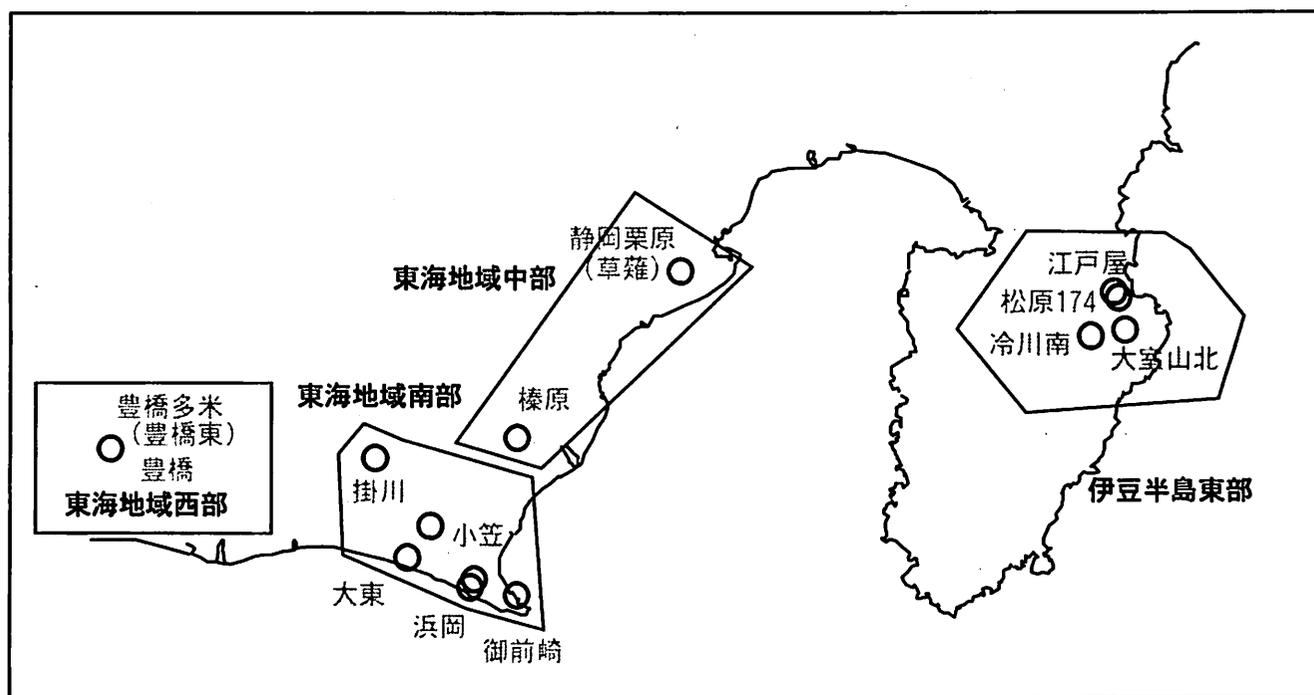


第345回 地震防災対策強化地域判定会

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27年1月26日

【資料目次】

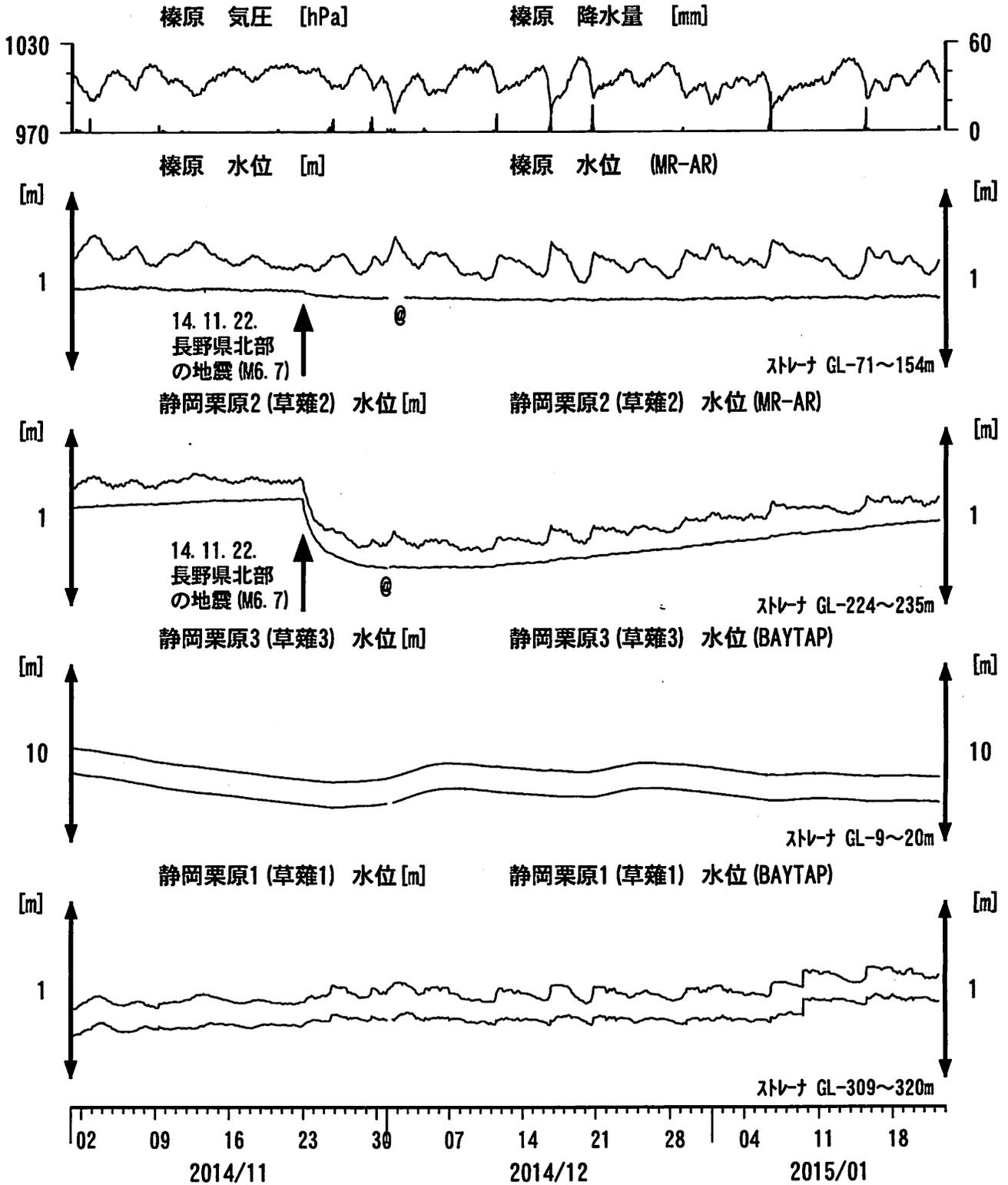
表紙

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] 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] 地下水; 長期

別紙

- ・榛原・浜岡の降雨グラフ
- ・豊橋多米の地殻歪の長期変化
- ・紀伊半島～愛知県の地下水・歪等観測結果

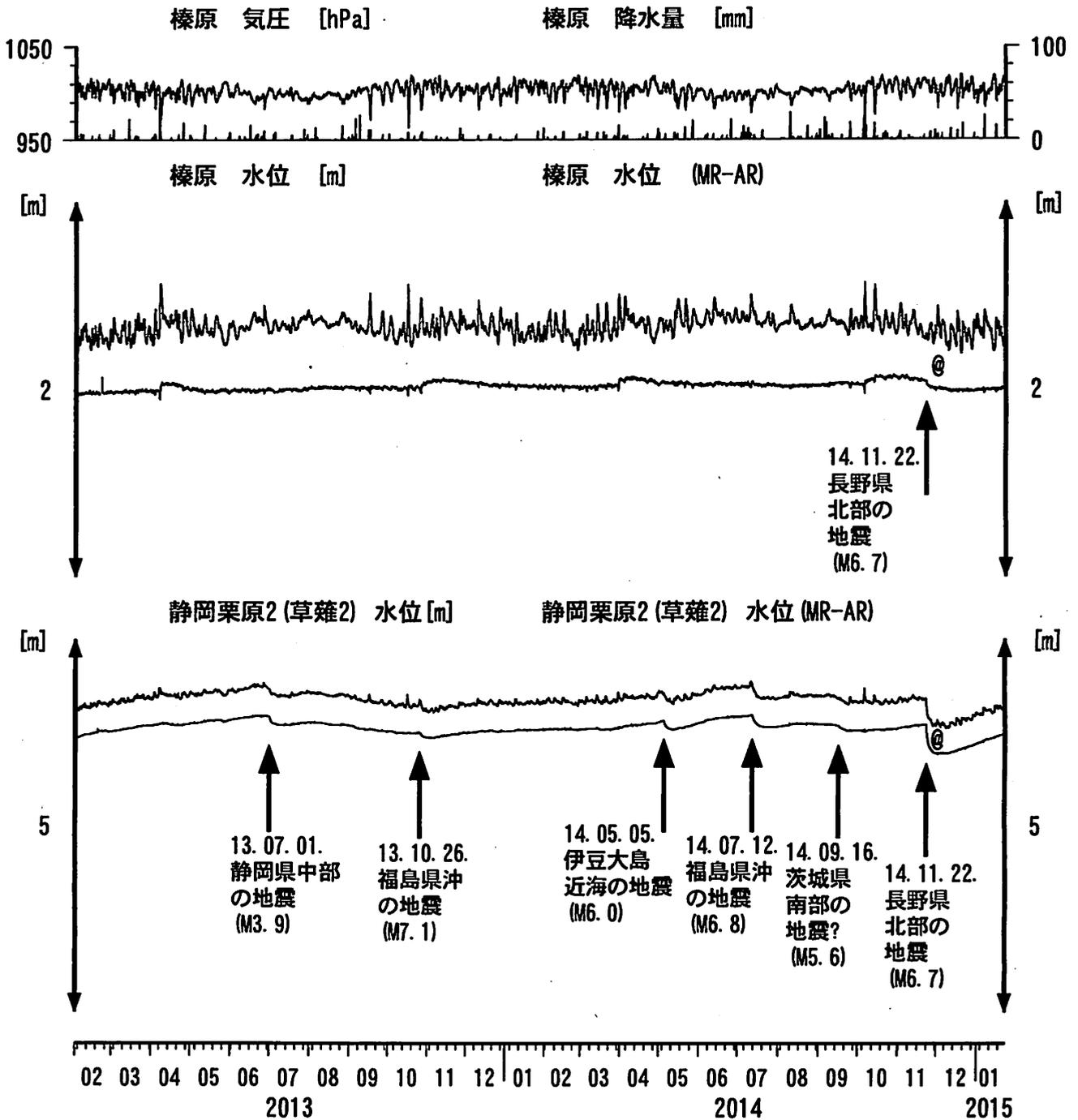
東海地域中部（榛原・草薙）中期 （時間値）
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))



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。
 2014年10月上旬と中旬の台風による大雨で、
 静岡栗原1の水位が急増しているが、
 これは孔口から溢れた水がマンホール内に
 たまったためと思われる。



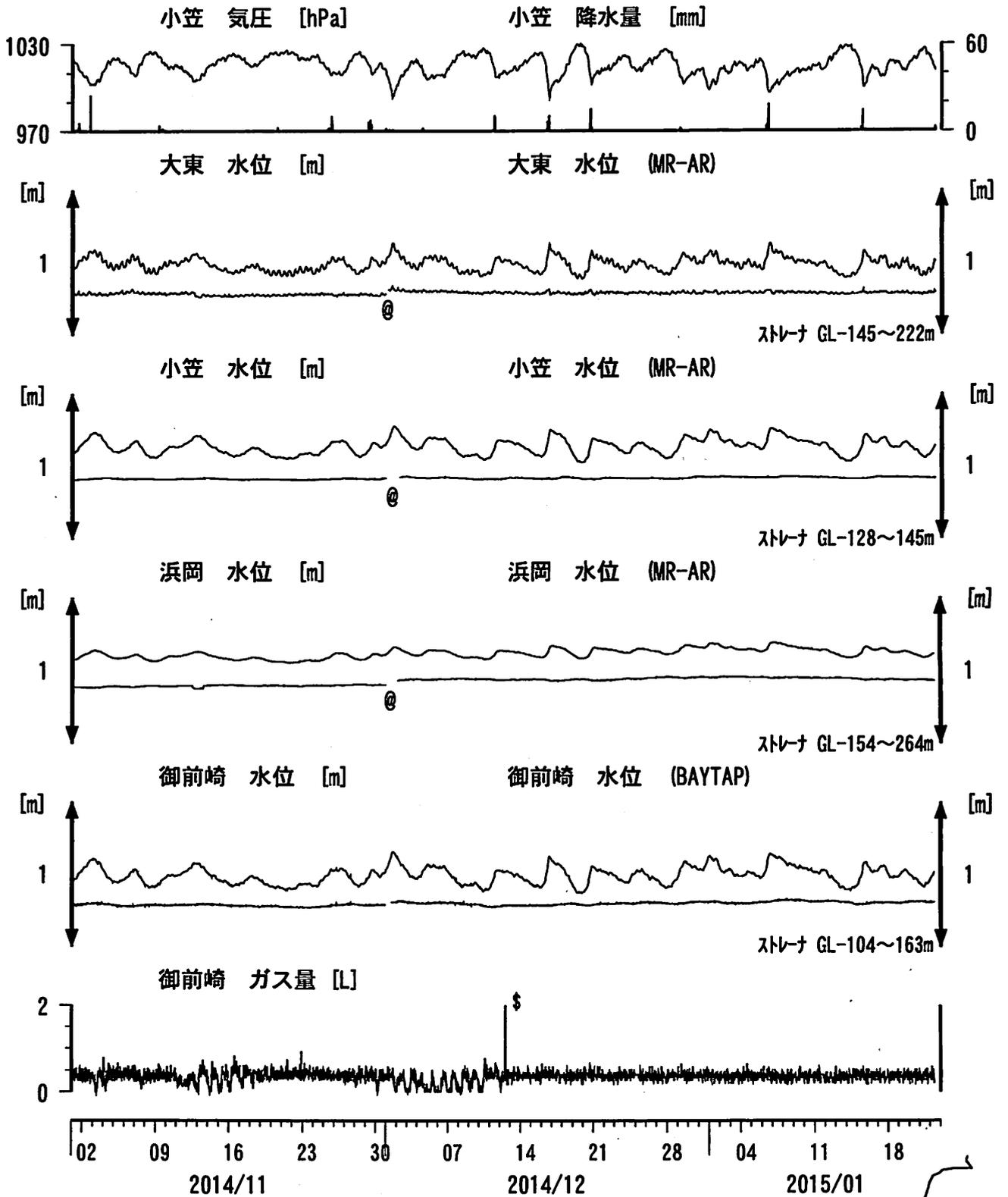
東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値） (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))



コメント：*;雨量補正不十分。?;原因不明。
 O;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。

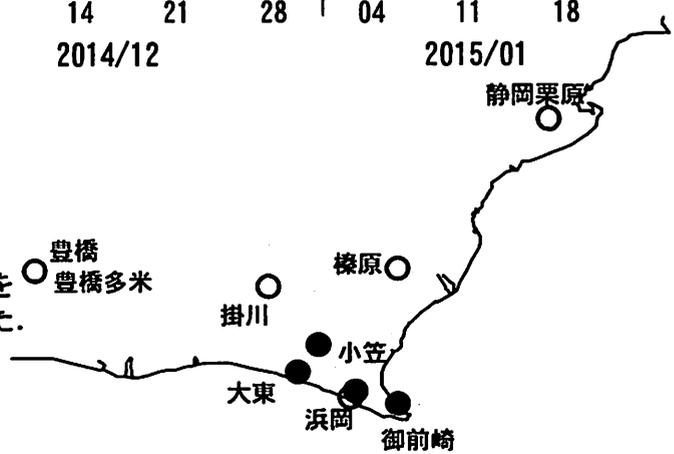


東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

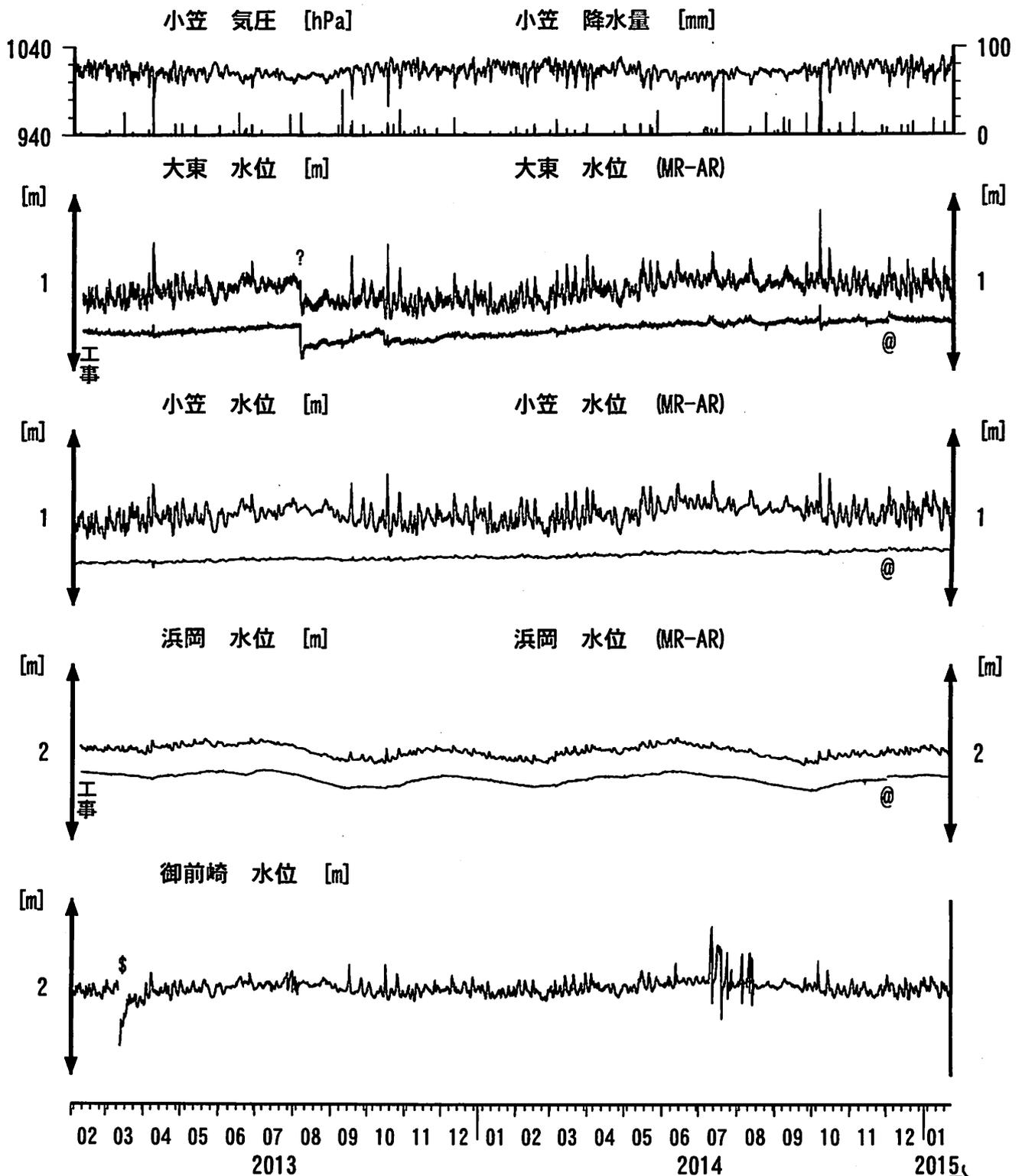


コメント:

*;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。
 2014年12月12日に御前崎のガス流量計の調整を
 行い、測定上限が従来の約5倍(47L/h)となった。
 ただし分解能が10倍(0.06L/h)になった。

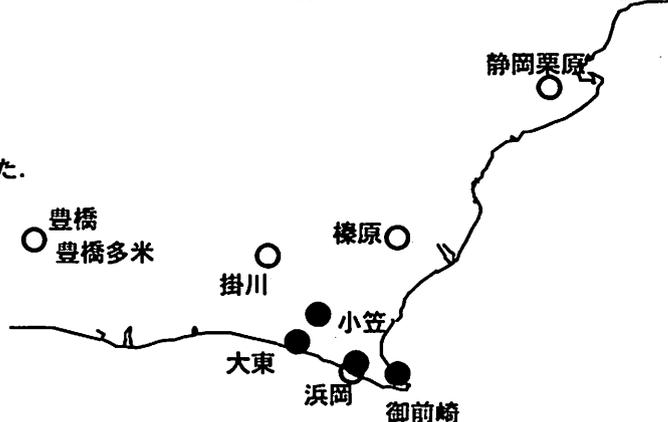


東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値) (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))



コメント:

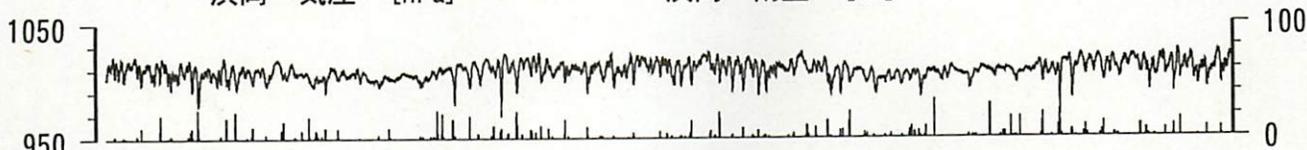
*;雨量補正不十分. \$;保守.
 @;月初めの補正值のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。
 2011年9月21日に大東・小笠の井戸口の管を延長した。
 2013年1月8日～2月9日の大東と浜岡は、
 観測小屋老朽化のため建替工事で欠測。
 2014年6月前半からガス量に変化してそれが
 水位にも出ているように見える。
 2014年12月12日にガス流量計の調整を行い
 ガス量の影響による見かけの水位変化が
 出にくくなった。



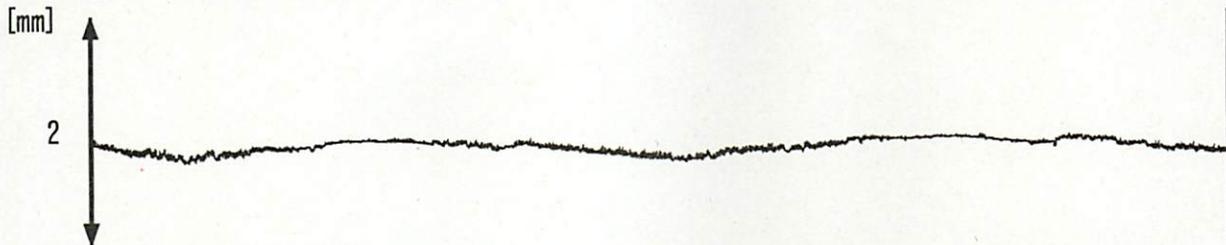
浜岡沈下・水位 (時間値) (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

浜岡 気圧 [hPa]

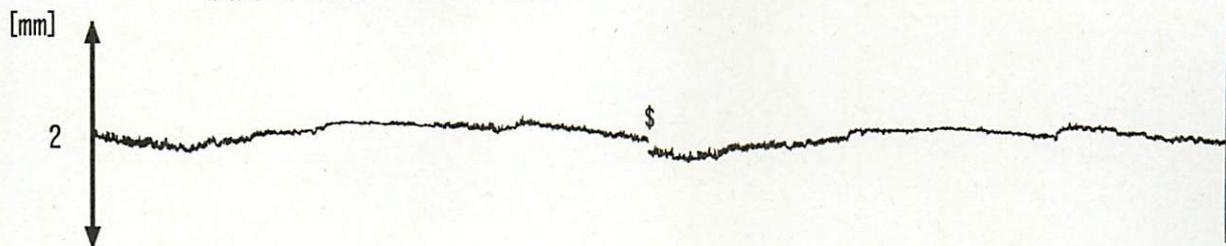
浜岡 雨量 [mm]



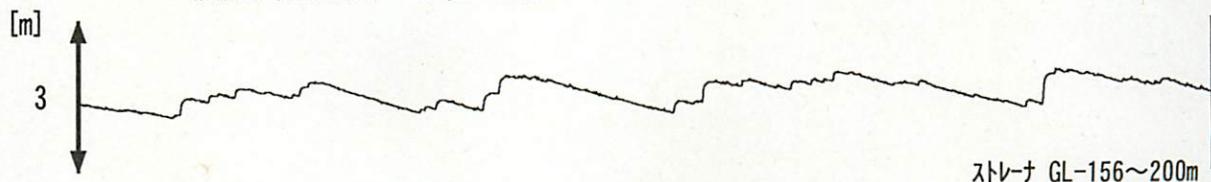
浜岡1 (210m井) 沈下 [mm]



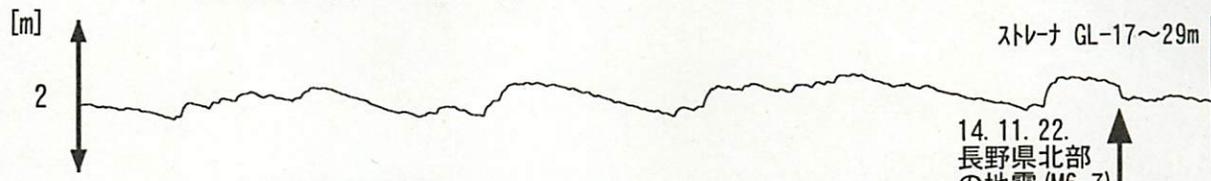
浜岡2 (55m井) 沈下 [mm]



浜岡1 (210m井) 水位 [m]

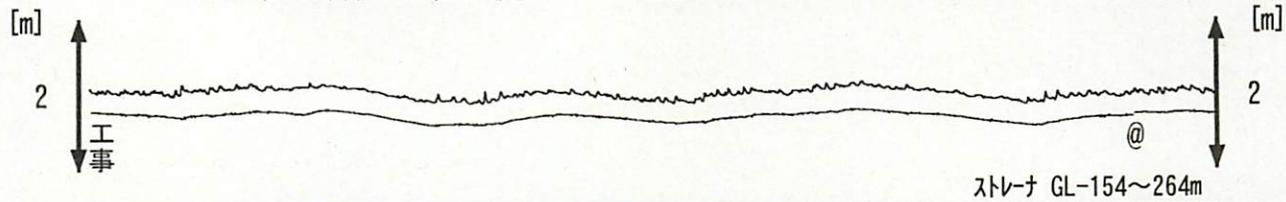


浜岡2 (55m井) 水位 [m]

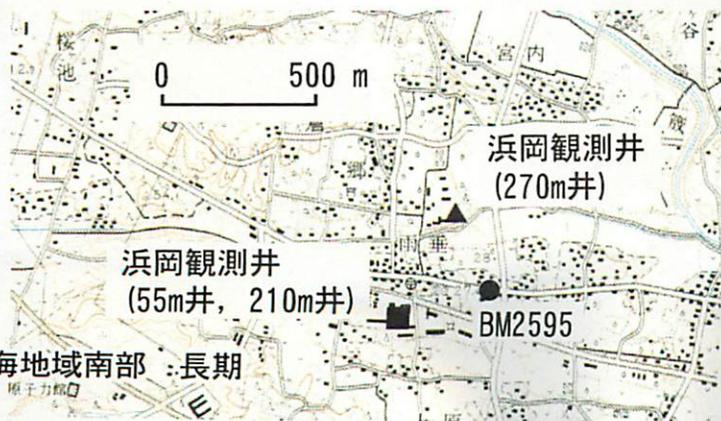


浜岡 (270m井) 水位 [m]

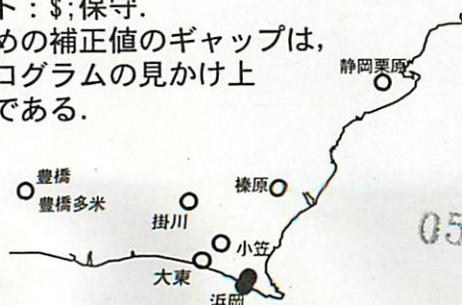
浜岡 (270m井) 水位 [m]



02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01
2013 2014 2015



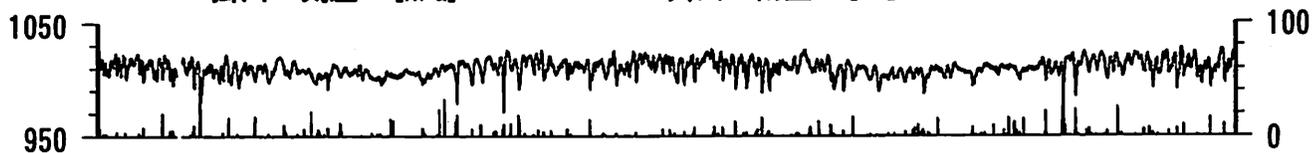
コメント: \$; 保守.
@; 月初めの補正値のギャップは、
解析プログラムの見かけ上
のものである。



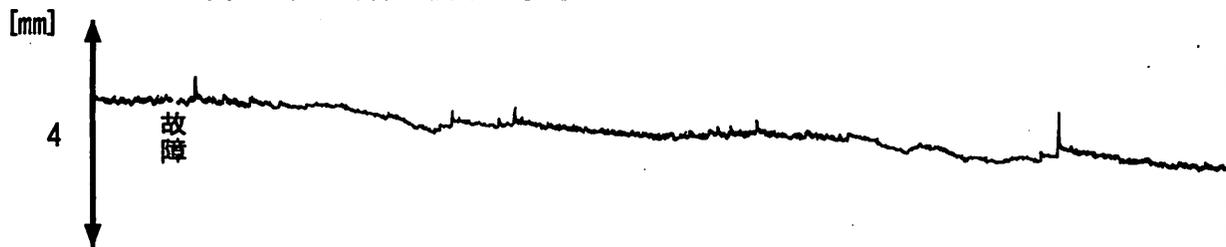
掛川沈下・水位 (時間値) (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

掛川 気圧 [hPa]

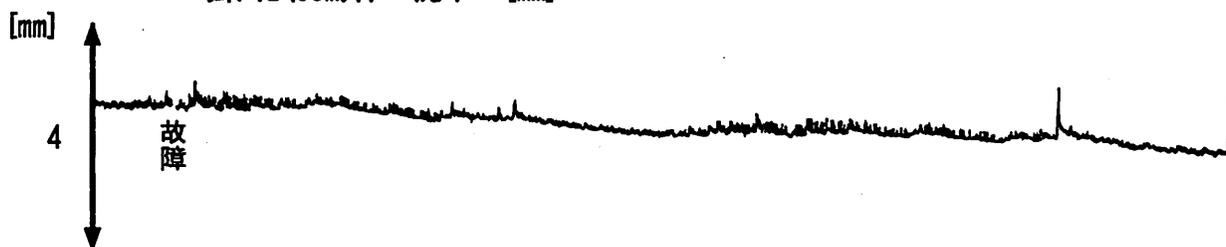
掛川 雨量 [mm]



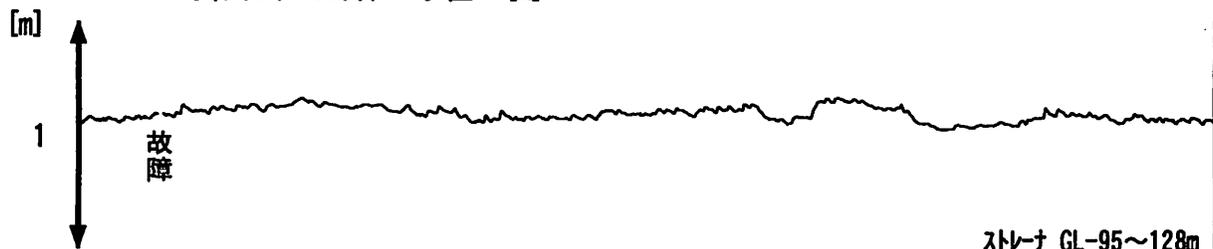
掛川1 (145m井) 沈下 [mm]



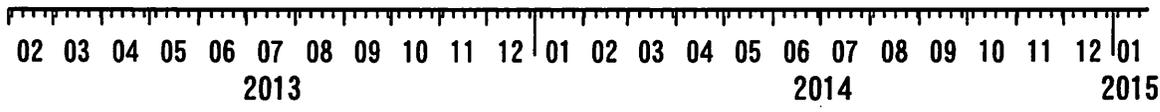
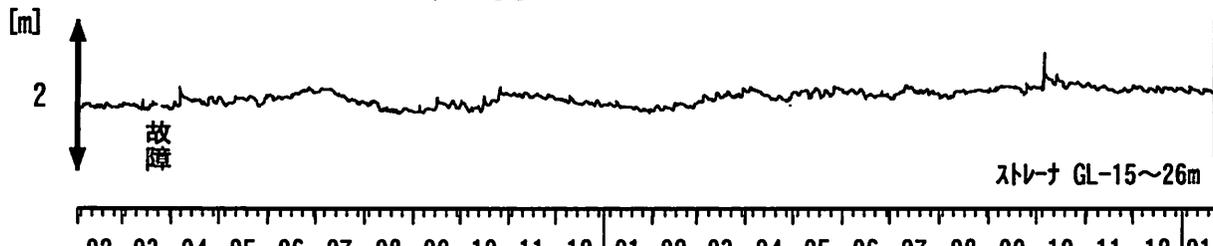
掛川2 (35m井) 沈下 [mm]



掛川1 (145m井) 水位 [m]



掛川2 (35m井) 水位 [m]



コメント：\$;保守.
?;原因不明.



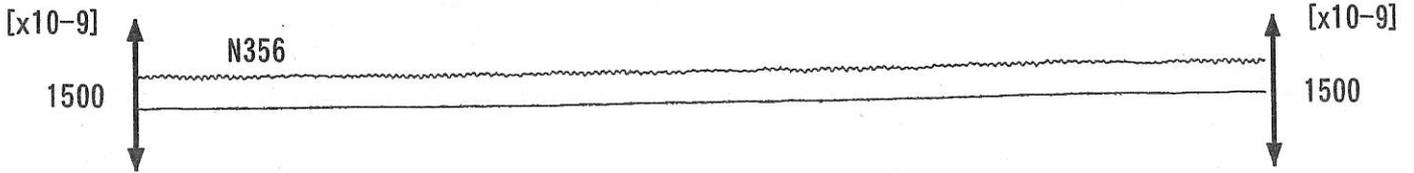
0 500 m



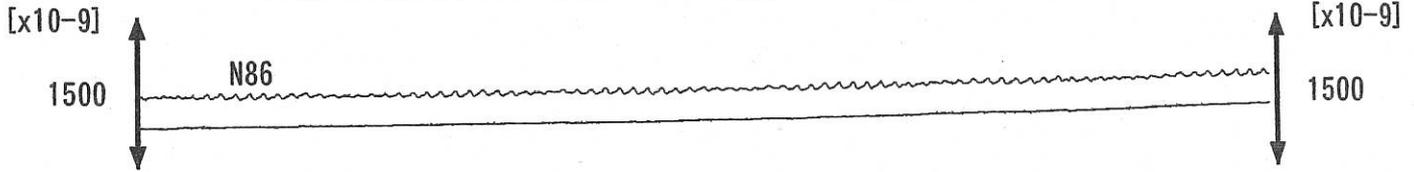
06

東海地域西部 (豊橋多米 歪) 中期 (時間値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

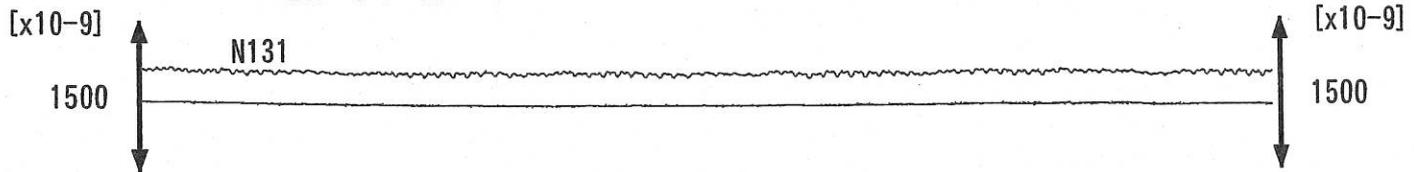
豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E (BAYTAP)



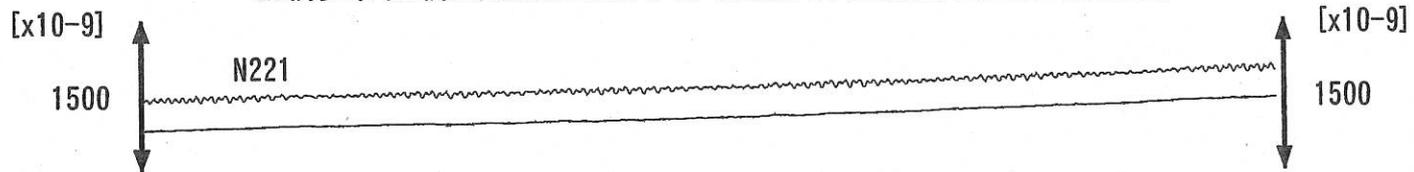
豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E (BAYTAP)



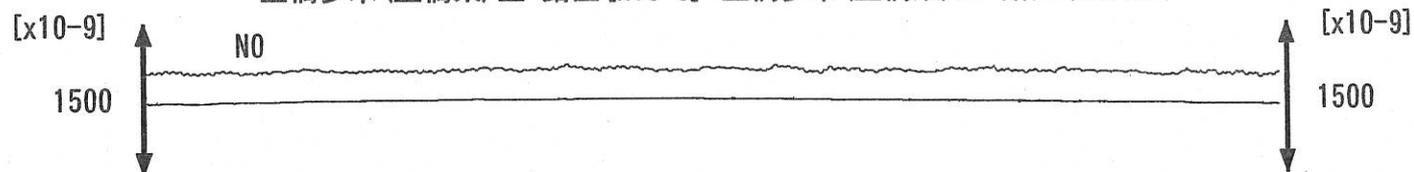
豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E (BAYTAP)



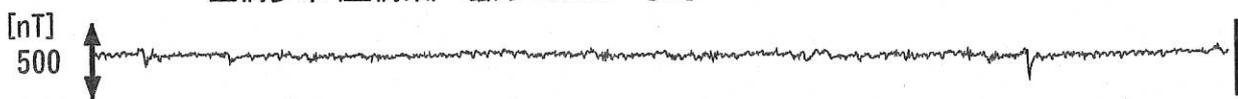
豊橋多米 (豊橋東) 歪N221E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N221E (BAYTAP)



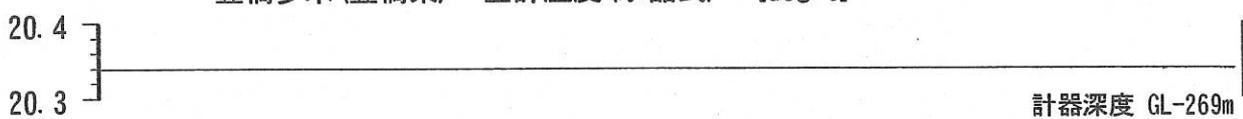
豊橋多米 (豊橋東) 歪鉛直 [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪鉛直 (BAYTAP)



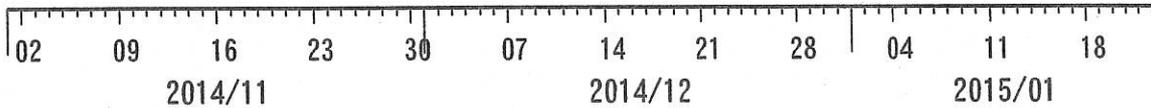
豊橋多米 (豊橋東) 磁力 N356E [nT]



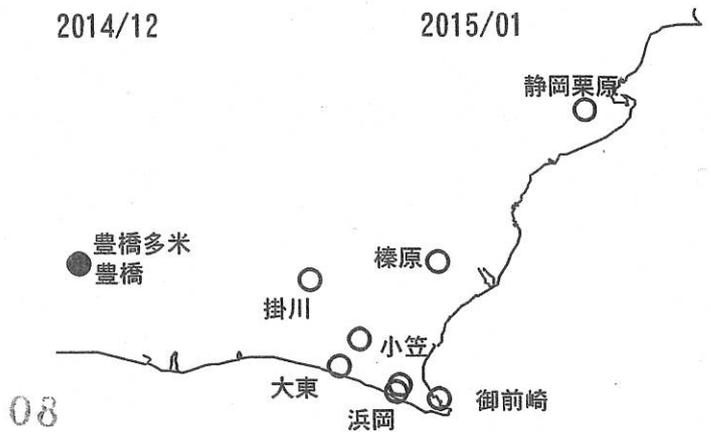
豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



計器深度 GL-269m



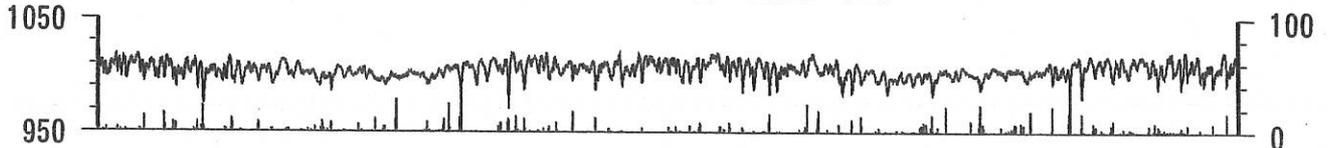
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



東海地域西部 (豊橋・豊橋多米) 長期 (時間値)
 (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 雨量 [mm]



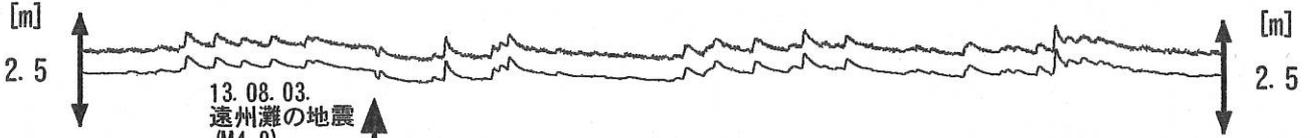
豊橋1 水位 [m]

豊橋1 水位 (BAYTAP)



豊橋2 水位 [m]

豊橋2 水位 (BAYTAP)



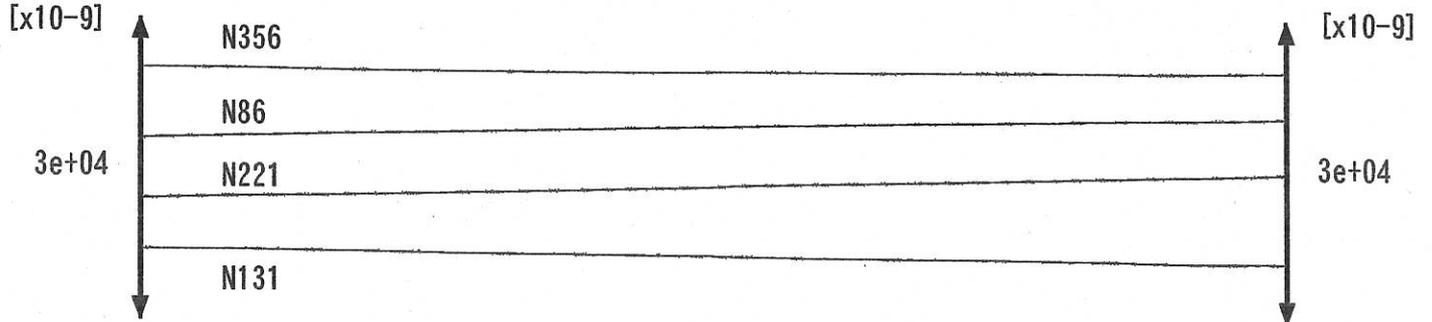
13.08.03.
遠州灘の地震
(M4.9)

豊橋多米 (豊橋東) 水位 [m]

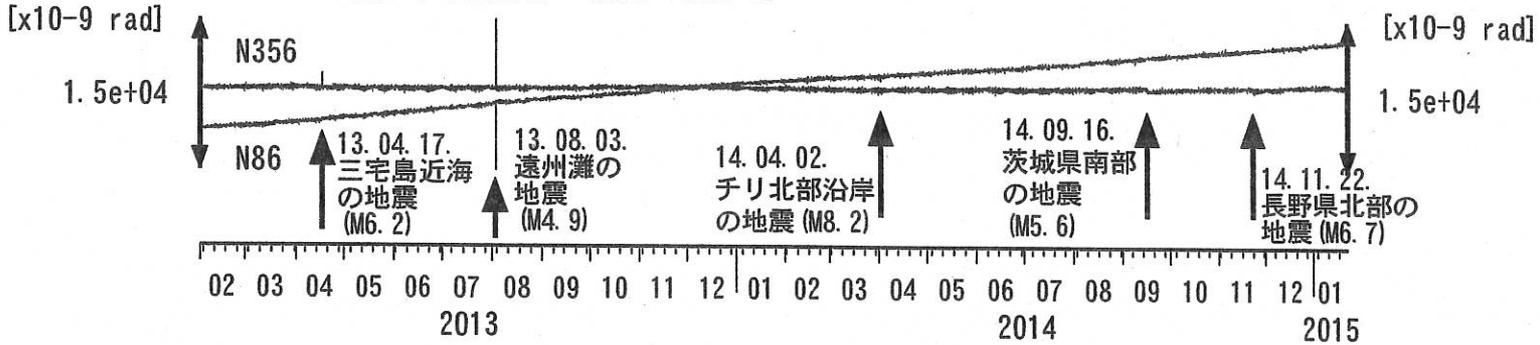
豊橋多米 (豊橋東) 水位 (BAYTAP)



豊橋多米 (豊橋東) 歪 [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 傾斜 [x10⁻⁹ rad]

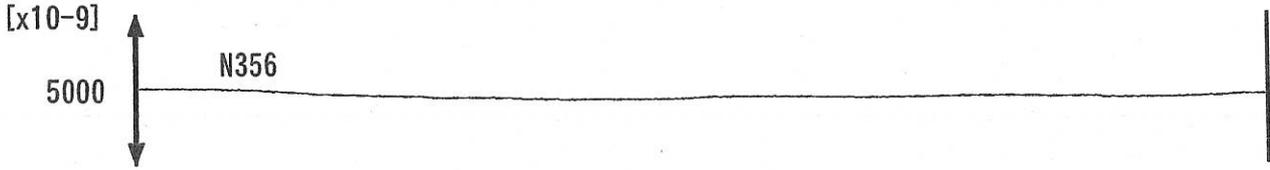


コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.

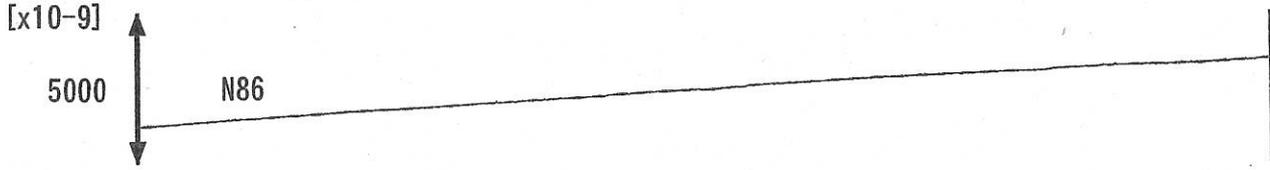


東海地域西部 (豊橋多米 歪) 長期 (時間値)
 (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

豊橋多米 (豊橋東) 歪 N356E [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N86E [x10⁻⁹]



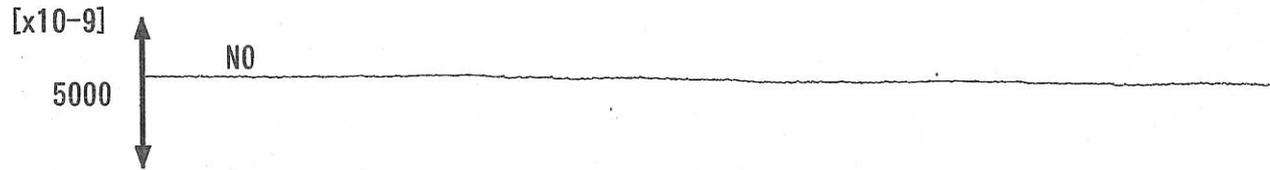
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N131E [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N221E [x10⁻⁹]



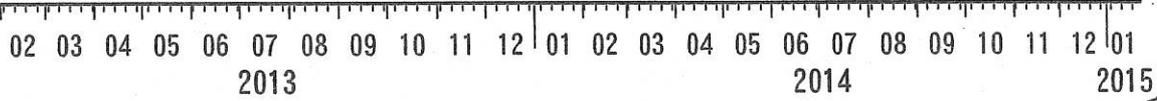
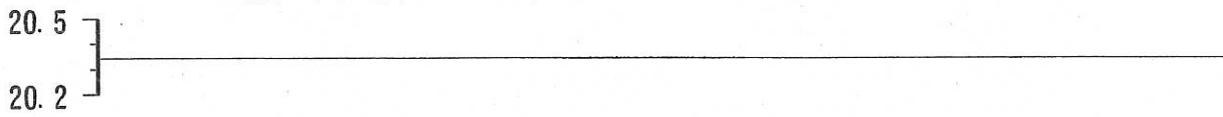
豊橋多米 (豊橋東) 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



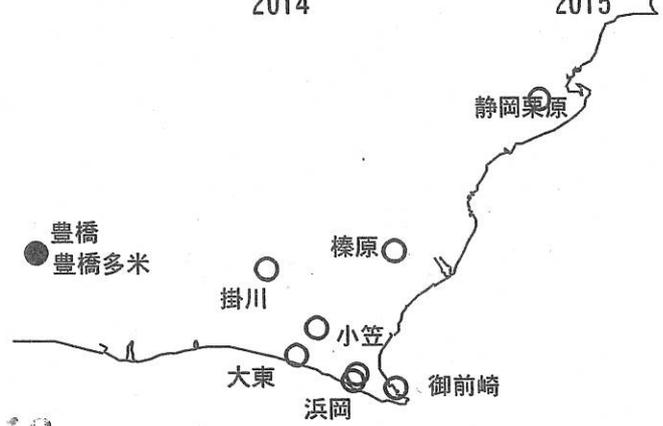
豊橋多米 (豊橋東) 磁力 N356E [nT]



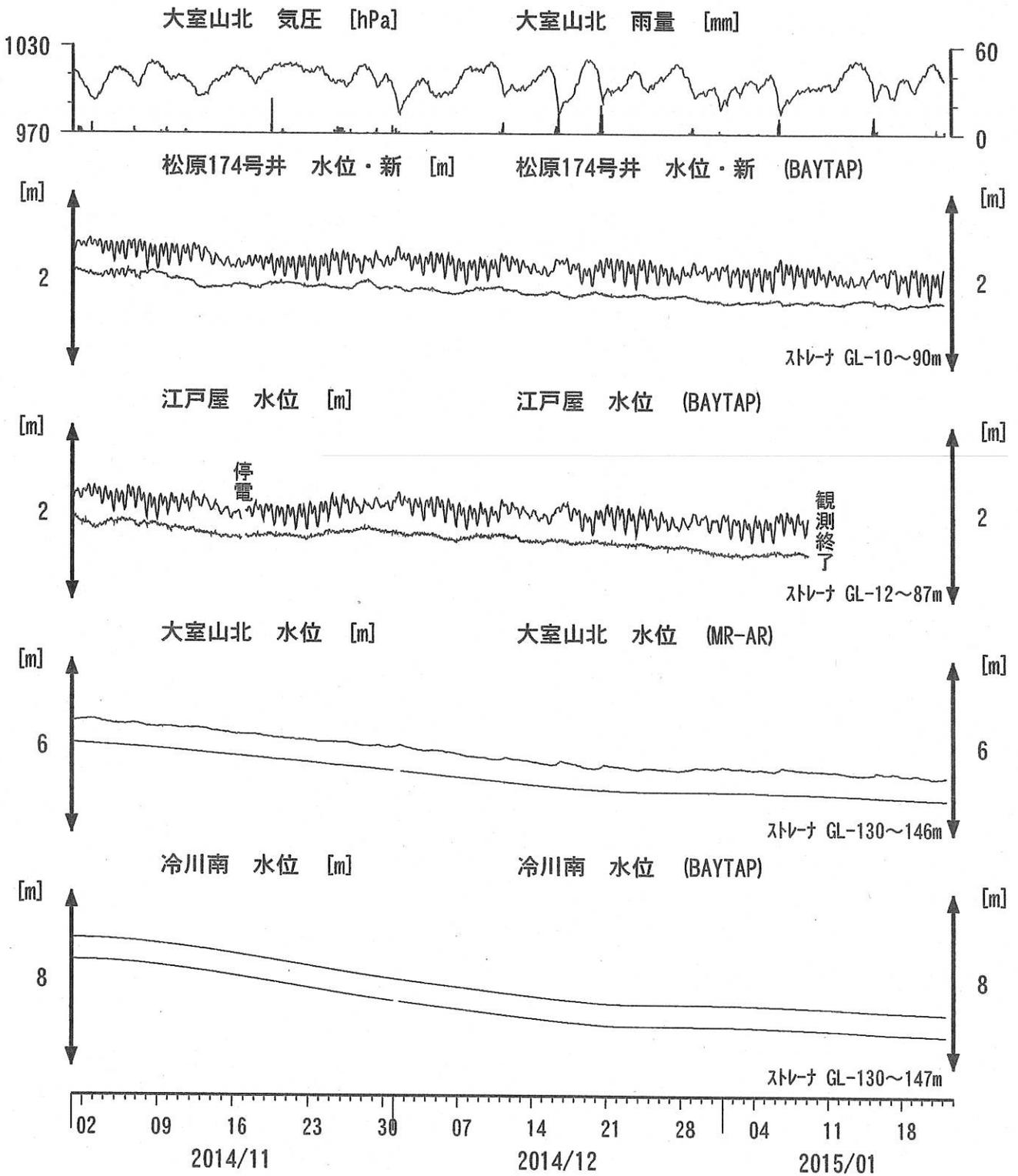
豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.



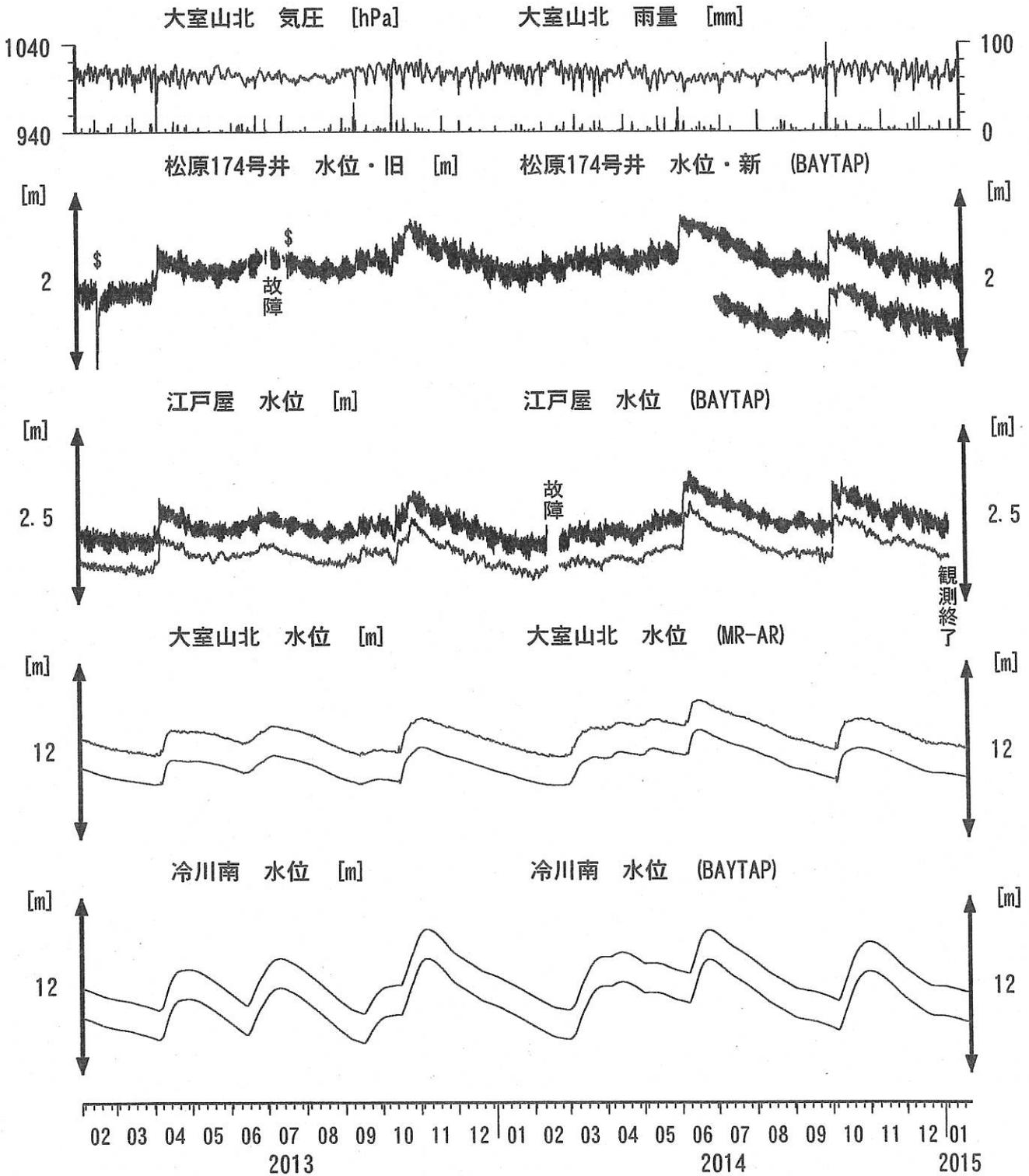
伊豆半島東部 地下水位 中期 (時間値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))



コメント：\$;保守. ?;原因不明.
 松原174号井は静岡県による観測.
 松原174の水位計が長期的にドリフト(見かけ上水位増)していることが分かったので、2014年7月4日に新たに水位計を設置して平行観測している.
 グラフでは新水位計の出力(生データ)とBAYTAPによる補正值を描いている.



伊豆半島東部 地下水位 長期 (時間値) (2013/02/01 00:00 - 2015/01/23 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.

松原174の水位計が長期的にドリフト (見かけ上水位増)

していることが分かったので, 2014年7月4日に

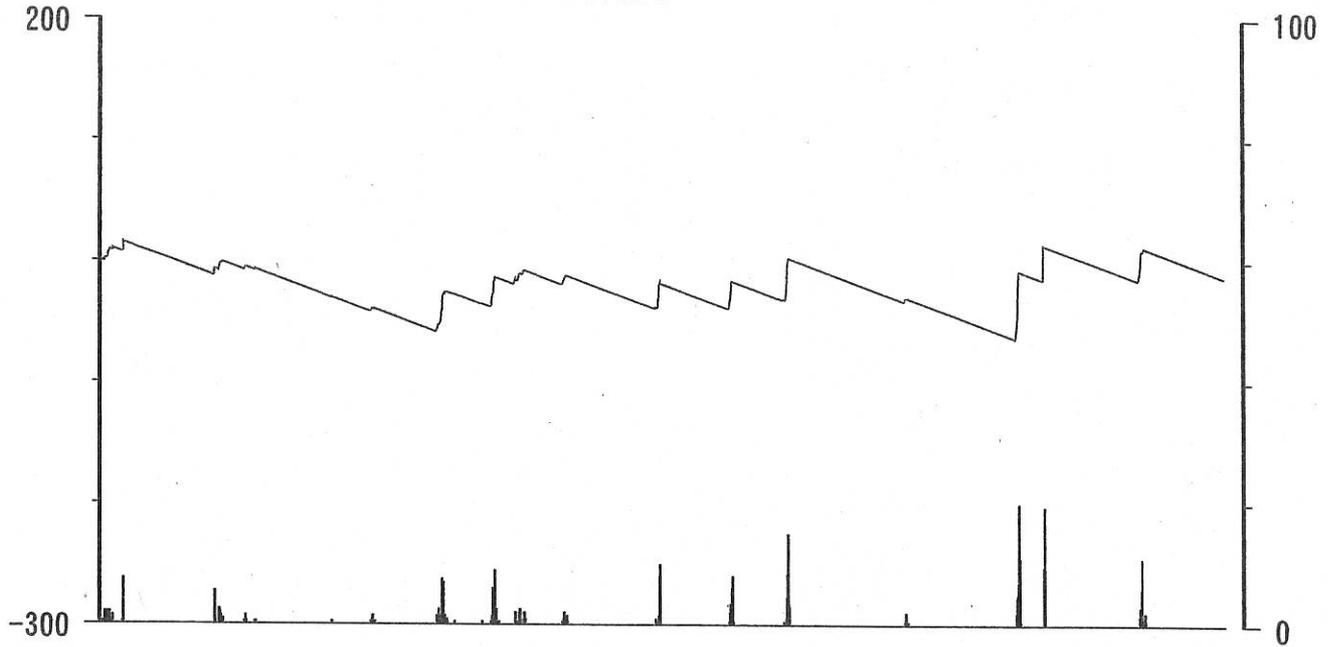
新たに水位計を設置して平行観測している.

グラフでは2つの水位計の出力 (生データ) を描いている.

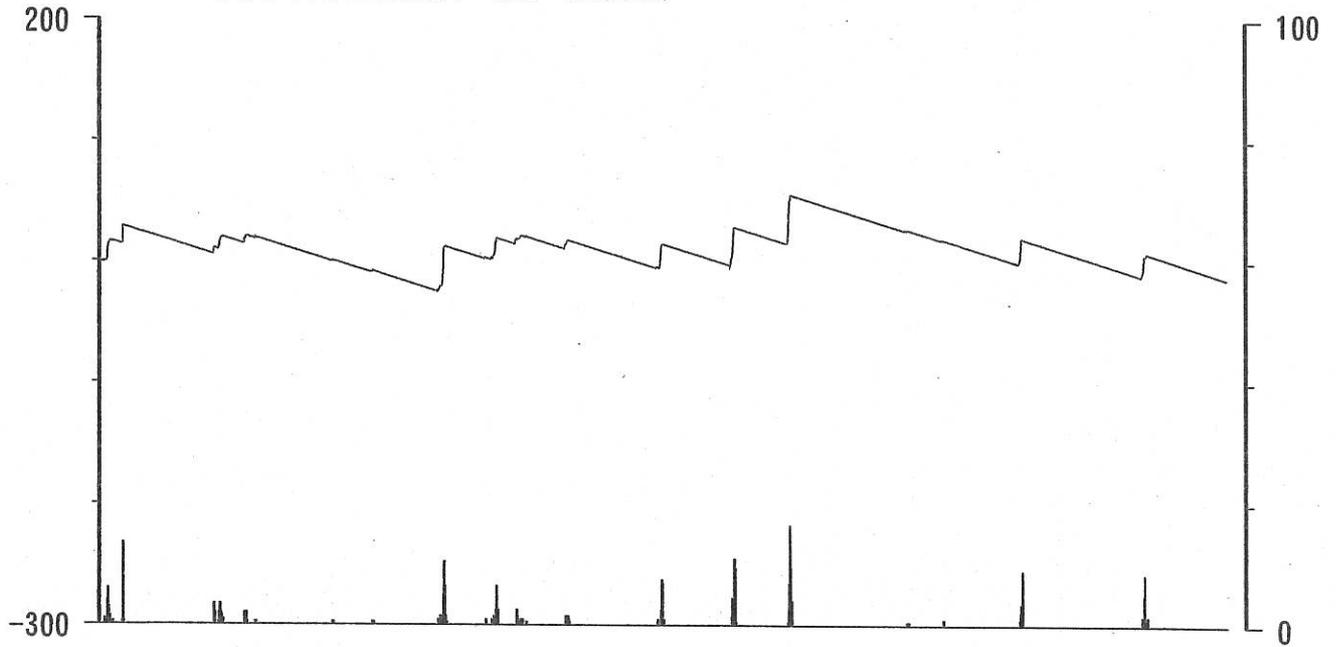


榛原・浜岡観測井 直近3ヶ月の積算降雨量トレンド除去グラフ [mm]
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/23 00:00 (JST))

榛原 降水量(積算) [mm] (時間値)



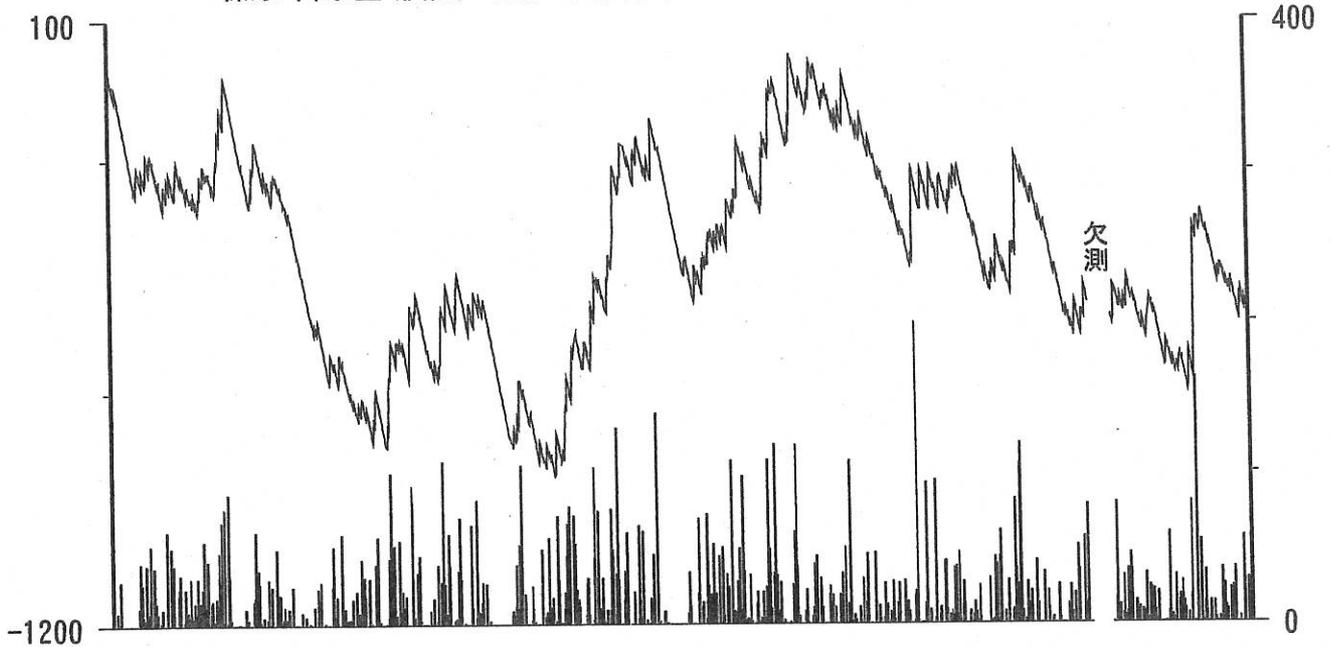
浜岡 降水量(積算) [mm] (時間値)



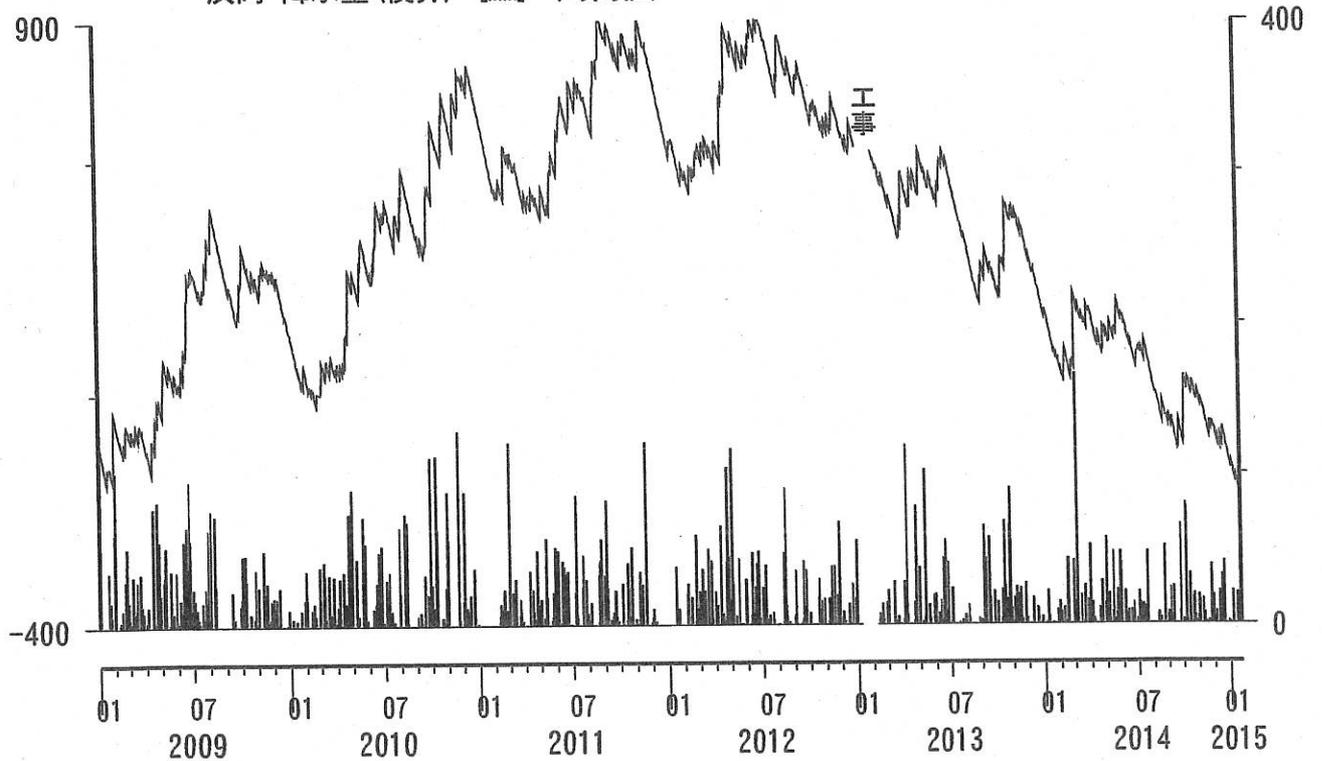
コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

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 - 2015/01/23 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)

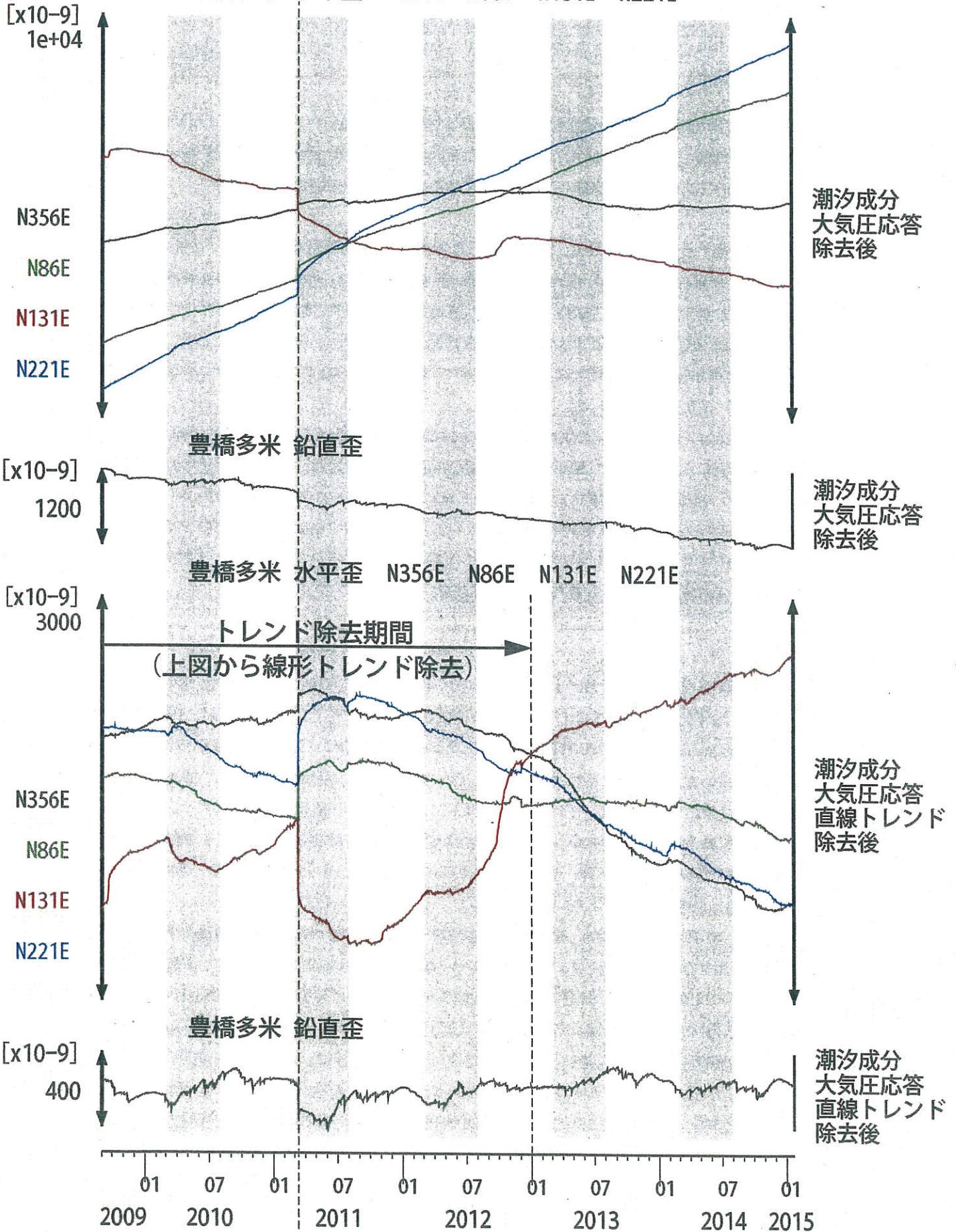


コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

豊橋多米の地殻歪の長期変化 (日値)

(2009/09/01 00:00 - 2015/01/23 00:00)

豊橋多米 水平歪 N356E N86E N131E N221E



11.03.11.
東北地方太平洋沖
地震 (Mw9.0)

産業技術総合研究所(産総研)の紀伊半島～愛知県の11観測点(図1)における2014年11月1日から2015年1月24日までの歪・傾斜・地下水および気象観測結果を図2～21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22-23に示す。

2015年1月1日午後～21日頃にかけて、愛知県～三重県～奈良県南部付近において、活発な深部低周波微動活動が観測され(図24)、静岡県・愛知県・三重県・奈良県における、産総研の多成分歪6観測点、値かす2観測点(3井戸)、傾斜2観測点、気象庁の多成分歪5観測点、体積歪2観測点、防災科研の好感度か速度(傾斜)5観測点において変化が観測された(図25)。微動発生状況などから6つの期間に分けて、観測された変化から断層面の推定を行った結果を図26～31に示す。推定された6期間の断層モデルのMwは、それぞれ5.6, 5.7, 5.8, 5.6, 5.2, 5.8であった。

期間Aの活動域付近では、143日前の2014年8月8～11日にかけてMw5.7の、期間Bの活動域付近では、179日前の2014年7月7～8日にかけてMw5.5の、期間Cの活動域付近では、176日前の2014年7月13～14日にかけてMw5.7の、期間Dの活動域付近では、162日前の2014年7月27日～8月2日にかけてMw5.7の、期間Eの活動域付近では、133日前の2014年8月30日～9月3日にかけてMw5.6の、期間Fの活動域付近では、190日前の2014年7月11～12日にかけてMw5.7の短期的SSEが、それぞれ発生したと推定されている(それぞれ、図26～31の灰色矩形9、3、6、7、10、および5)。

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固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.

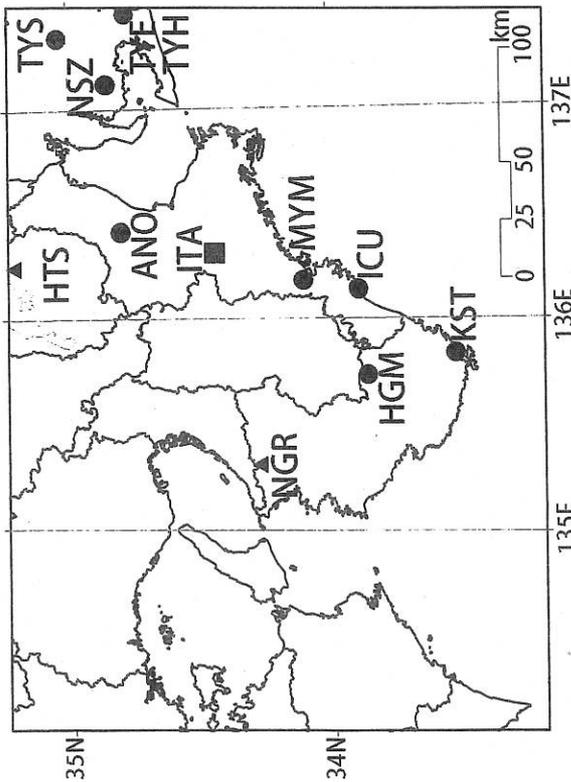


図1: 紀伊半島～愛知県における地下水等総合観測施設の分布図(●・■・▲)。(●)はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計を併設している観測点、(■)は Gladwin 式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している観測点、(▲)はアナログ方式の石井式歪計を併設している観測点を示す。

表1: 産総研観測点の名称。

3文字コード	名称	新名称ふりがな	市区町村	図
TYS	豊田神殿	とよたかんのど	愛知県豊田市	2,3
NSZ	西尾善明	にしおぜんみょう	愛知県西尾市	4,5
TYE	豊橋多米	とよはしため	愛知県豊橋市	6,7
HTS	愛荘番之庄	あいしょうのしょう	滋賀県愛知郡愛荘町	8
ANO	津安濃	つあのう	三重県津市	9,10
ITA	松阪飯高	まつさかいいいたか	三重県松阪市	11,12
MYM	紀北海山	きほくみやま	三重県北牟婁郡紀北町	13,14
ICU	熊野磯崎	くまのいそざき	三重県熊野市	15,16
HGM	田辺本宮	たなべほんぐう	和歌山県田辺市	17,18
KST	串本津荷	くしもつが	和歌山県東牟婁郡串本町	19,20
NGR	岩出東坂本	いわでひがしさかもと	和歌山県岩出市	21

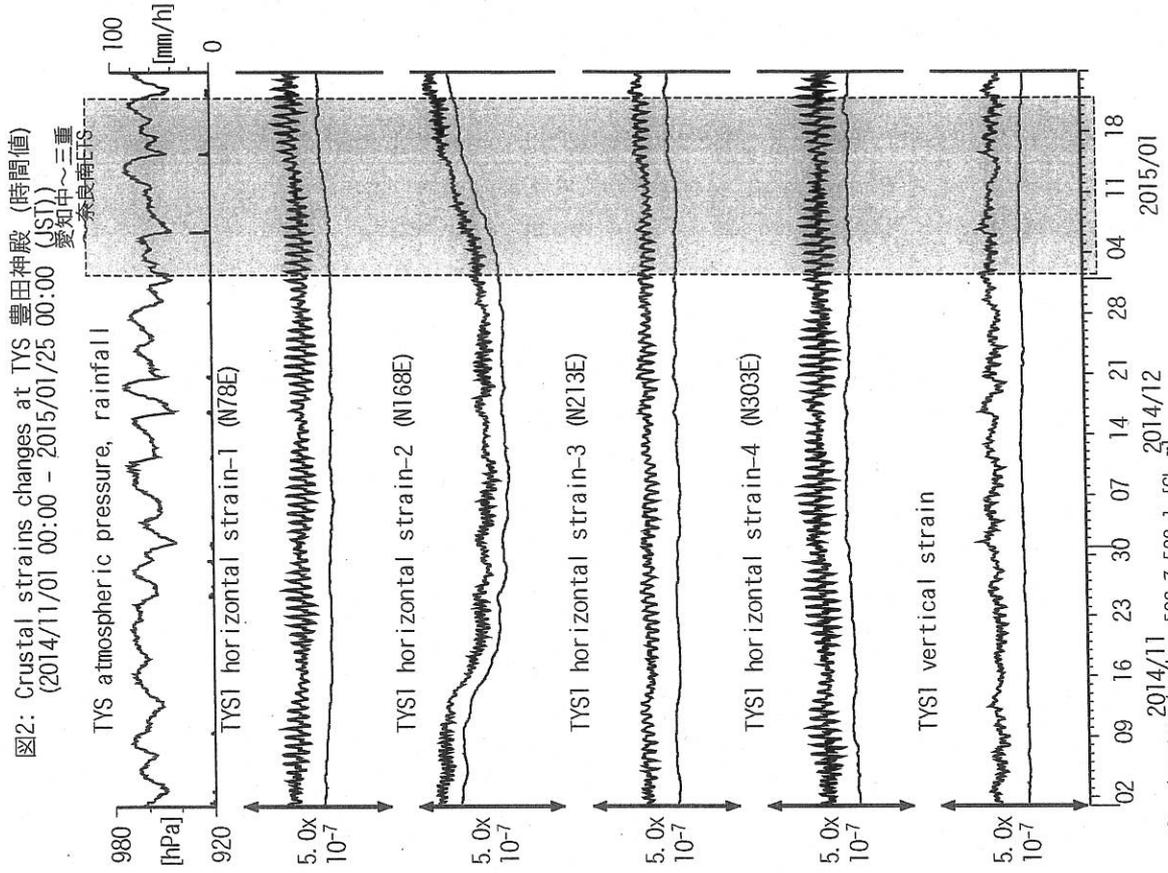
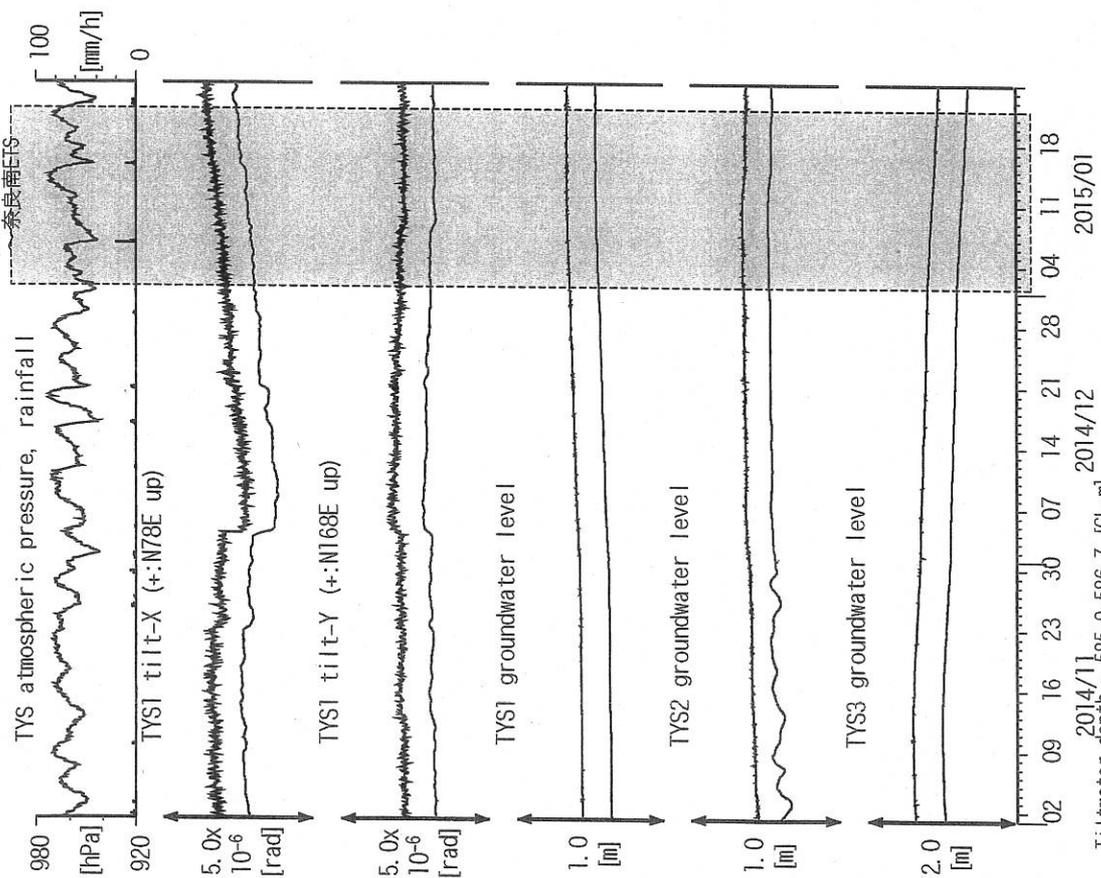


図2: Crustal strains changes at TYS 豊田神殿 (時間値) (2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中～三重
奈良南EIS

Strainmeter depth = 586.7-588.1 [GL-m] 2014/11 2014/12 2015/01

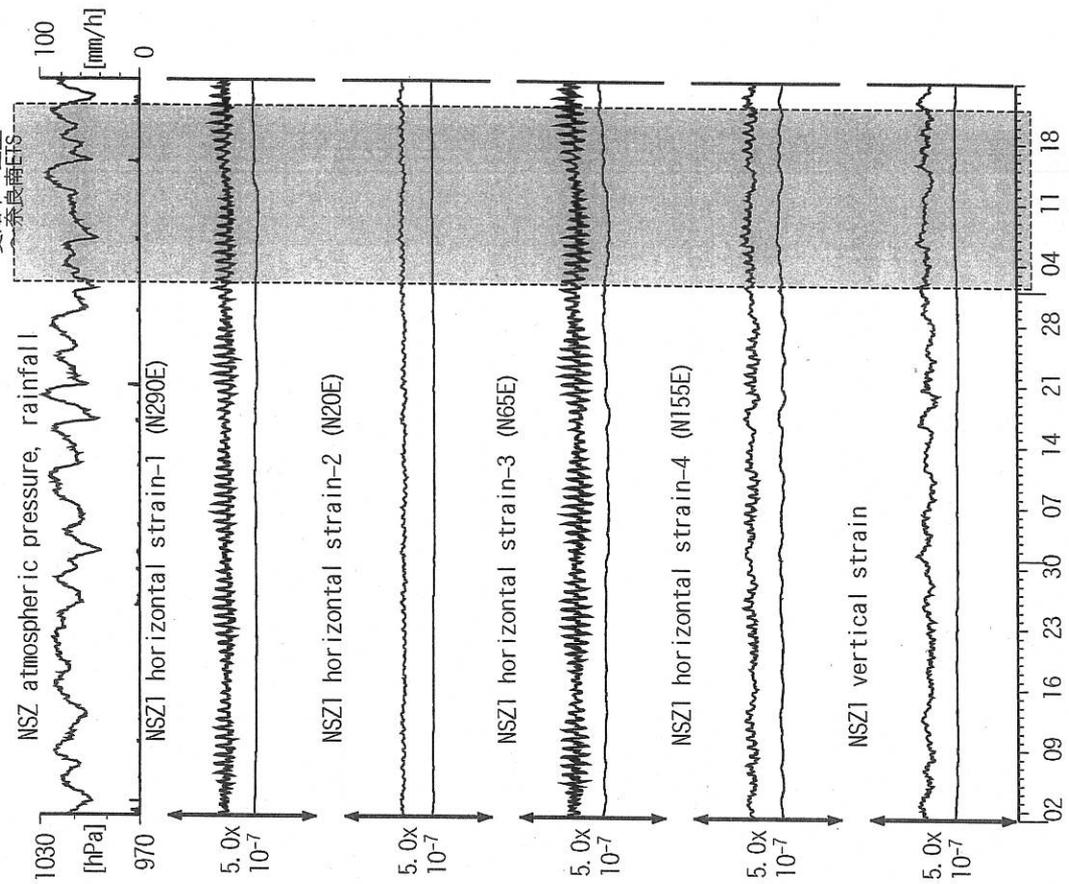
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図3: Tilt and groundwater level changes at TYS 豊田神殿 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中〜三重
奈良南ETS



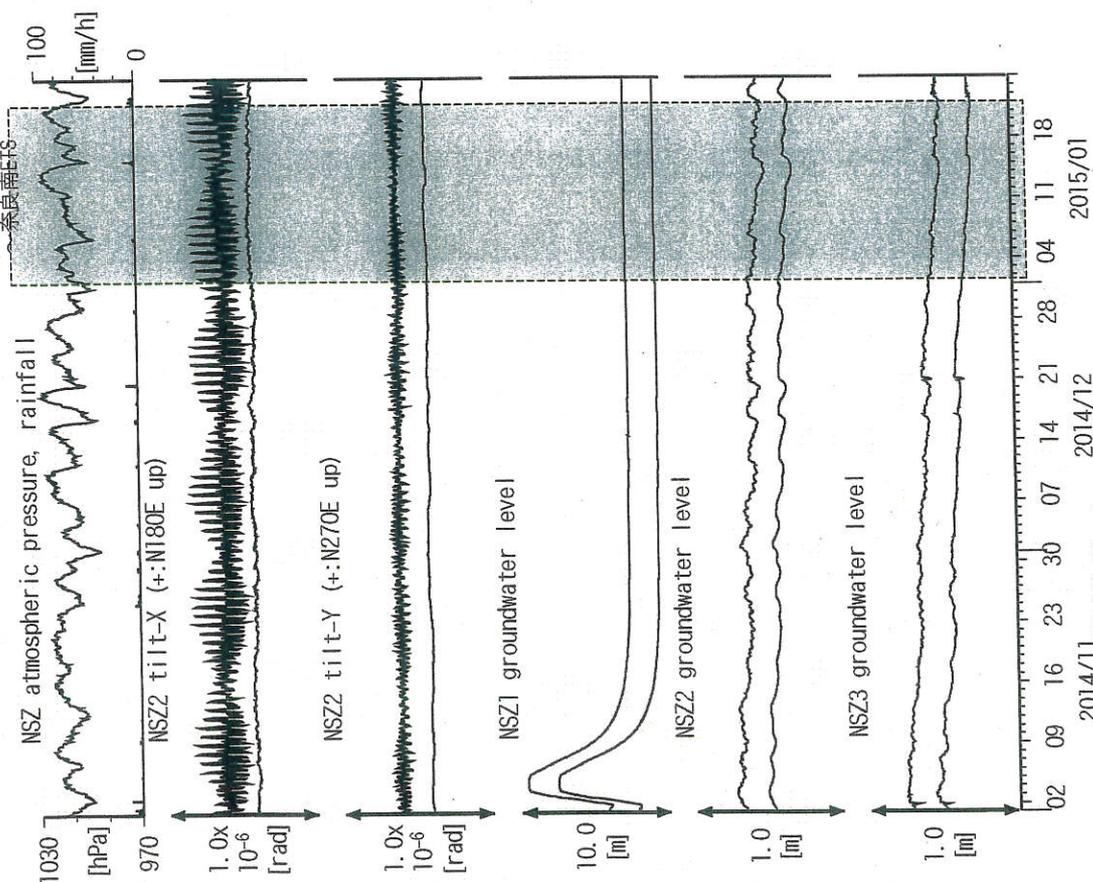
2014/11 2014/12 2015/01
Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]
TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]
TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]
TYS3 : Screen depth = 26.8-32.3 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図4: Crustal strains changes at NSZ 西尾善明 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中〜三重
奈良南ETS



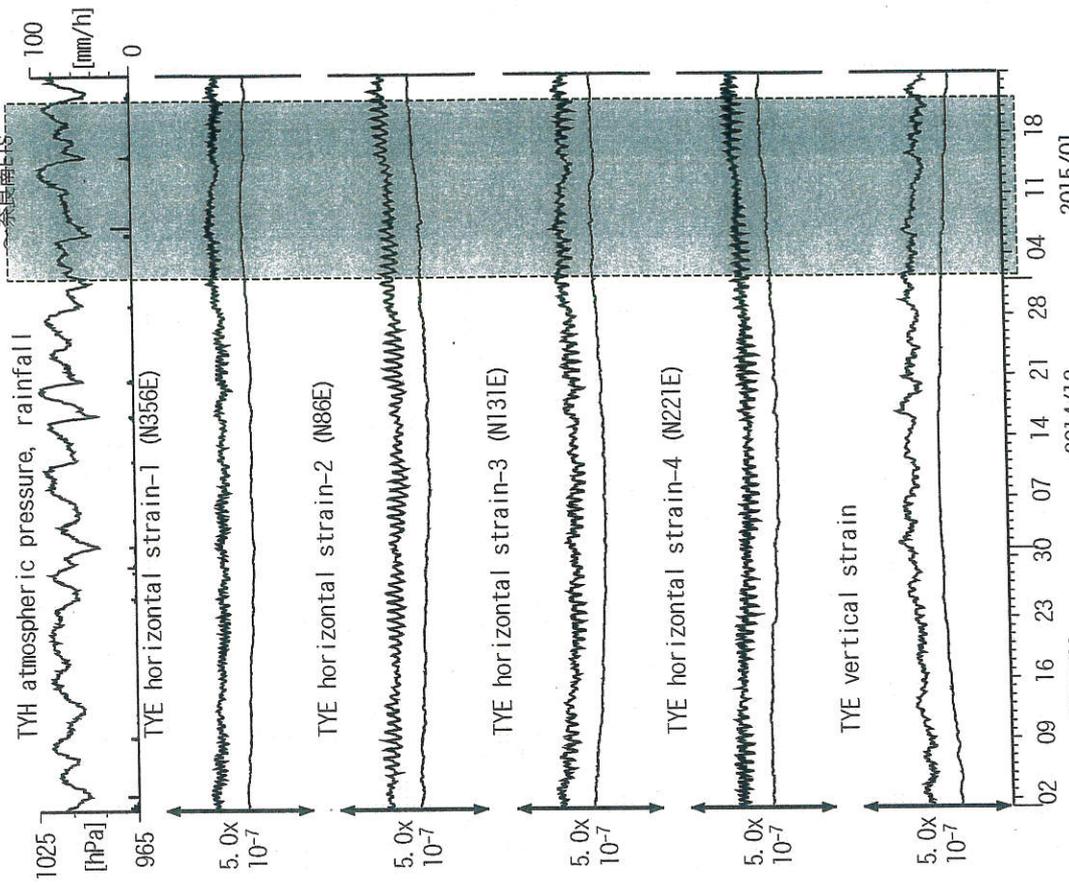
2014/11 2014/12 2015/01
Strainmeter depth = 582.3-584.3 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図5: Tilt and groundwater level changes at NSZ 西尾善明 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中〜三重 奈良南ETS



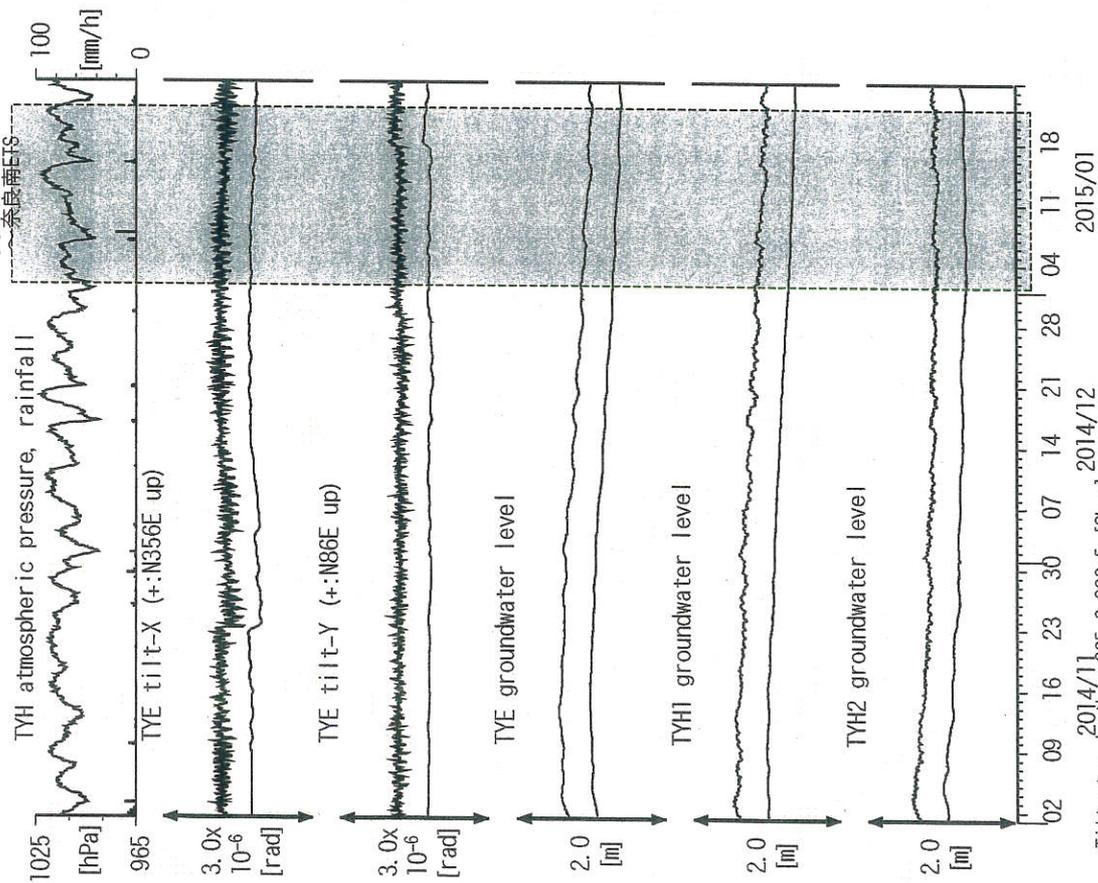
2014/11 2015/01
Strainmeter depth = 190-200 [GL-m]
NSZ1 : Screen depth = 398.3-409.2 [GL-m]
NSZ2 : Screen depth = 149.2-160.1 [GL-m]
NSZ3 : Screen depth = 25.6-31.0 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図6: Crustal strain changes at TYE 豊橋多米 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中〜三重 奈良南ETS



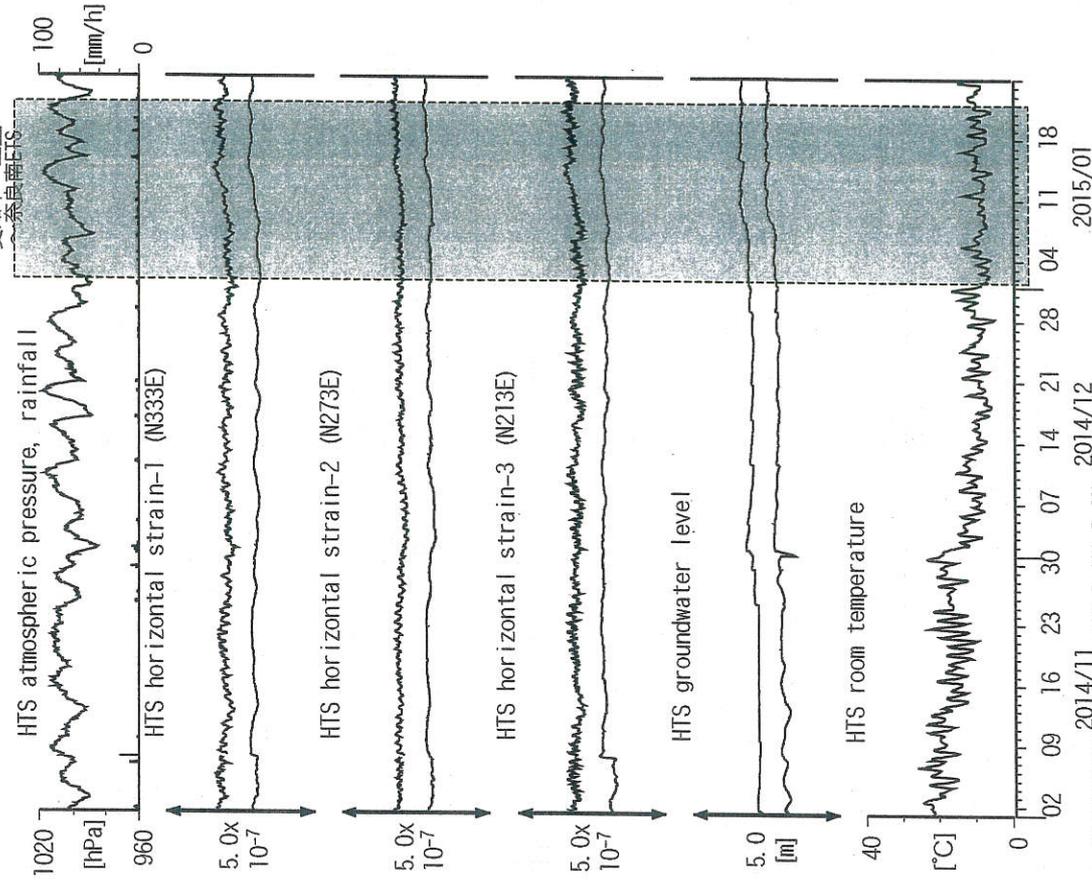
2014/11 2015/01
Strainmeter depth = 266.5-267.9 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図7: Tilt and groundwater level changes at TYE and TYH 豊橋多米・豊橋
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中〜三重
奈良南HTS



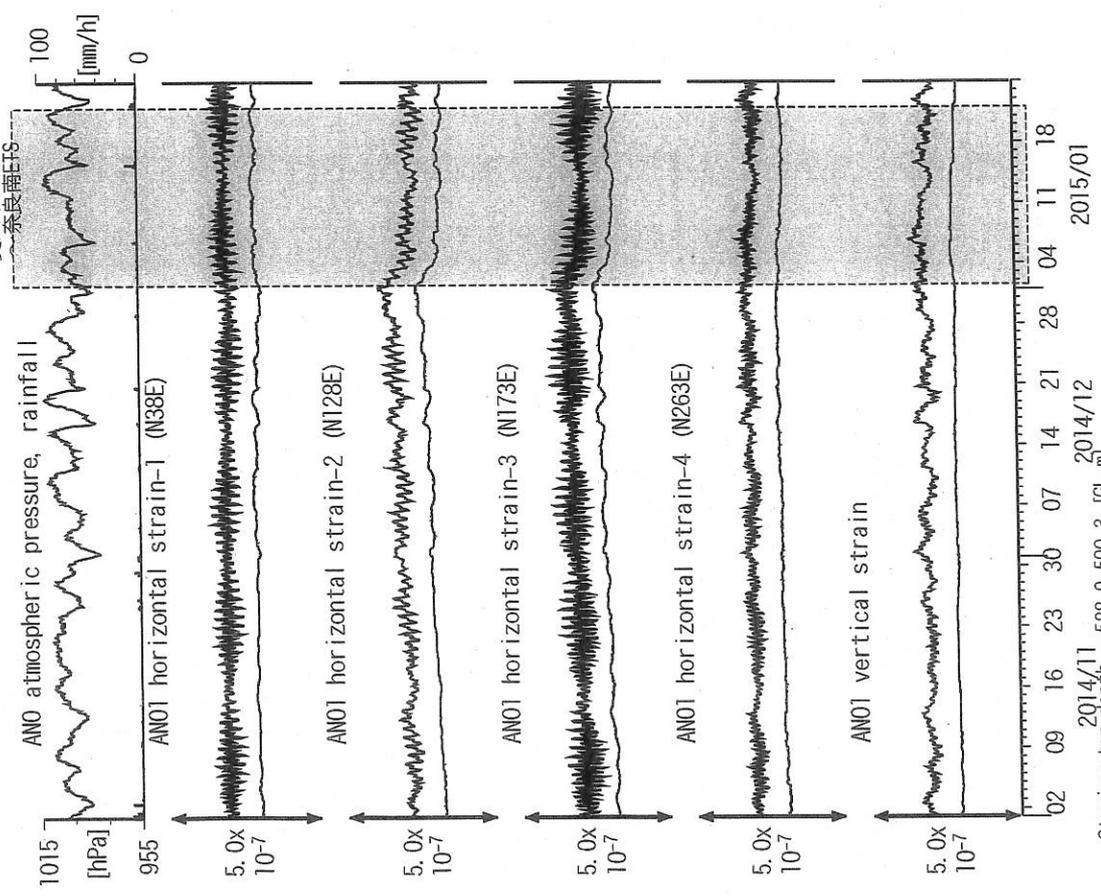
2014/11 2014/12 2015/01
 Tiltmeter depth = 265.6-266.5 [GL-m]
 TYE : Screen depth = 185.9-207.8 [GL-m]
 TYH1 : Screen depth = 178.6-200.4 [GL-m]
 TYH2 : Screen depth = 133.7-150.0 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンドを除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、tiltは1次トレンドも除去

図8: Crustal strain and groundwater level changes at HTS 愛荘香之庄
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中〜三重
奈良南HTS



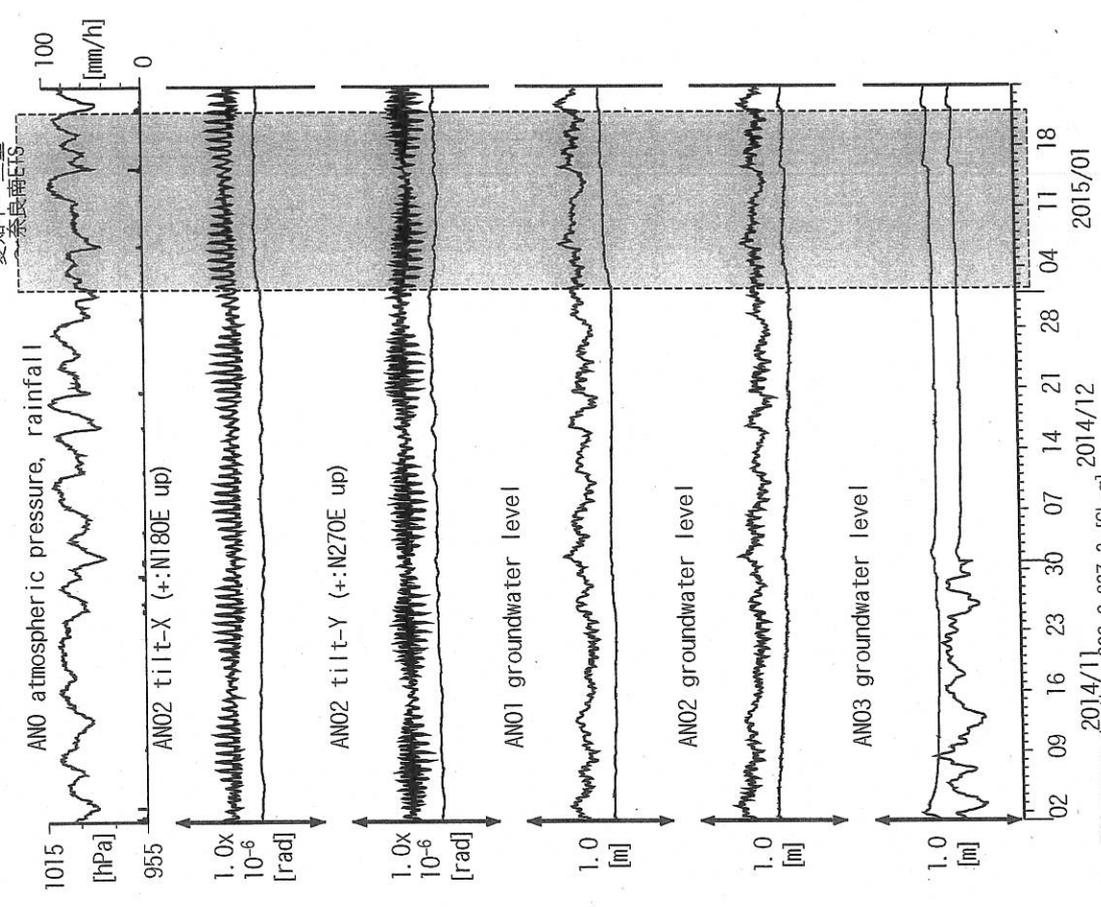
2014/11 2014/12 2015/01
 Strainmeter depth = 433.5-436.5 [GL-m]
 Screen depth = 338.3-360.1 [GL-m]
 上: strainは1次トレンドを除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、strainは1次トレンドも除去

図9: Crustal strains changes at ANO 津安濃 (時間値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
 愛知中〜三重 奈良南ETS



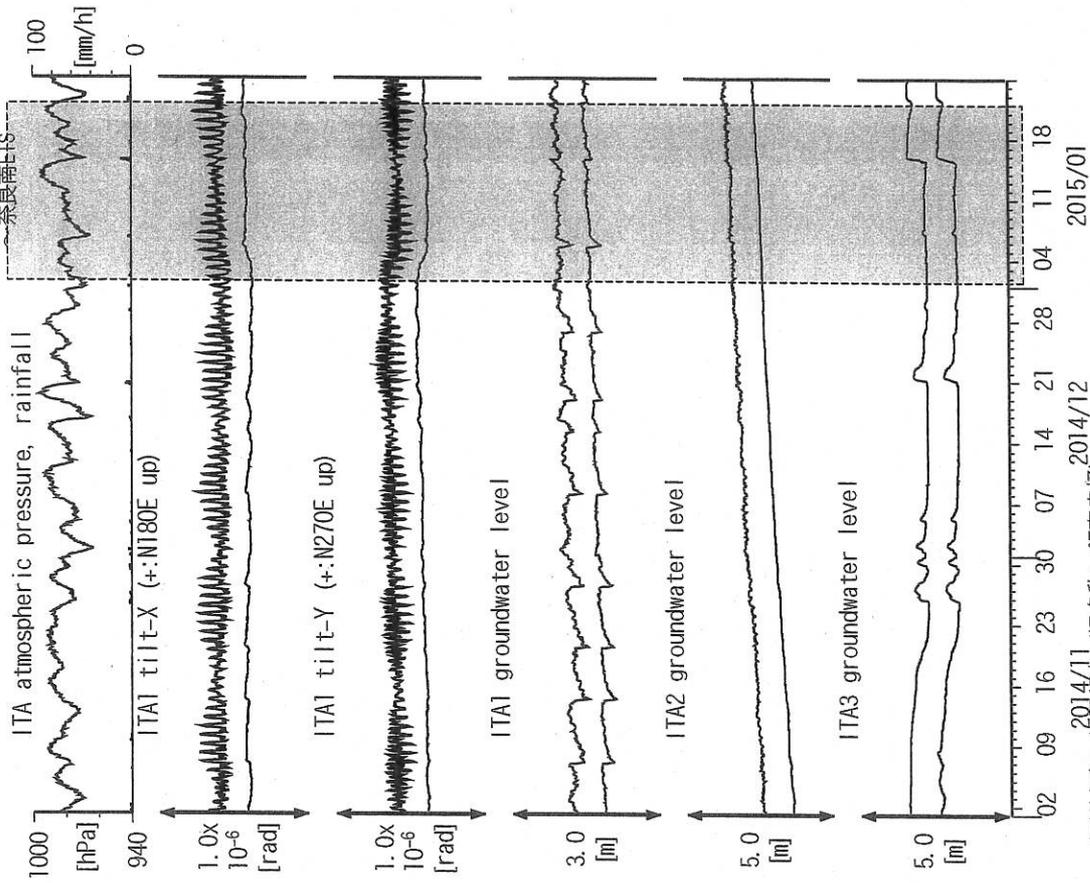
2014/11 2014/12 2015/01
 Strainmeter depth = 588.9-590.3 [GL-m]
 上: 1次トレンドを除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図10: Tilt and groundwater level changes at ANO 津安濃 (時間値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
 愛知中〜三重 奈良南ETS



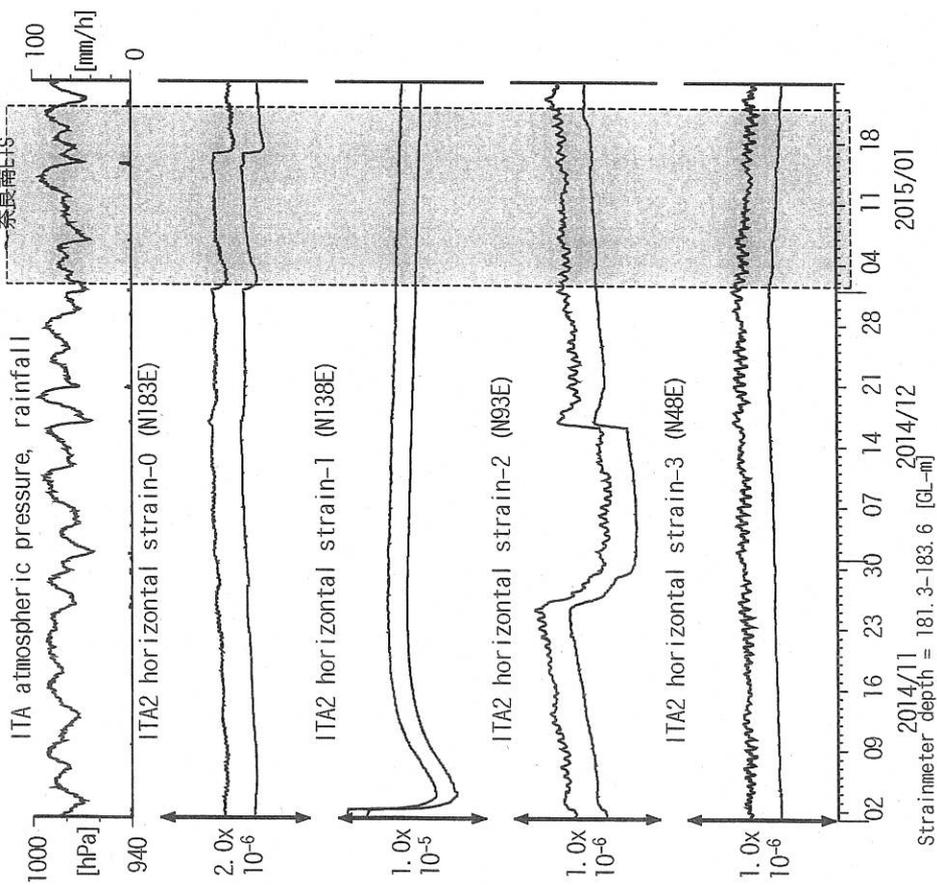
2014/11 2014/12 2015/01
 Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]
 AN01 : Screen depth = 502.7-513.6 [GL-m]
 AN02 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]
 AN03 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図12: Tilt and groundwater level changes at ITA 松阪飯高 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重 奈良南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]
ITA2: Screen depth = 145.5-156.4 [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
ITA2は2013/11/26に孔口を密閉した

図11: Crustal strain changes at ITA 松阪飯高 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重 奈良南ETS



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

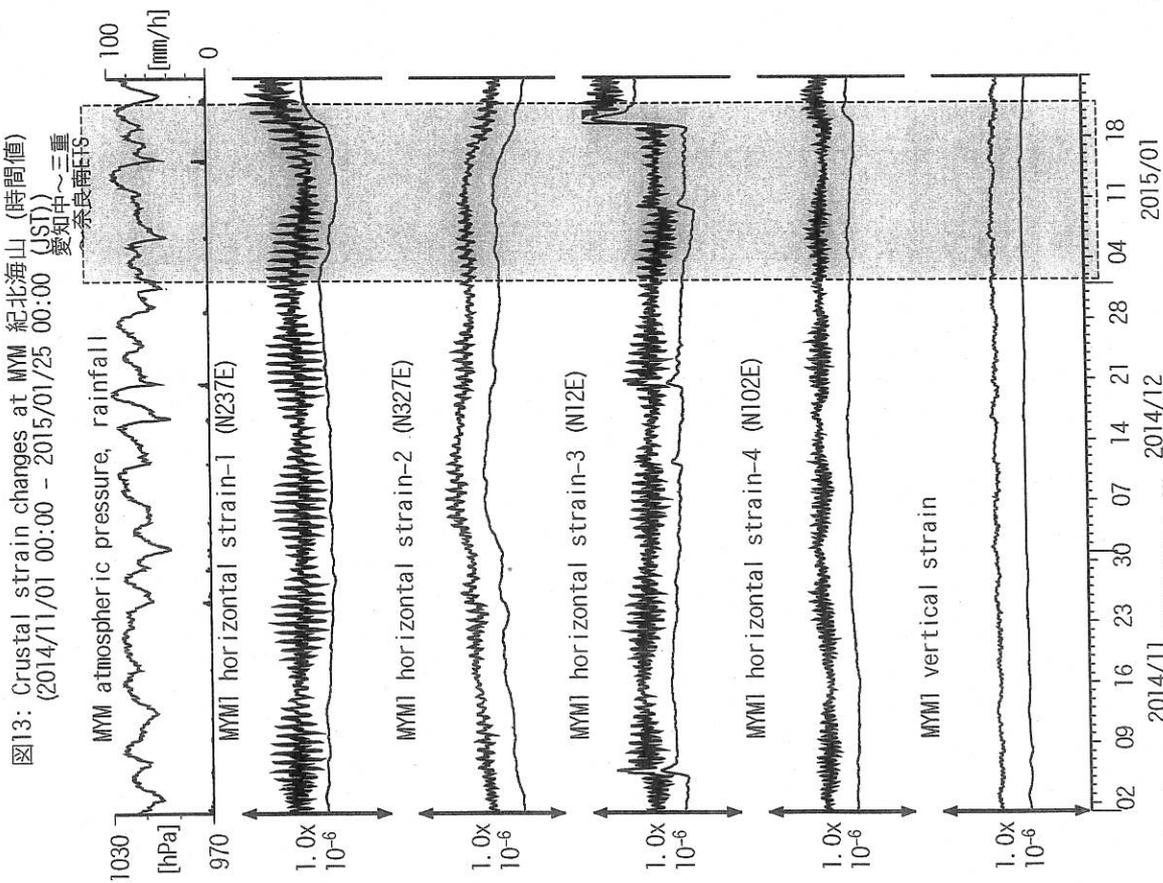


図13: Crustal strain changes at MYM 紀北海山 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重
奈良南ETS

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

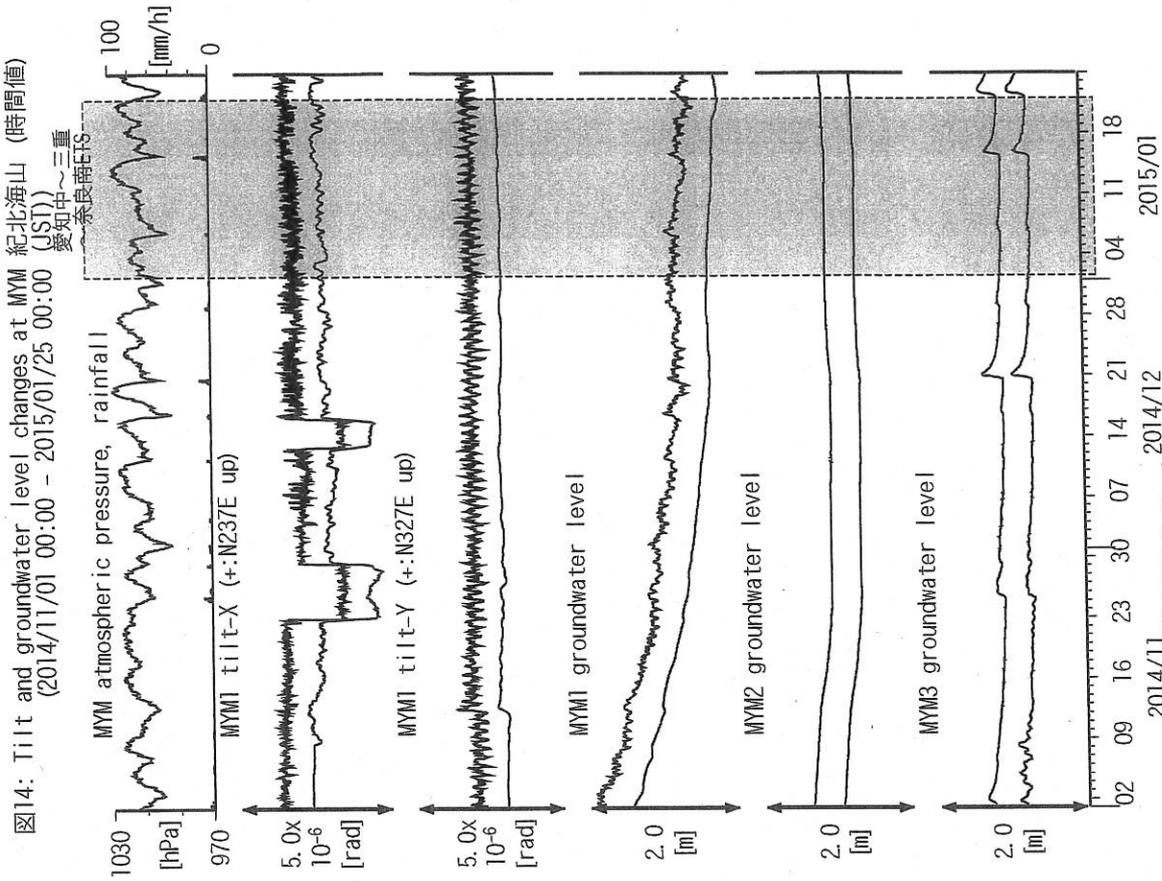
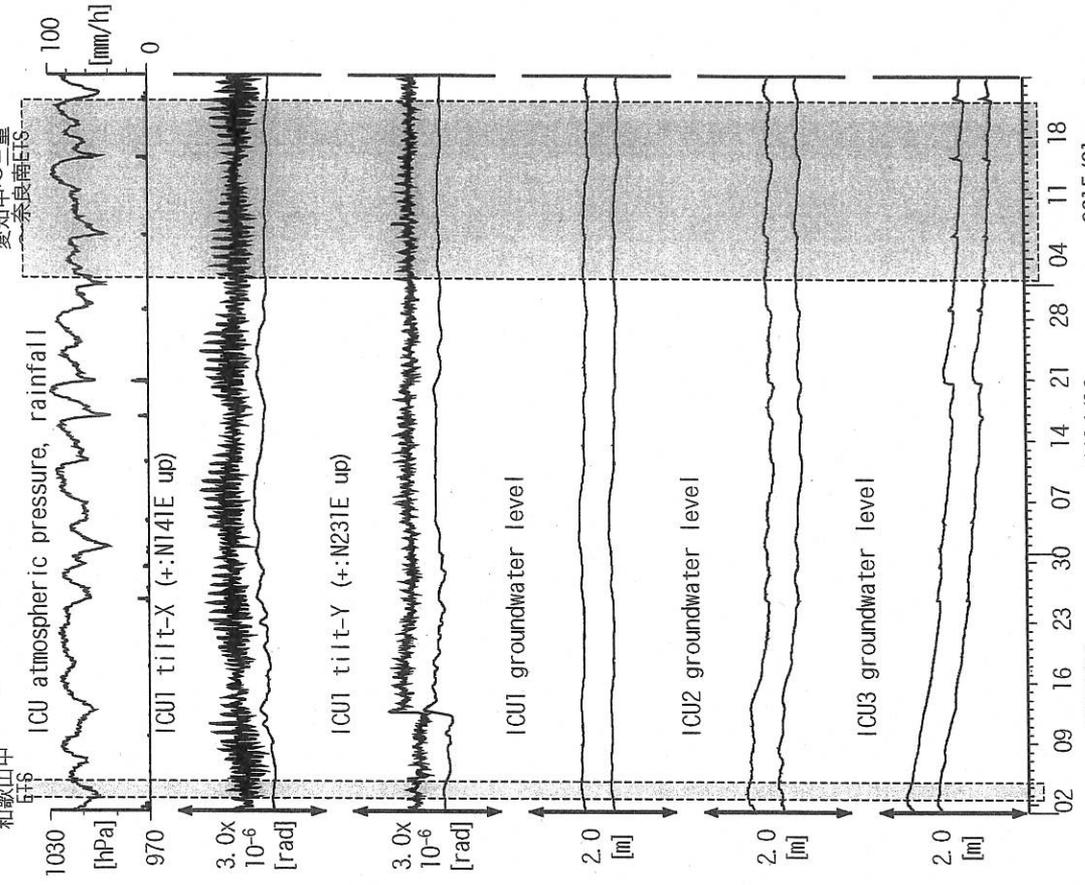


図14: Tilt and groundwater level changes at MYM 紀北海山 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重
奈良南ETS

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

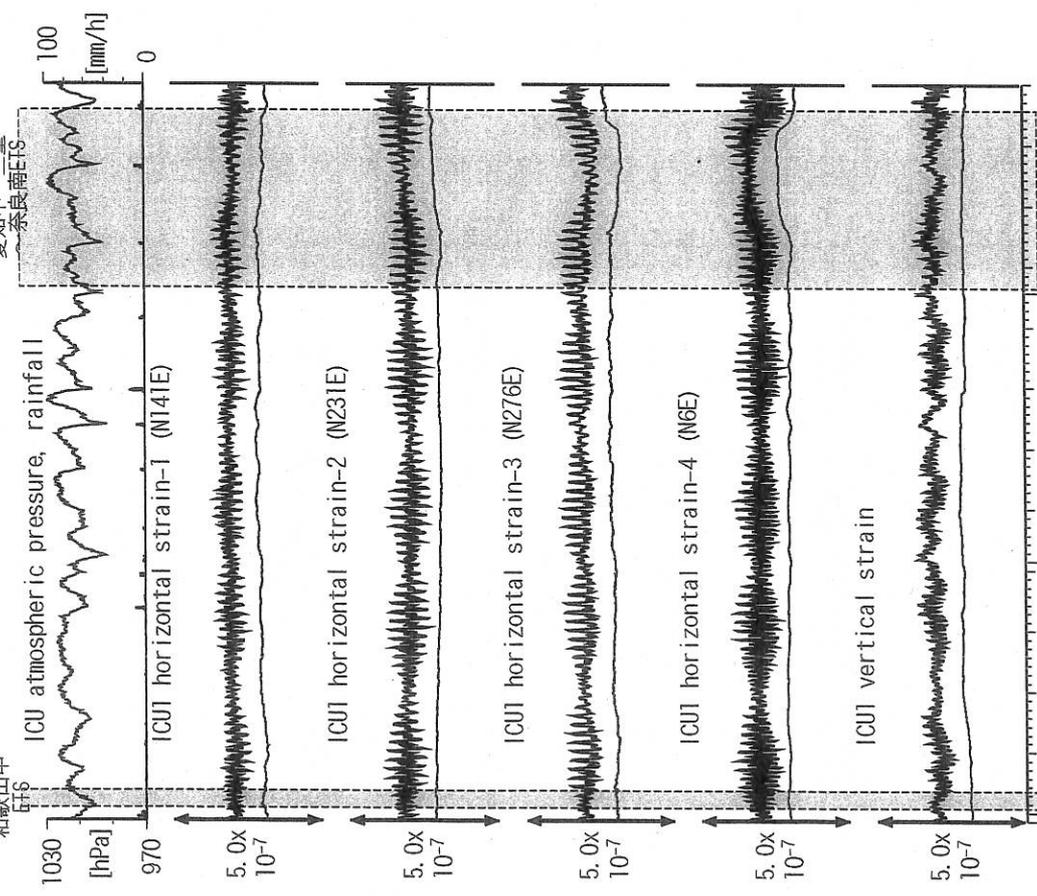
図16: Tilt and groundwater level changes at ICU 熊野磯崎 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重
奈良南ETS



和歌山中
ETS
2014/11 02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18 2015/01

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

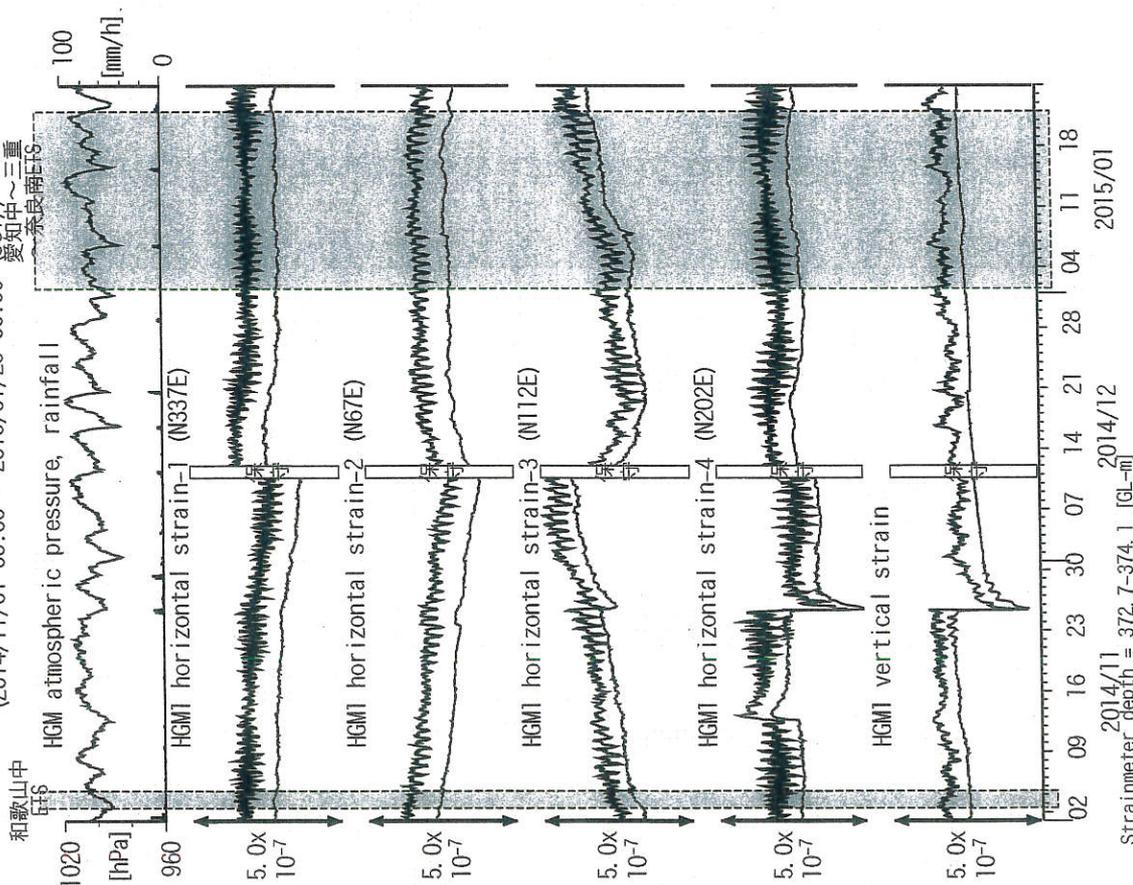
図15: Crustal strain changes at ICU 熊野磯崎 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重
奈良南ETS



和歌山中
ETS
2014/11 02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18 2015/01

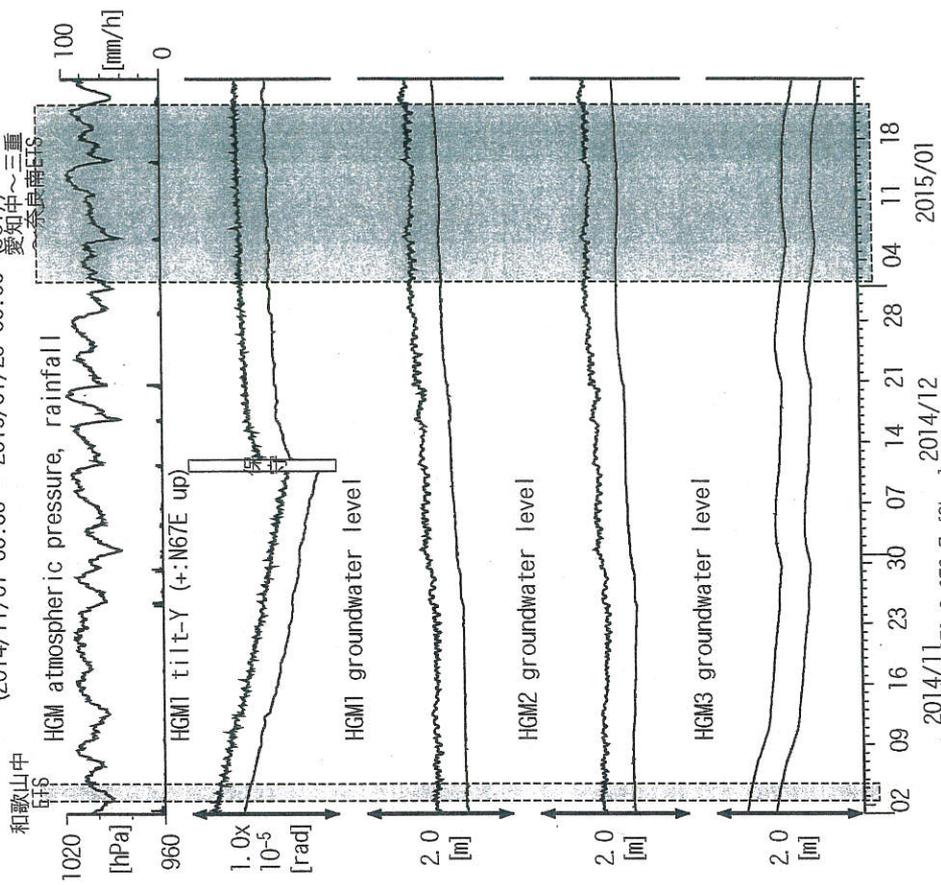
Strainmeter depth = 588.5-589.9 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図17: Crustal strains changes at HGM 田辺本宮 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重
奈良南ETS



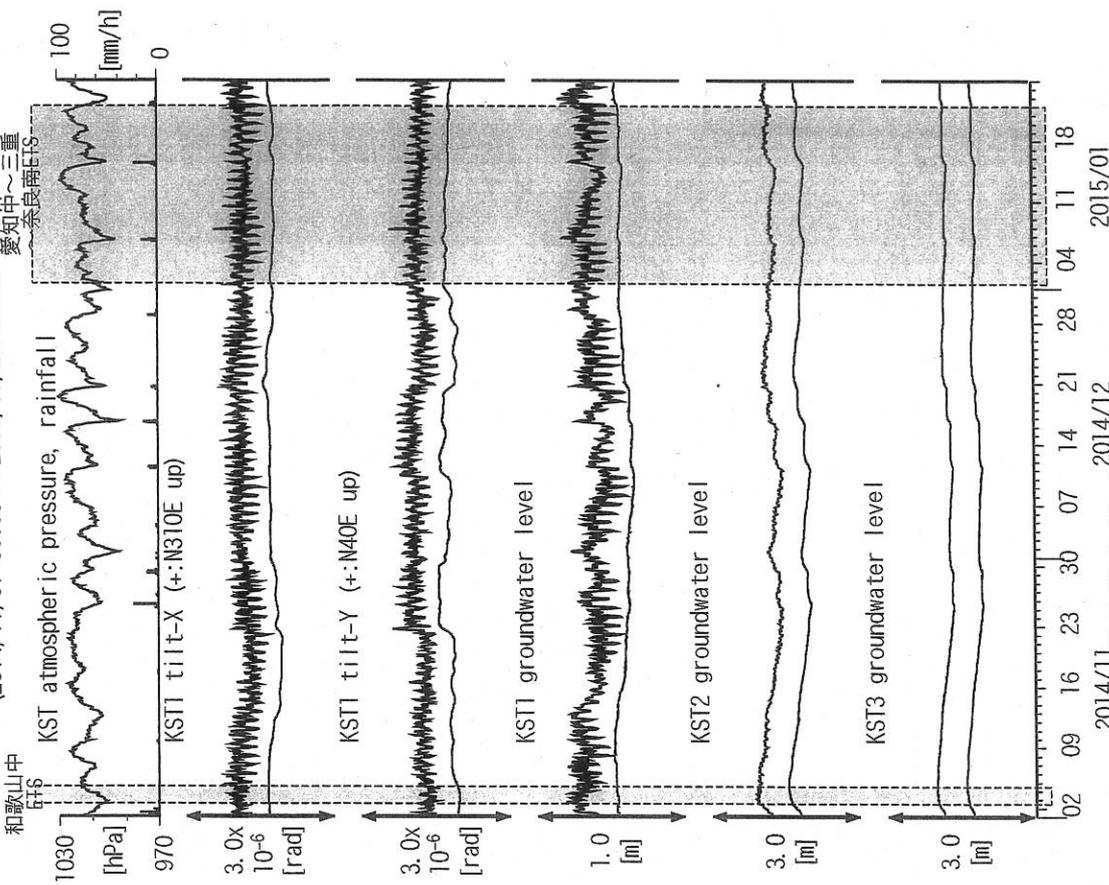
和歌山中
ETS
1020 [hPa]
960
5.0x 10⁻⁷
5.0x 10⁻⁷
5.0x 10⁻⁷
5.0x 10⁻⁷
5.0x 10⁻⁷
02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18
2014/11 2015/01
Strainmeter depth = 372.7-374.1 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図18: Tilt and groundwater level changes at HGM 田辺本宮 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
愛知中~三重
奈良南ETS



和歌山中
ETS
1020 [hPa]
960
1.0x 10⁻⁵ [rad]
2.0 [m]
2.0 [m]
2.0 [m]
02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18
2014/11 2015/01
Tiltmeter depth = 371.9-372.7 [GL-m]
HGM1 : Screen depth = 320.4-331.3 [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
HGM1は2013/10/12に孔口を密閉した

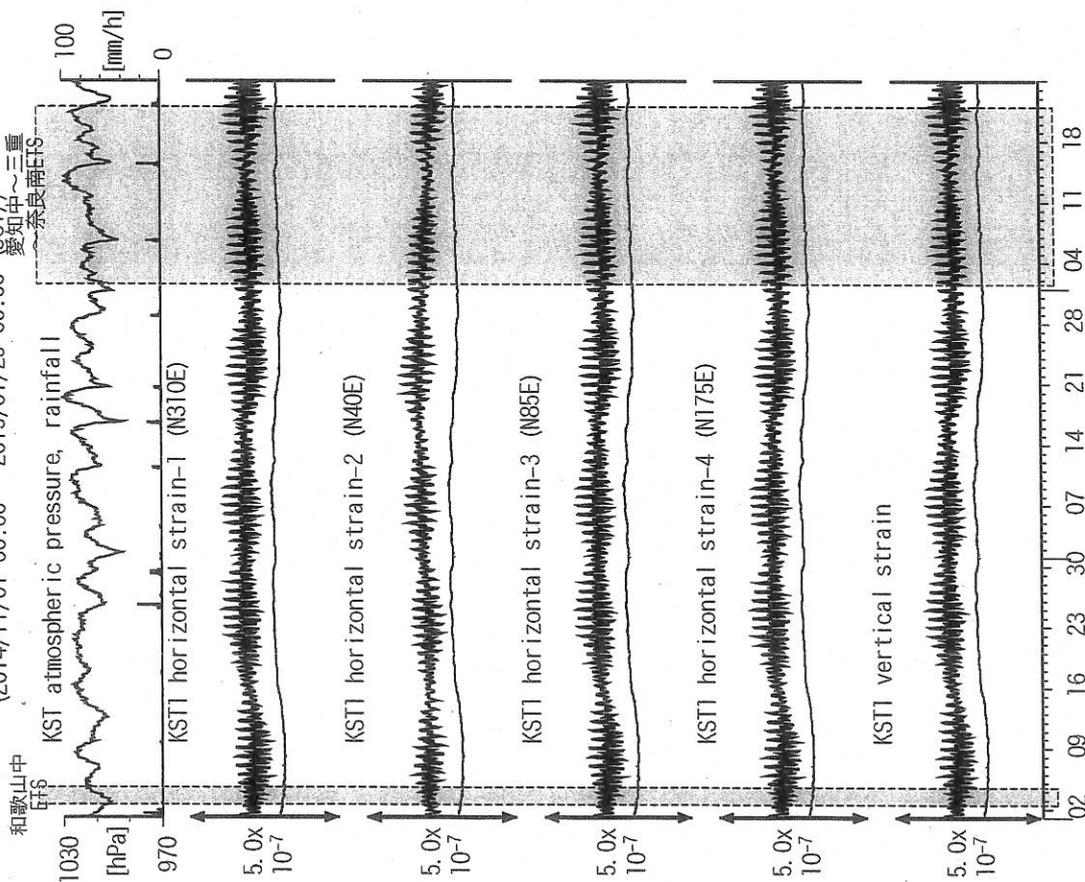
図20: Tilt and groundwater level changes at KST 串本津荷 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
和歌山中 愛知中~三重 奈良南ETS



2014/11 2014/12 2015/01

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 changes at KST 串本津荷 (時間値)
(2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
和歌山中 愛知中~三重 奈良南ETS



2014/11 2014/12 2015/01

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

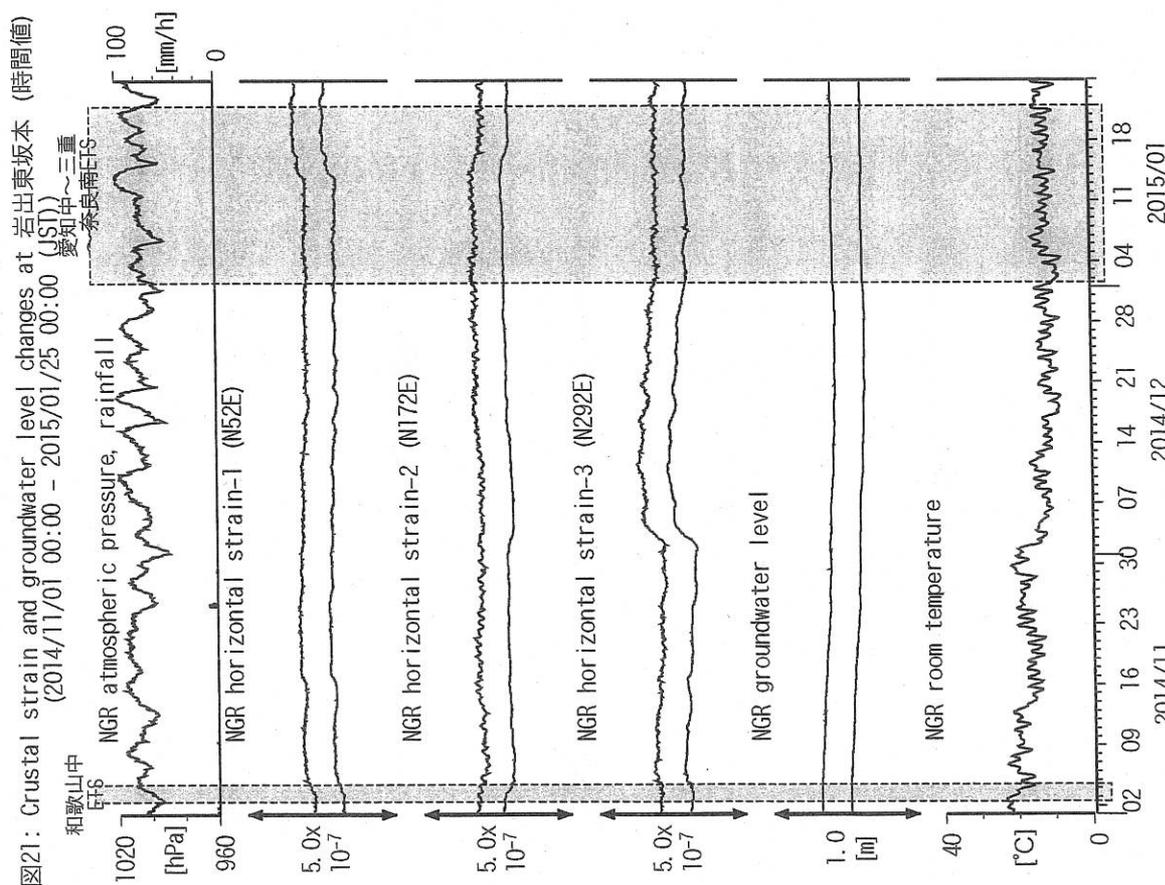
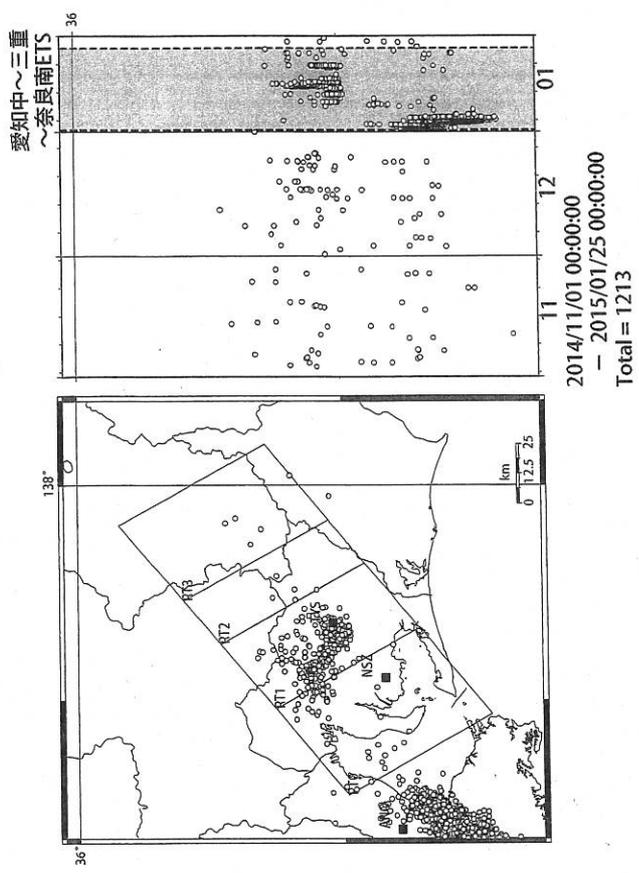


図21: Crustal strain and groundwater level changes at 岩出東坂本 (時間値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
 和歌山中 ETS 愛知中~三重 奈良南ETS

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



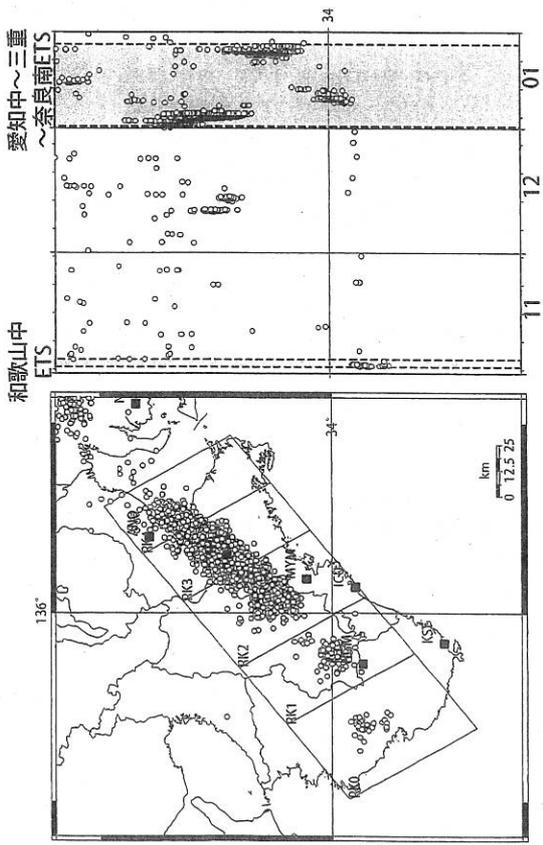
Deep low-frequency tremors in Tokai (日値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))
 愛知中~三重 奈良南ETS

2014/11/01 00:00:00
 - 2015/01/25 00:00:00
 Total = 1213

Tokai tremors-all
 Tokai tremors-RT0
 Tokai tremors-RT1
 Tokai tremors-RT2
 Tokai tremors-RT3

02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18
 2014/11 2014/12 2015/01

図22: 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)。



2014/11/01 00:00:00
 - 2015/01/25 00:00:00
 Total = 2052

Deep low-frequency tremor activities in Kii Peninsula (日値)
 (2014/11/01 00:00 - 2015/01/25 00:00 (JST))

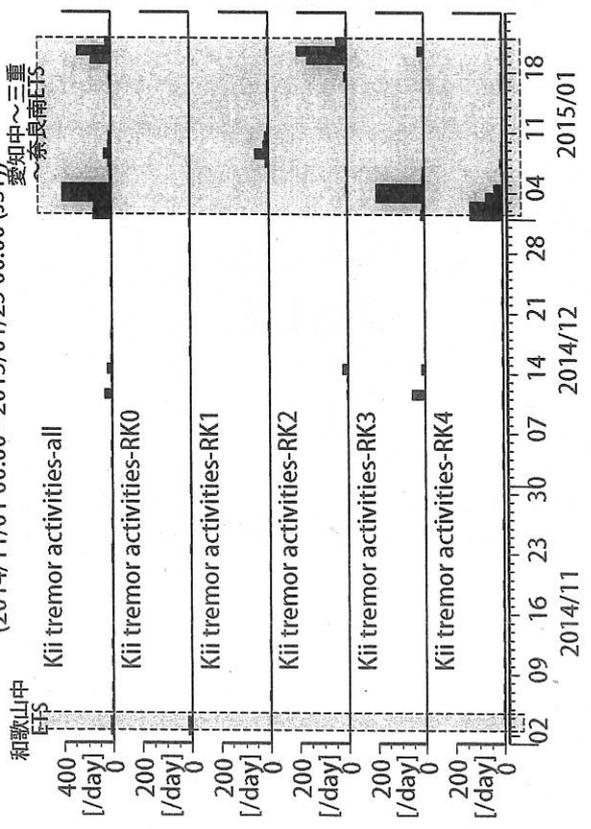


図 23: 紀伊半島における深部低周波微動の時空間分布 (上段)、各領域における発生頻度 (日値)。

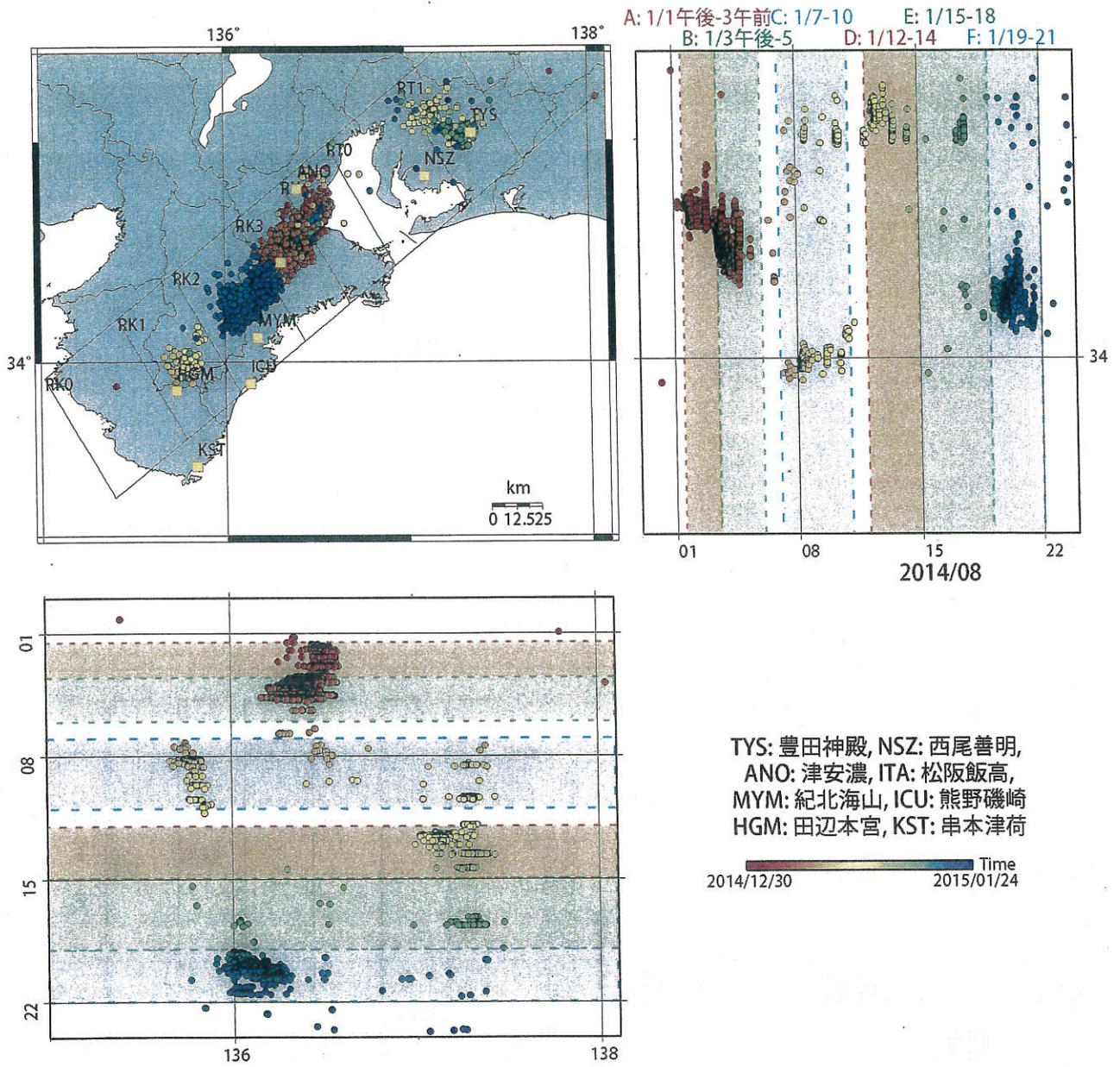
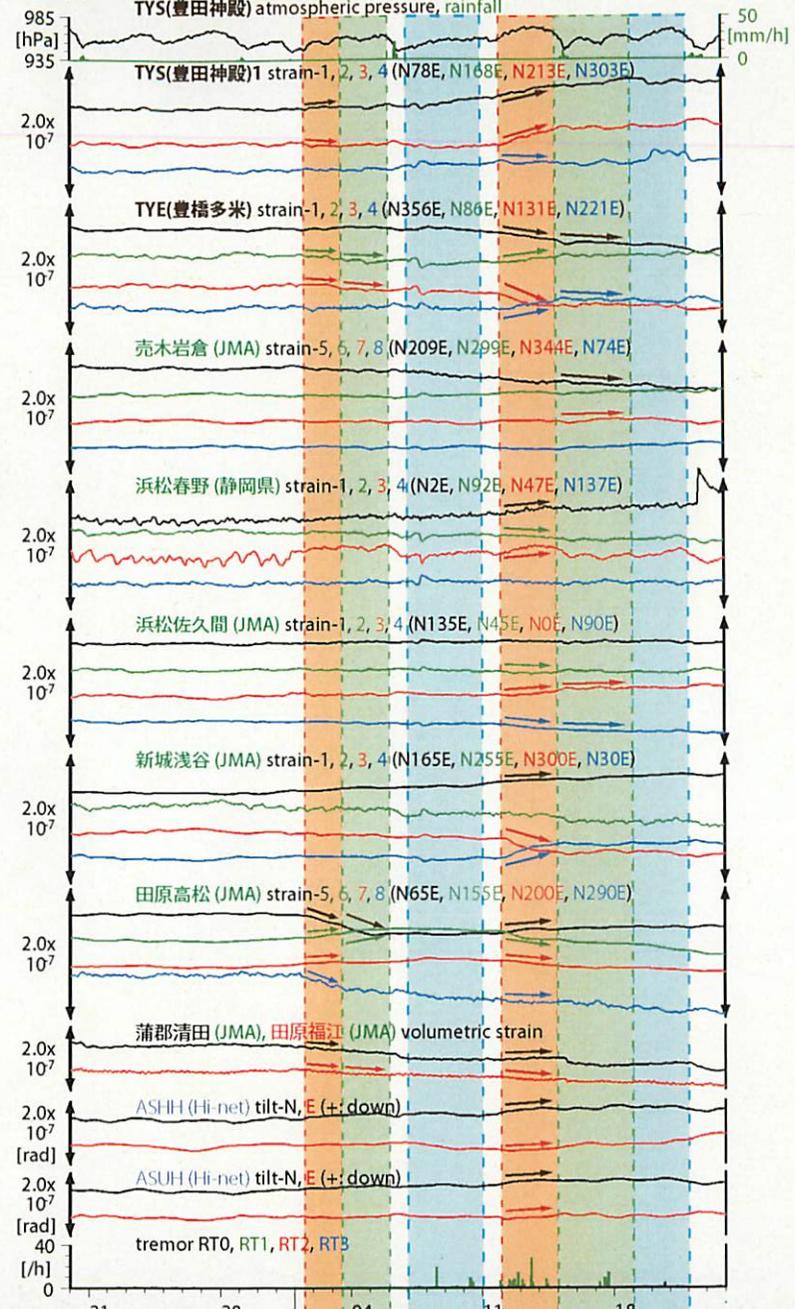
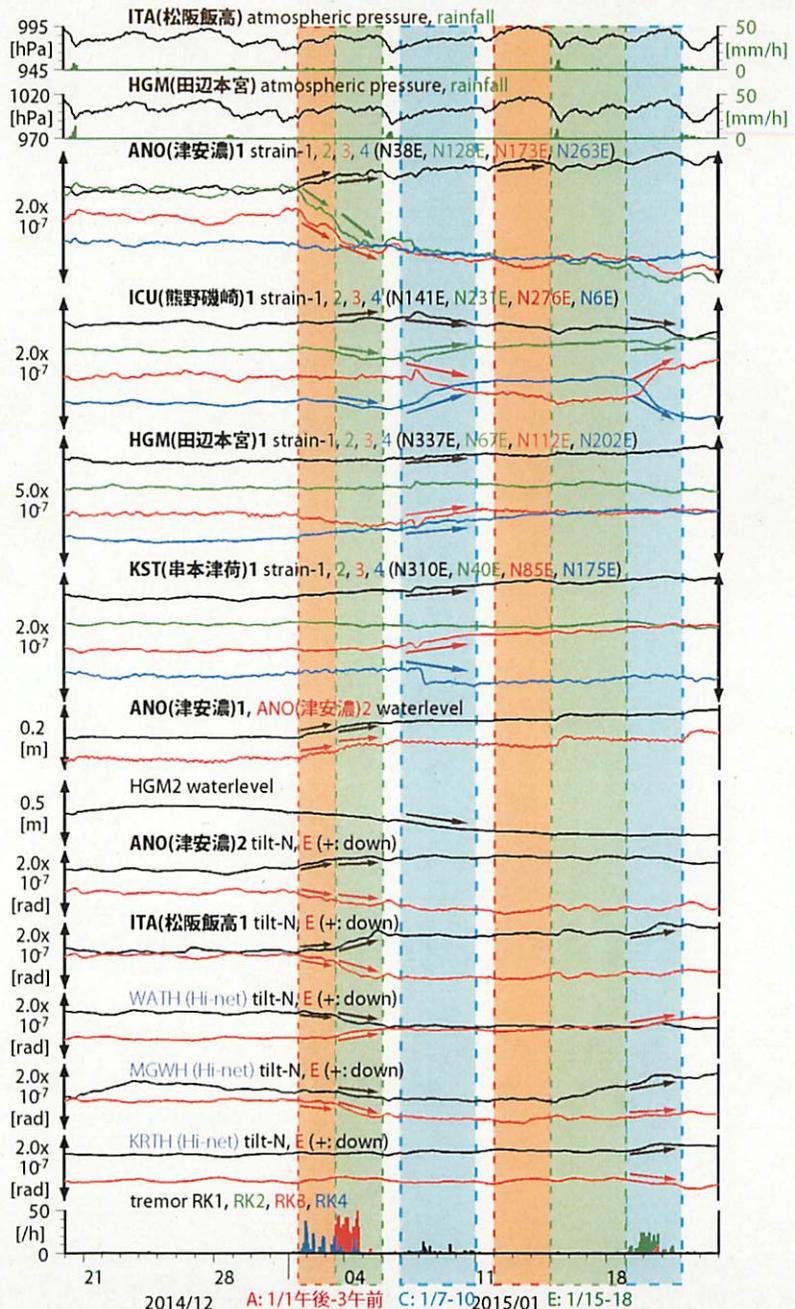


図24: 2014/12/30 0:00 - 2015/1/24 0:00 における愛知県～紀伊半島周辺における深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

図25: 紀伊半島・東海地方における歪・傾斜観測結果(時間値)(2014/12/20 00:00 - 2015/01/24 00:00 (JST))

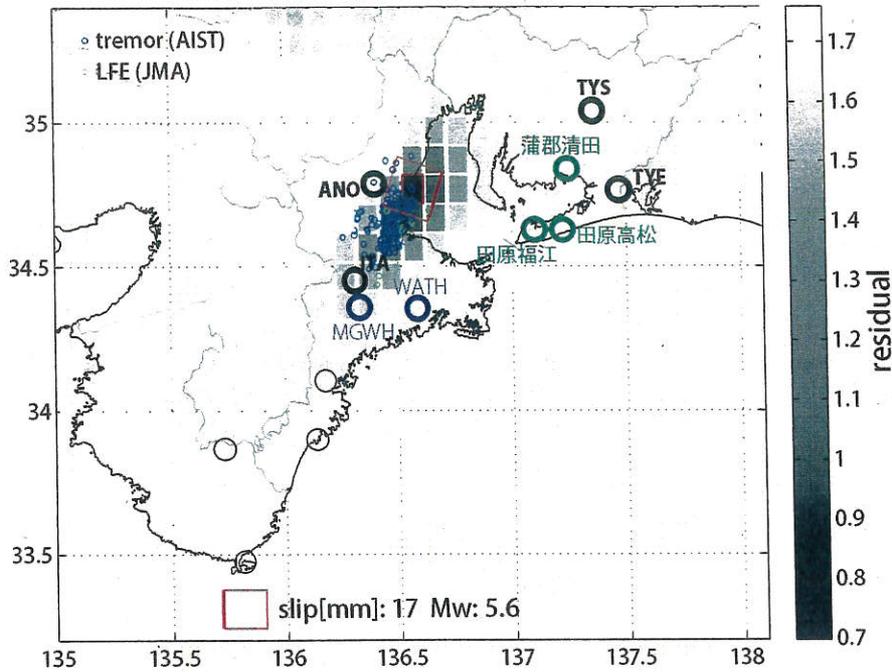


歪・傾斜・地下水は直線トレンド、潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去 (BAYTAP-G)

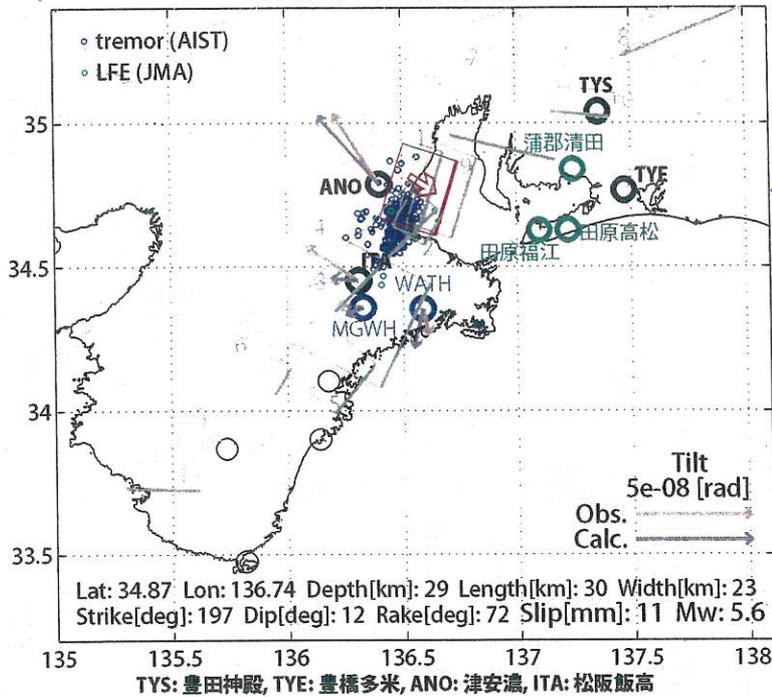
31

A: 2015/1/1午後-3午前

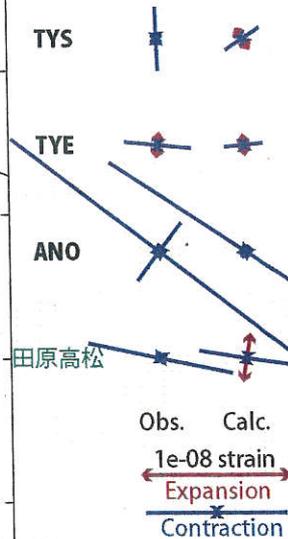
断層サイズを固定した場合の断層モデル、残差分布



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

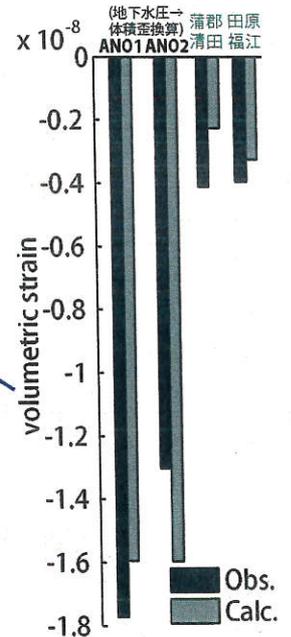
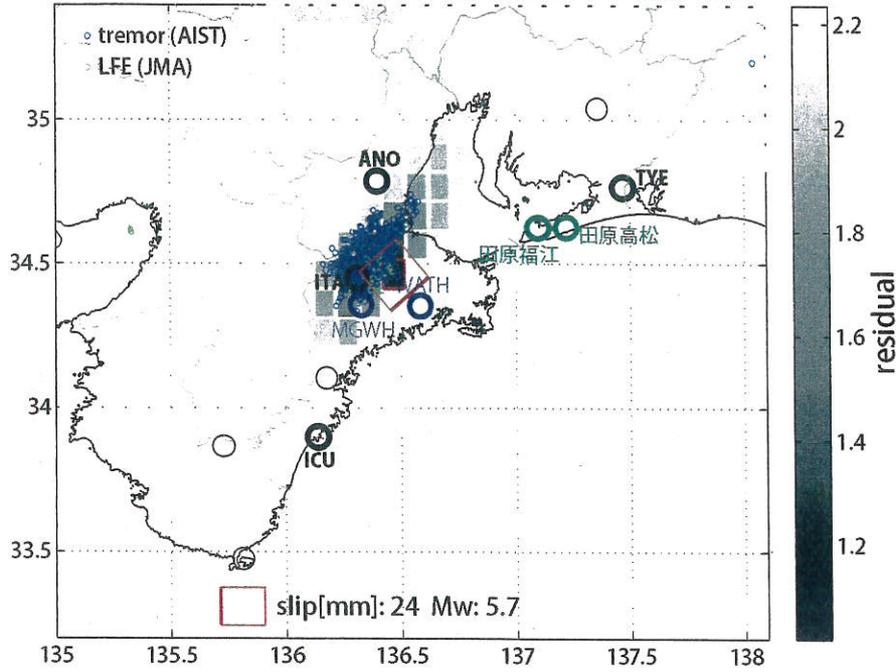


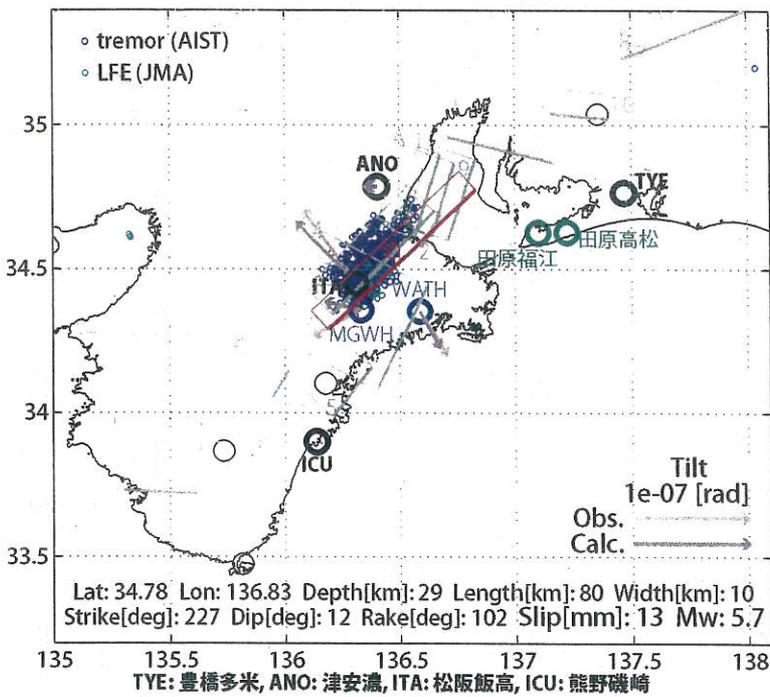
図26: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。

(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。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: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8),
 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7),
 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10:同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後-4日午前(Mw5.4)
 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



多成分歪計 主歪比較



体積歪比較

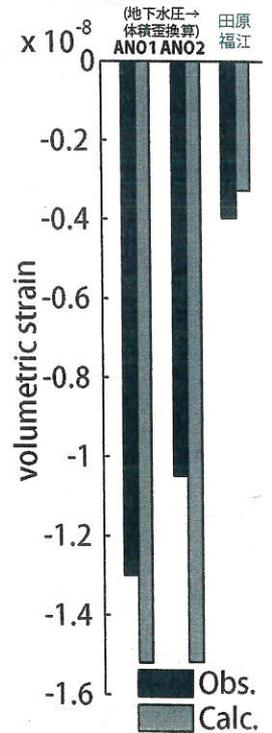


図27: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。

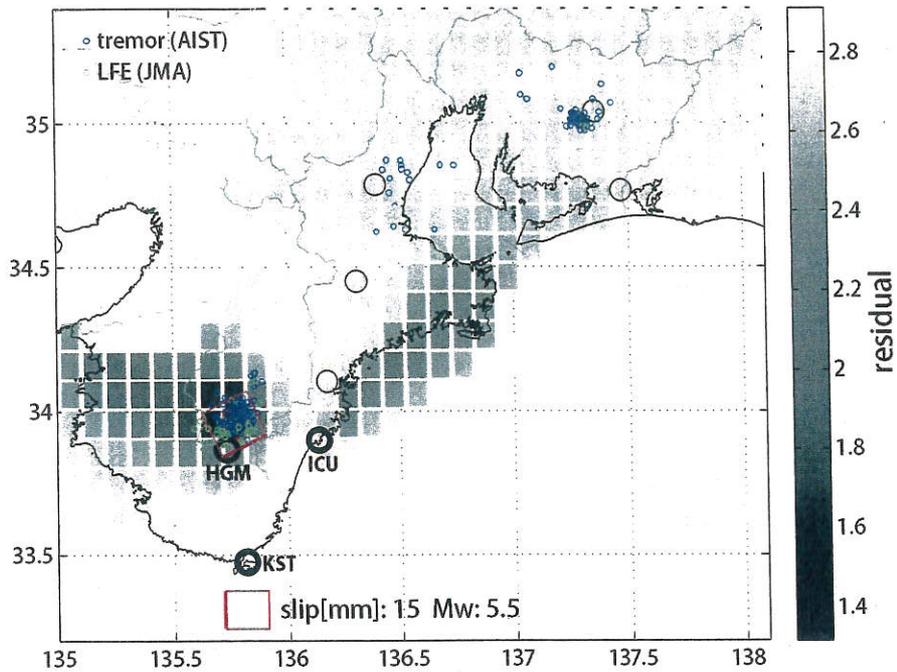
(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。

- 1: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8),
- 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7),
- 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10:同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後-4日午前(Mw5.4),
- A: 2015年1月1日午後-3日午前(Mw5.6)

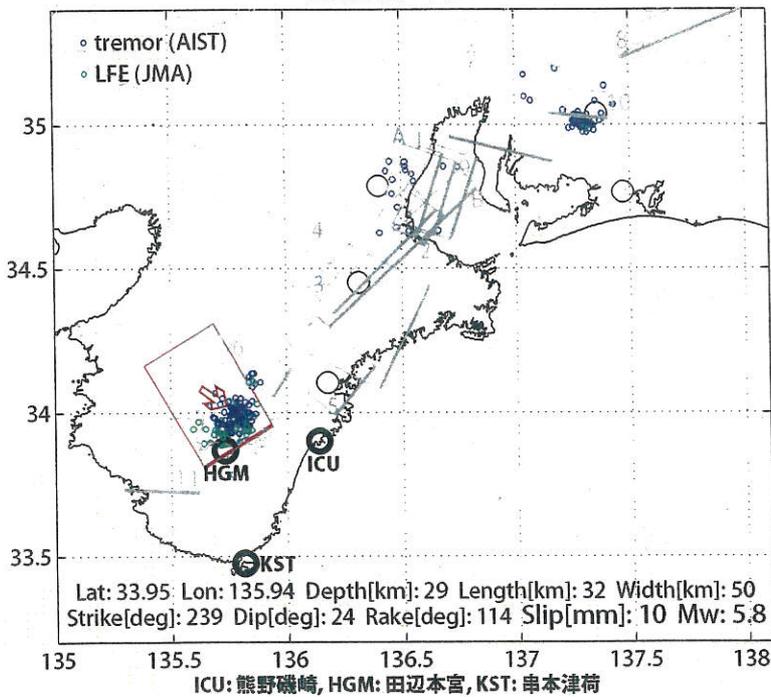
傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。

(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



多成分歪計 主歪比較

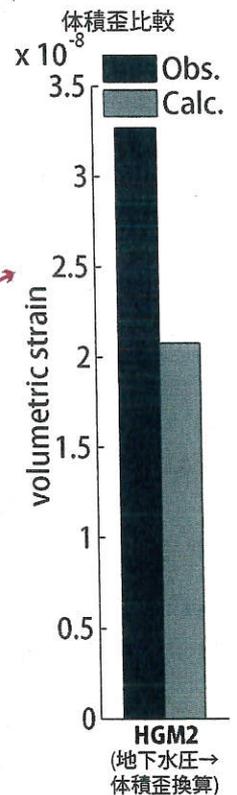
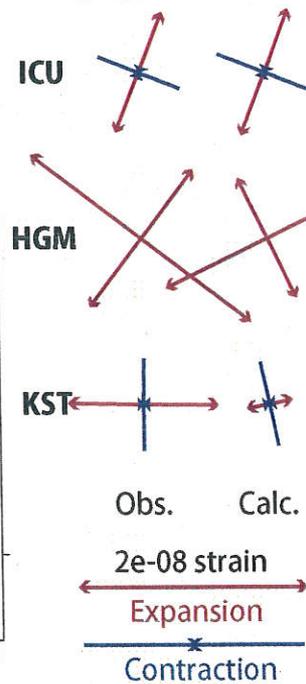


図28: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。

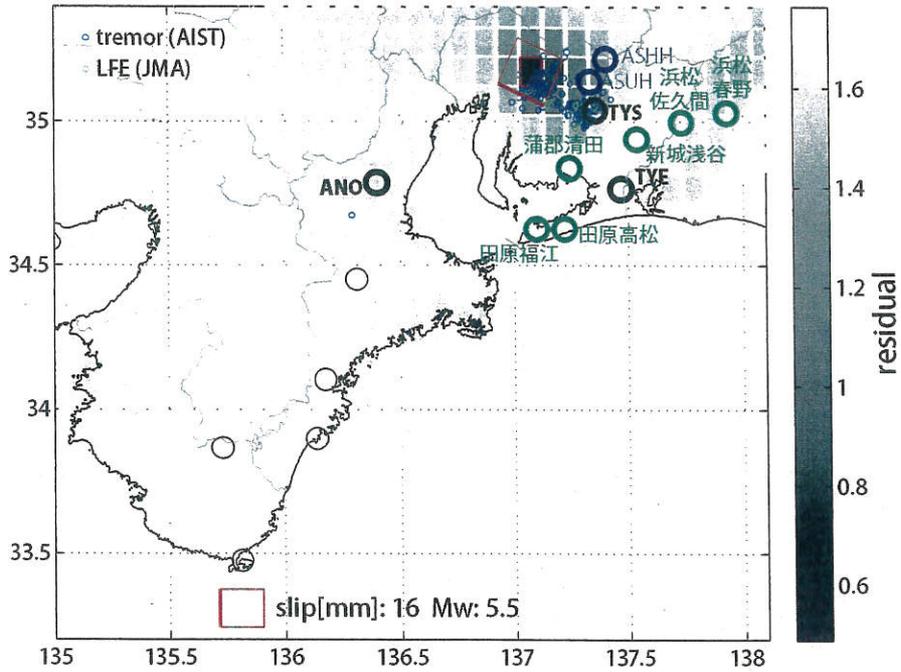
(下段) 断層面推定結果(赤色矩形)。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。

- 1: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8),
- 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7),
- 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後-4日午前(Mw5.4),
- A: 2015年1月1日午後-3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後-5日(Mw5.7)

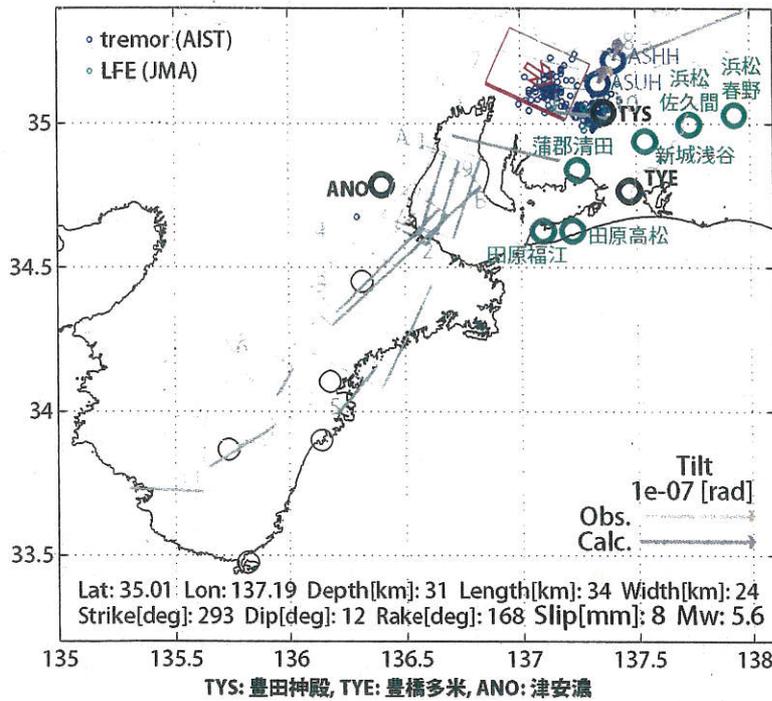
主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。

(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。

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

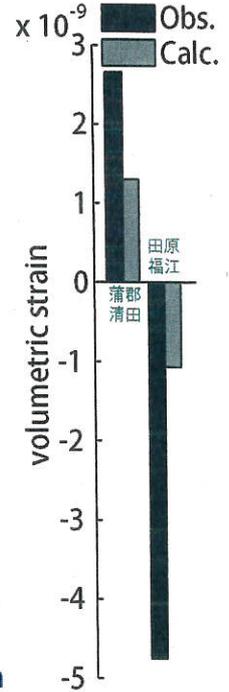


図29: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。
 (下段)断層面推定結果(赤色矩形)。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。
 1: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8),
 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7),
 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10:同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後-4日午前(Mw5.4),
 A: 2015年1月1日午後-3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後-5日(Mw5.7), C: 同月7-10日(Mw5.8)
 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。

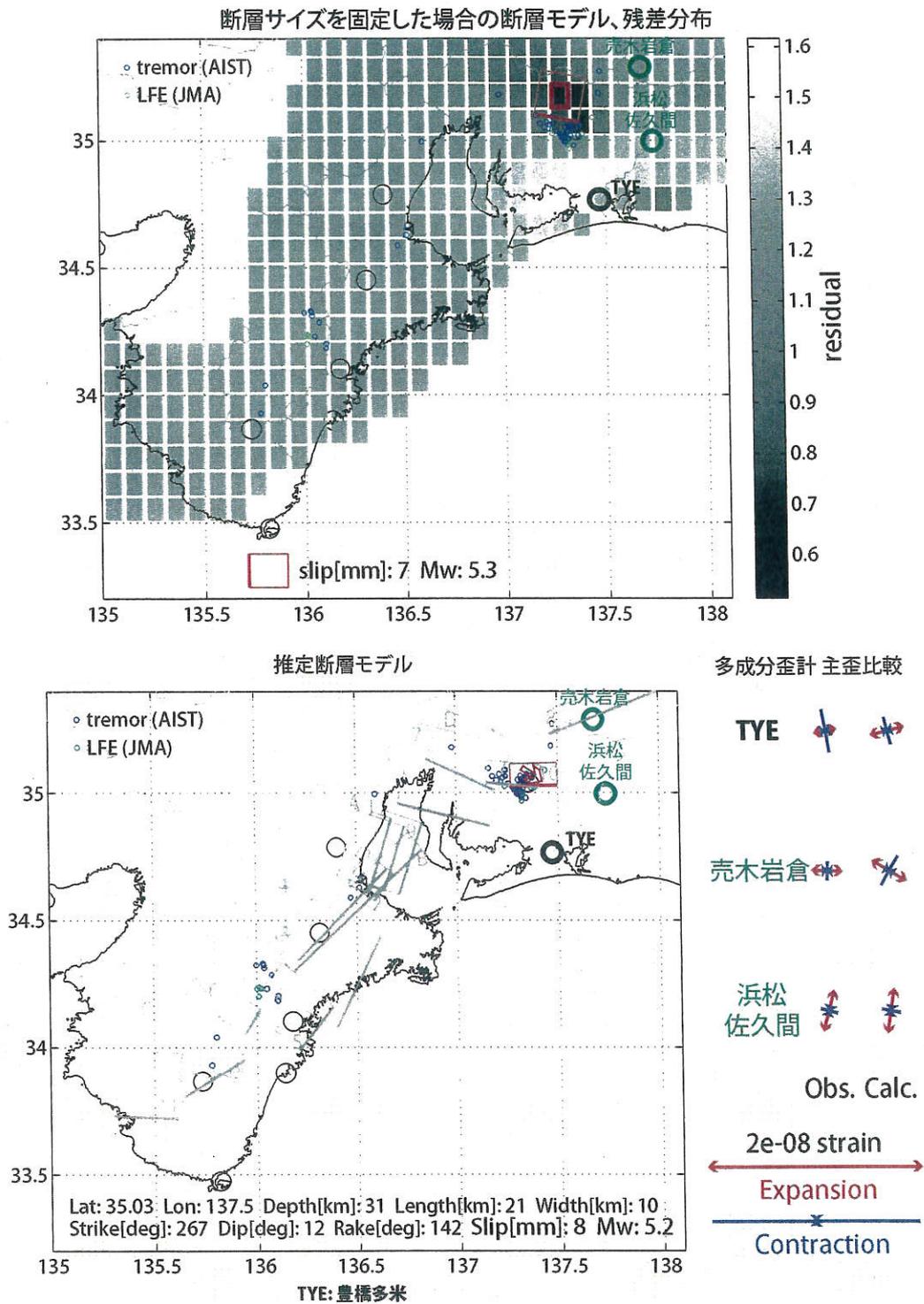


図30: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。

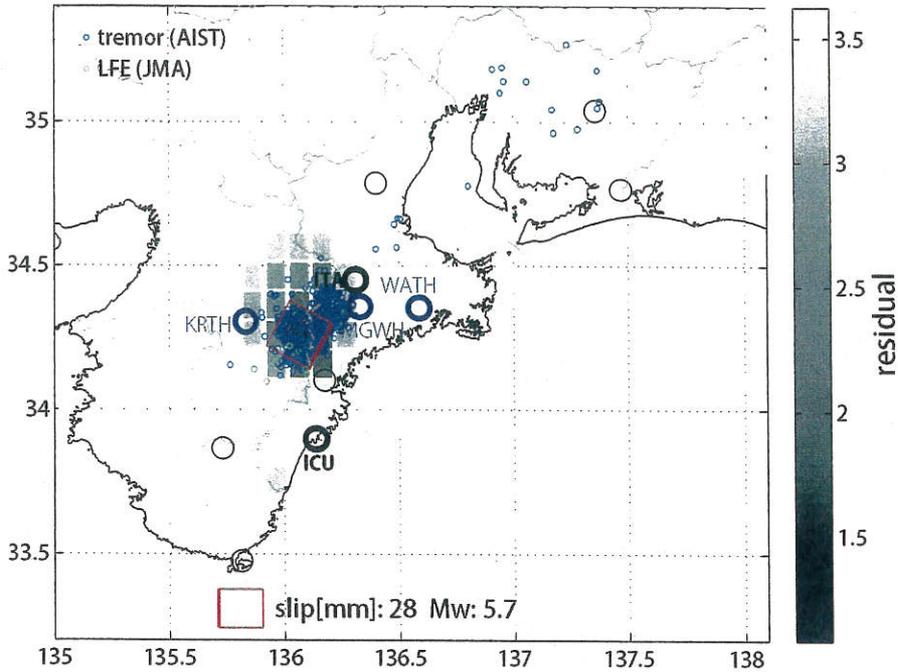
(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。

- 1: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8),
- 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7),
- 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後-4日午前(Mw5.4),
- A: 2015年1月1日午後-3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後-5日(Mw5.7), C: 同月7-10日(Mw5.8)
- D: 2015年1月12-14日(Mw5.6)

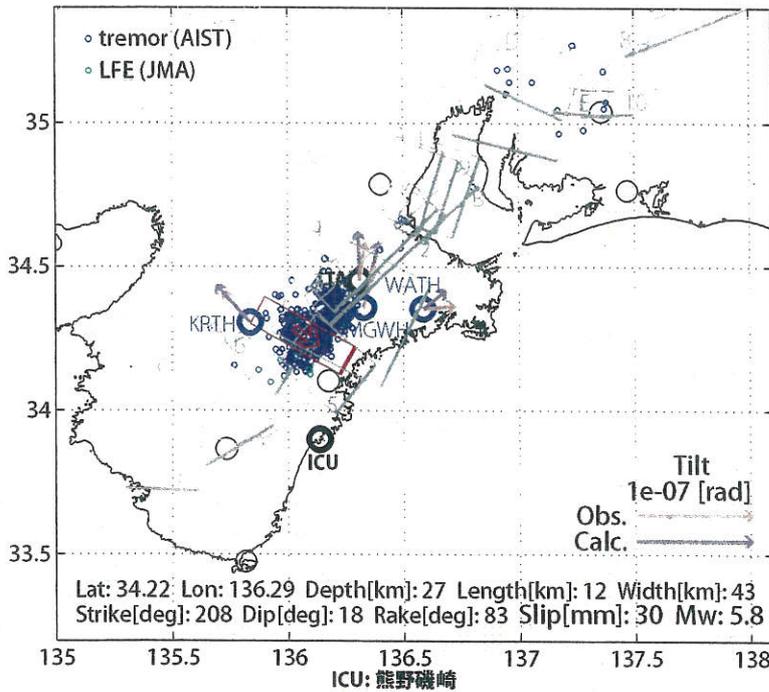
主歪の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。

(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、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



多成分歪計 主歪比較

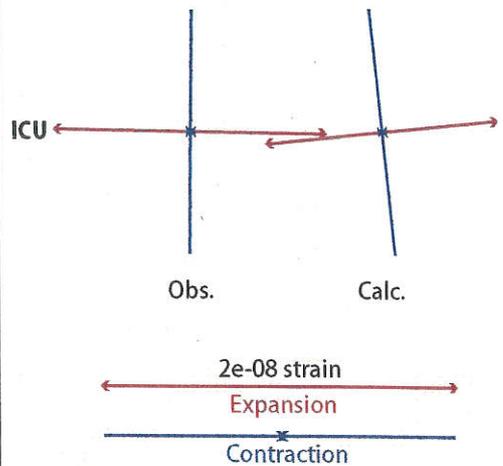


図31: (上段)プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。

(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。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: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8),
- 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7),
- 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後-4日午前(Mw5.4),
- A: 2015年1月1日午後-3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後-5日(Mw5.7), C: 同月7-10日(Mw5.8)
- D: 同月12-14日(Mw5.6), E: 同月15-18日(Mw5.2)

主傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、歪の歪観測値・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、青色は防災科研の観測点名を示す。