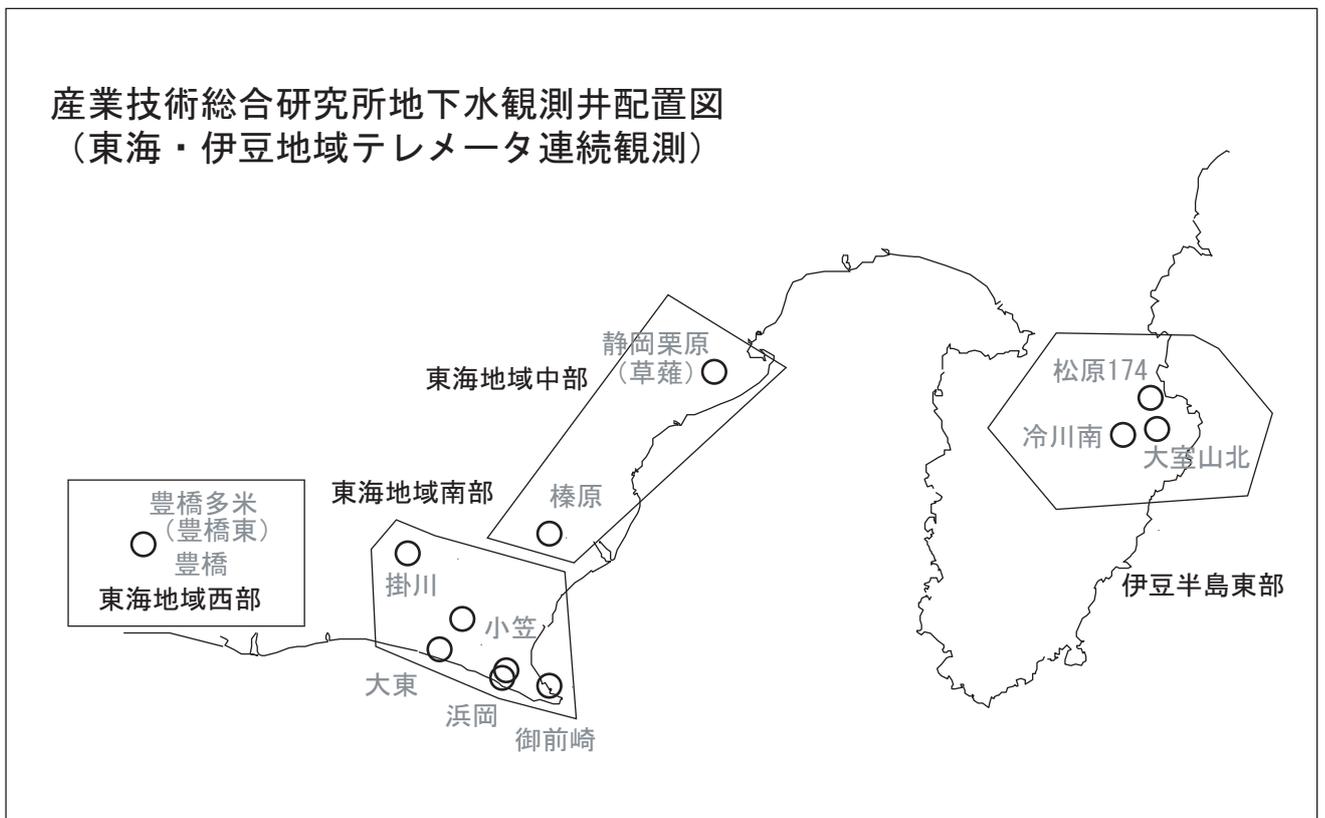


## 東海・伊豆地域等の地下水観測結果

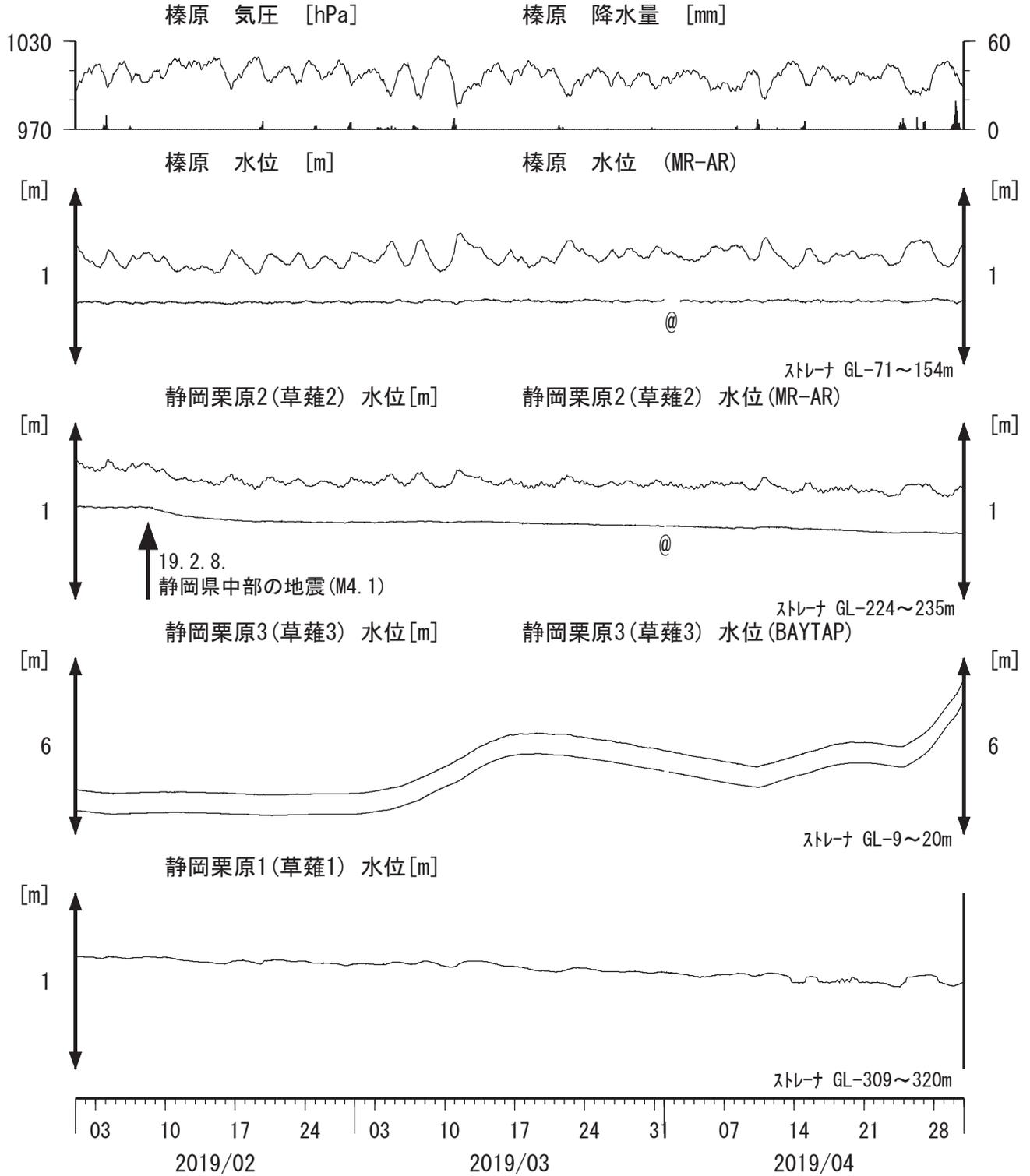


## 【資料目次】

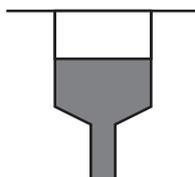
### 表紙

1. 東海地域中部 [榛原, 静岡栗原(草薙)] 地下水; 中期
2. 東海地域中部 [榛原, 静岡栗原(草薙)] 地下水; 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, 大室山北, 冷川南] 地下水; 中期
8. 伊豆半島東部 [松原174, 大室山北, 冷川南] 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
- 11-a. 榛原・浜岡の降雨グラフ; 中期
- 11-b. 榛原・浜岡の降雨グラフ; 長期

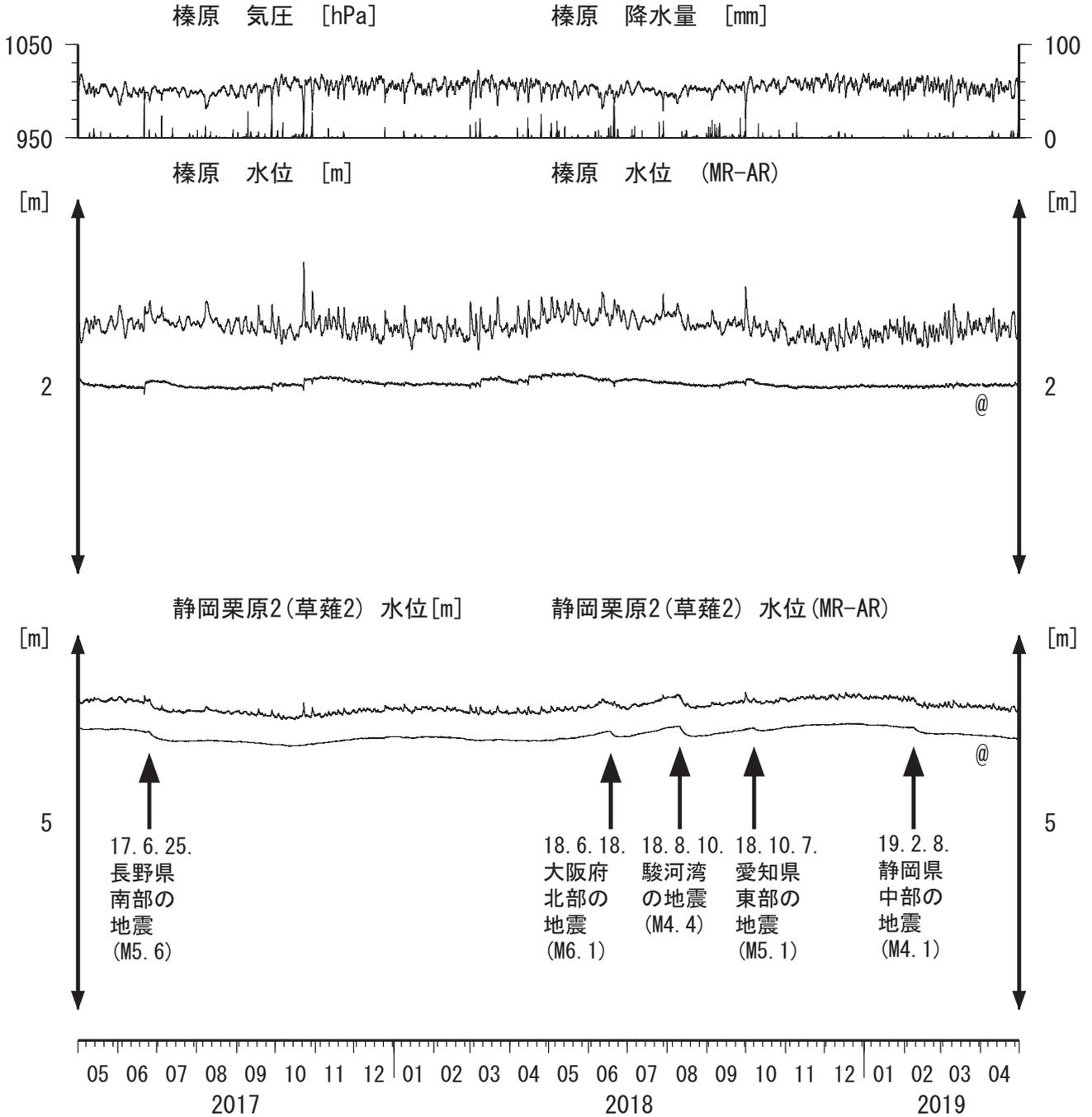
東海地域中部（榛原・草薙）中期 （時間値）  
 (2019/02/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



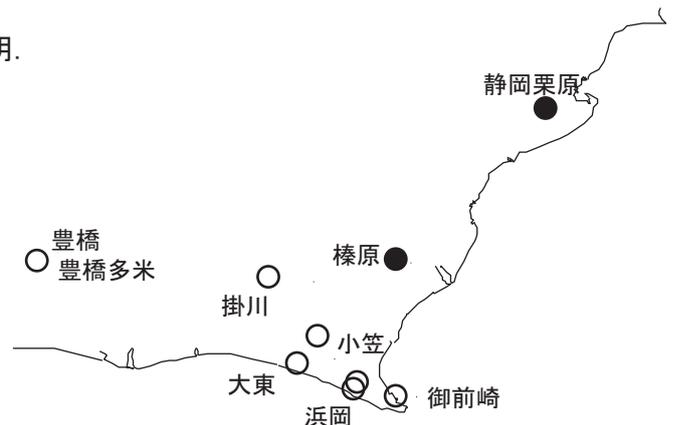
コメント：\*;雨量補正不十分. \$;保守. ?;不明.  
 @;月初めの補正值のギャップは、  
 解析プログラムの見かけ上のものである。  
 2015年4月中旬に静岡栗原1の水位が  
 井戸管の広い部分まで上昇したので  
 それ以降の水位変化が  
 小さくなっている。



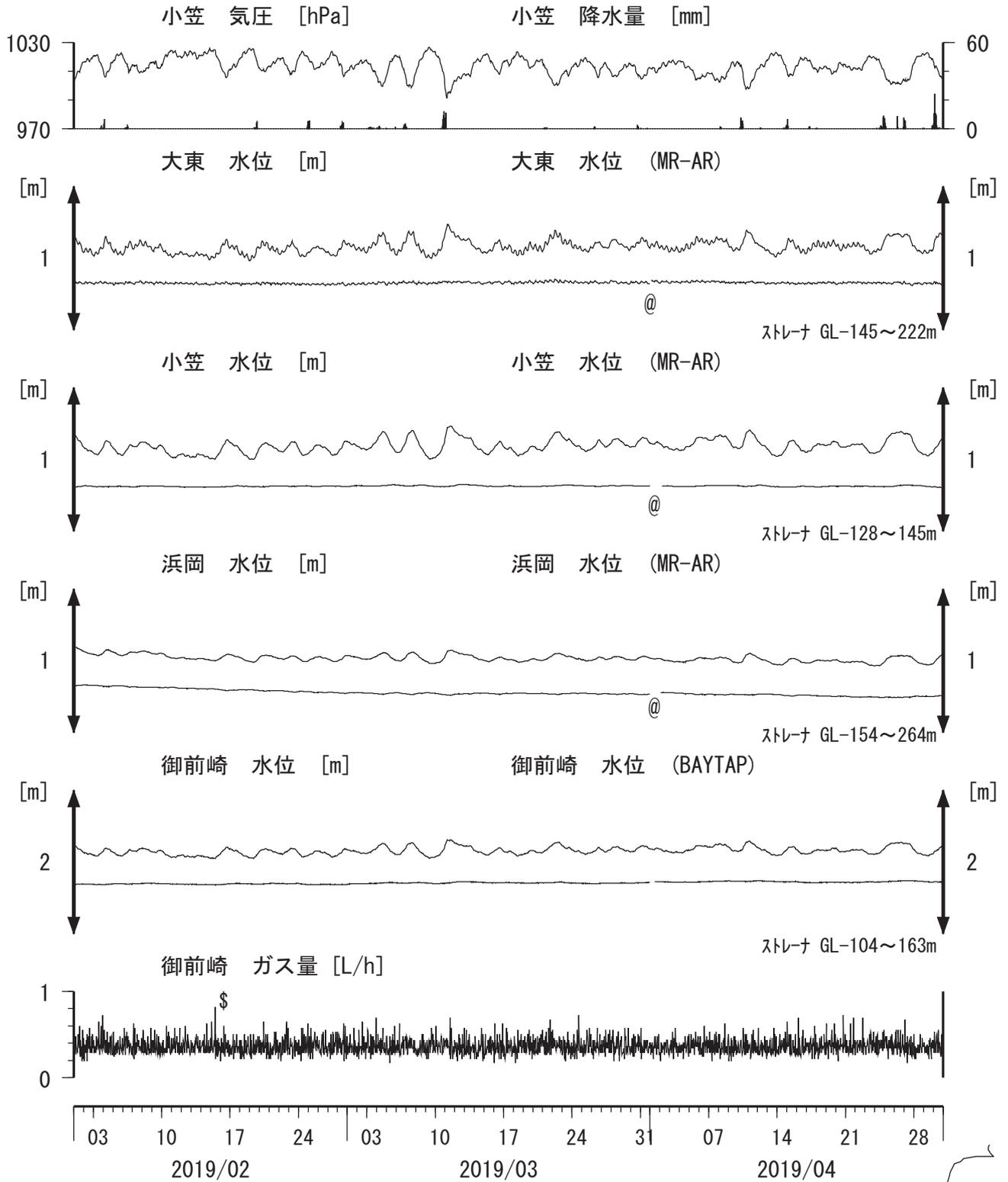
東海地域中部（榛原・草薙）長期（時間値）  
 (2017/05/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



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 中期 (時間値)  
 (2019/02/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



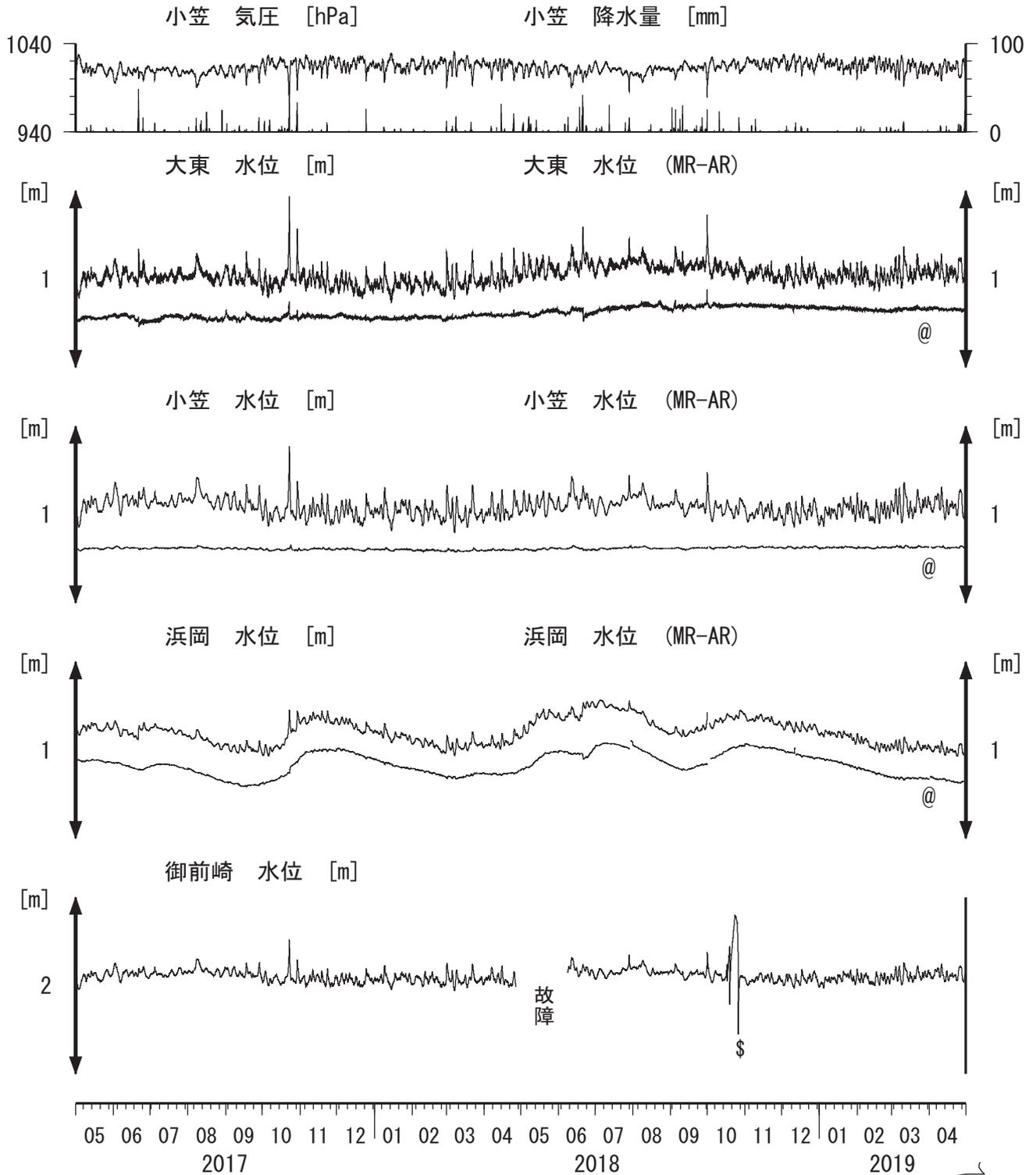
コメント:

\*: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)

(2017/05/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



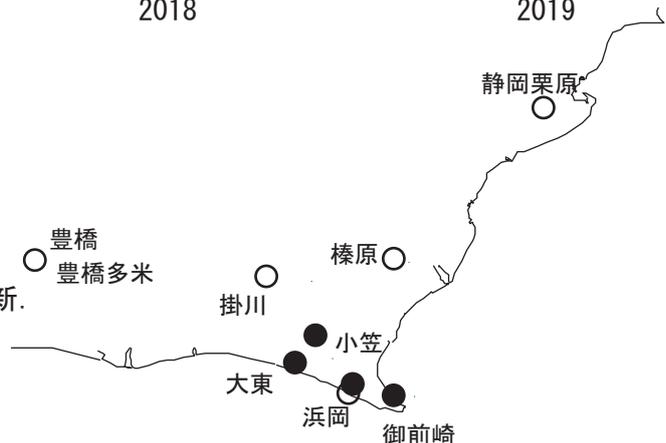
**コメント :**

\*;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.

2017年2月16日に御前崎ガス流量システム更新.

2016年12月16日~2017年3月14日、  
2018年10月16~26日の御前崎水位は  
ガス流量計の故障に起因すると思われる.



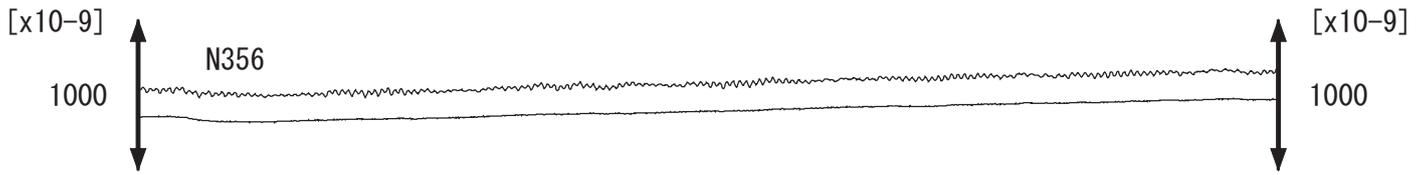




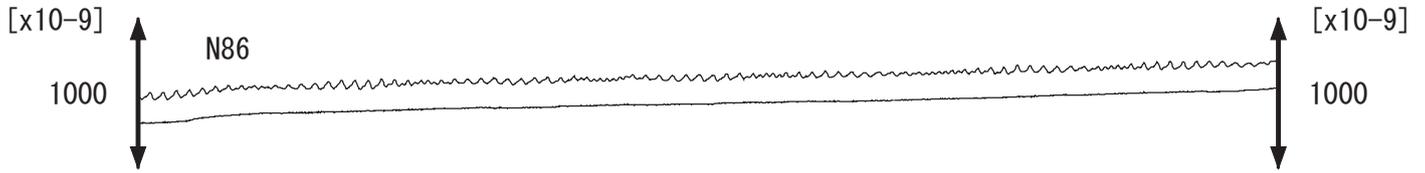


東海地域西部（豊橋多米 歪）中期 （時間値）  
 (2019/02/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

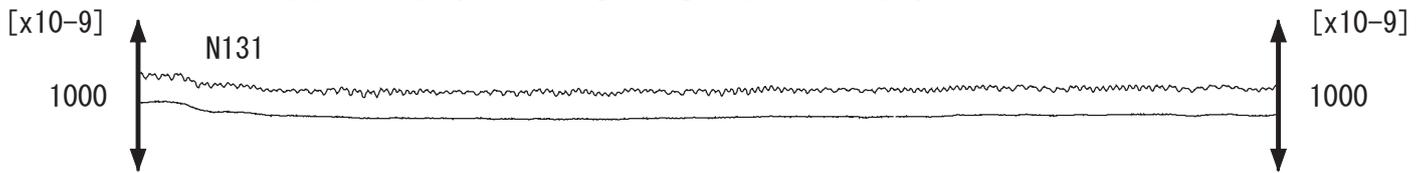
豊橋多米(豊橋東)歪N356E[x10<sup>-9</sup>] 豊橋多米(豊橋東)歪N356E(BAYTAP)



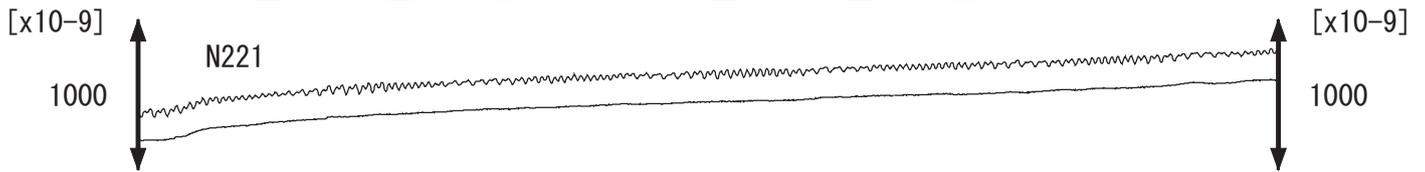
豊橋多米(豊橋東)歪N86E[x10<sup>-9</sup>] 豊橋多米(豊橋東)歪N86E(BAYTAP)



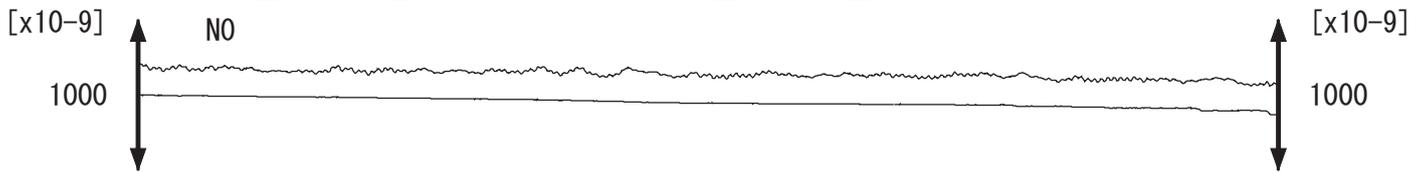
豊橋多米(豊橋東)歪N131E[x10<sup>-9</sup>] 豊橋多米(豊橋東)歪N131E(BAYTAP)



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



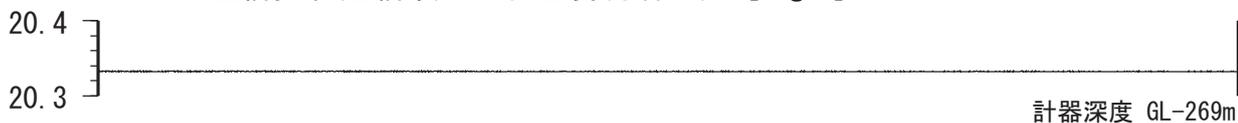
豊橋多米(豊橋東)歪鉛直[x10<sup>-9</sup>] 豊橋多米(豊橋東)歪鉛直(BAYTAP)



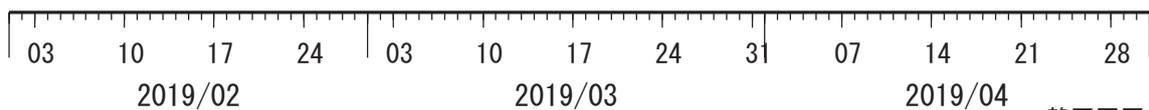
豊橋多米(豊橋東)磁力 N356E [nT]



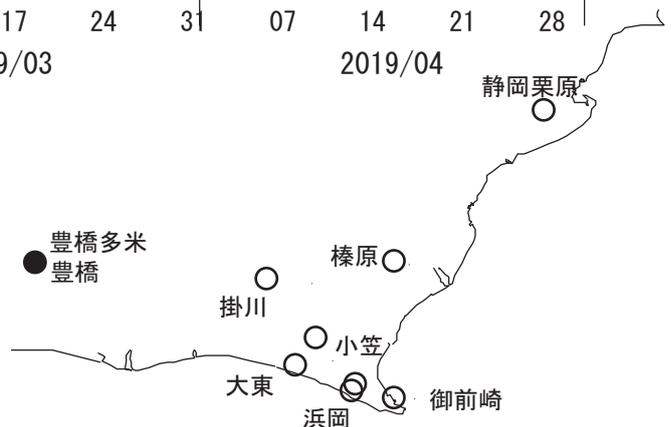
豊橋多米(豊橋東)歪計温度(水晶式) [deg. C]



計器深度 GL-269m



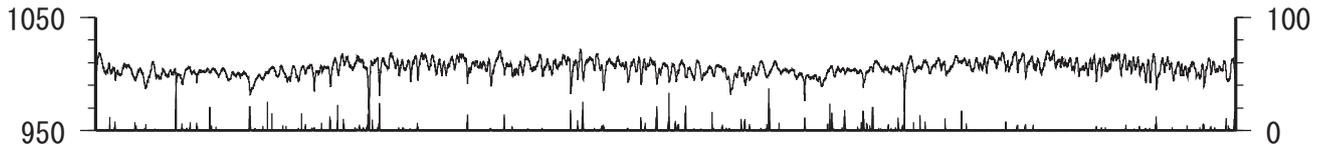
コメント：\$\*;雨量補正不十分. \$;保守. ?;不明.



東海地域西部（豊橋・豊橋多米）長期（時間値）  
 (2017/05/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

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)

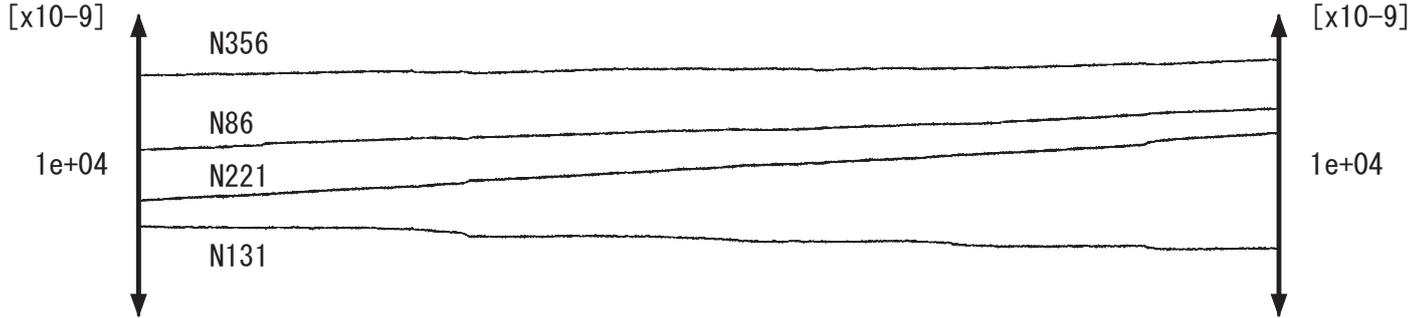


豊橋多米(豊橋東) 水位 [m]

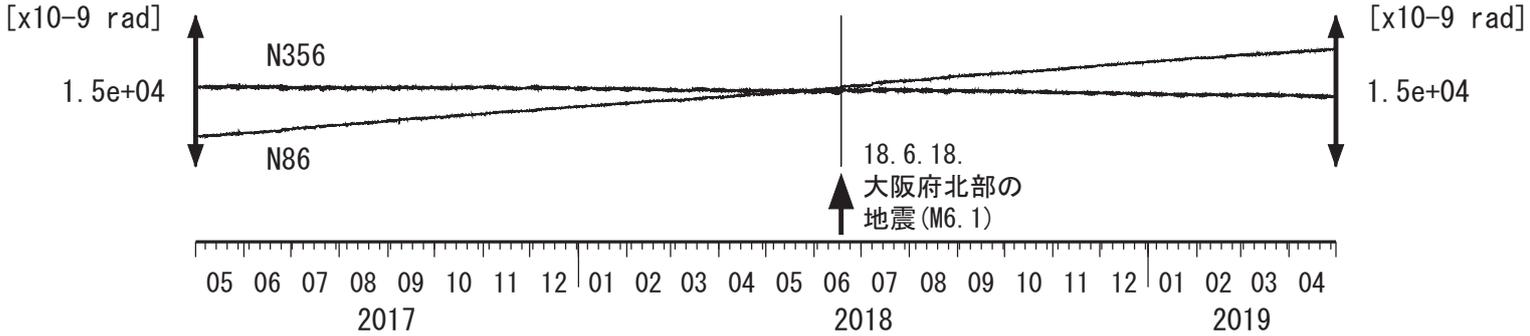
豊橋多米(豊橋東) 水位 (BAYTAP)



豊橋多米(豊橋東) 歪 [x10<sup>-9</sup>]



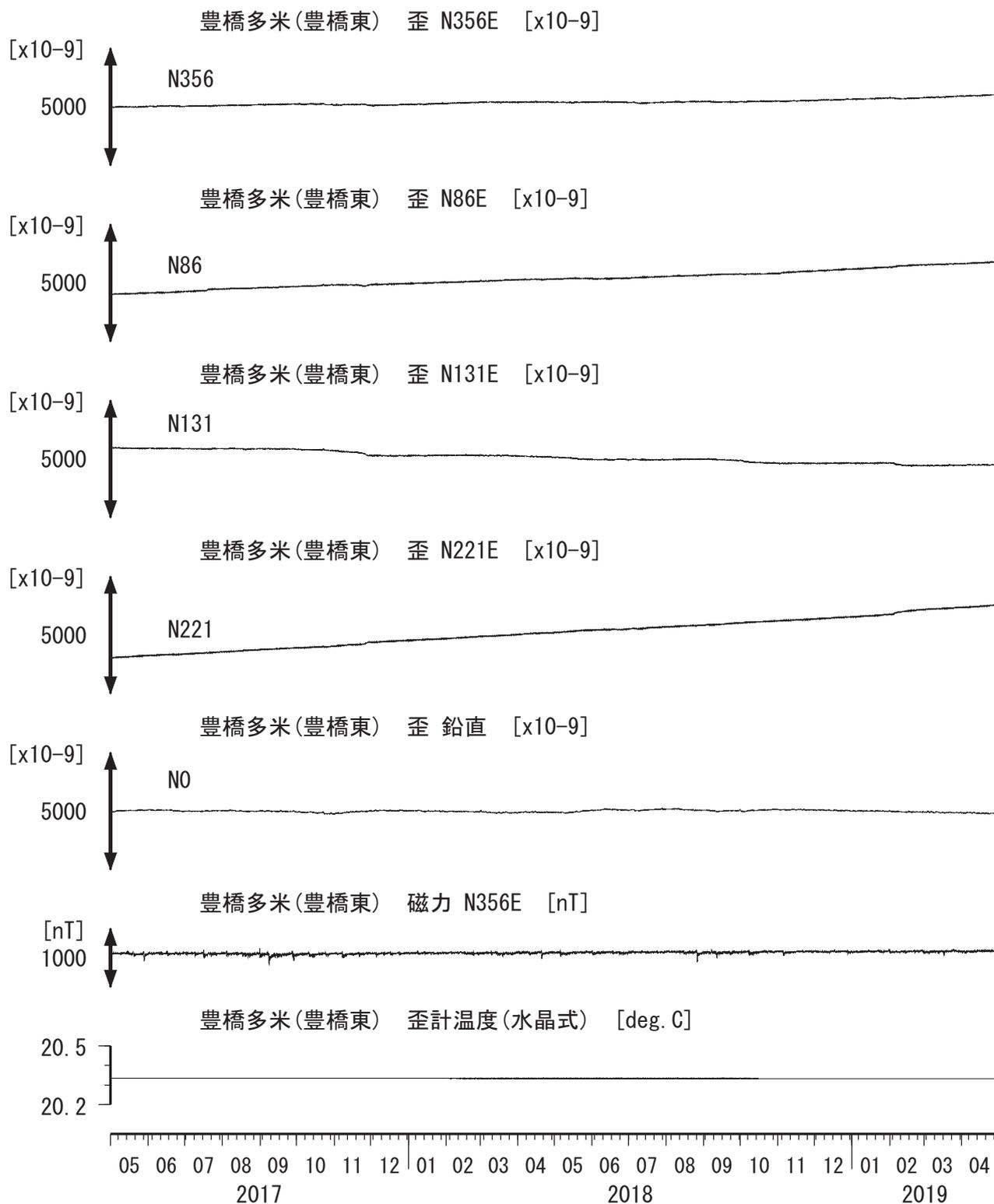
豊橋多米(豊橋東) 傾斜 [x10<sup>-9</sup> rad]



コメント：\*;雨量補正不十分. \$;保守. ?;不明.



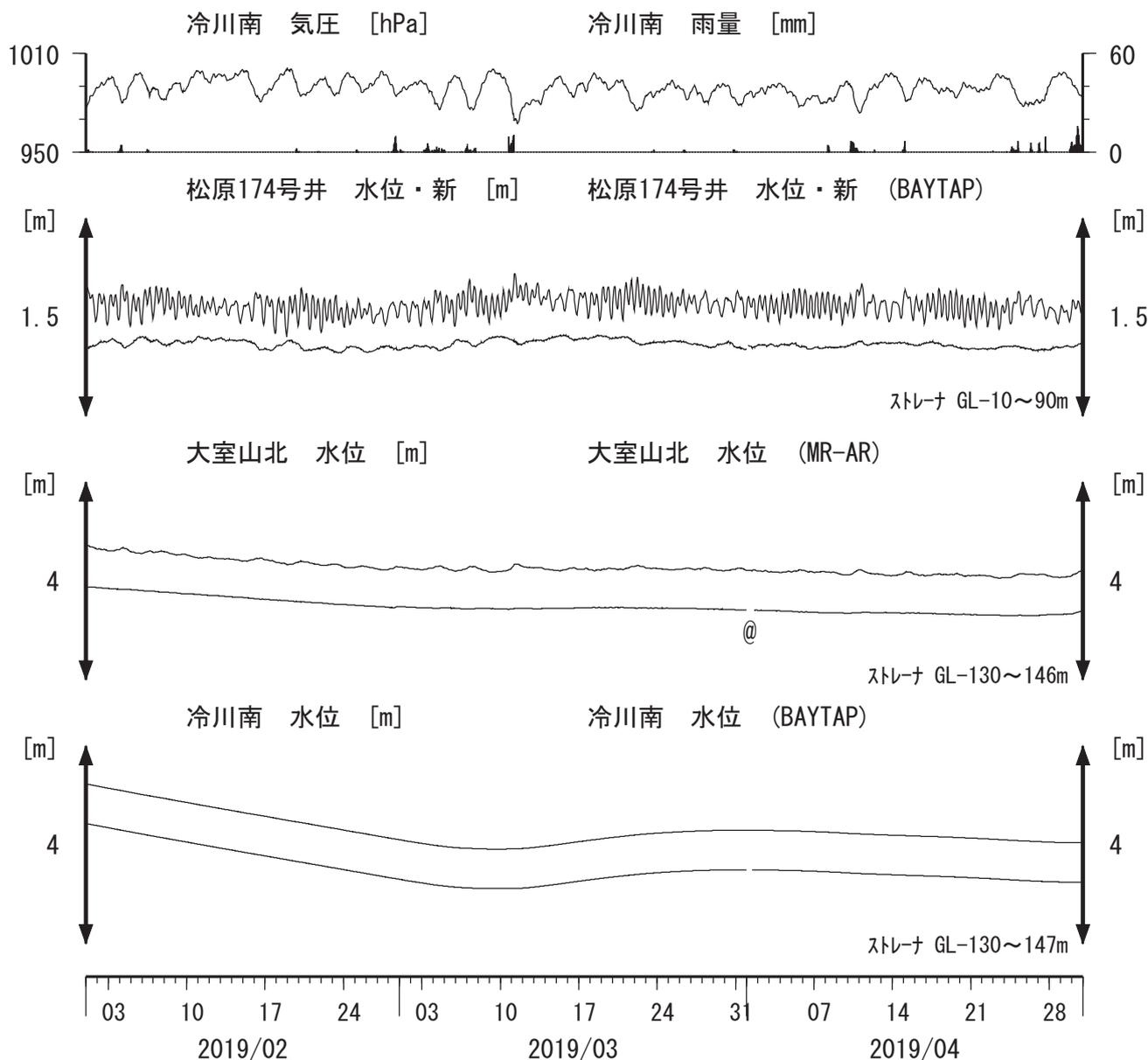
# 東海地域西部（豊橋多米 歪）長期（時間値） （2017/05/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST)）



コメント：\$;保守. ?;原因不明.



伊豆半島東部 地下水位 中期 (時間値)  
 (2019/02/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



コメント：\*;雨量補正不十分。\$;保守。?;不明。

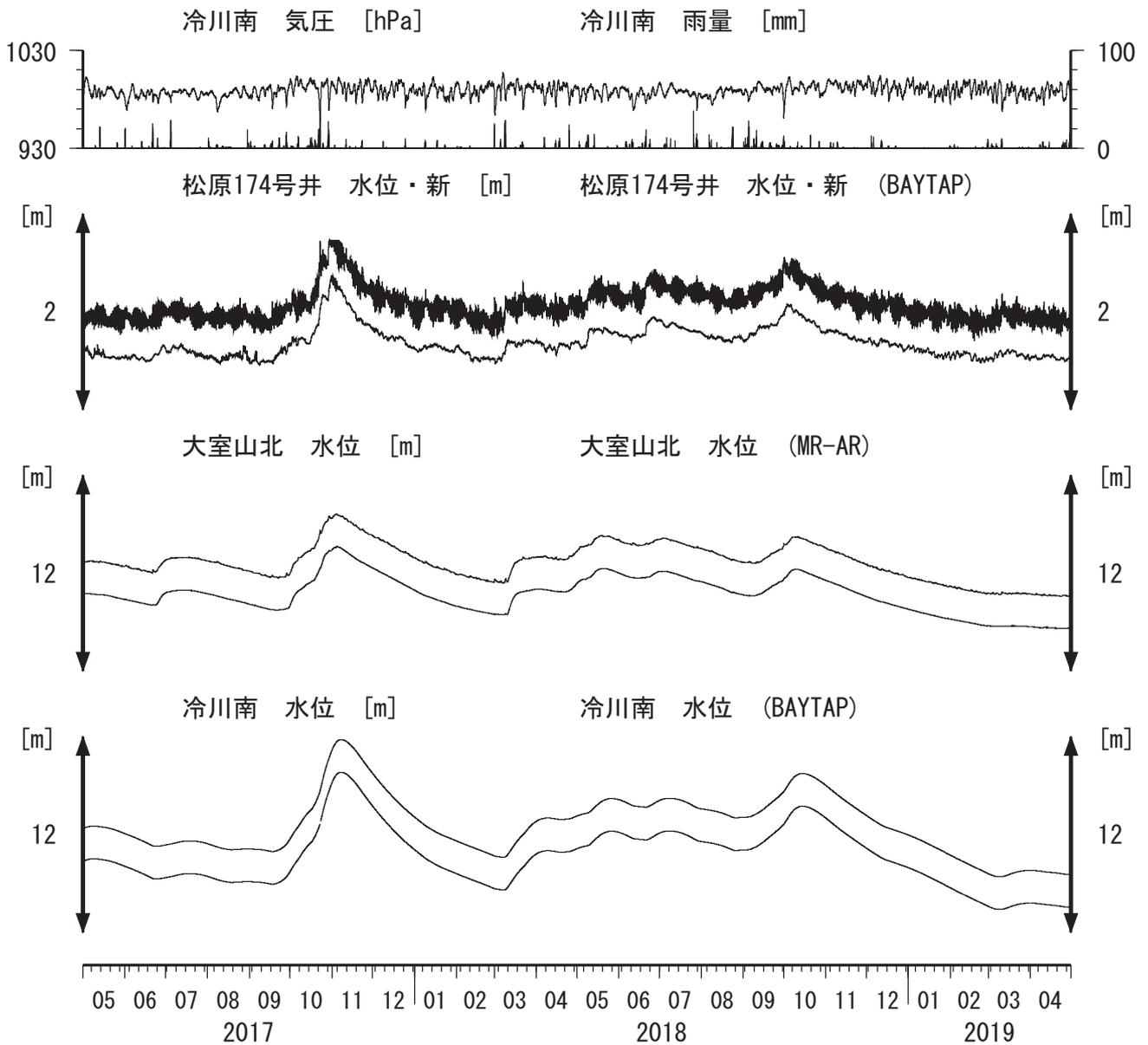
@;月初めの補正値のギャップは、  
 解析プログラムの見かけ上のものである。

松原174号井は静岡県による観測。

松原174の水位計が長期的にドリフトしていることが  
 分かったので、2014年7月4日に新水位計を設置し、  
 更に2017年10月12日に交換した。



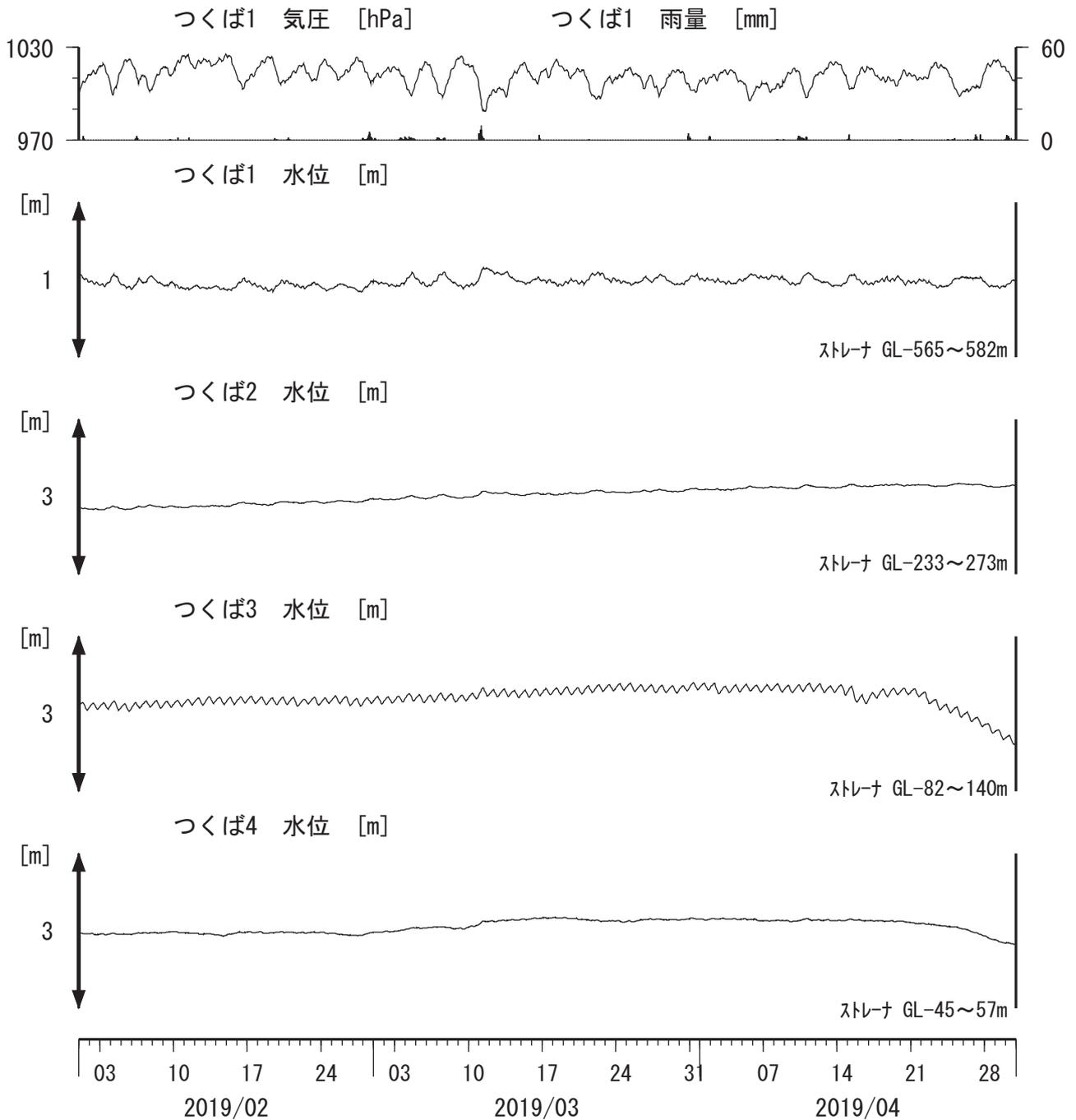
# 伊豆半島東部 地下水位 長期 (時間値) (2017/05/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



コメント：\*;雨量補正不十分. \$;保守. ?;不明.  
 松原174号井は静岡県による観測.  
 松原174水位計が長期的にドリフトしていることが  
 分かったので, 2014年7月4日に新水位計を設置し,  
 更に2017年10月12日に交換した.  
 松原174の水位は2017年10月29日~11月6日頃まで  
 断続的に管頭から水があふれた.



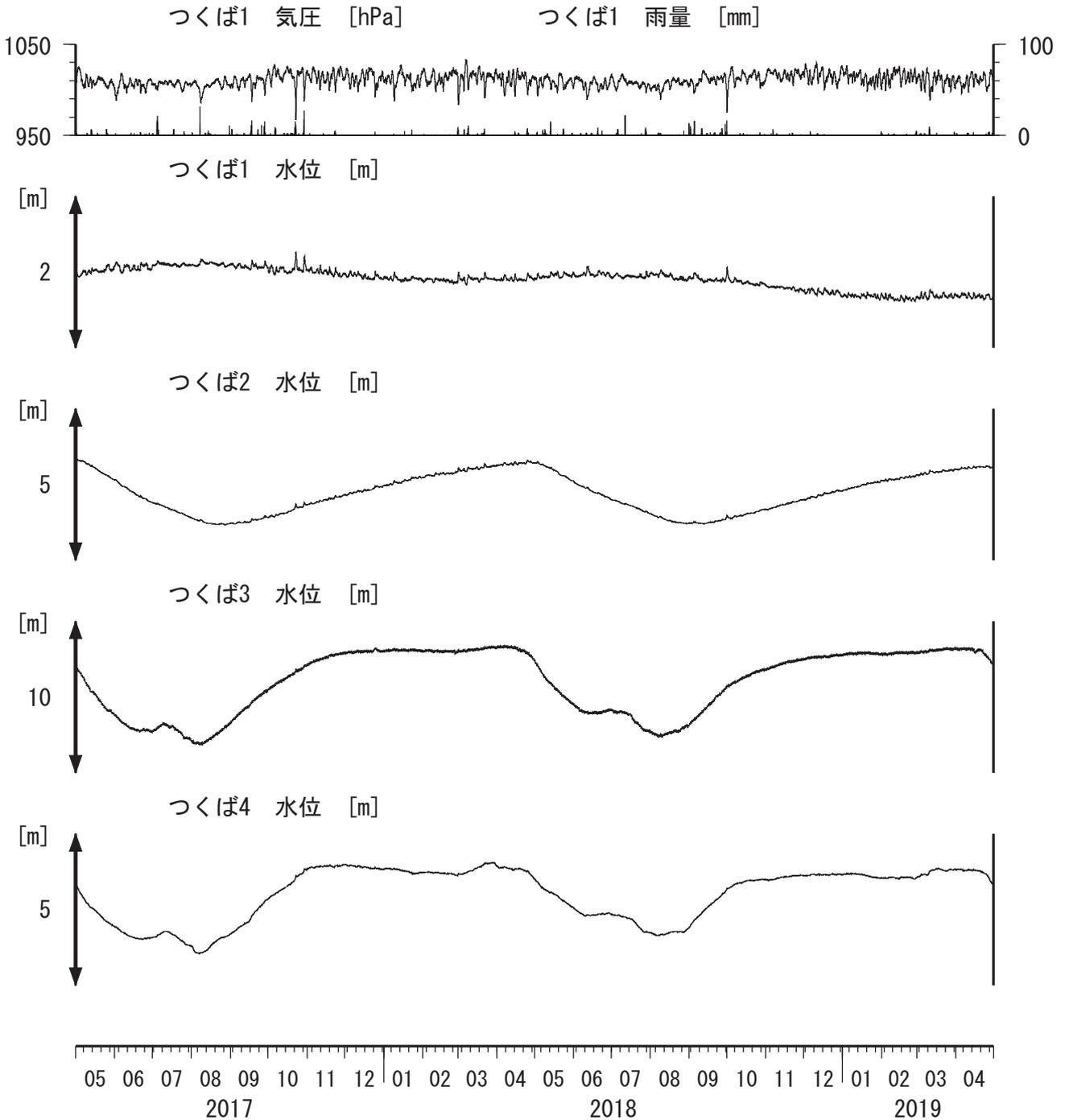
関東地域 地下水観測結果 中期 (時間値)  
 (2019/02/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



コメント：\*;雨量補正不十分。\$;保守。?;不明。  
 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。  
 つくば3の水位が2014年10月7~16日に異常なのは、  
 データロガーの不良のためと考えられる。



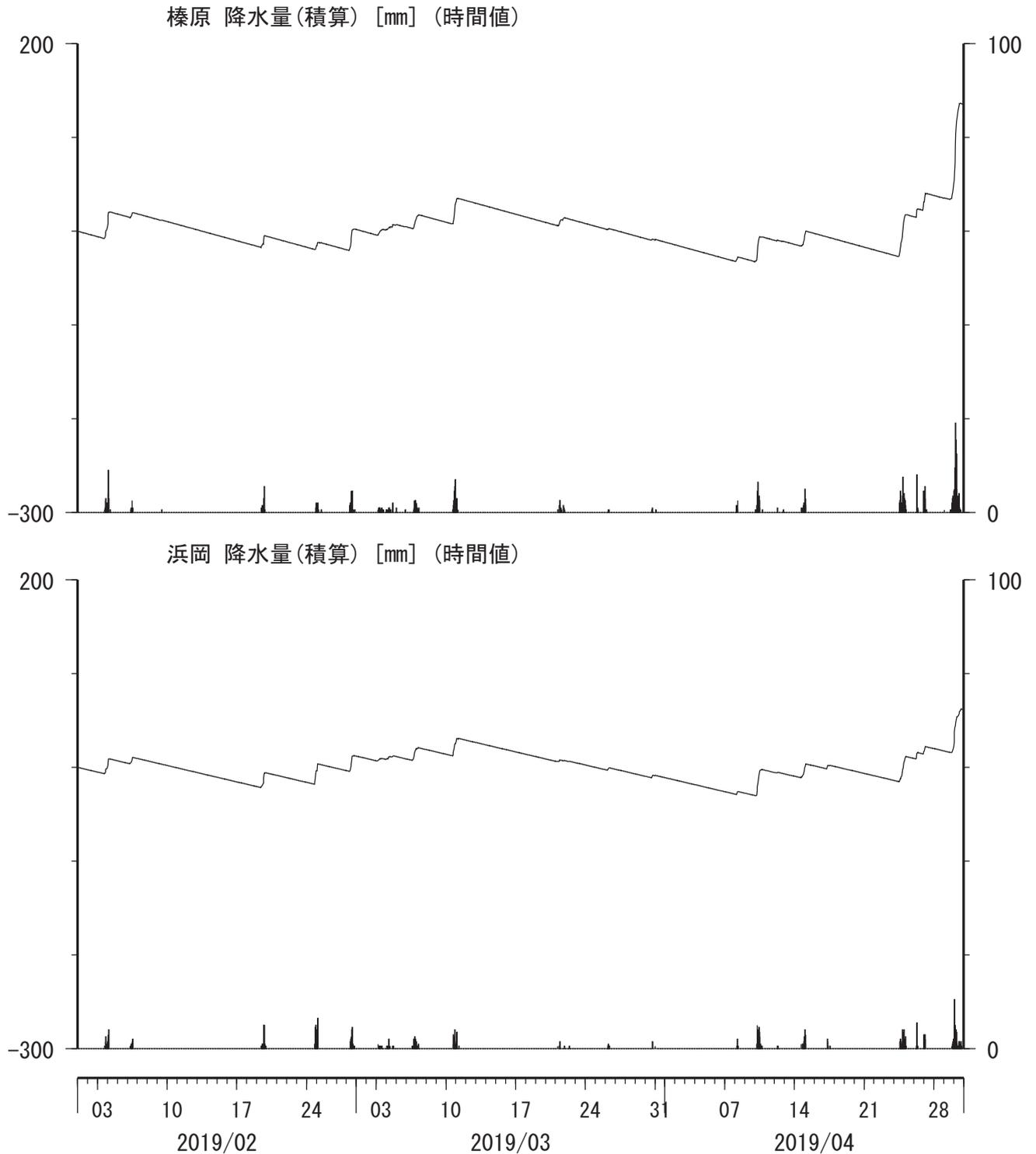
関東地域 地下水観測結果 長期 (時間値)  
 (2017/05/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



コメント：\*;雨量補正不十分. \$;保守. ?;不明.  
 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。  
 2012年7月頃から不調だった孔4水位計は  
 2013年3月13日に交換した。  
 つくば3の水位が2014年10月7~16日に異常なのは、  
 データロガーの不良のためと考えられる。

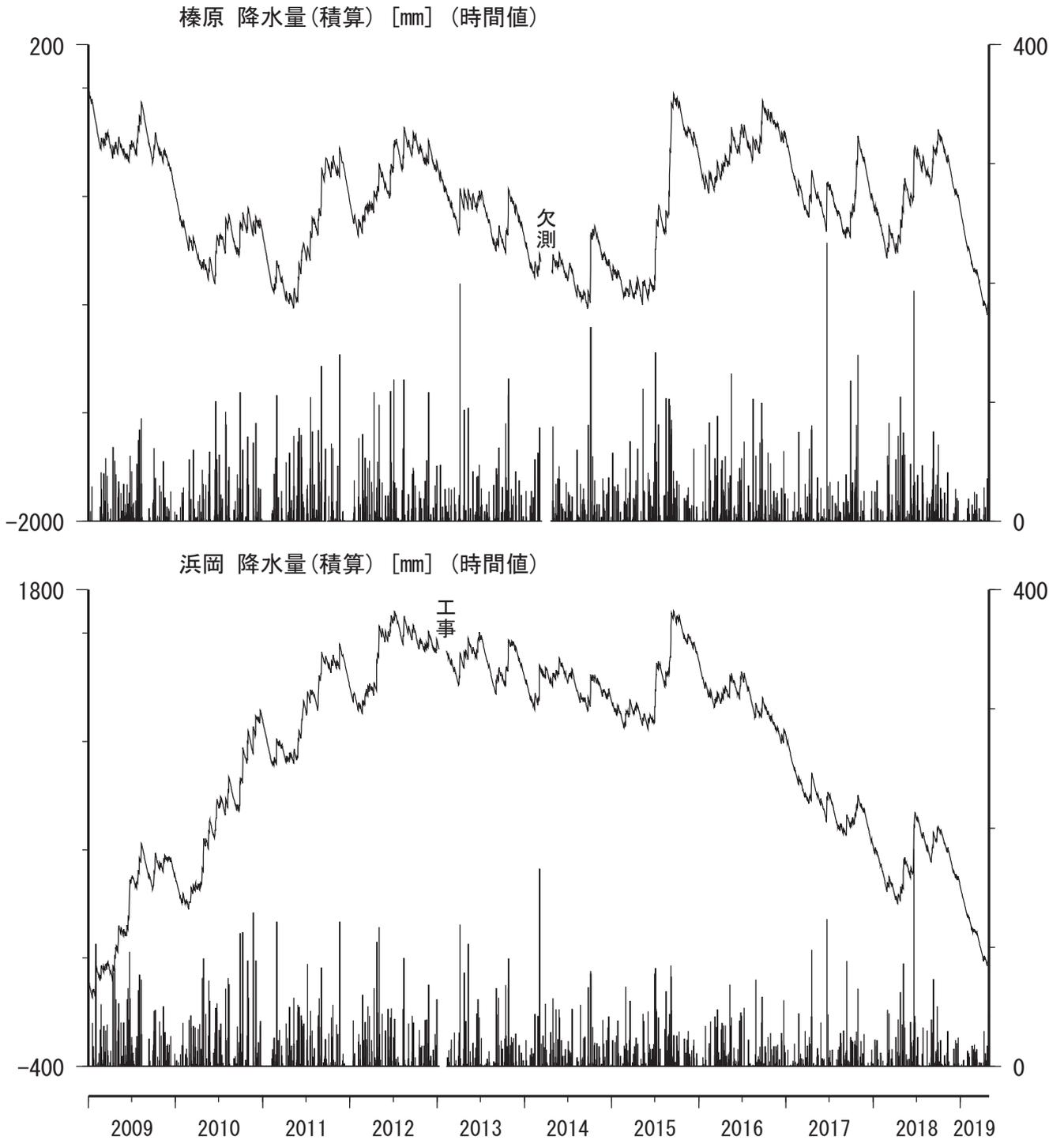


榛原・浜岡観測井 直近3ヶ月の積算降雨量トレンド除去グラフ [mm]  
 (2019/02/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

榛原・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]  
(2009/01/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



コメント：トレンドは、グラフに示している期間で求めている。

紀伊半島～四国の地下水・歪観測結果(2019年1月～2019年4月)

東海・紀伊半島・四国における短期的スロースリップイベント(2019年1月～2019年4月)

産業技術総合研究所

産業技術総合研究所(産総研)では、東海・紀伊半島・四国の地下水等総合観測施設19点において、歪・地下水等の観測を行っている。観測点配置図を第1図に示す。

2018年8月の回の資料から、HTS(愛荘香之庄)とNGR(岩出東坂本)を外し(“近畿地域の地下水位・歪観測結果”の資料に移した)、HKS(北勢)を加えた。その結果、この資料で報告する観測施設の数は1点減った。

第2～36図には、2018年11月～2019年4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。HKS以外の補正值は、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。HKSの補正值は時系列解析プログラムMR-ARによって、気圧・潮汐・降雨の影響を除去した結果である。

歪・傾斜・地下水の変化から短期的SSEの断層モデルを推定したイベントについて、その解析結果を報告する。断層モデル推定手法については、解析結果の後に示す。

2019年2月3日から12日午前にかけて、東海地方で深部低周波地震が観測された(第37図)。第38, 39図は産総研・気象庁・静岡県・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年1月24日から2月2日のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第40, 41, 42図はそれぞれ第38, 39図[A]-[C]の変化を説明する短期的SSEの断層モデルの推定結果(順にMw 5.9, 5.6, 5.3)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2018年9月19日午後から10月15日(順にMw 5.8, 5.4, 5.5, 5.8, 5.8, 5.7, 5.3;第40-42図の灰色矩形1-7)である。

上記のイベントに続き、2019年2月10日から18日にかけて、紀伊半島で深部低周波地震が観測された(第43図)。第44図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年1月29日から2月9日のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第45, 46図はそれぞれ第44図[A], [B]の変化を説明する短期的SSEの断層モデルの推定結果(順にMw 5.8, 5.5)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2018年6月22日午後から25日午前(Mw 5.6;第45, 46図の灰色矩形5)、2018年9月19日午後から30日午前(順にMw 5.8, 5.4, 5.5, 5.8;第45, 46図の灰色矩形1-4で、第40-42図の灰色矩形1-4と同じ)、2019年1月19日午後から24日午前(Mw 5.6;第45, 46図の灰色矩形6)である。

2019年2月28日から3月3日にかけて、紀伊半島で深部低周波地震が観測された(第47図)。第48, 49図は周辺の産総研・気象庁・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年2月19日から27日のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第50, 51図はそれぞれ第48, 49図[A], [B]の変化を説明する短期的SSEの断層モデルの推定結果(順にMw 5.7, 5.6)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2018年9月22日午後から30日午前(順にMw 5.4, 5.5, 5.8;第50, 51図の灰色矩形1-3)、2019年2月3日から15日(順にMw 5.9, 5.6, 5.3, 5.8;同4-7)である。

2019年3月2日から9日にかけて、四国地方で深部低周波地震が観測された(第52図)。第53, 54図は周辺の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年2月15日から3月1日のデータを用いて1次トレ

ンドを除去したものである。

第55, 56, 57図はそれぞれ第53, 54図[A]-[C]の変化を説明する短期的SSEの断層モデルの推定結果(順にMw 5.6, 6.2, 6.0)である。なお[B], [C]は変化量が大きく広範にわたるため、断層面の長さの上限(「解析方法」を参照)を200kmとして推定している。したがって、2か所以上で同時期に発生した短期的SSEを1枚の断層面で説明している可能性がある。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2018年7月22日から25日(Mw 5.7; 第55-57図の灰色矩形1), 2018年8月8日から11日(Mw 5.5; 同2), 2018年9月29日午後から10月4日午前(順にMw 5.8, 5.9; 同3, 4), 2019年1月11日午後から12日午前(Mw 5.7; 同5)である。

2019年3月29日から4月7日にかけて、紀伊半島において深部低周波地震活動が観測された(第58図)。第59図は和歌山県・三重県・奈良県の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜・地下水の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年3月21日から28日のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第60, 61図はそれぞれ第59図[A], [B]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 5.4, 5.6)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2018年1月4日から5日(Mw5.3; 第60, 61図の灰色矩形1), 2018年6月22日午後から25日午前(Mw5.6; 同2), 2019年1月19日午後から24日午前(Mw5.6; 同3), 2019年2月10日から15日(Mw5.8; 同4), 2019年2月16日から18日(Mw5.5; 同5)である。

2019年4月17日から21日にかけて、豊後水道から四国西部において深部低周波地震活動が観測された(第62図)。第63図は愛媛県・高知県の産総研・防災科研の観測点における歪・傾斜の観測結果である。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年4月7日から16日のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第64図は第63図[A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 5.7)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2019年1月11日午後から12日午前(Mw5.7; 第64図の灰色矩形1), 2019年3月2日から4日午前(Mw5.6; 同2), 2019年3月4日午後から6日(Mw6.2; 同3), 2019年3月7日から9日(Mw6.0; 同4)である。

2019年4月22日から23日にかけて、東海地方において深部低周波地震活動がほとんど観測されなかった(第65図)が、愛知県の産総研・気象庁の観測点における歪の観測結果には変化が見られた(第66図)。これらの結果はBAYTAP-Gにより気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除き、2019年4月14日から22日午前のデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第67図は第66図[A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果(Mw 5.6)である。今回の活動域付近における最近の短期的SSEの活動は、2018年6月19日午後から25日午前(Mw5.9; 第67図の灰色矩形1), 2018年10月13日から15日(Mw5.3; 同2), 2019年2月3日から6日午前(Mw5.9; 同3), 2019年2月6日午後から9日午前(Mw5.6; 同4), 2019年2月9日午後から12日午前(Mw5.3; 同5), 2019年2月28日から3月1日午前(Mw5.7; 同6), 2019年3月1日午後から3日(Mw5.6; 同7)である。

## 解析方法

短期的SSEの断層面推定には、それぞれの観測点の水平歪4成分(一部の気象庁観測点では8成分)・体積歪・地下水圧・傾斜2成分の記録を用いる。地下水圧は、O1およびM2分潮の振幅をBAYTAP-G [Tamura et al., 1991]により計算し、GOTIC2 [Matsumoto et al., 2001]により推定した地球固体潮汐および海洋荷重潮汐(O1およびM2分潮)との振幅比を用いて、体積歪に変換する。歪・地下水・傾斜ともに、観測波形からBAYTAP-Gにより、気圧応答成分、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除く。また、イベント直前の期間を用いて1次トレンドも取り除く。深部低周波地震活動も参考にして、数時間～半日単位で活動開始・終了時期を判断し、その期間の変化量を短期的SSEによる変化量とする。その際、歪についてはMatsumoto et al. [2010]の手法で理論潮汐歪を用いてキャリブレーションを行っている。

断層面の推定は、計算時間の短縮と、推定された結果の一意性を確認するために2段階で行う。断層面推定は板場ほか[2012]の手法を用いた。フィリピン海プレート境界面上[弘瀬ほか, 2007]に多数の断層面を仮定してグリッドサーチにより推定する。仮定した断層面上のすべりによって各観測点で期待される歪変化の計算にはOkada [1992]のプログラムを用いる。1段階目には、断層面のサイズは固定(幅・長さ共に20km)、断層面の位置(0.1°間隔)およびすべり量(1~100mmの間で1mm間隔)のみ可変として広範囲で計算を行う。1段階目の結

果を示す図では、それぞれの断層面において最適なすべり量を与えたときの、観測値と計算値(期待値)との残差分布を示している。これにより、短期的SSEが生じている可能性が高い領域を絞り込むとともに、推定された結果の任意性を確認することが出来る。2段階目には、1段階目で絞り込んだ領域(=残差が小さい領域)付近で、位置及びすべり量に加えて、断層面の長さを10~80km、幅を10~50km、それぞれ1km間隔で可変として計算を行なう。その結果、観測値との残差が最小となる断層面が1つ計算されるが、計算に使用している観測点数が少ない場合や、断層面と観測点配置の関係によっては任意性が高くなるので注意が必要である。なお、異種観測値を統合して解析するため、観測点ごとに残差をノイズレベルによって規格化している。ノイズレベルは、気圧応答、潮汐成分およびホワイトノイズ成分を取り除いた後(微動活動が活発な期間および周辺の日雨量50mmを超える時期を除く)の24時間階差の $2\sigma$ とした。

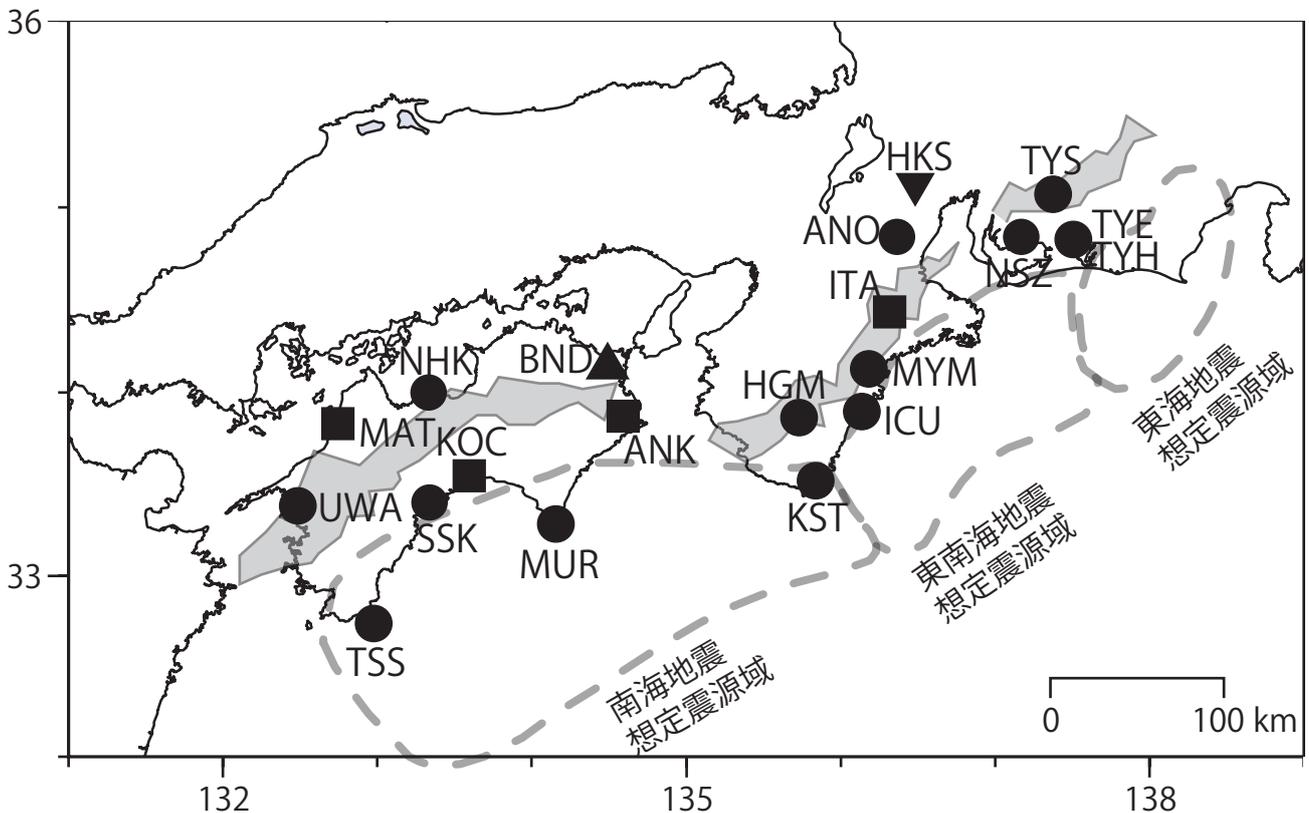
## 謝辞

短期的SSEの断層モデル推定には、防災科研Hi-net高感度加速度計(傾斜計)および気象庁、静岡県の多成分歪計および体積歪計の記録を使用しました。気象庁の歪計データを解析する際には、気象庁によるキャリブレーション係数を使用しました。深部低周波地震の震央位置表示には、気象庁の一元化カタログを使用しました。ここに記して感謝します。

(落唯史・板場智史・北川有一・松本則夫・木口努)

## 参考文献

- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭 (2007), 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.
- 板場智史, 松本則夫, 北川有一, 小泉尚嗣, 松澤孝紀, 歪・傾斜・地下水統合解析による短期的スロースリップイベントのモニタリング, *日本地球惑星連合2012年大会*, 千葉, 5月, 2012.
- 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.
- Matsumoto, N., O. Kamigaichi, Y. Kitagawa, S. Itaba, and N. Koizumi (2010), In-situ Calibration of Borehole Strainmeter Using Green's Functions for Surface Point Load at a Depth of Deployment, *Eos, Trans. AGU*, Abstract G11A-0626.
- Okada, Y. (1992), Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **82**, 1018-1040.
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991), A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, *Geophys. J. Int.*, **104**, 507-516.

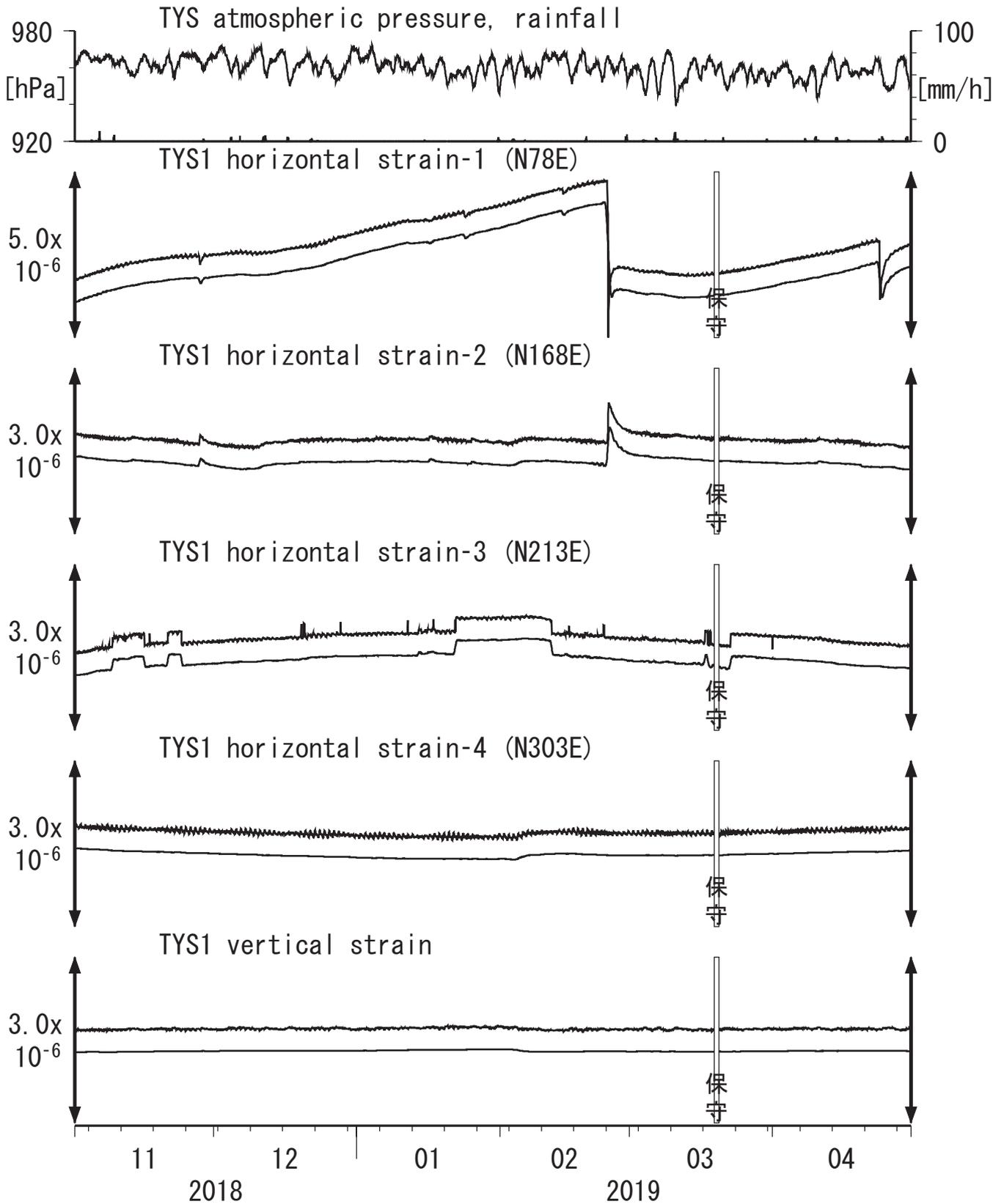


第1図: 地下水位観測点の分布図 (●・■・▲・▼)。●はデジタル方式の石井式歪計・傾斜併設している新規観測点、■はGladwin式歪計・ミットヨ式傾斜計を併設している新規観測点、▲はアナログ方式の石井式歪計を併設している既存の観測点。▼は既存の地下水観測点。灰色の領域は短期的SSE及び深部低周波微動が定常的に発生していると考えられる地域。

第1表: 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	新名称ふりがな	市区町村	図
TYS	豊田下山	→	豊田神殿	とよたかんの	愛知県豊田市	2,3
NSZ	西尾善明	変更無し	西尾善明	にしおぜんみょう	愛知県西尾市	4,5
TYE	豊橋東	→	豊橋多米	とよはしため	愛知県豊橋市	6,7
HKS	北勢	変更無し	北勢	ほくせい	三重県いなべ市	9
ANO	安濃	→	津安濃	つあろう	三重県津市	8,9
ITA	飯高赤桶	→	松阪飯高	まつさかいいたか	三重県松阪市	10,11
MYM	海山	→	紀北海山	きほくみやま	三重県北牟婁郡紀北町	12,13
ICU	井内浦	→	熊野磯崎	くまのいそざき	三重県熊野市	14,15
HGM	本宮三越	→	田辺本宮	たなべほんぐう	和歌山県田辺市	16,17
KST	串本津荷	変更無し	串本津荷	くしもとつが	和歌山県東牟婁郡串本町	18,19
BND	板東	→	鳴門大麻	なるとおおあさ	徳島県鳴門市	20
ANK	阿南桑野	変更無し	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	せいようわ	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
NHK	新居浜黒島	変更無し	新居浜黒島	にいしまくろしま	愛媛県新居浜市	35,36

第2図 Crustal strains at TYS (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

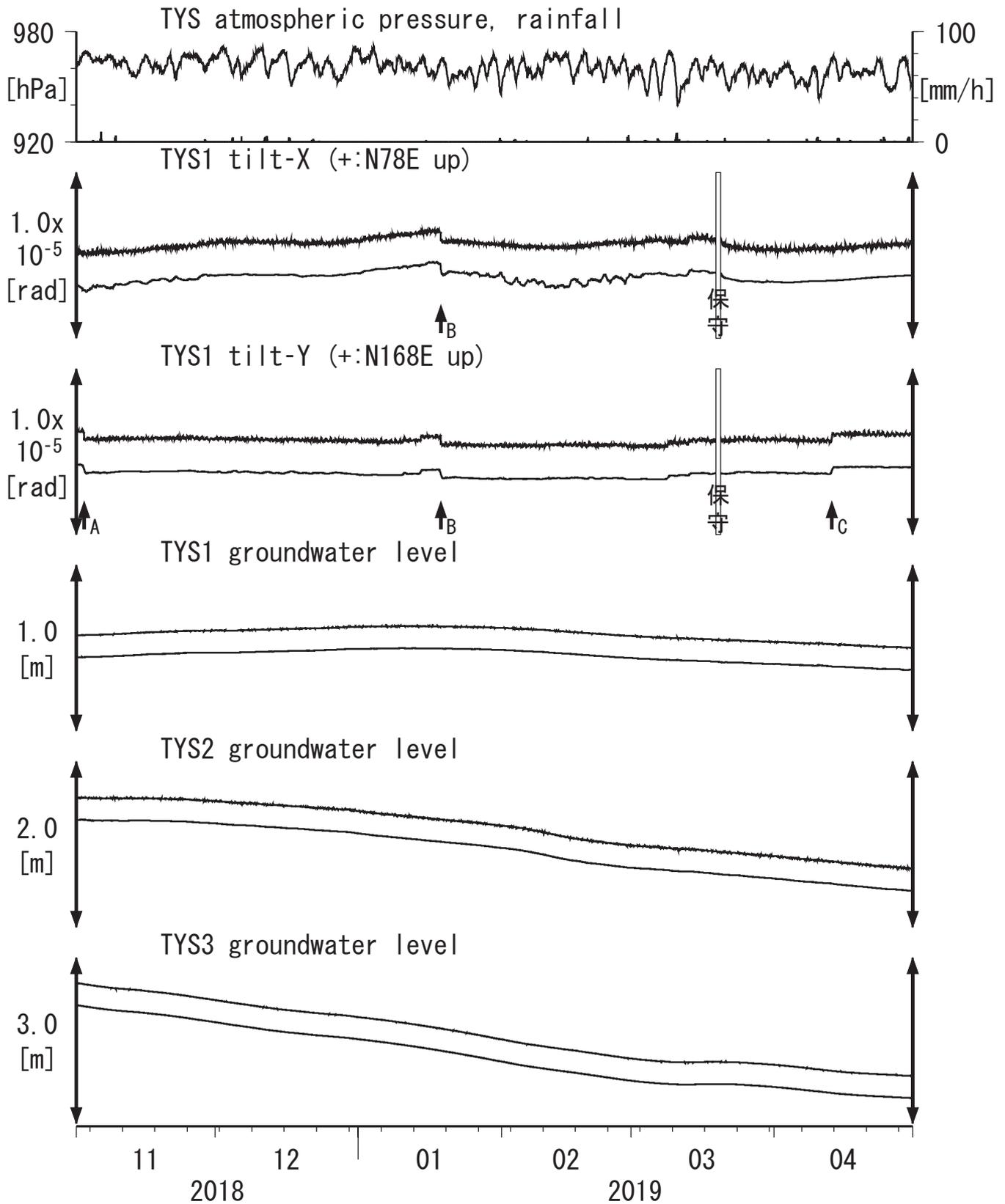


Strainmeter depth = 586.7-588.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

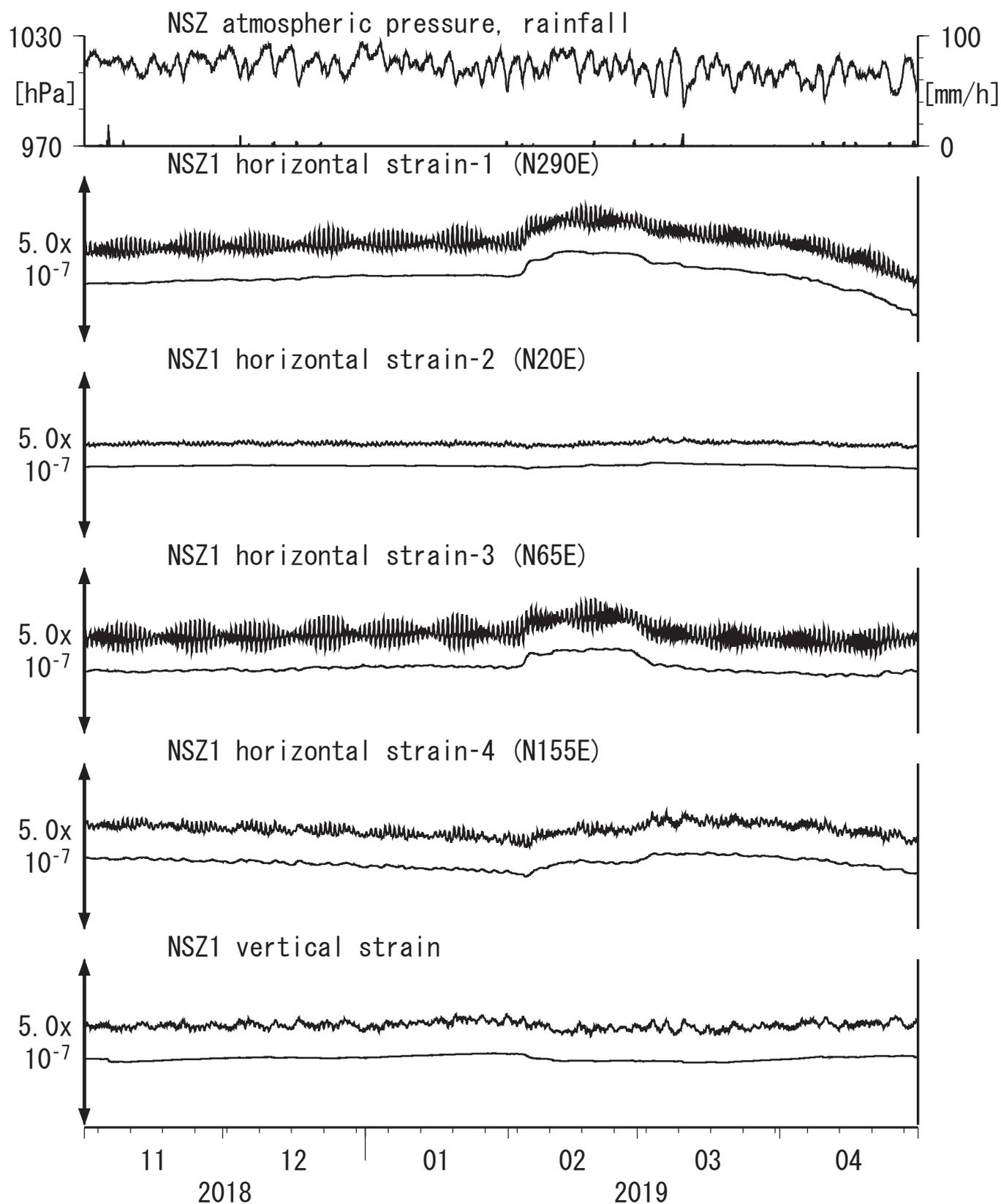
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

第3図 Tilt and groundwater level at TYS (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]      A: 2018/11/02 紀伊水道の地震 M5.4  
 TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]      B: 2019/01/18 茨城県南部の地震 M5.3  
 TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]      C: 2019/04/13 長野県南部の地震 M4.1  
 TYS3 : Screen depth = 26.8-32.3 [GL-m]  
 上: tiltは1次トレンド除去  
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去

第4図 Crustal strains at NSZ (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

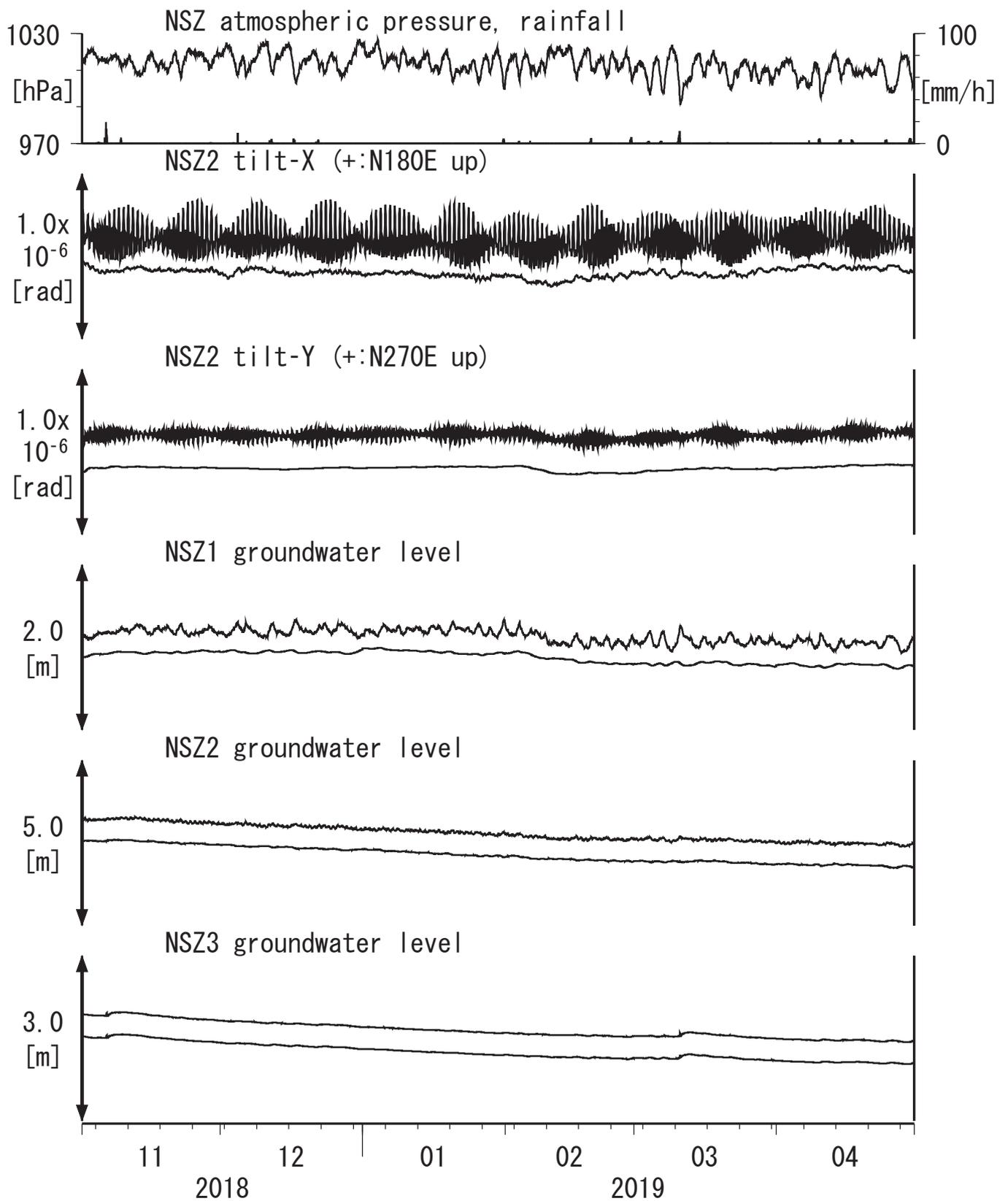


Strainmeter depth = 582.3-584.3 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第5図 Tilt and groundwater level at NSZ (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 194.7-195.3 [GL-m]

NSZ1 : Screen depth = 398.3-409.2 [GL-m]

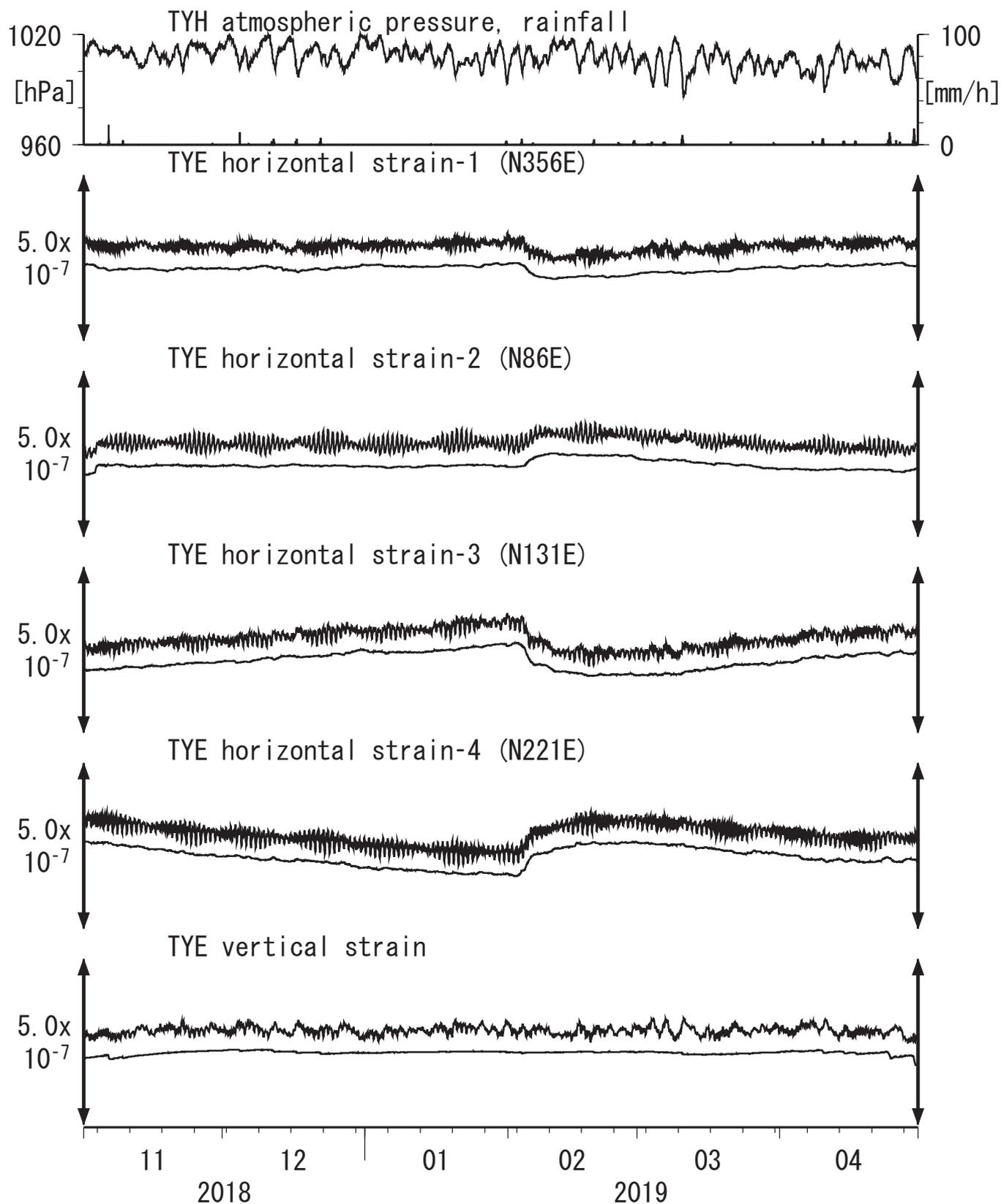
NSZ2 : Screen depth = 149.3-160.2 [GL-m]

NSZ3 : Screen depth = 25.6-31.1 [GL-m]

上: tiltは1次トレンド除去

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

第6図 Crustal strain at TYE (時間値)  
(2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

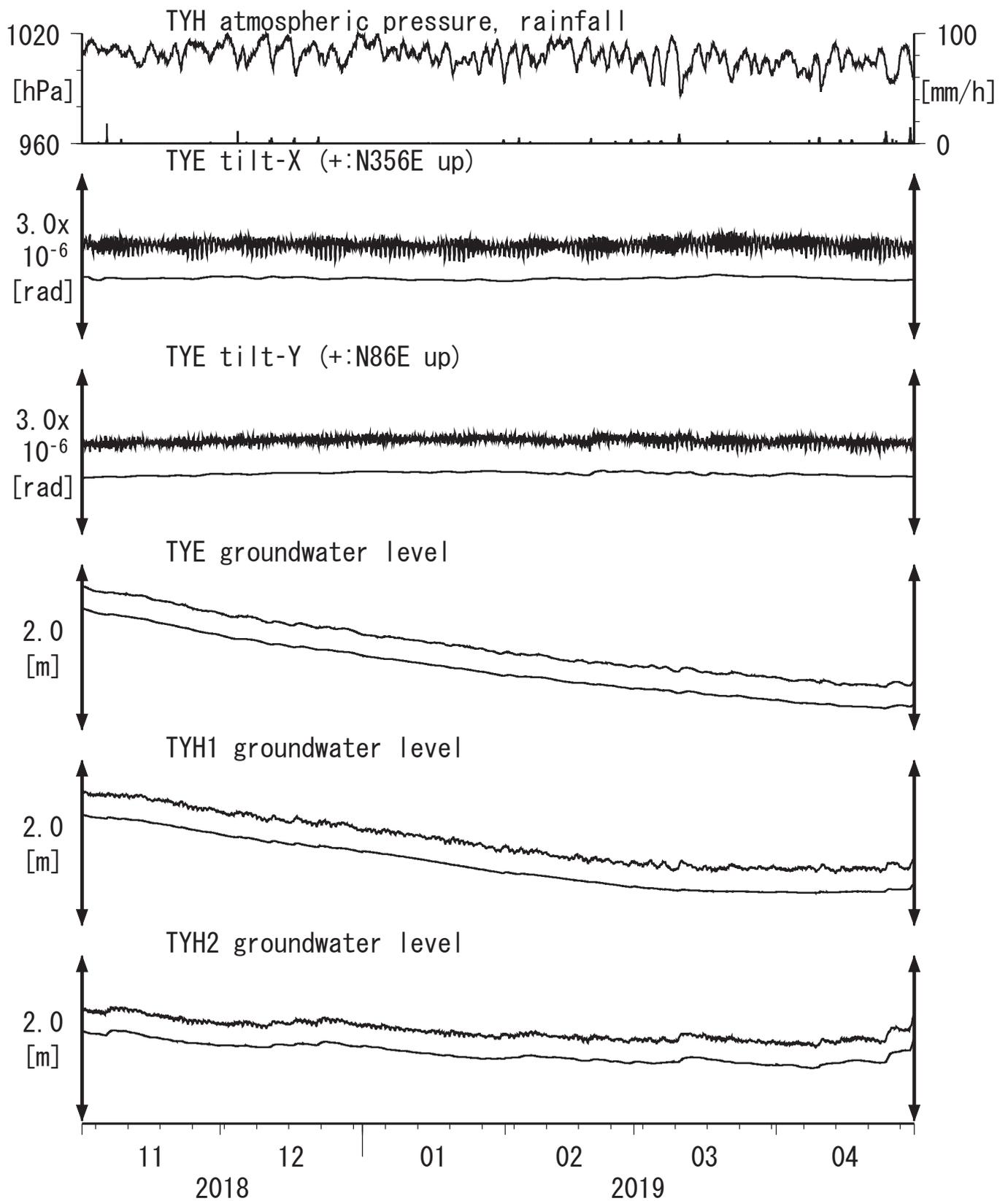


Strainmeter depth = 266.5-267.9 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第7図 Tilt and groundwater level at TYE and TYH (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 265.6-266.5 [GL-m]

TYE : Screen depth = 185.9-207.8 [GL-m]

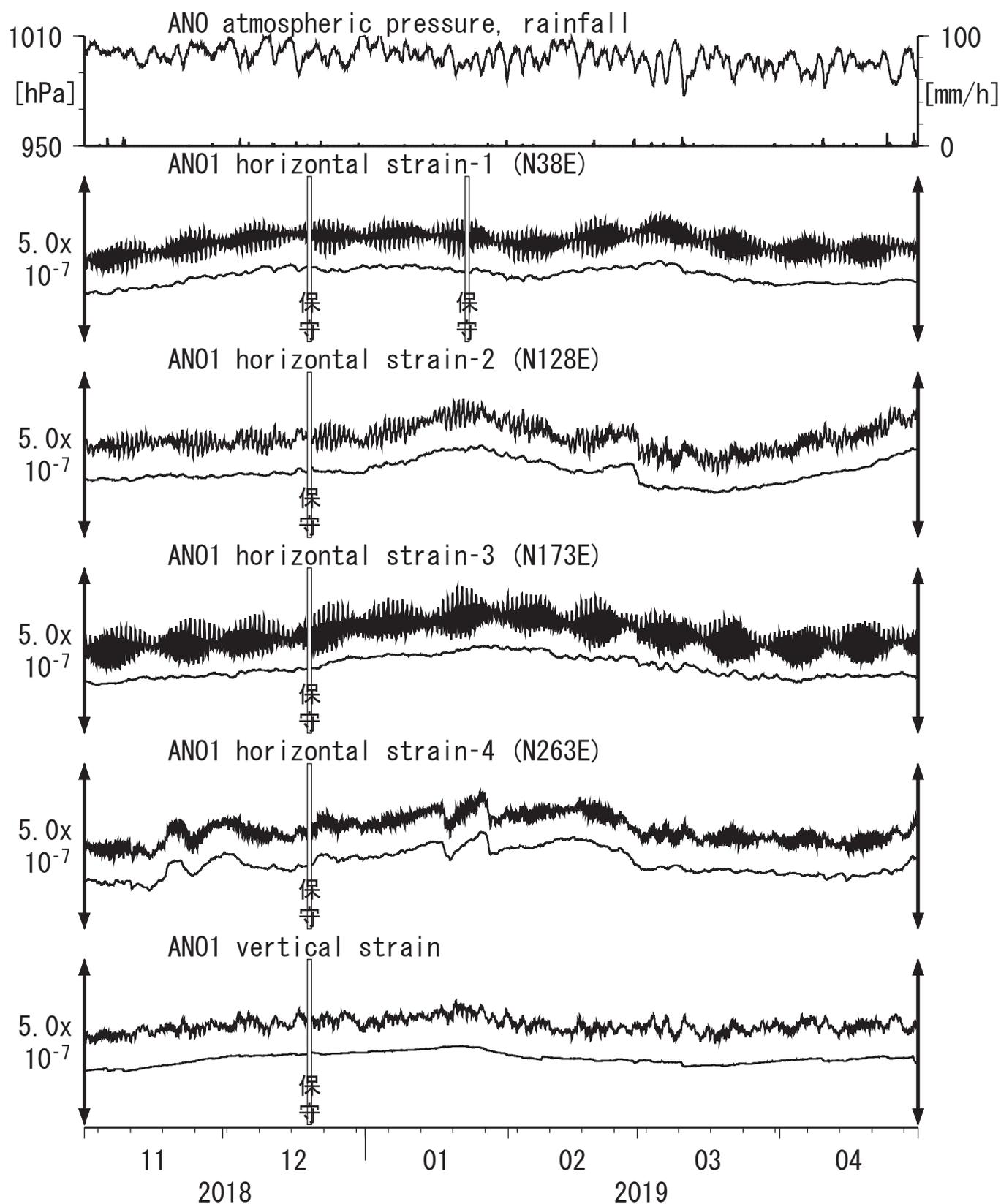
TYH1 : Screen depth = 178.6-200.4 [GL-m]

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

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第8図 Crustal strains at ANO (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

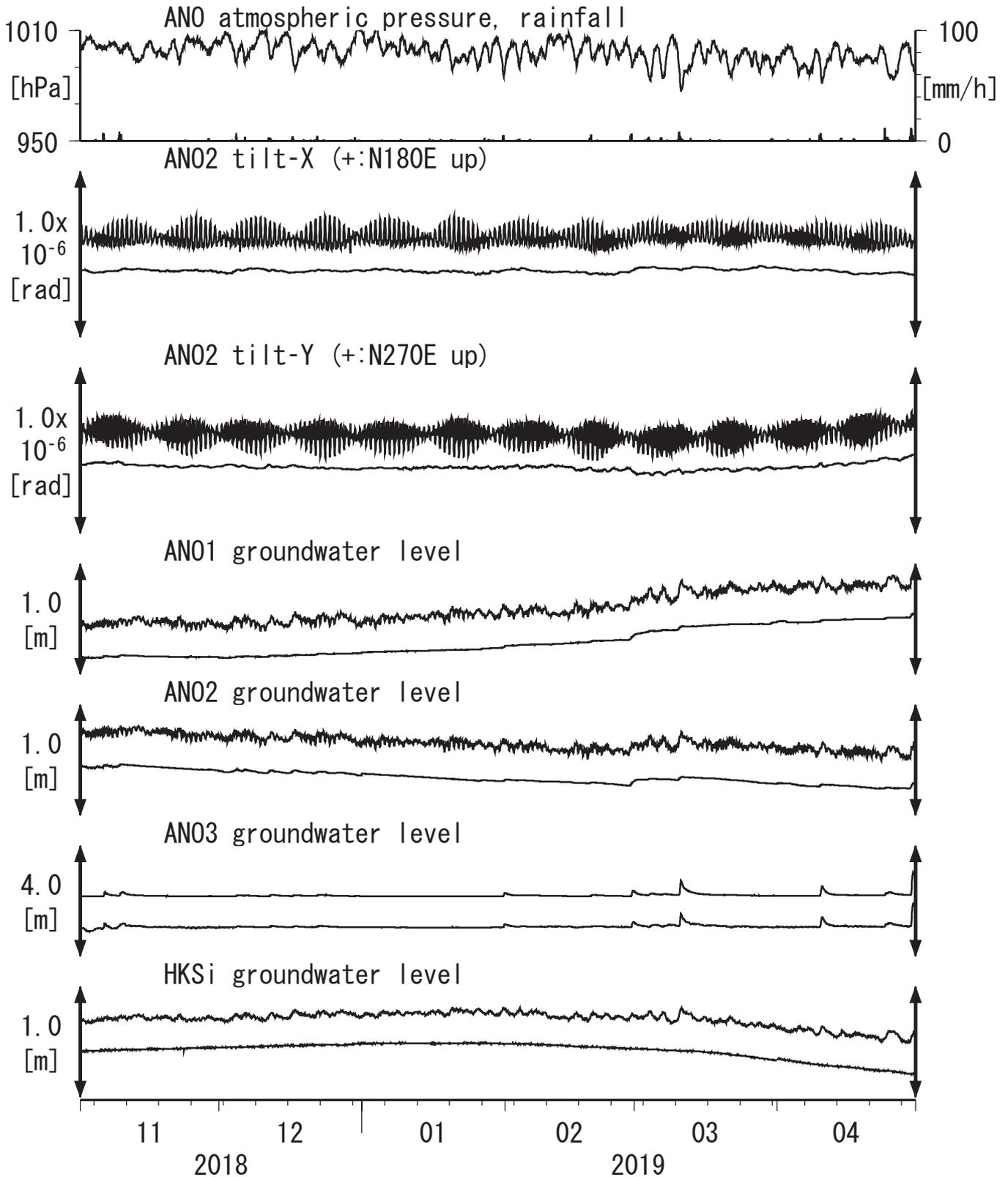


Strainmeter depth = 588.9-590.3 [GL-m]

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

第9図 Tilt and groundwater level at ANO and HKS (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

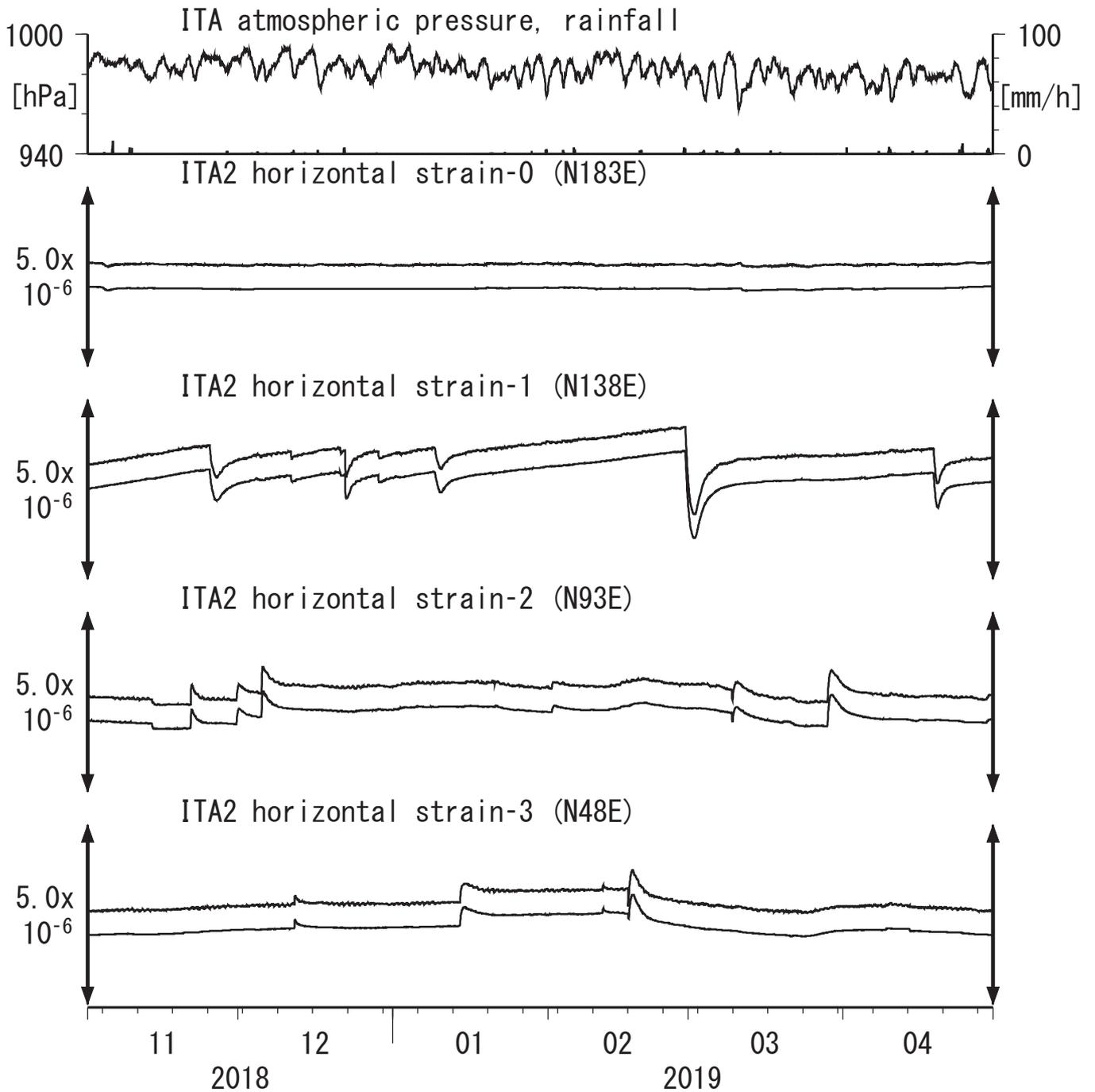


Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]  
 ANO1 : Screen depth = 502.9-513.8 [GL-m]  
 ANO2 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]  
 ANO3 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]  
 HKS : Screen depth = 429.0-439.1 [GL-m]

上: tiltは1次トレンド除去

下: ANO では、BAYTAP-G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  
 HKSでは、MR-ARにより潮汐・気圧・降雨応答を除去

第10図 Crustal strains at ITA (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

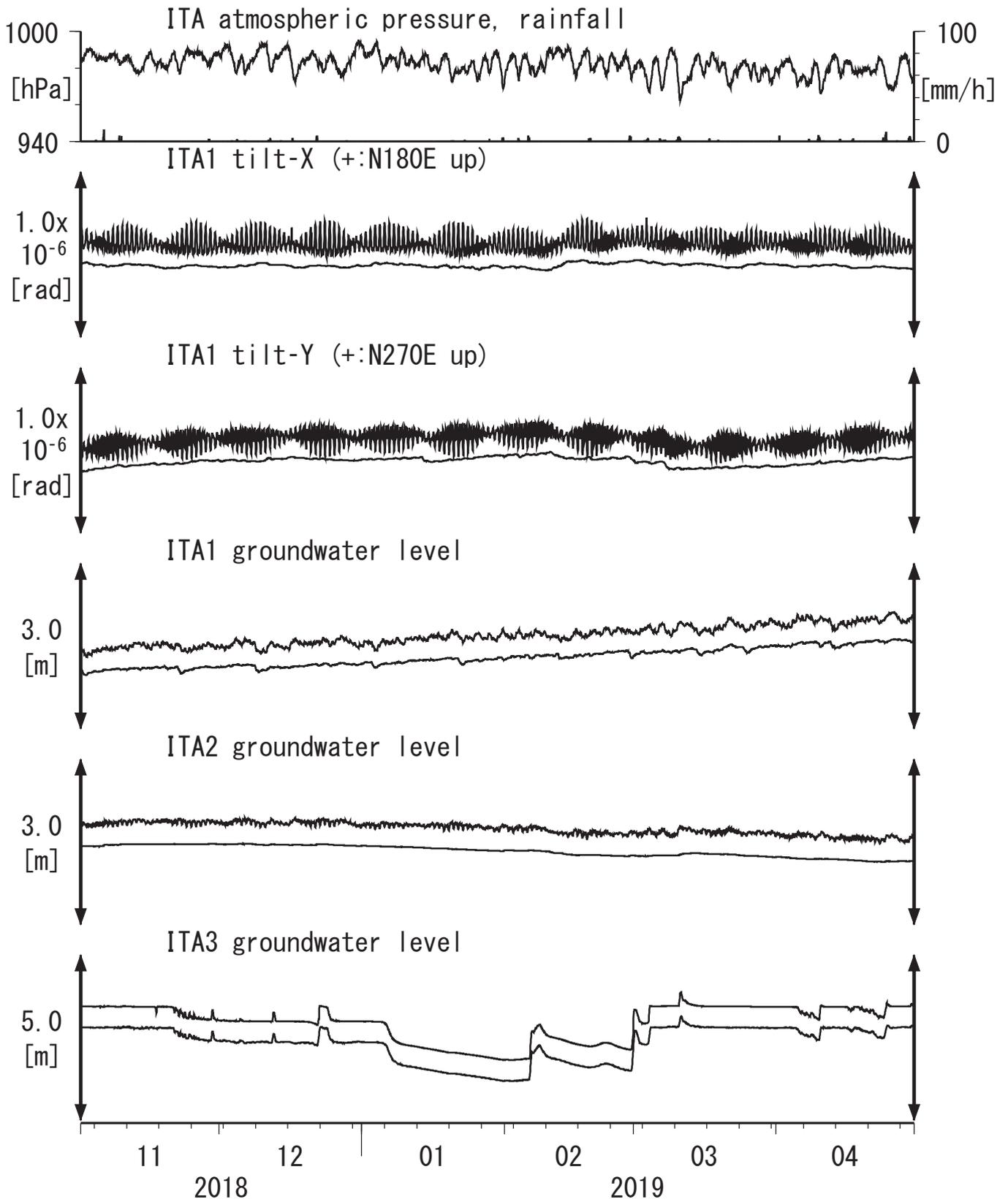


Strainmeter depth = 181.3-183.6 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第11図 Tilt and groundwater level at ITA (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]

ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]

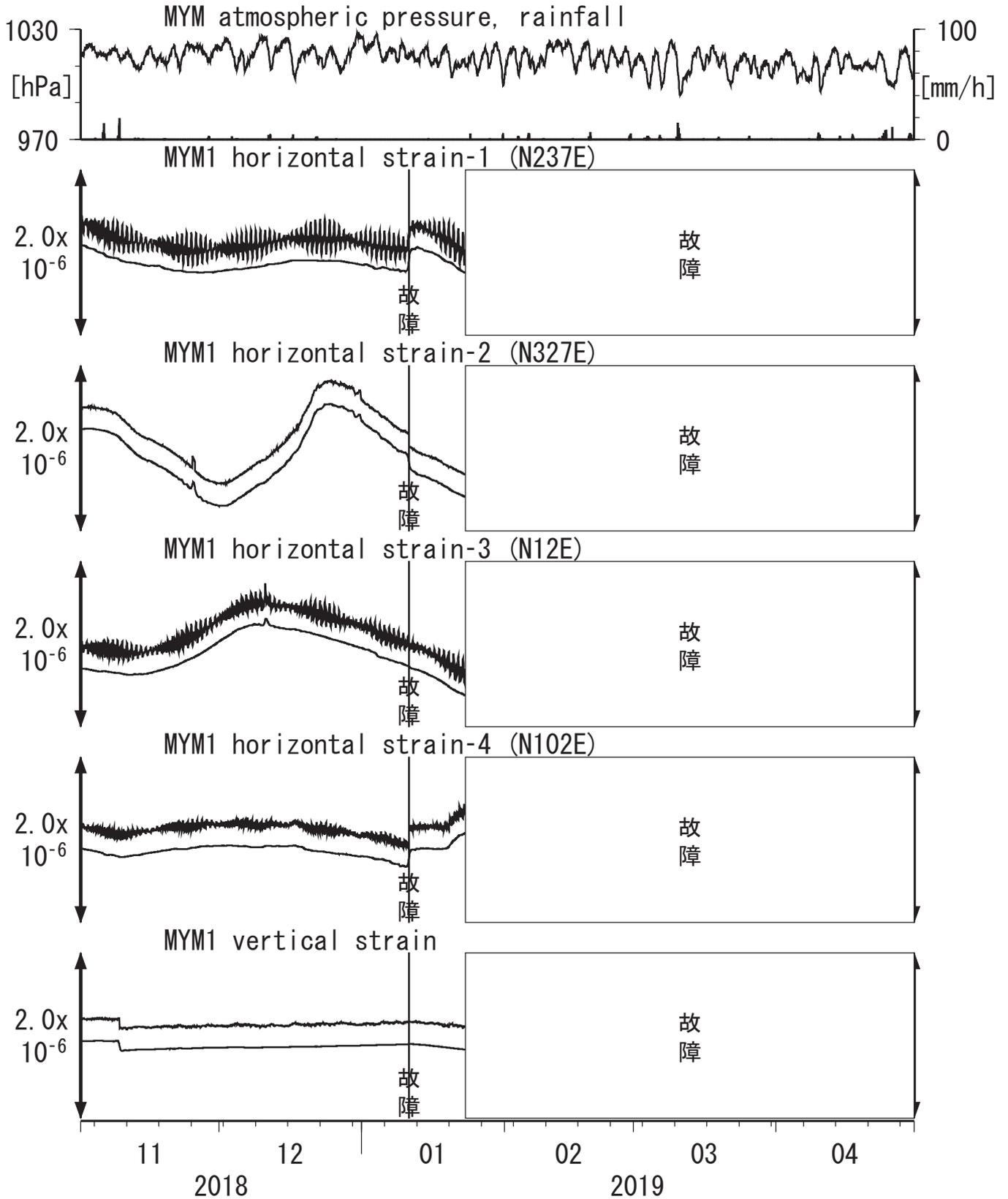
ITA2 : Screen depth = 145.5-156.4 [GL-m] (ITA2は2013/11/26に孔口を密閉した)

ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第12図 Crustal strains at MYM (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

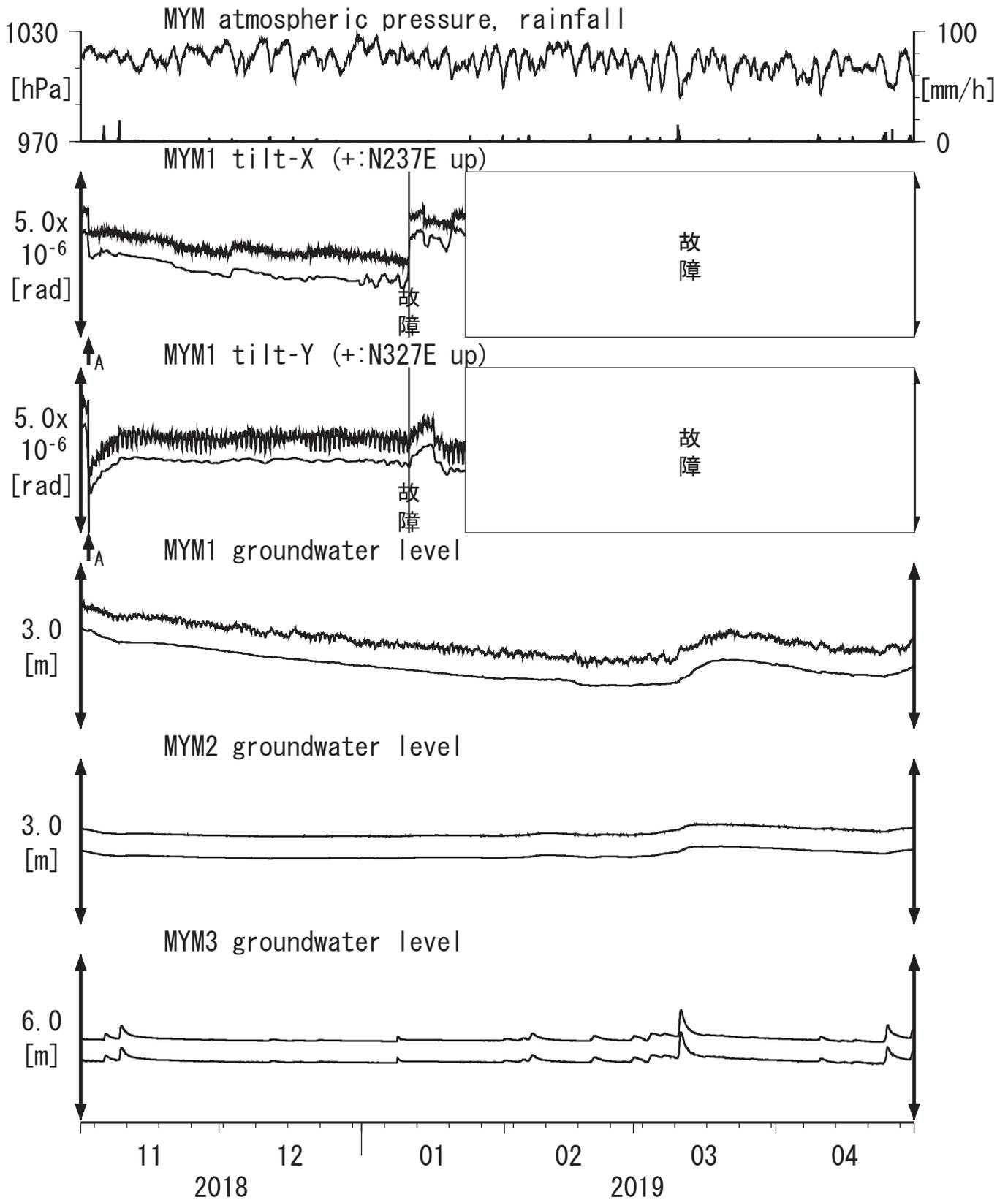


Strainmeter depth = 590.0-591.4 [GL-m]

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

第13図 Tilt and groundwater level at MYM (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 589.2-590.0 [GL-m]

A:2018/11/02 紀伊水道の地震 M5.4

MYM1 : Screen depth = 418.9-429.8 [GL-m]

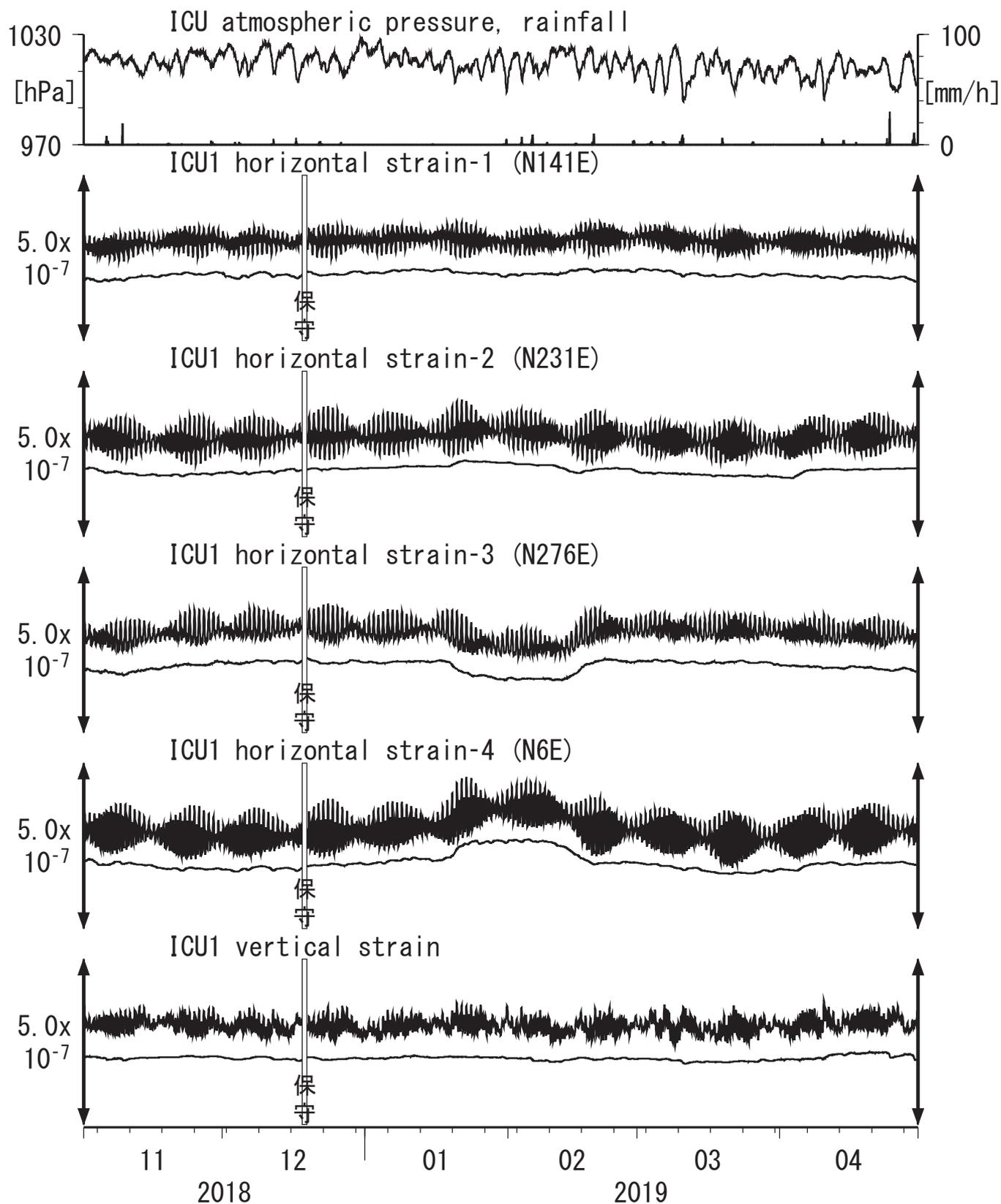
MYM2 : Screen depth = 140.3-151.1 [GL-m]

MYM3 : Screen depth = 19.9-25.3 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第14図 Crustal strains at ICU (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

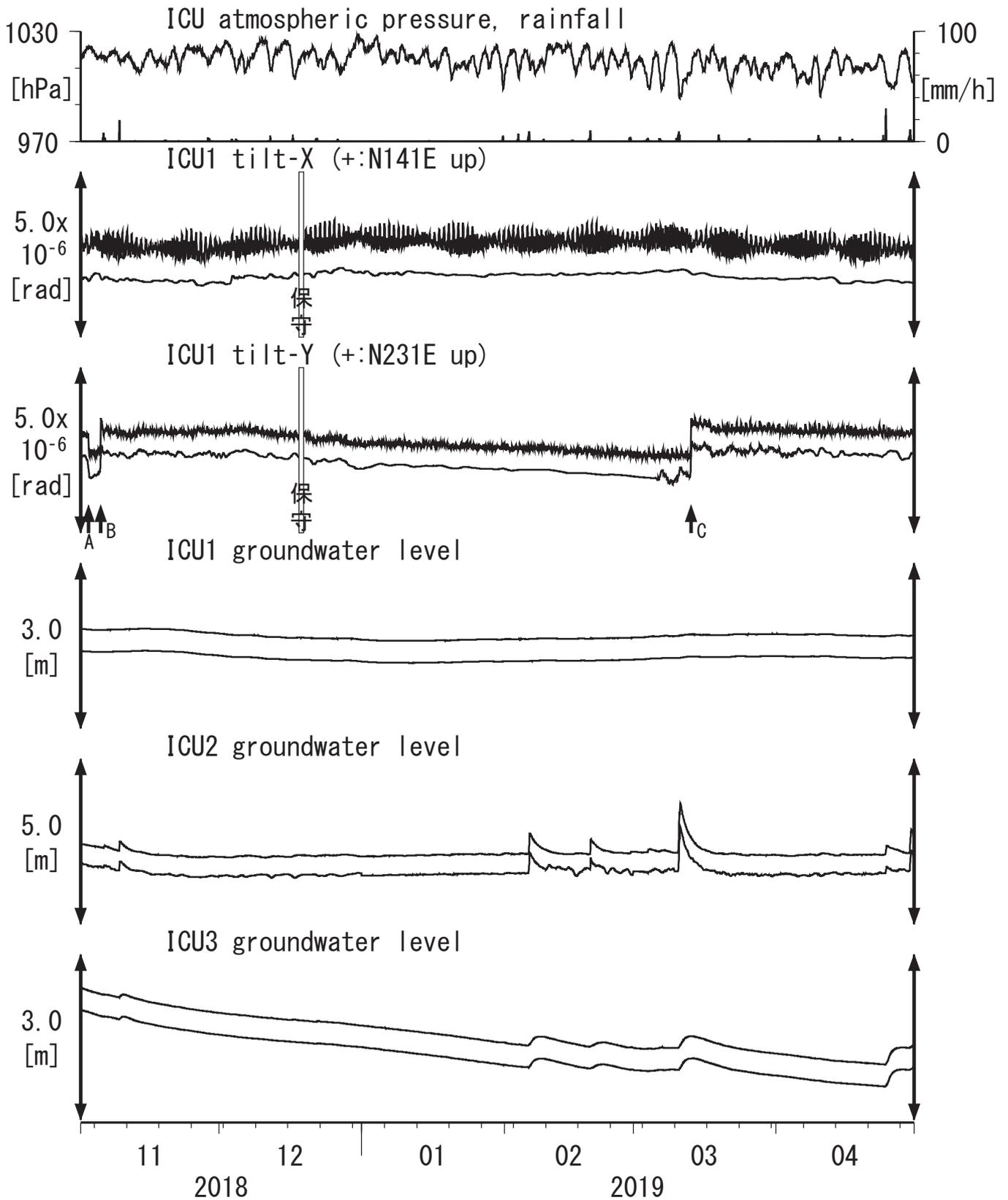


Strainmeter depth = 588.5-589.9 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第15図 Tilt and groundwater level at ICU (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

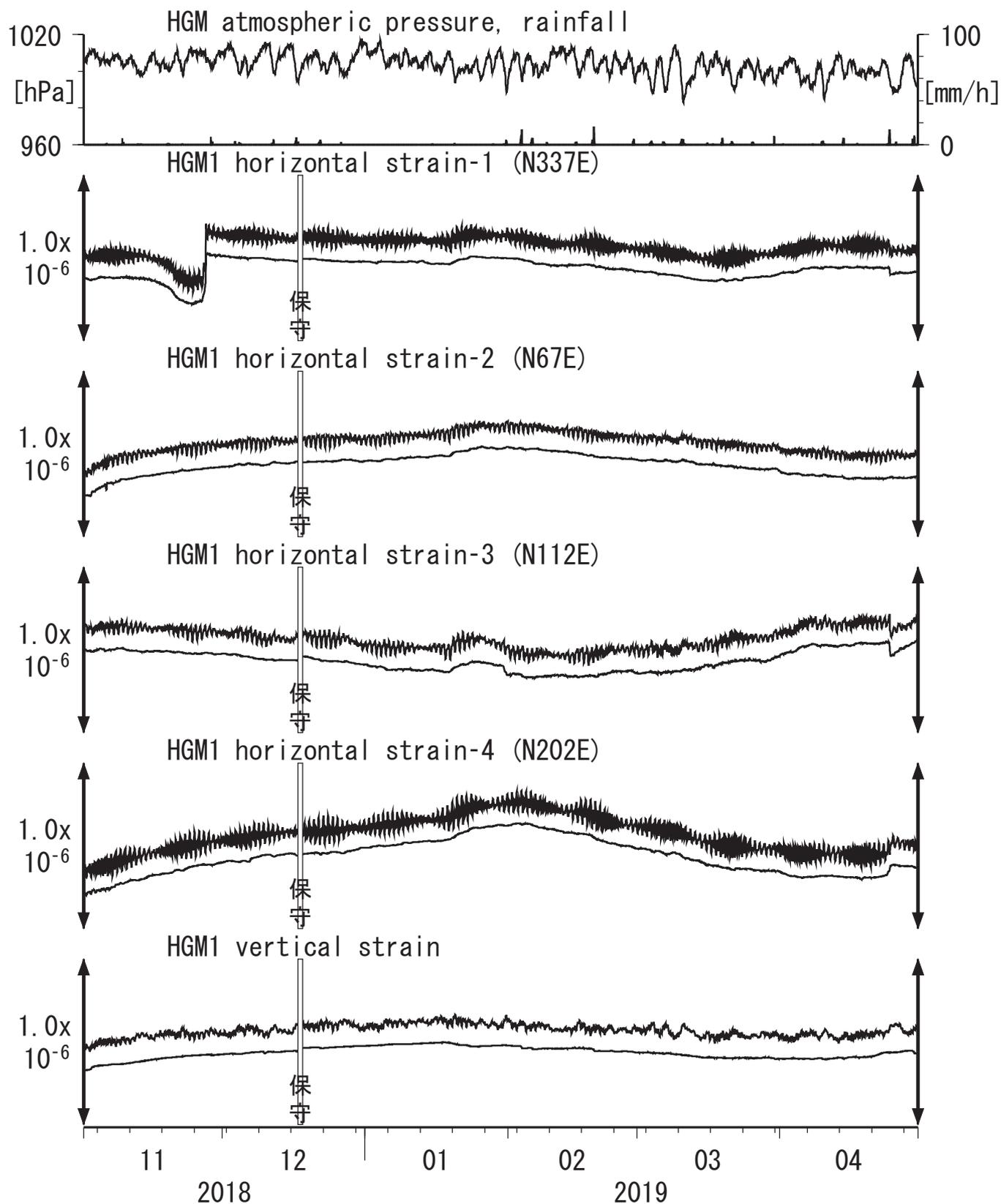


Tiltmeter depth = 587.7-588.5 [GL-m]      A: 2018/11/02 紀伊水道の地震 M5.4  
 ICU1 : Screen depth = 522.5-533.4 [GL-m]      B: 2018/11/05 紀伊水道の地震 M4.6  
 ICU2 : Screen depth = 95.7-106.6 [GL-m]      C: 2019/03/13 紀伊水道の地震 M5.3  
 ICU3 : Screen depth = 13.4-18.8 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第16図 Crustal strains at HGM (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

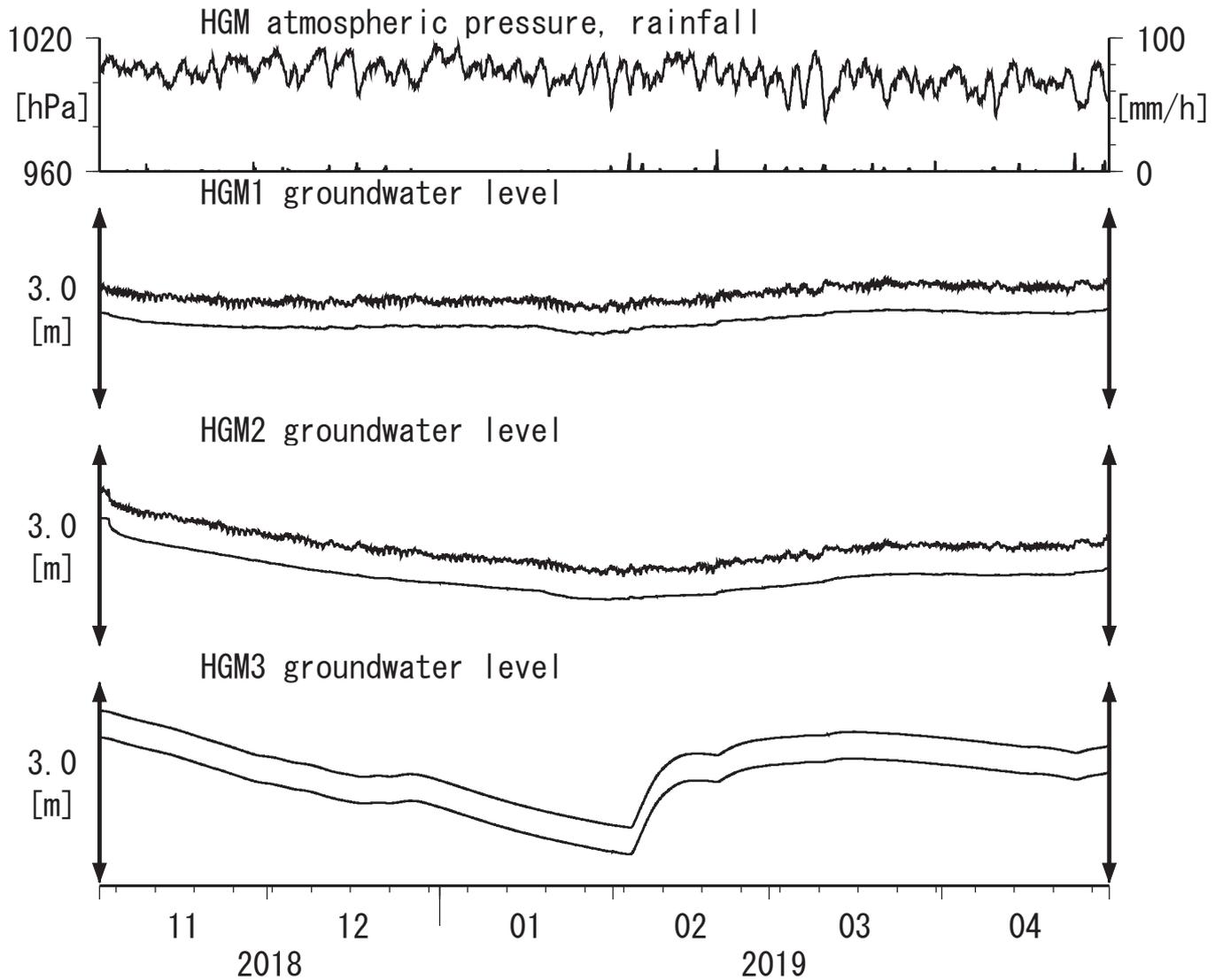


Strainmeter depth = 372.7-374.1 [GL-m]

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

第17図 Tilt and groundwater level at HGM (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



HGM1 : Screen depth = 320.4-331.3 [GL-m]

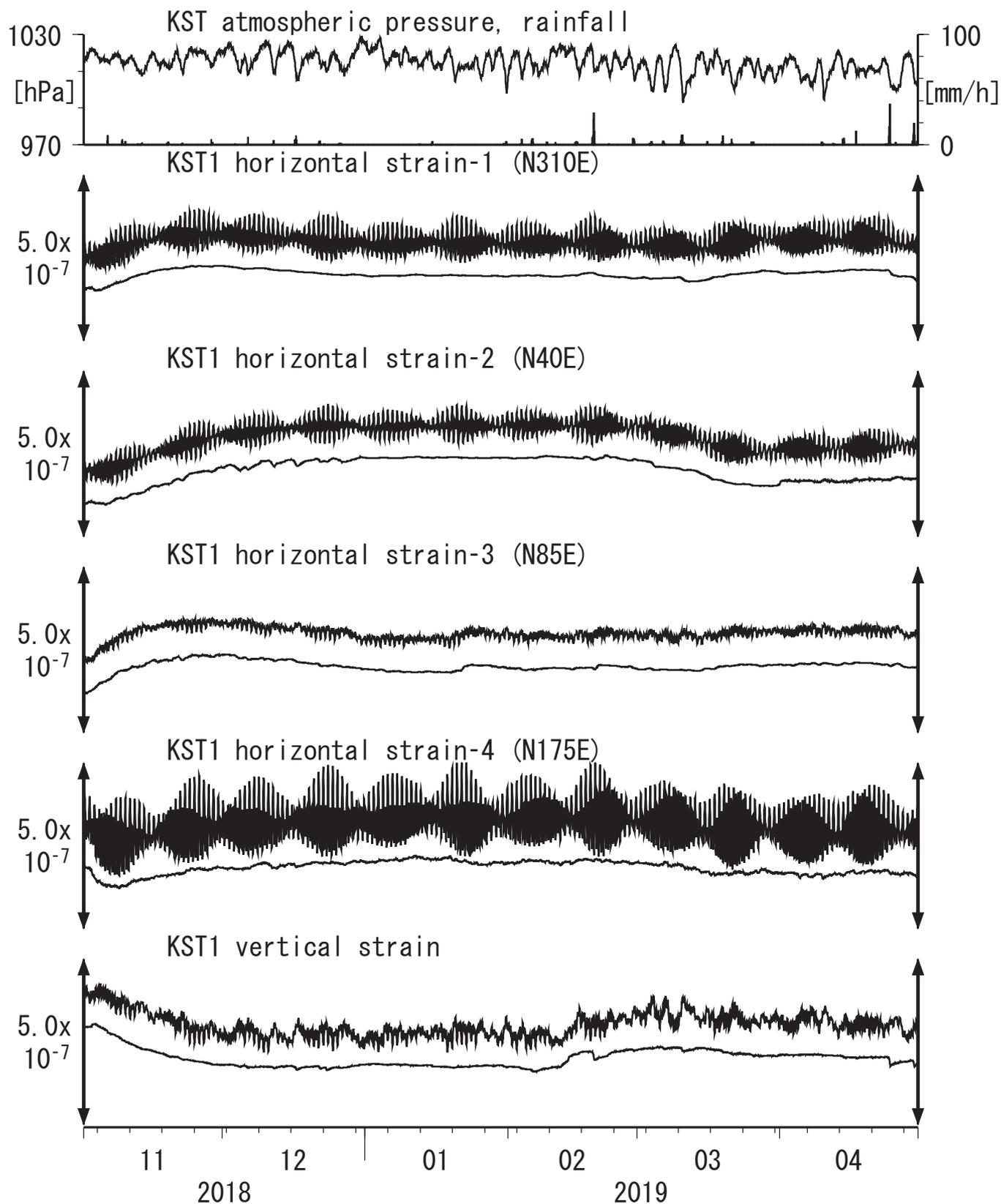
HGM2 : Screen depth = 180.9-191.8 [GL-m]

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

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第18図 Crustal strains at KST (時間値)  
(2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

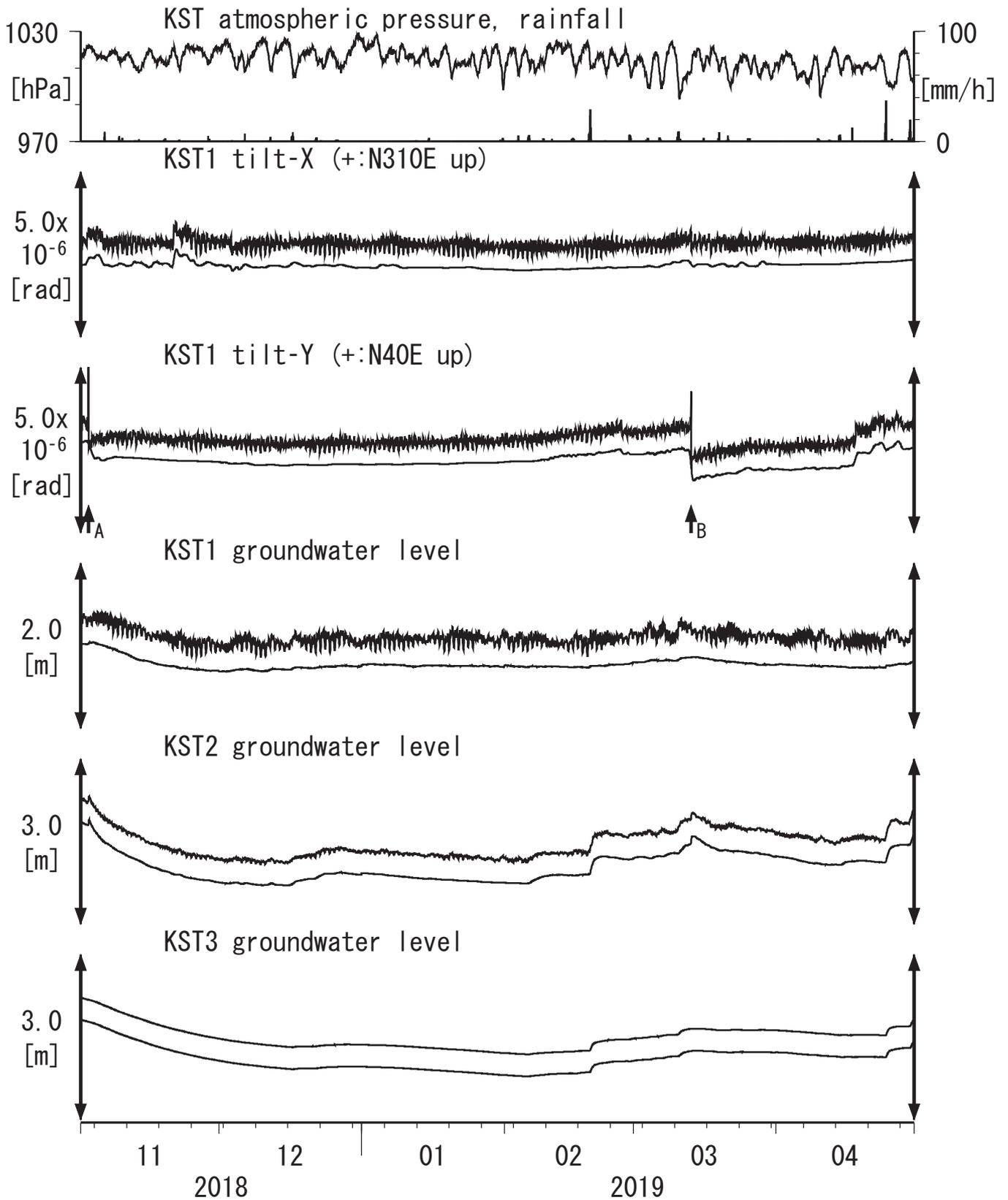


Strainmeter depth = 589.8-591.2 [GL-m]

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

第19図 Tilt and groundwater level at KST (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

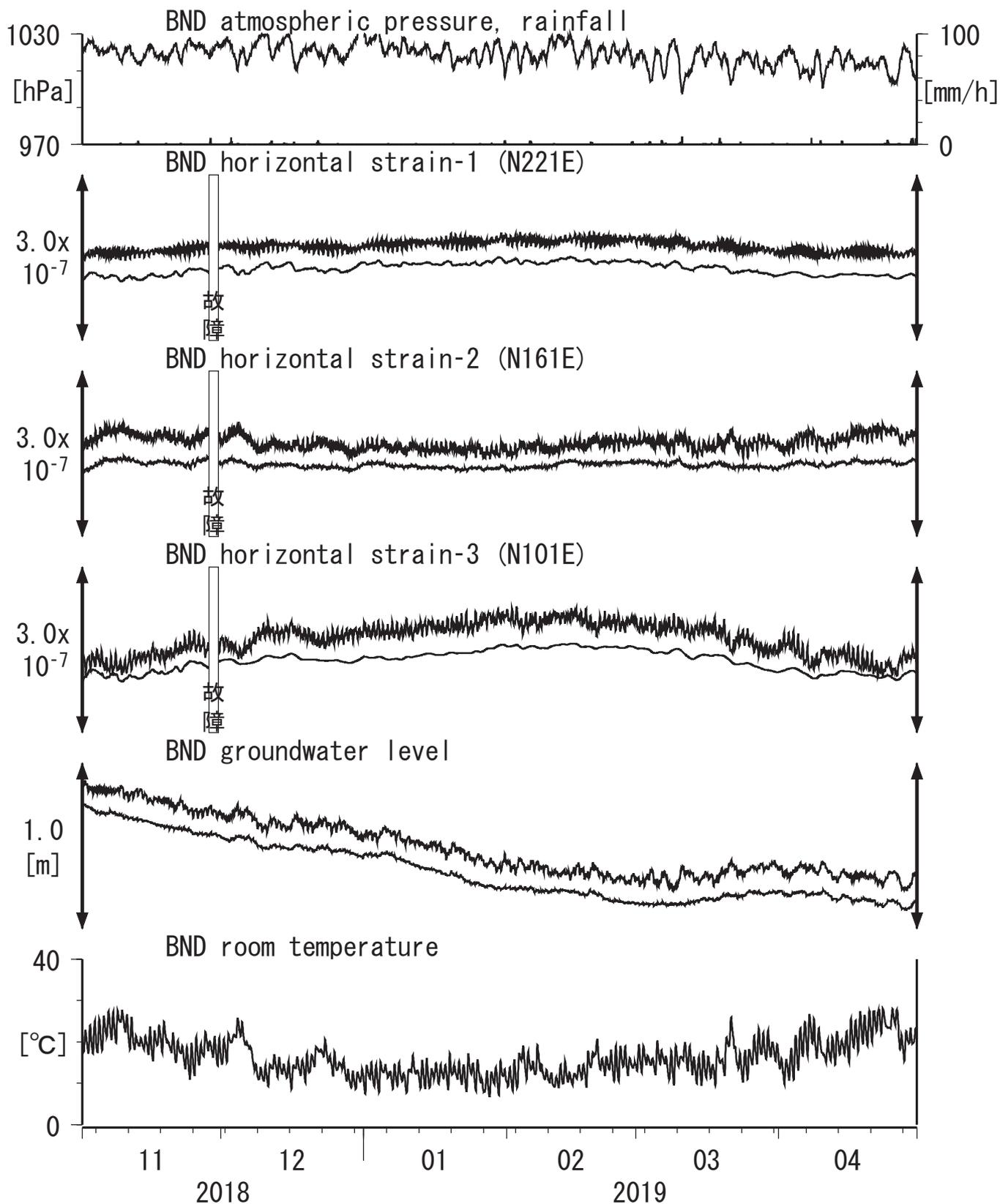


Tiltmeter depth = 589.0-589.8 [GL-m]      A: 2018/11/02 紀伊水道の地震 M5.4  
 KST1 : Screen depth = 509.2-520.2 [GL-m]      B: 2019/03/13 紀伊水道の地震 M5.3  
 KST2 : Screen depth = 132.9-143.9 [GL-m]  
 KST3 : Screen depth = 20.4-30.6 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第20図 Crustal strains and groundwater level at BND (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



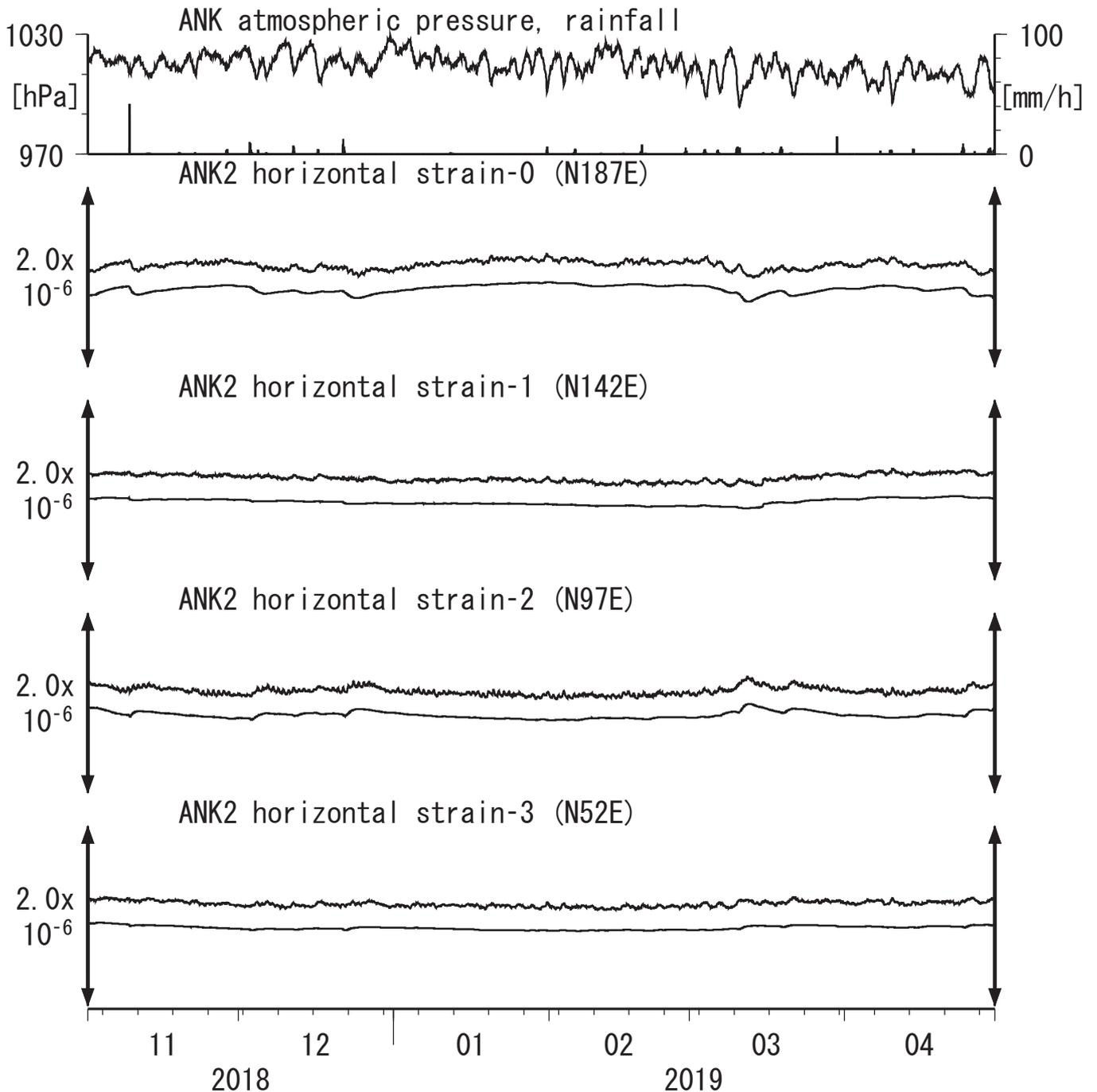
Strainmeter depth = 496.5-496.7 [GL-m]

Screen depth = 419.9-430.8 [GL-m]

上: strainは1次トレンドを除去

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

第21図 Crustal strains at ANK (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

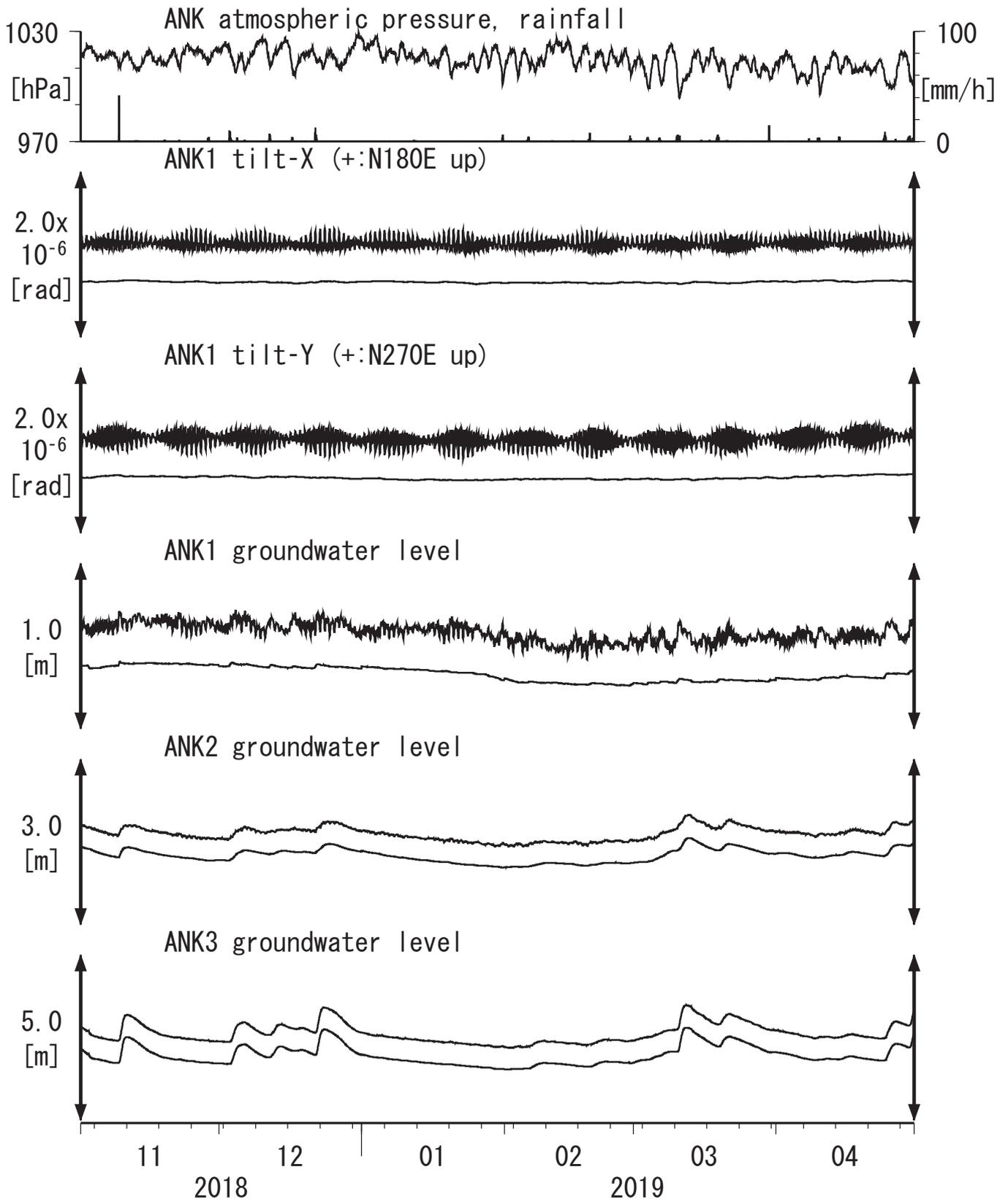


Strainmeter depth = 166.0-168.3 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第22図 Tilt and groundwater level at ANK (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 616.7-617.3 [GL-m]

ANK1 : Screen depth = 488.8-516.0 [GL-m]

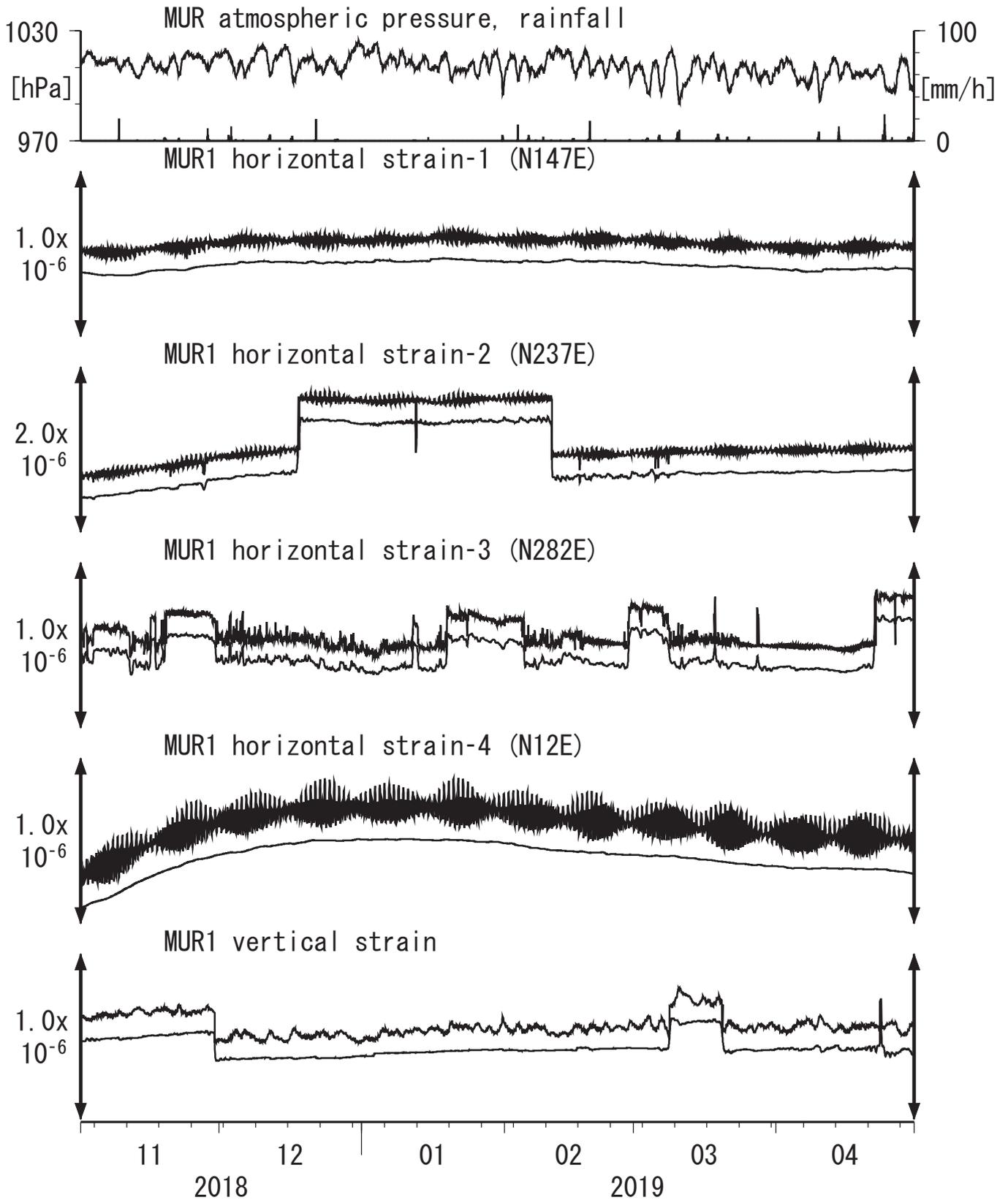
ANK2 : Screen depth = 89.7-100.5 [GL-m]

ANK3 : Screen depth = 16.2-21.6 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第23図 Crustal strains at MUR (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

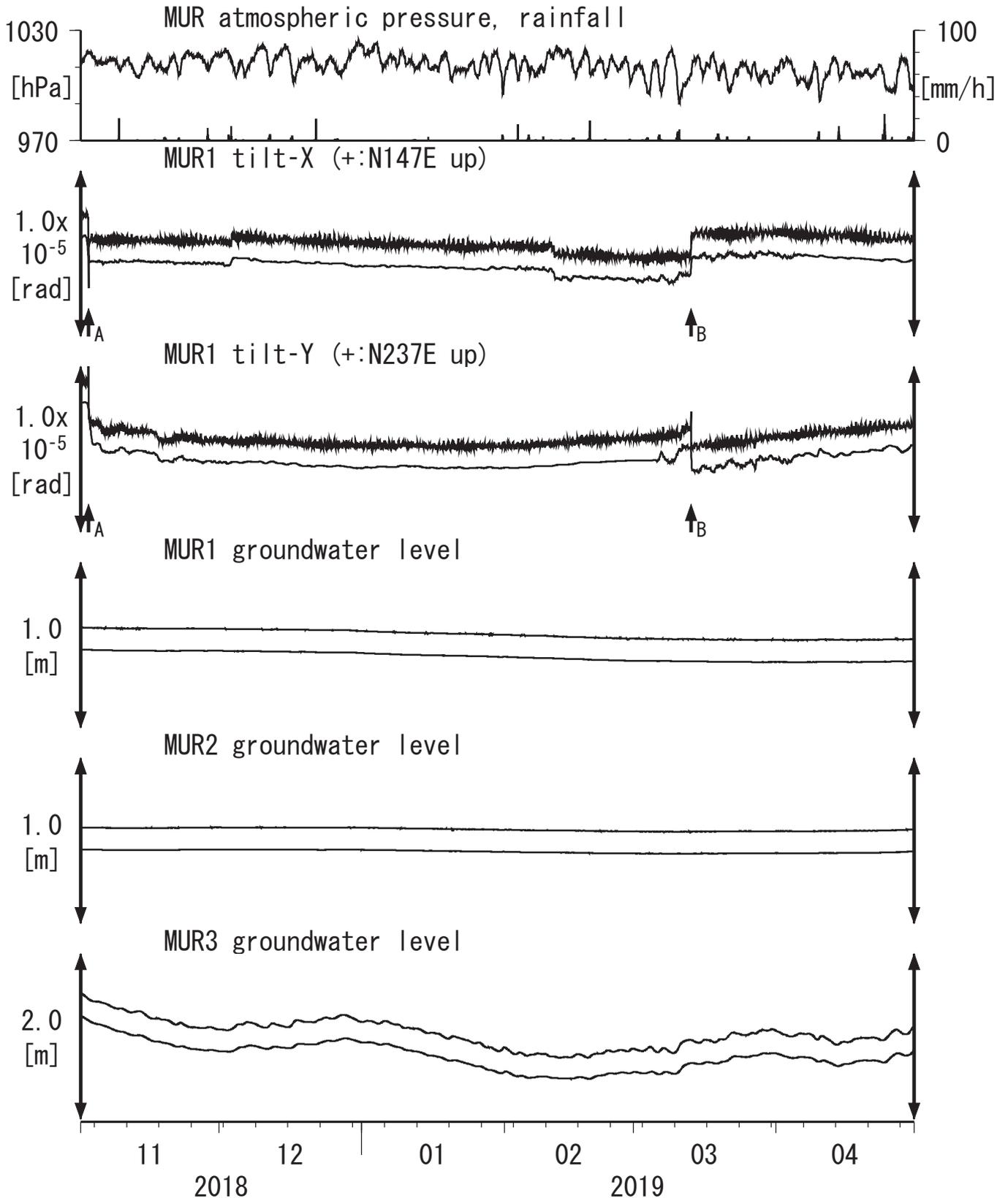


Strainmeter depth = 587.5-588.9 [GL-m]

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

第24図 Tilt and groundwater level at MUR (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

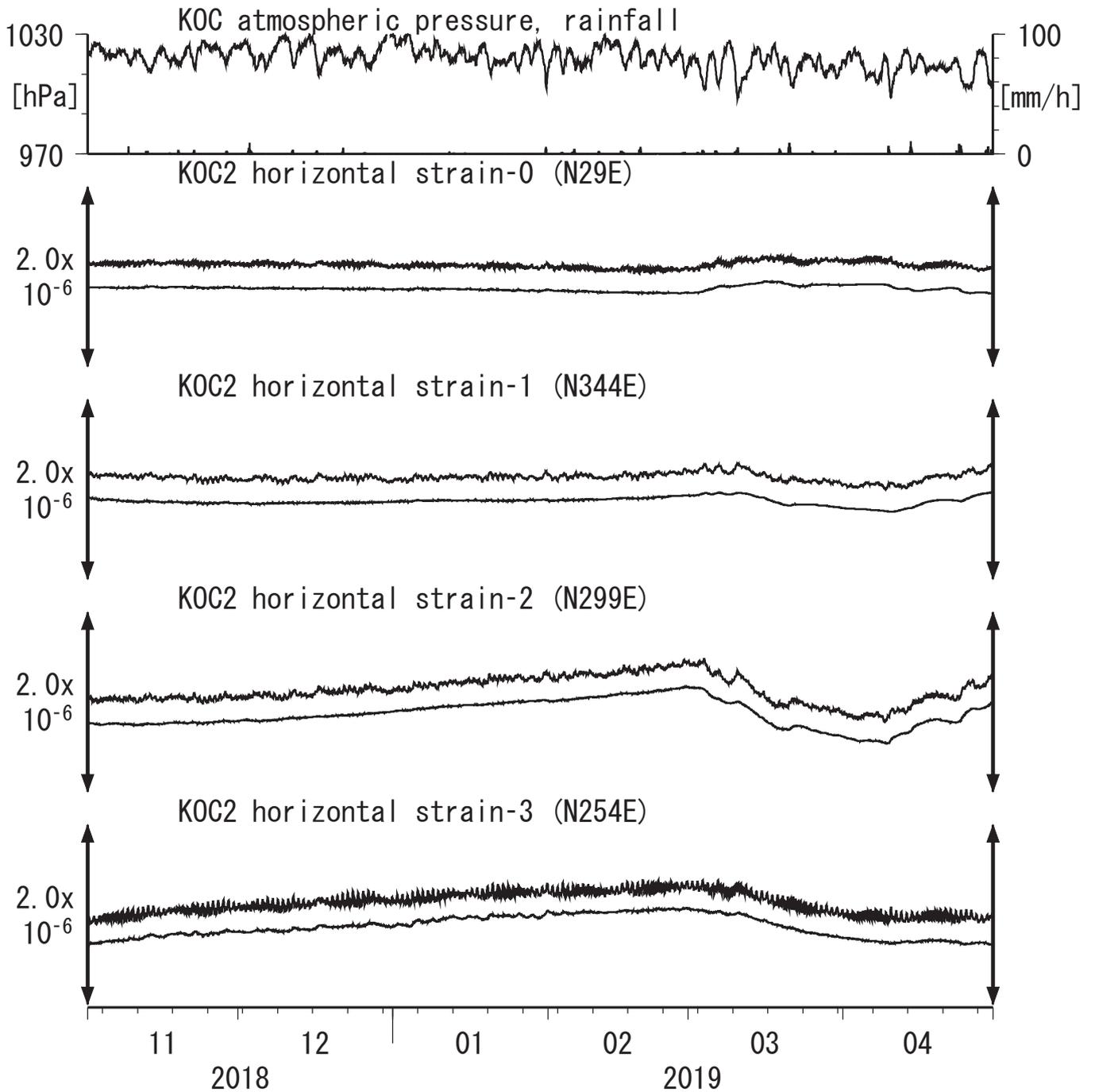


Tiltmeter depth = 586.7-587.5 [GL-m]      A: 2018/11/02 紀伊水道の地震 M5.4  
 MUR1 : Screen depth = 407.5-418.4 [GL-m]      B: 2019/03/13 紀伊水道の地震 M5.3  
 MUR2 : Screen depth = 130.1-141.0 [GL-m]  
 MUR3 : Screen depth = 19.6-30.5 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第25図 Crustal strains at KOC (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

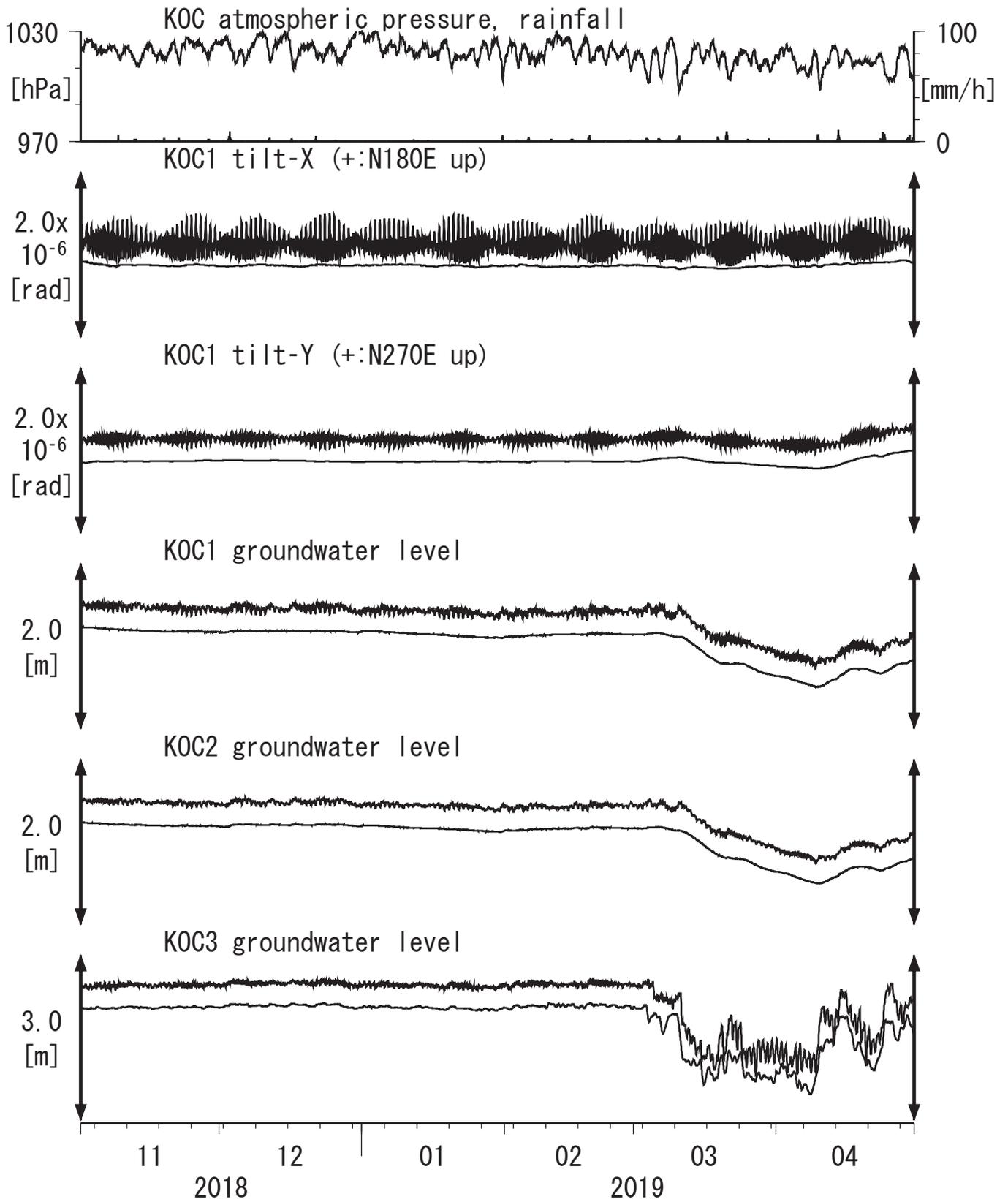


Strainmeter depth = 201.3-203.6 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第26図 Tilt and groundwater level at KOC (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 597.1-597.7 [GL-m]

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

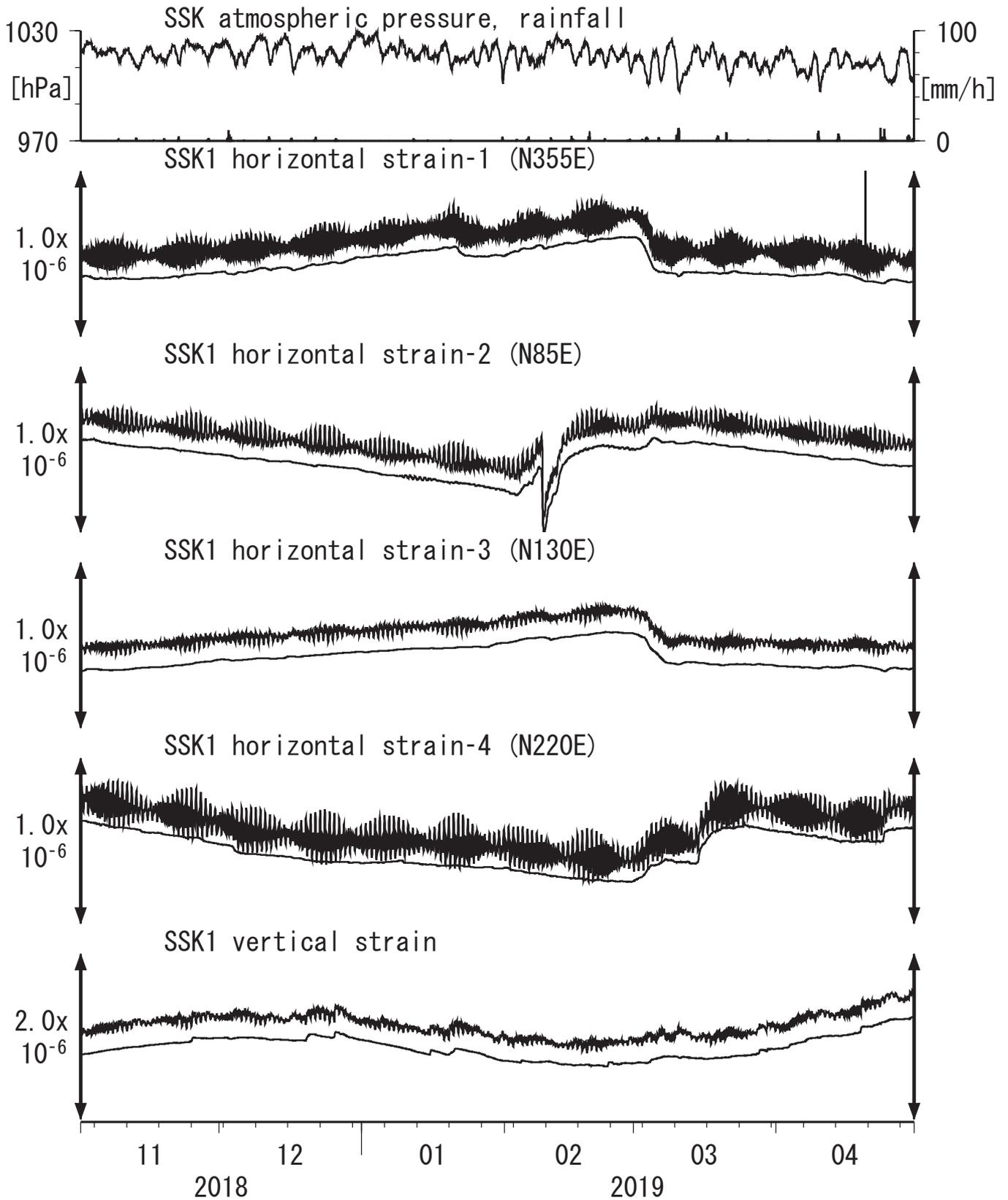
KOC2 : Screen depth = 169.1-173.9 [GL-m]

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

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第27図 Crustal strains at SSK (時間値)  
(2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

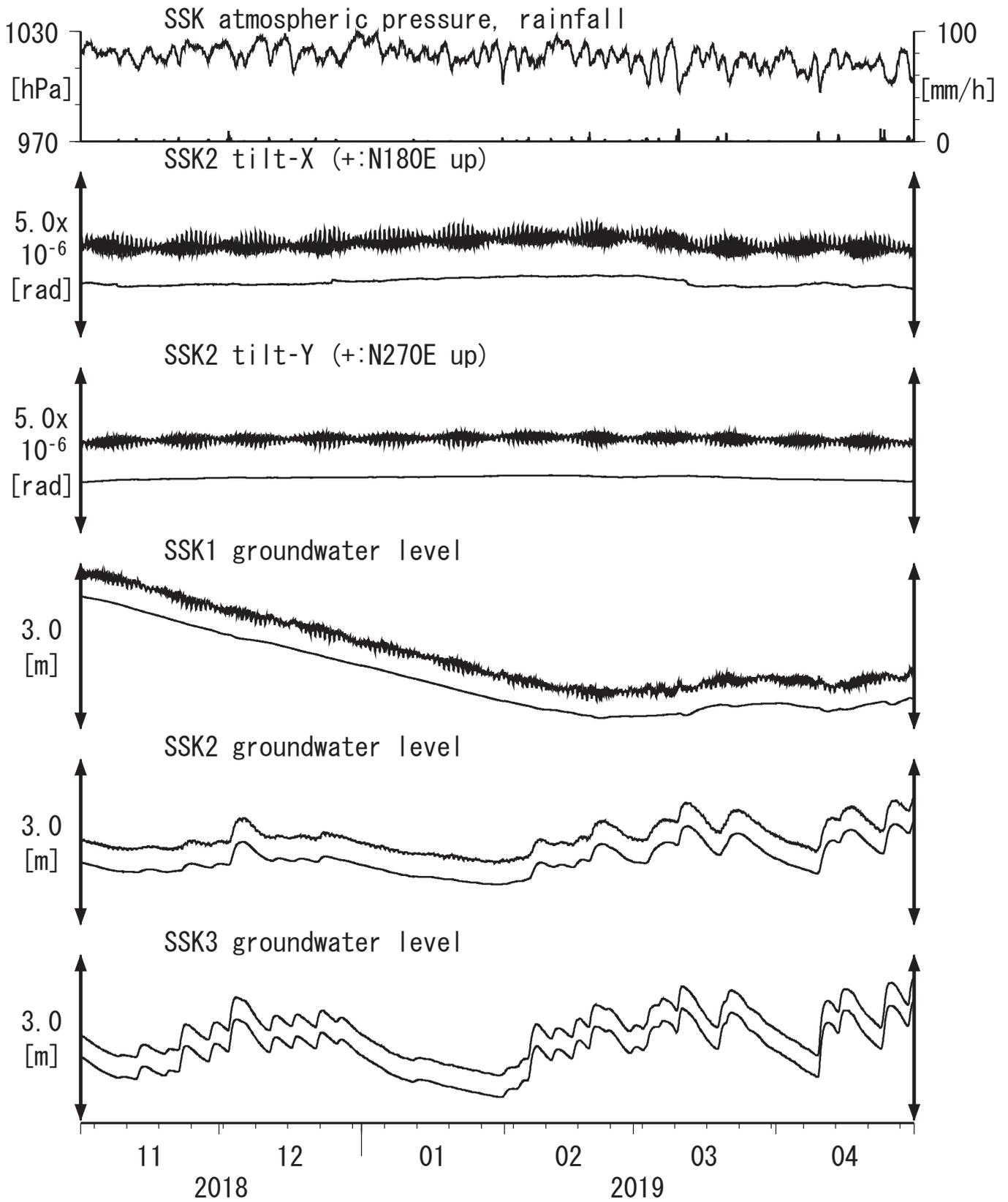


Strainmeter depth = 576.7-578.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第28図 Tilt and groundwater level at SSK (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 201.6-202.2 [GL-m]

SSK1 : Screen depth = 355.5-371.9 [GL-m]

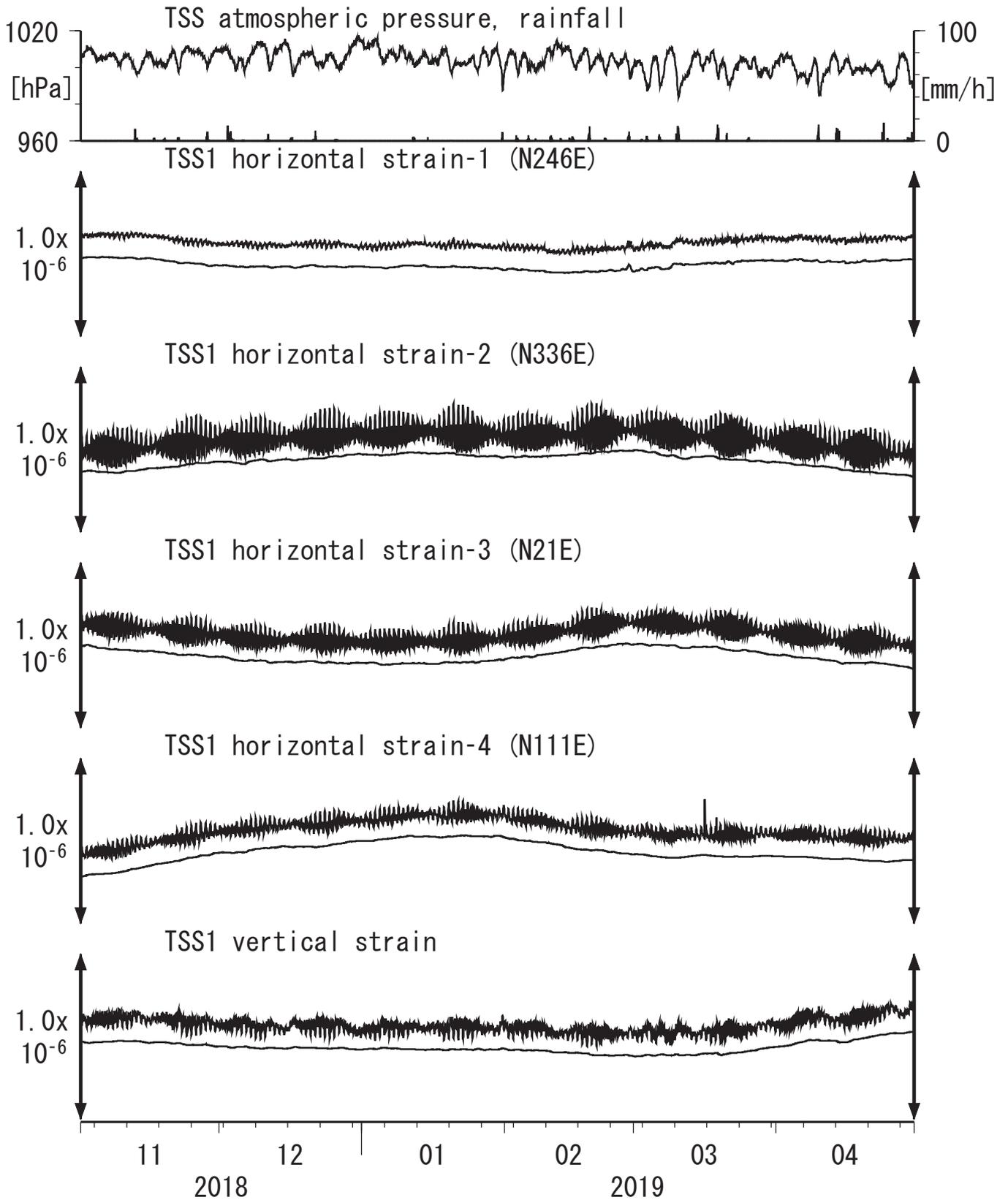
SSK2 : Screen depth = 90.9-101.9 [GL-m]

SSK3 : Screen depth = 16.0-21.5 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第29図 Crustal strains at TSS (時間値)  
(2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

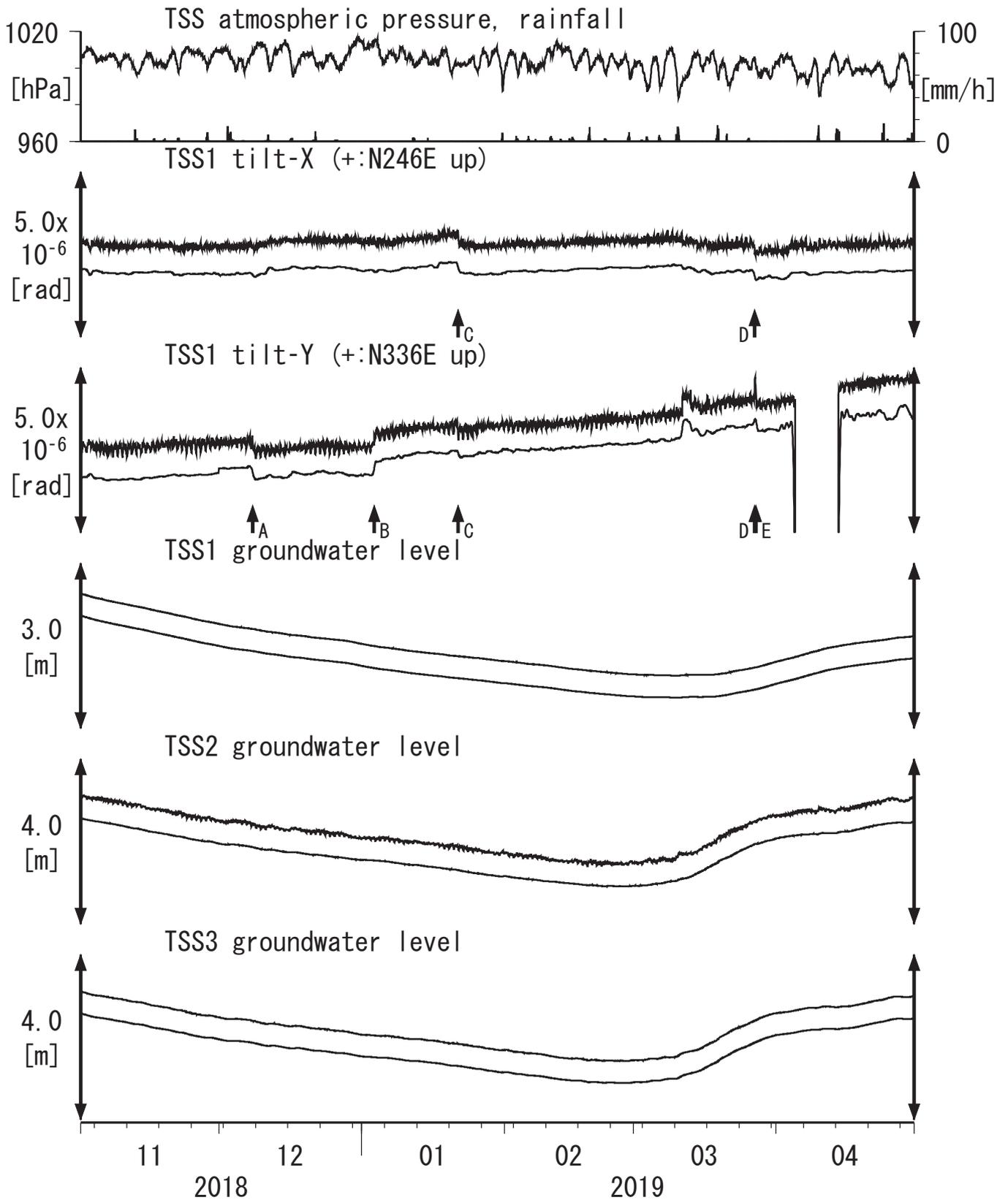


Strainmeter depth = 587.0-588.4 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

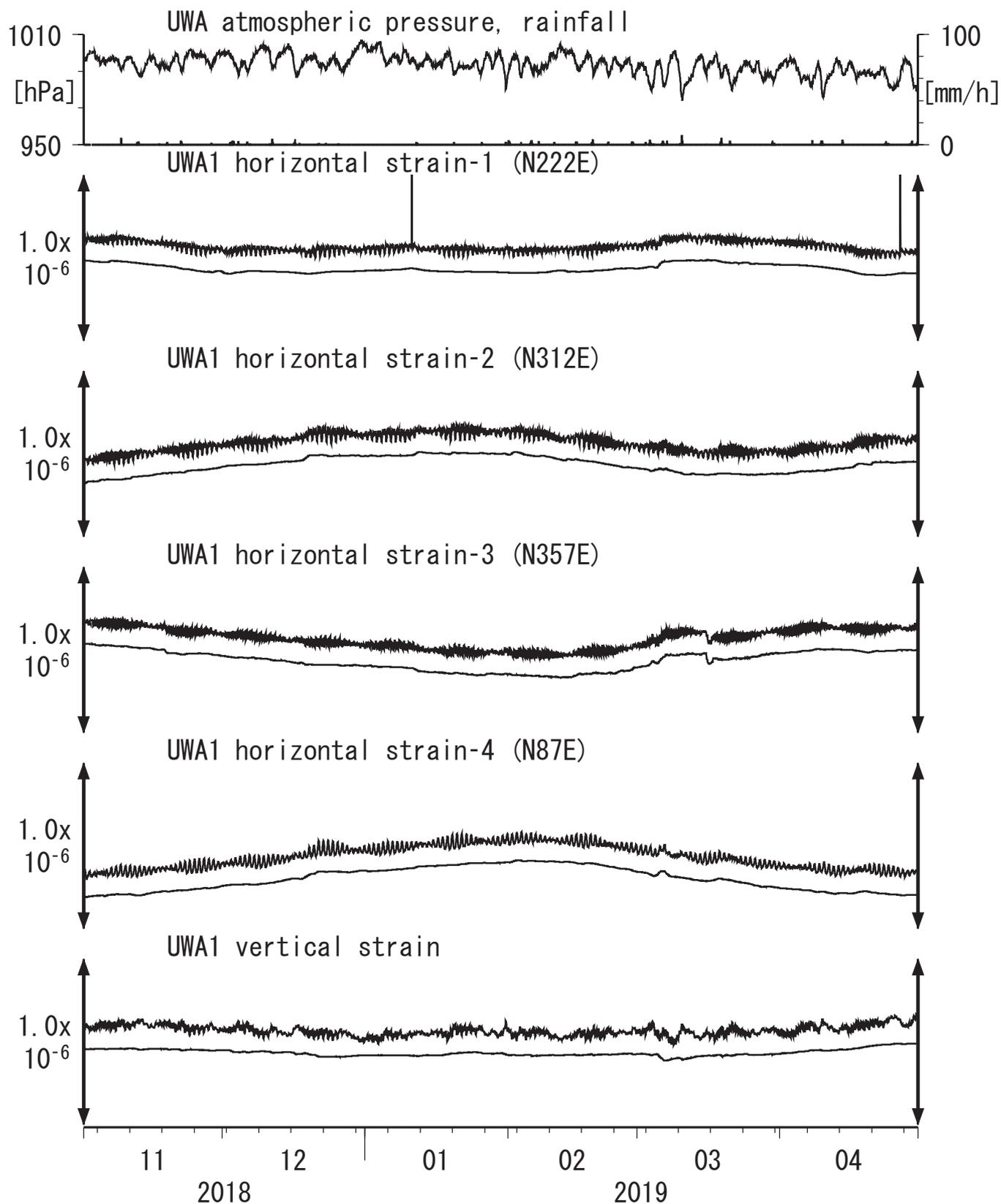
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

第30図 Tilt and groundwater level at TSS (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 586.2-587.0 [GL-m]	A: 2018/12/08 日向灘の地震 M3.9
TSS1 : Screen depth = 467.7-473.2 [GL-m]	B: 2019/01/03 熊本県熊本地方の地震 M5.1
TSS2 : Screen depth = 238.9-244.3 [GL-m]	C: 2019/01/21 豊後水道の地震 M4.4
TSS3 : Screen depth = 129.1-134.6 [GL-m]	D: 2019/03/27 日向灘の地震 M5.4
上: tiltは1次トレンドを除去	E: 2019/03/27 日向灘の地震 M5.4
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去	

第31図 Crustal strains at UWA (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

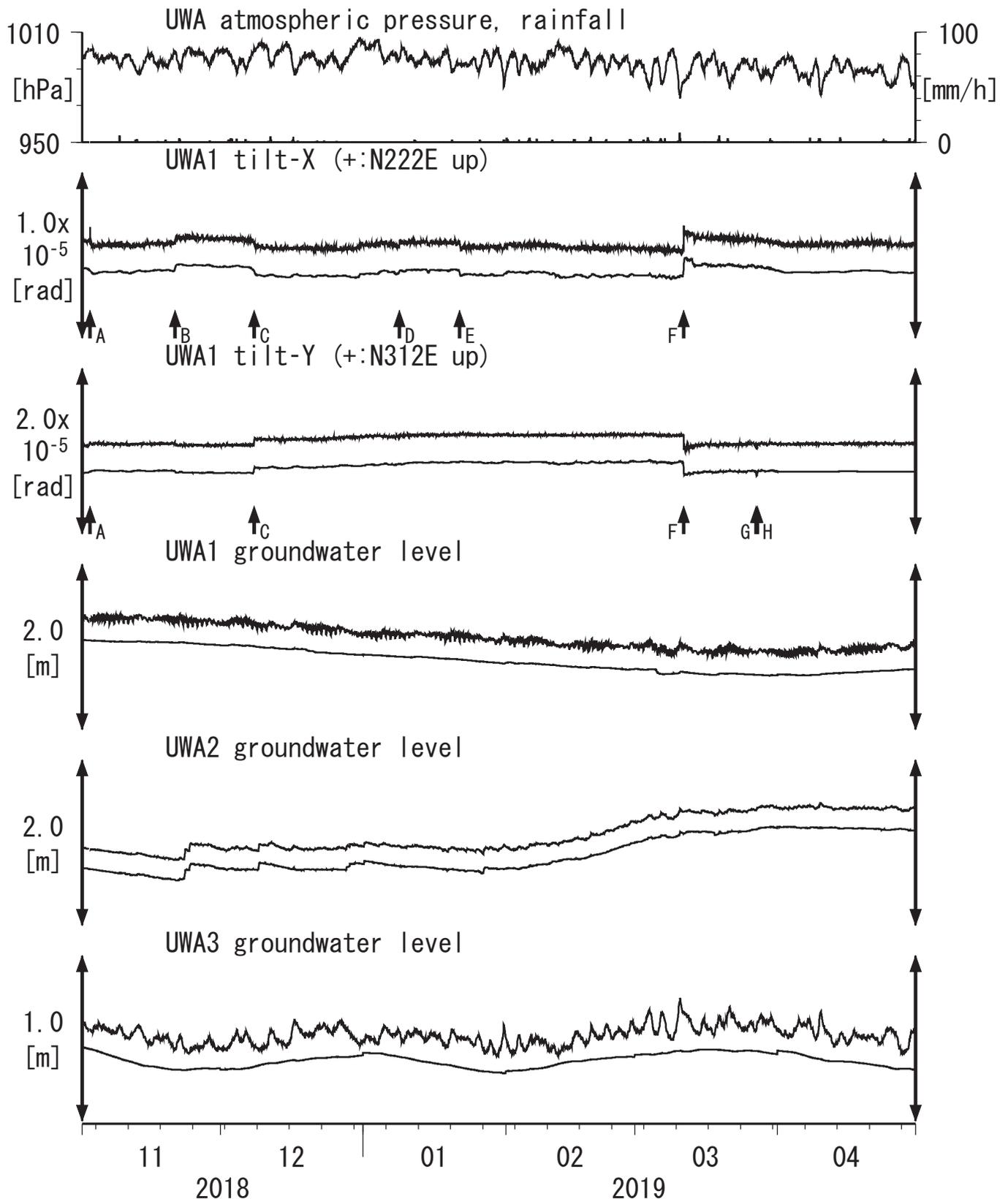


Strainmeter depth = 590.0-591.4 [GL-m]

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

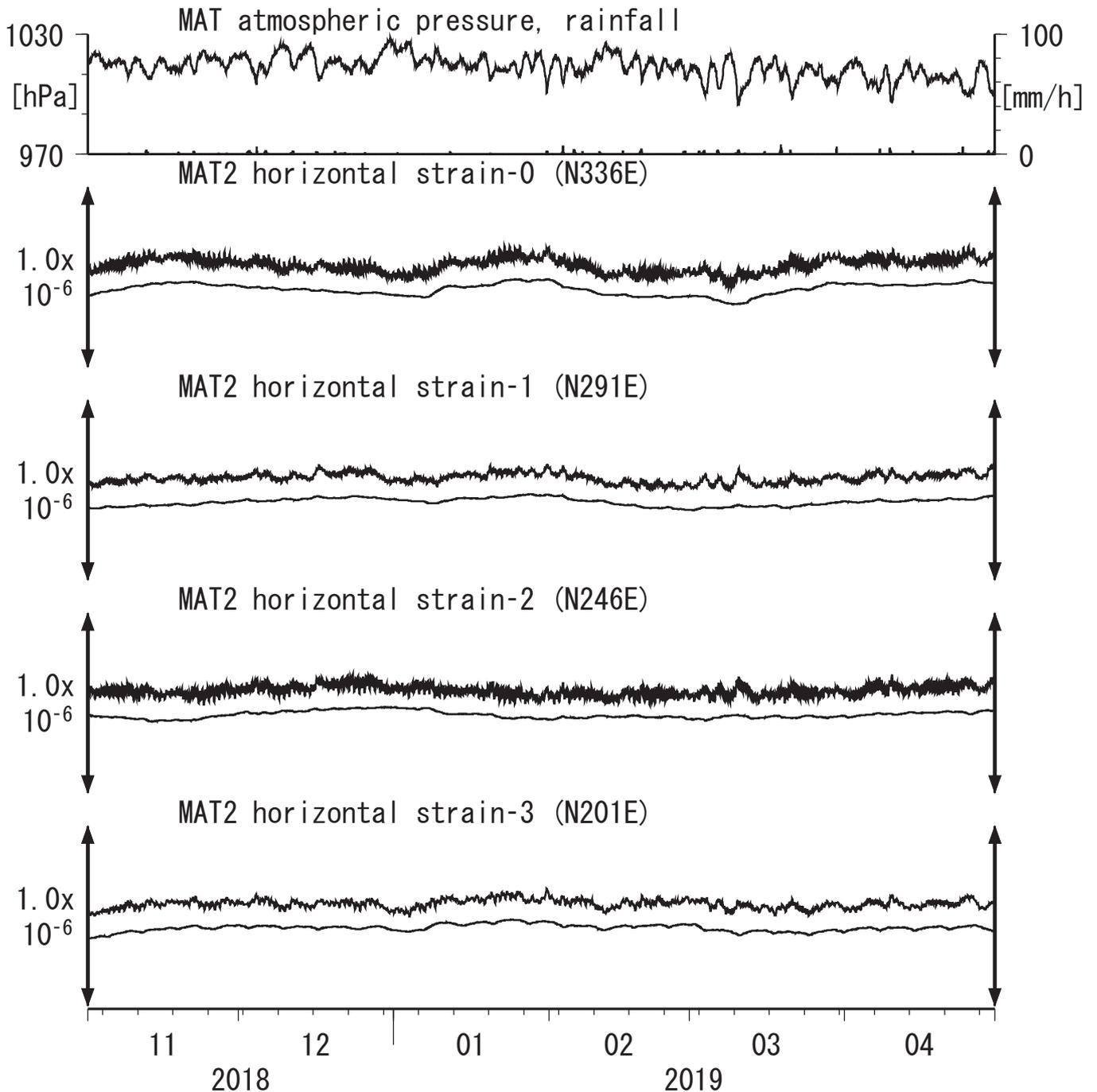
第32図 Tilt and groundwater level at UWA (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 589.2-590.0 [GL-m]  
 UWA1 : Screen depth = 446.4-457.4 [GL-m]  
 UWA2 : Screen depth = 68.9-79.9 [GL-m]  
 UWA3 : Screen depth = 13.6-18.4 [GL-m]  
 上: tiltは1次トレンドを除去  
 下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・  
 ノイズ成分を除去後、  
 tiltは1次トレンドも除去

A: 2018/11/02 紀伊水道の地震 M5.4  
 B: 2018/11/21 種子島近海の地震 M5.2  
 C: 2018/12/08 日向灘の地震 M3.9  
 D: 2019/01/08 種子島近海の地震 M6.0  
 E: 2019/01/21 豊後水道の地震 M4.4  
 F: 2019/03/11 愛媛県南予の地震 M4.6  
 G: 2019/03/27 日向灘の地震 M5.4  
 H: 2019/03/27 日向灘の地震 M5.4

第33図 Crustal strains at MAT (時間値)  
(2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

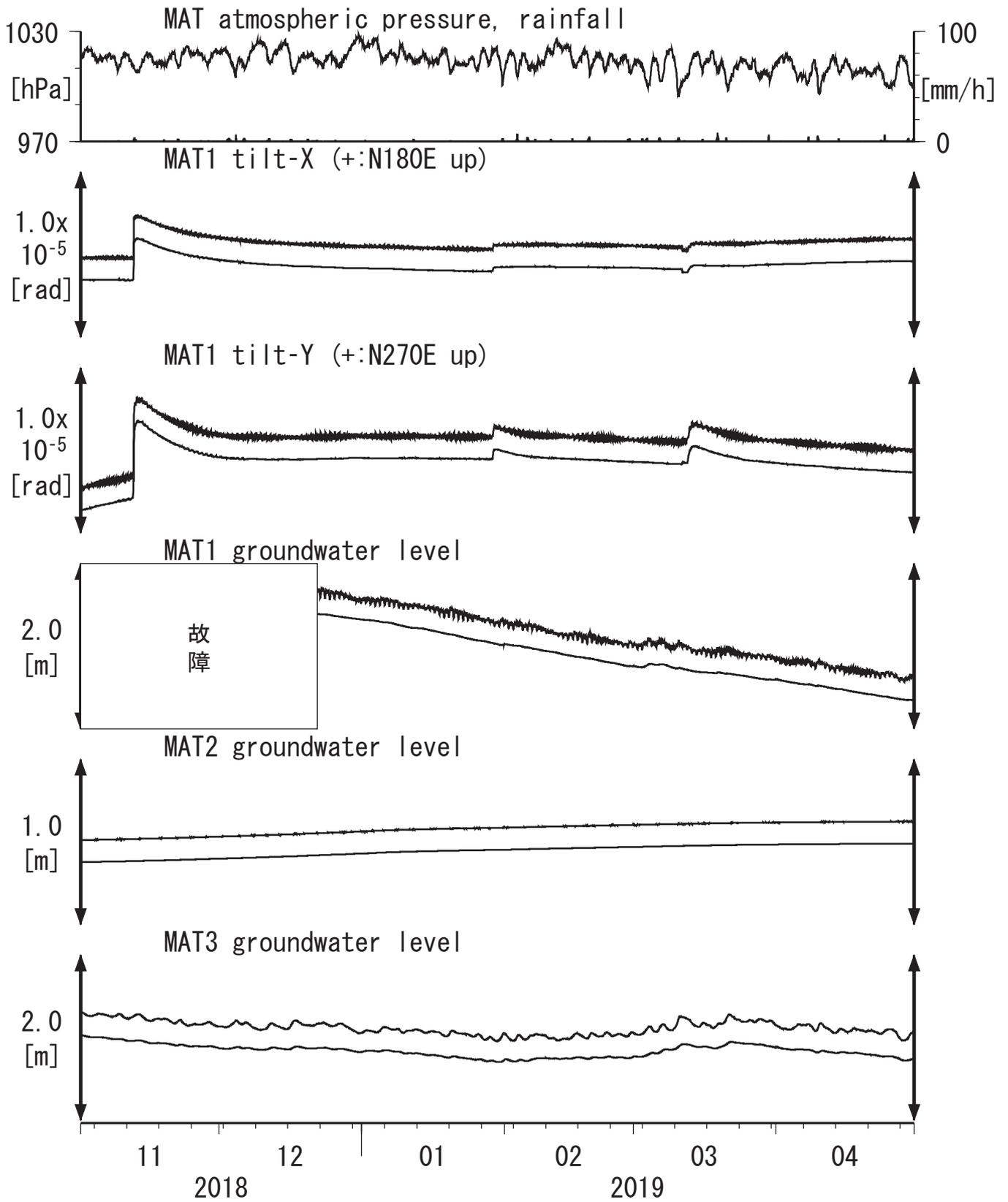


Strainmeter depth = 200.8-203.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

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

第34図 Tilt and groundwater level at MAT (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]

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

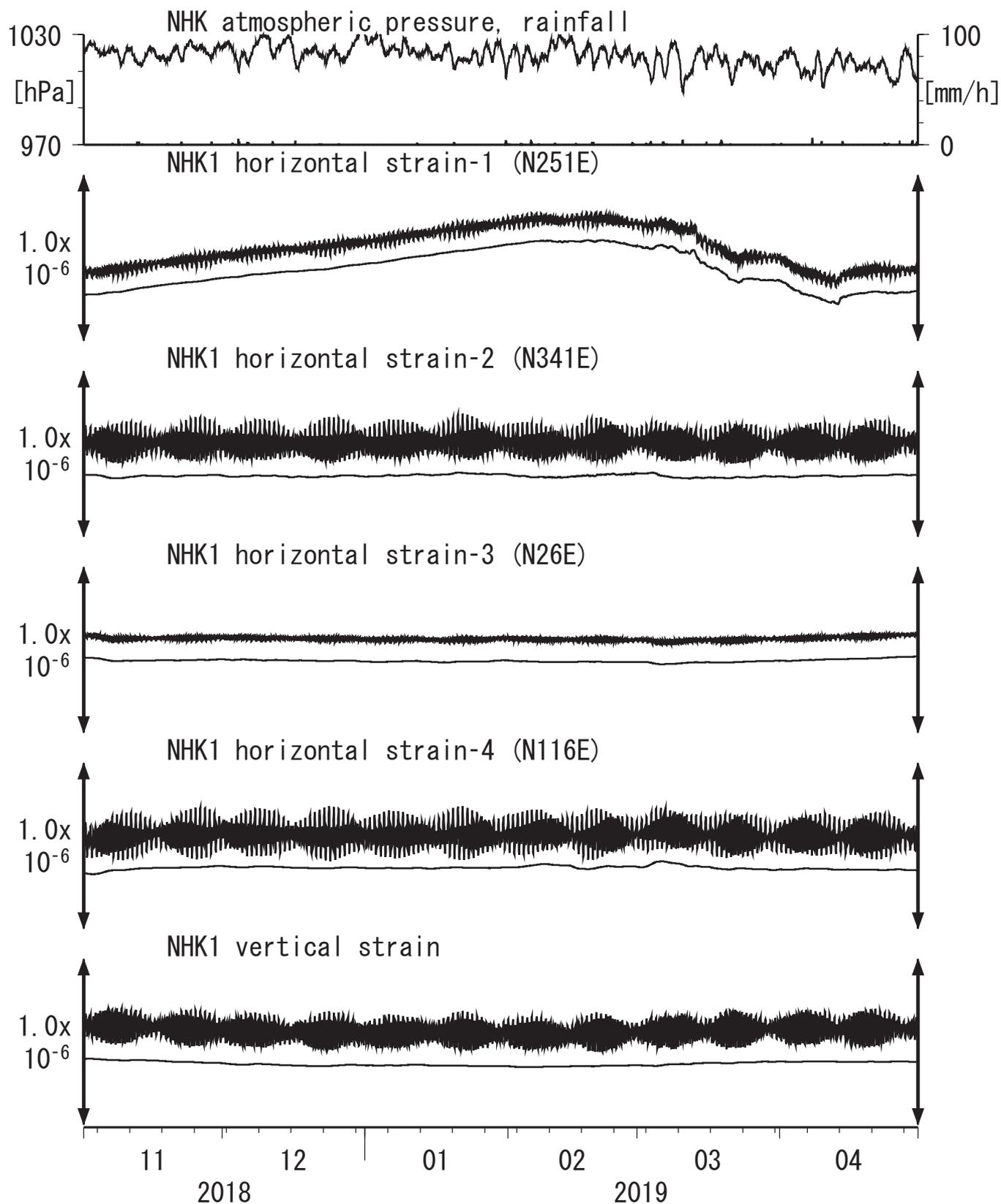
MAT2 : Screen depth = 170.2-181.1 [GL-m]

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

上: tiltは1次トレンドを除去

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

第35図 Crustal strains at NHK (時間値)  
(2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

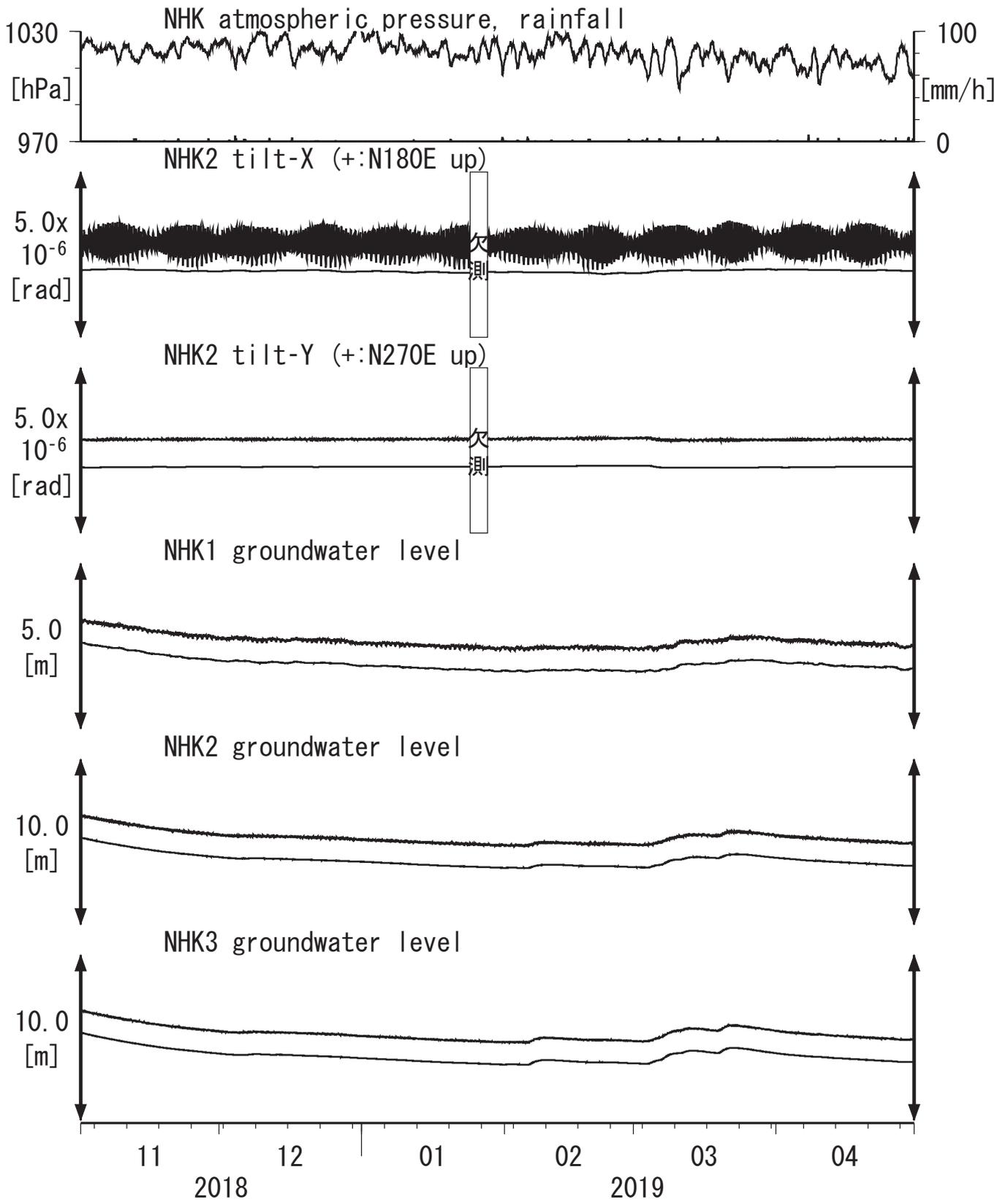


Strainmeter depth = 481.0-483.0 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

下: BAYTAP-G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

第36図 Tilt and groundwater level at NHK (時間値)  
 (2018/11/01 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 196.7-197.3 [GL-m]

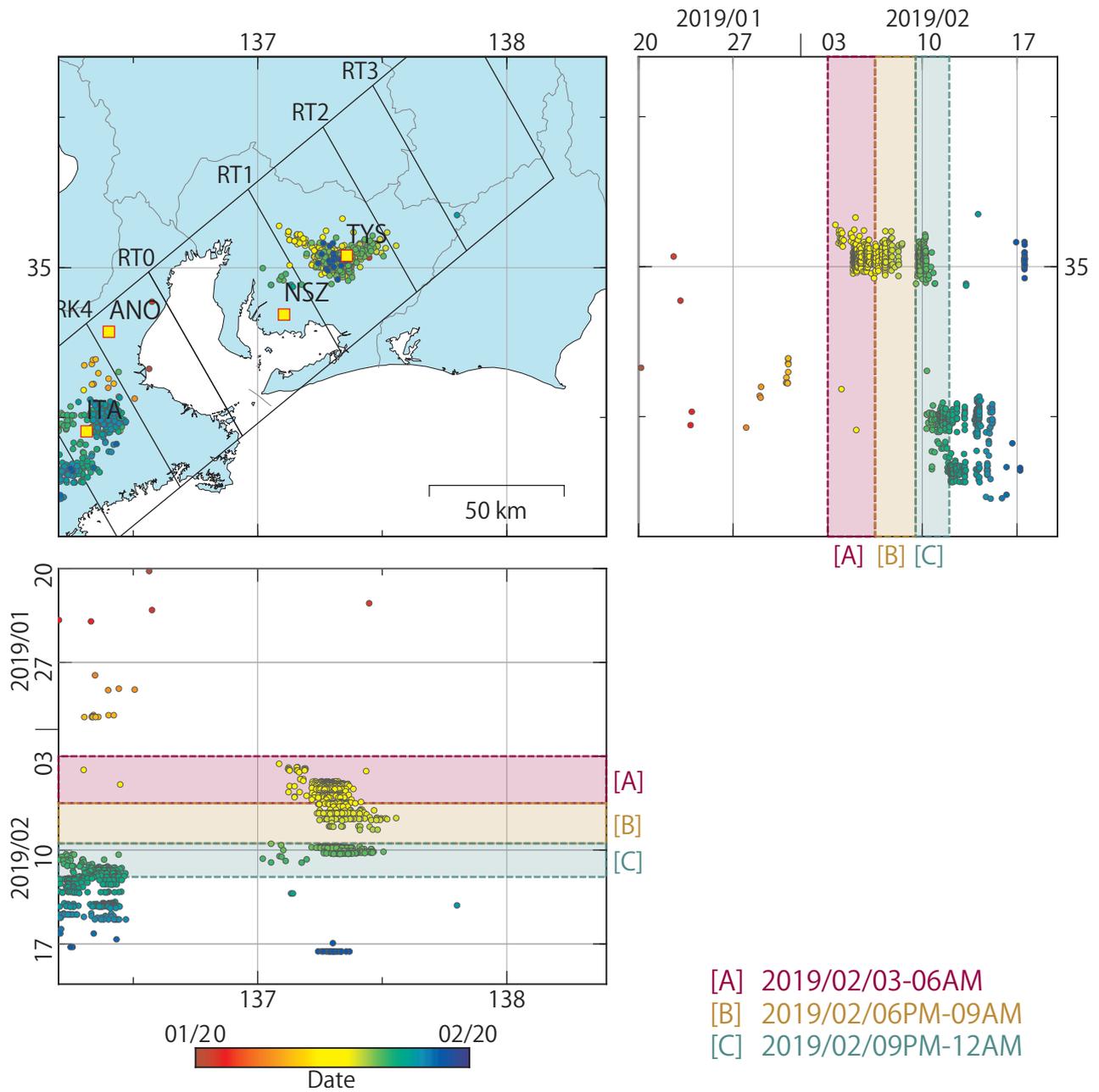
NHK1 : Screen depth = 280.1-291.1 [GL-m]

NHK2 : Screen depth = 79.4-90.4 [GL-m]

NHK3 : Screen depth = 25.6-36.5 [GL-m]

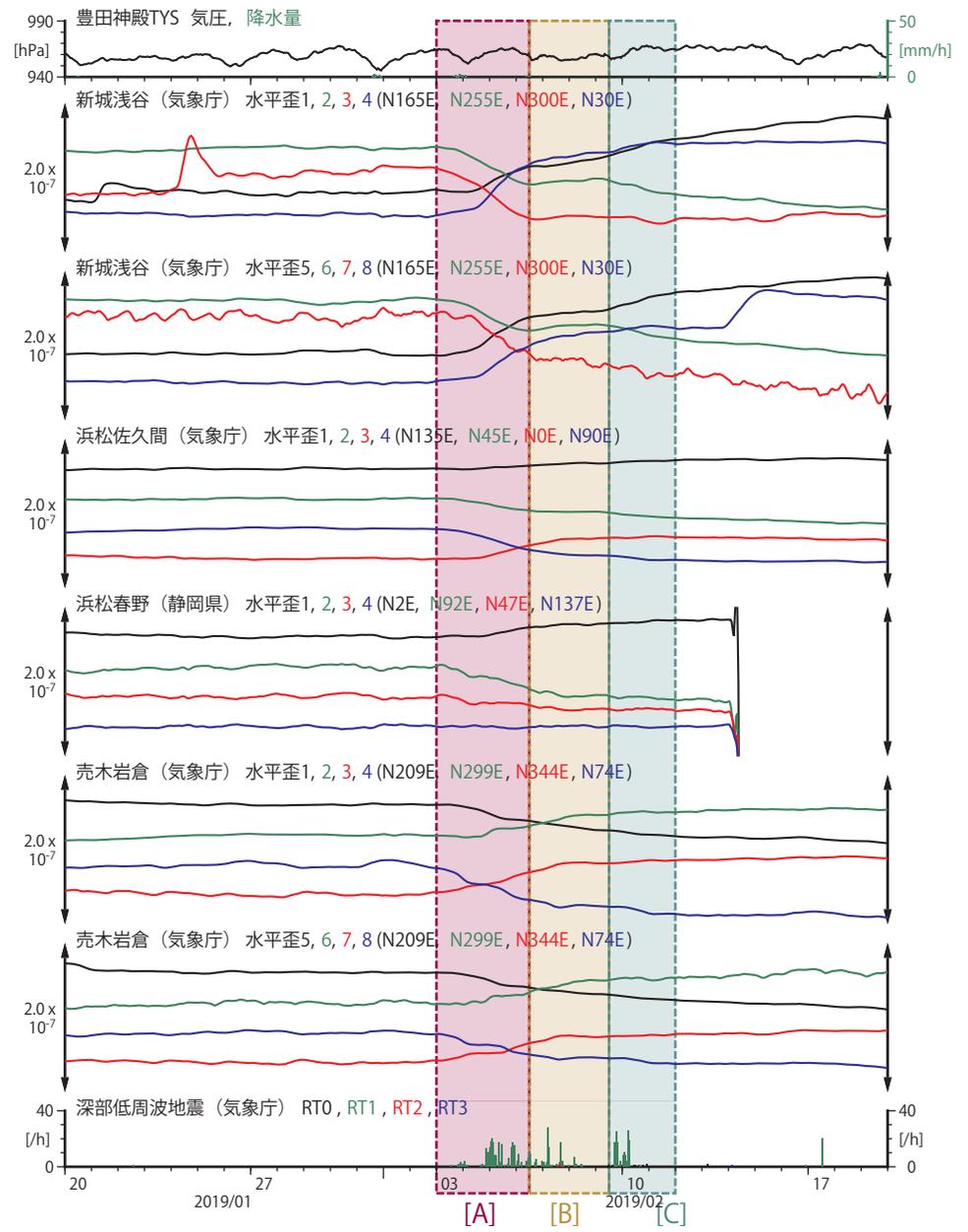
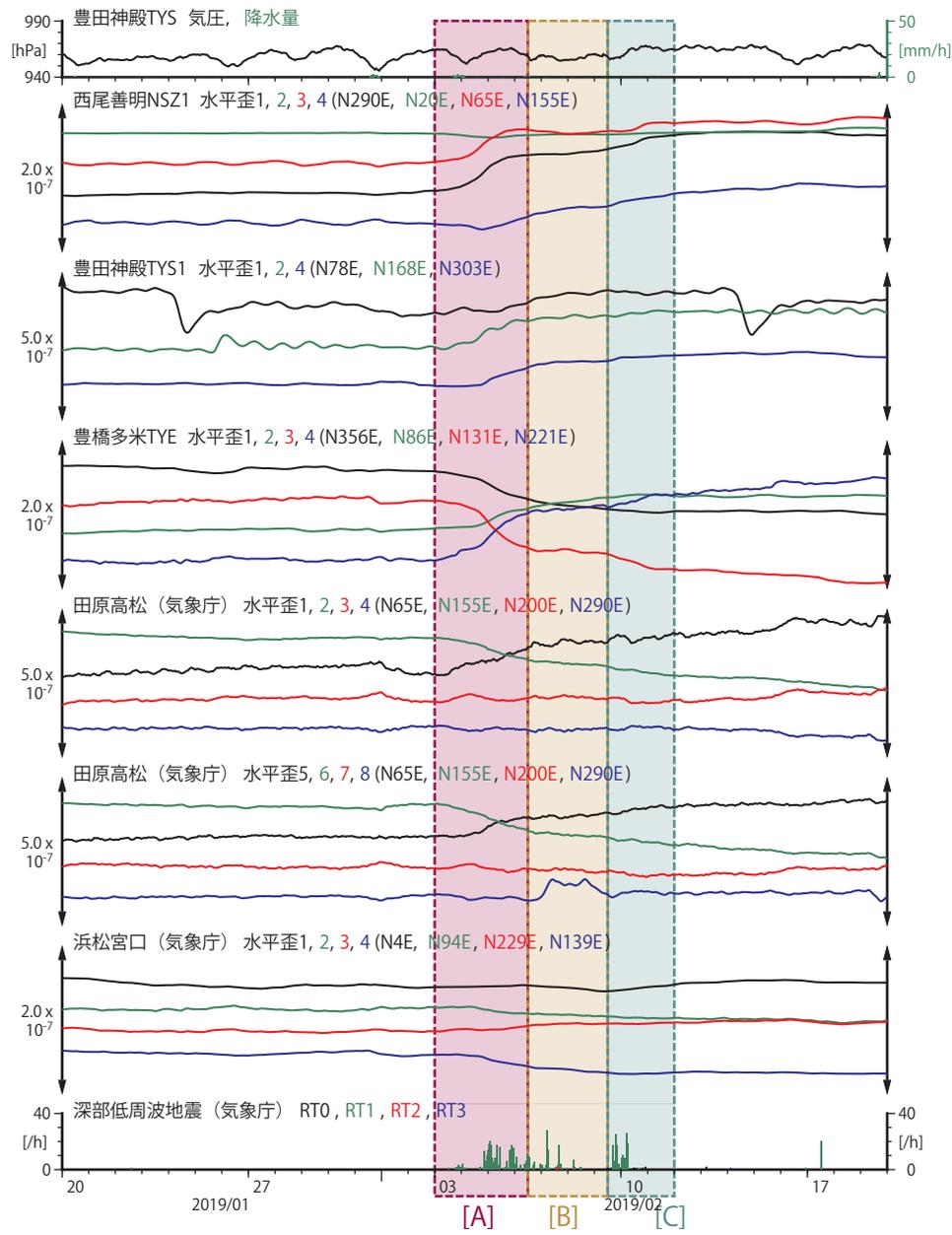
上: tiltは1次トレンドを除去

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

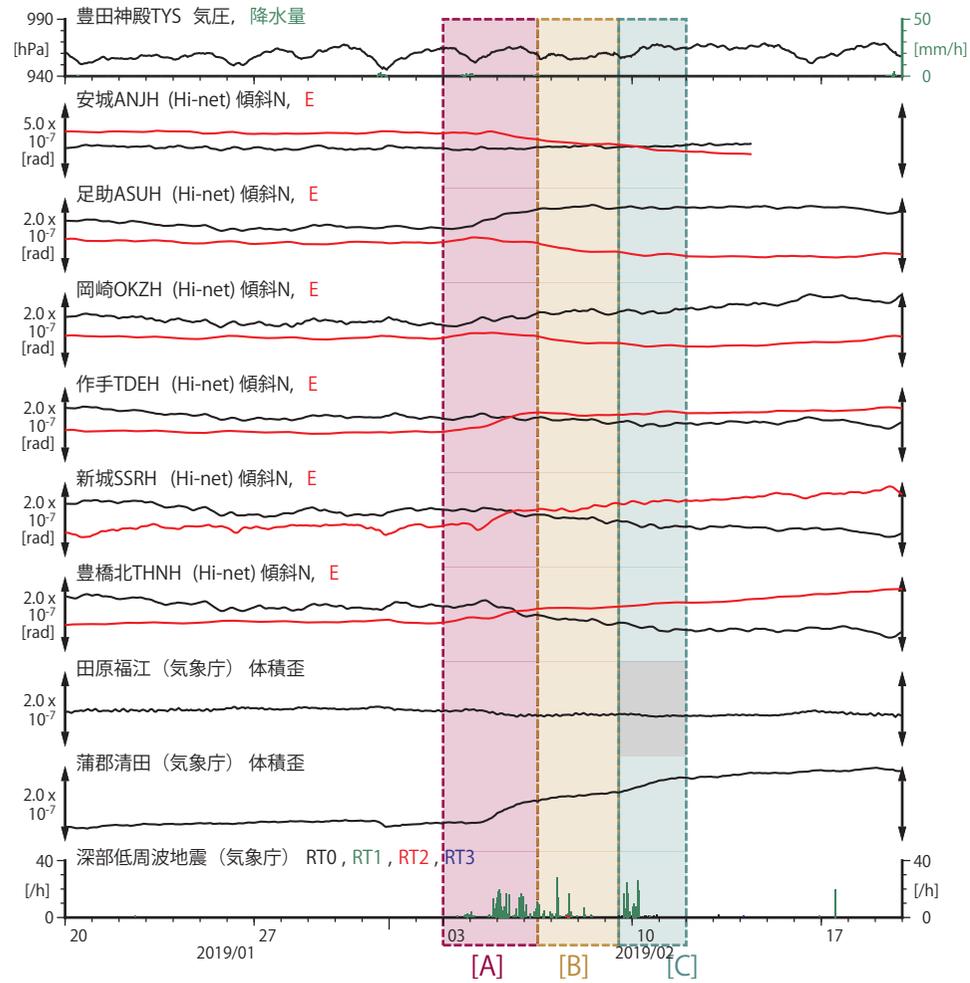


第37図 東海地方における深部低周波地震の時空間分布図 (2019/01/20 00:00 - 2019/02/20 00:00 (JST))。気象庁カタログを使用。

(観測点) TYS : 豊田神殿, NSZ : 西尾善明, ANO : 津安濃, ITA : 松阪飯高



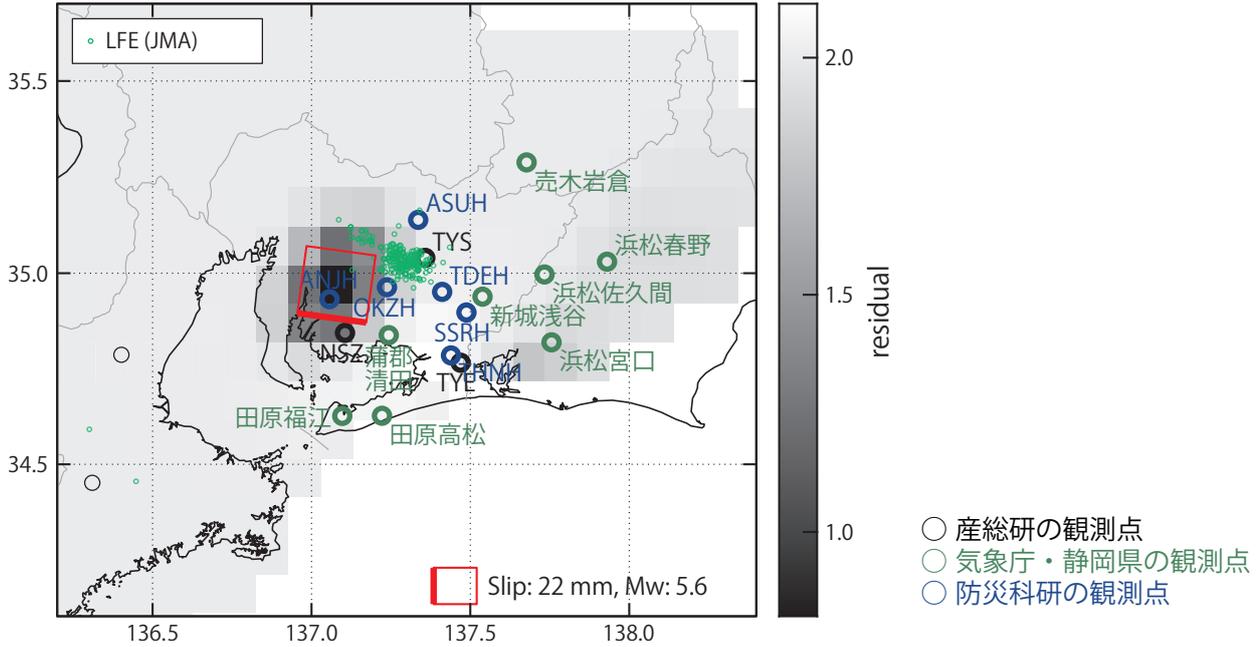
第38図 歪・傾斜の時間変化(1) (2019/01/20 00:00 - 2019/02/20 00:00 (JST))



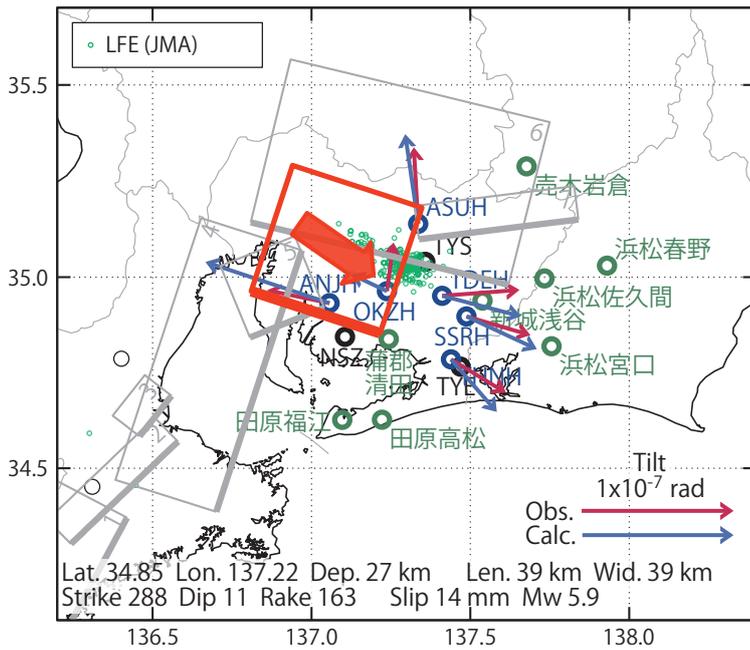
第39図 歪・傾斜の時間変化(2) (2019/01/20 00:00 - 2019/02/20 00:00 (JST))

[A] 2019/02/03-06AM

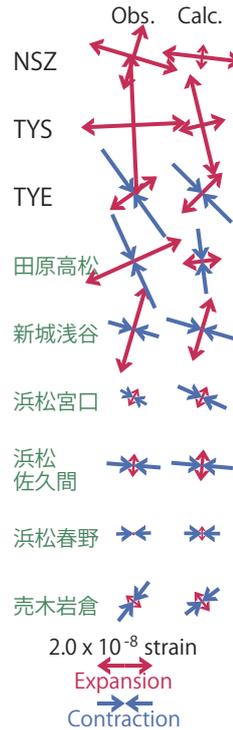
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



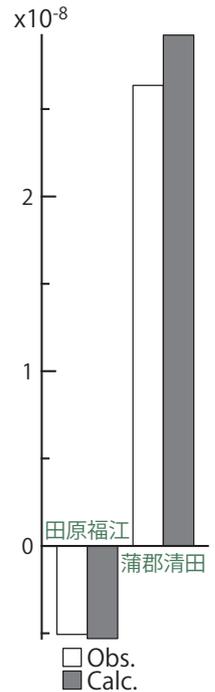
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第40図 2019/02/03-06AMの歪・傾斜変化 (第38, 39図 [A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

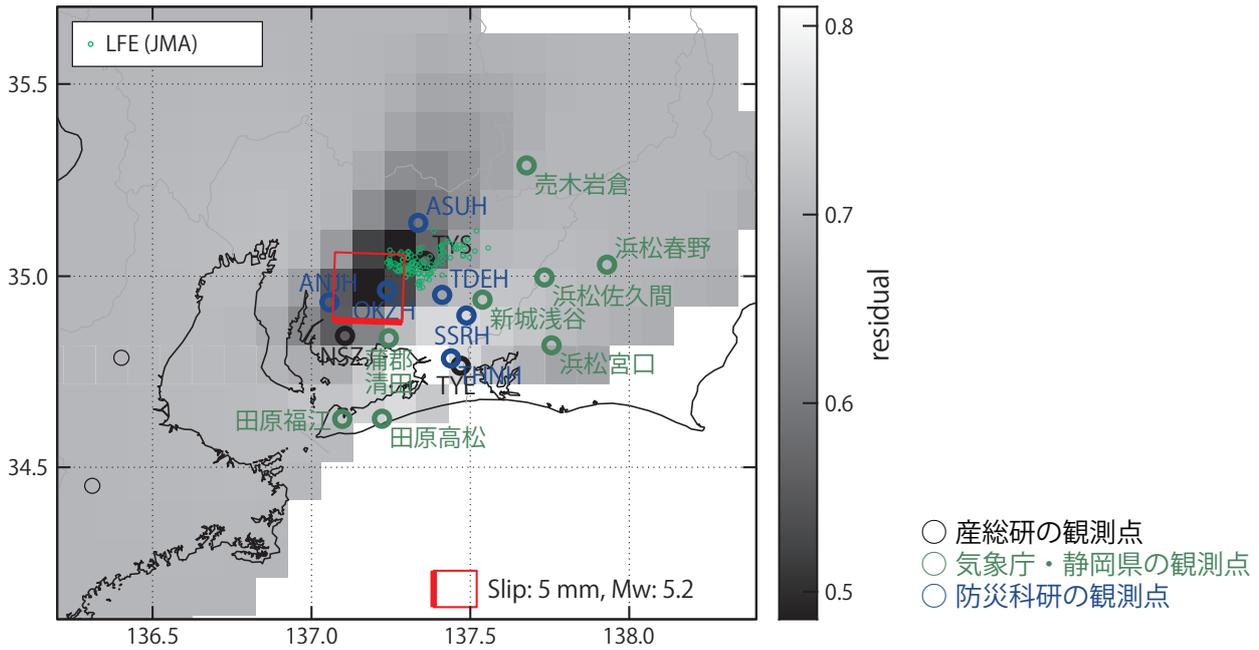
- 1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),
- 4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/10/02-05 (Mw 5.8), 6: 2018/10/07-10 (Mw 5.7),
- 7: 2018/10/13-15 (Mw 5.3)

(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

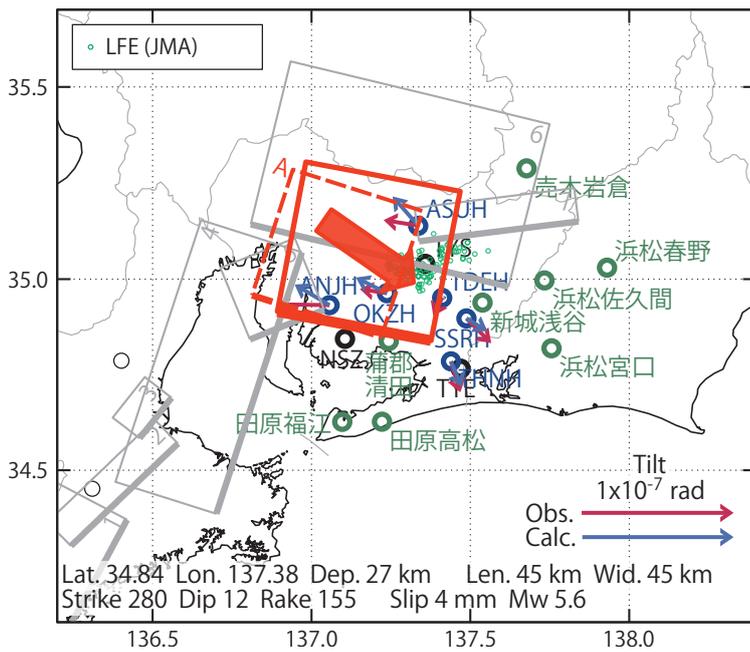
(b3) 体積歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2019/02/06PM-09AM

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



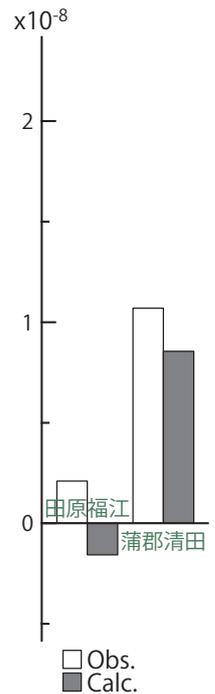
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第41図 2019/02/06PM-09AMの歪・傾斜変化（第38, 39図 [B]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

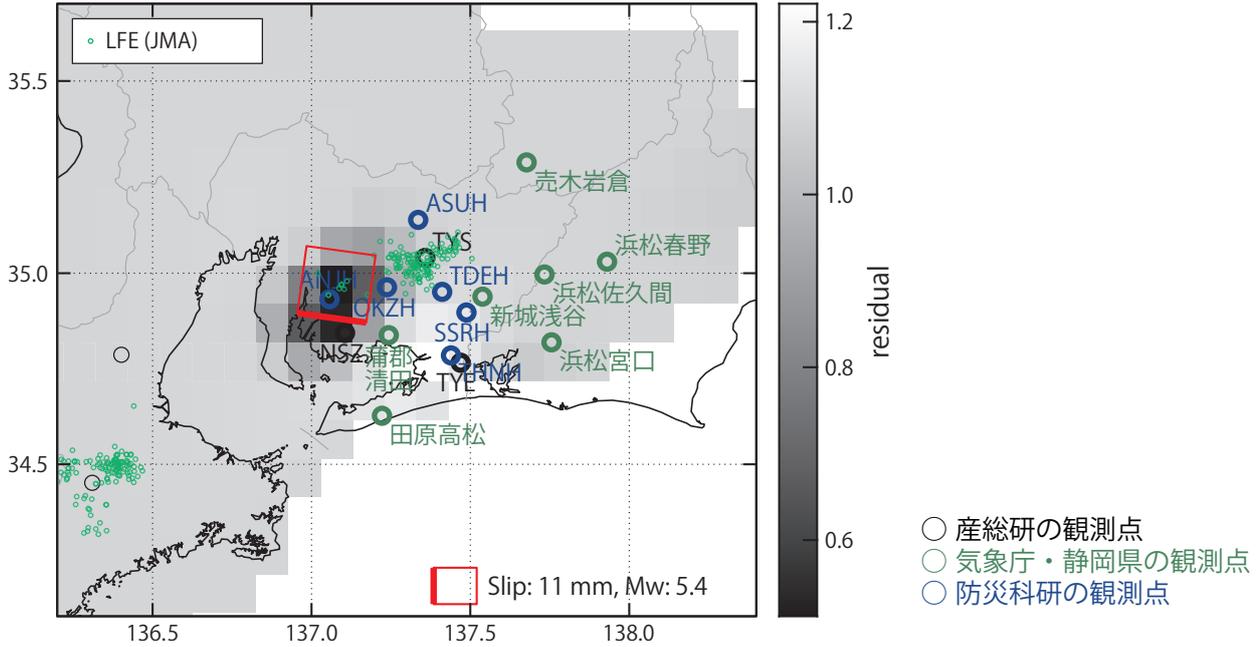
- 1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),
- 4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/10/02-05 (Mw 5.8), 6: 2018/10/07-10 (Mw 5.7),
- 7: 2018/10/13-15 (Mw 5.3), A: 2019/02/03-06AM (Mw 5.9)

(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

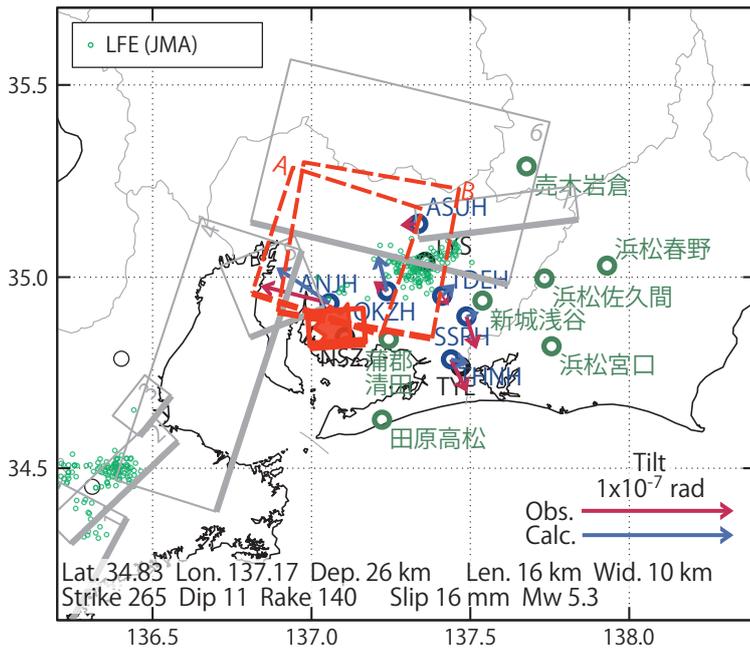
(b3) 体積歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[C] 2019/02/09PM-12AM

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



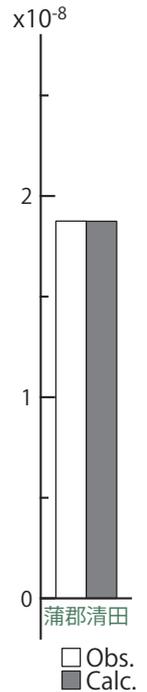
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第42図 2019/02/09PM-12AMの歪・傾斜変化 (第38, 39図[C]) を説明する断層モデル。

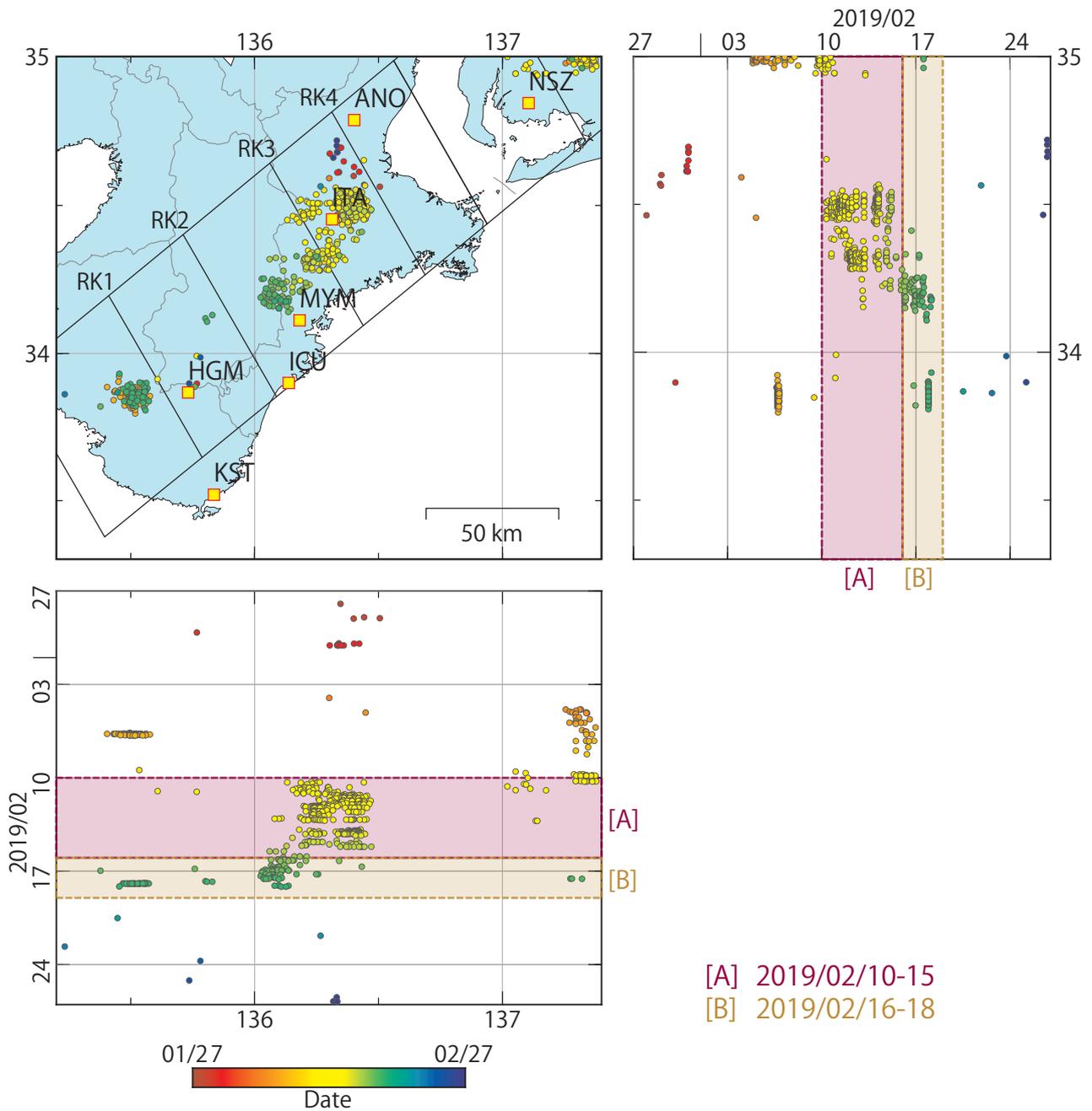
(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

- 1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),
- 4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/10/02-05 (Mw 5.8), 6: 2018/10/07-10 (Mw 5.7),
- 7: 2018/10/13-15 (Mw 5.3), A: 2019/02/03-06AM (Mw 5.9), B: 2019/02/06PM-12AM (Mw 5.6)

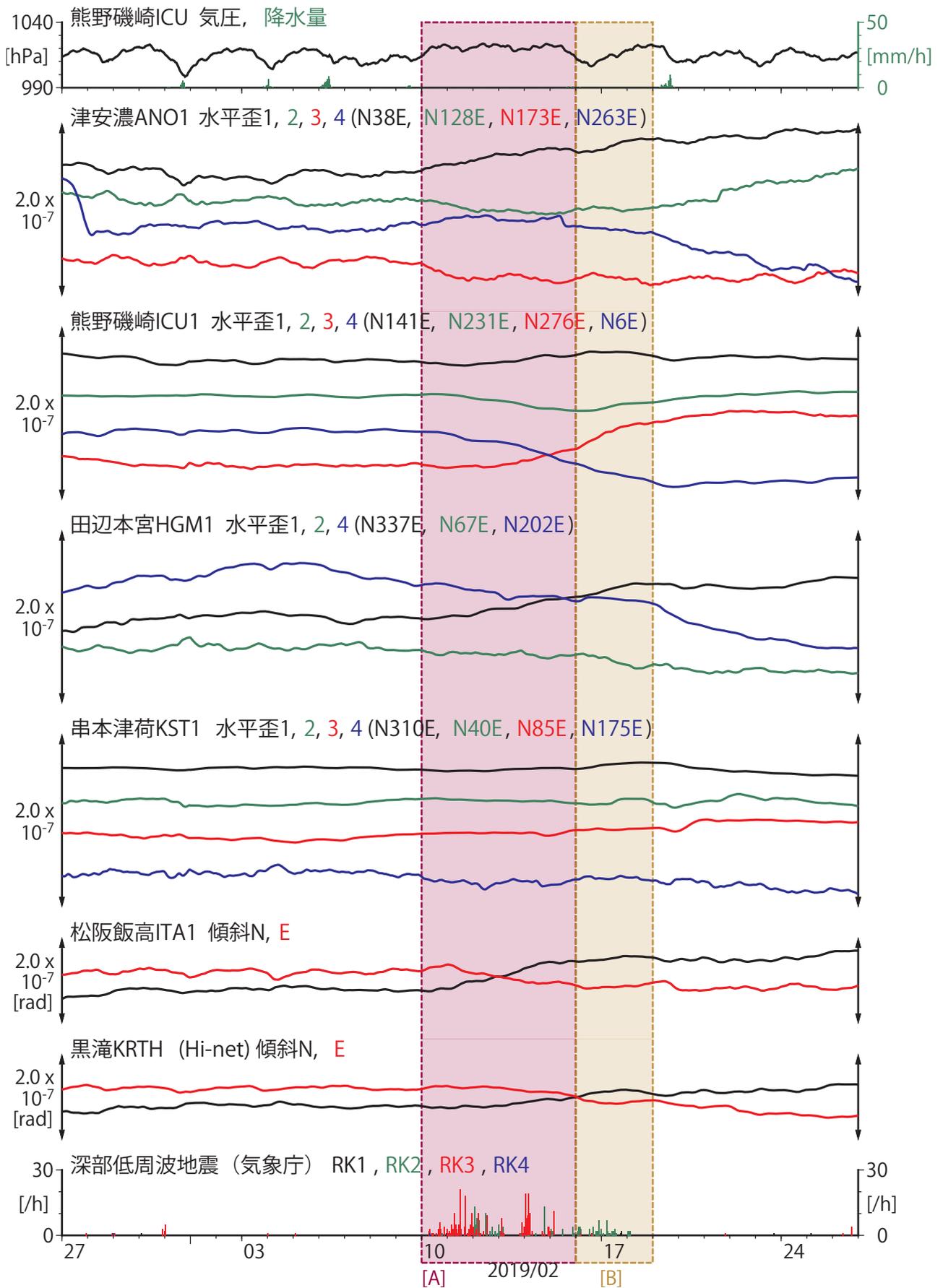
(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3) 体積歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



第43図 紀伊半島における深部低周波地震の時空間分布図（2019/01/27 00:00 - 2019/02/27 00:00 (JST)）。気象庁カタログを使用。

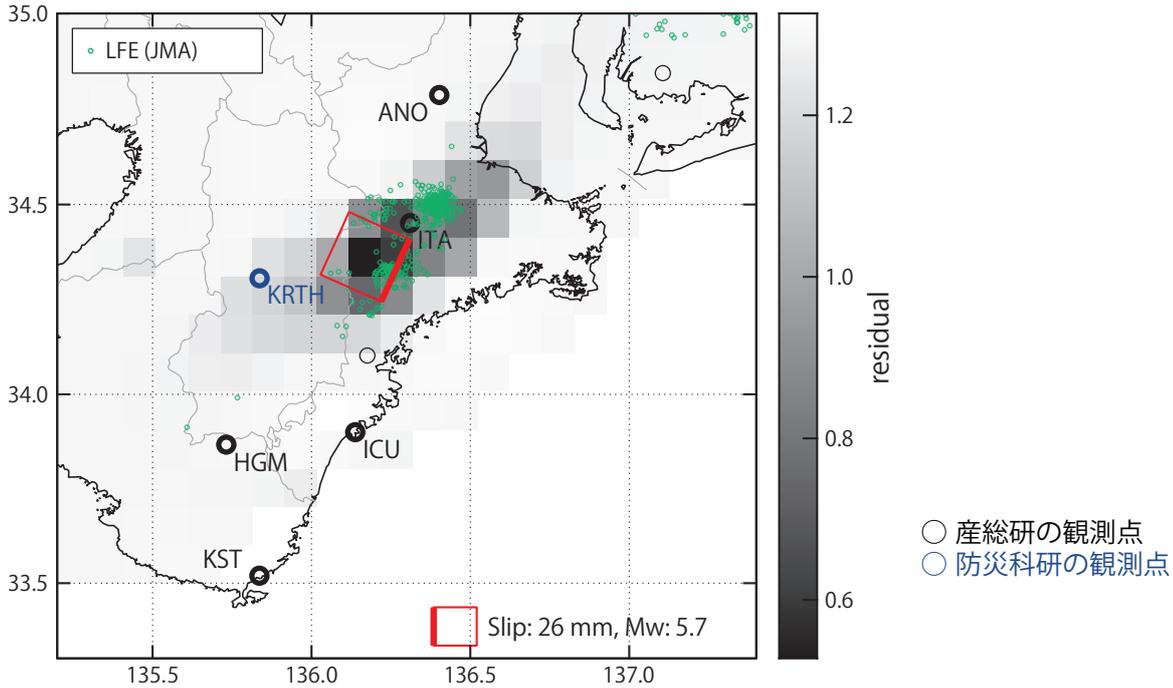
（観測点） NSZ : 西尾善明, ANO : 津安濃, ITA : 松阪飯高, MYM : 紀北海山,  
 ICU : 熊野磯崎, HGM : 田辺本宮, KST : 串本津荷



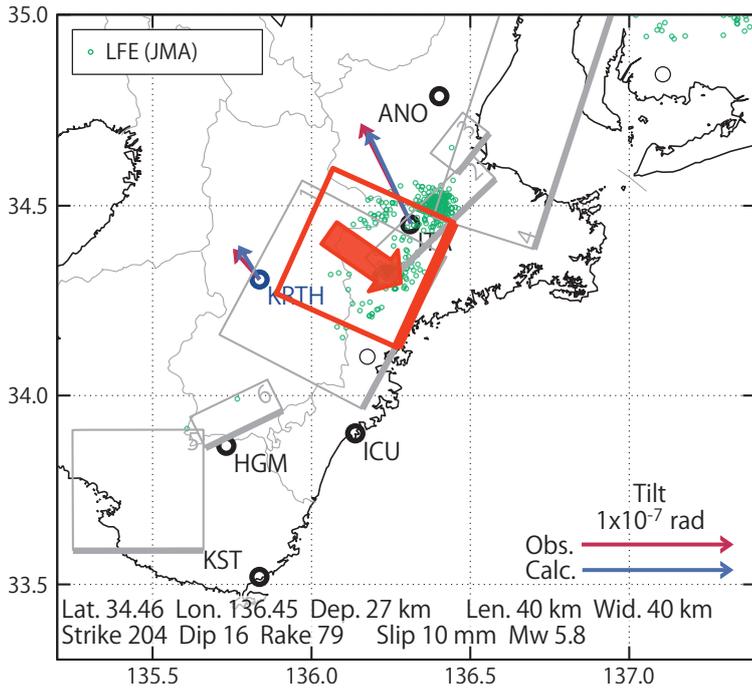
第44図 歪・傾斜の時間変化 (2019/01/27 00:00 - 2019/02/27 00:00 (JST))

[A] 2019/02/10-15

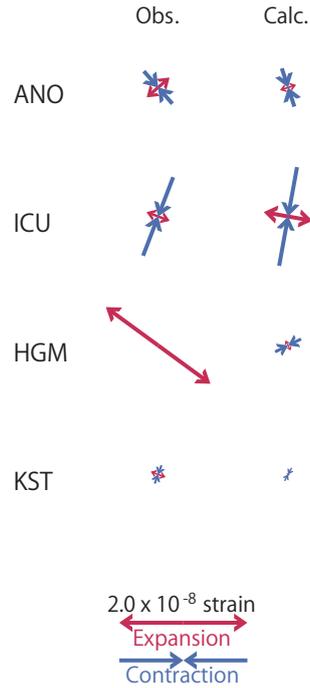
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



第45図 2019/02/10-15の歪・傾斜変化（第44図 [A]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

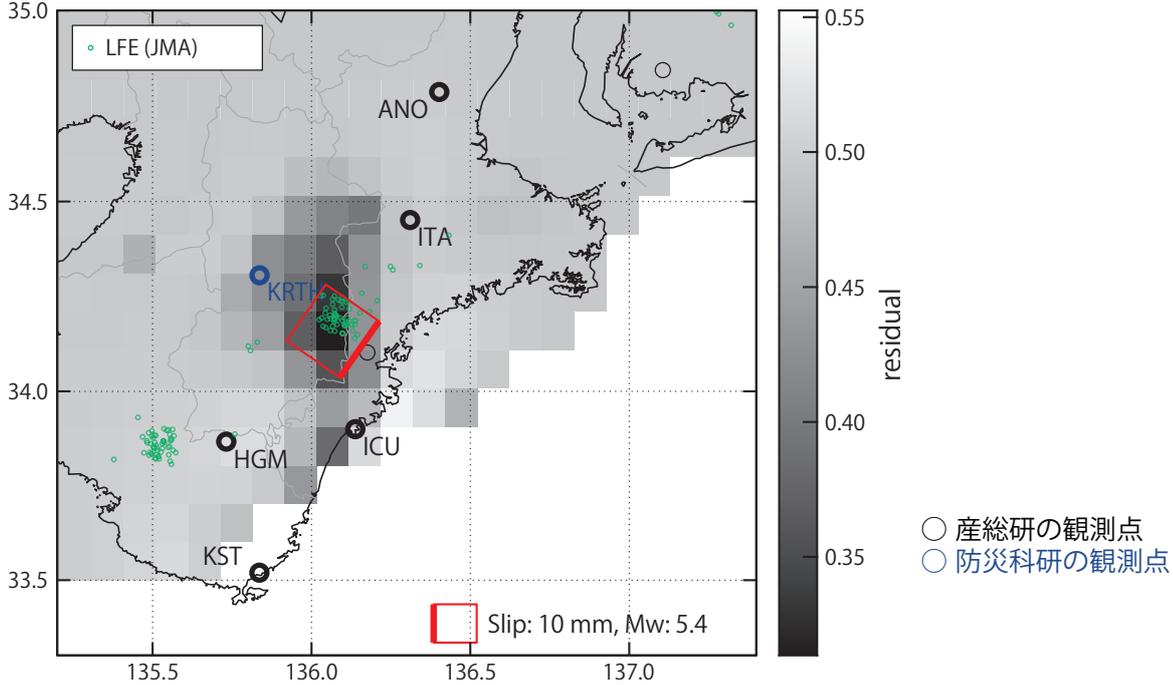
(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

- 1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),
- 4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/06/22PM-25AM (Mw 5.6), 6: 2019/01/19PM-24AM (Mw 5.6)

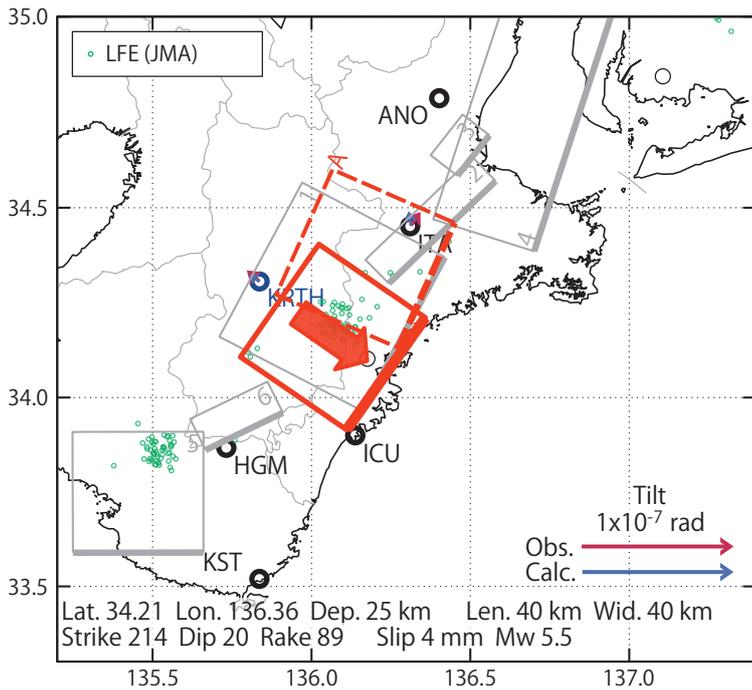
(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2019/02/16-18

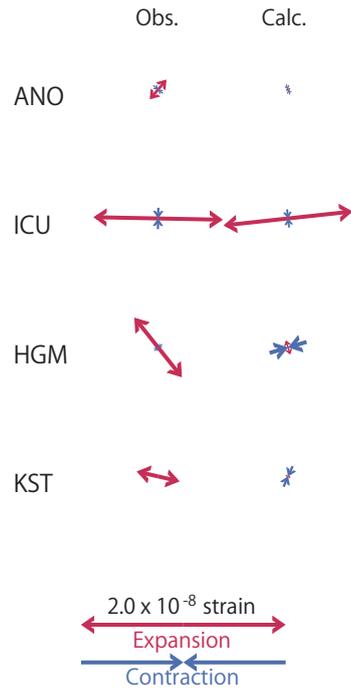
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



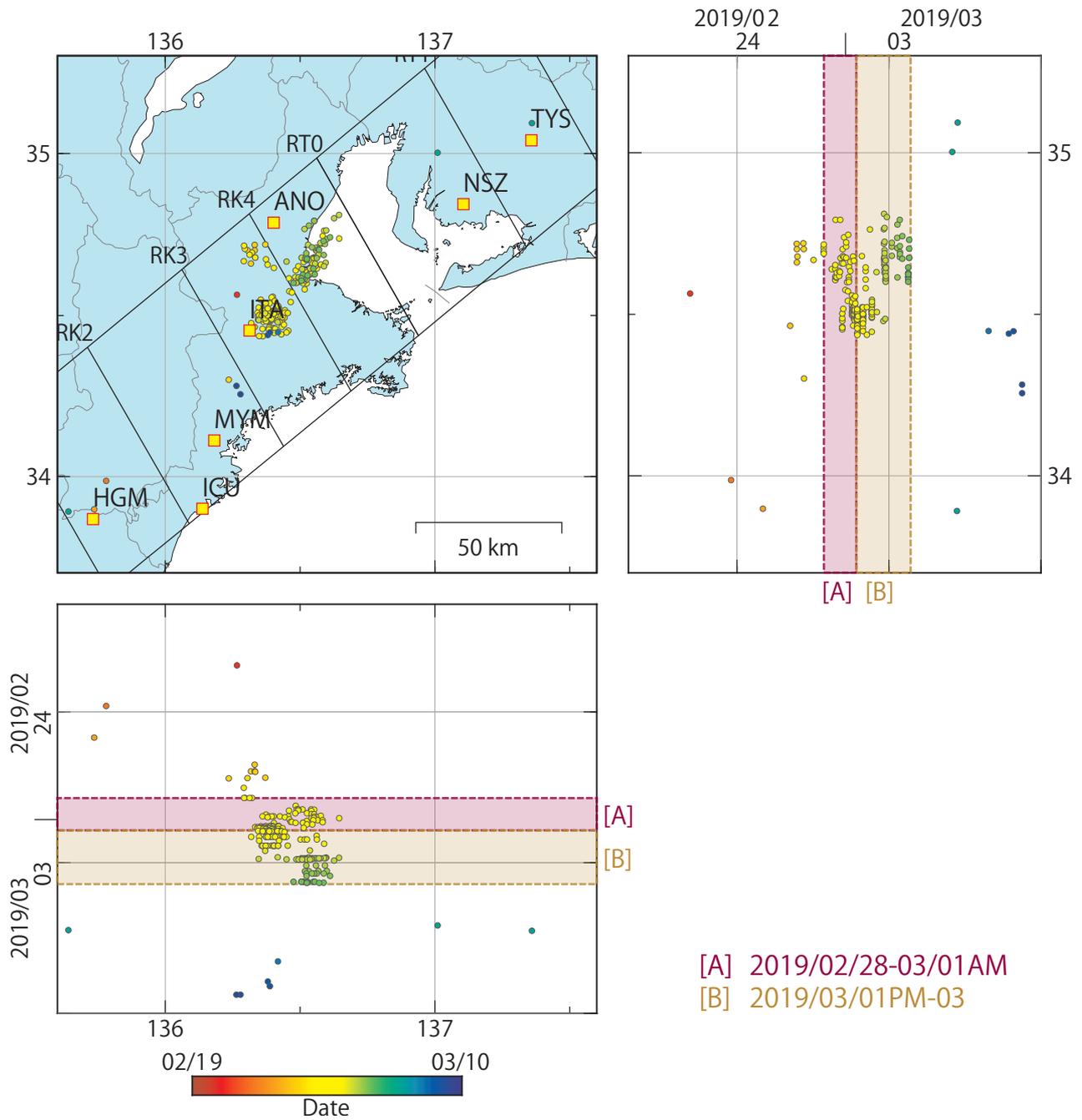
第46図 2019/02/16-18の歪・傾斜変化（第44図 [B]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

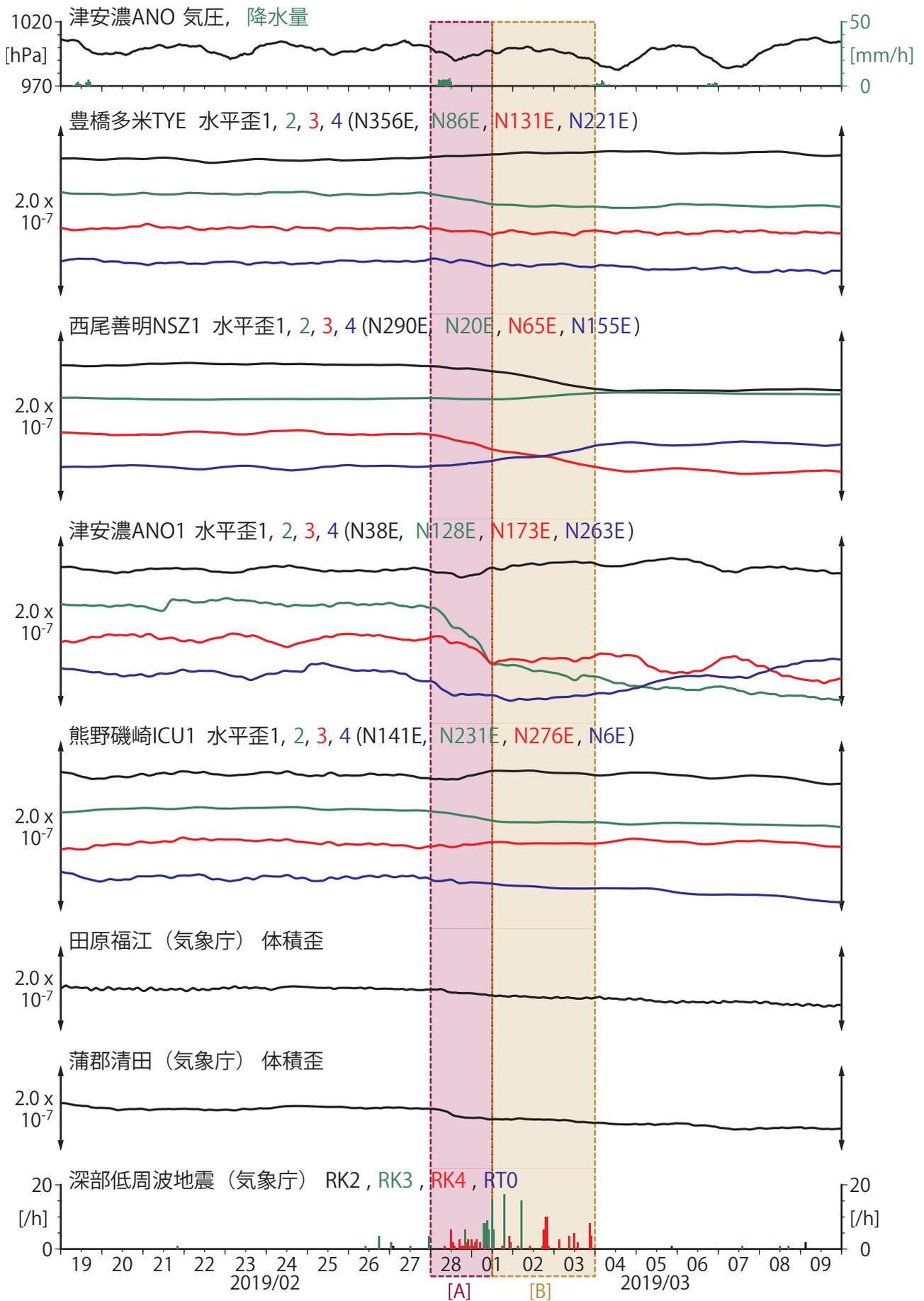
- 1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),
- 4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/06/22PM-25AM (Mw 5.6), 6: 2019/01/19PM-24AM (Mw 5.6),
- A: 2019/02/10-15 (Mw 5.8)

(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

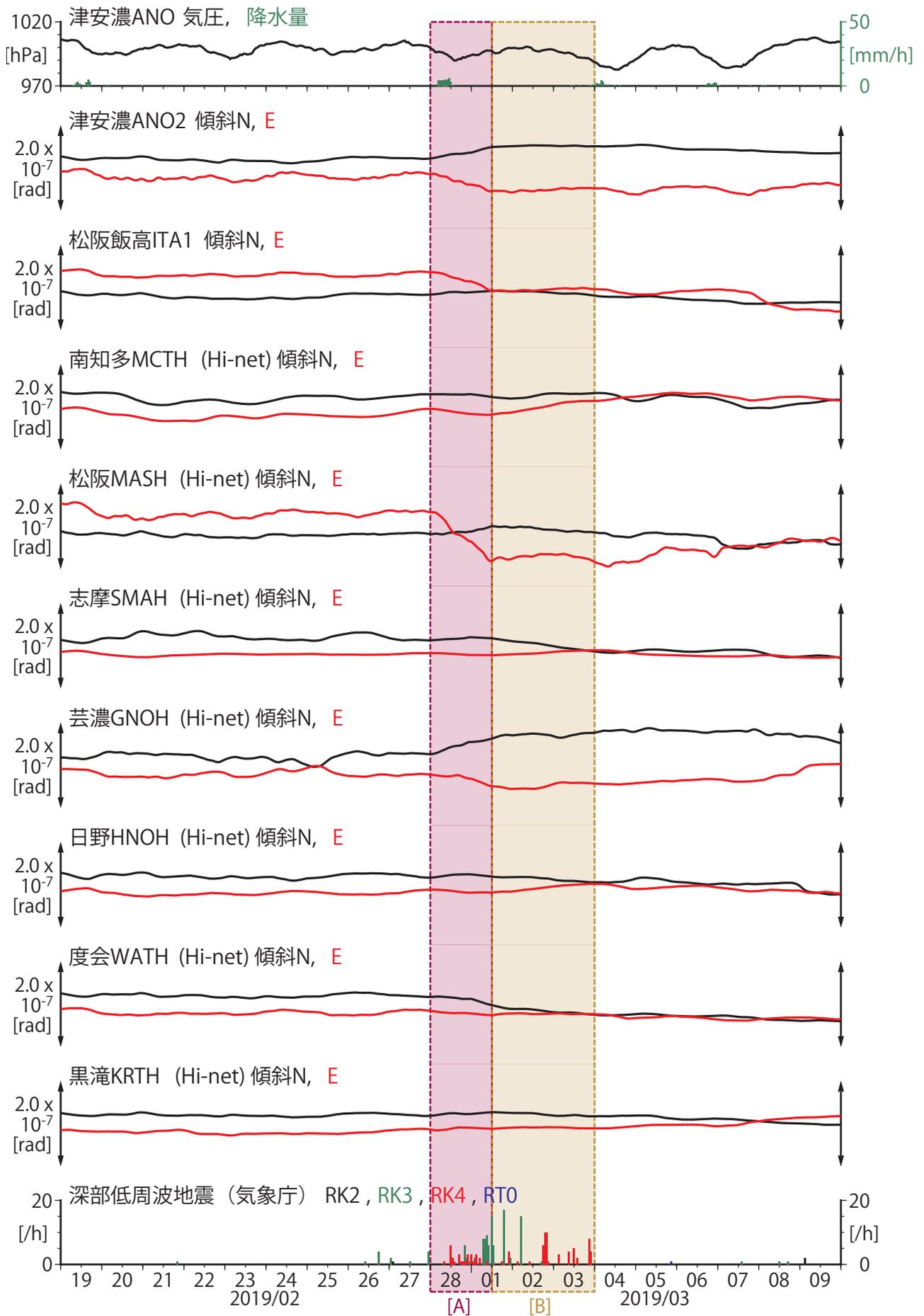


第47図 紀伊半島における深部低周波地震の時空間分布図（2019/02/19 00:00 - 2019/03/10 00:00 (JST)）。気象庁カタログを使用。

(観測点) TYS : 豊田神殿, NSZ : 西尾善明, ANO : 津安濃, ITA : 松阪飯高,  
MYM : 紀北海山, ICU : 熊野磯崎, HGM : 田辺本宮



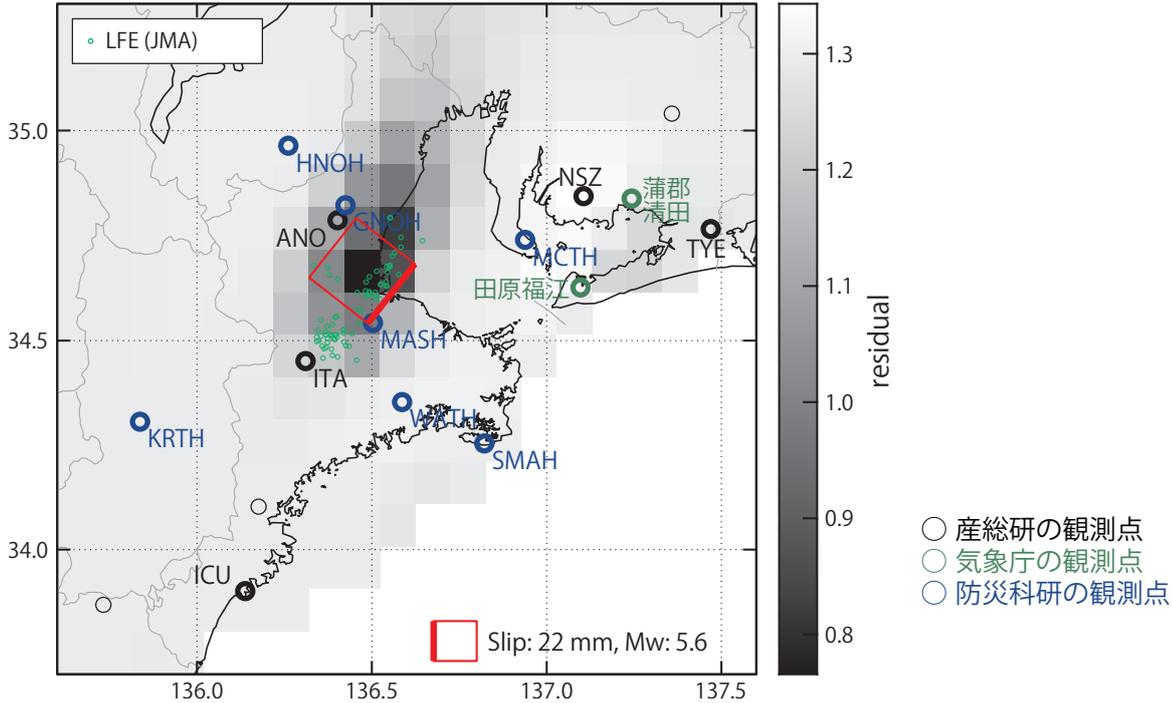
第48図 歪・傾斜の時間変化 (2019/02/19 00:00 - 2019/03/09 00:00 (JST))



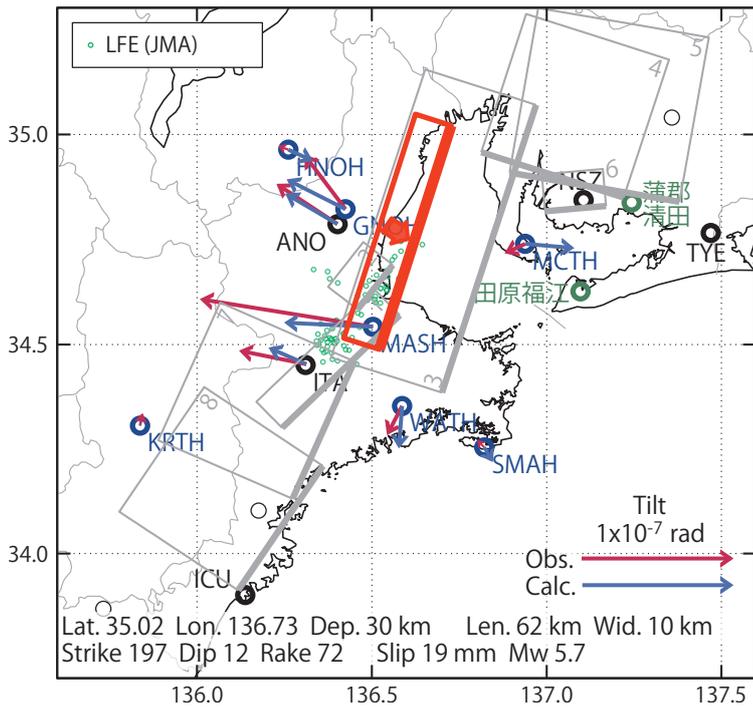
第49図 歪・傾斜の時間変化 (2019/02/19 00:00 - 2019/03/09 00:00 (JST))

[A] 2019/02/28-03/01AM

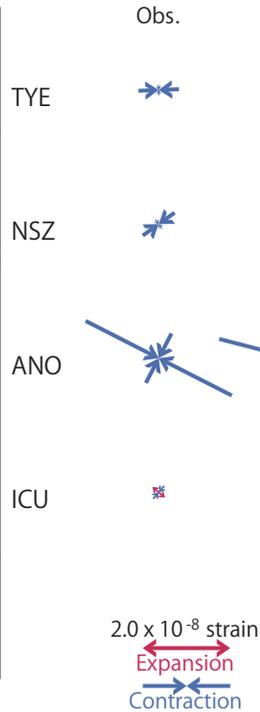
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



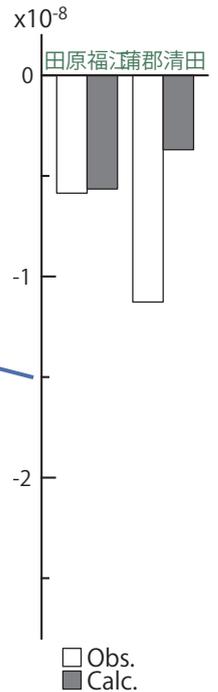
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第50図 2019/02/28-03/01AMの歪・傾斜変化 (第48, 49図 [A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

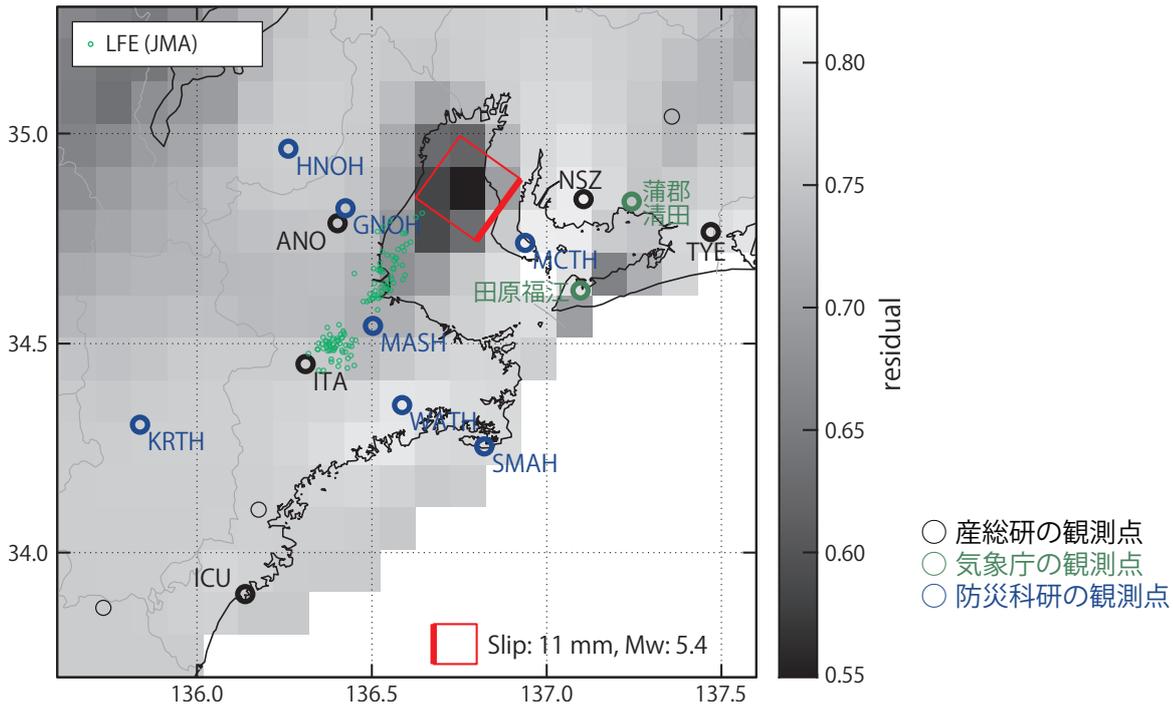
- 1: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 2: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5), 3: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8),
- 4: 2019/02/03-06AM (Mw 5.9), 5: 2019/02/06PM-09AM (Mw 5.6), 6: 2019/02/09PM-12AM (Mw 5.3),
- 7: 2019/02/10-15 (Mw 5.8), 8: 2019/02/16-18 (Mw 5.5)

(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

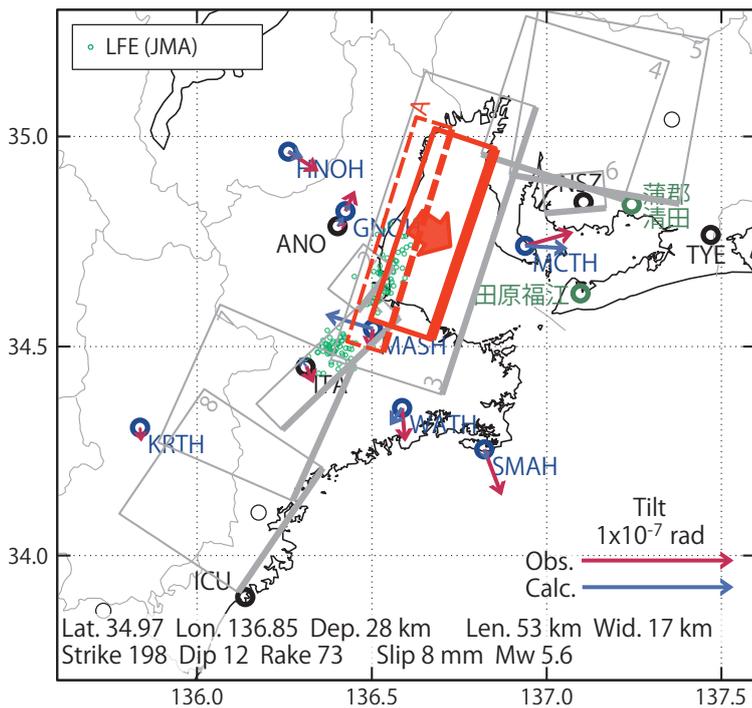
(b3) 体積歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2019/03/01PM-03

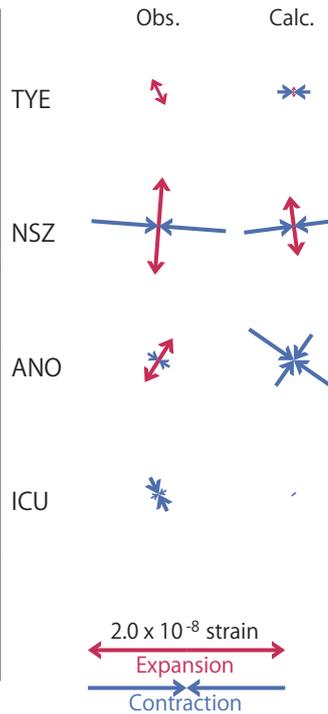
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



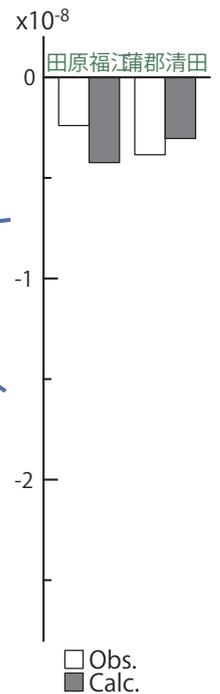
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第51図 2019/03/01PM-03の歪・傾斜変化（第48, 49図 [B]）を説明する断層モデル。

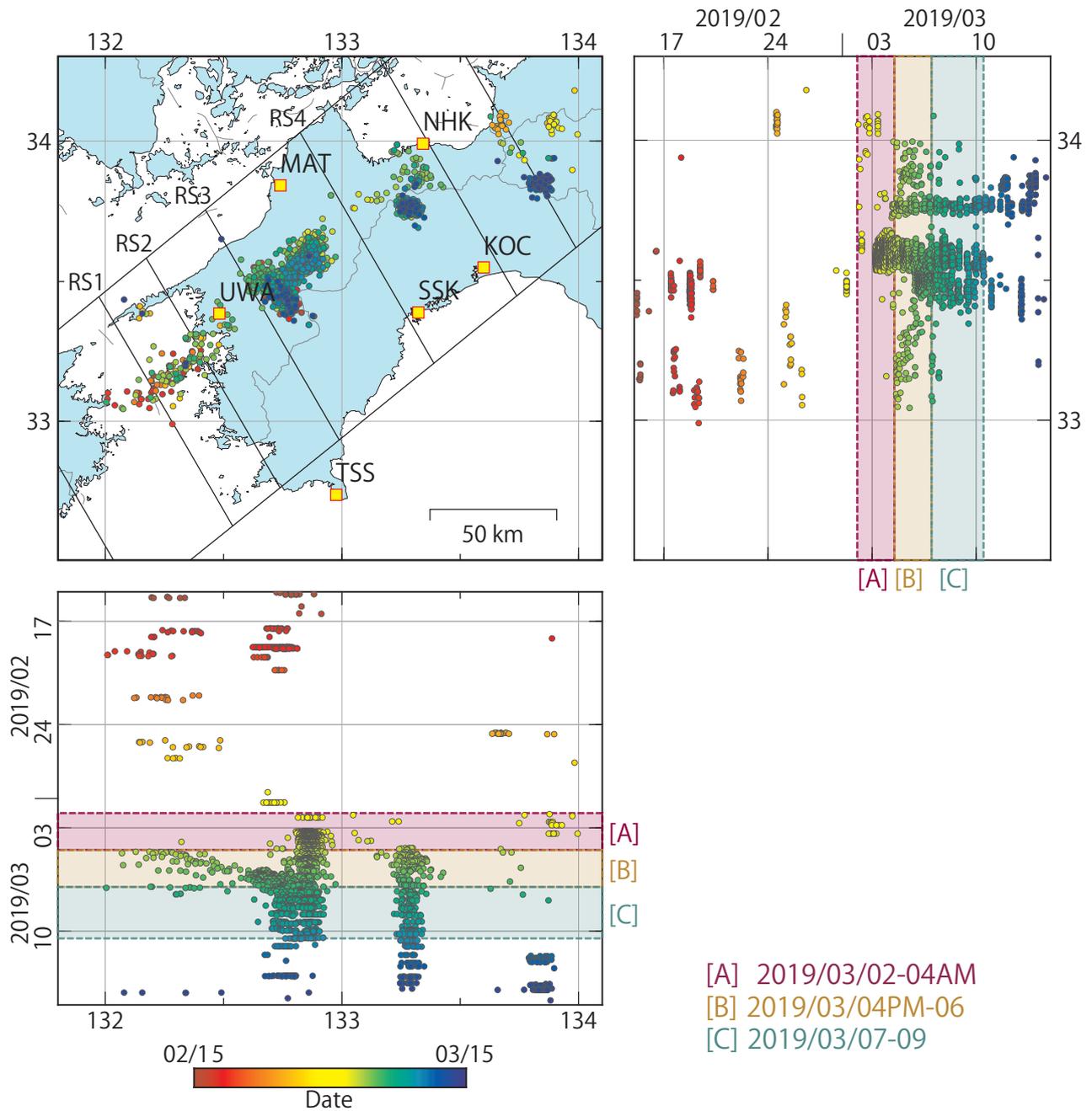
(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

- 1: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 2: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5), 3: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8),
- 4: 2019/02/03-06AM (Mw 5.9), 5: 2019/02/06PM-09AM (Mw 5.6), 6: 2019/02/09PM-12AM (Mw 5.3),
- 7: 2019/02/10-15 (Mw 5.8), 8: 2019/02/16-18 (Mw 5.5), A: 2019/02/28-03/01AM (Mw 5.7)

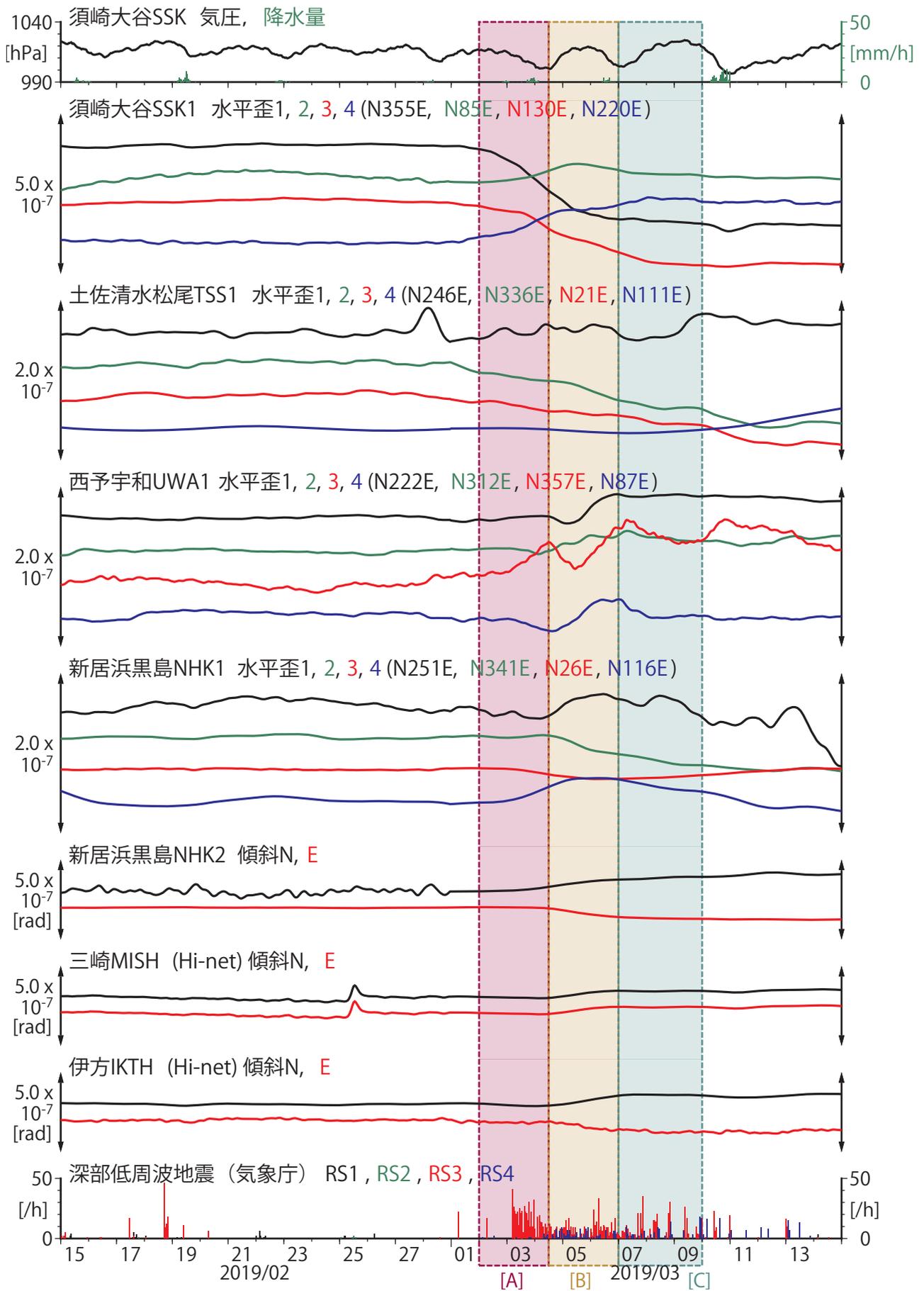
(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3) 体積歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



第52図 四国地方における深部低周波地震の時空間分布図（2019/02/15 00:00 - 2019/03/15 00:00 (JST)）。気象庁カタログを使用。

（観測点） NHK : 新居浜黒島, MAT : 松山南江戸, SSK : 須崎大谷, TSS : 土佐清水松尾, UWA : 西予宇和

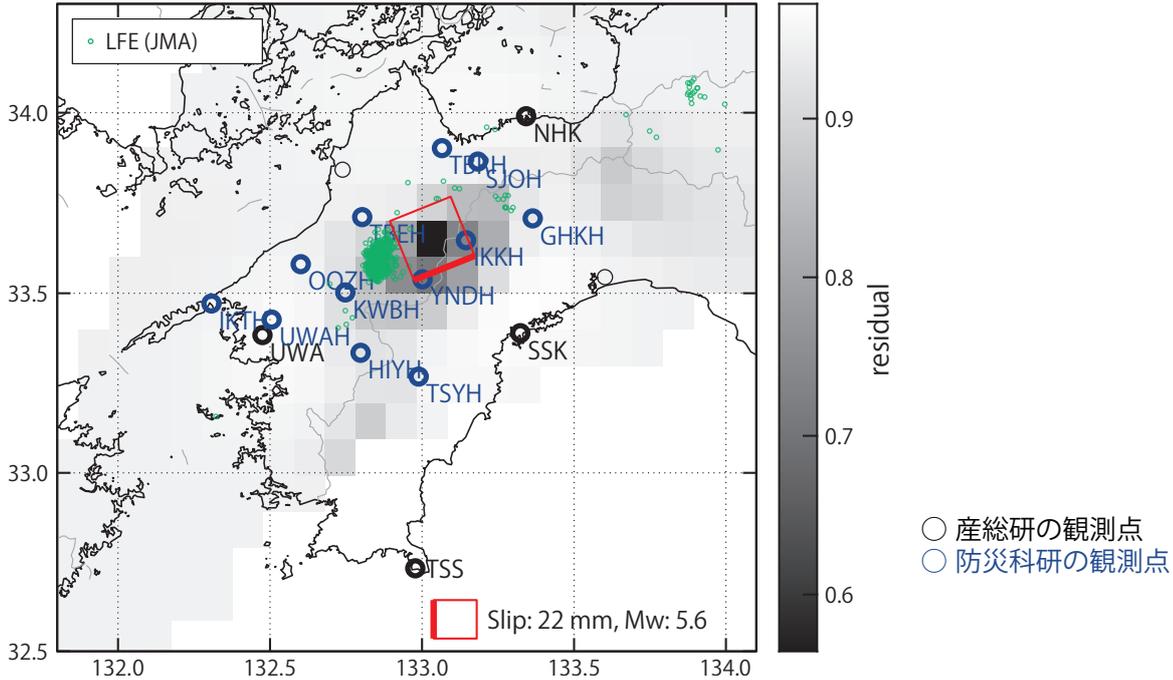


第53図 歪・傾斜の時間変化 (2019/02/15 00:00 - 2019/03/15 00:00 (JST))

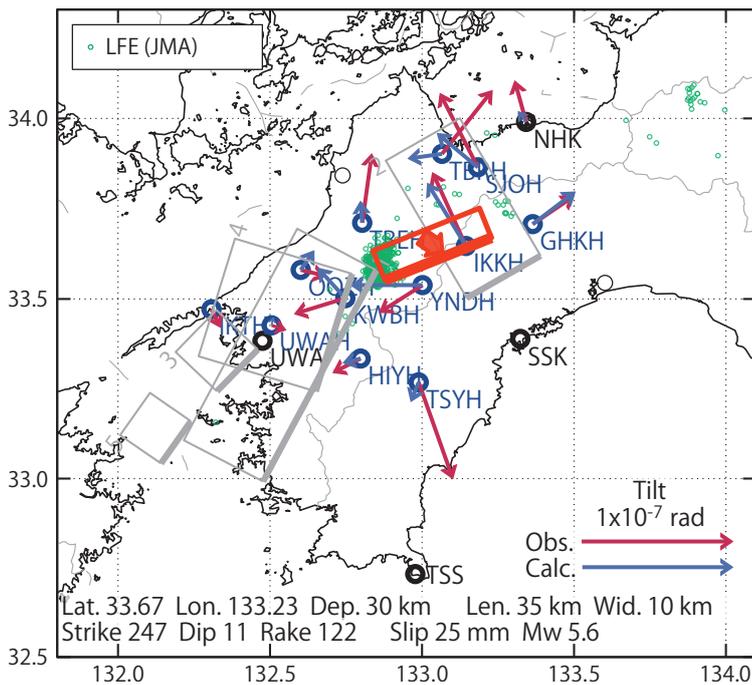


[A] 2019/03/02-04AM

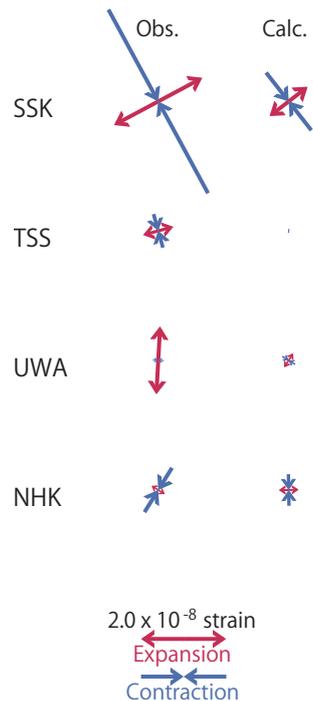
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



第55図 2019/03/02-04AM の歪・傾斜変化 (第53, 54図 [A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

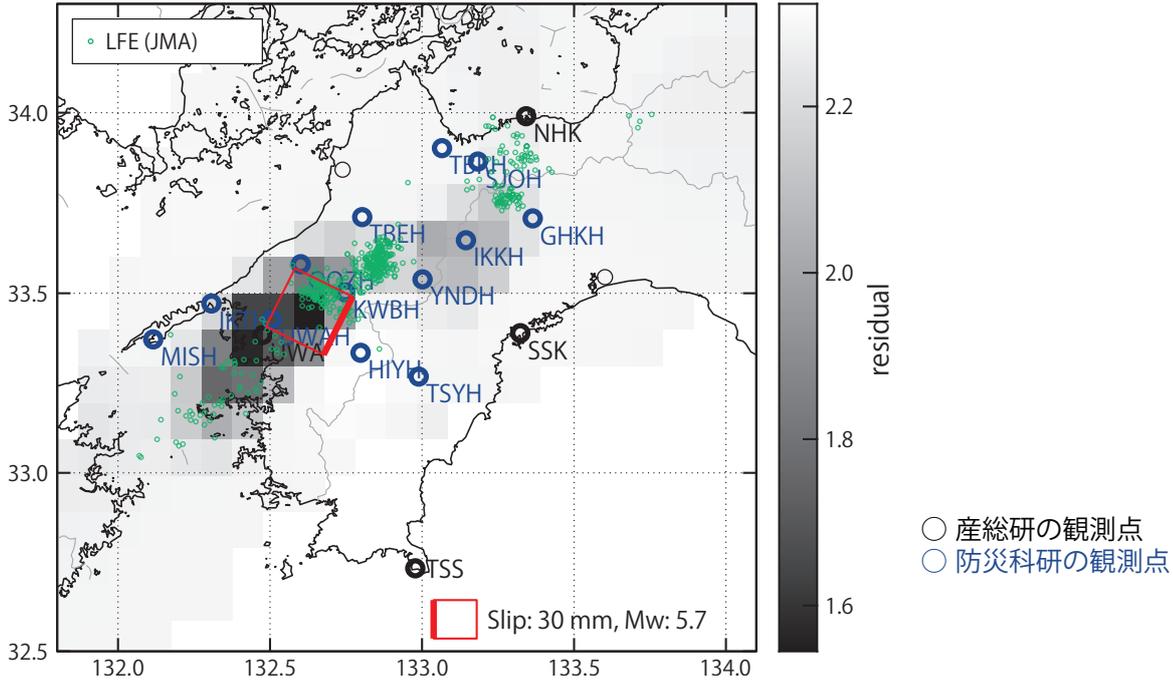
(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2018/07/22-25 (Mw 5.7), 2: 2018/08/08-11 (Mw 5.5), 3: 2018/09/29PM-10/01AM (Mw 5.8),  
4: 2018/10/01PM-04AM (Mw 5.9), 5: 2019/01/11PM-12AM (Mw 5.7)

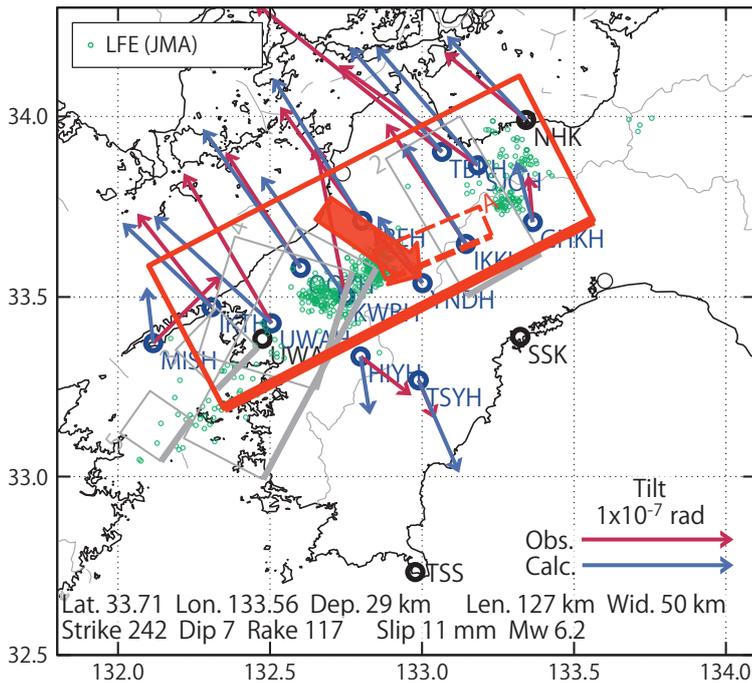
(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2019/03/04PM-06

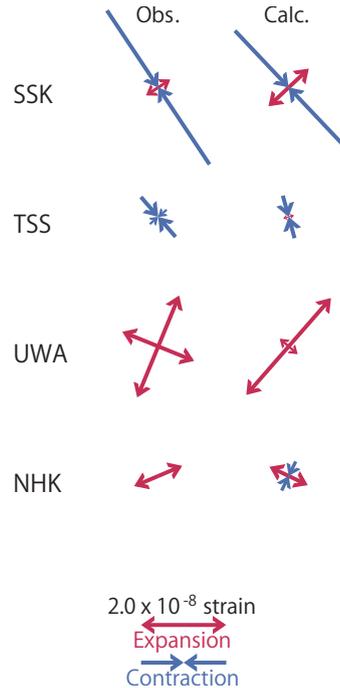
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



第56図 2019/03/04PM-06の歪・傾斜変化（第53, 54図 [B]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って  $20 \times 20$  km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

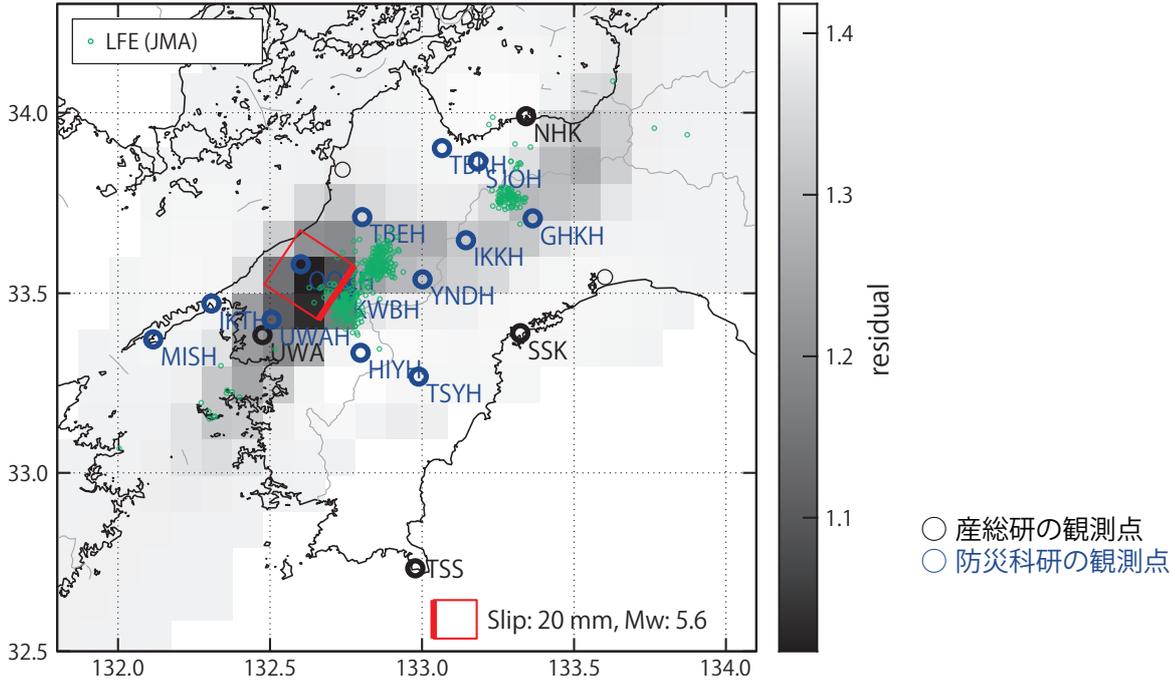
(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2018/07/22-25 (Mw 5.7), 2: 2018/08/08-11 (Mw 5.5), 3: 2018/09/29PM-10/01AM (Mw 5.8),  
 4: 2018/10/01PM-04AM (Mw 5.9), 5: 2019/01/11PM-12AM (Mw 5.7), A: 2019/03/02-04AM (Mw 5.6)

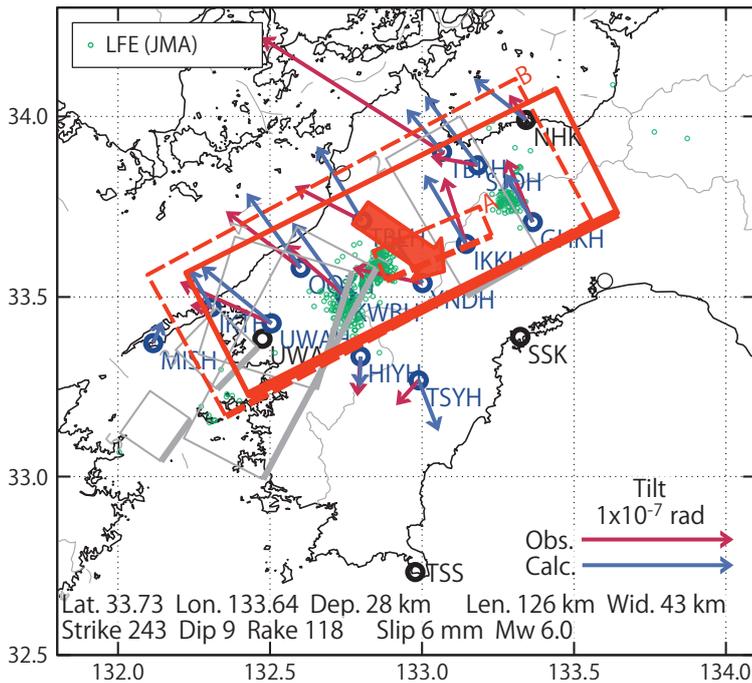
(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[C] 2019/03/07-09

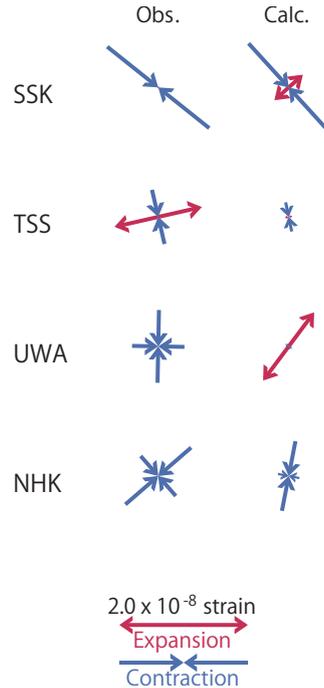
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



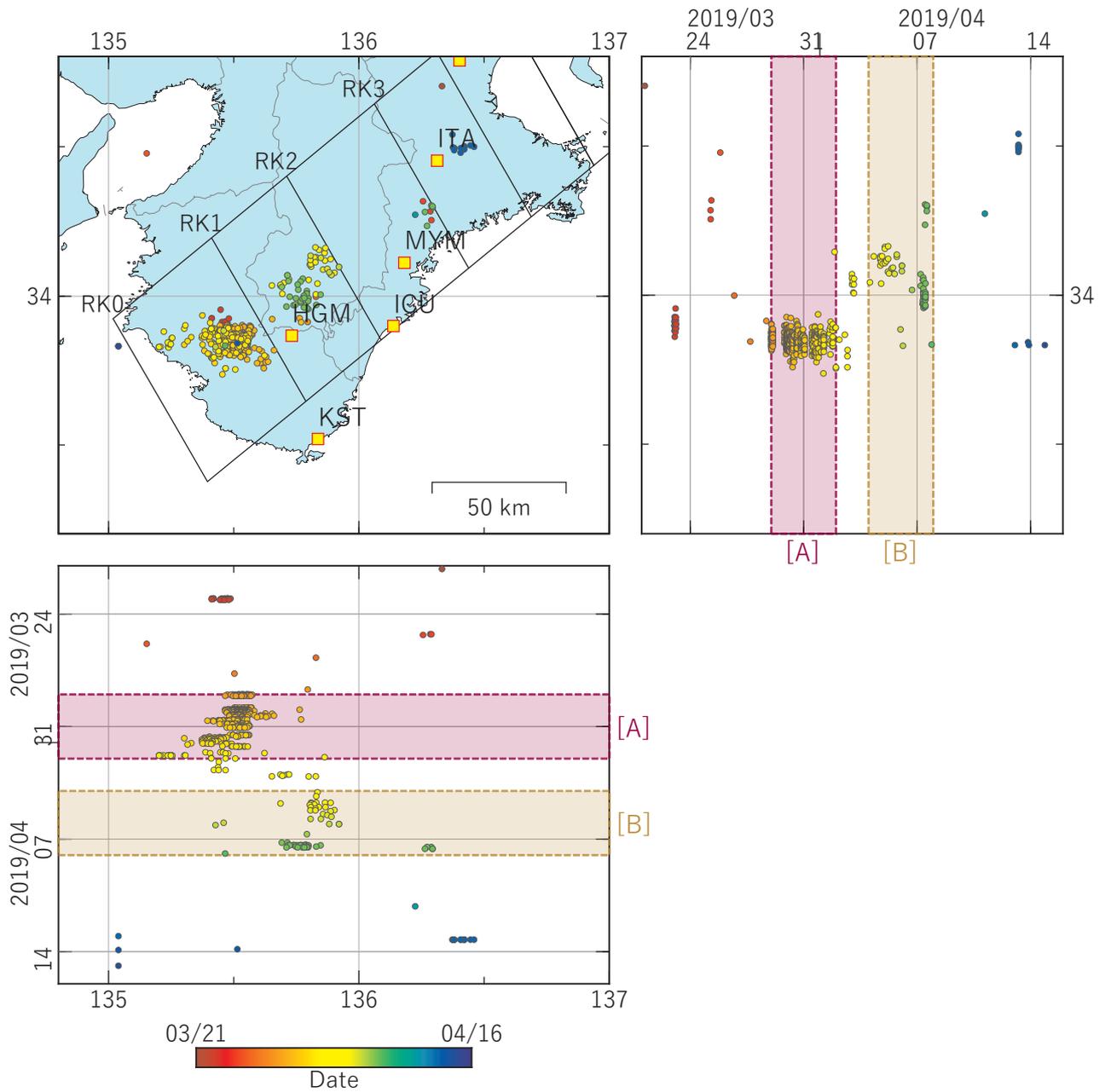
第57図 2019/03/07-09の歪・傾斜変化（第53, 54図 [C]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

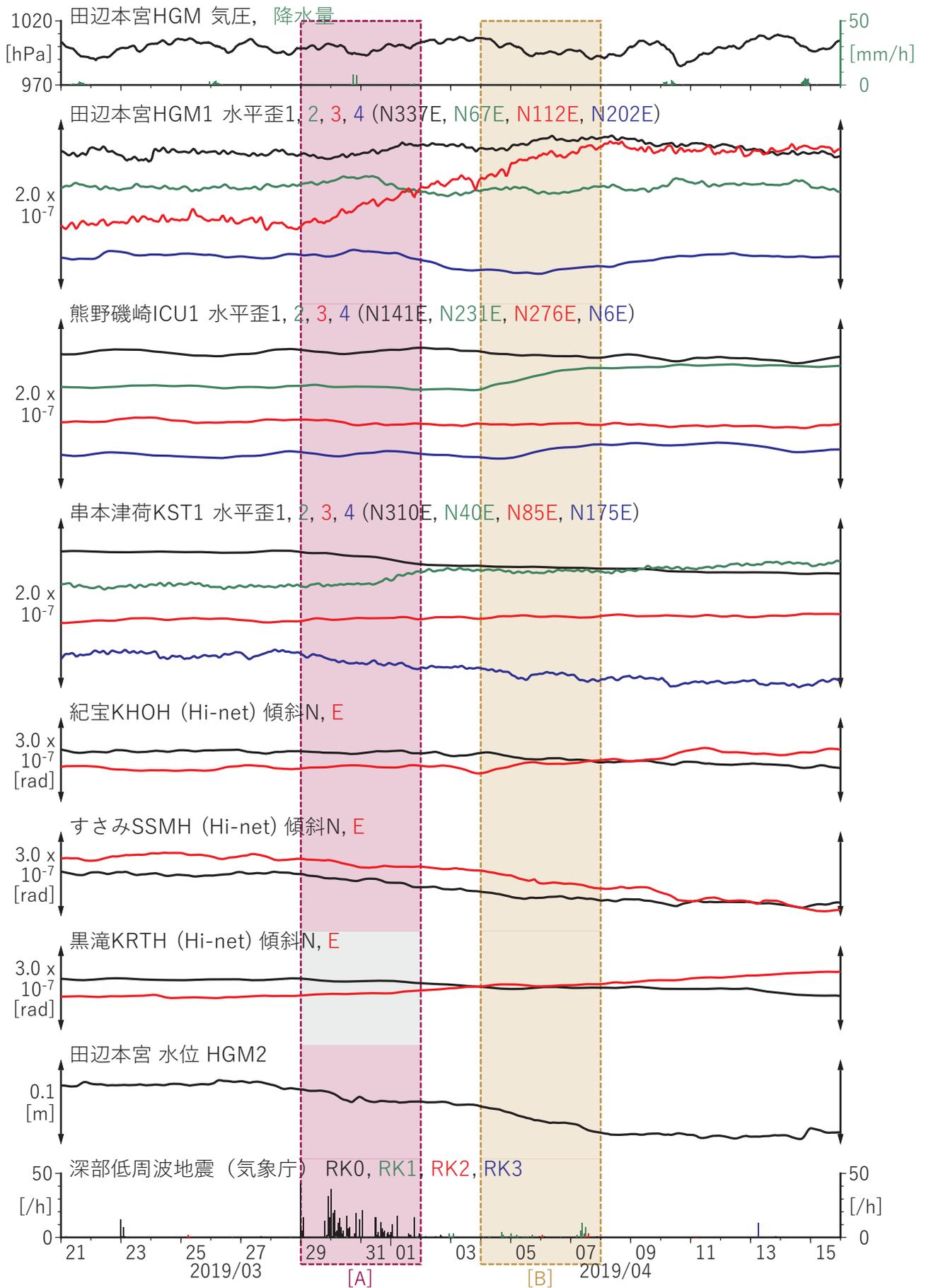
(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2018/07/22-25 (Mw 5.7), 2: 2018/08/08-11 (Mw 5.5), 3: 2018/09/29PM-10/01AM (Mw 5.8),  
4: 2018/10/01PM-04AM (Mw 5.9), 5: 2019/01/11PM-12AM (Mw 5.7), A: 2019/03/02-04AM (Mw 5.6),  
B: 2019/03/04PM-06 (Mw 6.2)

(b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



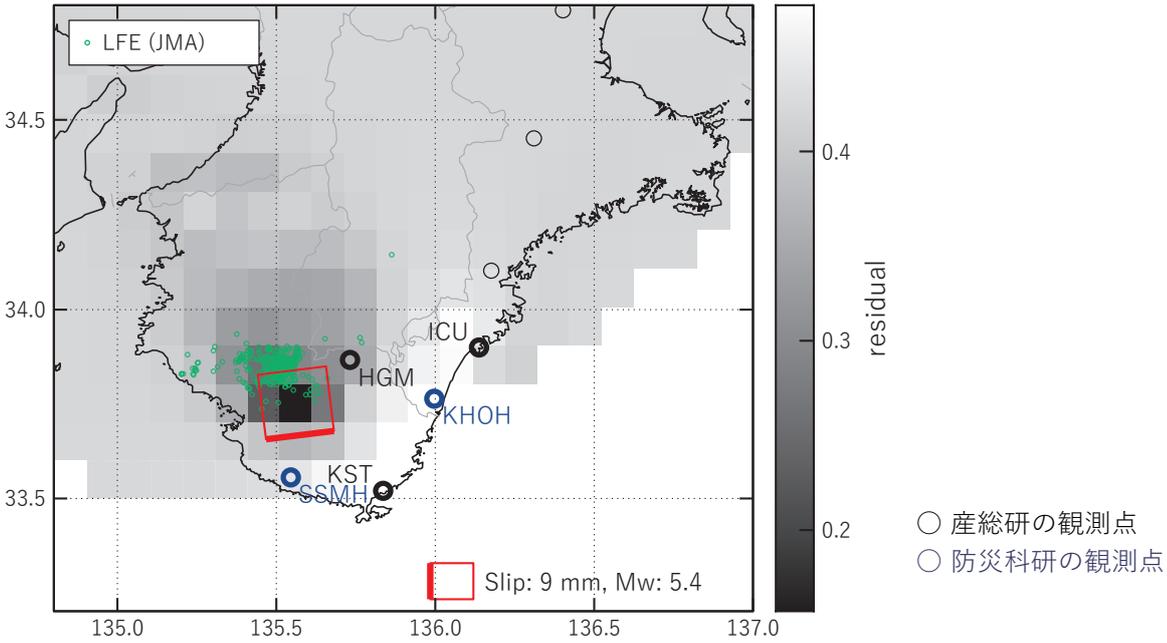
第58図 紀伊半島における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図  
 (2019/03/21 00:00 - 2019/04/16 00:00 (JST))  
 (観測点名) ITA: 松阪飯高, MYM: 紀北海山, ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷



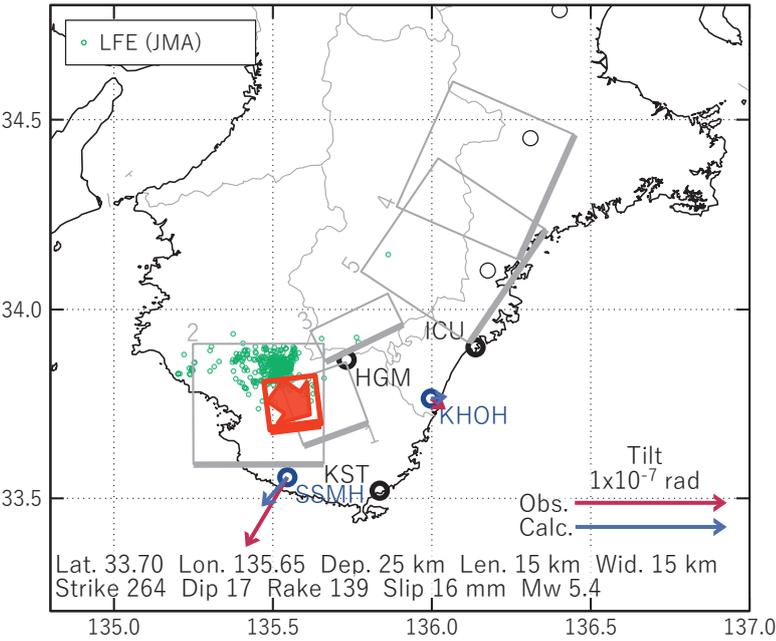
第59図 紀伊半島における歪・傾斜・地下水観測結果 (2019/03/21 00:00 - 2019/04/16 00:00 (JST))

[A] 2019/03/29-04/01

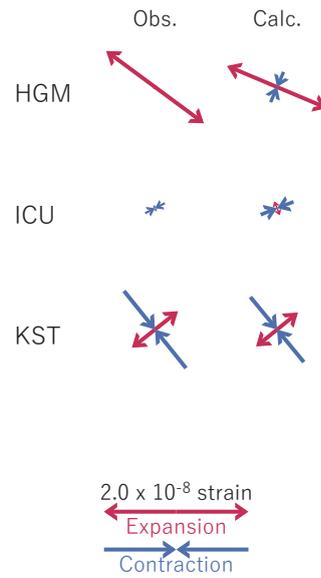
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



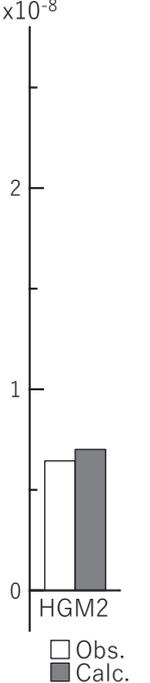
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第60図 2019/03/29-04/01の歪・傾斜・地下水変化 (図59[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

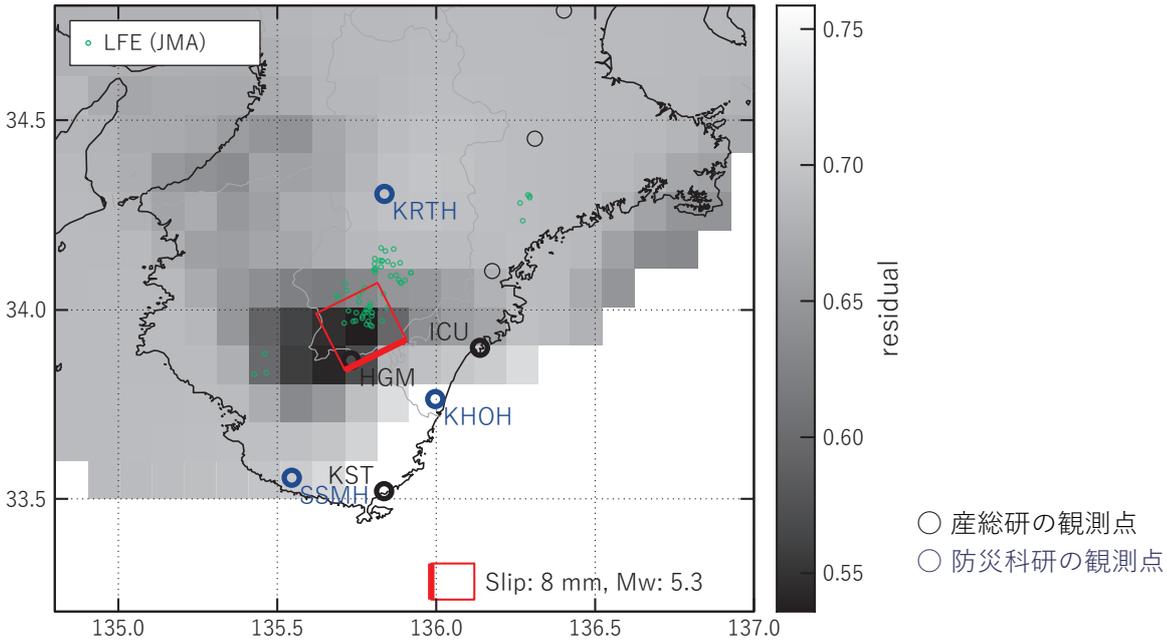
1: 2018/01/04-05 (Mw5.3), 2: 2018/06/22PM-25AM (Mw5.6), 3: 2019/01/19PM-24AM (Mw5.6)  
4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

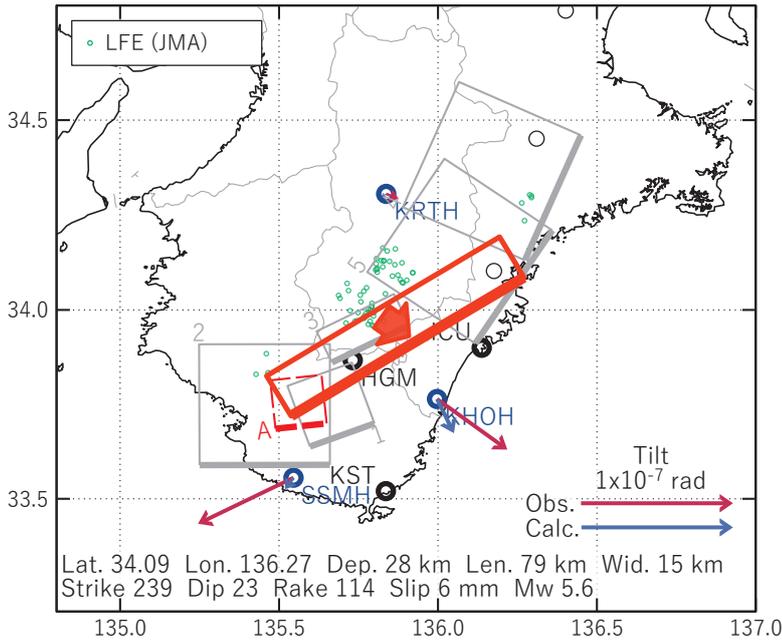
(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2019/04/04-07

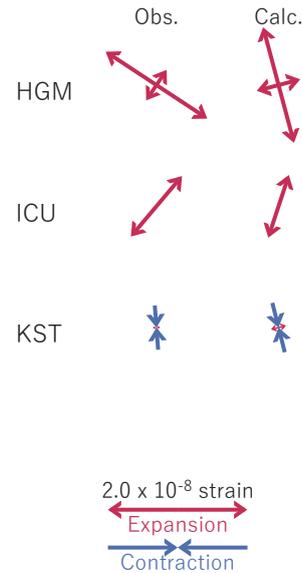
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



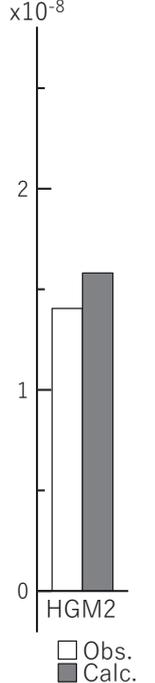
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第61図 2019/04/04-07の歪・傾斜・地下水変化 (第59図[B]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた $20 \times 20$ kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

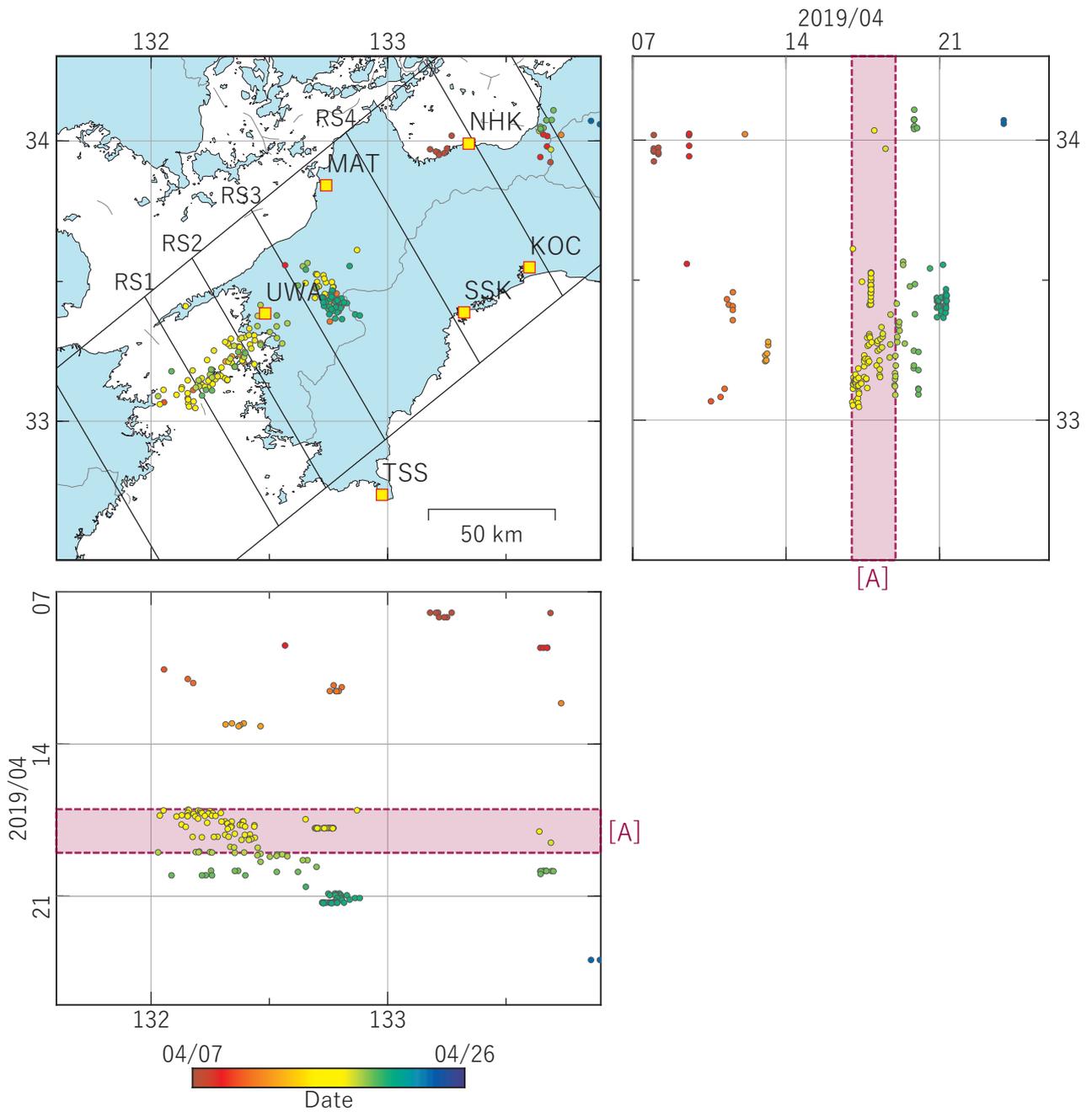
(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

1: 2018/01/04-05 (Mw5.3), 2: 2018/06/22PM-25AM (Mw5.6), 3: 2019/01/19PM-24AM (Mw5.6)

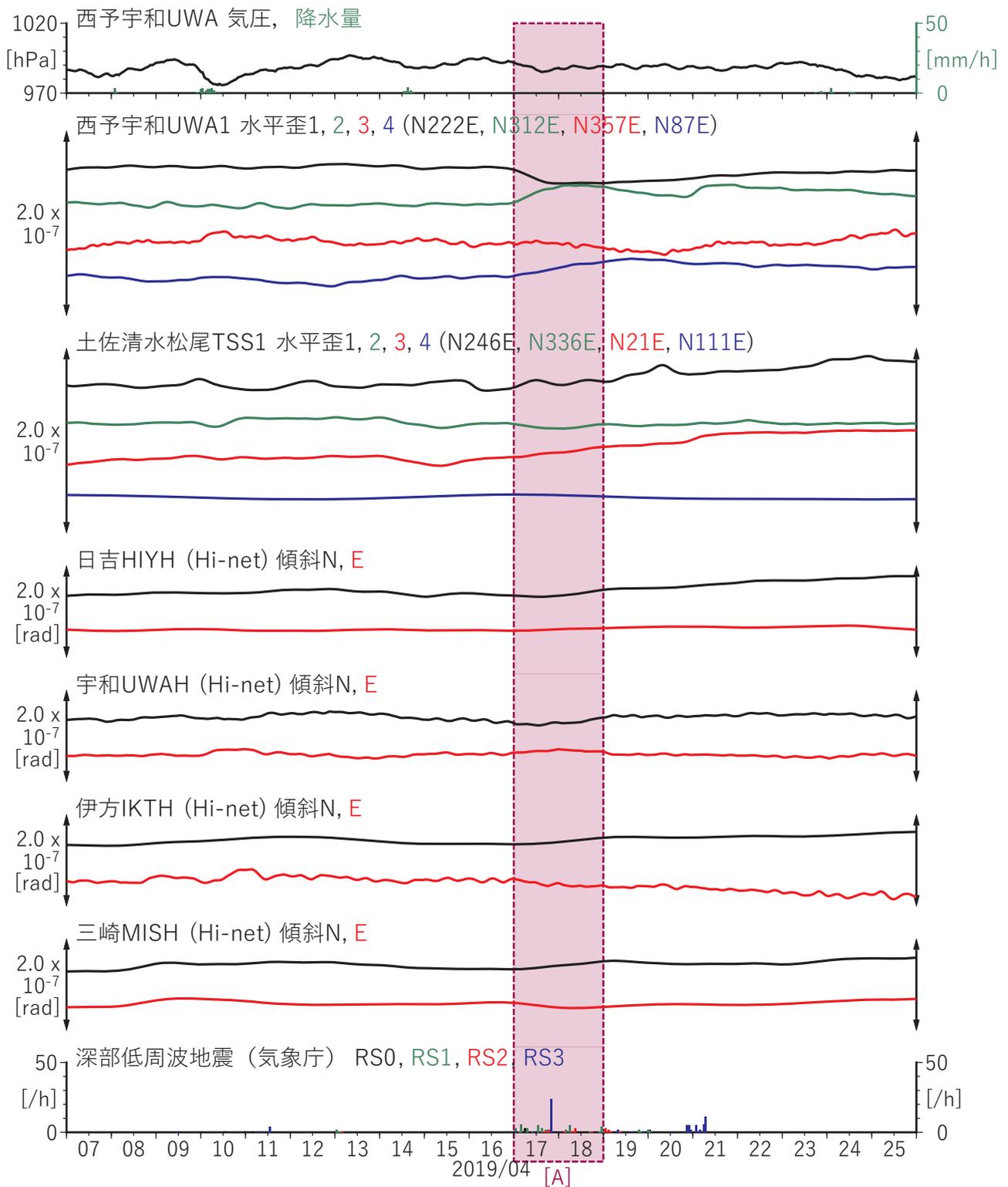
4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5), A: 2019/03/29-04/01 (Mw5.4)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



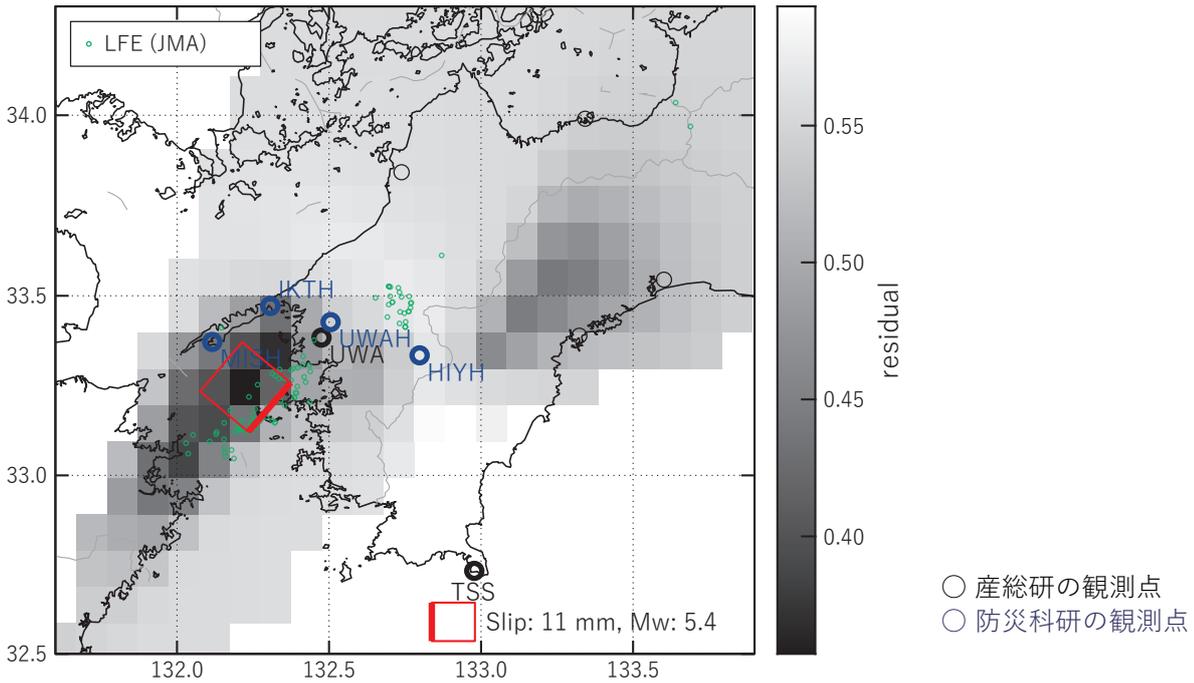
第62図 四国地方西部における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図  
 (2019/04/07 00:00 - 2019/04/26 00:00 (JST))  
 (観測点名) KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, TSS: 土佐清水松尾,  
 MAT: 松山南江戸, UWA: 西予宇和



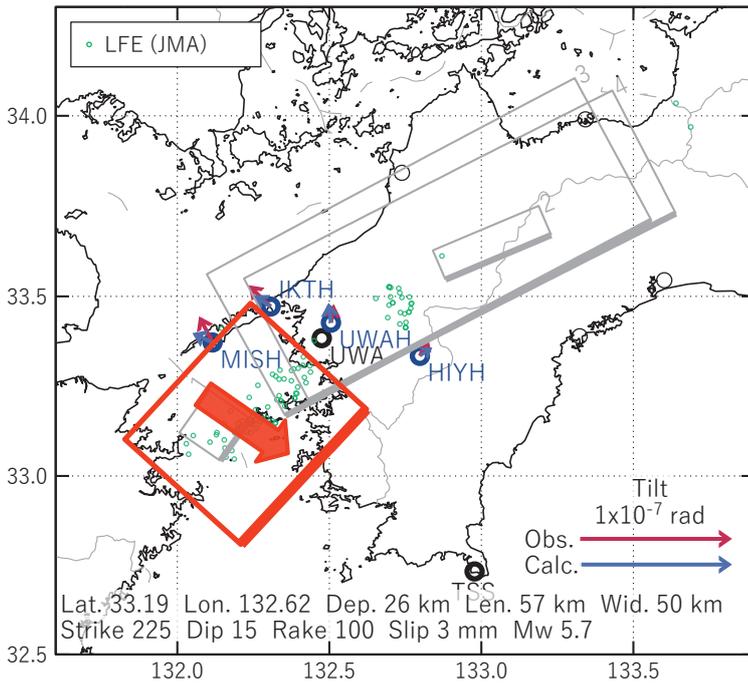
第63図 四国地方における歪・傾斜観測結果 (2019/04/07 00:00 - 2019/04/26 00:00 (JST))

[A] 2019/04/17-18

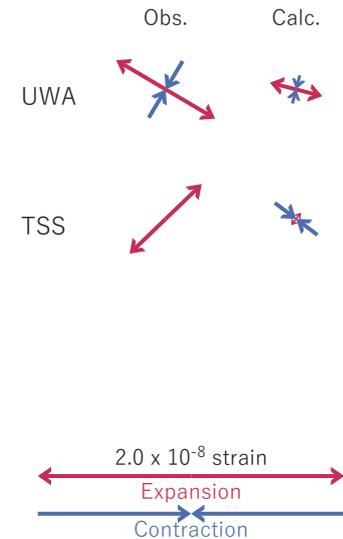
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



第64図 2019/04/17-18の歪・傾斜変化（第63図[A]）を説明する断層モデル。

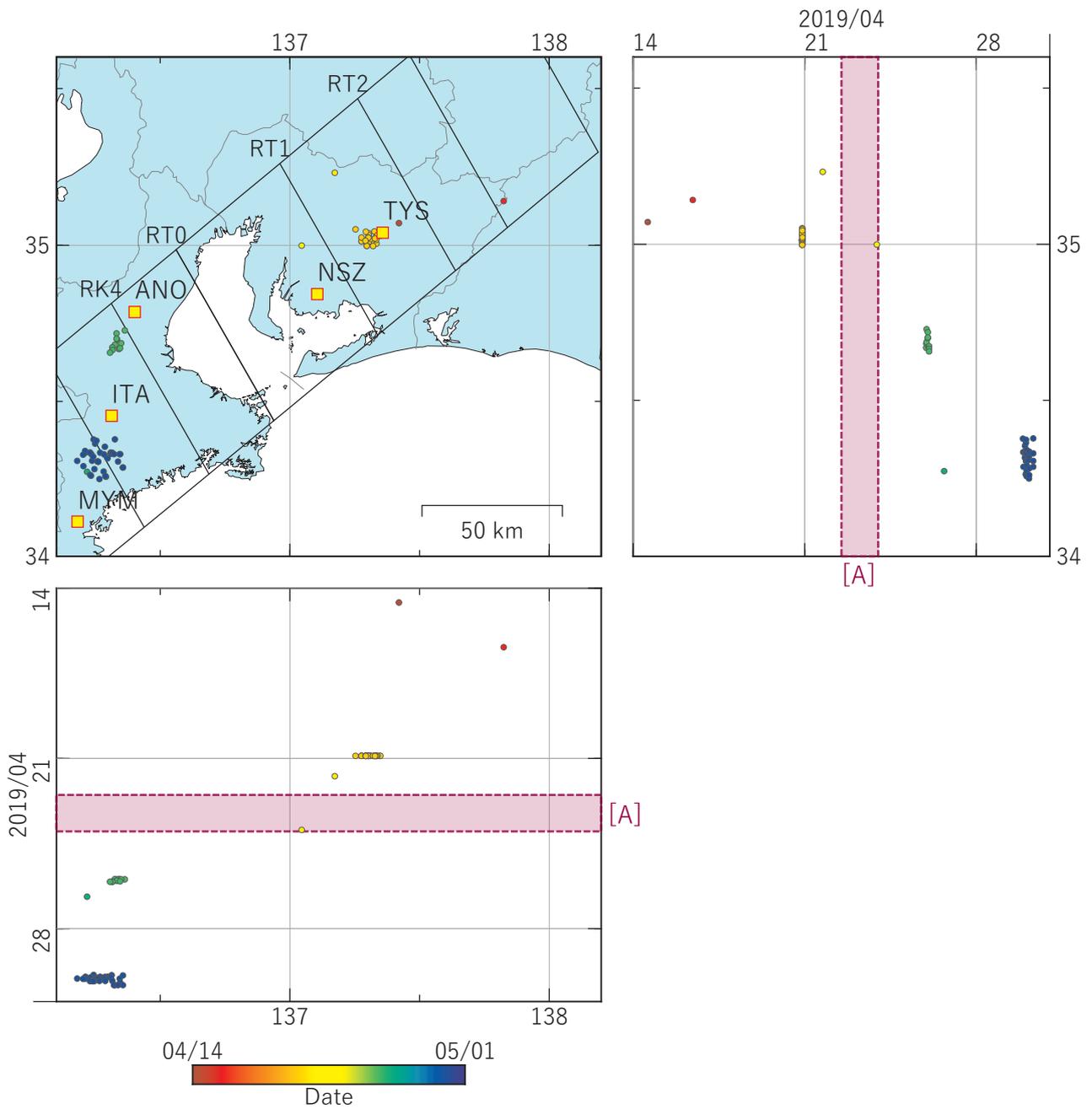
(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2019/01/11PM-12AM (Mw5.7), 2: 2019/03/02-04AM (Mw5.6), 3: 2019/03/04PM-06 (Mw6.2),

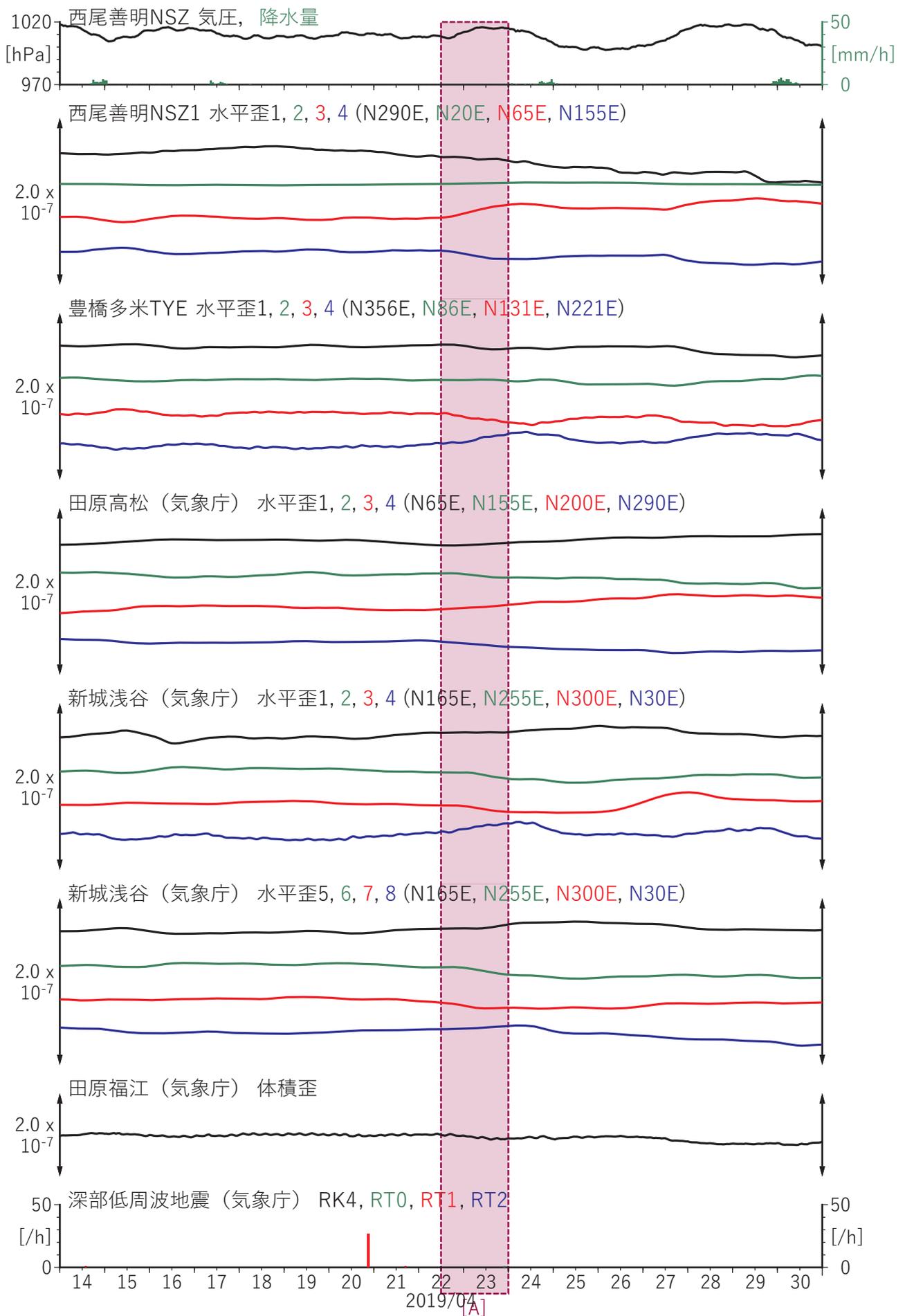
4: 2019/03/07-09 (Mw6.0)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。



第65図 東海地方における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図  
 (2019/04/14 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

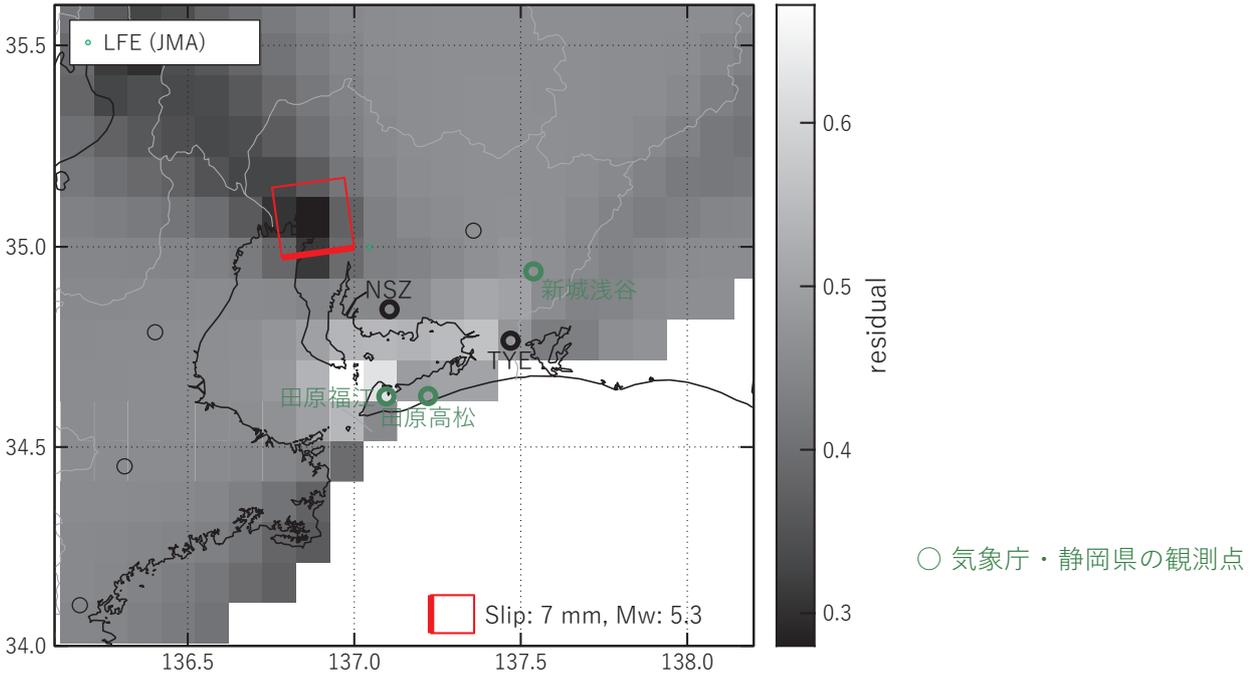
(観測点) TYS: 豊田神殿, NSZ: 西尾善明, ANO: 津安濃, ITA: 松阪飯高, MYM: 紀北海山



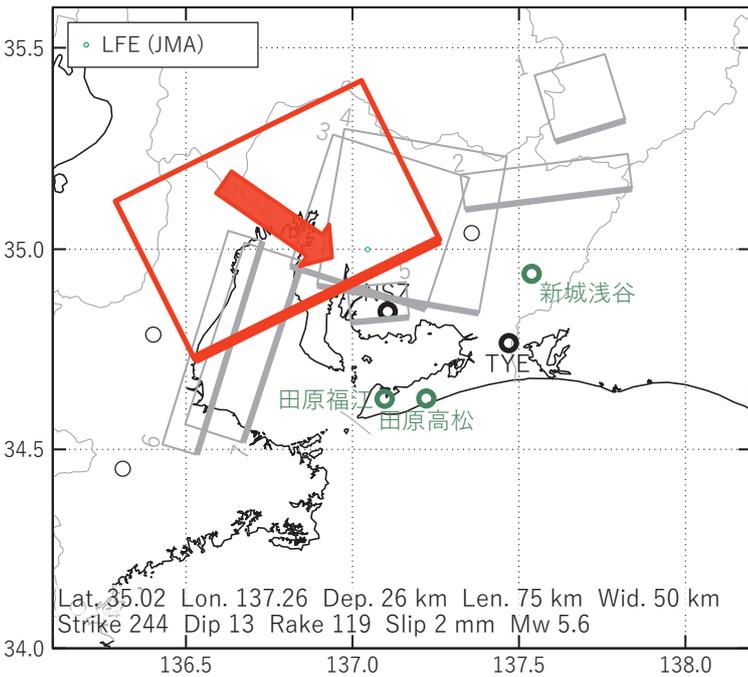
第66図 東海地方における歪観測結果 (2019/04/14 00:00 - 2019/05/01 00:00 (JST))

[A] 2019/04/22PM-23

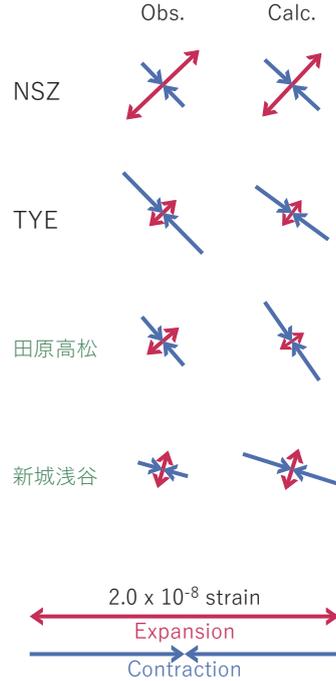
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



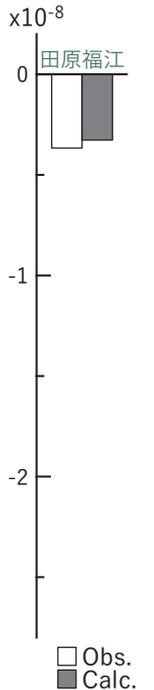
(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪



第67図 2019/04/22PM-23の歪変化 (第66図[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

1: 2018/06/19PM-25AM (Mw5.9), 2: 2018/10/13-15 (Mw5.3), 3: 2019/02/03-06AM (Mw5.9)

4: 2019/02/06PM-09AM (Mw5.6), 5: 2019/02/09PM-12AM (Mw5.3), 6: 2019/02/28-03/01AM (Mw5.7)

7: 2019/03/01PM-03 (Mw5.6)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。地下水圧は体積歪に変換して計算している。

## 近畿地域の地下水位・歪観測結果（2019年2月～2019年4月）

産業技術総合研究所

2019年2月～2019年4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13点（観測井は15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、無かった。

2018年8月の回の資料から、hksを外し（“紀伊半島～四国の地下水・歪観測結果”の資料に移した）、htsとngrを加えた。その結果、この資料で報告する観測点の数は1点増え、観測井の数は1本増えた。

第2～5図には、2018年11月～2019年4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「N120」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、hno・sed・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。

kryの地下水位の2018年12月24日から2019年3月25日までの欠測は水位計の出力異常のため（第4図）。

これらのデータ(グラフ等)は、<https://www.gsj.jp/wellweb/>で公開されている。

(北川有一・松本則夫・佐藤努・板場智史・落唯史・木口努)

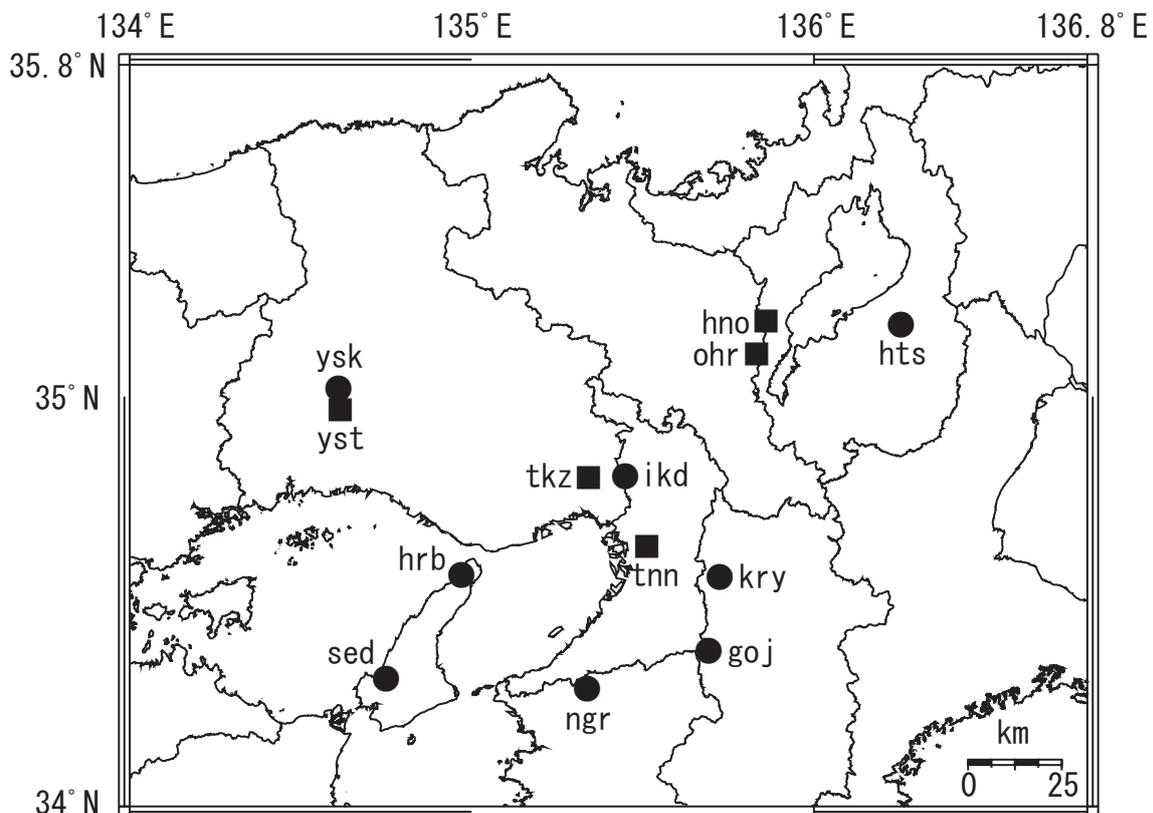


Fig. 1 観測点分布図（●・■）。●は地下水のみの観測点で、■はボアホール型歪計を併設している観測点。

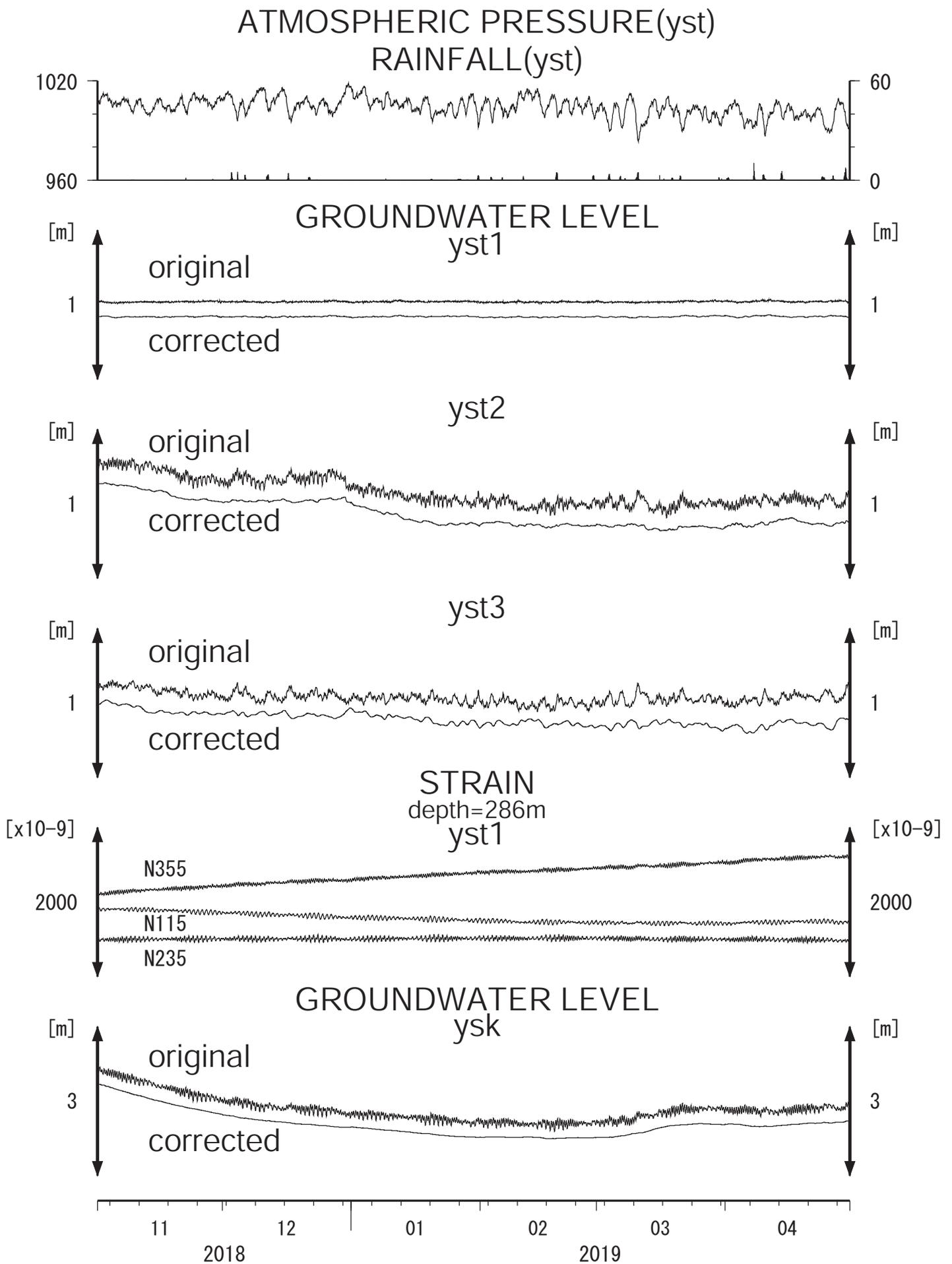


Fig.2

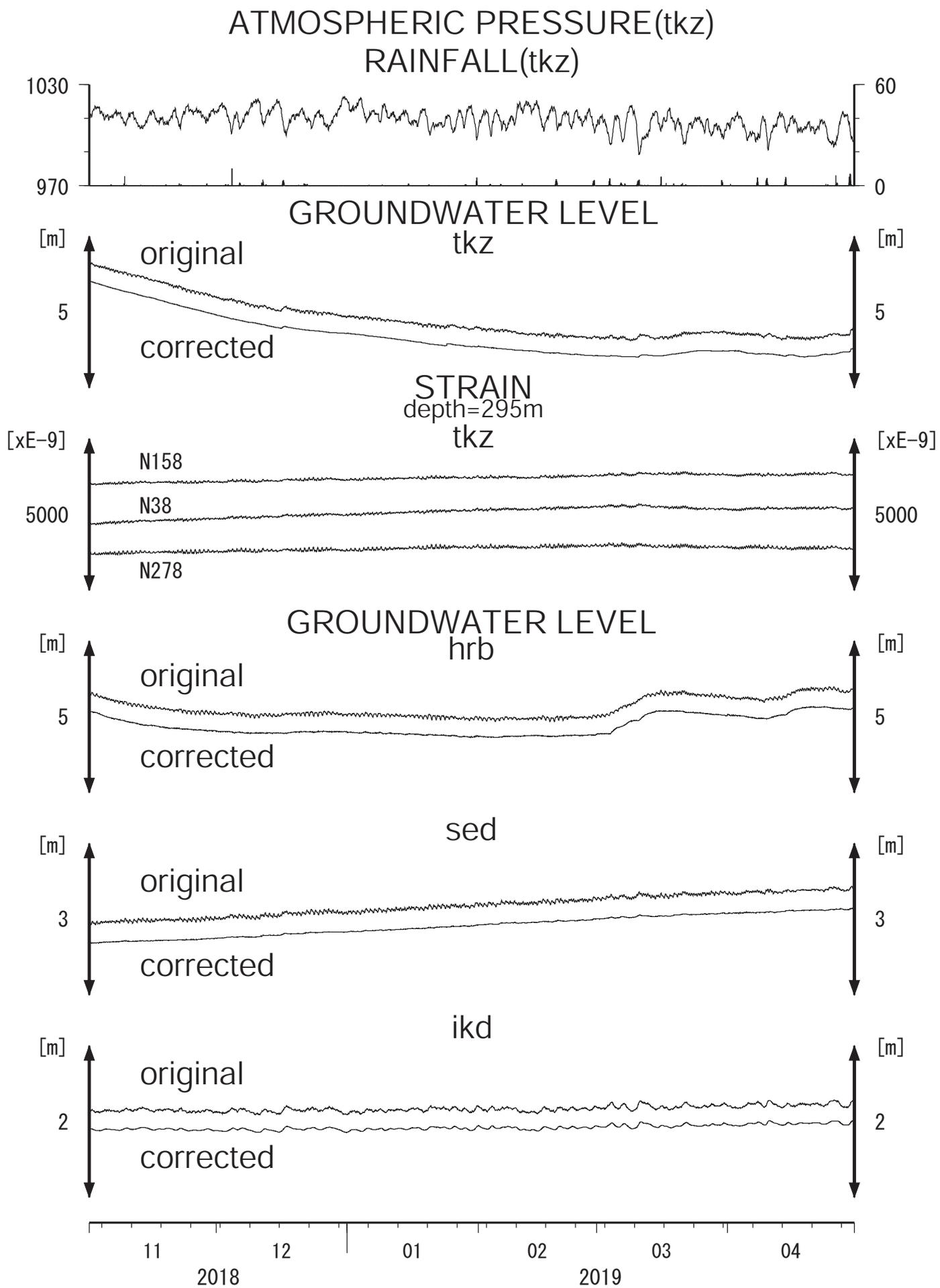


Fig.3

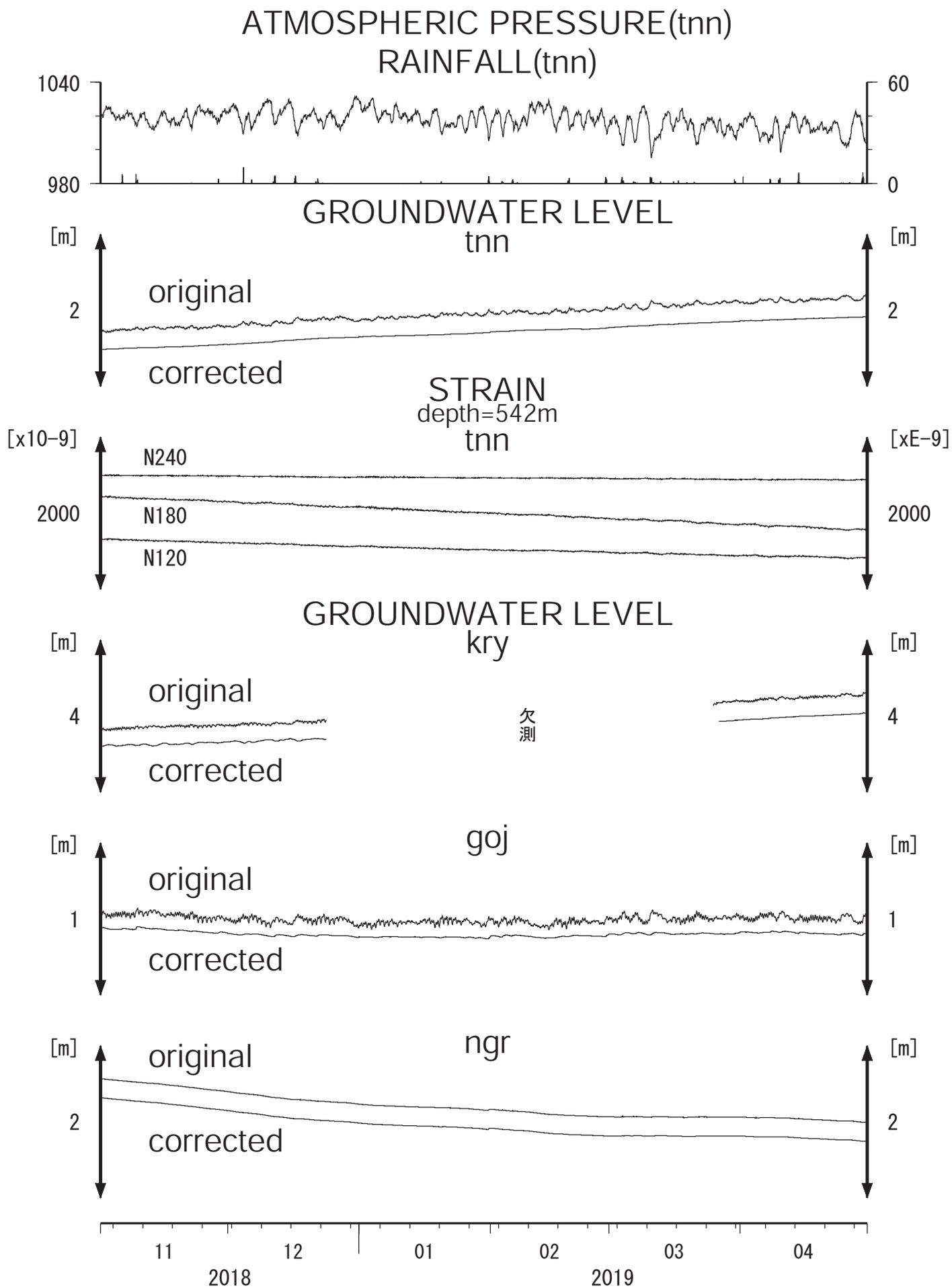


Fig.4

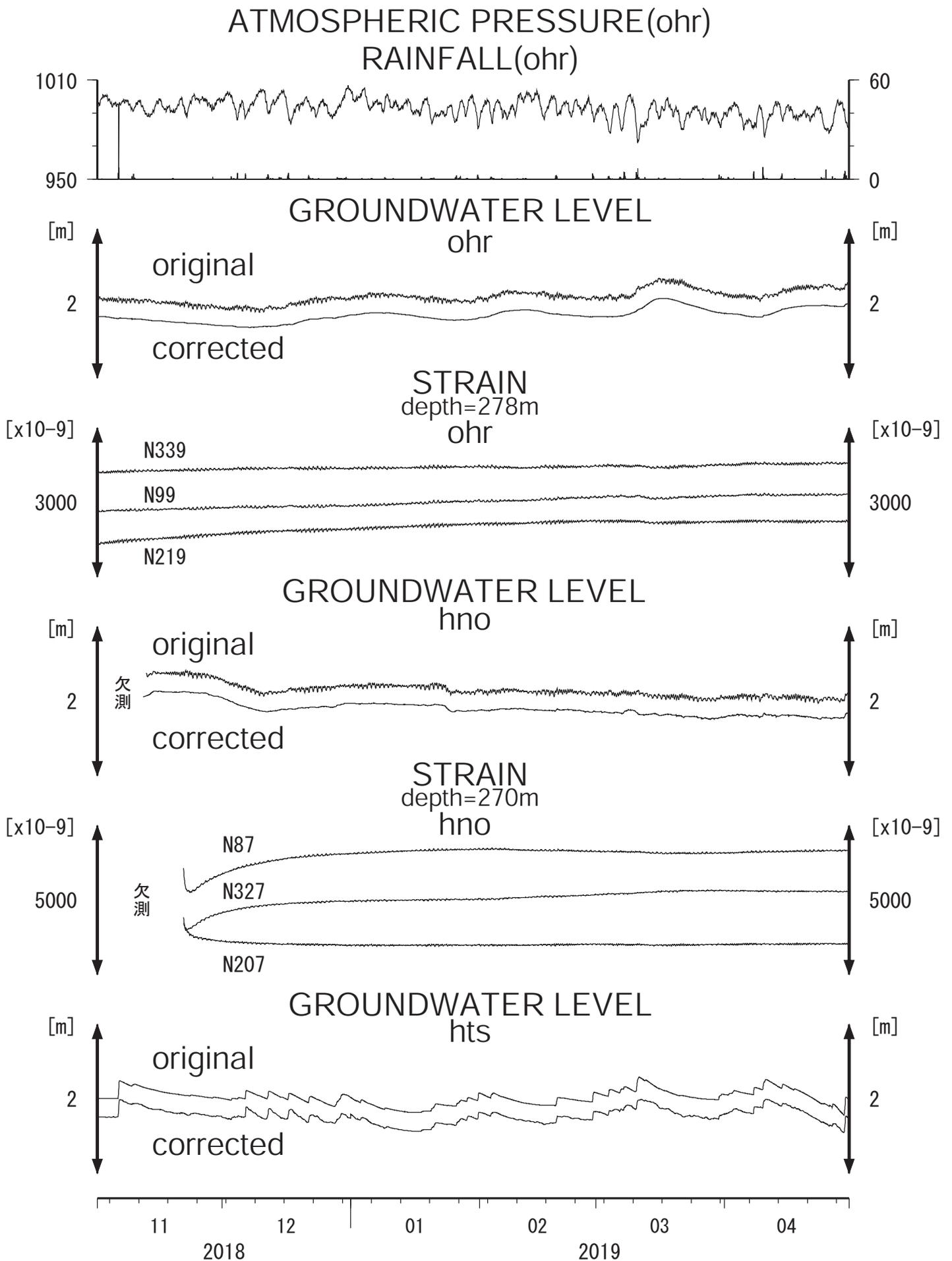


Fig.5

# 岐阜県東部の活断層周辺における地殻活動観測結果 (2019年2月～2019年4月)

## Observation of Tectonic Activities around the Active Faults in Eastern Gifu Region (February, 2019～April, 2019)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

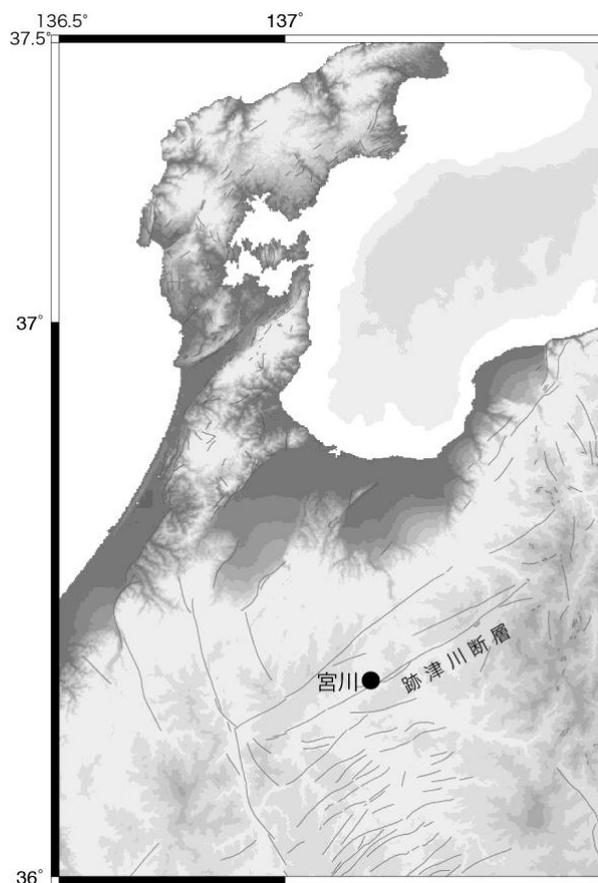
### 1. 観測概要

産業技術総合研究所は跡津川断層沿いの宮川において地殻活動総合観測設備を設置している(第1図)。宮川は深度約300mの坑井を掘削し、坑底に3成分ひずみ計・高感度地震計(1 Hz, 3成分速度計)を設置。深度256.78～267.66mの滞水層での地下水位の計測も行なっている。

### 2. 観測結果概要

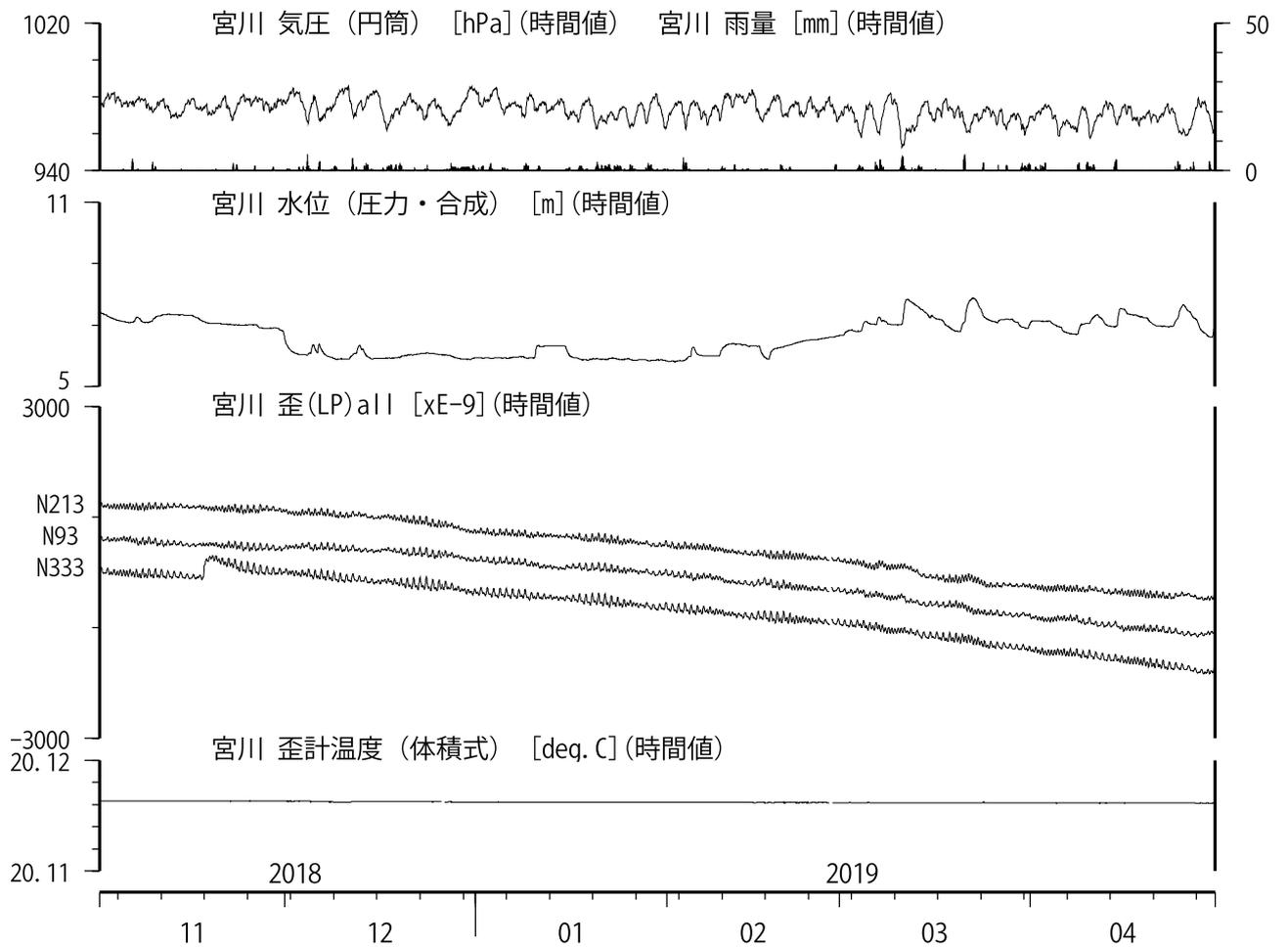
宮川(第2図、第3図) :水位, 歪計は潮汐変化を書く。降雨の影響が大きい。

(木口努・今西和俊・松本則夫)



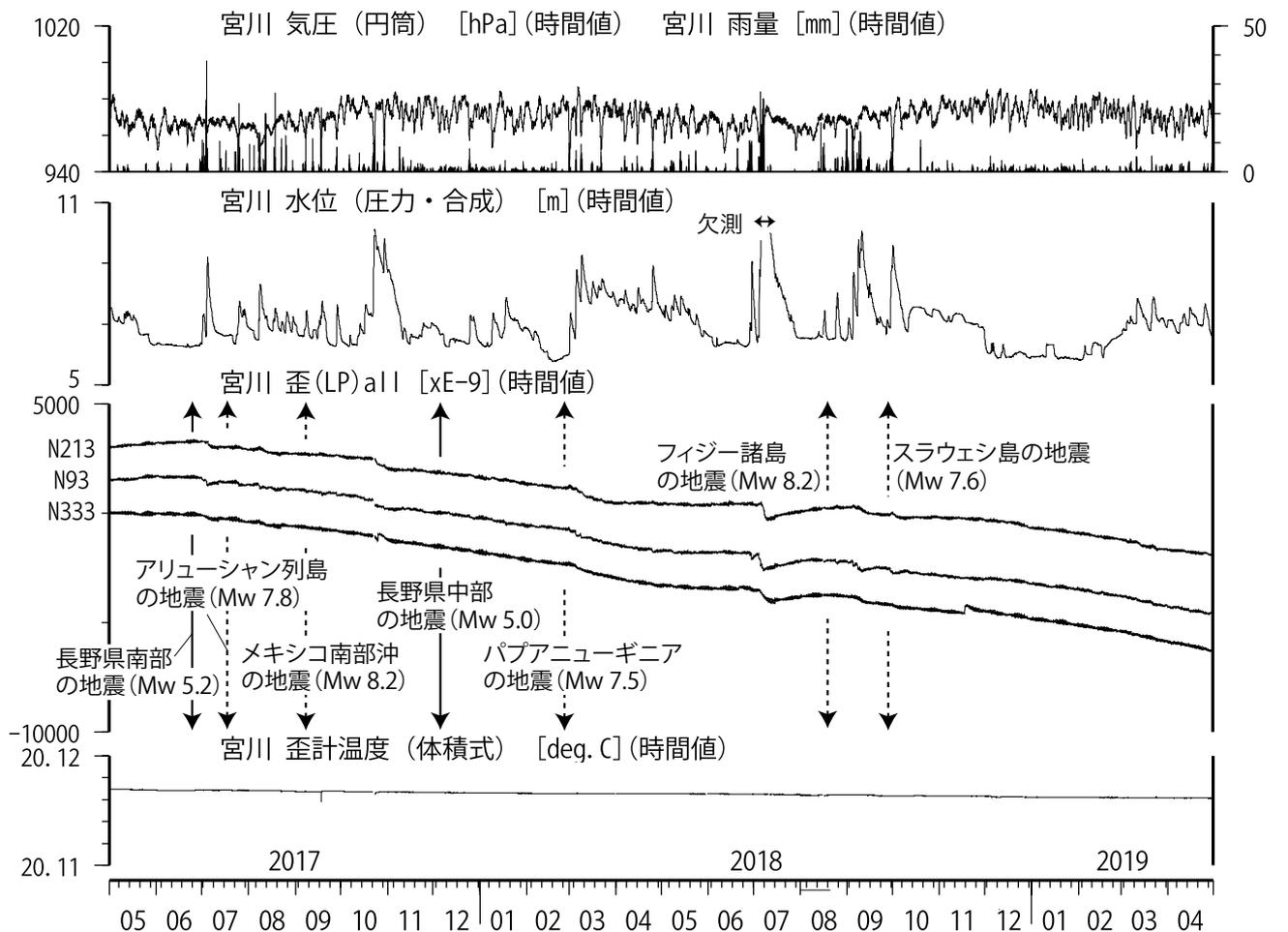
第1図 跡津川断層沿いの宮川における地殻活動総合観測点位置

Fig.1 Location map of the observation borehole at Miyagawa along the Atotsugawa fault.



第2図 宮川における歪観測結果 (6ヶ月間)

Fig.2 Results of strain meters at Miyagawa (for 6 months).



第3図 宮川における歪観測結果 (2年間)

Fig.3 Results of strain meters at Miyagawa (for 2 years).

# 鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化（2018年11月～2019年4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、地震活動と温泉水変化との関連を調べている。

## 2. 観測

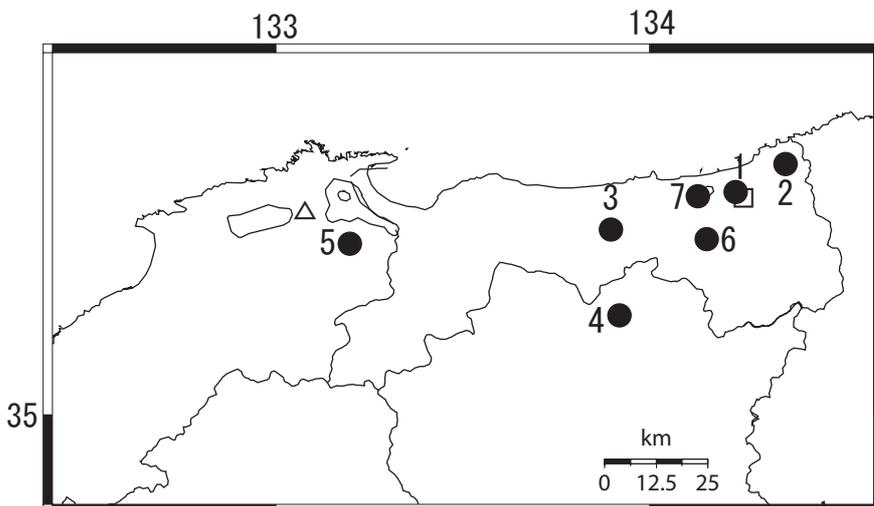
現在観測を行っている地点は7点である（第1図）。観測方法としては、温泉井に水位計や温度計（分解能：1/100℃）を設置し、測定値をデータロガーに収録、定期的に現地集録して、鳥取大学工学部でデータ処理し、温泉データと地震データ等との比較により関係を調べる。解析の結果は、速報として観測センターのホームページで公開している（[http://www.geosd.jp/onsen\\_k/](http://www.geosd.jp/onsen_k/)）。水位・水温の測定インターバルは10秒で1分間の平均値を記録している。温度センサーは、事前の温度検層により、湯谷温泉等を除いて、最も温度変化の大きい位置（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等）。なお、湯谷（第1図の6）では2012年度から、その他の点では2016年6月からデータをテレメーター集録から現地集録に切り替えている。

## 3. 結果（第2～4図）

結果（原則として1時間値）を第2～4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。吉岡温泉では、温泉の泉源の整備に伴い、2018/8/2に観測を一旦終了したが、2019/1/8に再開した。

2018年11月～2019年4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、無かった。M4未満で観測点周辺に震度2以上の揺れをもたらした地震は、2019年2月に1回（震度2が1回）、2019年4月に1回（震度2が1回）発生した。

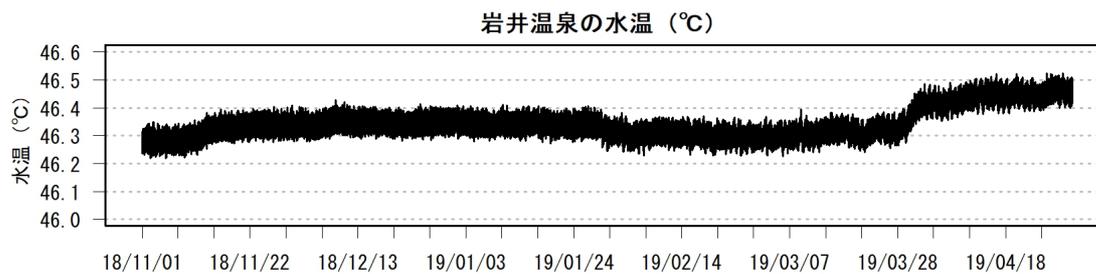
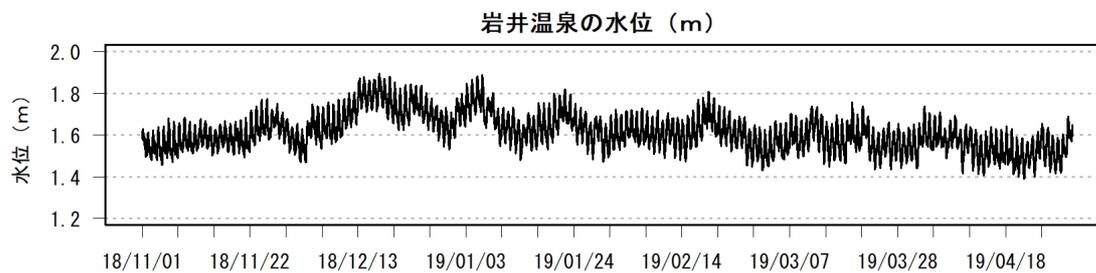
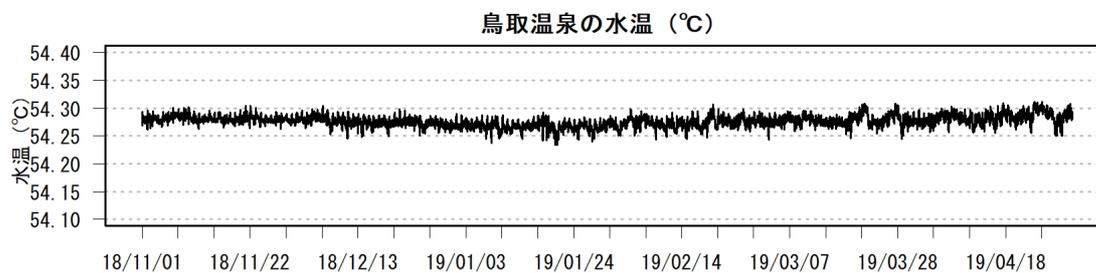
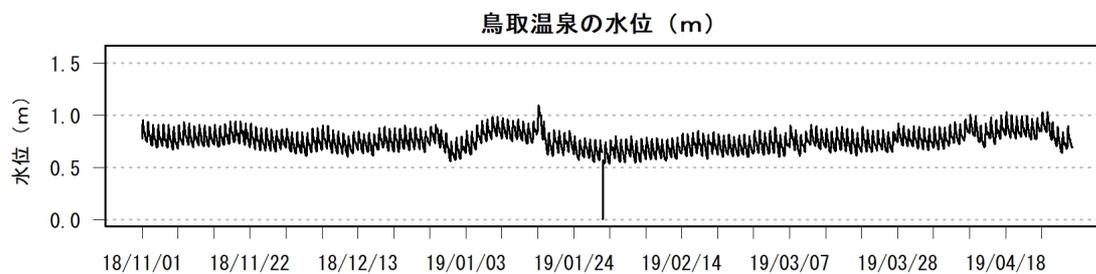
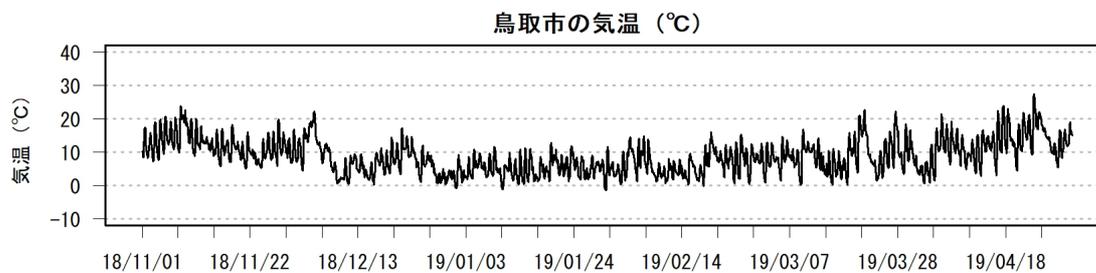
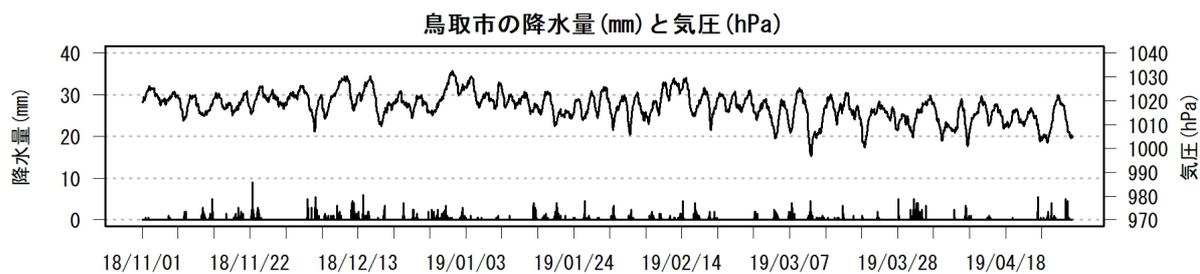
（野口竜也・香川敬生・西田良平・北川有一）

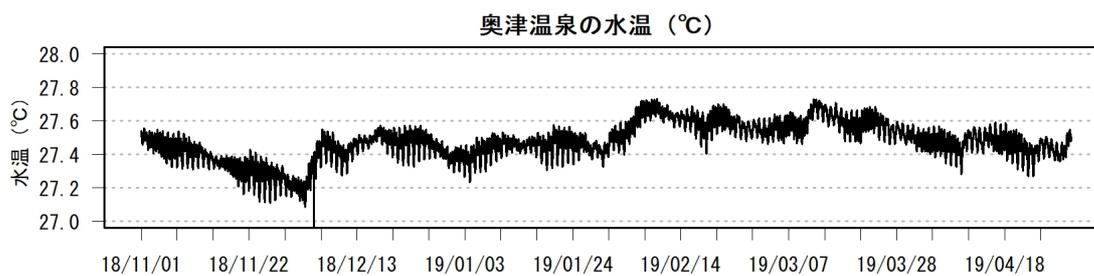
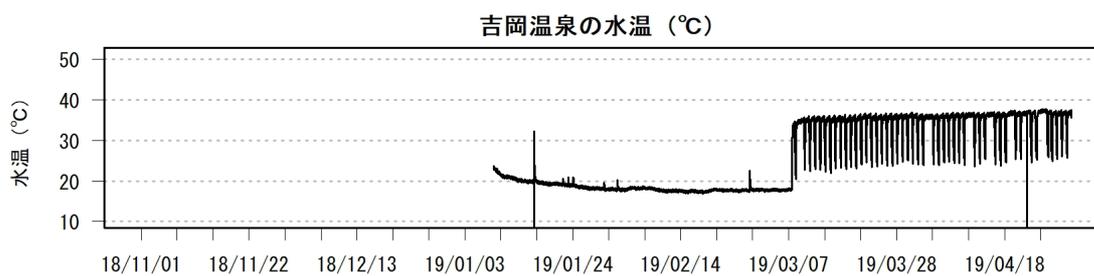
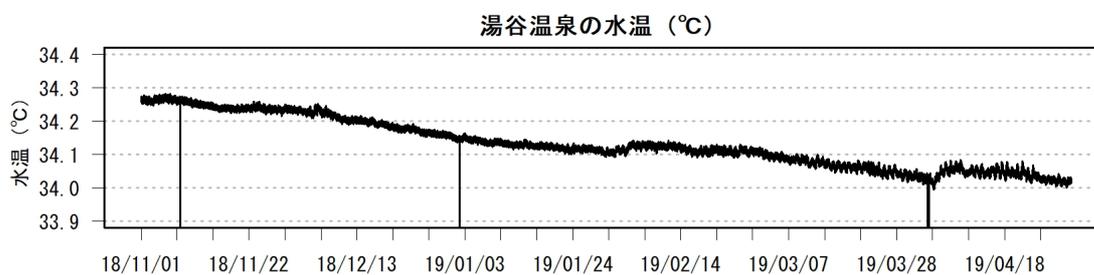
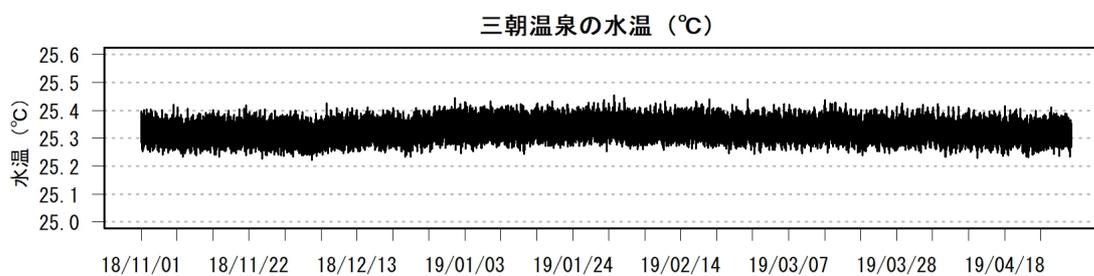
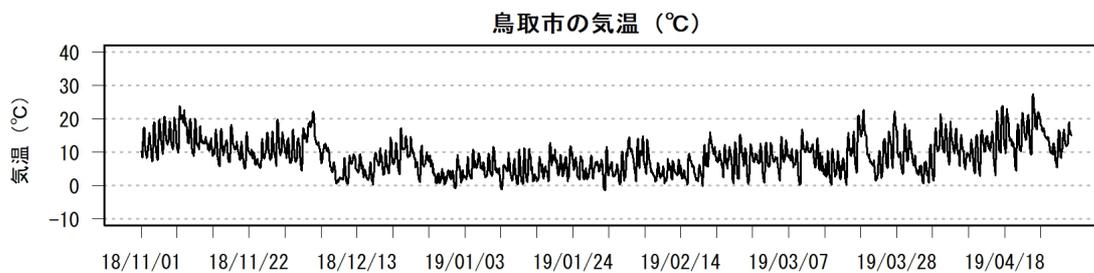
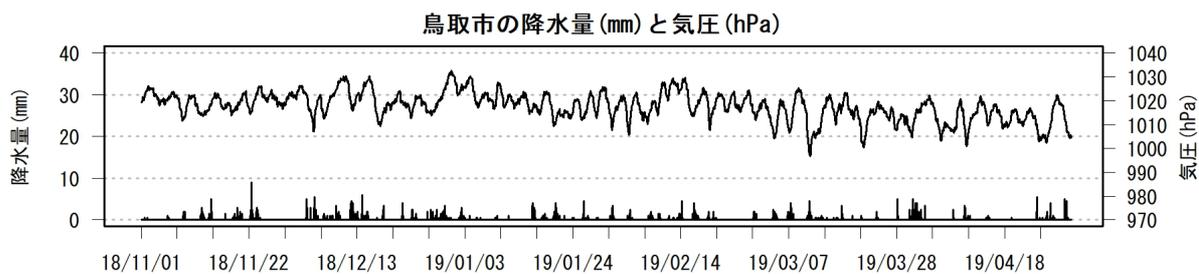


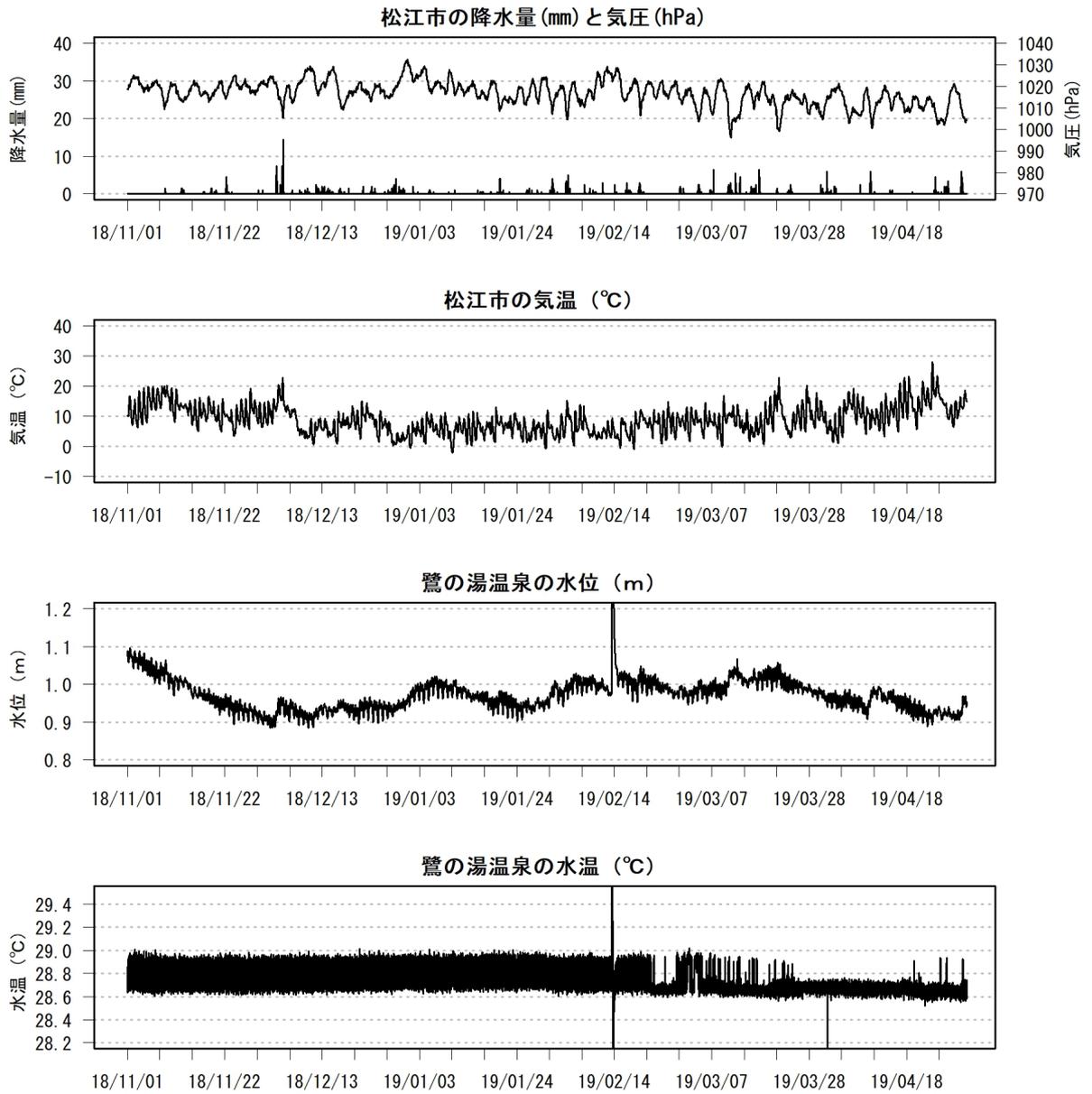
第1図

鳥取气象台（□）と松江气象台（△）および温泉水・地下水観測点（●）の分布。

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







# 神奈川県西部地域の地下水位観測（2019年2月～2019年4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ヶ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。2019年2月～2019年4月の期間に重点を置いた観測結果を報告する。

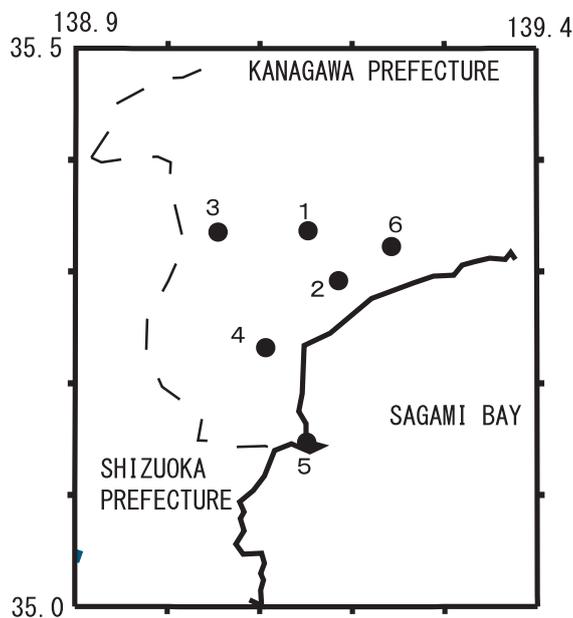
## 2. 観測

第1図の6ヶ所の観測点では、地下水位の他、気圧・降水量が1秒サンプリングで観測され、神奈川県温泉地学研究所にリアルタイム送信されている。通常の解析には、これをもとに作成した1分値や1時間値を用いている。

## 3. 結果

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）では、2019年2月～2019年4月に深さ30km以浅でM4以上の地震はない。同期間に観測点周辺で震度2以上の揺れをもたらした地震を表2に示す。この期間では、地震にともなう水位の変化は観測されなかった。

（板寺一洋・原田昌武・松本則夫）



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.

表1 観測点の情報

観測点	標高 (m)	井戸深さ (m)	スクリーン深さ (m)	センサー深度 (m)
大井	47	300	270-300	15
小田原	22	300	270-300	15
南足柄	143	150	120-150	32
湯本	67	300	250-300	20
真鶴	40	300	250-300	43
二宮	51	500	450-500	13

第1図 地下水観測点の分布 (●)10km

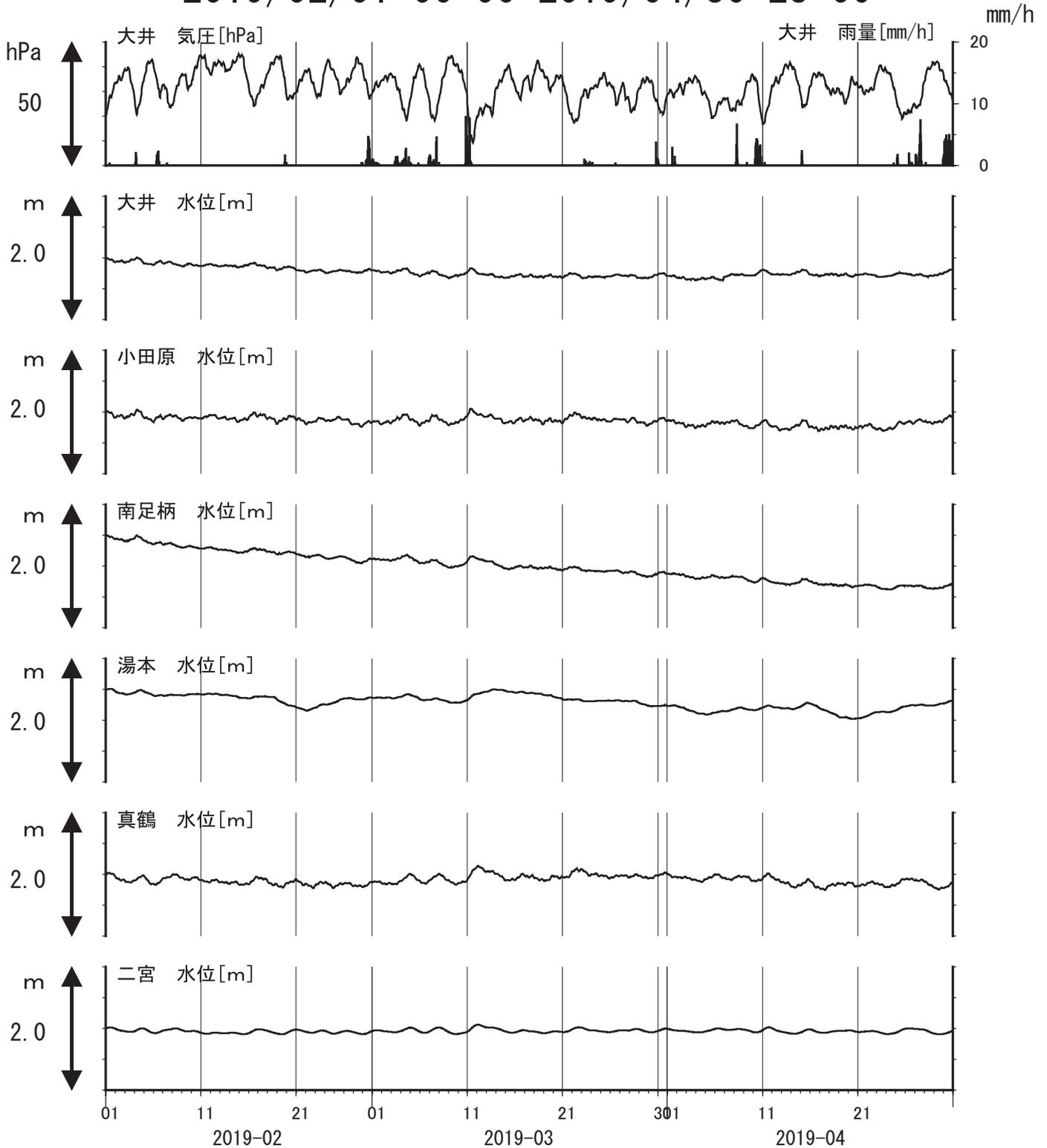
- 1: 大井, ●2: 小田原, ●3: 南足柄, ●4: 湯本,
- 5: 真鶴, ●6: 二宮.

表2 観測点に震度2以上の揺れを与えたと推定される地震

No.	地震発生日時	震央地名	M	深さ	観測点最大震度
1	2019/2/6 10:14	相模湾	M3.1	14 km	2

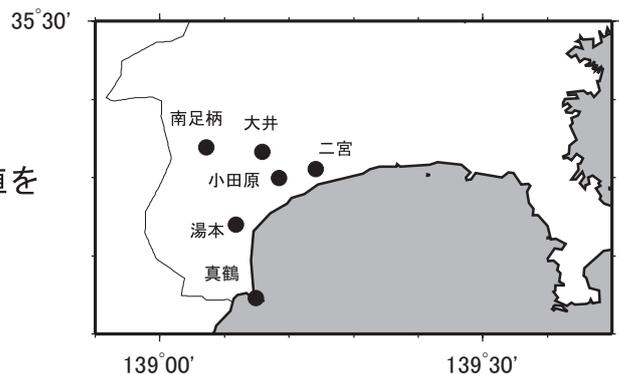
# 神奈川県西部地域の地下水位観測 中期(時間値)

2019/02/01 00:00-2019/04/30 23:00



コメント：特記事項なし

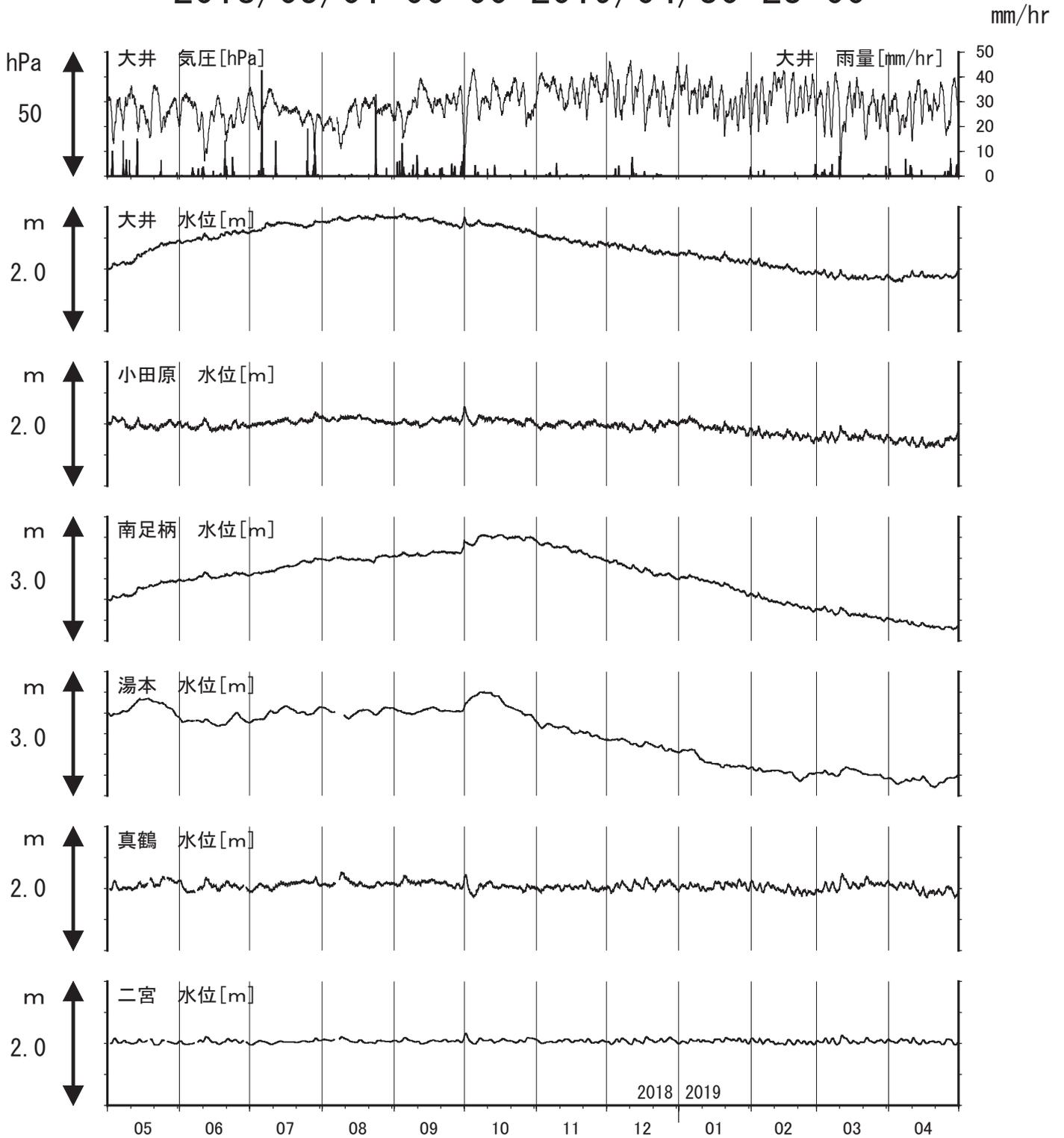
※真鶴・二宮は潮汐の影響が大きいため日平均値を示している。他は一時間値(生データ)



第2図

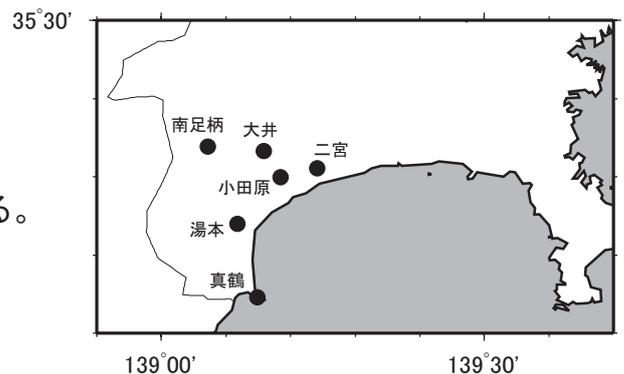
# 神奈川県西部地域の地下水位観測 長期

2018/05/01 00:00-2019/04/30 23:00



コメント：特記事項なし

真鶴・二宮以外は毎正時の瞬時値を示している。



第3図