

陸側遮水壁の状況（第二段階）

2017年5月25日

TEPCO

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	P 2
2 . 地中温度の状況について	P3 ~ 8
3 . 地下水位・水頭の状況について	P9 ~ 12
4 . 陸側遮水壁の維持管理運転の実施について	P13 ~ 16
参考資料	P17 ~ 23

1. 陸側遮水壁について

- 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。
- 第一段階に引き続き、第二段階において山側の未凍結箇所の一部を閉合することで、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。
- 第二段階を通じて、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。

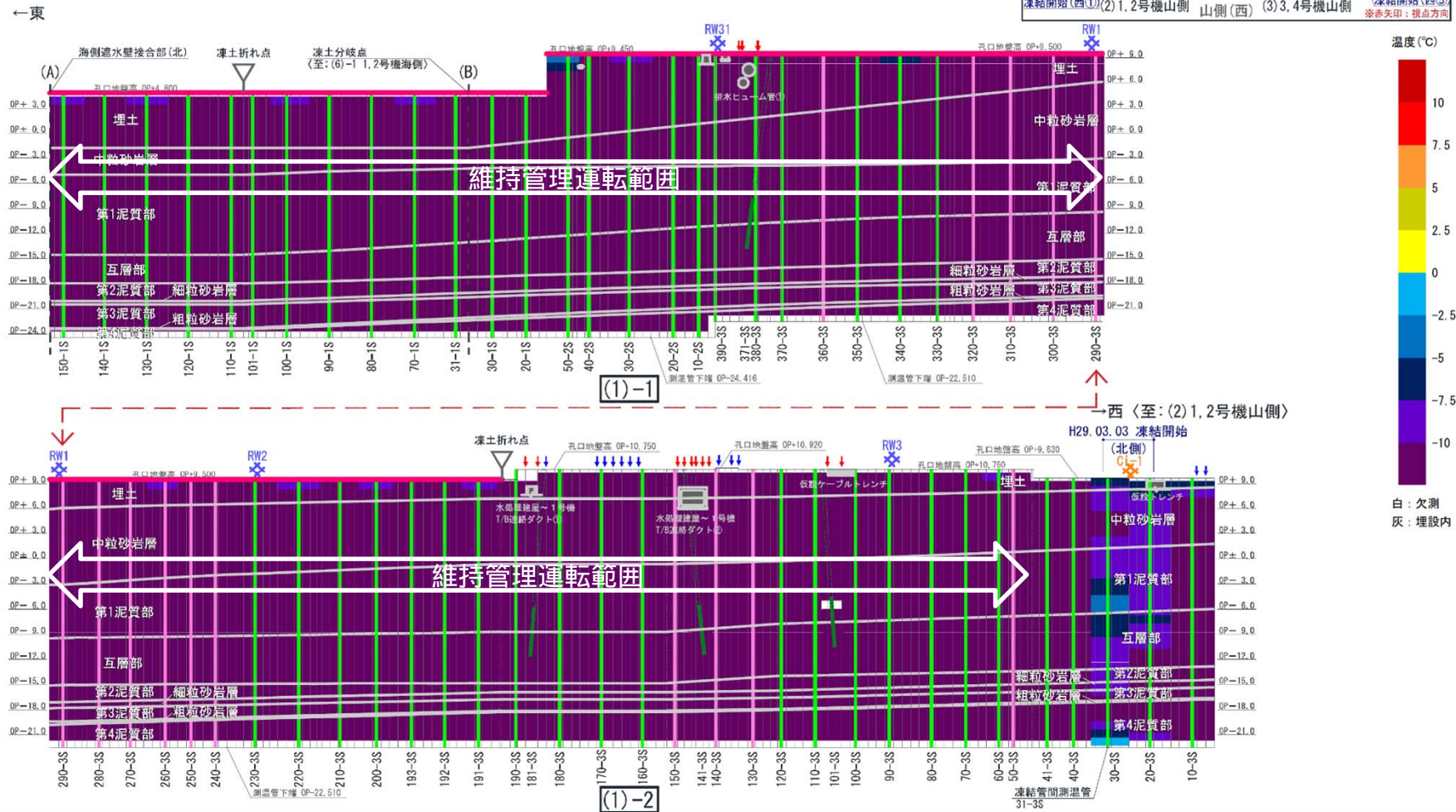
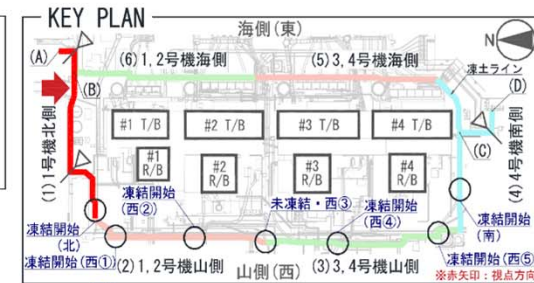
2-1 地中温度分布図 (1号機北側)

■ 地中温度分布図

(1) 1号機北側 (北側から望む)

(温度は5/23 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)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ◆ : RW (リチャージ Jewel)
 - ◇ : CI (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



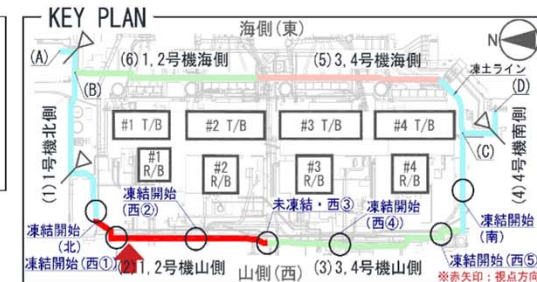
2-2 地中温度分布図 (1・2号機西側)

■ 地中温度分布図

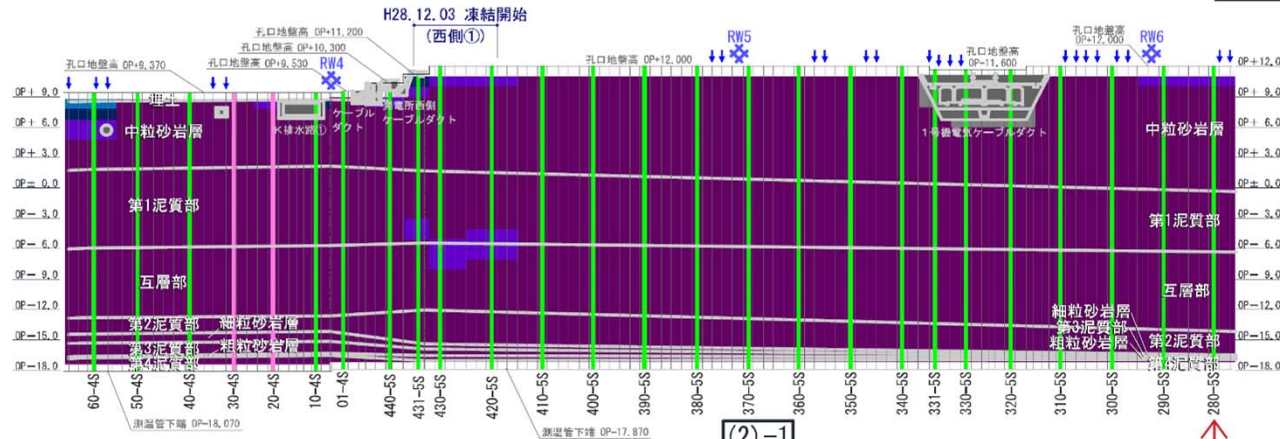
(2) 1, 2号機山側 (西側から望む)

(温度は5/23 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)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ◆ : RW (リチャージ Jewel)
 - ◆ : CI (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所

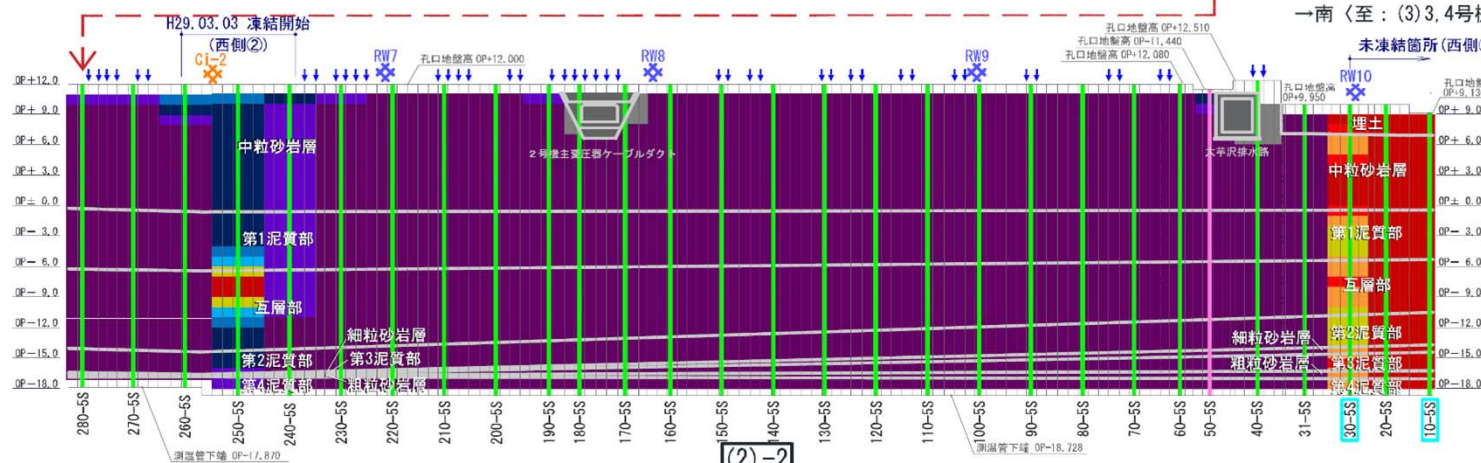


←北 (至: (1) 1号機北側)

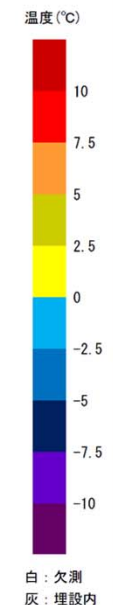


(2)-1

→南 (至: (3) 3,4号機山側)



(2)-2



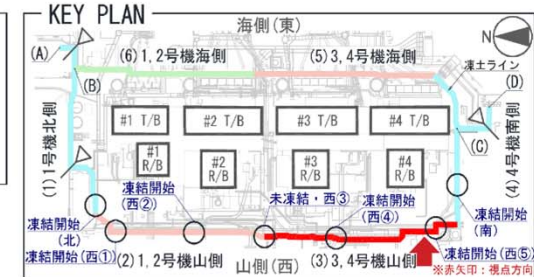
2-3 地中温度分布図 (3・4号機西側)

■ 地中温度分布図

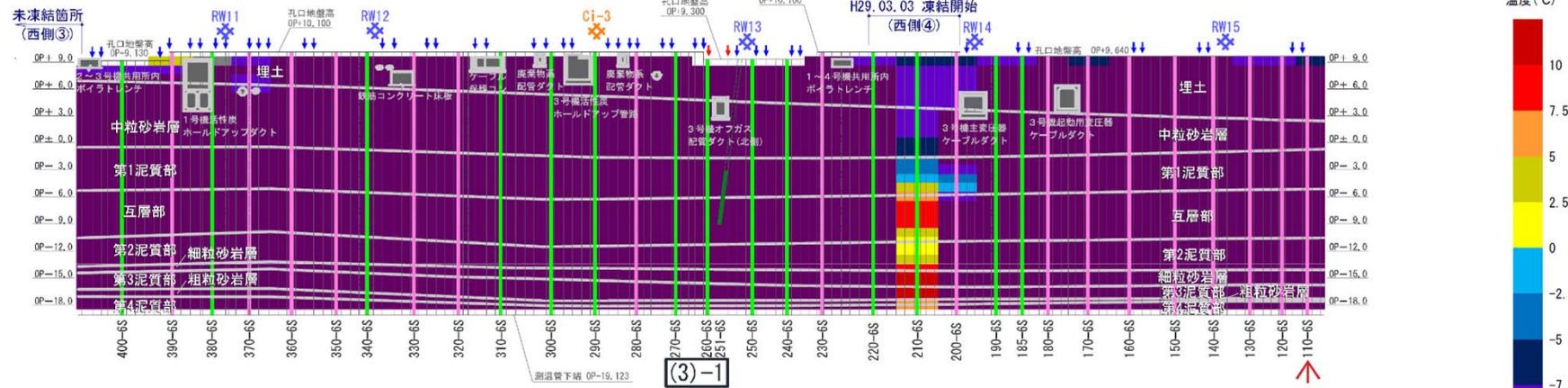
(3)3,4号機山側 (西側から望む)

(温度は5/23 7:00時点のデータ)

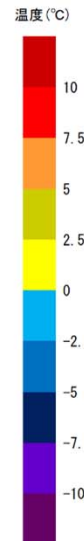
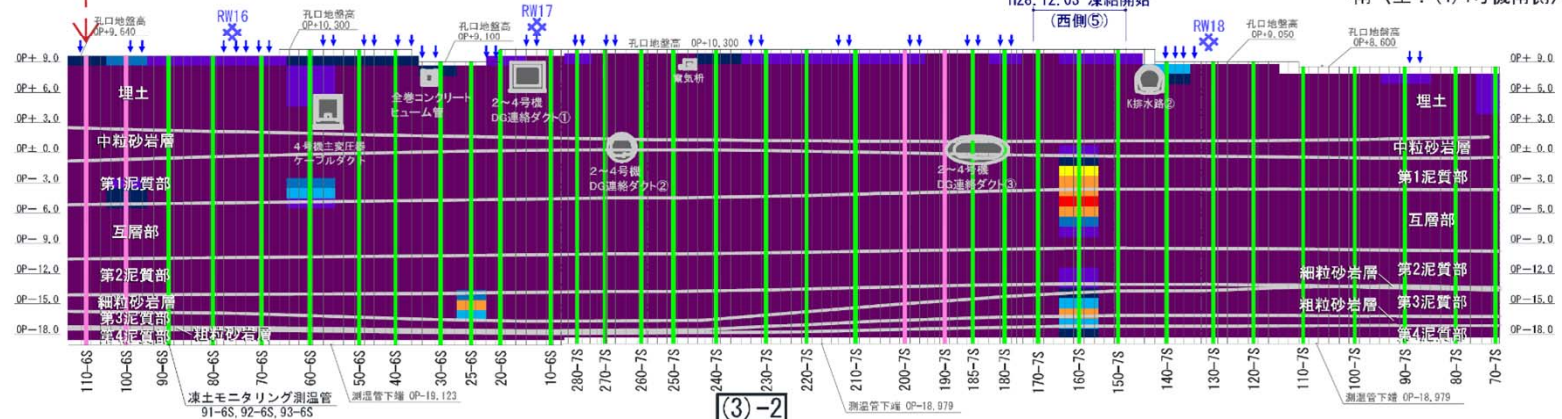
- 凡例
- : 测温管 (凍土ライン外側)
 - : 测温管 (凍土ライン内側)
 - : 测温管 (複列部斜め)
 - : 未凍結箇所管理测温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ⊗ : RW (リチャージウェル)
 - ⊗ : Ci (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



←北 (至: (2)1,2号機山側)



→南 (至: (4)4号機南側)



白: 欠測
灰: 埋設内

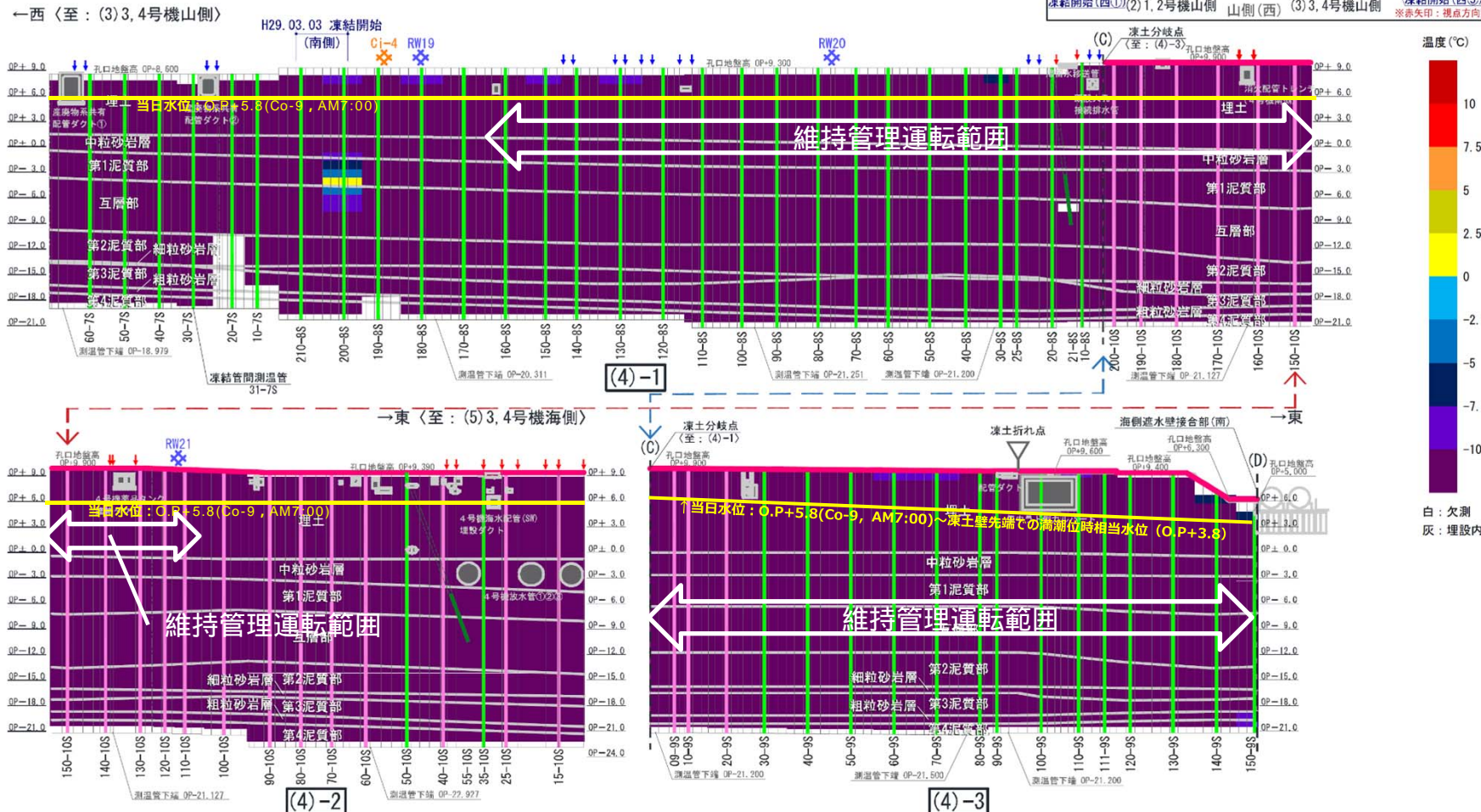
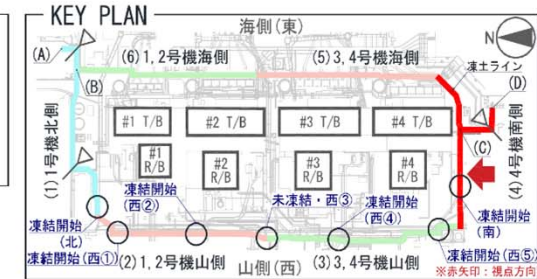
2-4 地中温度分布図 (4号機南側)

■ 地中温度分布図

(4)4号機南側 (南側から望む)

(温度は5/23 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)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ⊗ : RW (リチャージウエル)
 - ⊙ : CI (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



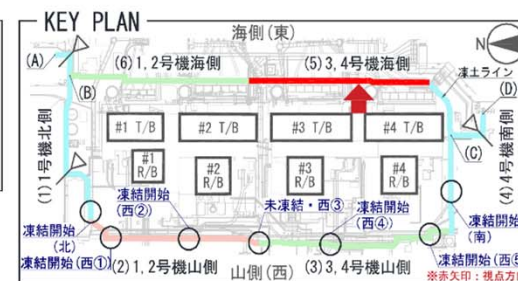
2-5 地中温度分布図 (3・4号機東側)

■ 地中温度分布図

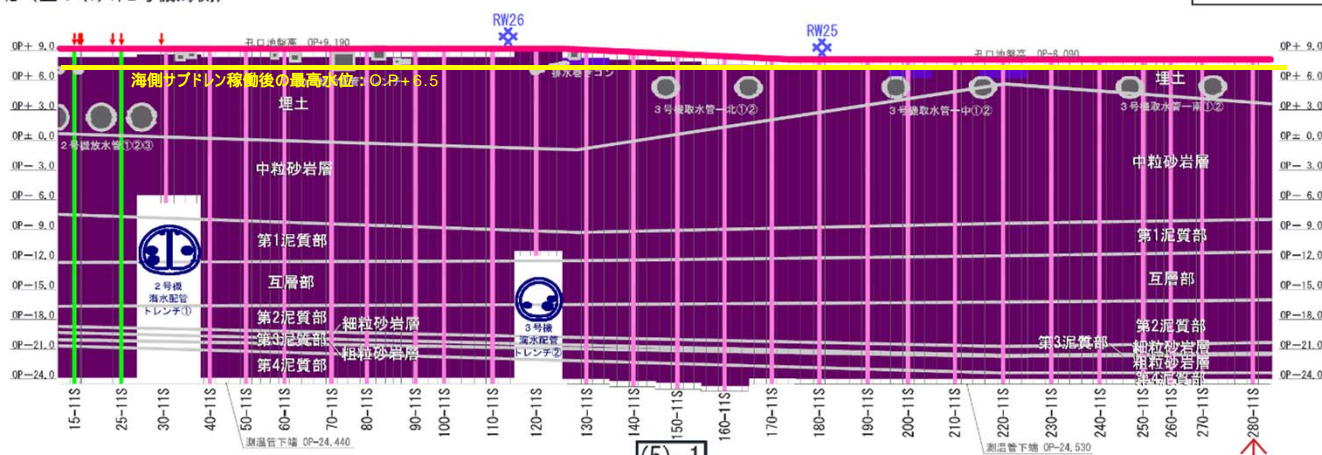
(5) 3, 4号機海側 (西側：内側から望む)

(温度は5/23 7:00時点のデータ)

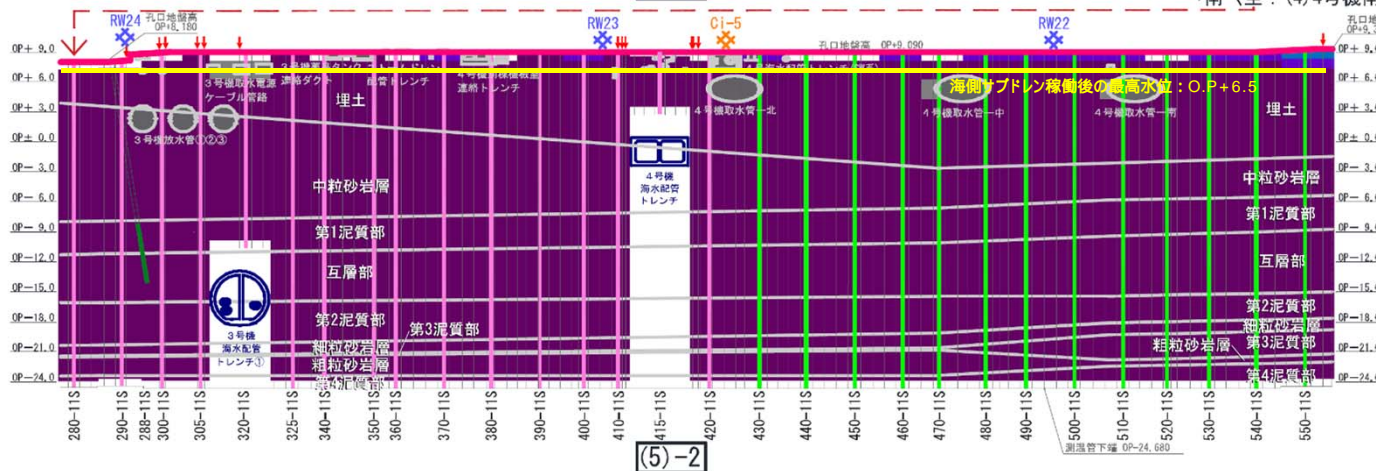
- 凡例
- : 測温管 (凍土ライン外側)
 - : 測温管 (凍土ライン内側)
 - : 測温管 (複列部斜め)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ⊗ : RW (リチャージウェル)
 - ⊗ : CI (中粒砂岩層・内側)
 - ↓ : 単列部凍結管 (先行)
 - ↓ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所



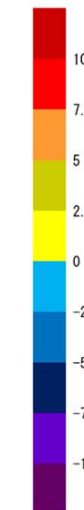
←北<至：(6) 1, 2号機海側



→南<至：(4) 4号機南側



温度 (°C)



白：欠測
灰：埋設内

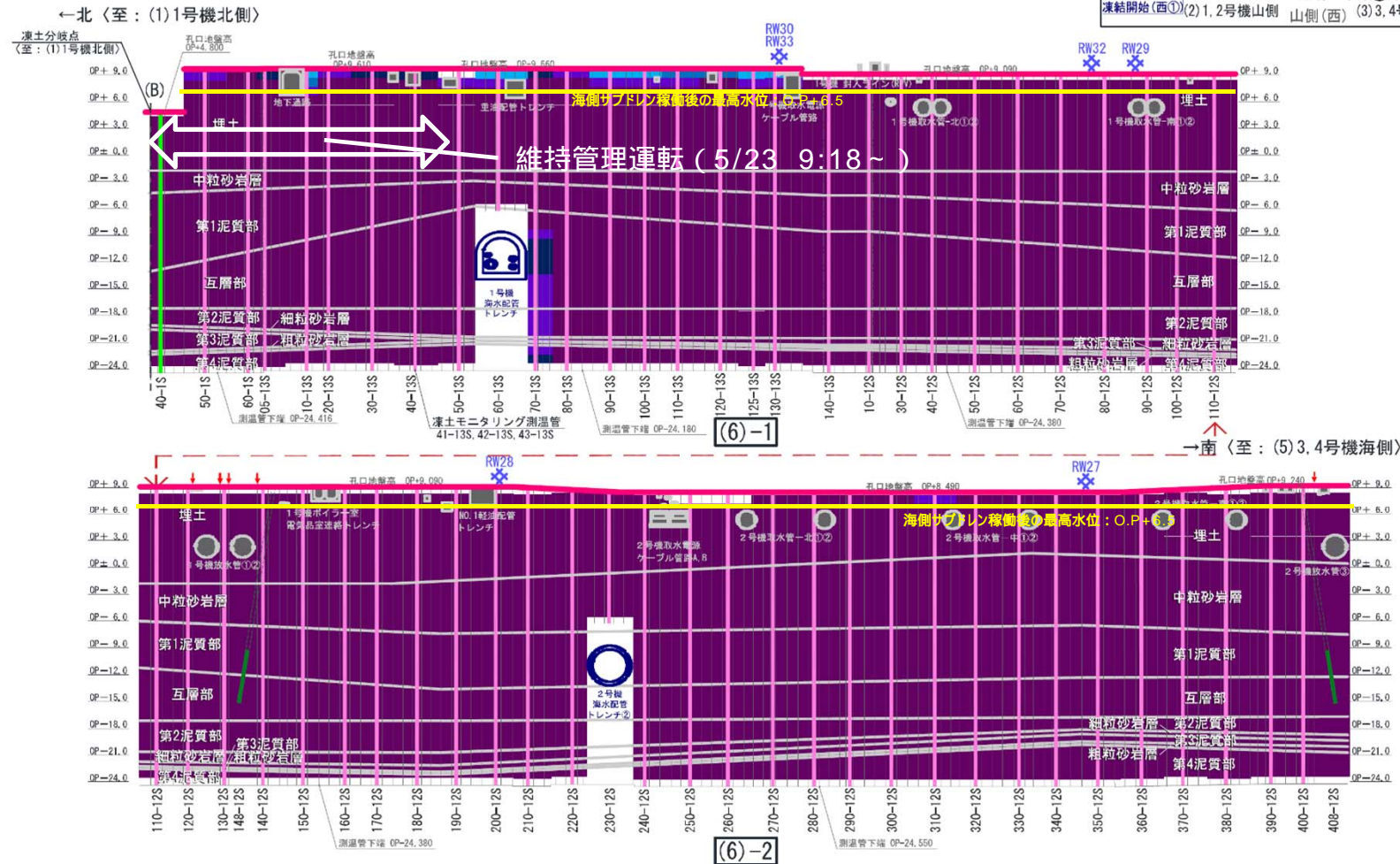
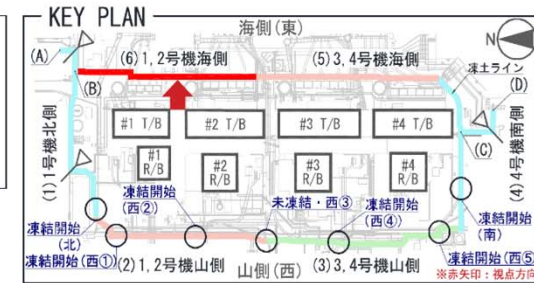
2-6 地中温度分布図 (1・2号機東側)

■ 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5/23 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)
 - : 未凍結箇所管理測温管
 - ▽ : 凍土折れ点
 - ◆ : RW (リチャージウェル)
 - ◆ : Ci (中粒砂岩層・内側)
 - ◆ : 単列部凍結管 (先行)
 - ◆ : 複列部凍結管
 - : 海側・北側一部凍結箇所

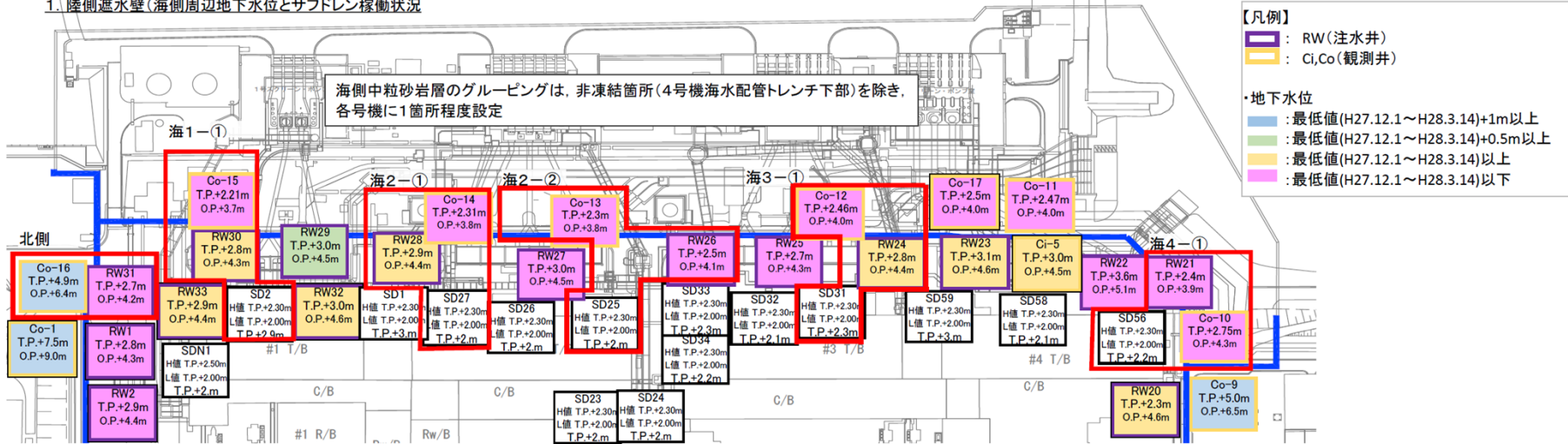


3-1 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層① 海側)

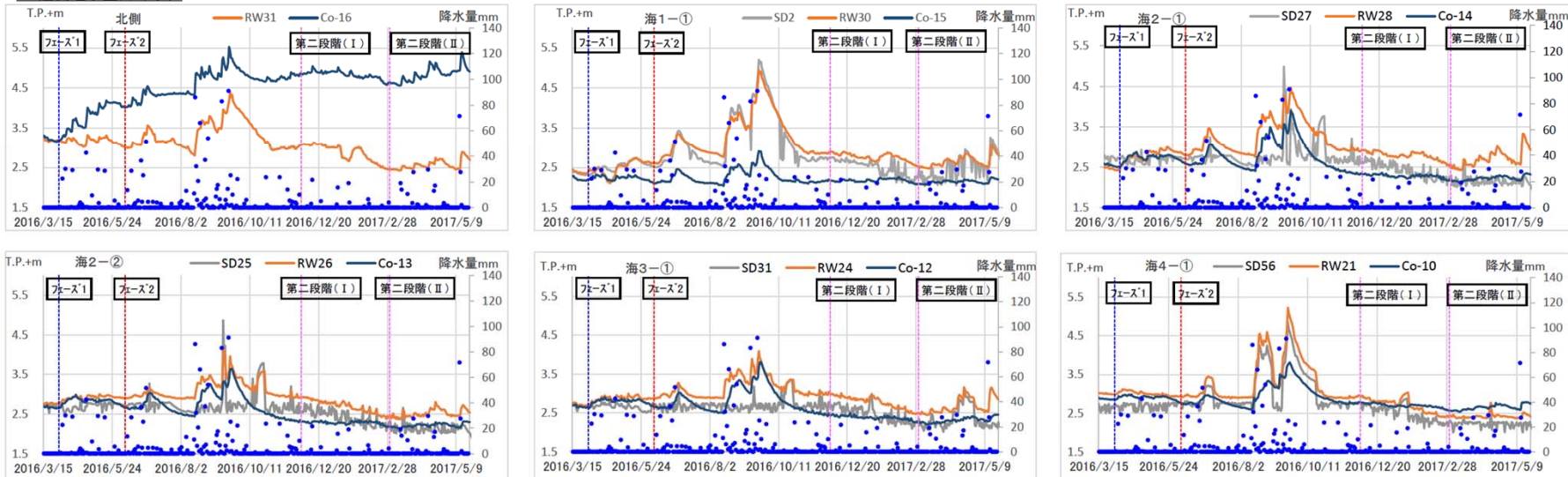
2017/5/23

陸側遮水壁運用初期における監視項目(第二段階 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

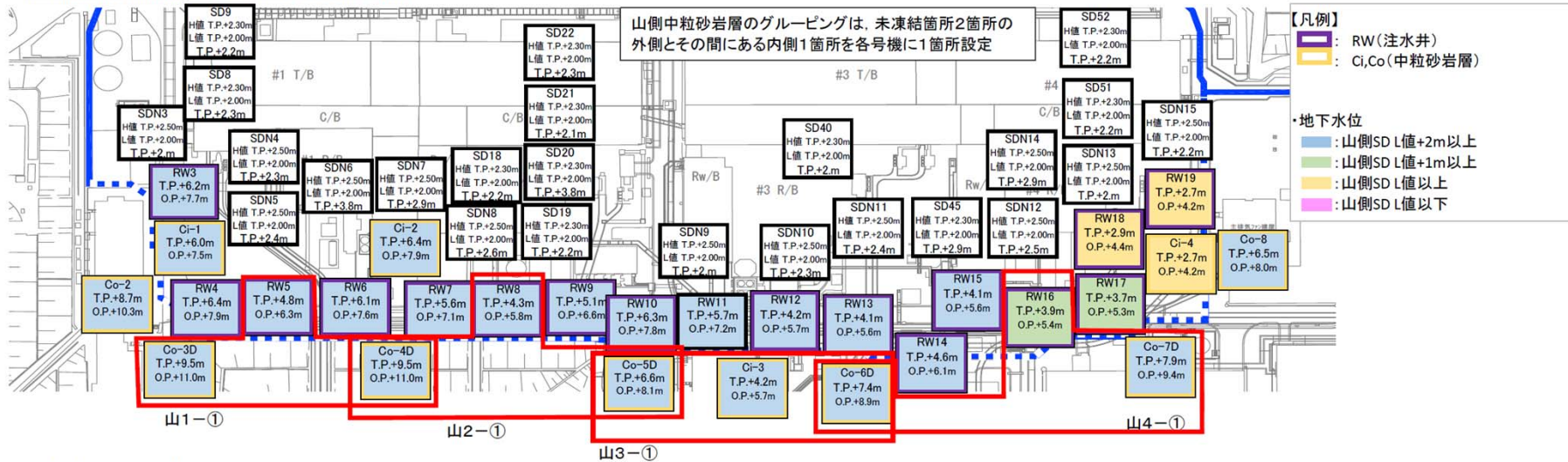


・地下水位は5/23 9:00時点のデータ

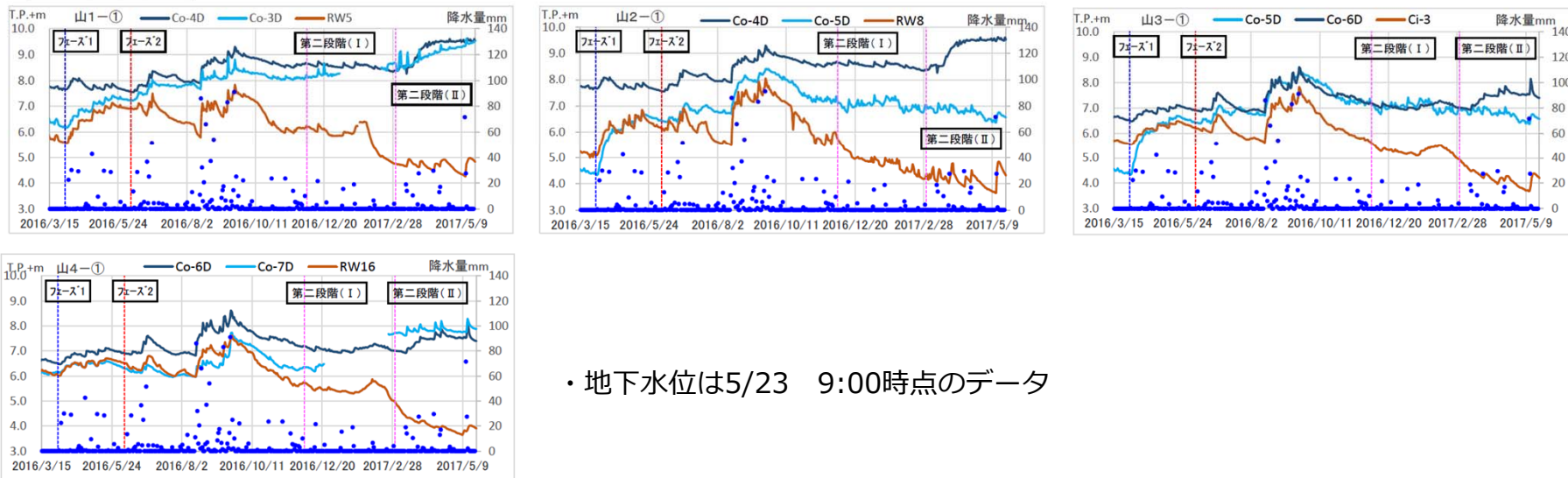
3-2 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層②) 山側

陸側遮水壁運用初期における監視項目(第二段階 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



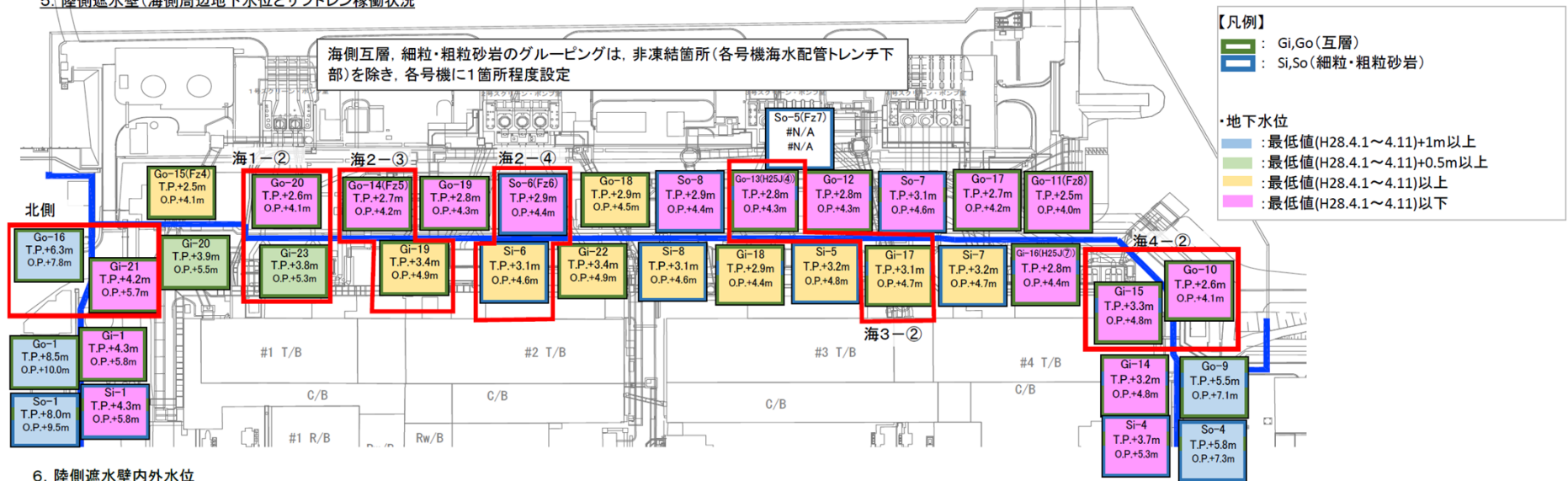
4. 陸側遮水壁内外水位



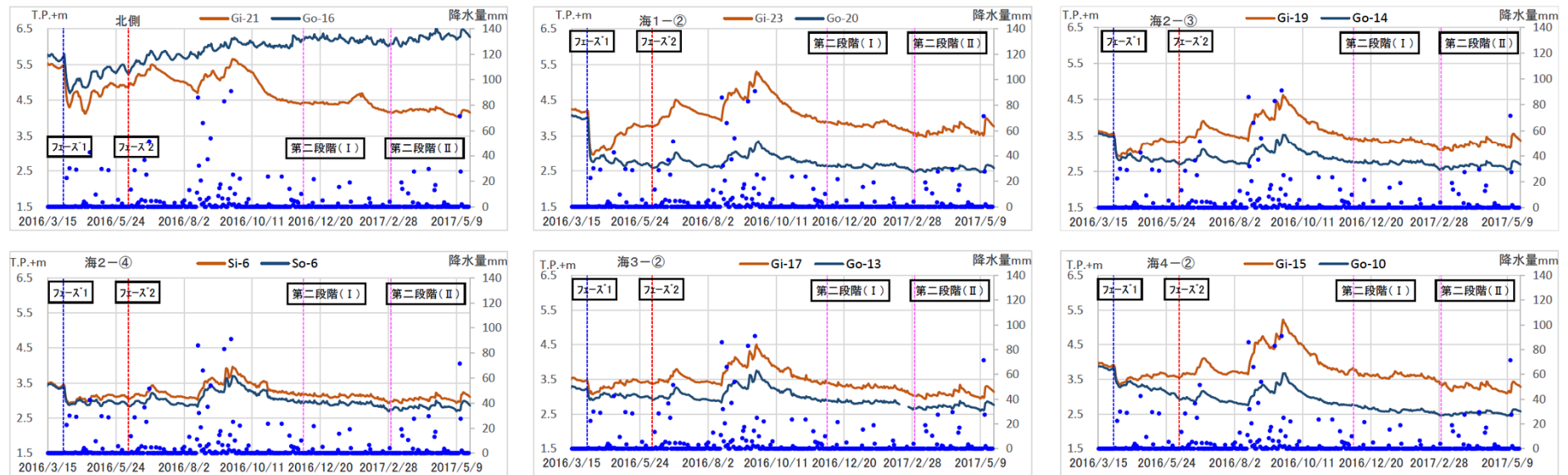
3-3 地下水位・水頭状況 (互層、細粒・粗粒砂岩層水頭① 海側) TEPCO

陸側遮水壁運用初期における監視項目(第二段階 海側 互層、細粒・粗粒砂岩水位)

5. 陸側遮水壁(海側周辺)地下水位とサブドレン稼働状況



6. 陸側遮水壁内外水位

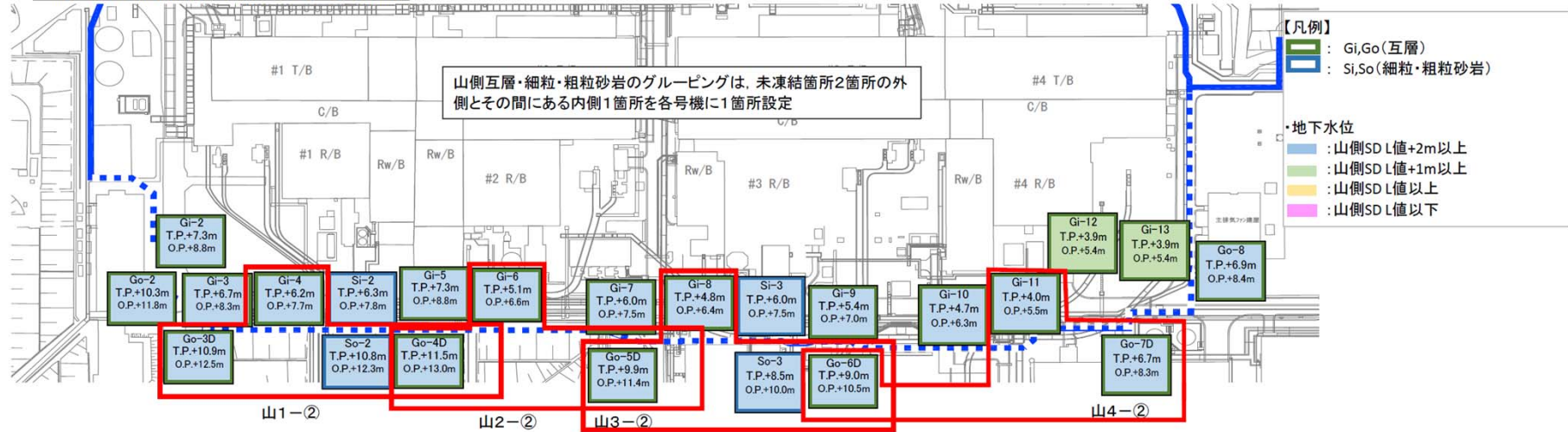


・地下水位は5/23 9:00時点のデータ

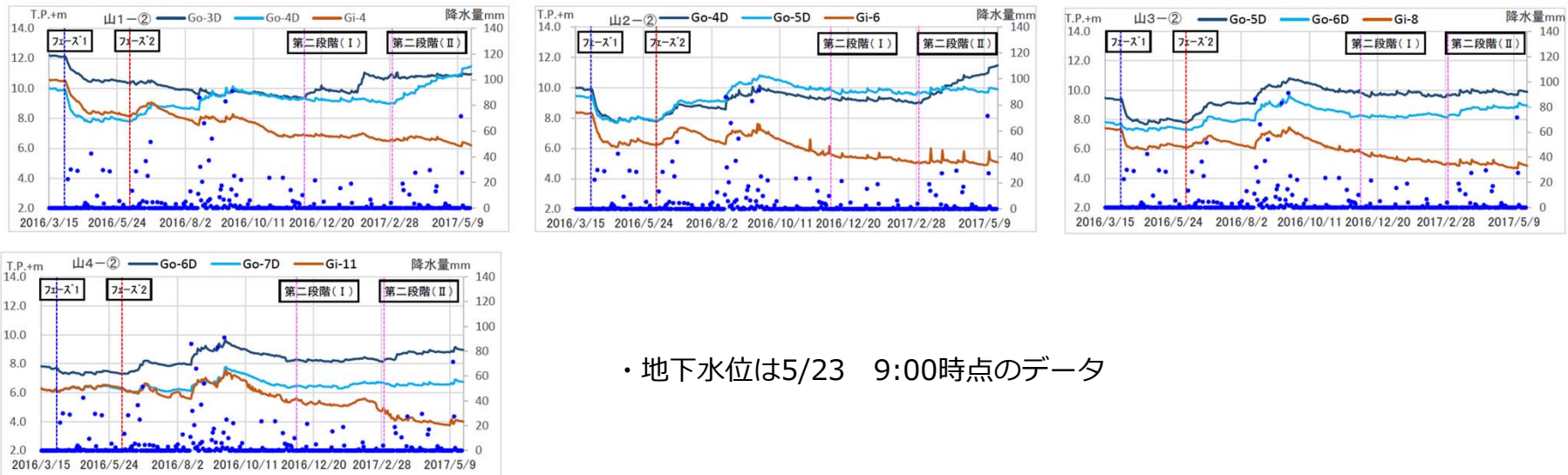
3-4 地下水位・水頭状況（互層、細粒・粗粒砂岩層水頭② 山側） TEPCO

陸側遮水壁運用初期における監視項目（第二段階 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



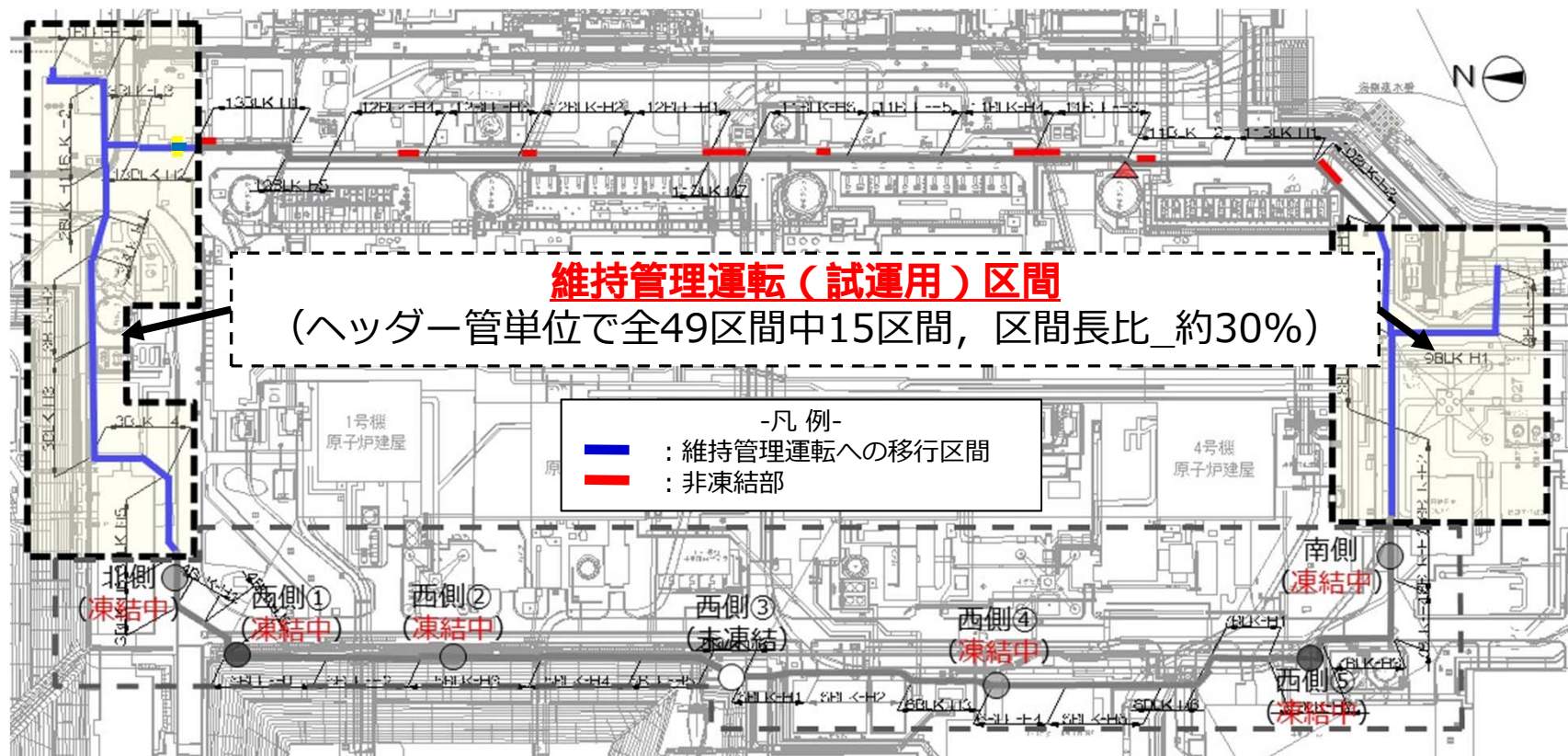
・地下水位は5/23 9:00時点のデータ

■ 維持管理運転とは

- ・ 陸側遮水壁（凍土壁）は凍結を継続している箇所では十分な凍土厚が造成されており（4-2参照）、遮水壁内外の水位差が拡大していることから、十分な遮水性が確認されている。維持管理運転では、現在、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、地盤への冷熱の供給量を調整する。

■ 実施方法

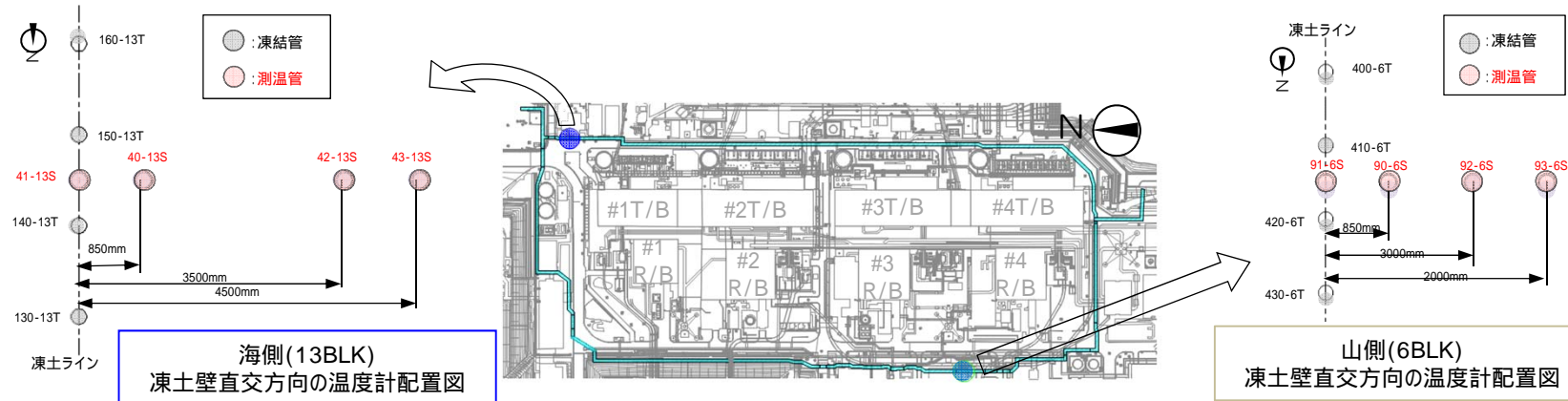
- ・ 現在の凍結状況等を踏まえて、北側と南側の区間から維持管理運転を実施する。
- ・ 今回の結果を踏まえて、構造物下部に非凍結部がある東側や未凍結部がある西側に維持管理運転を拡大していく。



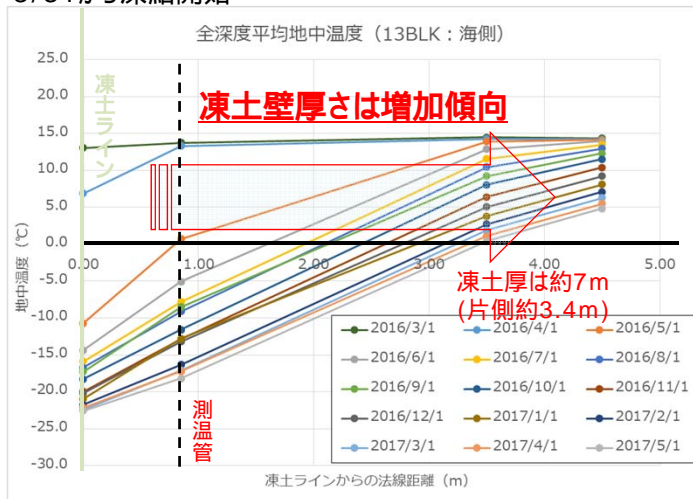
4-2. 凍土壁の厚さについて

■ 凍土壁の厚さ（地中温度が0 である範囲）の推定

- ・凍土壁直交方向の温度計測結果から求められる温度勾配より、凍土壁の厚さを推定。
- ・凍土壁厚さは、増加傾向が継続しており、これを適切に制御する必要がある。



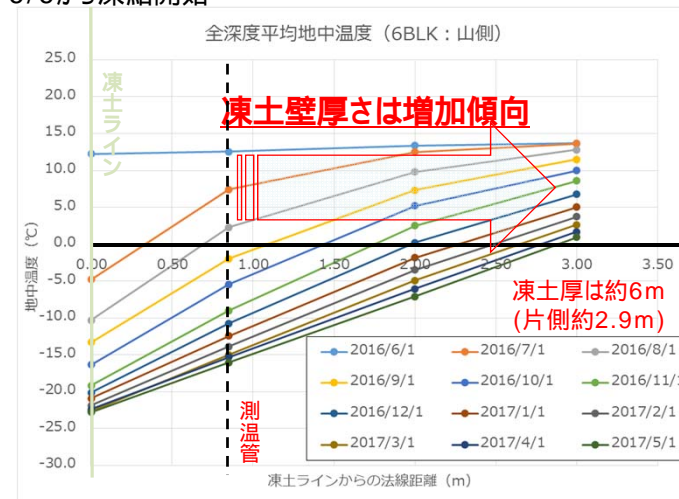
3/31から凍結開始



(表層部および凍結管より深部の測温点を除く)

図1-陸側遮水壁海側（13BLK）の地中温度勾配（全深度平均）

6/6から凍結開始

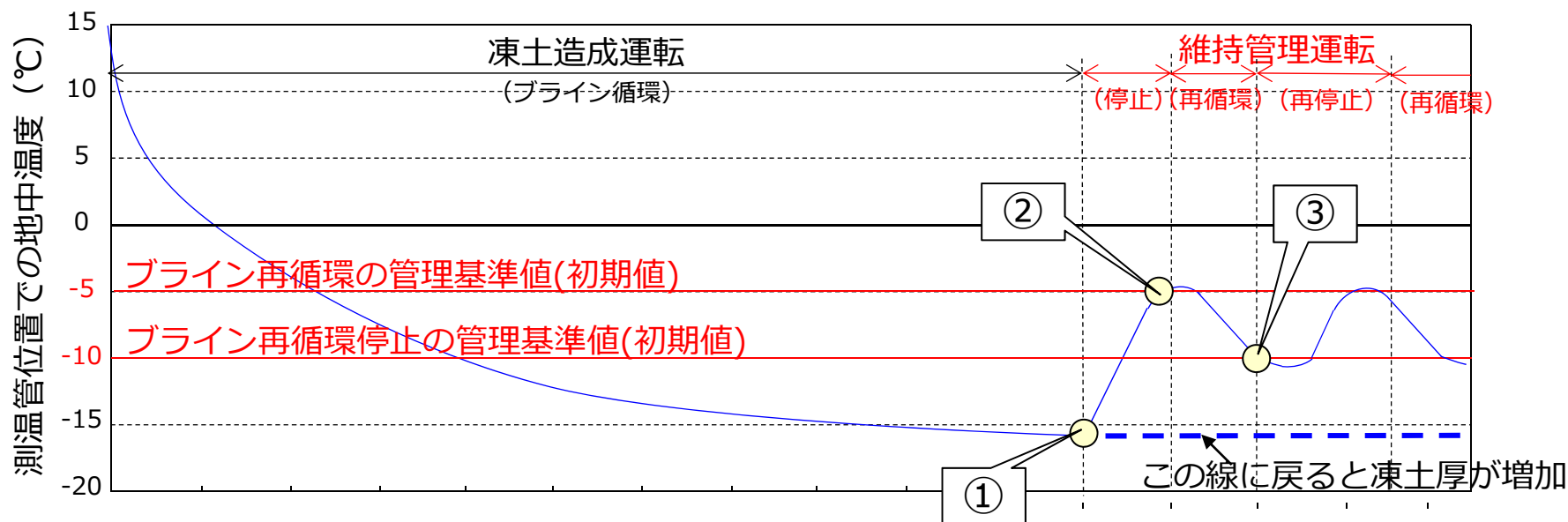


(表層部および凍結管より深部の測温点を除く)

図2-陸側遮水壁山側（6BLK）の地中温度勾配（全深度平均）

■ 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 (①), ブライン再循環の管理基準値 (②) とブライン再循環停止の管理基準値 (③) 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-5 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。
 * 管理基準値の範囲内であっても, 急激な温度上昇が確認された場合には, 維持管理運転の継続を個別に評価する。

■ 小規模凍土 (FS) 結果と解析結果

- ・凍土ラインに近いところではブライン循環停止直後の地中温度上昇量が大きい
- ・地中温度が-5 付近になると、地中温度勾配がフラットに近づき、温度上昇も鈍化
- ・ブライン循環停止後、FSでは約120日後、解析では200日後においても地中温度0 位置 (凍土のフロントライン) は顕著な減退がない。凍土柱内の熱平衡で凍結範囲を保持する特性がある
- ・下図のように、測温管位置が-5 以上に達するにはブライン循環停止後2ヶ月程度であった。

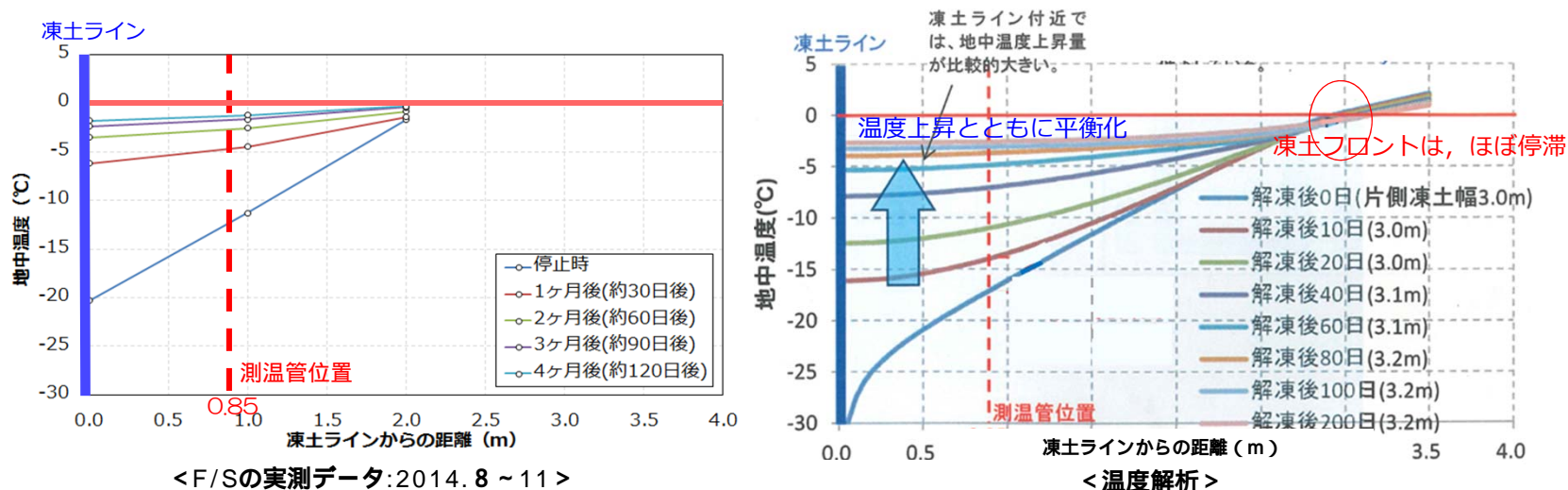
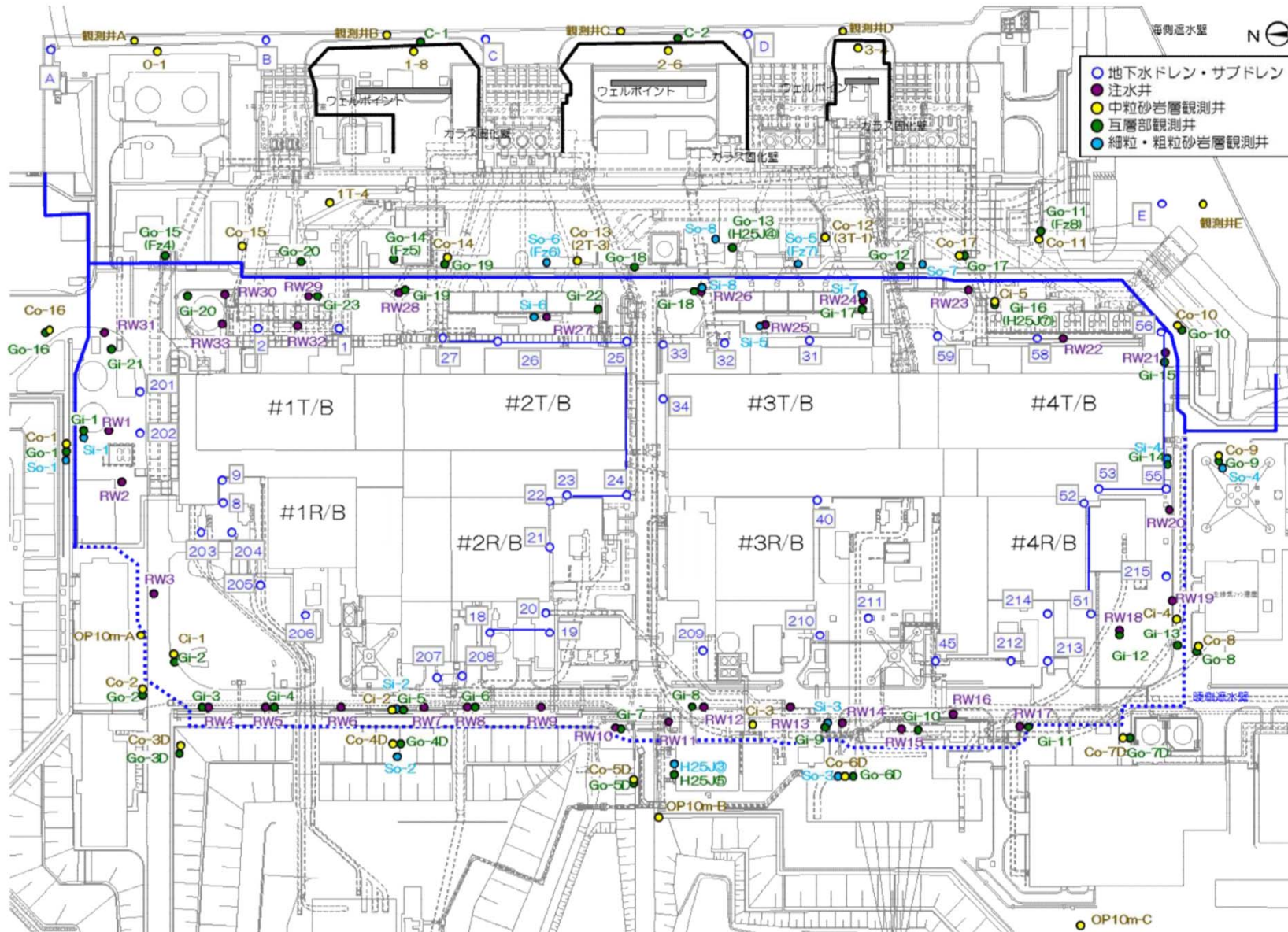


図-運転停止後の凍土ラインからの離隔ごとの地中温度変化特性

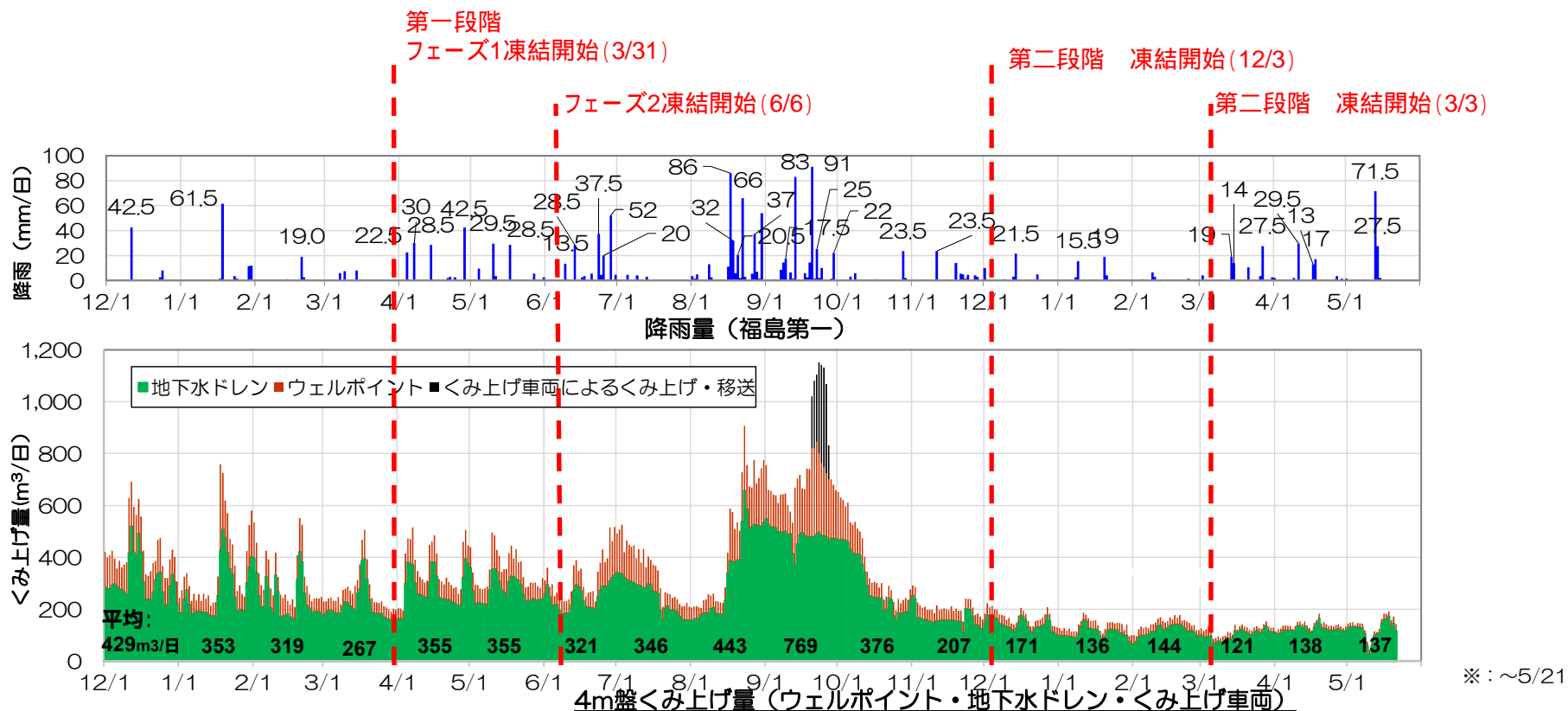
【参考】地下水位観測井位置図



【参考】陸側遮水壁（海側）の凍結等による4m盤汲み上げ量抑制効果



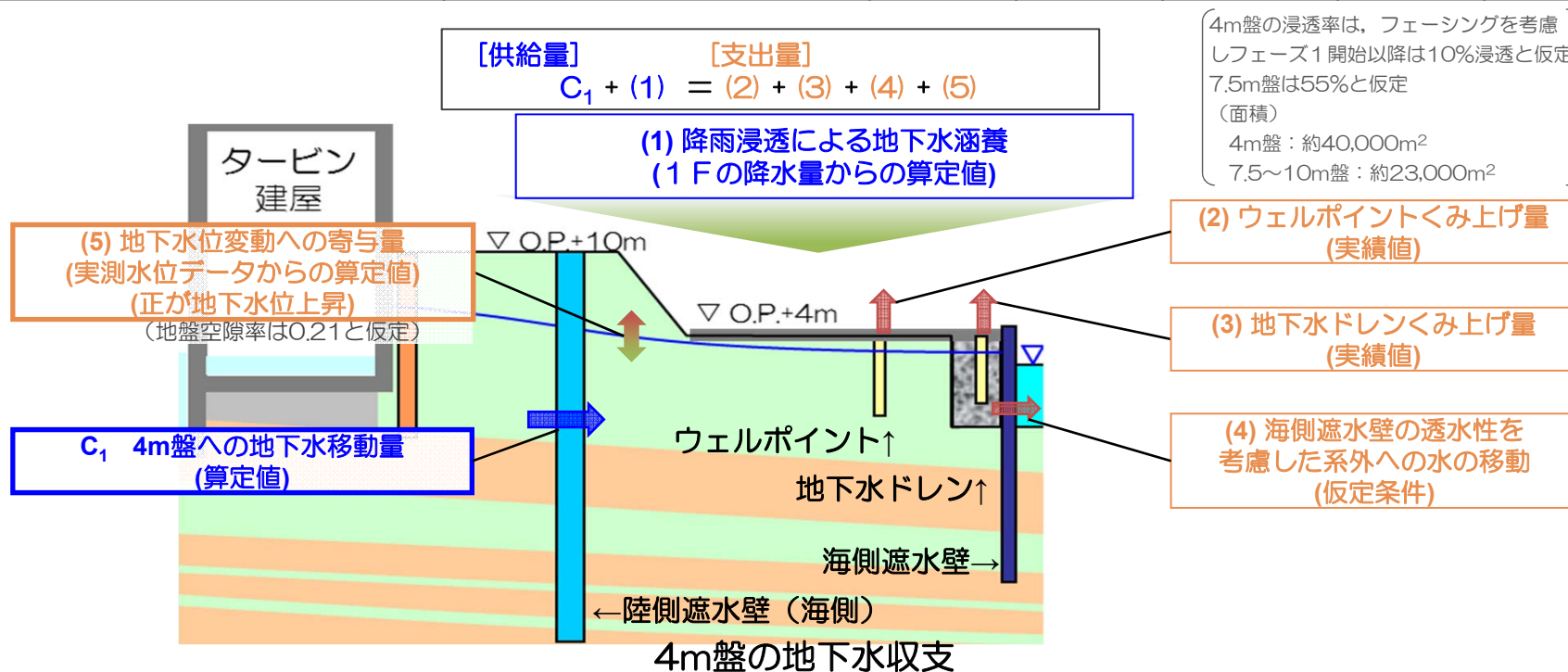
4 m盤の汲み上げ量は、陸側遮水壁(海側)の凍結完了(昨年10月)、4 m盤のフェーシングの着実な実施等に伴い、降雨後の汲み上げ量の増加も以前と比べ小さくなり、全体として減少傾向を示している。



【参考】凍結開始前と現状の4m盤の地下水収支の評価

- 凍結開始前と現状で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段々と減少している。(降雨は多くない期間で比較)
- 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。

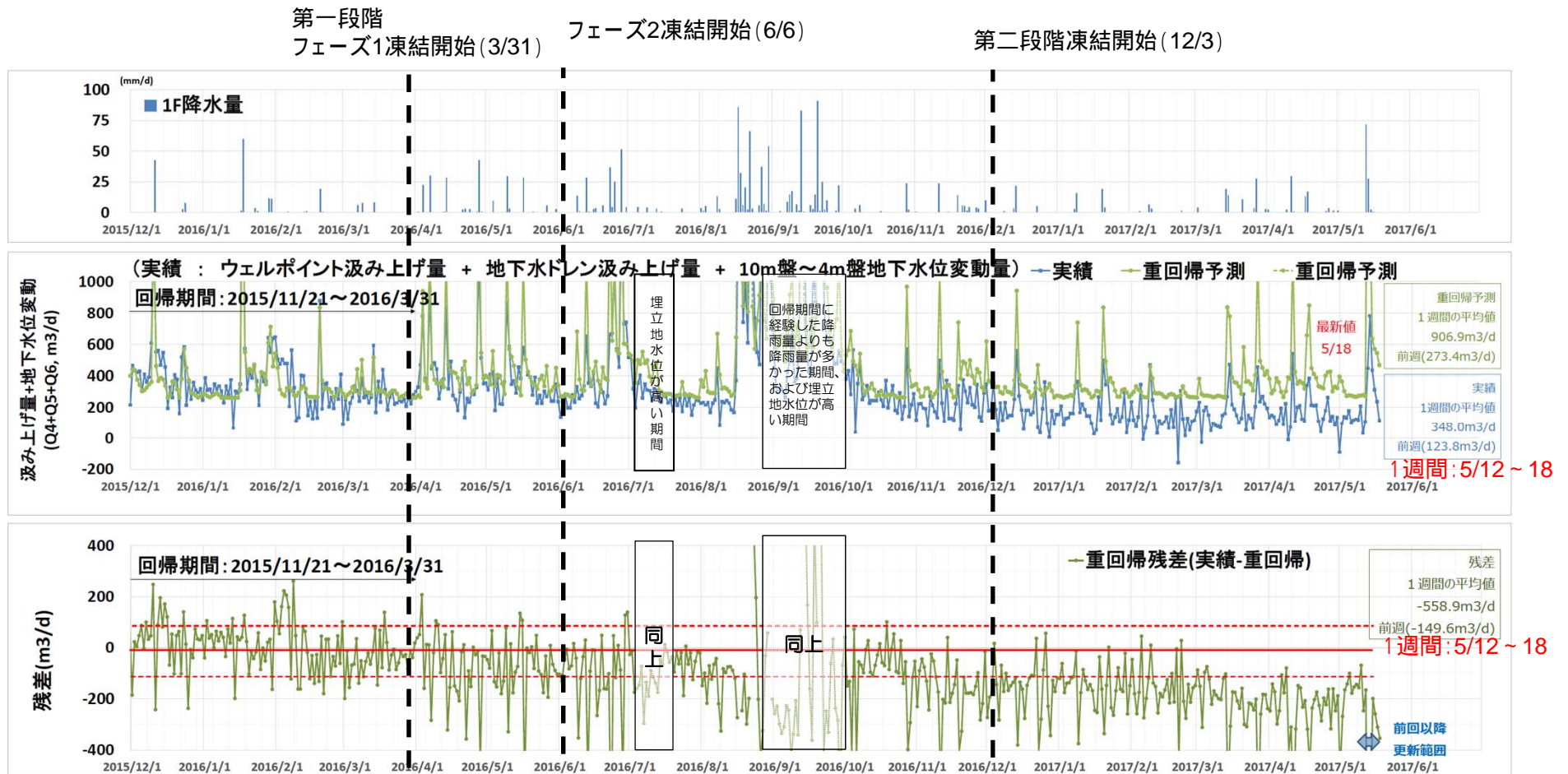
実績値(m ³ /日)	4m盤への地下水移動量 C_1	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2016.3.1 ~ 3.31	250	20	60	210	30	-30
2017.3.1 ~ 3.31	120	50	20	100	30	20
2017.4.1 ~ 4.30	130	40	20	120	30	0



【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



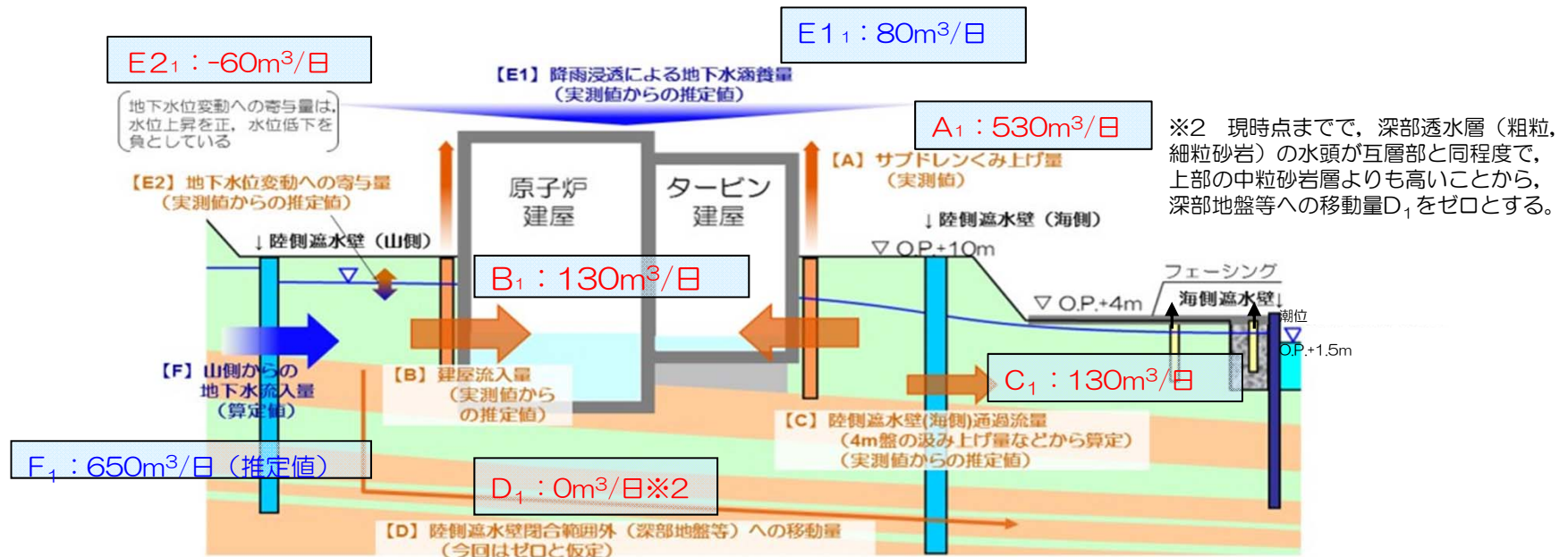
- 降雨による影響を考慮するため、4m盤への水の供給量(地下水流入 + 降雨浸透)を目的変量、降雨の影響が大きいと思われる15日前までの各日降雨量を説明変量として、重回帰分析を用いて評価した。(注:くみ上げ量と地下水位変動から算定)
- 至近の4m盤への水の供給量は、凍結開始前のデータに基づく重回帰式による予測では900m³/日程度に対して、実績は350m³/日程度となっており、予測に対して550m³/日程度減少していると評価できる。



【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 TEPCO

- 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(降雨は多くない期間で比較)。
- 建屋流入量・4m盤への地下水移動量は減少している。
- 山側からの地下水流入量も減少している。

実績値(m ³ /日)	サブドレンくみ上げ量 (実測値) A ₁	建屋流入量 (実測からの推定値) B ₁	4m盤への 地下水移動量 (実測からの推定値) C ₁	閉合範囲外への移動量 D ₁	降雨涵養量 (実測からの推定値) E ₁	地下水位変動への寄与量 (実測からの推定値) E ₂	山側からの地下水流入量 (実測からの推定値) F ₁
2016.3.1 ~ 3.31	390	150	250	0	20	-30	740
2017.3.1 ~ 3.31	540	120	120	0	90	-40	650
2017.4.1 ~ 4.30	530	130	130	0	80	-60	650



実測に基づく地下水収支の評価 (2017.4.1~4.30)

【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

重回帰分析で求める
偏回帰係数

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

当日の降雨量 1日前の降雨量 2日前の降雨量 15日前の降雨量

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。

- ① 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。
- ② 4m盤への水の供給量の実績値を算出する(21頁参照)。
- ③ 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。
 ⇒ ③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

