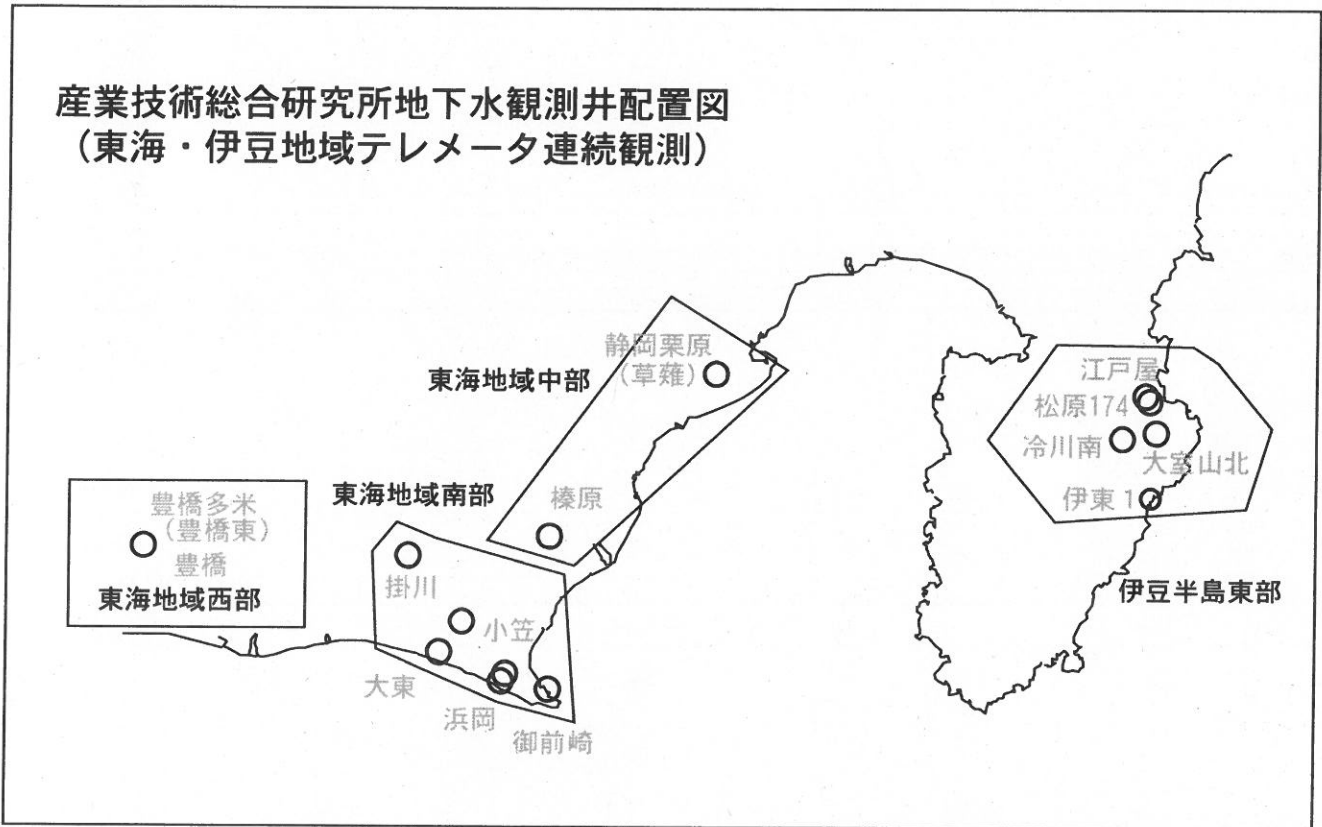


# 東海・伊豆地域等の地下水観測結果

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)

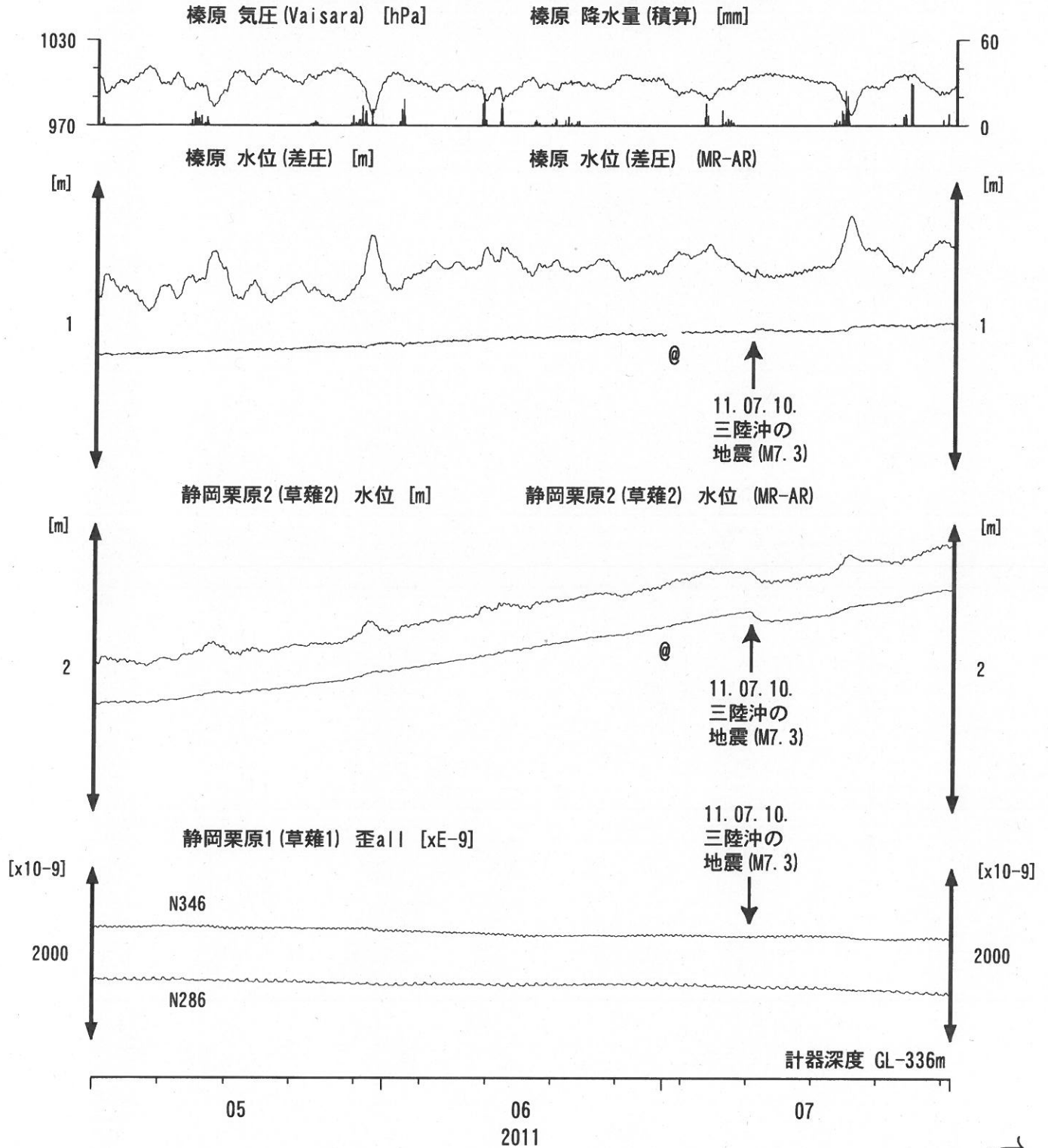


## 【資料目次】

### 表紙

1. 東海地域中部 [榛原, 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

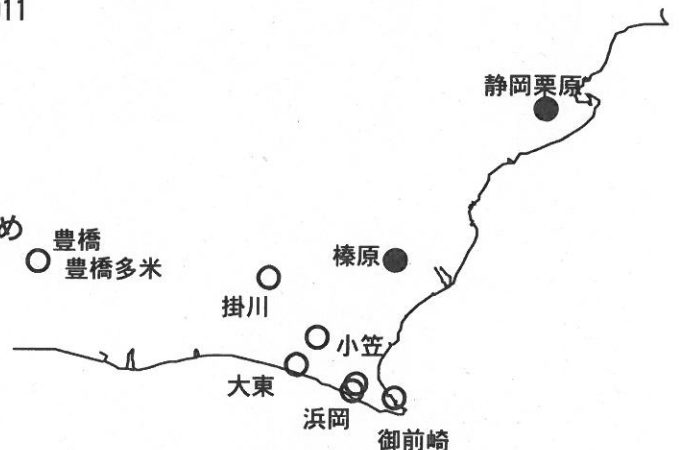
東海地域中部 (榛原・草薙) 中期 (時間値)  
 (2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)



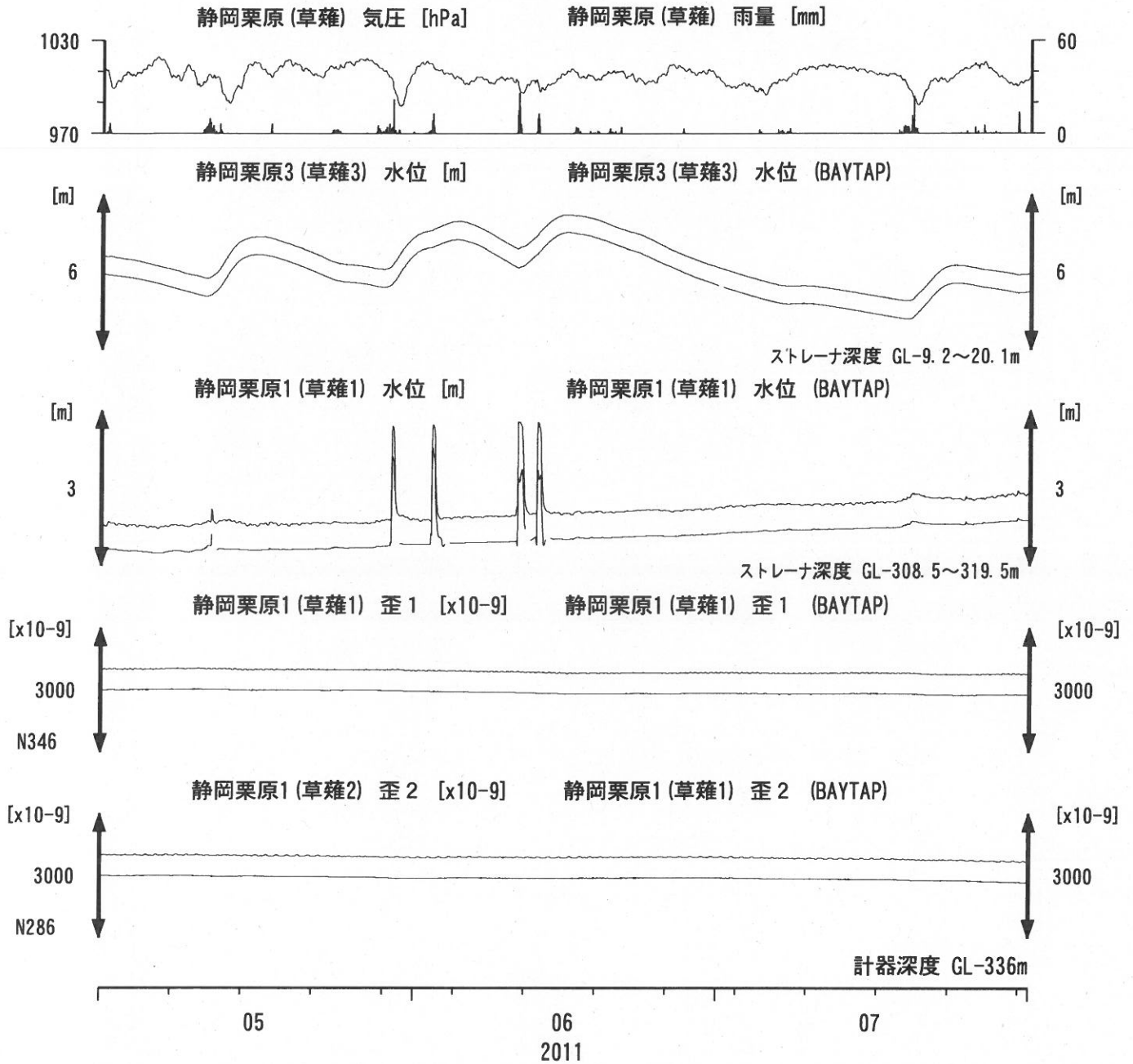
コメント：\*;雨量補正不十分。\$;保守。

@;月初めの補正値のギャップは、  
 解析プログラムの見かけ上のものである。

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。

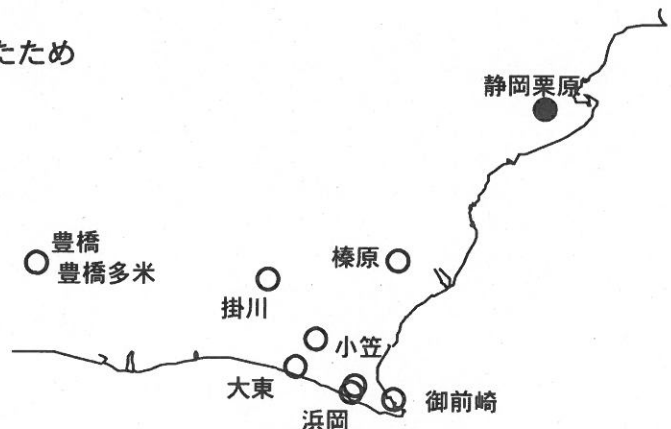


東海地域中部 (草薙・歪) 中期 (時間値)  
 (2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

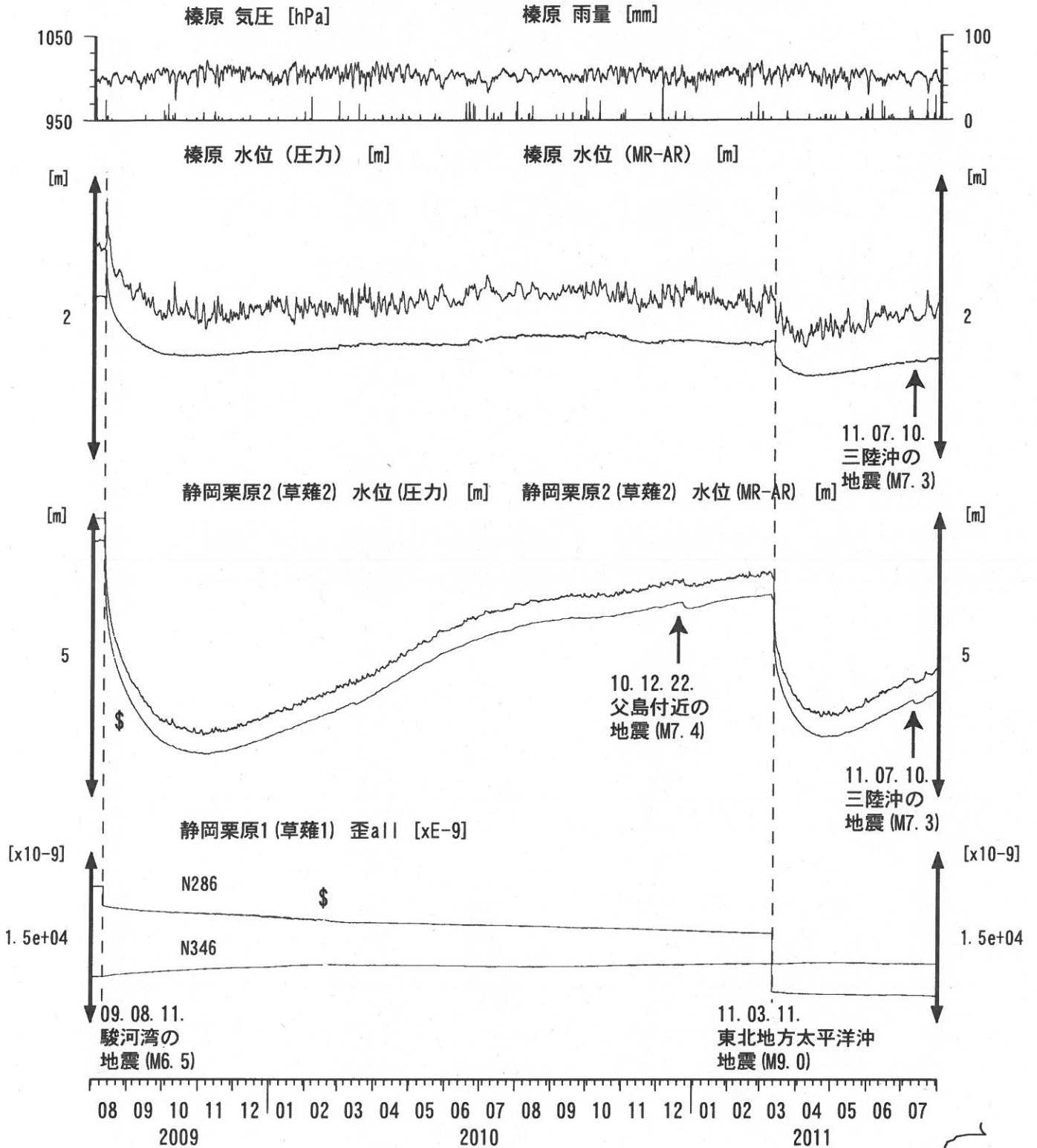


コメント：\$;保守.

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



東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）  
 (2009/08/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

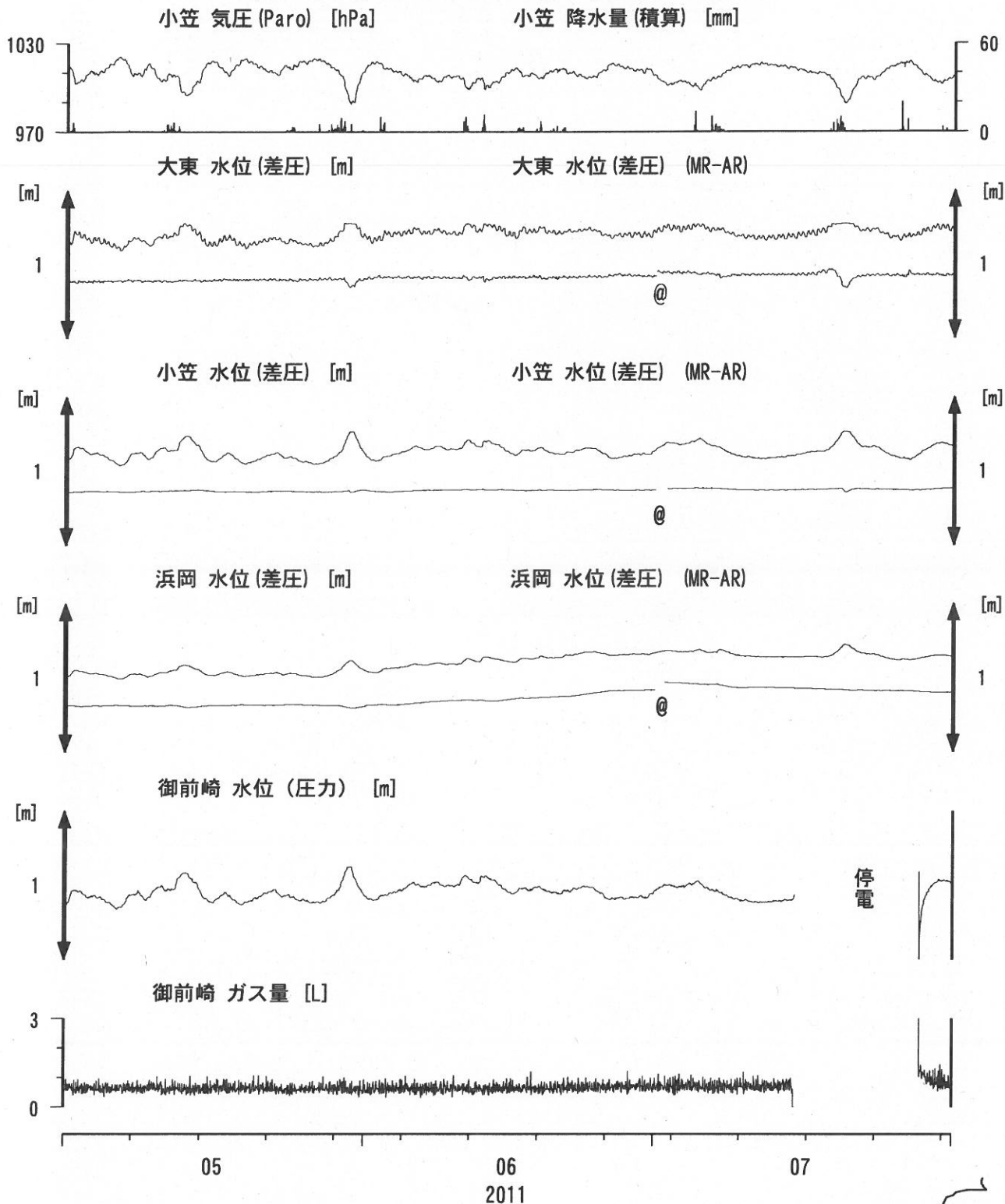


コメント：\*;雨量補正不十分. ?;原因不明.  
 歪N226成分が2009年6月16日の雷で故障した.  
 静岡栗原2の水位は2009年7月中旬に井戸口から溢れたので2009年8月11日の地震まで一定値になっているように見える.



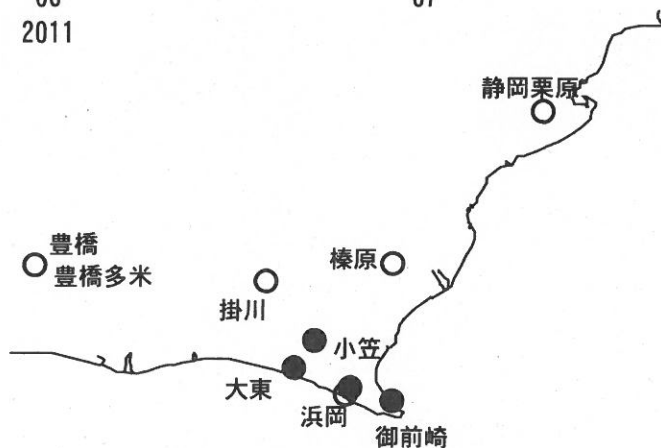
# 東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

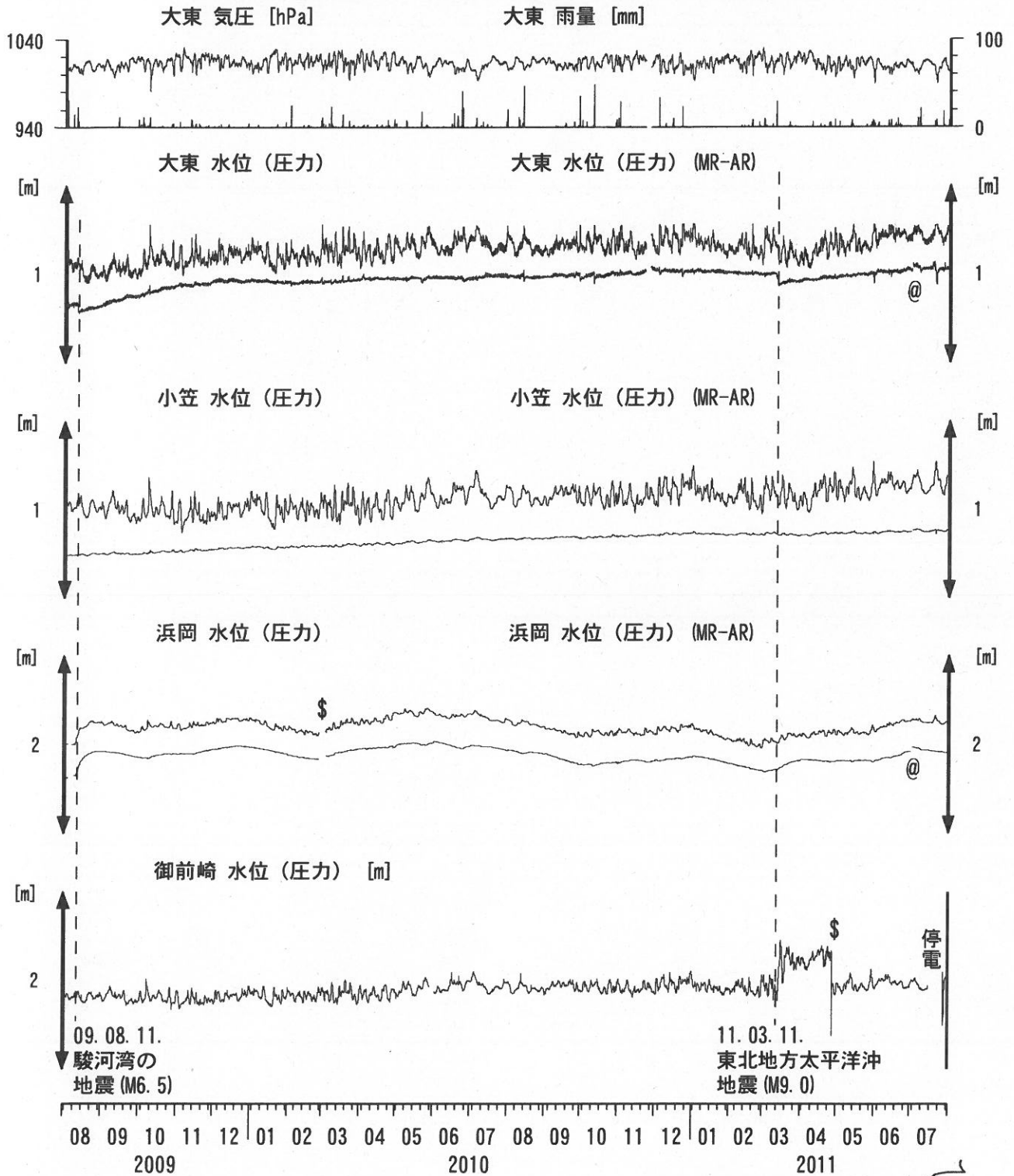


## コメント:

\*;雨量補正不十分, \$:保守. ?;不明.  
 @;月初めの補正値のギャップは、  
 解析プログラムの見かけ上のものである。  
 2011年5月末と2011年7月20日頃の  
 大東・小笠の補正値の低下は、  
 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。



東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)  
 (2009/08/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)



コメント:

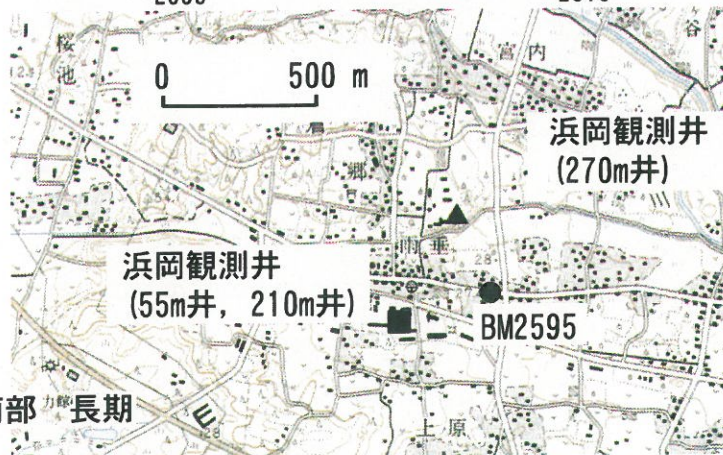
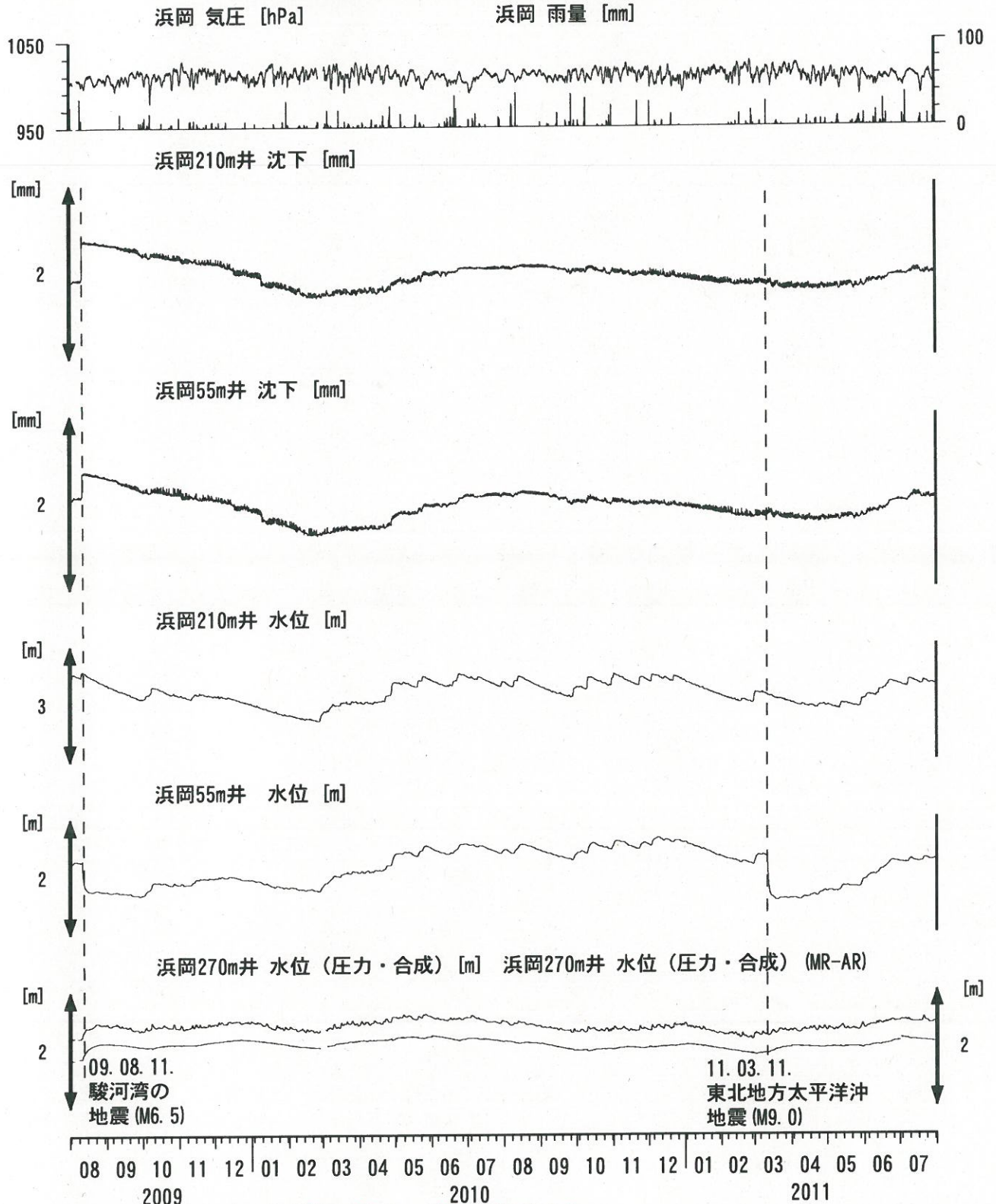
\*;雨量補正不十分. \$;保守.

@;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~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。



# 浜岡沈下・水位（時間値） (2009/08/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

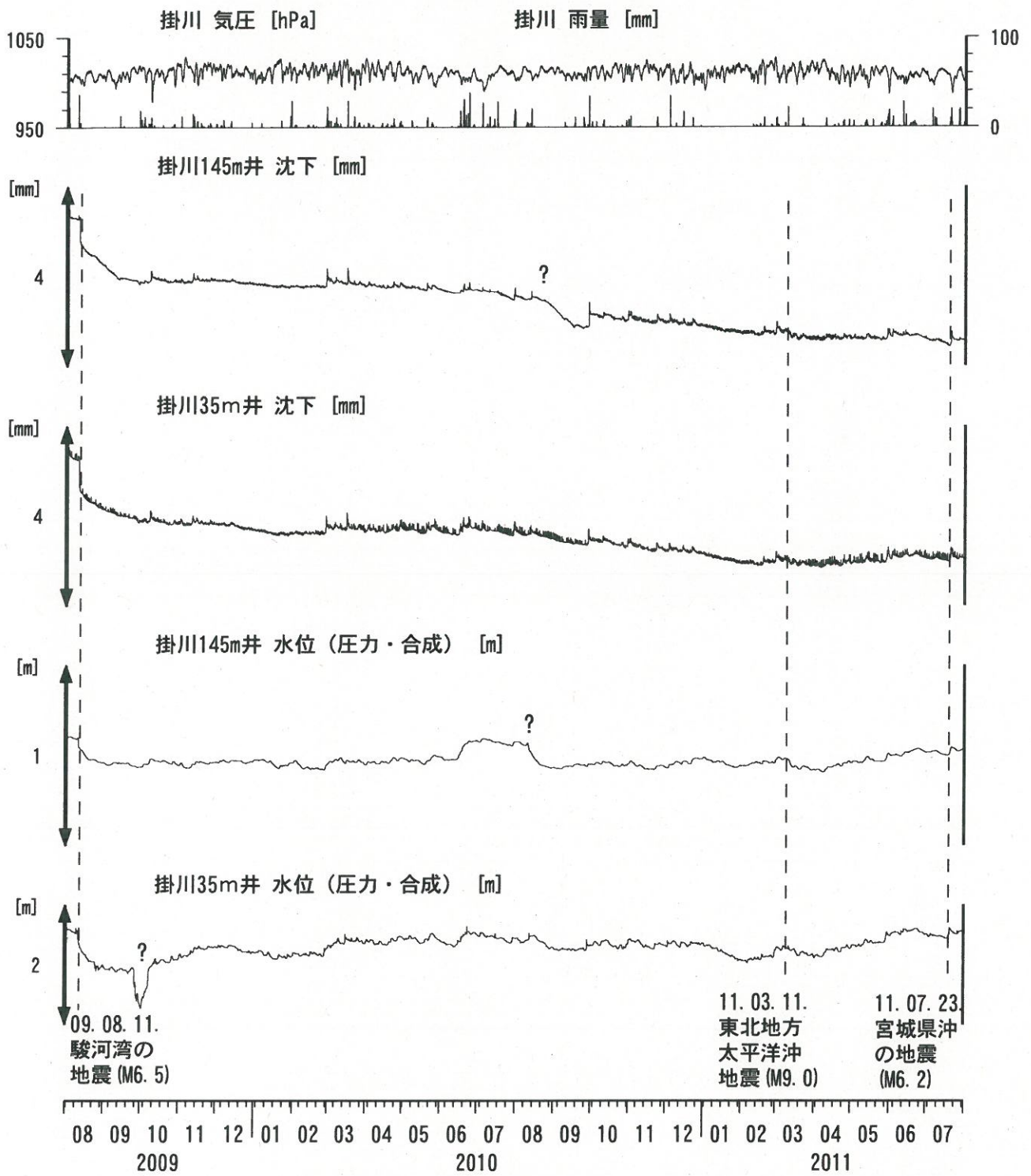


コメント：\$;保守.





# 掛川沈下・水位（時間値） （2009/08/01 00:00 - 2011/08/01 00:00）



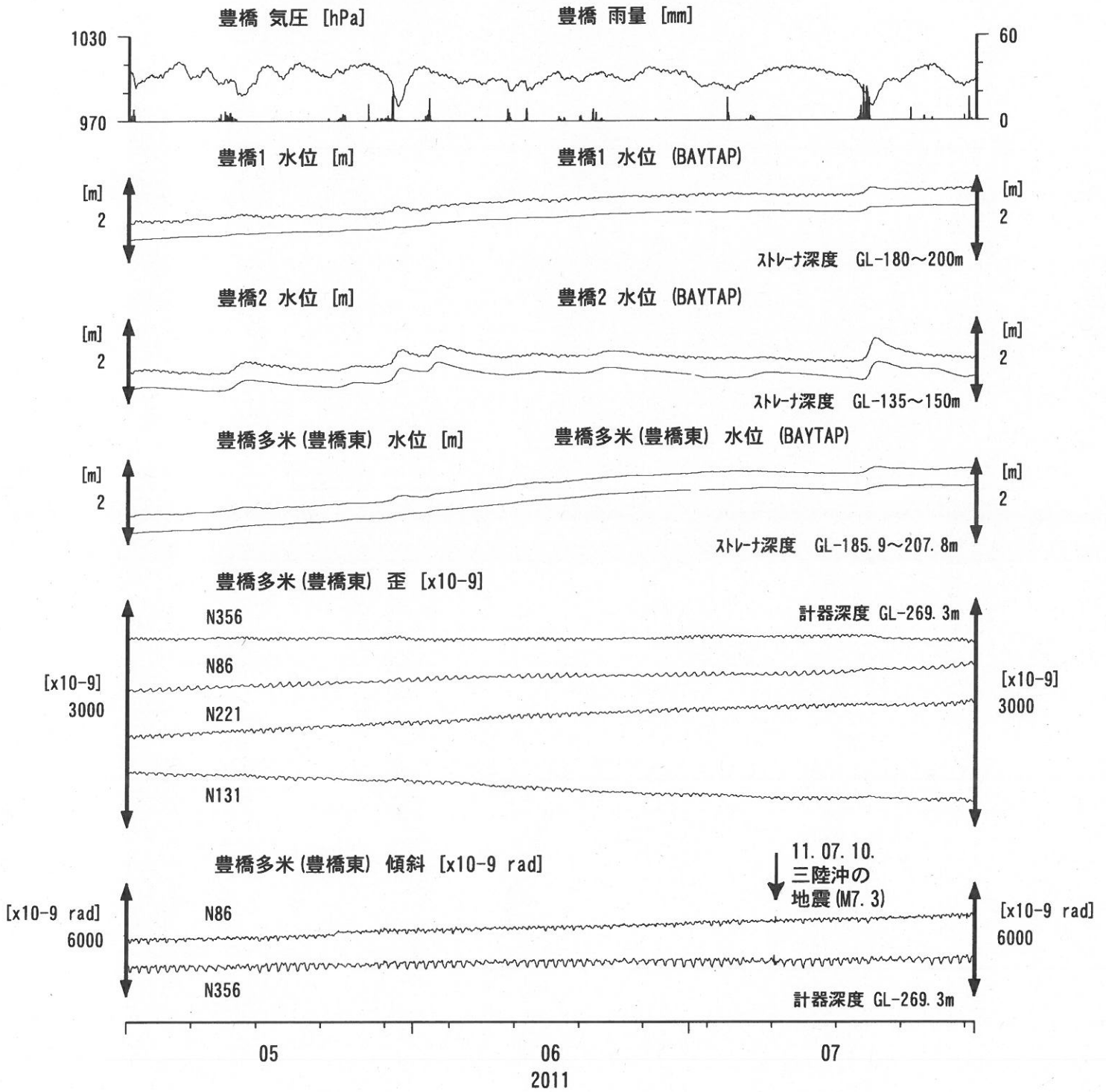
コメント：\$;保守。  
?;原因不明。



0                      500 m



東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）  
 (2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

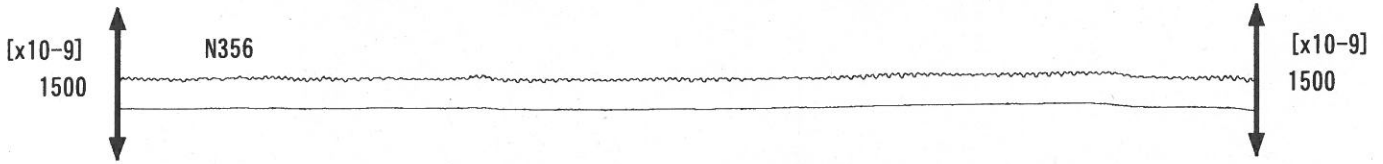


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

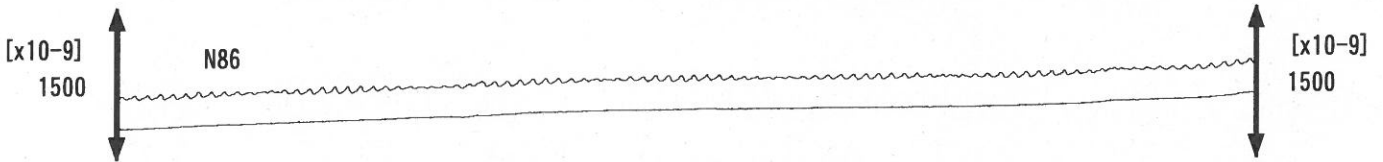


東海地域西部 (豊橋東 歪) 中期 (時間値)  
 (2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

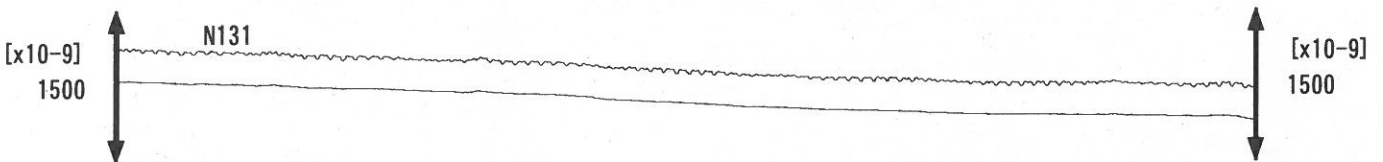
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N356E [x10<sup>-9</sup>]    豊橋多米 (豊橋東) 歪 N356E (BAYTAP)



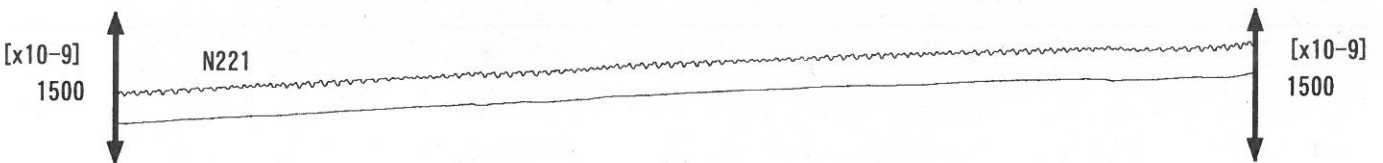
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N86E [x10<sup>-9</sup>]    豊橋多米 (豊橋東) 歪 N86E (BAYTAP)



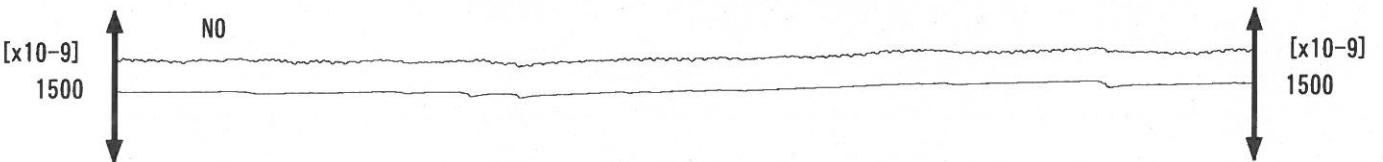
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N131E [x10<sup>-9</sup>]    豊橋多米 (豊橋東) 歪 N131E (BAYTAP)



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N221E [x10<sup>-9</sup>]    豊橋多米 (豊橋東) 歪 N221E (BAYTAP)



豊橋多米 (豊橋東) 歪 鉛直 [x10<sup>-9</sup>]    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]

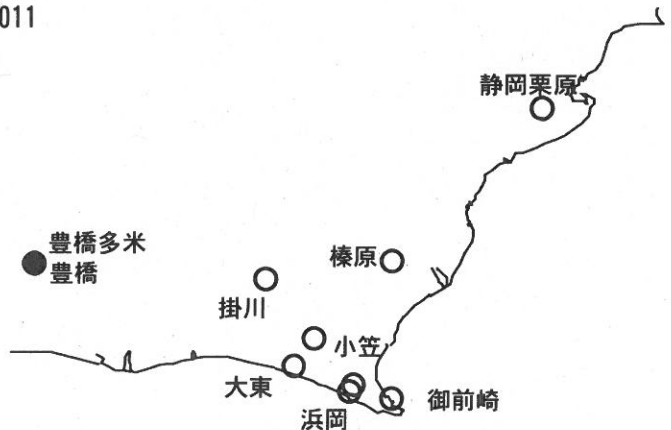


05

06  
2011

07

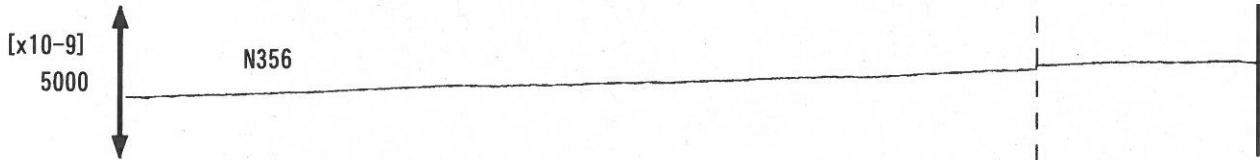
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



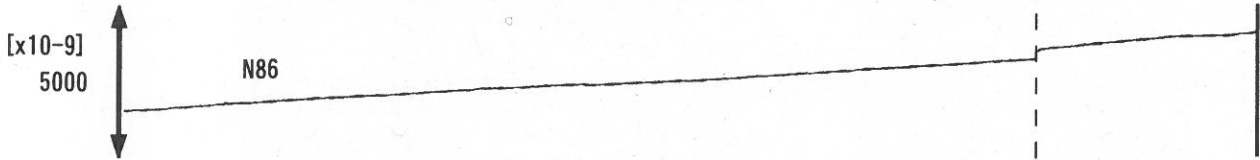


東海地域西部 (豊橋東 歪) 長期 (時間値)  
 (2009/08/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

豊橋多米 (豊橋東) 歪 N356E [x10<sup>-9</sup>]



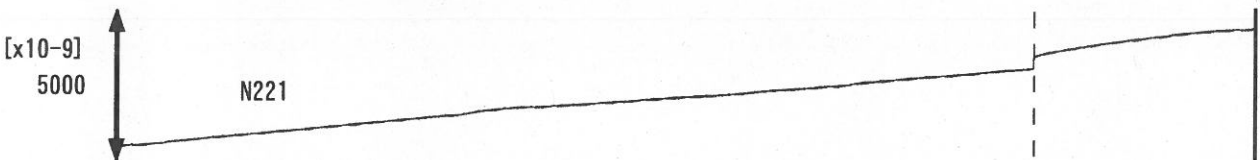
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N86E [x10<sup>-9</sup>]



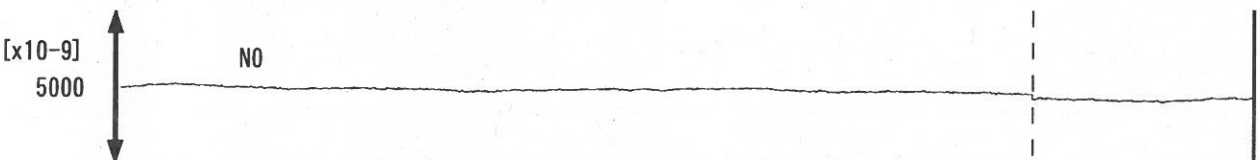
豊橋多米 (豊橋東) 歪 N131E [x10<sup>-9</sup>]



豊橋多米 (豊橋東) 歪 N221E [x10<sup>-9</sup>]



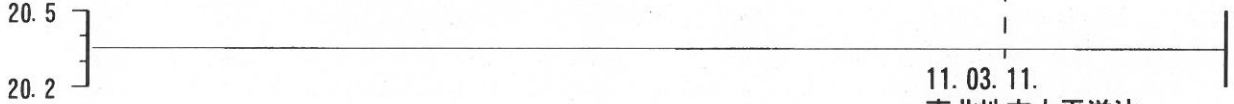
豊橋多米 (豊橋東) 歪 鉛直 [x10<sup>-9</sup>]



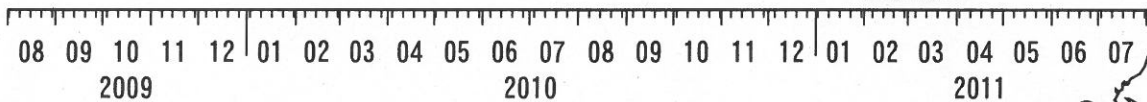
豊橋多米 (豊橋東) 磁力 [nT]



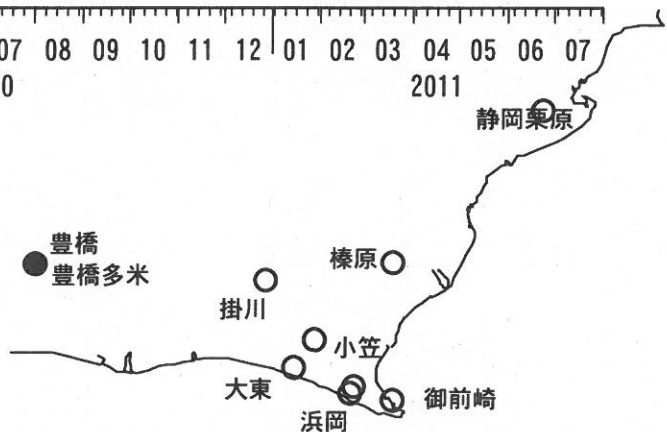
豊橋多米 (豊橋東) 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



11. 03. 11.  
 東北地方太平洋沖  
 地震 (M9.0)



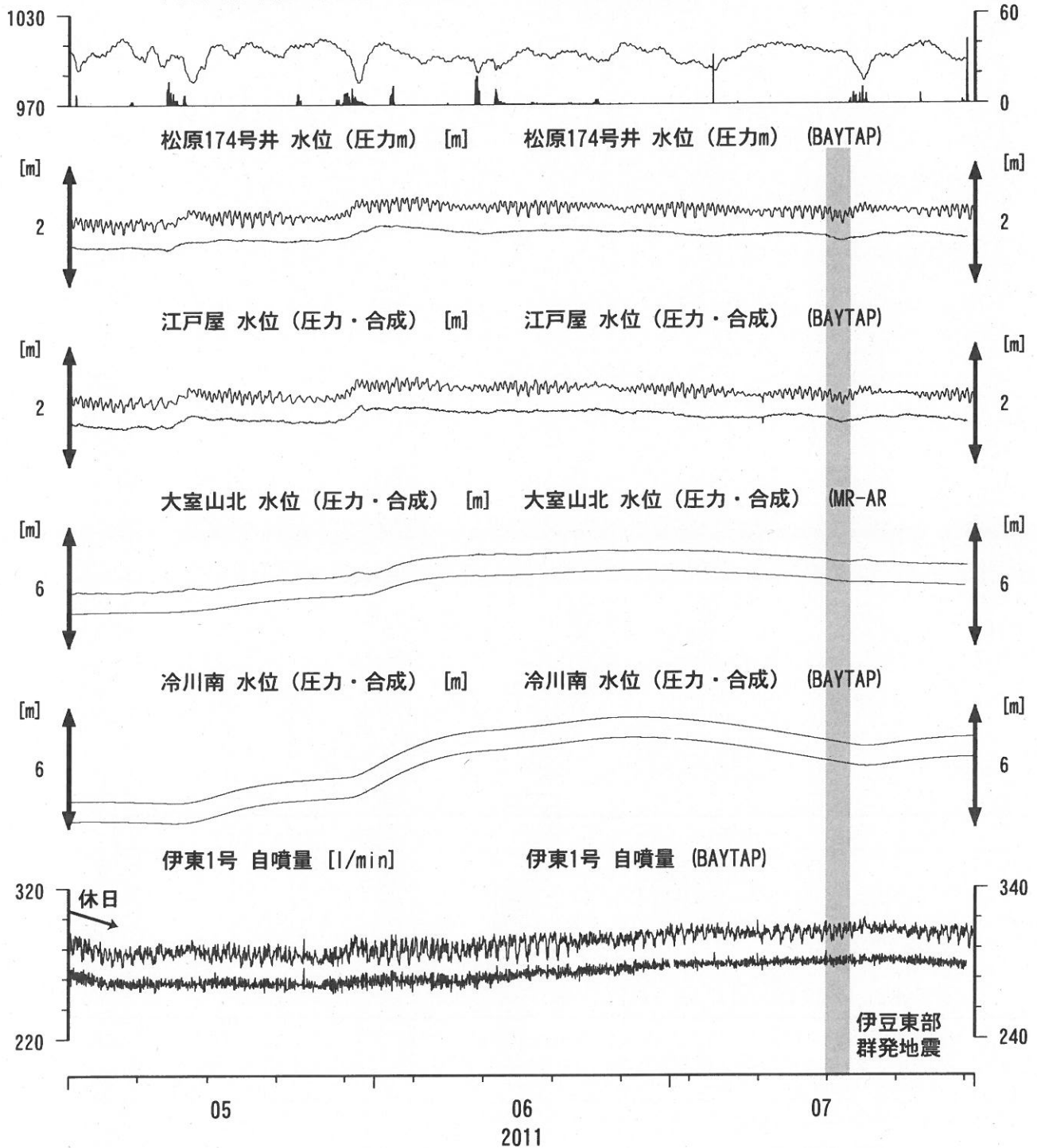
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



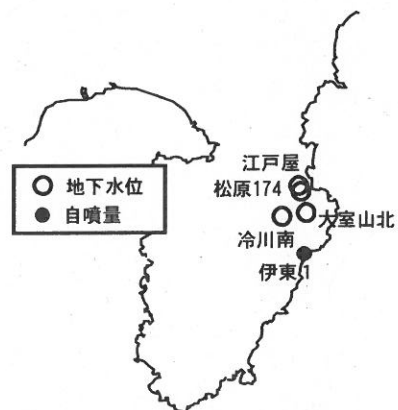
# 伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

大室山北 気圧 (円筒) [hPa]      赤沢6号 雨量 [mm]

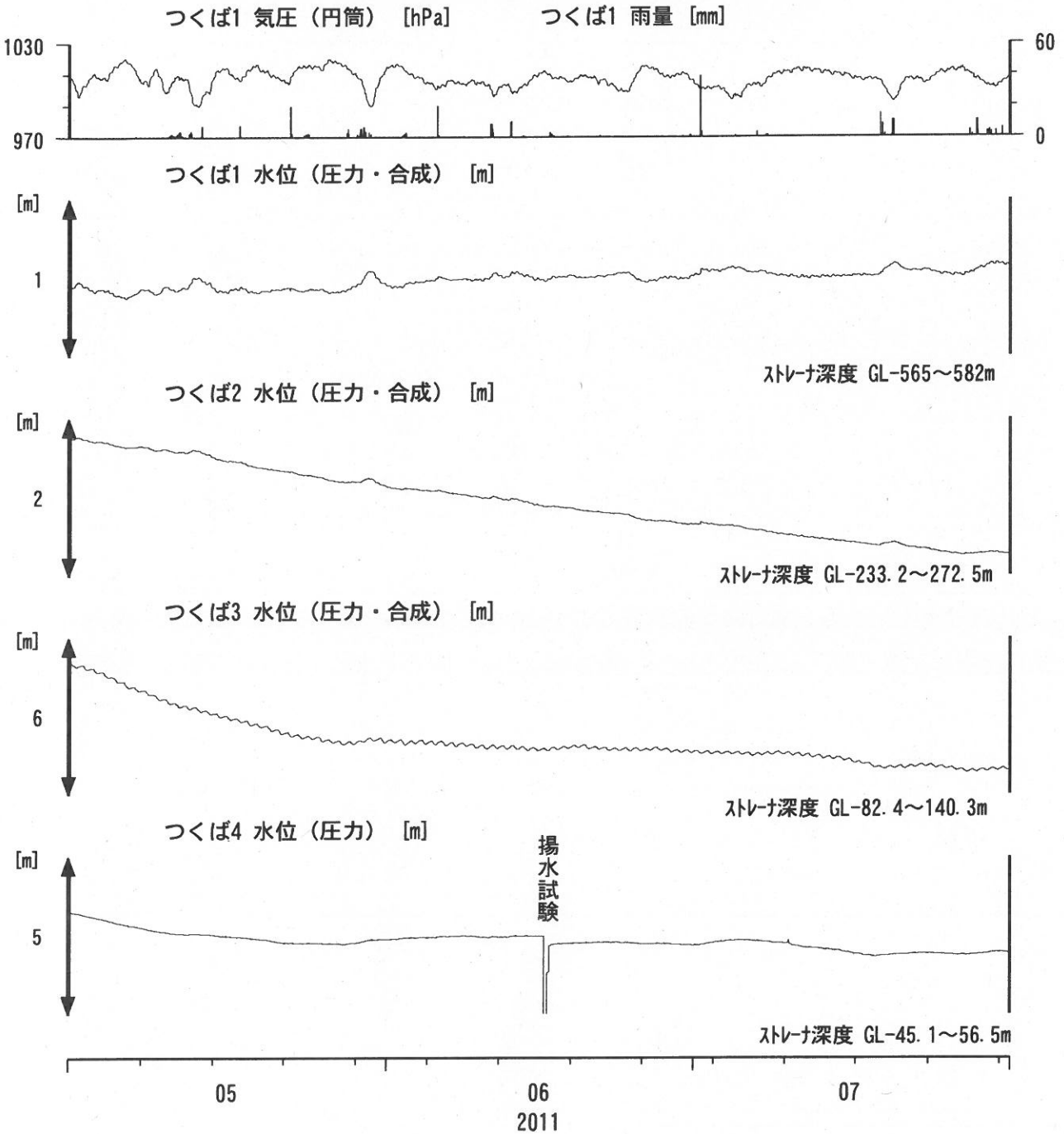


コメント：\$;保守。?;原因不明。  
 松原174号井は静岡県による観測。  
 伊東1は、休日・年末年始に周囲の温泉使用量が増加するため、自噴量が減少する。  
 伊東1の自噴量は、量が少なくなると配管構造のため、見かけ上、値がばらつく。

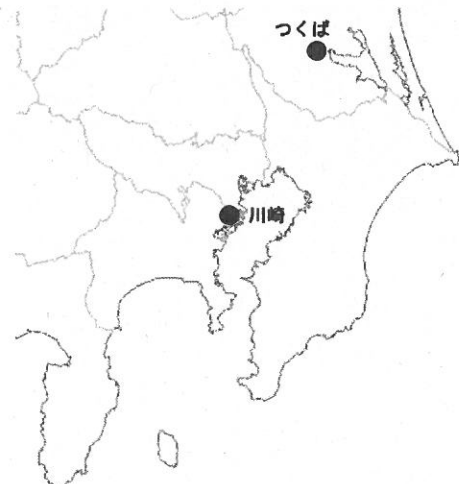




関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)  
 (2011/05/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)



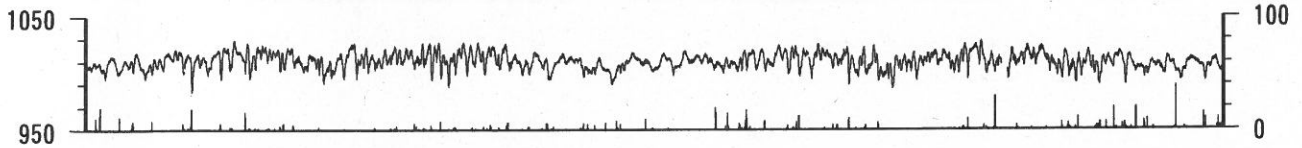
コメント：\$;保守。  
 つくば2~4の水位が、例年春~秋に低下するのは、  
 周囲の揚水によると考えられる。



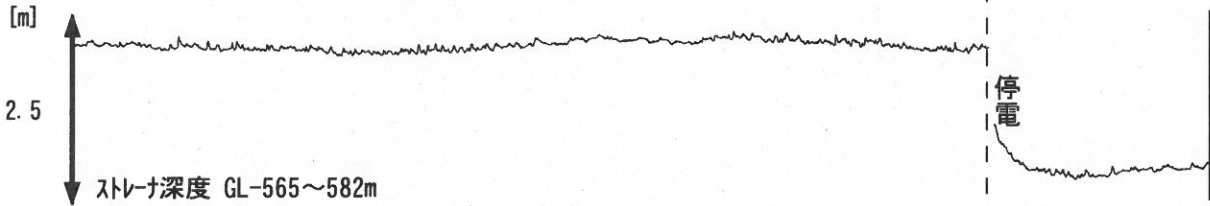


関東地域 地下水観測結果 長期 (時間値)  
 (2009/08/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

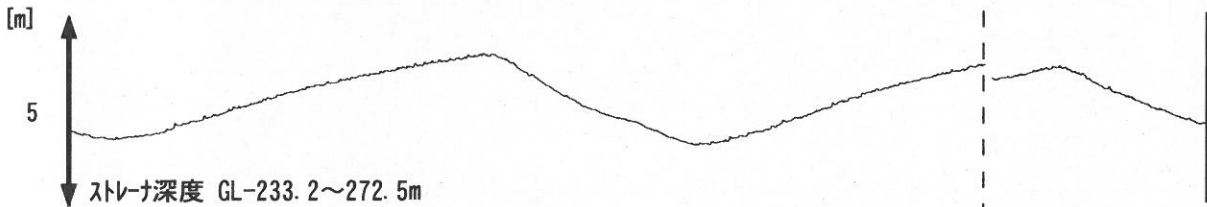
つくば1 気圧 (円筒) [hPa]      つくば1 雨量 [mm]



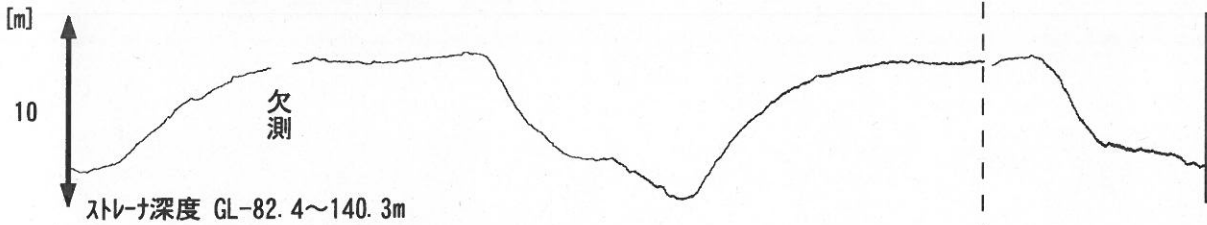
つくば1 水位 (圧力・合成) [m]



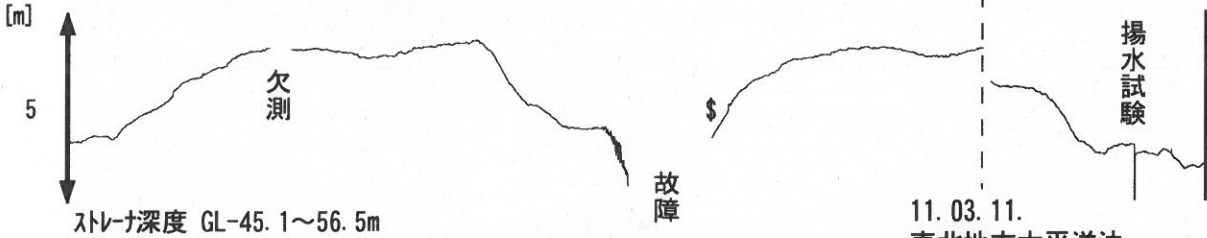
つくば2 水位 (圧力・合成) [m]



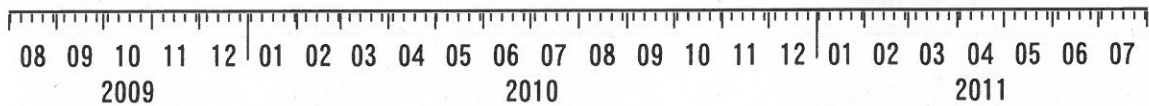
つくば3 水位 (圧力・合成) [m]



つくば4 水位 (圧力) [m]



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。



# 2011年7月の伊豆半島東方沖群発地震活動に伴う地下水位変化と地殻変動

2011年8月

産業技術総合研究所活断層・地震研究センター

伊豆半島東部にある産総研の大室山北地下水位観測点 (図1, OMR) は, 1994年10月の観測開始以来, 群発地震前に水位の低下を何度も検出しており (Koizumi et al., 2004), 群発地震の原因であるダイク (岩脈) の地下深部からの貫入による地殻変動 (体積歪変化) を, ダイクが群発地震を引き起こす前に検出していると考えられる. この場所では, 地震の発生は10 km以浅に限られるからである. これらの群発地震では, 気象庁の東伊豆奈良本体積歪観測点 (図1, HGS) では, 体積歪が一貫して減少 (縮む) のに対し, 大室山北では当初水位の低下 (体積膨張) で始まるが, 震源が浅くなって地震活動が活発化するとともに水位が上昇する (体積圧縮) 傾向が認められる. この事は, 伊豆半島東方沖でのダイクの貫入を, 概ね北西-南東方向の開口断層モデルで表現した時, 断層先端の深さに関係なくHGSは圧縮領域だが, OMRの場合は, 断層先端深さが浅くなると膨張領域から圧縮領域になることで説明出来る (Koizumi et al., 2004). 今回の活動 (主要な活動は7/17-18の2日間) では, ダイクの貫入が深さ7km程度で止まったことで水位低下だけが認められた (図2, 3).

2011年7月16日12時頃からOMRでは, 長期的な水位低下傾向を越える水位低下が始まった (図3). HGSでは, それより数時間おくれて歪が減少し始めた. その後, 17日0時前後から群発地震活動が始まった. 震源の深さは, 当初の10km弱から, 12月18日の0時頃には7km程度にまで上がって来たが, そこで上昇が止まり, 12月19日の未明にはほぼ活動が終了した. OMRの地下水位もHGRの体積歪もそれに対応して変化しているように見える (図3). また, 防災科学技術研究所が伊東市周辺に設置している傾斜計にも変化が認められた (図4). なお, 12月19日未明以降に, 台風に伴ってかなりの降雨があったので, それ以降の地下水・歪・傾斜データについては, やや信頼性が落ちると考えられる.

7月16日12時~7月19日5時の間の地下水位・体積歪・傾斜の変化量を, 開口断層モデルで説明することを試みた. 防災科学技術研究所の震源分布図を参考にして (図5), 長さ2km, 幅3km, 先端深さ7km, 走向N114度Eの開口断層モデル (断層の北西端の位置が北緯34.973度で東経139.1213度) を南落ちで70度傾けて群発地震の震源域に設置し, 開口量として40cmを与えると概ね観測量を説明するようになる (図1).

参考文献: Koizumi et al., 2004, Geophys. Res. Lett., 31, L10606, doi:10.1029/2004GL019557.

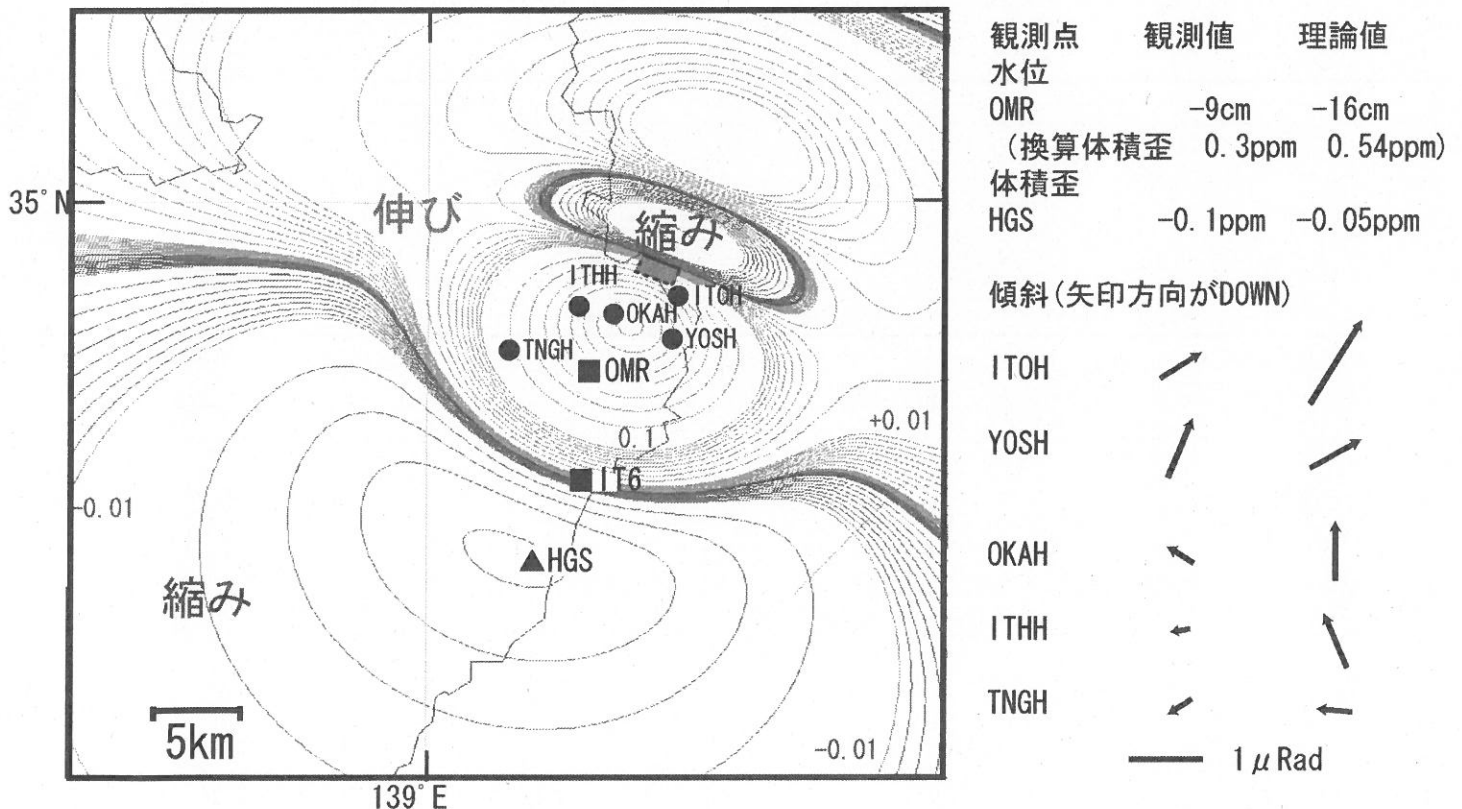


図1 伊豆東部の観測点 (■: 産総研地下水観測点, ▲: 気象庁体積歪観測点, ●: 防災科学技術研究所傾斜観測点) と開口断層モデル (ピンクの矩形) による体積歪変化 (単位: PPM, 赤線 (正值), 伸び, 青線 (負値)) 分布および観測値とモデルからの理論値との比較.

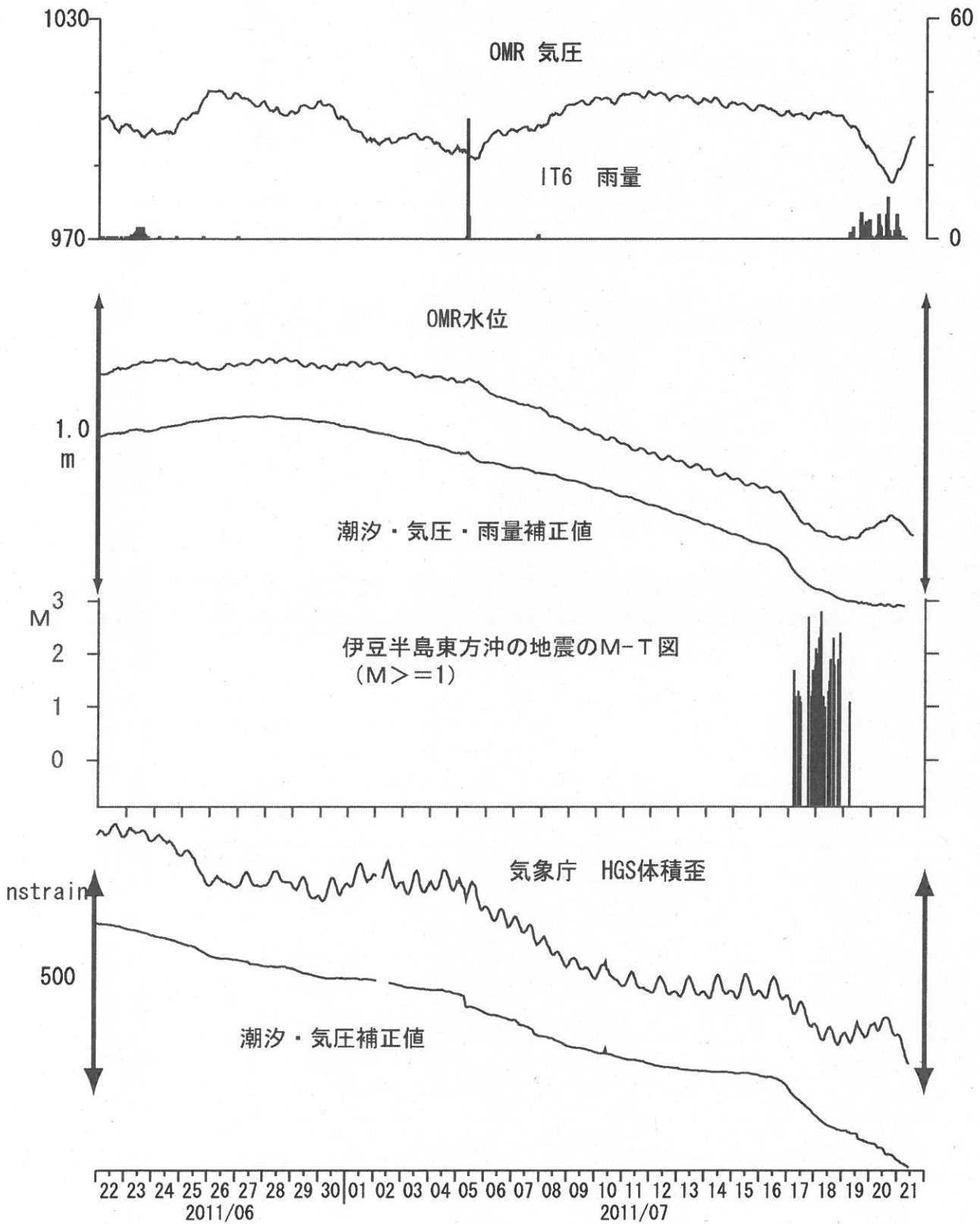


図2 2011年6月22日～7月21日のOMRの地下水水位とHGSの体積歪と伊豆半島東方沖の地震活動

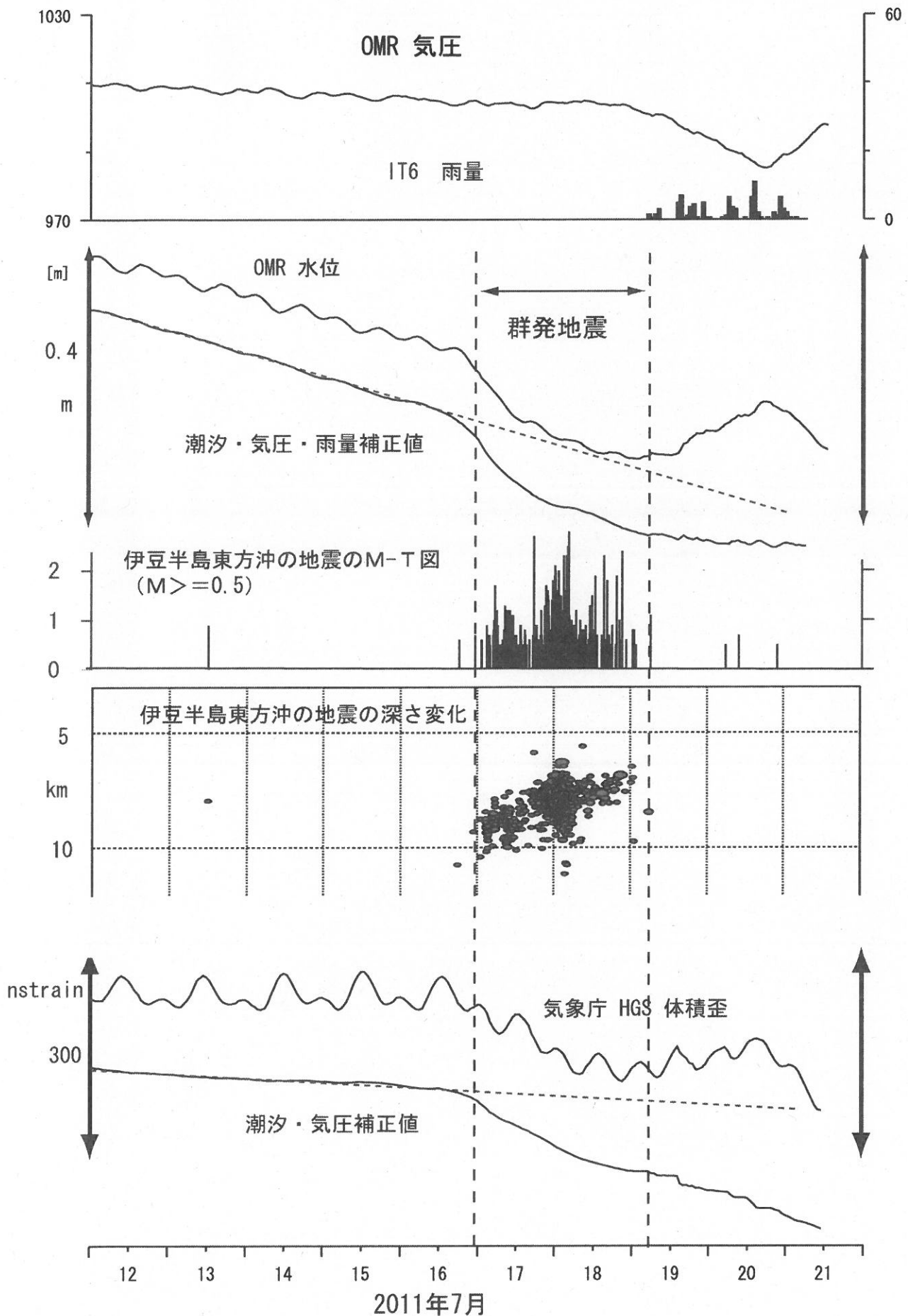


図3 2011年7月12日～21日のOMRの地下水位とHGSの体積歪と伊豆半島東方沖の地震活動

# 2011年7月伊豆半島東方沖の地震・火山活動に伴う傾斜変化

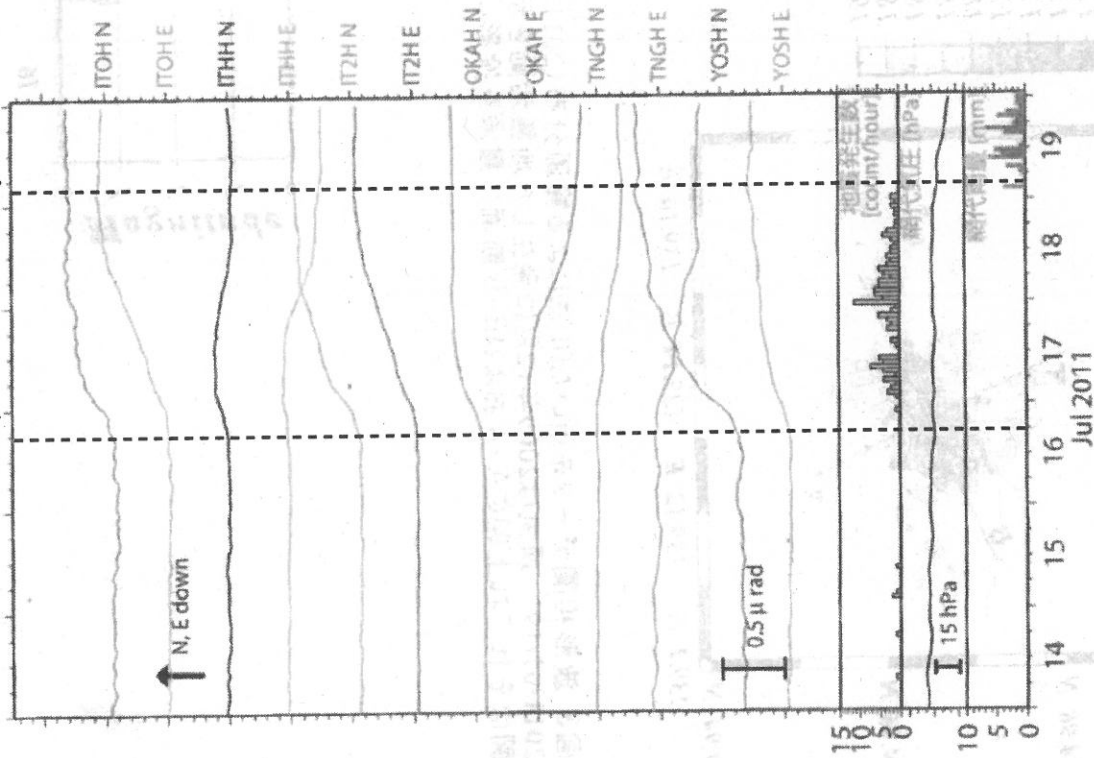


図4 防災科学技術研究所による2011年7月14日～19日の伊豆東部の傾斜変化 (第303回地震防災対策強化地域判定会資料に加筆)

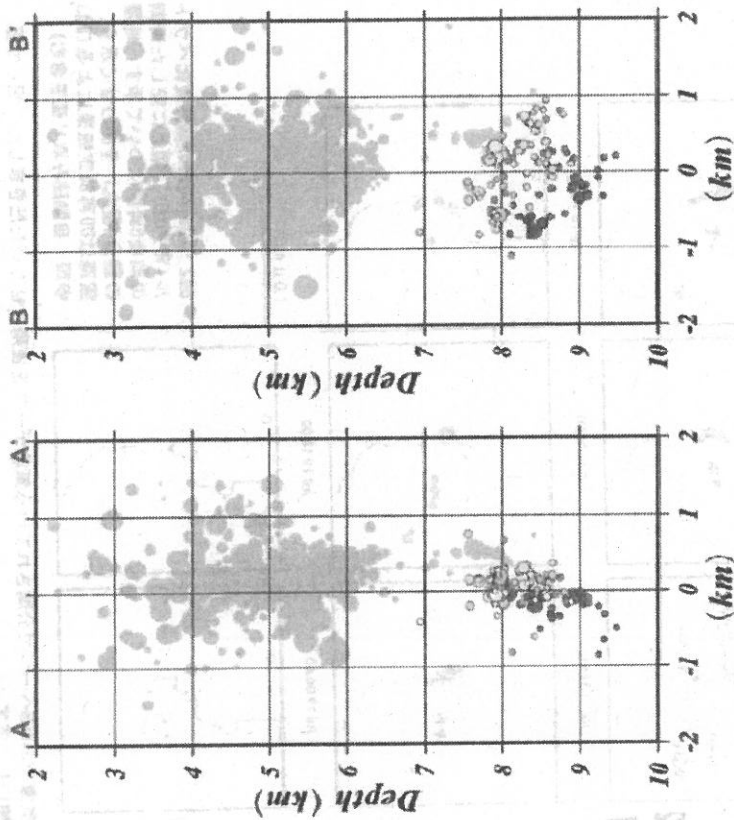
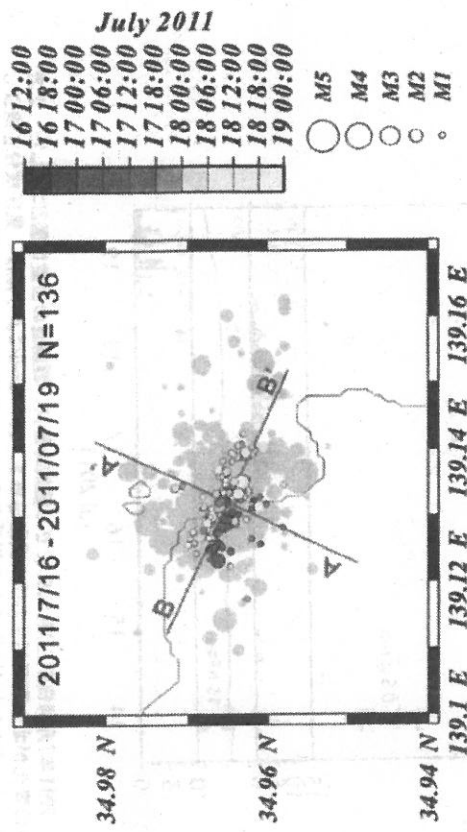


図5 防災科学技術研究所による2011年7月16日～19日の伊豆東部の地震活動の震源の空間分布 (第303回地震防災対策強化地域判定会資料)。上図が震央の図でA-A' とB-B' のそれぞれの断面に投影した図が下図である。灰色で示したのは2009年12月の活動の際の震源分布。

## 近畿地域の地下水位・歪観測結果（2011年6月～2011年7月）

産業技術総合研究所

2011年6月～2011年7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）。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7月5日19時18分頃に発生した和歌山県北部の地震（M5.5、深さ7km）、2011年7月5日19時34分頃に発生した和歌山県北部の地震（M4.5、深さ7km）、2011年7月30日10時7分頃に発生した和歌山県北部の地震（M4.0、深さ7km）である。M4以上で深さ30kmより深い地震は、2011年7月4日11時7分頃に発生した和歌山県南部の地震（M4.1、深さ46km）、2011年7月24日23時32分頃に発生した三重県南部の地震（M4.8、深さ42km）である。

第2～6図には、2011年2月～2011年7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-G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）。

2011年7月5日19時18分頃の和歌山県北部の地震（M5.5、深さ7km）と2011年7月5日19時34分頃の和歌山県北部の地震（M4.5、深さ7km）に伴い、いくつかの観測点で地下水位・歪に変化が見られた。第7図には、地下水位・歪変化が見られた観測項目について、地震前後の6時間分の生データを示した。

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）

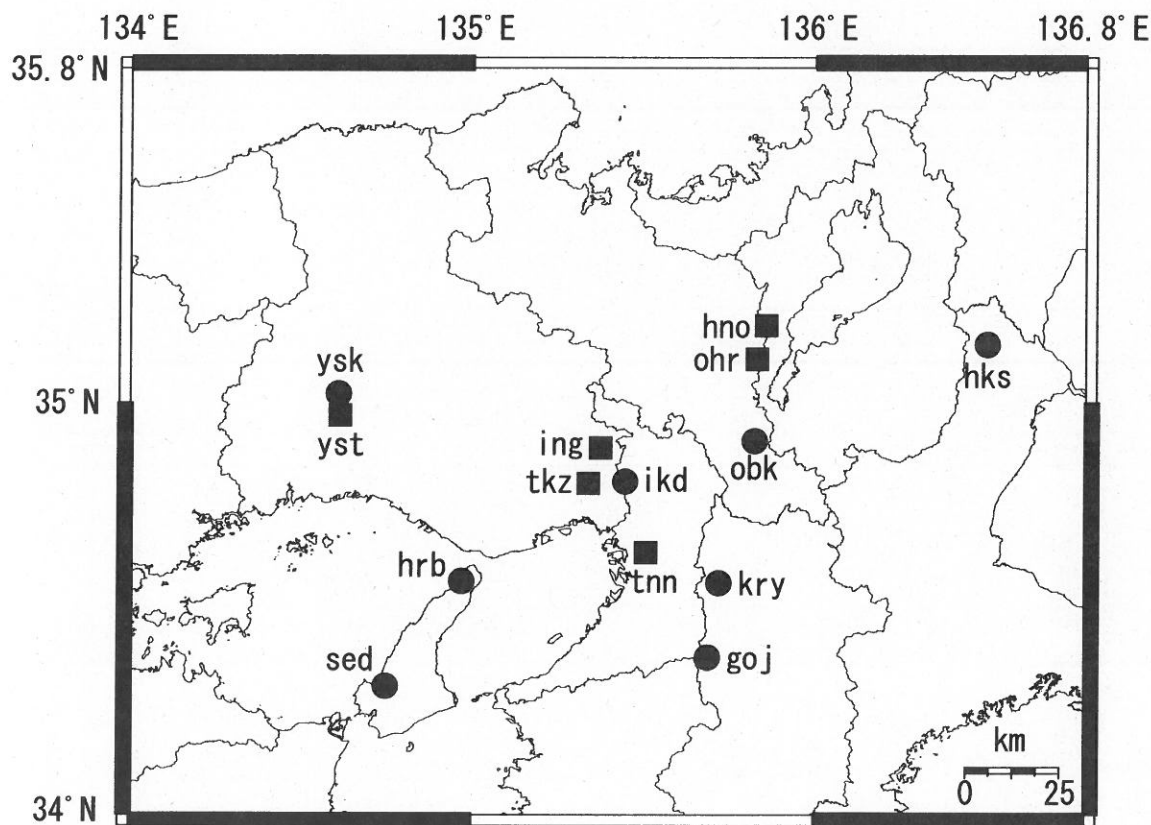


Fig.1 観測点分布図（●・■）。●は地下水のみの観測点で、■はボアホール型歪計を併設している観測点。

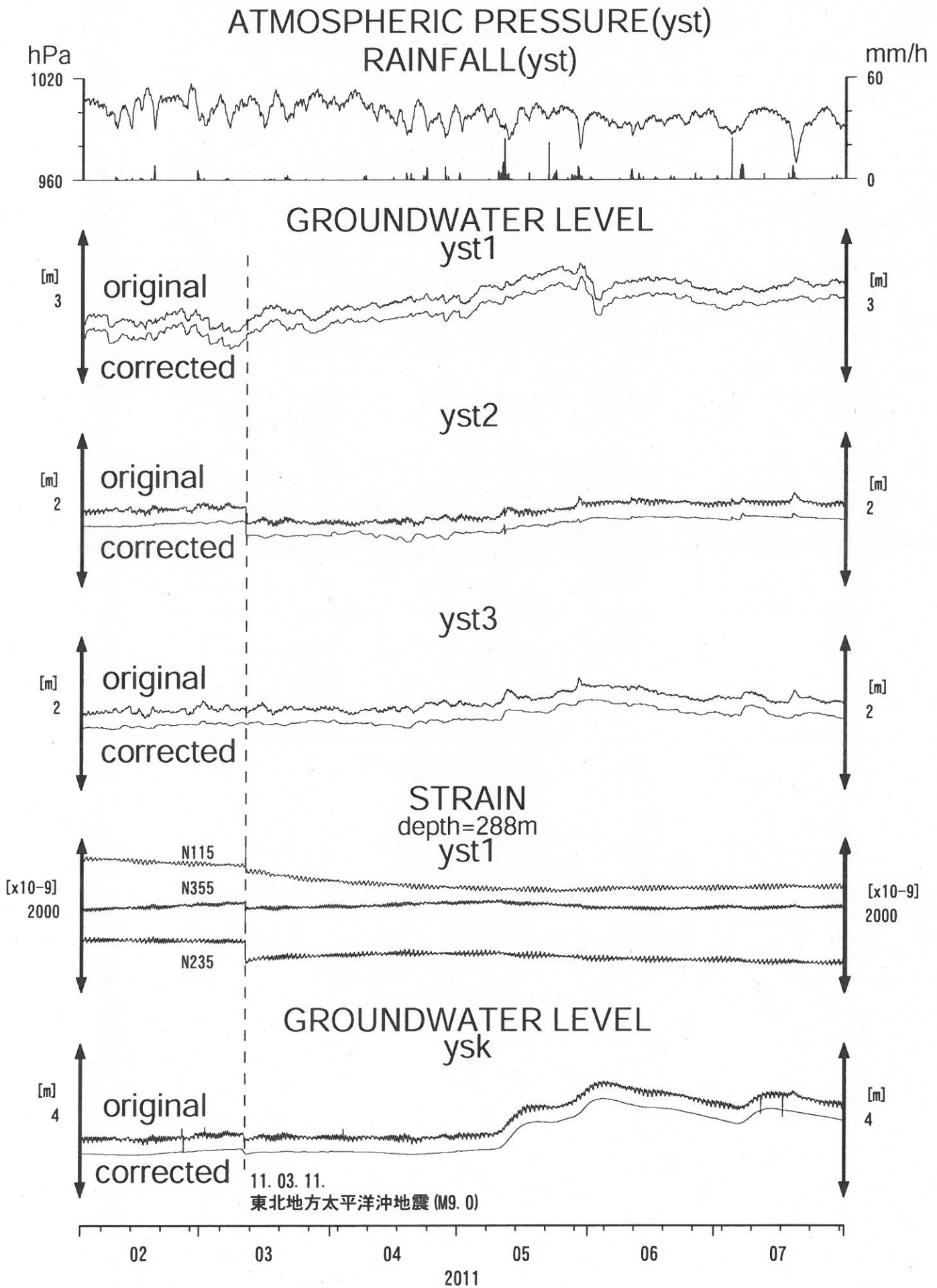


Fig.2

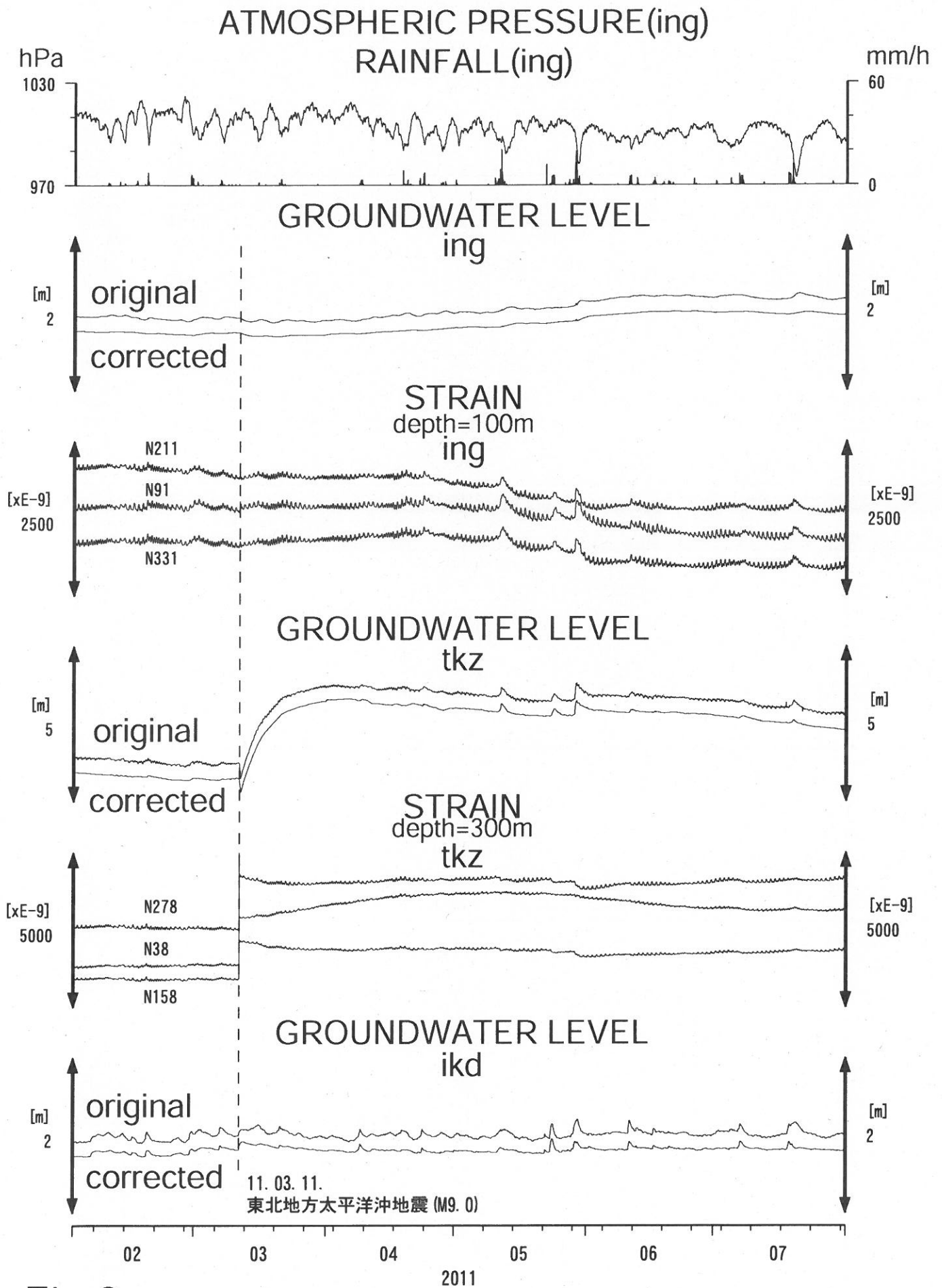


Fig.3



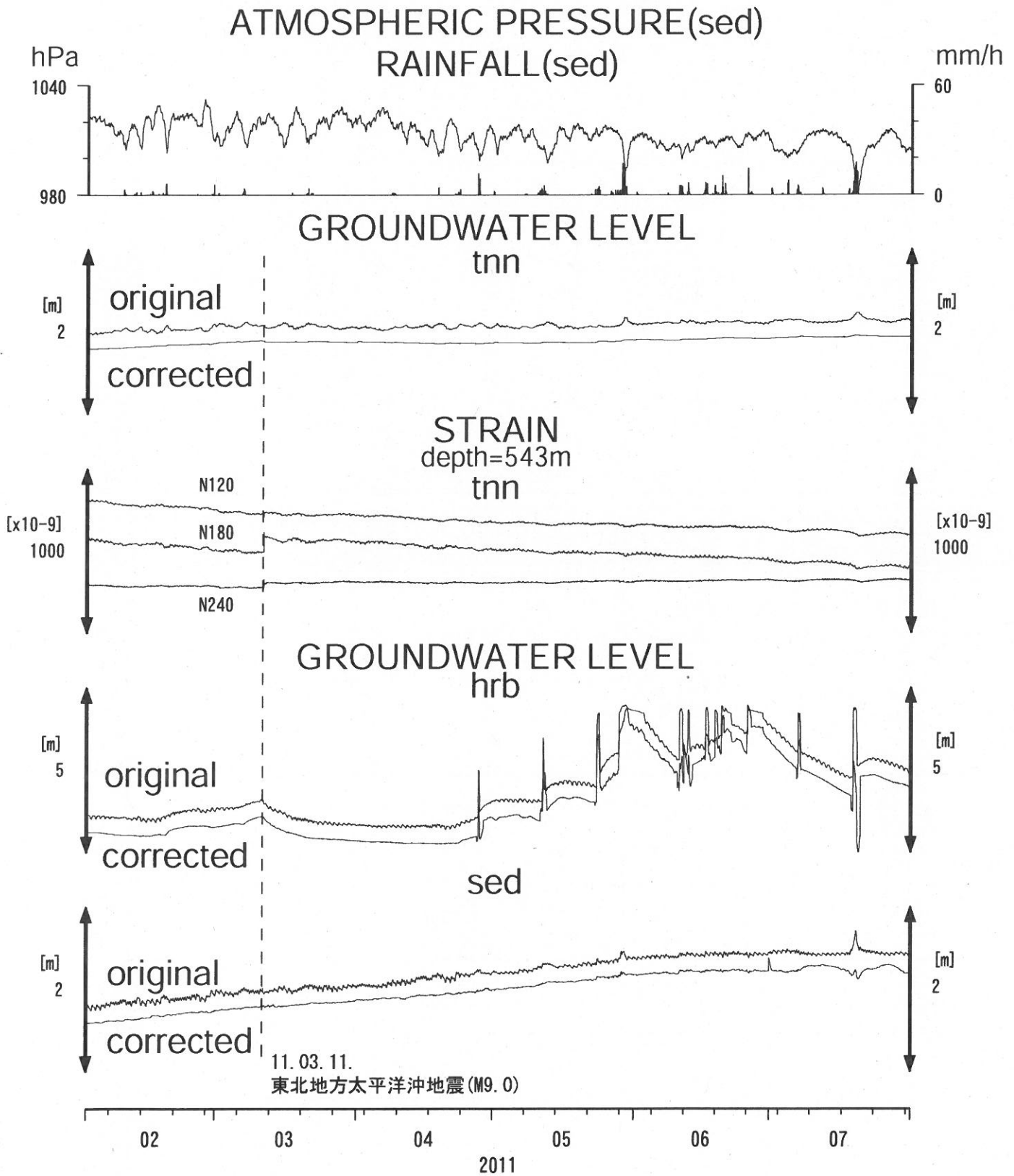


Fig.4

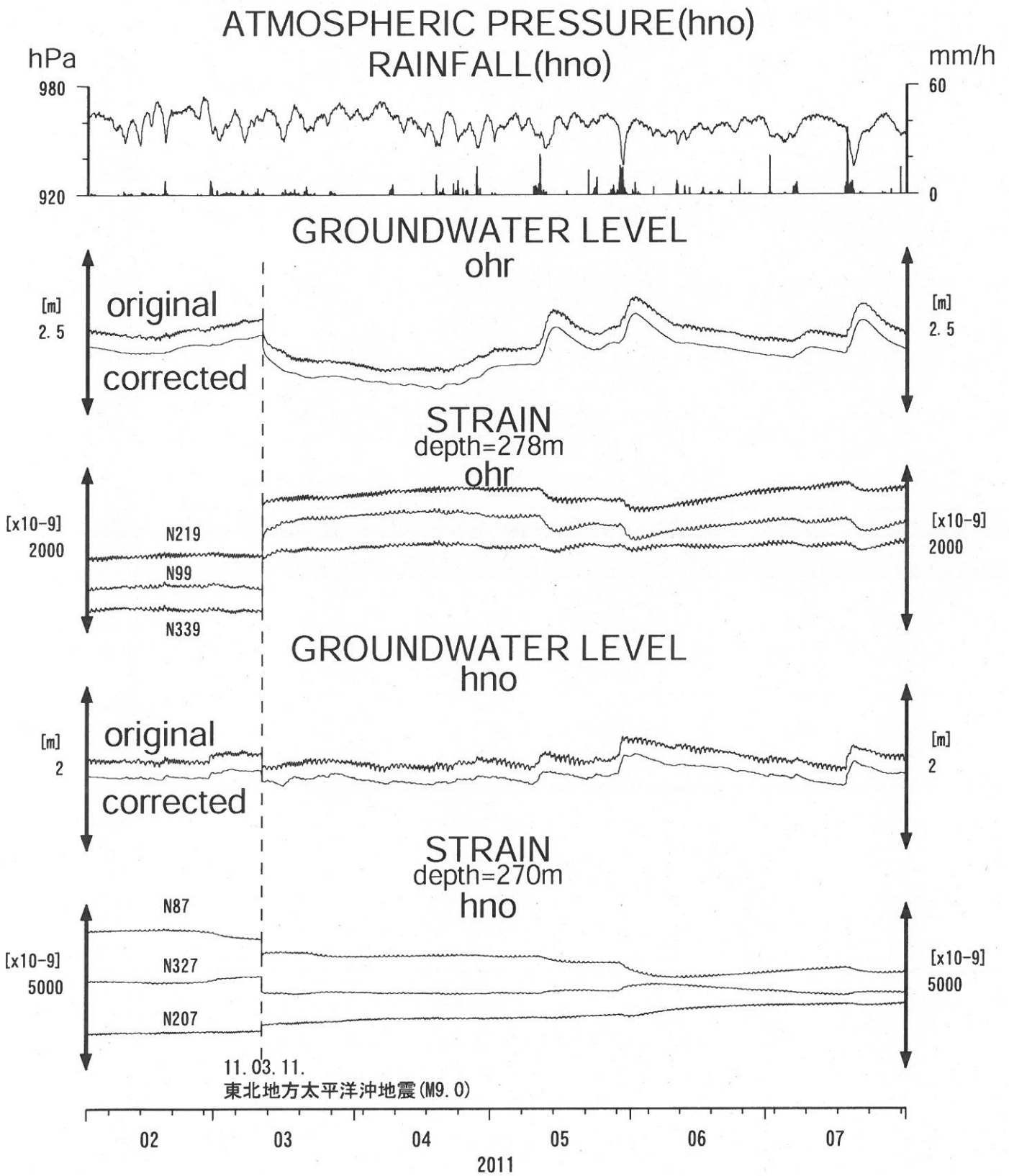


Fig.5

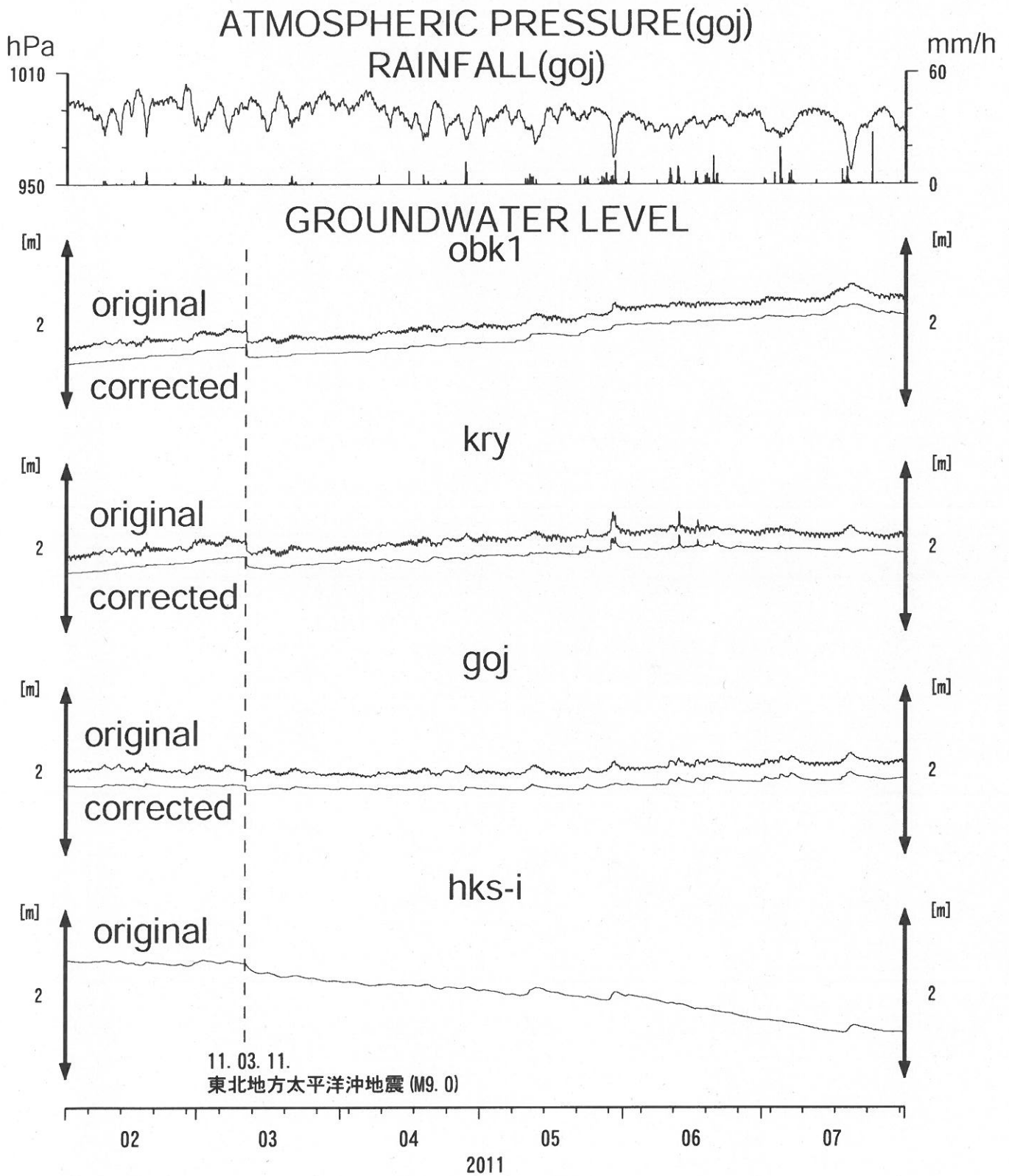


Fig.6

和歌山県北部の地震  
 2011/7/4 19:18発生, M5.5  
 2011/7/4 19:34発生, M4.5

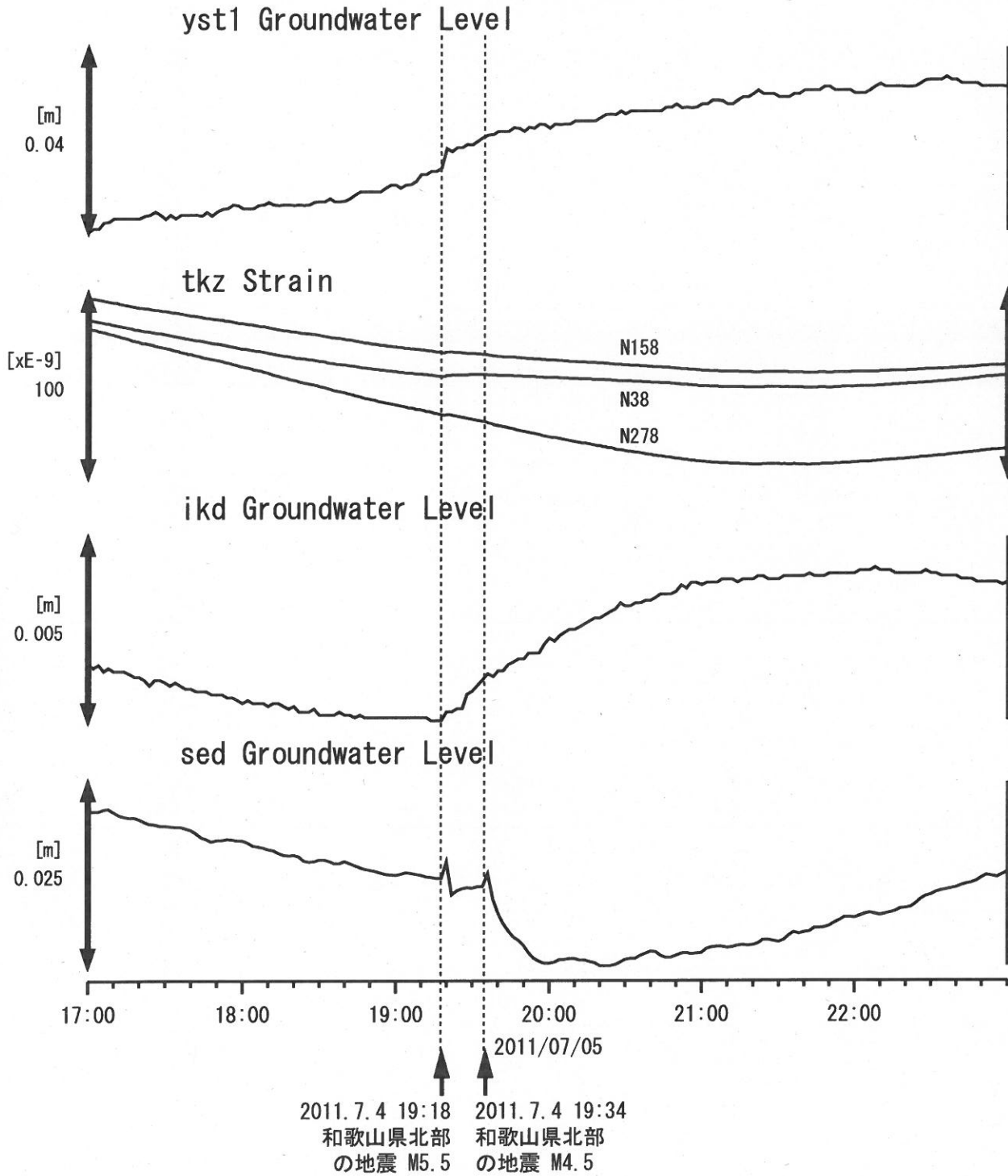


Fig. 7

# 神奈川県西部地域の地下水位観測（2011年6月～ 2011年7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

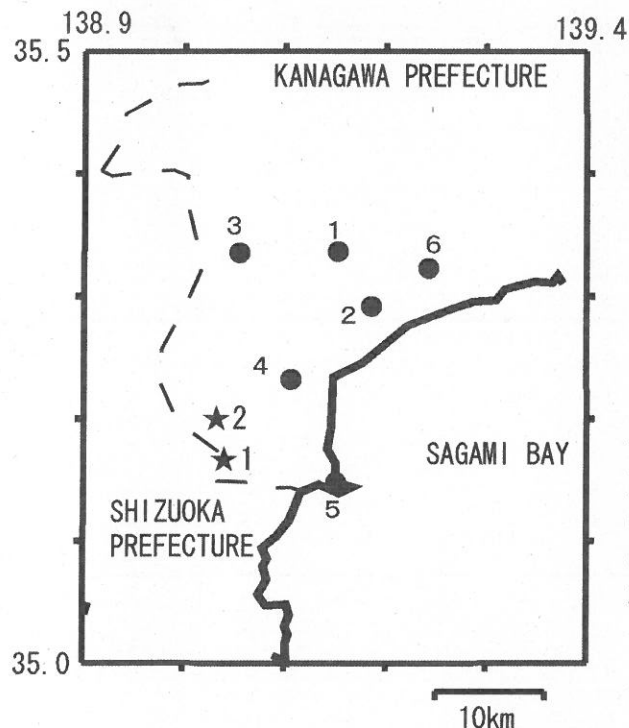
神奈川県温泉地学研究所では、神奈川県西部地震の予知研究の一環として、第1図・第1表に示した6箇所に地下水位観測施設を整備し地下水位の連続観測を行っている。2011年6月-2011年7月の期間に重点をおいた観測結果を報告する。

## 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6月～2011年7月に深さ30km以浅でM4以上の地震はない。また、同期間で、観測点周辺で震度2以上の揺れをもたらした地震もない。（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.

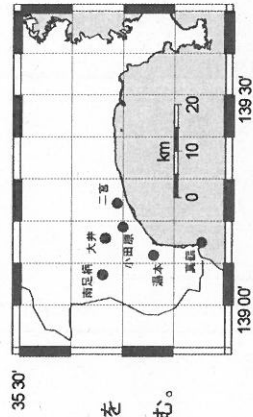
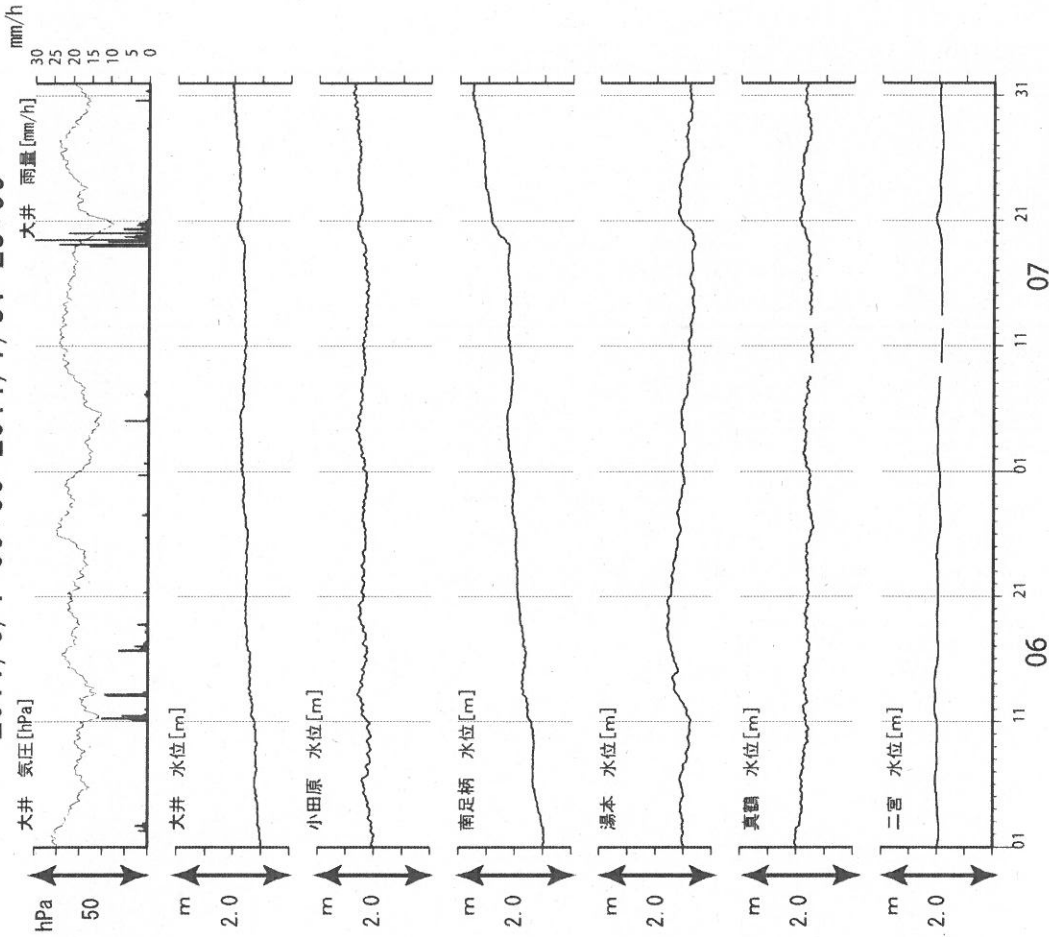
第1図 観測点近傍で深さ30km以浅でM4以上の地震（★）と地下水観測点の分布（●）. ★1：静岡県伊豆地方の地震（M4.6）、★2：神奈川県西部の地震（M4.2）  
●1：大井, ●2：小田原, ●3：南足柄, ●4：湯本, ●5：真鶴, ●6：二宮,

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)

2011/6/1 00:00-2011/7/31 23:00



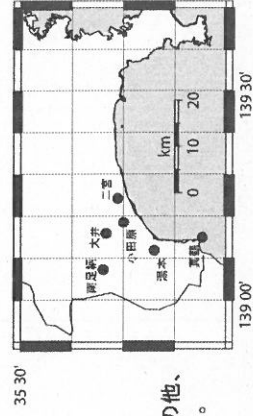
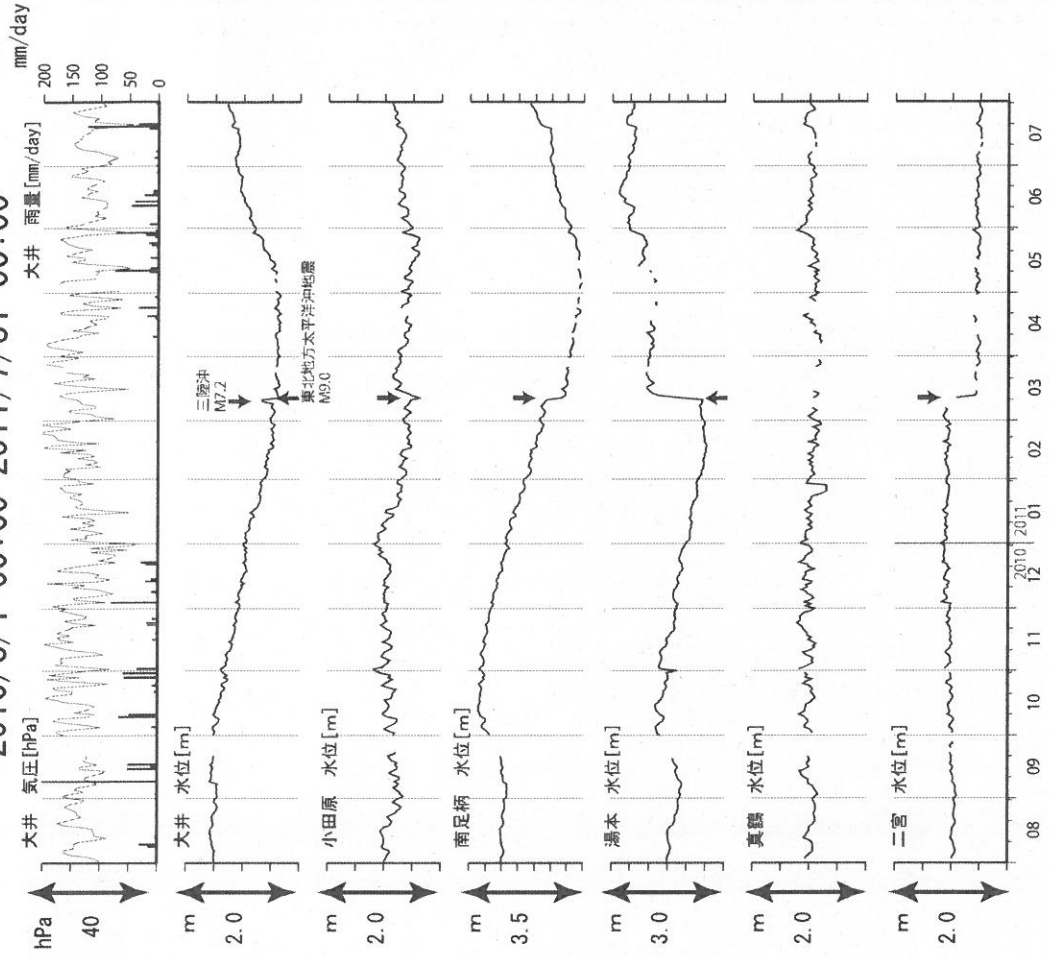
コメント：特記事項なし

真鶴・二宮は潮汐の影響が大きいのので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。

第2図

# 神奈川県西部地域の地下水位観測 長期

2010/8/1 00:00-2011/7/31 00:00



コメント：特記事項なし

真鶴・二宮以外は1日1回の観時値を示している。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。

第3図

# 鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化（2011年6月～2011年7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℃）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](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）。

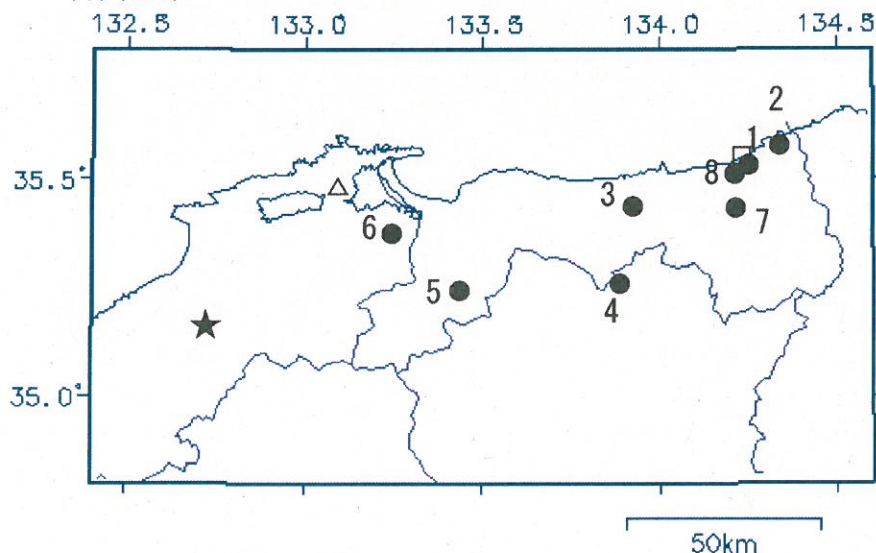
## 3. 結果（第2～5図）

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6月～2011年7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、6月4日1時57分頃に発生した島根県東部の地震（M5.2、深さ11km、観測点周辺での震度2-3）のみである。上記以外で観測点周辺に震度2以上の揺れをもたらした地震は、1)2011年6月16日の23時32分頃発生した島根県東部の地震（M3.9、深さ9km、観測点周辺での震度1-2、6月4日の地震の余震）、2)7月5日の19時18分頃に発生した和歌山県北部の地震

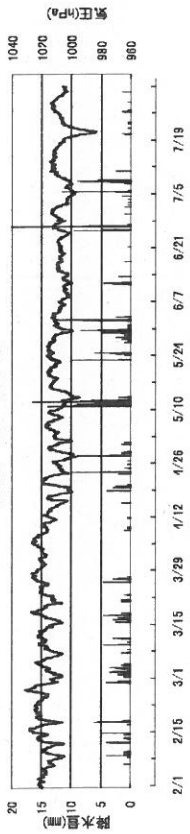
（M5.5、深さ7km、観測点周辺での震度1-2）の2つである。これら3つの地震に対して特に異常な変化はない（野口竜也・香川敬生・西田良平・小泉尚嗣）。

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。★は、2011年6月4日に発生した島根県東部の地震の震央。

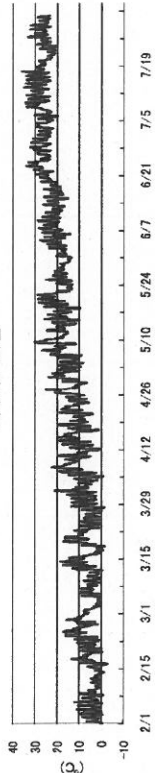
- 1：鳥取温泉， 2：岩井温泉， 3：三朝温泉， 4：奥津温泉， 5：日野町， 6：鷺の湯温泉，  
7：湯谷温泉， 8：吉岡温泉



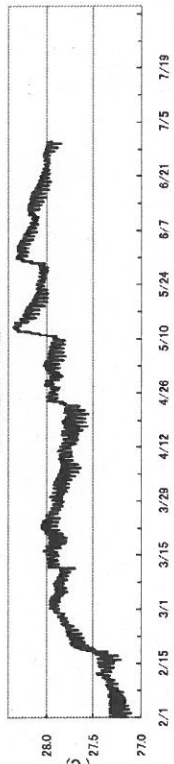
鳥取市 気圧・降水量



鳥取市 気温

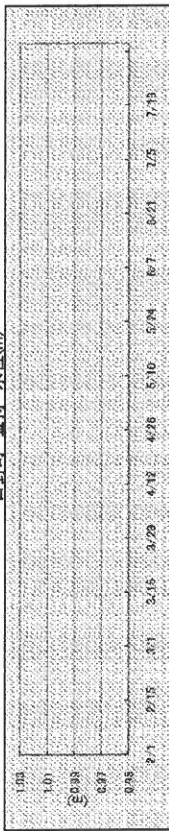


奥津温泉 水温(°C)

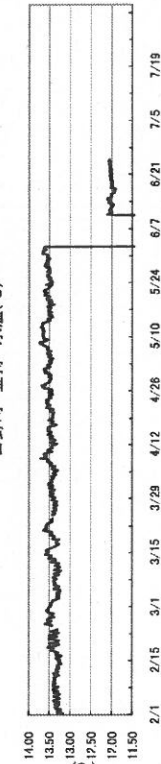


\*奥津温泉 水温2011/7/1より計器故障によりデータ欠損。

日野町 金持 水位(m)



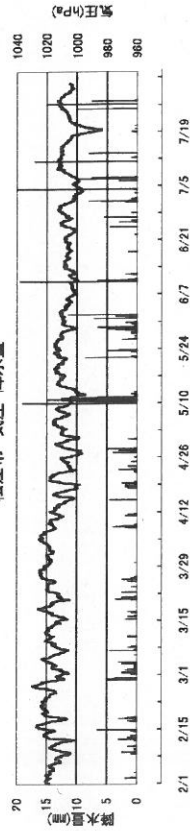
日野町 金持 水温(°C)



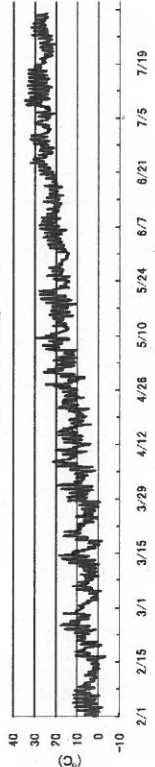
\*日野町 水位2010/6/20から計器故障によりデータ欠損。水温2011/6/24から計器故障によりデータ欠損。

第4図

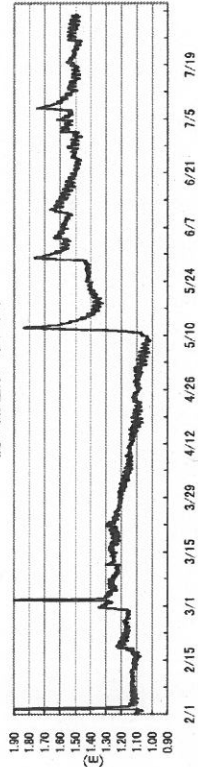
松江市 気圧・降水量



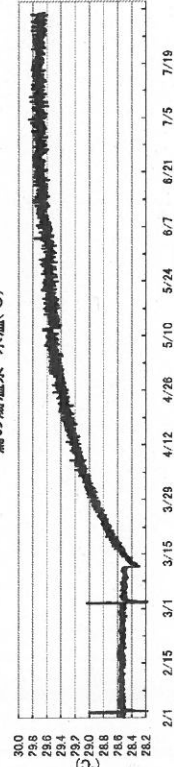
松江市 気温



鷺の湯温泉 水位(m)

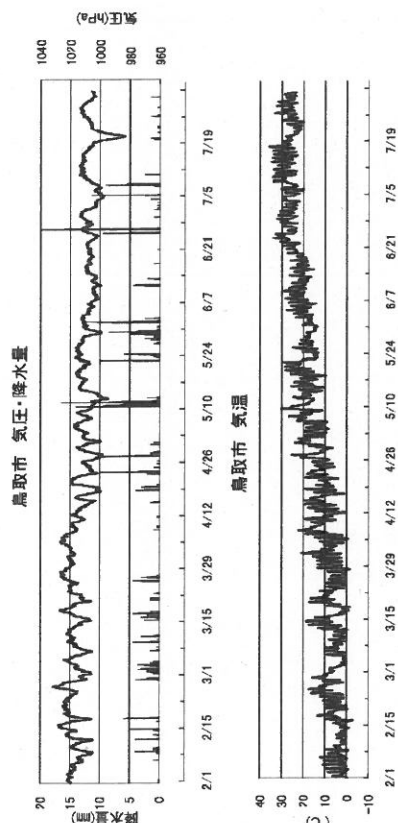


鷺の湯温泉 水温(°C)

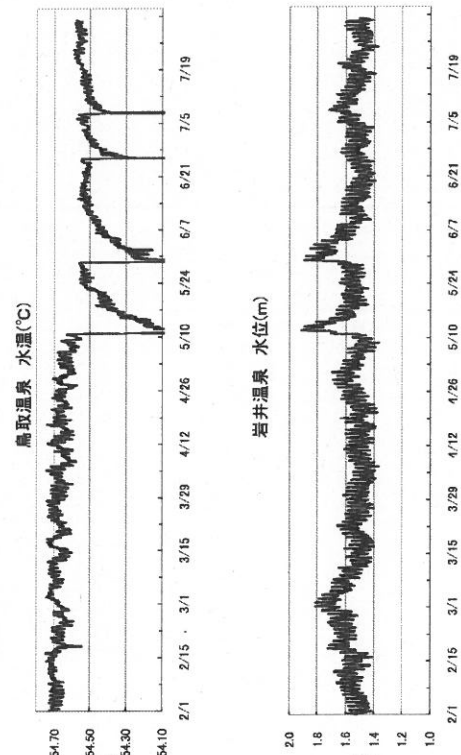


第5図

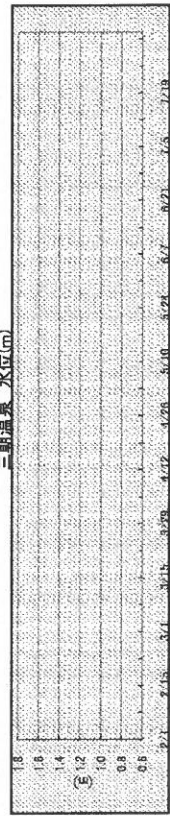
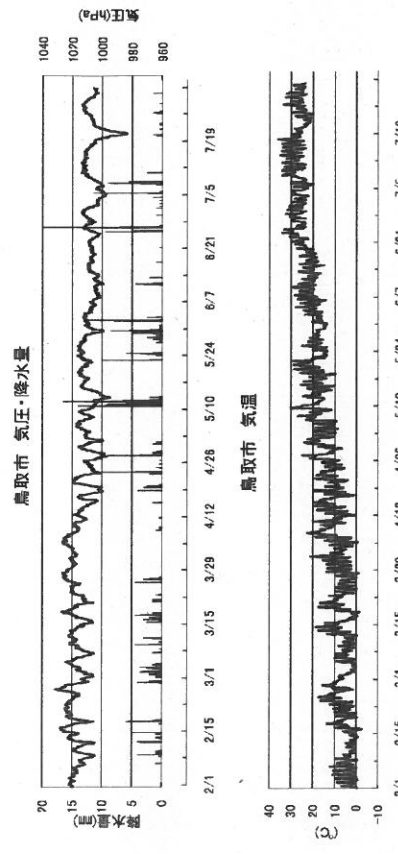




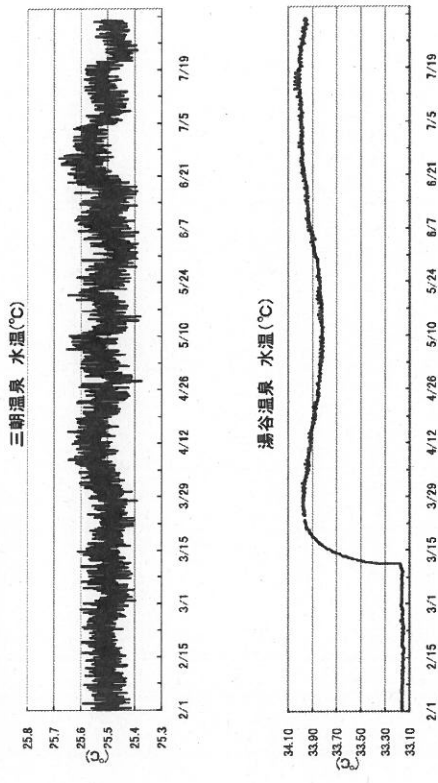
\*2009/03/01より計器の故障により欠損



第2図



\*2009/04/10より計器の故障により欠損



第3図

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。既存の3観測点と合わせて、観測点配置図をFig.1に示す。

Fig.2～34には、2011年2月～8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、直線トレンド(1次トレンド)を除去している。Fig.35～40には、産総研で決定した、エンベロープ相関法による深部低周波微動の震源の時空間分布および個数を示す。

東海全体(RT0～3)で微動の発生回数が50個/日以上の日を含む期間(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.2～6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/日以上の日を含む期間(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、第6～17図および第32図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/日以上の日を含む期間(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/日以上の日を含む期間(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。

2011年6月28日午後～7月1日午前にかけて、三重県中部において活発な深部低周波微動活動が観測され(Fig.41)、ANO、ITAおよびMYMにおいて歪変化が観測された(Fig.42)。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結果をFig.43に示す。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1～100mmで1mm間隔で可変とした。更に、パッチサイズを幅を10～50km、長さを10～80kmまでそれぞれ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結果をFig.44に示す。なお、Fig.44のみ、微動の震源域周辺のみで計算を行った。これらの計算には、Okada [1992]を用いた。

2011年7月5日20時頃～8日6時頃にかけて、奈良県南部において活発な深部低周波微動活動が観測され(Fig.45)、MYM、ICUおよびKSTにおいて歪変化が観測された(Fig.46)。Fig.43～44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.47～48に示す。概ね微動域に断層面が推定された。なお、断層面推定にあたっては、松本ほか(2010)による、孔井内歪計の原位置キャリブレーション結果を用いている。

2011年7月27日午後～8月1日午前にかけて、愛知県中部において活発な深部低周波微動活動が観測され(Fig.49)、TYEおよびTYSにおいて歪変化が観測された(Fig.46)。Fig.43～44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.47～48に示す。概ね微動域に断層面が推定された。なお、断層面推定にあたっては、松本ほか(2010)による、孔井内歪計の原位置キャリブレーション結果を用いている。

2011年7月5日20時頃～8日6時頃にかけて、奈良県南部において活発な深部低周波微動活動が観測さ

れ(Fig.49)、MYM、ICUおよびKSTにおいて歪変化が観測された(Fig.50)。歪変化から2つの期間に分けて、Fig.43～44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.51～54に示す。概ね微動域に断層面が推定された。なお、断層面推定にあたっては、松本ほか(2010)による、孔井内歪計の原位置キャリブレーション結果を用いている。

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。

(板場智史・北川有一・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.

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.

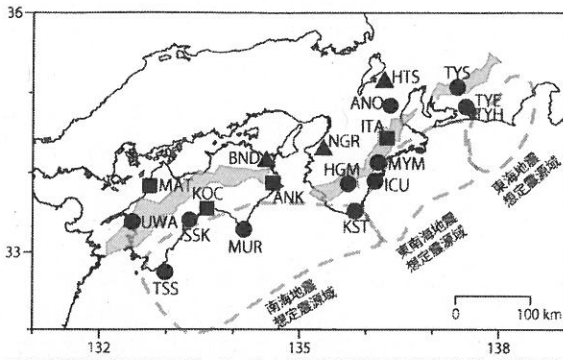
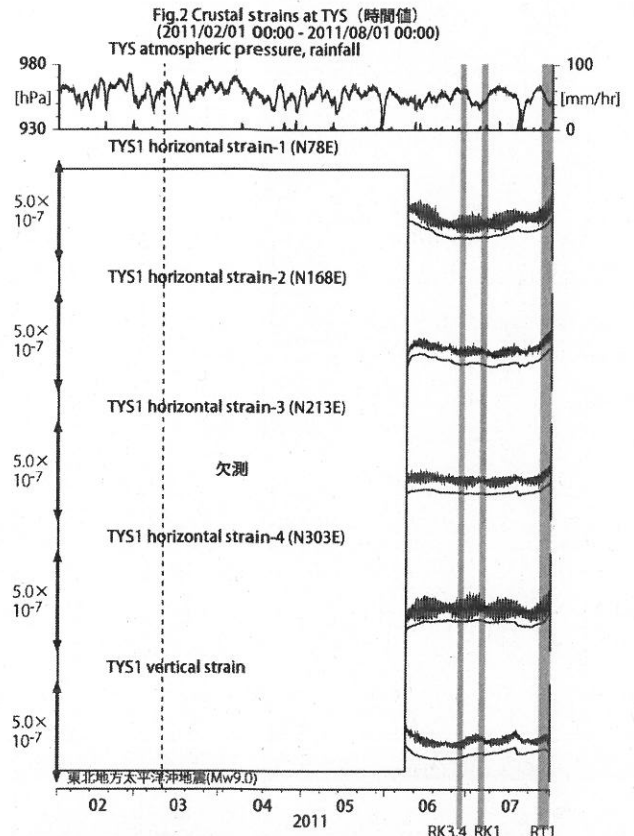


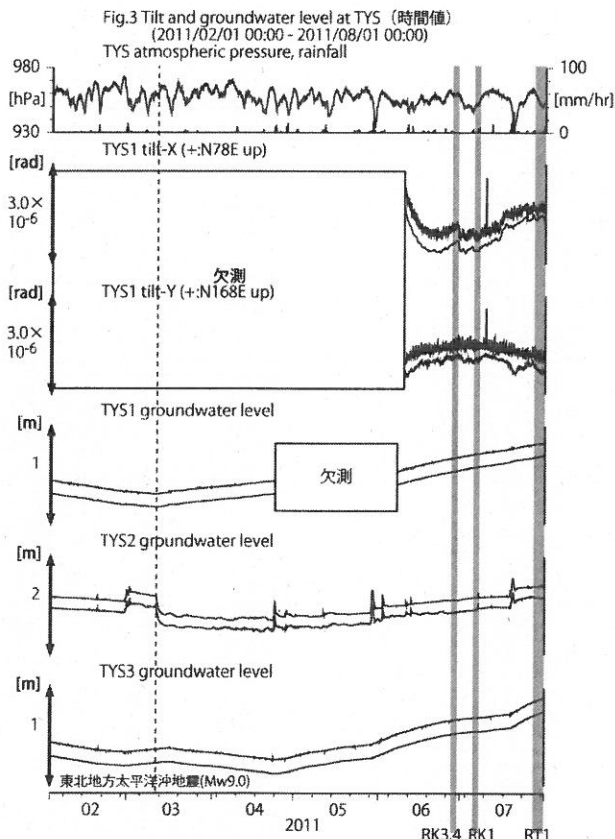
Fig.1 地下水位観測点の分布図 (●・■・▲)。●はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計を併せている新規観測点、■はGladwin式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している新規観測点、▲はアナログ方式の石井式歪計を併設している既存の観測点。灰色の領域は短期的SSE及び深部低周波変動が定期的に発生していると考えられる地域。

Table.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。

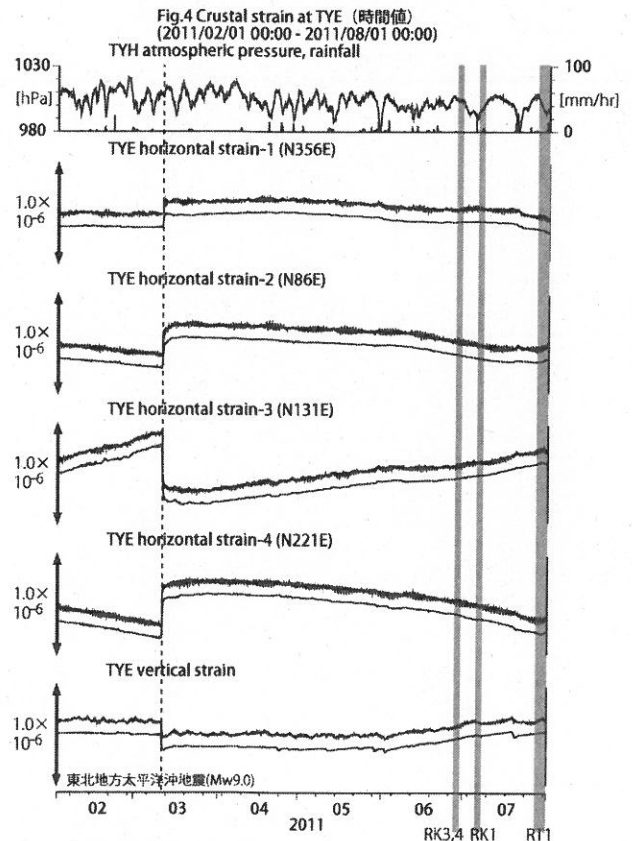
3文字コード (変更無し)	旧名称	新名称	新名称 ぶりかな	市区町村	図
TYS	豊田下山	豊田神楽	とよたかんの	愛知県豊田市	2,3
TYE	豊橋東	豊橋多米	とよはしため	愛知県豊橋市	4,5
HTS	豊荘	豊荘香之庄	あしやこうのしょう	滋賀県豊郷町	6
ANO	安濃	津安濃	つあのおう	三重県津市	7,8
ITA	飯高赤桶	松坂飯高	まつさかいいたか	三重県松坂市	9,10
MYM	海山	紀北海山	きほくみやま	三重県北牟婁郡紀北町	11,12
ICU	井内浦	津野磯崎	くまのいそざき	三重県熊野市	13,14
HGM	本宮三浦	田辺本宮	たなべほんぐう	和歌山県田辺市	15,16
KST	串本津荷	串本津荷	くしもつが	和歌山県東牟婁郡串本町	17,18
NGR	根来	岩出根来本	いわでひがしさともと	和歌山県岩出市	19
BND	板東	瑞門大塚	なるとおおあさ	徳島県瑞門市	20
ANK	阿南桑野	阿南桑野	あなんくわの	徳島県阿南市	21,22
MUR	室戸	室戸岬	むろとみさき	高知県室戸市	23,24
KOC	高知市	高知五台山	こうちごだいさん	高知県高知市	25,26
SSK	須崎	須崎大谷	すさきおおたに	高知県須崎市	27,28
TSS	土佐清水	土佐清水松尾	とさしみずまつお	高知県土佐清水市	29,30
UWA	宇和	西予宇和	せいよわ	愛媛県西予市	31,32
MAT	松山	松山南江戸	まつやまみなみえど	愛媛県松山市	33,34



Strainmeter depth = 586.7-588.1 [GL-m]  
上: 1次トレンドを除去  
下: BAYTAP-Gic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

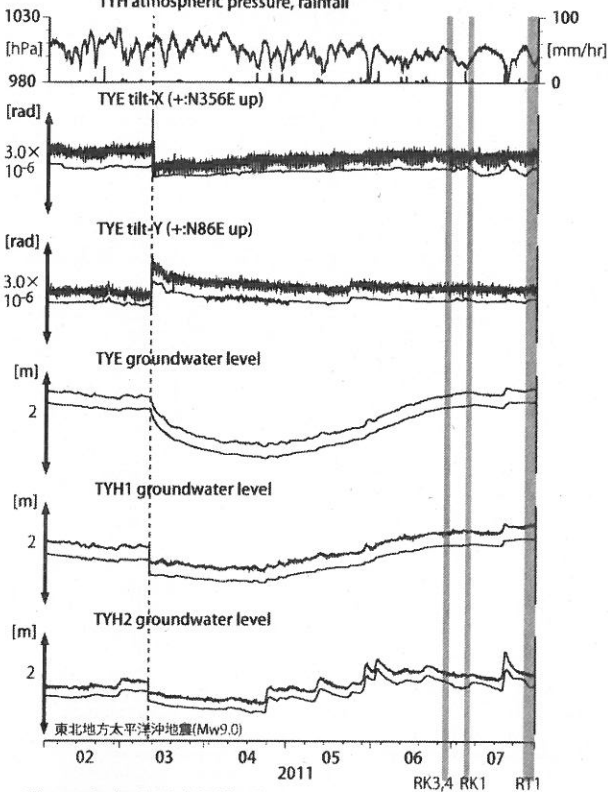


Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]  
TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]  
TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]  
TYS3 : Screen depth = 26.6-32.3 [GL-m]  
上: tiltは1次トレンド除去  
下: BAYTAP-Gicにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去



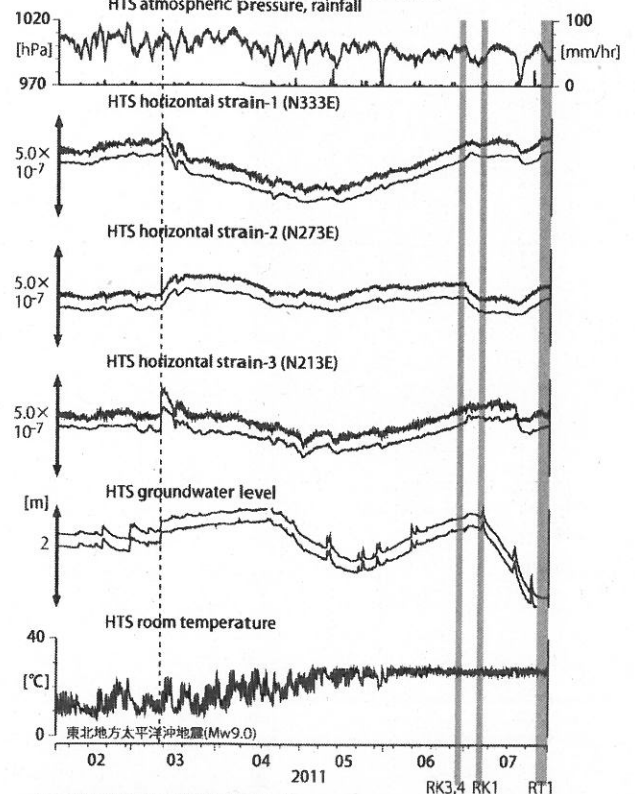
Strainmeter depth = 266.5-267.9 [GL-m]  
上: 1次トレンドを除去  
下: BAYTAP-Gicにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

Fig.5 Tilt and groundwater level at TYE and TYH (時間値)  
(2011/02/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)



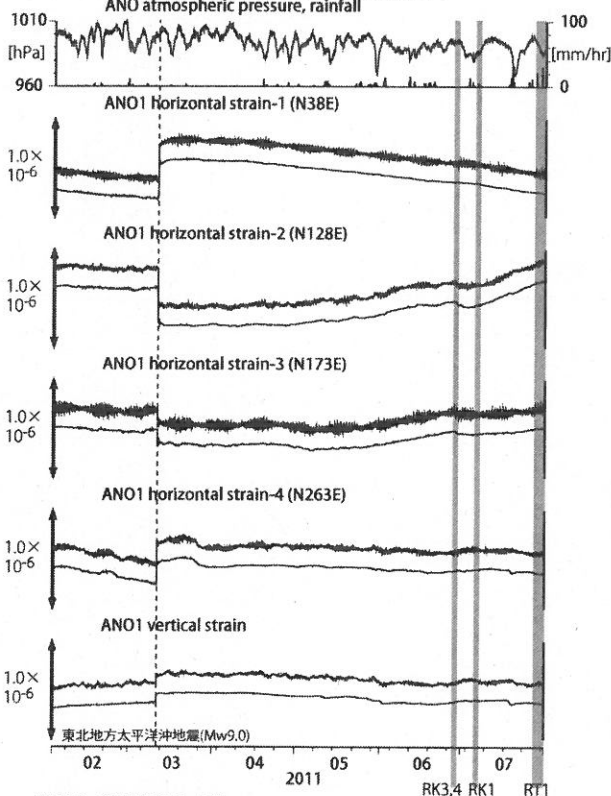
Tiltmeter depth = 265.6-266.5 [GL-m]  
 TYE : Screen depth = 185.9-207.8 [GL-m]  
 TYH1 : Screen depth = 178.6-200.4 [GL-m]  
 TYH2 : Screen depth = 133.7-150.0 [GL-m]  
 上: tiltは1次トレンドを除去  
 下: BAYTAP-Giにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、tiltは1次トレンドも除去

Fig.6 Crustal strains and groundwater level at HTS (時間値)  
(2011/02/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)



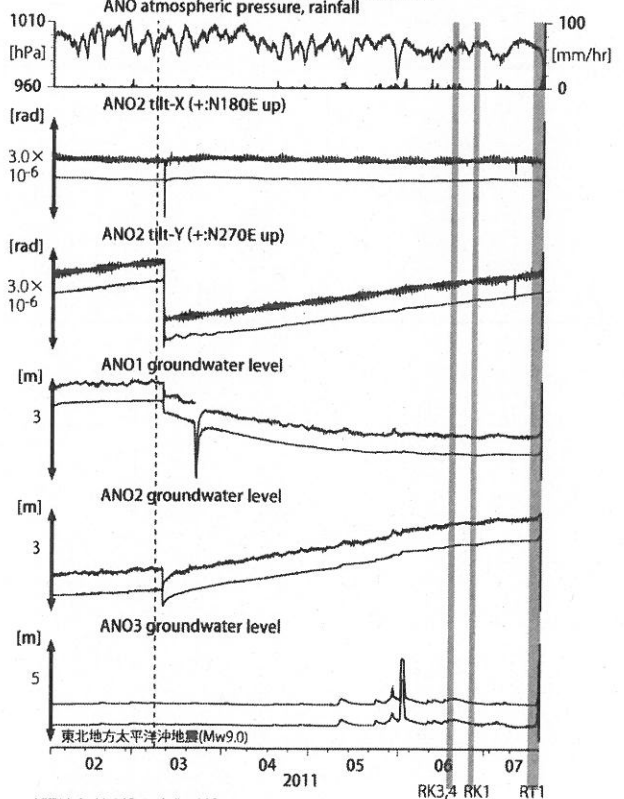
Strainmeter depth = 433.5-436.5 [GL-m]  
 Screen depth = 338.3-360.1 [GL-m]  
 上: strainは1次トレンドを除去  
 下: BAYTAP-Giにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、strainは1次トレンドも除去

Fig.7 Crustal strains at ANO (時間値)  
(2011/02/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)

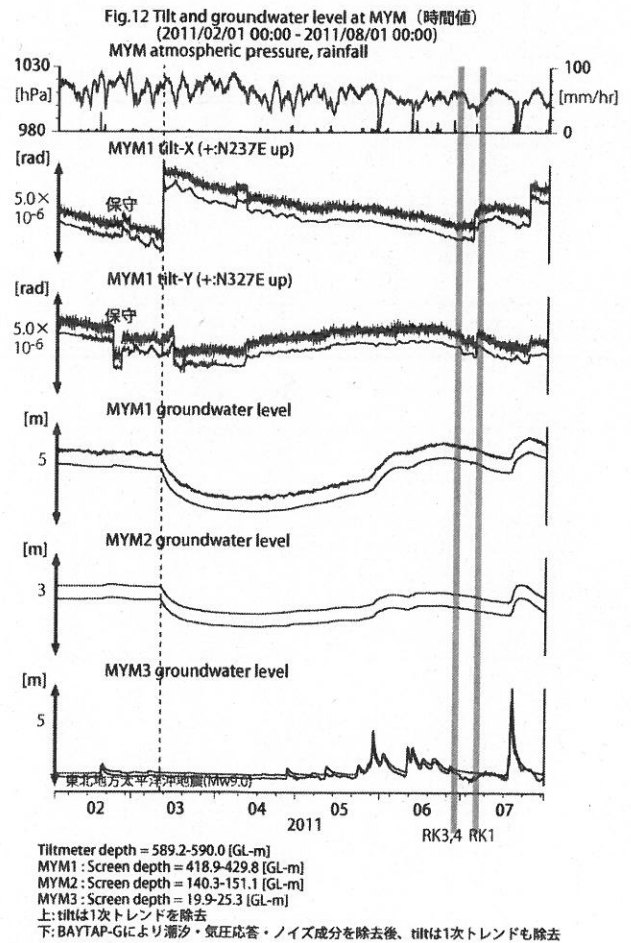
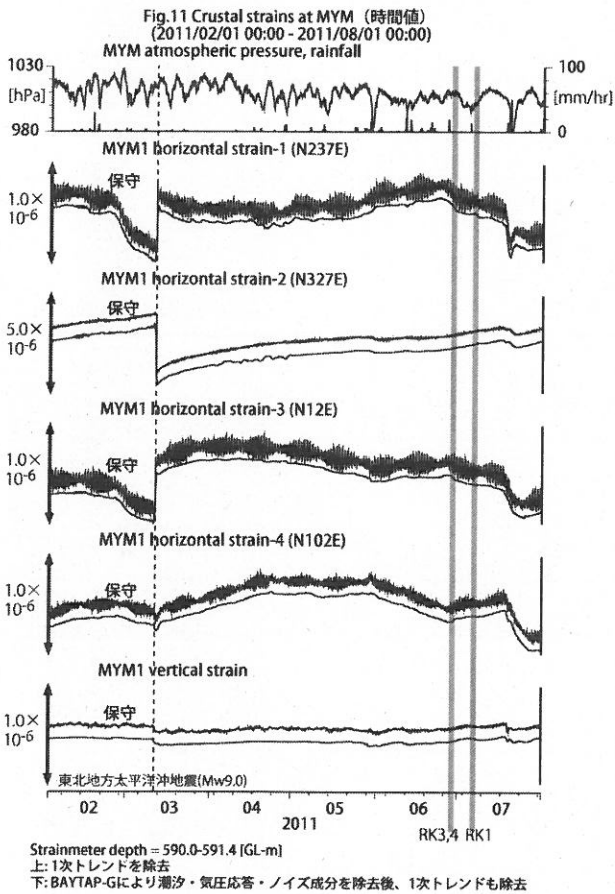
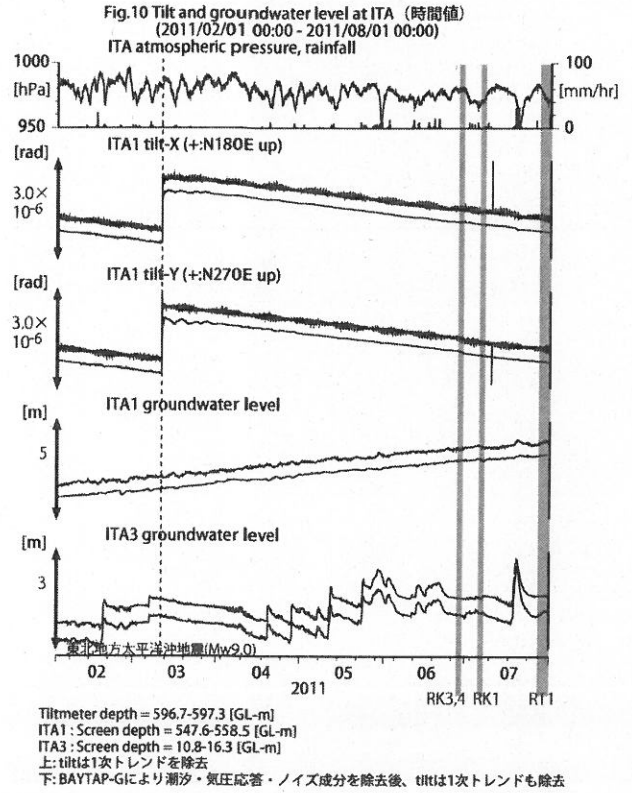
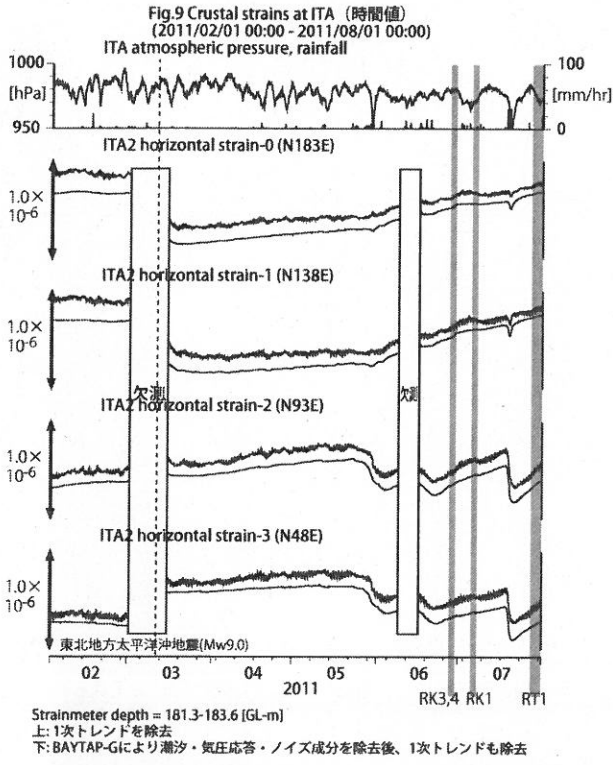


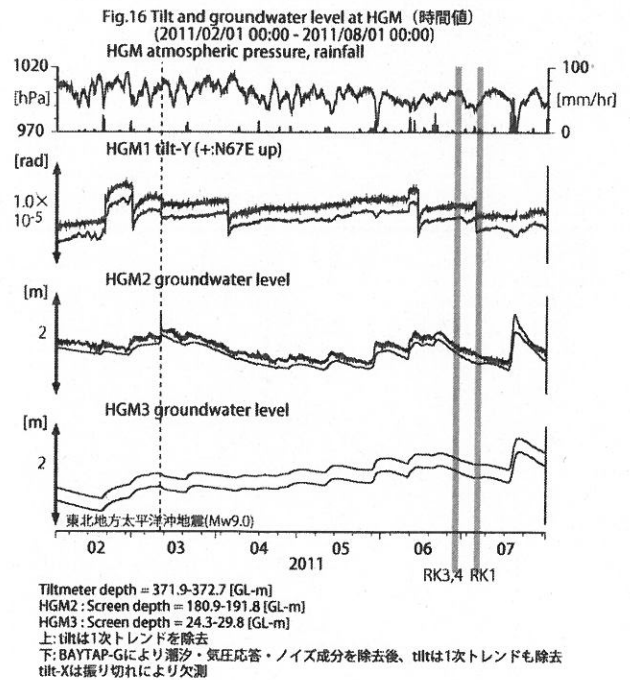
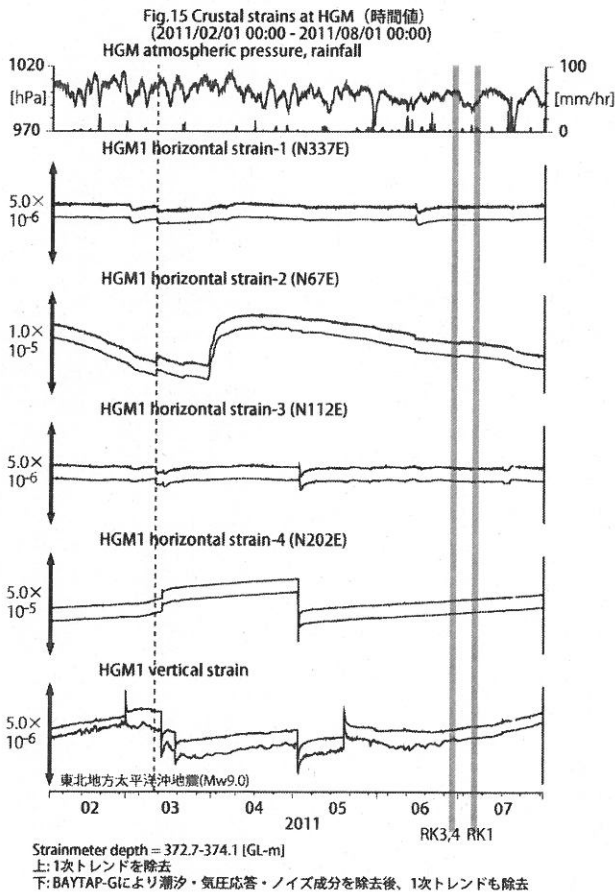
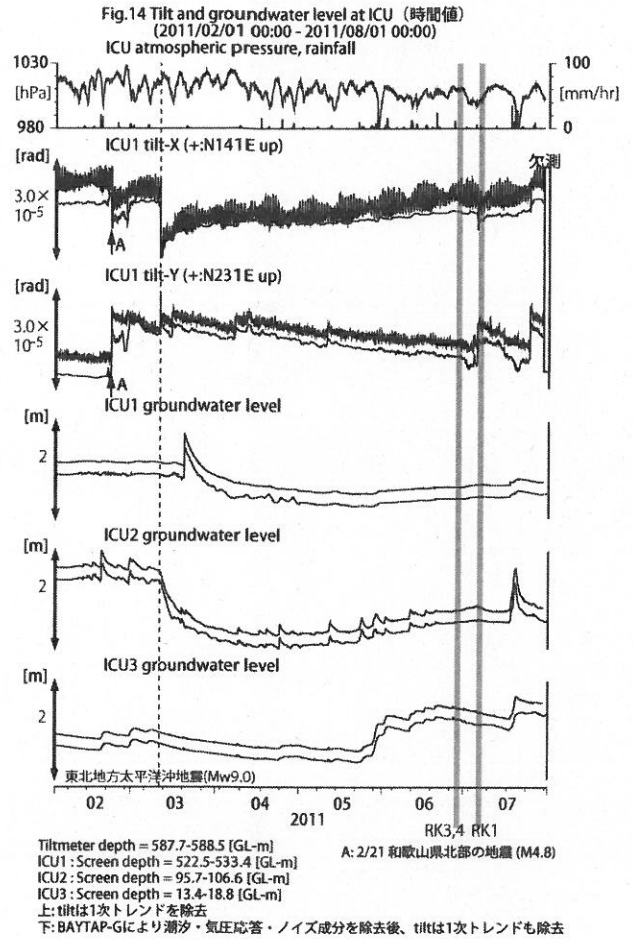
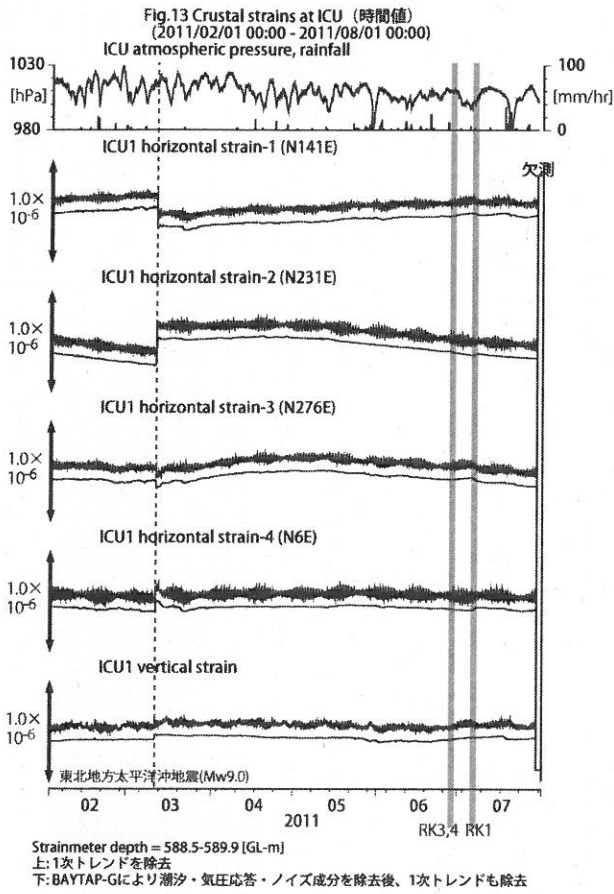
観測点名: 津安濃 (旧名称: 安濃)  
 Strainmeter depth = 588.9-590.3 [GL-m]  
 上: 1次トレンドを除去  
 下: BAYTAP-Giにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

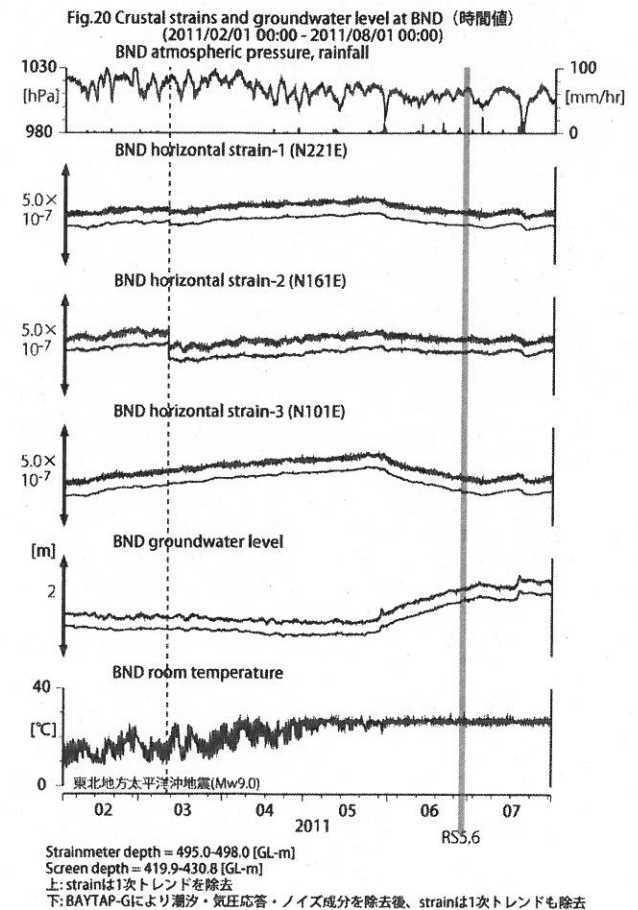
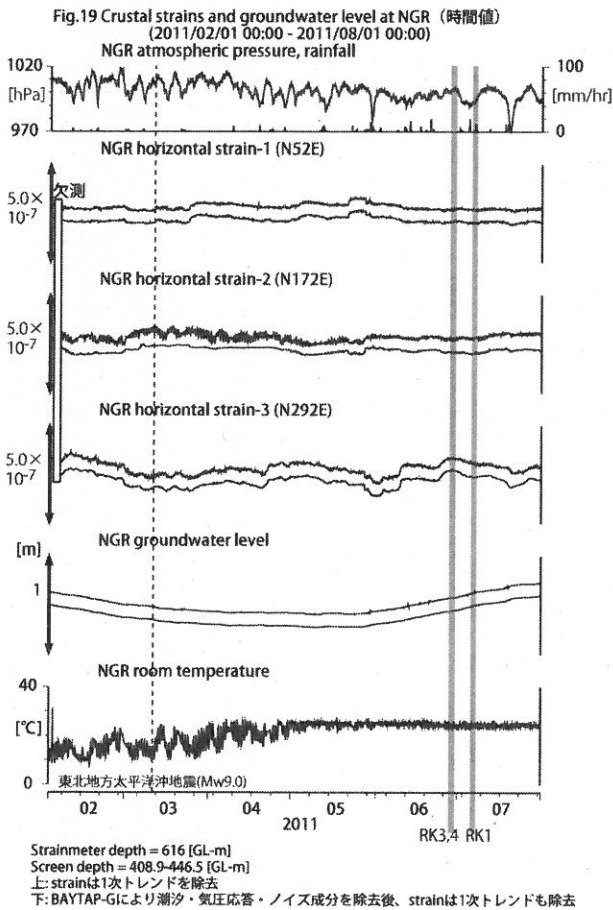
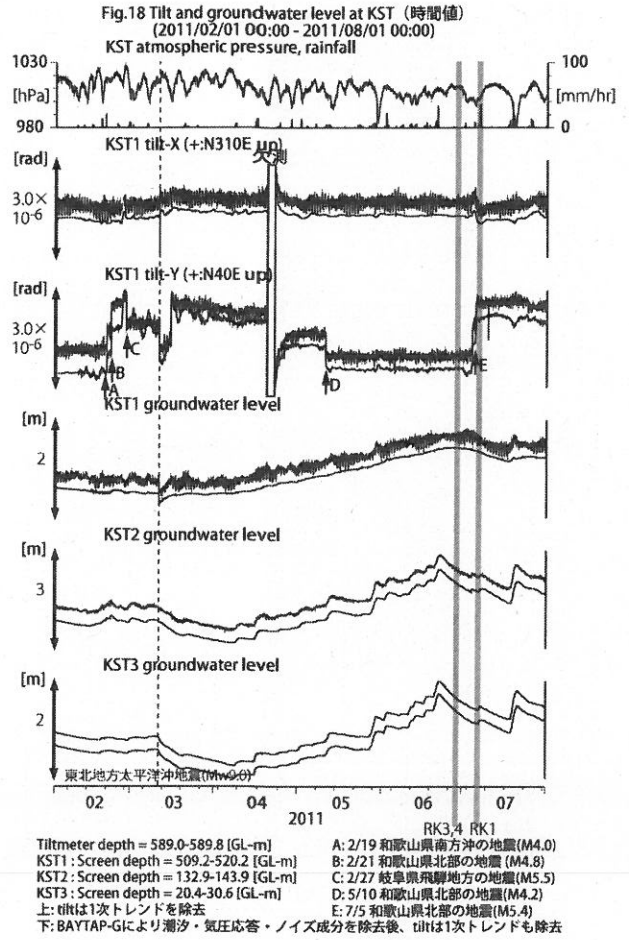
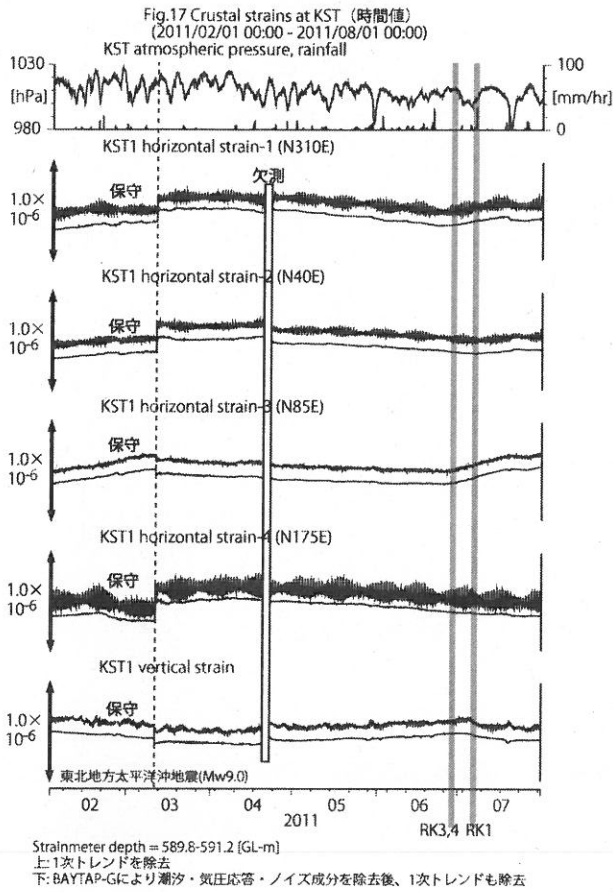
Fig.8 Tilt and groundwater level at ANO (時間値)  
(2011/02/01 00:00 - 2011/07/20 00:00)



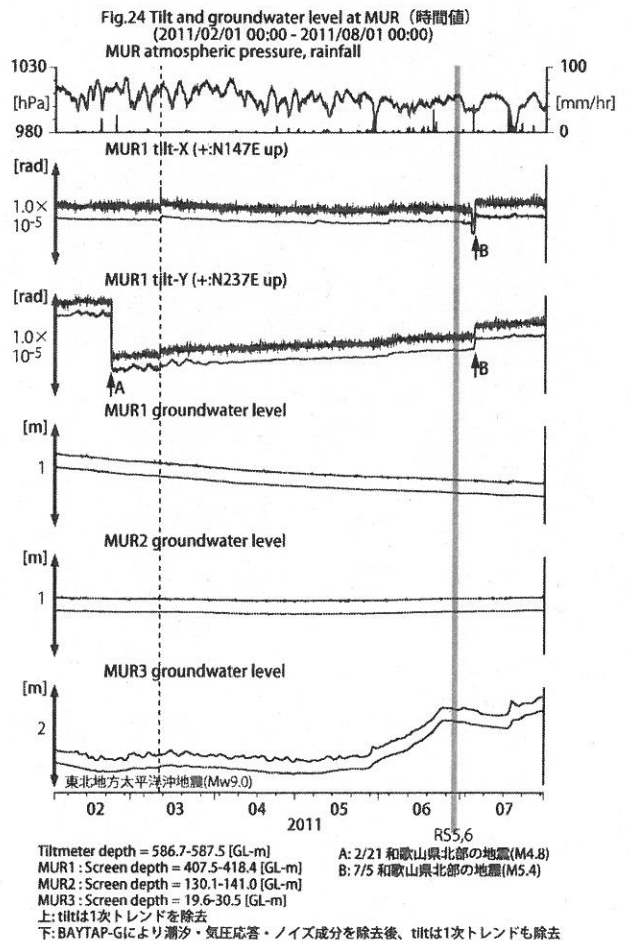
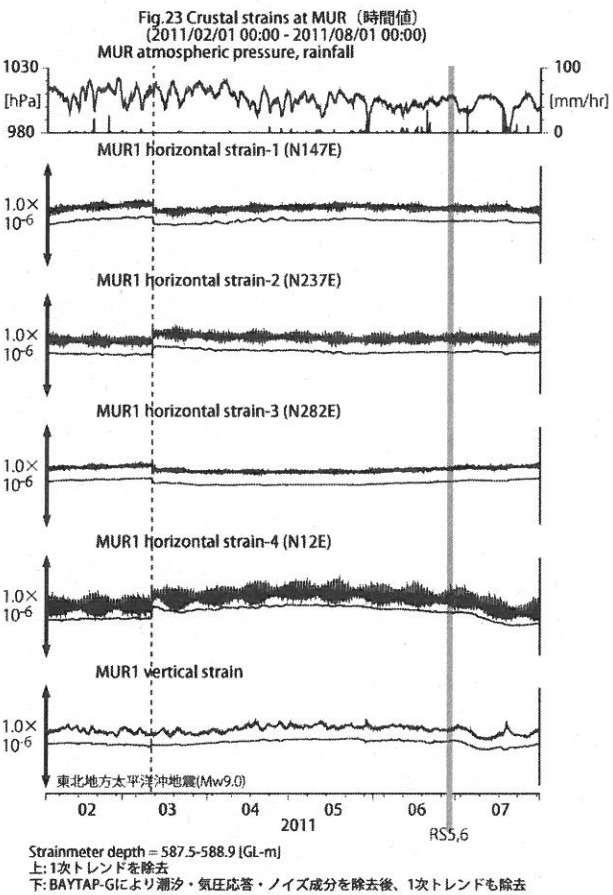
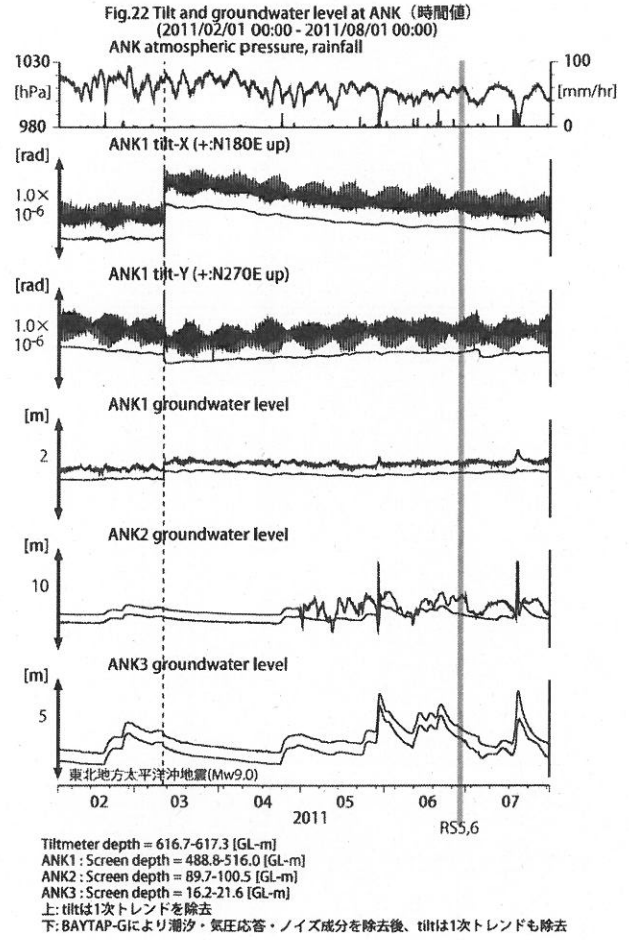
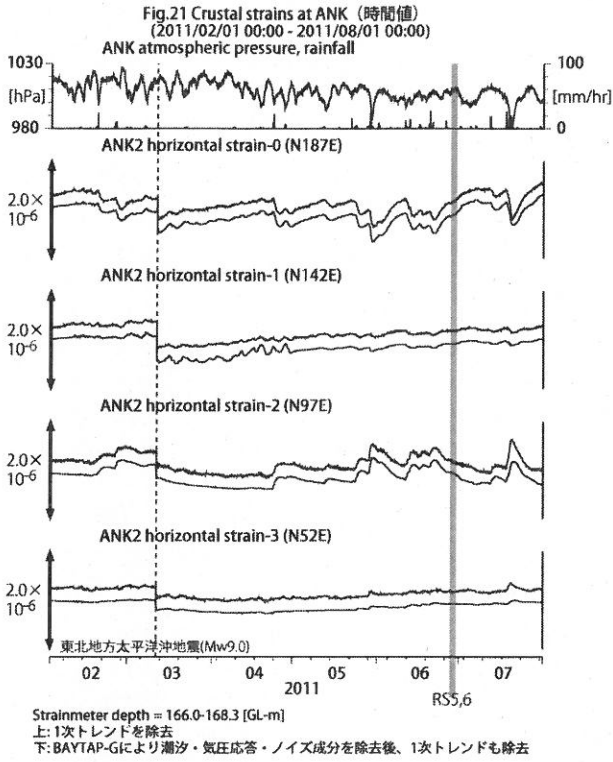
観測点名: 津安濃 (旧名称: 安濃)  
 Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]  
 ANO1 : Screen depth = 502.7-513.6 [GL-m]  
 ANO2 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]  
 ANO3 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]  
 上: tiltは1次トレンドを除去  
 下: BAYTAP-Giにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、tiltは1次トレンドも除去

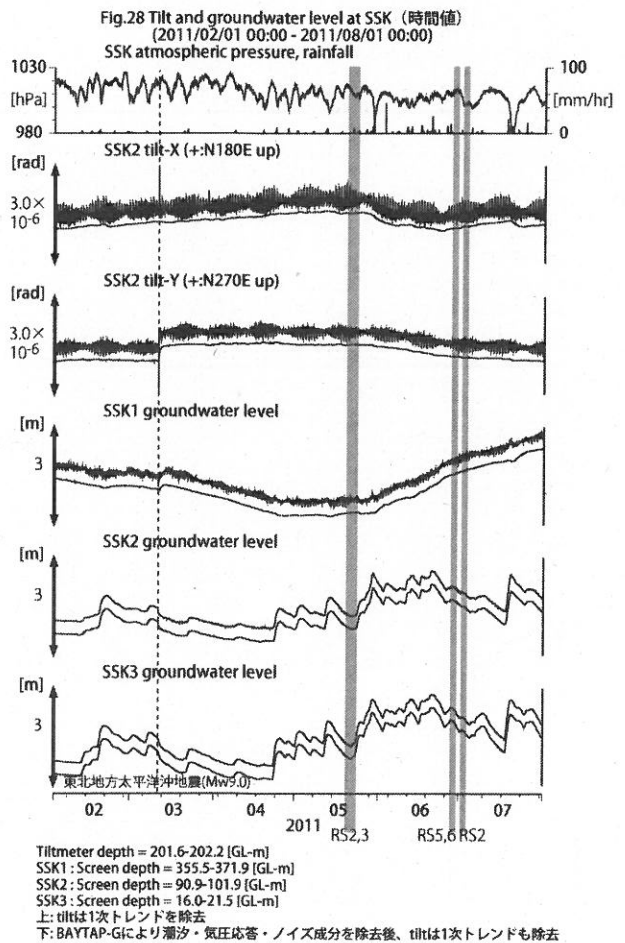
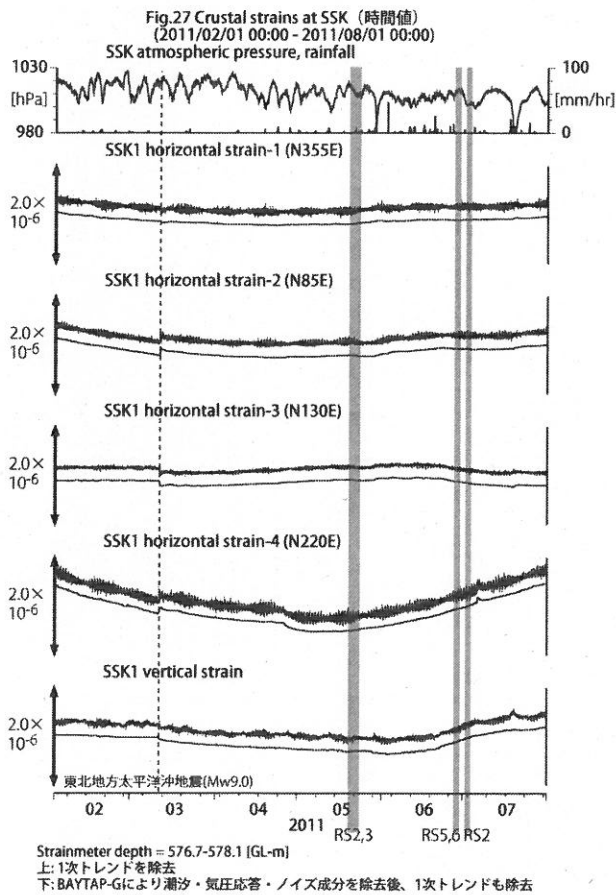
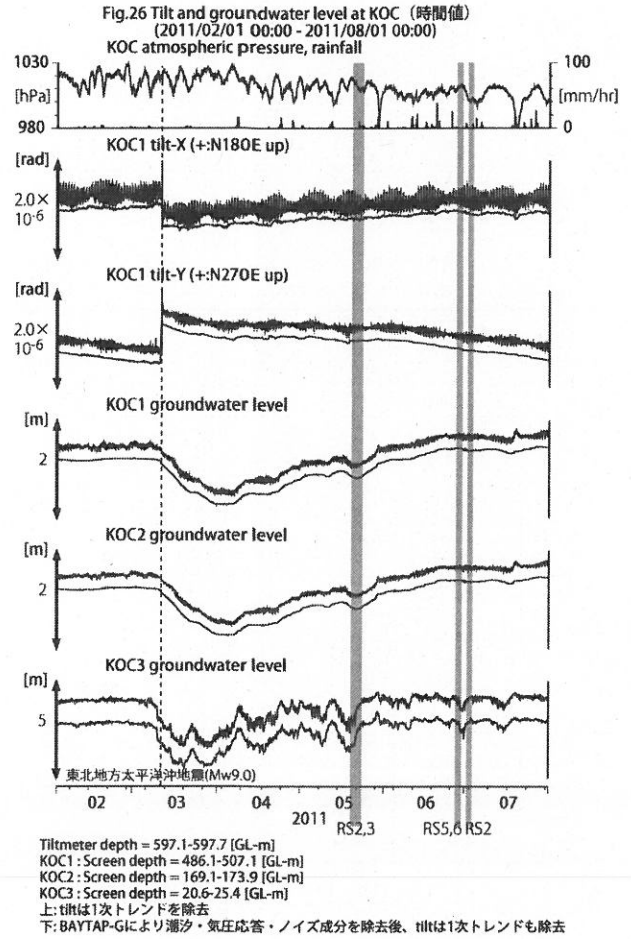
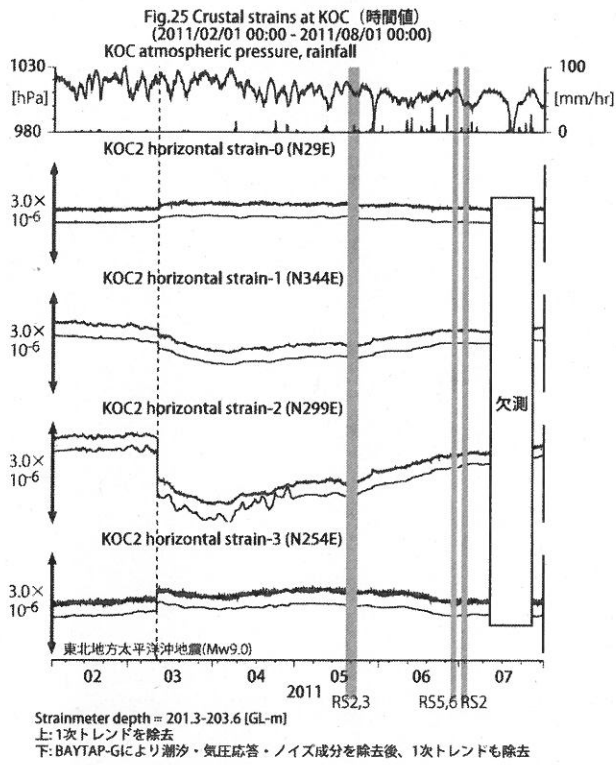


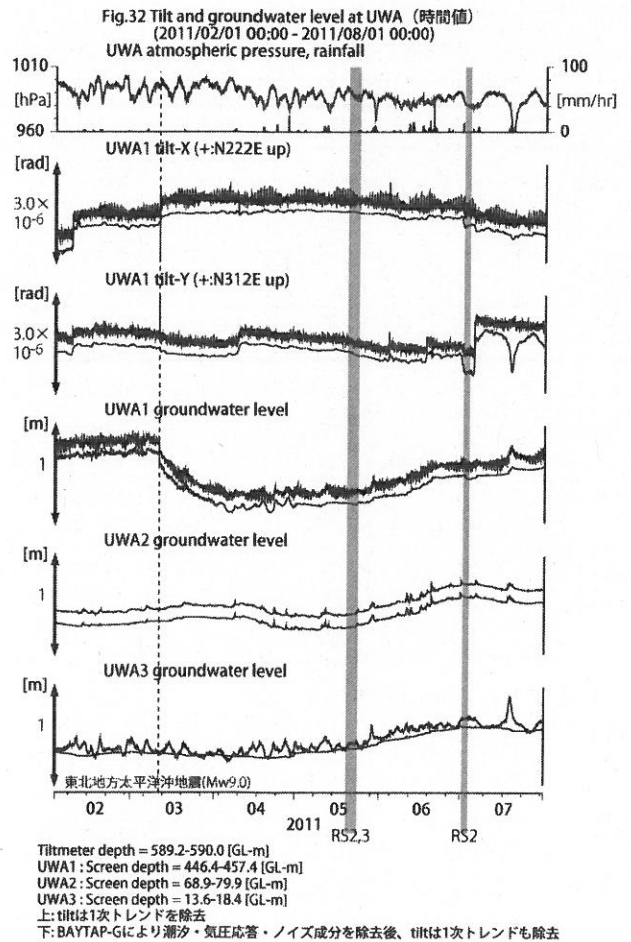
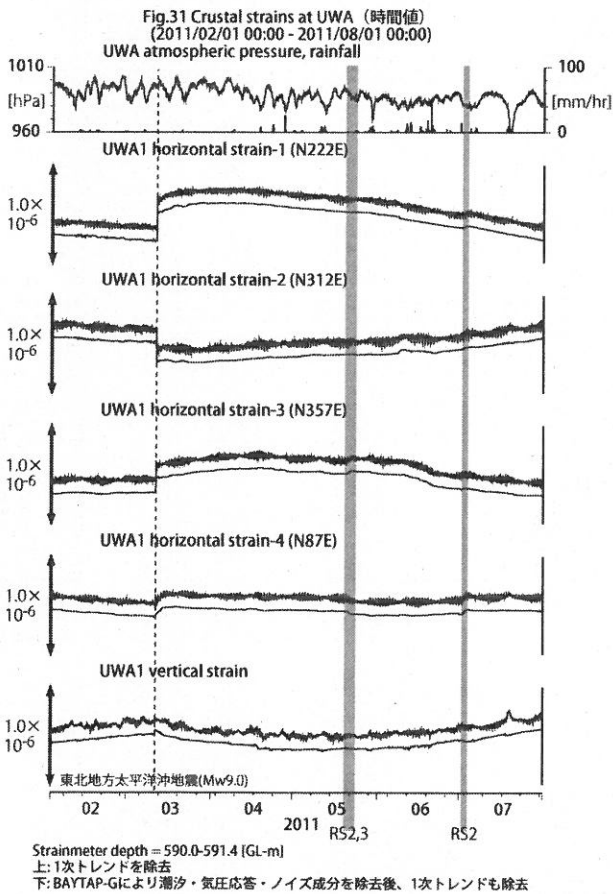
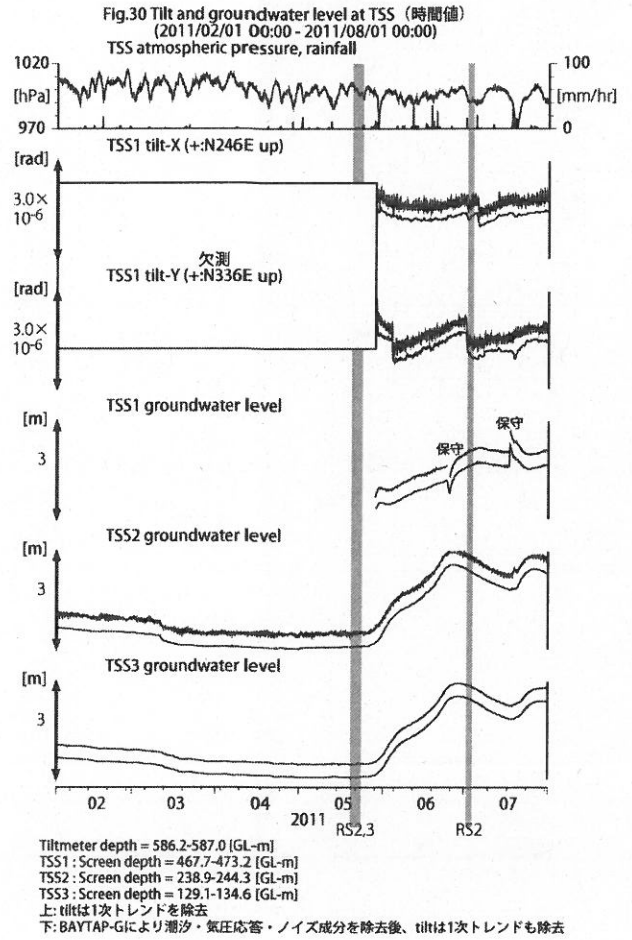
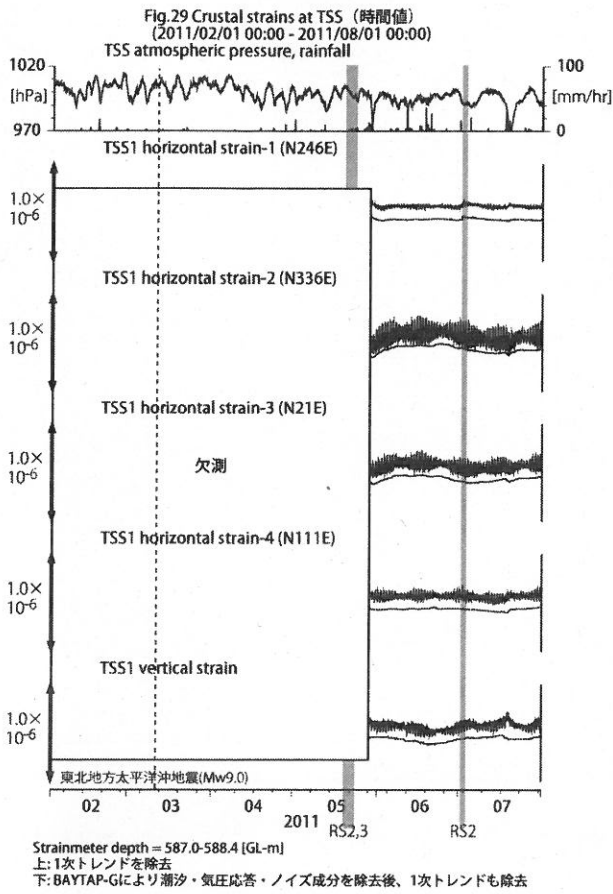


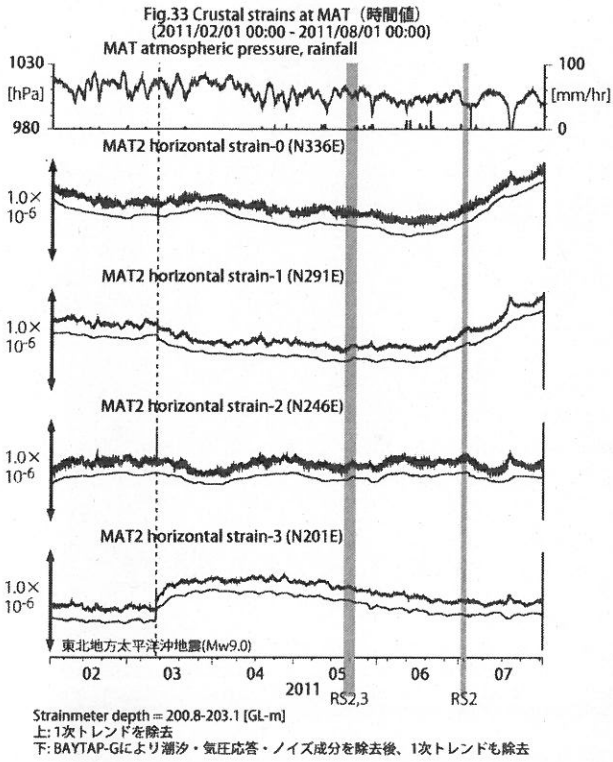




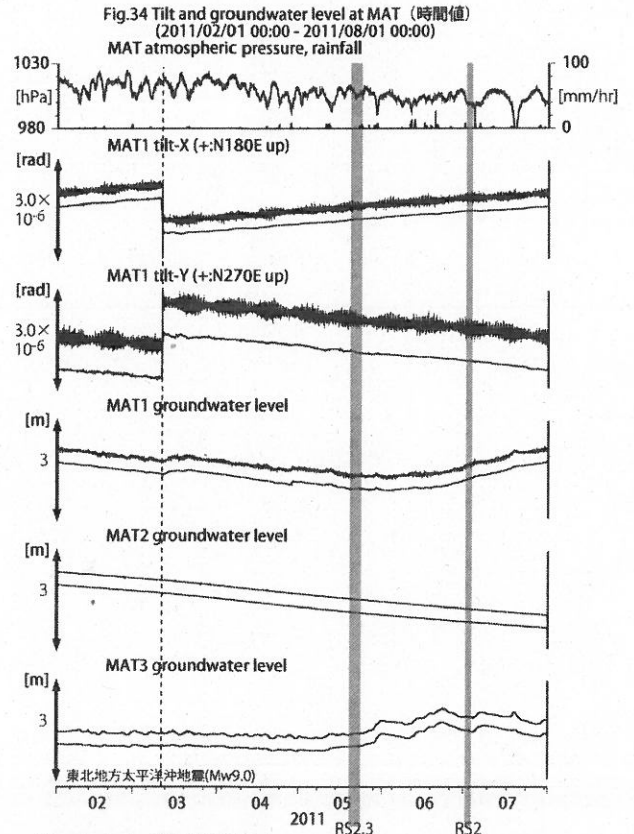








Strainmeter depth = 200.8-203.1 [GL-m]  
 上: 1次トレンドを除去  
 下: BAYTAP-GCより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去



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-GCより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

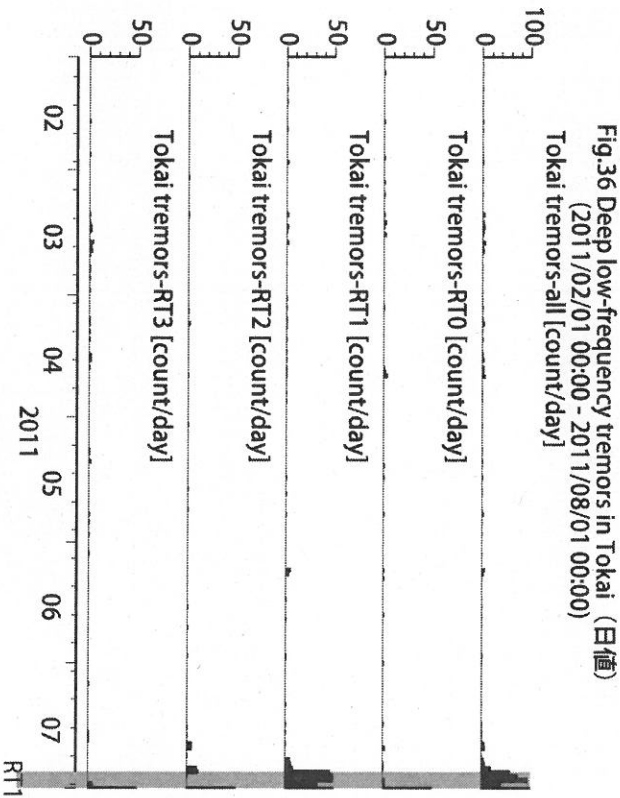
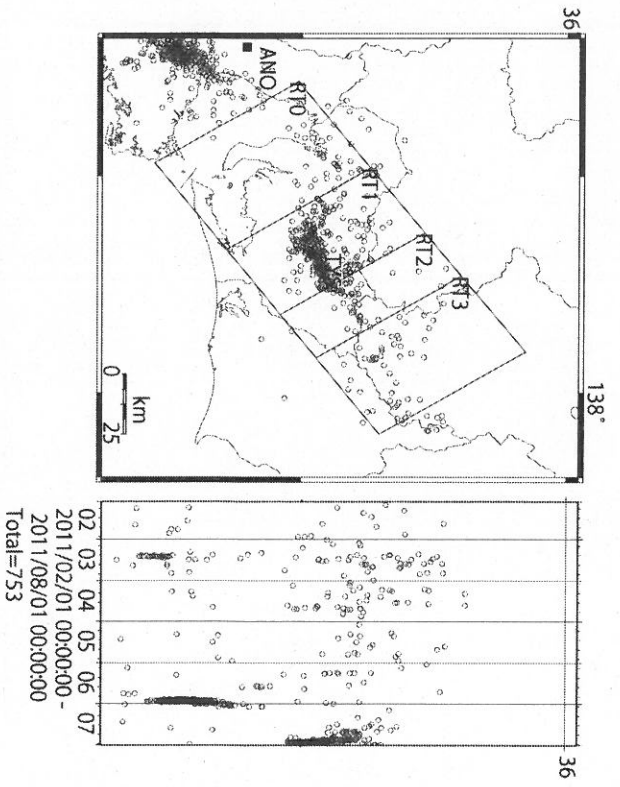


Fig.36 Deep low-frequency tremors in Tokai (日値)  
 (2011/02/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)  
 Tokai tremors-all [count/day]

Fig.35 東海地方における深部低周波微動の時空間分布図(産総研による決定)



Total=753

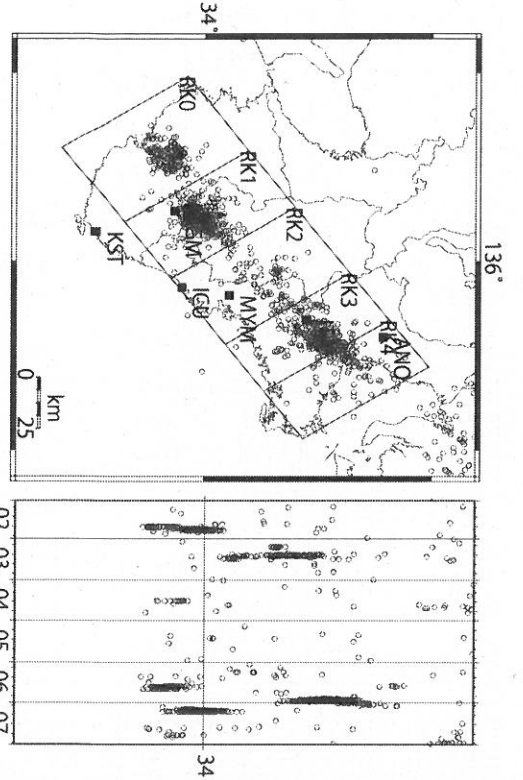


Fig.37 紀伊半島における深部低周波微動の時空間分布図(産総研による決定)

Fig.38 Deep low-frequency tremors in Kii Peninsula (日値)  
(2011/02/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)  
Kii tremors-all [count/day]

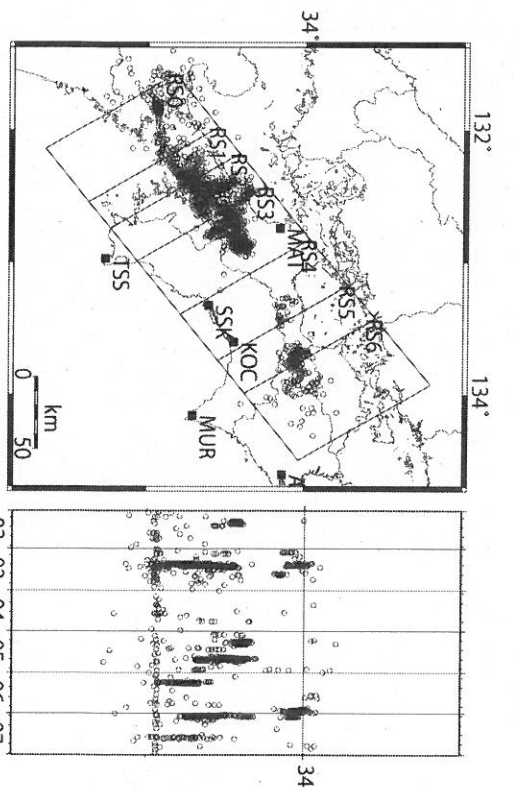
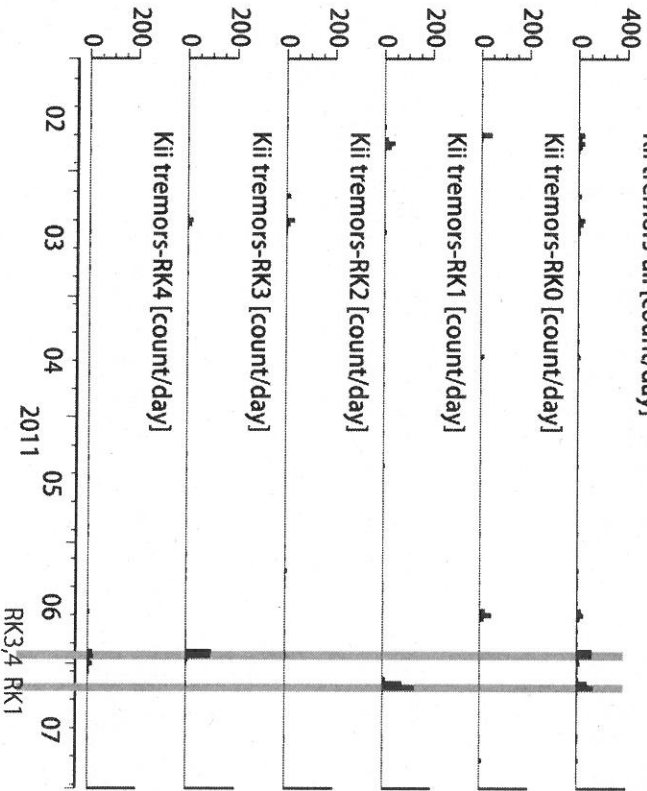
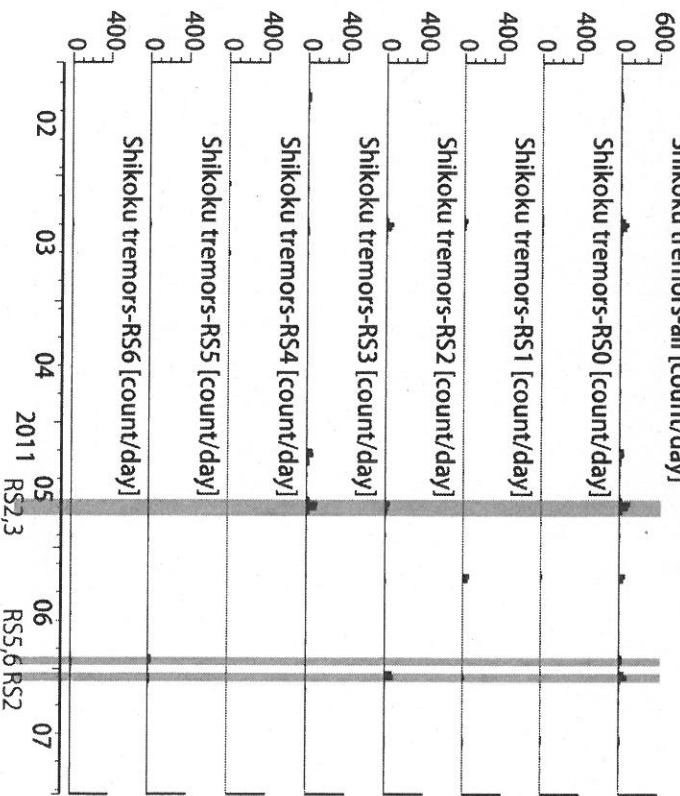


Fig.39 四国地方における深部低周波微動の時空間分布図(産総研による決定)

Fig.40 Deep low-frequency tremors in Shikoku (日値)  
(2011/02/01 00:00 - 2011/08/01 00:00)  
Shikoku tremors-all [count/day]



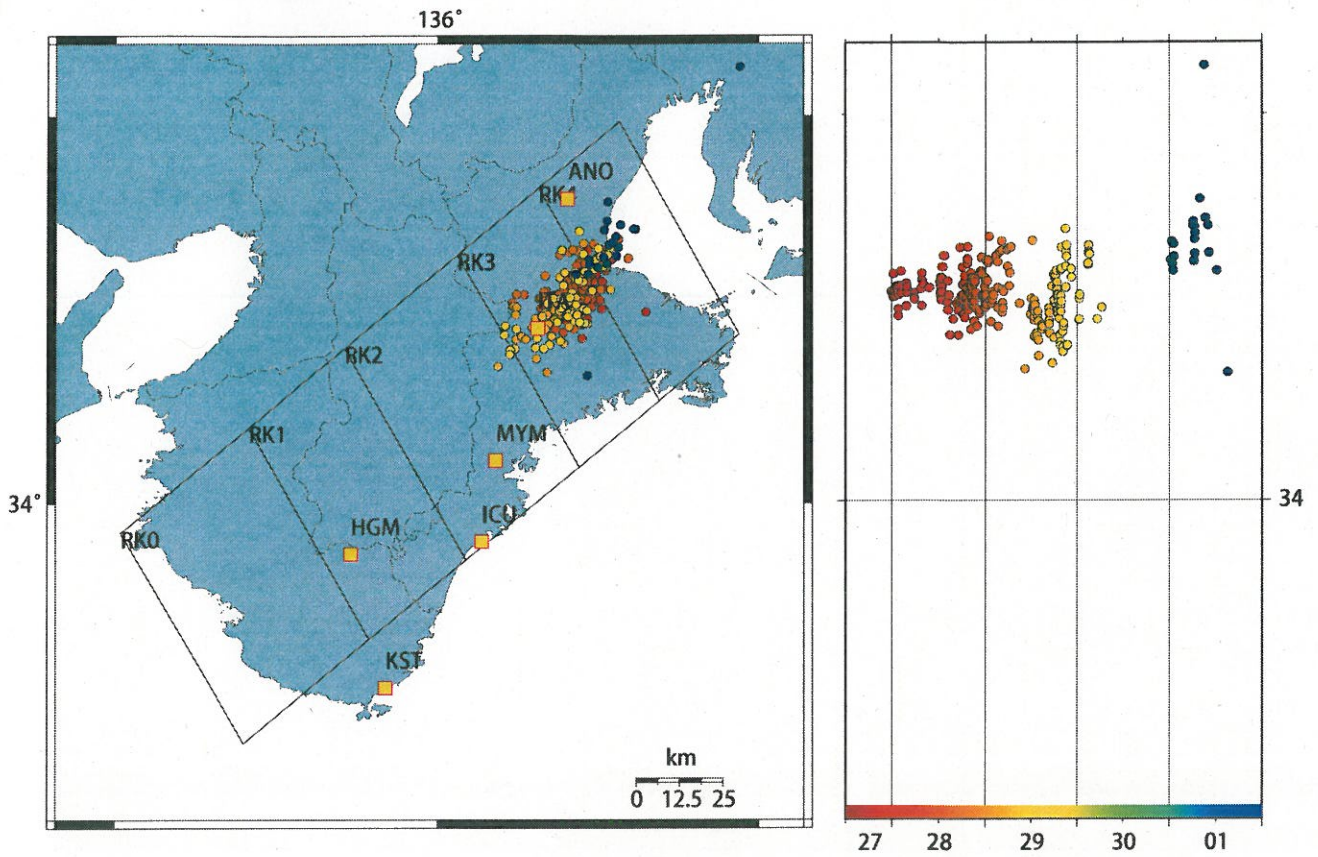


Fig.41 2011/6/27 12:00 - 7/2 0:00における紀伊半島の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

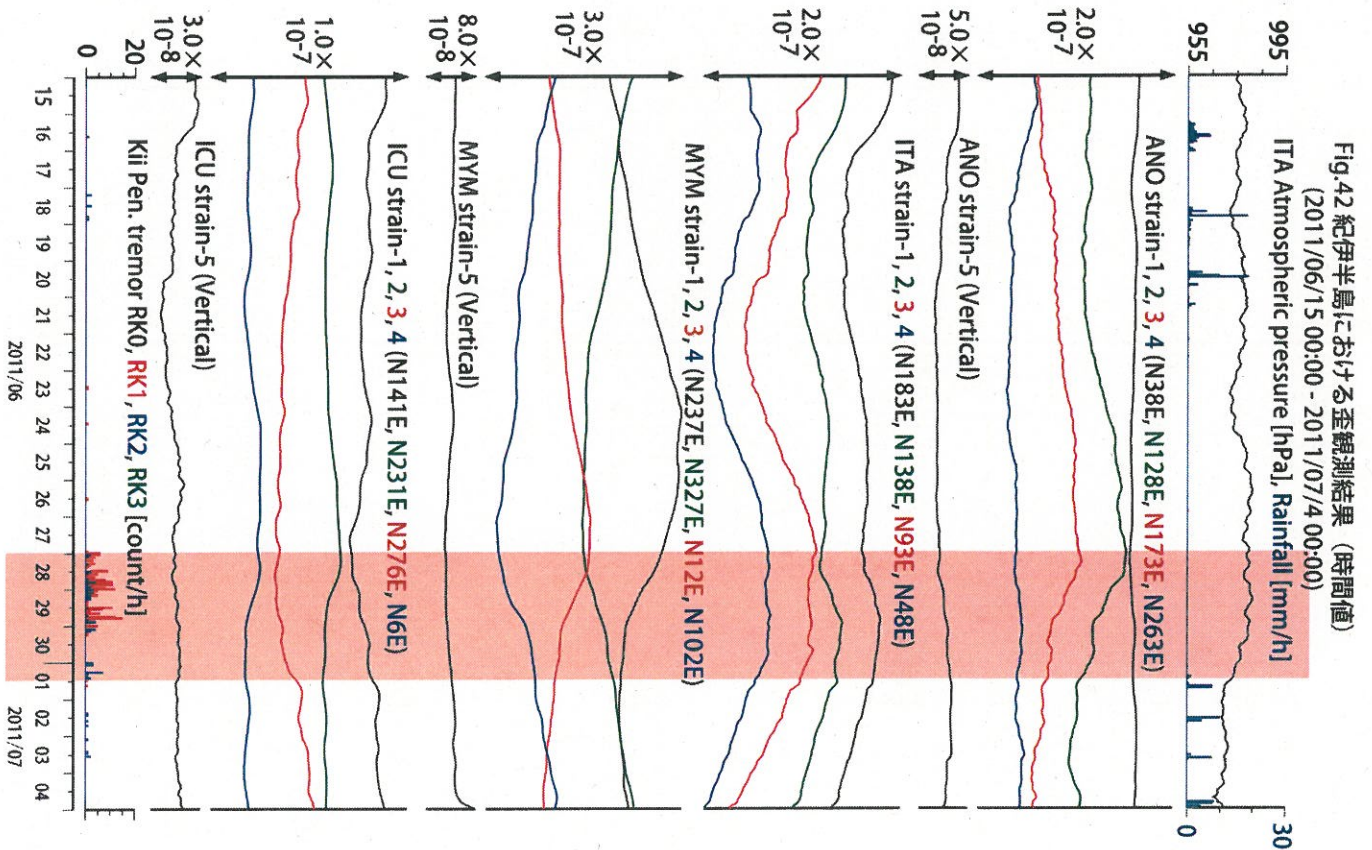


Fig.42 紀伊半島における歪観測結果 (時間値)  
(2011/06/15 00:00 - 2011/07/04 00:00)

2011/6/28 0:00 - 7/1 12:00 三重県中部

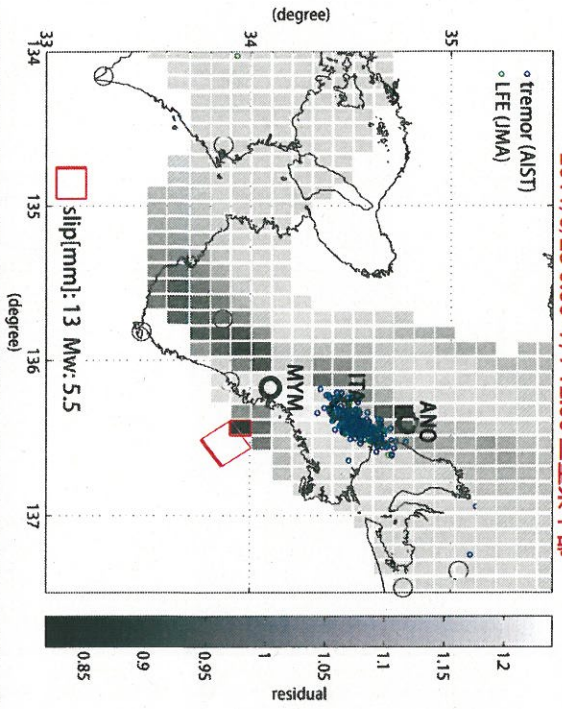


Fig.43 プレート境界面上のバッチ断面面をすべらせた際の、垂3成分の観測値と計算値の残差分布図。青丸は産総研による深部低周波微動震央、バッチサイズは20×20km、すべり量は1~100mmで可変(1mm間隔)。赤線は最小残差のバッチおよび断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。

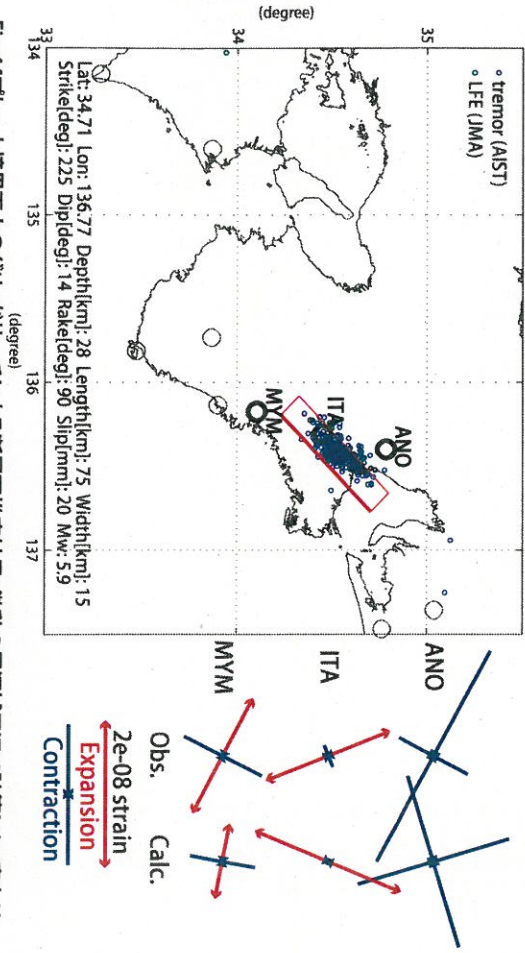


Fig.44 プレート境界面上のグリッドサーチによる断面面推定結果。微動の震源域周辺で計算した。青丸は産総研による深部低周波微動震央、層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断面面の幅と長さそれぞれ10~80kmまで5km間隔、すべり量は1~100mmまで1mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測値と、推定された断面面による計算値との比較を示す。

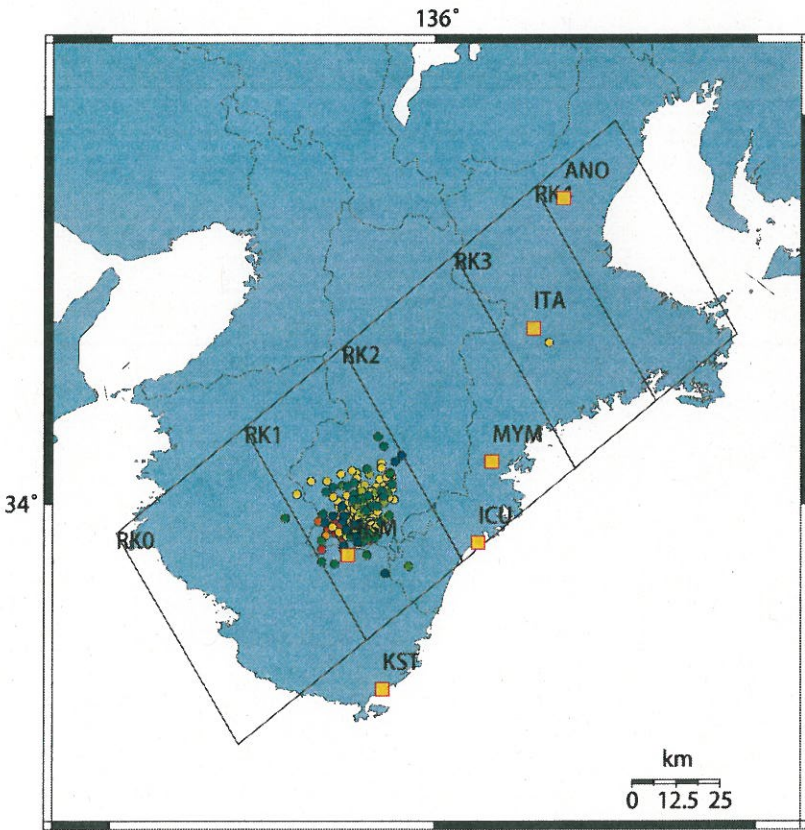
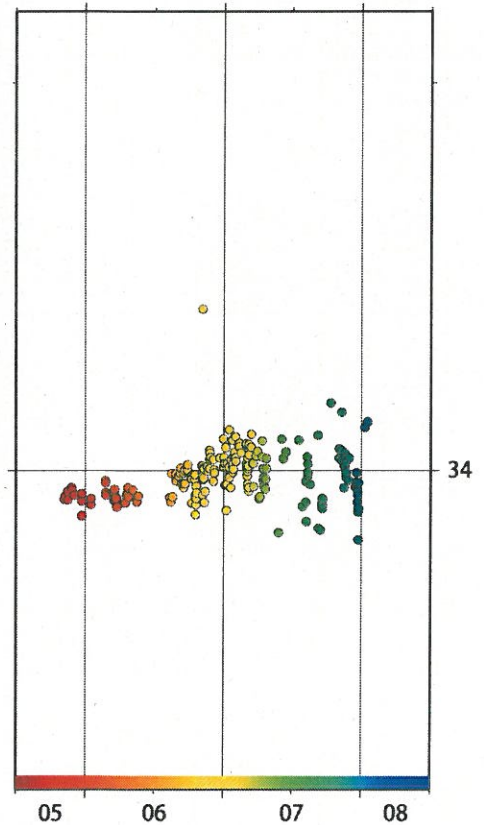
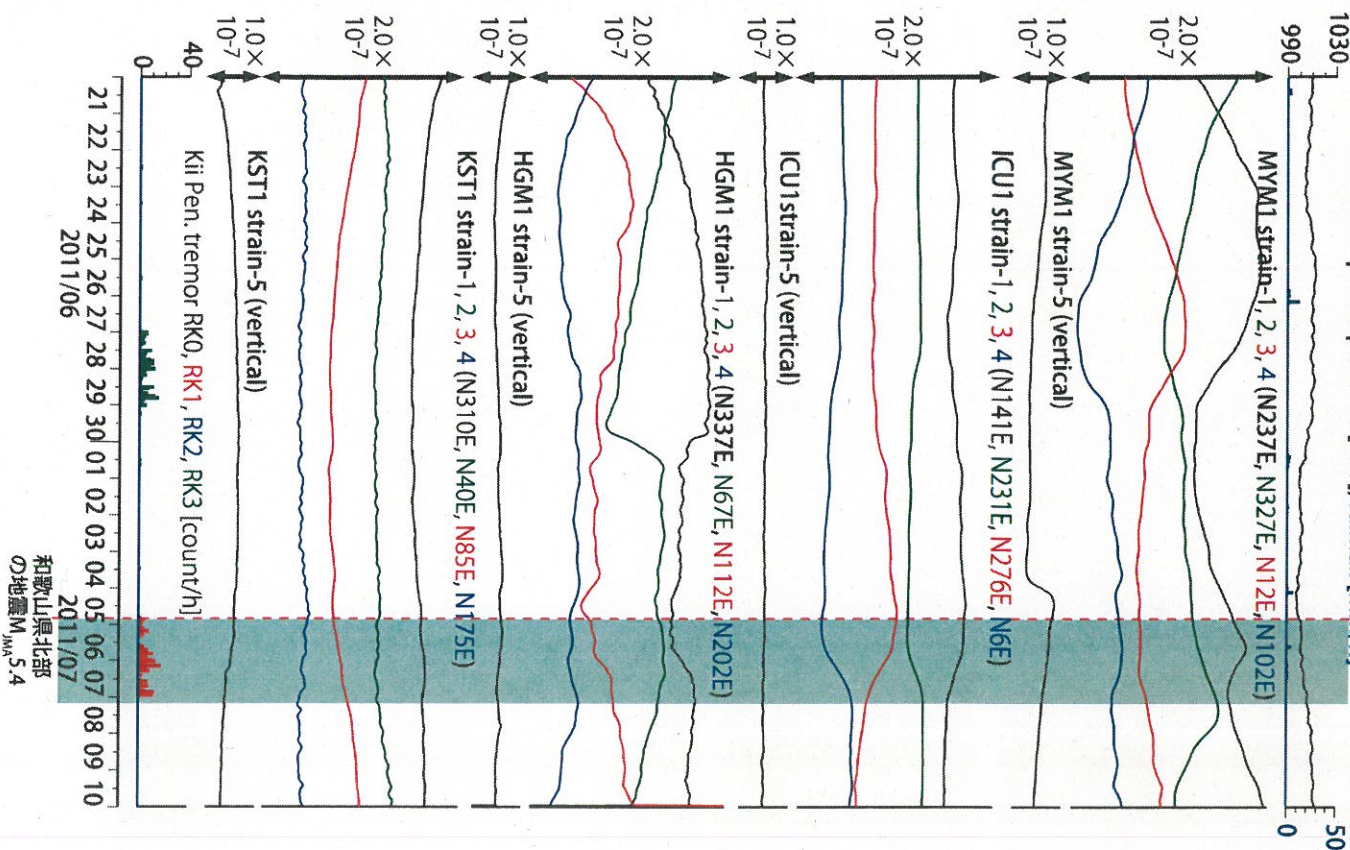


Fig.45 2011/7/5 12:00 - 7/8 12:00 における紀伊半島の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

Fig.46 紀伊半島における歪観測結果 (時間値)  
(2011/06/21 00:00 - 2011/07/11 00:00)  
ICU atmospheric pressure [hPa], rainfall [mm/h]



和歌山県北部  
の地震  $M_{max}$  5.4

2011/7/5 20:00 - 7/8 06:00 奈良県南部

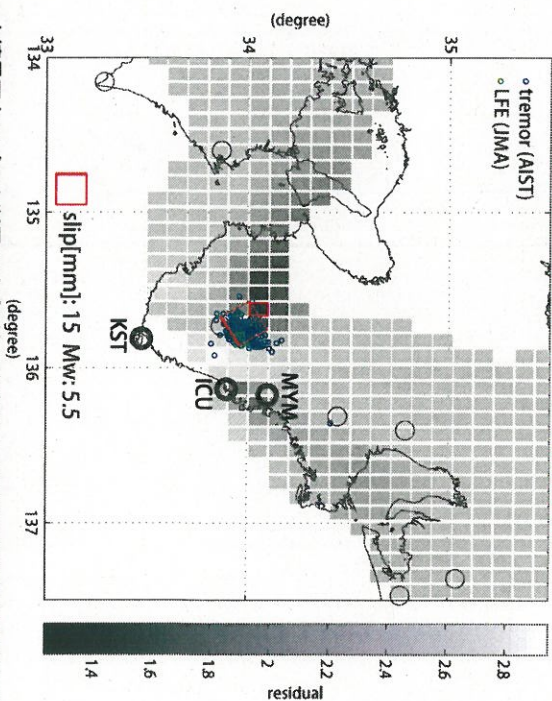


Fig.47 プレート境界面上のバッチ断面面をすべらせた際の、歪3成分の観測値と計算値の残差分布図。  
青丸は産総研による深部低周波微動震央、バッチサイズは20×20km、すべり量は1-100mmで可変  
(1mm間隔)、赤線は最小残差のバッチおよび断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下側に示してい  
る。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。

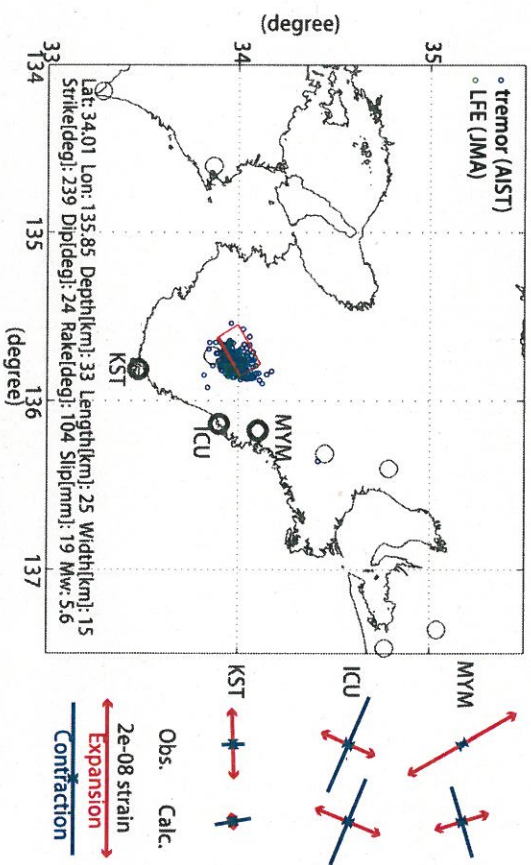


Fig.48 プレート境界面上のグリッドサーチによる断面面推定結果。青丸は産総研による深部低周波微動  
震央。層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断面面の幅と長さはそれぞれ10~80kmまで5km間隔、すべり  
量は1~100mmまで1mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測  
値と推定された断面面による計算値との比較を示す。



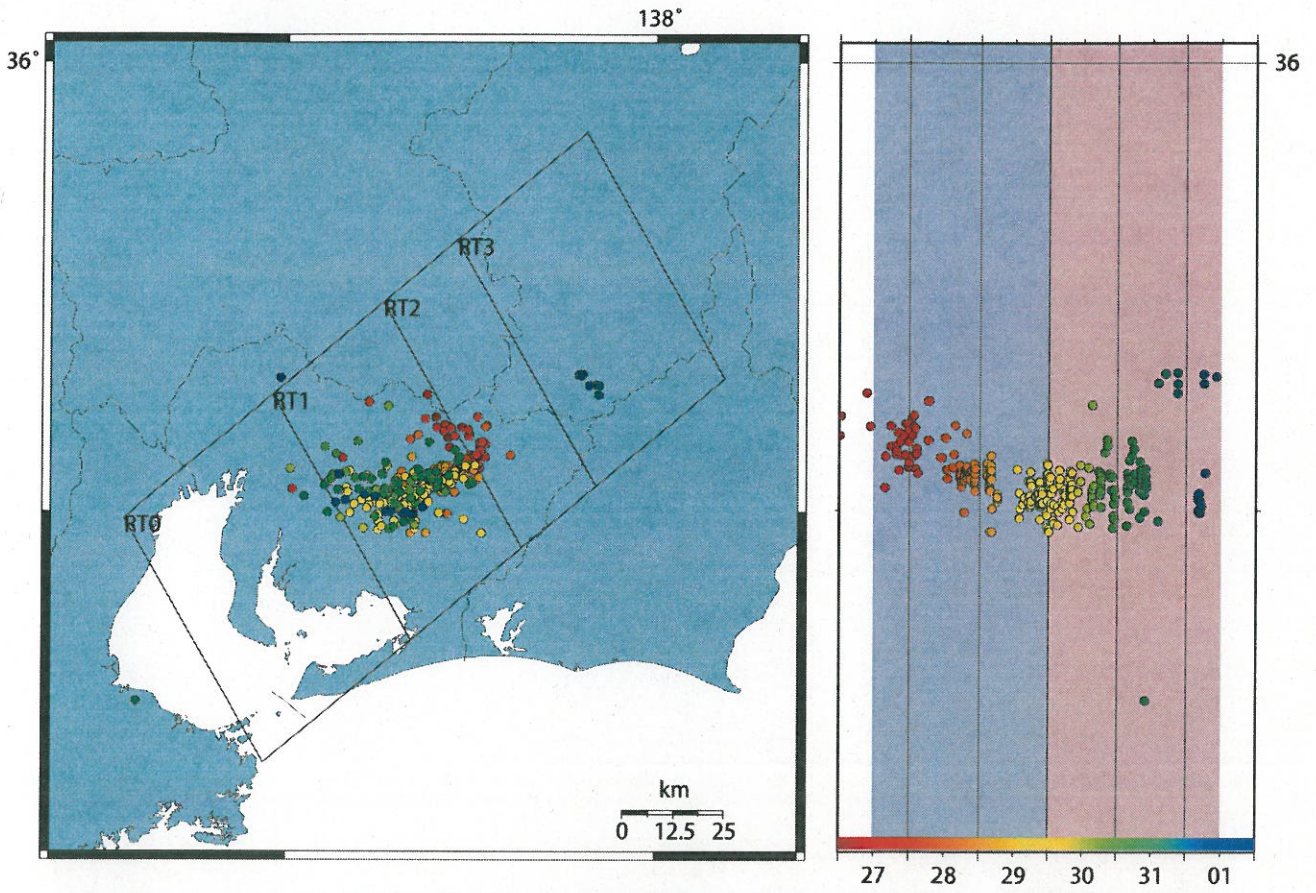


Fig.49 2011/7/27 0:00 - 8/2 0:00 における東海地方の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロップ相関法により決定。

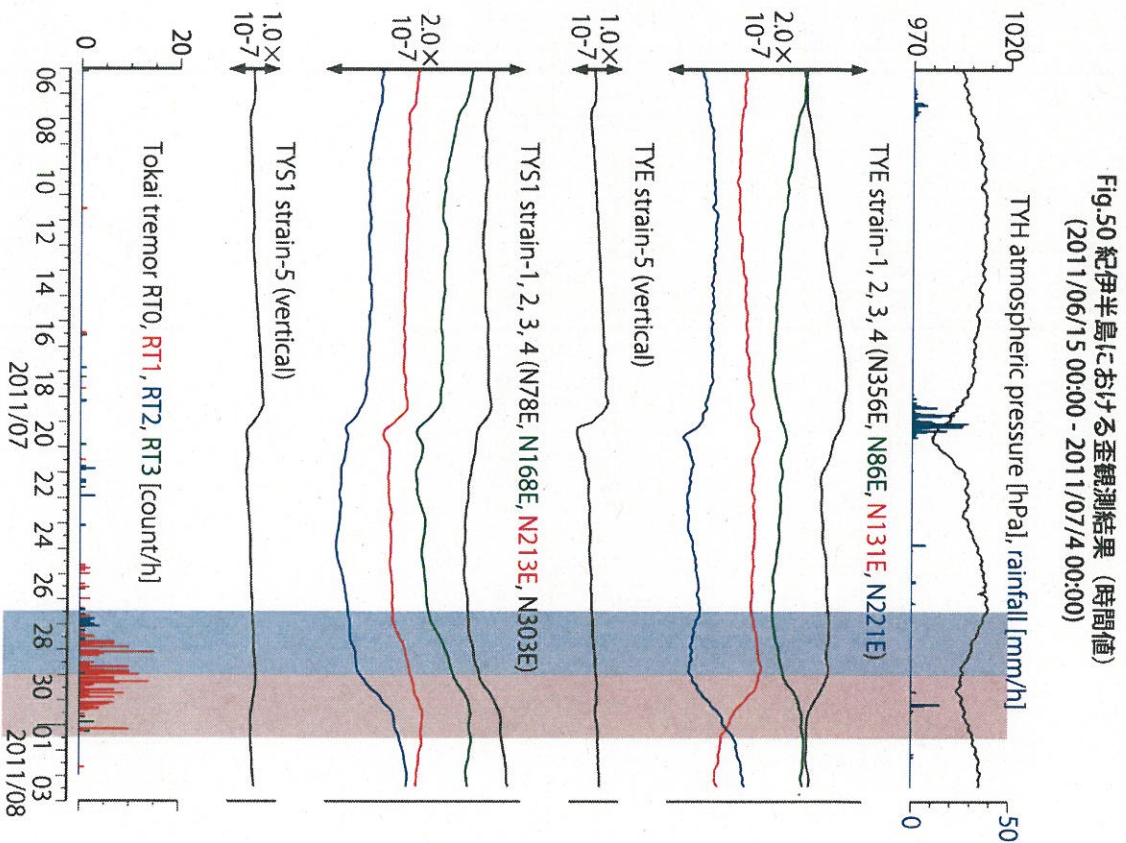


Fig.50 紀伊半島における歪観測結果 (時間値)  
(2011/06/15 00:00 - 2011/07/4 00:00)

2011/7/27 12:00 - 7/30 0:00 愛知県中部

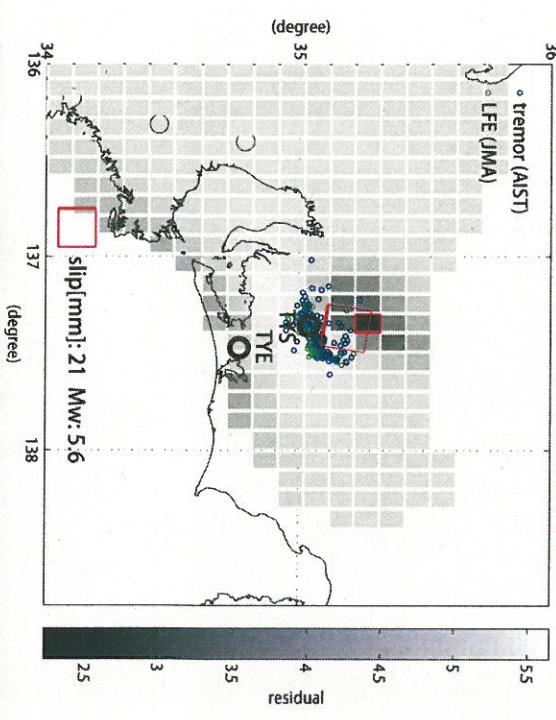


Fig.51 プレート境界面上のバッチ(断面)をすべらせた際の、垂3成分の観測値と計算値の残差分布図。青丸は産総研による深部低周波微動震央、バッチサイズは $20 \times 20$ km、すべり量は1-100mmで可変(1mm間隔)。赤線は最小残差のバッチおよび断面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。

2011/7/30 0:00 - 8/1 12:00 愛知県中部

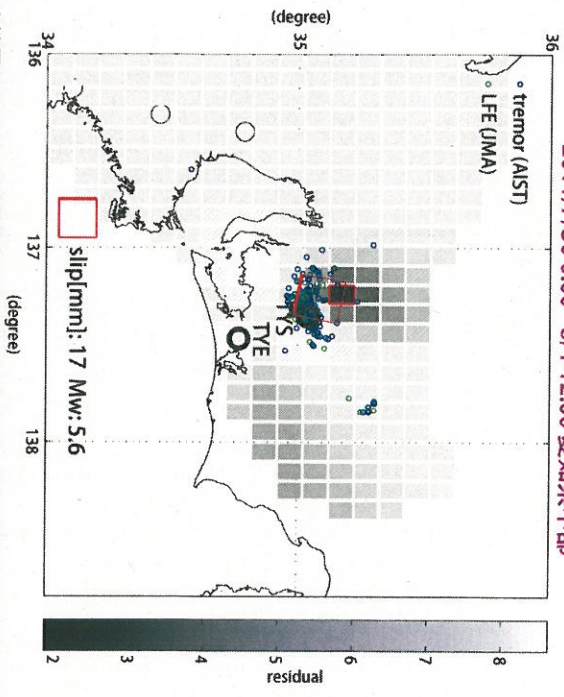


Fig.53 プレート境界面上のバッチ(断面)をすべらせた際の、垂3成分の観測値と計算値の残差分布図。青丸は産総研による深部低周波微動震央、バッチサイズは $20 \times 20$ km、すべり量は1-100mmで可変(1mm間隔)。赤線は最小残差のバッチおよび断面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。

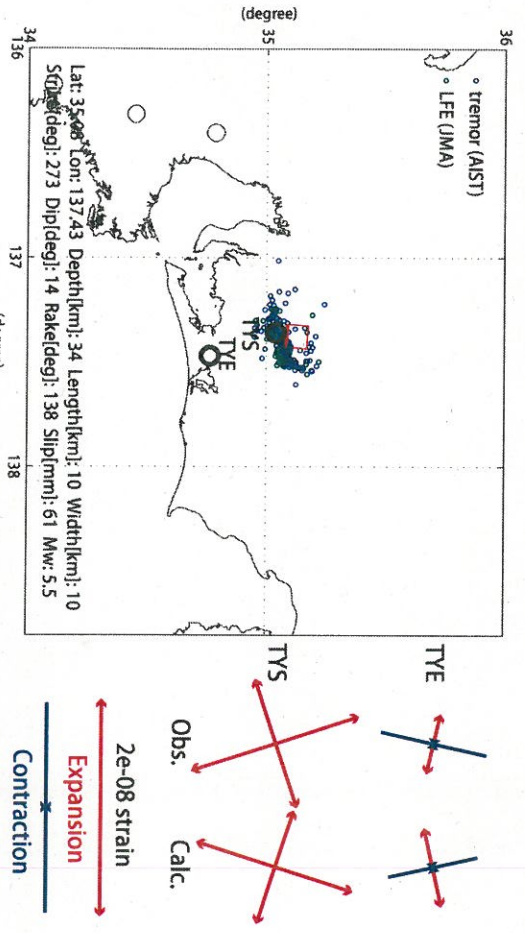


Fig.52 プレート境界面上のグリッドサーチによる断面推定結果。青丸は産総研による深部低周波微動震央。層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断面の幅と長さはそれぞれ10~80kmまで5km間隔、すべり量は1~100mmまで1mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測値と推定された断面による計算値との比較を示す。

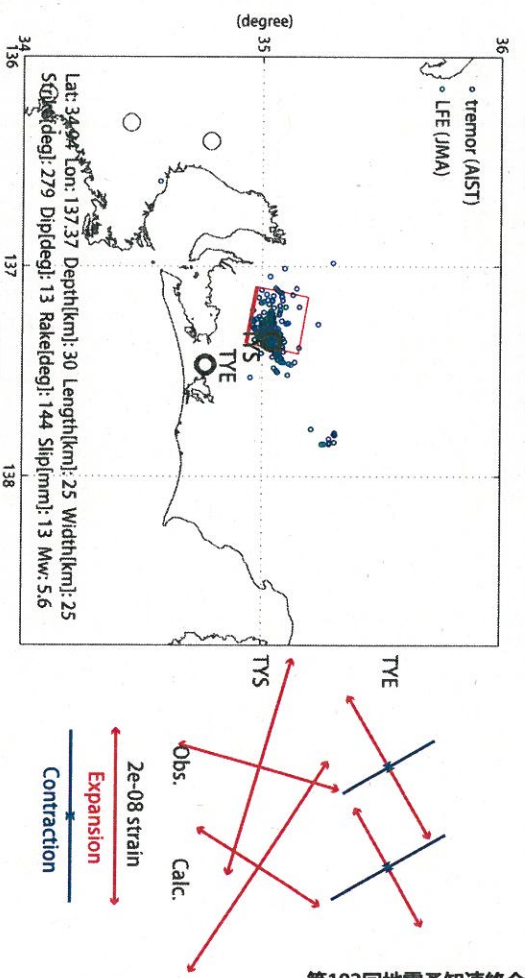


Fig.54 プレート境界面上のグリッドサーチによる断面推定結果。青丸は産総研による深部低周波微動震央。層位置は経緯度方向に0.1度間隔、断面の幅と長さはそれぞれ10~80kmまで5km間隔、すべり量は1~100mmまで1mm間隔で計算した。太黒丸は計算に使用した観測点を示す。右側に、主歪の観測値と推定された断面による計算値との比較を示す。