

SACLA加速器の床変形と環境因子の相関

松井佐久夫(理研)

2013.8.3

1. 電解液式傾斜センサー

温度係数、潮汐測定

2. センサー設置場所

2-1. 光源棟

2-2. 光源棟—加速器棟 境界部

2-3. 加速器棟

3. 環境による床変形

3-1. 雨 傾斜

3-2. 気圧 3-2-1. 気圧 レベル 3-2-2. 気圧 横方向変位

3-3. 温度(空調含む)

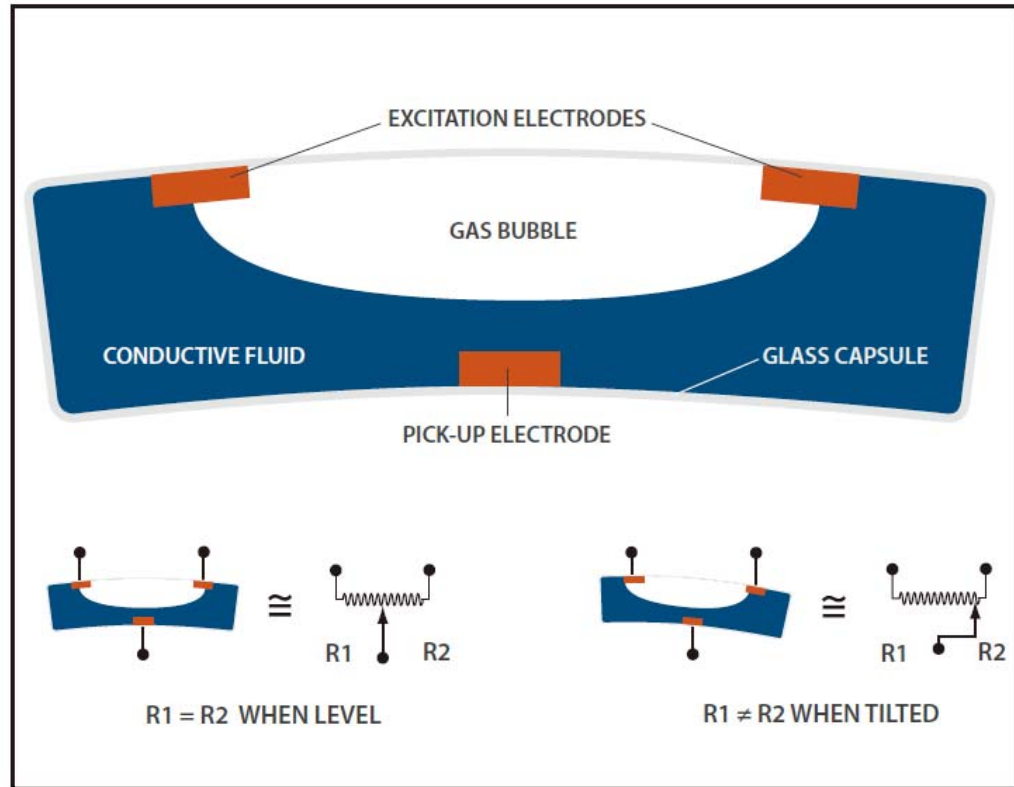
3-3-1. 温度 横方向変位 3-3-2. 温度 伸縮、沈下

4. 工期などの境界部の問題

5. まとめ

1. 電解液式傾斜センサー spectron社 (米)

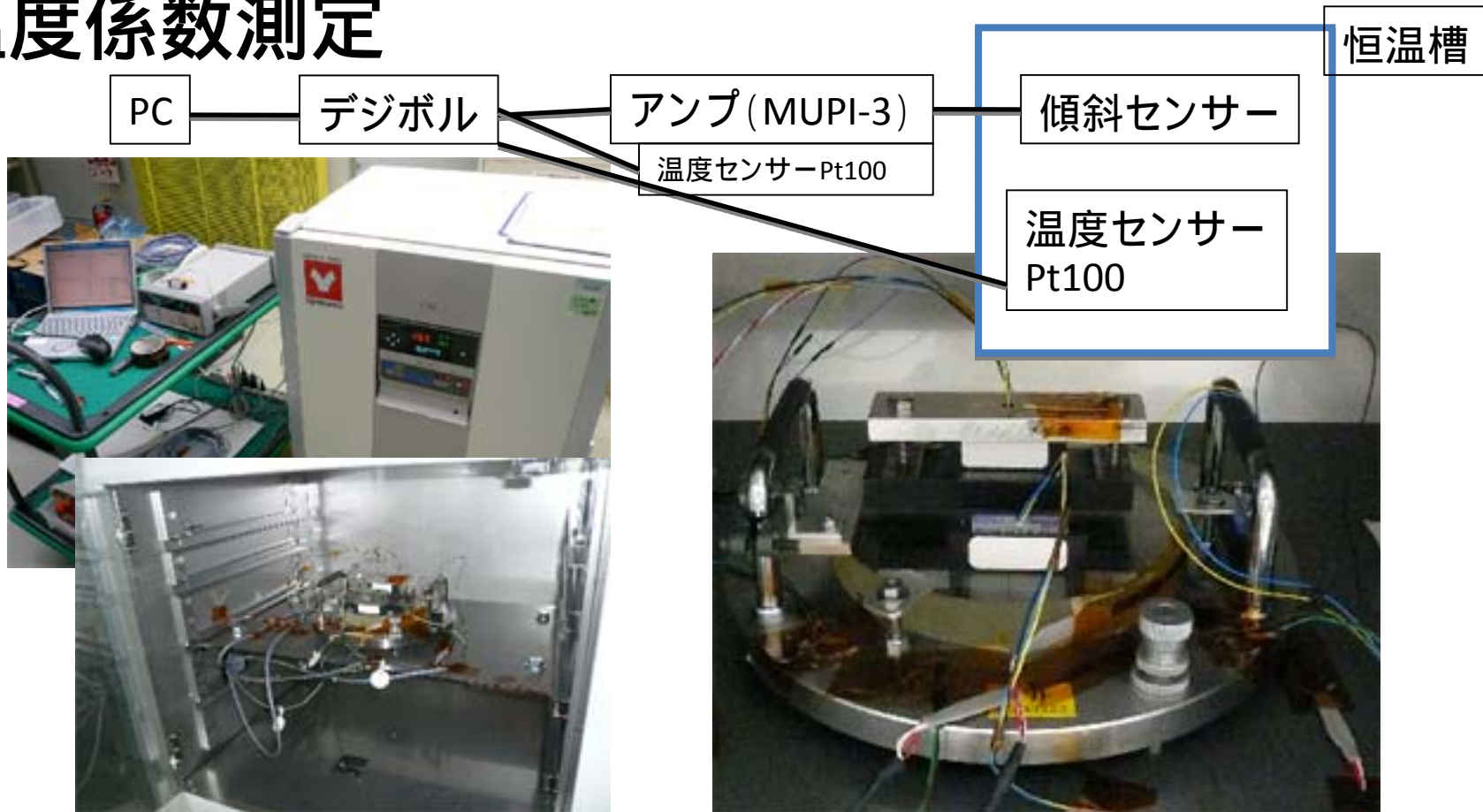
- ・ レンジ $\pm 0.25^\circ$ (RG-33A)
- ・ アンプ MUPI-3使用時
- ・ センサーの温度ドリフト
実測値 $1.3 \mu\text{rad/}$
(カタログ値 $1.5 \mu\text{rad/}$)
- ・ アンプの温度ドリフト
実測値 $\sim 1 \mu\text{rad/}$
- ・ アンプの温度依存性 カatalog値 フルスケールの0.02% /
- ・ 出力 $1\text{mV}=1.454 \mu\text{rad}$



特徴

- ・ 小さい ($1.5 \times 1.5 \times 5\text{cm}$) ので狭いところに置ける
- ・ 高感度

温度係数測定



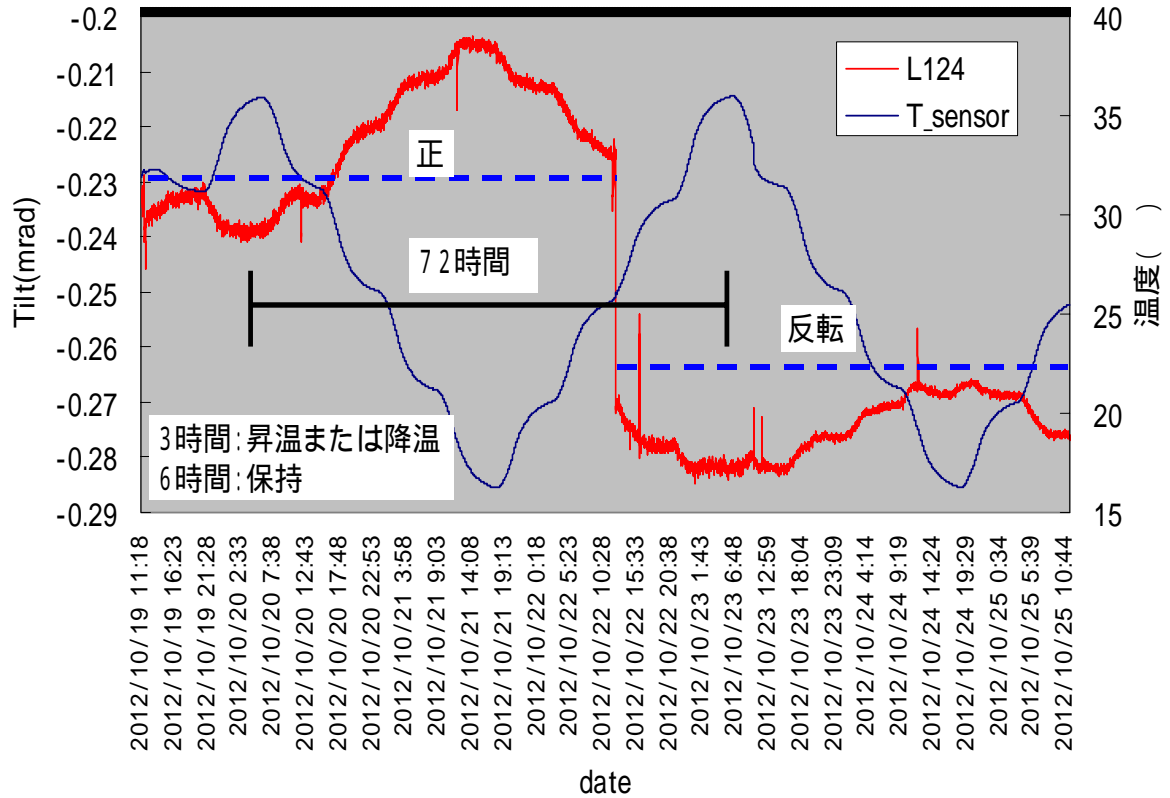
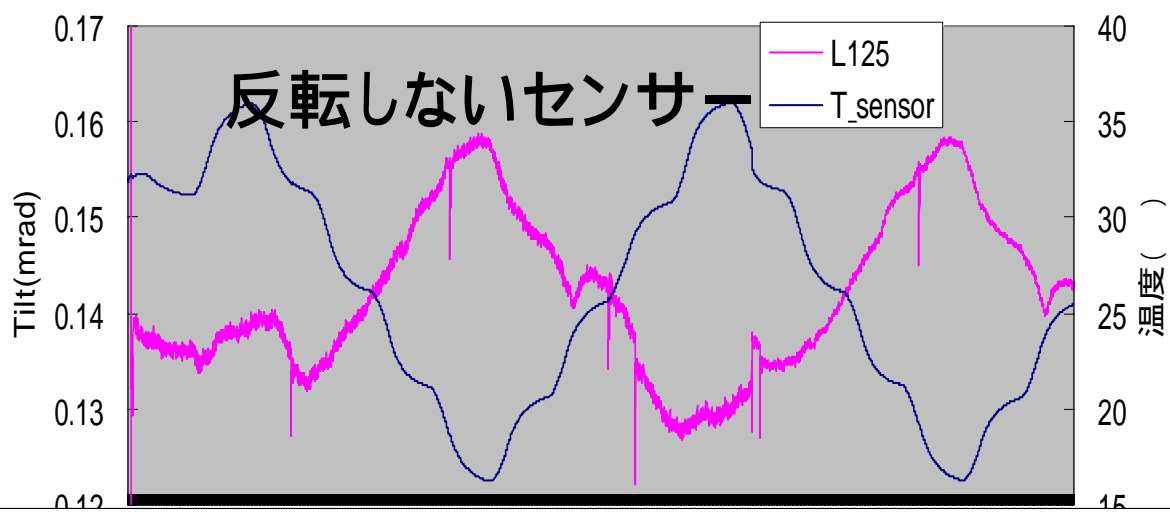
- 水平面上で反転してオフセットを測定する
- 測定温度 鉄板、ステンレス板、ガラス板、
センサー固定具、槽内気温

温度サイクル (1サイクル72時間)

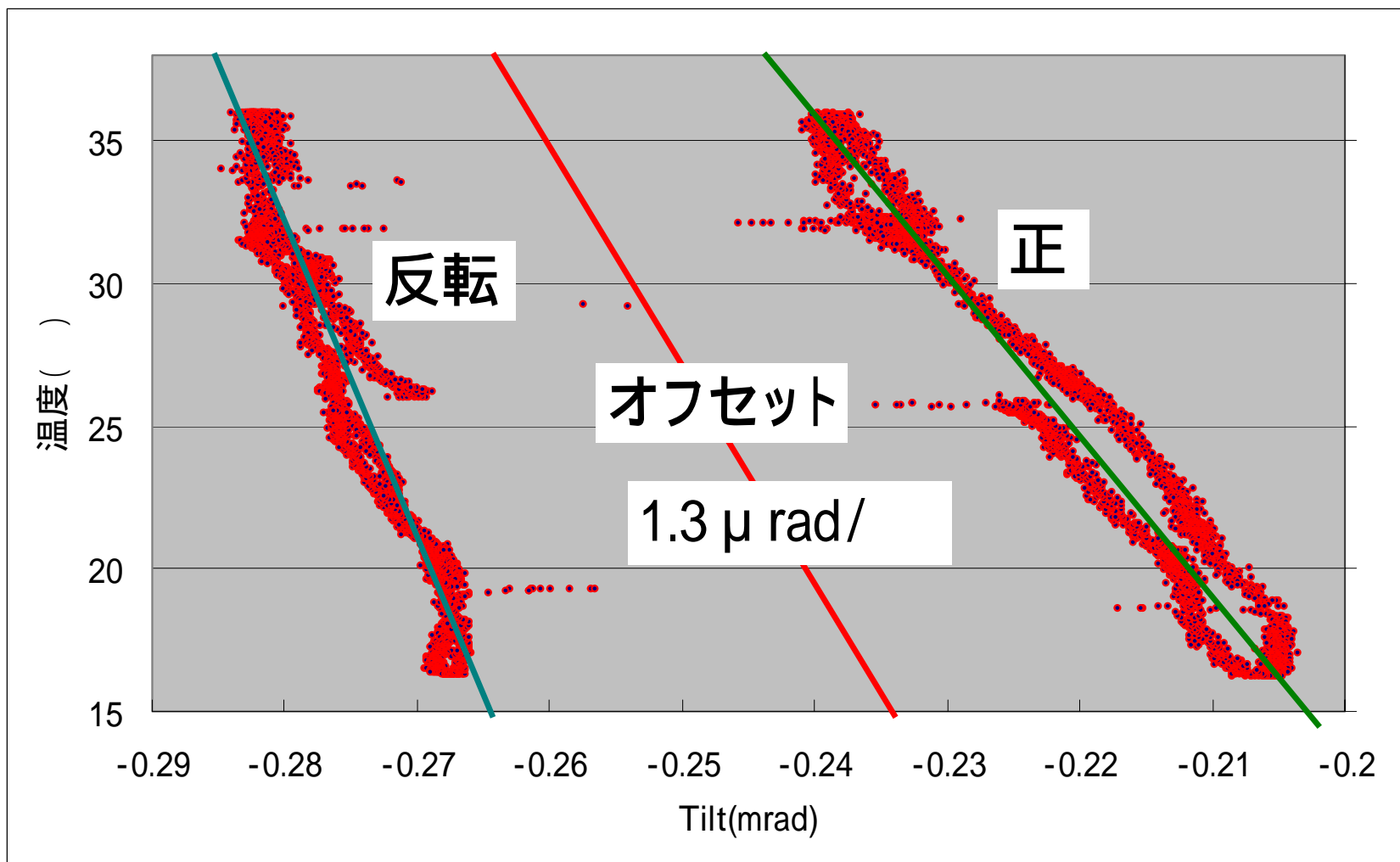
31 36 31
 26 21 16
 21 26

昇温または降温 3時間
 保持 6時間

反転したセンサー

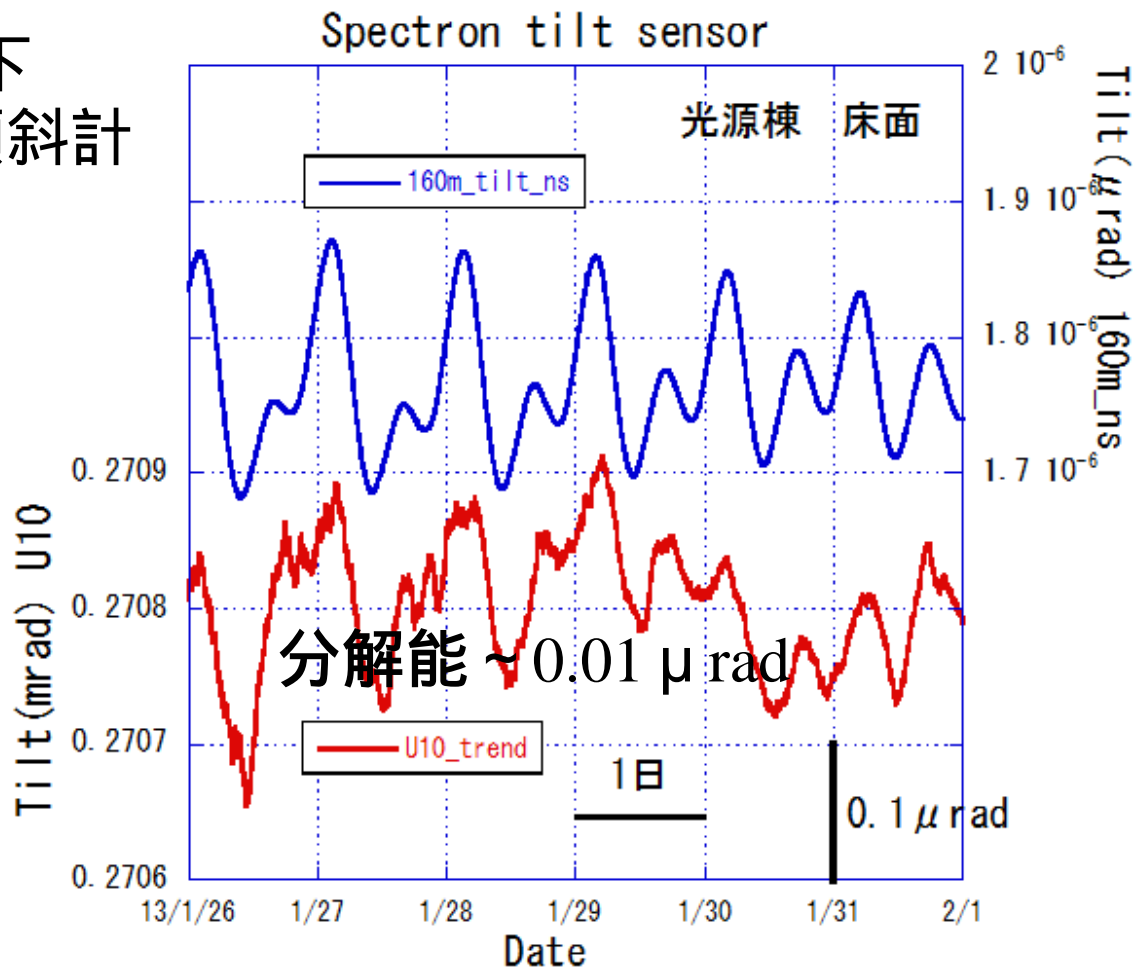


反転前後の傾斜と温度



潮汐測定

蓄積リング内周側地下
160mに設置された傾斜計
との比較



2 センサー設置場所

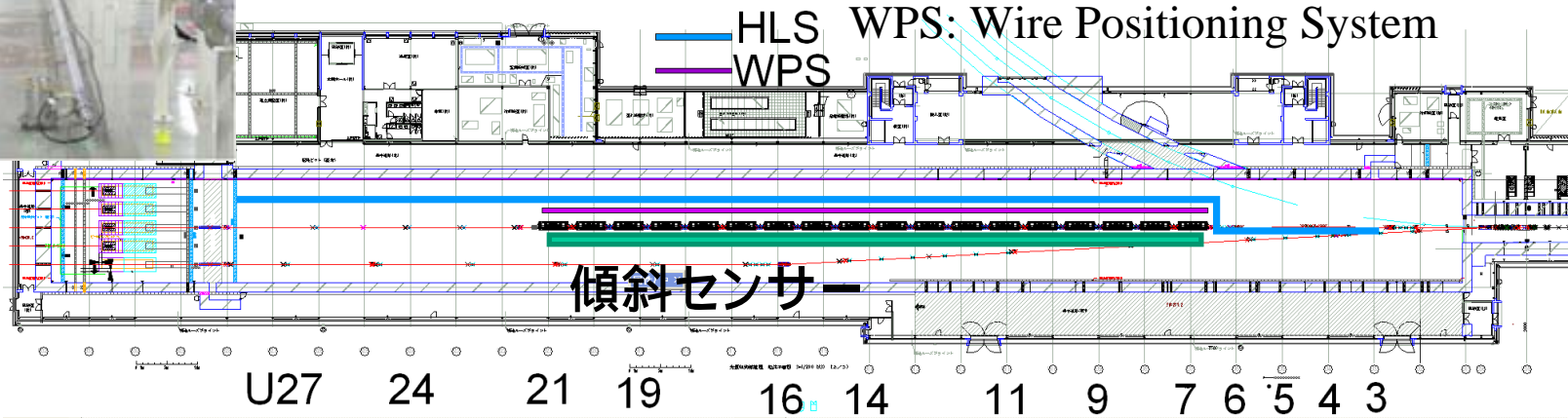
2-1.光源棟

HLS: Hydrostatic Leveling System
連通管

WPS: Wire Positioning System



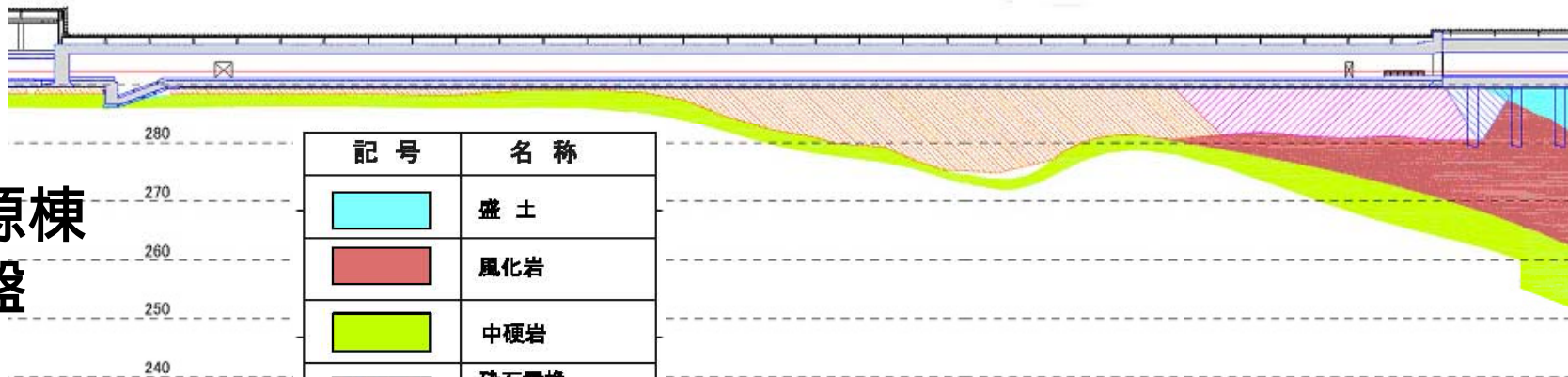
光源棟
平面図



傾斜センサー

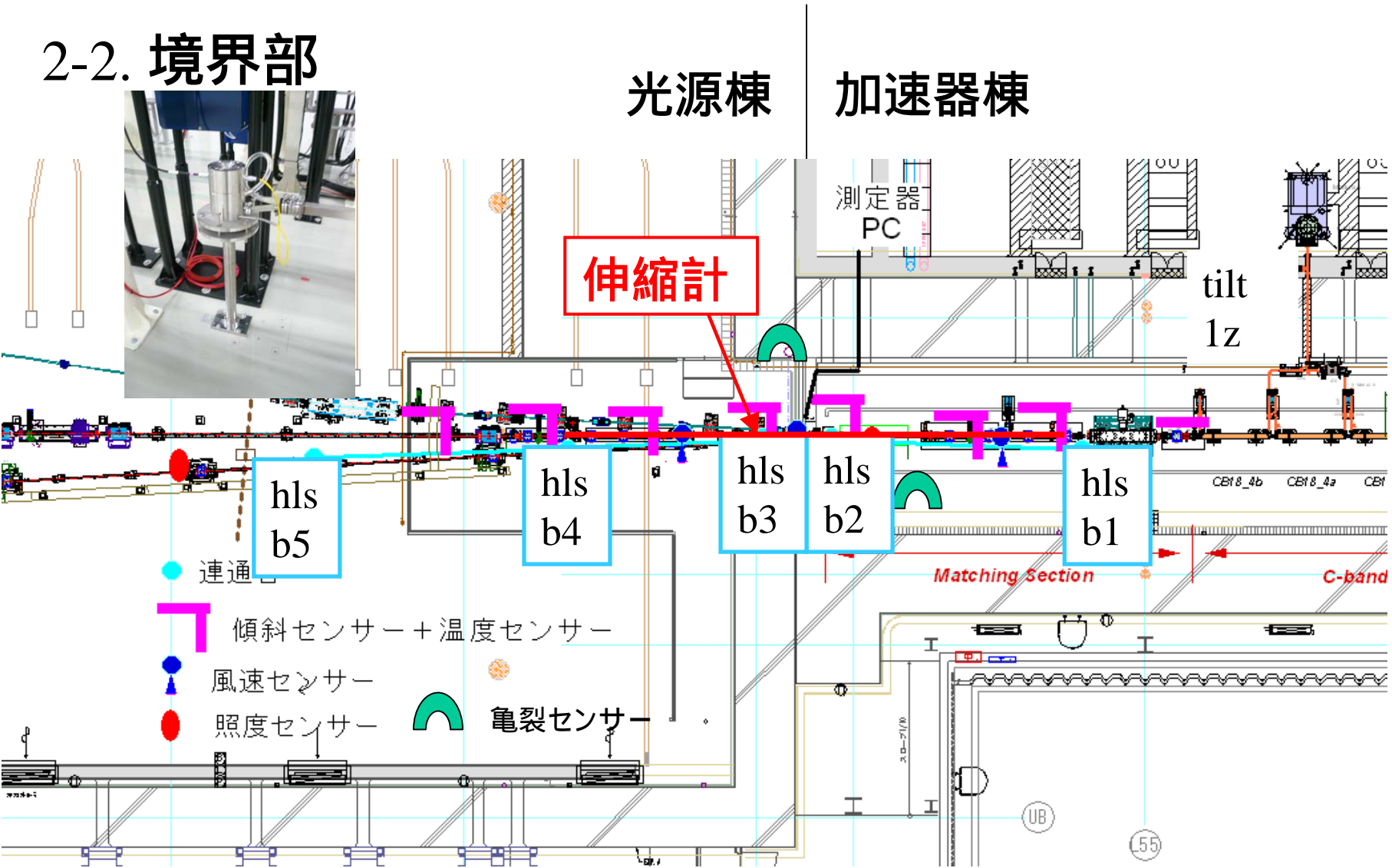
U27 24 21 19 16 14 11 9 7 6 5 4 3

光源棟
地盤

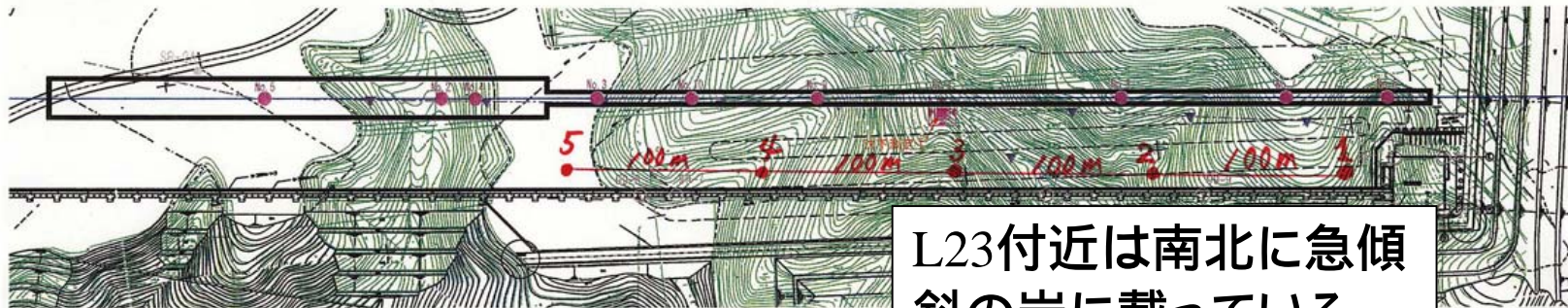
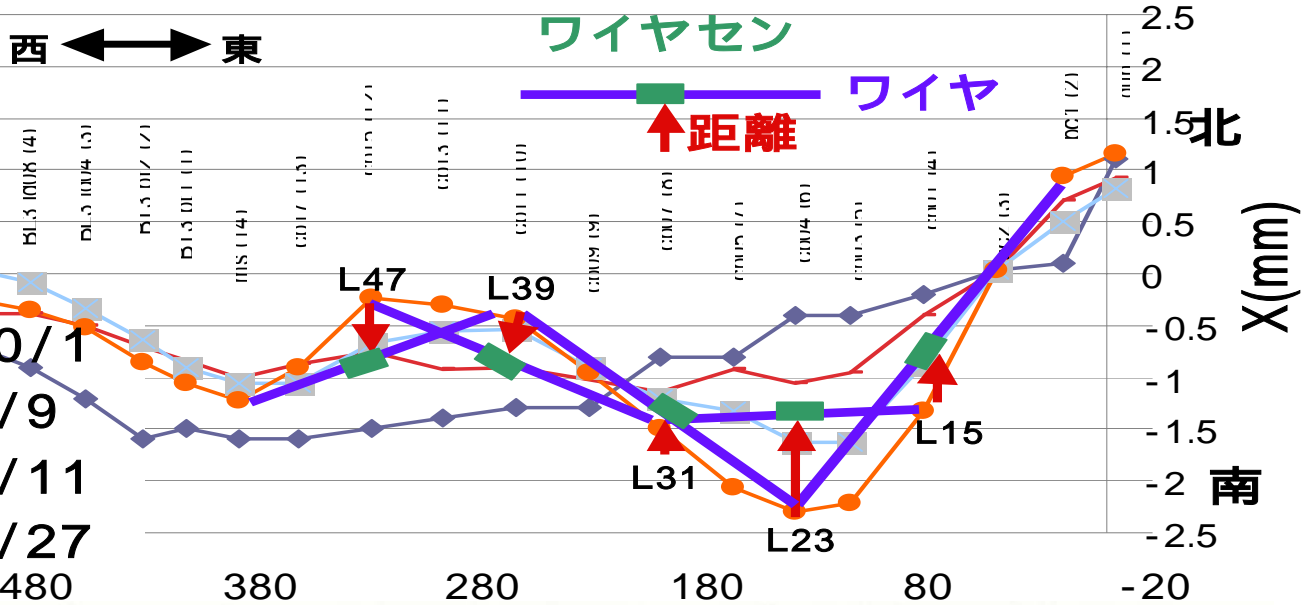


記号	名称
	盛土
	風化岩
	中硬岩
	碎石置換 セメント添加碎石
	碎石置換 無添加碎石
	埋戻し

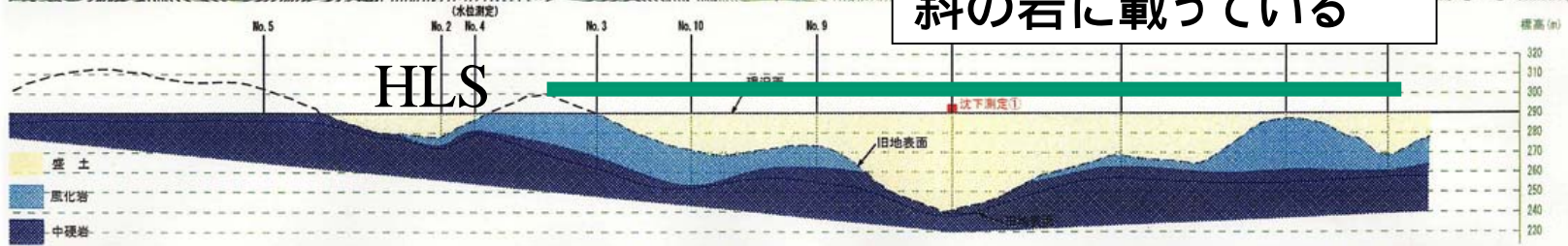
2-2. 境界部



2-3. 加速器棟 ワイヤ, HLS



L23付近は南北に急傾斜の岩に載っている

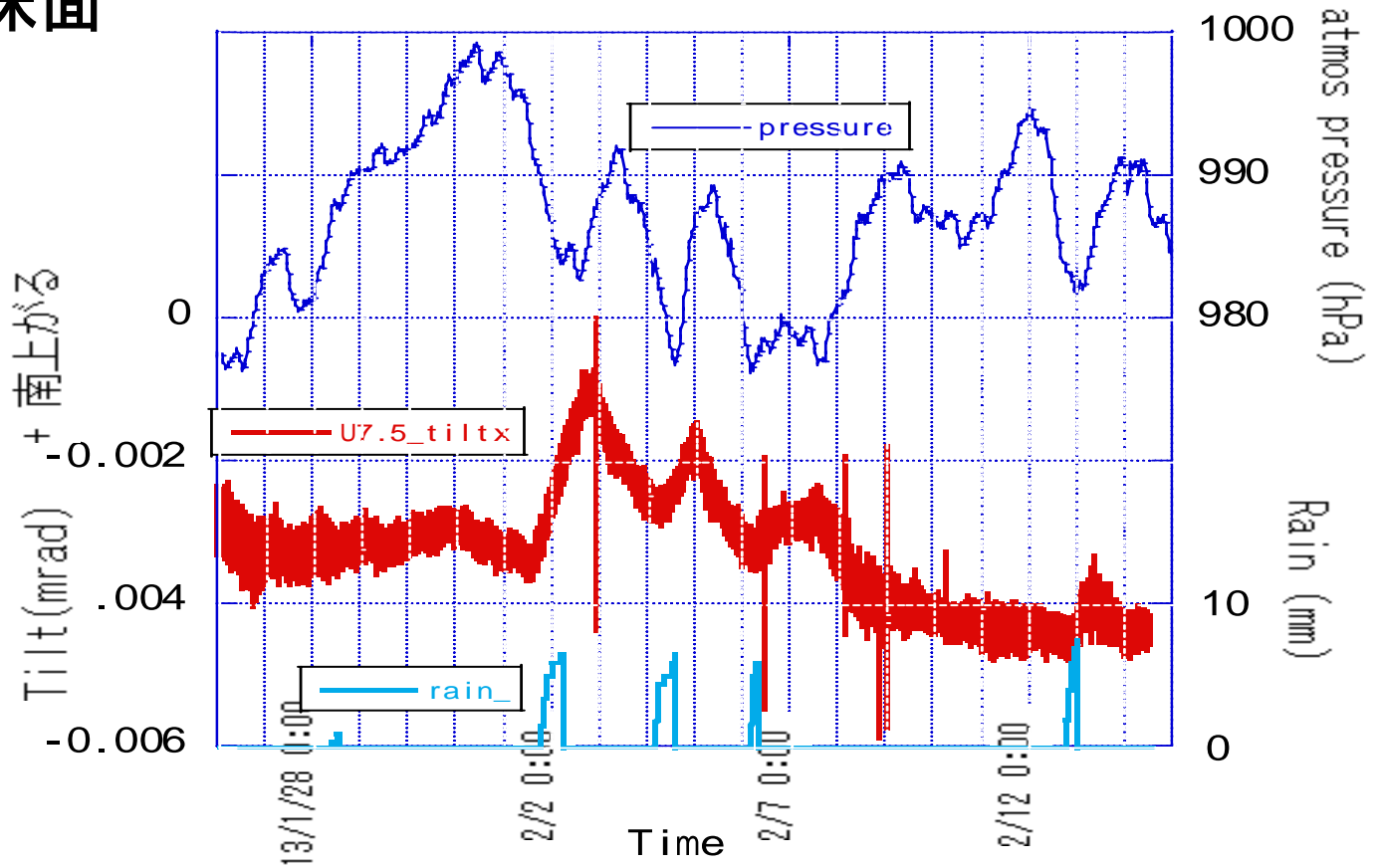


3. 環境による床変形

3-1. 雨 傾斜変化

光源棟 床面

傾斜変化の原因は気圧か降雨か





傾斜4か月間

10 μ rad

隣で逆向きの例

Tilt

よくわからない変化
測定ローカルすぎる？

雨が多くても傾斜変化は同じ

Rain

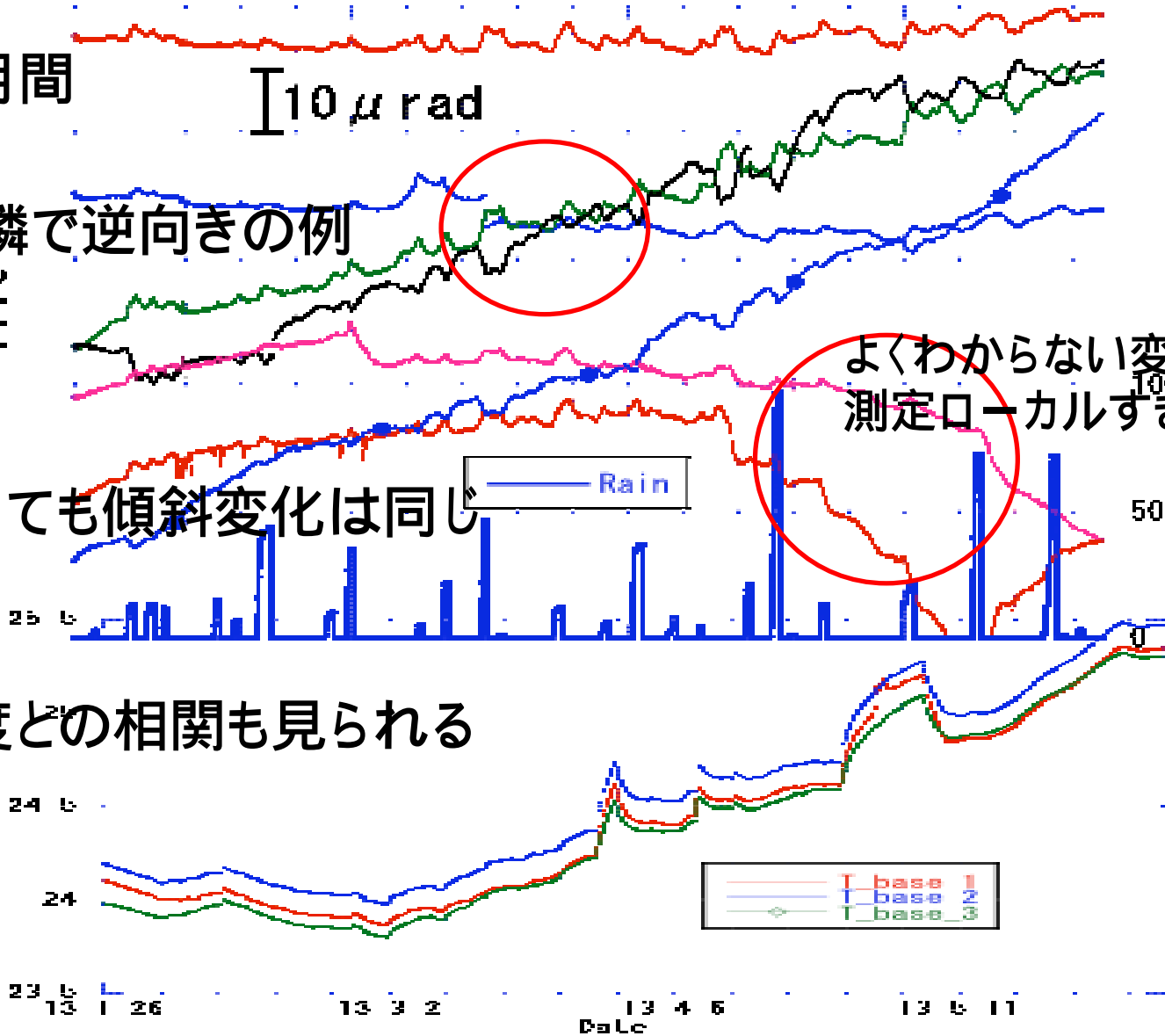
Rain (mm)

温度との相関も見られる

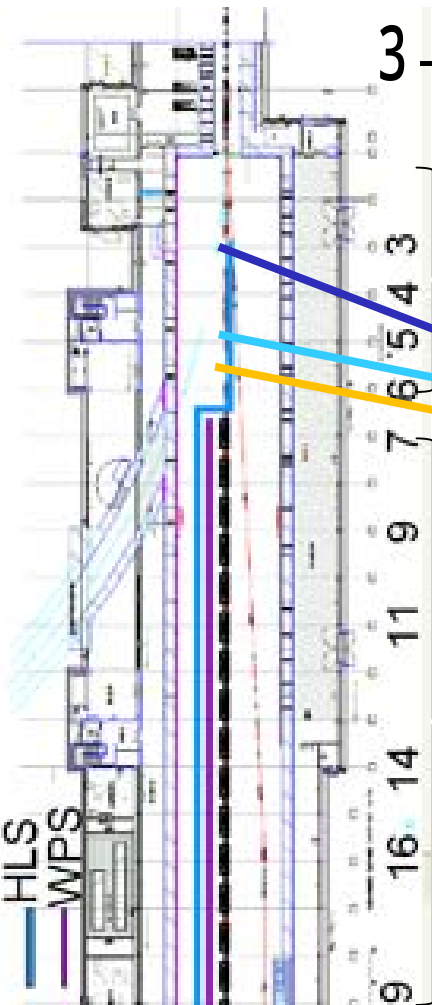
Temperature (°C)

T_base 1
T_base 2
T_base 3

Date



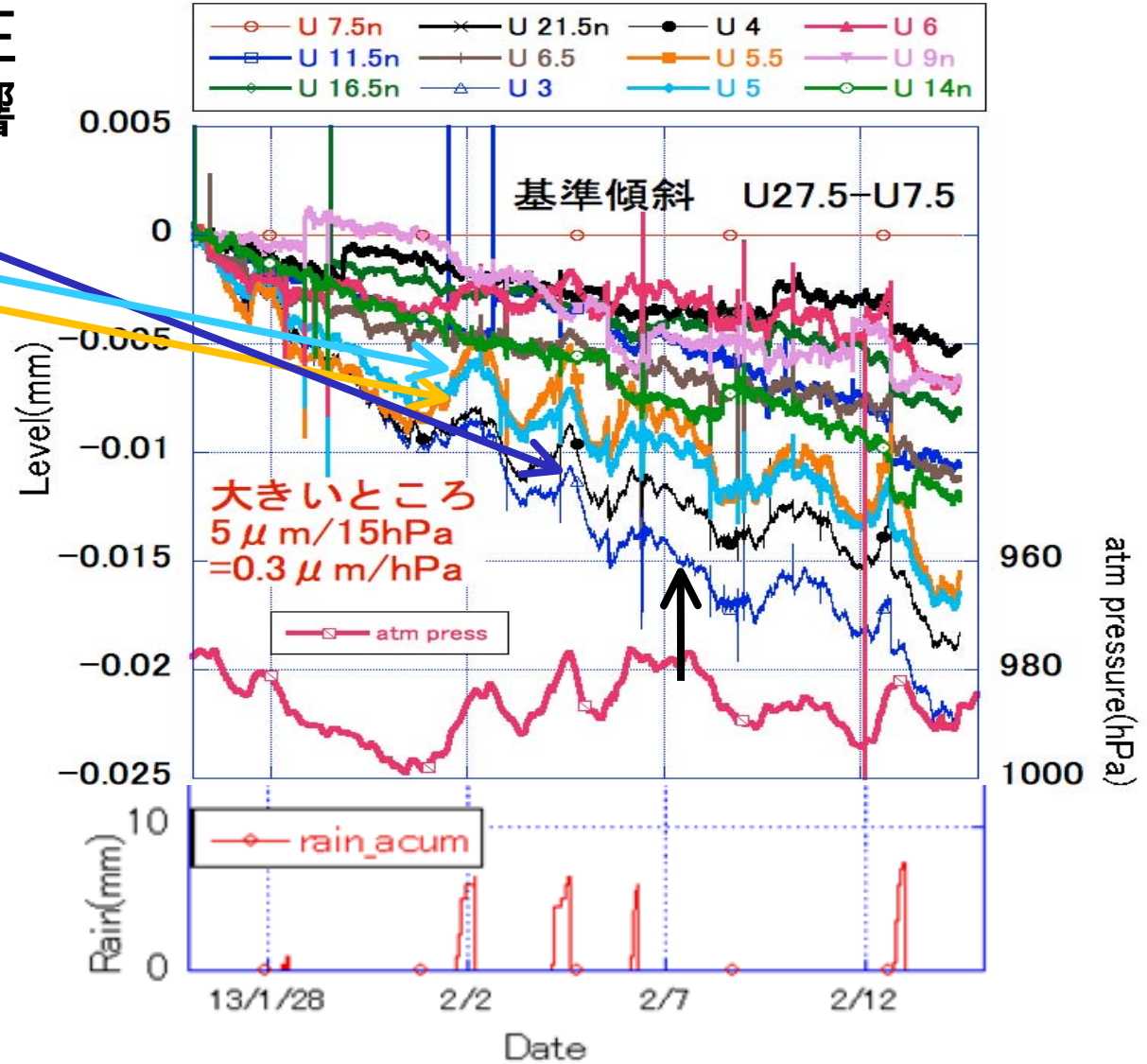
3-2-1. 気圧 沈下 光源棟-



気圧
影響

大

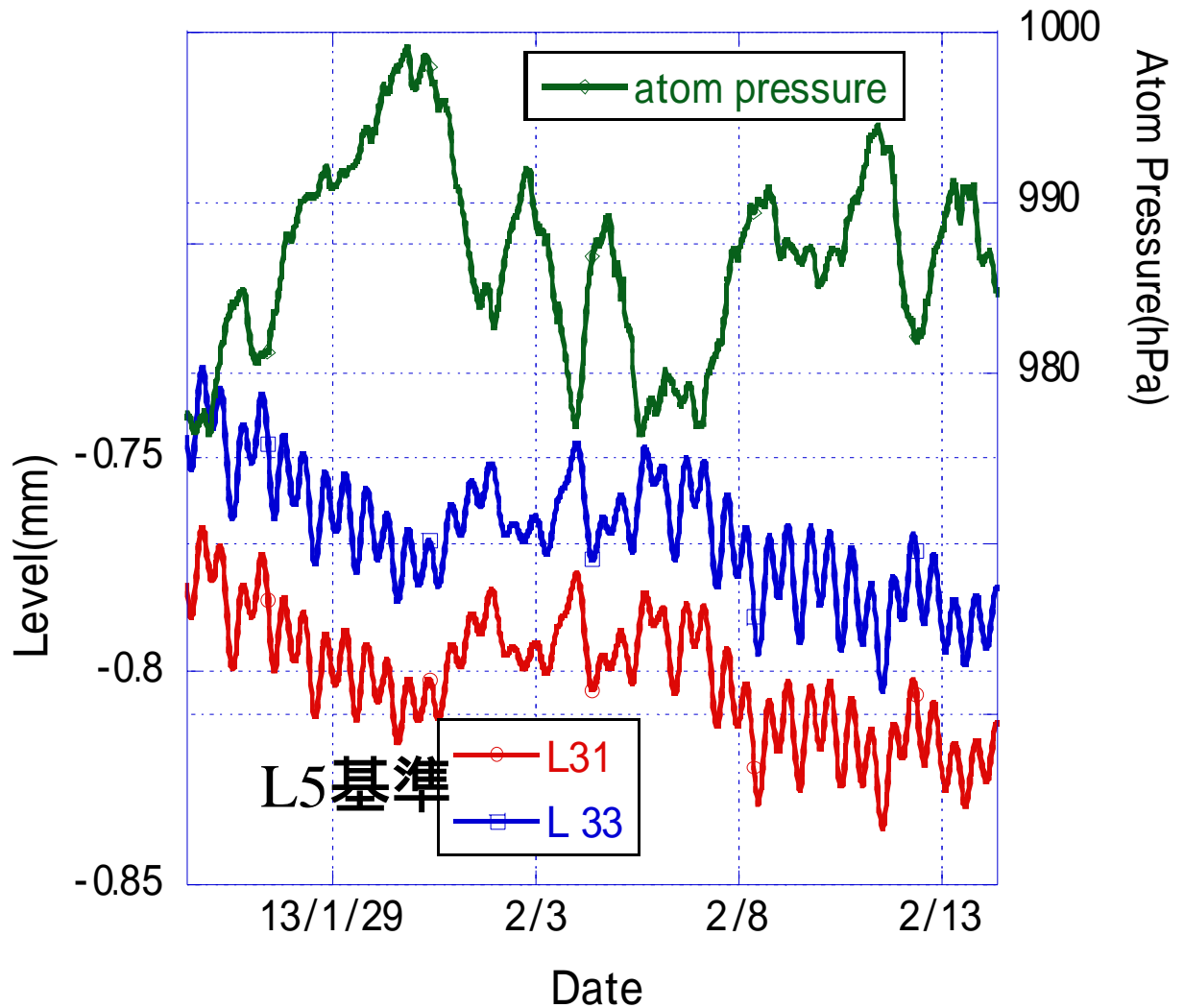
小



3-2-1. 気圧 沈下 加速器棟

L31, L33 最も埋め立ての深いところ

L31:
 $40 \mu\text{m}/20\text{hPa}$
 $= 2 \mu\text{m}/\text{hPa}$



3-2-2. 気圧 横方向変位 加速器棟

南北位置の気圧
や気温の影響

L23の付近変
位大きい

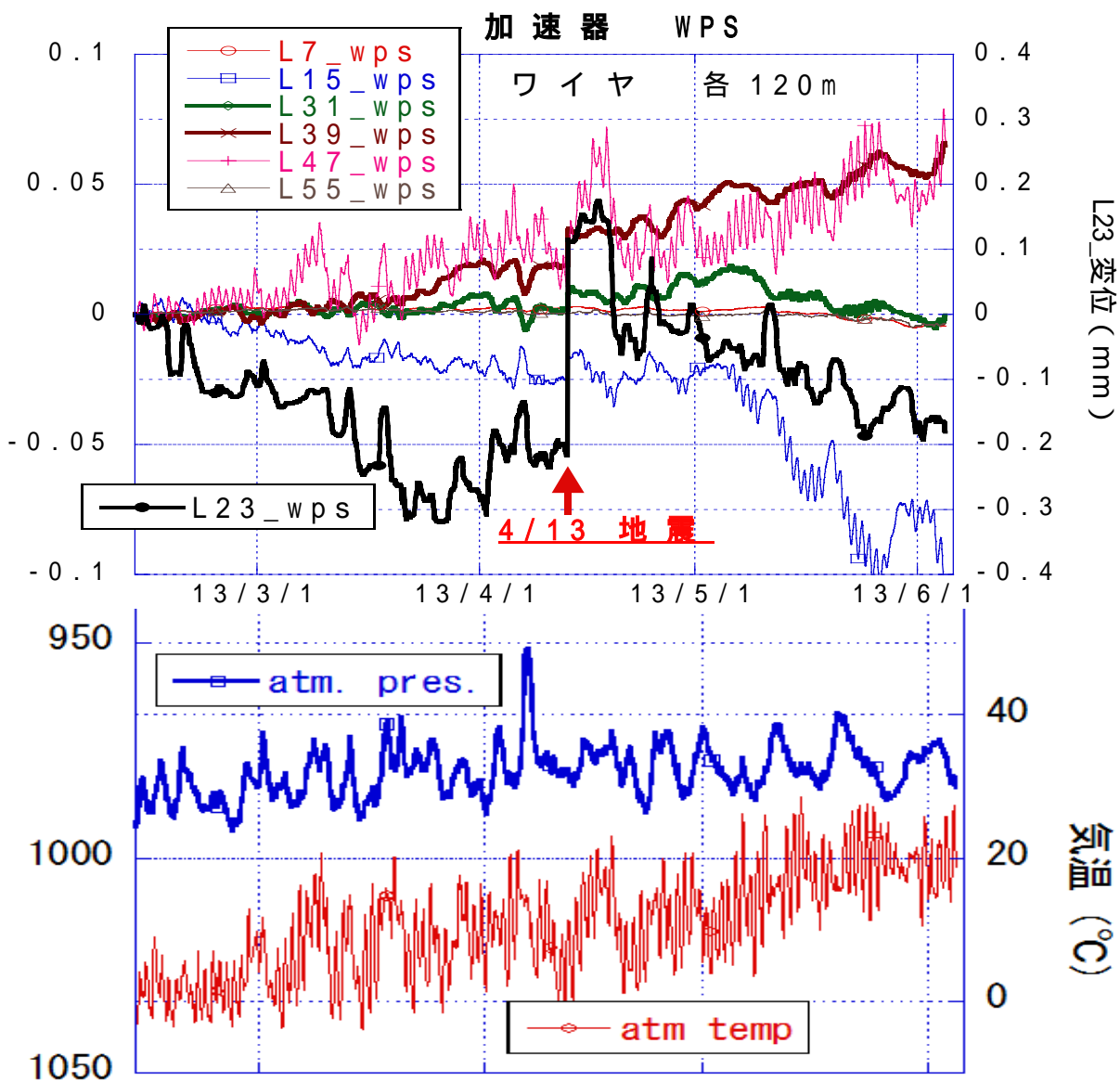
大きなところ
~ 3 μm/hPa

南北位置の気圧
や気温の影響
L23の付近変
位大きい
大きなところ
~ 3 μm/hPa

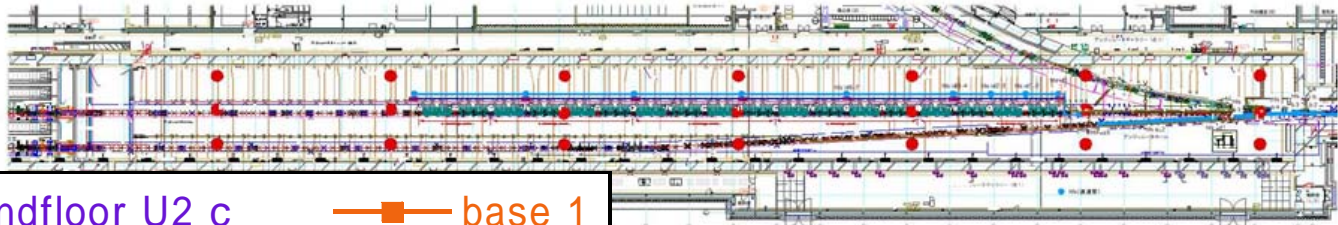
南北位置の気圧
や気温の影響
L23の付近変
位大きい
大きなところ
~ 3 μm/hPa

L23と気圧

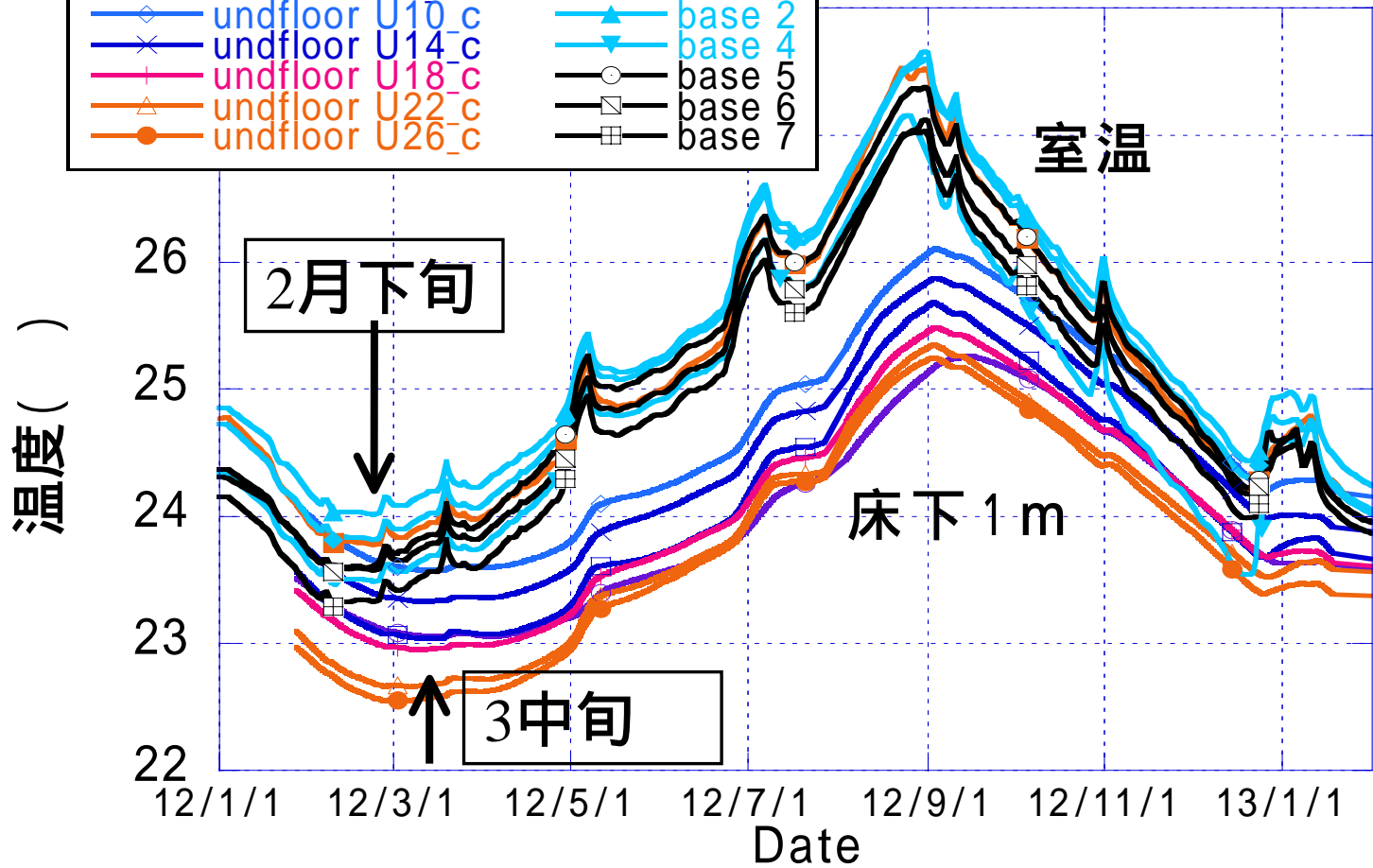
L47と気温



3-3-1 . 温度 (空調含む) 横方向変位 光源棟



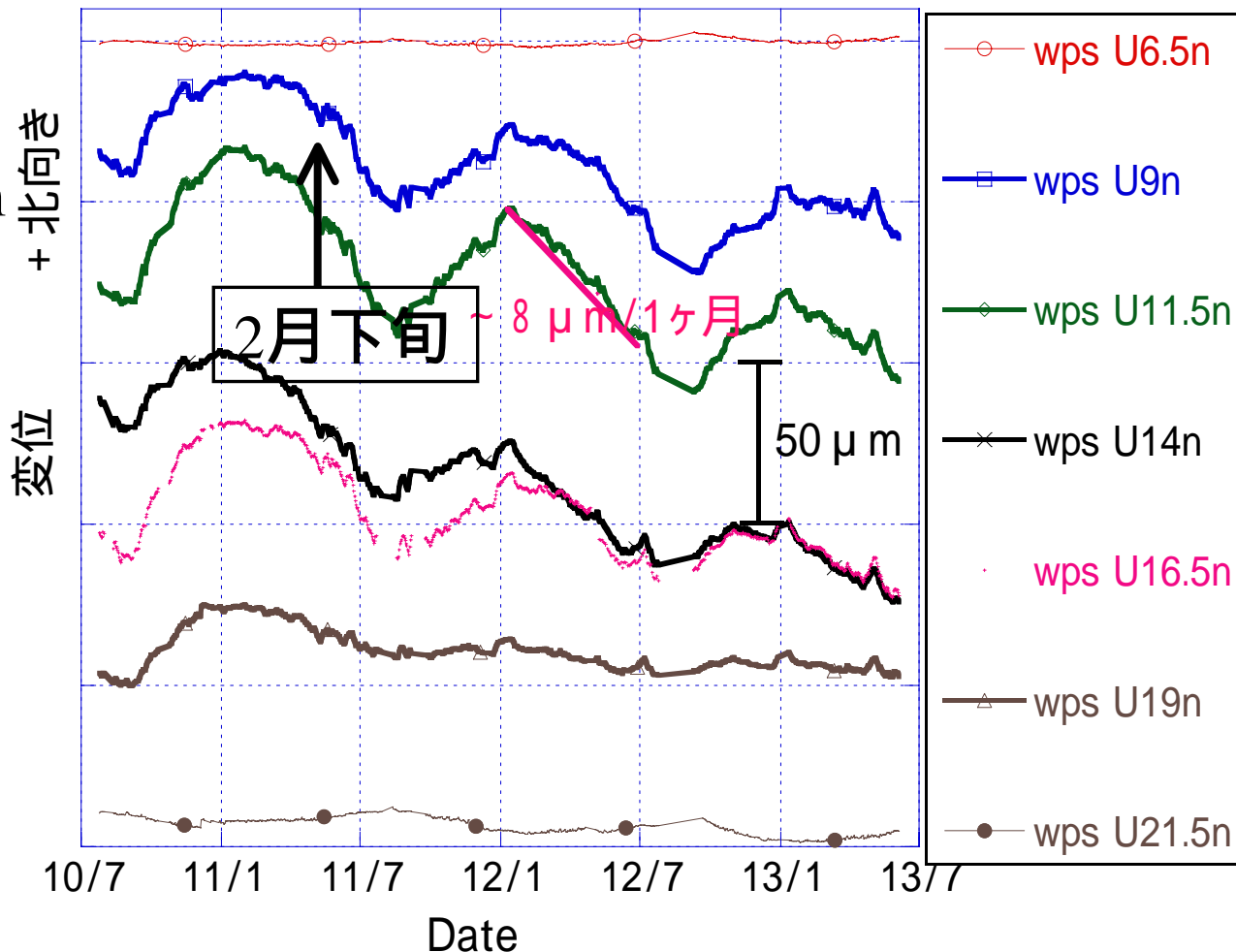
- | | | | |
|---|----------------|---|--------|
| ○ | undfloor U2_c | ■ | base 1 |
| □ | undfloor U6_c | ◆ | base 3 |
| ◇ | undfloor U10_c | ▲ | base 2 |
| × | undfloor U14_c | ▼ | base 4 |
| + | undfloor U18_c | ○ | base 5 |
| △ | undfloor U22_c | □ | base 6 |
| ● | undfloor U26_c | ■ | base 7 |



WPS (Wire Positioning Sensor) による測定

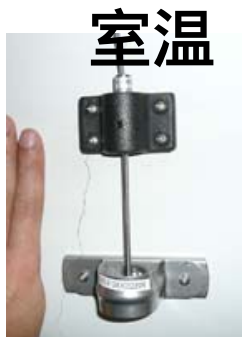
センサー 両端2個
含め計7個

光源棟 南北方向変位

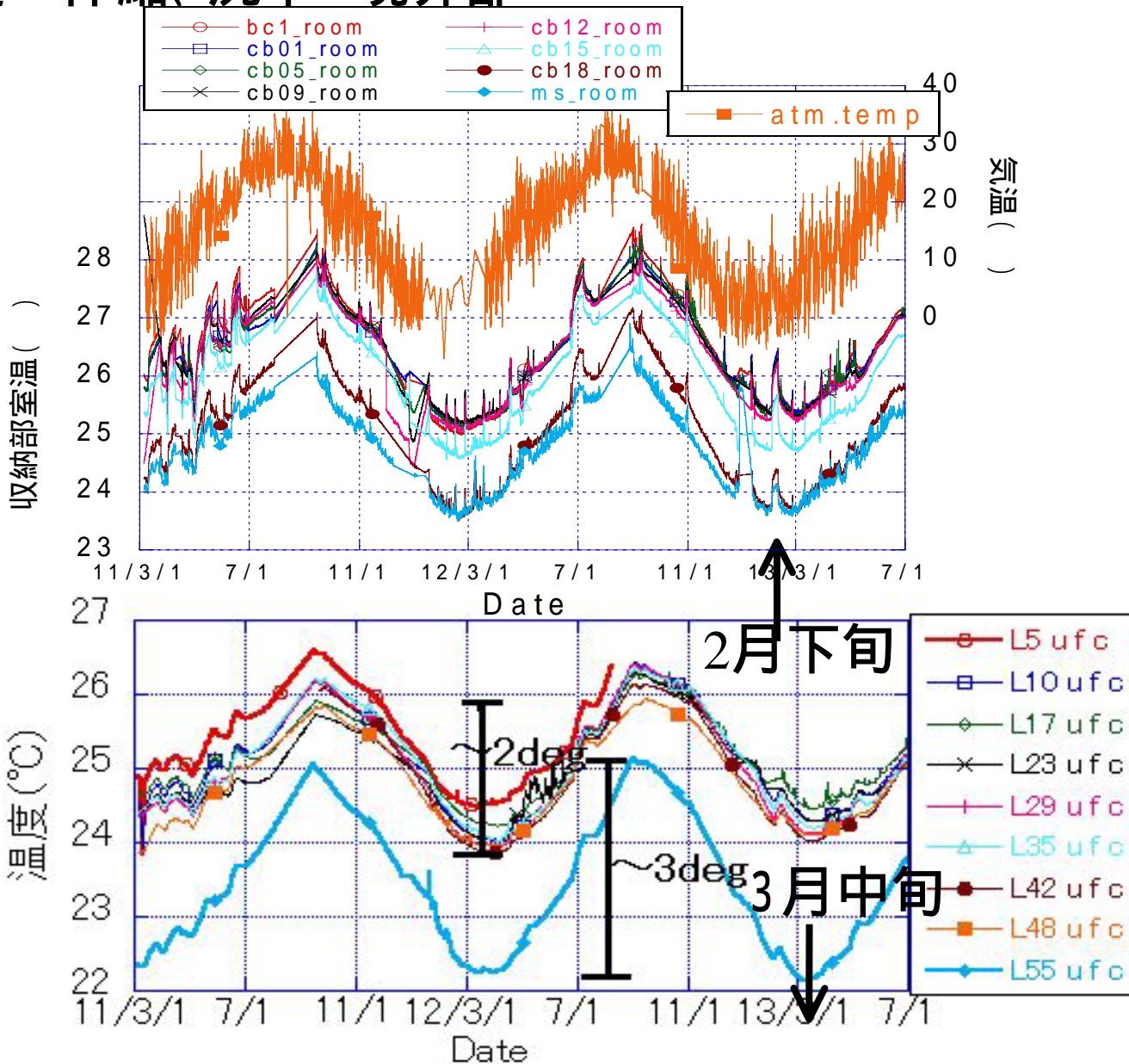


3-3-2. 温度 伸縮、沈下 境界部

加速器棟
温度变化



床下1m

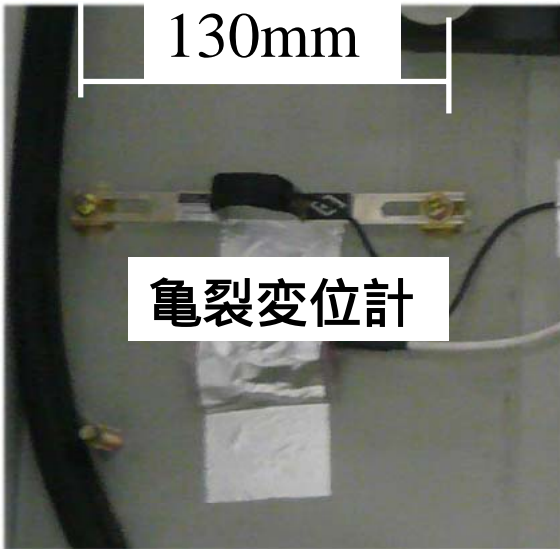


境界部 亀裂

Cr U0



130mm

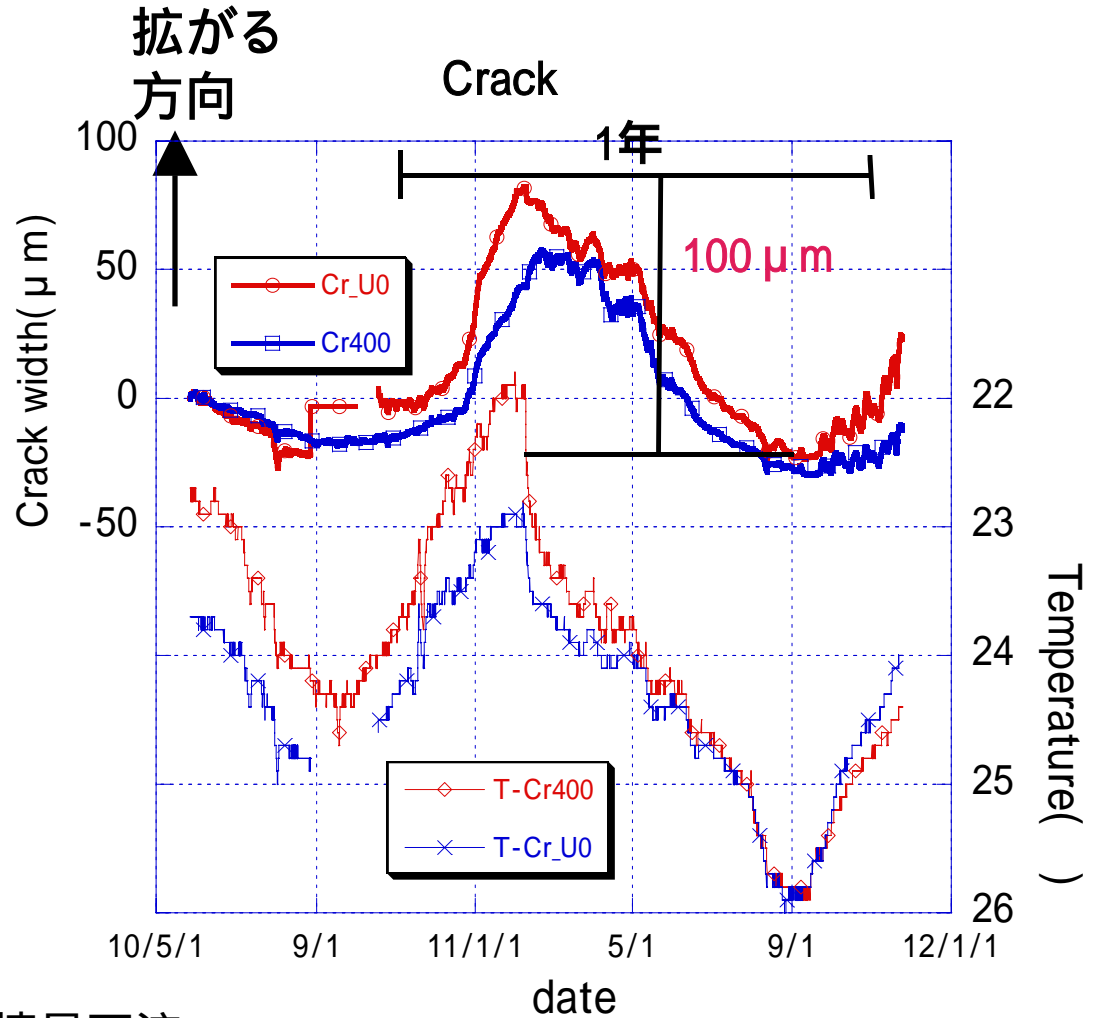


亀裂変位計

Cr400 加速器棟最下流

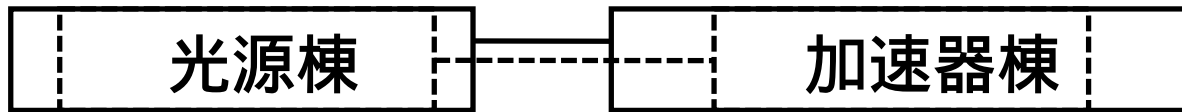
Cr U0 光源棟に入ったすぐのところ

亀裂の幅の変化

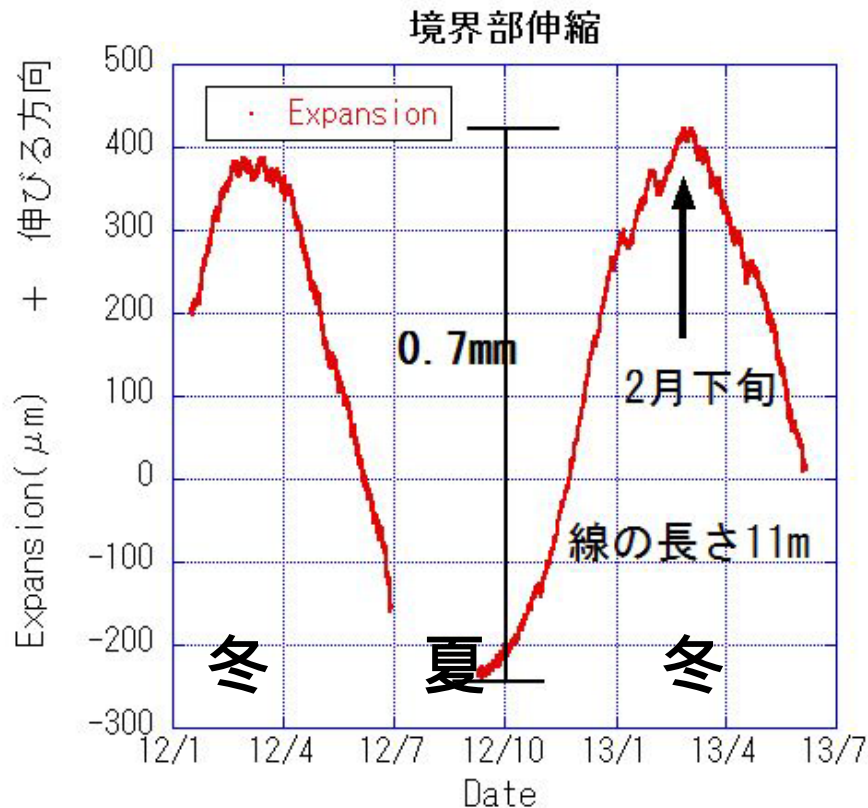


境界部 伸縮

冬 それぞれ縮む = 間の距離は伸びる
夏 沈下する



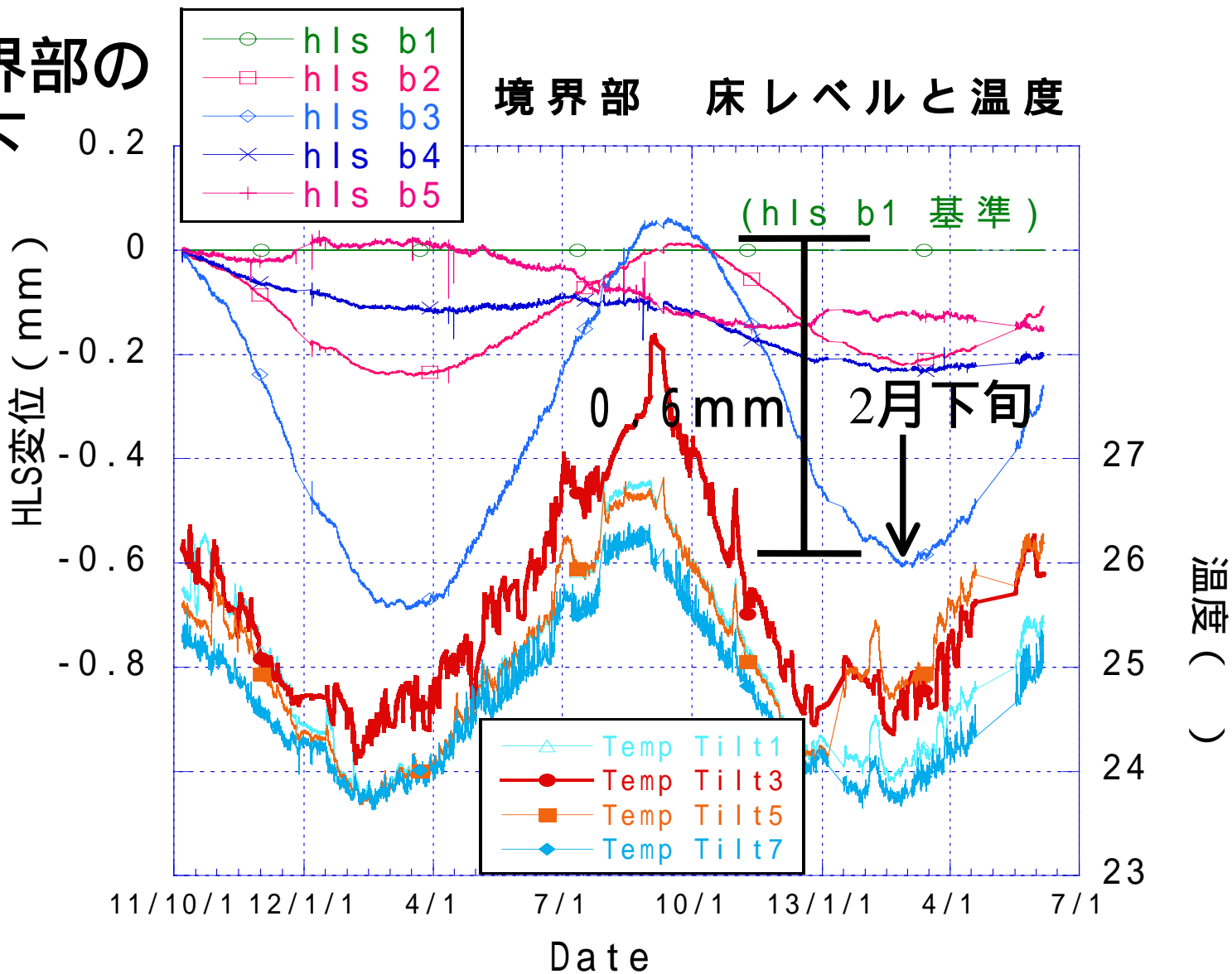
コンクリートの膨張率 $10 \times 10^{-6}/$ を使うと11mで3 の変化で
 $11m \times 10 \times 10^{-6}/ \times 3 = 0.3mm$



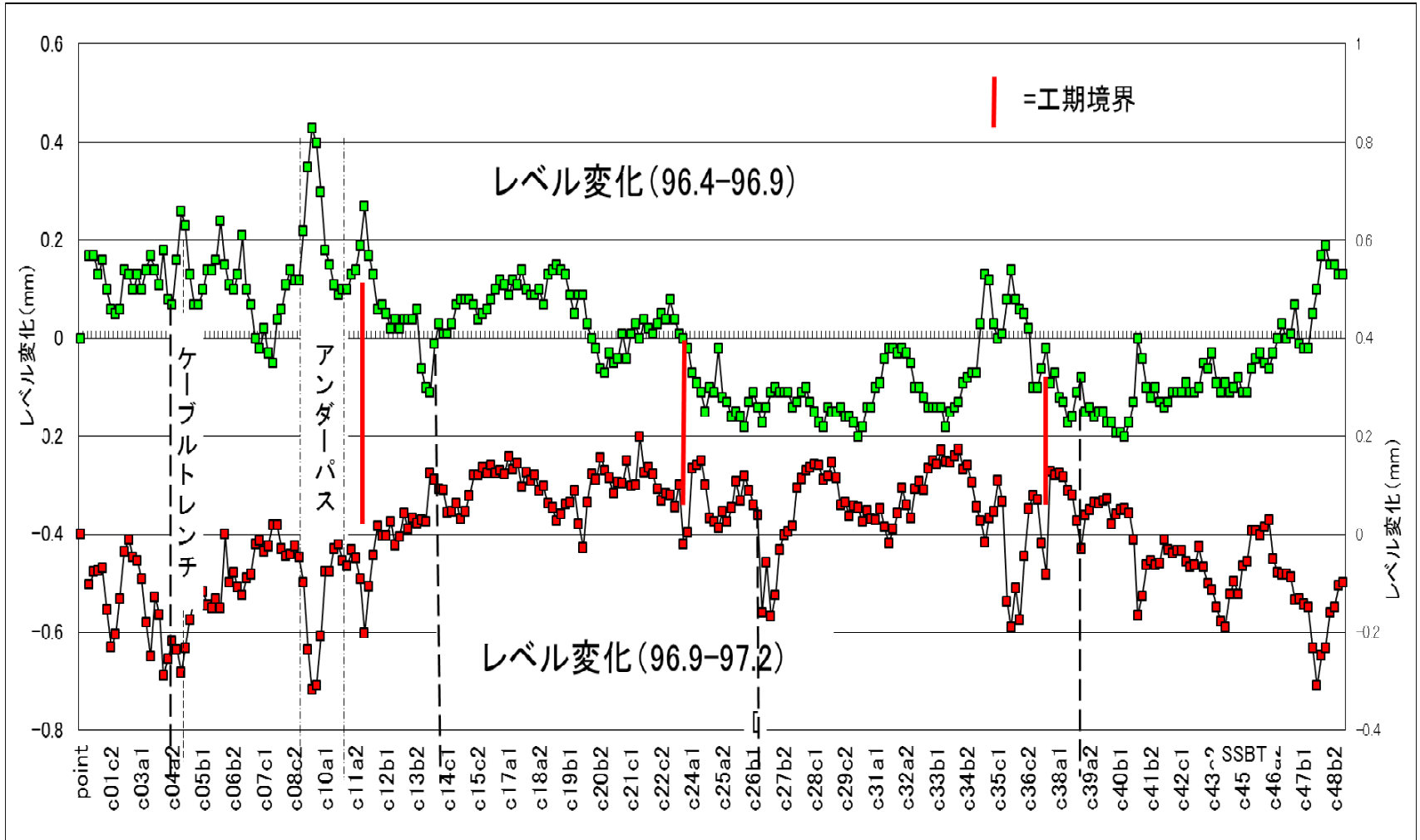
伸縮計
スーパーインバー線使用

境界部の 沈下

境界部 床レベルと温度



工期境界 床レベルの季節変化 (SPring-8蓄積リング)



まとめ

電解液式傾斜センサー 光源棟収納部内で分解能 $\sim 0.01 \mu\text{rad}$

光源棟 気圧によるレベル変化 最上流のID付近 $0.3 \mu\text{m/hPa}$

ID部 沈下 降雨、気圧の影響はよく見えない

横変位 冬に中央が相対的に北よりになる。上流のほうに顕著

傾斜 局所的かもしれないが降雨で場所により数 μrad の変化あり。雨量が多くても $5 \mu\text{rad}$ 程度を超えていない。

境界部 伸縮フル幅年 $0.7\text{mm}/11\text{m}$ 、沈下大きいところ年フル幅 $\sim 0.6\text{mm}$

温度変化の影響 変化の時期から表面に近い所での現象ではないか

加速器棟 気圧によるレベル変化最も大きい所 $\sim 2 \mu\text{m/hPa}$

水平(南北方向) 気圧が高くなると相対的に北側にシフトする場所あり
 $\sim 3 \mu\text{m/hPa}/120\text{m}$

工期境界 沈下など変動要因となる。季節変化もある。

構造的な強化対策で変動を小さくできないか。

構造的に異なる場合も変動を小さくするような接続方法が必要。