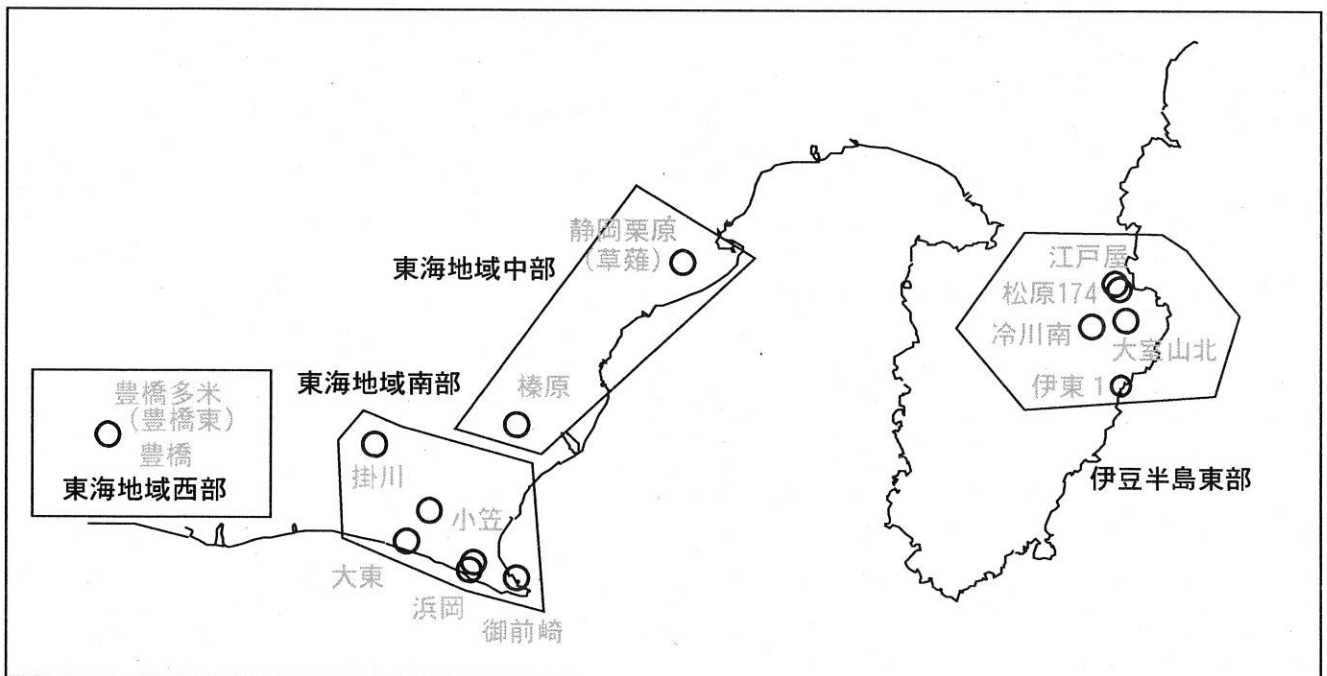


第328回 地震防災対策強化地域判定会

産業技術総合研究所

地質調査総合センター資料

産総研地質調査総合センター地下水観測井配置図
(伊豆・東海地域テレメータ連続観測)



平成25年8月29日

【資料目次】

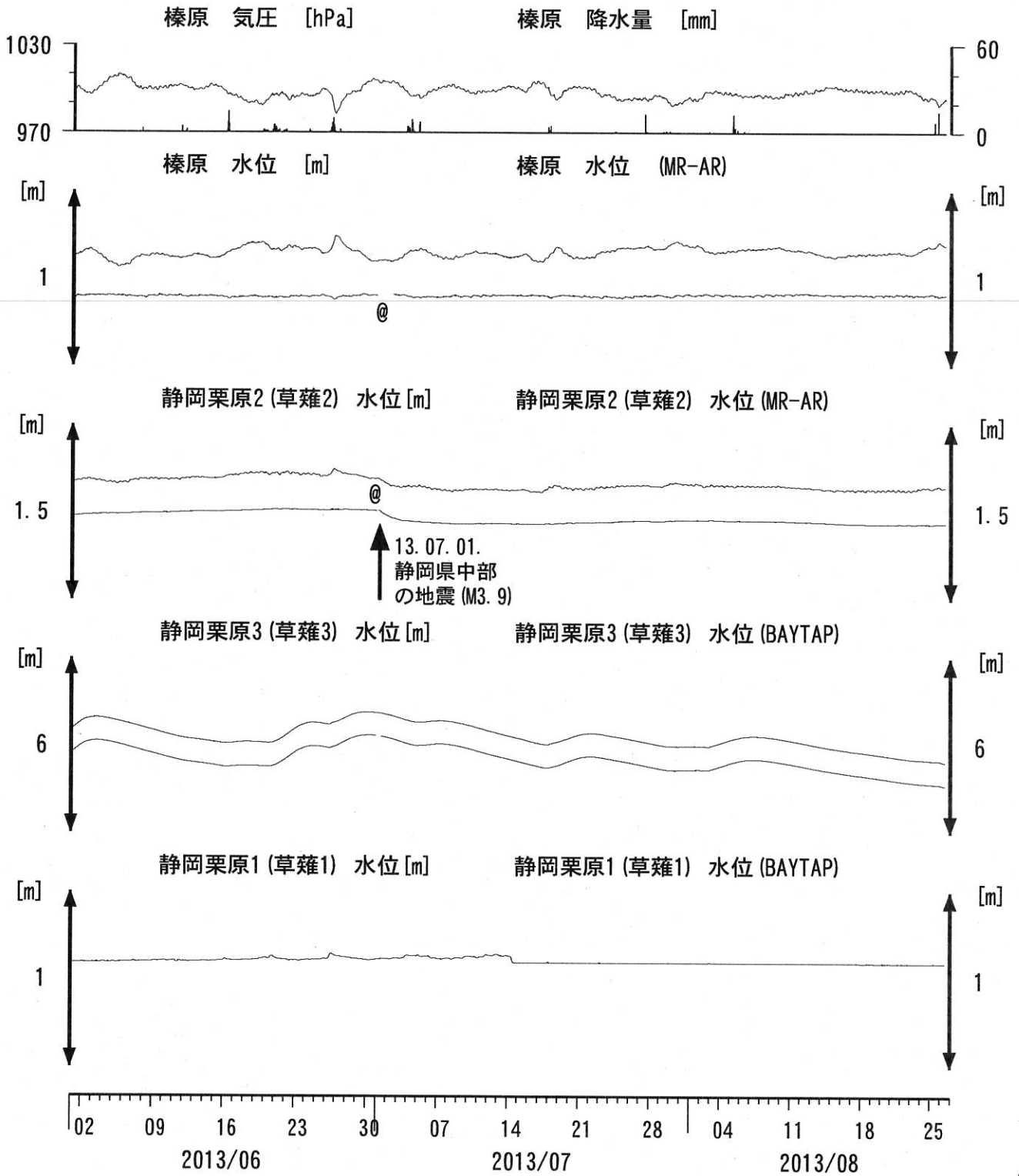
表紙

1. 東海地域中部 [榛原, 静岡栗原(草薙)] 地下水; 中期
2. 東海地域中部 [榛原, 静岡栗原(草薙)] 地下水; 長期
3. 東海地域南部 [大東, 小笠, 浜岡, 御前崎] 地下水; 中期
4. 東海地域南部 [大東, 小笠, 浜岡, 御前崎] 地下水; 長期
- 4-b. 東海地域南部 [浜岡] 地下水・沈下; 長期
- 4-c. 東海地域南部 [掛川] 地下水・沈下; 長期
5. 東海地域西部 [豊橋, 豊橋多米(豊橋東)] 地下水・歪・傾斜; 中期
- 5-b. 東海地域西部 [豊橋多米(豊橋東)] 歪等; 中期
6. 東海地域西部 [豊橋・豊橋多米(豊橋東)] 地下水・歪・傾斜; 長期
- 6-b. 東海地域西部 [豊橋多米(豊橋東)] 歪等; 長期
7. 伊豆半島東部 [松原174, 江戸屋, 大室山北, 冷川南, 伊東1] 地下水; 中期
8. 伊豆半島東部 [松原174, 江戸屋, 大室山北, 冷川南, 伊東1] 地下水; 長期

別紙

- ・榛原・浜岡の降雨グラフ
- ・紀伊半島～愛知県の地下水・歪等観測結果

東海地域中部（榛原・草薙）中期 （時間値）
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

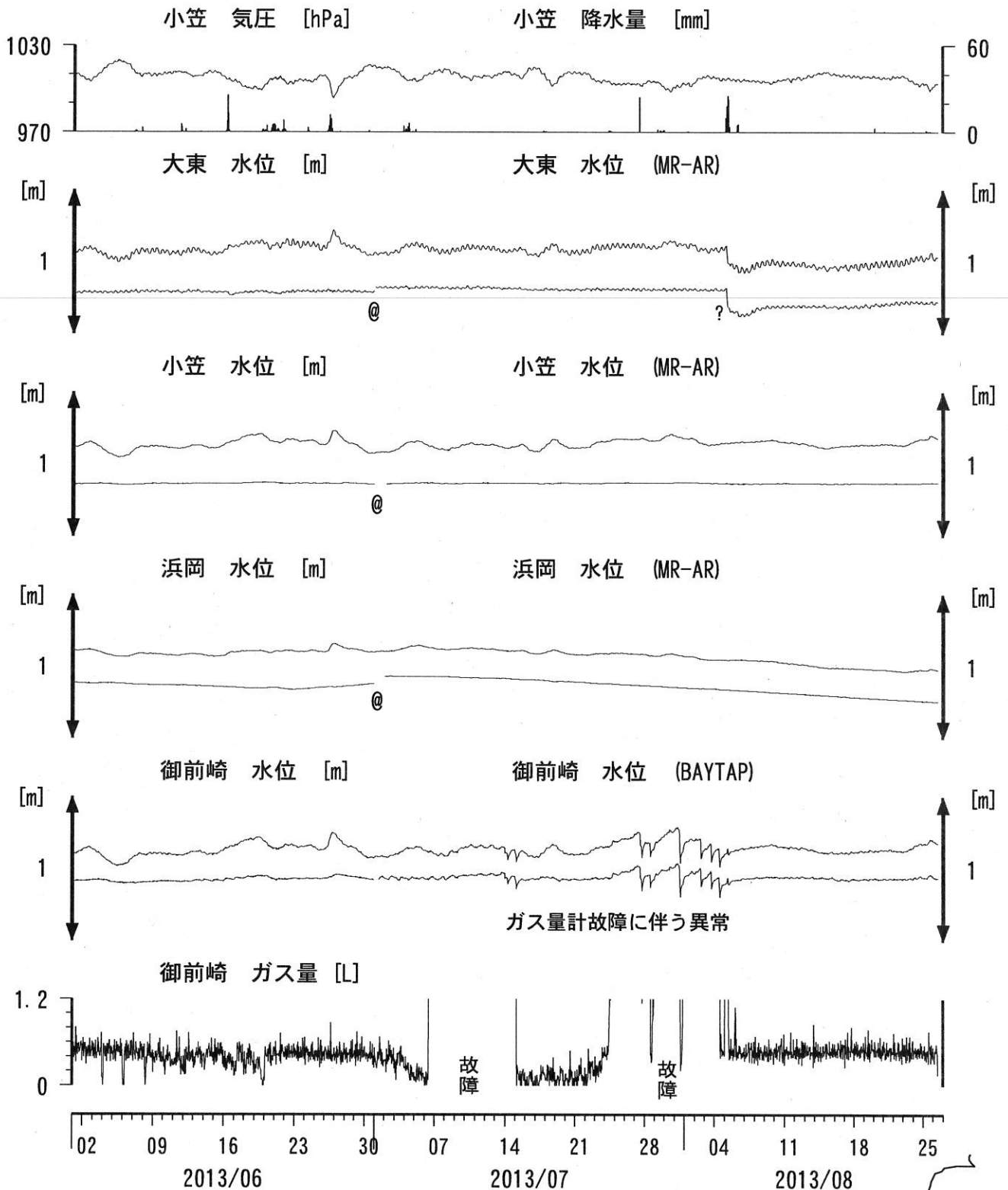


コメント：*;雨量補正不十分。\$;保守。
 @;月初めの補正值のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。



01

東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



コメント :

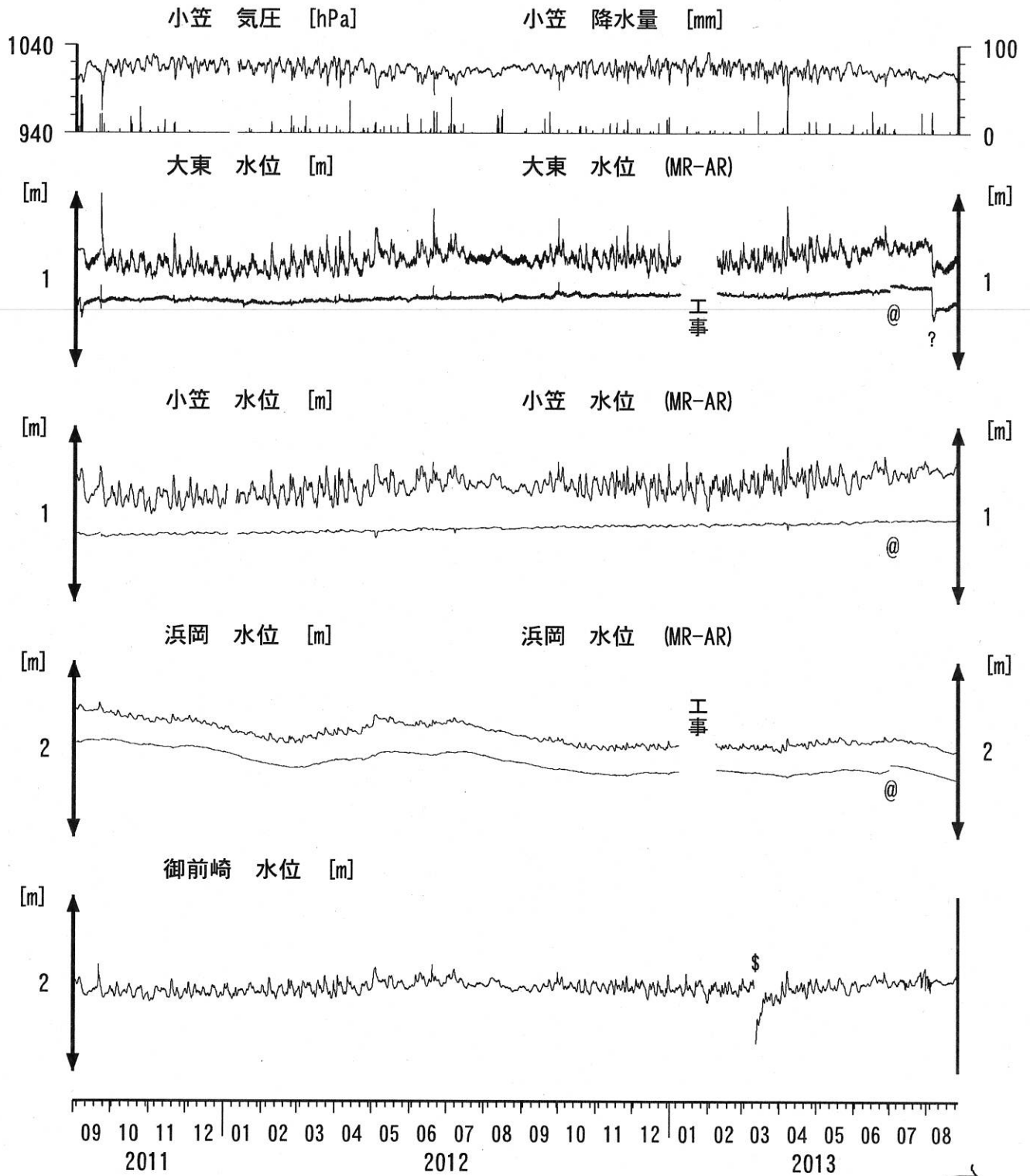
*:雨量補正不十分, \$:保守. ?;不明.
 @:月初めの補正值のギャップは,
 解析プログラムの見かけ上のものである.
 2013年7月6日に御前崎のガス流量計が故障.



03

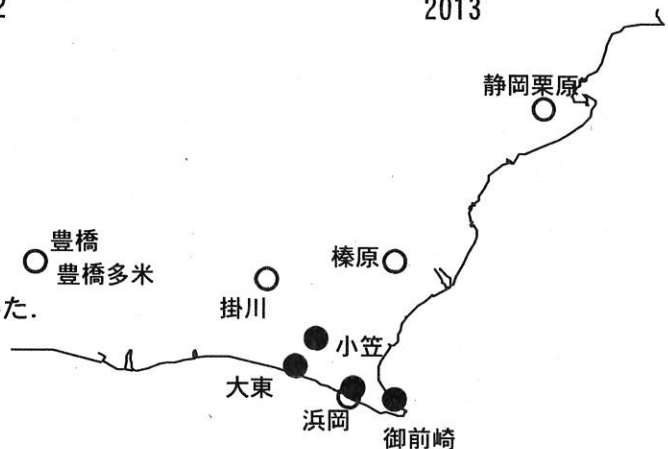
東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2011/09/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



コメント :

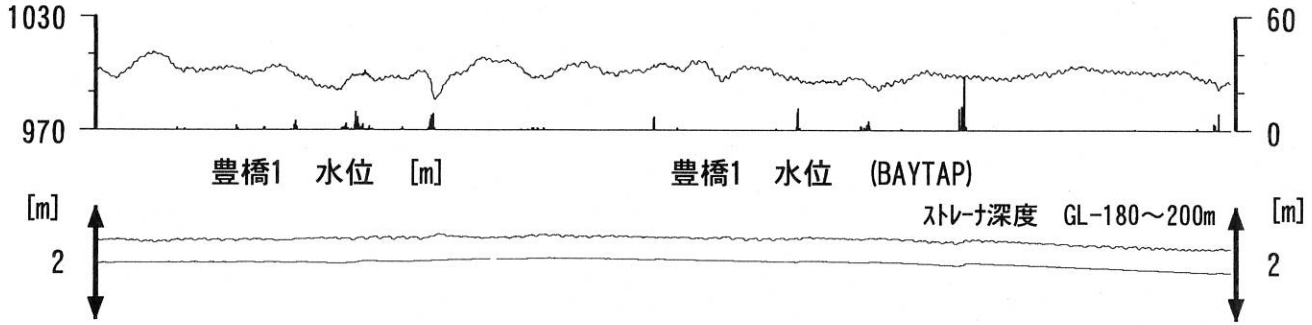
*;雨量補正不十分. \$;保守.
 @;月初めの補正值のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。
 大東・小笠の井戸口から水が時々溢れるよう
 になったので、2011年9月21日に井戸口の管を延長した。
 2013年1月8日～2月9日の大東と浜岡は、
 観測小屋老朽化のため建替工事で欠測。



東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

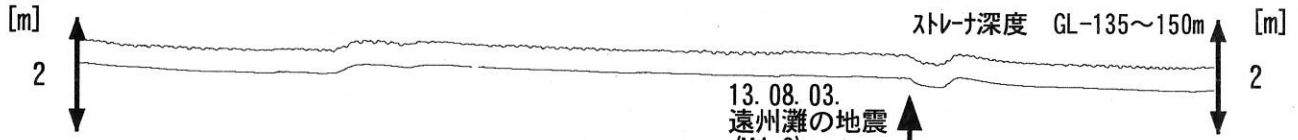
豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 雨量 [mm]



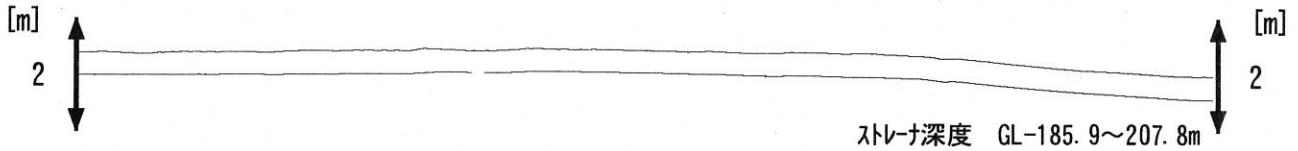
豊橋2 水位 [m]

豊橋2 水位 (BAYTAP)

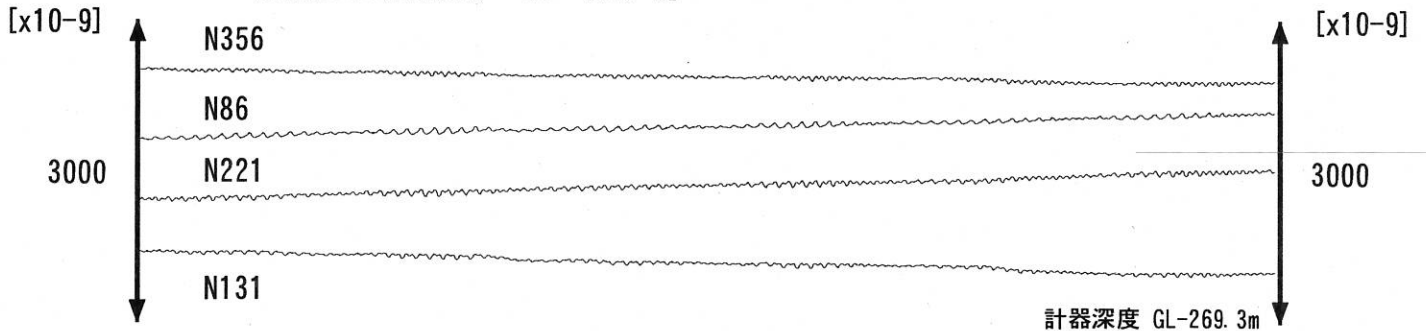


豊橋多米 (豊橋東) 水位 [m]

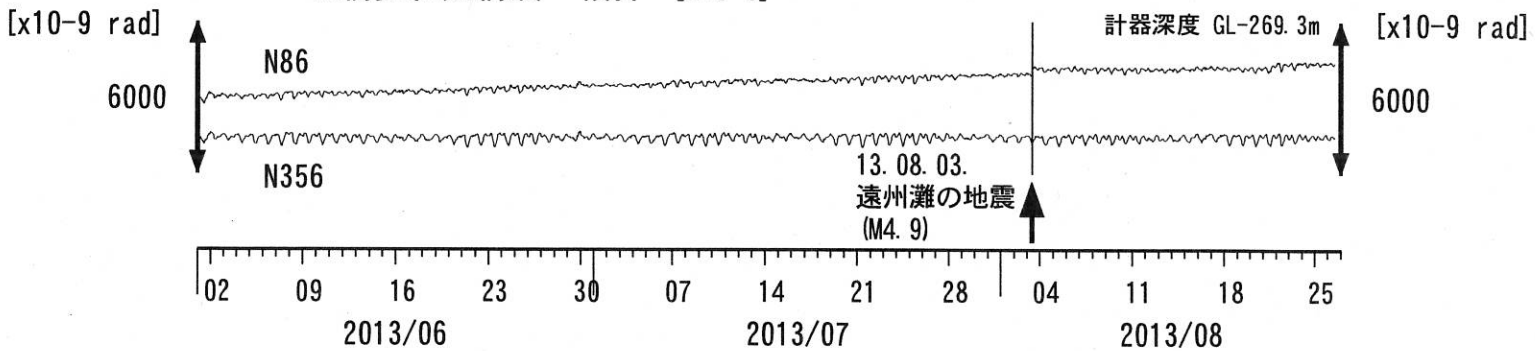
豊橋多米 (豊橋東) 水位 (BAYTAP)



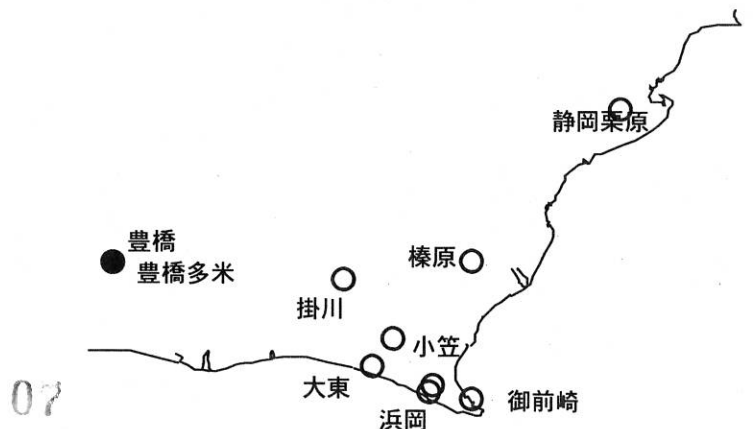
豊橋多米 (豊橋東) 歪 [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 傾斜 [x10⁻⁹ rad]

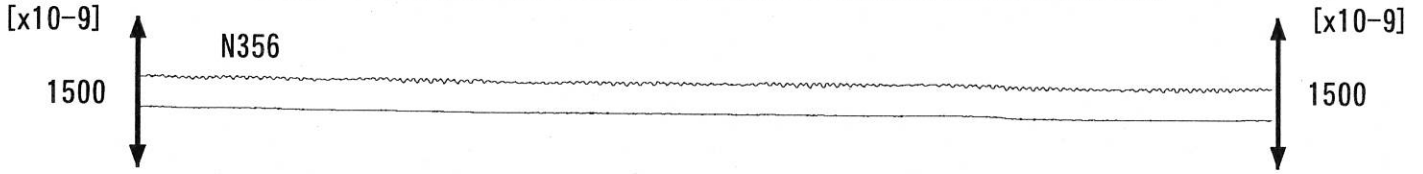


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

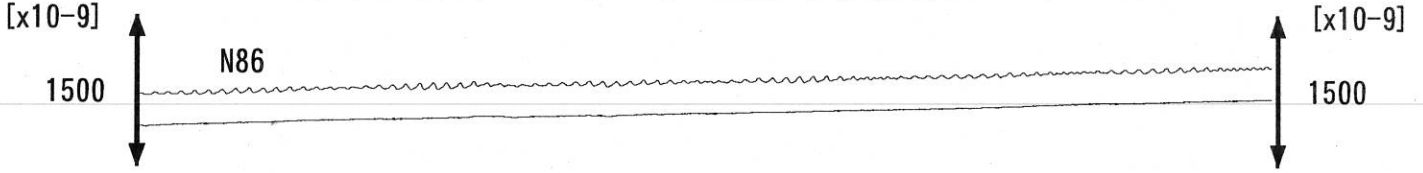


東海地域西部 (豊橋東 歪) 中期 (時間値)
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

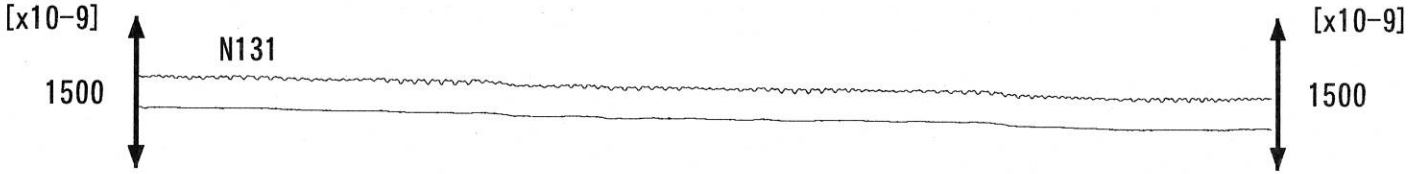
豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E (BAYTAP)



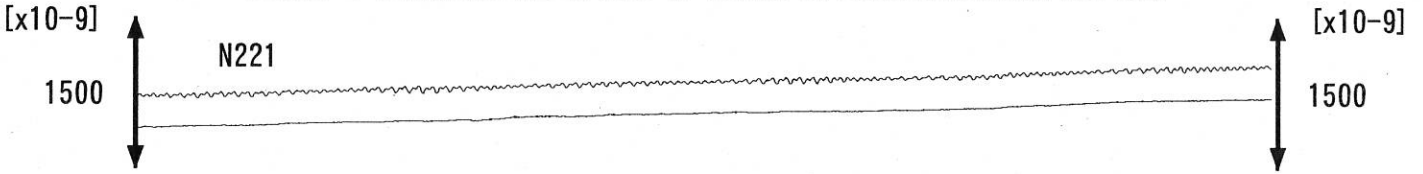
豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E (BAYTAP)



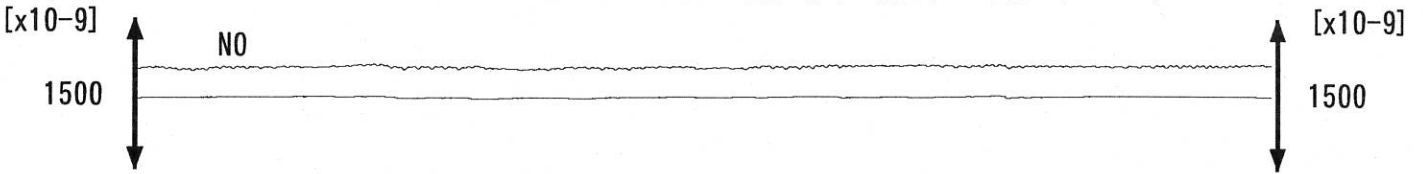
豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E (BAYTAP)



豊橋多米 (豊橋東) 歪N221E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N221E (BAYTAP)



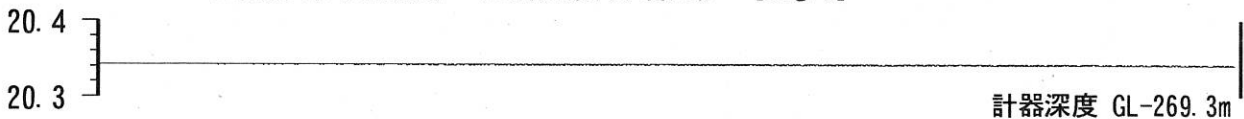
豊橋多米 (豊橋東) 歪鉛直 [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪鉛直 (BAYTAP)



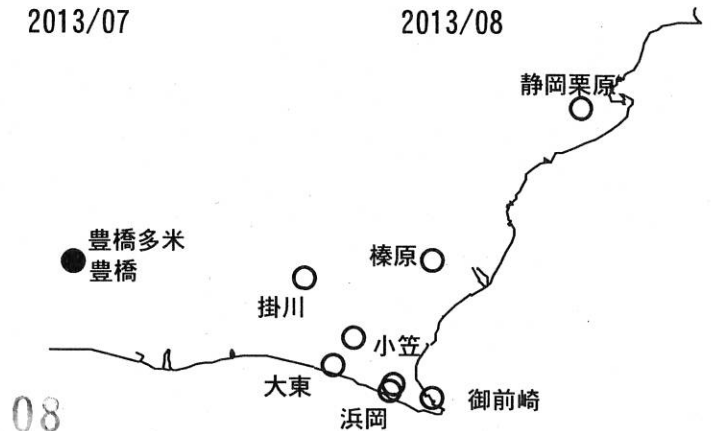
豊橋多米 (豊橋東) 磁力 N356E [nT]



豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



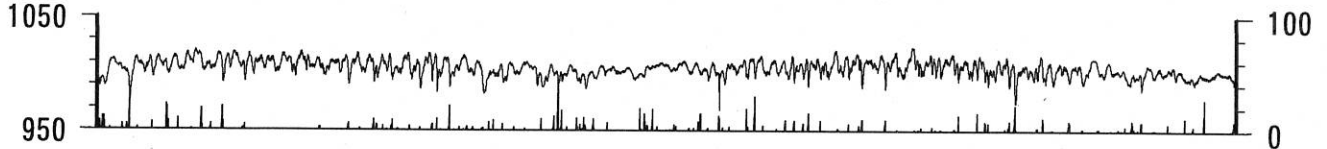
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



東海地域西部（豊橋・豊橋東）長期（時間値）
 (2011/09/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 雨量 [mm]



豊橋1 水位 [m]

豊橋1 水位 (BAYTAP)



豊橋2 水位 [m]

豊橋2 水位 (BAYTAP)

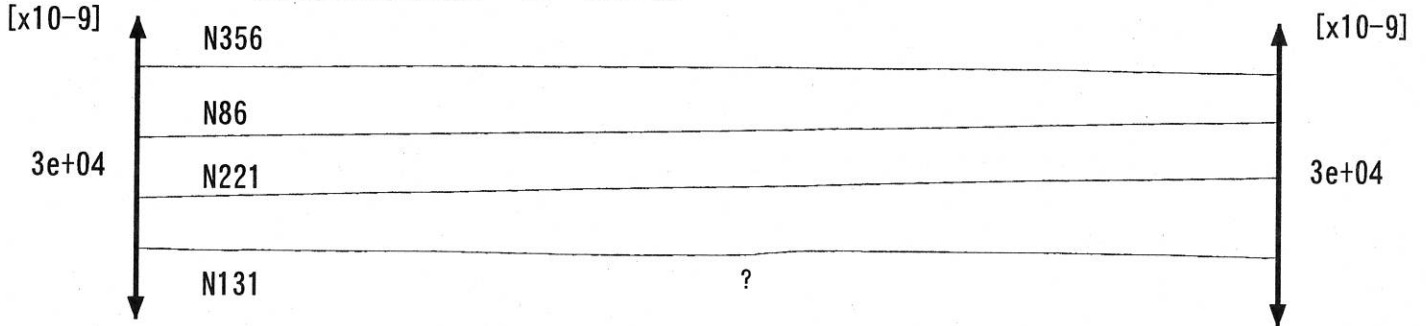


豊橋多米 (豊橋東) 水位 [m]

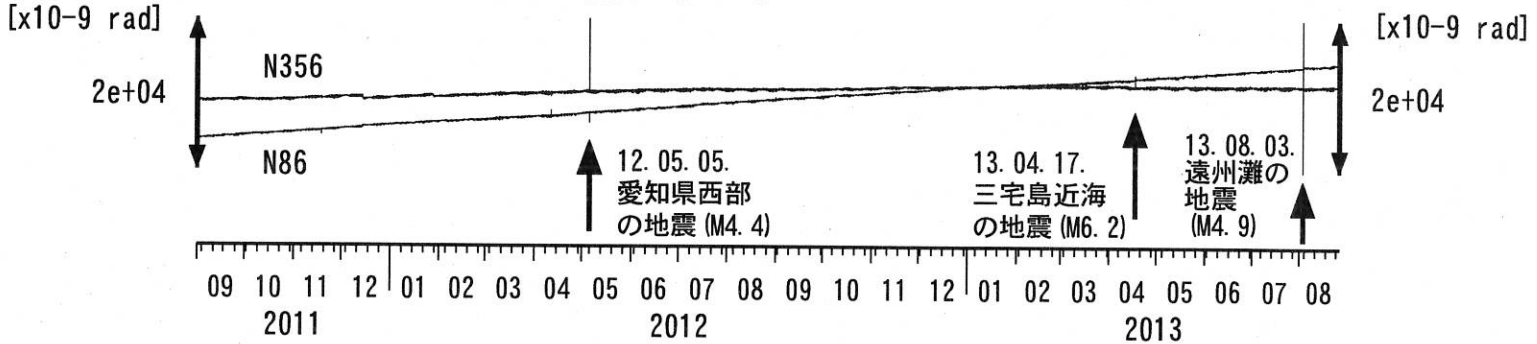
豊橋多米 (豊橋東) 水位 (BAYTAP)



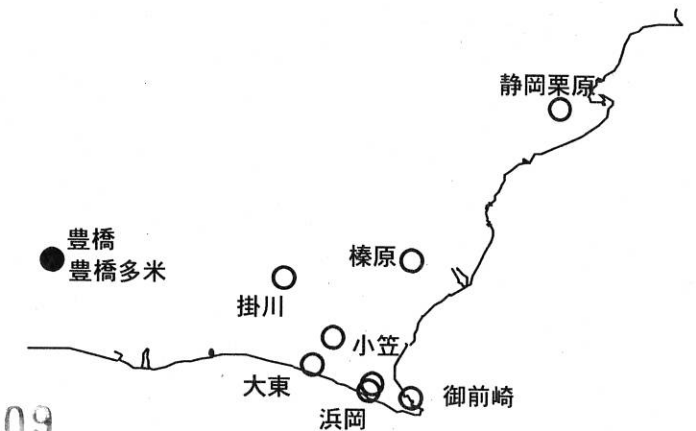
豊橋多米 (豊橋東) 歪 [x10⁻⁹]



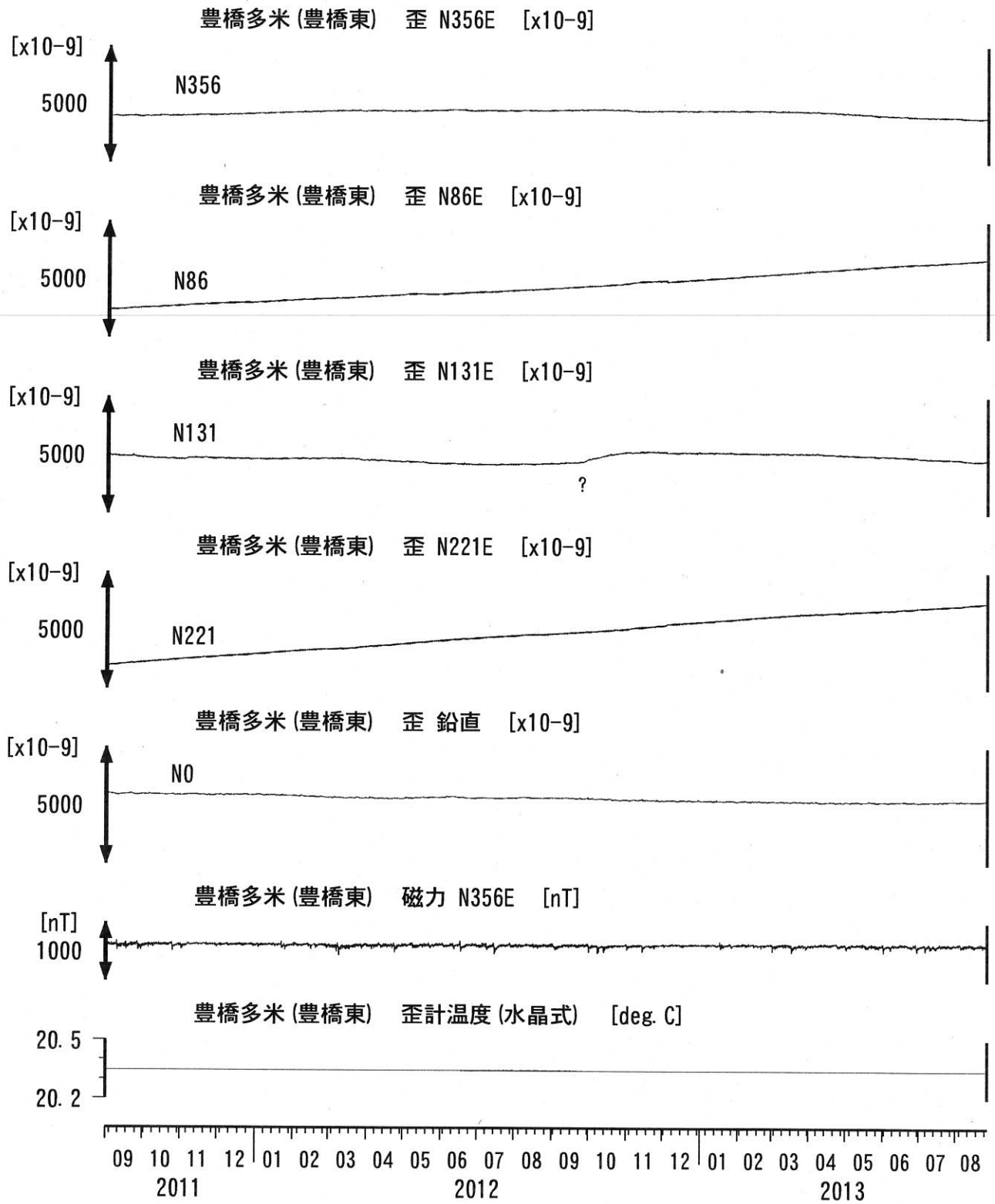
豊橋多米 (豊橋東) 傾斜 [x10⁻⁹ rad]



コメント：\$;保守. ?;原因不明.



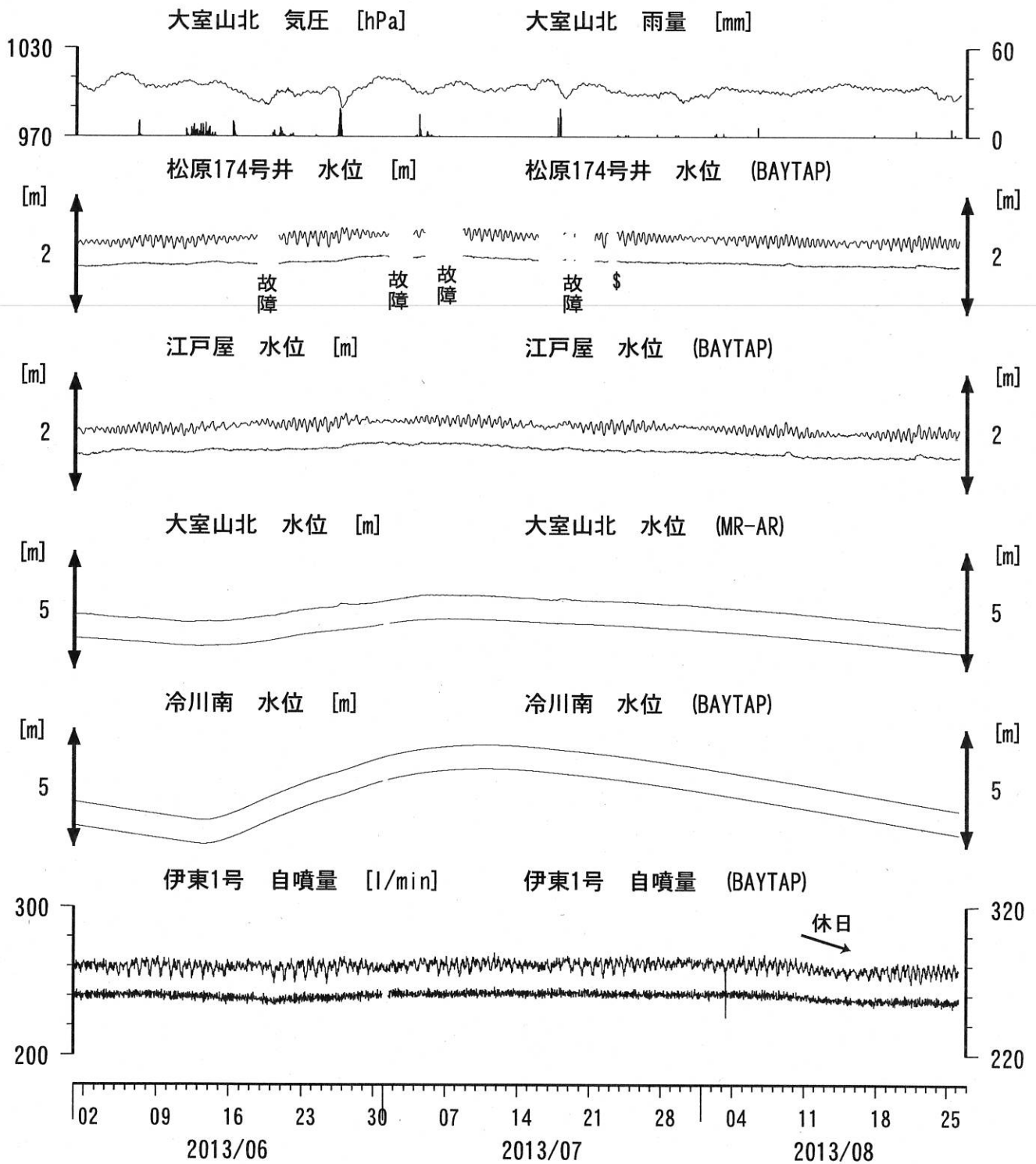
東海地域西部 (豊橋東 歪) 長期 (時間値)
 (2011/09/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



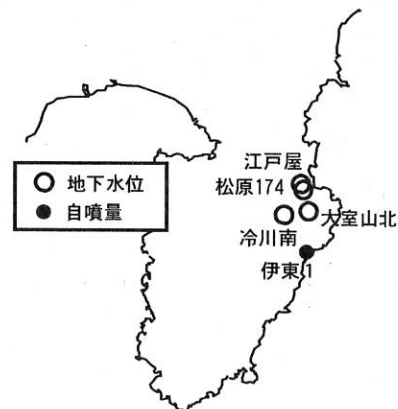
コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.



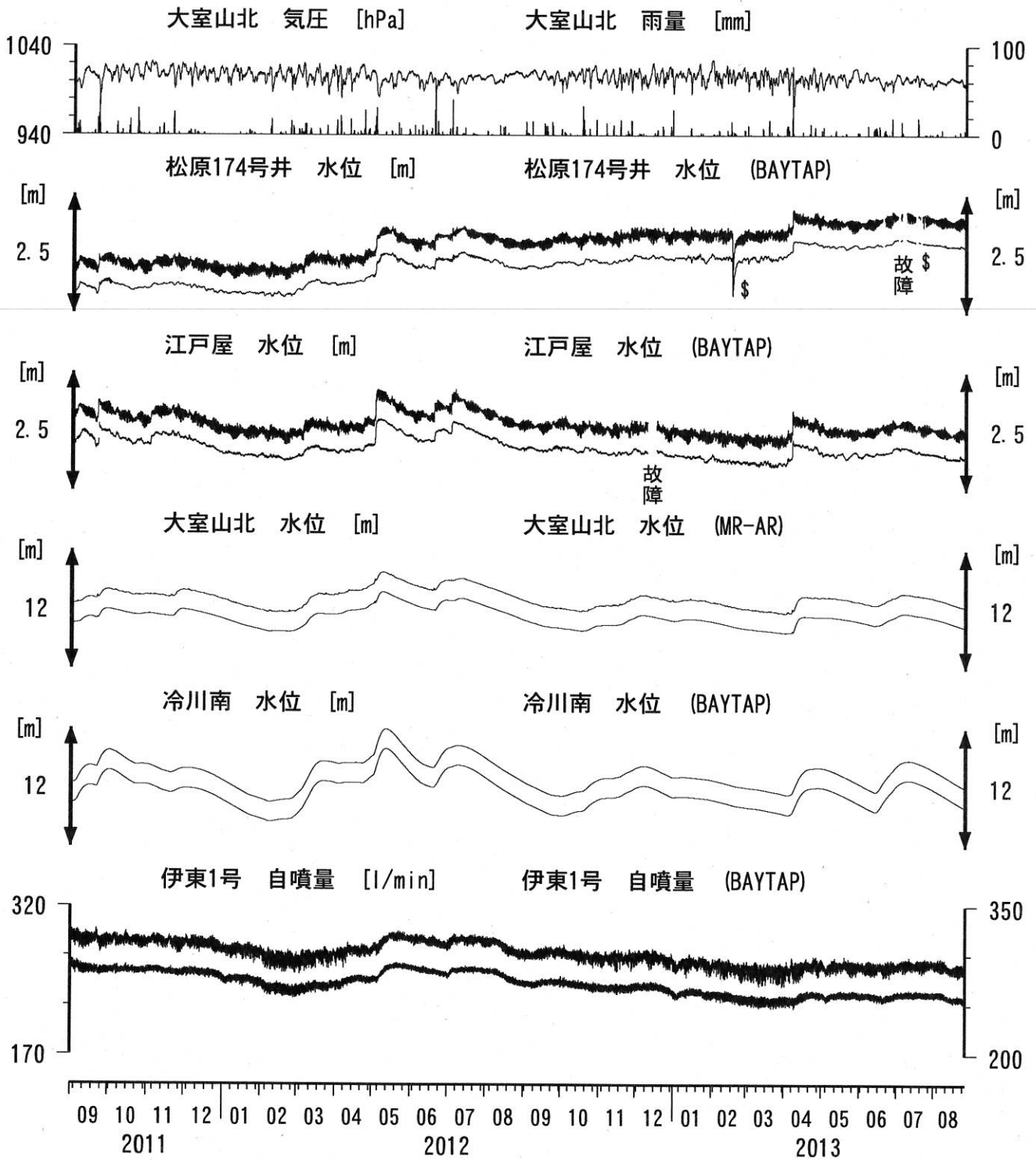
伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値) (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



コメント：\$;保守. ?;原因不明。
 松原174号井は静岡県による観測。
 伊東1は、休日・年末年始に周囲の
 温泉使用量が増加するため、自噴量が減少する。
 伊東1の自噴量は、量が少なくなると
 配管構造のため、見かけ上、値がばらつく。



伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期 (時間値) (2011/09/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

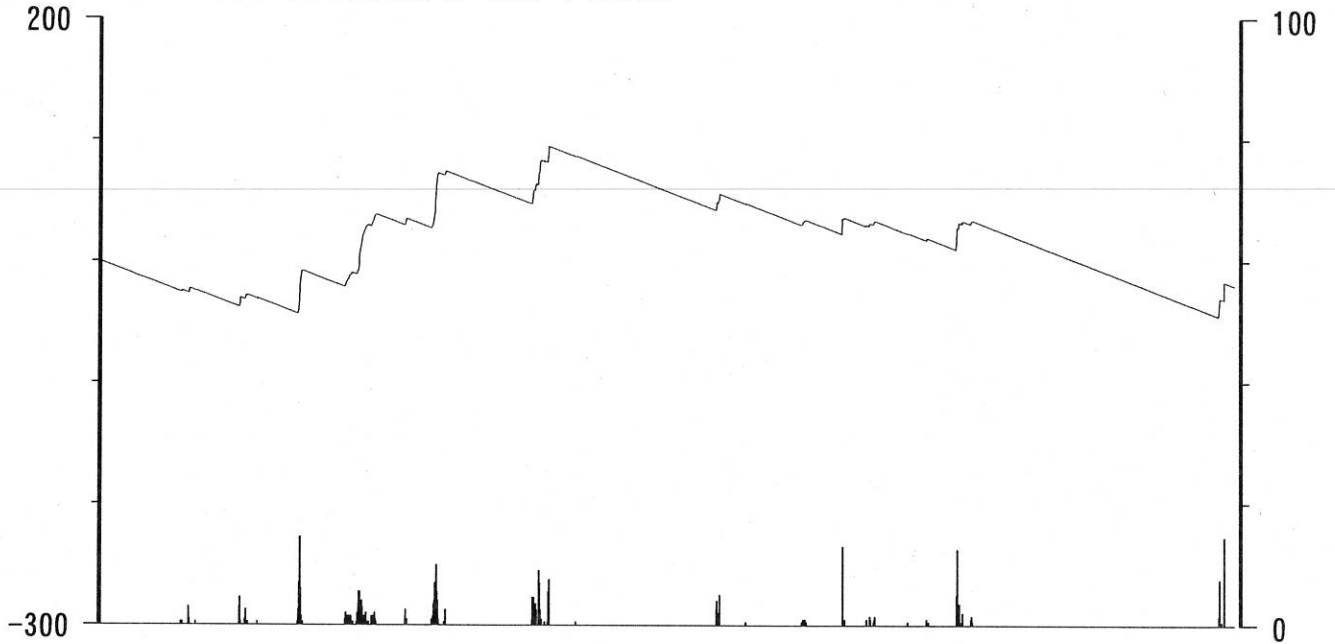


コメント：\$;保守. ?;原因不明.
 松原174号井は静岡県による観測.
 伊東1は、休日・年末年始に周囲の温泉使用量が増加するため、自噴量が減少する.
 伊東1の自噴量は、量が少なくなると配管構造のため、見かけ上、値がばらつく.

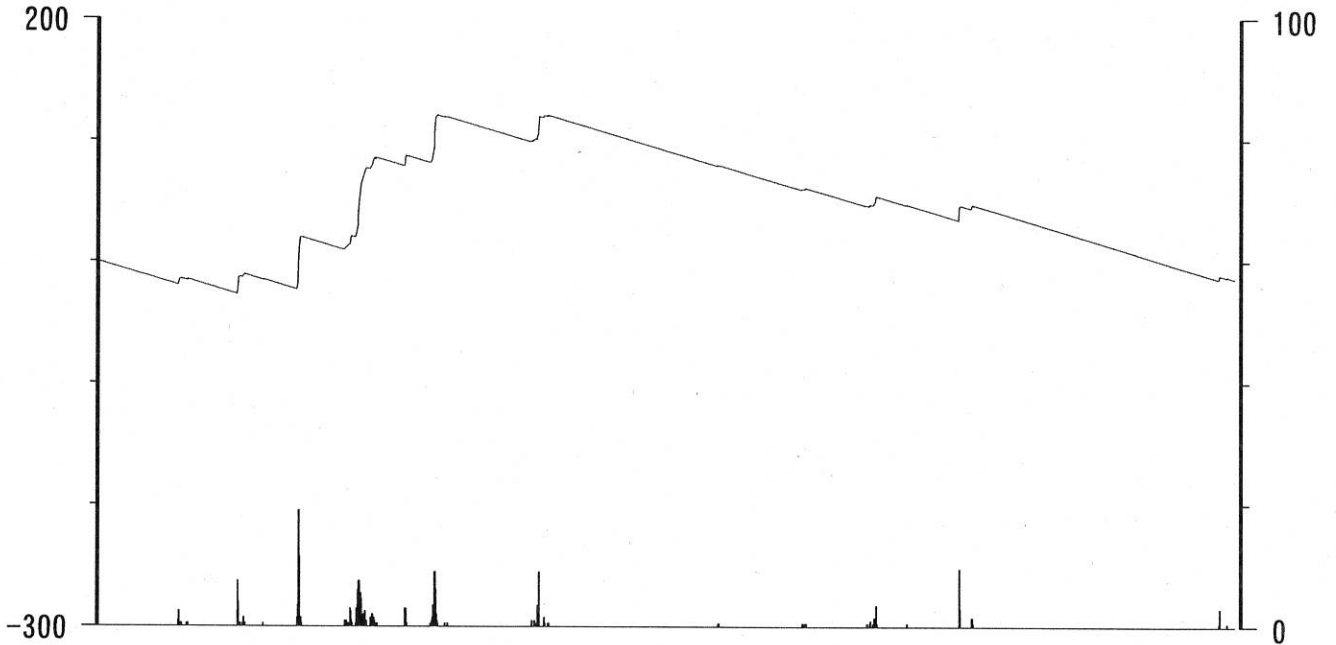


榛原・浜岡観測井 直近3ヶ月の積算降雨量トレンド除去グラフ [mm]
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

榛原 降水量(積算) [mm] (時間値)



浜岡 降水量(積算) [mm] (時間値)

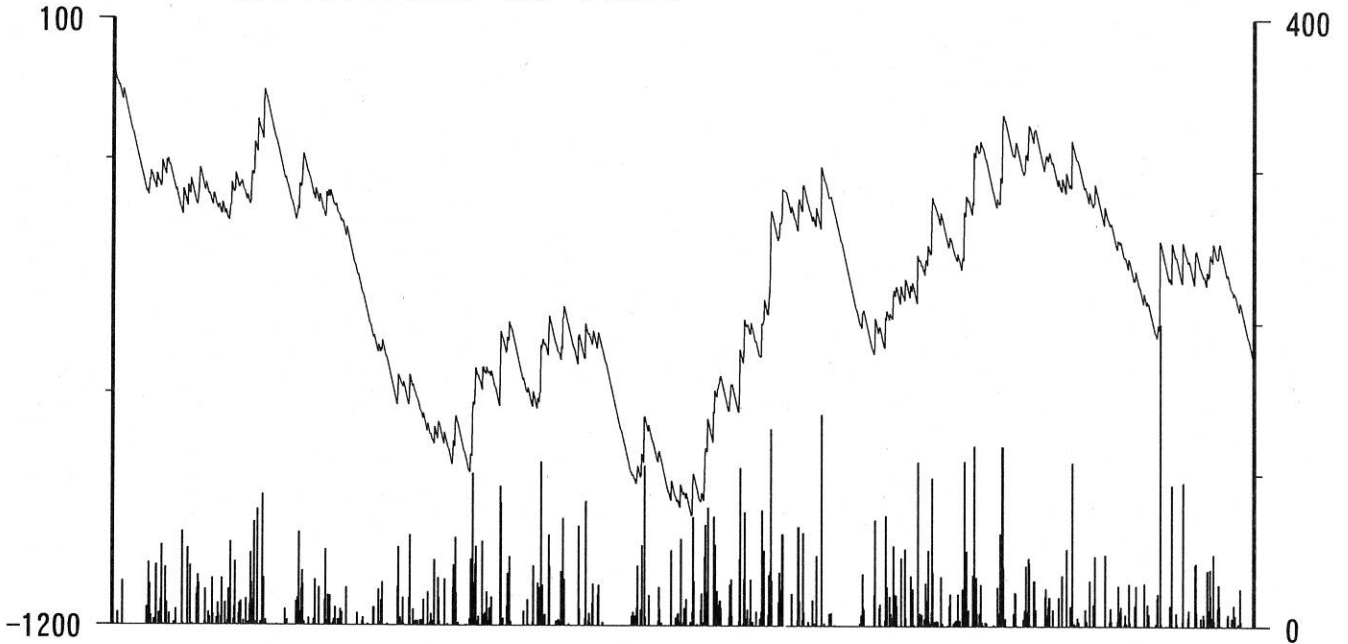


02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18 25
 2013/06 2013/07 2013/08

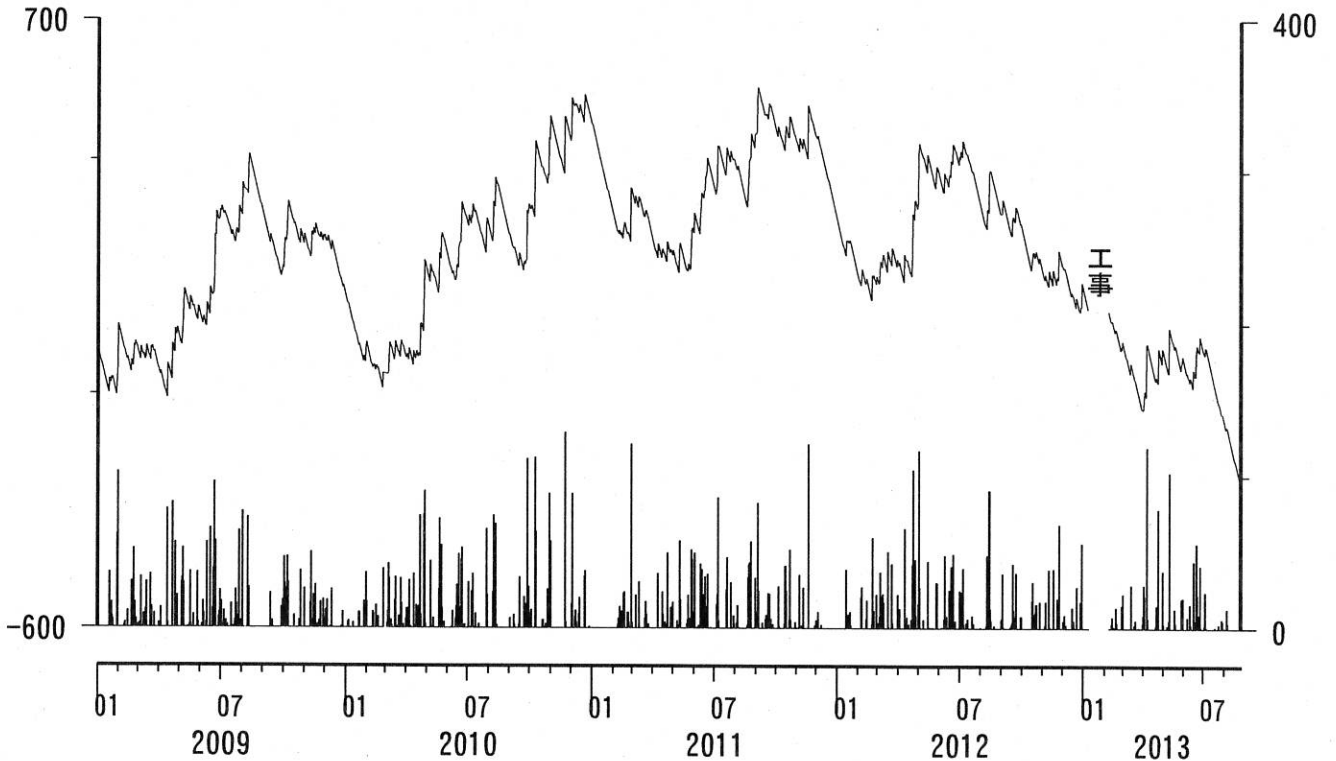
コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

榛原・浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ [mm]
 (2009/01/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

榛原 降水量(積算) [mm] (時間値)



浜岡 降水量(積算) [mm] (時間値)



コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

産業技術総合研究所(産総研)の紀伊半島～愛知県の10観測点(図1)における2013年6月1日から8月26日までの歪・傾斜・地下水および気象観測結果を図2～19に示す。また、産総研がエンベロープ相関法を用いて決定した、深部低周波微動の震源時空間分布および個数を図20-21に示す。なお、今回より深部低周波微動解析のアルゴリズム・パラメータの最適化等を行い、バージョンアップしたカタログを使用している。

2013年8月3日午後～12日午前にかけて、愛知県中部において活発な深部低周波微動活動が観測され(図22)、愛知県、静岡県および長野県における産総研の多成分歪2観測点、気象庁の多成分歪6観測点および体積歪2観測点において変化が観測された(図23)。これらの観測結果から、断層面の推定を行った結果を図24に示す。推定されたすべり量は11mm、Mwは5.7であった。

この領域では271日前の2012年10月31日-11月5日にかけてMw5.5および5.7の、西側の領域では52日前および31日前の2013年6月11-12日および同月28日-7月3日にかけて、それぞれMw5.3および5.7の短期的SSEが発生したと推定されている(図24)。

解析方法

短期的SSEの断層面推定には、それぞれの観測点の水平歪4成分、体積歪、地下水圧、若しくは傾斜2成分の記録を用いる。地下水圧は、O1およびM2分潮の振幅をBAYTAP-G [Tamura et al., 1991]により計算し、GOTIC2 [Matsumoto et al., 2001]により推定した地球個体潮汐および海洋荷重潮汐(O1およびM2分潮)との振幅比を用いて、体積歪に変換する。歪・地下水・傾斜ともに、観測波形からBAYTAP-Gにより、気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除く。また、イベント直前の期間を用いて1次トレンドも取り除く。微動活動も参考にして、数時間～半日単位で活動開始・終了時期を判断し、その期間の変化量を短期的SSEによる変化量とする。その際、歪についてはMatsumoto et al. [2010]の手法で理論潮汐歪を用いてキャリブレーションを行っている。

断層面の推定は、計算時間の短縮と、推定された結果の一意性を確認するために2段階で行う。断層面推定は板場ほか[2012]の手法を用いた。フィリピン海プレート境界面上[弘瀬ほか, 2007]に多数の断層面を仮定してグリッドサーチにより推定する。仮定した断層面上のすべりによって各観測点で期待される歪変化の計算にはOkada [1992]のプログラムを用いる。1段階目には、断層面のサイズは固定(幅・長さ共に20km)、断層面の位置(0.1° 間隔)およびすべり量(1～100mmの間で1mm間隔)のみ可変として広範囲で計算を行う。1段階目の結果を示す図では、それぞれの断層面において最適なすべり量を与えたときの、観測値と計算値(期待値)との残差分布を示している。これにより、短期的SSEが生じている可能性が高い領域を絞り込むとともに、推定された結果の任意性を確認することが出来る。2段階目には、1段階目で絞り込んだ領域(=残差が小さい領域)付近で、位置及びすべり量に加えて、断層面の長さを10～80km、幅を10～50km、それぞれ1km間隔で可変として計算を行なう。その結果、観測値との残差が最小となる断層面が1つ計算されるが、計算に使用している観測点数が少ない場合や、断層面と観測点配置の関係によっては任意性が高くなるので注意が必要である。なお、異種観測値を統合して解析するため、観測点ごとに残差をノイズレベルによって規格化している。ノイズレベルは、気圧応答、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除いた後(微動活動が活発な期間および周辺の日雨量50mmを超える時期を除く)の24時間階差の 2σ とした。

深部低周波微動の検出・震源決定には、エンベロープ相関法を用いている。

謝辞

短期的SSEの断層モデル推定には、防災科研Hi-net高感度加速度計(傾斜計)および気象庁の多成分歪計および体積歪計の記録とキャリブレーション係数を使用しました。微動の解析には、防災科研Hi-net, 気象庁, 東京大学, 京都大学, 名古屋大学, 高知大学, 九州大学の地震波形記録を使用しました。低周波地震の震央位置表示には、気象庁の一元化カタログを使用しました。ここに記して感謝します。

参考文献

- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭 (2007), Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, *地震*, **60**, 1-20.
- 板場智史, 松本則夫, 北川有一, 小泉尚嗣, 松澤孝紀, 歪・傾斜・地下水統合解析による短期的スロースリップイベントのモニタリング, *日本地球惑星連合2012年大会*, 千葉, 5月, 2012.
- Matsumoto, K., T. Sato, T. Takanezawa, and M. Ooe, GOTIC2: A Program for Computation of Oceanic Tidal Loading Effect, *J. Geod. Soc. Japan*, **47**, 243-248, 2001.
- Matsumoto, N., O. Kamigaichi, Y. Kitagawa, S. Itaba, and N. Koizumi (2010), In-situ Calibration of Borehole Strainmeter Using Green's Functions for Surface Point Load at a Depth of Deployment, *Eos, Trans. AGU*, Abstract G11A-0626.
- Okada, Y. (1992), Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040.
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991), A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, **104**, 507-516.

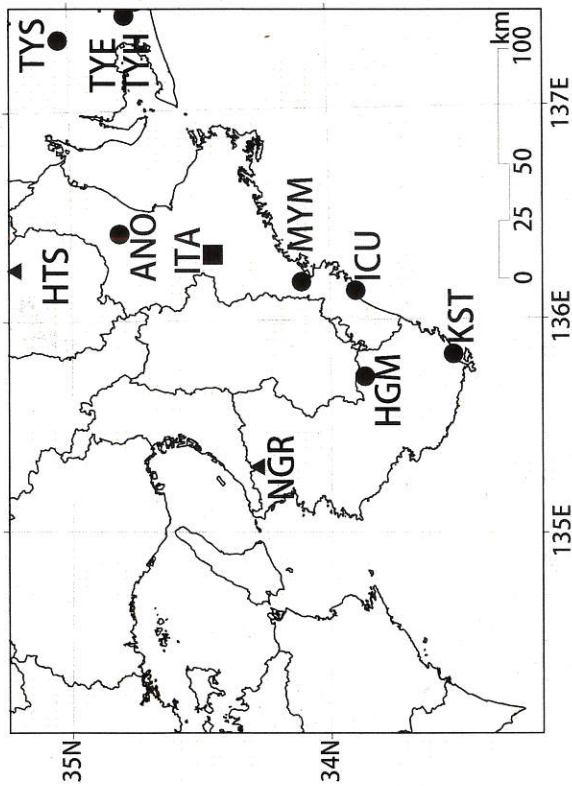
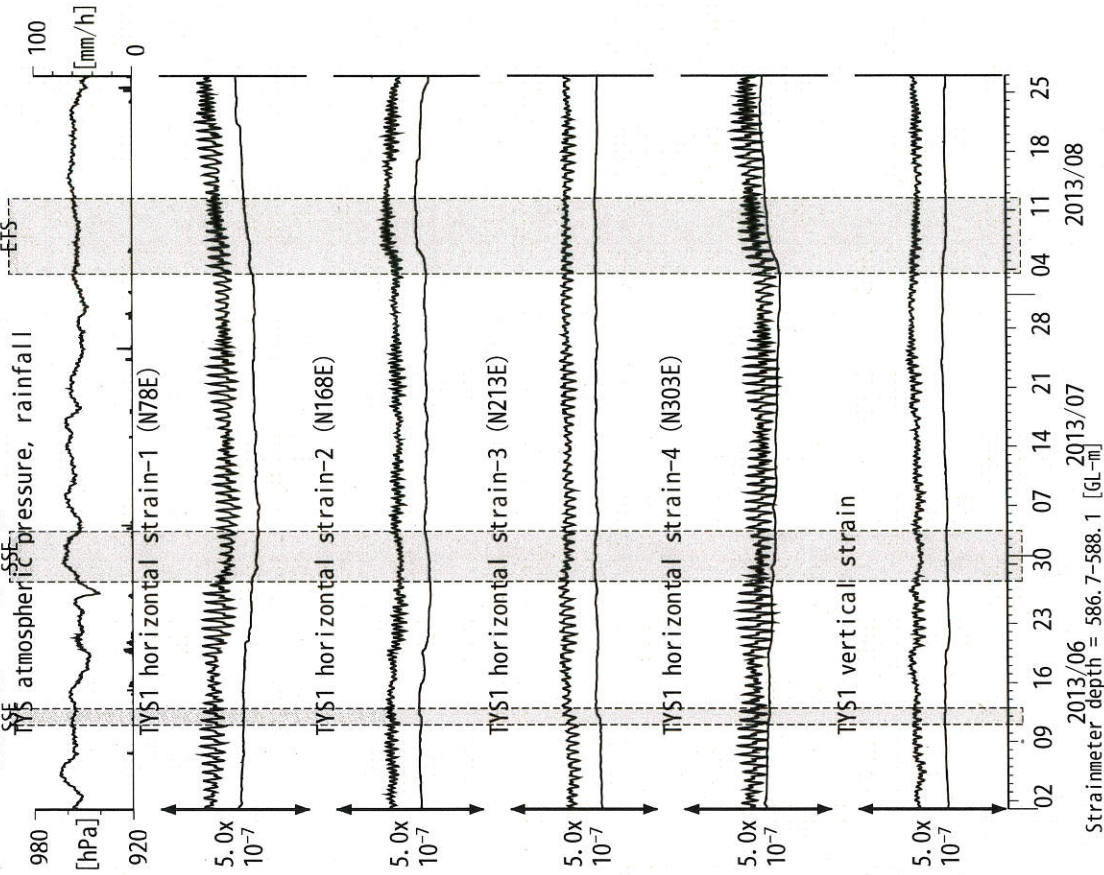


図1: 紀伊半島～愛知県における地下水等総合観測施設の分布図(●・■・▲)はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計を併設している観測点、■はGladwin式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している観測点、▲はアナログ方式の石井式歪計を併設している観測点を示す。

表1: 産総研観測点の新名称。平成23年1月17日から「市町村名」+「町・字名等」を基本とする名称に変更している。なお、3文字コードは変更していない。

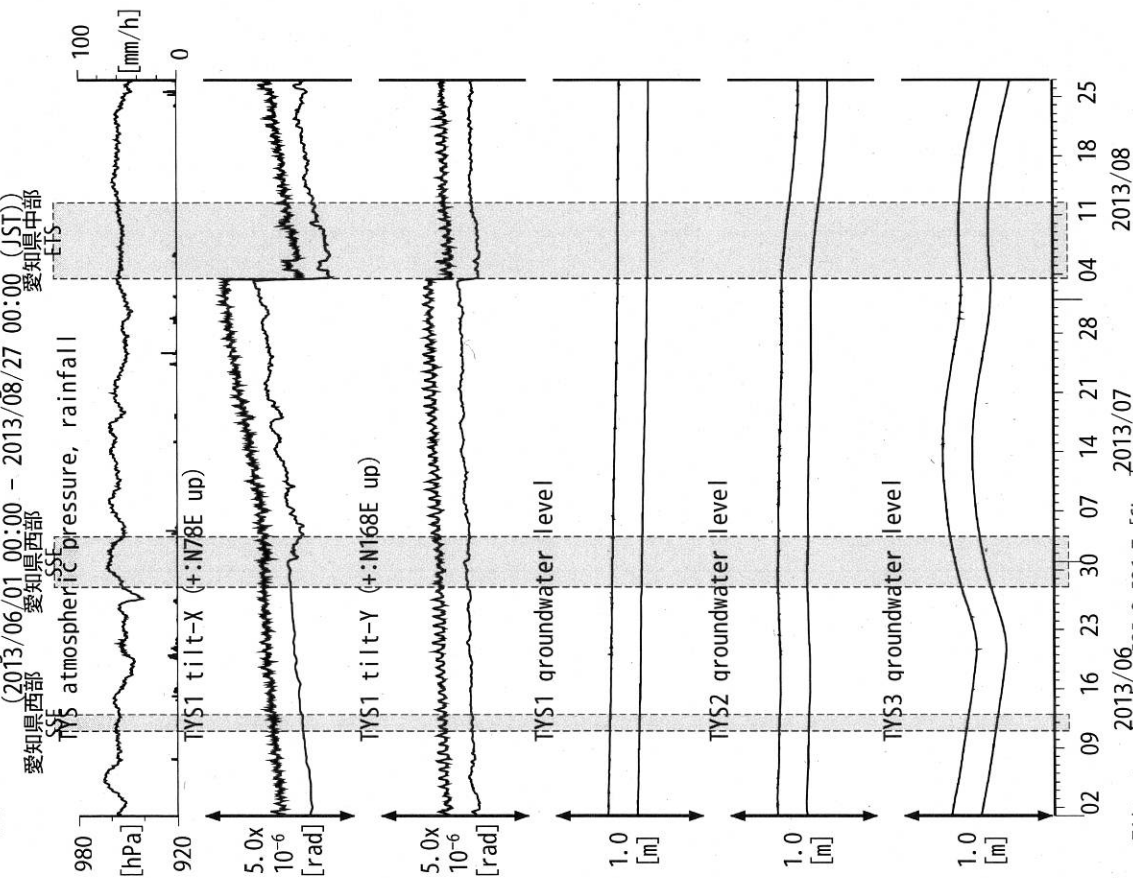
3文字コード (変更無し)	旧名称	新名称	新名称ふりがな	市区町村	図
TYS	豊田下山	豊田神殿	とよたかんのどの	愛知県豊田市	2,3
TYE	豊橋東	豊橋多米	とよはしため	愛知県豊橋市	4,5
HTS	養庄	養庄香之庄	あいしょうこのしょう	滋賀県愛知郡愛荘町	6
ANO	安濃	津安濃	つあのう	三重県津市	7,8
ITA	飯高赤桶	松阪飯高	まつさかいいたか	三重県松阪市	9,10
MYM	海山	紀北海山	きほくみやま	三重県北牟婁郡紀北町	11,12
ICU	井内浦	熊野磯崎	くまのいそざき	三重県熊野市	13,14
HGM	本宮三越	田辺本宮	たなべほんぐう	和歌山県田辺市	15,16
KST	串本津荷	変更無し	くしもとつが	和歌山県東牟婁郡串本町	17,18
NGR	根来	岩出東坂本	いわでひがしざかもと	和歌山県岩出市	19

図2: Crustal strains changes at TYS 豊田神殿 (時間値)
愛知県西部 愛知県中部 愛知県東部



2013/06 2013/07 2013/08
Strainmeter depth = 586.7-588.1 [GL-III]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図3: Tilt and groundwater level changes at TYS 豊田神殿 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]

TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]

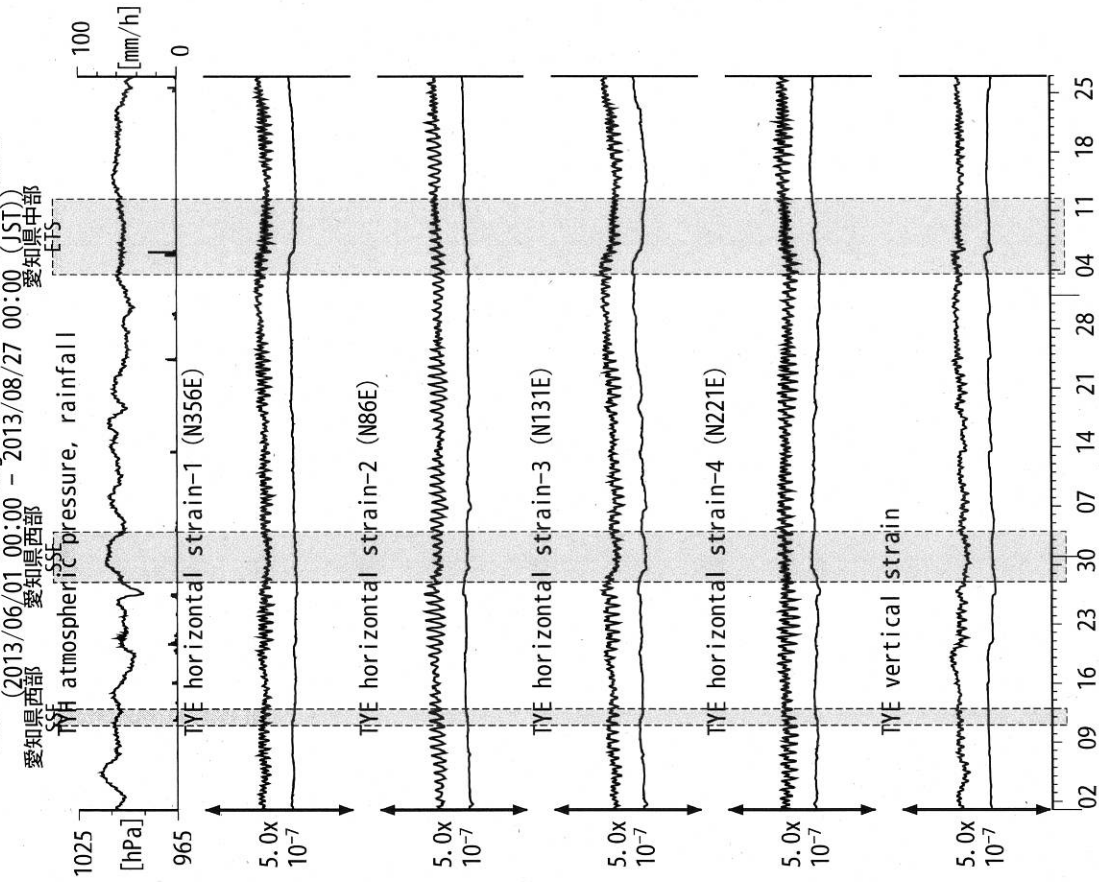
TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]

TYS3 : Screen depth = 26.8-32.3 [GL-m]

上: tiltは1次トレンド除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図4: Crustal strain changes at TVE 豊橋多米 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



Strainmeter depth = 266.5-267.9 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図5: Tilt and groundwater level changes at TYE and TYH 豊橋多米・豊橋

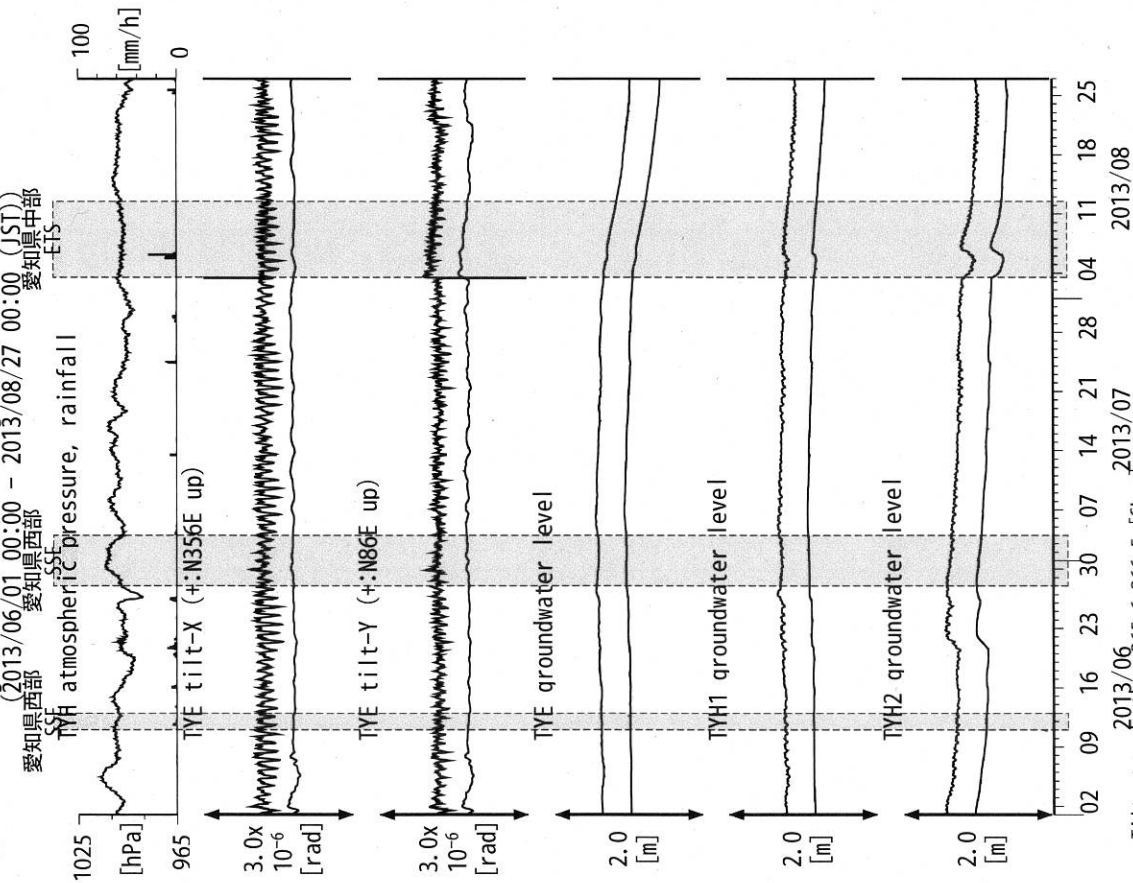


図6: Crustal strain and groundwater level changes at HTS 愛荘香之庄

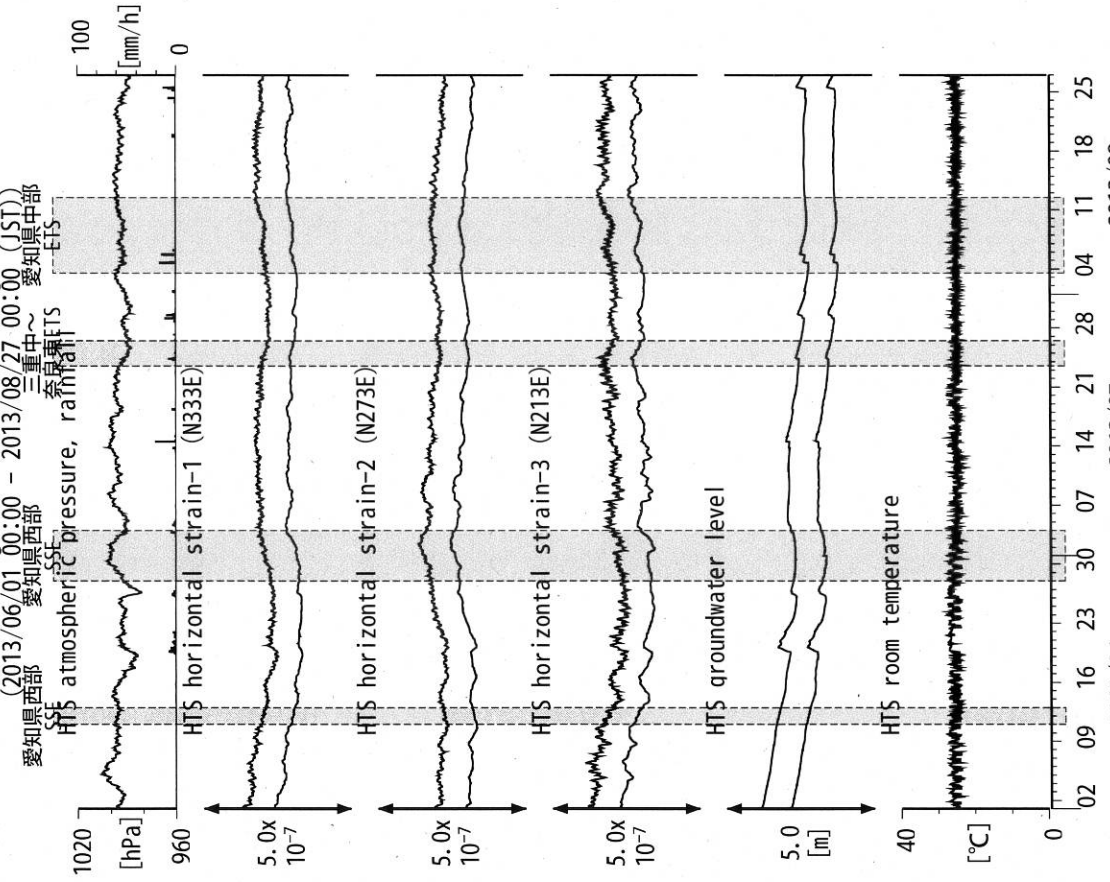
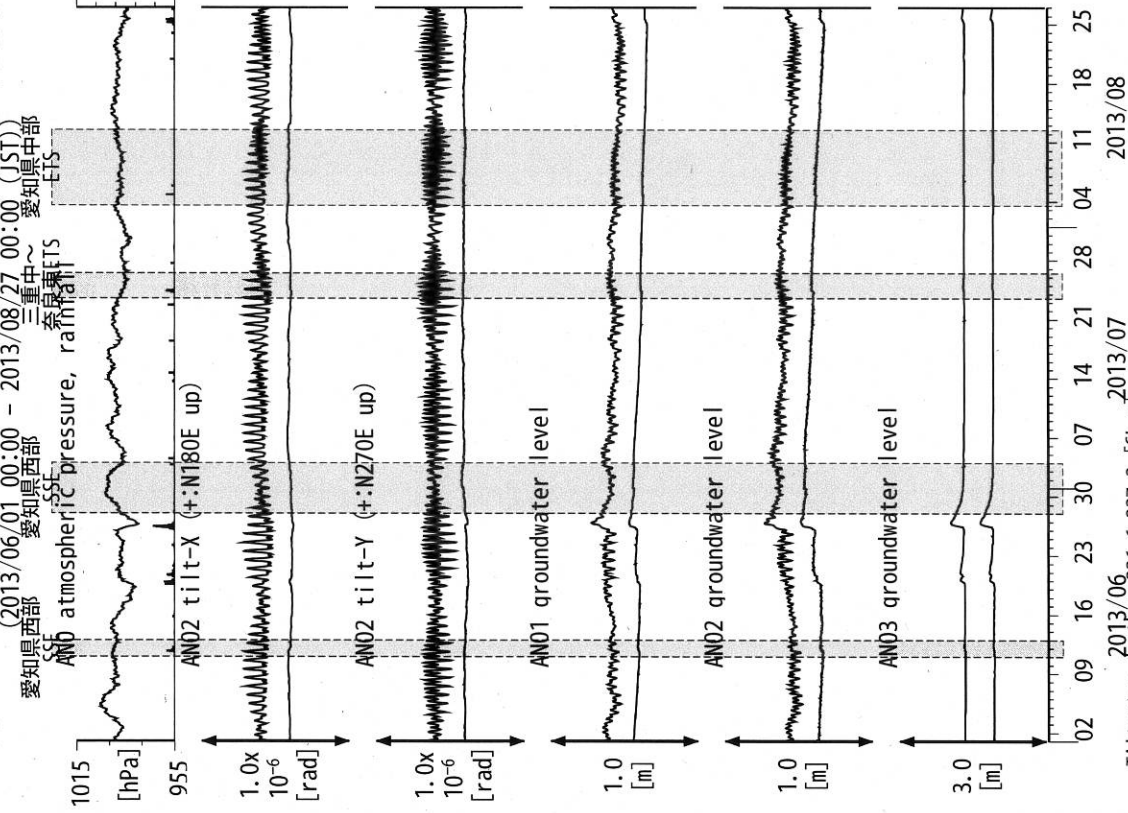
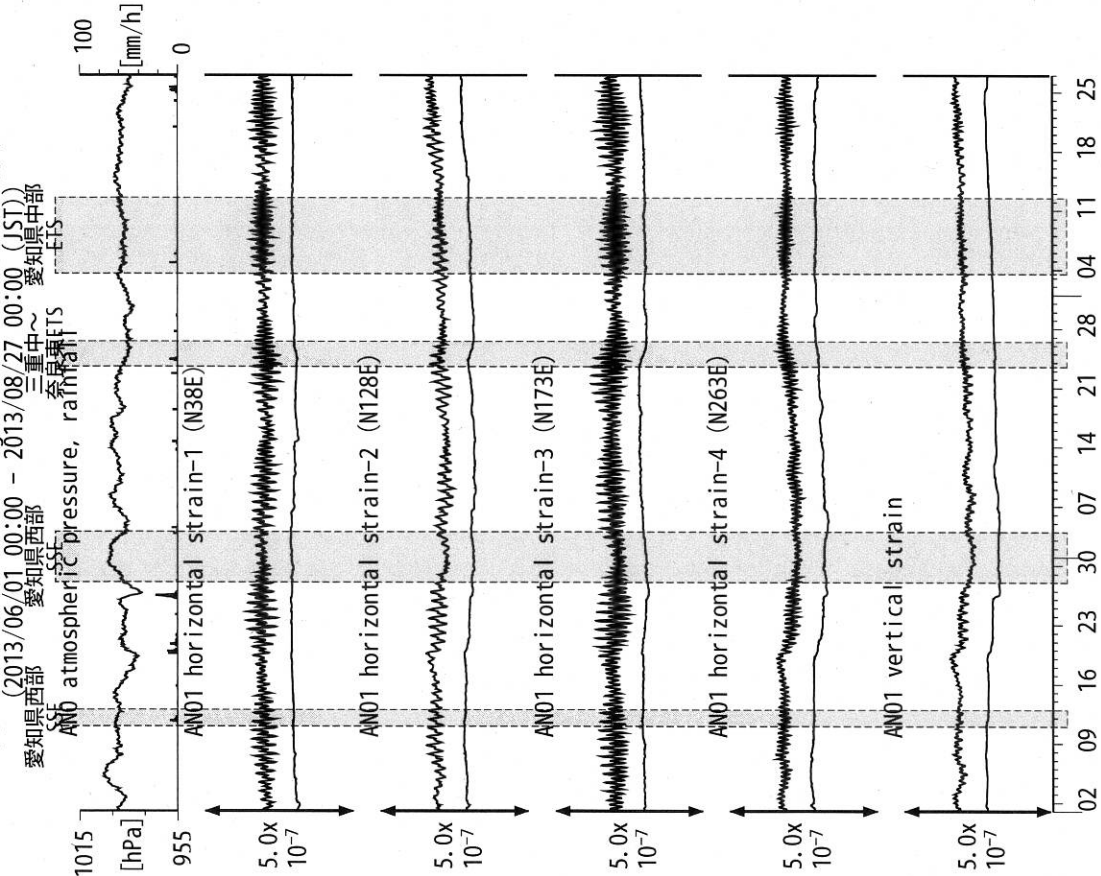


図8: Tilt and groundwater level changes at ANO 津安濃 (時間値)
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))
 愛知県西部 愛知県中部 三重中~愛知県中部
 555 奈良県ETS



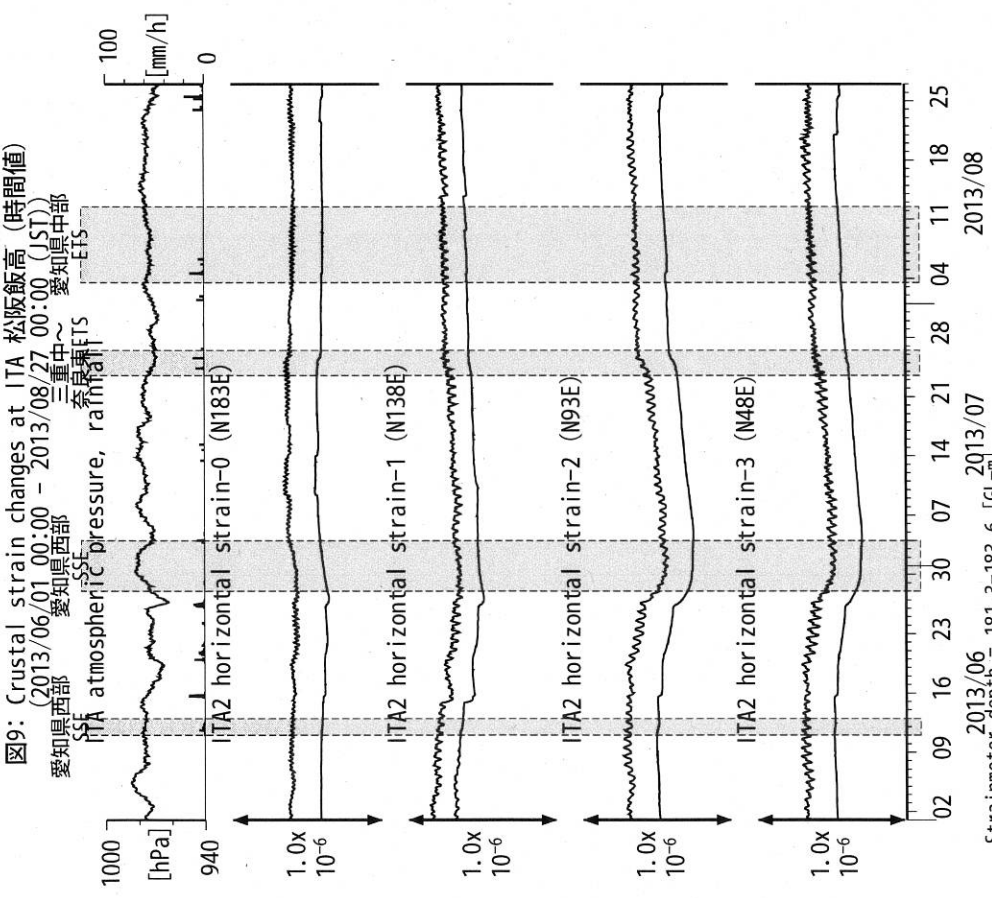
2013/06
 Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]
 ANO1 : Screen depth = 502.7-513.6 [GL-m]
 ANO2 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]
 ANO3 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図7: Crustal strains changes at ANO 津安濃 (時間値)
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))
 愛知県西部 愛知県中部 三重中~愛知県中部
 555 奈良県ETS



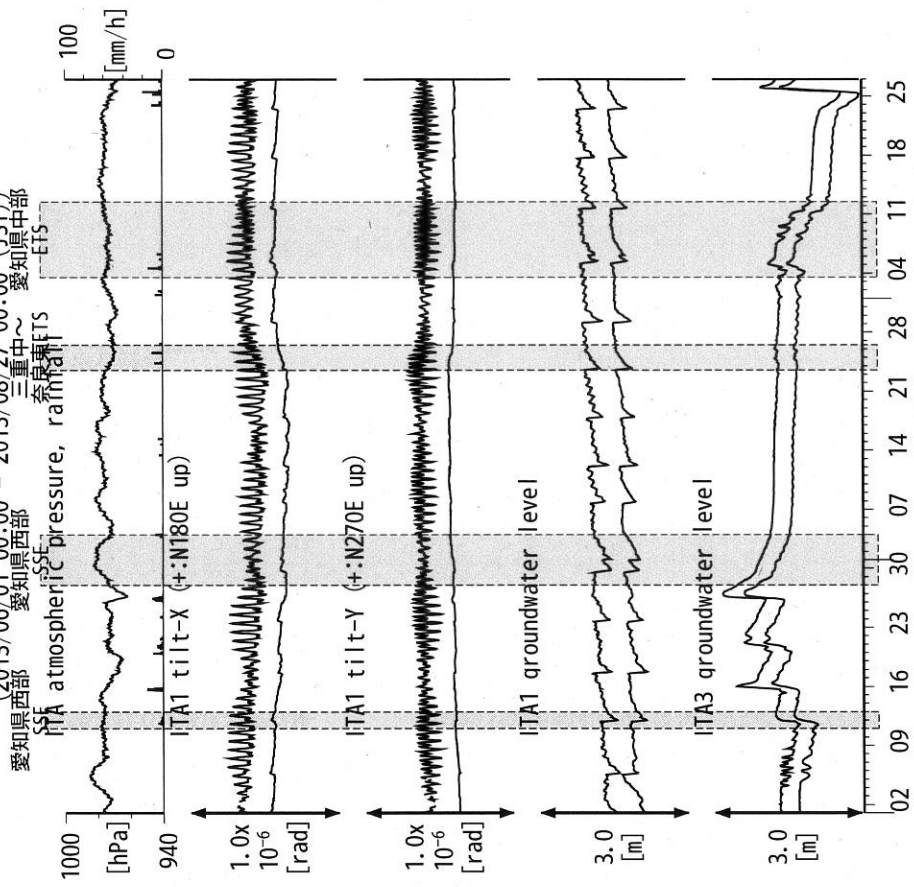
2013/06
 Strainmeter depth = 588.9-590.3 [GL-m]
 上: 1次トレンドを除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図9: Crustal strain changes at ITA 松阪飯高 (時間値)
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))
 愛知県西部 愛知県中部 三重中~ 奈良県ETS



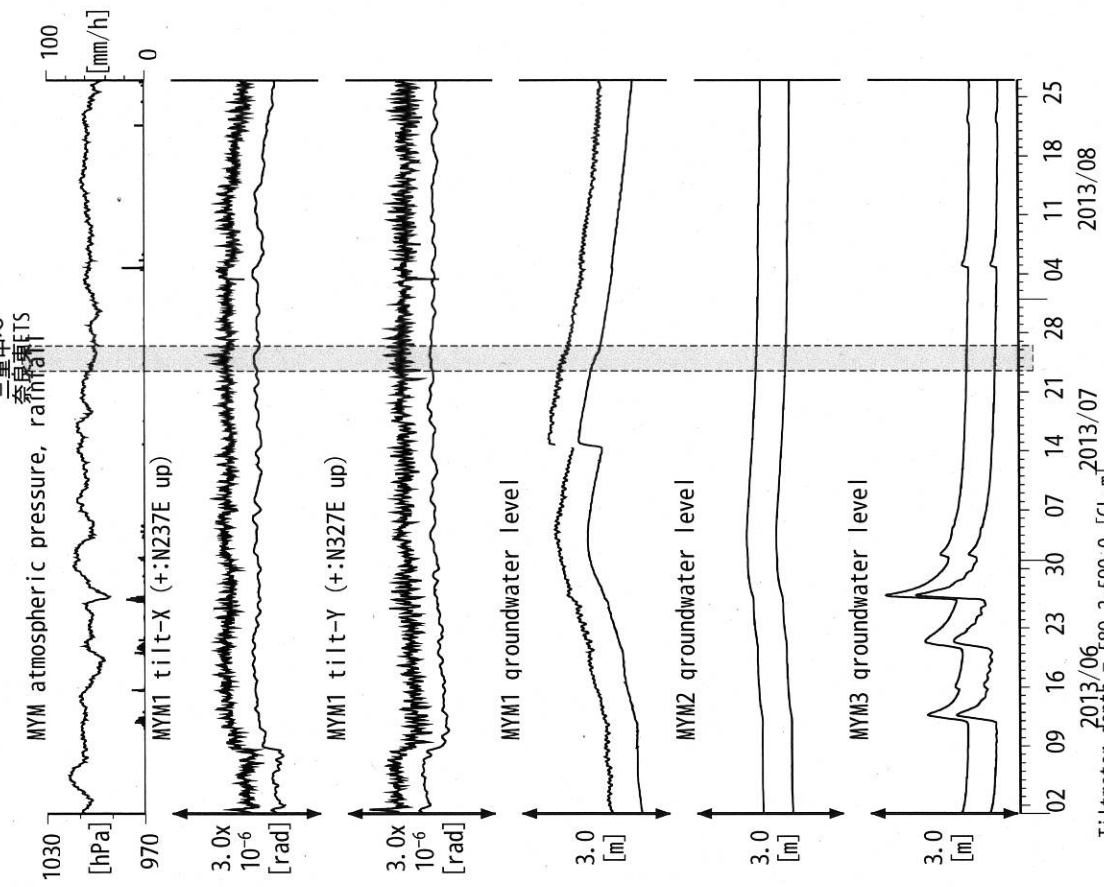
観測点名: 松阪飯高 (旧名称: 飯高赤桶)
 Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]
 ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]
 ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図10: Tilt and groundwater level changes at ITA 松阪飯高 (時間値)
 (2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))
 愛知県西部 愛知県中部 三重中~ 奈良県ETS



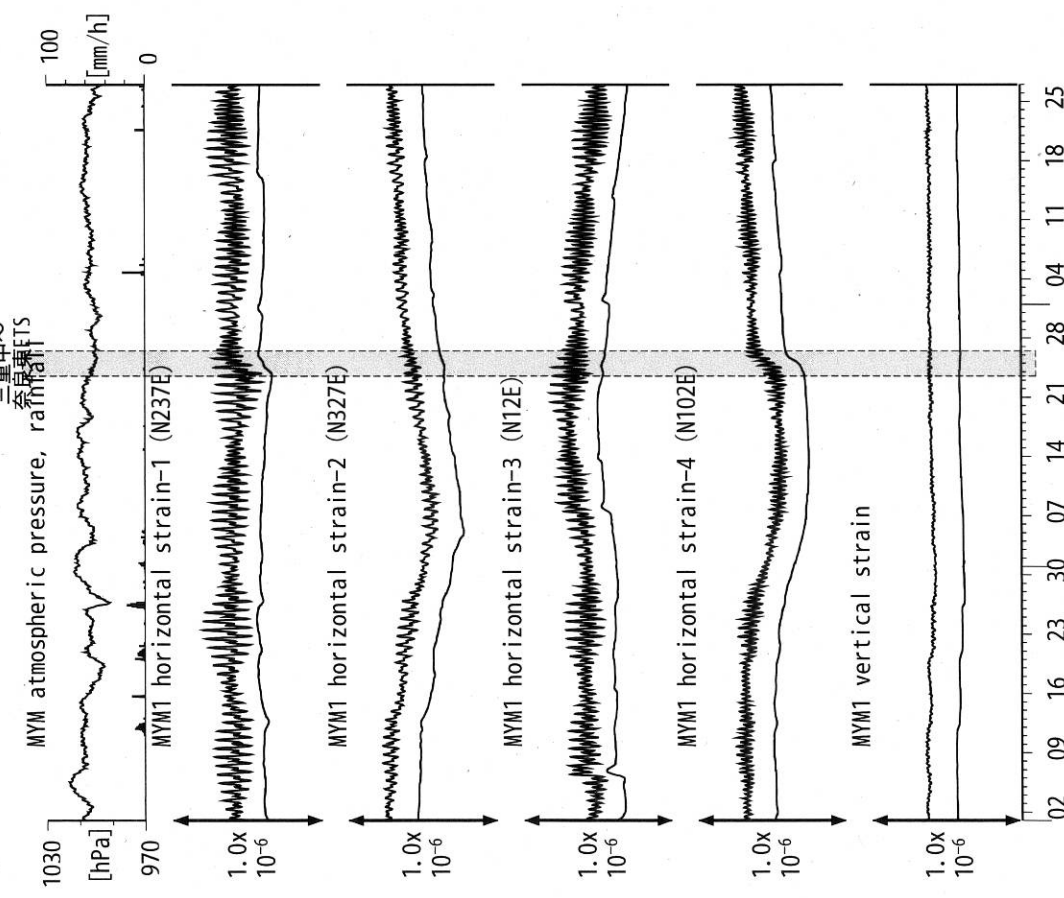
観測点名: 松阪飯高 (旧名称: 飯高赤桶)
 Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]
 ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]
 ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図12: Tilt and groundwater level changes at MYM 紀北海山 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



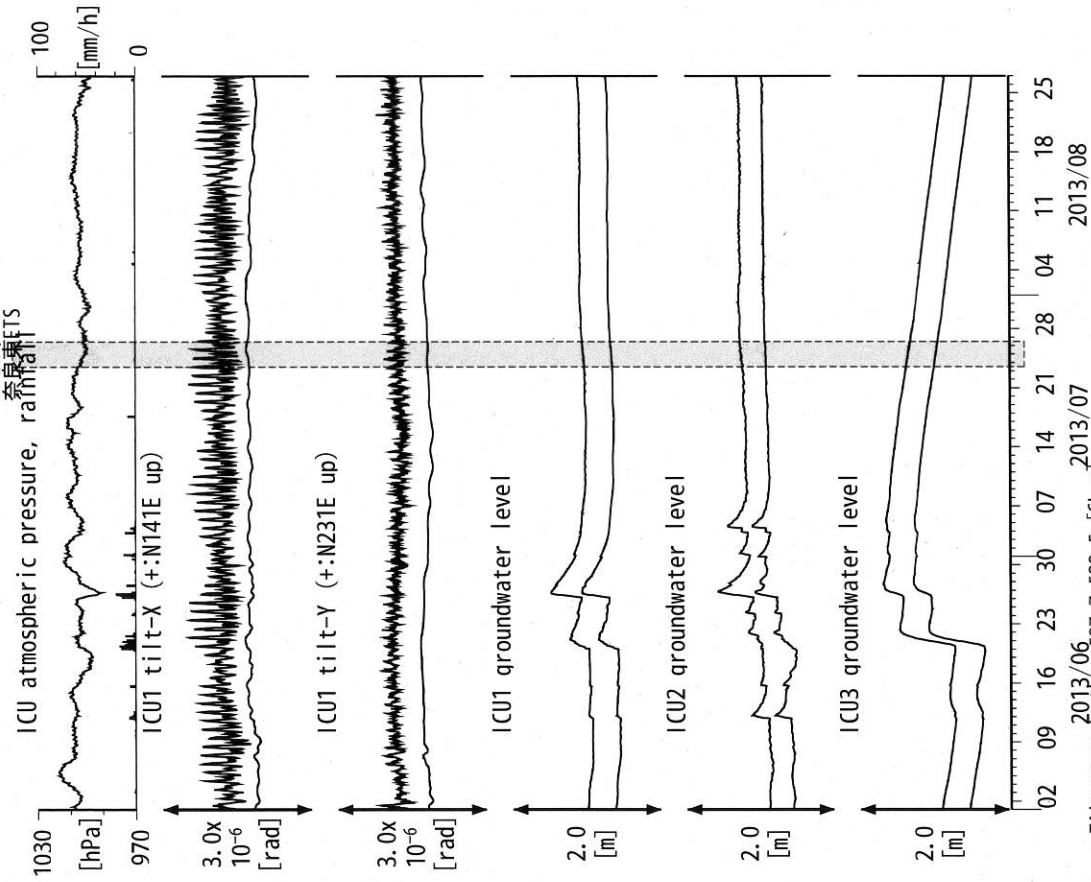
2013/06 2013/07 2013/08
Tiltmeter depth = 589.2-590.0 [GL-m]
MYM1 : Screen depth = 418.9-429.8 [GL-m]
MYM2 : Screen depth = 140.3-151.1 [GL-m]
MYM3 : Screen depth = 19.9-25.3 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図11: Crustal strain changes at MYM 紀北海山 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



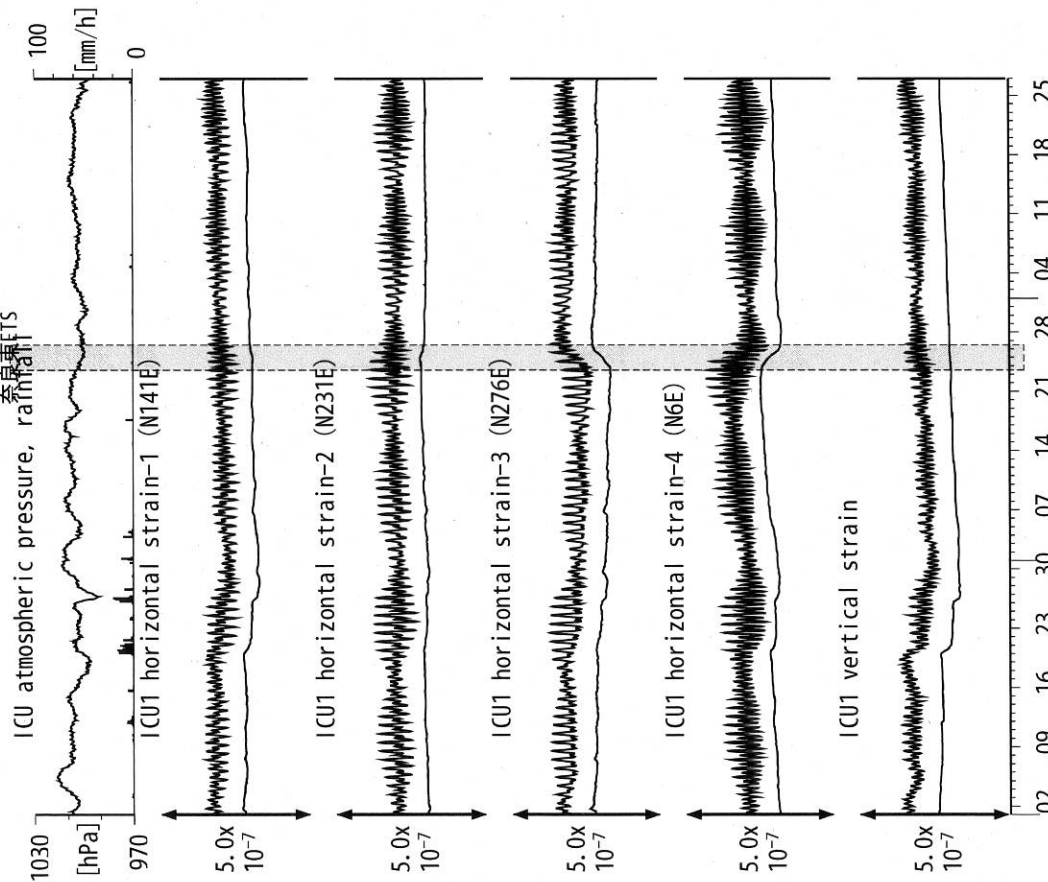
2013/06 2013/07 2013/08
Strainmeter depth = 590.0-591.4 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図14: Tilt and groundwater level changes at ICU 熊野磯崎 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



2013/06
Tiltmeter depth = 587.7-588.5 [GL-m]
2013/07
ICU1 : Screen depth = 522.5-533.4 [GL-m]
ICU2 : Screen depth = 95.7-106.6 [GL-m]
ICU3 : Screen depth = 13.4-18.8 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図13: Crustal strain changes at ICU 熊野磯崎 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



2013/06
Strainmeter depth = 588.5-589.9 [GL-m]
2013/07
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図15: Crustal strains changes at HGM 田辺本宮 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

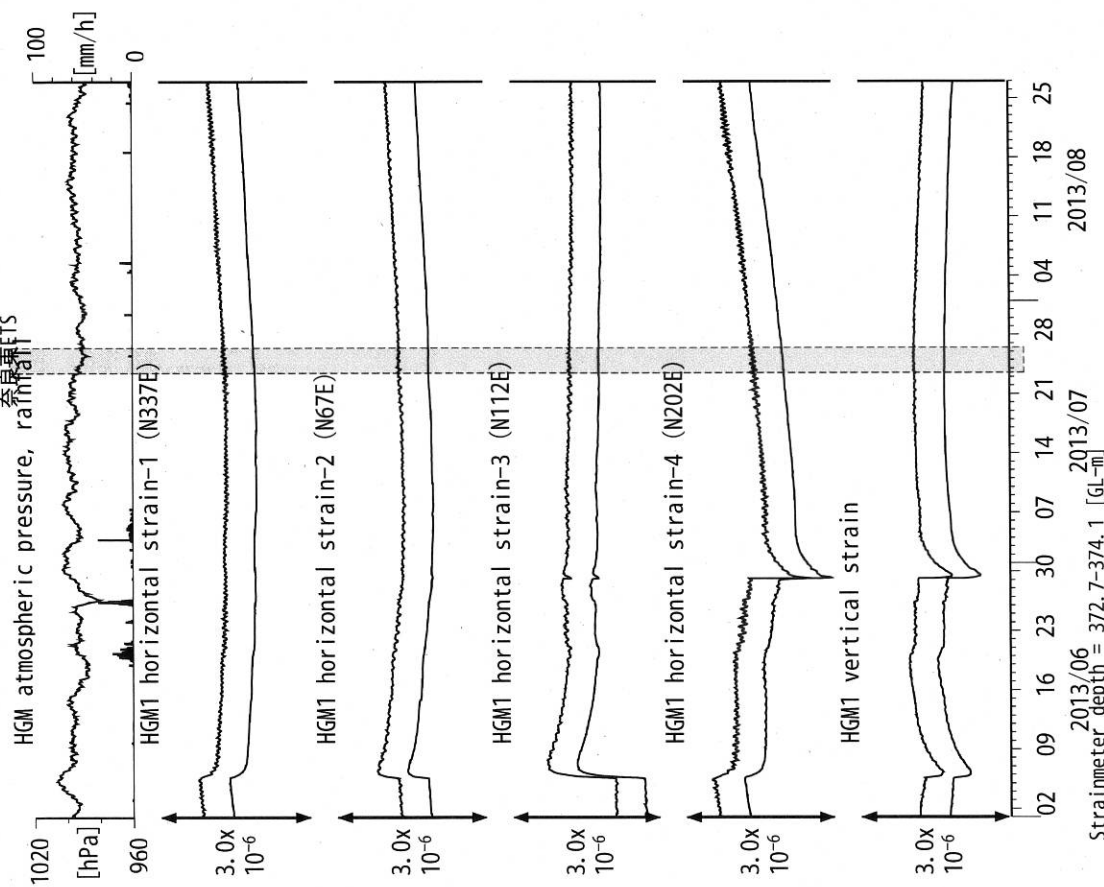


図16: Tilt and groundwater level changes at HGM 田辺本宮 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))

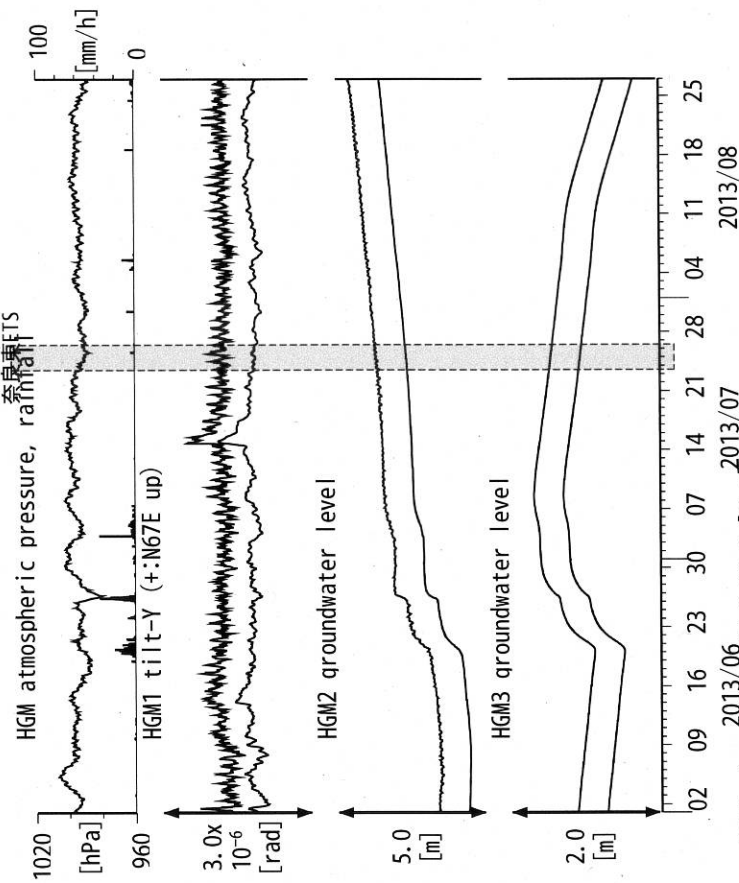
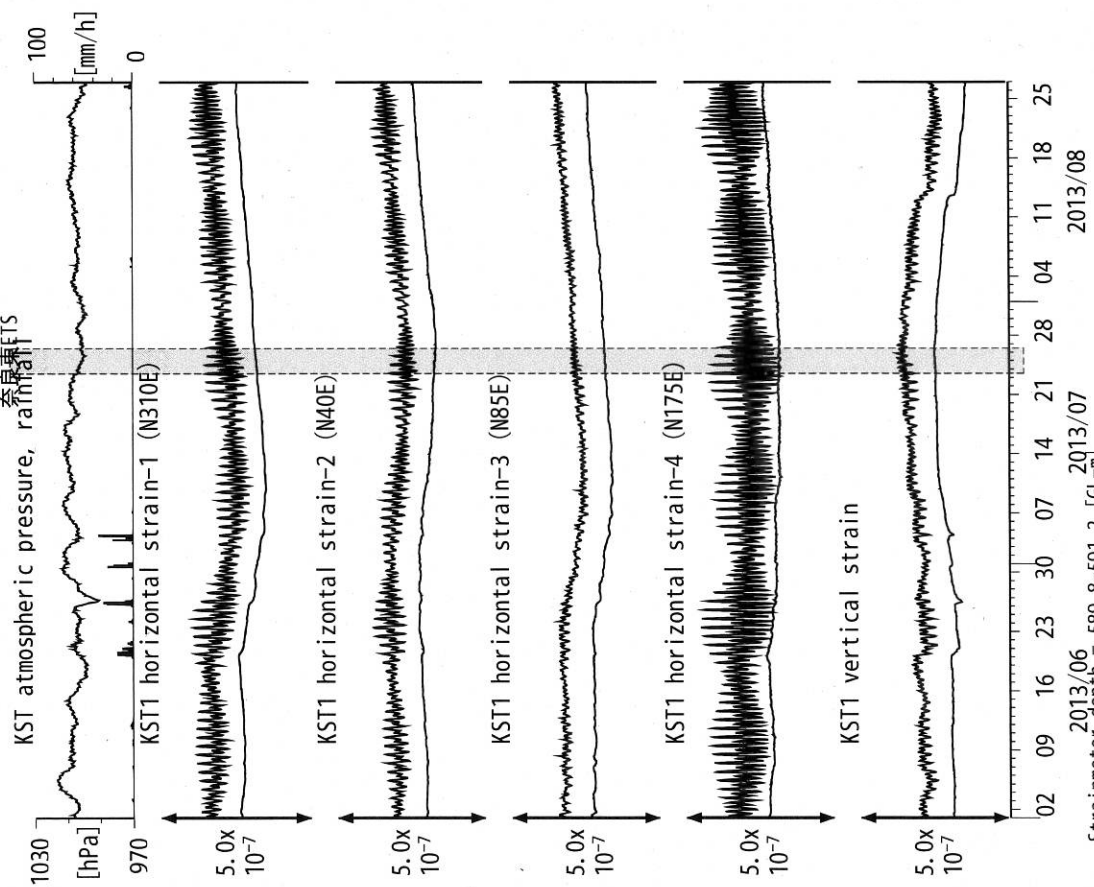
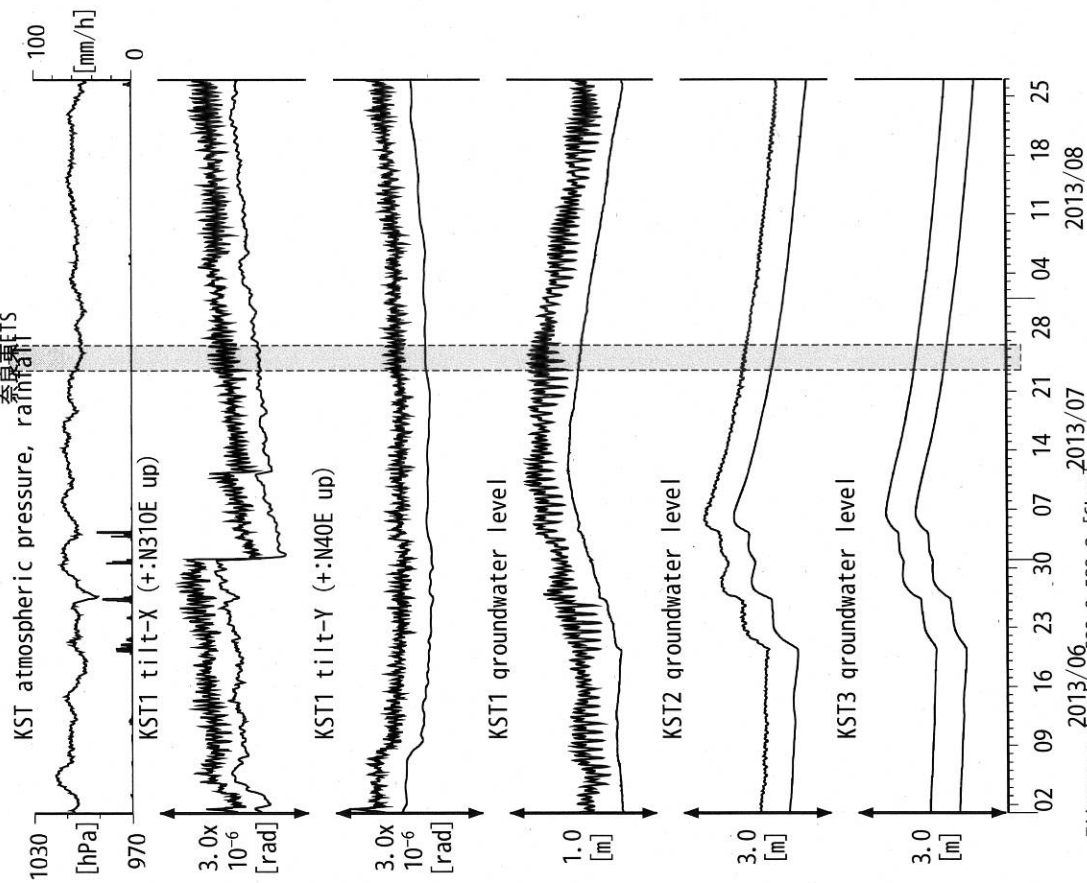


図17: Crustal strain changes at KST 串本津荷 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



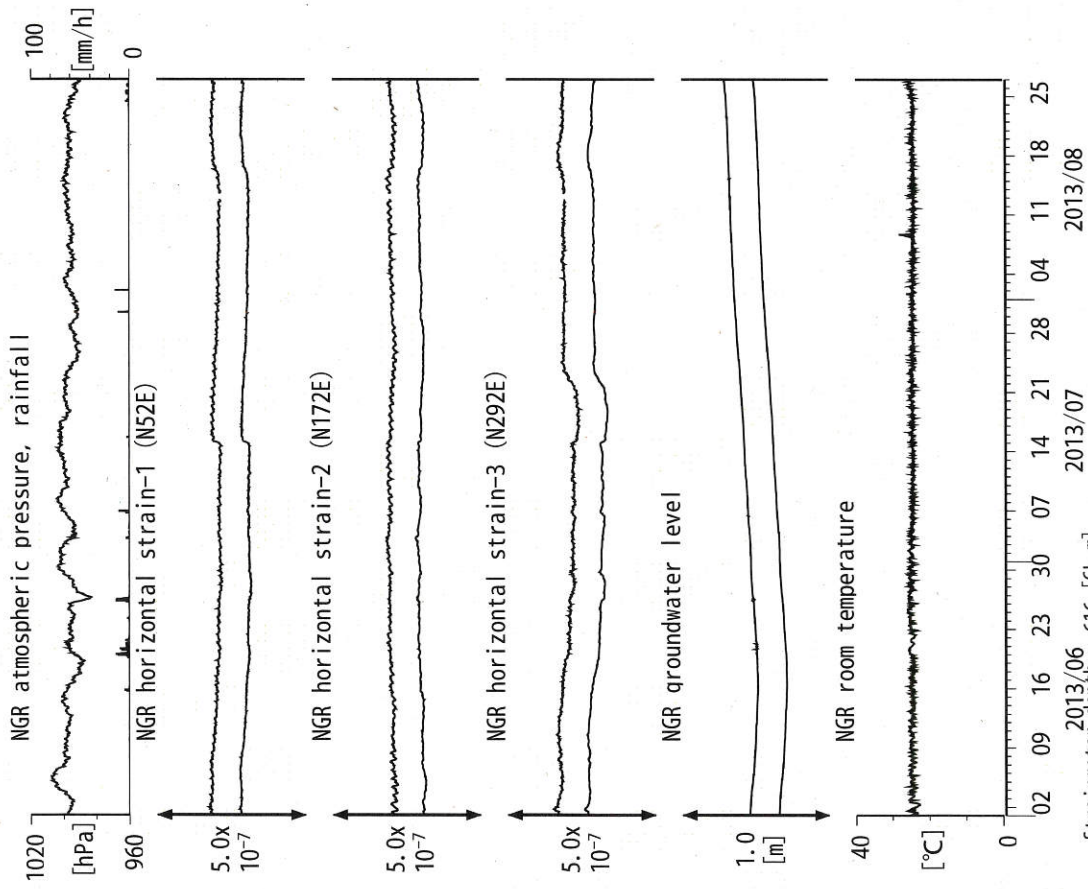
Strainmeter depth = 589.8-591.2 [GL-m]
 上: 1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図18: Tilt and groundwater level changes at KST 串本津荷 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 589.0-589.8 [GL-m]
 KST1 : Screen depth = 509.2-520.2 [GL-m]
 KST2 : Screen depth = 132.9-143.9 [GL-m]
 KST3 : Screen depth = 20.4-30.6 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図19: Crustal strain and groundwater level changes at 岩出東坂本 (時間値)
(2013/06/01 00:00 - 2013/08/27 00:00 (JST))



Strainmeter depth = 616 [GL-m]
Screen depth = 408.9-446.5 [GL-m]
上: strainは1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、strainは1次トレンドも除去

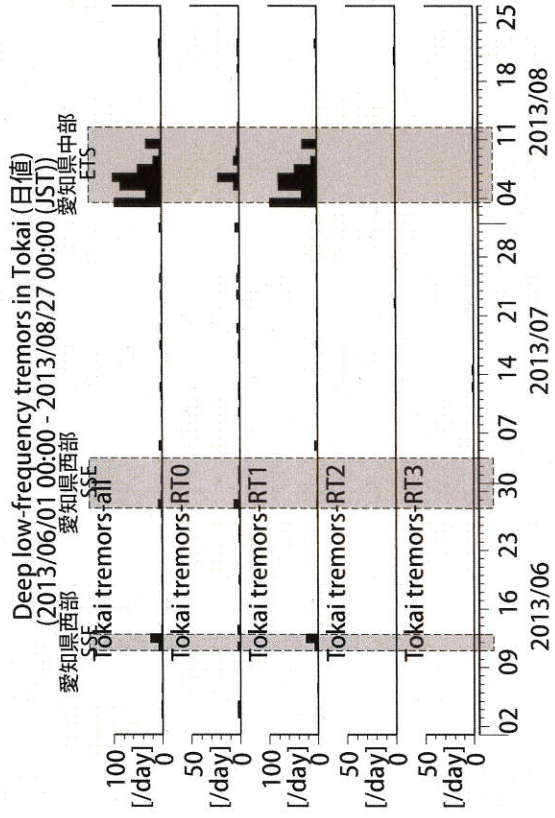
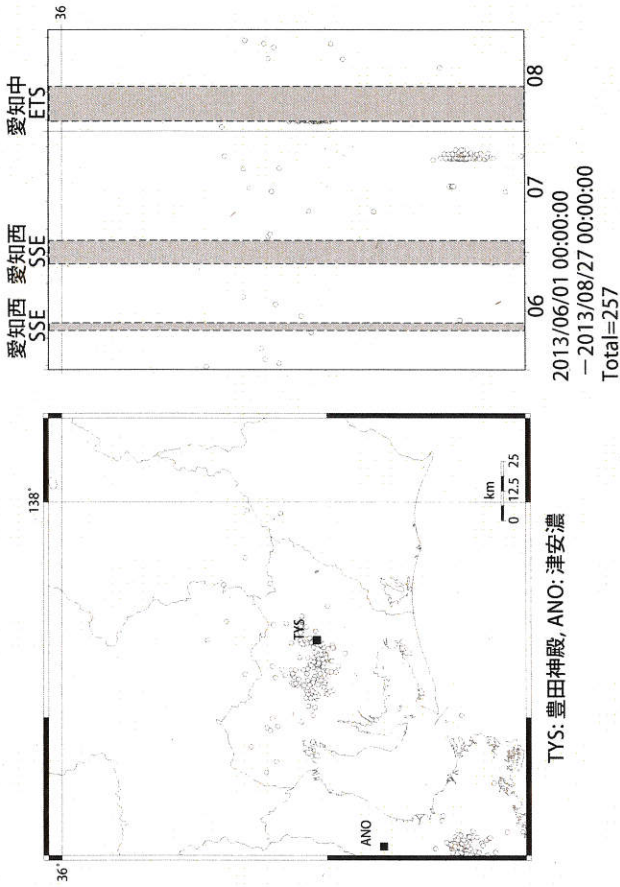


図 20: 愛知県およびその周辺における深部低周波微動の時空間分布 (上段)、各領域における発生頻度 (日値)。

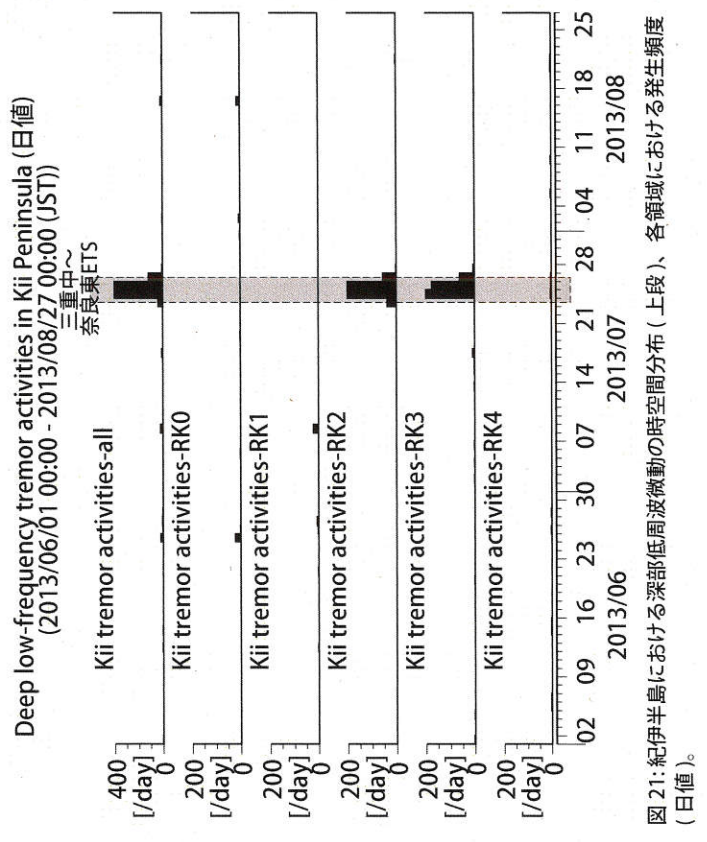
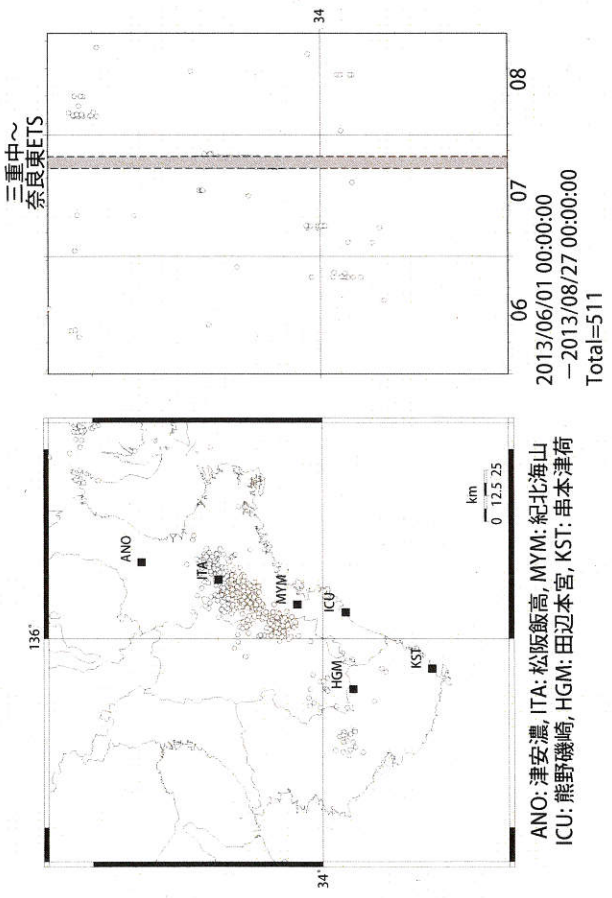
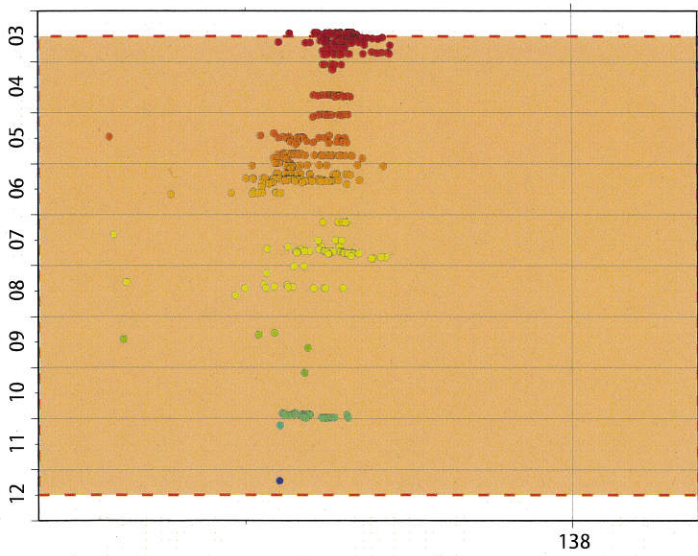
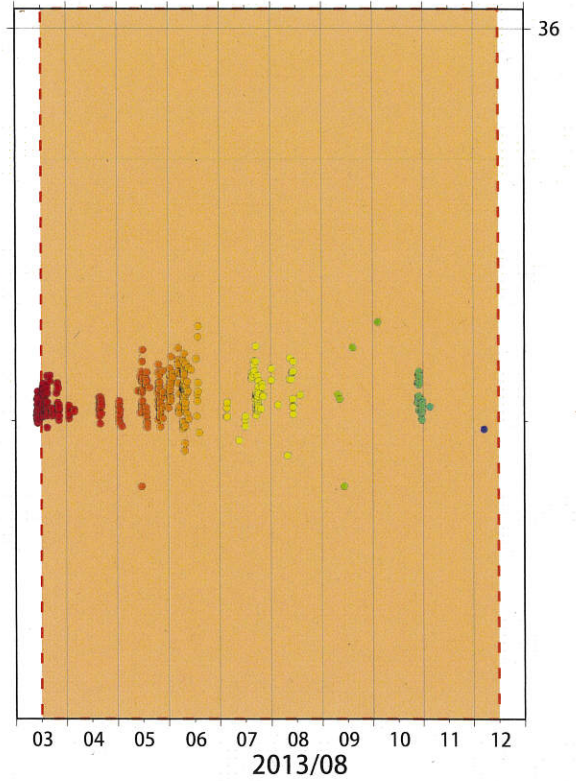
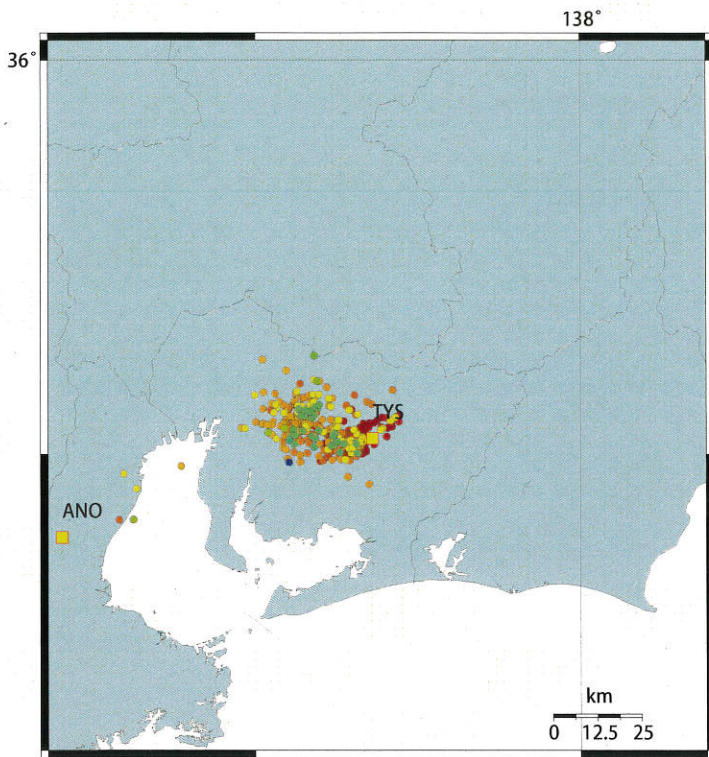


図 21: 紀伊半島における深部(低)周波微動の時空間分布(上段)、各領域における発生頻度(日値)。

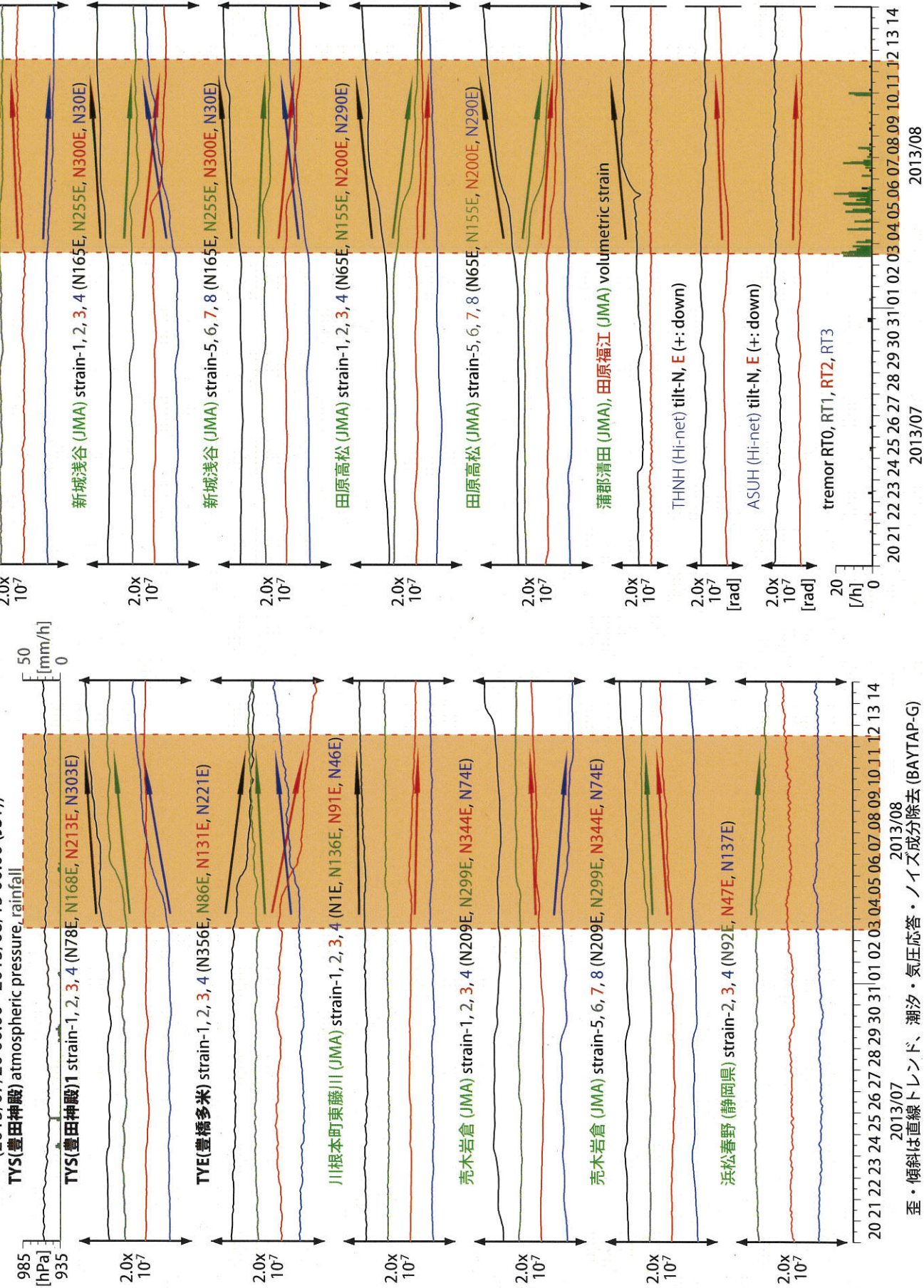


Time
03 13
2013/08

TYS: 豊田神殿, ANO: 津安濃

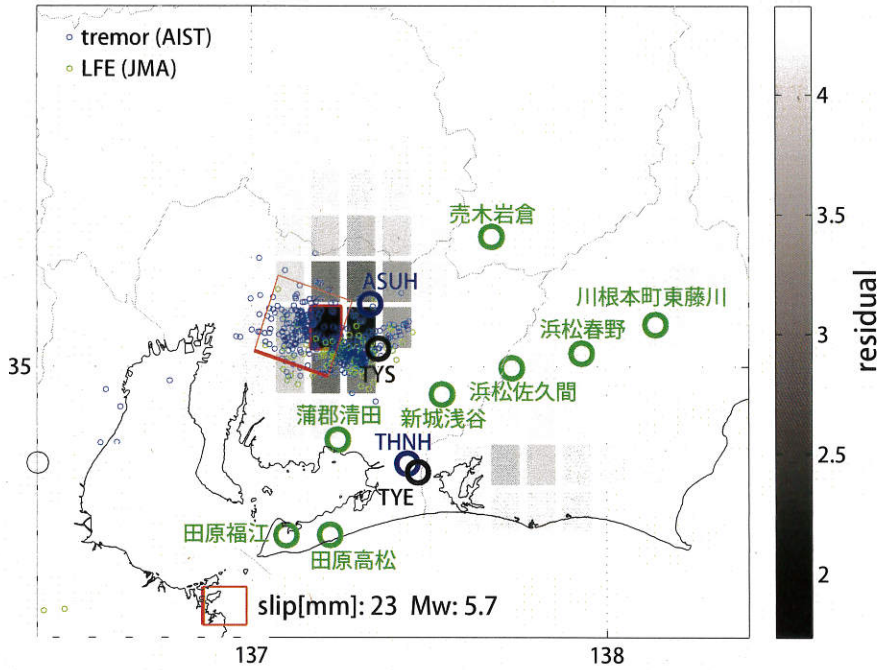
図22: 2013/8/3 0:00 - 8/13 0:00 における愛知県周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

図23: 東海地方における歪・傾斜観測結果(時間値)
(2013/07/20 00:00 - 2013/08/15 00:00 (JST))

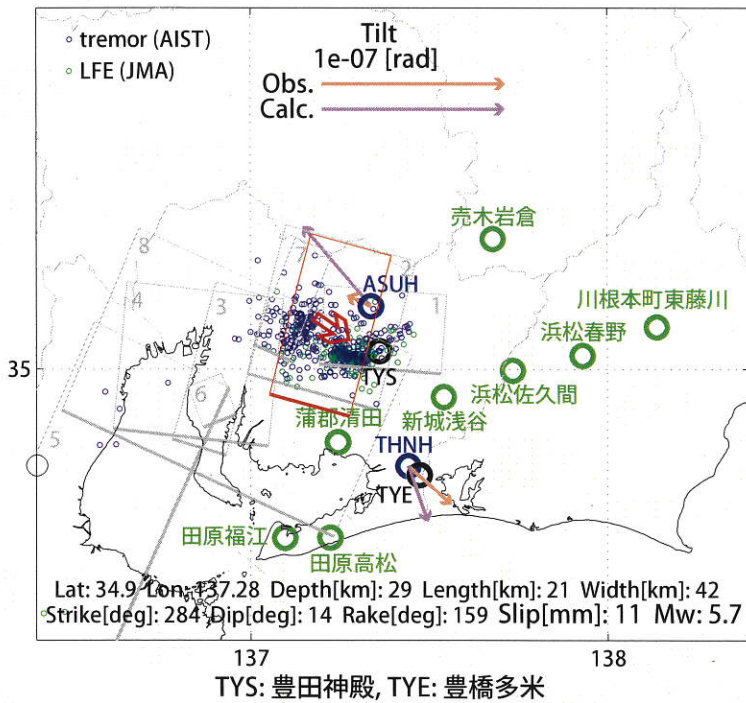


歪・傾斜は直線トレンド、潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去 (BAYTAP-G)

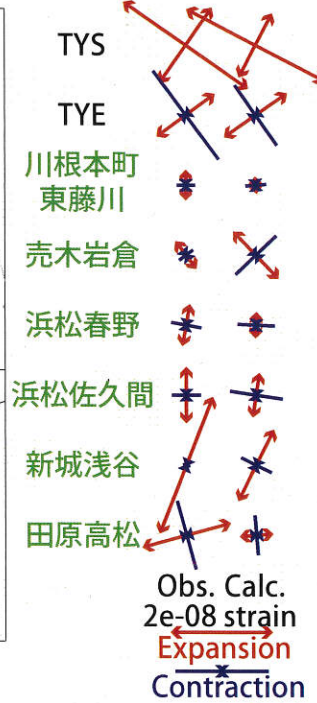
断層サイズを固定した場合の断層モデル、残差分布



推定断層モデル, 傾斜比較



主歪比較



体積歪比較

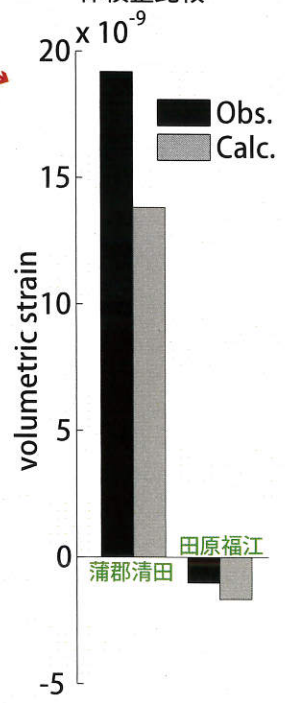


図24: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。

(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。位置を微動域に限定して推定した。主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。

- 1: 2012年10月31日-11月2日(Mw5.5), 2: 同3-5日(Mw5.7), 3: 同21-26日(Mw5.6), 4: 同22-23日(Mw5.5)
- 5: 2013年4月7-9日(Mw6.0), 6: 同10-14日午前(Mw5.4), 7: 同年6月11-12日(Mw5.3),
- 8: 同月28日-7月3日(Mw5.7)

(共通)小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は産総研の新解析手法による深部低周波微動の震央位置を示す。黒色太字は産総研の、緑字は気象庁の観測点名を示す。

深部低周波微動決定方法の変更

産業技術総合研究所

産総研の資料で使っている深部低周波微動カタログ（エンベロープ相関法）をバージョンアップしました。新旧の違いの概略は以下の通りです。解析のアルゴリズム・パラメータの最適化等の技術的な事柄は、現在論文文化作業中です（地質調査研究報告に投稿予定）。

新旧バージョンの解析結果比較（西南日本 2008/07/01～2013/08/20）

version	2.1（旧）	3.07j（新）	備考
判定会資料での使用期間	2011/03～2013/07	2013/07～	2013/07 では(新)は一部のみ
検出数	34825 個	108079 個	3.1 倍に.
震源推定誤差(緯度方向)*1	0.028 度	0.027 度	1 度≒111.32km
震源推定誤差(経度方向)*1	0.033 度	0.031 度	1 度≒91.21km
震源推定誤差(深度方向)*1	6.1km	4.9km	
JMA 低周波地震に対する感度	35%	65%	対象イベント 11173 個.
JMA 低周波地震との検出数比	3.1 倍	9.7 倍	JMA11173 個.
通常地震誤認率*2	0.23%	0.30%	対象地震 80043 個
NIED カタログとの検出数比*3,*4	0.37 倍	1.36 倍	NIED 71571 個

*1:JMA カタログ低周波地震との相対値の標準偏差 (Ide (2010) Nature 参照).

*2:ここでは JMA カタログの当該期間に西南日本で起きた通常地震(深さ 0-200km)の震源時刻・位置と比較して、1.5 分以内、10km 以内で検知したものを誤認とした。微動活動がある時に偶発的に重なったものとの識別はしていない。

*3:NIED カタログはクラスタリング処理後のものなので、AIST カタログも 1h,10km でクラスタリング処理後比較した。

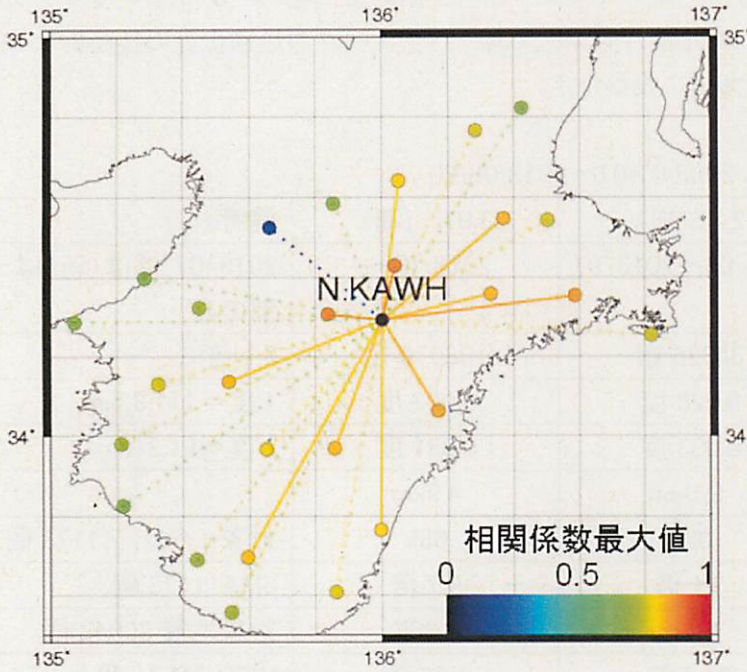
*4:AIST カタログはエンベロープ波形比較の段階で S/N の閾値を設けているため、信号が弱い場所では感度が落ちる。全体の感度としては ver3.07j の方が高いが、場所（活動状況）によっては逆転する場合もある。（例えば右表参照。）

機関 地域	JMA			AIST (v3.07j)			NIED		
	四国	紀伊	東海	四国	紀伊	東海	四国	紀伊	東海
2013/7/23	0	0	0	2	37	2	0	49	0
2013/7/24	0	15	0	0	450	0	0	194	0
2013/7/25	0	34	0	1	572	3	4	211	0
2013/7/26	0	29	0	1	118	1	0	46	0
2013/7/27	7	8	0	1	6	0	7	0	0
2013/7/28	0	4	0	0	0	0	0	0	0
2013/7/29	1	1	0	2	0	0	32	0	0
2013/7/30	0	0	0	4	0	0	43	0	0
2013/7/31	3	6	0	1	1	4	14	3	0
2013/8/1	0	4	0	1	0	1	12	0	0
2013/8/2	1	0	0	17	5	0	35	8	0
2013/8/3	9	0	26	7	0	96	92	0	49

謝辞：エンベロープ相関法に於いては、防災科研 Hi-net, 気象庁, 東京大学, 京都大学, 九州大学,

名古屋大学, 高知大学の連続地震記録を使っています。また、カタログの評価に気象庁一元化震源リスト, 防災科研深部低周波微動ハイブリッドクラスタリングカタログを使用しました。ここに記して感謝いたします。

エンベロープ相関法に基づく微動源決定概略



各観測点間のエンベロープ相関をとり、下記を導出。
①相関係数の最大値。
②その時の時間差。

走時差分布の作成。
相関の良い組合せから、
v2.1) タイムラグの網平均。
v3.07j) 全時間差をそのまま利用。

最小二乗法にて震源決定。
(S波で伝搬すると仮定。)