

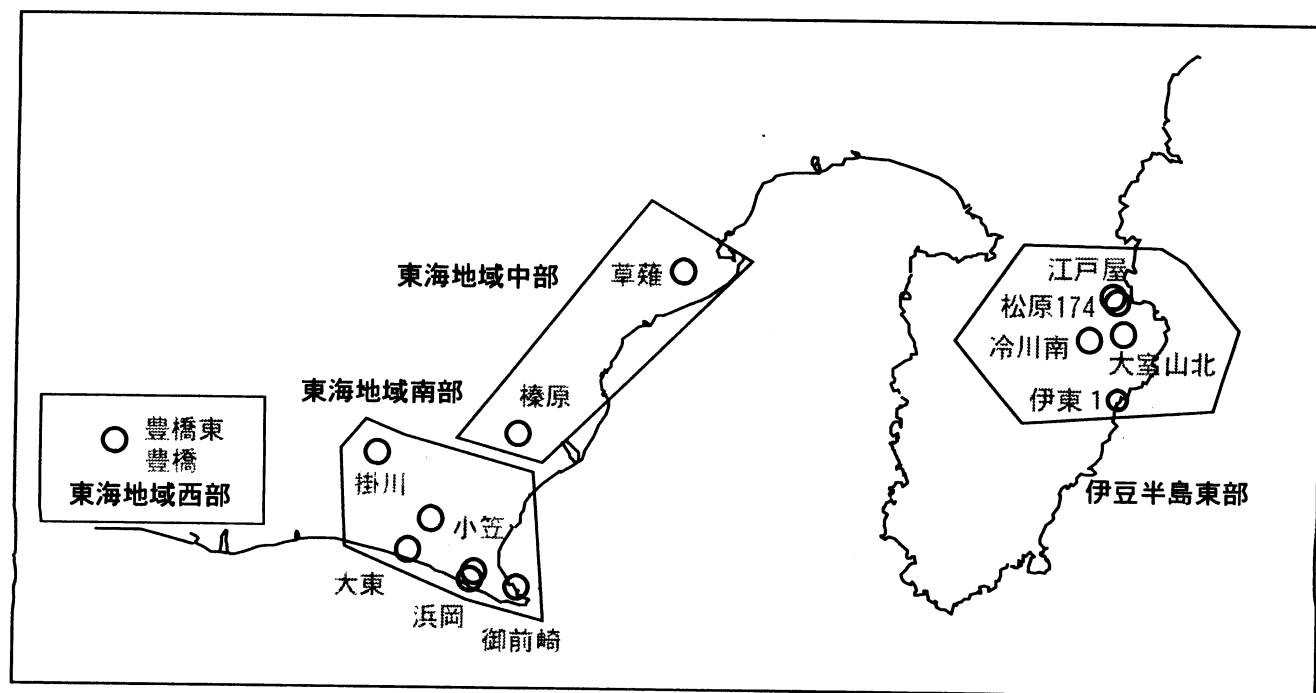
第272回

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21年1月26日

【資料目次】

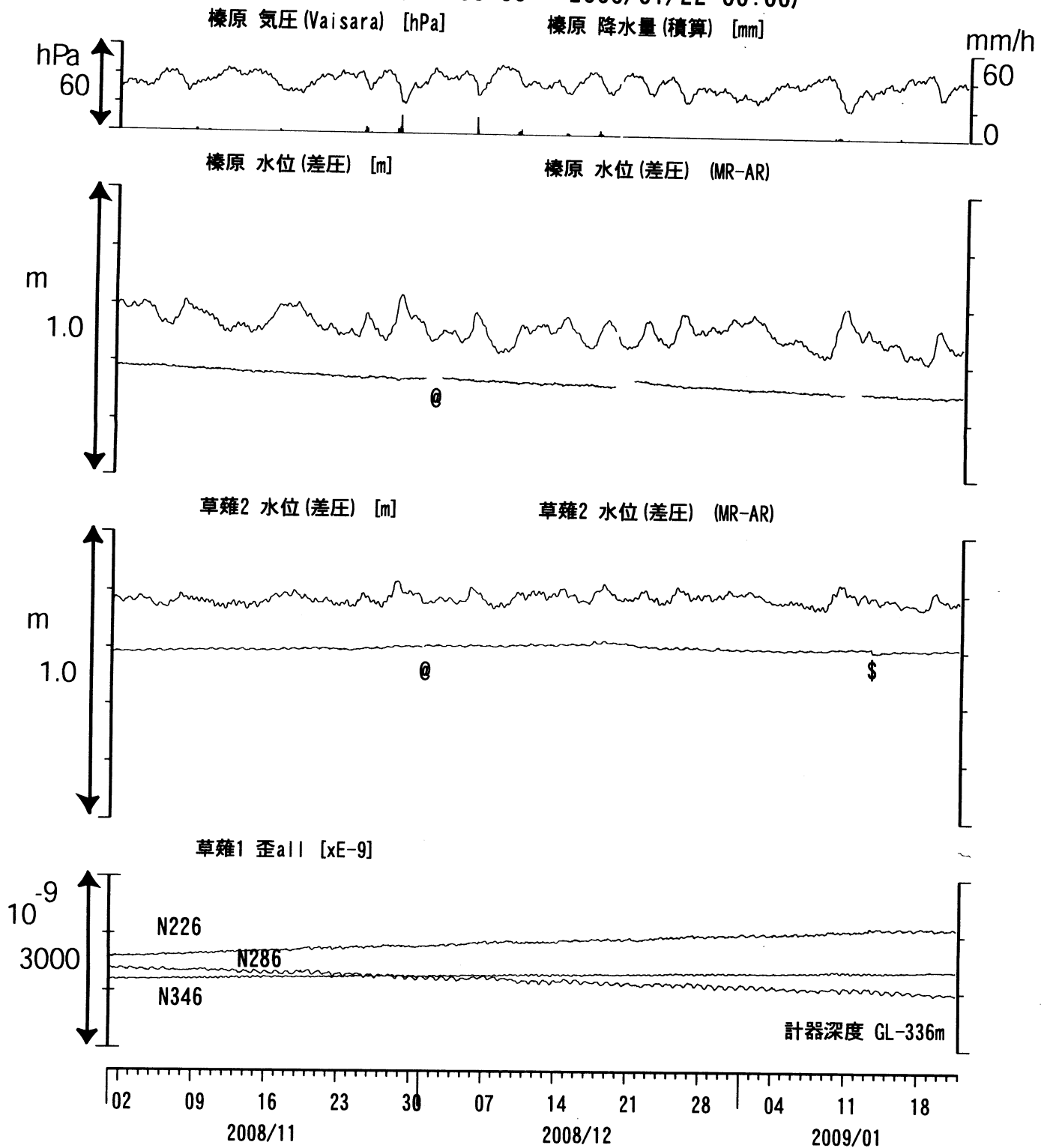
表紙

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・歪観測結果
- ・浜岡・榛原の降雨グラフ

東海地域中部（榛原・草薙）中期（時間値）
 (2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)



コメント：\$;保守.

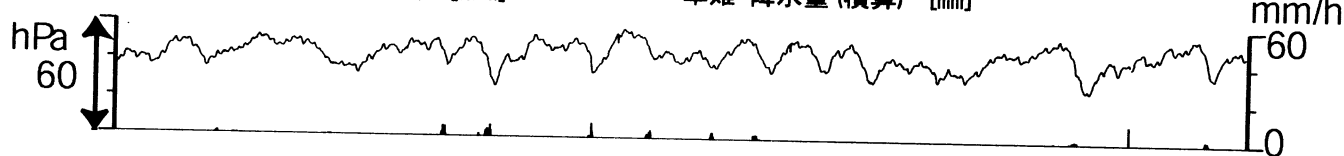
@;月初めの補正値のギャップは、
 解析プログラムの見かけ上のものである。



東海地域中部（草薙・歪）中期（時間値）
 (2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

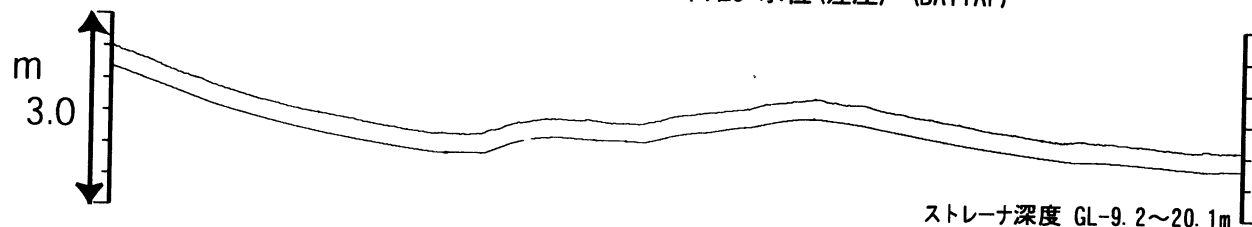
草薙 気圧 (Paro) [hPa]

草薙 降水量 (積算) [mm]



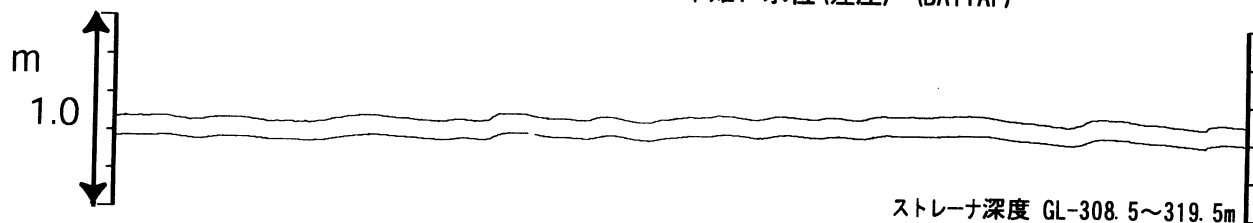
草薙3 水位 (差圧) [m]

草薙3 水位 (差圧) (BAYTAP)



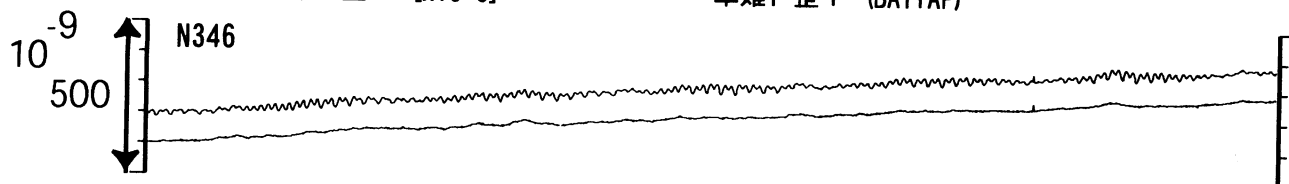
草薙1 水位 (差圧) [m]

草薙1 水位 (差圧) (BAYTAP)



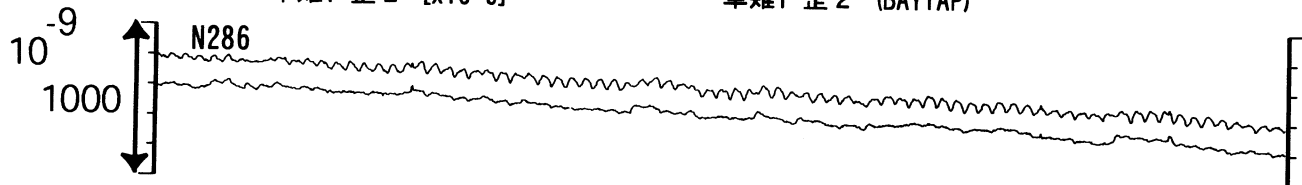
草薙1 歪 1 [x10⁻⁹]

草薙1 歪 1 (BAYTAP)



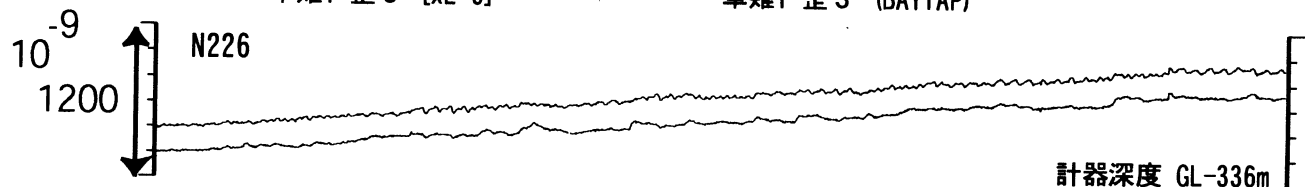
草薙1 歪 2 [x10⁻⁹]

草薙1 歪 2 (BAYTAP)



草薙1 歪 3 [xE-9]

草薙1 歪 3 (BAYTAP)



計器深度 GL-336m

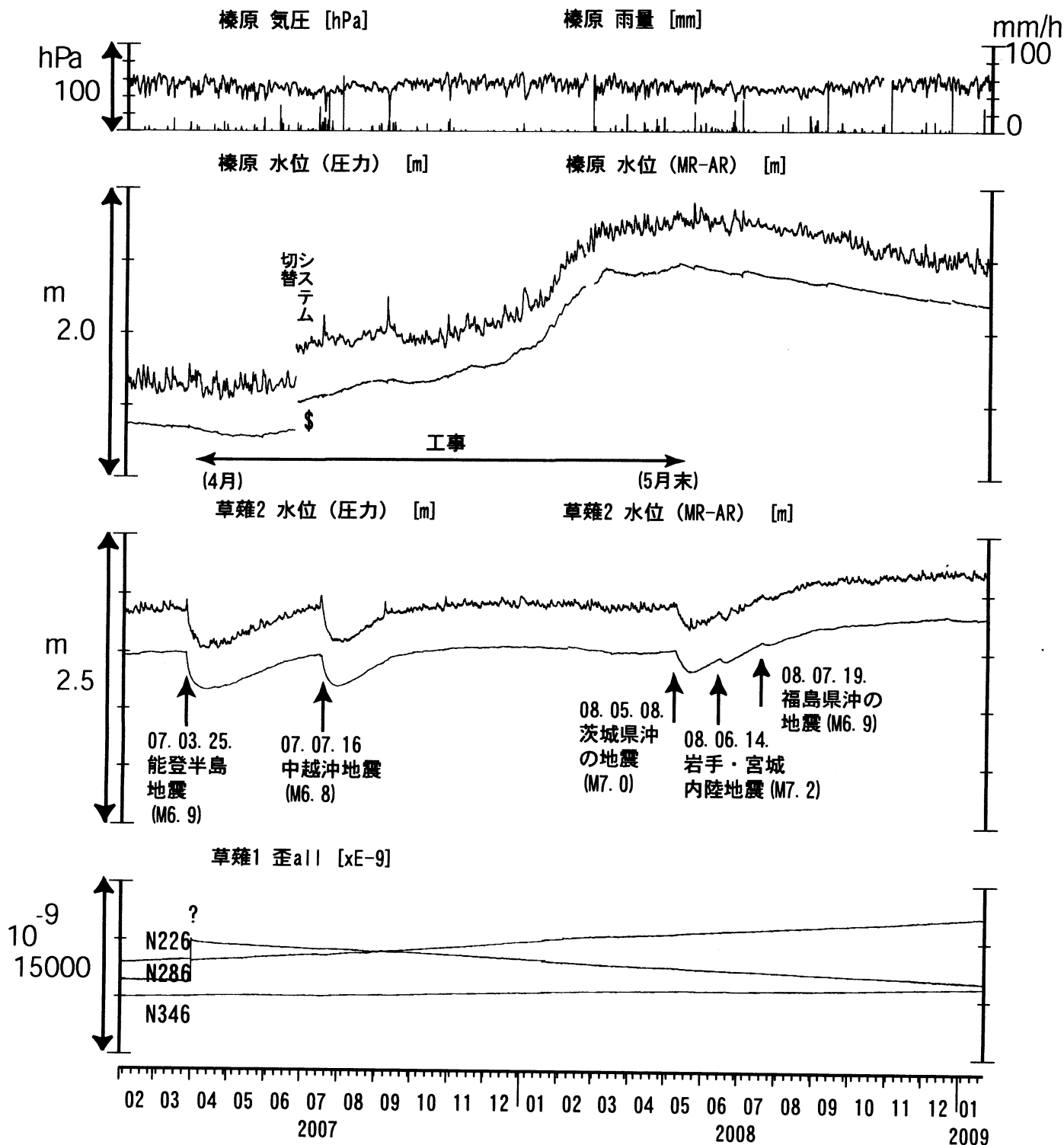
02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18
 2008/11 2008/12 2009/01

コメント：\$;保守.



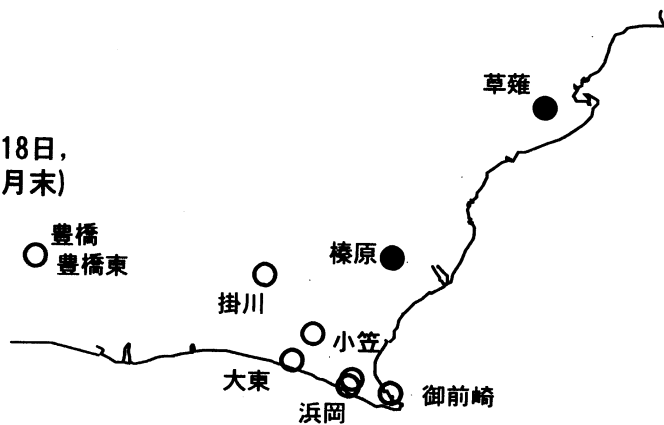
東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）

(2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

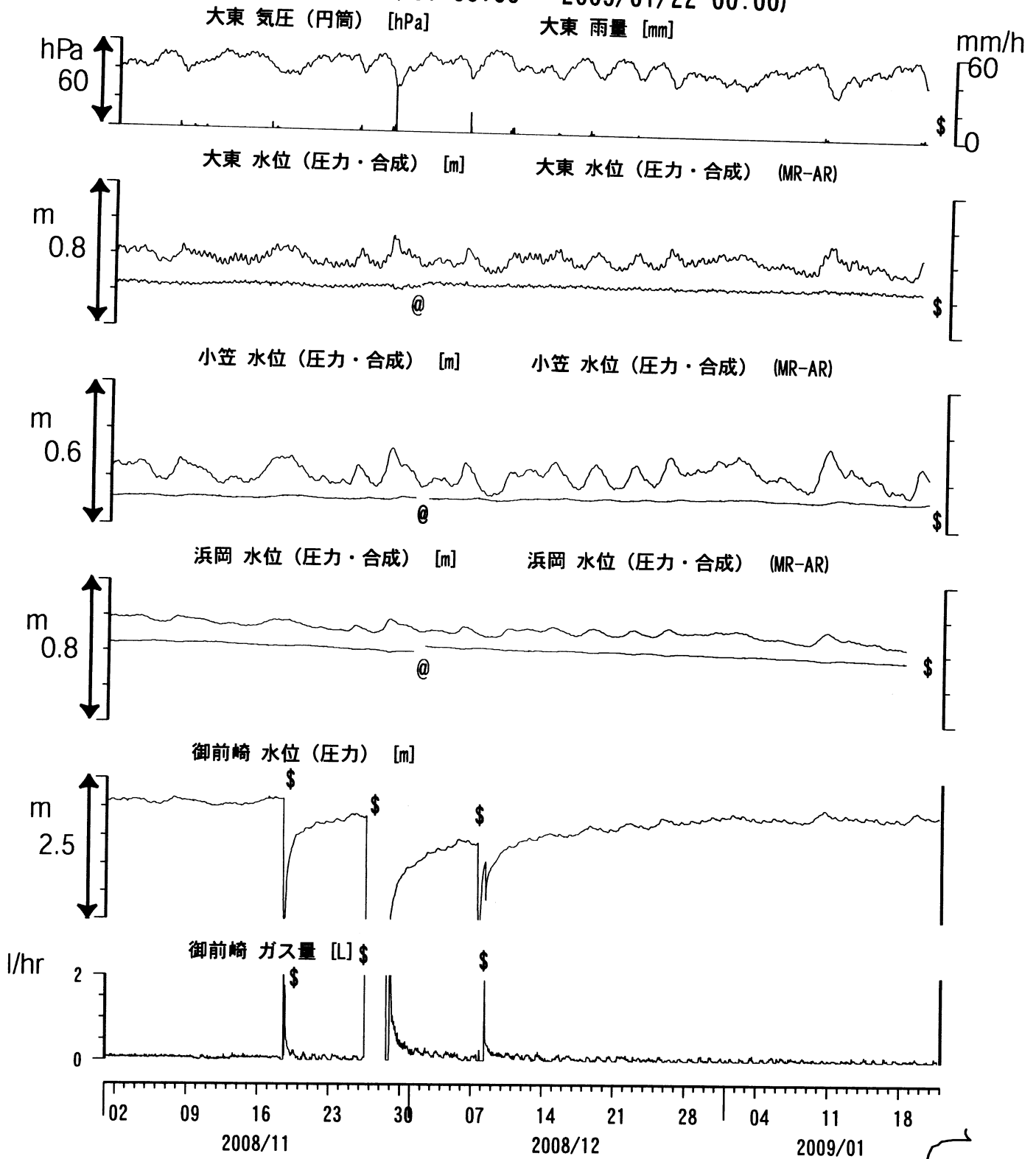


コメント：*;雨量補正不十分。?;原因不明。

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。



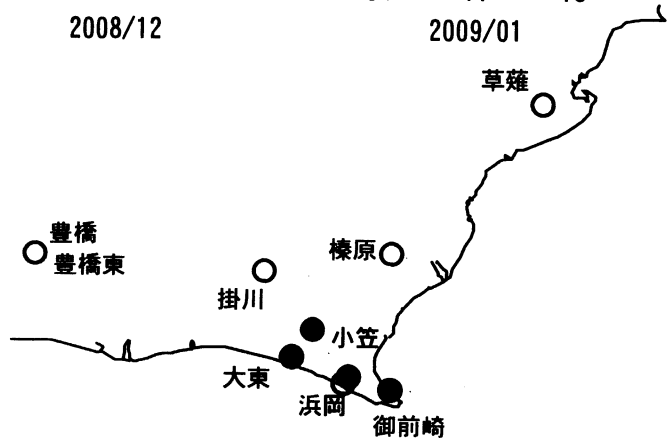
東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)
(2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)



コメント:

*:雨量補正不十分, \$:保守, ?:不明.

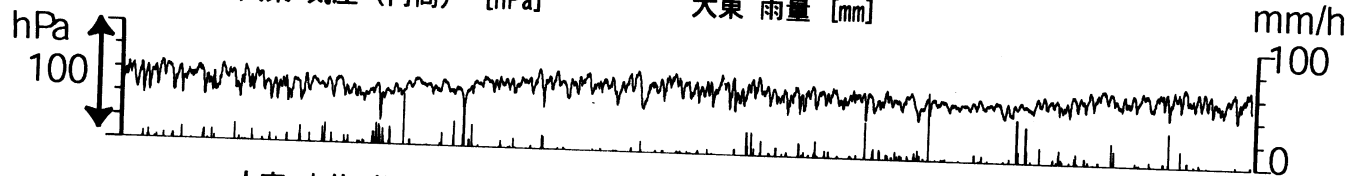
@:月初めの補正值のギャップは,
解析プログラムの見かけ上のものである.



東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)
(2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

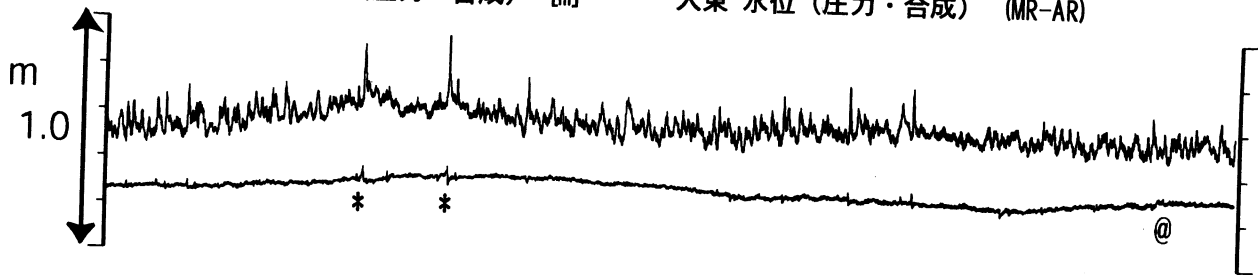
大東 気圧 (円筒) [hPa]

大東 雨量 [mm]



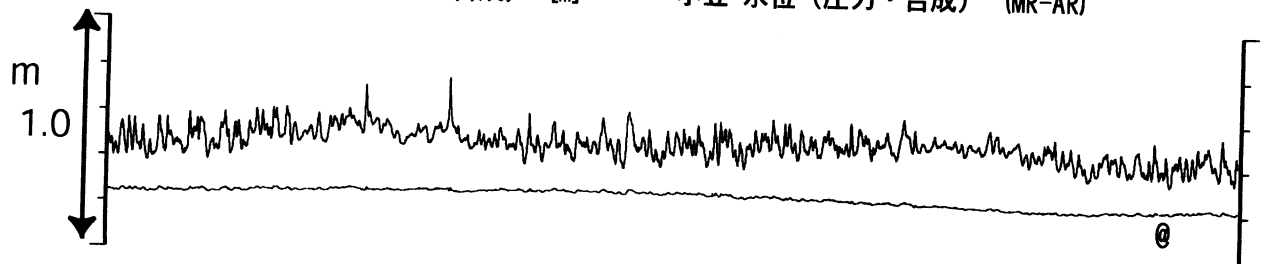
大東 水位 (圧力・合成) [m]

大東 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



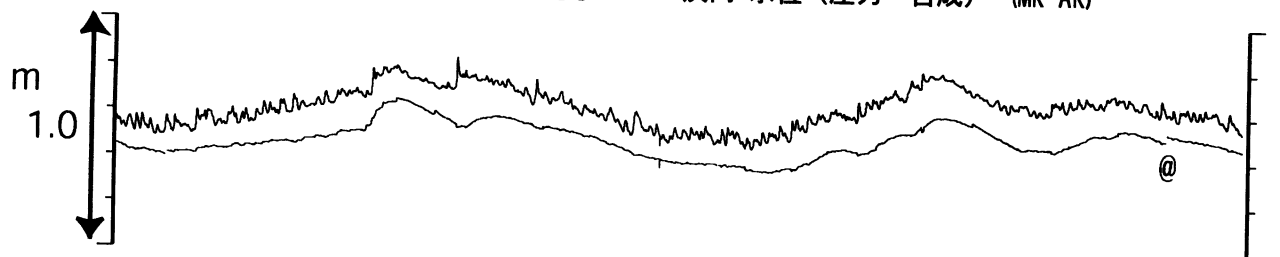
小笠 水位 (圧力・合成) [m]

小笠 水位 (圧力・合成) (MR-AR)

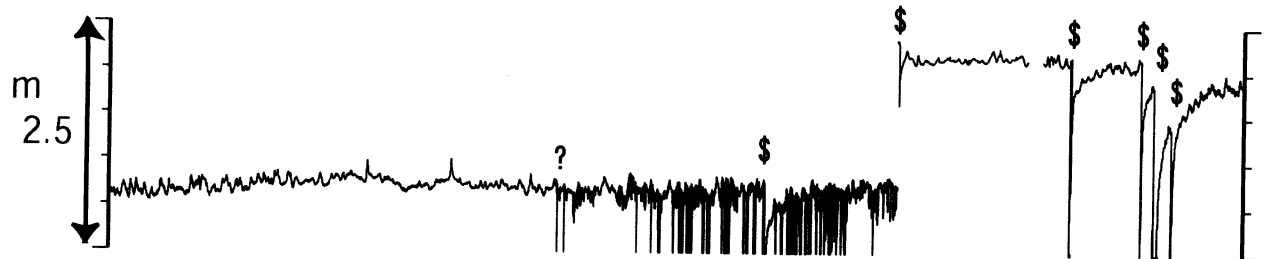


浜岡 水位 (圧力・合成) [m]

浜岡 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



御前崎 水位 (圧力) [m]



02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01
2007 2008 2009

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.

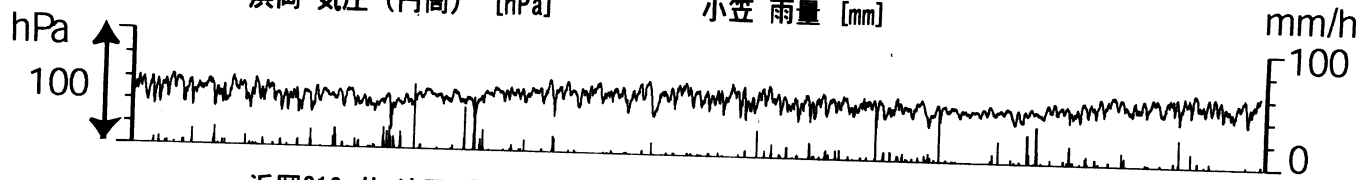
2008年6月末に水位計を更新した.



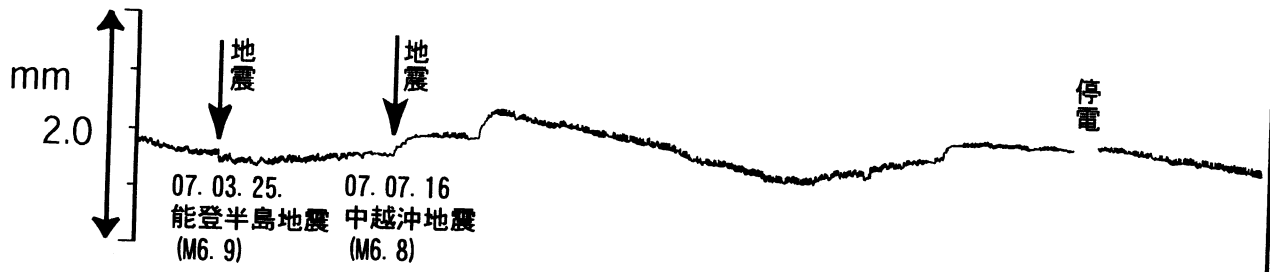
浜岡沈下・水位（時間値） (2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

浜岡 気圧 (円筒) [hPa]

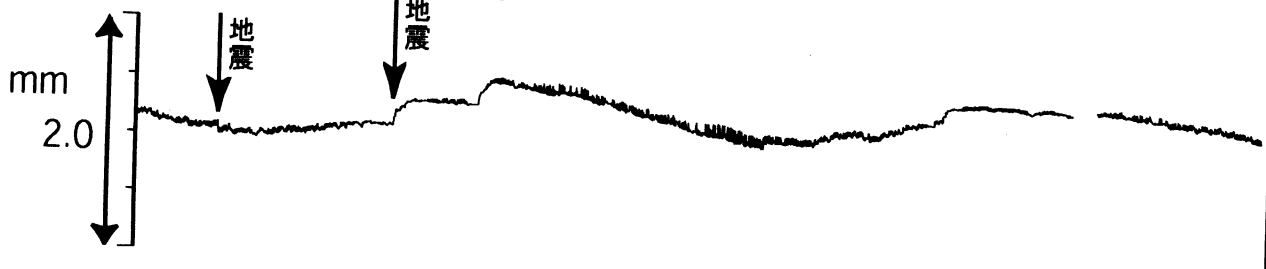
小笠 雨量 [mm]



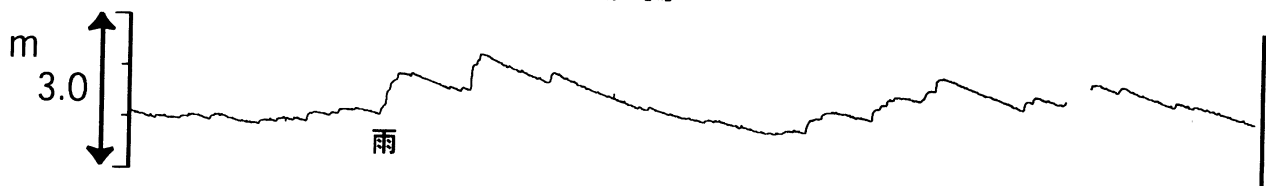
浜岡210m井 沈下 [mm]



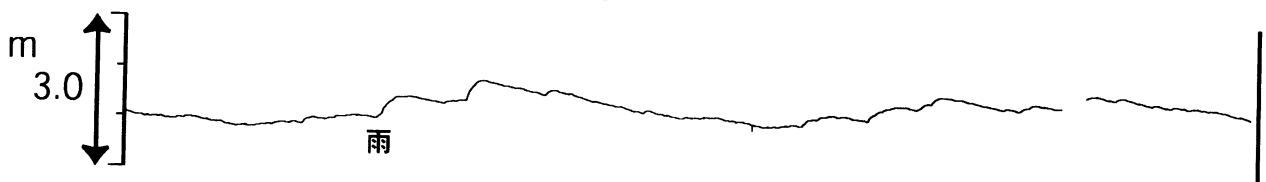
浜岡55m井 沈下 [mm]



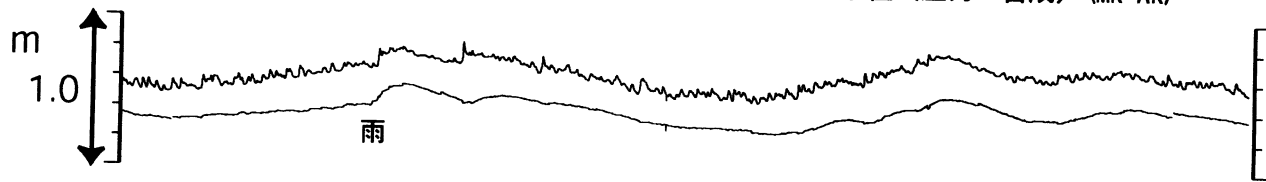
浜岡210m井 水位 (圧力・合成) [m]



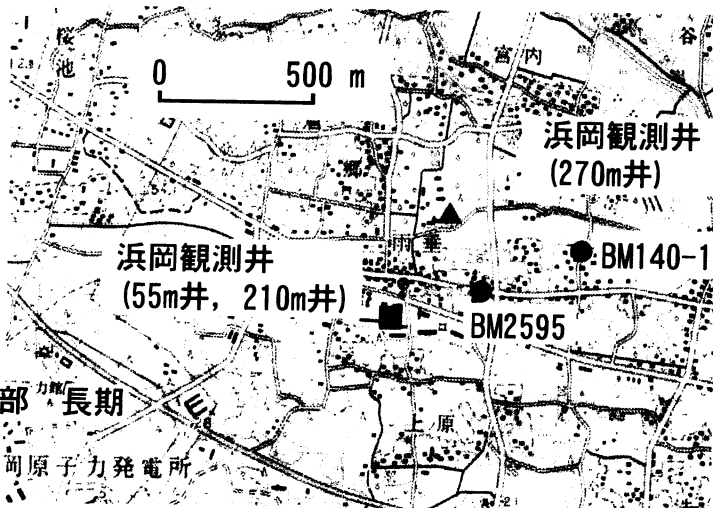
浜岡2 水位 (圧力・合成) [m]



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



02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01
2007 2008 2009



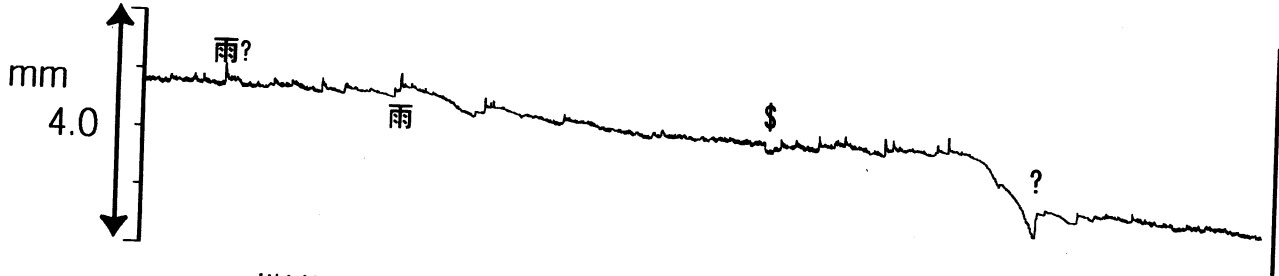
掛川沈下・水位（時間値） (2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

掛川 気圧 (円筒) [hPa]

掛川 雨量 [mm]



掛川145m井 沈下 [mm]



掛川35m井 沈下 [mm]



掛川145m井 水位 (圧力・合成) [m]



掛川35m井 水位 (圧力・合成) [m]



02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 | 01
 2007 2008 2009

コメント: \$;保守.
 ?;原因不明.

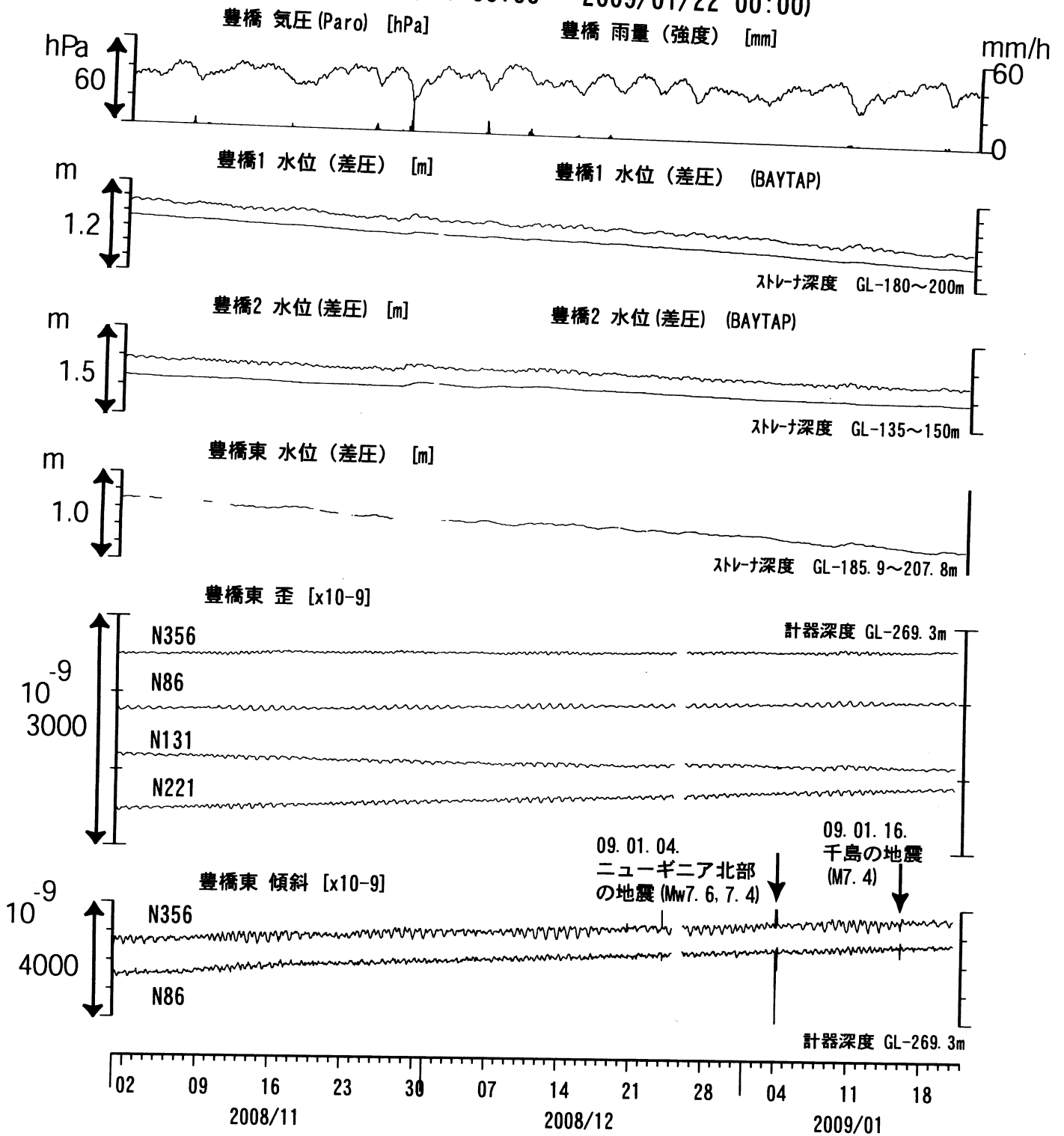


0 500 m

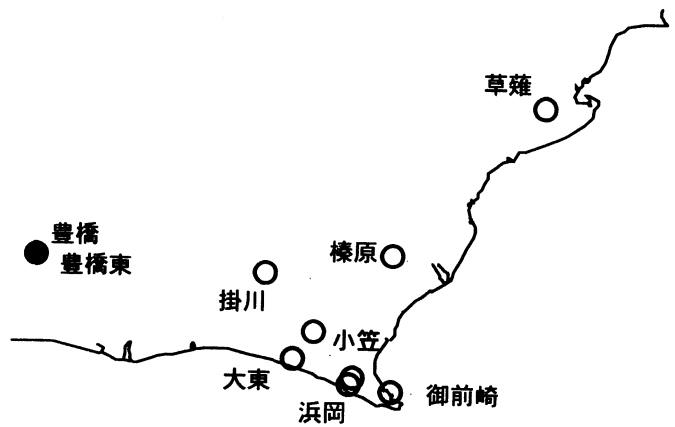


東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）

(2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)



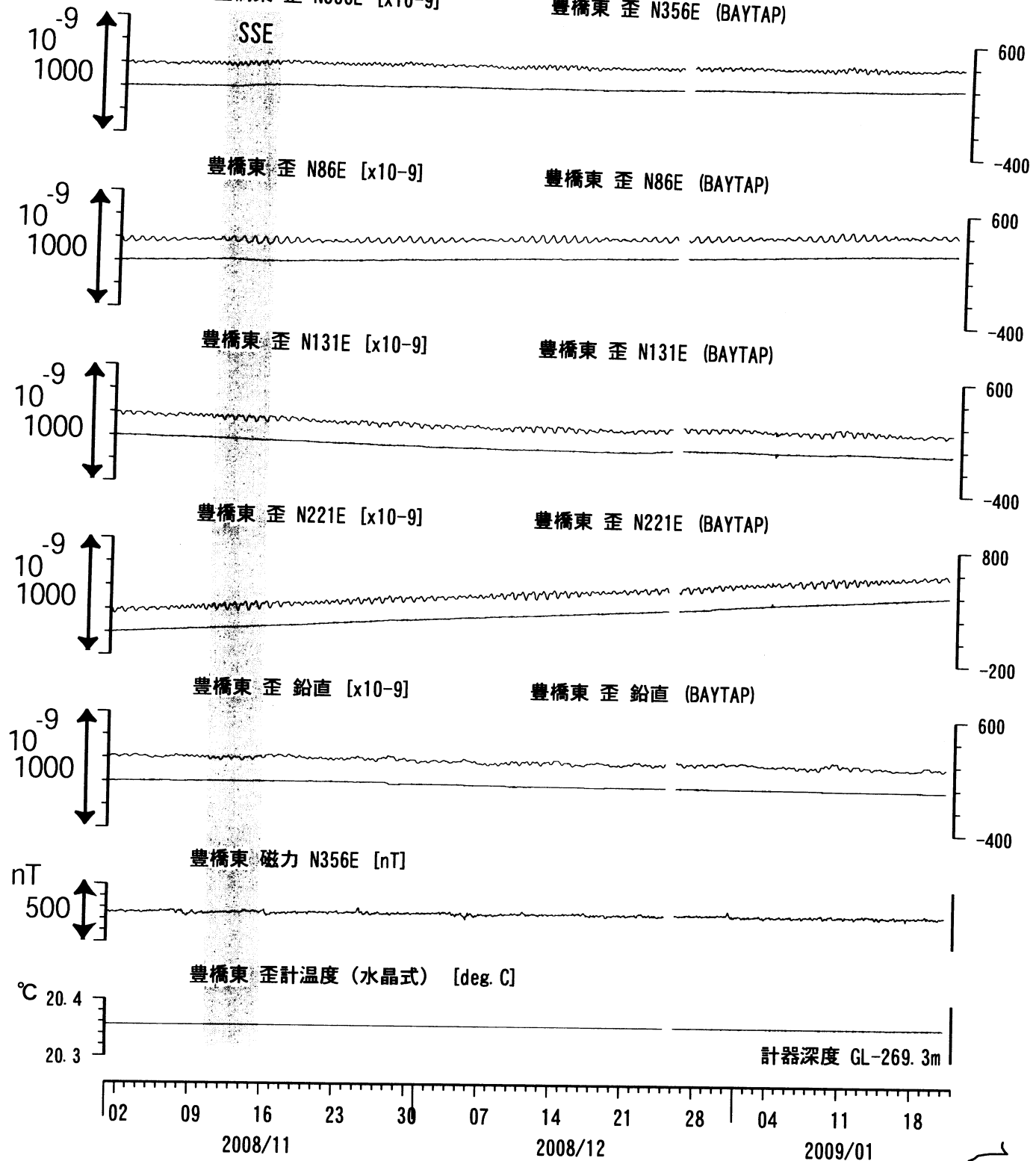
コメント：\$;保守. ?;原因不明.



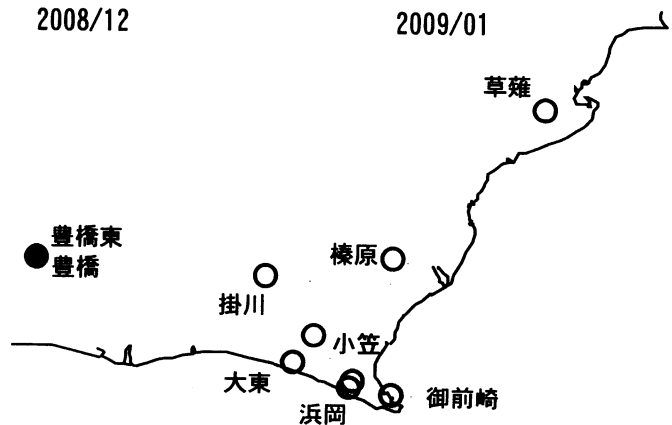
東海地域西部（豊橋東 歪）中期（時間値）
 (2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

豊橋東 歪 N356E [x10⁻⁹]

豊橋東 歪 N356E (BAYTAP)



コメント：\$;保守. ?;原因不明.

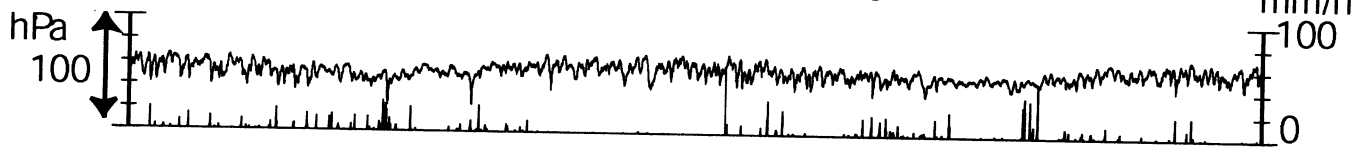


東海地域西部（豊橋・豊橋東）長期（時間値）

(2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 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)



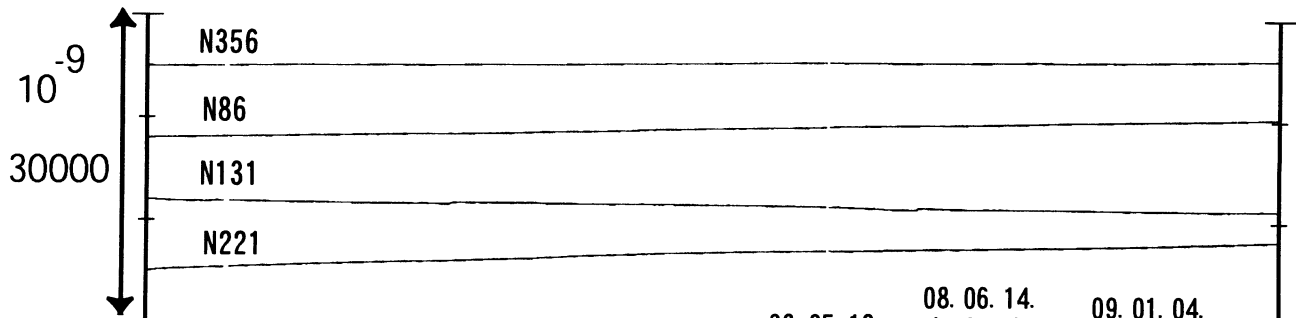
豊橋東 水位 [m]

切シ
替システム

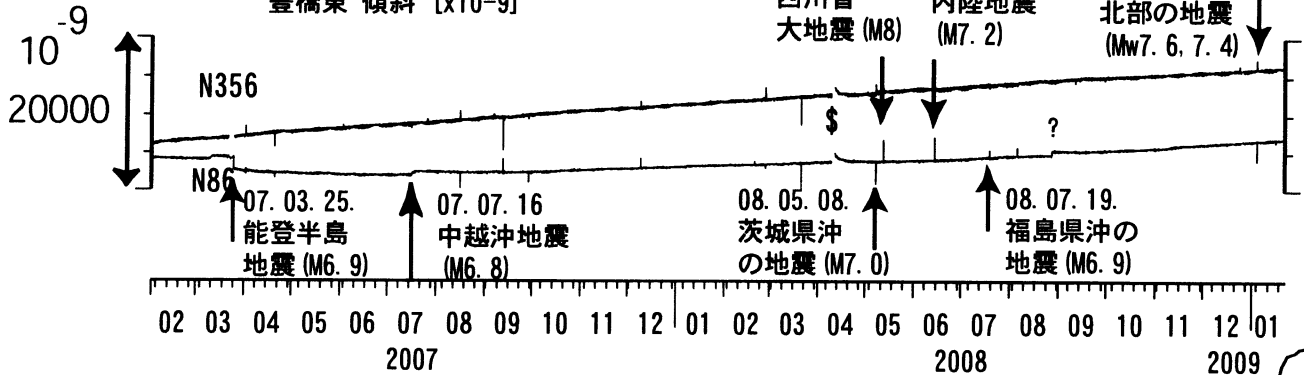
システム
不具合
合



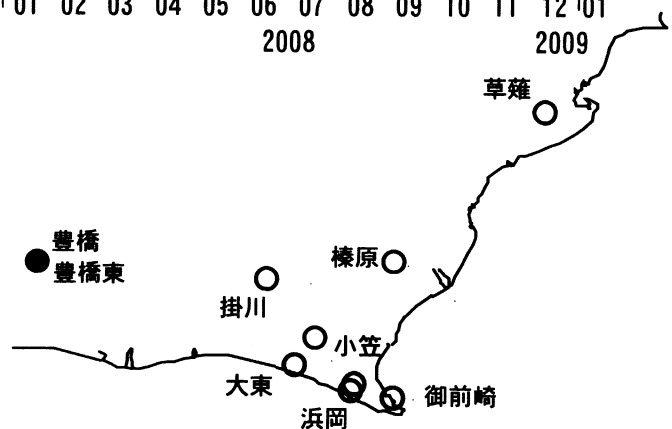
豊橋東 歪 [x10⁻⁹]



豊橋東 傾斜 [x10⁻⁹]

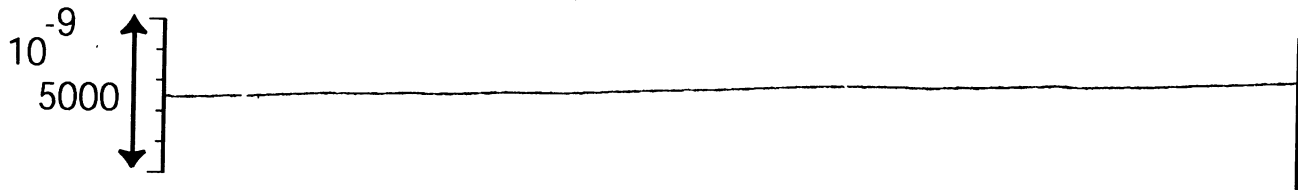


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

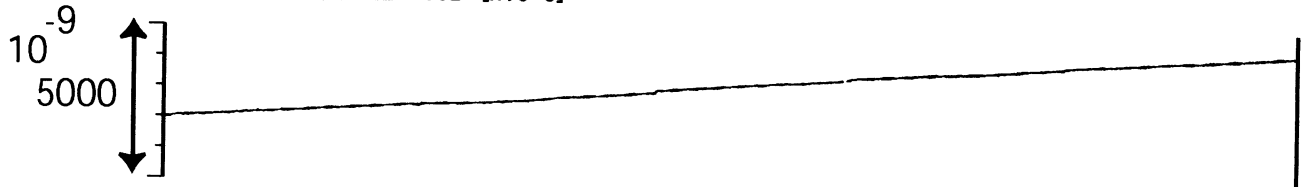


東海地域西部（豊橋東 歪）長期（時間値）
 (2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

豊橋東 歪 N356E [x10⁻⁹]



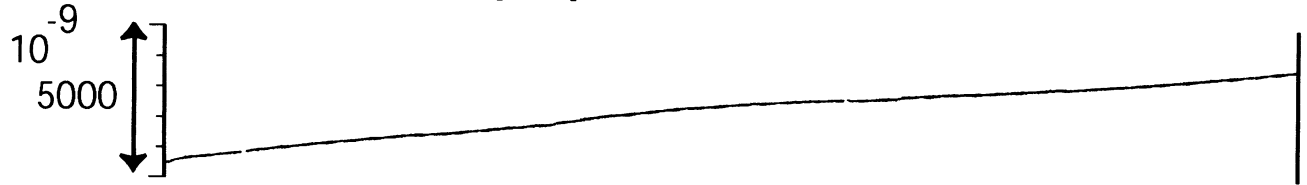
豊橋東 歪 N86E [x10⁻⁹]



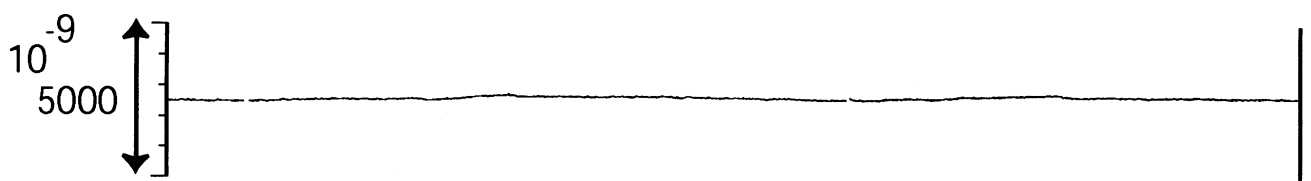
豊橋東 歪 N131E [x10⁻⁹]



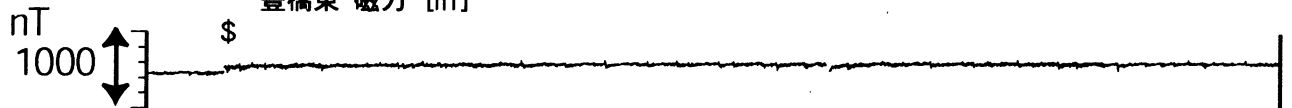
豊橋東 歪 N221E [x10⁻⁹]



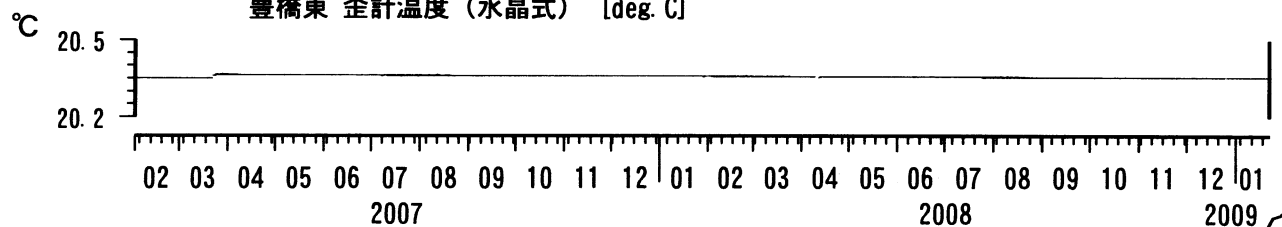
豊橋東 歪 鉛直 [x10⁻⁹]



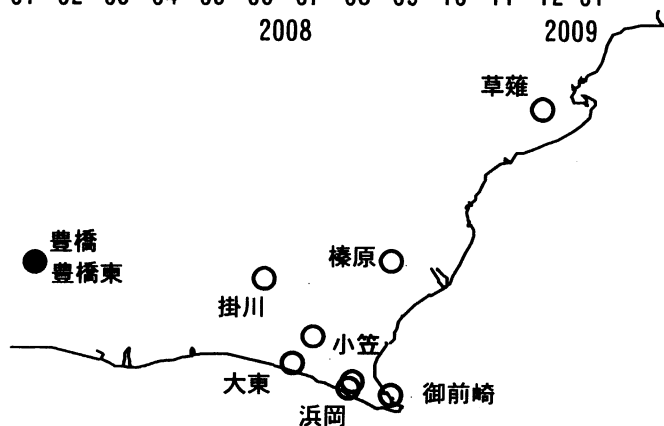
豊橋東 磁力 [nT]



豊橋東 歪計温度（水晶式） [deg. C]



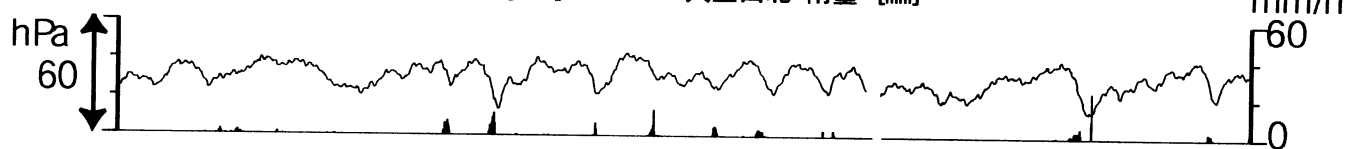
コメント：\$;保守.



伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値) (2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

冷川南 気圧 (円筒) [hPa]

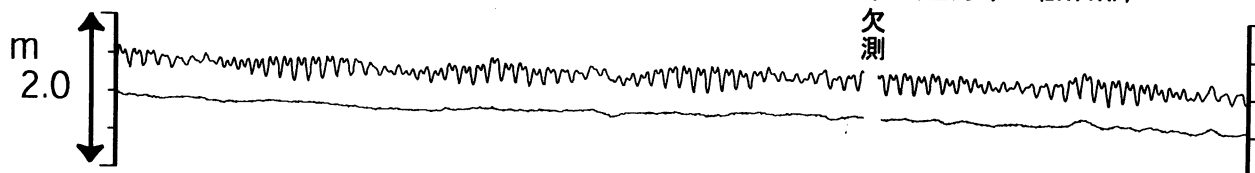
大室山北 雨量 [mm]



松原174号井 水位 (圧力m) [m]

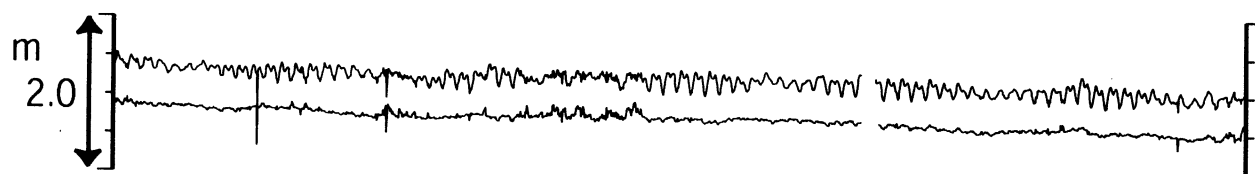
松原174号井 水位 (圧力m) (BAYTAP)

欠測



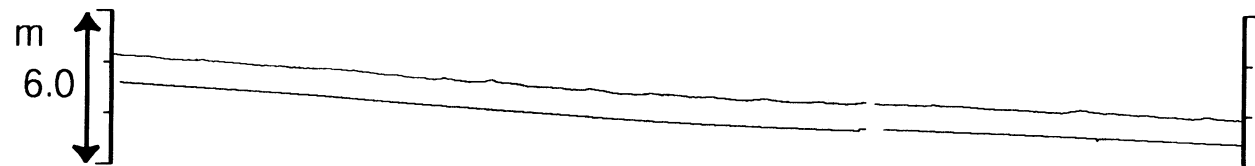
江戸屋 水位 (圧力) [m]

江戸屋 水位 (圧力) (BAYTAP)



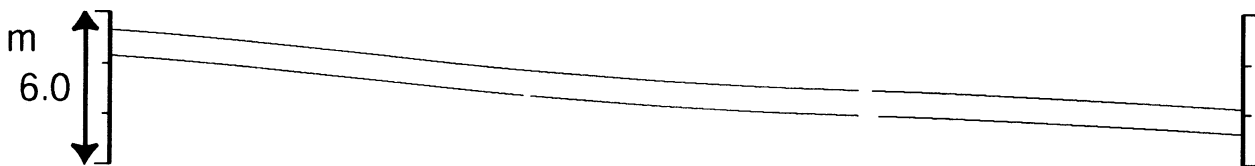
大室山北 水位 (圧力・合成) [m]

大室山北 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



冷川南 水位 (圧力・合成) [m]

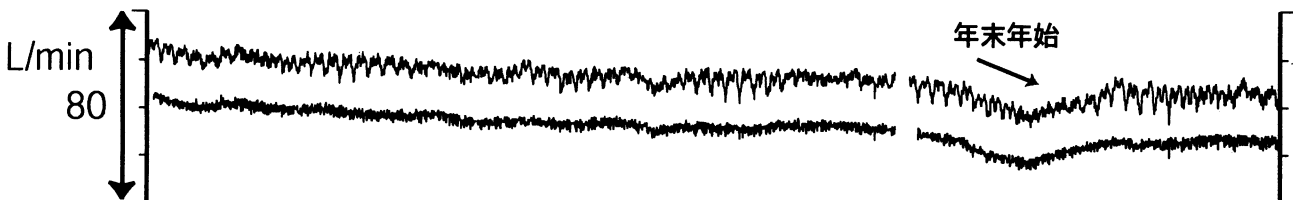
冷川南 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



伊東1号 自噴量 [l/min]

伊東1号 自噴量 (BAYTAP)

年末年始

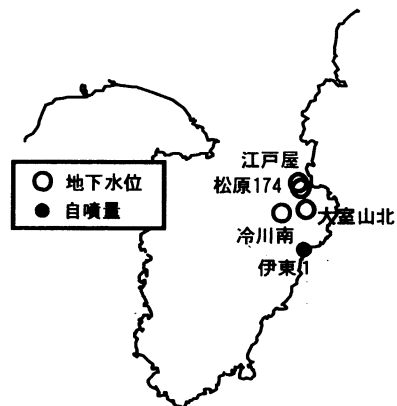


02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18
2008/11 2008/12 2009/01

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.

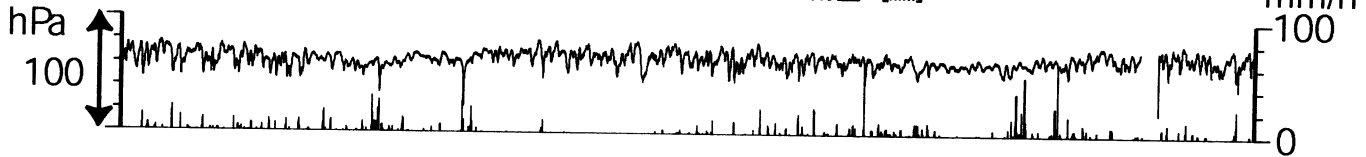


伊豆半島東部 地下水位・自噴量 長期 (時間値)

(2007/02/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

大室山北 気圧 (円筒) [hPa]

大室山北 雨量 [mm]



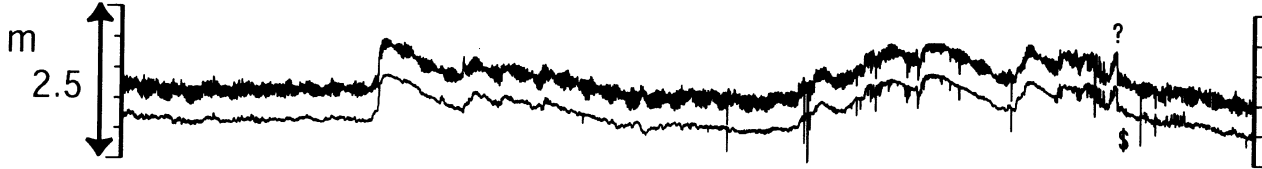
松原174号井 水位 (圧力m) [m]

松原174号井 水位 (圧力m) (BAYTAP)



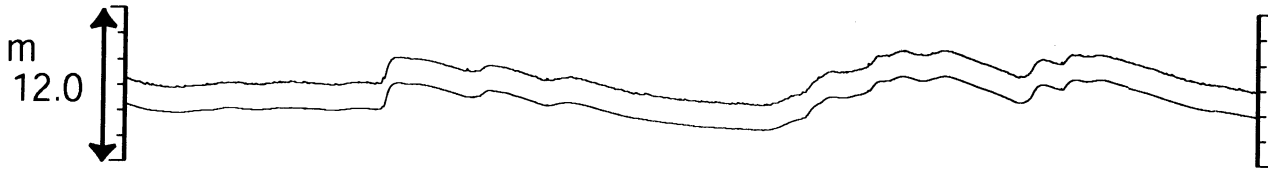
江戸屋 水位 (圧力) [m]

江戸屋 水位 (圧力) (BAYTAP)



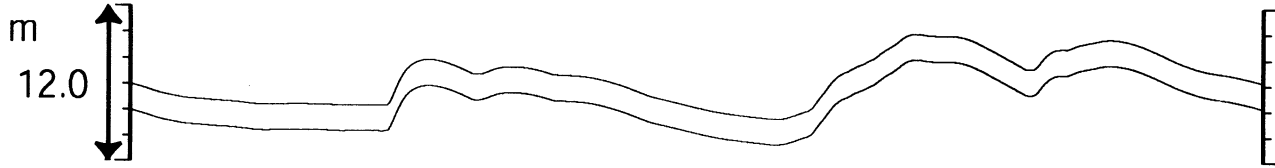
大室山北 水位 (圧力・合成) [m]

大室山北 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



冷川南 水位 (圧力・合成) [m]

冷川南 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



伊東1号 自噴量 [l/min]

伊東1号 自噴量 (BAYTAP)



02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01
2007 2008 2009

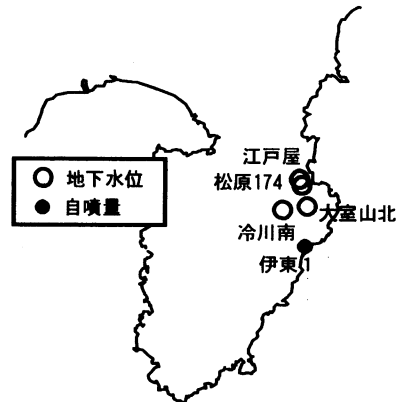
コメント: \$;保守. ?;原因不明.

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.

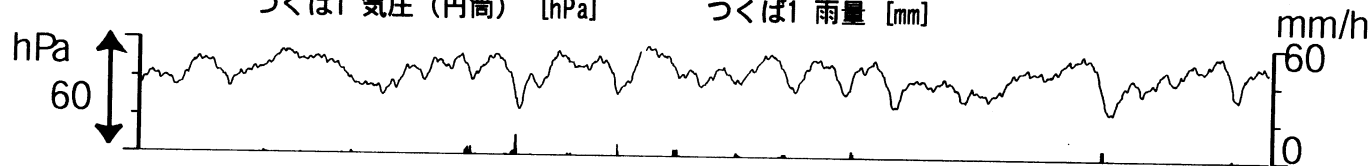
江戸屋の水位が2008年4月中旬以降乱れているが, 水位計の不具合が原因と思われる.

2008年10月30日に江戸屋の水位計の保守を行った.



関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)
(2008/11/01 00:00 - 2009/01/22 00:00)

つくば1 気圧 (円筒) [hPa] つくば1 雨量 [mm]



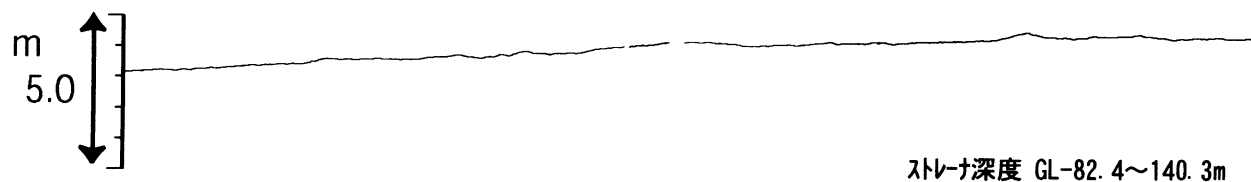
つくば1 水位 (圧力・合成) [m]



つくば2 水位 (圧力・合成) [m]



つくば3 水位 (圧力・合成) [m]



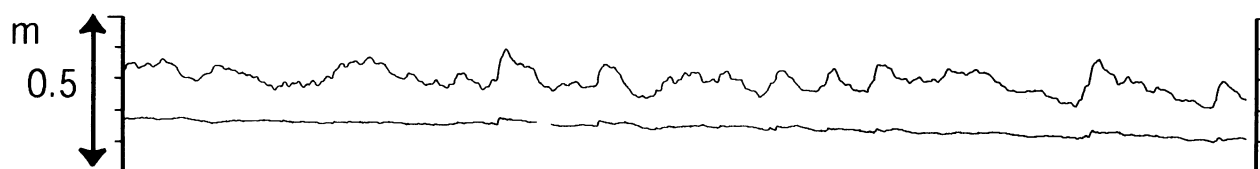
つくば4 水位 (圧力) [m]

つくば4 水位 (圧力) (BAYTAP)



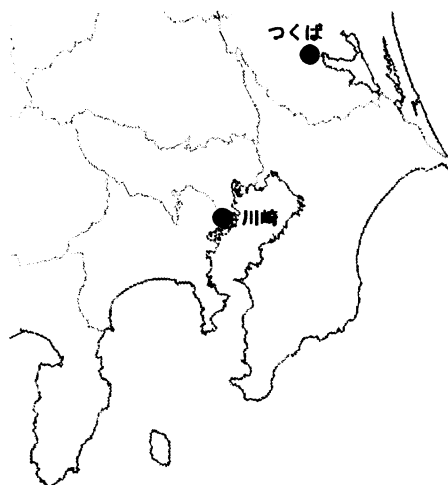
川崎 水位 (圧力・合成) [m]

川崎 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)



02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18
2008/11 2008/12 2009/01

コメント: \$; 保守.



つくば1 気圧 (円筒) [hPa] つくば1 雨量 [mm]



紀伊半島南部の地下水・歪観測結果(2008年11月～2009年1月)

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所で2007年より地下水等の観測を行っている、紀伊半島南部の2観測点(HGM、ICU)における2008年11月1日から2009年1月20日までの観測結果を図1～2に示す。

広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム(ATMOS)によると、2009年1月14日午後～18日に奈良県南部で比較的活発な低周波微動が観測された(図3)。同期間の観測結果を図4～7に示す。2008年以降に新たに観測を開始した10点のうち、震源域に比較的近い2点(KST、MYM)の結果も示している。これら4点には石井式歪計が600m孔(標準)に埋設されている。KSTおよびMYMの歪は、埋設後間もなく初期ドリフトが非常に大きいため、2次曲線トレンドを取り除いている(HGMおよびICUは1次直線トレンド除去)。これによると、ICUで微動に対応した変化が認められる。それ以外の点はノイズレベルを超える大きな変化は認められない。

低周波微動の震央域の2つのプレート形状モデル(弘瀬ほか, 2007およびSatake, 1993)を参考に、2種類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該当期間の主歪を計算した(図8～9)。断層面の水平位置は、微動の震央域のみで決定し、それ以外の位置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、ICUの観測結果に合うよう設定した。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通り計算される。ICUでは、観測値と、仮定した断層面のすべりによる計算値が概ね一致している。Mwは弘瀬ほか(2007)のモデルを使用した場合が5.8、Satake(1993)のモデルを使用した場合が5.9と推定される。

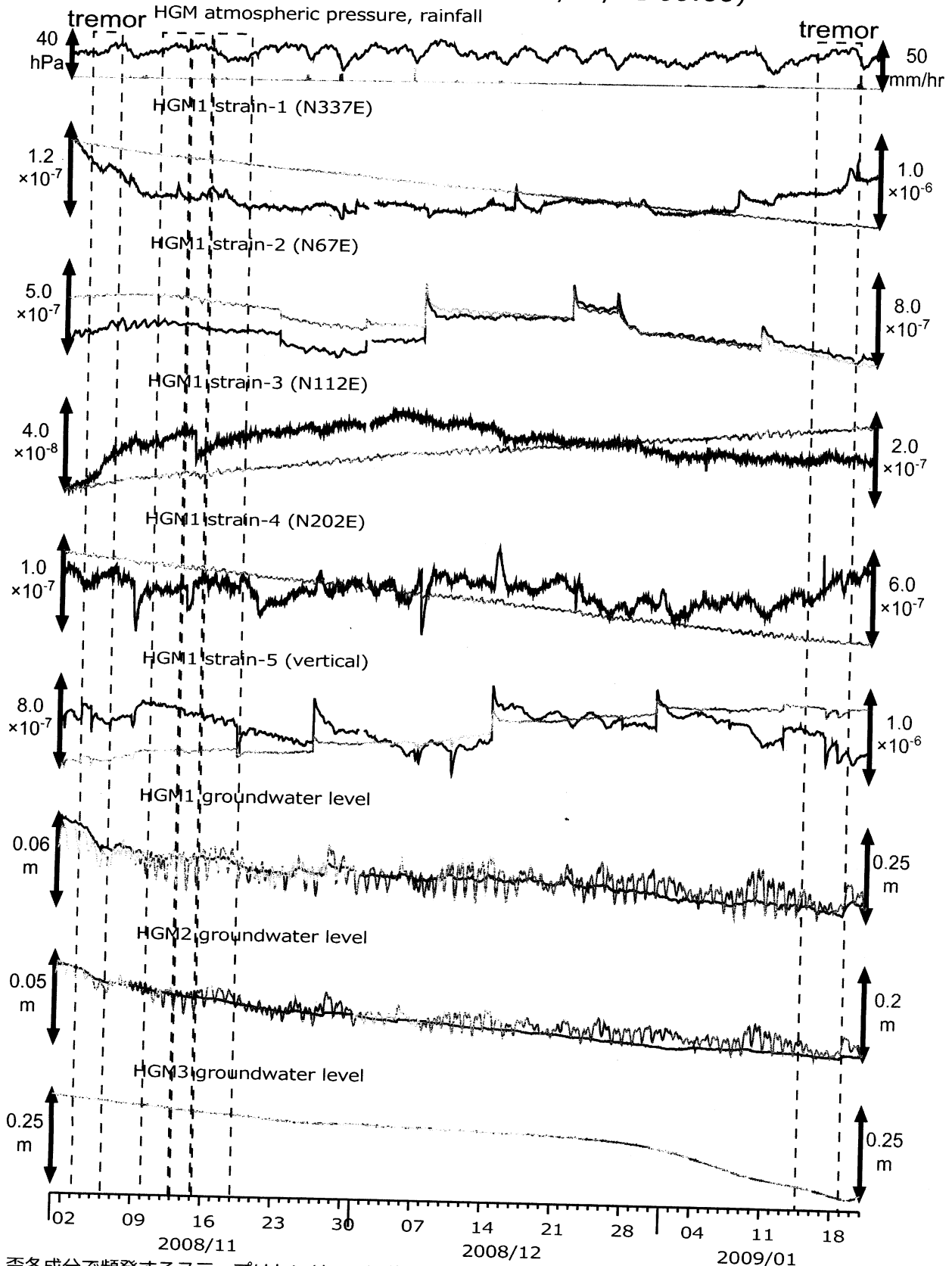
今回の奈良県南部における深部低周波微動およびSSEは、前回の活発な活動(2008年11月)から2ヶ月しか経っておらず、2007年にHGMおよびICUで観測を開始してからの5度の活動間隔(約4ヶ月)からすると短い点で興味深い。

(板場智史・北川有一・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・佐藤努・大谷竜)

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.
- Satake, K., Depth distribution of coseismic slip along the Nankai Trough, Japan, from joint inversion of geodetic and tsunami data, *J. Geophys. Res.*, **98**, 4553-4565, 1993.
- 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.
- Matsumoto, K., T. Sato, T. Takanezawa and M. Ooe, GOTIC2: A Program for Computation of Oceanic Tidal Loading Effect, *J. Geod. Soc. Japan*, **47**, 243-248, 2001.

図1: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: HGM (時間値)
(2008/11/01 00:00 - 2009/01/21 00:00)



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

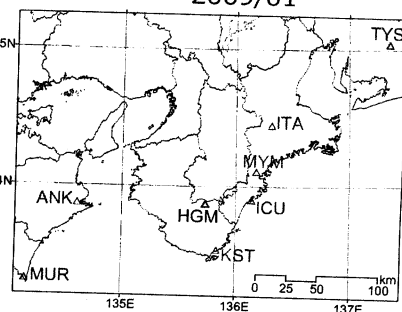
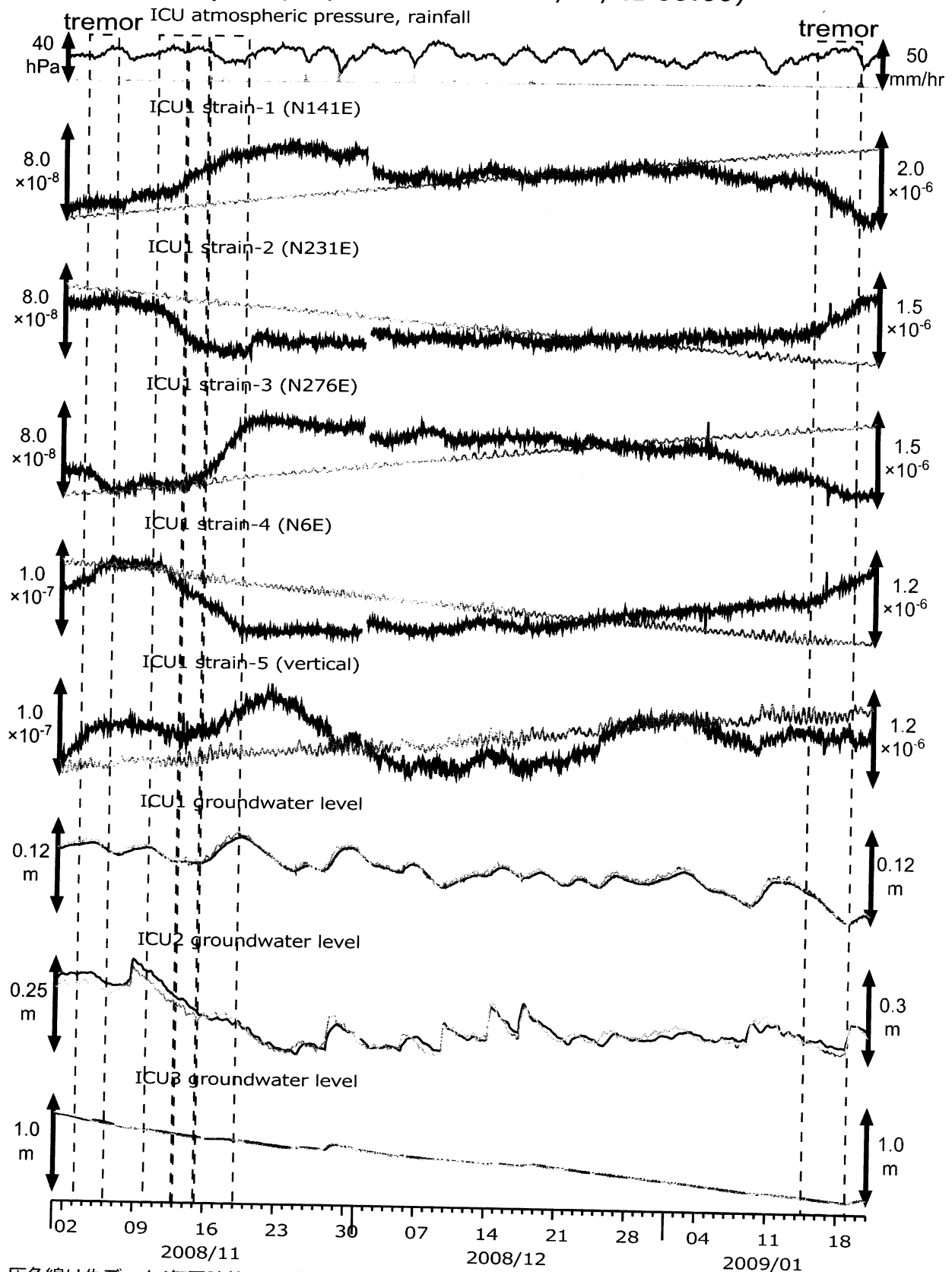


図2: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ICU (時間値)
(2008/11/01 00:00 - 2009/01/21 00:00)



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 (GL-m)
ICU1 strainmeter	583.9-590.8
well	screen depth (GL-m)
ICU1	522.4-533.4
ICU2	95.7-106.6
ICU3	13.4-18.8

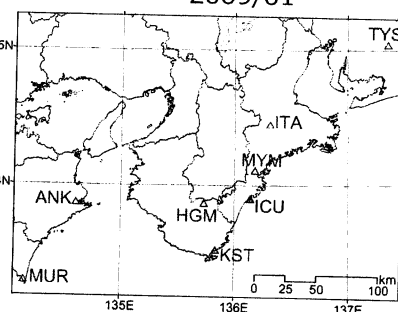
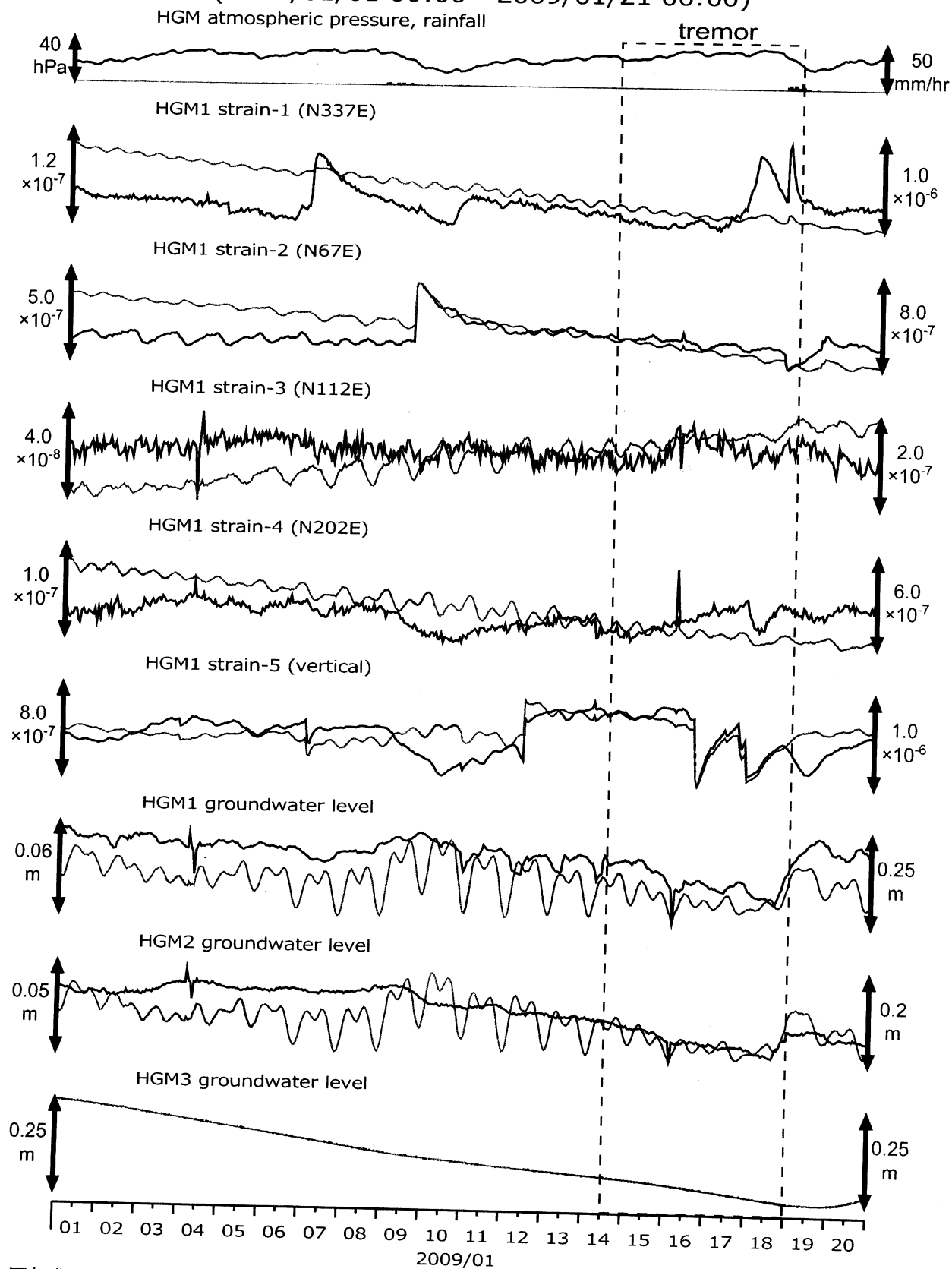


図4: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: HGM (時間値)
(2009/01/01 00:00 - 2009/01/21 00:00)



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

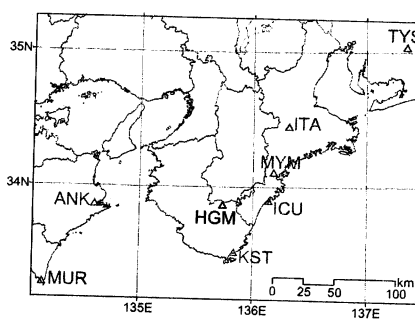
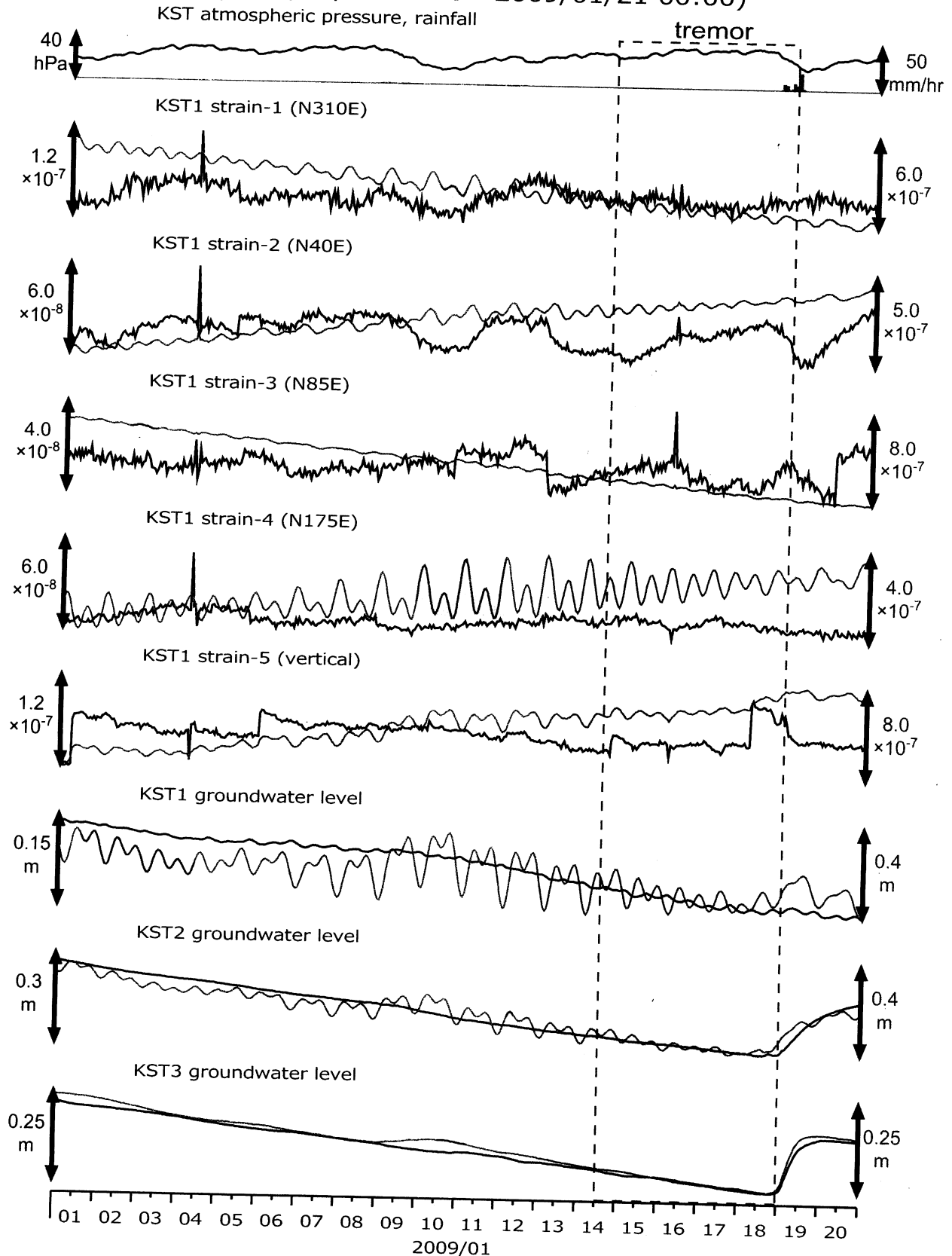


図5: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: KST (時間値)
(2009/01/01 00:00 - 2009/01/21 00:00)



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	585.2 - 592.1
well	screen depth (GL-m)
KST1	509.2 - 520.2
KST2	132.9 - 143.9
KST3	20.4 - 30.6

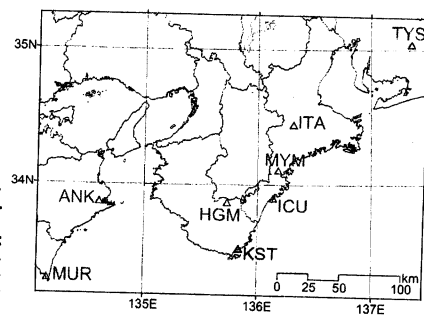
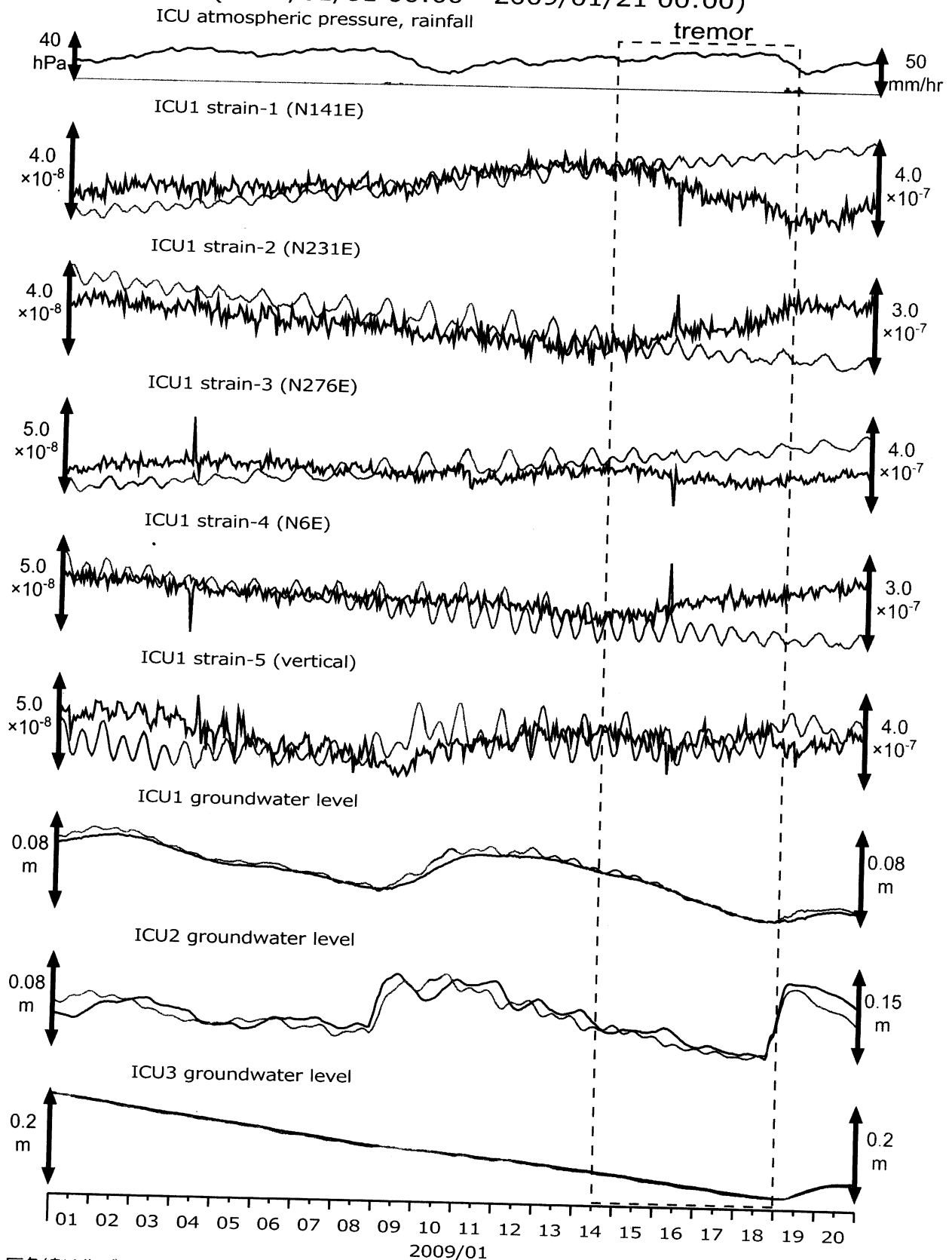


図6: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ICU (時間値)
(2009/01/01 00:00 - 2009/01/21 00:00)



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 (GL-m)
ICU1 strainmeter	583.9-590.8
well	screen depth (GL-m)
ICU1	522.4-533.4
ICU2	95.7-106.8
ICU3	13.4-18.8

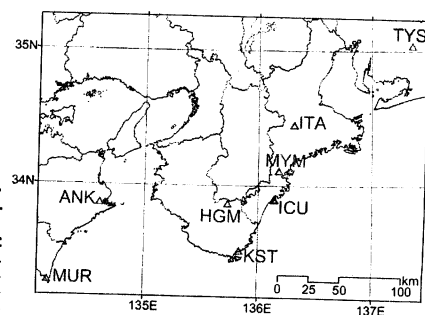
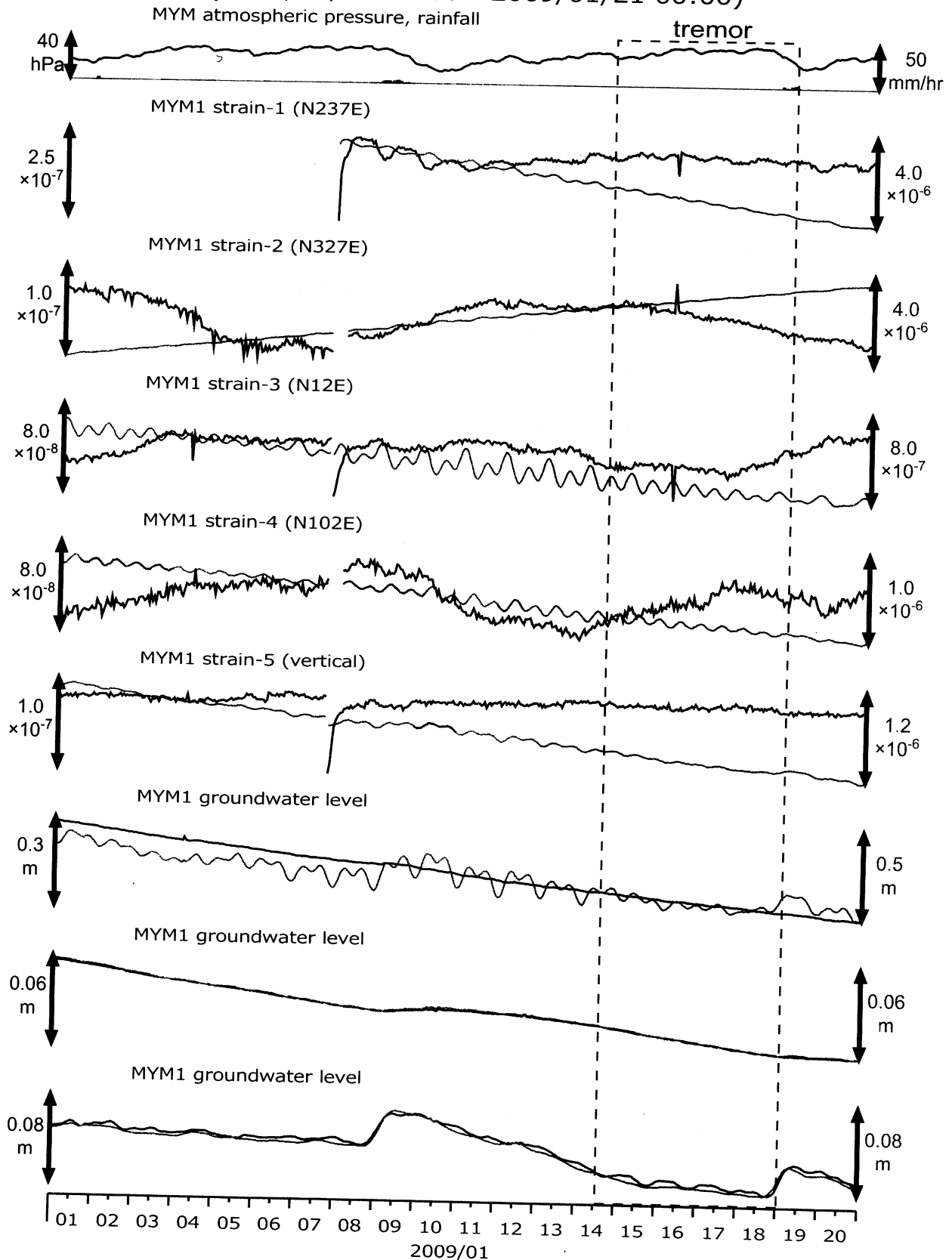
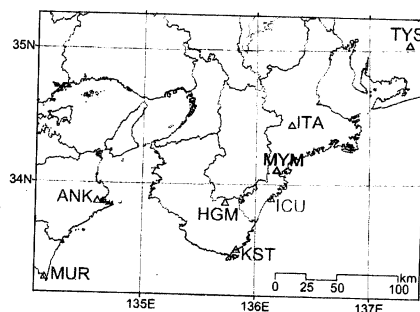


図7: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: MYM (時間値)
(2009/01/01 00:00 - 2009/01/21 00:00)

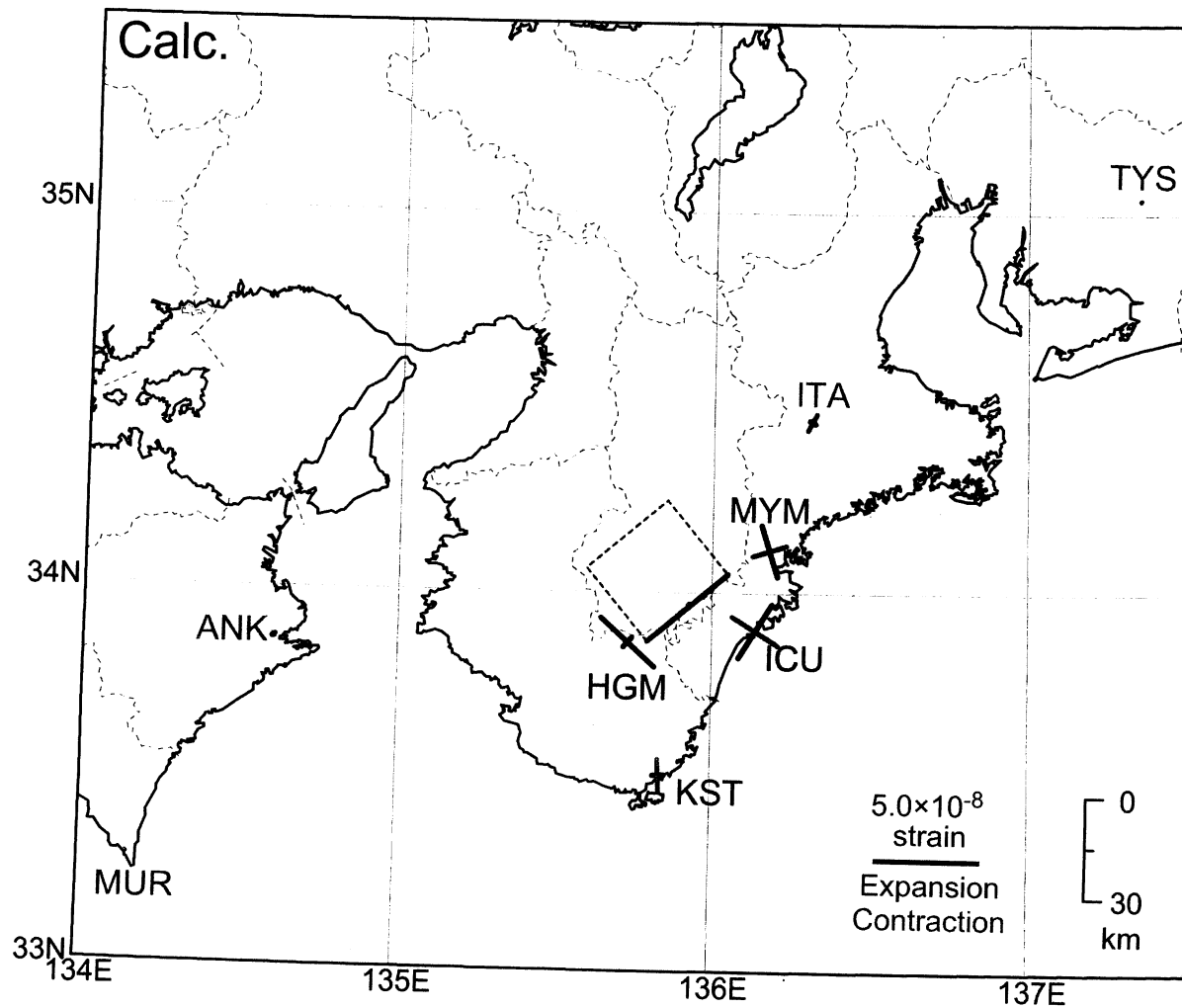


1/7に歪計の調整作業を行っている。
灰色線は生データ(毎正時値)、黒色線は潮汐・
大気圧応答成分、2次曲線トレンド(歪のみ)を
取り除いている。

instrument	installed depth (GL-m)
MYM1 strainmeter	585.4 - 592.3
well	screen depth (GL-m)
MYM1	418.9 - 429.8
MYM2	140.2 - 151.1
MYM3	19.9 - 25.3



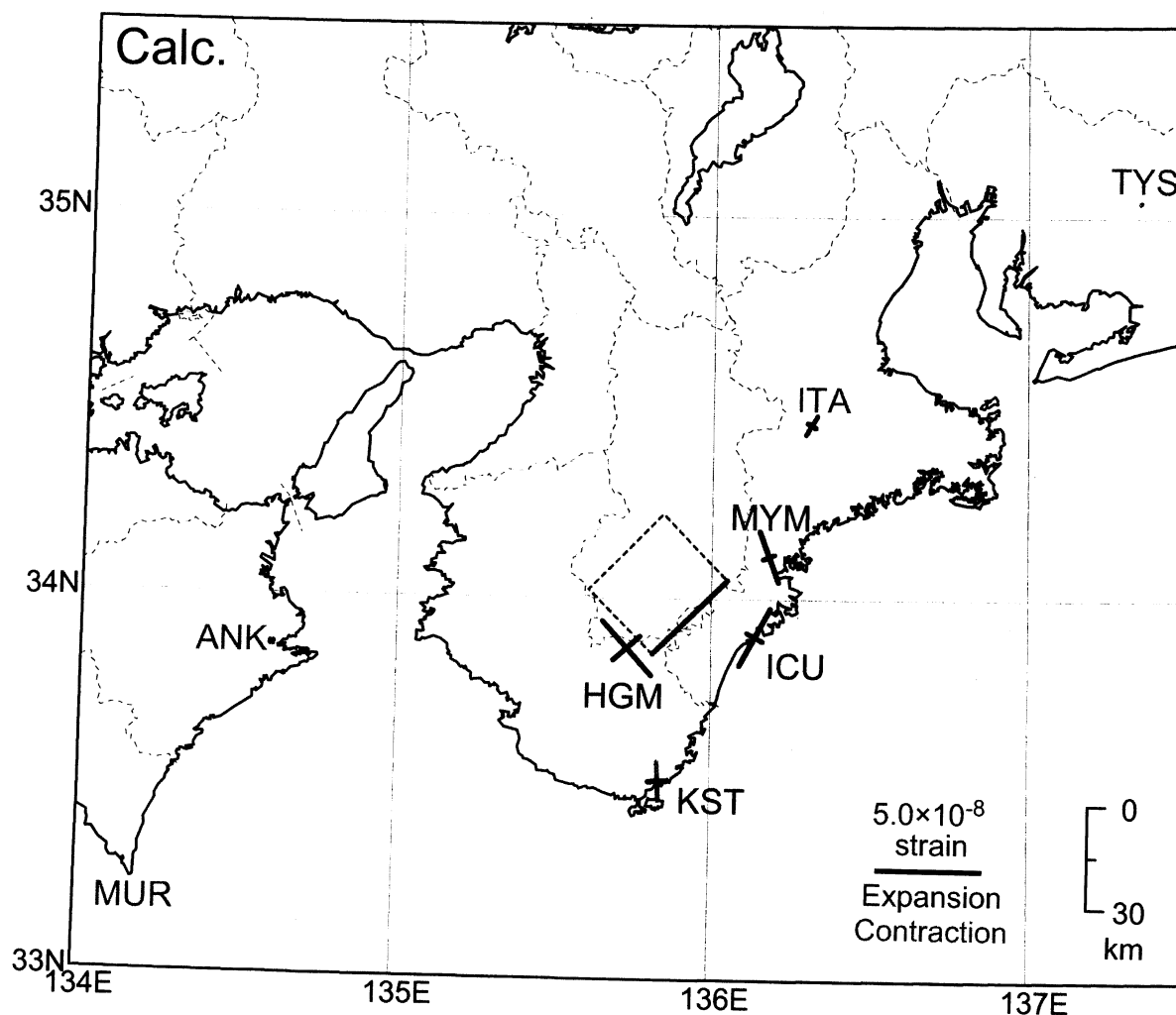
model of plate geometry	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
Hirose et al. (2007)	34.05	136.05	30	230	30	30	25	95	20	5.8
Satake (1993)	34.05	136.05	40	225	30	30	30	90	30	5.9



strain ch combinations	HGM Obs.	KST Obs.	ICU Obs.	MYM Obs.
2,3,4				
1,3,4				
1,2,4				
1,2,3				

図 8: 弘瀬ほか (2007) によるフィリピン海プレート形状を参考にした断層モデル。水平位置は深部低周波微動の震源域で決定し、深さ、走向、傾斜角、すべり方向はプレート形状により決定した。すべり量は ICU の歪み観測結果から推定した。

model of plate geometry	Lat	Lon	Depth [km]	Strike [deg]	Length [km]	Width	Dip [deg]	Rake [deg]	Slip [mm]	Mw
Hirose et al. (2007)	34.05	136.05	30	230	30	30	25	95	20	5.8
Satake (1993)	34.05	136.05	40	225	30	30	30	90	30	5.9



strain ch
combinations

HGM
Obs.

KST
Obs.

ICU
Obs.

MYM
Obs.

2,3,4



.



1,3,4



.



1,2,4



.



1,2,3



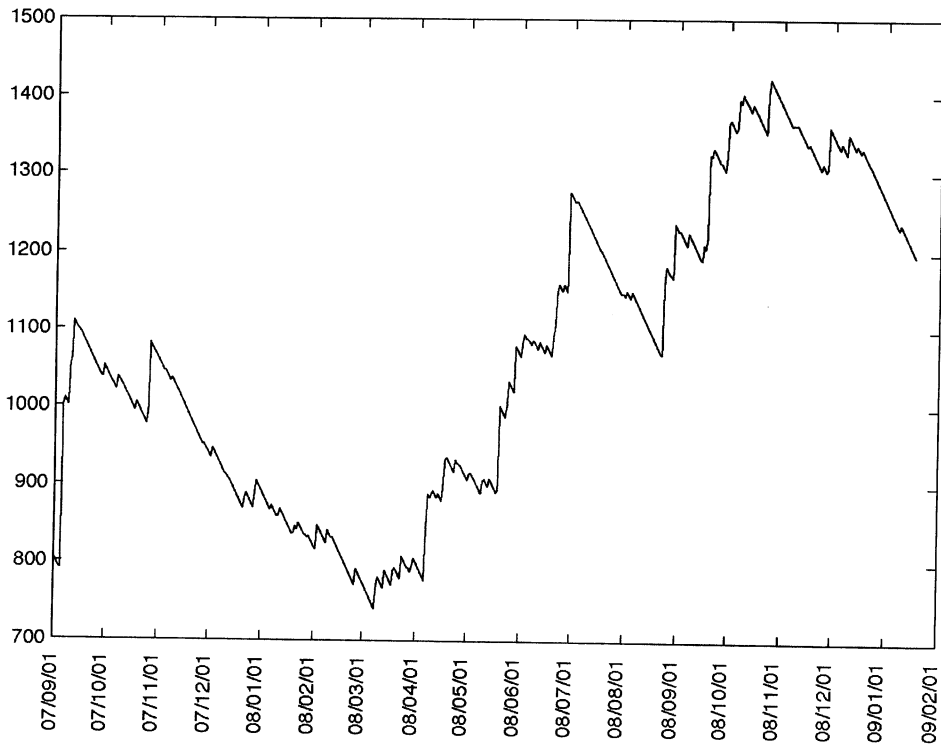
.



図 9: Satake(1993) によるフィリピン海プレート形状を参考にした断層モデル。水平位置は深部低周波微動の震源域で決定し、深さ、走向、傾斜角、すべり方向はプレート形状により決定した。すべり量は ICU の歪み観測結果から推定した。

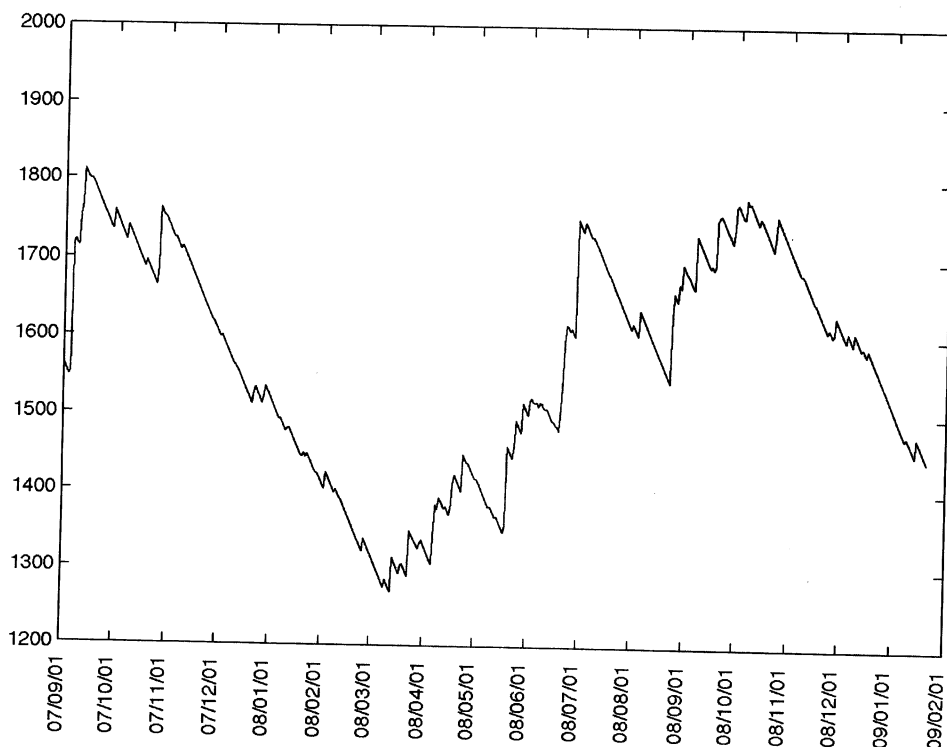
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2007. 9. 1-2009. 01. 21)

※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



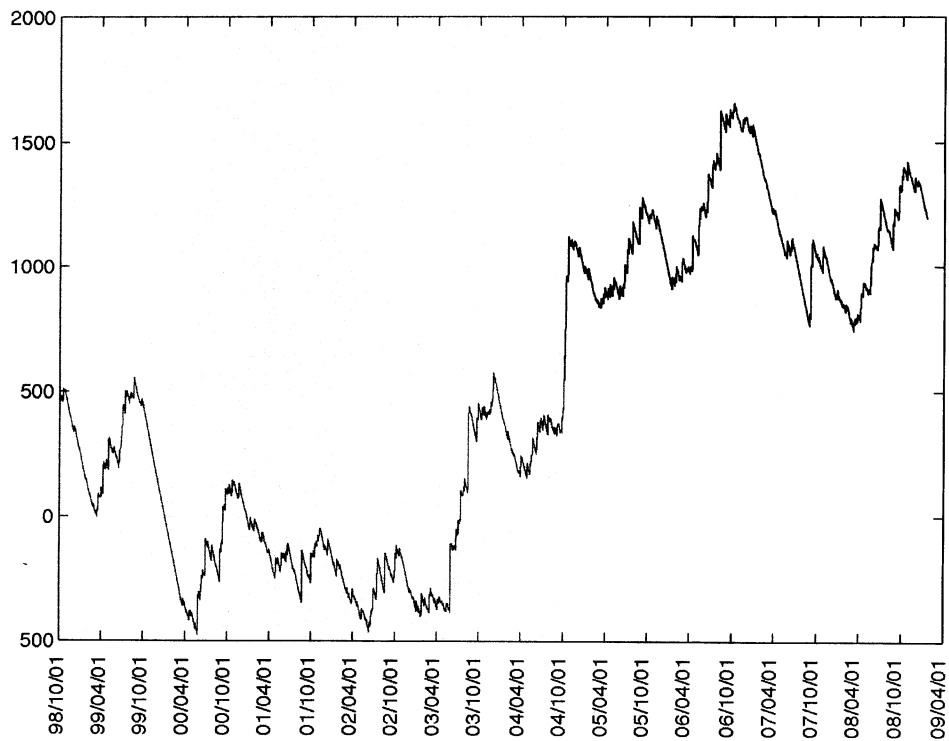
榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)
(2007. 9. 1-2009. 01. 21)

※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



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. 1-2009. 01. 21)

※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. 1-2009. 01. 21)

※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

