

# 1号機仮設放水口モニターの計数率変動 およびその要因について

---

2023年2月17日

東北電力株式会社

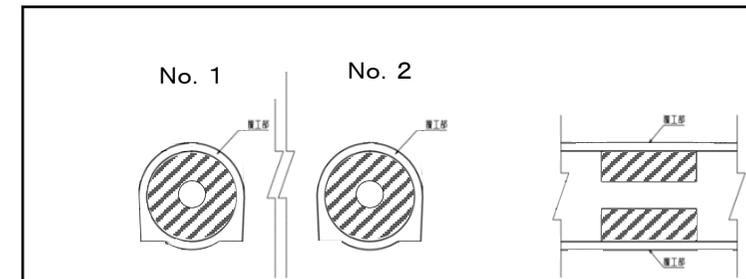
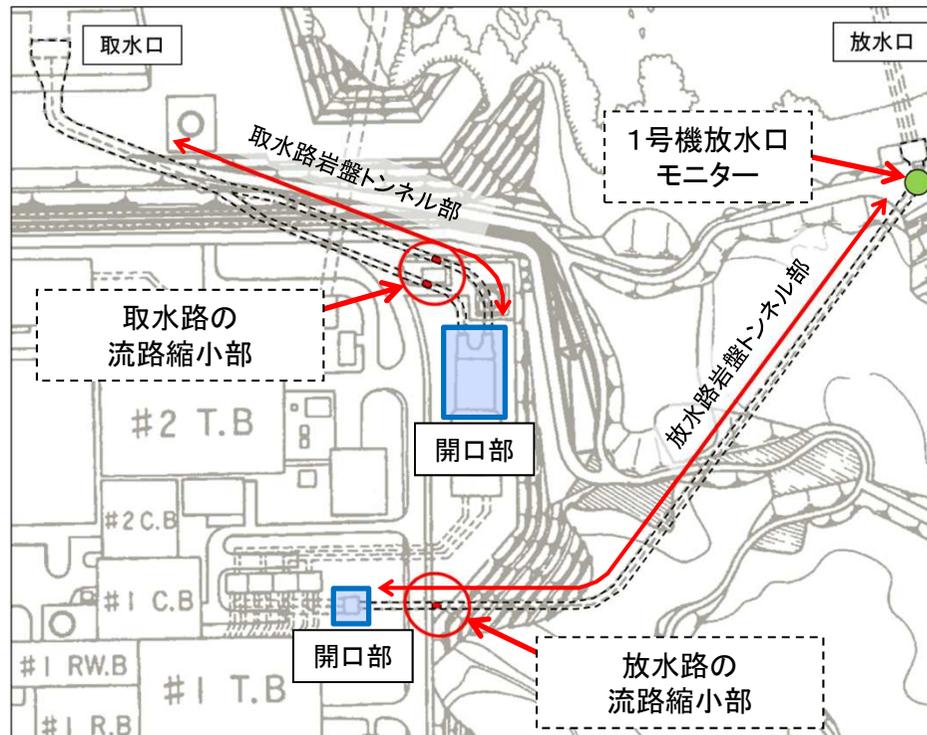
## 1. 要旨

- 1号機については、流路縮小工事作業\*のため、2022年7月7日より仮設放水口モニターを設置し、放水路の排水を測定している。  
※：女川原子力発電所の津波対策の観点から、取放水路へ流入してくる津波の量を抑制し、敷地内開口部からの津波による浸水を防止する工事(第160回女川原子力発電所環境保全監視協議会説明済み)
- 令和4年度第3四半期において、1号機仮設放水口モニターの上昇が複数回見られたが、人工放射性物質は確認されておらず、天然放射性核種の影響と推定された。
- 1号機仮設放水口モニターを上昇させた天然放射性核種について、これまでコンクリートや降雨・降雪由来と推定していたが、それに加えて地下水に含まれている天然放射性核種も寄与していたものと推定された。

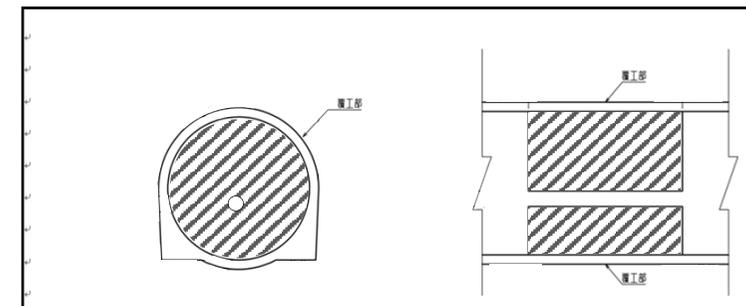
## 2. 1号機流路縮小工事概要について

- 女川原子力発電所の津波対策の観点から、取放水路へ流入してくる津波の量を抑制し、敷地内開口部からの津波による浸水を防止する流路縮小工事を実施している。
- 工事期間(2022年7月～2023年3月※)中は、作業に伴う放水路内の水位低下により既設の1号機放水口モニターでの測定ができなくなることから、仮設の放水口モニターにより測定を行っている。

※:工事進捗に伴い既設の1号機放水口モニター復旧時期の変更がありえる。



取水路の流路縮小部



放水路の流路縮小部

### 3. 1号機仮設放水口モニターの状況

- 12月19日に原子炉補機冷却海水系<sup>※1</sup>(以下、「RCWS」という。)を全停させ、水位低下作業を実施した。その際、図1のとおり、仮設放水口モニターの計数率が変動した。

※1: 原子炉建屋内のポンプ・モーター等の冷却や液体放射性廃棄物の濃縮器等の冷却を行う原子炉補機冷却水系の冷却水を海水により冷却している系統

- なお、計数率の上昇が確認された期間中は、発電所からの放射性液体廃棄物の放出は実施しておらず、発電所の各パラメーターおよび放水路に排水する水のモニター等にも異常はなかった。

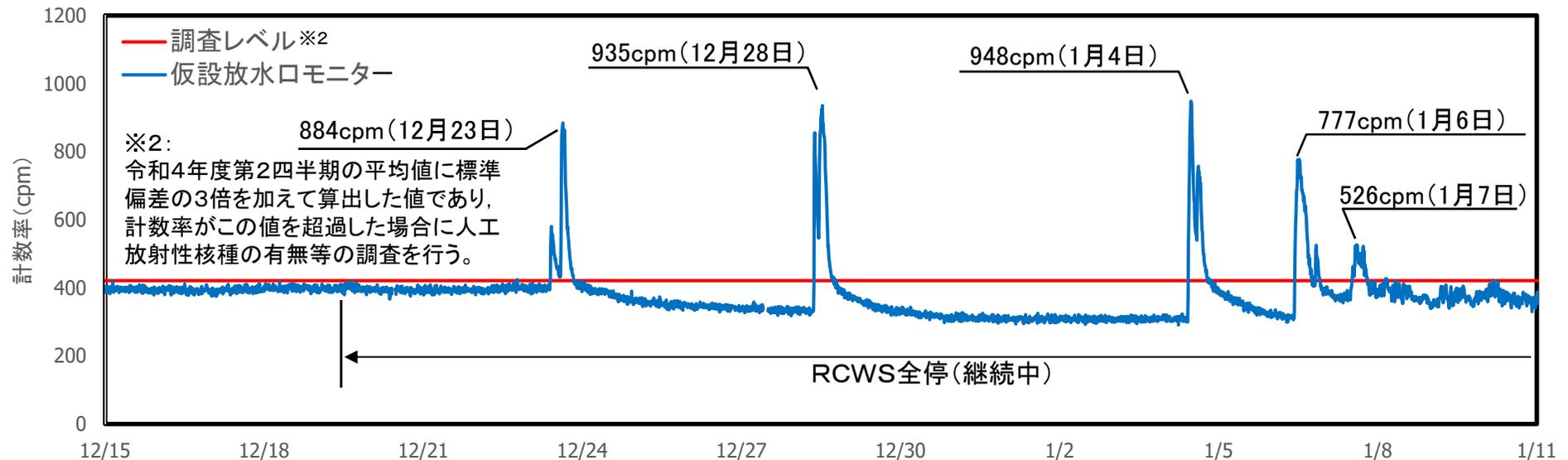


図1 仮設放水口モニターの計数率推移

## 4. ガンマ線スペクトル確認結果

- 計数率が調査レベル※を超過した際のガンマ線スペクトルを確認したところ、図2のとおり、天然放射性核種のピークのみが確認されている。

※: 令和4年度第2四半期の平均値に標準偏差の3倍を加えて算出した値であり、計数率がこの値を超過した場合に人工放射性核種の有無等の調査を行う。

- また、調査レベル超過した際の核種分析結果は、表1のとおりであり、人工放射性核種は検出されていない。

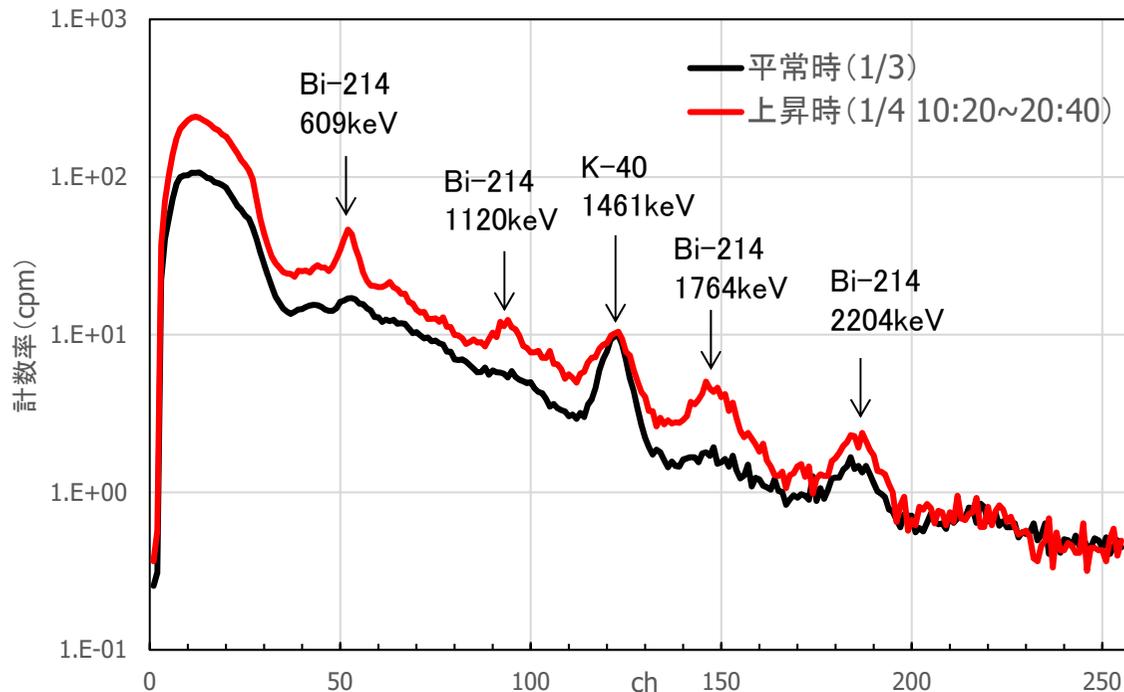


図2 計数率上昇時(1月4日)のガンマ線スペクトル(代表例)

表1 ゲルマニウム半導体検出器による核種分析結果

採取日	Cs-137	Co-60	その他の人工放射性核種
12月23日	ND	ND	ND
12月28日	ND	ND	ND
1月4日	ND	ND	ND
1月6日	ND	ND	ND
1月7日	ND	ND	ND

ND: 検出下限値未満であることを示す  
(参考)

Co-60のND値(1月4日):  $1.18 \times 10^{-3}$  Bq/cm<sup>3</sup>

## 5. 1号機仮設放水口モニター計数率の上昇要因

- 工事に伴い、放水路内の水位を低く維持していたところ、水位の上昇傾向が想定よりも大きく、調査の結果、放水路内への海水や地下水の染み出し等※1によるものと推定した。

※1:放水路の構造上問題となるひび等の損傷は確認されていない。また、コンクリート水路においてつなぎ目等からの水の染み出しは一般的に確認される事象である。

- 機器を冷却するための純水以外に放水路内に流入する水は図3で示す①～③であり、流入量は合計で $1.5\text{m}^3/\text{h}$ 程度※2,3であった。

※2: 2023年1月10日に放水路内に立ち入り、海水・地下水の染み出しが確認され、容器で採取可能な箇所の実測値。

※3:実測した当日降雨・降雪なしのため①と③の合計値。なお、時期等により流入量は変動するものと考えられる。

- 放水路内から採取した地下水からは天然放射性核種(Bi-214等)が検出されたことから、これまで1号機仮設放水口モニター上昇に寄与する天然放射性核種については、コンクリートや降雨・降雪由来と考えていたが、それに加えて地下水に含まれている天然放射性核種も寄与していると推定された。

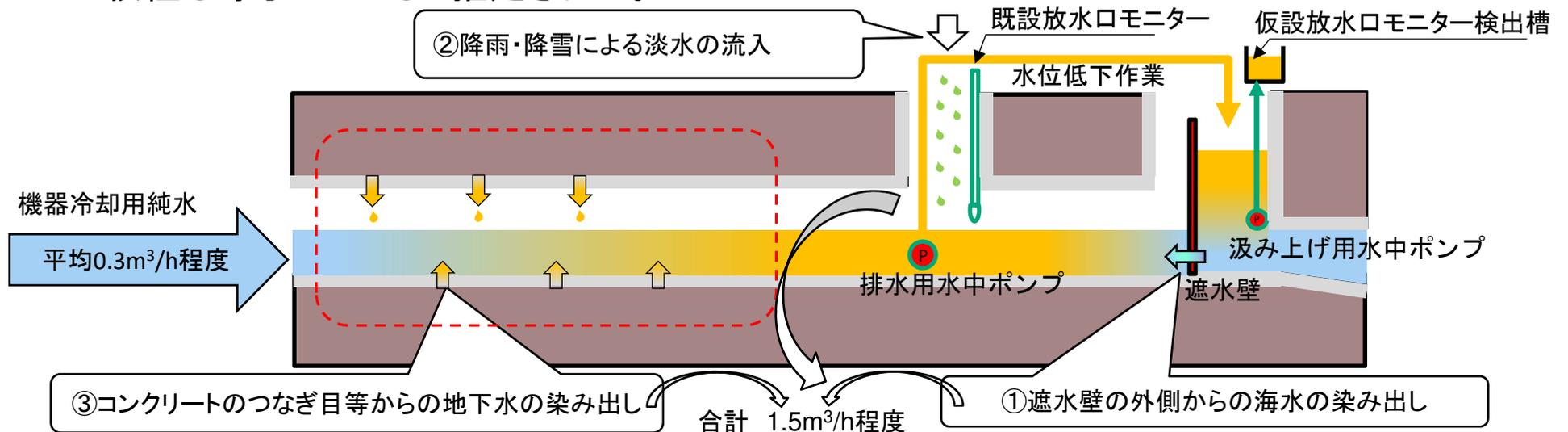


図3 放水路内への流入等について

## 6. 仮設放水口モニターの計数率推移と水位低下作業の関係

- 1号機流路縮小工事のための水位低下作業を実施した際に、図4のとおり、計数率が変動した。
- ①～③の期間中における作業内容は次ページ以降のとおり。

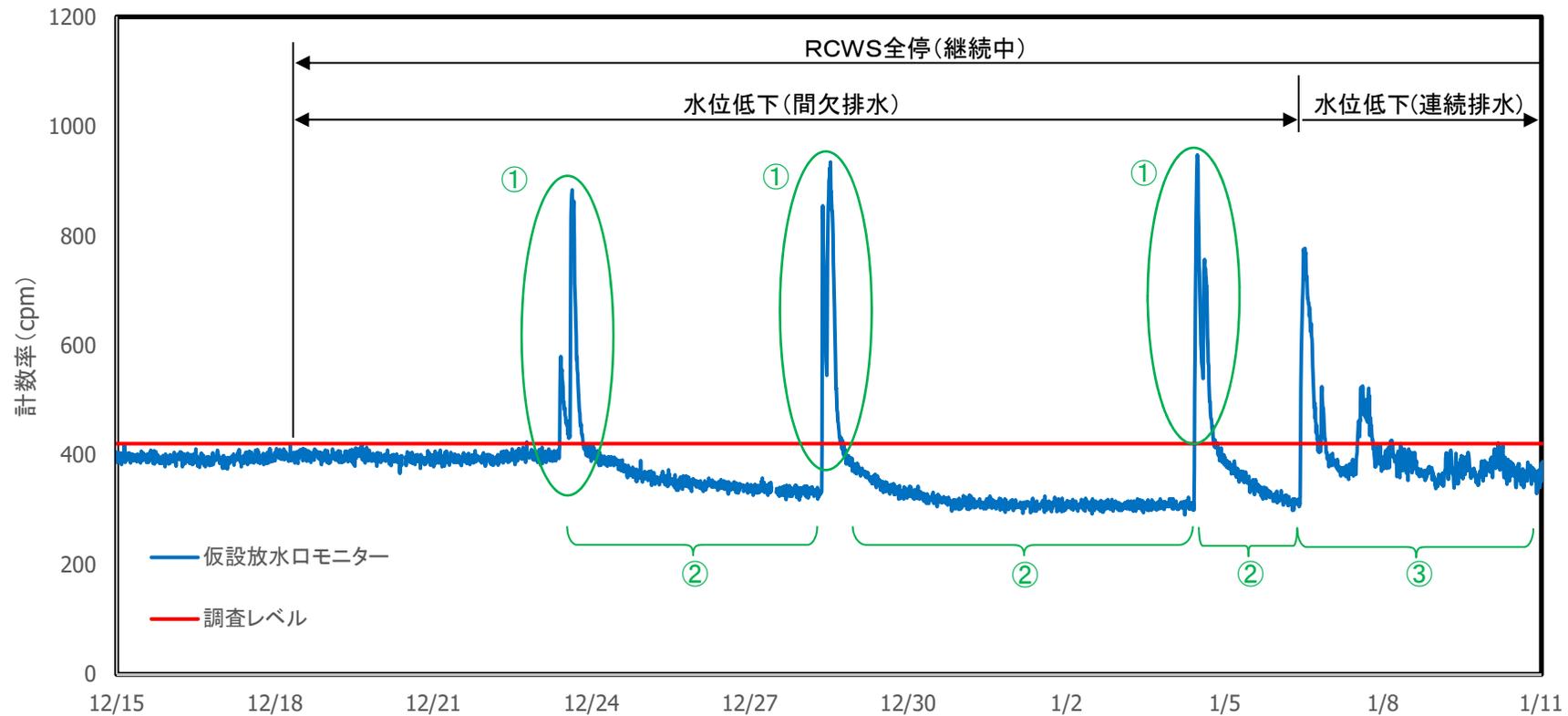


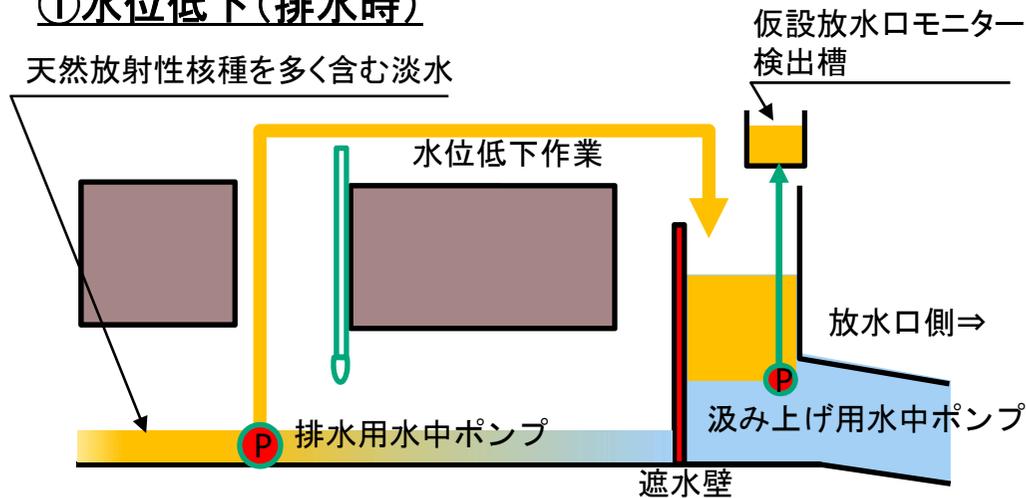
図4 仮設放水口モニターの計数率推移と水位低下作業の関係

## 7. 計数率変動のメカニズム

### (1) 水位低下(間欠排水)[①⇔②]

#### ①水位低下(排水時)

天然放射性核種を多く含む淡水



#### 【作業内容】

計数率の上昇の程度を考慮しながら放水路内からの排水を複数回に分けて実施。

作業期間: 12月23日, 12月28日, 1月4日

#### 【状況】

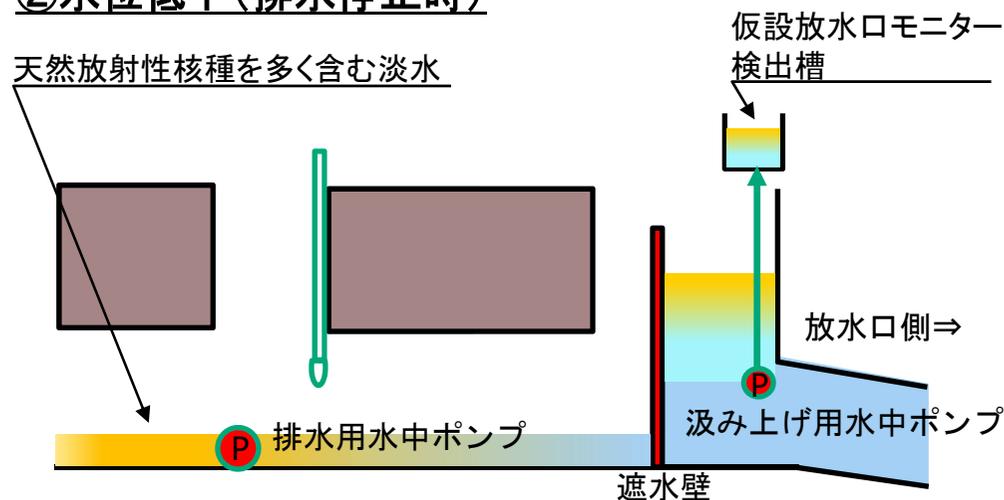
- 天然放射性核種※を含む淡水が放水口側に排水され、その淡水を採水し、計測したことにより計数率が一時的に上昇。

※ コンクリート由来に加えて地下水に含まれる天然放射性核種 (Rn-222, Bi-214等)

↕ くりかえし実施

#### ②水位低下(排水停止時)

天然放射性核種を多く含む淡水



#### 【作業内容】

放水路内からの排水を停止。

排水停止期間: 12月23日～12月28日,  
12月28日～ 1月4日,  
1月4日～ 1月6日

#### 【状況】

- 放水路内からの排水停止に伴い、放水口側で計数率を上昇させた天然放射性核種※の減少による低下、およびK-40の少ない淡水の割合が増加したことにより、ベースラインが低下。

※ コンクリート由来に加えて地下水に含まれる天然放射性核種 (Rn-222, Bi-214等)

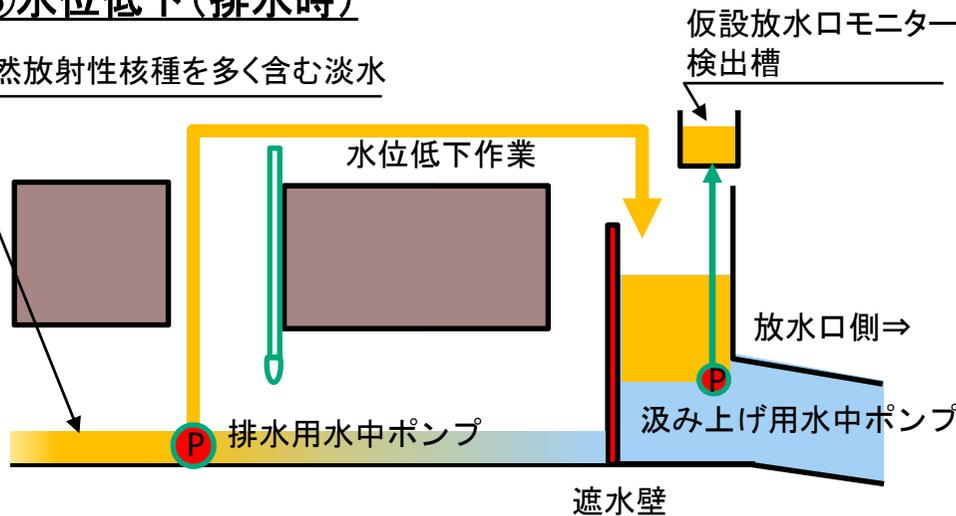
## 7. 計数率変動のメカニズム

### (2) 水位低下(連続排水) [③]

↓ 前頁より

#### ③水位低下(排水時)

天然放射性核種を多く含む淡水



#### 【作業内容】

工事の進捗に伴い、放水路内の水位を低く維持することが必要になったため、排水ポンプを連続運転実施。(天然放射性核種を含む淡水を常に少量排水)

作業期間:1月6日～継続中

#### 【状況】

- ▶ 天然放射性核種※を多く含む淡水が放水口側に少量ずつ排水され、その水を採水し、計測したことにより計数率が一時的に上昇。
- ▶ また、少量の排水のため調査レベル超過に至らない場合もあるものと推定。

※ コンクリート由来に加えて地下水に含まれる天然放射性核種(Rn-222, Bi-214等)

## 8. まとめ

- 計数率の上昇が確認された期間中は、発電所からの放射性液体廃棄物の放出は実施していない。また、1号機仮設放水口モニターのガンマ線スペクトルおよび海水の核種分析結果から人工放射性物質は確認されていない。
- 当該期間中の計数率の変動は、1号機流路縮小工事の水位低下作業に伴う天然放射性核種の影響と推定された。
- また、1号機仮設放水口モニターを上昇させる天然放射性核種の由来について調査・検討した結果、従来考えていたコンクリートや降雨・降雪由来に加え地下水に含まれている天然放射性核種も寄与していたものと推定された。

以上のことから、本事象は発電所に起因する異常な計数率の上昇ではない。

## 測定技術会でのコメントを踏まえた補足参考資料

◎計数率の時系列変動と排水作業時間との関係を分かりやすく示すこと。

⇒P11～P13

◎計数率上昇後の計数率低下と天然放射性核種の減少との関係について整理すること。

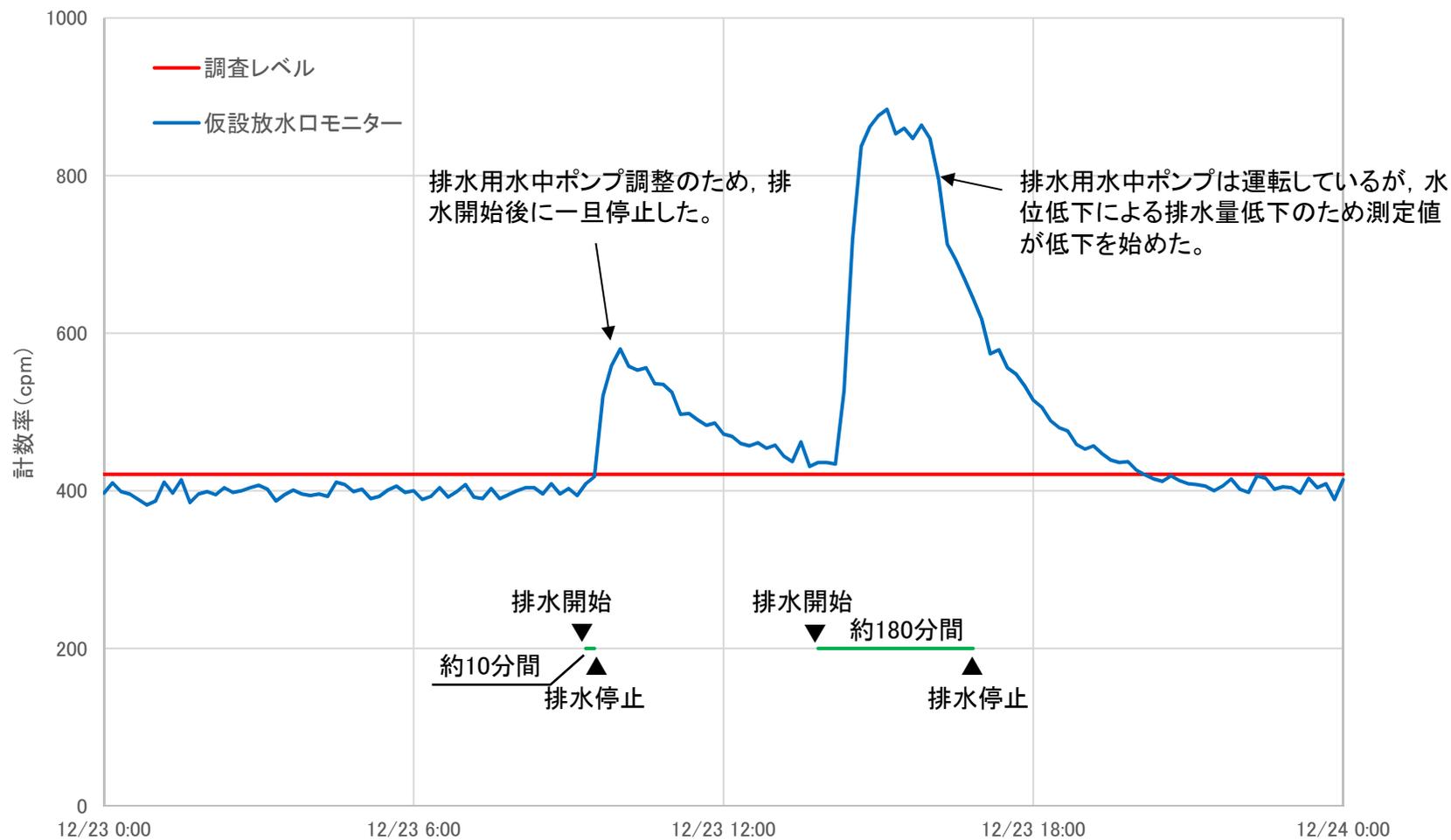
⇒P14～P15

◎地下水に人工放射性核種が含まれていないことをGeスペクトルでも示すこと。

⇒P16

# 計数率推移と水位低下作業の関係(日別)

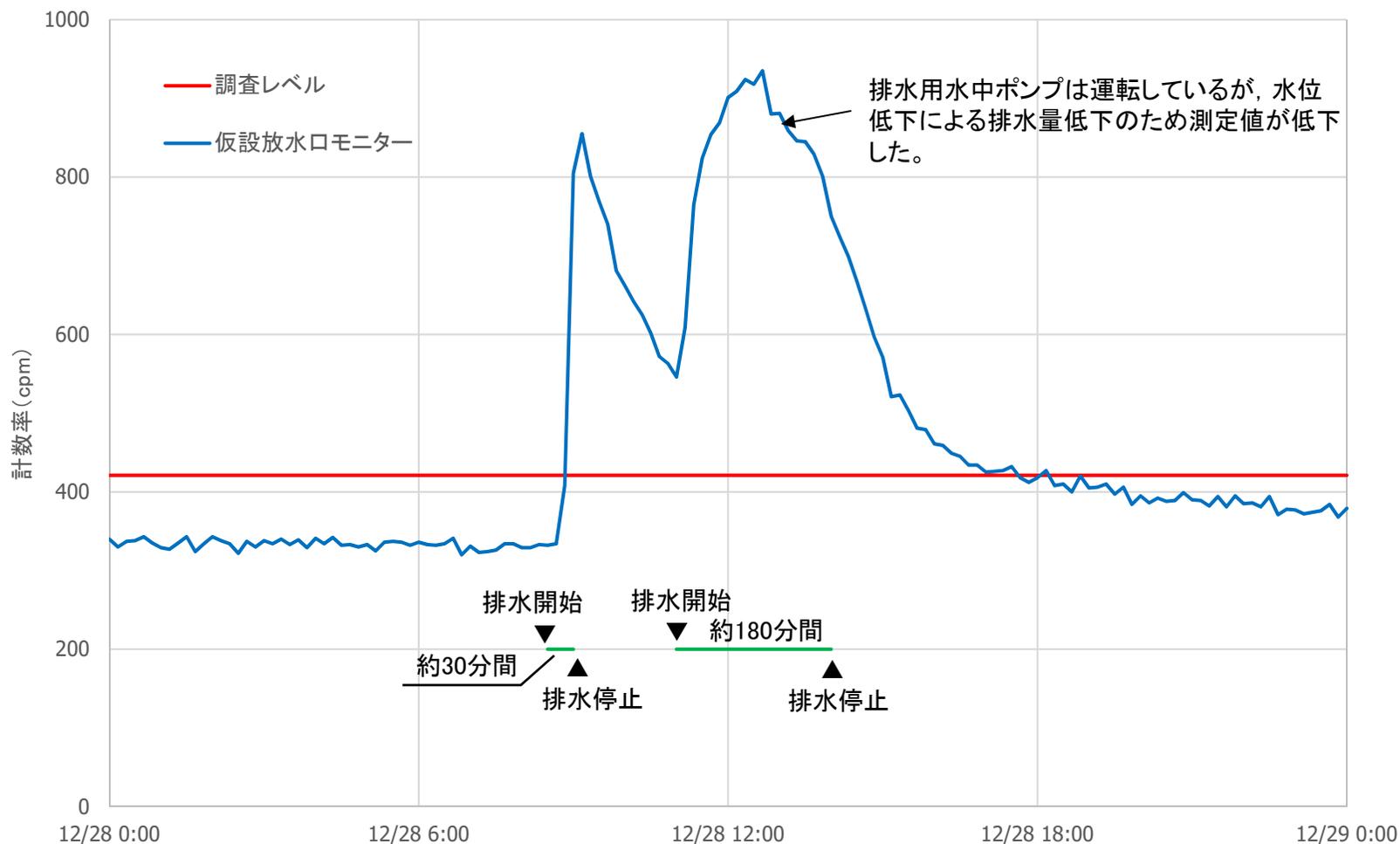
女川原子力発電所1号機 仮設放水口モニタートレンドグラフ  
(2022年12月23日)



※ 計数率の上昇や作業状況を考慮しながら排水実施

# 計数率推移と水位低下作業の関係(日別)

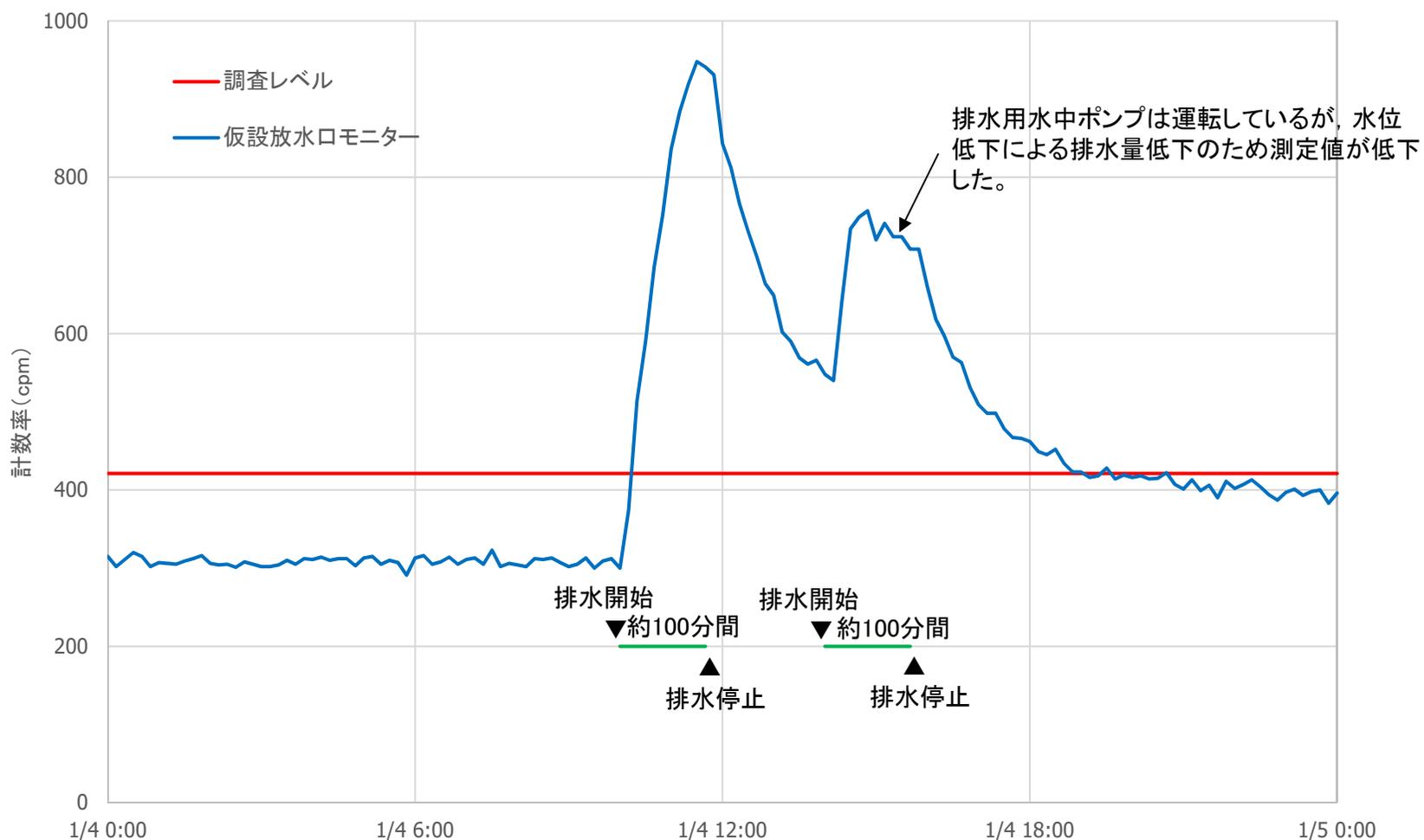
女川原子力発電所1号機 仮設放水口モニタートレンドグラフ  
(2022年12月28日)



※ 計数率の上昇や作業状況を考慮しながら排水実施

# 計数率推移と水位低下作業の関係(日別)

女川原子力発電所1号機 仮設放水口モニタートレンドグラフ  
(2023年1月4日)



※ 計数率の上昇や作業状況を考慮しながら排水実施

# 仮設放水口モニター測定値上昇後の低下と天然放射性核種の関係について(推定)

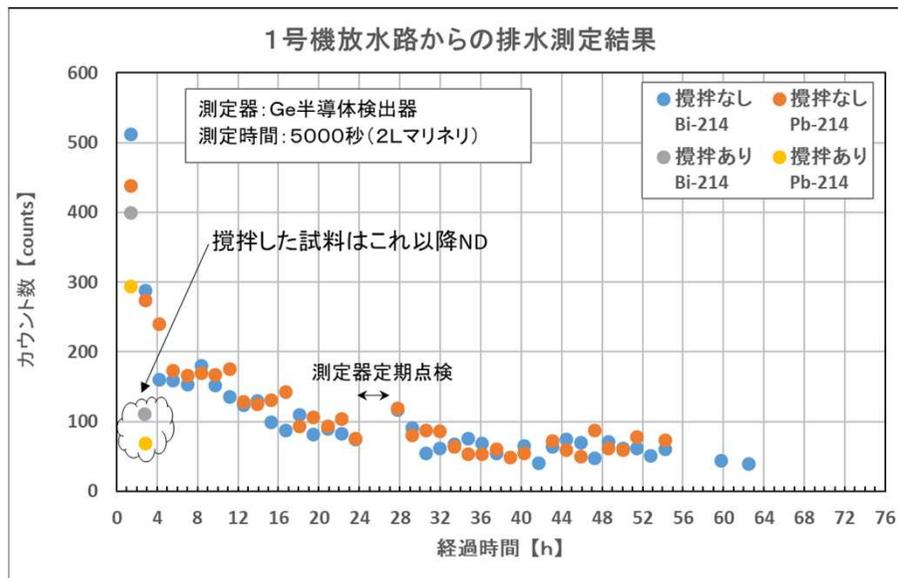
- 1号機仮設放水口モニターは、排水中のコンクリート由来および地下水に含まれる天然放射性核種(Rn-222, Bi-214等)による上昇後、下表のとおり減少したことにより測定値が低下したと推定された。

天然放射性核種	半減期*	減少した原因
Bi(ビスマス)-214	約20分	半減期*が短いため、排水停止後は仮設放水口モニターは短時間で大きく低下した。その後、Rn-222から新たに生成されるため、仮設放水口モニターの低下は緩やかになった。
Pb(鉛)-214	約27分	
Rn(ラドン)-222	約3.8日	半減期*による減少に加え、排水ポンプ等により遮水壁の放水口側で攪拌されて一部が空气中に散逸し減少した可能性がある(Rn-222は気体)。
K(カリウム)-40	$1.3 \times 10^9$ 年	排水に伴い淡水(K-40が少ない)が多くなりベースラインが低下。

\* 放射性核種が半分になるまでにかかる時間であり、放射性核種固有のもの

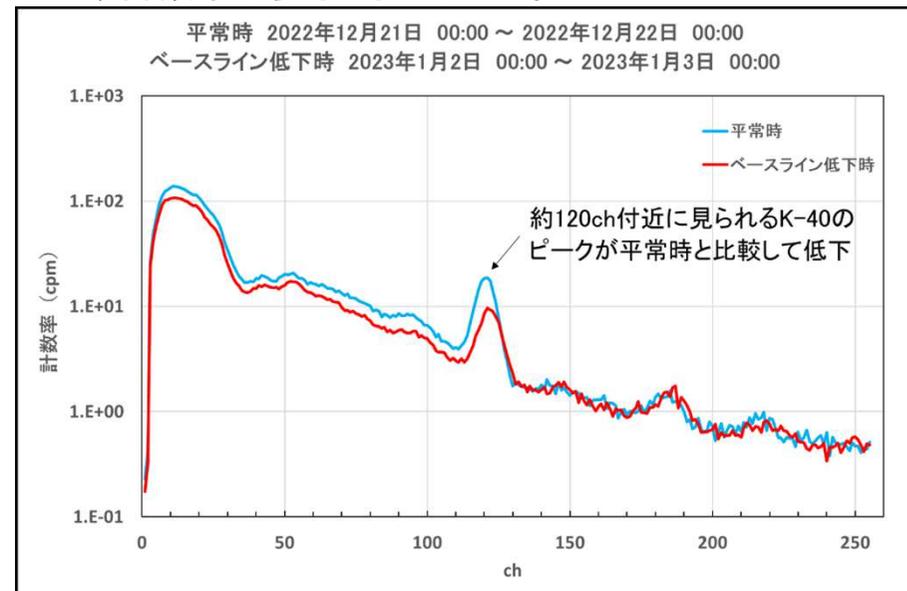
## 【Rn-222の空气中への散逸による減少】

放水路の排水を攪拌してから測定したところ、Rn-222から生成される核種が減少したことから、攪拌によりRn-222が空气中に散逸し減少した可能性がある。

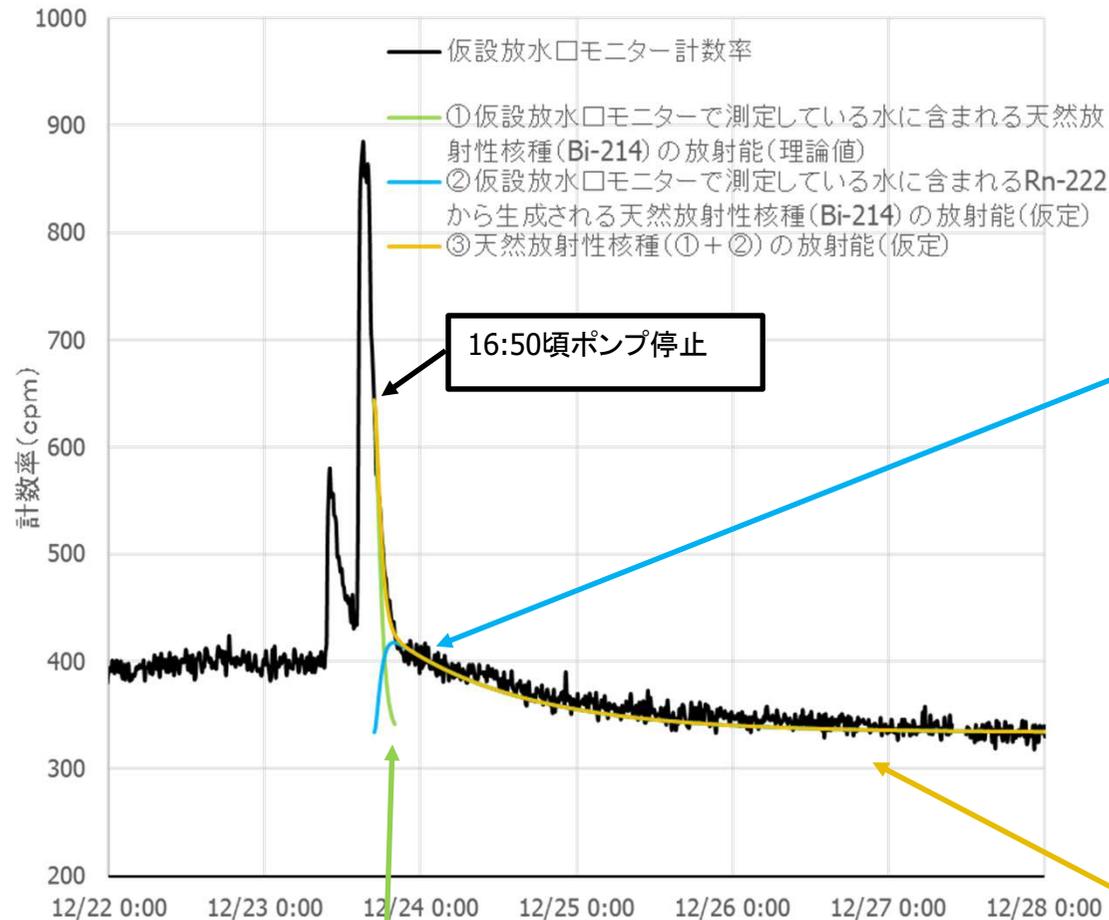


## 【K-40の減少】

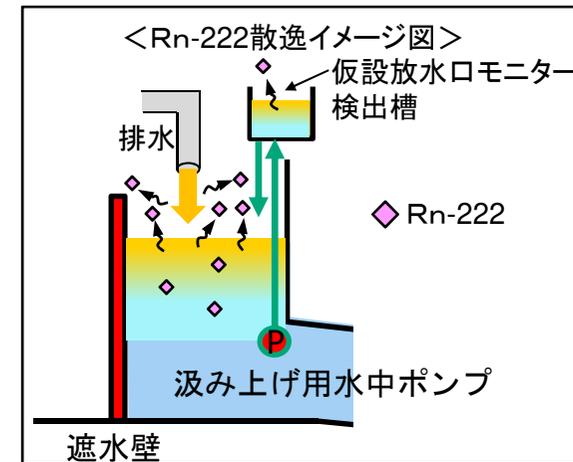
仮設放水口モニターのガンマ線スペクトルから、ベースライン低下時は、K-40のピークが平常時と比較して低下し、計数率が少なくなっていた。



# 仮設放水口モニター測定値上昇後の低下と天然放射性核種の関係について(試算)



②水中のRn-222は、排水用水中ポンプで遮水壁の放水口側に排水した際に空气中に散逸したため、約70%程度減少したと仮定。Bi-214は、Rn-222の崩壊で生成するため、同じ程度減少。その後、水中に残ったRn-222は、仮設放水口モニターの汲み上げ用水中ポンプの循環により空气中へ散逸するとともに崩壊(Bi-214を生成)しながら緩やかに減少したと推測。

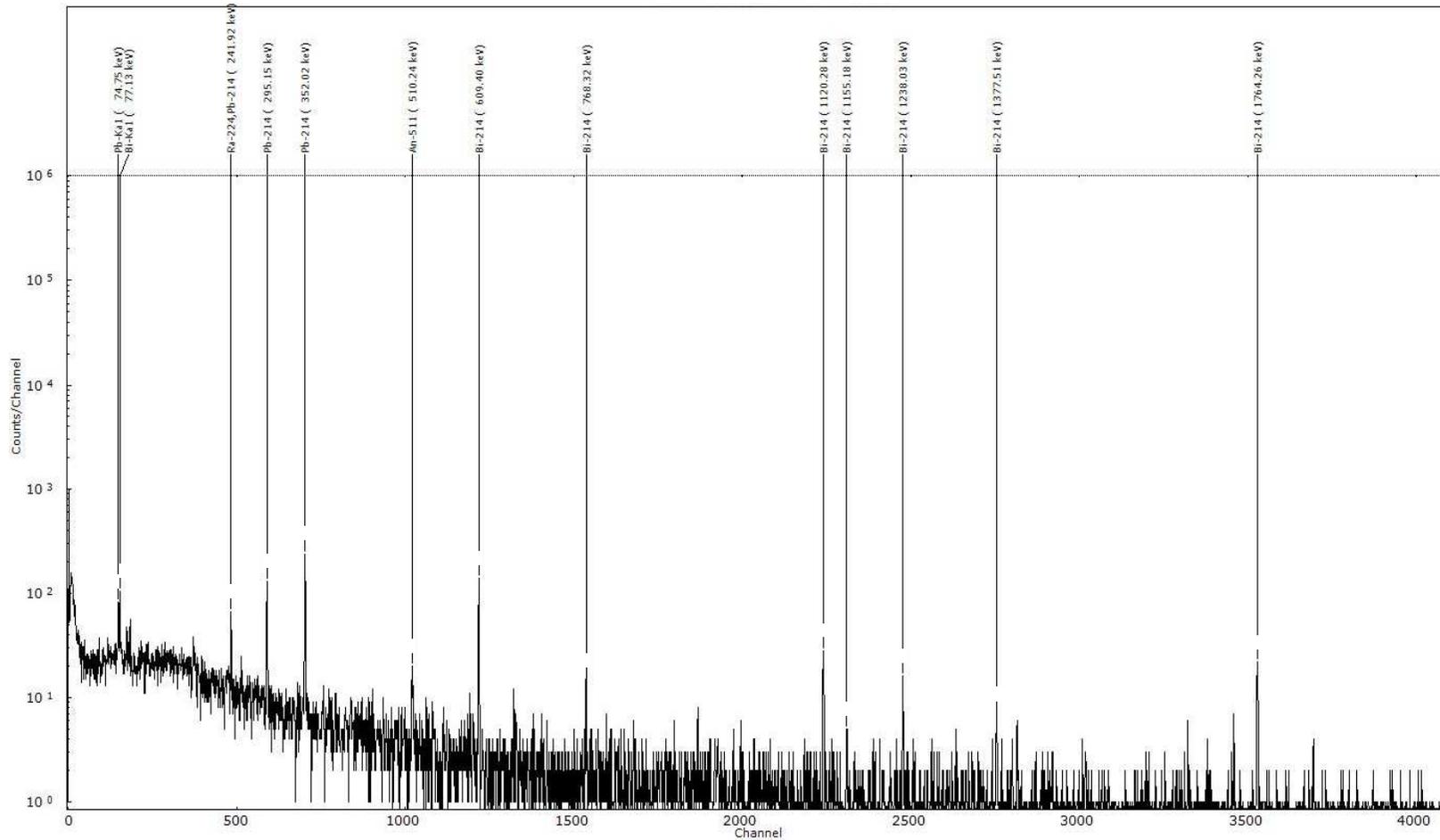


①ポンプ停止後約1時間の仮設放水口モニター測定値は、Bi-214の半減期(約20分)と同程度に減少

③ポンプ停止直後に存在したBi-214は半減期(約20分)と同程度に減少。水中に残ったRn-222から生成したBi-214はRn-222の減少(散逸+崩壊:半減期約3.8日)に従って減少することから、緩やかに減少したと推測

## 地下水のGe測定結果(スペクトル)

地下水中からは天然放射性核種のみ検出された。



【測定情報】 採取時間:2023年1月16日 15:50  
測定時間:5,000秒  
試料量:1L