

建屋周辺の地下水位、汚染水発生状況

～建屋への雨水・地下水流入量の現状と
今後の建屋への地下水流入抑制対策について～

2022年4月27日

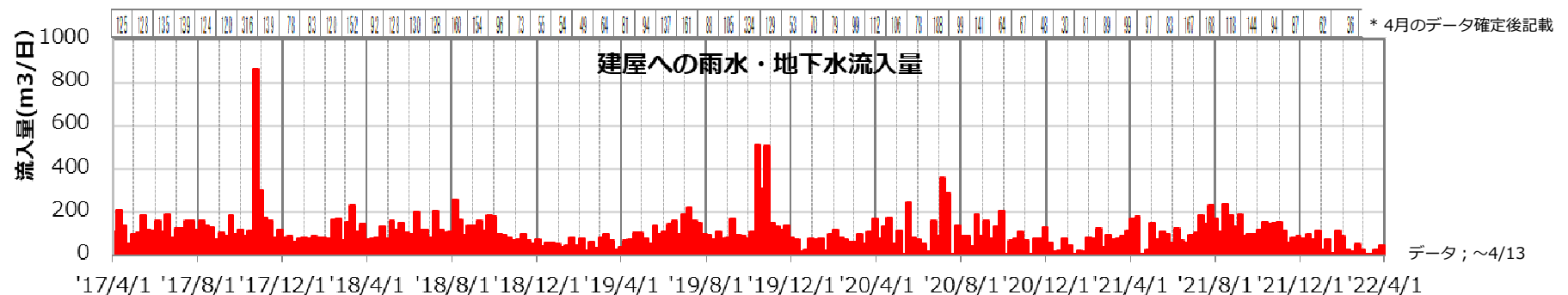
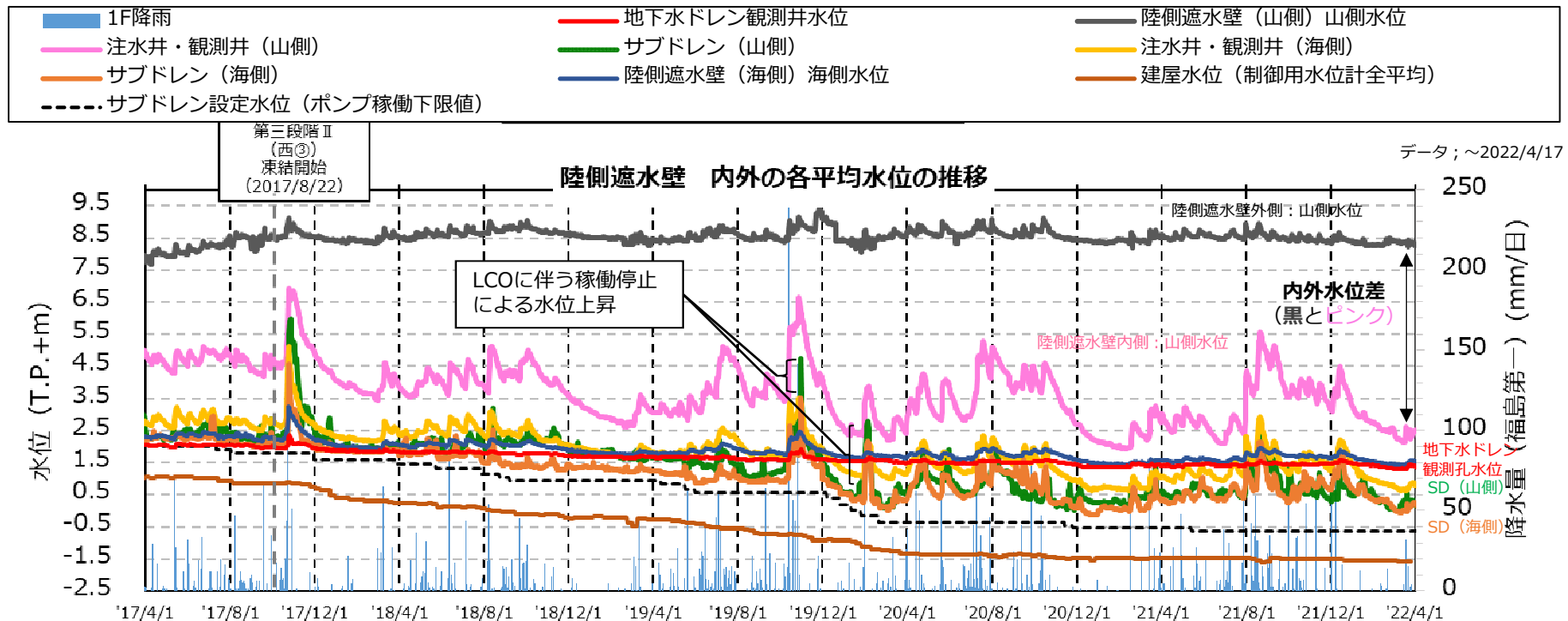
TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 建屋周辺の地下水位、サブドレン等のくみ上げ量について	P 2～ 3
2. 汚染水発生量の状況について	P 4 ～9
3. 今後の建屋流入量抑制対策の検討	P10～16
参考資料	P17～30

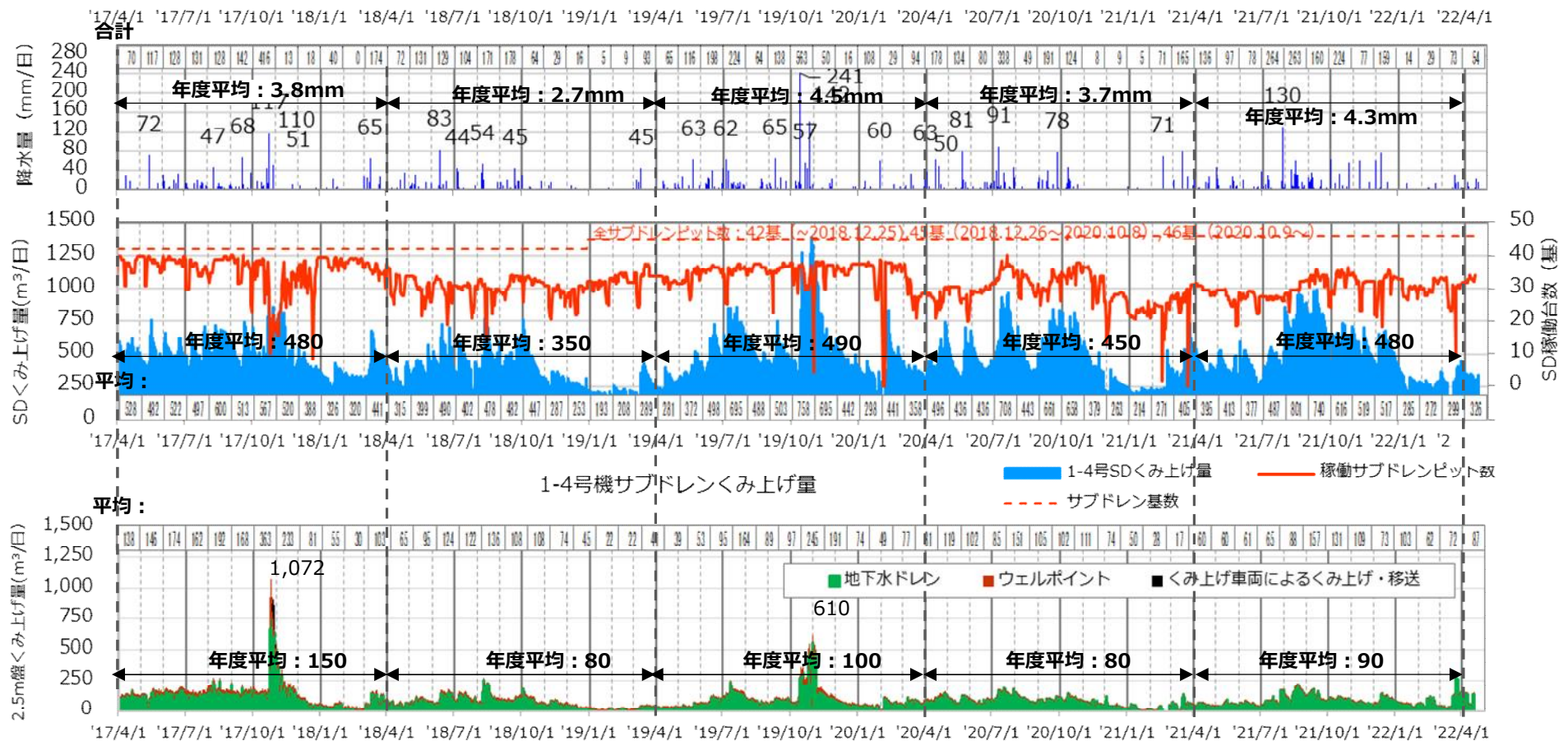
1-1.建屋周辺の地下水位の状況

- 陸側遮水壁内側エリアの地下水位は山側では降雨による変動があるものの、内外水位差は確保した状態が維持されている。
- 地下水ドレン観測井水位は約T.P.+1.4mであり、地表面から十分に下回っている（地表面高さ T.P.+2.5m）。



1-2.サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移

- 重層的な汚染水抑制対策により、地下水位の制御性が向上し、特に渇水期においては、サブドレンくみ上げ量が低下しているものの、地下水位を管理することが可能となっている。
- 護岸エリア（T.P.+2.5m盤）においては、2020～2021年度のくみ上げ量は同程度で、2019年10月の台風時のような大幅なくみ上げ増となることも確認されていない。

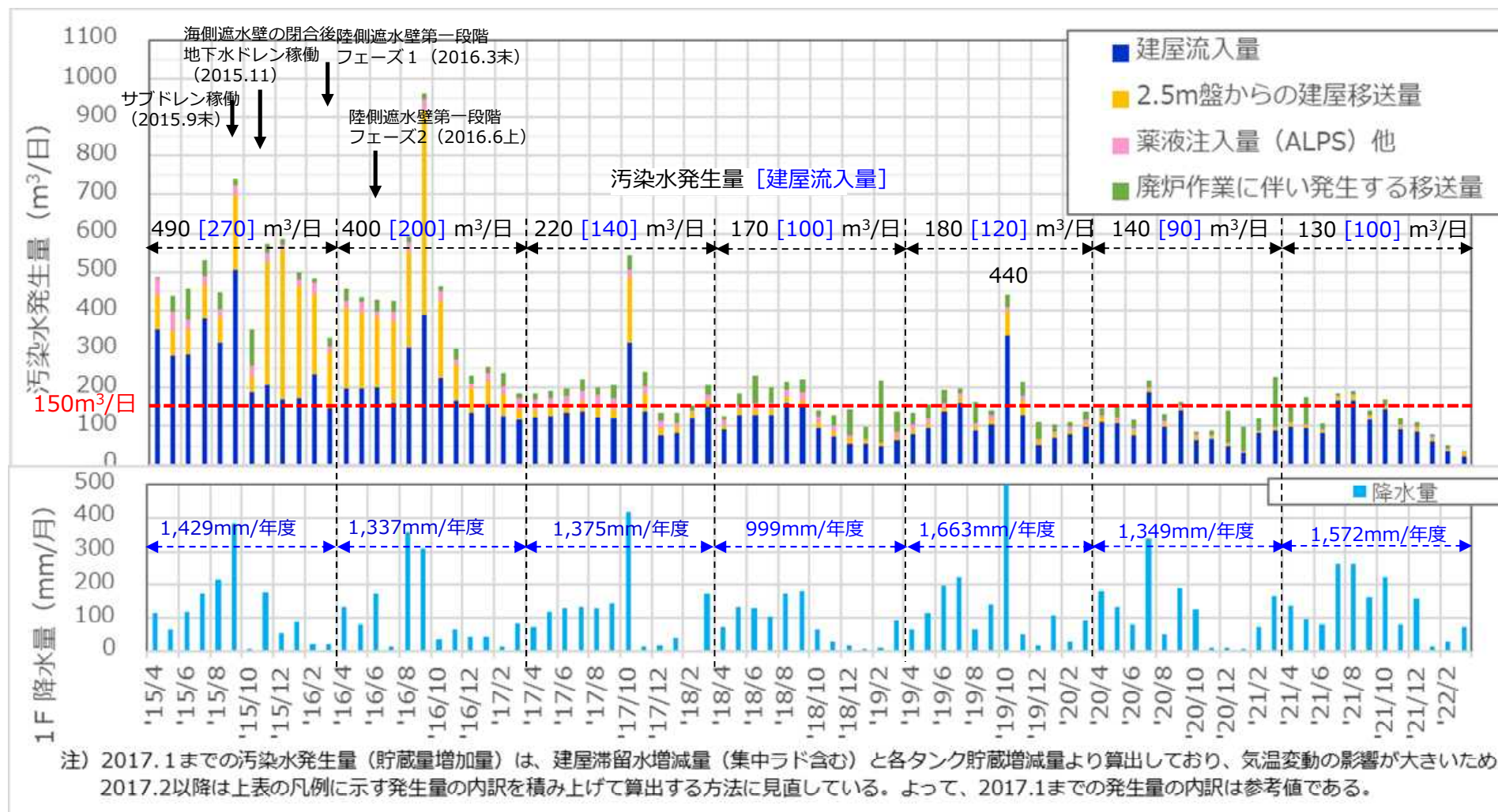


T.P.+2.5m盤くみ上げ量（ウェルポイント・地下水ドレン・くみ上げ車両）

データ；2022/4/17

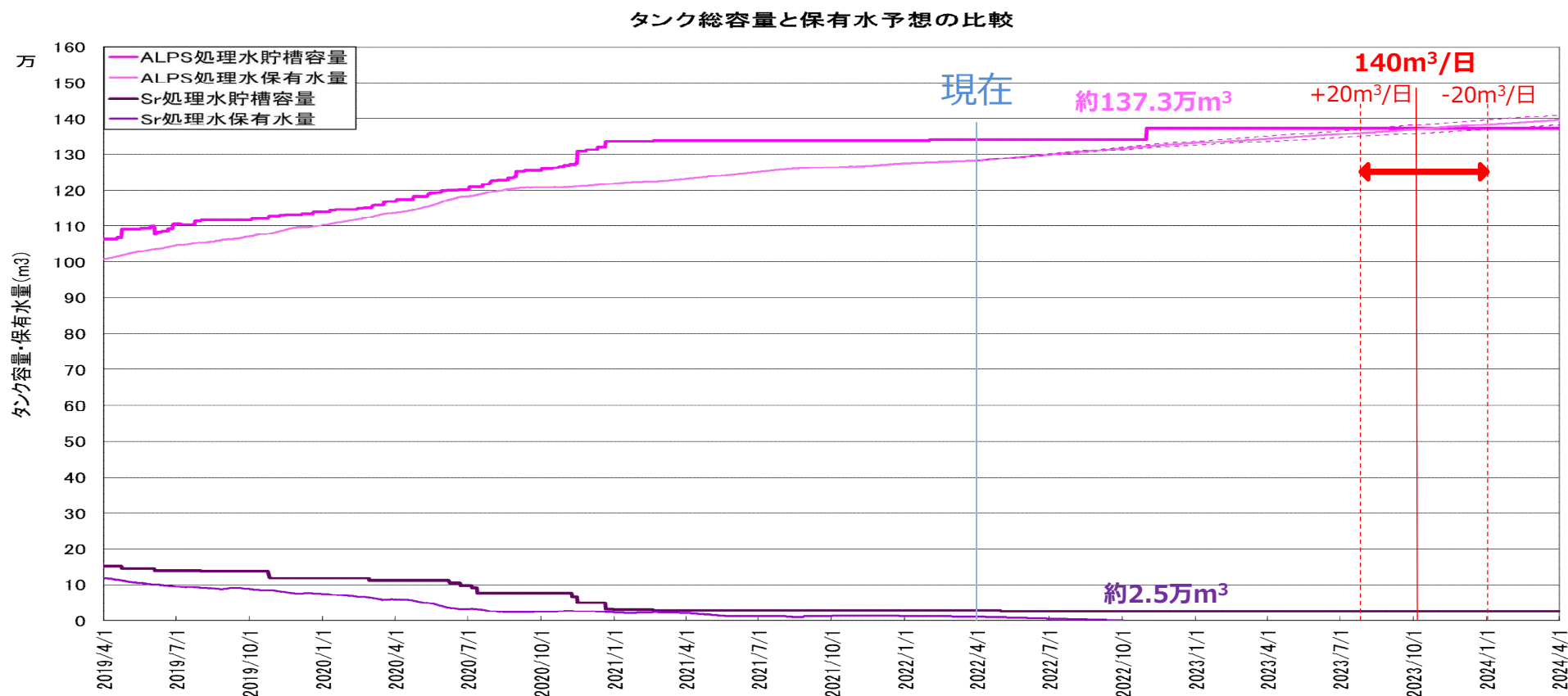
2-1.汚染水発生量の推移

- 2021年度は、降水量が1,572mm（2020年度:1,349mm）であり、平年降水量（1,473mm）よりも多い状況ではあるが、汚染水発生量は約130m³/日であった。
- 2021年度の降水量は比較的多かったが、建屋流入量は約100m³/日に抑制されており、雨水流入対策により抑制効果が得られていると考えられる。



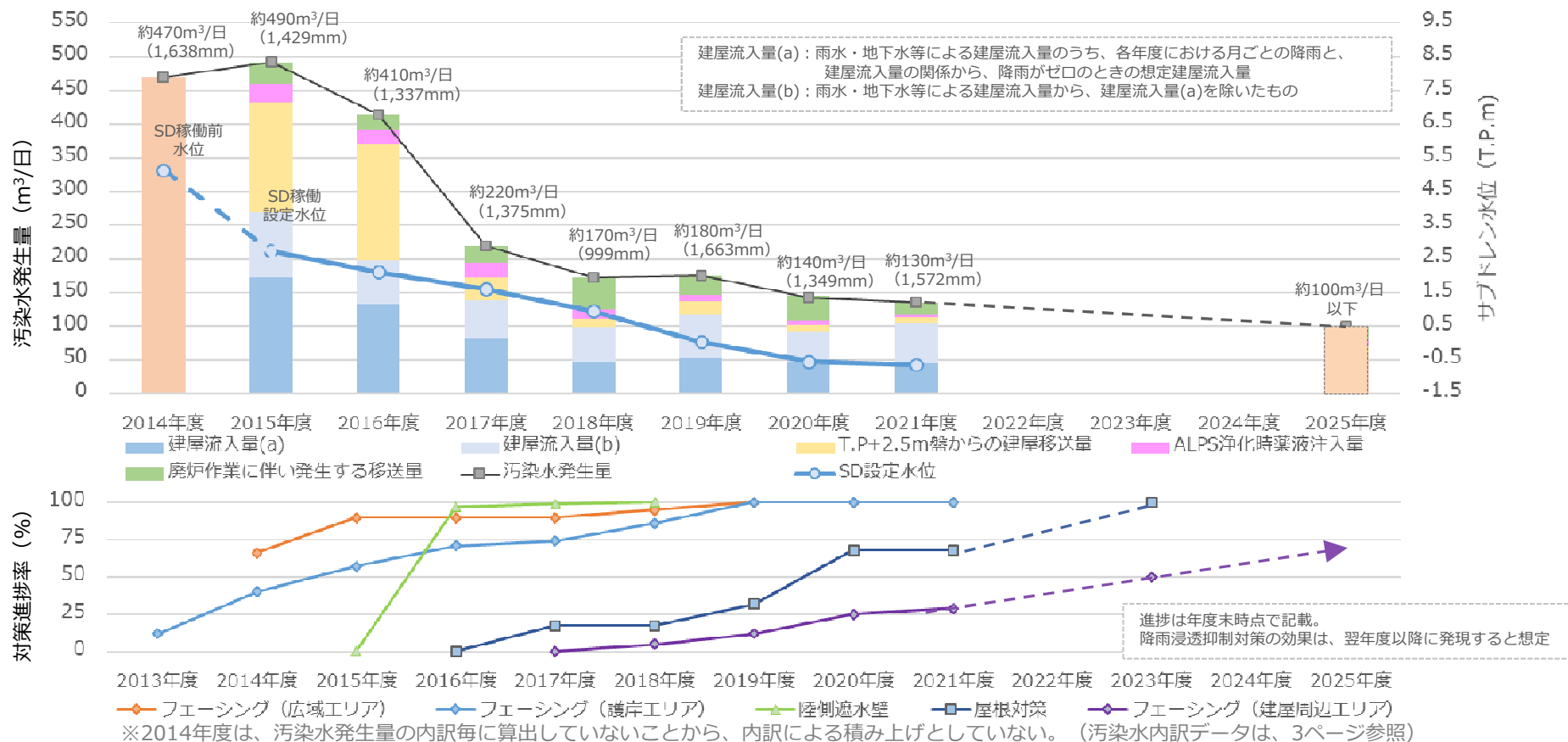
- 2021年度の汚染水増加量としては、 $130\text{m}^3/\text{日}$ と評価
- 2022年度以降の汚染水増加量を $140\text{m}^3/\text{日} \pm 20\text{m}^3/\text{日}$ と仮定すると、貯留計画容量到達時期は、**2023年の夏～秋頃となる見通し。**

（ALPS処理水海洋放出のための「厳格な放射能濃度の測定・評価に必要な設備（K4エリアタンク群）」への貯留を含む）



2-2.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

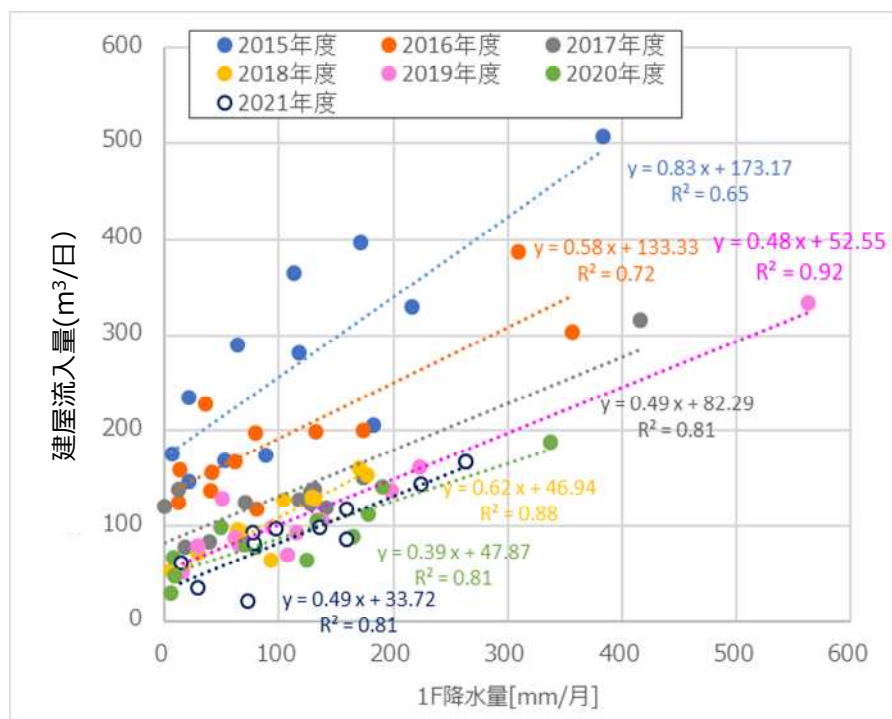
2014.5 ◆地下水バイパス稼働	2015.9 ◆サブドレン稼働	2017.8 ◆陸側遮水壁 (最終閉合)	2020.3 ◆#3Rw屋根対策完了	2023年度 ◇凍土内フェーシング 50%完了目標	2025年内 ◇汚染水発生量 100m ³ /日以下
	2015.10 ◆海側遮水壁閉合	2017年度 ◆2.5m盤フェーシング目地対策	2020年度 ◆#3T/B屋根対策完了 ◆#3R/B屋根北東部	2023年度 ◇#1R/Bカバー設置 (#1Rw/B雨水対策含む)	
2015年度 ◆広域フェーシング概成	2015.11 ◆地下水ドレン稼働	2018.2 ◆#3R/Bカバー設置			
	2016.3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

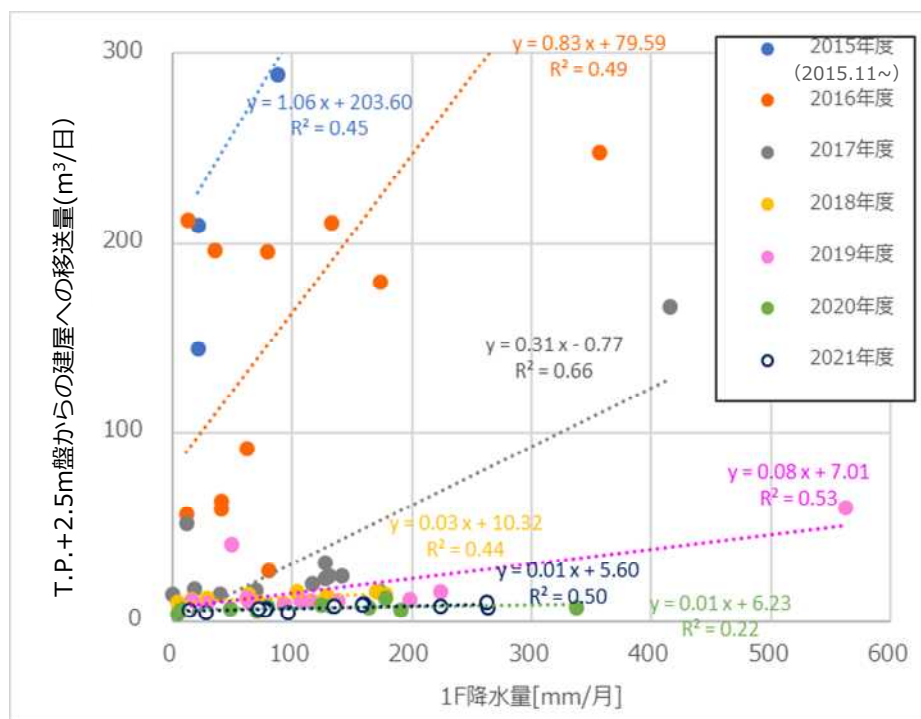
2-3.建屋流入量及び2.5m盤からの建屋移送量と降雨量との関係

- 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



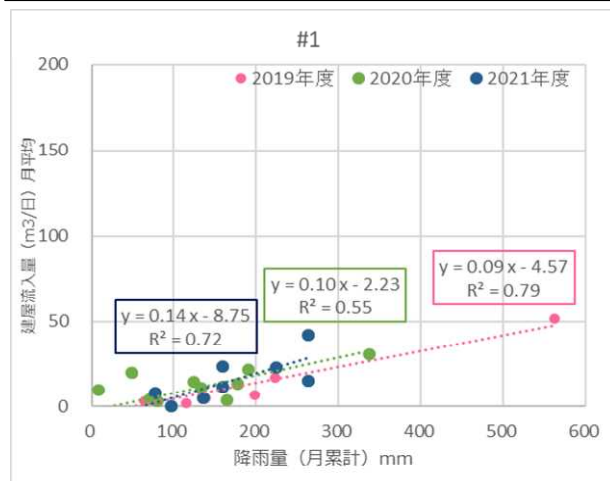
T.P.+2.5m盤からの建屋への移送量



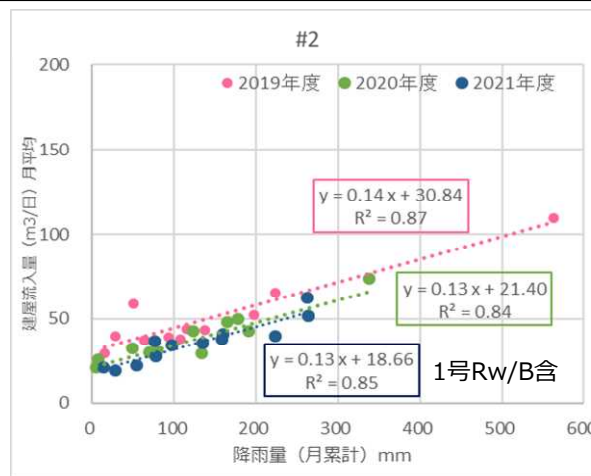
※2020.8月データは、本設ポンプによる移送に伴う建屋流入量のバラツキを考慮して、回帰分析において除外している。

2-4.建屋流入量（号機別）と降雨量との関係

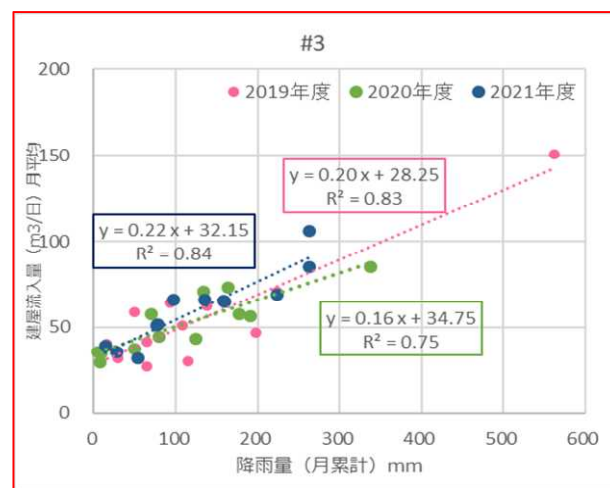
- 建屋流入量では2号機(約35m³/日)及び3号機(約60m³/日)が多く、流入量の半分程度が雨水と評価される。
- フェーシング等の雨水流入対策とともに、更なる流入抑制のため、2号機、3号機では地下水流入対策が必要である。



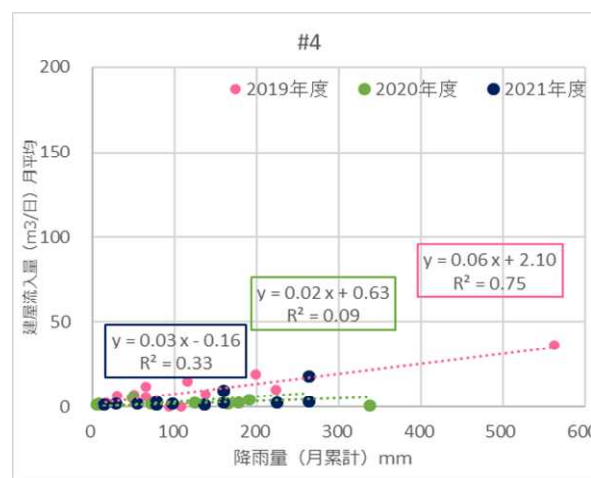
2020年度: 約10m³/日 (ほぼ雨水等が流入)
2021年度: 約10m³/日 (同上)



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)]

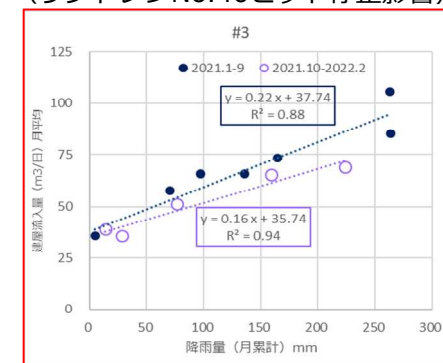
※各号機毎の建屋流入量は、公表値(週報値)とは試算に用いた計器が異なるため各建屋の合計値と週報値は合致しない状況である。

※※[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

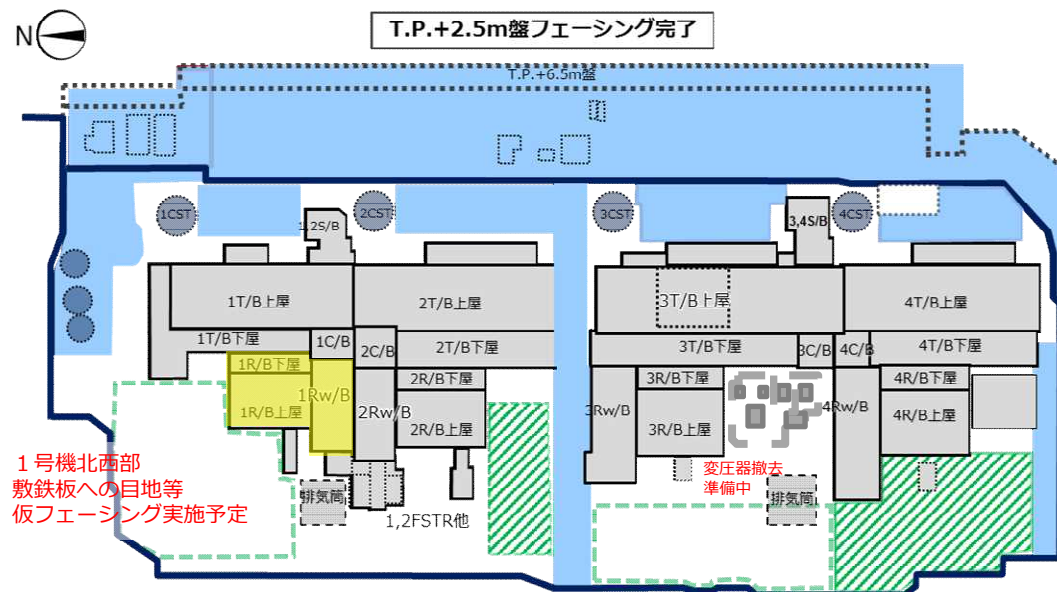
➤ 2021.1~の3号機建屋流入量(サブドレンNo.40ピット停止影響)



No.40ピット起動以降は、約5~10m³/日抑制されている。

2-5.2021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。



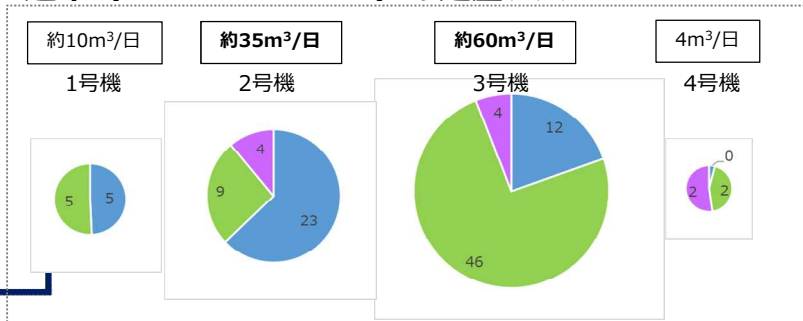
【凡例】
 ■ フェーシング完了
 ■ フェーシング（実施中）
 ■ フェーシング（計画中）
 ■ 陸側遮水壁
 既設設備（建物・タンク等）

建屋屋根
雨水対策実施予定

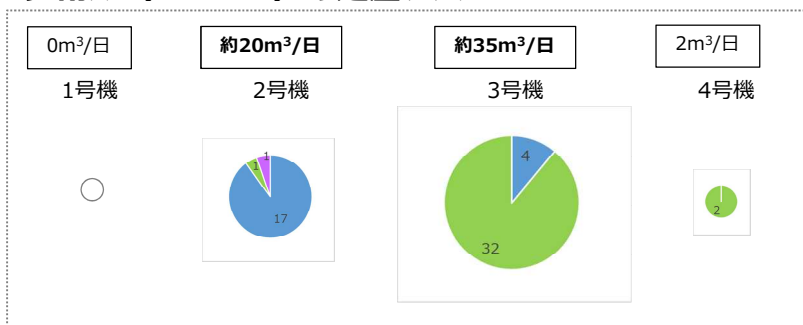
R/B : 原子炉建屋
 T/B : タービン建屋
 Rw/B: 廃棄物処理建屋
 C/B : コントロール建屋

(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

3-1.今後の建屋流入量抑制対策に向けて

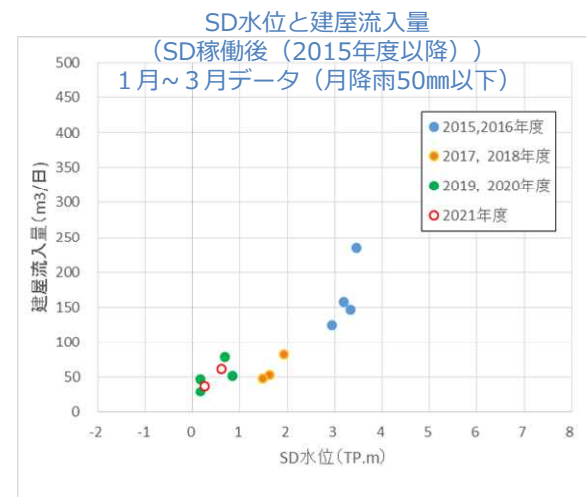
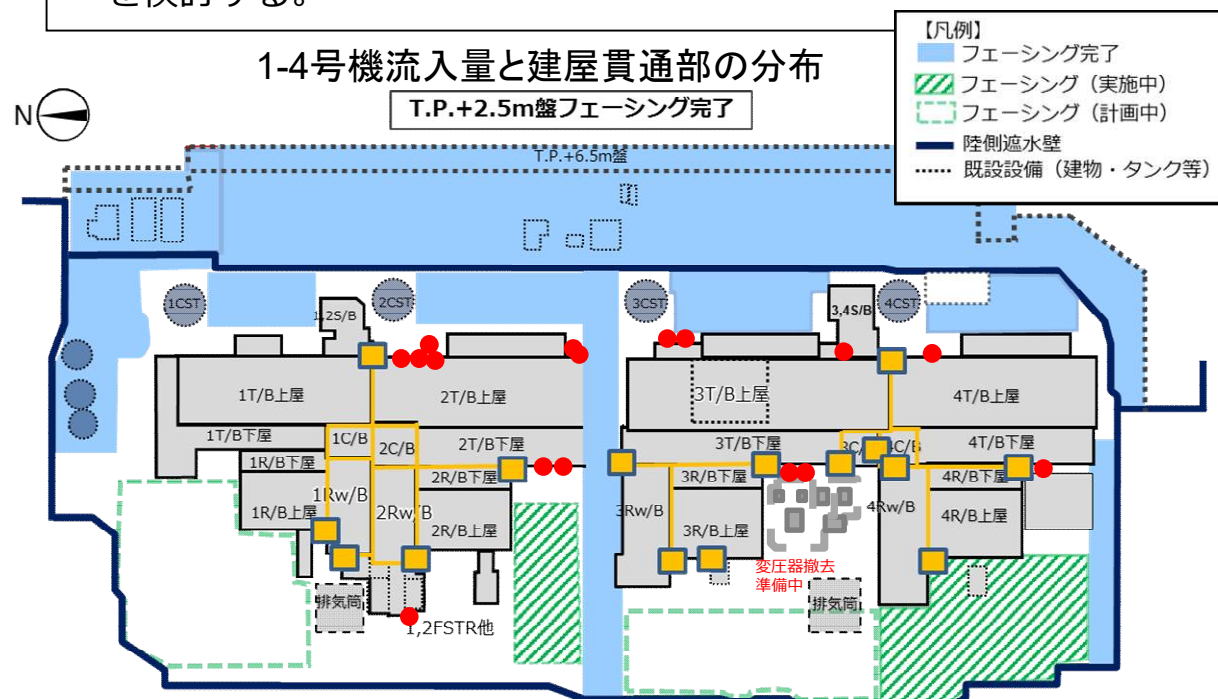
- (1) 2021年度の汚染水発生量は約130m³/日であり、2020年度に対して、降水量は2020年度:1,349mmに対して2021年度:1,572mmと増加したものの、更に約10m³/日抑制された結果となった。
雨水流入対策は、今後も1-4号機山側のフェーシングや1号R/Bの屋根補修対策を行う計画であり、計画通りに実施していく事により、汚染水発生量は更に抑制可能であり、2025年内の約100m³/日以下の抑制に向けて着実に進んでいると考えている。
- (2) 建屋流入量の抑制効果を安定的に発揮させ続けるための、サブドレン、陸側遮水壁等の重層的な建屋流入量抑制対策における位置づけは変わっていない。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。
- (3) 建屋全体の地下水流入量に対する抜本的な止水対策を直ちに実施する事は、困難とも考えられるなか、中長期的な課題として、建屋流入量の更なる低減のため、最新の知見や汚染水処理対策委員会の有識者の意見等も踏まえ、今後の廃炉作業と調整を図り、現状の施策との比較等をしていく事により、最も適切な対策について、幅広く総合的に検討していきたい。
- (4) 2022年時点において、建屋周辺及び屋根の高線量ガレキの撤去が進む等、施工環境の改善も図られてきていることから、施工可能な箇所において、局所的な止水対策に取り組む事とする。そこで、地下水流入量が多い2号機と3号機には、地下水位より深い箇所の外壁部に配管等の建屋貫通部（配管、ダクト・トレンチ、建屋間ギャップ等）が残存している事から、最も建屋流入量が多いと評価している。
まずは、3号機を対象に、建屋貫通部等の調査・止水の施工試験を行い、地下水流入対策の設計に資する施工方法（例：雰囲気線量に応じた対策とボーリング施工位置の選定等）を確認していく。

3-2.今後の建屋流入量抑制対策の検討

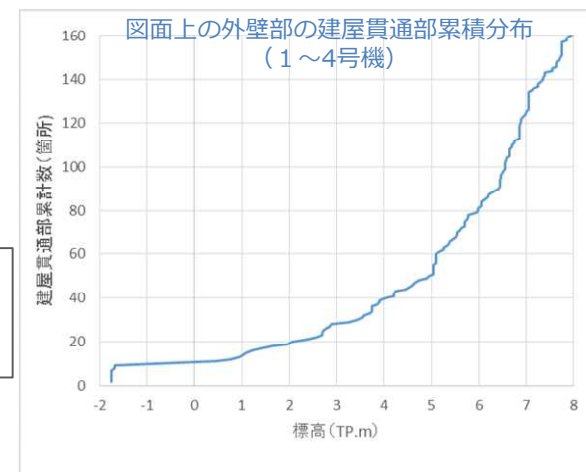
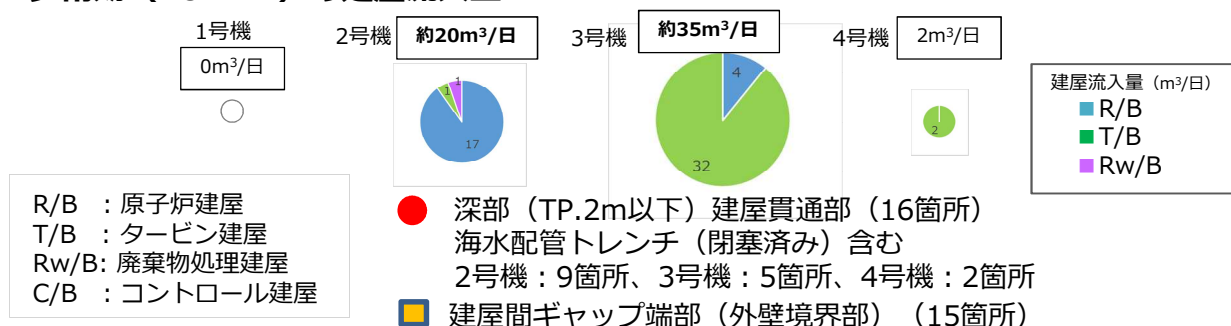
今後、汚染水処理対策委員会に報告予定

TEPCO

- 建屋への流入量は、サブドレン稼働以降、降雨が少ない時期においては、サブドレン水位を低下させてきた事によって低減傾向が確認されている。これは、1-4号機建屋外壁の建屋貫通部（配管、ダクト・トレンチ等）の数が、水位の低下とともに減少していることが要因と評価している。
- 降雨時の一時的な建屋流入量の増加は、1-4号機周辺のフェーシングにより雨水流入対策を進めていく計画である。更なる流入抑制は、残存する配管等の建屋貫通部、建屋間のギャップ（すきま）端部への止水対策を検討する。



少雨期（2022.2）の建屋流入量



3-3.3号機の外壁建屋貫通部の止水について

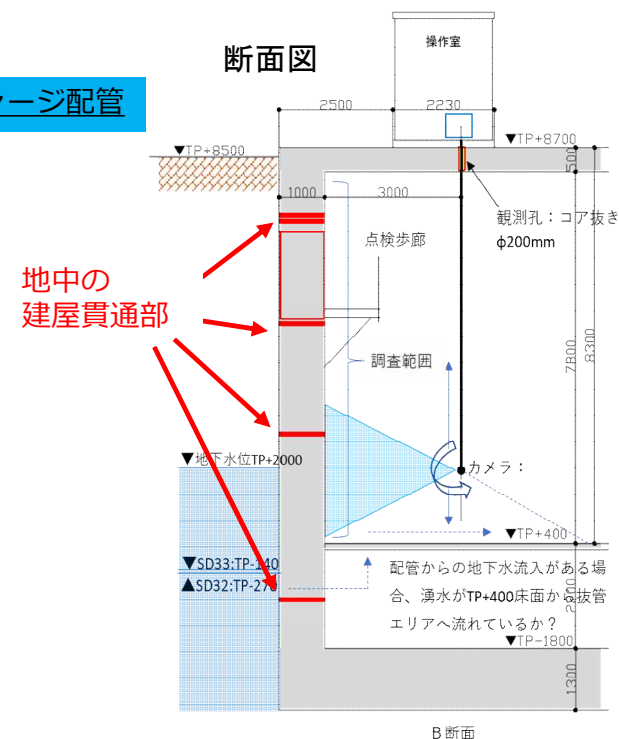
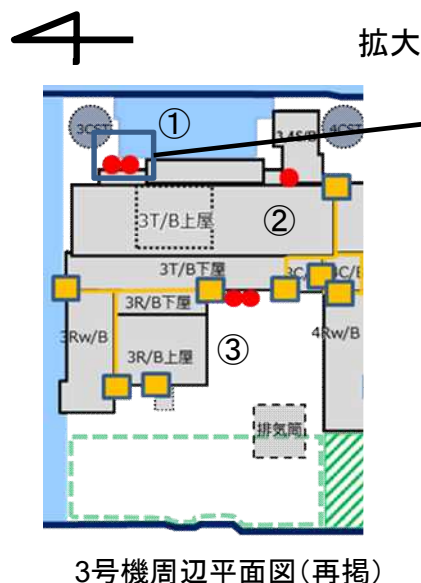
今後、汚染水処理対策委員会に報告予定

TEPCO

- 3号機への流入量が約60m³/日と最も多いため、3号機の深部（T.P.+2m以深）における建屋貫通部を対象に止水方法を検討する。
- 3号機の深部に残存する建屋貫通部は海側の北東部(①)と南東部(②)、南西部(③)に確認されている。その中で周辺で作業を行っていない、北東部(①)と南東部(②)についてカメラ調査等を実施する（5月より着手予定）。北東部(①)に関しては、建屋内部の配管等の貫通部近傍の雨水・地下水の流れた跡等を確認する。南東部(②)は3号取水電源ケーブルトレンチであり、内部確認を実施し、たまり水が確認されれば抜き取り後、モルタル等で充填する予定（調査は2022年度中に実施）。
- 3号機の北東部(①)に関しては、地上部にSD等関連する設備の移送配管が配置されており、現時点では掘削作業が困難であるため、限定的な範囲で実施可能な薬液注入等の実施を検討する。
- 上記結果を踏まえ、外壁部は個別にヤード使用状況を踏まえて、止水方法について、ダクト等は充填、地盤側は地盤改良及び直接的な閉止（コンクリート等）含めて検討していく予定。

3号T/B北東部海側状況

SD、リチャージ配管



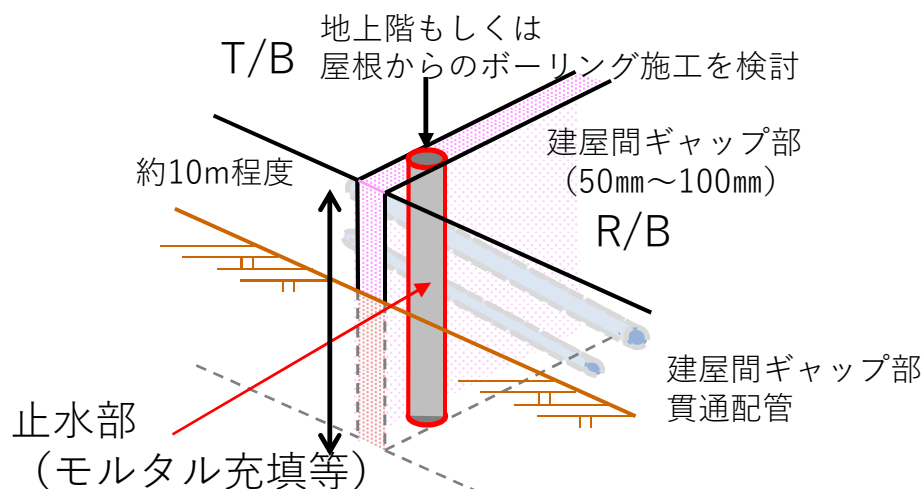
3-4.建屋間ギャップ部端部止水について

今後、汚染水処理対策委員会に報告予定

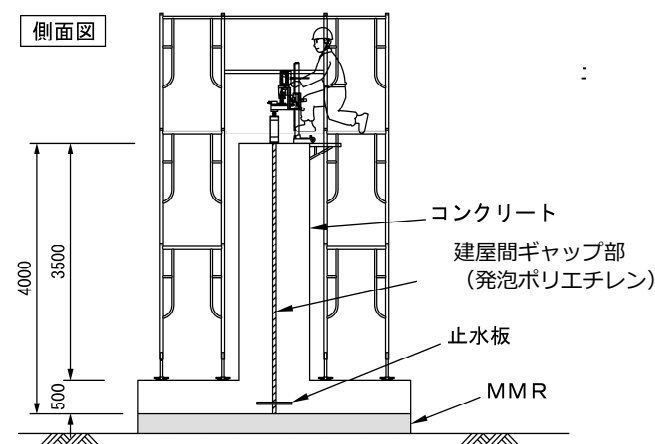
TEPCO

- 各建屋との建屋間には50～100mmのギャップ（隙間）が存在し、発泡ポリエチレンが設置されている。建屋間ギャップ部には、多数の貫通配管が存在しているため、外壁部から地下水が浸入している可能性が考えられることから、端部に止水部を設置する。
- 建屋間ギャップは、概ね底部に止水板が設置されており、外壁端部の範囲をボーリングで削孔し、削孔箇所にもルタル等で止水部を構築する工法を検討する予定である。
- 削孔に関しては、建屋壁（コンクリート：硬質）と発泡ポリエチレン（軟質）が混在した箇所を鉛直方向に精度よく施工可能かどうか、構外にて施工試験を行う。（5月より着手）
- 止水施工試験においては、4m程度の供試体にて削孔後、止水部を構築し、止水試験を行い、現地への適用性を確認の上、現地での施工試験を検討していく。

建屋間ギャップ部端部止水イメージ



建屋間ギャップ部端部止水施工試験
(構外ヤードにて実施)



建屋間ギャップとは？

：原子炉建屋周辺の建屋同士を隣接して建設する際に生じる外壁間の50～100mmのスキマの事である。建屋間ギャップ内には、先行建屋外壁に発泡ポリエチレンが設置されており、地下水が地盤側から建屋間ギャップ部に浸入すると配管等貫通部から建屋内に地下水が流入する可能性が考えられる。



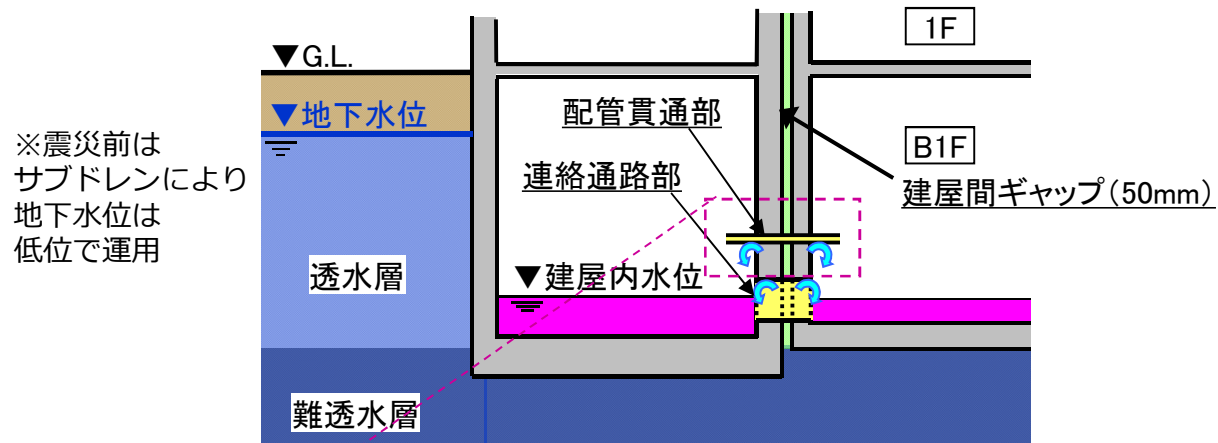
発泡ポリエチレン

3-5.建屋間ギャップ貫通配管について

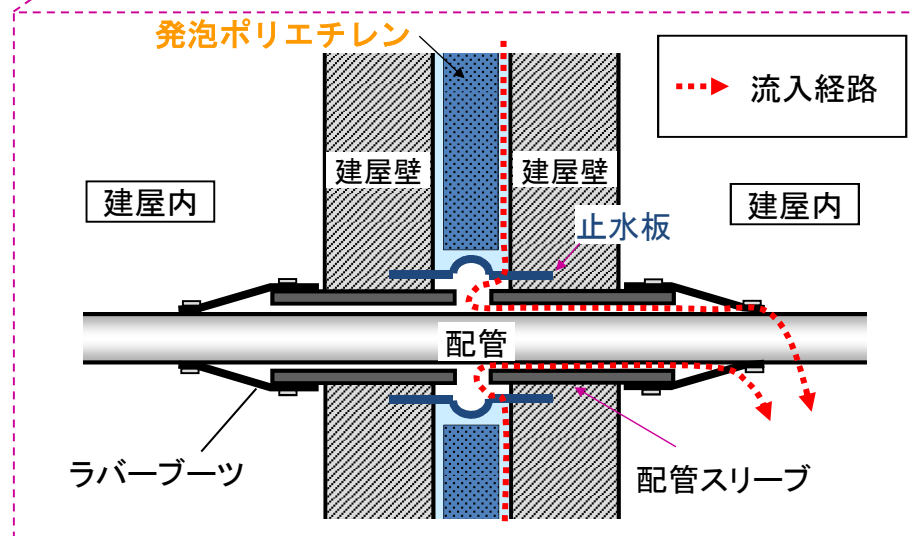
今後、汚染水処理対策委員会に報告予定

TEPCO

- 各建屋間ギャップ部には貫通配管があり、ラバーブーツ等の損傷による地下水の流入が、他の建屋で確認されている。



建屋間ギャップからの流入イメージ



建屋間断面図

建屋間ギャップ貫通配管部地下水流入状況
(2021.7焼却建屋と工作建屋の貫通配管部)



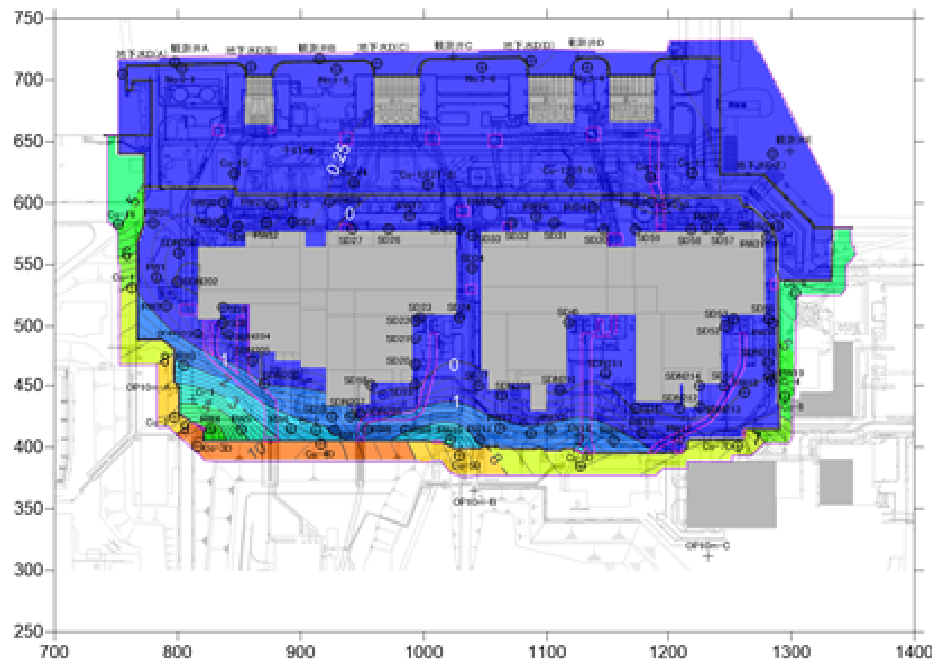
止水により地下水流入停止



- 現状の地下水解析モデルで、陸側遮水壁とサブドレンの運用を継続し、1-4号機周辺の陸側遮水壁内の解析を行った結果、建屋への地下水流入量は約50m³/日となった。
- 2022年3月時点で降雨が少ない時期は、1-4号機建屋への雨水・地下水流入量は約50m³/日前後と概ね合致している。
- 同様の条件（陸側遮水壁、SD、フェーシング）で1-4号機建屋の外壁の透水係数を低下させた場合、建屋への地下水流入量は約1/3となっており、外壁の透水性を低下させることで更なる流入量の抑制が可能と評価される。

中粒砂岩地下水位コンター(解析結果)

陸側遮水壁+SD+フェーシング（陸側遮水壁内50%）+GD



1-4号機の建屋外壁の透水係数

現状：5×10⁻⁶ (cm/sec) ※1

建屋流入量：約50m³/日※2

⇒建屋外壁：1×10⁻⁷ (cm/sec)

にした結果

建屋流入量：約1/3に低減

※1 震災後の建屋流入量(#1-4、HTI、PMB) 約400m³/日を再現できるよう設定

※2 平均的な降雨量で再現、豪雨時の屋根等からの流入は考慮していない。
(平均的な降雨量は約4mm/日に対して降雨浸透率55%とフェーシング50%で約1mm/日の降雨量を設定)

【参考】地中温度分布および
地下水位・水頭の状況について

【参考】 1-1 地中温度分布図（1号機北側）

■ 地中温度分布図

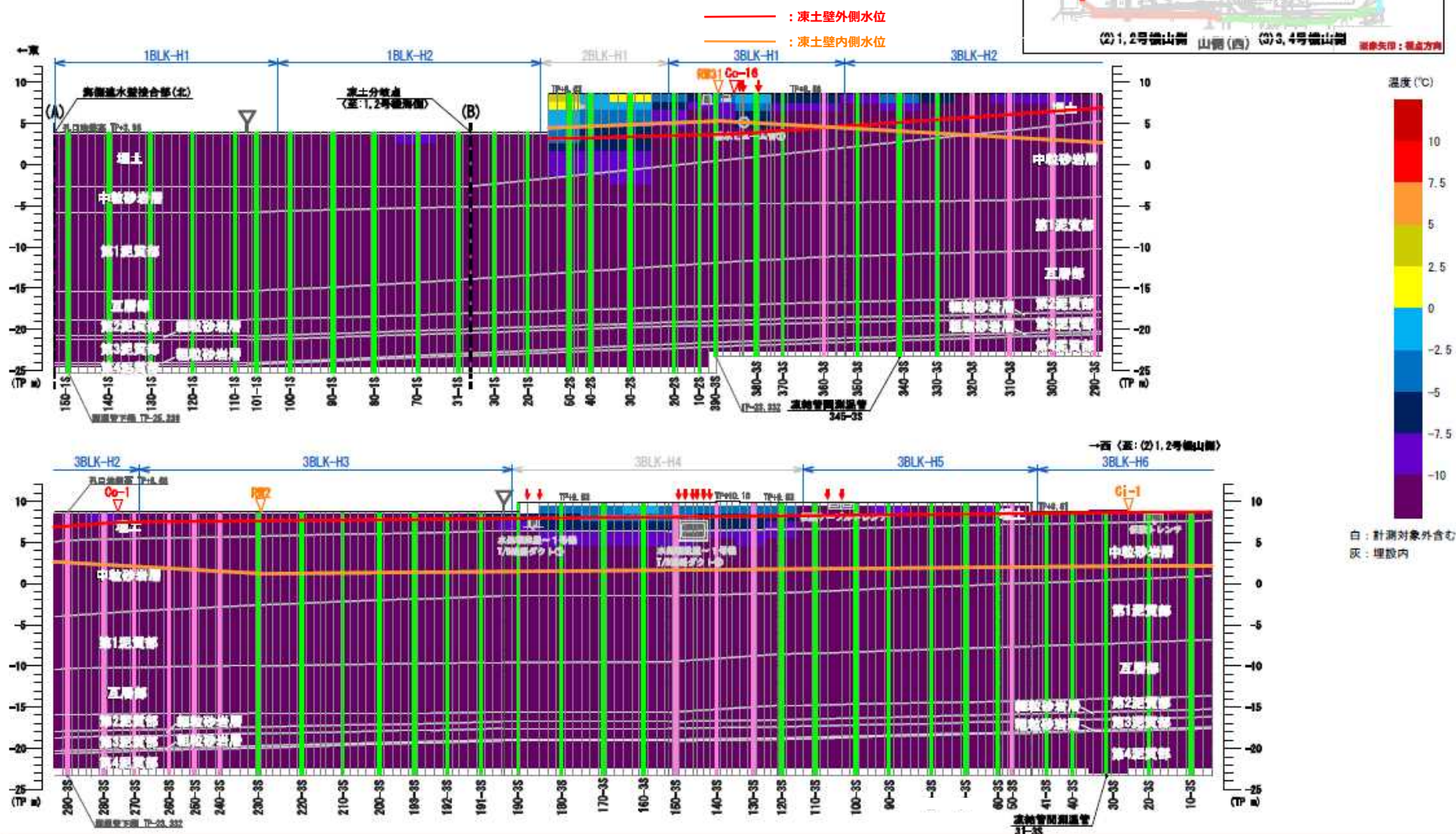
(1) 1号機北側（北側から望む）

（温度は4/19 7:00時点のデータ）

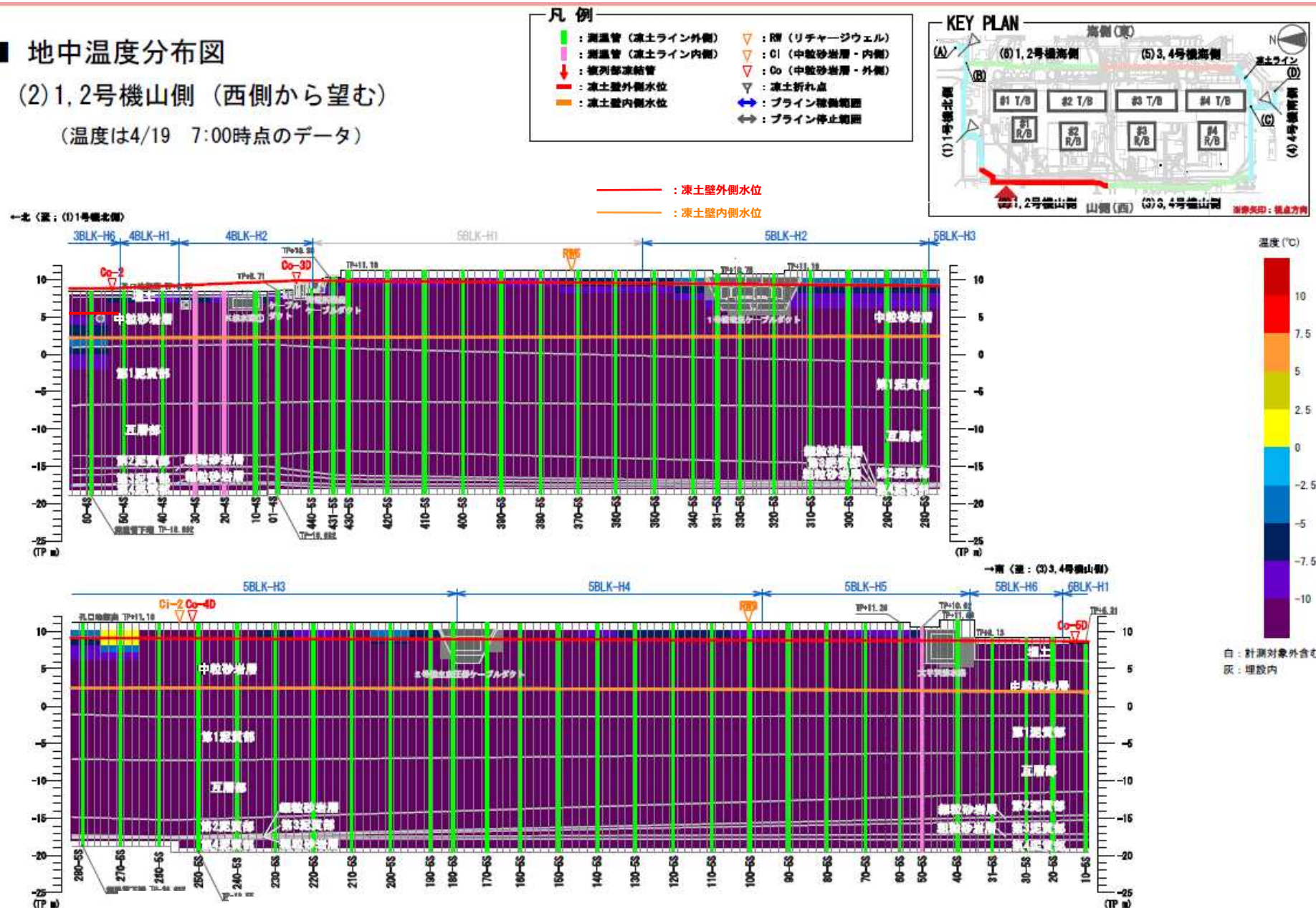
凡 例

- ： 測温管（凍土ライン外側）
- ： 測温管（凍土ライン内側）
- ： 複列部凍結管
- ： 凍土壁外側水位
- ： 凍土壁内側水位
- ： RW（リチャージウェル）
- ： CI（中粒砂岩層・内側）
- ： Co（中粒砂岩層・外側）
- ： 凍土折れ点
- ： ブライン稼働範囲
- ： ブライン停止範囲

KEY PLAN



(温度は4/19 7:00時点のデータ)



【参考】 1-3 地中温度分布図（3・4号機西側）

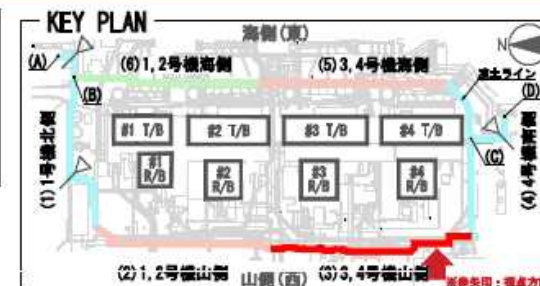
■ 地中温度分布図

(3) 3, 4号機山側（西側から望む）

（温度は4/19 7:00時点のデータ）

凡 例

- : 測温管（凍土ライン外側）
- : 測温管（凍土ライン内側）
- : 複列部凍結管
- : 凍土壁外側水位
- : 凍土壁内側水位
- ▽ : R/R（リチャージウェル）
- ▽ : CI（中融砂炭層・内側）
- ▽ : Co（中融砂炭層・外側）
- ▽ : 凍土折れ点
- : プライン設置範囲
- : プライン停止範囲



【参考】 1-4 地中温度分布図（4号機南側）

■ 地中温度分布図

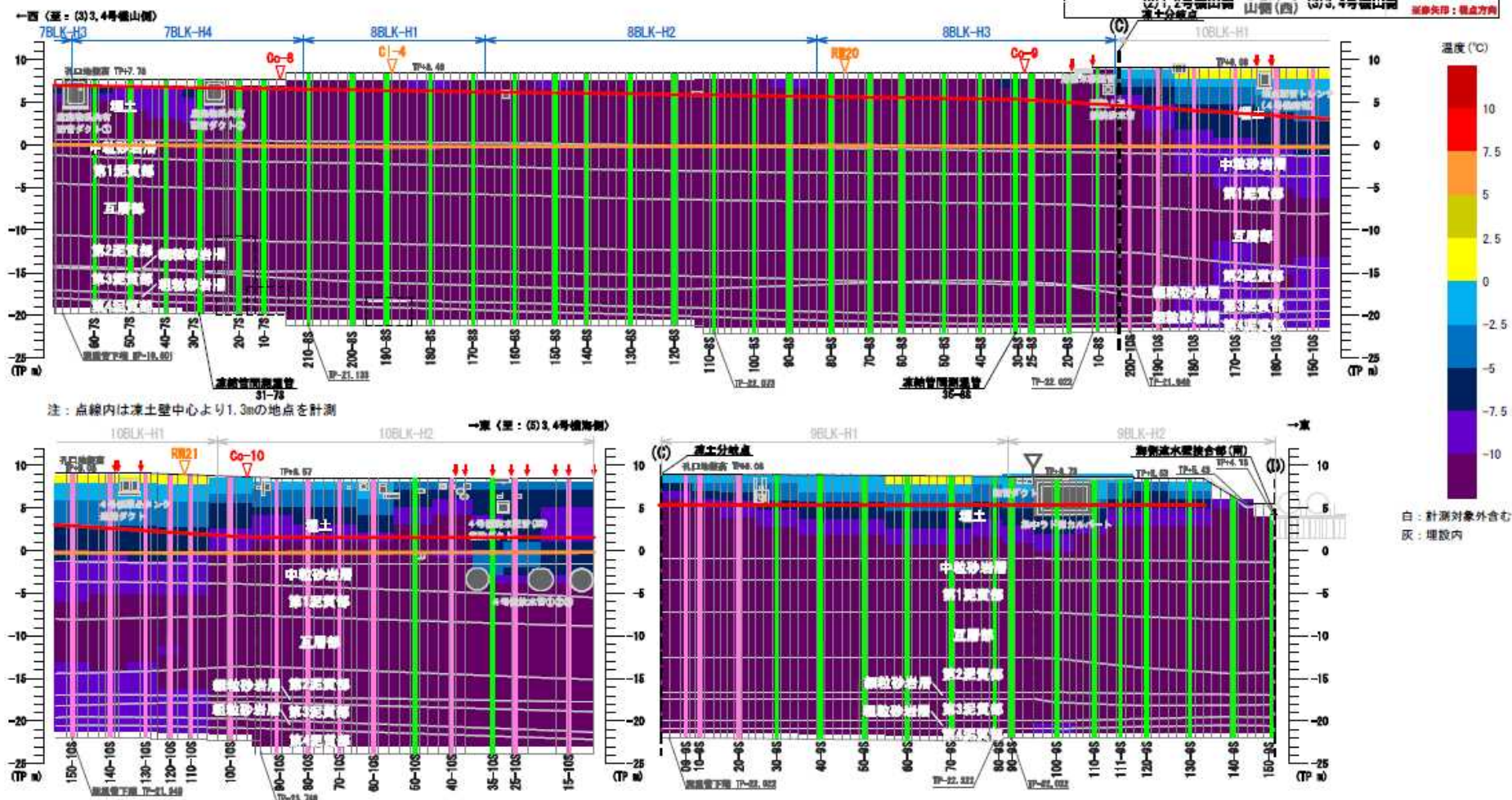
(4) 4号機南側（南側から望む）

（温度は4/19 7:00時点のデータ）

凡 例

- 測温管（凍土ライン外側）
- 測温管（凍土ライン内側）
- 掘削部凍結管
- 凍土壁外側水位
- 凍土壁内側水位
- △ 障（リチャージウェル）
- △ CI（中級砂岩層・内側）
- △ Co（中級砂岩層・外側）
- ▽ 凍土折れ点
- ↔ プライン稼働範囲
- ↔ プライン停止範囲

KEY PLAN



【参考】 1-5 地中温度分布図（3・4号機東側）

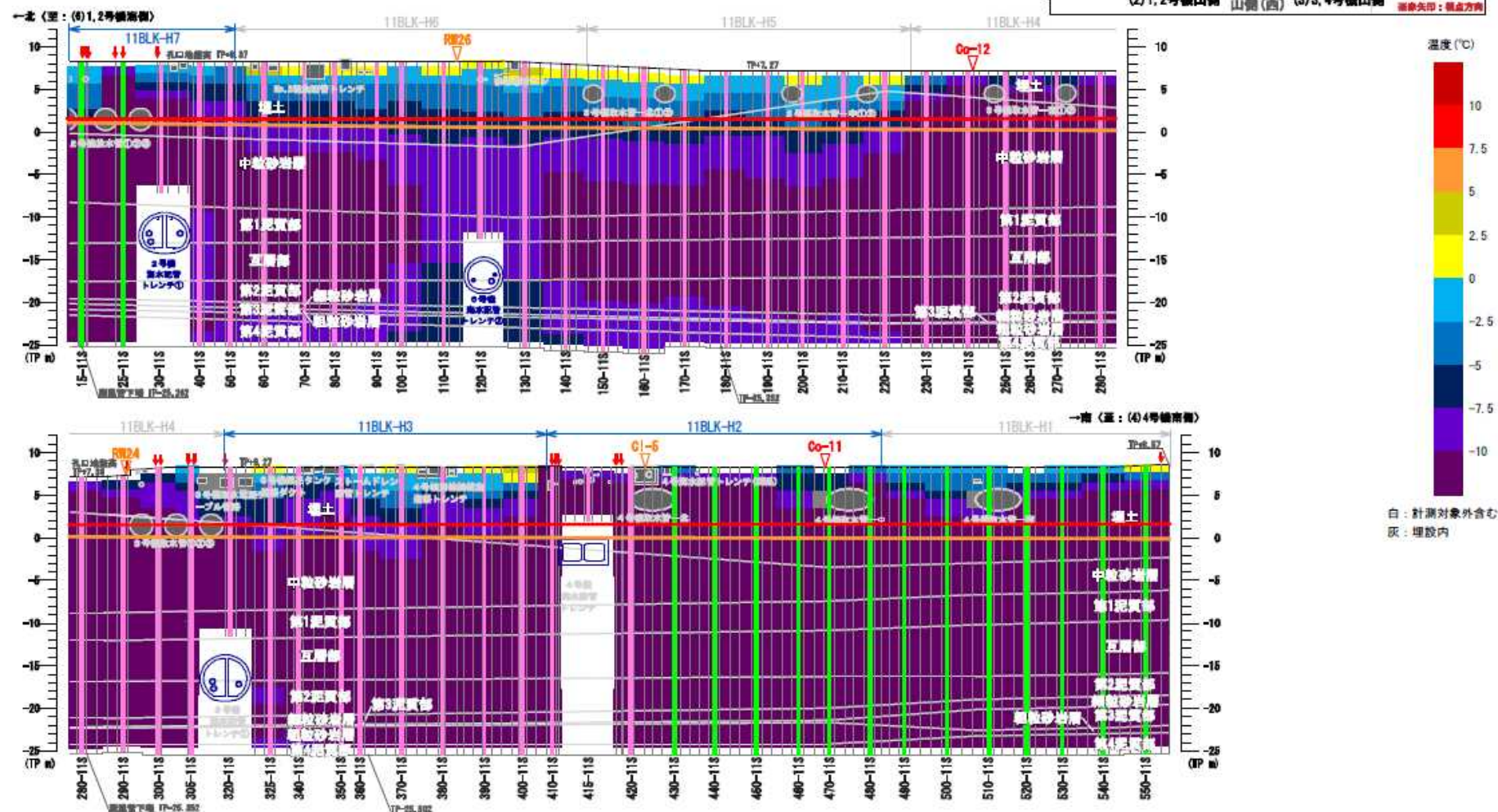
■ 地中温度分布図

(5) 3, 4号機海側（西側：内側から望む）

（温度は4/19 7:00時点のデータ）

凡 例

- 測温管（凍土ライン外側）
- 測温管（凍土ライン内側）
- 複列部凍結管
- 凍土壁外側水位
- 凍土壁内側水位
- △ R（リチャージ Jewel）
- △ CI（中粒砂岩層・内側）
- △ Co（中粒砂岩層・外側）
- ▽ 凍土折れ点
- ⇔ プライン接続範囲
- ⇔ プライン停止範囲



【参考】 1-6 地中温度分布図（1・2号機東側）

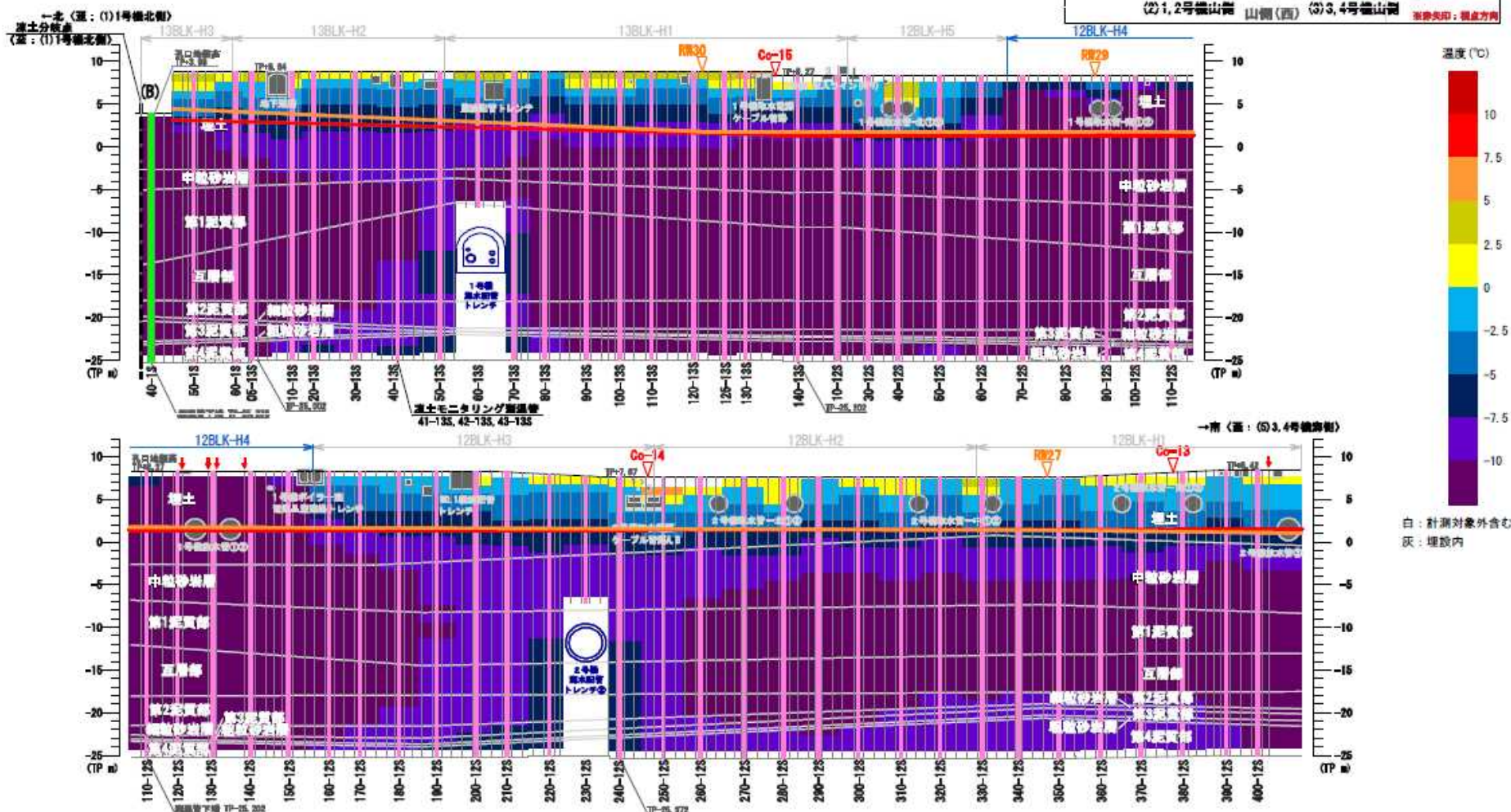
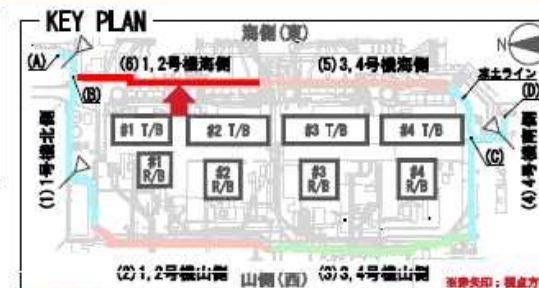
■ 地中温度分布図

(6) 1, 2号機海側（西側：内側から望む）

（温度は4/19 7:00時点のデータ）

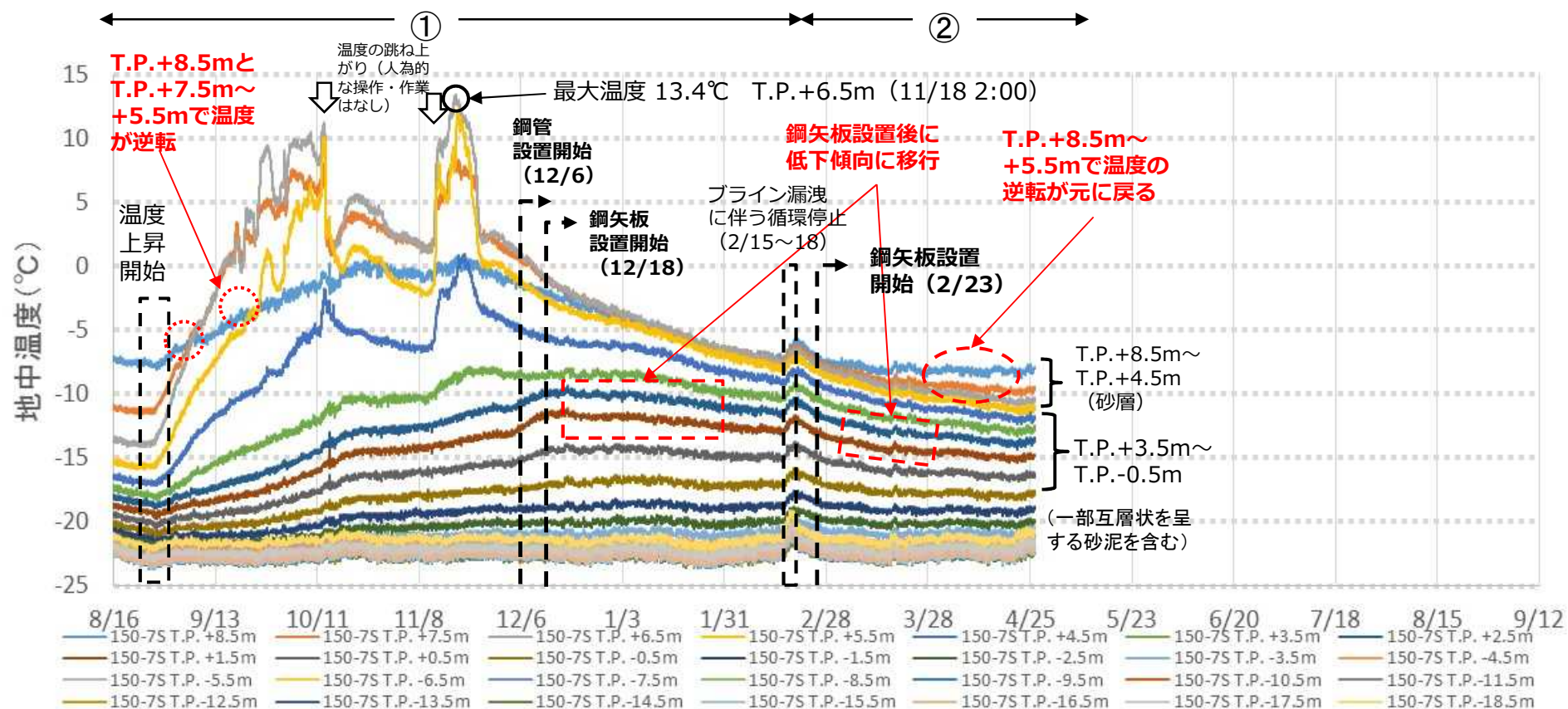
凡 例

- : 測温管（凍土ライン外側）
- : 測温管（凍土ライン内側）
- ↓ : 複列部凍結管
- : 凍土壁外側水位
- : 凍土壁内側水位
- ▽ : RW（リチャージウェル）
- ▽ : OI（中粒砂岩層・内側）
- ▽ : Co（中粒砂岩層・外側）
- ▽ : 凍土折れ点
- ↔ : プライン稼働範囲
- ↔ : プライン停止範囲



【参考】 1-7 測温管150-7 Sの温度変化について

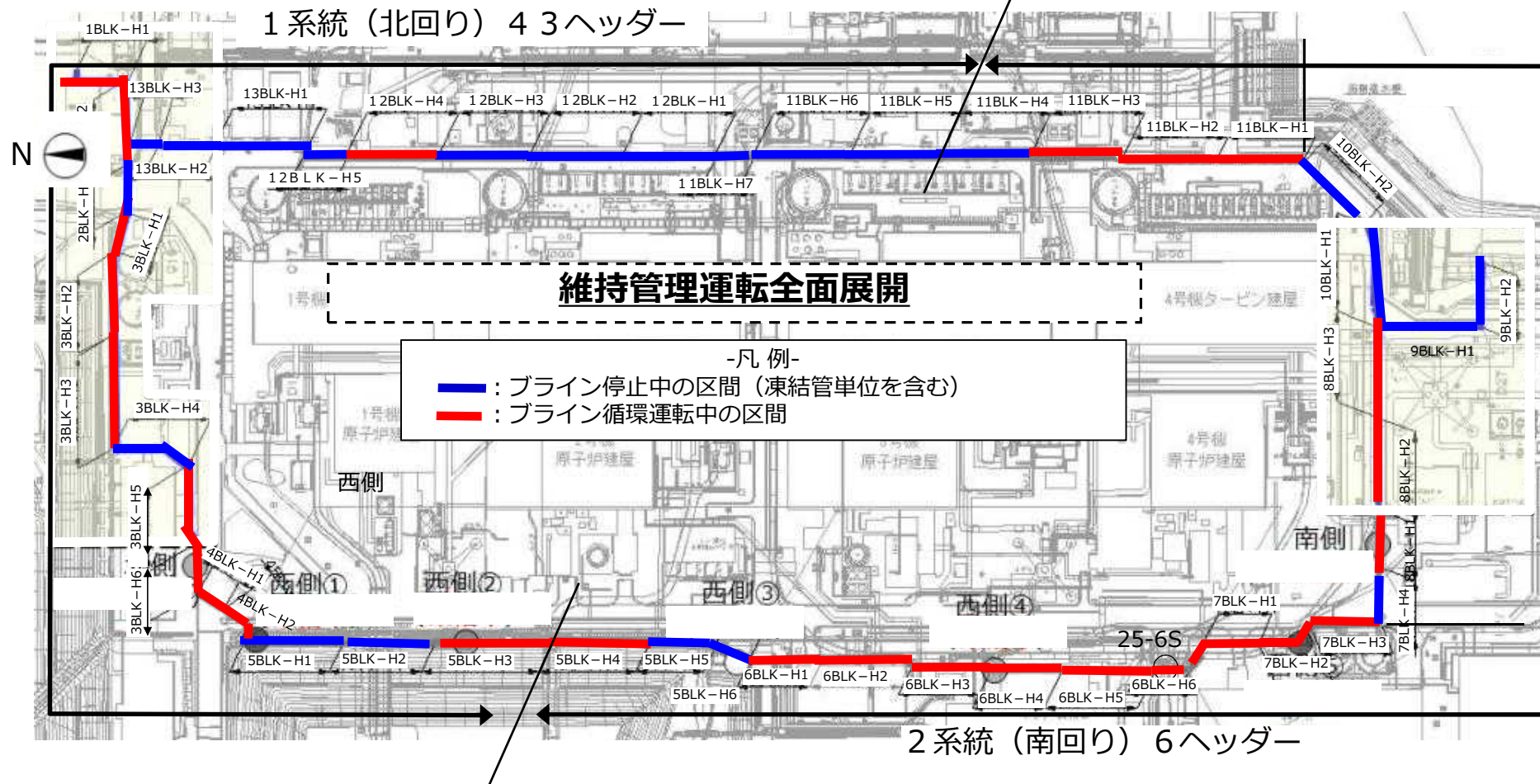
- ① 8月下旬から測温管150-7 Sの温度が上昇し始め、T.P.+8.5mとT.P.+7.5m～T.P.+5.5mで地中温度の逆転が生じ、11月18日にはT.P.+6.5mで最大温度13.4℃を記録した。表層（T.P.+8.5～+4.5m）の地中温度は鋼管設置前から低下傾向を継続していたが、深部（T.P.+3.5m～T.P.-0.5m）の地中温度については鋼矢板設置後も明瞭な変化は認められないと評価していた。
- ② 3月2日の鋼矢板設置完了後には、T.P.+8.5m～T.P.+5.5mの地中温度の逆転が解消し、深部（T.P.+3.5m～T.P.-0.5m）の地中温度も低下傾向に移行している。



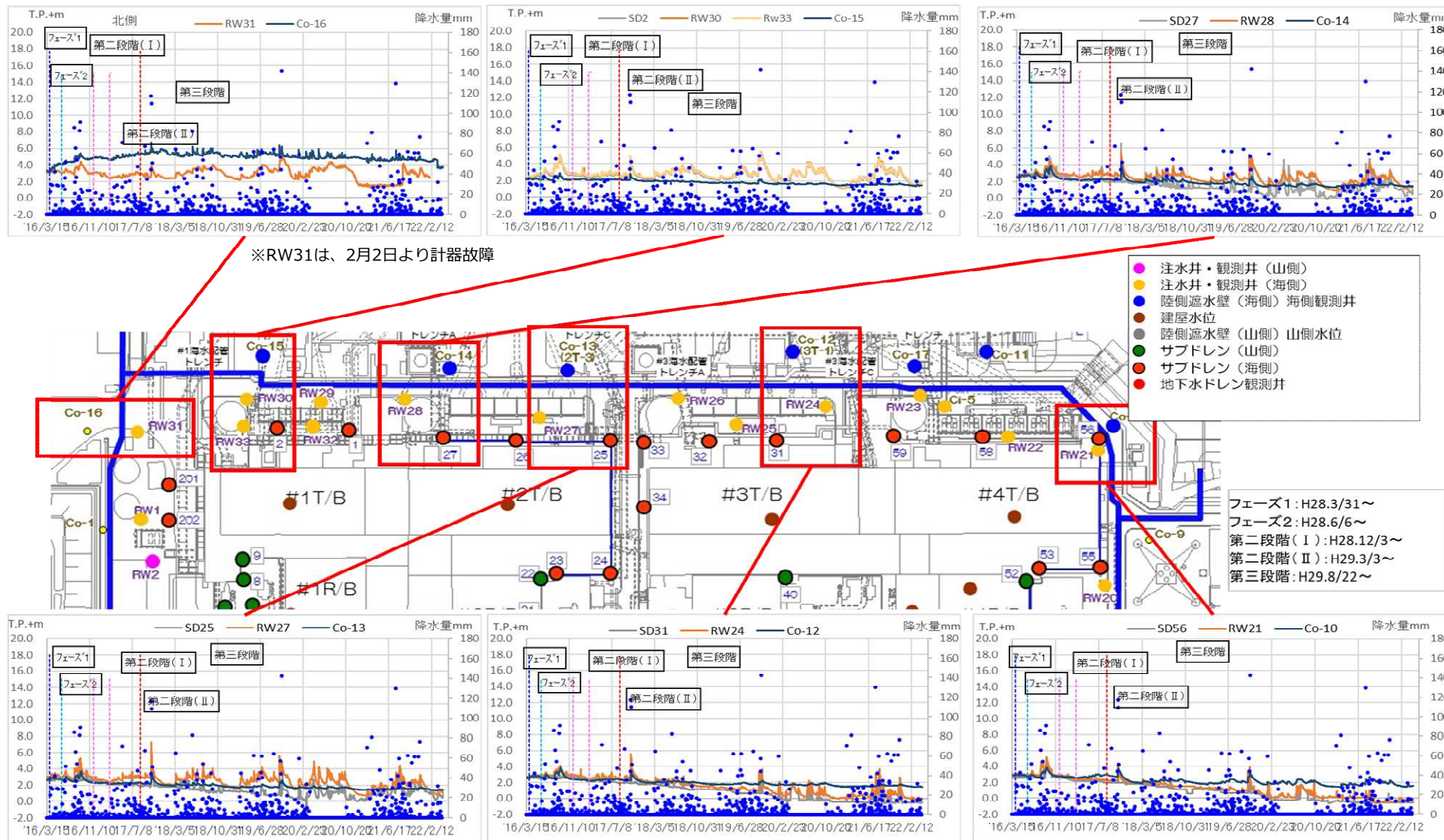
測温管150-7 S経時変化 (4/26 7:00時点)

【参考】1-8 維持管理運転の状況（4/12時点）

- 維持管理運転対象全49ヘッダー管（北回り1系統43ヘッダー、南回り2系統6ヘッダー）のうち22ヘッダー管（北側2，東側11，南側5，西側4）にてブライン停止中。

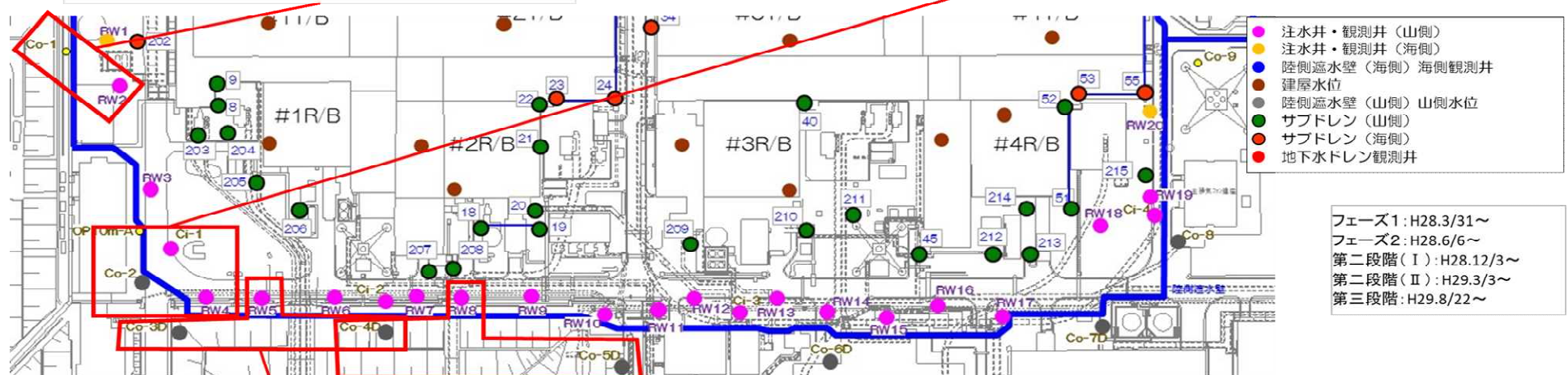
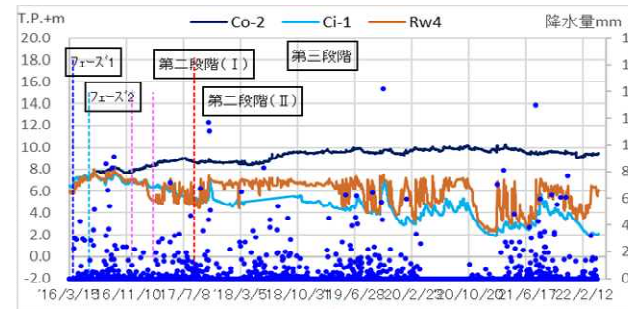
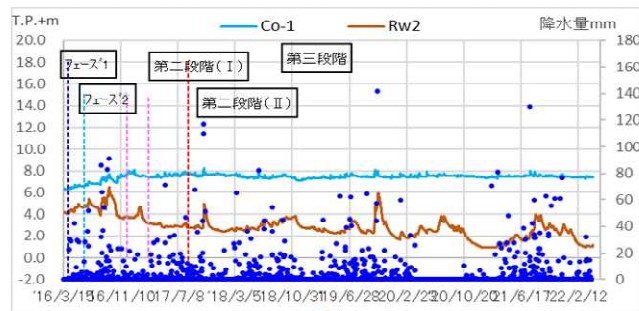


【参考】 2-1 地下水位・水頭状況（中粒砂岩層 海側）

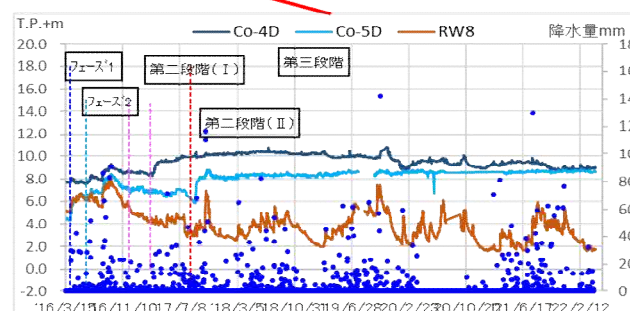
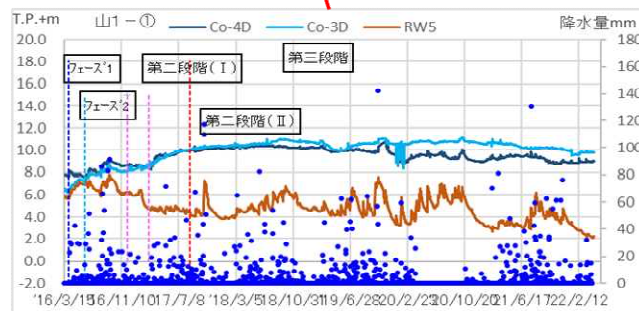


データ ; ~2022/4/17

【参考】 2-2 地下水位・水頭状況（中粒砂岩層 山側①）

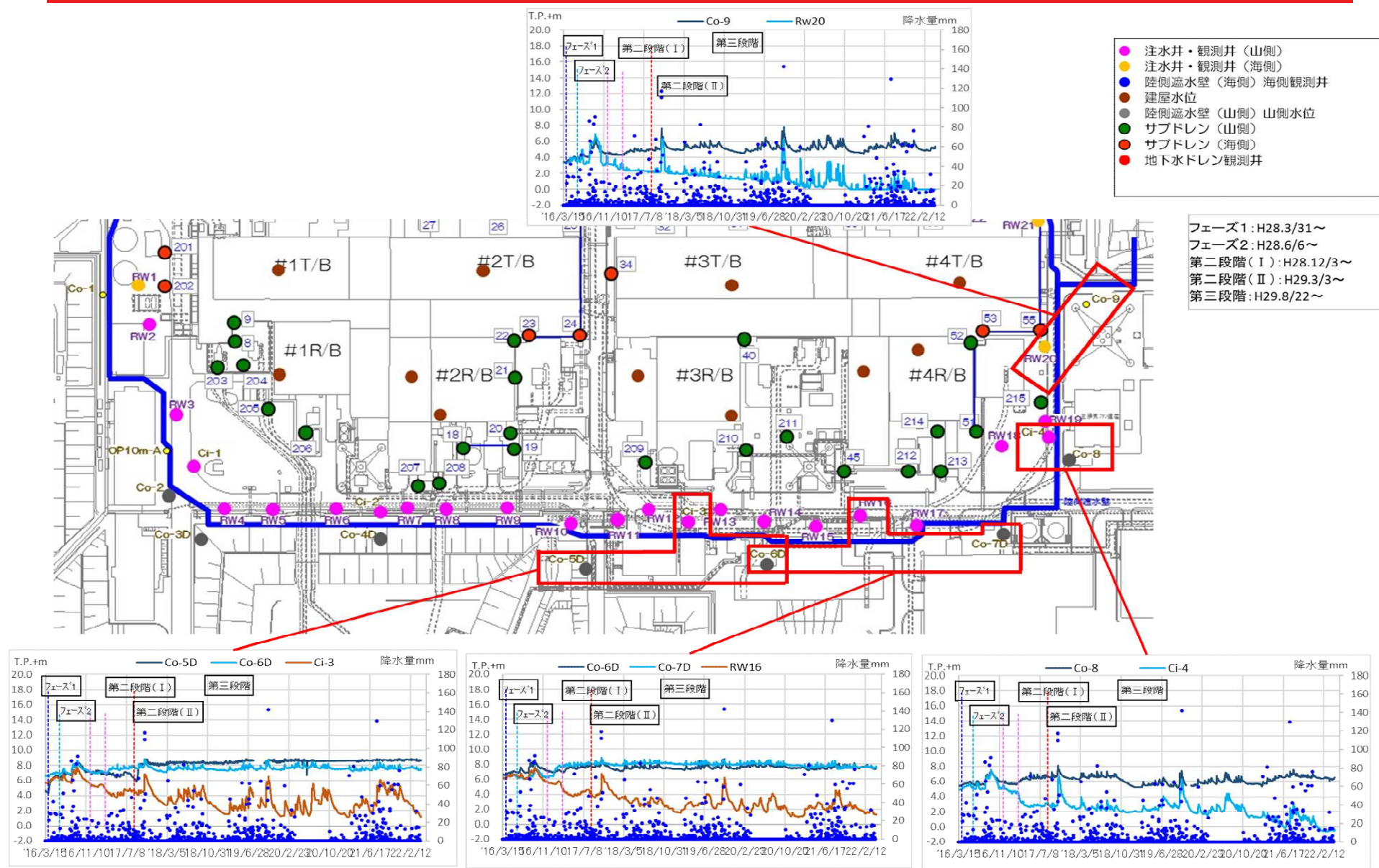


フェーズ1: H28.3/31~
フェーズ2: H28.6/6~
第二段階(I): H28.12/3~
第二段階(II): H29.3/3~
第三段階: H29.8/22~



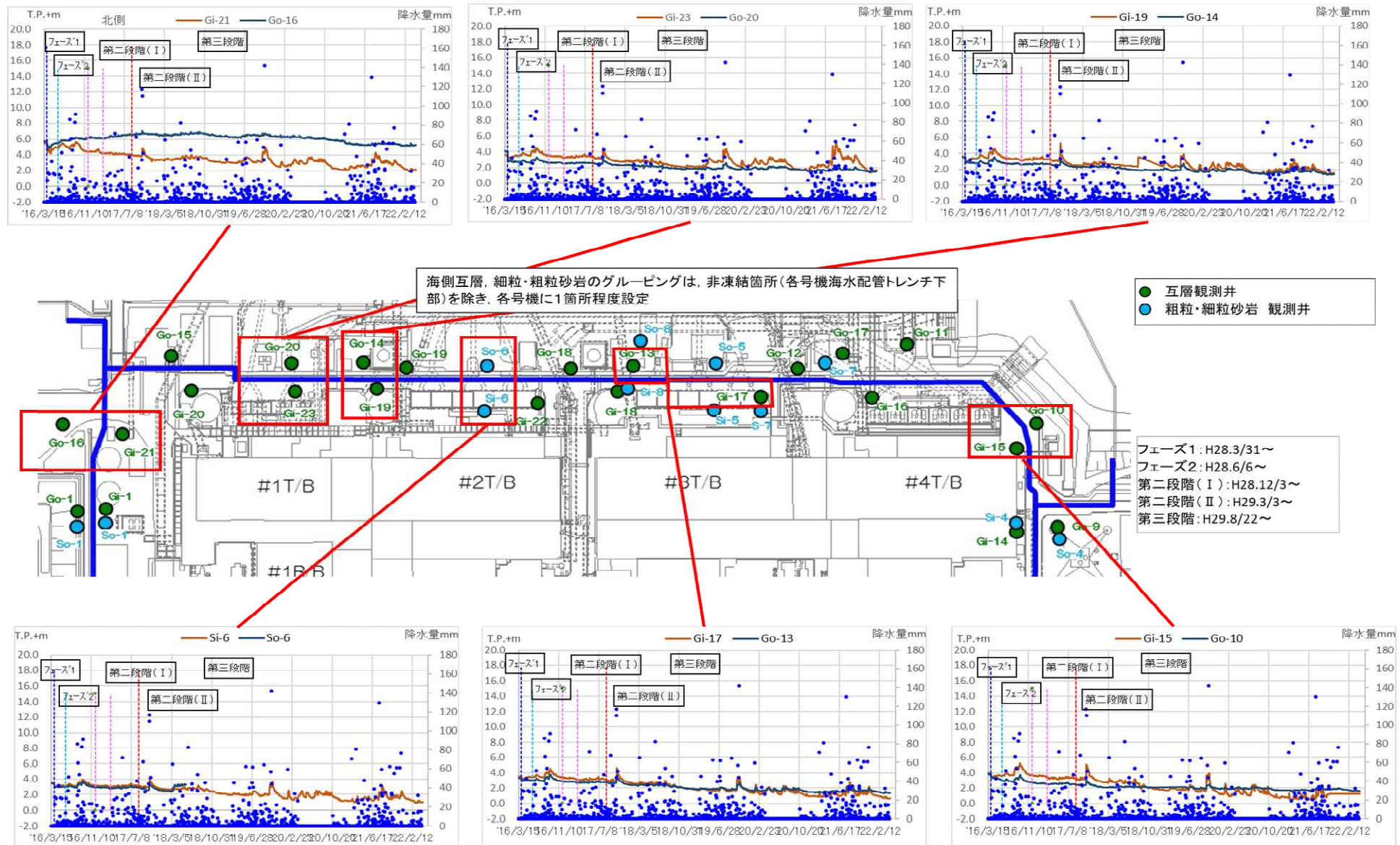
データ ; ~2022/4/17

【参考】 2-3 地下水位・水頭状況（中粒砂岩層 山側②）



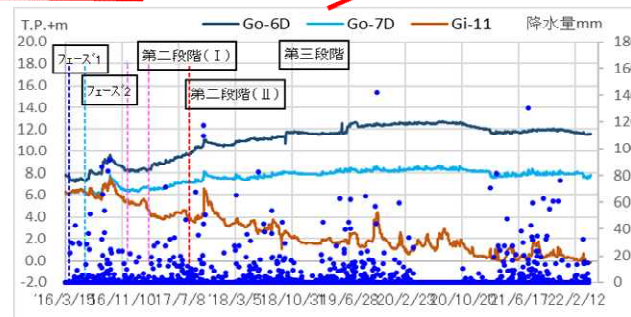
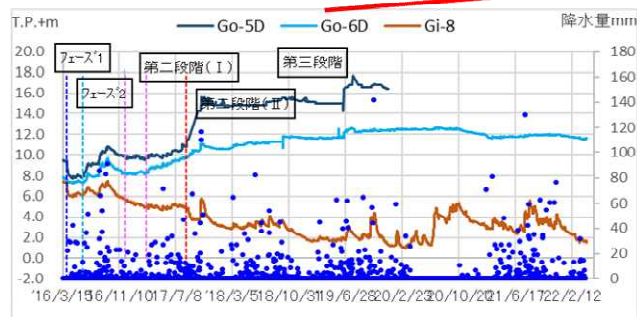
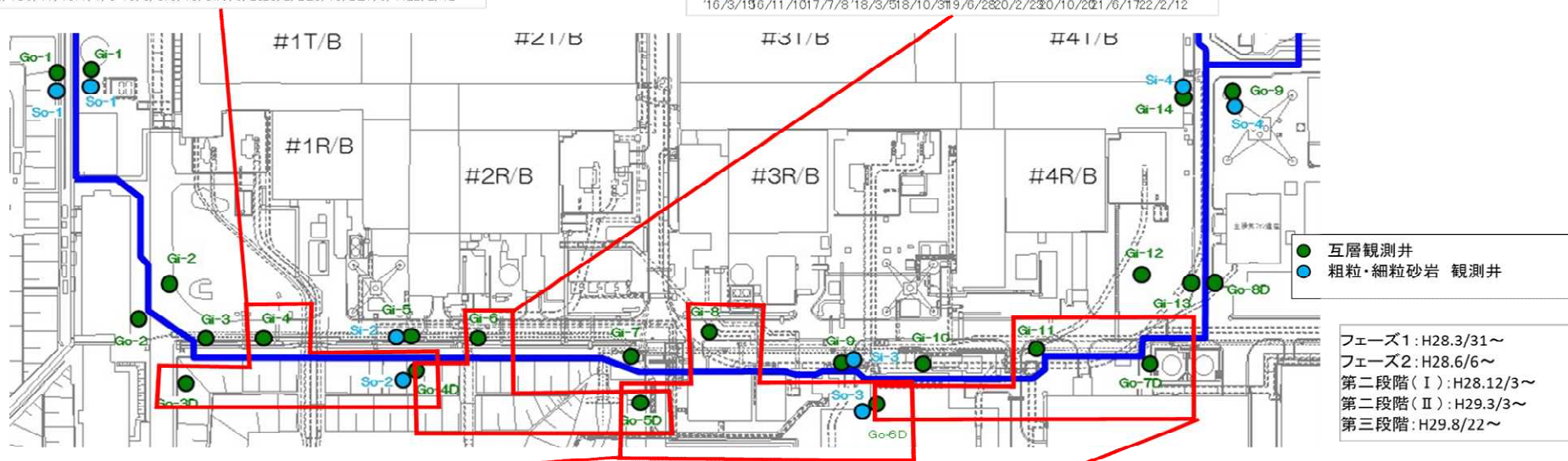
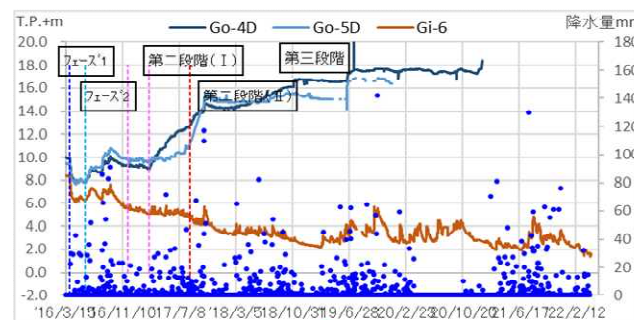
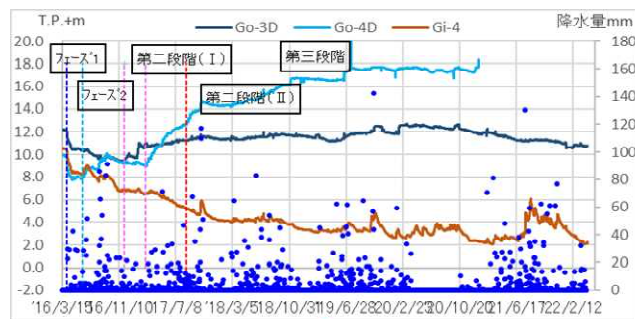
データ ; ~2022/4/17

【参考】 2-4 地下水位・水頭状況（互層、細粒・粗粒砂岩層水頭 海側）TEPCO



データ; ~2022/4/17

TEPCO



データ；～2022/4/17

【参考】サブドレン・注水井・地下水位観測井位置図

TEPCO

