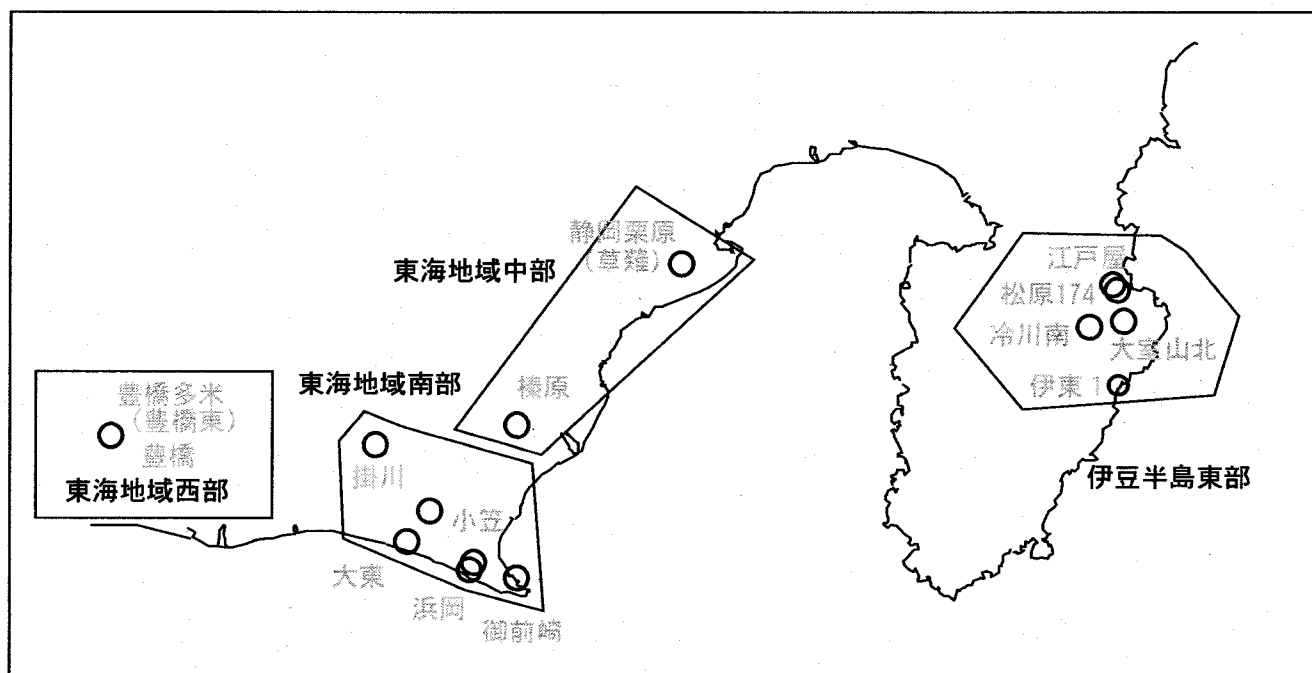


第313回 地震防災対策強化地域判定会

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24年5月29日

【資料目次】

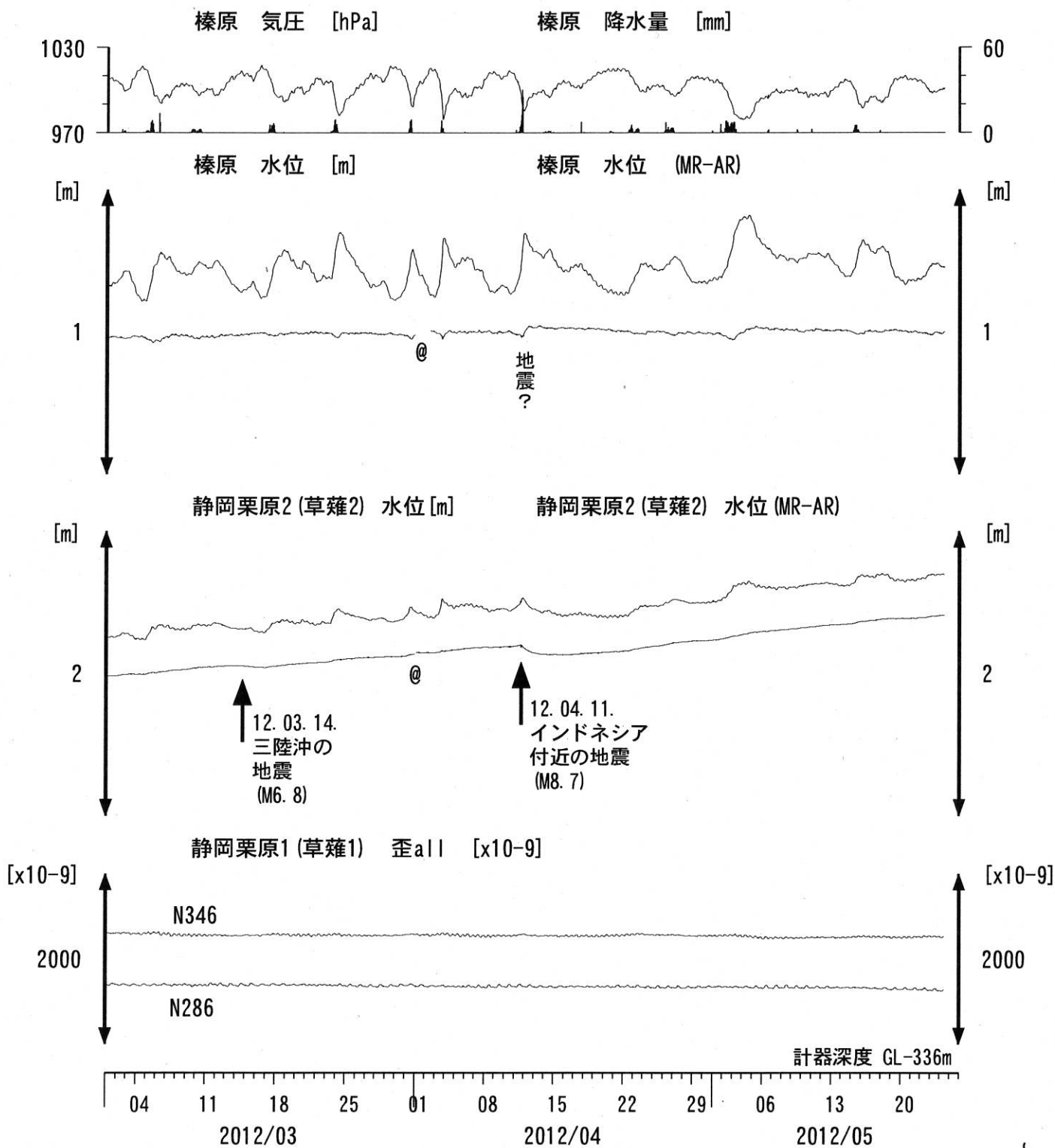
表紙

1. 東海地域中部 [榛原, 静岡栗原(草薙)] 地下水 3成分歪;中期
- 1-b. 東海地域中部 [静岡栗原(草薙)] 3成分歪;中期
2. 東海地域中部 [榛原, 静岡栗原(草薙)] 地下水 3成分歪;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
9. 関東地域 [つくば1] 地下水;中期
10. 関東地域 [つくば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

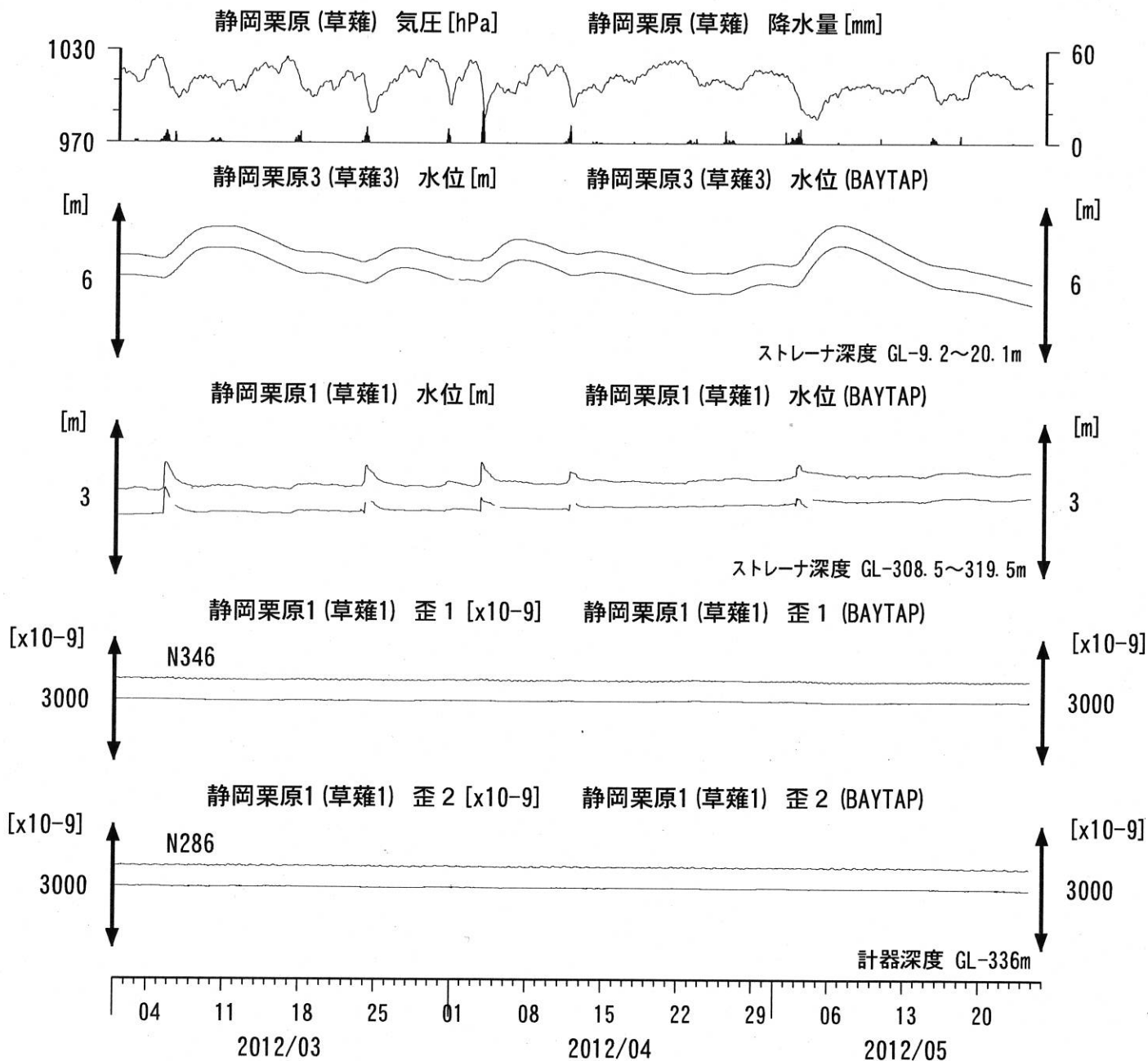
東海地域中部（榛原・草薙）中期（時間値）
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)



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。
 歪3 (N226成分)は2009年6月16日の雷で故障したため
 表示していない。

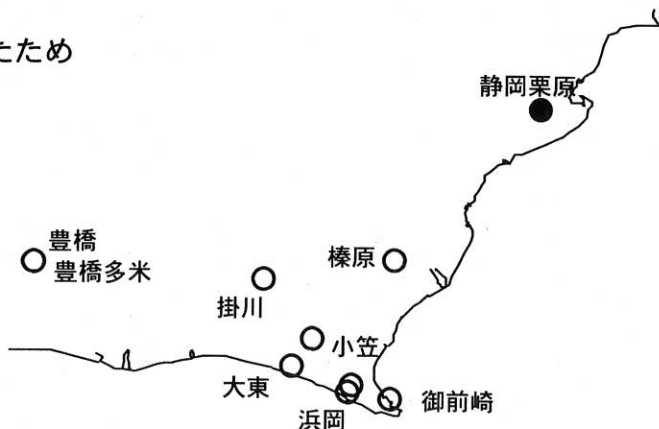


東海地域中部 (草薙・歪) 中期 (時間値)
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

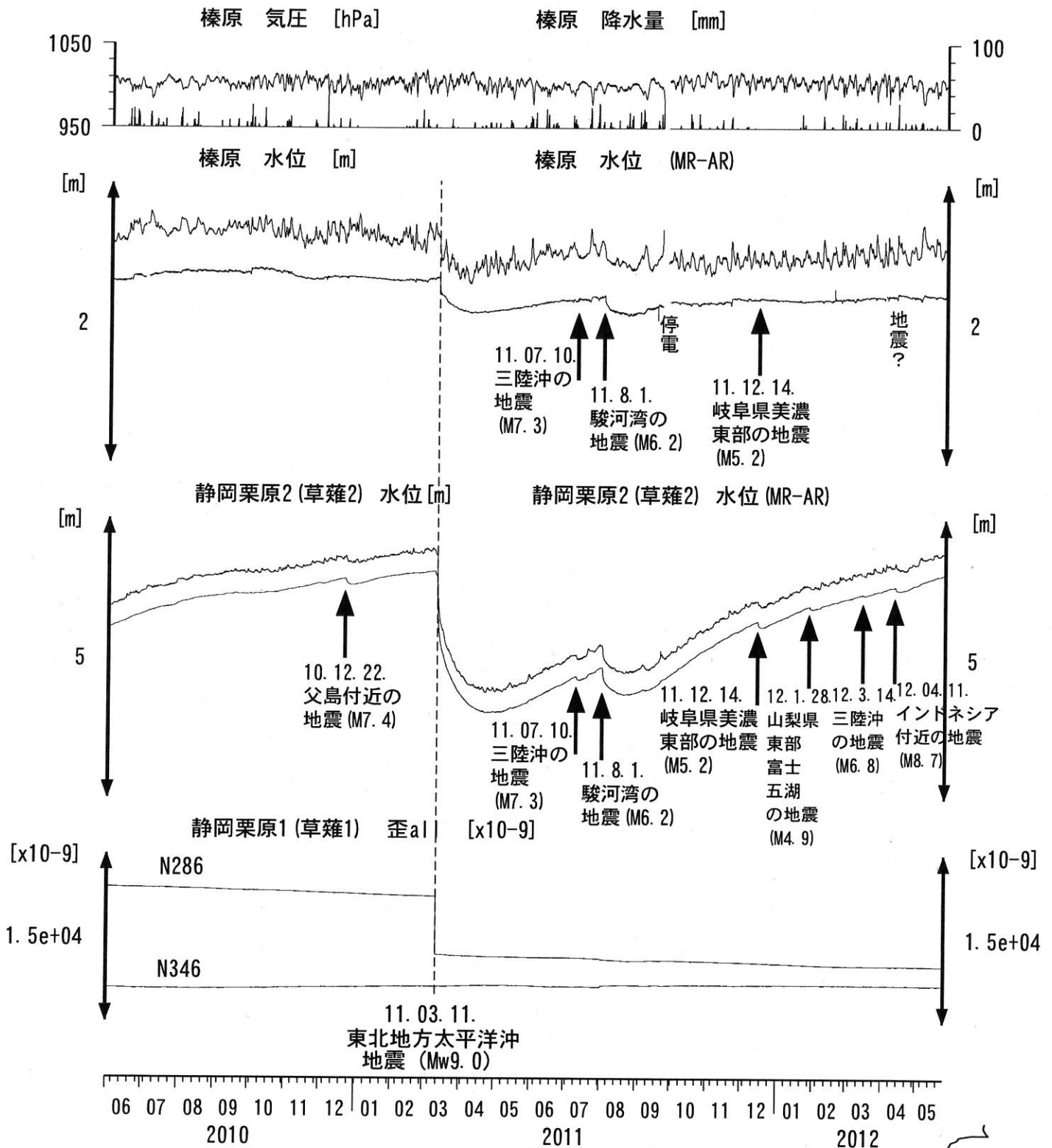


コメント: \$; 保守.

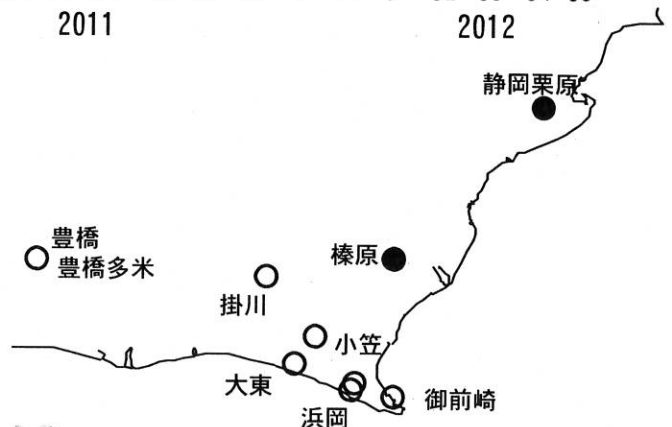
静岡栗原1の降雨に伴う水位変化は
 地表から水が流れ込むためと思われる。
 歪3 (N226成分) は2009年6月16日の雷で故障したため
 表示していない。



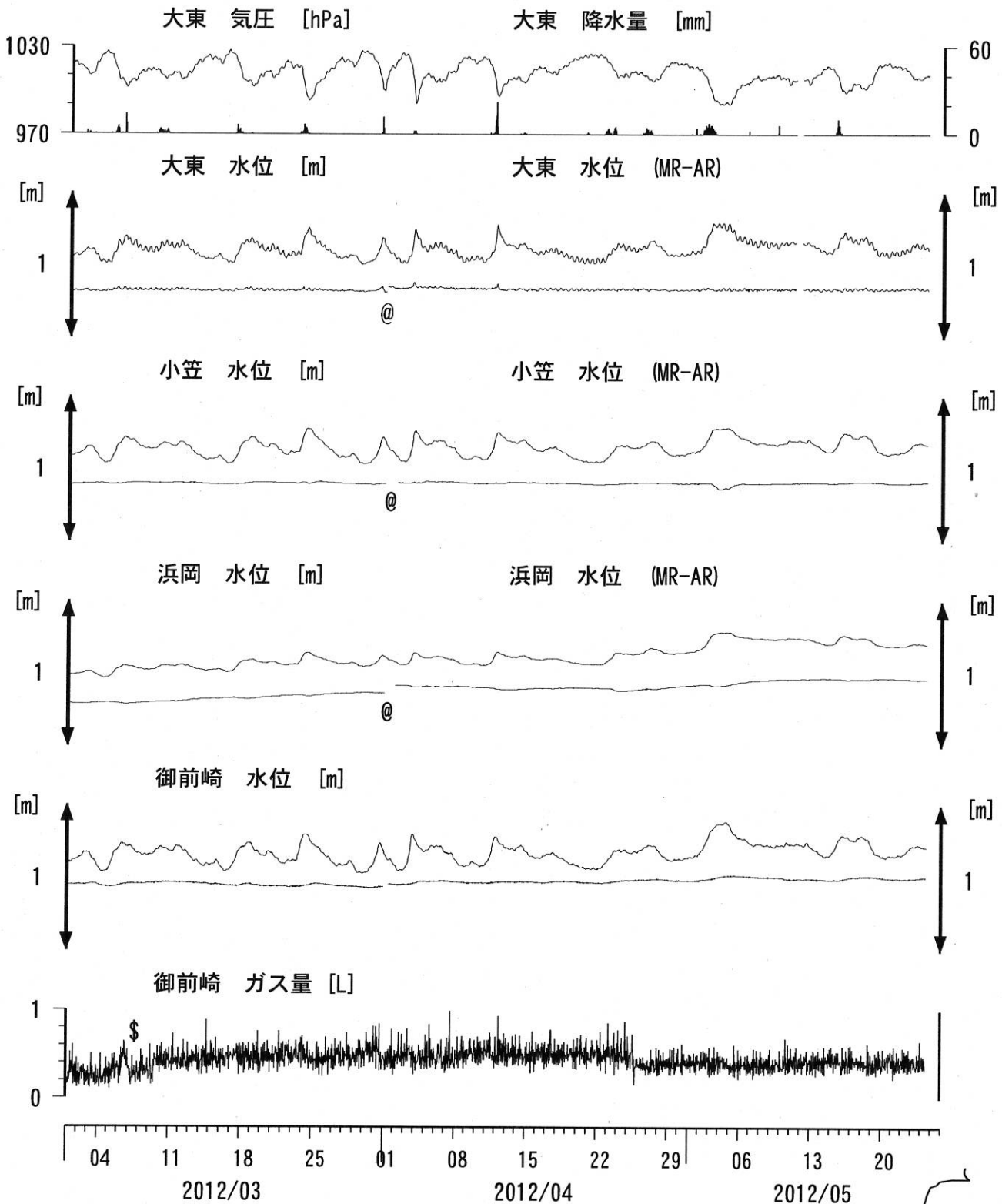
東海地域中部 (榛原・草薙) 長期 (時間値)
 (2010/06/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)



コメント：*;雨量補正不十分。?;原因不明。
 歪N226成分が2009年6月16日の雷で故障した。

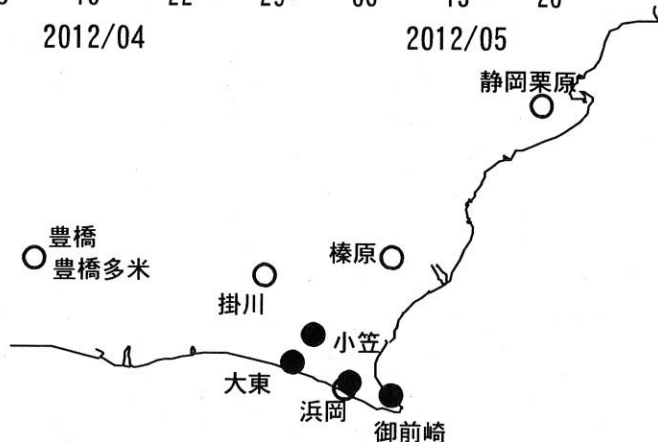


東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)



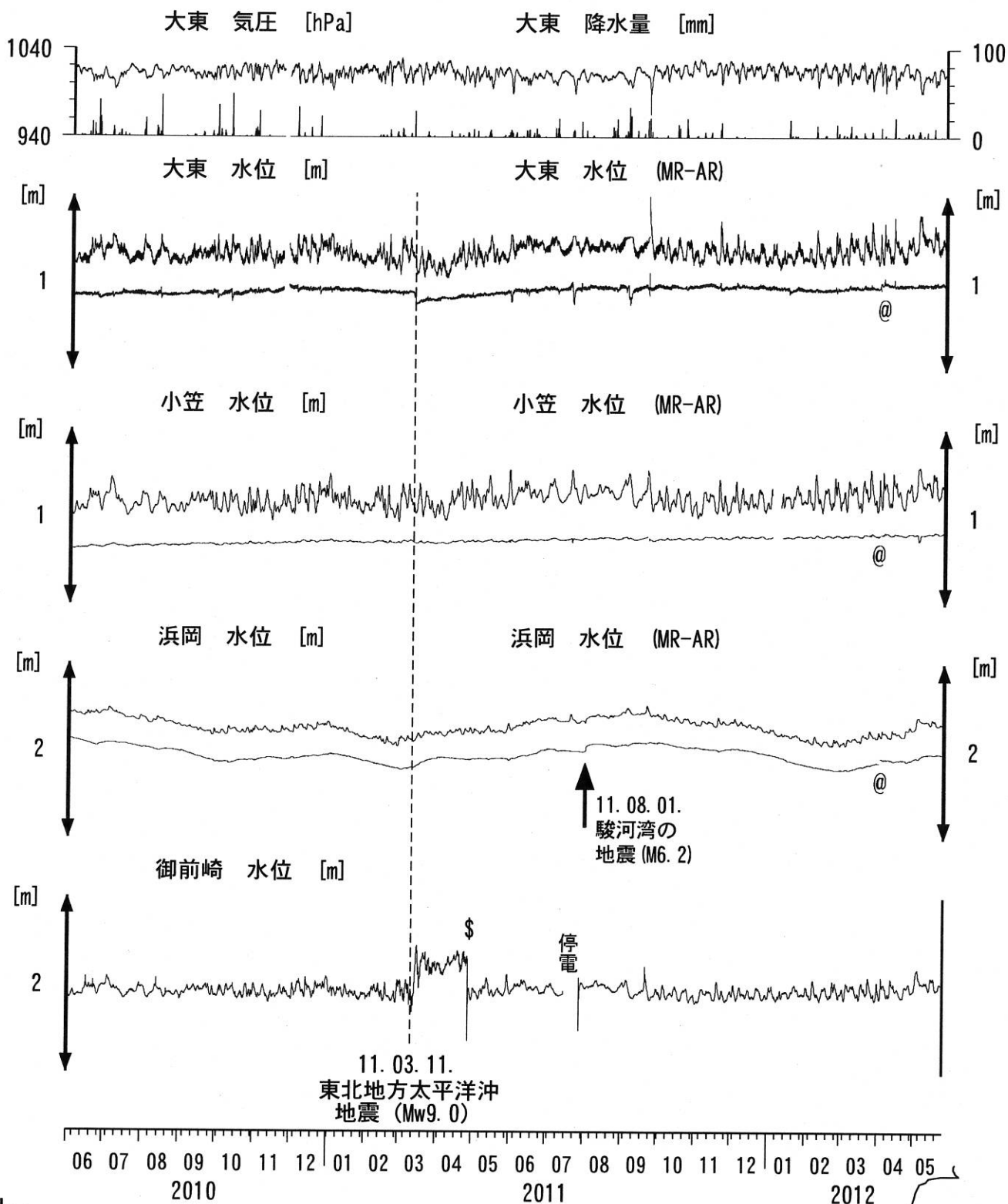
コメント:

*;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.



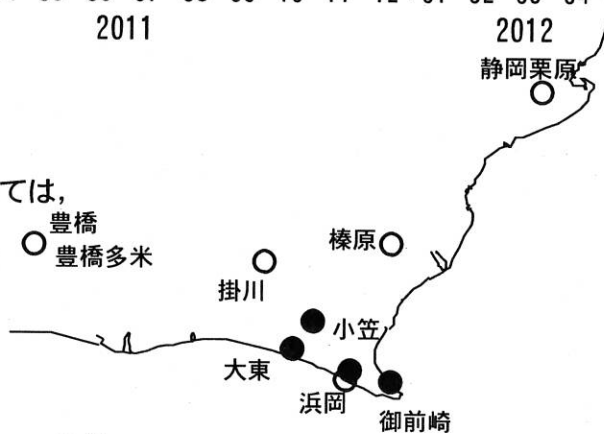
東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2010/06/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)



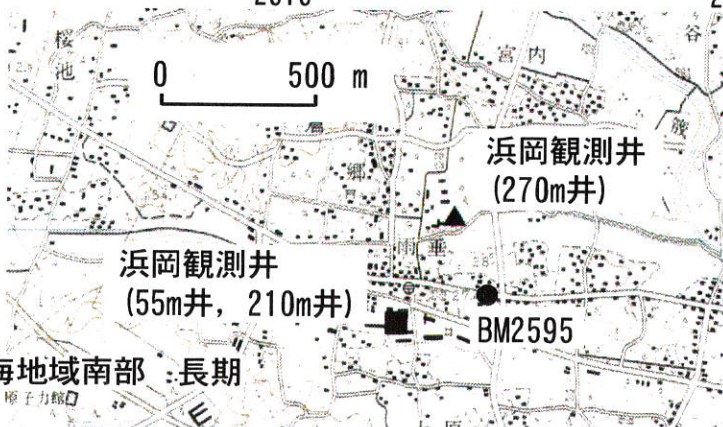
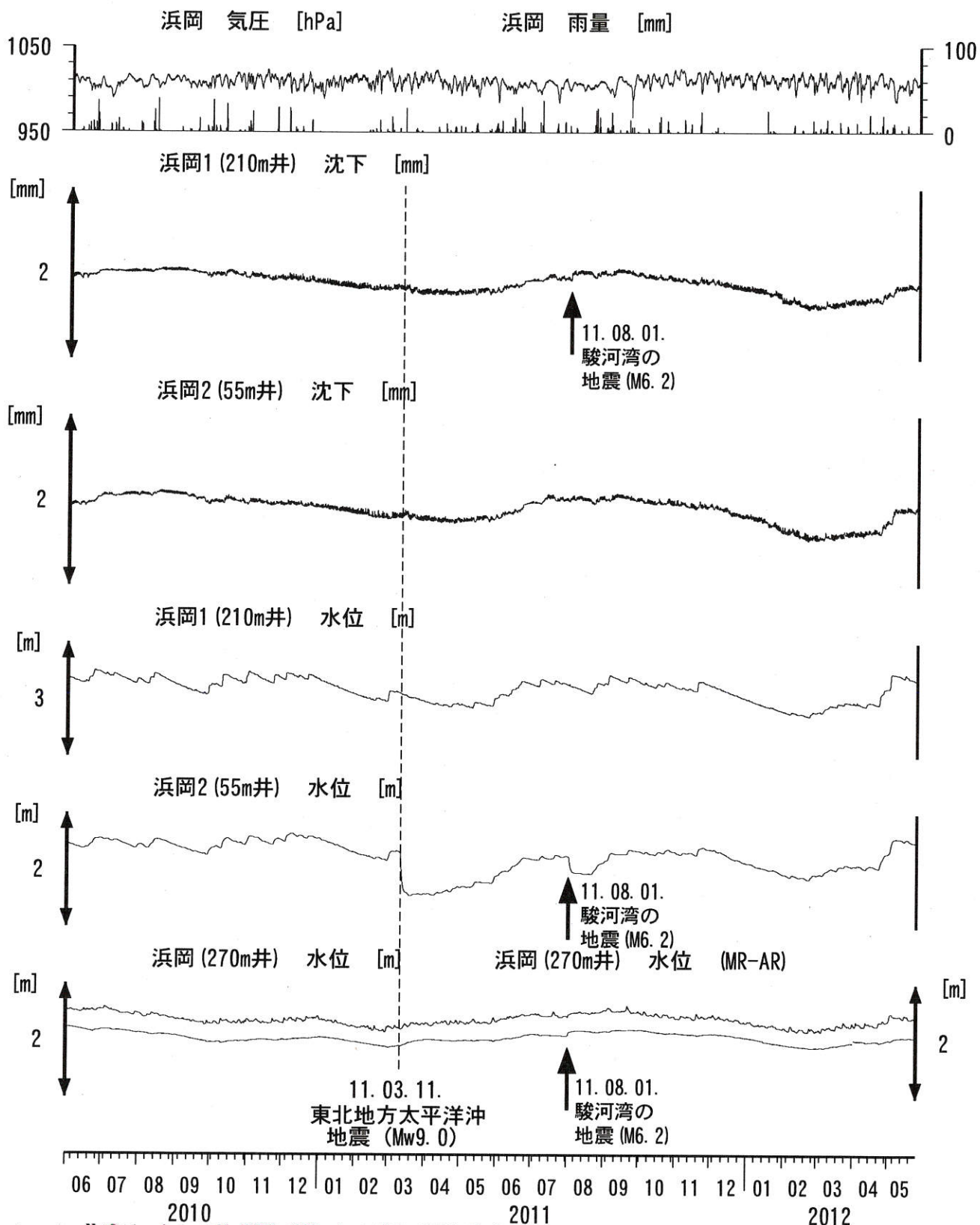
コメント:

*;雨量補正不十分. \$;保守.
 @;月初めの補正値のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。
 2011年3月15日頃~4月28日の水位の上昇については、
 ガス測定システムの故障によると思われる。
 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。

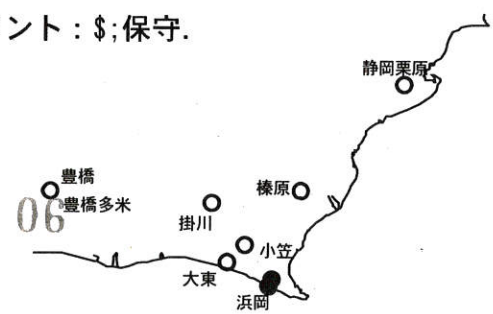


浜岡沈下・水位 (時間値)

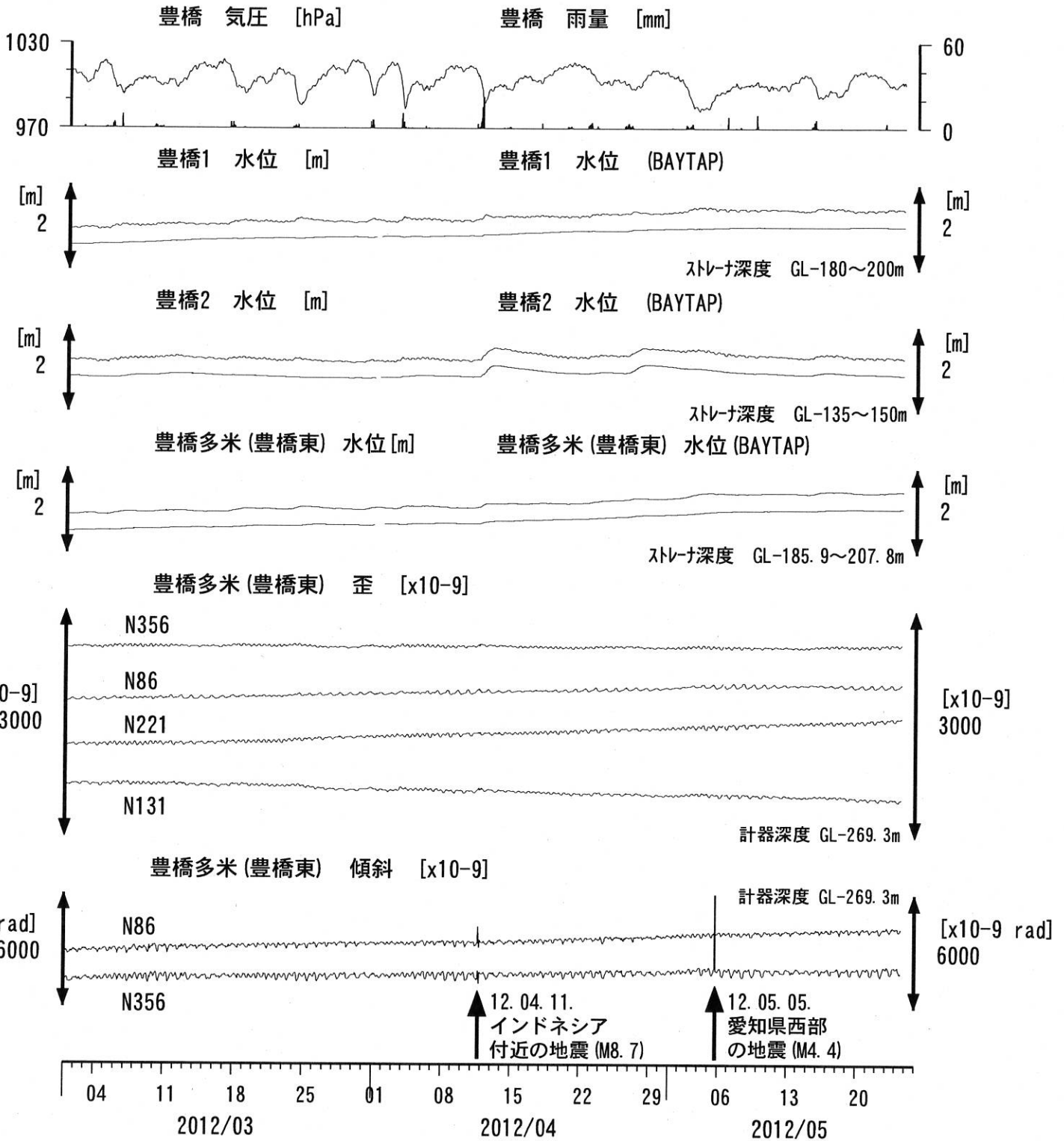
(2010/06/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)



コメント：\$;保守.



東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

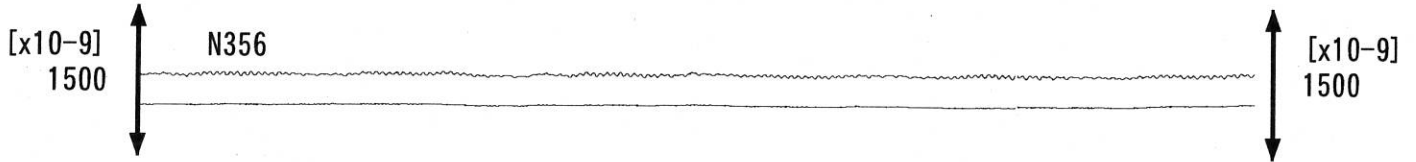


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

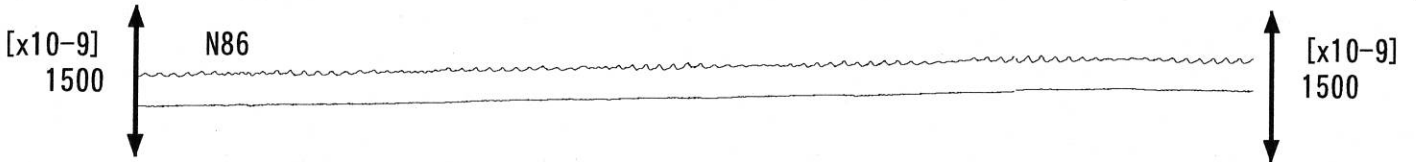


東海地域西部 (豊橋東 歪) 中期 (時間値)
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

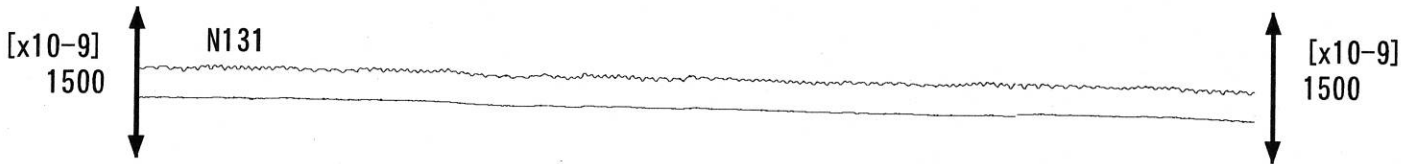
豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E [x10-9] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E (BAYTAP)



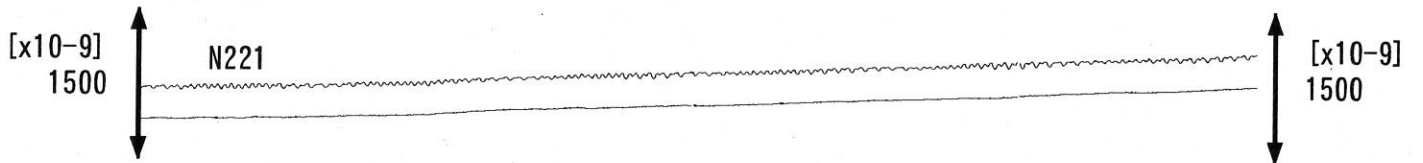
豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E [x10-9] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E (BAYTAP)



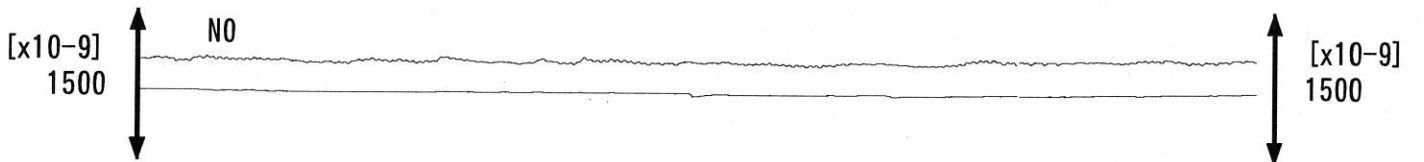
豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E [x10-9] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E (BAYTAP)



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



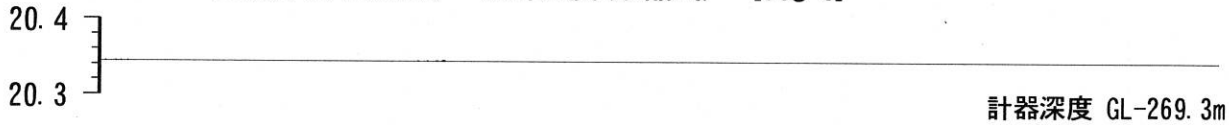
豊橋多米 (豊橋東) 歪鉛直 [x10-9] 豊橋多米 (豊橋東) 歪鉛直 (BAYTAP)



豊橋多米 (豊橋東) 磁力 N356E [nT]



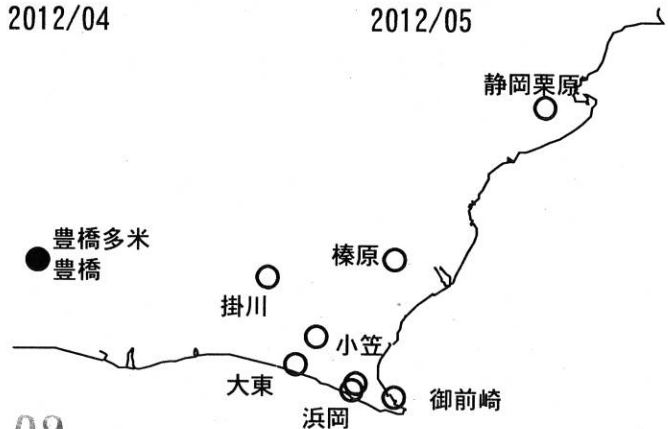
豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



計器深度 GL-269. 3m



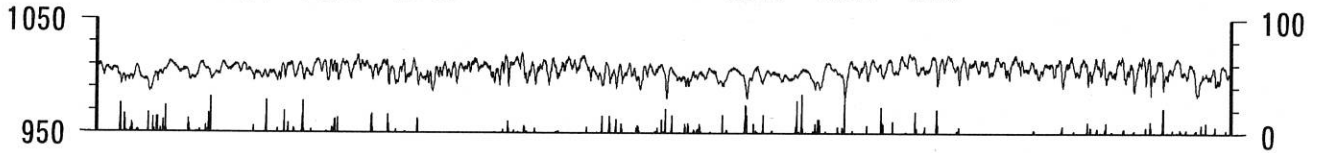
コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.



東海地域西部（豊橋・豊橋東）長期（時間値）
 (2010/06/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

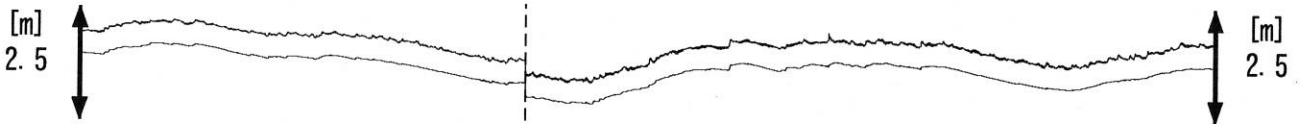
豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 雨量 [mm]



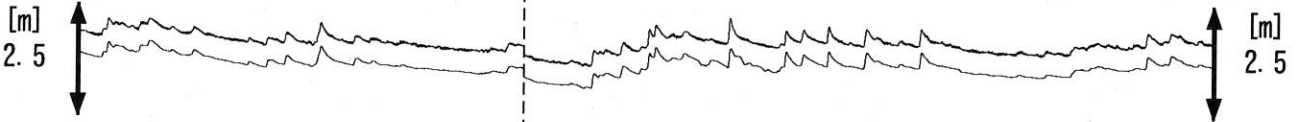
豊橋1 水位 [m]

豊橋1 水位 (BAYTAP)



豊橋2 水位 [m]

豊橋2 水位 (BAYTAP)

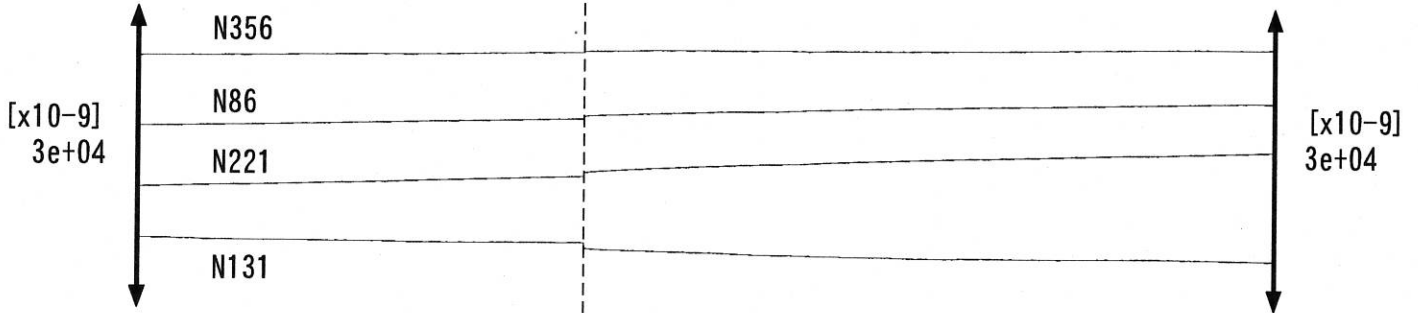


豊橋多米 (豊橋東) 水位 [m]

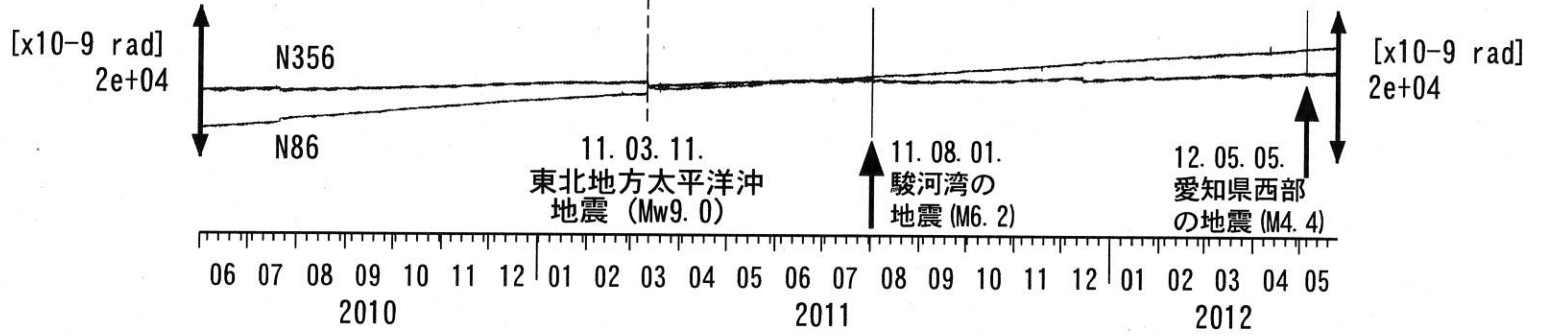
豊橋多米 (豊橋東) 水位 (BAY)



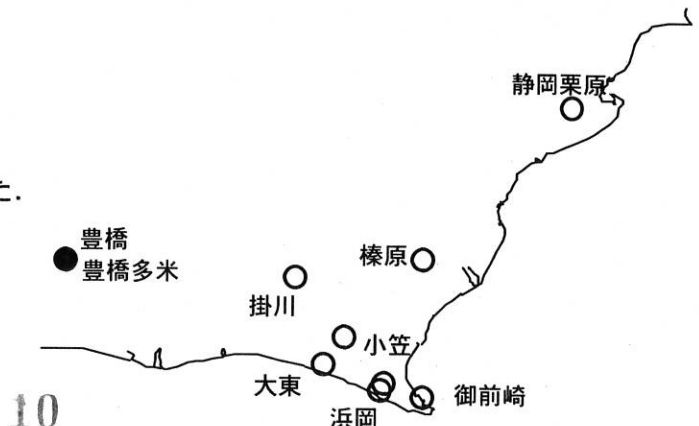
豊橋多米 (豊橋東) 歪 [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 傾斜 [x10⁻⁹]

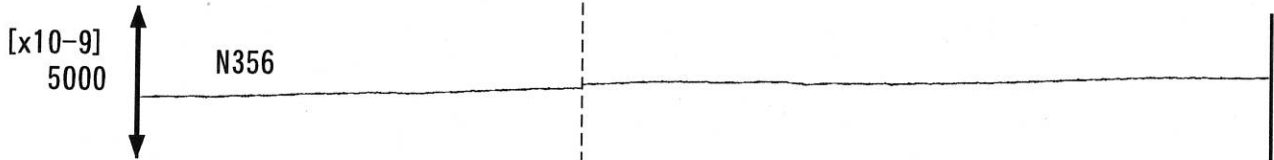


コメント：\$;保守. ?;原因不明.
 傾斜計データの処理方法を変えたので、
 地震時のパルス状の変化が見えにくくなった。

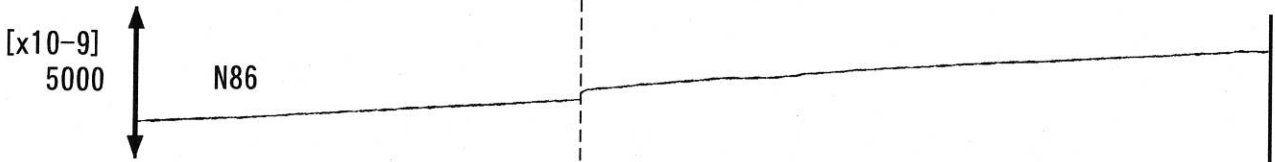


東海地域西部 (豊橋東 歪) 長期 (時間値)
 (2010/06/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

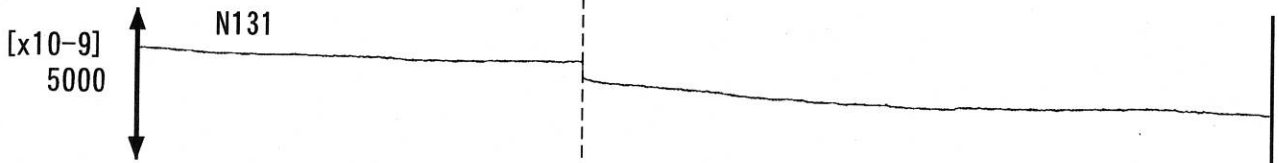
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N356E [x10⁻⁹]



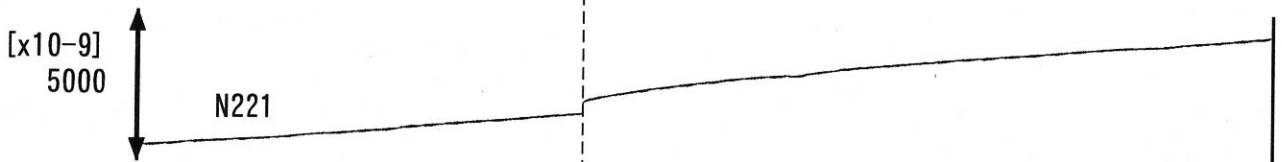
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N86E [x10⁻⁹]



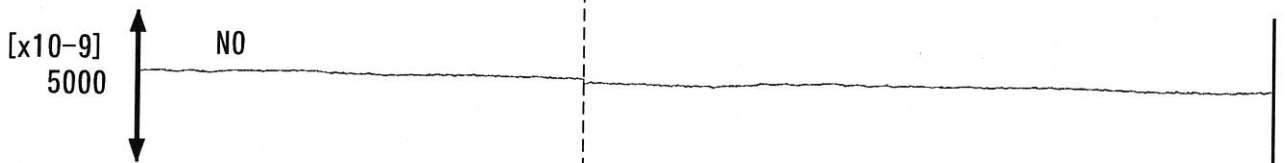
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N131E [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N221E [x10⁻⁹]



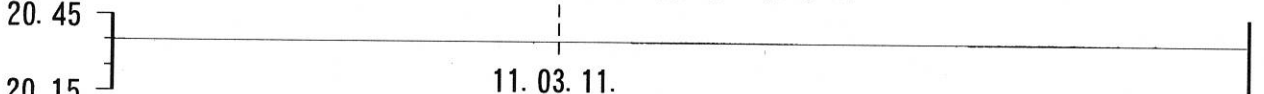
豊橋多米 (豊橋東) 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



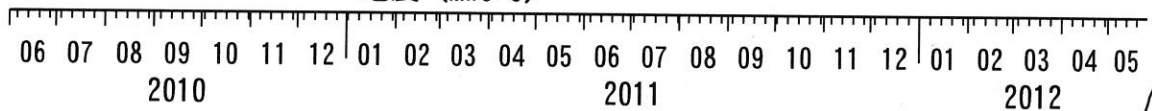
豊橋多米 (豊橋東) 磁力 N356E [nT]



豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



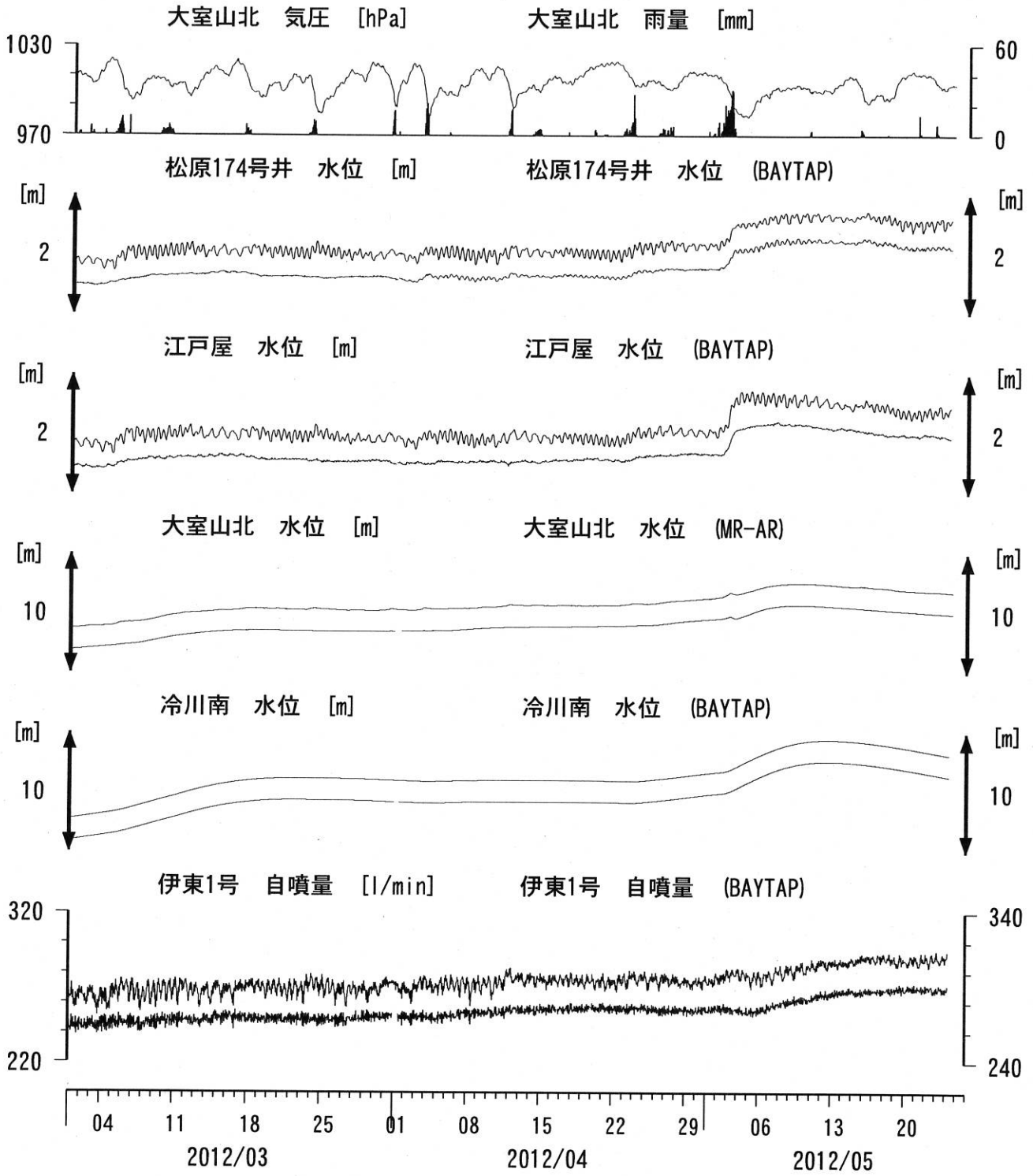
11. 03. 11.
 東北地方太平洋沖
 地震 (Mw9.0)



コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.

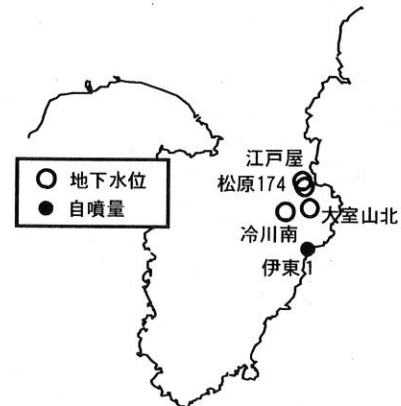


伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

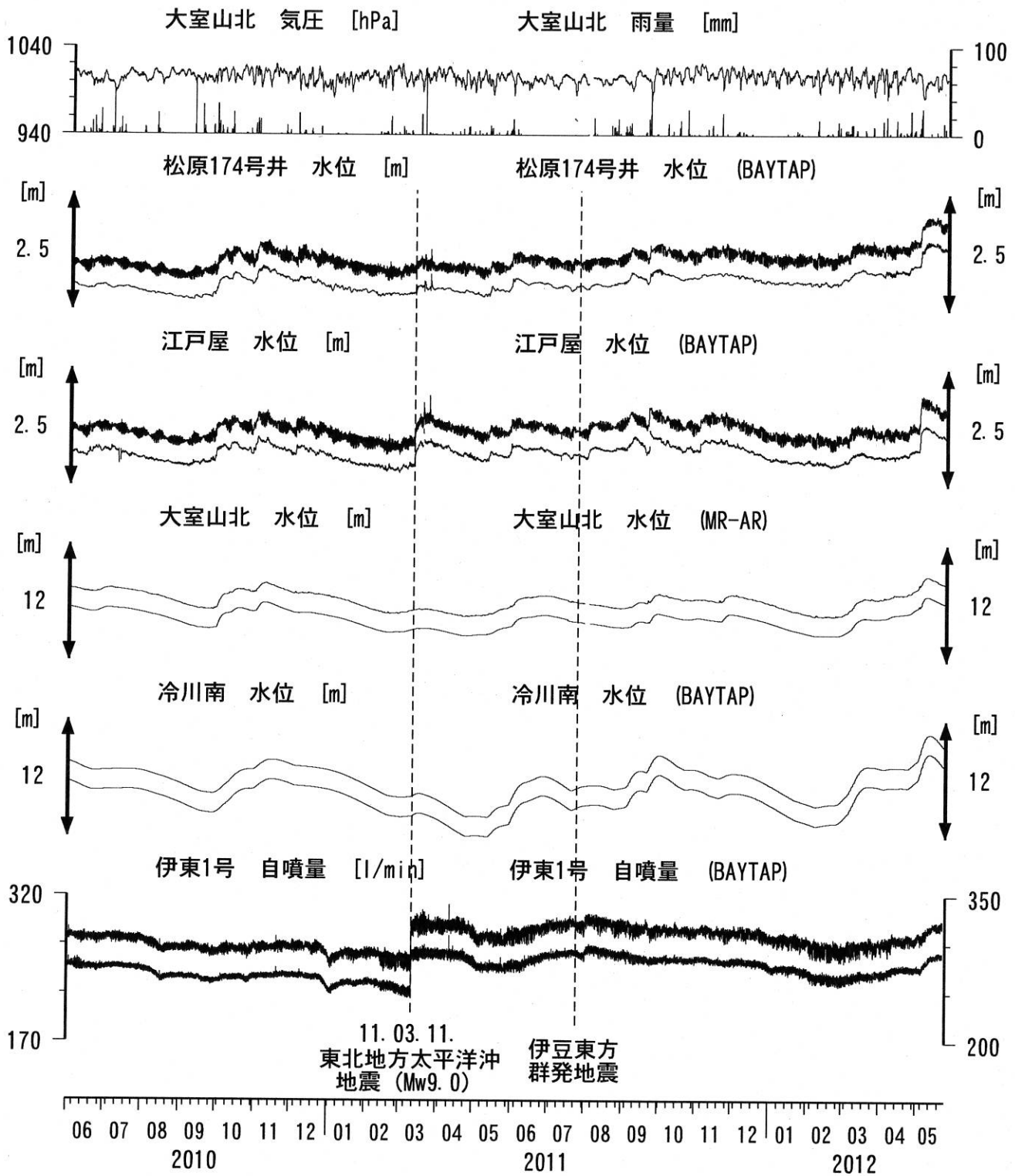


コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.

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)
 (2010/06/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

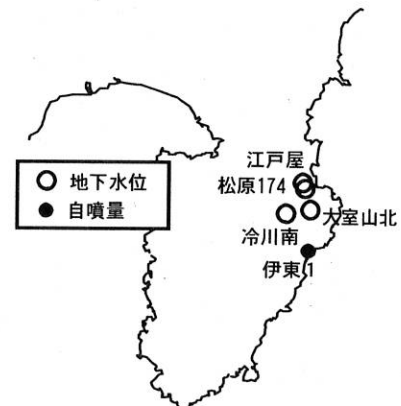


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

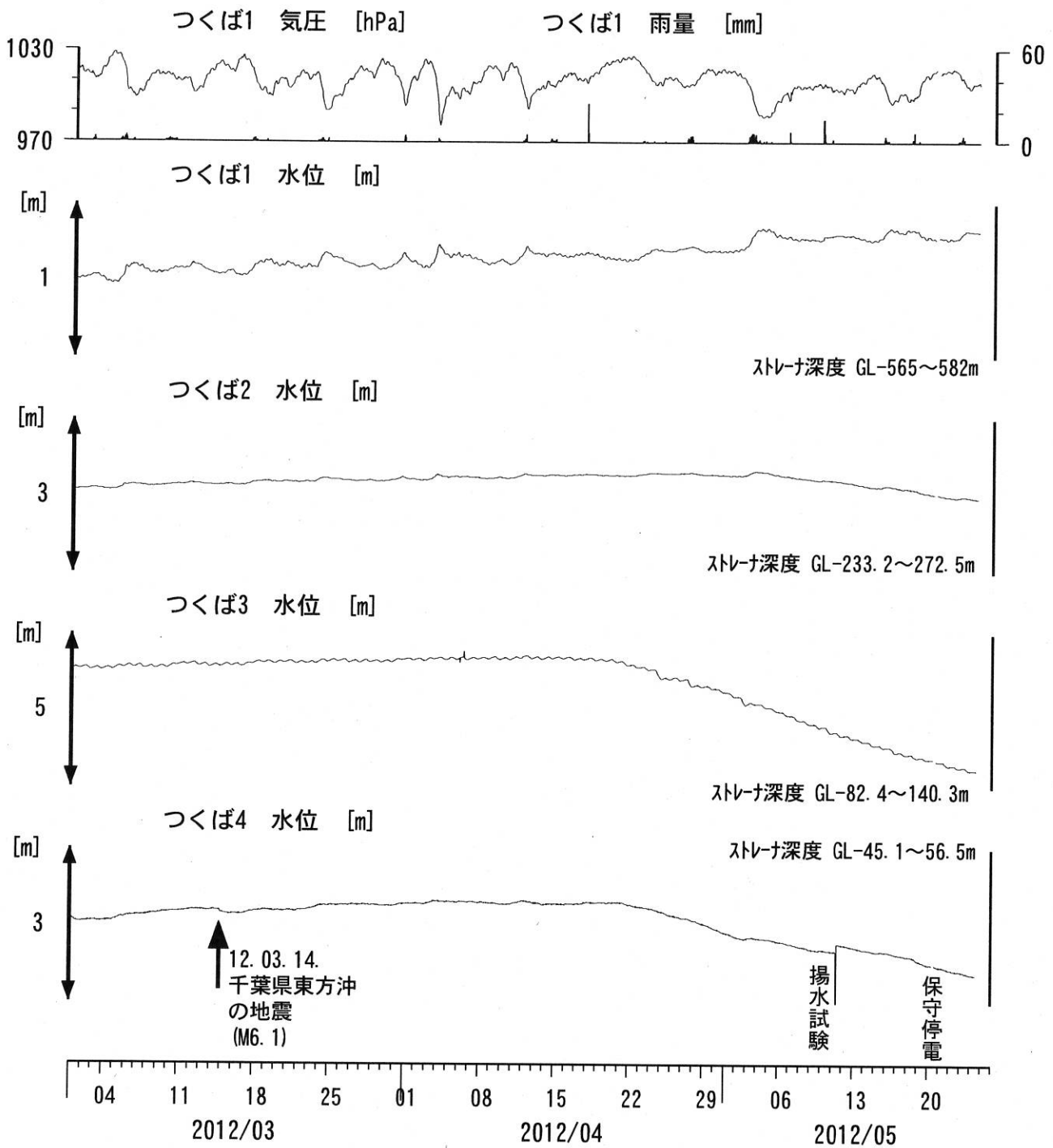
松原174号井は静岡県による観測.

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.



関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

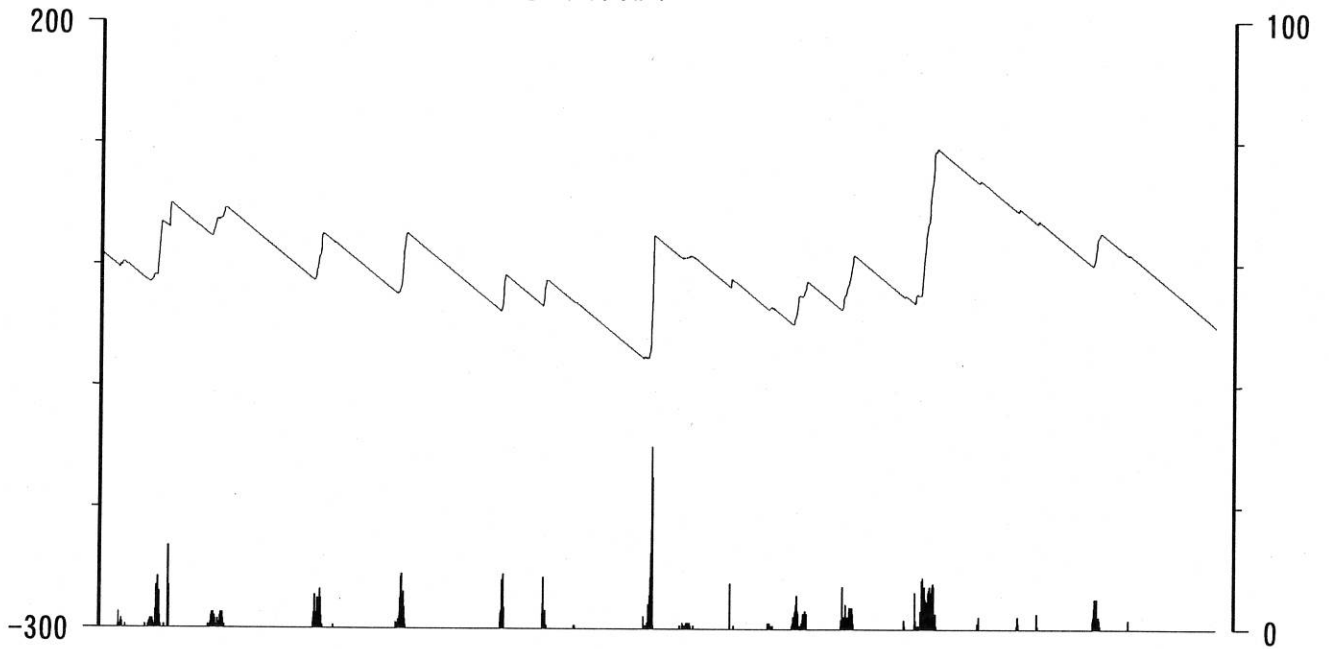


コメント：\$;保守.
 つくば2~4の水位が、例年春~秋に低下するのは、
 周囲の揚水によると考えられる。

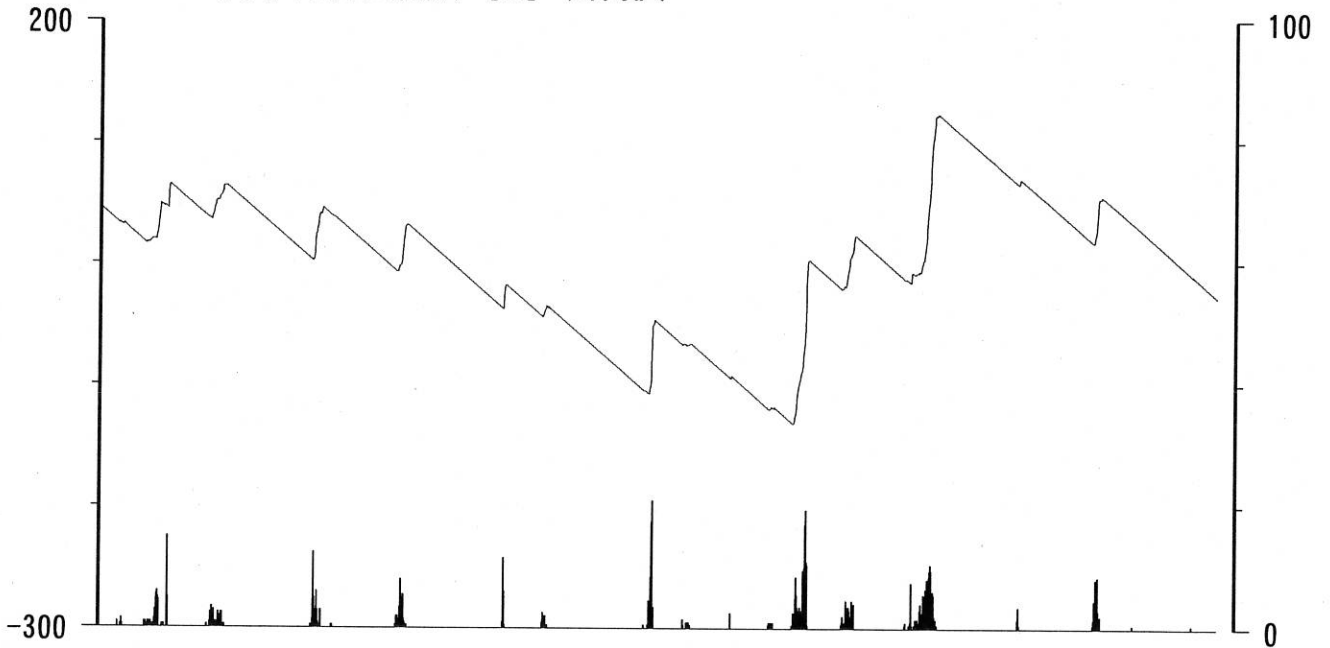


榛原・浜岡観測井 直近3ヶ月の積算降雨量トレンド除去グラフ [mm]
 (2012/03/01 00:00 - 2012/05/26 00:00)

榛原 降水量(積算) [mm] (時間値)



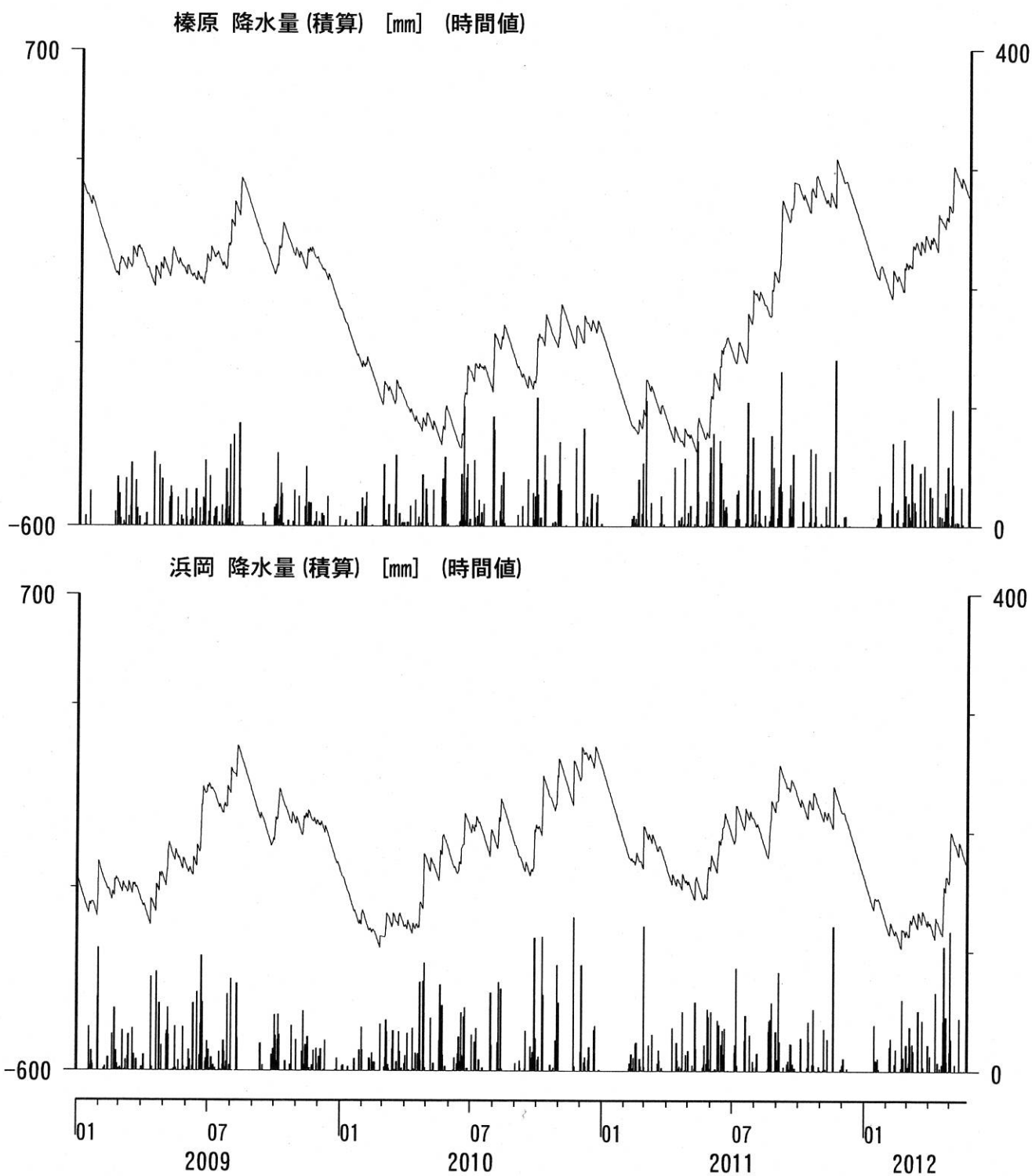
浜岡 降水量(積算) [mm] (時間値)



04 11 18 25 01 08 15 22 29 06 13 20
 2012/03 2012/04 2012/05

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 - 2012/05/26 00:00)



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2012年3月1日から2012年5月27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。

2012年5月15日～16日午前にかけて、三重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)、同時期に産総研の多成分歪6観測点、地下水1観測点(2井戸)、傾斜2観測点、気象庁の多成分歪3観測点、体積歪1観測点および防災科学技術研究所(防災科研)のHi-net高感度加速度計(傾斜)3観測点において変化が観測された(図23)。また、17～22日にかけても、一部観測点で引き続き変化が観測された(図23)。期間を3つにわけて断層面の推定を行った結果を図24～26に示す。なお、MYMの水平歪3は、期間中にローカルな変位によると推定される異常な変化が認められるため、3成分のみを解析に使用した。3つの期間において推定されたMwはそれぞれ5.8、5.7、5.5であった。期間B、Cはすべり量が小さく、また、残差分布のコントラストが低く、モデルの任意性が高いと考えられる。

期間Aを含む領域では、31日前の2012年4月14～16日にかけてMw5.6の短期的SSEが発生したと推定されているが、微動・すべりの位置はあまり重なっていない(図24)。また、2012年4月および5月(期間A)のすべり域では147日前の2011年12月19日～20日にMw5.5の短期的SSEが発生したと推定されている(図24)。この領域及び周辺における2009年以降の微動の活動状況を図27に示す。

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・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[2011]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。

地下水圧、気象庁多成分歪・体積歪を加えた統合解析

従来の水平多成分歪(産総研)、傾斜(防災科研及び産総研)の統合解析に、板場ほか[2012]の手法を用いて、地下水圧(体積歪換算)、気象庁の水平多成分歪、体積歪を新たに加えた統合解析を開始した。期間Aにおいて、従来の手法との結果を比較した(図28)。推定される断層モデルはほとんど変わらないが、残差分布は、位置と、断層の幅・長さともに、残差が少ない領域は更に少なく狭く、大きい領域は更に大きくなっており、新たにデータを加えることによって任意性が低く、信頼性が高まっていることが分かる。今後、変化がある場合は地下水圧・気象庁多成分・体積歪計のデータを加えた解析結果を報告する予定である。

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を使用しました。気象庁の歪計および産総研のMYMにおける歪計(3成分のみ使用)は、気象庁による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, 木村武志, 木村尚紀, 廣瀬仁, 針生義勝, 歪・傾斜統合解析による短期的SSE断層モデルの推定, *日本地震学会*, 2011年度秋期大会, 静岡, 10月, 2011.
- 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.
- Obara, K. (2010), Phenomenology of deep slow earthquake family in southwest Japan: Spatiotemporal characteristics and segmentation, *J. Geophys. Res.*, **115**, doi:10.1029/2008JB006048.
- 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.

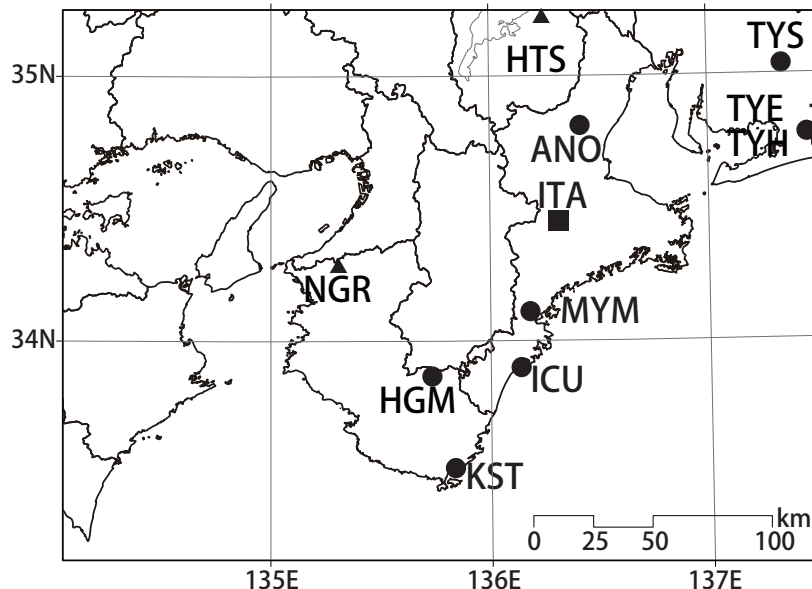


図1: 紀伊半島～愛知県における地下水等総合観測施設の分布図(●・■・▲)。(●)はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計を併設している観測点、(■)はGladwin式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している観測点、(▲)はアナログ方式の石井式歪計を併設している観測点を示す。

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	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	秦荘 →	愛荘香之庄	あいしょうこうのしょう	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	串本津荷	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	和歌山県岩出市	19

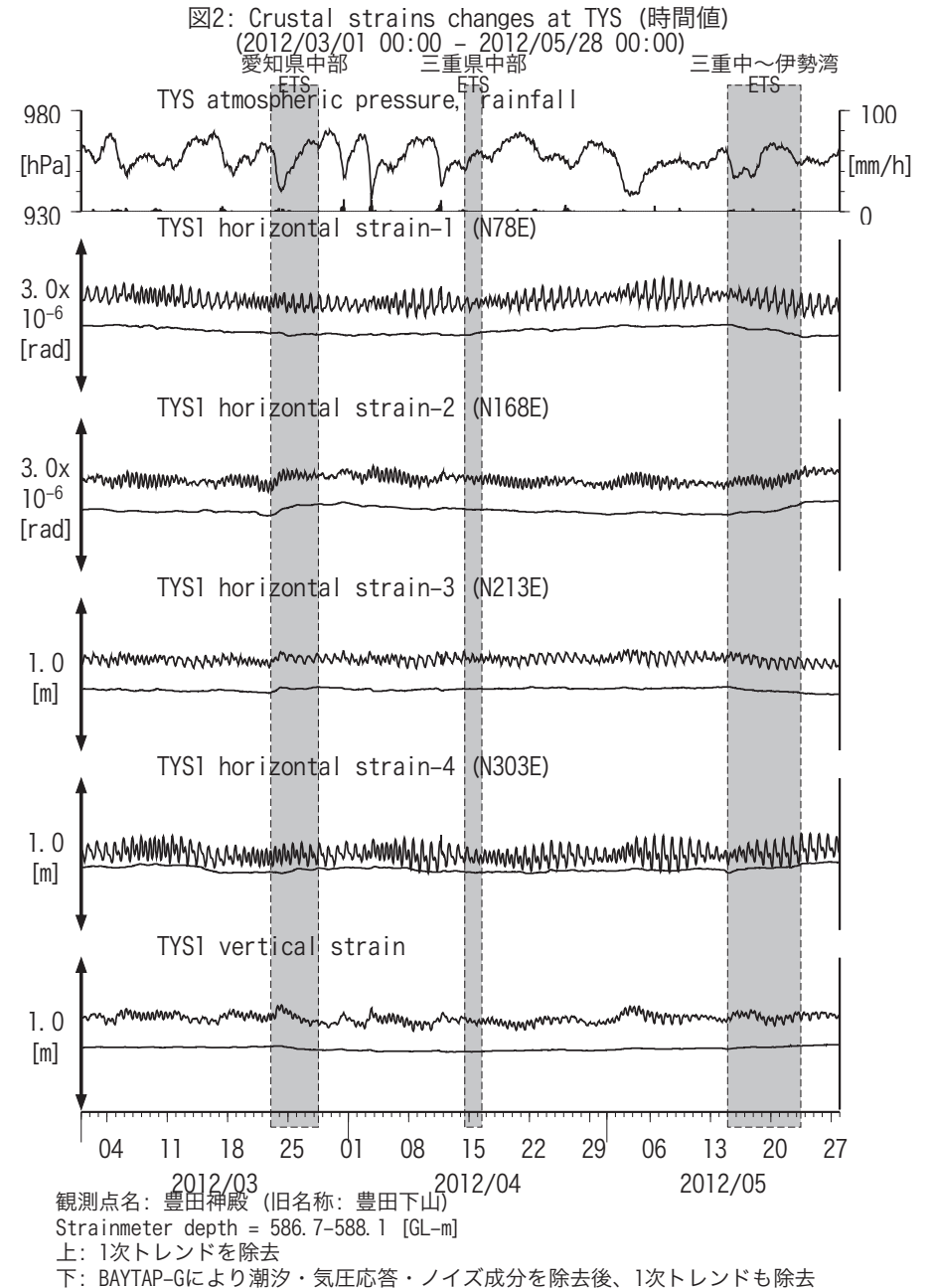
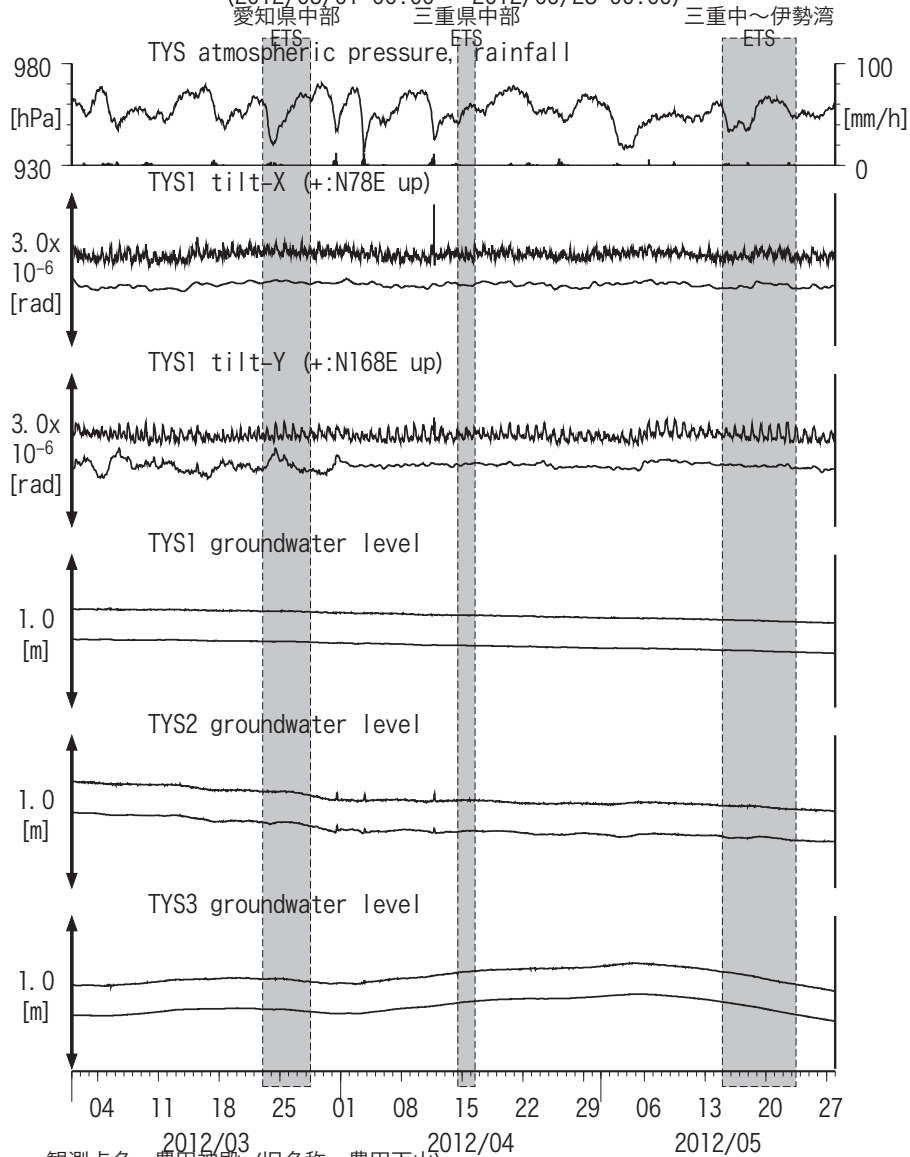
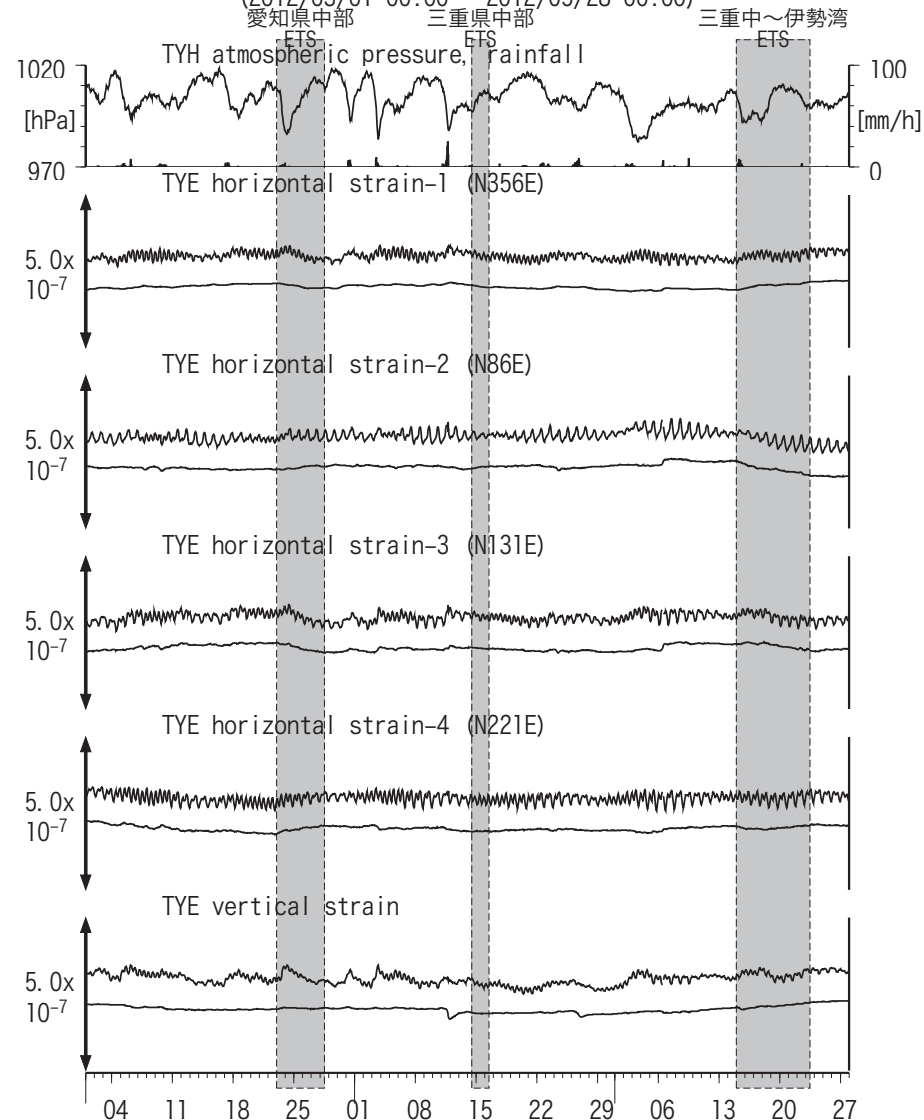


図3: Tilt and groundwater level changes at TYS (時間値)
(2012/03/01 00:00 - 2012/05/28 00:00)



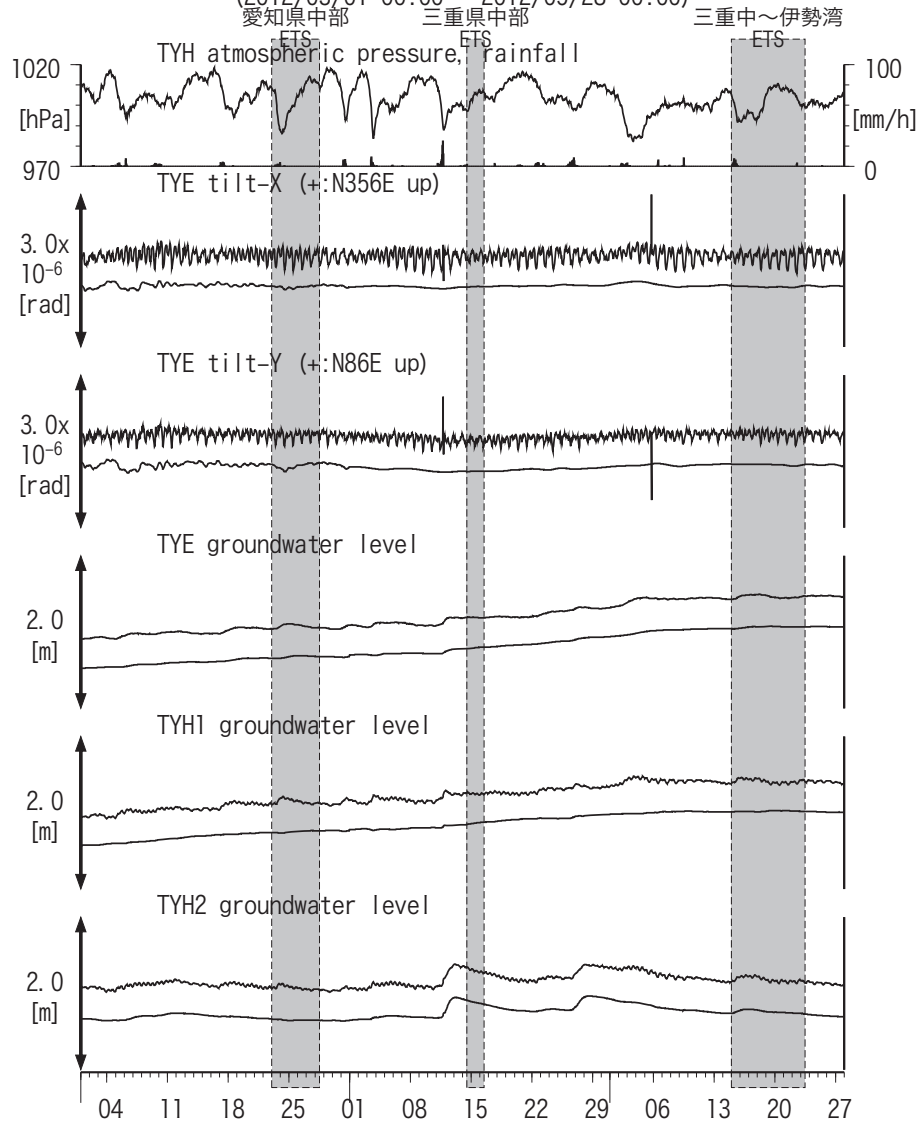
観測点名: 豊田神殿 (旧名称: 豊田下山)
Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]
TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]
TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]
TYS3 : Screen depth = 26.8-32.3 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図4: Crustal strain changes at TYE (時間値)
(2012/03/01 00:00 - 2012/05/28 00:00)



観測点名: 豊橋多米 (旧名称: 豊橋東, TYH(豊橋)は変更無し)
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 (時間値)
(2012/03/01 00:00 - 2012/05/28 00:00)



観測点名: 豊橋多米 (旧名称: 豊橋東, TYH(豊橋)は変更無し)

Tiltmeter depth = 265.6-266.5 [GL-m]

TYE : Screen depth = 185.9-207.8 [GL-m]

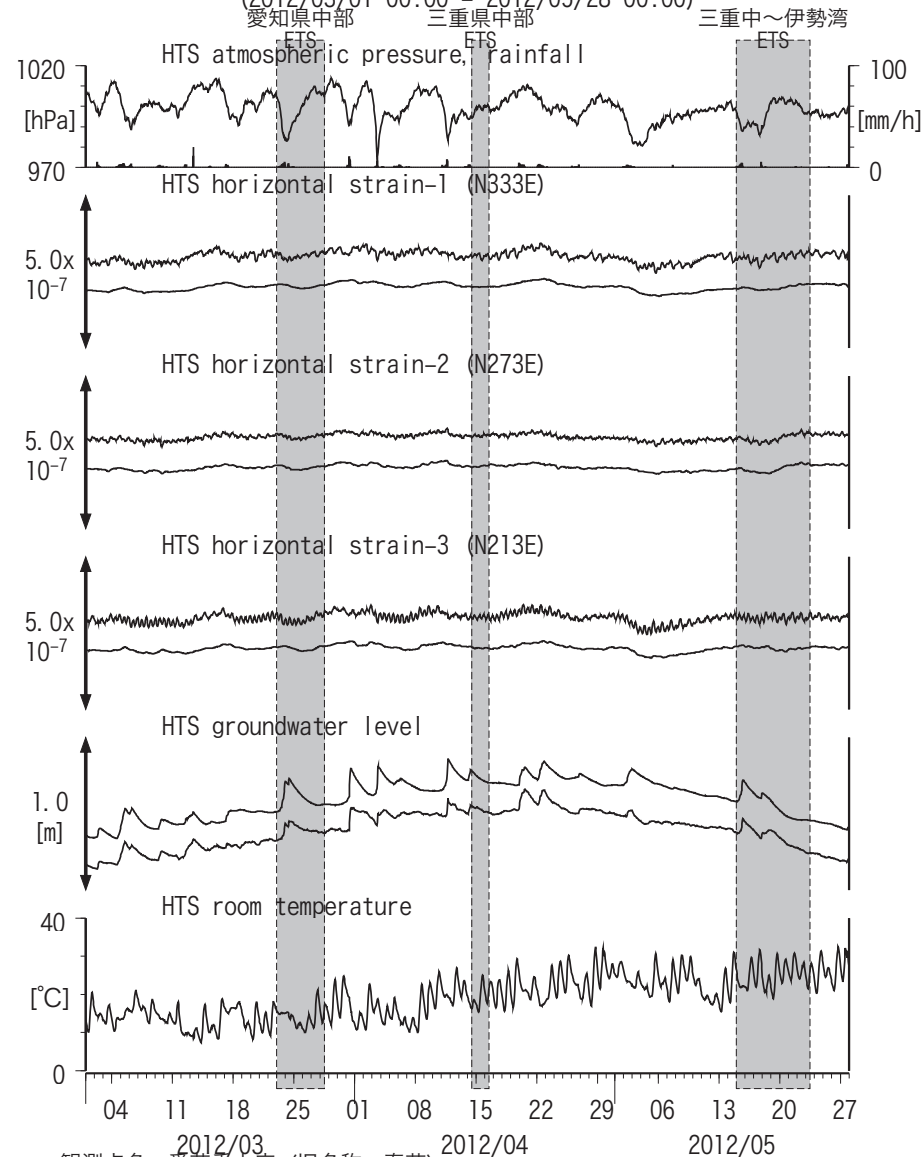
TYH1 : Screen depth = 178.6-200.4 [GL-m]

TYH2 : Screen depth = 133.7-150.0 [GL-m]

上: tilt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、tiltは1次トレンドも除去

図6: Crustal strain and groundwater level changes at HTS (時間値)
(2012/03/01 00:00 - 2012/05/28 00:00)



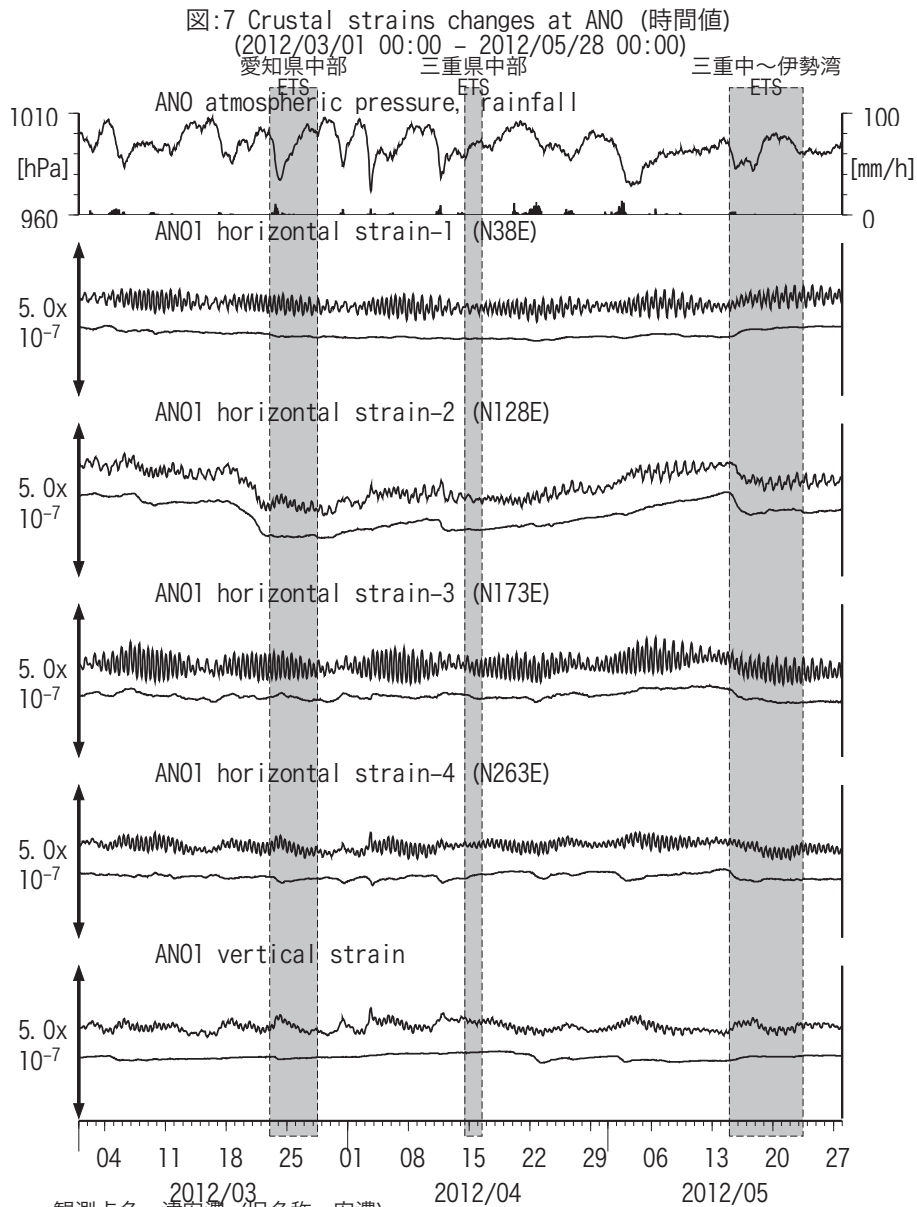
観測点名: 愛荘香之庄 (旧名称: 秦荘)

Strainmeter depth = 433.5-436.5 [GL-m]

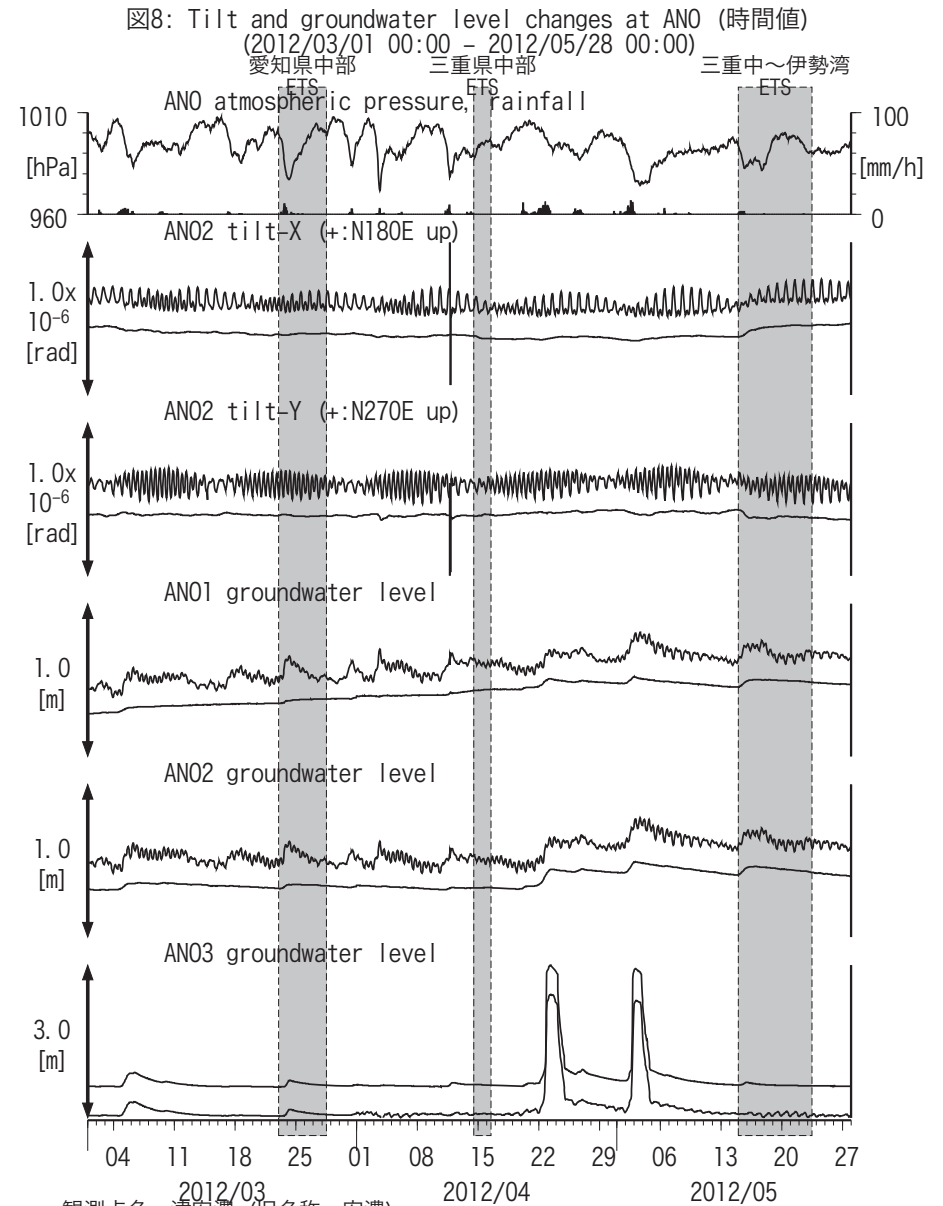
Screen depth = 338.3-360.1 [GL-m]

上: strainは1次トレンドを除去

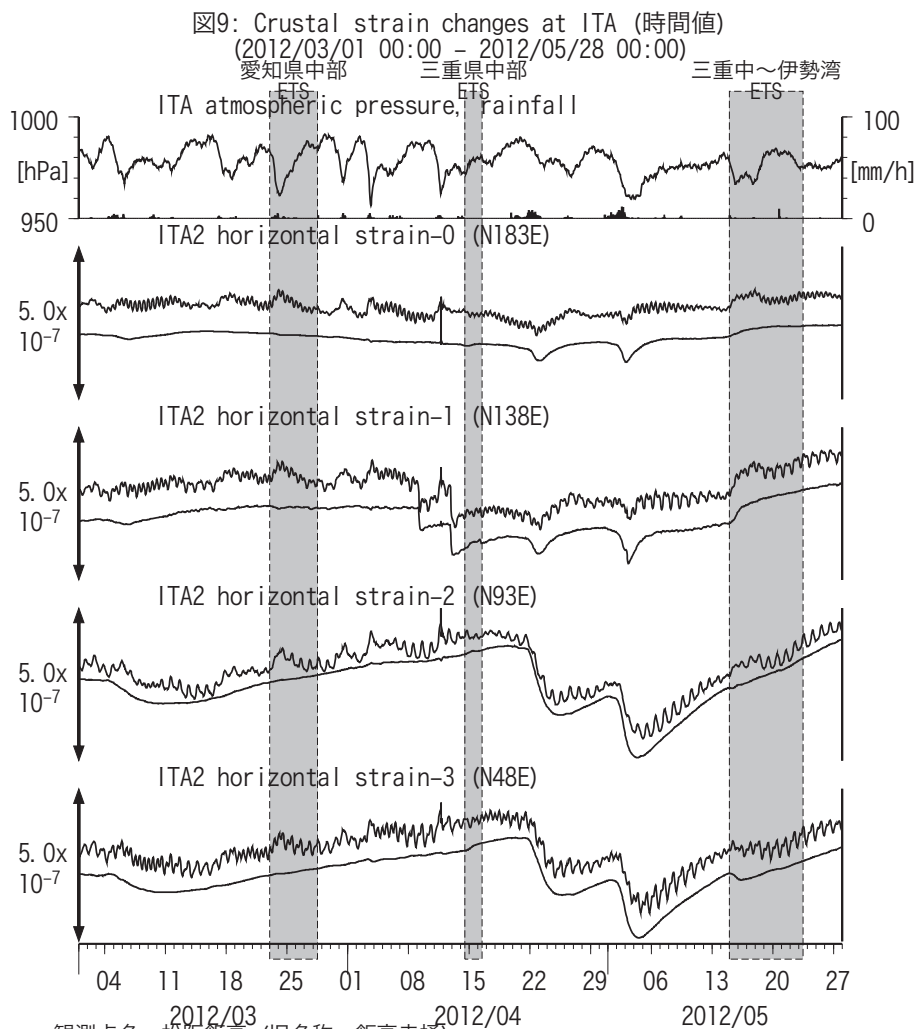
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、strainは1次トレンドも除去



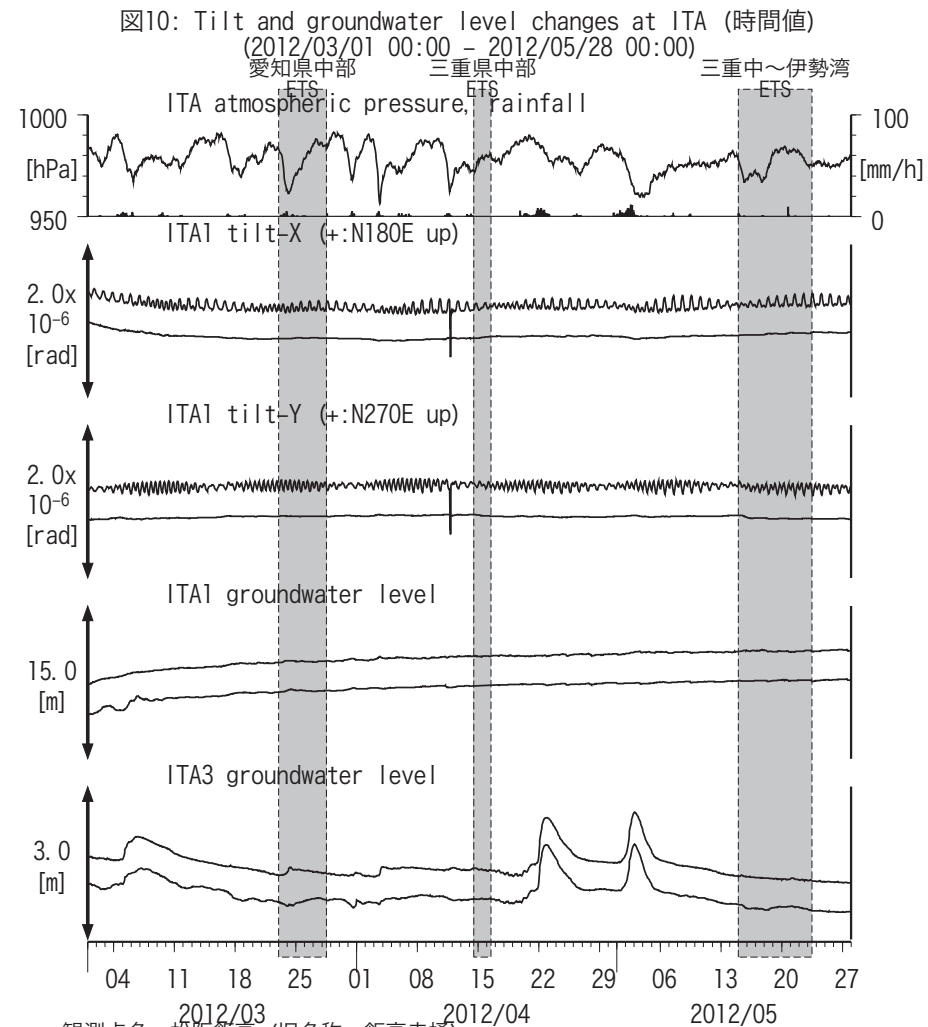
観測点名: 津安濃 (旧名称: 安濃)
Strainmeter depth = 588.9-590.3 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去



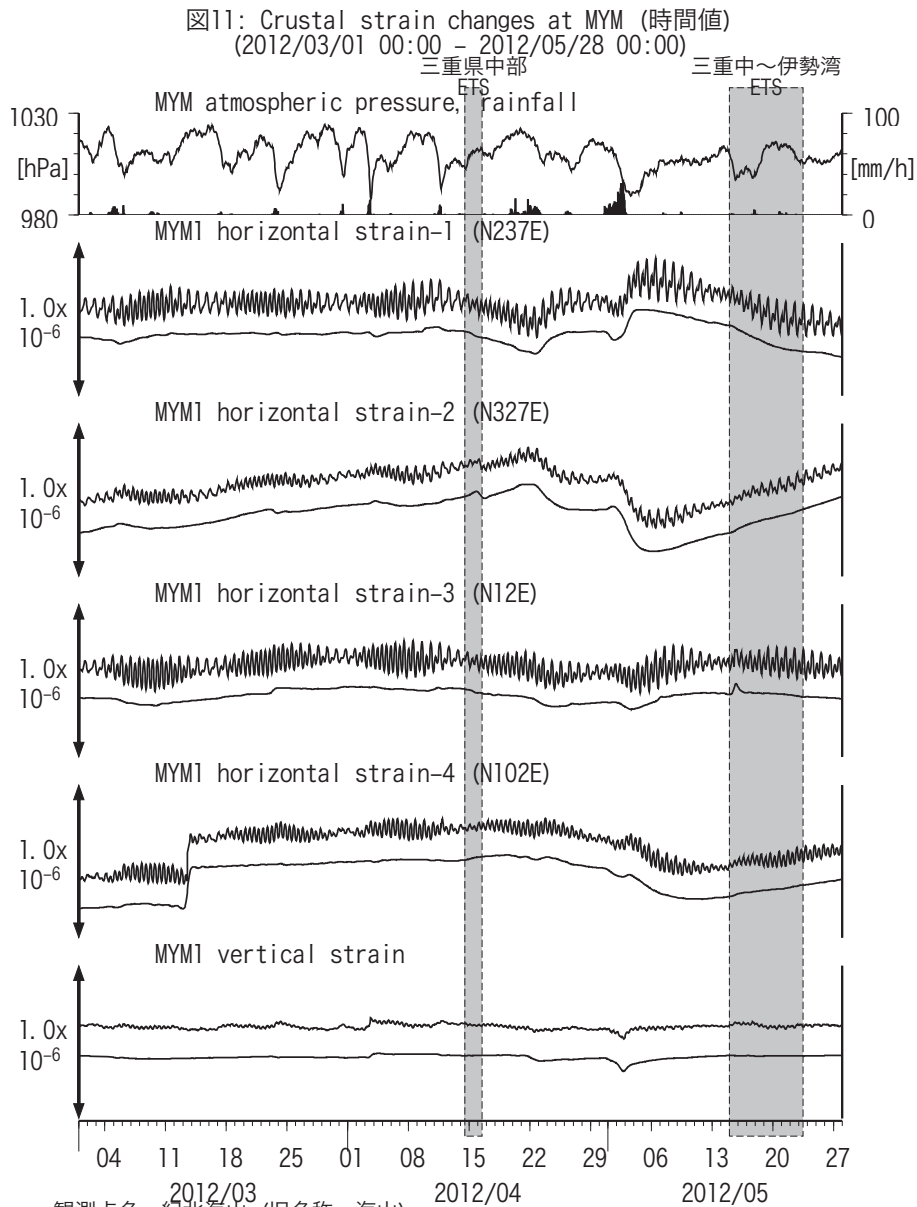
観測点名: 津安濃 (旧名称: 安濃)
Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]
ANO1 : Screen depth = 502.7-513.6 [GL-m]
ANO2 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]
ANO3 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去



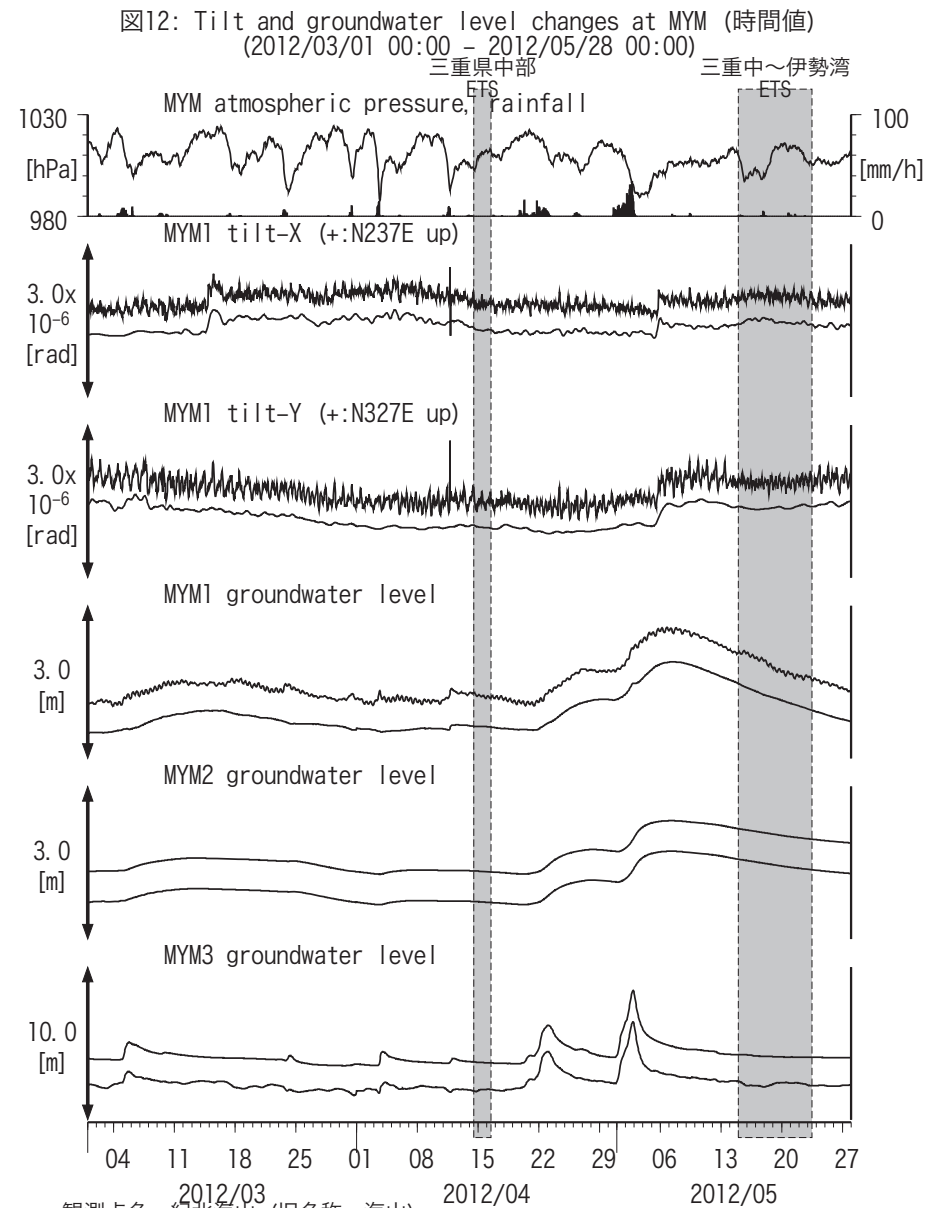
観測点名: 松阪飯高 (旧名称: 飯高赤桶)
Strainmeter depth = 181.3-183.6 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去



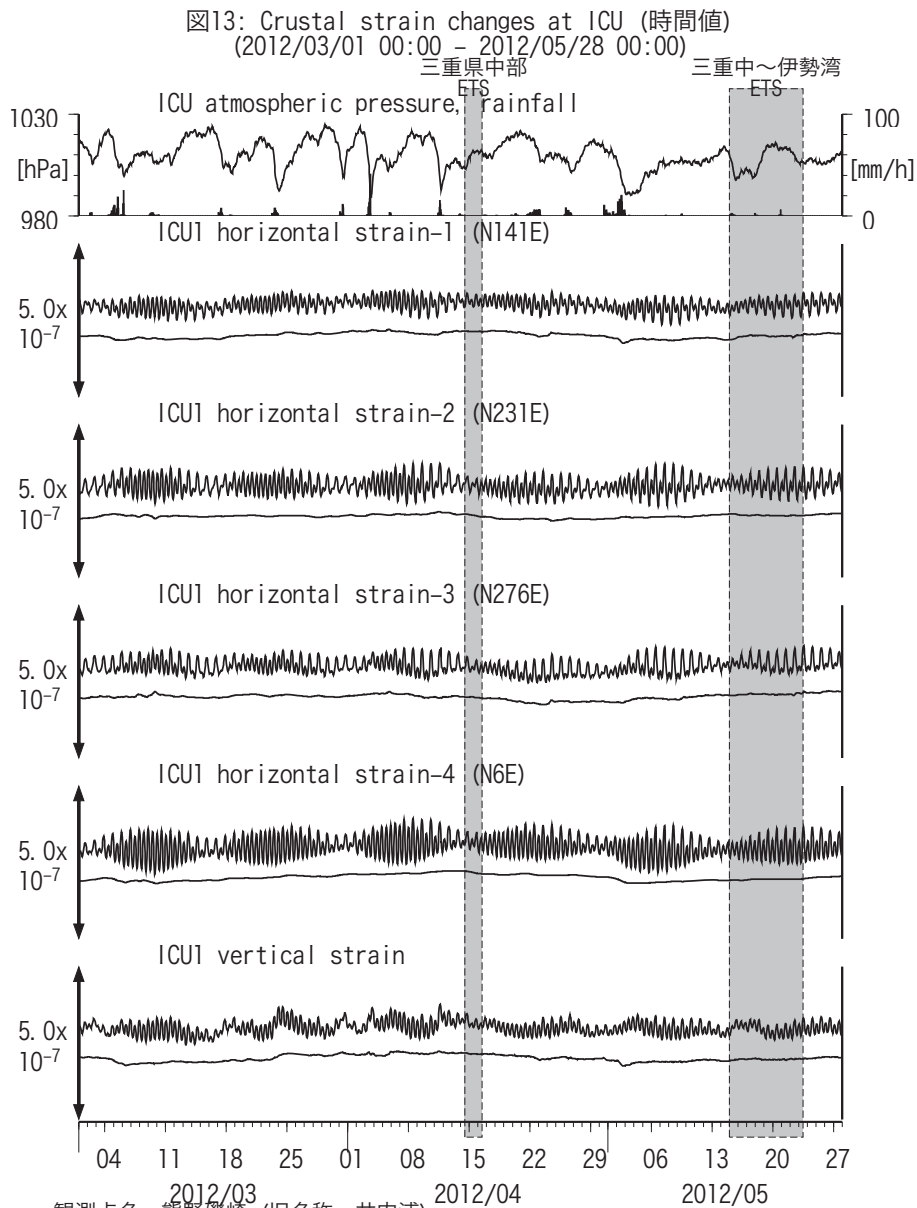
観測点名: 松阪飯高 (旧名称: 飯高赤桶)
Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]
ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]
ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去



観測点名: 紀北海山 (旧名称: 海山)
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



観測点名: 紀北海山 (旧名称: 海山)
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

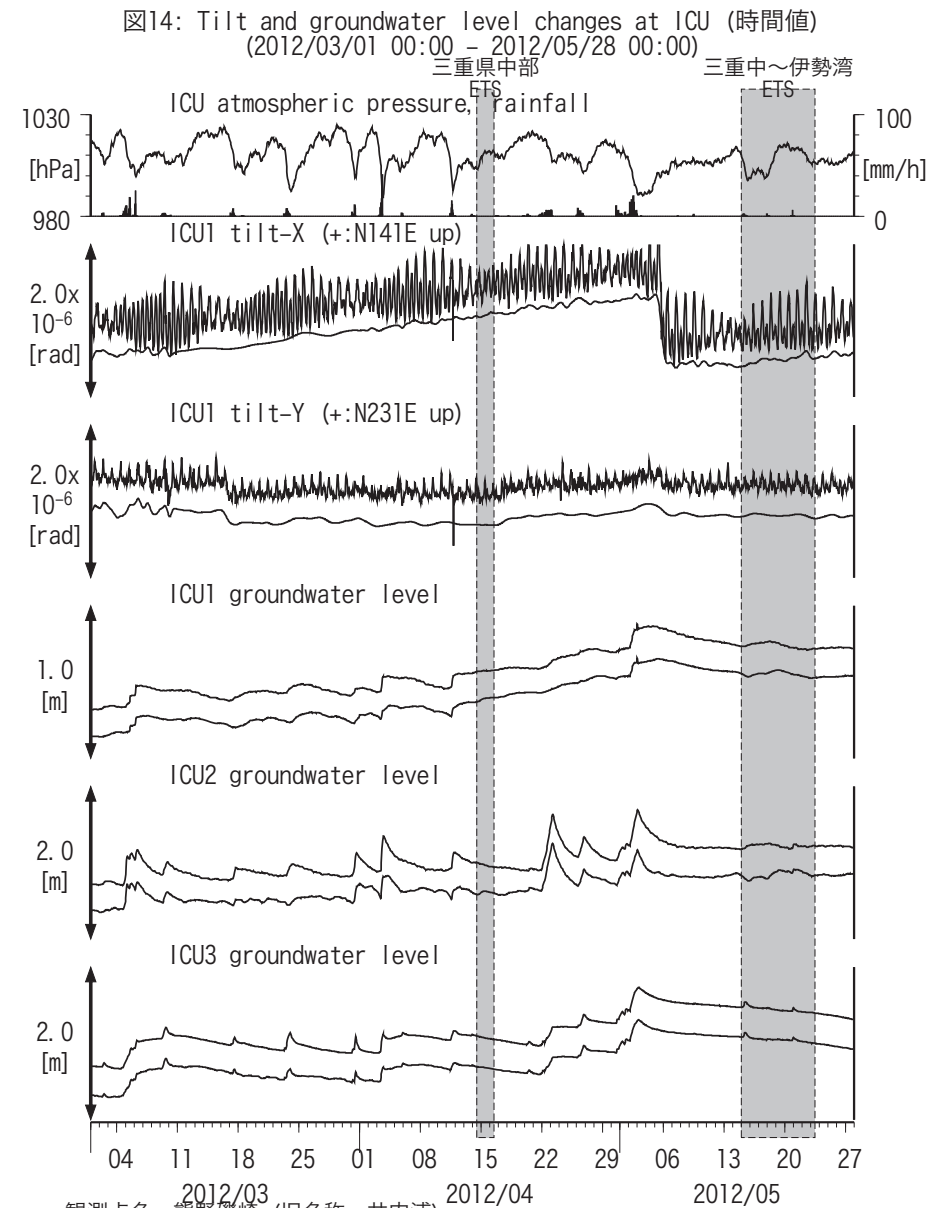


観測点名: 熊野磯崎 (旧名称: 井内浦)

Strainmeter depth = 588.5-589.9 [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



観測点名: 熊野磯崎 (旧名称: 井内浦)

Tiltmeter depth = 587.7-588.5 [GL-m]

ICU1 : Screen depth = 522.5-533.4 [GL-m]

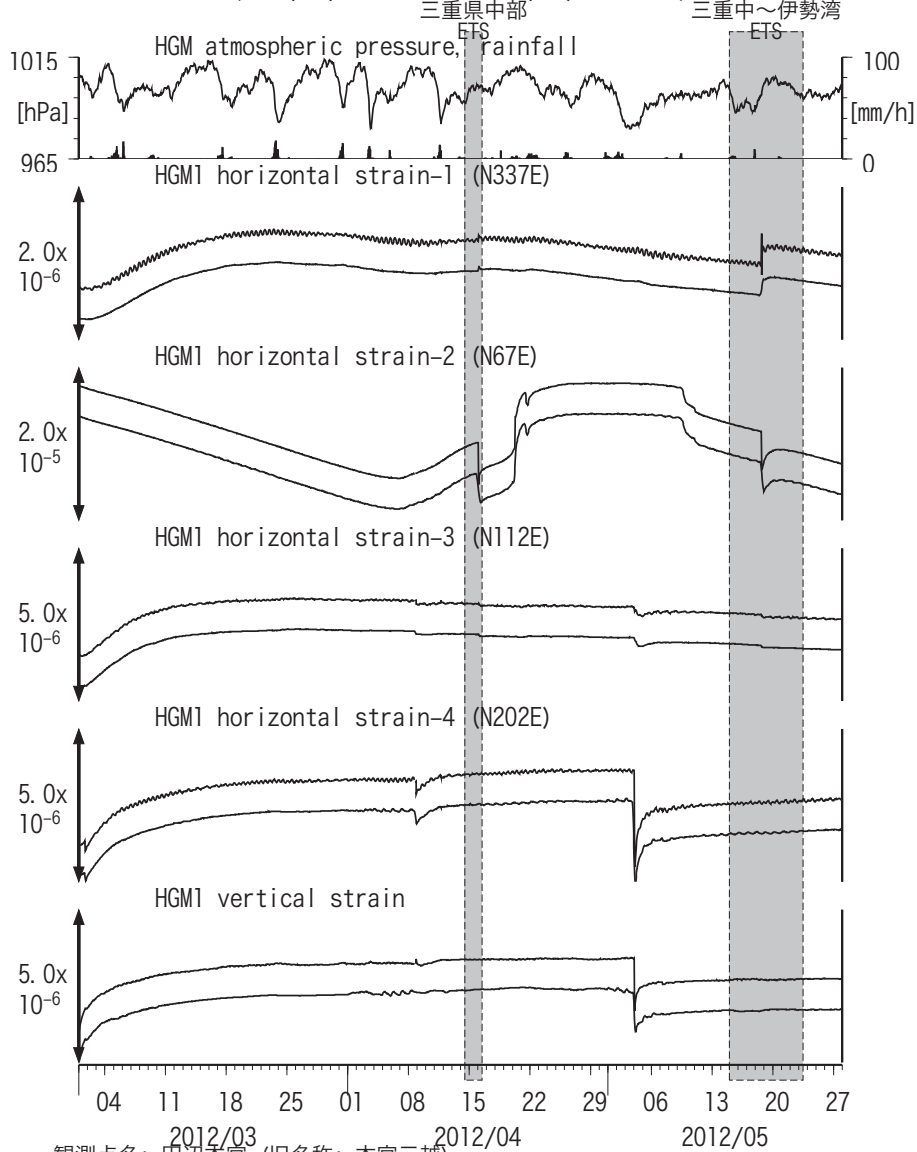
ICU2 : Screen depth = 95.7-106.6 [GL-m]

ICU3 : Screen depth = 13.4-18.8 [GL-m]

上: tiltは1次トレンド除去

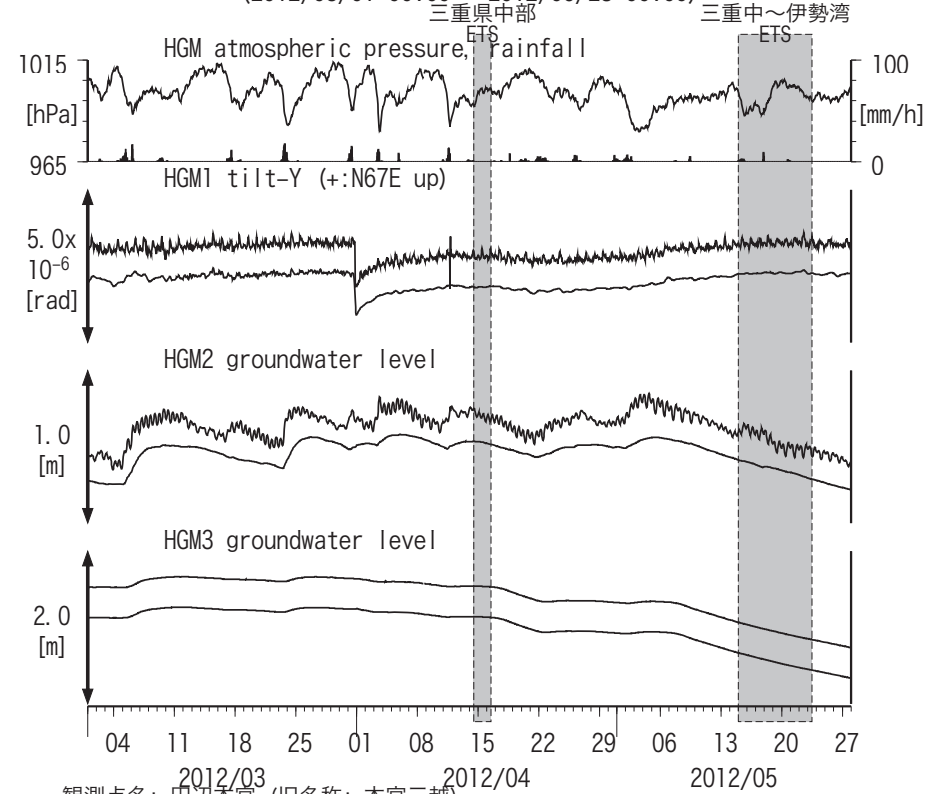
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図15: Crustal strains changes at HGM (時間値)
(2012/03/01 00:00 - 2012/05/28 00:00)

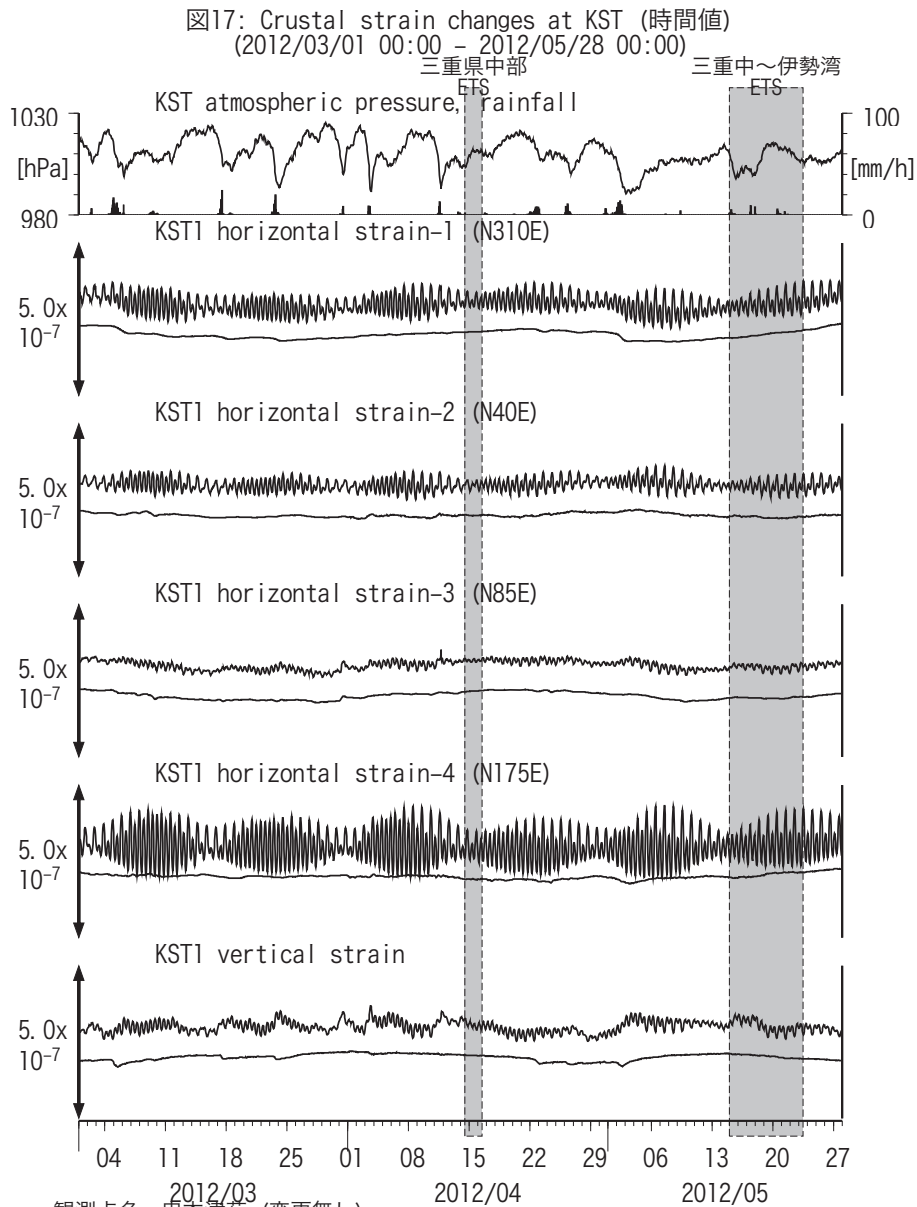


観測点名: 田辺本宮 (旧名称: 本宮三越)
Strainmeter depth = 372.7-374.1 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図16: Tilt and groundwater level changes at HGM (時間値)
(2012/03/01 00:00 - 2012/05/28 00:00)



観測点名: 田辺本宮 (旧名称: 本宮三越)
Tiltmeter depth = 371.9-372.7 [GL-m]
HGM2 : Screen depth = 180.9-191.8 [GL-m]
HGM3 : Screen depth = 24.3-29.8 [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
tilt-Xは振り切れにより欠測

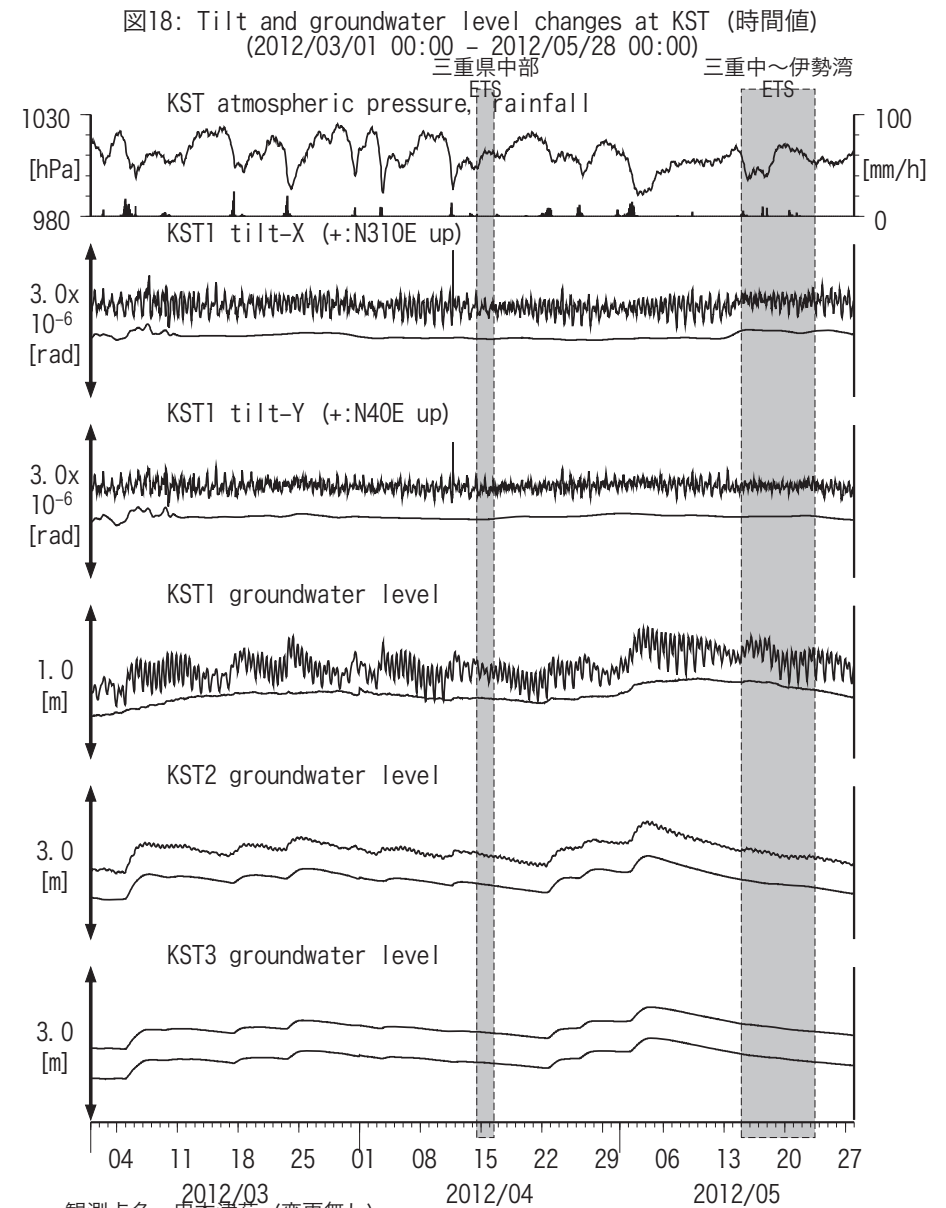


観測点名: 串本津荷 (変更無し)

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



観測点名: 串本津荷 (変更無し)

Tiltmeter depth = 589.0-589.8 [GL-m]

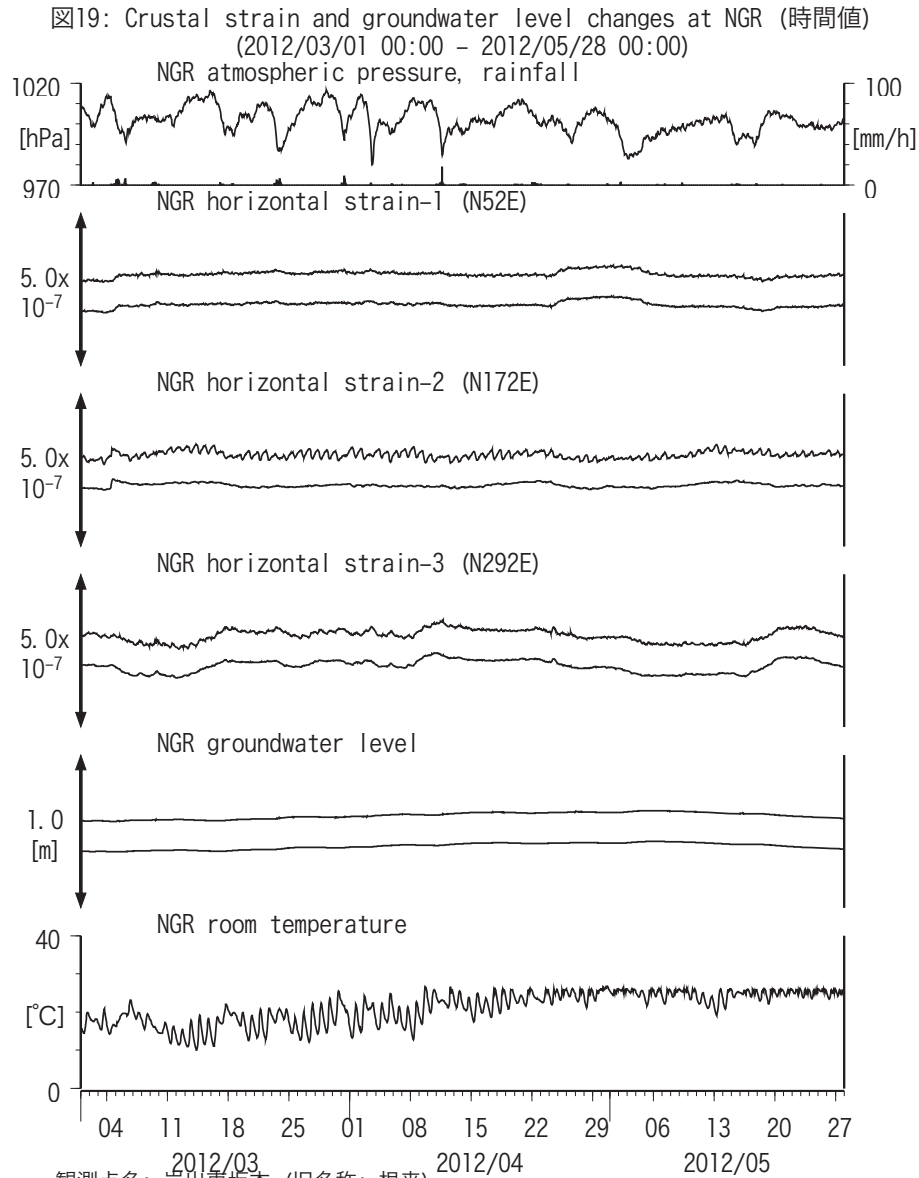
KST1 : Screen depth = 509.2-520.2 [GL-m]

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



観測点名: 岩出東坂本 (旧名称: 根来)
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

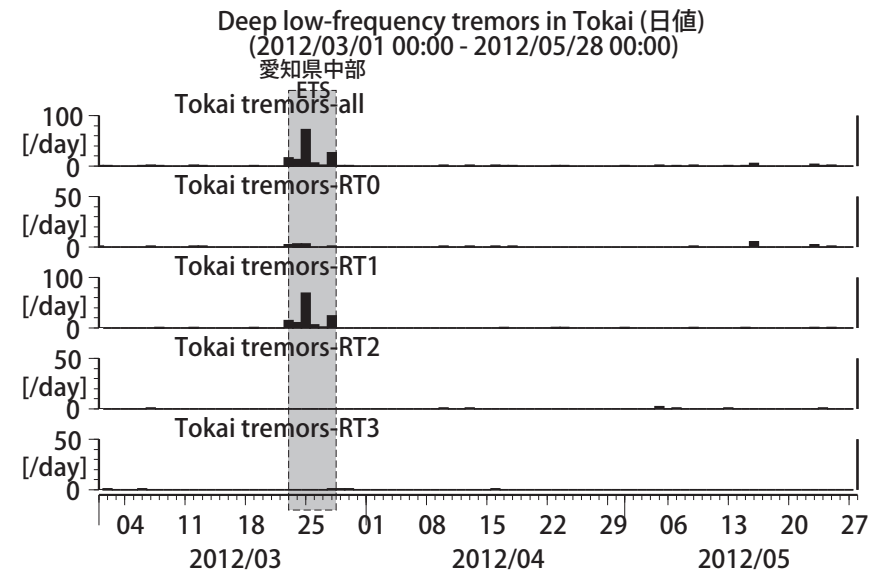
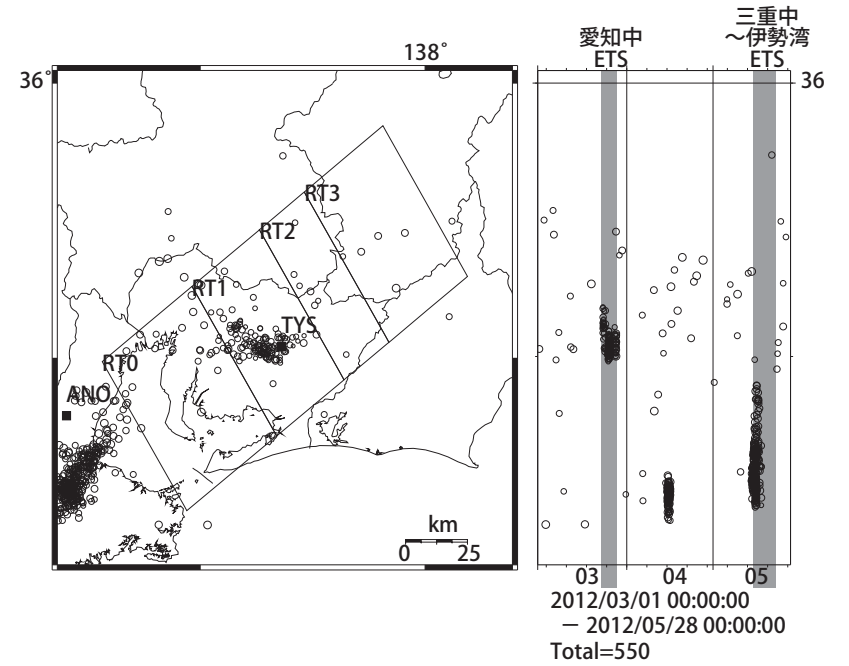


図 20: 愛知県およびその周辺における深部低周波微動の時空間分布 (上段)、各領域における発生頻度 (日値)。

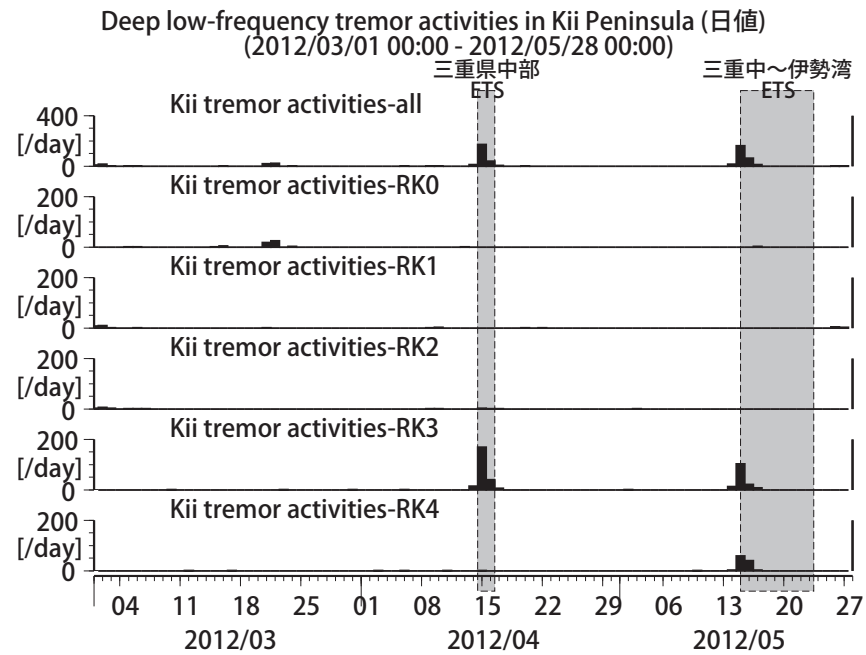
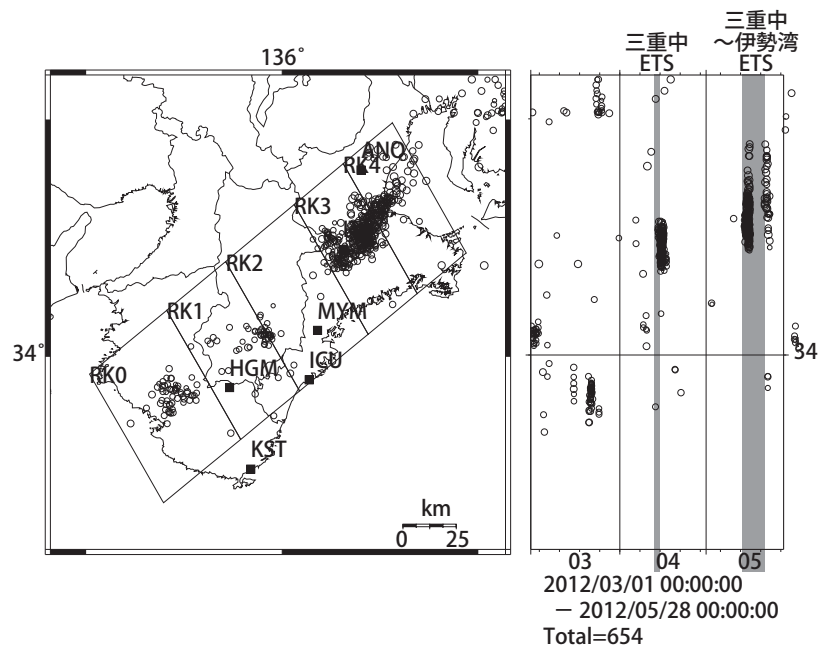


図 21: 紀伊半島～における深部低周波微動の時空間分布 (上段)、各領域における発生頻度 (日値)。

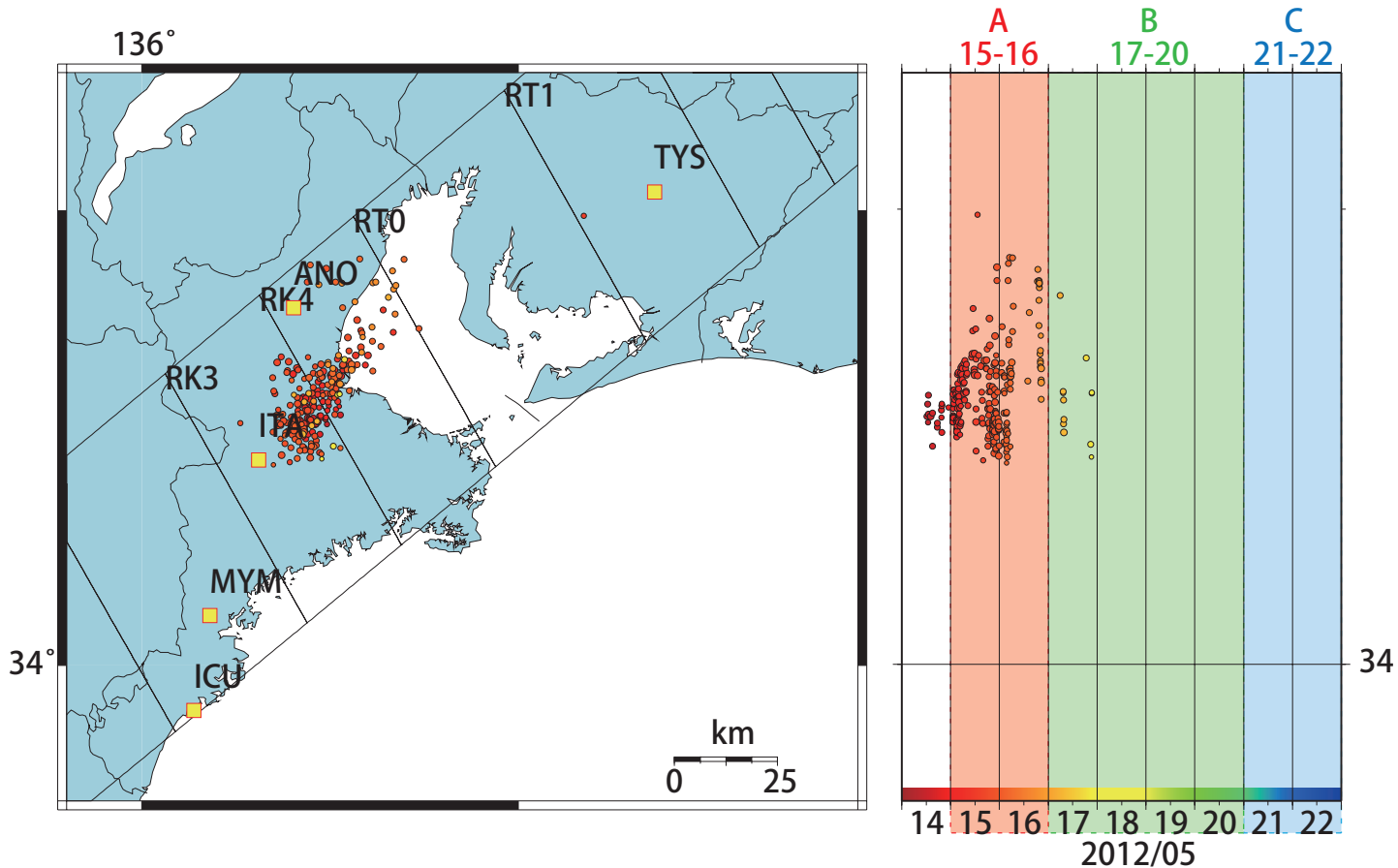


図22: 2012/5/14 0:00 - 5/23 0:00 における紀伊半島の深部低周波微動の時空間分布図。
エンベロープ相関法により決定。

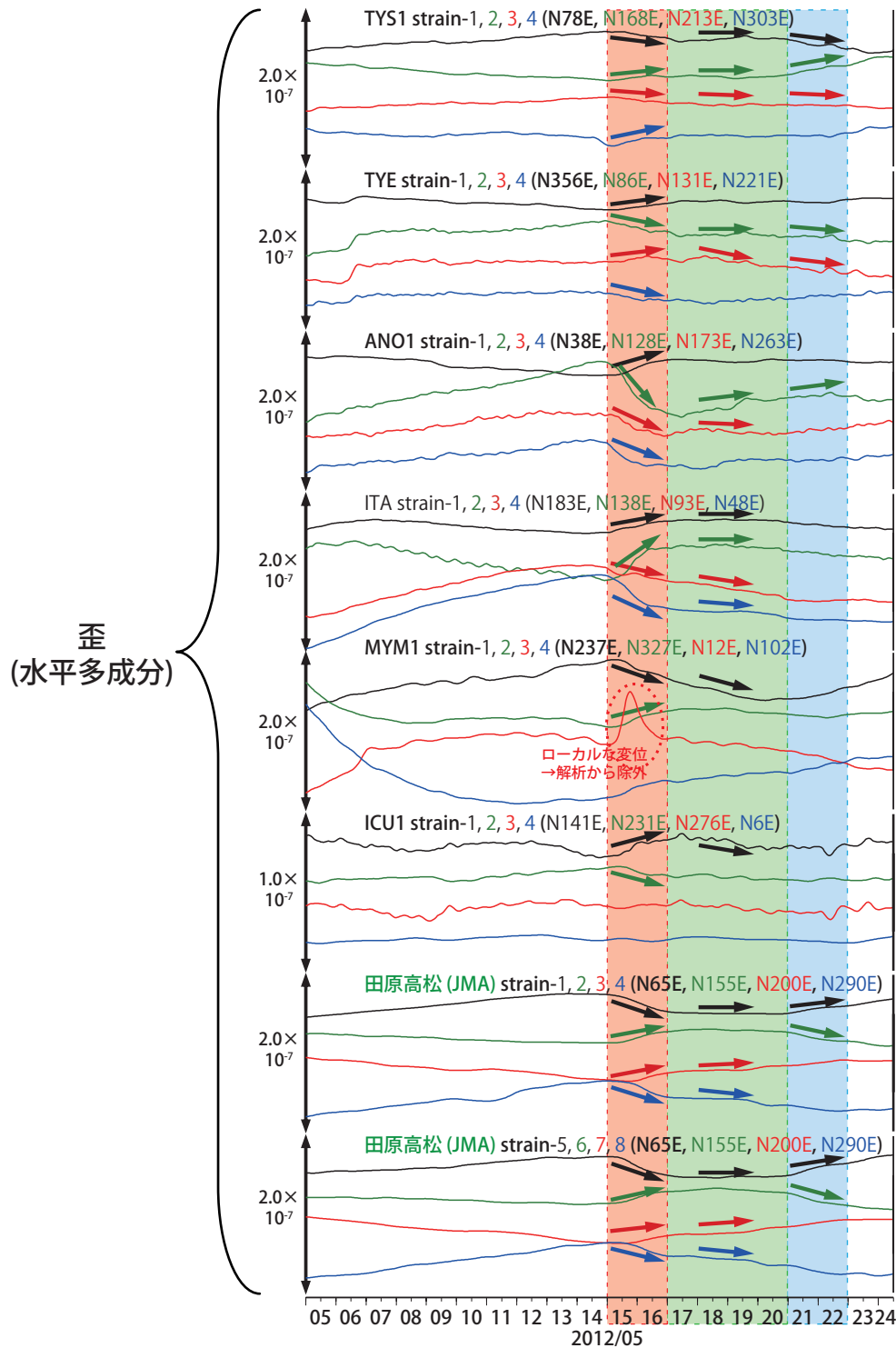
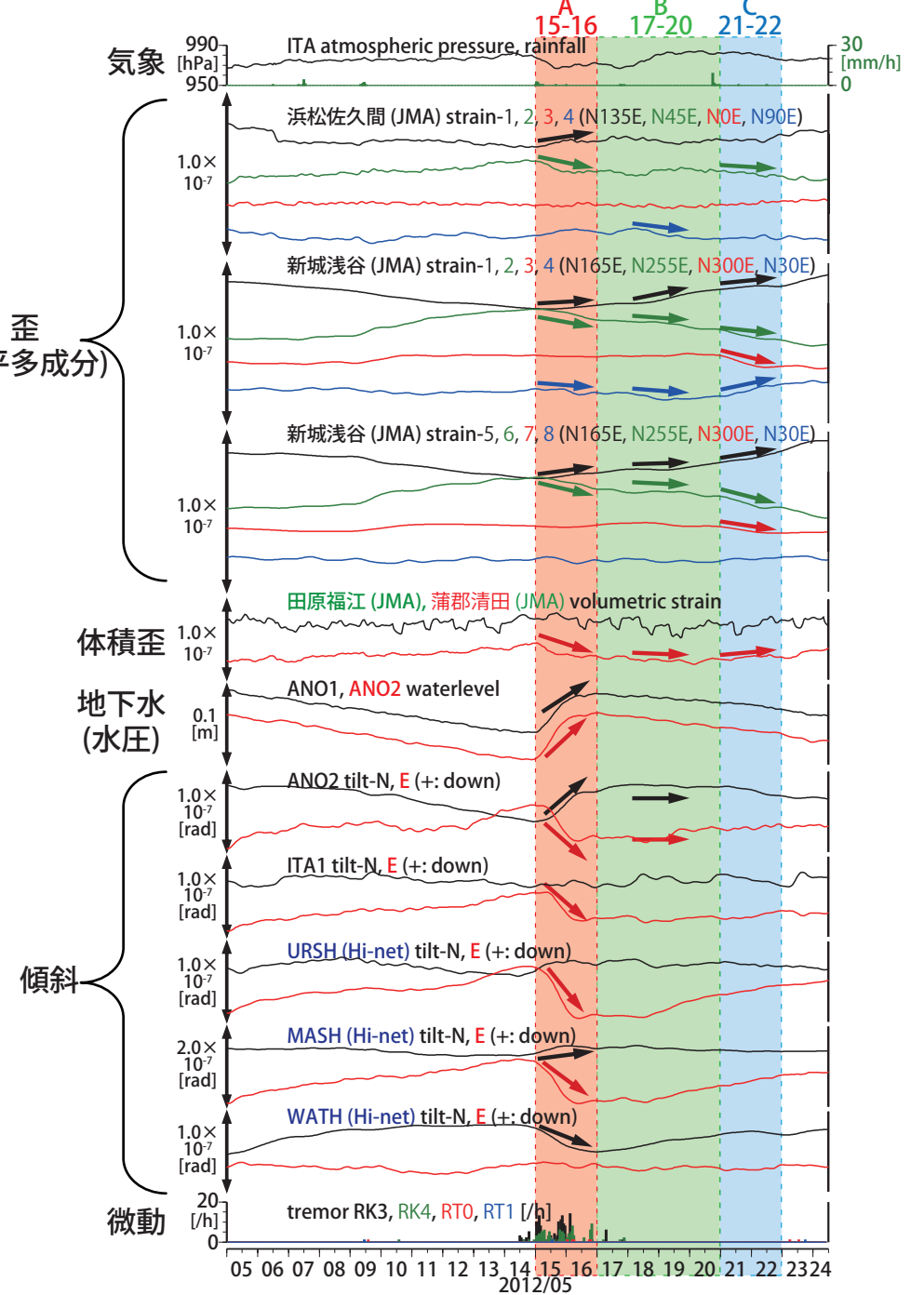
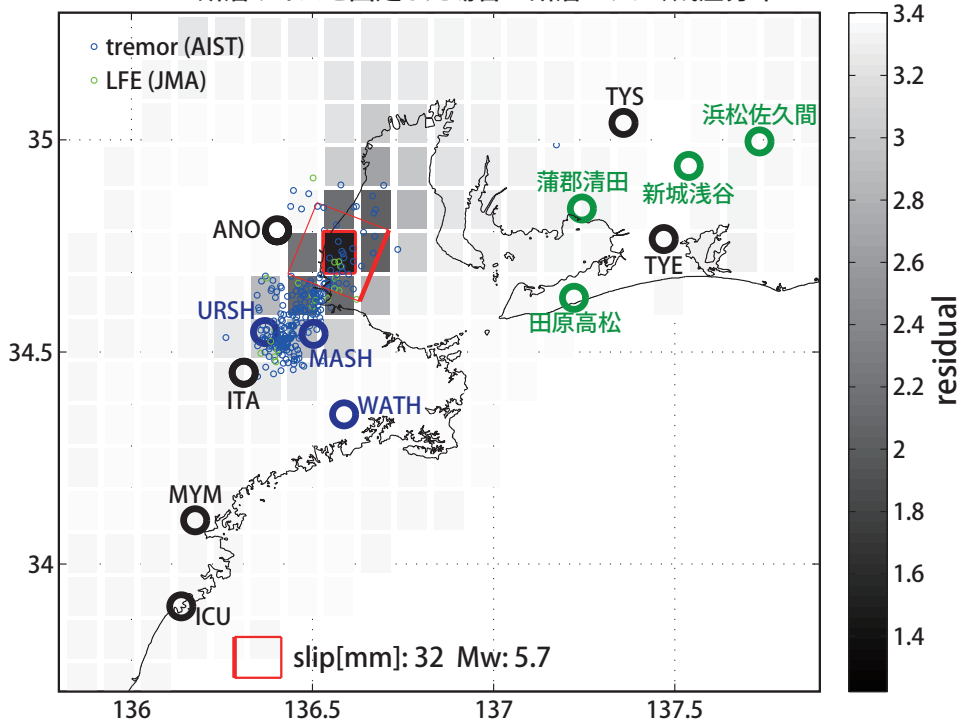


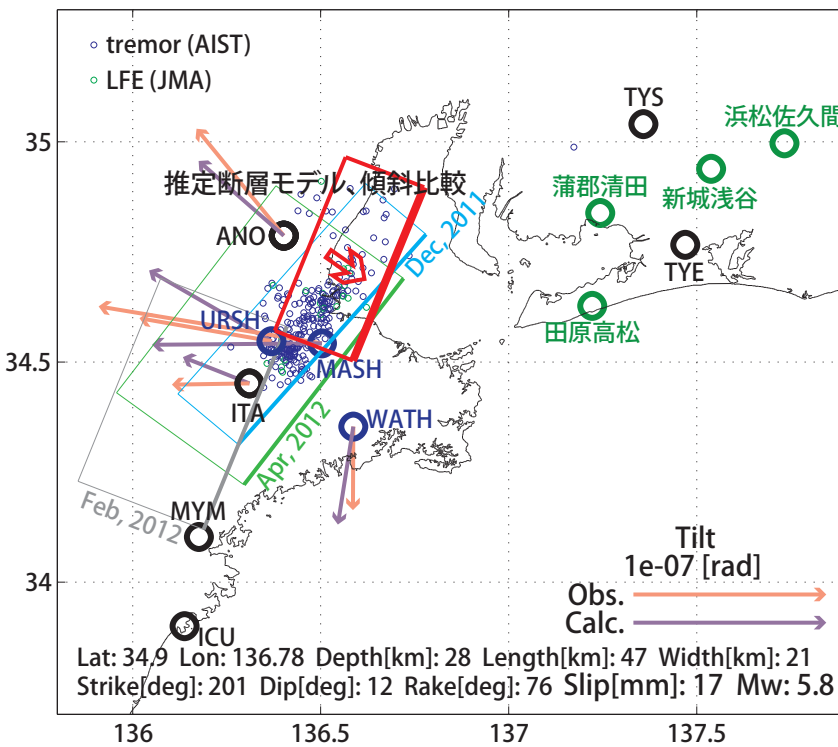
図23 愛知県～三重県における歪・地下水・傾斜観測結果 (2012/05/05 00:00 - 2012/05/24 12:00, 時間値)



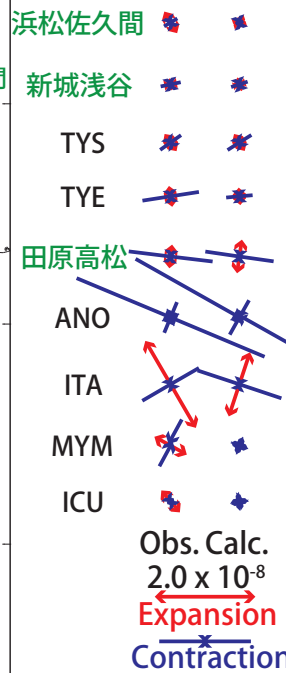
断層サイズを固定した場合の断層モデル、残差分布



推定断層モデル、傾斜比較



多成分歪計 主歪比較



体積歪比較

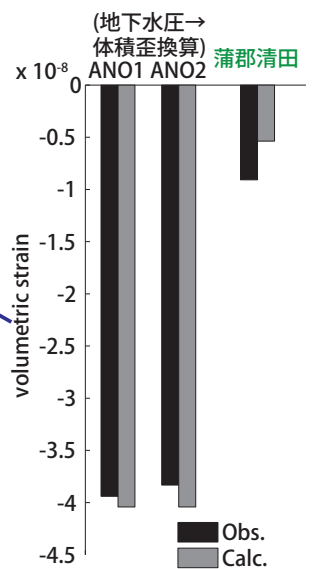
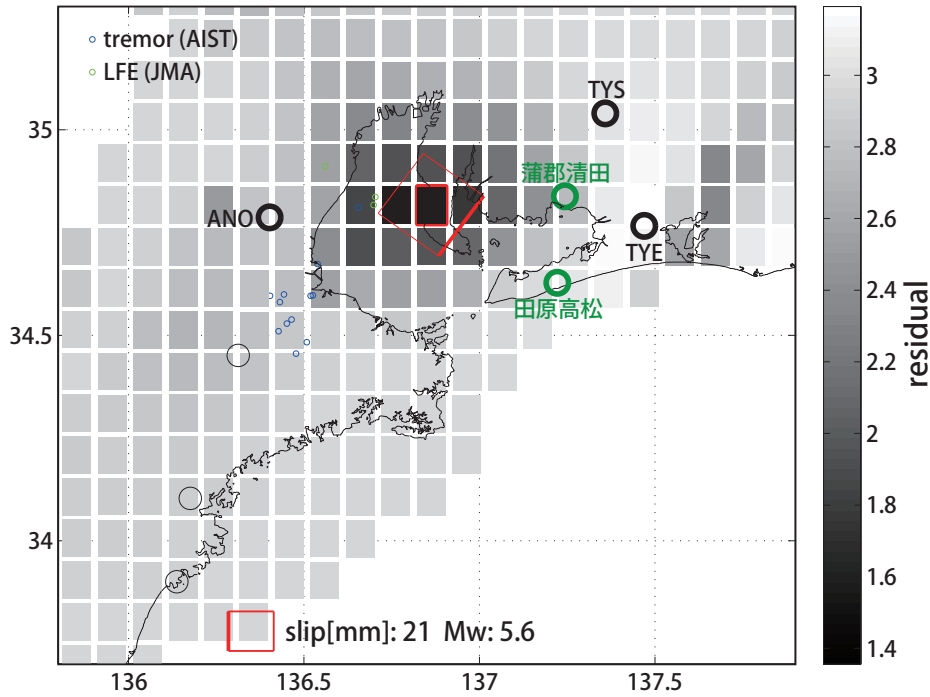


図24: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。残差の小さい領域(色の濃い領域)が狭くコントラストも高いため、任意性が低いと考えられる。

(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。灰色の矩形は、2012年2月の奈良県東部～三重県中部におけるSSEの推定断層モデルを示す。水色の矩形は、2011年12月に三重県中部におけるSSEの推定断層モデルを示す。緑色の矩形は2012年4月に、今回のイベントよりやや南東側で発生した短期的SSEの推定断層モデルを示す。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。

(共通)小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色は産総研の、青色は防災科研Hi-netの観測点を、緑色は気象庁の観測点名を示す。

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

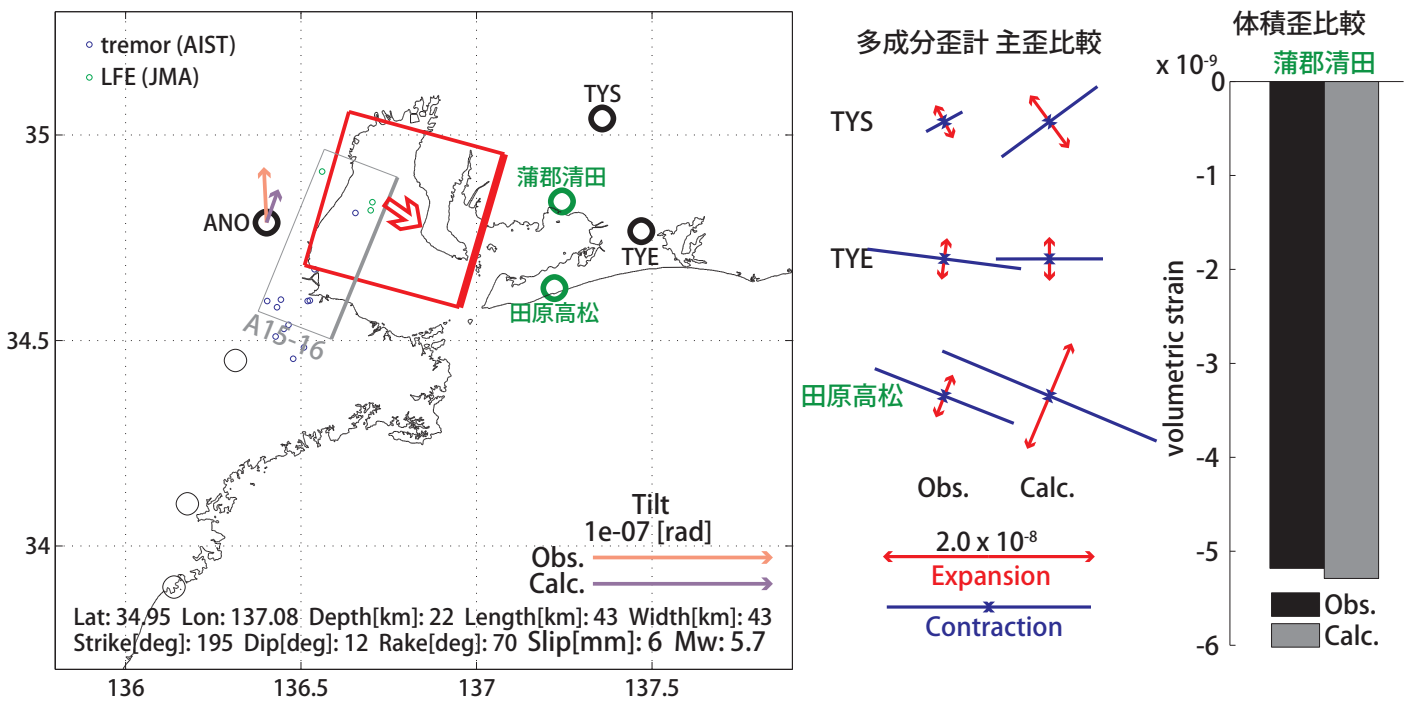
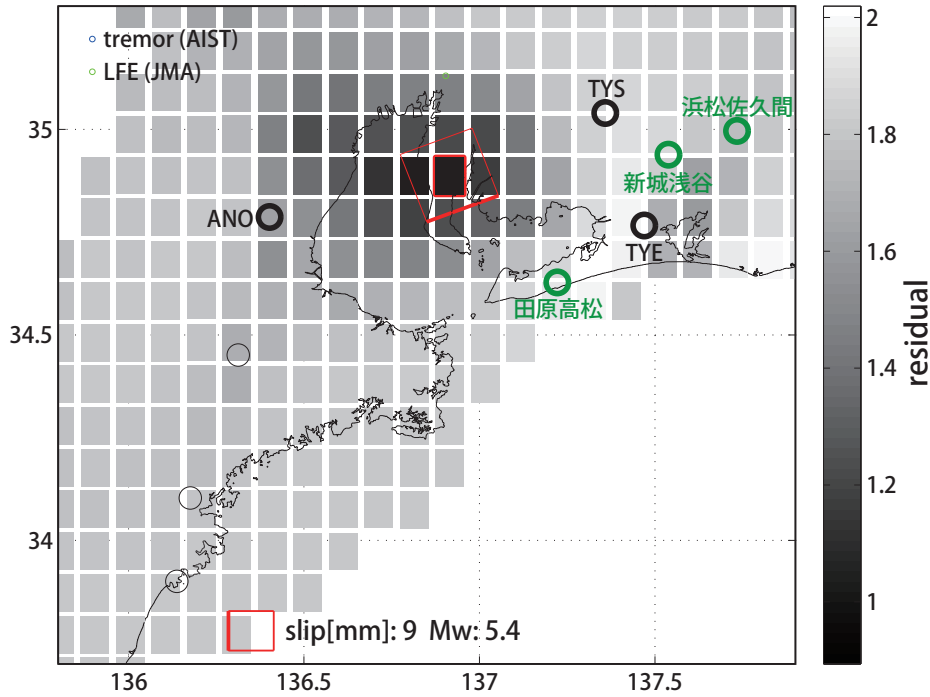


図25: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。残差の小さい領域(色の濃い領域)が広くコントラストも低いため、任意性が高いと考えられる。

(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・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A(5/15-16)の断層モデルを示す。

(共通)小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色は産総研の、青色は防災科研Hi-netの観測点を、緑色は気象庁の観測点名を示す。

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

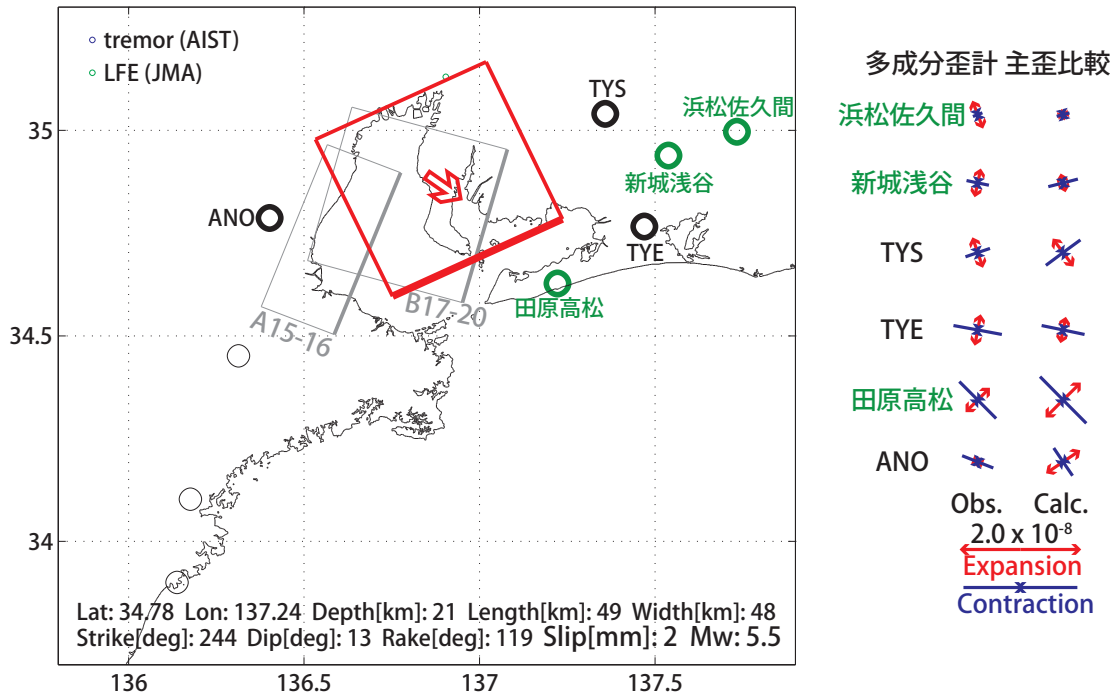


図26: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。残差の小さい領域(色の濃い領域)が広くコントラストも低いため、任意性が高いと考えられる。

(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・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A(5/15-16)およびB(5/17-20)の断層モデルを示す。

(共通)小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色は産総研の、青色は防災科研Hi-netの観測点を、緑色は気象庁の観測点名を示す。

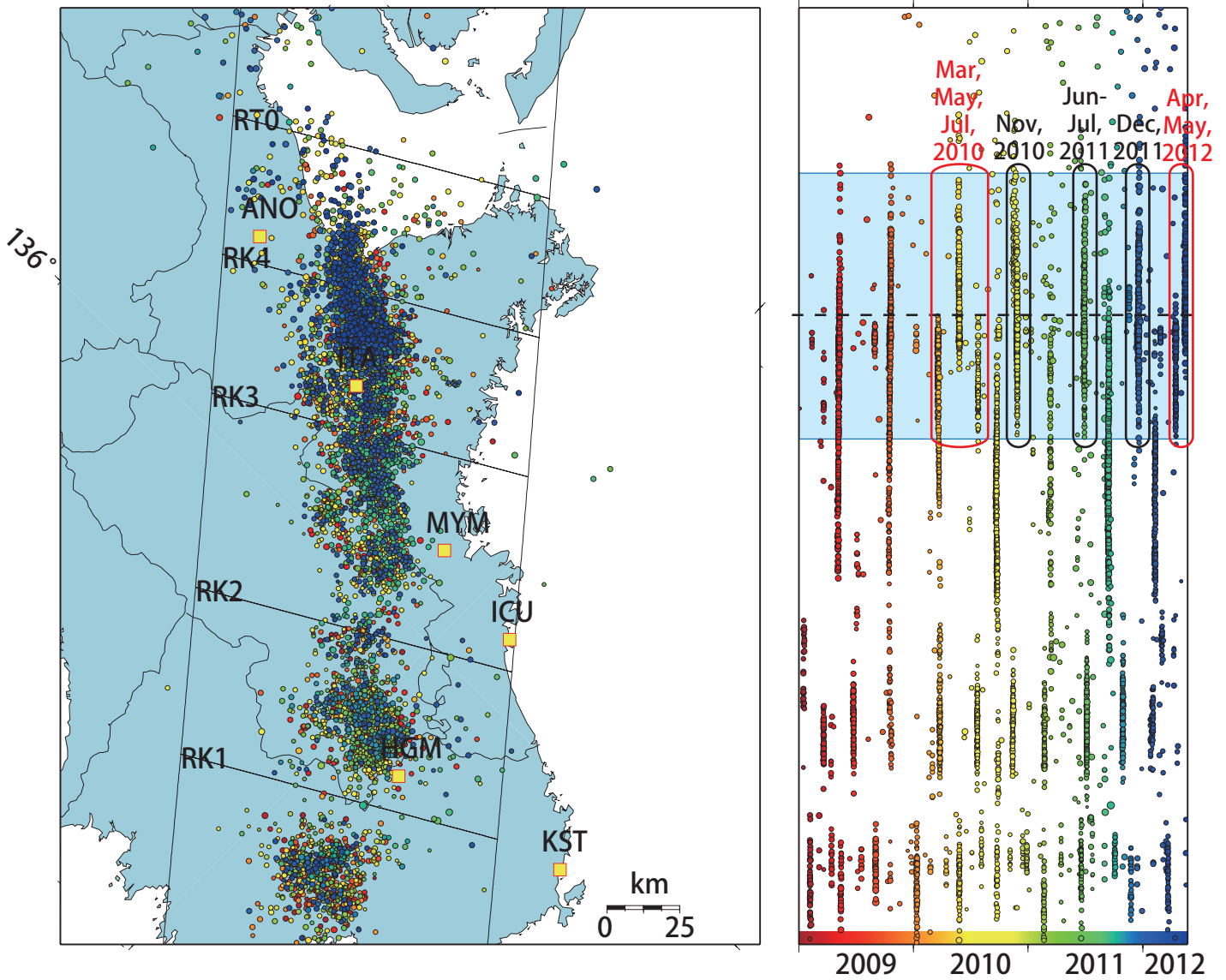
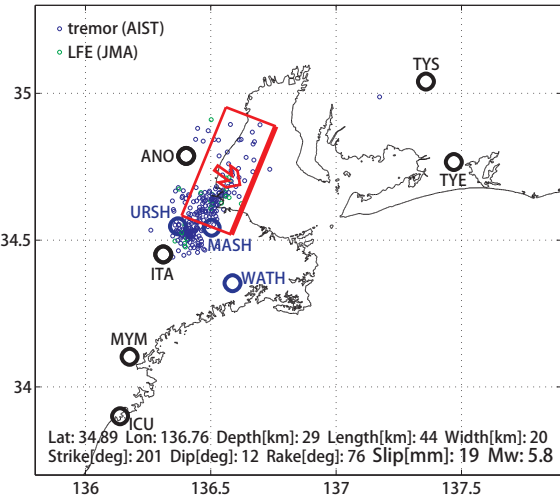
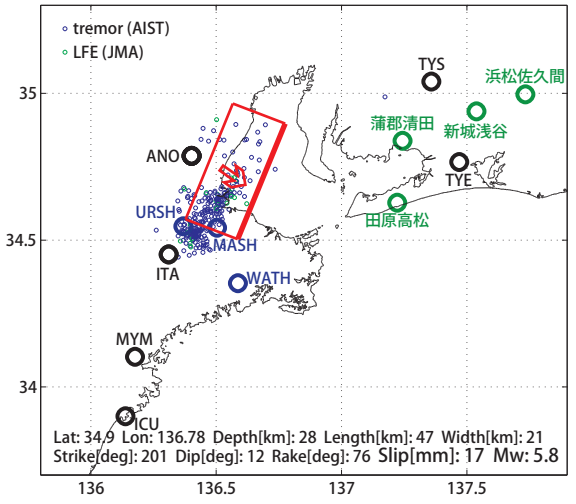


図27: 2009/1/1 0:00 - 5/23 0:00 における紀伊半島の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。水色帯は、三重県中部セグメントを示す。

歪(多成分歪:産総研のみ) + 傾斜



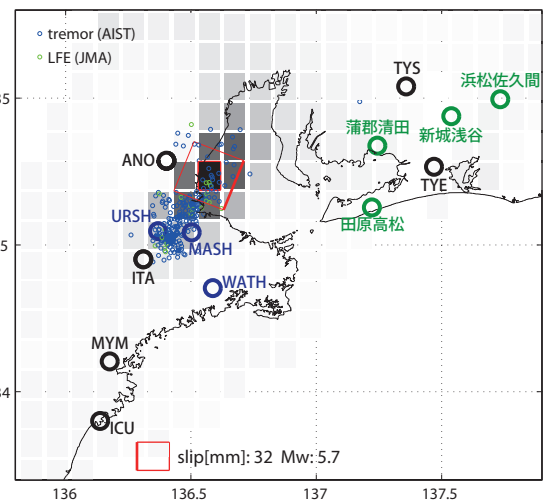
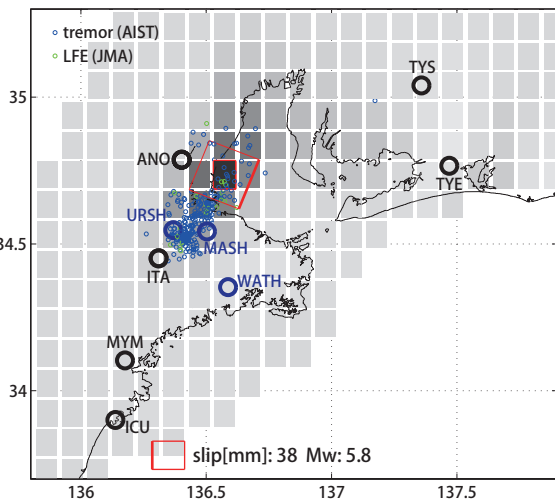
歪・地下水・傾斜統合解析



推定断層モデル

(位置・すべり量可変、サイズ固定)

残差分布



(サイズ・すべり量可変、位置固定)

残差分布

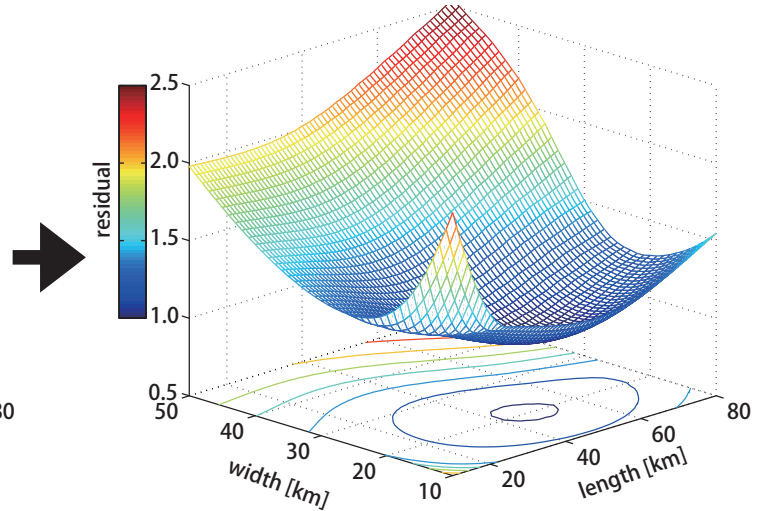
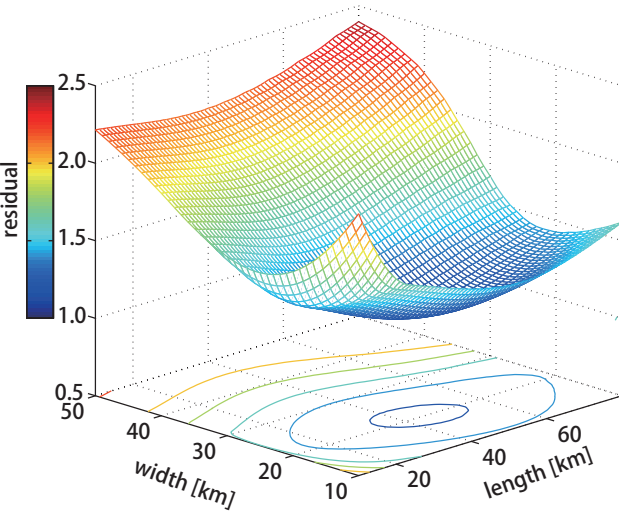


図28: A(2012/5/15-16)における断層面推定結果および残差分布。従来の統合解析(多成分歪計(産総研)+傾斜計(産総研+防災科研)と、新統合解析(多成分歪計(産総研+気象庁)、体積歪計(気象庁)、地下水圧(産総研)、傾斜系(産総研+防災科研)を比較している。

(上段)推定された断層モデル。双方の違いは僅かである。

(中段)断層の幅・長さを固定(それぞれ20km)として計算した際の残差分布図。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。新統合解析では赤色矩形付近で残差が大きく、周辺領域では小さくなっており、コントラストが高い。位置に関する任意性が低くなり信頼性が高くなっていることが分かる。

(下段)断層面の位置(下端中央)を固定(中段の赤色グリッド)し、断層の幅・長さおよびすべり量を可変として計算した際の残差分布図。位置と同様に分布のコントラストがより高くなっており、断層サイズについても任意性が低くなり、信頼性が高くなっていることが分かる。