

事故故障報告2件 2/17監視評価検討会における質問回答

- ・ 6号機残留熱除去系ポンプ(B)圧力抑制室吸込弁駆動部シャフト折損について
- ・ 1 / 2号機排気筒ドレンサンプピット水位低下事象について

2020年4月27日

東京電力ホールディングス株式会社

1. 6号機残留熱除去系ポンプ(B)圧力抑制室吸込弁駆動部シャフト折損について

2. 1/2号機排気筒ドレンサンプピット水位低下事象について

1. 1 経緯

6号機残留熱除去系（以下「RHR」）ポンプ(B)圧力抑制室吸込弁(MO-E12-F004B)にシートリークが確認されたことから、11月19日に当該弁の手動増し締めを実施した。

その際、ハンドホイールシャフト（手動操作ハンドル軸部）を折損させた。

本事象は、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（以下「福島第一規則」）第18条第4号における安全上重要な機器の機能を有してないため、11月26日 15:00 事故報告対象と判断した。

1. 2 時系列

10月17日：当直の依頼により，直営にて1回目の増し締めを実施（シートリーク継続）

11月19日 14時30分頃：2回目の増し締めを実施

11月19日 15時頃：ハンドホイールシャフト折損

11月19日 17時頃：設備所管グループ内情報共有

炉内に燃料がないことから，原子炉への注水機能の要求がない。

また，使用済燃料プールの冷却が可能であるため，設備所管GMはシャフト折損事象の不適合にて対応を行うこととした。

11月25日11時頃：不適合管理事務局より問い合わせ有り

安全上重要な機器等の故障に該当する可能性があるのではないかと確認を受けた。（設備所管グループは現状の6号機の状態では，実施計画Ⅲ（特定原子力施設の保安）第2編の運転上の制限に要求がないことから，グループ内の情報共有に留まり安全上重要な機器には該当しないと考えていた）

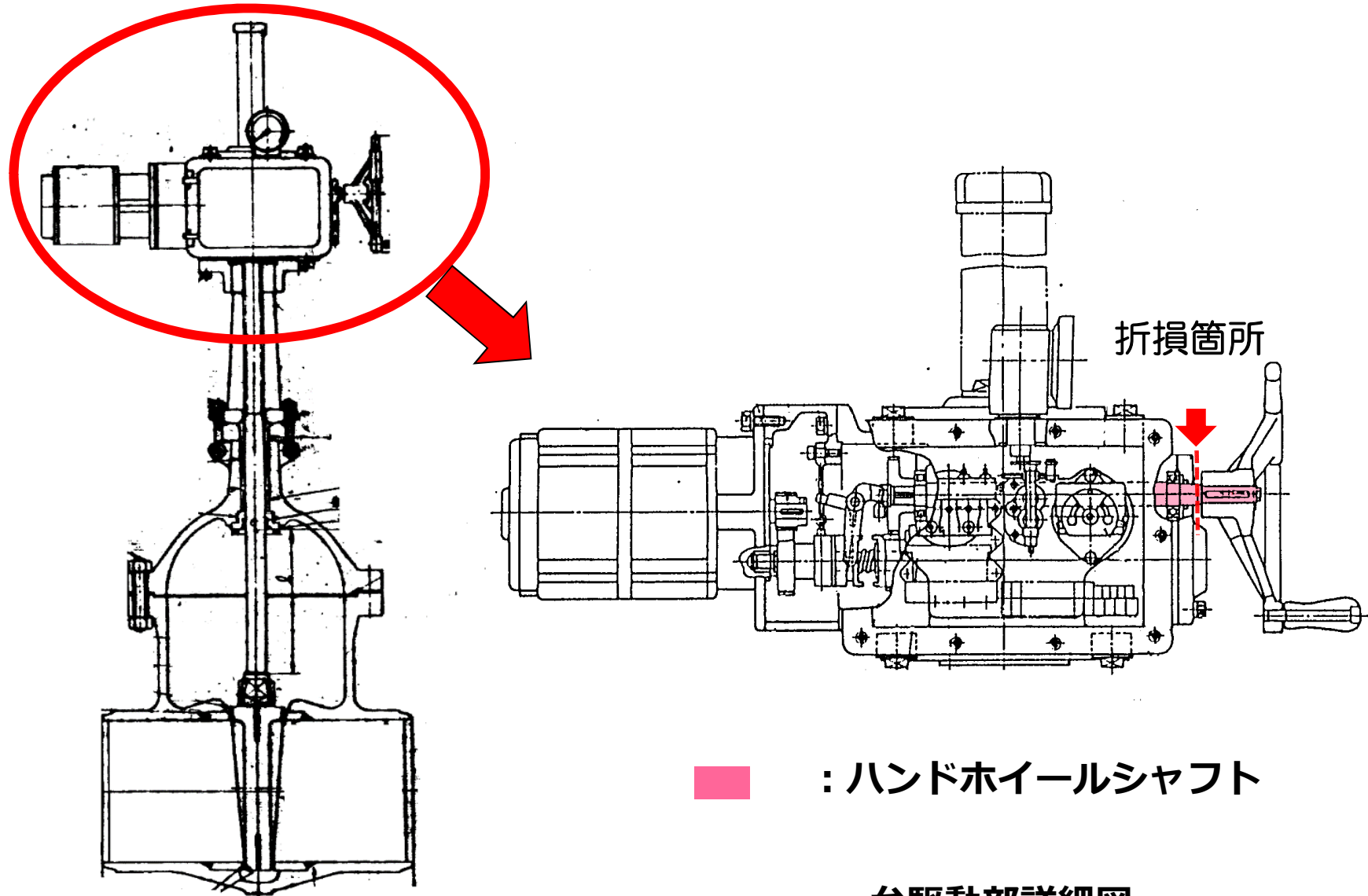
11月25日17時30分：関係各所と情報共有を行った。

11月26日15時00分：事故報告対象と判断

設備所管グループより，トラブル調査検討会事務局に「安全上重要な機器等」の故障に該当する可能性があることを報告し，トラブル調査検討会による事実確認を実施したところ，11月26日に「安全上重要な機器等」の故障に該当すると判断※した。

※現在は，福島第一規則第18条が改正され，第4号「安全上重要な機器等」の扱いが廃止されたこと，また，5・6号機に関する実施計画の見直し（令和2年3月26日認可）により，RHR系の要求機能としては使用済燃料プールの冷却及び補給水系（以下「MUW」）からの補給機能としており，当該弁は要求対象外である。

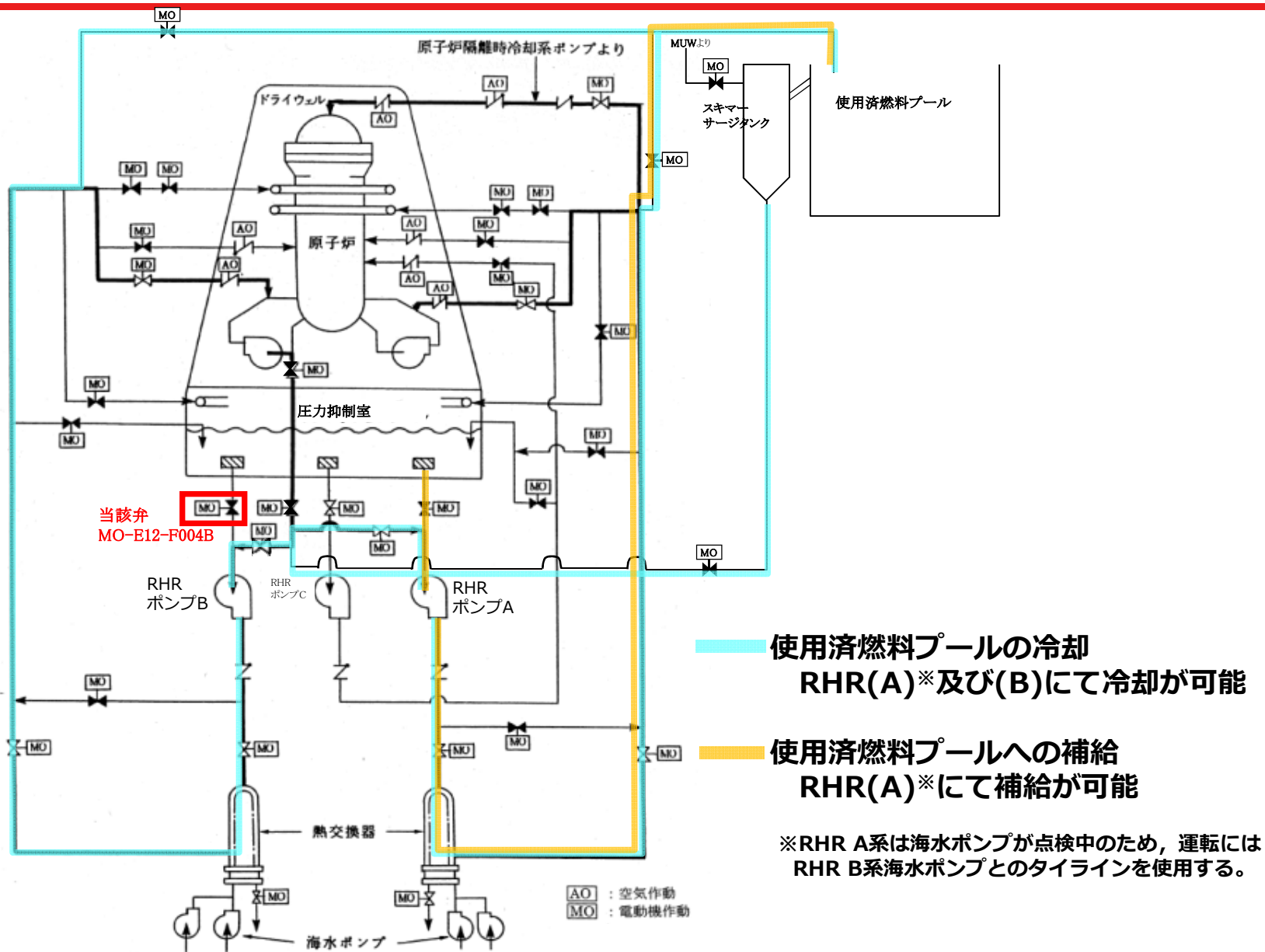
1. 3 折損箇所詳細



弁外形図

弁駆動部詳細図

1. 4 系統概要図



使用済燃料プールの冷却
RHR(A)*及び(B)にて冷却が可能

使用済燃料プールへの補給
RHR(A)*にて補給が可能

*RHR A系は海水ポンプが点検中のため、運転にはRHR B系海水ポンプとのタイラインを使用する。

AO : 空気作動
MO : 電動機作動

1. 5 推定原因

推定原因

□手動操作ハンドルによる増し締め代のない電動弁に対して、二人がかりでそれぞれ補助工具（ウィルキー）を掛けて閉側に増し締め操作を行ったため、シャフト部に許容荷重を超える過大なねじりによるせん断応力がかかったことから折損に至った。

要因分析にて確認された事案

- ・原因調査の段階で、当該電動弁の増し締めについて弁製造企業へ確認したところ、電動駆動による全閉位置からは、手動操作ハンドルによる増し締め代がない弁であることが分かった。
- ・シートリークを改善しようとする意識から、予め設定した増し締め代（約6.2 mm）まで締め込もうと補助工具（ウィルキー）を使用した。

1. 6 対策

折損に対する対策

○補助工具（ウィルキー）の使用方法に対する対策

- 1).補助工具（ウィルキー）は、弁保護の観点から、弁の増し締めには使用しないこととし、社内ルールに反映する。
- 2).弁操作の過程において、弁が固く手動で動かない場合には補助工具（ウィルキー）の使用を可能とするが、弁が全閉位置に到達した以降は、補助工具（ウィルキー）での追加操作は実施しないこととし、事例紹介にて所員周知を行う。

○シートリーク起因による増し締めを実施する場合の対策

- 1).シートリークの発生により弁の増し締めが必要と判断した場合には弁製造企業に増し締めの実施可否及び実施方法について確認するなど必要な検討を行った上で実施することとし、事例紹介にて所員周知を行う。

1. 7 2/17監視評価検討会における質問①

○当該弁の増し締めを実施しているが、その後の調査で増し締めできない弁であることがわかっている。品質管理上の問題をどのように考えているのか説明いただきたい。

回答

・当該弁の分解点検には、圧力抑制室の水抜きが必要となること、及びRHR系は淡水系であり、異物噛み込みの可能性は低いことから、増し締めの検討に至った。

なお、通常はシートリークが確認された場合、分解点検や弁開閉による異物除去※、増し締めの対応を検討する。 ※海水系の弁はシート部に異物が噛み込み、シートリークの要因となる。

・本操作を行うにあたり、経験上の知識や図面を基に増し締めの検討を進めたが、どの程度の増し締めが可能であるか不明確であったことから、通常当該弁の保守を行っている弁保守企業に確認することとした。

・東京電力として、弁保守企業から得られた情報に対し、グループ内での共有による技術的根拠の確認が行われなかったこと、並びに弁製造企業への確認を行わなかったことが品質上の問題点と考えている。

今後、シートリークが発生した場合には、弁の仕様や過去の点検履歴、弁製造企業への増し締めの可否等を確認するとともに、確認結果も踏まえて必要な検討やグループ内で妥当性を確認した上で、点検や増し締め等の処置を実施する。また、処置の結果については、弁製造企業から得られた情報をノウハウとして蓄積し、「技術的根拠」として活用していくことを考えている。

1. 8 2/17監視評価検討会における質問②-1

○現在も当該弁のシートリークが継続していると報告されている。RHR系統機能あるいは圧力抑制室の水位上昇等への影響について説明いただきたい。

回答

◆RHR系統機能への影響については、以下のことから影響はない

- ✓RHR(B)系については、停止状態において、シートリークのある当該弁及び停止時冷却系切替弁（MO-E12-F006B）を全閉とすることで、圧力抑制室への流入はない。
- ✓RHR(B)系を非常時熱負荷モードで運転した場合、当該弁のシートリーク量(130L/h)が圧力抑制室へ流入するが、スキマーサージタンクへの補給（MUW系による通常補給）により使用済燃料プールの水位維持が可能である。
- ✓RHR系は使用済燃料プール冷却浄化系（以下「FPC」）のバックアップであり、待機状態にある。またRHR系を使用する場面においては、RHR(A)系を優先して運転する。

1. 8 2/17監視評価検討会における質問②-2

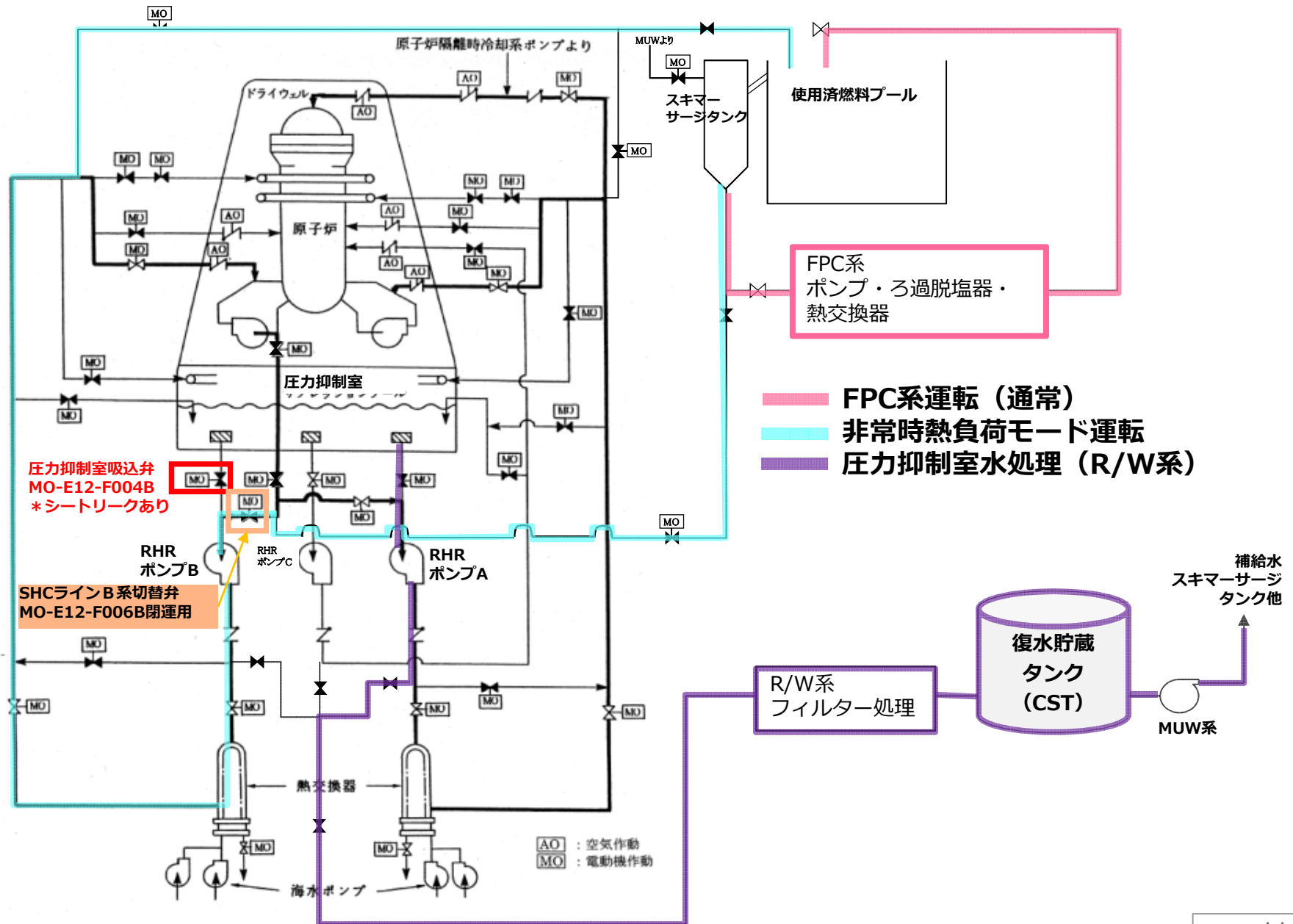
○現在も当該弁のシートリークが継続していると報告されている。RHR系統機能あるいは圧力抑制室の水位上昇等への影響について説明いただきたい。

回答

◆圧力抑制室の水位上昇への影響については、水位が上昇したとしても、廃棄物処理系（以下、「R/W」）にて処理可能であることから、影響はないと考える。

- ✓ 圧力抑制室水位上昇：圧力抑制室の水位は現状低いレベルにあり、水処理が必要となるが水位を下げる事が可能である。
- ✓ 圧力抑制室の水は廃棄物処理系で処理した後、プラント保有水（補給水）として使用する。
- ✓ 1.9 系統概要図（FPC系、R/W系含む）参照

1. 9 系統概要図 (FPC系, R/W系含む)



1. 10 3/25面談における追加質問

○ノウハウとして蓄積し、活用していくことについて、その方向性やタイムスケジュールを明確にしていきたい。

回答

現場力向上を目的として、以下の方法でノウハウの運用（蓄積・活用）を構築する。

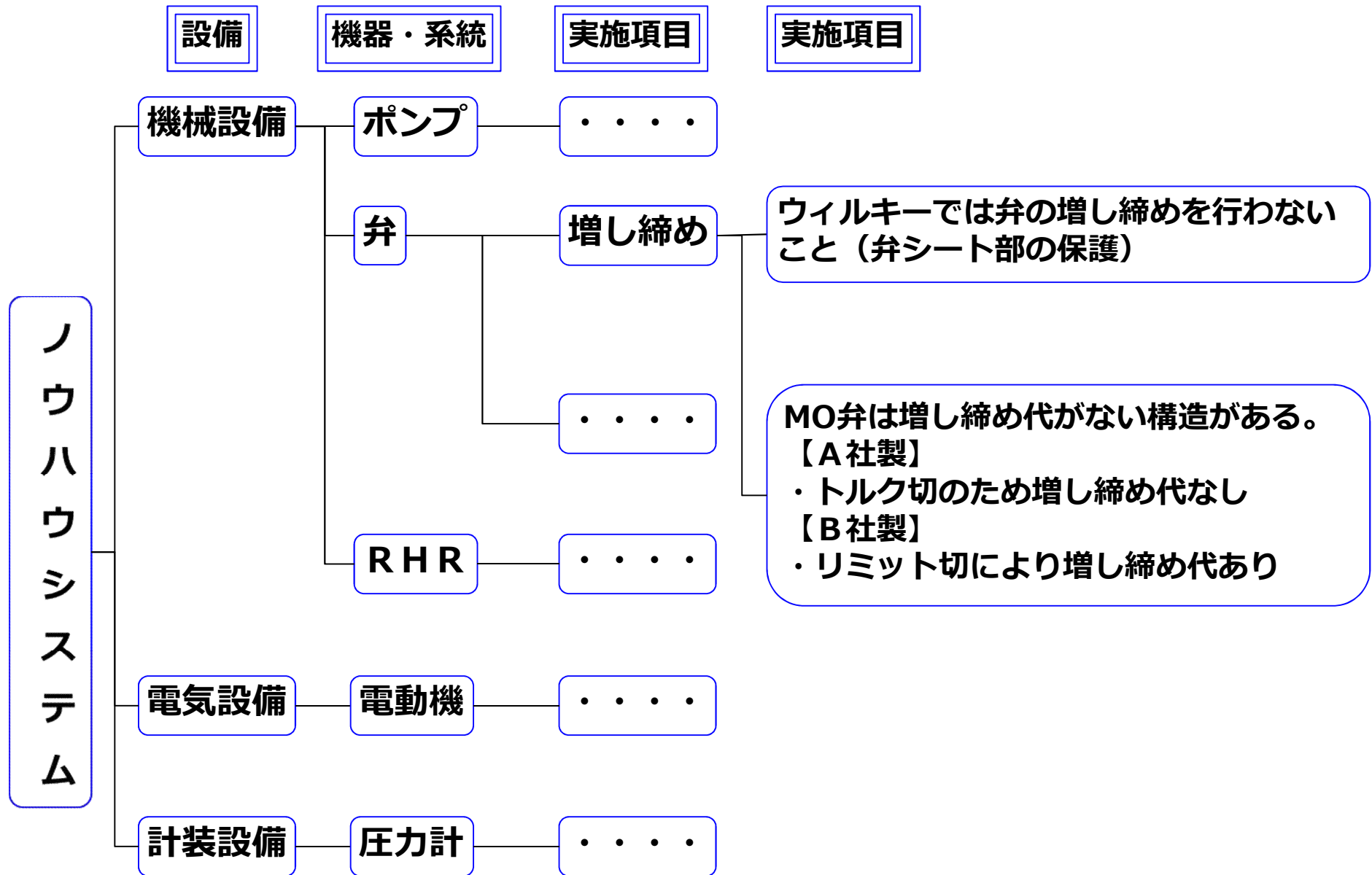
【スケジュール】

- ①ノウハウ蓄積・活用方法の検討：～2020年5月
- ②運用方法説明：2020年6月

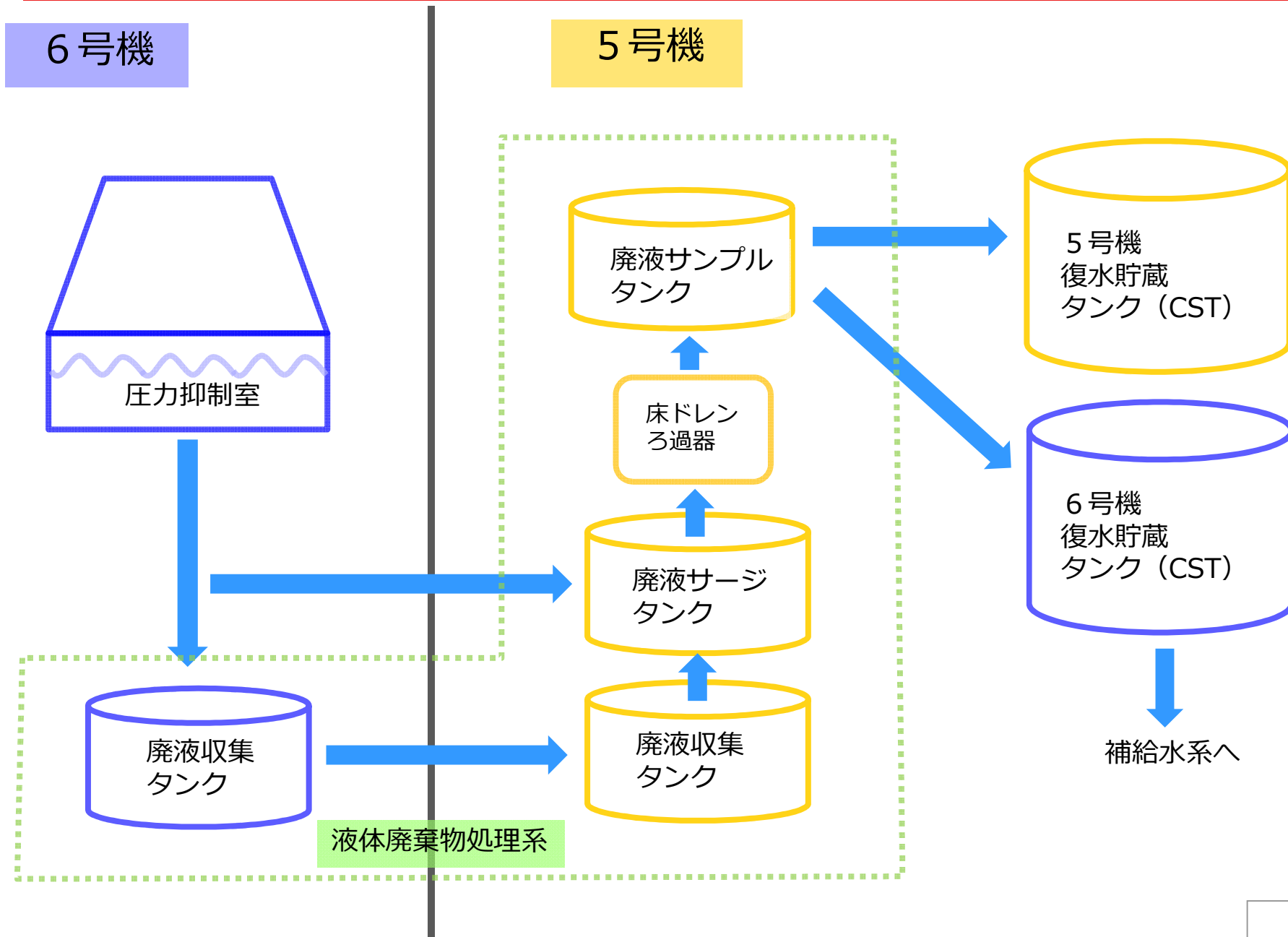
【運用方法】

- ①-1：ノウハウ蓄積方法の検討
 - ・各設備のノウハウ分類（カテゴリ）、蓄積方法のルールの検討
 - ・各グループが蓄積している技術的な知識・手順等をノウハウシステム（仮称）へ入力
- ①-2：ノウハウ活用方法の検討
 - ・蓄積したノウハウが埋もれずに活用されるための継続的な活用方法の検討
- ②運用方法の説明
 - ・全所員が活用できるようノウハウ蓄積方法及び活用方法の説明会を実施

1. 1.1 ノウハウ整備のイメージ



(参考) 6号機圧力抑制室水の処理フロー

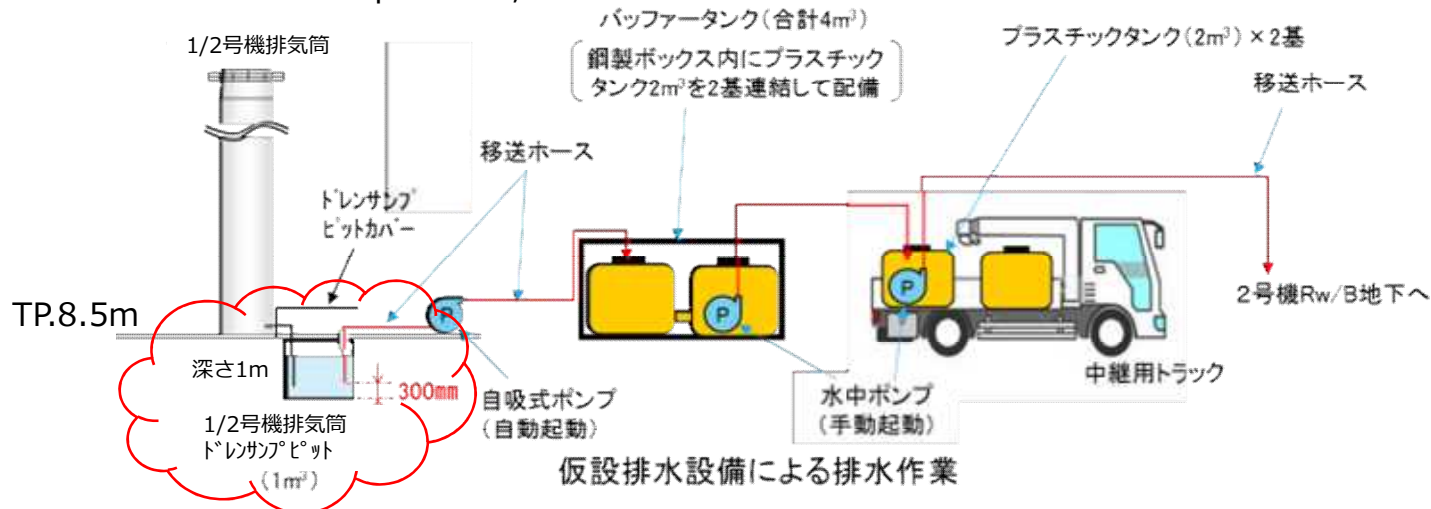


-
1. 6号機残留熱除去系ポンプ(B)圧力抑制室吸込弁駆動部シャフト折損について
 2. 1/2号機排気筒ドレンサンプピット水位低下事象について

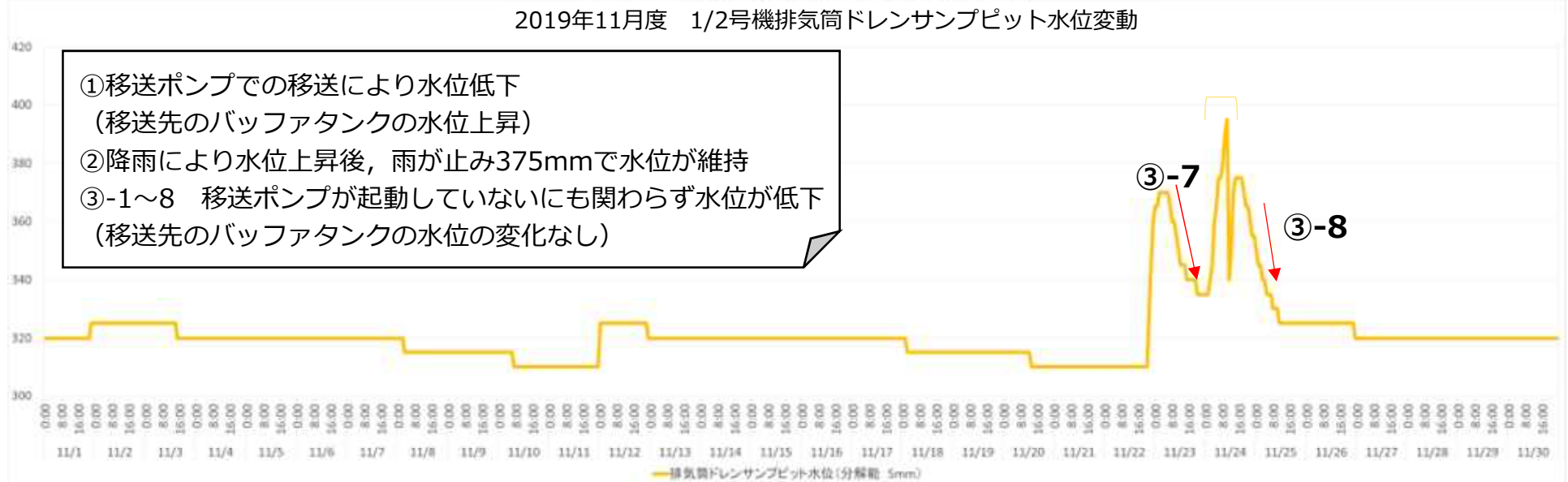
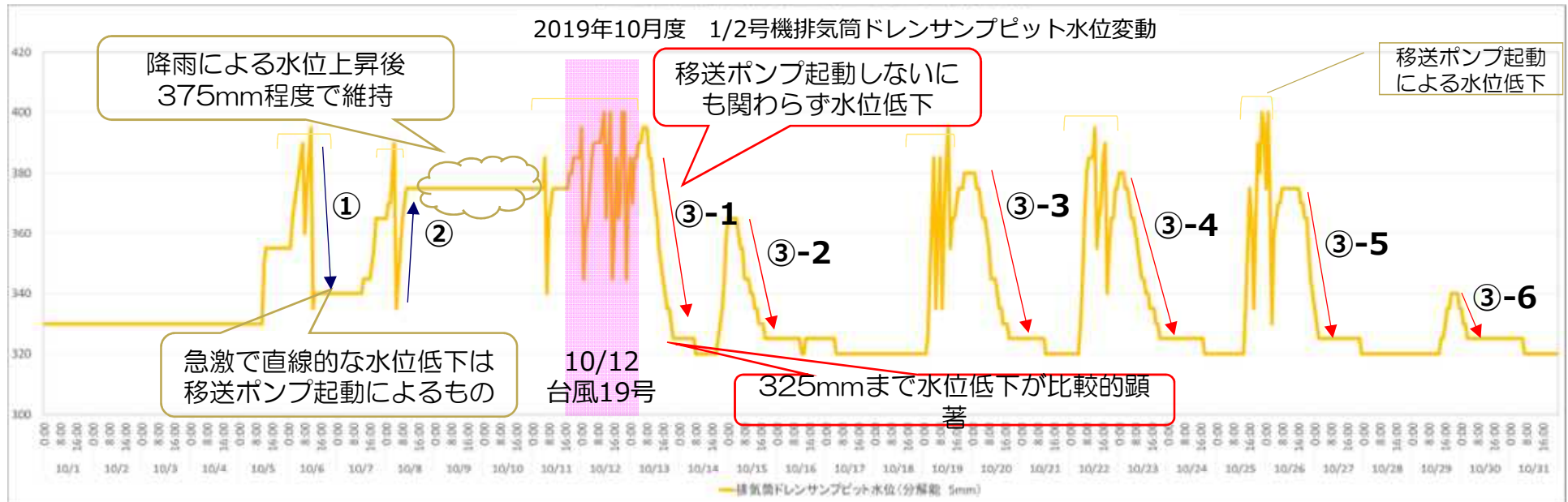
2. 1 1 / 2号機排気筒ドレンサンプピットの水位低下事象

- 11/26に、1 / 2号機排気筒ドレンサンプピット（以下：ピット）の水位のトレンドデータを確認したところ、移送ポンプが起動しないにもかかわらず、水位が低下する事象を確認した。（通常は1回／日の水位確認の運用）
- その後、過去に遡ってトレンドデータを確認したところ、10/12の台風19号以降当該事象が見られることがわかった（11/27）。
- 低下した水位の合計値とピット面積（1m²）から、当該ピットから流出した可能性がある水の量は約370L、総放射エネルギーはガンマ核種で8.3×10⁹Bq、全ベータ核種で7.4×10⁹Bqと推定。
- 本件について11/28の10時30分に、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第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき」に該当すると判断した※。

※ 「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第18条の運用について（訓令）」での軽微な漏えいの目安は、総放射エネルギーとしてガンマ線放出核種で1.0×10⁸Bq、全ベータ放射エネルギーでガンマ線源の100倍（1.0×10¹⁰Bq）であり、本件はガンマ核種で目安を超えたものと判断。

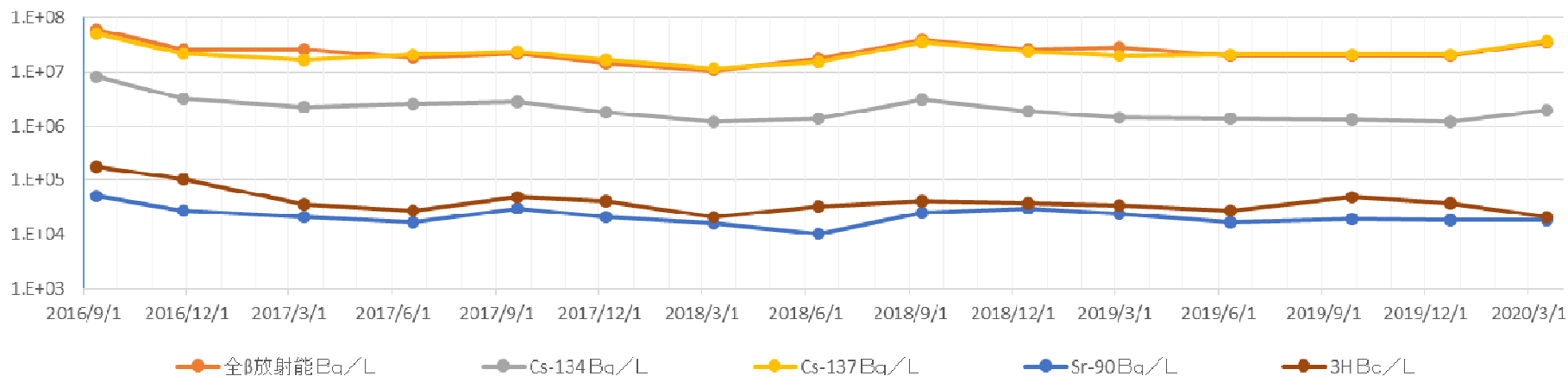


2. 2 水位データ (2019年10月, 11月)



2. 3 1 / 2号機排気筒サンプルピット溜まり水分析結果

1/2号機排気筒ドレンサンプルピット溜まり水分析結果



採取日	全β放射能	Cs-134	Cs-137	Sr-90	3H
	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L	Bq/L
2016/9/12	5.959E+07	8.254E+06	5.190E+07	5.097E+04	1.731E+05
2016/11/28	2.601E+07	3.218E+06	2.157E+07	2.695E+04	1.054E+05
2017/3/14	2.590E+07	2.286E+06	1.683E+07	2.084E+04	3.524E+04
2017/6/19	1.818E+07	2.596E+06	2.094E+07	1.692E+04	2.757E+04
2017/9/19	2.180E+07	2.776E+06	2.375E+07	2.949E+04	4.791E+04
2017/12/6	1.477E+07	1.775E+06	1.645E+07	2.055E+04	4.140E+04
2018/3/12	1.067E+07	1.191E+06	1.159E+07	1.626E+04	2.108E+04
2018/6/12	1.748E+07	1.371E+06	1.513E+07	1.033E+04	3.260E+04
2018/9/12	3.966E+07	3.071E+06	3.566E+07	2.498E+04	3.979E+04
2018/12/14	2.612E+07	1.887E+06	2.387E+07	3.007E+04	3.745E+04
2019/3/5	2.800E+07	1.448E+06	1.978E+07	2.366E+04	3.439E+04
2019/6/11	1.975E+07	1.399E+06	2.104E+07	1.657E+04	2.762E+04
2019/9/27	2.000E+07	1.331E+06	2.118E+07	1.909E+04	4.761E+04
2019/12/23	2.016E+07	1.224E+06	2.132E+07	1.833E+04	3.645E+04
2020/3/17	3.495E+07	1.960E+06	3.749E+07	1.843E+04	2.090E+04

2. 4 2/17監視評価検討会における質問①

○応急対策として2月中旬にポンプの吸い込み管を交換するとしている。
結果について説明いただきたい。

回答

■2020年2月14日に吸い込み管の交換を完了している。詳細は次頁，次々頁参照。

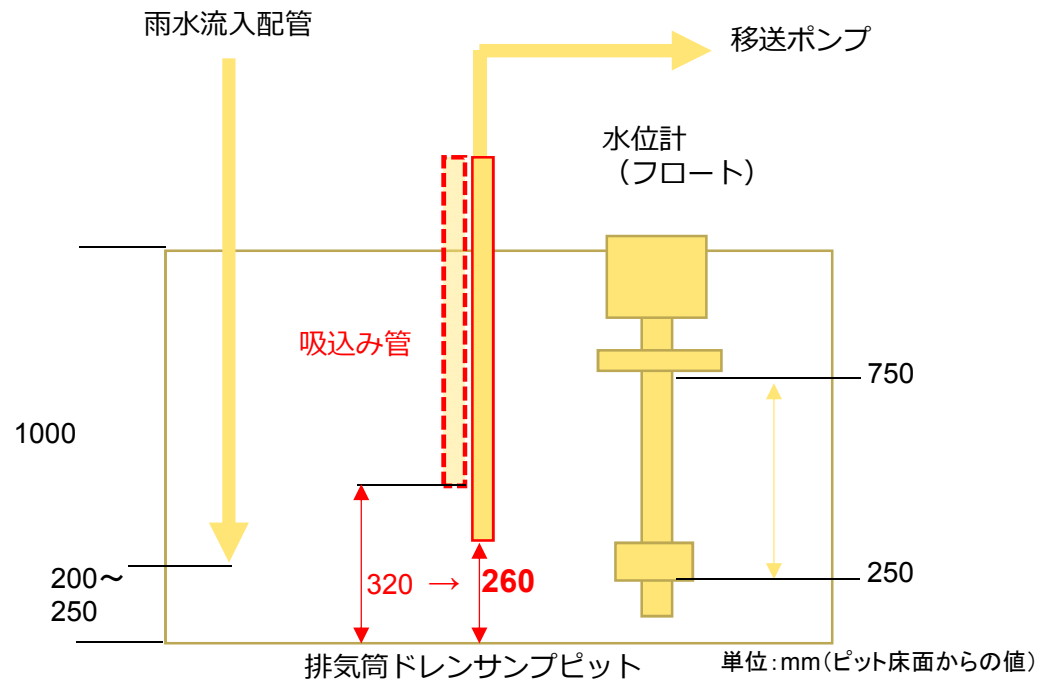
2. 5 応急的な対策

吸い込み管を交換し，以下の通り水位管理を開始（2020年2月14日～）。

吸込み下限値：260mm※（交換前：320mm）

水位管理：300mm～260mm（交換前：340mm～325mm）

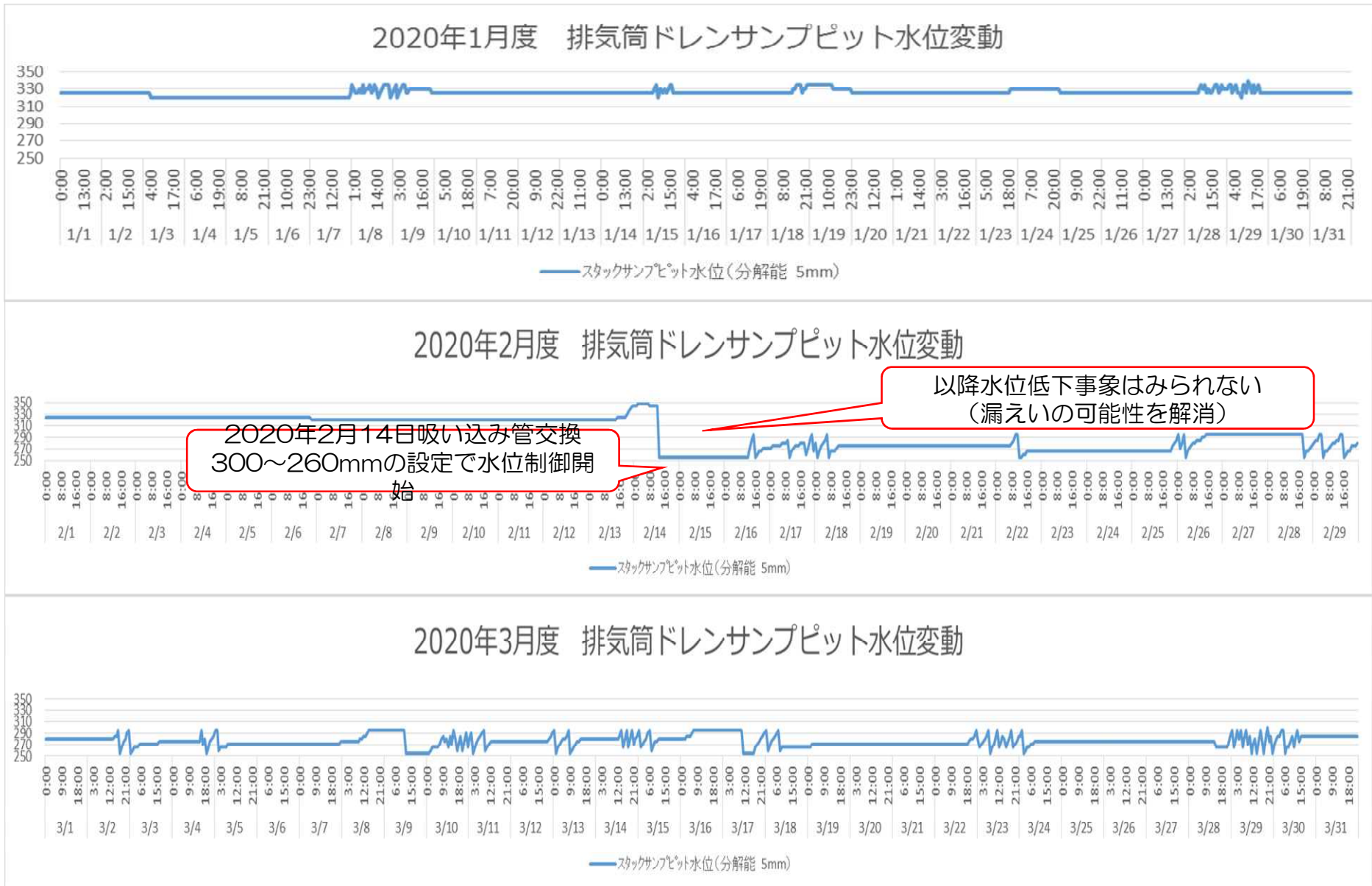
※250mm以上とすることで，雨水流入配管の水封を維持



総被ばく線量：2.73人・mSv
個人最大被ばく線量：0.54mSv
近傍での作業時間：約2分

水位低下事象が緩やかとなる325mmより低い水位で管理できるようになり，漏えいの可能性を解消した。

2. 6 応急的な対応前後の水位データ



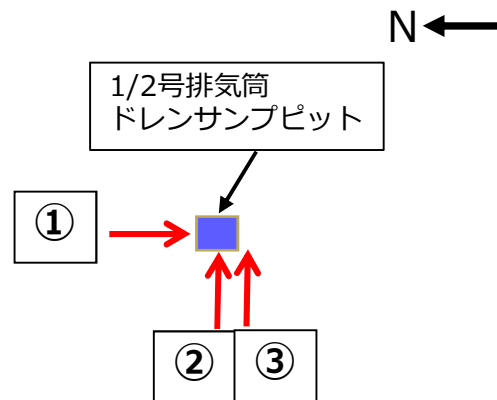
2. 7 2/17監視評価検討会における質問②

○吸い込み管の交換に合わせて、ピット内のファイバースコープによる調査等ができないか検討してほしいことと、実施した場合はその結果について説明いただきたい。

回答

■吸い込み管交換に合わせてピット内部の調査を検討したが、30mSv/hを超えるピット上部（次頁写真②参照）での作業が必要となることから、吸い込み管交換に合わせた内部の調査は断念し、漏えいの可能性を解消するための吸い込み管交換作業に専念した。ピット内の調査については、方法と排気筒解体の関連も考慮した実施時期について検討していく。

2. 8 1 / 2号機排気筒ドレンサンプルピット周辺線量

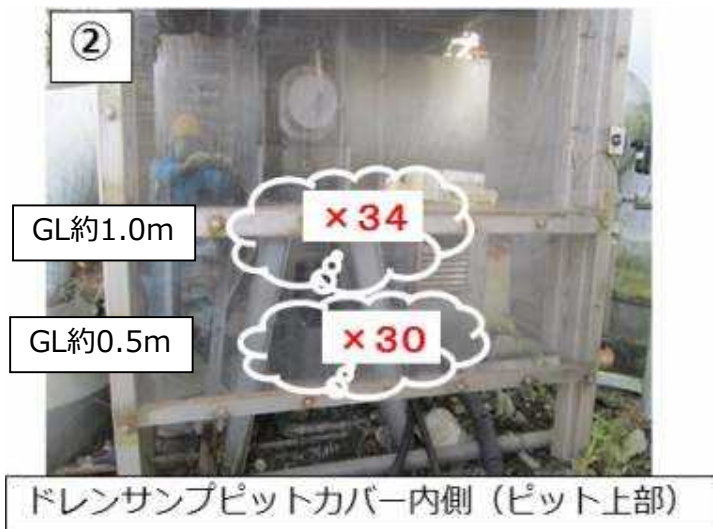


⊗ : 表面線量当量率[mSv/h]

× : 空間線量当量率[mSv/h]

2019.12.9測定

測定器
ホットスポットモニター
(テレテクター)



2. 9 2/17監視評価検討会における質問③

○漏えいしたであろう水の監視として、周辺サブドレンピットの監視強化をしていると思うが、その監視だけで十分なのかについて考えを説明していただきたい。

回答

■近傍のサブドレンピットの水質分析の強化

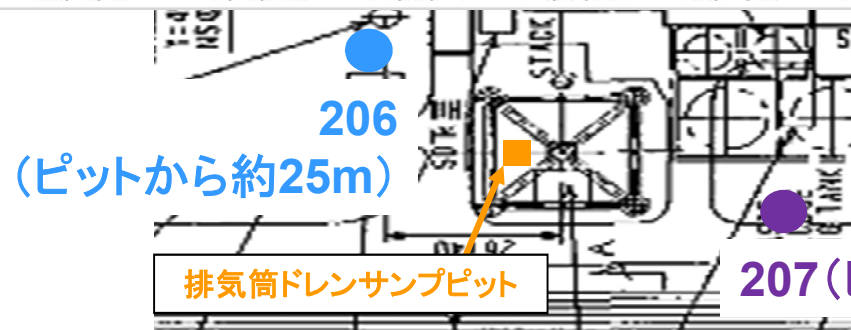
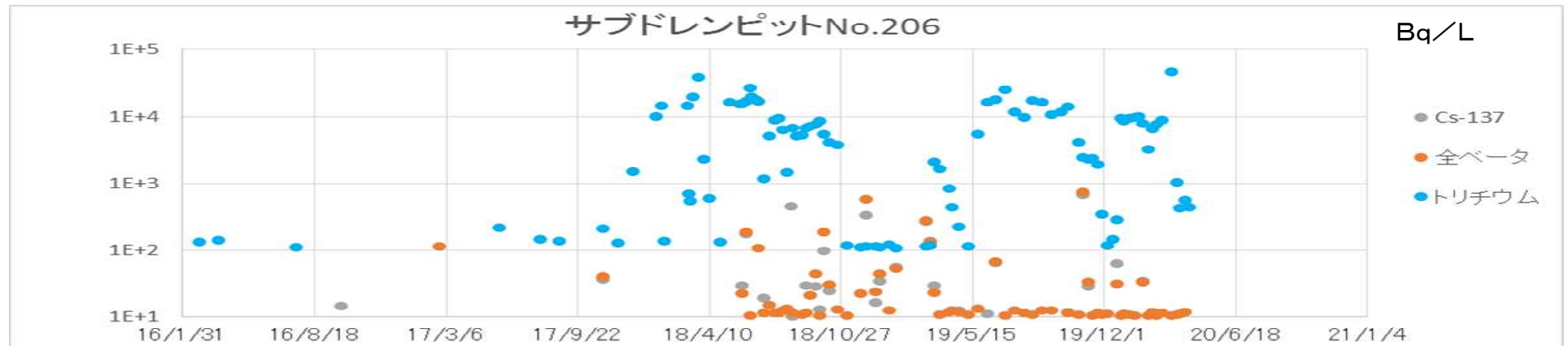
- ✓漏えいしていた場合の影響が早期に確認される可能性が高い、近傍のサブドレンピット（206, 207）の水質分析の頻度を、通常1回/2週から1回/週に増やし、監視を強化してきた。
- ✓吸い込み管を交換し300mm以下での水位制御を開始したことにより、漏えいの可能性を解消したことから、通常の頻度に戻している。
- ✓これまで同様降雨等の影響による変動は確認されるものの、漏えいを確定するデータは確認されていない。

■その他周辺の状況について

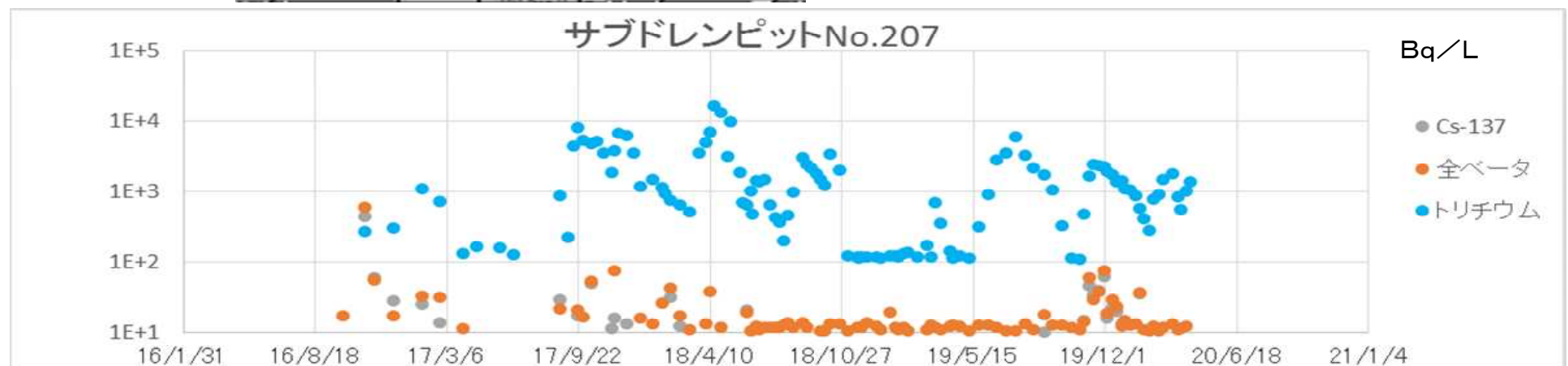
港湾の濃度推移、K排水路の濃度も継続的な監視を実施しているが、有意な変動は今のところ確認されていない。

近傍サブドレンピット、K排水路、港湾の放射能濃度の推移については、次頁以降参照。

2. 10 周辺の状況 (サブドレンピット)

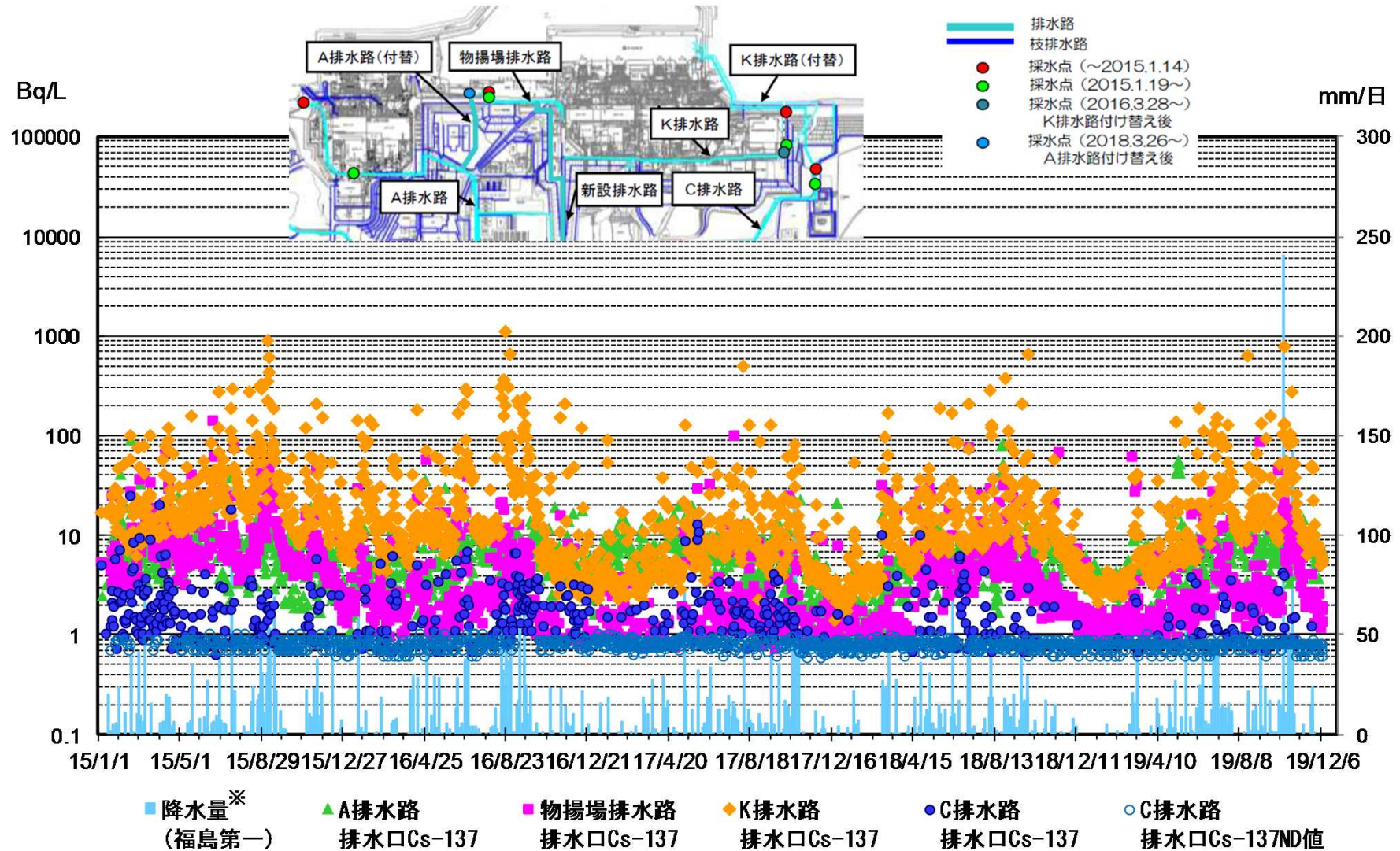


放射能濃度の傾向は、2019年10月前後で変わらない。



2. 1 1 周辺の状況 (K排水路)

< K排水路 > 降雨時に上昇する傾向は、2019年10月前後で変わらない。

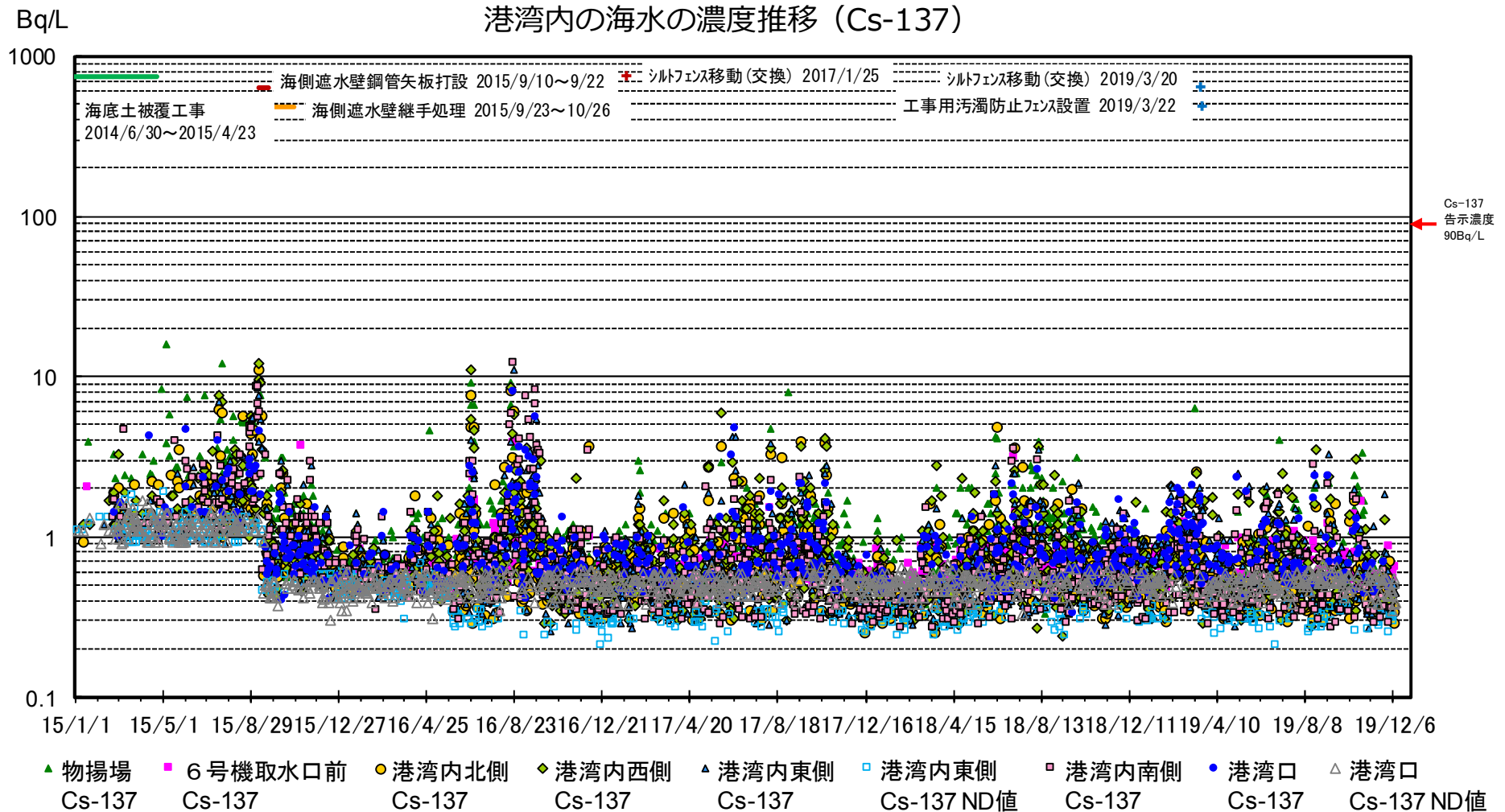


※:2017/5/13～5/15 欠測につき浪江アガスのデータを使用

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等

2. 1 2 周辺の状況（港湾）

＜港湾内エリア＞ 降雨時に上昇する傾向は、2019年10月前後で変わらない。



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。

2. 1.3 2/17監視評価検討会における質問④

○恒久対策，水平展開について，完了予定時期が明記されていないものがある。
これらのスケジュール感を説明していただきたい。

回答

■恒久的な対策：ピットへの雨水の流入の防止対策

✓排気筒解体作業を進め，排気筒上部に蓋を設置する（5月頃）。

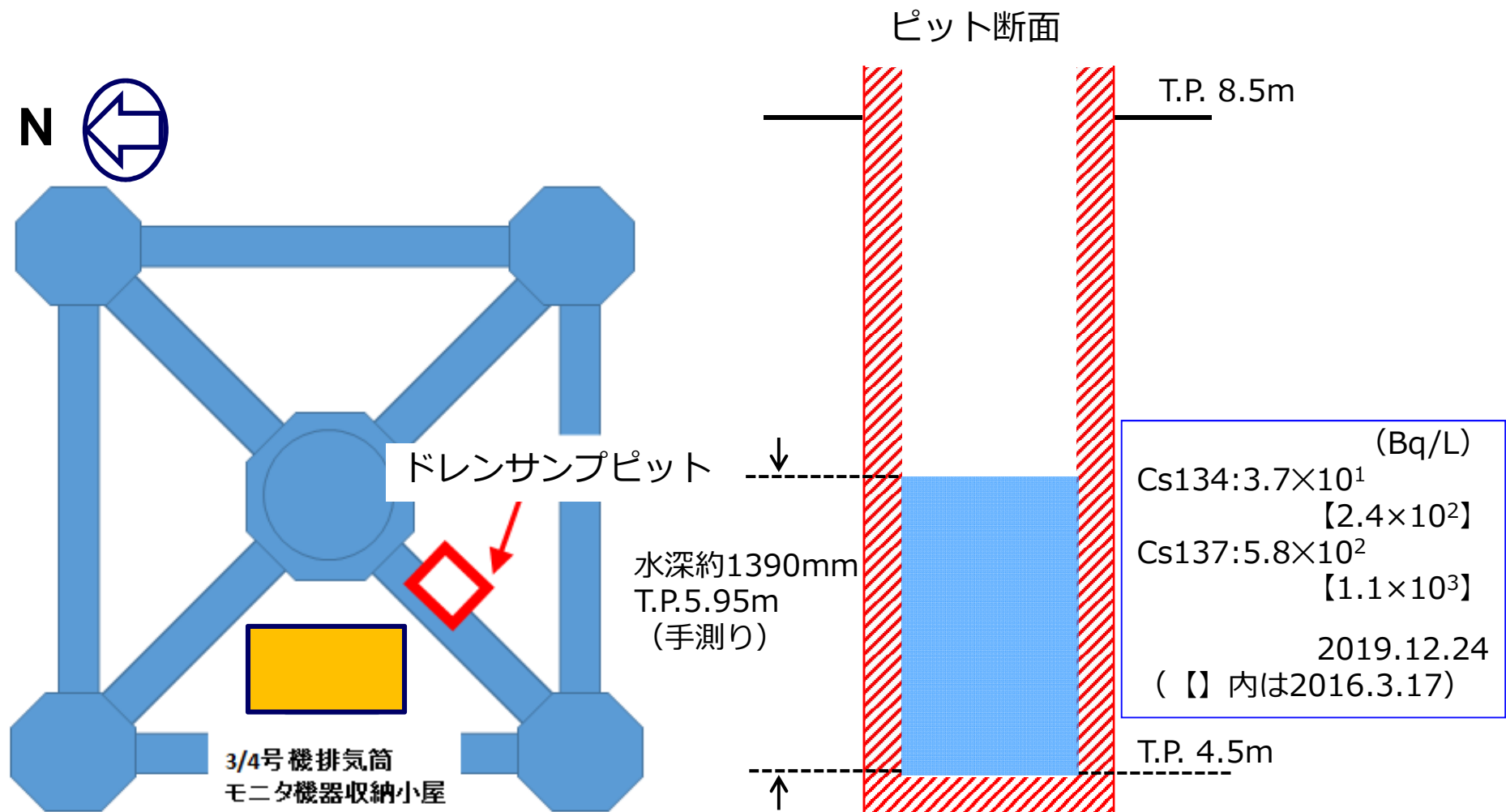
✓非常用ガス処理系（SGTS）配管の内部調査を実施する。

ピット内の水の放射能濃度が薄まらないため，排気筒に接続している非常用ガス処理系（SGTS）配管からの流入の可能性も考えられることから，SGTS配管の内部状況を把握するため，配管内部調査を実施する（2020年4月6日より開始）。

✓基本的には吸込み管交換および上記の対策で解決するものと考えているが，ピットを使用しない抜本的な対策（排気筒から建屋へ直接導く配管の設置等）を並行して検討し，万が一のための手段を準備する。排気筒上部に蓋を設置する5月頃までに，フィージビリティについてとりまとめる予定。

■水平展開として抽出した3 / 4号機排気筒ドレンサンプピットの対応については，次頁参照。

2. 1 4 3 / 4号機排気筒ドレンサンプルピットの状況



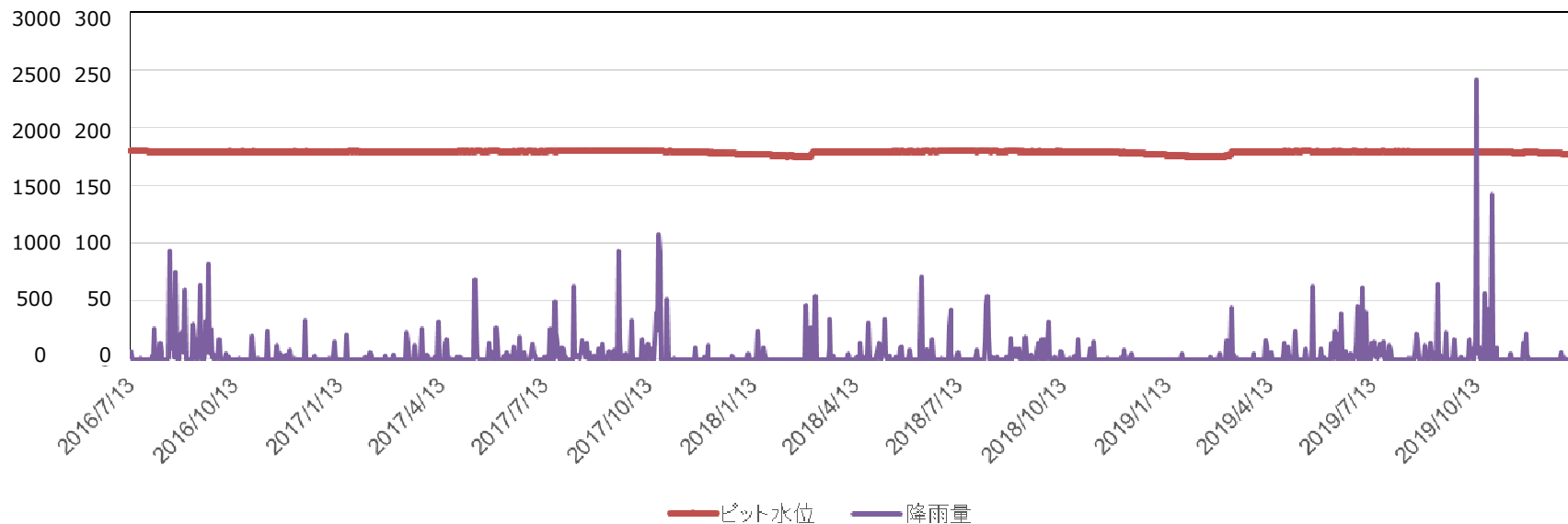
3, 4号機周辺での特異なデータはこれまで確認されていない。

2. 15 3 / 4号機排気筒ドレンサンプピットについて

- スクリーニング結果より、3 / 4号機排気筒ドレンサンプピットについて調査していたところ、3 / 4号機排気筒ドレンサンプピットの水位が長期間変動していないことが判明した。

ピット 降雨
水位 量
(mm)(mm/d)

3/4号機排気筒ドレンサンプピット水位(2016.7.13~2020.1.9)



- その後、2020年3月20日に3 / 4号機排気筒ドレンサンプピットの水抜きを実施した。
- 今後、降雨による水位の変動を確認し、原因の推定を行う。なお、放射能濃度が薄くなっており※、数値レベルからも他のフォールアウト由来のものと遜色ないものとする。

※：Cs-134： $3.7 \times 10^1 \text{ Bq/L}$ ，Cs-137： $5.8 \times 10^2 \text{ Bq/L}$
(2019年12月24日採取)

2. 1 6 3/25面談における追加質問

○現状では、大雨が降ると応急対策の水位を超える可能性が否定できないため、対策完了までの対応を報告書に明記する等を検討してもらいたい。

回答

■以下の通り、補正報告書に「再発防止対策完了までの一時的な対応」を追記する。

3. 再発防止対策完了までの一時的な対応

当該ピットについては、令和2年2月14日に吸込み管を交換し、水位制御はできているが、「1. 対策 (1) 1 / 2号機排気筒上部の蓋設置」が完了するまでの間、大雨等による一時的な水位の上昇によって、万一当該ピットの水位が325mmを超える可能性がある場合は、速やかに社内外関係者へ連絡するとともに、監視強化等の必要な対策を講じる。

(参考) 今後の対応 (水平展開)

- 4号機復水貯蔵タンクの水位低下を受けた水平展開では、「屋外のタンク」に絞って対策を実施しており、1 / 2号機排気筒ドレンサンプットは対象外としていた。
- 溜まり水については、これまでも優先順位を付けて水抜きを行っているが、今回の事象を踏まえ、ピット、トレンチ等の類似箇所について、以下の通り対策の検討を行っていく。

【ピットに対する水平展開】

類似箇所の内、内包する水の放射能濃度が $1 \times 10^3 \text{Bq/L}$ ※1 を超えるものを対象に、汚染の供給源の有無、放射性物質の量、管理状態、周辺線量率等を踏まえ、追加対策の検討を行う。

スクリーニングの結果、現状、3/4号排気筒ドレンサンプットが対象として抽出された。

なお、監視頻度、管理方法については、必要に応じて見直しを行う。

※1 K排水路の水の放射能濃度が $10^2 \sim 10^3 \text{Bq/L}$ (Cs-137) 程度であることから、フォールアウトの影響より放射能濃度が高いものを対象とする。

【トレンチに対する水平展開】

放射能濃度の高いものから順次トレンチの閉塞作業を行っており、現状の対策を継続する。

なお、監視頻度、管理方法等については、必要に応じて見直しを行う。