

建屋滞留水処理等の進捗状況について

2020年12月14日



東京電力ホールディングス株式会社

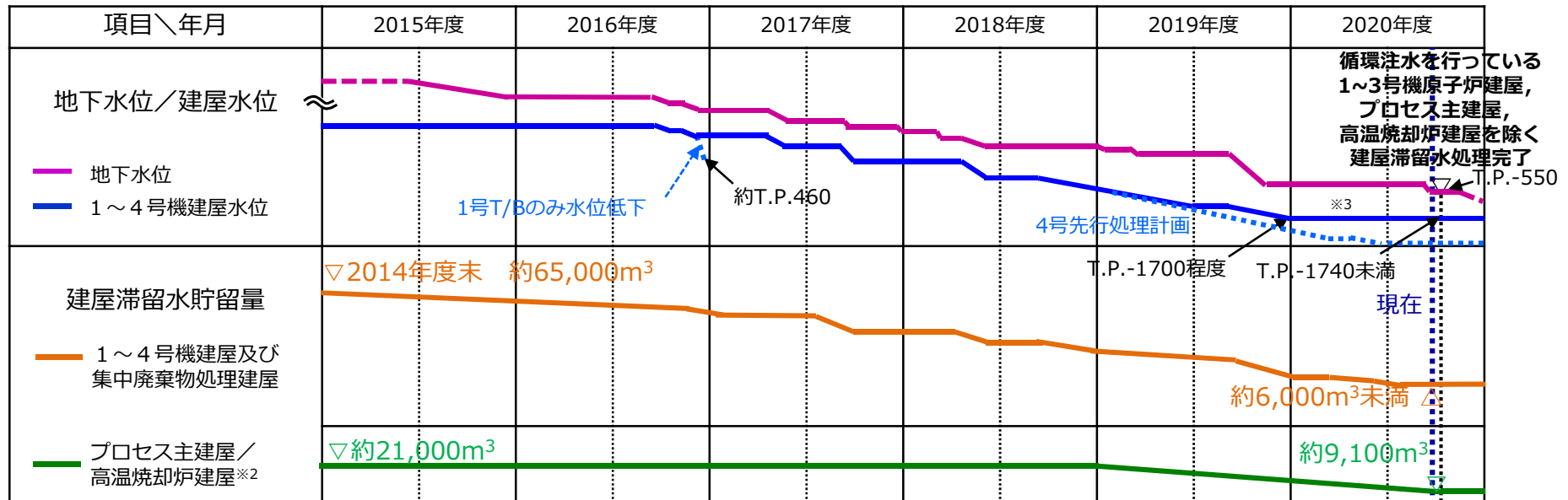
1. 概要

- 循環注水を行っている1～3号機原子炉建屋（R/B）、地下階に高線量のゼオライト土嚢が確認されているプロセス主建屋（PMB）、高温焼却炉建屋（HTI）を除く建屋の最下階床面を2020年内に露出させる計画。
 - 1～3号機R/B、PMB、HTIを除く建屋について、床ドレンサンプ等へ本設ポンプを設置し、床面露出状態を維持※1。現在は予備系の設置を進めており、3・4号機側は運用開始済み、1・2号機側は12月中に運用開始予定。
- 循環注水を行っている1～3号機R/Bについて、2022～2024年度内に原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度（約3,000m³未満）に低減する計画。
- 床面露出状態を維持させている建屋について、床上にスラッジ等が残存していることから、計画的に処理を進めていく。

※1 1号機Rw/Bについては、地下階の堰の貫通施工を実施し、流入した地下水・雨水等を2号機Rw/Bへ排水させることで、これまで床面露出状態を維持していたが、今回の工事に合わせて、他建屋同様、床ドレンサンプへ本設ポンプを設置。

2-1. 従来の建屋滞留水処理計画

- 循環注水を行っている1～3号機R/B, PMB, HTIを除く建屋について、2020年内の最下階床面露出に向け、床ドレンサンプ等へ本設ポンプを設置し、床面露出状態を維持。現在は予備系の設置を進めており、3・4号機側は運用開始済み、1・2号機側は12月中に運用開始予定。1～3号機R/Bは、T/B, Rw/Bの床面（T.P.-1750程度）より低いT.P.-1,800程度まで低下※1。
 - サブドレン水位は2～4号機T/B,Rw/Bの残水を処理し、床面露出状態を維持させたことから、T.P.-350からT.P.-550まで低下。
 - PMB, HTIについては、地下階に確認された高線量のゼオライト土嚢（活性炭含む。以下、「ゼオライト土嚢等」とする。）の対策及び、α核種の拡大防止対策を実施後、最下階床面を露出させる方針。
- ステップ1：フランジ型タンク内のSr処理水を処理し、フランジ型タンクの漏えいリスクを低減。【完了】
- ステップ2：既設滞留水移送ポンプにて水位低下可能な範囲（T.P.-1,200程度まで）を可能な限り早期に処理。また、フランジ型タンク内のALPS処理水等も可能な限り早期に移送。【完了】
- ステップ3'：2～4号機R/Bの滞留水移送ポンプにて水位低下を行い、連通するT/B等の建屋水位を低下。連通しないC/B他については、仮設ポンプを用いた水抜きを実施。【完了】
- ステップ3：床ドレンサンプ等に新たなポンプを設置した後、床面露出するまで滞留水を処理し、循環注水を行っている1～3号機R/B, PMB, HTI以外の滞留水処理を完了。



※1 3号機R/Bトラス室水位はT.P.-1500程度で停滞しているが、12月中にトラス室に滞留水移送ポンプを設置予定（現在はHPCI室にのみ設置）。

※2 大雨時の一時貯留として運用しているため、降雨による一時的な変動あり。

※3 2号機底部の高濃度滞留水を順次処理。

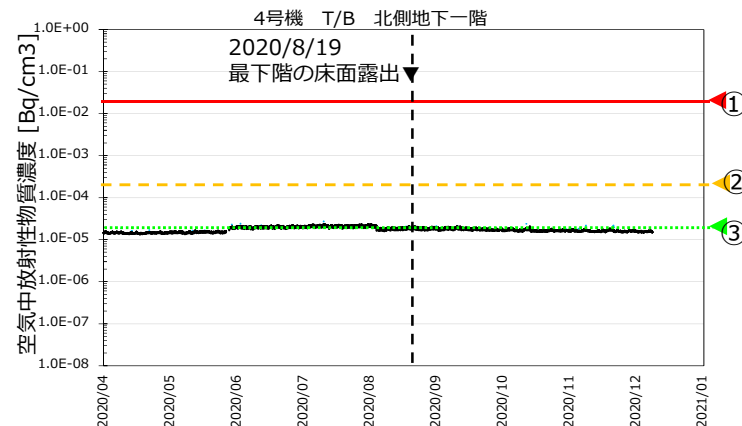
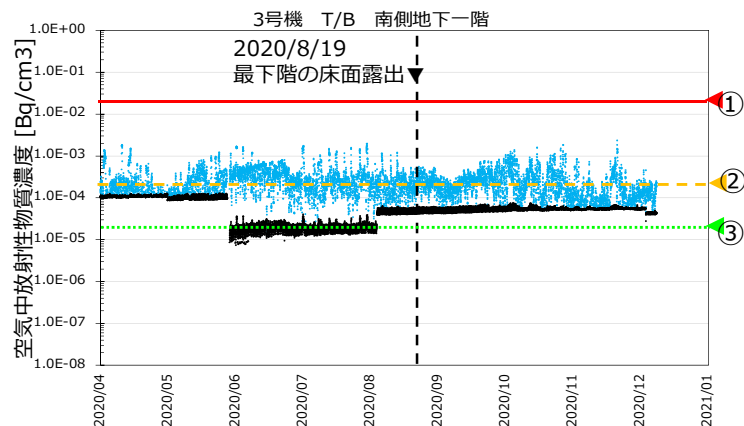
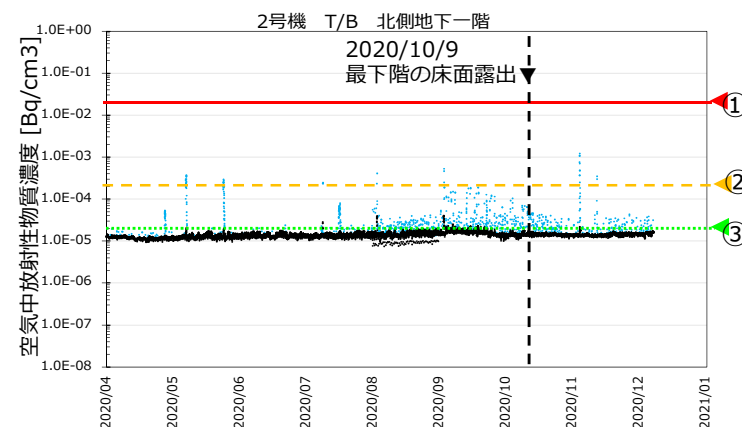
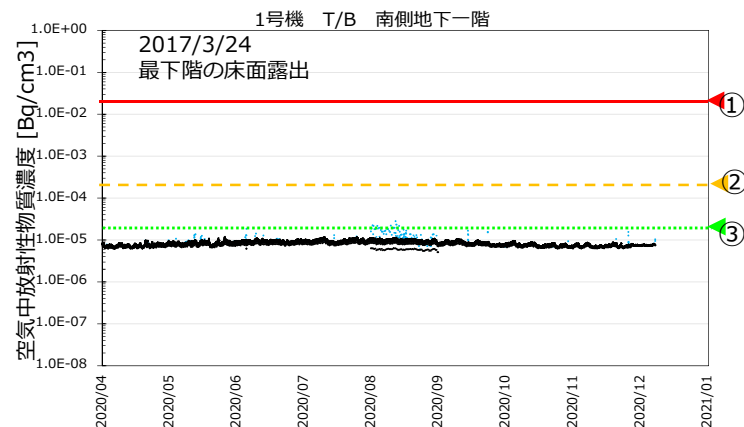
【参考】 滞留水移送装置予備系の運用開始について

- 床ドレンサンプ等に滞留水移送装置（A系統，B系統）を追設する工事を進めており，先行して設置を進めているA系統については，1～4号機全建屋において運用開始し，最下階の床面露出を確認。今後も床面露出状態を維持していく。
- 予備系となるB系統について，3・4号機側は11月18日から運用を開始，1・2号機側は12月中に運用開始予定。

		2020年度																
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月					
滞留水移送装置追設工程	A系統	3・4号機 ※3号機T/Bサービ スエリアを除く	設置工事			試運転								運転				
		1・2号機 3号機T/Bサー ビスエリア	設置工事				試運転								運転			
	B系統	3・4号機	設置工事							試運転					運転			
		1・2号機	設置工事								試運転				運転			

【参考】 滞留水移送装置運用開始後のダストの状況

- 1～4号機T/B最下階のダスト濃度を連続ダストモニタにより測定中。
- ダスト濃度は、最下階の床面露出以降も、作業等による一時的な上昇があるものの、全面マスクの着用基準レベル ($2.0 \times 10^{-4} [\text{Bq}/\text{cm}^3]$) 程度で推移している。なお、地下階の開口部は閉塞している。
- Rw/B, 4号機R/BについてもT/B同様の傾向を確認している。
- なお、建屋内ダスト濃度と1～4号機建屋周辺及び周辺監視区域境界との相関はなく、ダスト飛散影響は見られない。



- ① 全面マスクの使用上限 $2.0 \times 10^{-2} \text{ Bq}/\text{cm}^3$
- ② 全面マスクの着用基準 $2.0 \times 10^{-4} \text{ Bq}/\text{cm}^3$
- ③ 周辺監視区域外の空気中濃度限度 $2.0 \times 10^{-5} \text{ Bq}/\text{cm}^3$

<備考>

- 主な核種 ($\beta(\gamma)$) : Cs-134, Cs-137
- ダスト濃度の一時的な上昇は、作業等によるもの
- ダスト抑制対策として、開口部を閉塞済
- 検出限界値の段階的な変動は、検出器の校正による影響

- 測定値 (検出限界以上)
- 検出限界値

【参考】 滞留水貯留量と滞留水中の放射性物質について

- 建屋滞留水処理における貯留量と放射性物質量の推移を以下に示す。
- 建屋滞留水処理は計画的に進め、建屋滞留水貯留量を段階的に低減させている。
- また、高い放射能濃度が確認された2号機R/B底部の滞留水処理を進める等、放射性物質量についても効果的に低減させている※。

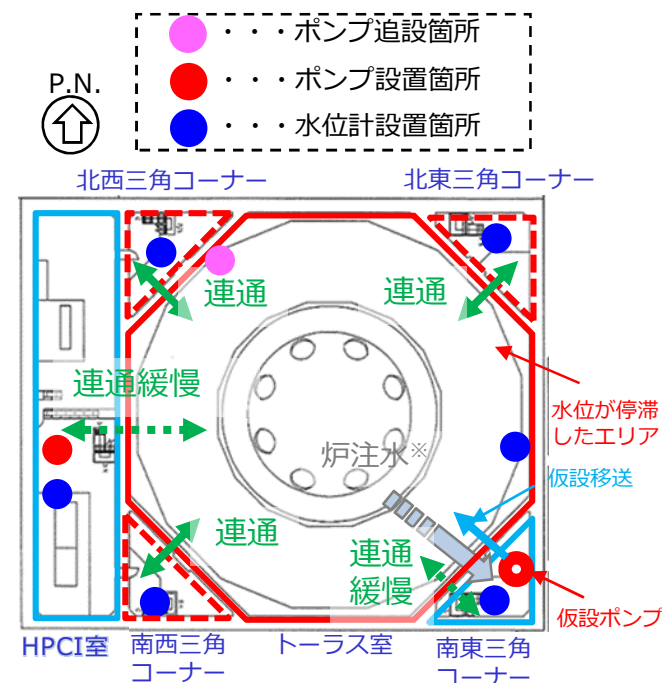
		2019.03(実績)		2020.12(現在)	
号機	建屋	貯留量	放射性物質量	貯留量	放射性物質量
1号機	R/B	約 1,800 m ³	1.4E14 Bq	約 600 m ³	2.1E13 Bq
	T/B	床面露出維持		床面露出維持	
	Rw/B	床面露出維持		床面露出維持	
2号機	R/B	約 3,200 m ³	1.1E14 Bq	約 1,900 m ³	2.8E14 Bq [※]
	T/B	約 3,100 m ³	5.0E13 Bq	床面露出維持	
	Rw/B	約 800 m ³	1.3E13 Bq	床面露出維持	
3号機	R/B	約 3,300 m ³	5.7E14 Bq	約 1,900 m ³	3.2E13 Bq
	T/B	約 3,300 m ³	1.6E14 Bq	床面露出維持	
	Rw/B	約 800 m ³	3.9E13 Bq	床面露出維持	
4号機	R/B	約 3,200 m ³	2.9E12 Bq	床面露出維持	
	T/B	約 3,000 m ³	2.7E12 Bq	床面露出維持	
	Rw/B	約 1,200 m ³	1.1E12 Bq	床面露出維持	
集中Rw	PMB	約 11,000 m ³	4.4E14 Bq	約 4,800 m ³	1.9E14 Bq
	HTI	約 3,100 m ³	1.7E14 Bq	約 2,100 m ³	1.7E14 Bq
合計		約 37,700 m ³	1.7E15 Bq	約 11,400 m ³	6.9E14 Bq

※ 2号機R/Bは底部の滞留水処理を実施する際の一時的な濃度変化の影響（若干攪拌され、上層部の滞留水の濃度が上昇）を受け、評価上の放射性物質量も一時的に増加

2-2. 3号機原子炉建屋トーラス室へのポンプ設置について

- 3号機R/B滞留水の水位低下を進めていく中で、3号機R/Bトーラス室の水位とポンプ設置エリア（HPCI室）の水位との連動が徐々に緩慢になり、トーラス室は他エリアより高いT.P.-1,500付近で停滞傾向となったことを確認。
- 当該エリアは炉注水による定常的な流入※1があることから、早期に当該エリアにポンプを設置するため、実施計画変更を申請。現在は認可を頂いており、2020年内に運転開始できるよう、設置工事を進め、手動運転が可能な状態まで設置完了※2。

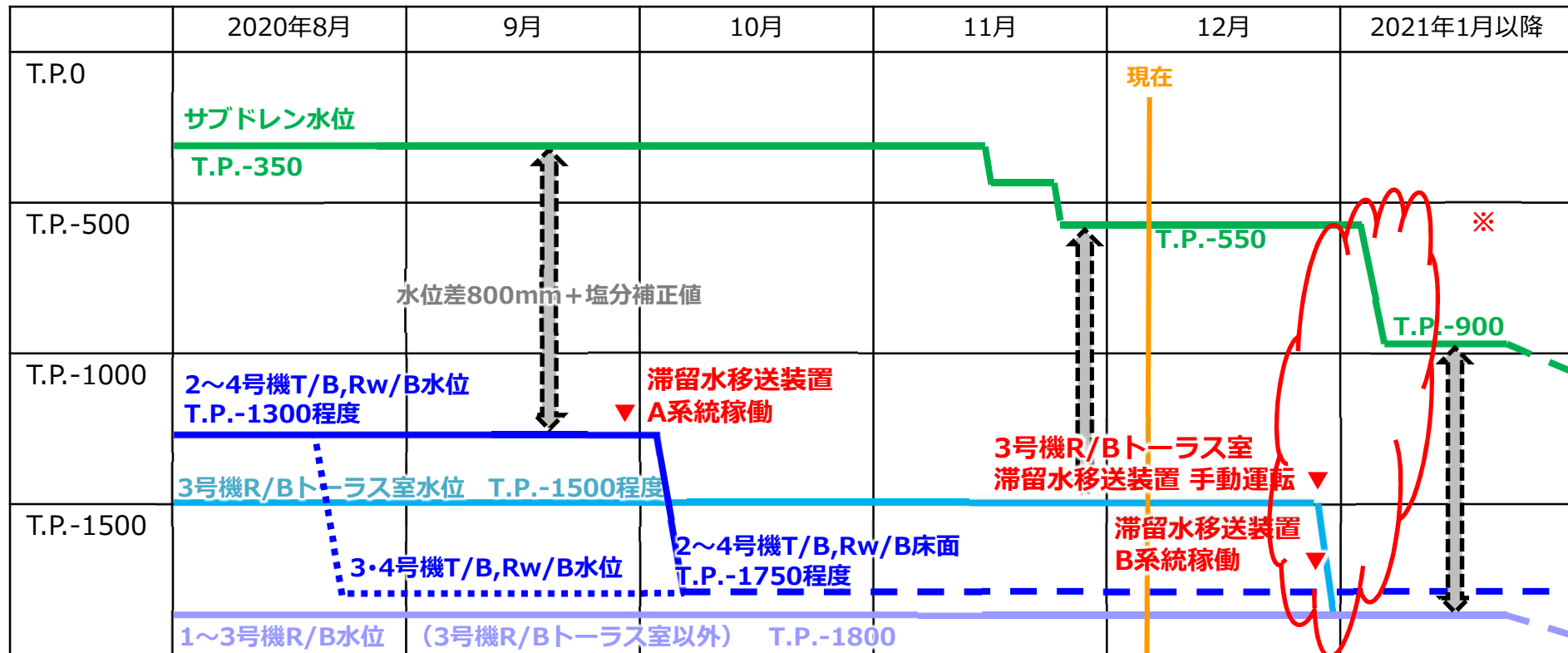
項目	2020年					2021年					
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
実施計画	申請 ▼	認可 ▼			現在						
ポンプ・配管設置		■									
水位計・制御装置設置	■										
検査・運転				検査 ▼	試運転 ▼	手動運転		検査 ▼	試運転 ▼	自動運転	



- ※1 床サンプのある南東三角コーナーにも定常的な流入が確認されており、当該三角コーナーと他エリアの連通性も緩慢になってきたことから、当該三角コーナーからトーラス室へ排水している状況。
- ※2 早期に手動運転を開始するための一部使用承認を申請中。
また、運用後の線量状況等のデータを拡充するため、検査終了後、一時的に稼働させることを計画中。

【参考】サブドレンの水位低下計画について

- これまでのサブドレン水位は、2~4号機T/B・Rw/Bの既設滞留水移送装置で移送出来ない残水（T.P.-1300程度）に水位差（800mm+塩分補正）を考慮し、T.P.-350と設定していたが、床ドレンサンプに設置した滞留水移送装置A系統（1~4号機）が稼働し、2~4号機T/B・Rw/Bの最下階の床面（T.P.-1750程度）の露出状態を維持したことから、サブドレン水位をT.P.-550程度まで低下。
- 現在は3号機R/Bトールラス室水位（T.P.-1500程度）が比較対象となり、T.P.-550以降のサブドレン水位低下は3号機R/Bトールラス室水位の低下状況や1~3号機R/B滞留水水位の水位低下を考慮して、計画していく。

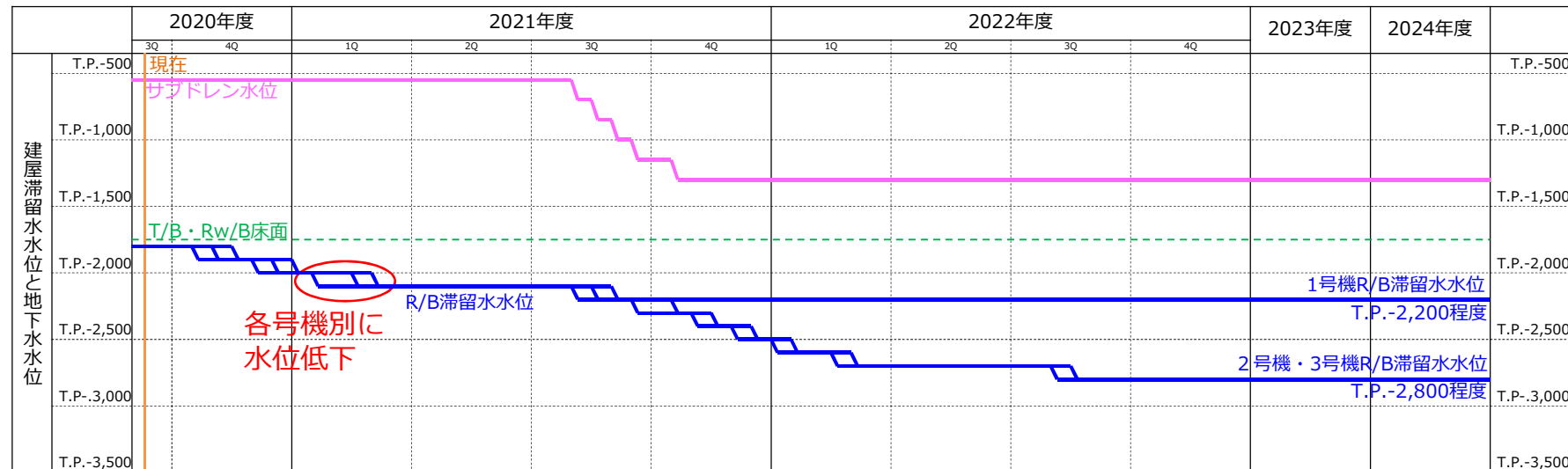


※ 水位低下するタイミングは、3号機R/Bトールラス室の試運転状況等を踏まえて計画

3. 今後の建屋滞留水処理計画

- 循環注水を行っている1～3号機R/Bについて、2022～2024年度内に、原子炉建屋滞留水を2020年末の半分程度（3,000m³以下）に低減する。
- これまで、建屋滞留水の水位低下はダストや濃度変動等の影響を確認し、2週間毎に10cm程度のペースで水位低下を実施。今後も同様のペースで水位低下を実施していくが、R/B下部にはα核種を含むより高濃度の滞留水が滞留していることから、より慎重に水位低下を進めていく。
 - ✓ 汚染水処理装置での水質管理（特にα核種）は継続して実施
 - ✓ 号機ごとに水位低下を実施※
 - 高濃度滞留水の移送量を分散し、汚染水処理装置の影響を緩和
 - 想定以上の濃度上昇時が発生した場合等の早急な要因特定

今後の水位低下計画案



※ これまでは全号機一律に水位低下させてきたが、今後の1～3号機R/B滞留水の水位低下は号機毎に分けて進める

4. 床面露出後に残存するスラッジのリスク評価

- これまで床面露出をさせた建屋については床上にスラッジが残存している状況であり、スラッジの放射性物質量を評価。
- 建屋スラッジの処理については現在検討中であるが、その他リスク源（建屋滞留水やゼオライト土嚢等）の処理計画を鑑みて、計画的に進めていく。

床面露出後の建屋スラッジの放射性物質量評価※1

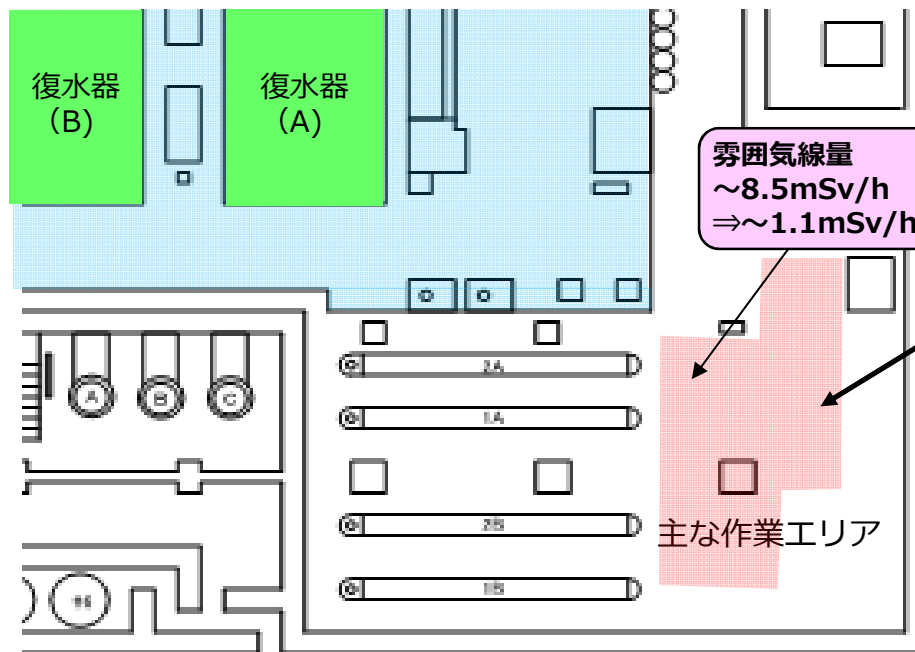
床面露出後の建屋スラッジ※2		1.9 E13 Bq
【参考】	建屋滞留水 (1~3号機R/B,PMB,HTI)	6.9 E14 Bq
	ゼオライト土嚢	3.6 E15 Bq
	除染装置スラッジ	2.0 E17 Bq

※1 今後、サンプリングデータが拡充することによって、変動する可能性あり。

※2 床面を露出させた建屋（1~4号機T/B,RwB,4号機R/B）の評価。
単位面積当たりのスラッジの分析結果と建屋面積から評価。

【参考】スラッジ処理実績

- 1号機T/B中間地下階において、滞留水移送装置設置のため、スラッジの除去を実施。この実績を参考に、その他建屋地下階のスラッジ除去を検討。



1号機T/B中間地下階平面図



遠隔小型装置

【床面スラッジ回収作業】
遠隔小型装置や人手により
床面上のスラッジを回収



床面スラッジ回収作業状況

1号機T/B中間地下階スラッジ除去作業における被曝線量

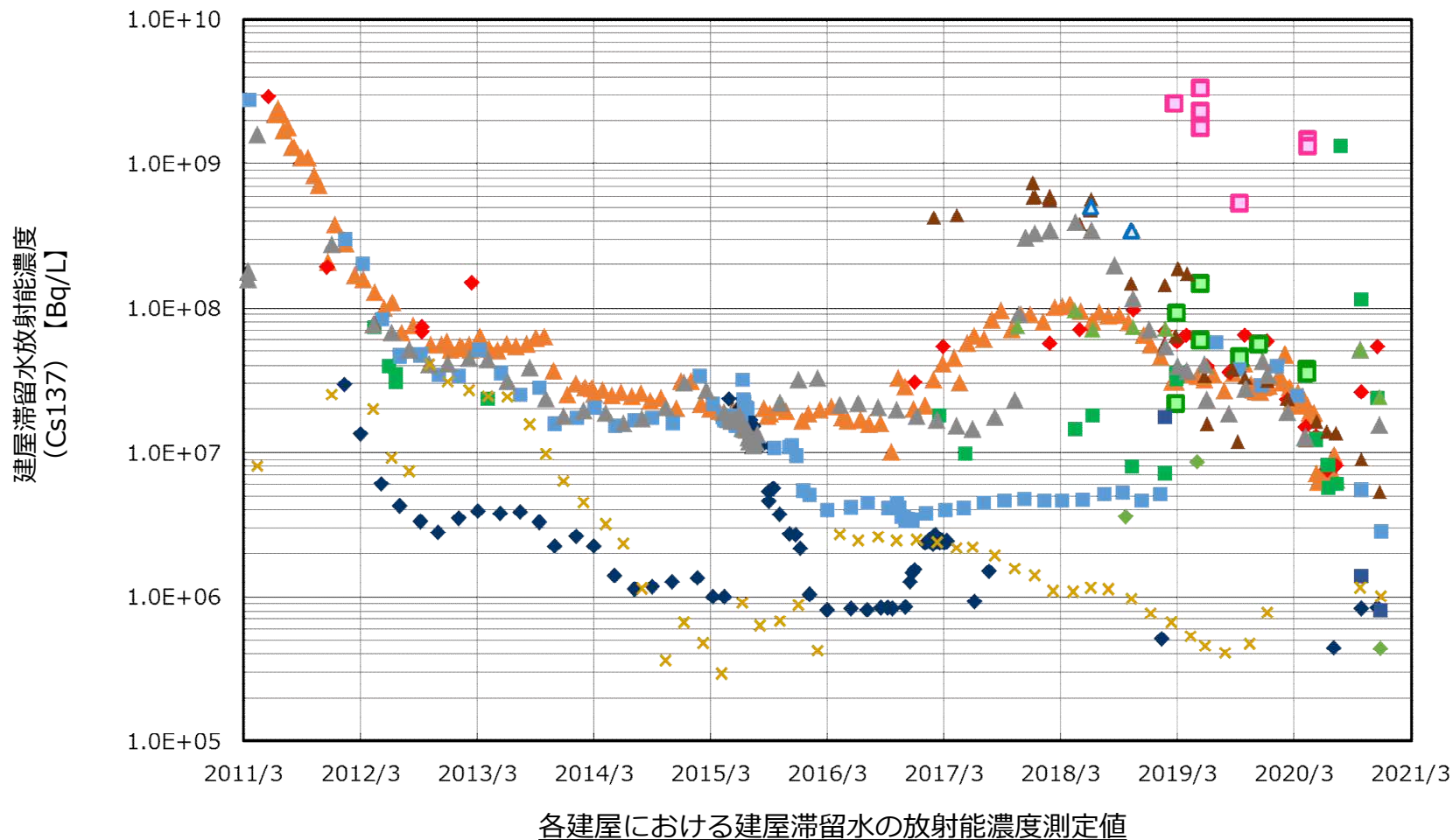
作業日数	作業人数	被曝線量	備考
18日	324人	約217 人・mSv	遠隔小型装置による作業 約38 人・mSv 人手による直接作業 約179 人・mSv

【参考】 1~4号機における建屋滞留水中の放射能濃度推移



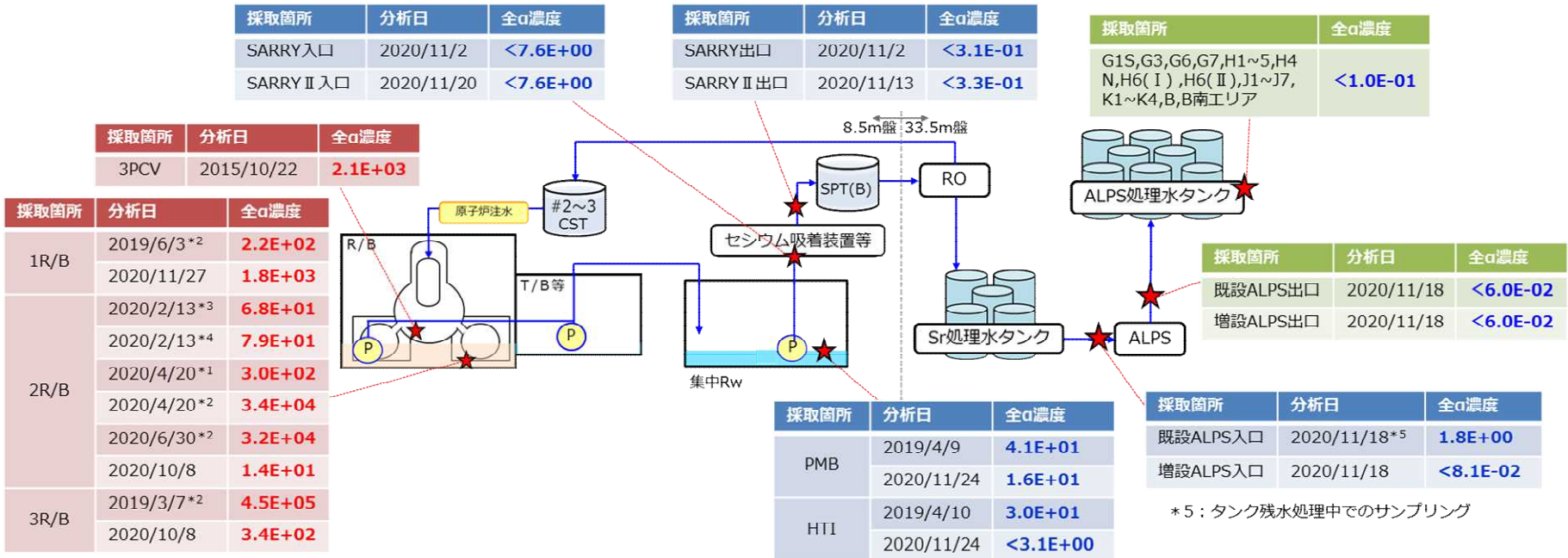
■ 以下に1~4号機における建屋滞留水中の放射能濃度推移を示す。

- | | | | |
|-----------|--------------------|---------------------|-----------|
| ▲ プロセス主建屋 | ◆ 1号機R/B | ◆ 1号機T/B | ◆ 1号機Rw/B |
| ■ 2号機R/B | ■ 2号機R/B 深部(トリチ上部) | ■ 2号機R/B 深部(トリチ最下部) | ■ 2号機T/B |
| ■ 2号機Rw/B | ▲ 3号機R/B | ▲ 3号機R/B 深部 | ▲ 3号機T/B |
| ▲ 3号機Rw/B | × 4号機T/B | | |



【参考】 建屋滞留水中のα核種の状況

- R/Bの滞留水からは比較的高い全α（2～5乗Bq/Lオーダー）が検出されているものの、セシウム吸着装置入口では概ね検出下限値程度（1乗Bq/Lオーダー）であることを確認。
- 全α濃度の傾向監視とともに、α核種の性状分析等を進め、α核種の低減メカニズムの解明を進める。
- 今後、R/Bの滞留水水位をより低下させていくにあたり、全α濃度が上昇する可能性もあることから、PMB, HTIの代替タンクの設置や、汚染水処理装置の改良も踏まえた、α核種拡大防止対策を検討中。



* 1 : 採集器を用いた底部より約1mでのサンプリング
 * 2 : 採集器を用いた底部付近でのサンプリング
 * 3 : ポンプを用いた底部より約1mでのサンプリング
 * 4 : ポンプを用いた底部付近でのサンプリング

現状の全α測定結果 [Bq/L]

各建屋滞留水の全αの放射性物質質量評価 [Bq] ※1

1号機R/B	2号機R/B	3号機R/B	PMB	HTI	合計
1.1 E+09	2.7 E+07	6.6 E+08	7.6 E+07	-※2	1.9 E+09

※ 1 最新の分析データにて評価をしているが、今後の全αの分析結果によって、変動する可能性有り
 ※ 2 検出下限値

【参考】α核種の性状確認状況および今後の対策

- 2,3号機R/Bで比較的高濃度のα核種が確認された滞留水について、0.1μmのフィルタでのろ過試験を実施。大部分のα核種はフィルタで除去できるが一部は滞留水中に残ることを確認。
 - 一部のα核種については0.1μm以下の粒子状、またはイオン状にて存在していると想定。
- α核種対策として現在、2号機R/Bの滞留水を用いて以下の分析・試験を実施中。
 - α核種の核種分析および粒径分布の分析
 - イオン状α核種の除去能力確認のための吸着材試験（浸漬試験） ➡ 現在使用しているSARRY吸着材等でα核種の低減を確認
- 上記結果を踏まえ、既存水処理設備に対し、粒子・イオン双方に対する設備の改造を検討。
 - 粒子：α核種の粒径にあったフィルタの導入
 - イオン：α核種除去能力のある吸着材の導入

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降
原子炉建屋 建屋滞留水水位低下	既存吸着塔でもα核種を除去できることを確認			
α核種粒径分析	継続して適宜実施予定			
α核種吸着材試験 (浸漬試験)	α核種除去能力のある最も最適な吸着材を選定			
α核種吸着材カラム試験				
既存設備改造	α核種の粒径にあったフィルタの導入 →今後の廃炉作業に伴う滞留水水質変化にも対応			
建屋滞留水処理	PMB,HTI建屋水位低下			

