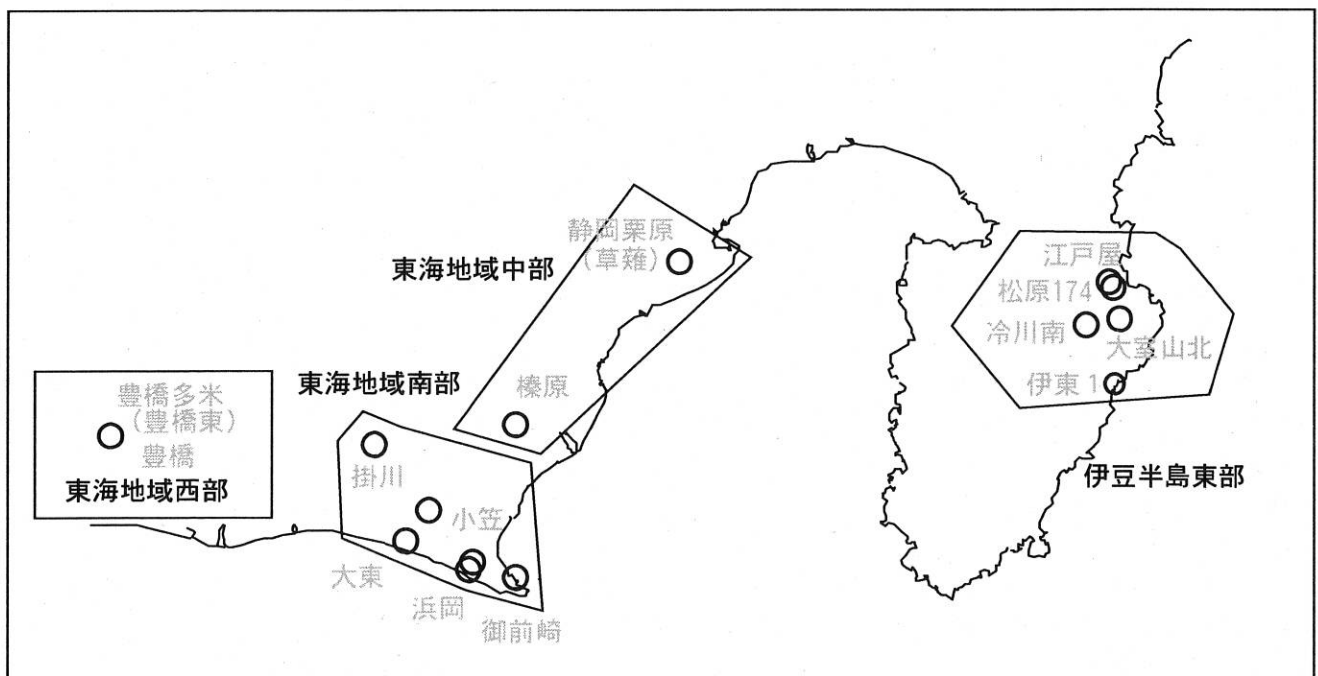


第307回 地震防災対策強化地域判定会

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23年11月21日

【資料目次】

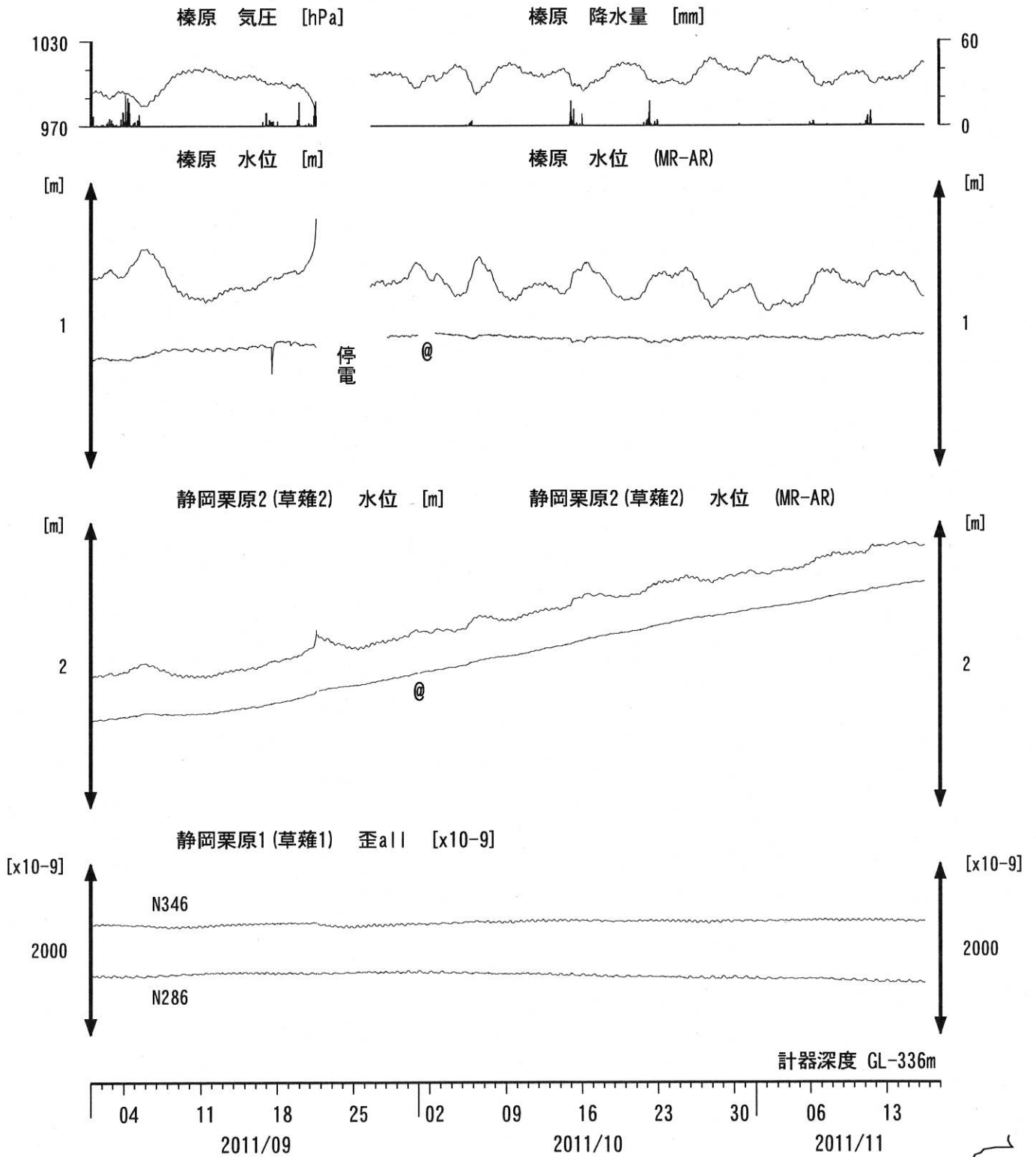
表紙

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

- ・紀伊半島～愛知県の地下水・歪等観測結果
- ・榛原・浜岡の降雨グラフ

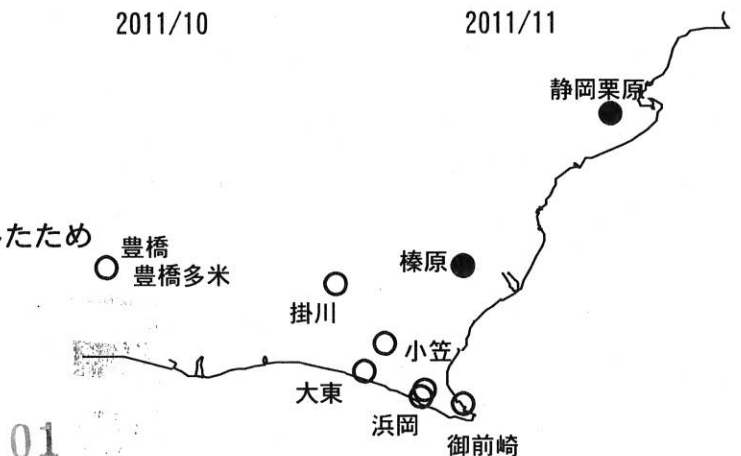
東海地域中部 (榛原・草薙) 中期 (時間値)
 (2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)



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。

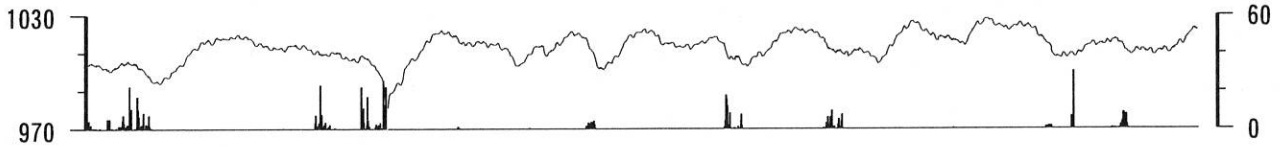


東海地域中部 (草薙・歪) 中期 (時間値)

(2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

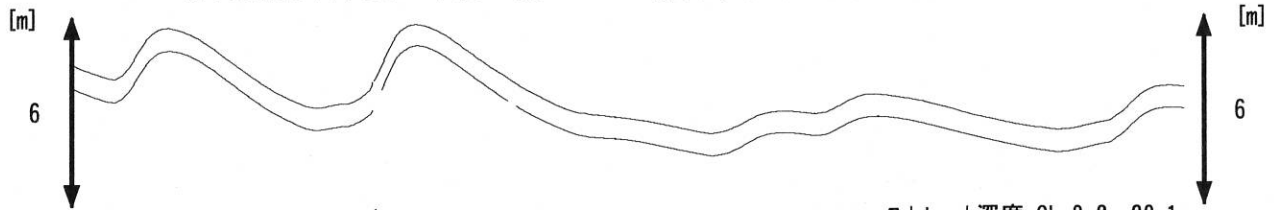
静岡栗原 (草薙) 気圧 [hPa]

静岡栗原 (草薙) 降水量 [mm]



静岡栗原3 (草薙3) 水位 [m]

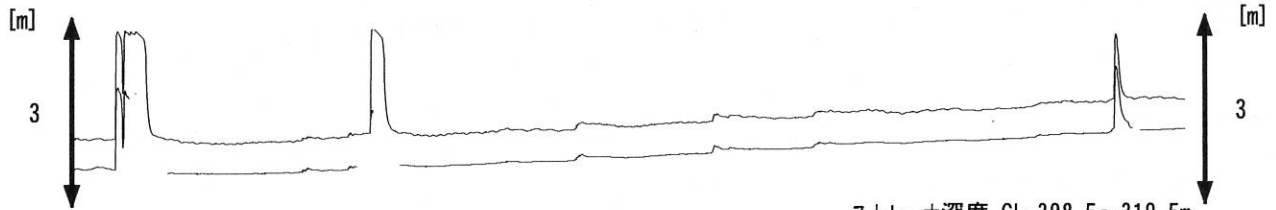
静岡栗原3 (草薙3) 水位 (BAYTAP)



静岡栗原1 (草薙1) 水位 [m]

静岡栗原1 (草薙1) 水位 (BAYTAP)

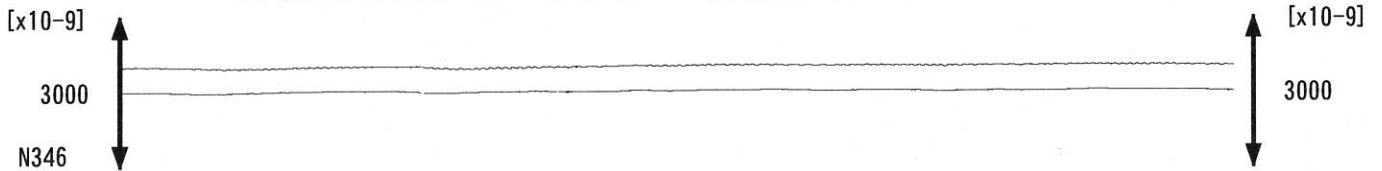
ストレーナ深度 GL-9. 2~20. 1m



静岡栗原1 (草薙1) 歪 1 [x10⁻⁹]

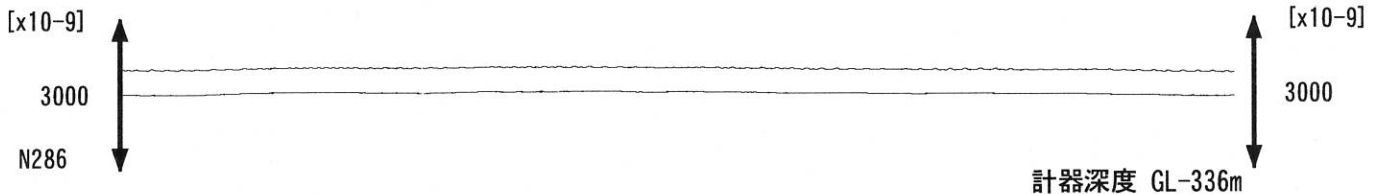
静岡栗原1 (草薙1) 歪 1 (BAYTAP)

ストレーナ深度 GL-308. 5~319. 5m

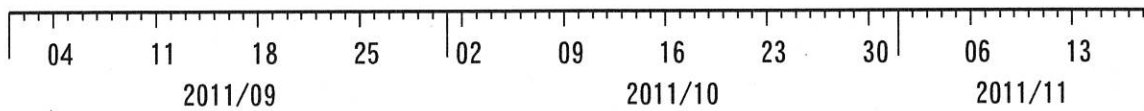


静岡栗原1 (草薙1) 歪 2 [x10⁻⁹]

静岡栗原1 (草薙1) 歪 2 (BAYTAP)



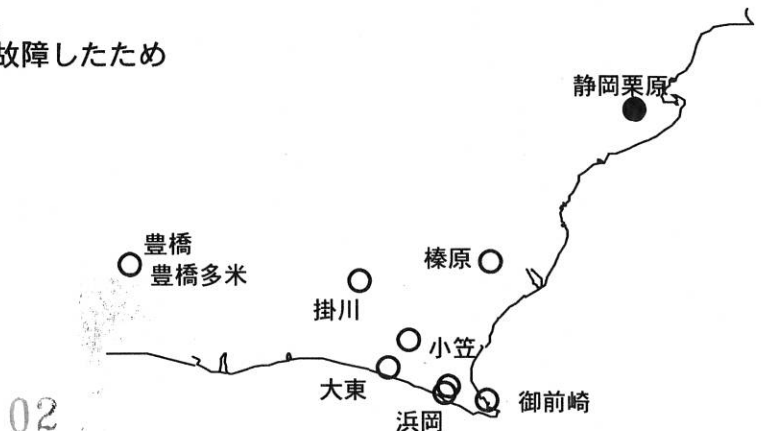
計器深度 GL-336m



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.

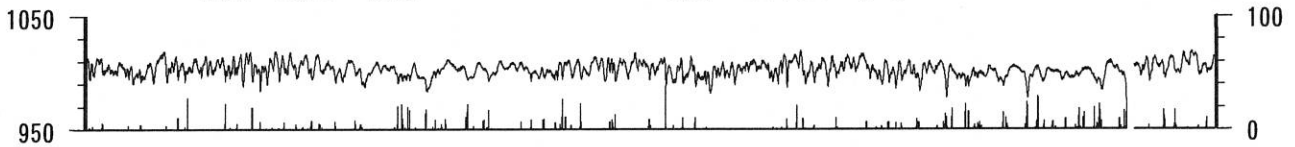


東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）

(2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

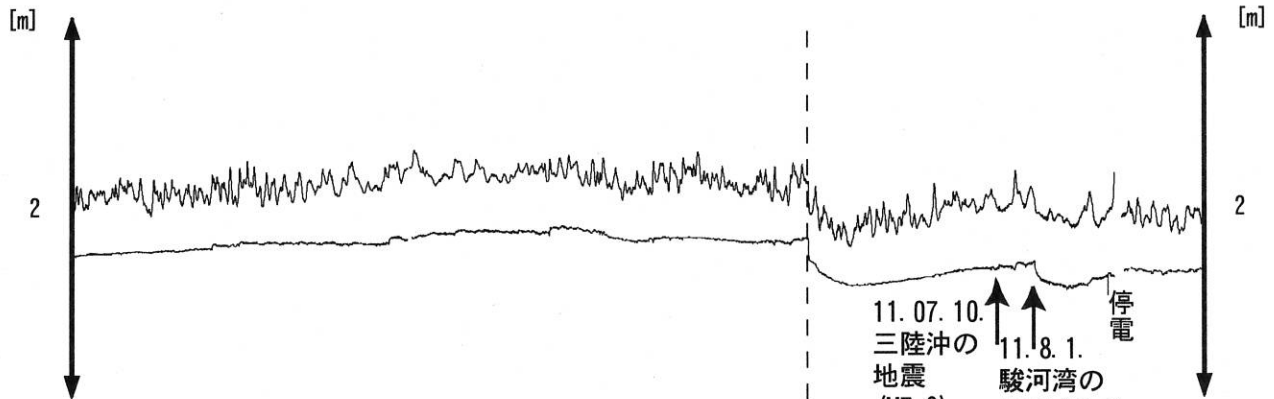
榛原 気圧 [hPa]

榛原 降水量 [mm]



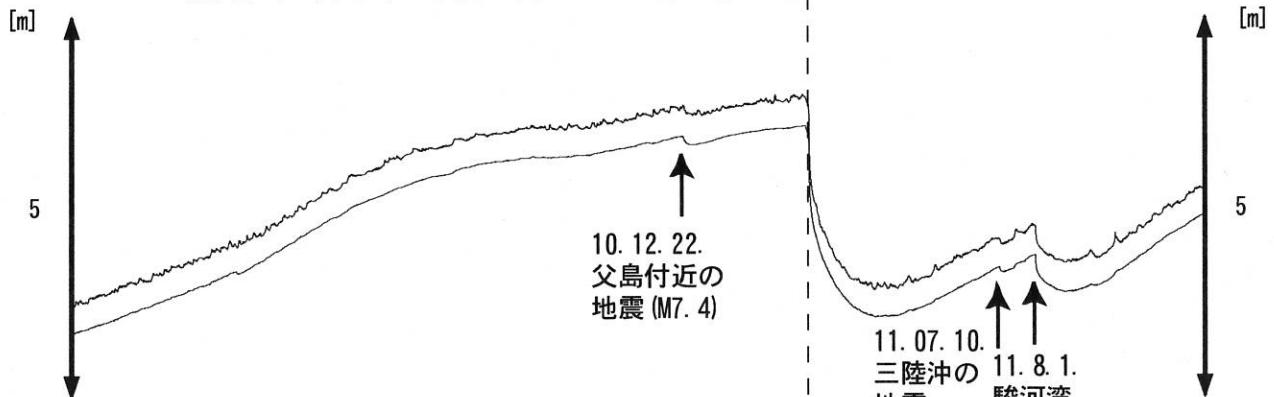
榛原 水位 [m]

榛原 水位 (MR-AR)

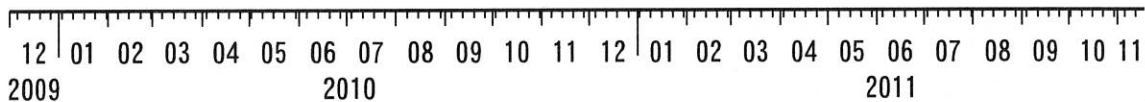
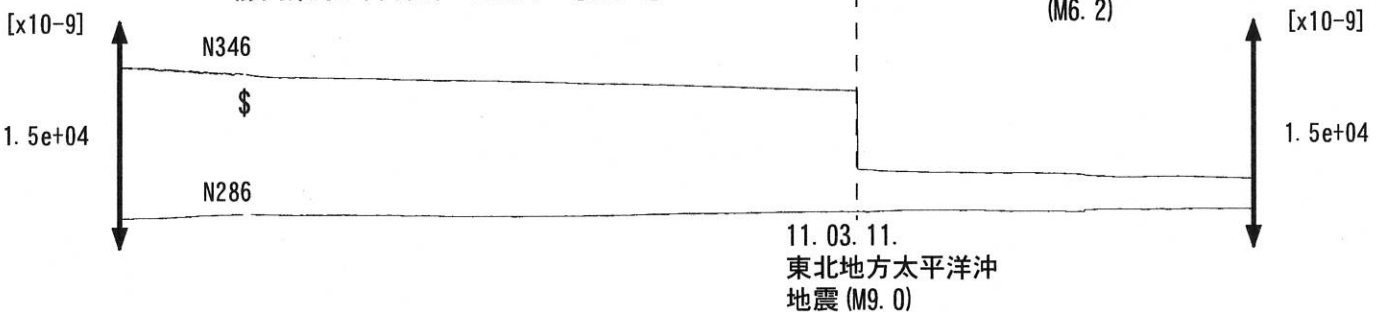


静岡栗原2 (草薙2) 水位 [m]

静岡栗原2 (草薙2) 水位 (MR-AR)



静岡栗原1 (草薙1) 歪all [x10⁻⁹]

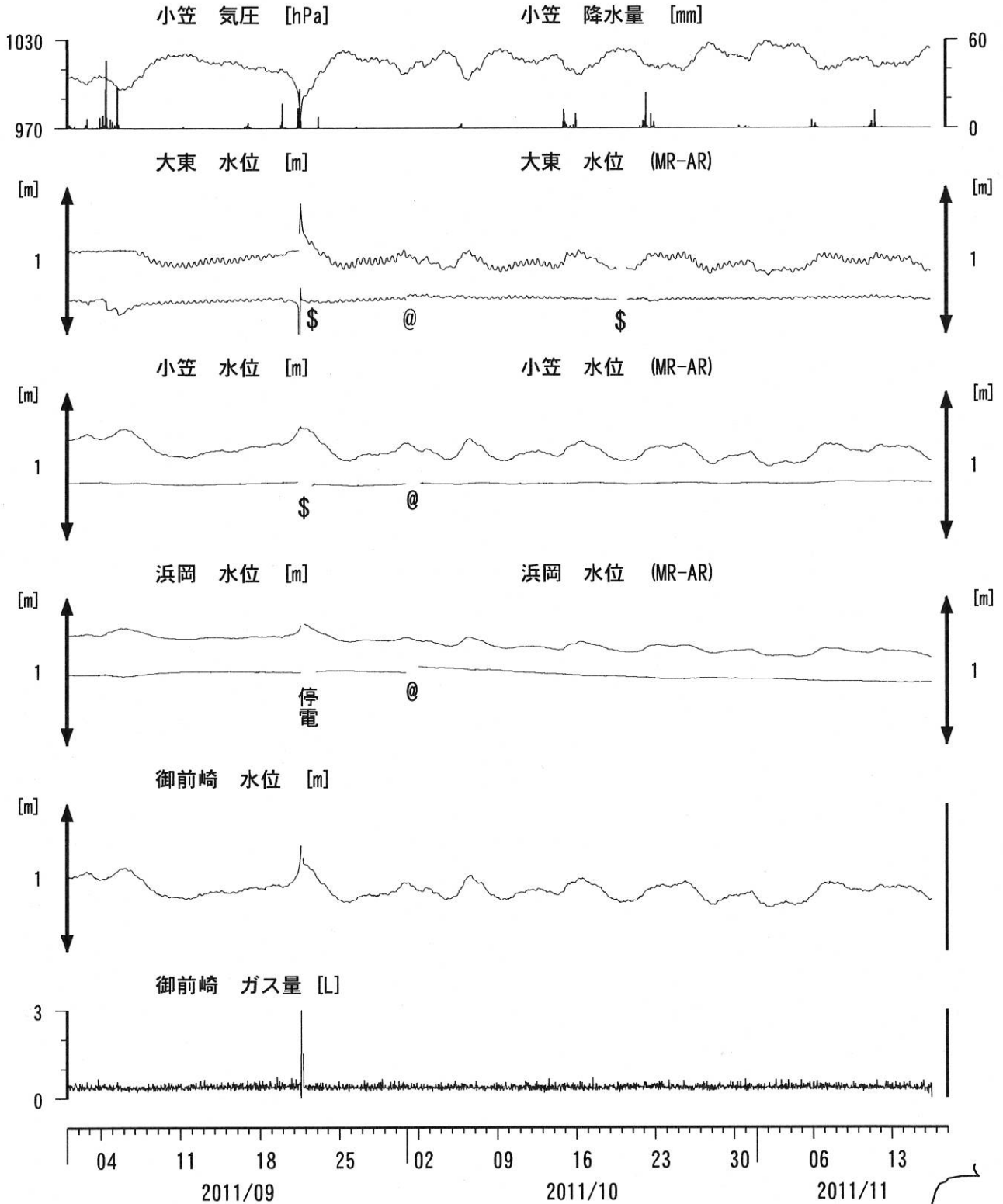


コメント：*;雨量補正不十分。?;原因不明。
歪N226成分が2009年6月16日の雷で故障した。



東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

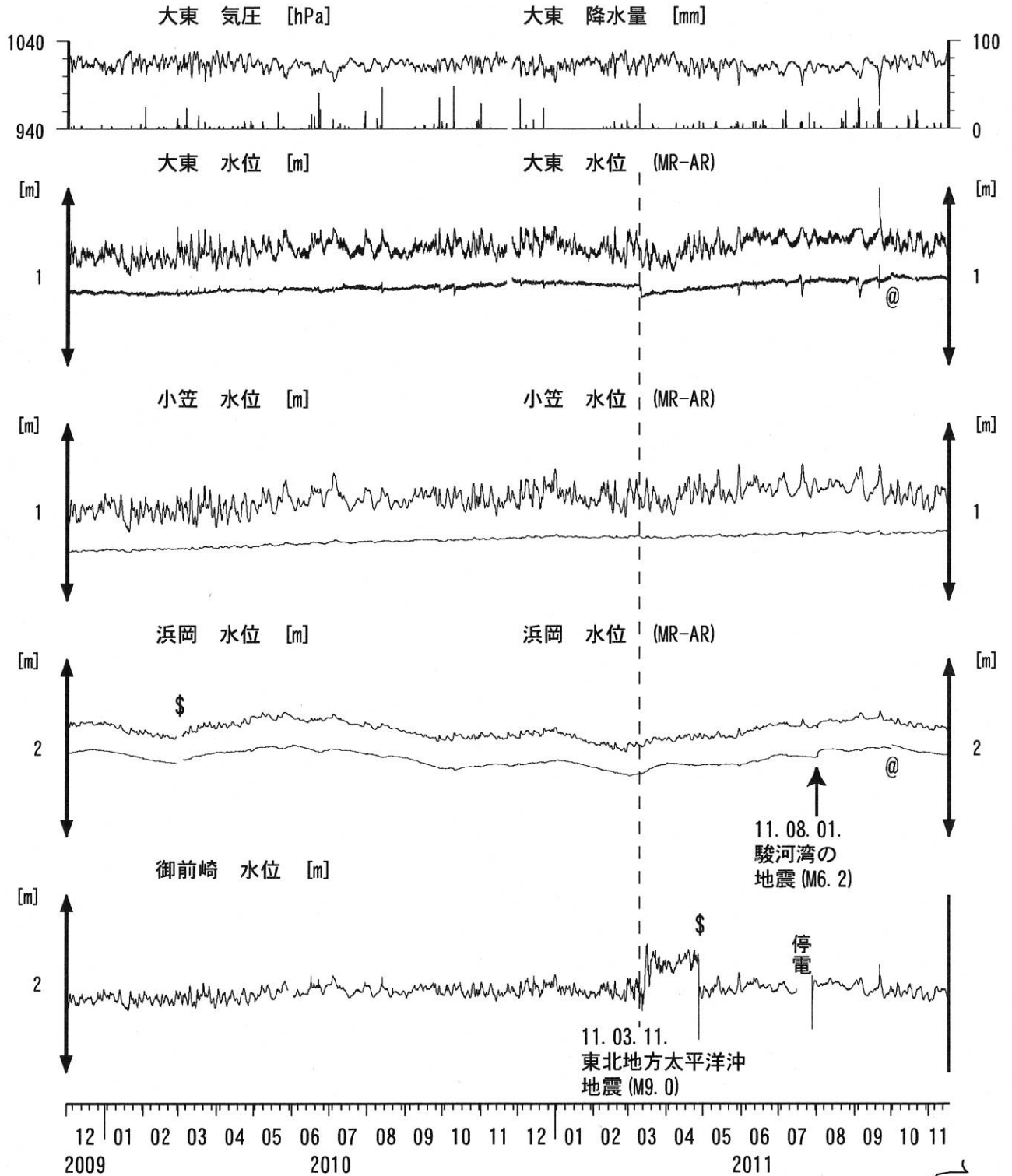


コメント:

*;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。
 2011年9月初めの大東の補正值の低下は、
 井戸口から水が溢れたので、観測値が
 見かけ上一定になってしまったためである。
 2011年9月21日大東・小笠の井戸口の管を
 延長したので、水位が正確に測れるようになった。

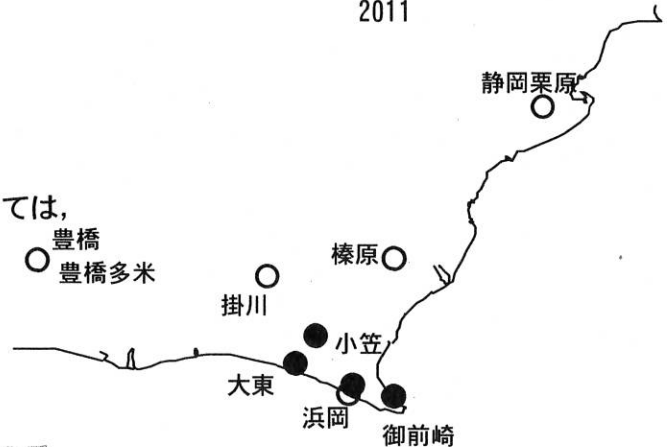


東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)
 (2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)



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。
 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。

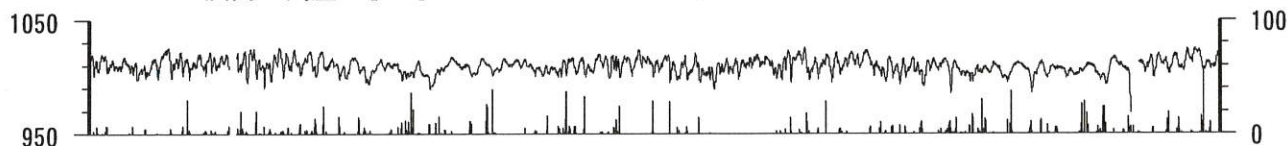


浜岡沈下・水位 (時間値)

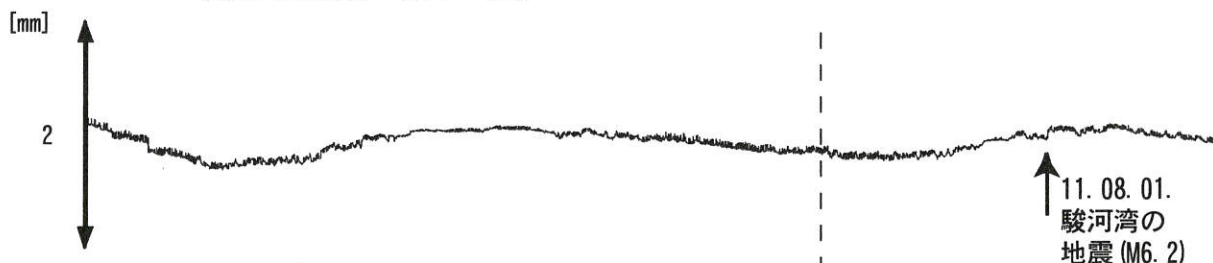
(2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

浜岡 気圧 [hPa]

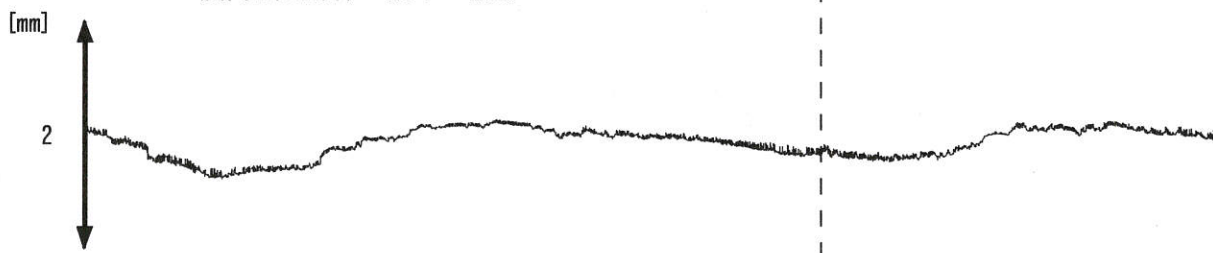
浜岡 雨量 [mm]



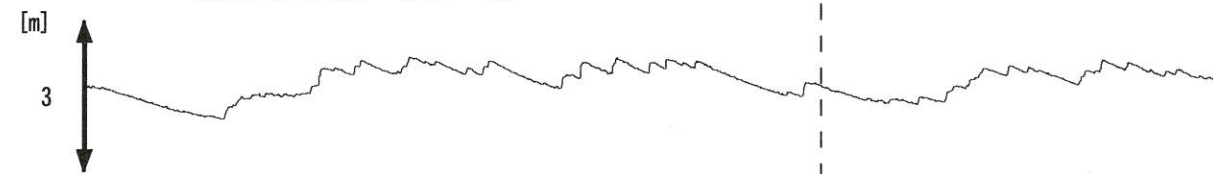
浜岡1 (210m井) 沈下 [mm]



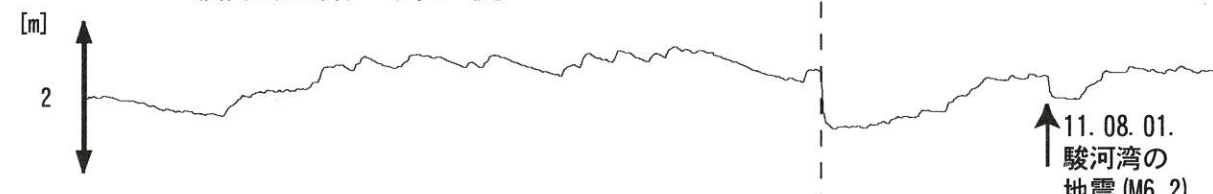
浜岡2 (55m井) 沈下 [mm]



浜岡1 (210m井) 水位 [m]

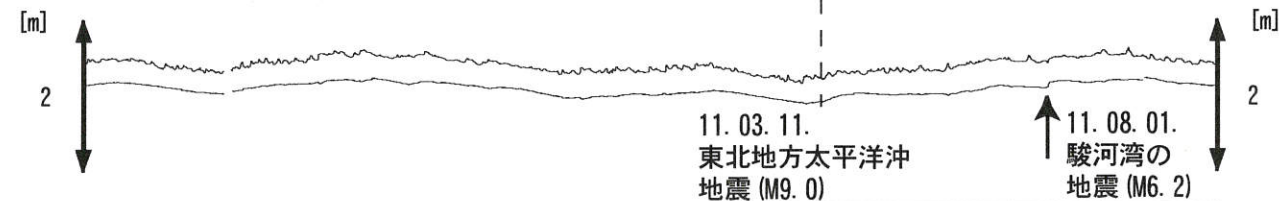


浜岡2 (55m井) 水位 [m]

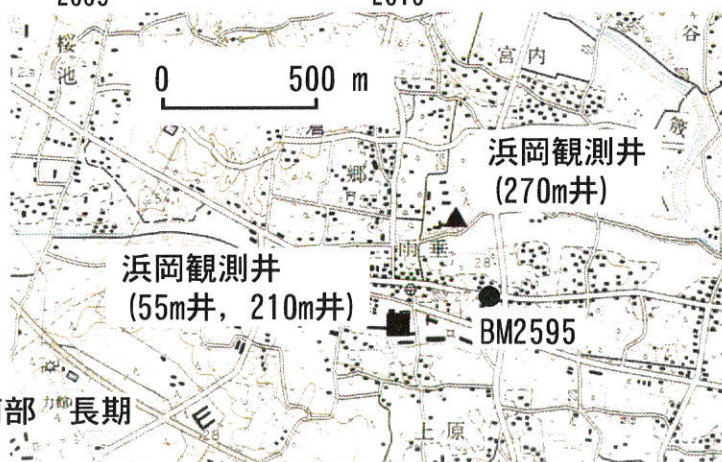


浜岡 (270m井) 水位 [m]

浜岡 (270m井) 水位 (MR-AR)



12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11
2009 2010 2011

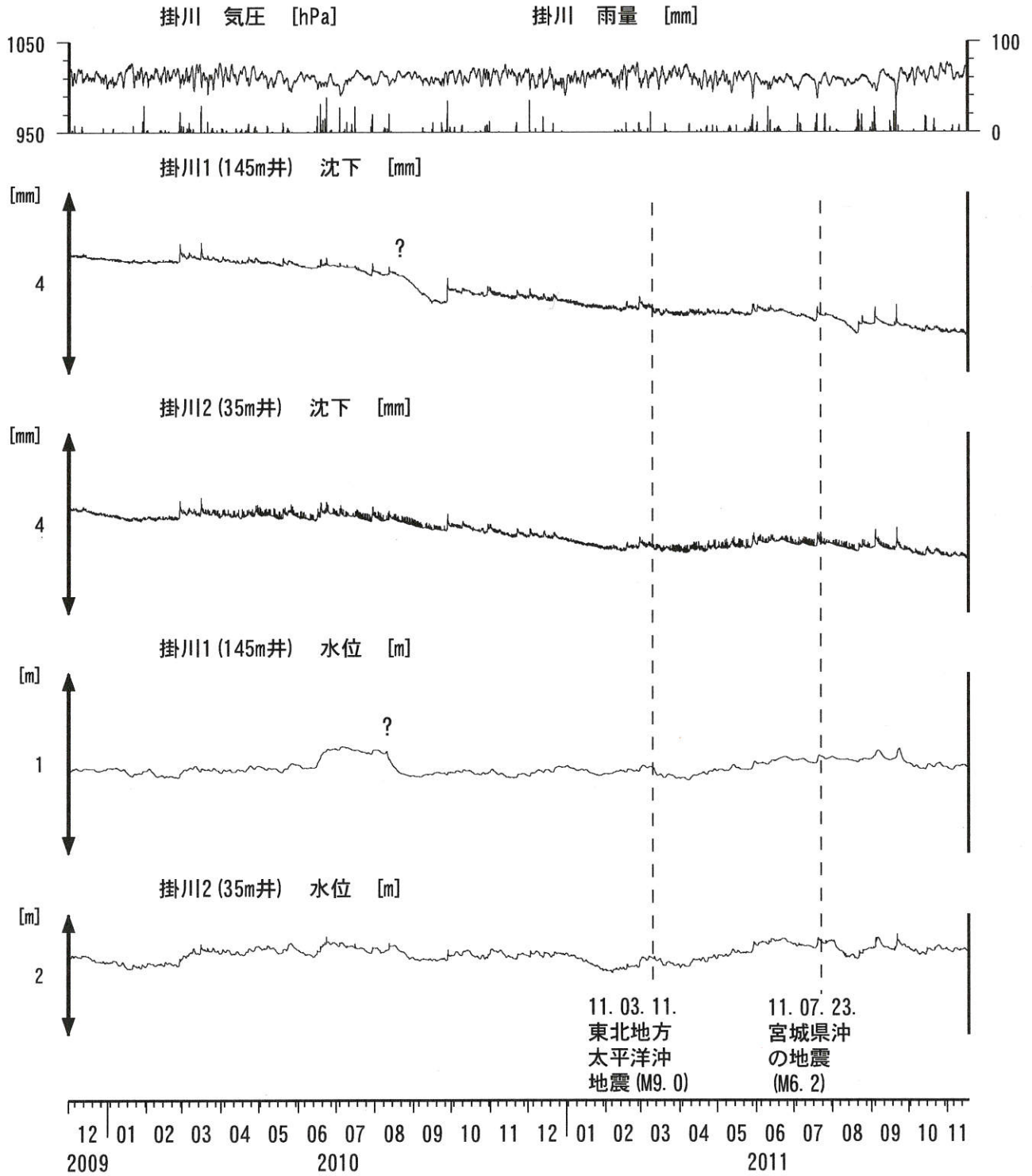


コメント：\$,保守.



06

掛川沈下・水位 (時間値) (2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)



コメント: \$;保守.
?;原因不明.



0 500 m

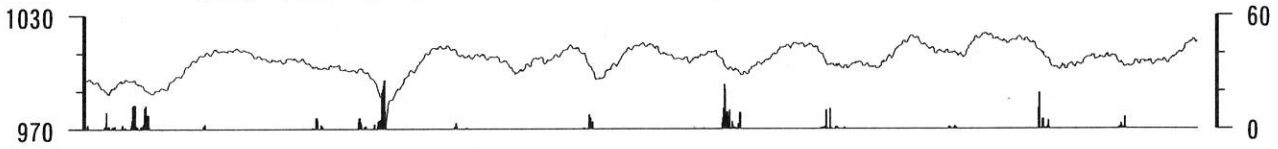


07

東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）
 (2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

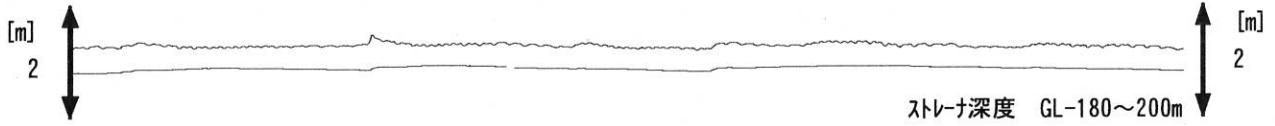
豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 雨量 [mm]



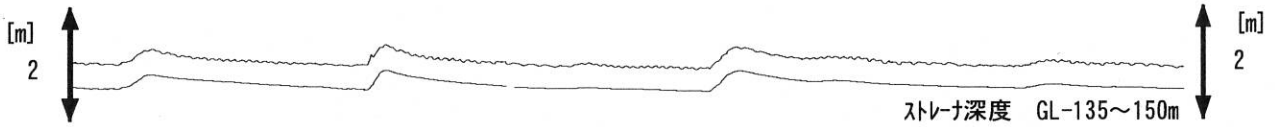
豊橋1 水位 [m]

豊橋1 水位 (BAYTAP)



豊橋2 水位 [m]

豊橋2 水位 (BAYTAP)

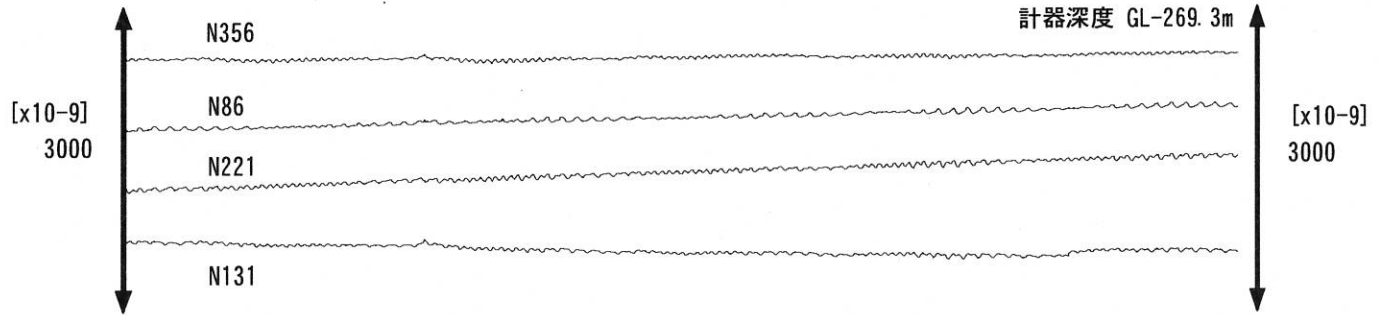


豊橋多米(豊橋東) 水位 [m]

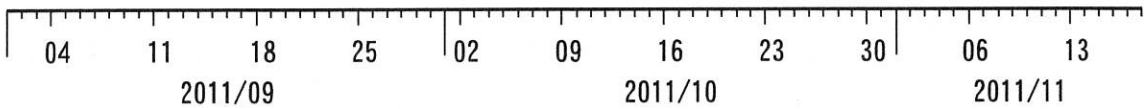
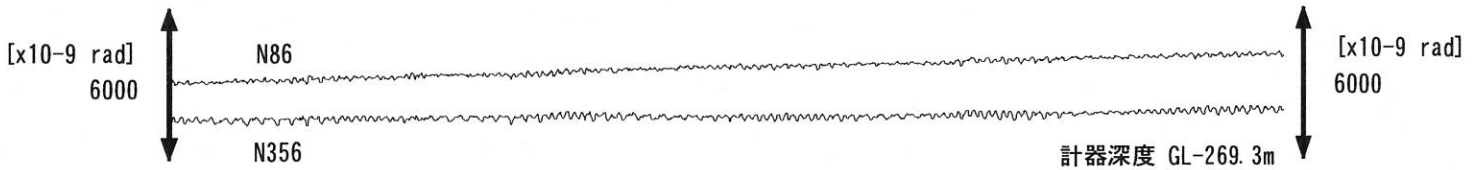
豊橋多米(豊橋東) 水位 (BAYTAP)



豊橋多米(豊橋東) 歪 [x10-9]



豊橋多米(豊橋東) 傾斜 [x10-9]



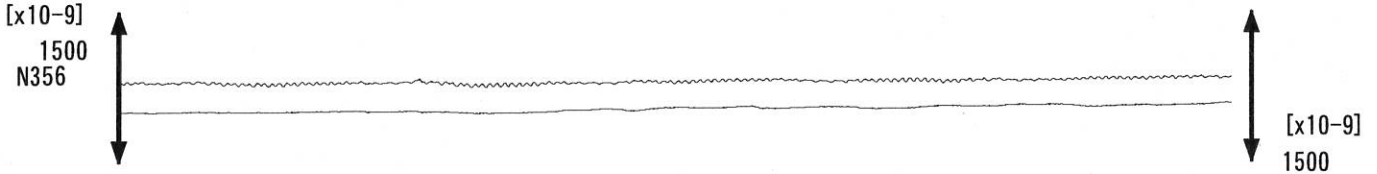
コメント：\$;保守. ?;原因不明.



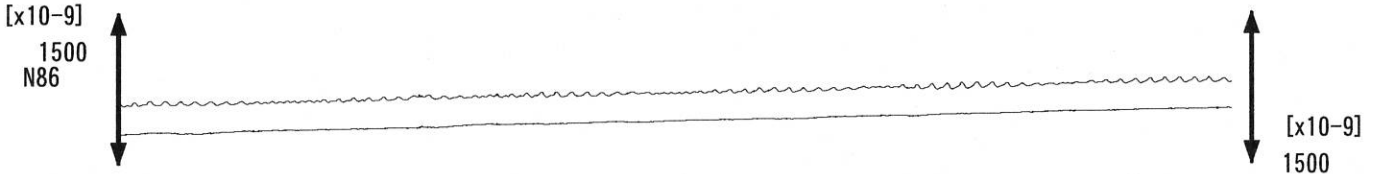
東海地域西部 (豊橋東 歪) 中期 (時間値)

(2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

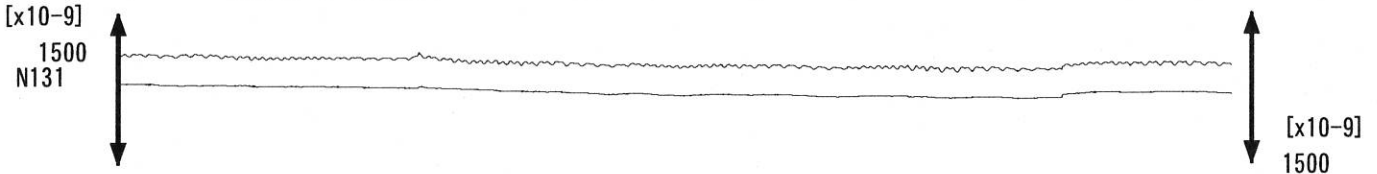
豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N356E (BAYTAP)



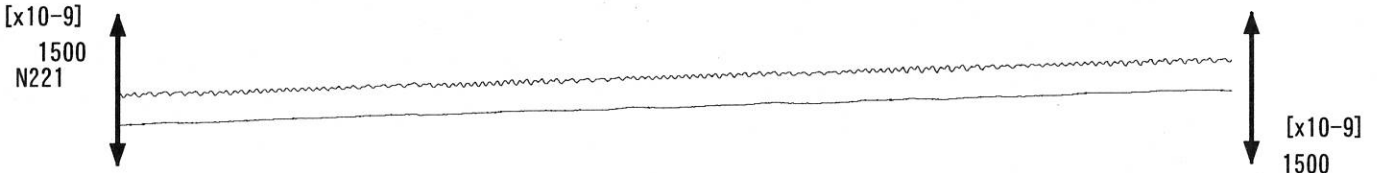
豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N86E (BAYTAP)



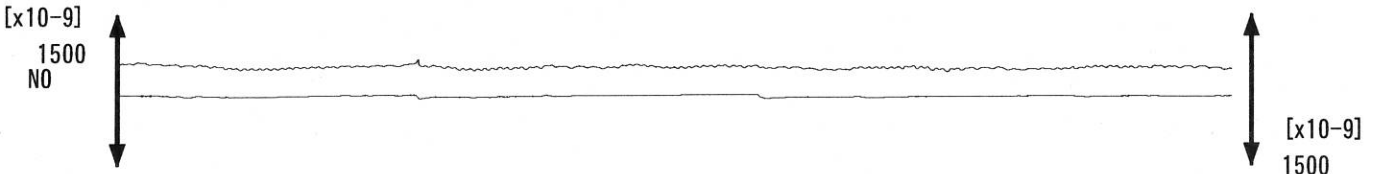
豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E [x10⁻⁹] 豊橋多米 (豊橋東) 歪N131E (BAYTAP)



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)



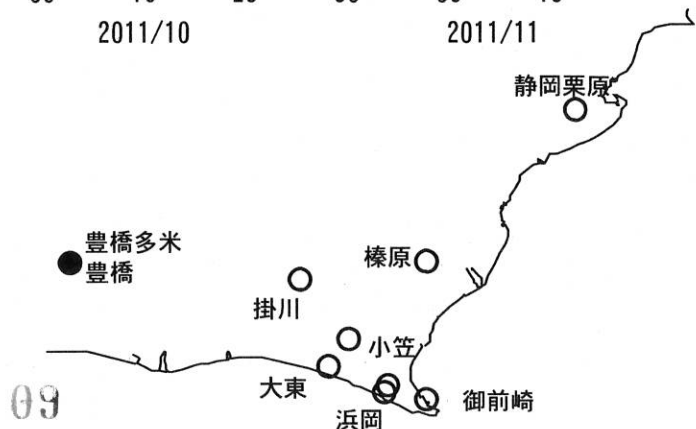
豊橋多米 (豊橋東) 磁力 N356E [nT]



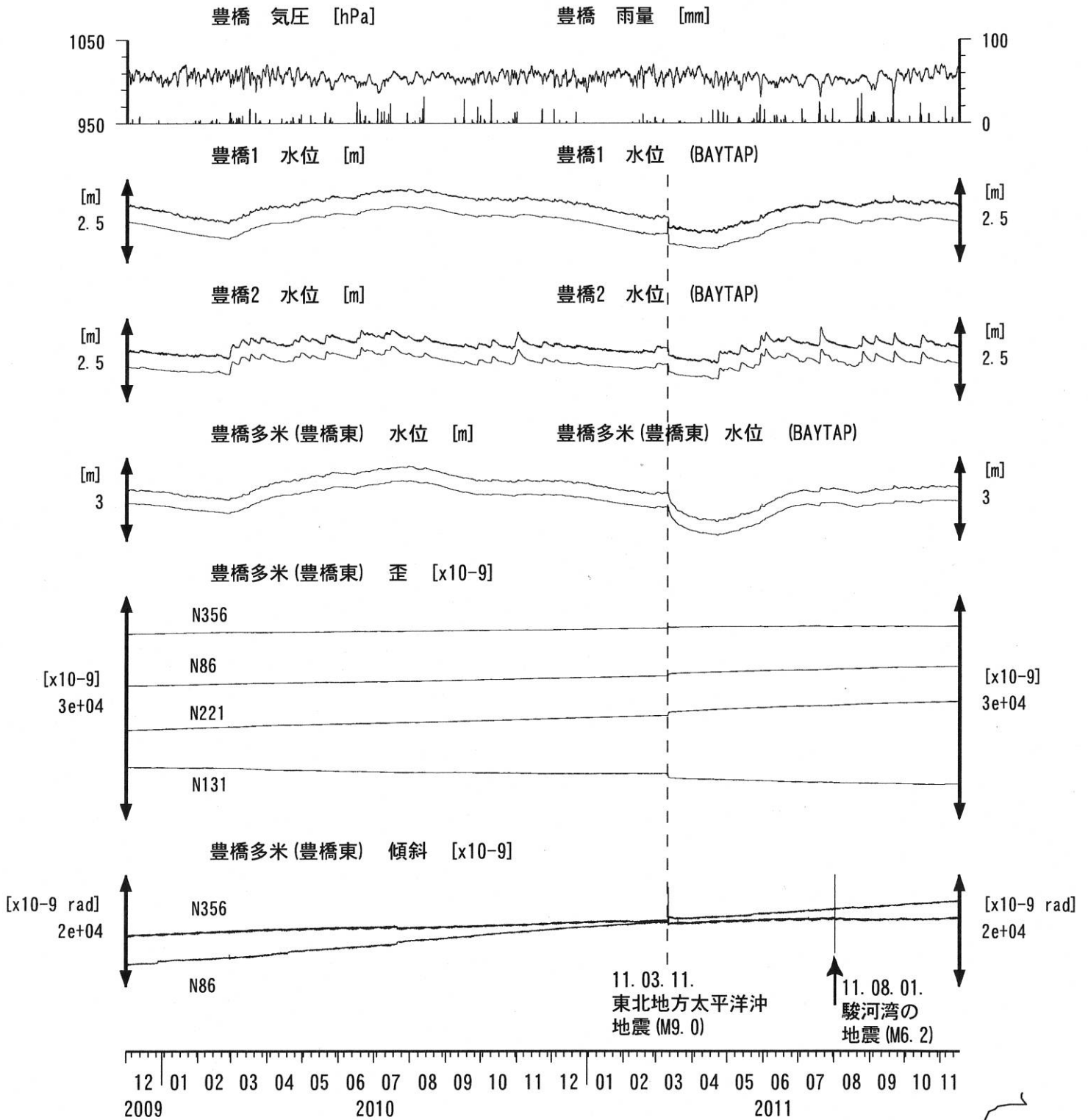
豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



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）
 (2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)



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)

(2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

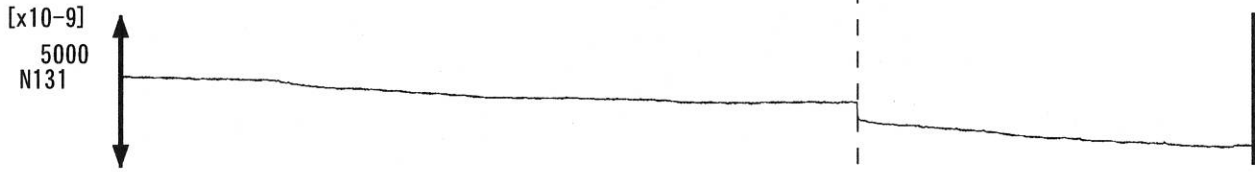
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N356E [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N86E [x10⁻⁹]



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N131E [x10⁻⁹]



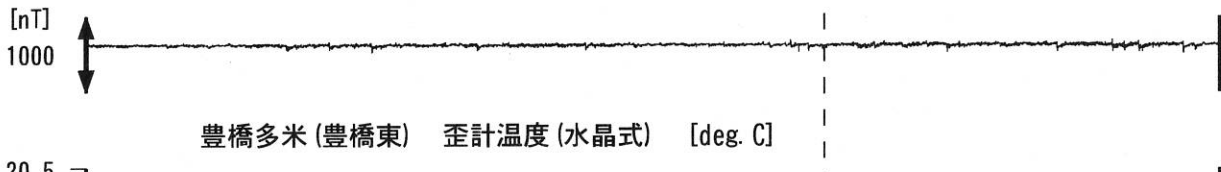
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N221E [x10⁻⁹]



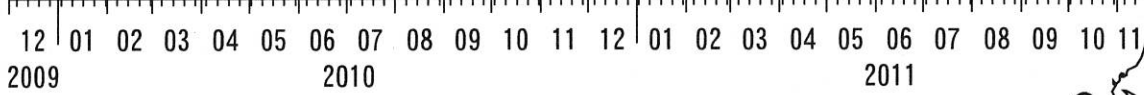
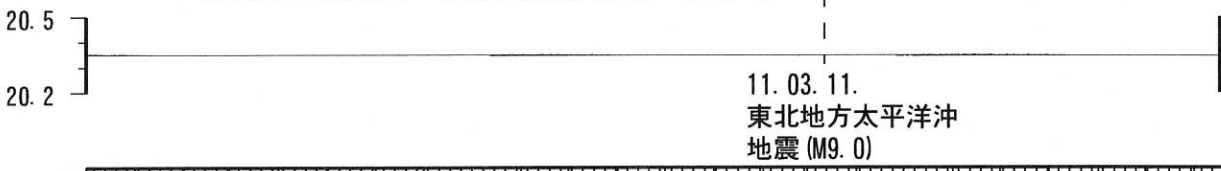
豊橋多米 (豊橋東) 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



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]



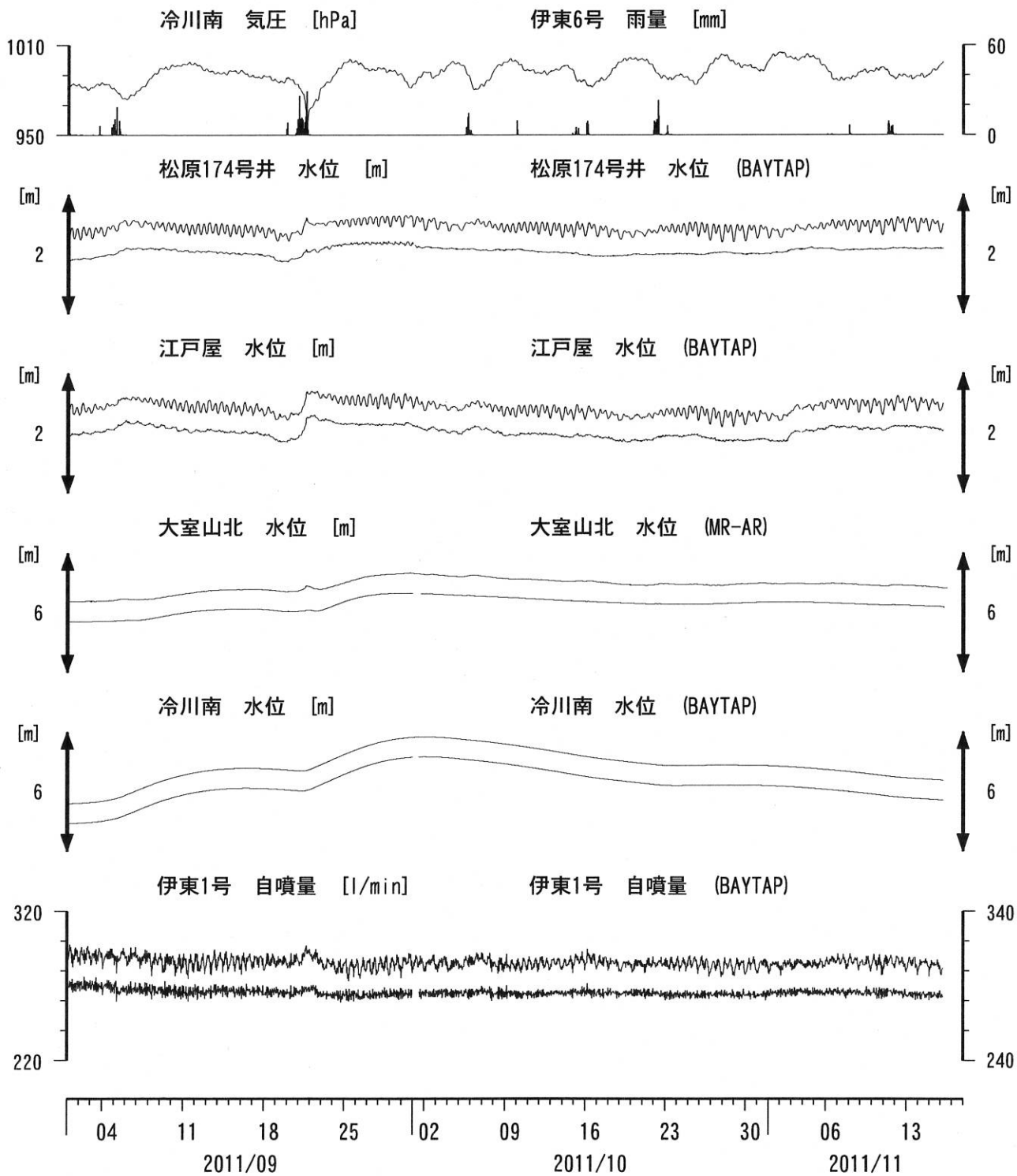
11. 03. 11.
東北地方太平洋沖
地震 (M9.0)

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)

(2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 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。

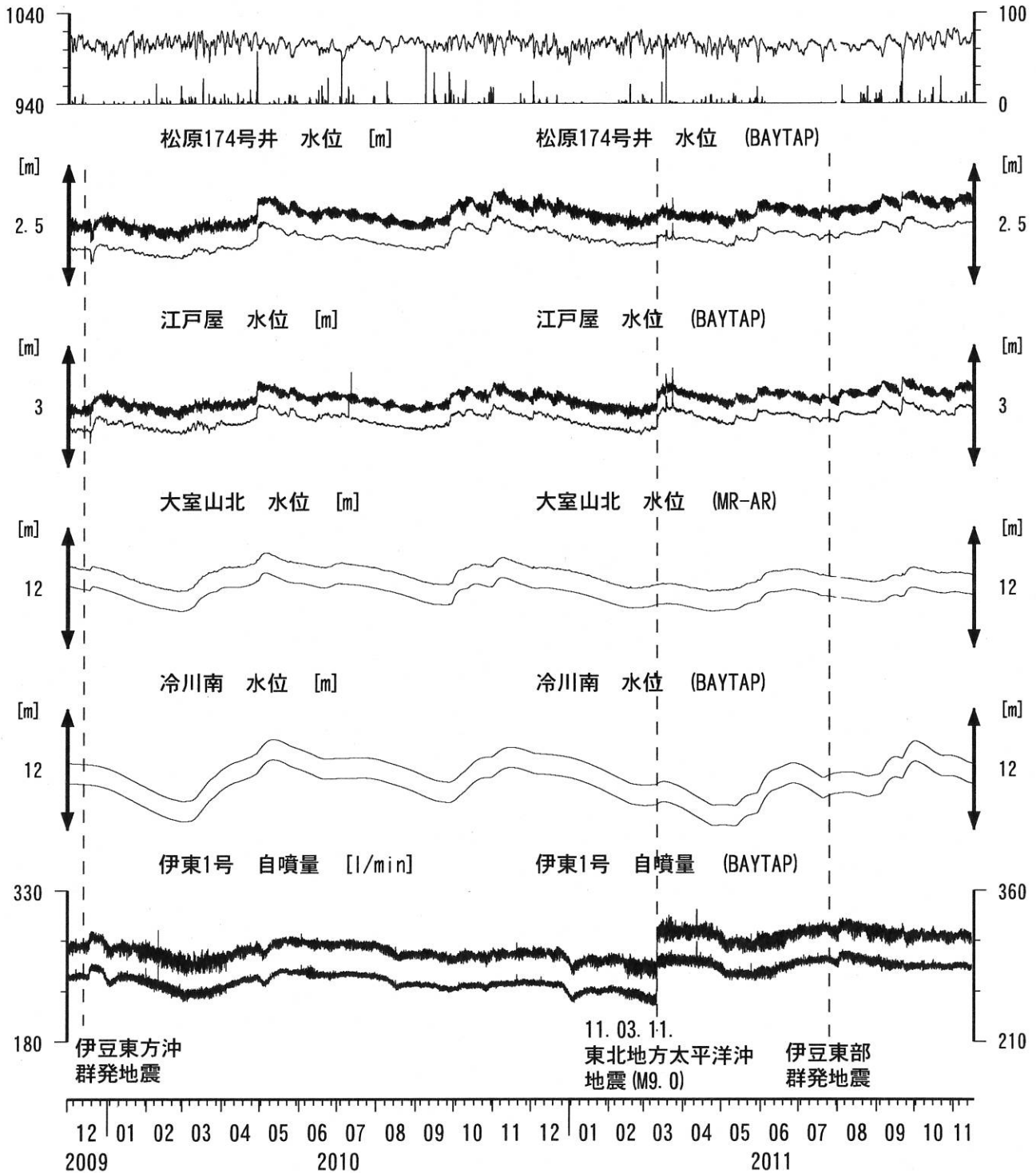


伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期 (時間値)

(2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

大室山北 気圧 [hPa]

大室山北 雨量 [mm]



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.

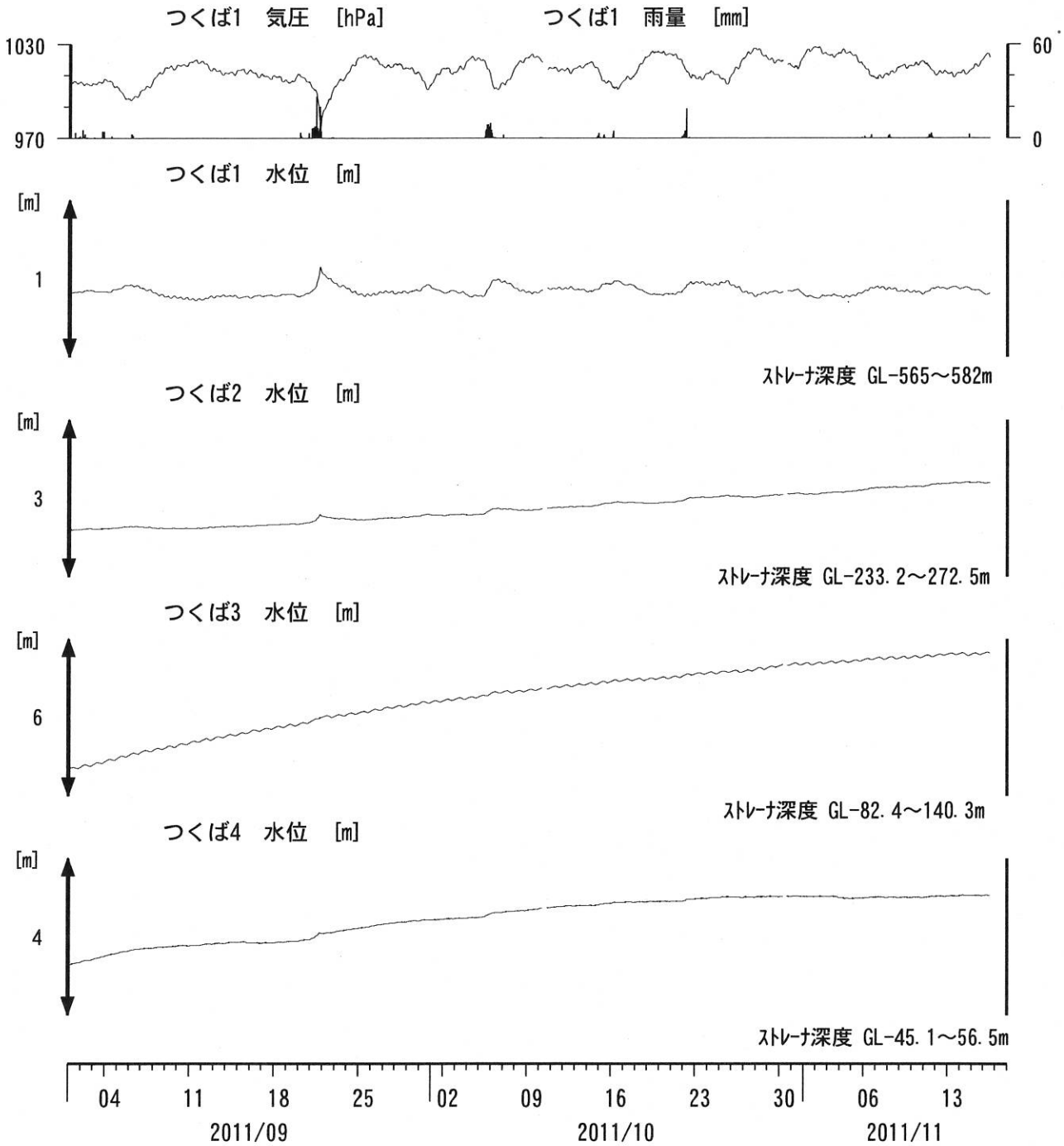
伊東1の自噴量は、量が少なくなると

配管構造のため、見かけ上、値がばらつく.



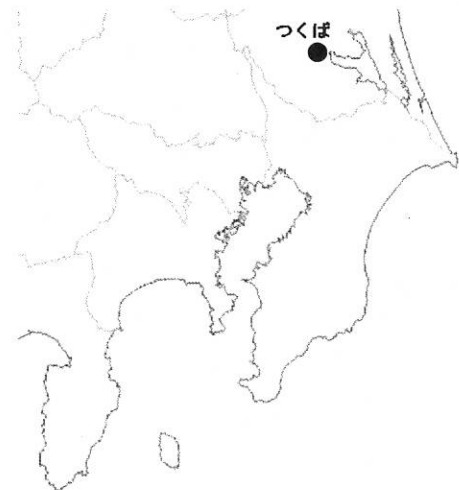
関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 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。

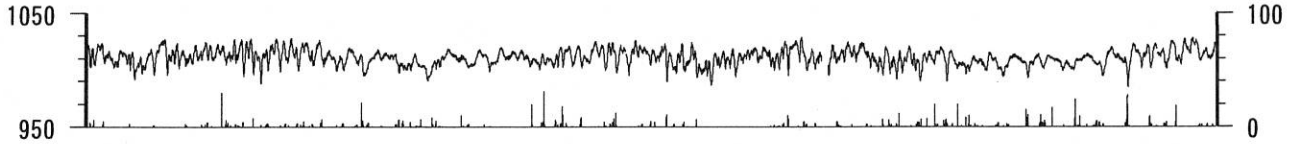


関東地域 地下水観測結果 長期 (時間値)

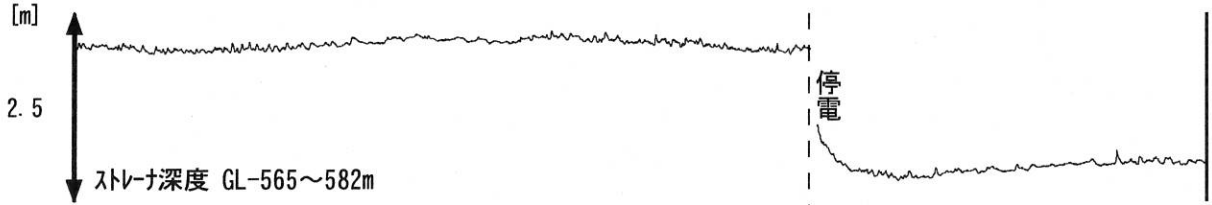
(2009/12/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

つくば1 気圧 [hPa]

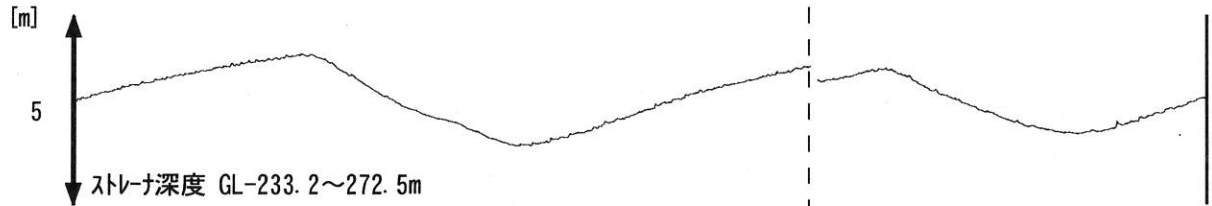
つくば1 雨量 [mm]



つくば1 水位 [m]



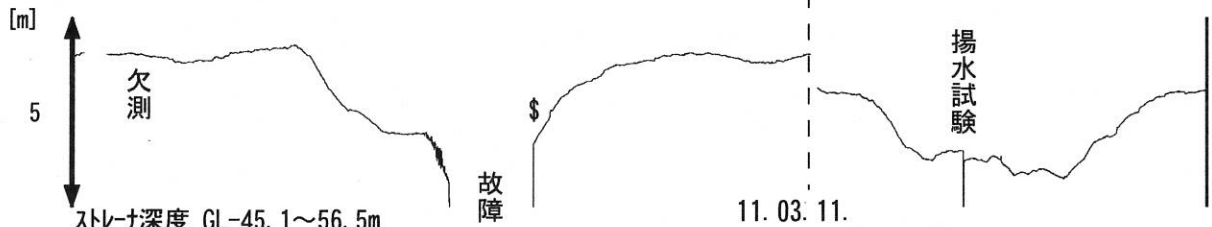
つくば2 水位 [m]



つくば3 水位 [m]

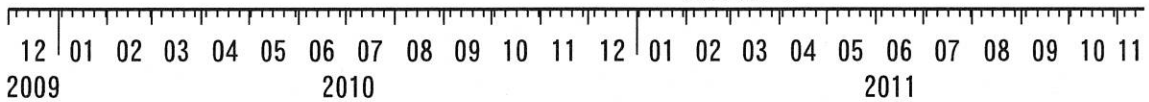


つくば4 水位 [m]



ストレーナ深度 GL-45.1~56.5m

11.03.11.
東北地方太平洋沖
地震 (M9.0)



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。

2009年12月7日~22日はつくば3, 4の井戸を
使った実験を行っているため水位は欠測。

2010年7月中旬からつくば4の水位計が故障していたが、
2010年9月中旬に水位計を更新した。



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2011年9月1日から11月14日までの観測結果を図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。

2011年10月28日午後～30日にかけて、奈良県南部において活発な深部低周波微動が観測された(図22)。28日昼頃～29日昼頃までは南西側部分のみの小規模な活動であったが、29日昼頃からは北東側に広がって活発化した。周辺の歪観測点において、微動活動活発化に対応した歪変化が観測された(図23)。これらの観測結果を用いて29日12時～31日0時における短期的SSEの断層モデル推定を行った。広域を対象に断層面の大きさを固定した1段階目の解析では、微動の中心付近に断層面を仮定した場合に、歪の観測値と計算値(期待値)の残差が小さくなる(図24)。この領域周辺を対象にした詳細な2段階目の解析で、残差最小の断層面を推定したところ、微動域を含み、西側および北側(深部側)に広い断層面が推定された(図25)。この領域の東側の三重県中部～奈良県東部県境付近では、上述の通り約1.5ヶ月前に短期的SSEが発生したと推定されている。この期間に推定された断層モデルを図26に追記している。なお、すべり量は3mm、Mwは5.4と推定された。

紀北海山では水平歪3(N12E)において、伸び→縮みの大きな変化が認められるが、他の3成分では認められない。水平4成分の歪計は鉛直方向に並んでおり、それぞれ深度が異なる(図27)。センサー近傍でローカルな変位(例えばクラック中の間隙水圧変化)が生じた場合、その位置の違いから、4成分の整合性が悪くなる。一方で、歪計から十分に離れた場所をソースとする地殻変動が生じた場合(例えば短期的SSE)、その位置の違いは無視できるため、4成分は整合的な変化となる。イベント前半期間だけを対象にすると4成分の整合性は悪く、この水平歪3(N12E)の変化はローカルな影響を受けたものか、計器内部に起因するものであると推測できる(図28, 29)。一方で、イベント全期間で見ると、4成分の整合性は比較的良い(図29)。そのため、全期間で見ると、ローカルな影響はキャンセルされて無視できるレベルと判断として、解析の対象からは外さなかった。

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成分の記録を用いる。それぞれの観測波形からBAYTAP-G [Tamura et al., 1991]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で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、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。断層面は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、推定された結果の一意性を確認

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、断層面の幅および長さを10~50km(奈良県東部, 三重県中部~北部のイベントでは長さのみ10~80km), それぞれ5km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2点以下の場合や, 断層面と観測点配置の関係によっては一意性が低くなるので注意が必要である。なお, 各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

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。ここに記して感謝します。

参考文献

- 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.
- Okada, Y., Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040, 1992.
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro, A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, **104**, 507-516, 1991.
- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭, 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, 2007.
- Matsumoto, N., O. Kamigaichi, Y. Kitagawa, S. Itaba, and N. Koizumi, 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, 2010.

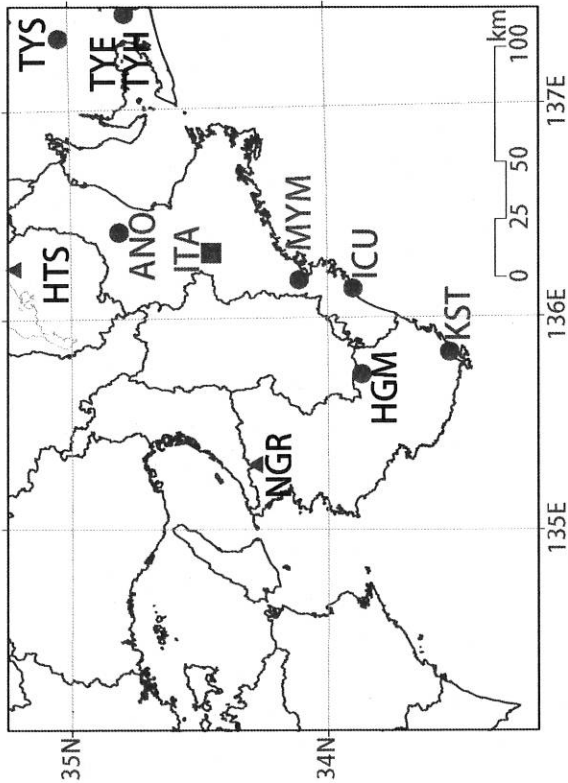
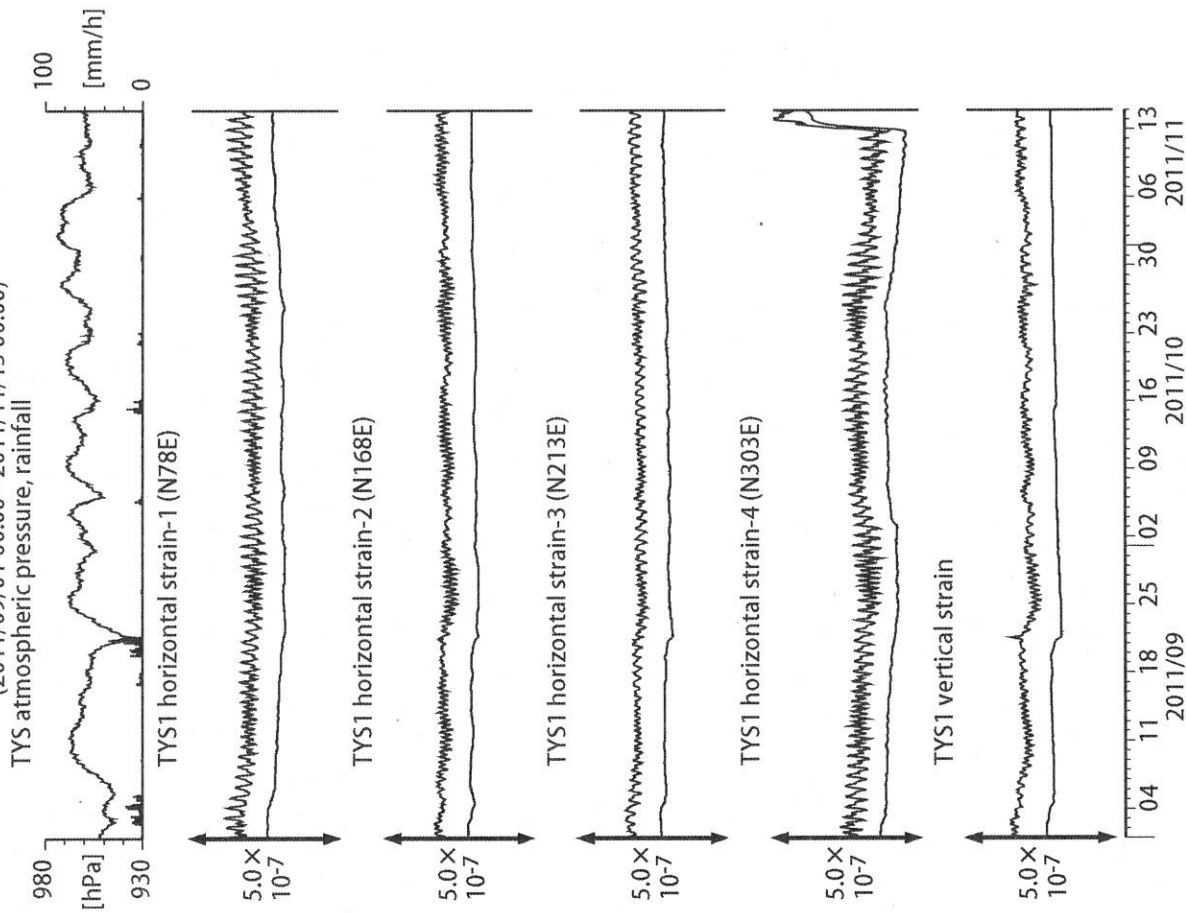


図1: 紀伊半島～愛知県における地下水等総合観測施設の分布図(●・■・▲)。●はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計を併設している観測点、■は Gladwin 式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している観測点、▲はアナログ方式の石井式歪計を併設している観測点を示す。

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	桑荘	桑荘香之庄	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	くしもとづか	和歌山県東牟婁郡串本町	17,18
NGR	根来	岩出真坂本	いわでまかさかもと	和歌山県岩出市	19

図2: Crustal strains changes at TYS (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



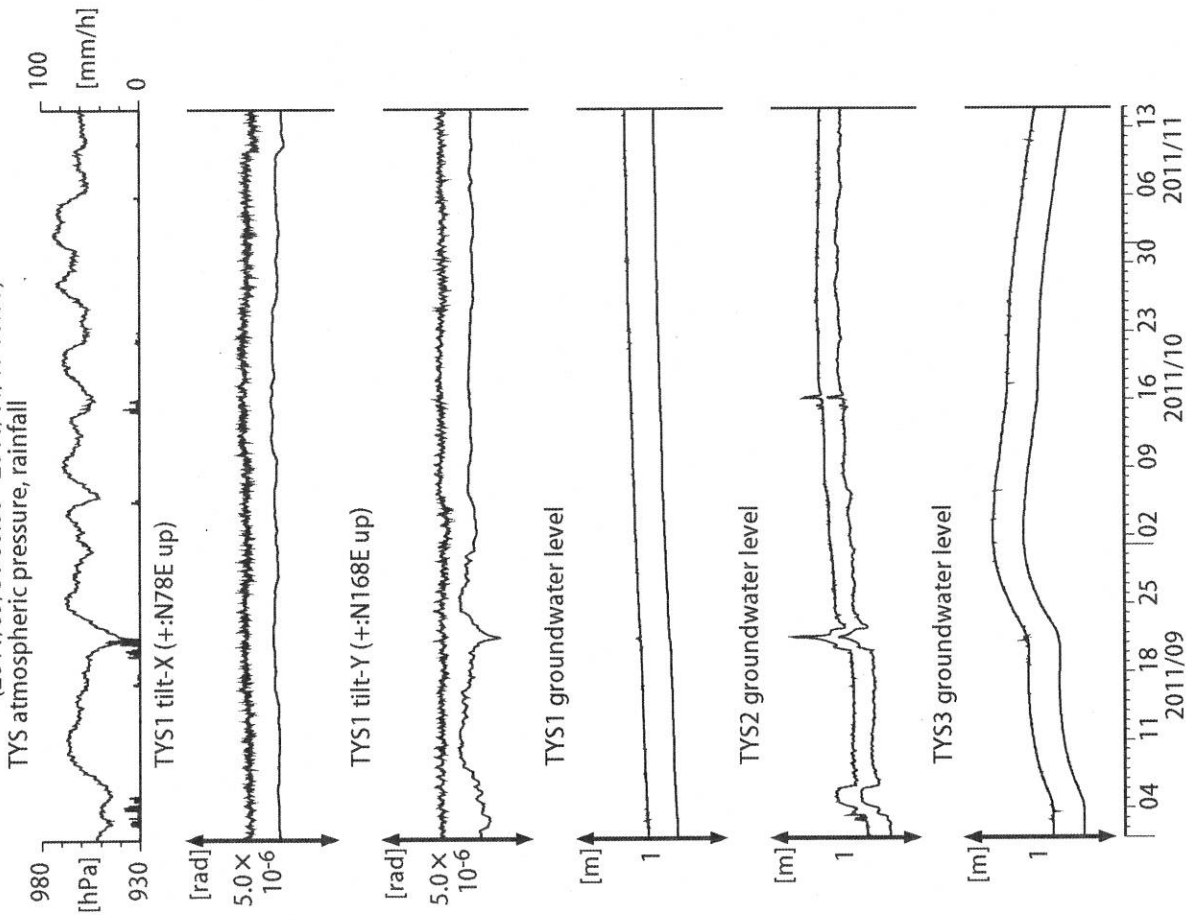
観測点名: 豊田神殿 (旧名称: 豊田下山)

Strainmeter depth = 586.7-588.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

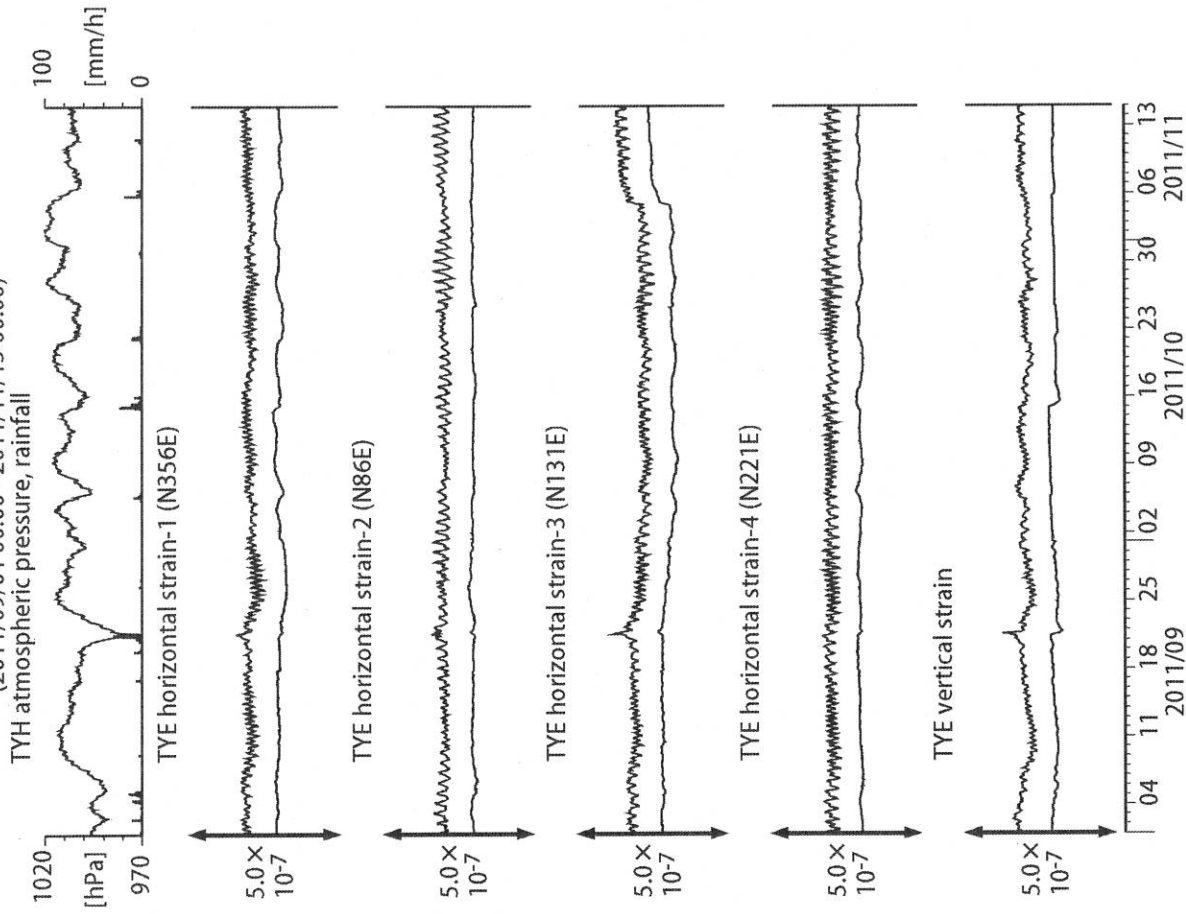
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図3: Tilt and groundwater level changes at TYS (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 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)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 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)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)

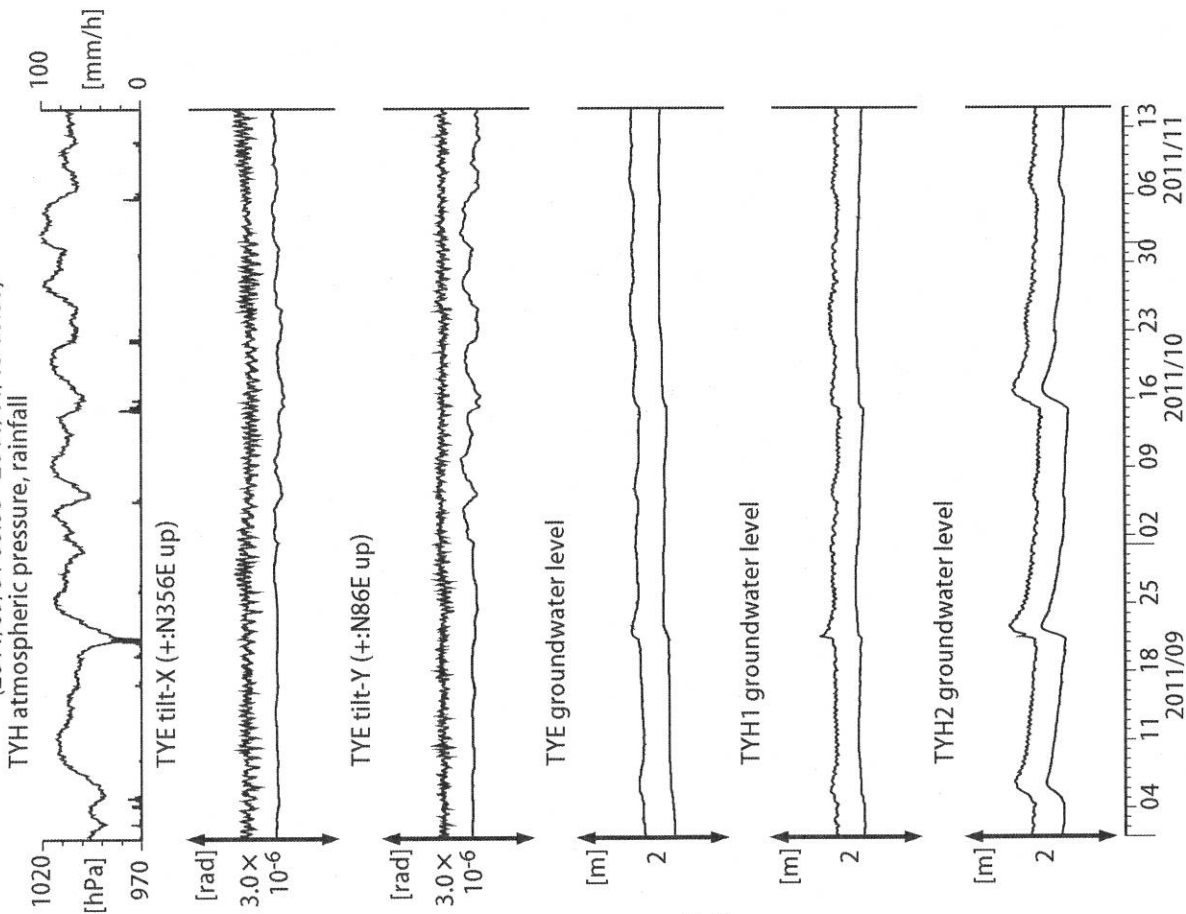


図6: Crustal strain and groundwater level changes at HTS (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)

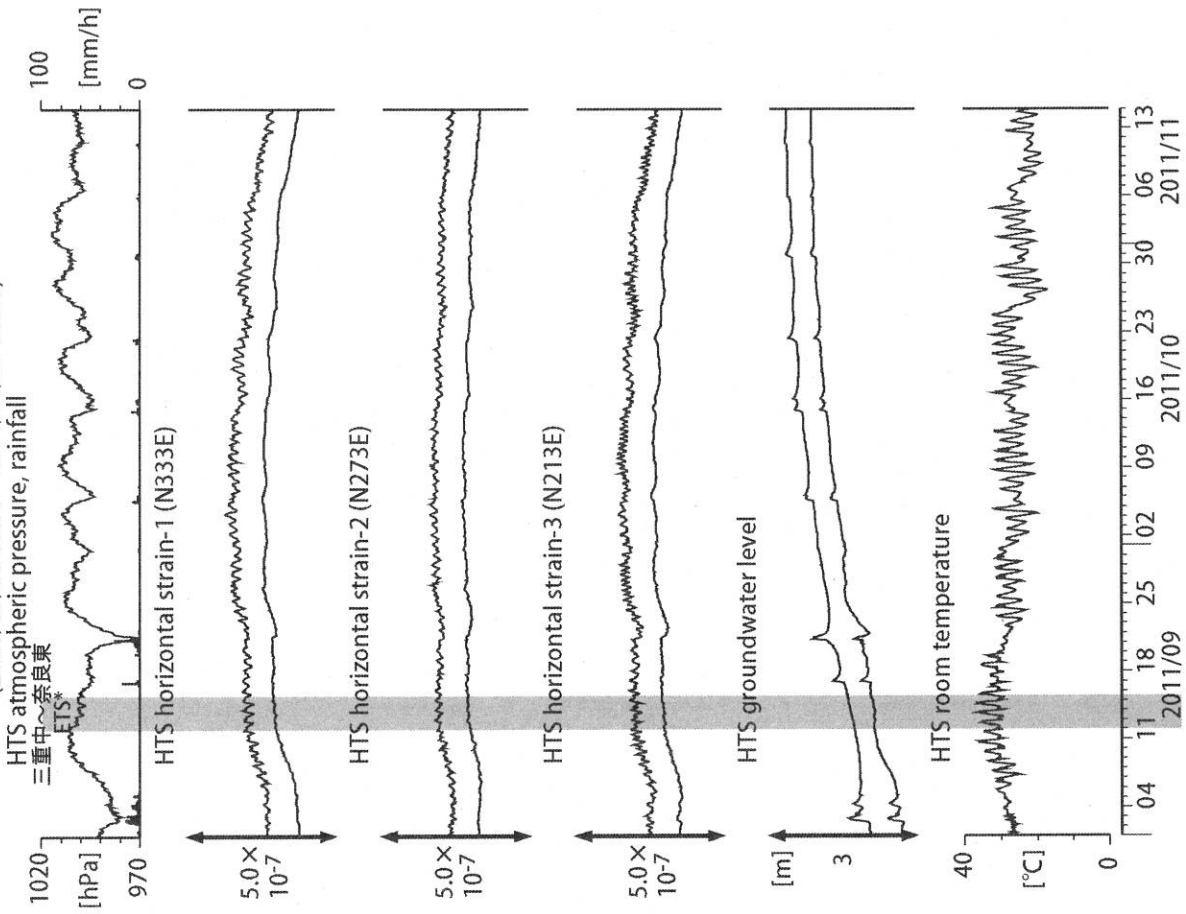
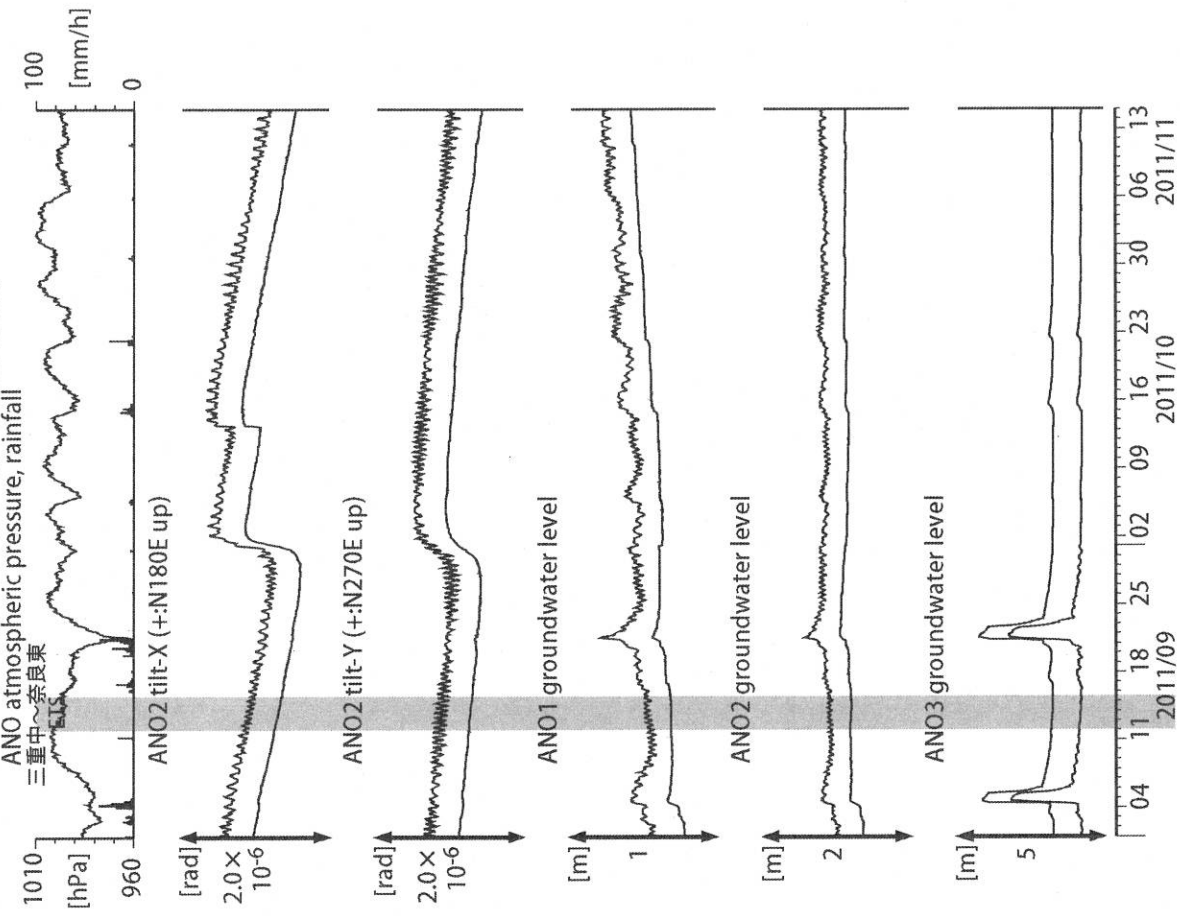
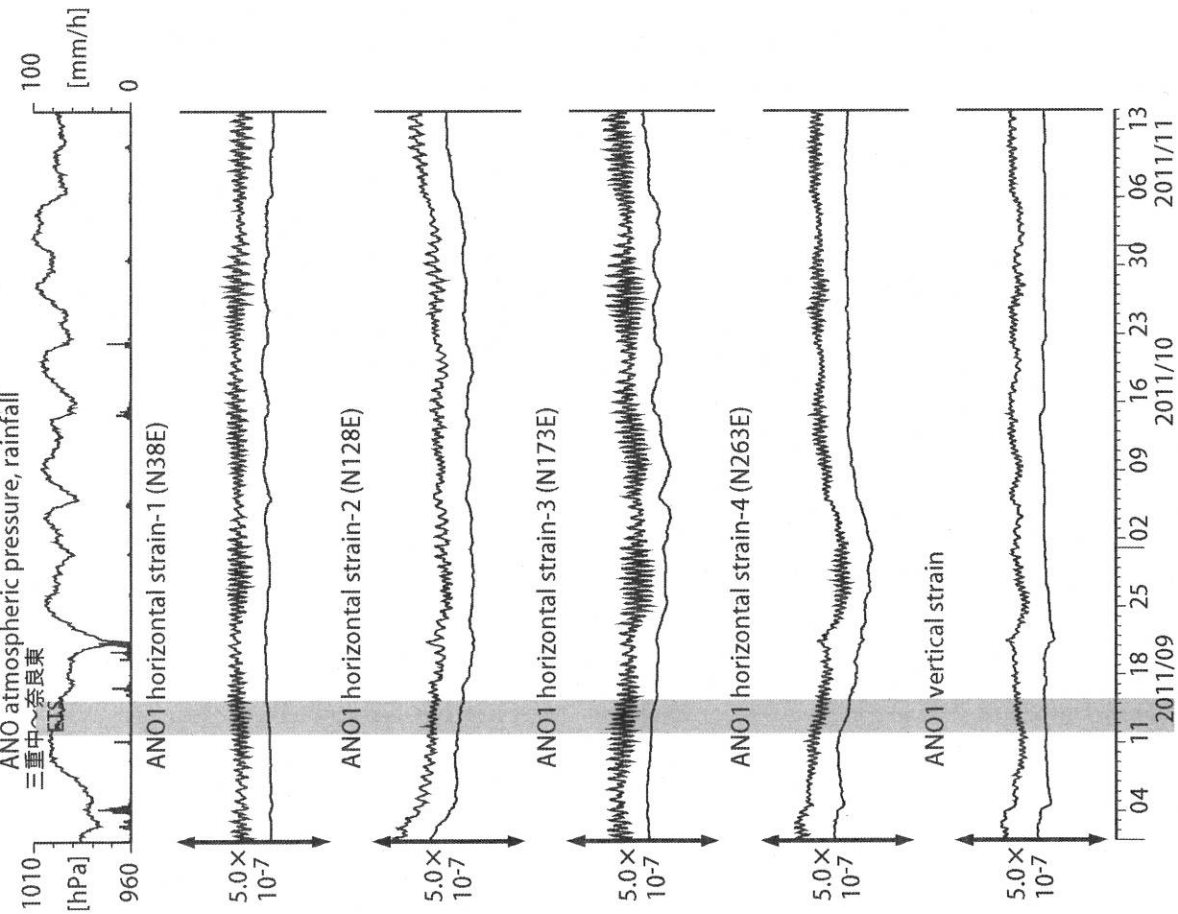


図8: Tilt and groundwater level changes at ANO (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



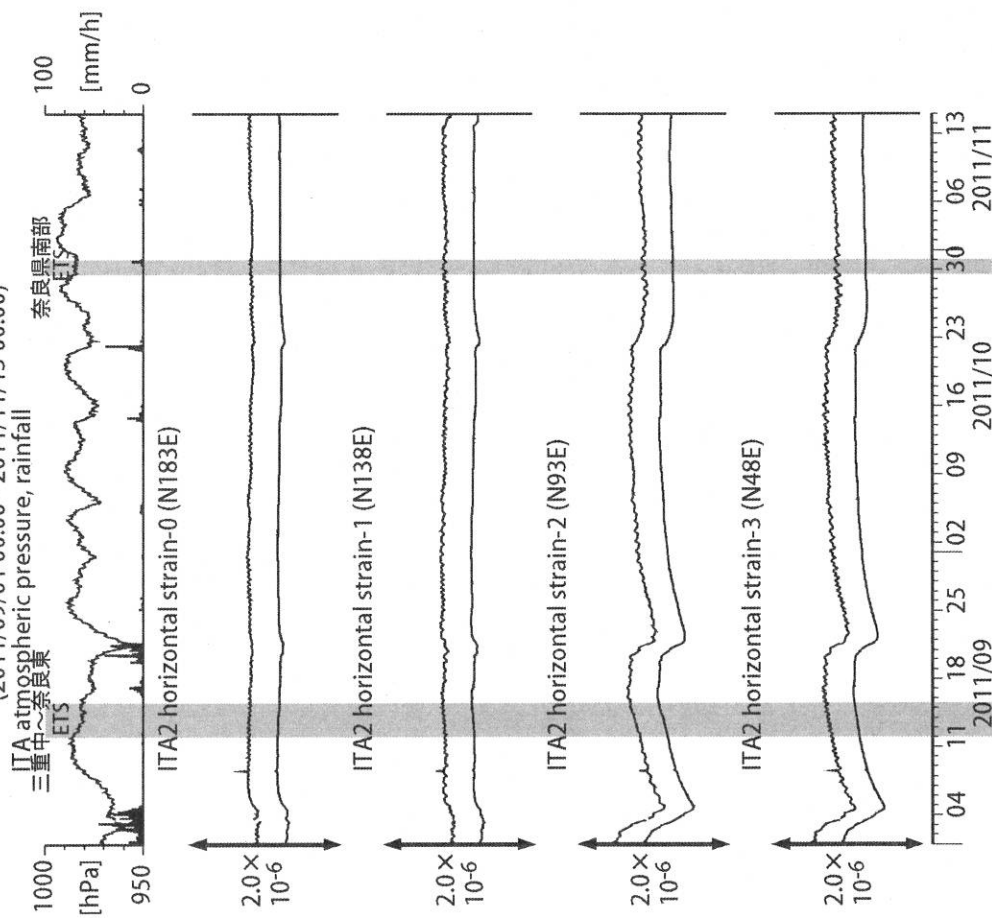
観測点名: 津安濃 (旧名称: 安濃)
Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]
ANO1 : Screen depth = 502.7-513.6 [GL-m]
ANO2 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]
ANO3 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図7: Crustal strains changes at ANO (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



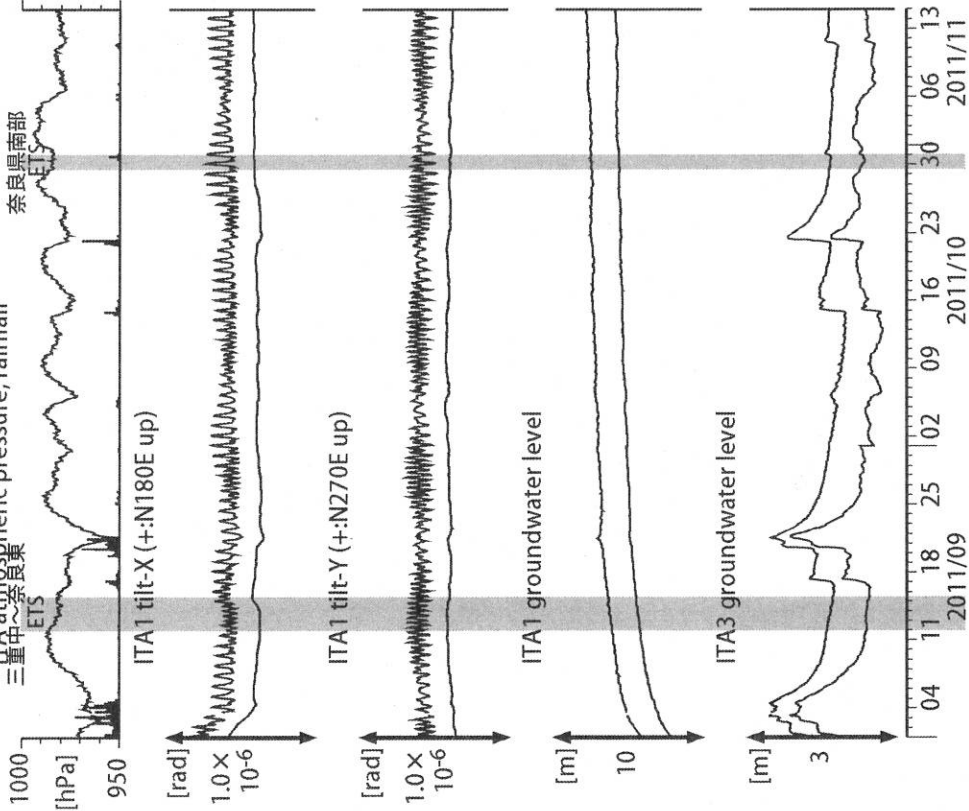
観測点名: 津安濃 (旧名称: 安濃)
Strainmeter depth = 588.9-590.3 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

図9: Crustal strain changes at ITA (時間値)
 (2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)
 ITA atmospheric pressure, rainfall
 三重中～奈良東 ETS 奈良県南部



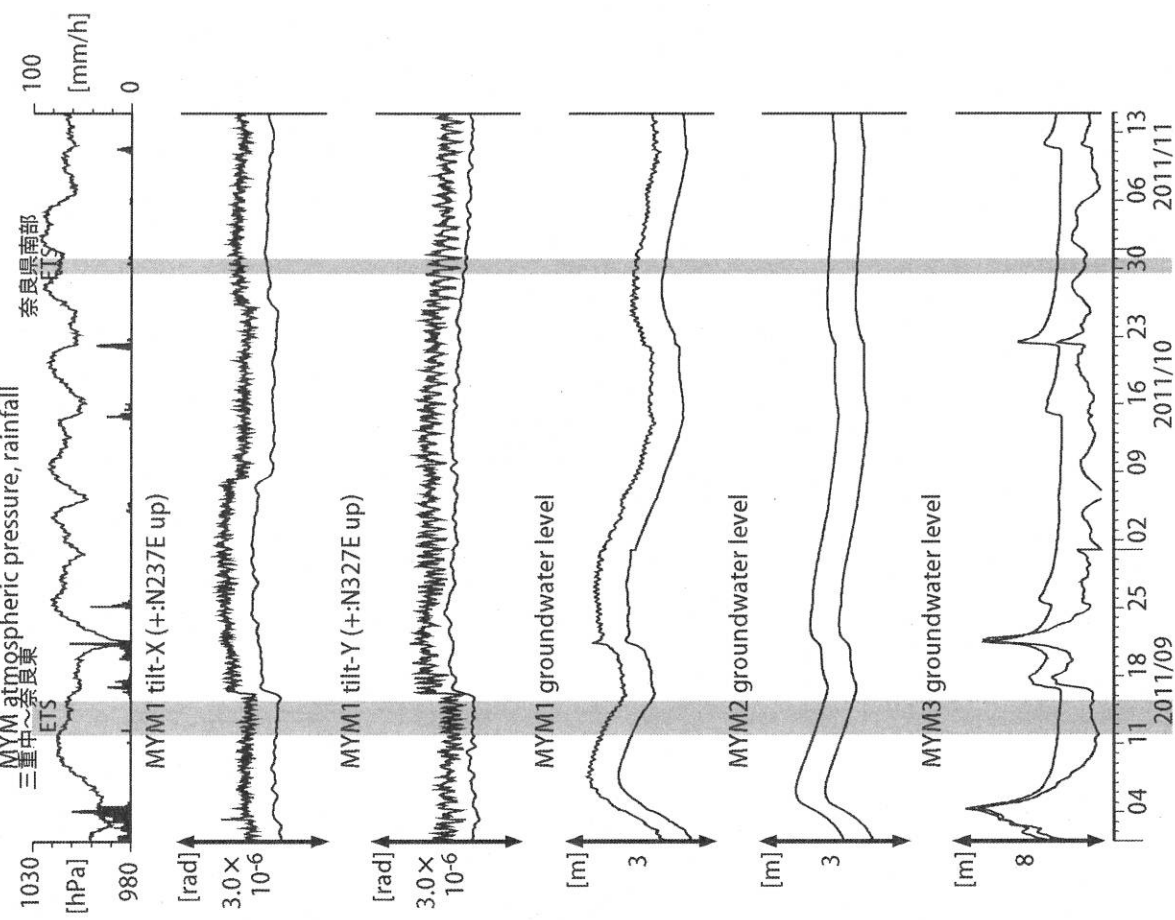
観測点名: 松阪飯高 (旧名称: 飯高赤桶)
 Strainmeter depth = 181.3-183.6 [GL-m]
 上: 1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図10: Tilt and groundwater level changes at ITA (時間値)
 (2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)
 ITA atmospheric pressure, rainfall
 三重中～奈良東 ETS 奈良県南部



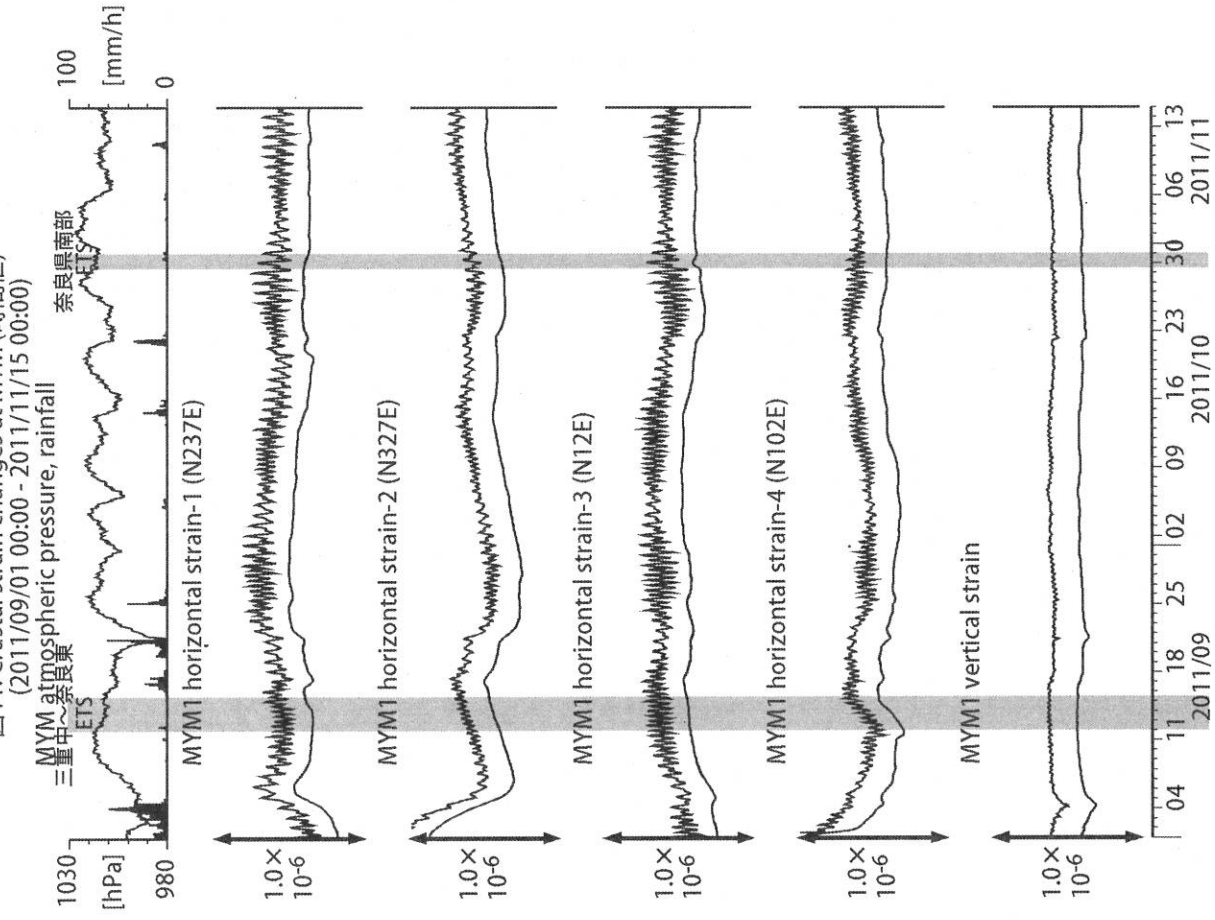
観測点名: 松阪飯高 (旧名称: 飯高赤桶)
 Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]
 ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]
 ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]
 上: tiltは1次トレンド除去
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図12: Tilt and groundwater level changes at MYM (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



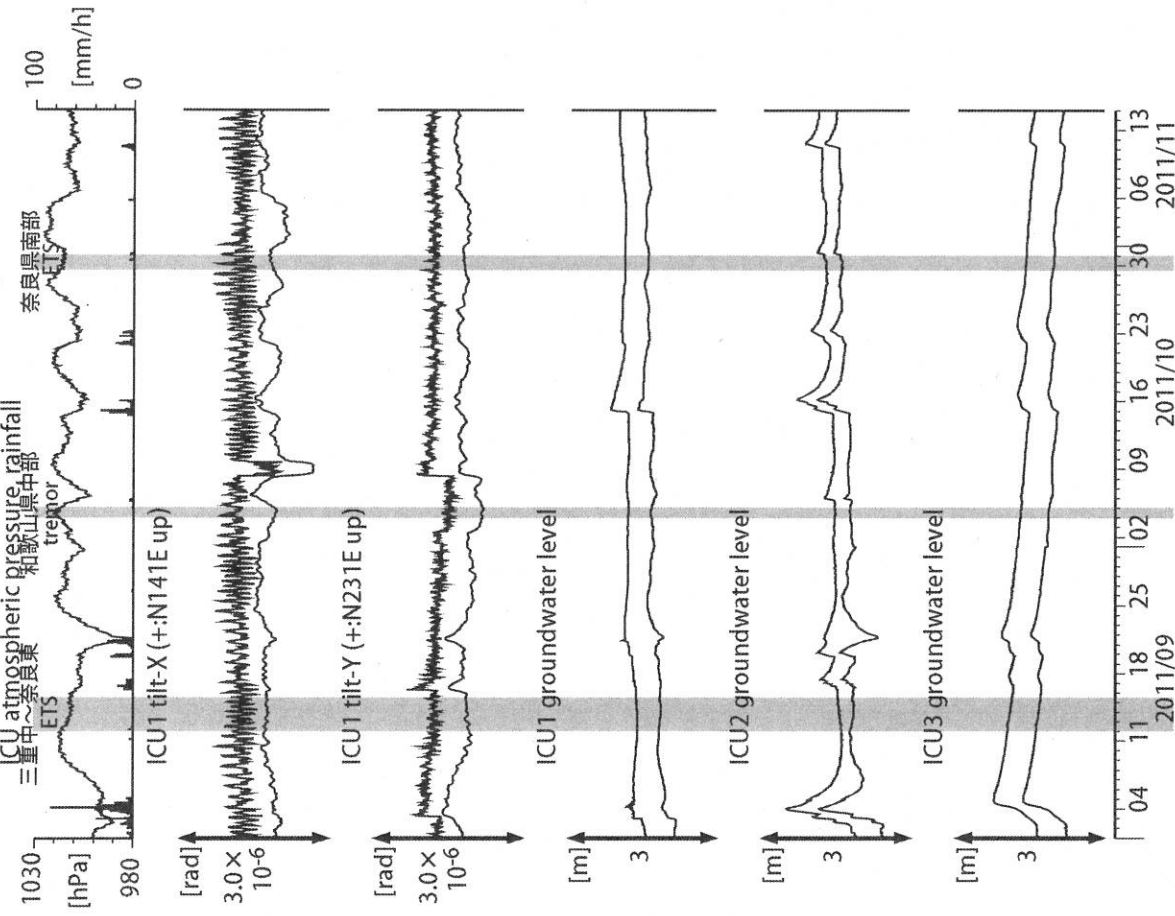
観測点名: 紀北海山 (旧名称: 海山)
Tiltmeter depth = 589.2-590.0 [GL-m]
MYM1 : Screen depth = 418.9-429.8 [GL-m]
MYM2 : Screen depth = 140.3-151.1 [GL-m]
MYM3 : Screen depth = 19.9-25.3 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図11: Crustal strain changes at MYM (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



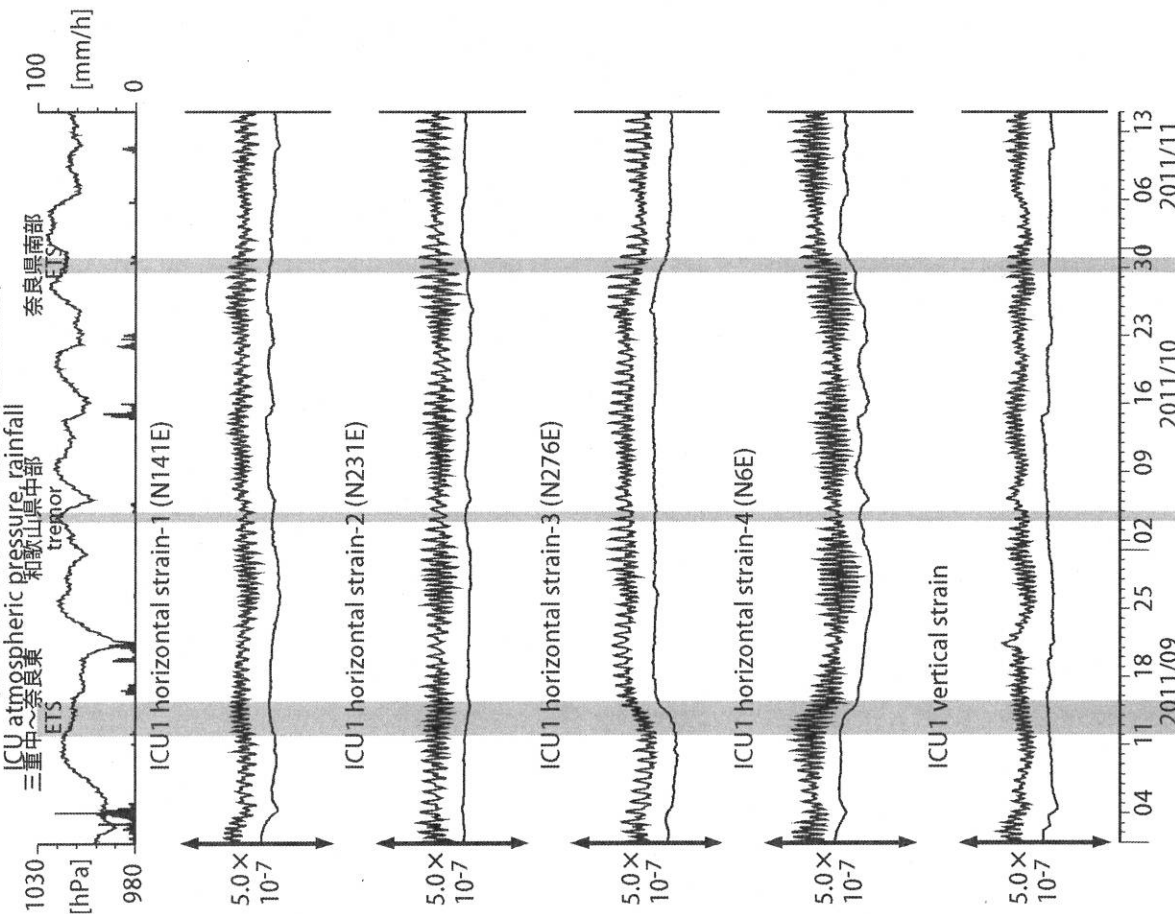
観測点名: 紀北海山 (旧名称: 海山)
Strainmeter depth = 590.0-591.4 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図14: Tilt and groundwater level changes at ICU (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



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13: Crustal strain changes at ICU (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



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

図15: Crustal strains changes at HGM (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)

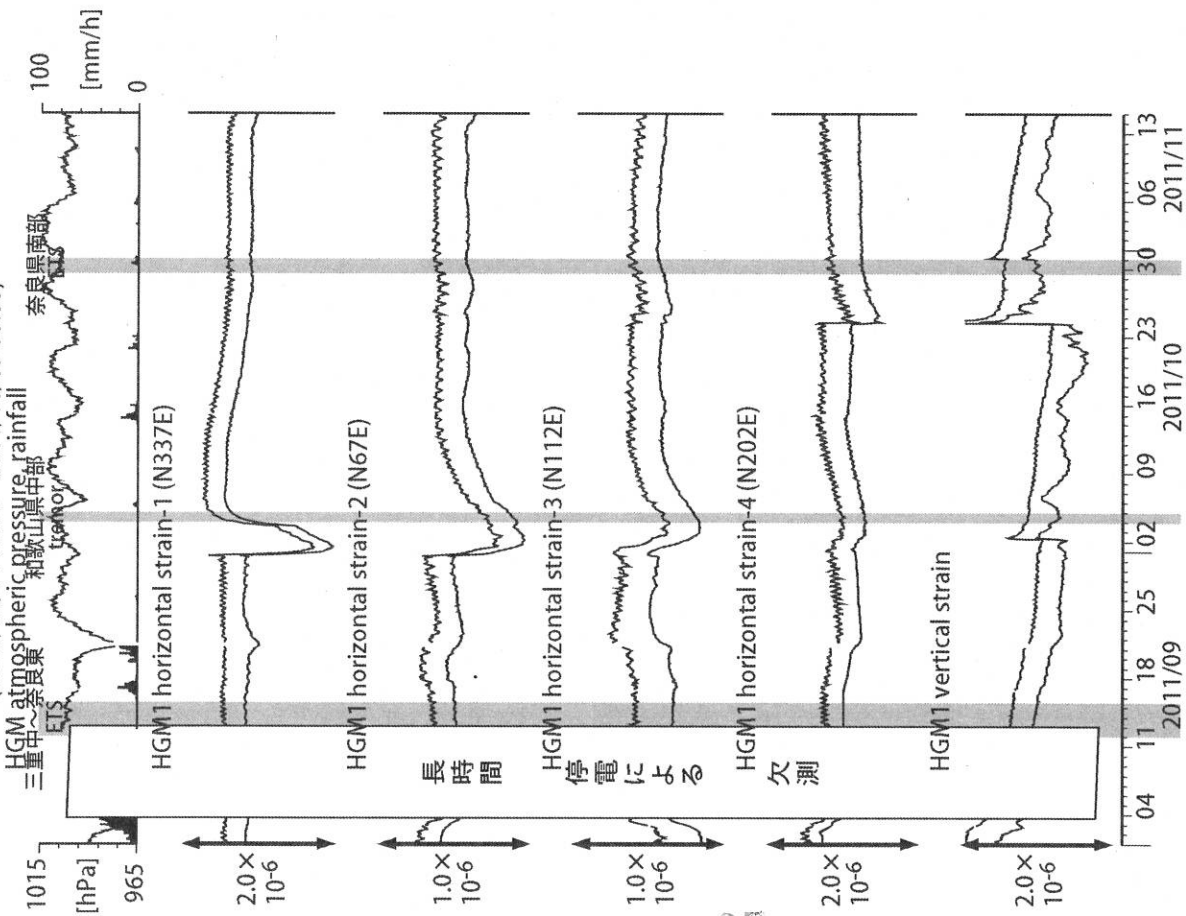


図16: Tilt and groundwater level changes at HGM (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)

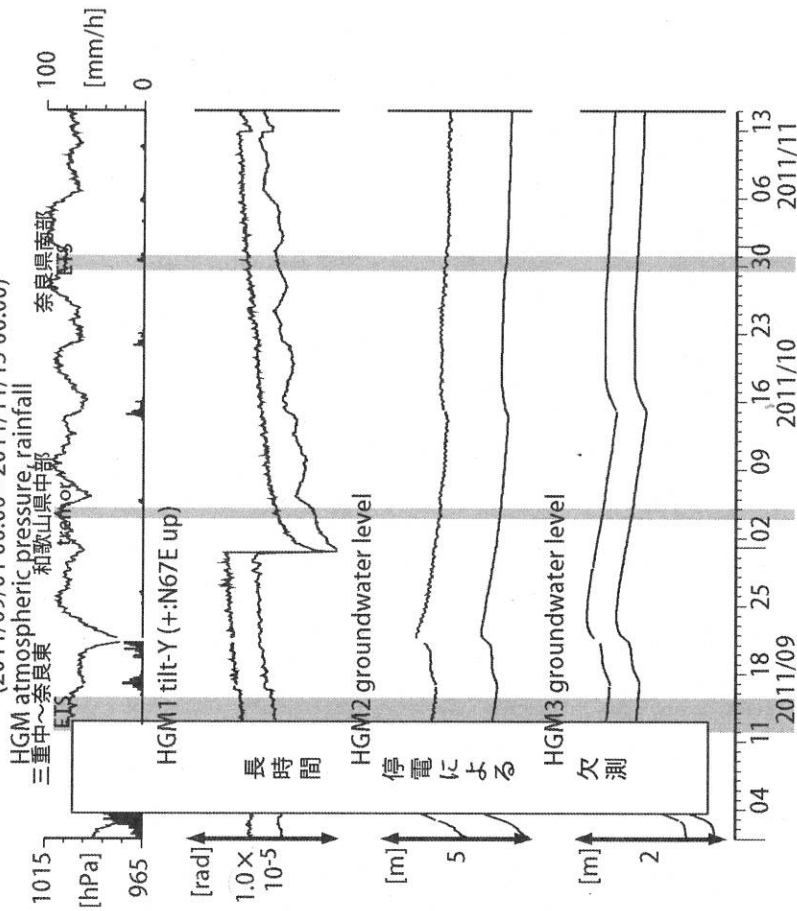
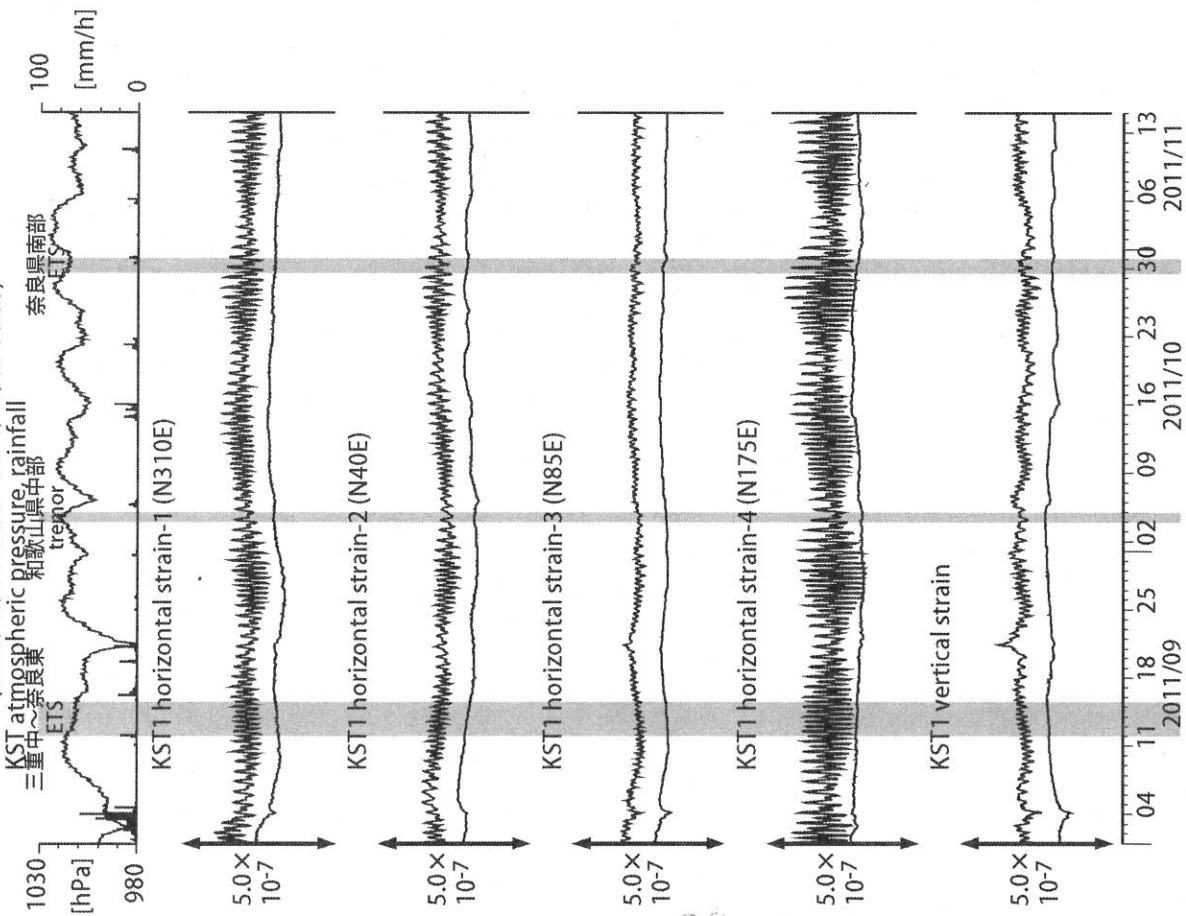
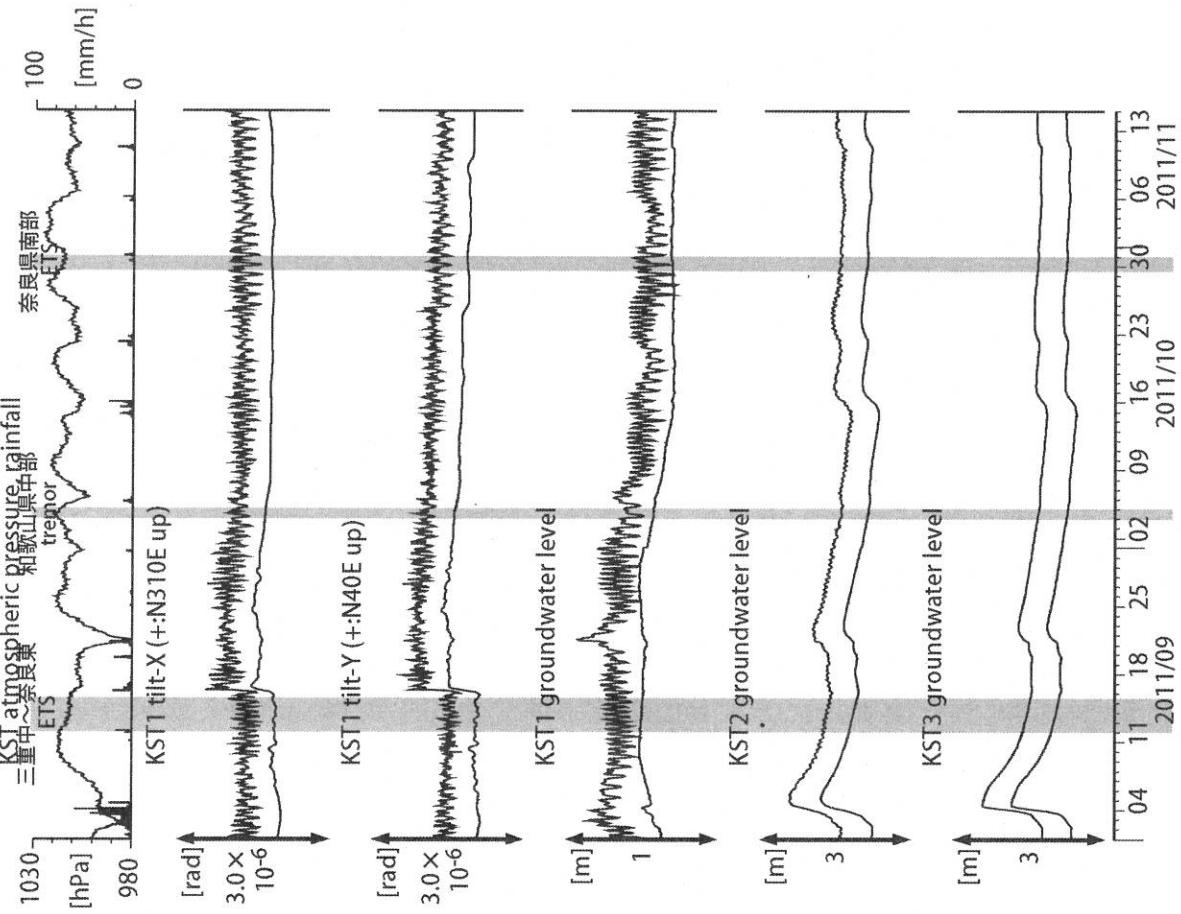


図17: Crustal strain changes at KST (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



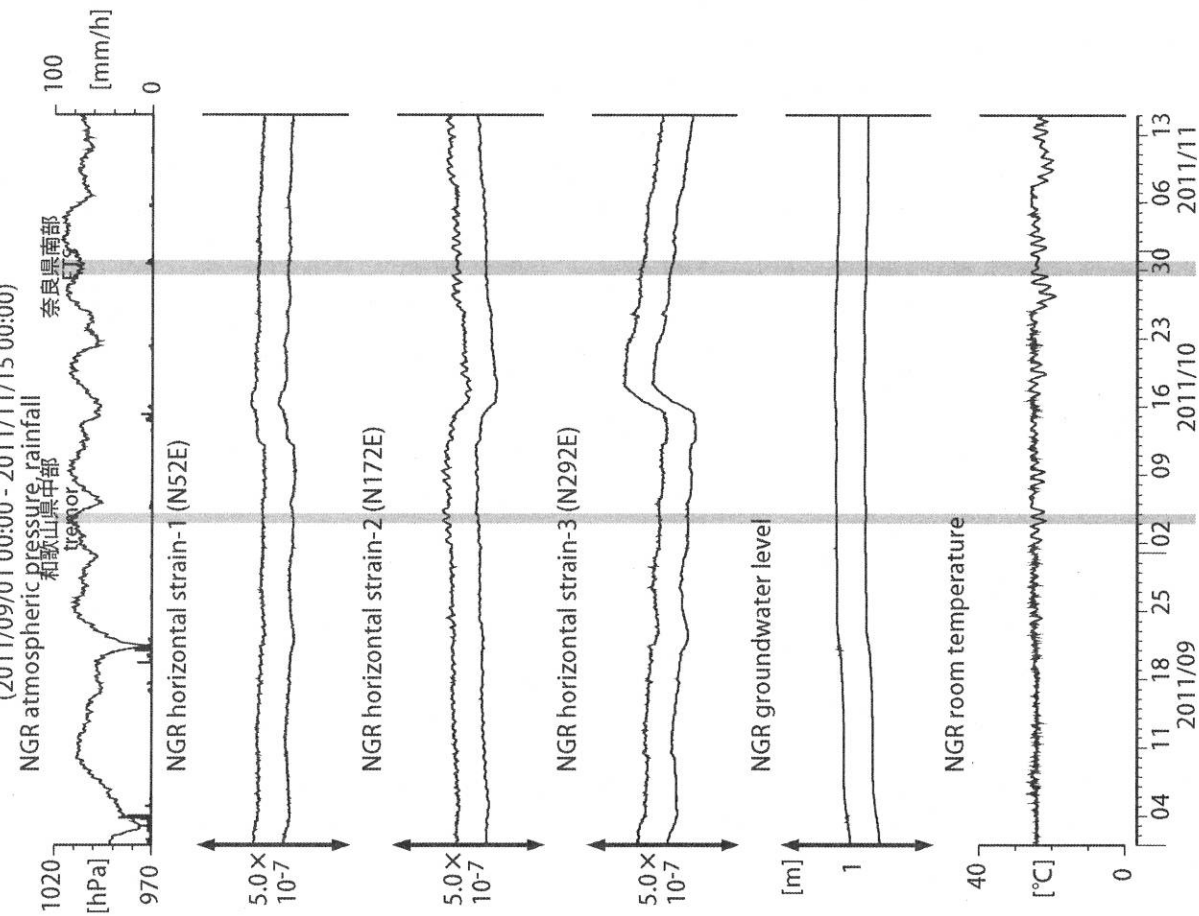
観測点名: 串本津荷 (変更無し)
Strainmeter depth = 589.8-591.2 [GL-m]
上: 1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去後に1次トレンド除去

図18: Tilt and groundwater level changes at KST (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)

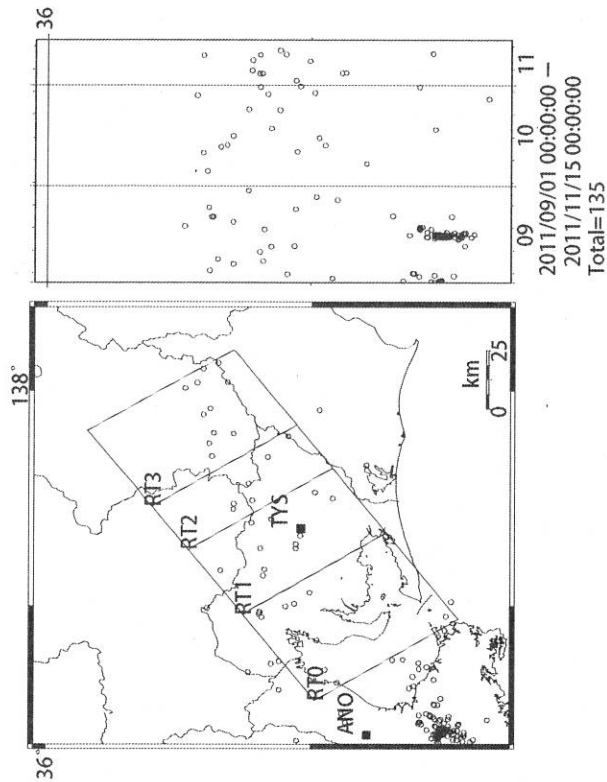


観測点名: 串本津荷 (変更無し)
Tiltmeter depth = 589.0-589.8 [GL-m]
KST1: Screen depth = 509.2-520.2 [GL-m]
KST2: Screen depth = 132.9-143.9 [GL-m]
KST3: Screen depth = 20.4-30.6 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

図19: Crustal strain and groundwater level changes at NGR (時間値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)



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



Deep low-frequency tremors in Tokai (日/値)
(2011/09/01 00:00 - 2011/11/15 00:00)
Tokai tremors-all [count/day]

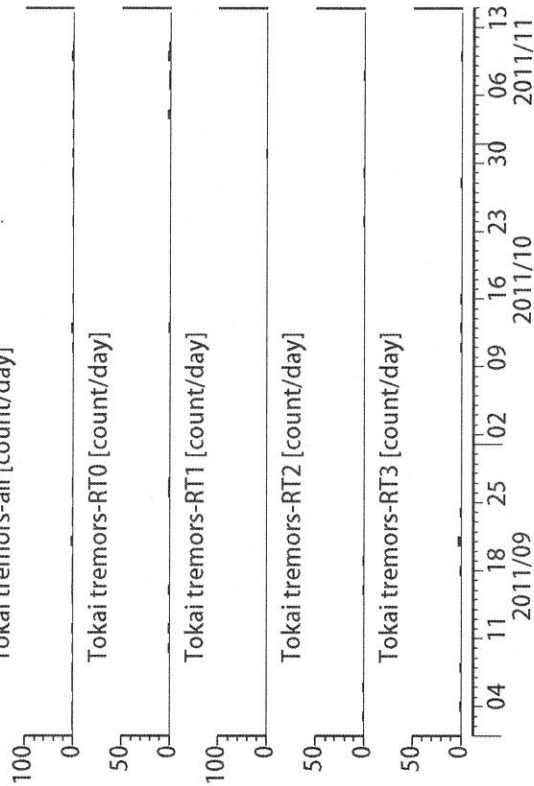


図20: 愛知県およびその周辺における深部低周波微動の時空間分布(上段)、各領域における発生頻度(日値)。

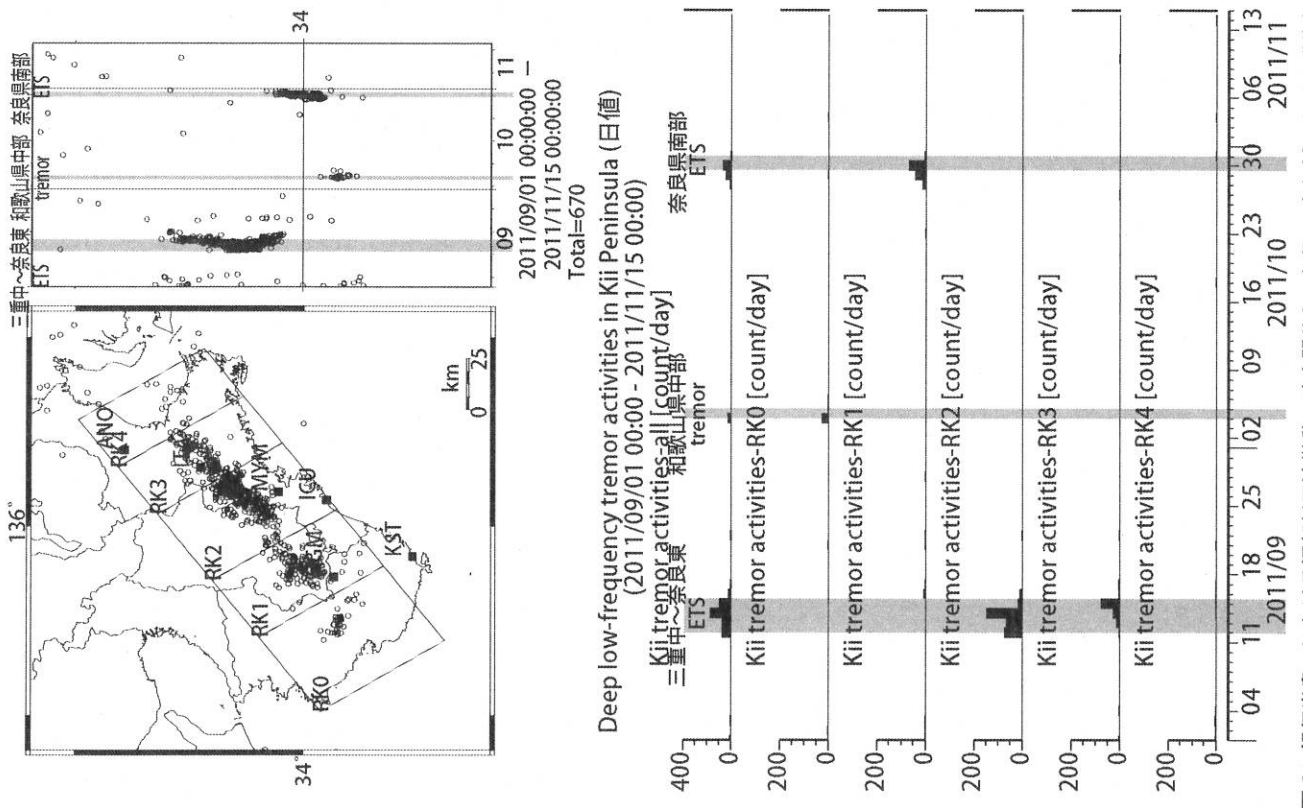


図21: 紀伊半島における深部低周波微動の時空間分布(上段)、各領域における発生頻度(日値)。

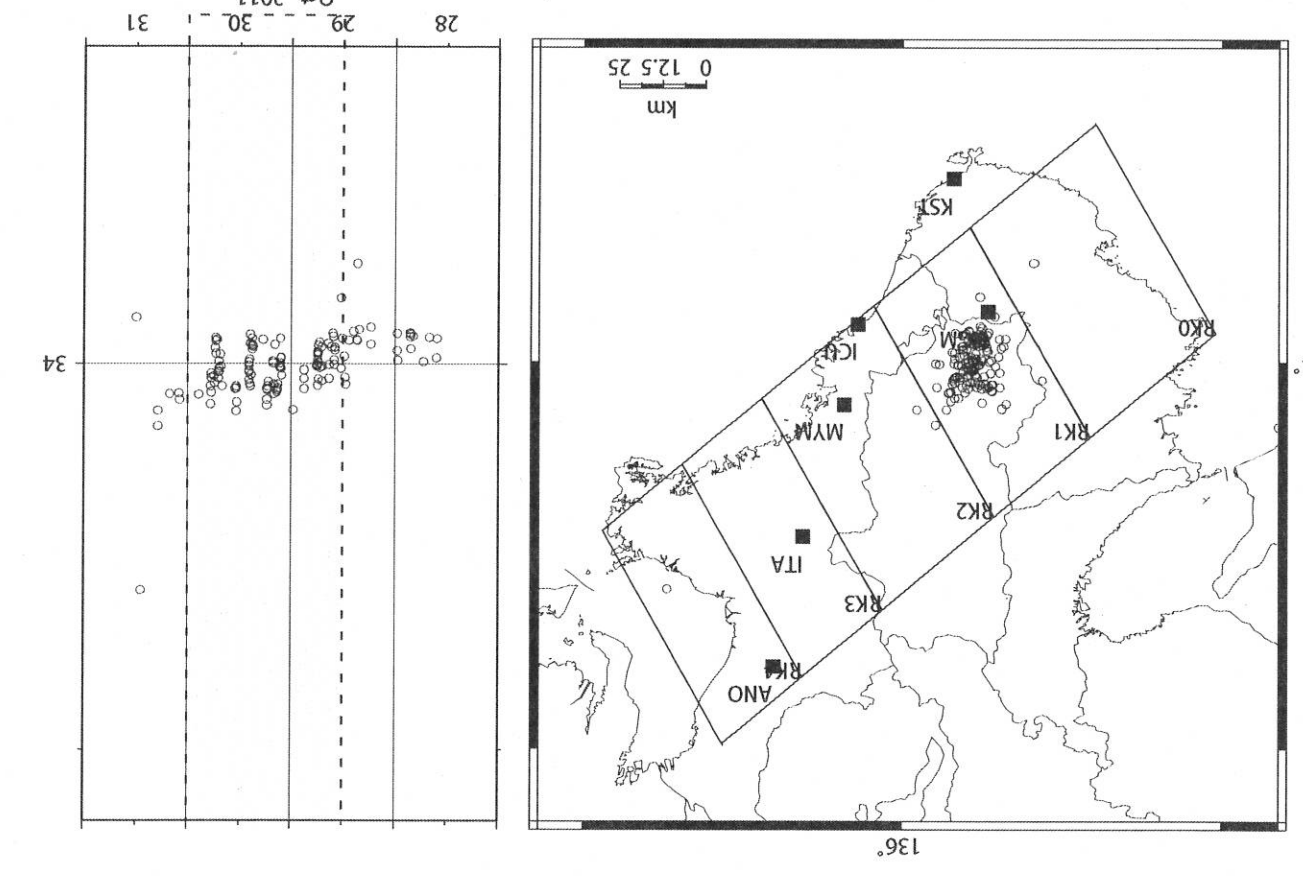
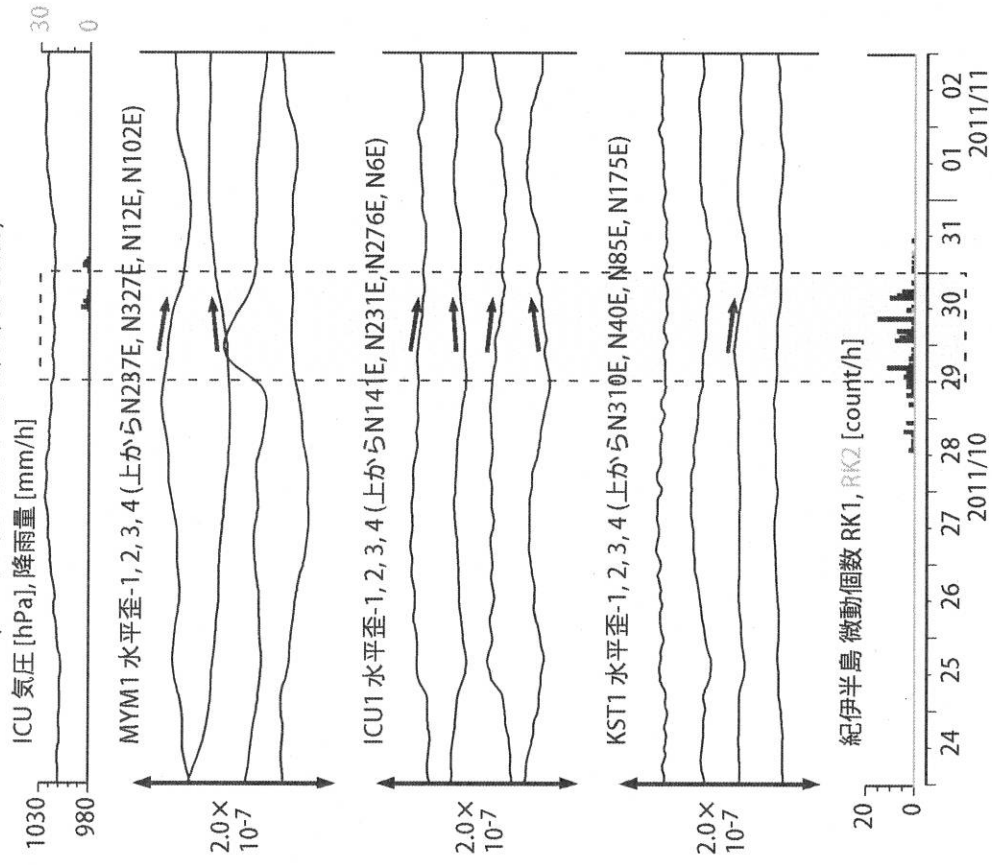


図22: 2011/10/28:00 - 11/1:00における紀伊半島の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

図23 紀伊半島における歪観測結果 (時間値)
(2011/10/24 00:00 - 2011/11/03 00:00)



歪・傾斜はBAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドを除去

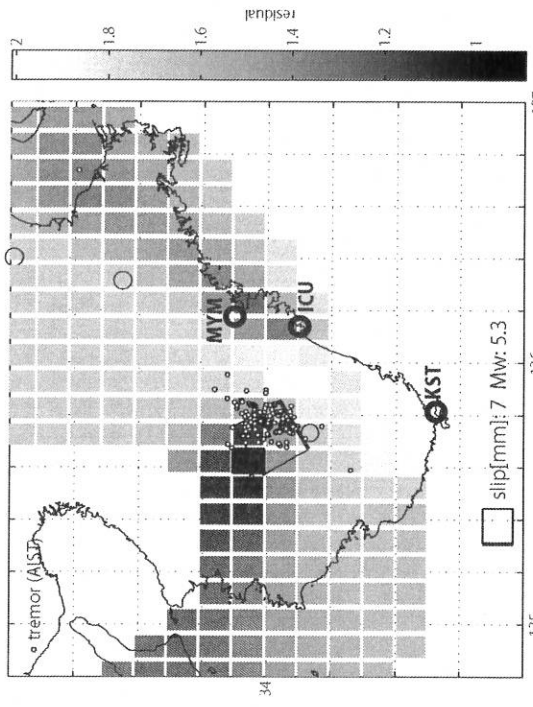


図24: プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、観測値と計算値の残差分布図。小さい丸印は産総研による深部低周波微動震央。パッチサイズは 20×20 km、すべり量は1-100mmで可変(1mm間隔)。表示しているグリッドは断層面下端中央の位置を示す。黒色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す

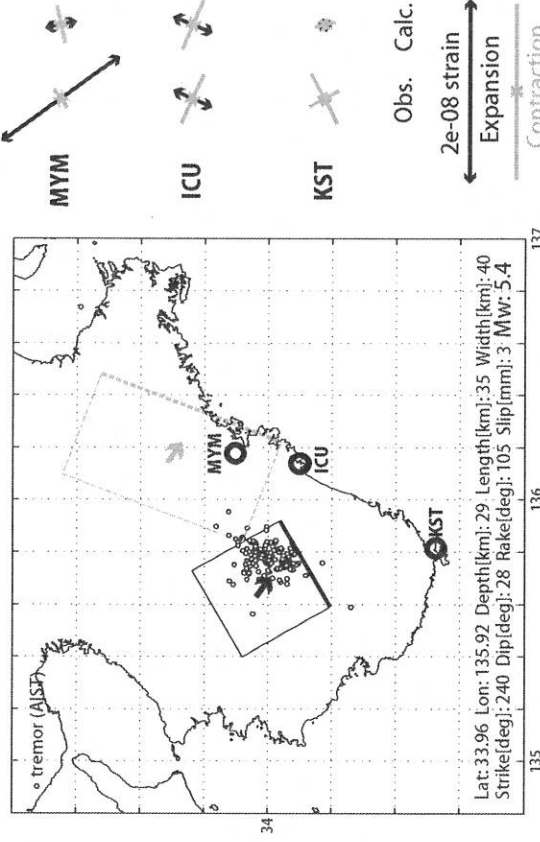


図25: プレート境界面上のグリッドサーチによる断層面推定結果(矩形)。小さい丸印は産総研による深部低周波微動震央。層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断層面の幅と長さそれぞれ10~50kmまで5km間隔、すべり量は1~100mmまで1mm間隔で計算した。右側に、主歪の観測値と、推定された断層面による計算値との比較を示す。2011年9月中旬に三重県中部~奈良県東部県境付近で発生した短期的SSE断層面推定位置(図45参照)を灰色破線で示す。

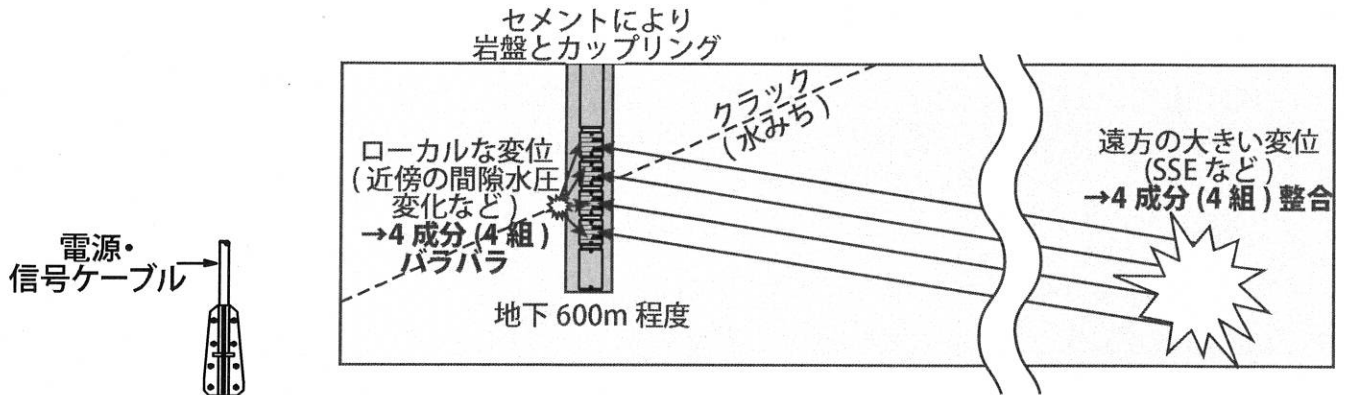


図27: ボアホール内の歪計に歪変化が生じる模式図。4成分の水平歪は鉛直方向のアレイ構造となっており、センサー近傍のローカルな変位に対しては4成分の歪変化の整合性が悪くなり、4組の主歪もばらつきが大きくなる。遠方の変位に対しては、鉛直方向の位置の違いは無視できるため、この時ローカルな変位や計器内部の問題がなければ、4成分は整合するため、4組の主歪のばらつきは小さくなる。

この原理を利用すると、4組のばらつきが大きさから、ローカルな変位、若しくは一部のセンサーのみの内部的問題の有無を推定することができる。

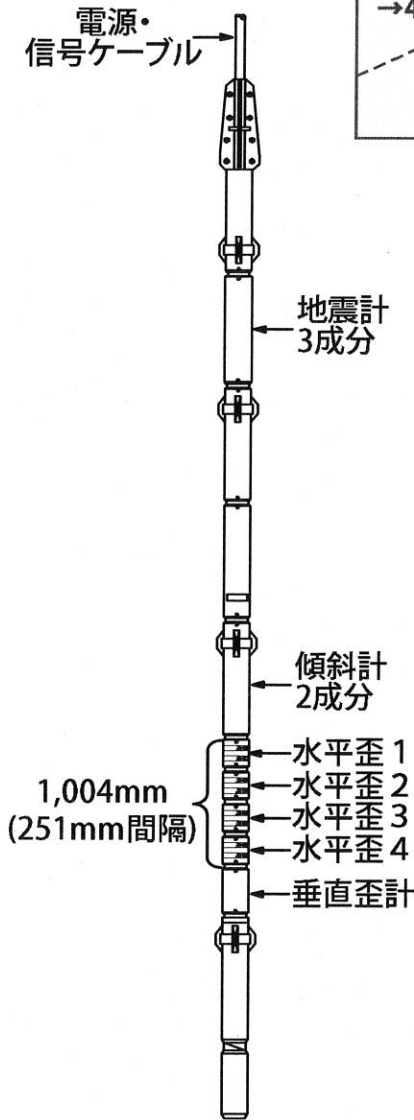


図26: 石井式歪計[Ishii et al., 2002]を内蔵する、デジタル式地殻活動総合観測装置の立面図。水平歪4成分は鉛直方向に251mm間隔で並んでおり、それぞれのセンサーは独立した容器に収納されている。水平歪4成分から3成分の組み合わせ4組の主歪を計算することが出来る。全長は約6.8m、歪計部の外径は88mmである。

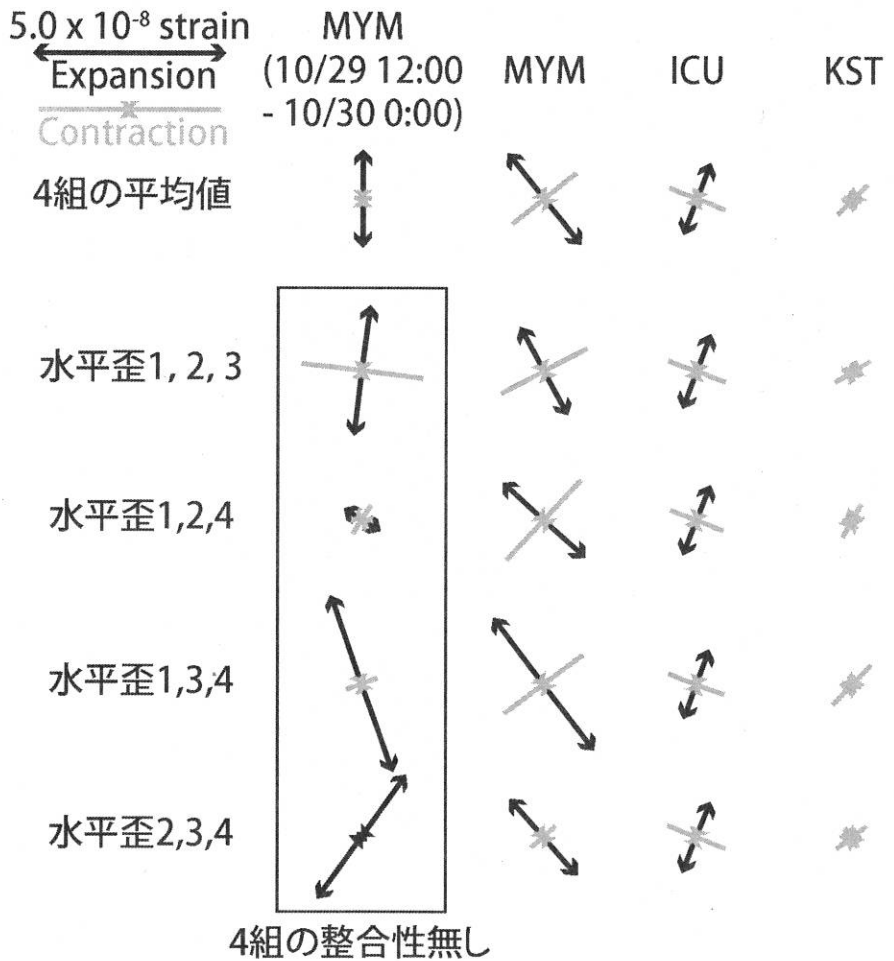
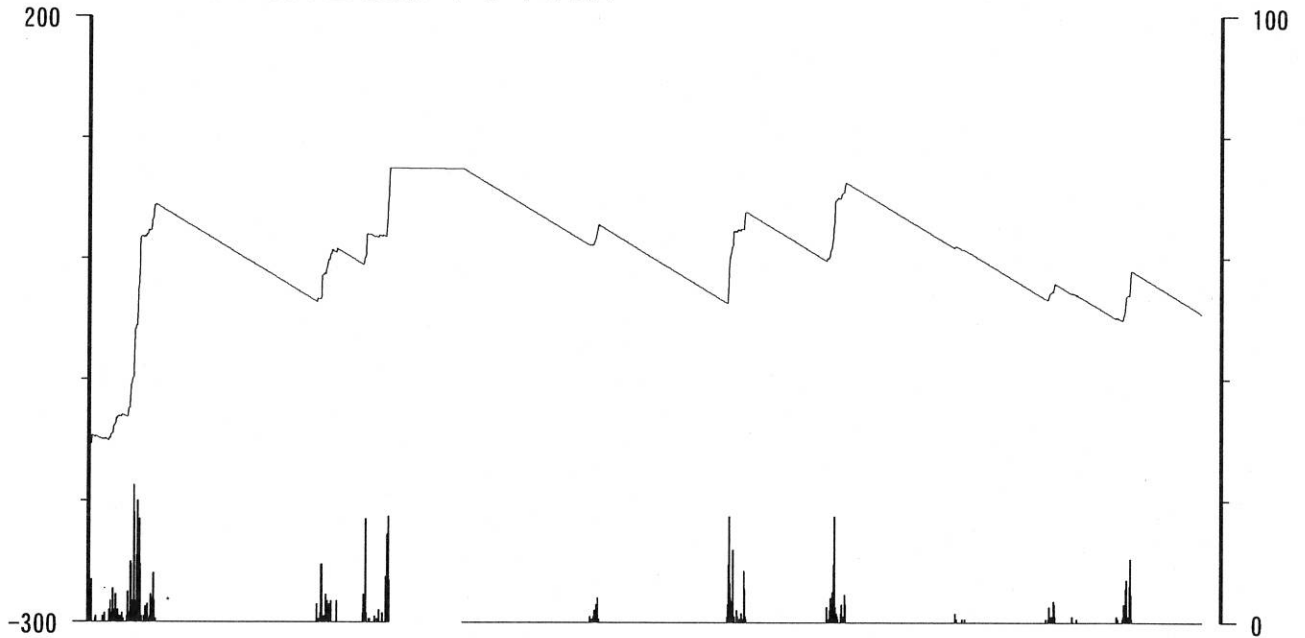


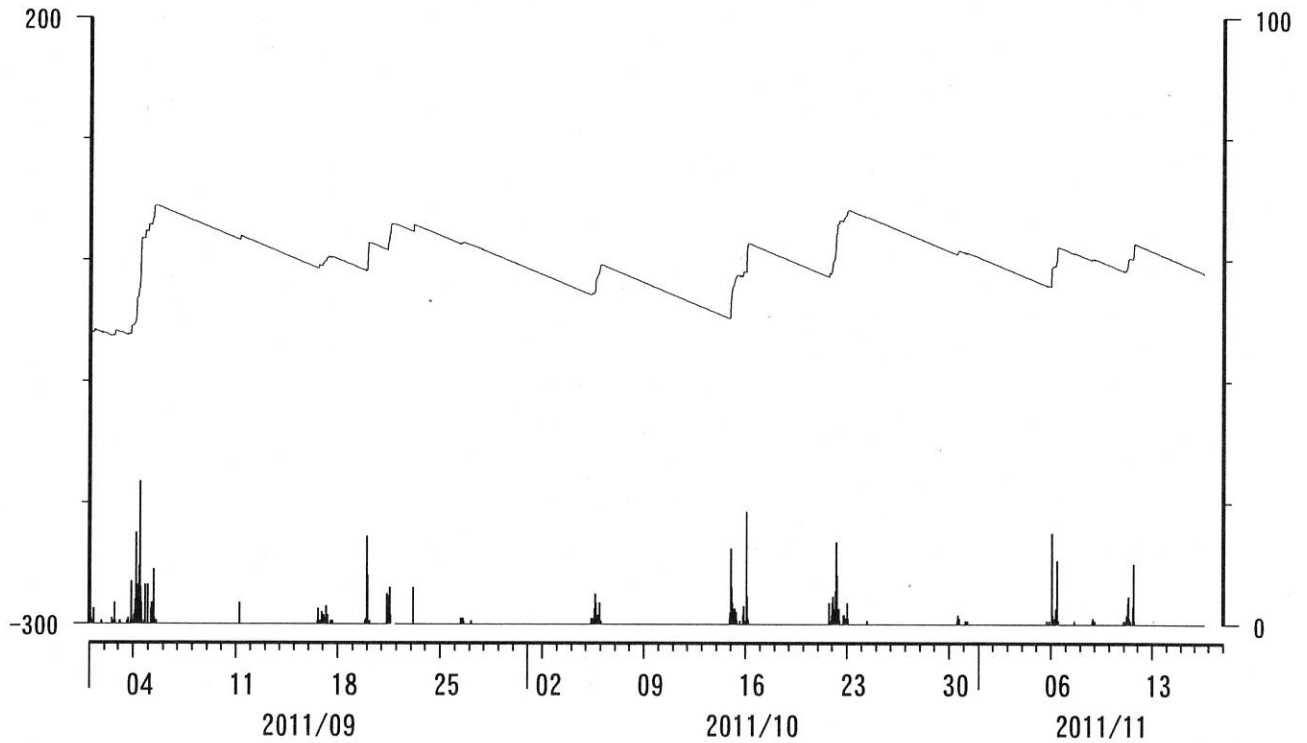
図28: 3観測点における、4組の主歪およびその平均値。MYMの前半部分(左1列)は振幅・方位ともに大きくばらつきたため、ローカルな変位の影響を受けた物と推測される。一方、イベント全期間(右側3列)の主歪は、4組とも方位・振幅に大きなばらつきは無いいため、ローカルな影響はあまり受けていないと推測される。

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]
 (2011/09/01 00:00 - 2011/11/18 00:00)

榛原 降水量(積算) [mm] (時間値)



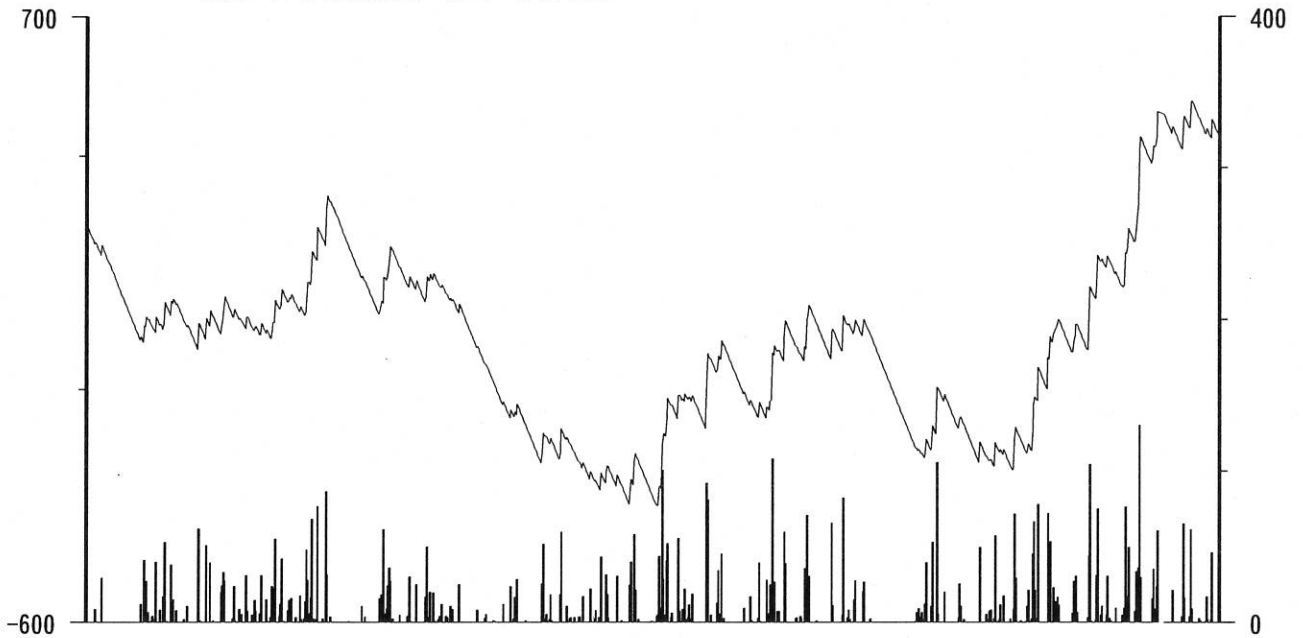
浜岡 降水量(積算) [mm] (時間値)



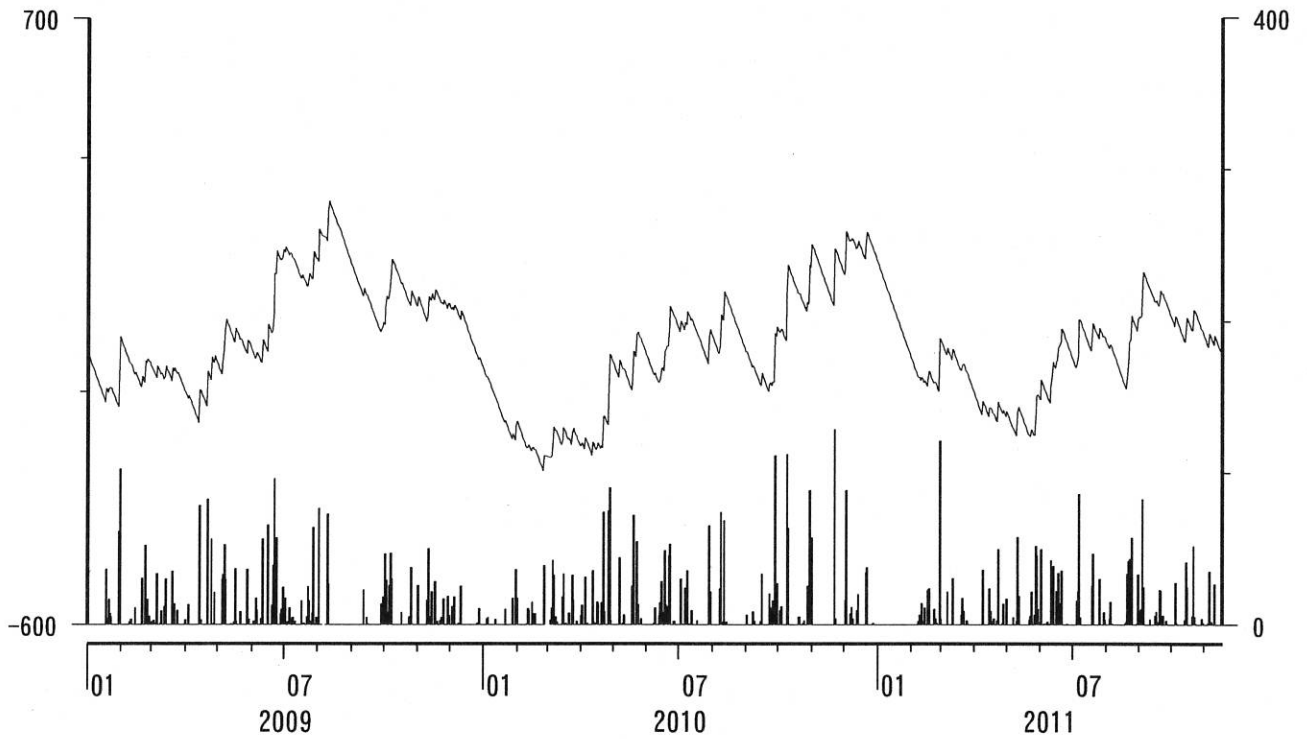
コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

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 - 2011/11/18 00:00)

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。