

陸側遮水壁の状況（第三段階）

2017年9月28日

The logo for TEPCO (Tokyo Electric Power Company) is displayed in red, bold, uppercase letters.

東京電力ホールディングス株式会社

1 . 陸側遮水壁について	P2
2 . 地中温度の状況について	P3 ~ 8
3 . 陸側遮水壁の凍結促進について	P9 ~ 12
4 . 地下水位・水頭の状況について	P13 ~ 18
5 . 維持管理運転の状況について	P19
参考資料	P20 ~ 30

陸側遮水壁は凍結それ自体を目的としたものではなく、建屋への地下水の流入を抑制し、汚染水の発生を抑制するための対策である。

第二段階に引き続き、第三段階において山側の未凍結箇所を閉合することで、建屋周辺への地下水の流入量を減らすことができ、汚染水の発生を抑制することができる。

第三段階を通じて、陸側遮水壁の効果発現状況を陸側遮水壁内外の地下水位差およびサブドレン・ウェルポイント・地下水ドレンの汲み上げ量等により確認していく。

5月22日から、北側と南側で凍土が十分に造成された箇所の成長を制御することを目的として、ブライン循環の停止・再循環を繰り返す維持管理運転を始めた。

8月22日から、未凍結としていた2号機西側の一部について凍結を開始。

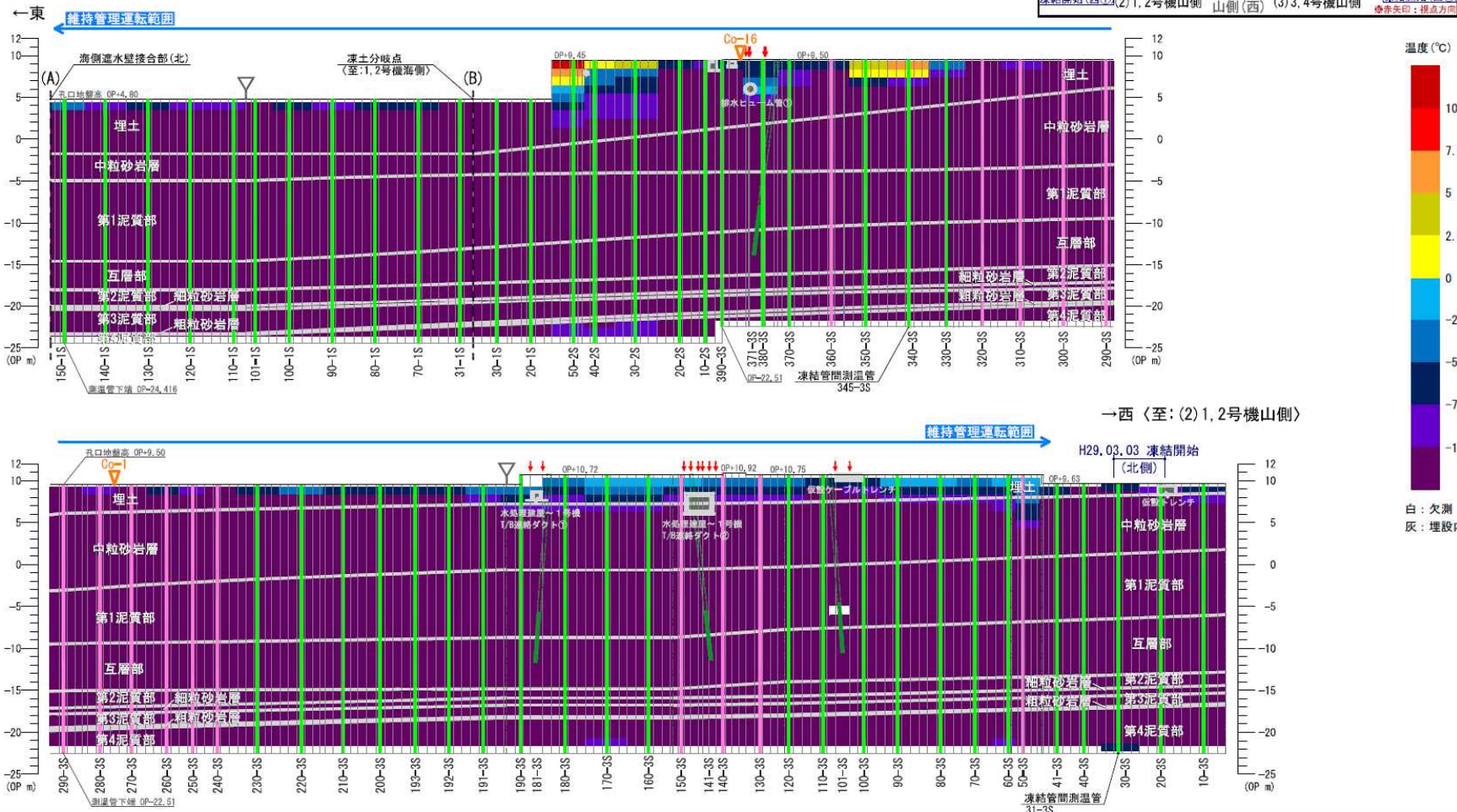
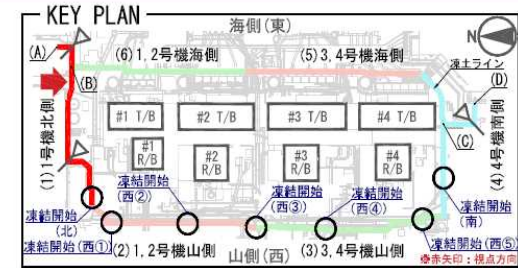
2 - 1 地中温度分布図 (1号機北側)

■ 地中温度分布図

(1) 1号機北側 (北側から望む)

(温度は9/25 7:00時点のデータ)

- 凡例
- : 测温管 (凍土ライン外側)
 - : 测温管 (凍土ライン内側)
 - : 测温管 (複列部斜め)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - ▽ : 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



2 - 2 地中温度分布図 (1・2号機西側)

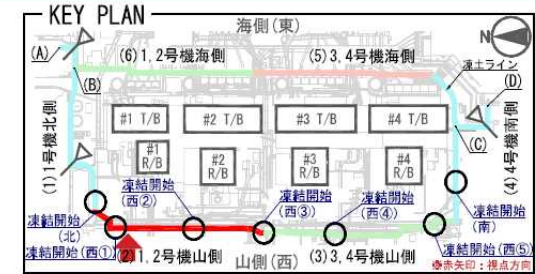
■ 地中温度分布図

(2) 1, 2号機山側 (西側から望む)

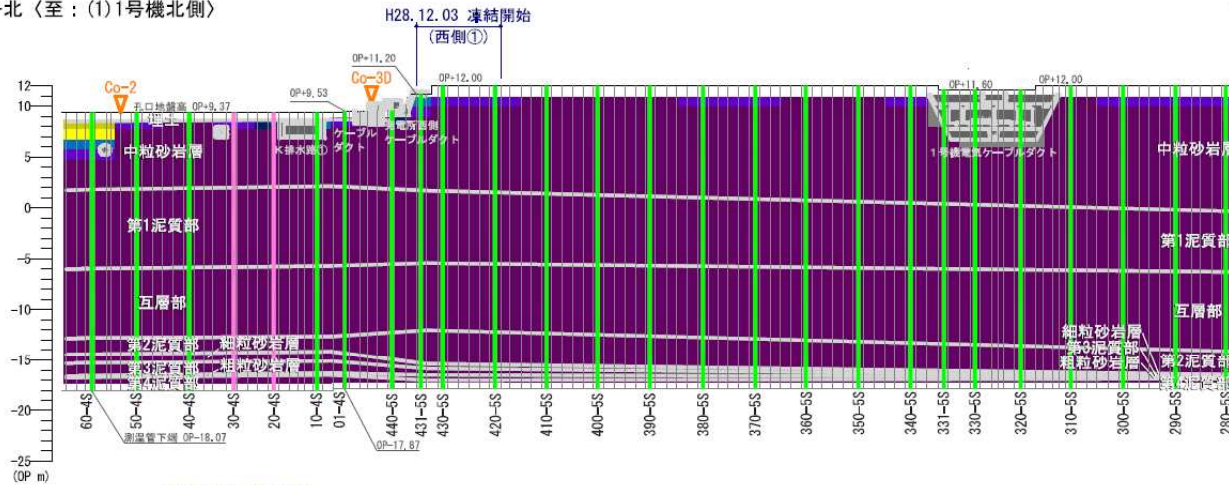
(温度は9/25 7:00時点のデータ)

凡例

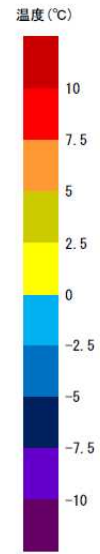
■ (緑)	: 測温管 (凍土ライン外側)	▽ (青)	: RW (リチャージウェル)
■ (紫)	: 測温管 (凍土ライン内側)	▽ (黄)	: Ci (中粒砂岩層・内側)
■ (緑)	: 測温管 (複列部斜め)	▽ (黄)	: Co (中粒砂岩層・外側)
↓ (赤)	: 複列部凍結管	▽ (青)	: 凍土折れ点



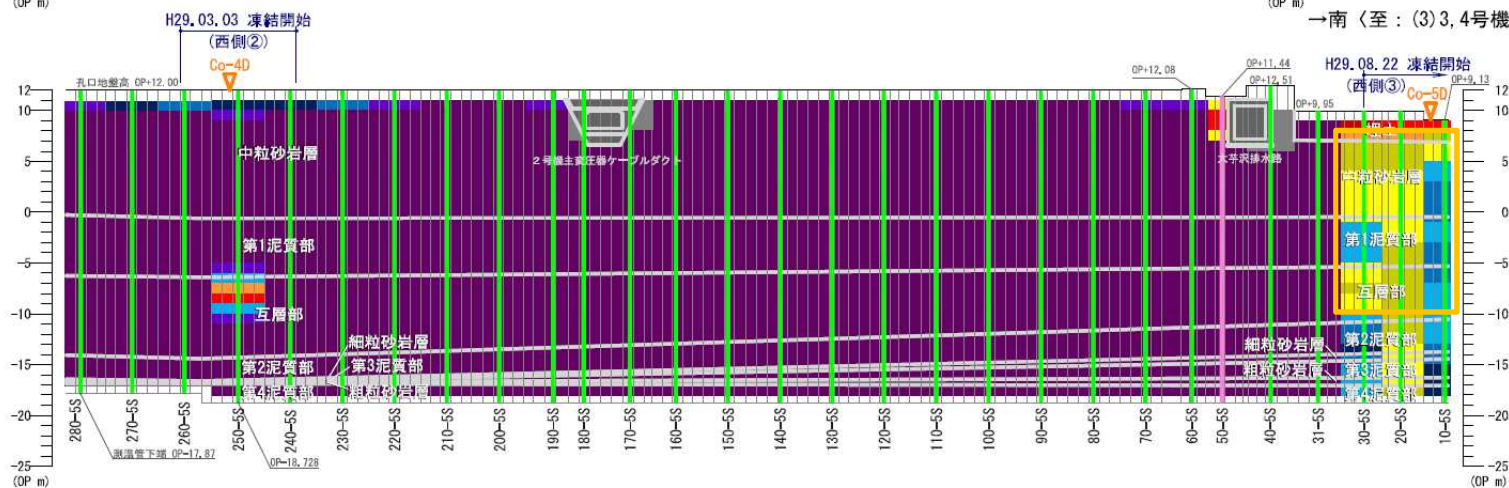
←北 (至: (1) 1号機北側)



凡例
 : 補助工法施工中



→南 (至: (3) 3, 4号機山側)



2 - 3 地中温度分布図 (3・4号機西側)

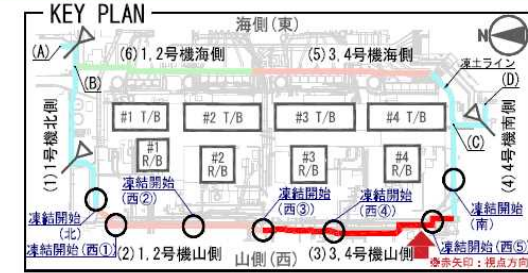
■ 地中温度分布図

(3) 3, 4号機山側 (西側から望む)

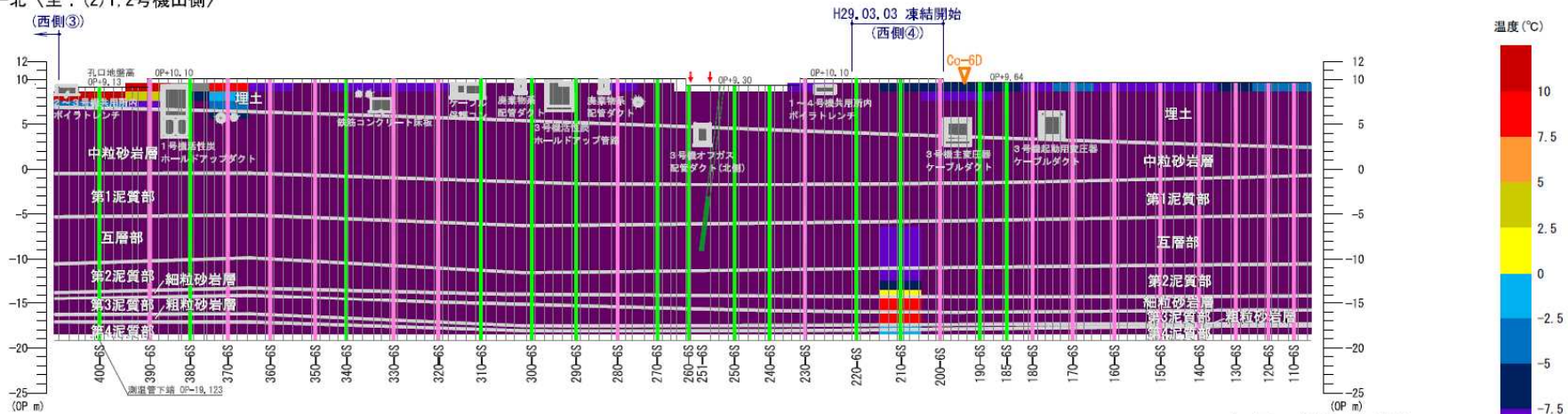
(温度は9/25 7:00時点のデータ)

凡例

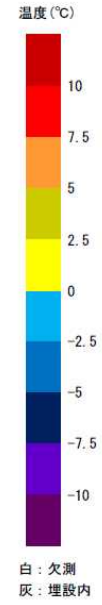
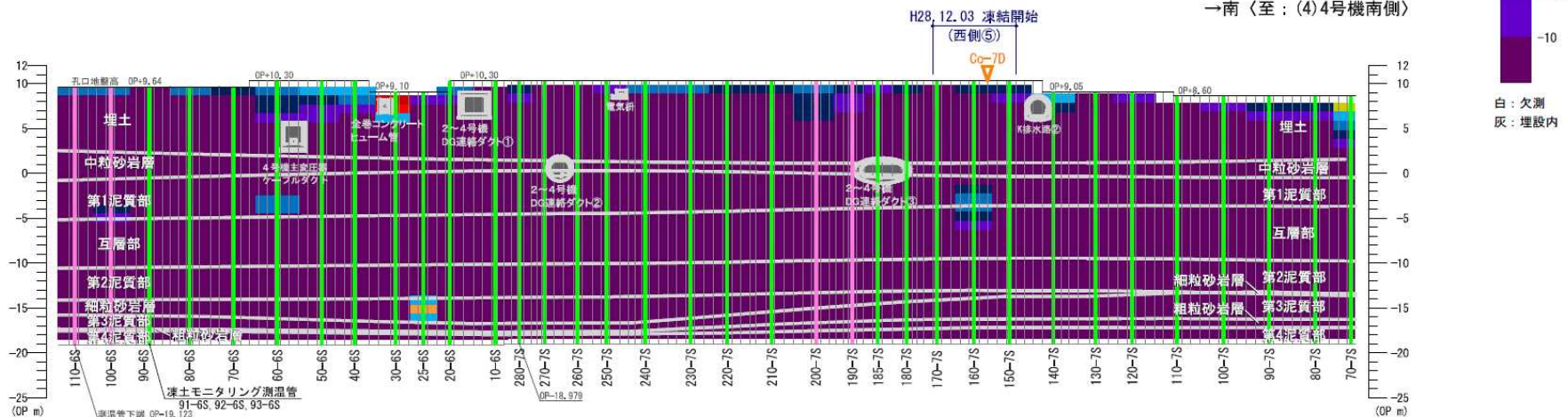
	: 測温管 (凍土ライン外側)		: RW (リチャージウェル)
	: 測温管 (凍土ライン内側)		: Ci (中粒砂岩層・内側)
	: 測温管 (複列部斜め)		: Co (中粒砂岩層・外側)
	: 複列部凍結管		: 凍土折れ点



←北 (至: (2) 1, 2号機山側)
(西側③)



→南 (至: (4) 4号機南側)



2 - 4 地中温度分布図 (4号機南側)

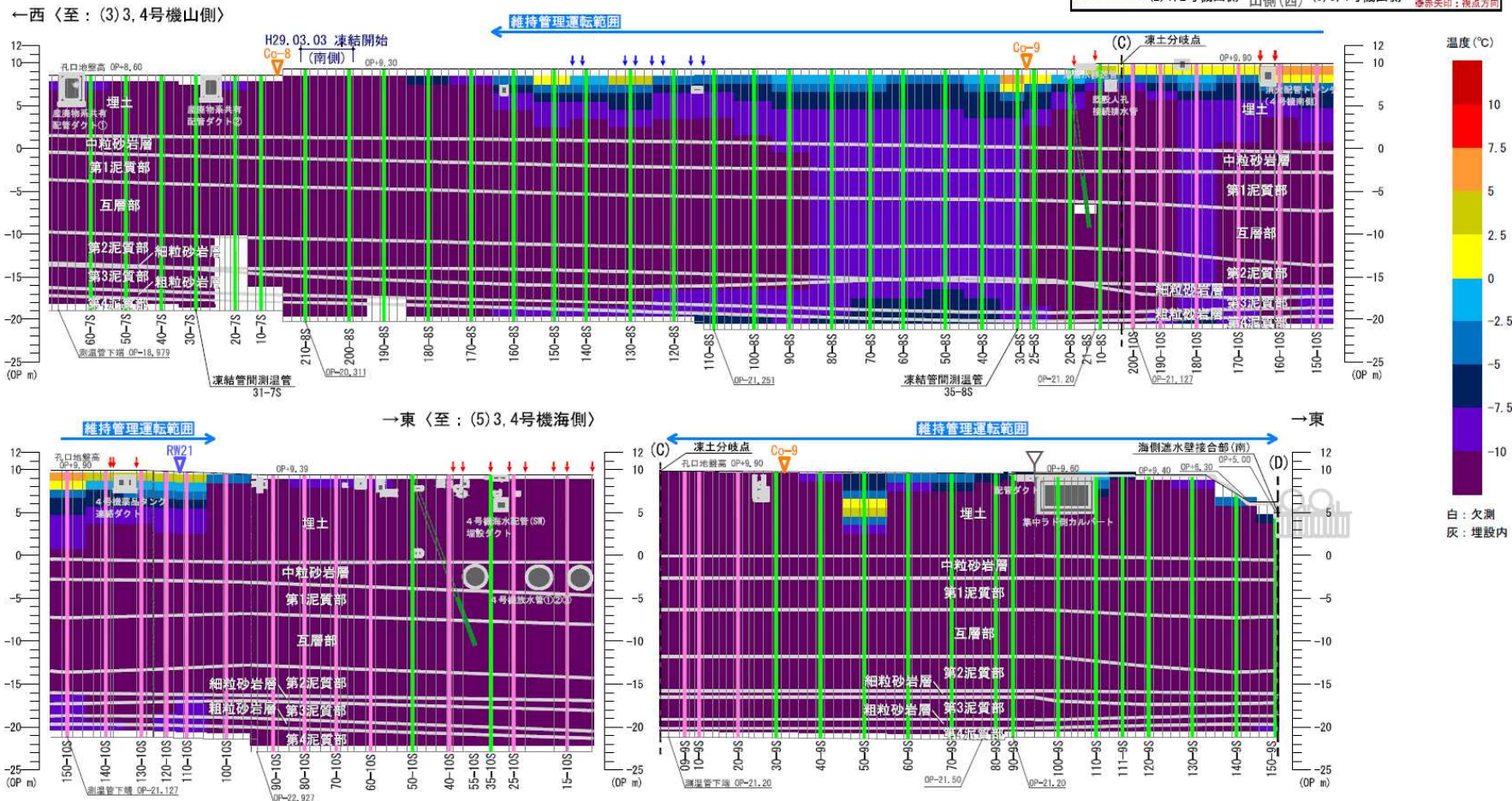
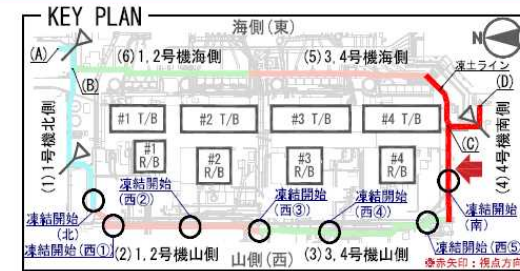
■ 地中温度分布図

(4) 4号機南側 (南側から望む)

(温度は9/25 7:00時点のデータ)

凡例

■ (緑) : 測温管 (凍土ライン外側)	▽ (青) : RW (リチャージウェル)
■ (紫) : 測温管 (凍土ライン内側)	▽ (黄) : C1 (中粒砂岩層・内側)
■ (赤) : 測温管 (複列部斜め)	▽ (赤) : C2 (中粒砂岩層・外側)
■ (黒) : 複列部凍結管	▽ (黒) : 凍土折れ点



2 - 5 地中温度分布図 (3・4号機東側)

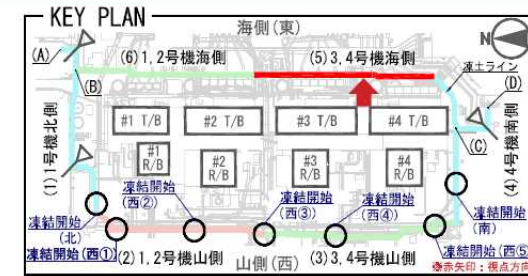
■ 地中温度分布図

(5) 3, 4号機海側 (西側: 内側から望む)

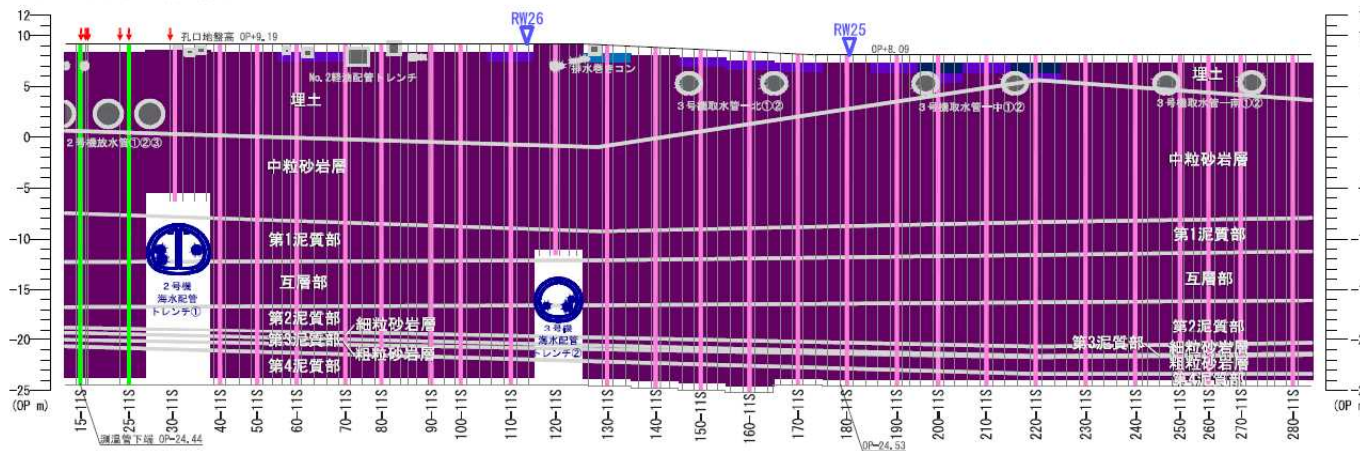
(温度は9/25 7:00時点のデータ)

凡例

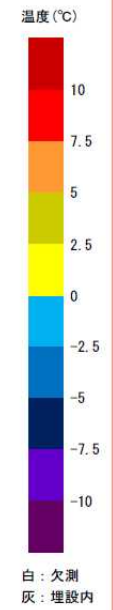
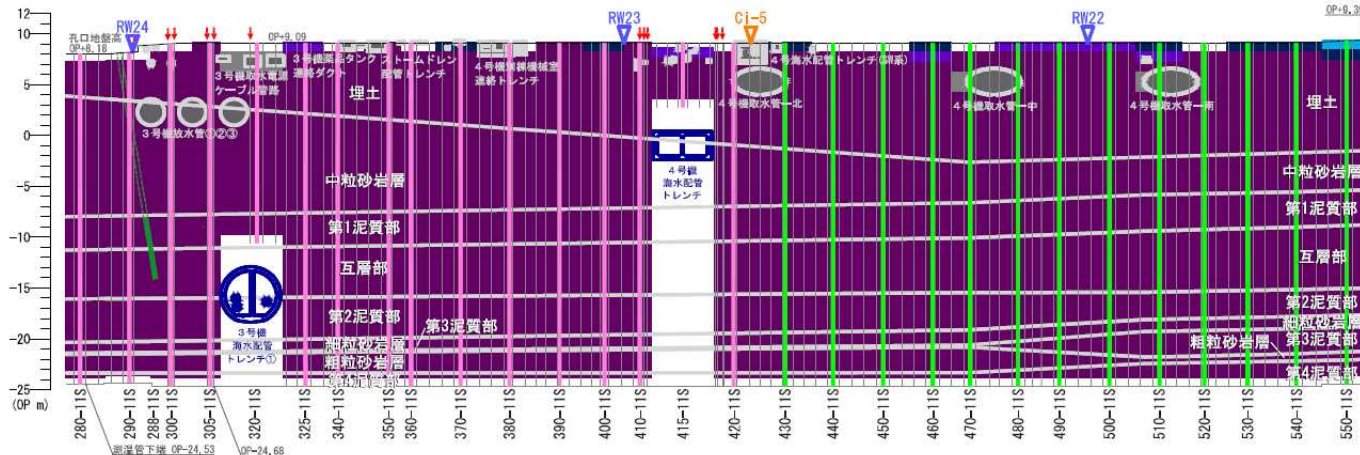
■ (緑)	: 測温管 (凍土ライン外側)	▽ (青)	: RW (リチャージ Jewel)
■ (紫)	: 測温管 (凍土ライン内側)	▽ (黄)	: C1 (中粒砂岩層・内側)
■ (緑)	: 測温管 (複列部斜め)	▽ (黄)	: Co (中粒砂岩層・外側)
↓ (赤)	: 複列部凍結管	▽ (青)	: 凍土折れ点



←北<至: (6) 1, 2号機海側



→南<至: (4) 4号機南側



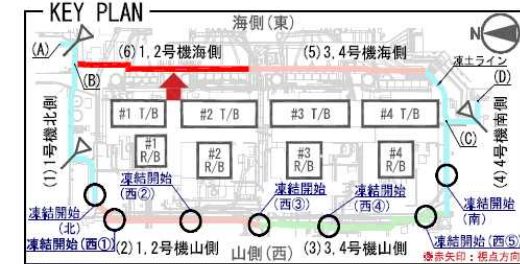
2 - 6 地中温度分布図 (1・2号機東側)

■ 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9/25 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)
 - 測温管 (複列部斜め)
 - 複列部凍結管
 - ▽ RW (リチャージウエル)
 - ▽ Ci (中粒砂岩層・内側)
 - ▽ Co (中粒砂岩層・外側)
 - ▽ 凍土折れ点



3-1 追加凍結開始箇所への凍結促進について

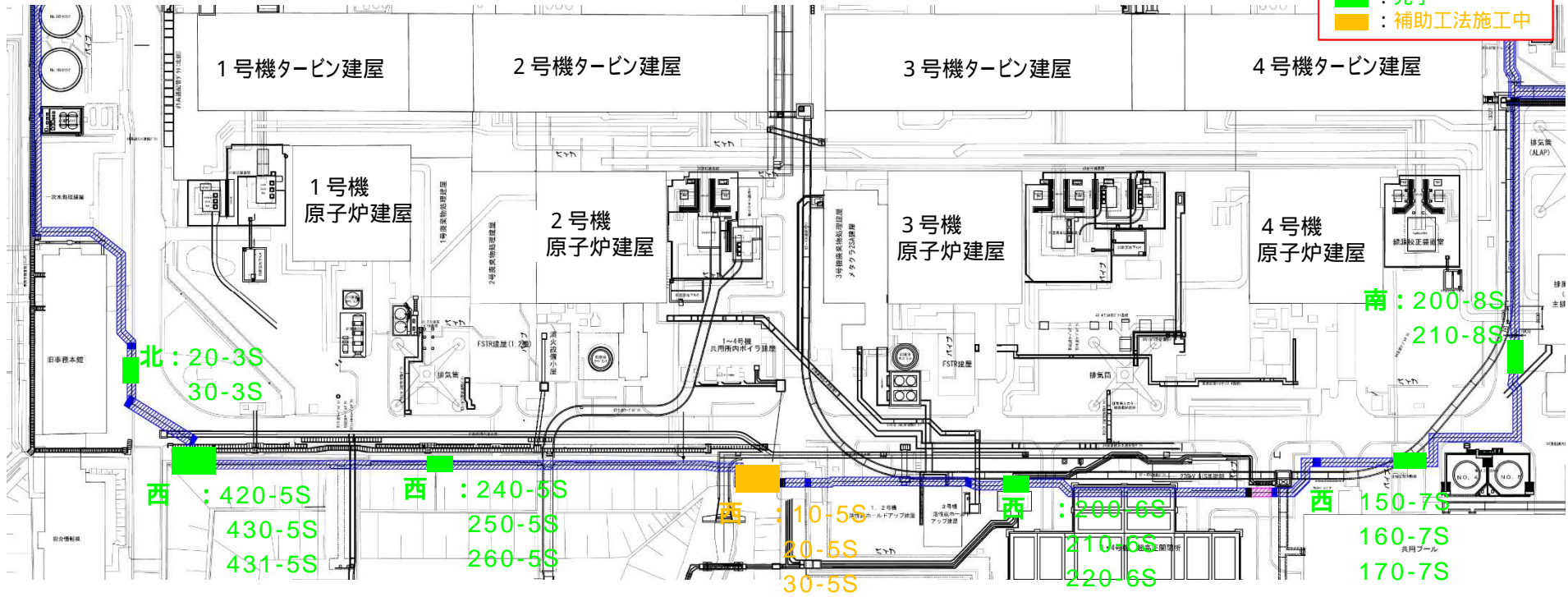
9/25(月)現在



西 において補助工法施工中

凡例

- : 完了
- : 補助工法施工中



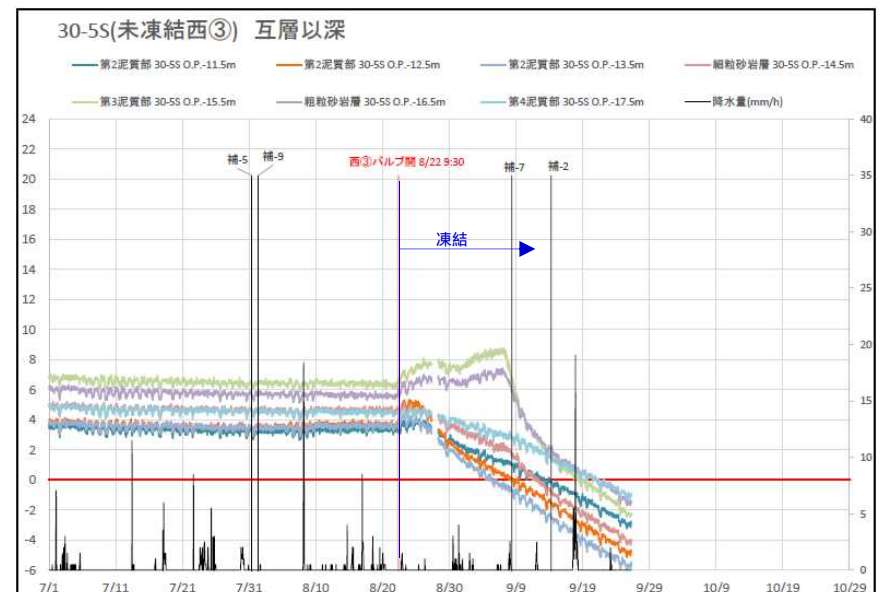
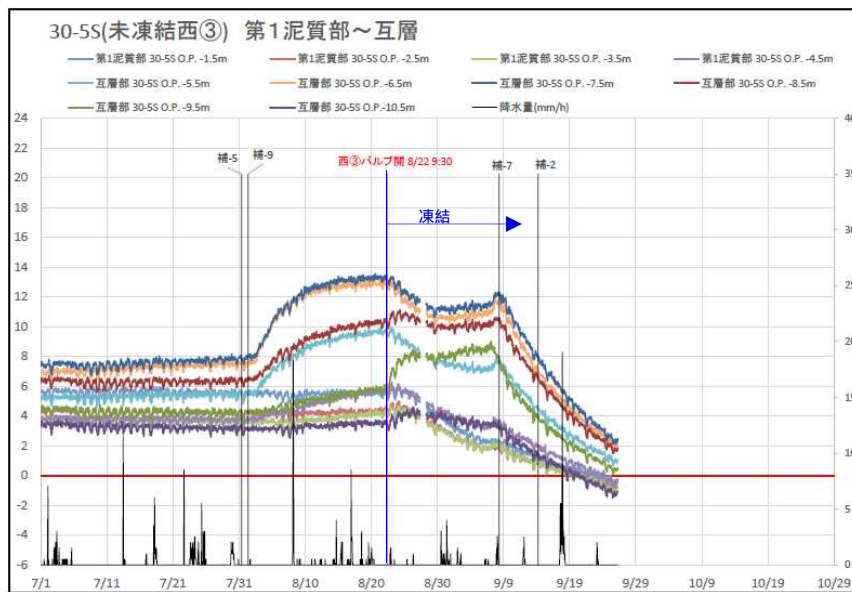
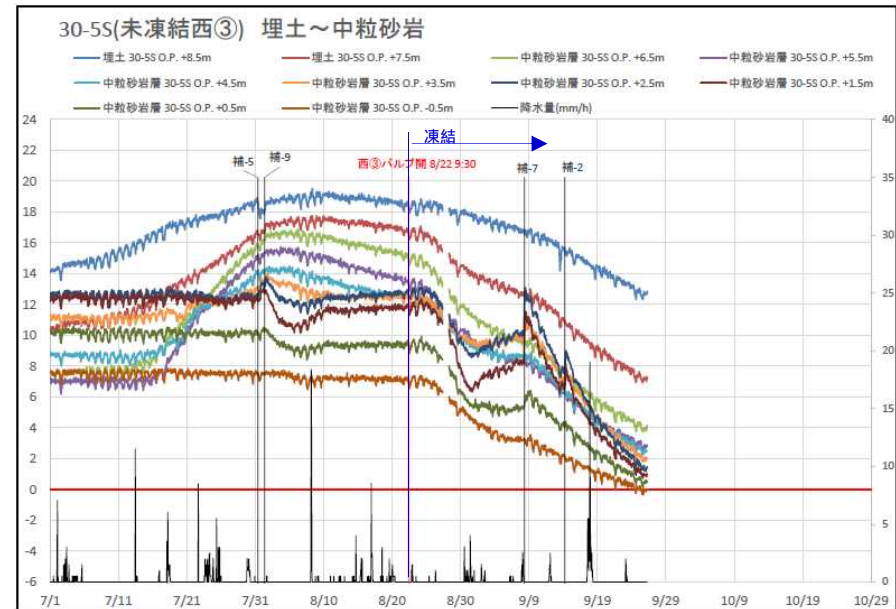
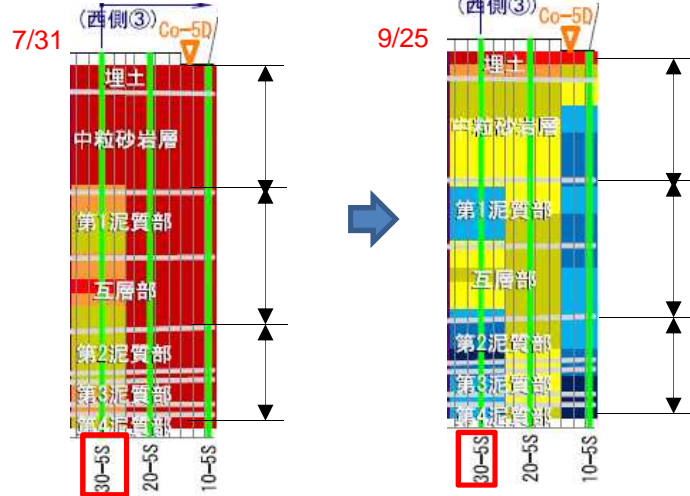
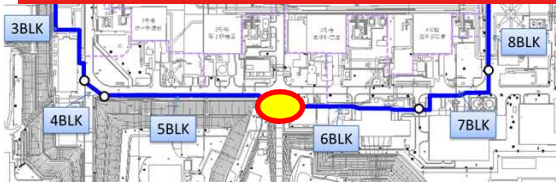
(西 関連)

凍結開始箇所	測温管	進捗	H29年7月	H29年8月	H29年9月	H29年10月
西	10-5S 20-5S 30-5S	施工中		削孔開始(7/31) 削孔・注入	凍結開始(8/22)	

温度低下傾向を確認の上、必要に応じて実施継続

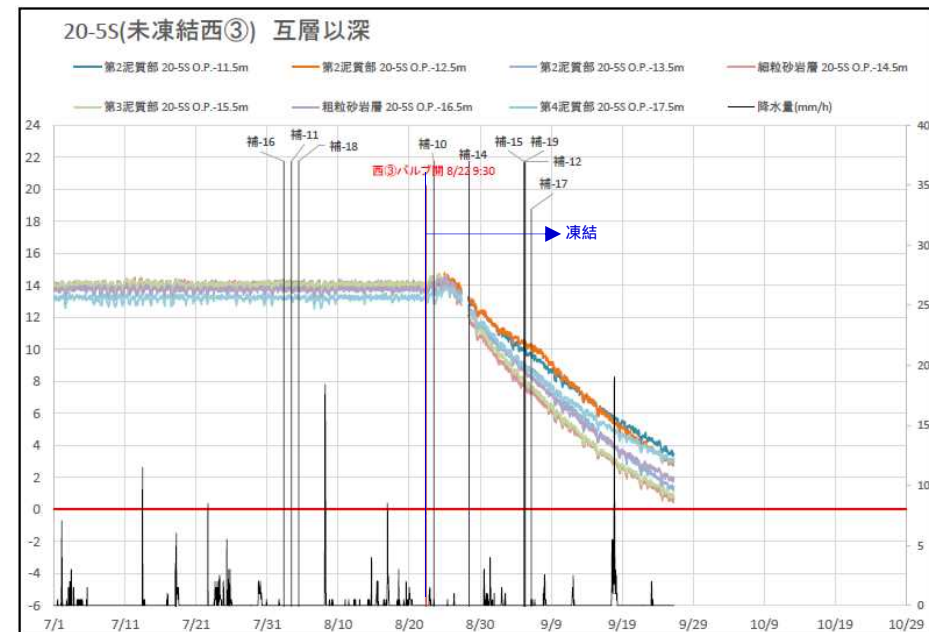
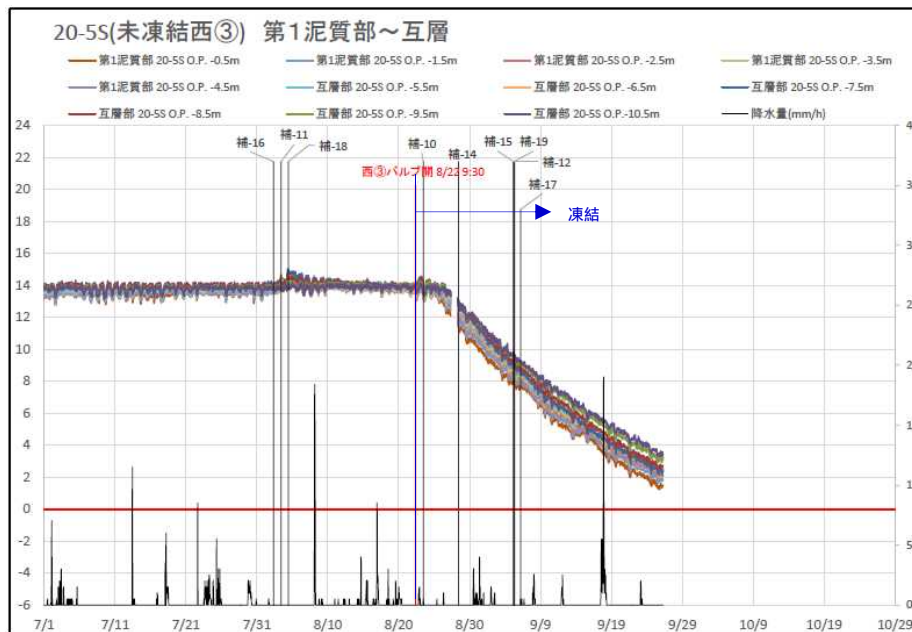
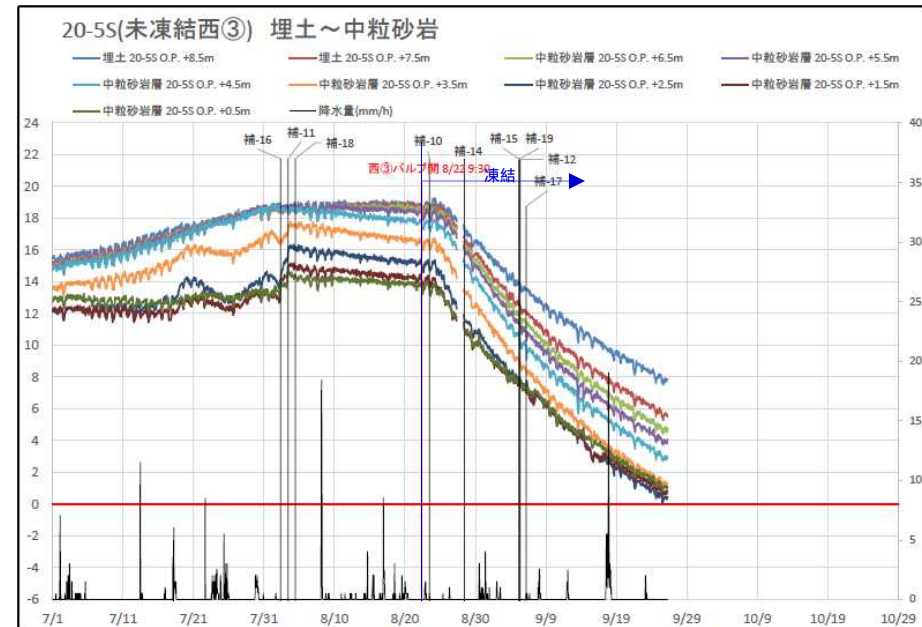
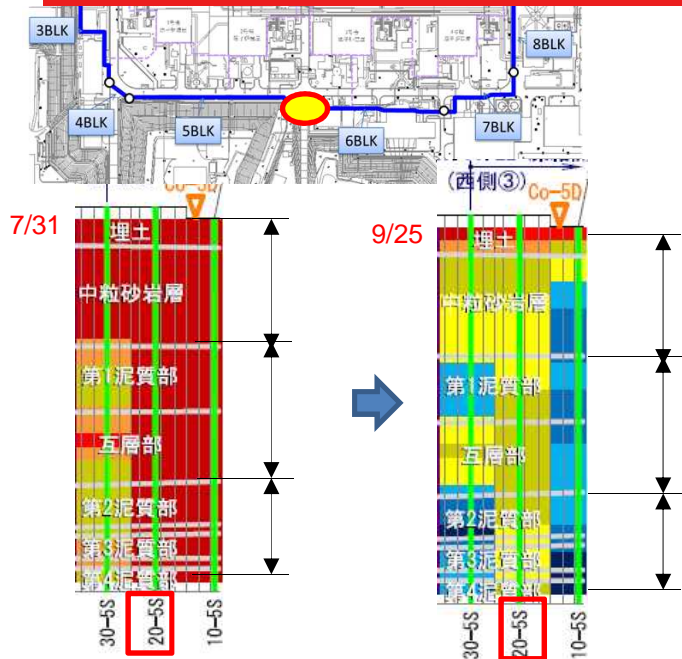
3-2 追加凍結開始箇所への凍結促進について

9/25 (月) 現在



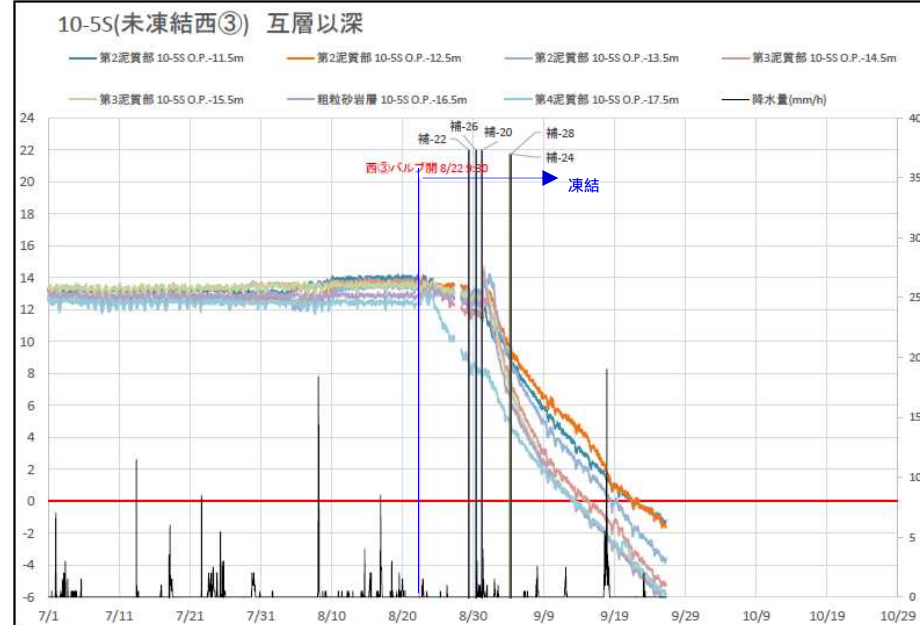
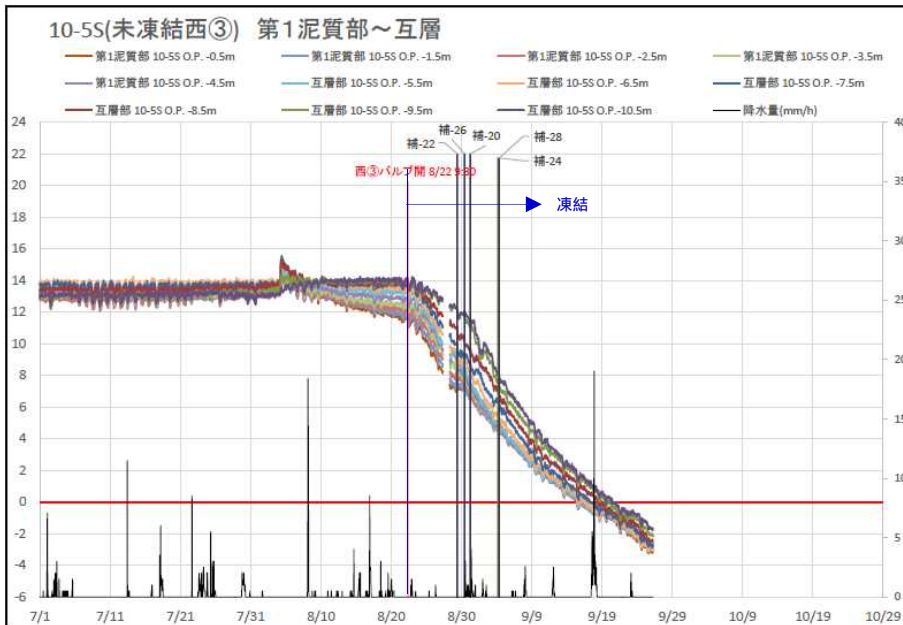
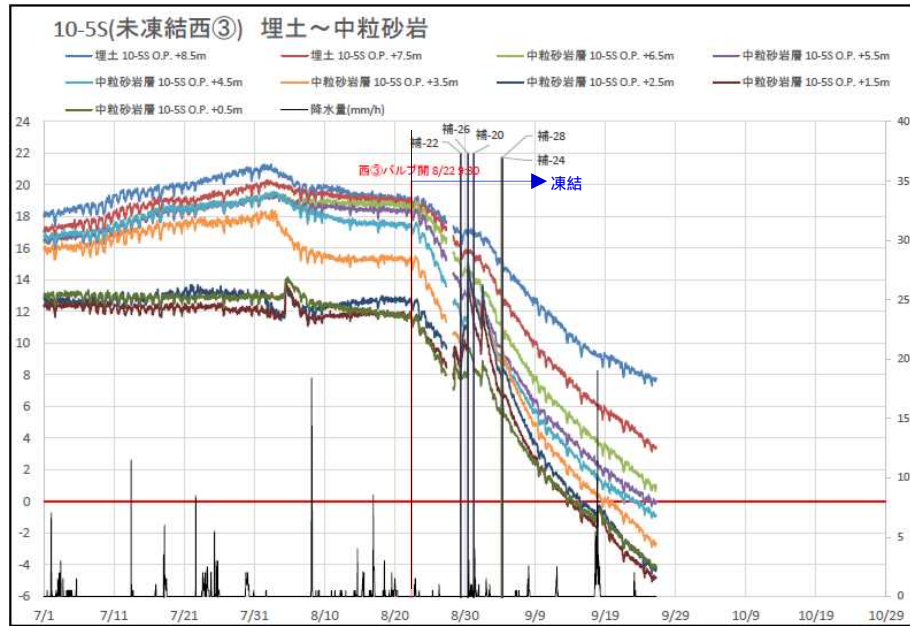
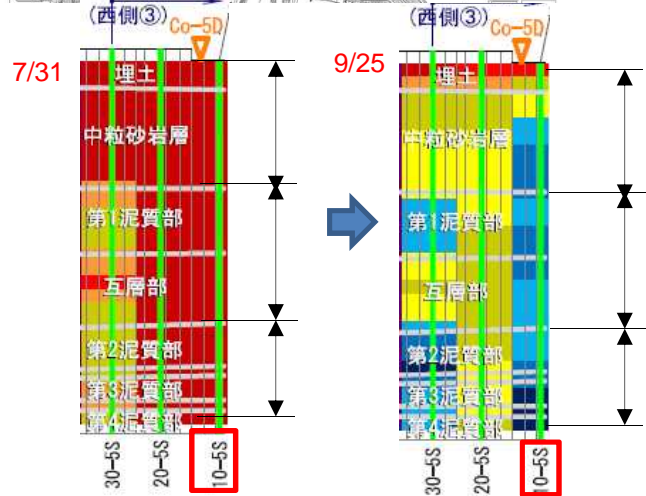
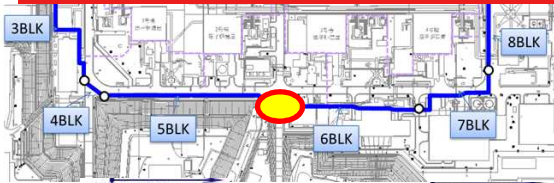
3-3 追加凍結開始箇所での凍結促進について

9/25 (月) 現在



3-4 追加凍結開始箇所への凍結促進について

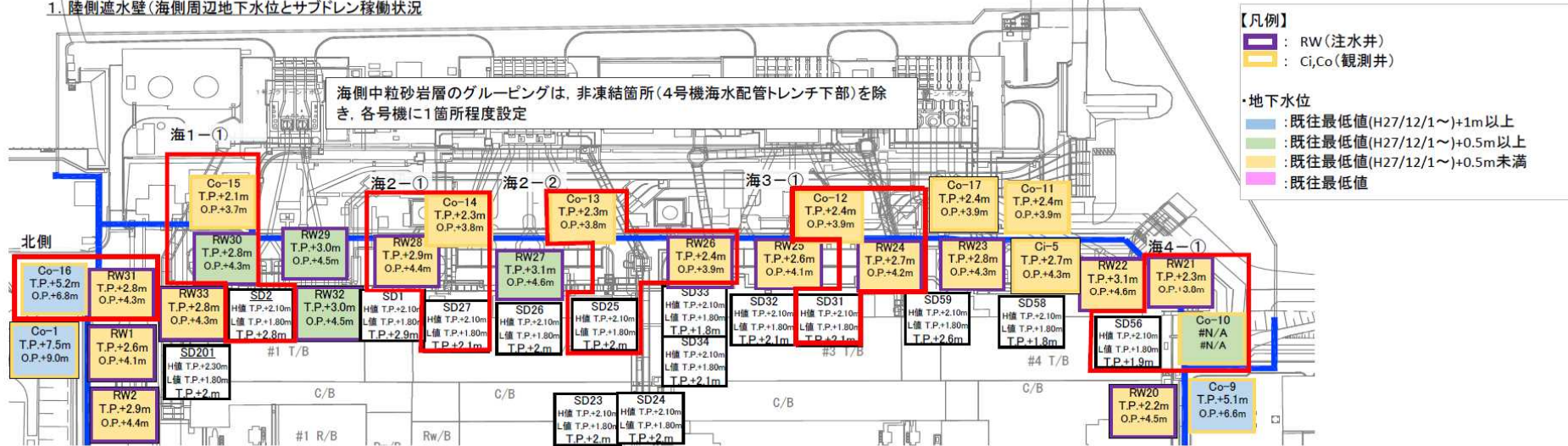
9/25 (月) 現在



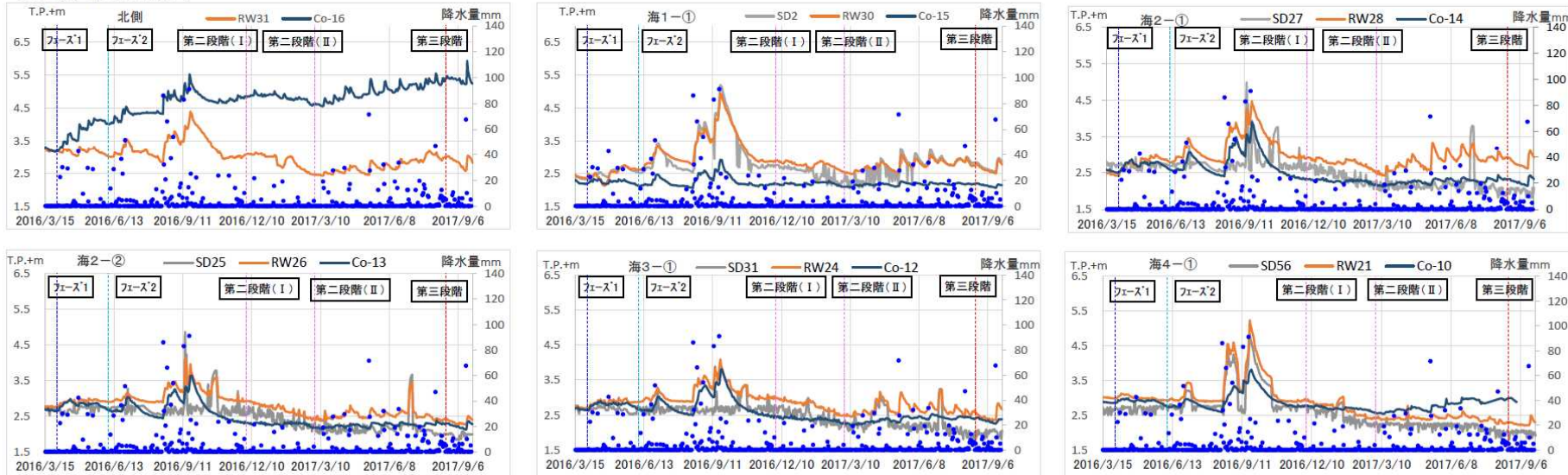
4 - 1 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層 海側)

陸側遮水壁運用における監視項目(海側 中粒砂岩層水位)

1. 陸側遮水壁(海側周辺)地下水位とサブドレン稼働状況



2. 陸側遮水壁内外水位

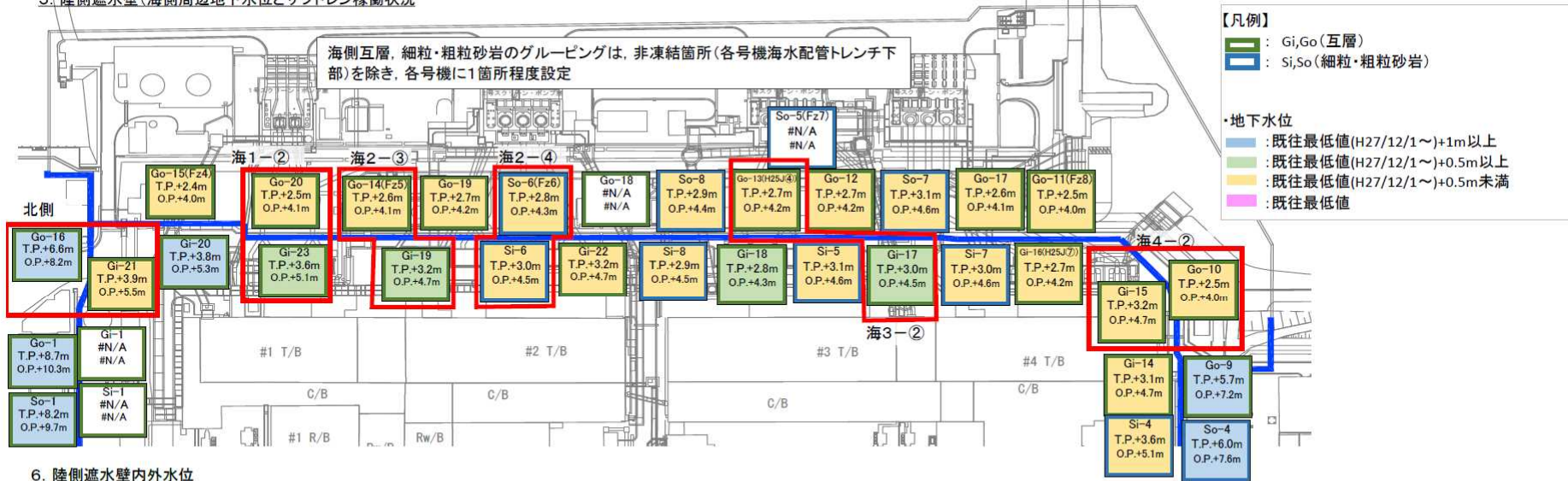


・地下水位は9/25 7:00時点のデータ

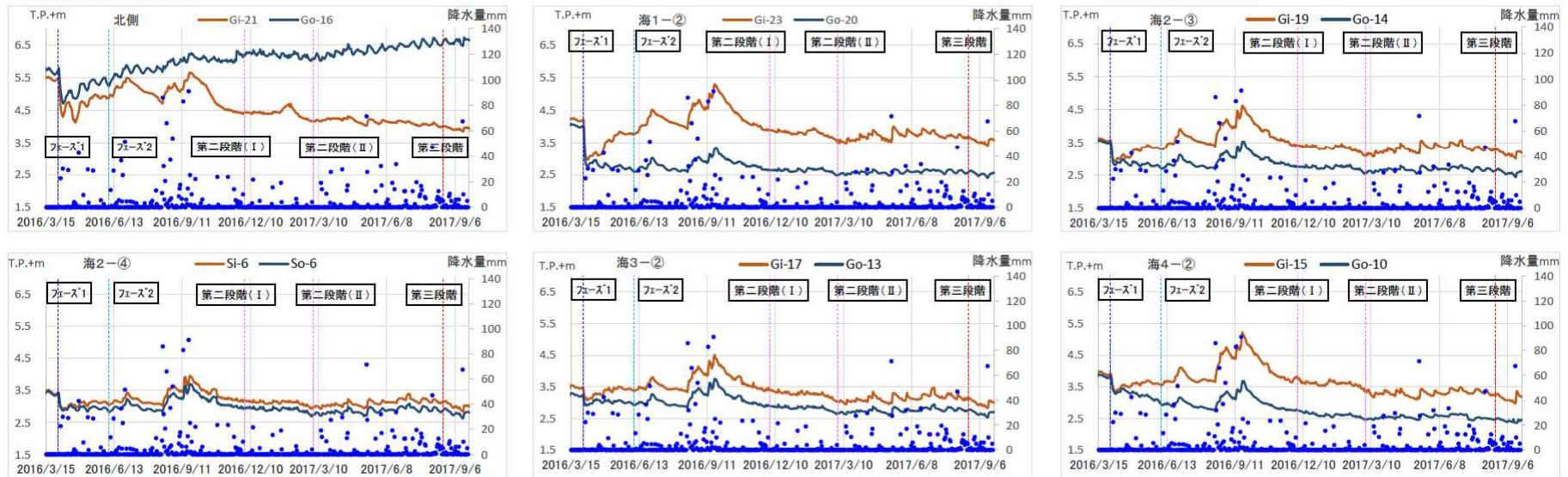
4 - 2 地下水位・水頭状況 (互層、細粒・粗粒砂岩層水頭 海側)

陸側遮水壁運用における監視項目(海側 互層、細粒・粗粒砂岩水位)

5. 陸側遮水壁(海側周辺地下水とサブドレン稼働状況)



6. 陸側遮水壁内外水位

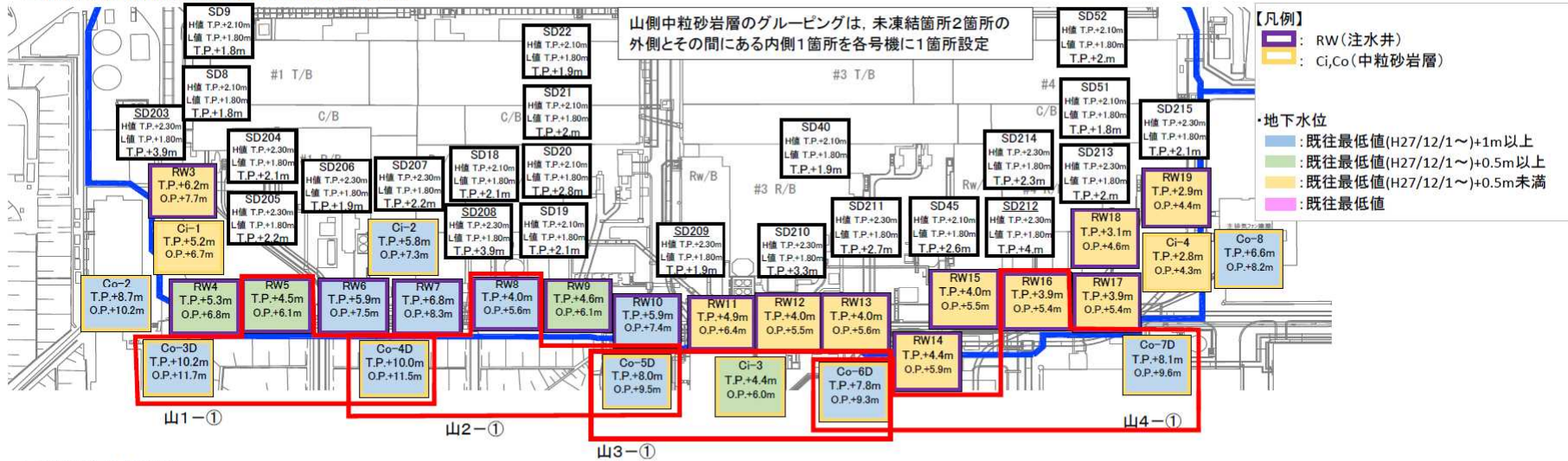


・地下水位は9/25 7:00時点のデータ

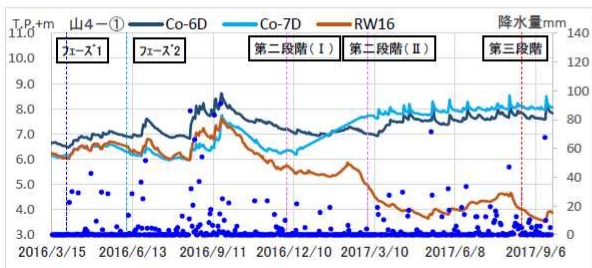
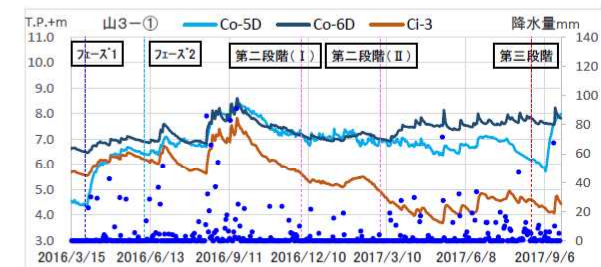
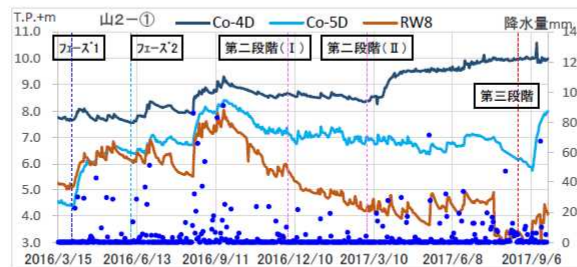
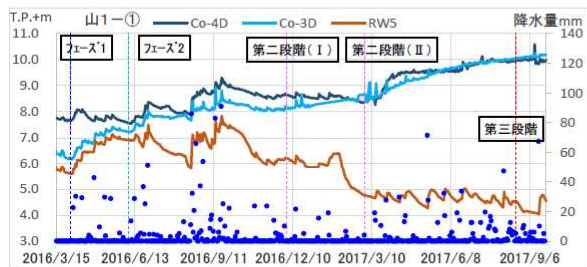
4 - 3 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層 山側)

陸側遮水壁運用における監視項目(山側 中粒砂岩層水位)

3. 陸側遮水壁(海側周辺地下水位とサブドレン稼働状況)



4. 陸側遮水壁内外水位



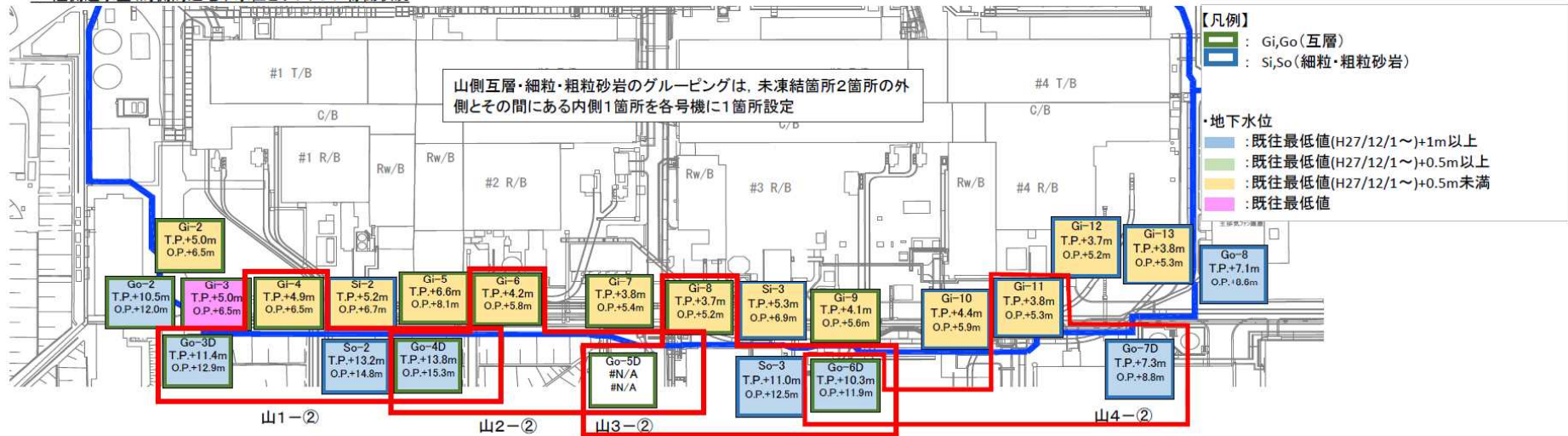
・地下水位は9/25 7:00時点のデータ

4 - 4 地下水位・水頭状況 (互層、細粒・粗粒砂岩層水頭 山側)

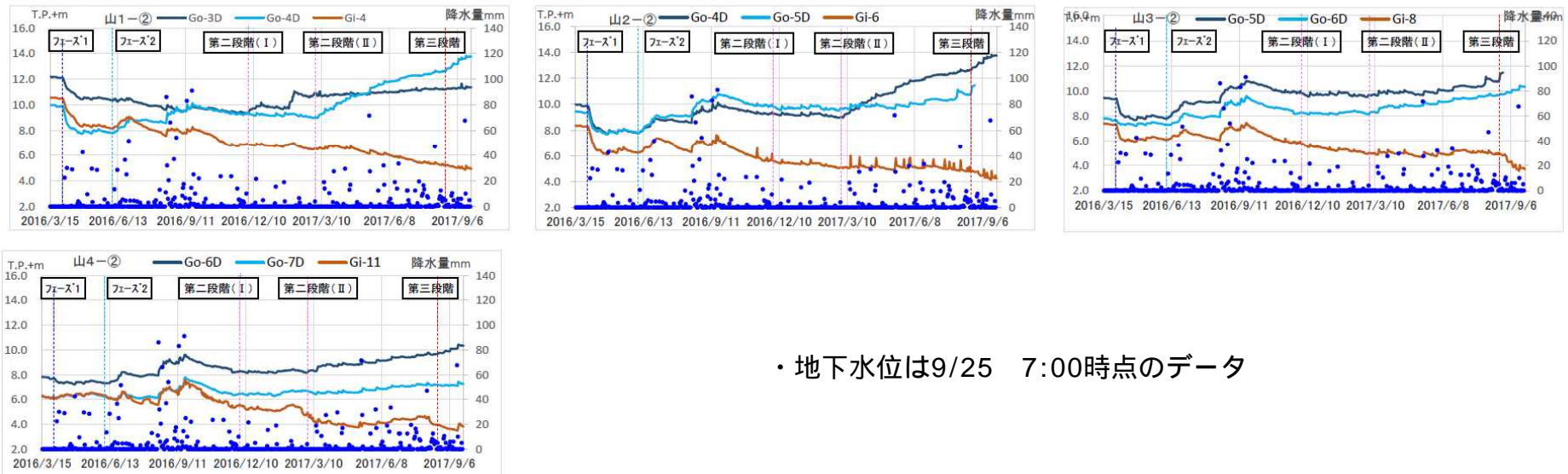


陸側遮水壁運用における監視項目(山側 互層、細粒・粗粒砂岩水位)

7. 陸側遮水壁(海側周辺地下水位とサブドレン稼働状況)

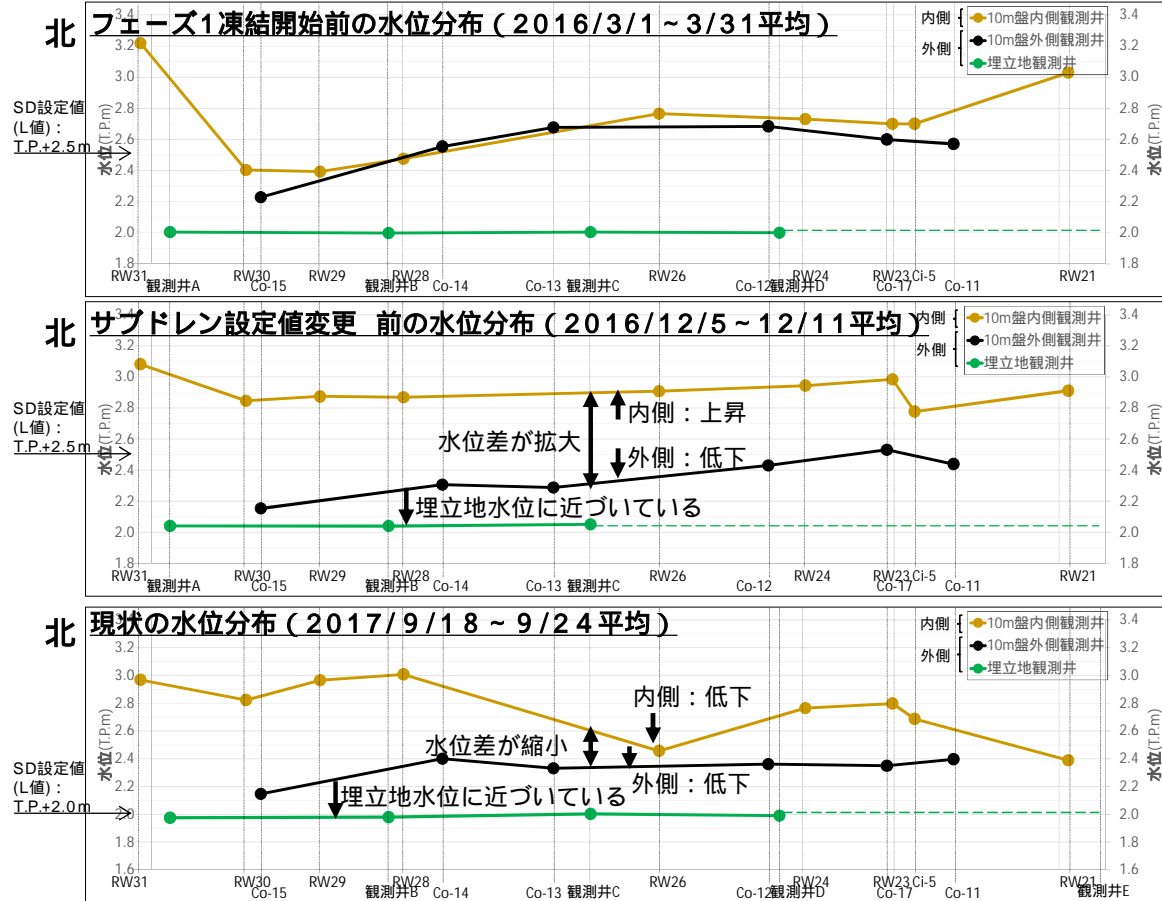


8. 陸側遮水壁内外水位

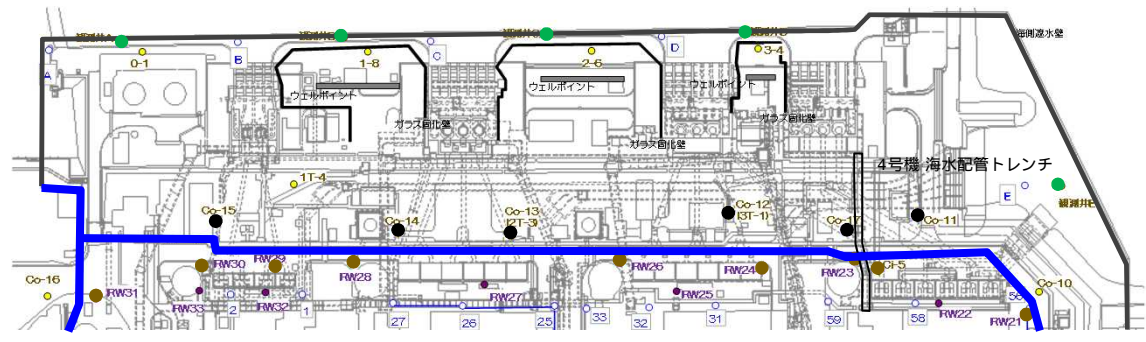


・地下水位は9/25 7:00時点のデータ

【参考】中粒砂岩層水位変化断面図 海側ライン



- ◆ **フェーズ1凍結開始～サブドレン設定値変更前にかけて地下水位差が拡大した。**
 - 内側の地下水位：昨年3/31フェーズ1凍結開始以降，陸側遮水壁（海側）の影響で上昇した。サブドレン稼働の影響を受け，サブドレン設定水位付近（T.P.+2.8～3.0m程度）でほぼ様な水位分布となった。
 - 外側の地下水位：昨年3/31フェーズ1凍結開始以降，陸側遮水壁（海側）の影響で低下した。
- ◆ **サブドレン設定値変更以降，地下水位差が縮小してきている。**
 - 内側の地下水位：昨年12/12以降のサブドレン設定値変更の影響により，低下してきている。
 - 外側の地下水位：低下が継続し，埋立地水位に近づいている。

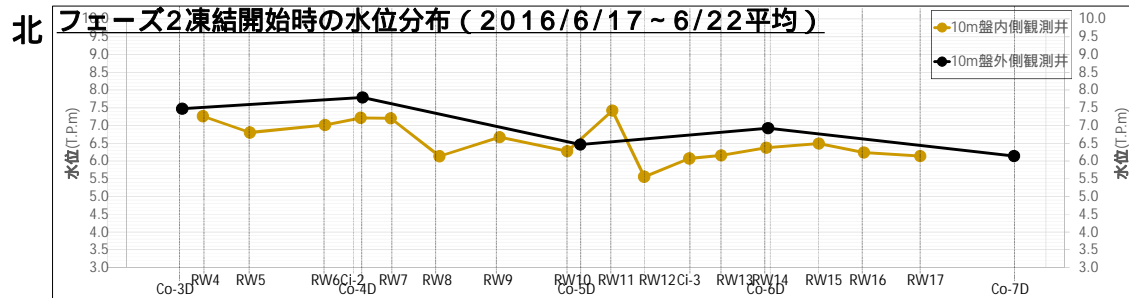


2016/12/12から2017/2/17にかけてL値を段階的に低下した (T.P.+2.5→2.0m)。

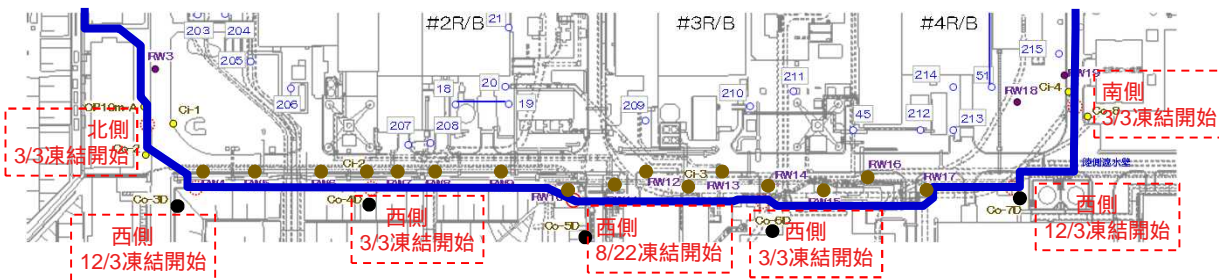
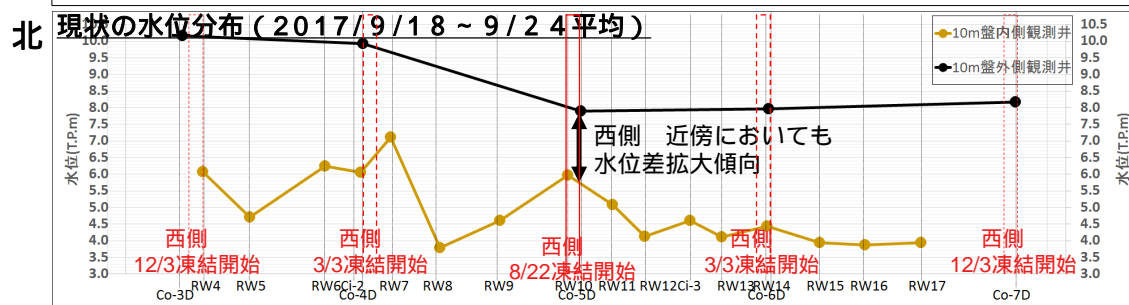
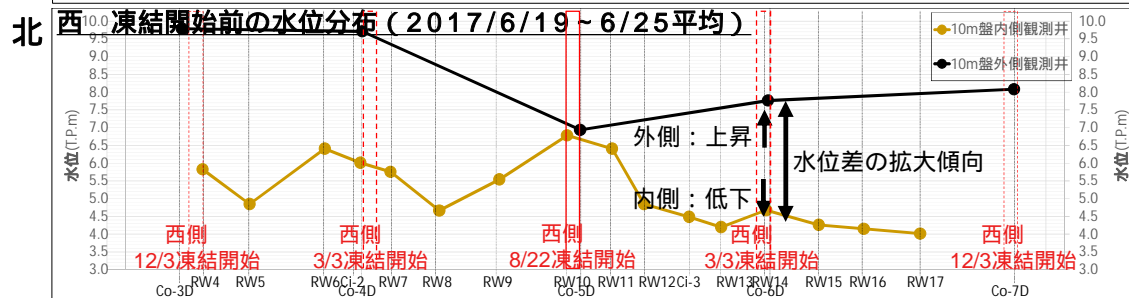
N

- 埋立地観測井
- 10m盤外側観測井
- 10m盤内側観測井

【参考】 中粒砂岩層水位変化断面図 山側ライン



- 南
- ◆ フェーズ2凍結開始～第二段階開始にかけて地下水位差が拡大した。
 - 内側の地下水位：昨年6/6フェーズ2凍結開始以降，陸側遮水壁（山側）の影響で低下した。未凍結箇所からの地下水流入の影響を受け未凍結箇所近傍が高く，未凍結箇所から離れるにつれ低い水位分布となった。
 - 外側の地下水位：昨年6/6フェーズ2凍結開始以降，陸側遮水壁（山側）の影響で上昇した。
 - ◆ 凍結を開始した西側 近傍についても地下水位差が拡大傾向。
 - 内側の地下水位：本年8/22の西側 凍結開始以降，西側近傍についても水位が低下傾向。
 - 外側の地下水位：本年8/22の西側 凍結開始以降，西側近傍においても水位が上昇傾向。

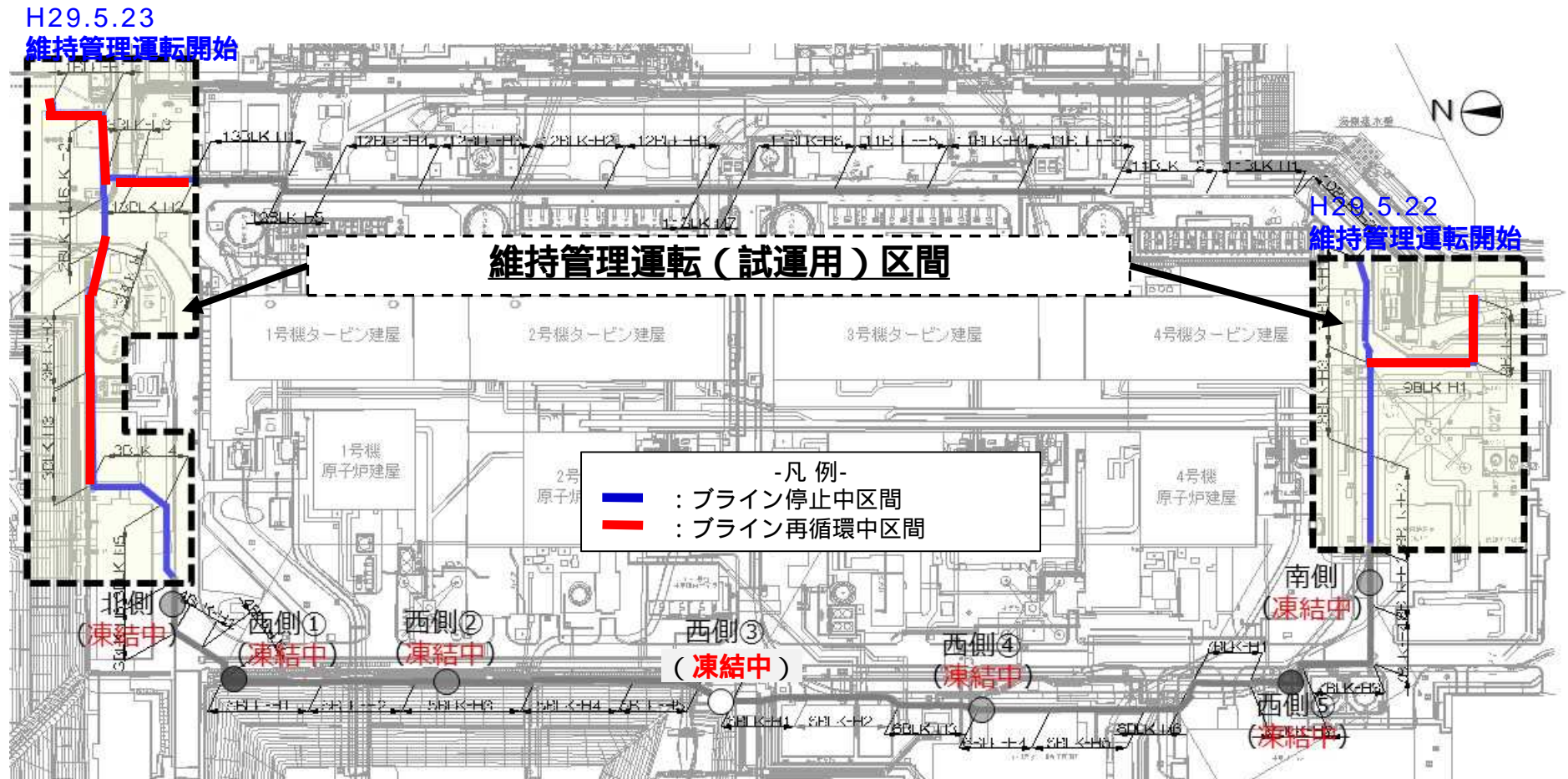


N

- 未凍結箇所
- 10m盤外側観測井
- 10m盤内側観測井

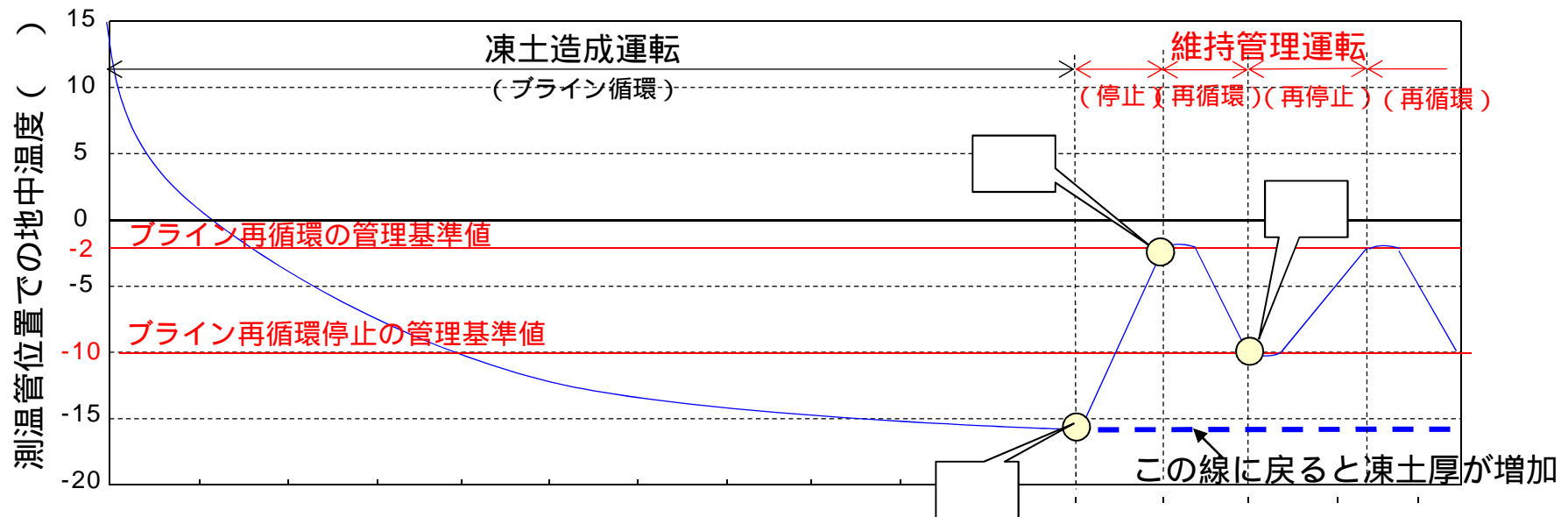
5 維持管理運転の状況 (9 / 2 5 現在)

維持管理運転対象ヘッダー管 15 のうち、9 ヘッダー管にてブライン循環運転中



■ 維持管理運転時の地中温度イメージ

- ・維持管理運転に移行後（ ），ブライン再循環の管理基準値（ ）とブライン再循環停止の管理基準値（ ）を設定し，地中温度をこの範囲で管理する。



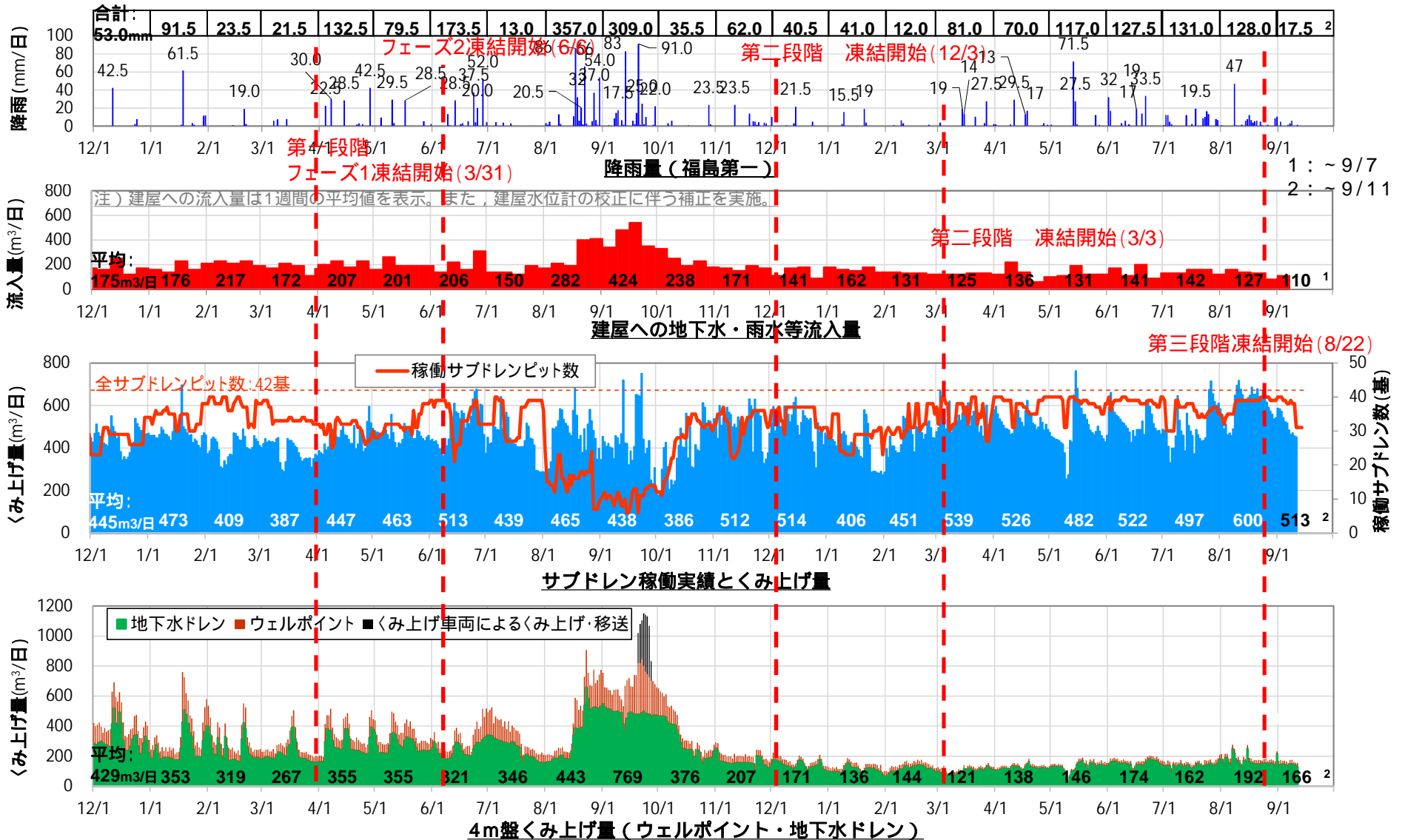
- < 維持管理運転の制御ポイント >
- ：維持管理運転へ移行
 - ：ブライン再循環 … 測温点のうちいずれか1点で地中温度-2 以上
 - ：ブライン循環再停止 … 全測温点-5 以下 ，かつ全測温点平均で地中温度-10 以下

* ブライン停止および再循環の管理基準値は，データを蓄積して見直しを行っていく。
 * 急激な温度上昇や局所的な温度上昇が確認された場合には，個別に評価を行い維持管理運転の運用方法を再検討する。

【参考】1F降雨と建屋への地下水流入量・各くみ上げ量の推移

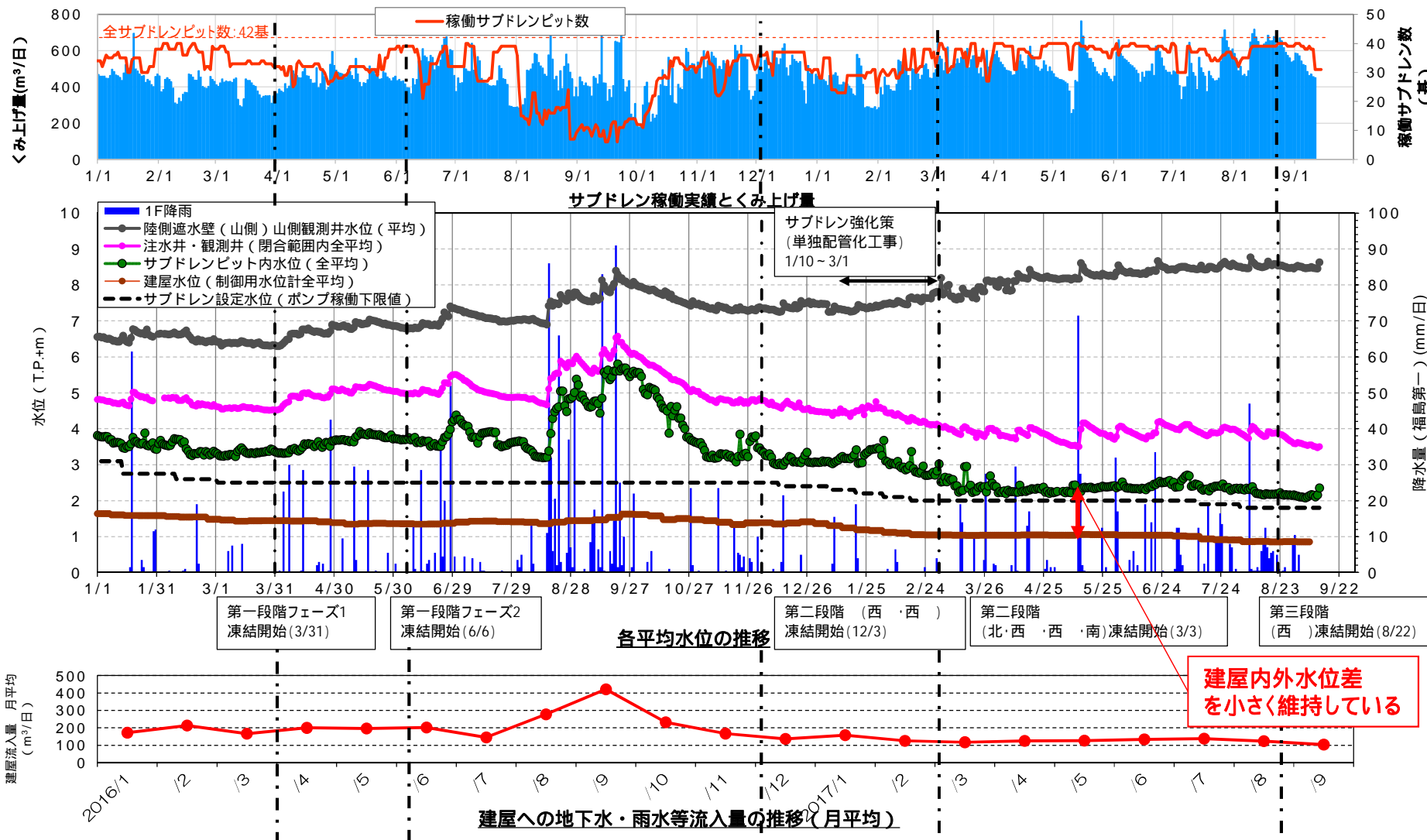


・建屋への流入量は、サブドレンの安定的稼働及び陸側遮水壁(山側)の凍結進展等により、降雨による変動はあるものの至近では110～140m³/日程度となっている。
 ・サブドレンのくみ上げ量は、昨年11月以降は500m³/日程度となっており、至近では稼働台数が多い状態を維持している。汲み上げ量は”降雨による増加→減少”を繰り返している。
 ・4m盤くみ上げ量は、昨年11月以降は低減した状態を維持しており、降雨後の一時的な増加は非常に小さくなっている。(既往最小くみ上げ量:85m³/日(2017.3.6))

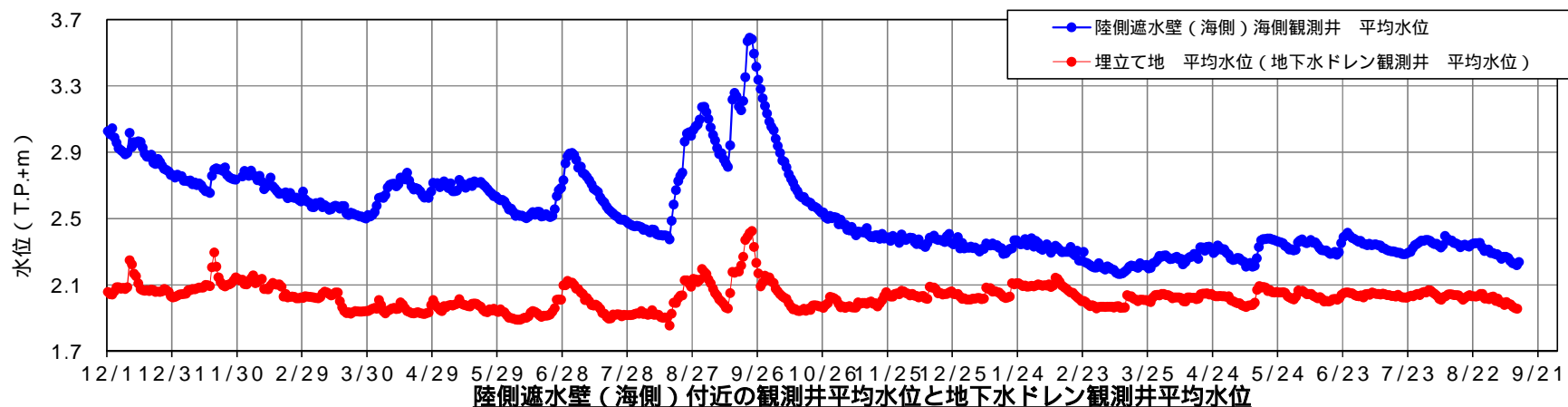
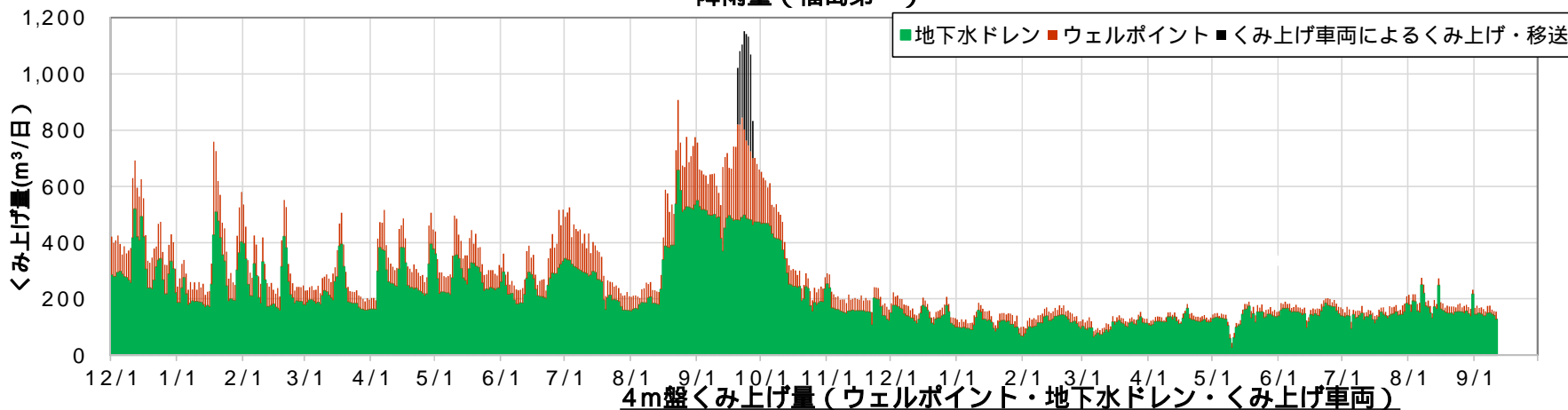
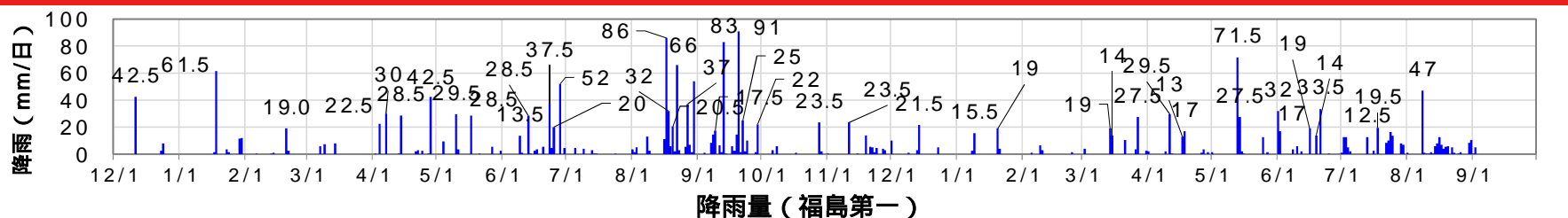


【参考】サブドレンによる地下水位制御性の向上

- サブドレン信頼性向上対策の一部実施完了(配管単独化等)により,サブドレンによる建屋周辺地下水位の制御性が向上し,ピット内水位をポンプ稼働設定水位の範囲内にほぼ制御出来ている。
- また,降雨時においてもピット内水位がほとんど上昇しておらず,サブドレン本来の動的な機能である「降雨時においても建屋内外水位差を拡大させない制御」が可能となっている。



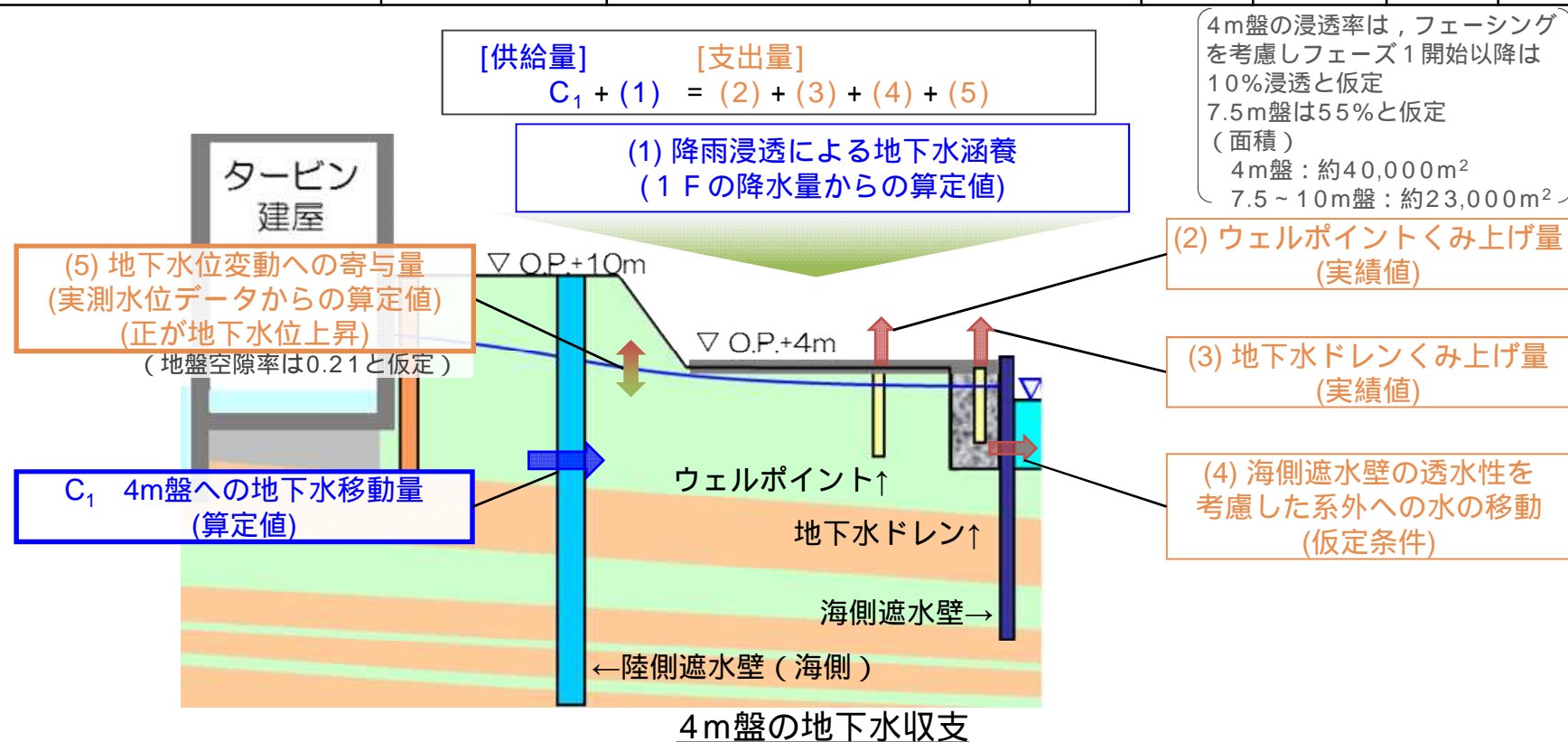
【参考】4m盤くみ上げ量と陸側遮水壁の海側および埋立て地水位の推移 TEPCO



【参考】凍結開始前と現状の4m盤の地下水収支の評価

- 昨年の同時期と現状で4m盤の地下水収支の評価を比較すると、4m盤への地下水移動量は減少している。
- 減少している要因は、雨水浸透防止策(フェーシング等)、サブドレン稼働、陸側遮水壁(海側)の閉合などの複合効果によるものと考えられる。

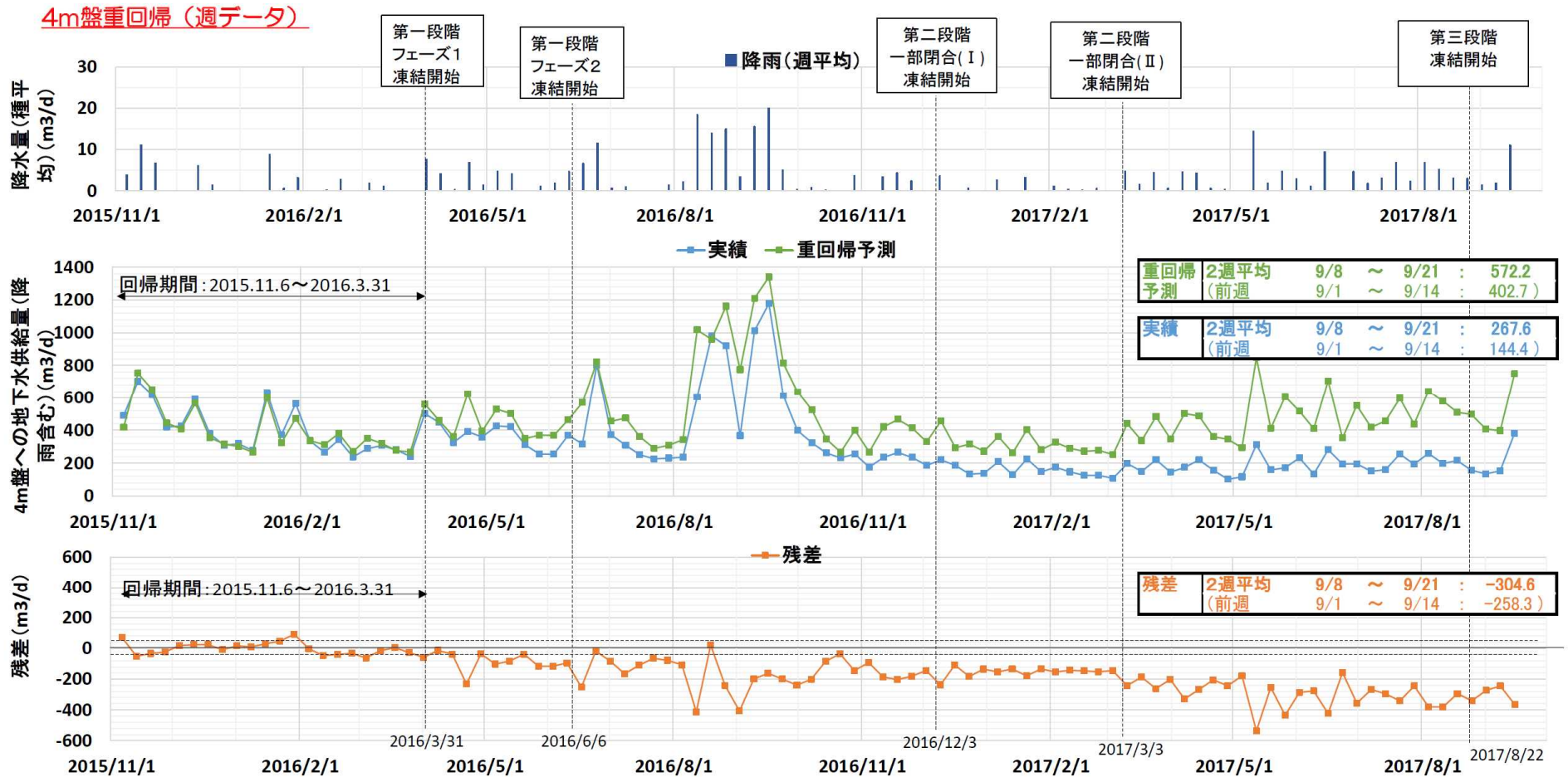
実績値(m ³ /日)	(参考)降水量	4m盤への地下水移動量 C ₁	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2016.3.1 ~ 3.31	0.7 mm/d	250	20	60	210	30	-30
2016.8.1 ~ 8.31	11.5 mm/d	420	210	120	340	30	150
2017.8.1 ~ 8.31	4.1 mm/d	130	80	20	170	30	-10



(収支計算は10の位で四捨五入しており、上記の数値とは異なる場合がある)

【参考】4m盤重回帰予測と実績値との比較（7日間平均）

- 降雨による影響を考慮するため、4m盤への水の供給量（地下水流入+降雨浸透）を目的変数、降雨の影響が大きいと思われる15日前までの各日降雨量を説明変数として、重回帰分析を用いて評価した。（：くみ上げ量と地下水位変動から算定）
 - 至近の4m盤への水の供給量は、凍結開始前のデータに基づく重回帰式による予測では570m³/日程度に対して、実績は270m³/日程度となっており、予測に対して300m³/日程度減少していると評価できる。



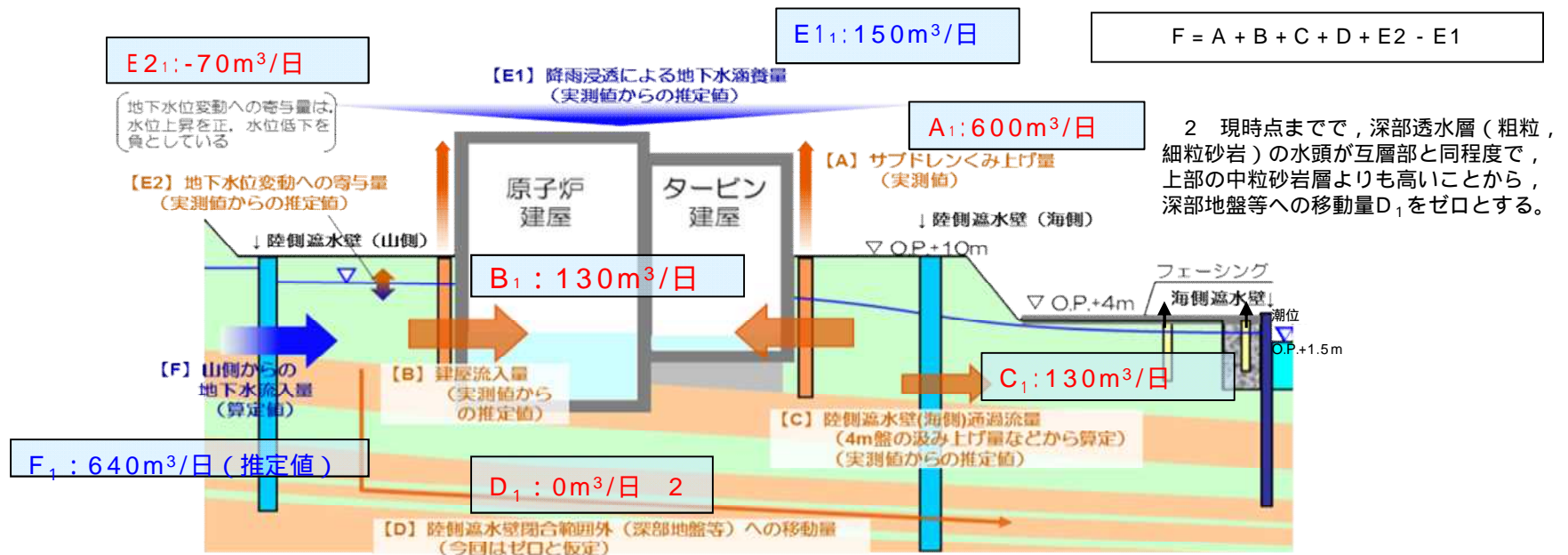
【参考】凍結開始前と現状の陸側遮水壁周辺(10m盤)の地下水収支の評価



- 凍結開始前と現状で陸側遮水壁周辺の地下水収支の評価を比較した。
- 今年の同時期と比較して、山側からの地下水流入量・建屋流入量・4m盤への地下水移動量は減少している。

実績値(m ³ /日)	山側からの地下水流入量 (実測からの推定値) F	<参考> サブドレン 平均水位	<参考> 日平均降雨量	サブドレン くみ上げ量 (実測値) A	建屋流入量 (実測からの推定値) B	4m盤への 地下水移動量 C ¹ (実測からの推定値)	閉合範囲外 への移動量 D	降雨涵養量 (実測からの推定値) E ^{1 1}	地下水位変動 への寄与量 (実測からの推定値) E ^{2 1}
凍結開始前： 2016.3.1～3.31	760	T.P.+3.3m	0.7mm/日	390	170	250	0	20	-30
2016.8.1～8.31	1,000	T.P.+4.0m	11.5mm/日	470	280	420	0	410	240
2017.8.1～8.31	640	T.P.+2.2m	4.1mm/日	600	130	130	0	150	-70

¹ 上表は、降雨浸透率や有効空隙率を仮定して算出しているが、その仮定条件には不確実性が含まれている
(建屋への流入量は、建屋水位計の校正に伴う補正を実施)



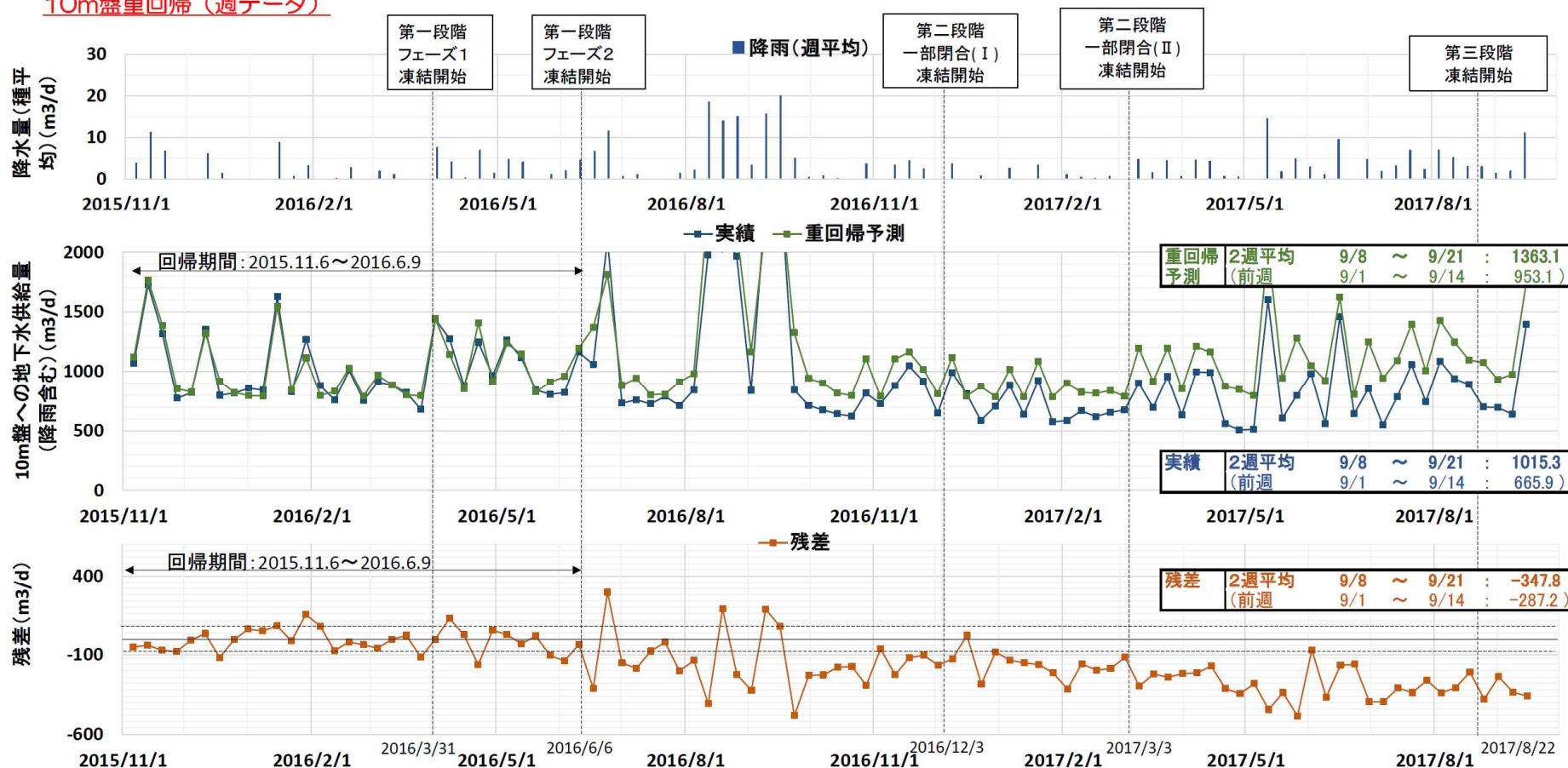
実測に基づく地下水収支の評価(2017.8.1～8.31)

(収支計算は10の位で四捨五入しており、上記の数字とは異なる場合がある)

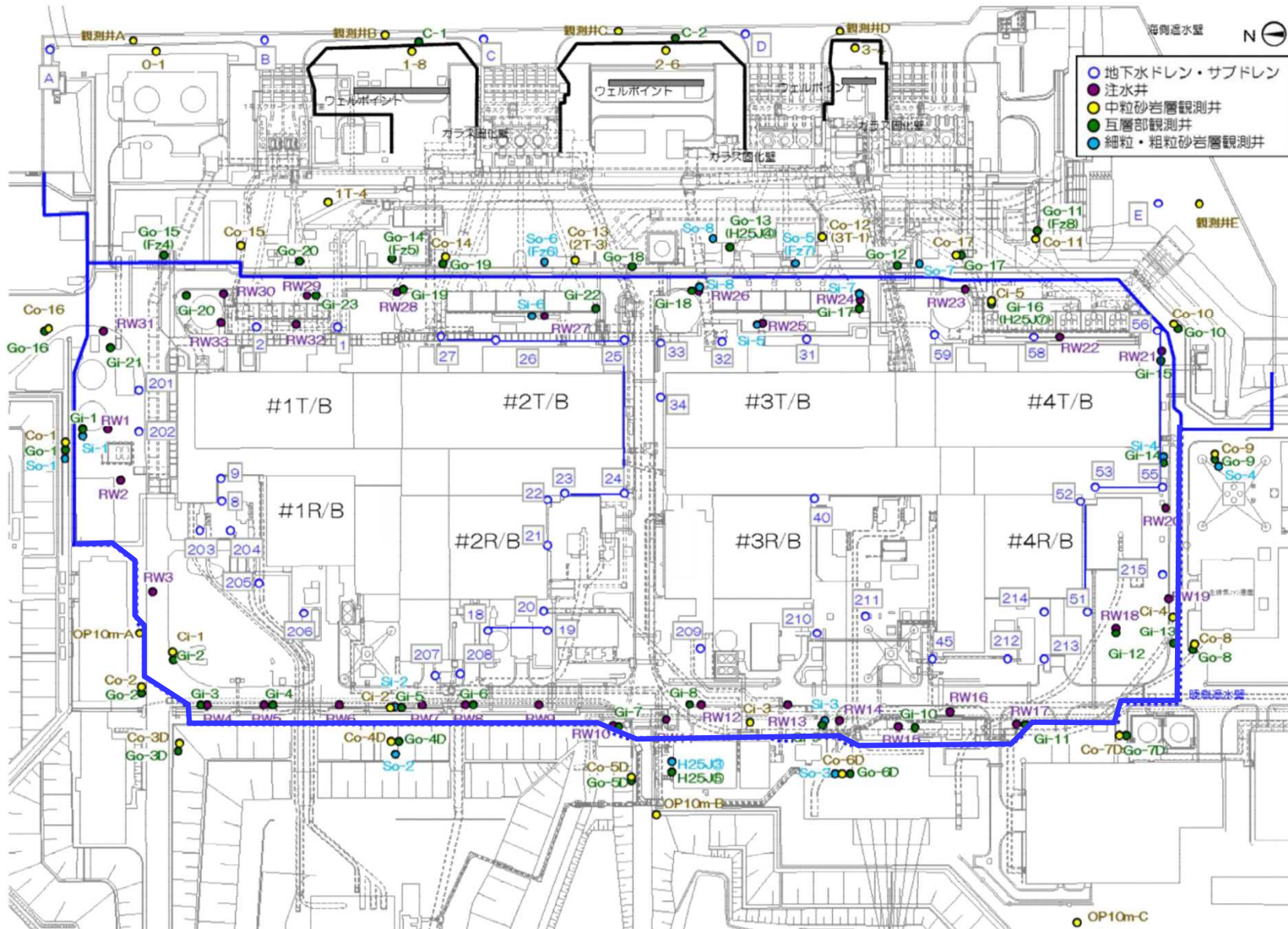
【参考】10m盤 重回帰予測と実績値との比較(7日間平均)

- 降雨による影響を考慮するため、10m盤への水の供給量（地下水流入+降雨浸透）を目的変量、降雨の影響が大きいと思われる35日前までの週間平均降雨量を説明変量として、重回帰分析を用いて評価した。（：くみ上げ量と地下水位変動から算定）
 - 至近の10m盤への水の供給量は、凍結開始前のデータに基づく重回帰式による予測では1,400m³/日程度に対して、実績は1000m³/日程度となっている。

10m盤重回帰（週データ）



【参考】地下水位観測井位置図



【参考】4m盤への水の供給量(地下水流入 + 降雨浸透)の重回帰分析による評価

- 陸側遮水壁閉合後における4m盤への水の供給量の低減状況の評価として、陸側遮水壁が閉合していなかった場合の推定供給量(Q)を重回帰分析により推定し、前頁左辺の供給量(C1+(1))と比較した。
- 重回帰分析に当たっては、目的変数を実績供給量、説明変数を影響が大きいと考えられる当日から15日前までの降水量(x_n)とし、導出される基底量(A)および偏回帰係数(B_n)から、重回帰予測式を下式のように設定した。

推定供給量(Q)の算出(重回帰予測式:4m盤)

4m盤への水の推定供給量

$$Q = A + (B_1 \times x_1) + (B_2 \times x_2) + (B_3 \times x_3) \dots + (B_{15} \times x_{15})$$

B_1 : 当日の降雨量
 B_2 : 1日前の降雨量
 B_3 : 2日前の降雨量
 B_{15} : 15日前の降雨量

重回帰分析で求める偏回帰係数

A: 基底の地下水流入量(重回帰分析により推定)

Bx: 降水量(福島第一原子力発電所内にて観測された実績値)

4m盤への水の供給量の低減状況の評価の手順は以下のとおり。

凍結運転開始前の期間を回帰期間として前頁における式を設定し、陸側遮水壁がない状態における4m盤への水の供給量の予測値(重回帰予測)を算出する。

4m盤への水の供給量の実績値を算出する(16頁参照)。

残差(実績値 - 重回帰予測値)の推移から供給量の減少傾向を確認する。

において、残差がマイナス方向に拡大すれば供給量が減少していることを示す。

重回帰予測値と実績値

