

これまでの福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の状況

2022年6月15日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

目次

- 汚染水対策に関わる最新データにおける状況
 - (1) 重層的な汚染水対策の概要、汚染水の発生要因
 - (2) 陸側遮水壁の凍結状況
 - (3) 建屋周辺の地下水位の状況
 - (4) サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移
- 汚染水対策の実施状況と今後の短期対策計画
 - (5) 雨水対策の進捗状況
- 汚染水対策の評価と陸側遮水壁について
 - (6) 重層的な汚染水対策の効果
- 滞留水の状況について
 - (7) 建屋滞留水の状況について
- 汚染水抑制対策の状況に関するまとめ
 - (8) これまでの汚染水抑制対策に関するまとめ

(1) 重層的な汚染水対策の概要

■汚染水対策は、3つの取り組みに基づき進めています。

「汚染水対策」の3つの取り組み

1. 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進に関する取り組み

【3つの基本方針】

- ①汚染源を「取り除く」
- ②汚染源に水を「近づけない」
- ③汚染水を「漏らさない」

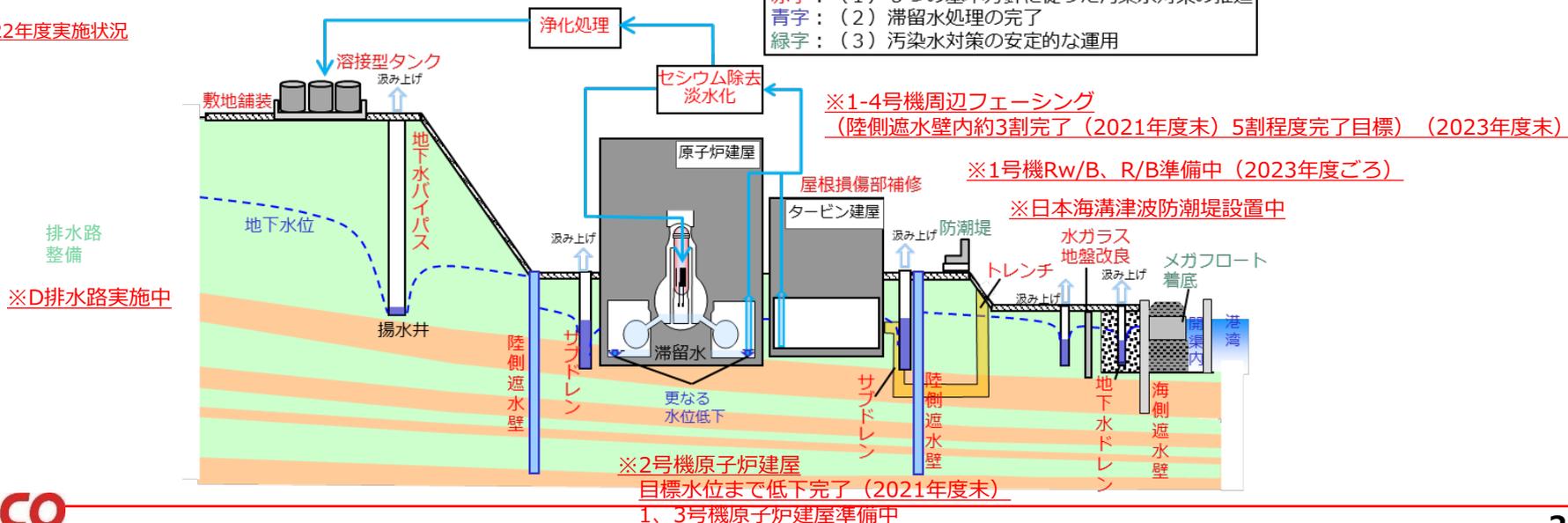
2. 滞留水処理の完了に向けた取り組み

- ④建屋滞留水の処理
(1～3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く)
- ⑤滞留水中に含まれるα核種の濃度を低減するための除去対策
- ⑥ゼオライト土壌に対する線量緩和対策安全な管理方法の検討

3. 汚染水対策の安定的な運用に向けた取り組み

- ⑦津波対策や豪雨対策など大規模災害のリスクに備えた取り組み
- ⑧汚染水対策の効果を将来的にわたって維持するための取り組み

※2022年度実施状況



汚染水対策の中長期ロードマップ目標

内容		時期
汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制		達成済 2020年内
汚染水発生量を100m ³ /日以下に抑制		2025年内
建屋内滞留水処理	建屋内滞留水処理完了(*)	達成済 2020年内
	原子炉建屋滞留水を2020年末の半分に低減	2022年度～ 2024年度

(*) 1-3号機原子炉建屋、プロセス主建屋、高温焼却炉建屋を除く

赤字：(1) 3つの基本方針に従った汚染水対策の推進
青字：(2) 滞留水処理の完了
緑字：(3) 汚染水対策の安定的な運用

建屋周辺の汚染水の発生要因

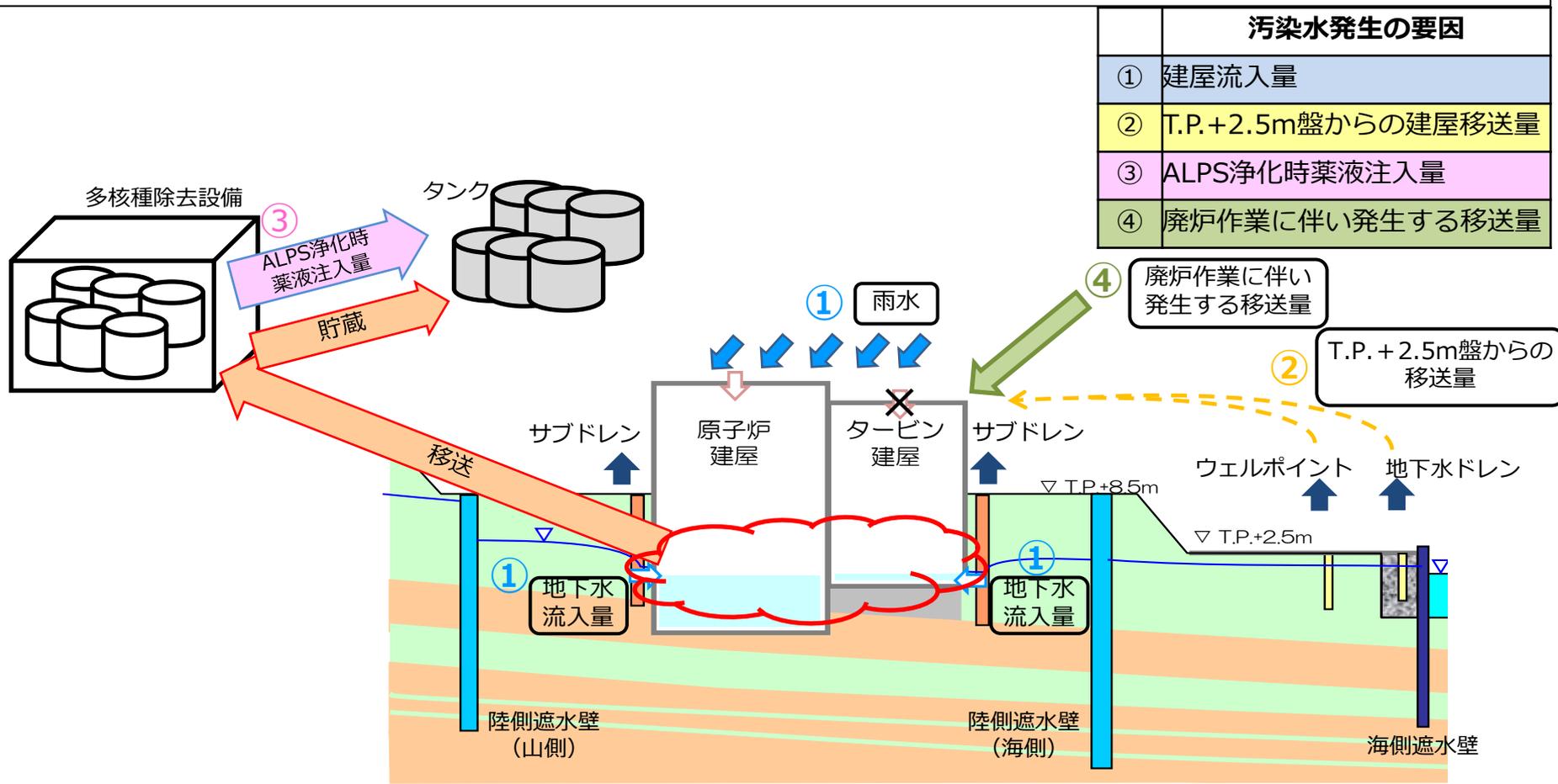
■ 汚染水の発生要因は大別すると、下記に区分される。

雨水や地下水に起因するもの：建屋流入量(雨水・地下水等の流入) (①)

T.P.+2.5m盤からの建屋移送量 (②)

その他：ALPS浄化時薬液注入量 (③)

廃炉作業に伴い発生する移送量 (④)



汚染水発生の要因	
①	建屋流入量
②	T.P.+2.5m盤からの建屋移送量
③	ALPS浄化時薬液注入量
④	廃炉作業に伴い発生する移送量

建屋周辺における水の出入り概念図

汚染水発生量の要因別実績と低減に向けた主な方策

- 重層的な汚染水抑制対策を進めることにより、2020年の汚染水発生量は約140m³/日であり、“2020年以内に汚染水発生量を150m³/日程度に抑制する”を達成している。
- 2021年度は、降雨量が平年（1,473mm）より約100mm多い状況であったが、汚染水発生量は約130m³/日となっている。

汚染水発生の要因 (項目)		2015年度 実績(m ³)※3	2018年度 実績(m ³)	2019年度 実績(m ³)	2020年度 実績(m ³)	2021年度 実績(m ³)	100m ³ /日達成に向けた 主な汚染水発生量低減方策
①	建屋流入量 (雨水・地下水等 の流入)	約98,000 (約270m ³ /日)	約36,000 (約100m ³ /日)	約44,000 (約120m ³ /日)	約34,000 (約90m ³ /日)	約36,000 (約100m ³ /日)	<ul style="list-style-type: none"> ・サブドレンの水位低下 ・陸側遮水壁の構築 ・屋根破損部補修 ・建屋周辺フェーシング ・トレンチ閉塞 ・ルーフトレンの健全性確保
②	T.P.+2.5m盤 からの 建屋移送量	60,000 (約160m ³ /日)	約5,000 (約10m ³ /日)	約7,000 (約20m ³ /日)	約3,000 (約10m ³ /日)	約3,000 (約10m ³ /日)	<ul style="list-style-type: none"> ・陸側遮水壁の構築 ・2.5m盤のフェーシング ・8.5m盤海側（陸側遮水壁 外）カバー・フェーシング ・サブドレン水位低下
③	ALPS浄化時 薬液注入量※1	10,000 (約25m ³ /日)	約5,000 (約10m ³ /日)	約4,000 (約10m ³ /日)	約2,000 (約10m ³ /日未満)	約2,000 (約10m ³ /日未満)	・ALPS処理系統内の移送水の 循環利用
④	廃炉作業に伴い 発生する移送量※2	13,000 (約35m ³ /日)	約17,000 (約50m ³ /日)	約11,000 (約30m ³ /日)	約13,000 (約40m ³ /日)	約7,000 (約20m ³ /日)	・サイトバンカ建屋流入対策他
汚染水発生量		181,000 (約490m ³ /日)	約63,000 (約170m ³ /日)	約65,000 (約180m ³ /日)	約52,000 (約140m ³ /日)	約48,000 (約130m ³ /日)	<目標値> 36,000 (約100m ³ /日)
参考	降水量 (mm)	1,429 (3.9mm/日)	999 (2.7mm/日)	1,663 (4.6mm/日)	1,349 (3.7mm/日)	1,572 (4.3mm/日)	平均的な降雨1,473mm (4.0mm/日)

※1 多核種除去設備の前処理設備に注入している薬液

※2 オペレーティングフロアへの散水や、凍土外建屋への流入およびトレンチ溜まり水の移送を含む

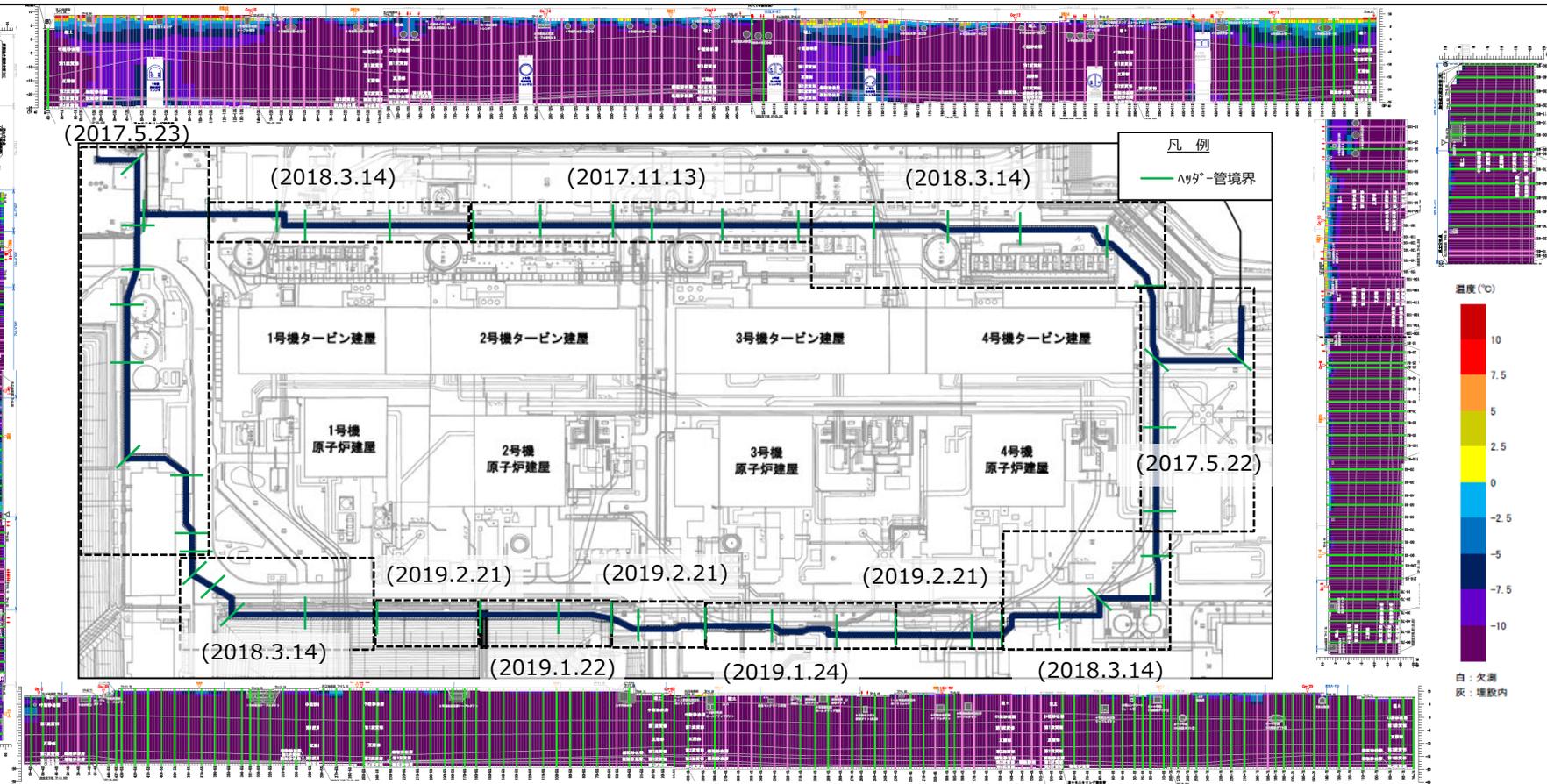
※3 2017.1までの汚染水発生量（貯蔵量増加量）は、建屋滞留水増減量（集中ラド含む）と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きいため、2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1以前のデータを含む2016年度実績の数値は参考値である。

黒字；対策済み 赤字；継続実施中

(降雨以外の数字は百の位で四捨五入)

(2) 陸側遮水壁の凍結状況

- 陸側遮水壁については、地中温度を監視しながら維持管理運転を実施中である。
- 2021年8月に4号機山側の一部の測温管で地中温度の上昇が確認されたが、矢板打設など対策を講ずることにより、温度分布の逆転などは解消しており、地中温度は0℃未満で推移している。
- 2019年12月末以降、ブラインの漏えいが複数回発生しているが、その間、監視強化や予備品を確保することにより、設備復旧は早期に完了しており、いずれも陸側遮水壁の機能への影響は生じていない。しかしながら、2022年2月には供給本管からの漏えいも発生しており、従前の事後保全から、状態監視強化及び監視結果を踏まえた予防保全へ移行することを検討中である。

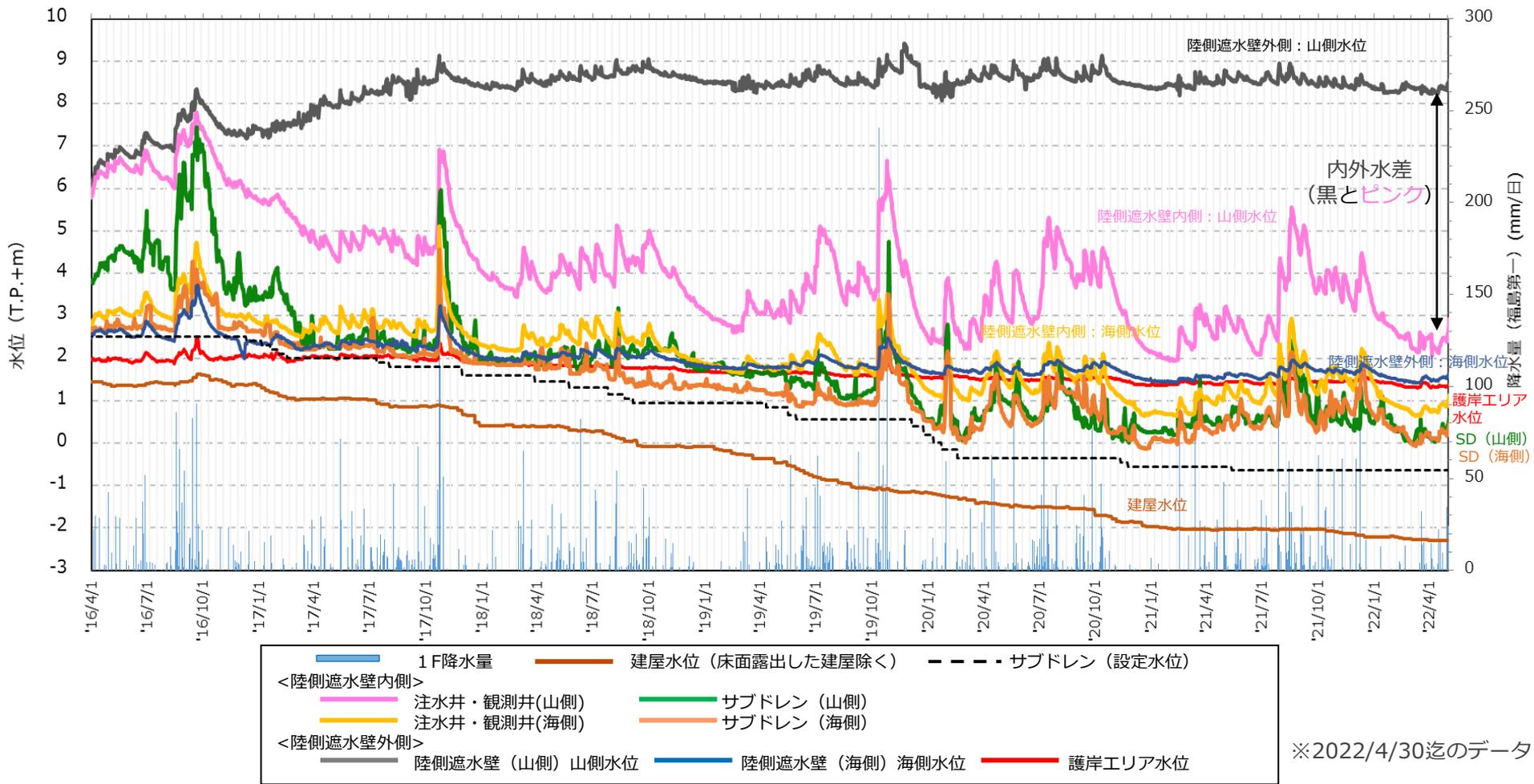


() は維持管理運移行日

(温度は 2022.5.31 7:00時点のデータ)

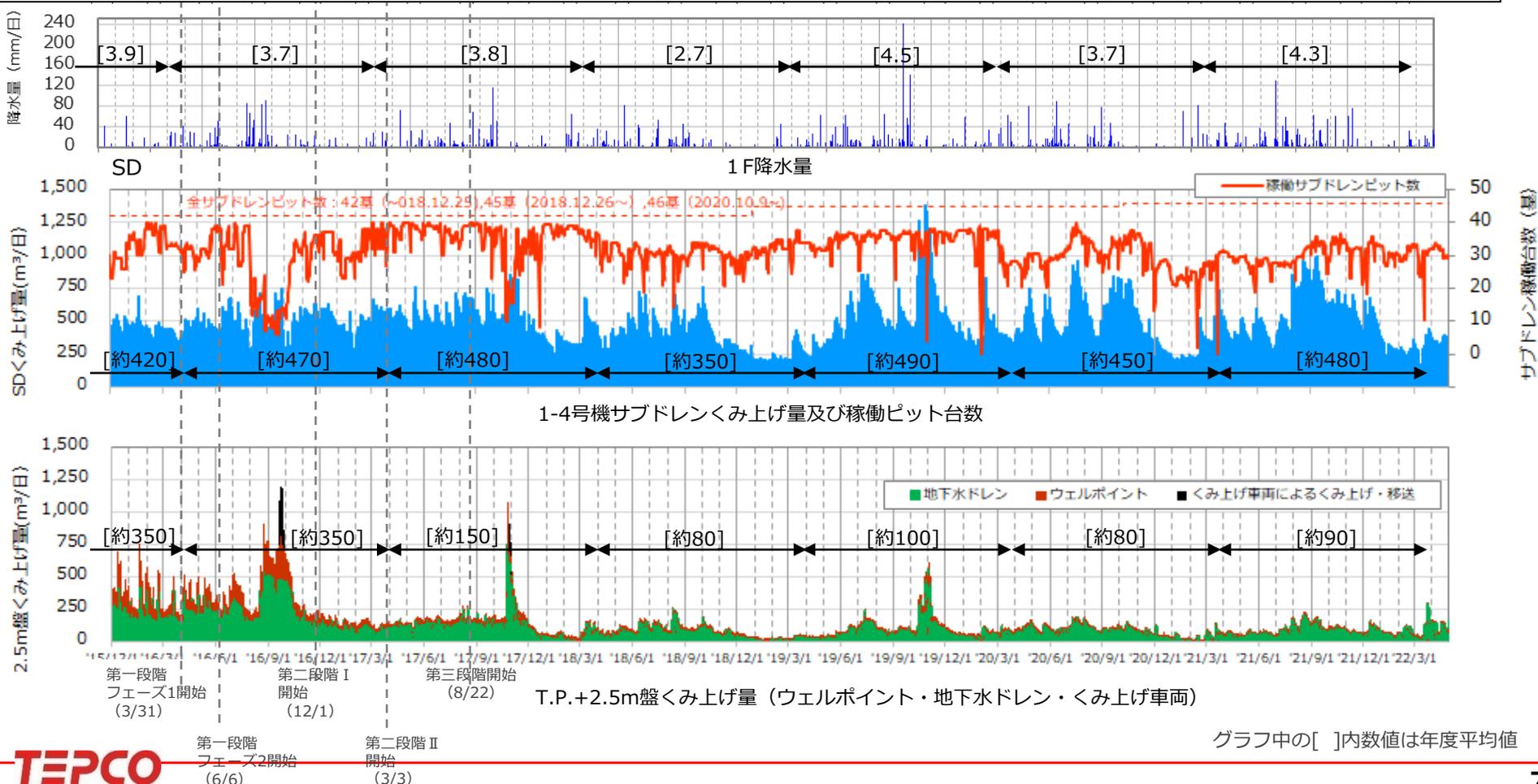
(3) 建屋周辺の地下水位の状況

- 陸側遮水壁内側エリアの地下水位は、陸側遮水壁及びサブドレンの設定水位の低下により、年々低下傾向にあり、山側では平均的に4~5mの内外水位差が形成されている。また、護岸エリア水位も地表面（T.P.2.5m）に対して低位（T.P.1.4m）で安定している状況である。
- サブドレン設定水位は、2021年度は若干ながら低下（T.P.-0.55m⇒T.P.-0.65m）等により、T.P.2.5m盤よりも1-4号機建屋海側の地下水位が低い状態（大きい降雨時除く）が継続的に形成されている。



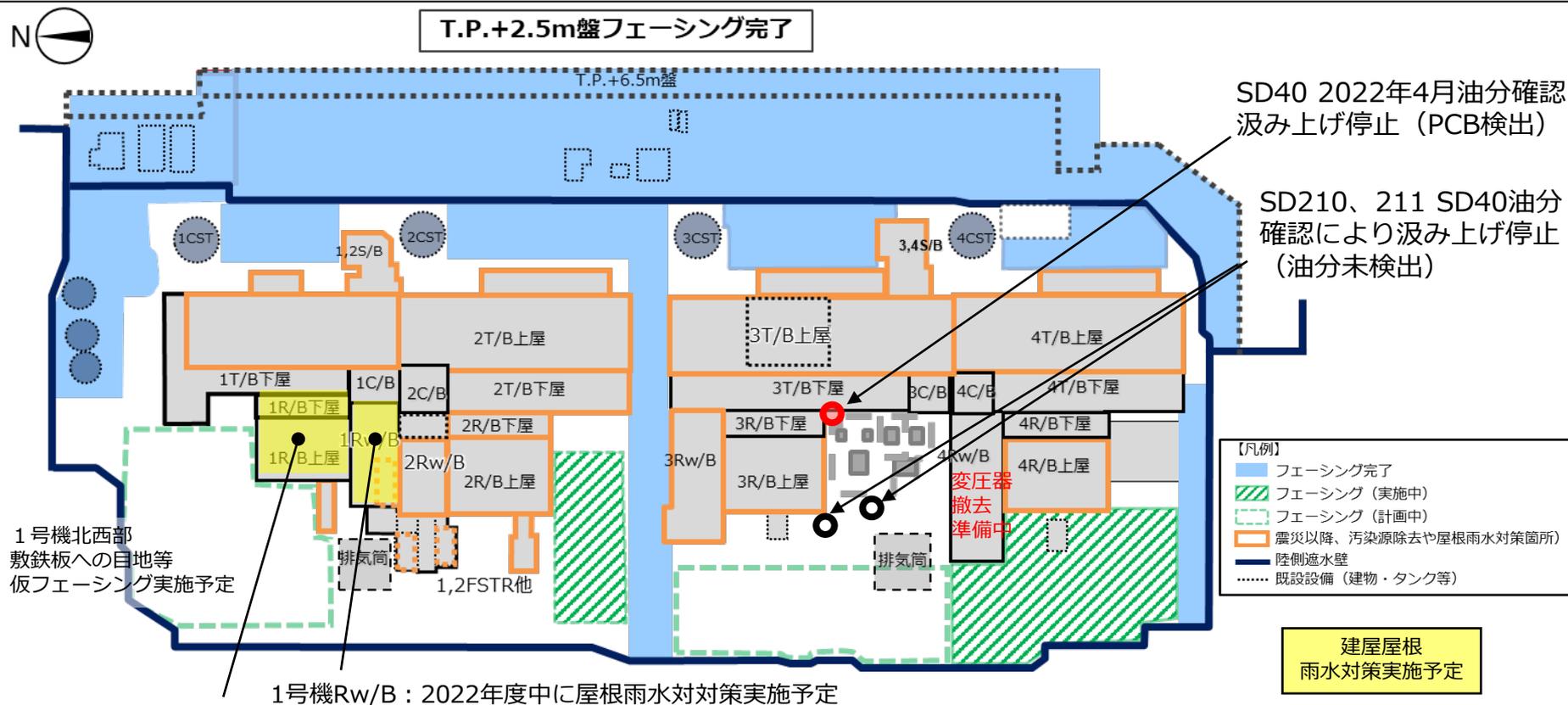
(4) サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移

- 重層的な汚染水対策により、サブドレンくみ上げ量は年間平均として約400~500m³/日で安定的に推移している。今後、1-4号機建屋周辺のフェーシングにより汲み上げ量を抑制していく予定。
 - 2022年4月に3号機起動用変圧器からの油漏えい時に近傍のサブドレンNo.40ピットからPCB含有の油分が確認され、周辺のサブドレンNo.210、211含めて停止している。今後、サブドレンNo.40ピット以外の稼働を目指していく。
 - T.P.+2.5m盤エリアのくみ上げ量は、重層的な汚染水対策により約100m³/日と低い水準で安定的に推移している。
- (データは、2022/4/30迄)



(5) 雨水対策の進捗状況

- 雨水対策として、建屋屋根損傷部の補修、降雨の土壌浸透を抑制するフェーシング、及び建屋接続トレンチ等の止水を実施中である。
- 建屋屋根は1号機R/Bを2023年度頃、1-4号機建屋周辺陸側遮水壁内側については2023年度に5割程度完了をそれぞれ目指している。
- 2024年度以降についても廃炉工事と調整し、フェーシング工事は継続していく予定である（1-2号機山側道路及び1号機北西側の本設化、3-4号機間変圧器設置箇所を検討）。



T.P.+8.5m盤フェーシングの状況

■ 4号機タービン建屋海側 状況写真
(施工前)



(施工後)



■ 4号機原子炉建屋山側 状況写真
(施工前)

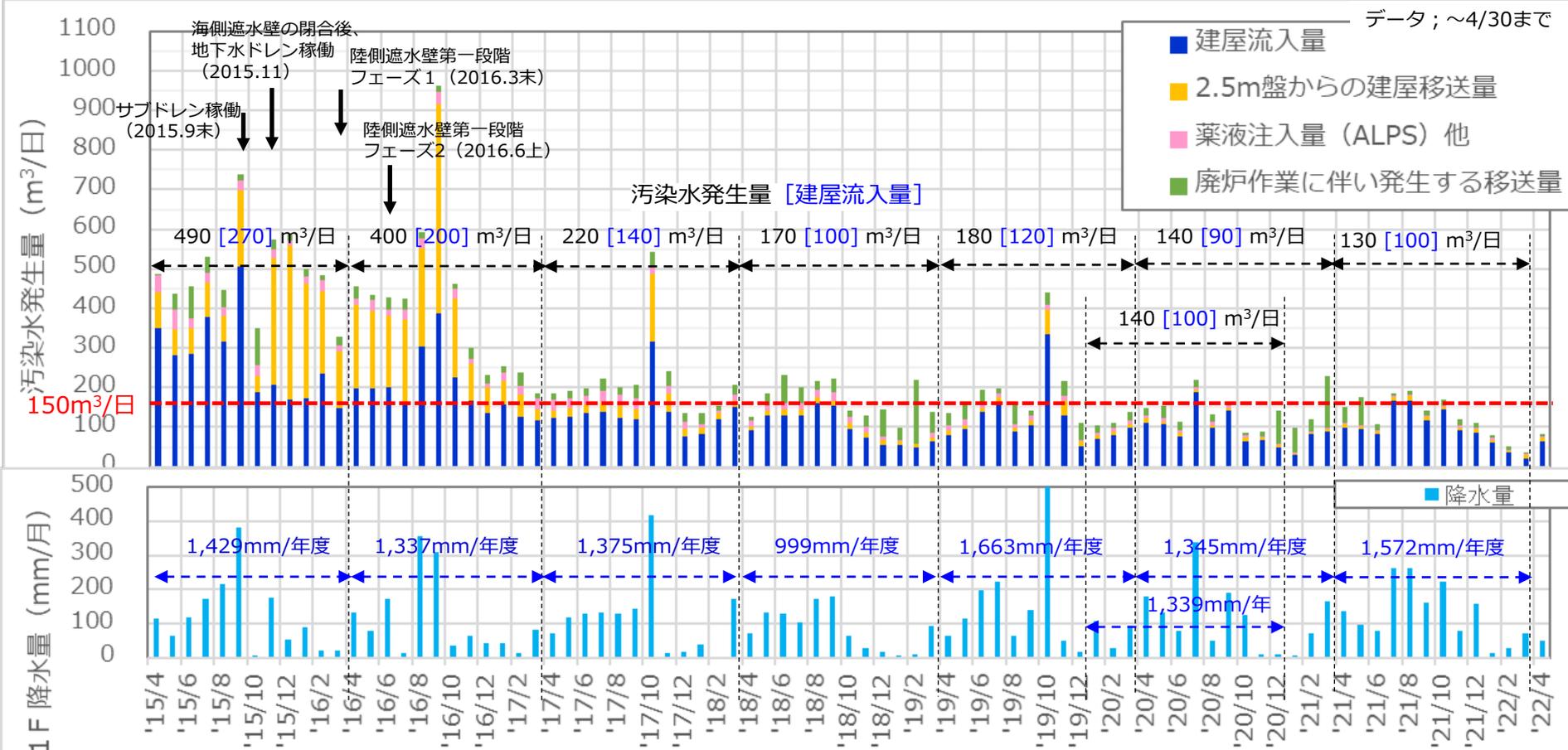


(施工中)



(6) 重層的な汚染水対策の効果

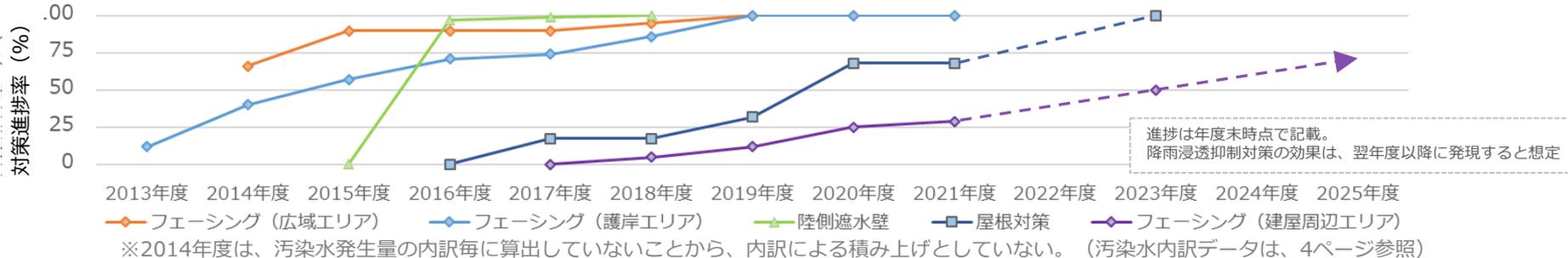
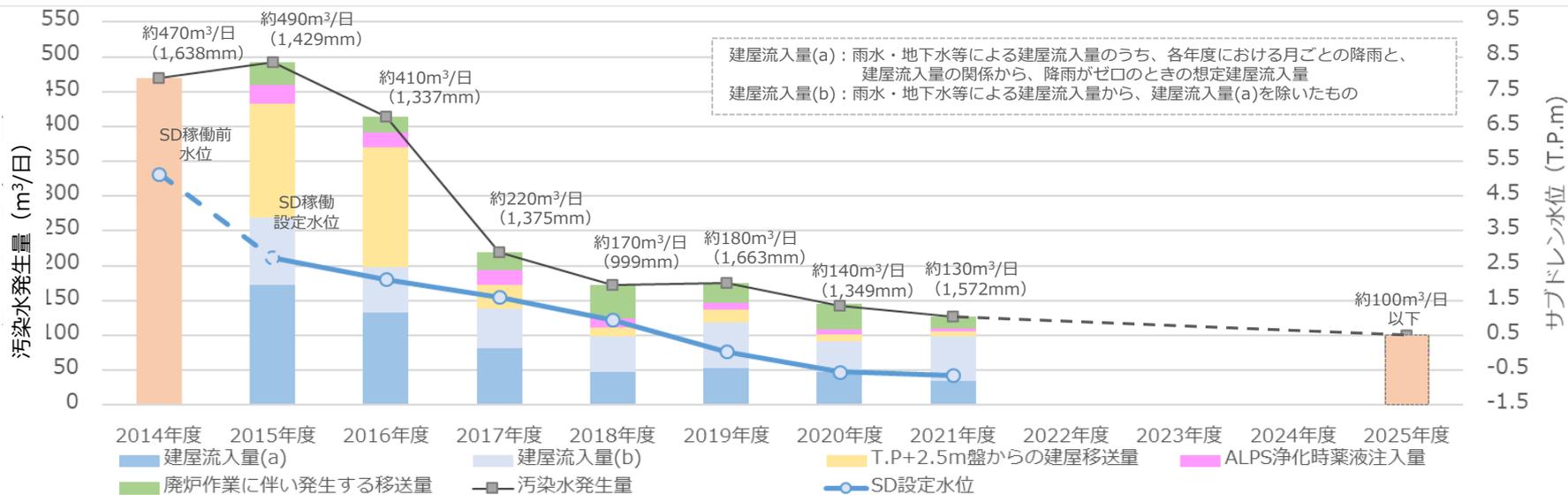
- 陸側遮水壁、サブドレン等の重層的な対策の進捗に伴って、建屋流入量・汚染水発生量共に減少しており、2020年の汚染水発生量は約140m³/日であり、中長期RM目標（2020年内に汚染水発生量を150m³/日程度に抑制）を達成している。
- 2021年度は、降雨量が1,572mmと平年より100mm多い状況となっているが、雨水流入対策の効果もあり、汚染水発生量は約130m³/日に低減している。



注) 2017.1までの汚染水発生量（貯蔵量増加量）は、建屋滞留水増減量（集中廃棄物処理建屋含む）と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きいいため、2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1までの汚染水発生量の内訳は参考値である。

汚染水抑制対策の進捗と汚染水発生量の推移

■ 重層的な汚染水抑制対策の進捗に伴い、汚染水発生量は降雨の影響があるものの、年々と低減傾向となっている。今後も重層的な汚染水抑制対策を継続し、計画的に対策を実施していくことにより、2025年内に汚染水発生量100m³/日以下を目指している。



主な重層的な汚染水抑制対策

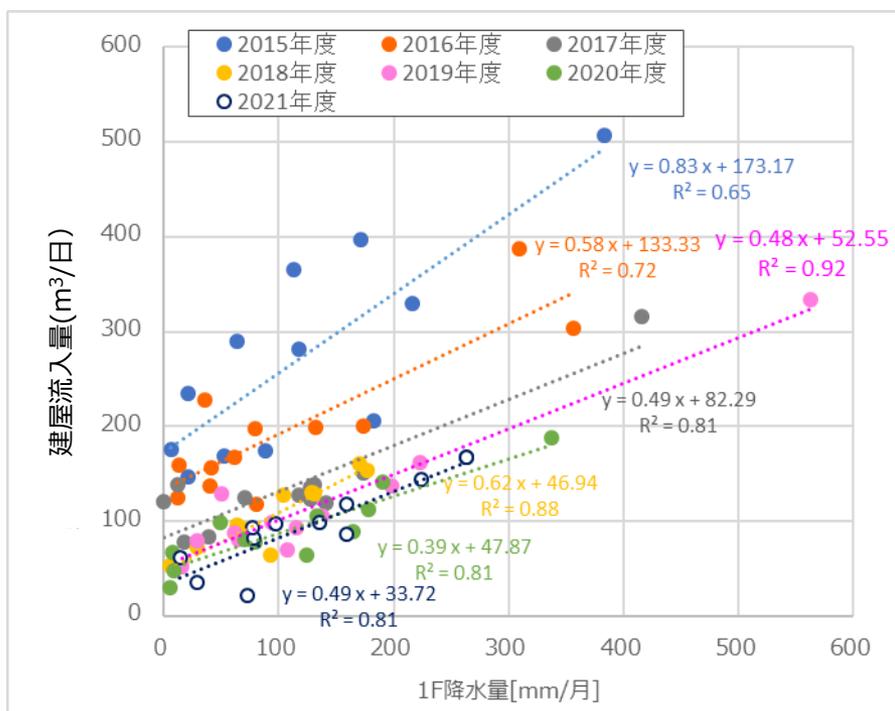
2014.5	2015.9	2017.8	2020.3	2023年度	2025年内
◆地下水バイパス稼働	◆サブドレン稼働	◆陸側遮水壁 (最終閉合)	◆#3Rw屋根対策完了	◇凍土内フェーシング 50%完了目標	◇汚染水発生量 100m ³ /日以下
	2015.10	2017年度	2020年度	2023年度ごろ	
	◆海側遮水壁閉合	◆2.5m盤フェーシング目地対策	◆#3T/B屋根対策完了	◇#1R/Bカバー設置	
2015年度	2015.11	2018.2	◆#3R/B屋根北東部	(#1Rw/B雨水対策含む)	
◆広域フェーシング概成	◆地下水ドレン稼働	◆#3R/Bカバー設置			
	2016.3	2016年度	2018.3		
	◆陸側遮水壁凍結 (フェーズ1)	◆陸側遮水壁 海側凍結完了	◆SD系統処理能力 増強完了(1,000⇒2,000m ³ /日)		

◆実施済の対策
◇計画中の対策

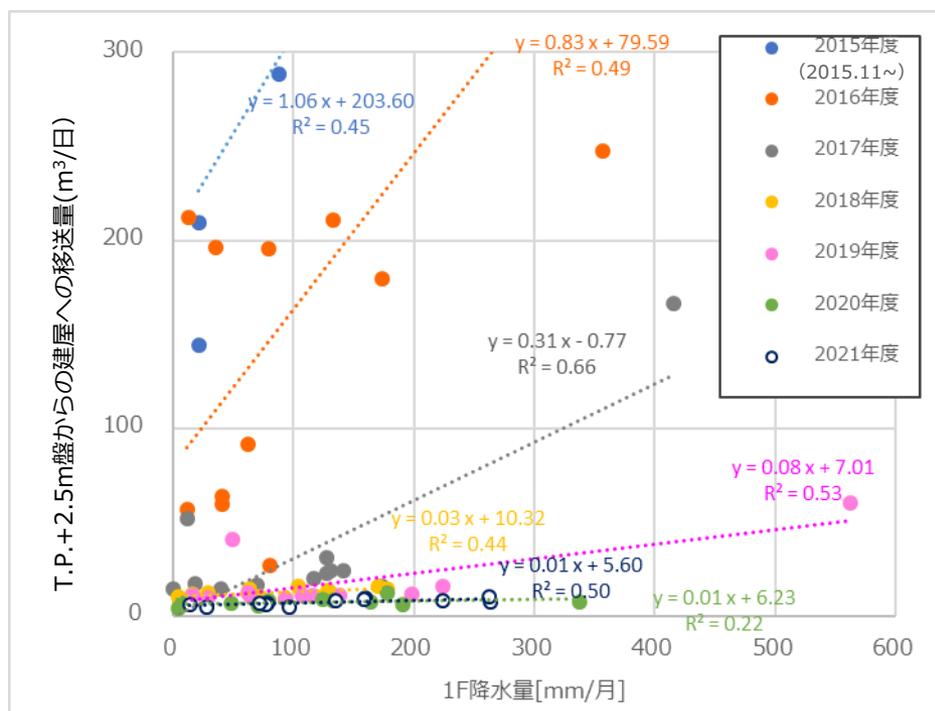
建屋流入量及びT.P.2.5m盤からの建屋への移送量と降水量との関係

- 建屋流入量は、降雨により増加する傾向はあるものの、年々抑制されており、2020年以降に建屋屋根補修及び建屋周辺のフェーシングを進めた結果、2020年度以降は降雨時の建屋流入量が抑制されている傾向になってきていると評価している。
- T.P.2.5m盤からの建屋への移送量は、降雨による増加傾向は大幅に抑制され、2018年度以降は降雨による増分は殆どなくなっている。

建屋流入量



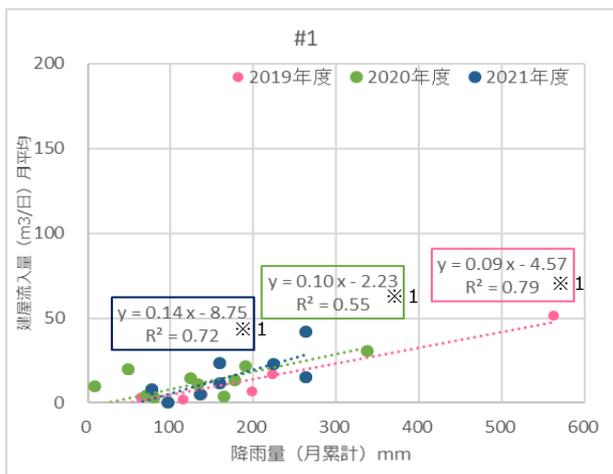
T.P.+2.5m盤からの建屋への移送量



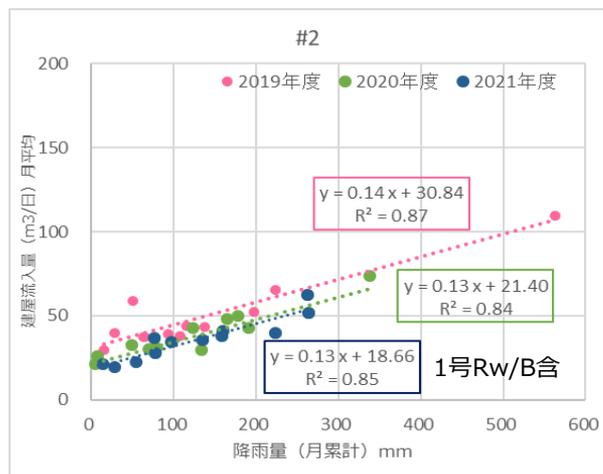
※2020.8月データは、本設ポンプによる移送に伴う建屋流入量のバラツキを考慮して、回帰分析において除外している。

建屋流入量（号機別）と降雨量との関係

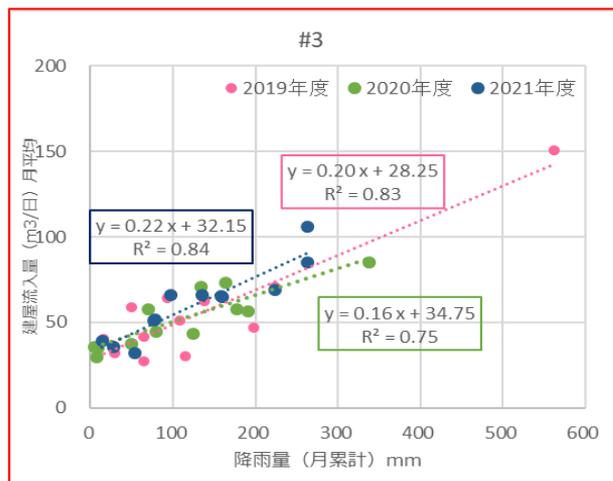
- 建屋流入量では2号機(約35m³/日)及び3号機(約60m³/日)が多く、流入量の半分程度が雨水と評価される。
- フェーシング等の雨水流入対策とともに、更なる流入抑制のため、2号機、3号機では地下水流入対策が必要である。



2020年度: 約10m³/日 (ほぼ雨水等が流入)
2021年度: 約10m³/日 (同上)

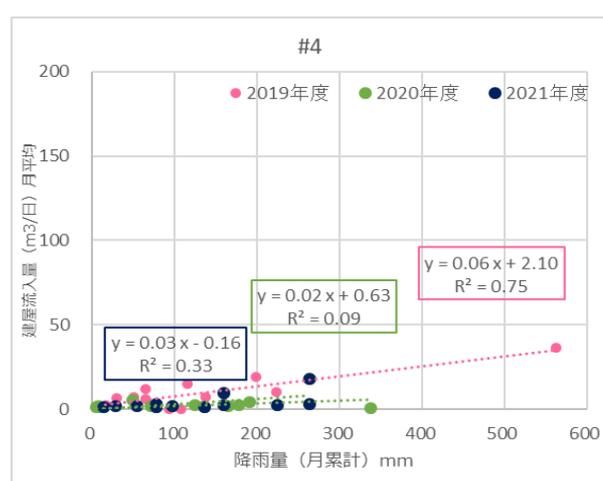


2020年度: 約40m³/日 (半分が雨水等)
2021年度: 約35m³/日 (同上)



2020年度: 約55m³/日 (3割が雨水等)
2021年度: 約60m³/日 (半分が雨水等)

※サブドレンNo40停止により約5~10m³/日増加 (右図詳細)



2020年度: 1m³/日 (ほぼ地下水が流入)
2021年度: 4m³/日 (ほぼ雨水等)

1-4号機建屋流入量(m³/日)

2019年度: 約130[1,663 (139)]
2020年度: 約90[1,349 (112)]
2021年度: 約100[1,572 (131)]

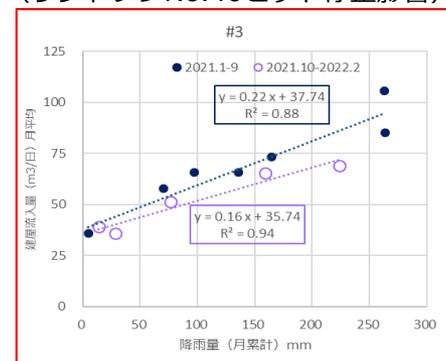
※各号機毎の建屋流入量は、公表値(週報値)とは試算に用いた計器が異なるため各建屋の合計値と週報値は合致しない状況である。

※※[降水量(月平均雨量)]

(建屋流入量の発生推定要因)

- ✓ 地下水: 切片の値
- ✓ その他(雨水等): 勾配×降水量

2021.1~の3号機建屋流入量 (サブドレンNo.40ピット停止影響)

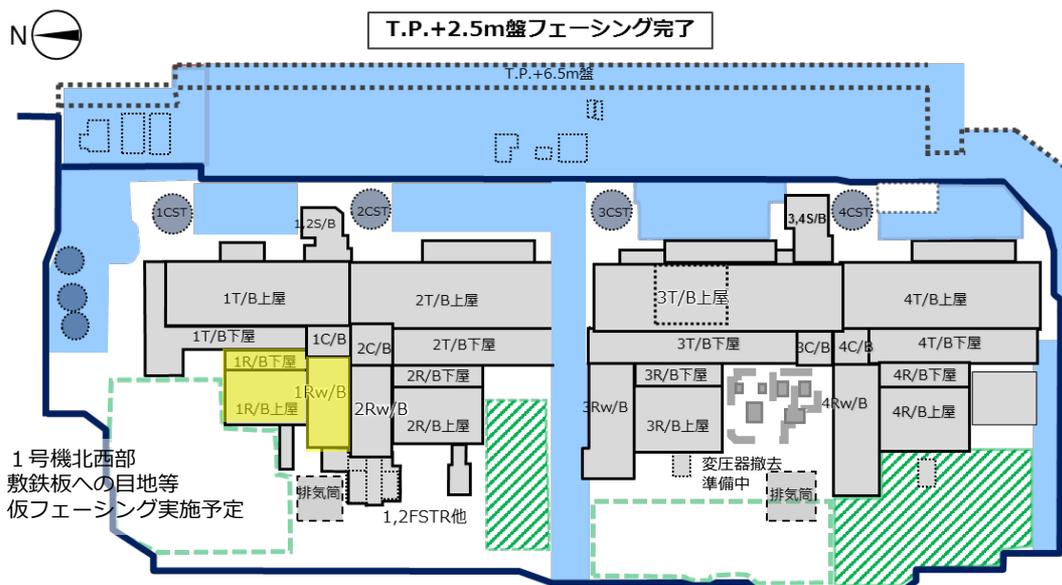


No.40ピット起動以降は、約5~10m³/日抑制されている。

※1 建屋滞留水の水位低下時、評価上の誤差の影響を受け、建屋流入量流がマイナス評価となる場合があるが、周辺サブドレン水位>建屋水位であることから、実態は建屋滞留水は外部へ流出していない。

2021年度時点での建屋への雨水・地下水流入量について

- 1-4号機建屋への雨水・地下水流入量を号機毎から更に建屋毎に再分割した結果、2号機R/Bと3号機T/Bが多いことが確認された。
- 2号機R/Bと3号機T/Bについて、通年及び少雨期も流入量が多い傾向は変わらず、少雨期に関してはほぼこの2箇所の建屋への流入が支配的である。
- 1号機は、ほぼ雨水の流入であり、カバー工事により抑制可能と考えている。
- 2号機、3号機の降雨時の流入量に関してはフェーシングを進めて行く事で抑制していくと考えている。
- 1号機、4号機の地下水流入量は殆ど確認されていないため、建屋の底盤からの流入は限定的と思われる。



【凡例】

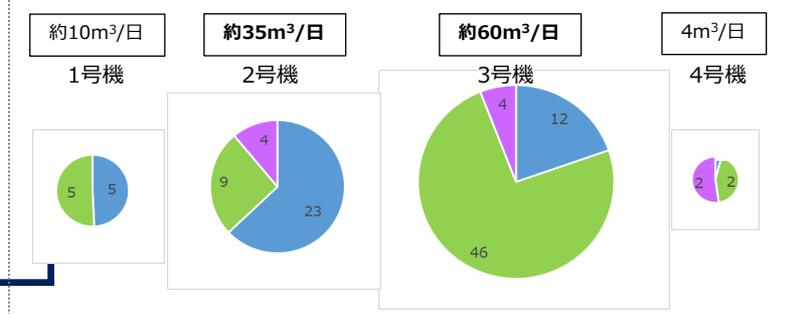
- フェーシング完了
- フェーシング (実施中)
- フェーシング (計画中)
- 陸側遮水壁
- 既設設備 (建物・タンク等)

建屋屋根
雨水対策実施予定

R/B : 原子炉建屋
T/B : タービン建屋
Rw/B: 廃棄物処理建屋
C/B : コントロール建屋

(1-4号機建屋流入量)

通年 (2021.4-2022.3) の建屋流入量



少雨期 (2022.2) の建屋流入量



・2022.1は、サブドレン移設工事に伴うサブドレン停止のため評価期間から除く

建屋流入量 (m³/日)

- R/B
- T/B
- Rw/B

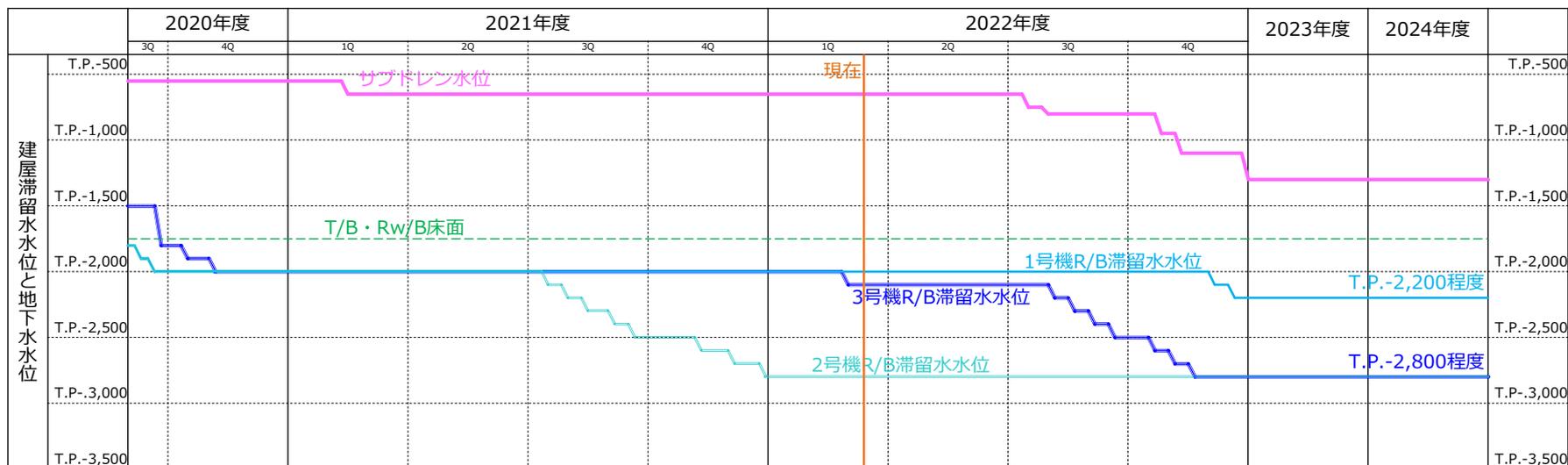
(7) 建屋滞留水の状況について

- 循環注水を行っている1～3号機原子炉建屋について、2022～2024年度内に、原子炉建屋滞留水量を2020年末の半分程度（約3,000m³程度）に低減する計画。
 - 建屋滞留水の水位低下は、ダストの影響の確認や、原子炉建屋下部に存在するα核種を含む高濃度の滞留水を処理することによる急激な濃度変化による後段設備への影響を緩和するため、建屋毎に2週間毎に10cm程度のペースを目安に水位低下を進めているところ。
 - これまで、2号機の水位低下を優先※¹して目標水位までの水位低下を実施し、現在完了済(現在までにドライウェル圧力やダスト濃度などの監視パラメータに異常がないことを確認)。引き続き、1、3号機の水位低下を進めている。
- プロセス主建屋（PMB）、高温焼却炉建屋（HTI）については、極力低い水位を維持※²しつつ、ゼオライト土嚢等の回収目標である2024年内の作業完了以降にPMB、HTIの床面露出を行う計画。

※1 水位低下に伴うサプレッションチェンバ開口部の気中露出の可能性があることから、ドライウェル圧力やダスト濃度などのパラメータを監視しながら、慎重に水位低下を実施する計画。

※2 PMBはT.P.-1,200程度、HTIはT.P.-800程度（水深1.5m程度）で水位を管理。なお、大雨等による一時的な水位変動の可能性あり。

今後の1～3号機R/B水位低下計画案



(8) これまでの汚染水抑制対策に関するまとめ

- 重層的な汚染水対策を継続して実施してきたことで、建屋周辺の地下水位は低位で安定的な管理が出来ており、その結果、2015年度に約490m³/日であった汚染水発生量は、2021年度の汚染水発生量は約130m³/日であり、2020年度に対して、降水量は2020年度:1,349mmに対して2021年度:1,572mmと増加したものの、更に約10m³/日抑制された結果となった。
- 今後に関しても、建屋屋根破損部の補修及び1-4号機建屋周辺陸側遮水壁内側のフェーシングの5割程度を目標として対策を継続し、2025年内に汚染水発生量の約100m³/日以下の抑制に向けて着実に進んでいると考えている。
- 建屋流入量の抑制効果を安定的に発揮させ続けるための、サブドレン、陸側遮水壁等の重層的な建屋流入量抑制対策における位置づけは変わっていない。陸側遮水壁においては、設備の損傷等が発生している事も踏まえて、従来、事後保全を中心に行っていたが、予防保全、状態監視保全を組み合わせた管理を行っていく。
- 原子炉建屋滞留水については、2号機の水位低下を優先して目標水位までの水位低下を実施。引き続き、α核種等の課題に慎重に取り組みつつ、1、3号機の水位低下を実施し、2022~2024年度までに、原子炉建屋滞留水の量を3,000m³程度（2020年末の半分程度）までに低減させる。