

ILC北上候補サイト周辺の高感度地震観測網Hi-netに併設された高感度加速度計による地盤変動の把握について

吉岡正和（東北大学）

山下了（東京大学）

佐貫智行（東北大学）

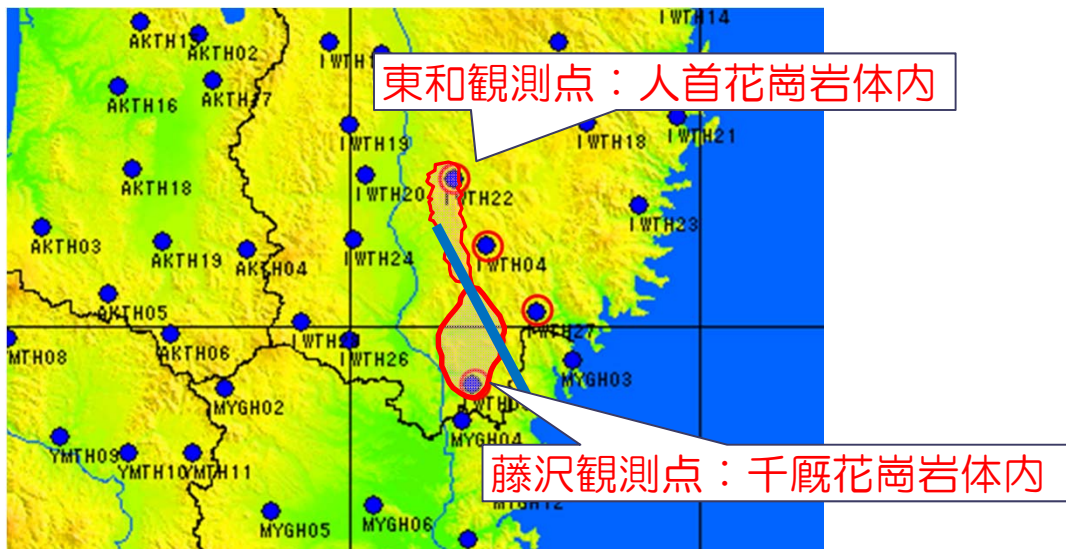
汐見勝彦（防災科学技術研究所）

関根一郎（戸田建設）

■はじめに

- 地下深部の地盤変動の情報は極めて乏しい
- 防災科学技術研究所では、阪神淡路大震災後、高感度地震観測網（Hi-net）を全国約800箇所に20kmメッシュで整備
- 地下100mに埋設された地震計の他、地震計の建込み精度チェック用に高感度加速度計（傾斜計）を設置
- 北上候補サイト周辺の観測点で、東北地方太平洋沖地震前の3か月間と地震後の三か月間の地盤の傾斜変化を調べた。

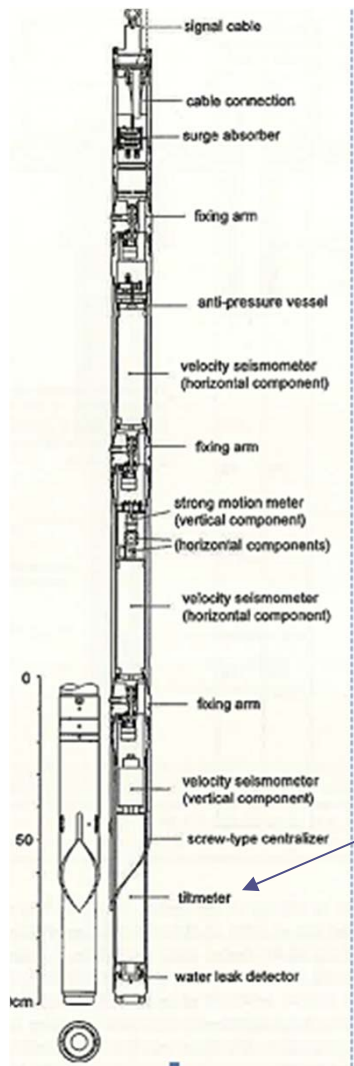
Hi-net 観測点



ILC北上候補サイト周辺のHi-net 観測点

ILC北上候補サイト周辺Hi-net 観測点の諸元

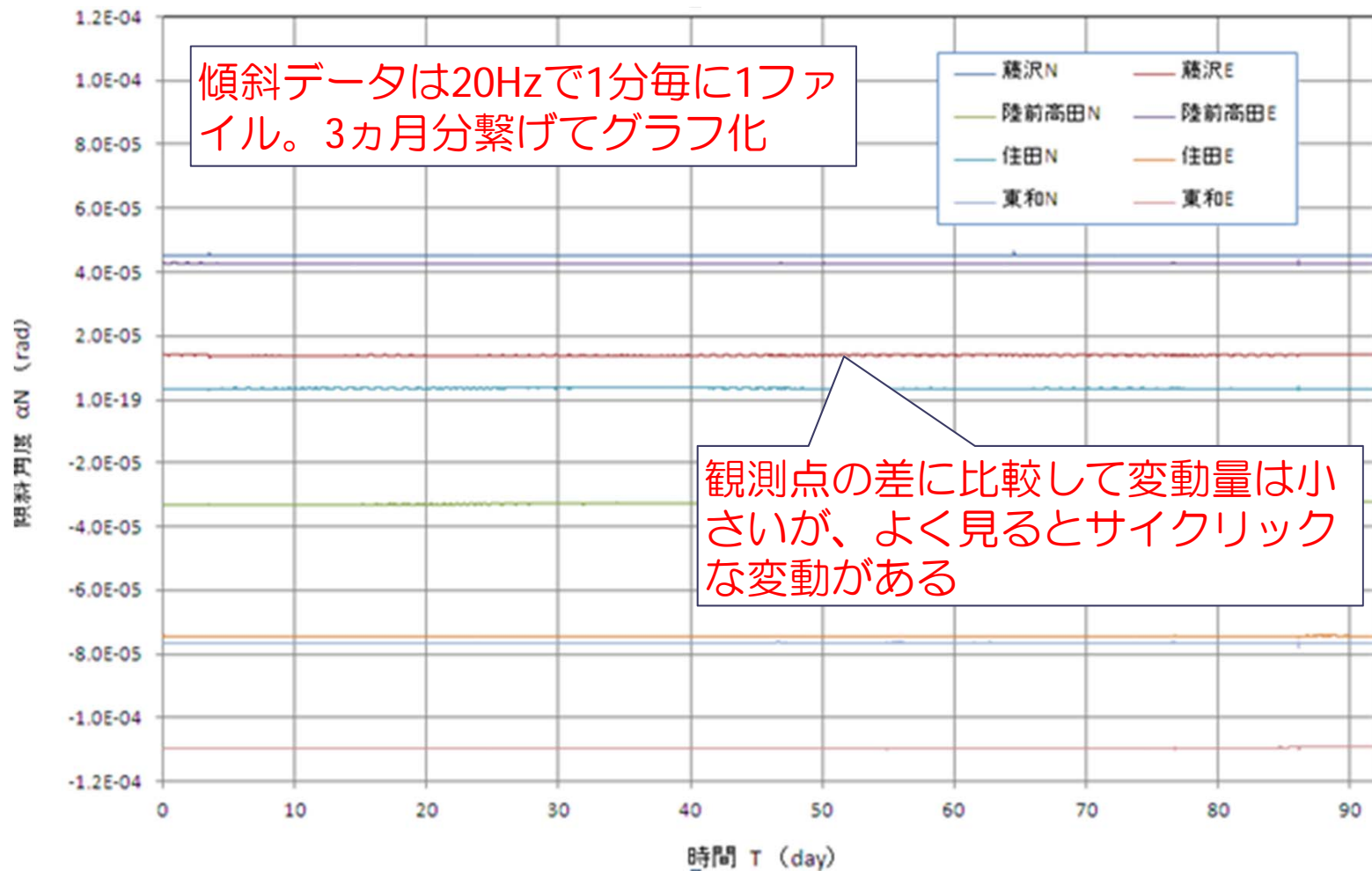
| サイト候補地 | 観測点名 | 観測点番号 | 地表面標高 (m) | 地下地震計設置深度 (GL-m) | 設置深度の岩質 |
|--------|------|--------|-----------|------------------|---------|
| 北上サイト | 東和 | IWTH22 | 260 | 103 | 人首花崗岩 |
| | 住田 | IWTH04 | 620 | 109 | 安山岩 |
| | 藤沢 | IWTH05 | 120 | 103 | 千厩花崗岩 |
| | 陸前高田 | IWTH27 | 80 | 103 | 凝灰岩 |



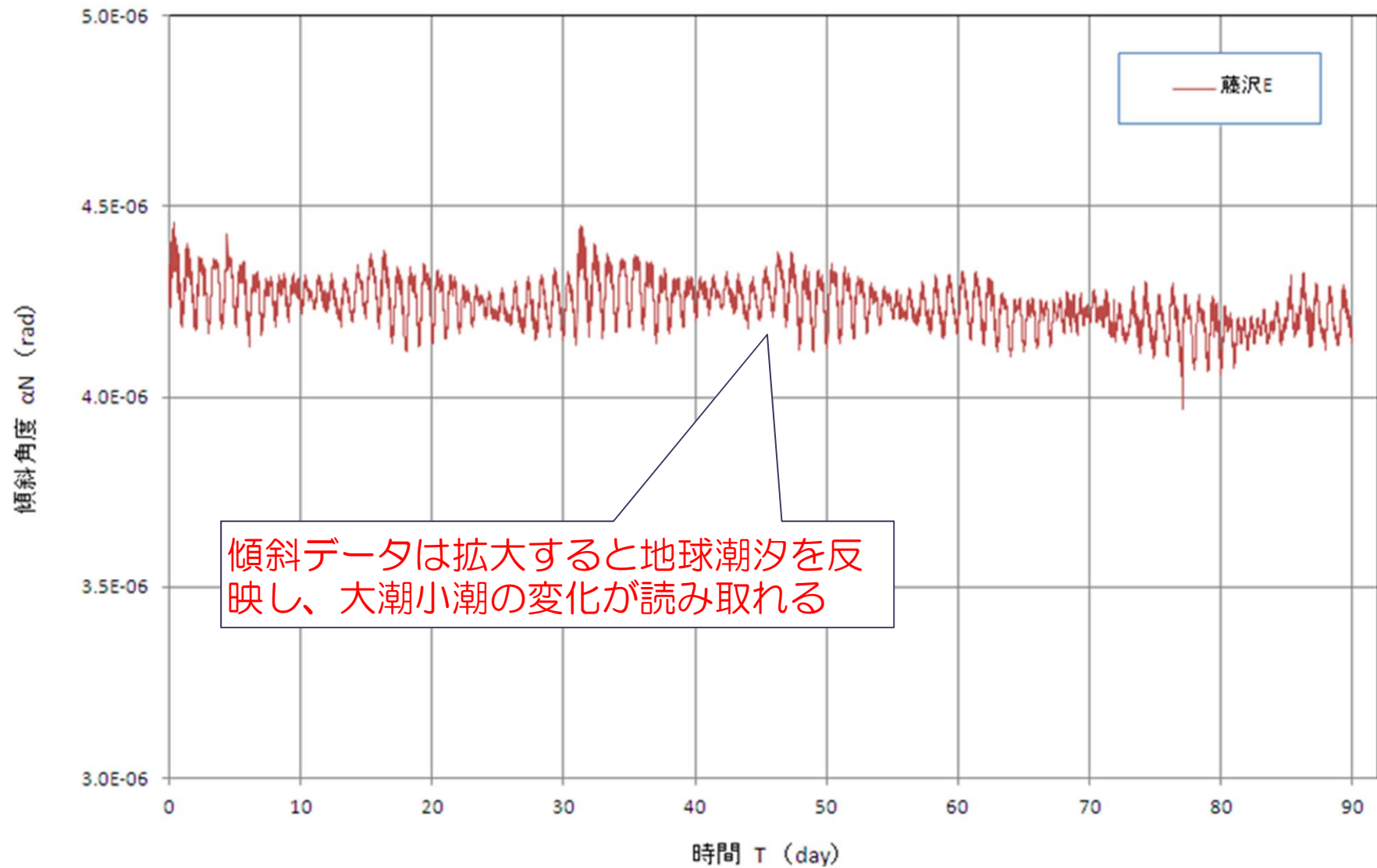
高感度加速度計 (傾斜計)

Hi-netに使われている地震計

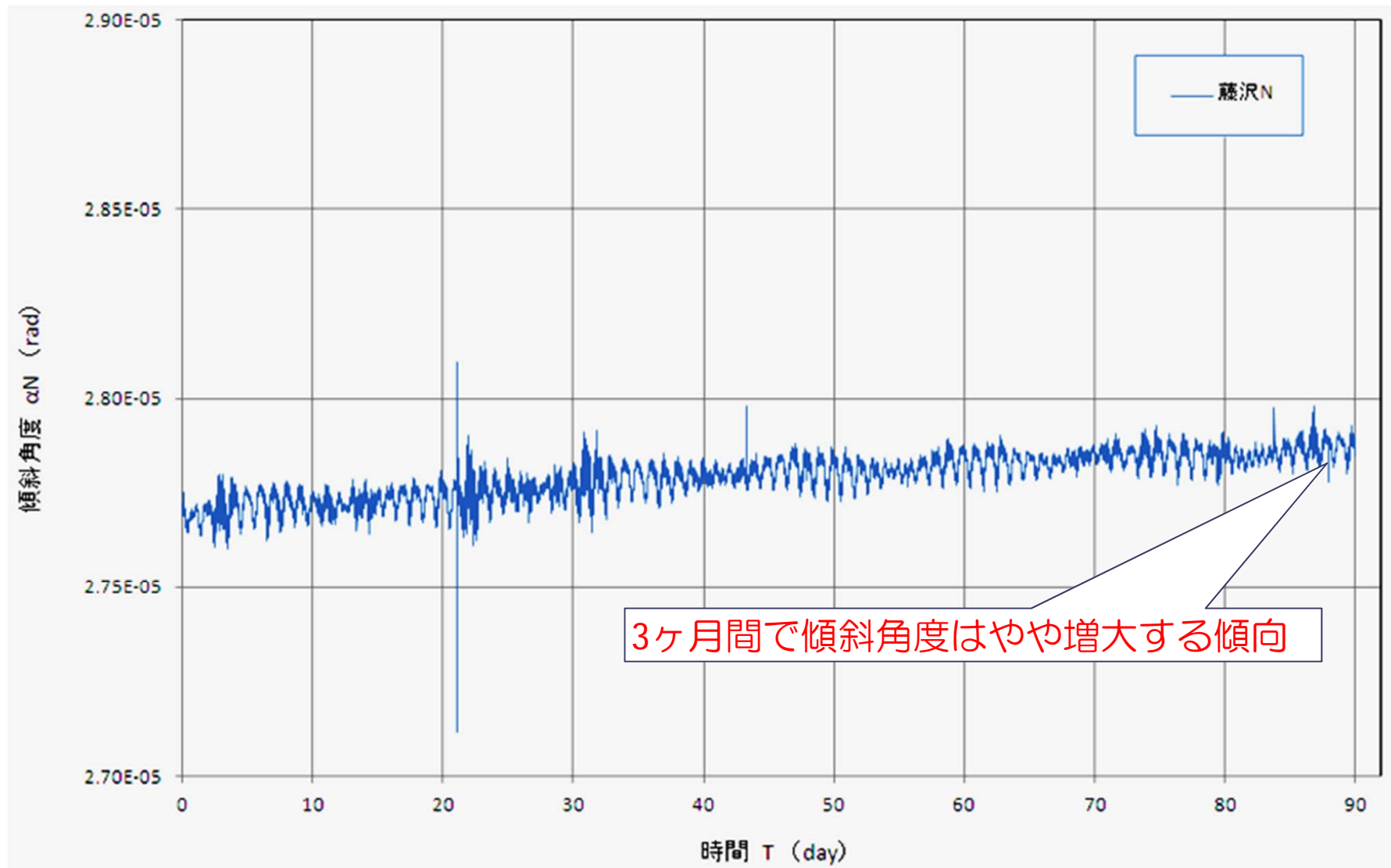
■ 高感度加速度計による傾斜データ



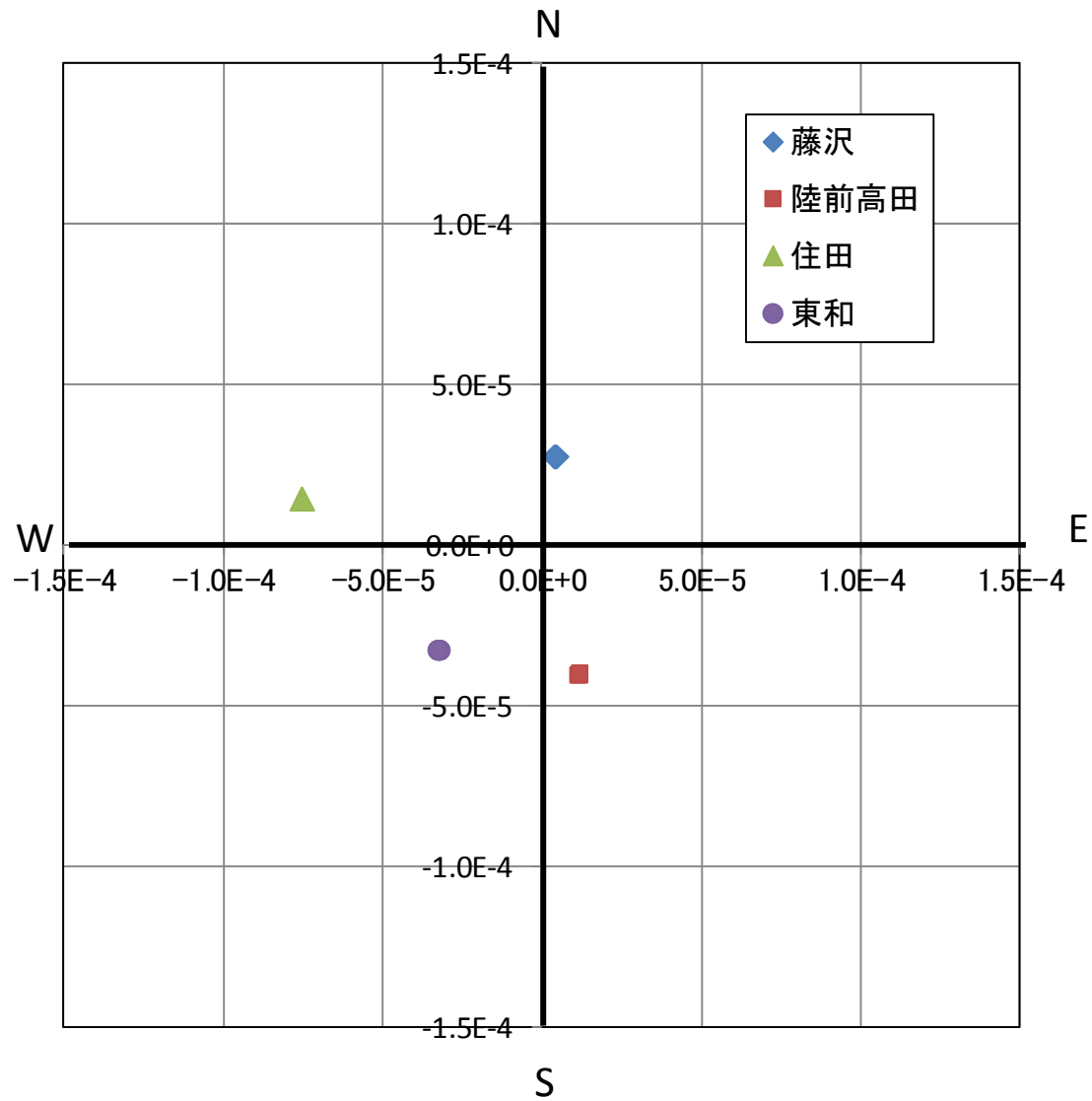
東北地方太平洋沖地震前 (2010.12~2011.2)



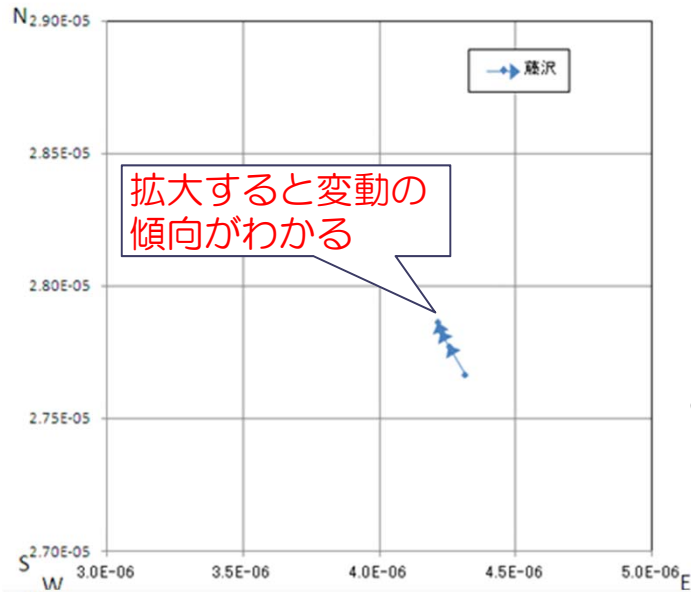
藤沢観測点 東西方向の傾斜 (2010.12~2011.2)



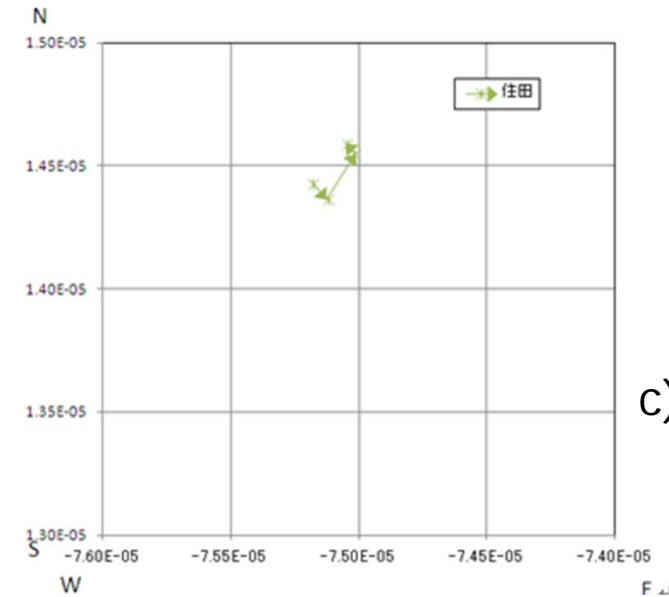
藤沢観測点 南北方向の傾斜 (2010.12~2011.2)



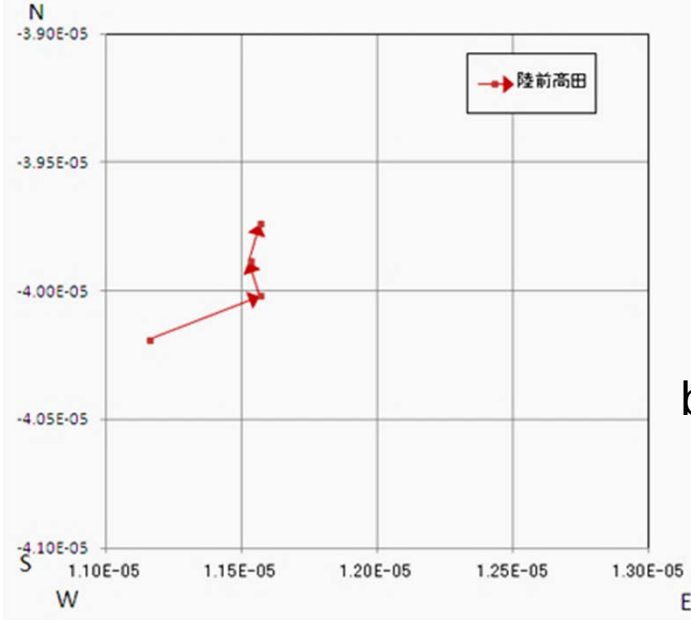
東西・南北座標表示（東北地方太平洋沖地震前（2010.12～2011.2））



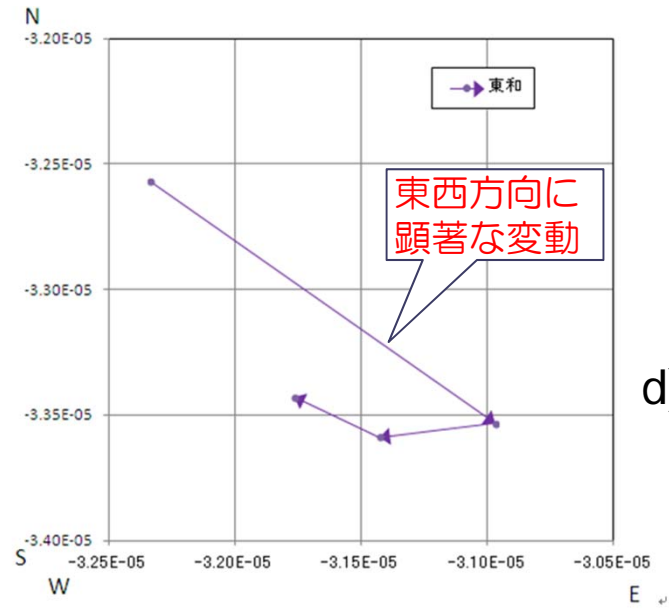
a) 藤沢



c) 住田

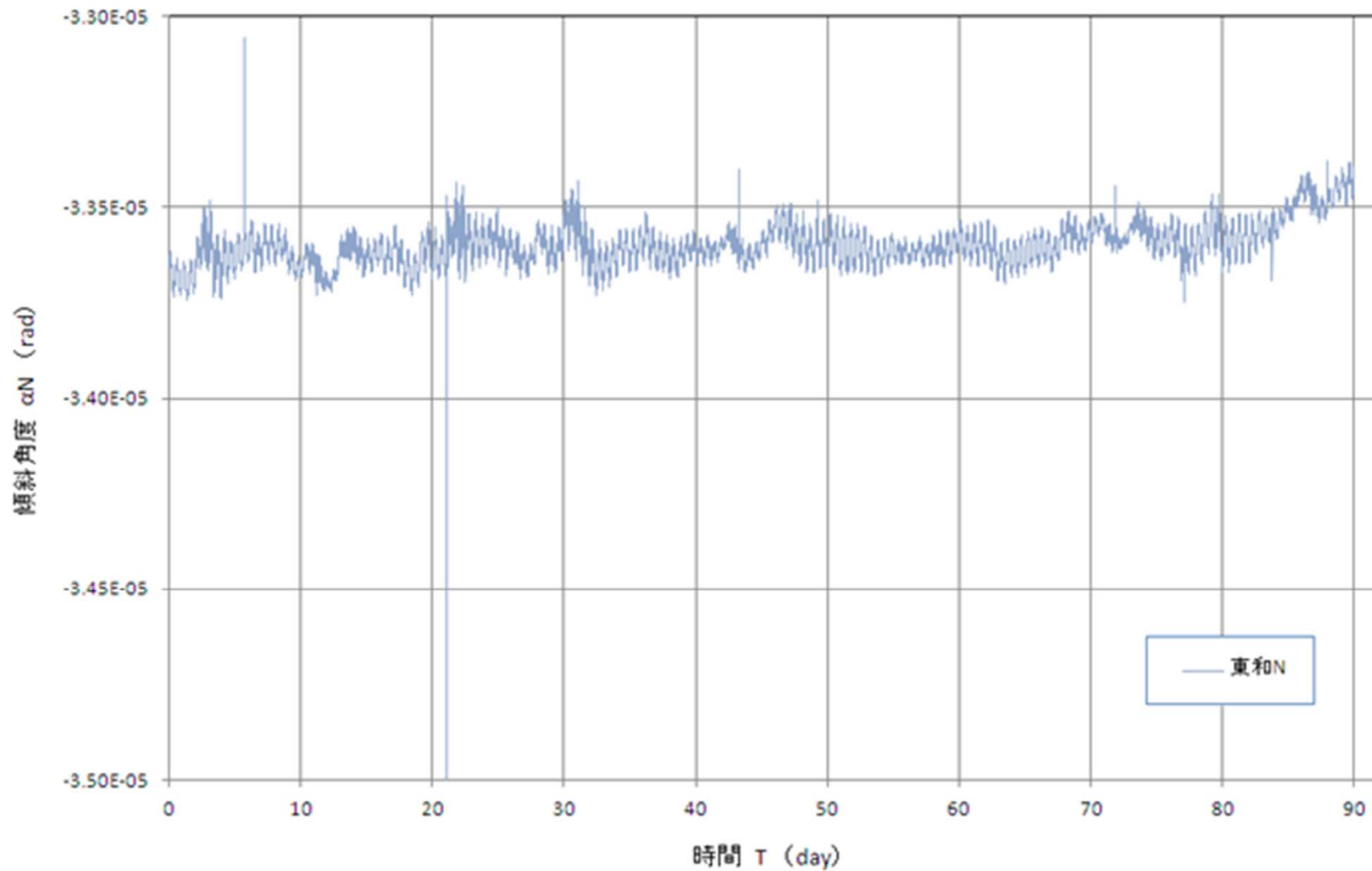


b) 陸前高田

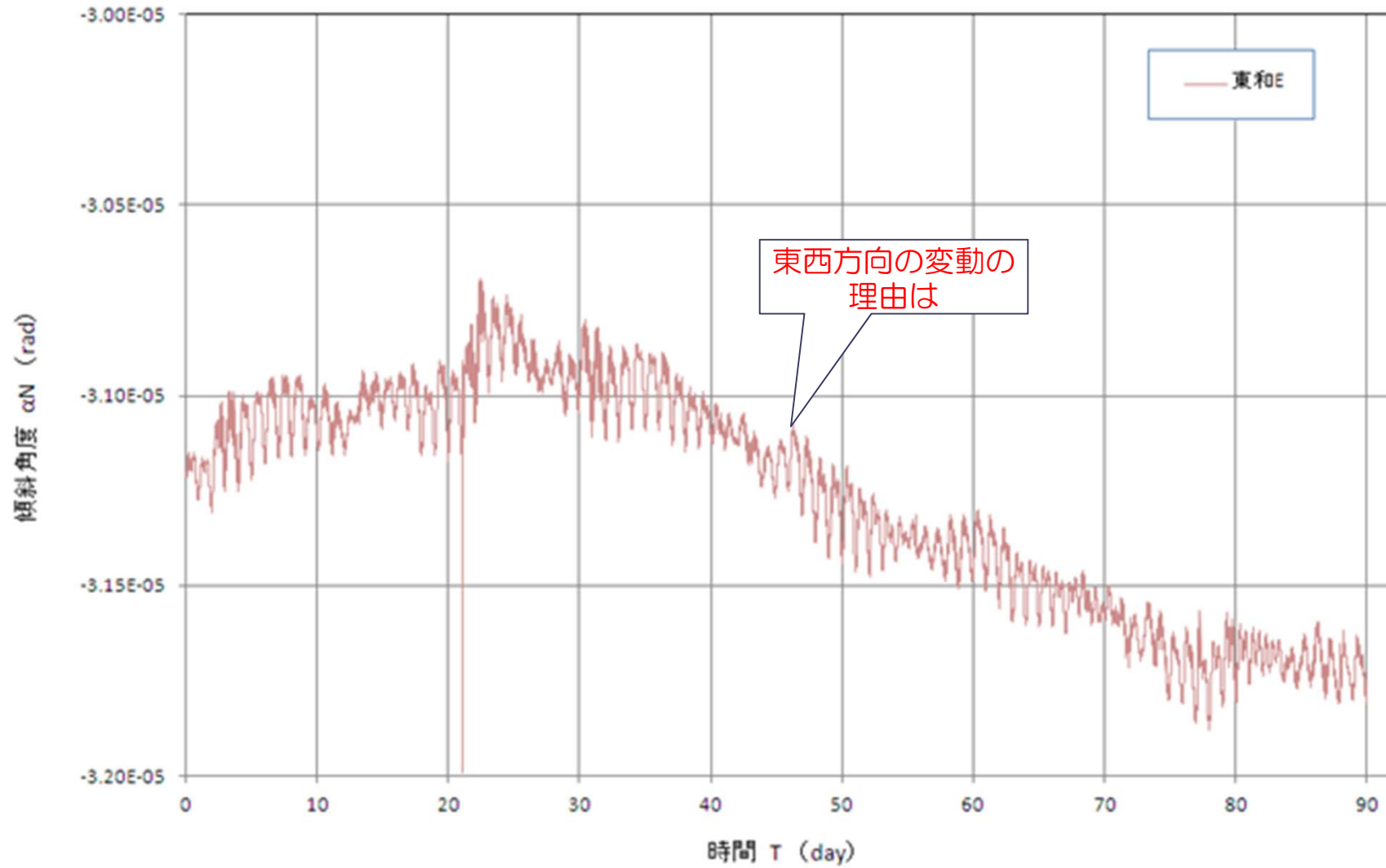


d) 東和

GNSSによる傾斜データのベクトル図 (2010.12~2011.2)



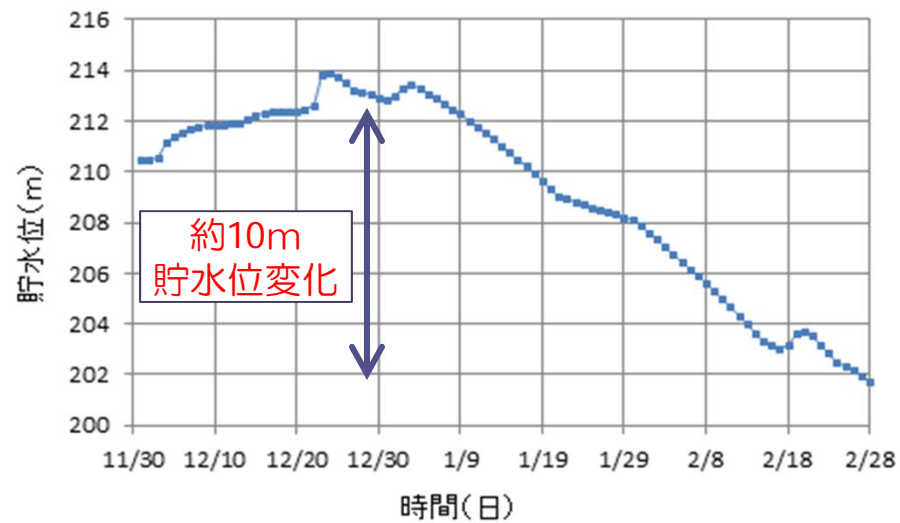
東和観測点 南北方向の傾斜 (2010.12~2011.2)



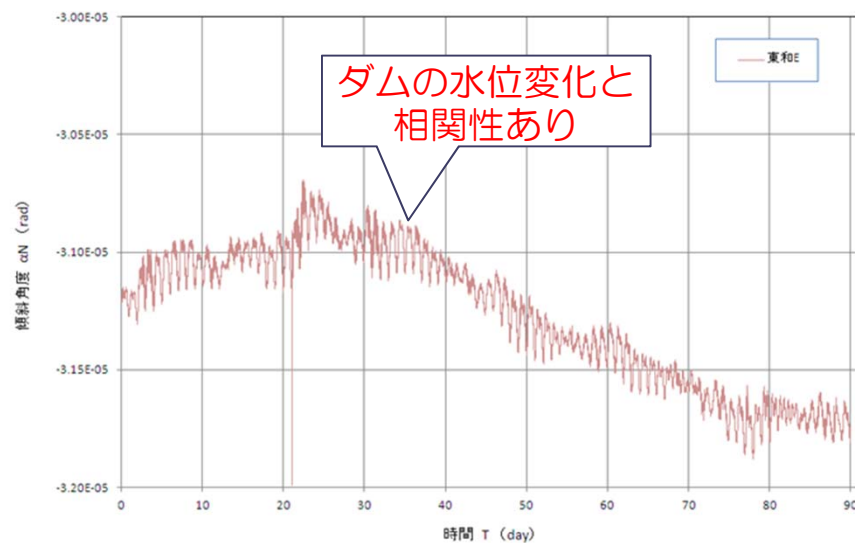
東和観測点 東西方向の傾斜 (2010.12~2011.2)



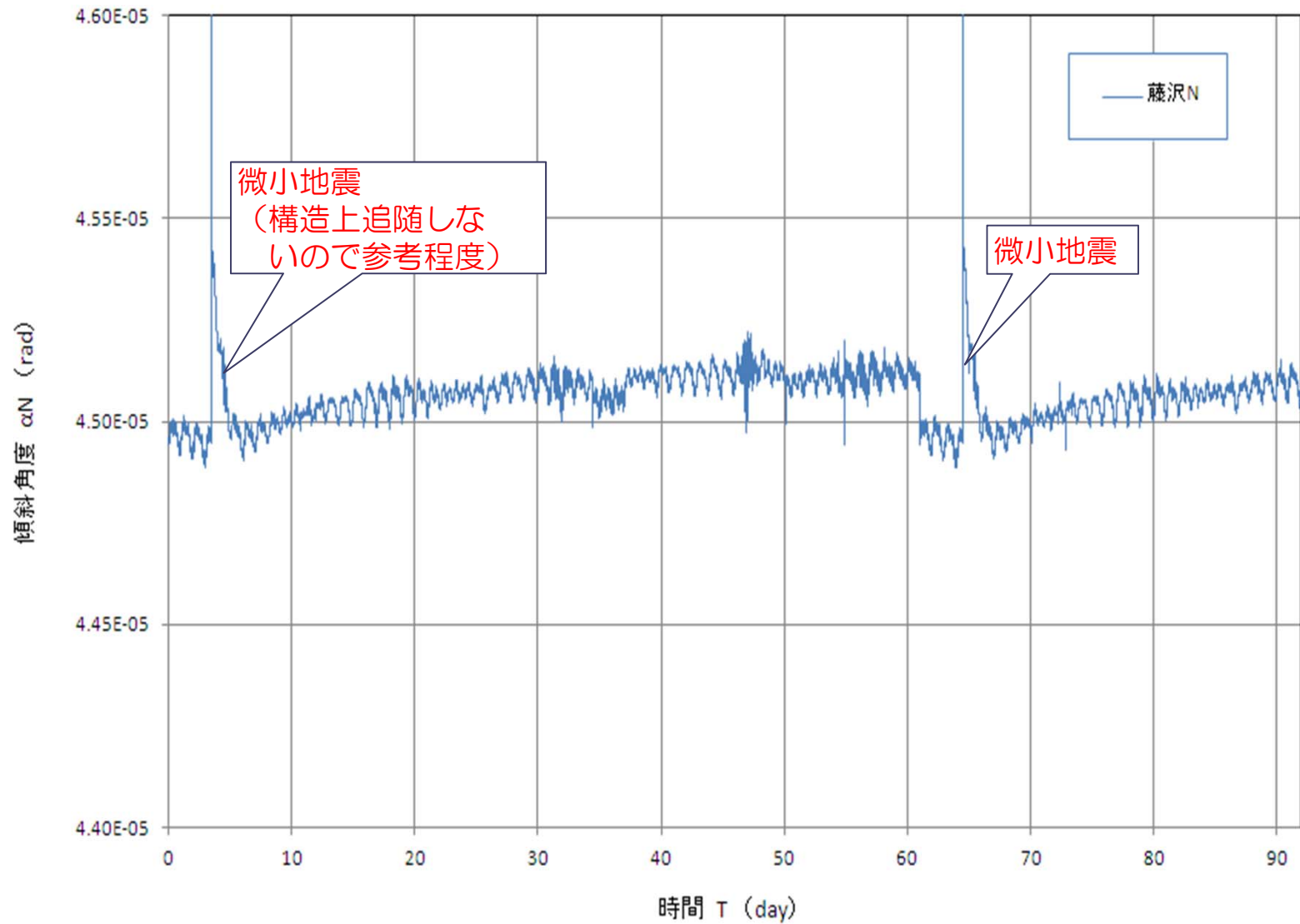
東和観測点と田瀬ダムの位置
もっとも近接しているところで500m



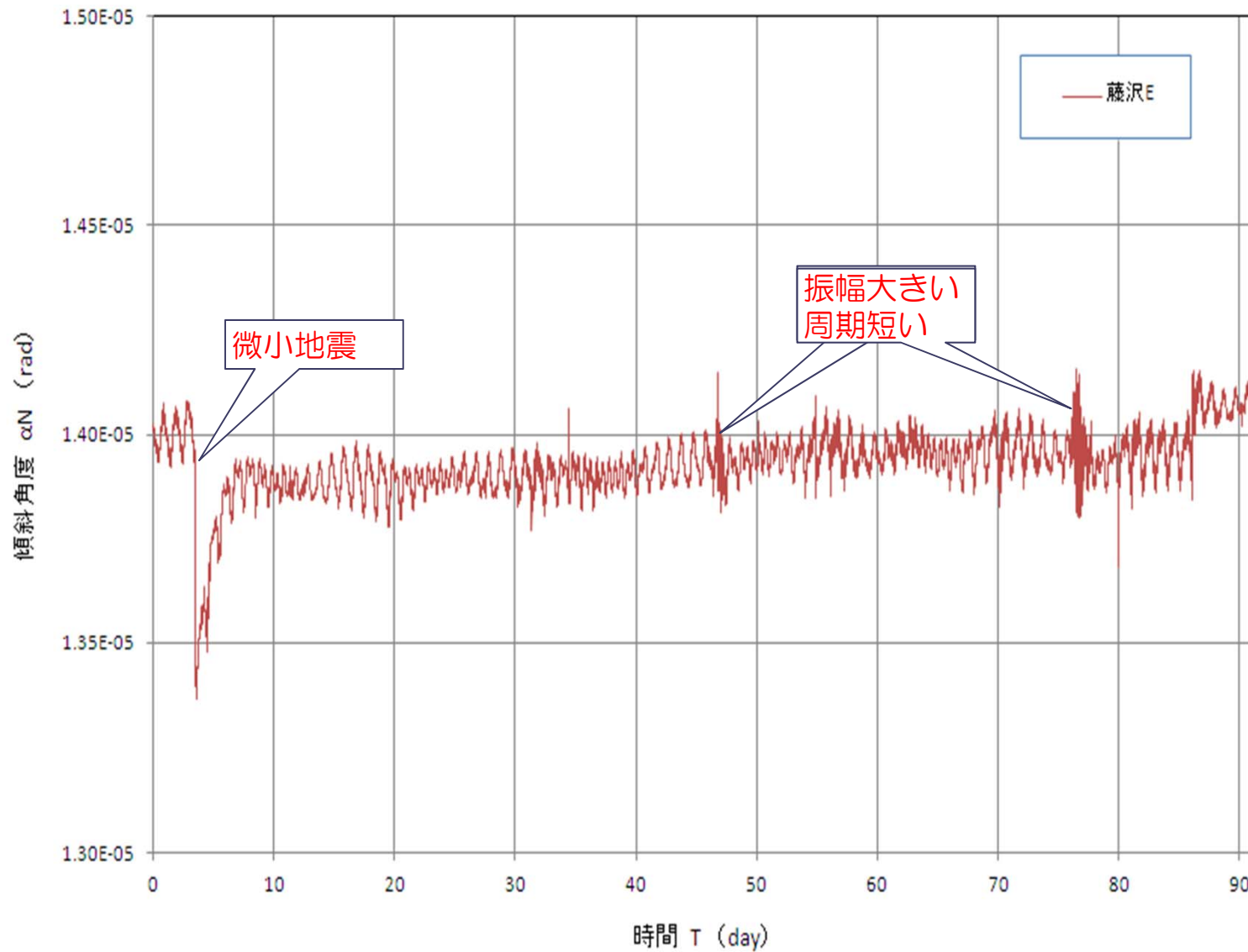
田瀬ダムの貯水位変化 (2010.12~2011.2)



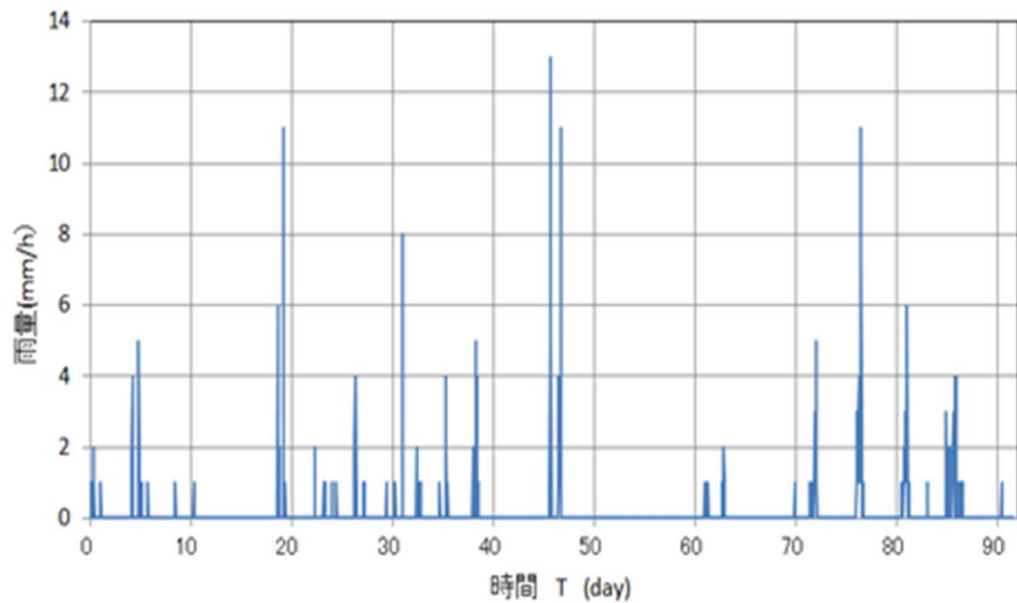
東和観測点 東西方向の傾斜 (2010.12~2011.2)



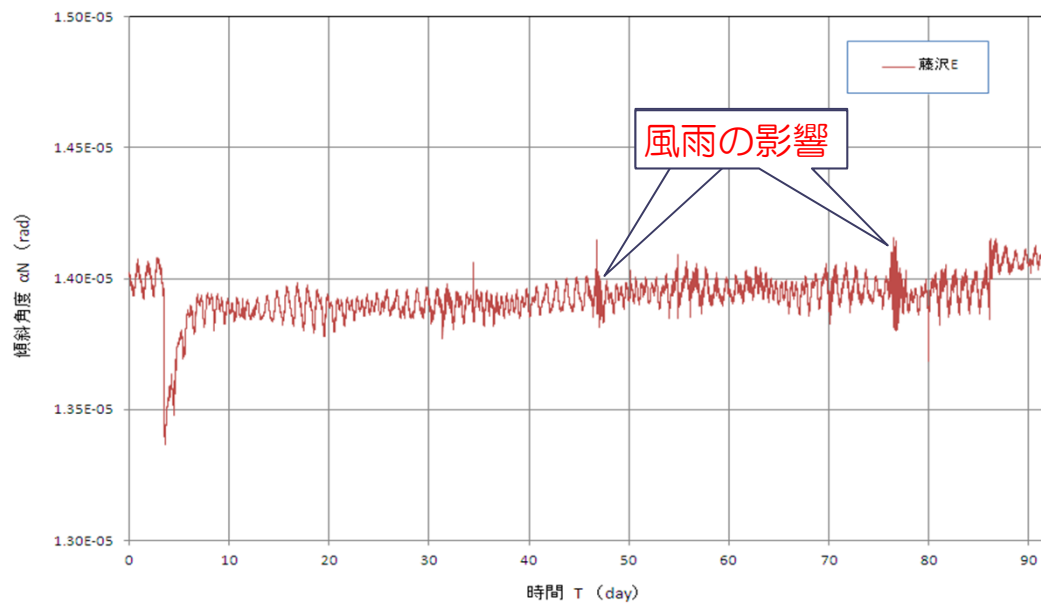
藤沢観測点 南北方向の傾斜 (2013.8~2013.10)



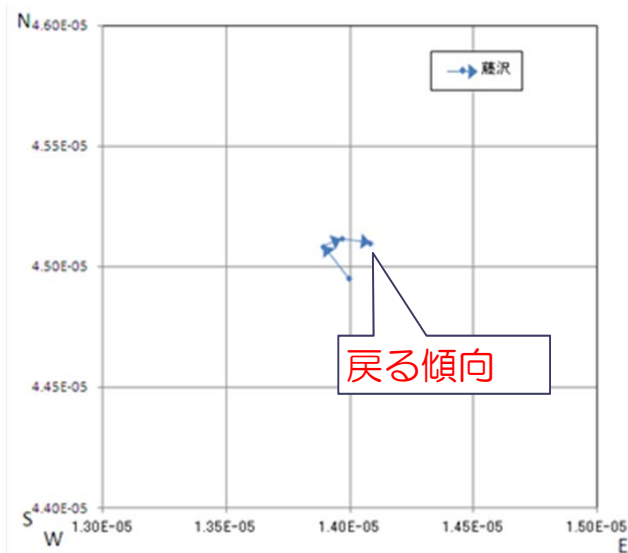
藤沢観測点 東西方向の傾斜 (2013.8~2013.10)



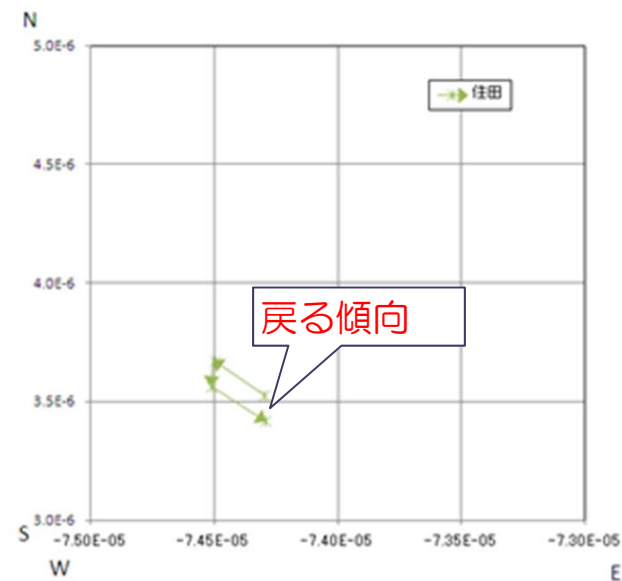
大原観測所の雨量
(2013.8~2013.10)



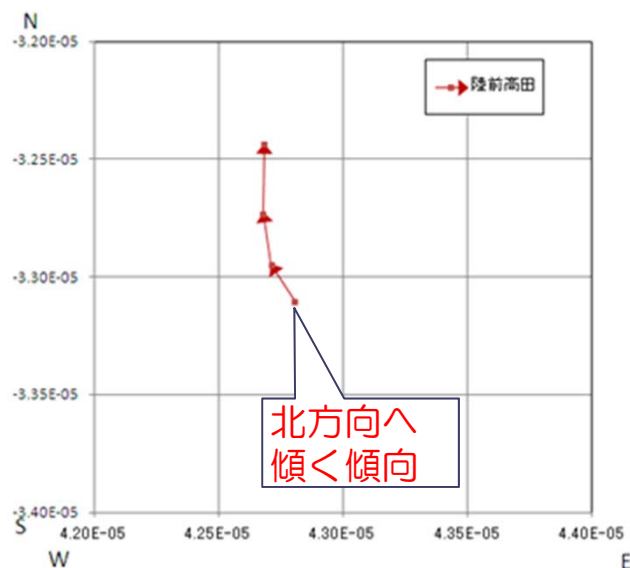
藤沢観測点
東西方向の傾斜
(2013.8~2013.10)



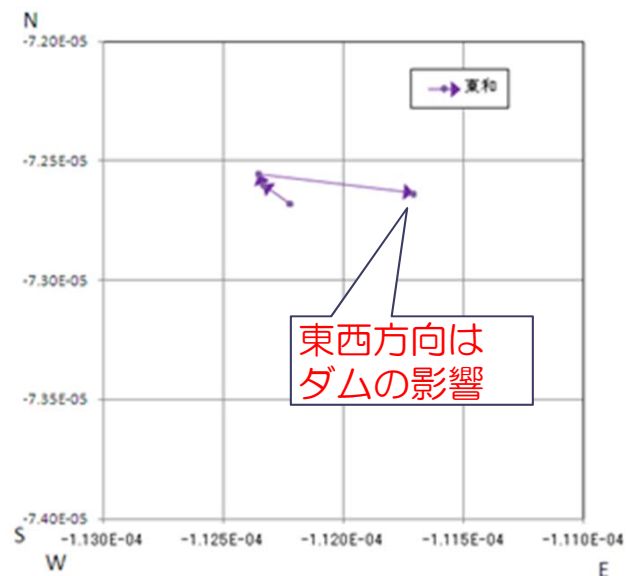
a) 藤沢



c) 住田



b) 陸前高田

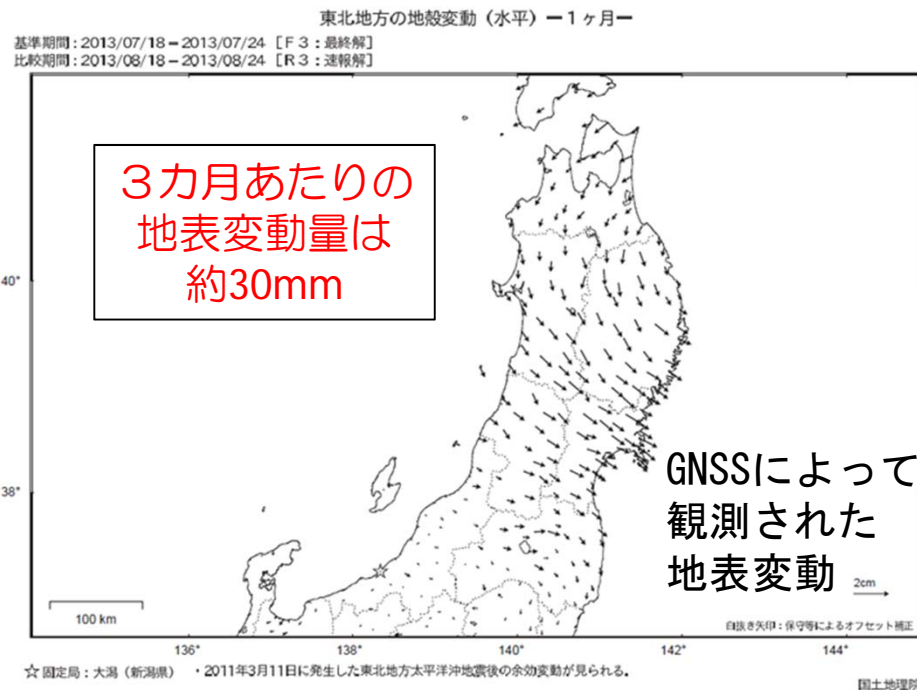


d) 東和

傾斜データのベクトル図（東北地方太平洋沖地震後2013.8～2013.10）

東北地方太平洋沖地震前後の3か月間の傾斜角度の変化量

| 期間 | 傾斜方向 | 最大傾斜角 (rad) | | | |
|-----------------------|------|-------------|----------|----------|----------|
| | | 藤沢 | 陸前高田 | 住田 | 東和 |
| 2010.12~2011.2 震災前 | N方向 | 1.95E-7 | 4.51E-7 | 1.59E-7 | 2.68E-7 |
| | E方向 | -9.73E-8 | 4.06E-7 | 1.33E-7 | -5.76E-7 |
| 2013.8~2013.10 震災後 | N方向 | 1.48E-7 | 6.67E-7 | -1.10E-7 | 3.82E-8 |
| | E方向 | 8.52E-8 | -1.24E-7 | 7.15E-9 | 5.13E-7 |



傾斜角度の最大変化量 $6.67E-7\text{rad}$



震度100mのボーリング孔に対して
 孔口で0.066mm水平に動く量に相当

地表の変動量約30mmに比較して
 極めて小さい

■まとめ（1/2）

- 東北地方太平洋沖地震前の3か月及び地震から約2年半経過後の2013年8~10月の北上サイト周辺の傾斜観測データを取りまとめた結果、以下のことが明らかになった。
- ①Hi-net観測点における傾斜データは、地球潮汐の影響を反映している他、台風などによる風雨による地盤の振動なども捉えており、精度のよい長期観測データと言える。
- ② 東和観測点の東西方向の傾斜変動は、ダム湖の貯水量の影響を受ける。このデータを除外すると、傾斜角変動量は陸前高田が比較的大きく、北方向に変動している。藤沢観測点、住田観測点の傾斜角変動量は比較的小さく、この傾向は東北地方太平洋沖地震前後の3か月で大きな違いはない。

■まとめ (2/2)

- ③ 東北地方太平洋沖地震前の3か月あたりの最大の傾斜角変化量は $4.507 \times 10^{-7} \text{rad}$ 、地震後の2013年8~10月の最大の傾斜角は3か月あたり $6.67 \times 10^{-7} \text{rad}$ であった。この角度変化は国土地理院のGNSSによる同時期の地表移動量と比較して十分小さい量である。
- ④ 傾斜データは季節変動があることも考えられる。さらに長期の分析を行うことによって、サイト周辺の長期的な地盤変動を明らかにできると考えられる。
- Hi-netは阪神・淡路大震災の後整備され、長期的な維持管理、データの収録が行われている。ILC候補サイト周辺の地盤変動の基礎的なデータとして活用することが期待される。