

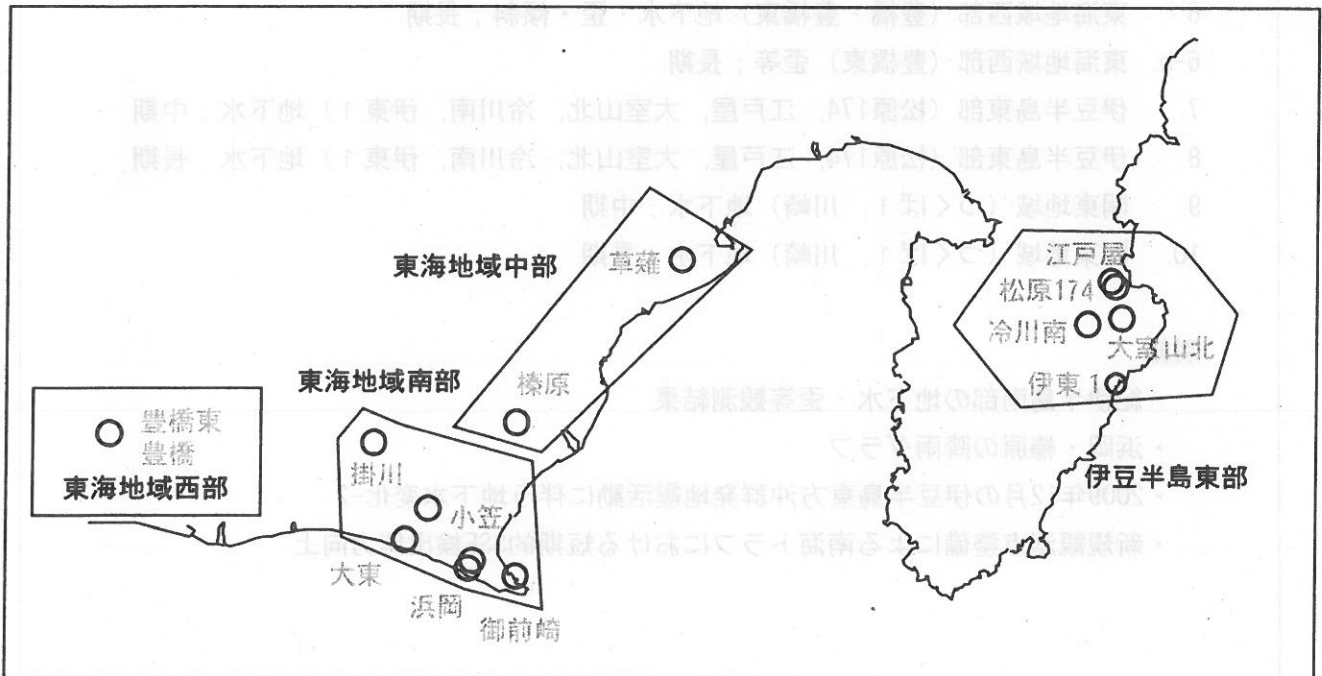
第285回

地震防災対策強化地域判定会
委員打合せ会

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22年1月25日

【資料目次】

表紙

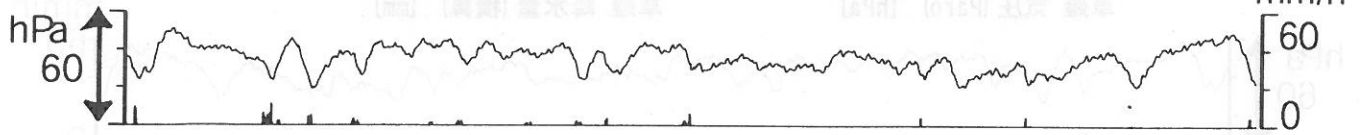
1. 東海地域中部（榛原，草薙）地下水 3成分歪；中期
- 1-b. 東海地域中部（草薙）3成分歪；中期
2. 東海地域中部（榛原，草薙）地下水 3成分歪；長期
3. 東海地域南部（大東，小笠，浜岡，御前崎）地下水；中期
4. 東海地域南部（大東，小笠，浜岡，御前崎）地下水；長期
- 4-b. 東海地域南部（浜岡）地下水・沈下；長期
- 4-c. 東海地域南部（掛川）地下水・沈下；長期
5. 東海地域西部（豊橋，豊橋東）地下水・歪・傾斜；中期
- 5-b. 東海地域西部（豊橋東）歪等；中期
6. 東海地域西部（豊橋・豊橋東）地下水・歪・傾斜；長期
- 6-b. 東海地域西部（豊橋東）歪等；長期
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，川崎）地下水；中期
10. 関東地域（つくば1，川崎）地下水；長期

別紙

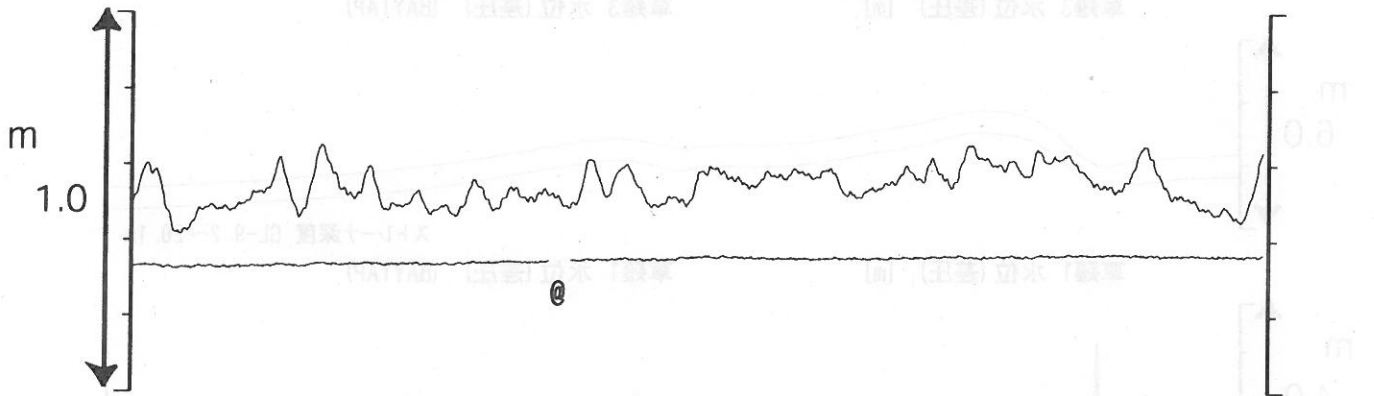
- ・ 紀伊半島南部の地下水・歪等観測結果
- ・ 浜岡・榛原の降雨グラフ
- ・ 2009年12月の伊豆半島東方沖群発地震活動に伴う地下水変化-2
- ・ 新規観測点整備による南海トラフにおける短期的SSE検出能力向上

東海地域中部 (榛原・草薙) 中期 (時間値)
 (2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

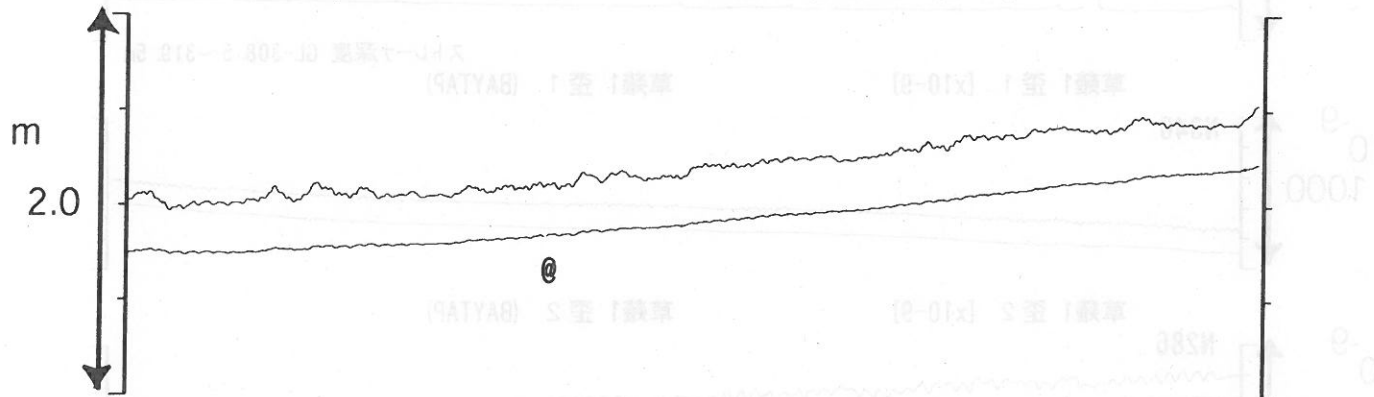
榛原 気圧 (Vaisara) [hPa] 榛原 降水量 (積算) [mm]



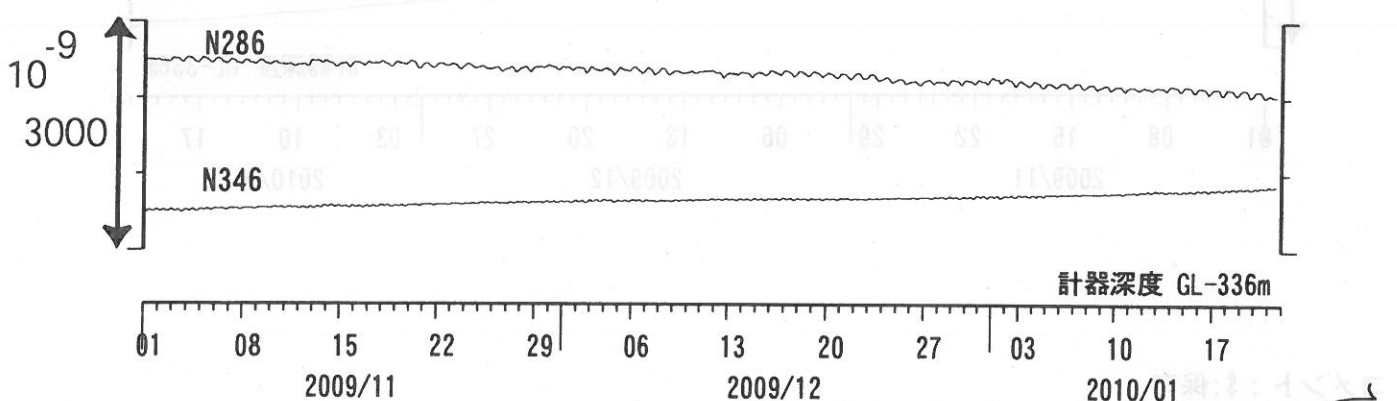
榛原 水位 (差圧) [m] 榛原 水位 (差圧) (MR-AR)



草薙2 水位 (差圧) [m] 草薙2 水位 (差圧) (MR-AR)



草薙1 歪all [xE-9]

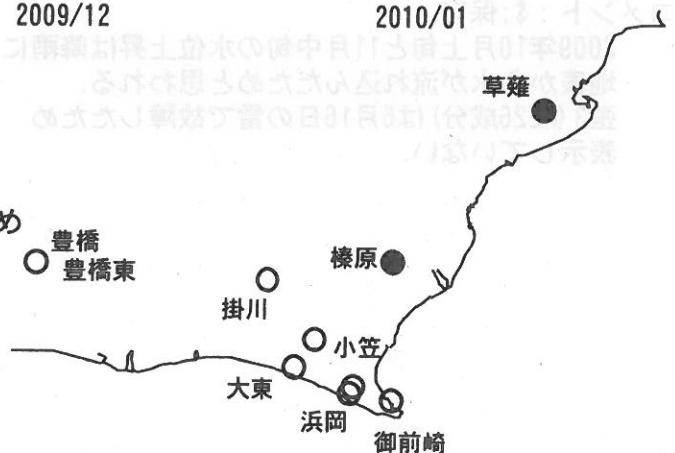


計器深度 GL-336m

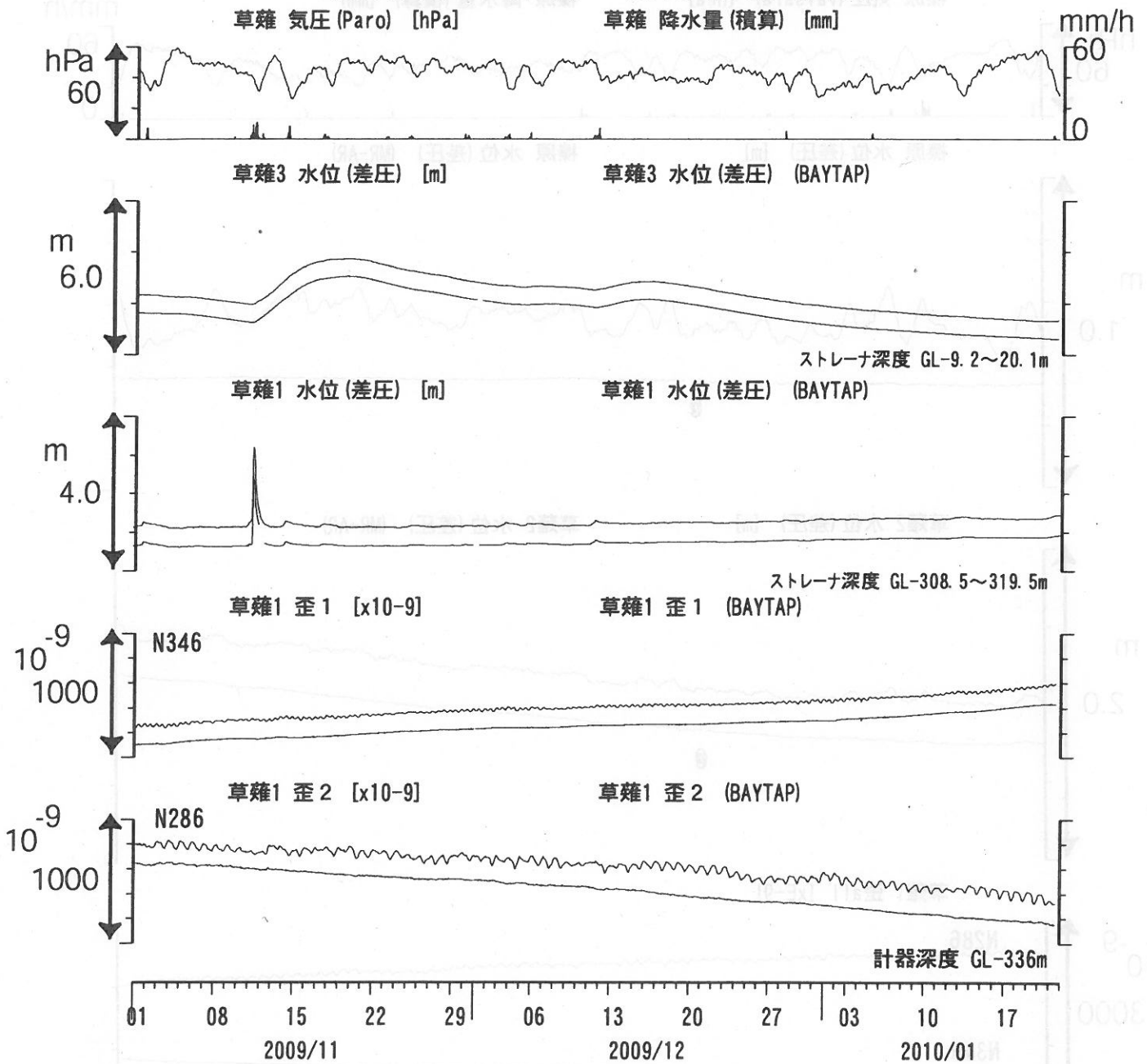
01 08 15 22 29 06 13 20 27 03 10 17
 2009/11 2009/12 2010/01

コメント: \$; 保守.

@; 月初めの補正値のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。
 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）
 (2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

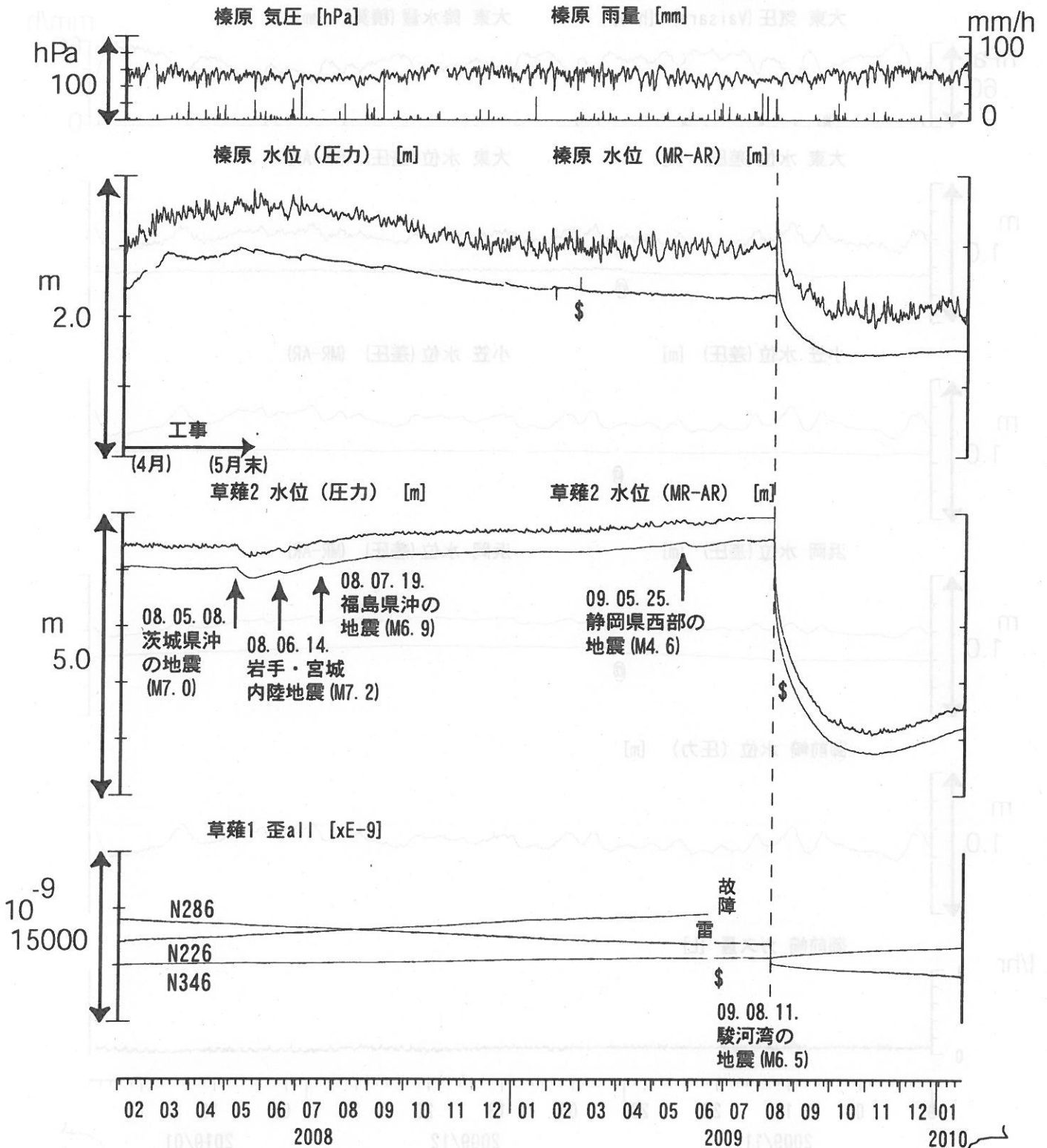


コメント：\$;保守.

2009年10月上旬と11月中旬の水位上昇は降雨により
 地表から水が流れ込んだためと思われる。
 歪3 (N226成分) は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）
 (2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)



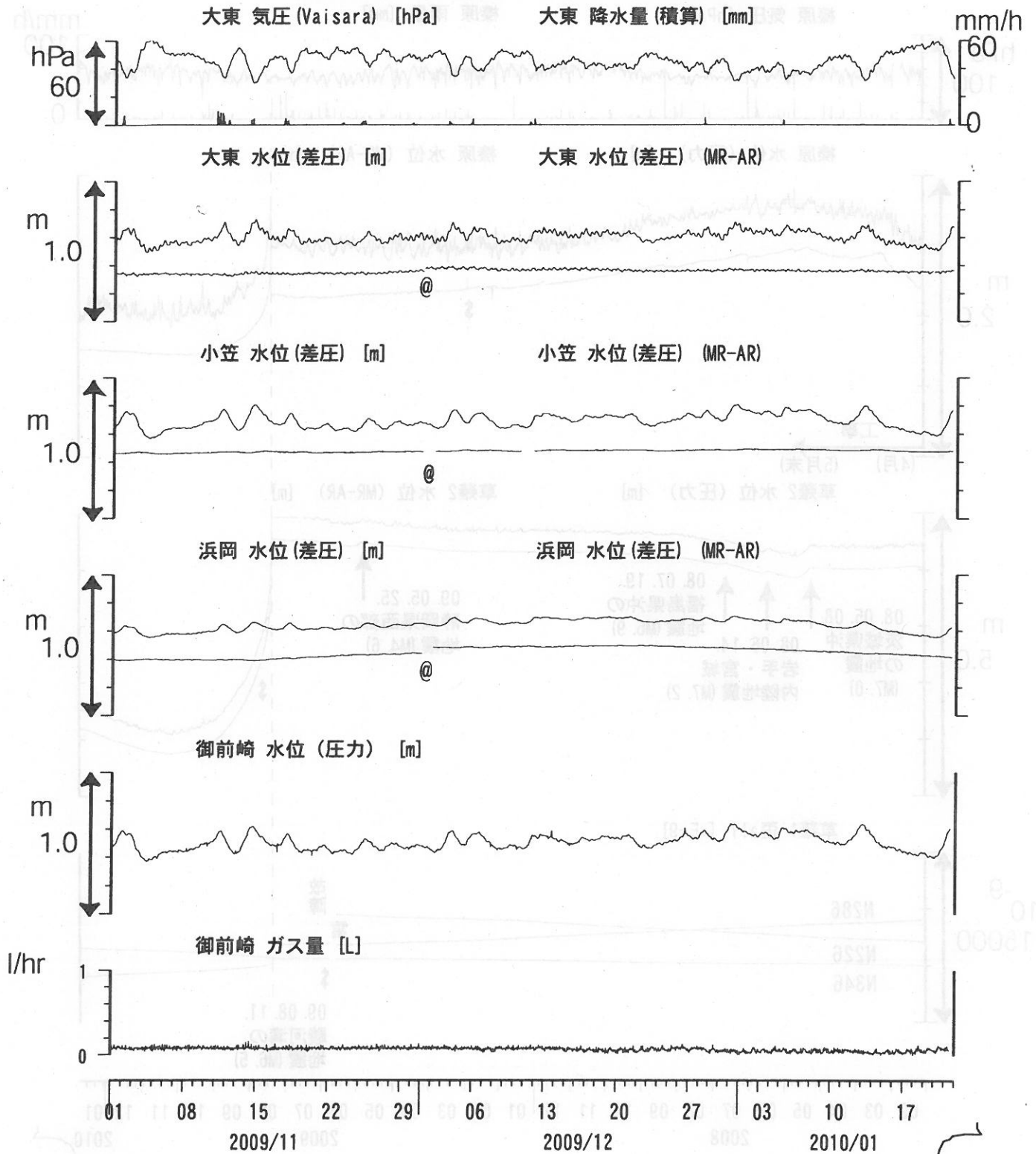
コメント：*；雨量補正不十分。？；原因不明。

静岡空港建設工事 (2002年7月～2003年2月,
 2003年5月～2004年3月, 2004年8月末～2005年5月18日,
 2005年5月21日～2006年8月, 2007年4月～2008年5月末)
 が榛原で行われている。

歪N226成分が6月16日の雷で故障した。
 草薙2の水位は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)
 (2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)



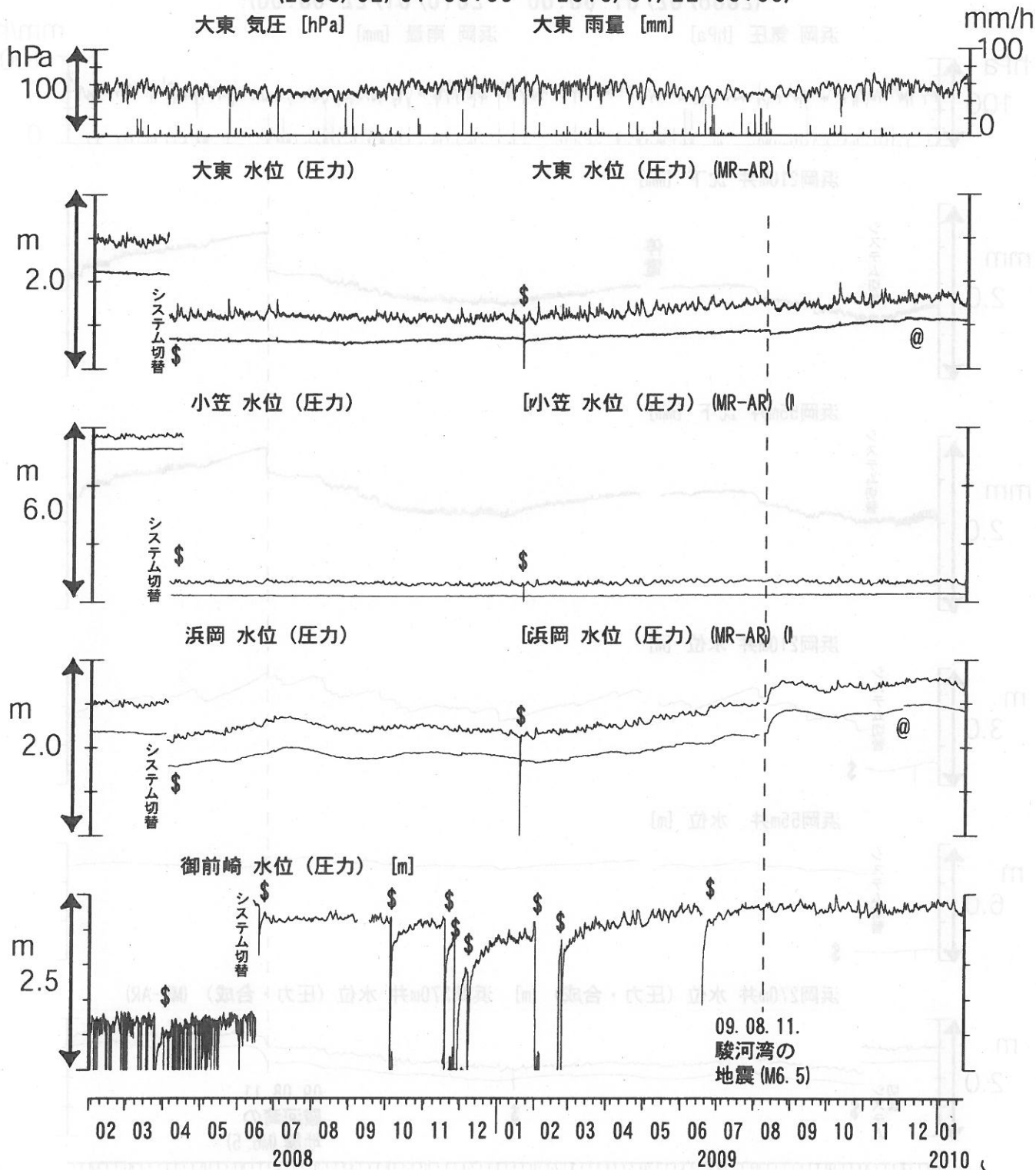
コメント:

*;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.



東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 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.
- ?;2007年11月中旬から御前崎の水位データに異常が認められるが、水位計の不具合の可能性が高い. 2008年6月末に水位計を更新した.

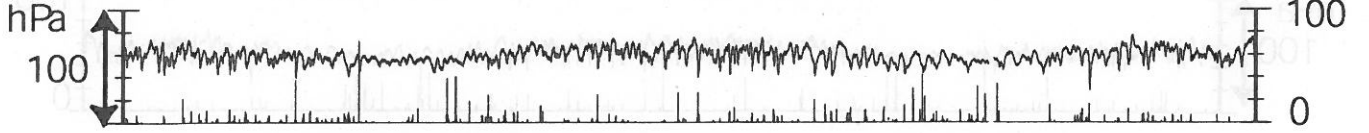


浜岡沈下・水位 (時間値)
 (2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

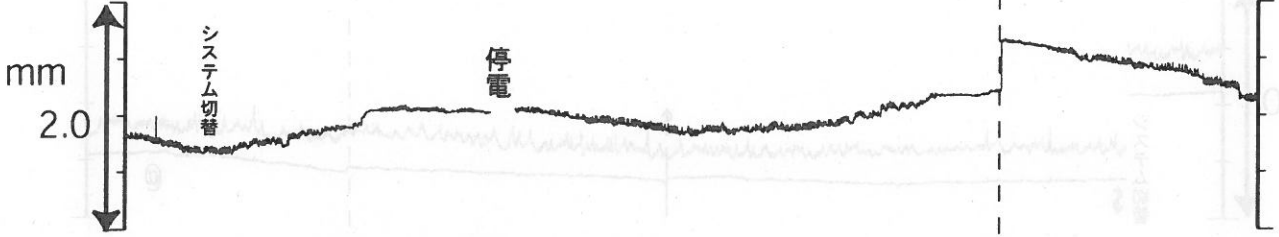
浜岡 気圧 [hPa]

浜岡 雨量 [mm]

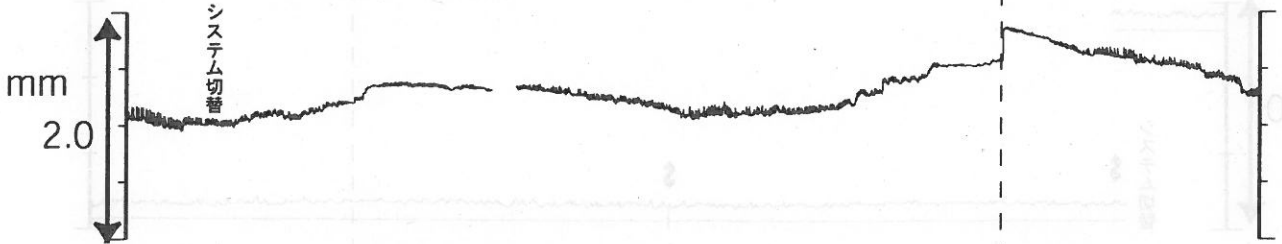
mm/h



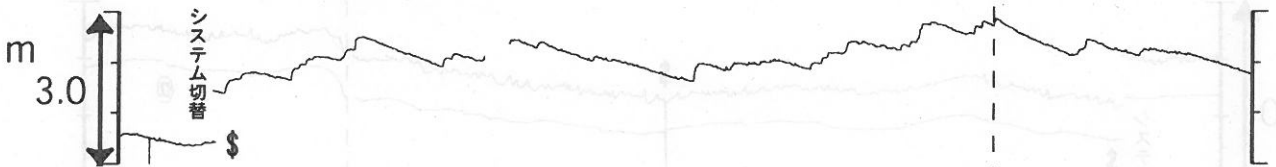
浜岡210m井 沈下 [mm]



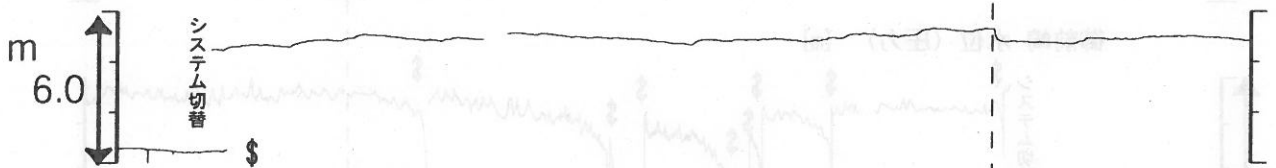
浜岡55m井 沈下 [mm]



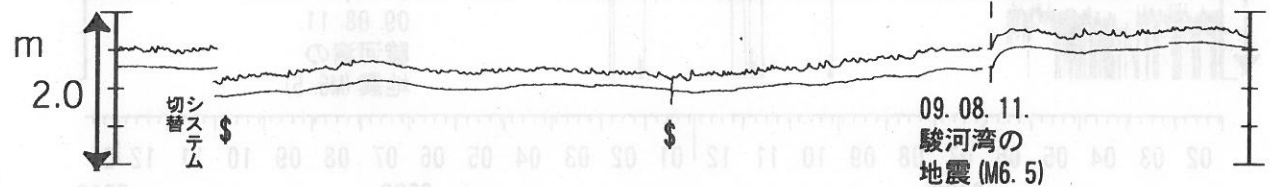
浜岡210m井 水位 [m]



浜岡55m井 水位 [m]

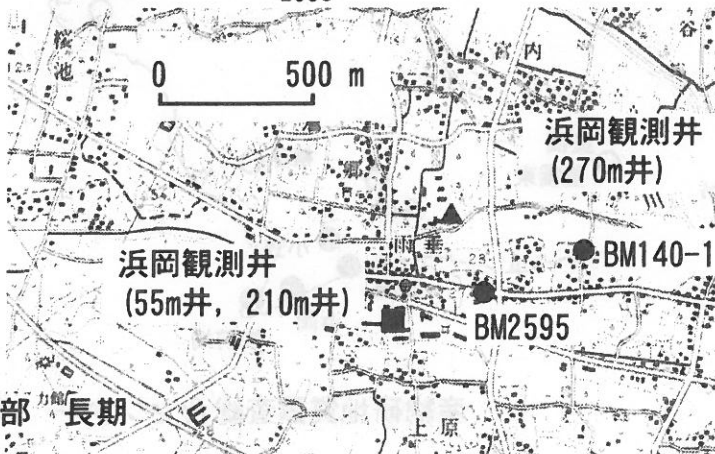


浜岡270m井 水位 (圧力・合成) [m] 浜岡270m井 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



09. 08. 11.
 駿河湾の
 地震 (M6.5)

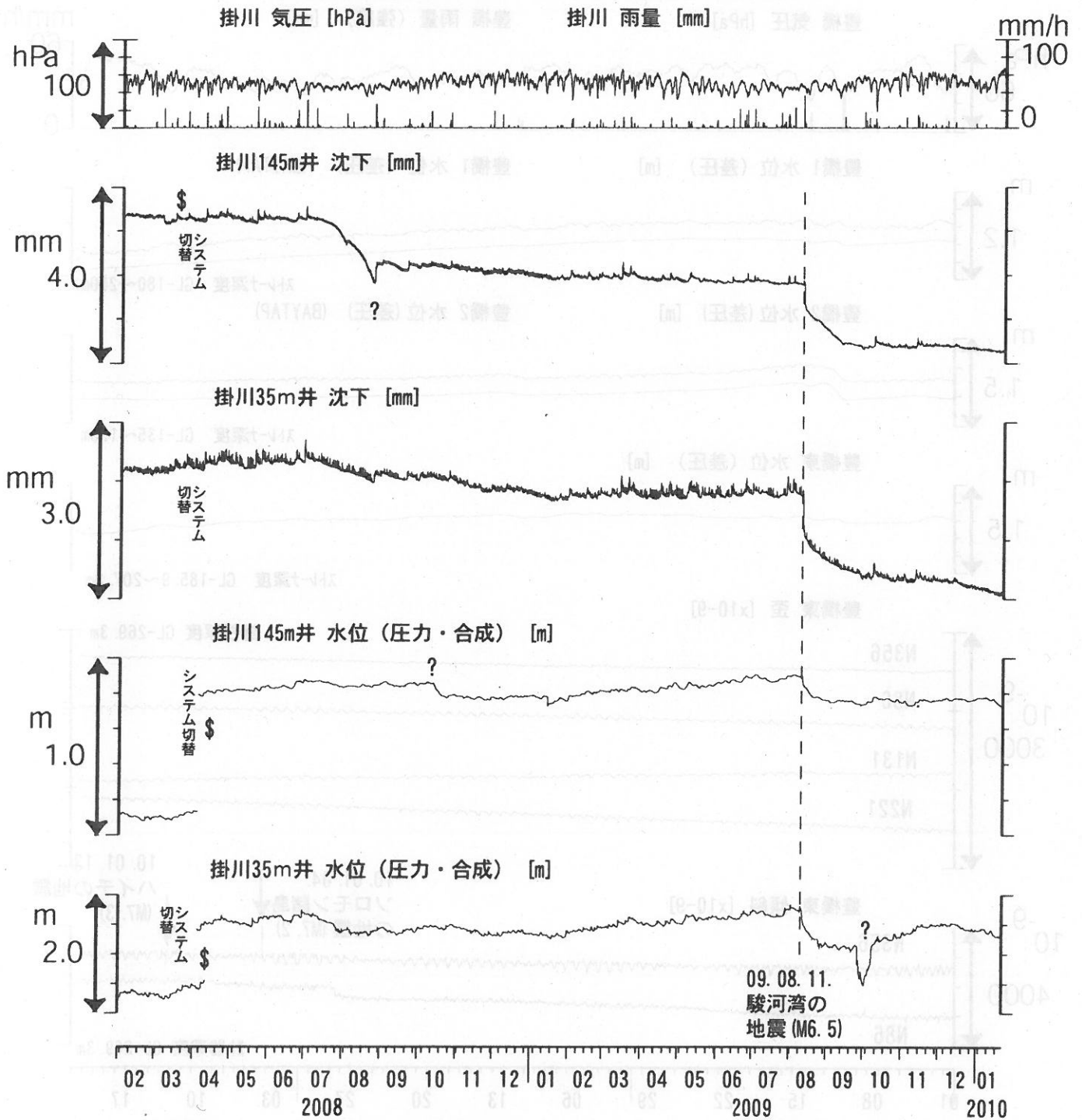
02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01
 2008 2009 2010



コメント: \$; 保守.



掛川沈下・水位 (時間値)
 (2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)



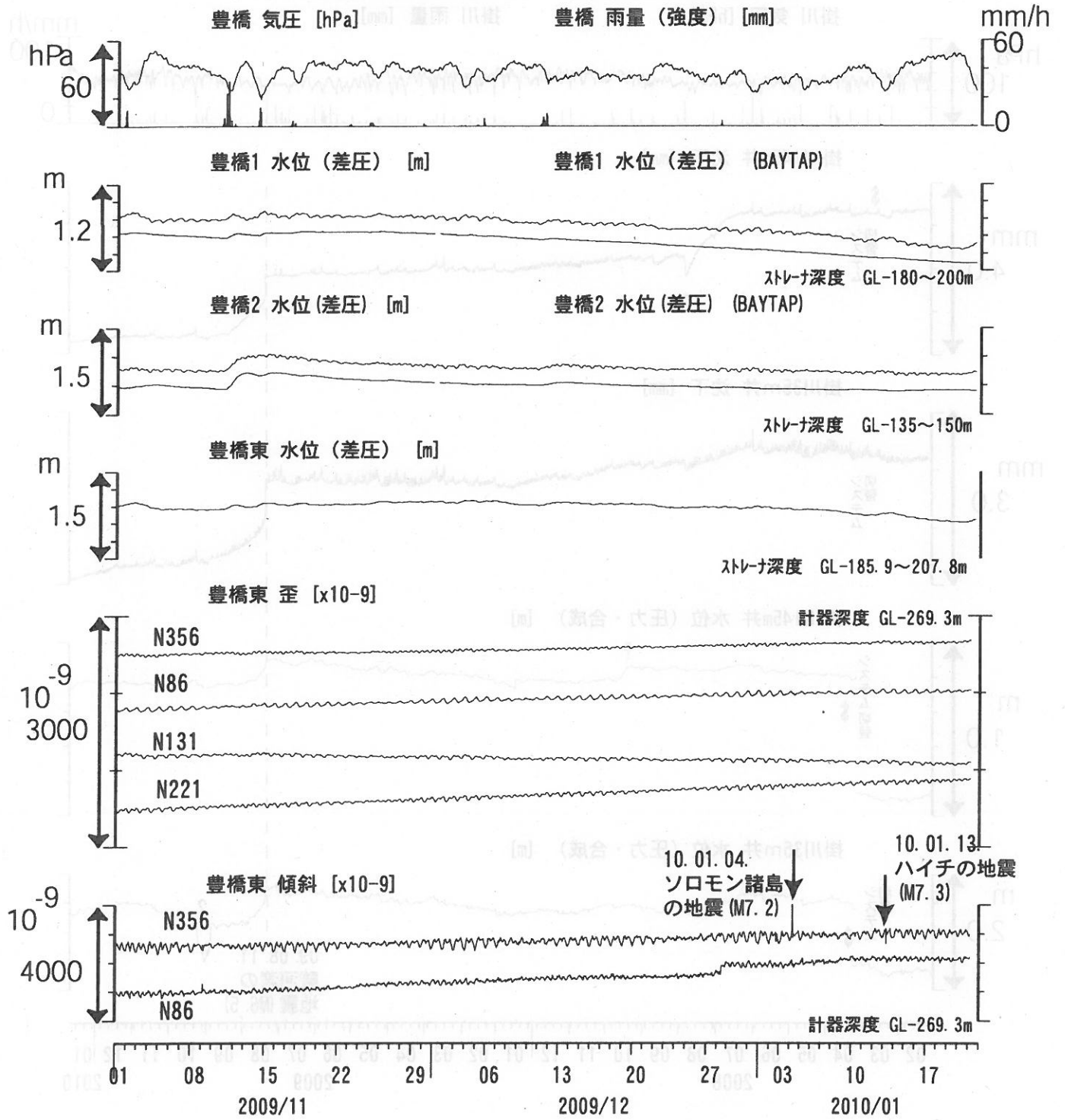
コメント: \$;保守.
 ?;原因不明.



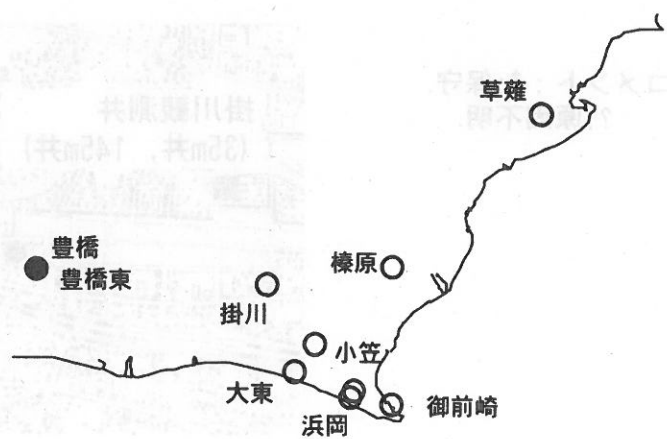
0 500 m



東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）
 (2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)



コメント：\$;保守. ?;原因不明.

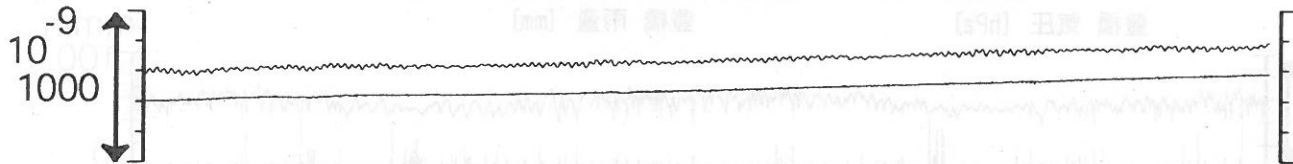


東海地域西部（豊橋東 歪）中期（時間値）

(2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

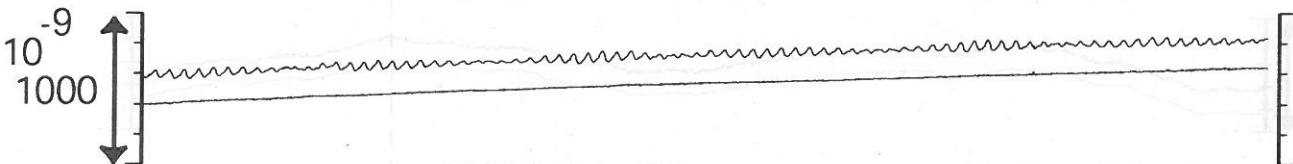
豊橋東 歪 N356E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N356E (BAYTAP)



豊橋東 歪 N86E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N86E (BAYTAP)



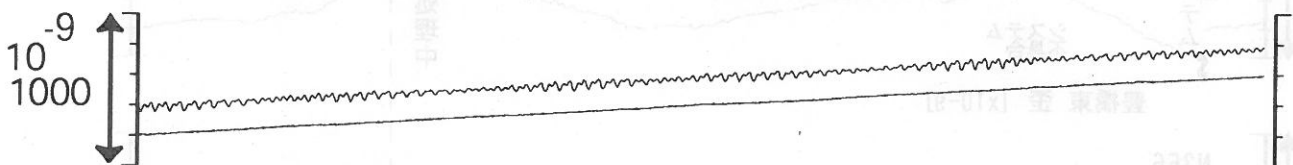
豊橋東 歪 N131E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N131E (BAYTAP)



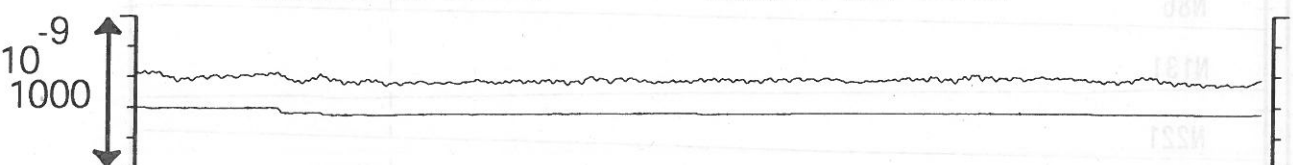
豊橋東 歪 N221E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N221E (BAYTAP)

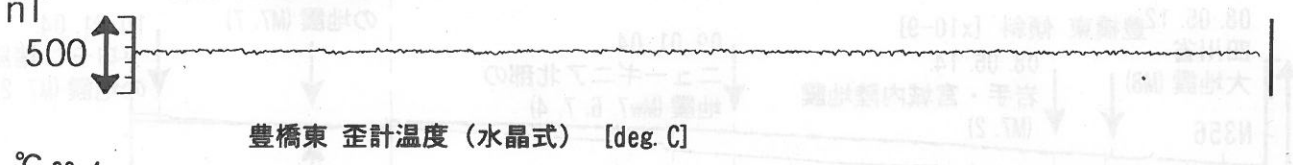


豊橋東 歪 鉛直 [x10⁻⁹]

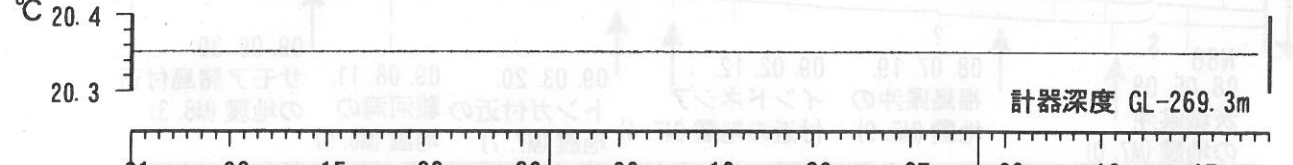
豊橋東 歪 鉛直 (BAYTAP)



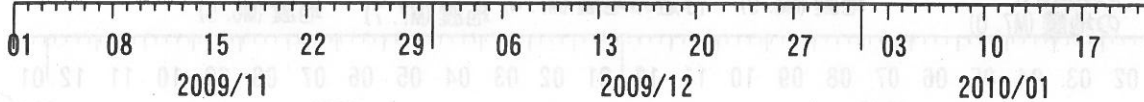
豊橋東 磁力 N356E [nT]



豊橋東 歪計温度（水晶式） [deg. C]



計器深度 GL-269.3m

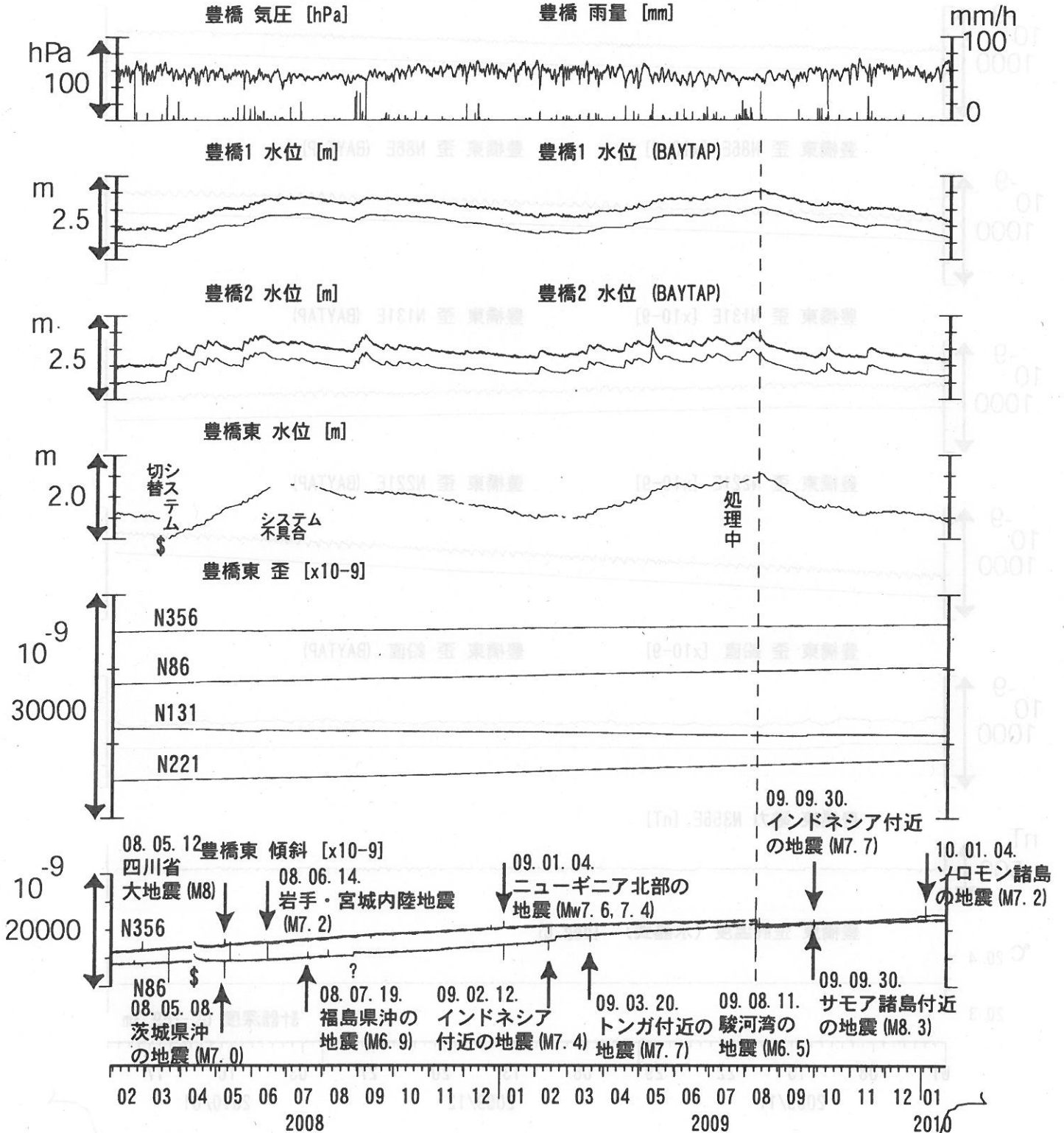


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

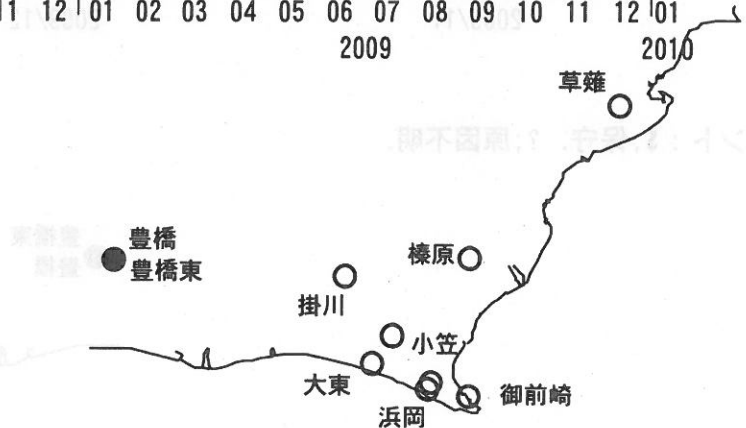


東海地域西部 (豊橋・豊橋東) 長期 (時間値)

(2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

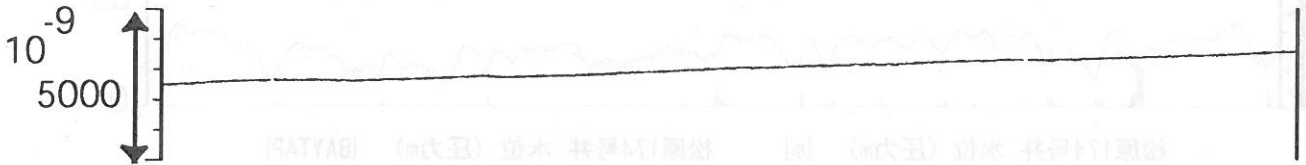


コメント: \$;保守. ?;原因不明.

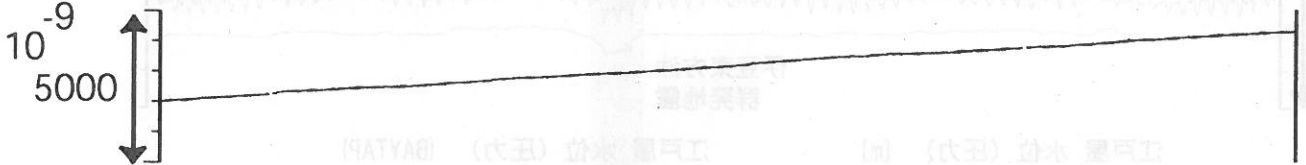


東海地域西部 (豊橋東 歪) 長期 (時間値)
 (2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

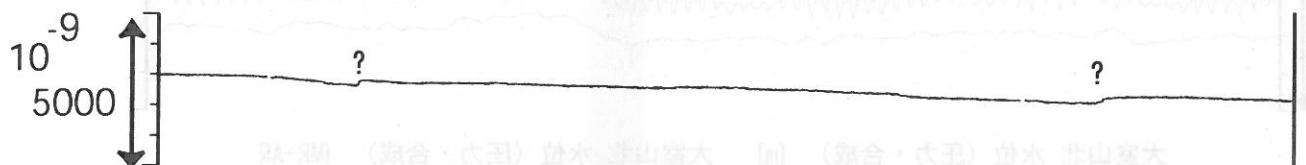
豊橋東 歪 N356E [x10⁻⁹]



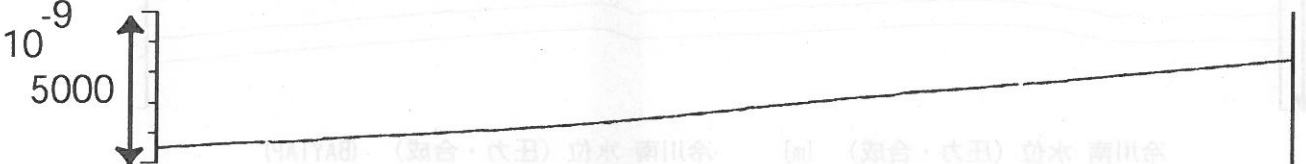
豊橋東 歪 N86E [x10⁻⁹]



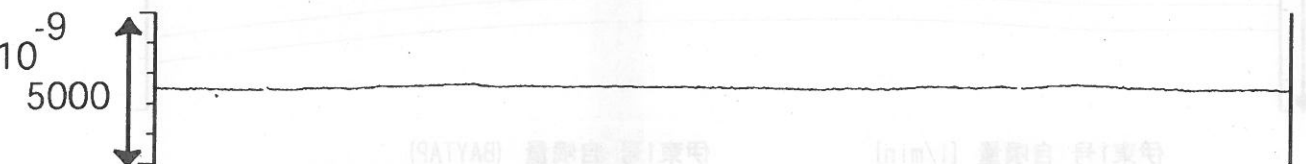
豊橋東 歪 N131E [x10⁻⁹]



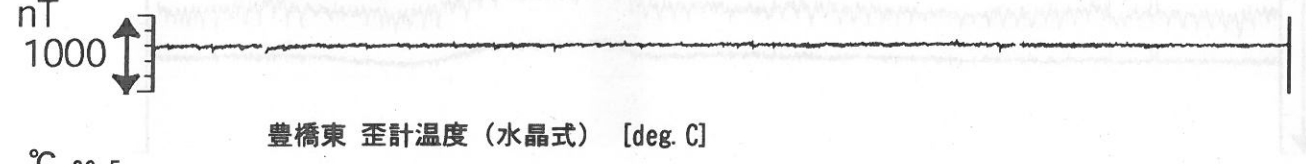
豊橋東 歪 N221E [x10⁻⁹]



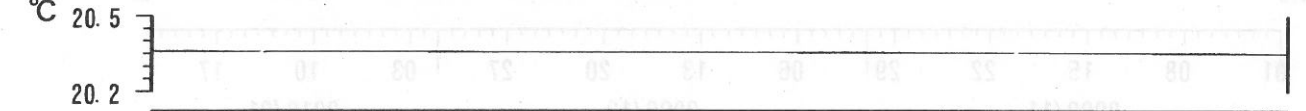
豊橋東 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



豊橋東 磁力 [nT]

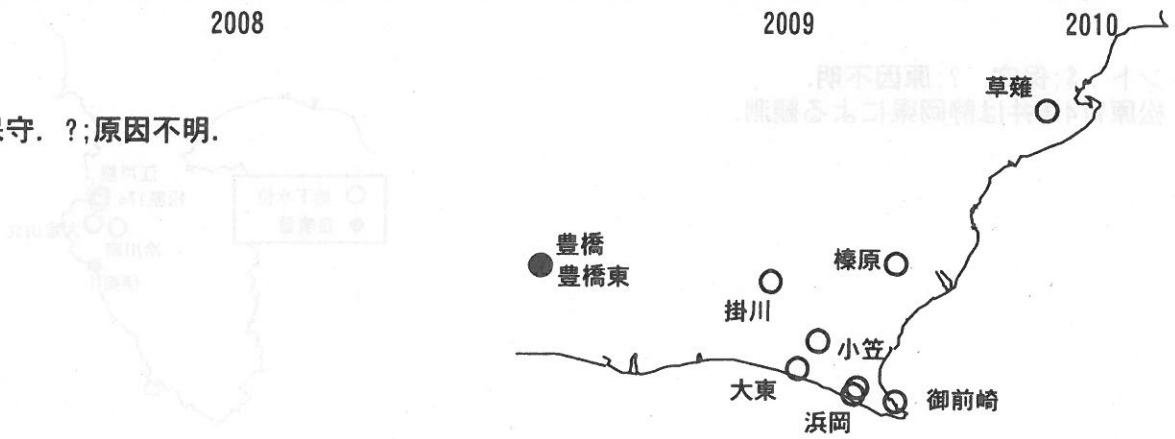


豊橋東 歪計温度 (水晶式) [deg. C]



02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01
 2008 2009 2010

コメント: \$;保守. ?;原因不明.

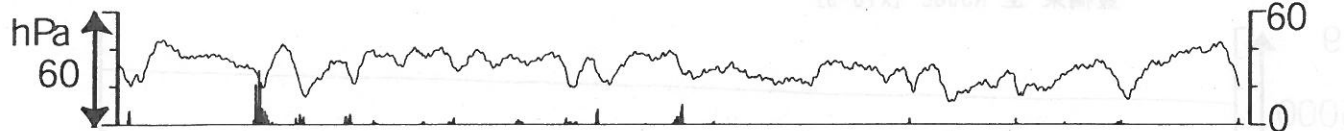


伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

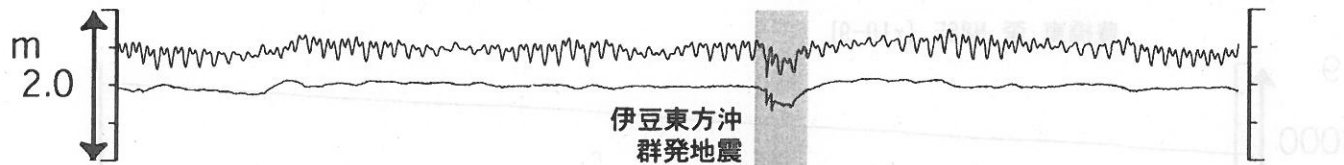
冷川南 気圧 (円筒) [hPa]

大室山北 雨量 [mm]



松原174号井 水位 (压力m) [m]

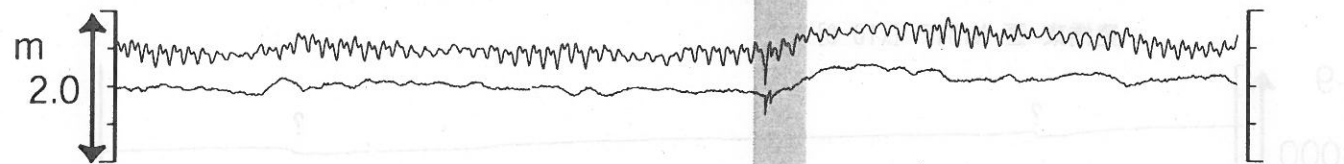
松原174号井 水位 (压力m) (BAYTAP)



伊豆東方沖
群発地震

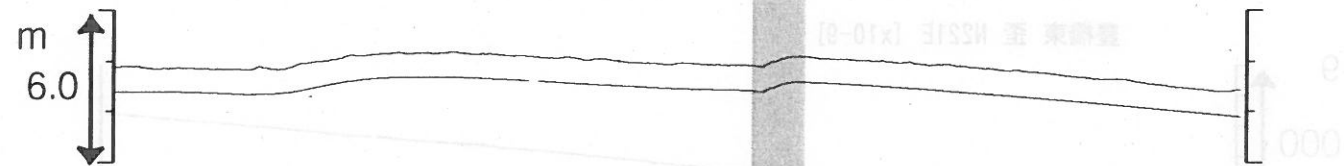
江戸屋 水位 (压力) [m]

江戸屋 水位 (压力) (BAYTAP)



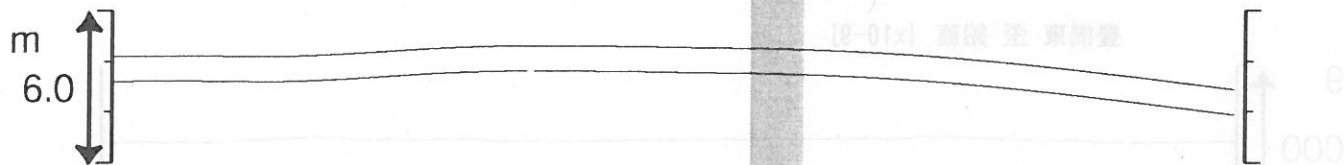
大室山北 水位 (压力・合成) [m]

大室山北 水位 (压力・合成) (MR-AR)



冷川南 水位 (压力・合成) [m]

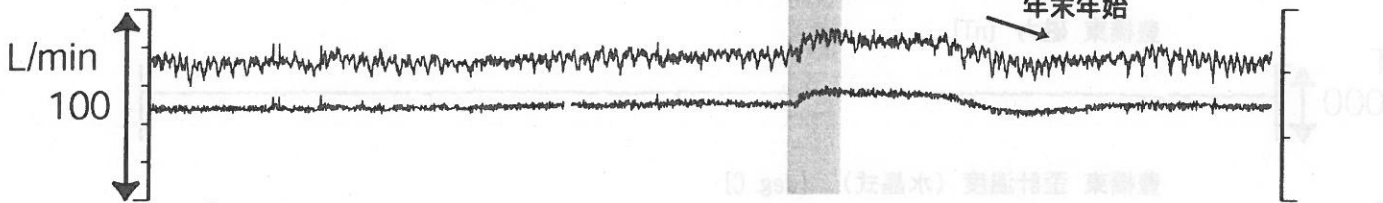
冷川南 水位 (压力・合成) (BAYTAP)



伊東1号 自噴量 [l/min]

伊東1号 自噴量 (BAYTAP)

年末年始



01 08 15 22 29 06 13 20 27 03 10 17
2009/11 2009/12 2010/01

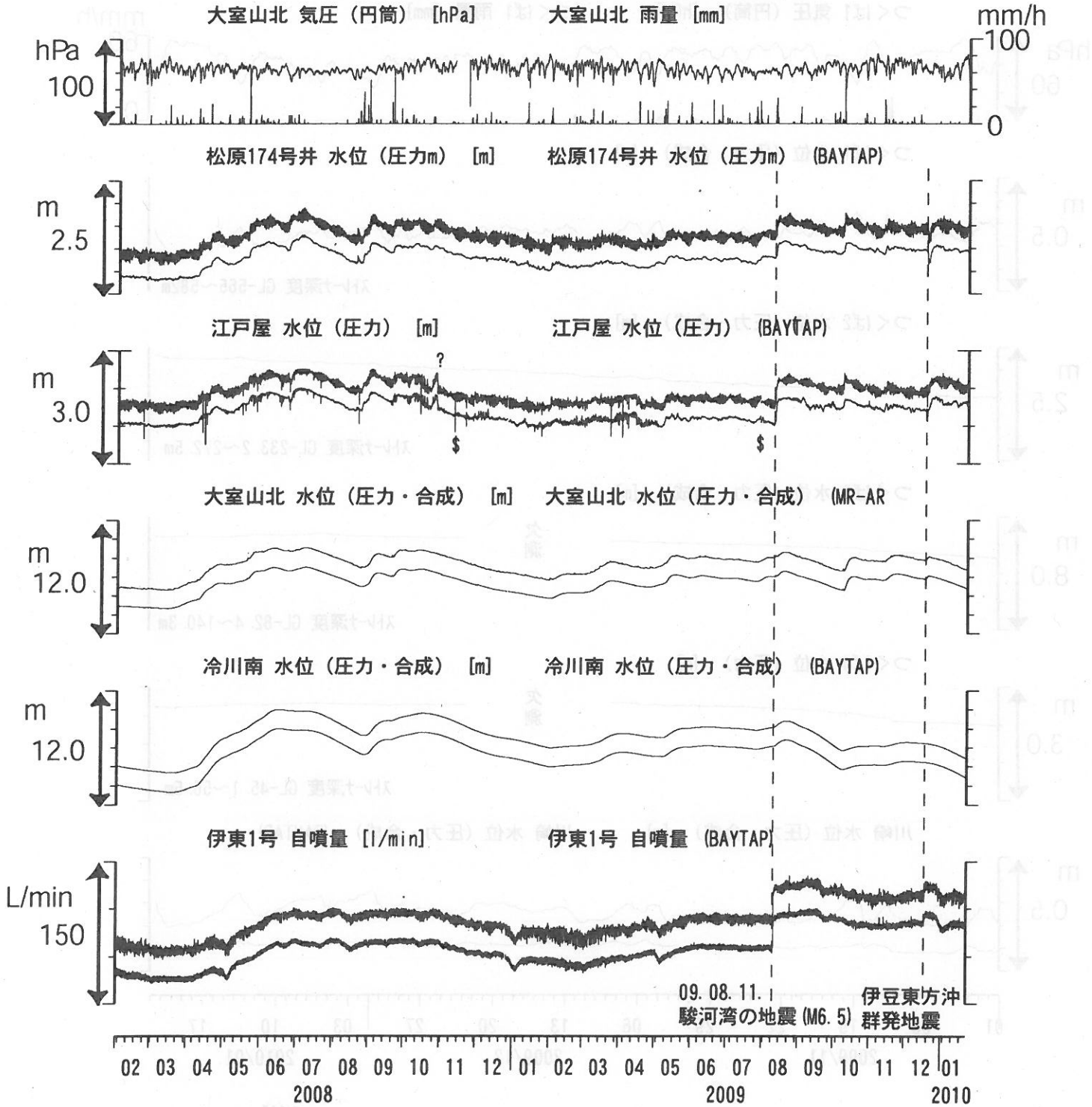
コメント：\$;保守. ?;原因不明.
松原174号井は静岡県による観測.



伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期 (時間値)

(2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

大室山北 気圧 (円筒) [hPa] 大室山北 雨量 [mm]

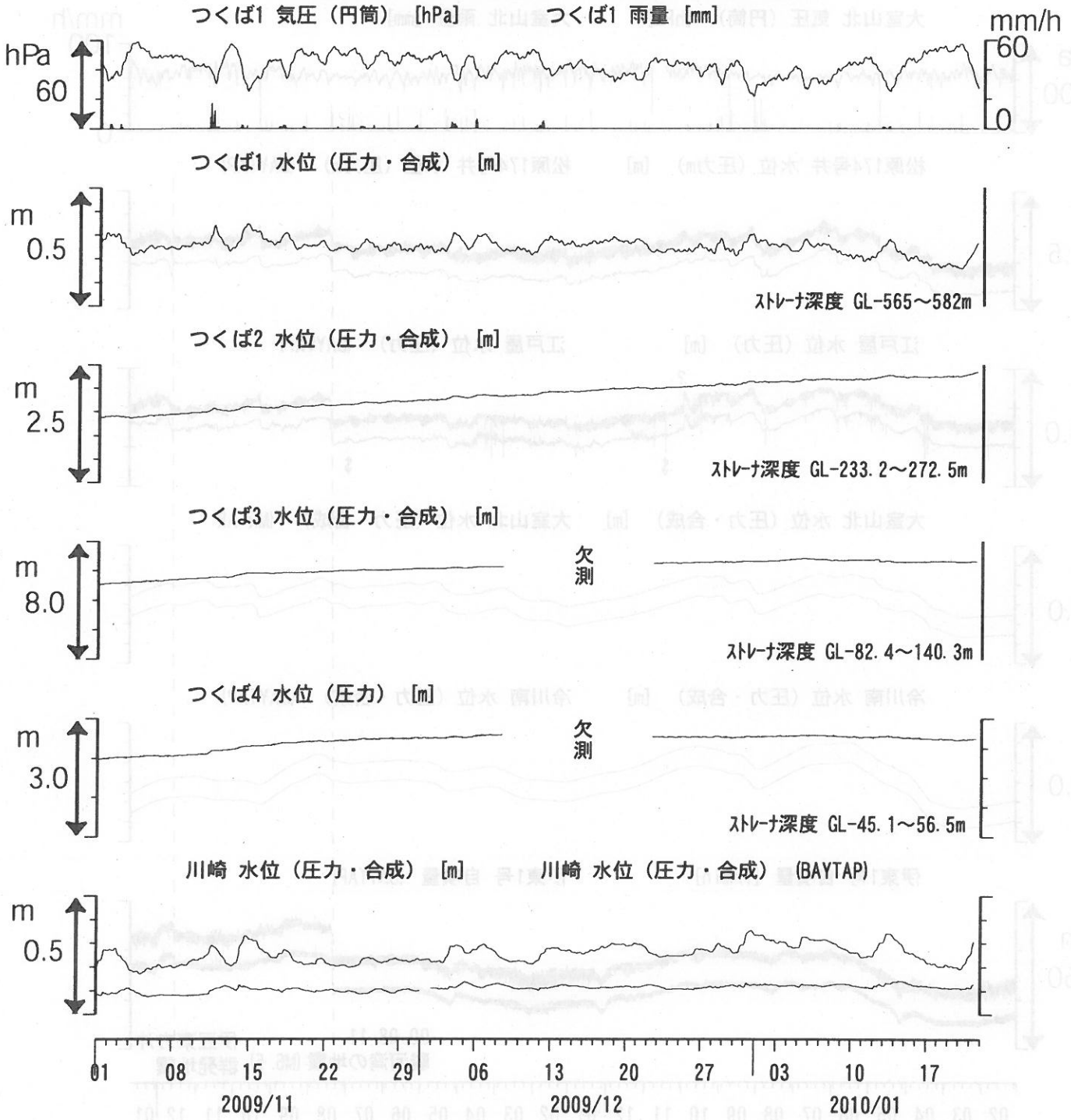


コメント：\$;保守。?;原因不明。

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。
 江戸屋の水位が2008年4月中旬以降乱れているが、
 水位計の不具合が原因と思われる。
 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)
 (2009/11/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)



コメント：\$;保守.
 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.



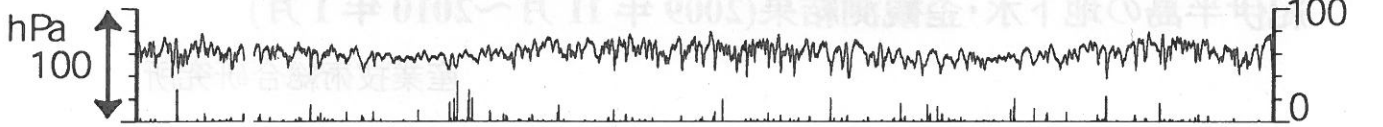
関東地域 地下水観測結果 長期 (時間値)

(2008/02/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

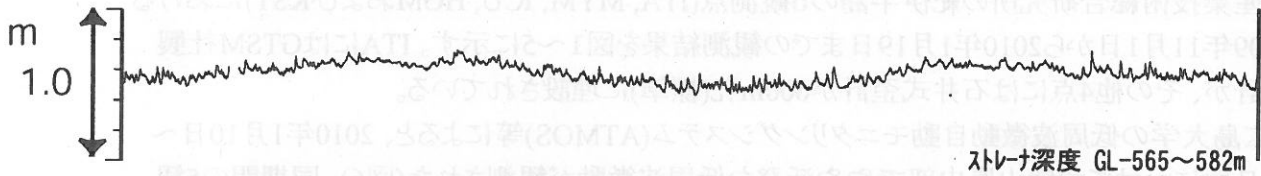
つくば1 気圧 (円筒) [hPa]

つくば1 雨量 [mm]

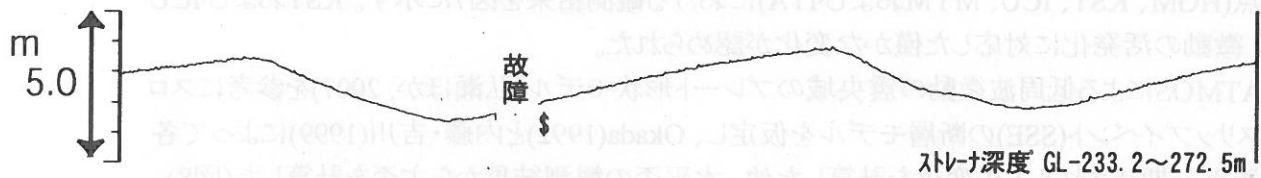
mm/h



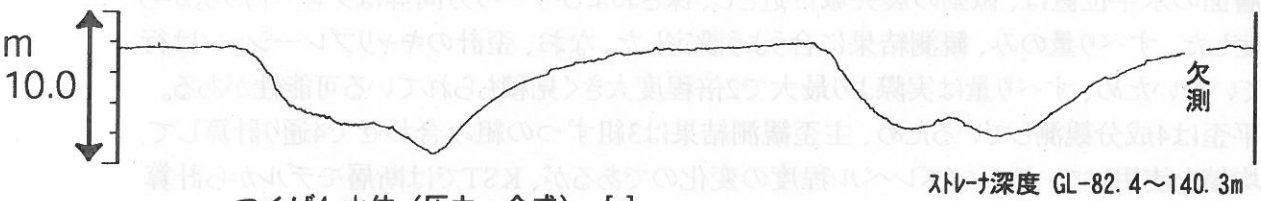
つくば1 水位 (圧力・合成) [m]



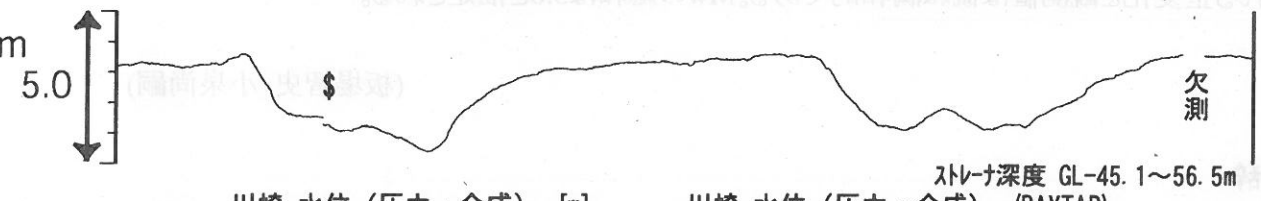
つくば2 水位 (圧力・合成) [m]



つくば3 水位 (圧力・合成) [m]

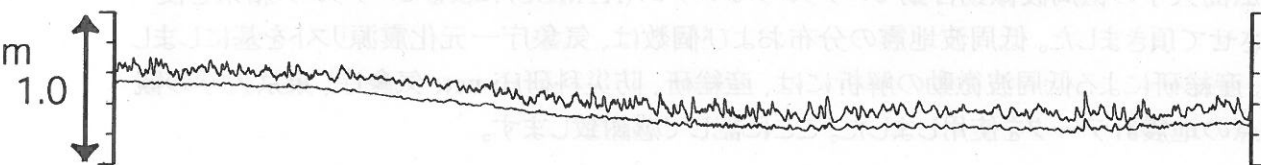


つくば4 水位 (圧力・合成) [m]



川崎 水位 (圧力・合成) [m]

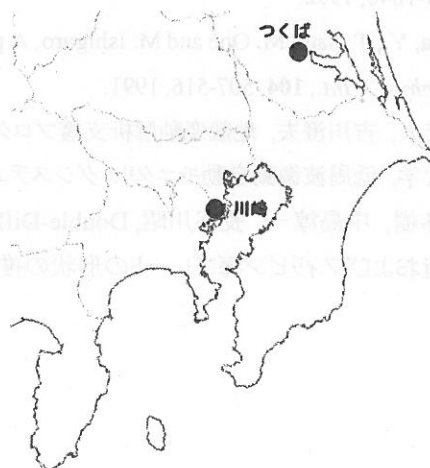
川崎 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



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.



紀伊半島の地下水・歪観測結果(2009年11月～2010年1月)

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所の紀伊半島の5観測点(ITA, MYM, ICU, HGMおよびKST)における2009年11月1日から2010年1月19日までの観測結果を図1～5に示す。ITAにはGTSM社製歪計が、その他4点には石井式歪計が600m孔(標準)に埋設されている。

広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)等によると、2010年1月10日～12日頃にかけて和歌山県中部でやや活発な低周波微動が観測された(図6)。同期間の5観測点(HGM, KST, ICU, MYMおよびITA)における観測結果を図7に示す。KSTおよびICUで、微動の活発化に対応した僅かな変化が認められた。

ATMOSによる低周波微動の震央域のプレート形状モデル(弘瀬ほか, 2007)を参考にスロースリップイベント(SSE)の断層モデルを仮定し、Okada(1992)と内藤・吉川(1999)によって各観測点で期待される主歪変化を計算した他、水平歪の観測結果から主歪を計算した(図8)。断層面の水平位置は、微動の震央域付近とし、深さおよびすべり方向等はプレート形状から決定した。すべり量のみ、観測結果に合うよう設定した。なお、歪計のキャリブレーションは行っていないため、すべり量は実際より最大で2倍程度大きく見積もられている可能性がある。水平歪は4成分観測しているため、主歪観測結果は3組ずつの組み合わせで4通り計算して平均値を使用している。ノイズレベル程度の変化なのであるが、KSTでは断層モデルから計算される歪変化と観測値は概ね調和的である。Mwの総和は5.6と推定される。

(板場智史・小泉尚嗣)

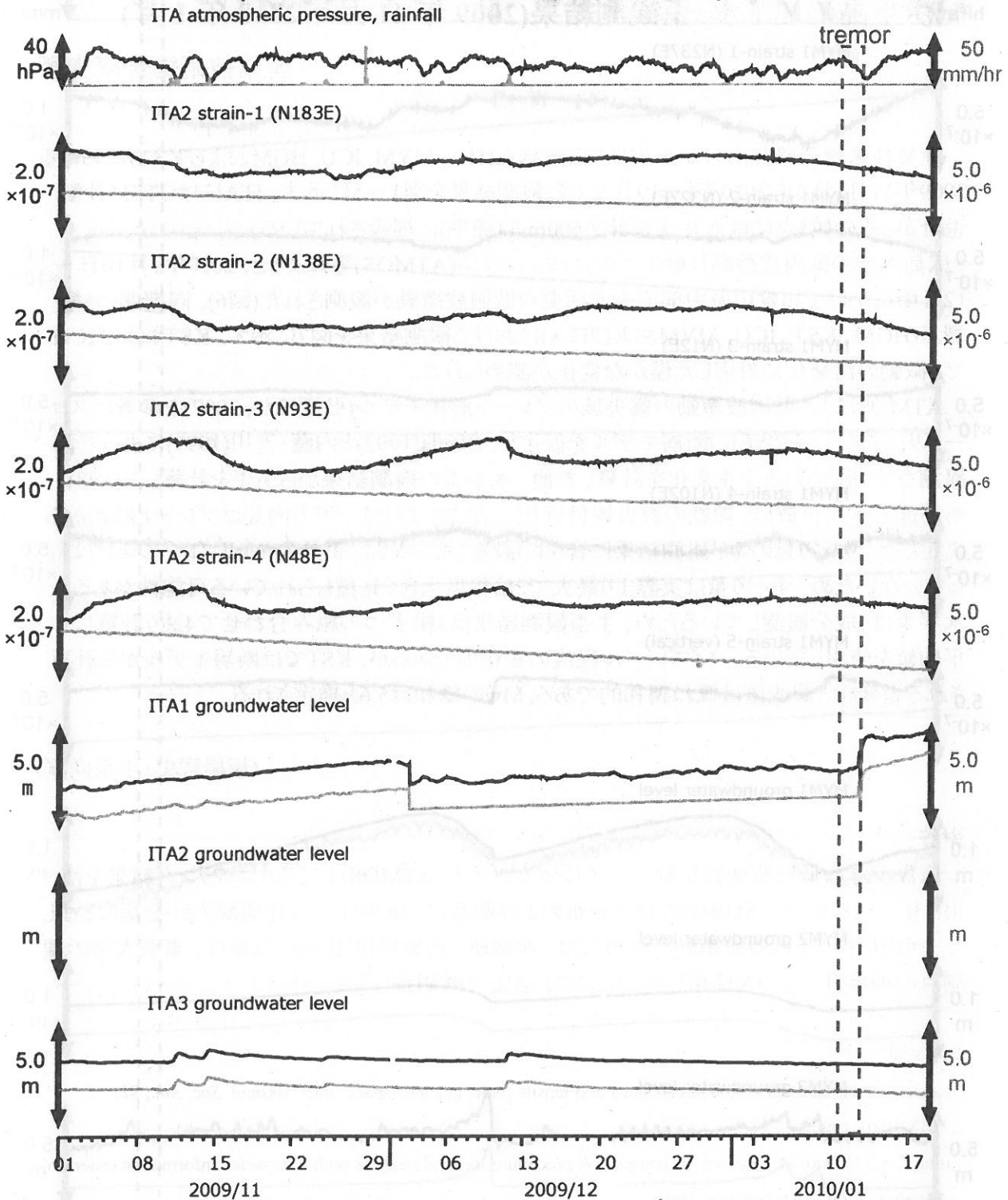
謝辞

広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)によるモニタリング結果を使用させて頂きました。低周波地震の分布および個数は、気象庁一元化震源リストを基にしました。産総研による低周波微動の解析には、産総研、防災科研Hi-net、気象庁、東京大学の観測点の地震計データを使用しました。ここに記して感謝致します。

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.
- 内藤 宏人, 吉川 澄夫, 地殻変動解析支援プログラム MICAP-G の開発, *地震*, **52**, 101-103, 1999.
- 広島大学, 低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS), <http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/>.
- 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.

図1: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ITA (時間値)
(2009/11/01 00:00 - 2010/01/19 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、2次曲線トレンド(歪のみ)を取り除いている。



Instrument	installed depth [GL-m]
ITA2 strainmeter	181.3 - 183.8
well screen depth [GL-m]	
ITA1	547.8 - 558.5
ITA2	145.5 - 156.4
ITA3	10.8 - 16.3

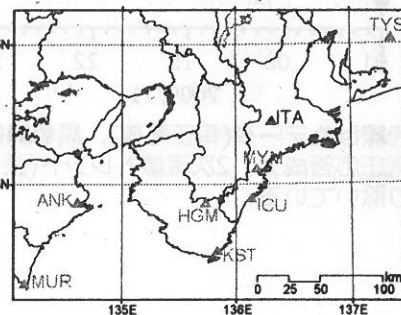
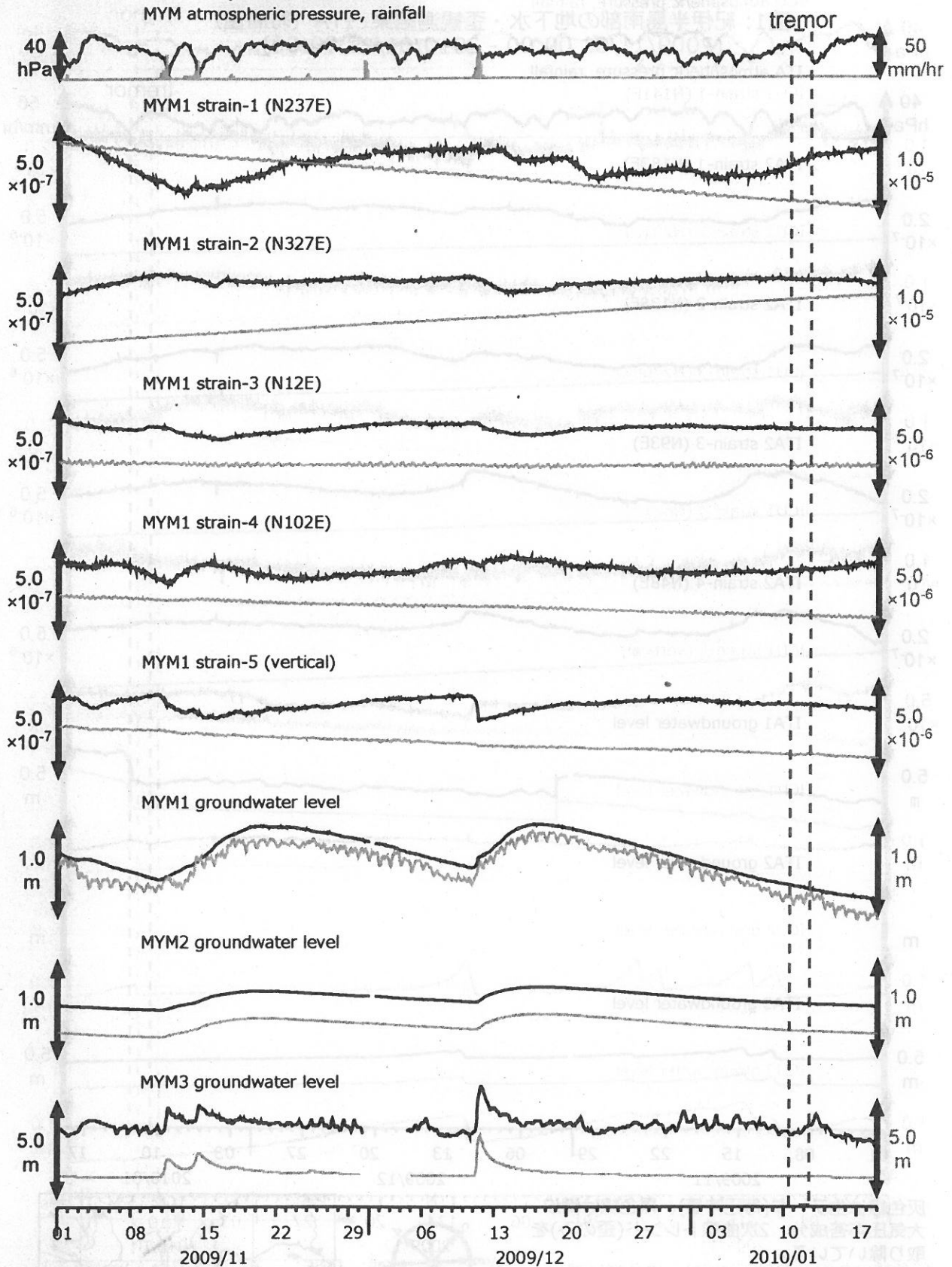


図2: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: MYM (時間値)
(2009/11/01 00:00 - 2010/01/19 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、2次直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。



Instrument	Installed depth [GL-m]
MYM1 strainmeter	505.4 - 502.3
well	screen depth [GL-m]
MYM1	418.9 - 429.8
MYM2	140.2 - 151.1
MYM3	19.9 - 25.3

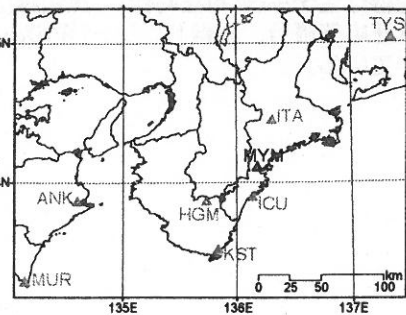
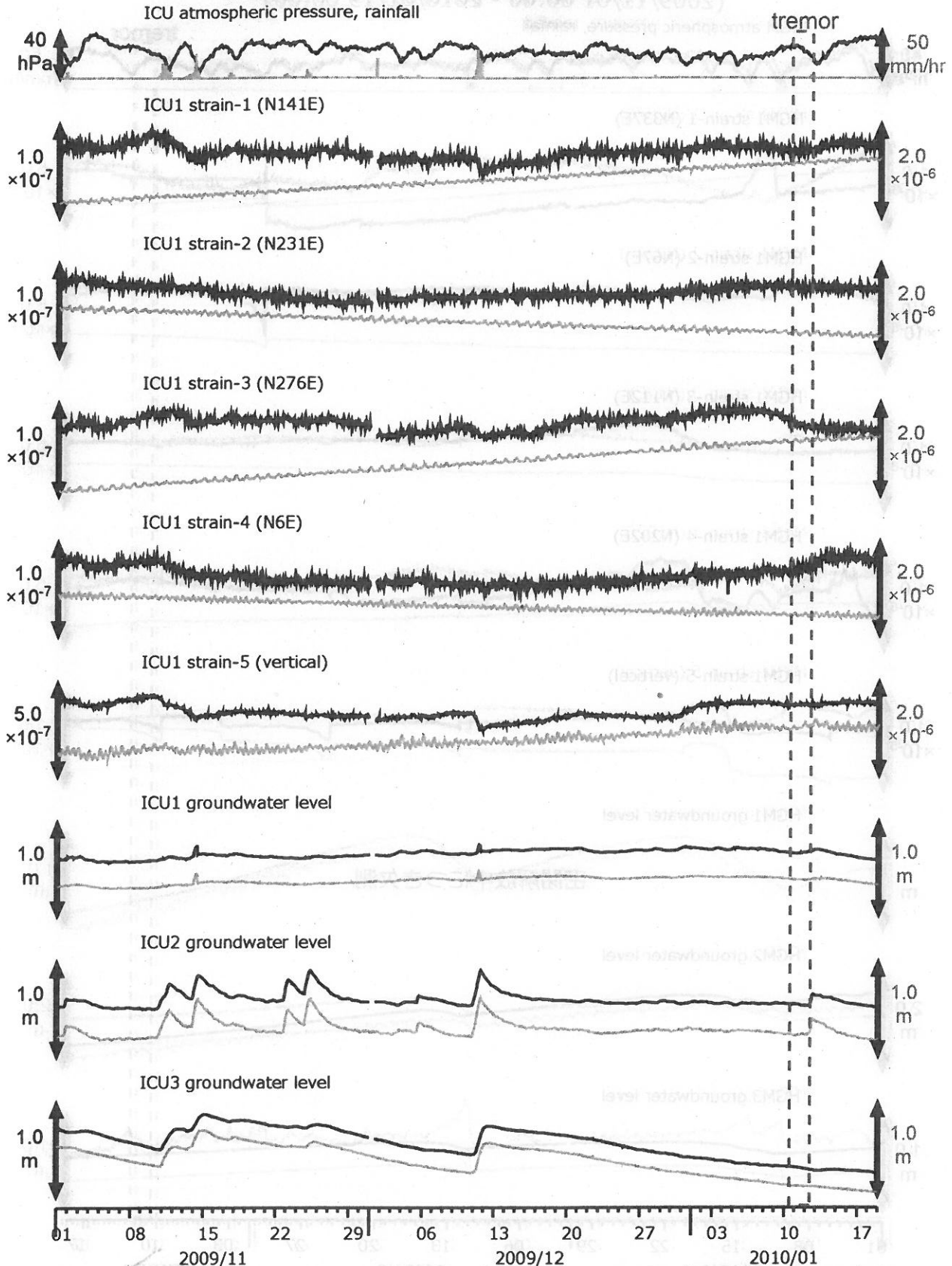


図3: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ICU (時間値)
(2009/11/01 00:00 - 2010/01/19 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。



Instrument	Installed depth [CL-m]
ICU1 strainmeter	583.9-580.8
Well	Screen depth [CL-m]
ICU1	522.4-533.4
ICU2	95.7-106.6
ICU3	13.4-18.8

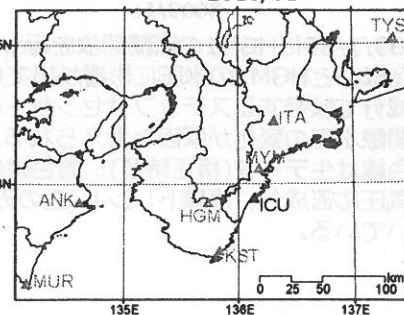
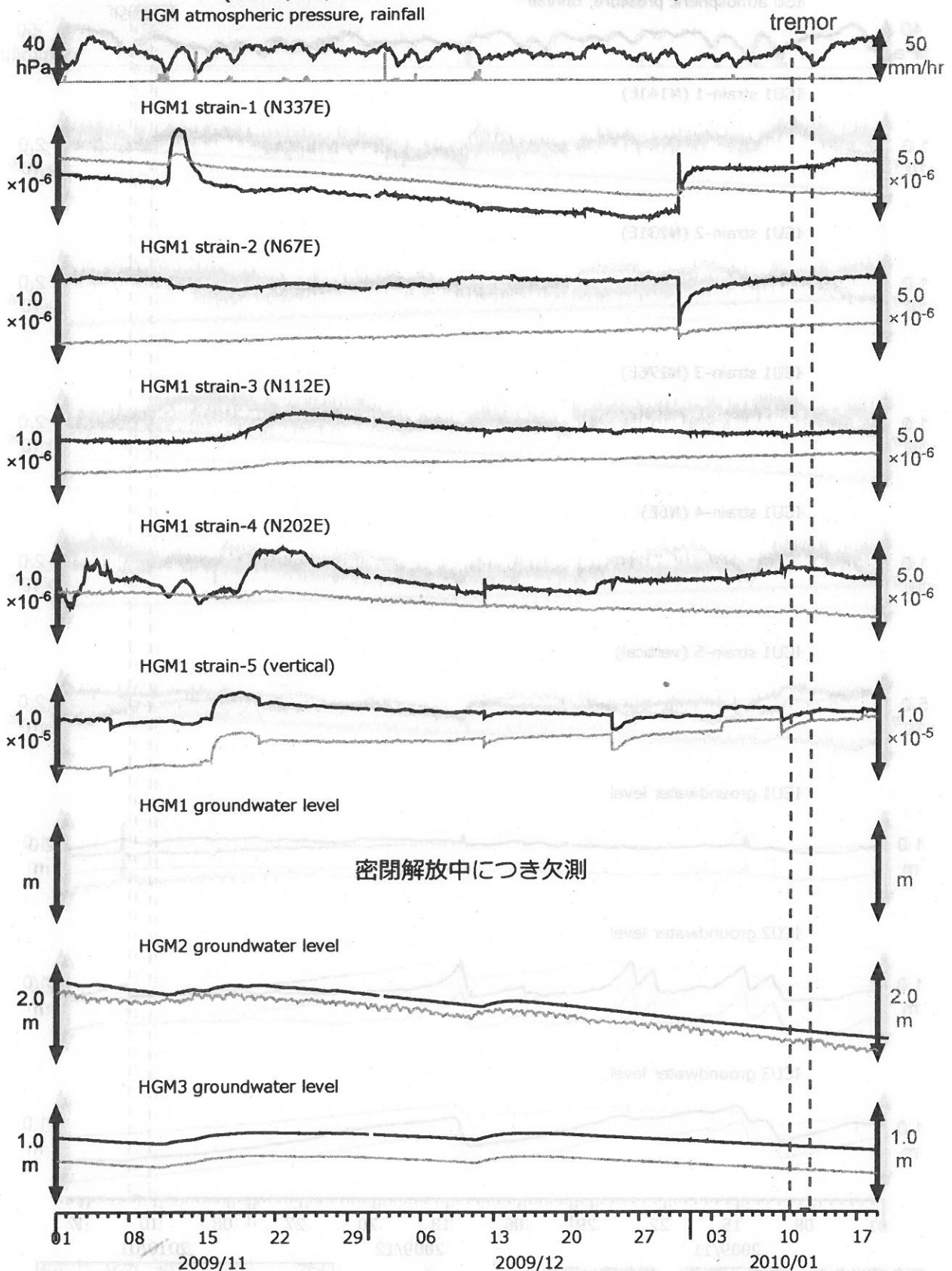


図4: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: HGM (時間値)
(2009/11/01 00:00 - 2010/01/19 00:00)



2009/1/30にHGM1の密閉開放を行ったため歪全成分とHGM2の水圧に影響が出ている。歪各成分で頻発するステップはセンサーの近傍の間隙水圧の変化が原因と考えられる。灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、直線トレンド(歪のみ)を取り除いている。

Instrument	installed depth (GL-m)
HGM1 strainmeter	368.2 - 375.0
well	screen depth (GL-m)
HGM1	320.4 - 331.3
HGM2	180.9 - 191.8
HGM3	24.3 - 29.8

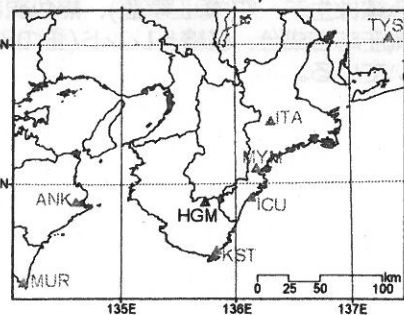
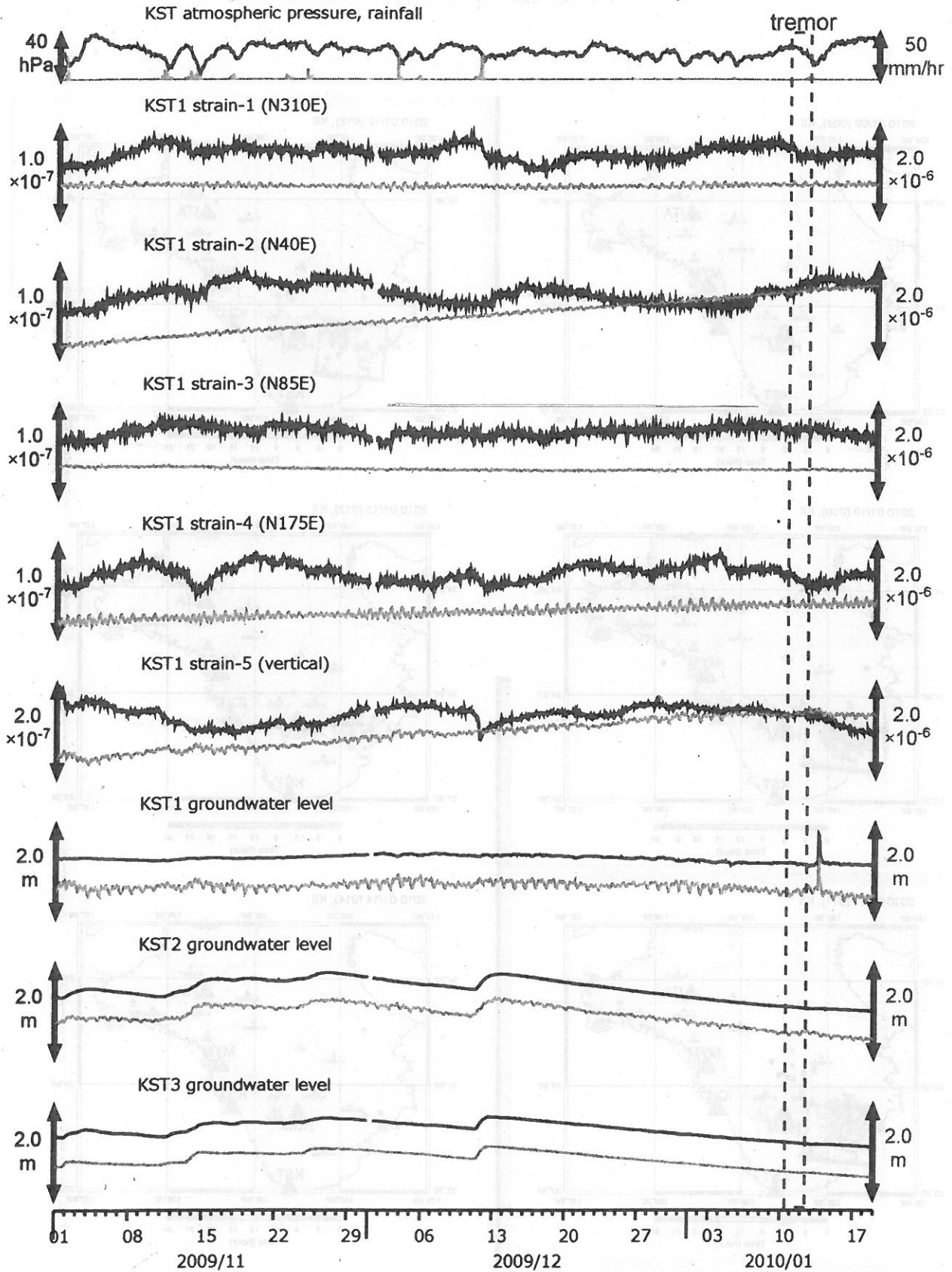


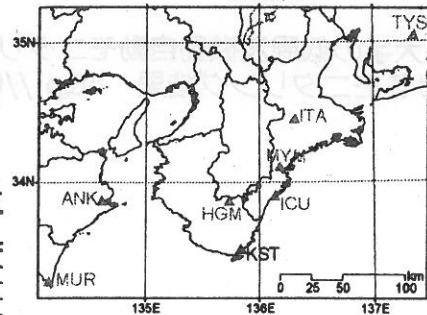
図5: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: KST (時間値)
(2009/11/01 00:00 - 2010/01/19 00:00)



灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・大気圧応答成分、2次曲線トレンド(歪のみ)を取り除いている。



instrument	installed depth [GL-m]
KST1 strainmeter	505.2 - 502.1
well	screen depth [GL-m]
KST1	508.2 - 520.2
KST2	132.9 - 143.9
KST3	20.4 - 30.6



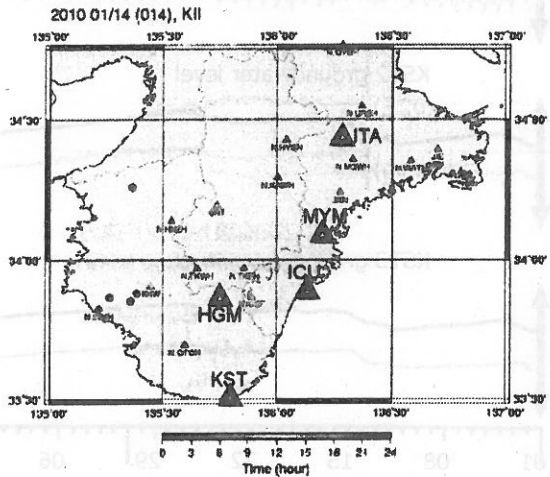
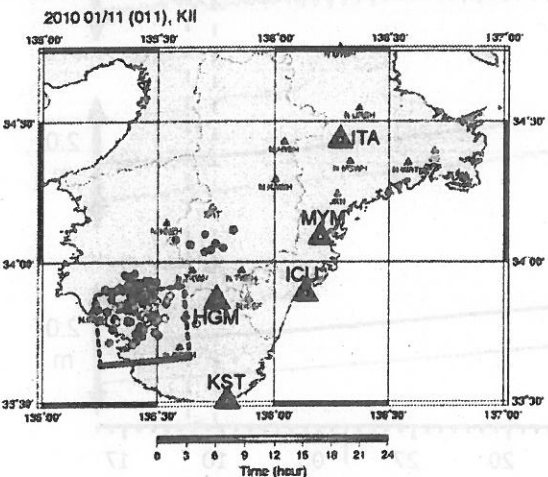
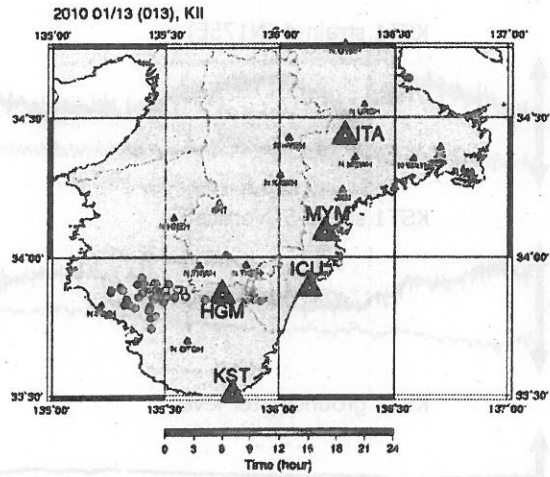
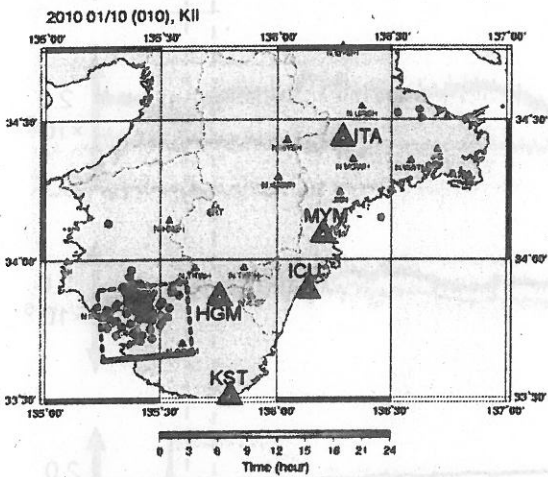
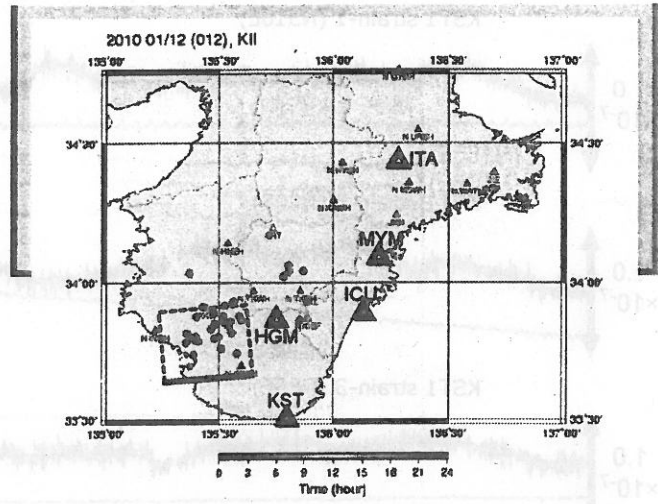
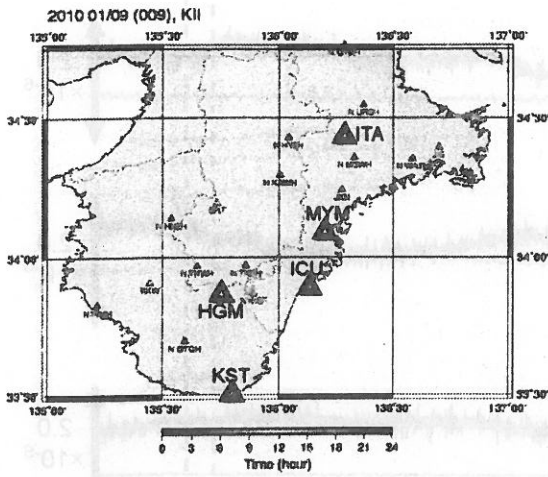
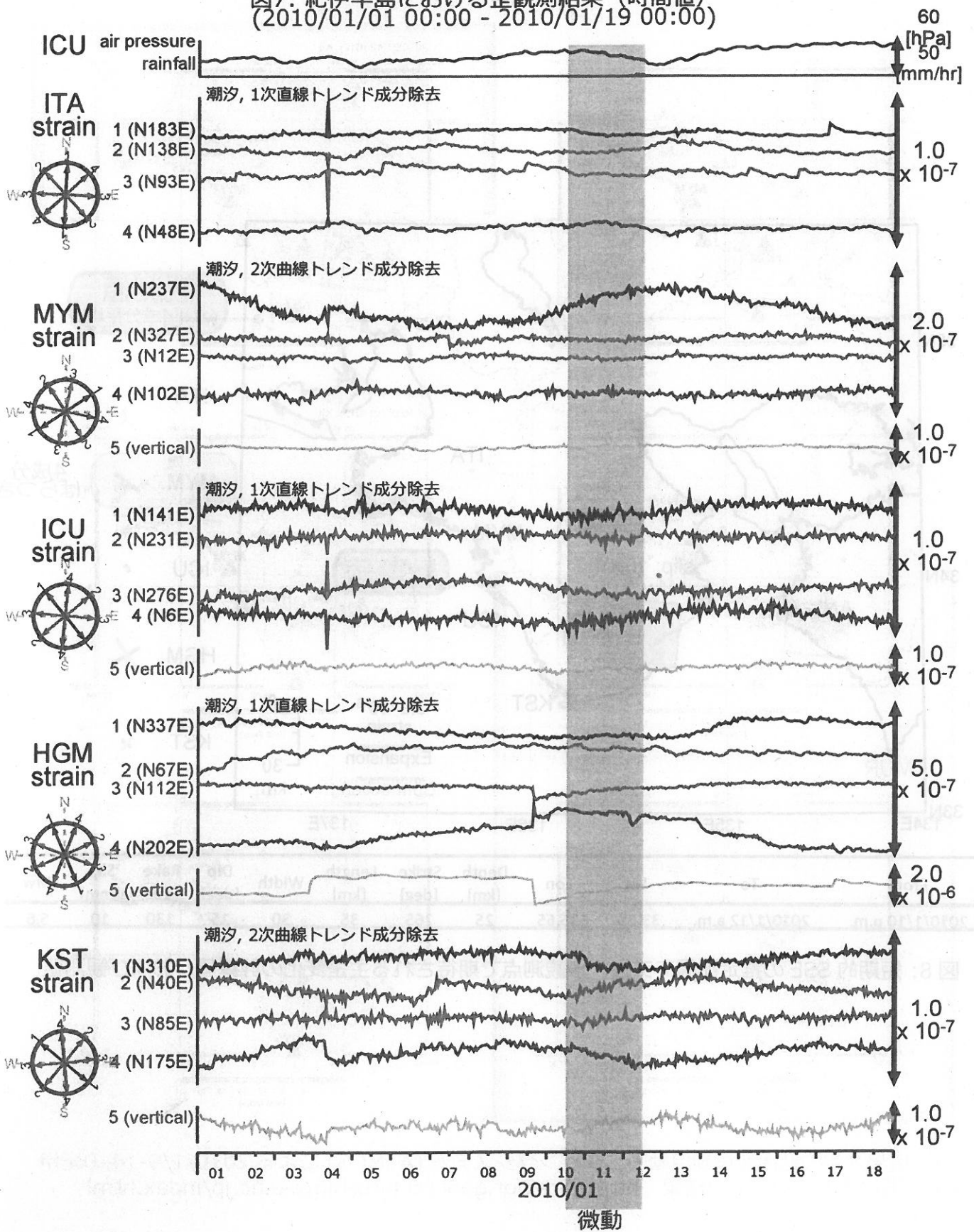
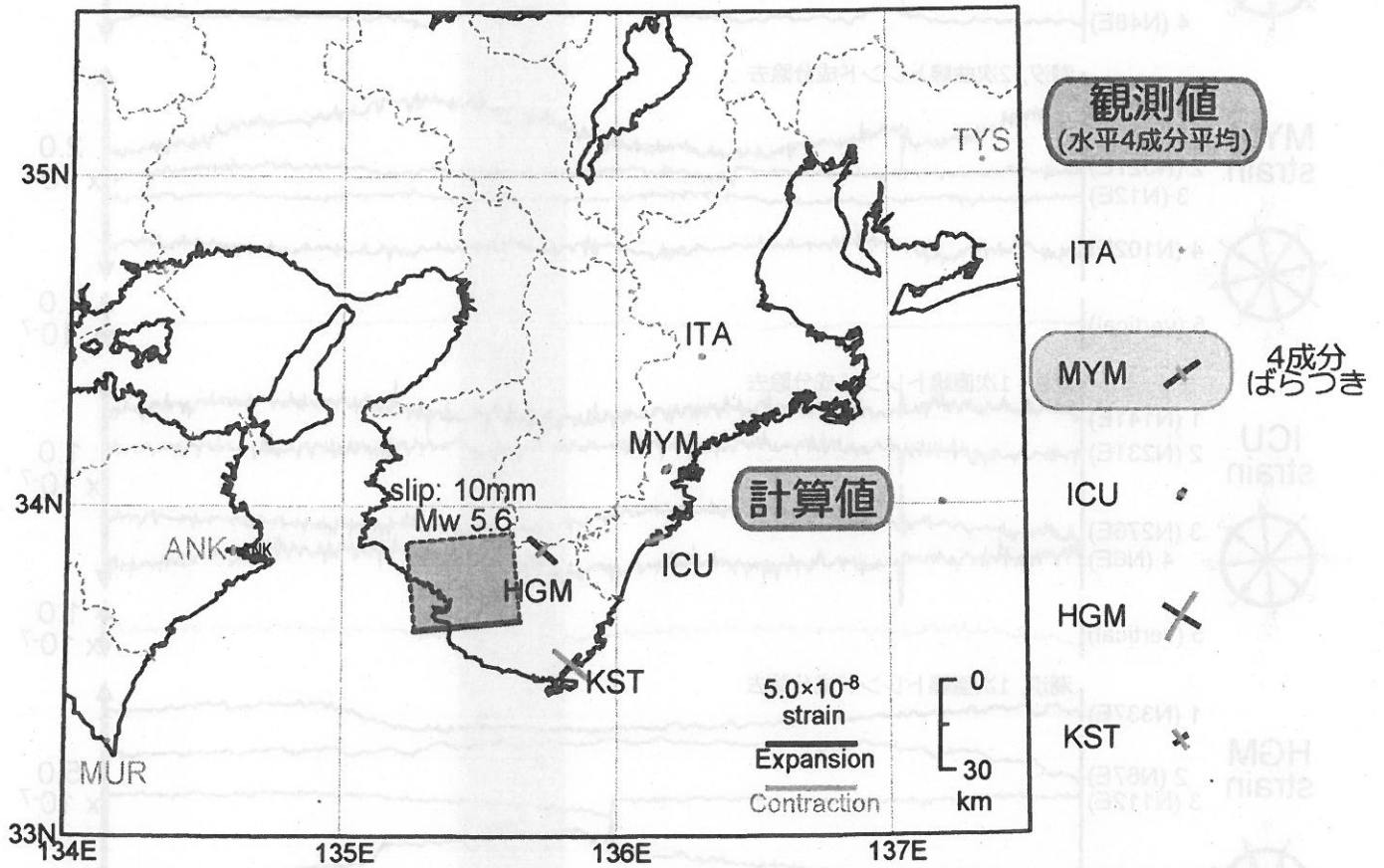


図 6: 広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム (ATMOS) による 2010/1/9-14 の紀伊半島におけるモニタリング結果 <http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/index.html>

図7: 紀伊半島における歪観測結果 (時間値)
 (2010/01/01 00:00 - 2010/01/19 00:00)



(副観測) 東海地震による主歪変化の推定値 (2010/01/10 00:00 - 2010/01/12 00:00)

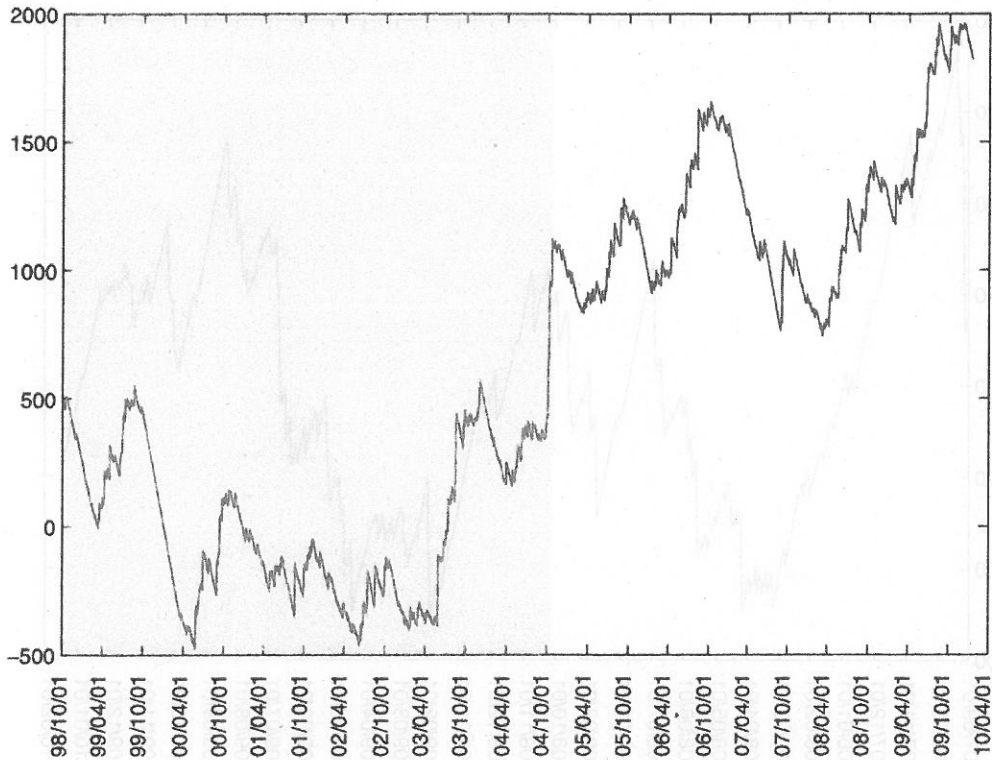


From	To	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
2010/1/10 p.m.	2010/1/12 a.m.	33.65	135.65	25	265	35	30	15	130	10	5.6

図 8: 短期的 SSE の推定断層モデル、各観測点で期待される主歪変化の計算値、および観測値

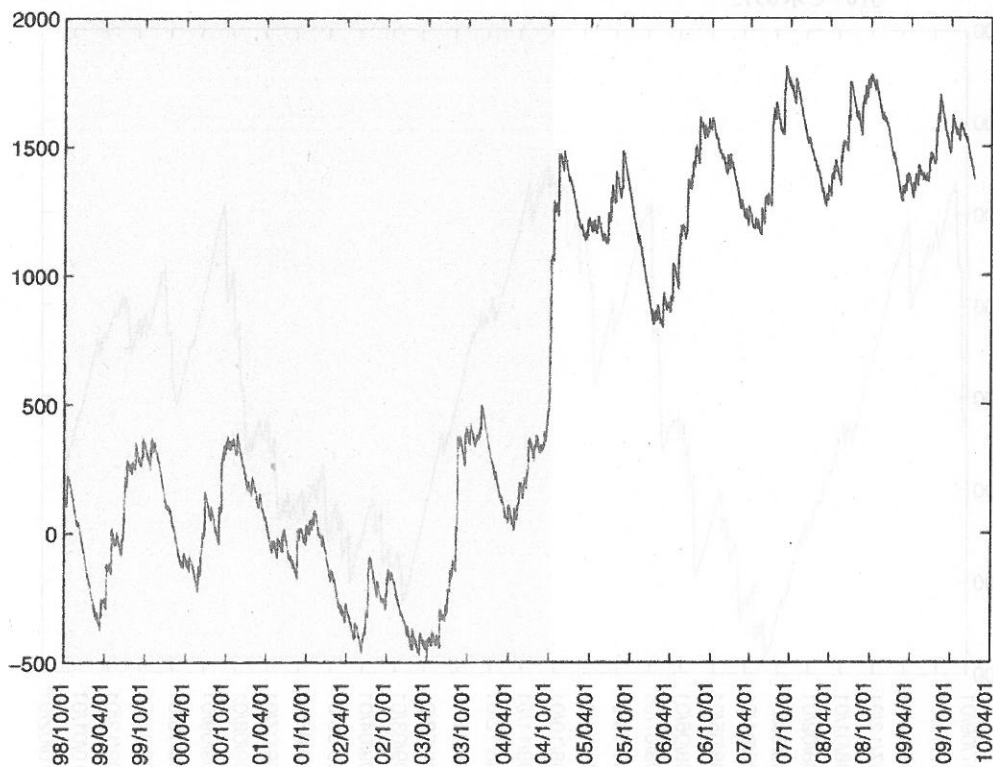
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(1998. 10. 1-2010. 01. 15)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間(影部分)のデータを用いて定めた



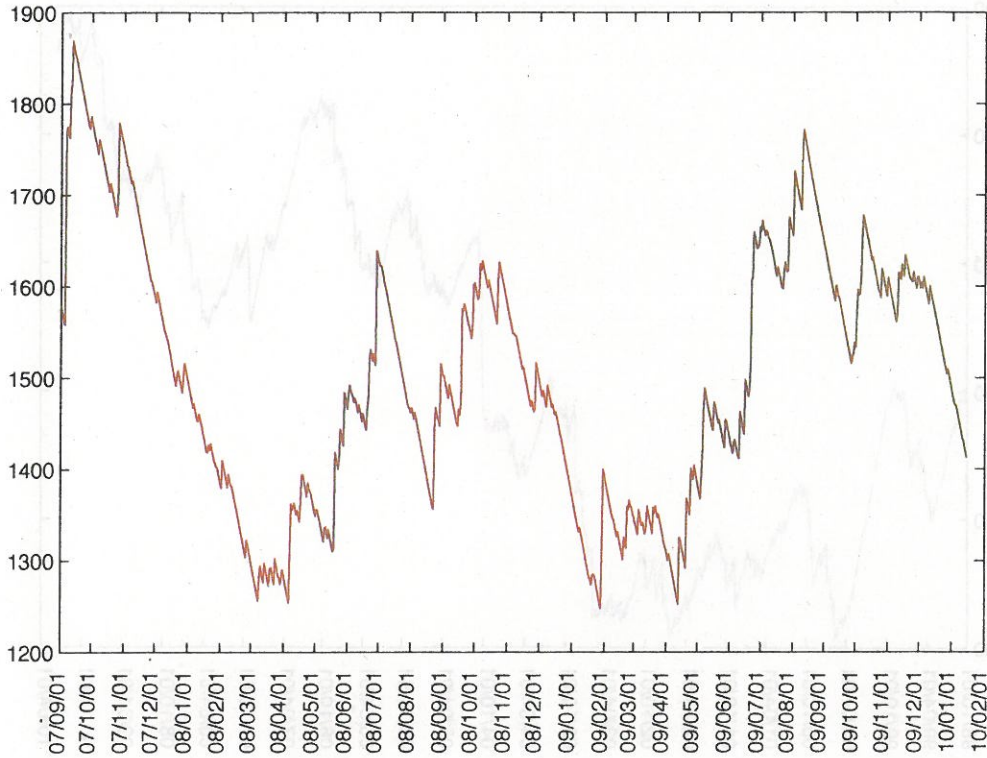
榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(1998. 10. 1-2010. 01. 15)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間(影部分)のデータを用いて定めた



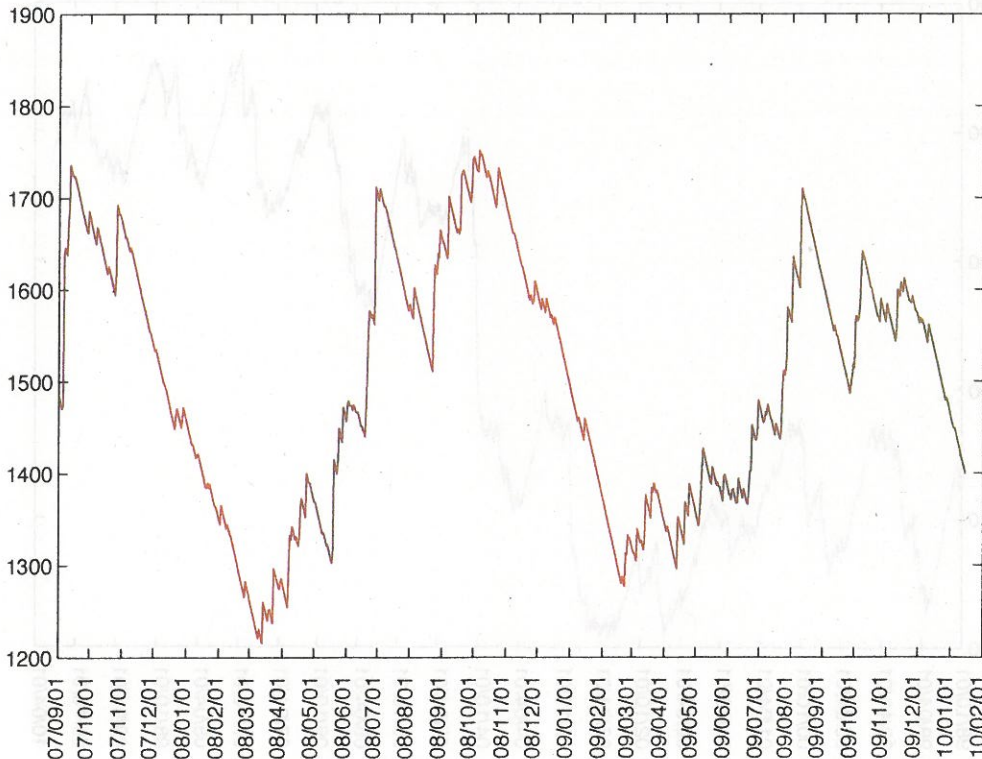
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2007. 9. 1-2010. 01. 15)

※1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータからトレンドは推定した値を差し引き、そこから更に2007. 09. 01から現在までのトレンドを差し引いて求めた。



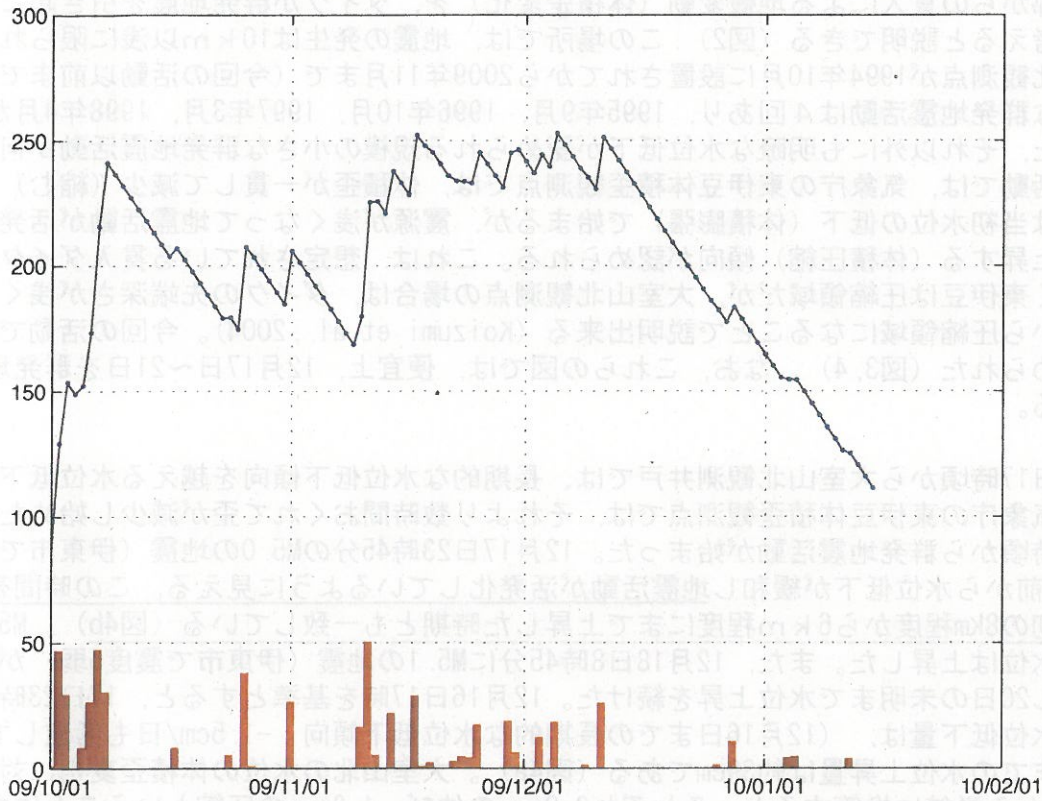
榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2007. 9. 1-2010. 01. 15)

※1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータからトレンドは推定した値を差し引き、そこから更に2007. 09. 01から現在までのトレンドを差し引いて求めた



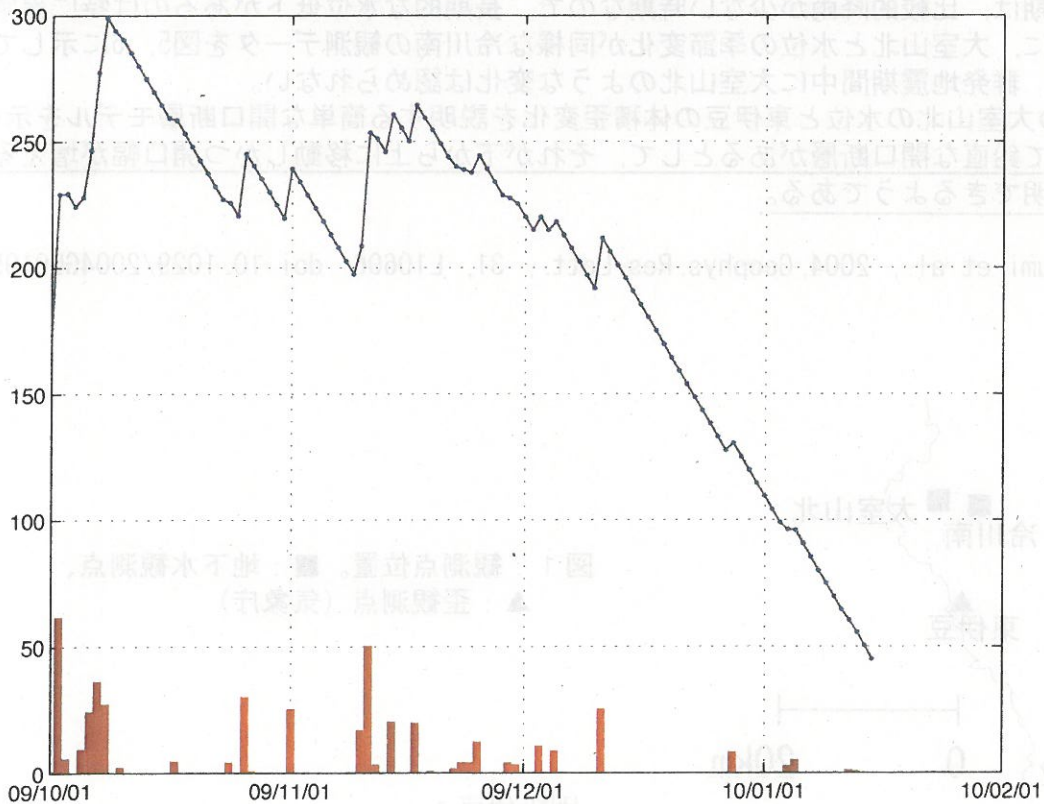
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後と日雨量 (mm)
(直近3ヶ月間)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータを用いて定めた



榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後と日雨量 (mm)
(直近3ヶ月間)

※トレンドは1998. 10. 1~2004. 10. 1の期間のデータを用いて定めた



2009年12月の伊豆半島東方沖群発地震活動に伴う地下水変化-2

2010年1月25日 産業技術総合研究所・気象庁

伊豆半島東部にある産総研の大室山北地下水観測点（図1）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たと説明できる（図2）。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。大室山北観測点が1994年10月に設置されてから2009年11月まで（今回の活動以前まで）に比較的規模の大きな群発地震活動は4回あり、1995年9月、1996年10月、1997年3月、1998年4月が開始月であった。また、それ以外にも明瞭な水位低下が認められる規模の小さな群発地震活動が何回かあった。これらの活動では、気象庁の東伊豆体積歪観測点では、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。これは、想定されている貫入ダイクの先端の深さに関係なく東伊豆は圧縮領域だが、大室山北観測点の場合は、ダイクの先端深さが浅くなると体積膨張の領域から圧縮領域になることで説明出来る（Koizumi et al., 2004）。今回の活動でもそのような変化が認められた（図3, 4）。なお、これらの図では、便宜上、12月17日～21日を群発地震活動期間としている。

2009年12月16日17時頃から大室山北観測井戸では、長期的な水位低下傾向を越える水位低下が始まった（図4a）。気象庁の東伊豆体積歪観測点では、それより数時間おくれ歪が減少し始めた。その後、17日午前11時頃から群発地震活動が始まった。12月17日23時45分のM5.0の地震（伊東市で震度5弱）の6時間程度前から水位低下が緩和し地震活動が活発化しているように見える。この時間帯は、震源の深さが当初の8 km程度から6 km程度にまで上昇した時期とも一致している（図4b）。M5.0の地震が発生した後水位は上昇した。また、12月18日8時45分にM5.1の地震（伊東市で震度5弱）が発生し再び水位が上昇し20日の未明まで水位上昇を続けた。12月16日17時を基準とすると、17日23時45分の地震直前までの水位低下量は、（12月16日までの長期的な水位低下傾向：-1.5 cm/日も考慮して）約5 cm、20日16時までの水位上昇量は約39 cmである（図4a）。大室山北の水位の体積歪変化に対する感度（約30 cm/ppm）から単純に換算すると、それぞれ0.2 ppmの伸び、1.3 ppmの圧縮ということになる。12月20日0時頃から水位上昇が鈍り、東伊豆の体積歪変化の下降が穏やかになり、地震活動も沈静化しているように見える。なお、2010年1月21日2時59分にM4.4の地震が発生し、コサイスマミックな水位変化が認められたがその前後で特に大きな傾向の変化はなく新たなダイクの貫入等はないように思える（図3）。

例年、この時期は、比較的降雨が少ない時期なので、長期的な水位低下があるのは特に異常ではない。参考のために、大室山北と水位の季節変化が同様な冷川南の観測データを図5、6に示している。冷川南の方には、群発地震期間中に大室山北のような変化は認められない。

図7-9に上述の大室山北の水位と東伊豆の体積歪変化を説明する簡単な開口断層モデルを示した。震源分布に沿って鉛直な開口断層があるとして、それが下から上に移動しかつ開口幅が増えると考えたと観測値を説明できるようである。

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

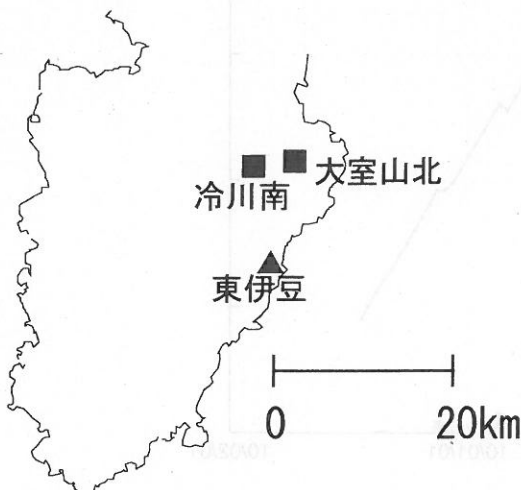


図1：観測点位置。■：地下水観測点、▲：歪観測点（気象庁）

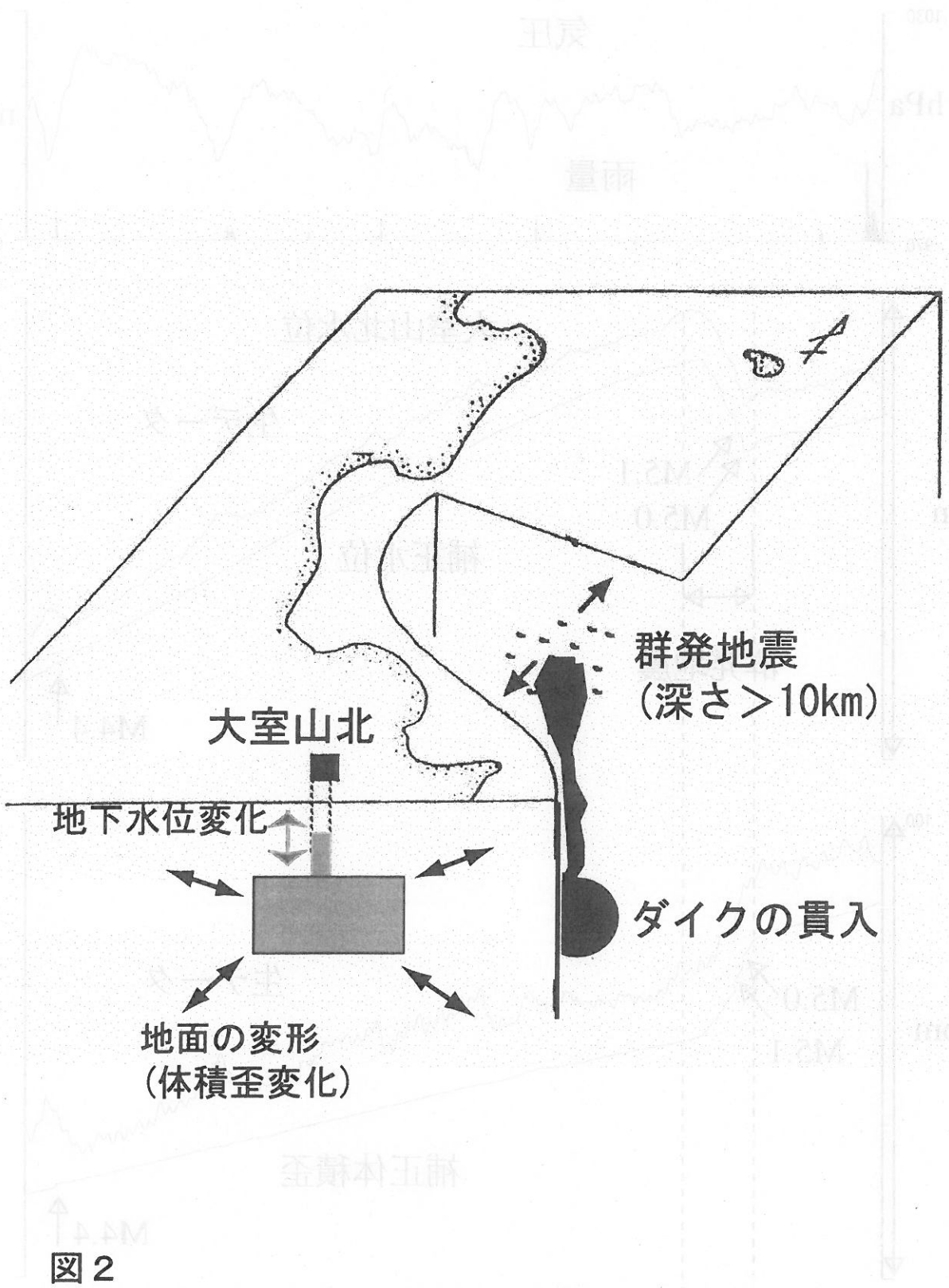


図 2

大室山北・東伊豆 (時間値)
 (2009/12/11 00:00 - 2010/01/22 16:00)

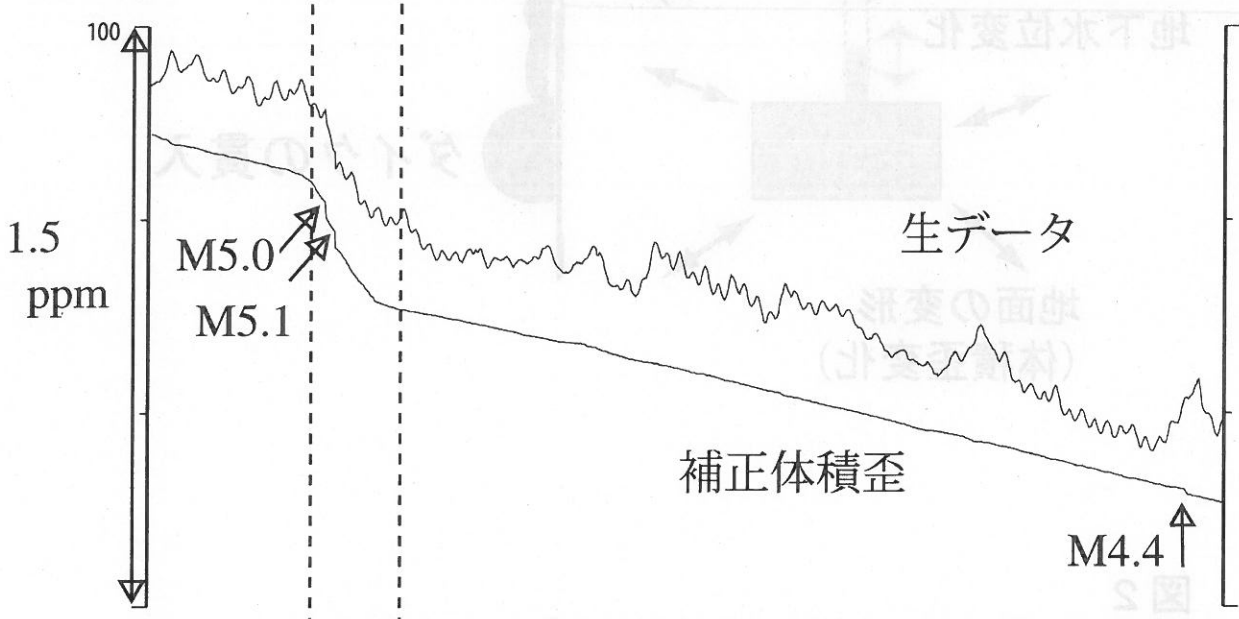
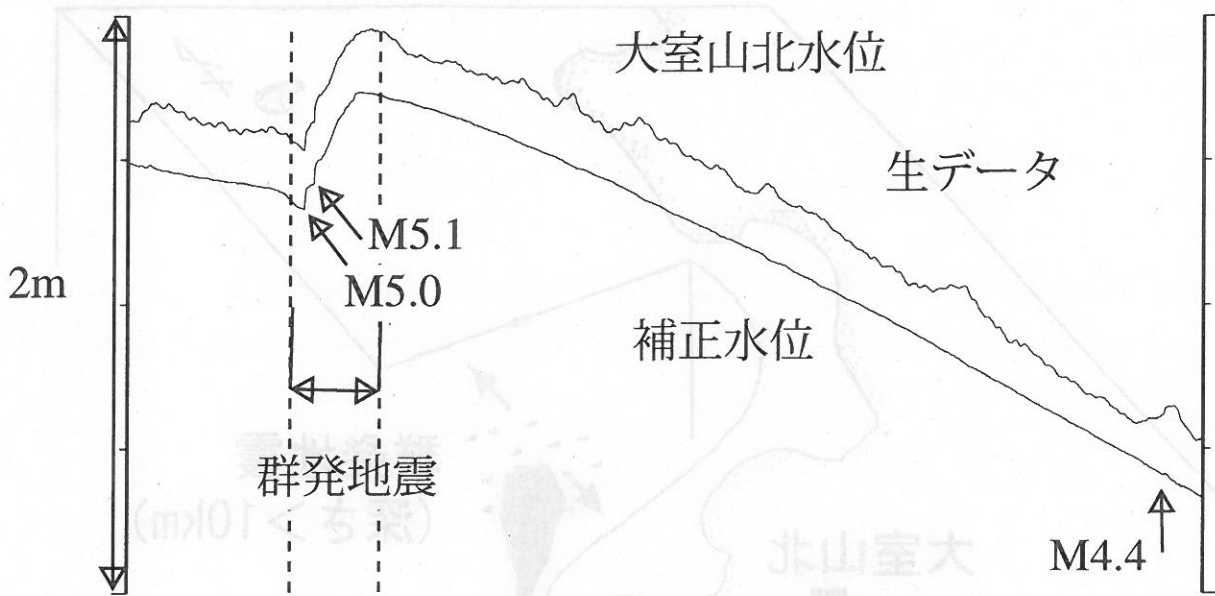
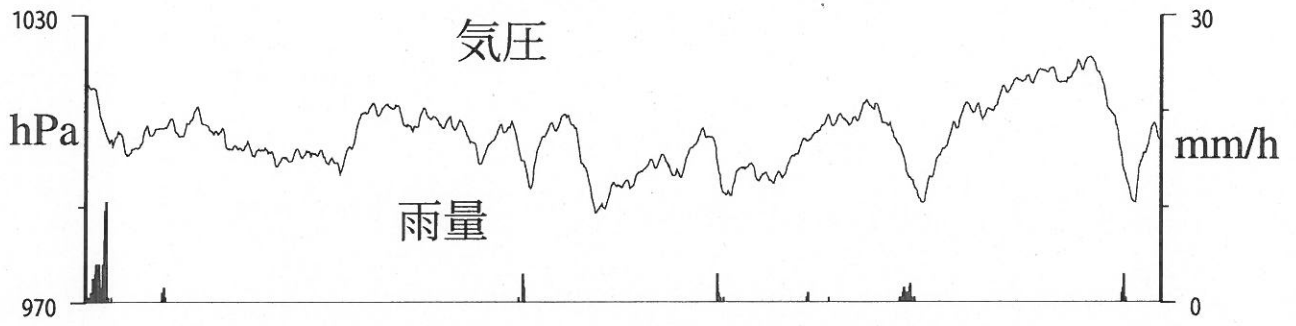


図3

13 20 27 03 10 17
 2009/12 2010/01 別紙伊豆-3

大室山北・東伊豆 (時間値)
 (2009/12/11 00:00 - 2009/12/22 14:00)

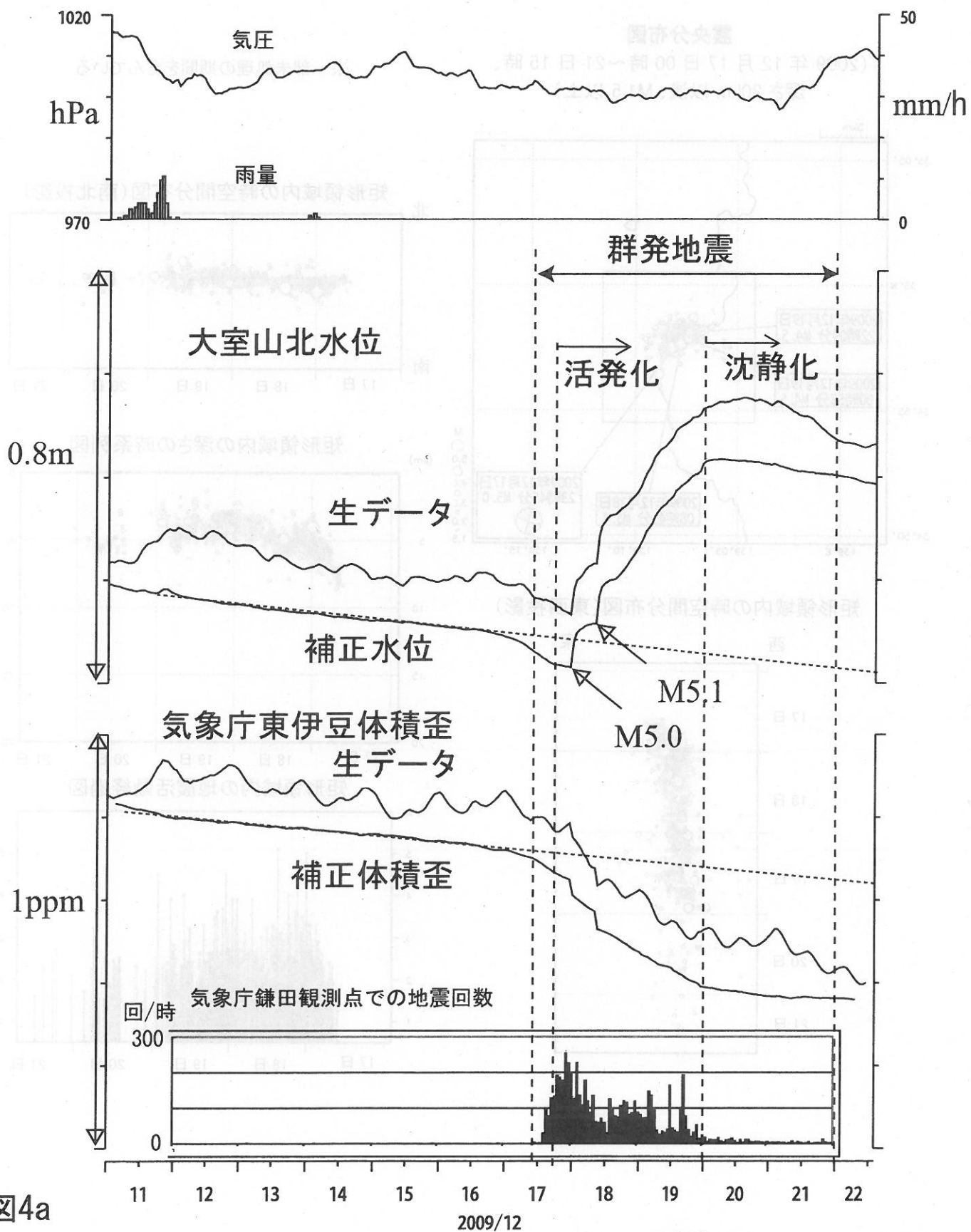


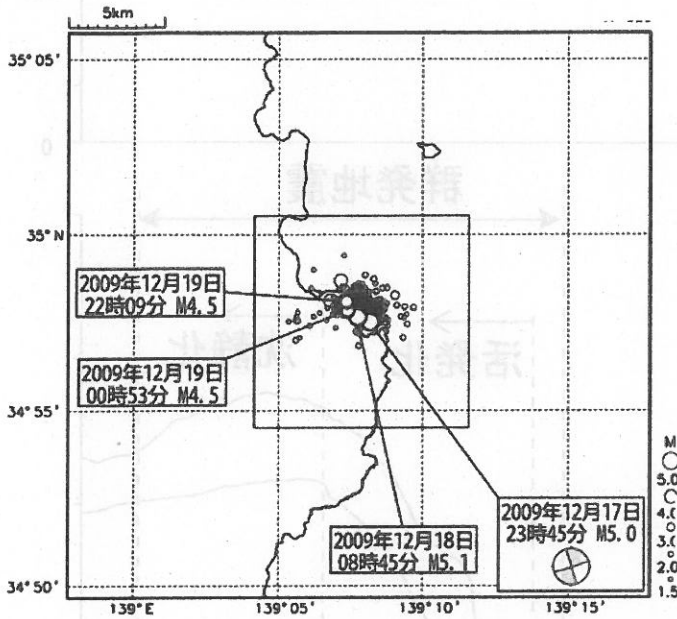
図4a

伊豆半島東方沖の地震活動

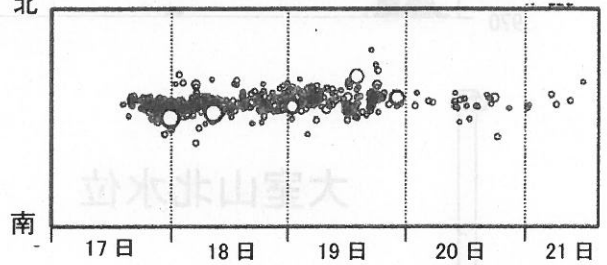
震央分布図

(2009年12月17日00時～21日15時、
深さ20km以浅、M1.5以上)

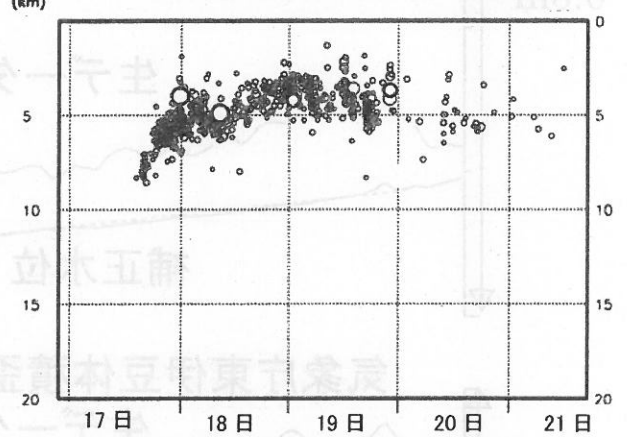
※一部未処理の期間を含んでいる



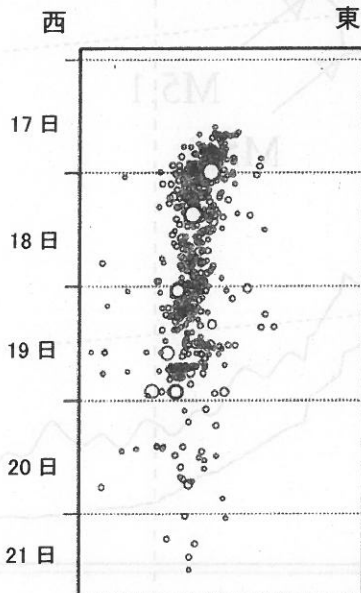
矩形領域内の時空間分布図 (南北投影)



矩形領域内の深さの時系列図



矩形領域内の時空間分布図 (東西投影)



矩形領域内の地震活動経過図

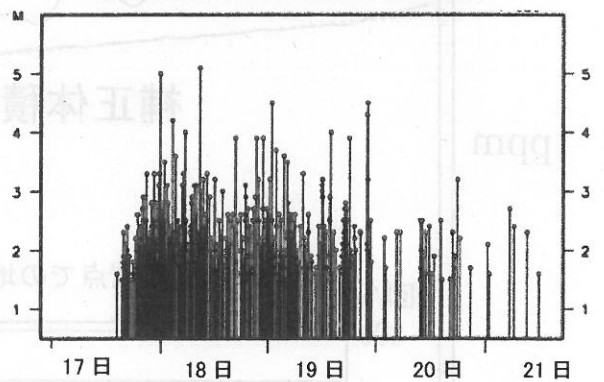
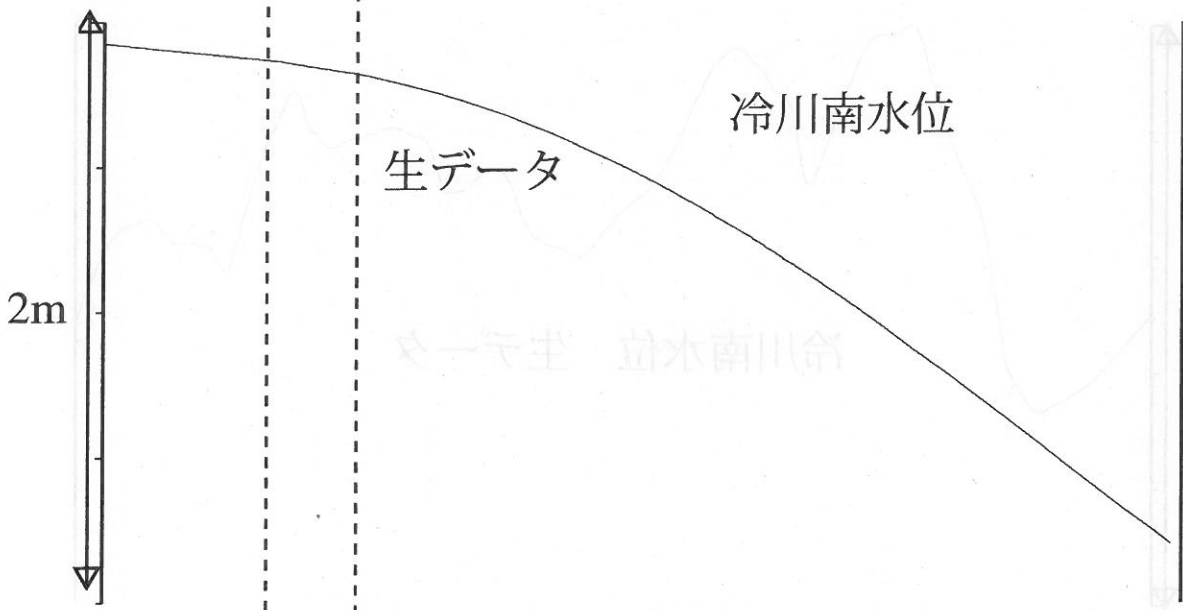
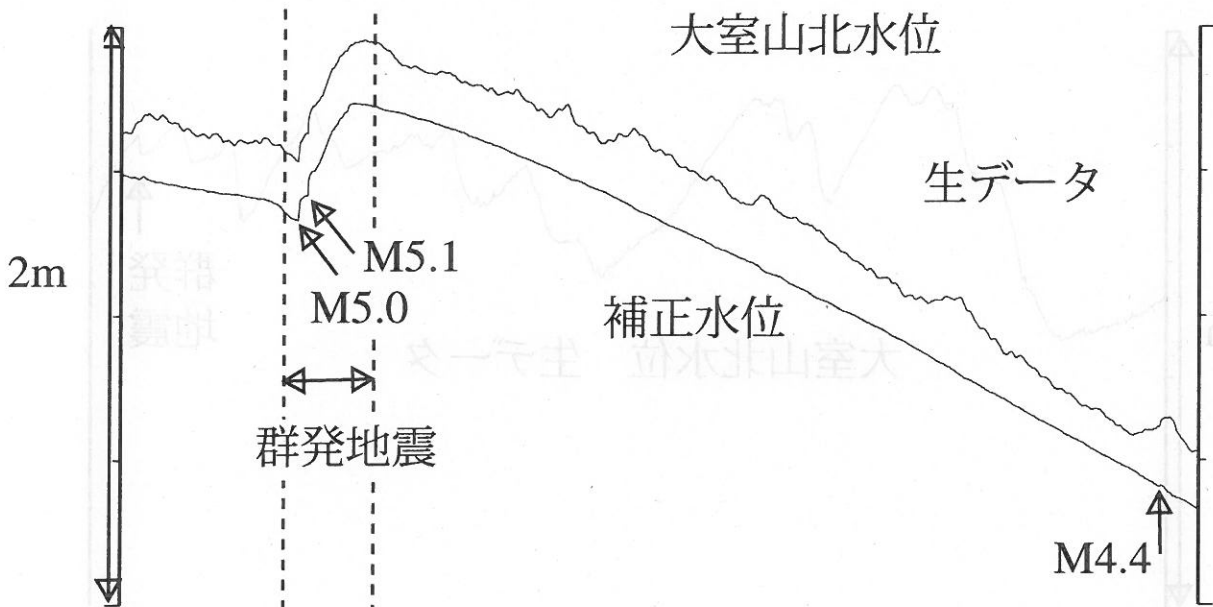
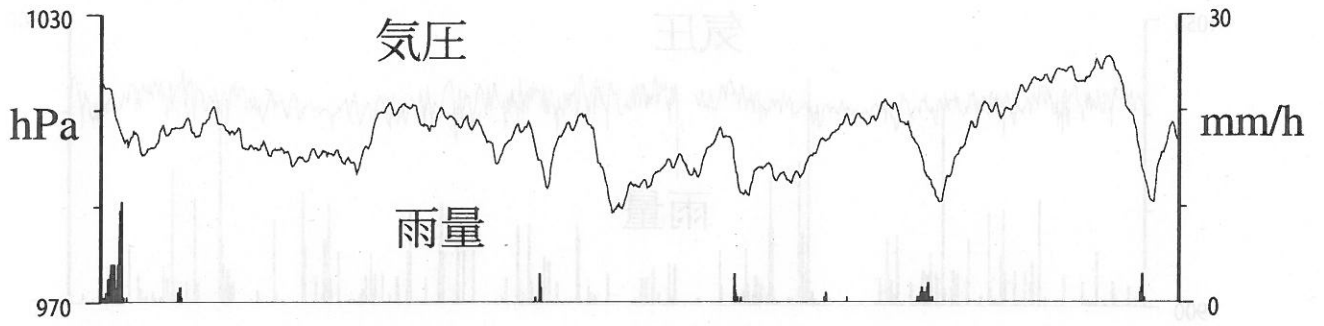


図4b

2009年12月21日気象庁発表資料より抜粋

大室山北・冷川南 (時間値)
 (2009/12/11 00:00 - 2010/01/22 16:00)



13 20 27 03 10 17 10
 2009/12 2010/01

図5

大室山北・冷川南 (日値)
 (2008/01/01 00:00 - 2010/01/22 00:00)

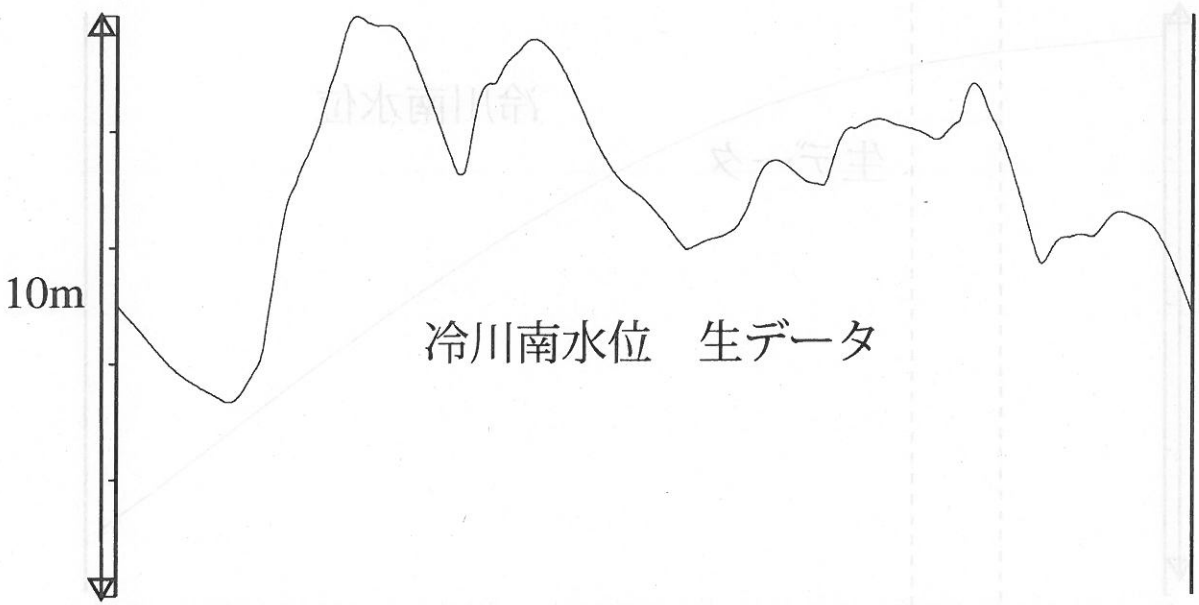
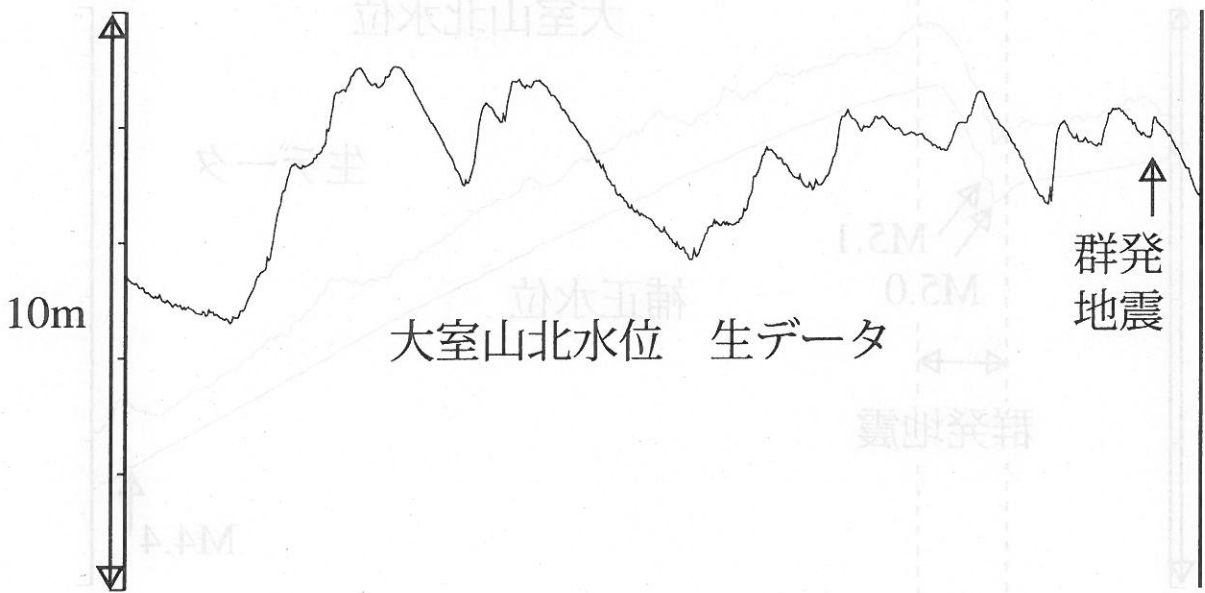
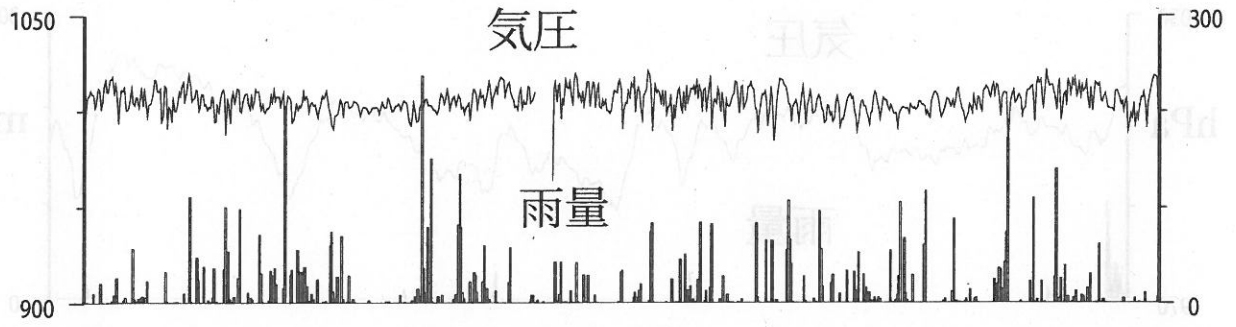


図6

01 07 01 07 01
 2008 2009 2010

図7 2009年12月16日17時～17日23時の大室山北 (■) の水位低下 (5cm→0.2ppmの伸張) と東伊豆 (▲) の体積歪変化 (-0.06ppm) を説明するモデル。赤の等高線が伸びで青の等高線が縮みを示す。震源分布を参考にして、幅3km, 長さ4.3km, 先端深さ5km, 北西端の位置 (34.9572度, 139.1044度) の鉛直断層を与え、開口幅100mmを与えると、東伊豆の歪 -0.03ppm, 大室山北の体積歪が0.4ppm となっておおむね観測値を説明する。MICAP-G (内藤・吉川, 1999) を用いて計算した。●は冷川南観測点。

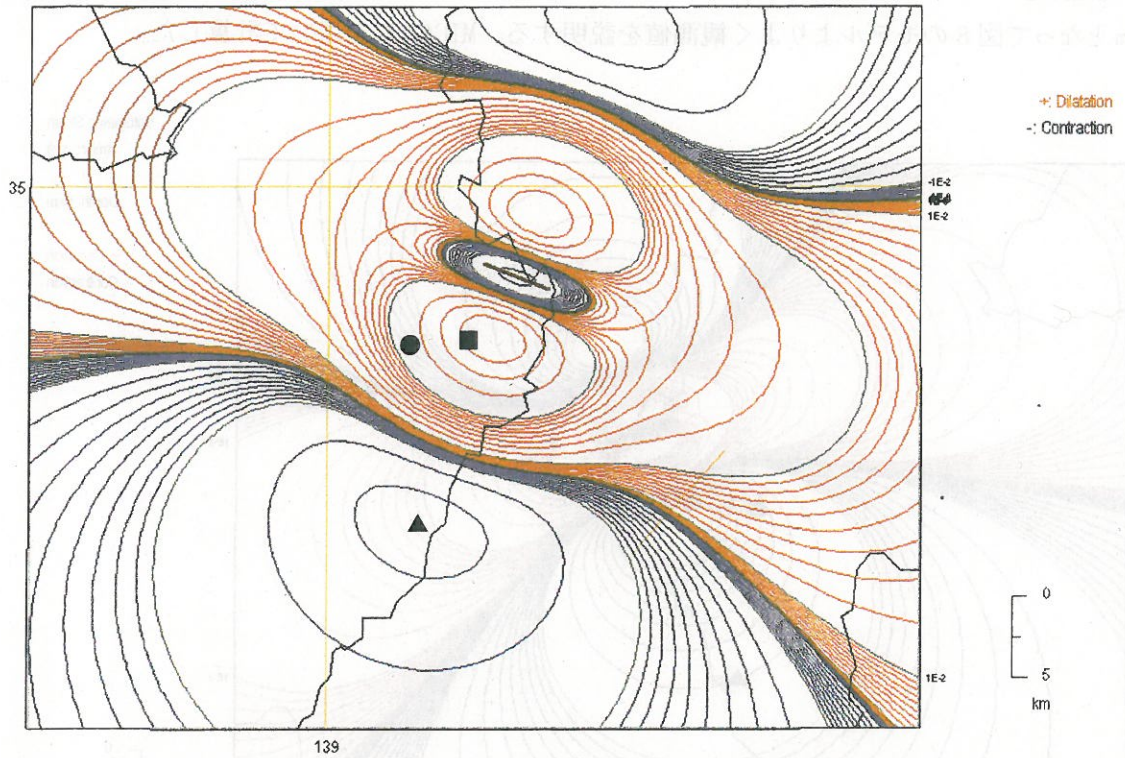


図8 2009年12月16日17時～20日13時の大室山北の水位上昇 (39cm→-1.3ppm: 圧縮) と東伊豆の体積歪変化 (-0.3ppm) を説明するモデル。上と同じ断層を0.5kmずつ上に伸ばすとすると、先端の深さを0.5kmにまで持って来ないと大室山北が圧縮領域にならない。結果的に、幅7.5km, 長さ4.3km, 先端深さ0.5kmの鉛直断層を与え、さらに開口幅200mmにすると、東伊豆の歪 -0.3ppm, 大室山北の体積歪が-0.8ppm となっておおむね観測値を説明する。MICAP-G を用いて計算した。

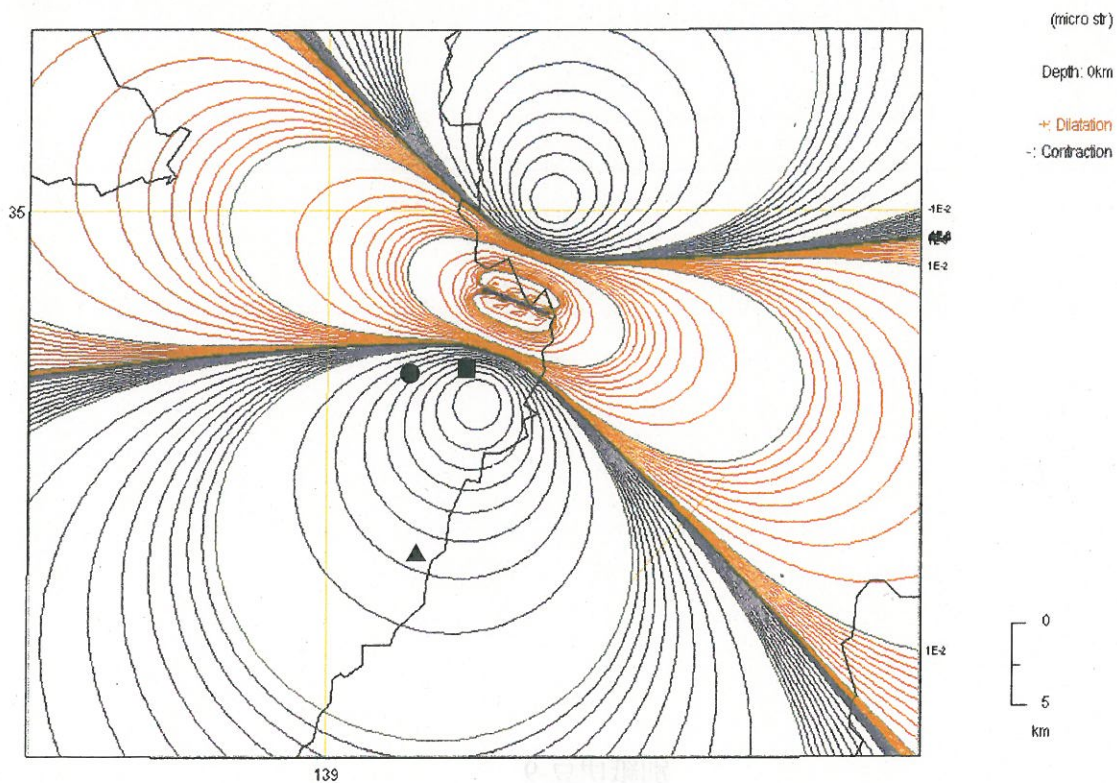
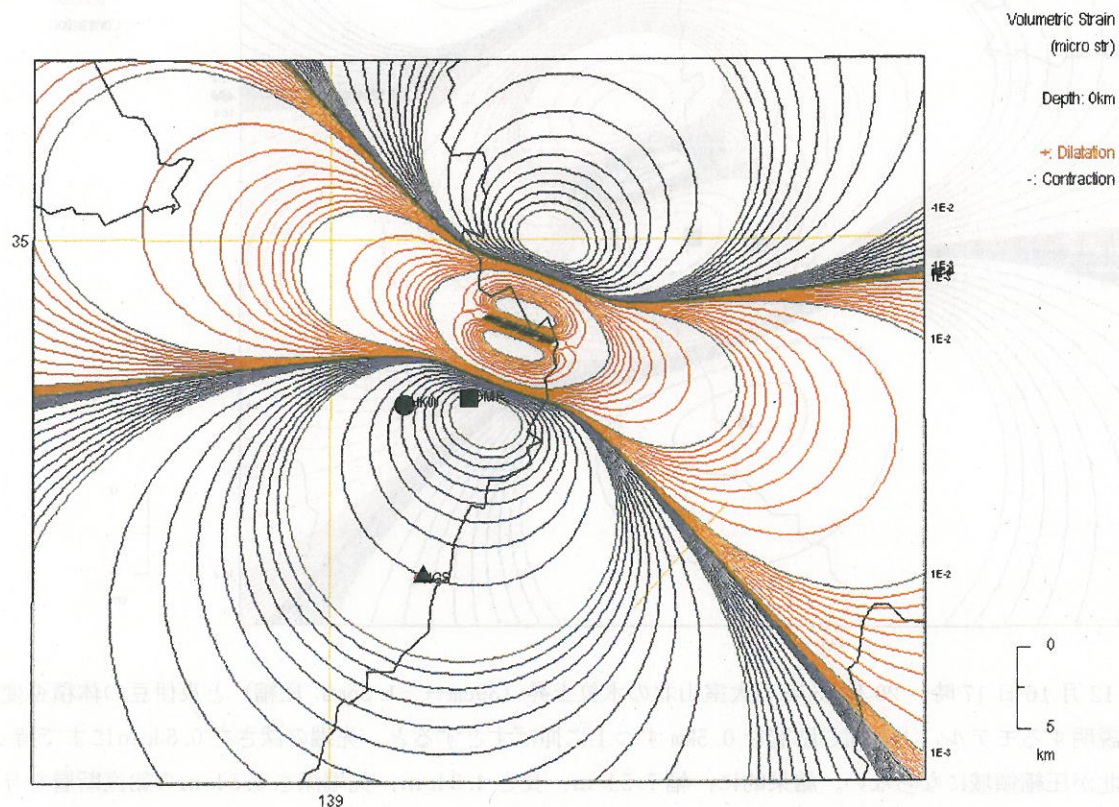


図9 2009年12月16日17時～20日13時の大室山北の水位上昇（39cm→ -1.3ppm: 圧縮）と東伊豆の体積歪変化（-0.3ppm）を説明するモデルの2。図7の断層が図8のように成長するのではなく上に移動すると考える。0.5kmずつ先端の深さを浅くしていくと、深さが1.0kmになると大室山北が明瞭な圧縮領域になる。結果的に、幅3km、長さ4.3km、先端深さ1.0kmの鉛直断層を与え、さらに開口幅200mmにすると、東伊豆の歪-0.2ppm、大室山北の体積歪が-1.1ppmとなって図8のモデルよりよく観測値を説明する。MICAP-Gを用いて計算した。



新規観測点整備による南海トラフにおける短期的 SSE 検出能力向上

2010年1月25日 産業技術総合研究所

産業技術総合研究所では2006年度より四国・紀伊半島・東海地方において東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備を行い、2008年度までに12点の設置を完了し、歪や地下水等の観測を開始した。大谷ほか(2009)は、これら12点の観測網が有する短期的スロースリップイベント(SSE)の検出能力を報告している。

2009年12月には高知県須崎市の須崎観測点の600m孔に歪計を含むデジタル式地殻活動総合観測装置を埋設し観測を開始した。2010年2月には三重県津市の安濃観測点の600m孔に同装置を埋設して観測を開始する予定である。ここでは、大谷ほか(2009)の手法を用いて、須崎・安濃の新規2観測点を加えた14点の観測網が有する短期的SSEの検出能力を再計算した結果を報告する。

図1-2に、線歪による計算結果を示す。線歪のノイズレベルは 2×10^{-8} とした。大谷ほか(2009, 図1)では、地殻活動総合観測装置の実際の埋設方位を考慮していなかったが、図2では、実際の埋設方位を使って計算している。観測点近傍で僅かな違いがある程度である。新規2観測点(須崎と安濃)を追加して計算した結果を図3に示す。安濃観測点については埋設作業前のため、水平歪4成分の方位は 0° 、 45° 、 90° 、 135° とした。新規2観測点周辺に注目すると、従来(整備前)、検出できる短期的SSEの下限はMw6後半であったが、整備後ではMw6前半まで検出できるようになっている事が分かる。12点の観測結果の解析から、観測環境が良好であり、適切なフィルターをかければ、歪のノイズレベルは 1×10^{-8} 程度まで下げられるケースがあることが分かっている。図4では、ノイズレベルを 1×10^{-8} とした際の検出能力を示している。これによると、ノイズレベル低減によって、観測網がカバーする広範囲でMw6以下、観測点周辺ではMw5.5程度まで検出能力が向上することが分かる。

図5では面積歪による計算結果、図6では、体積歪を用いて同様の計算を行った結果を示す。

参考文献

大谷ほか, 2009, 産総研地下水等総合観測網による, 東南海・南海地震で期待されるプレスリップの検出能力の事前評価, 地質調査研究報告, 61, 511-525.

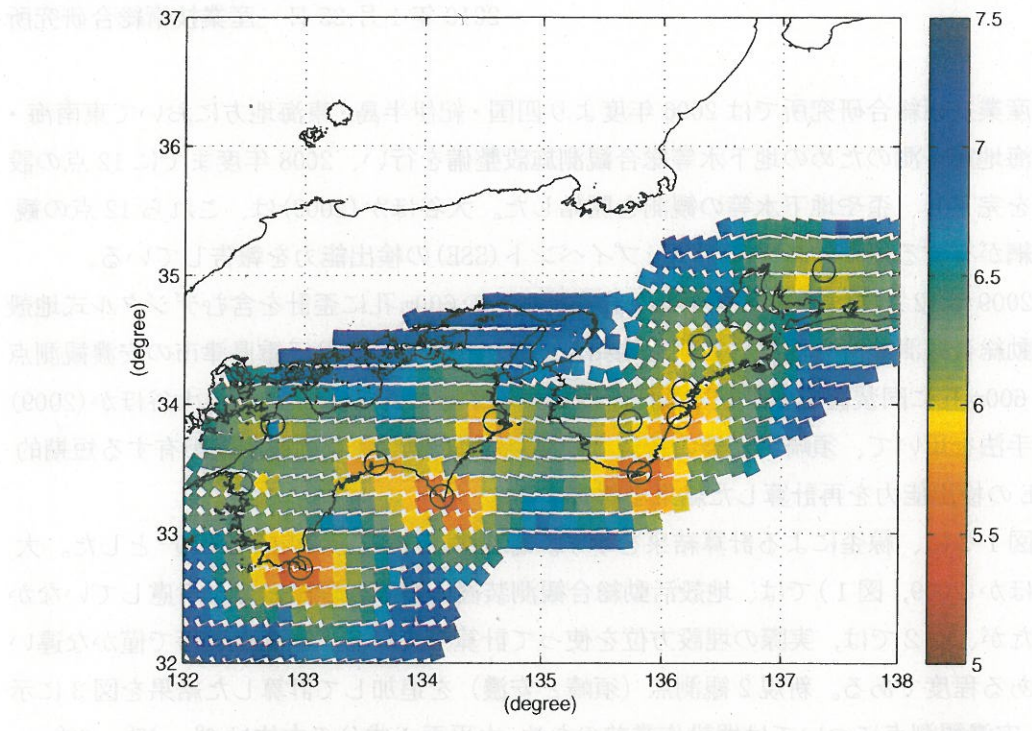


図 1 線歪 12 地点 (埋設方位: 0° , 45° , 90° , 135° で固定, ノイズレベル: 2.0×10^{-8})

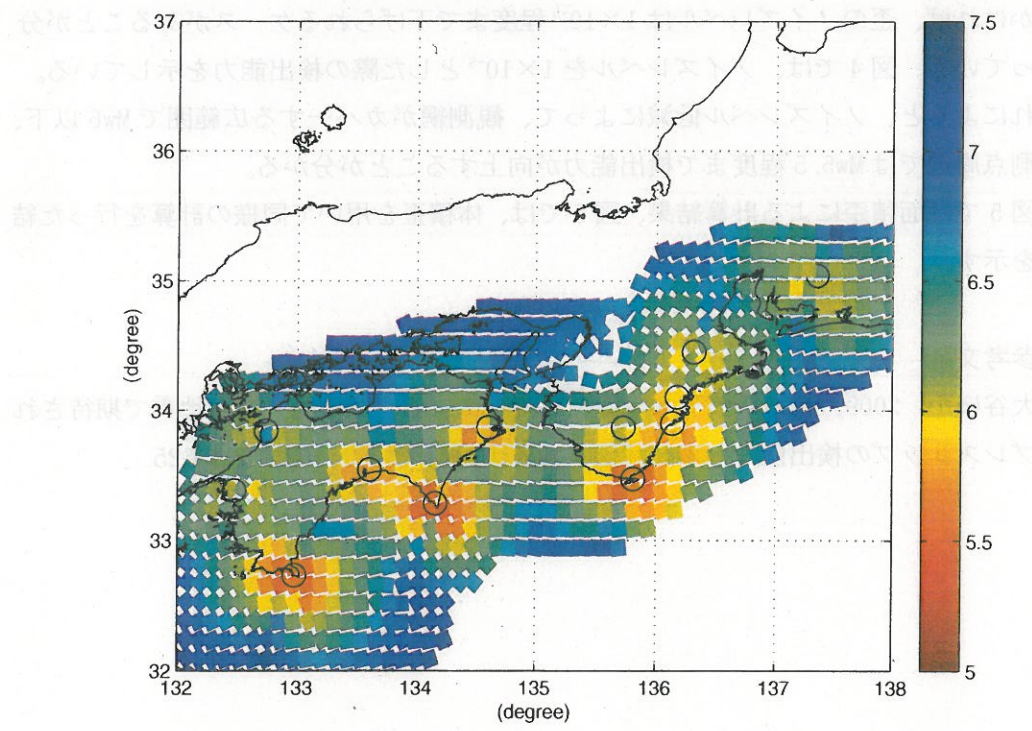


図 2. 線歪 12 地点 (実際の埋設方位、ノイズレベル: 2.0×10^{-8})

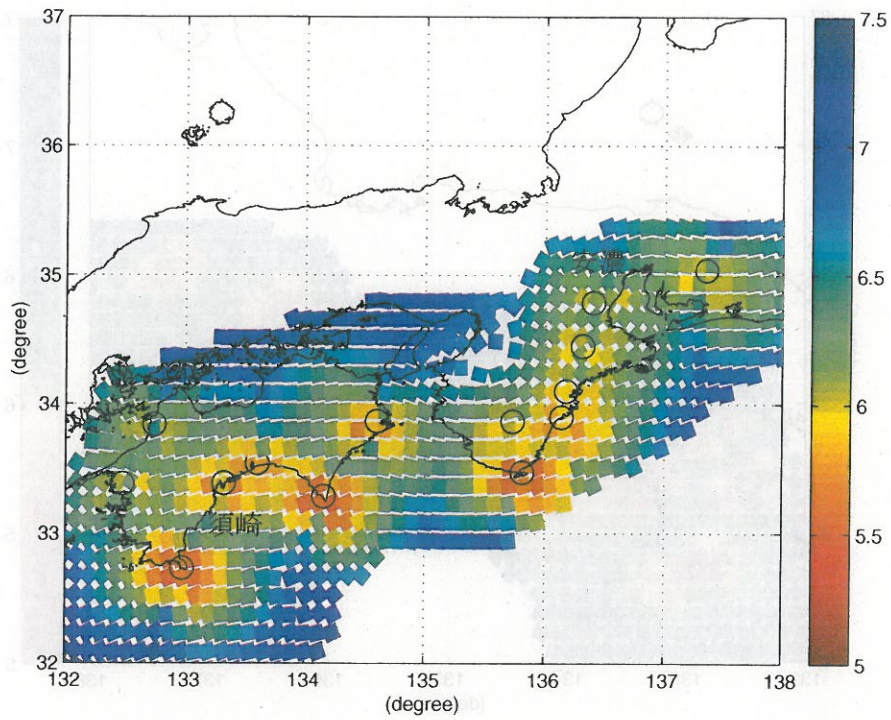


図 3. 線歪 14 地点 (安濃を除き実際の埋設方位, ノイズレベル: 2.0×10^{-8})

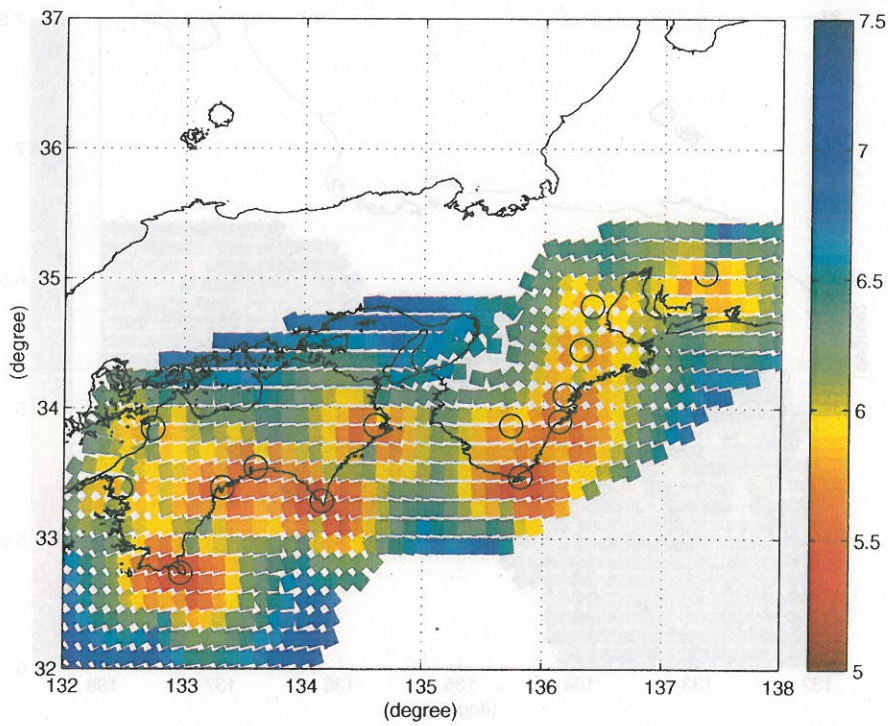


図 4. 線歪 14 地点 (安濃を除き実際の埋設方位, ノイズレベル: 1.0×10^{-8})

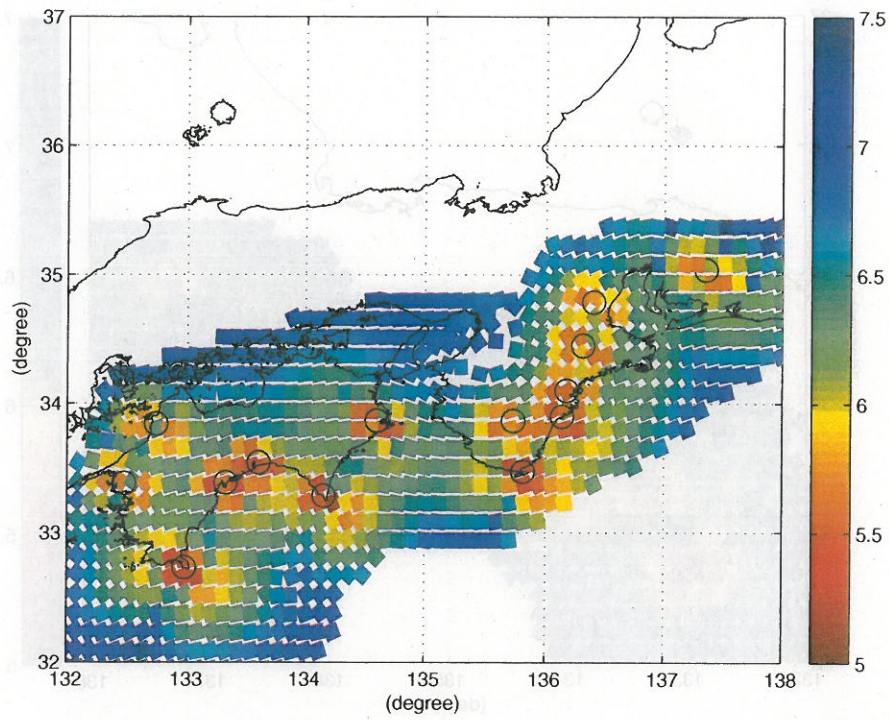


図 5. 面積歪 14 地点 (安濃を除き実際の埋設方位, ノイズレベル: 1.0×10^{-8})

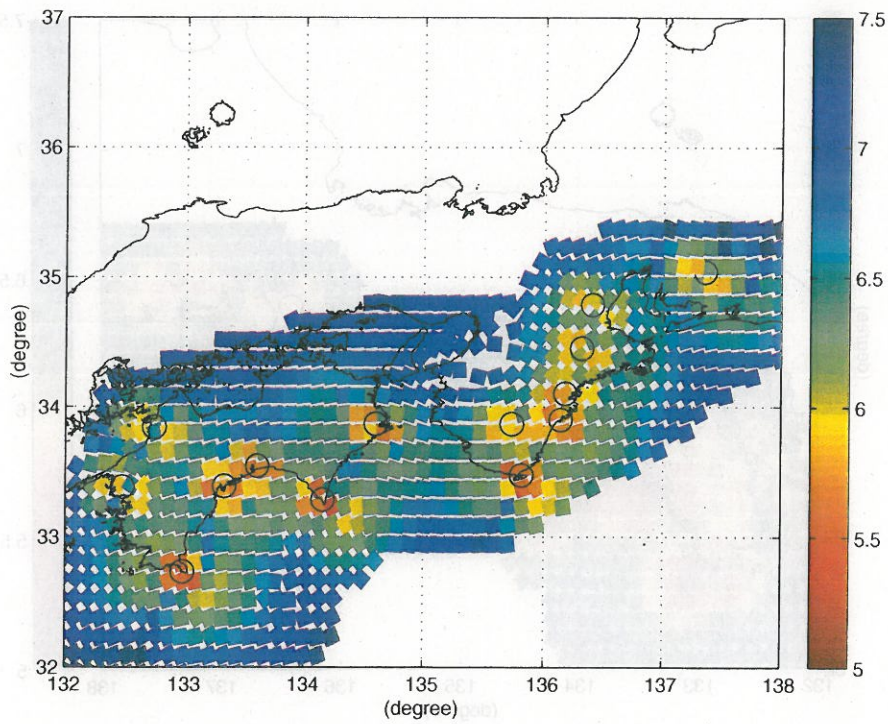


図 6. 体積歪 14 地点 (安濃を除き実際の埋設方位, ノイズレベル: 1.0×10^{-8})