

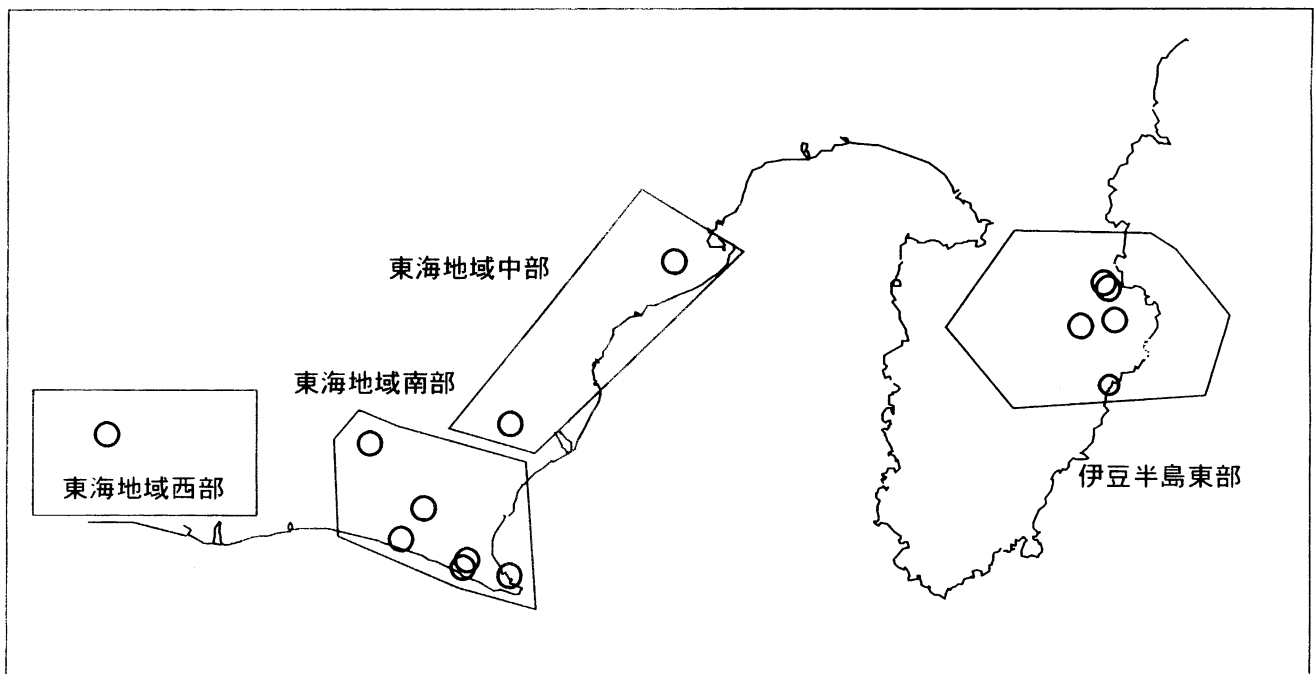
# 第274回

地質調査総合センター  
地質調査総合センター

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3月30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

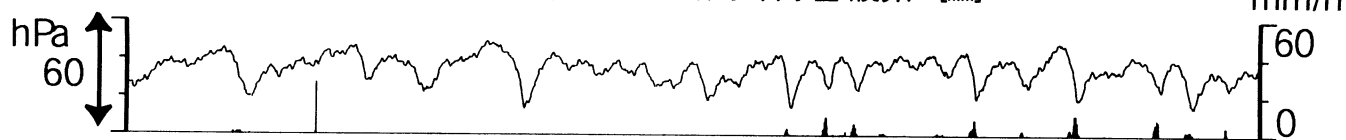
# 東海地域中部（榛原・草薙）中期（時間値）

(2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

榛原 気圧 (Vaisara) [hPa]

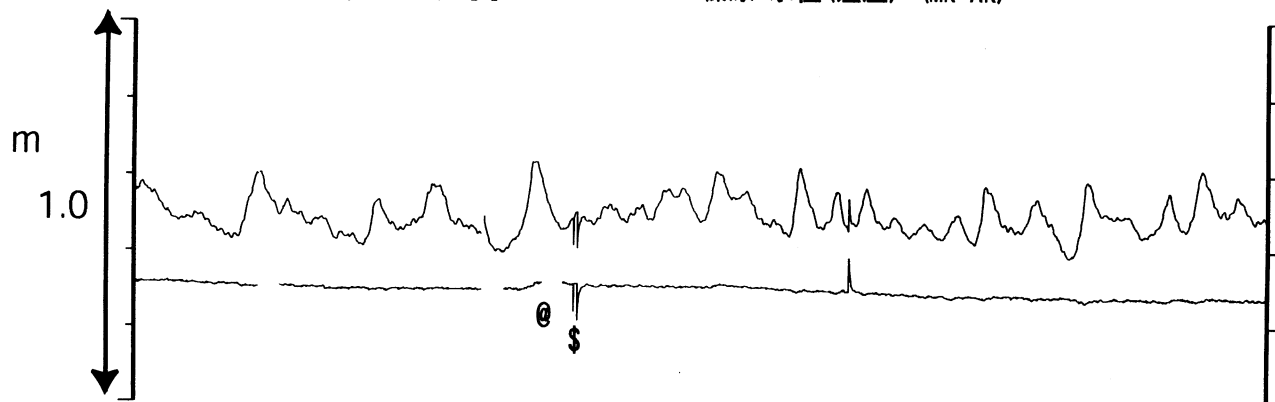
榛原 降水量 (積算) [mm]

mm/h



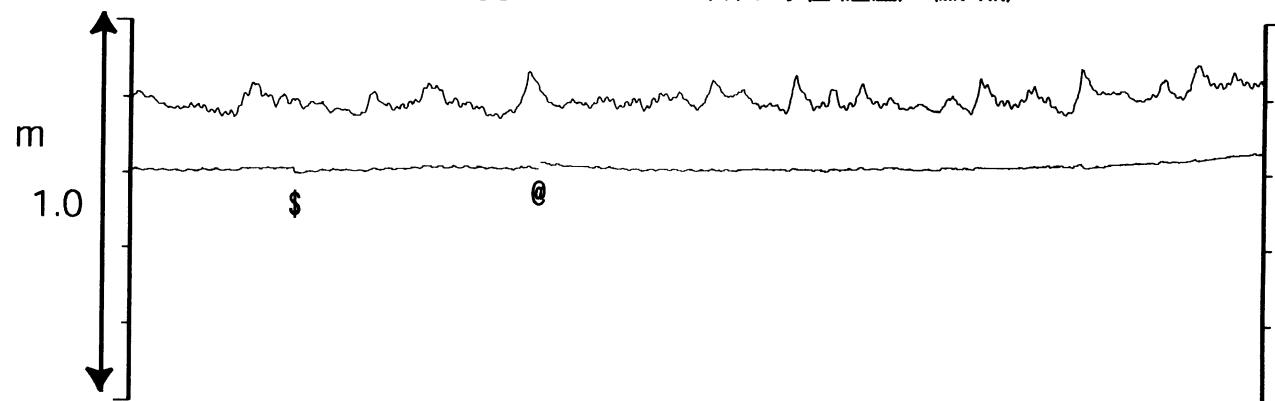
榛原 水位 (差圧) [m]

榛原 水位 (差圧) (MR-AR)

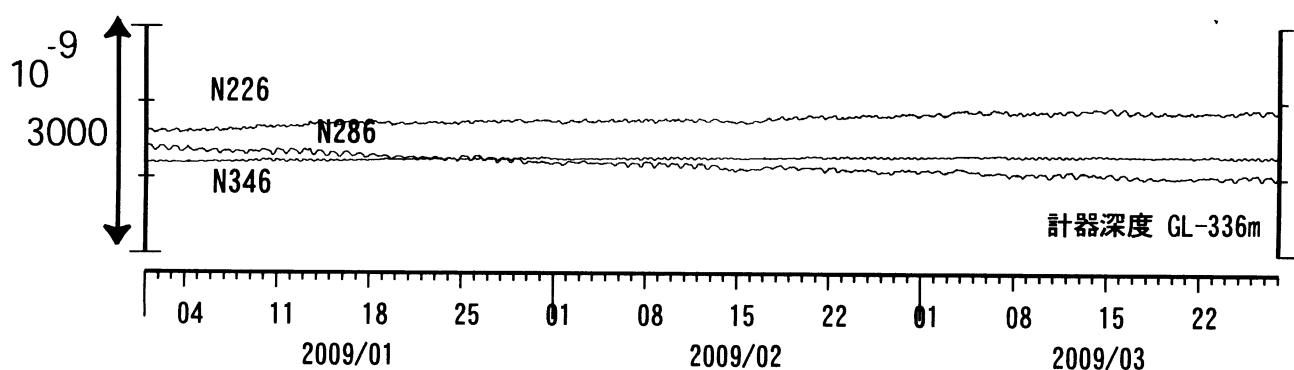


草薙2 水位 (差圧) [m]

草薙2 水位 (差圧) (MR-AR)

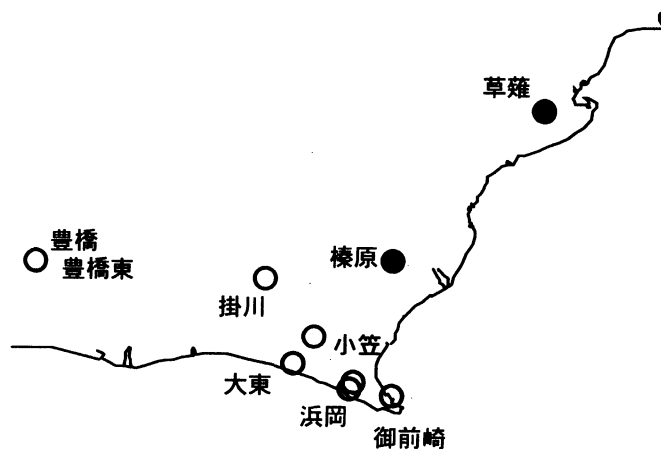


草薙1 歪all [xE-9]

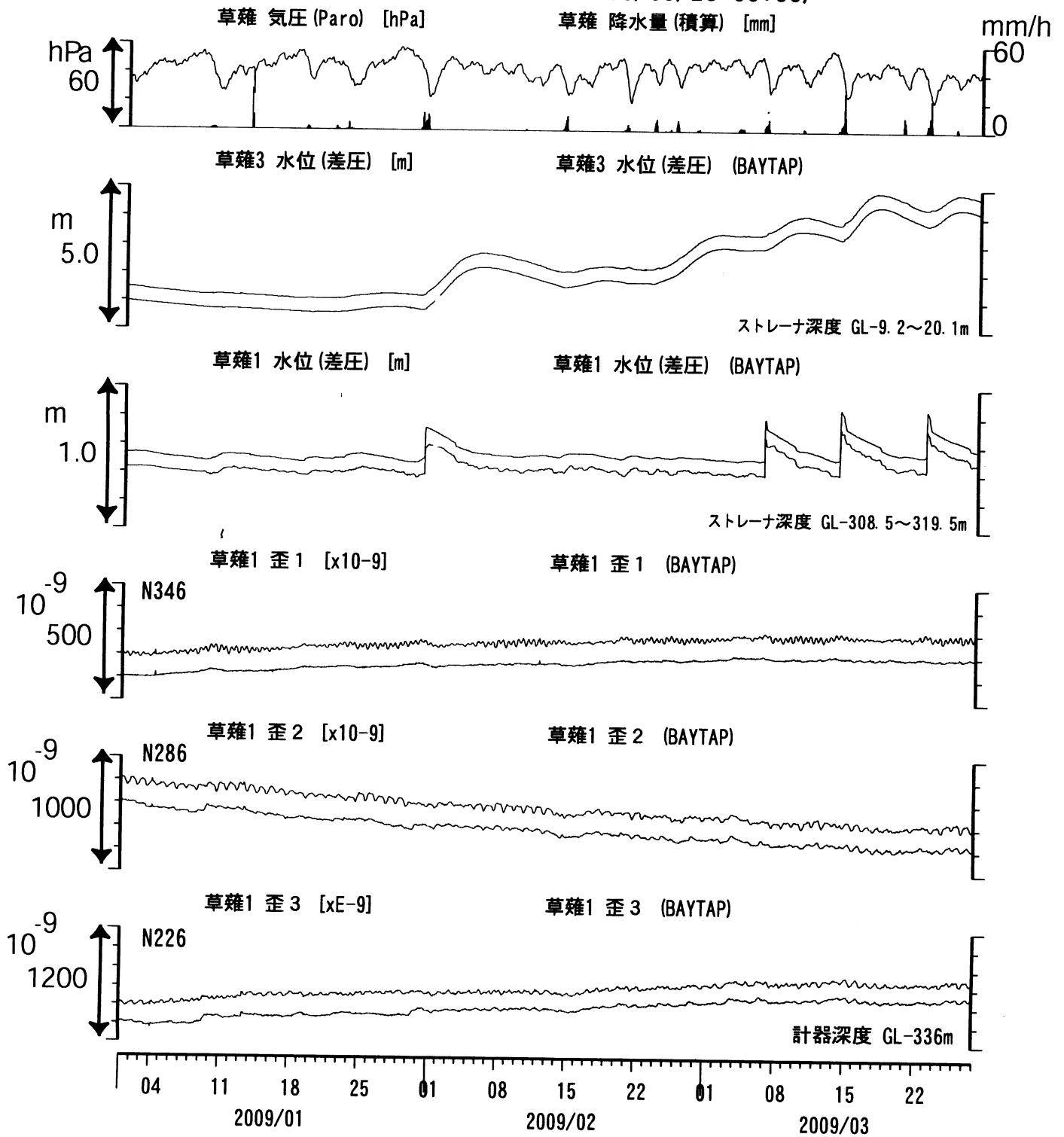


コメント: \$; 保守.

@; 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）  
 (2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)



コメント：\$;保守.

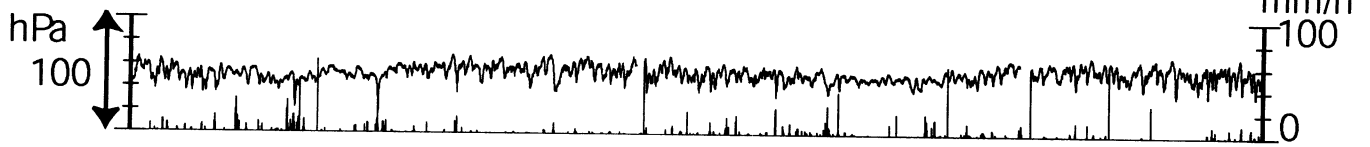
草薙1の2009年1~3月1日の水位上昇は、  
 降雨により地表から水が流れ込んだためと思われる。



東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）  
(2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

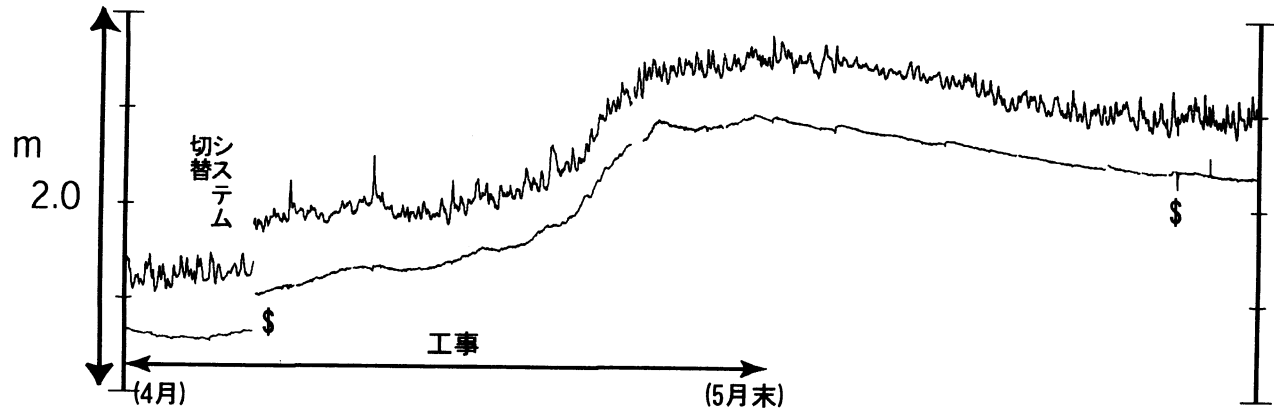
榛原 気圧 [hPa]

榛原 雨量 [mm]



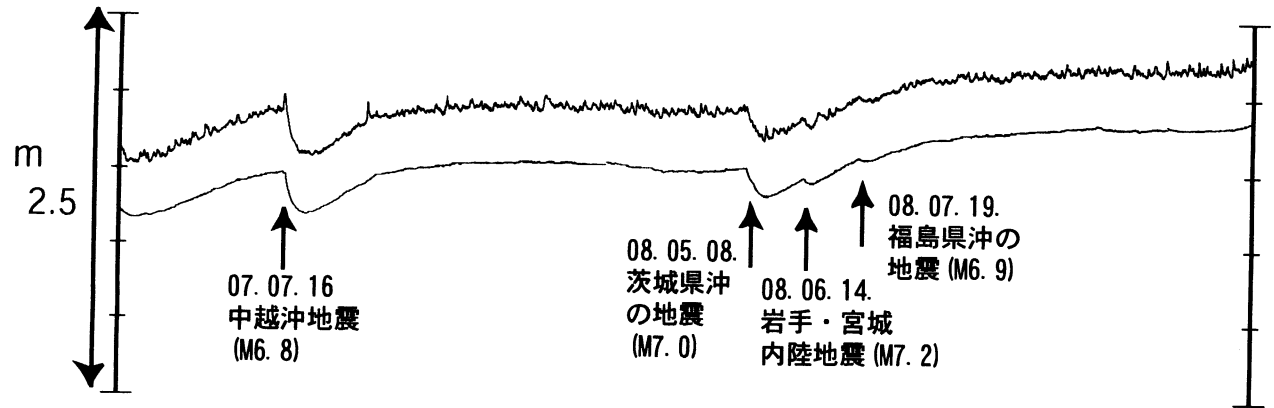
榛原 水位（圧力） [m]

榛原 水位（MR-AR） [m]

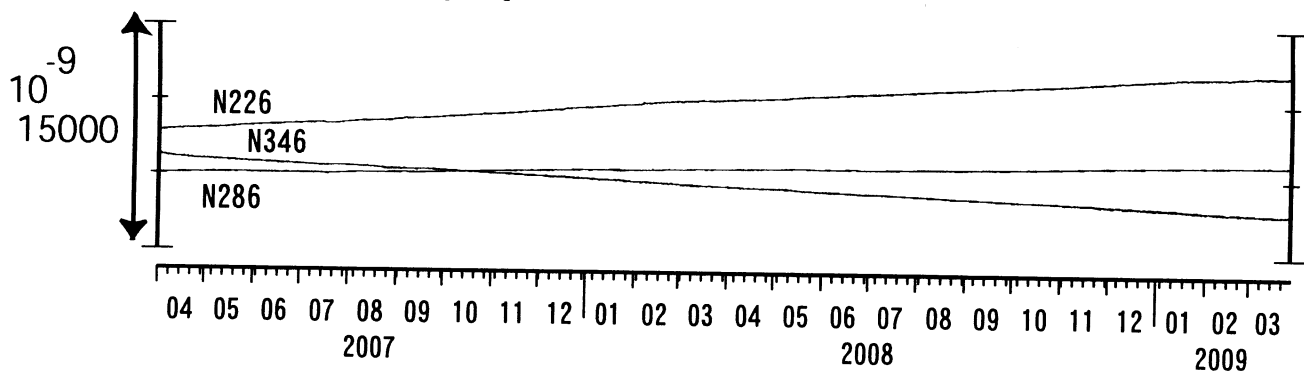


草薙2 水位（圧力） [m]

草薙2 水位（MR-AR） [m]



草薙1 歪all [xE-9]



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。

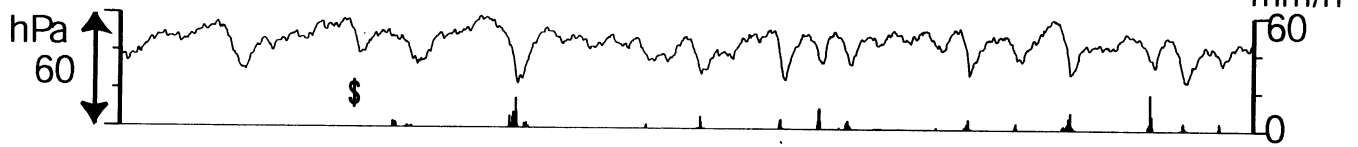


# 東海地域南部 地下水観測結果 中期 (時間値)

(2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

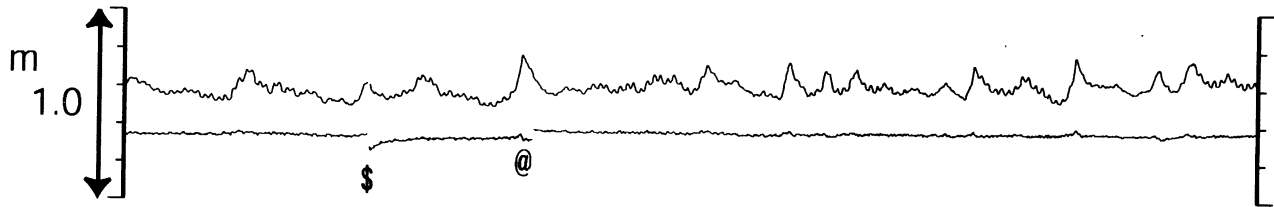
大東 気圧 (Vaisara) [hPa]

大東 降水量 (積算) [mm]



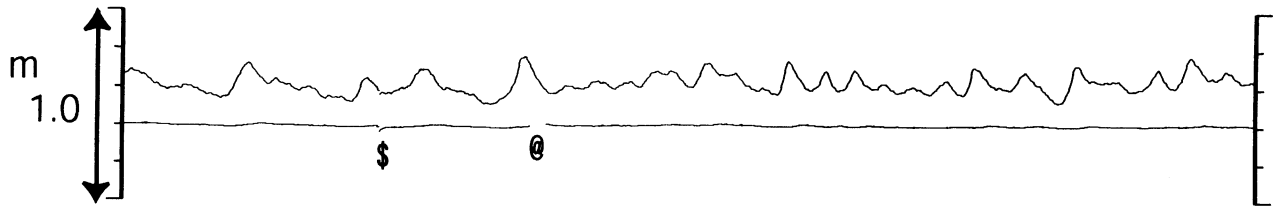
大東 水位 (差圧) [m]

大東 水位 (差圧) (MR-AR)



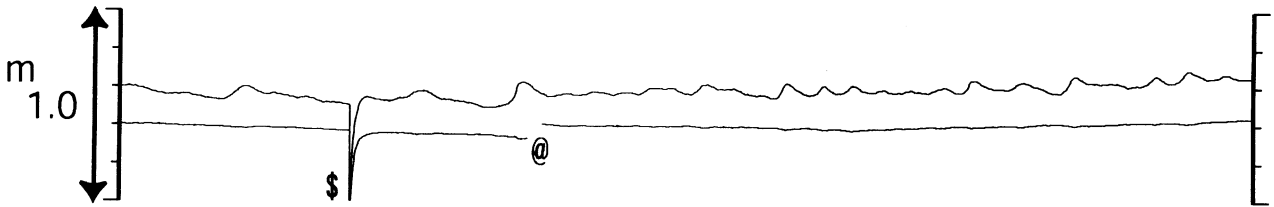
小笠 水位 (差圧) [m]

小笠 水位 (差圧) (MR-AR)

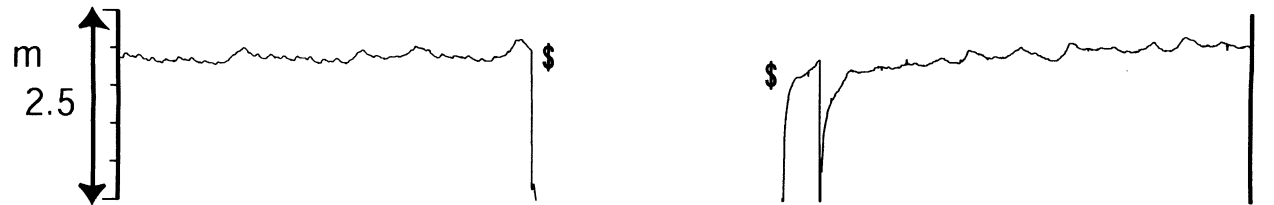


浜岡 水位 (差圧) [m]

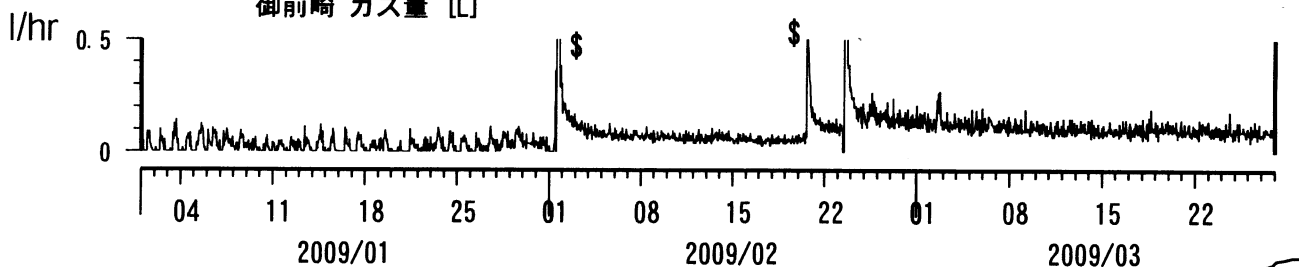
浜岡 水位 (差圧) (MR-AR)



御前崎 水位 (圧力) [m]



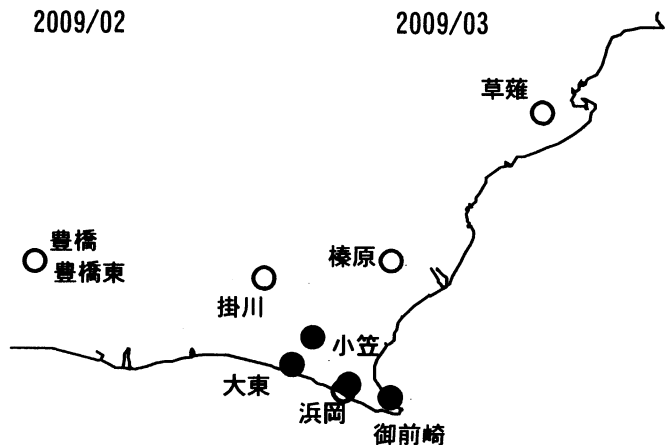
御前崎 ガス量 [L]



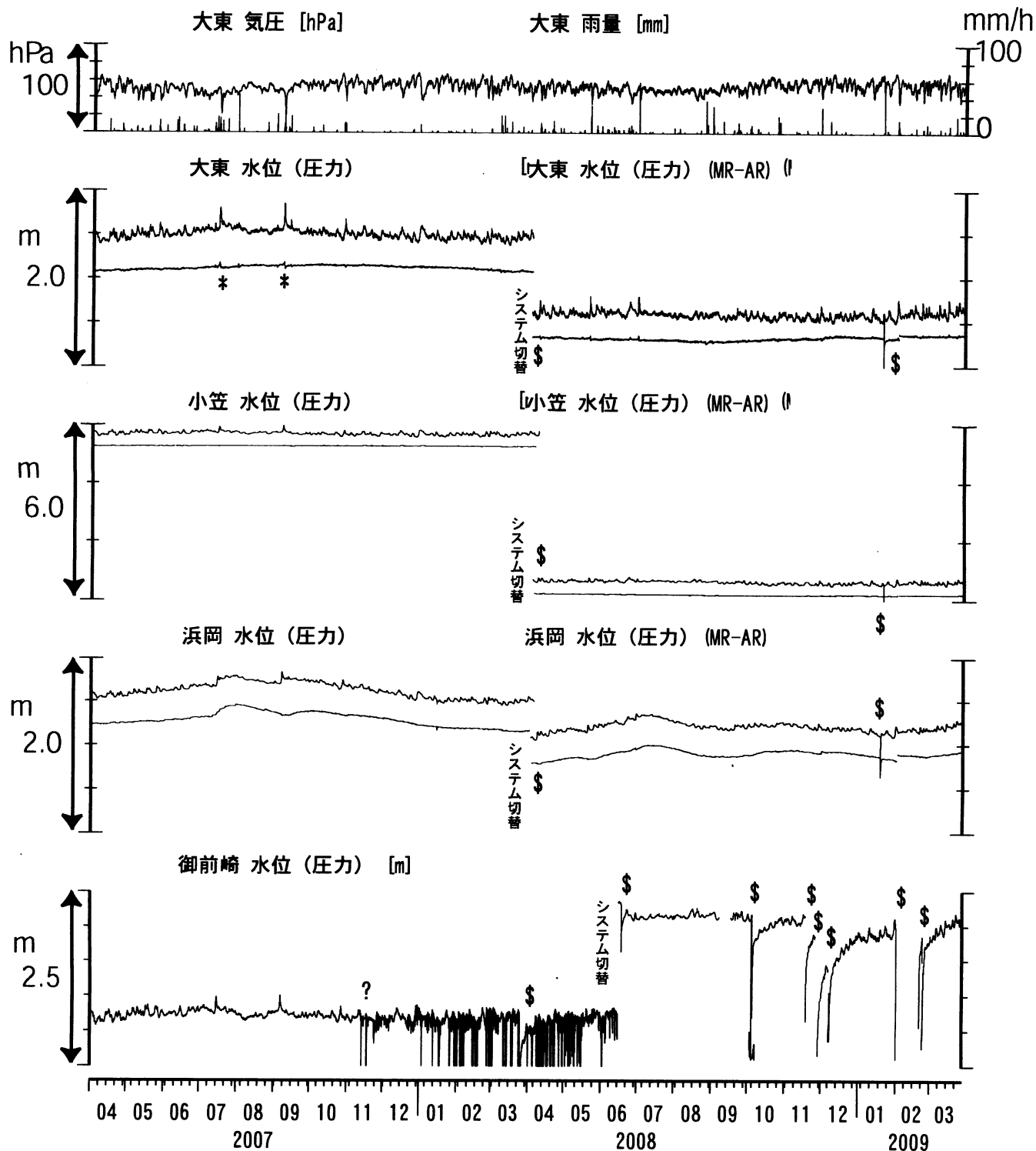
## コメント:

\*;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.

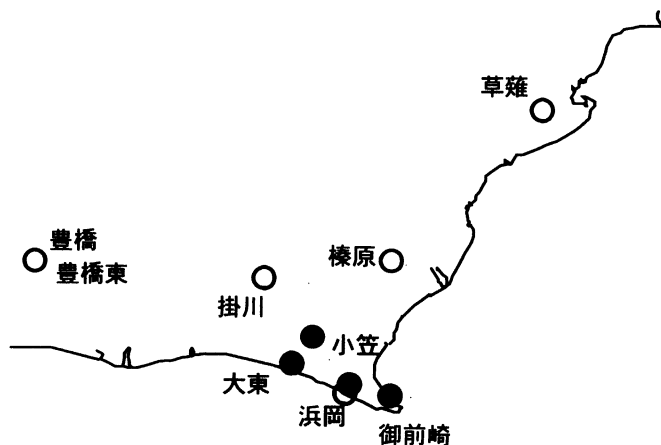


東海地域南部 地下水観測結果 長期 (時間値)  
(2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

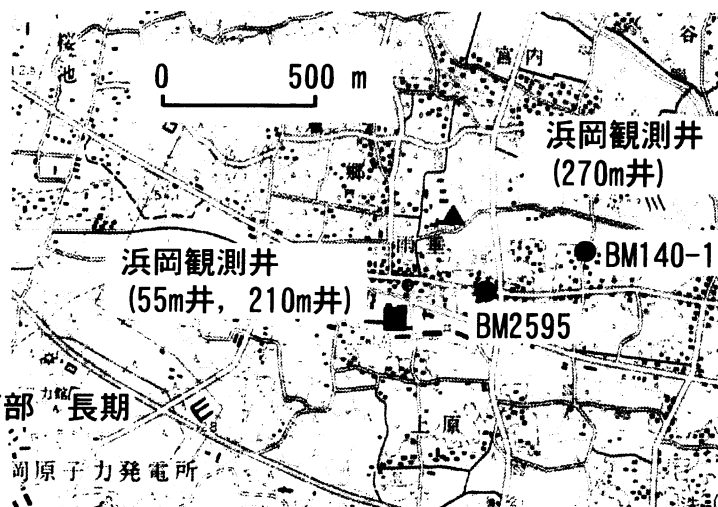
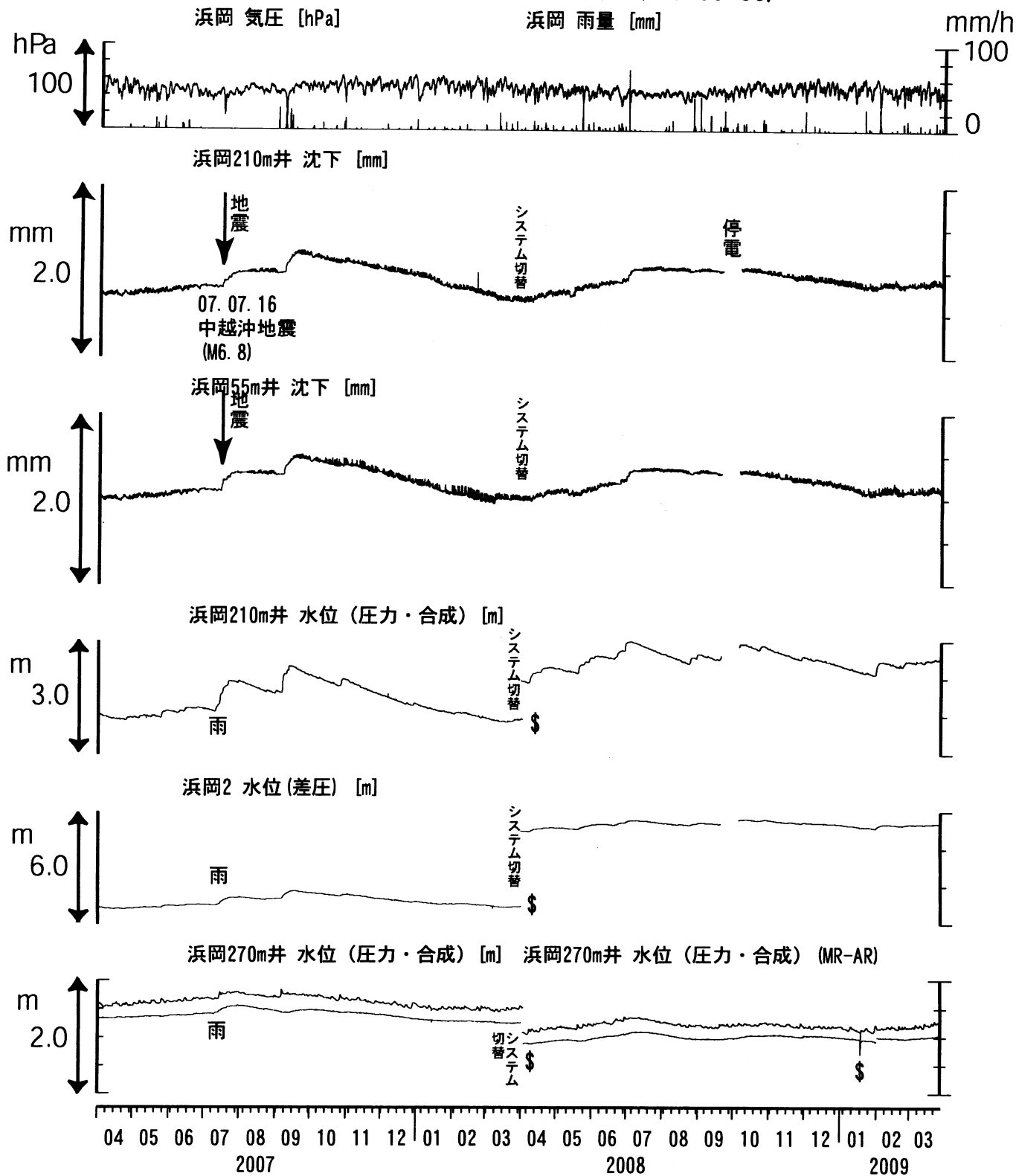


コメント:

\*; 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。  
?; 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） (2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)



コメント：\$;保守.

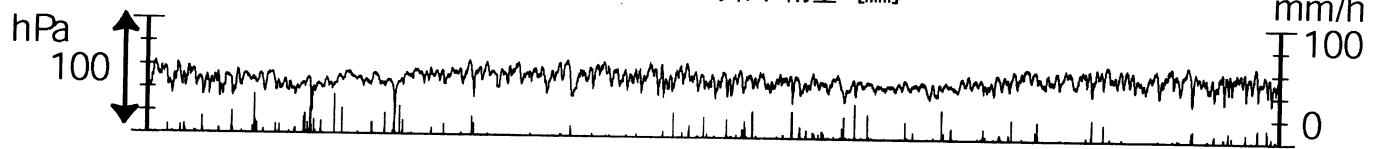




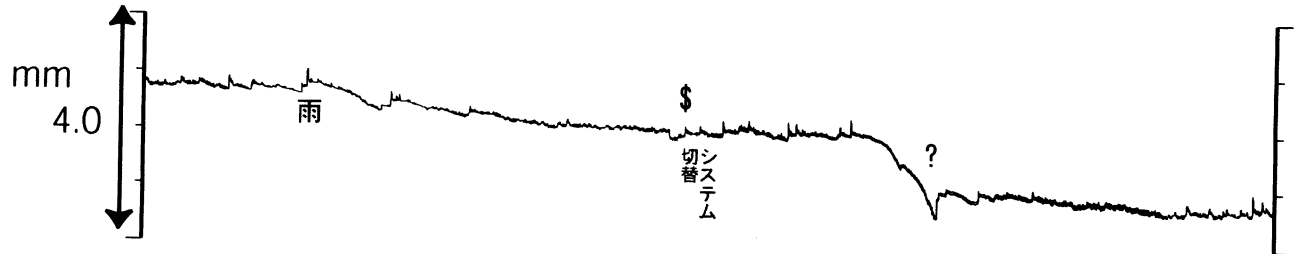
# 掛川沈下・水位（時間値） (2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

掛川 気圧 [hPa]

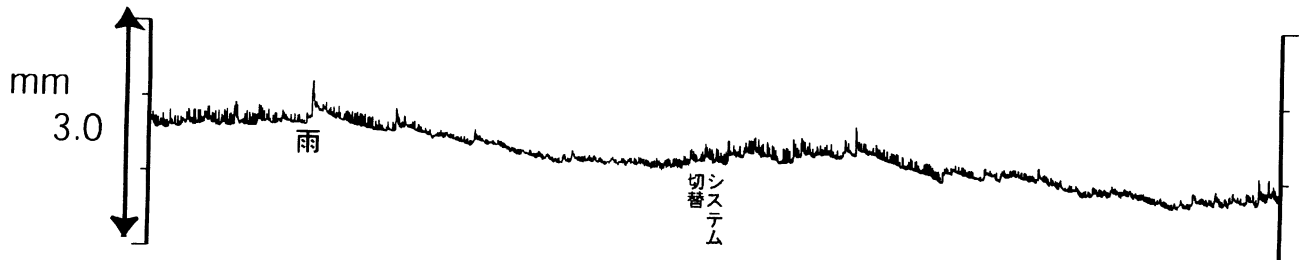
掛川 雨量 [mm]



掛川145m井 沈下 [mm]



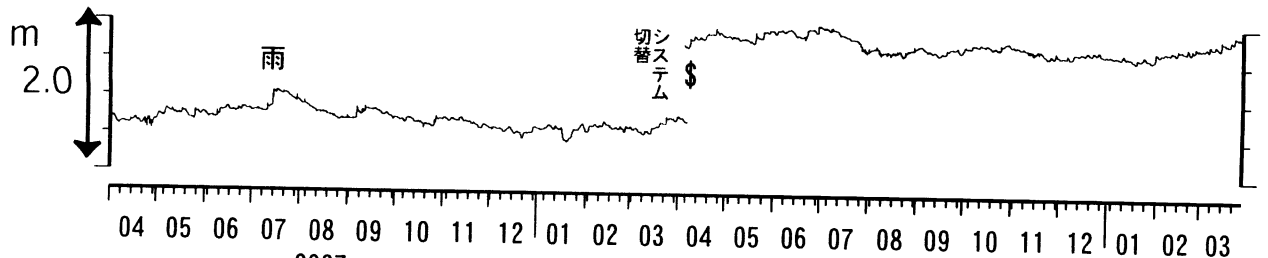
掛川35m井 沈下 [mm]



掛川145m井 水位（圧力・合成） [m]

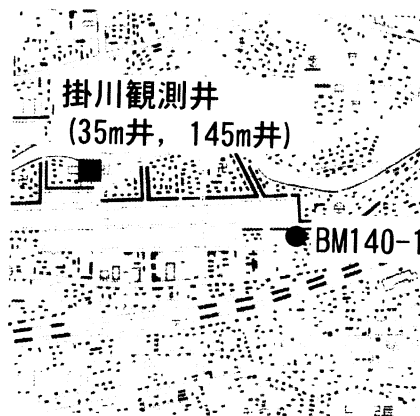


掛川35m井 水位（圧力・合成） [m]



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

コメント：\$;保守.  
 ?;原因不明.



0 500 m



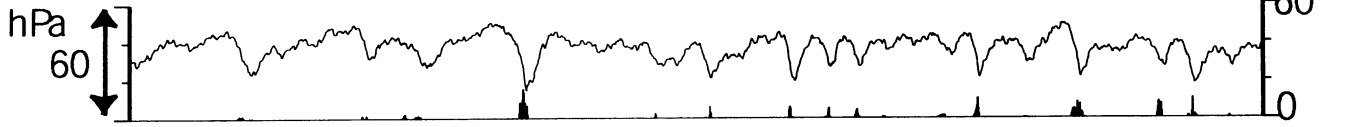
# 東海地域西部（豊橋・豊橋東）中期（時間値）

(2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

豊橋 気圧 (Paro) [hPa]

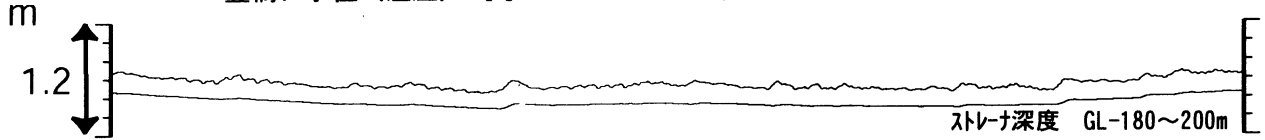
豊橋 雨量 (強度) [mm]

mm/h



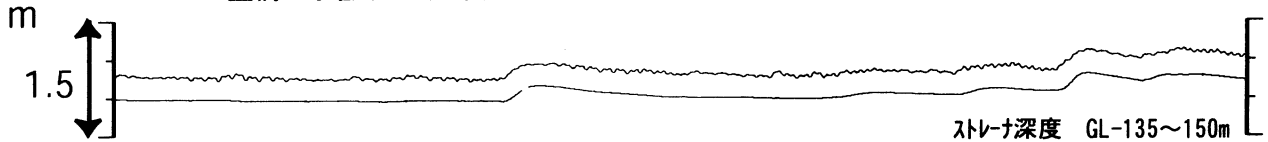
豊橋1 水位 (差圧) [m]

豊橋1 水位 (差圧) (BAYTAP)

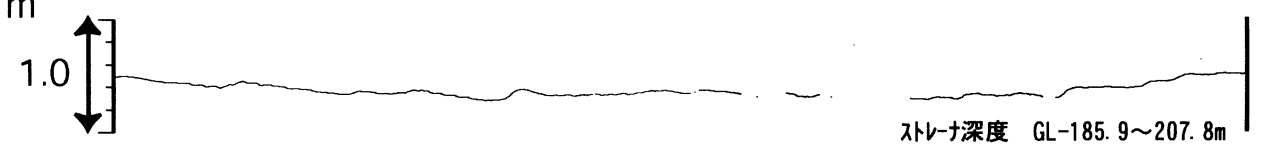


豊橋2 水位 (差圧) [m]

豊橋2 水位 (差圧) (BAYTAP)

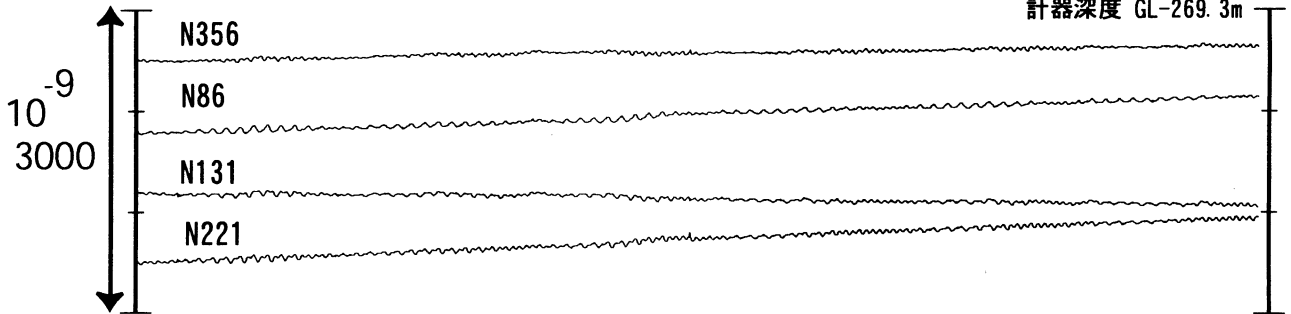


豊橋東 水位 (差圧) [m]



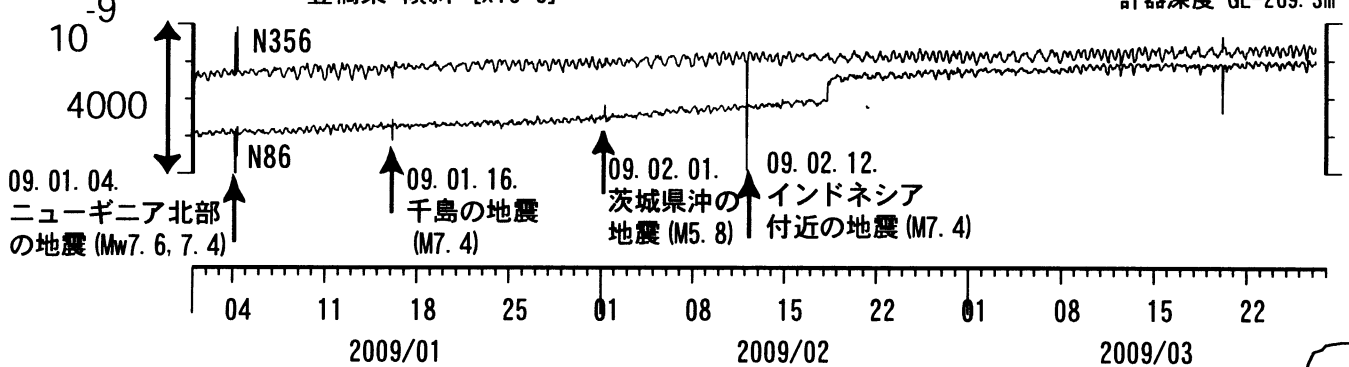
豊橋東 歪 [x10-9]

計器深度 GL-269.3m

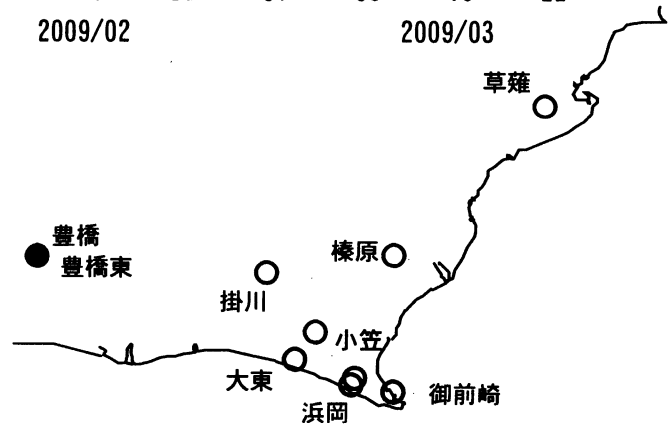


豊橋東 傾斜 [x10-9]

計器深度 GL-269.3m



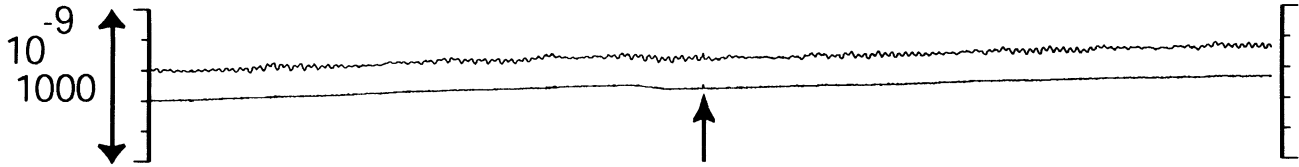
コメント: \$;保守. ?;原因不明.



東海地域西部（豊橋東 歪）中期（時間値）  
 (2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

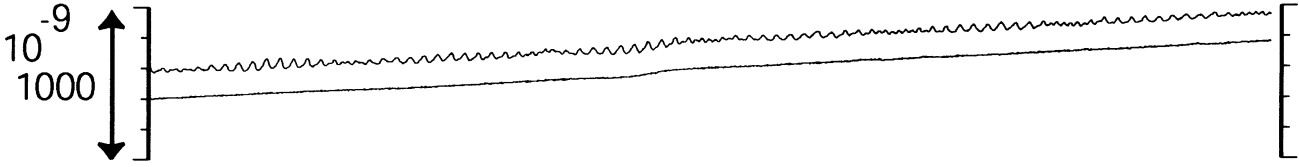
豊橋東 歪 N356E [x10<sup>-9</sup>]

豊橋東 歪 N356E (BAYTAP)



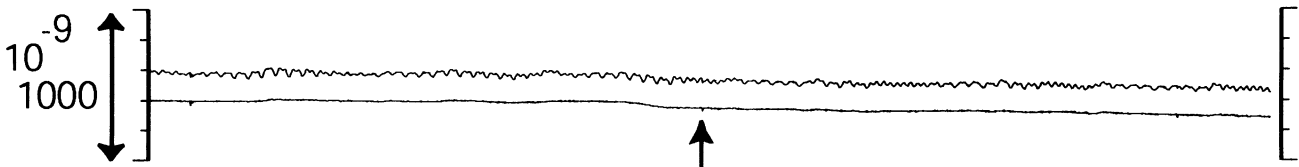
豊橋東 歪 N86E [x10<sup>-9</sup>]

豊橋東 歪 N86E (BAYTAP)



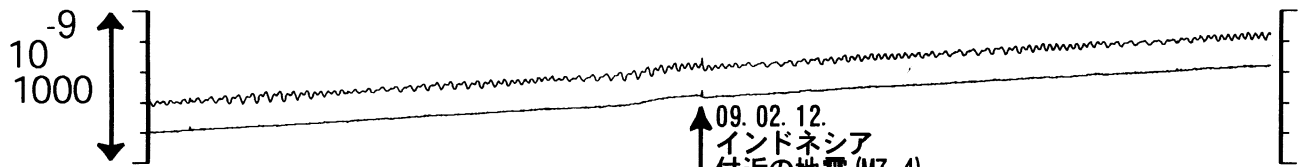
豊橋東 歪 N131E [x10<sup>-9</sup>]

豊橋東 歪 N131E (BAYTAP)



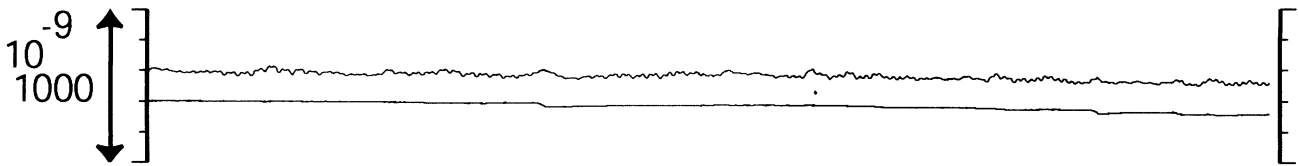
豊橋東 歪 N221E [x10<sup>-9</sup>]

豊橋東 歪 N221E (BAYTAP)

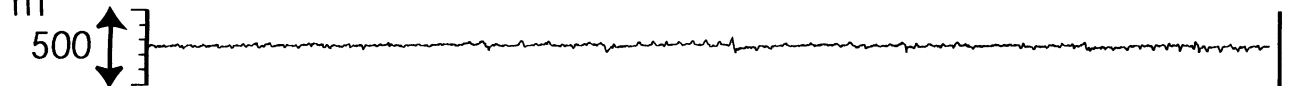


豊橋東 歪 鉛直 [x10<sup>-9</sup>]

豊橋東 歪 鉛直 (BAYTAP)



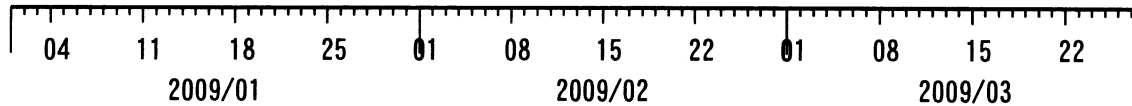
豊橋東 磁力 N356E [nT]



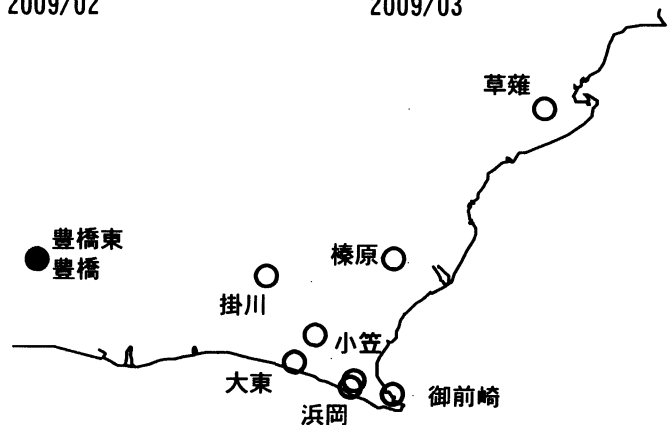
豊橋東 歪計温度（水晶式） [deg. C]



計器深度 GL-269. 3m

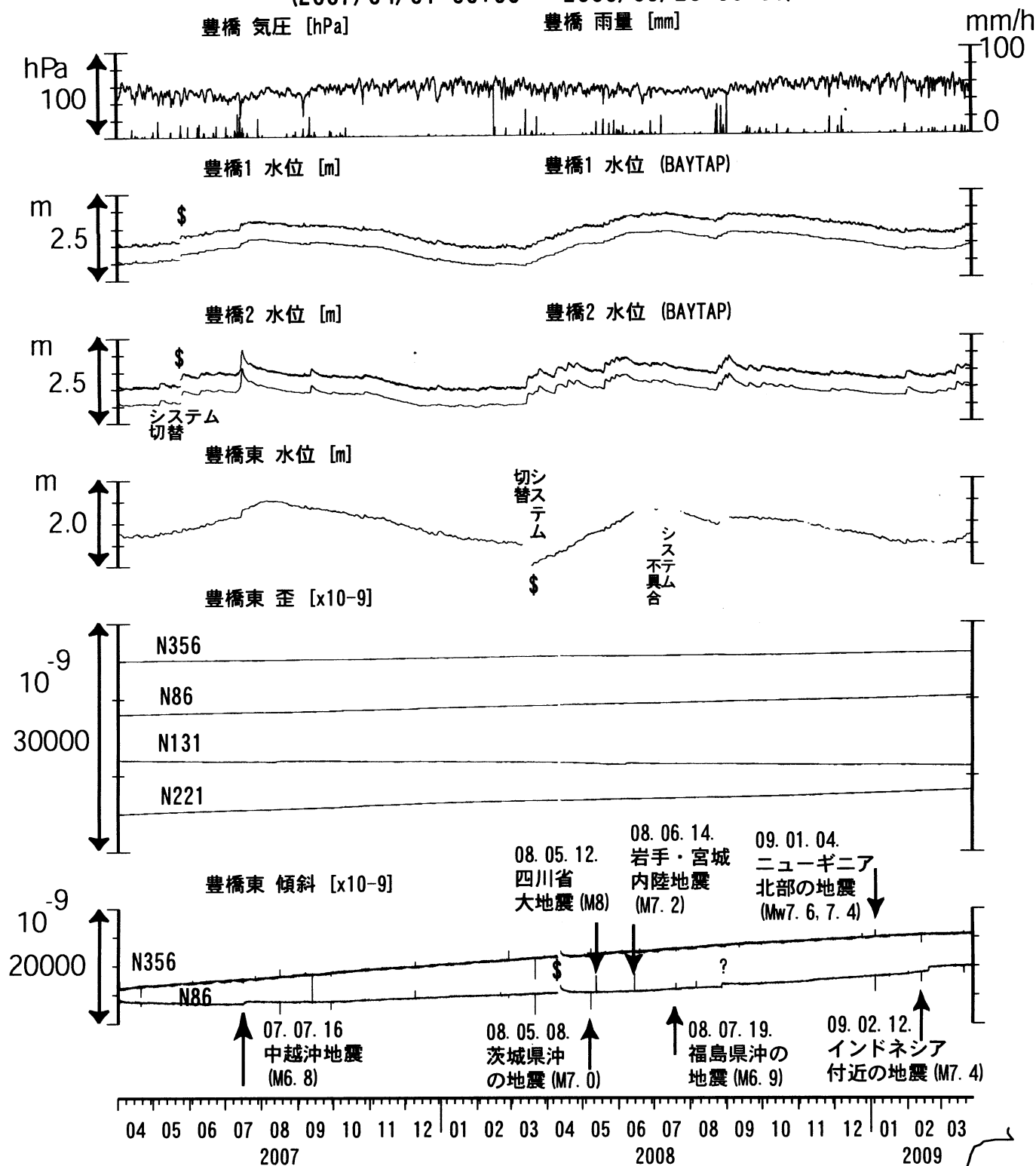


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

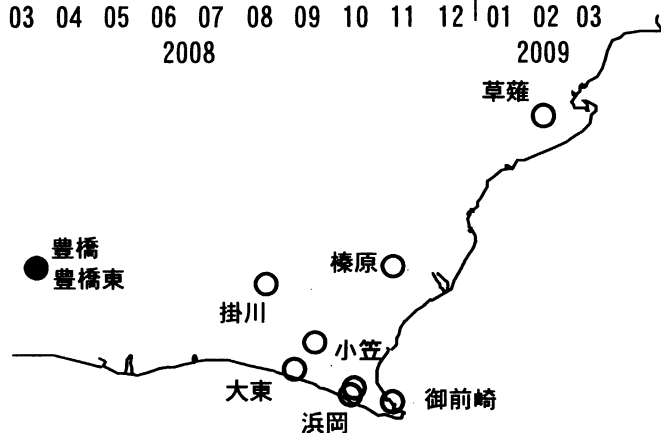


# 東海地域西部（豊橋・豊橋東）長期（時間値）

(2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

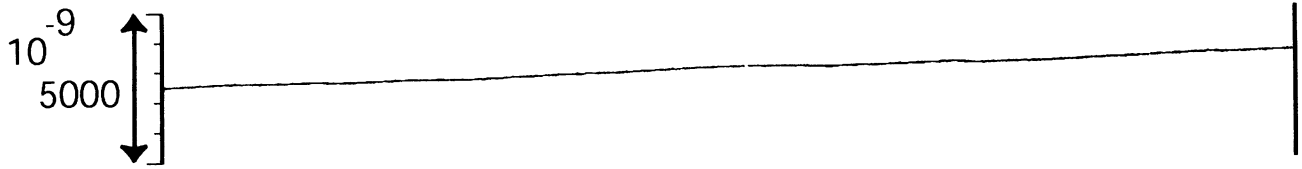


コメント：\$;保守. ?;原因不明.



東海地域西部（豊橋東 歪）長期（時間値）  
 (2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

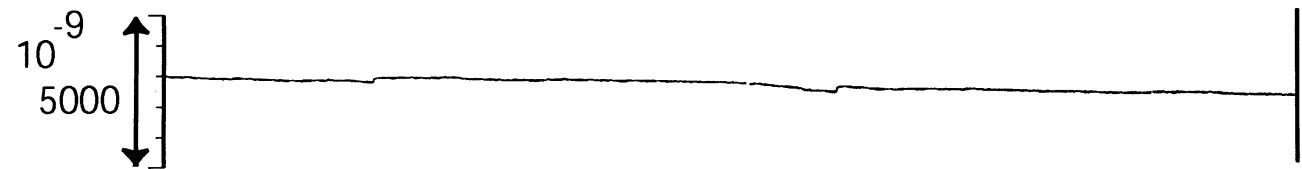
豊橋東 歪 N356E [x10<sup>-9</sup>]



豊橋東 歪 N86E [x10<sup>-9</sup>]



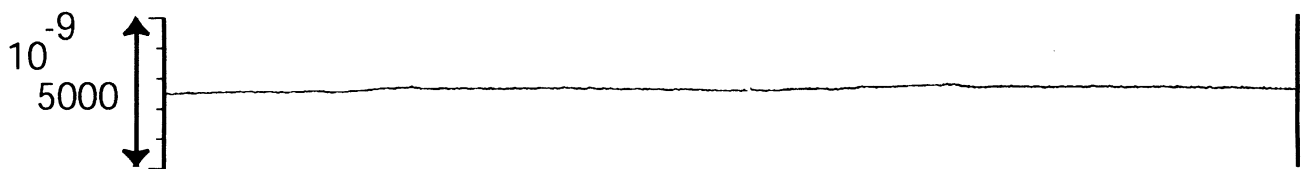
豊橋東 歪 N131E [x10<sup>-9</sup>]



豊橋東 歪 N221E [x10<sup>-9</sup>]



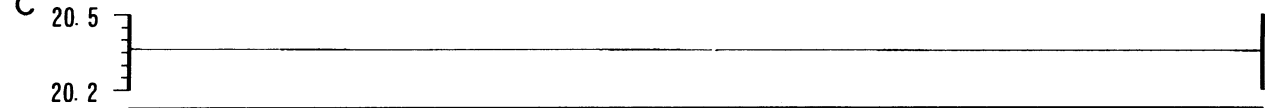
豊橋東 歪 鉛直 [x10<sup>-9</sup>]



豊橋東 磁力 [nT]



豊橋東 歪計温度（水晶式） [deg. C]



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

コメント：\$;保守.

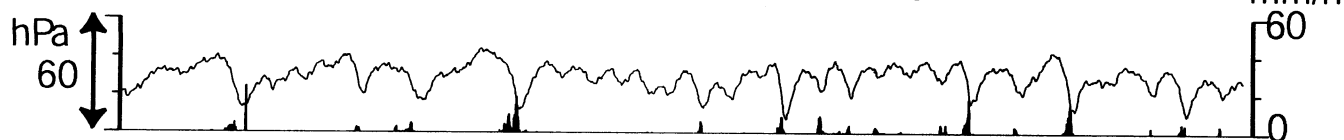


# 伊豆半島東部 地下水位・自噴量 中期 (時間値)

(2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

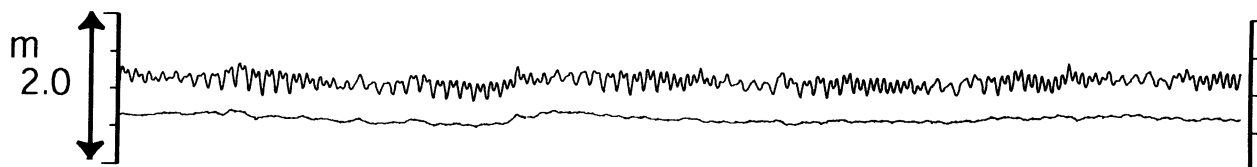
冷川南 気圧 (円筒) [hPa]

大室山北 雨量 [mm]



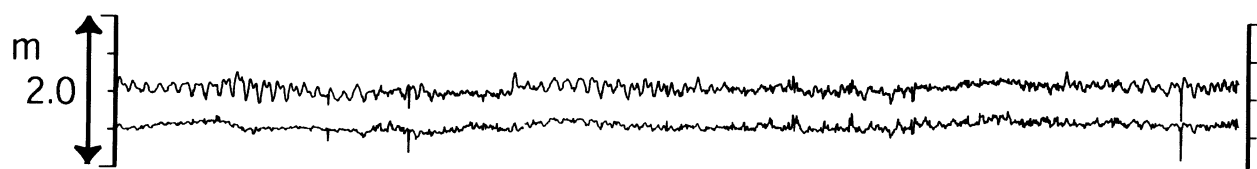
松原174号井 水位 (圧力m) [m]

松原174号井 水位 (圧力m) (BAYTAP)



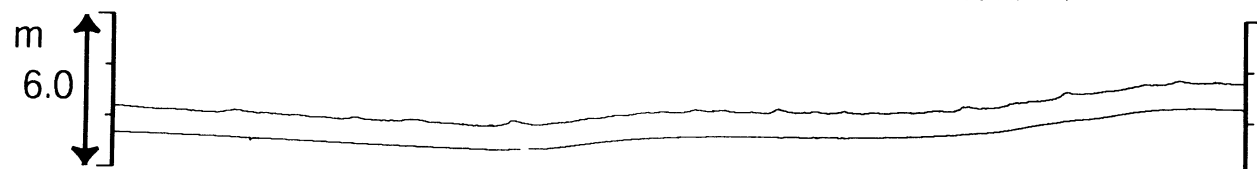
江戸屋 水位 (圧力) [m]

江戸屋 水位 (圧力) (BAYTAP)



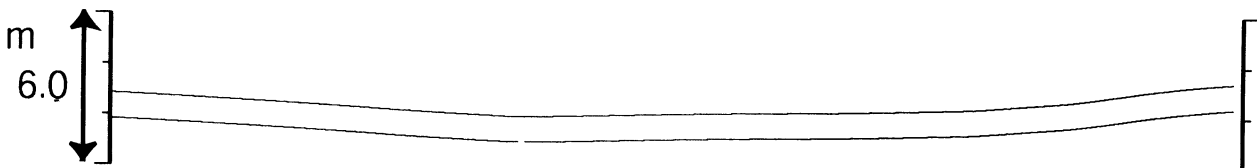
大室山北 水位 (圧力・合成) [m]

大室山北 水位 (圧力・合成) (MR-AR)



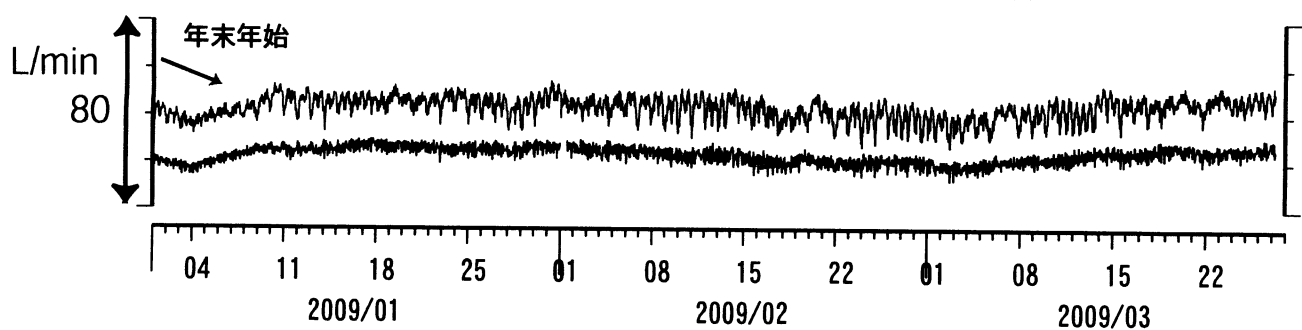
冷川南 水位 (圧力・合成) [m]

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)

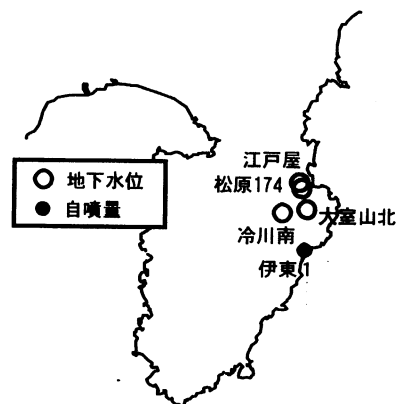


コメント：\$;保守. ?;原因不明.

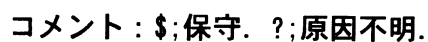
松原174号井は静岡県による観測.

伊東1は, 休日・年末年始に周囲の

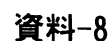
温泉使用量が増加するため, 自噴量が減少する.



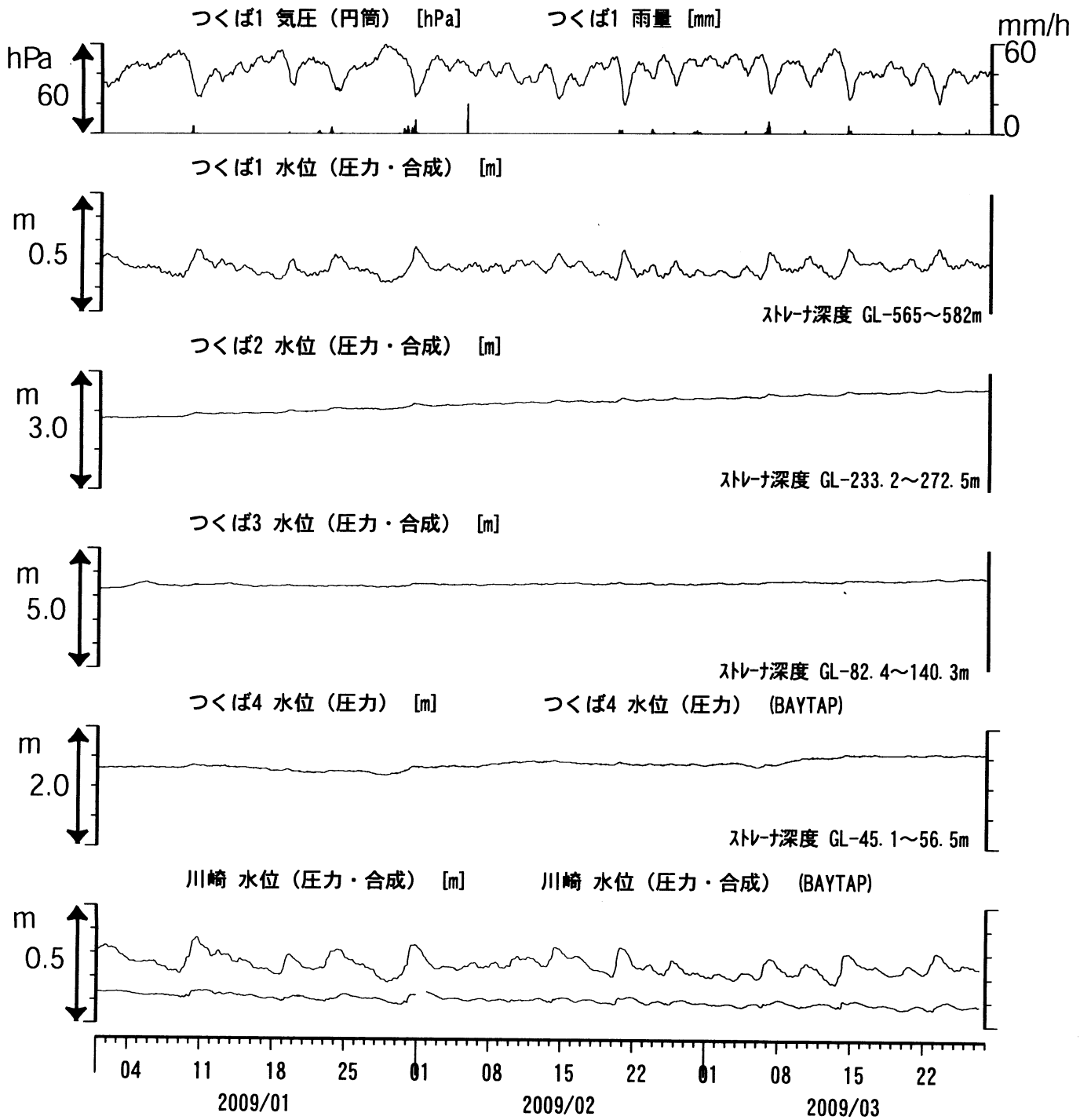
大室山北 気圧 (円筒) [hPa]                      大室山北 雨量 [mm]



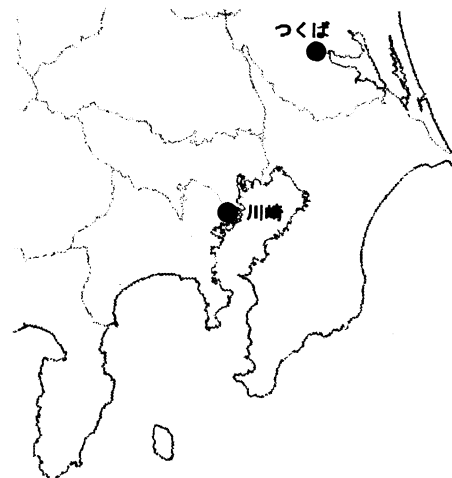
2008年10月30日に江戸屋の水位計の保守を行った。



関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)  
(2009/01/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)



コメント：\$;保守.



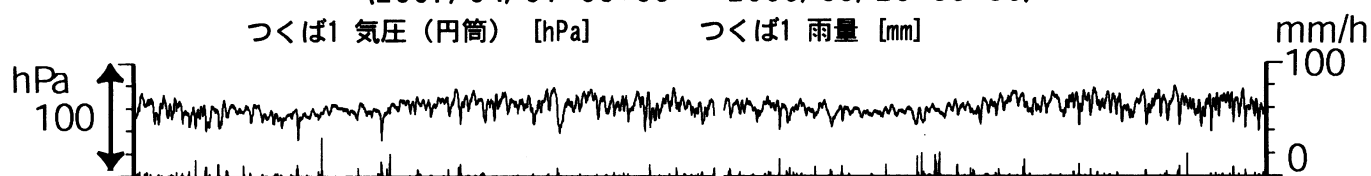


# 関東地域 地下水観測結果 長期 (時間値)

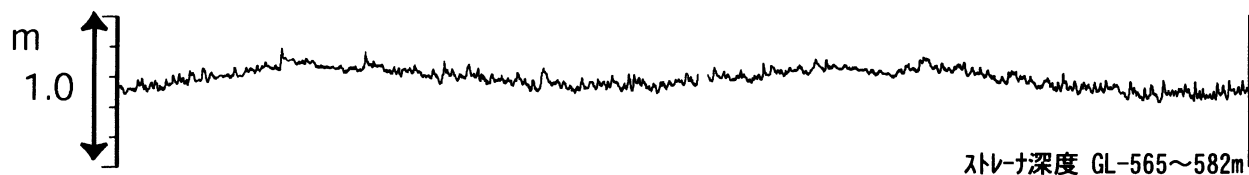
(2007/04/01 00:00 - 2009/03/28 00:00)

つくば1 気圧 (円筒) [hPa]

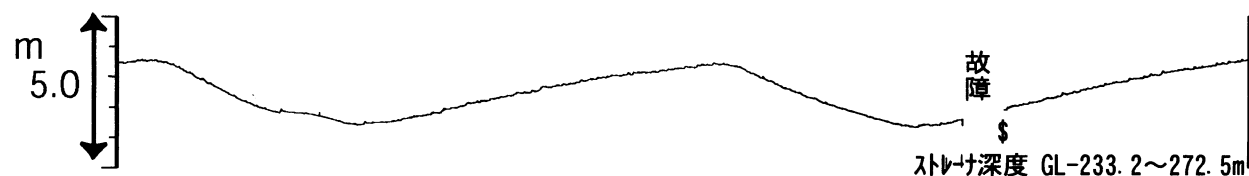
つくば1 雨量 [mm]



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]

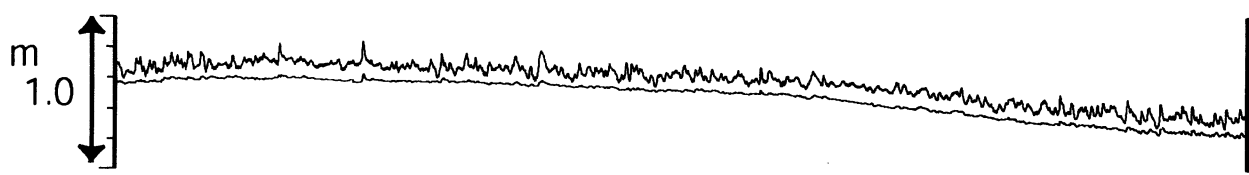


つくば4 水位 (圧力・合成) [m]



川崎 水位 (圧力・合成) [m]

川崎 水位 (圧力・合成) (BAYTAP)

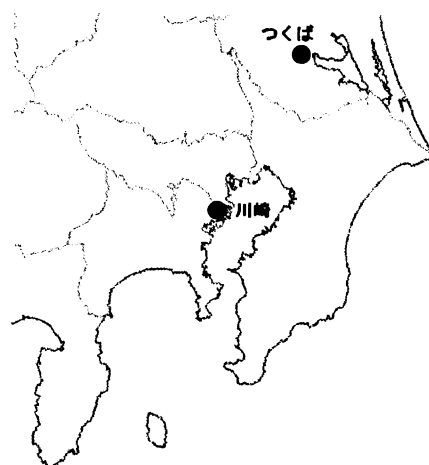


04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01 02 03  
2007 2008 2009

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。

2007年2月26日よりつくば4水位観測再開。



# 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果(2009年1月～2009年3月)

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所で2007年以降に地下水等の観測を開始した、紀伊半島南部の3観測点(HGM、KSTおよびICU)における2009年1月1日から同年3月25日までの観測結果を図1～3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3月20日～21日に和歌山県中部で比較的活発な低周波微動が観測された(図4)。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5～9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。これによると、3月20日4時～21日20時頃にICU、MYMで微動に対応した変化が認められるほか、KST、ITAでも一部成分に小さな変化が認められる。微動の活発な時間帯と概ね調和的であるが、微動の個数および歪変化量が小さいため、今回のイベントでの両者の細かな対比は難しい。

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該当期間の主歪を計算した(図10)。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、MYMおよびKSTの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通り計算される。HGMは水平歪2のノイズレベルが高いため、これを除いて1組のみ計算している。一部ややばらつきが大きいものの、4組の計算結果には矛盾はない。観測された主歪方位・振幅は断層モデルからの計算値と調和的である。Mwは5.8と推定される。

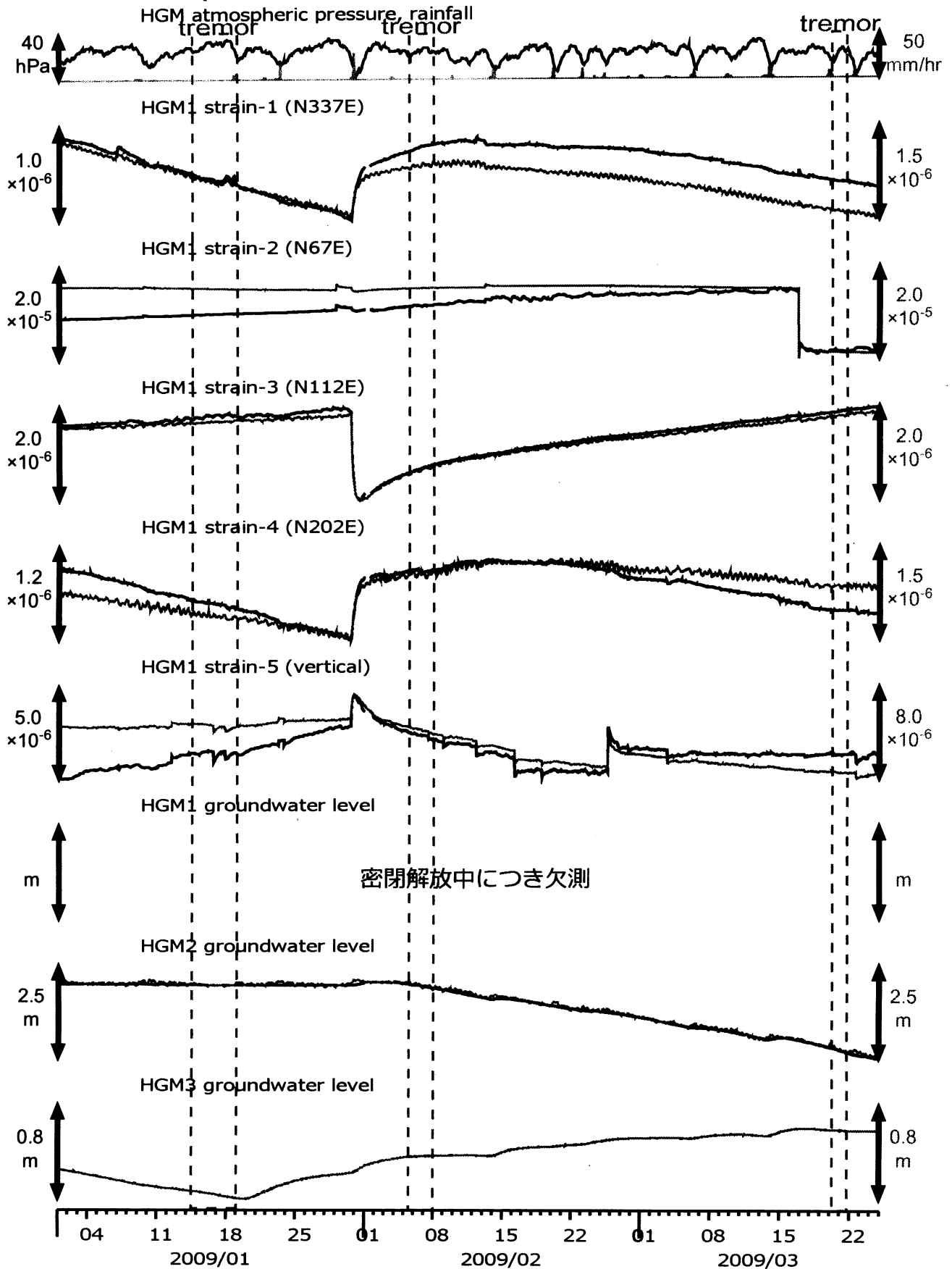
この地域では、2009年1月に奈良県南部、同年2月に和歌山県中部で深部低周波微動にともなうSSEによると考えられる歪変化が観測されている。今回のすべり領域は、1月および2月の領域の間を埋める位置にある。

(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.
- 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: HGM (時間値)  
(2009/01/01 00:00 - 2009/03/25 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            |

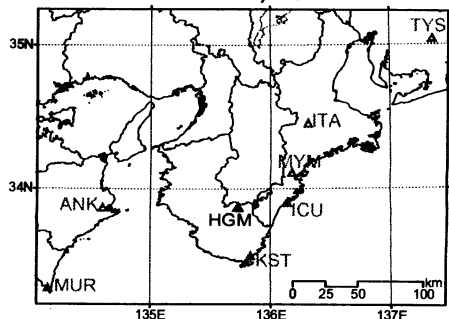
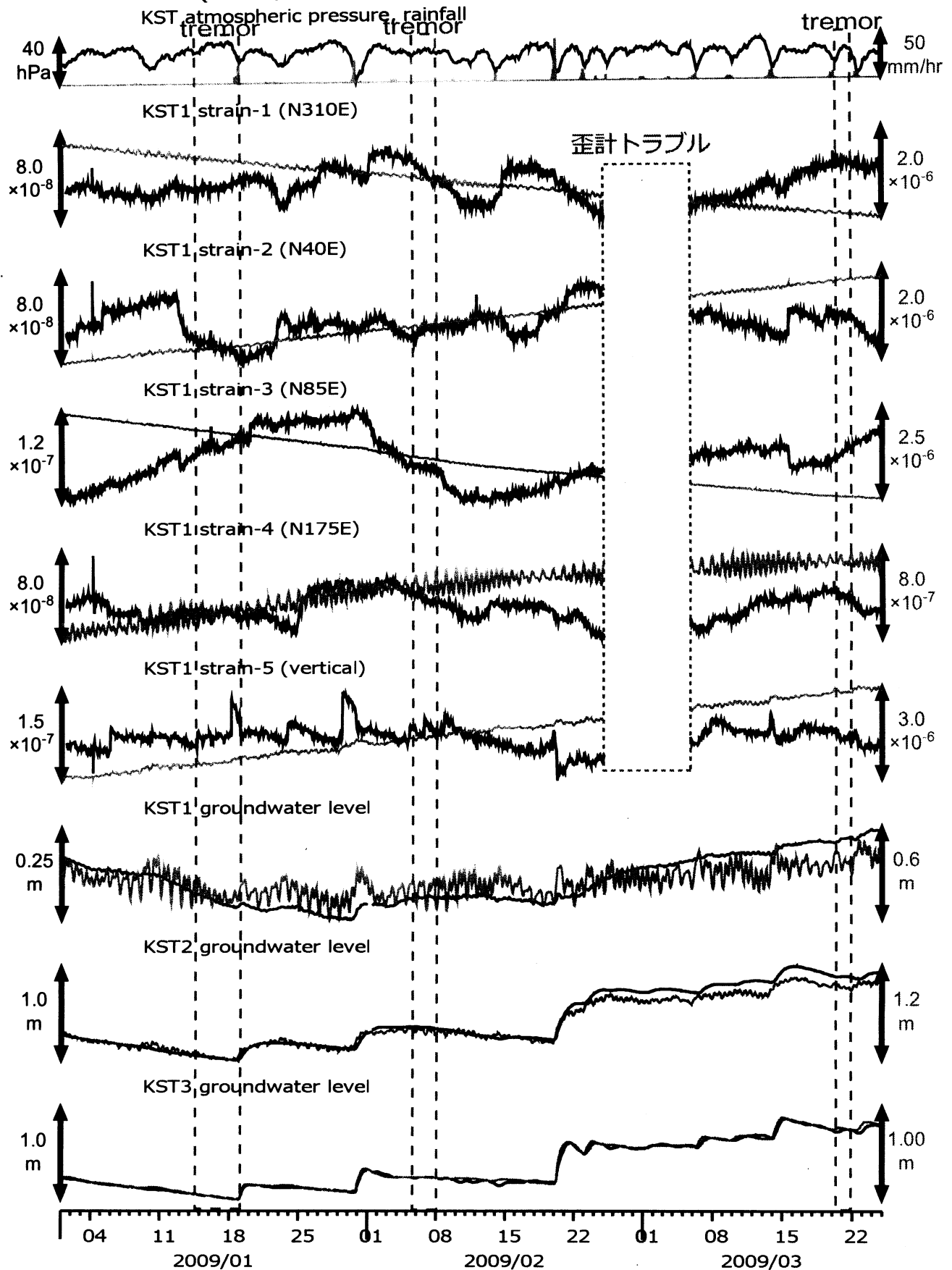


図2: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: KST (時間値)  
(2009/01/01 00:00 - 2009/03/25 00:00)



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            |

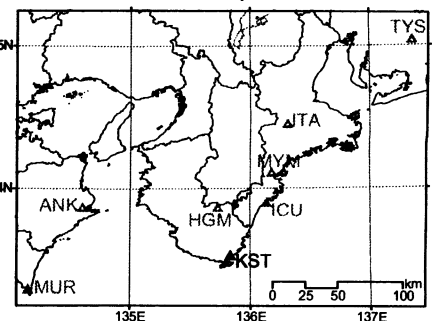
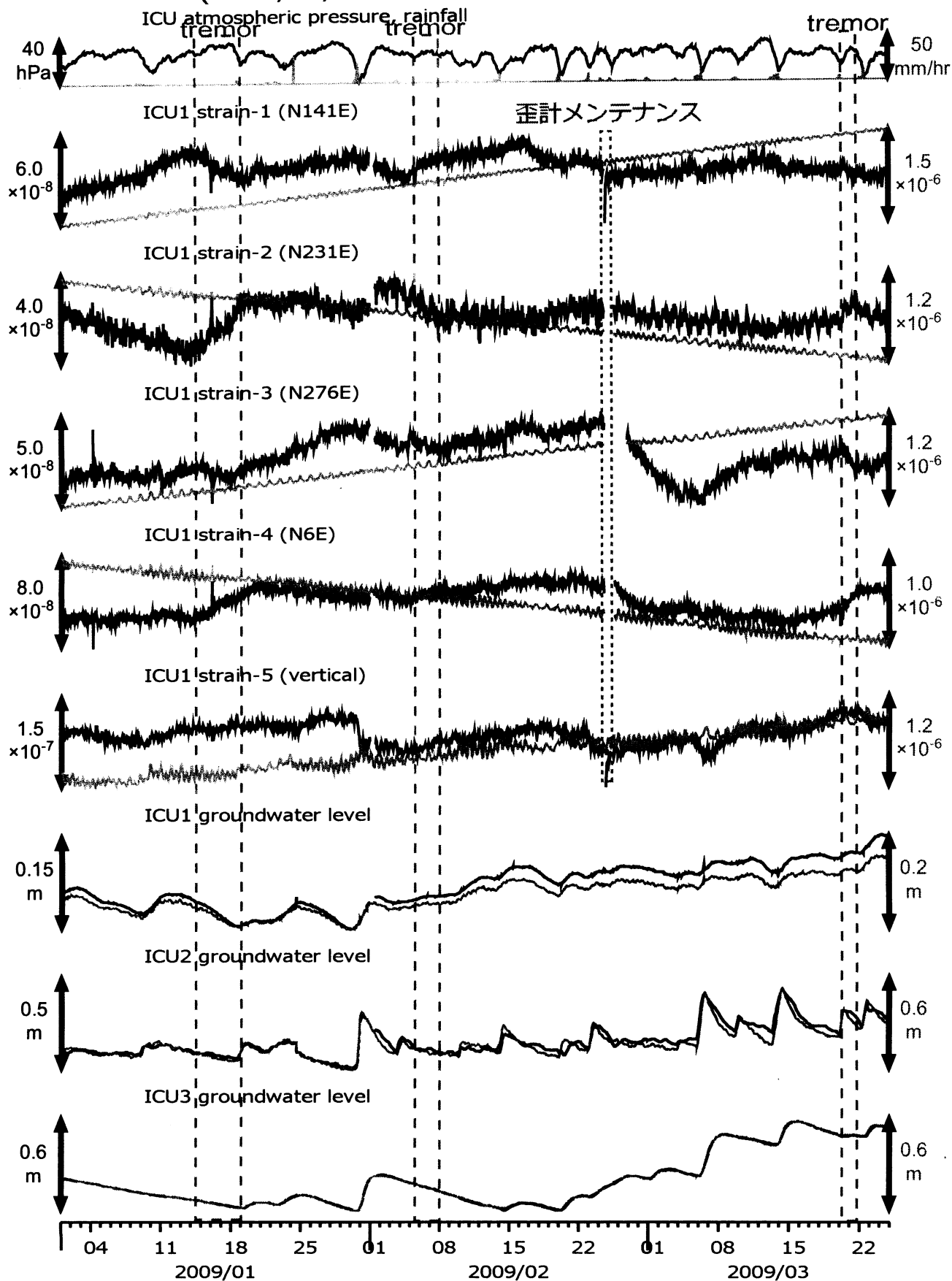


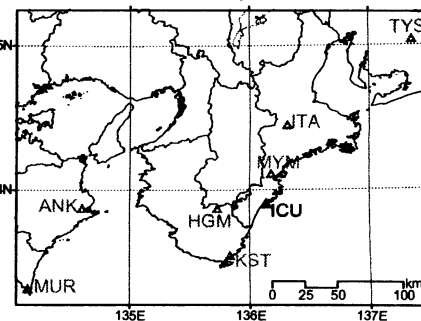
図3: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ICU (時間値)  
(2009/01/01 00:00 - 2009/03/25 00:00)



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。

1/24-25に歪計のメンテナンスを行ったため、数日間歪記録に影響が出ている。

| 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              |



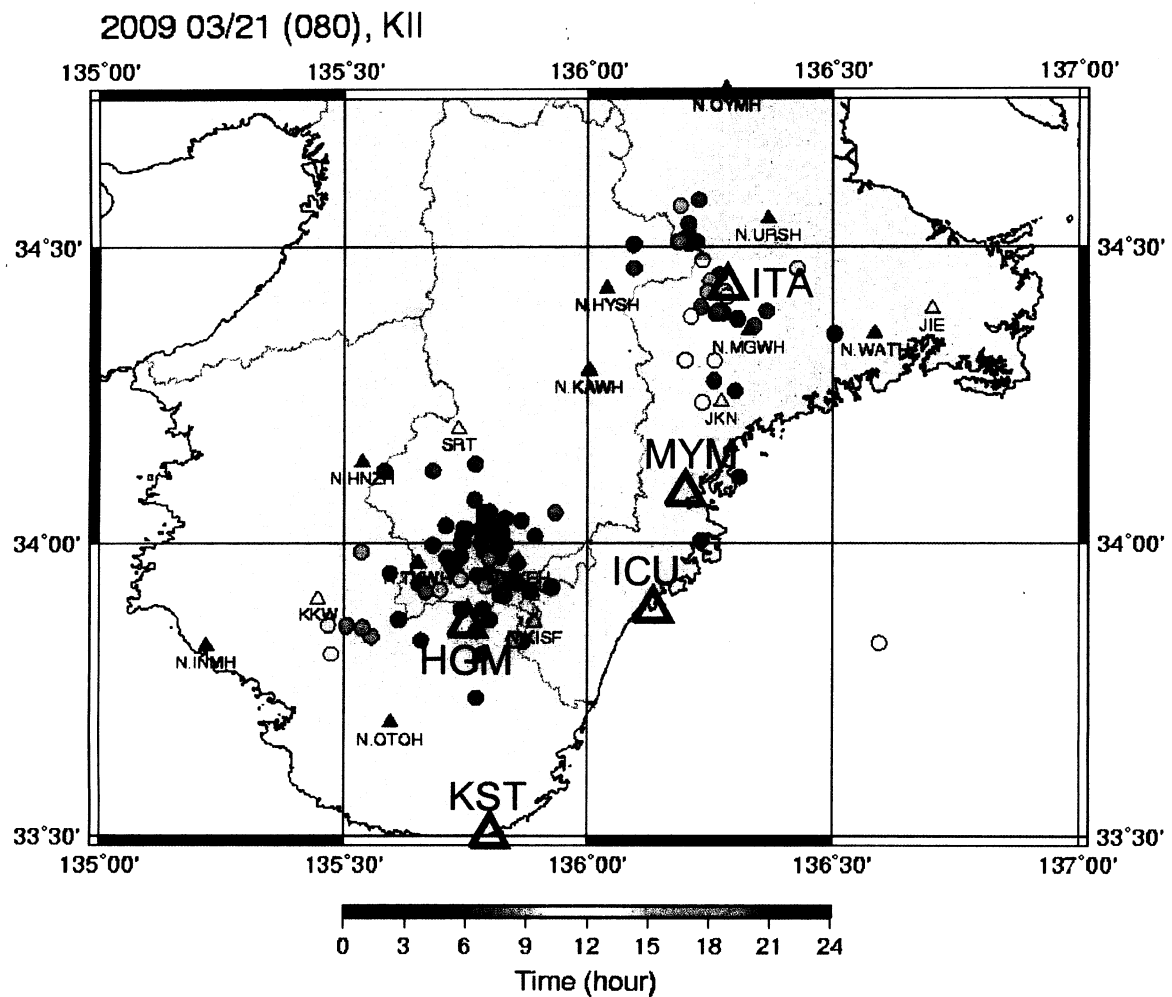
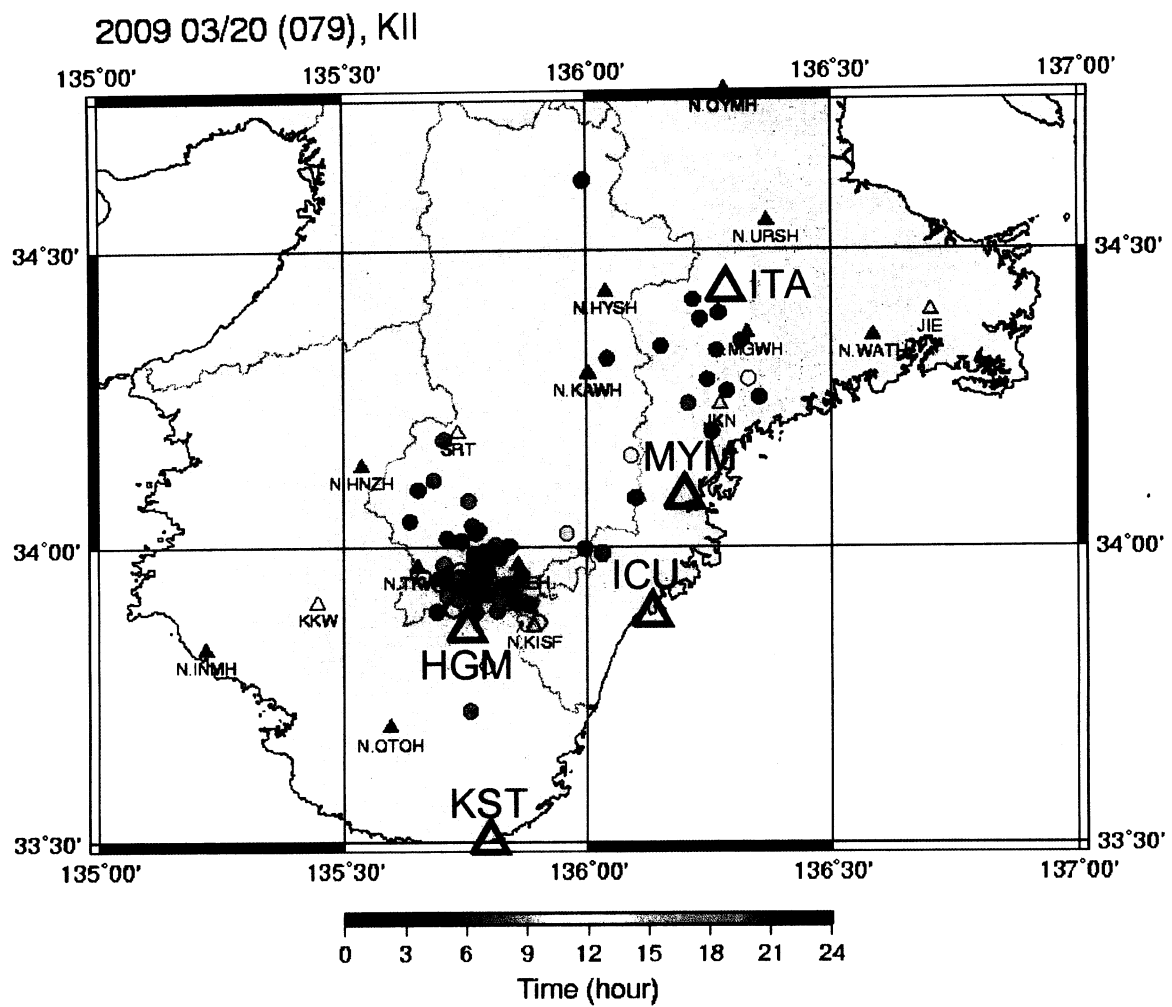
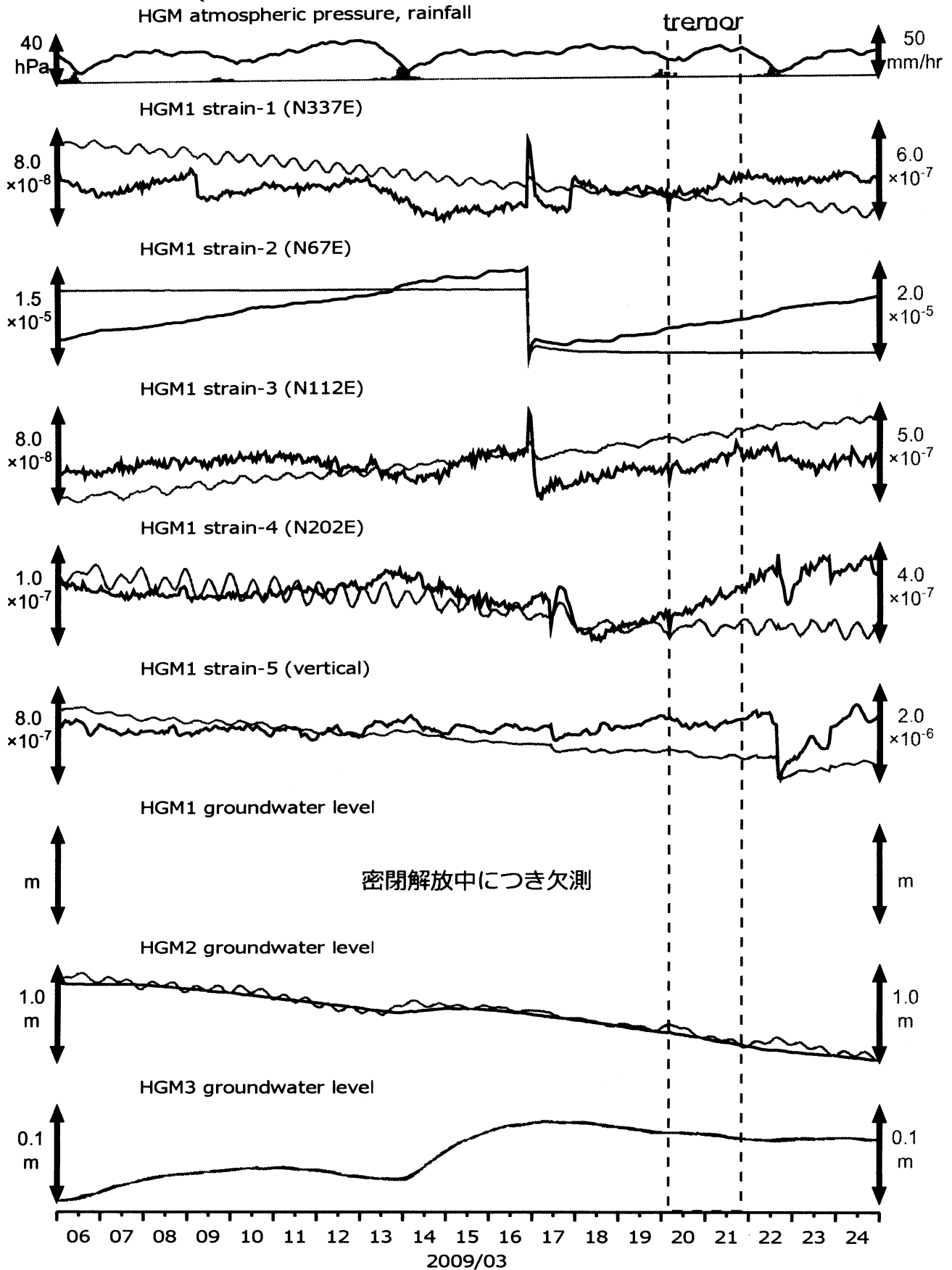


図 4: 広島大学の低周波微動自動モニタリングシステム ATMOS による  
紀伊半島におけるモニタリング結果  
<http://tremor.geol.sci.hiroshima-u.ac.jp/index.html>

図5: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: HGM (時間値)  
(2009/03/06 00:00 - 2009/03/25 00:00)



2009/1/30にHGM1の密封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。

2009/03

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 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            |

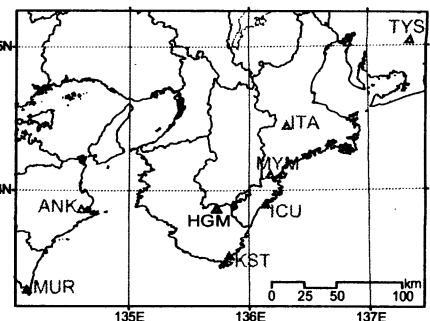
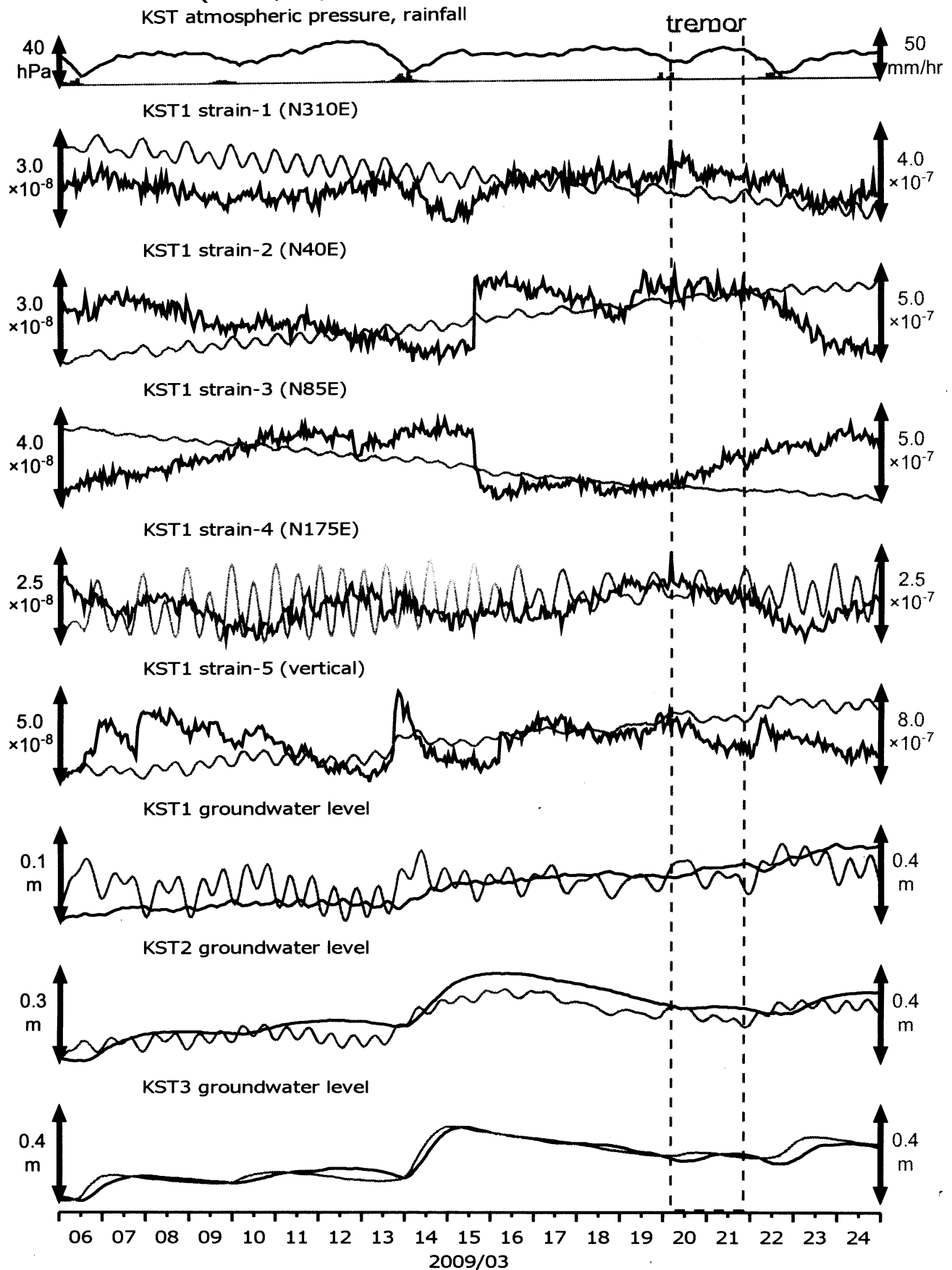
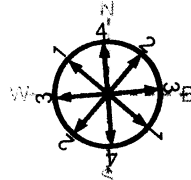


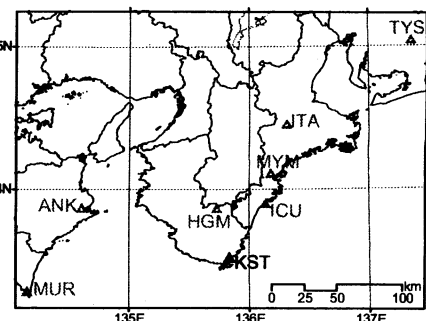
図6: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: KST (時間値)  
(2009/03/06 00:00 - 2009/03/25 00:00)



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            |





ICU atmospheric pressure, rainfall

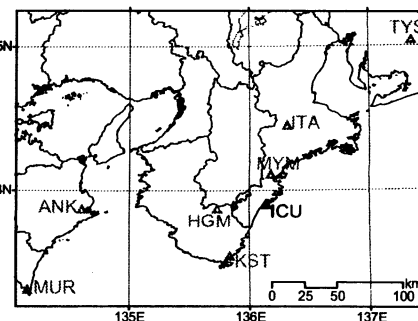
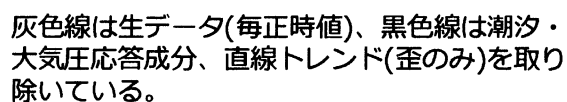
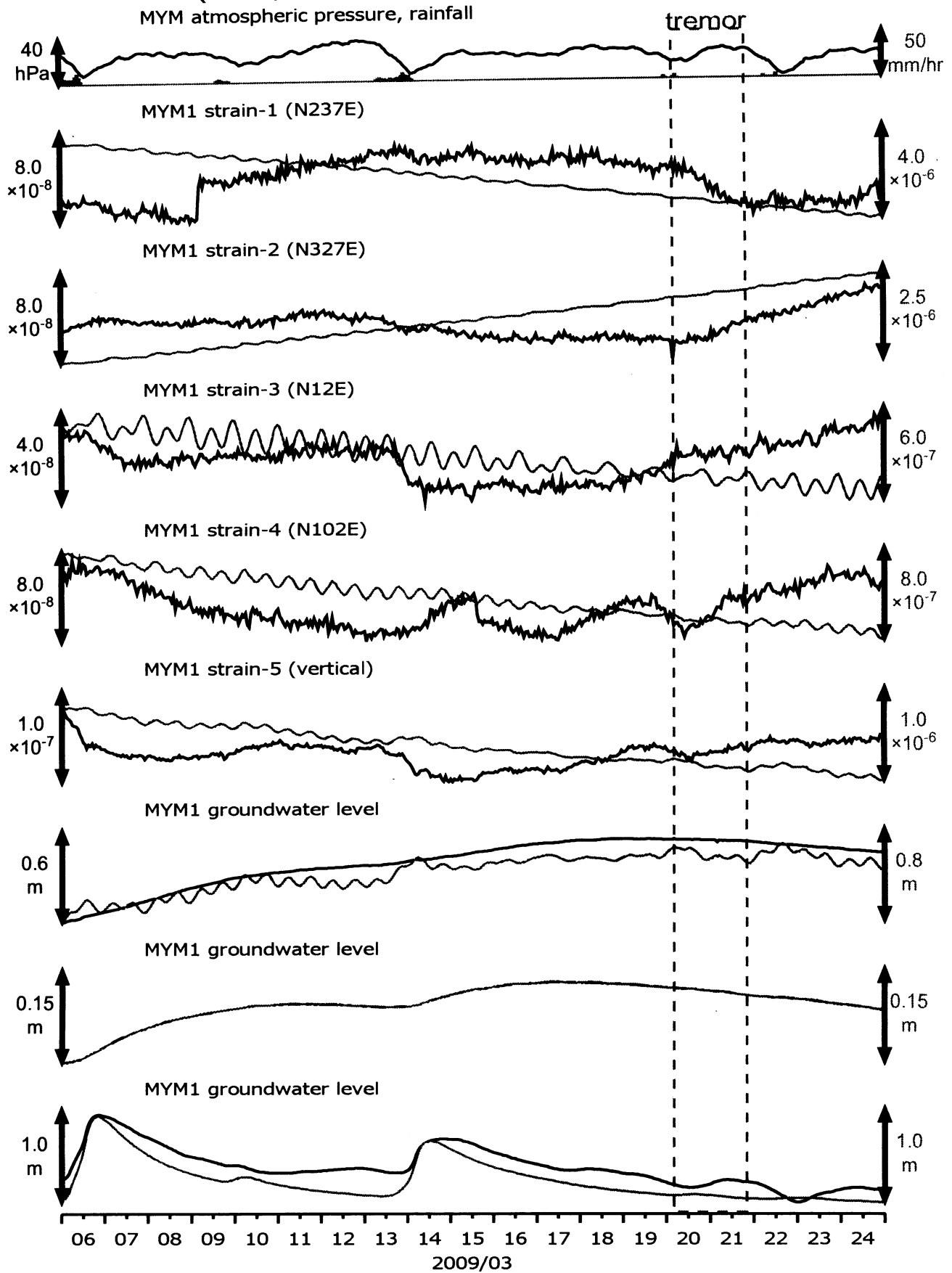
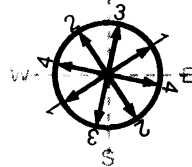


図8: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: MYM (時間値)  
(2009/03/06 00:00 - 2009/03/25 00:00)



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、1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 | 585.4 - 592.3          |
| well             | screen depth (GL-m)    |
| MYM1             | 418.9 - 429.8          |
| MYM2             | 140.2 - 151.1          |
| MYM3             | 19.9 - 25.3            |

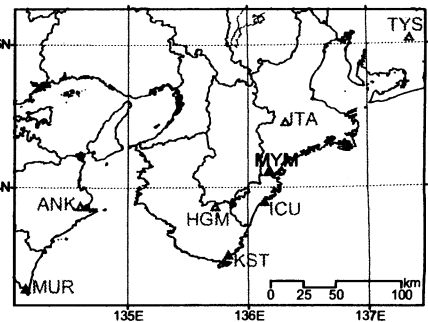
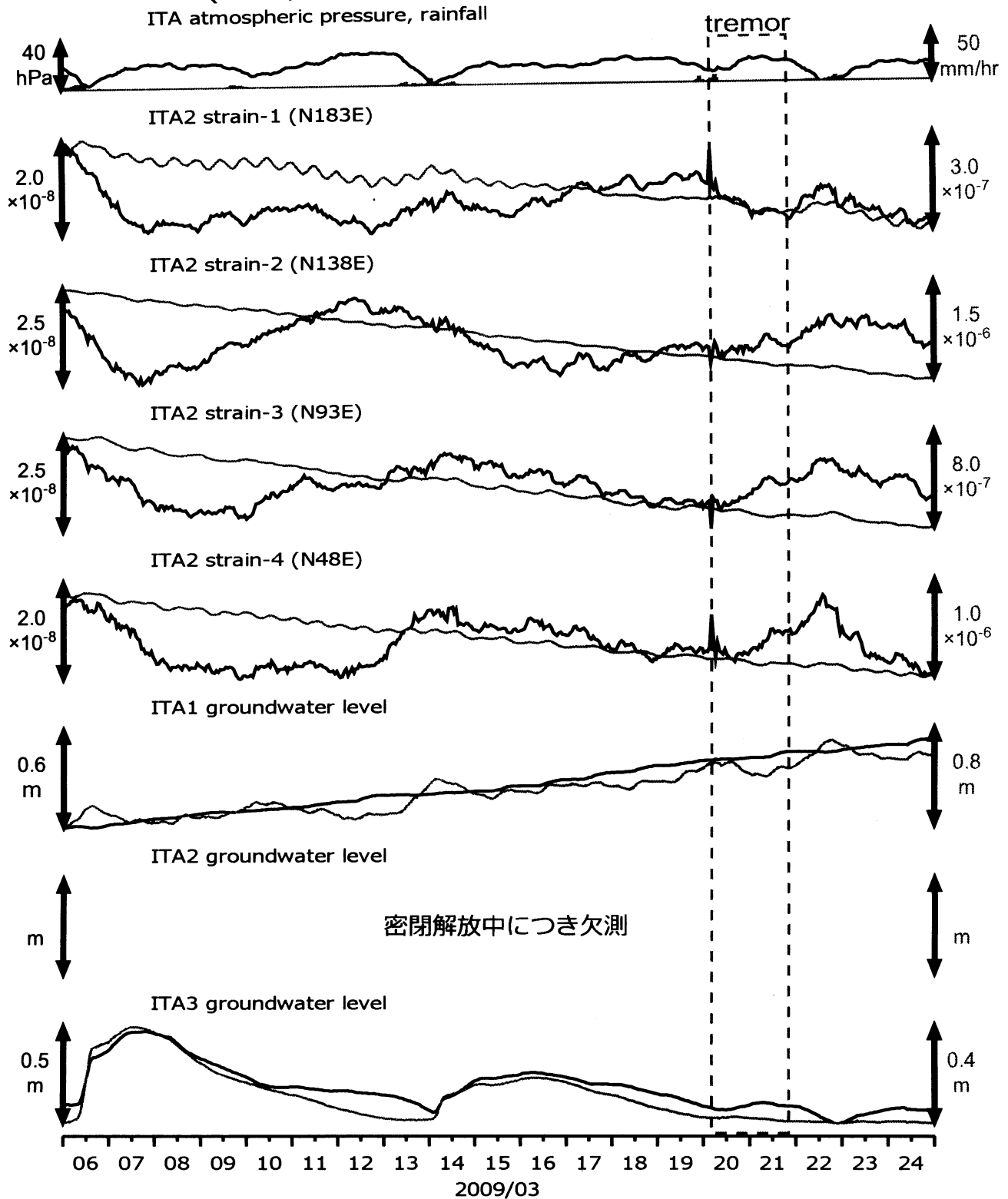
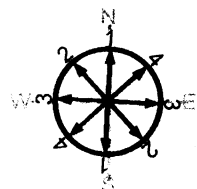


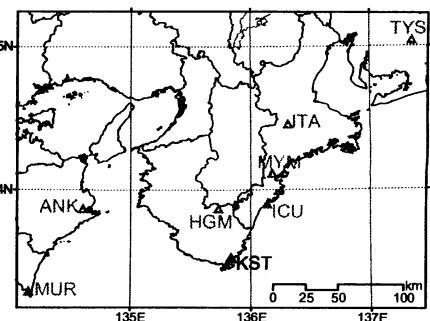
図9: 紀伊半島南部の地下水・歪観測結果: ITA (時間値)  
(2009/03/06 00:00 - 2009/03/25 00:00)



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 - 183.6          |
| well             | screen depth [GL-m]    |
| ITA1             | 547.6 - 558.5          |
| ITA2             | 145.5 - 156.4          |
| ITA3             | 10.8 - 16.3            |



| Event     | Lat   | Lon    | Depth [km] | Strike [deg] | Length [km] | Width | Dip [deg] | Rake [deg] | Slip [mm] | Mw  |
|-----------|-------|--------|------------|--------------|-------------|-------|-----------|------------|-----------|-----|
| Mar. 2009 | 33.90 | 135.90 | 30         | 245          | 25          | 25    | 20        | 110        | 30        | 5.8 |
| Feb. 2009 | 33.70 | 135.65 | 25         | 265          | 35          | 30    | 15        | 130        | 20        | 5.8 |
| Jan. 2009 | 34.05 | 136.05 | 30         | 230          | 30          | 30    | 25        | 95         | 20        | 5.8 |

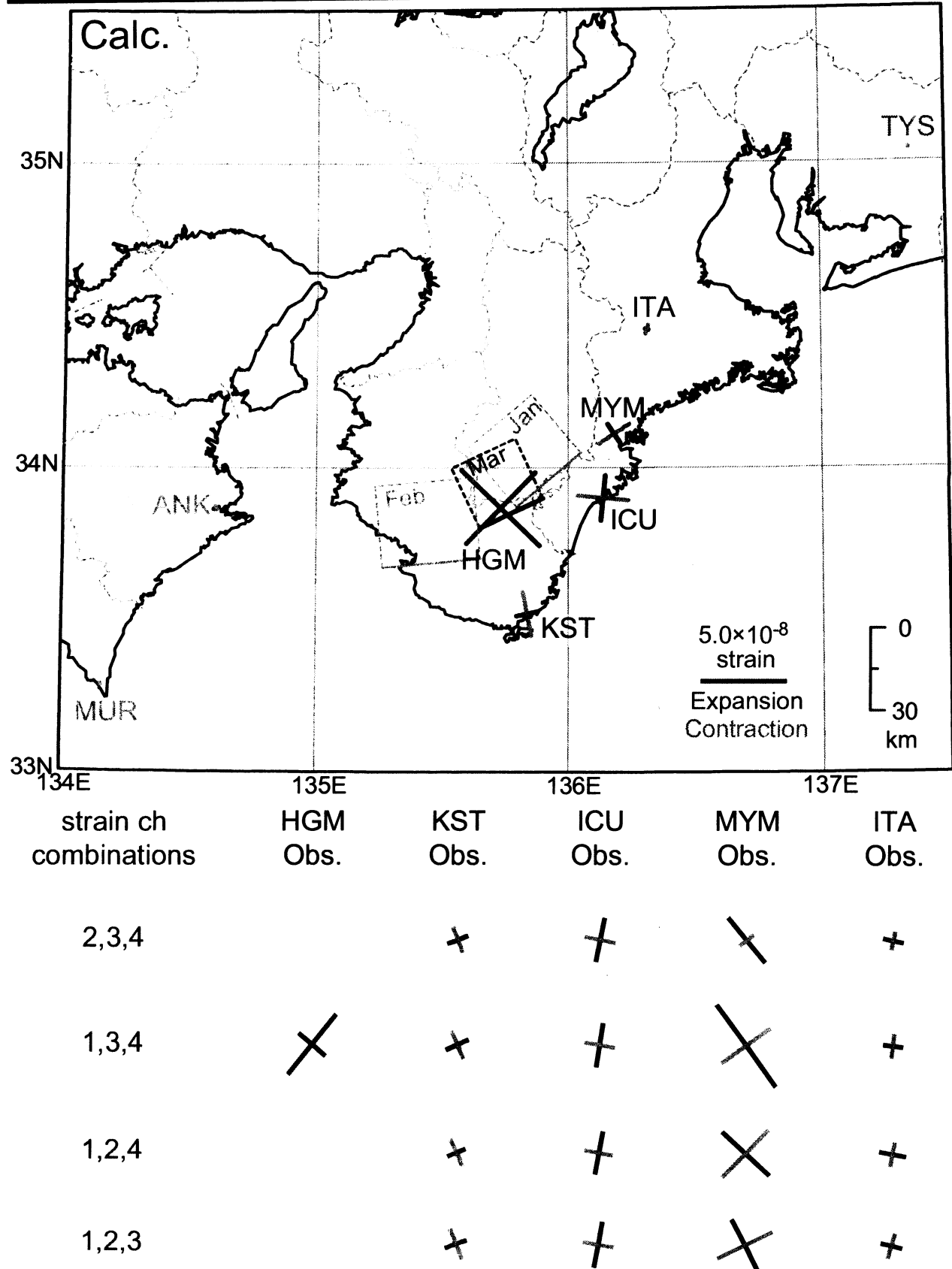
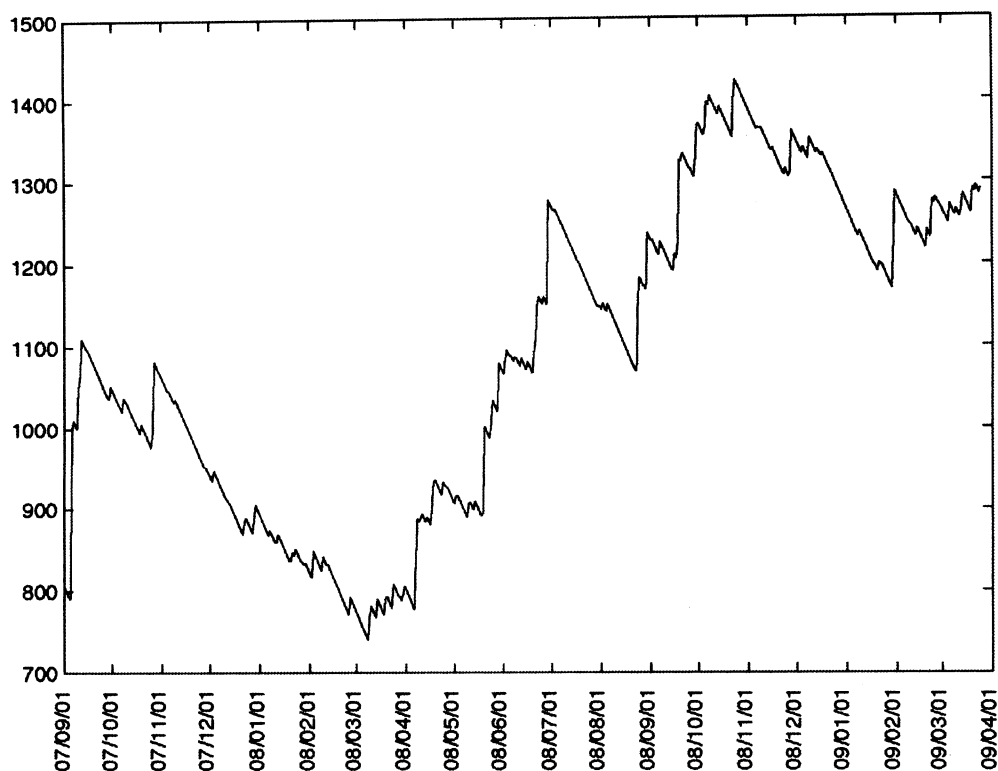


図 10: 弘瀬ほか (2007) によるフィリピン海プレート形状を参考にした断層モデル。水平位置は深部低周波微動の震源域で決定し、深さ、走向、傾斜角、すべり方向はプレート形状により決定した。すべり量は ICU、KST および MYM の歪み観測結果から推定した。参考までに、2009 年 1 月 (奈良県南部) と 2 月 (和歌山県中部) の断層モデルを追記している。

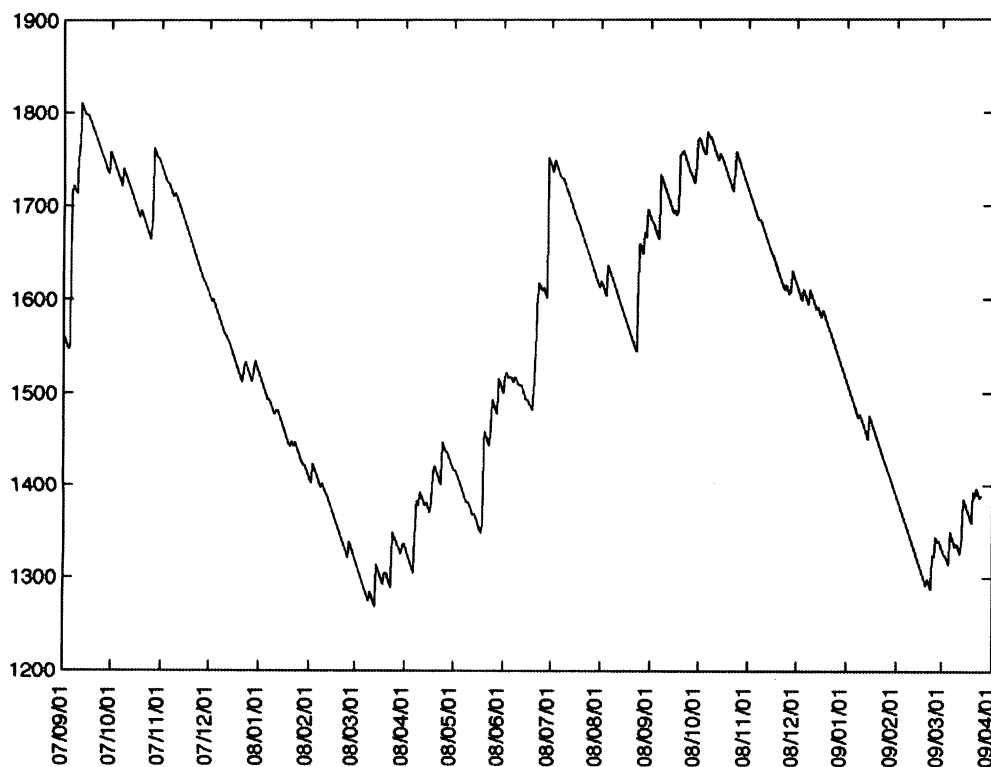
浜岡観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)  
(2007. 9. 1-2009. 03. 25)

※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



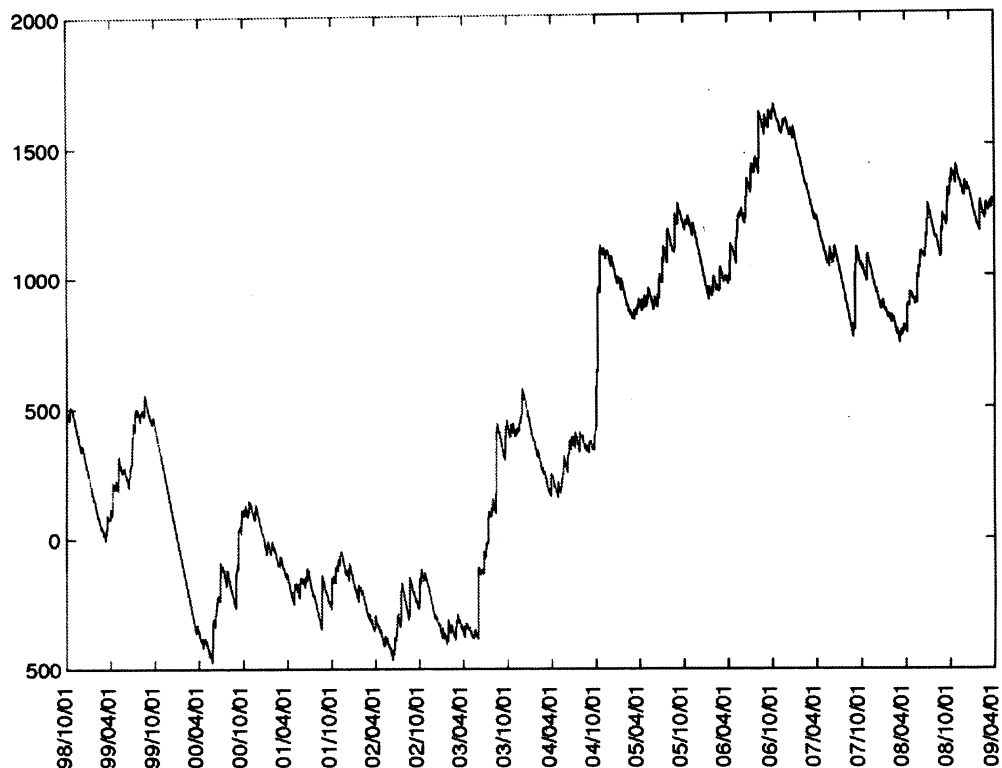
榛原観測井 降雨量の積算からトレンド除去後のグラフ (mm)  
(2007. 9. 1-2009. 03. 25)

※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. 03. 25)

※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. 03. 25)

