

高速5号線シールドトンネル工事

第7回施工管理委員会

資料

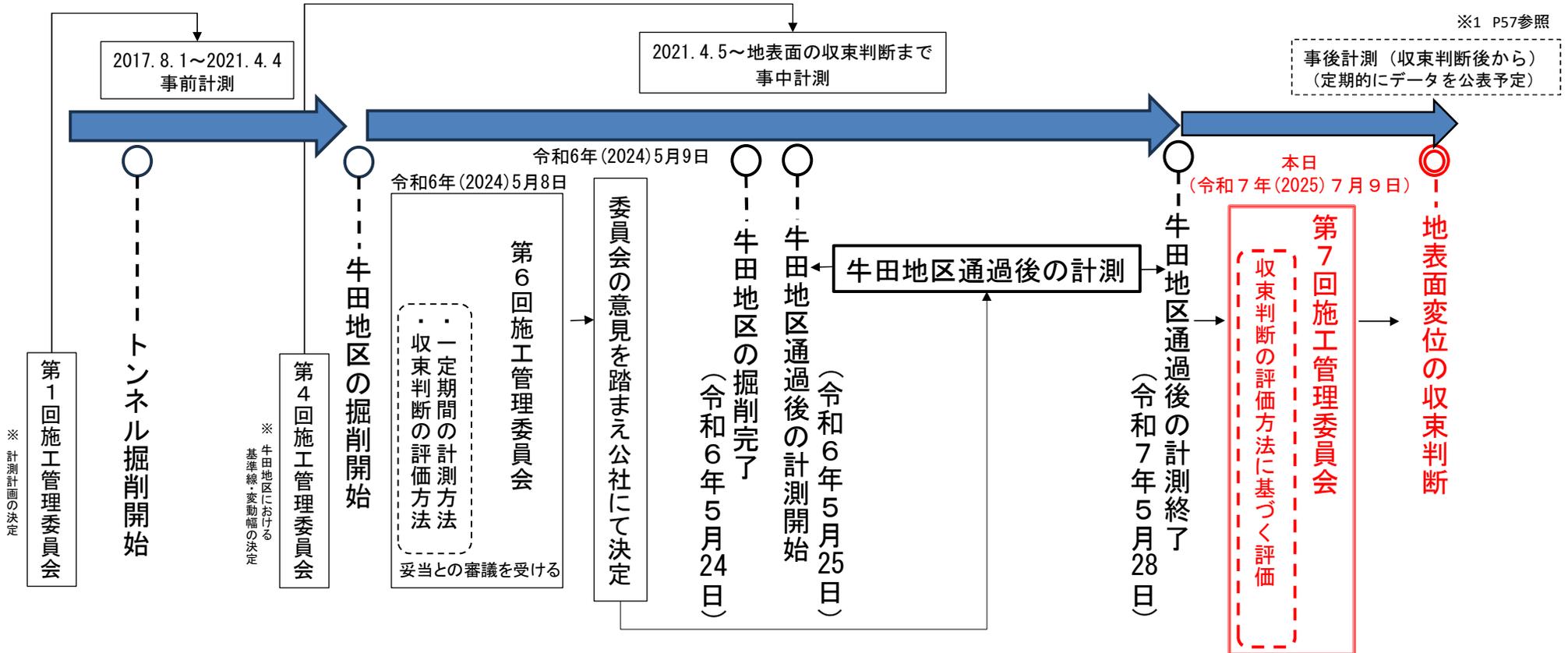
令和7年7月9日

1	概要	1
1.1	目的	2
2	牛田地区における掘削完了について(報告)	3
2.1	トンネル施工状況	4
2.2	地表面計測結果	5
2.3	騒音・振動結果	7
2.4	地下水位計測結果	8
3	地表面の収束判断の評価方法について (第6回施工管理委員会を踏まえ公社が決定した内容)	9
3.1	収束判断の評価方法	10
4	<u>牛田地区における地表面変位の収束について(審議事項)</u>	14
4.1	収束の判定	15
	<b>【参考】</b>	
参-1	事後計測計画	57
参-2	地形・地質条件(沢地形)	58

# 1 概要

# 1 概要 1.1 目的

- 第6回施工管理委員会の意見を踏まえて公社において決定した、地表面の収束判断に係る一定期間の計測方法・評価方法に基づき、シールドマシンが牛田地区通過後から1年間の計測を終了した。
- この期間の地表面変位の計測結果を踏まえ、本日、第7回施工管理委員会において、収束判断の評価方法に基づく評価をご審議いただく。



## (調停調書※2より抜粋)

※2: 平成30年7月20日に、広島高速5号線シールドトンネル工事に関して、広島県、広島市、広島高速道路公社の間で合意

調停条項

2 地表面沈下関係

相手方公社は、以下に定める二次管理に達するような沈下が発生しないことを目標として施工する。

(1) 計測の実施

相手方公社は、牛田地区におけるシールドトンネル掘削の期間及びその後の一定期間、以下の方法により、地表面沈下量の計測を行う。

ア . . . .

イ . . . .

ウ 上記の「その後の一定期間」は、広島高速5号線トンネル施工管理委員会の意見をふまえて、相手方公社においてシールドトンネル掘削による地表面沈下が収束したと判断した時点を終期とする。

なお、この間の計測方法については、トンネル掘削終了時までに掘削期間中の計測結果を基に施工管理委員会の意見をふまえて相手方公社が決定し、地域住民に説明する。

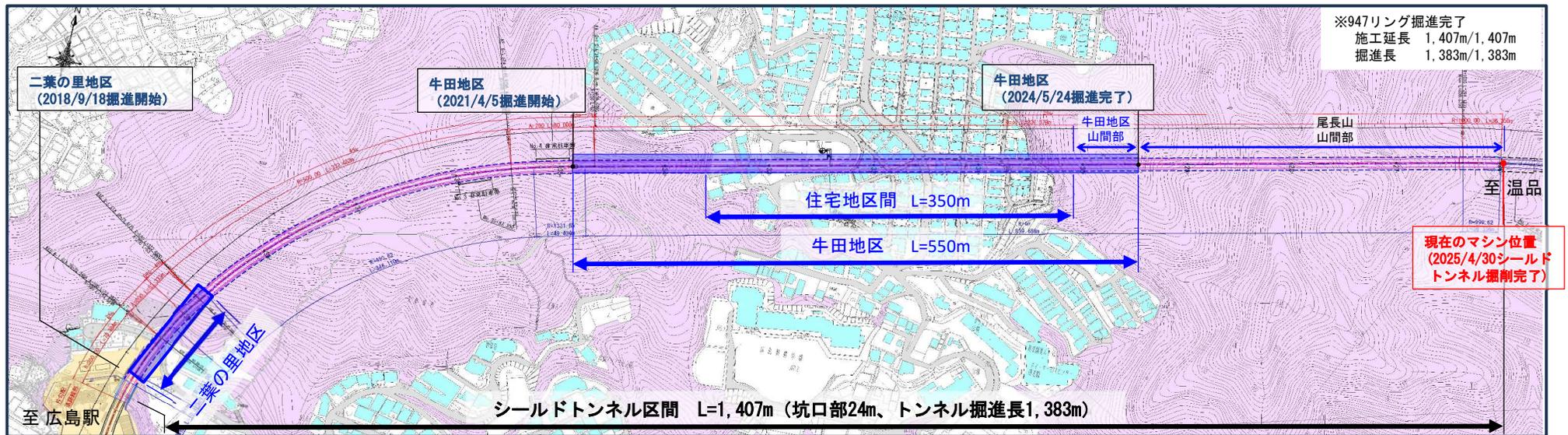
## 2 牛田地区における掘削完了について（報告）

## 2 牛田地区における掘削完了について（報告） 2.1 トンネル施工状況

○2018年 9月18日	シールドトンネル工事・掘削を開始	
○2021年 4月 5日	牛田地区（550m）の掘削を開始	[424リング 施工延長：517m/1,407m]
○ // 10月25日	牛田地区住宅地区間（350m）の掘削を開始	[498リング 施工延長：643m/1,407m]
○2024年 1月 9日	牛田地区住宅地区間の掘削を完了	[704リング 施工延長：993m/1,407m]
○ // 5月24日	牛田地区間の掘削を完了	[756リング 施工延長：1,067m/1,407m]
○2025年 4月30日	シールドトンネル工事・掘削を完了	[947リング 施工延長：1,407m/1,407m]
○ // 5月21日	トンネルが貫通	

牛田地区掘削開始から完了までの地表面計測及び騒音・振動、地下水位計測については、次頁のとおり。

### ■シールド区間全体図



トンネル貫通 (2025/5/21)



現場公開 (2025/6/4) : マスコミ及び地元関係者



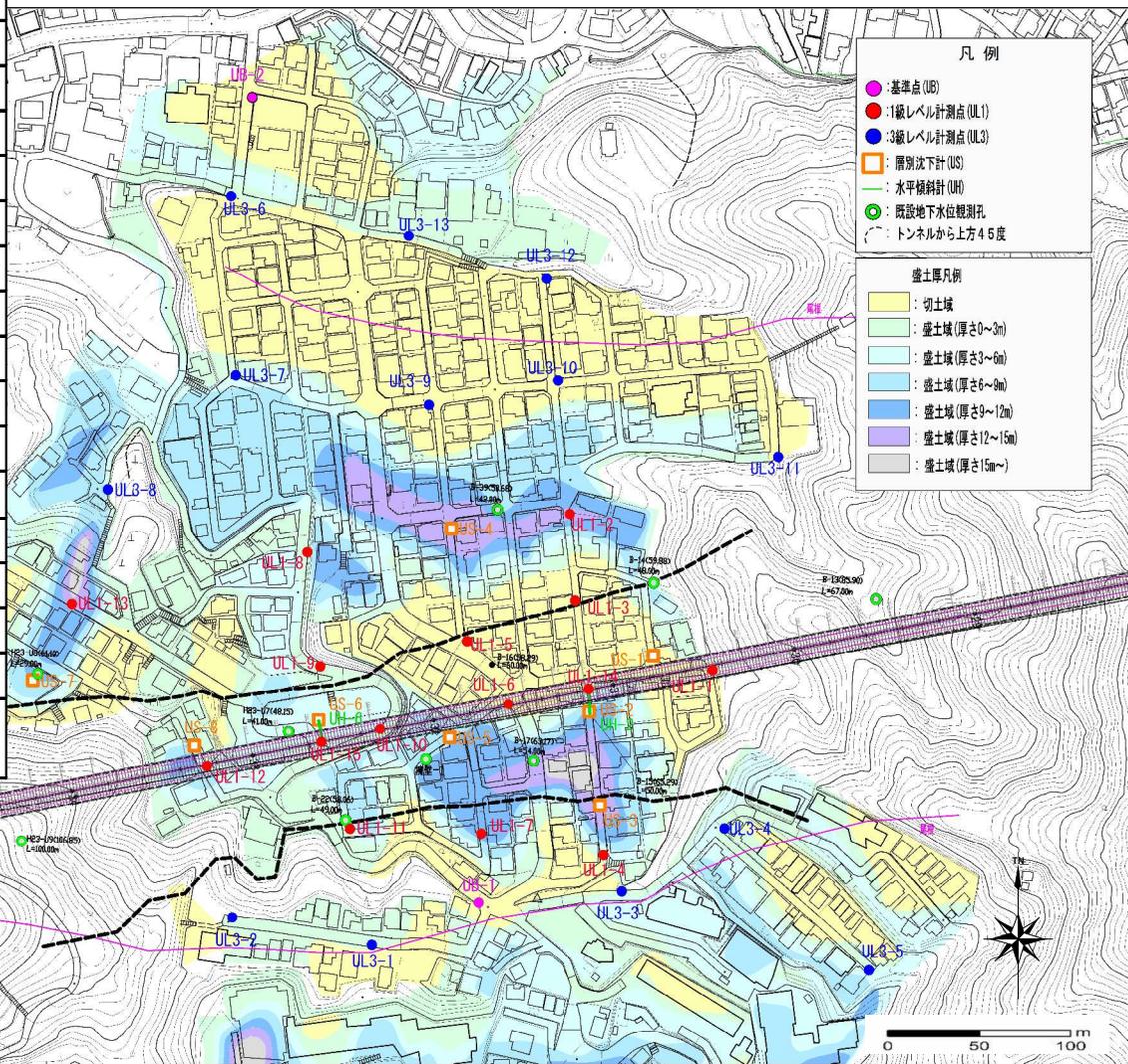
## 2 牛田地区における掘削完了について（報告） 2.2 地表面計測結果

○牛田地区掘削開始から完了までの計測結果※<sup>1</sup>は、UL1-6及びUL1-14の計測点を除き、計測点の累積の評価値は一次管理値未満であった。

※<sup>1</sup>：1級レベル計測点については層別沈下計を基準とした計測結果

牛田地区の掘削着手後の累積評価値 2024.5.24(牛田地区通過時点)					
層別沈下計		1級レベル計測点		3級レベル計測点	
US-1	0.0 mm	UL1-1	-1.2 mm	UL3-1	±0.2 mm
US-2	0.2 mm	UL1-2	-0.3 mm	UL3-2	0.0 mm
US-3	0.7 mm	UL1-3	0.4 mm	UL3-3	-0.6 mm
US-4	-0.7 mm	UL1-4	0.5 mm	UL3-4	0.0 mm
US-5	0.0 mm	UL1-5	±0.8 mm	UL3-5	0.0 mm
US-6	0.0 mm	UL1-6	3.4 mm	UL3-6	-0.2 mm
US-7	0.1 mm	UL1-7	-1.1 mm	UL3-7	-0.8 mm
US-8	0.0 mm	UL1-8	-1.1 mm	UL3-8	0.3 mm
水平傾斜計		UL1-9	-1.1 mm	UL3-9	-1.7 mm
UH-2	0.7 mm	UL1-10	0.9 mm	UL3-10	-1.0 mm
UH-6	(0.2mm)※ <sup>2</sup>	UL1-11	1.2 mm	UL3-11	0.0 mm
		UL1-12	0.0 mm	UL3-12	0.0 mm
		UL1-13	0.0 mm	UL3-13	1.7 mm
		UL1-14	2.9 mm		
		UL1-15	0.2 mm		

※<sup>2</sup>：UH-6は、経年による傾斜計ガイド管の緩みと考えられる特異値発生のため、トンネル直上のUL1-15で評価



### 【管理値】

	層別沈下計 水平傾斜計 1級レベル計測点	3級レベル計測点
一次管理値	± 1.3mm	± 2.0mm
二次管理値	± 2.4mm	± 3.0mm

背景図  
広島県砂防基盤図を加工して作成  
「令和6年広島県複製承認砂防第310号」

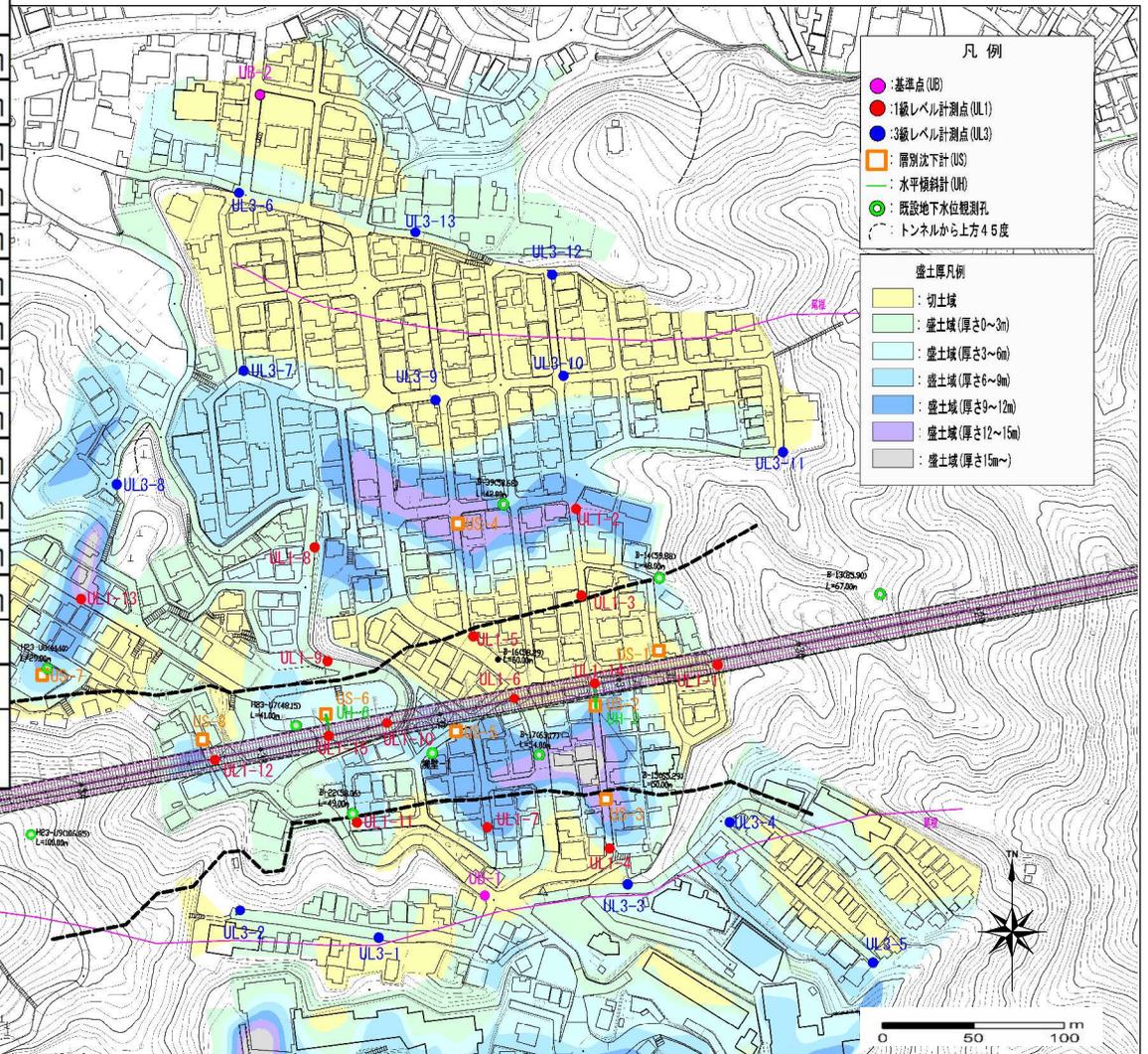
## 2 牛田地区における掘削完了について（報告） 2.2 地表面計測結果

○令和5年6月29日の掘削再開以降、牛田地区に配置している計測点全てを対象に計測を実施した結果※1、全ての計測点の評価値は二次管理値未満であった。

※1：1級レベル計測点については層別沈下計を基準とした計測結果

全点計測結果(掘削再開後の評価値最大値) 2024.5.24(牛田地区通過時点)					
層別沈下計		1級レベル計測点		3級レベル計測点	
US-1	0.0 mm	UL1-1	-1.2 mm	UL3-1	0.2 mm
US-2	0.0 mm	UL1-2	0.0 mm	UL3-2	0.0 mm
US-3	0.3 mm	UL1-3	0.0 mm	UL3-3	0.0 mm
US-4	0.0 mm	UL1-4	0.5 mm	UL3-4	0.0 mm
US-5	0.0 mm	UL1-5	0.8 mm	UL3-5	0.0 mm
US-6	0.0 mm	UL1-6	0.1 mm	UL3-6	-0.2 mm
US-7	0.1 mm	UL1-7	-1.1 mm	UL3-7	-0.8 mm
US-8	0.0 mm	UL1-8	0.0 mm	UL3-8	0.0 mm
水平傾斜計		UL1-9	0.0 mm	UL3-9	-1.5 mm
UH-2	0.7 mm	UL1-10	0.0 mm	UL3-10	-1.0 mm
UH-6	(0.2mm)※2	UL1-11	-0.4 mm	UL3-11	0.0 mm
		UL1-12	0.0 mm	UL3-12	0.0 mm
		UL1-13	0.0 mm	UL3-13	0.3 mm
		UL1-14	1.0 mm		
		UL1-15	0.2 mm		

※2：UH-6は、経年による傾斜計ガイド管の緩みと考えられる特異値発生のため、トンネル直上のUL1-15で評価



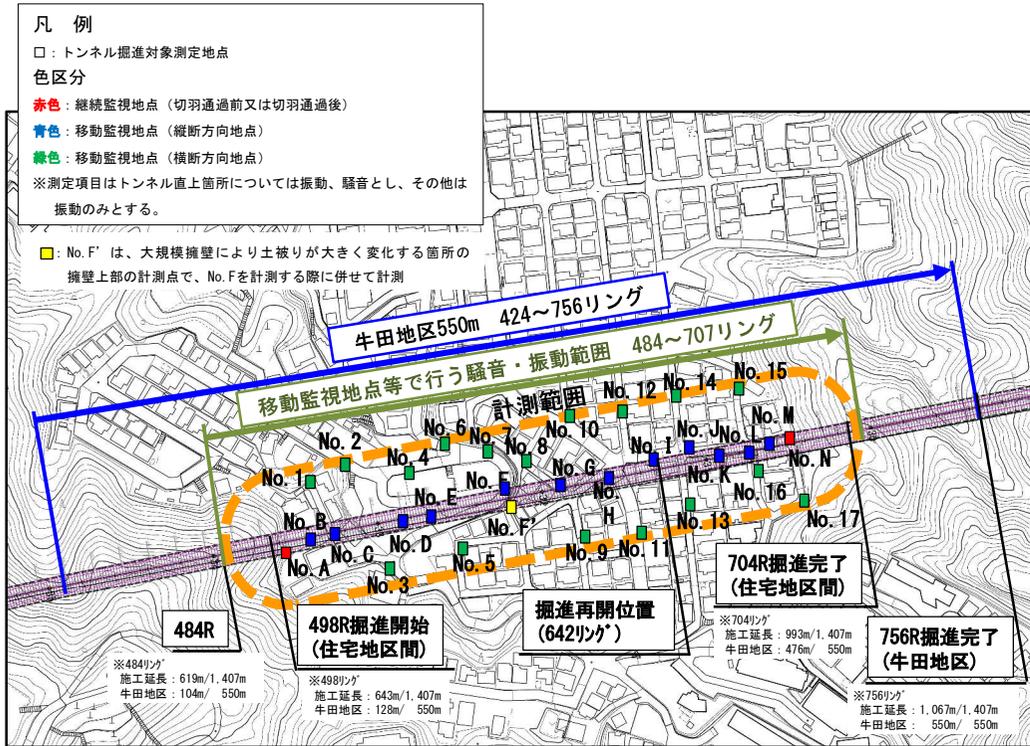
【管理値】

	層別沈下計 水平傾斜計 1級レベル計測点	3級レベル計測点
一次管理値	±1.3mm	±2.0mm
二次管理値	±2.4mm	±3.0mm

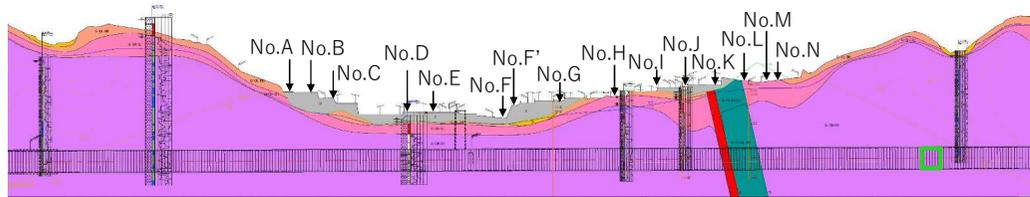
背景図  
広島県砂防基盤図を加工して作成  
「令和6年広島県複製承認砂防第310号」

## 2 牛田地区における掘削完了について (報告) 2.3 騒音・振動結果

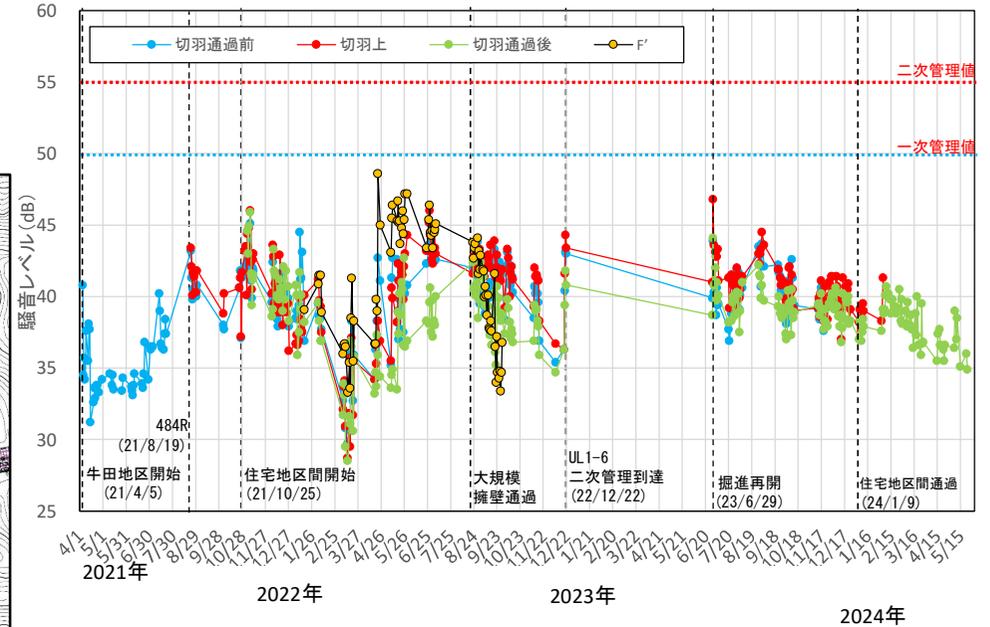
○牛田地区の掘削開始から完了までの騒音の平均は40dB、振動の平均は50dBであり、いずれも一次管理値未満であった。



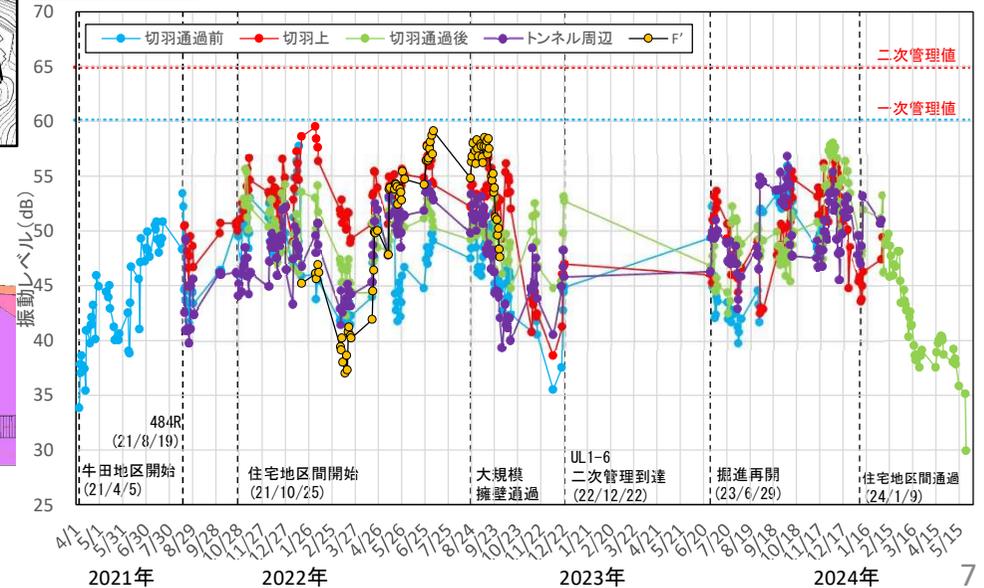
背景図 広島県砂防基盤図を加工して作成「令和6年広島県複製承認砂防第310号」



■騒音計測結果【計測値は掘進時間帯のL<sub>Aeq</sub>】

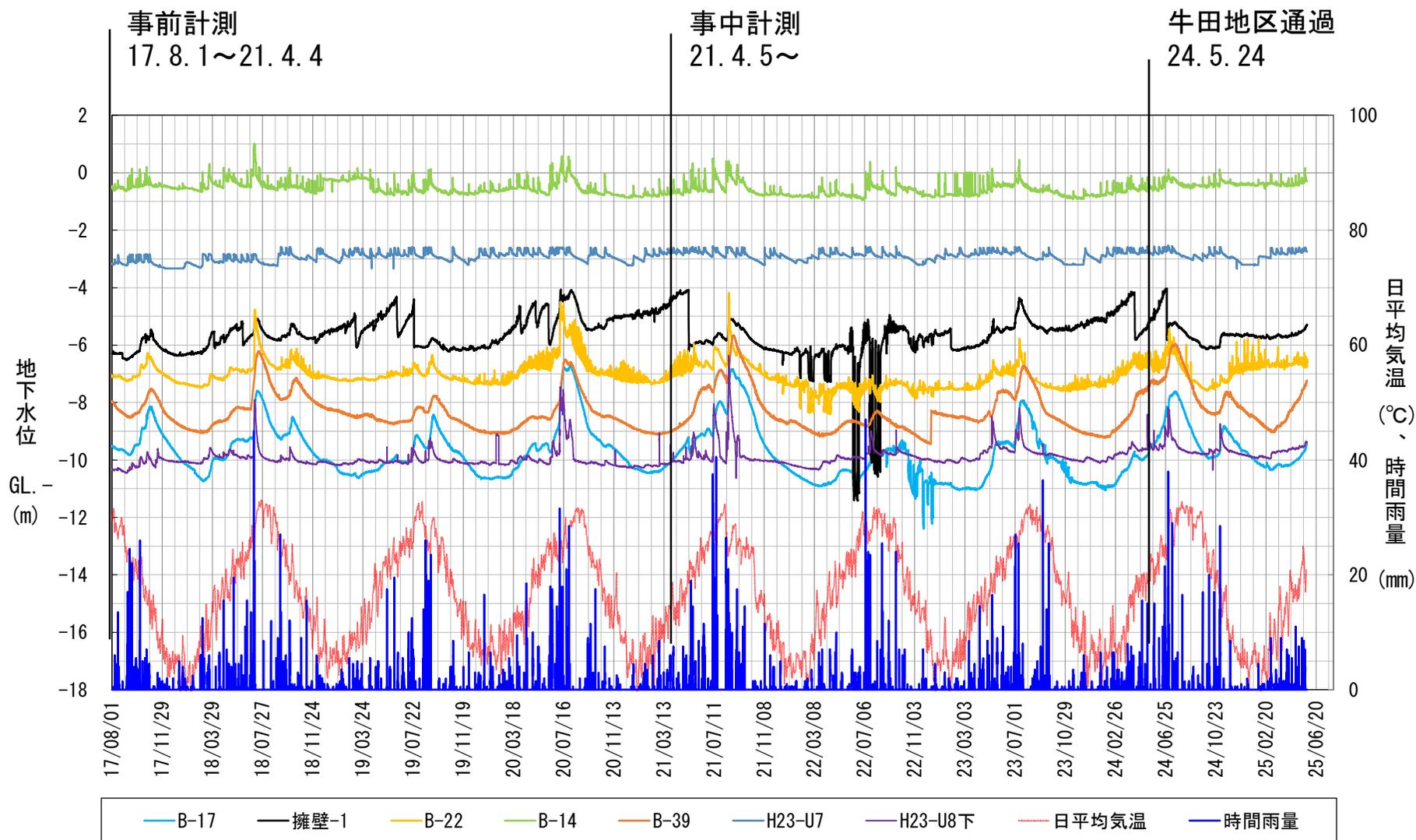


■振動計測結果【計測値は掘進時間帯における最大値の平均値】



## 2 牛田地区における掘削完了について（報告） 2.4 地下水位計測結果

○事中計測期間中、切羽開放による一時的な水位低下（擁壁-1で最大5m程度）が見られたが、切羽通過後は復水し、牛田地区通過後では地下水位の顕著な水位上昇や水位低下は見られなかった。



### 3 地表面の収束判断の評価方法について (第6回施工管理委員会を踏まえ公社が決定した内容)

### 3 地表面の収束判断の評価方法について

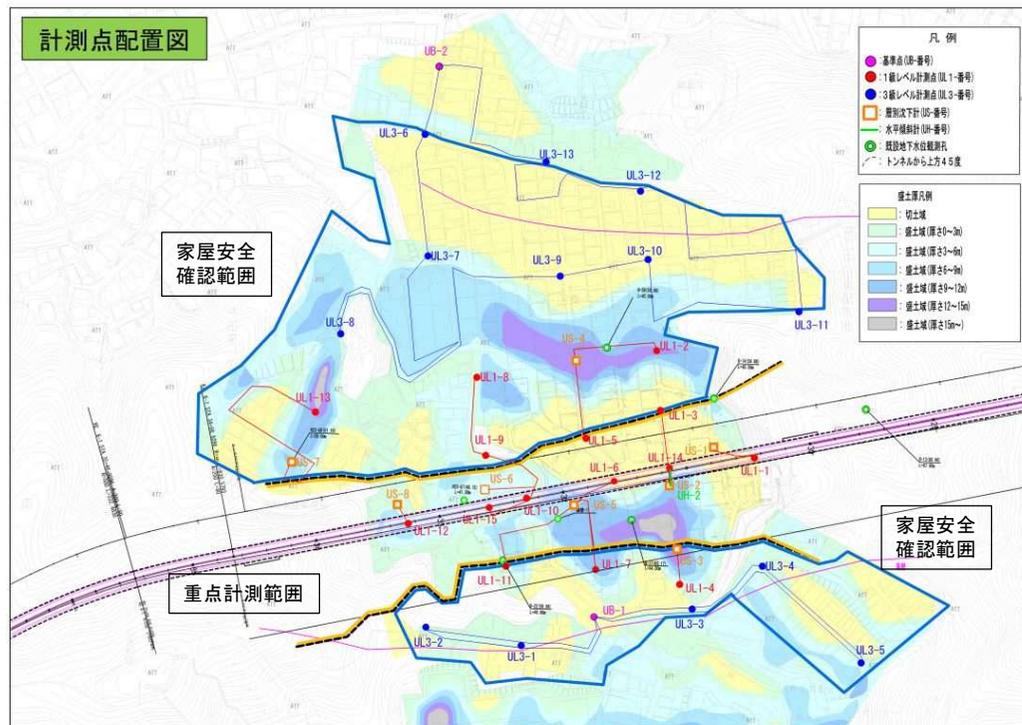
### 3.1 収束判断の評価方法

○収束の判断方法としては、第6回施工管理委員会の意見を踏まえて、公社において決定した地表面の収束判断の評価方法に基づき、各計測点において評価し収束を判断する。

## 第6回施工管理委員会資料抜粋

○牛田地区通過後からの一定期間の計測方法については、調停で定められた1) 計測開始時期・2) 計測方法・3) 計測範囲及び計測地点によって行う。

- 1) 計測開始時期
  - ・牛田地区通過後（終点NO. 29+40）
- 2) 計測方法
  - ・層別沈下計及び水平傾斜計を用いた計測
  - ・1級レベル計測（1週間に1回計測）
  - ・3級レベル計測（1週間に1回計測）
- 3) 計測範囲及び計測地点



### 3 地表面の収束判断の評価方法について

### 3.1 収束判断の評価方法

○収束の判断方法としては、第6回施工管理委員会の意見を踏まえて、公社において決定した地表面の収束判断の評価方法に基づき、各計測点において評価し収束を判断する。

## 第6回施工管理委員会資料抜粋

#### 【収束判断方法】

- 対象の計測点
  - ・これまでの牛田地区の計測と同様に層別沈下計・水平傾斜計・1級レベル及び3級レベル計測点とする。
- 収束判断方法
  - ・地表面の収束については、シールドマシンが牛田地区通過後の地表面変位の傾き・近似曲線（※1）と、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線（※2）が類似傾向で推移しているかどうかを基本に判断する。
- 計測期間
  - ・シールドマシンが牛田地区（終点No. 29+40）を通過後から1年間とする。

#### 【類似傾向で推移していない場合】

- ・シールドマシンが牛田地区通過後の地表面変位の傾き・近似曲線（※1）と、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線（※2）が類似傾向となっていない場合は、次頁（※3）のとおりトンネル標準示方書に基づく要因分析を行い、トンネル掘削の影響を確認し、収束判断もしくは計測期間の延長を行う。

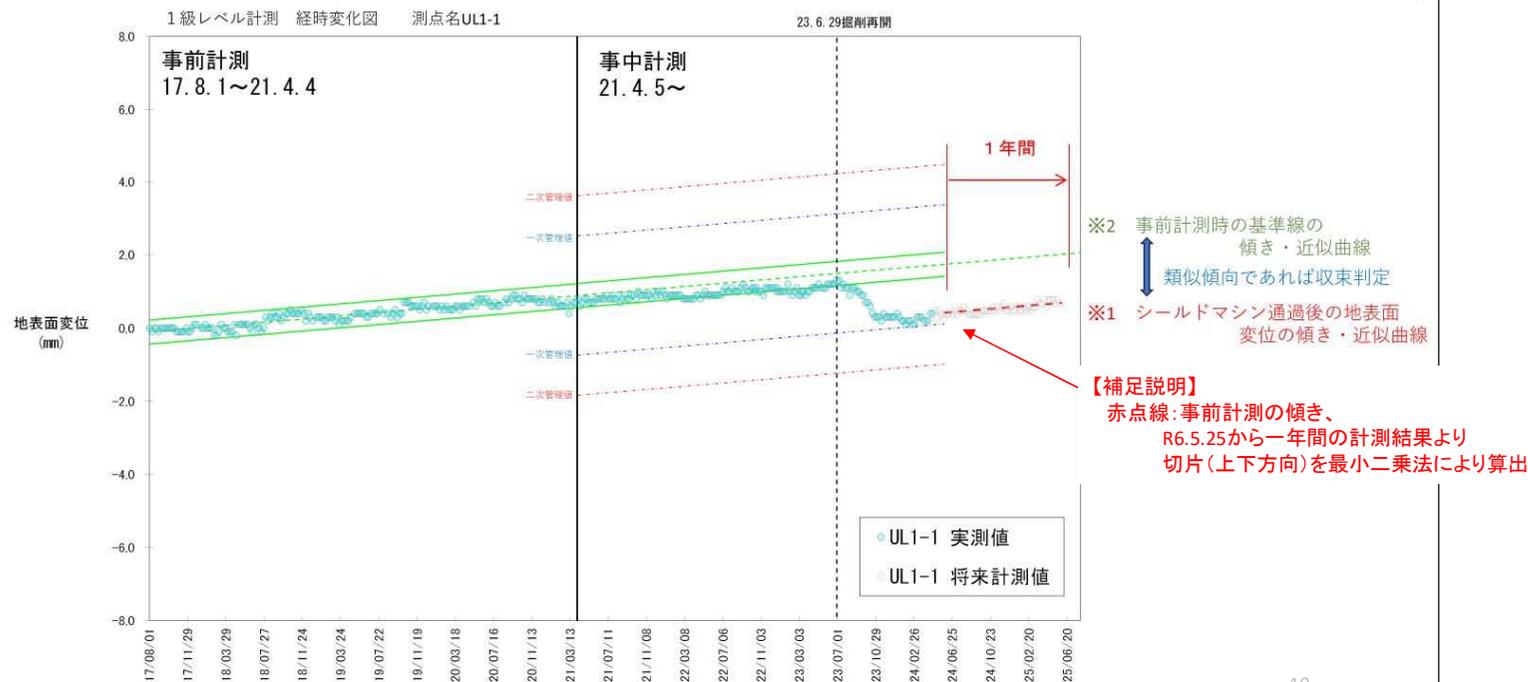


図 収束判断方法のイメージ図

### 3 地表面の収束判断の評価方法について

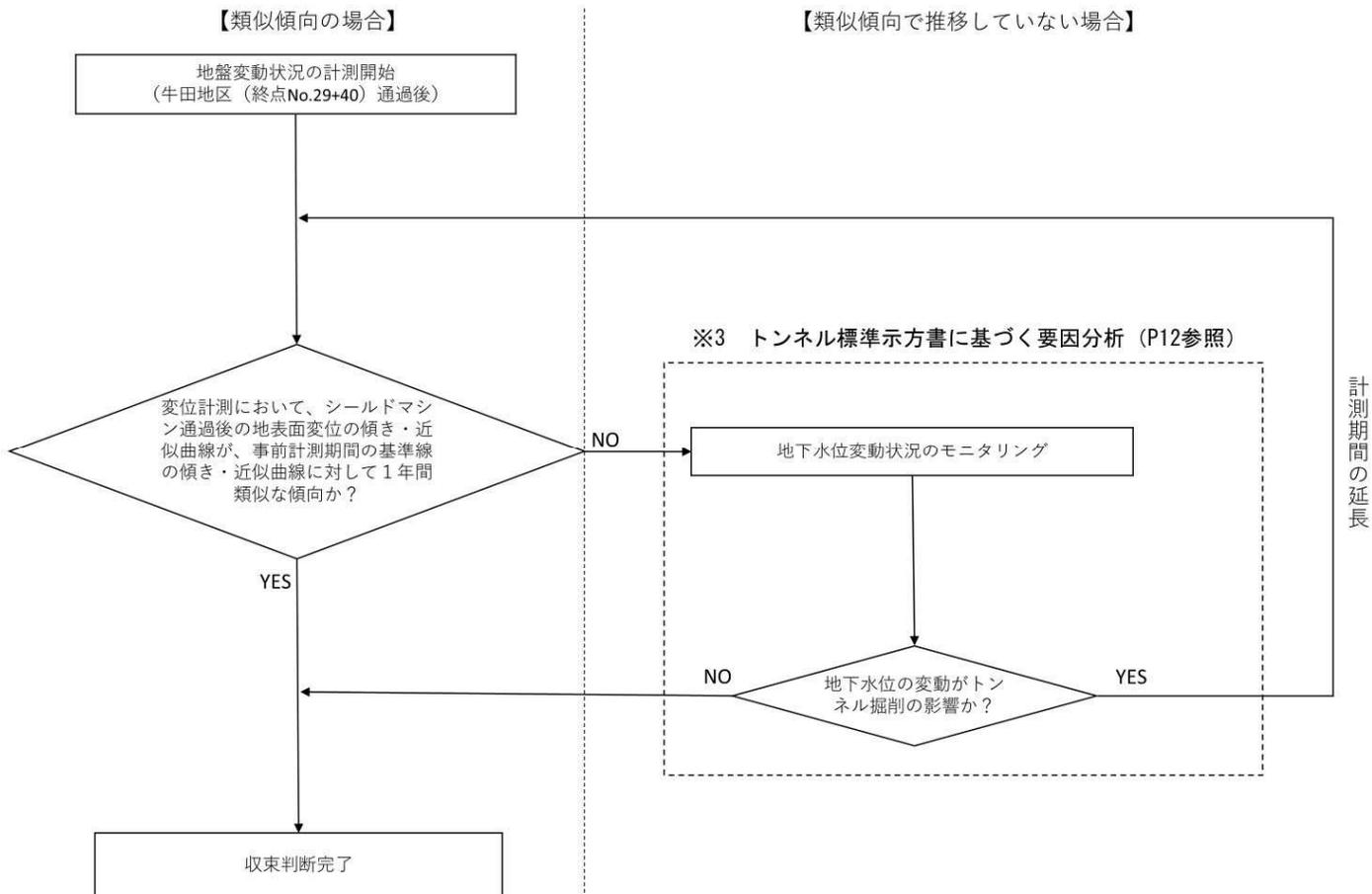
### 3.1 収束判断の評価方法

○収束の判断方法としては、第6回施工管理委員会の意見を踏まえて、公社において決定した地表面の収束判断の評価方法に基づき、各計測点において評価し収束を判断する。

## 第6回施工管理委員会資料抜粋

○トンネル標準示方書〔シールド工法編〕・同解説に挙げられている「トンネル掘削に伴う地盤変位の原因と発生機構」を参考にして、要因分析を含む収束判断の流れを作成した。

○収束判断方法の流れ



### 3 地表面の収束判断の評価方法について

### 3.1 収束判断の評価方法

○収束の判断方法としては、第6回施工管理委員会の意見を踏まえて、公社において決定した地表面の収束判断の評価方法に基づき、各計測点において評価し収束を判断する。

## 第6回施工管理委員会資料抜粋

#### 地下水位変動状況のモニタリング

○トンネル掘削による地下水変動への影響を評価する。

- 1) 事前計測期間の降雨と地下水位の関係から、実効雨量※<sub>1</sub>を利用した解析水位（パラメーターとして、半減期※<sub>2</sub>、基底水位※<sub>3</sub>、 $\beta$ ※<sub>4</sub>）と実測水位が類似するパラメーターを設定。
- 2) 事前計測期間で決定したパラメーター（半減期、基底水位、 $\beta$ ）を用いて、事中計測期間の実効雨量から推定水位を算出し、実測水位と比較。
- 3) 推定水位と実測水位が類似傾向を示している場合は、トンネル掘削による地下水変動の影響はないと判断。
- 4) 推定水位と実測水位が類似傾向を示していない場合は、トンネル掘削による地下水変動の影響を確認し、収束の判断もしくは計測期間の延長を判断。

#### 【算出方法】

○実効雨量は、雨量データから換算し、以下の式から半減期を算出した。

$$R_0 = R_0 + \alpha^1 \cdot R_1 + \alpha^2 \cdot R_2 + \dots + \alpha^n \cdot R_n$$

ここに、 $R_0$ ：実効雨量 (mm)

$R_n$ ：n日目の雨量 (mm)

$\alpha$ ：1日単位の減少係数 ( $0 < \alpha < 1$ )

$$\alpha = (0.5)^{1/T}$$

Tは半減期

ここで、nの日数は、 $\alpha^n \neq 0$ （現実的には10-3程度以下）と判断されるnを選択する（nは事前計測期間で算出）。

○水位については、1時間単位の水位データを用いた。

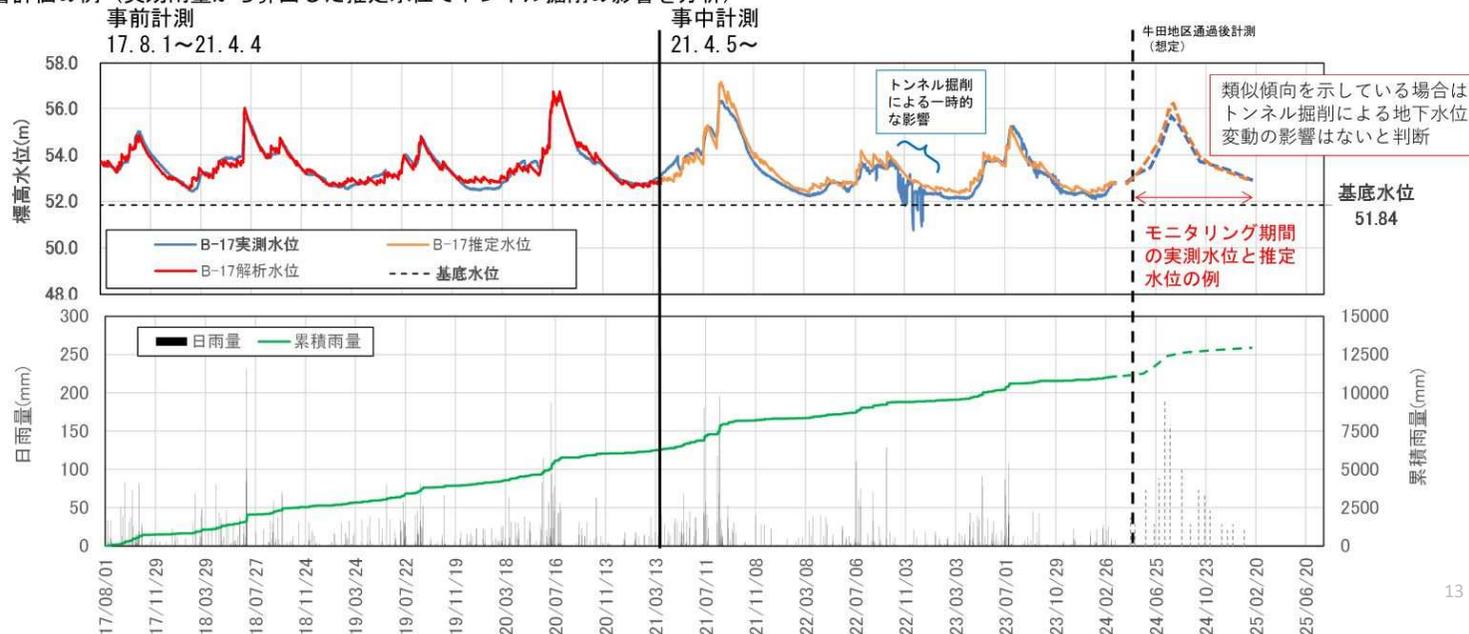
○解析水位は以下の式をもと、実測水位との差分の2乗和が最小となるように基底水位、係数 $\beta$ 、半減期Tをそれぞれ算出した。

対象期間：事前計測期間 (2017/8/1~2021/4/4)

$$\text{解析水位} = (\text{基底水位}) + (\beta \times \text{実効雨量 (半減期T)})$$

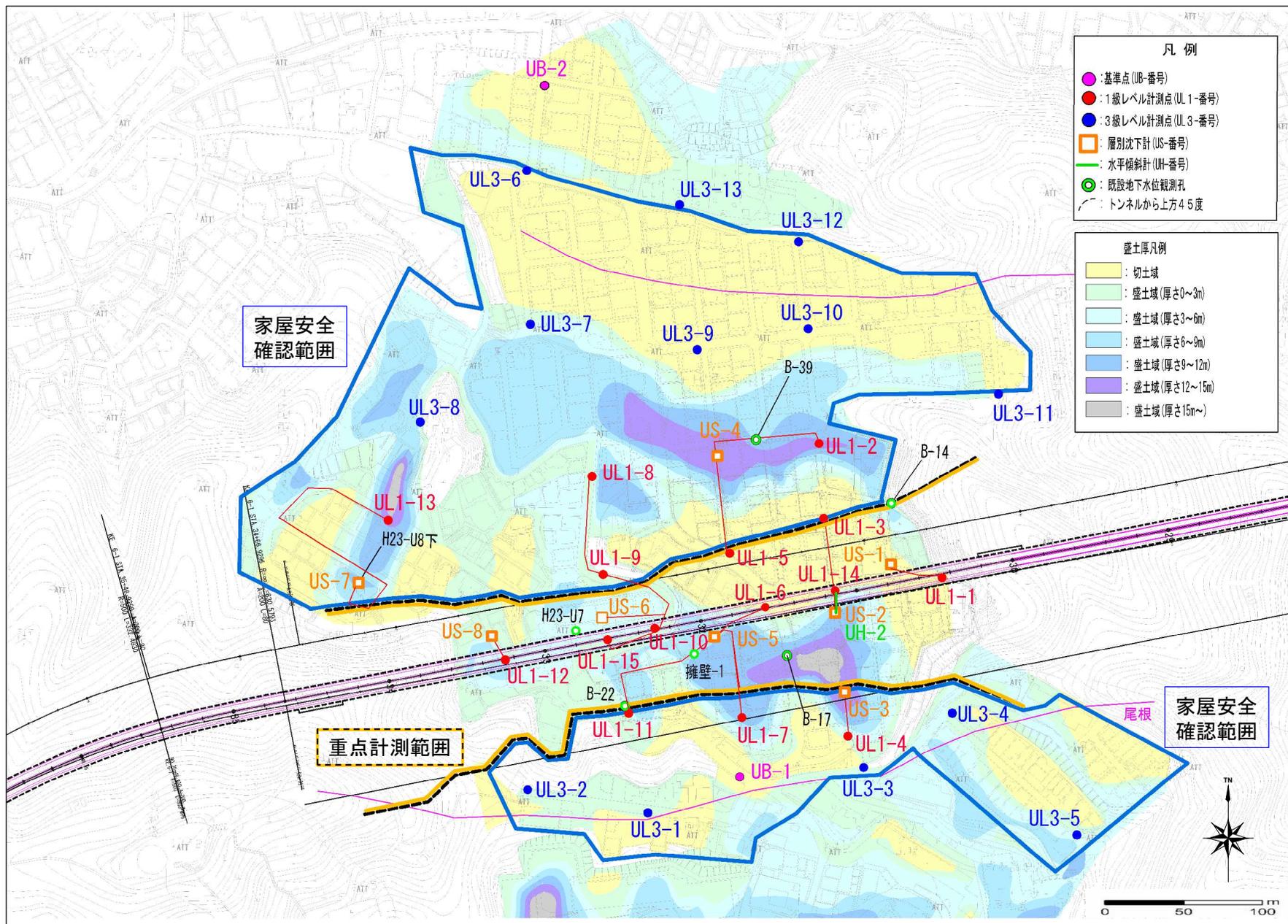
- ※1 実効雨量：降った雨が時間の経過とともに浸透・流出することで 変化する土中の水分に相当する量
- ※2 半減期：過去に降った雨の影響度を示す時間
- ※3 基底水位：降雨がない時期の地下水位
- ※4  $\beta$ ：実測水位変動と実効雨量変動の比例係数

#### 影響評価の例（実効雨量から算出した推定水位でトンネル掘削の影響を分析）



## 4 牛田地区における地表面変位の収束について（審議事項）

○牛田地区の計測点と水位観測孔の配置を示す。



背景図  
広島県砂防基礎盤図を加工して作成  
「令和6年広島県複製承認砂防第310号」

# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

## 4.1 収束判定

- 牛田地区通過後の1年間の1級レベル計測、層別沈下計等の地表面変位は、事前計測の基準線の傾きと概ね類似で推移している。
- UL1-7については、事前計測の基準線の傾き(隆起傾向)に対して、牛田地区通過後の地表面の変動は横ばい傾向であったことから、実効雨量と推定水位を確認した。地形・地質条件(沢地形)を考慮した地下水の水脈の阻害(流動阻害)、周辺地下水位の状況および降雨状況など総合的に検討した結果、トンネル掘削による地下水位変動への影響はないと判断した。(P17、P18参照)
- 次頁より各計測点の評価を示す。

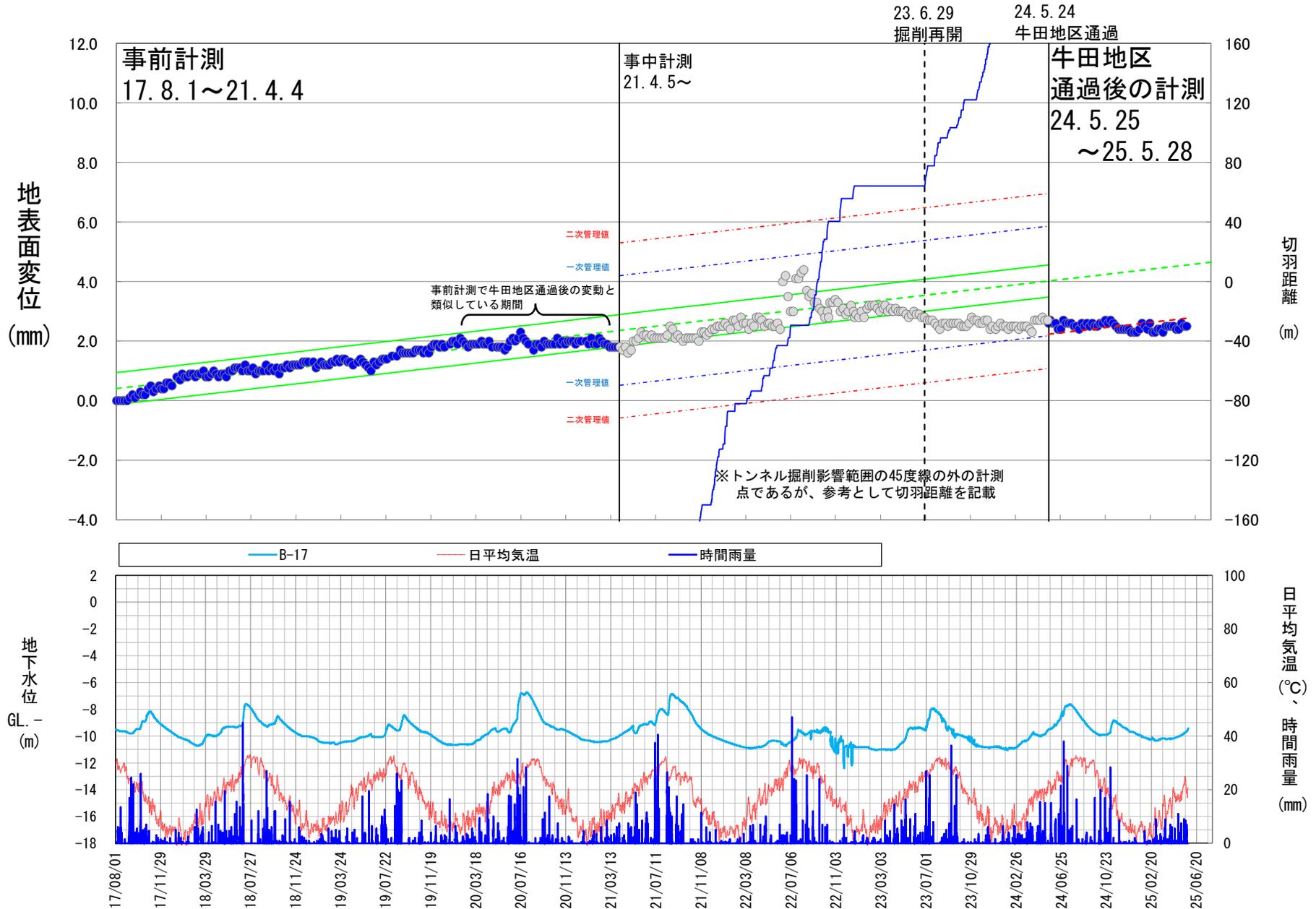
### 1級レベル計測及び層別沈下計、水平傾斜計の収束判定の総括一覧表

【】は切盛情報 ( ) は近傍水位観測孔

計測点	① 変位計測において、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線に対して1年間類似で推移しているか?	② 地下水変動状況のモニタリング(実測水位と推定水位の傾向)	③ 地下水位の変動がトンネルの影響か?	事中計測(牛田地区通過まで)トンネル掘削の影響と思われる変動の有無	計測点	① 変位計測において、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線に対して1年間類似で推移しているか?	② 地下水変動状況のモニタリング(実測水位と推定水位の傾向)	③ 地下水位の変動がトンネルの影響か?	事中計測(牛田地区通過まで)トンネル掘削の影響と思われる変動の有無
1級レベル計測点 「-」は、①で収束判断完了					層別沈下計 「-」は、①で収束判断完了				
UL1-1 【切土】、(B-14)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	US-1 【切土】、(B-14)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-2 【盛土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	US-2 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-3 【切土】、(B-14)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	US-3 【盛土】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-4 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	US-4 【盛土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)
UL1-5 【切土】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	US-5 【盛土】、(B-17, 擁壁-)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-6 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	US-6 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-7 【切盛境界】、(B-17, 擁壁)	地下水変動状況を確認する	類似で推移している	トンネル掘削影響でない	変動有り(沈下)	US-7 【盛土】、(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-8 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	US-8 【切土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-9 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	水平傾斜計				
UL1-10 【盛土】、(擁壁-1)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	UH-2 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)
UL1-11 【切盛境界】、(B-22)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	UH-6 ※1 【盛土】、(H23-U8)	-	-	-	-
UL1-12 【切盛境界】、(H23-U7)	類似で推移している	-	-	変動無し	※1 UH-6は、経年による傾斜計ガイド管の緩みと考えられる特異値発生のため、令和5年3月23日より欠測扱いとしており、現在はトンネル直上のUL1-15で評価している。				
UL1-13 【盛土】、(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し					
UL1-14 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)					
UL1-15 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)					

# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-7)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して、横ばい傾向であったことから、周辺地下水の変動状況を確認した(次頁参照)。
- 事前計測においても、牛田地区通過後の計測の変動と類似している期間が見られる。
- なお、事中計測においては、切羽通過後の2023年3月から沈下傾向となり、1.1mmの沈下(テールボイド沈下~後続沈下)が見られた。

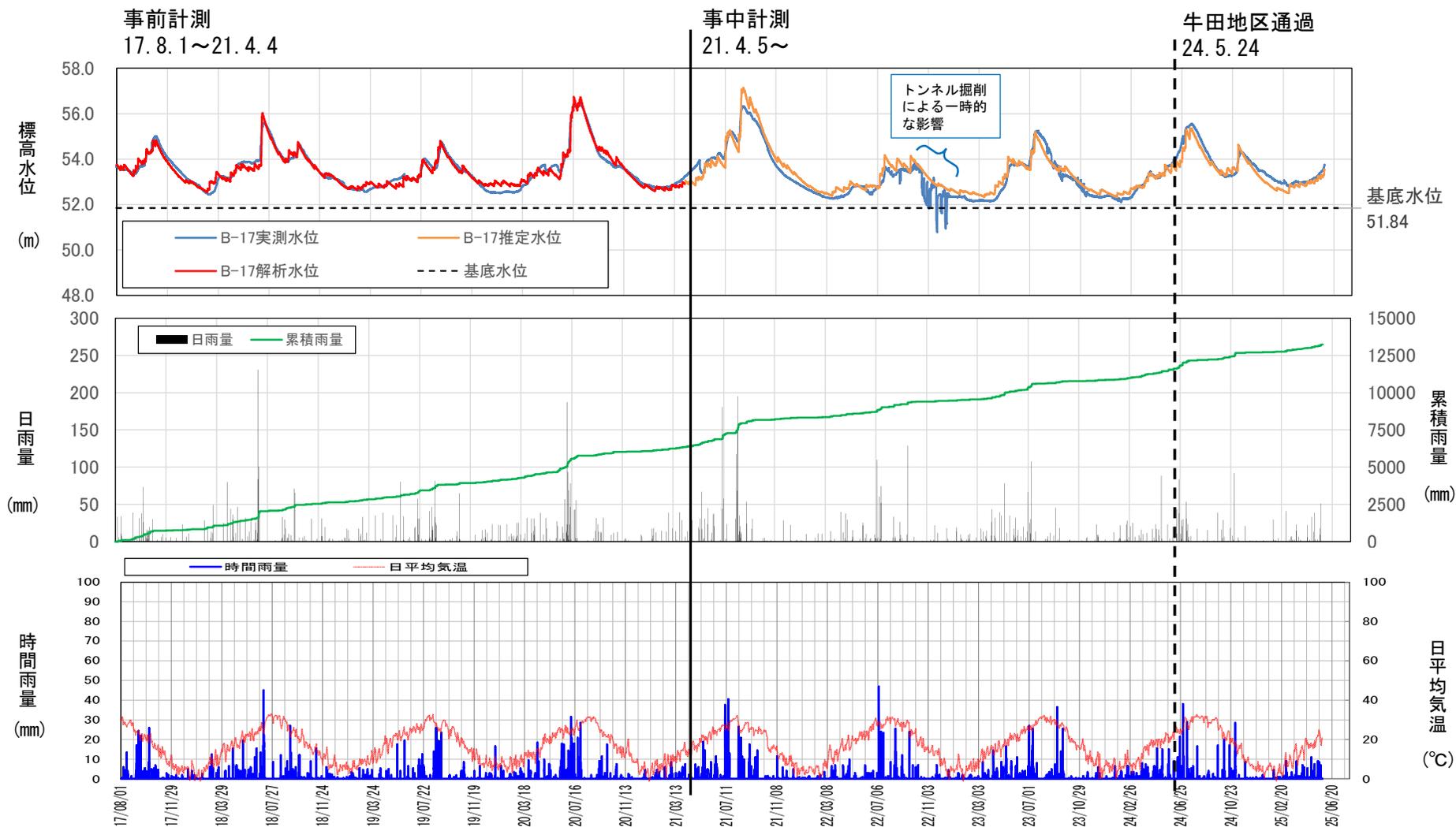


# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-7) 類似傾向で推移していない場合の対応 UL1-7

○地形・地質条件（沢地形）を踏まえた上で、UL1-7の近傍水位となるB-17地下水位について、実効雨量から推定水位を算出した。  
 ○その結果、実測水位は推定水位よりも若干高くなっているものの、実測水位と推定水位の上昇・下降時期は同じであること、  
 また、事前計測期間においても解析水位より実測水位が高い時期が見られることから、類似で推移している。  
 ○したがって、トンネル掘削による地下水位変動への影響はないと判断した。

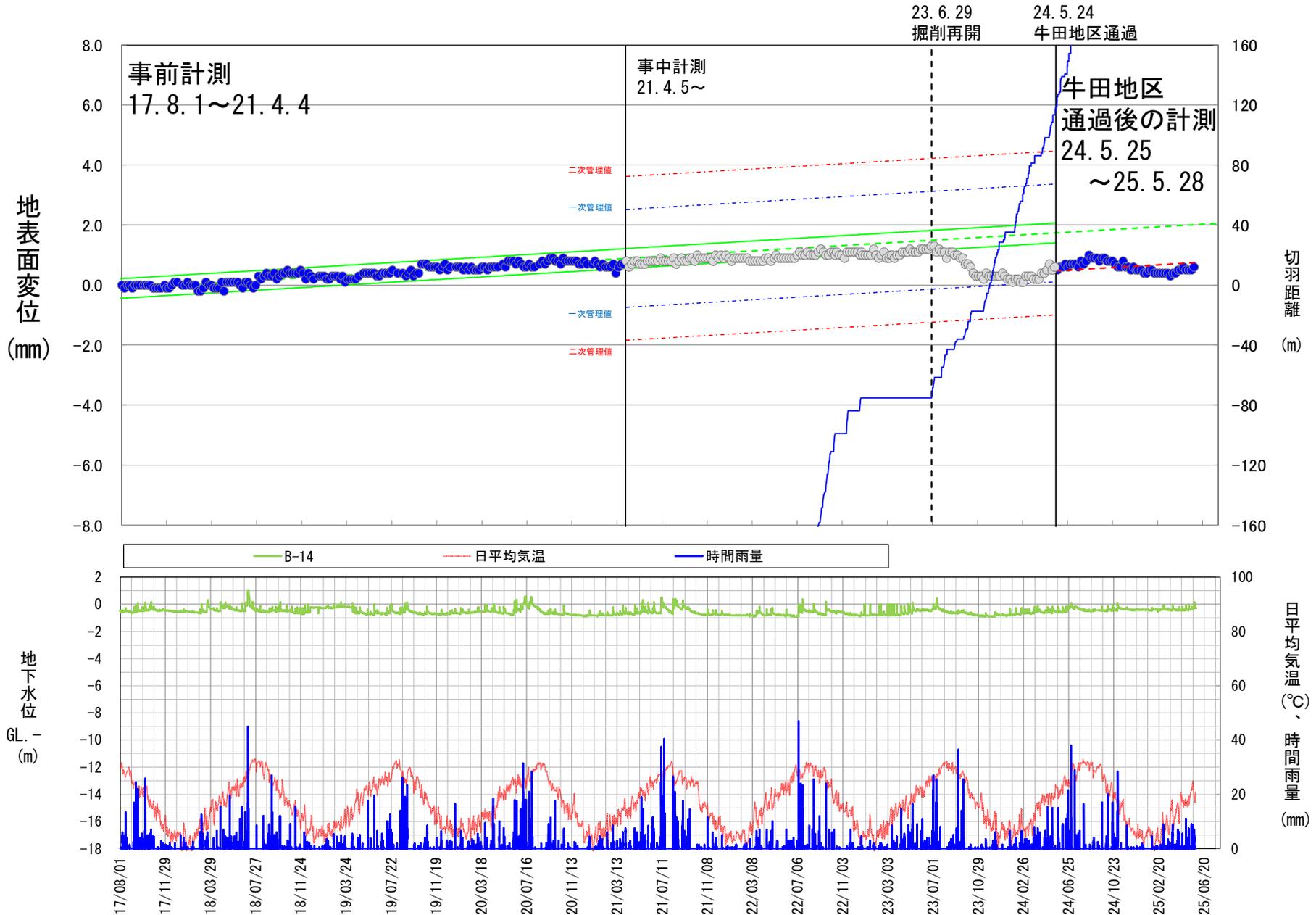
## 地下水位変動状況のモニタリング

影響評価の結果(実効雨量から算出した推定水位でトンネル掘削の影響を分析)



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-1)

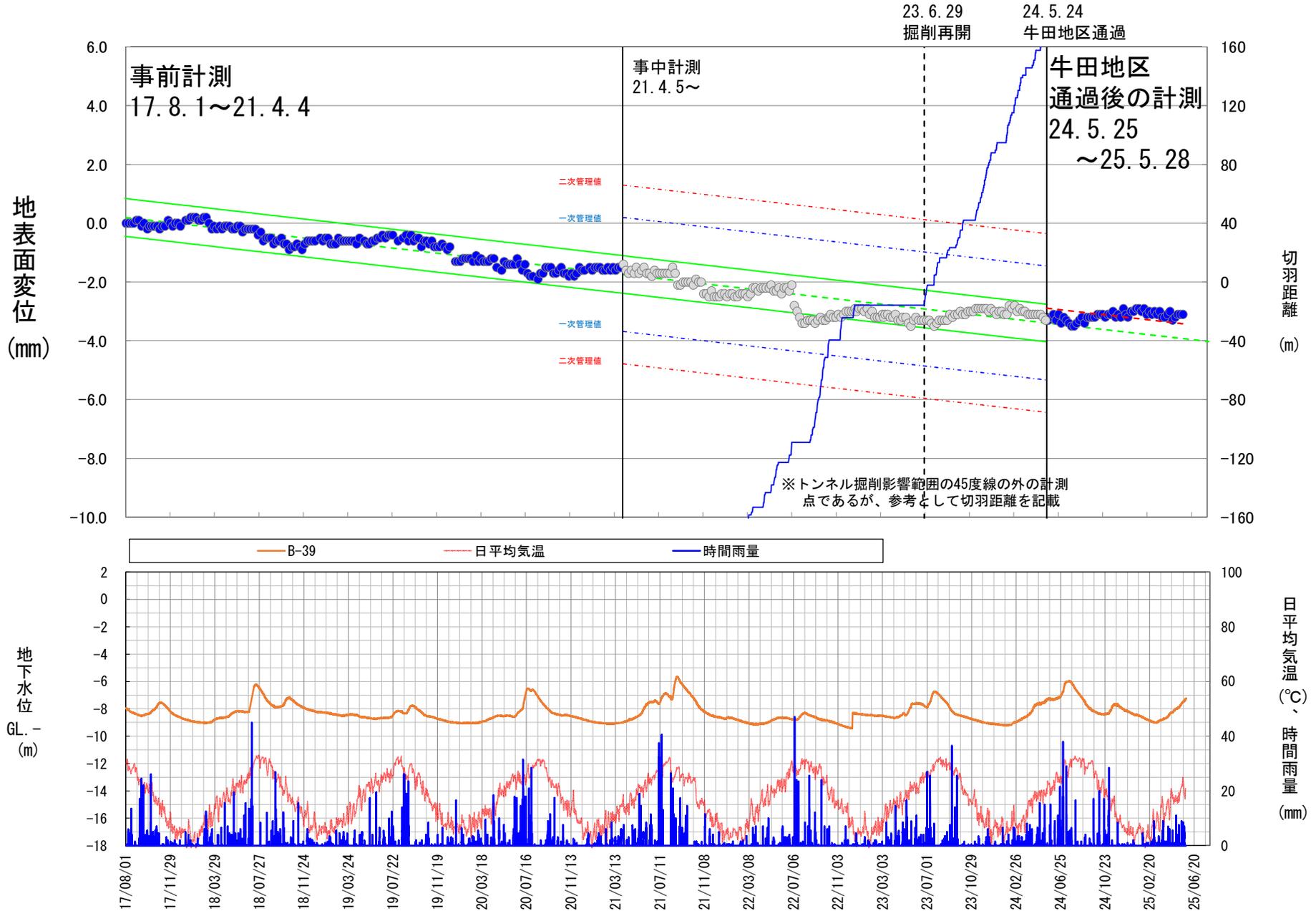
- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2023年7月から沈下傾向となり、切羽到達前に1.2mmの沈下（先行沈下）が見られた。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

## 4.1 収束判定 (UL1-2)

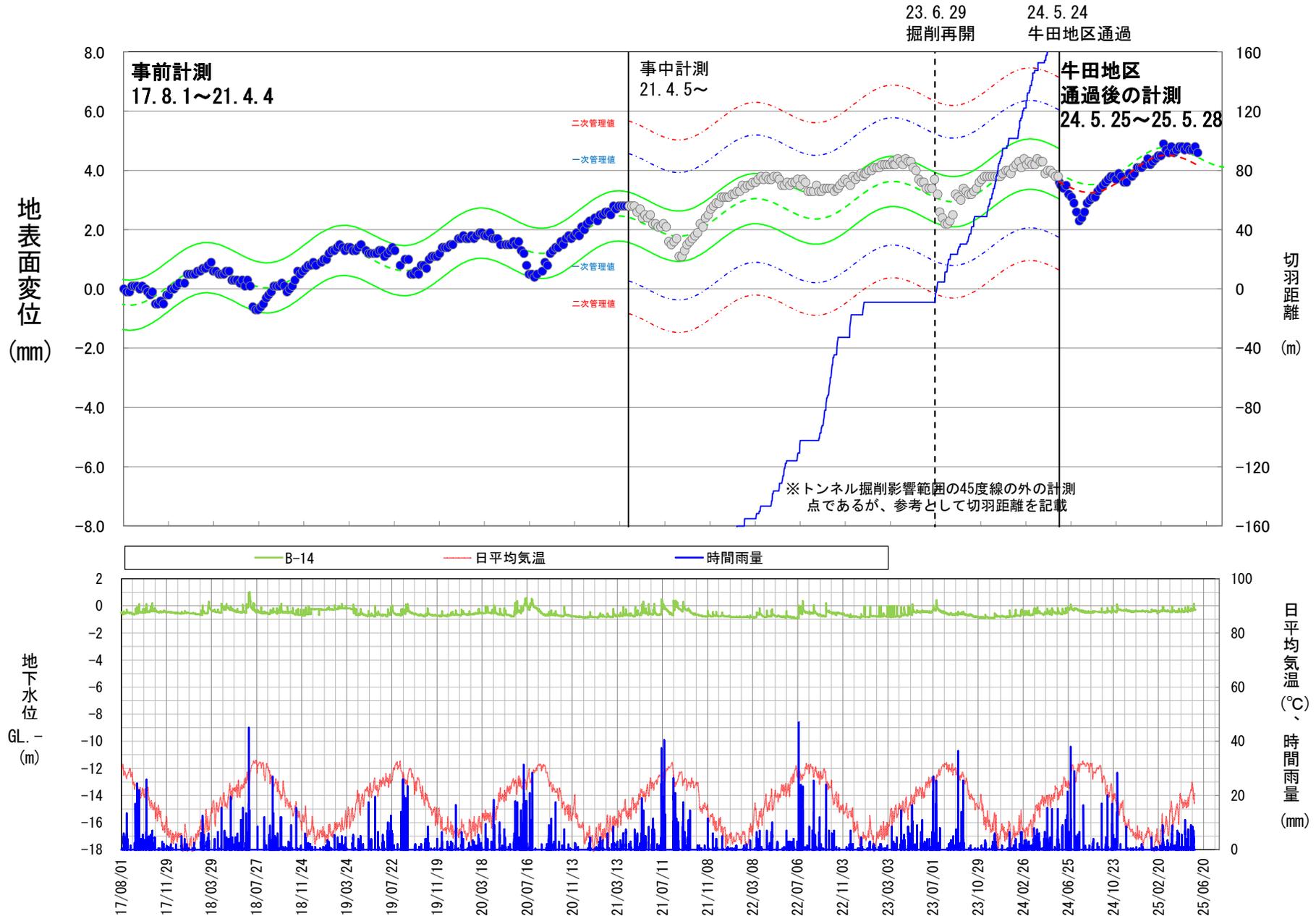
- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年7月から沈下傾向となり、切羽到達前に0.3mmの沈下（先行沈下）が見られた。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

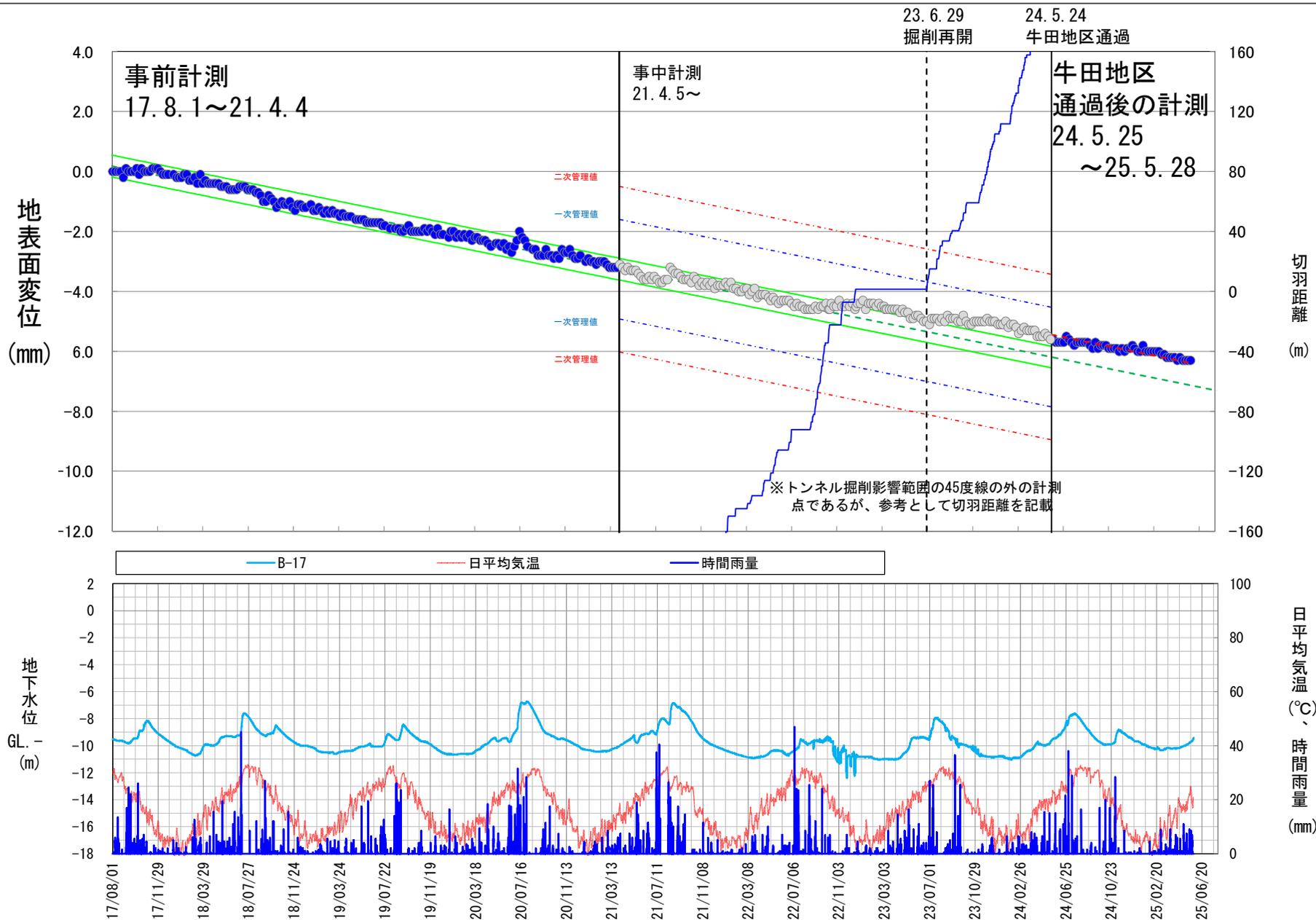
## 4.1 収束判定 (UL1-3)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年6月から隆起傾向となり、切羽到達前に0.4mmの隆起（切羽前隆起）が見られた。



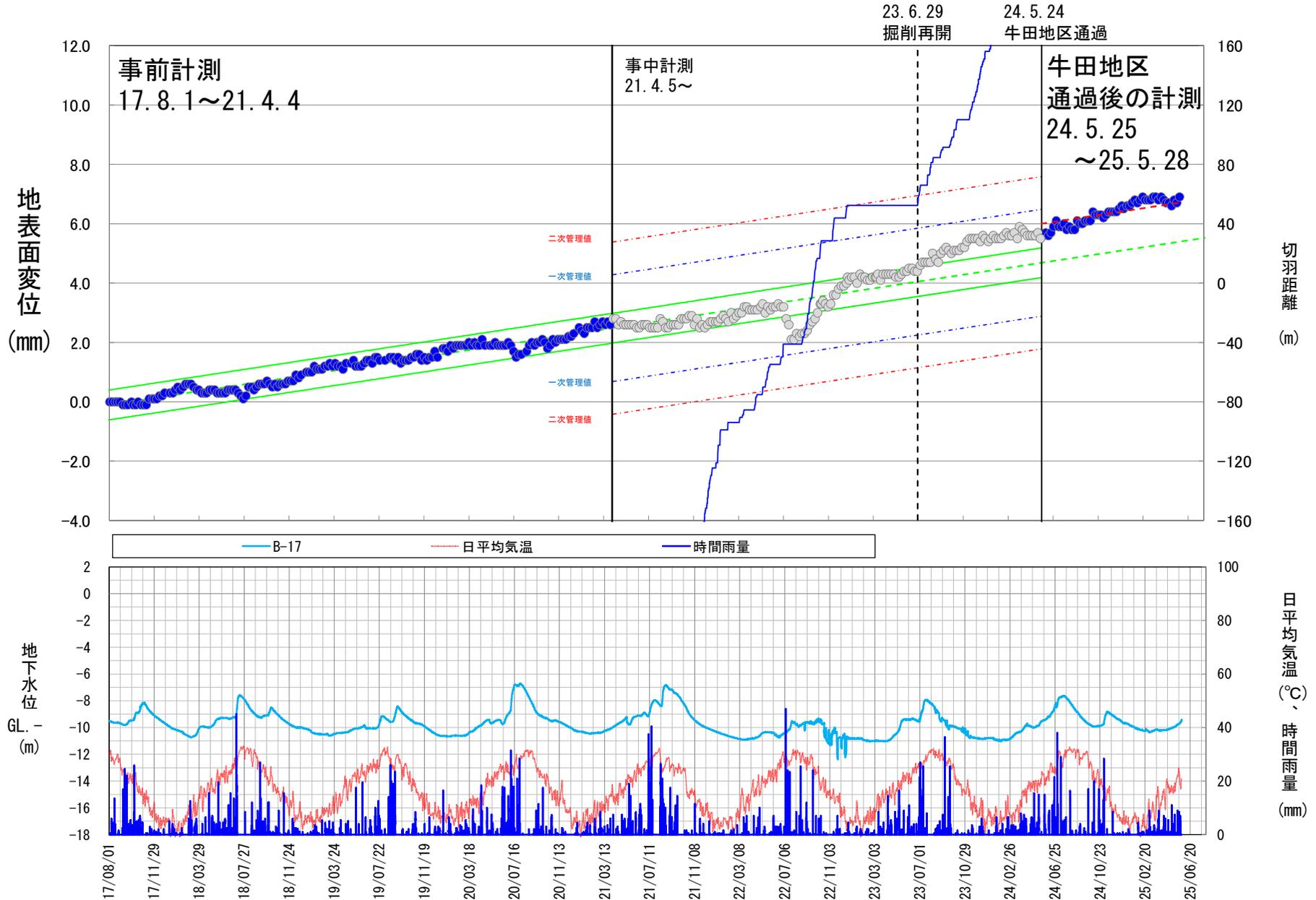
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-4)

- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年12月から隆起傾向となり、切羽が計測点を通るのに伴い0.5mmの隆起（切羽前隆起～通過時隆起）が見られた。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-5)

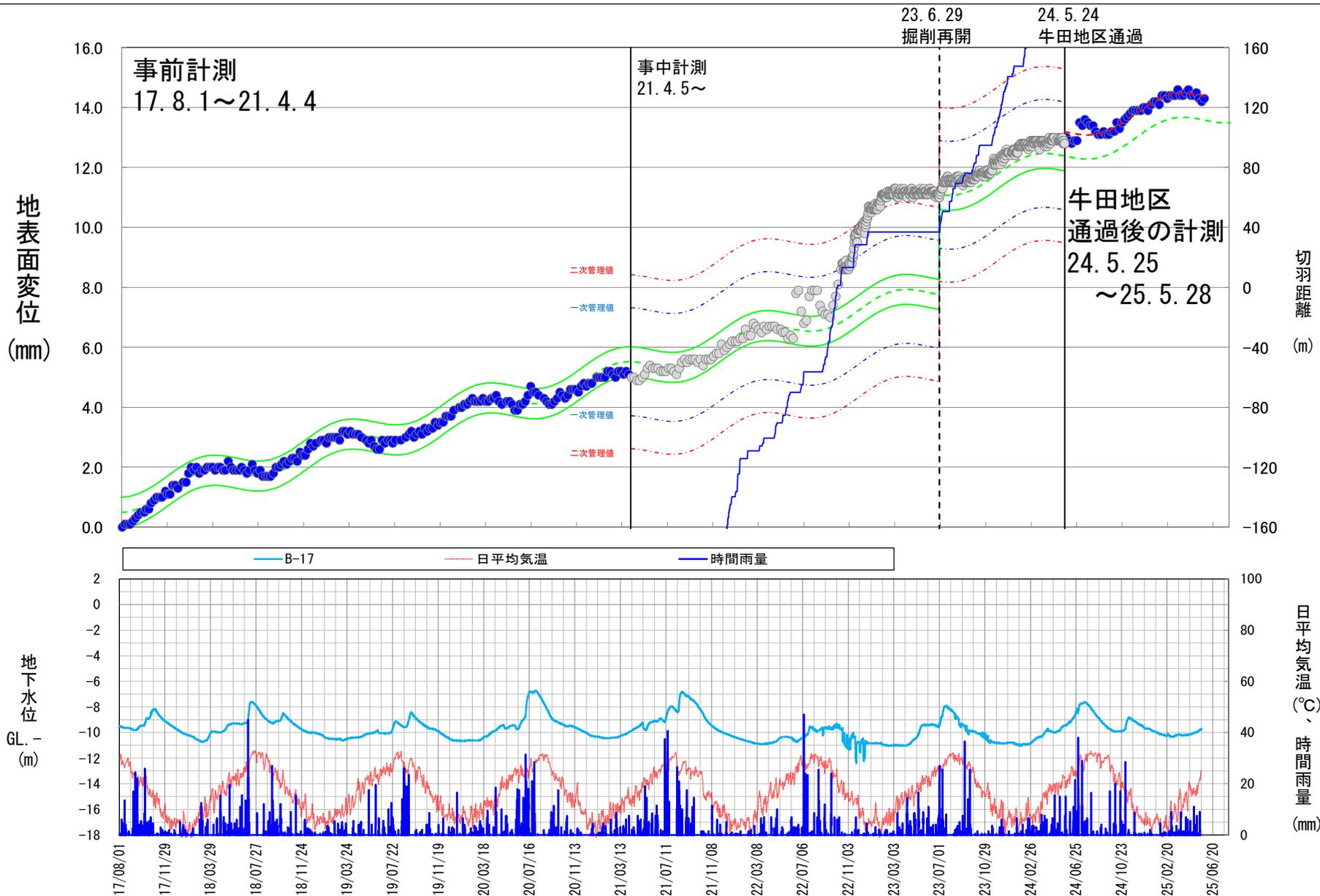
- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年8月から沈下傾向となり、0.8mmの一時的な沈下（切羽前沈下）が見られた一方で、切羽到達の2022年7月から隆起傾向となり、最大で0.8mmの隆起（通過時隆起～テールボイド隆起）が見られた。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

## 4.1 収束判定 (UL1-6)

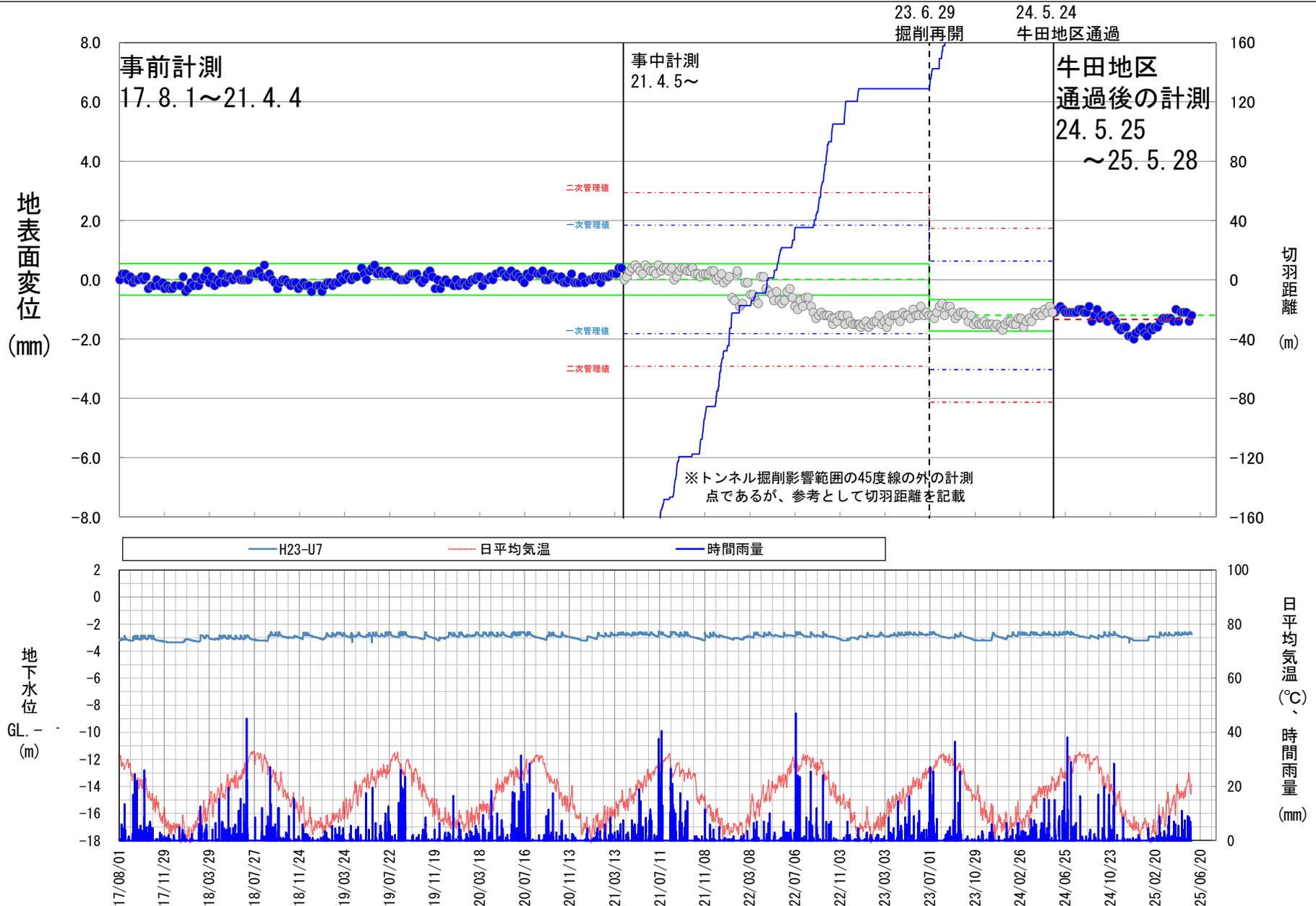
- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、2024年7月の豪雨後（時間雨量最大38mm、日雨量121mm）に一時的な隆起が見られたものの、それ以降は事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して、類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年7月にカッター交換に伴う切羽開放や復水の影響で一時的な0.8mm隆起（切羽前隆起）や、切羽到達直前の2022年9月にトンネル掘削の裏込め注入の影響と考えられる急激な隆起（通過時隆起～テールボイド隆起）があり、2022年12月22日には2次管理値2.4mmに到達し掘削を停止した。また、2023年6月29日の掘削再開後、トンネル掘削の裏込め注入の影響と考えられる0.5mmの隆起（テールボイド隆起）が見られた。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

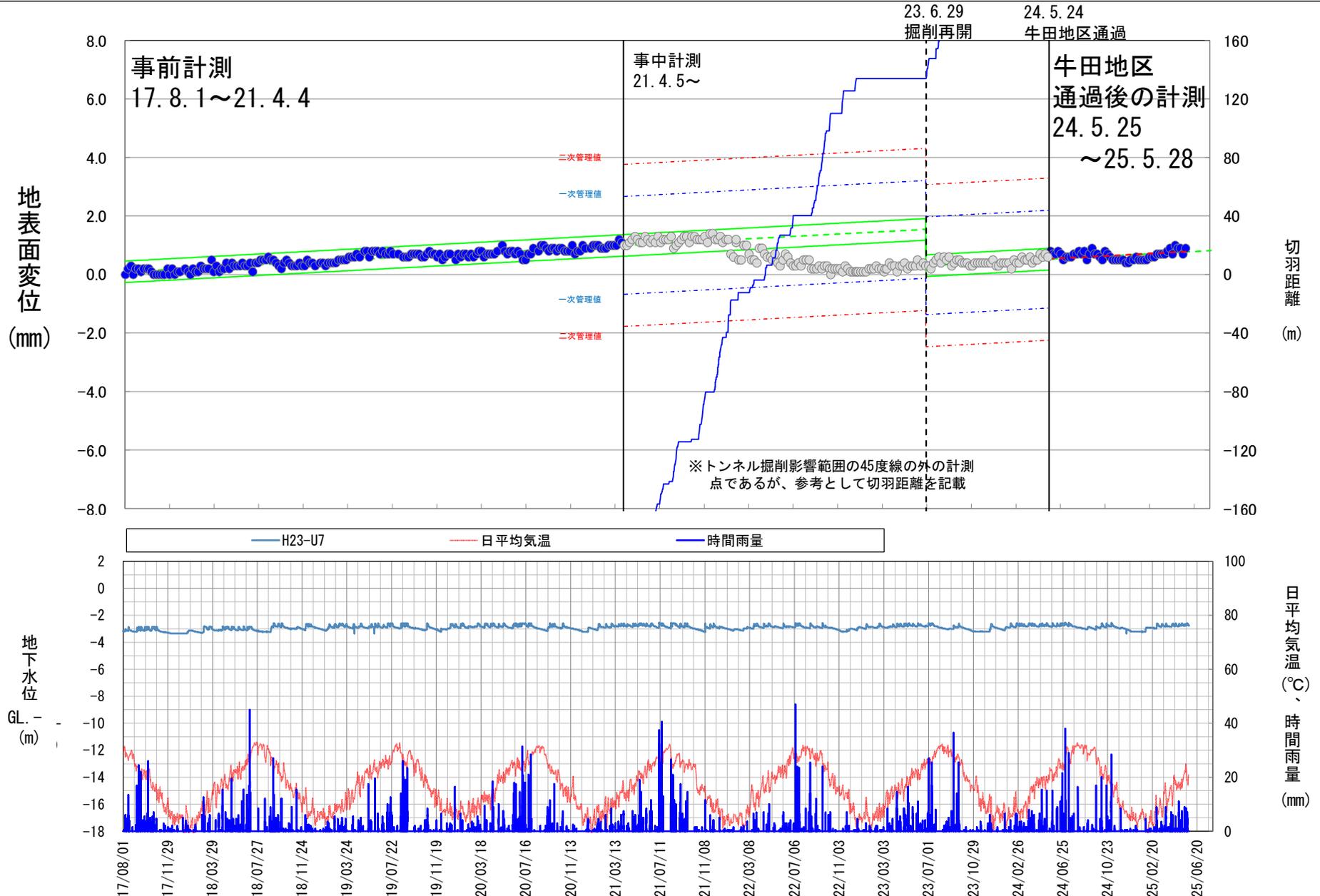
## 4.1 収束判定 (UL1-8)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽通過前の2022年1月から沈下傾向となり、切羽通過後の2023年1月には1.0mmの沈下（切羽前沈下～後続沈下）が見られた。



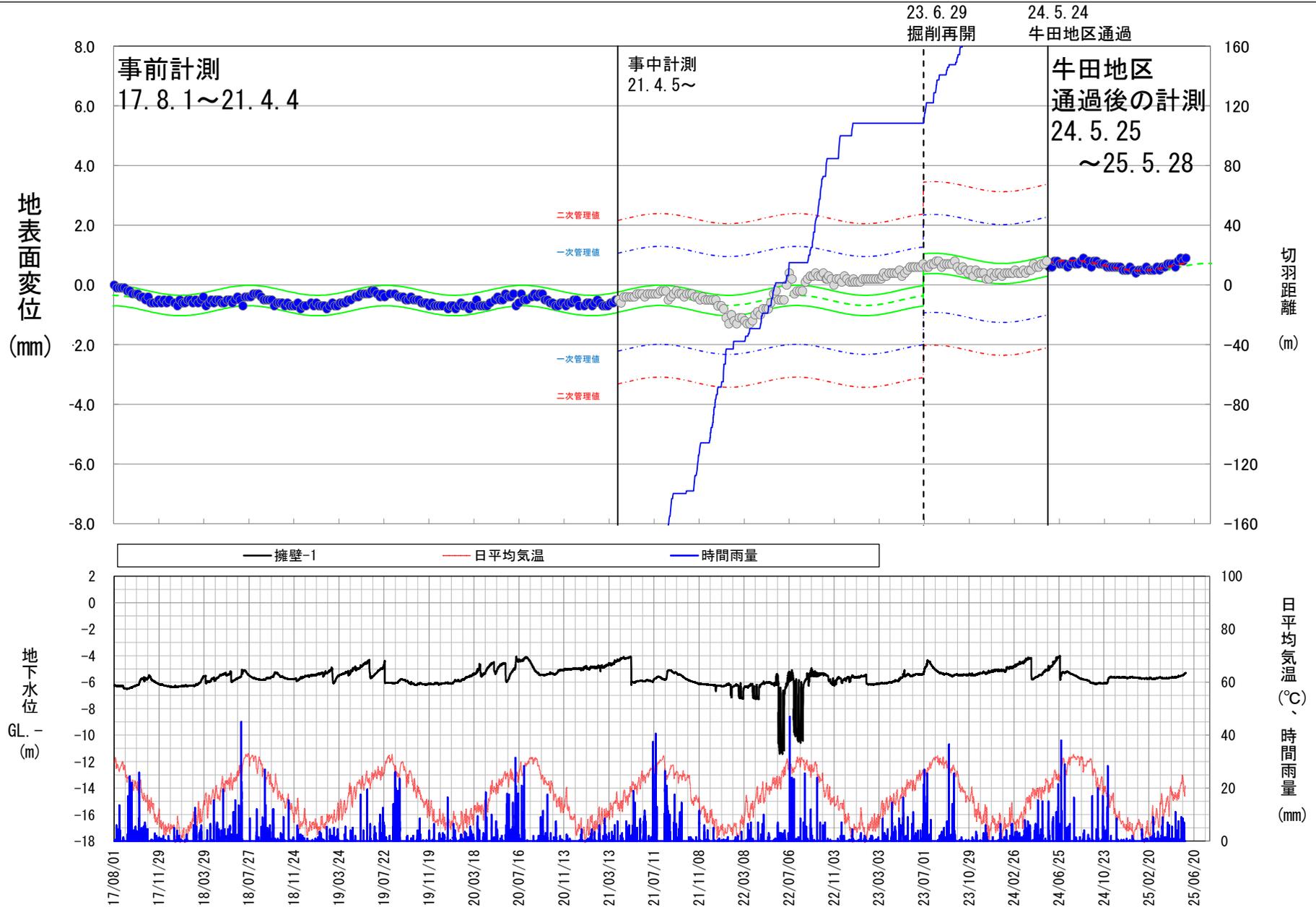
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-9)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽通過前の2022年1月から沈下傾向となり、切羽通過後の2023年4月には1.0mmの沈下（切羽前沈下～後続沈下）が見られた。



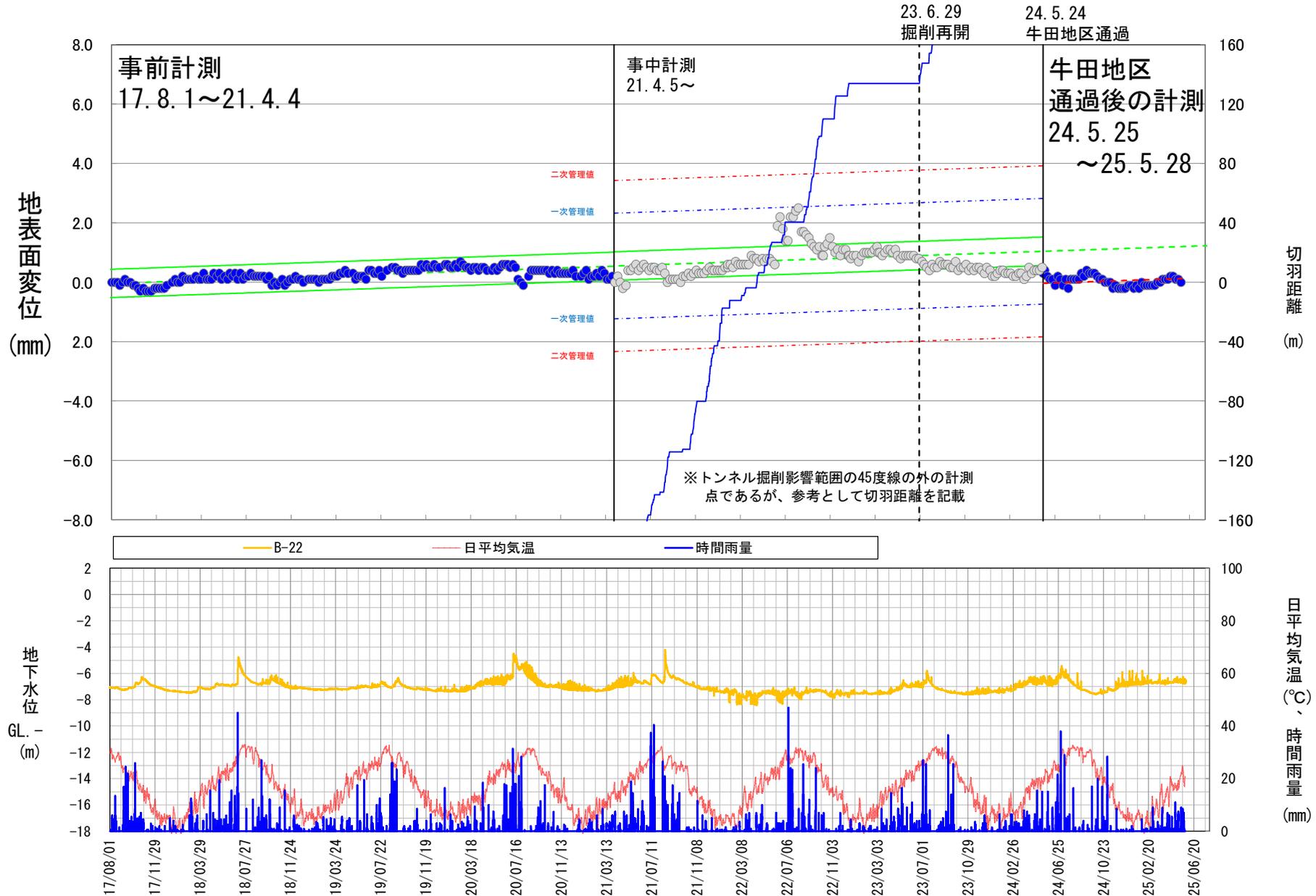
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-10)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年1月からカッター交換の切羽開放や復水の影響と考えられる一時的な0.3mmの沈下（先行沈下～切羽前沈下）が見られた一方で、切羽通過後の2022年7月から0.7mmの隆起（通過時隆起～テールポイド隆起）が見られた。



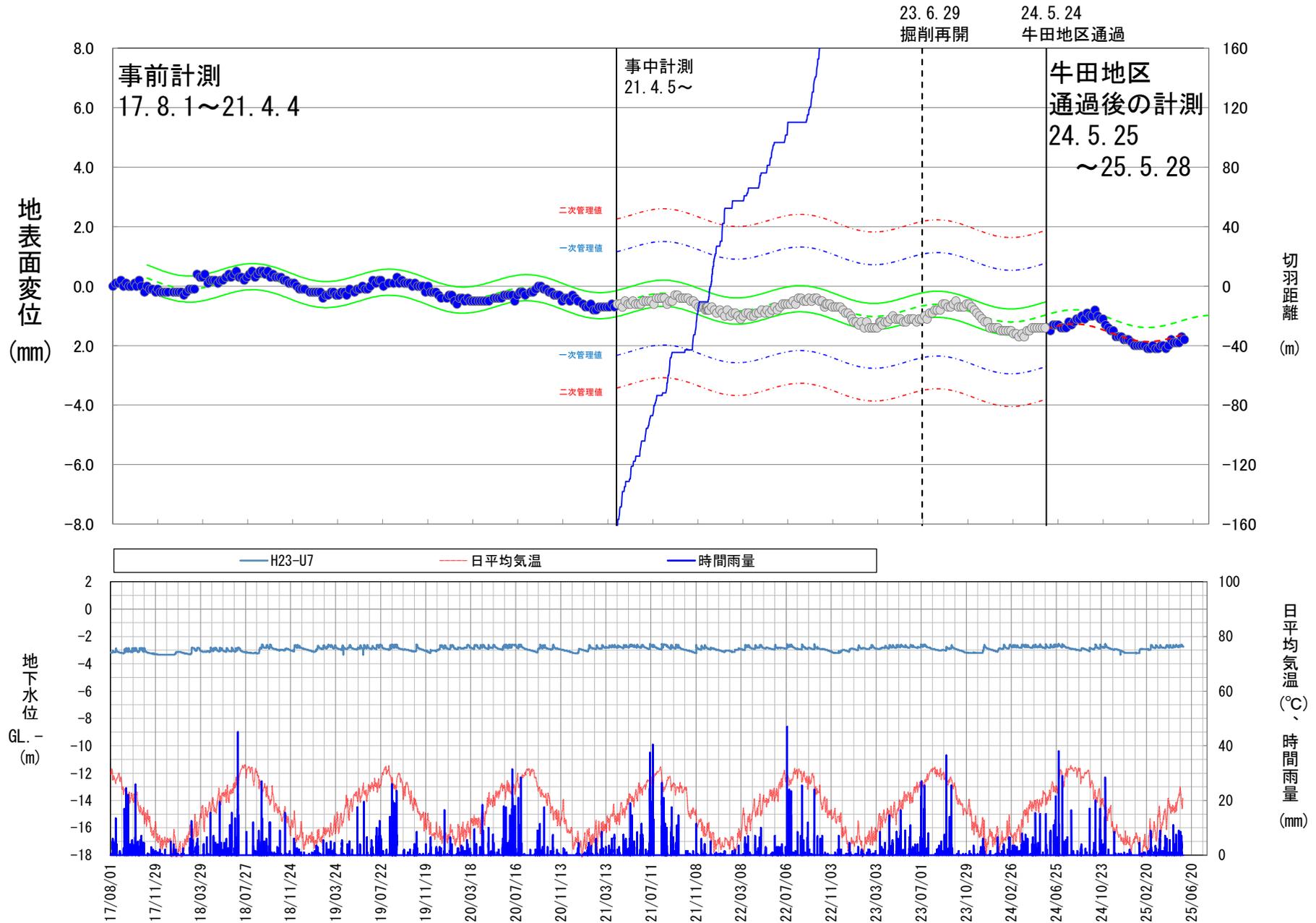
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-11)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽通過時の2022年6月からカッター交換の切羽開放や復水の影響と考えられる一時的な隆起（通過時隆起～テールボイド隆起）が見られた一方で、掘削再開の2023年6月29日から0.4mmの沈下（後続沈下）が見られた。



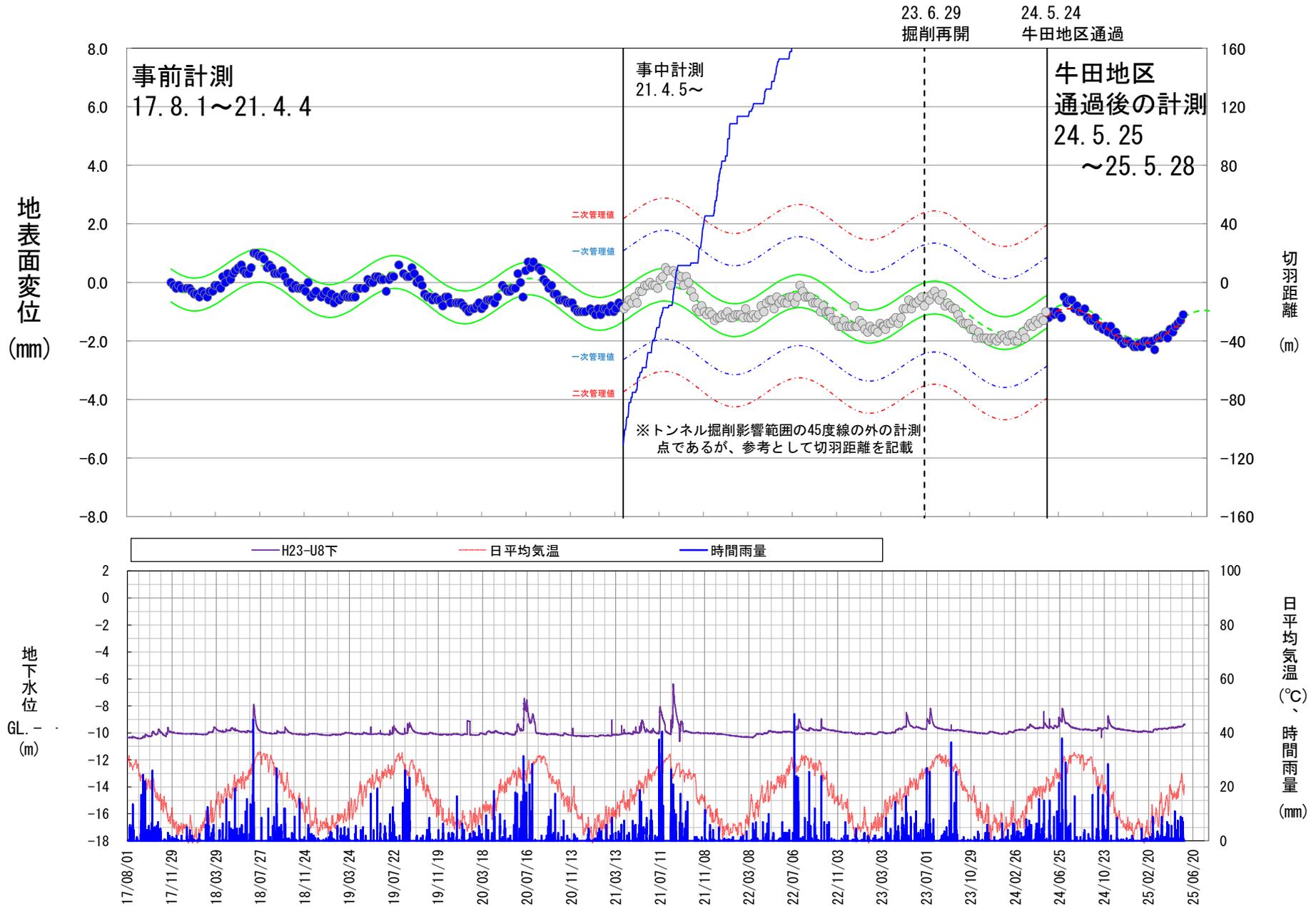
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-12)

- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。



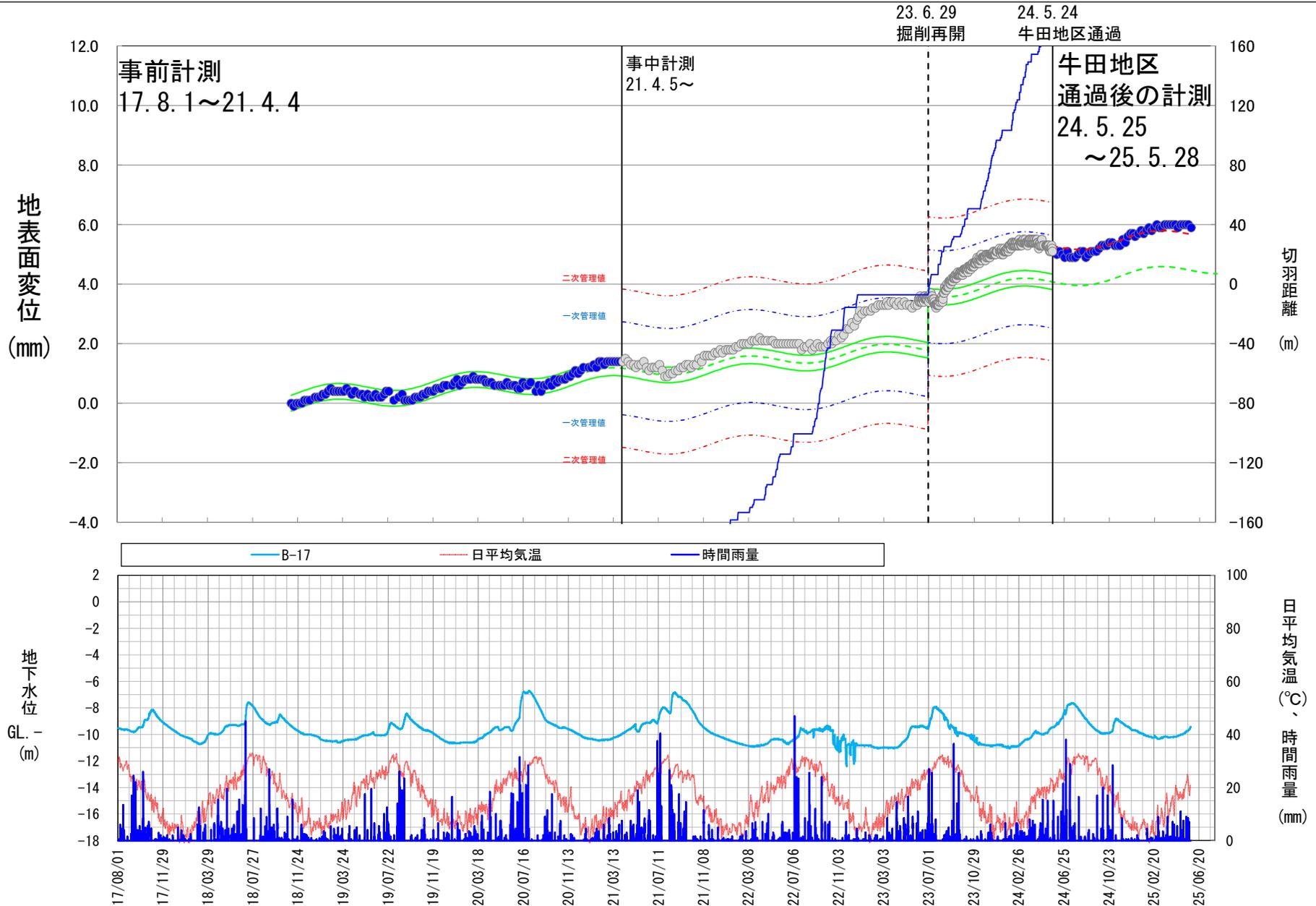
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-13)

- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。



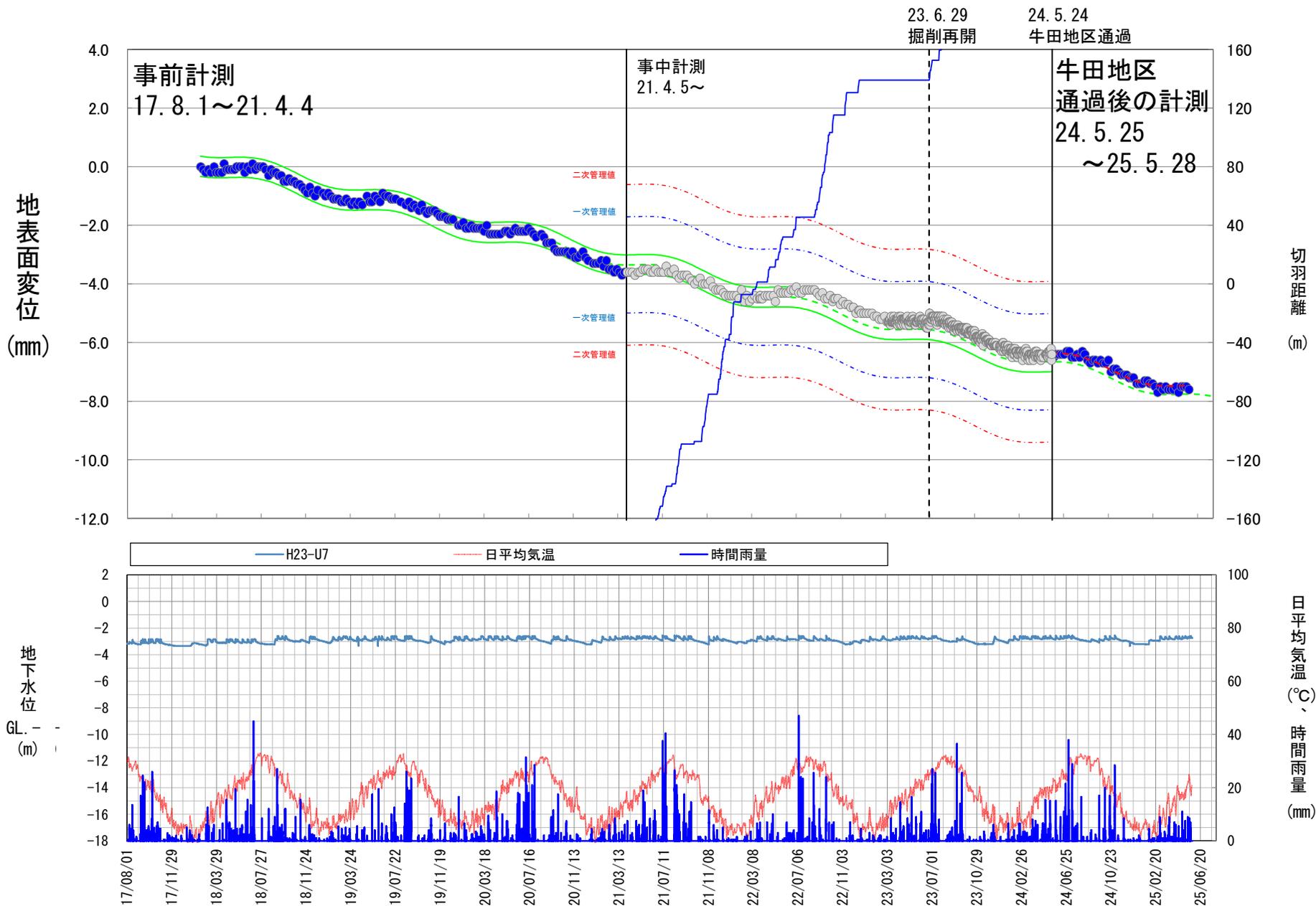
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-14)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2022年2月から隆起傾向となり、0.3mmの隆起（切羽前隆起）が見られた。また、切羽到達直前の2022年10月に1次管理値超過の1.5mmの隆起（切羽前隆起）、掘削再開の2023年6月29日にはさらに1.0mmの隆起（通過時隆起～テールボイド隆起）が見られた。



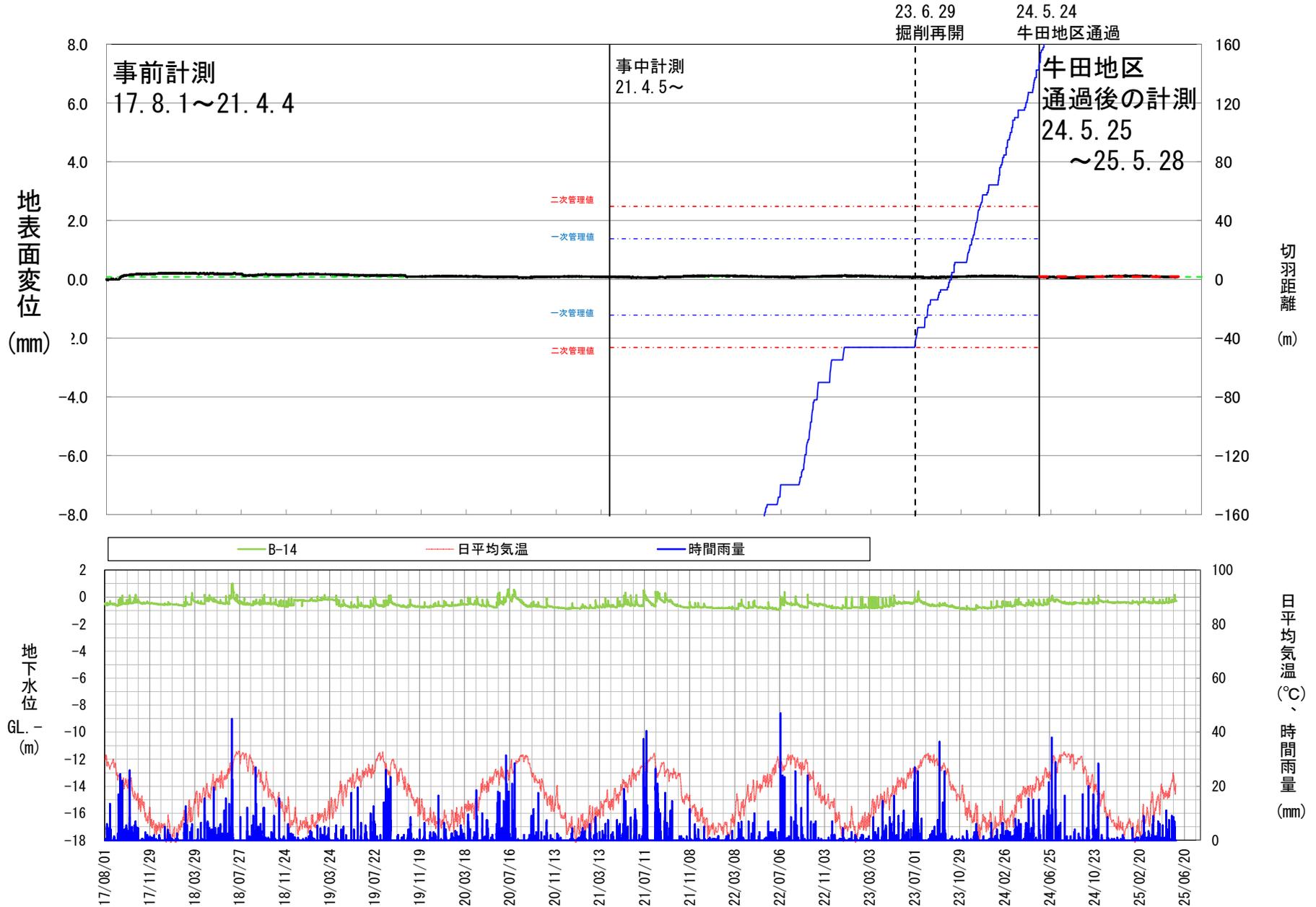
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL1-15)

- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達直後の2022年4月から隆起傾向となり、0.2mmの隆起（通過時隆起～テールボイド隆起）が見られた。



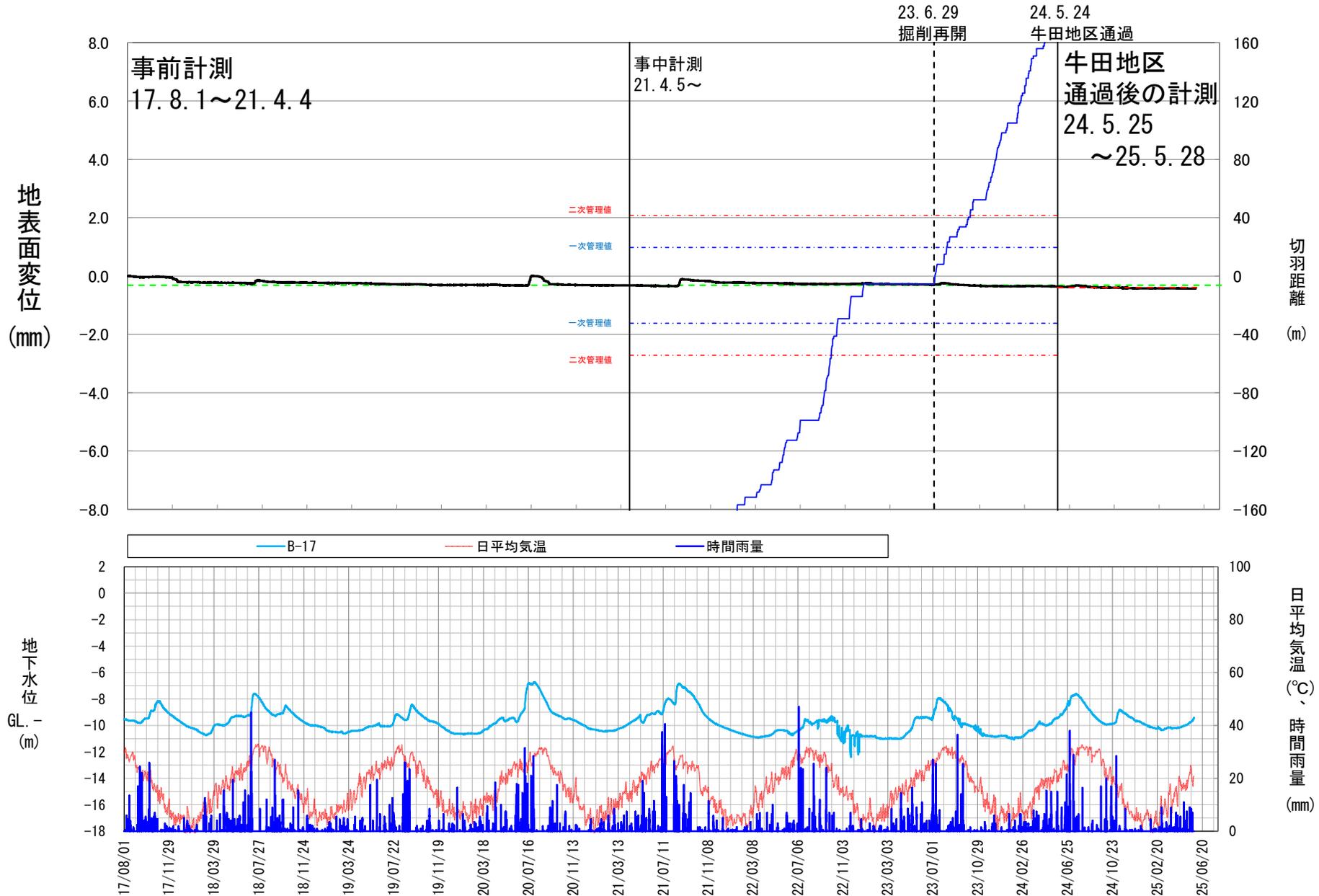
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-1)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



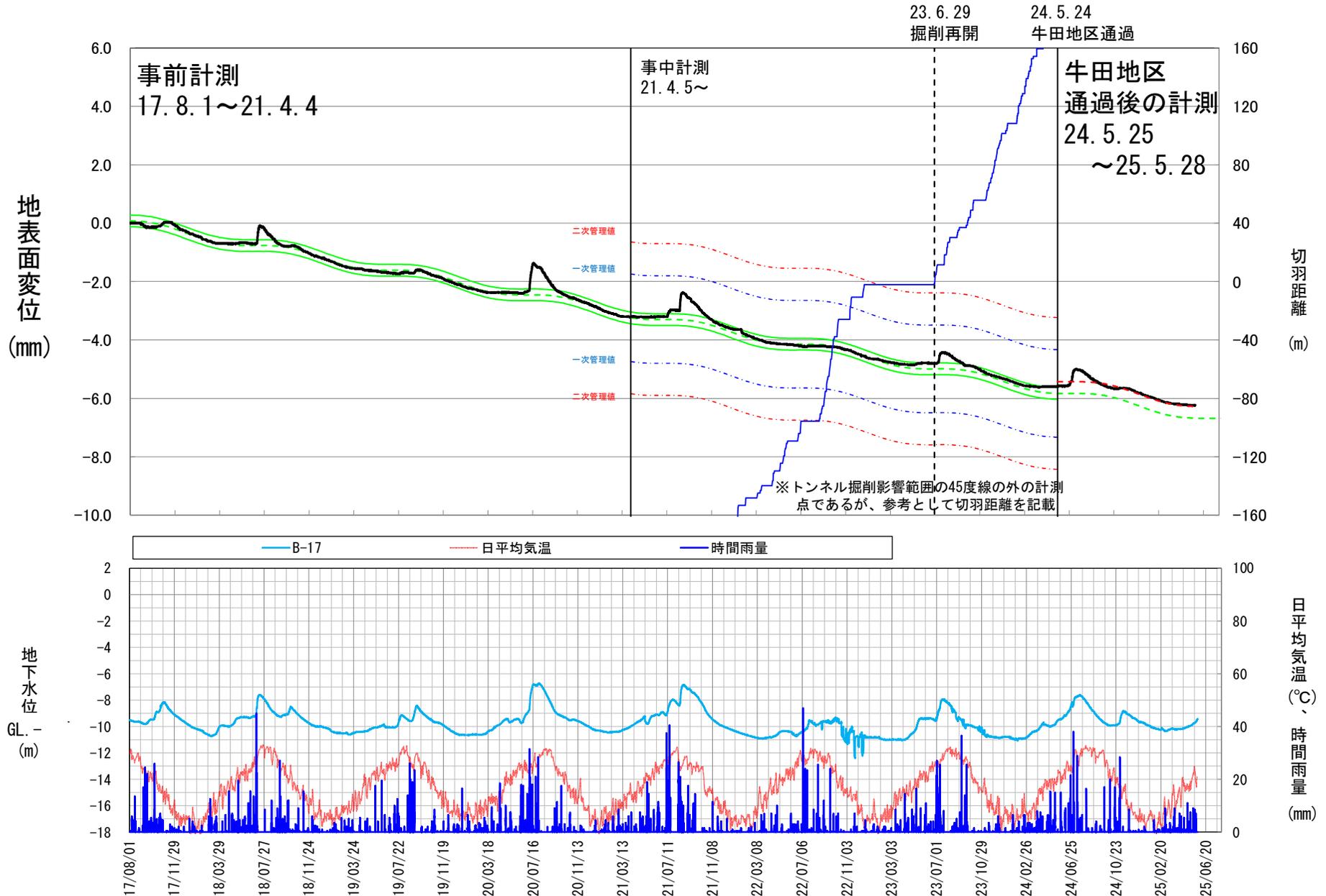
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-2)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。なお、2018年7月、2020年7月に地下水上昇の影響と考えられる一時的な隆起（それぞれ0.1mm、0.3mm）が見られた。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測において、事前計測と同様、2021年8月に地下水上昇の影響と考えられる0.2mmの一時的な隆起が見られた。



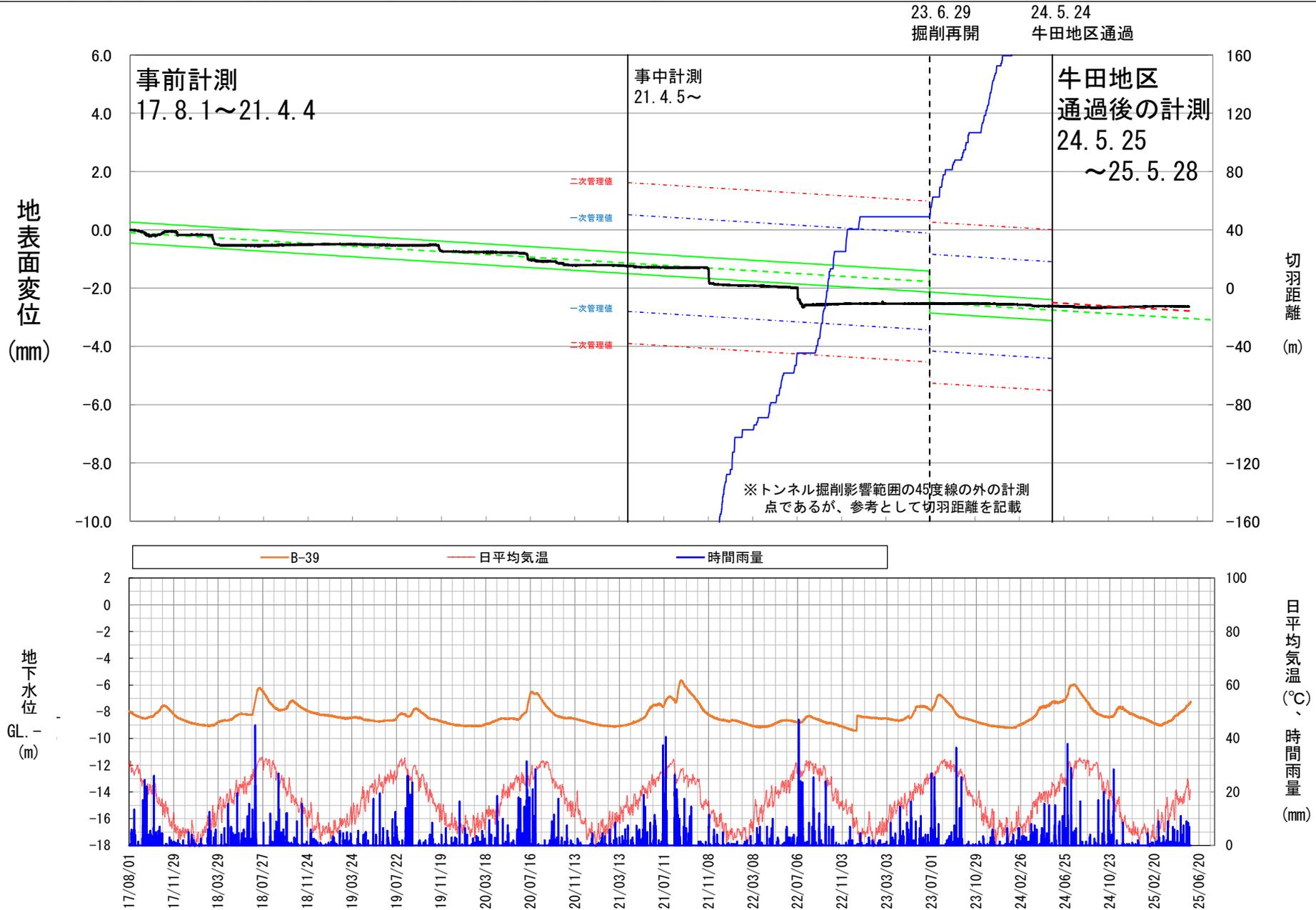
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-3)

- 事前計測の変動は沈下傾向であり、豪雨時に一時的な隆起（最大約2.0mm）が多く見られる。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して、類似で推移している。
- なお、事中計測において、事前計測と同様、豪雨時に一時的な隆起（最大約1.5mm）が見られる。



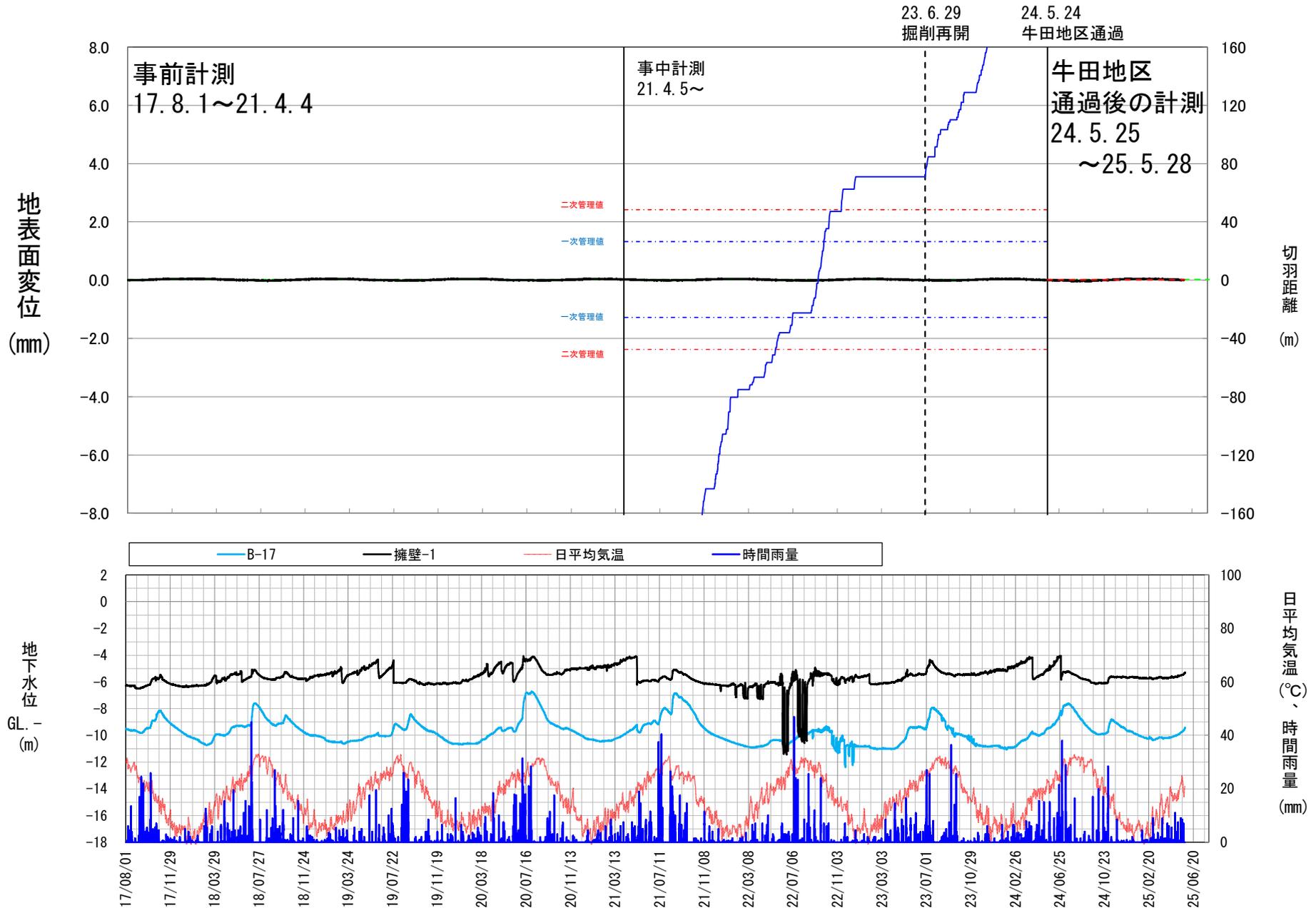
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-4)

- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達前の2021年11月に沈下傾向となり、0.7mmの沈下（先行沈下～切羽前沈下）が見られたものの、それ以降は事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



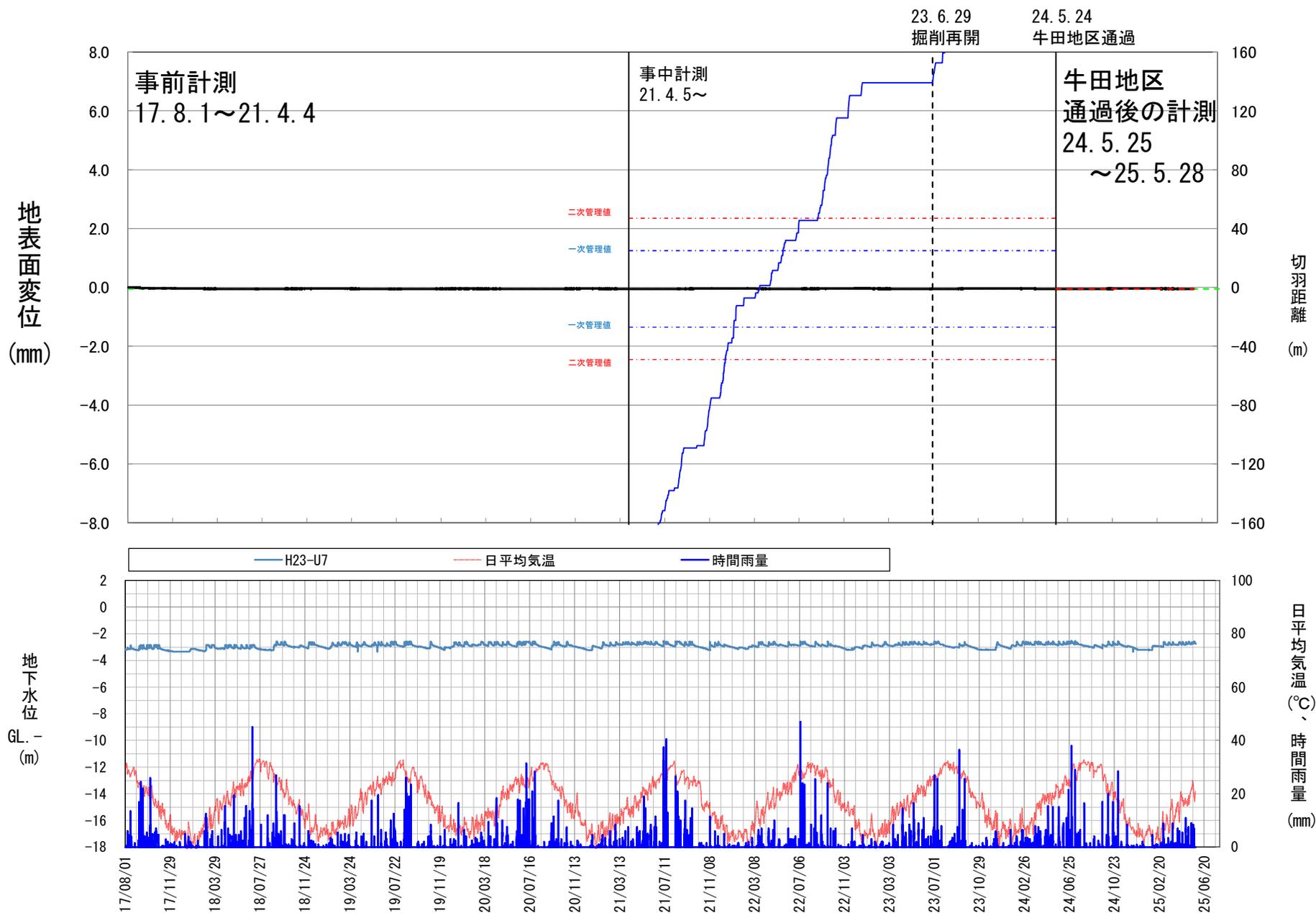
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-5)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、第5回同委員会において検証することとしたUS-5については、多角的な検証の結果、地表面変位を反映していることを確認。



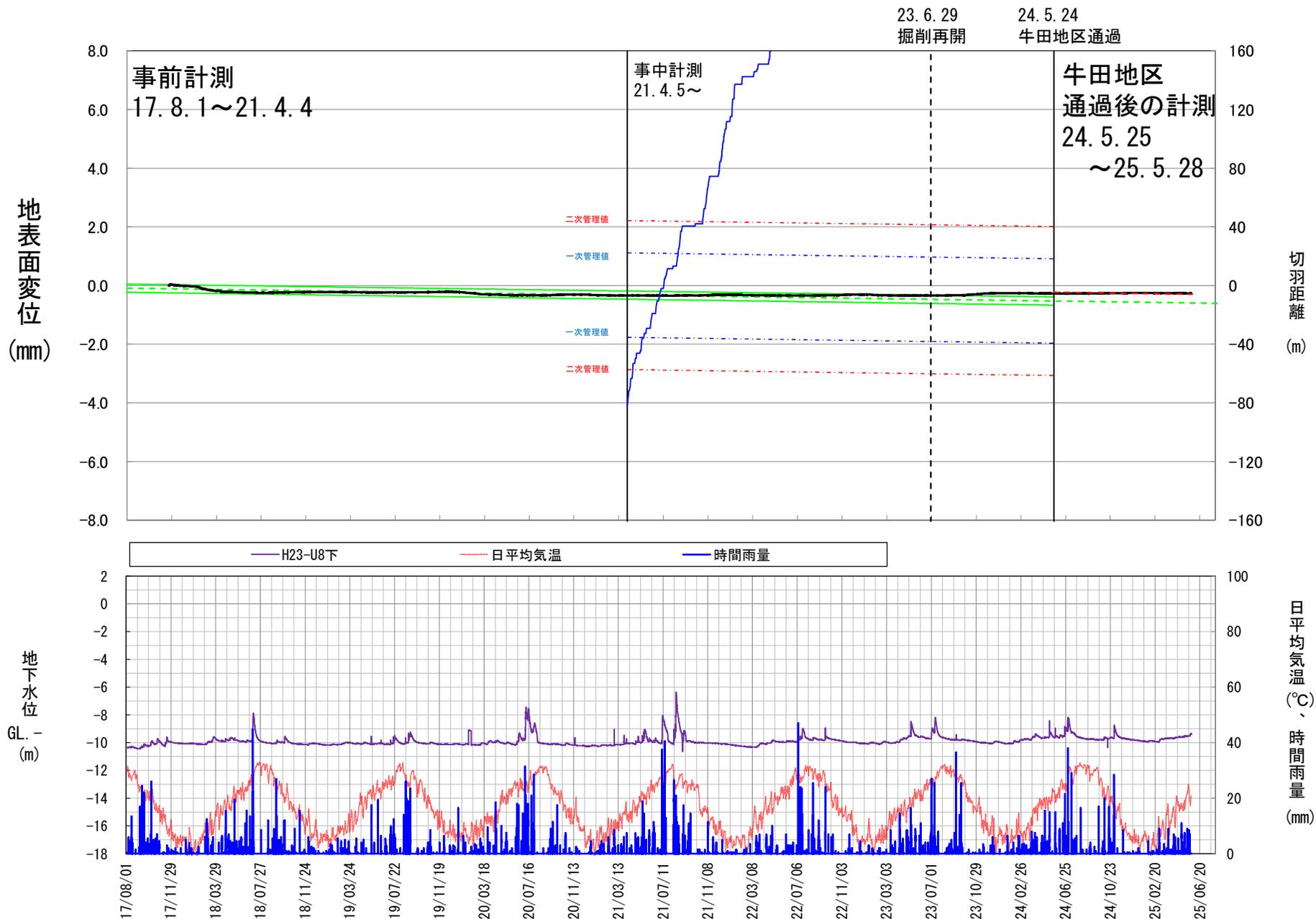
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-6)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



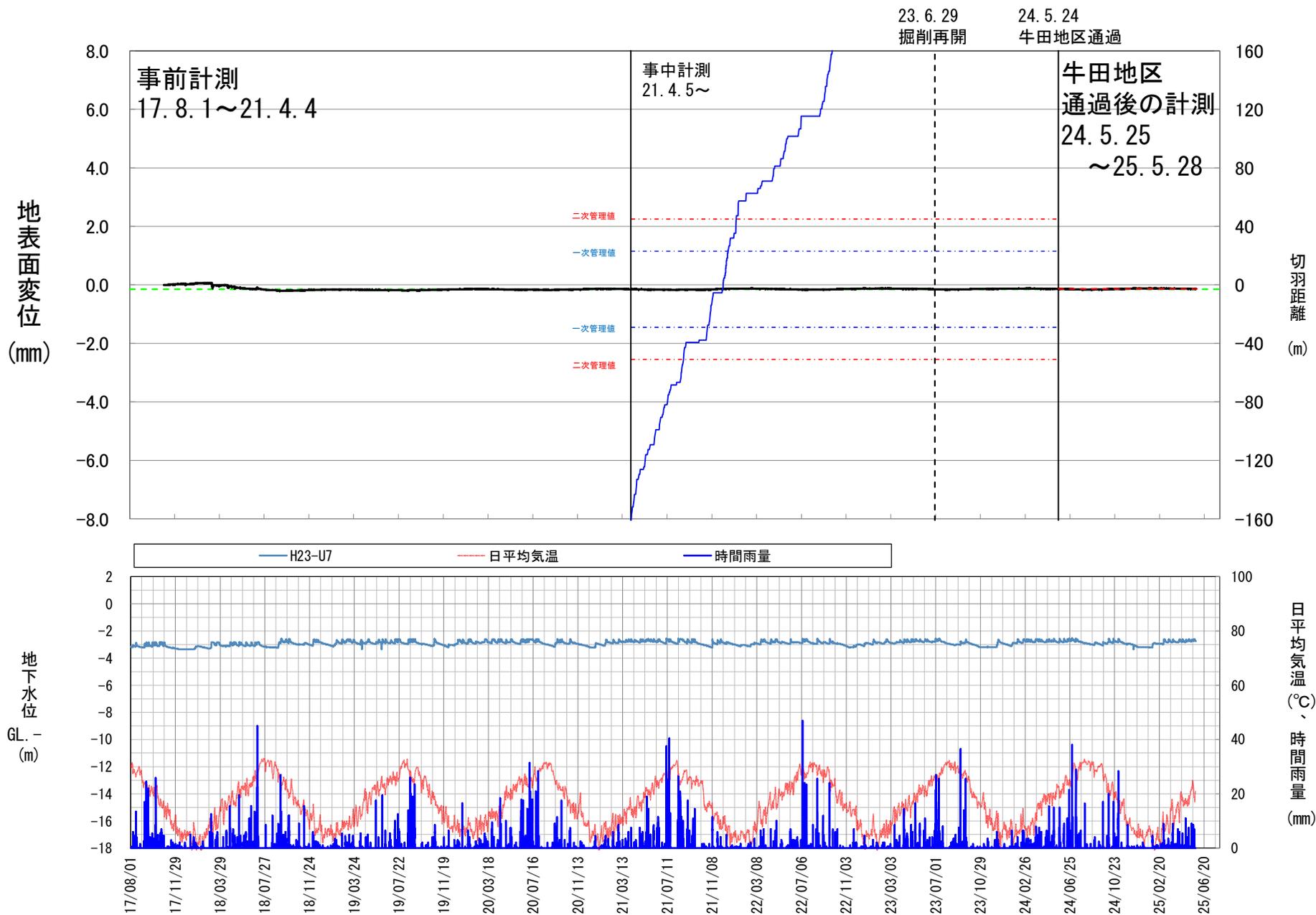
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-7)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



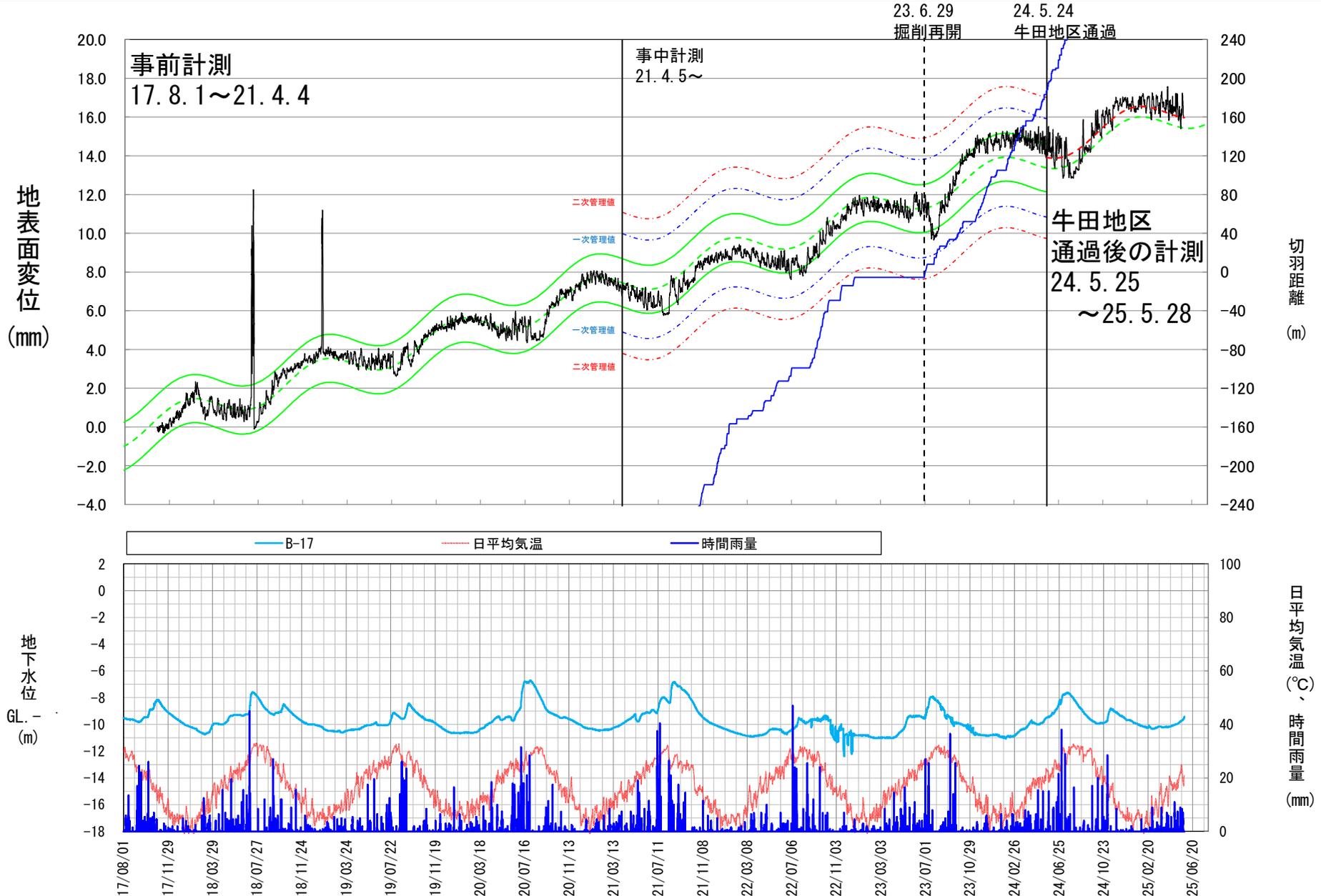
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (US-8)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UH-2)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾き・近似曲線に対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては切羽到達直後の2023年7月に沈下傾向となり、0.4mmの一時的な沈下（通過時沈下）が見られた一方で、切羽通過後の2023年10月からは0.7mmの隆起（テールボイド隆起）が見られた。



○3級レベル計測の地表面変位は、事前計測の基準線の傾きと概ね類似で推移している。  
○次頁より各計測点の評価を示す。

## 3級レベル計測の収束判定の総括一覧表

【】は切盛情報 ( ) は近傍水位観測孔

計測点	① 変位計測において、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線に対して1年間類似で推移しているか？	② 地下水変動状況のモニタリング（実測水位と推定水位の傾向）	③ 地下水位の変動がトンネルの影響か？	事中計測 (牛田地区通過まで) トンネル掘削の影響と思われる変動の有無
3級レベル計測点 ※1		「-」は、①で収束判断完了		
UL3-1 【切盛境界】，(B-22)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-2 【切盛境界】，(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-3 【切盛境界】，(B-17)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-4 【切土】，(切盛境界)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-5 【切土】，(切盛境界)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-6 【切盛境界】，(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-7 【切盛境界】，(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-8 【盛土】，(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-9 【切土】，(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-10 【切土】，(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-11 【切土】，(B-13)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-12 【切土】，(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL3-13 【切盛境界】，(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し

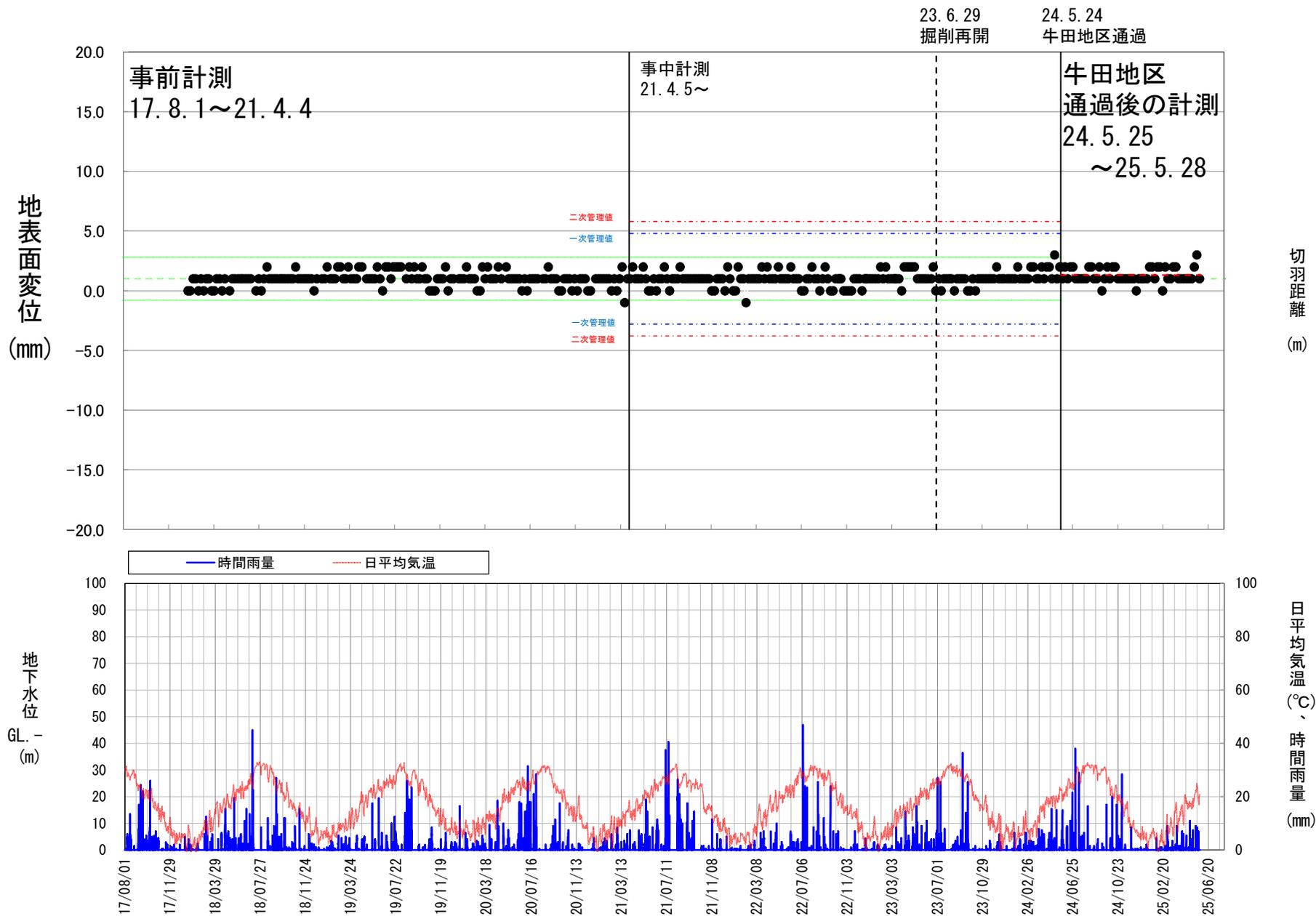
※1

3級レベル計測で変動幅よりも一時的に超過している結果もみられるが、降雨等による一時的な変動と考えられ、特異値として評価した。

# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

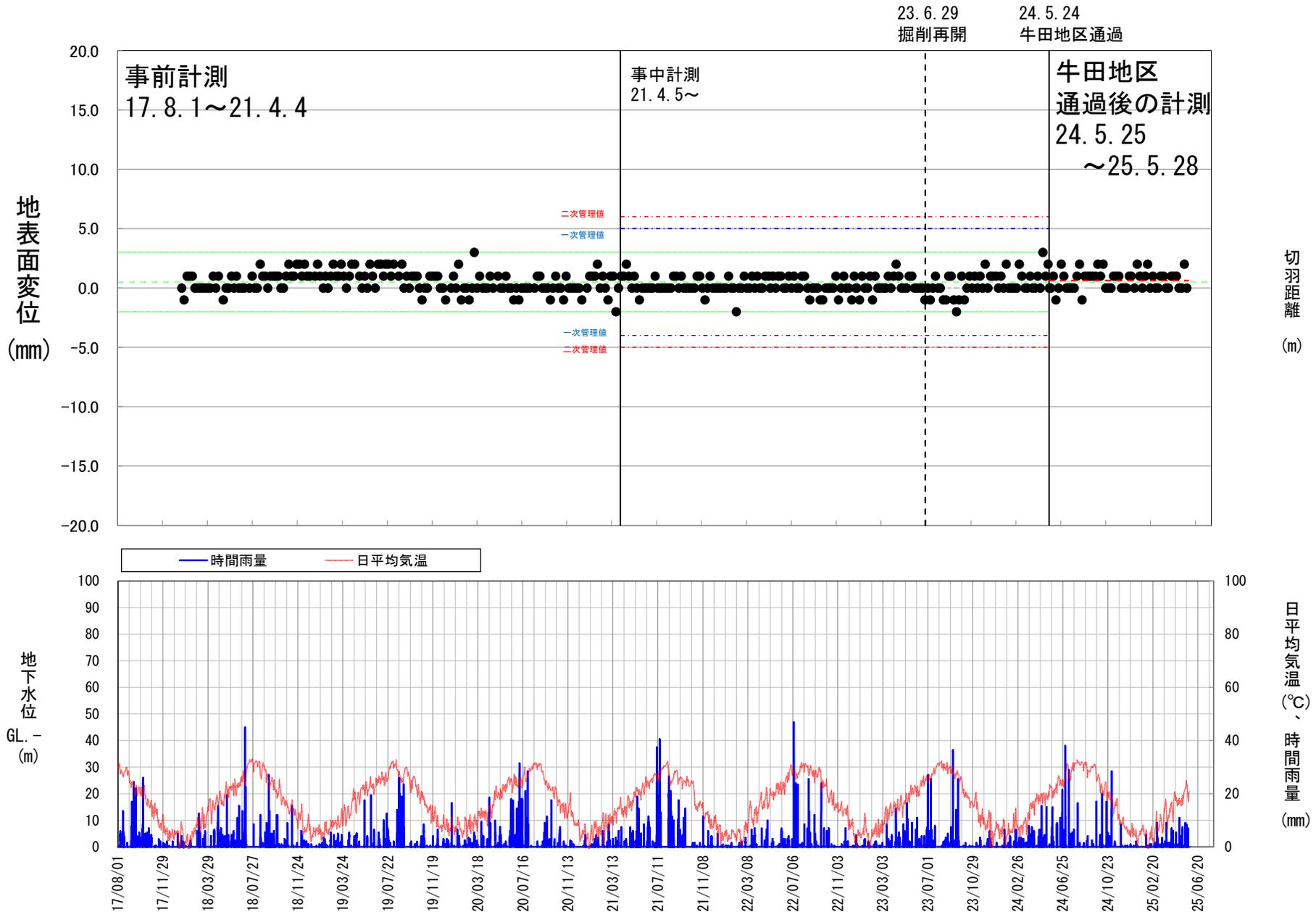
## 4.1 収束判定 (UL3-1)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



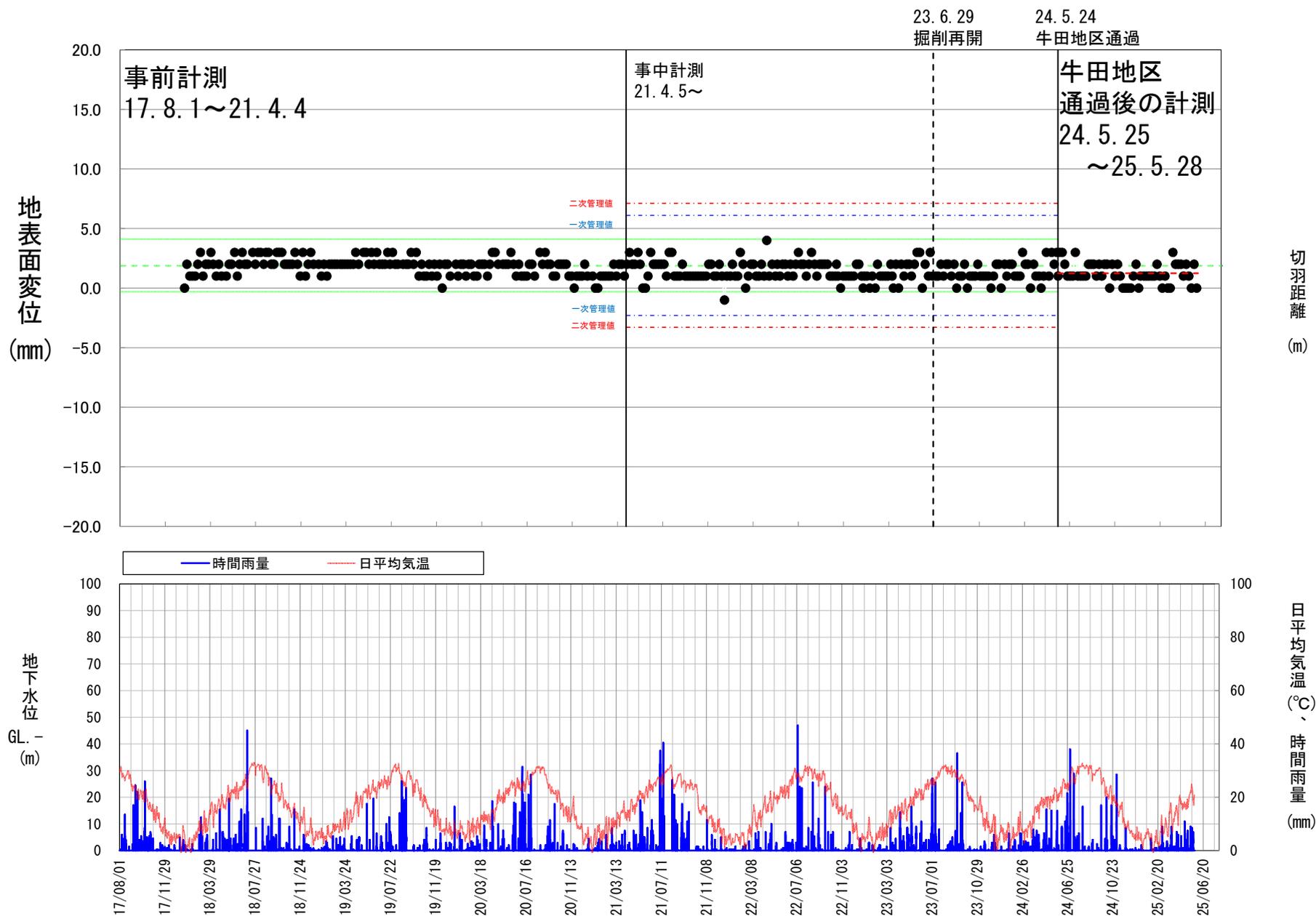
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-2)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-3)

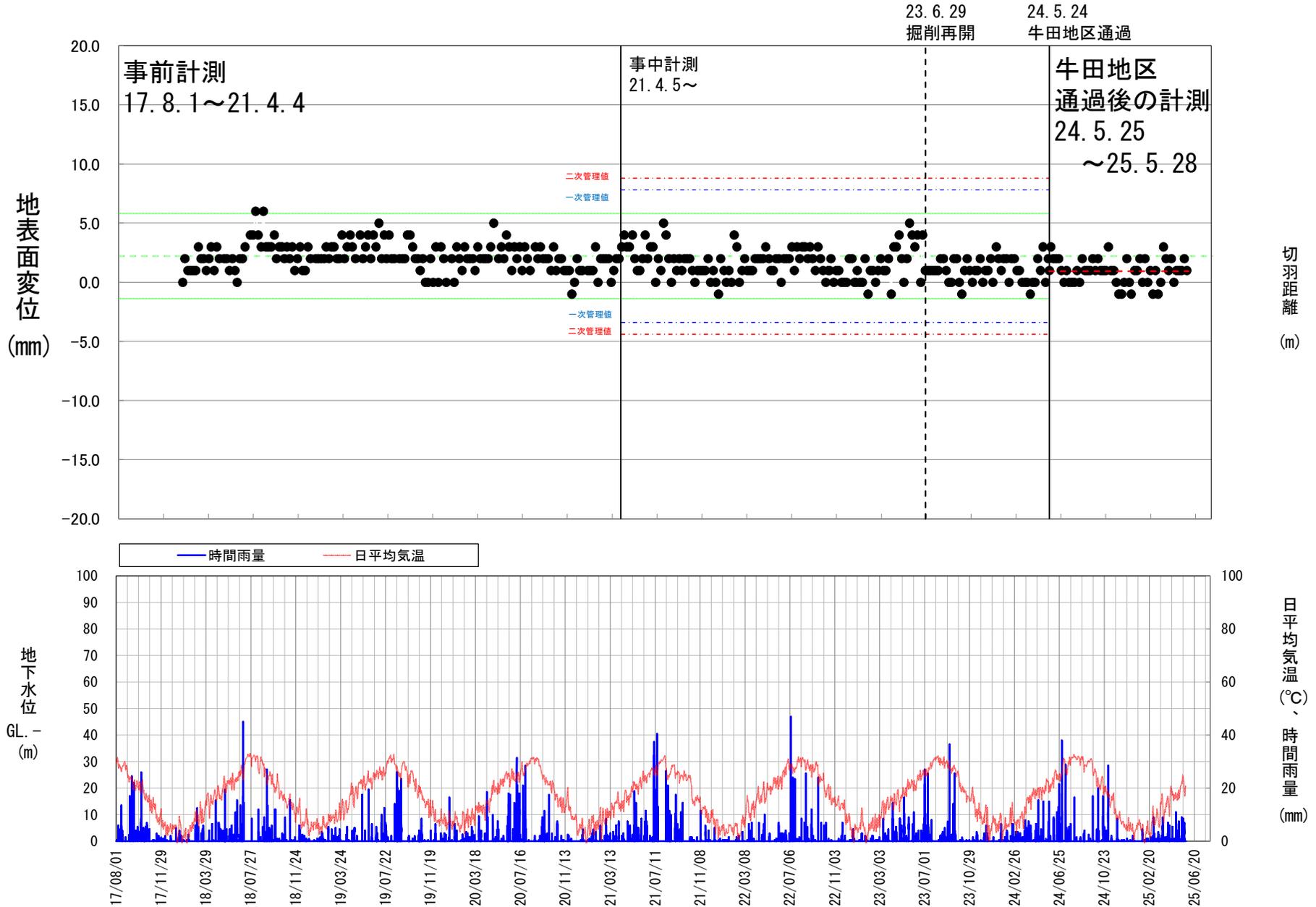
- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

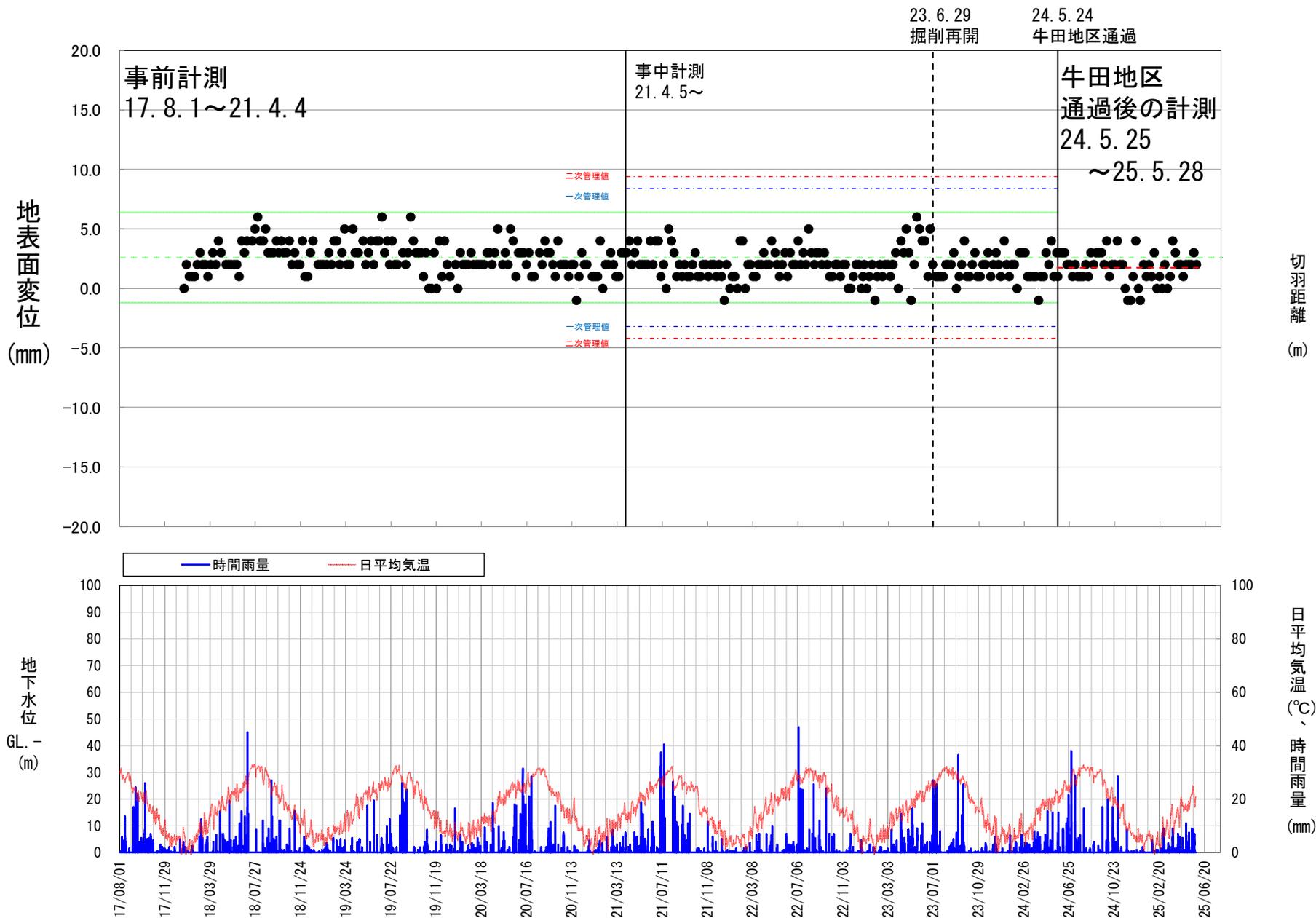
## 4.1 収束判定 (UL3-4)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



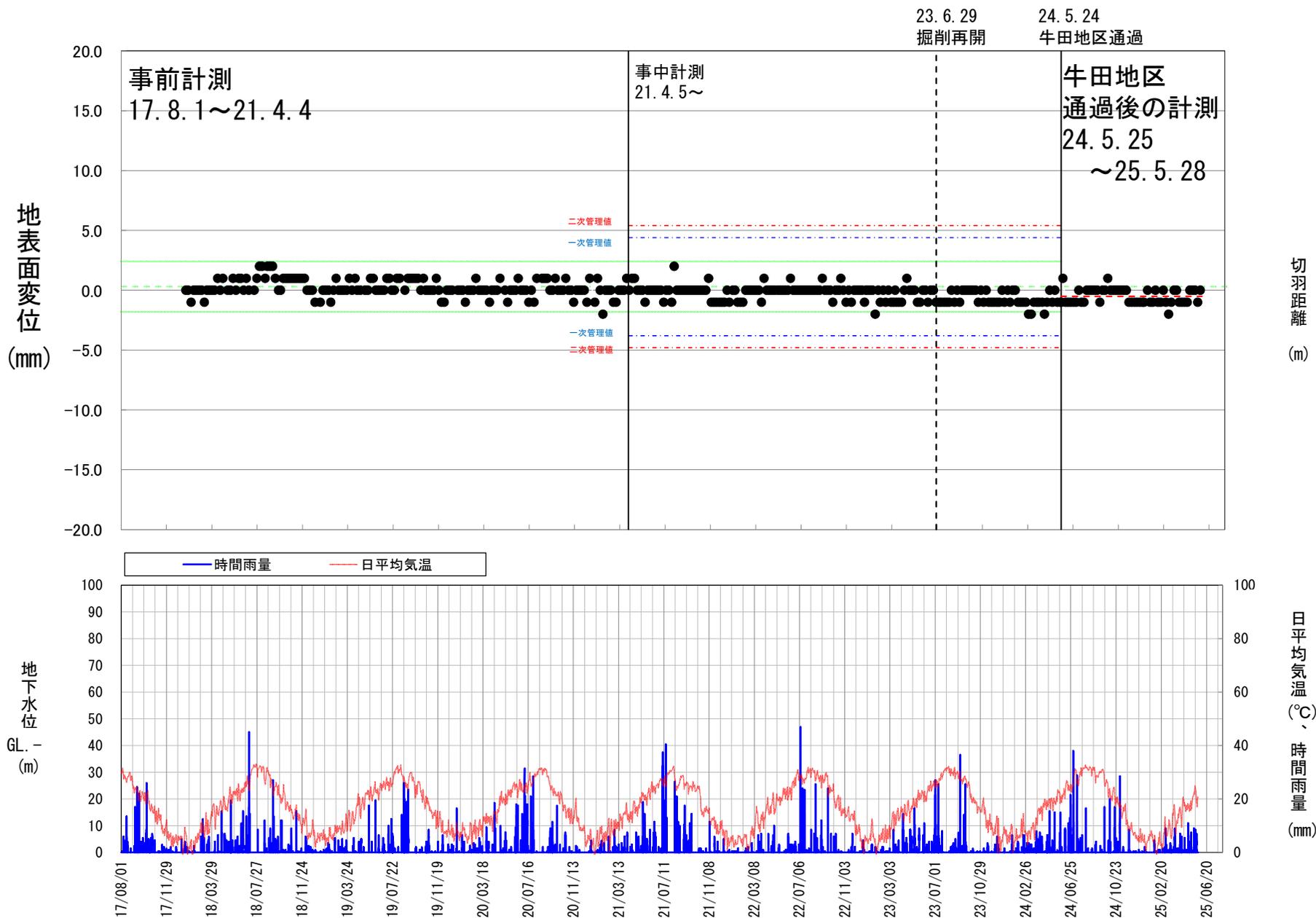
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-5)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



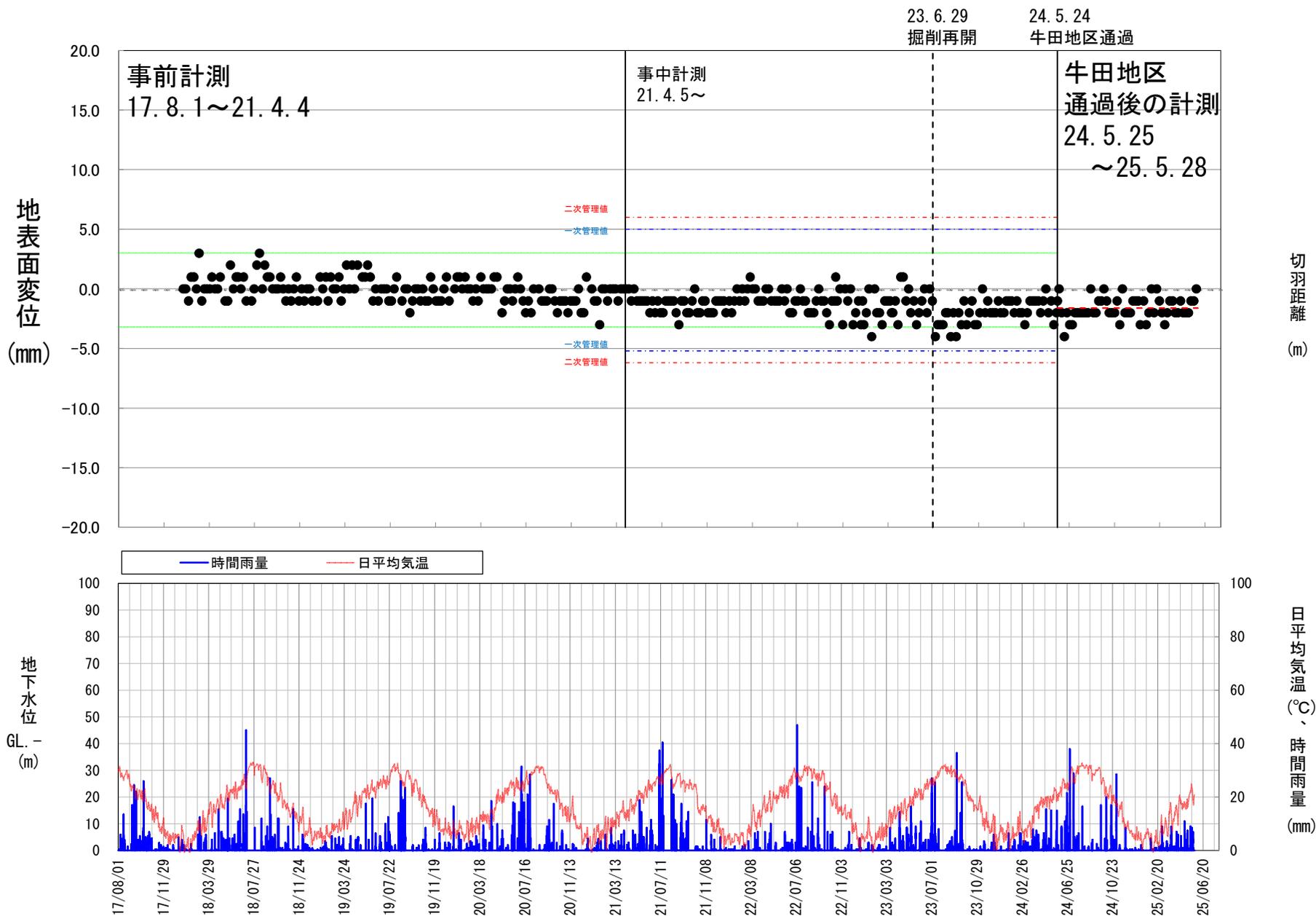
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-6)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



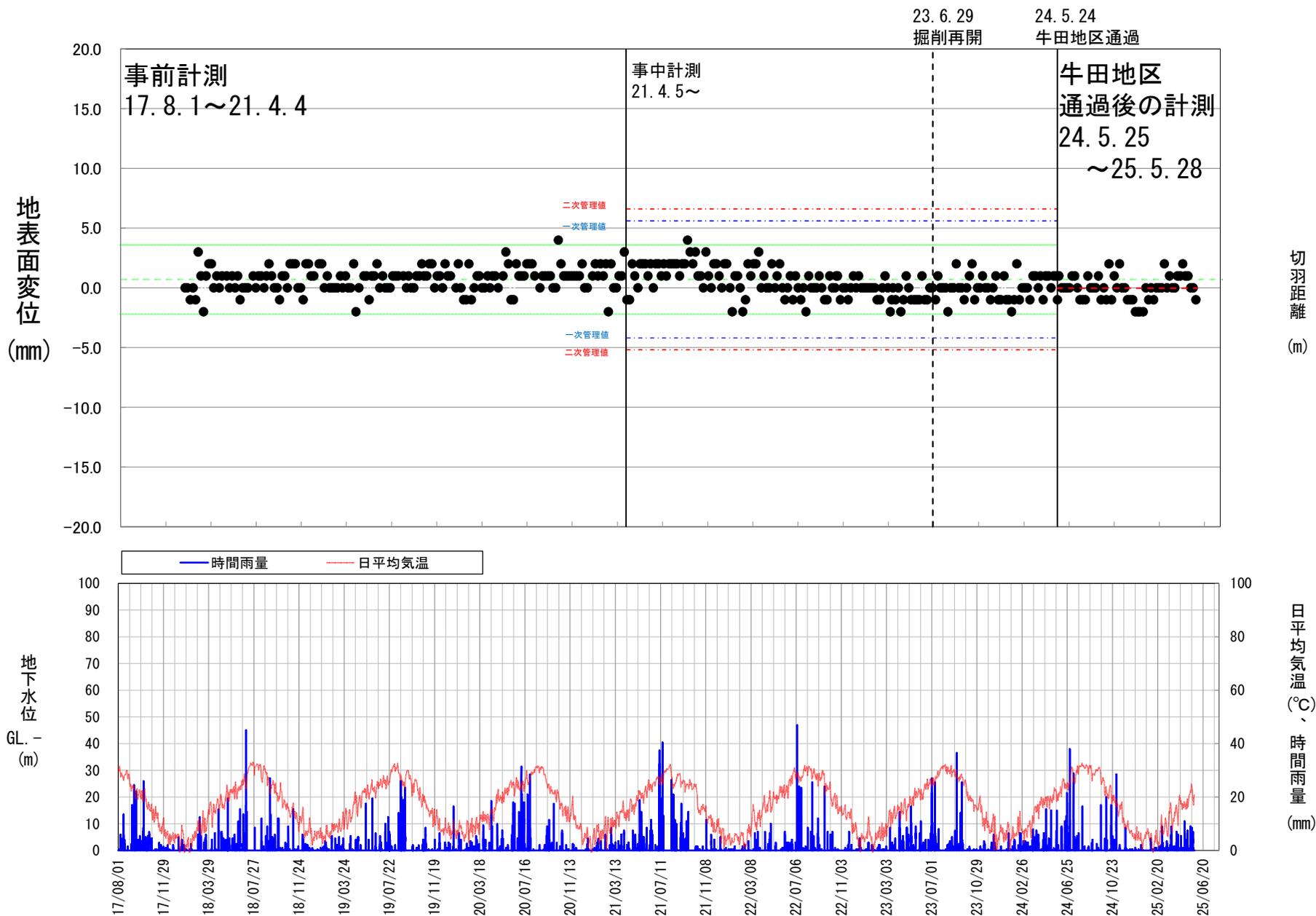
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-7)

- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-8)

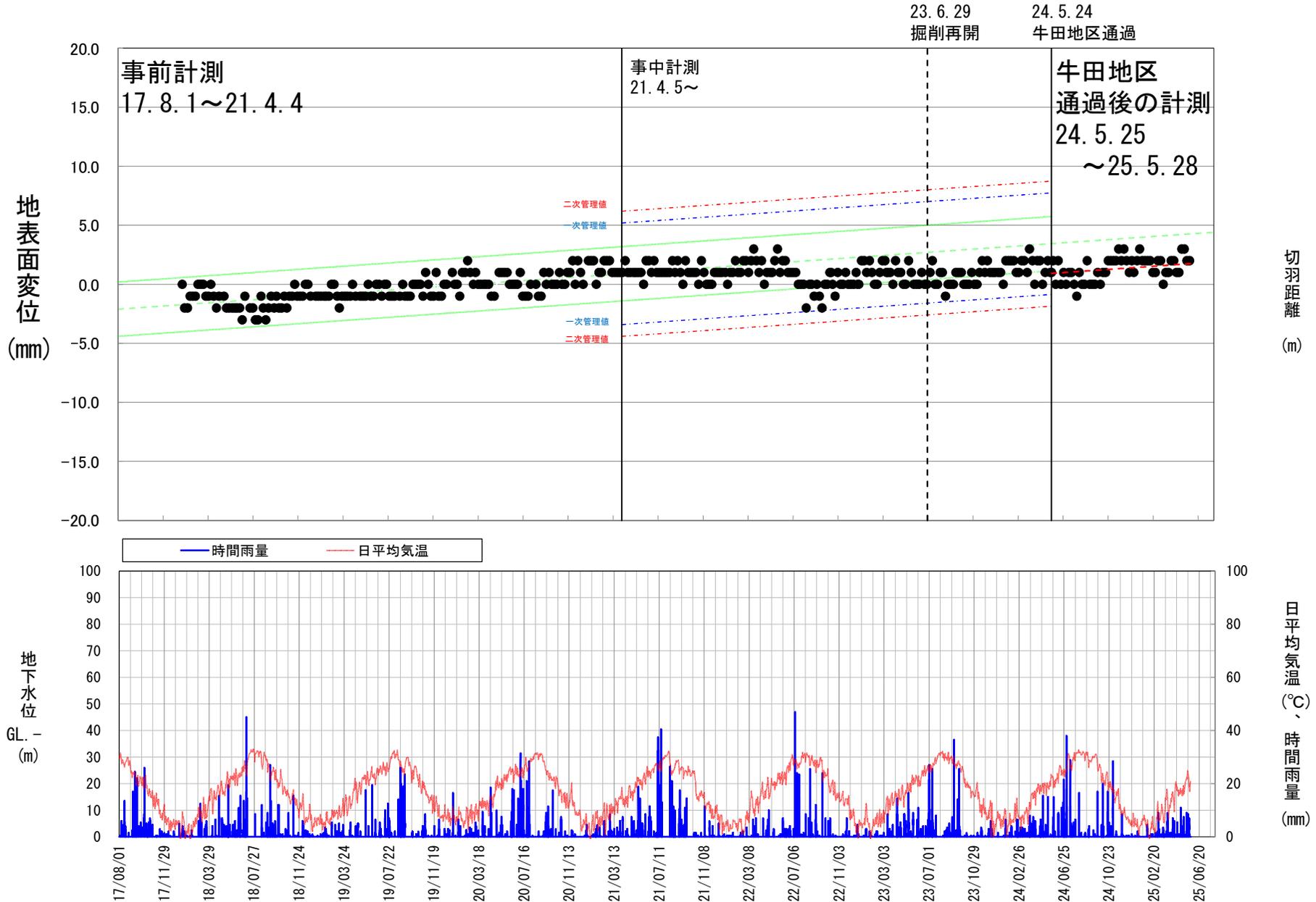
- 事前計測の変動は横ばい傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

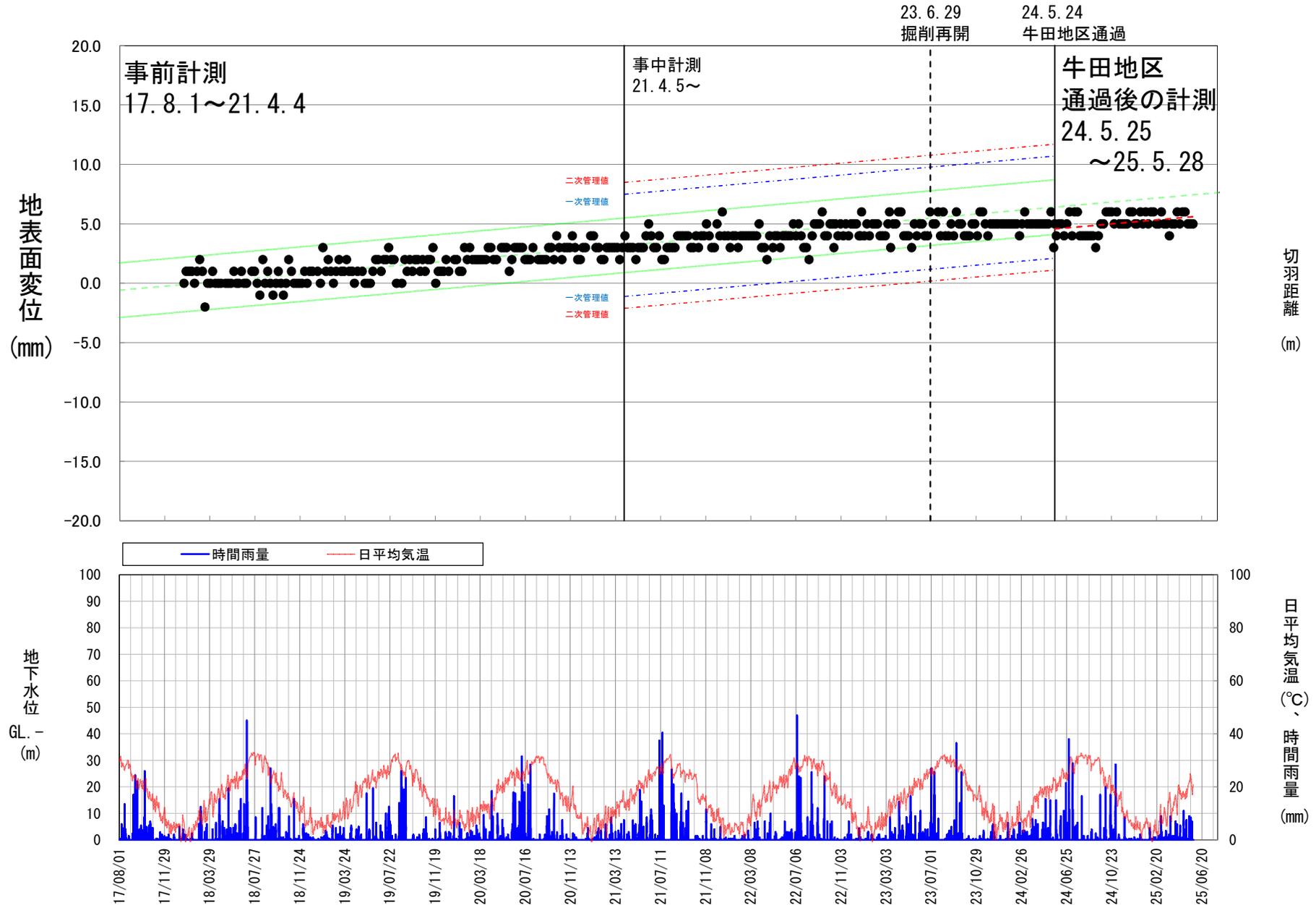
## 4.1 収束判定 (UL3-9)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。
- なお、事中計測においては、2022年7月の豪雨後（時間雨量最大47mm、日雨量110mm）に2.3mmの沈下が見られた。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-10)

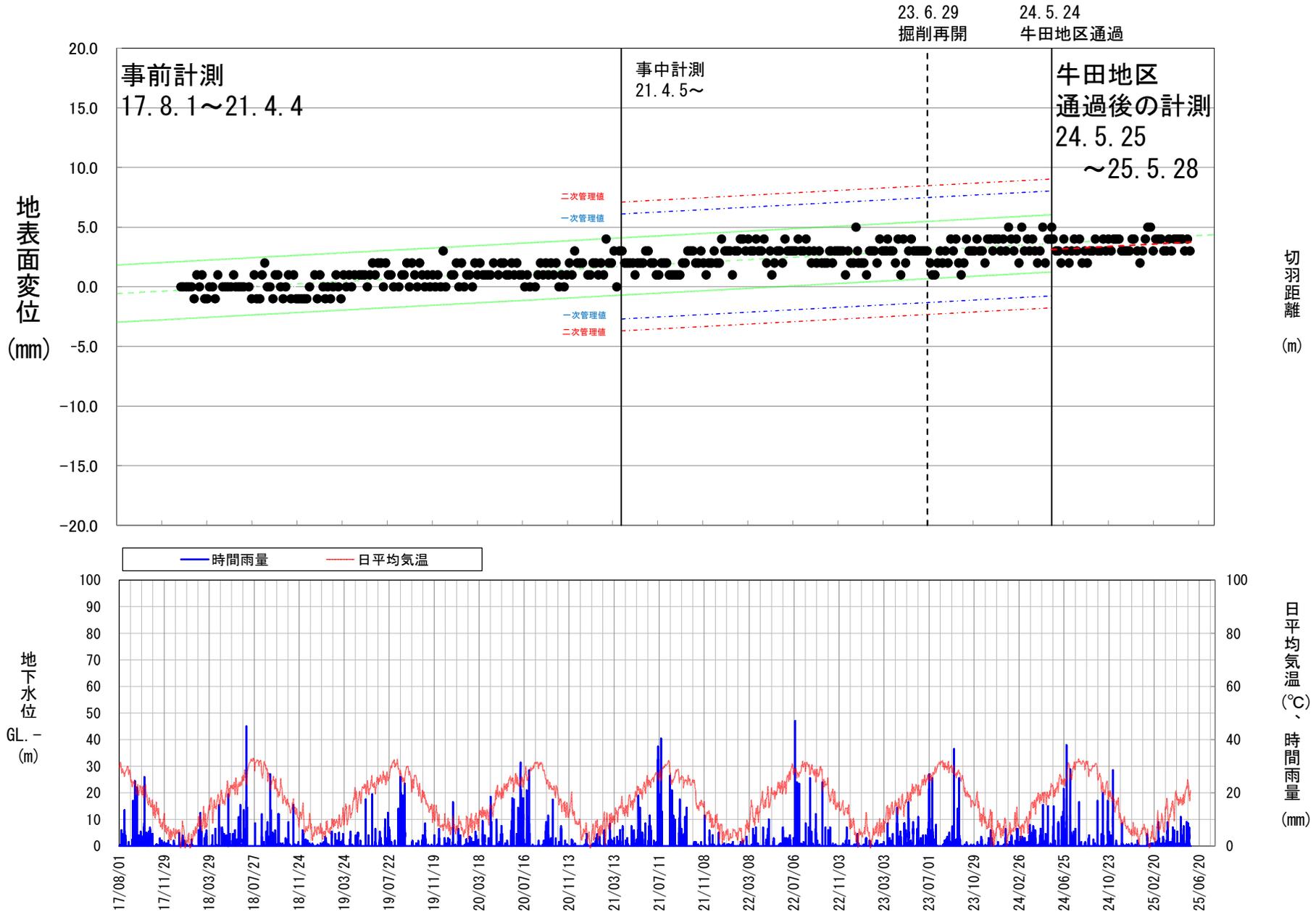
- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について

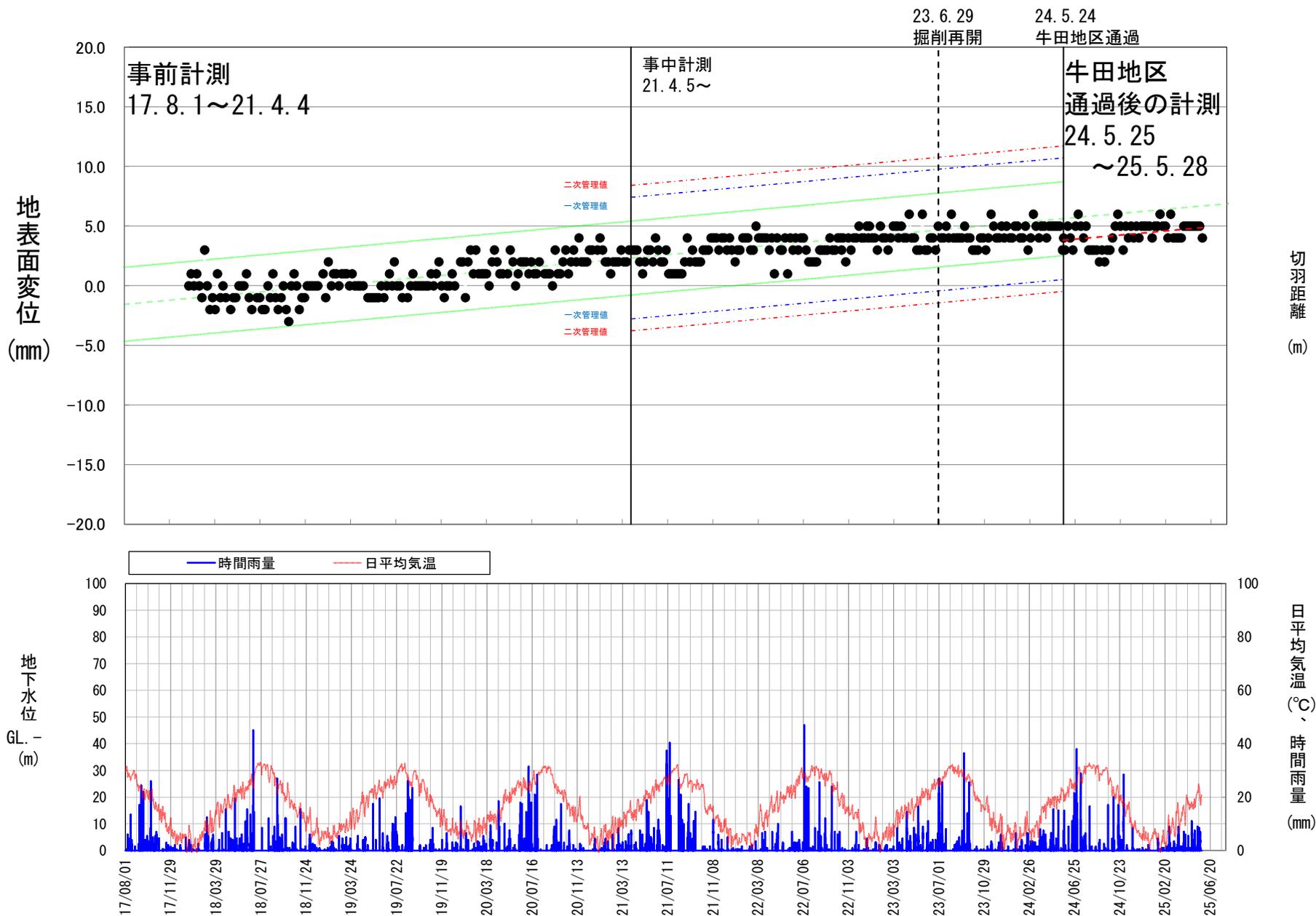
## 4.1 収束判定 (UL3-11)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



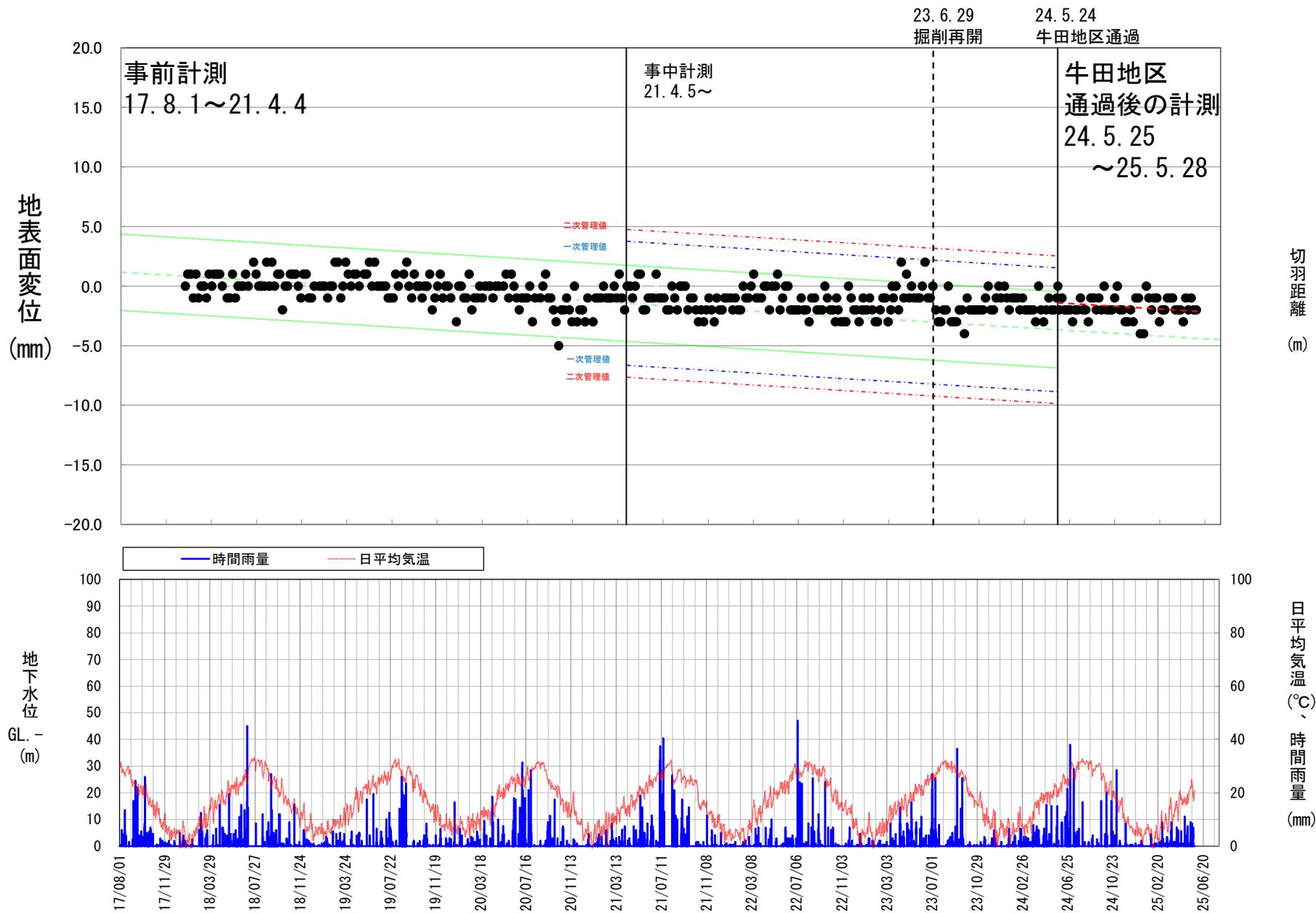
# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-12)

- 事前計測の変動は隆起傾向である。
- 牛田地区通過後の計測は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定 (UL3-13)

- 事前計測の変動は沈下傾向である。
- 牛田地区通過後の計測の変動は、事前計測の基準線の傾きに対して類似で推移している。



# 4 牛田地区における地表面変位の収束について 4.1 収束判定

○以上のことから、牛田地区におけるシールドトンネル掘削による地表面変位は収束していると考える。

## 1 級レベル計測及び層別沈下計、水平傾斜計、3 級レベル計測の収束判定の総括一覧表

【】は切盛情報 ( ) は近傍水位観測孔

計測点	① 変位計測において、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線に対して1年間類似で推移しているか？	② 地下水変動状況のモニタリング (実測水位と推定水位の傾向)	③ 地下水位の変動がトンネルの影響か？	事中計測 (牛田地区通過まで) トンネル掘削の影響と思われる変動の有無	計測点	① 変位計測において、事前計測期間の基準線の傾き・近似曲線に対して1年間類似で推移しているか？	② 地下水変動状況のモニタリング (実測水位と推定水位の傾向)	③ 地下水位の変動がトンネルの影響か？	事中計測 (牛田地区通過まで) トンネル掘削の影響と思われる変動の有無
1級レベル計測点					3級レベル計測点 ※2				
「-」は、①で収束判断完了					「-」は、①で収束判断完了				
UL1-1 【切土】、(B-14)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	UL3-1 【切盛境界】、(B-22)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-2 【盛土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	UL3-2 【切盛境界】、(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-3 【切土】、(B-14)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	UL3-3 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-4 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	UL3-4 【切土】、(切盛境界)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-5 【切土】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	UL3-5 【切土】、(切盛境界)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-6 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	UL3-6 【切盛境界】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-7 【切盛境界】、(B-17, 擁壁)	地下水変動状況を確認する	類似で推移している	トンネル掘削影響でない	変動有り(沈下)	UL3-7 【切盛境界】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-8 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	UL3-8 【盛土】、(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-9 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	UL3-9 【切土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-10 【盛土】、(擁壁-1)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	UL3-10 【切土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-11 【切盛境界】、(B-22)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)	UL3-11 【切土】、(B-13)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-12 【切盛境界】、(H23-U7)	類似で推移している	-	-	変動無し	UL3-12 【切土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-13 【盛土】、(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し	UL3-13 【切盛境界】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動無し
UL1-14 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)	※1 UH-6は、経年による傾斜計ガイド管の緩みと考えられる特異値発生のため、令和5年3月23日より欠測扱いとしており、現在はトンネル直上のUL1-15で評価している。  ※2 3級レベル計測で変動幅よりも一時的に超過している結果もみられるが、降雨等による一時的な変動と考えられ、特異値として評価した。				
UL1-15 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)					
層別沈下計									
US-1 【切土】、(B-14)	類似で推移している	-	-	変動無し					
US-2 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動無し					
US-3 【盛土】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動無し					
US-4 【盛土】、(B-39)	類似で推移している	-	-	変動有り(沈下)					
US-5 【盛土】、(B-17, 擁壁-)	類似で推移している	-	-	変動無し					
US-6 【盛土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動無し					
US-7 【盛土】、(H23-U8)	類似で推移している	-	-	変動無し					
US-8 【切土】、(H23-U7上)	類似で推移している	-	-	変動無し					
水平傾斜計									
UH-2 【切盛境界】、(B-17)	類似で推移している	-	-	変動有り(隆起)					
UH-6 ※1 【盛土】、(H23-U8)	-	-	-	-					

## ■ 地表面沈下計測

### 事後計測

## 長期的な沈下計測(概ね10年)

工事完成後から1年 : 層別沈下計と水平傾斜計により沈下計測  
1級水準測量により1か月に1回計測  
3級水準測量により1か月に1回計測  
(30日毎に計測された沈下量を整理し、管理値内であることを確認する)

※ 1年経過後も、万が一、影響が発生した場合に備えて層別沈下計、水平傾斜計を存置させる

1年 ~ 2年 : 3級水準測量により1か月に1回計測  
(沈下量を整理し、これまでの計測結果との変動を確認する)

2年 ~ 5年 : 3級水準測量により3か月に1回計測  
(沈下量を整理し、これまでの計測結果との変動を確認する)

5年 ~ 10年 : 3級水準測量により6か月に1回計測  
(沈下量を整理し、これまでの計測結果との変動を確認する)

工事完成後、概ね10年経過した時点で、トンネル工事による地盤変動の有無を精査し、計測の継続について判断する。

# 【参考】 ※2 地形・地質条件（沢地形）

※沢地形は切盛前の旧地形

