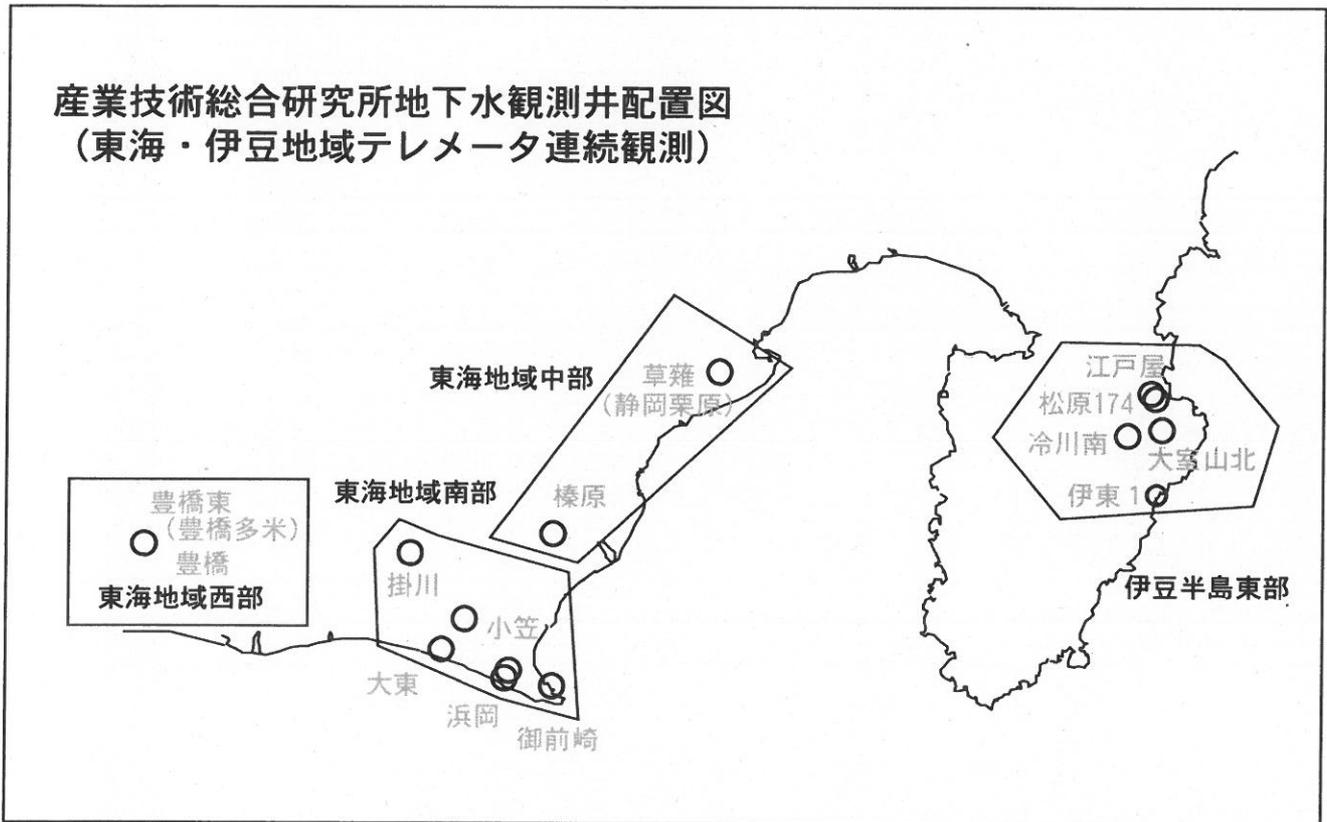


東海・伊豆地域等の地下水観測結果

産業技術総合研究所地下水観測井配置図
(東海・伊豆地域テレメータ連続観測)



【資料目次】

表紙

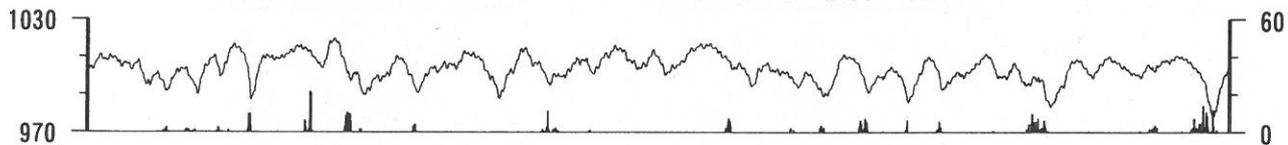
1. 東海地域中部 [榛原, 草薙(静岡栗原)] 地下水 3成分歪; 中期
- 1-b. 東海地域中部 [草薙(静岡栗原)] 3成分歪; 中期
2. 東海地域中部 [榛原, 草薙(静岡栗原)] 地下水 3成分歪; 長期
3. 東海地域南部 [大東, 小笠, 浜岡, 御前崎] 地下水; 中期
4. 東海地域南部 [大東, 小笠, 浜岡, 御前崎] 地下水; 長期
- 4-b. 東海地域南部 [浜岡] 地下水・沈下; 長期
- 4-c. 東海地域南部 [掛川] 地下水・沈下; 長期
5. 東海地域西部 [豊橋, 豊橋東(豊橋多米)] 地下水・歪・傾斜; 中期
- 5-b. 東海地域西部 [豊橋東(豊橋多米)] 歪等; 中期
6. 東海地域西部 [豊橋・豊橋東(豊橋多米)] 地下水・歪・傾斜; 長期
- 6-b. 東海地域西部 [豊橋東(豊橋多米)] 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

東海地域中部 (榛原・草薙) 中期 (時間値)

(2011/02/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

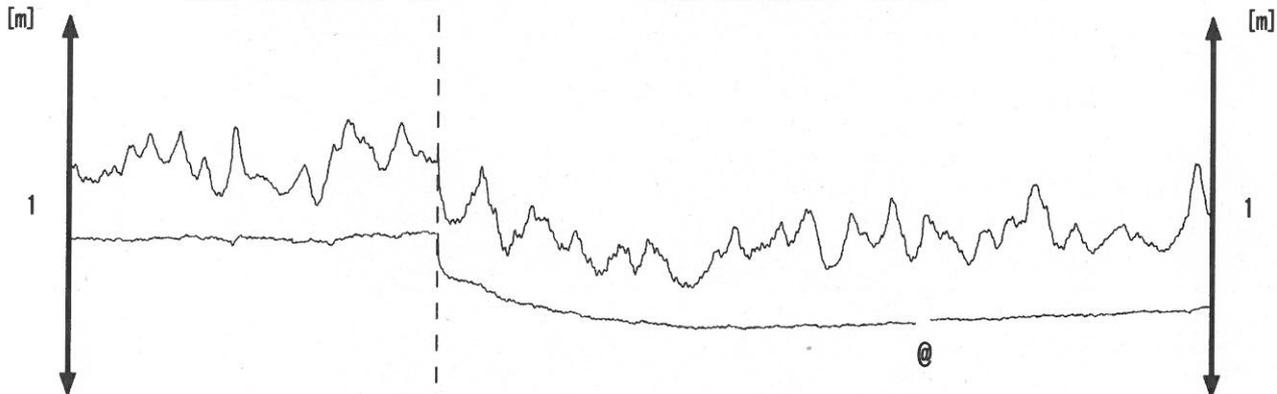
榛原 気圧 (Vaisara) [hPa]

榛原 降水量 (積算) [mm]



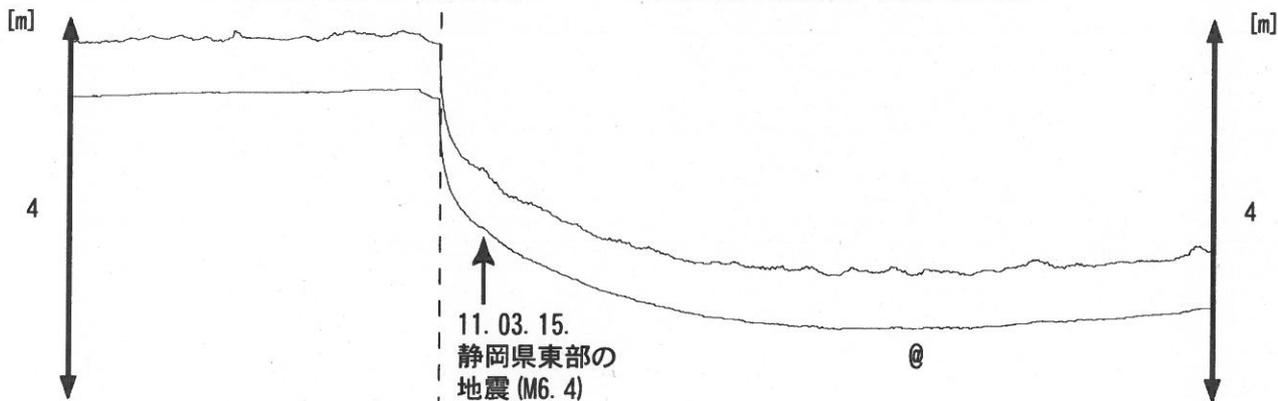
榛原 水位 (差圧) [m]

榛原 水位 (差圧) (MR-AR)



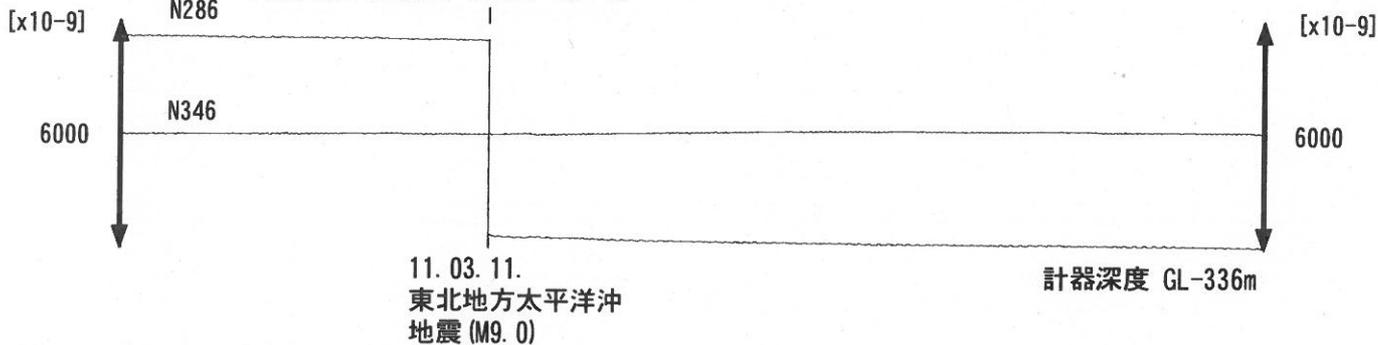
草薙2 (静岡栗原2) 水位 [m]

草薙2 (静岡栗原2) 水位 (MR-AR)



11.03.15.
静岡県東部の
地震 (M6.4)

草薙1 (静岡栗原1) 歪all [xE-9]



11.03.11.
東北地方太平洋沖
地震 (M9.0)

計器深度 GL-336m

02

2011 03 04 05

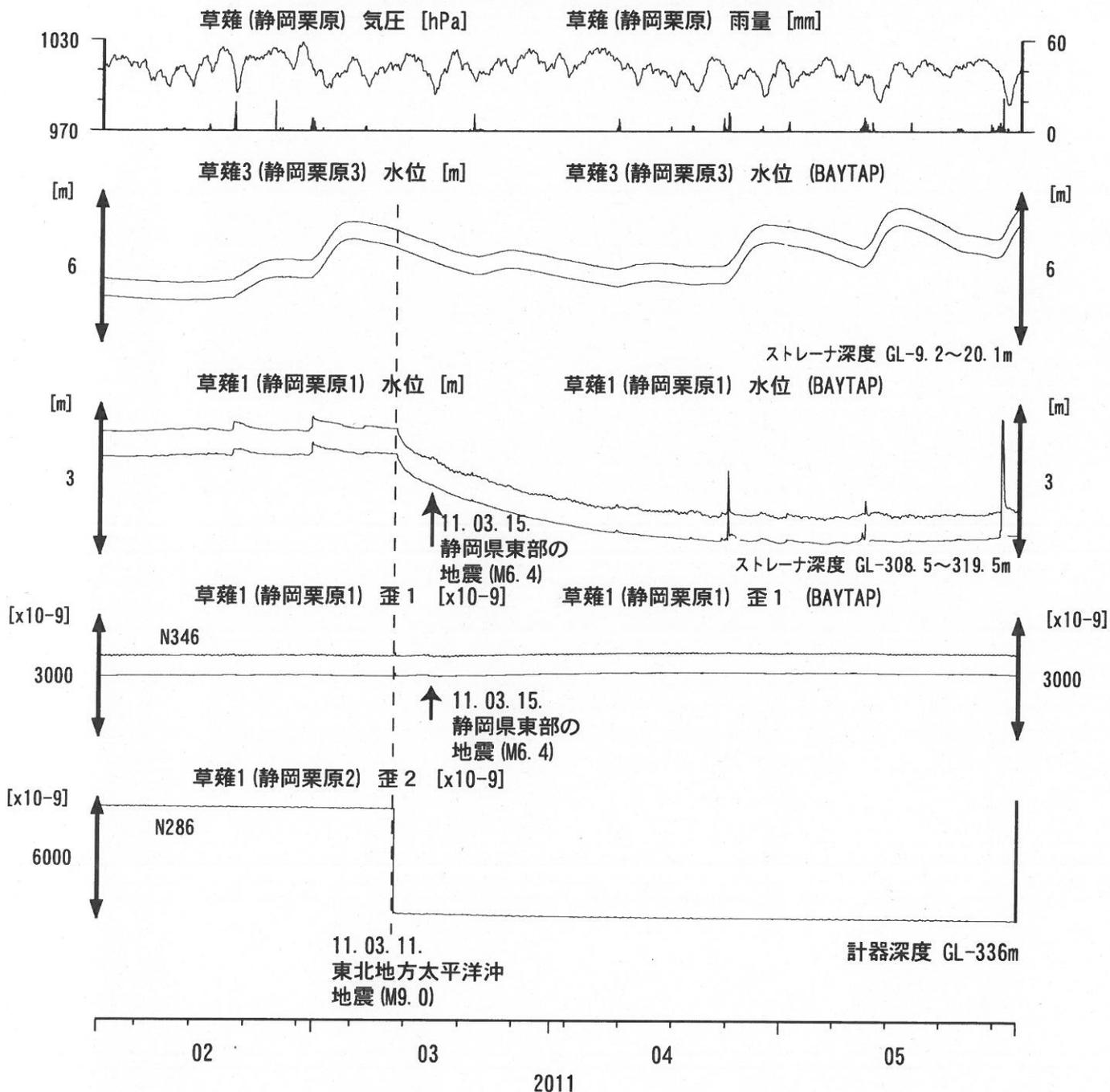
コメント：*;雨量補正不十分。\$;保守。

@;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。

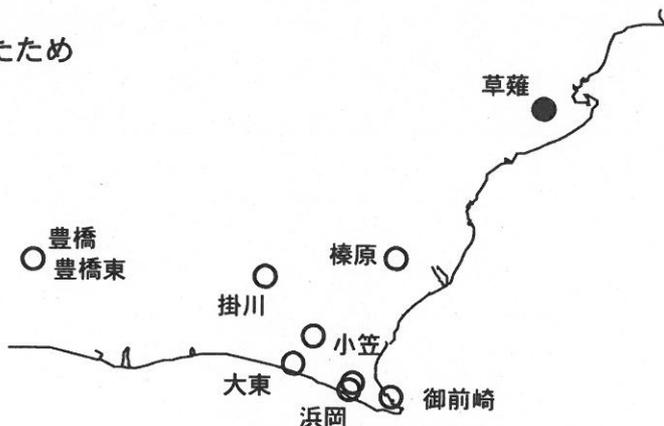


東海地域中部 (草薙・歪) 中期 (時間値)
 (2011/02/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

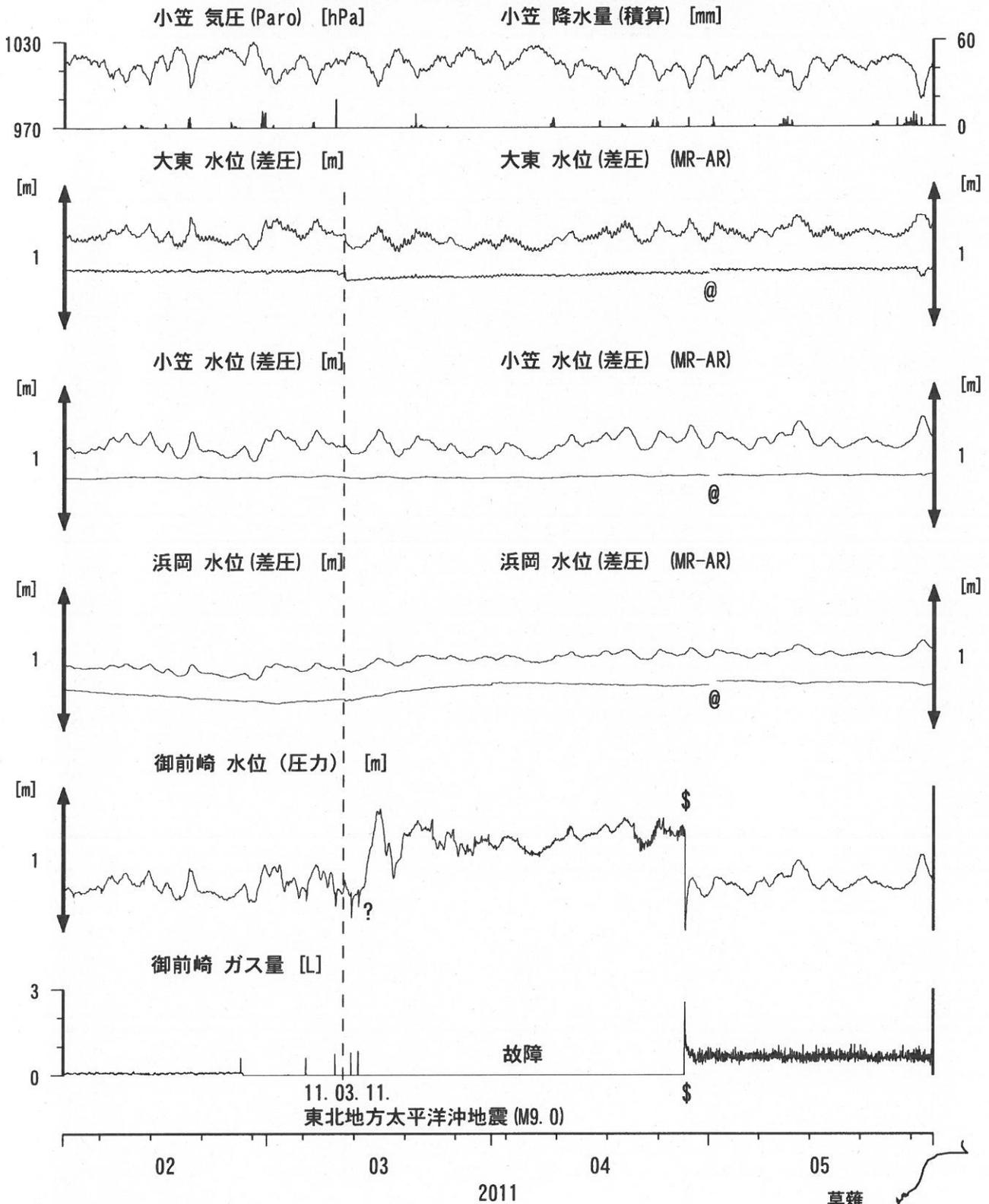


コメント: \$; 保守.

草薙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。

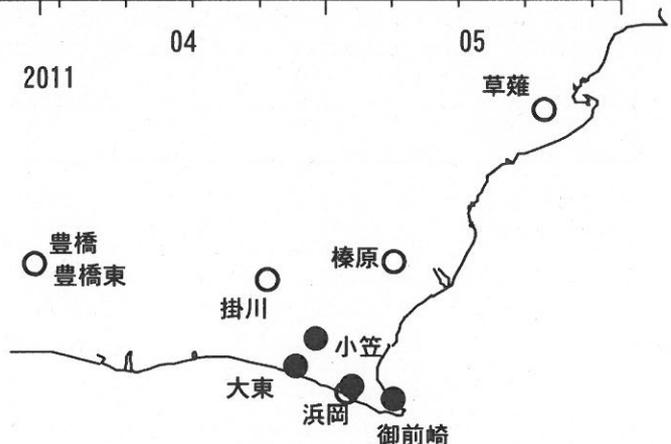


東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2011/02/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

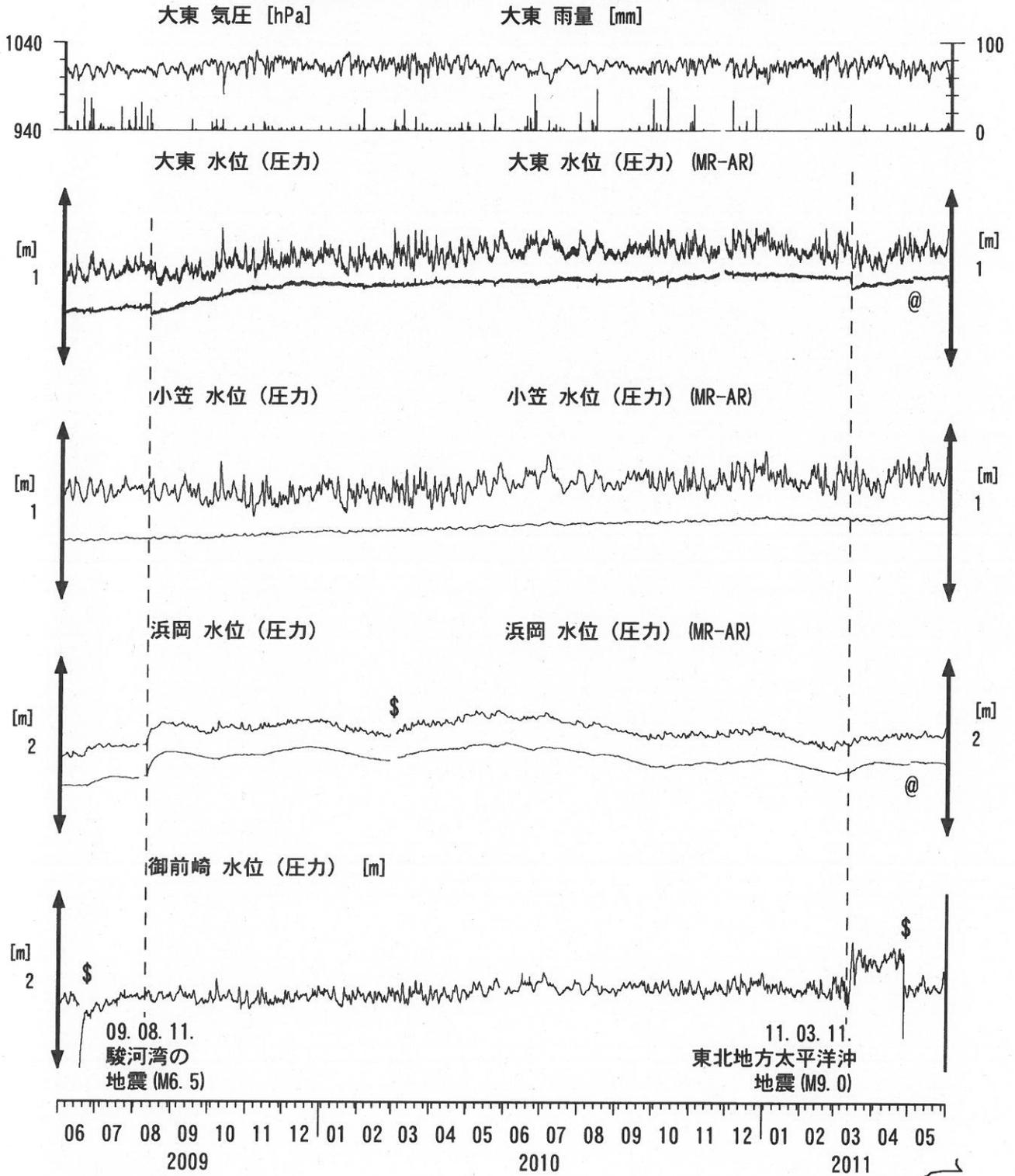


コメント:

*;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。
 御前崎の水位が時々パルス状に変化するの
 は、間欠的な泡の発生のためと考えられる。
 2011年3月15日頃からの御前崎の水位の上
 昇については原因不明。
 同年4月28日の水位の低下については、
 ガス測定システムの復旧によると思われる。



東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)
 (2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

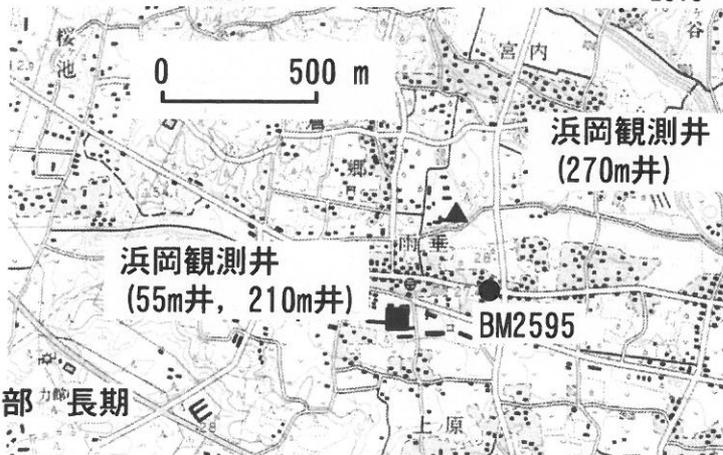
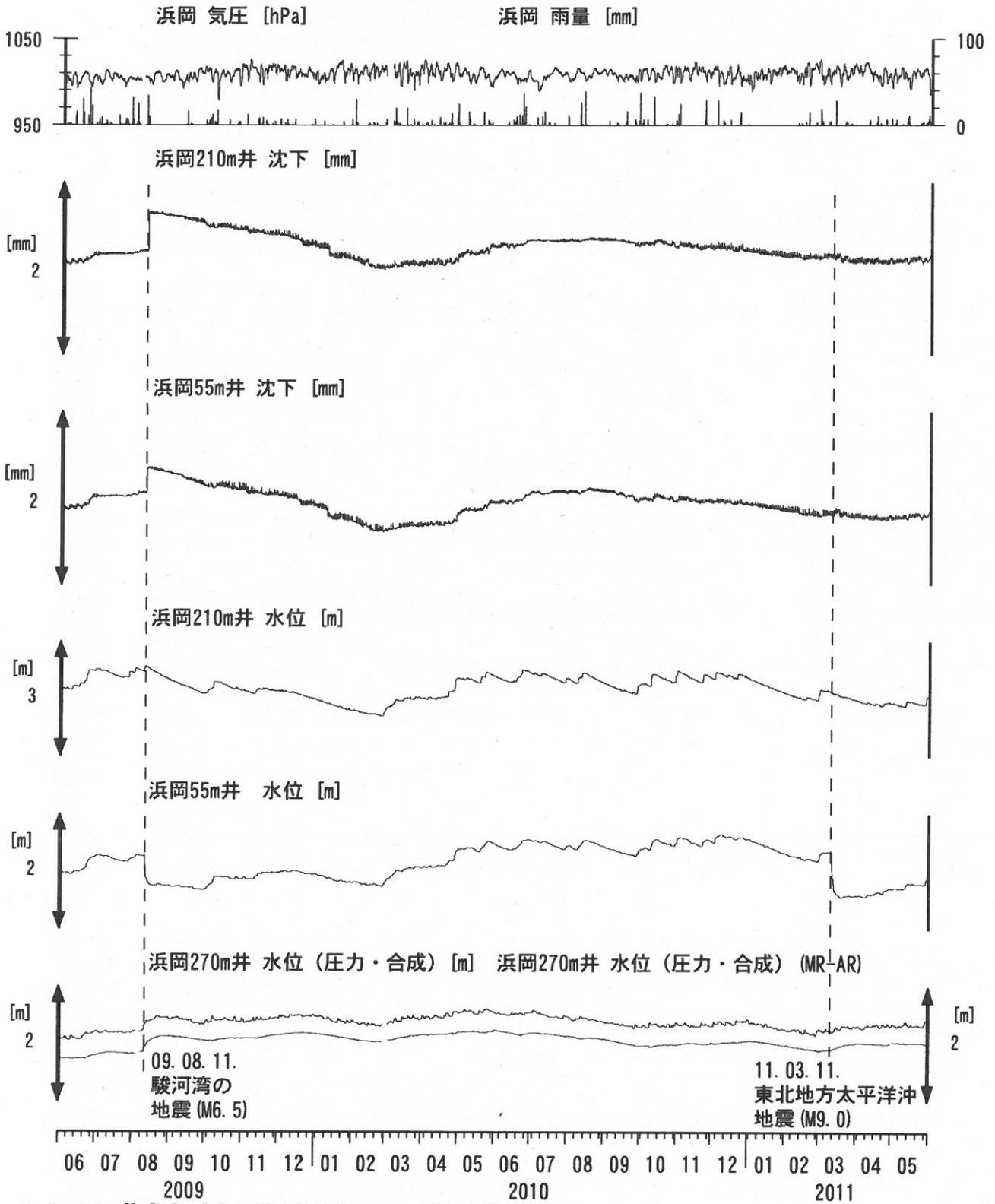


コメント:

*;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日頃からの御前崎の水位の上昇に
 ついては原因不明。
 同年4月28日の水位の低下については、
 ガス測定システムの復旧によると思われる。



浜岡沈下・水位（時間値） (2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

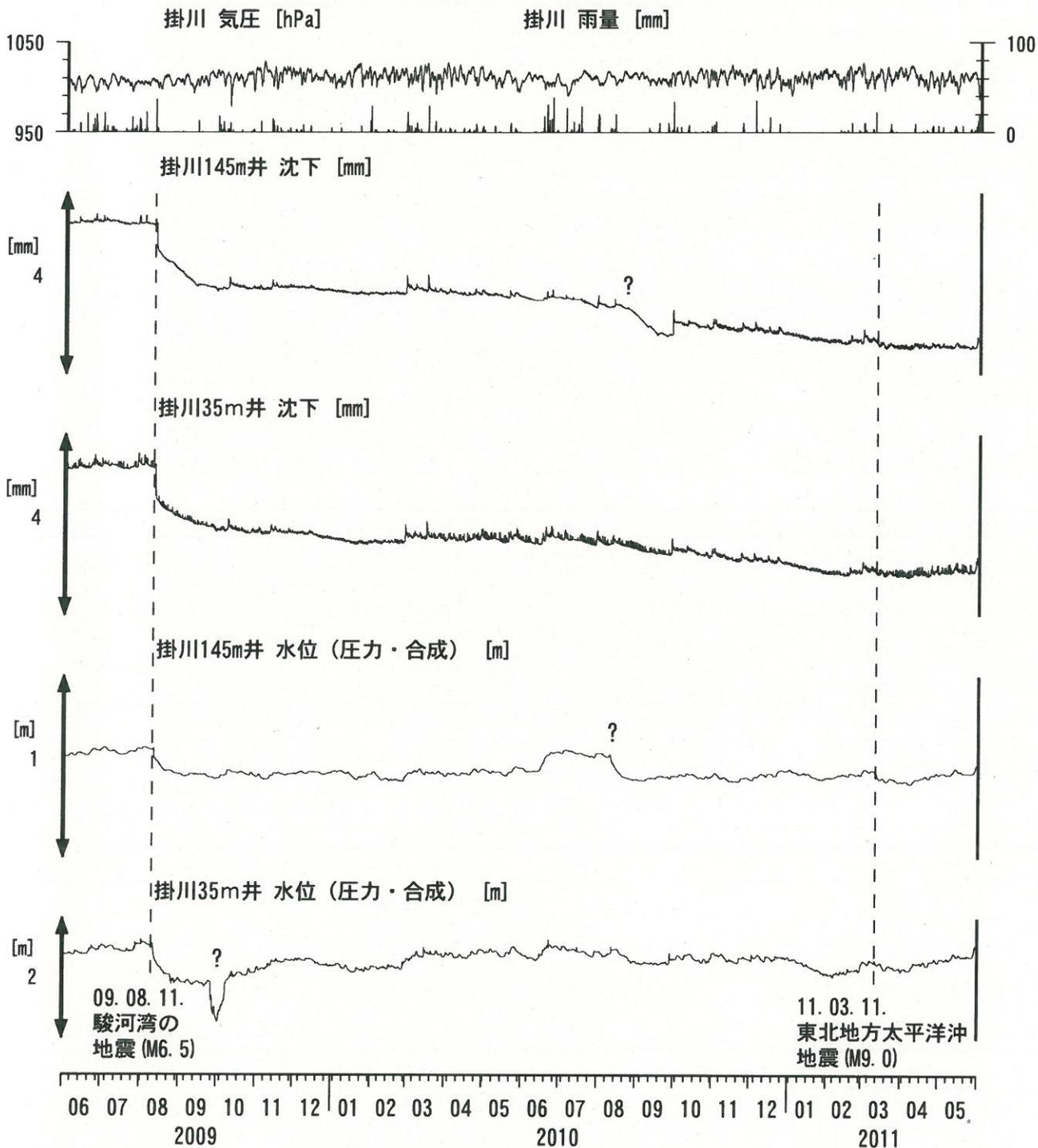


コメント：\$;保守.



掛川沈下・水位 (時間値)

(2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



コメント: \$;保守.
?;原因不明.



0 500 m



東海地域西部（豊橋・豊橋東）長期（時間値）
 (2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

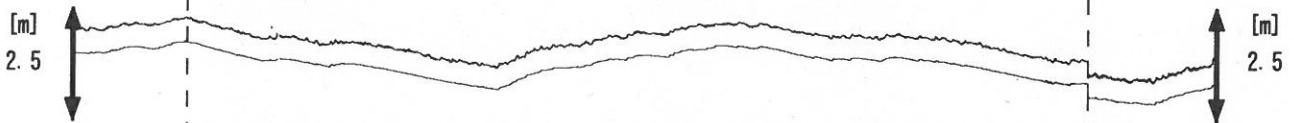
豊橋 気圧 [hPa]

豊橋 雨量 [mm]



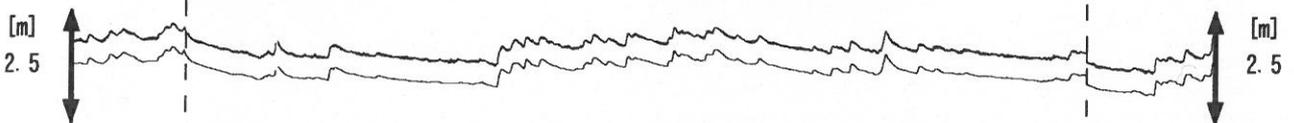
豊橋1 水位 [m]

豊橋1 水位 (BAYTAP)



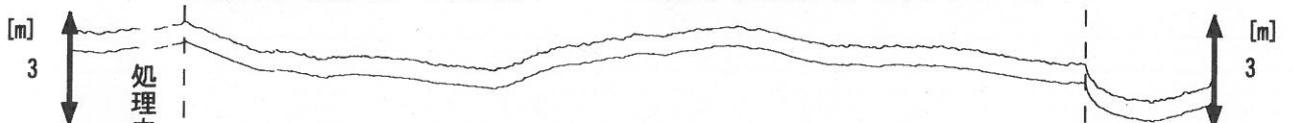
豊橋2 水位 [m]

豊橋2 水位 (BAYTAP)

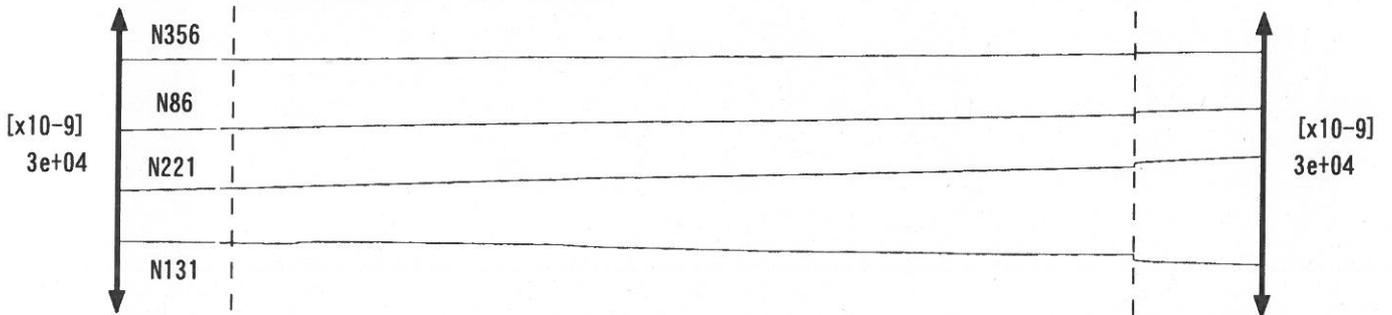


豊橋東(豊橋多米) 水位 [m]

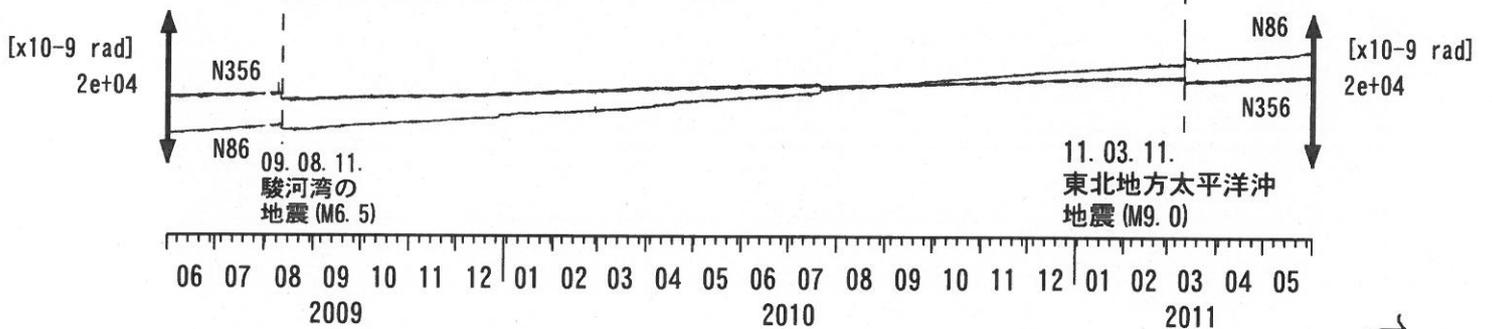
豊橋東(豊橋多米) 水位 (BAYTAP)



豊橋東(豊橋多米) 歪 [x10⁻⁹]



豊橋東(豊橋多米) 傾斜 [x10⁻⁹ rad]



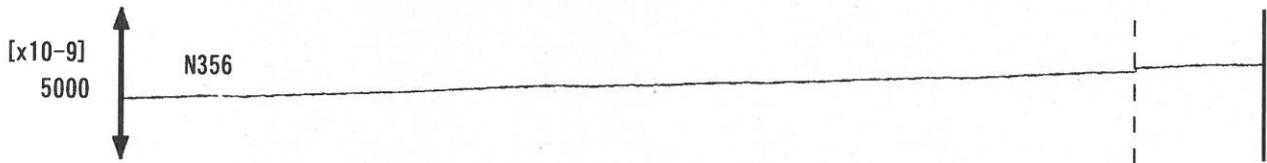
コメント：\$;保守. ?;原因不明.
 傾斜計データの処理方法を変えたので、
 地震時のパルス状の変化が見えにくくなった。



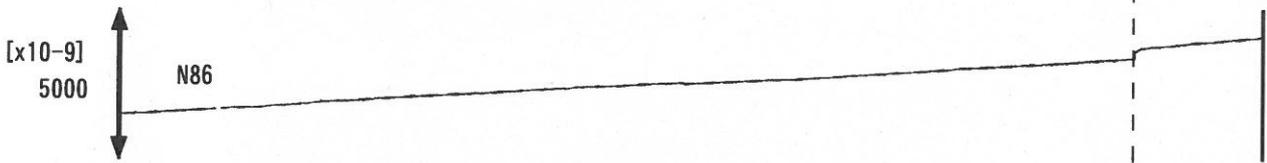
東海地域西部 (豊橋東 歪) 長期 (時間値)

(2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

豊橋東(豊橋多米) 歪 N356E [x10⁻⁹]



豊橋東(豊橋多米) 歪 N86E [x10⁻⁹]



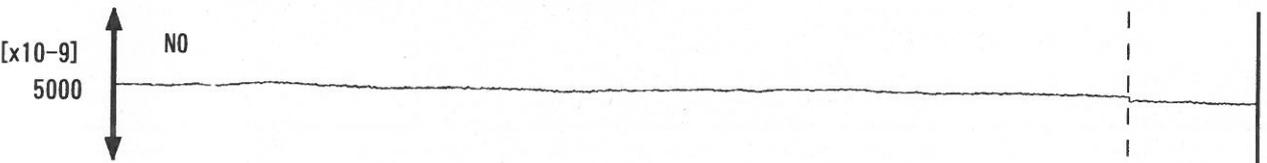
豊橋東(豊橋多米) 歪 N131E [x10⁻⁹]



豊橋東(豊橋多米) 歪 N221E [x10⁻⁹]



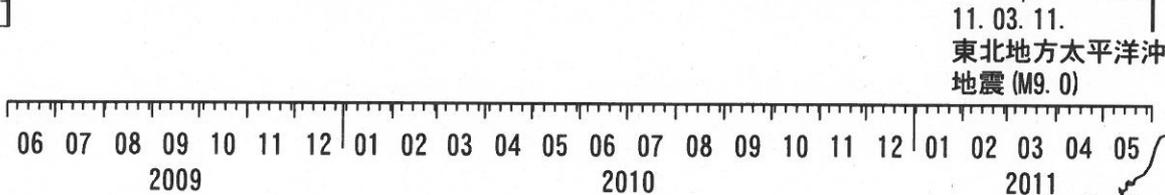
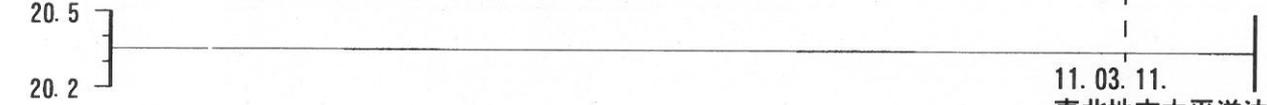
豊橋東(豊橋多米) 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



豊橋東(豊橋多米) 磁力 [nT]



豊橋東(豊橋多米) 歪計温度(水晶式) [deg. C]



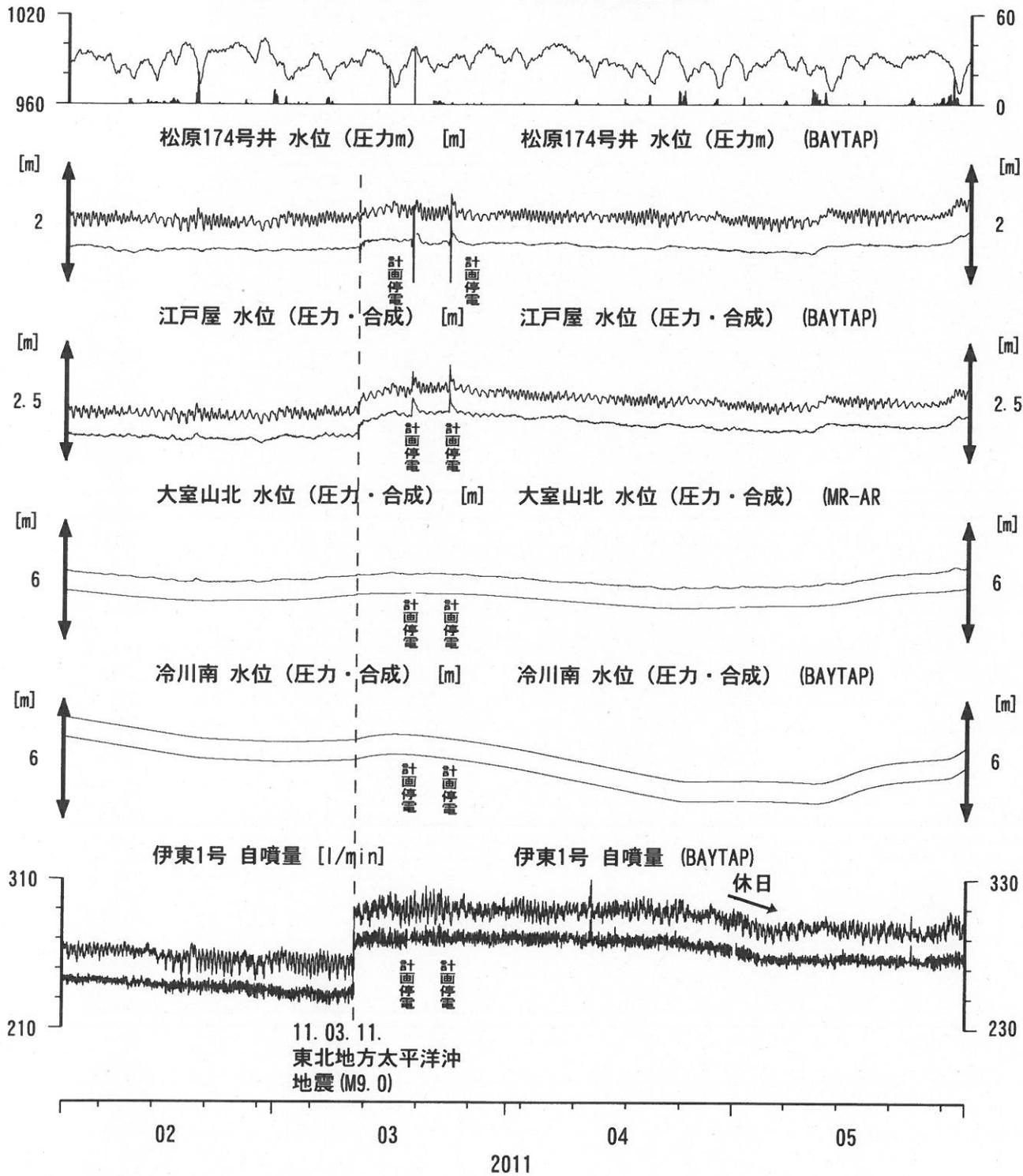
コメント: \$; 保守. ?; 原因不明.



伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2011/02/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

冷川南 気圧 (円筒) [hPa] 大室山北 雨量 [mm]

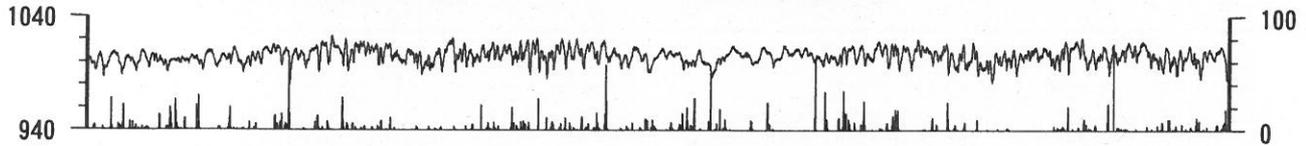


コメント：\$;保守. ?;原因不明.
 松原174号井は静岡県による観測.
 伊東1は、休日・年末年始に周囲の温泉使用量が増加するため、自噴量が減少する.
 伊東1の自噴量は、量が少なくなると配管構造のため、見かけ上、値がばらつく.

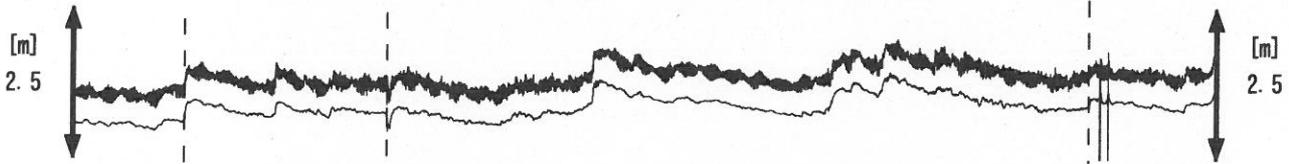


伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期 (時間値) (2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

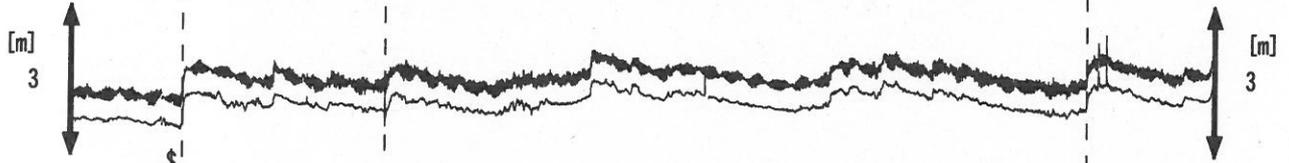
大室山北 気圧 (円筒) [hPa] 大室山北 雨量 [mm]



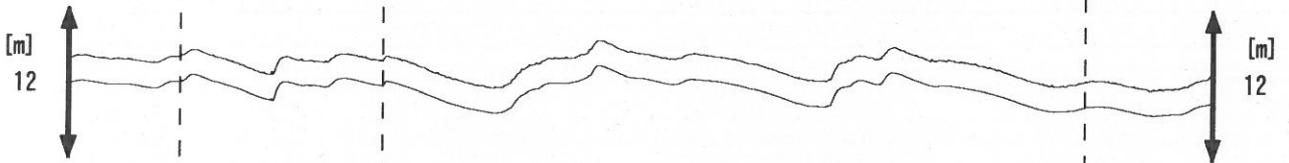
松原174号井 水位 (压力m) [m] 松原174号井 水位 (压力m) (BAYTAP)



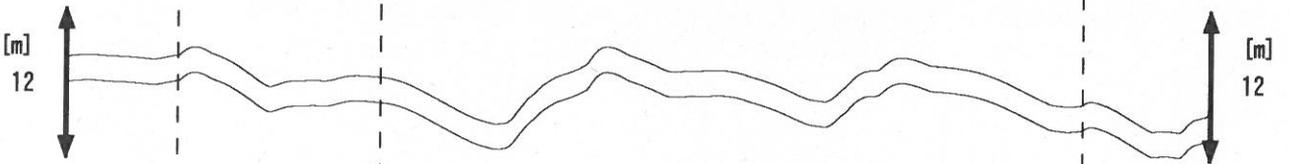
江戸屋 水位 (压力) [m] 江戸屋 水位 (压力) (BAYTAP)



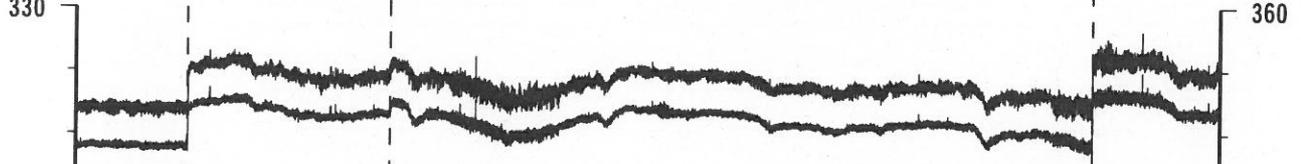
大室山北 水位 (压力・合成) [m] 大室山北 水位 (压力・合成) (MR-AR)



冷川南 水位 (压力・合成) [m] 冷川南 水位 (压力・合成) (BAYTAP)

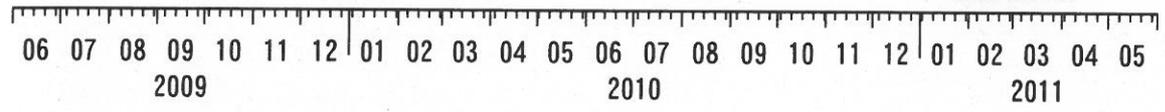


伊東1号 自噴量 [l/min] 伊東1号 自噴量 (BAYTAP)



09. 08. 11. 伊豆東方沖 駿河湾の地震 (M6.5) 群発地震

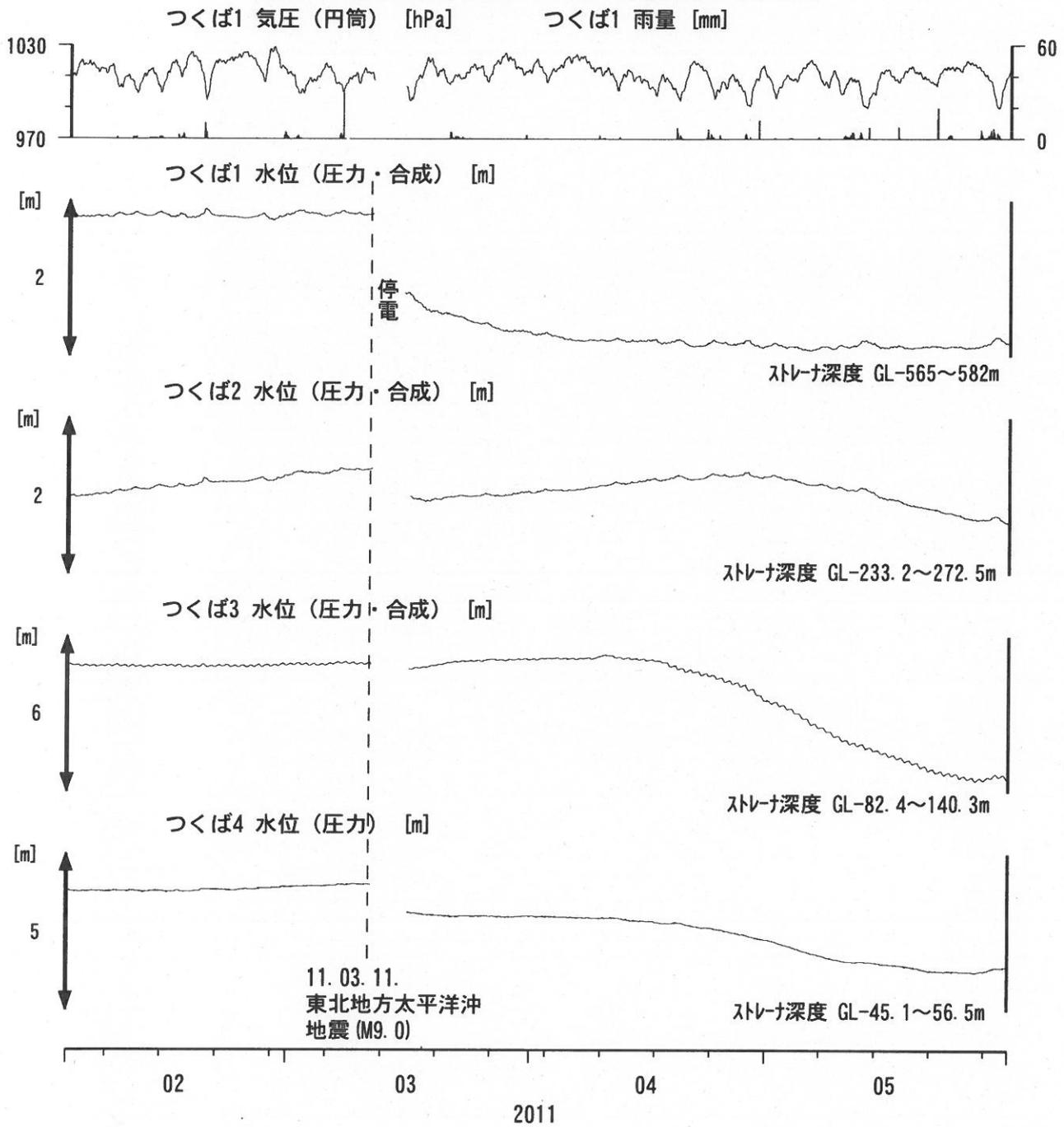
11. 03. 11. 東北地方太平洋沖地震 (M9.0)



コメント：\$;保守. ?;原因不明.
 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。
 2009年7月28日に江戸屋の水位計を更新した。



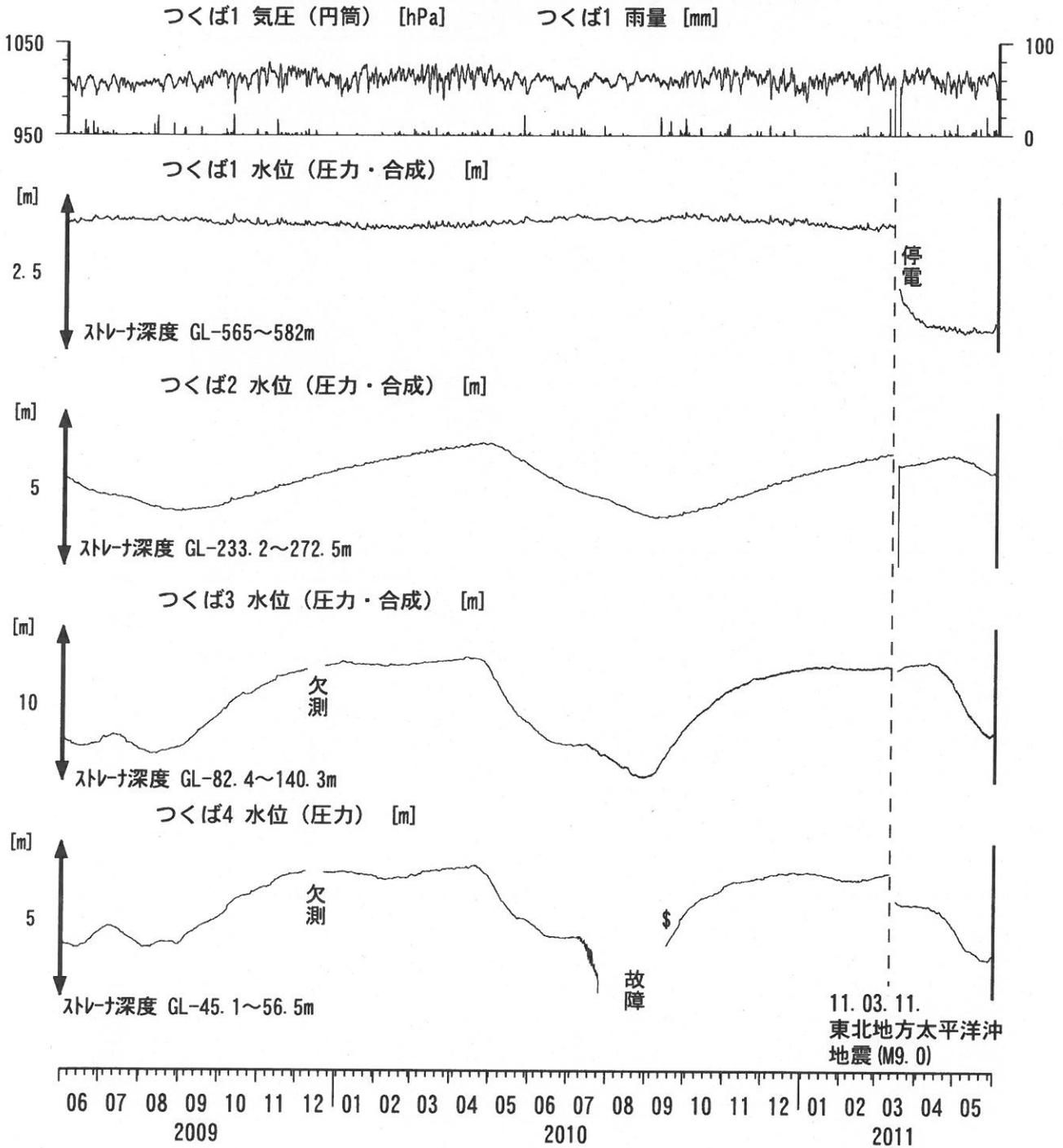
関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)
 (2011/02/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



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)
 (2009/06/01 00:00 - 2011/06/01 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。
 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。



近畿地域の地下水位・歪観測結果（2011年2月～2011年5月）

産業技術総合研究所

2011年2月～2011年5月の近畿地域におけるテレメータによる地下水位およびボアホール型歪計による地殻歪（水平3成分）の観測結果を報告する。観測点は14点（観測井は16井戸）である（第1図）。hks-oでは2011年1月に水位計が故障して観測停止中にてデータ掲載を中止するため、本報告における観測井の数は減少した。同期間中に第1図で示す範囲内で、M4以上で深さ30kmより浅い地震は、2011年5月10日23時1分頃に発生した和歌山県北部の地震（M4.2、深さ5km）である。M4以上で深さ30kmより深い地震は、2011年2月19日22時4分頃に発生した和歌山県南方沖の地震（M4.0、深さ32km）、2011年2月21日15時46分頃に発生した和歌山県北部の地震（M4.8、深さ53km）、2011年5月7日21時47分頃に発生した紀伊水道での地震（M4.0、深さ39km）である。

第2～6図には、2010年11月～2011年5月における地下水位1時間値の生データ（上線）と補正值（下線）を示す。ボアホール型歪計が併設してある観測点については、同期間における歪3成分の観測値（生データ）も示す。歪の図において「N120E」などと示してあるのは、歪の方向が北から120度東方向に回転していることを示す。水位補正值（corrected）は、潮汐解析プログラムBAYTAP-GIによって、気圧・潮汐・不規則ノイズの影響を除去した結果である。なお、tkz・ysk・yst1・yst2およびyst3は地上より上に水位が来るので、井戸口を密閉して水圧を測定し、それを水位に換算している。hksではケーシングを二重にして、外管で浅い方の地下水位（hks-o）を、内管で深い方の地下水位（hks-i）をそれぞれ測定し、別々の観測井にカウントしている。

hrbの地下水位の短期的な上下変化は、口元から雨が流れ込んだためと思われる（第4図）。

これらのデータ（グラフ等）は、<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/gxwell/GSJ/index.shtml>で公開されている。（北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・佐藤努・松本則夫・大谷竜・板場智史・桑原保人・佐藤隆司・木口努・長郁夫）

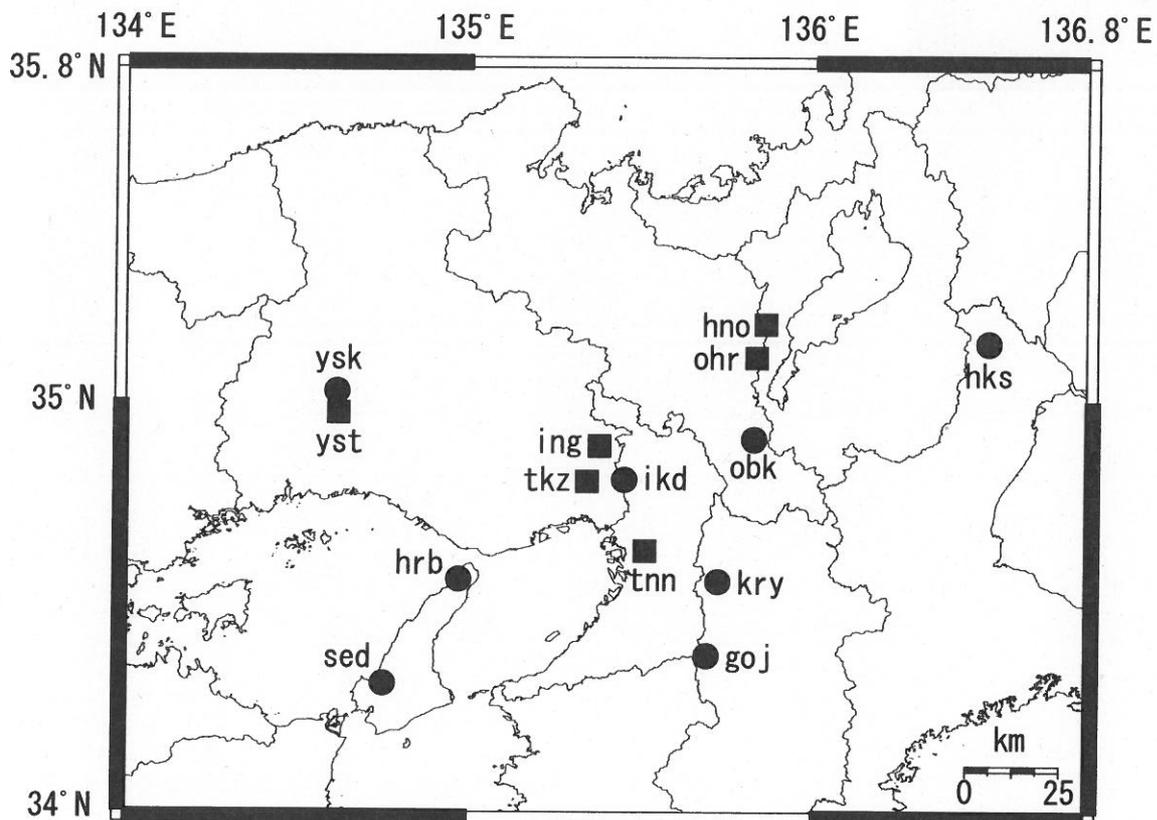


Fig.1 観測点分布図（●・■）。●は地下水のみの観測点で、■はボアホール型歪計を併設している観測点。

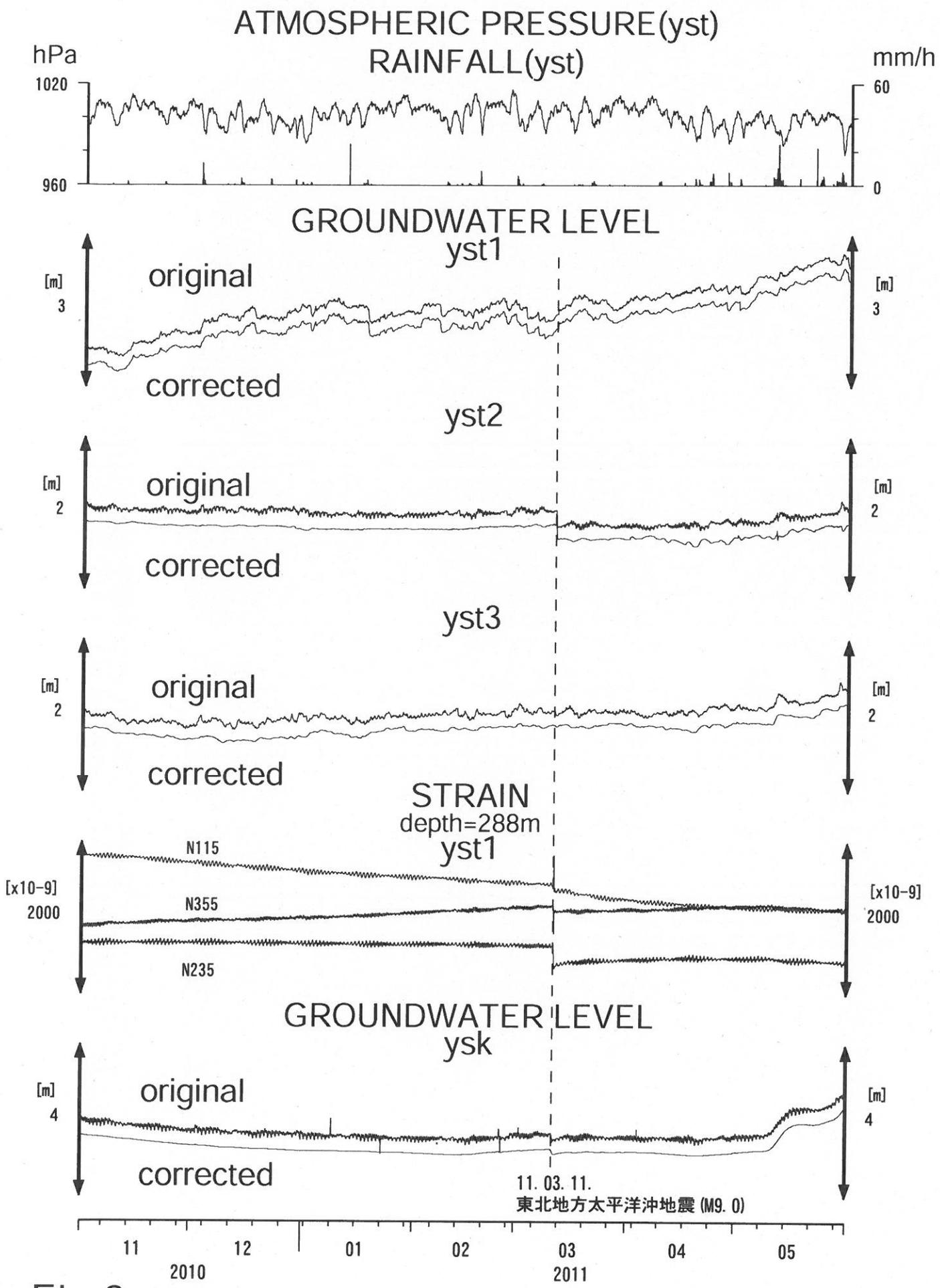


Fig.2

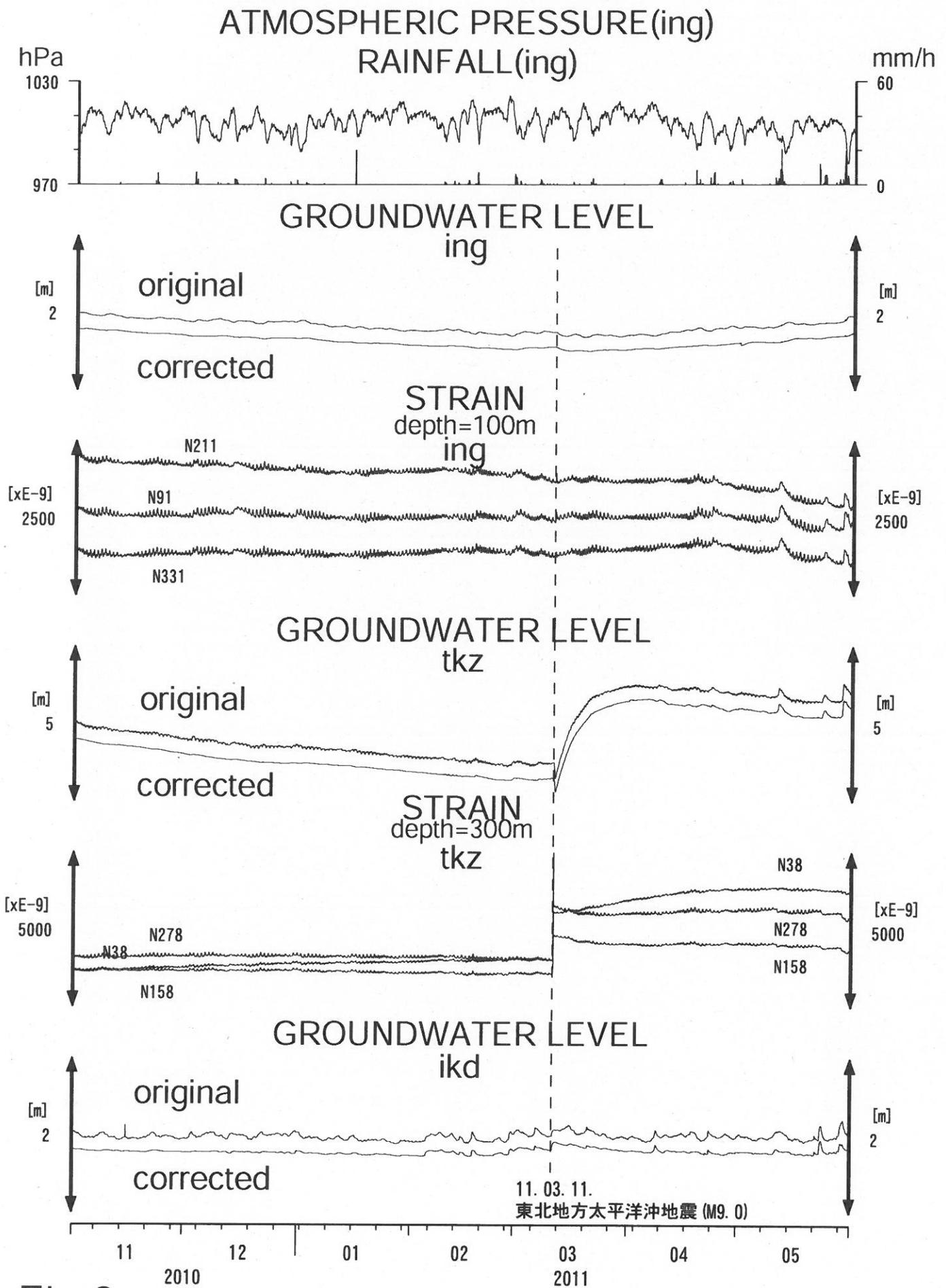


Fig.3

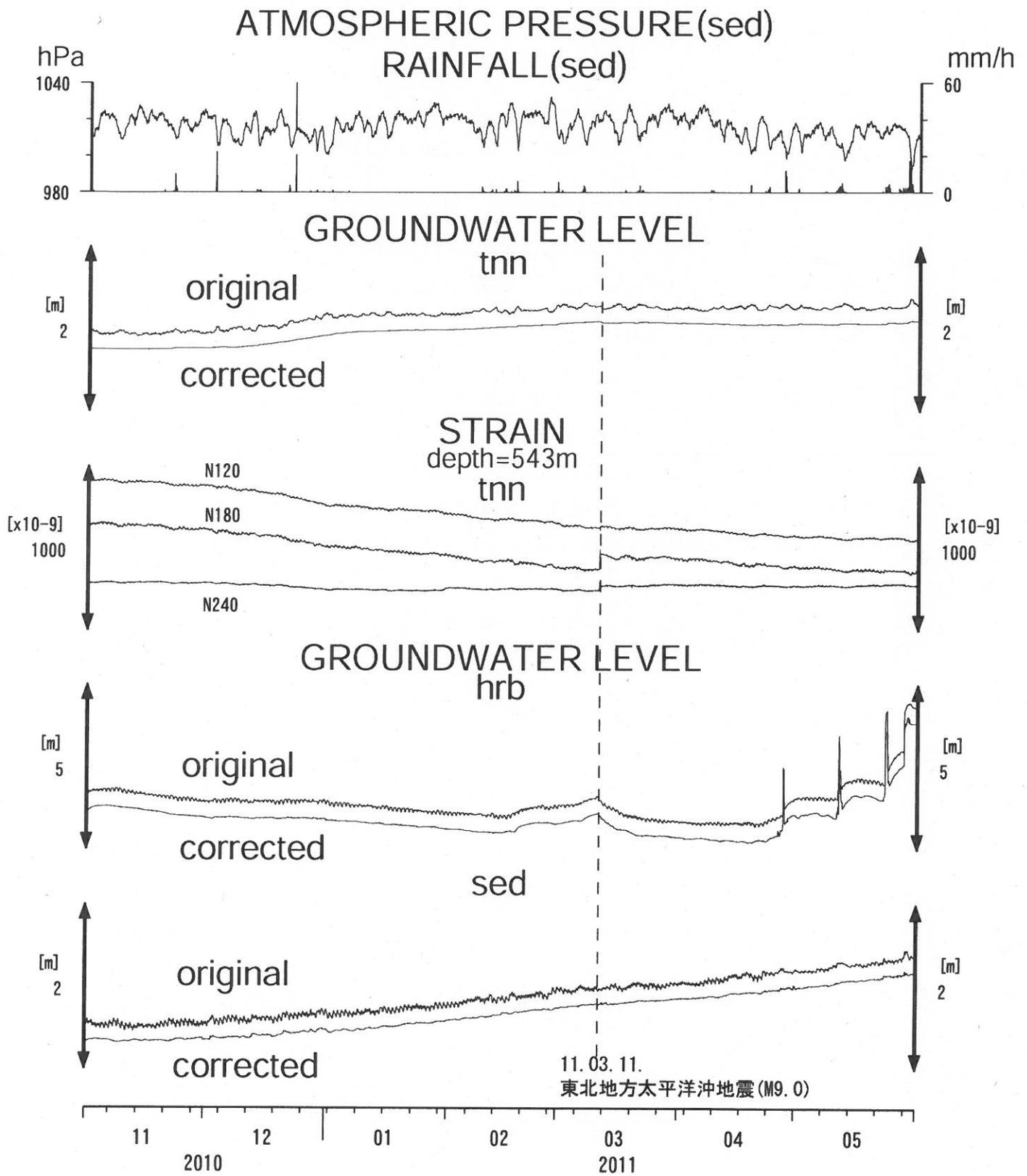


Fig.4

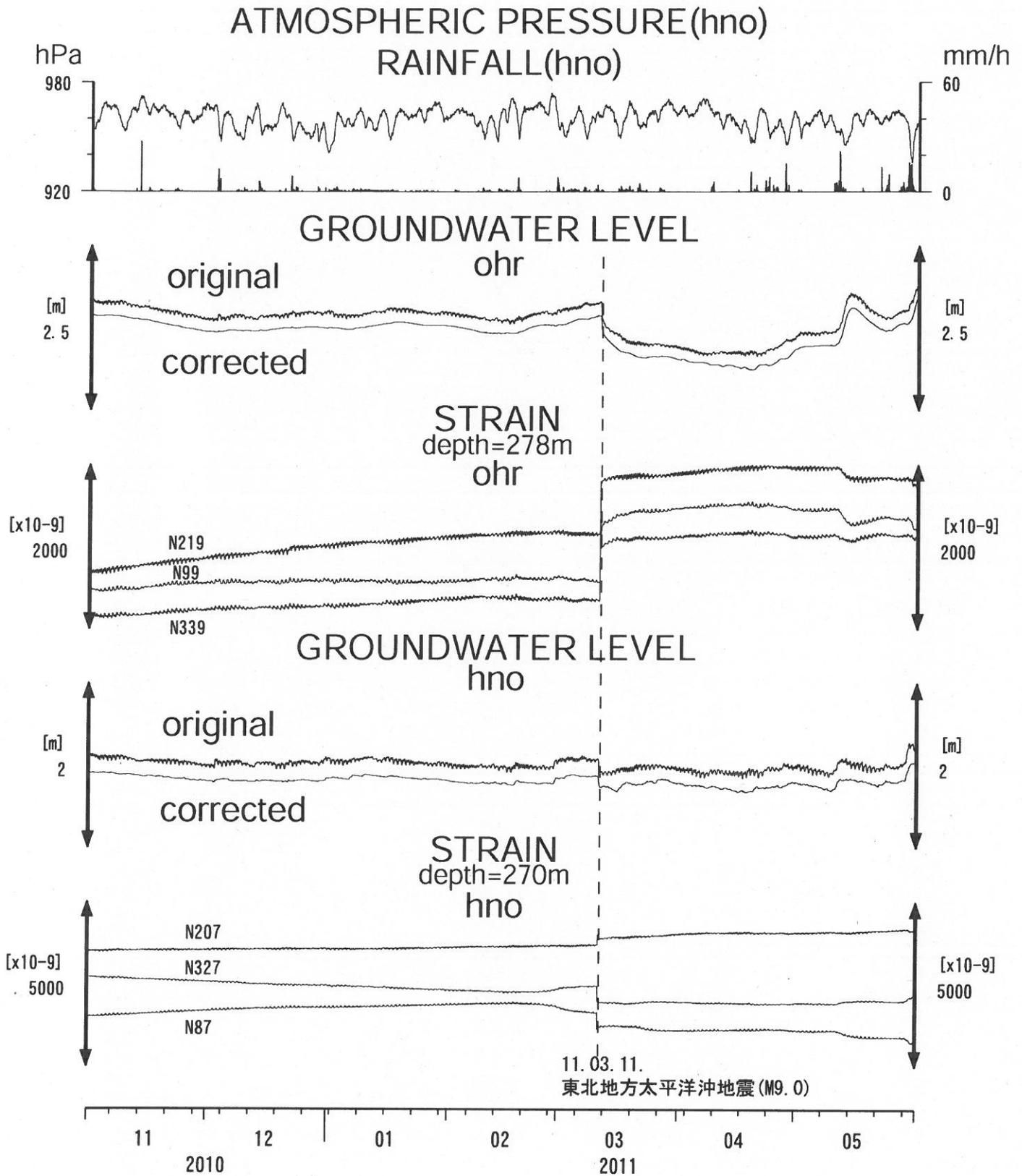


Fig.5

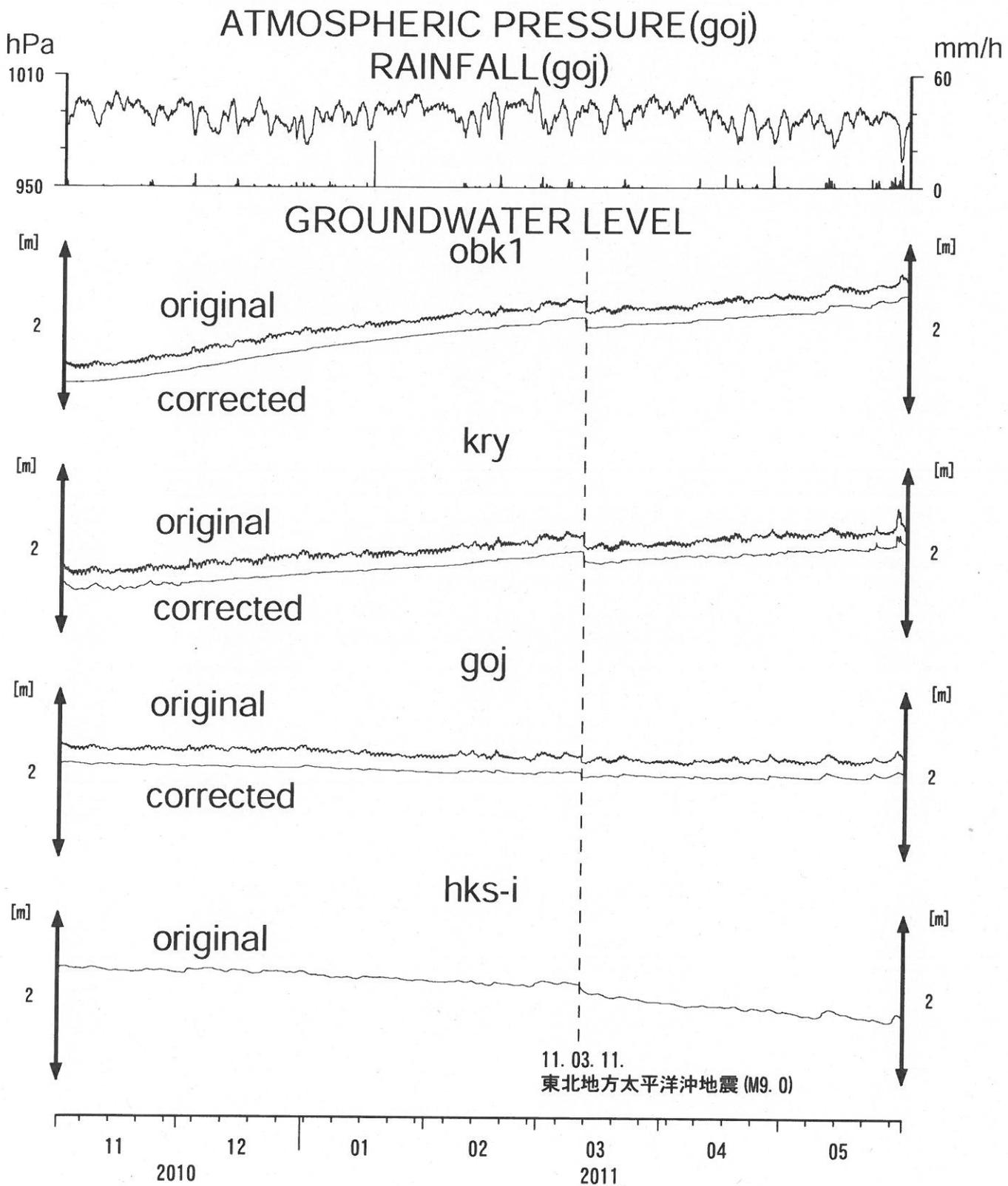


Fig.6

産業技術総合研究所では、2007年度から東海・紀伊半島・四国の14点で地下水等総合観測施設を順次整備し、地下水・歪等の観測を開始している。観測を開始して間もない12観測点を除く12観測点に、既存の観測点と合わせて、観測点配置図をFig.1に示す。

Fig.2～30には、2010年11月～2011年5月における歪・傾斜・地下水位の1時間値の生データ(上線)と補正值(下線)を示す。歪・傾斜の図において「N120E」などと示してあるのは、歪・傾斜の測定方向が北から120度東方向に回転していることを示す。補正值は、潮汐解析プログラムBAYTAP-G[Tamura *et al.*, 1991]によって、気圧・潮汐・不規則ノイズの影響を除去した結果である。歪・傾斜のグラフについては、主に直線トレンド(1次トレンド)を除去している。Fig.31～33には、産総研でのエンベロープ相関法による深部低周波微動の震源および個数の解析結果を示す。

東海全体(RT0～3)で微動の発生回数が50個/日を超えた日を含む期間(その期間については、回数が20個/日以上で活動開始、20個/日未満で活動終了と判断する)については、Fig.2～5およびFig.31に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RT0～3)と共に表示した。紀伊半島全体(RK0～4)で微動の発生回数が50個/日を超えた日を含む期間(その期間については、回数が20個/日以上で活動開始、20個/日未満で活動終了と判断する)については、Fig.6～17およびFig.32に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RK0～4)と共に表示した。四国東部(RS4-RS6)の合計で微動の発生回数が25個/日を超えた日を含む期間(その期間については、回数が10個/日以上で活動開始、10個/日未満で活動終了と判断する)については、Fig.18～24およびFig.33に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RS4～6)と共に表示した。四国西部(RS0～RS3)の合計で微動の発生回数が100個/日を超えた日を含む期間(その期間については、回数が20個/日以上で活動開始、20個/日未満で活動終了と判断する)については、Fig.25～30およびFig.33に灰色網掛けにてその期間を主な活動地域(RS0-3)と共に表示した。加えて、紀伊半島において、微動の発生回数が上記の基準を超えなかったものの、歪変化が発生した現象が二回あった。一回目は2011年2月20日～23日、二回目は2011年3月12日～13日であった(Fig.32の点線囲み)。

2011年11月20日～23日にかけて、和歌山県での地震後に活動が見られた。前半(A)は和歌山県中部、後半(B)は奈良県南部で微動が発生し、その間、ICUおよびKSTで歪変化が観測された(Fig.34)。これらの歪変化を説明する断層モデルを以下のように推定した。第一段階では、フィリピン海プレート境界面上[弘瀬ほか, 2007]にパッチ(断層面)を仮定し、グリッドサーチを行って残差分布を求めた。パッチサイズは幅・長さ共に20km、グリッドの間隔は経緯度共に0.1°、すべり量は5～500mmの範囲にて5mm間隔で可変とした。第二段階では、パッチサイズを幅・長さ共に10～50kmまで5km間隔で可変としてグリッドサーチにより断層面を推定した。前半(A)での第一段階での結果をFig.35に、第二段階での結果をFig.36に示す。後半(B)での第一段階での結果をFig.37に、第二段階での結果をFig.38に示す。これらの計算にはOkada [1992]を用いた。なお、主歪場・断層モデルの推定には、Matsumoto *et al.*[2010]による孔井内歪計の原位置キャリブレーションの結果を用いた。

2011年3月12日～13日にかけて、ICUおよびMYMで歪変化が観測された(Fig.39)。上記と同様にグリッドサーチにより残差分布や断層面を推定した結果をFig.40～41に示す。

産総研でのエンベロープ相関法においては、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。

(北川有一・板場智史・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・武田直人)

参考文献

Okada, Y., Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040, 1992.

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.

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.

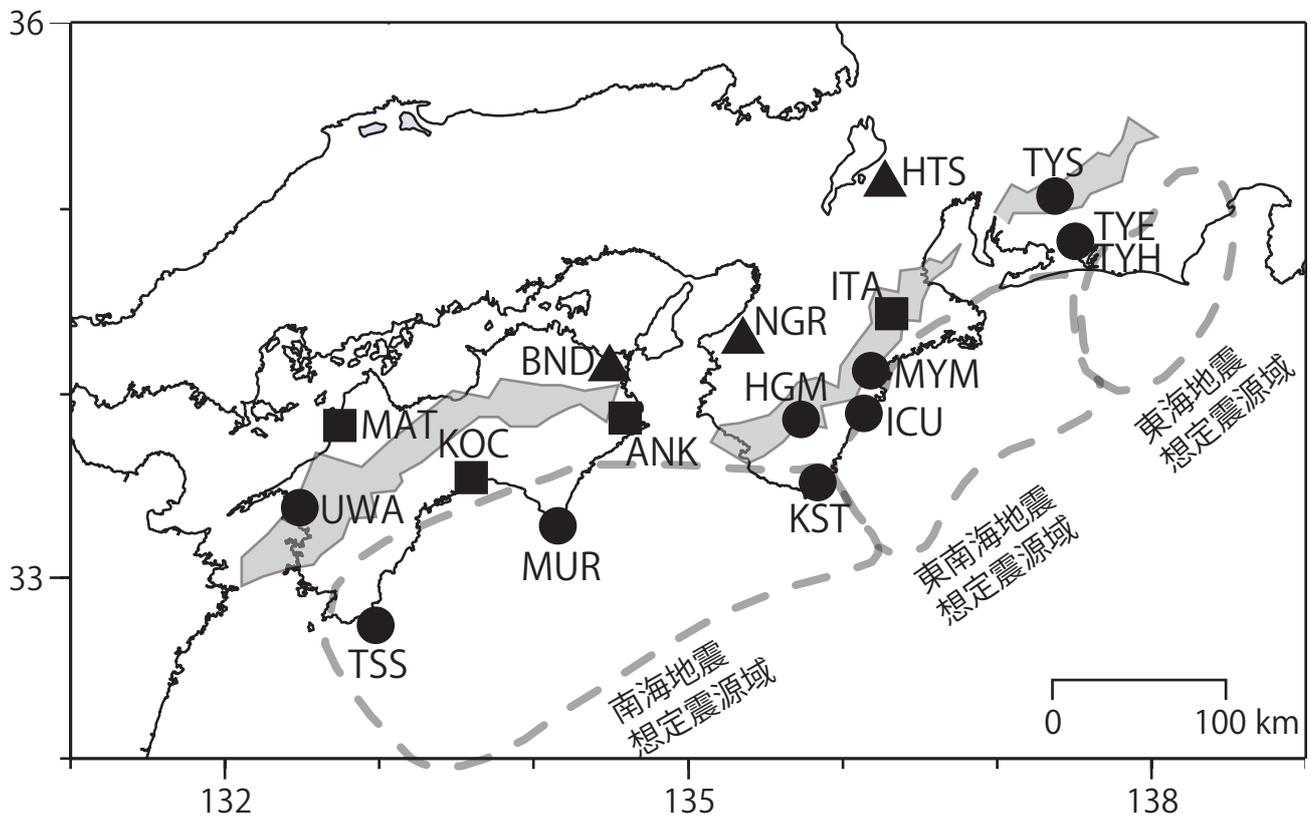
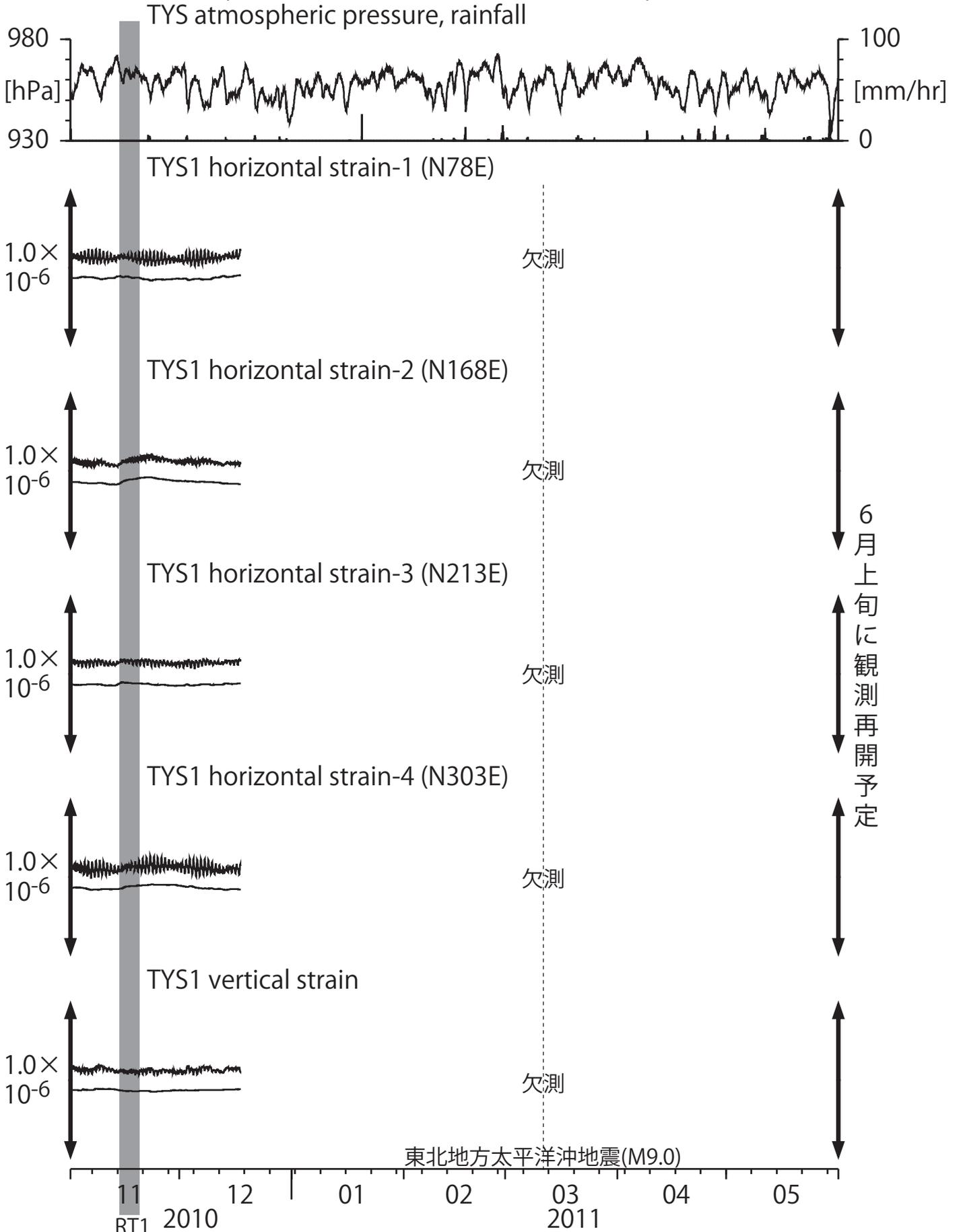


Fig.1 地下水位観測点の分布図 (●・■・▲)。●はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計を併設している新規観測点、■はGladwin式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している新規観測点、▲はアナログ方式の石井式歪計を併設している既存の観測点。灰色の領域は短期的SSE及び深部低周波微動が定常的に発生していると考えられる地域。

Crustal strains at TYS (時間値)
(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 586.7-588.1 [GL-m]

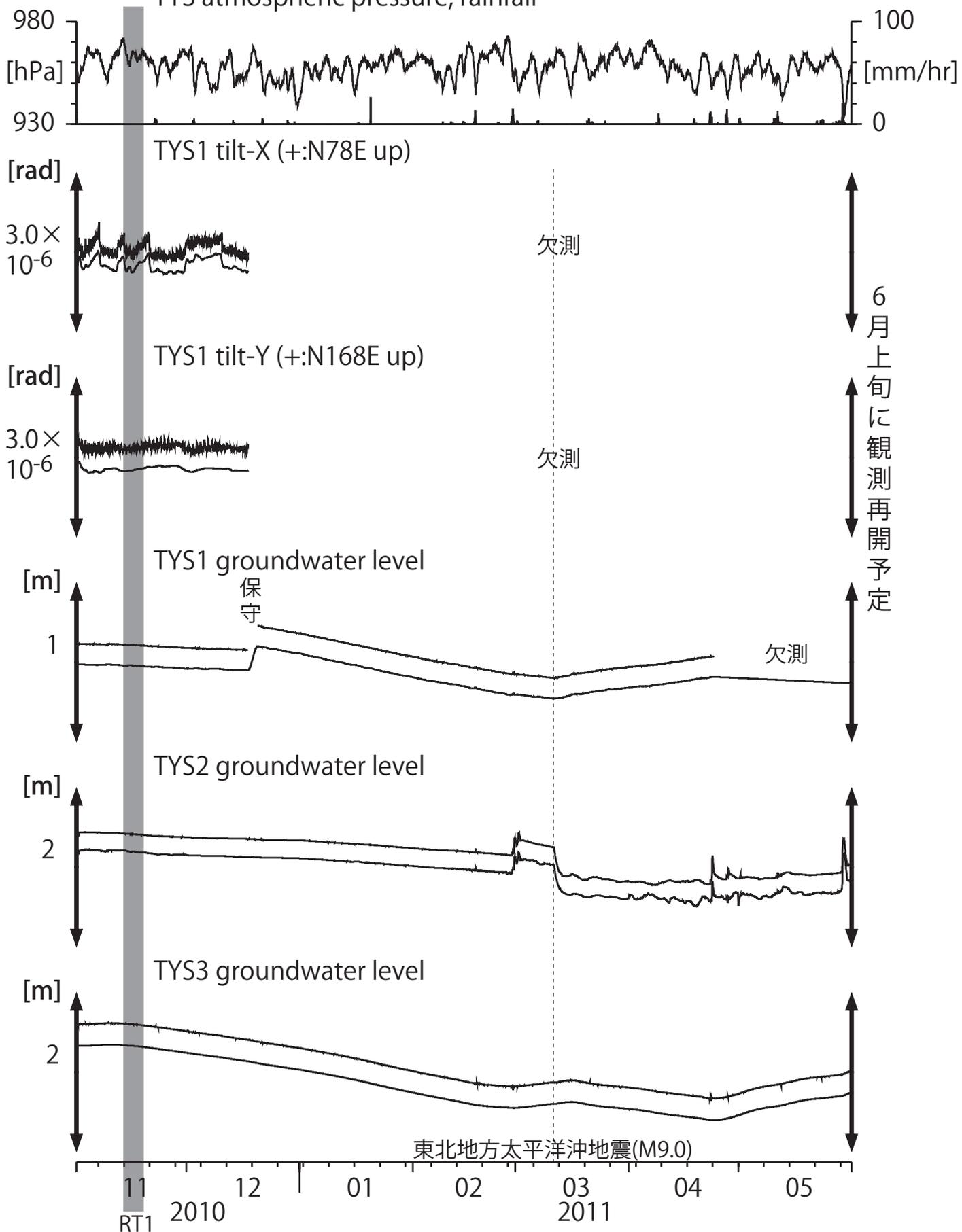
上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 2
産総研

Tilt and groundwater level at TYS (時間値)
(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

TYS atmospheric pressure, rainfall

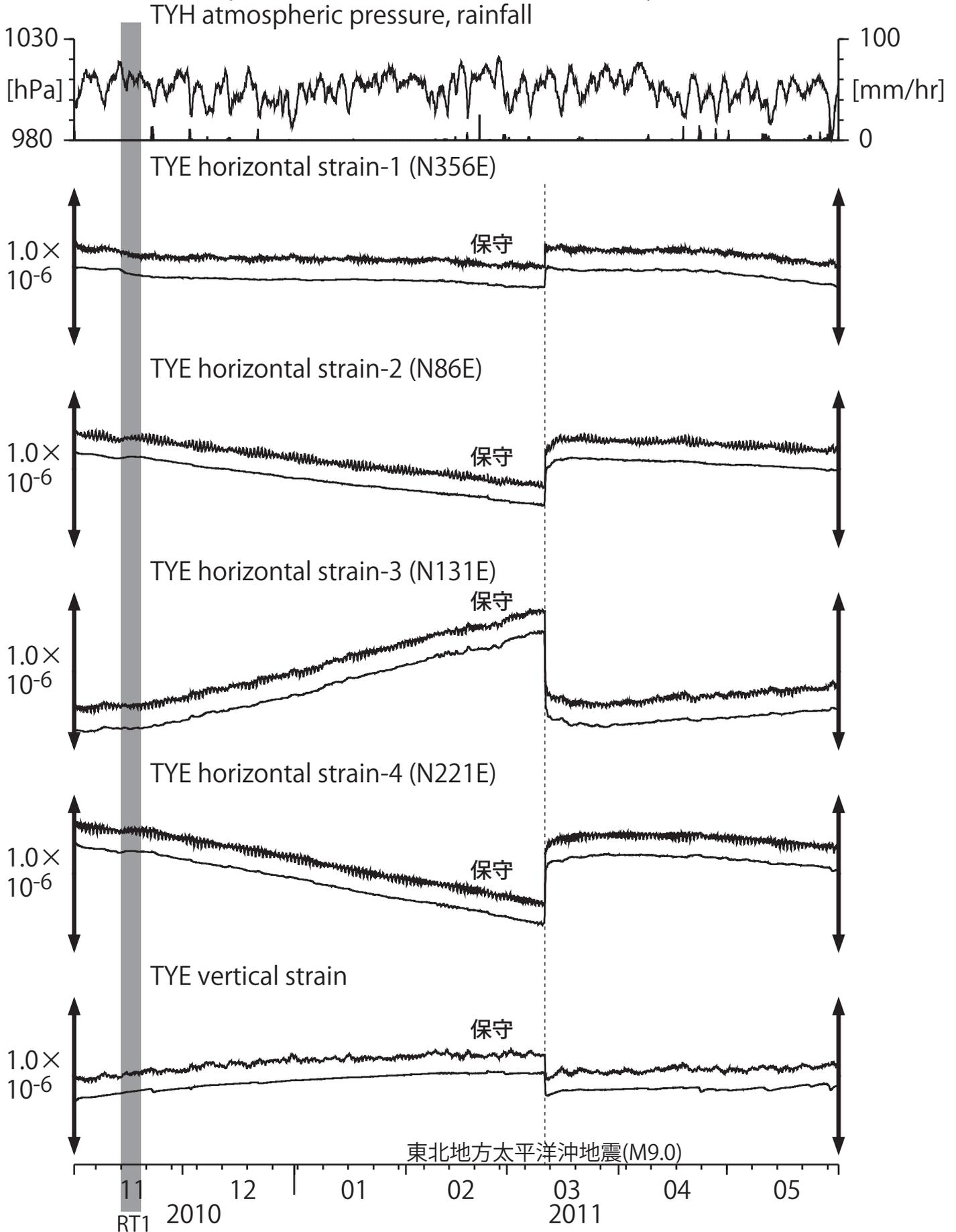


Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]
 TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]
 TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]
 TYS3 : Screen depth = 26.8-32.3 [GL-m]

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

Fig. 3
産総研

Crustal strain at TYE (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 266.5-267.9 [GL-m]

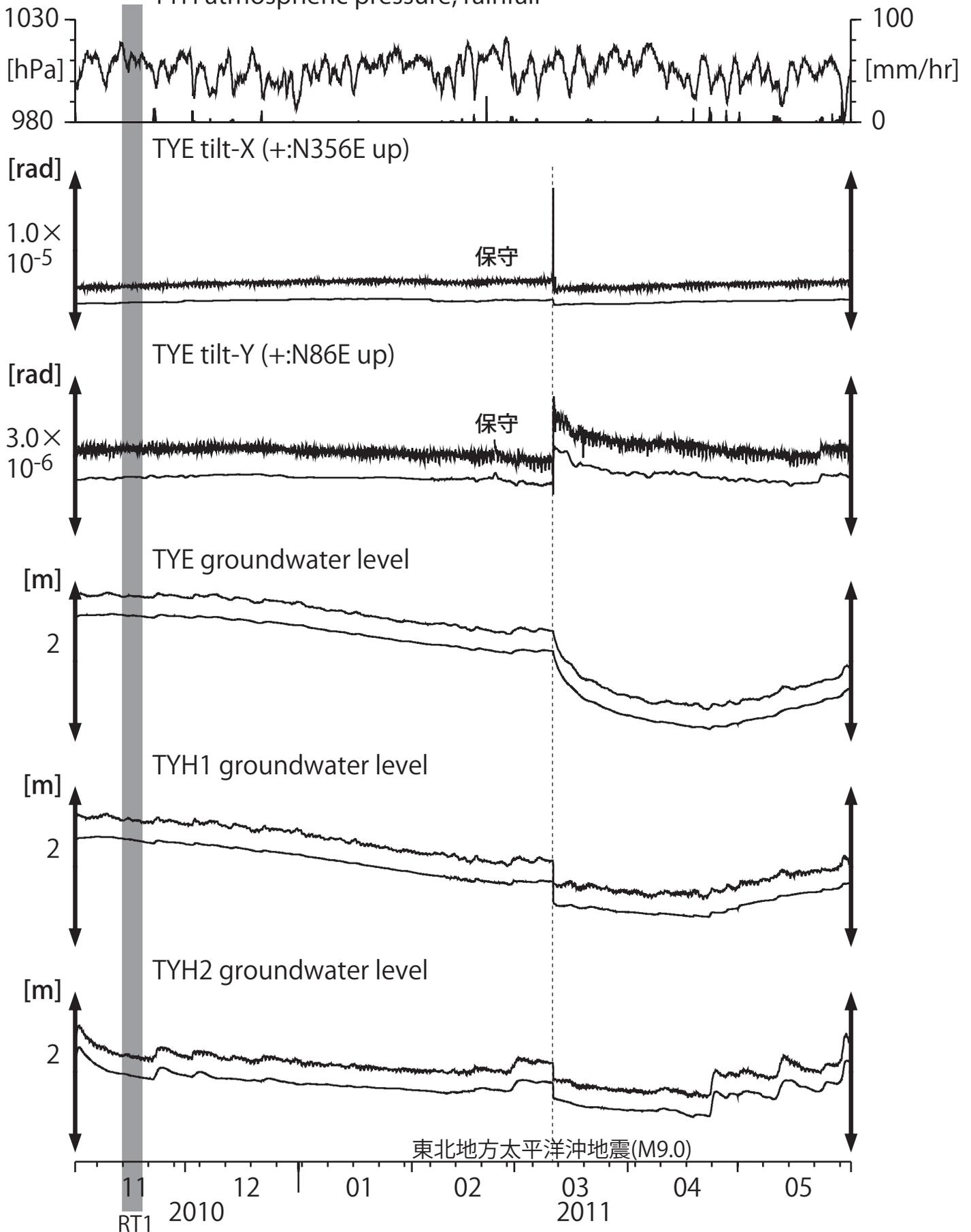
上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 4
 産総研

Tilt and groundwater level at TYE and TYH (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

TYH atmospheric pressure, rainfall



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]

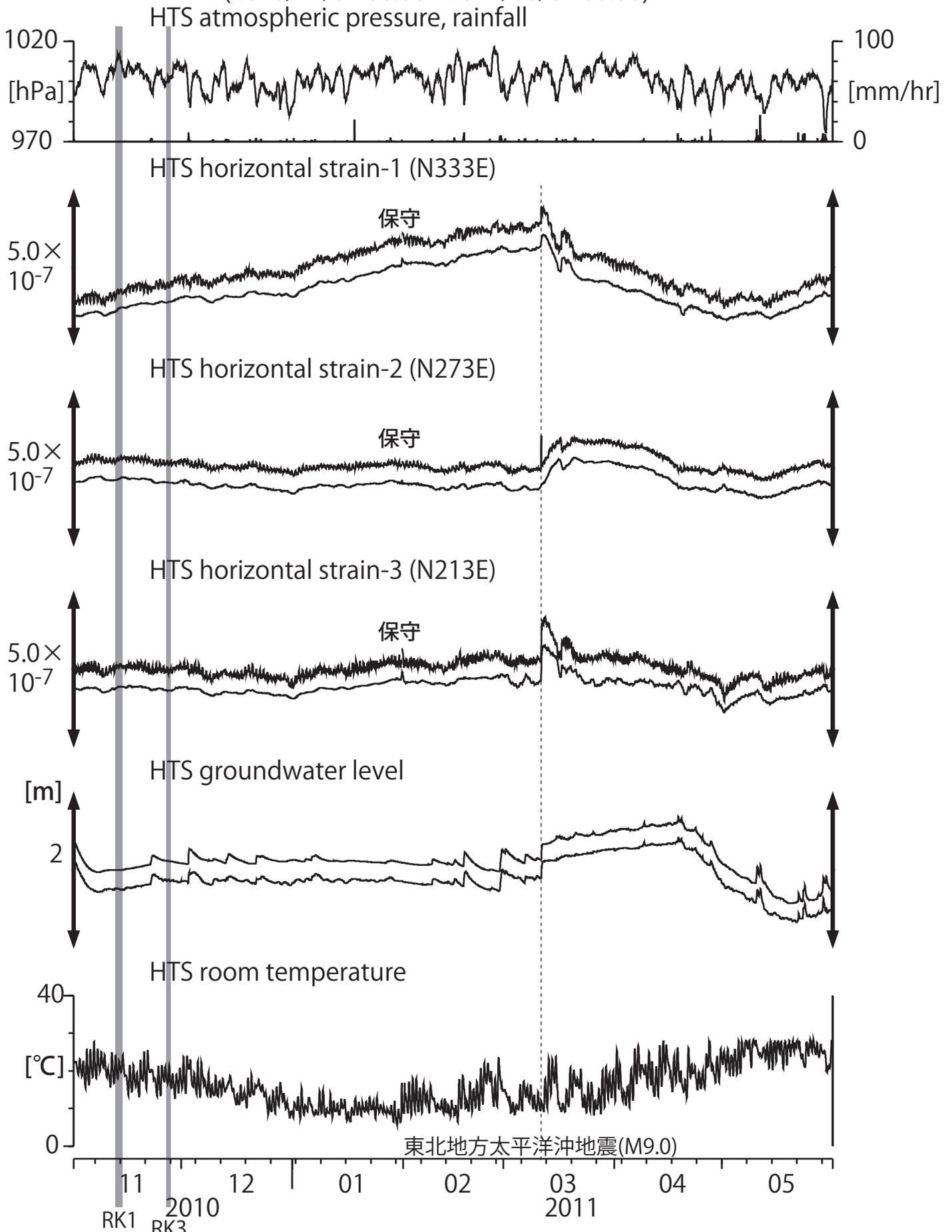
TYH2 : Screen depth = 133.7-150.0 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

Fig. 5
 産総研

Crustal strains and groundwater level at HTS (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 433.5-436.5 [GL-m]

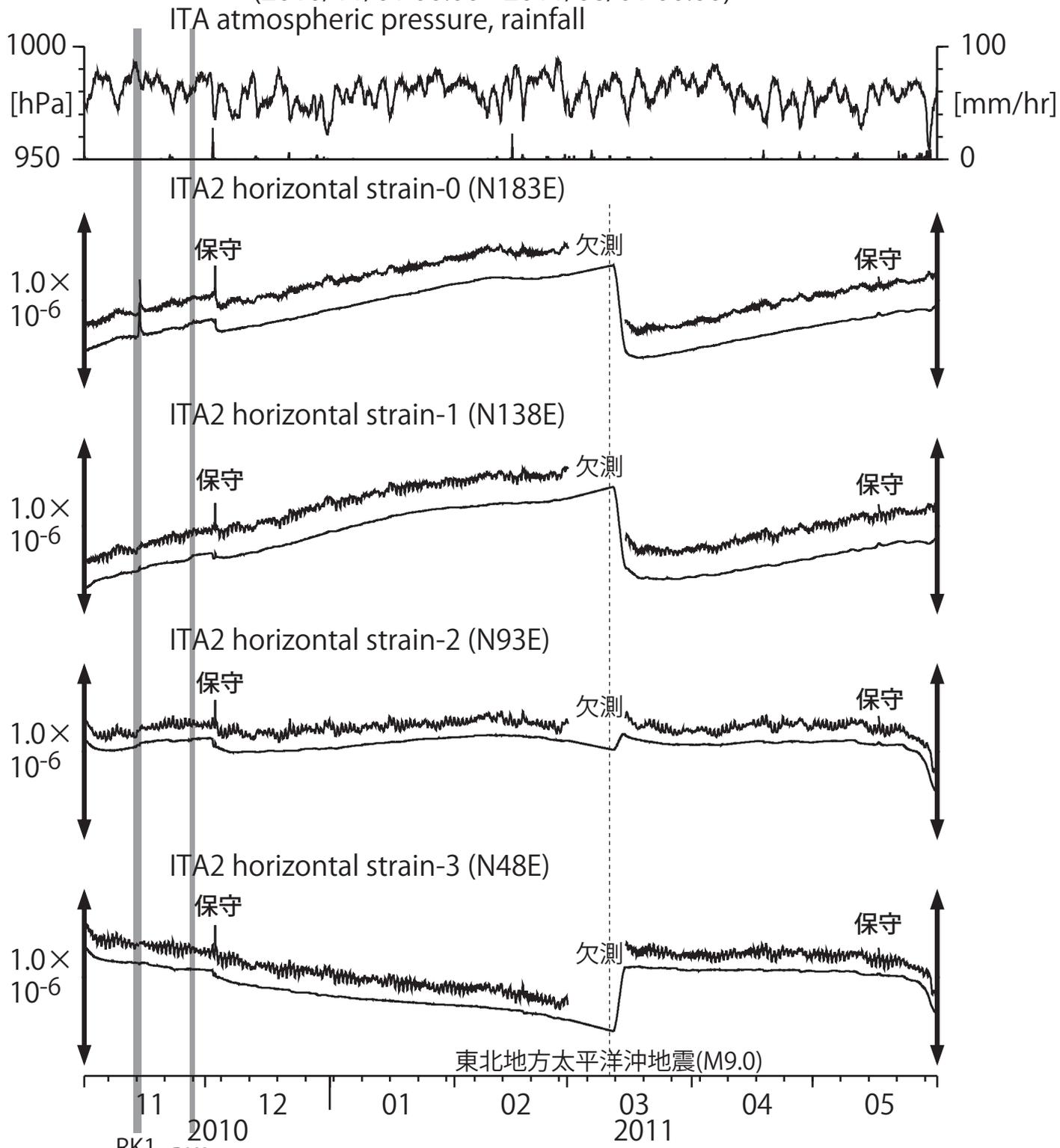
Screen depth = 338.3-360.1 [GL-m]

上: strainは1次トレンドを除去

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

Fig. 6
 産総研

Crustal strains at ITA (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



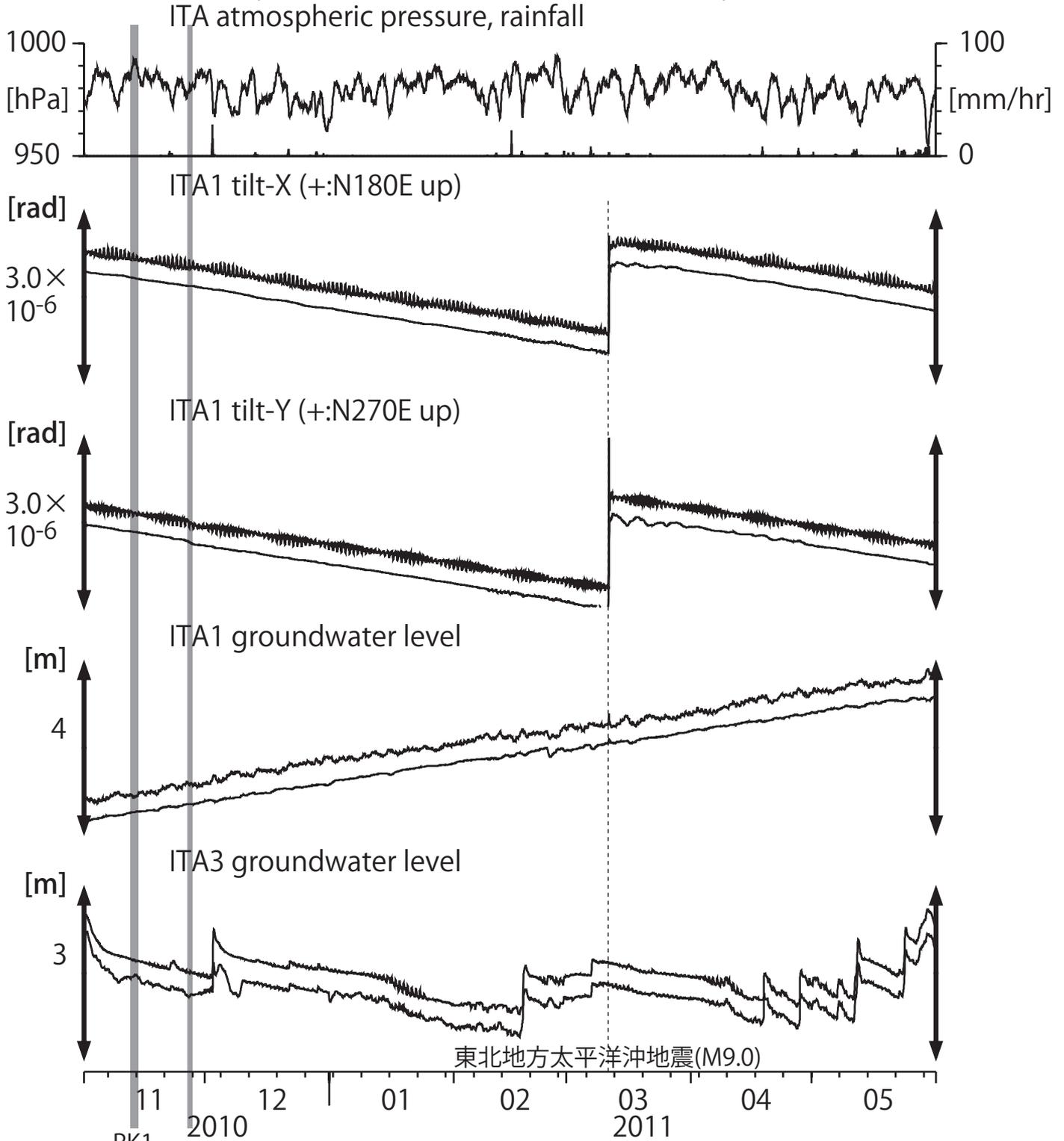
Strainmeter depth = 181.3-183.6 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 7
 産総研

Tilt and groundwater level at ITA (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



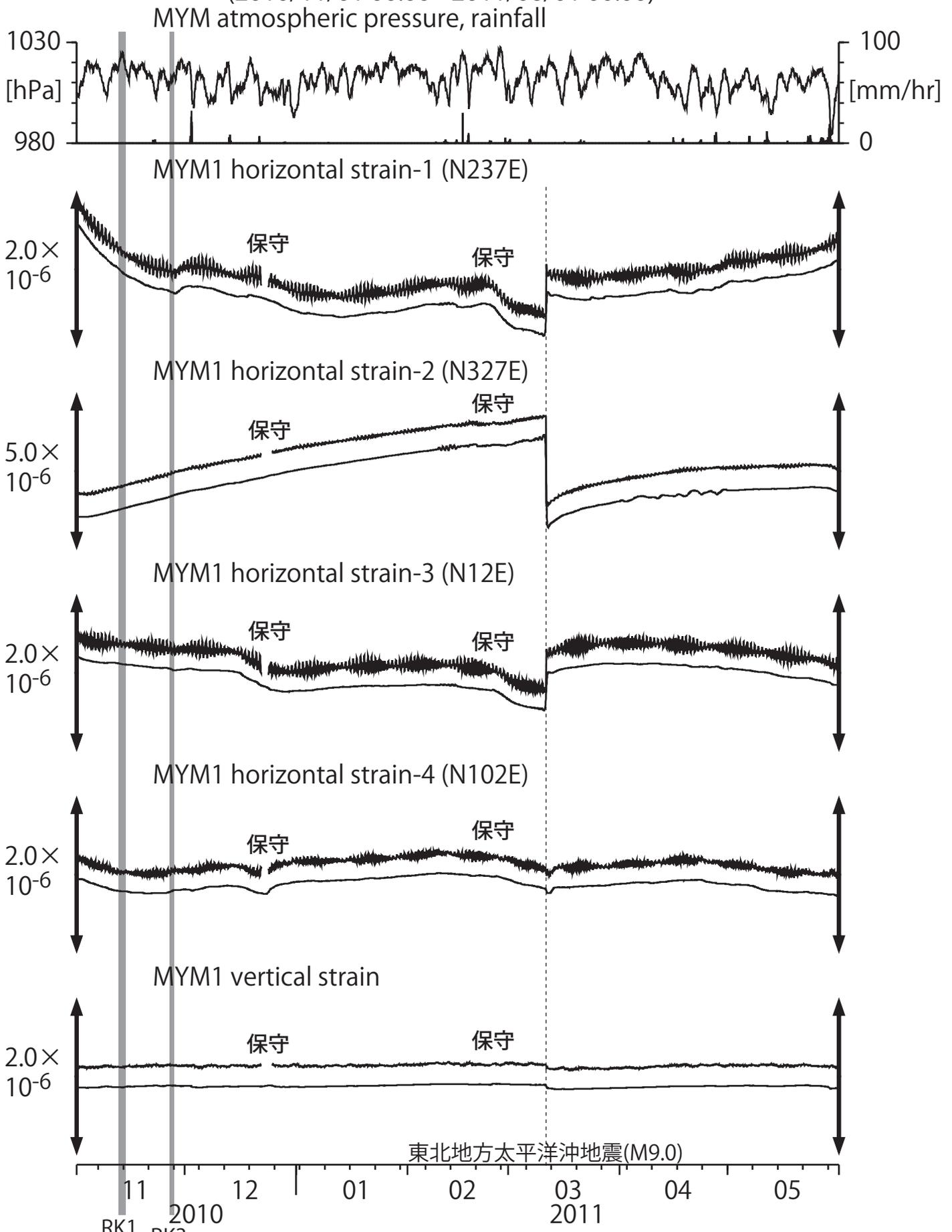
Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]
 ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]
 ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

Fig. 8
 産総研

Crustal strains at MYM (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 590.0-591.4 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

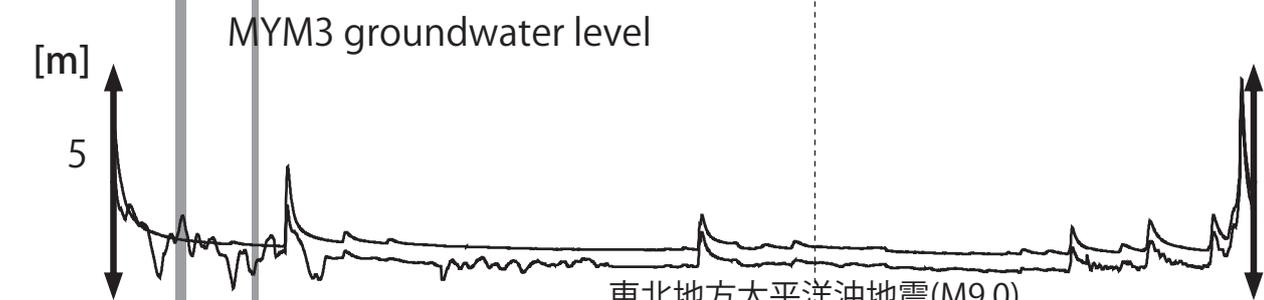
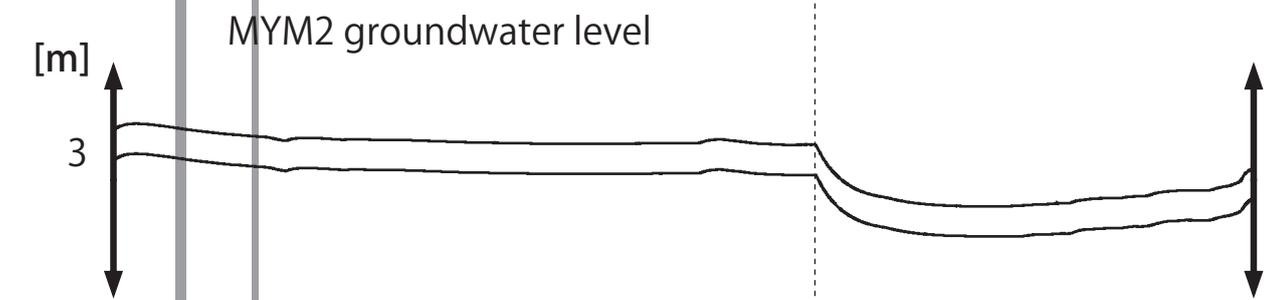
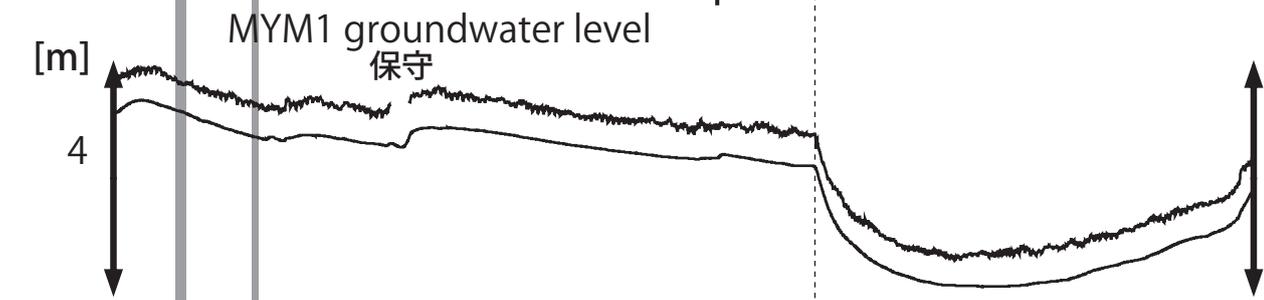
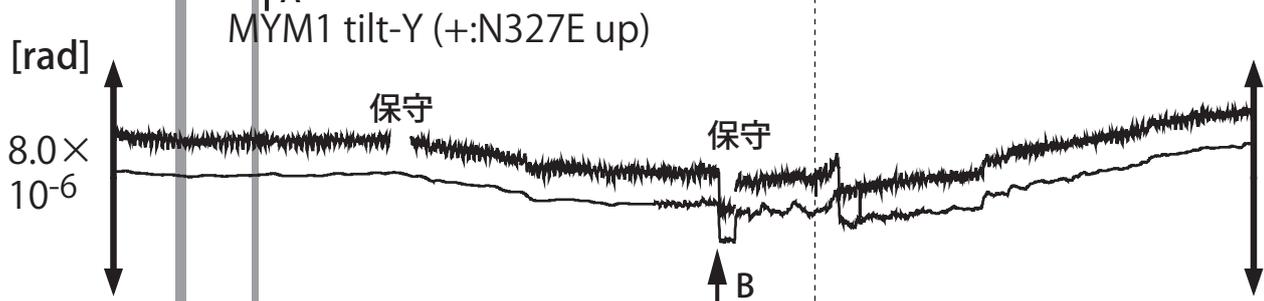
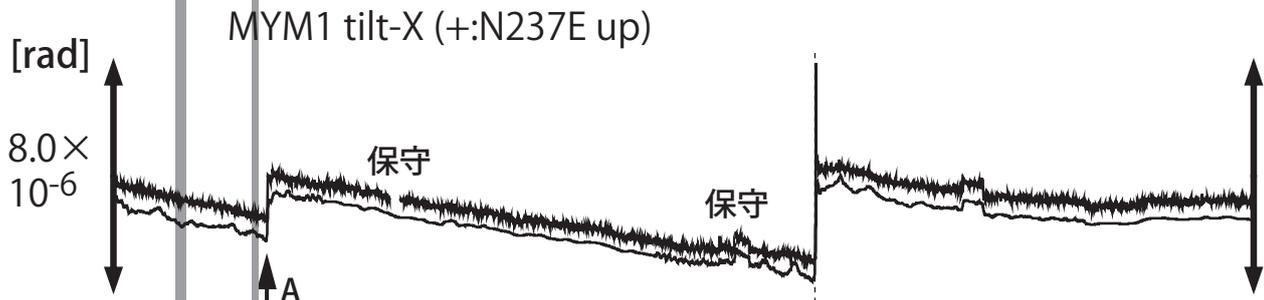
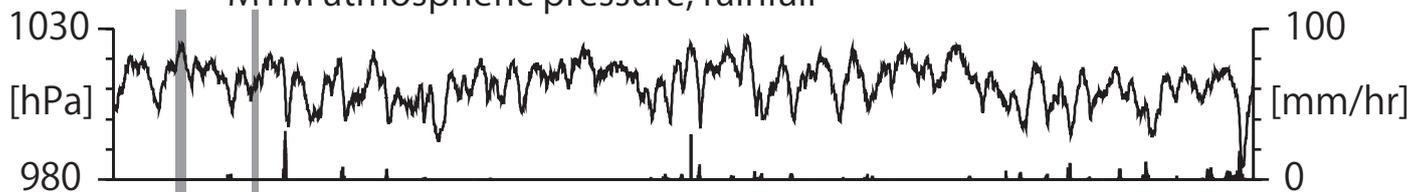
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 9
 産総研

Tilt and groundwater level at MYM (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

MYM atmospheric pressure, rainfall



11 12 01 02 03 04 05
2010 2011
RK1 RK3
東北地方太平洋沖地震(M9.0)

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]

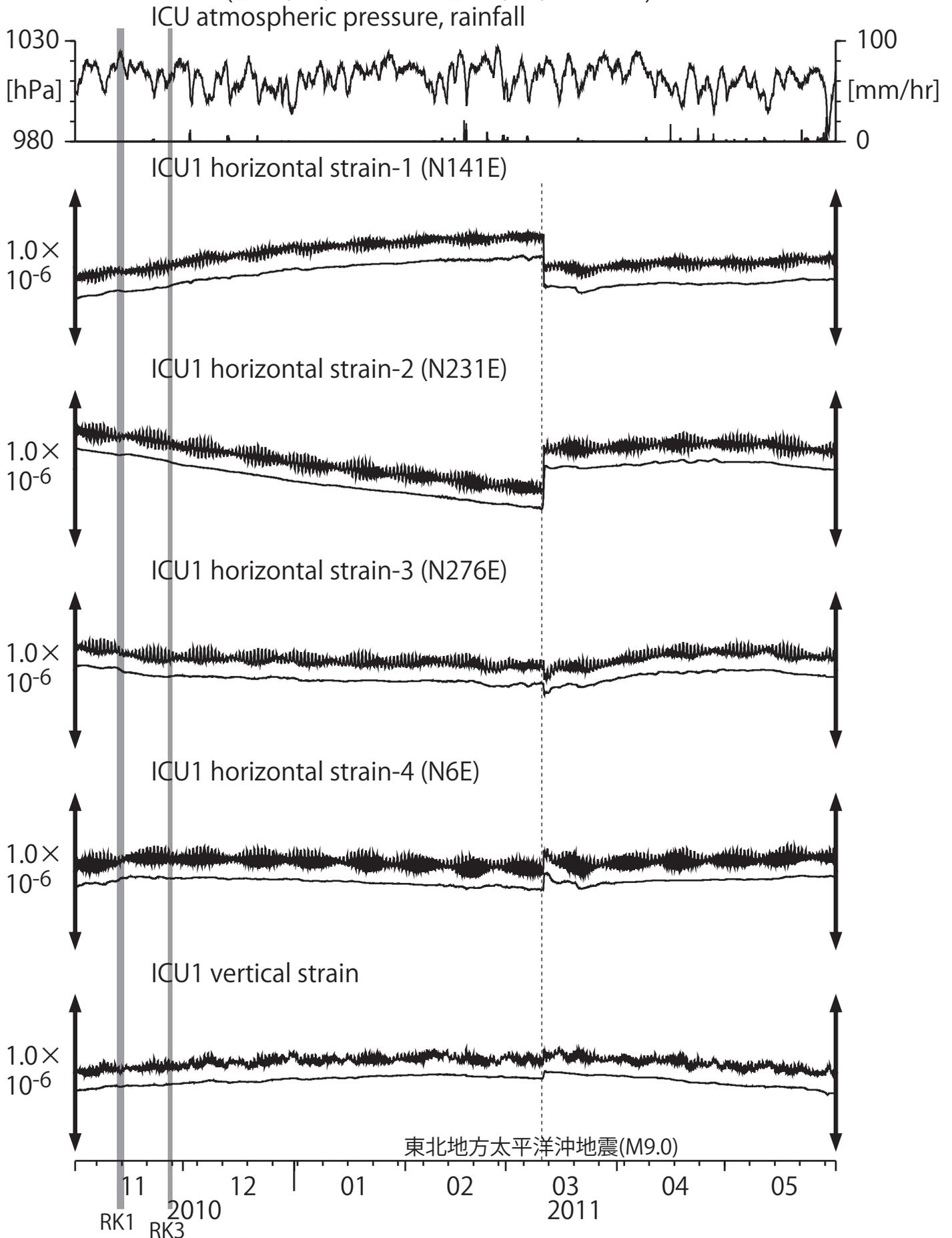
A: 11/29 和歌山県南部の地震 (M4.1)
B: 2/21 和歌山県北部の地震 (M4.8)

上: tiltは1次トレンドを除去

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

Fig. 10
産総研

Crustal strains at ICU (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



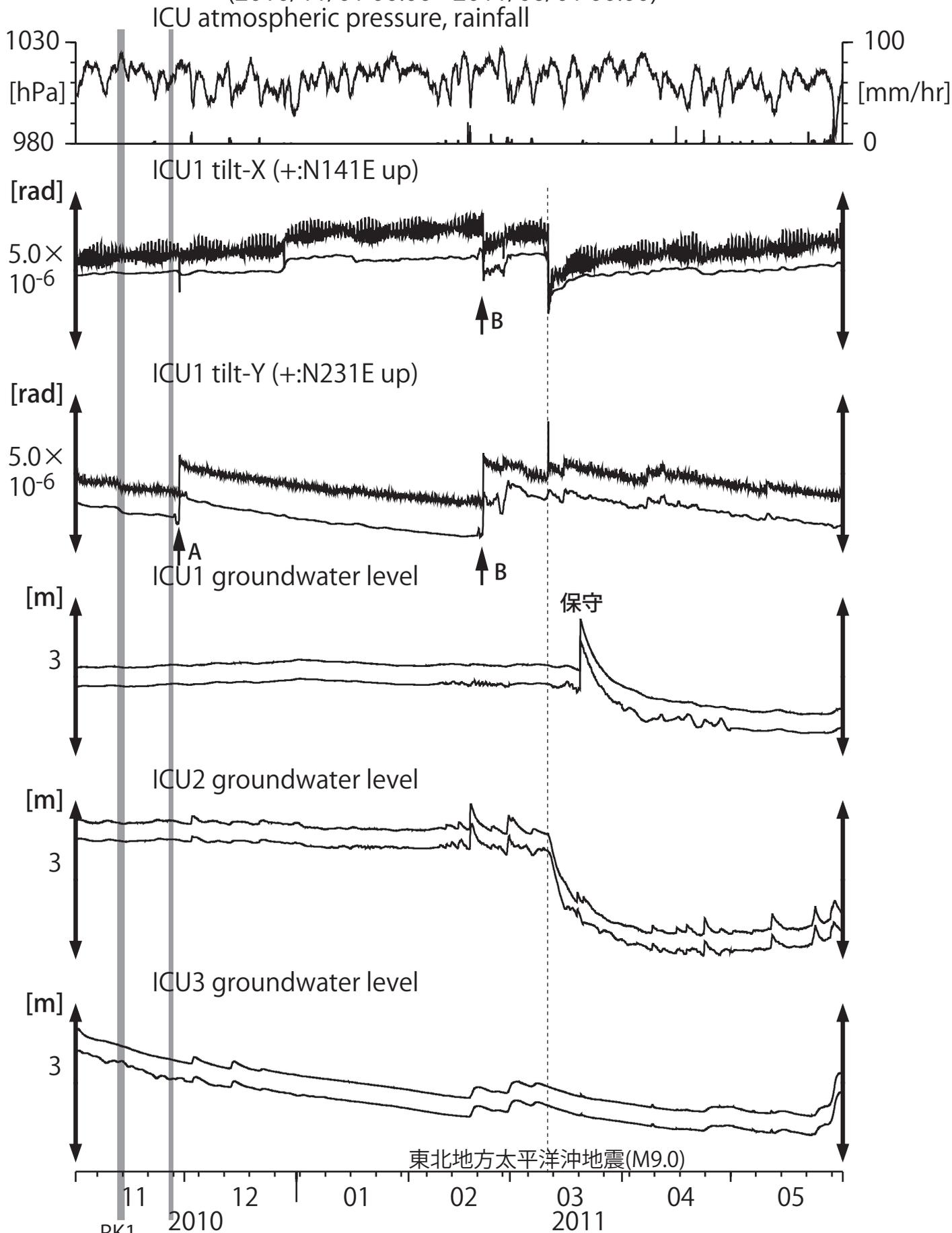
Strainmeter depth = 588.5-589.9 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 11
 産総研

Tilt and groundwater level at ICU (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



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]

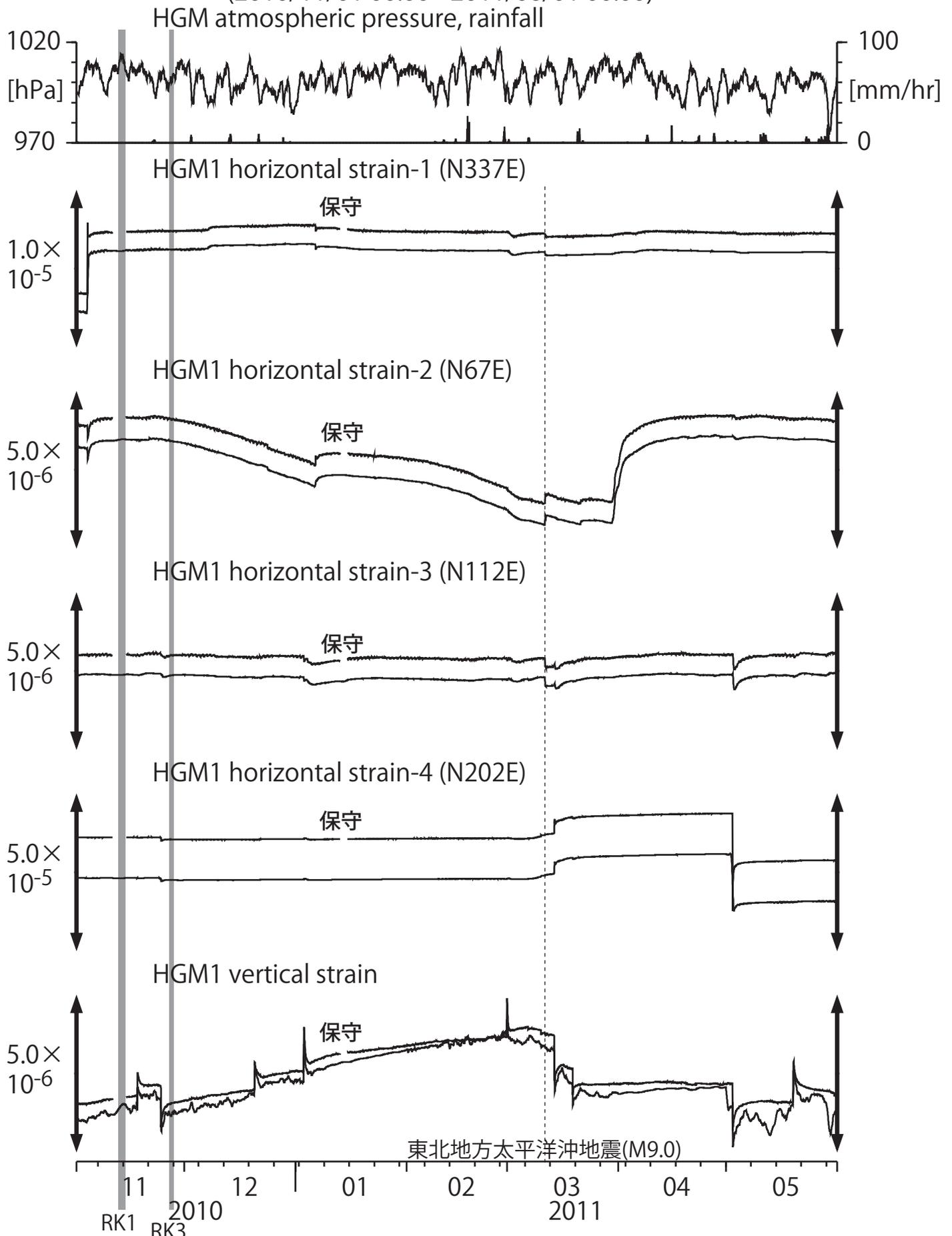
A: 11/29 和歌山県南部の地震 (M4.1)
 B: 2/21 和歌山県北部の地震 (M4.8)

上: tiltは1次トレンドを除去

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

Fig. 12
 産総研

Crustal strains at HGM (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

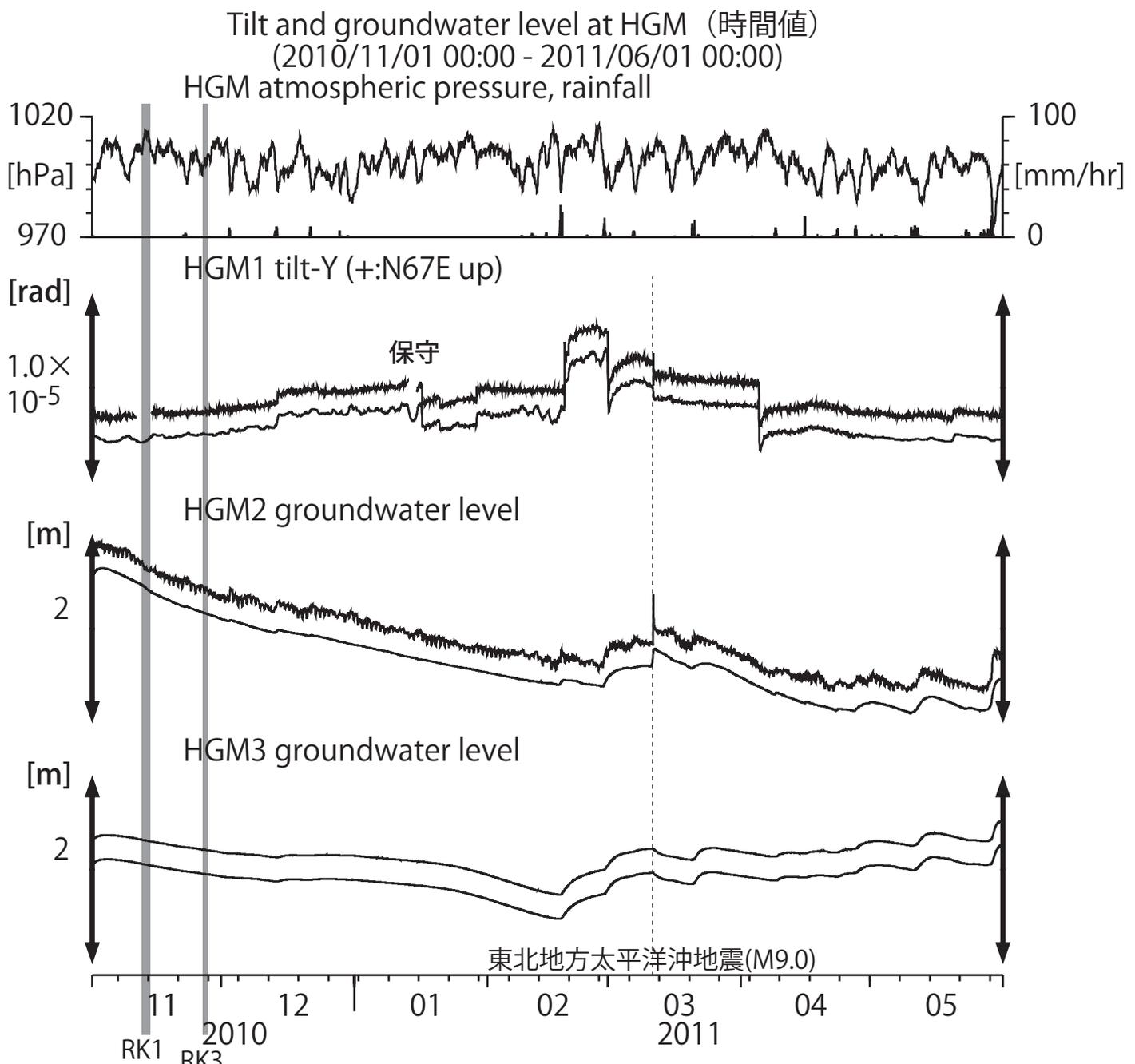


Strainmeter depth = 372.7-374.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 13
 産総研



Tiltmeter depth = 371.9-372.7 [GL-m]

HGM2 : Screen depth = 180.9-191.8 [GL-m]

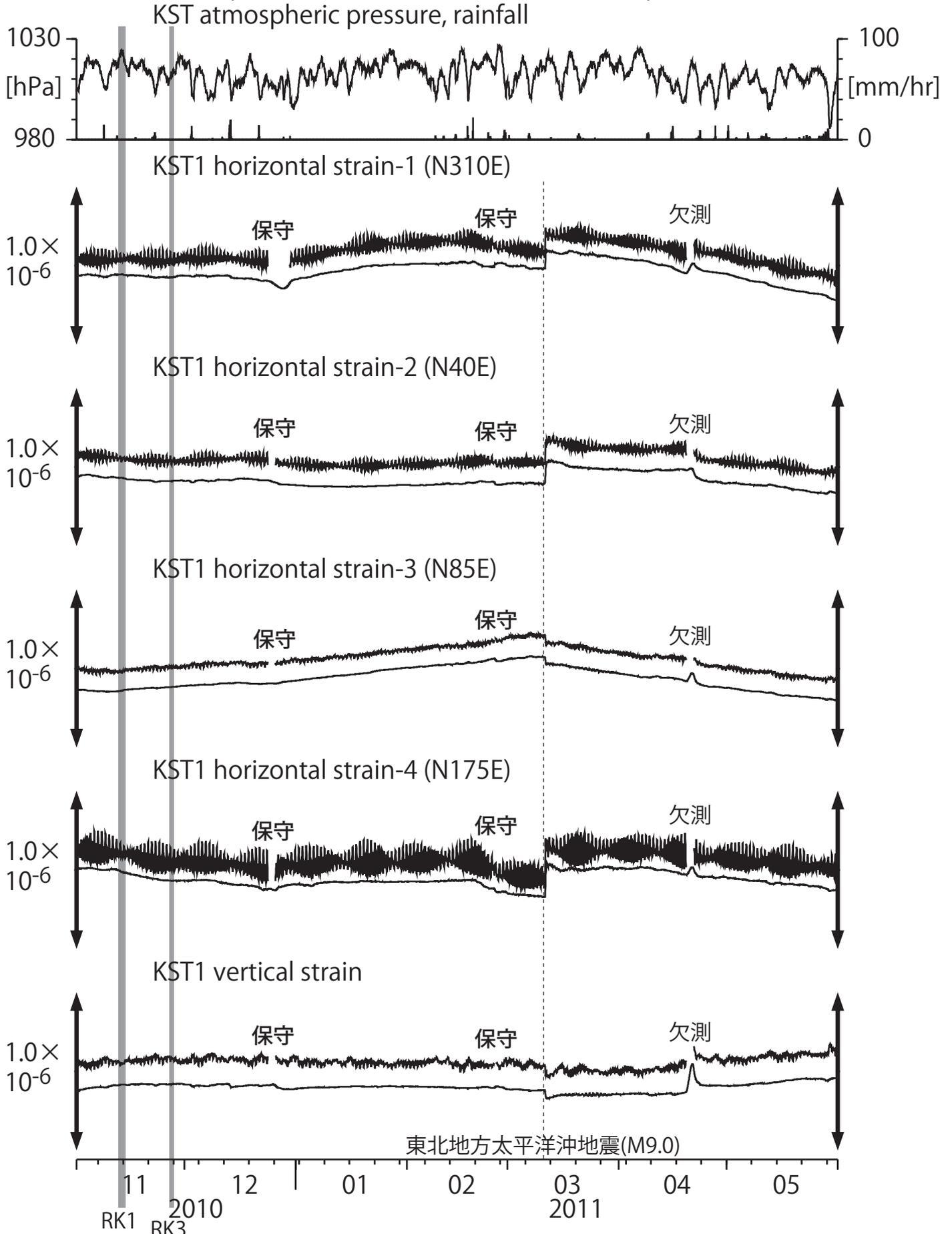
HGM3 : Screen depth = 24.3-29.8 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去
tilt-Xは振り切れにより欠測

Fig. 14
産総研

Crustal strains at KST (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 589.8-591.2 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

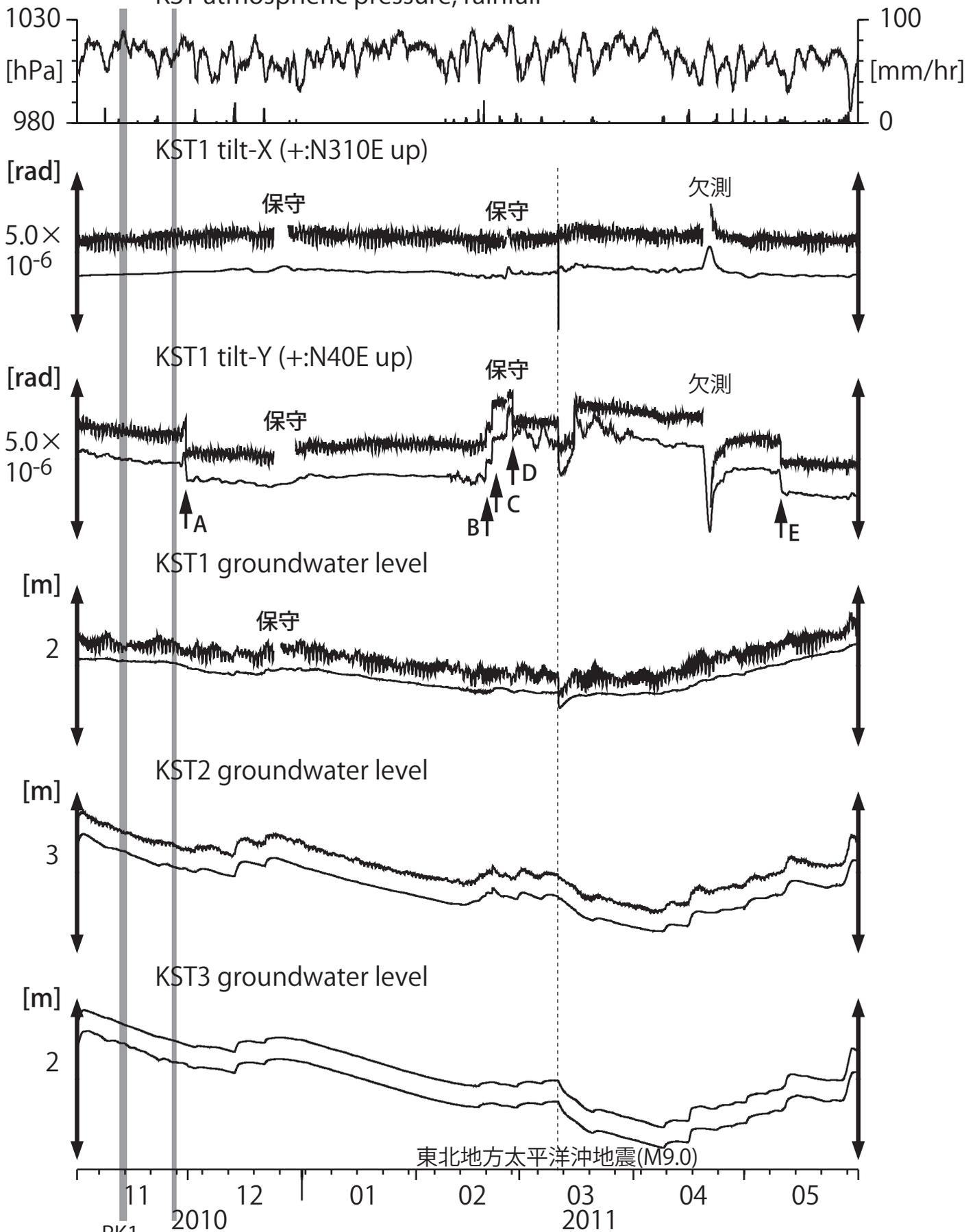
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 15
 産総研

Tilt and groundwater level at KST (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

KST atmospheric pressure, rainfall



東北地方太平洋沖地震(M9.0)

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]

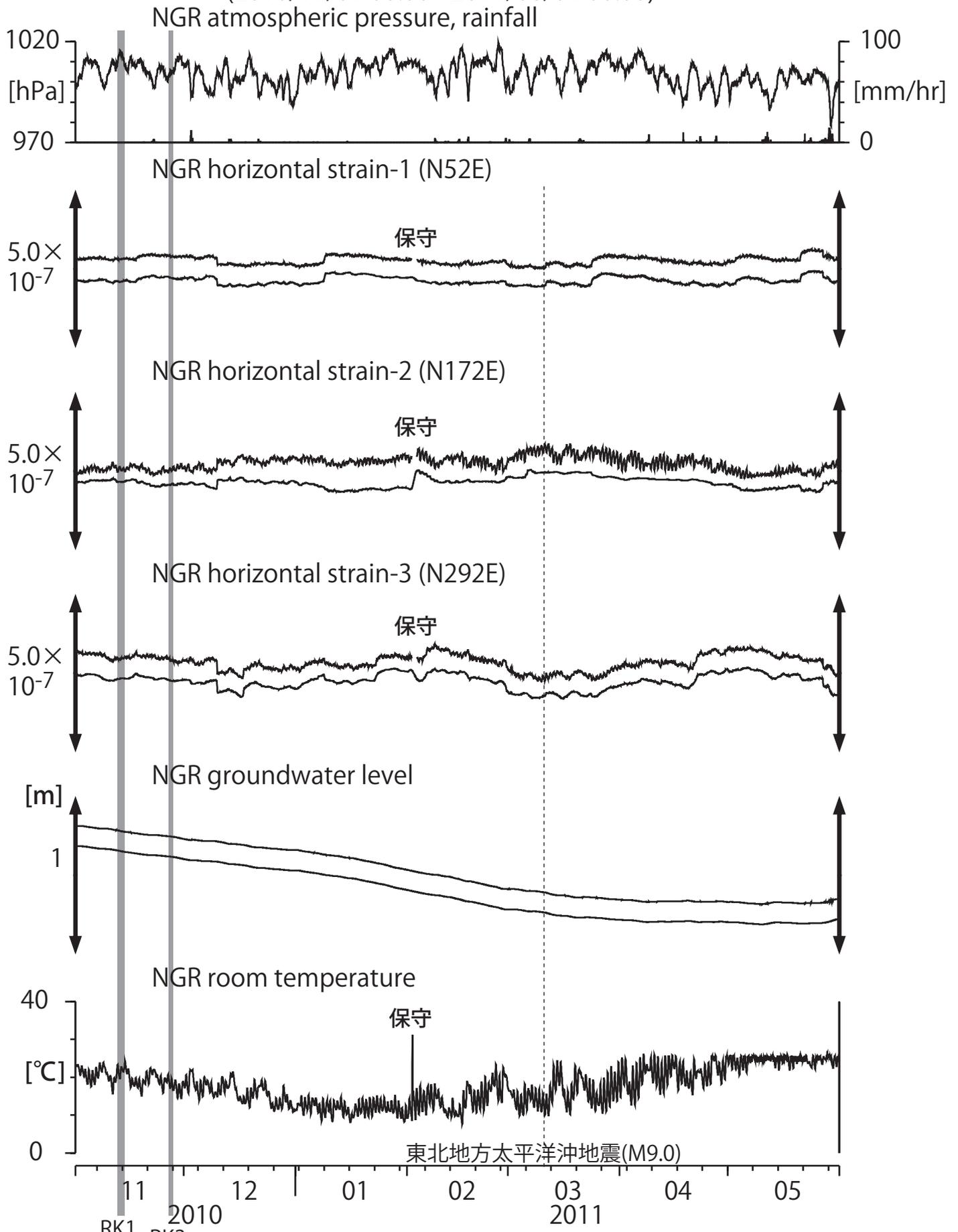
上: tiltは1次トレンドを除去

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

- A: 11/29 和歌山県南部の地震 (M4.1)
- B: 2/19 和歌山県南方沖の地震(M4.0)
- C: 2/21 和歌山県北部の地震 (M4.8)
- D: 2/27 岐阜県飛騨地方の地震(M5.5)
- E: 5/10 和歌山県北部の地震(M4.2)

Fig. 16
産総研

Crustal strains and groundwater level at NGR (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



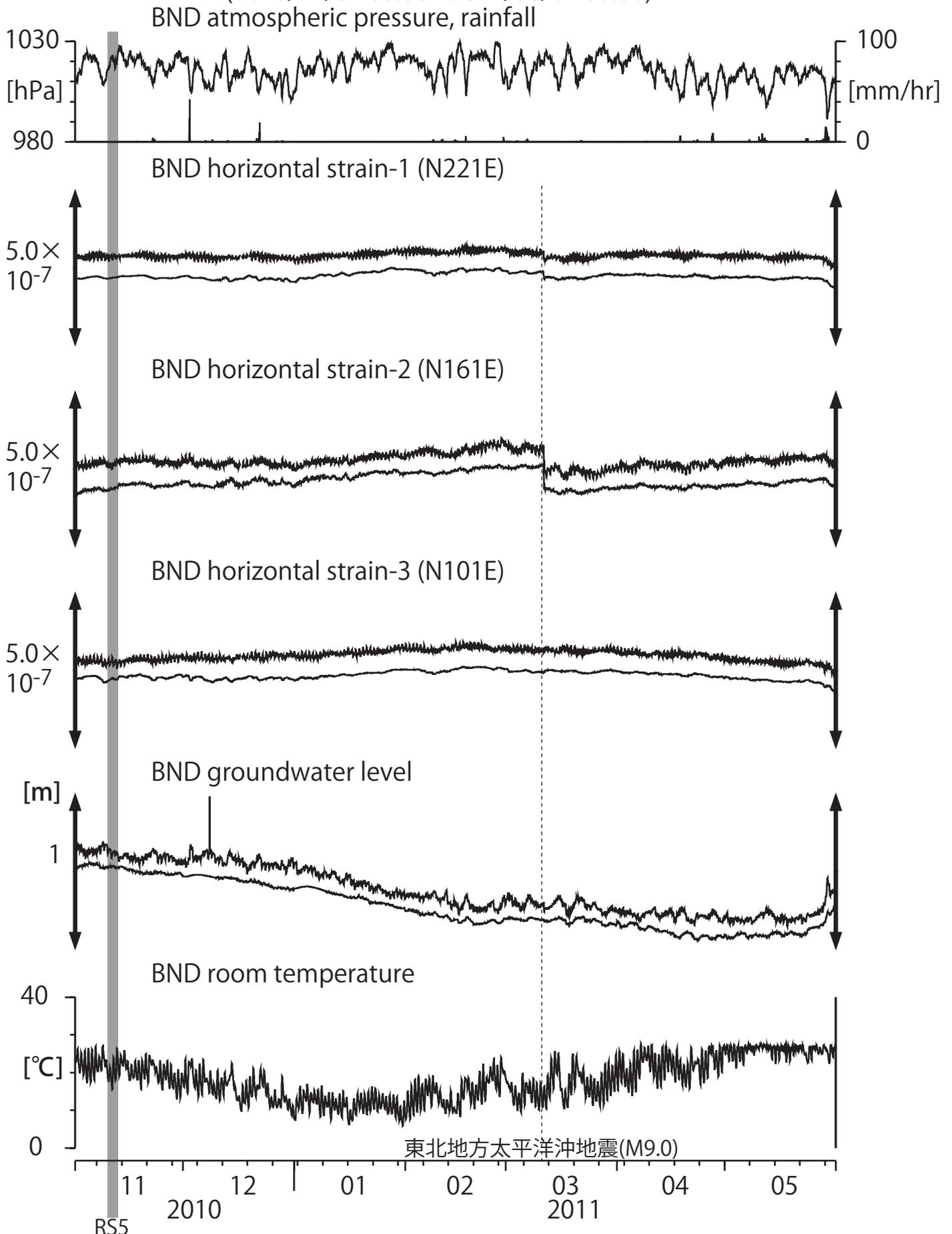
Strainmeter depth = 616 [GL-m]
 Screen depth = 408.9-446.5 [GL-m]

上: strainは1次トレンドを除去

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

Fig. 17
 産総研

Crustal strains and groundwater level at BND (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 495.0-498.0 [GL-m]

Screen depth = 419.9-430.8 [GL-m]

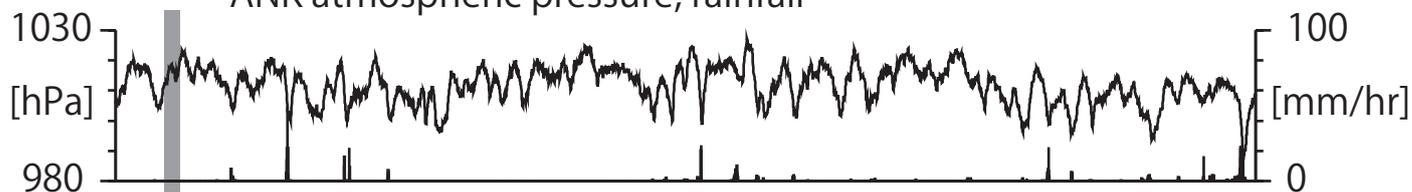
上: strainは1次トレンドを除去

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

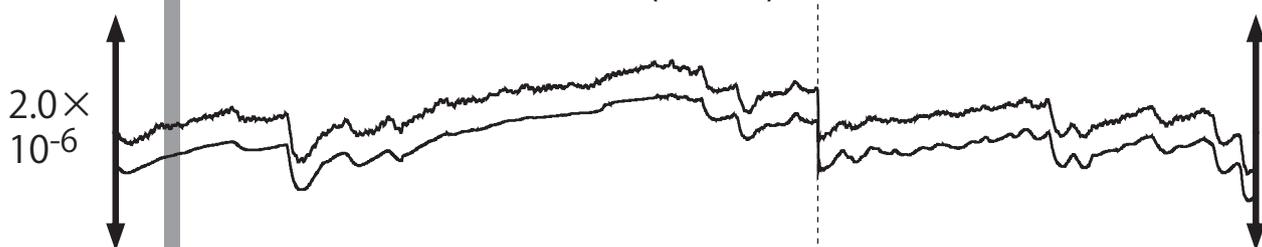
Fig. 18
 産総研

Crustal strains at ANK (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

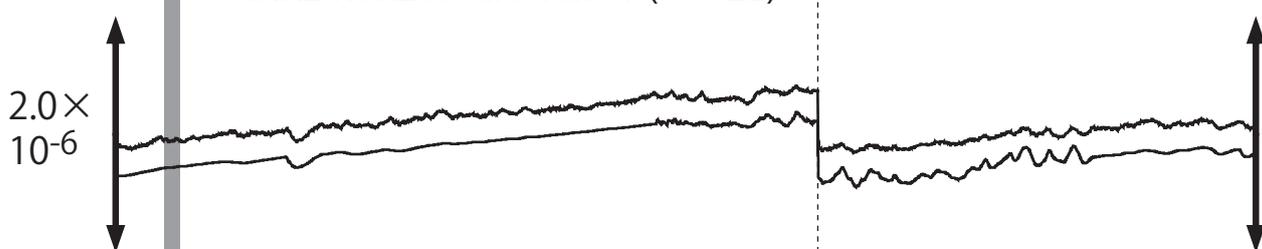
ANK atmospheric pressure, rainfall



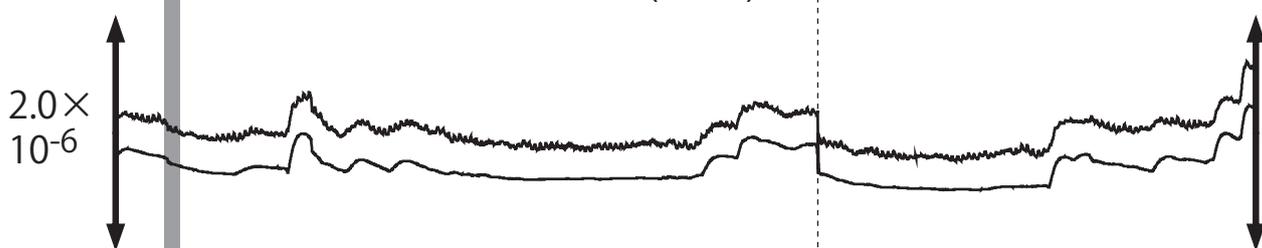
ANK2 horizontal strain-0 (N187E)



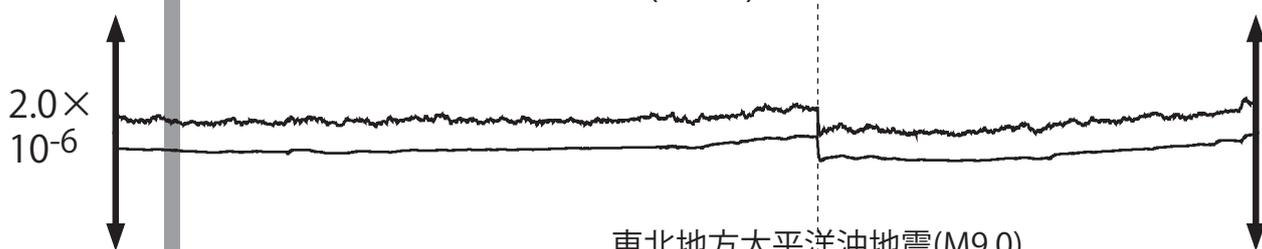
ANK2 horizontal strain-1 (N142E)



ANK2 horizontal strain-2 (N97E)



ANK2 horizontal strain-3 (N52E)



東北地方太平洋沖地震(M9.0)

11 2010 12 01 02 03 2011 04 05

RS5

Strainmeter depth = 166.0-168.3 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

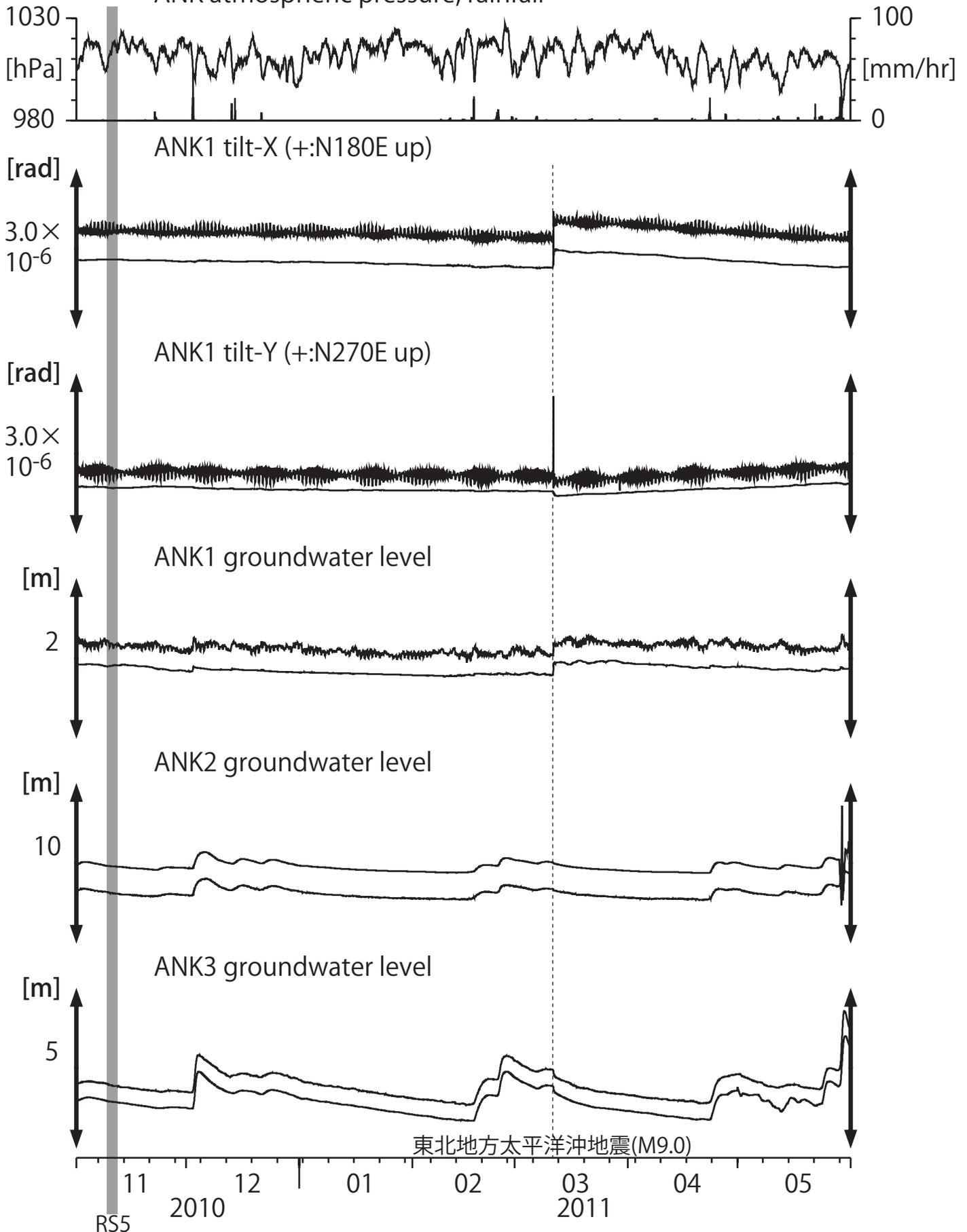
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 19
 産総研

Tilt and groundwater level at ANK (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

ANK atmospheric pressure, rainfall



Tiltmeter depth = 616.7-617.3 [GL-m]
 ANK1 : Screen depth = 488.8-516.0 [GL-m]
 ANK2 : Screen depth = 89.7-100.5 [GL-m]
 ANK3 : Screen depth = 16.2-21.6 [GL-m]

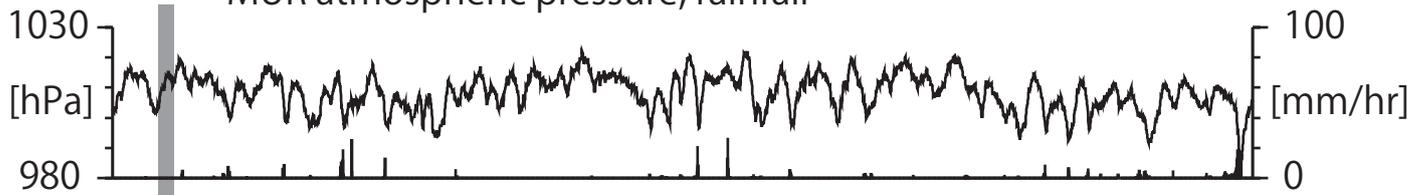
上: tiltは1次トレンドを除去

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

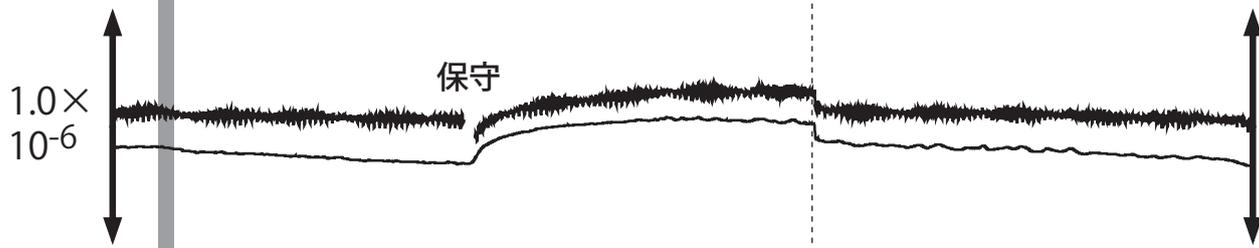
Fig. 20
産総研

Crustal strains at MUR (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

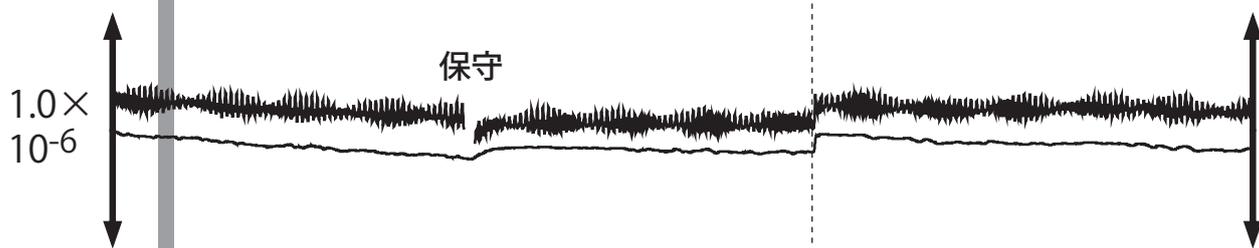
MUR atmospheric pressure, rainfall



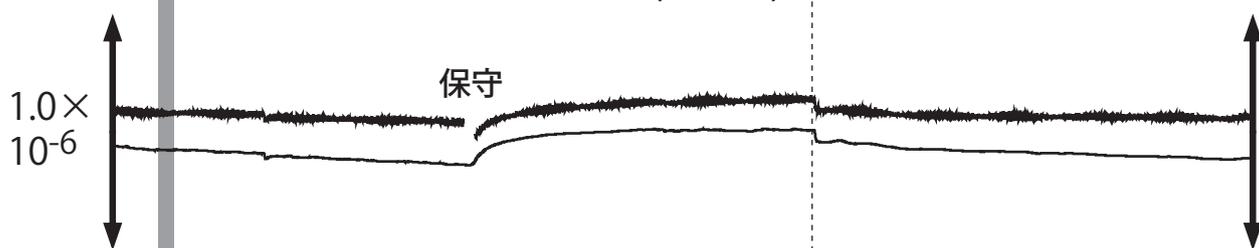
MUR1 horizontal strain-1 (N147E)



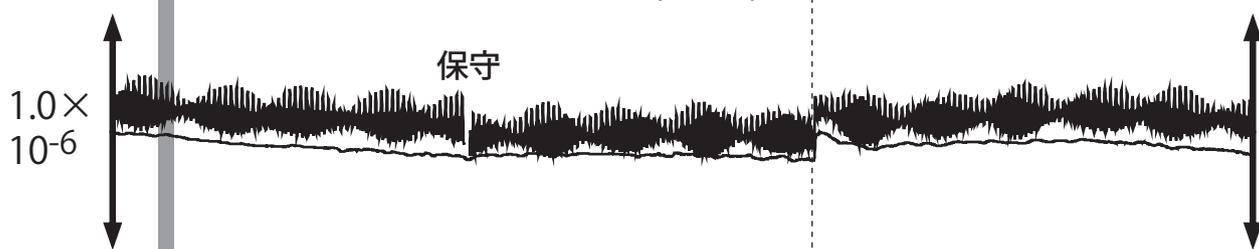
MUR1 horizontal strain-2 (N237E)



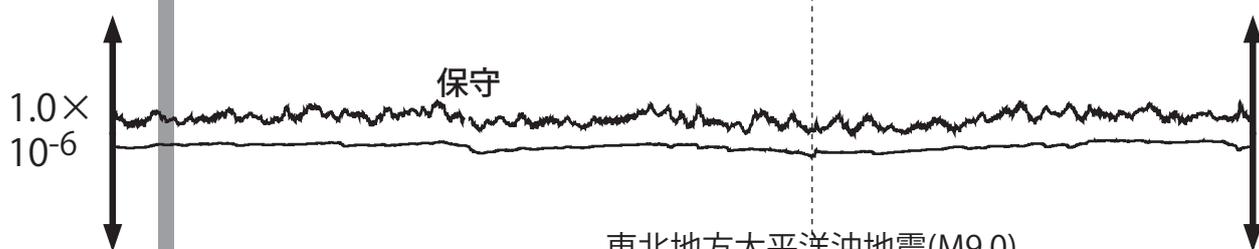
MUR1 horizontal strain-3 (N282E)



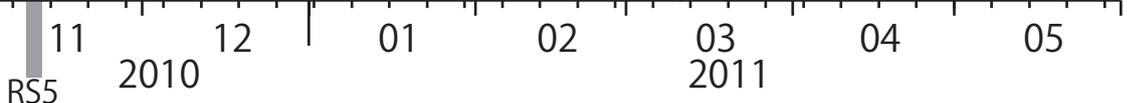
MUR1 horizontal strain-4 (N12E)



MUR1 vertical strain



東北地方太平洋沖地震(M9.0)



Strainmeter depth = 587.5-588.9 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

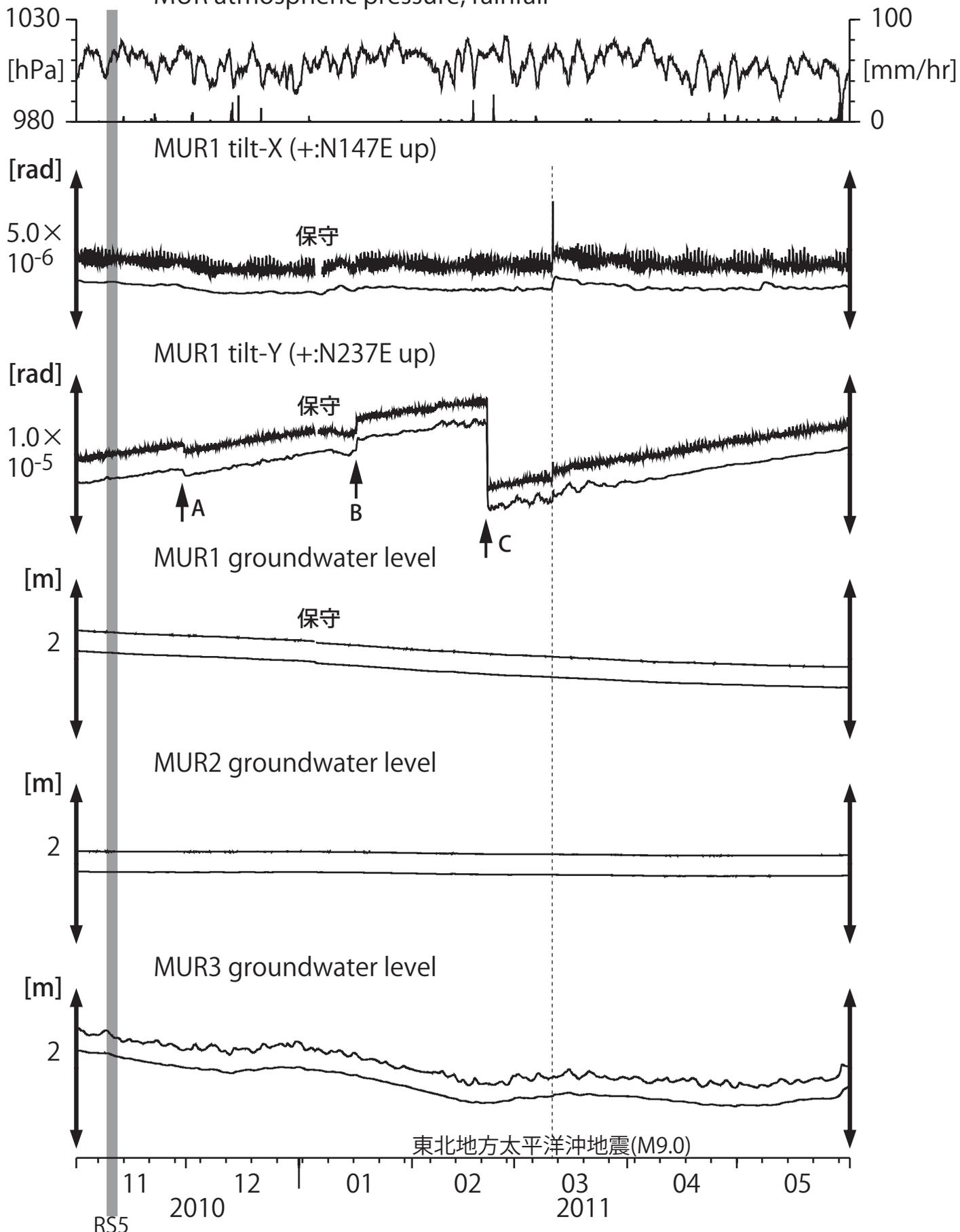
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 21
 産総研

Tilt and groundwater level at MUR (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

MUR atmospheric pressure, rainfall



Tiltmeter depth = 586.7-587.5 [GL-m]
 MUR1 : Screen depth = 407.5-418.4 [GL-m]
 MUR2 : Screen depth = 130.1-141.0 [GL-m]
 MUR3 : Screen depth = 19.6-30.5 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

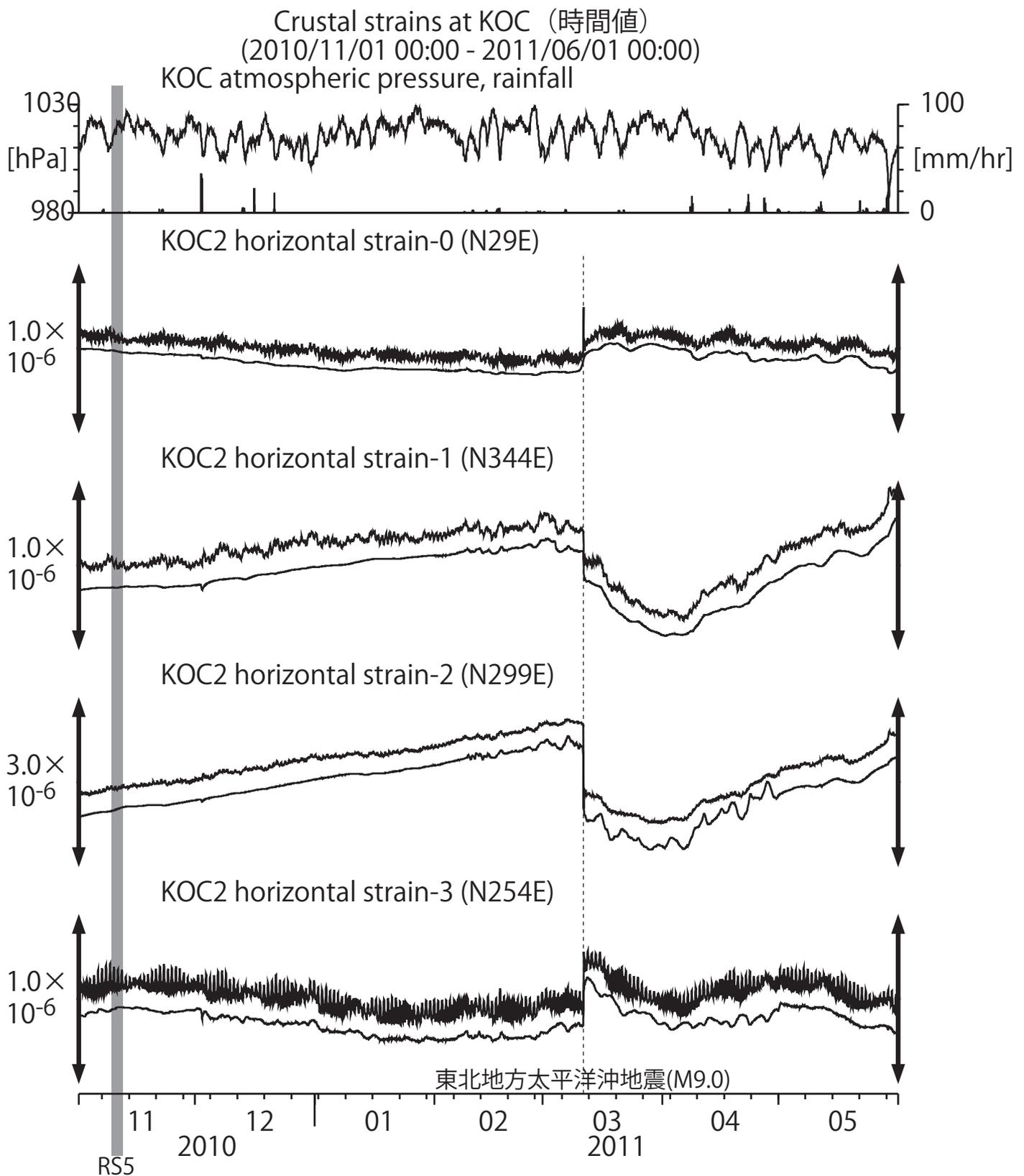
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

A: 11/30 小笠原諸島西方沖の地震 (M7.1)

B: 1/16 徳島県北部の地震 (M4.5)

C: 2/21 和歌山県北部の地震 (M4.8)

Fig. 22
産総研



Strainmeter depth = 201.3-203.6 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

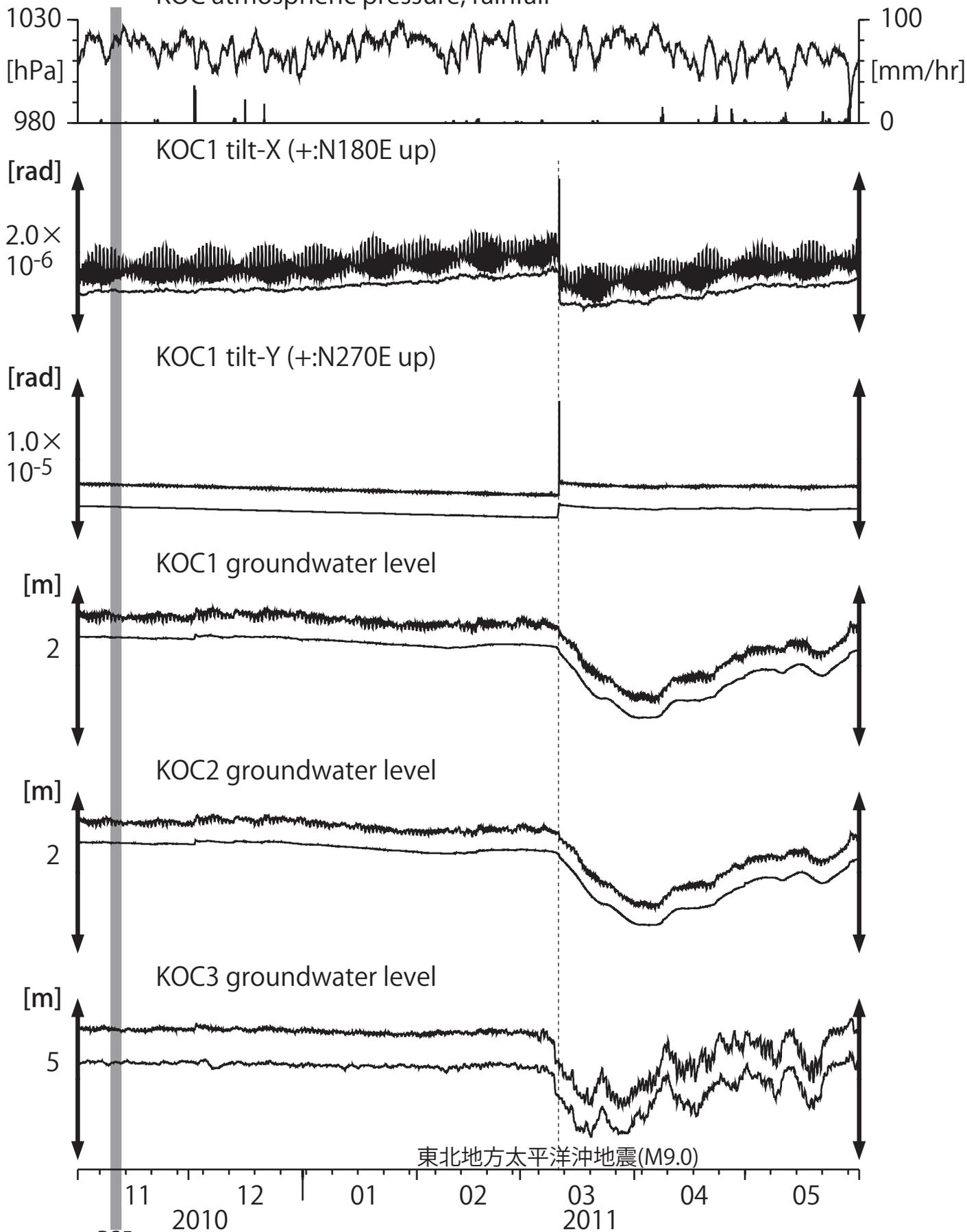
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 23
産総研

Tilt and groundwater level at KOC (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

KOC atmospheric pressure, rainfall



東北地方太平洋沖地震(M9.0)

RS5

Tiltmeter depth = 597.1-597.7 [GL-m]

KOC1 : Screen depth = 486.1-507.1 [GL-m]

KOC2 : Screen depth = 169.1-173.9 [GL-m]

KOC3 : Screen depth = 20.6-25.4 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

Fig. 24
産総研

Crustal strains at TSS (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

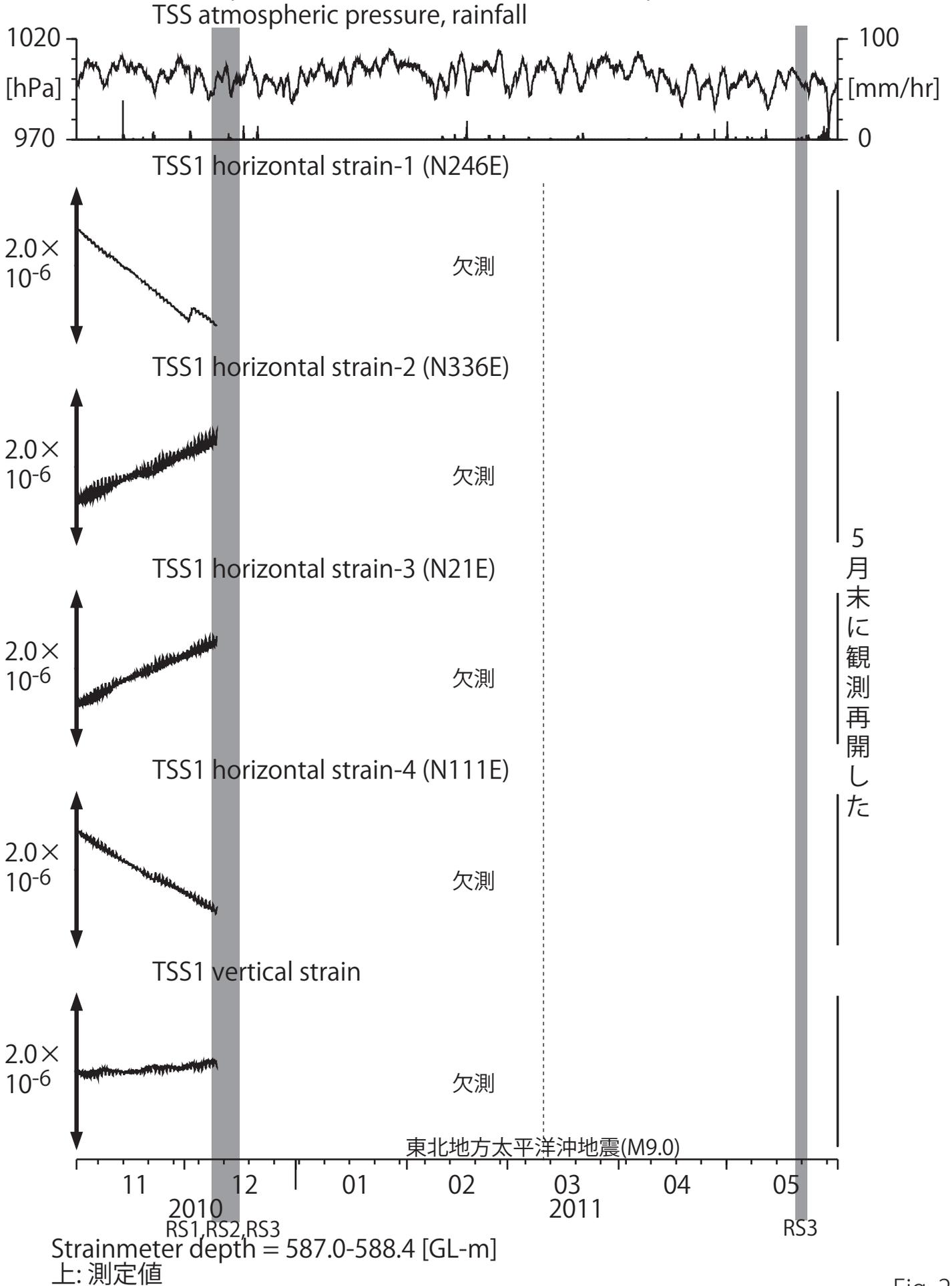
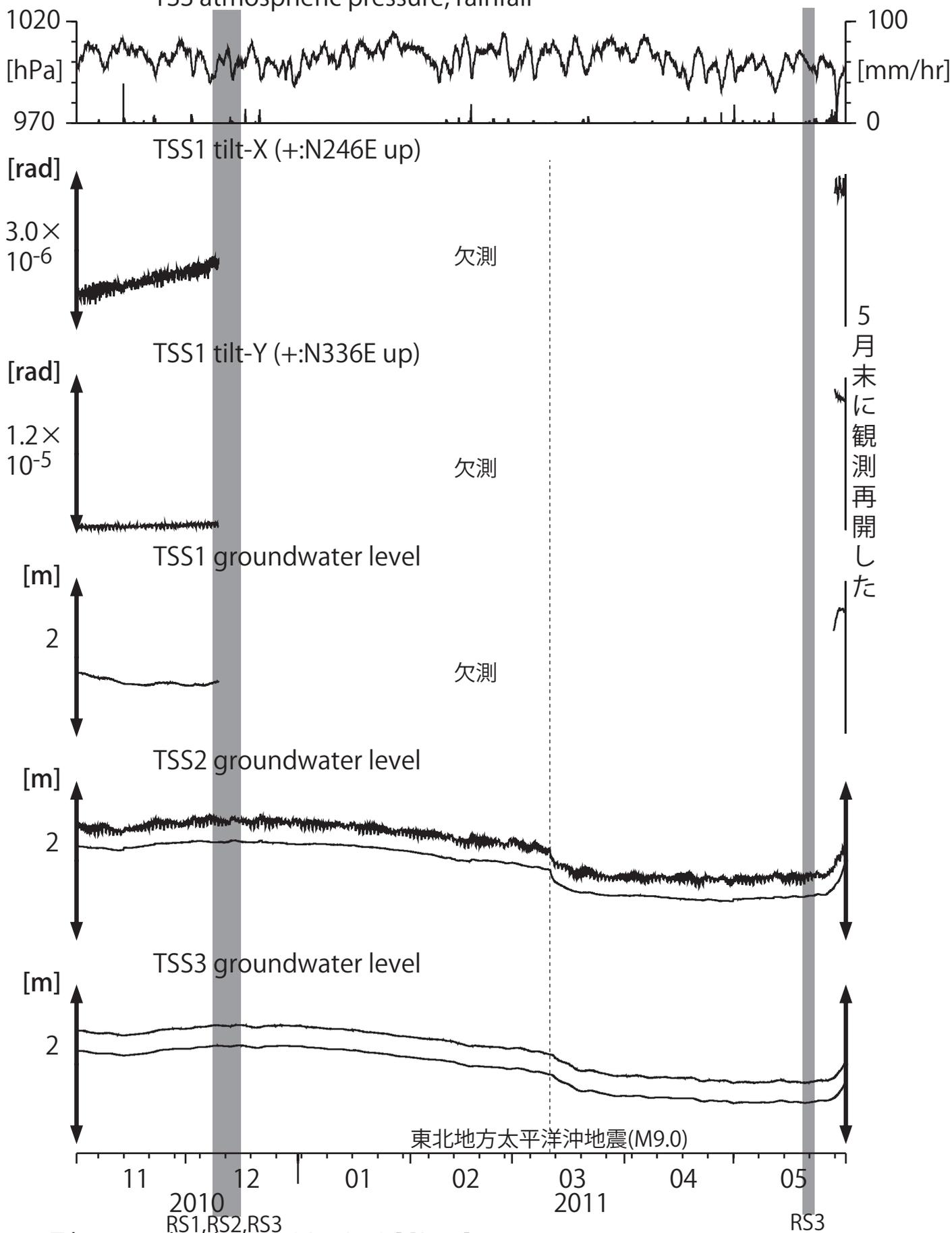


Fig. 25
 産総研

Tilt and groundwater level at TSS (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

TSS atmospheric pressure, rainfall

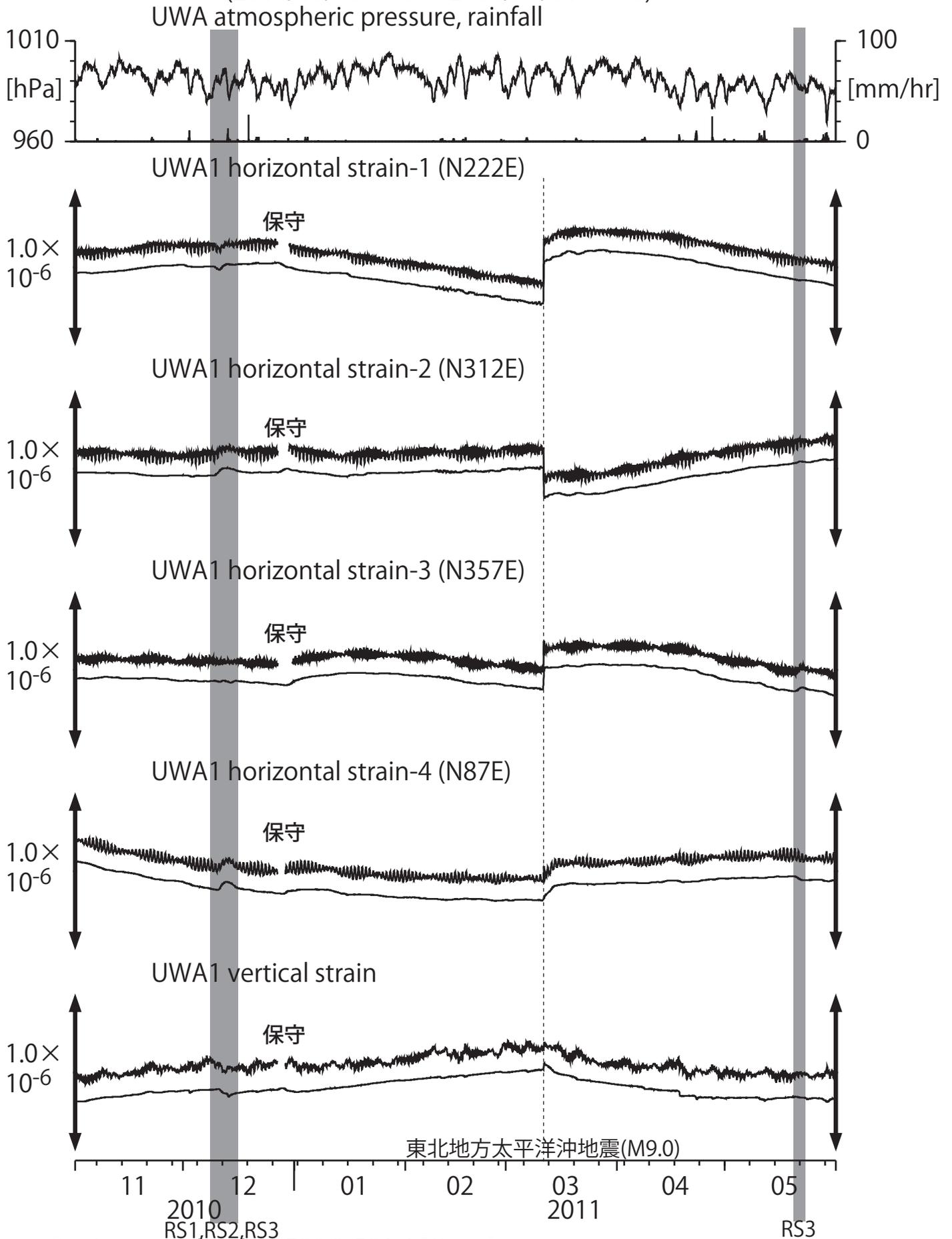


Tiltmeter depth = 586.2-587.0 [GL-m]
 TSS1 : Screen depth = 467.7-473.2 [GL-m]
 TSS2 : Screen depth = 238.9-244.3 [GL-m]
 TSS3 : Screen depth = 129.1-134.6 [GL-m]

上: 測定値
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去

Fig. 26
 産総研

Crustal strains at UWA (時間値)
(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



Strainmeter depth = 590.0-591.4 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

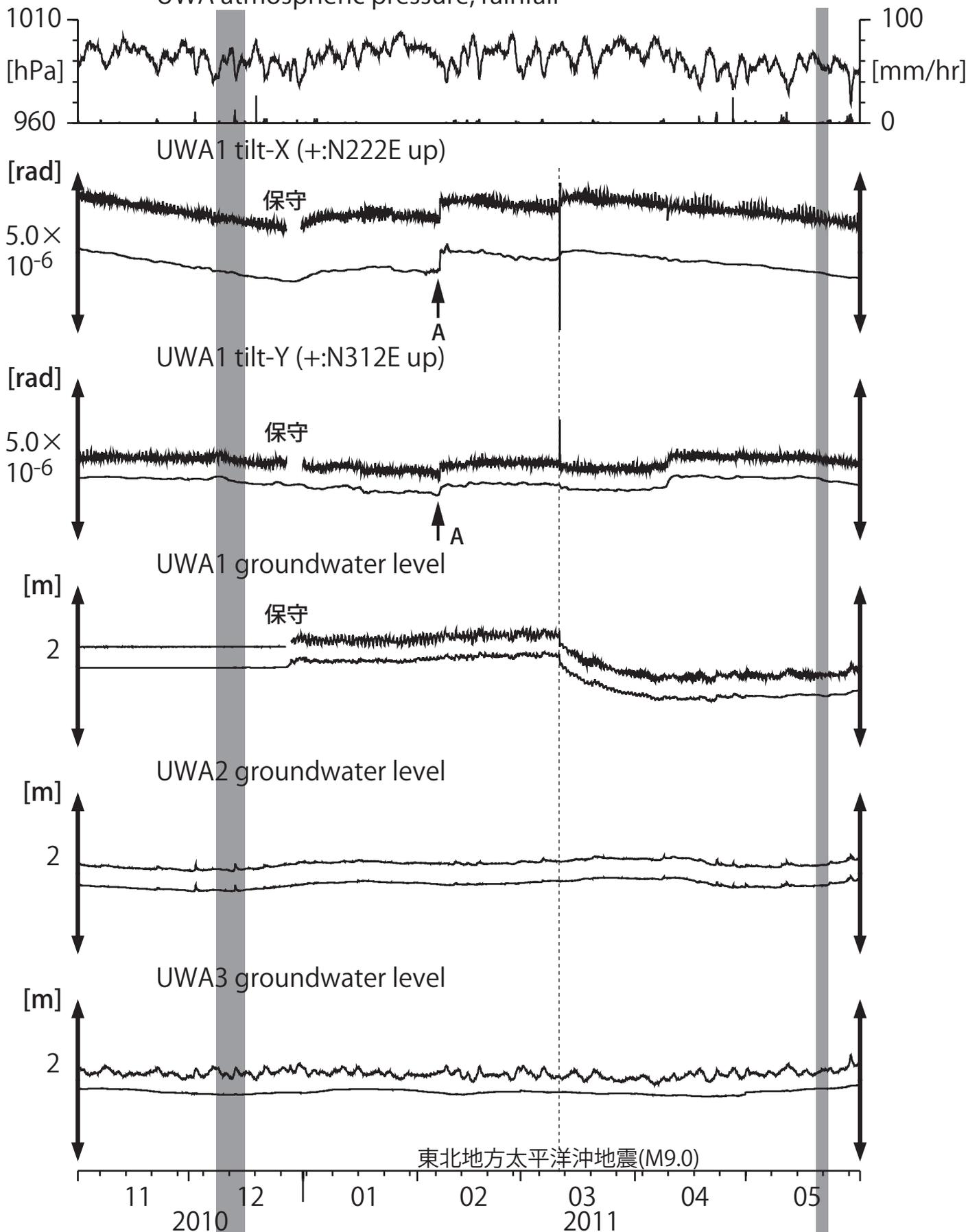
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 27
産総研

Tilt and groundwater level at UWA (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

UWA atmospheric pressure, rainfall



東北地方太平洋沖地震(M9.0)

RS1,RS2,RS3

A: 2/7 薩摩半島西方沖の地震 (M4.4)

Tiltmeter depth = 589.2-590.0 [GL-m]
 UWA1 : Screen depth = 446.4-457.4 [GL-m]
 UWA2 : Screen depth = 68.9-79.9 [GL-m]
 UWA3 : Screen depth = 13.6-18.4 [GL-m]

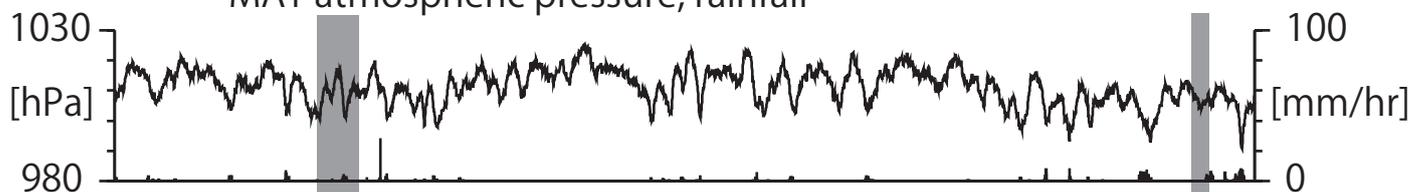
上: tiltは1次トレンドを除去

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

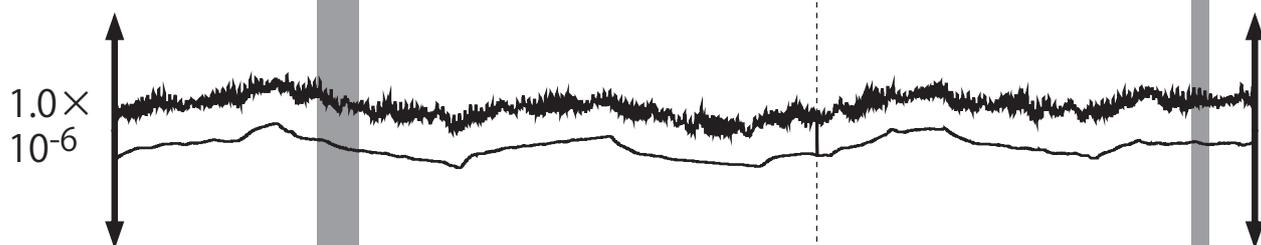
Fig. 28
産総研

Crustal strains at MAT (時間値)
 (2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

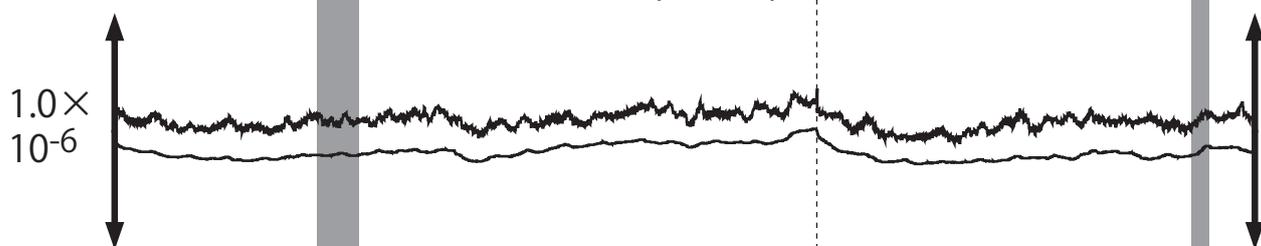
MAT atmospheric pressure, rainfall



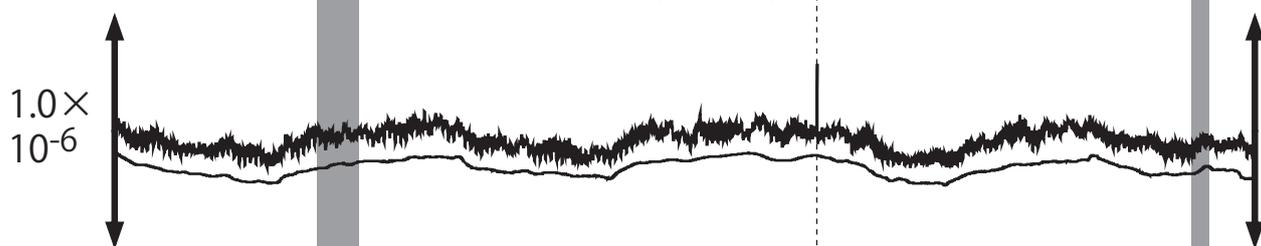
MAT2 horizontal strain-0 (N336E)



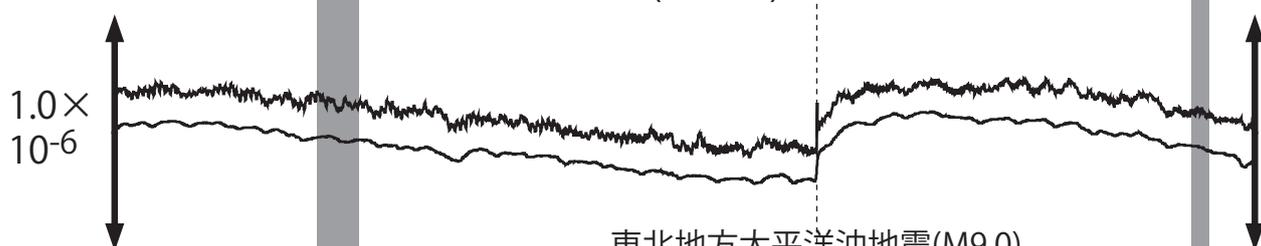
MAT2 horizontal strain-1 (N291E)



MAT2 horizontal strain-2 (N246E)



MAT2 horizontal strain-3 (N201E)



東北地方太平洋沖地震(M9.0)

11 12 01 02 03 04 05

2010

2011

RS1 RS2 RS3

RS3

Strainmeter depth = 200.8-203.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

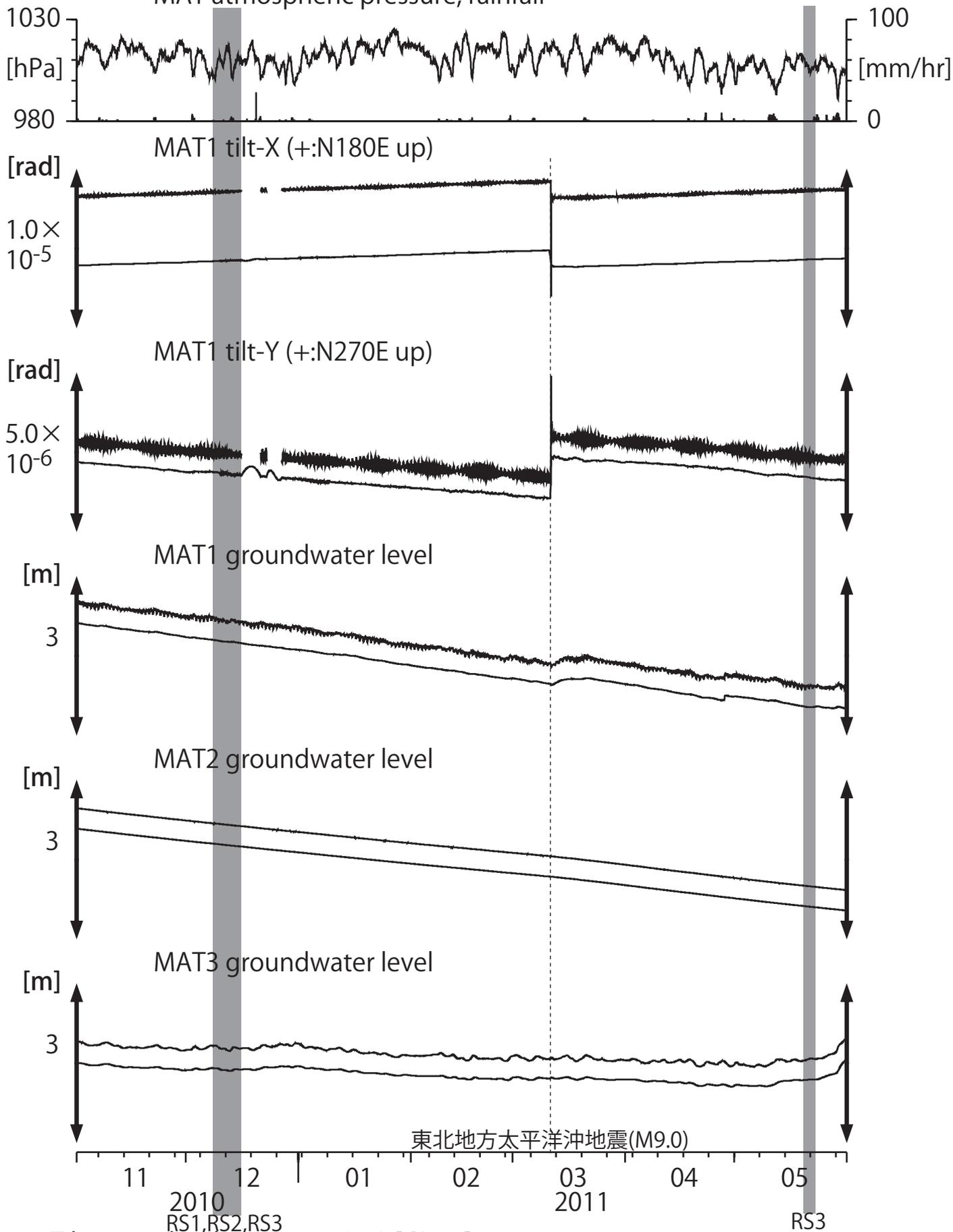
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig. 29
 産総研

Tilt and groundwater level at MAT (時間値)

(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

MAT atmospheric pressure, rainfall



東北地方太平洋沖地震(M9.0)

2010

2011

RS1,RS2,RS3

RS3

Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]

MAT1 : Screen depth = 512.2-528.6 [GL-m]

MAT2 : Screen depth = 170.2-181.1 [GL-m]

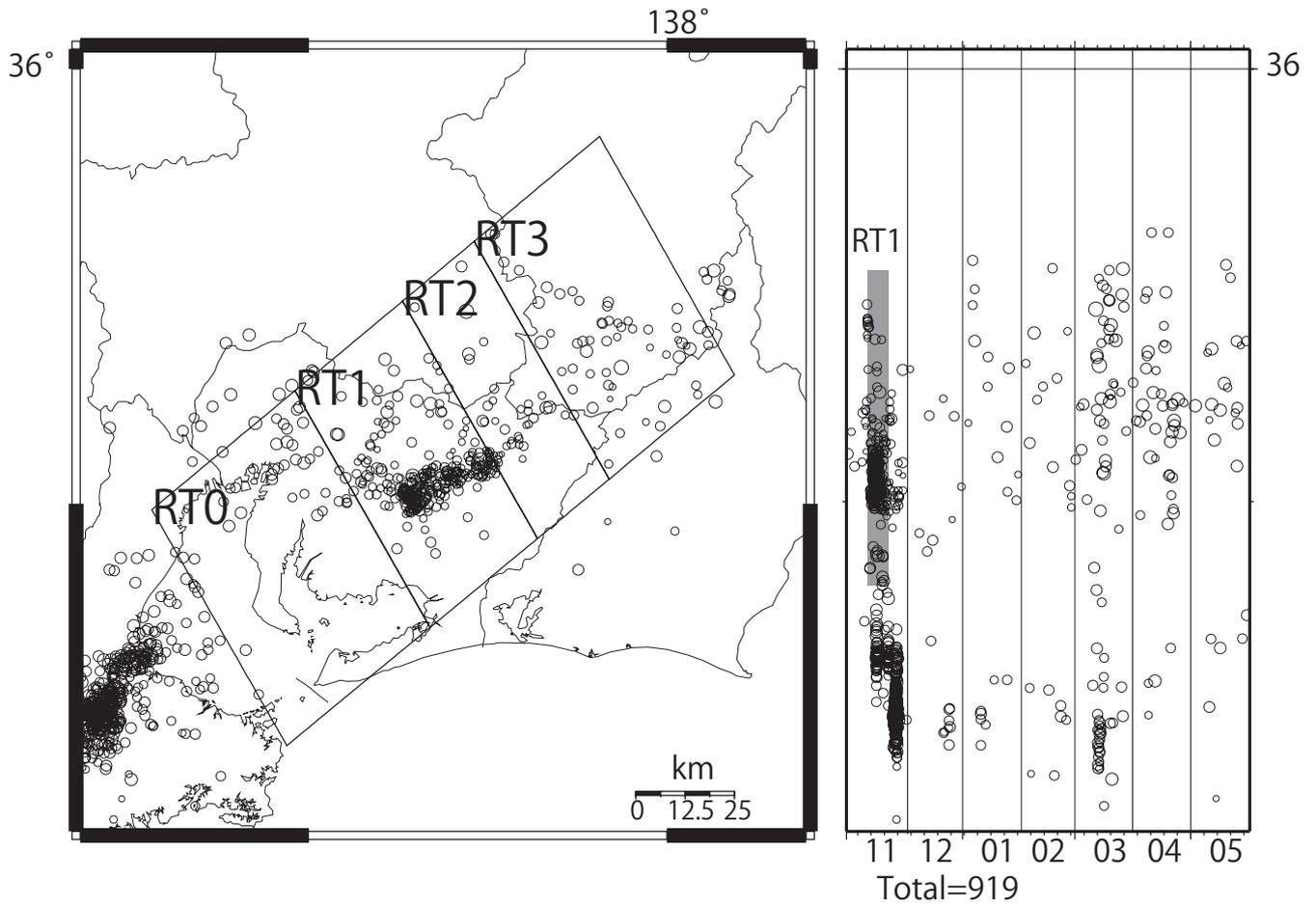
MAT3 : Screen depth = 17.0-22.5 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

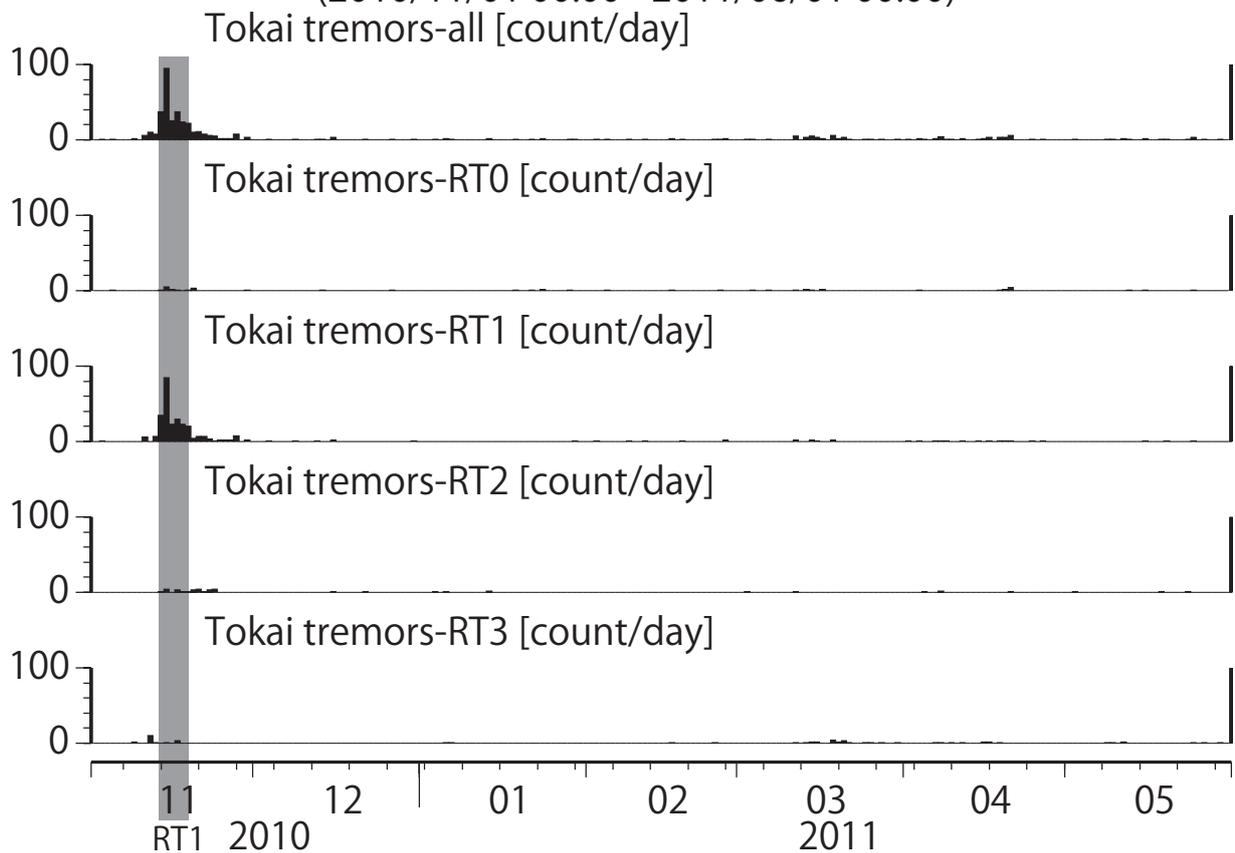
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

Fig. 30
産総研

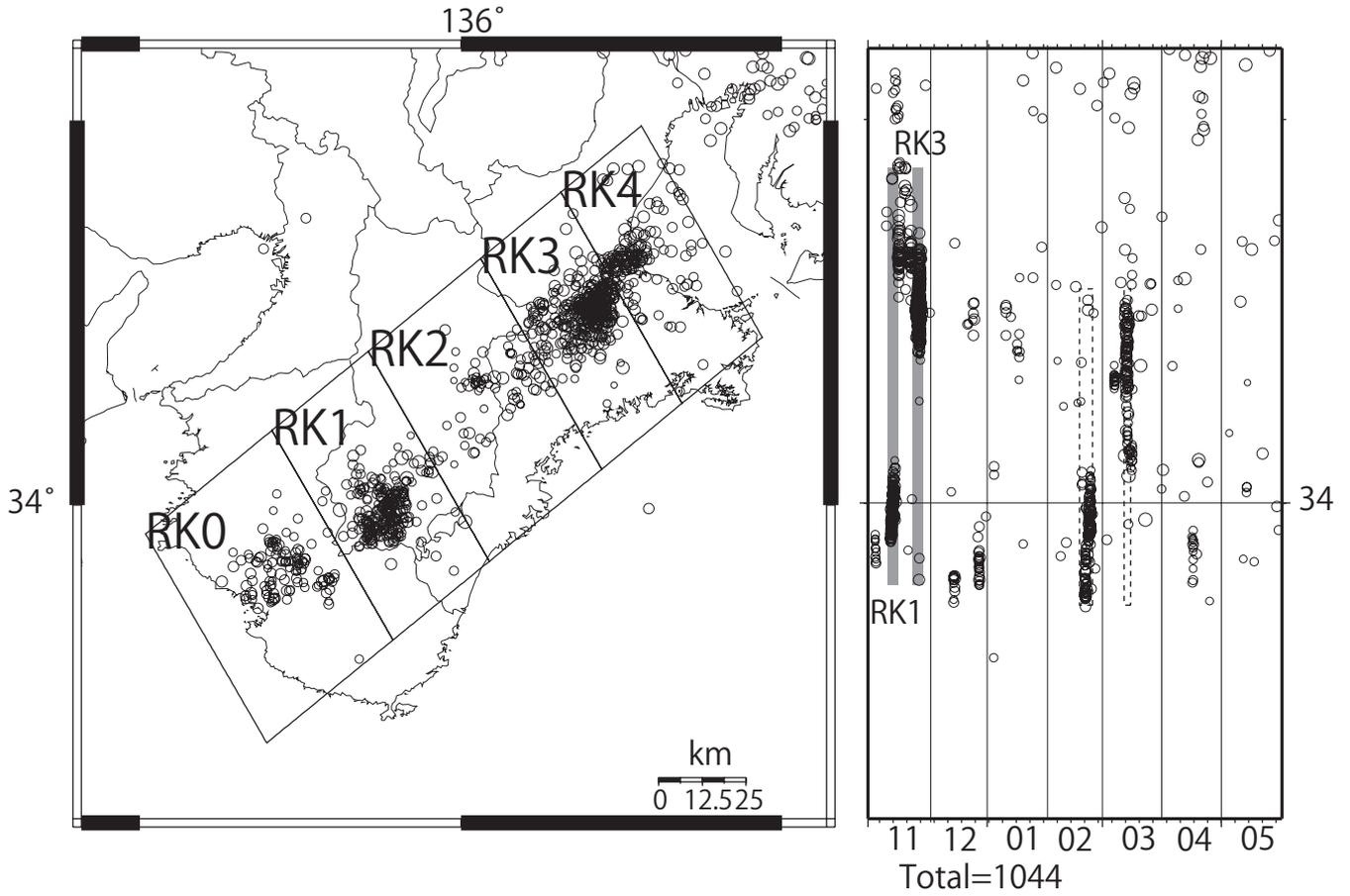
東海における深部低周波微動の発生状況 (産総研の決定による)



Deep low-frequency tremors in Tokai (日値)
(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)



紀伊半島における深部低周波微動の発生状況 (産総研の決定による)



Deep low-frequency tremors in Kii Peninsula (日値)
(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

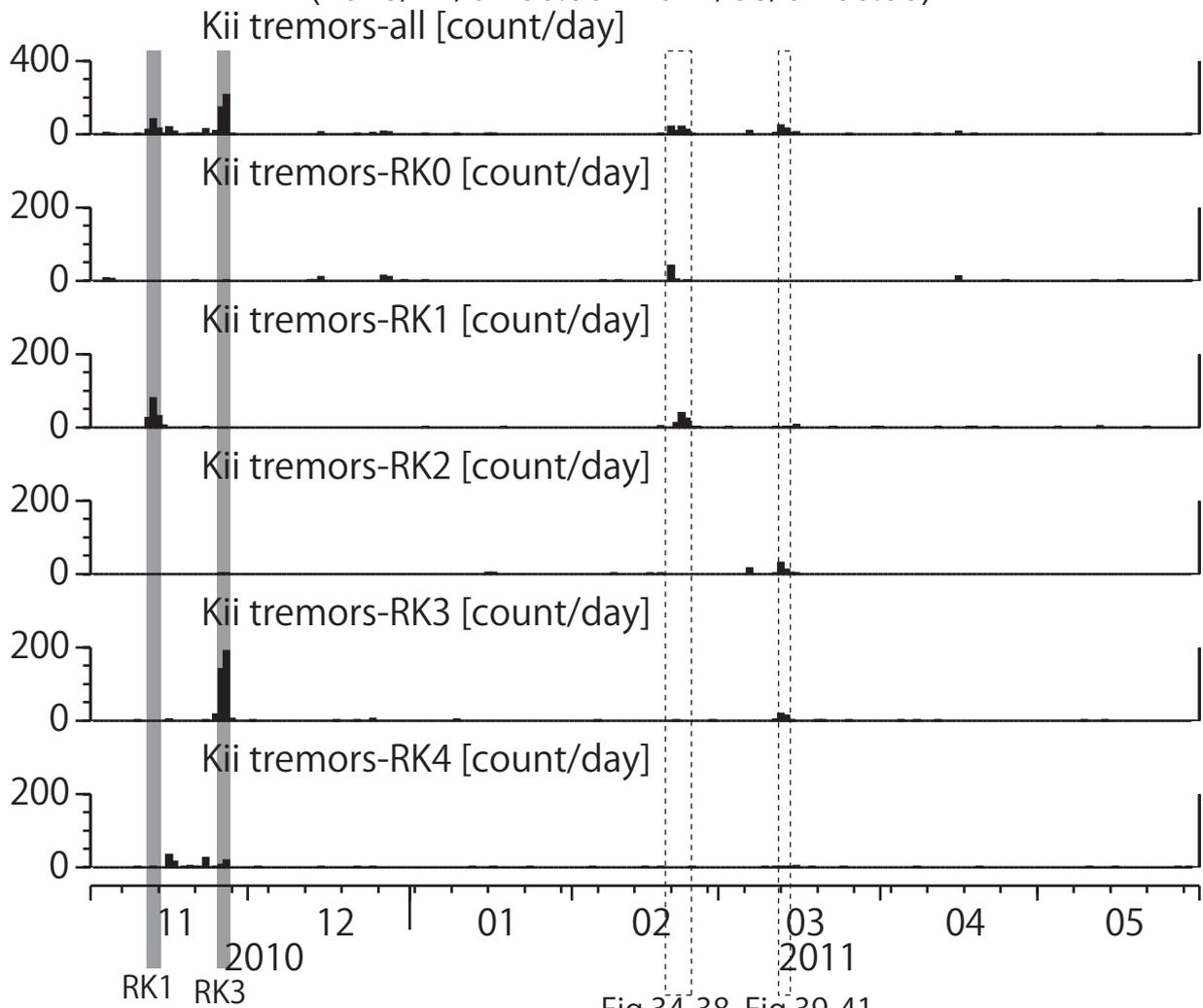
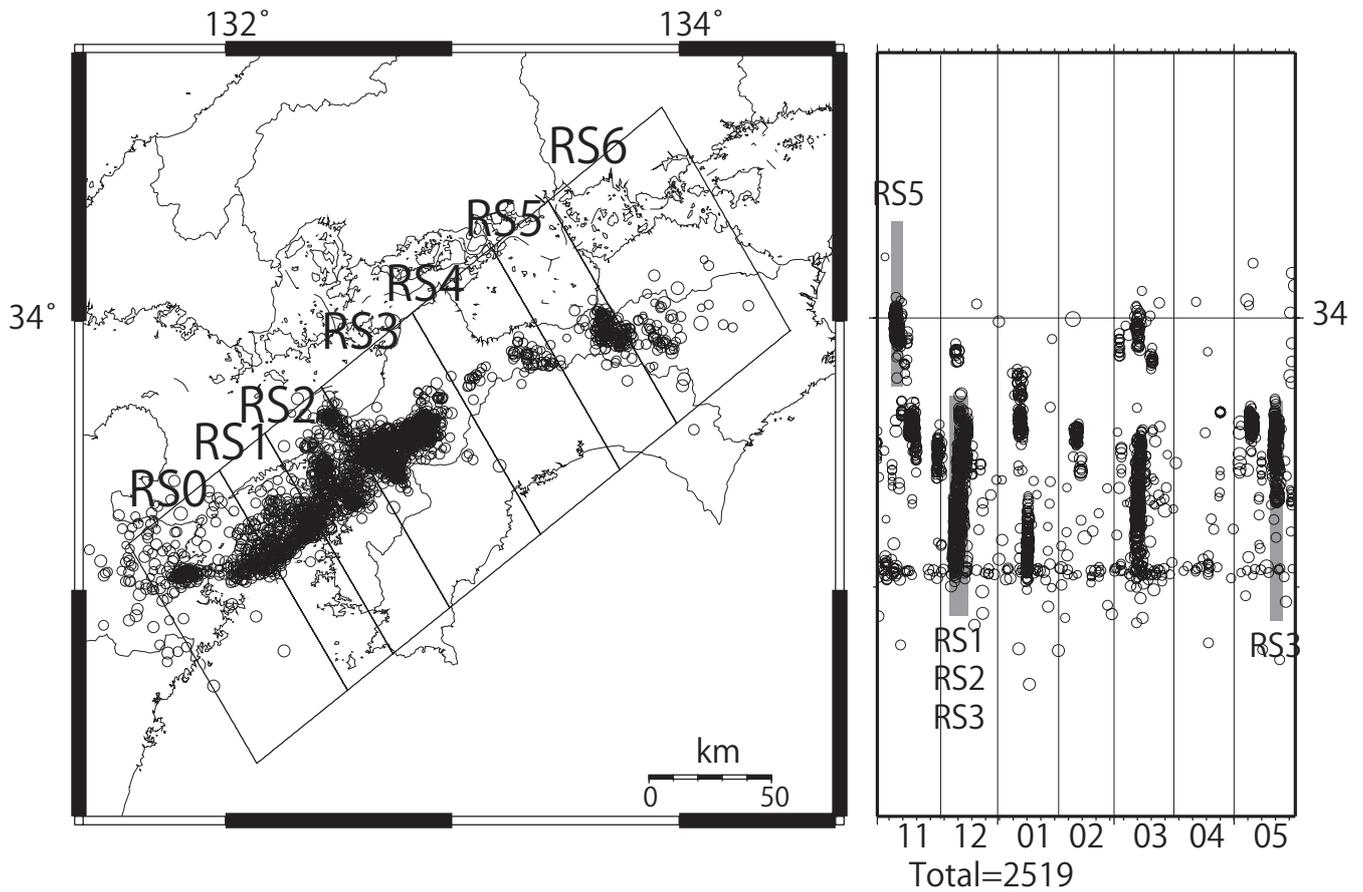


Fig.34-38 Fig.39-41

四国における深部低周波微動の発生状況 (産総研の決定による)



Deep low-frequency tremors in Shikoku (日値)
(2010/11/01 00:00 - 2011/06/01 00:00)

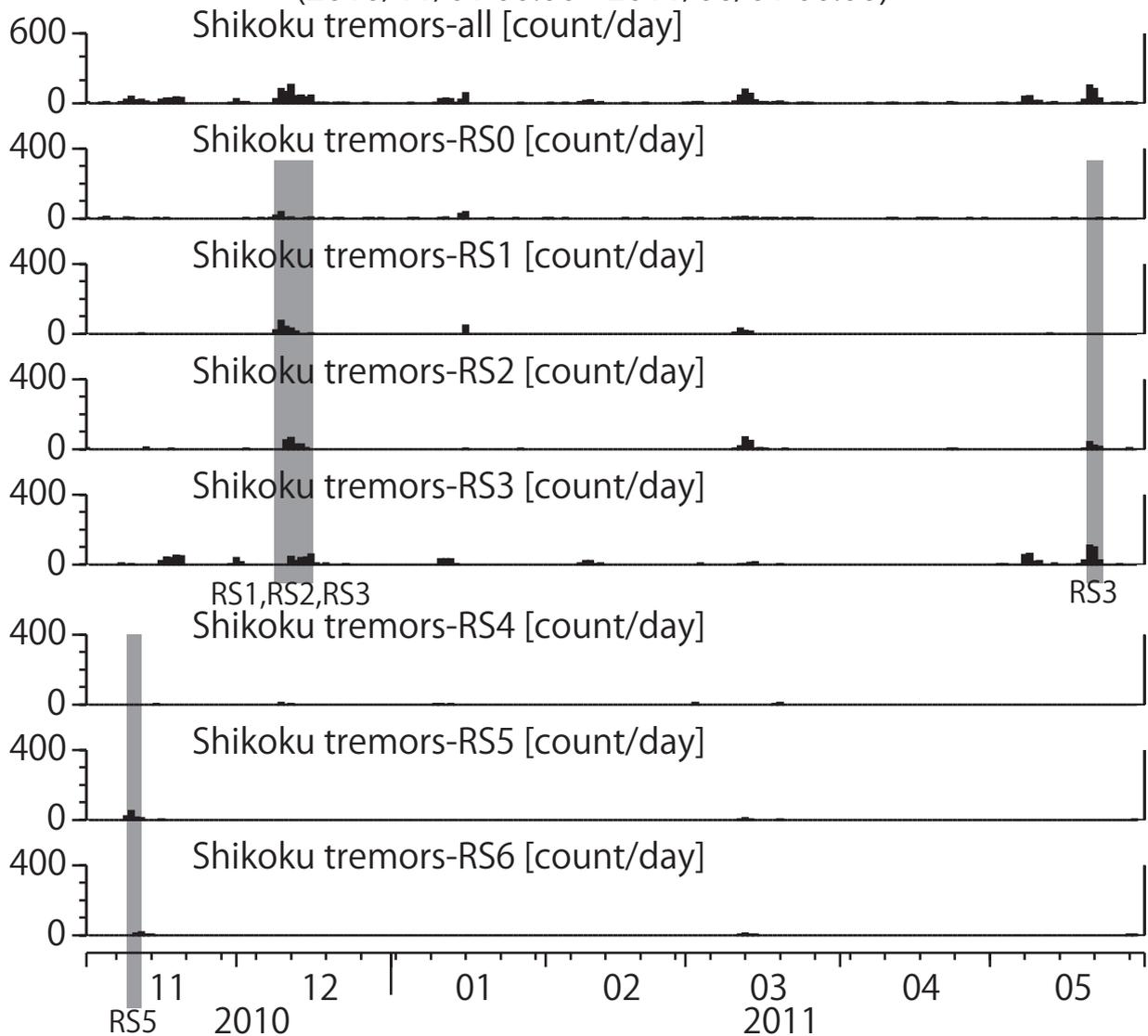


Fig. 33
産総研

紀伊半島における歪観測結果 (時間値)
 (2011/02/05 00:00 - 2011/02/24 12:00)

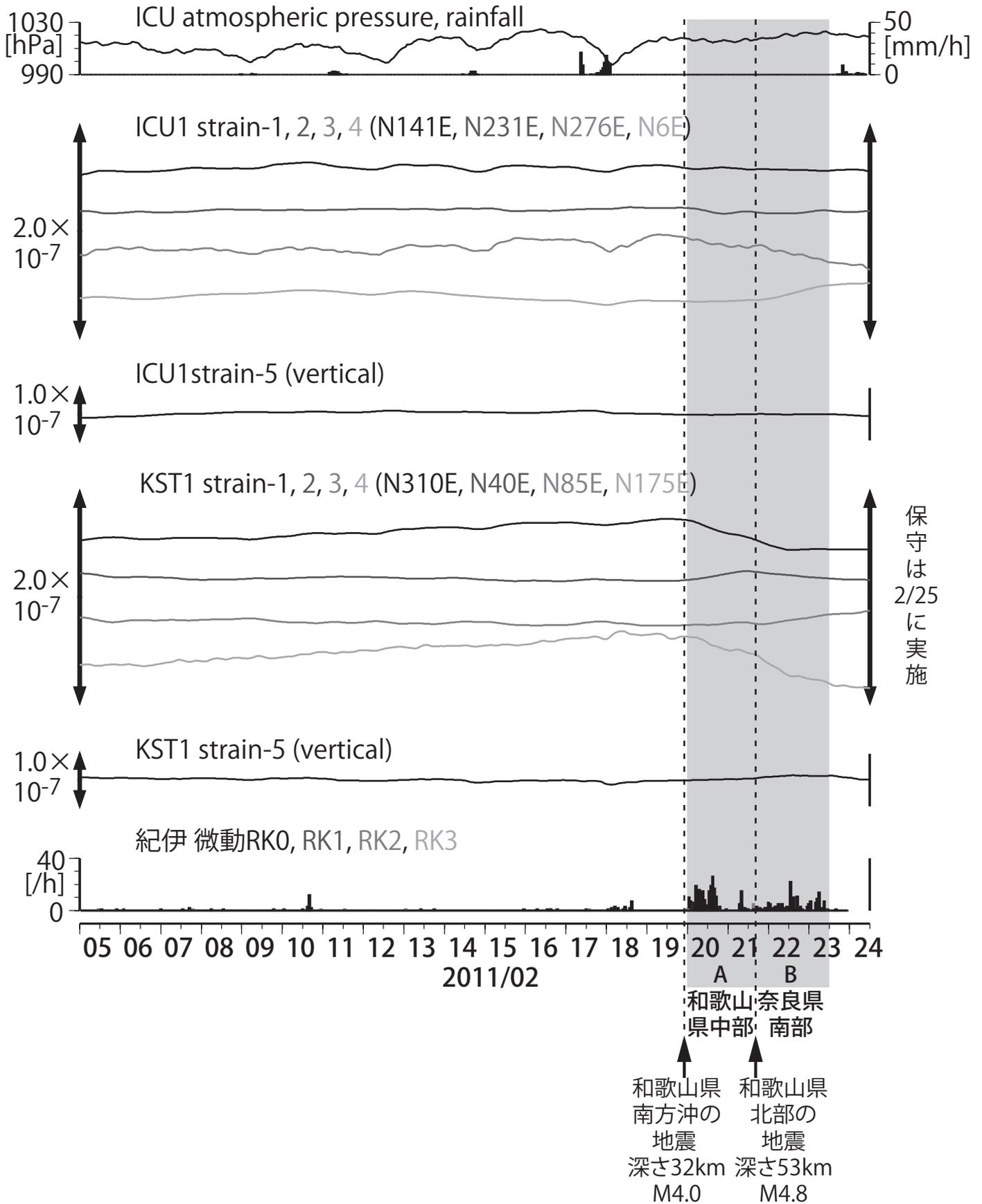


Fig. 34
 産総研

A: 2011/2/20-21(12時) 和歌山県中部

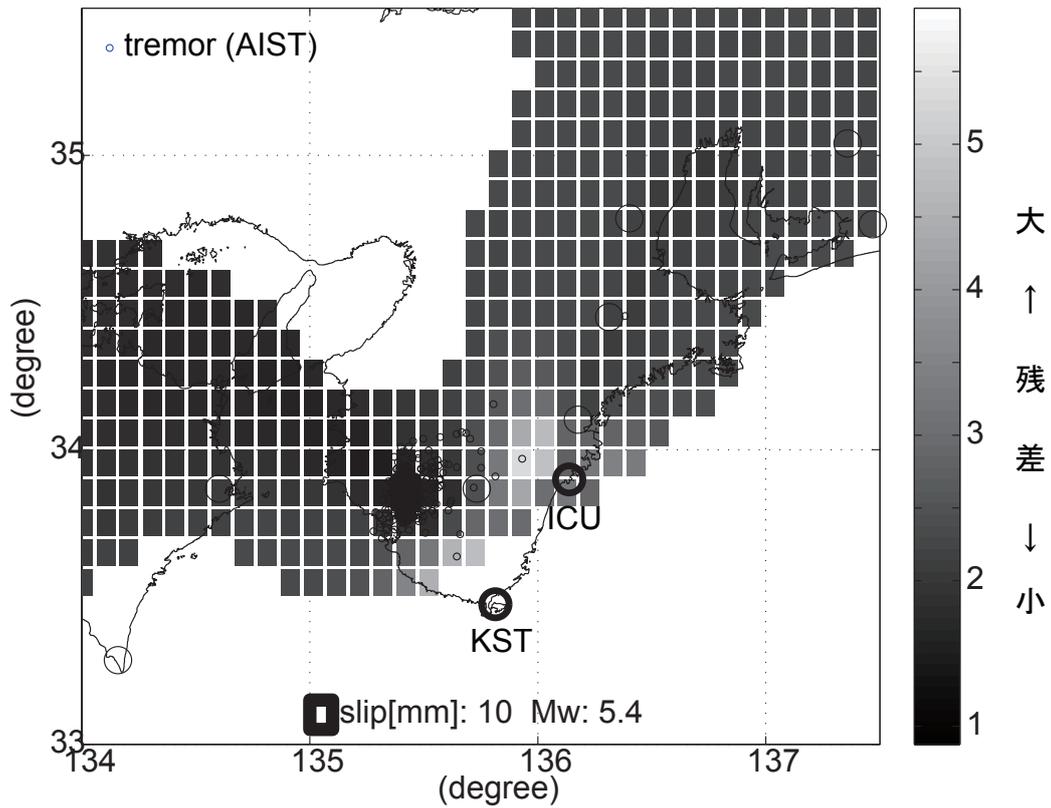


Fig. 35: プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪3成分の観測値と計算値の残差分布図。小さい丸は産総研による深部低周波微動震央。パッチサイズは20×20km、すべり量は5-500mmで可変(5mm間隔)。太い矩形は最小残差のパッチ。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。

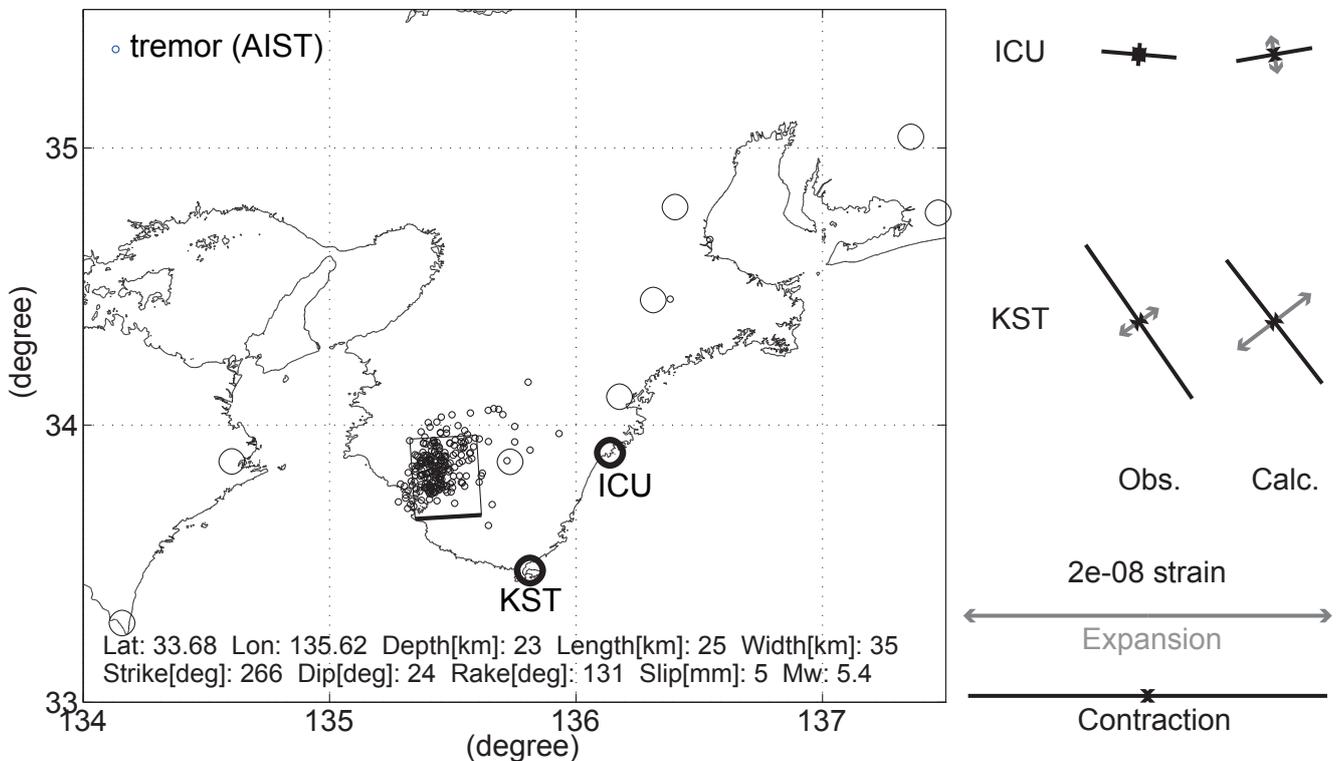


Fig. 36: プレート境界面上のグリッドサーチによる断層面推定結果。小さい丸は産総研による深部低周波微動震央。断層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断層面の幅と長さはそれぞれ10~50kmまで5km間隔、すべり量は5~500mmまで5mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測値と、推定された断層面による計算値との比較を示す。

B: 2011/2/21(12時) - 23(12時) 和歌山県中部

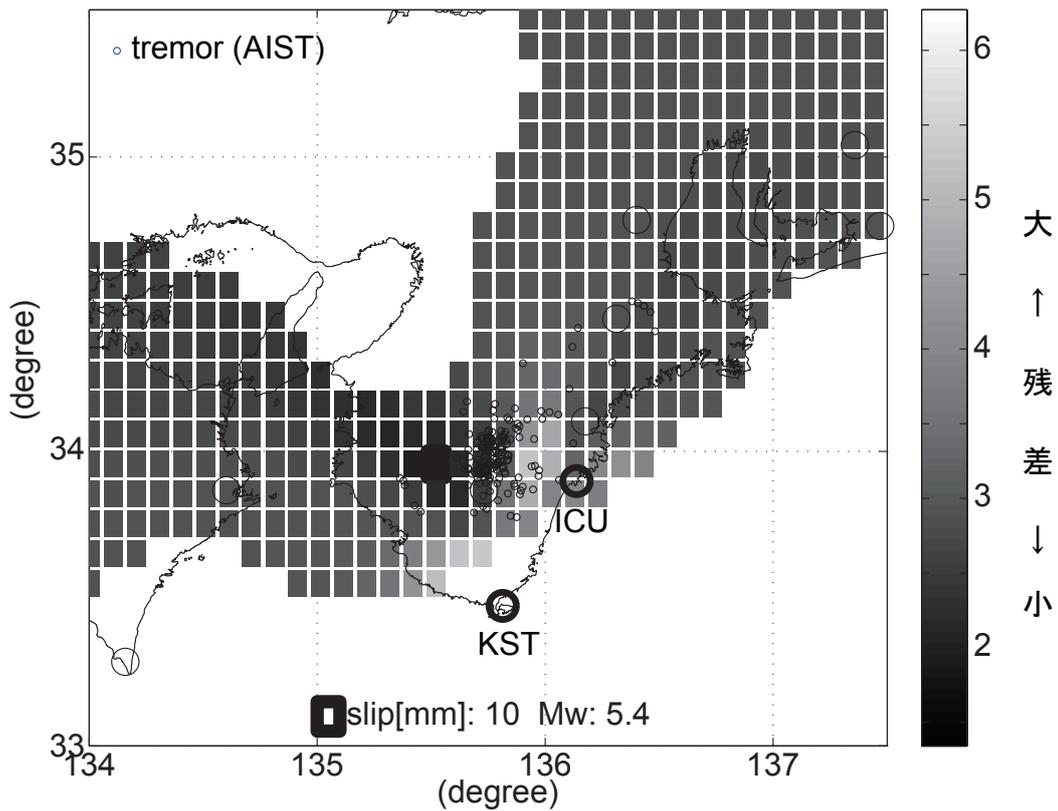


Fig. 37: プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪3成分の観測値と計算値の残差分布図。小さい丸は産総研による深部低周波微動震央。パッチサイズは20×20km、すべり量は5-500mmで可変(5mm間隔)。太い矩形は最小残差のパッチ。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。残差が小さい領域は微動域より西側にずれている。

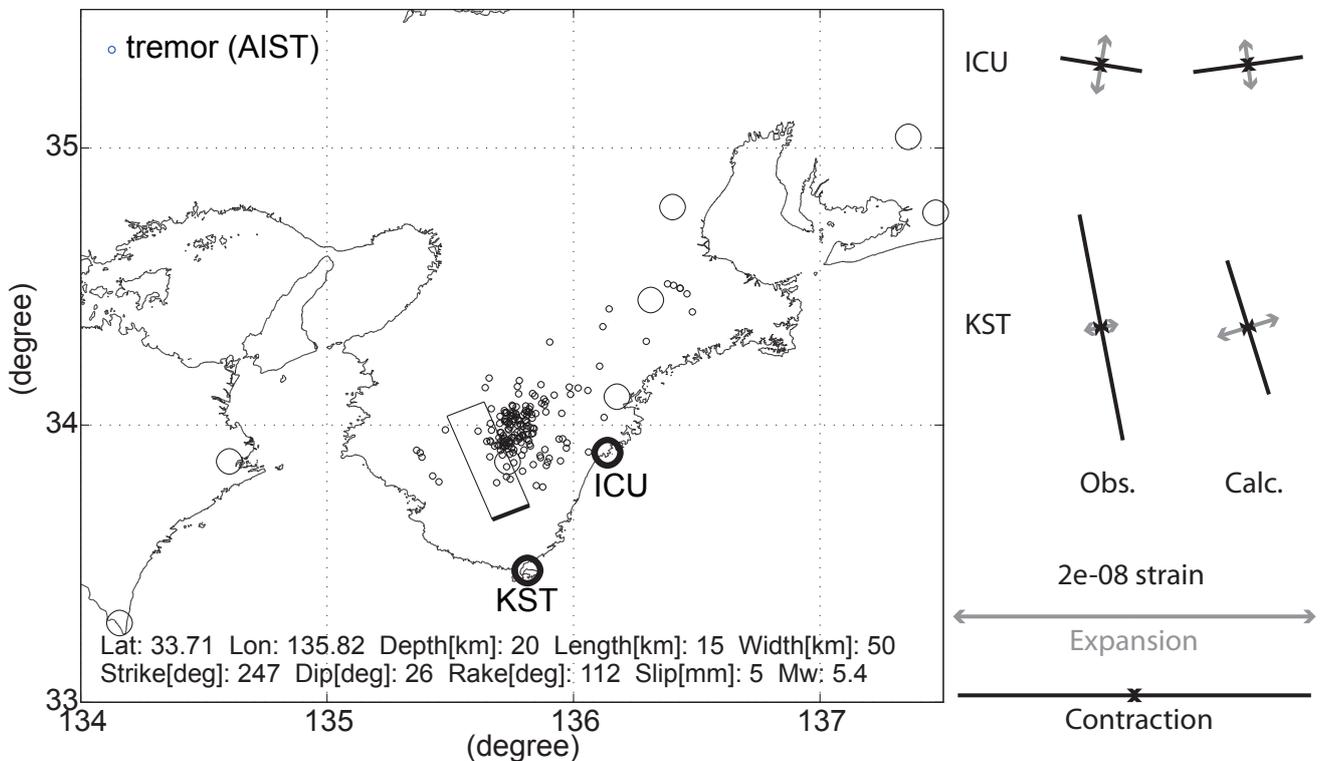


Fig. 38: プレート境界面上のグリッドサーチによる断層面推定結果。小さい丸は産総研による深部低周波微動震央。断層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断層面の幅と長さはそれぞれ10~50kmまで5km間隔、すべり量は5~500mmまで5mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測値と、推定された断層面による計算値との比較を示す。

紀伊半島における歪観測結果 (時間値)
 (2011/03/01 00:00 - 2011/03/22 00:00)

ICU atmospheric pressure, rainfall

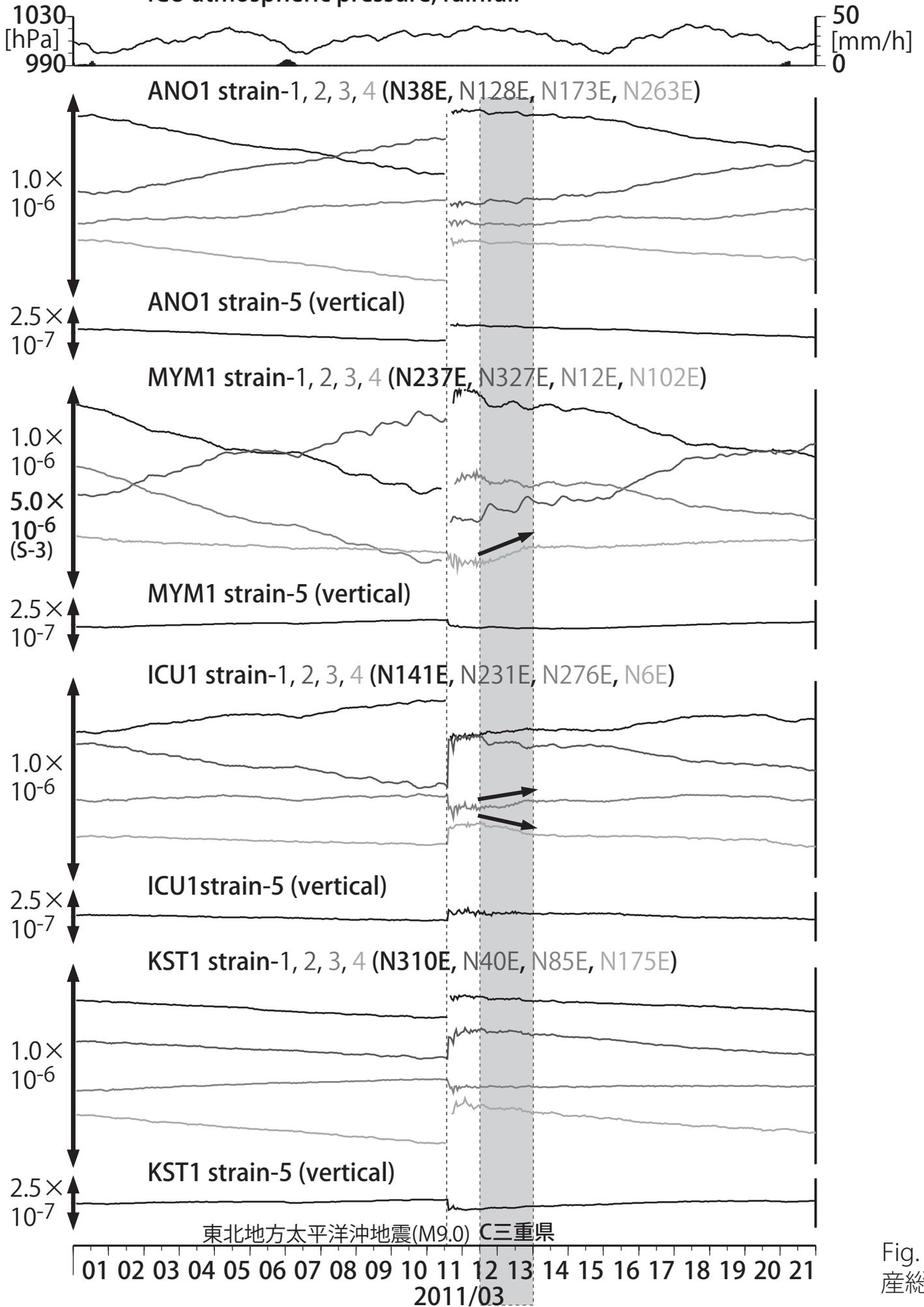


Fig. 39
 産総研

C: 2011/3/12(12時) - 14(0時) 三重県

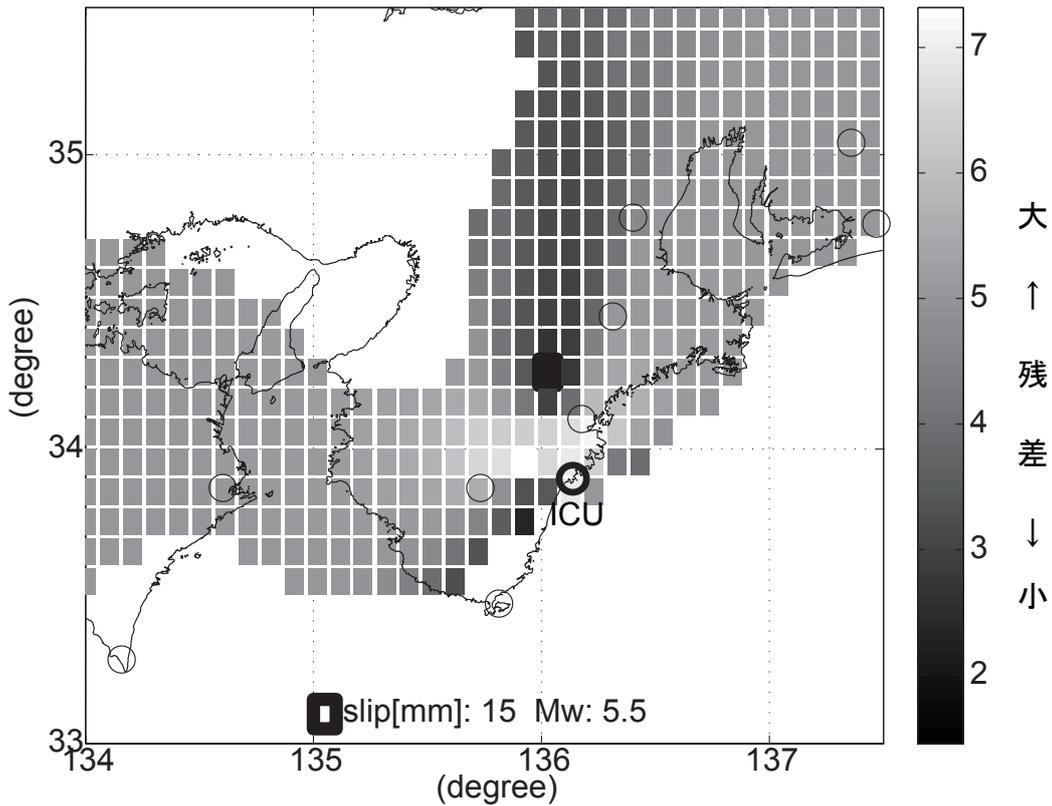


Fig. 40: プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪3成分の観測値と計算値の残差分布図。パッチサイズは20×20km、すべり量は5~500mmで可変(5mm間隔)。太い矩形は最小残差のパッチ。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。残差が小さい領域と微動が活発な領域は概ね一致する。

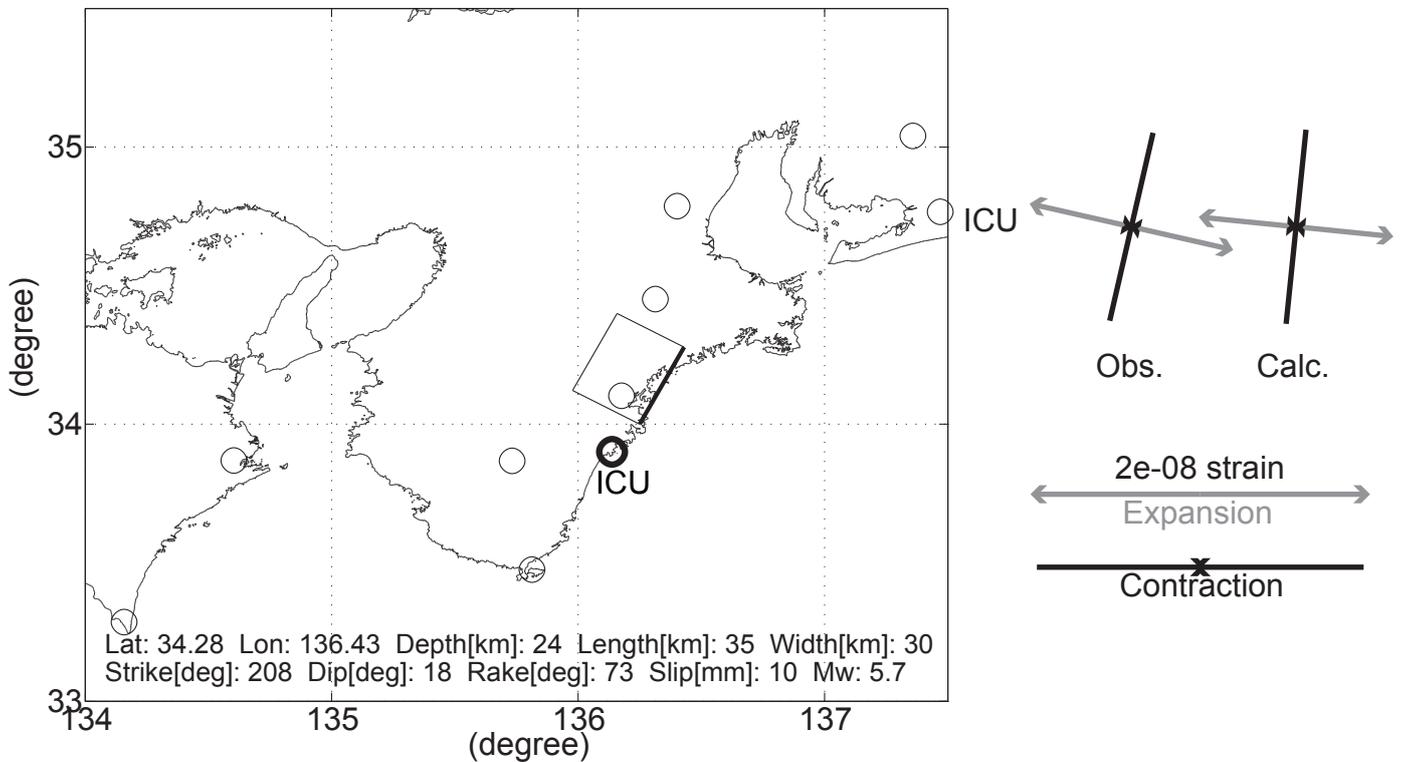


Fig. 41: プレート境界面上のグリッドサーチによる断層面推定結果。青丸は産総研による深部低周波微動震央。断層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断層面の幅と長さはそれぞれ10~50kmまで5km間隔、すべり量は5~500mmまで5mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測値と、推定された断層面による計算値との比較を示す。計算に使用したのは1地点のみであり、一意性は低い。

神奈川県西部地域の地下水位観測（2011年2月～ 2011年5月）

神奈川県温泉地学研究所・産業技術総合研究所

1. はじめに

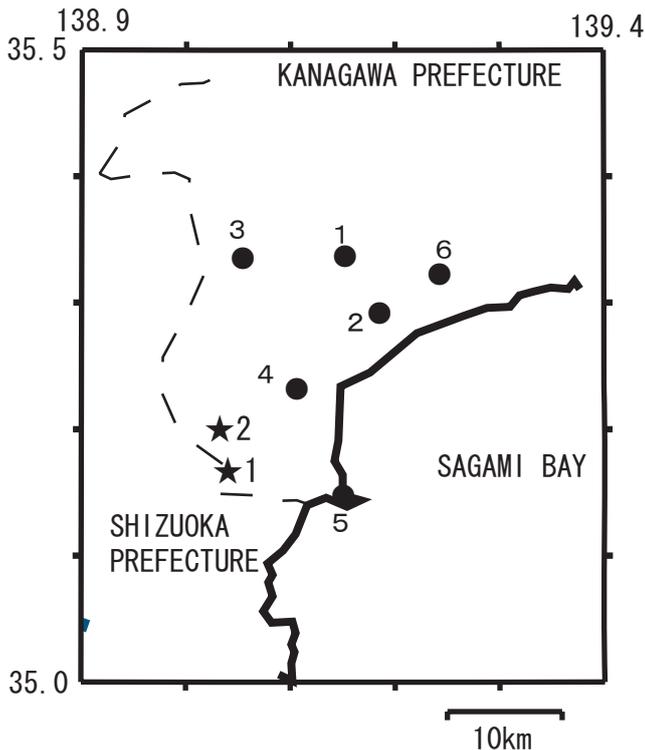
神奈川県温泉地学研究所では、神奈川県西部地震の予知研究の一環として、第1図・第1表に示した6箇所にて地下水位観測施設を整備し地下水位の連続観測を行っている。2011年2月-2011年5月の期間に重点をおいた観測結果を報告する。

2. 観測

第1図の6箇所の観測点では、地下水位の他、気圧・降水量も1分サンプリングで観測を行っている。得られたデータは、1日1回テレメータにて温泉地学研究所に送信される。

3. 結果（第2～3図）

結果を第2図（原則1時間値、真鶴・二宮のみ24時間平均値）と第3図（原則0時の瞬時値）に示す。第1図の範囲内（北緯35～35.5度、東経138.9～139.4度）で、2011年2月～2011年5月に深さ30km以浅でM4以上の地震は、1. 3月11日の15時08分頃に発生した静岡県伊豆地方の地震（M4.6、深さ：約6km、真鶴で震度4、湯本・小田原・二宮で震度3、南足柄・大井で震度2）、2. 3月21日の23時14分頃に発生した神奈川県西部の地震（M4.2、深さ3km、小田原・湯本で震度2）の2つで、これらの地震の前後に特に異常な変化はない。また、a. 2011年3月9日の11時45分頃に発生した三陸沖の地震（M7.3、深さ8km、東北地方大平洋沖地震の前震、観測点周辺で震度2-3）、b. 2011年3月11日の14時46分頃に発生した東北地方大平洋沖地震（M9.0、深さ24km、観測点周辺での震度は4～5強）、c. 2011年3月15日の22時31分頃に発生した静岡県東部の地震（M6.4、深さ14km、観測点周辺の震度3-4）の3つの地震後にいくつかの観測点で水位の変化が認められた。（板寺一洋・原田昌武・小泉尚嗣）。



参考論文

横山尚秀・他, 1995, 神奈川県西部地震予知のための地下水位観測施設と地下水位解析, 温泉地学研究所報告, 26, 21-36.

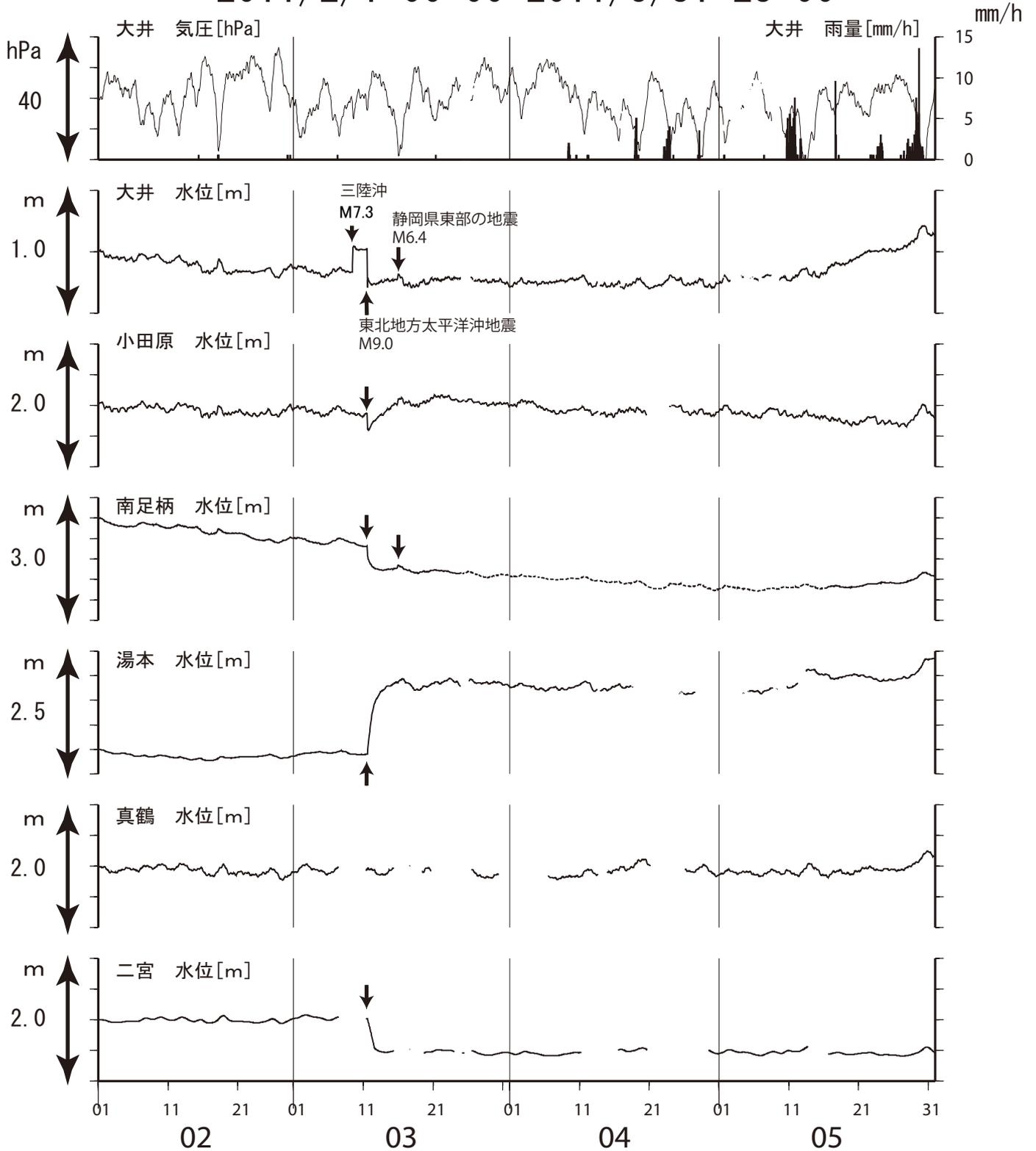
第1図 観測点近傍で深さ30km以浅でM4以上の地震（★）と地下水観測点の分布（●）. ★1：静岡県伊豆地方の地震（M4.6）、★2：神奈川県西部の地震（M4.2）
●1：大井, ●2：小田原, ●3：南足柄, ●4：湯本, ●5：真鶴, ●6：二宮,

第1表：地下水観測点の概要（横山・他, 1995）

観測点名	標高 (m)	深度 (m)	スクリーン (m)	センサー位置 (m)	帯水層の地質
大井	47	300	270～300	18	更新統(固結レキ層)
小田原	22	300	270～300	15	更新統(固結泥岩層)
南足柄	143	150	120～150	32	足柄層群(固結レキ層)
湯本	67	300	250～300	20	早川凝灰角レキ岩
真鶴	40	300	250～300	43	箱根古期外輪山溶岩
二宮	51	500	450～500	13	先第四系(固結レキ層)

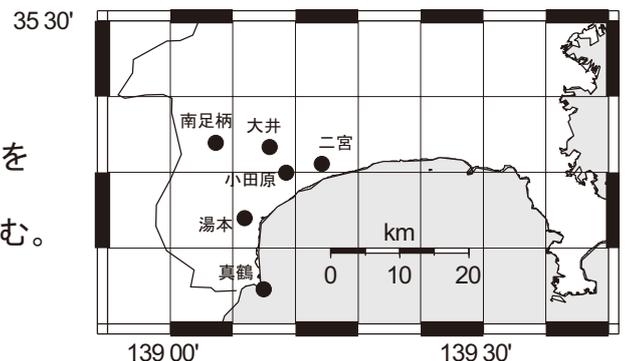
神奈川県西部地域の地下水位観測 中期(時間値)

2011/2/1 00:00-2011/5/31 23:00



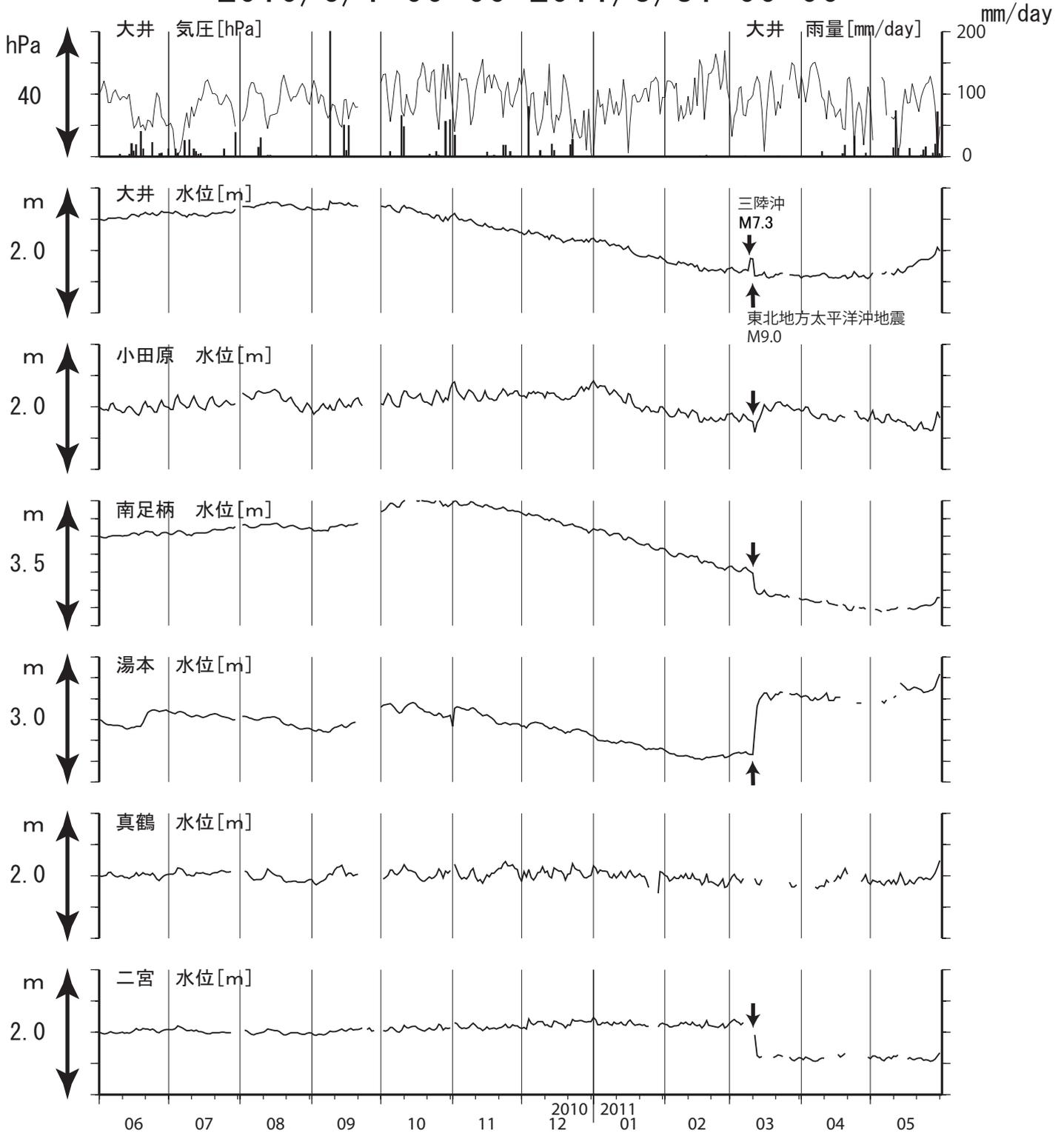
コメント：特記事項なし

真鶴・二宮は潮汐の影響が大きいため日平均値を示している。他は一時間値(生データ)通信およびデータ登録の不具合による欠測を含む。



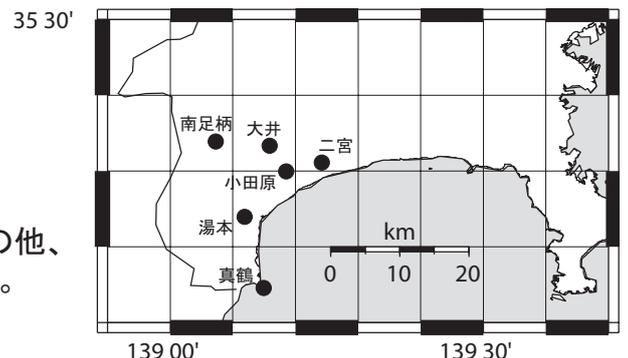
神奈川県西部地域の地下水位観測 長期

2010/6/1 00:00-2011/5/31 00:00



コメント：特記事項なし

真鶴・二宮以外は1日1回の瞬時値を示している。
2010年9月下旬の欠測はシステム更新による。その他、
通信およびデータ登録の不具合による欠測を含む。



鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化（2011年2月～2011年5月）

鳥取大学工学部・産業技術総合研究所

1. はじめに

鳥取県・島根県・岡山県は温泉が多く、その所在も地震活動と関連していると考えられる。この地方の特徴を生かし、国際ロータリー第2690地区、鳥取県西部地震義援金事業の一環として、温泉水の時間変化を観測網を山陰地方（鳥取県西部地震周辺及び鳥取県東部・岡山県北部地域）に整備し、地震活動との関連を調べている。

2. 観測

現在観測を行なっている地点は8点である（第1図）。観測方法としては、温泉井に水位計や温度計（分解能：1/100°C）を設置し、測定値をデータロガーにいったん収録した後、観測センター（鳥取大学工学部）へ電話回線を利用して転送する。ただし、8の吉岡温泉ではデータを現地集録している。観測センターには、データの回収・記録・解析システムを設置し、温泉データを地震データ等と比較して関係を調べる。解析の結果は、速報として観測センターのホームページで公開している（http://www.geosd.jp/onsen_k/index.htm）。

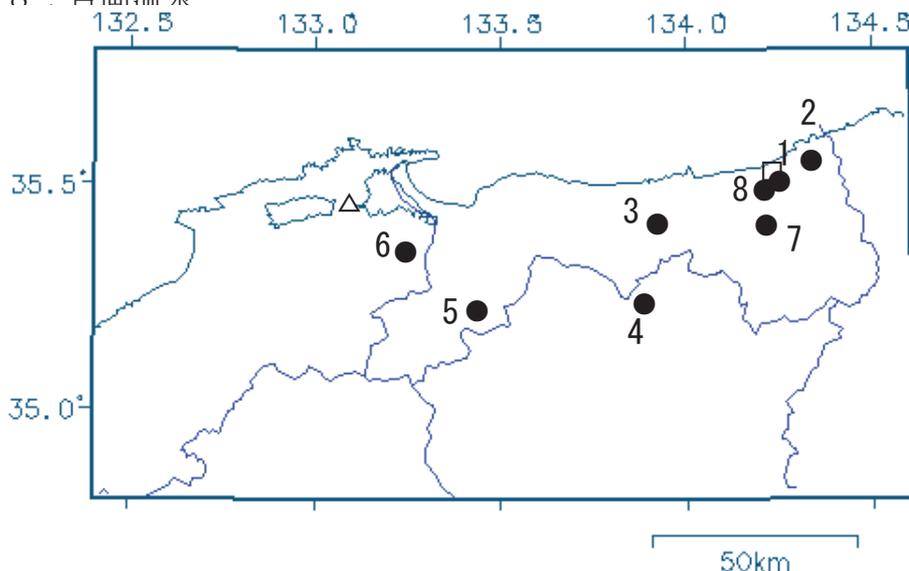
水位・水温の測定インターバルは10秒で1分間の平均値を記録している。温度センサーは、事前の温度検層により、湯谷温泉等を除いて、最も温度変化の大きい位置（深さ）に設置している（鳥取温泉175m、岩井温泉150m、三朝温泉25m、奥津温泉130m、日野町100m等）。

3. 結果（第2～5図）

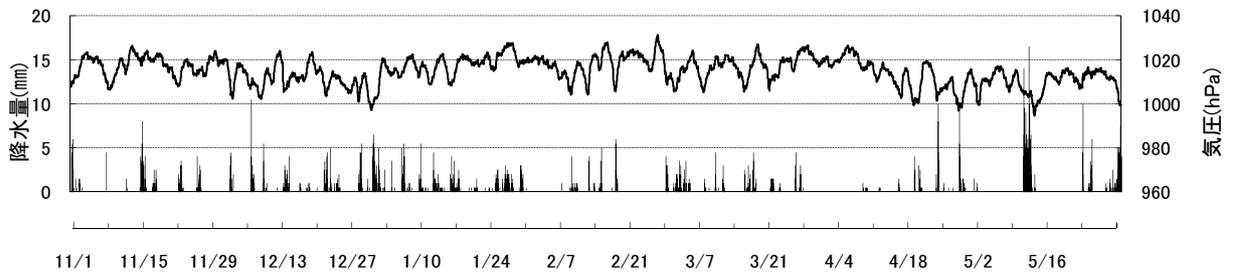
結果（原則として1時間値）を第2～5図に示す。気圧や気温の記録は、鳥取や松江の気象台の測定値を用いている。2011年2月～2011年5月の間に、第1図の範囲内（北緯34.8～35.8度、東経132.4～134.6度）で深さ30km以浅でM4以上の地震はない。観測点周辺に震度2以上の揺れをもたらした地震は、1)2011年3月11日の14時46分頃発生した東北地方大平洋沖地震（M9.0、深さ24km、観測点周辺での震度1-2）、2)同日の15時15分頃に発生した茨城県沖の地震（M7.7、深さ43km、東北地方大平洋沖地震の5/31までの最大余震、観測点周辺での震度1-2）、3)3月15日の22時31分頃に発生した静岡県東部の地震（M6.4、深さ14km、観測点周辺での震度1-2）の3つである。1の地震に対して、いくつかの観測点で顕著な変化が観測された。水温の地震発生直後の変化としては、1.急激に上昇（岩井温泉、吉岡温泉、湯谷温泉）2.低下してから上昇（奥津温泉、鷺の湯温泉）という、2パターンの変化がみられた（桑野裕一・野口竜也・香川敬生・西田良平・渡辺邦彦・小泉尚嗣）。

第1図 鳥取気象台（□）と松江気象台（△）および温泉水・地下水観測点の分布。現在観測を継続している所を●で示している。

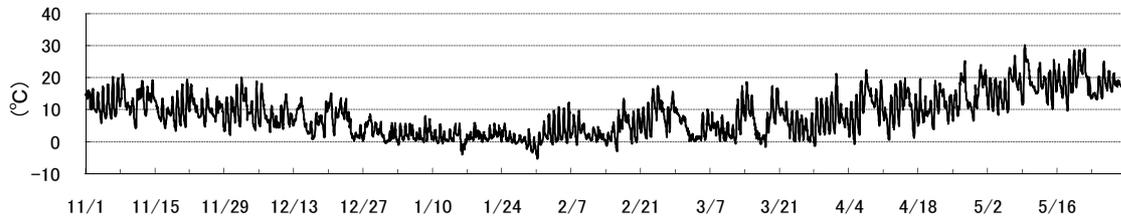
1：鳥取温泉， 2：岩井温泉， 3：三朝温泉， 4：奥津温泉， 5：日野町， 6：鷺の湯温泉，
7：湯谷温泉， 8：吉岡温泉



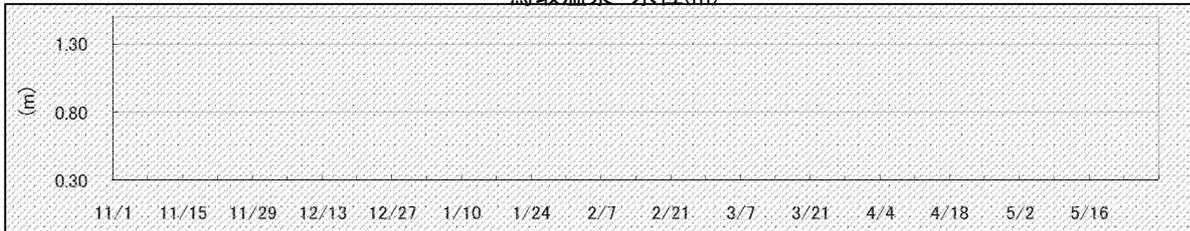
鳥取市 気圧・降水量



鳥取市 気温

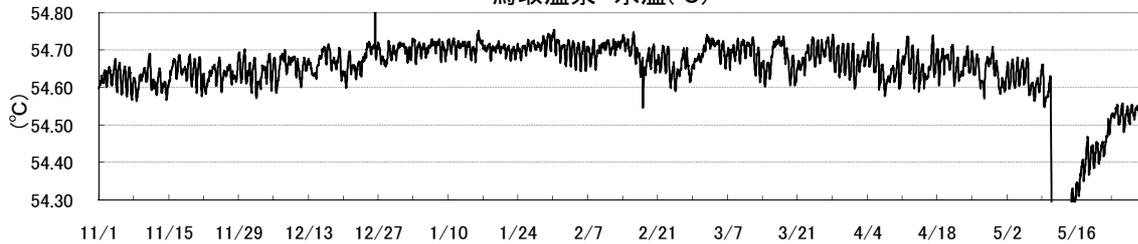


鳥取温泉 水位(m)

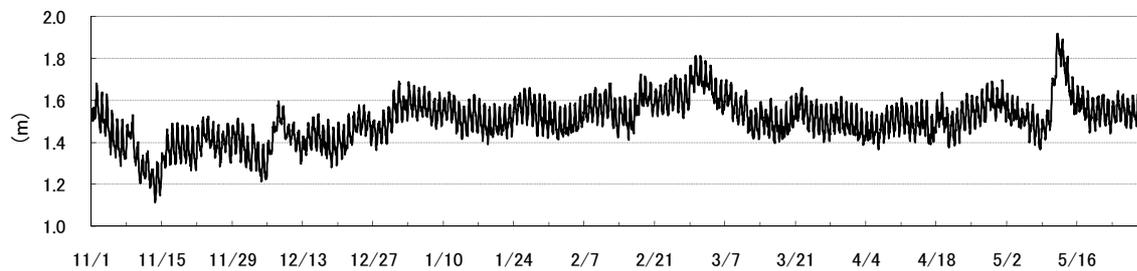


*09/03/01より計器の故障により欠損

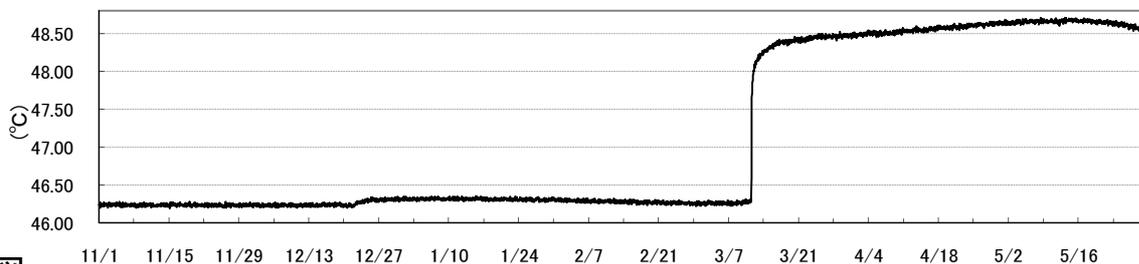
鳥取温泉 水温(°C)



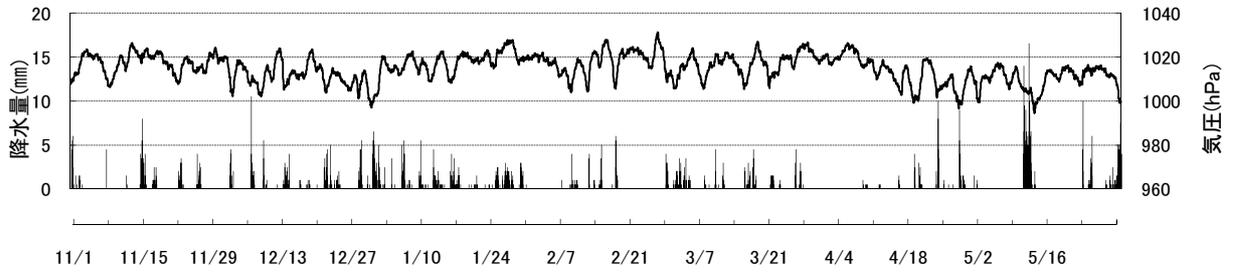
岩井温泉 水位(m)



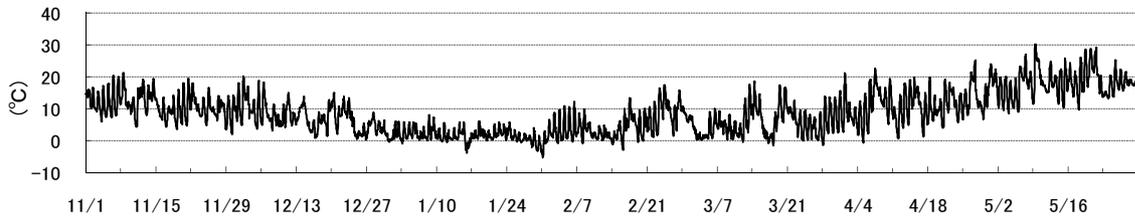
岩井温泉 水温(°C)



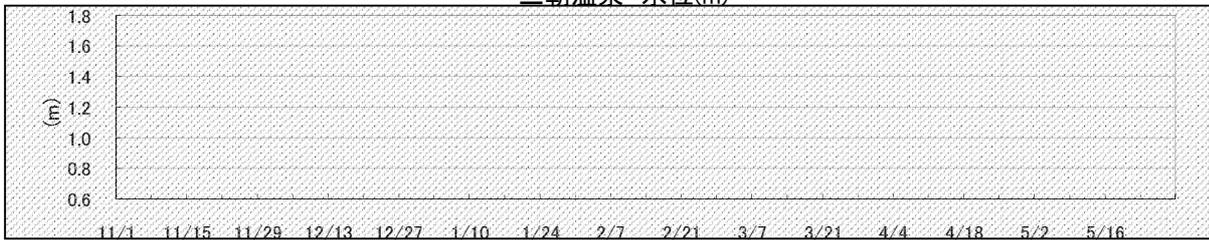
鳥取市 気圧・降水量



鳥取市 気温

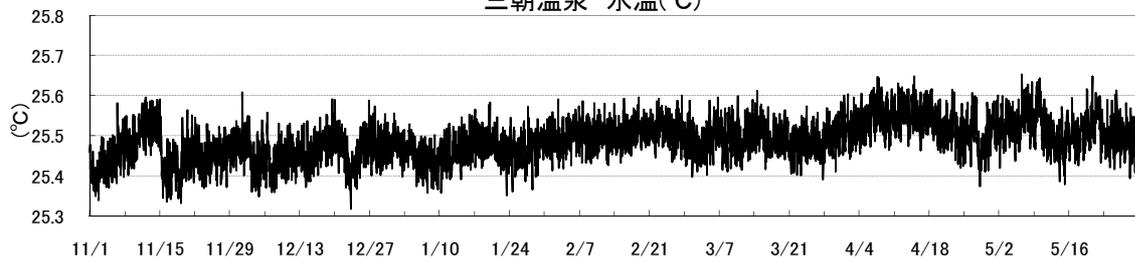


三朝温泉 水位(m)

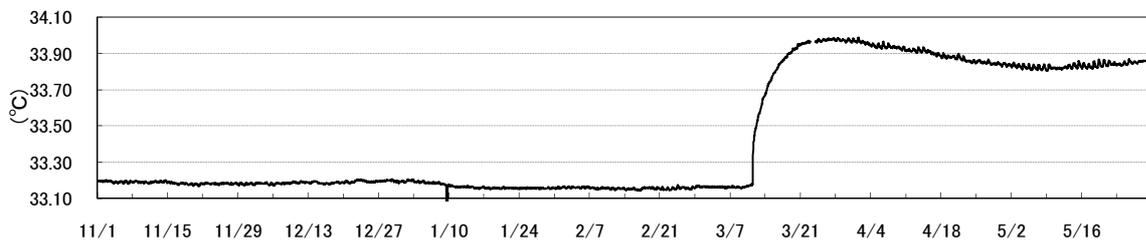


*09/04/10より計器の故障により欠損

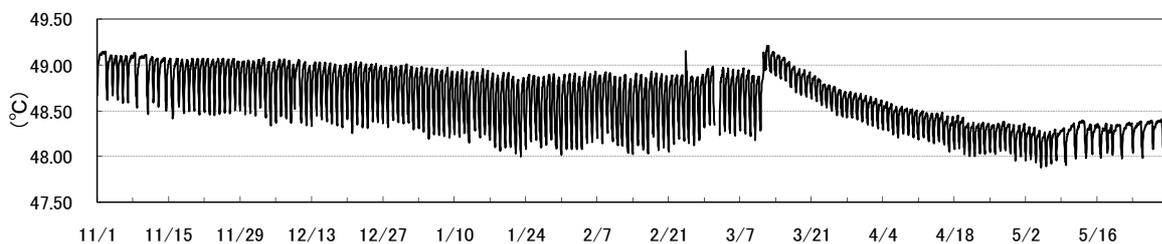
三朝温泉 水温(°C)

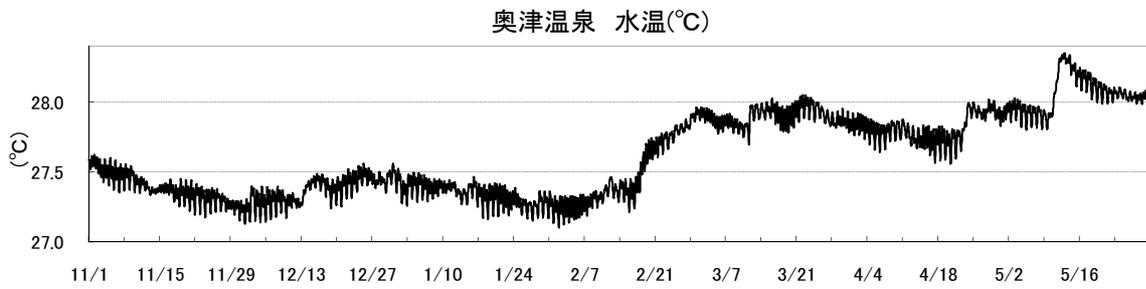
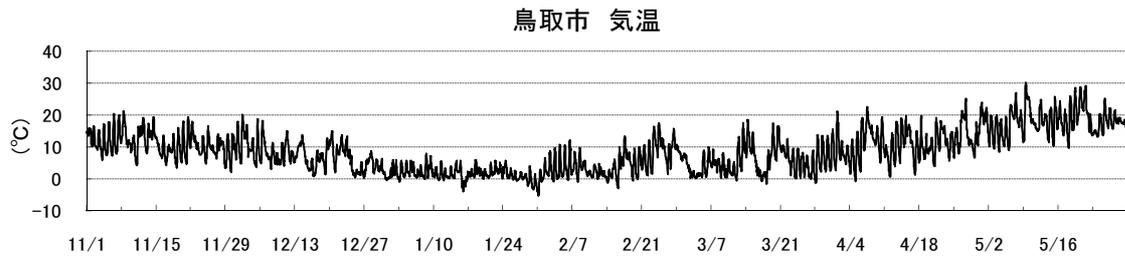
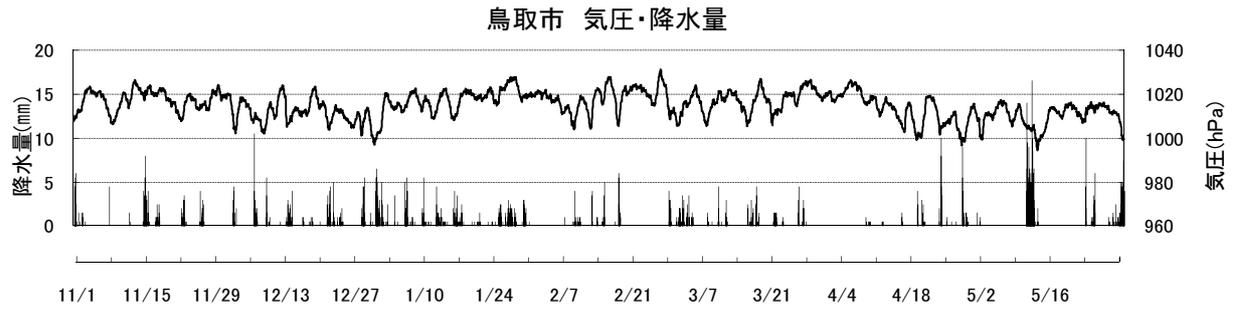


湯谷温泉 水温(°C)



吉岡温泉 水温(°C)

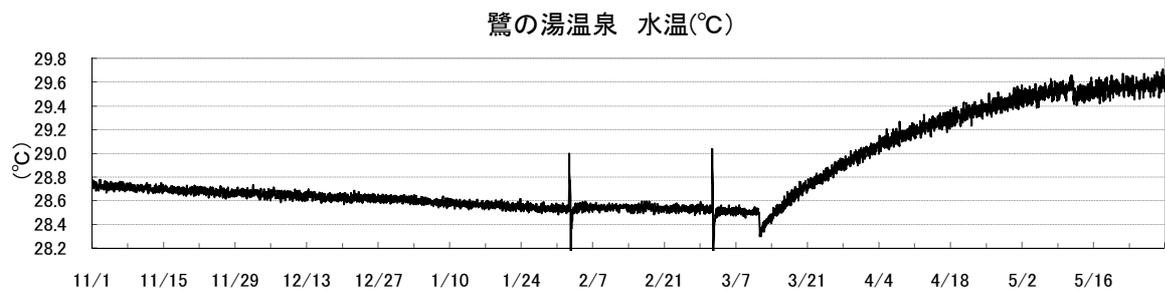
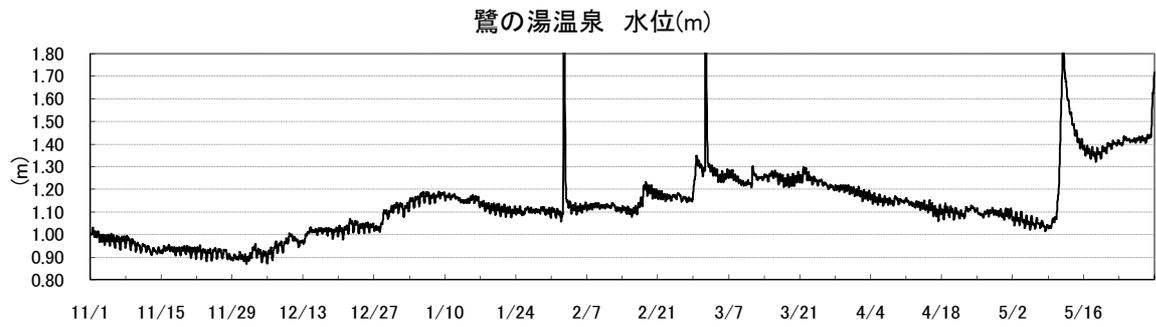




*10/08/20より計器の故障により欠損



第4図



第5図