ-排気設備入口 ^{※2}	2020/11/13 06:58 ~ 2020/11/13 07:58	<1.3E-07	<9.4E-08	<9.4E-08
4号機燃料取出し用カバ-排気設備出口 ^{※1}	2020/11/13 09:18 ~ 2020/11/13 12:18	<8.9E-08	<1.1E-08	<9.8E-09
4号機原子炉建屋 SFP近傍 ^{※1}	2020/11/13 09:37 ~ 2020/11/13 10:37	<9.8E-08	<1.0E-07	<9.8E-08
4号機原子炉建屋 チェンジング近傍 ^{※2}	2020/11/13 05:57 ~ 2020/11/13 06:57	<8.8E-08	<9.4E-08	<9.6E-08
告示濃度限度 ^{※3}		1E-03	2E-03	3E-03

・核種毎の半減期：I-131(約8日), Cs-134(約2年), Cs-137(約30年)

・不等号 (<:小なり) は、検出限界値未満 (ND) を表す。

・測定対象外および採取中止の項目は「-」と記す。

・〇.〇E±〇とは、〇.〇×10^{±〇}であることを意味する。

(例) 3.1E+01は3.1×10¹で31, 3.1E+00は3.1×10⁰で3.1, 3.1E-01は3.1×10⁻¹で0.31と読む。

※1 分析結果は、揮発性と粒子状の合計値。

※2 分析結果は、粒子状のみの値。

※3 告示濃度限度：東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則に定める告示濃度限度

(別表第1第四欄：放射線業務従事者の呼吸する空気中の濃度限度)

空气中放射性物質濃度の分析結果(1~4号機) (2/2)

採取地点	採取日時	分析項目		
		I-131 (Bq/cm ³)	Cs-134 (Bq/cm ³)	Cs-137 (Bq/cm ³)
1号機タービン建屋開口部 大物搬入口 ^{※4}	— ~ —	—	—	—
1号機廃棄物処理建屋 西側開口部 ^{※1}	2020/11/15 08:48 ~ 2020/11/15 09:48	<3.2E-06	<1.0E-06	<9.5E-07
2号機廃棄物処理建屋 西側開口部 ^{※1}	2020/11/15 08:47 ~ 2020/11/15 09:47	<3.8E-06	<1.0E-06	<9.9E-07
3号機廃棄物処理建屋 西側開口部 ^{※1}	2020/11/15 08:38 ~ 2020/11/15 09:38	<3.6E-06	<1.3E-06	<9.9E-07
4号機廃棄物処理建屋 北西側開口部 ^{※1}	2020/11/15 07:17 ~ 2020/11/15 08:17	<3.8E-06	<1.4E-06	<9.8E-07
4号機原子炉建屋開口部 大物搬入口 ^{※1}	2020/11/20 07:04 ~ 2020/11/20 08:04	<4.0E-06	<8.1E-07	<9.4E-07
プロセス主建屋 4階大物搬入口 ^{※1}	2020/11/15 07:07 ~ 2020/11/15 08:07	<3.7E-06	3.8E-06	6.9E-05
焼却工作建屋開口部 南西側開口部 ^{※1}	2020/11/15 07:02 ~ 2020/11/15 08:02	<3.8E-06	<1.3E-06	<1.0E-06
サイトバンカ建屋開口部 大物搬入口 ^{※1}	2020/11/15 07:12 ~ 2020/11/15 08:12	<3.5E-06	<1.0E-06	<9.3E-07
告示濃度限度 ^{※3}		1E-03	2E-03	3E-03

・核種毎の半減期：I-131(約8日), Cs-134(約2年), Cs-137(約30年)

・不等号 (<:小なり)は、検出限界値未満 (ND)を表す。

・測定対象外および採取中止の項目は「-」と記す。

・〇.〇E±〇とは、〇.〇×10^{±〇}であることを意味する。

(例) 3.1E+01は3.1×10¹で31, 3.1E+00は3.1×10⁰で3.1, 3.1E-01は3.1×10⁻¹で0.31と読む。

※1 分析結果は、揮発性と粒子状の合計値。

※2 分析結果は、粒子状のみの値。

※3 告示濃度限度：東京電力株式会社福島第一原子力発電所原子炉施設の保安及び特定核燃料物質の防護に関する規則に定める告示濃度限度

(別表第1第四欄：放射線業務従事者の呼吸する空気中の濃度限度)

※4 1号機T/B建屋の地上部開口部はシャッターを設置し、開口部が閉塞している状況であることから、2020年11月から建屋地上部開口部でのダスト測定を廃止した。

γ線放出核種の分析について (概要)

2020年12月22日

東京電力ホールディングス株式会社
福島第一廃炉推進カンパニー

TEPCO

内容

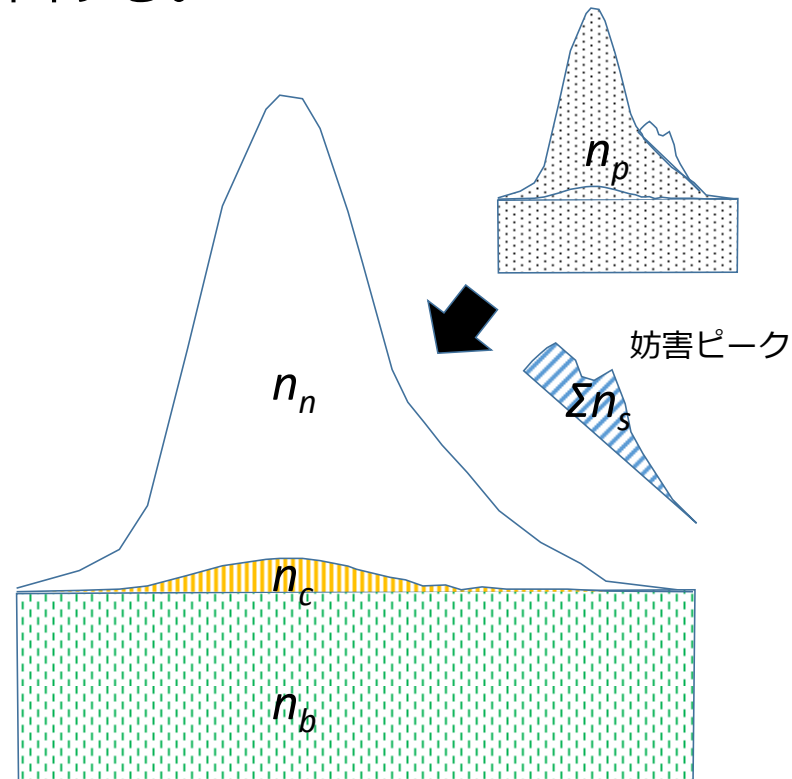
1. 放射能濃度算出法の概要
2. 放射能濃度の算出方法
3. 放射能濃度の標準偏差の算出方法
4. 検出限界放射能濃度の算出方法
5. 具体例（検出限界放射能濃度の算出）
6. 補足（ベースライン領域の設定方法）

1. 放射能濃度算出法の概要

- γ 線放出核種分析装置による γ 線放出核種スペクトルは、放射性物質の崩壊により、単数あるいは複数の γ 線を放出する。
- 一般的に、 γ 線放出核種が放出する γ 線エネルギーは固有であり、単独のピークスペクトル（次頁を参照）であるが、近接する γ 線エネルギーを発生する異なる核種が共存する場合、複合ピークになる。
- このような場合は、ピーク処理を行い、核種別にピーク面積を割り当てる。
- 次に、ピーク部に付帯する妨害ピークの正味計数率合計（ Σn_s ）を分離した後のピーク計数率（ n_p ）から、コンプトン効果によるバックグラウンド計数率（ n_b ）、当該ピークの汚染計数率（ n_c ）を引いて、当該ピークを構成する対象核種の正味計数率（ n_n ）を求め、 γ 線放出核種の放射能濃度を算出する。
- 検出されたピークに対し、正味計数率が、検出限界計数率より大きい場合、そのピークは検出されたと判断し、さらに、当該核種の減衰補正係数を乗じ、 γ 線エネルギーの関数で表した γ 線ピークの計数効率、当該核種の γ 線の放出割合、試料量で除して、放射能濃度を算出する。

1. 放射能濃度算出法の概要（続き）

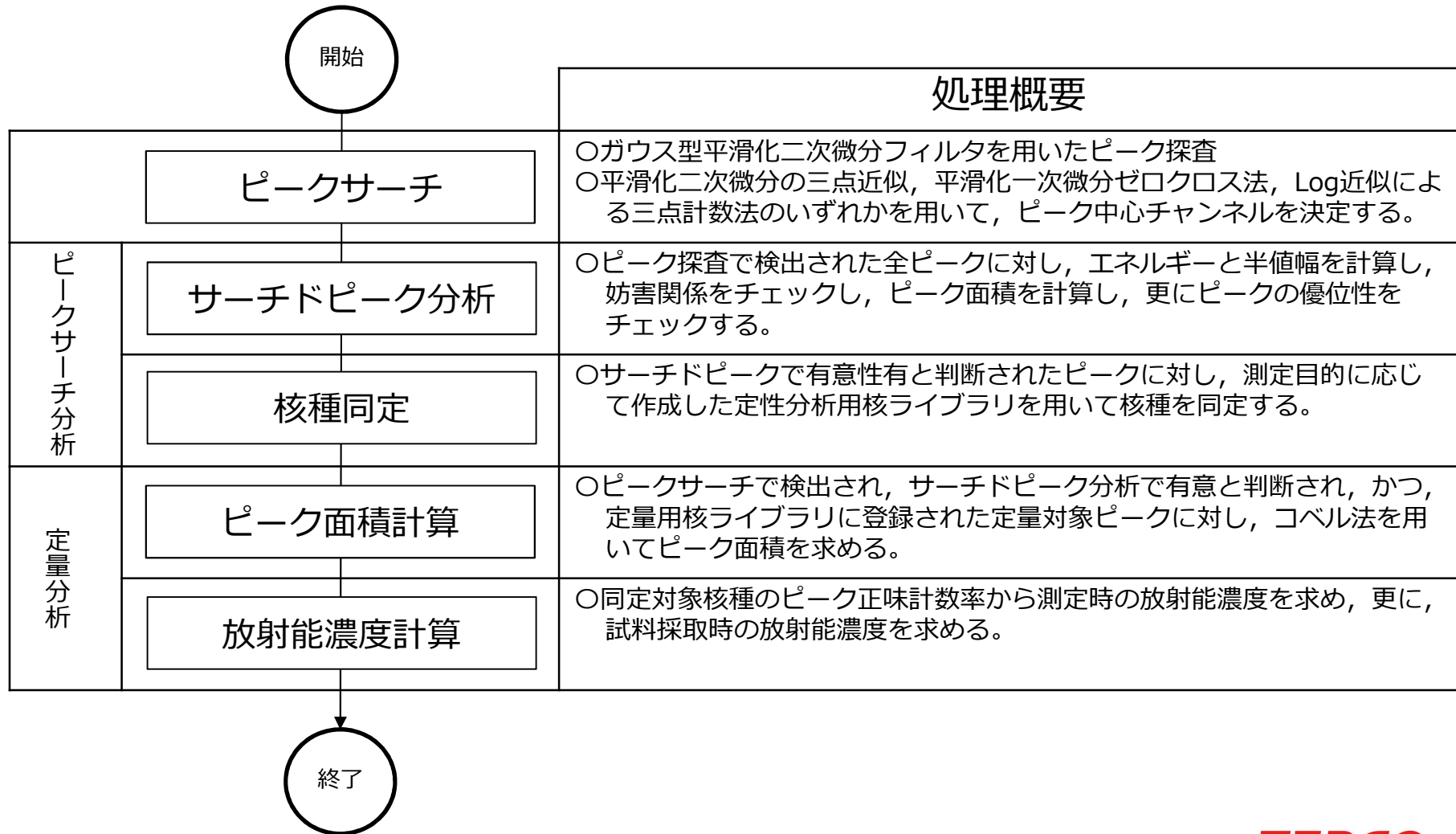
- 検出限界放射能濃度については、正味計数率の標準偏差の3倍となる計数率を検出限界計数率とし、これを用いて、放射能濃度と同様に、減衰補正係数を乗じ、 γ 線ピークの計数効率、当該核種の γ 線の放出割合、試料量で除して算出する。



単独のピークスペクトル（例）

1. 放射能濃度算出法の概要（続き）

- γ 線放出核種分析装置による放射能算出の流れを以下に示す。



2. 放射能濃度の算出方法

- 試料正味計数率 (n_n) は次式より求める。

$$n_n = n_p - n_b - \Sigma n_s - n_c$$

- それぞれの計数率は下式より求める。

$$n_n = \frac{N_n}{t_s} \quad n_p = \frac{N_p}{t_s} \quad n_b = \frac{N_b}{t_s} \quad \Sigma n_s = \frac{\Sigma N_s}{t_s} \quad n_c = \frac{N_c}{t_c}$$

ここで、

n_n ; 当該ピークの試料正味計数率 (cps)

n_p ; 当該ピークの試料計数率 (cps)

n_b ; 当該ピークのベース計数率 (cps)

Σn_s ; 当該ピーク部の妨害ピークの正味計数率合計 (cps)

n_c ; 当該ピークの汚染計数率 (cps)

t_s ; 試料の計測時間 (sec)

N_n ; 当該ピークの試料正味計数 (counts)

N_p ; 当該ピークの試料計数 (counts)

N_b ; 当該ピークのベース計数 (counts)

ΣN_s ; 当該ピーク部の妨害ピークの正味計数合計 (counts)

N_c ; 当該ピークの汚染計数 (counts)

t_c ; 汚染計測時間 (sec)

2. 放射能濃度の算出方法（続き）

- なお、当該ピークのベース計数 (N_b) は次式より求める。

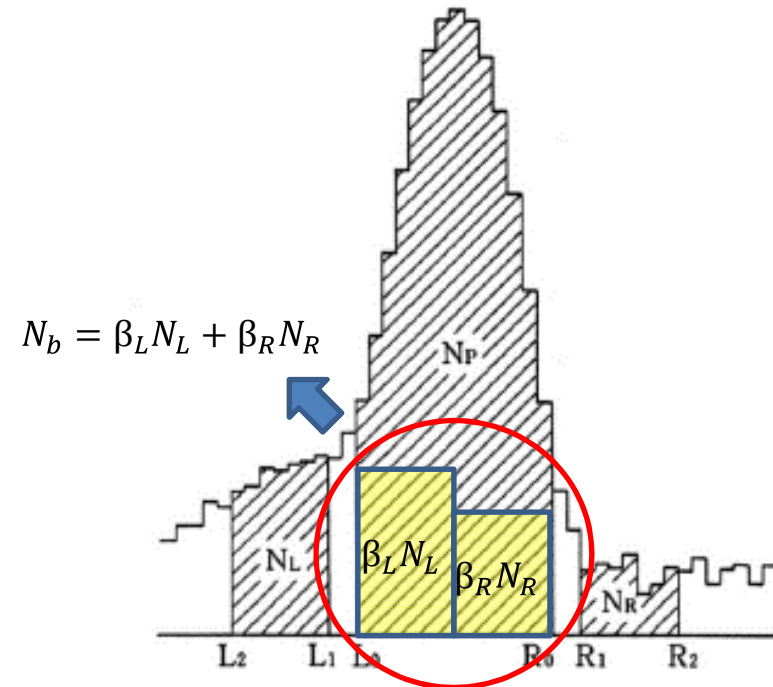
$$N_b = \beta_L N_L + \beta_R N_R$$

- 勾配のないベースラインをもったピークの場合、 β_L 、 β_R 、 N_L 、 N_R は次式※より求める。

$$N_L = \sum_{i=L_2}^{L_1} n_i \quad N_R = \sum_{i=R_1}^{R_2} n_i$$

$$\beta_L = \frac{R_0 - L_0 + 1}{2(L_1 - L_2 + 1)}$$

$$\beta_R = \frac{R_0 - L_0 + 1}{2(R_2 - R_1 + 1)}$$



勾配のないベースラインをもったピークの例

※ ゲルマニウム半導体検出器による γ 線スペクトロメトリー（原子力規制庁監視情報課，令和2年9月改訂），103頁

2. 放射能濃度の算出方法（続き）

- γ 線放出核種の放射能濃度（ C_γ ）は次式より求める。

$$C_\gamma = \frac{n_n \times D}{(\eta/100) \times (f/100) \times V}$$

ここで、

- C_γ ; γ 線放出核種の放射能濃度 (Bq/L)
- n_n ; 当該ピークの試料正味計数率 (cps)
- D ; 半減期補正係数 (-)
- η ; 当該エネルギーの γ 線ピーク効率 (%)
- f ; 当該核種における当該エネルギーの γ 線放出比 (%)
- V ; 試料量 (L)

3. 放射能濃度の標準偏差の算出方法

- 試料正味計数率の標準偏差（ σ_n ）は誤差伝搬則に従い下式で表される。

$$\sigma_n = \sqrt{(\sigma_p)^2 + (\sigma_b)^2 + (\sigma_s)^2 + (\sigma_c)^2}$$

ここで、

- σ_n ; 当該ピークの試料正味計数率の標準偏差 (cps)
- σ_p ; 当該ピークの試料計数率の標準偏差 (cps)
- σ_b ; 当該ピークのベース計数率の標準偏差 (cps)
- σ_s ; 当該ピーク部の妨害ピークの正味計数率合計の標準偏差 (cps)
- σ_c ; 当該ピークの汚染計数率の標準偏差 (cps)

3. 放射能濃度の標準偏差の算出方法（続き）

- 当該ピークの試料計数率 (σ_p) , ベース計数率 (σ_b) , 妨害ピークの正味計数率合計 (σ_c) , 汚染計数率 (σ_c) の標準偏差は, それぞれ下式で表される。

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{n_n + n_b + \Sigma n_s + n_c}{t_s}} \quad \sigma_b = \sqrt{\frac{n_b}{t_s}} \quad \sigma_s = \sqrt{\frac{\Sigma n_s}{t_s}}$$

$$\sigma_c = \left(\frac{1}{t_s}\right) \left(\frac{t_s}{t_c}\right) \sqrt{N_c} = \sqrt{\left(\frac{1}{t_c}\right)^2 N_c} = \sqrt{\frac{n_c}{t_c}}$$

- 以上より, 試料正味計数率の標準偏差 (σ_n) は次式で整理できる。

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{n_n + n_b + \Sigma n_s + n_c}{t_s} + \frac{n_b}{t_s} + \frac{\Sigma n_s}{t_s} + \frac{n_c}{t_c}}$$

3. 放射能濃度の標準偏差の算出方法（続き）

- γ 線放出核種の放射能濃度の標準偏差（ σ_γ ）は次式より求める。

$$\sigma_\gamma = \frac{\sigma_n \times D}{(\eta/100) \times (f/100) \times V}$$

ここで、

- σ_γ ; γ 線放出核種の放射能濃度の標準偏差 (Bq/L)
- σ_n ; 当該ピークの試料正味計数率の標準偏差 (cps)
- D ; 半減期補正係数 (-)
- η ; 当該エネルギーの γ 線ピーク効率 (%)
- f ; 当該核種における当該エネルギーの γ 線放出比 (%)
- V ; 試料量 (L)

4. 検出限界放射能濃度の算出方法

- スライド9にある正味計数率の標準偏差 (σ_n) は、次式に変形できる。

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{n_n + 2n_b + 2 \sum n_s + n_c}{t_s} + \frac{n_c}{t_c}}$$

ここで、

t_s ; 試料の測定時間 (sec)

t_c ; 汚染確認の測定時間 (sec)

- 検出限界計数率 (n_d) が、正味計数率の標準偏差 (σ_n) の k 倍であるとする、次式で表される。

$$n_d = k \times \sigma_n = k \times \sqrt{\frac{n_d + 2n_b + 2 \sum n_s + n_c}{t_s} + \frac{n_c}{t_c}}$$

※ $n_n = n_d$ を代入

4. 検出限界放射能濃度の算出方法（続き）

- 前式を解くと、検出限界計数率 (n_d) は下式で表される。

$$n_d = \frac{k}{2} \times \left\{ \frac{k}{t_s} + \sqrt{\left(\frac{k}{t_s}\right)^2 + 4 \left(\frac{2n_b + 2\Sigma n_s + n_c}{t_s} + \frac{n_c}{t_c} \right)} \right\}$$

ここで、

n_d ; 検出限界計数率 (cps)

k ; 検出限界ファクタ (3とすることが多い)

※計数値で考えた場合には103頁を参照のこと

4. 検出限界放射能濃度の算出方法（続き）

- γ 線放出核種の放射能検出限界濃度（ D_γ ）は次式より求める。

$$D_\gamma = \frac{n_d \times D}{(\eta/100) \times (f/100) \times V}$$

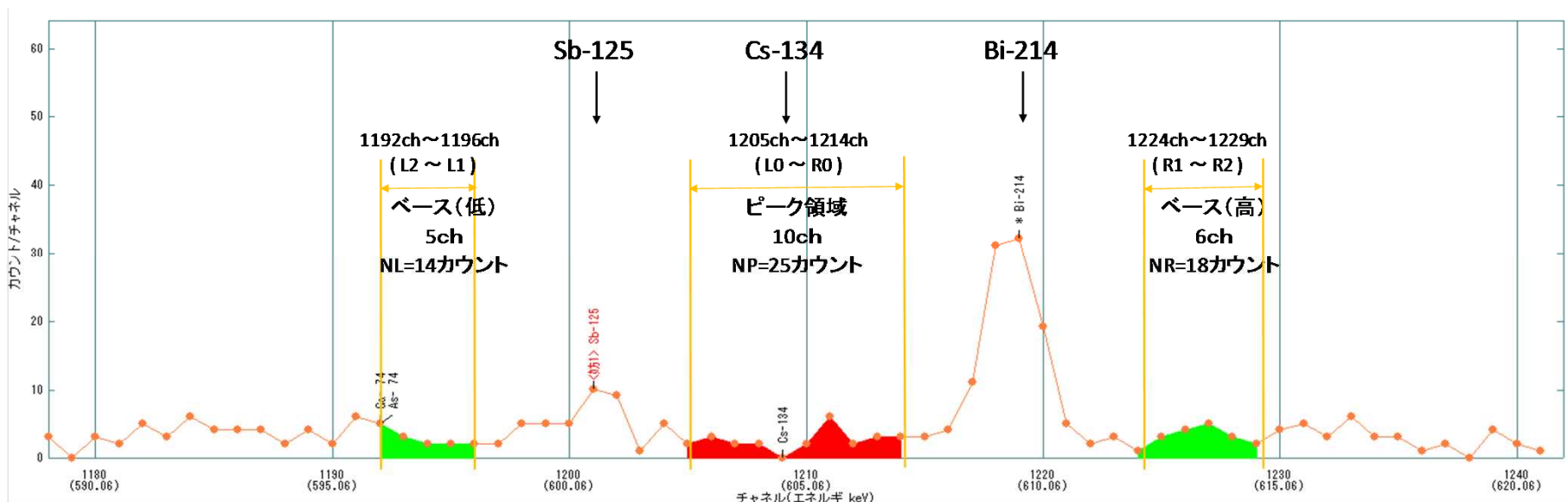
ここで、

- D_γ ; γ 線放出核種の放射能検出限界濃度（Bq/L）
- n_d ; 検出限界計数率（cps）
- D ; 半減期補正係数（-）
- η ; 当該エネルギーの γ 線ピーク効率（%）
- f ; 当該核種における当該エネルギーの γ 線放出比（%）
- V ; 試料量（L）

5. 具体例

■ 分析対象核種近傍に他核種のピークが存在する場合の検出限界放射能濃度の算出

※実測カウントをチャンネルごとにプロット



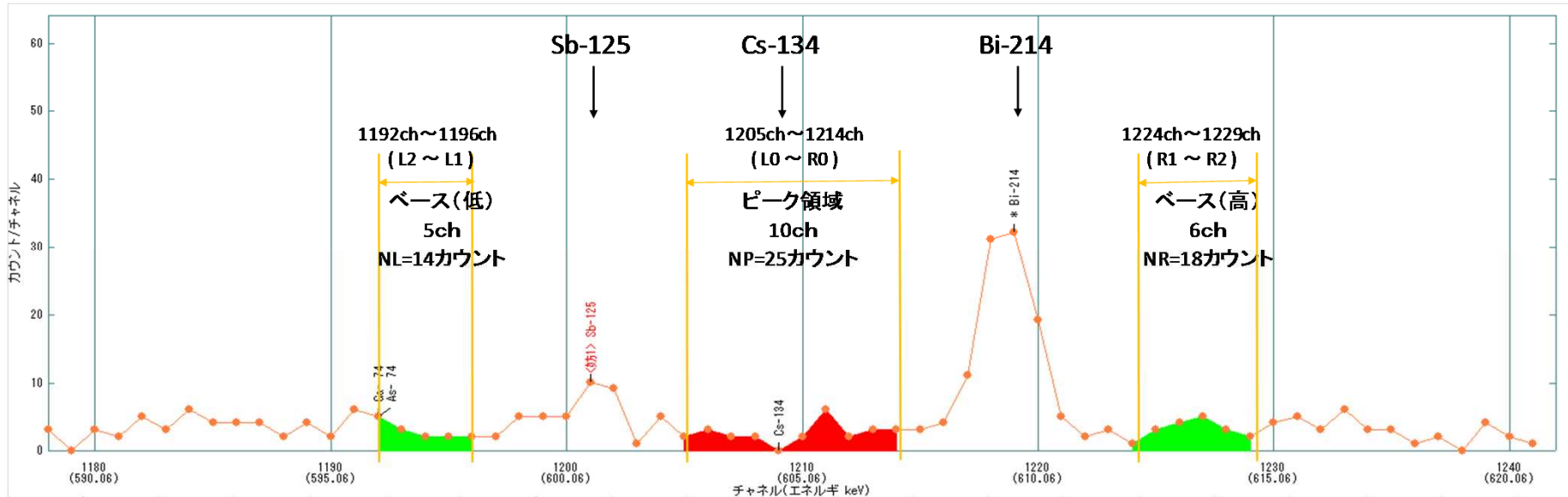
- 上図のように、Cs-134の両側に他核種（Sb-125およびBi-214）の近接ピークがある場合、ベース領域は近接ピークを避けて設定し、ピーク面積および検出限界値を算出する。
原子力規制庁監視情報課「放射能測定法シリーズ7 ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー（令和2年9月改訂）」 資1.1.5（妨害ピークの処理）の方法に準じて解析

<解説>

- 分析対象ピーク近傍に他核種ピーク（妨害ピーク）が存在する場合、まずピークサーチにより対象ピークのベースライン領域に妨害ピークの有無を判定し、妨害ピークがある場合は妨害ピークの半値幅の1.5倍以上離れたところにベース領域を設定し、ピーク面積・検出限界値を計算する。

5. 具体例（続き）

＜ケース1＞分析対象核種近傍に他核種のピークが存在する場合



核種名：Cs-134

検出限界面積：27.3counts

検出限界放射能濃度：1.249E-01 Bq/L

計測時間 10000 sec
 試料量 2 L
 放出比 97.56 %
 ピーク効率 1.122 %
 減衰補正係数 1.000 -

L0:ピーク領域(低)
 R0:ピーク領域(高)
 L1:ベースライン領域(低) 高側
 L2:ベースライン領域(低) 低側
 R1:ベースライン領域(高) 低側
 R2:ベースライン領域(高) 高側
 NL:ベースライン(低)カウント
 NP:グロスカウント
 NR:ベースライン(高)カウント

■ 検出限界面積（検出限界カウント）の計算※

＜チャンネル＞ L0 = 1205, R0 = 1214, L1 = 1196, L2 = 1192, R1 = 1224, R2 = 1229

＜カウント＞ NL = 14, NP = 25, NR = 18

$$\beta L = \frac{(R1+R2-L0-R0)(R0-L0+1)}{(L1-L2+1)(R1+R2-L2-L1)} = 1.046 \quad \beta R = \frac{(L0+R0-L1-L2)(R0-L0+1)}{(R2-R1+1)(R1+R2-L2-L1)} = 0.795$$

バックグラウンドカウント Nb = $\beta L \times NL + \beta R \times NR = 29.0$

バックグラウンド標準偏差 NbERR = $SQRT(\beta L^2 \times NL + \beta R^2 \times NR) = 5.17$

ネットカウント Nn = NP - Nb = 25.0 - 29.0 = -4.0

ネットカウント標準偏差 NnERR = $SQRT(NP + NbERR^2) = 7.2$

※141頁参照

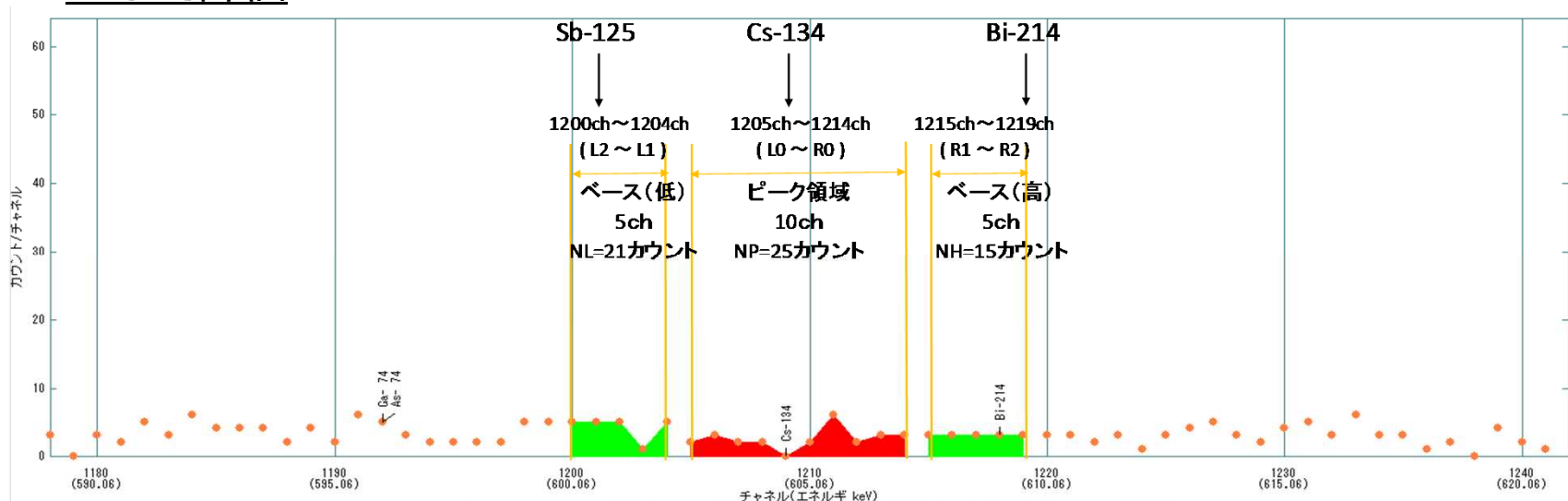
※103頁参照

検出限界カウント DL = $9/2 \times \{1 + SQRT[1 + 4(\beta L \times NL + \beta L^2 \times NL + \beta R \times NR + \beta R^2 \times NR)/9]\} = \underline{27.3}$

5. 具体例 (続き)

＜ケース2＞ 分析対象核種近傍に他核種のピークが存在しない場合

- ・ Sb-125とBi-214のピークは存在せず，ベースは直前のカウントが続いたものとして評価



核種名：Cs-134

検出限界面積：**30.4counts**

検出限界放射能濃度：**1.387E-01 Bq/L**

計測時間	10000 sec
試料量	2 L
放出比	97.56 %
ピーク効率	1.122 %
減衰補正係数	1.000 -

L0:ピーク領域(低)
 R0:ピーク領域(高)
 L1:ベースライン領域(低) 高側
 L2:ベースライン領域(低) 低側
 R1:ベースライン領域(高) 低側
 R2:ベースライン領域(高) 高側
 NL:ベースライン(低)カウント
 NP:グロスカウント
 NR:ベースライン(高)カウント

■ 検出限界面積 (検出限界カウント) の計算※

＜チャンネル＞ L0 = 1205, R0 = 1214, L1 = 1204, L2 = 1200, R1 = 1215, R2 = 1219
 ＜カウント＞ NL = 21, NP = 25, NH = 15

$$\beta L = \frac{(R1+R2-L0-R0)(R0-L0+1)}{(L1-L2+1)(R1+R2-L2-L1)} = 1.000 \quad \beta R = \frac{(L0+R0-L1-L2)(R0-L0+1)}{(R2-R1+1)(R1+R2-L2-L1)} = 1.000$$

バックグラウンドカウント Nb = BL×NL+BR×NR = 36.0
 バックグラウンド標準偏差 NbERR = SQRT(BL²×NL+BR²×NR) = 6.0

ネットカウント Nn = NP - Nb = 25.0 - 36.0 = -11.0
 ネットカウント標準偏差 NnERR = SQRT(NP+NbERR²) = 7.8

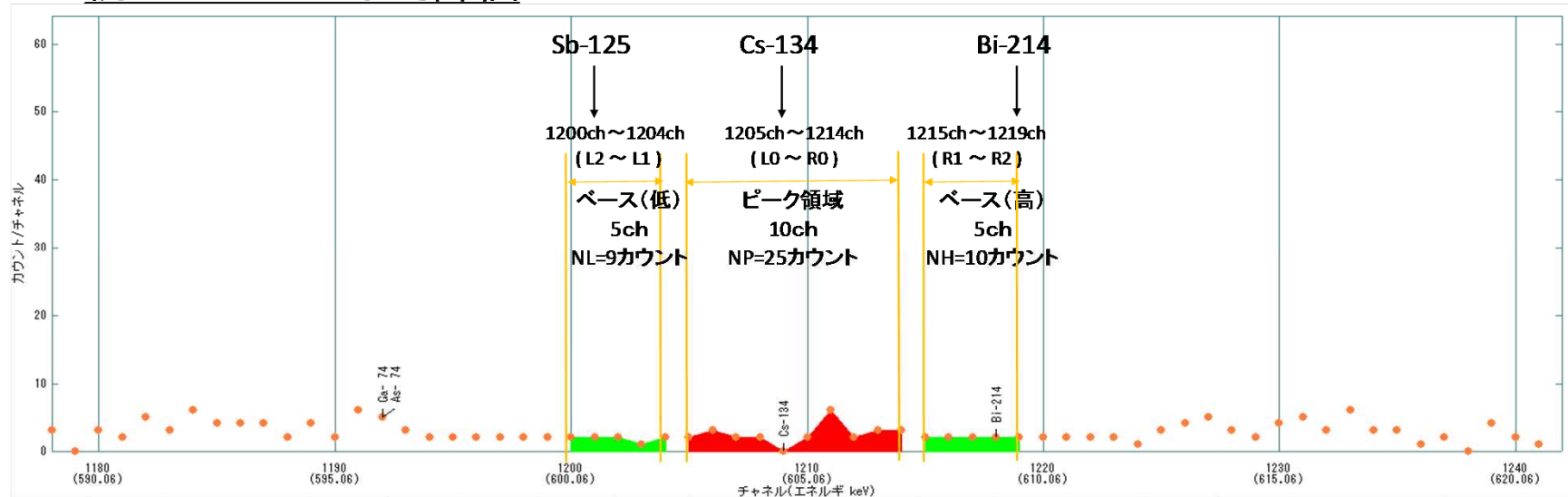
検出限界カウント DL = 9/2 × { 1 + SQRT[1+4(βL×NL+βL²×NL+βR×NR+βR²×NR)/9] } = **30.4**

※141頁参照
 ※103頁参照

5. 具体例（続き）

＜ケース3＞分析対象核種近傍に他核種のピークが存在しない場合

- ・ Sb-125とBi-214のピークは存在せず，ベースは3チャンネル前のカウントが
続いたものとして評価



核種名：Cs-134

検出限界面積：23.5counts

検出限界放射能濃度：1.075E-01 Bq/L

計測時間	10000 sec
試料量	2 L
放出比	97.56 %
ピーク効率	1.122 %
減衰補正係数	1.000 -

L0:ピーク領域(低)
R0:ピーク領域(高)
L1:ベースライン領域(低) 高側
L2:ベースライン領域(低) 低側
R1:ベースライン領域(高) 低側
R2:ベースライン領域(高) 高側

NL:ベースライン領域(低)カウント
NP:グロスカウント
NR:ベースライン領域(高)カウント

■ 検出限界面積（検出限界カウント）の計算※

＜チャンネル＞ L0 = 1205, R0 = 1214, L1 = 1204, L2 = 1200, R1 = 1215, R2 = 1219
 ＜カウント＞ NL = 9, NP = 25, NH = 10

$$\beta L = \frac{(R1+R2-L0-R0)(R0-L0+1)}{(L1-L2+1)(R1+R2-L2-L1)} = 1.000 \quad \beta R = \frac{(L0+R0-L1-L2)(R0-L0+1)}{(R2-R1+1)(R1+R2-L2-L1)} = 1.000$$

バックグラウンドカウント Nb = $\beta L \times NL + \beta R \times NR = 19.0$
 バックグラウンド標準偏差 NbERR = $SQRT(\beta L^2 \times NL + \beta R^2 \times NR) = 4.36$

ネットカウント Nn = NP - Nb = 25.0 - 19.0 = 6.0
 ネットカウント標準偏差 NnERR = $SQRT(NP + NbERR^2) = 6.6$

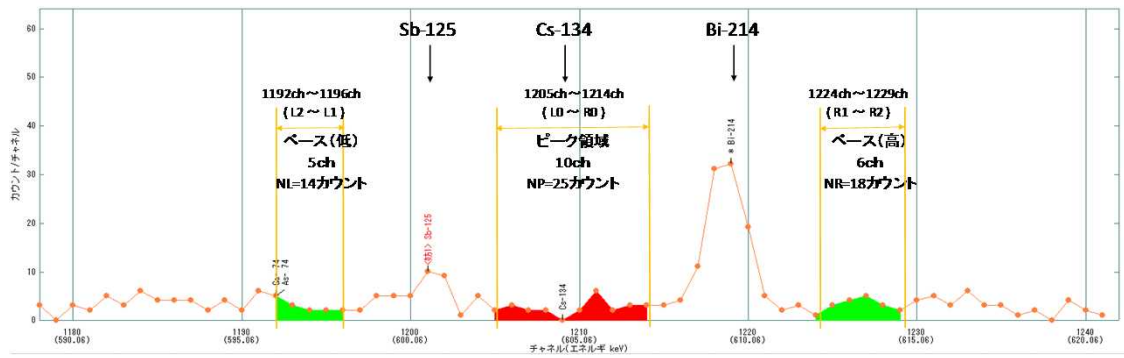
検出限界カウント DL = $9/2 \times \{1 + SQRT[1 + 4(\beta L \times NL + \beta L^2 \times NL + \beta R \times NR + \beta R^2 \times NR)/9]\} = 23.5$

※141頁参照

※103頁参照

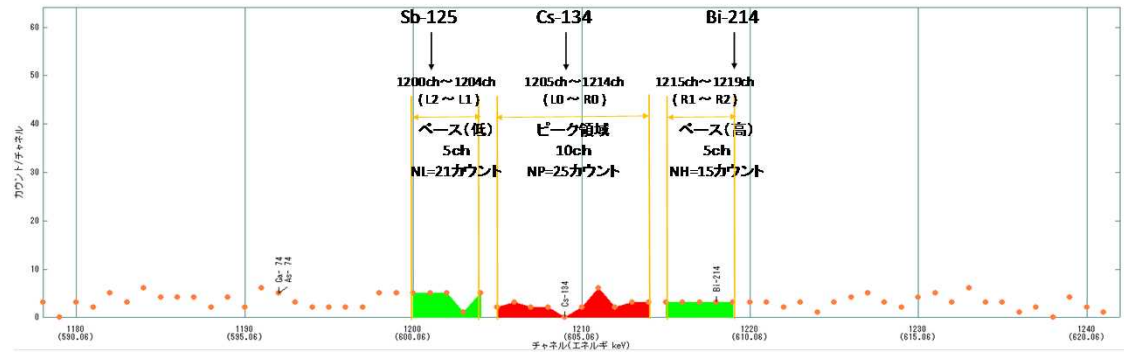
5. 具体例（続き） まとめ

■ 検出限界放射能濃度は、ベースライン領域のカウンタにより変動する。



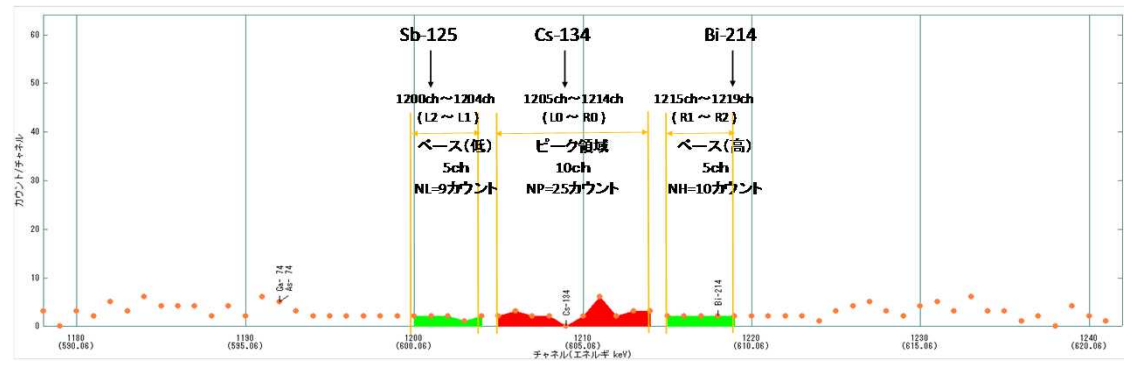
①分析対象核種近傍に他核種のピークが存在する場合

核種名：Cs-134
 検出限界面積：27.3counts
 検出限界放射能濃度：1.249E-01 Bq/L



②分析対象核種近傍に他核種のピークが存在しない場合（ベースカウント大）

核種名：Cs-134
 検出限界面積：30.4counts
 検出限界放射能濃度：1.387E-01 Bq/L



③分析対象核種近傍に他核種のピークが存在しない場合（ベースカウント小）

核種名：Cs-134
 検出限界面積：23.5counts
 検出限界放射能濃度：1.075E-01 Bq/L

6. 補足

- ベースライン領域の設定方法の概要を示す。
 - ピーク領域, ベース領域のチャンネル(ch)数は, 放射能測定法シリーズに基づき, 中心chと半値幅 (FWHM) から求める。
 - スライド24にある2つの例を用いて示す。
-
- まずは, Cs-134に対して妨害ピーク無しの場合を説明する。

<初期条件>

Cs-134のピークチャンネル(PKCHN) : 1209.19ch , FWHM※1 : 2.662ch

※1 FWHMはピークエネルギーに対して自動的に計算される。

■ Cs-134のピーク領域

- ・ ピーク領域 (低) $L0 = PKCHN - 1.5 \times FWHM = 1209.19 - 1.5 \times 2.662 = 1205ch$
【1205.197となるが, 小数点以下を切り捨て】
- ・ ピーク領域 (高) $R0 = PKCHN + 1.5 \times FWHM = 1209.19 + 1.5 \times 2.662 = 1214ch$
【1213.183となるが, 小数点以下を切り上げ】

→ ピーク領域は1205ch~1214chで, **10ch**になる。

6. 補足

■ Cs-134のベースライン領域

- ・ ベース領域（低） $L1 = 1204\text{ch} \cdots L0$ の低側直近
- ・ ベース領域（低） $L2 = L1 - 1.5 \times \text{FWHM} = 1204\text{ch} - 1.5 \times 2.662 = 1200\text{ch}$
【1200.007となるが、小数点以下を切り捨て】

→ ベース領域（低）は1200ch～1204chで、**5ch**になる。

- ・ ベース領域（高） $R1 = 1215\text{ch} \cdots H0$ の高側直近
- ・ ベース領域（高） $R2 = R1 + 1.5 \times \text{FWHM} = 1215\text{ch} + 1.5 \times 2.662 = 1219\text{ch}$
【1218.993となるが、小数点以下を切り上げ】

→ ベース領域（高）は1215ch～1219chで、**5ch**になる。

※ここまでは、資1.1.4 コベル法によるピーク面積の計算 に基づき計算。

6. 補足（続き）

- 次に、Cs-134に対して、妨害ピーク有り（Bi-214のみ）の場合を説明する。

<初期条件>

Cs-134のピークチャンネル(PKCHN) : 1209.19ch , FWHM : 2.662ch

Bi-214のピークチャンネル(PKCHN) : 1218.70ch , FWHM : 2.668ch

- Cs-134のピーク領域(スライド19と同じ)

- ・ ピーク領域（低） $L0 = PKCHN - 1.5 \times FWHM = 1209.19 - 1.5 \times 2.662 = 1205ch$
【1205.197となるが、小数点以下を切り捨て】
- ・ ピーク領域（高） $R0 = PKCHN + 1.5 \times FWHM = 1209.19 + 1.5 \times 2.662 = 1214ch$
【1213.183となるが、小数点以下を切り上げ】

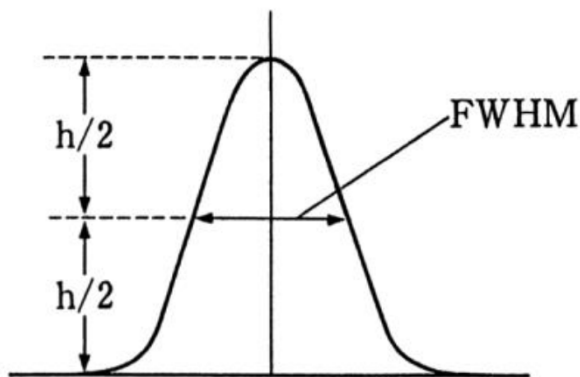
→ **ピーク領域は1205ch～1214ch**で、**10ch**になる。

6. 補足（続き）

■ Bi-214のピーク領域

- ・ ピーク領域（低） $L0'' = PKCHN - 1.5 \times FWHM = 1218.70 - 1.5 \times 2.668 = 1214ch$
【1214.698となるが，小数点以下を切り捨て】
- ・ ピーク領域（高） $R0'' = PKCHN + 1.5 \times FWHM = 1218.70 + 1.5 \times 2.668 = 1223ch$
【1222.702となるが，小数点以下を切り上げ】

→ **ピーク領域は1214ch～1223ch**で，**10ch**になる。



半値幅（FWHM）：ピークの最大値の半分の高さにおける全幅で定義される。

6. 補足（続き）

■ Cs-134のベース領域

・ベース領域（低） $L1 = 1204\text{ch} \cdots L0$ の低側直近

・ベース領域（低） $L2 = L1 - 1.5 \times \text{FWHM}_{(\text{Cs-134})} = 1204\text{ch} - 1.5 \times 2.662 = 1200\text{ch}$
【1200.007となるが、小数点以下を切り捨て】

→ **ベース領域（低）は1200ch～1204ch**で、**5ch**になる。

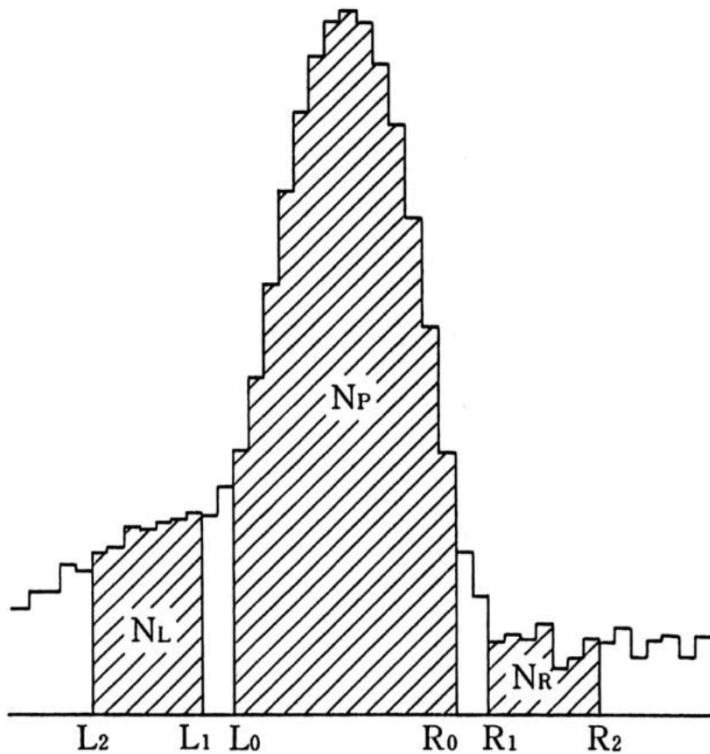
・ベース領域（高） $R1 = 1224\text{ch} \cdots R0$ の高側直近

・ベース領域（高） $R2 = R1 + 1.5 \times \text{FWHM}_{(\text{Bi-214})} = 1224\text{ch} + 1.5 \times 2.668 = 1229\text{ch}$
【1228.002となるが、小数点以下を切り上げ】

→ **ベース領域（高）は1224ch～1229ch**で、**6ch**になる。

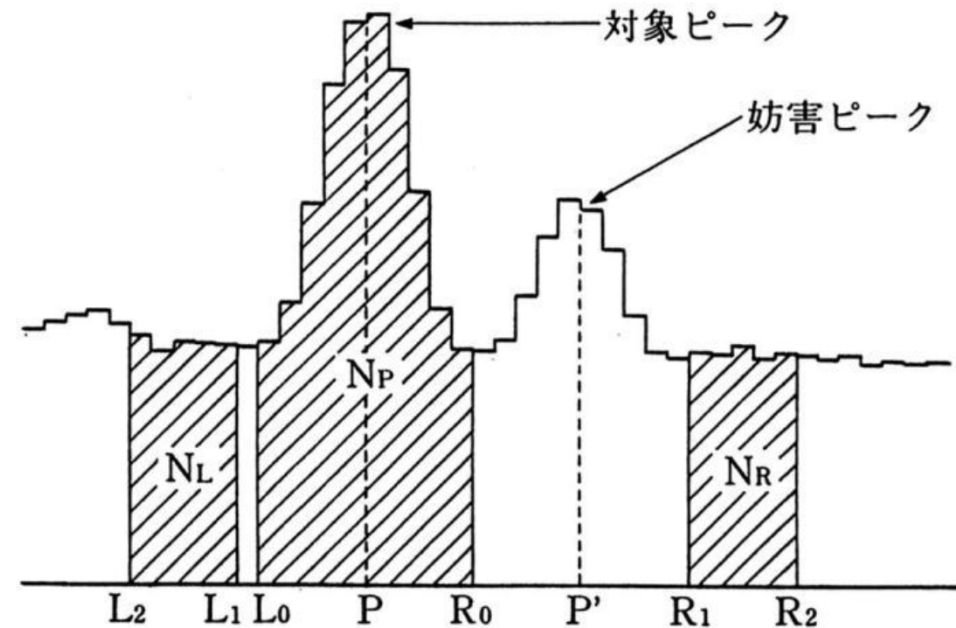
※ここまでは、資1.1.5 妨害ピークの処理 に基づき計算。

6. 補足（続き）



妨害ピークがない例

※138頁より



妨害ピークがある例

※140頁より

<例>

対象ピーク：Cs-134

妨害ピーク：Bi-214のみ