

1・3号機 PCV水位低下に関わる対応について

2021年3月25日

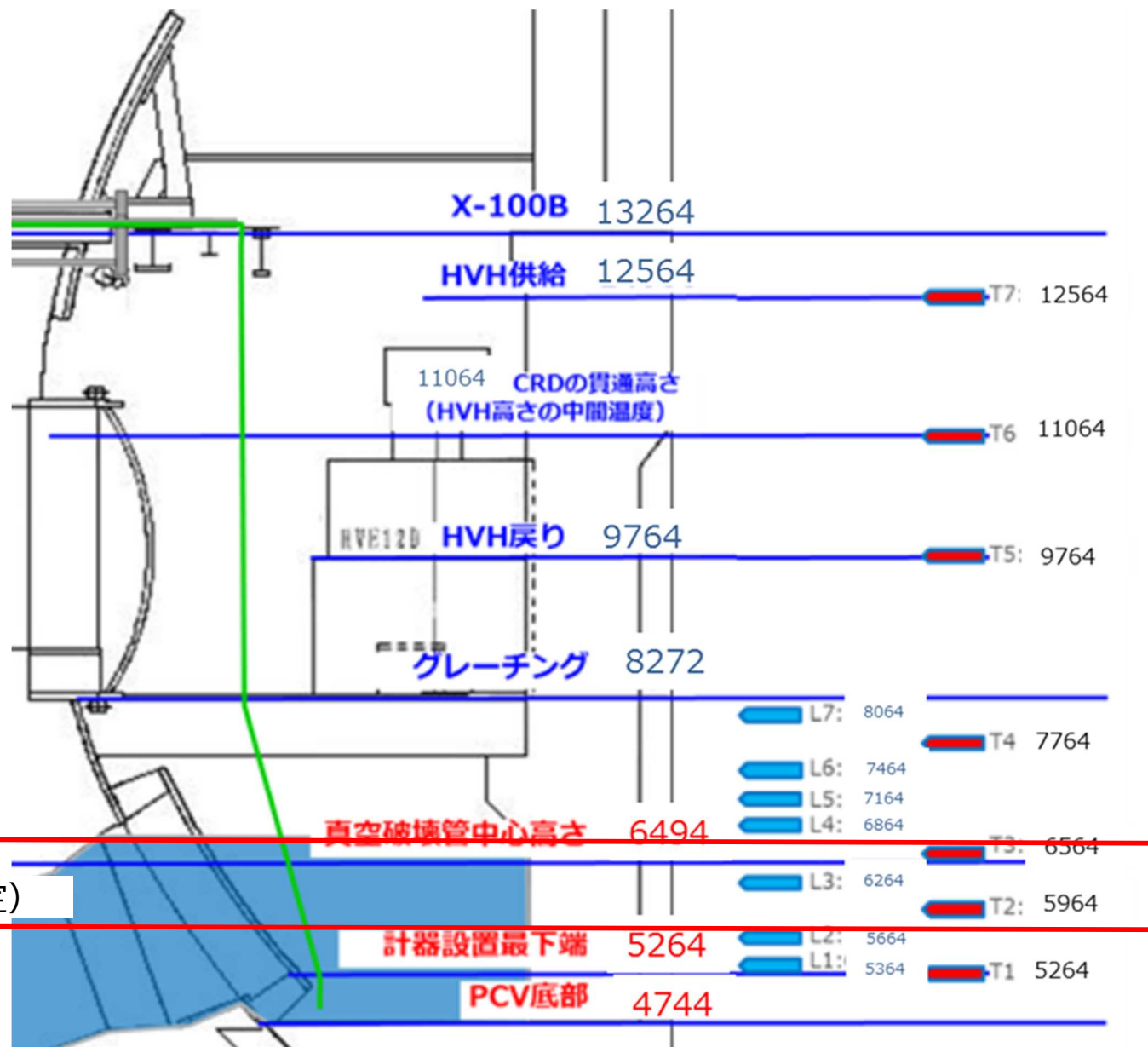
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

- 2021年2月18日、プラントパラメータの確認時に、1号機のPCV水位計の指示値に低下を確認した。
- その後、その他のパラメータについて確認・評価を実施した結果、新設したPCV温度計の一部に低下傾向が見られたことなどから、2月19日、1号機および3号機においてPCV水位が低下傾向にあると判断した。
- これを受けて、地震の影響の可能性も踏まえ、2号機を含め、1～3号機でプラントパラメータの監視強化を実施中であるが、注水量、プラントパラメータ、敷地境界のモニタリングポスト、ダストモニタ、構内ダストモニタ、原子炉建屋水位に有意な変動は確認されていないことから、現状、直ちに原子力安全上影響はないと評価している。
- PCV水位低下の要因としては、2月13日23時8分の地震により、これまで確認されているPCVの損傷部の状況が変化し、漏えい量が増加した影響が大きいものと想定している。
- 現状、1、3号機ともにPCV水位の低下は緩やかになっており、3号機は概ね安定傾向にあると評価している。また、1、3号機ともに原子炉注水停止試験で経験したPCV水位を上回っていることを確認しているが、引き続き注意深くパラメータを監視していく。
- 1号機については、3月22日 20時24分にPCV水位が水位計L2※を下回ったことから、同日、22時42分に注水量の増加（約3.0m³/h→約4.0m³/h）操作を行った。その結果、翌日（3月23日）3時57分にL2を上回っている。
- 3号機についても、PCV水位計がL2※を下回った時点で注水量の増加（+1.0m³/h）を実施し、PCV水位が確認可能な状態を維持する予定。

※ PCV水位を安定的に監視するため、最下端の水位計の1つ上に設定

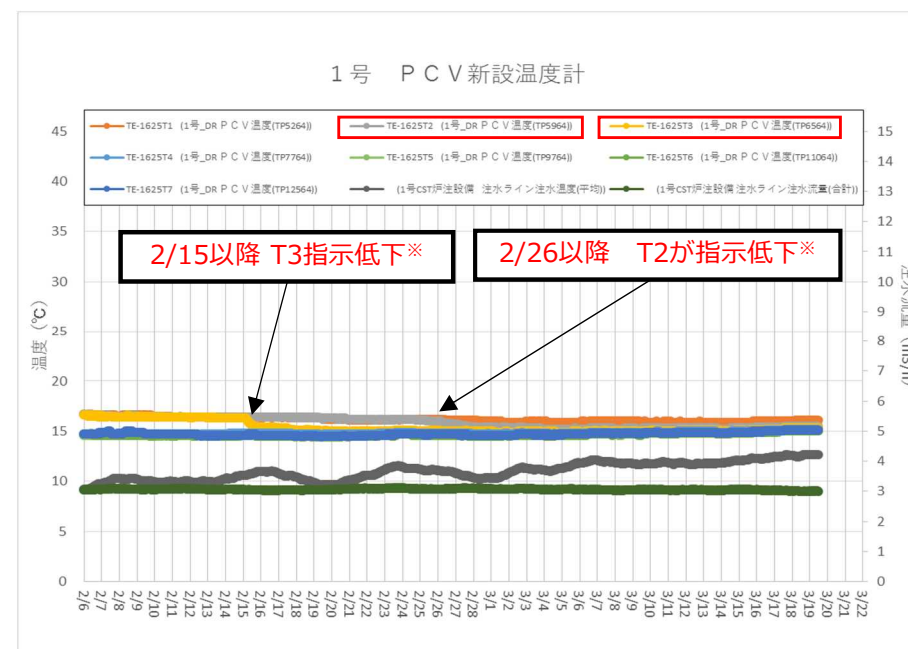
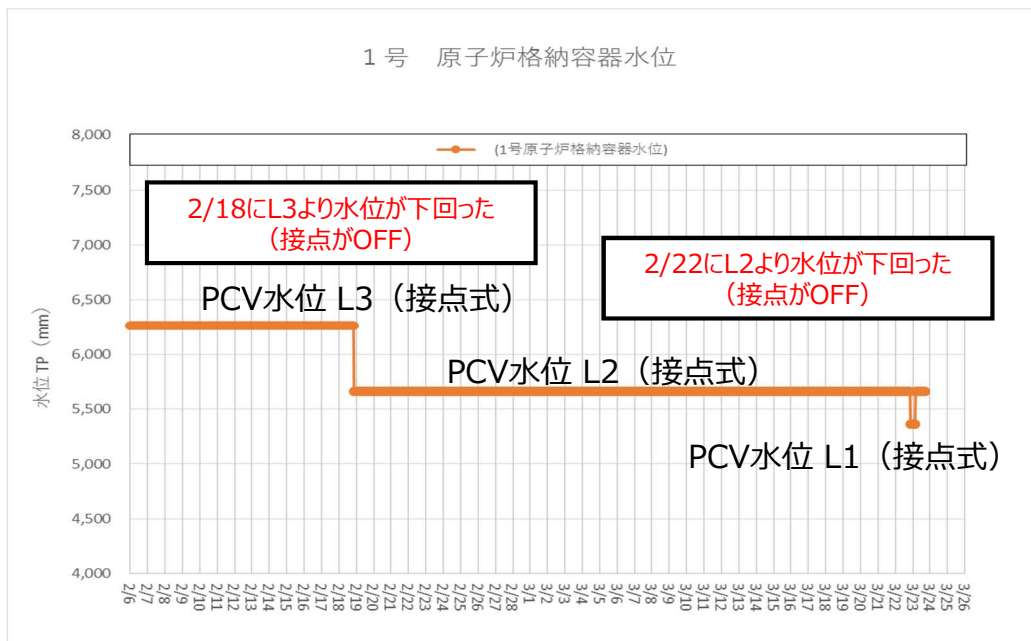
2-1. 1号機 PCV水位低下に関わる関連パラメータ推移



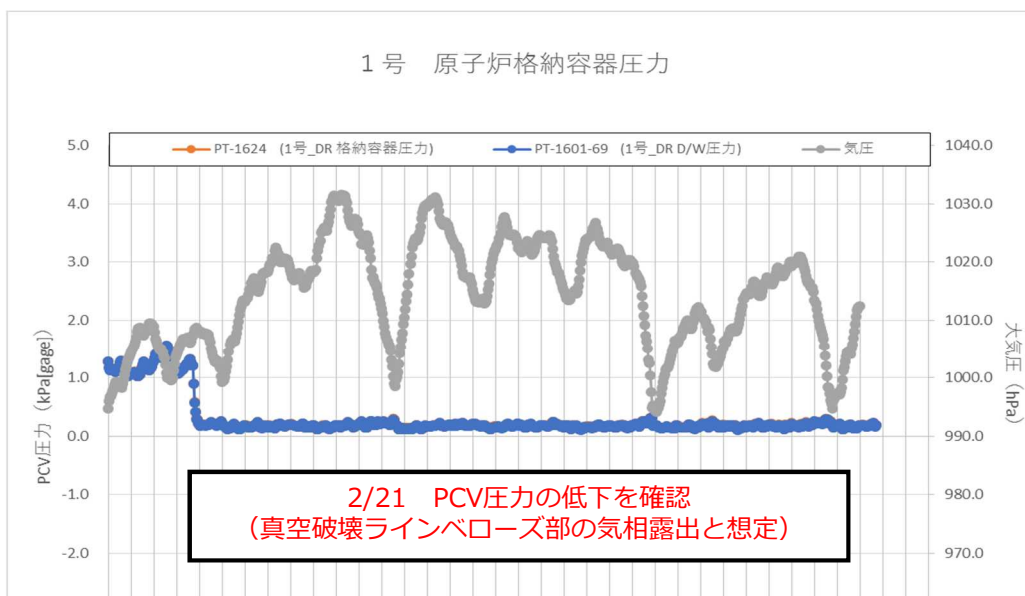
2/13の地震前の水位

現在(3/23)の水位 (推定)

2-1. 1号機 PCV水位低下に関わる関連パラメータ推移

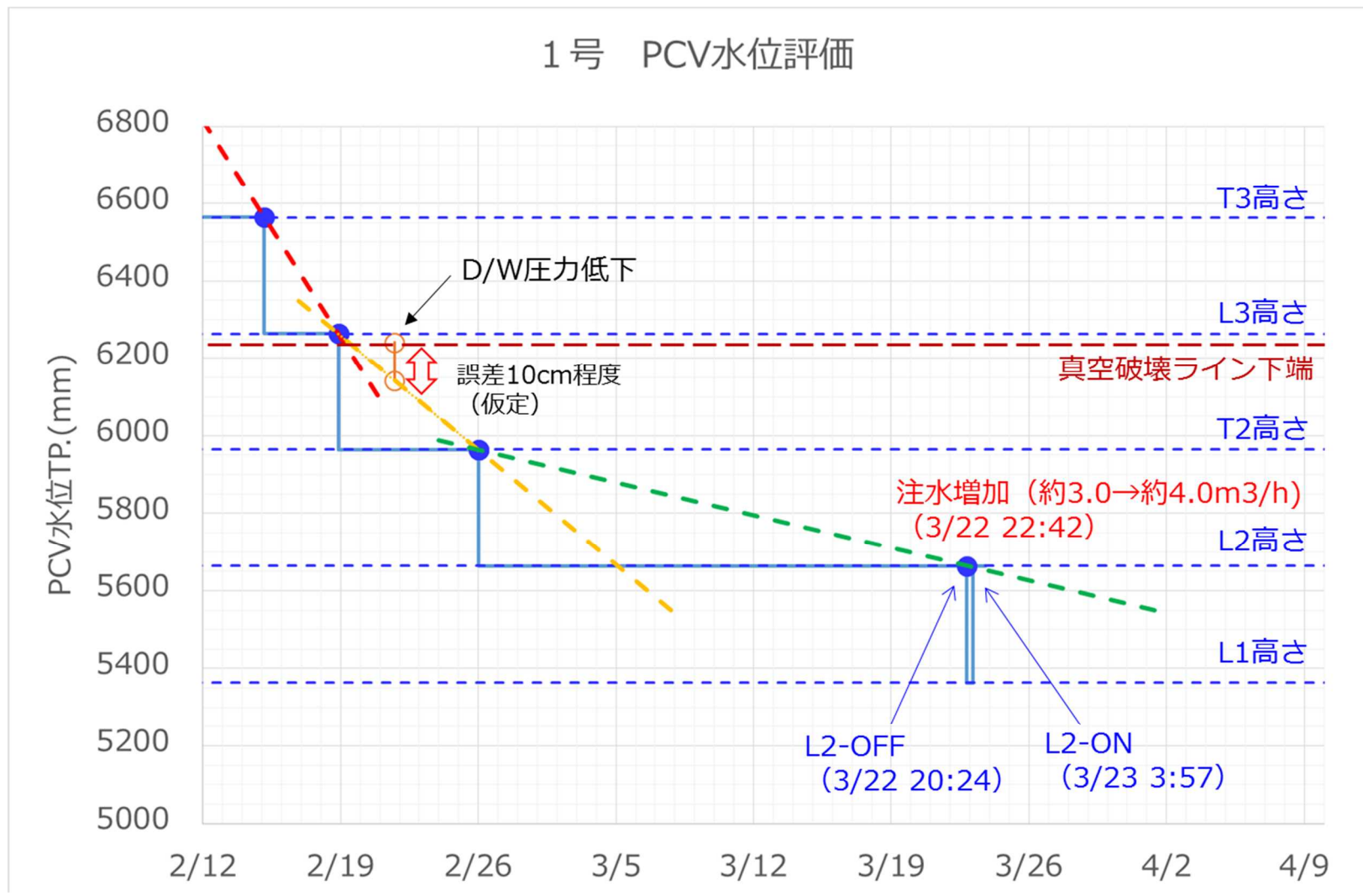


※ PCV内の温度は、過去の実績から、液相（水没状態）の方が気相（露出状態）と比較して、数℃程度高いことがわかっており、温度計が露出したものと推定

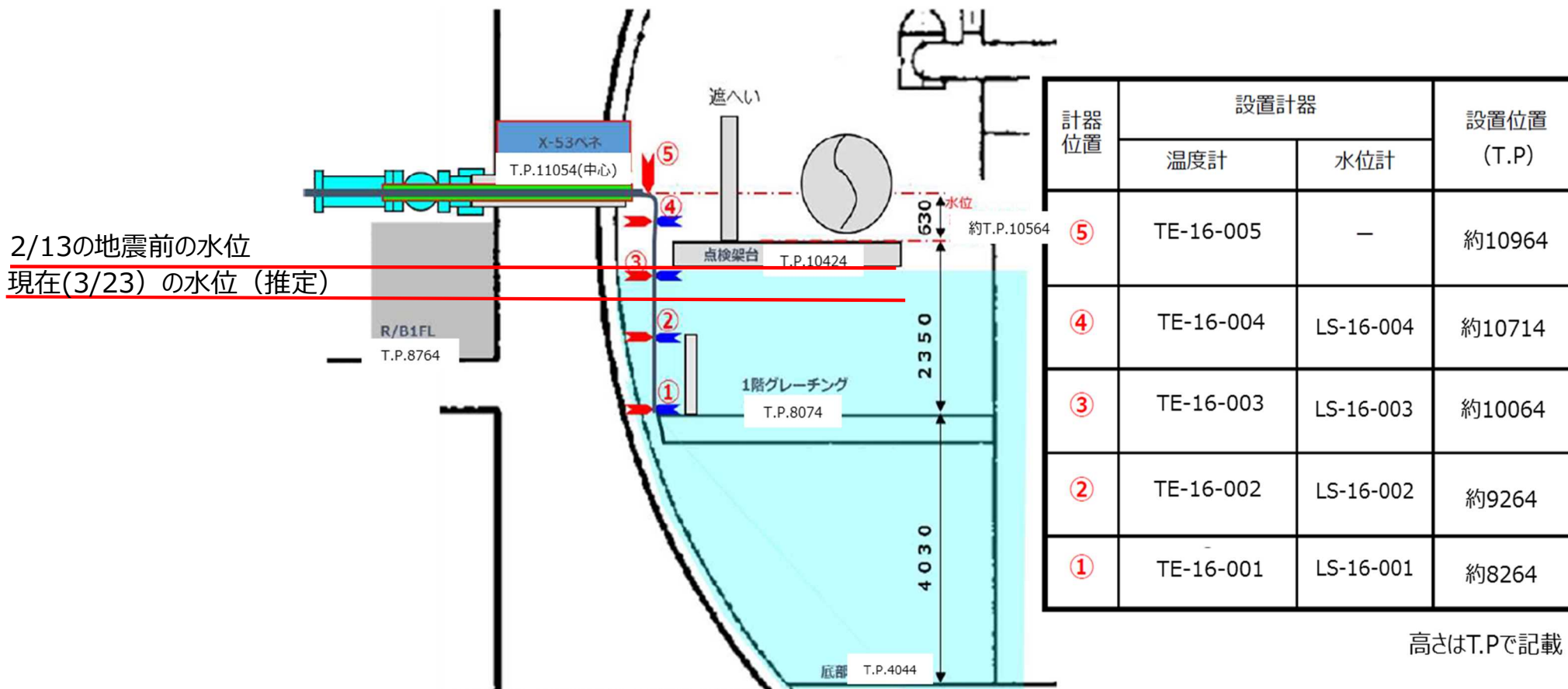


2-1. 1号機 PCV水位低下に関わる関連パラメータ推移

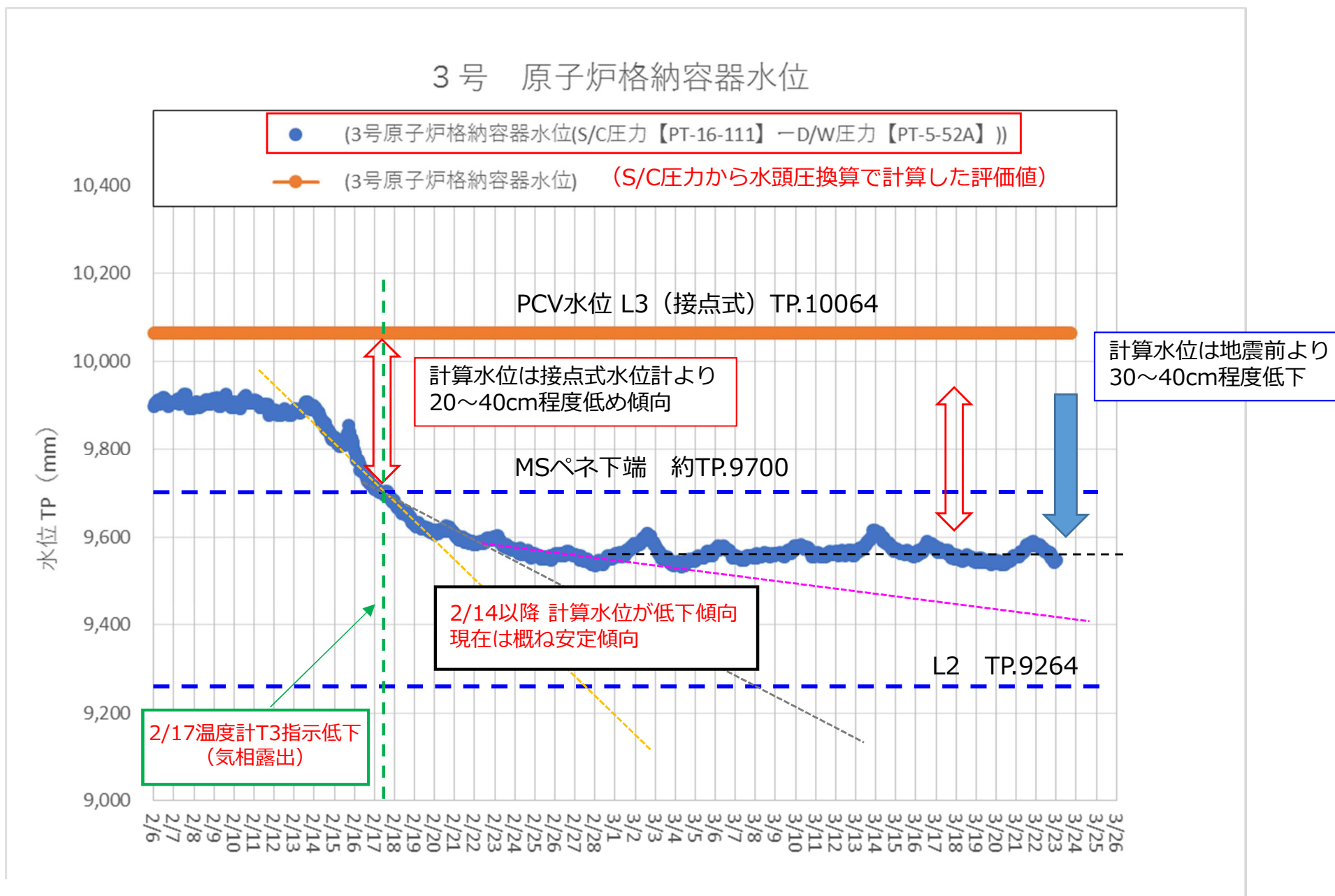
- 3月22日 PCV水位が水位計L2を下回ったことから、同日、注水量の増加（約 $3.0\text{m}^3/\text{h}$ →約 $4.0\text{m}^3/\text{h}$ ）操作を行った。その結果、3月23日にL2を上回っている。



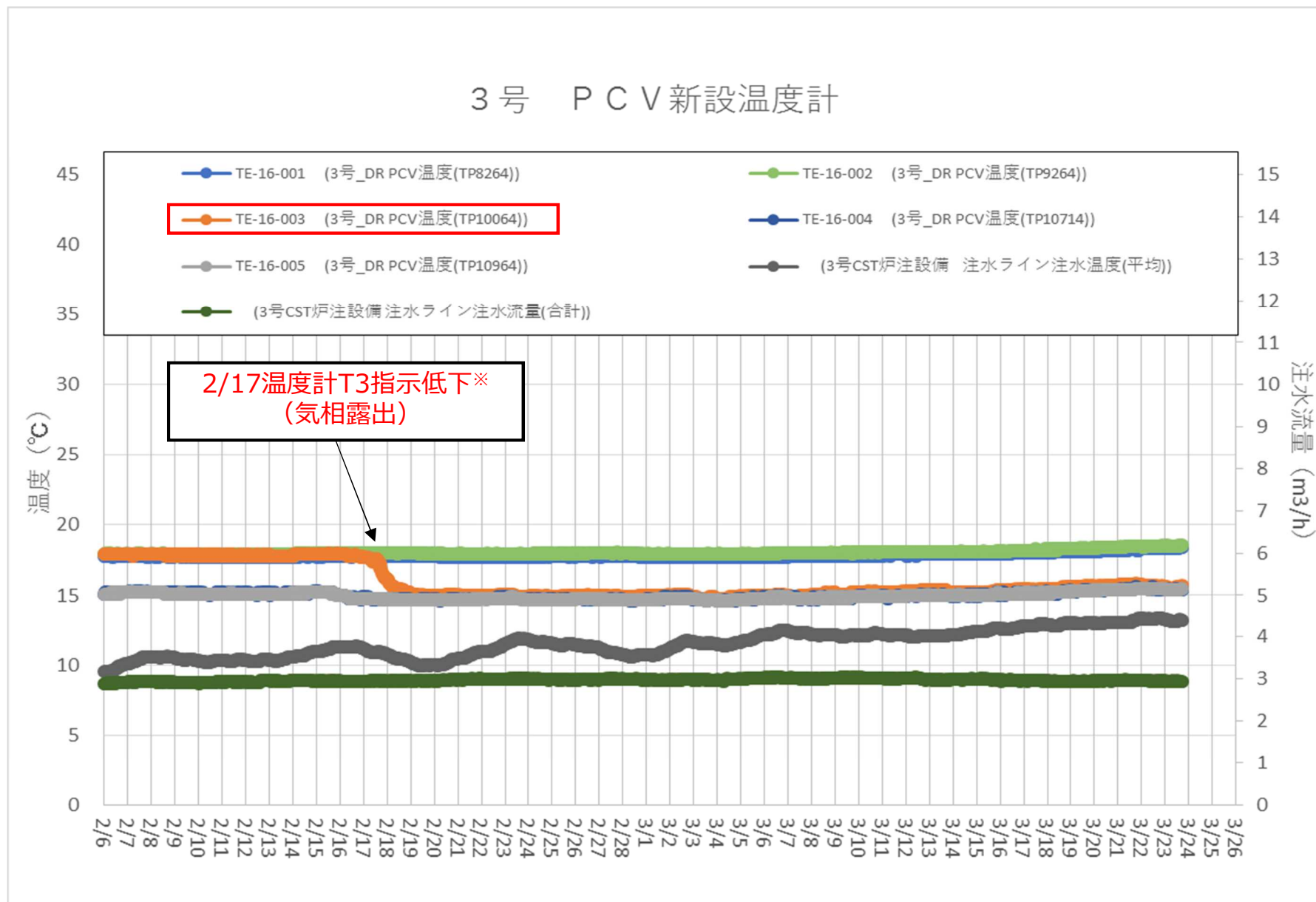
2-2.3号機 PCV水位低下に関わる関連パラメータ推移



2-2. 3号機 PCV水位低下に関わる関連パラメータ推移



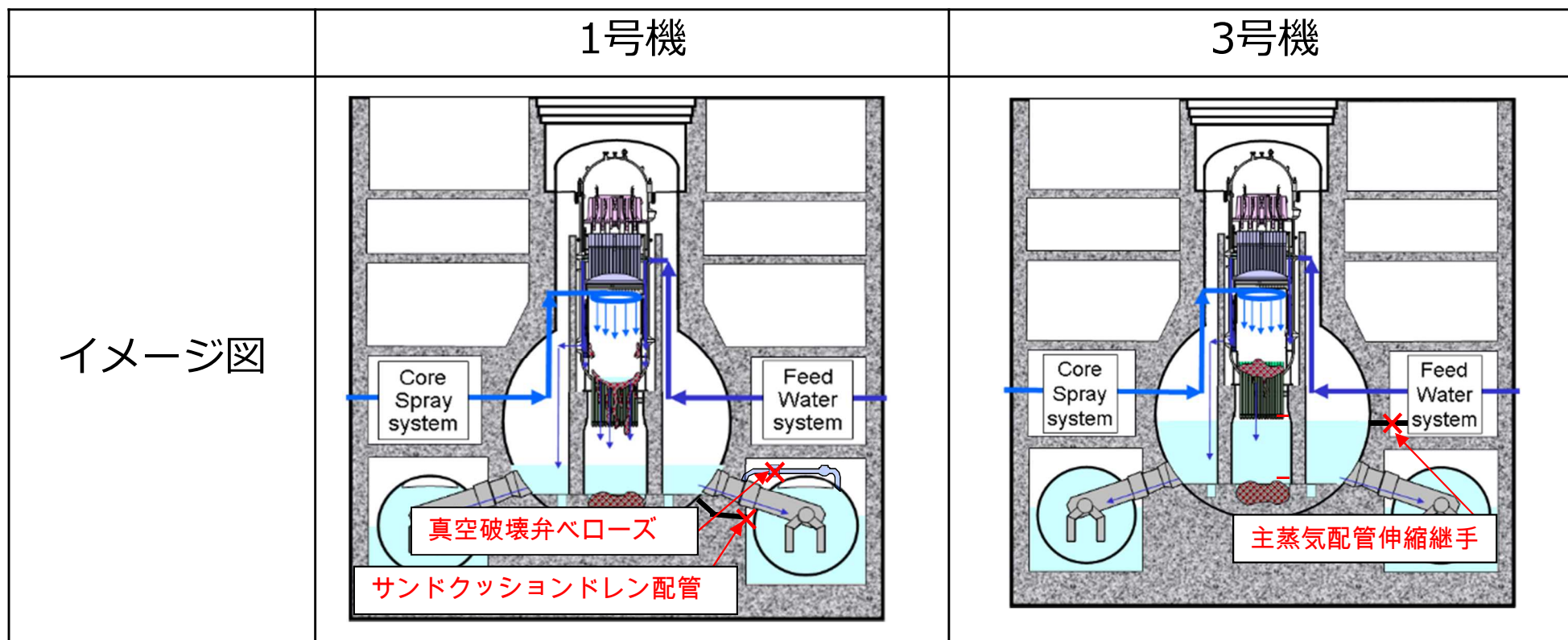
2-2. 3号機 PCV水位低下に関わる関連パラメータ推移



※ PCV内の温度は、過去の実績から、液相（水没状態）の方が気相（露出）と比較して、数℃程度高いことがわかっており、温度計が露出したものと推定

3. PCV水位低下の原因想定について

- これまで、1・3号機について、以下の箇所からの漏えいがあることを確認。



PCV水位低下の状況として、3号機では主蒸気配管伸縮継手近傍で安定化している。1号機では真空破壊弁ベローズ近辺で低下傾向が緩やかになったが、PCV水位の低下は継続。



PCV水位より下に新たな漏えい箇所が発生した可能性を否定できないものの、地震による既存の漏えい箇所の状態の変化による影響が大きいものと想定。

- 今後、注水停止試験により水位等のパラメータの変動を確認し、知見拡充することを検討。

4 - 1. 監視パラメータ、影響確認等

PCV水位が低下していることを踏まえた監視強化、および知見拡充等、より詳細に影響を確認するために実施している項目を以下に示す。

<監視強化>

- 1～3号機 プラントパラメータ : 毎時 または 6時間毎
PCV水位（1、3号機のみ）、RPV底部温度、PCV温度、注水量、PCVガス管理設備ダストモニタ、PCVガス管理設備希ガスモニタ、PCV圧力（1号機のみ）
- 3号機のMSIV室の入口扉周辺の映像確認 : 6時間毎
（炉注水配管の健全性、主蒸気隔離弁室からの追加漏えいの有無）

<知見拡充：1～3号機共通>（監視強化と切り離して影響を確認するもの）

- PCVガス管理設備フィルター入口ダスト・ドレンのサンプリング : 順次実施中（通常は注水停止試験時等に実施）
（地震によるPCV内の影響）

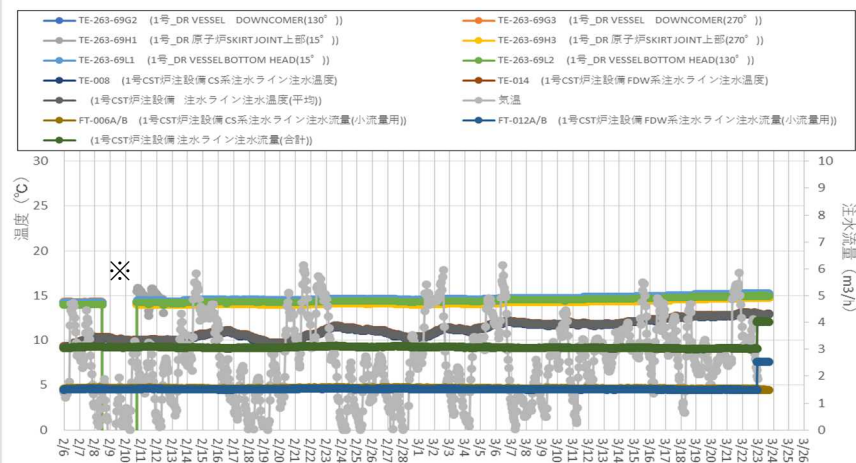
<地震後の詳細点検：1～3号機共通>（監視強化と切り離して影響を確認するもの）

- R/B滞留水サンプリング : 当面の間 毎週（通常1ヶ月/回）
（PCV水位低下に伴う漏洩水への影響）
- R/B周辺サブドレン水サンプリング : 当面の間 毎週（通常1～2週間/回）
（地震による建屋外への滞留水の影響）

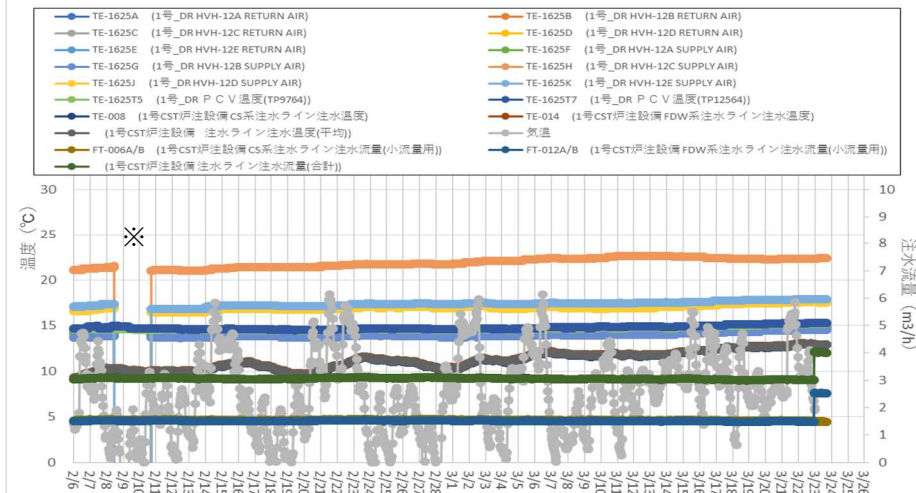
4-2. 1号機 プラントパラメータの推移

➤ 各種パラメータを確認した結果、PCV水位低下以外は有意な影響はないと評価

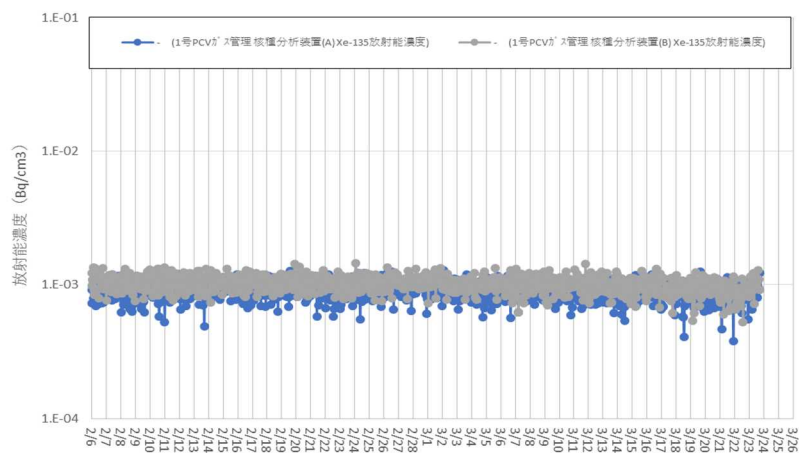
RPV底部温度



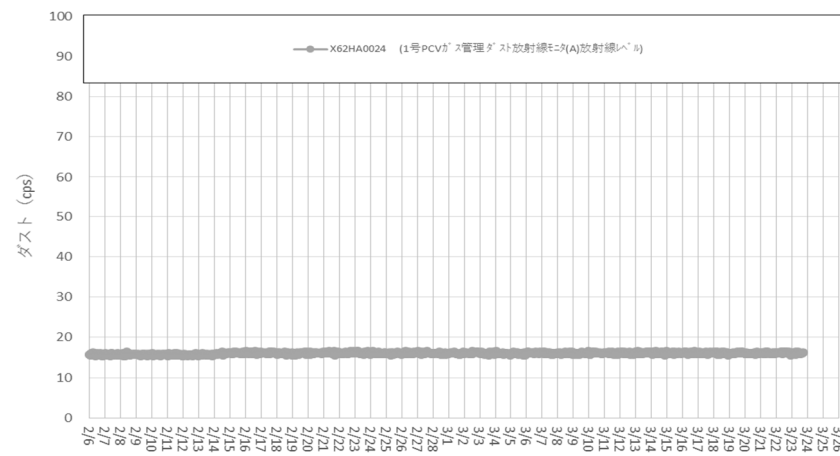
PCV温度



Xe-135濃度



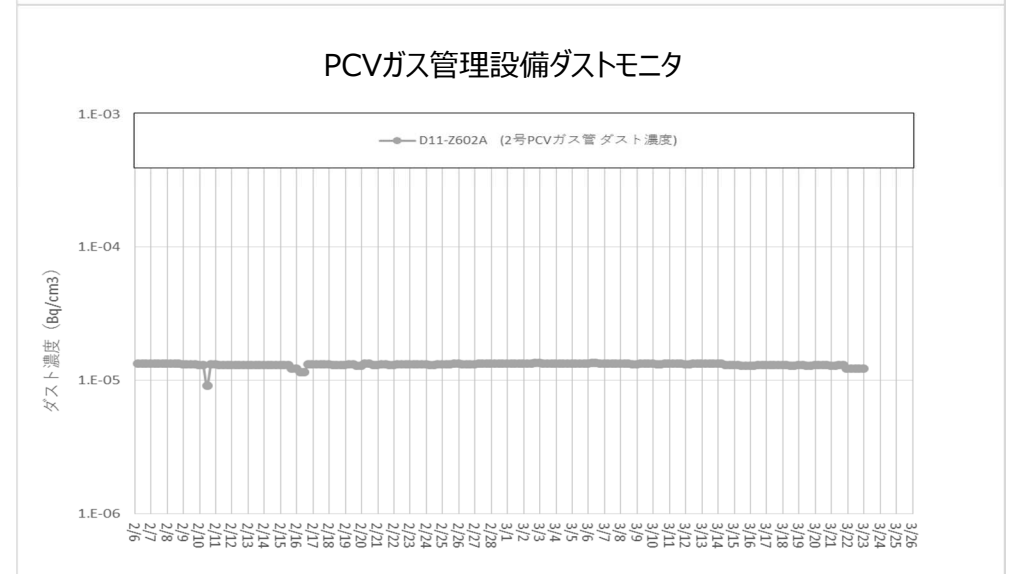
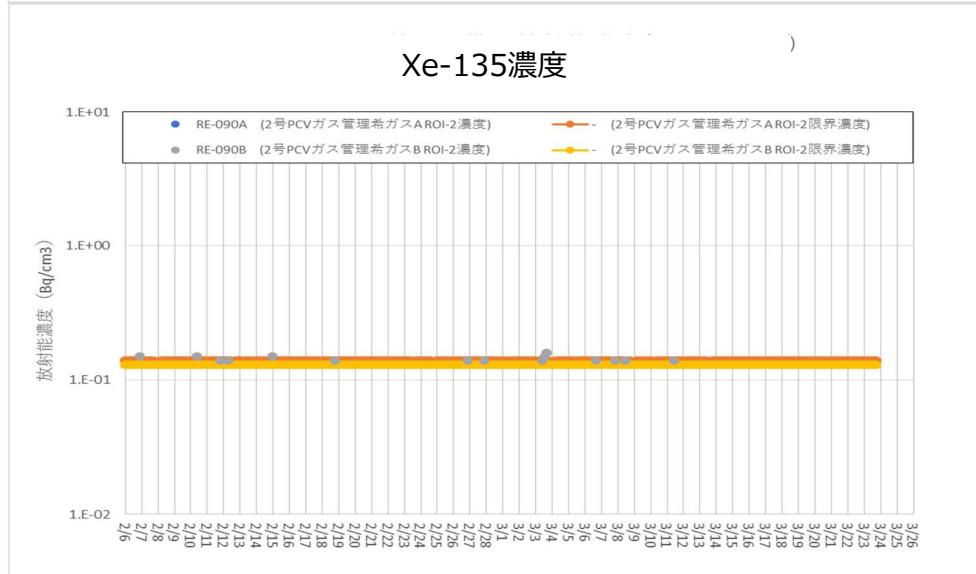
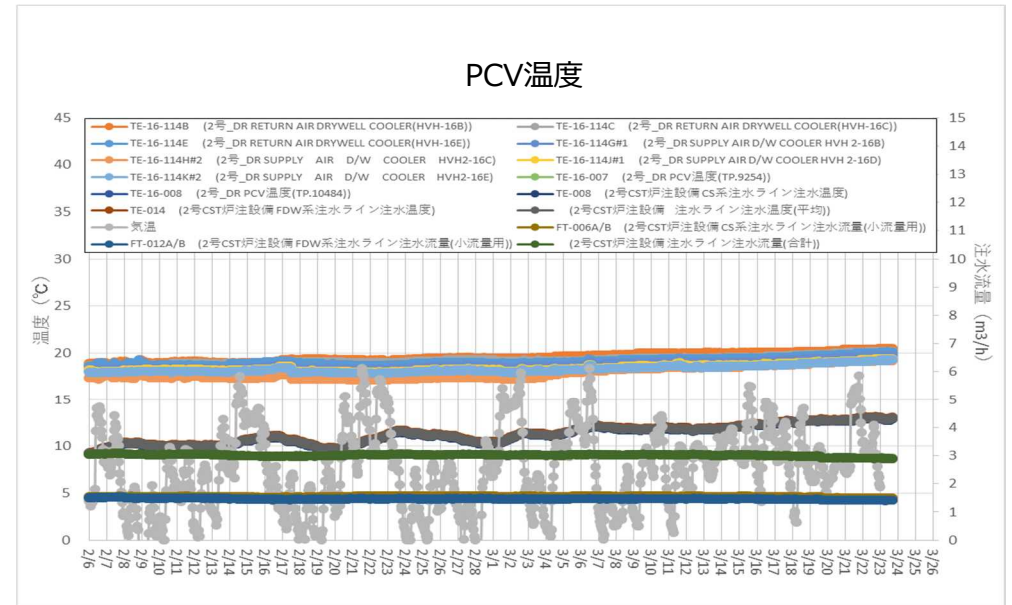
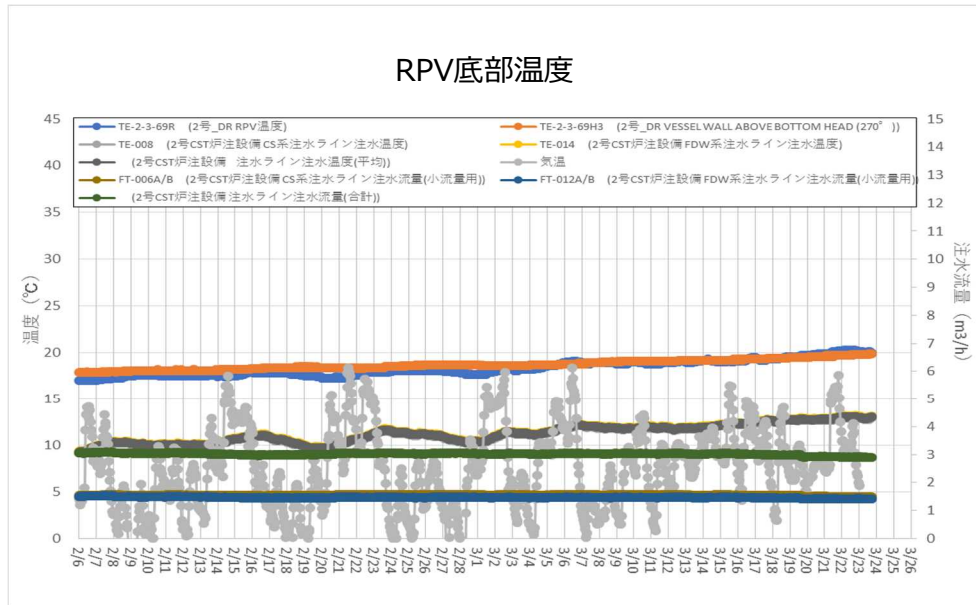
PCVガス管理設備ダストモニタ



※ 作業による欠測であり温度評価を実施

4-2. 2号機 プラントパラメータの推移

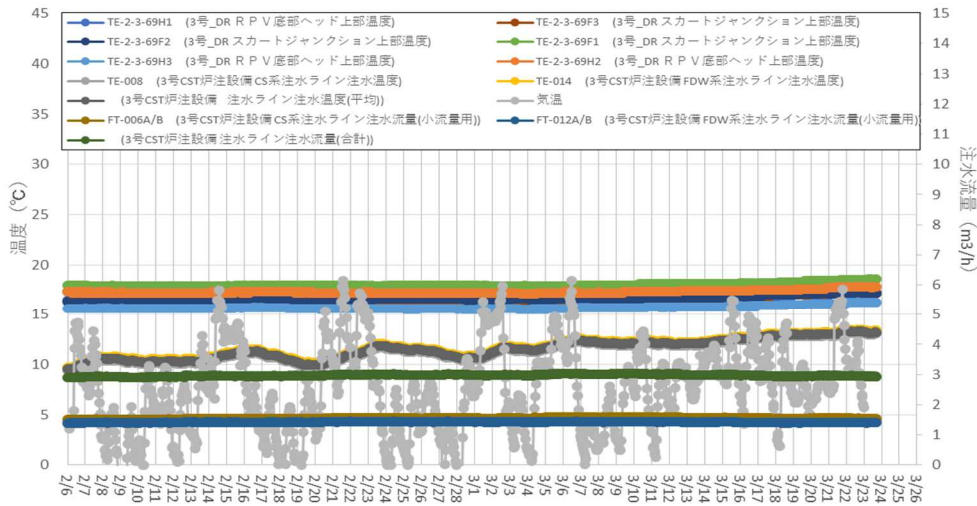
➤ 各種パラメータを確認した結果、有意な影響はないと評価



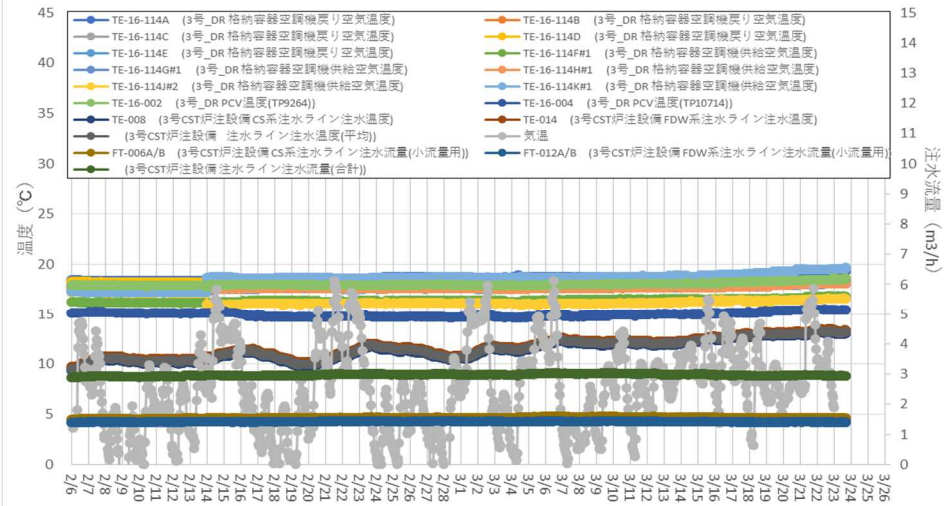
4-2. 3号機 プラントパラメータの推移

➤ 各種パラメータを確認した結果、PCV水位低下以外は有意な影響はないと評価

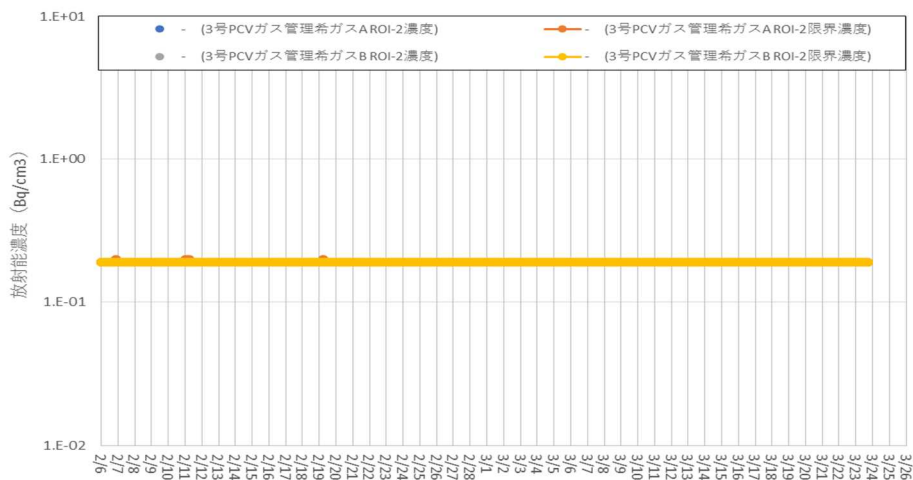
RPV底部温度



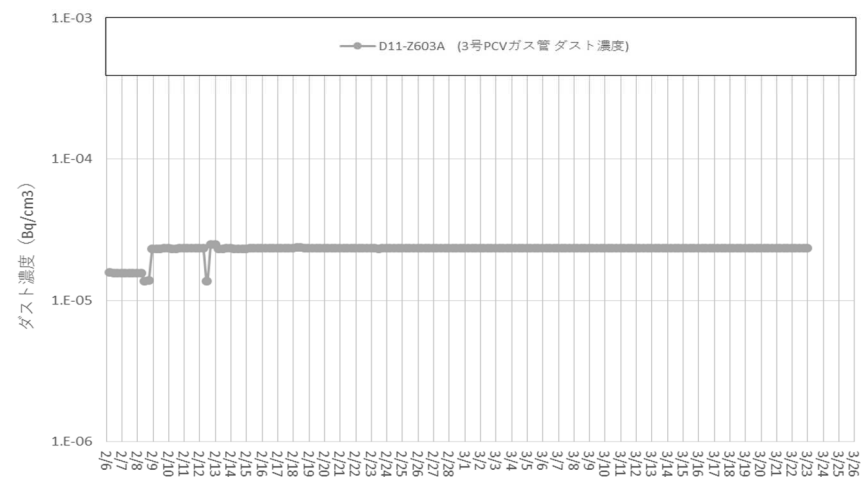
PCV温度



Xe-135濃度



PCVガス管理設備ダストモニタ



<1～3号機の冷却状態の確認結果>

- 地震後も、原子炉への注水は継続しており、プラントパラメータ（RPV底部温度、PCV温度、PCVガス管理設備ダストモニタ等）に有意な変動がみられていないことから、燃料デブリの冷却状態に問題はなく、今後、直ちに原子力安全上の影響はないものと評価。

（参考）注水停止試験等では、操作後、約1週間程度でプラントパラメータは安定する傾向

<燃料デブリの安定冷却の考え方>

- 冷却状態に問題がないことの確認は、PCV水位によらず、主に注水量、RPV底部温度およびPCV温度等により行っている。
- 最終的には、PCVガス管理設備のダスト濃度も併せて確認し、有意な上昇がないことにより、異常がないことを確認している。
- 現状、PCV内の燃料デブリの水没状況は不明であることから、内部調査等により、今後、確認していく必要がある。

PCVから漏えいした水はR/B滞留水となることから、R/B滞留水および周辺サブドレン水の状況について確認した。その結果、現状、有意な影響は確認されていない。

(詳細なデータは参考資料を参照)

■ 1～3号機R/B滞留水の放射能濃度

地震前後で有意な変動は確認されていない。

■ 1～3号機R/B滞留水水位への影響

PCVから漏洩した水の量は、地下水流入や降雨による流入の変動幅に比べて限定的であり、当該変動の範囲に包絡されているため、有意な影響はみられなかった。

なお、3/9日以降、3号機R/B地下の北東三角コーナーの水位が上昇する事象が確認されているが、これは、既に漏えいが確認されている主蒸気ラインベローズから漏洩した水の排水先である床ファンネルの詰まりにより、水の流れが変わったことによる影響であることを現場調査により確認している。

■ 1～3号機R/B滞留水と周辺サブドレンの水位差

地震後も十分に水位差が確保されており、PCVから漏えいした水が建屋外へ流出することはない。

■ 1～3号機R/B周辺サブドレン水の放射能濃度

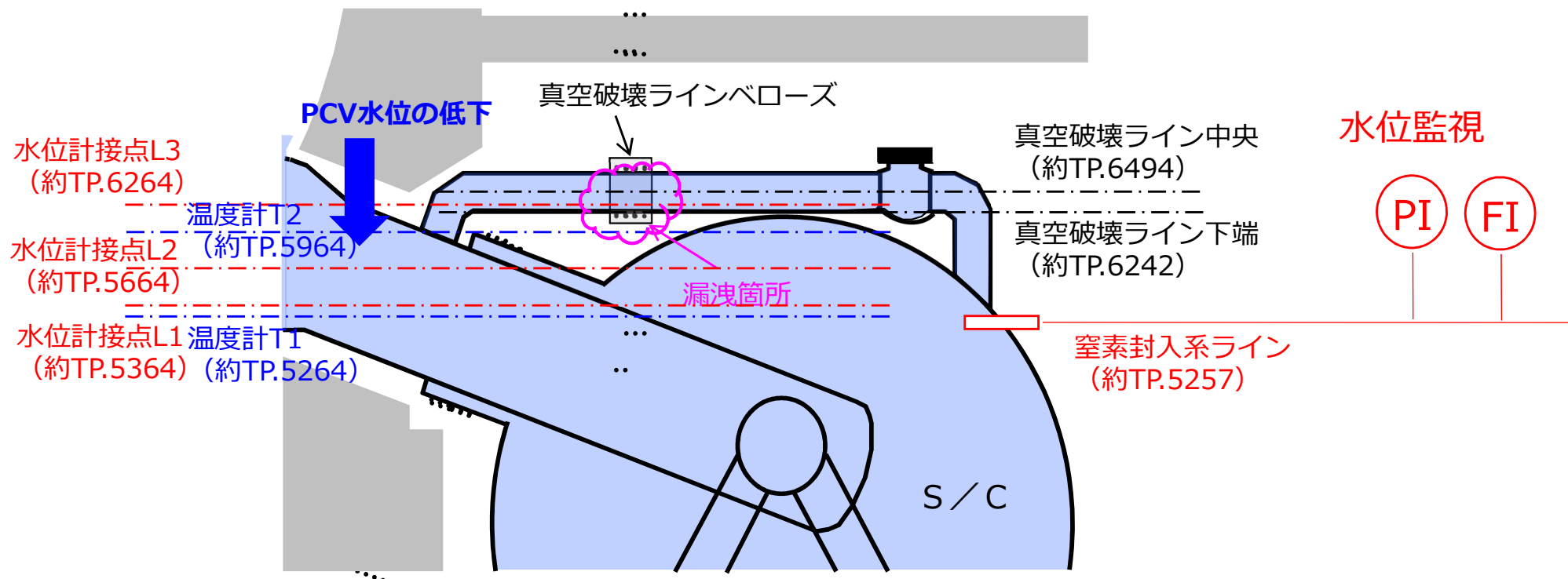
地震前後で建屋滞留水の流出を示すような有意な変動は確認されていない。

5. 当面の対応

	当面の対応
1～3号機 共通	<ul style="list-style-type: none">■ 1～3号機共にパラメータは安定しており、1、3号機のPCV水位も安定してきているが、念のため、当面の間（3月末）は監視強化を継続し、プラントパラメータを評価する。
1号機	<p>安定してPCV水位の監視および水位制御ができることを確認するため、以下を実施する。</p> <ul style="list-style-type: none">■ L2を下回ったことから、当面の間は、必要に応じて注水量増加を行い、L2～T2の範囲でPCV水位の変化の状況を確認する。また、今後のPCV水位の低下については、検討を行っていく。■ 連続した水位監視方法（S/Cの窒素封入ラインに圧力計を追設）を検討する。
3号機	<ul style="list-style-type: none">■ 注水停止試験によりPCV水位等を変動させて、知見を拡充していく。

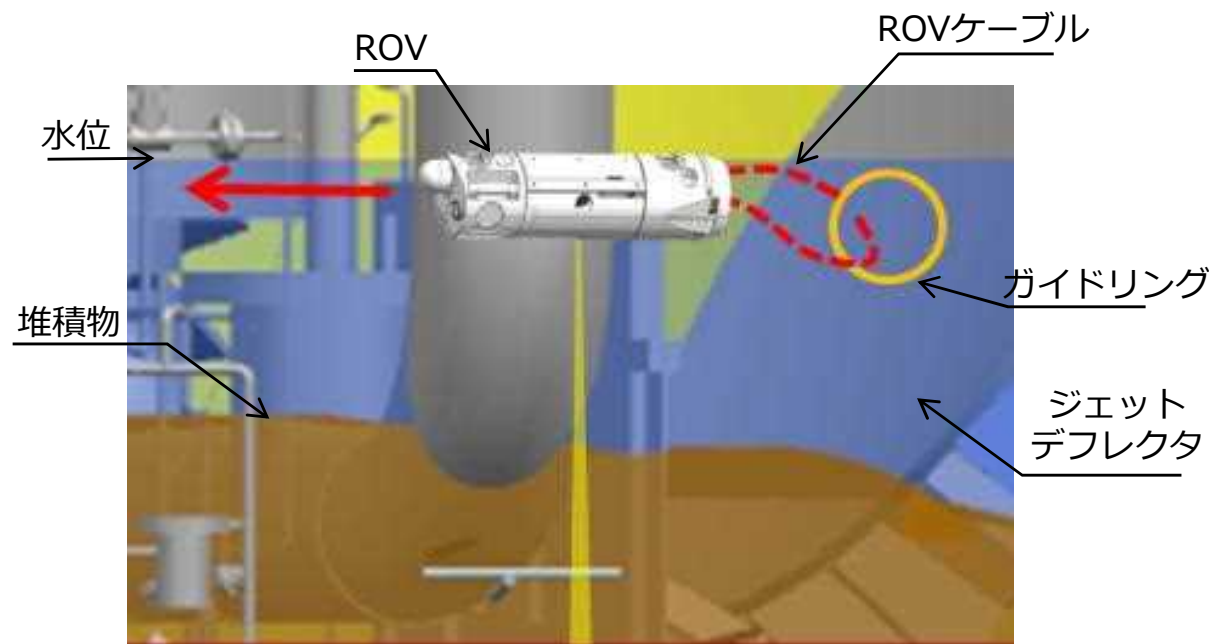
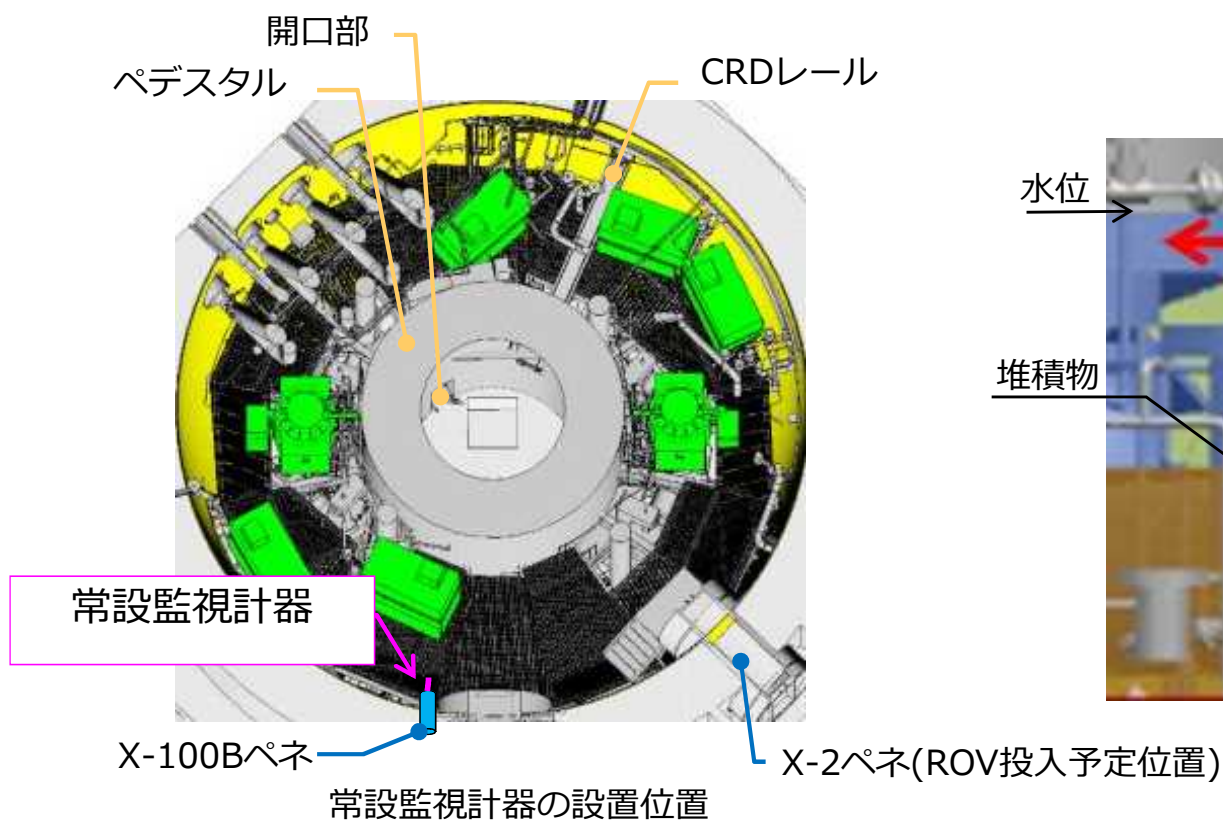
【参考】1号 水位監視計器強化に関わる対応について

- 新たな監視計器の設置等は時間を要するため、至近の対応として、既設配管の活用も視野に入れた、監視方法の強化を検討。
- S/Cへの窒素封入ラインに圧力計を追設し、系統圧力を評価することで水位トレンドの確認ができないか、検討中。当該対応に必要な対応は以下の通り。
 - 既設S/C窒素封入ライン出口圧力は、系統の圧力損失分が大きく、水位評価の精度向上のため、現状の流量の低減が必要。
 - 現行の流量計・出口圧力計では分解能が低く、測定レンジの変更が必要（低レンジ域の測定が必要）
 - 計器の設置、窒素封入流量変更後、水位評価の成立性確認を実施することが必要。
 - 水位を連続的に監視する伝送化は、別途改造が必要。



今回のPCV水位低下がPCV内部調査に影響する可能性としては以下の通り（検討中）。

- ROVケーブルと構造物との干渉回避を目的とした、ジェットデフレクタへのガイドリングの取り付けが水位低下で出来ない場合、ROVケーブルと構造物の干渉可能性が増加
- 調査ルートでの干渉回避を目的としたPCV温度計／水位計の取外しが出来ない場合、調査範囲が縮小
- 高さ方向のROV遊泳範囲が制限されることによる、構造物・堆積物との干渉可能性の増加



堆積物厚さ測定時の調査イメージ

【参考】PCV水位低下に向けた取り組み（注水停止試験）

- 注水停止試験：滞留水量抑制の観点から今後も実施。今般の水位低下事象を踏まえ、1、3号機の今後の注水停止試験の方針は下表のとおり。

	3号	1号
以前の目的 (試験期間)	主蒸気配管伸縮継手部下端まで水位が下がるかどうかを確認（7日間）	11月に実施した注水停止試験ではPCV最下端のT1を下回るか否かを確認（5日間）
現在の状況	主蒸気配管伸縮継手部付近まで水位が低下しほぼ安定	T2を下回ったが、水位の低下傾向は収まりつつある
PCV水位低下を踏まえた目的	<p>以前の目的に加え、下端まで水位が下がっても水位が安定していることを確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> 主蒸気配管伸縮継手部よりも下に大きな漏えいがないことがわかる 注水低減やさらに長期の注水停止試験につながる さらに水位低下した場合は、主蒸気配管貫通部よりも下に漏えい箇所あり 	<p>試験の優先順位は低い</p> <ul style="list-style-type: none"> 前回試験でT1付近まで水位が下がることを確認済み 水位トレンドの情報が増えることも踏まえ、より長期間の停止試験も今後検討していく
その他	<ul style="list-style-type: none"> 4月中の試験実施を検討中 試験に合わせ、MSIV室内の状況をカメラで確認することも検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ROVによる内部調査において、一定の水位維持が必要となる可能性あり

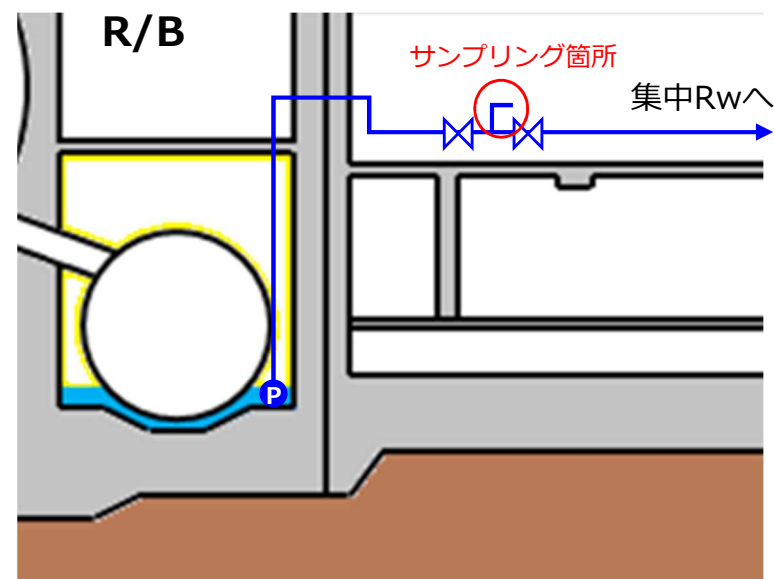
【参考】 1～3号機 R/B滞留水水質分析結果

- PCVから漏えいした水はR/B滞留水に流出したと考えられ、地震前後のR/B滞留水の放射能濃度※1を比較。
- 各号機とも過去の変動の範囲内であり、有意な変動は確認されていないが、分析結果の推移について、今後も監視を継続。

※1 各R/B建屋滞留水は、滞留水移送装置（配管）から採水。

各R/Bの滞留水の放射能濃度

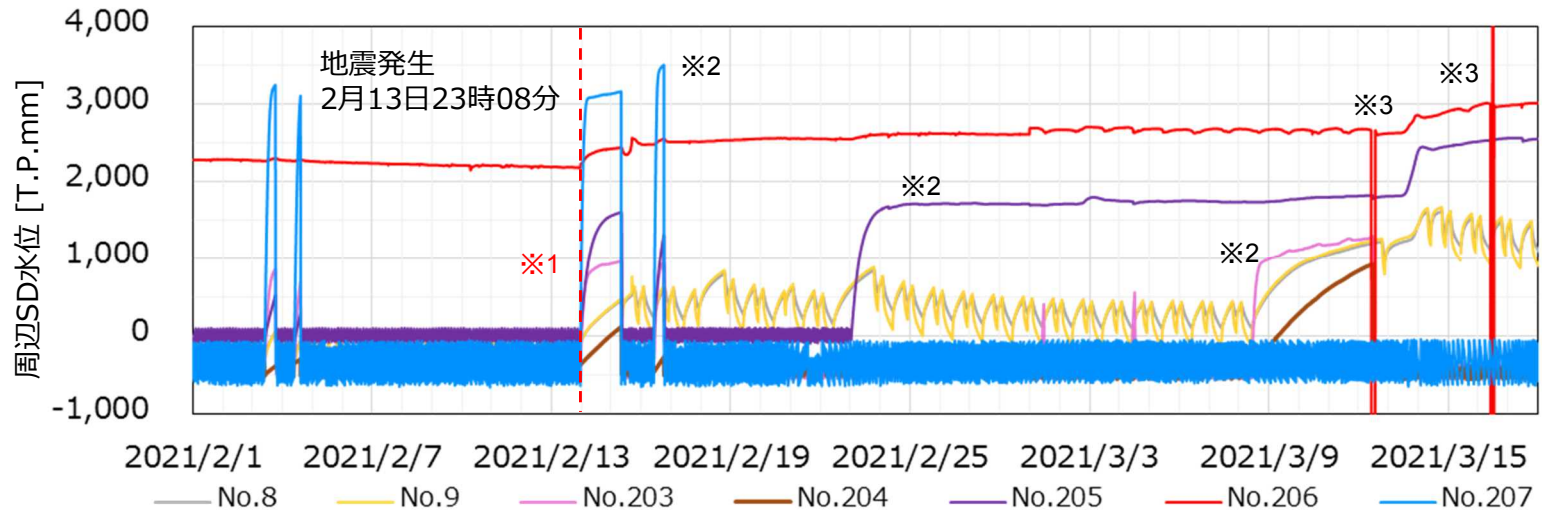
建屋	サンプリング日		Cs-134 (Bq/L)	Cs-137 (Bq/L)	Sr-90 (Bq/L)	全α (Bq/L)
1号機 R/B	地震前	2021/1/21	1.24E6	3.01E7	7.18E6	2.77E3
	地震後	2021/2/25	1.16E6	2.88E7	7.24E6	1.98E3
		2021/3/3	1.10E6	2.60E7	6.33E6	3.09E2
		2021/3/10	1.07E6	2.69E7	7.49E6	1.48E2
2号機 R/B	地震前	2021/1/22	1.14E6	2.16E7	2.03E7	2.81E2
	地震後	2021/2/25	1.09E6	2.24E7	2.39E7	1.32E2
		2021/3/3	1.13E6	2.29E7	2.13E7	3.83E2
		2021/3/10	1.58E6	3.33E7	2.58E7	3.69E1
3号機 R/B	地震前	2021/1/25	3.54E5	7.56E6	6.88E6	1.22E3
	地震後	2021/2/25	4.50E5	8.98E6	8.71E6	6.81E3
		2021/3/3	4.64E5	1.01E7	8.89E6	6.28E3
		2021/3/10	4.69E5	1.05E7	1.08E7	1.20E3



サンプリング箇所

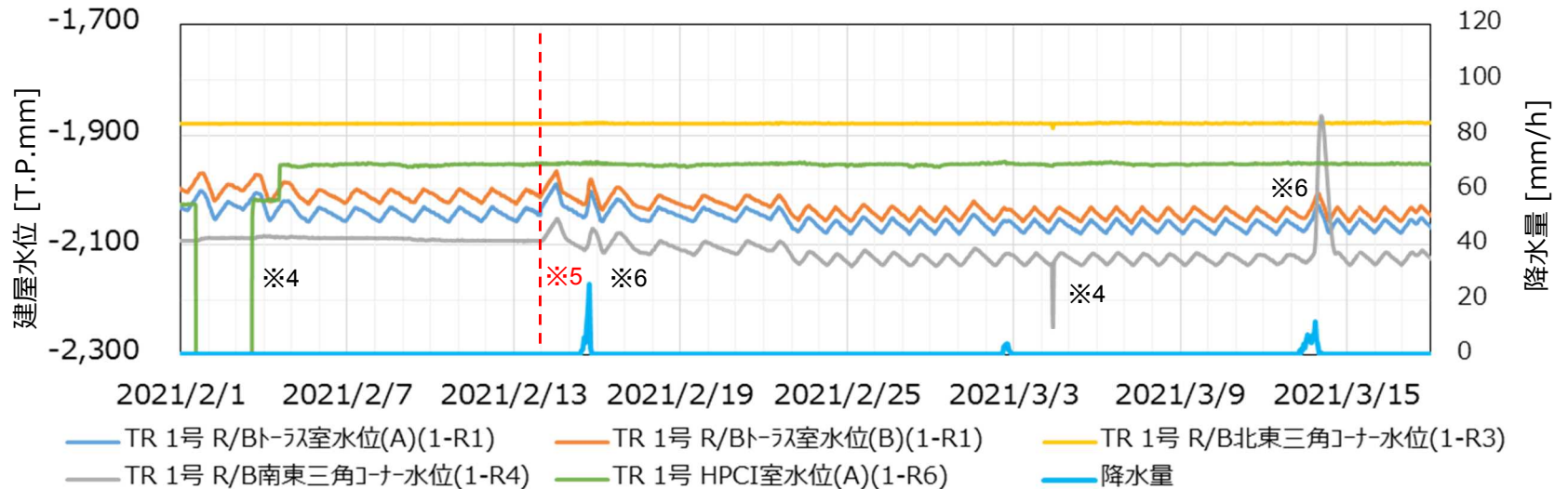
【1号機原子炉建屋滞留水と周辺サブドレンの水位の変動状況】

1号機原子炉建屋
比較対象サブドレン
水位トレンド



- ※1 : 地震発生時の対応手順に基づき手動停止。一時的に水位が上昇。復旧後は地震前から停止していたNo.206ピットを除き順次運転再開。
- ※2 : 点検等に伴う運転計画に基づく計画停止により水位が上昇。 ※3 : 計装品点検等の作業により一時的に水位が欠測。

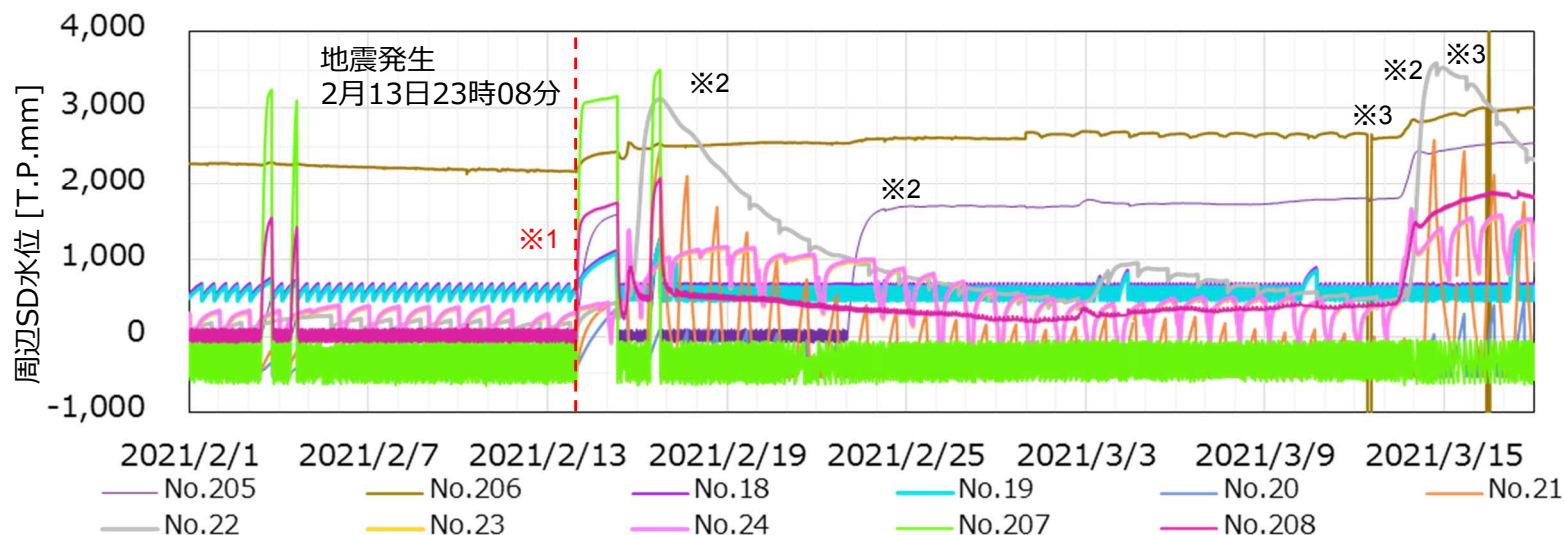
1号機原子炉建屋
水位トレンド



- ※4 : HPCI室水位(A)、南東三角コーナー水位については水位計点検等の作業に伴い一時的に欠測。
- ※5 : 地震発生時の対応手順に基づき手動停止。一時的に水位が上昇。その後、移送再開に伴い通常水位まで回復。
- ※6 : 降雨の影響により一時的に水位が上昇。

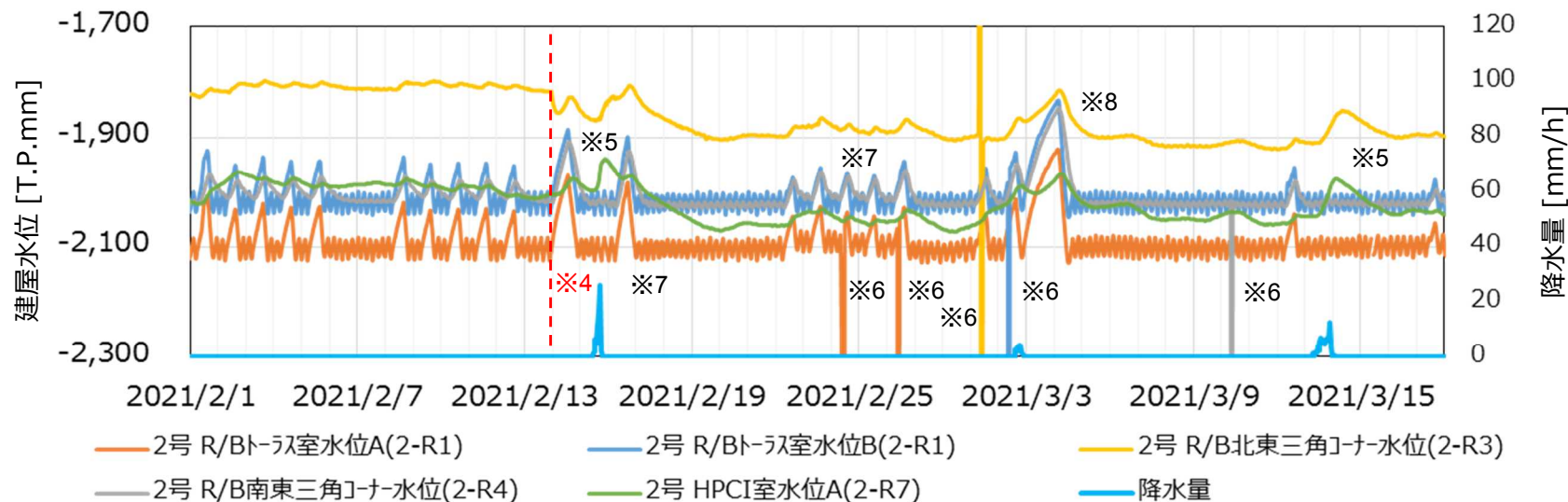
【2号機原子炉建屋滞留水と周辺サブドレンの水位の変動状況】

2号機原子炉建屋
比較対象サブドレン
水位トレンド



- ※1 : 地震発生時の対応手順に基づき手動停止。一時的に水位が上昇。復旧後は地震前から停止していたNo.23,24,206ピットを除き順次運転再開。
- ※2 : 点検等に伴う運転計画に基づく計画停止により水位が上昇。 ※3 : 計装品点検等の作業により一時的に水位が欠測。

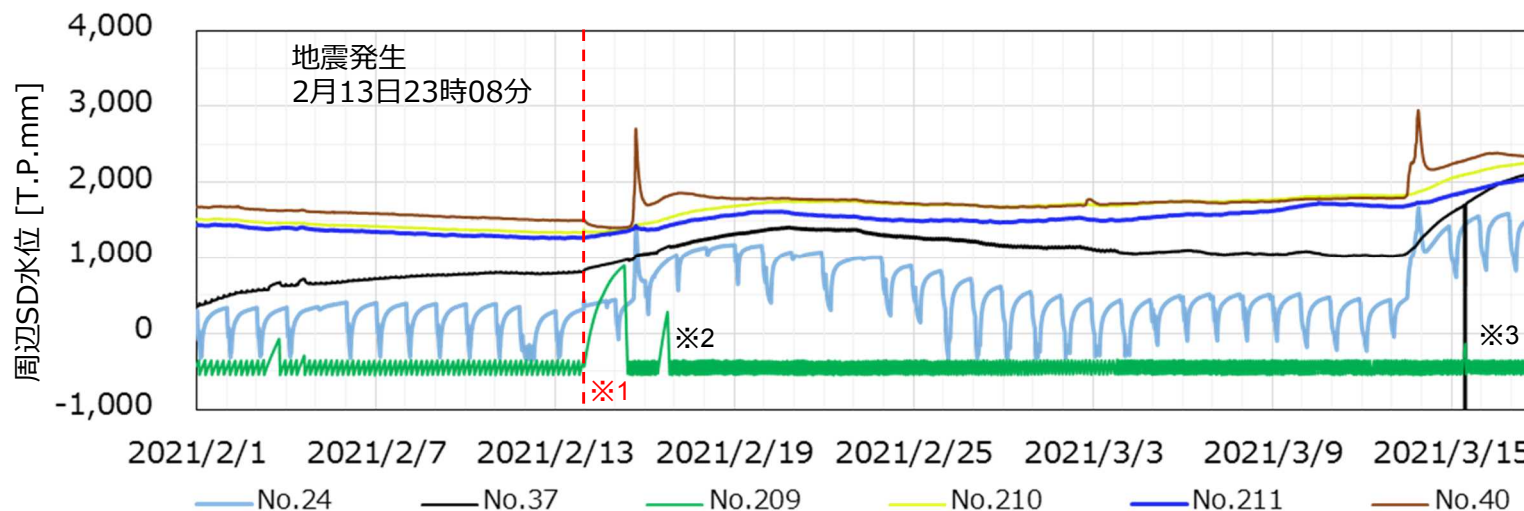
2号機原子炉建屋
水位トレンド



- ※4 : 地震発生時の対応手順に基づき手動停止。一時的に水位が上昇。その後、移送再開に伴い通常水位まで回復。
- ※5 : 降雨の影響により一時的に水位が上昇。
- ※6 : トラス室水位(A)、トラス室水位(B)、北東三角コーナー水位、南東三角コーナー水位については水位計点検等の作業に伴い一時的に欠測。
- ※7 : 水位計点検等の作業に伴うポンプ停止の為に一時的に水位が上昇。 ※8 : ポンプ移送試験のための計画的な水位管理。

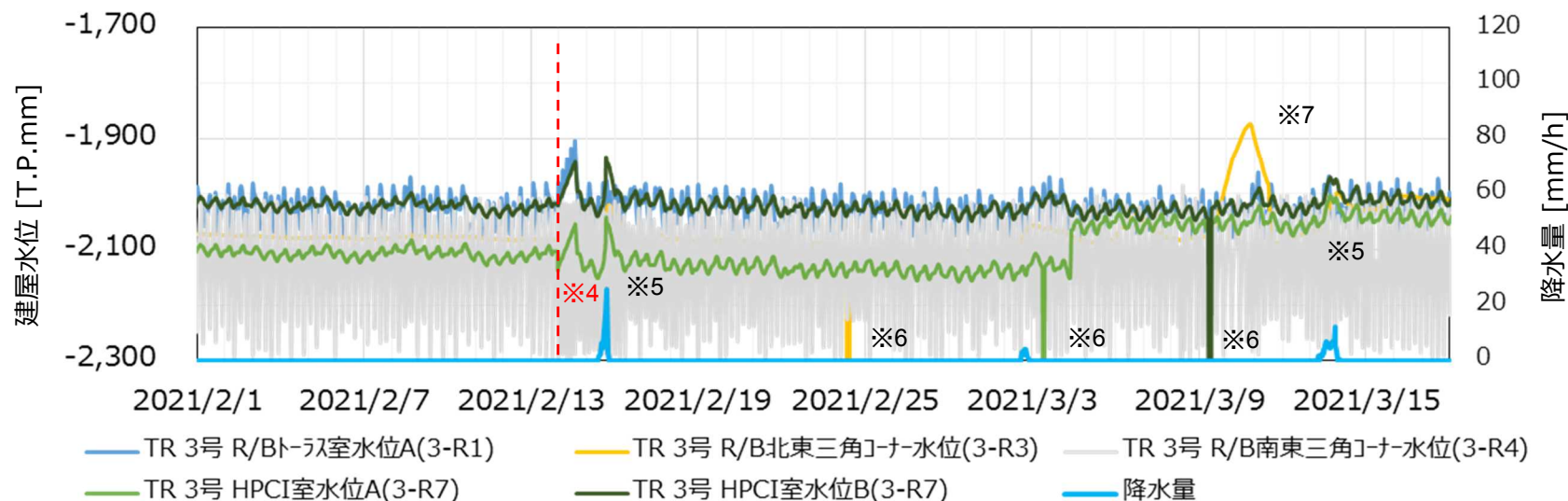
【3号機原子炉建屋滞留水と周辺サブドレンの水位の変動状況】

3号機原子炉建屋
比較対象サブドレン
水位トレンド



- ※1 : 地震発生時の対応手順に基づき手動停止。一時的に水位が上昇。復旧後は地震前から停止していたNo.24,210,211ピットを除き順次運転再開。
 ※2 : 点検等に伴う運転計画に基づく計画停止により水位が上昇。 ※3 : 計装品点検等の作業により一時的に水位が欠測。

3号機原子炉建屋
水位トレンド



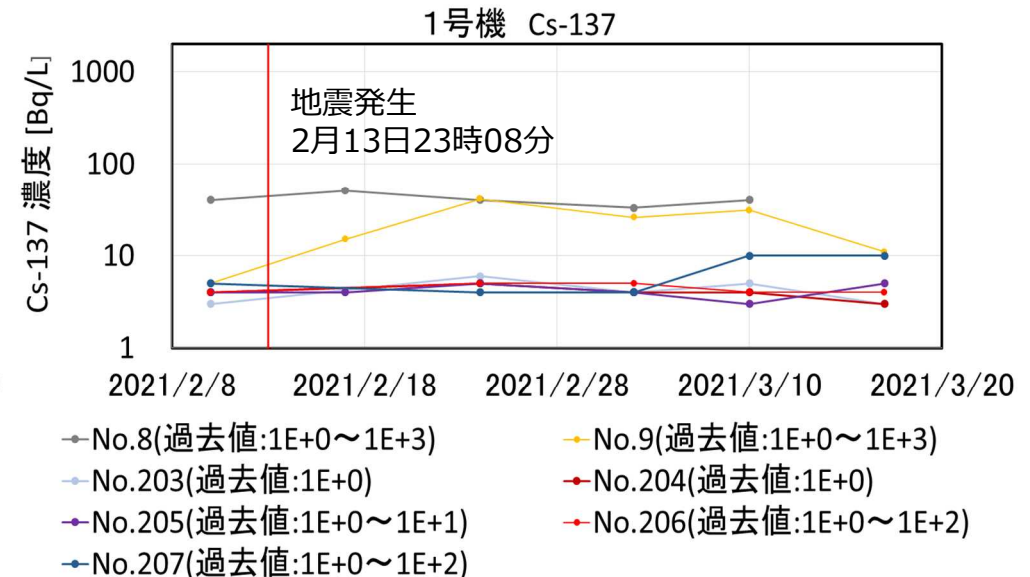
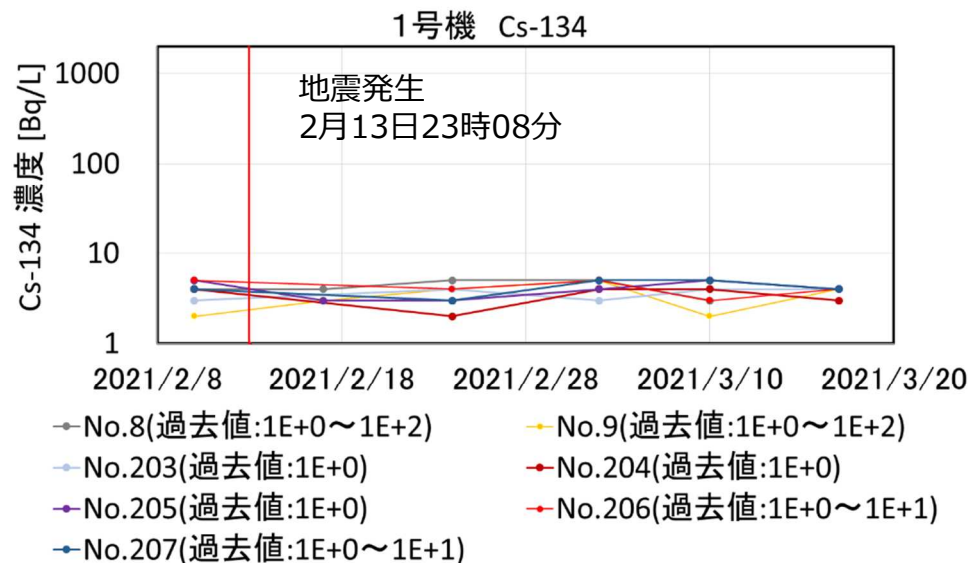
- ※4 : 地震発生時の対応手順に基づき手動停止。一時的に水位が上昇。その後、移送再開に伴い通常水位まで回復。
 ※5 : 降雨の影響により一時的に水位が上昇。
 ※6 : 北東三角コーナー水位、HPCI室水位(A)、HPCI室水位(B)については水位計点検等の作業に伴い一時的に欠測。
 ※7 : ファンネルの詰まりによって流入経路が変化したことで北東三角コーナーの水位が上昇。ファンネルの清掃およびポンプ移送により通常水位まで回復しており、PCV水位低下との関連は無いと評価。

【参考】 周辺サブドレン水分析結果（1号機R/B周辺）

- 2月13日の地震発生後においても、建屋滞留水水位と周辺サブドレン水位の逆転は生じていないが、地震影響の確認の一環として、1号機および3号機のPCV水位低下をふまえ、1～3号機R/B周辺のサブドレン水の放射能濃度を分析。
- 現在までのところ、周辺サブドレンの放射能濃度の分析結果は、過去の変動の範囲と変わらず、建屋滞留水の流出を示すような有意な変動はないことを確認。今後も周辺サブドレン水の放射能濃度を適宜、確認していく。

1号機R/B周辺サブドレンの分析結果

（検出限界値未満の場合は検出限界値を採用）



※：過去値は、2015年8月～2021年1月における分析結果のオーダーを記載。なお、下限値は検出限界の値を一部含む。

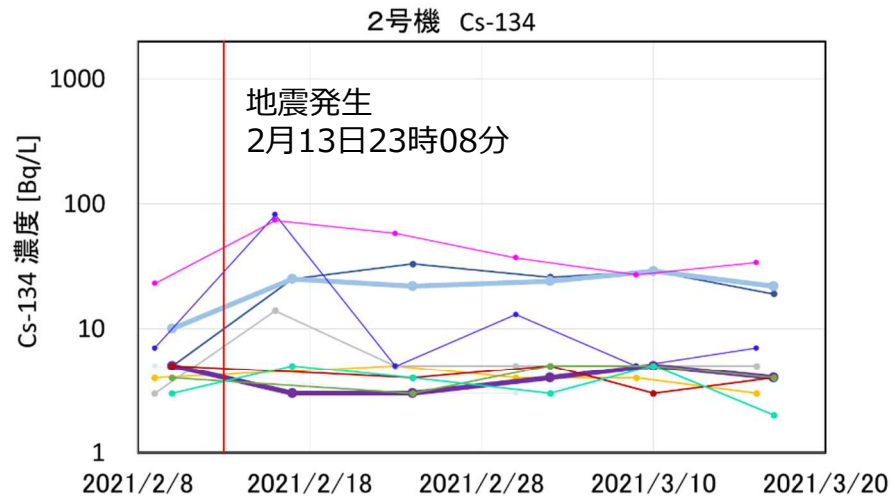
（参考） 運転上の制限：1E+5 Bq/L

【参考】 周辺サブドレン水分析結果（2号機R/B周辺）

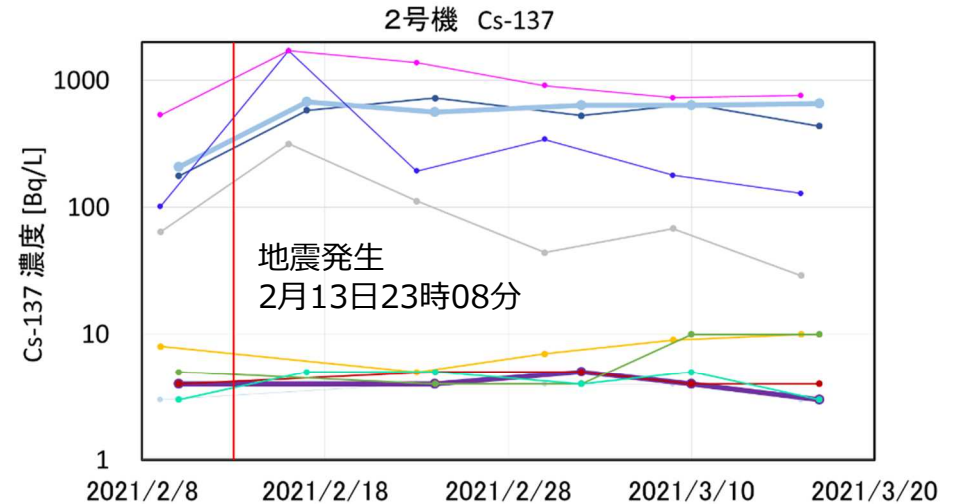


2号機R/B周辺サブドレン水の分析結果

(検出限界値未満の場合は検出限界値を採用)



- No.18(過去値:1E+0~1E+4)
- No.19(過去値:1E+0~1E+3)
- No.20(過去値:1E+0~1E+1)
- No.21(過去値:1E+0~1E+1)
- No.22(過去値:1E+0~1E+2)
- No.23(過去値:1E+0~1E+2)
- No.24(過去値:1E+0~1E+2)
- No.205(過去値:1E+0)
- No.206(過去値:1E+0~1E+1)
- No.207(過去値:1E+0~1E+1)
- No.208(過去値:1E+0)



- No.18(過去値:1E+1~1E+4)
- No.19(過去値:1E+1~1E+4)
- No.20(過去値:1E+0~1E+2)
- No.21(過去値:1E+0~1E+2)
- No.22(過去値:1E+1~1E+3)
- No.23(過去値:1E+1~1E+3)
- No.24(過去値:1E+2~1E+3)
- No.205(過去値:1E+0~1E+1)
- No.206(過去値:1E+0~1E+2)
- No.207(過去値:1E+0~1E+2)
- No.208(過去値:1E+0~1E+1)

※ 1 : 過去値は、2015年8月～2021年1月における分析結果のオーダーを記載。
 なお、下限値は検出限界の値を一部含む。

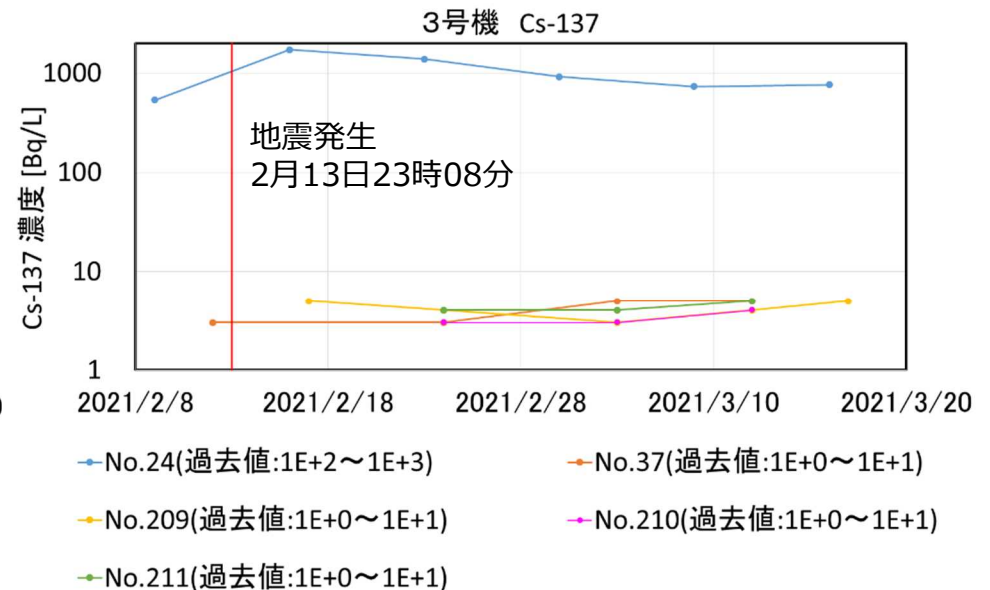
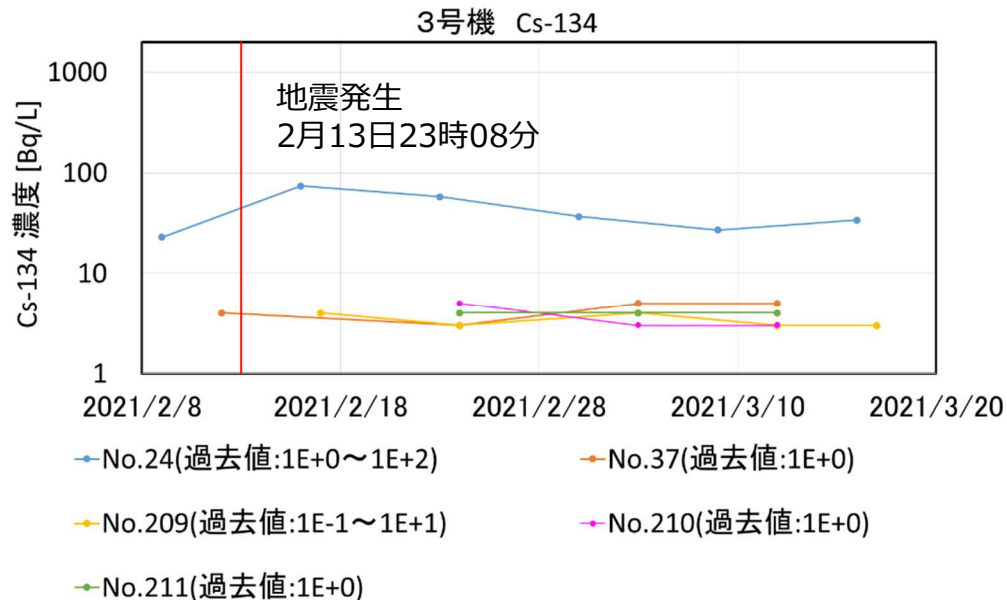
(参考) 運転上の制限 : 1E+5 Bq/L

※ 2 : 2/16採取分において、No.23, 24ピットで前回採取分と比較して高い値が検出されているが、当該ピットはこれまでも降雨の影響により濃度の変動する傾向があること、過去値の変動の範囲と変わらない範囲であることから、2/15降雨による影響と評価。

【参考】 周辺サブドレン水分析結果（3号機R/B周辺）

3号機R/B周辺サブドレン水の分析結果

(検出限界値未満の場合は検出限界値を採用)



(参考) 運転上の制限 : 1E+5 Bq/L

※1 : 過去値は、2015年8月~2021年1月における分析結果のオーダーを記載。

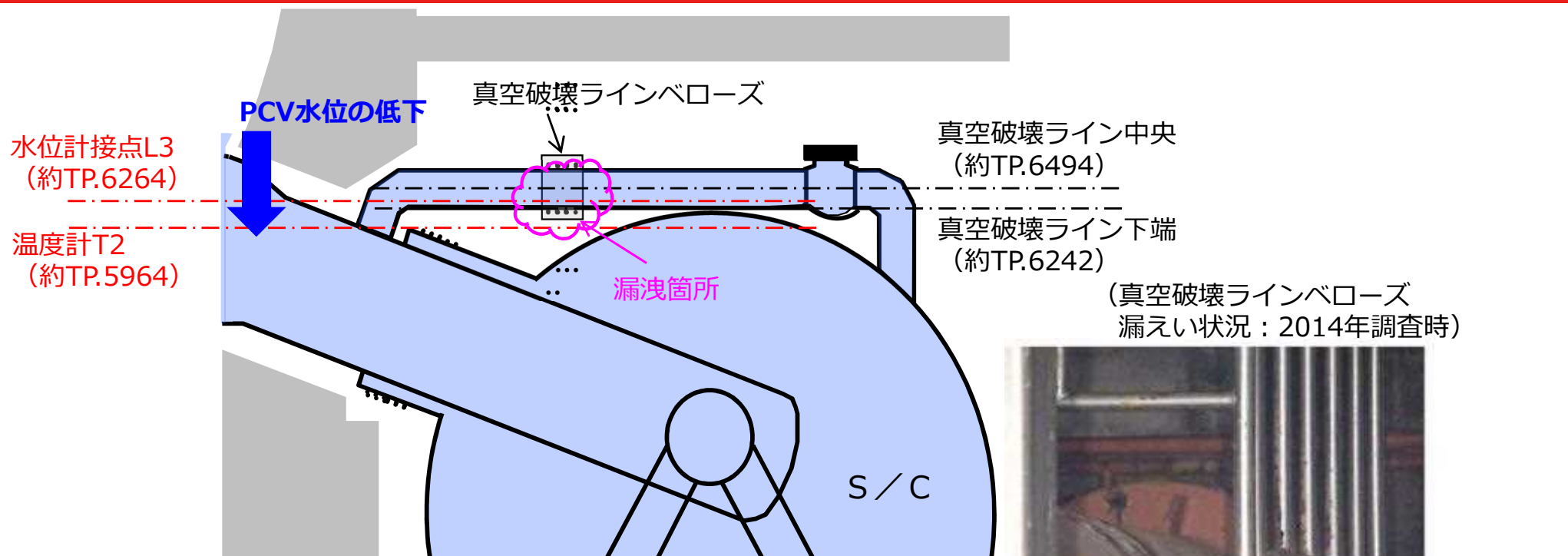
なお、下限値は検出限界の値を一部含む。

※2 : No.40ピットは、ピット内に油が確認されたため運用停止中。

※3 : No.209, 210, 211ピットのサンプリングは、2月13日の地震直前には実施していない。

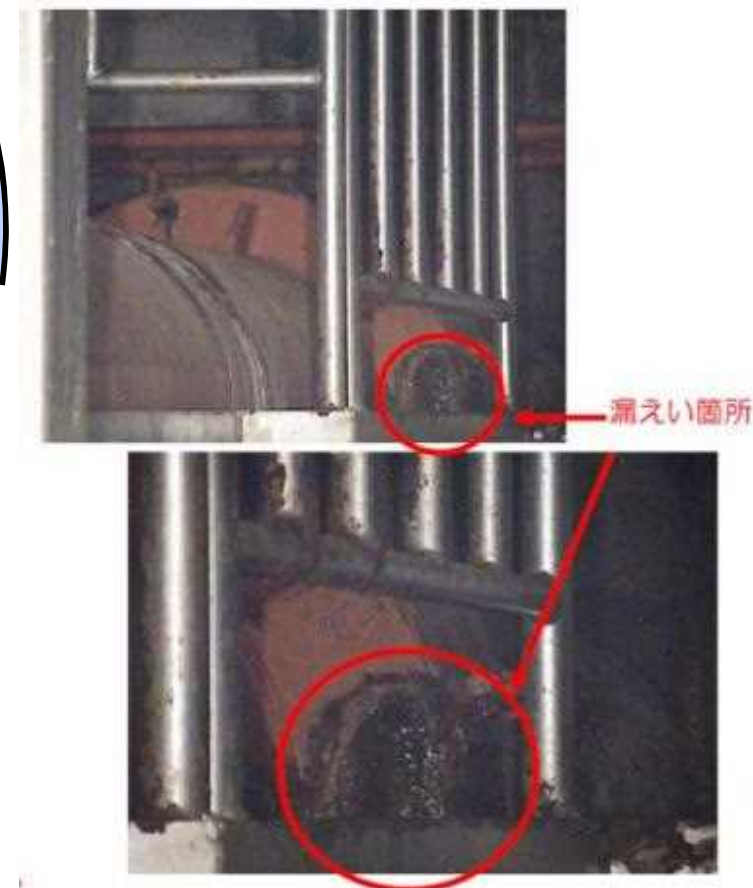
なお、2月以前の分析結果と比較して濃度の有意な変動はない。

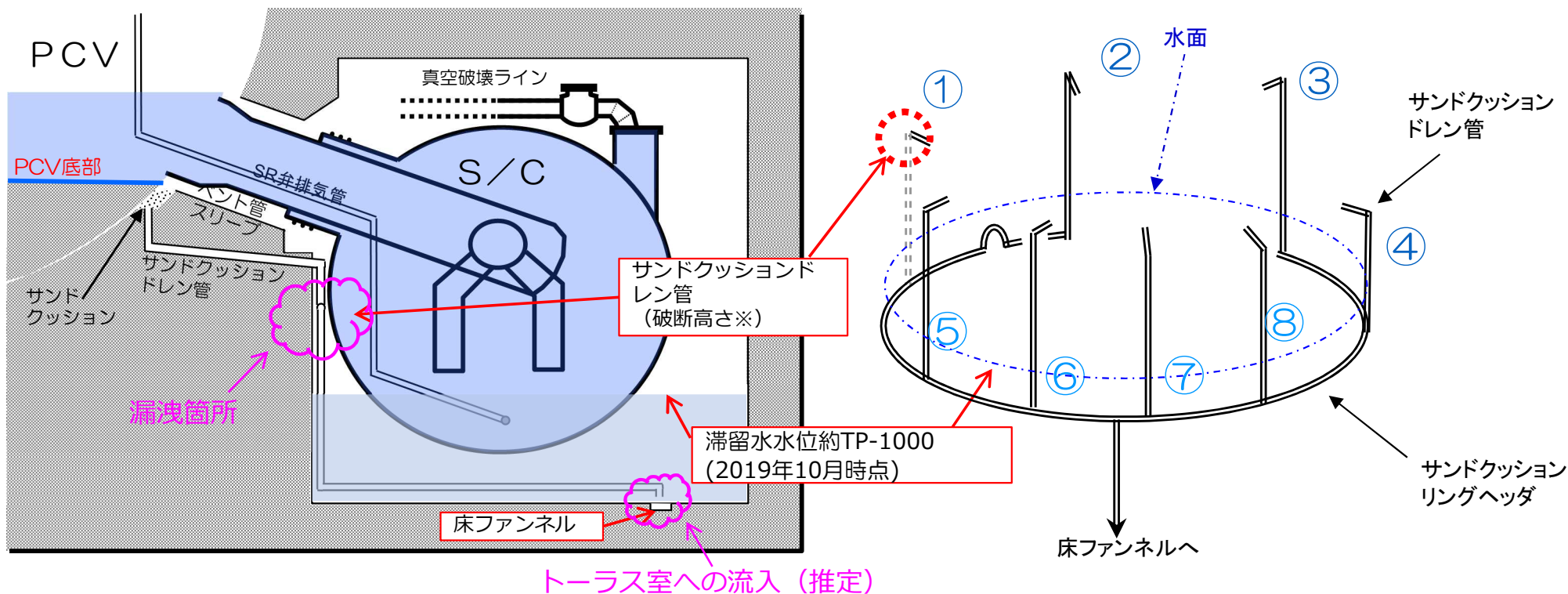
※4 : 2/16採取分において、No. 24ピットで前回採取分と比較して高い値が検出されているが、当該ピットはこれまでも降雨の影響により濃度が変動する傾向があること、過去値の変動の範囲と変わらない範囲であることから、2/15降雨による影響と評価。



(真空破壊ラインベローズ
漏えい状況：2014年調査時)

- 1号機では、これまでの調査により、真空破壊ラインベローズおよびサンドクッションドレン配管の破断箇所から、漏洩が確認されている。
- 真空破壊ラインベローズの設置高さについては、原子炉注水停止試験時のD/W圧力の挙動から推定される漏洩箇所の高さと概ね合致。



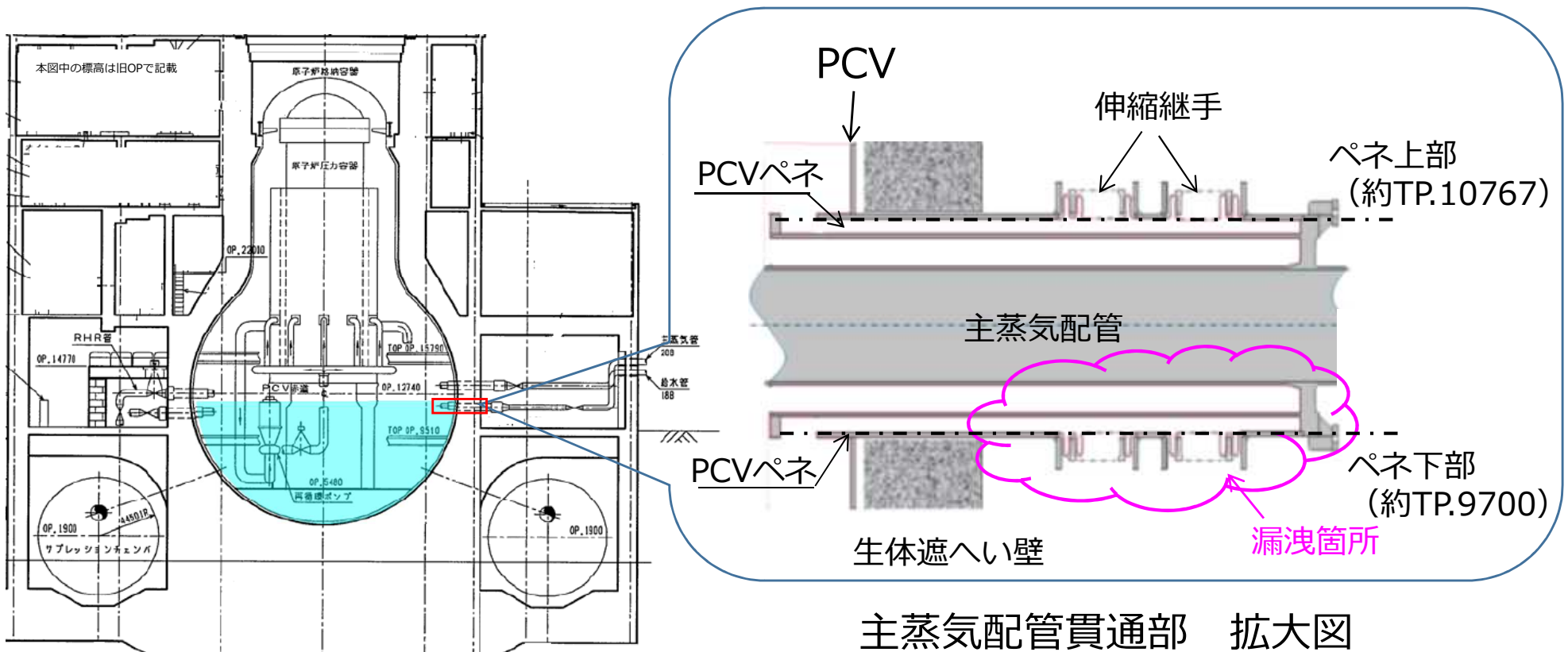


※ サンドクッションドレン管は8本あり、うち1本が気中で破断していることが確認されている。

- サンドクッションドレン配管からの漏洩が確認されているのは、気中で破断している1箇所のみであるが、他の7本についても、水中（たとえば床ファンネル付近）において、PCVから漏洩している可能性がある。

【参考】 3号機 これまでのPCV漏洩箇所の推定状況

- 3号機では、これまでの調査により、主蒸気配管の伸縮継手部から、漏洩が確認されている。



3号機 原子炉建屋 断面図