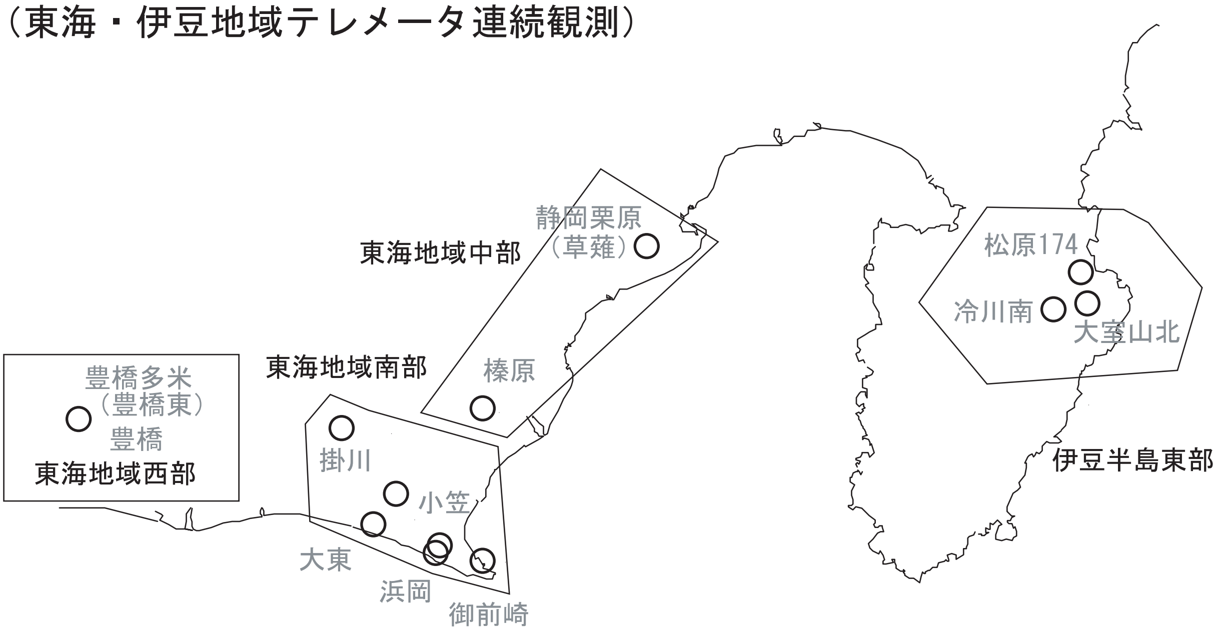
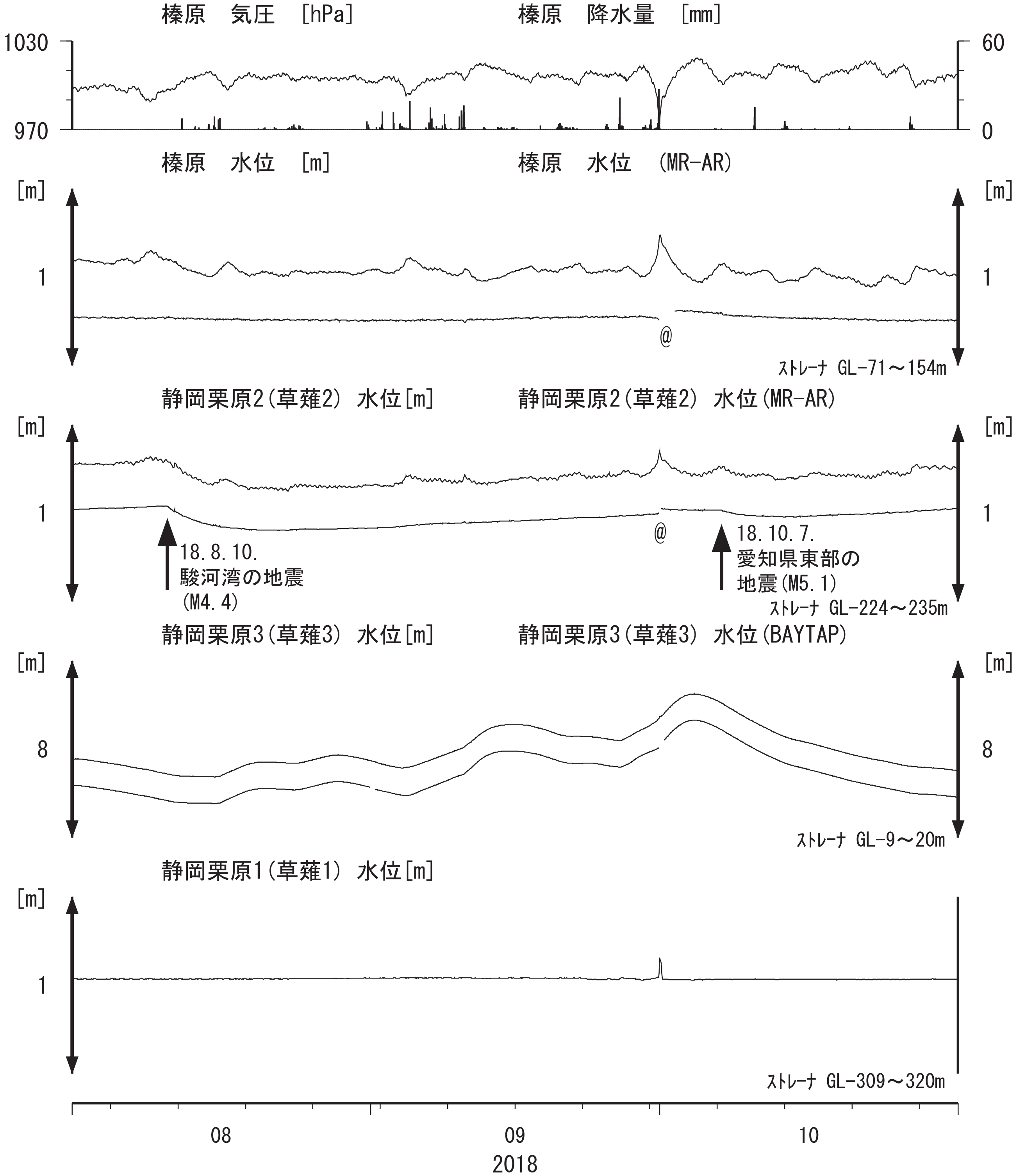
東海・伊豆地域等の地下水観測結果

産業技術総合研究所地下水観測井配置図
（東海・伊豆地域テレメータ連続観測）

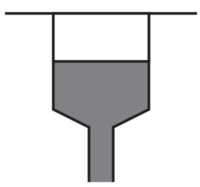


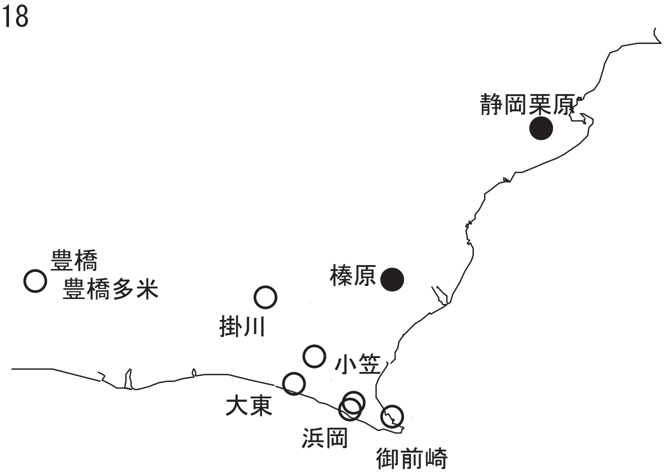
【資料目次】

東海地域中部（榛原・草薙）中期　（時間値）
（2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）

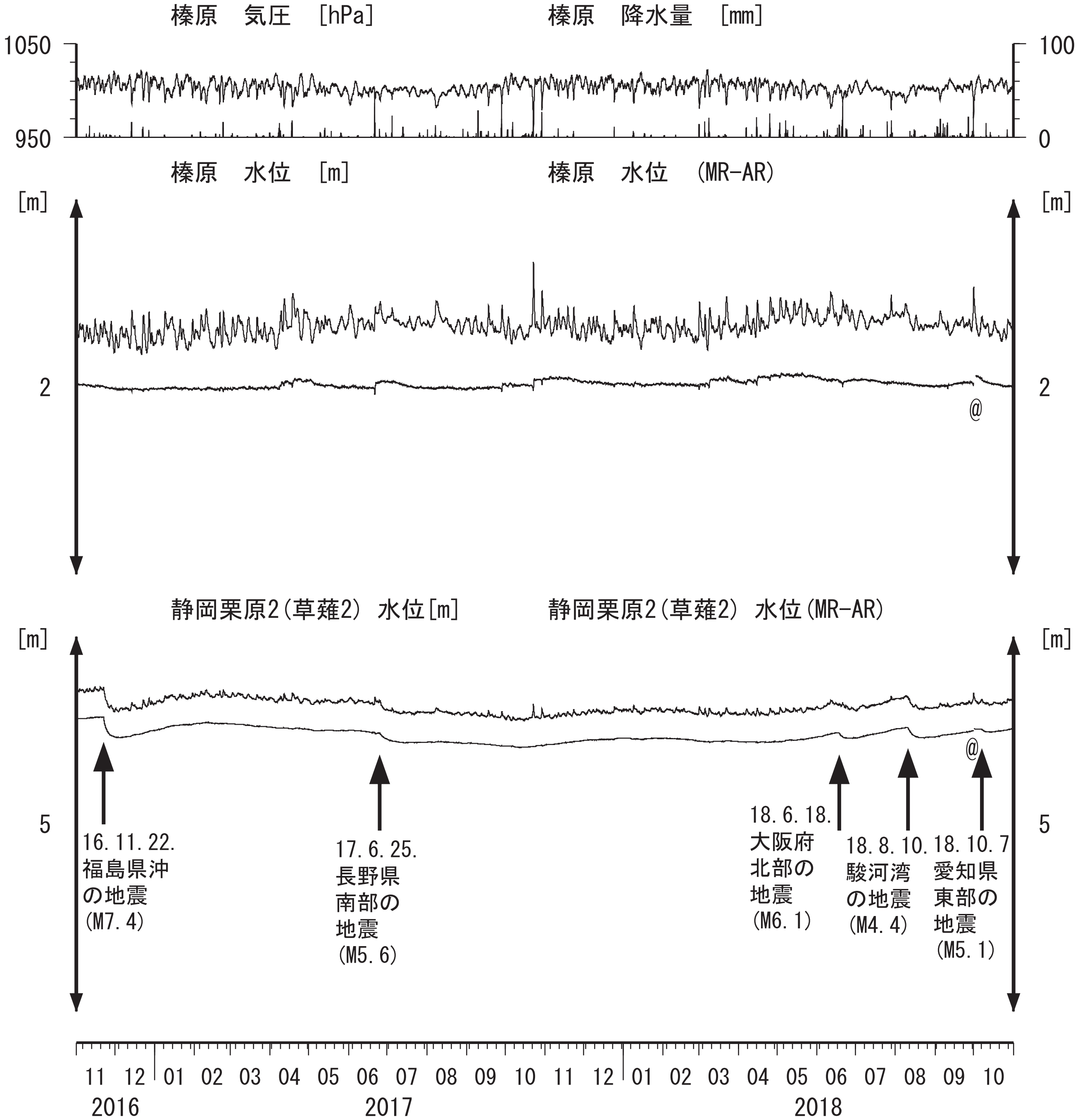


コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.
@;月初めの補正値のギャップは,
解析プログラムの見かけ上のものである.
2015年4月中旬に静岡栗原1の水位が
井戸管の広い部分まで上昇したので
それ以降の水位変化が
小さくなっている.

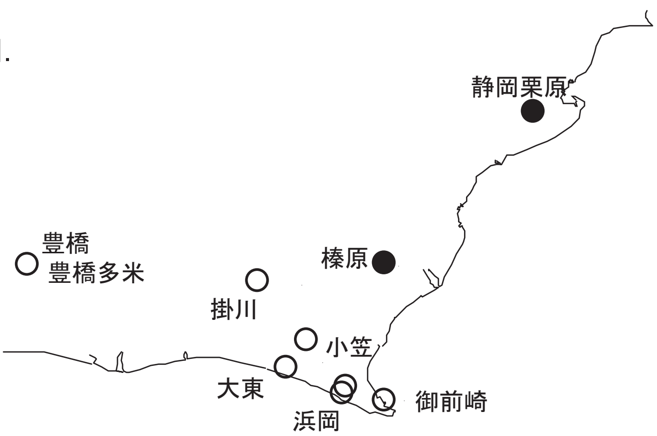




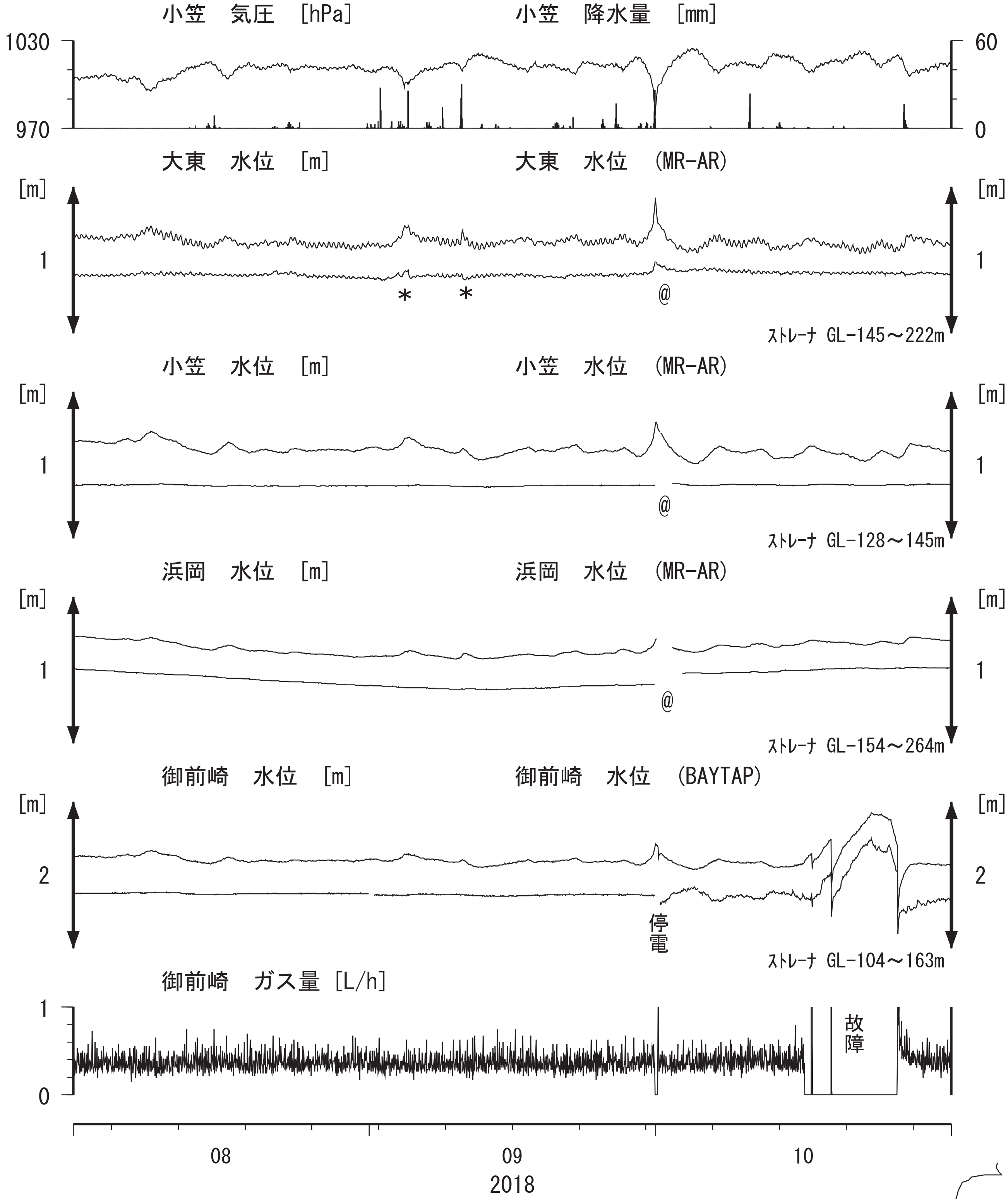
東海地域中部（榛原・草薙）長期　（時間値）
(2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



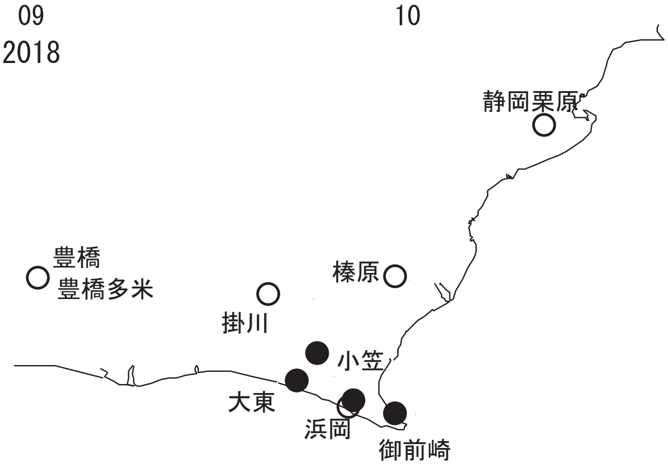
コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.
@;月初めの補正値のギャップは,
解析プログラムの見かけ上のものである.



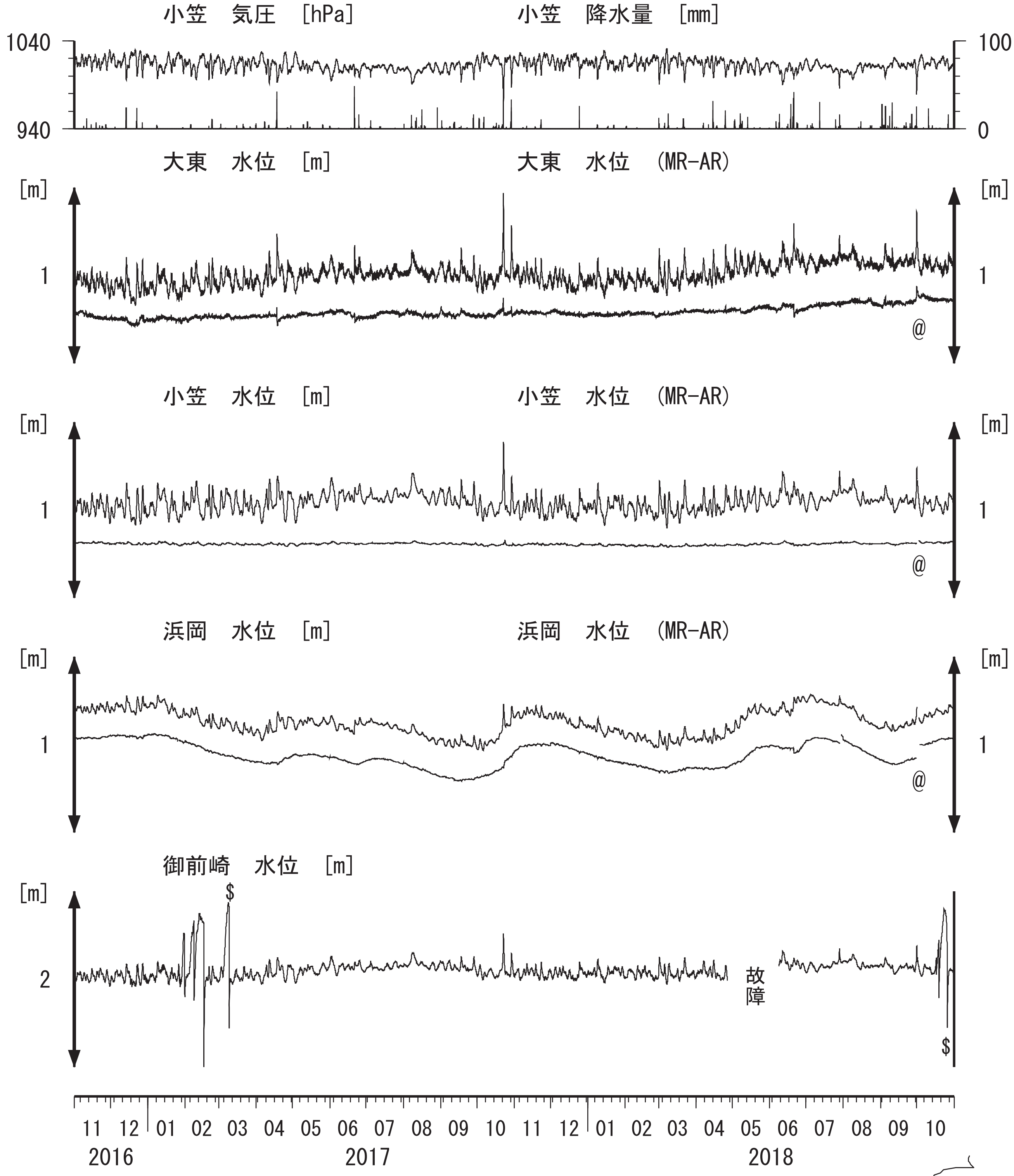
東海地域南部 地下水観測結果　中期　（時間値）
（2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）



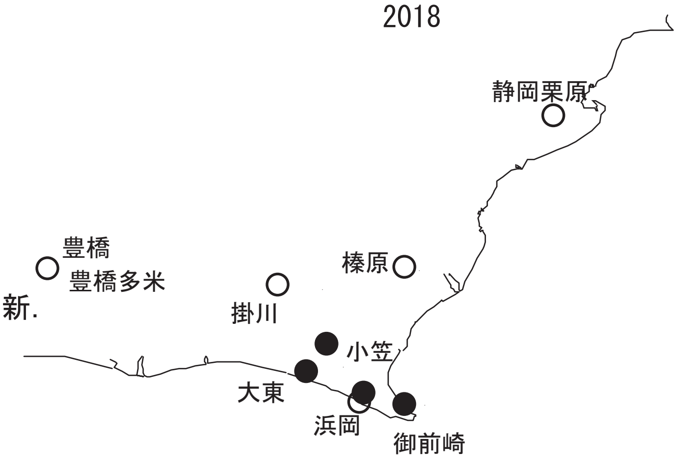
コメント：
＊;雨量補正不十分，$:保守．?;不明．
@;月初めの補正値のギャップは，
解析プログラムの見かけ上のものである．
2018年10月16～26日の御前崎水位は
ガス流量計の故障に起因すると思われる．



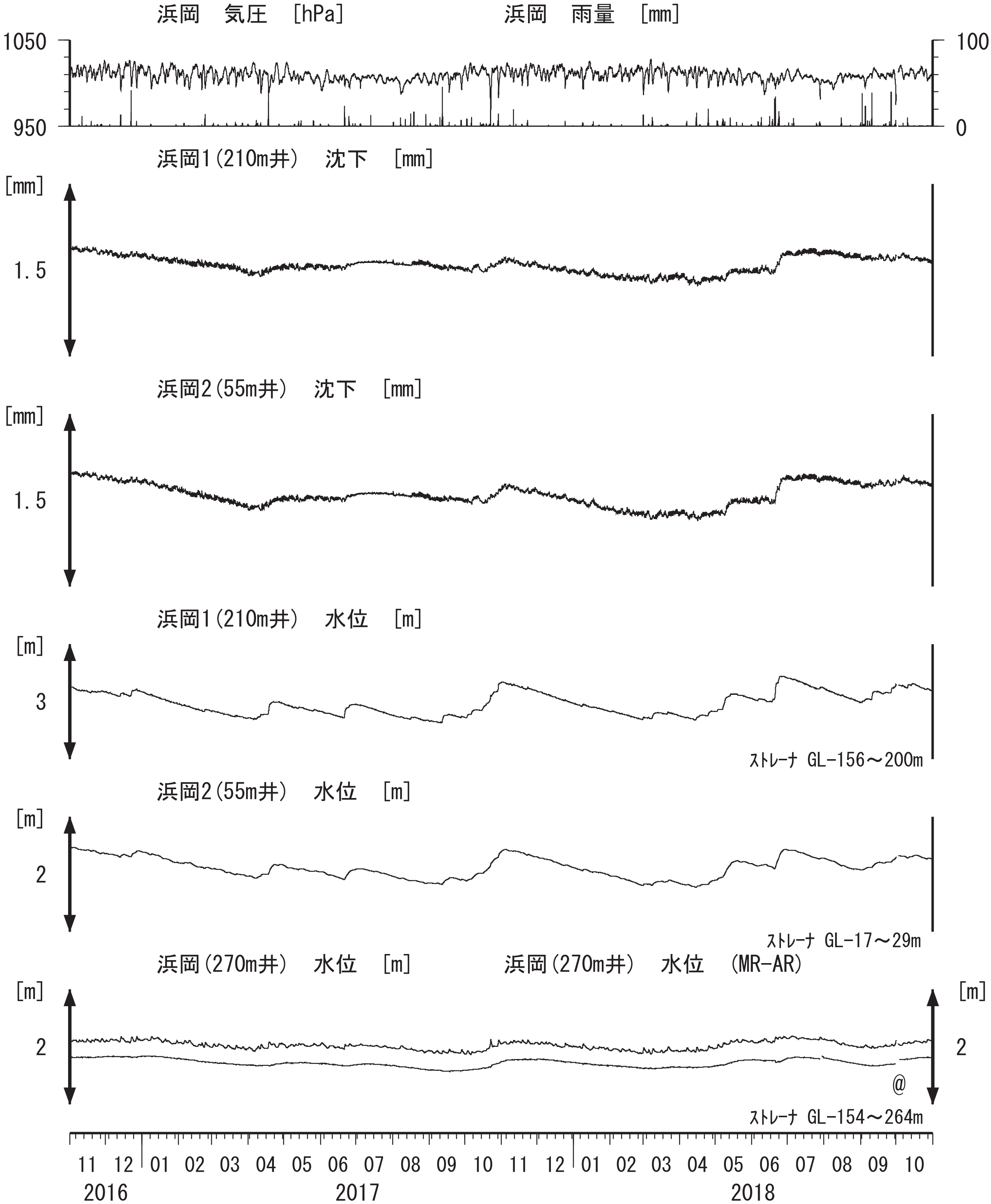
東海地域南部 地下水観測結果　長期　（時間値）
（2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00（JST））

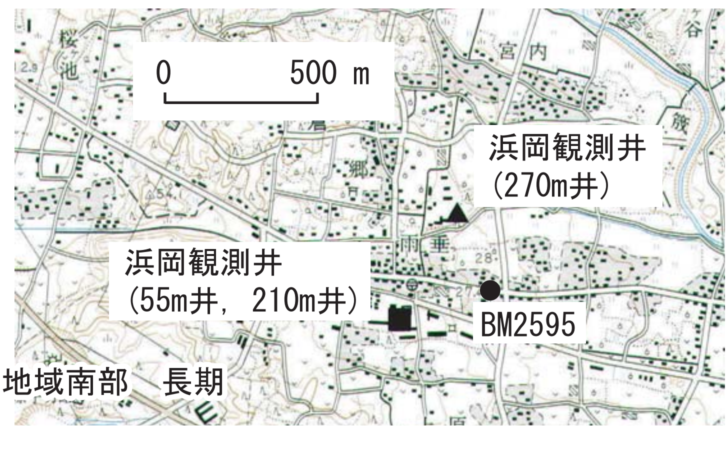


コメント：
＊;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.
@;月初めの補正値のギャップは,
解析プログラムの見かけ上のものである.
2017年2月16日に御前崎ガス流量システム更新.
2016年12月16日～2017年3月14日、
2018年10月16～26日の御前崎水位は
ガス流量計の故障に起因すると思われる.

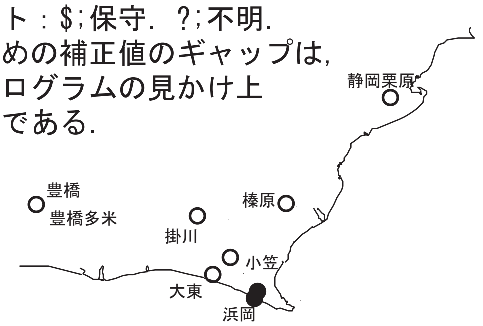


浜岡沈下・水位　（時間値）
（2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）

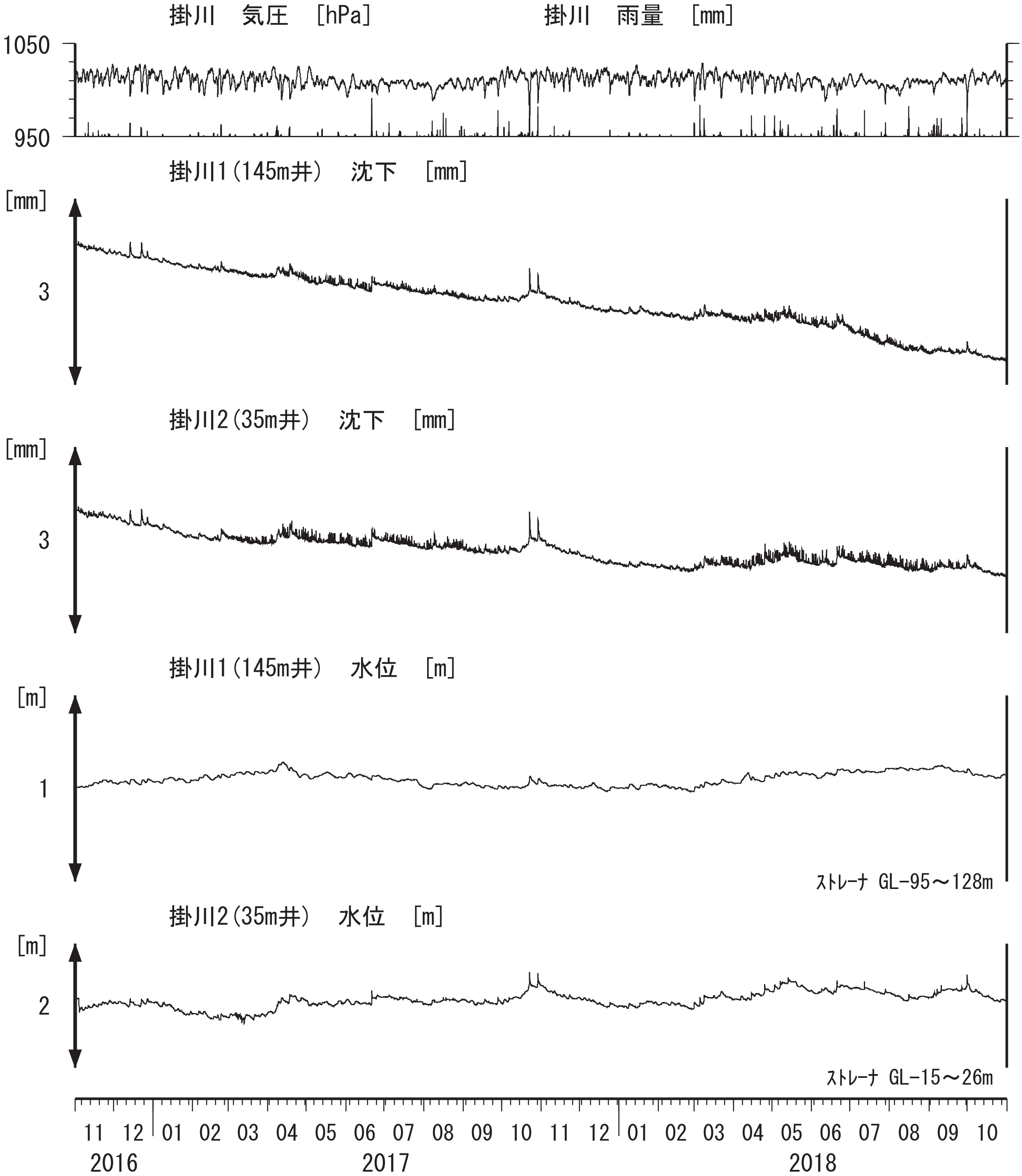




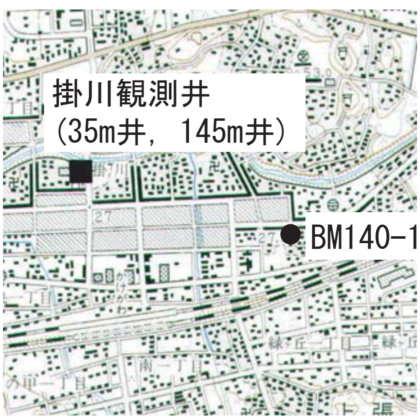
コメント：$;保守. ?;不明.
@;月初めの補正値のギャップは,
解析プログラムの見かけ上
のものである.

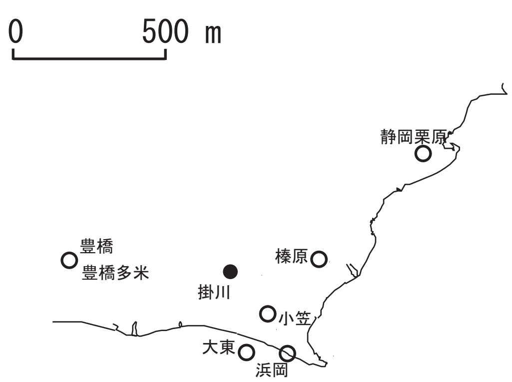


掛川沈下・水位　（時間値）
（2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）

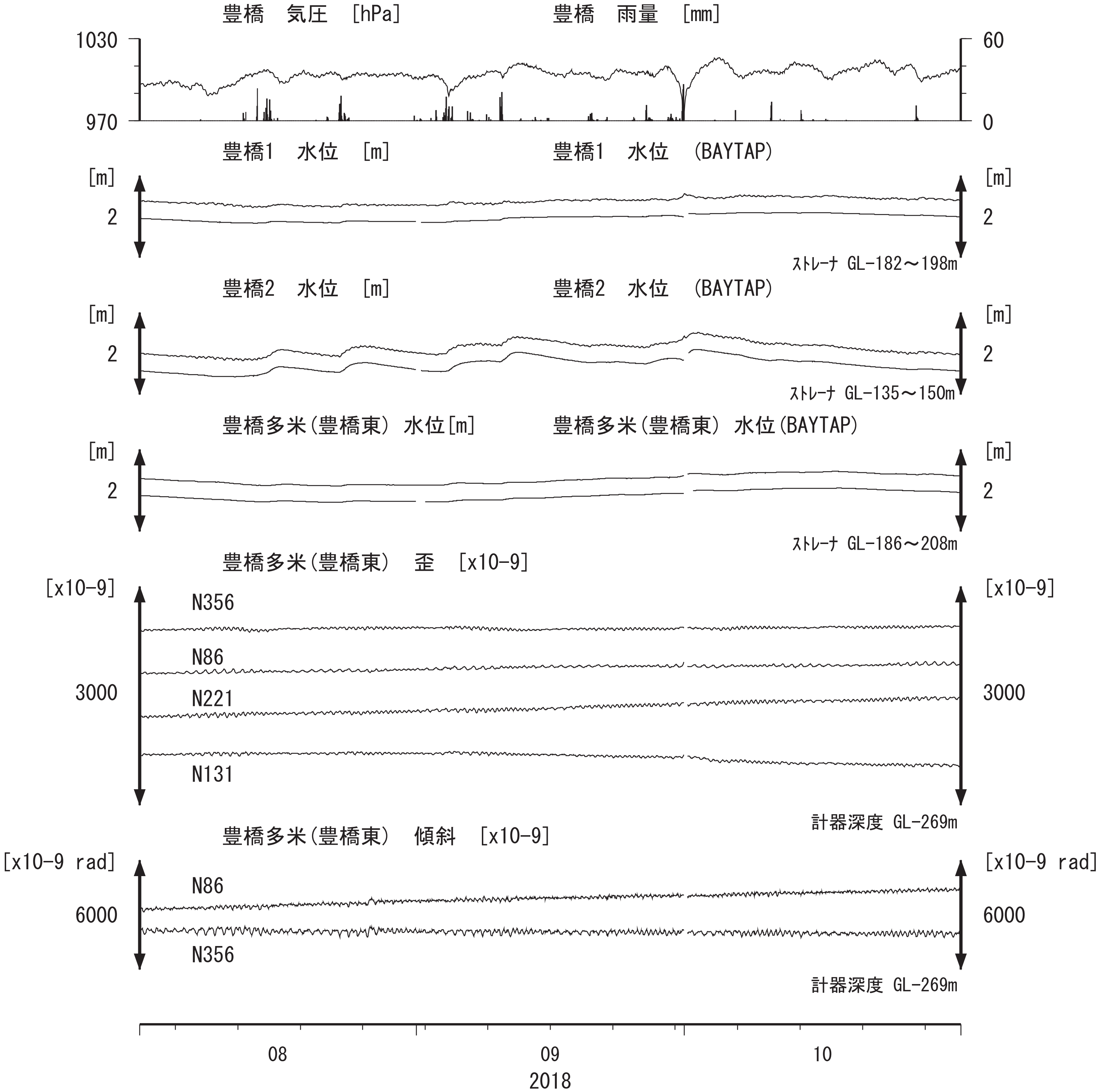


コメント：$;保守.
?;原因不明.

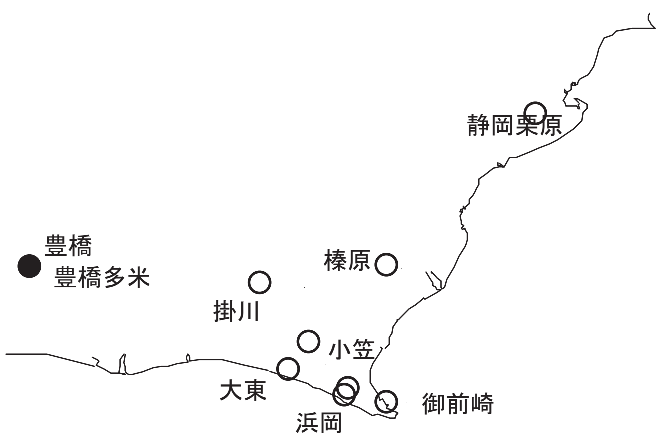




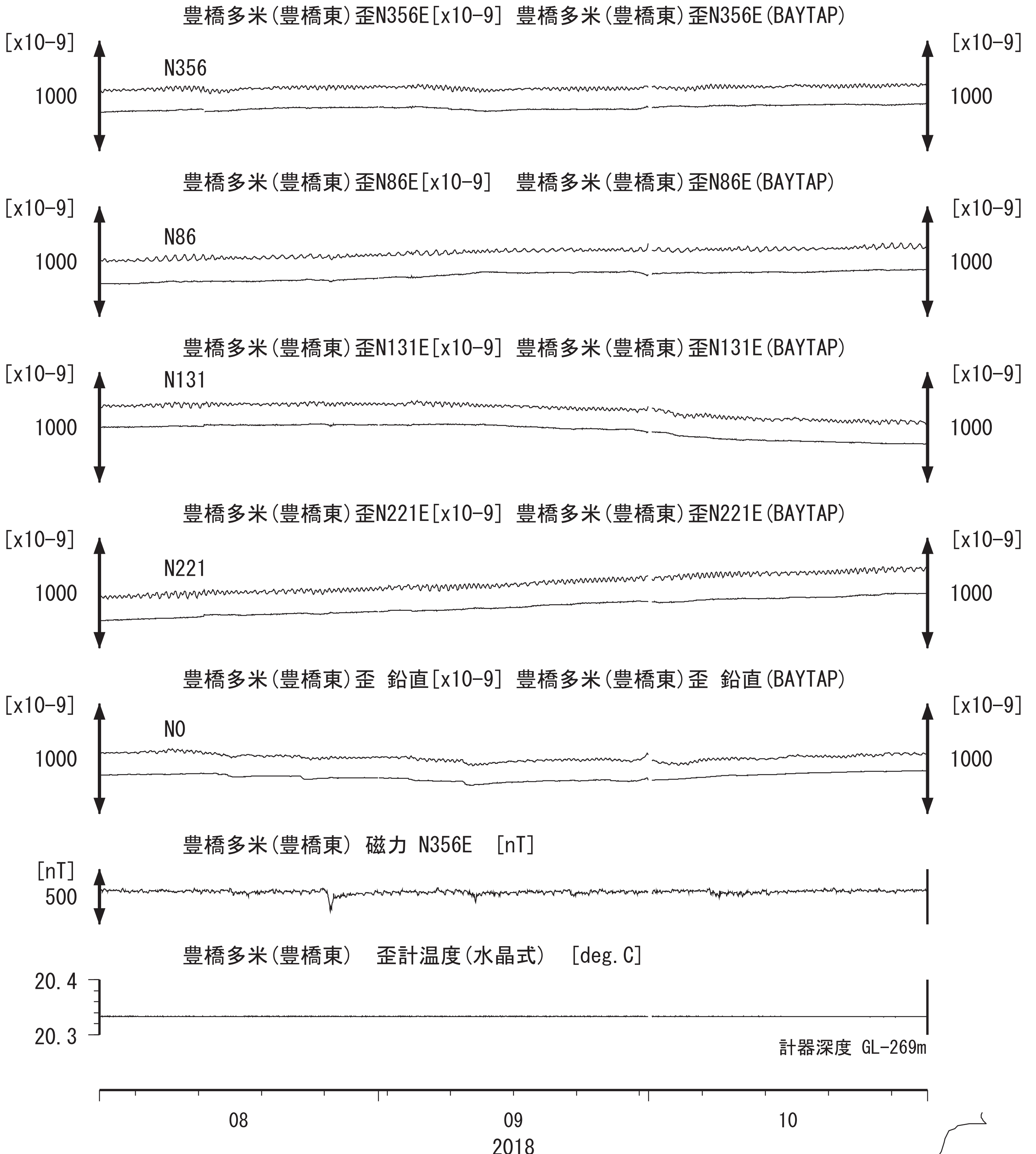
東海地域西部（豊橋・豊橋多米）中期　（時間値）
（2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）



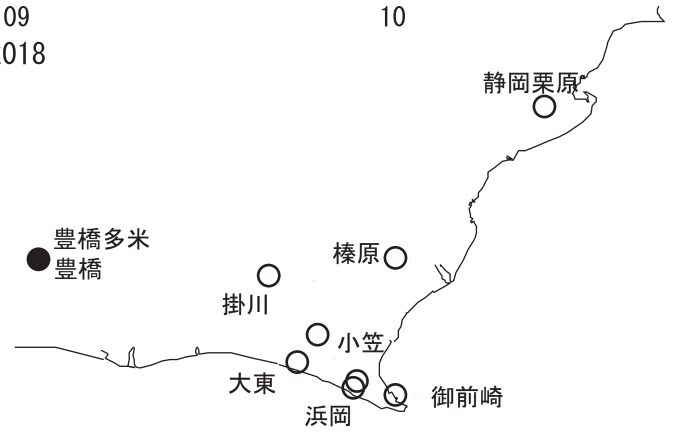
コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.



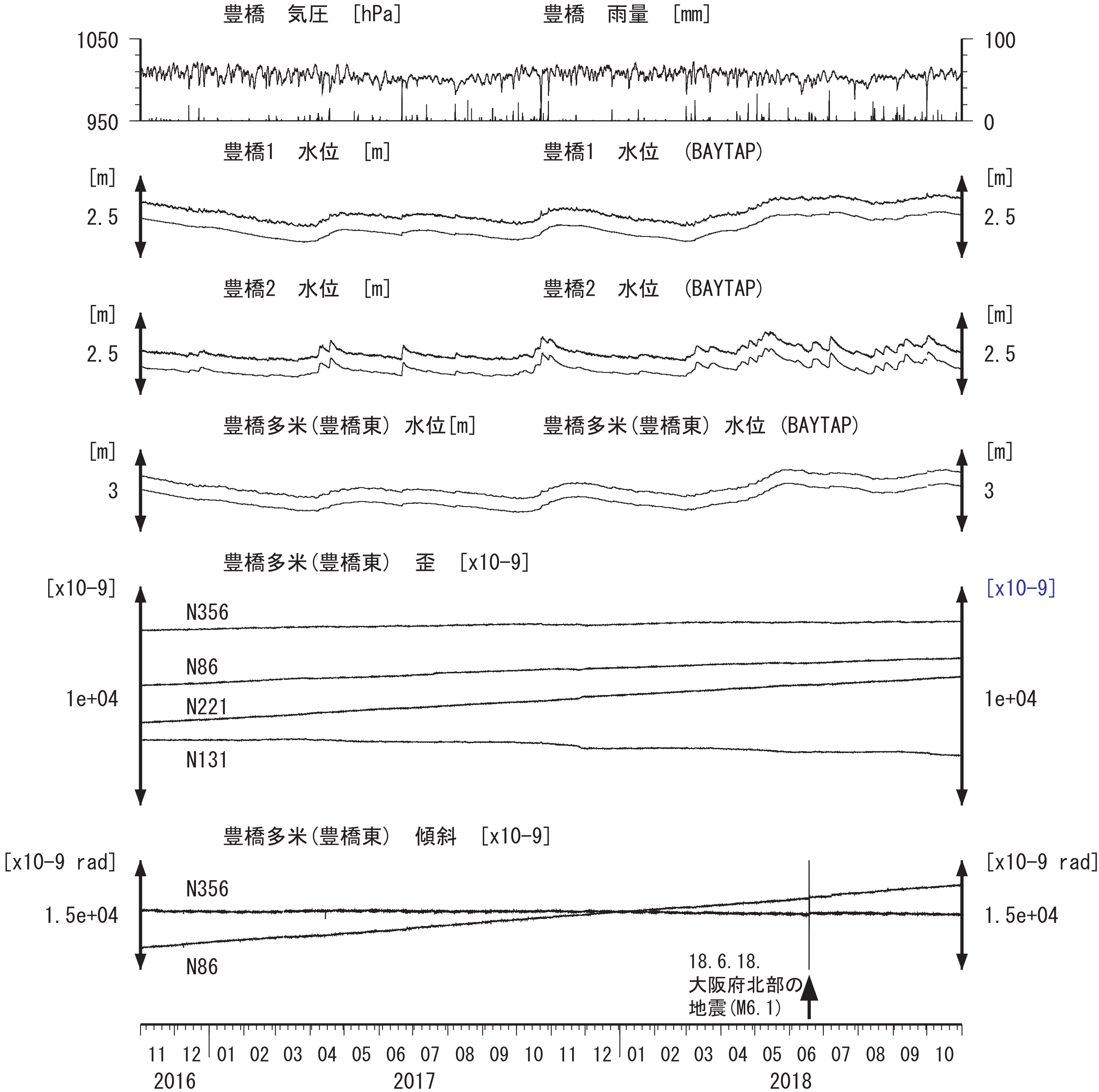
東海地域西部（豊橋多米　歪）中期　（時間値）
（2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 00:00（JST））



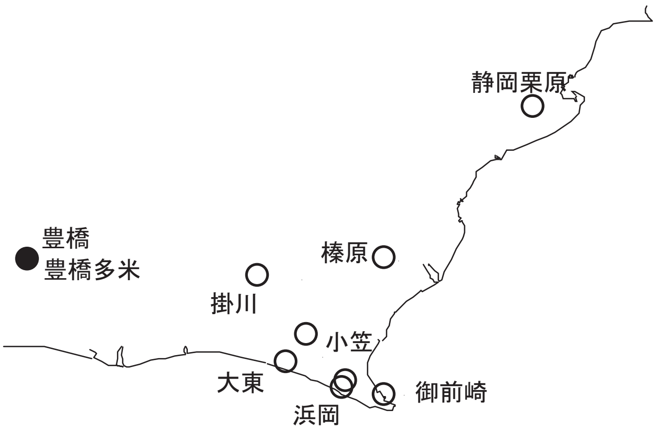
コメント：$*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.



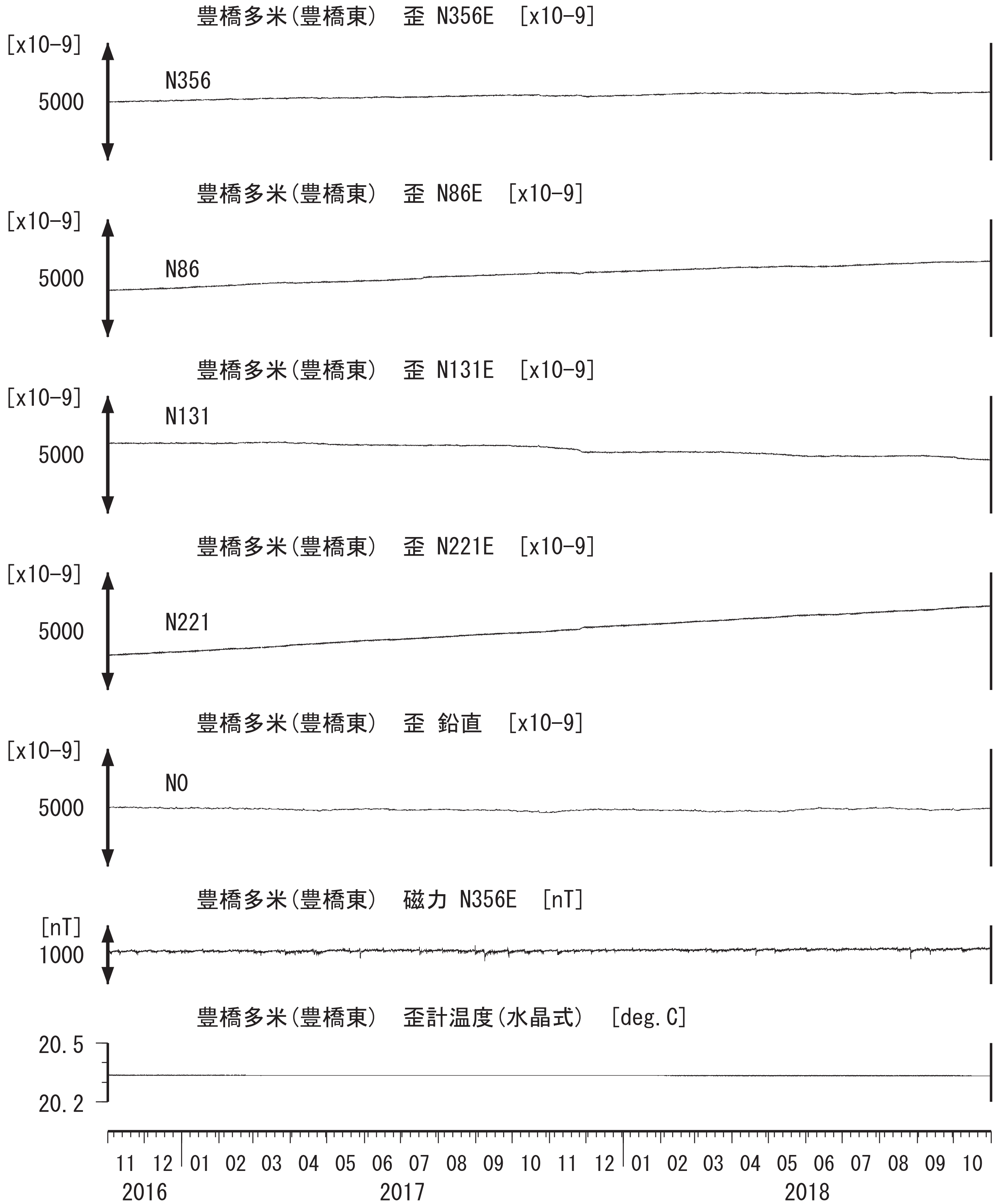
東海地域西部（豊橋・豊橋多米）長期　（時間値）
（2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）



コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.

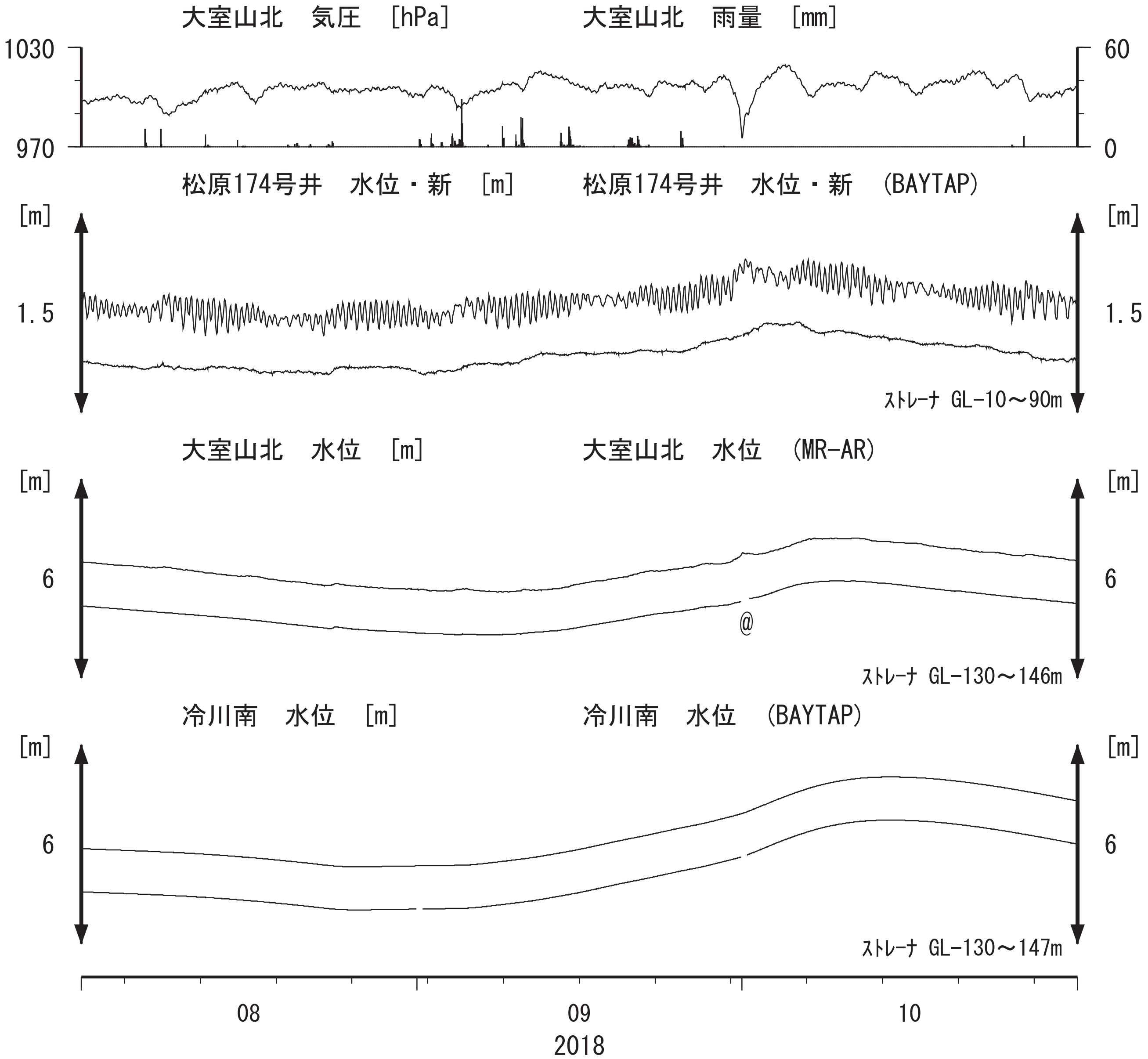


東海地域西部（豊橋多米　歪）長期　（時間値）
（2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00（JST））



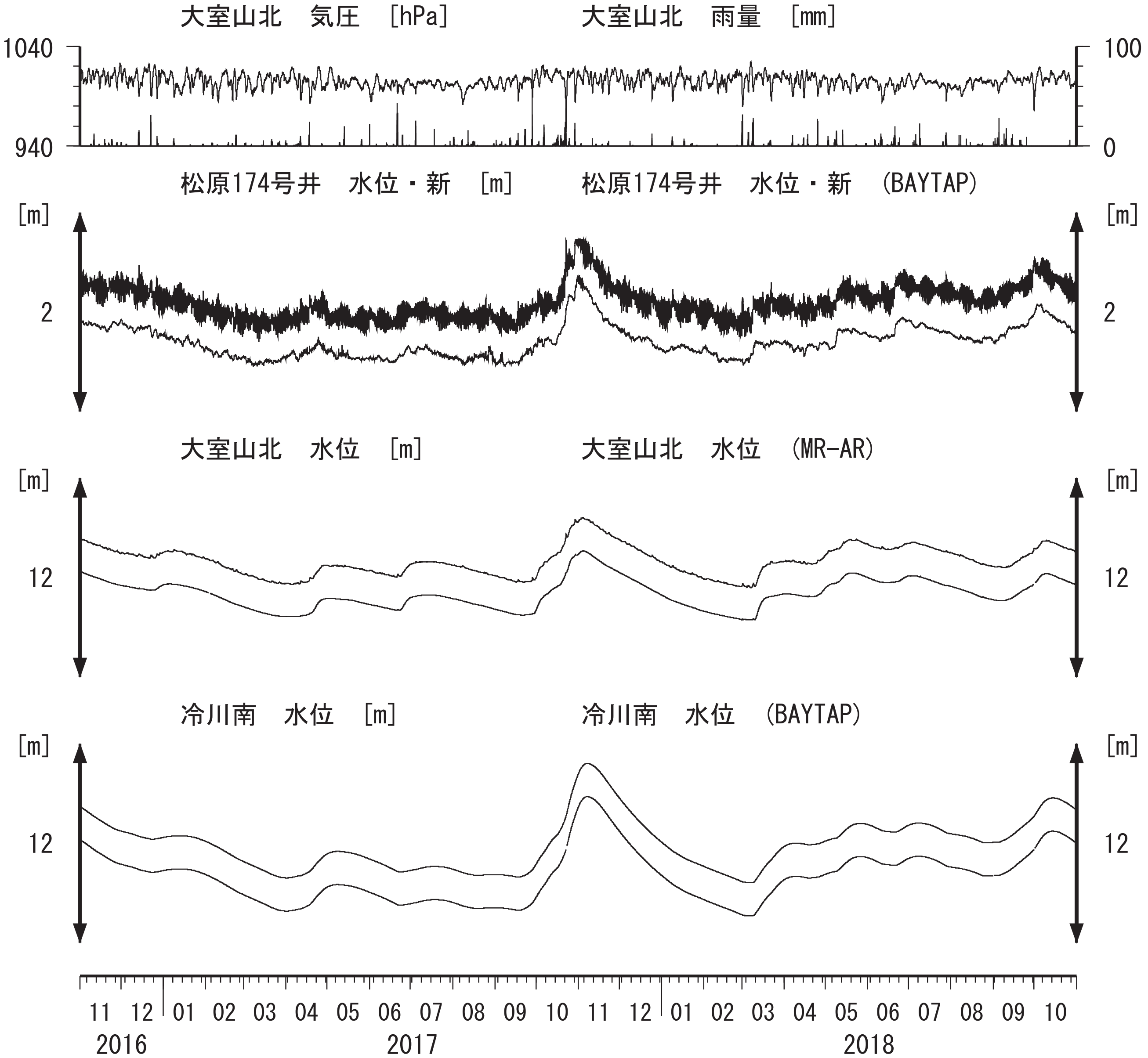
コメント：$;保守.　?;原因不明.

伊豆半島東部 地下水位　中期　（時間値）
(2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



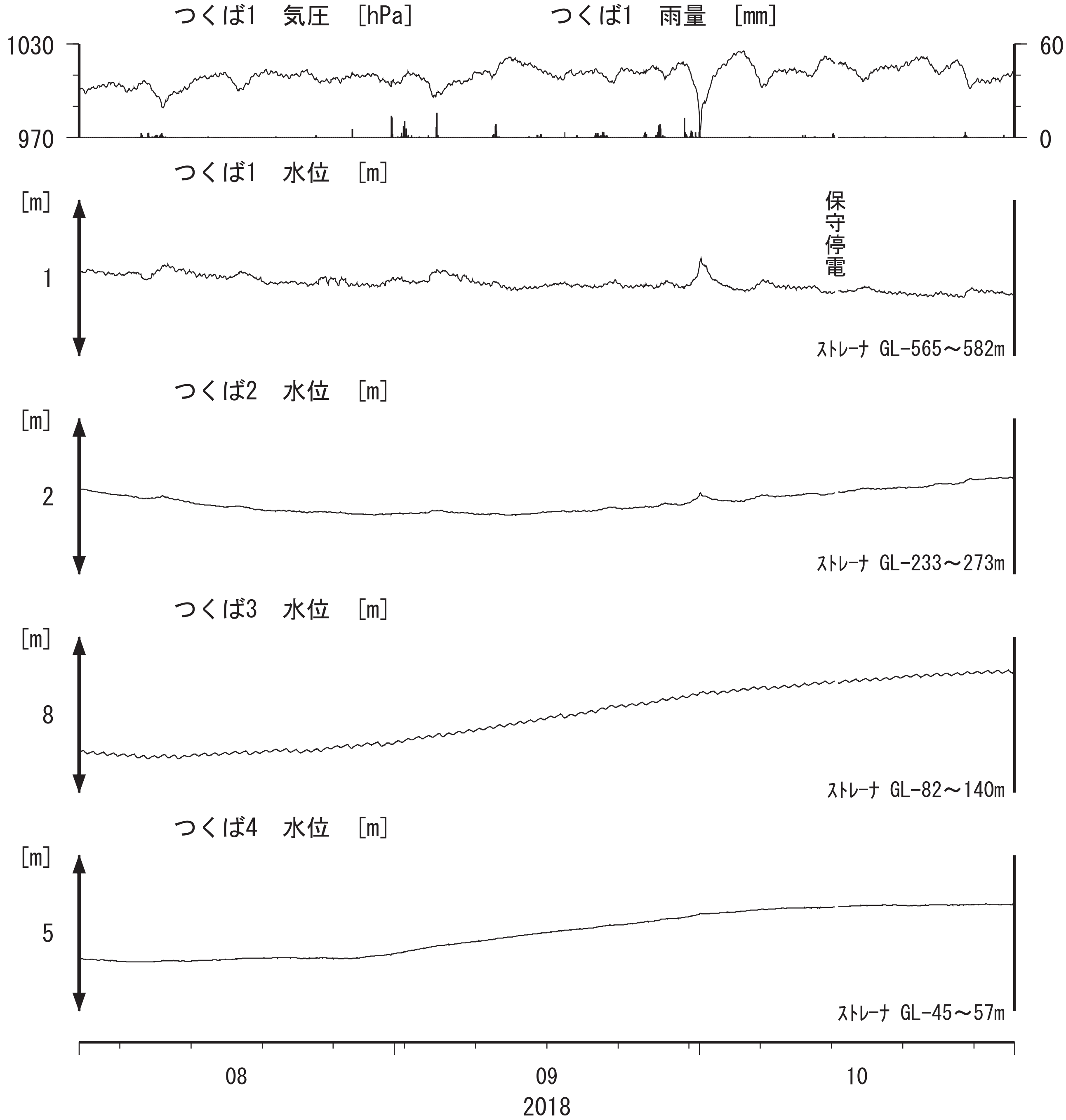
コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.
@;月初めの補正値のギャップは,
解析プログラムの見かけ上のものである.
松原174号井は静岡県による観測.
松原174の水位計が長期的にドリフトしていることが
分かったので, 2014年7月4日に新水位計を設置し,
更に2017年10月12日に交換した.

伊豆半島東部 地下水位　長期　（時間値）
(2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



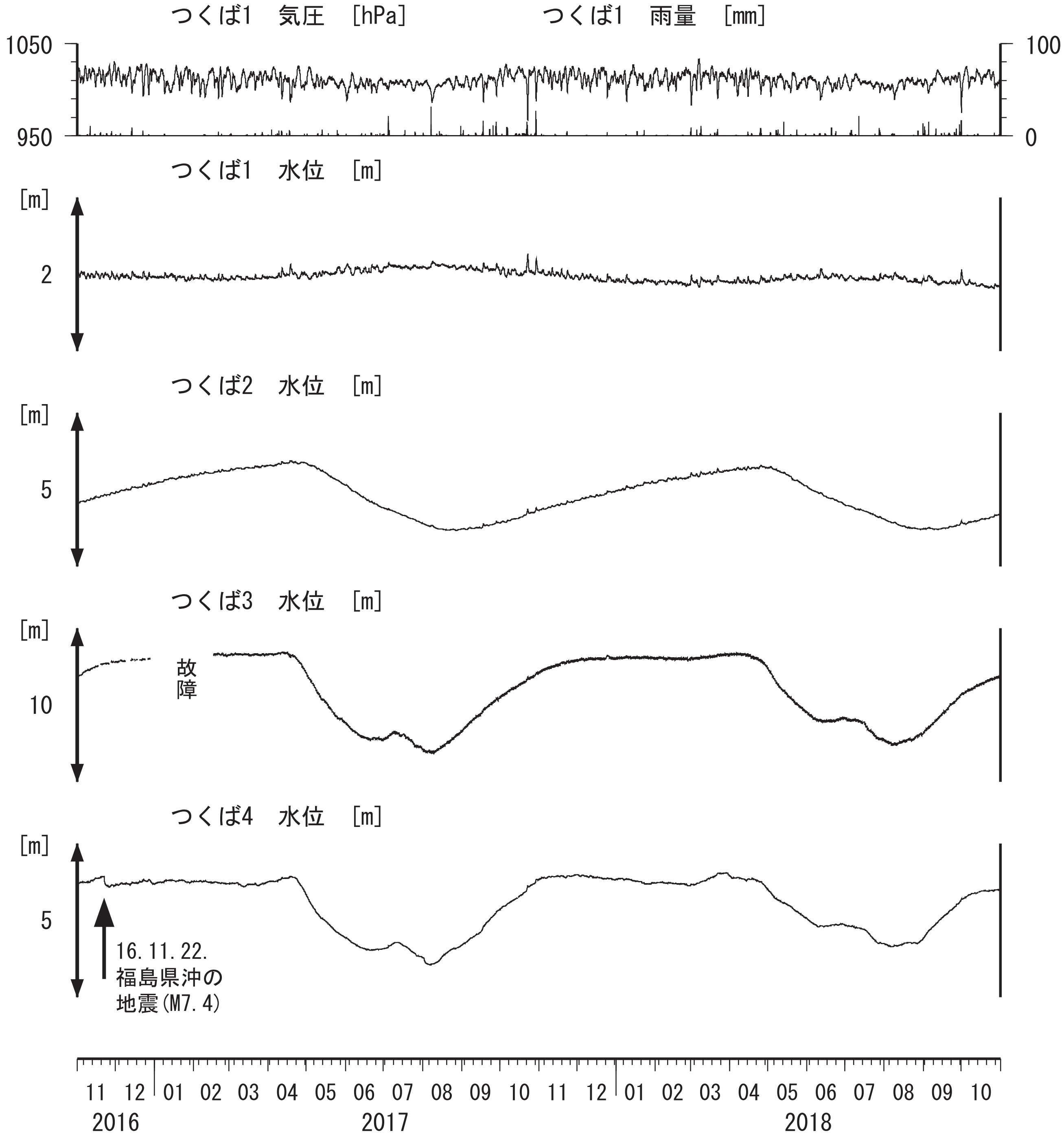
コメント：＊;雨量補正不十分．$;保守．?;不明．
松原174号井は静岡県による観測．
松原174水位計が長期的にドリフトしていることが
分かったので，2014年7月4日に新水位計を設置し，
更に2017年10月12日に交換した．
松原174の水位は2017年10月29日～11月6日頃まで
断続的に管頭から水があふれた．

関東地域 地下水観測結果　中期　（時間値）
（2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST)）



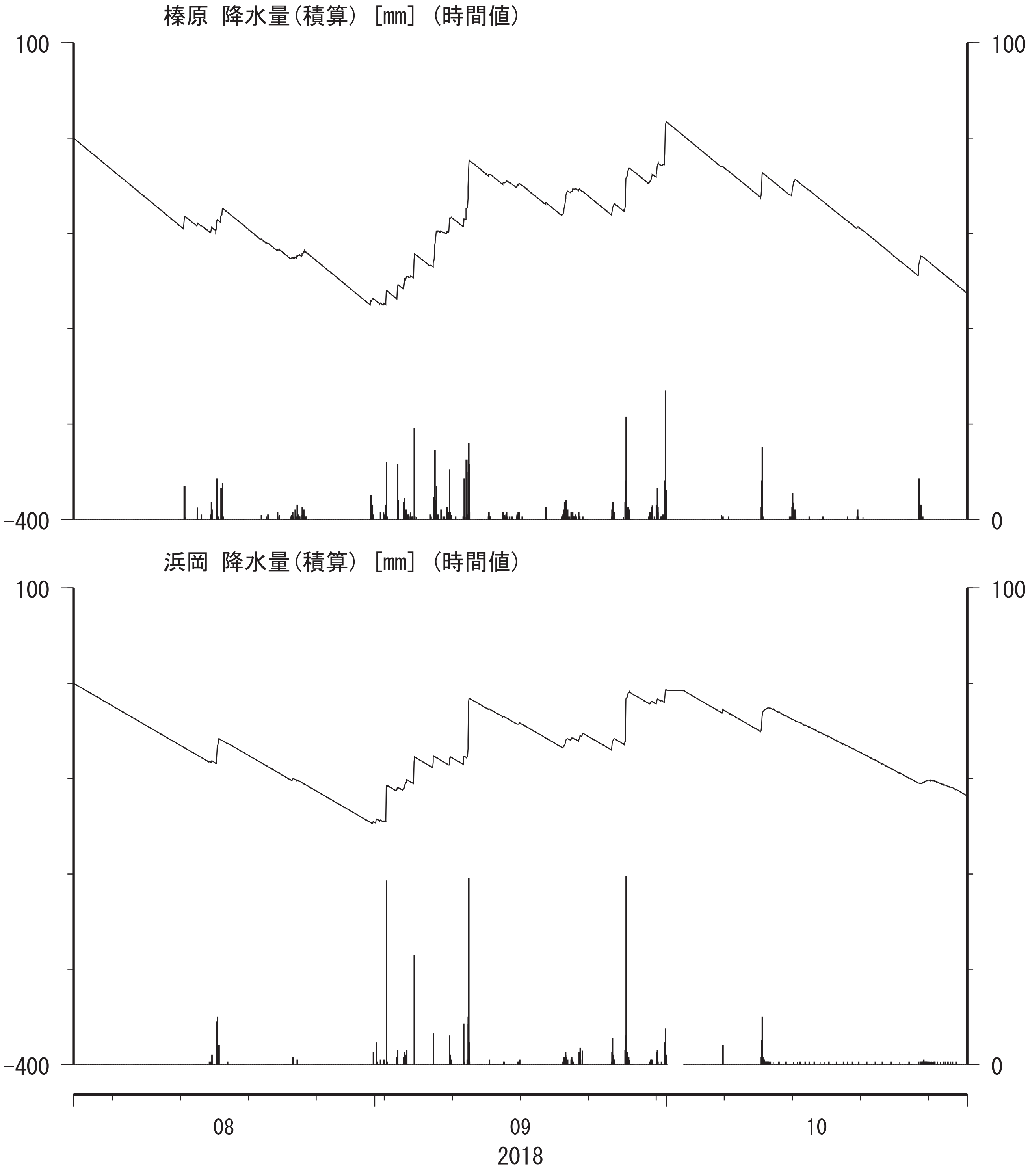
コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.
　つくば2～4の水位が, 例年春～秋に低下するのは,
　周囲の揚水によると考えられる.
　つくば3の水位が2014年10月7～16日に異常なのは,
　データロガーの不良のためと考えられる.

関東地域 地下水観測結果　長期　（時間値）
(2016/11/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



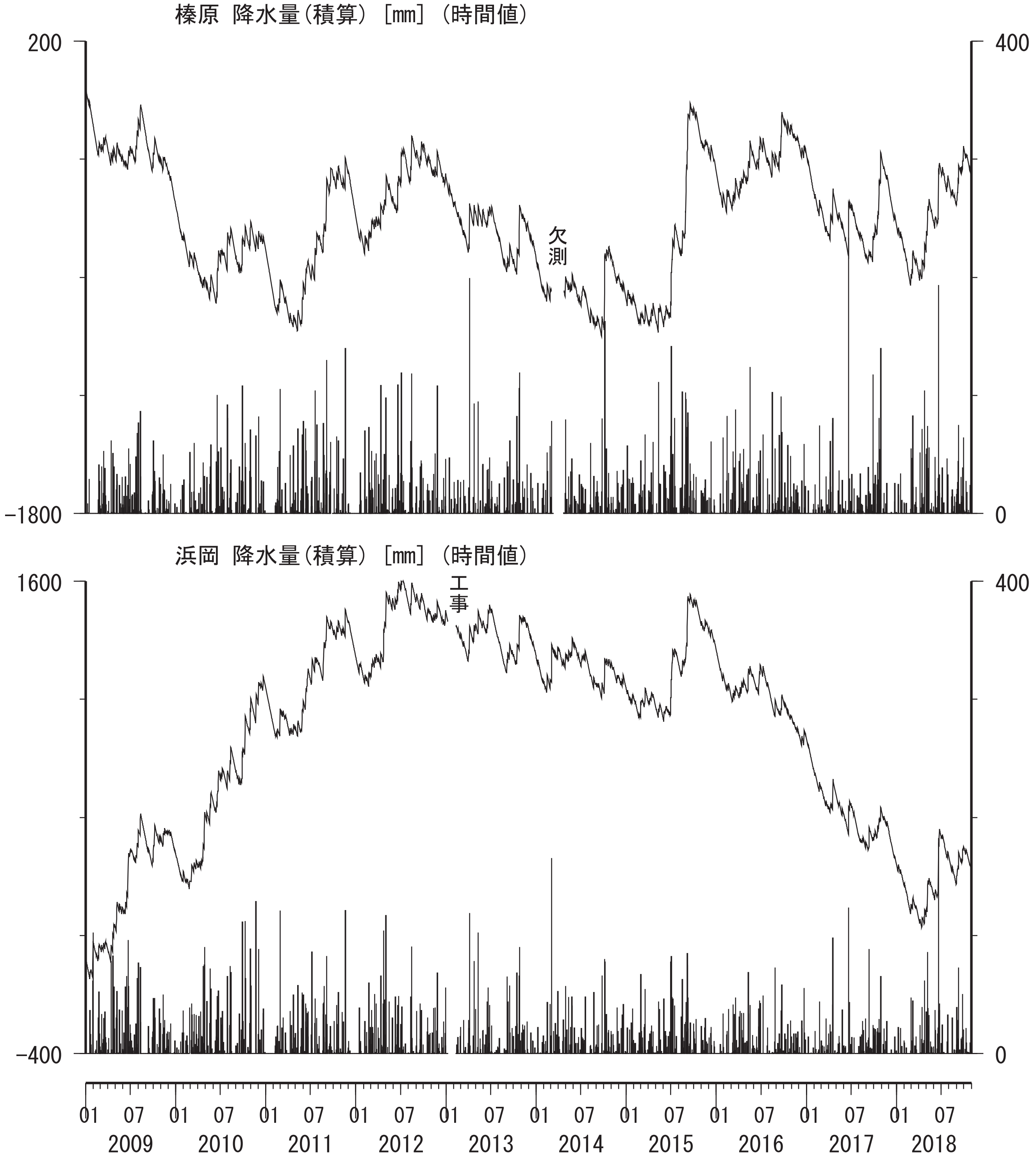
コメント：*;雨量補正不十分. $;保守. ?;不明.
つくば2～4の水位が，例年春～秋に低下するのは，
周囲の揚水によると考えられる.
2012年7月頃から不調だった孔4水位計は
2013年3月13日に交換した.
つくば3の水位が2014年10月7～16日に異常なのは，
データロガーの不良のためと考えられる.

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]
(2018/08/01 00:00 - 2018/11/01 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 - 2018/11/01 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（2018 年 8 月～2018 年 10 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（2018 年 8 月～2018 年 10 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．

前回（2018年8月分）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5月～2018年10月における歪・傾斜・地下水位の1時間値の生データ（上線）と補正値（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以外の補正値は，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の補正値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．

2018年8月8日から11日頃に四国中部において微動活動が観測された（図37）。図38は微動活動周辺の産総研・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，2018年7月21日から8月7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。

図39は図38[A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果（Mw 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3月6日から9日（Mw 5.9；図38の灰色矩形1），2018年3月10日から17日（Mw 6.1；同2）である。

2018年9月19日午後から30日午前頃に奈良県東部～三重県北部において微動活動が観測された（図40）。図41は微動活動周辺の産総研・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，2018年9月4日から9月19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。

図42～45はそれぞれ図41[A]～[D]の変化を説明する短期的SSEの推定結果（順にMw 5.8, 5.4, 5.5, 5.8）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， 2017年11月15から17日（Mw 5.8；図42～45の灰色矩形1），2017年11月18日から19日（Mw 5.6；同2），2017年11月20日から23日午前（Mw6.1；同3），2017年11月23日午後から25日（Mw5.7；同4），2017年11月26日から27日（Mw5.7；同5），2018年2月11日午後から14日午前（Mw5.6；同6）である。

2018年9月19日午後から30日午前までの紀伊半島側での深部低周波地震活動（図46）と短期的SSE（図49～51の赤色破線矩形A, B, C, D）の発生に続いて，深部低周波地震活動が10月7日から10日頃に愛知県中部付近で，10月13日から15日頃に愛知県と長野県の県境付近で観測された（図46）。また，10月2日から15日頃まで，三重県～愛知県～静岡県～長野県において歪・傾斜変化が観測された（図47, 48）。図47, 48は三重県・愛知県・静岡県・長野県の産総研・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，2018年9月18日から10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。

図49～51はそれぞれ図47, 48[E]～[G]の変化を説明する短期的SSEの推定結果（順にMw 5.4, 5.7, 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，2017年11月28日から30日午前（Mw5.9；図49～51の灰色矩形1），2017年11月30日午後から12月5日（Mw5.7；同2），2018年6月19日午後から25日午前（Mw5.9；同3），2018年6月26日午後から29日午前（Mw5.6；同4）である。

2018年9月29日午後から10月6日頃に豊後水道～四国西部において深部低周波地震活動が観測された（図52）。図53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，2018年9月15日から9月29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。

図54～56はそれぞれ図53[A]～[C]の変化を説明する短期的SSEの推定結果（順にMw 5.8, 5.9, 5.8）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7月10日から17日（Mw6.0；図54～56の灰色矩形1），2018年7月18日から21日（Mw5.9；同2），2018年7月22日から25日（Mw5.7；同3），2018年8月8日から11日（Mw5.5；同4）である。

2018年10月10日午後から15日頃に四国中部～東部において深部低周波地震活動が観測された（図57）。図58は四国4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，2018年10月7日から10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。

図59はそれぞれ図58[A]の変化を説明する短期的SSEの推定結果（Mw 5.8）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，2017年11月3日から5日（Mw5.4；図59の灰色矩形1），2018年3月10日から17日（Mw6.1；同2），2018年3月18日から24日（Mw5.6；同3），2018年8月8日から11日（Mw5.5；同4）である。

2018年10月31日以降，四国中部～東部において深部低周波地震活動が観測され，継続中である（図60）。図61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，2018年10月21日から30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。

図62, 63はそれぞれ図61[A], [B]の変化を説明する短期的SSEの推定結果（Mw 5.5, 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，2017年11月3日から5日（Mw5.4；図62, 63の灰色矩形1），2018年3月10日から17日（Mw6.1；同2），2018年3月18日から24日（Mw5.6；同3），2018年8月8日から11日（Mw5.5；同4），2018年10月10日午後から15日(Mw5.8；同5)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．微動活動も参考にして，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

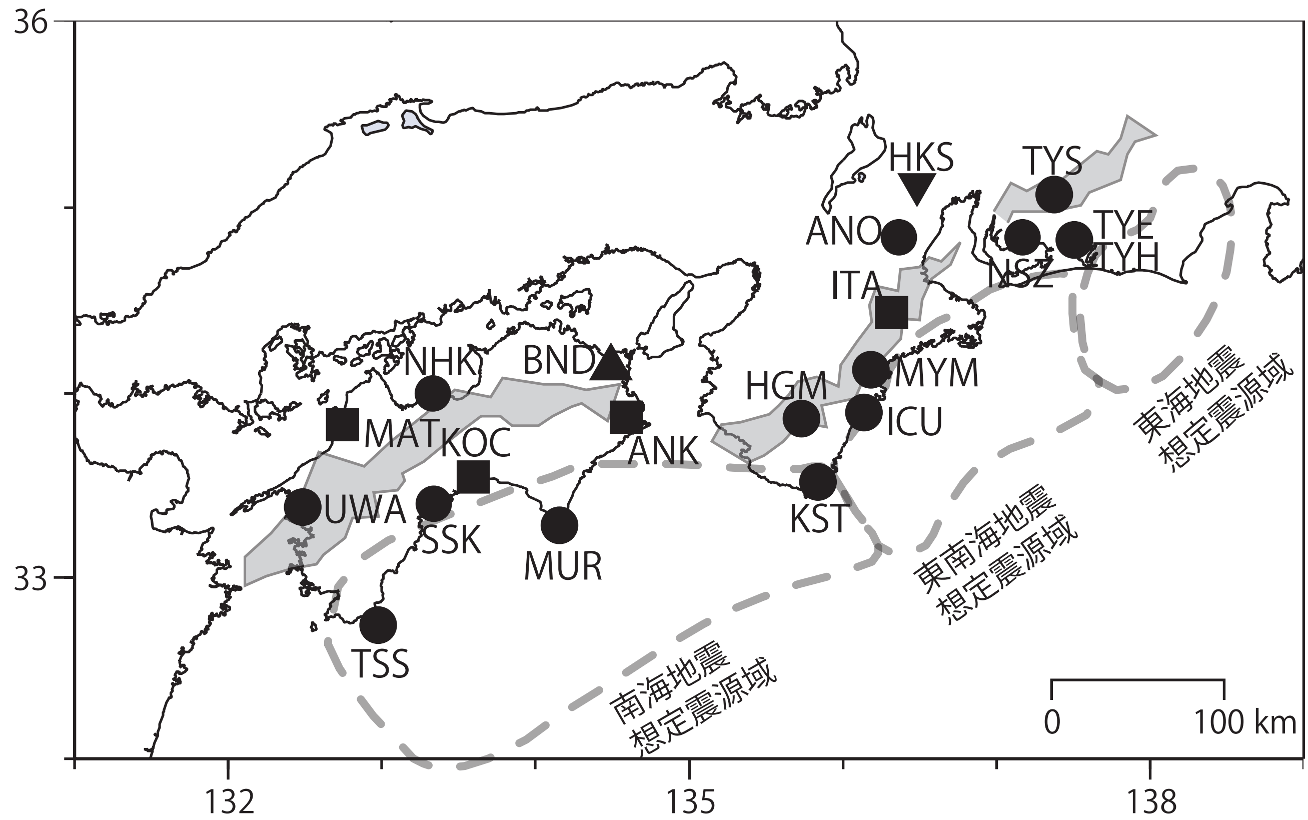
50mmを超える時期を除く)の24時間階差の2σとした.
深部低周波微動の検出・震源決定には，エンベロープ相関法を用いている.

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. 微動の解析には，防災科研Hi-net，気象庁，東京大学，京都大学，名古屋大学，高知大学，九州大学の地震波形記録を使用しました. 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.

(板場智史・落唯史・北川有一・武田直人・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2*, **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.

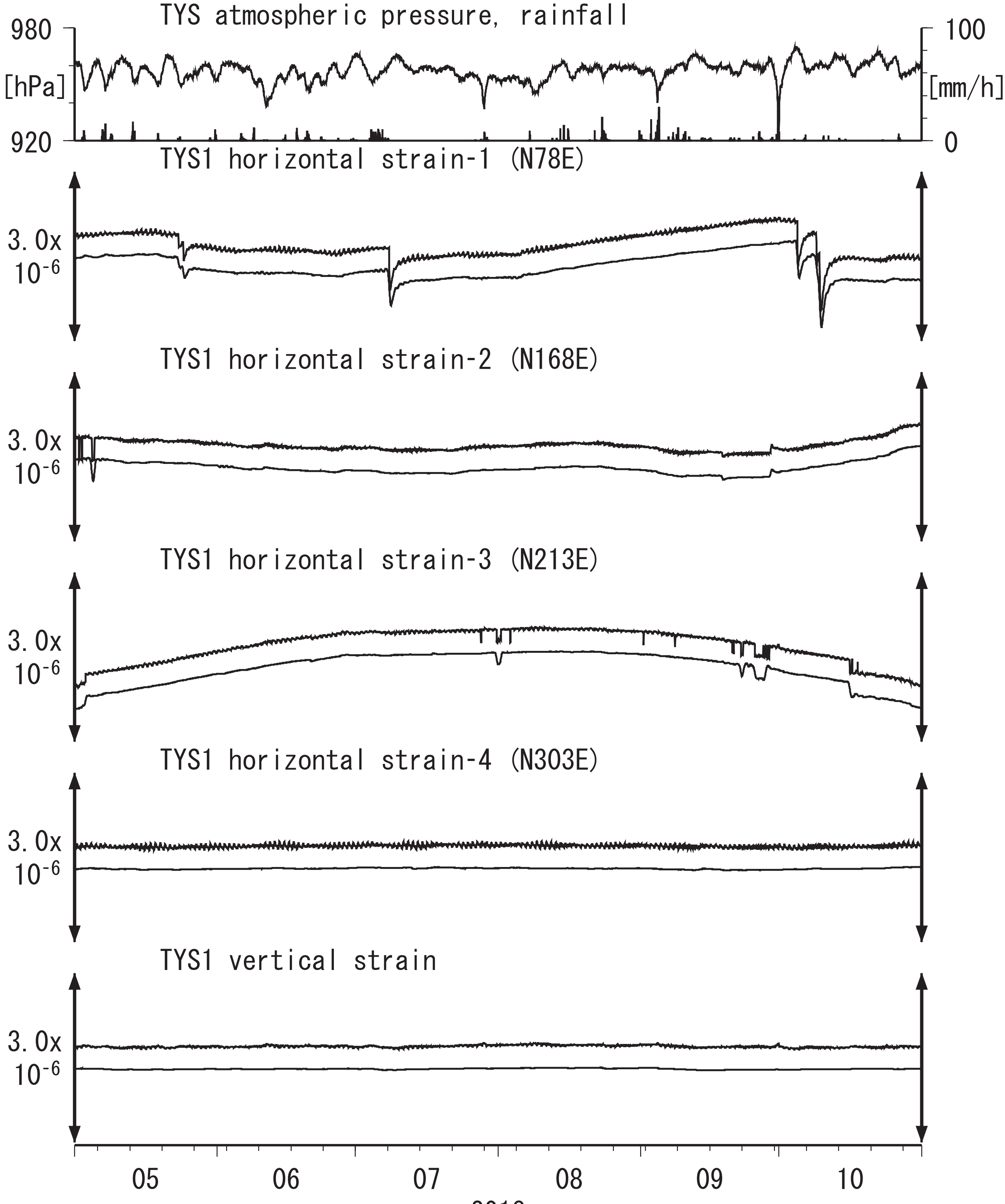


第1図: 地下水位観測点の分布図（●・■・▲・▼）。●はデジタル方式の石井式歪計・傾斜計 併設している新規観測点、■はGladwin式歪計・ミツトヨ式傾斜計を併設している新規観測点、▲はアナログ方式の石井式歪計を併設している既存の観測点。▼は既存の地下水観測点。灰色の領域は短期的SSE及び深部低周波微動が定常的に発生していると考えられる地域。

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。

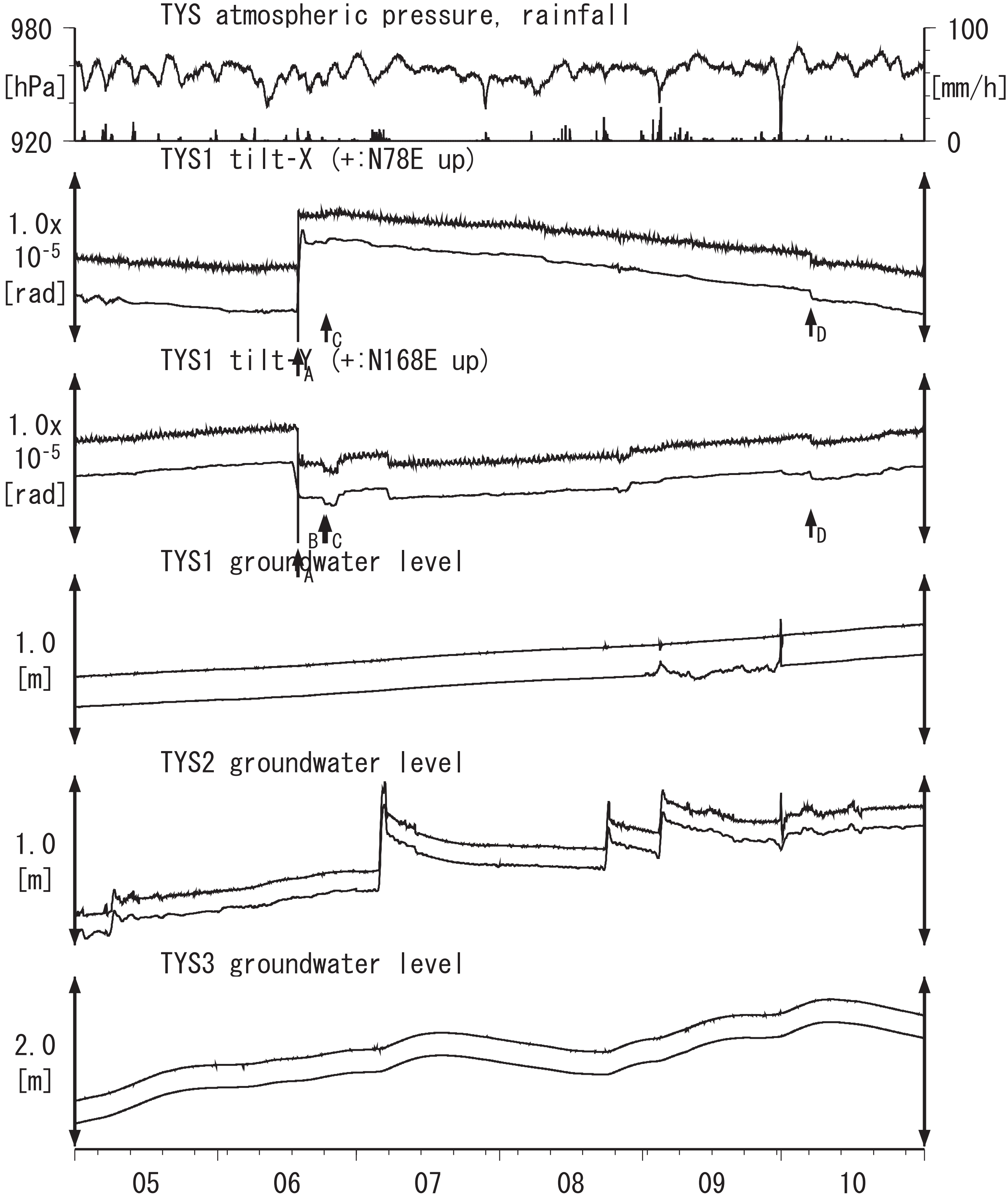
3文字コード (変更無し)	旧名称		新名称	新名称 ふりがな	市区町村	図
TYS	豊田下山	→	豊田神殿	とよたかんどの	愛知県豊田市	2,3
NSZ	西尾善明	変更無し	西尾善明	にしおぜんみょう	愛知県西尾市	4,5
TYE	豊橋東	→	豊橋多米	とよはしため	愛知県豊橋市	6,7
HKS	北勢	→	北勢	ほくせい	三重県いなべ市	9
ANO	安濃	→	津安濃	つあのう	三重県津市	8,9
ITA	飯高赤桶	→	松阪飯高	まつさかいいたか	三重県松阪市	10,11
MYM	海山	→	紀北海山	きほくみやま	三重県北牟婁郡紀北町	12,13
ICU	井内浦	→	熊野磯崎	くまのいそざき	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	にいはまくろしま	愛媛県新居浜市	35,36

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

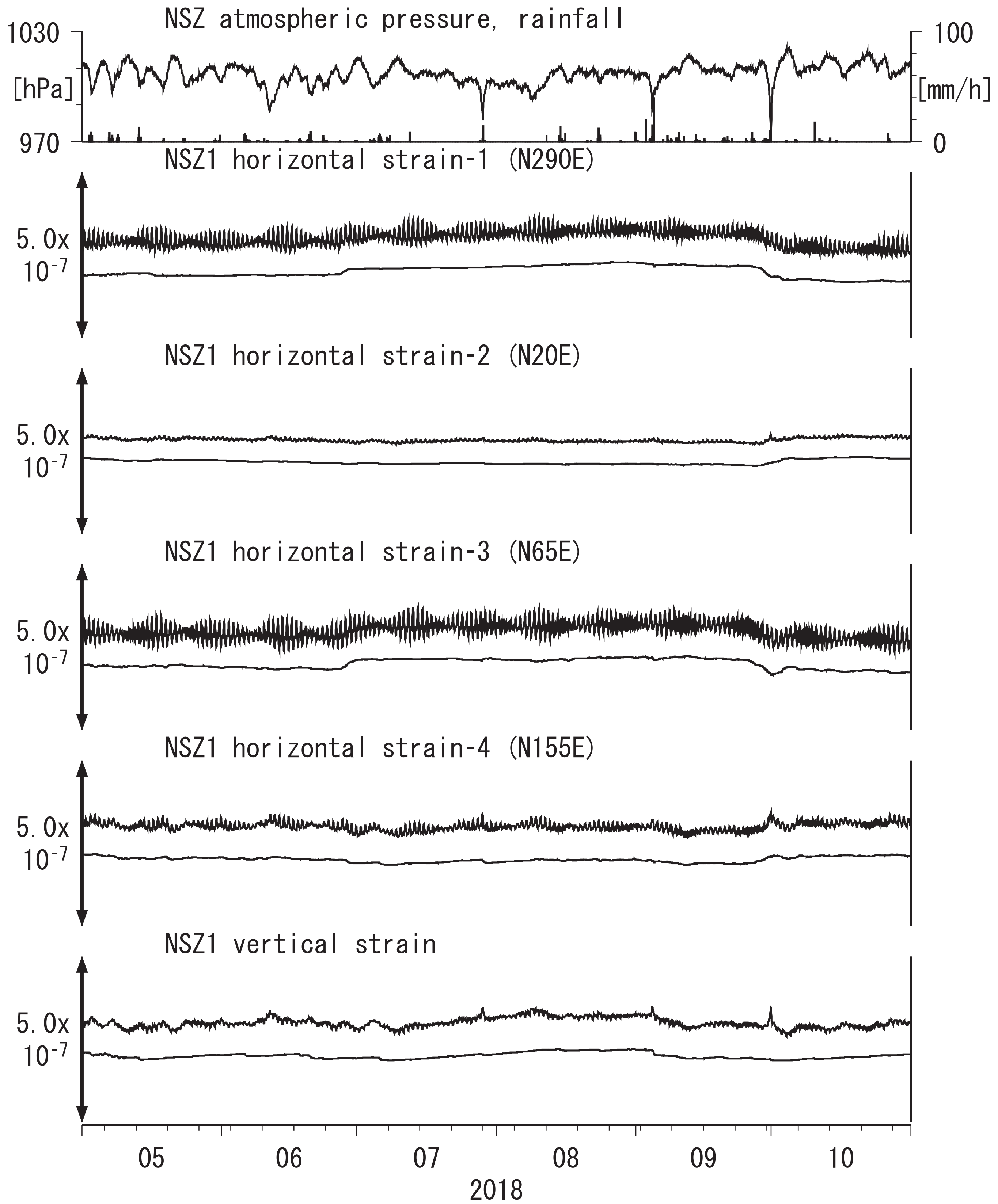


Tiltmeter depth = 585.9-586.7 [GL-m]
TYS1 : Screen depth = 404.8-426.7 [GL-m]
TYS2 : Screen depth = 148.8-154.3 [GL-m]
TYS3 : Screen depth = 26.8-32.3 [GL-m]

A:2018/06/18 大阪府北部の地震 M6.1
B:2018/06/23 大阪府北部の地震 M4.0
C:2018/06/24 遠州灘の地震 M3.5
D:2018/10/07 愛知県東部の地震 M5.0

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)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))

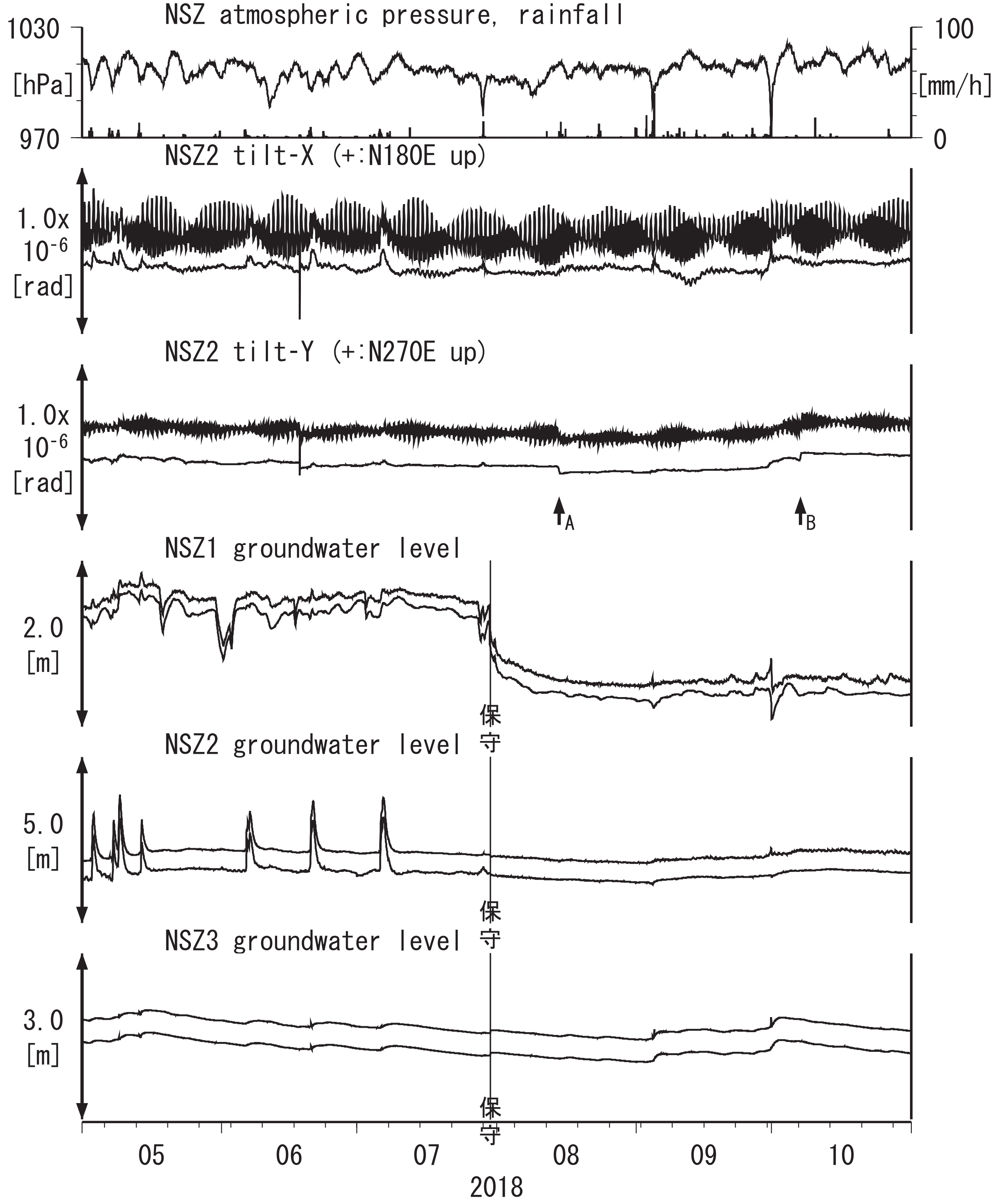


Strainmeter depth = 582.3-584.3 [GL-m]

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

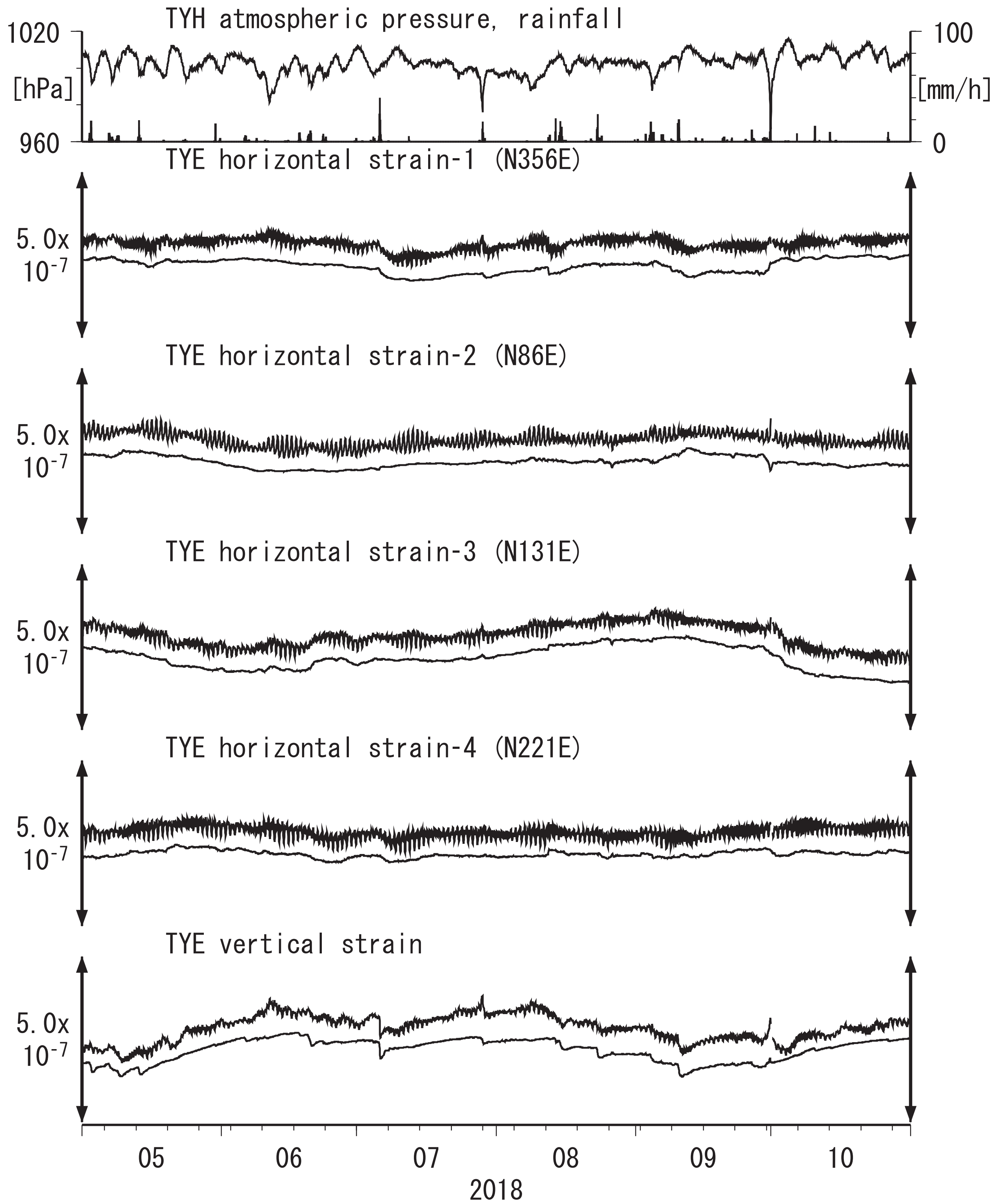
第5図 Tilt and groundwater level at NSZ (時間値)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



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

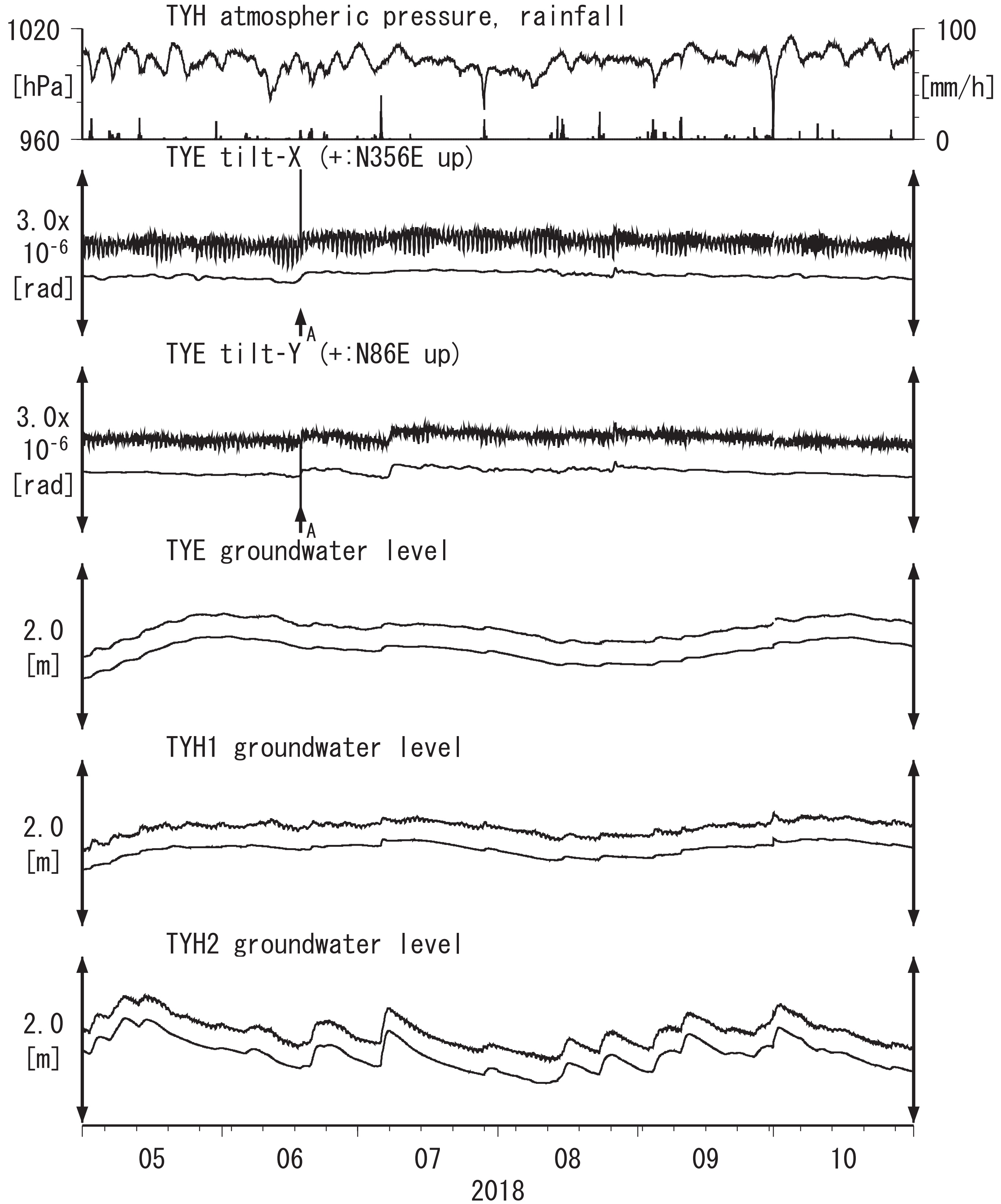
A:2018/08/14 静岡県西部の地震 M3.9
B:2018/10/07 愛知県東部の地震 M5.0

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



Tiltmeter depth = 265.6-266.5 [GL-m]

A:2018/06/18 大阪府北部の地震 M6.1

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

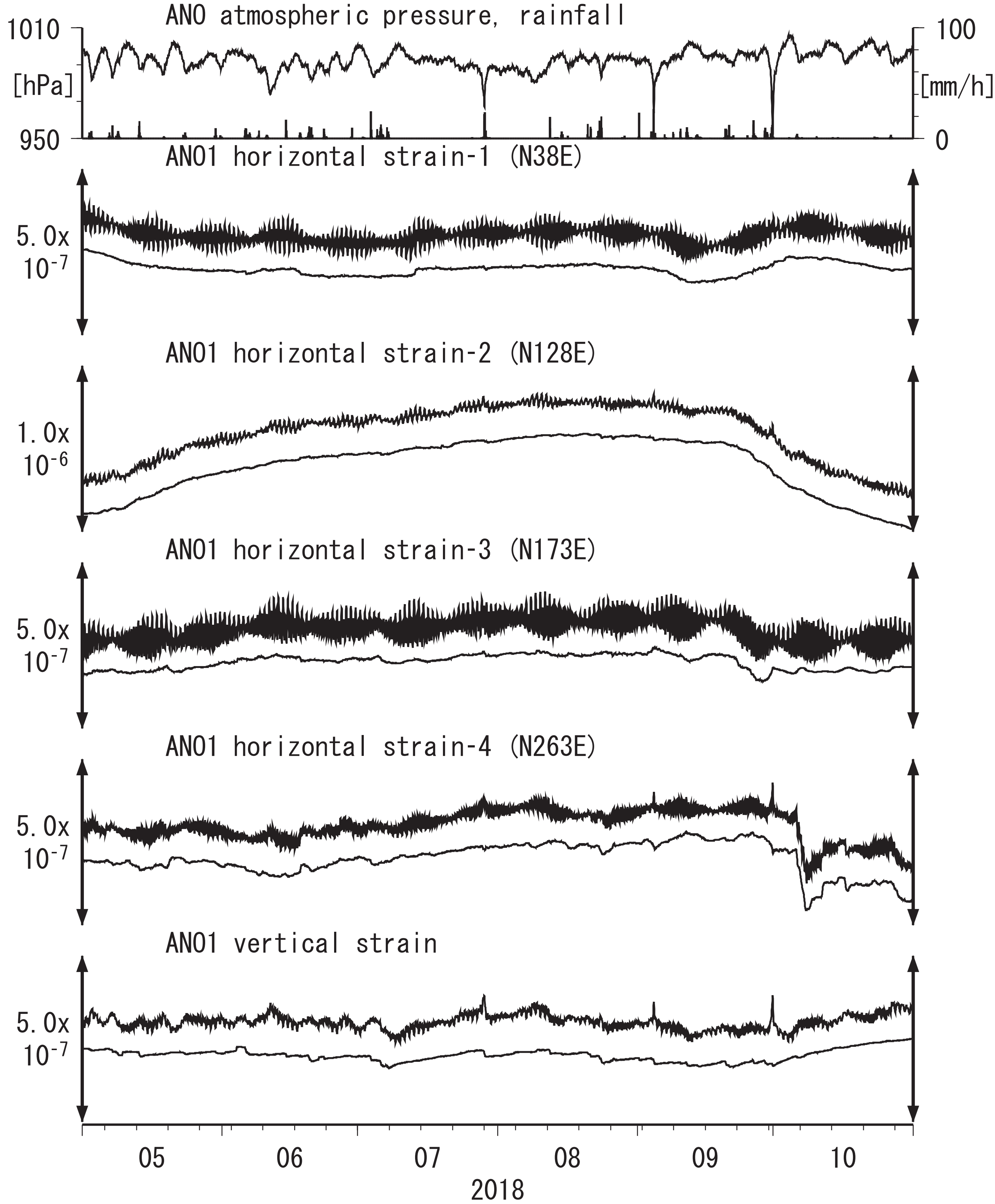
TYH1 : Screen depth = 178.6-200.4 [GL-m]

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

上: tiltは1次トレンドを除去

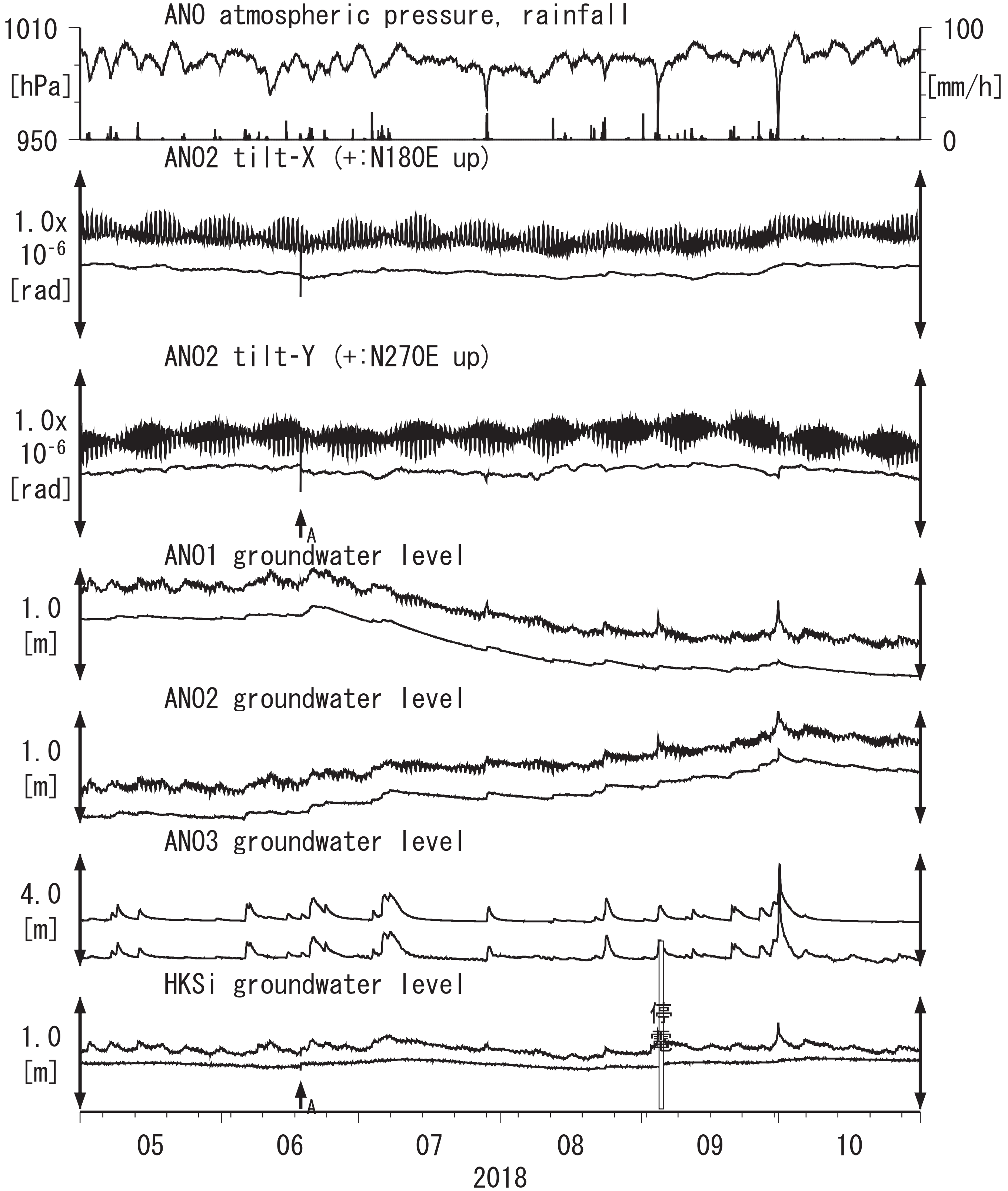
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去、tiltは1次トレンドも除去

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



Strainmeter depth = 588.9-590.3 [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

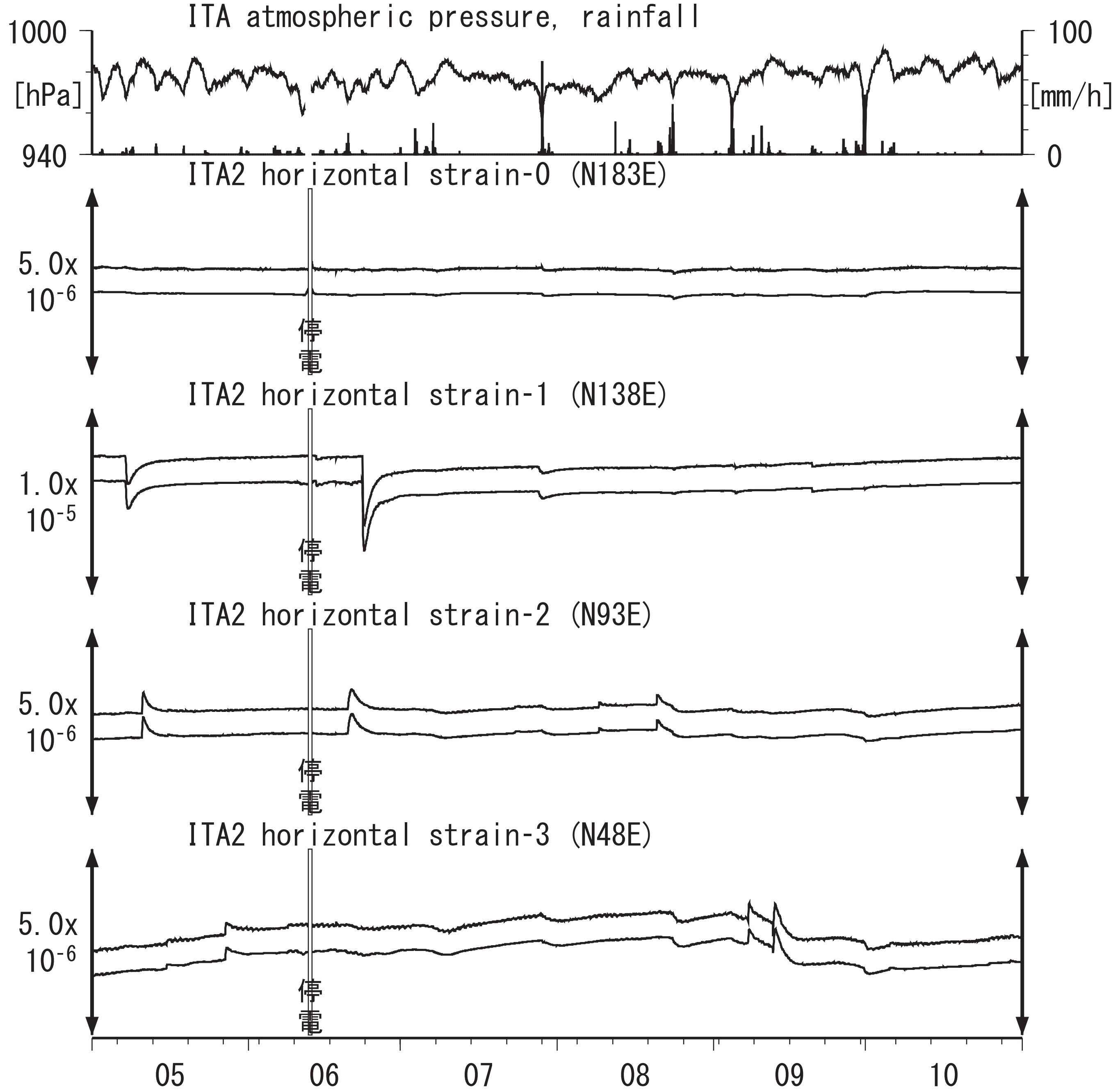
第9図 Tilt and groundwater level at ANO and HKS (時間値)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



A:2018/06/18　大阪府北部の地震　M6.1

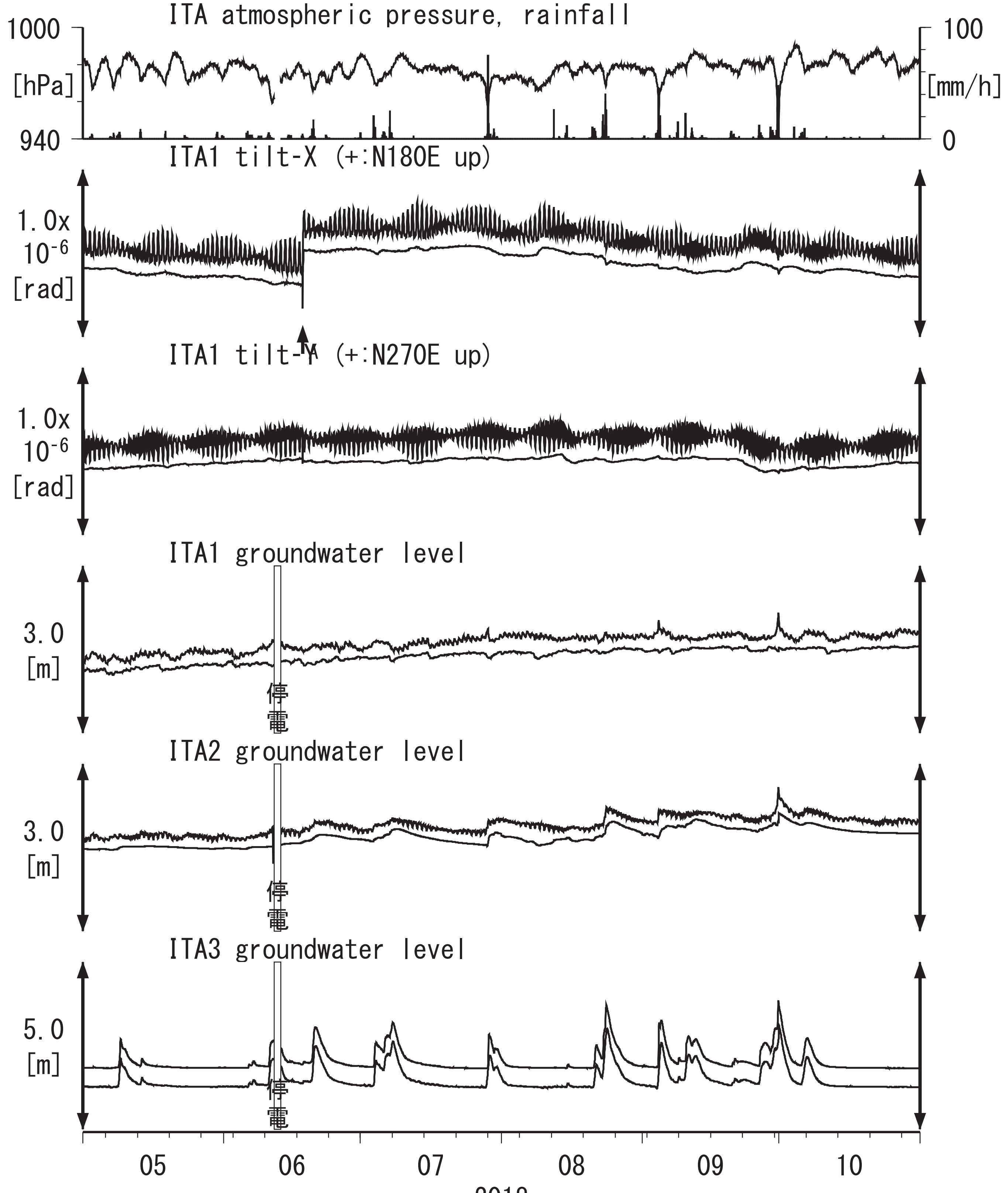
Tiltmeter depth = 236.6-237.3 [GL-m]
ANO1 : Screen depth = 502.9-513.8 [GL-m]
ANO2 : Screen depth = 197.5-208.5 [GL-m]
ANO3 : Screen depth = 12.0-22.9 [GL-m]
HKSi : Screen depth = 429.0-439.1 [GL-m]
上: tiltは1次トレンド除去
下: ANO では、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分除去、tiltは1次トレンドも除去
HKSiでは、MR-ARにより潮汐・気圧・降雨応答を除去

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



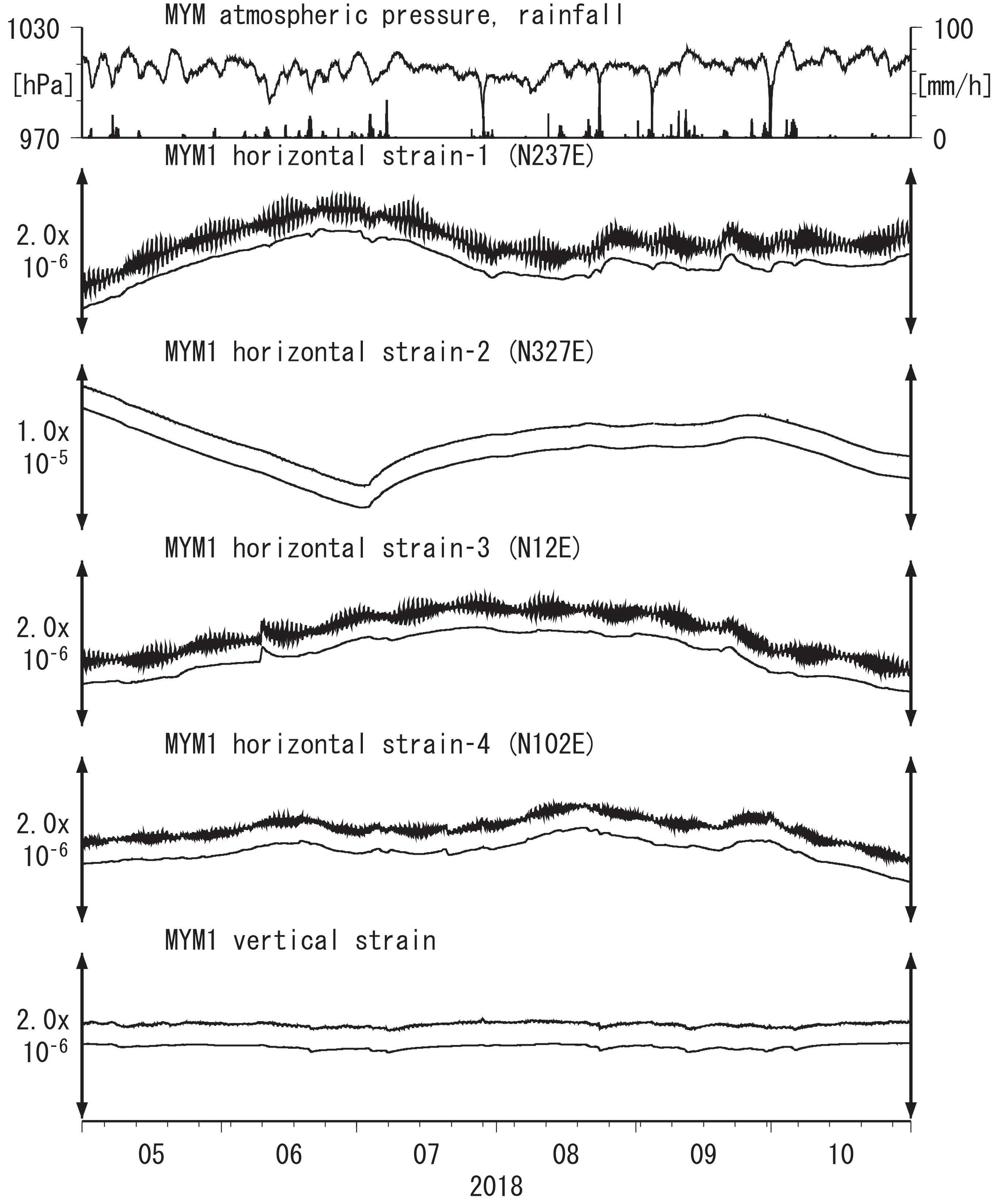
Strainmeter depth = 181.3-183.6 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

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



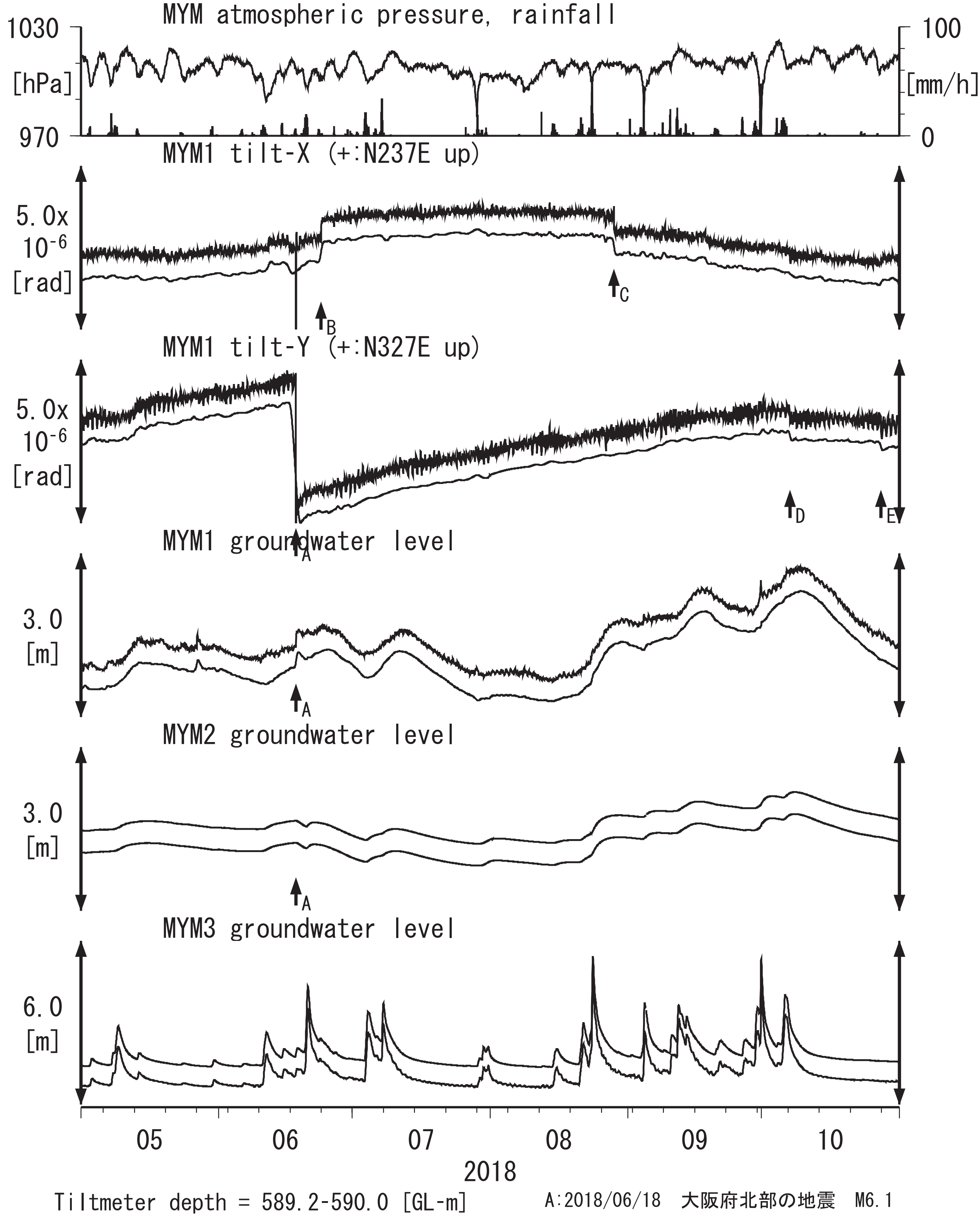
Tiltmeter depth = 596.7-597.3 [GL-m]　　A:2018/06/18　大阪府北部の地震　M6.1
ITA1 : Screen depth = 547.6-558.5 [GL-m]
ITA2 : Screen depth = 145.5-156.4 [GL-m] (ITA2は2013/11/26に孔口を密閉した)
ITA3 : Screen depth = 10.8-16.3 [GL-m]
上: tiltは1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

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



Strainmeter depth = 590.0-591.4 [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

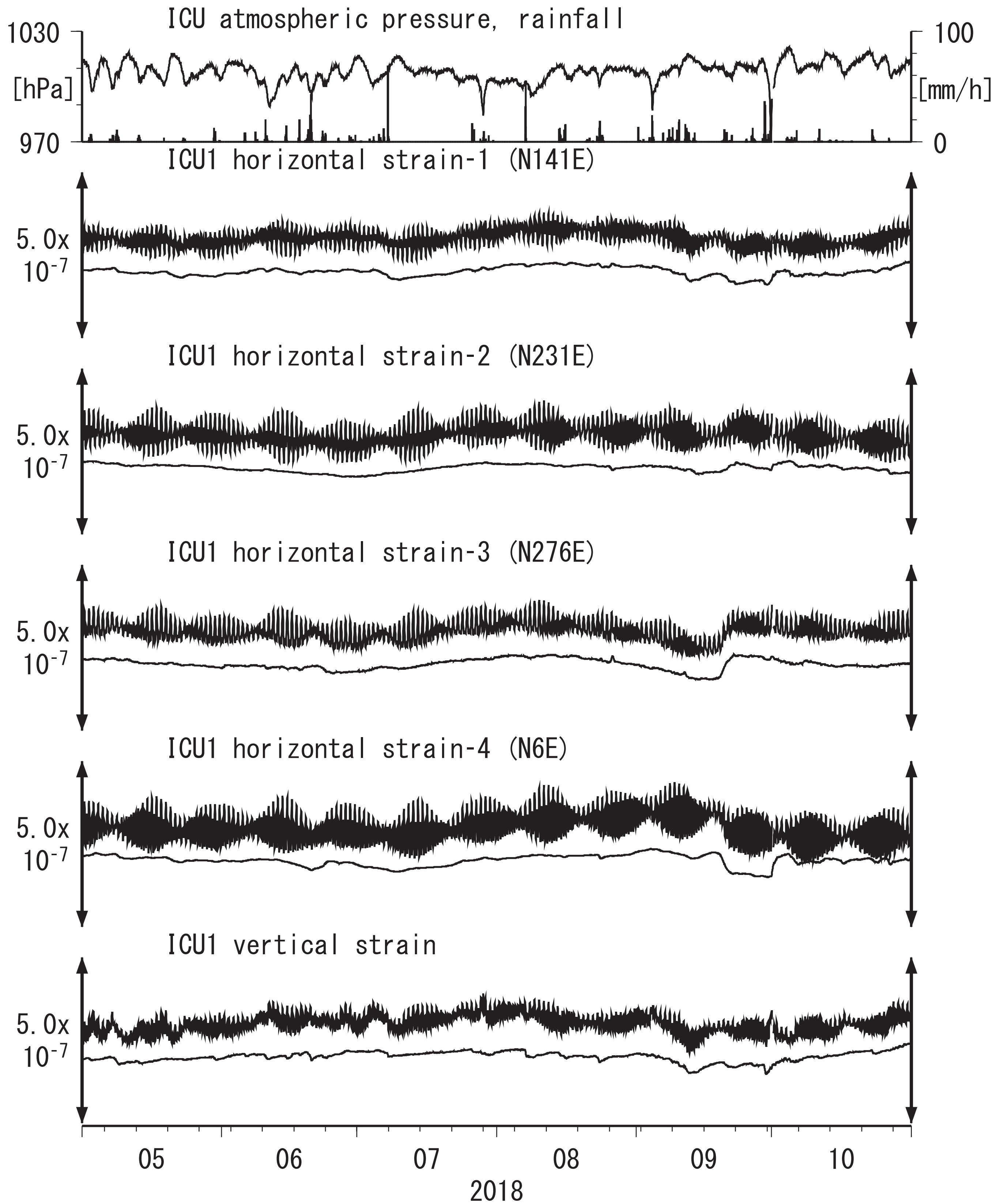
第13図 Tilt and groundwater level at MYM (時間値)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



Tiltmeter depth = 589.2-590.0 [GL-m]
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

A:2018/06/18 大阪府北部の地震 M6.1
B:2018/06/23 大阪府北部の地震 M4.0
C:2018/08/28 大阪府北部の地震 M4.0
D:2018/10/07 愛知県東部の地震 M5.0
E:2018/10/27 奈良県の地震 M4.2

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

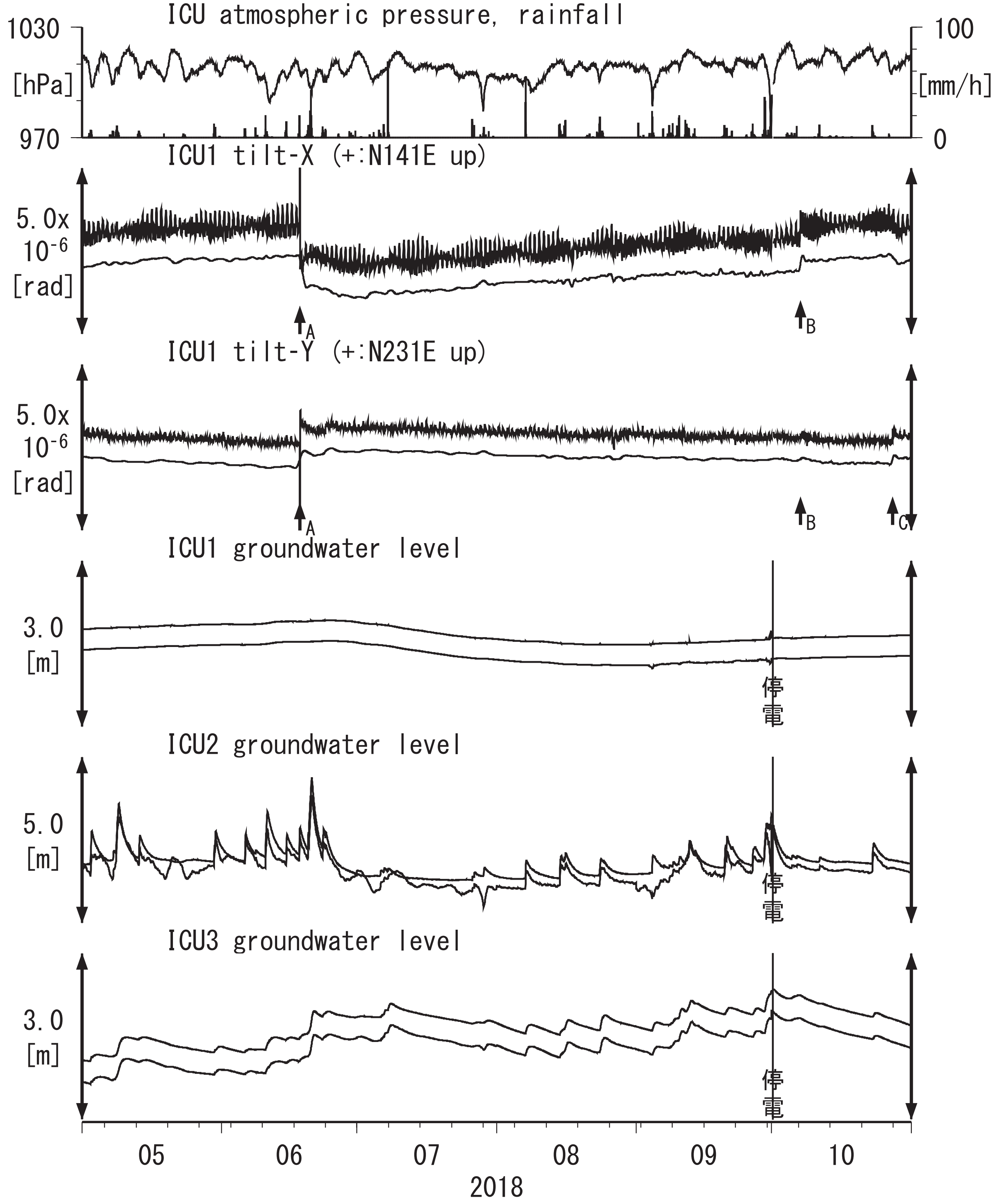


Strainmeter depth = 588.5-589.9 [GL-m]

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)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))

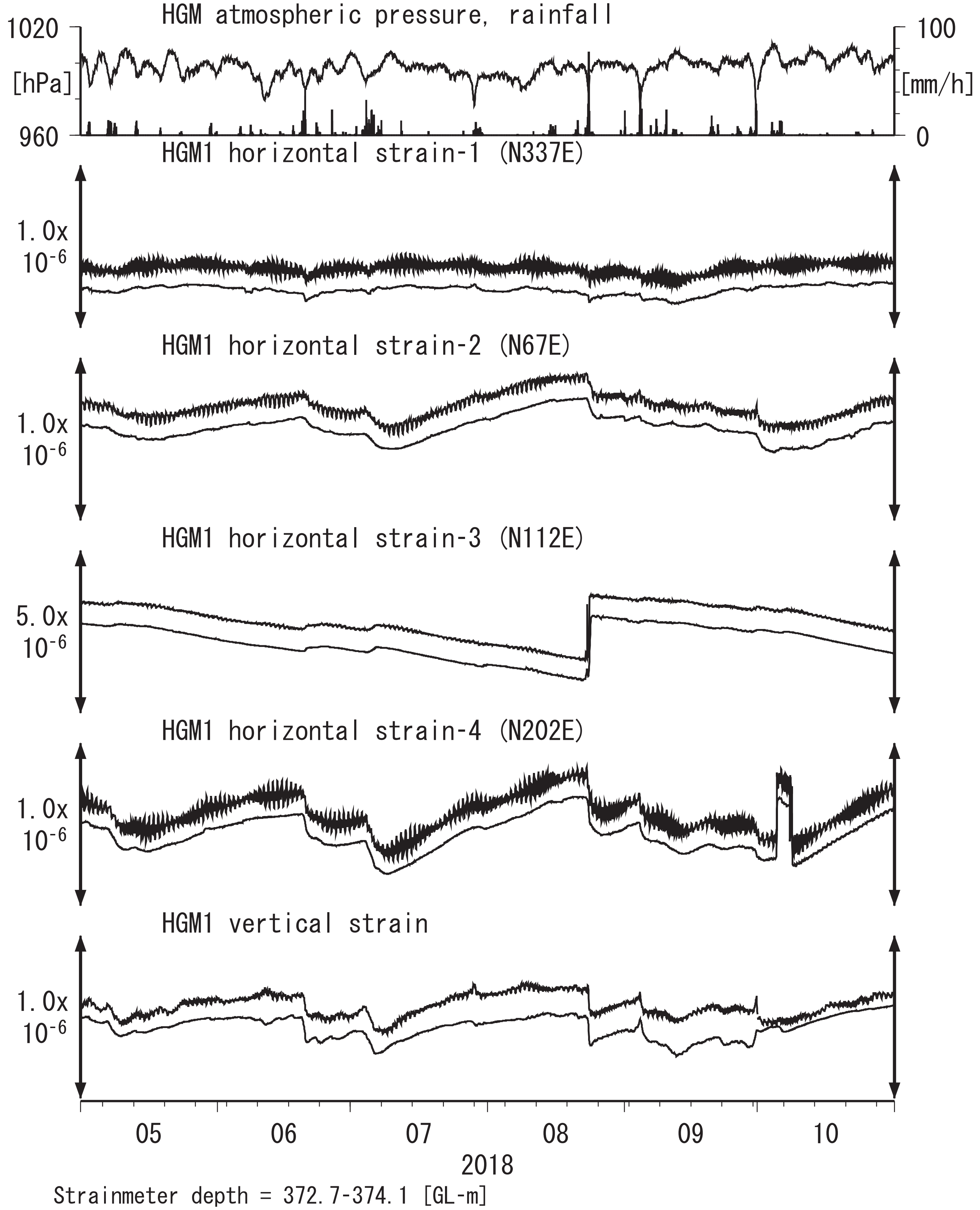


Tiltmeter depth = 587.7-588.5 [GL-m]
ICU1 : Screen depth = 522.5-533.4 [GL-m]
ICU2 : Screen depth = 95.7-106.6 [GL-m]
ICU3 : Screen depth = 13.4-18.8 [GL-m]

A:2018/06/18 大阪府北部の地震 M6.1
B:2018/10/07 愛知県東部の地震 M5.0
C:2018/10/27 奈良県の地震 M4.2

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)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))

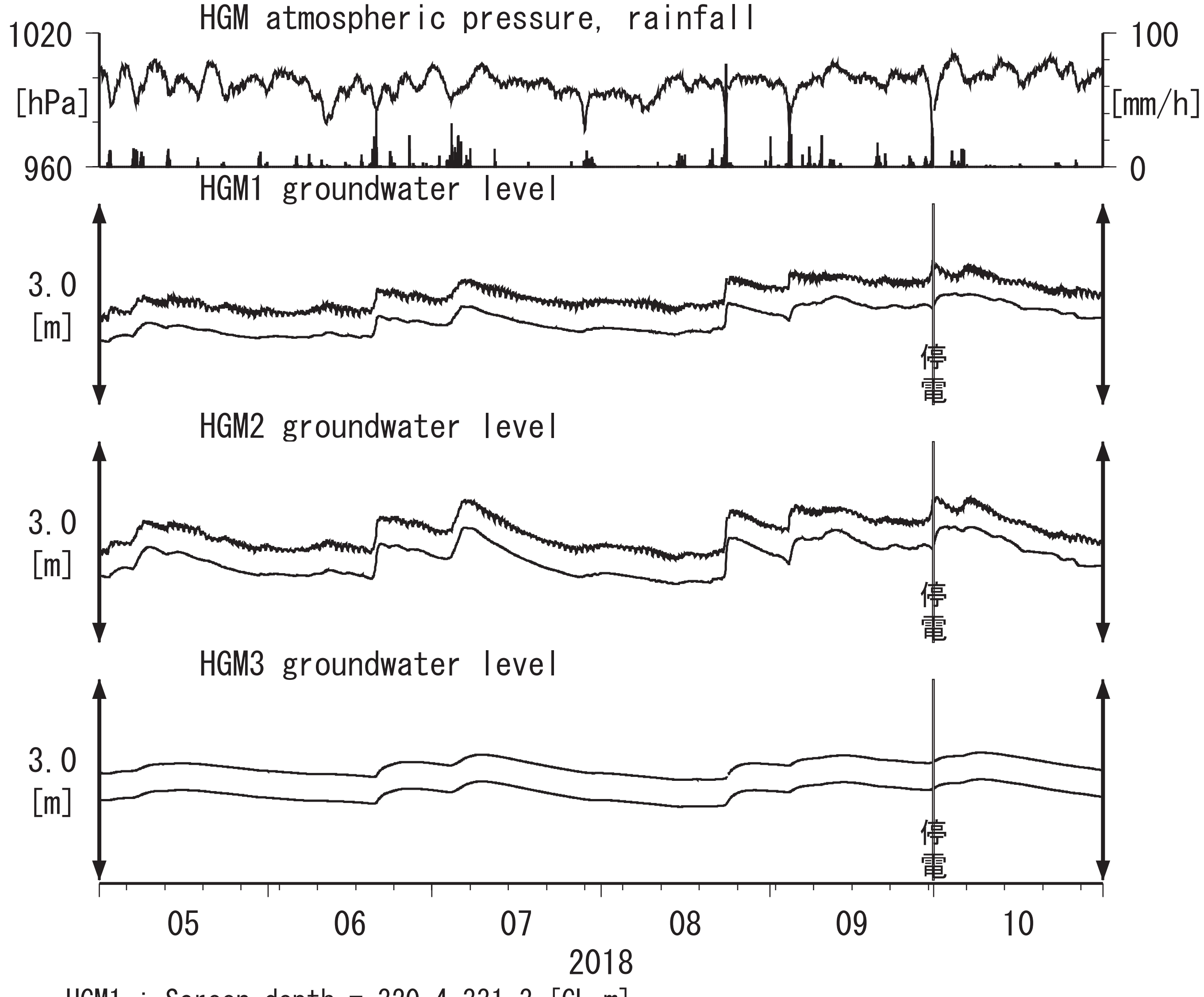


Strainmeter depth = 372.7-374.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

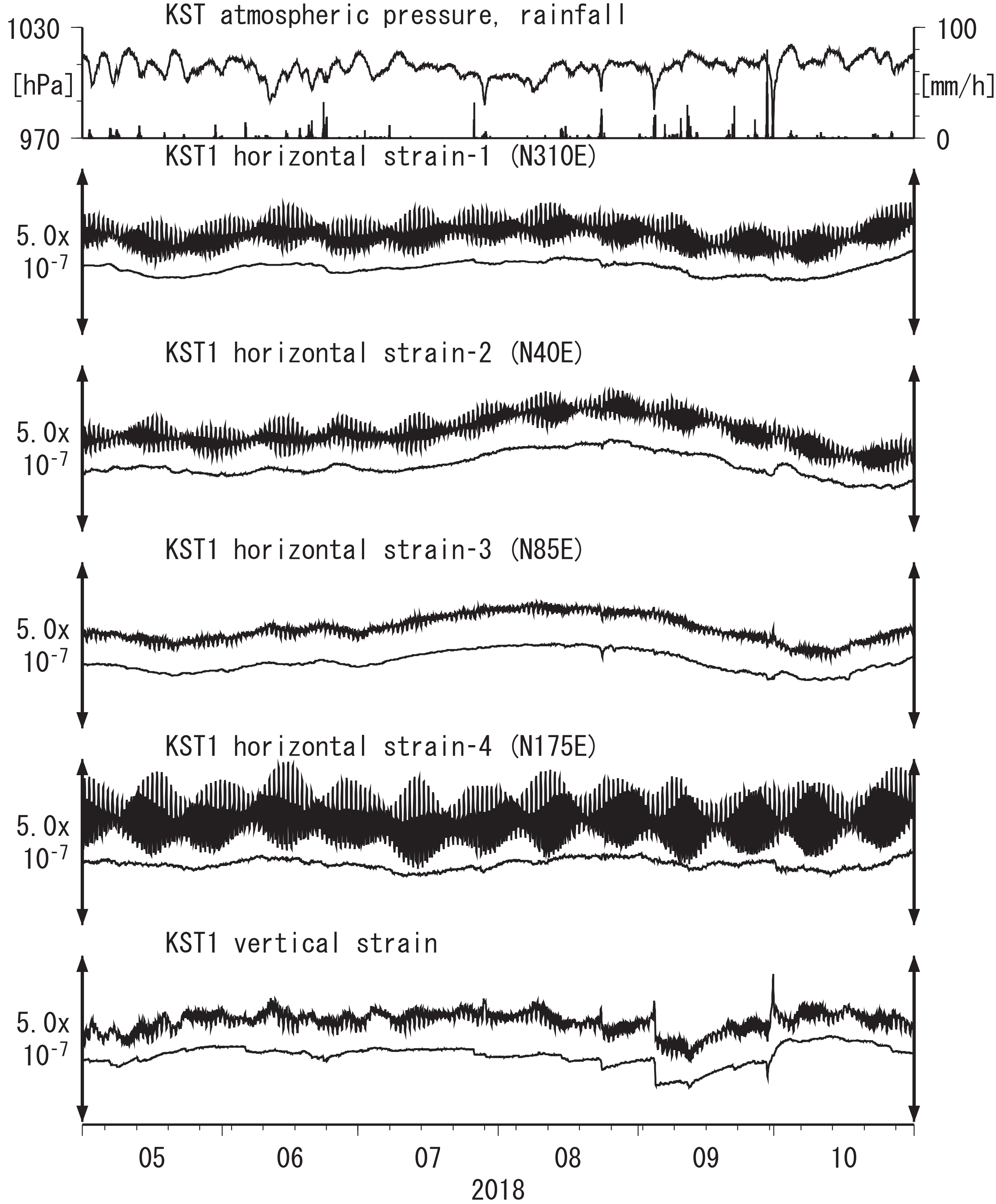
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

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

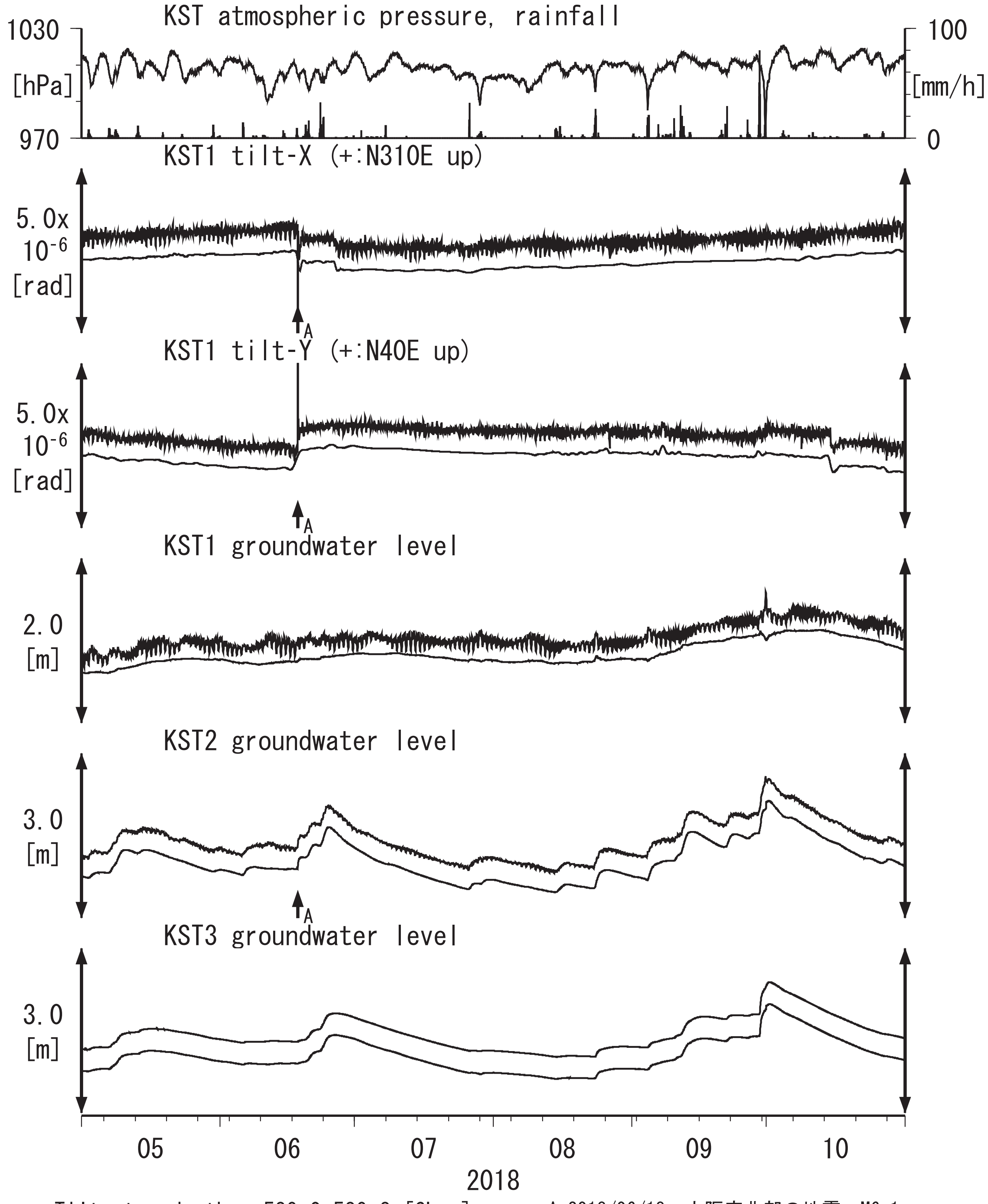


Strainmeter depth = 589.8-591.2 [GL-m]

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



Tiltmeter depth = 589.0-589.8 [GL-m]　　A:2018/06/18 大阪府北部の地震 M6.1

KST1 : Screen depth = 509.2-520.2 [GL-m]

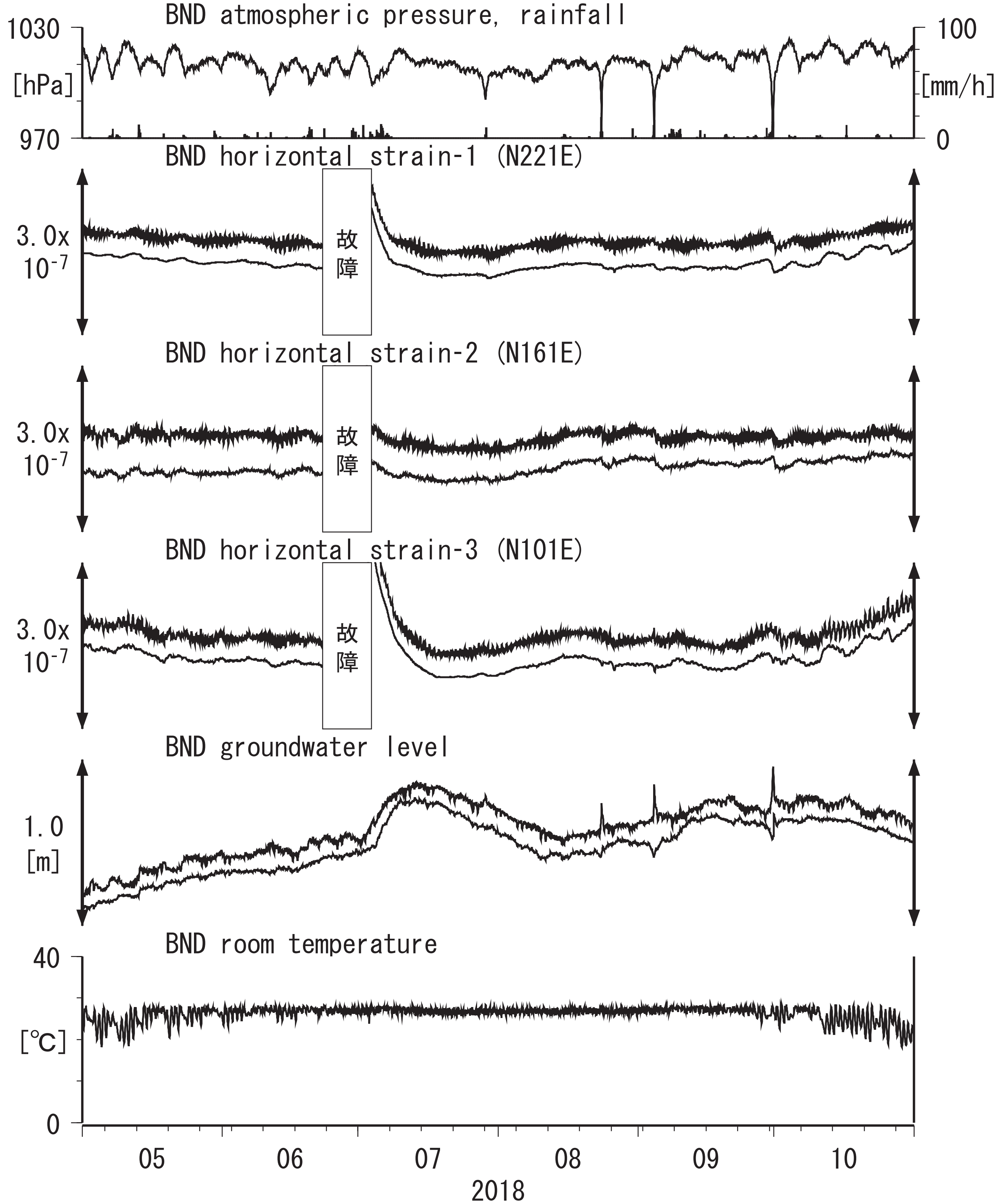
KST2 : Screen depth = 132.9-143.9 [GL-m]

KST3 : Screen depth = 20.4-30.6 [GL-m]

上: tiltは1次トレンドを除去

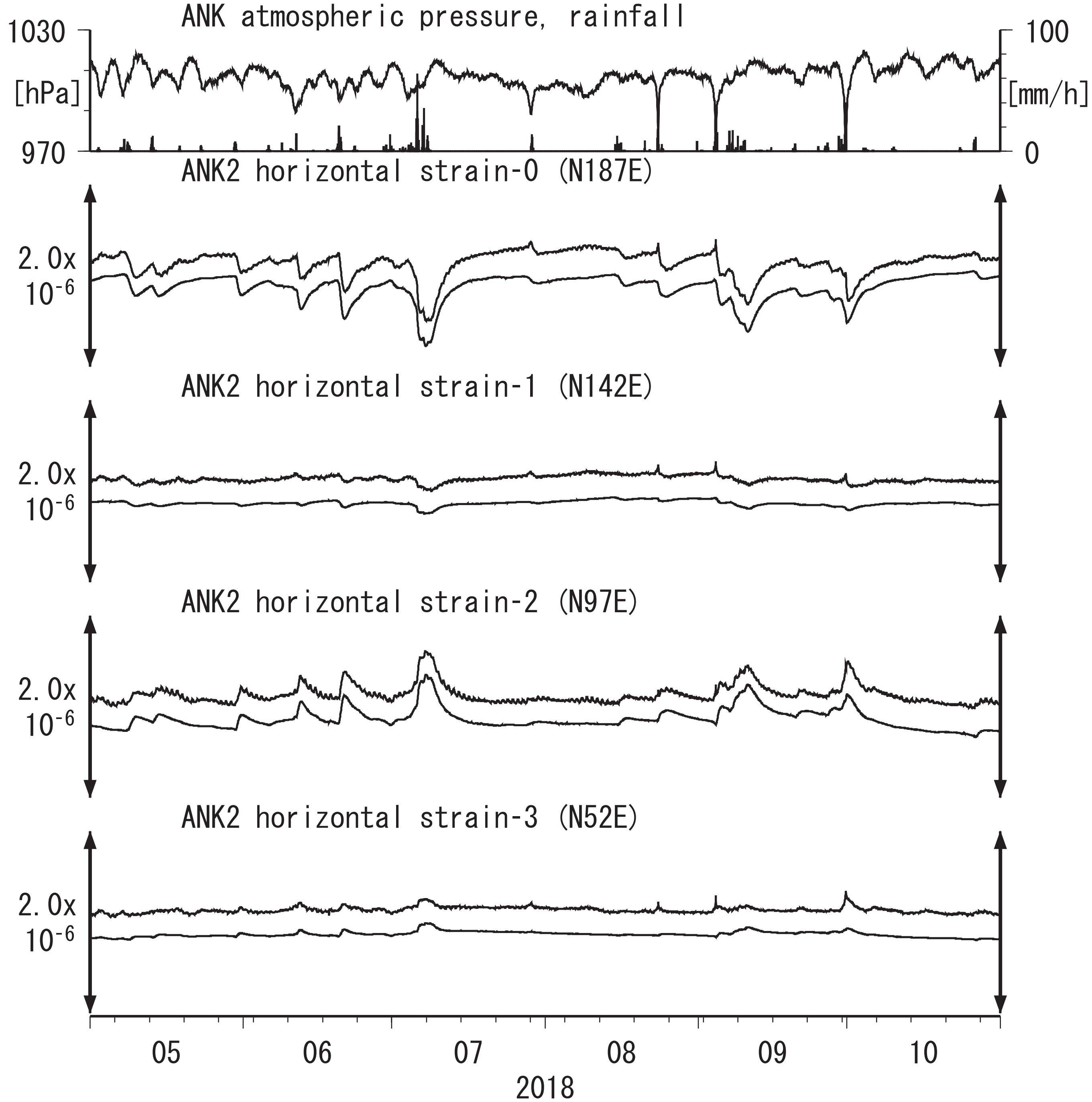
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

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



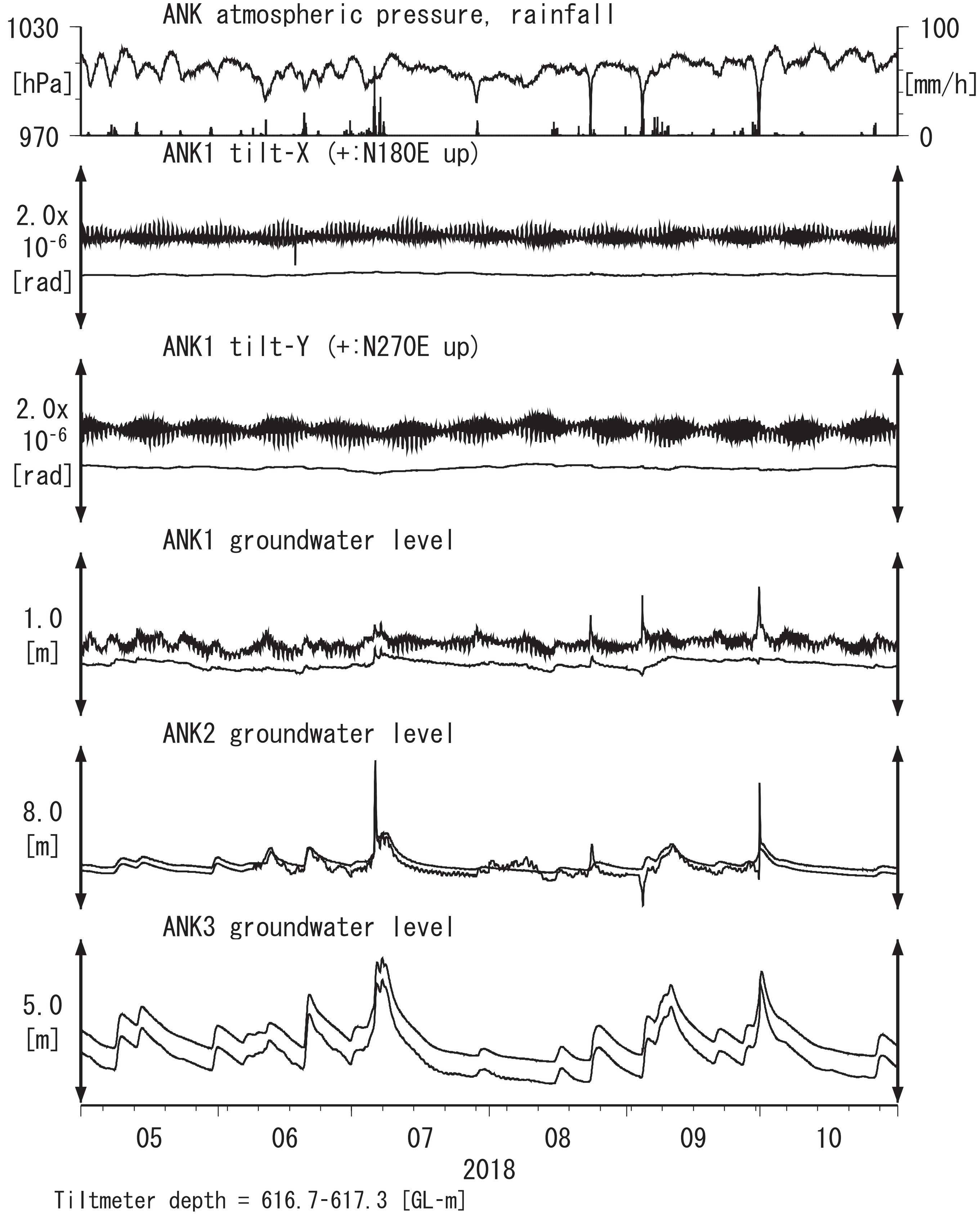
Strainmeter depth = 496.5-496.7 [GL-m]
Screen depth = 419.9-430.8 [GL-m]
上: strainは1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、strainは1次トレンドも除去

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



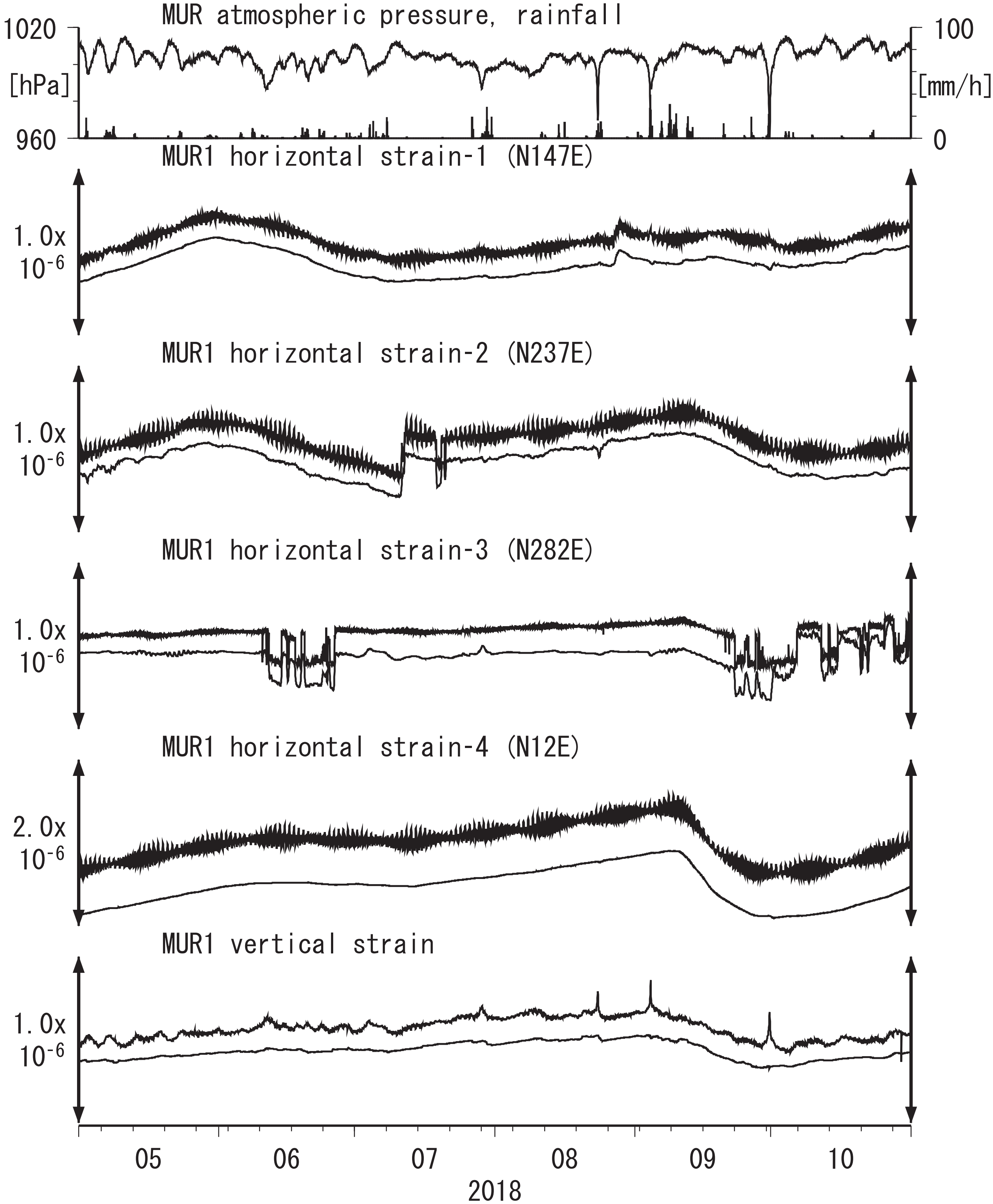
Strainmeter depth = 166.0-168.3 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

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

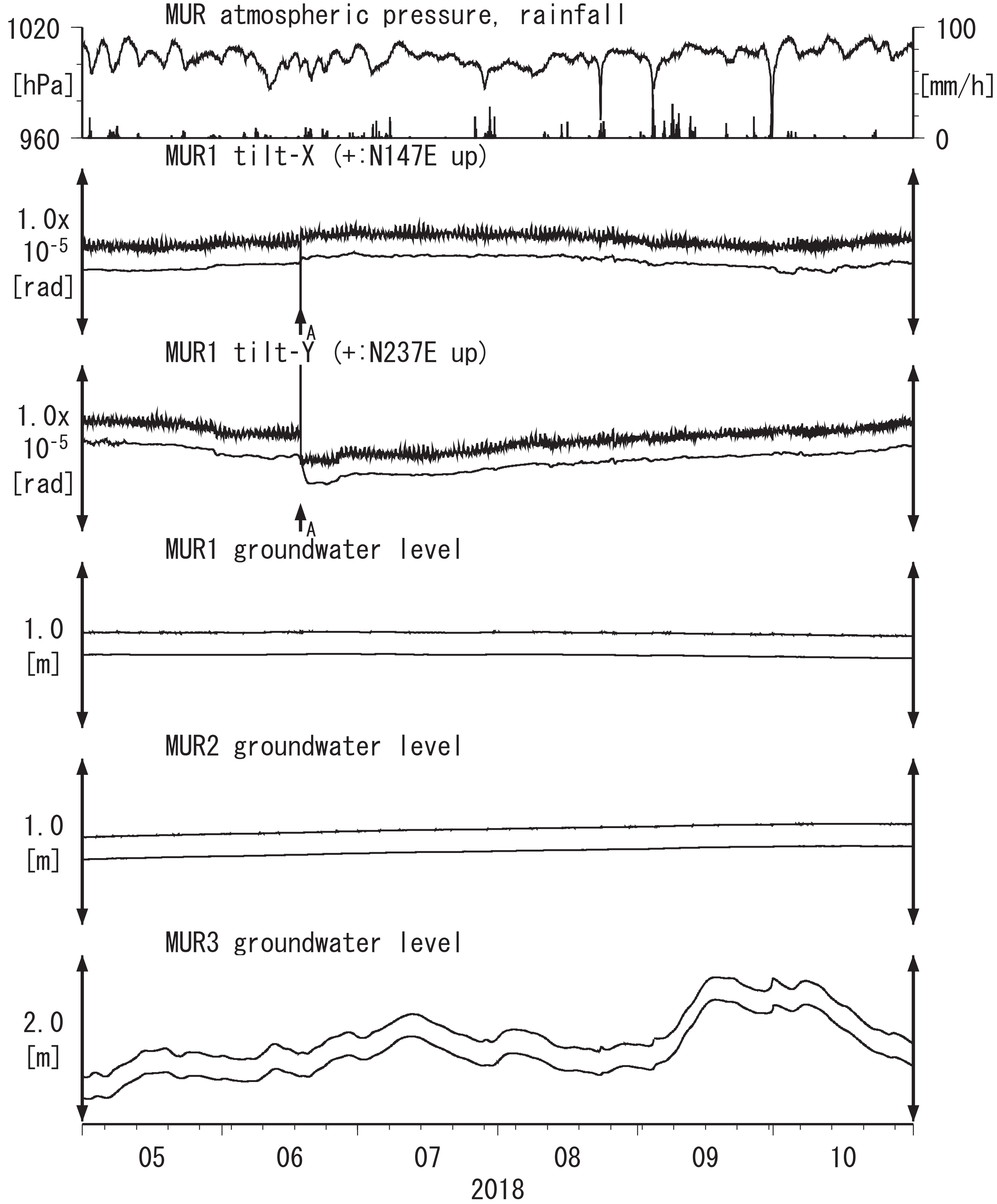


Strainmeter depth = 587.5-588.9 [GL-m]

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



Tiltmeter depth = 586.7-587.5 [GL-m]

MUR1 : Screen depth = 407.5-418.4 [GL-m]

MUR2 : Screen depth = 130.1-141.0 [GL-m]

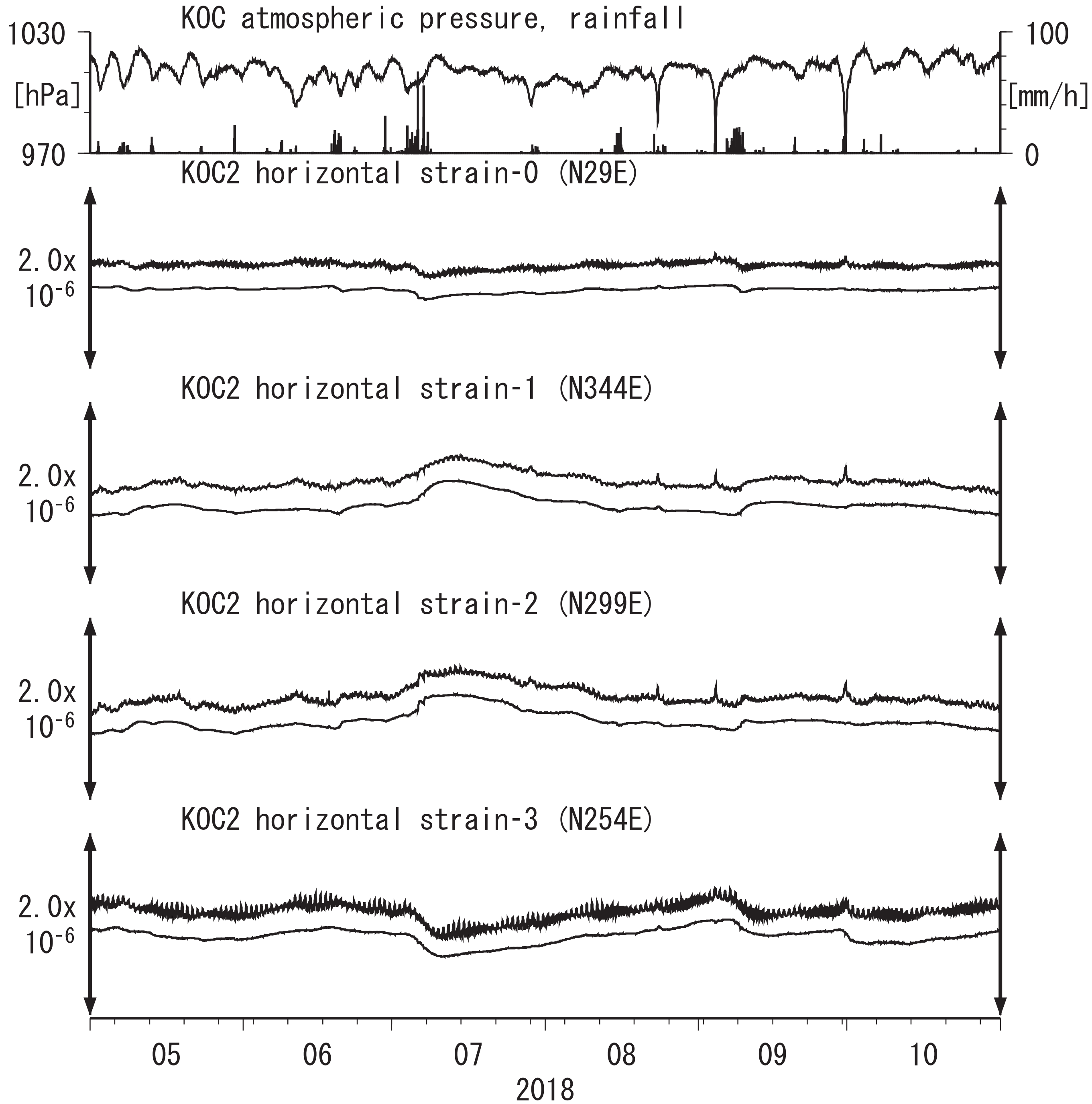
MUR3 : Screen depth = 19.6-30.5 [GL-m]

A:2018/06/18 大阪府北部の地震 M6.1

上: tiltは1次トレンドを除去

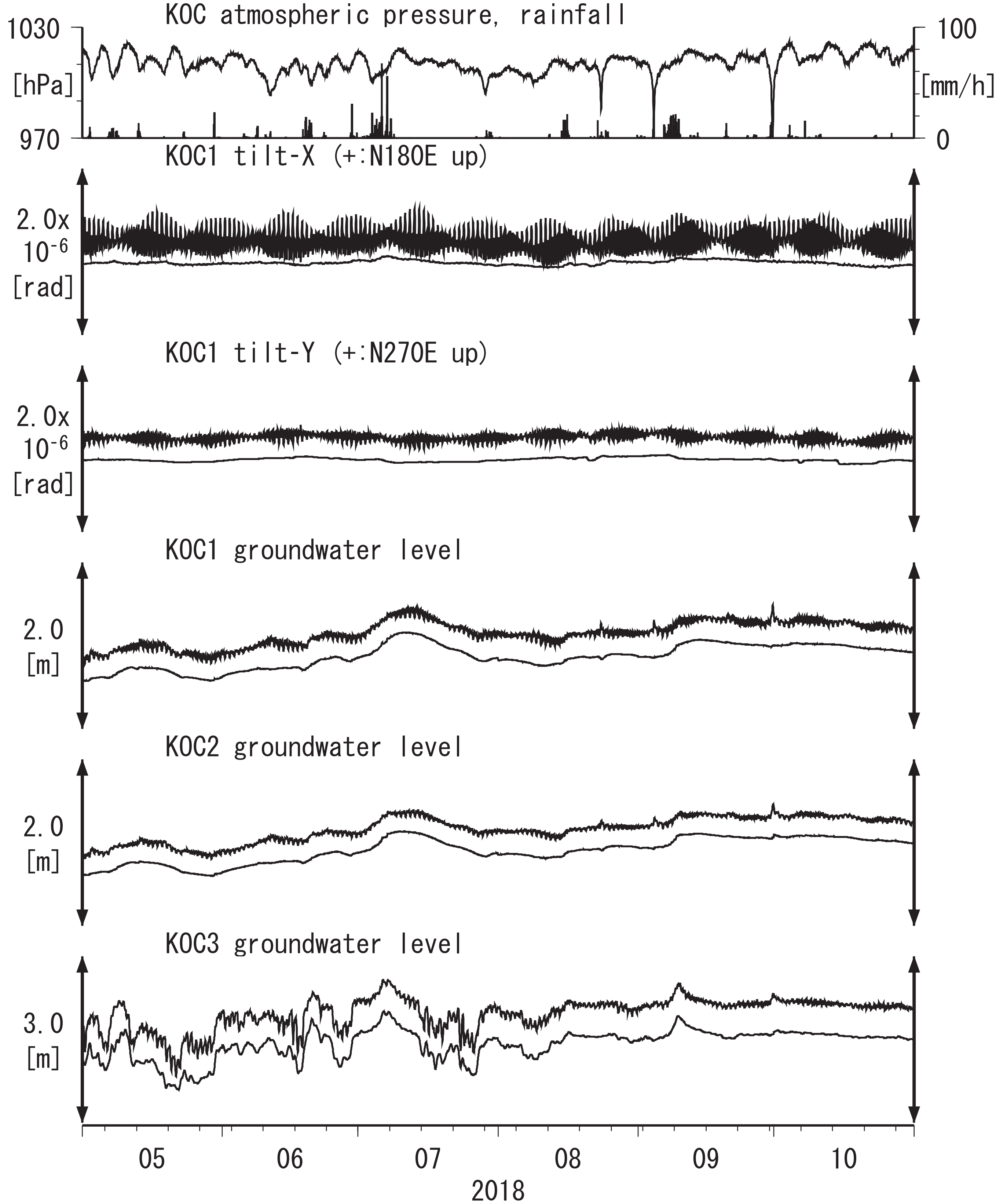
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

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



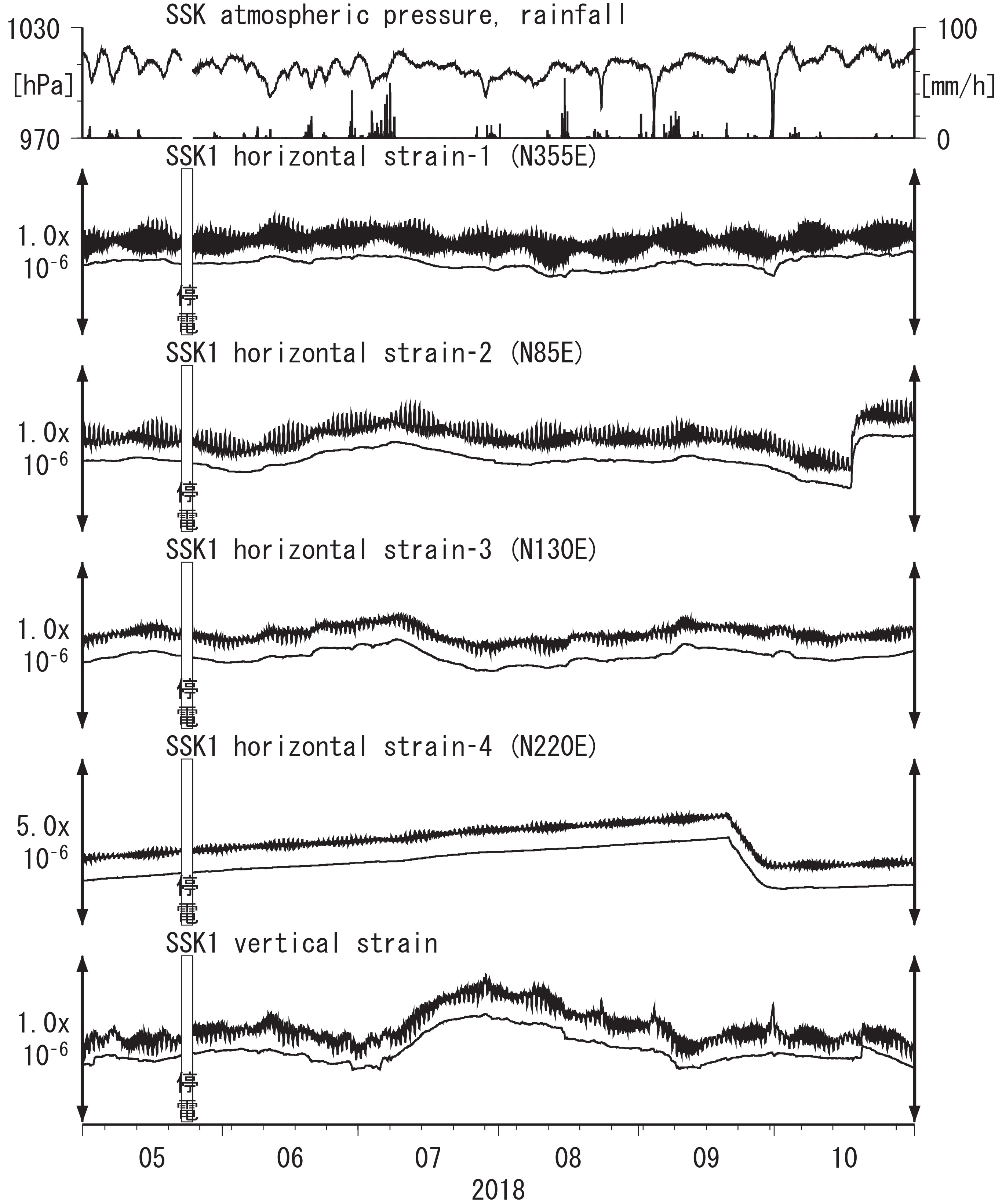
Strainmeter depth = 201.3-203.6 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

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



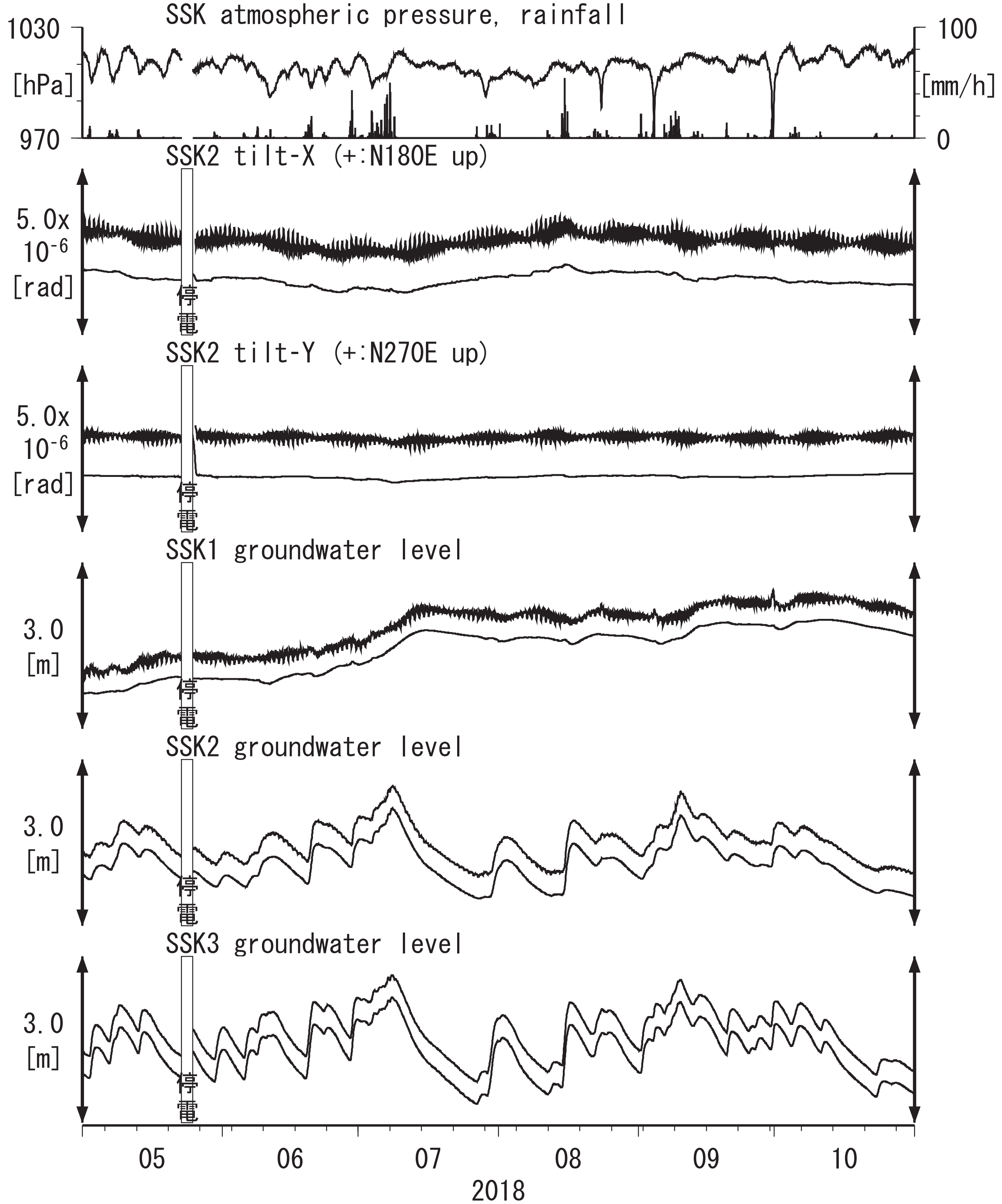
Tiltmeter depth = 597.1-597.7 [GL-m]
KOC1 : Screen depth = 486.1-507.1 [GL-m]
KOC2 : Screen depth = 169.1-173.9 [GL-m]
KOC3 : Screen depth = 20.6-25.4 [GL-m]
上: tiltは1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

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



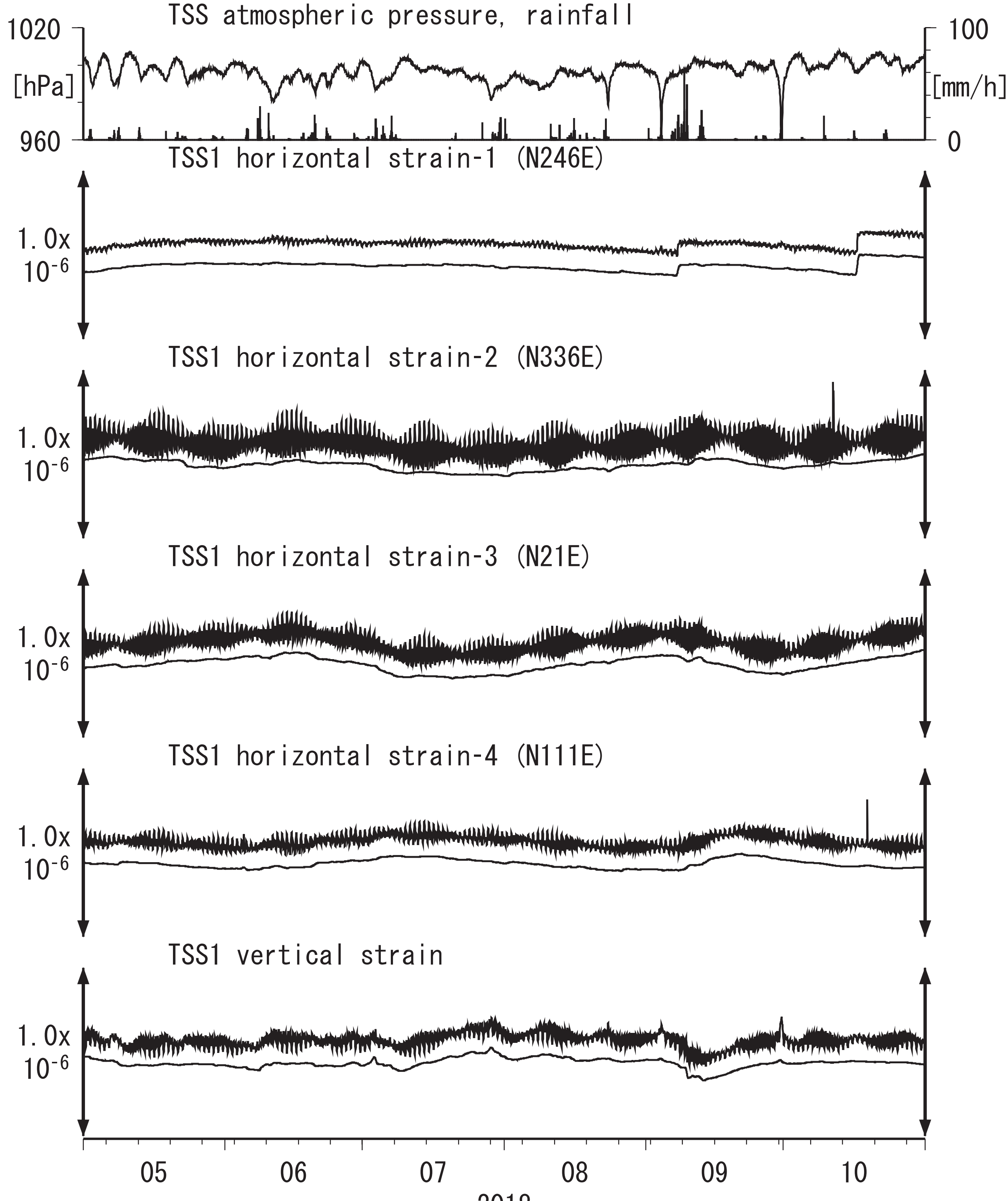
Strainmeter depth = 576.7-578.1 [GL-m]
上: 1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

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

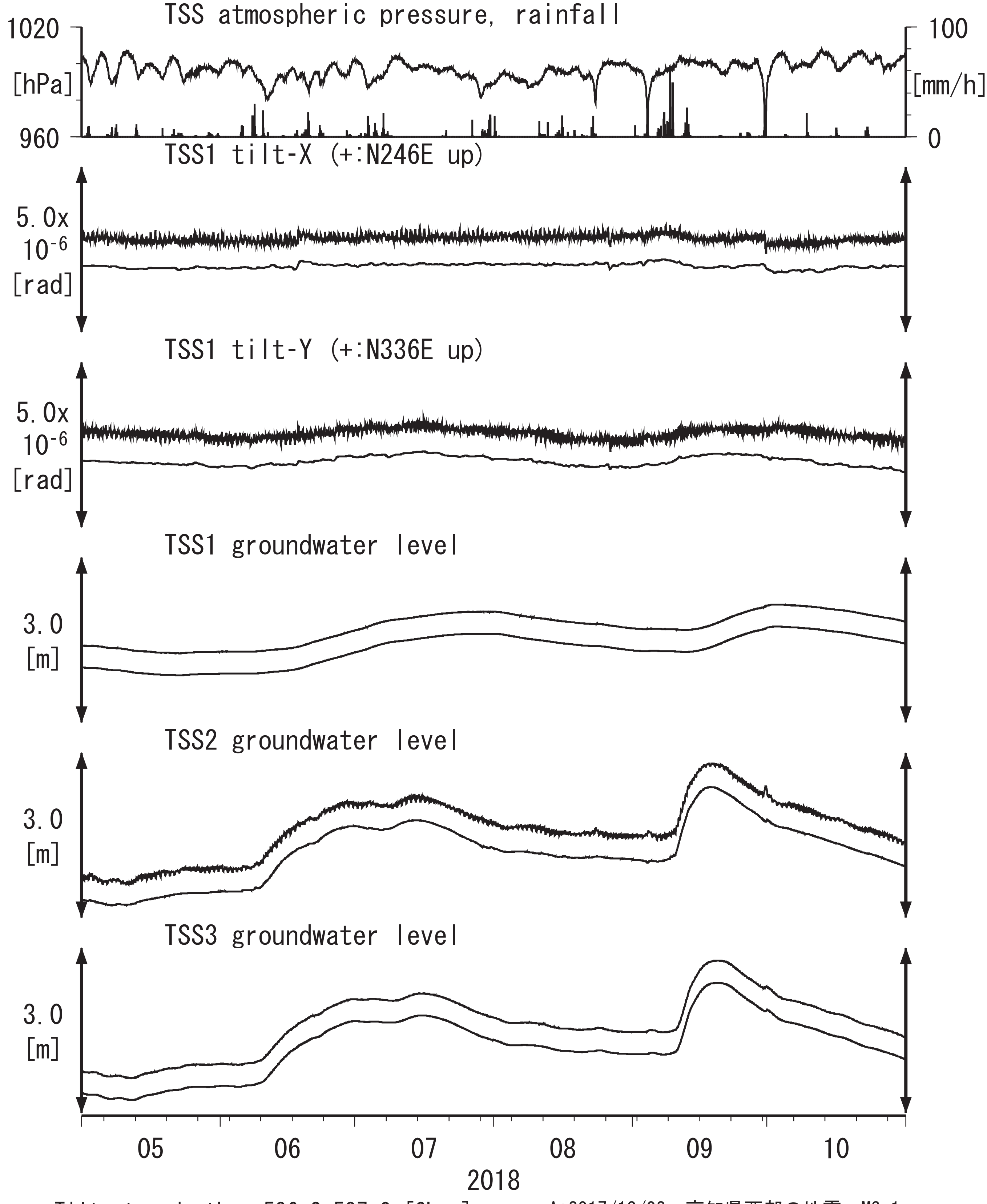


Strainmeter depth = 587.0-588.4 [GL-m]

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)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))

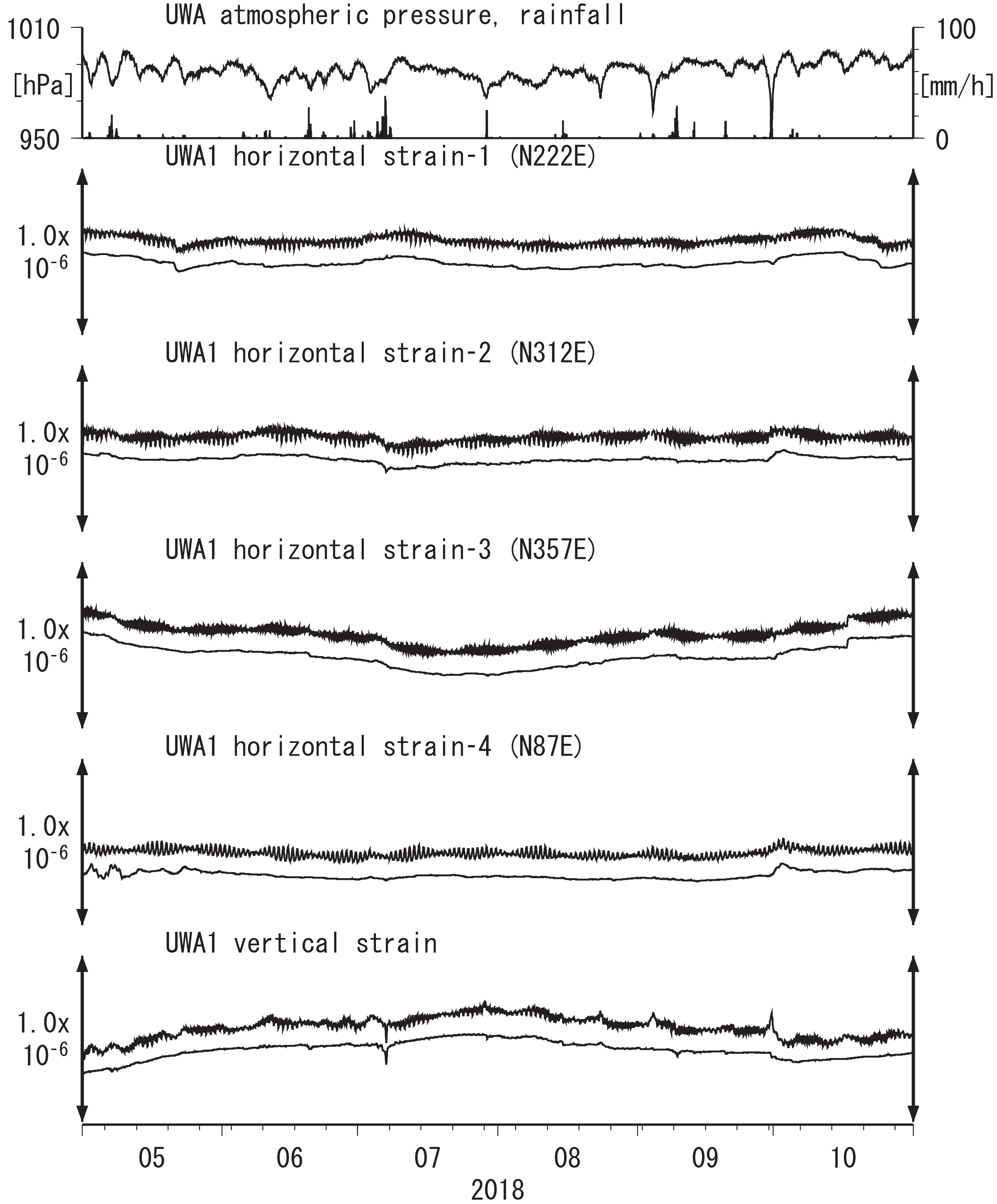


Tiltmeter depth = 586.2-587.0 [GL-m]
TSS1 : Screen depth = 467.7-473.2 [GL-m]
TSS2 : Screen depth = 238.9-244.3 [GL-m]
TSS3 : Screen depth = 129.1-134.6 [GL-m]

A:2017/12/02 高知県西部の地震 M3.1
B:2018/01/09 伊予灘の地震 M4.3

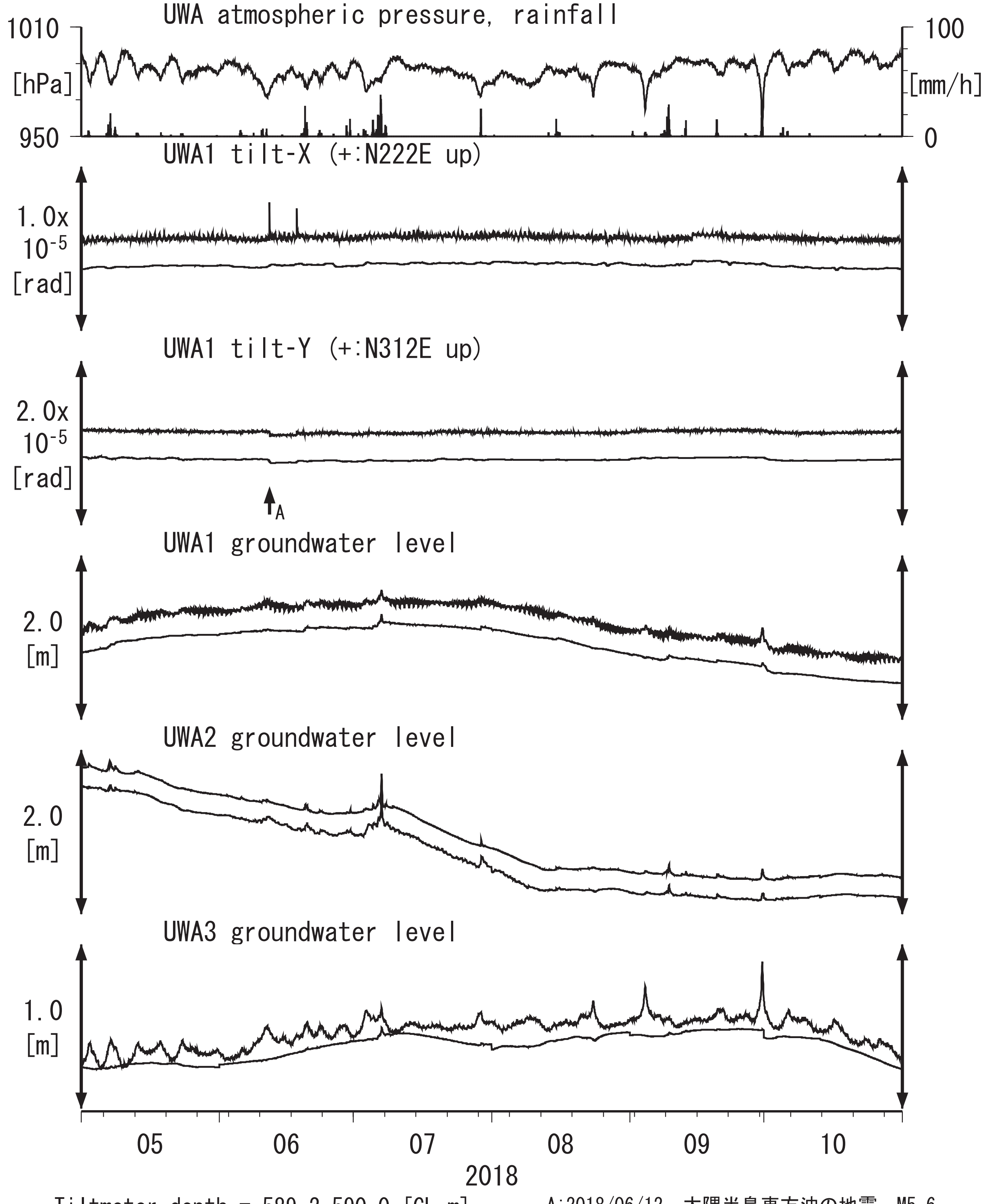
上: tiltは1次トレンドを除去
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、tiltは1次トレンドも除去

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



Strainmeter depth = 590.0-591.4 [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

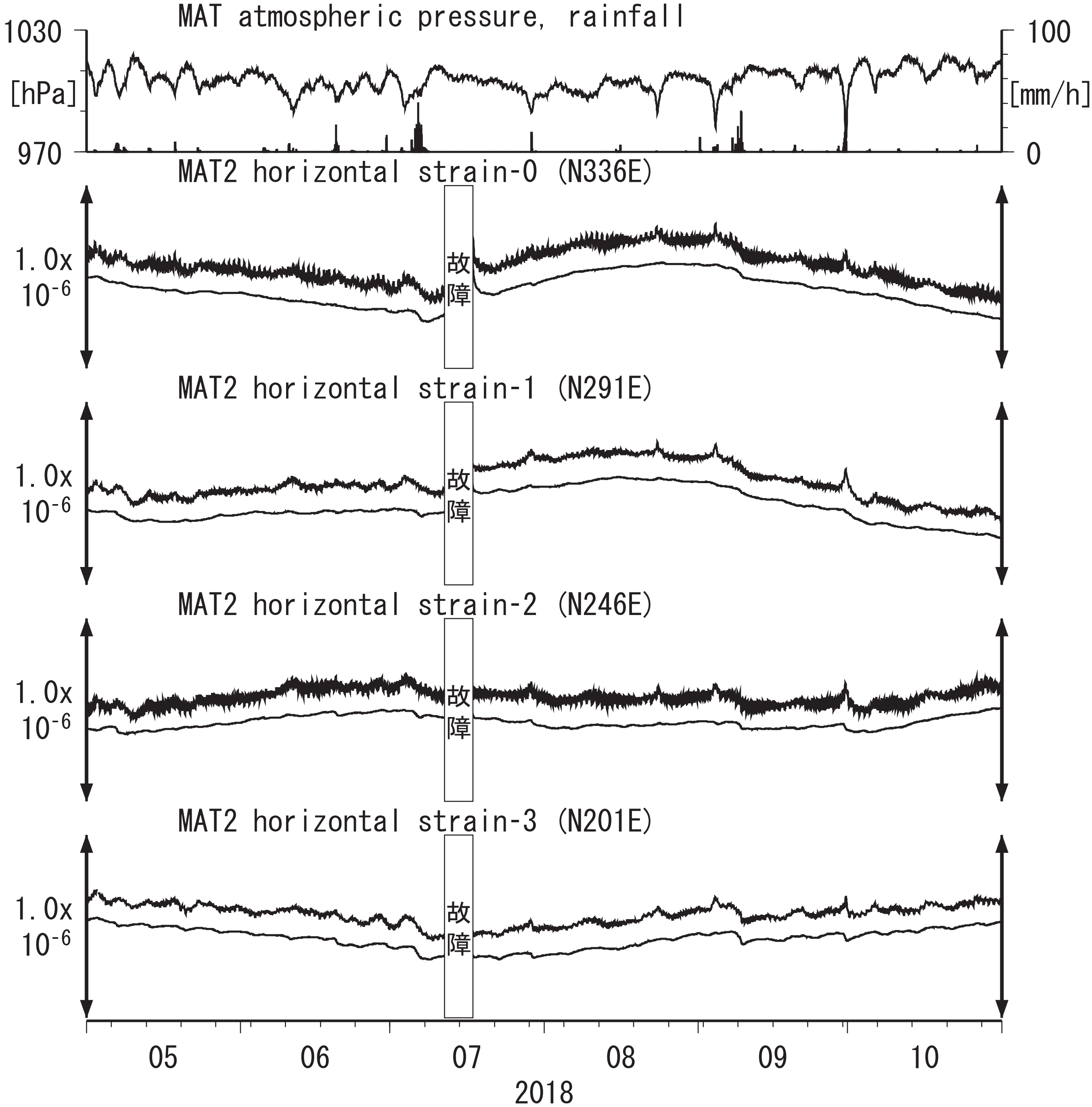
第32図 Tilt and groundwater level at UWA (時間値)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 00:00 (JST))



A:2018/06/12 大隅半島東方沖の地震 M5.6

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

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

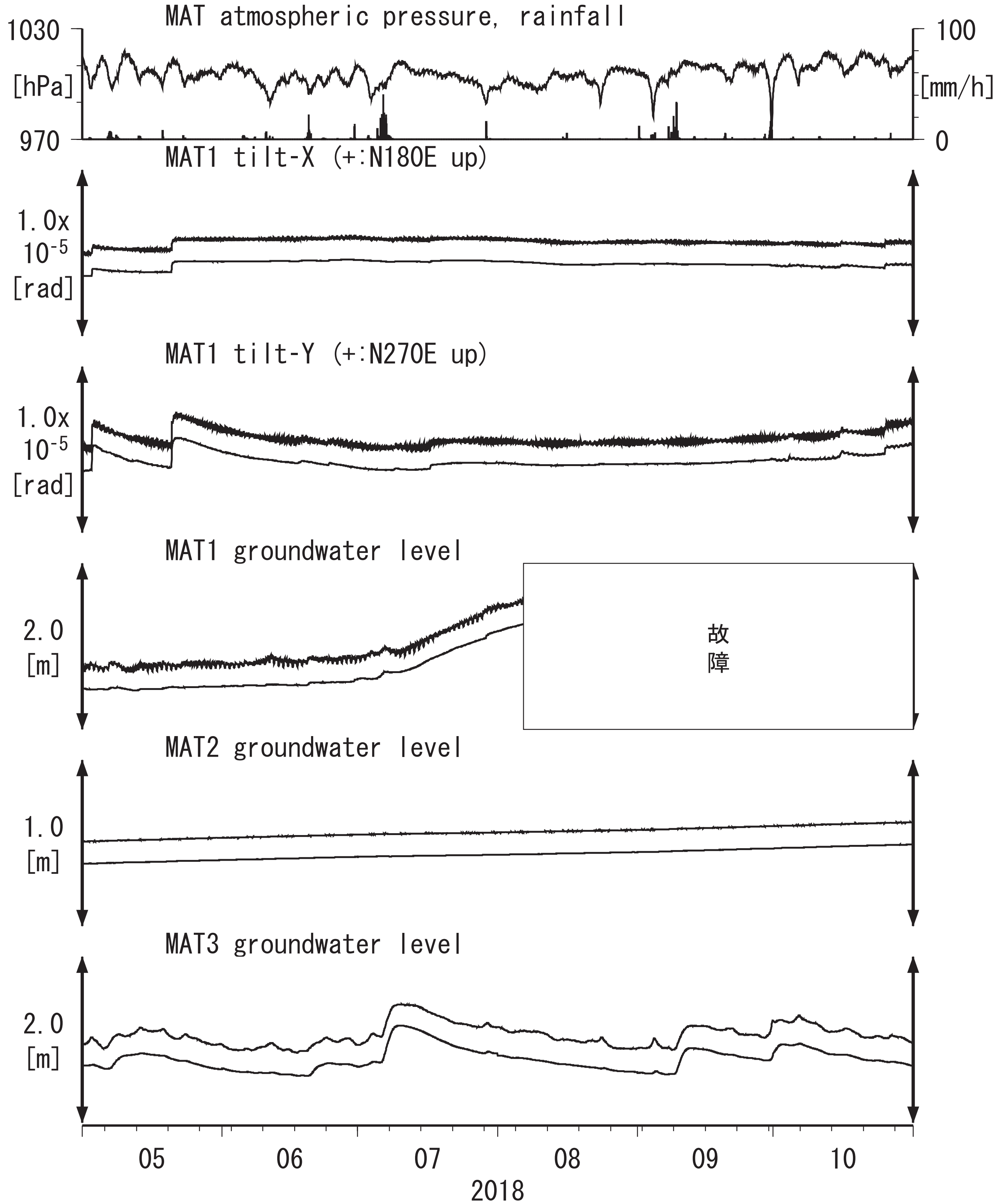


Strainmeter depth = 200.8-203.1 [GL-m]

上: 1次トレンドを除去

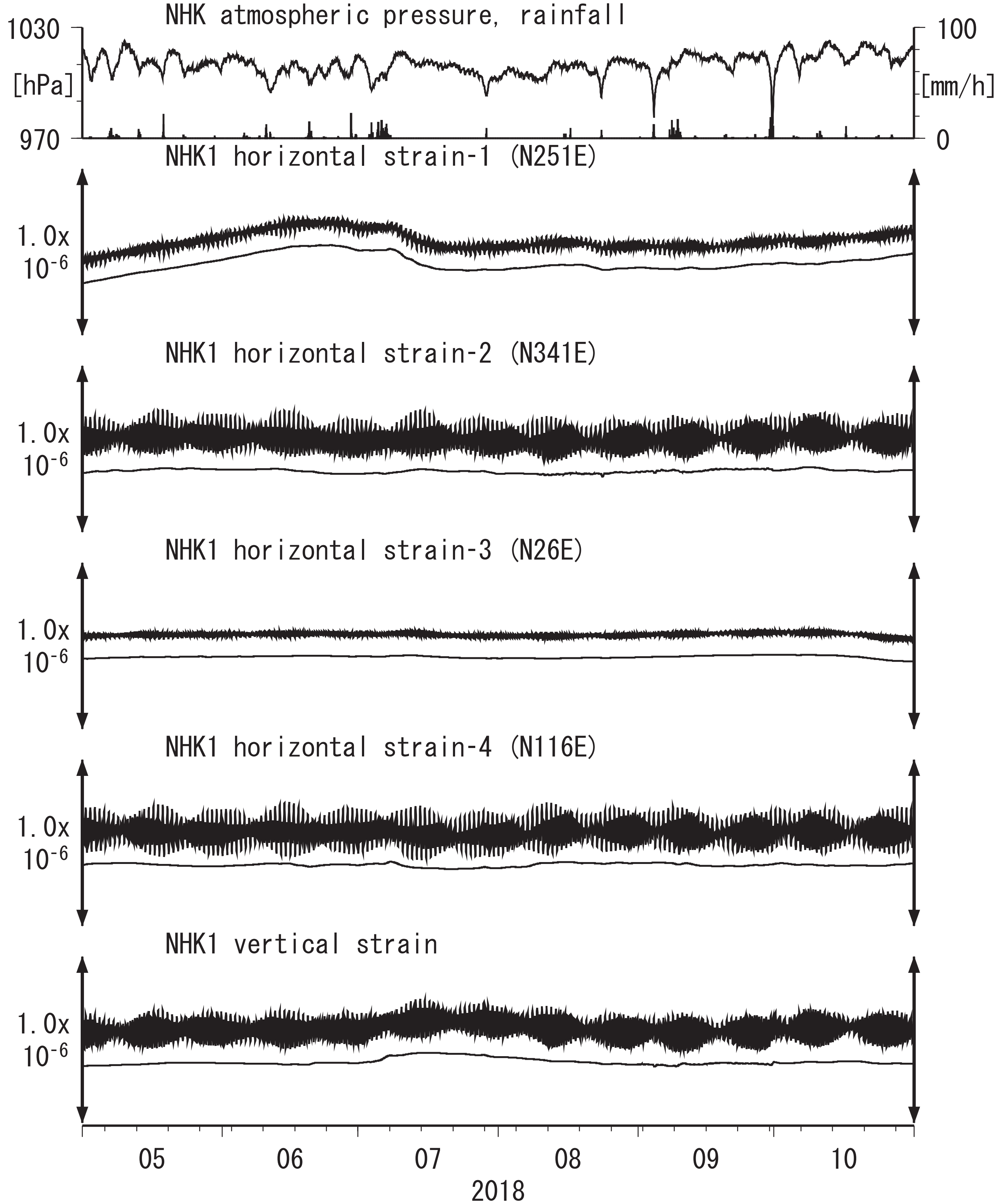
下: BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答・ノイズ成分を除去後、1次トレンドも除去

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

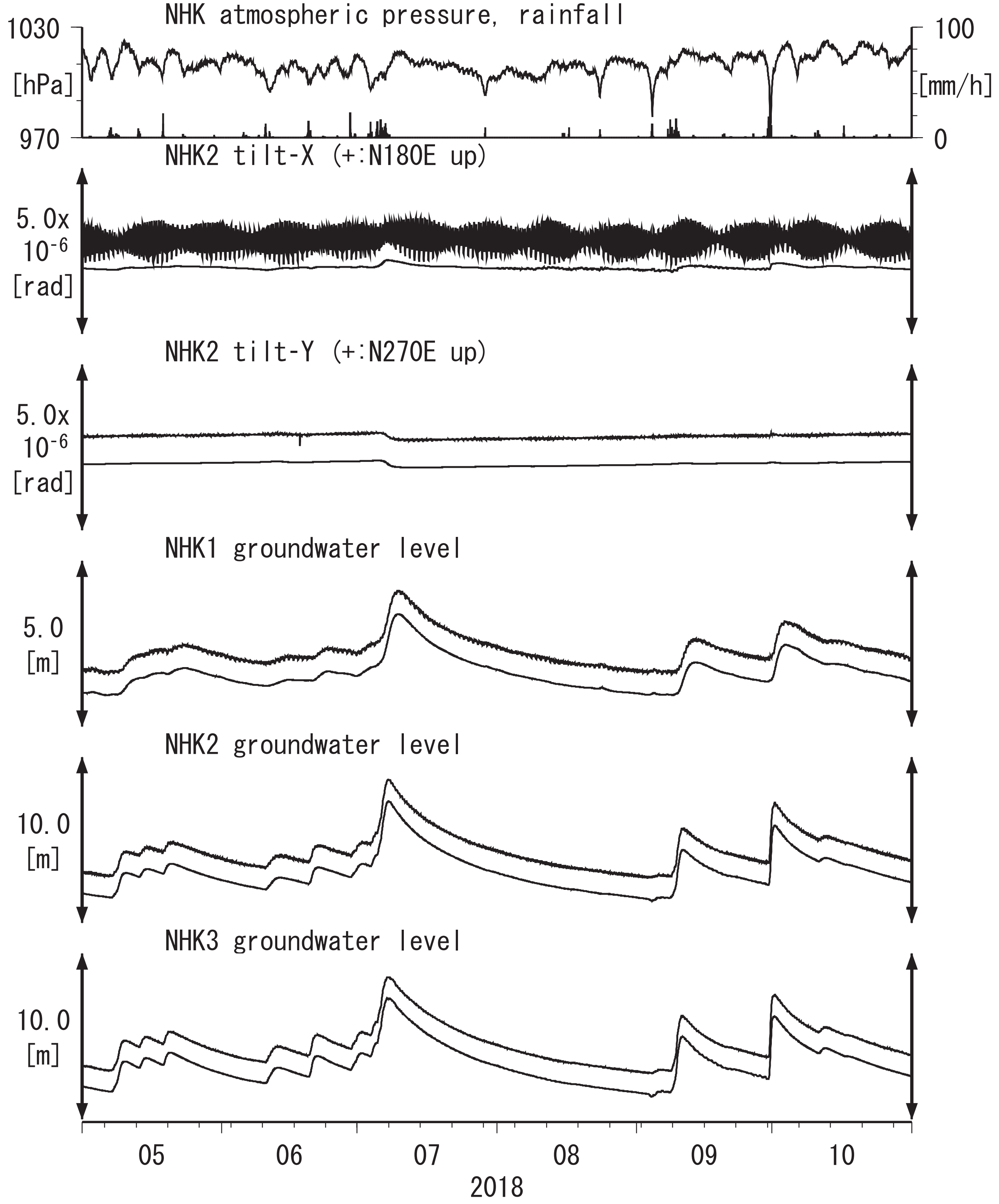


Strainmeter depth = 481.0-483.0 [GL-m]

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)
(2018/05/01 00:00 - 2018/11/01 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

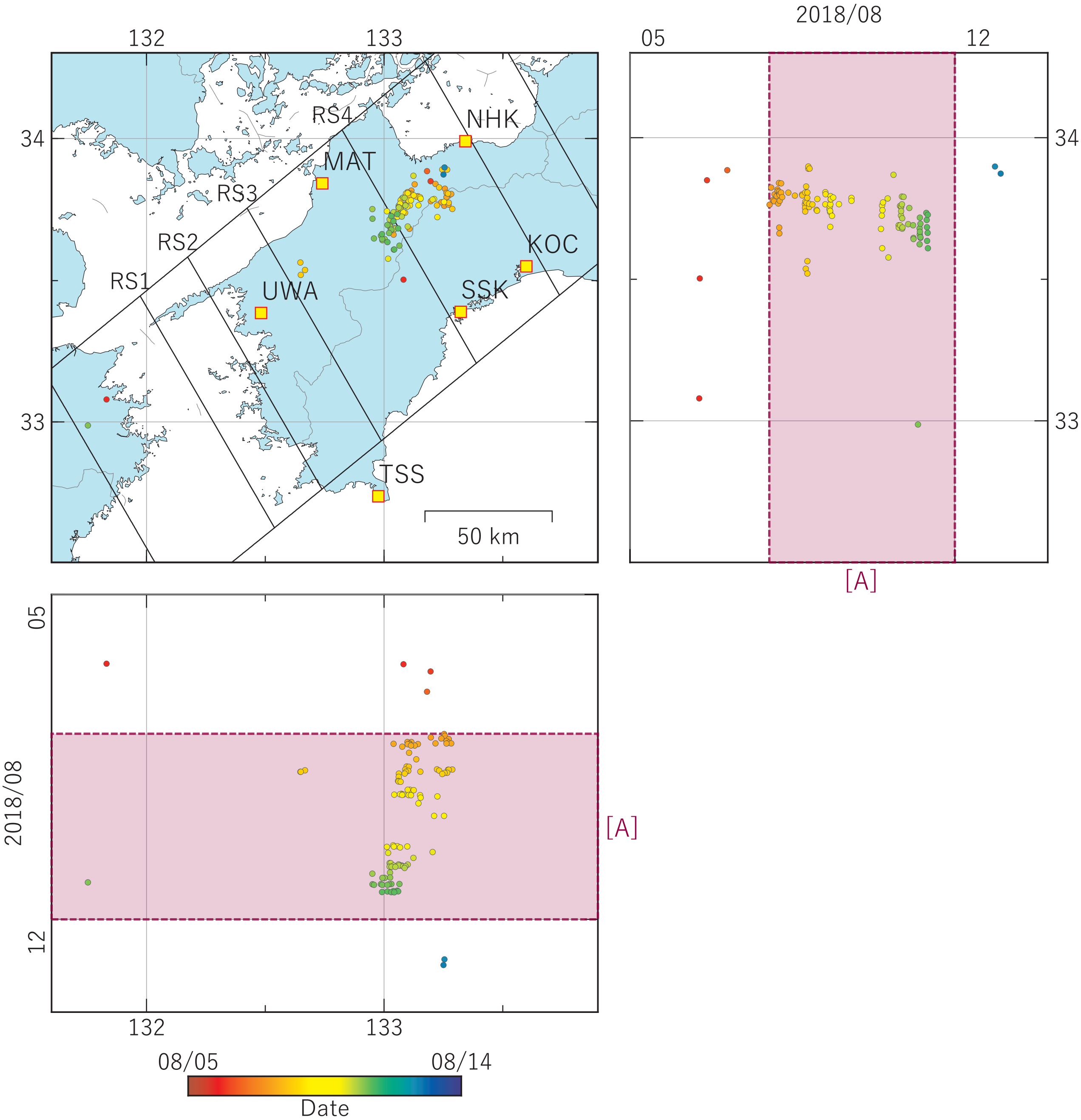


図37　四国地方西部における深部低周波微動の時空間分布図（2018/08/05 00:00 - 08/14 00:00 (JST)）。エンベロープ相関法により決定。

（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

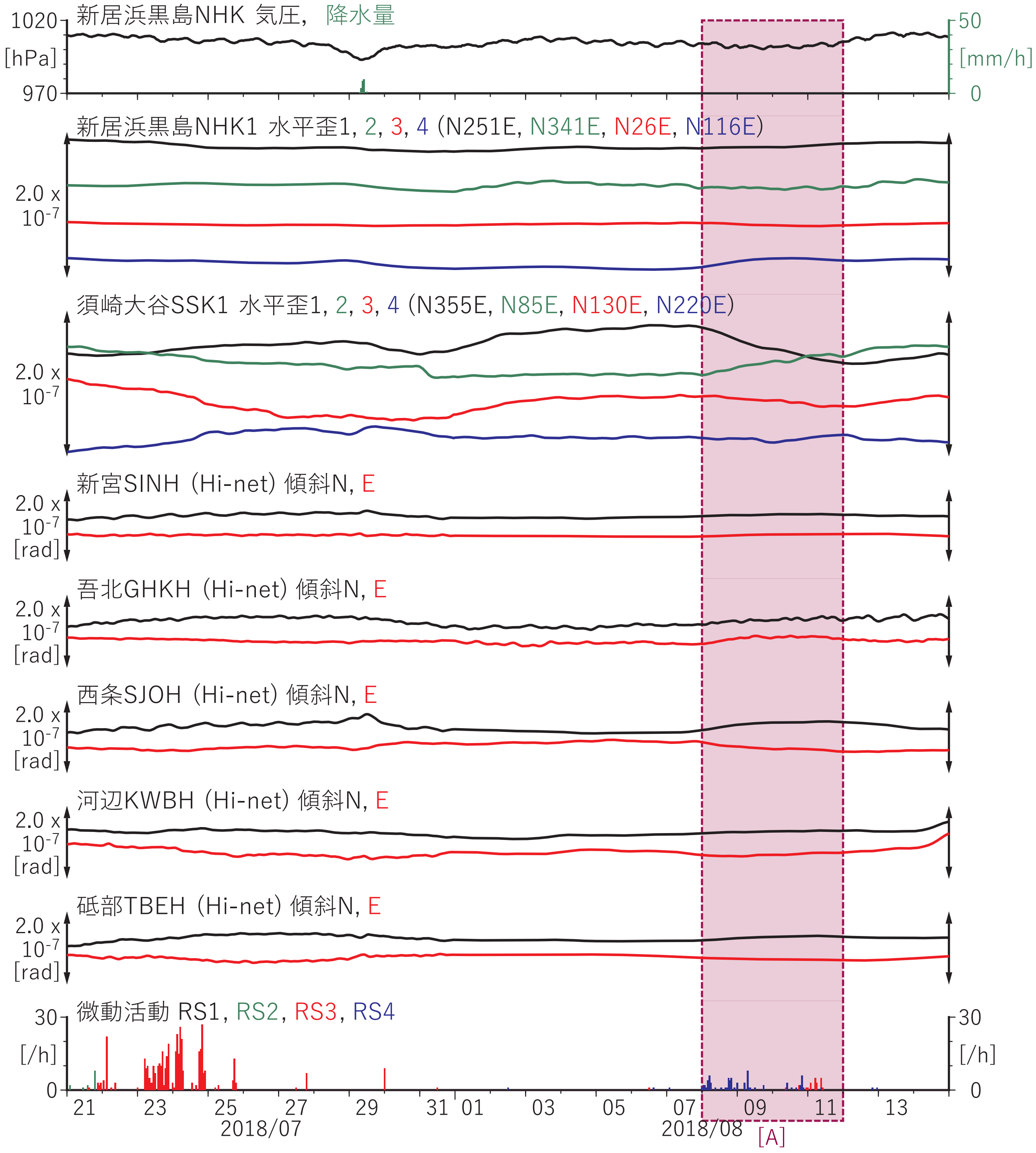
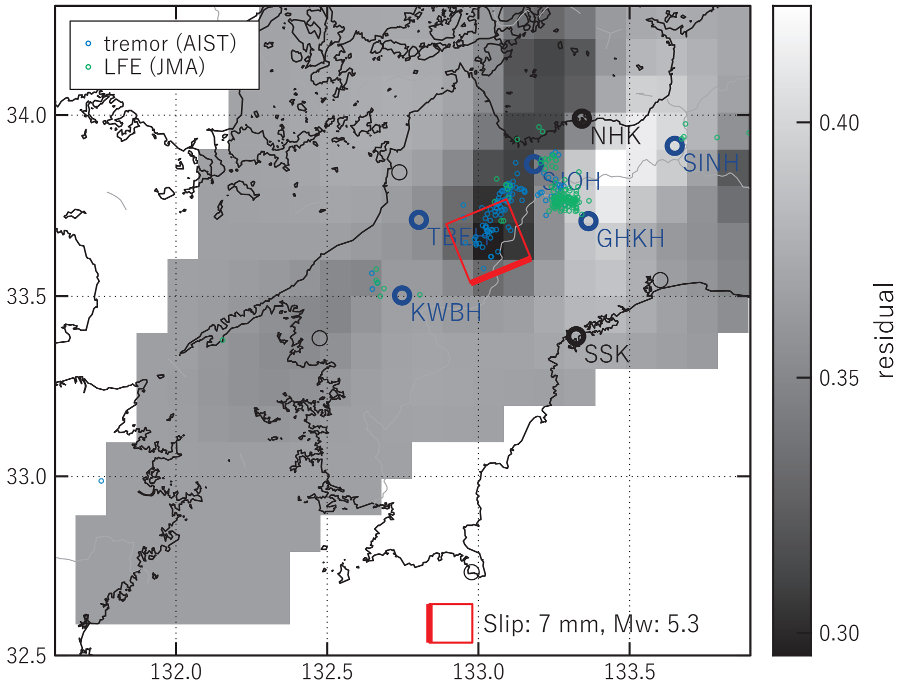


図38 四国地方における歪・傾斜観測結果（2018/07/21 00:00 - 2018/08/15 00:00 (JST)）

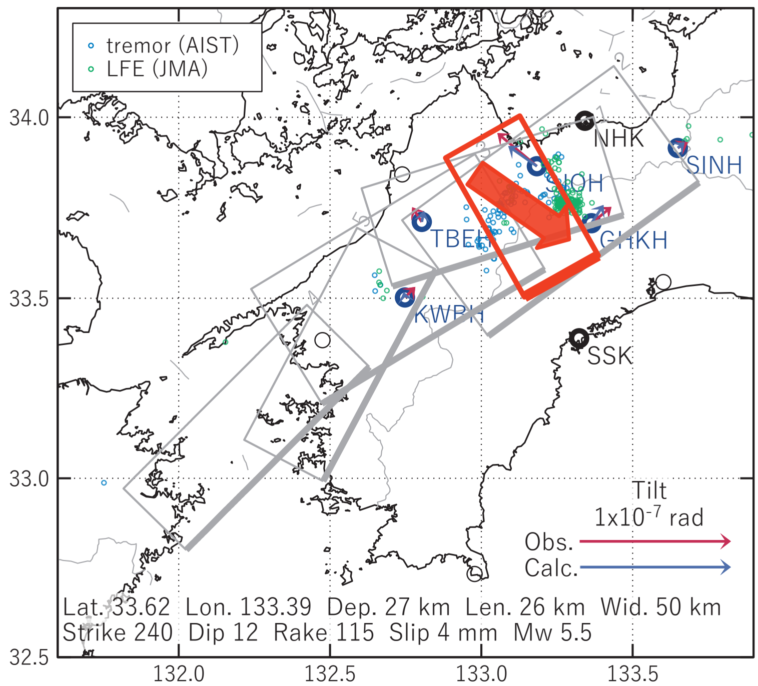
[A] 2018/08/08-11

(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



○ 産総研の観測点
○ 防災科研の観測点

(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

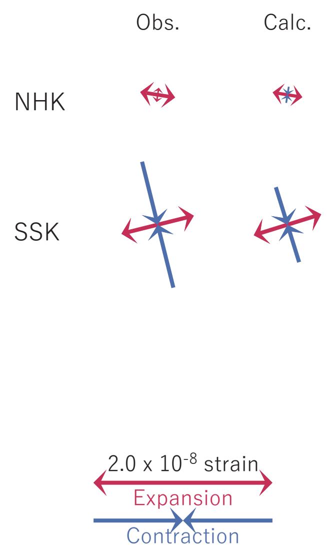


図39　2018/08/08-11 の歪・傾斜変化（図38[A]）を説明する断層モデル。

(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，対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の断層面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短期的SSE の推定断層面。

1: 2018/03/06-09 (Mw5.9),　2: 2018/03/10-17 (Mw6.1), 3: 2018/07/10-17 (Mw6.0), 4: 2018/07/18-21 (Mw5.9),
5: 2018/07/22-25 (Mw5.9)

(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。

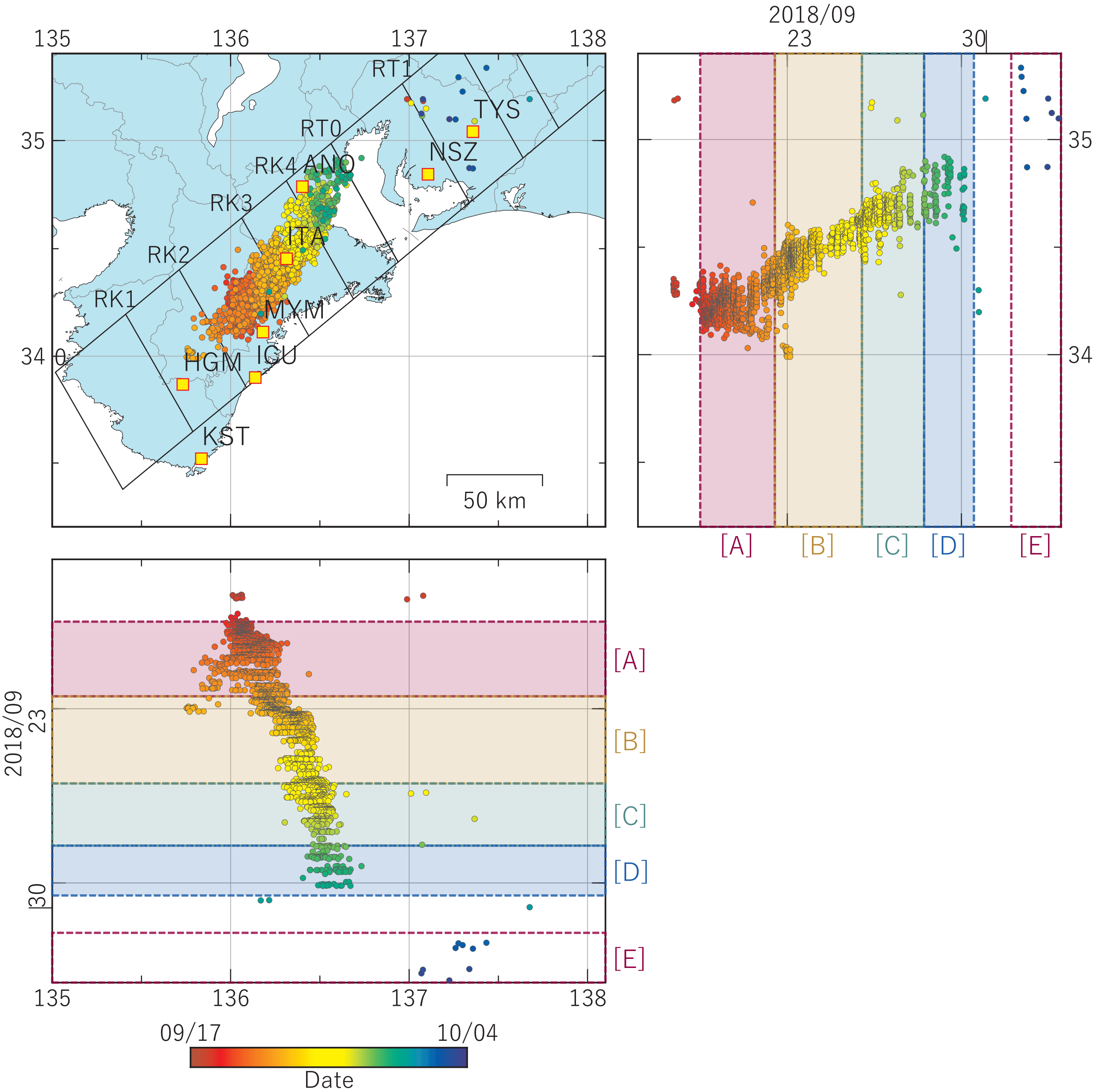


図40　紀伊半島～東海地方における深部低周波微動の時空間分布図（2018/09/17 00:00 - 10/04 00:00 (JST)）。エンベロープ相関法により決定。

（観測点名）TYS: 豊田神殿, NSZ: 西尾善明, ANO: 津安濃, ITA: 松阪飯高, ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷

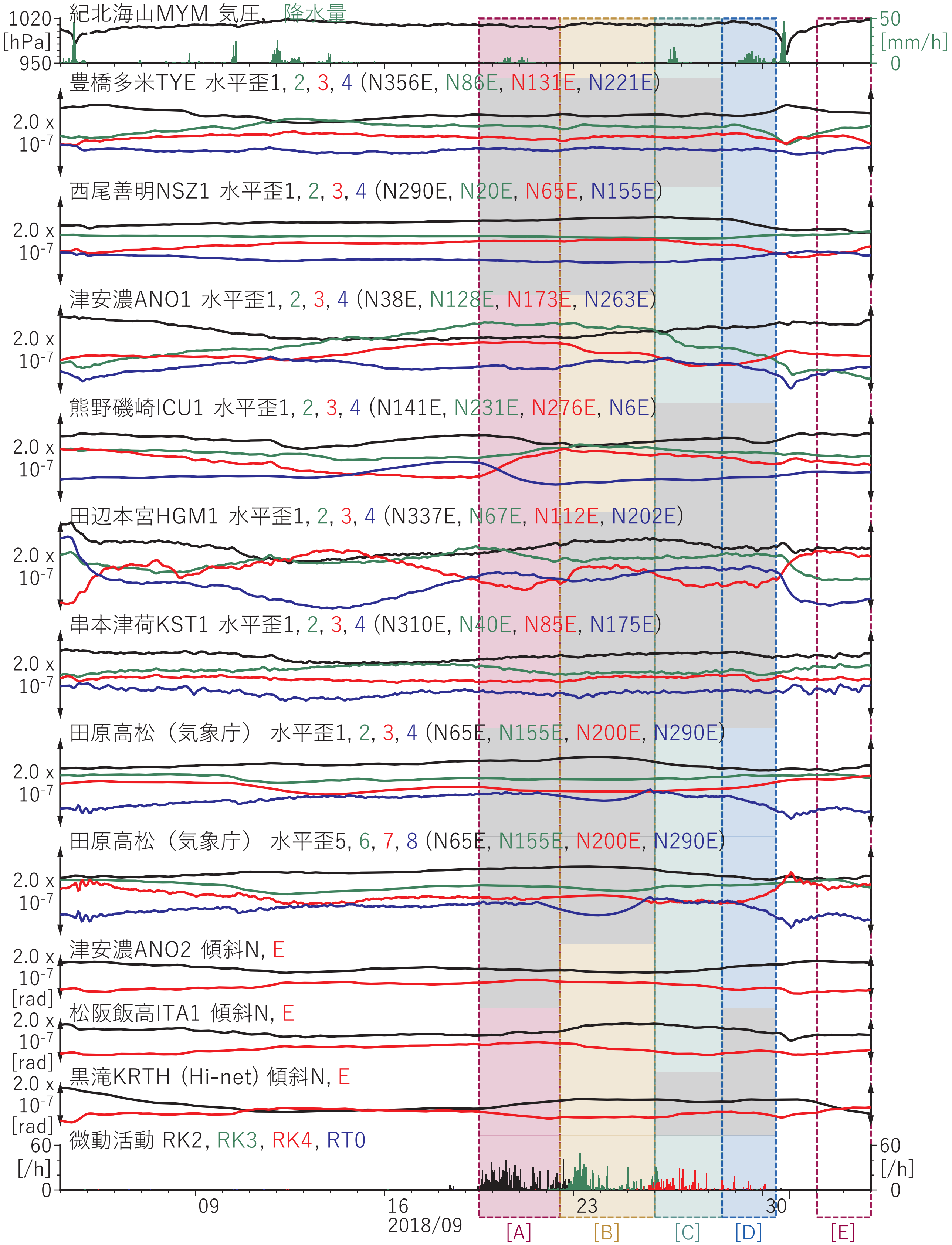
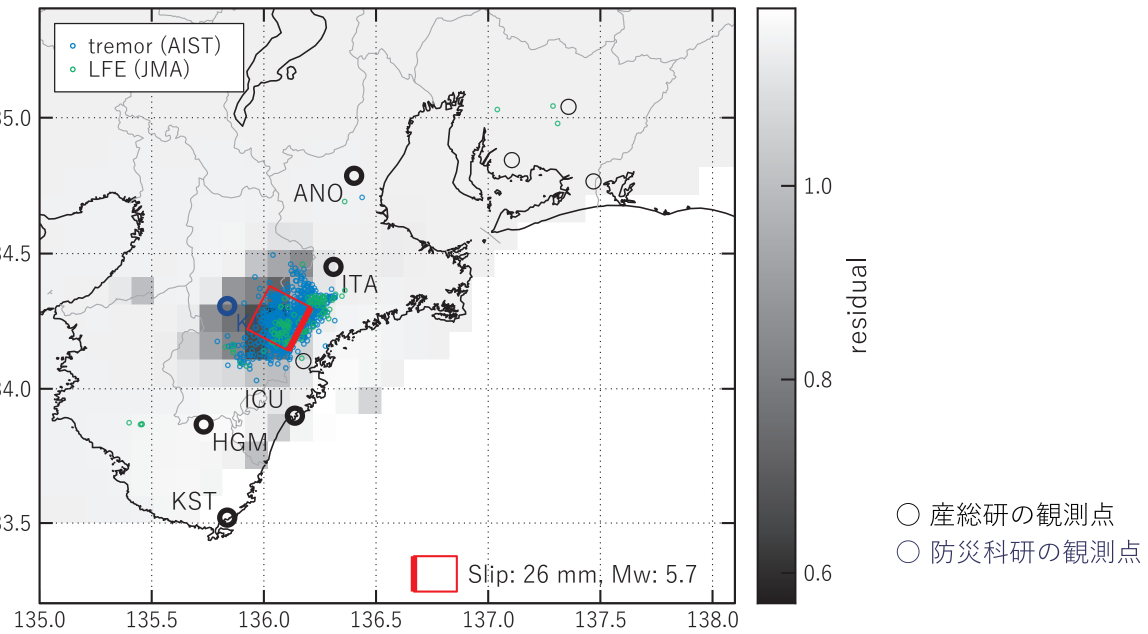


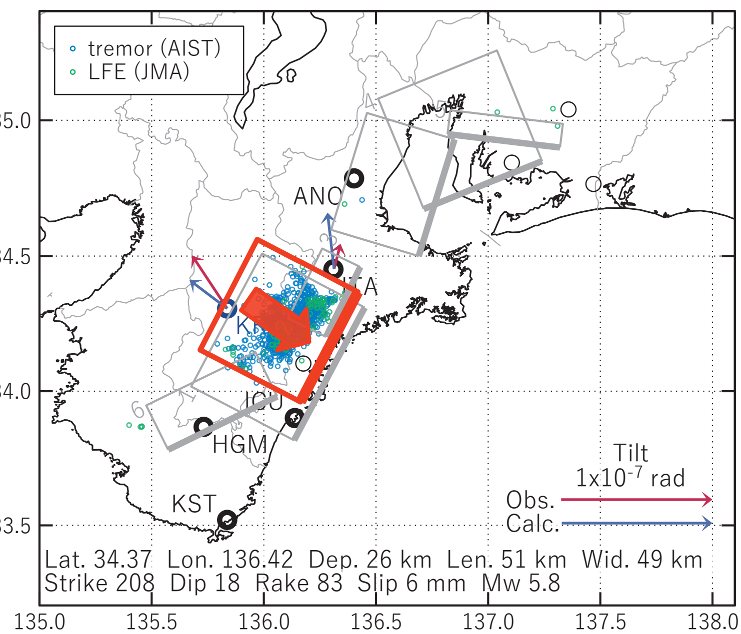
図41 紀伊半島～東海地方における歪・傾斜観測結果（2018/09/04 00:00 - 2018/10/04 00:00 (JST)）

[A] 2018/09/19PM-22AM

(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

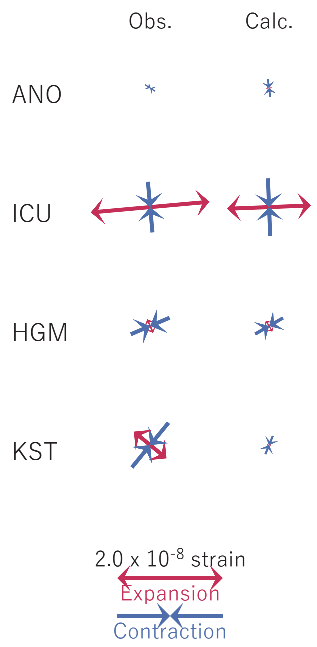


図42　2018/09/19PM-22AM の歪・傾斜変化（図41[A]）を説明する断層モデル。

(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，対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

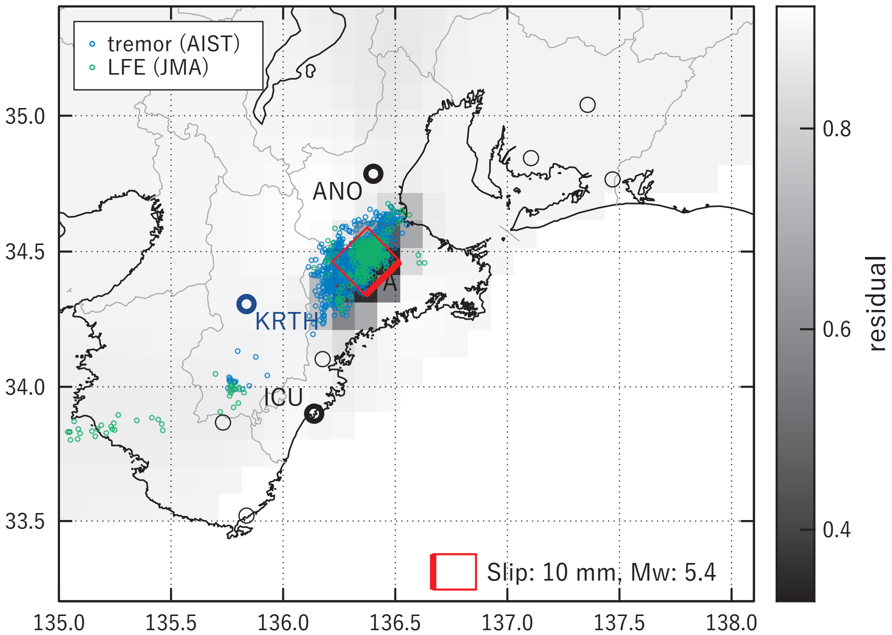
(b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSE の推定断層面。

1: 2017/11-15-17 (Mw5.8), 2: 2017/11/18-19 (Mw5.6), 3: 2017/11/20-23AM (Mw6.1), 4: 2017/11-23PM-25 (Mw5.7), 5: 2017/11/26-27 (Mw5.7), 6: 2018/02/11PM-14AM(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。

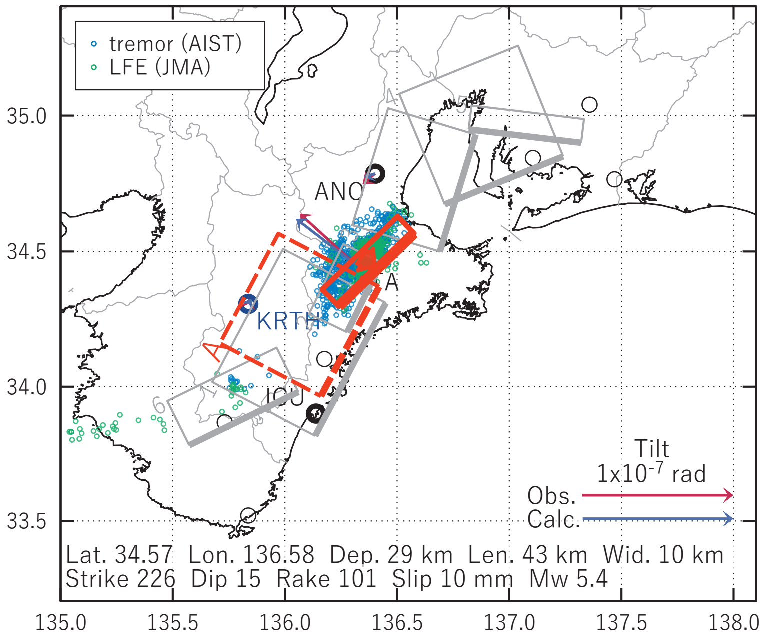
[B] 2018/09/22PM-25

(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



○ 産総研の観測点
○ 防災科研の観測点

(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

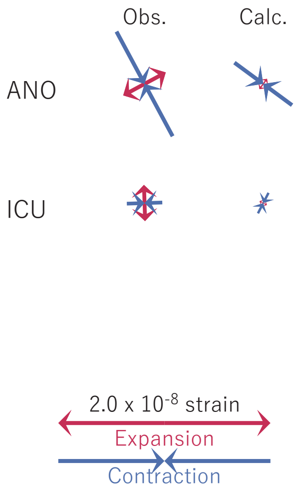


図43　2018/09/22PM-25 の歪・傾斜・地下水変化（図41[B]）を説明する断層モデル。

(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，対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

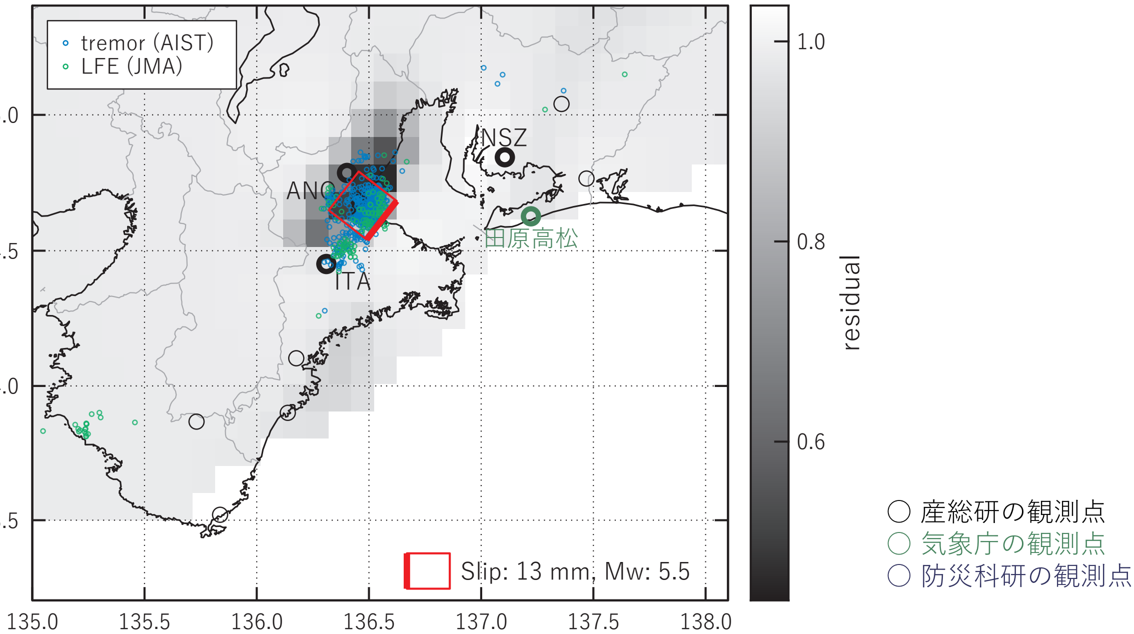
(b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。赤色破線矩形は今回の一連のイベント，灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。

1: 2017/11-15-17 (Mw5.8), 2: 2017/11/18-19 (Mw5.6), 3: 2017/11/20-23AM (Mw6.1), 4: 2017/11-23PM-25 (Mw5.7), 5: 2017/11/26-27 (Mw5.7), 6: 2018/02/11PM-14AM(Mw5.6), A: 2018/09/19PM-22AM (Mw5.8)

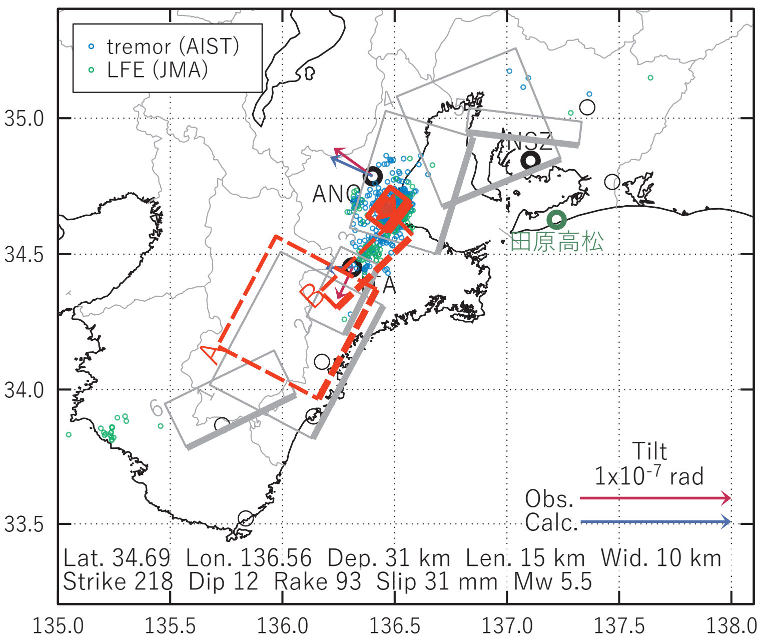
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[C] 2018/09/26-28AM

(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

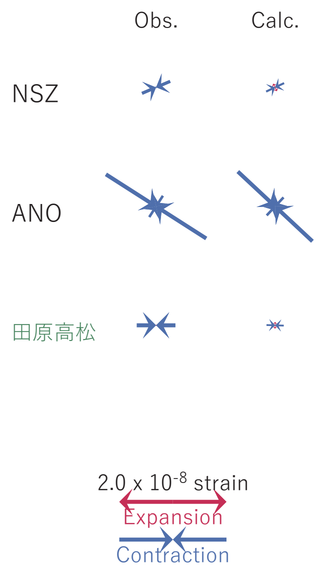


図44　2018/09/26-28AM の歪・傾斜変化（図41[C]）を説明する断層モデル。

(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，対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

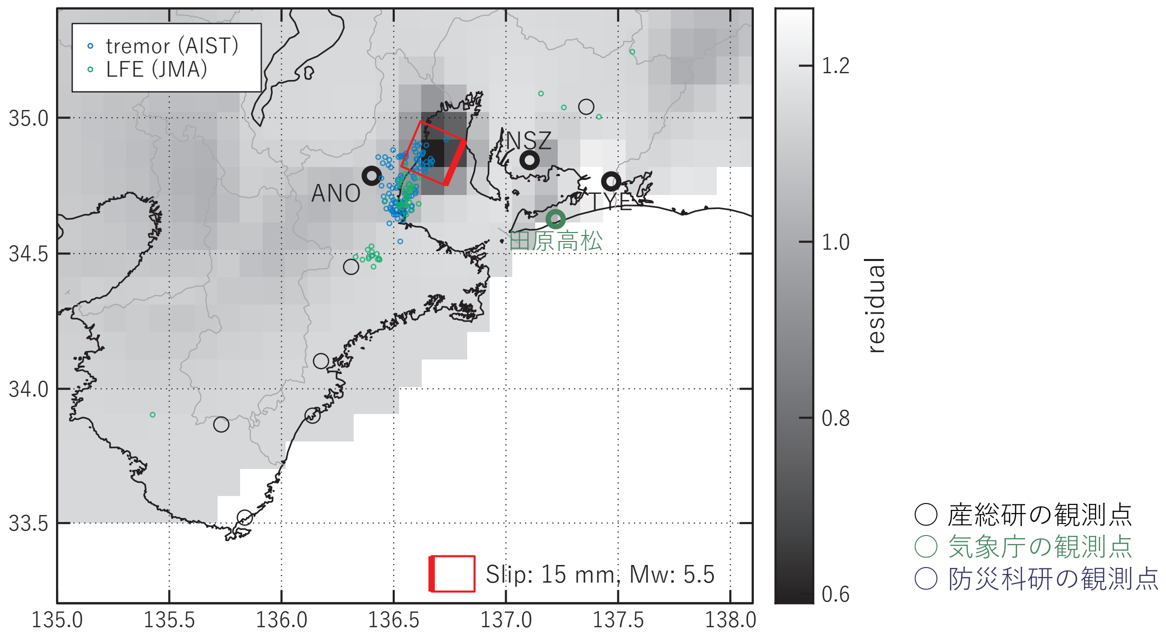
(b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。赤色破線矩形は今回の一連のイベント，灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。

1: 2017/11-15-17 (Mw5.8), 2: 2017/11/18-19 (Mw5.6), 3: 2017/11/20AM-23 (Mw6.1), 4: 2017/11-23PM-25 (Mw5.7), 5: 2017/11/26-27 (Mw5.7), 6: 2018/02/11PM-14AM(Mw5.6), A: 2018/09/19PM-22AM (Mw5.8), B: 2018/09/22PM-25 (Mw5.4)

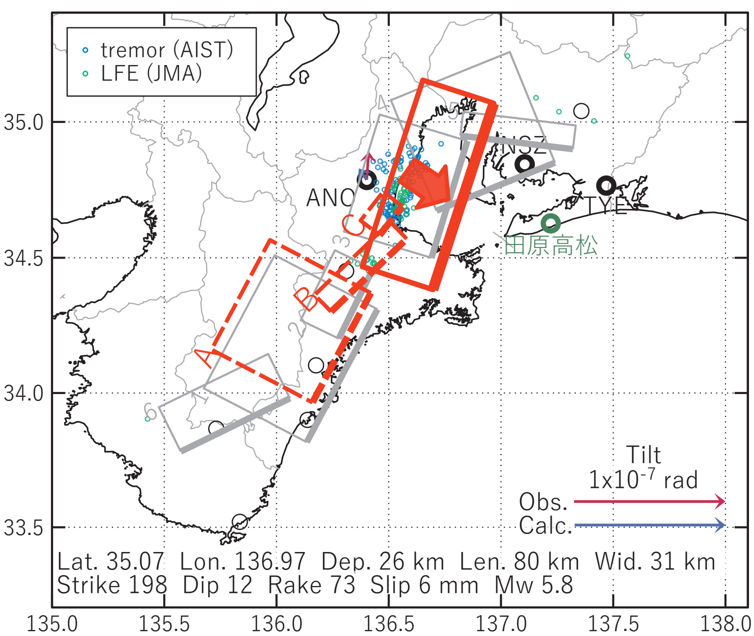
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[D] 2018/09/28PM-30AM

(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

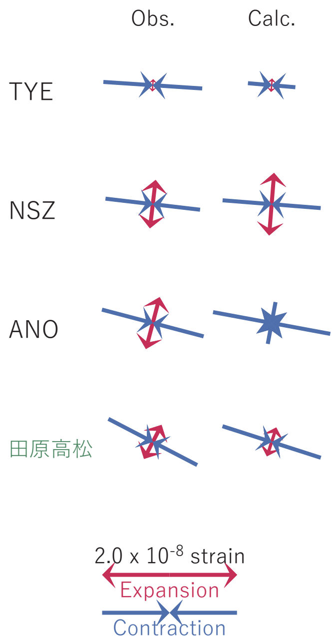


図45　2018/09/28PM-30AMの歪・傾斜変化（図41[D]）を説明する断層モデル。

(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，対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面。

1: 2017/11-15-17 (Mw5.8), 2: 2017/11/18-19 (Mw5.6), 3: 2017/11/20AM-23 (Mw6.1), 4: 2017/11-23PM-25 (Mw5.7),
5: 2017/11/26-27 (Mw5.7), 6: 2018/02/11PM-14AM(Mw5.6), A: 2018/09/19PM-22AM (Mw5.8),
B: 2018/09/22PM-25 (Mw5.4), C: 2018/09/26-28AM (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。

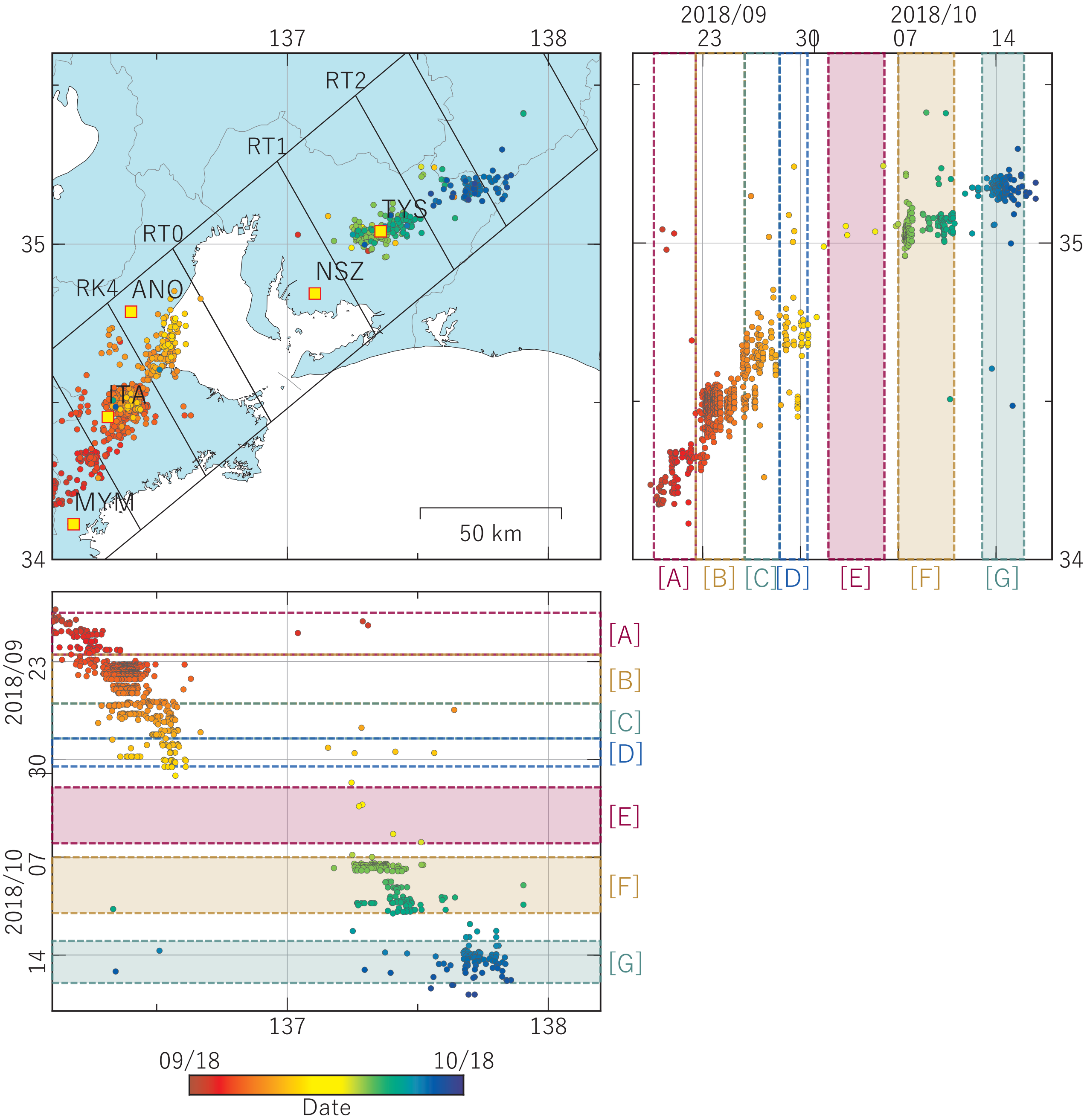
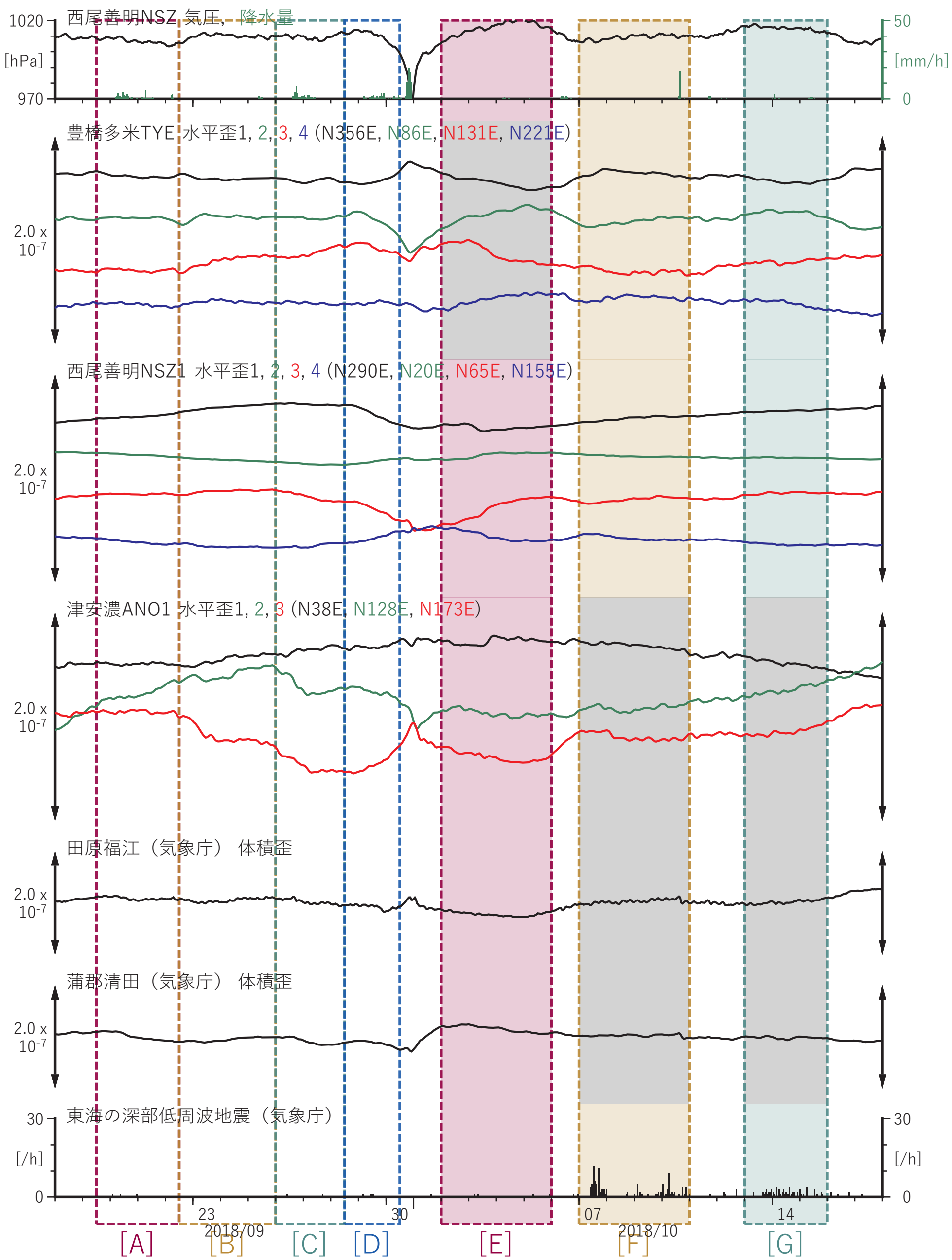


図46　東海地方における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図
（2018/09/18 00:00 - 2018/10/18 00:00 (JST)）
（観測点） TYS: 豊田神殿，NSZ: 西尾善明，ANO: 津安濃，ITA: 松阪飯高, MYM: 紀北海山



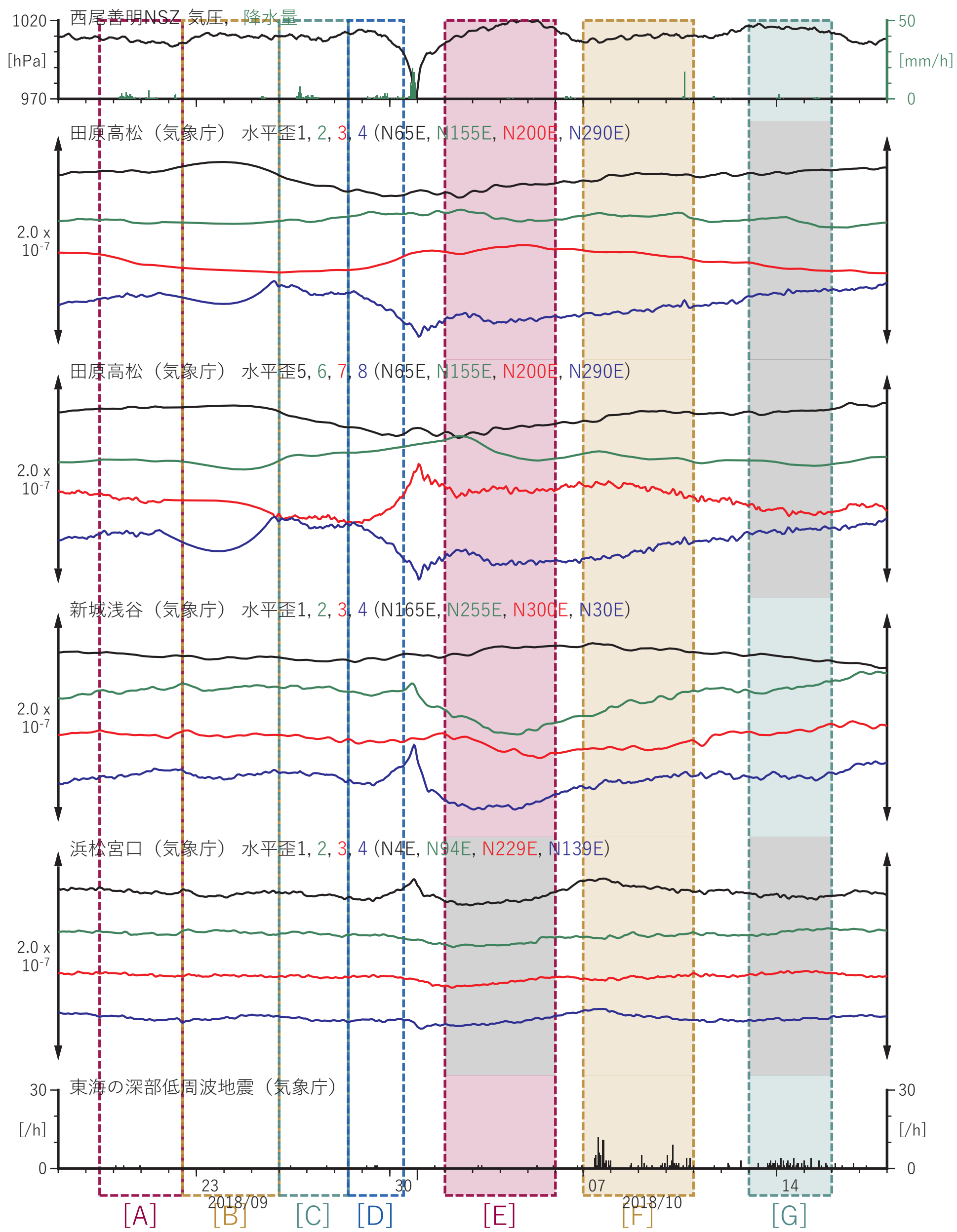


図47　　歪・傾斜の時間変化(1)（2018/09/18 00:00 - 2018/10/18 00:00 (JST)）

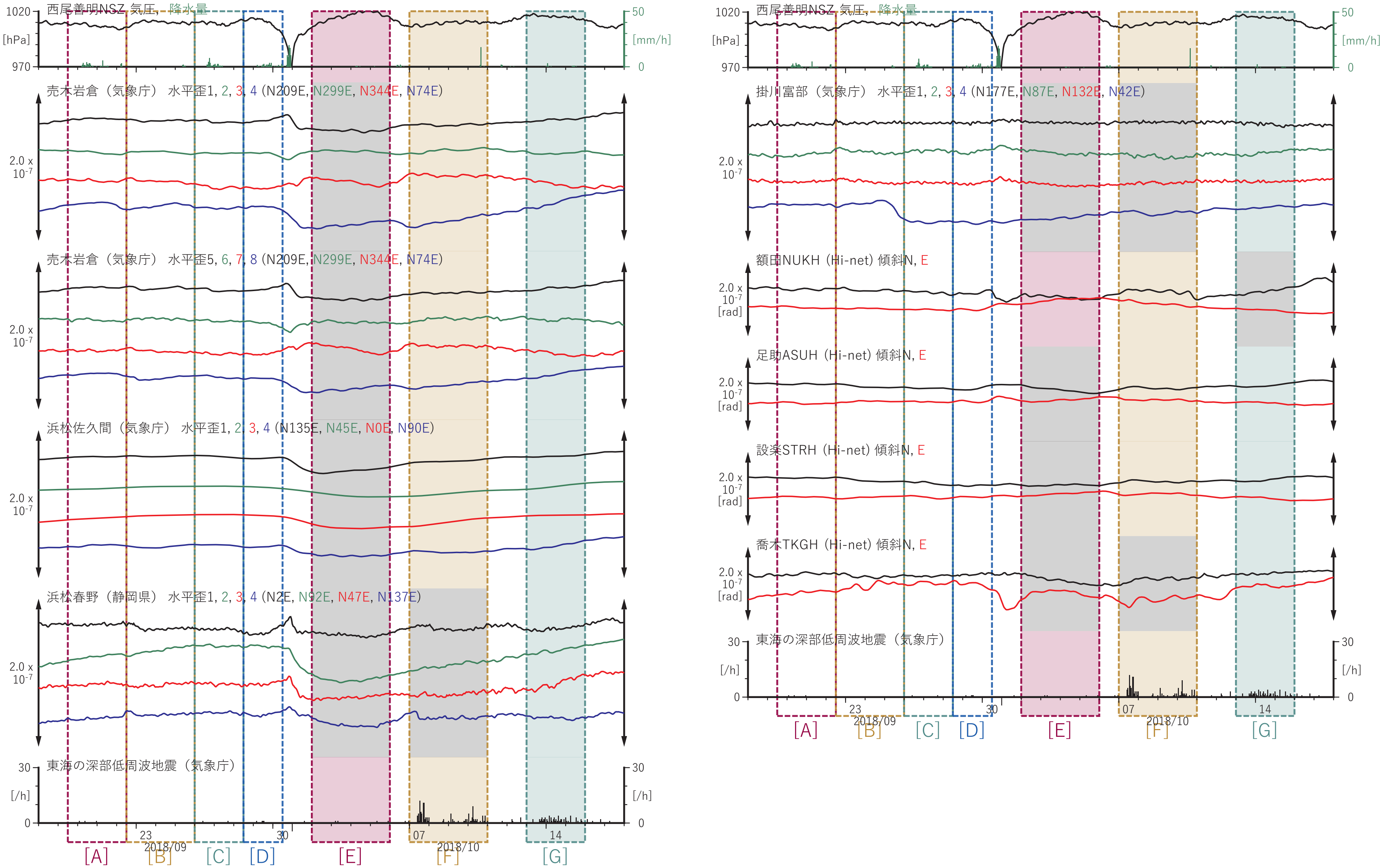
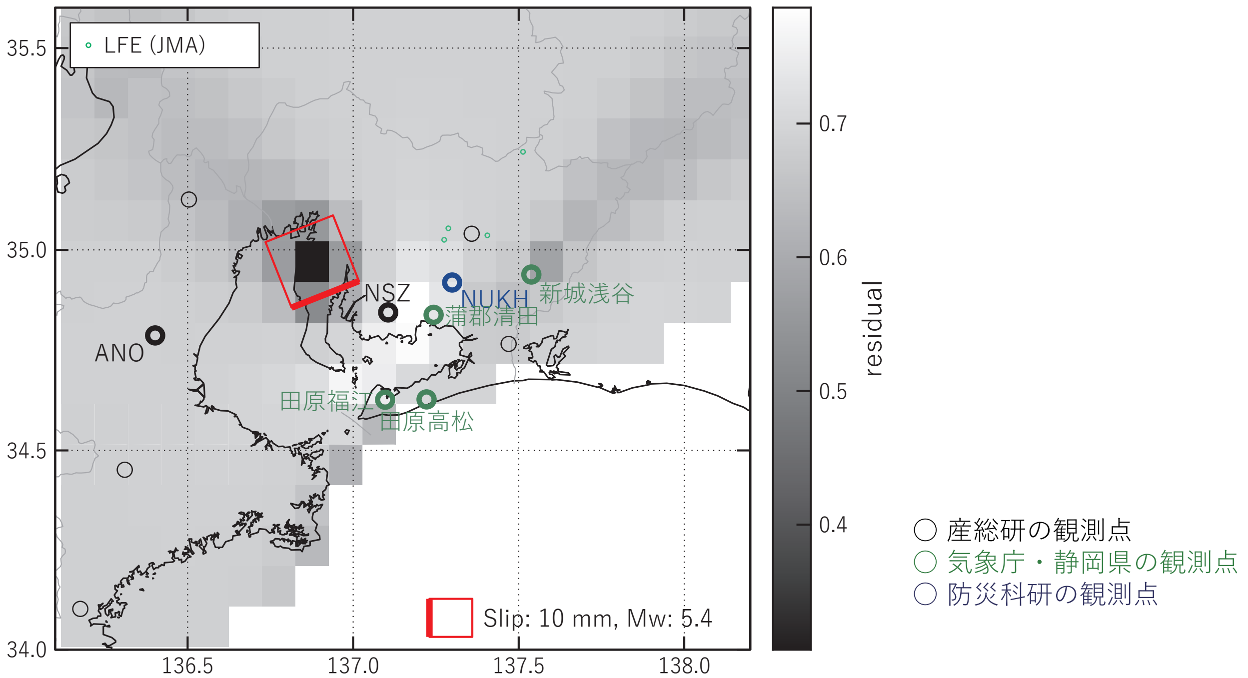


図48　　歪・傾斜の時間変化(2)（2018/09/18 00:00 - 2018/10/18 00:00 (JST)）

[E] 2018/10/02-05

(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

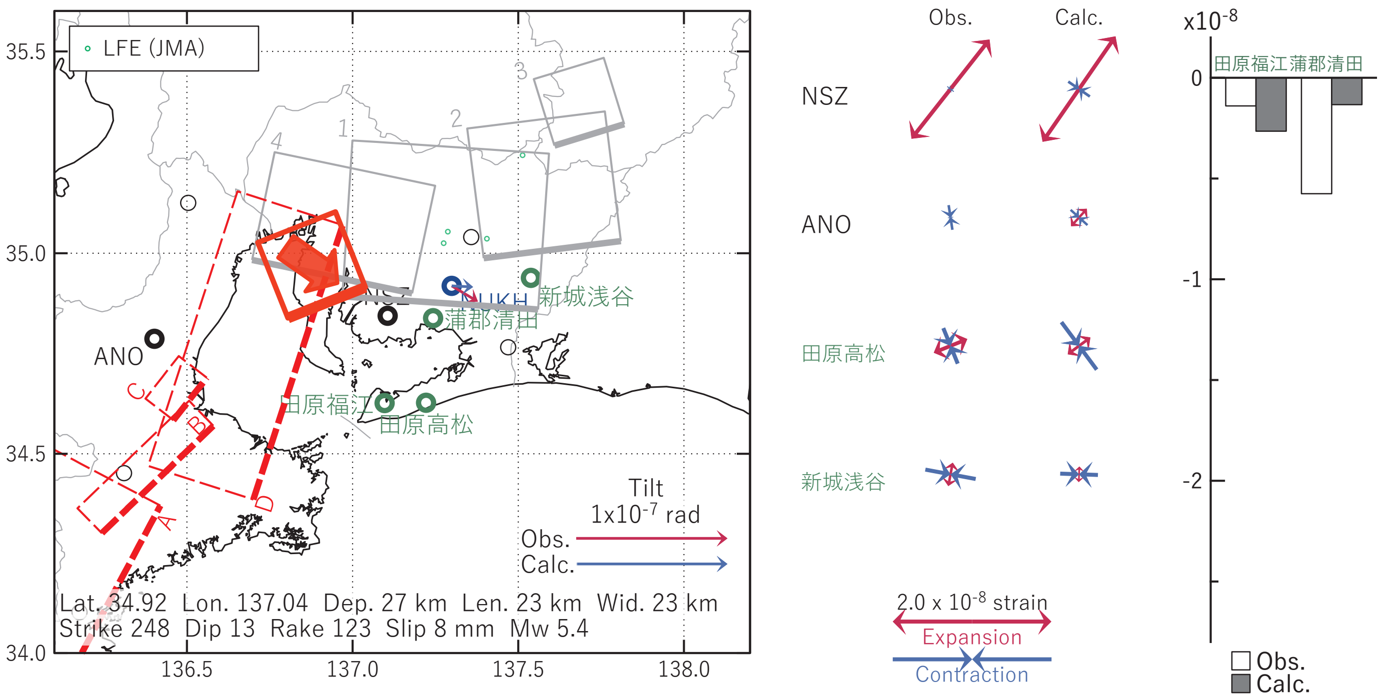


図49 2018/10/02-05の歪・傾斜変化（図47,48[E]）を説明する断層モデル。

(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: 2017/11/28-30AM (Mw5.9), 2: 2017/11/30PM-12/05 (Mw5.7), 3: 2018/06/19PM-25AM (Mw5.9)

4: 2018/06/26PM-29AM (Mw5.6), A: 2018/09/19PM-22AM (Mw5.8), B: 2018/09/22PM-25 (Mw5.4)

C: 2018/09/26-28AM (Mw5.5), D: 2018/09/28PM-30AM (Mw5.8)

(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。

(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。

[F] 2018/10/07-10

(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

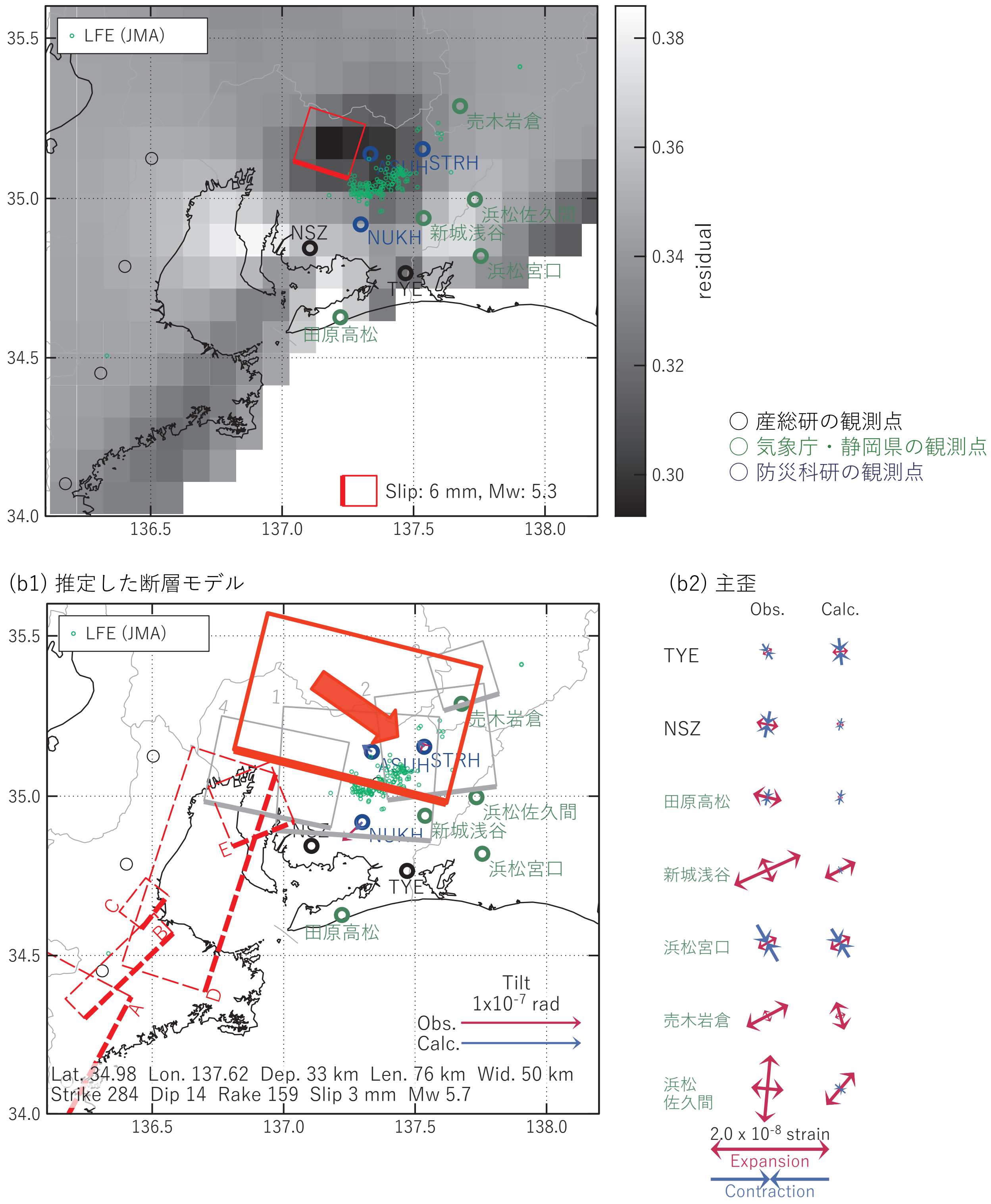


図50 2018/10/07-10の歪・傾斜変化（図47,48[F]）を説明する断層モデル。

(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: 2017/11/28-30AM (Mw5.9), 2: 2017/11/30PM-12/05 (Mw5.7), 3: 2018/06/19PM-25AM (Mw5.9)

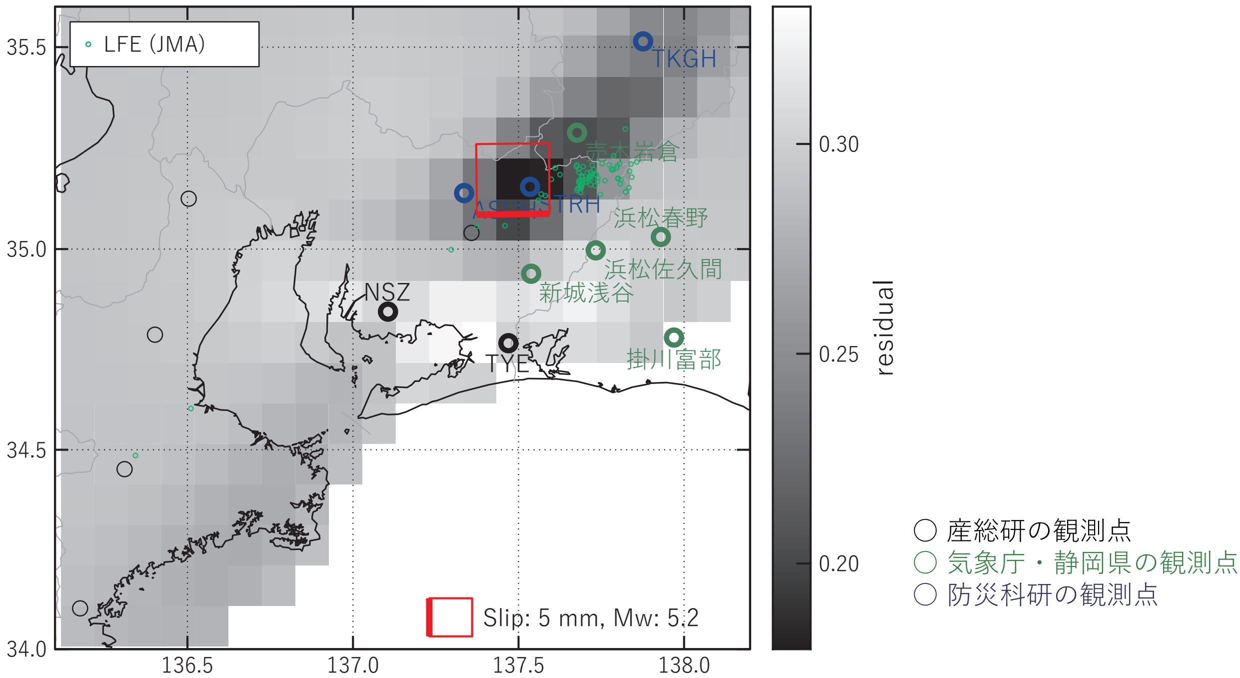
4: 2018/06/26PM-29AM (Mw5.6), A: 2018/09/19PM-22AM (Mw5.8), B: 2018/09/22PM-25 (Mw5.4)

C: 2018/09/26-28AM (Mw5.5), D: 2018/09/28PM-30AM (Mw5.8), E: 2018/10/02-05 (Mw5.4)

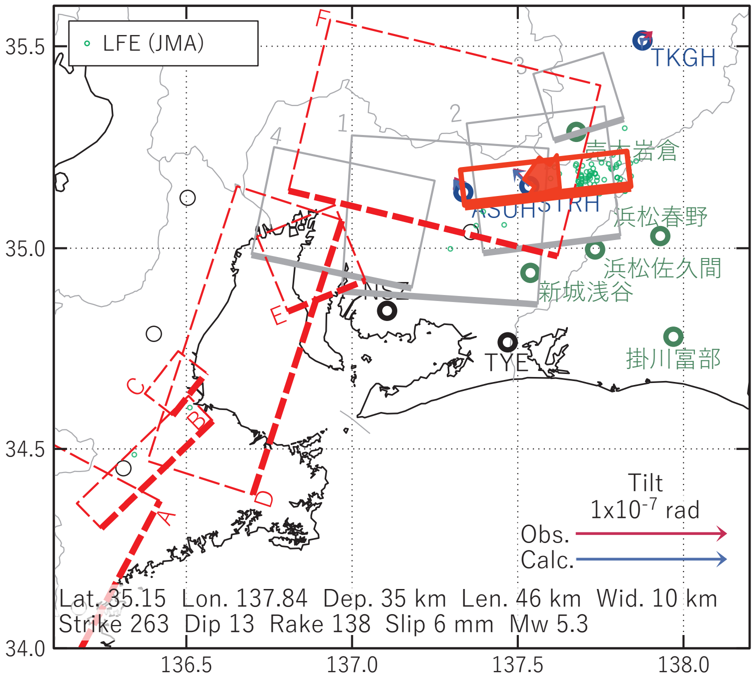
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[G] 2018/10/13-15

(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

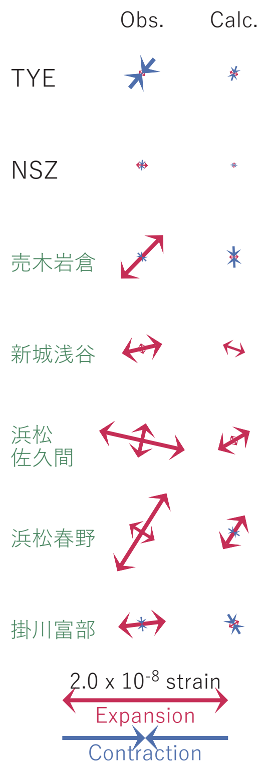


図51 2018/10/13-15の歪・傾斜変化（図47,48[G]）を説明する断層モデル。

(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: 2017/11/28-30AM (Mw5.9), 2: 2017/11/30PM-12/05 (Mw5.7), 3: 2018/06/19PM-25AM (Mw5.9)
4: 2018/06/26PM-29AM (Mw5.6), A: 2018/09/19PM-22AM (Mw5.8), B: 2018/09/22PM-25 (Mw5.4)
C: 2018/09/26-28AM (Mw5.5), D: 2018/09/28PM-30AM (Mw5.8), E: 2018/10/02-05 (Mw5.4)
F: 2018/10/07-10 (Mw5.7)

(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。

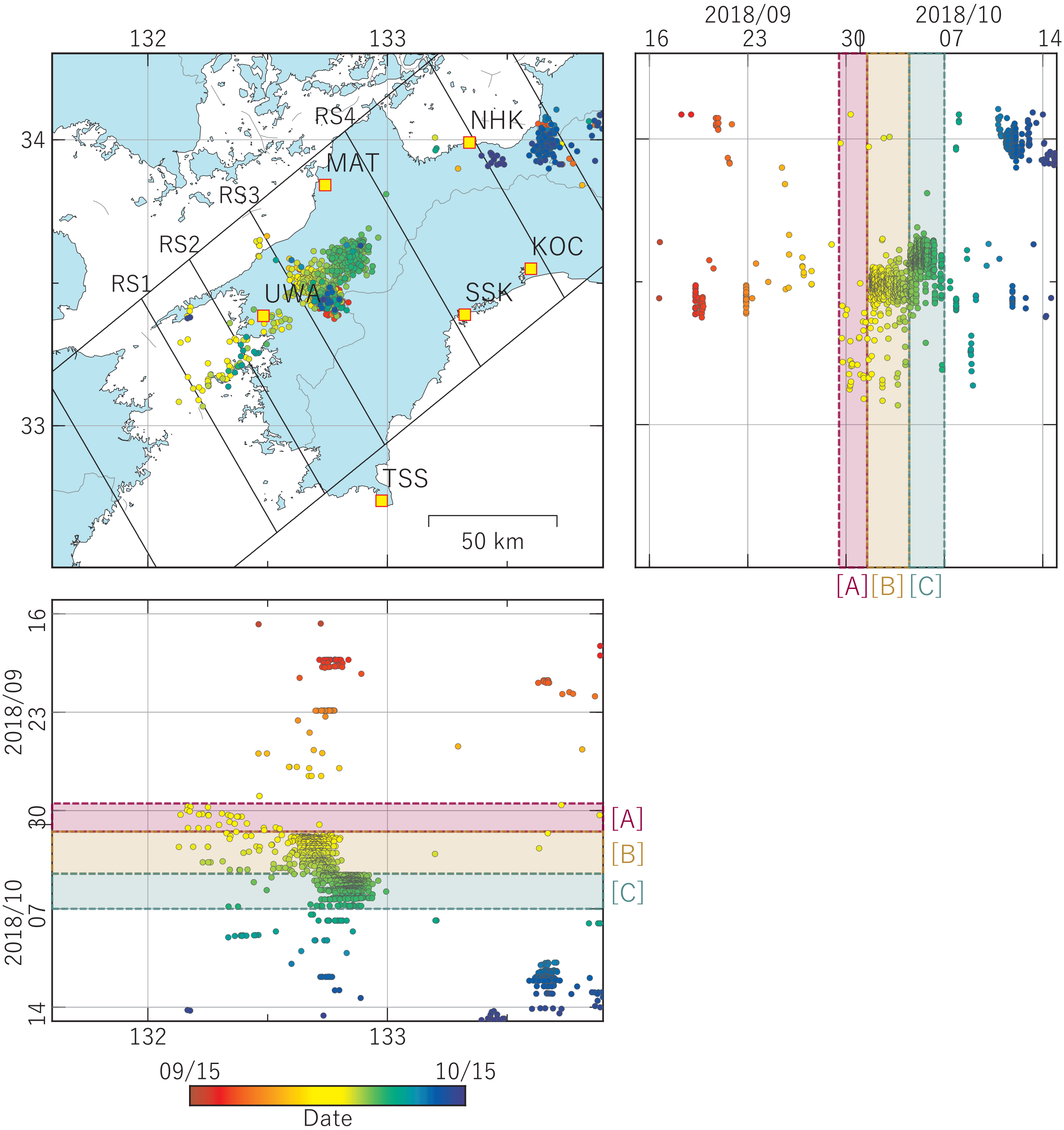


図52　四国地方西部における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図
（2018/09/15 00:00 - 10/15 00:00 (JST)）
（観測点名）KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, TSS: 土佐清水松尾,
MAT: 松山南江戸, UWA: 西予宇和

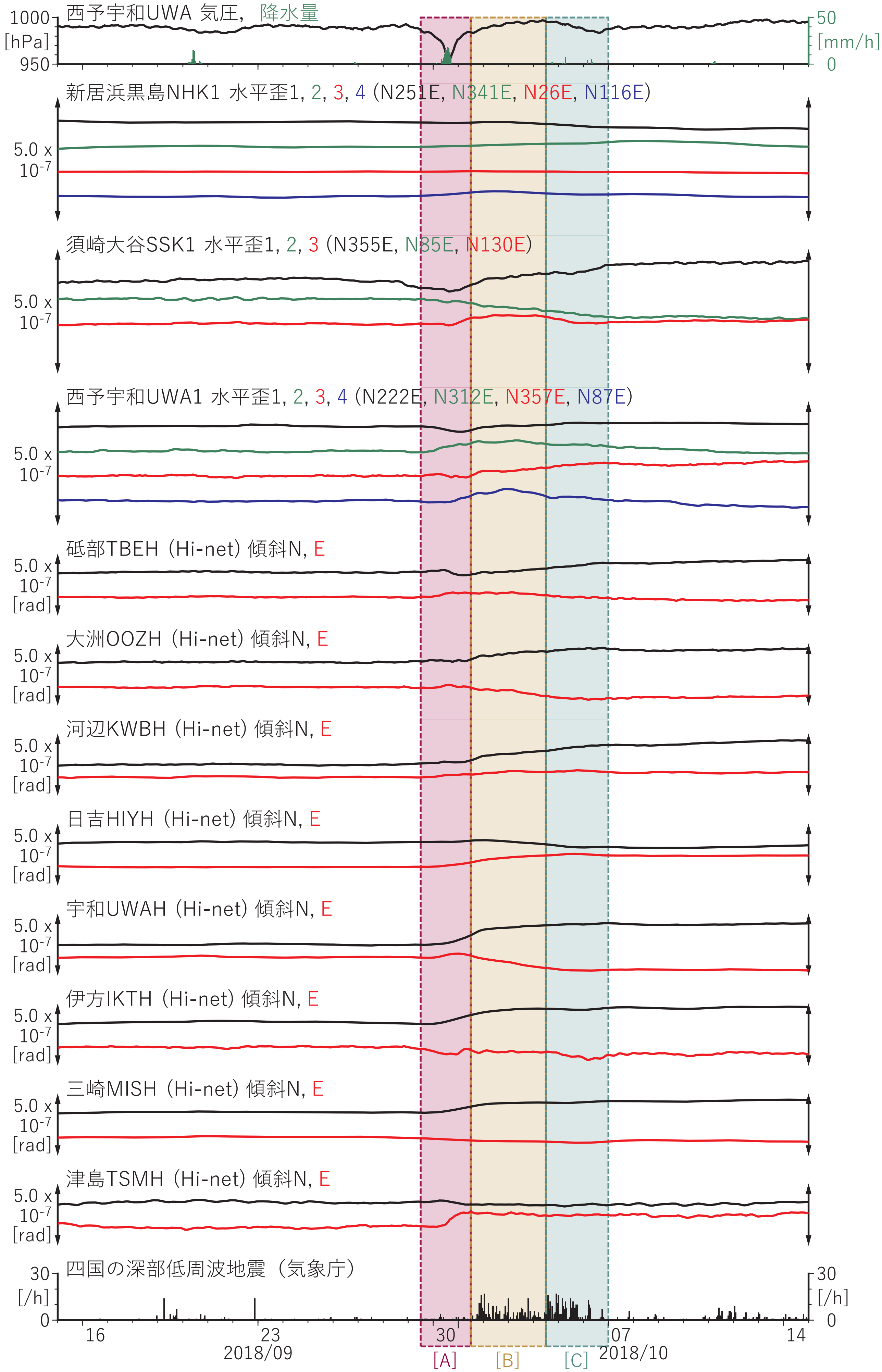
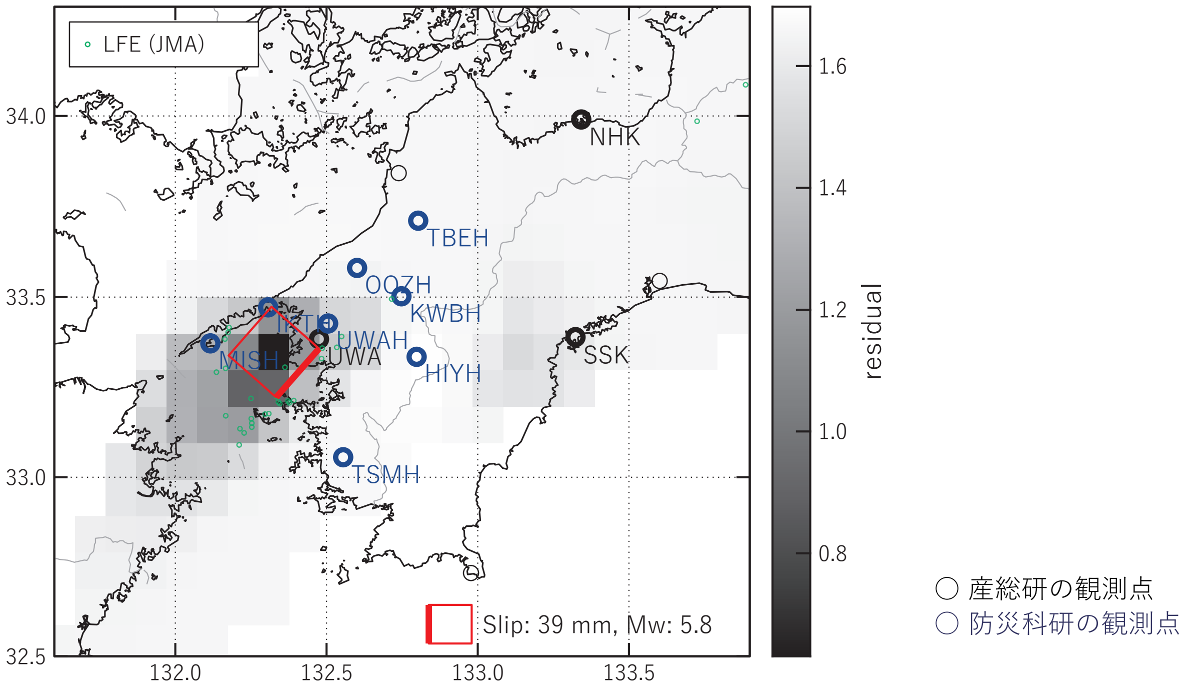


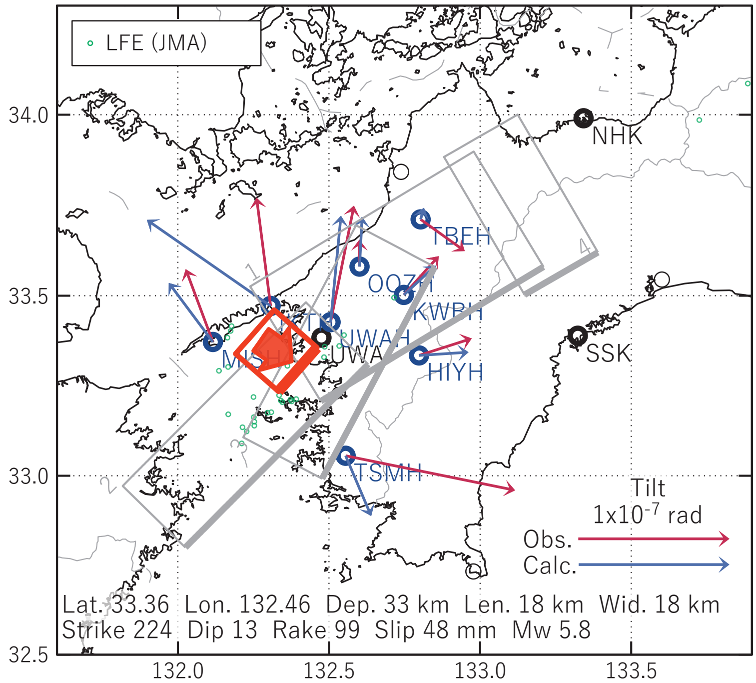
図53 四国地方における歪・傾斜観測結果（2018/09/15 00:00 - 2018/10/15 00:00 (JST)）

[A] 2018/09/29PM-10/01AM

(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

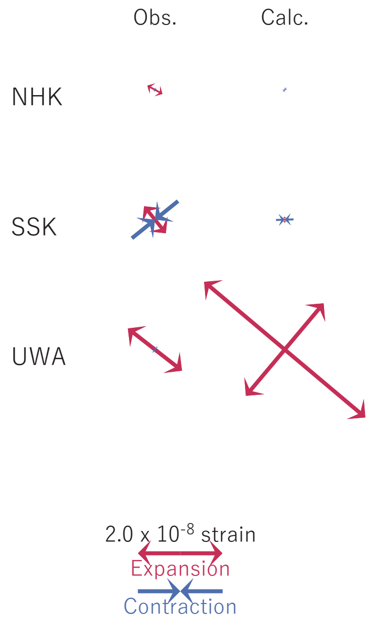


図54 2018/09/29PM-10/01AMの歪・傾斜変化（図53[A]）を説明する断層モデル。

(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。

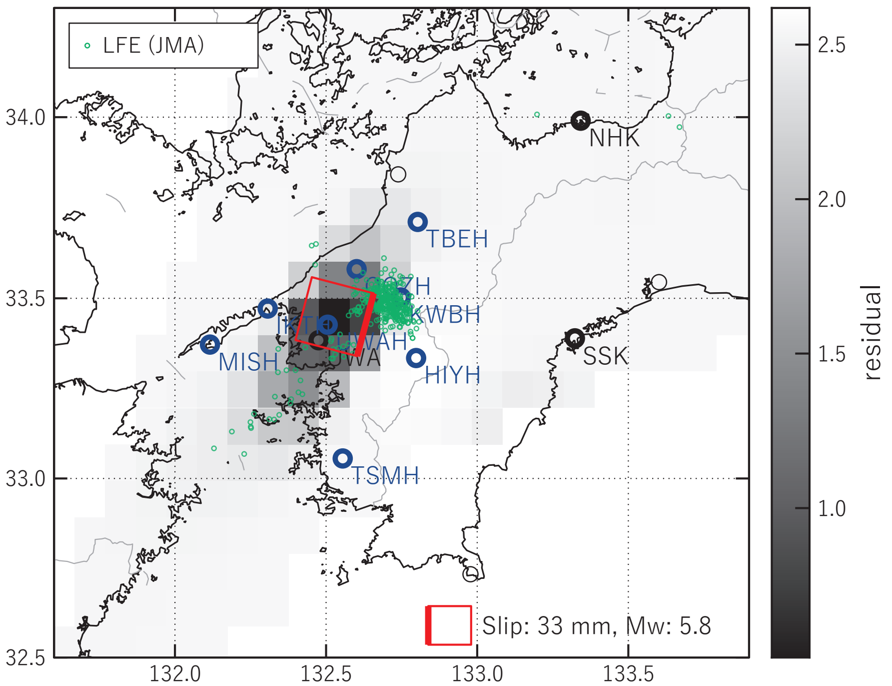
(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2018/07/10-17 (Mw6.0), 2: 2018/07/18-21 (Mw5.9), 3: 2018/07/22-25 (Mw5.7), 4: 2018/08/08-11 (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。

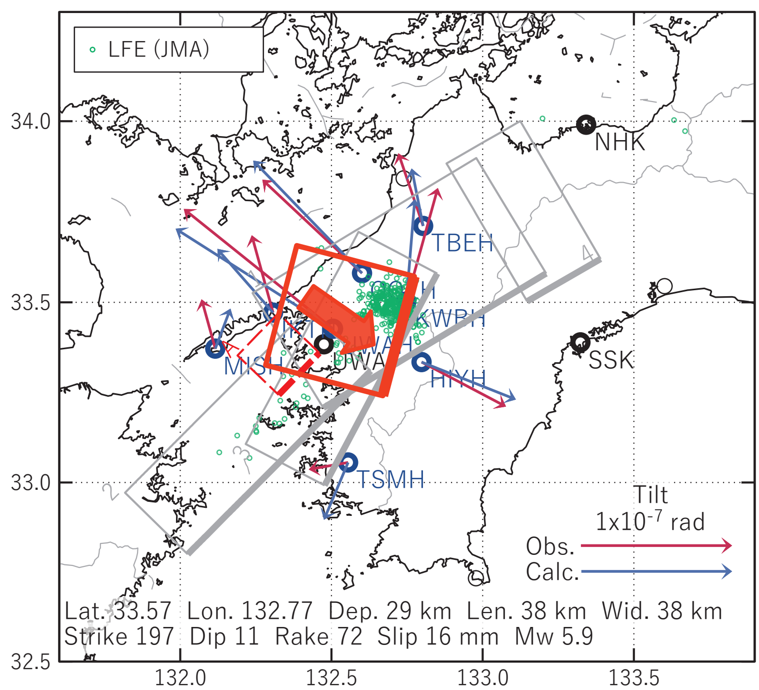
[B] 2018/10/01PM-04AM

(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



○ 産総研の観測点
○ 防災科研の観測点

(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

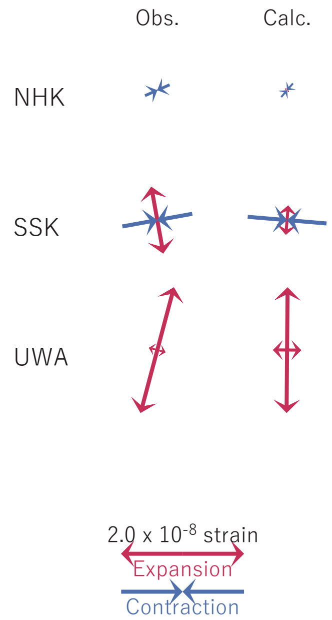


図55 2018/10/01PM-04AMの歪・傾斜変化（図53[B]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20km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。

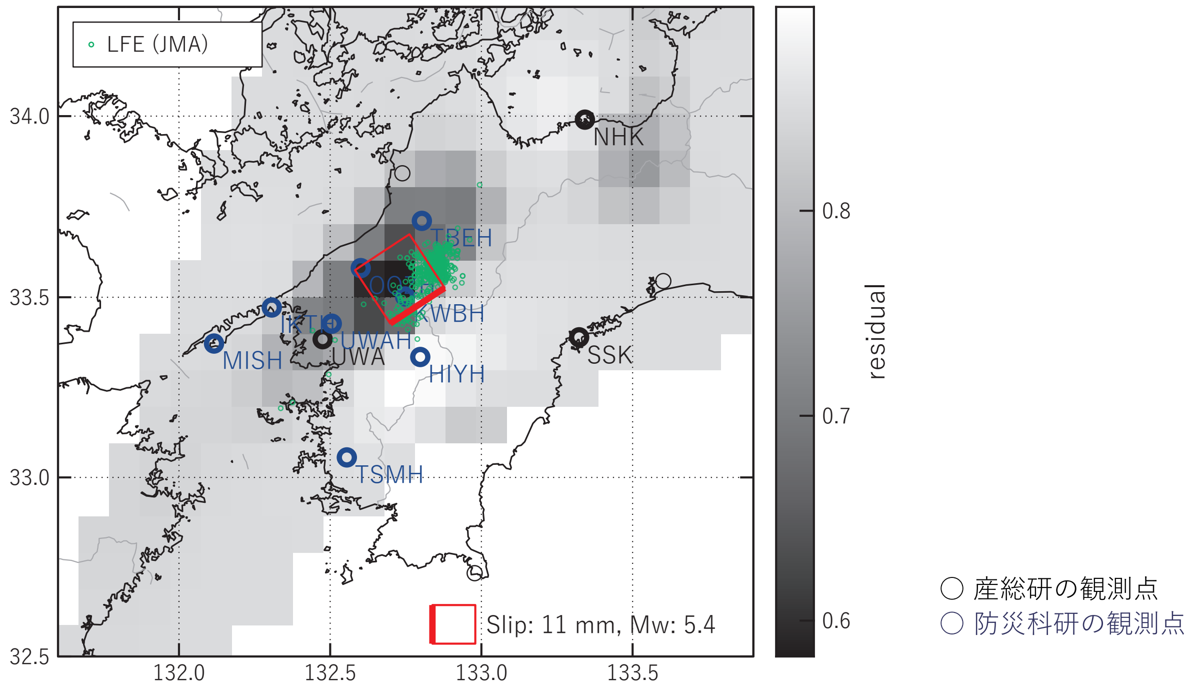
1: 2018/07/10-17 (Mw6.0), 2: 2018/07/18-21 (Mw5.9), 3: 2018/07/22-25 (Mw5.7), 4: 2018/08/08-11 (Mw5.5)

A: 2018/09/29PM-10/01AM (Mw5.8)

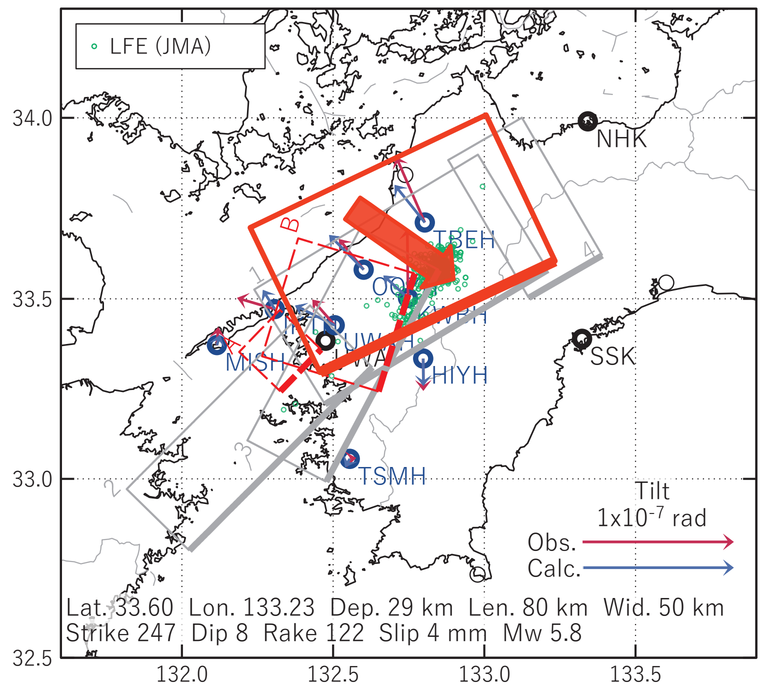
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[C] 2018/10/04PM-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

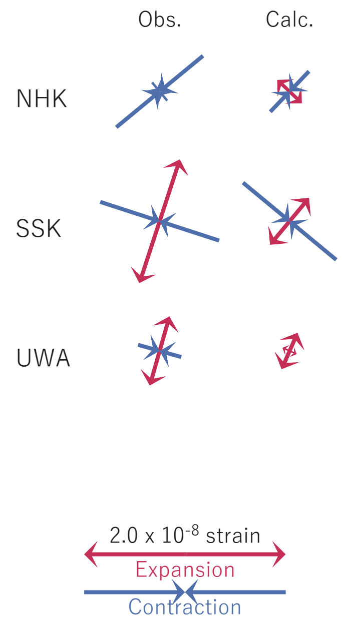


図56 2018/10/04PM-06の歪・傾斜変化（図53[C]）を説明する断層モデル。

(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: 2018/07/10-17 (Mw6.0), 2: 2018/07/18-21 (Mw5.9), 3: 2018/07/22-25 (Mw5.7), 4: 2018/08/08-11 (Mw5.5)

A: 2018/09/29PM-10/01AM (Mw5.8), B: 2018/10/01PM-04AM (Mw5.9)

(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。

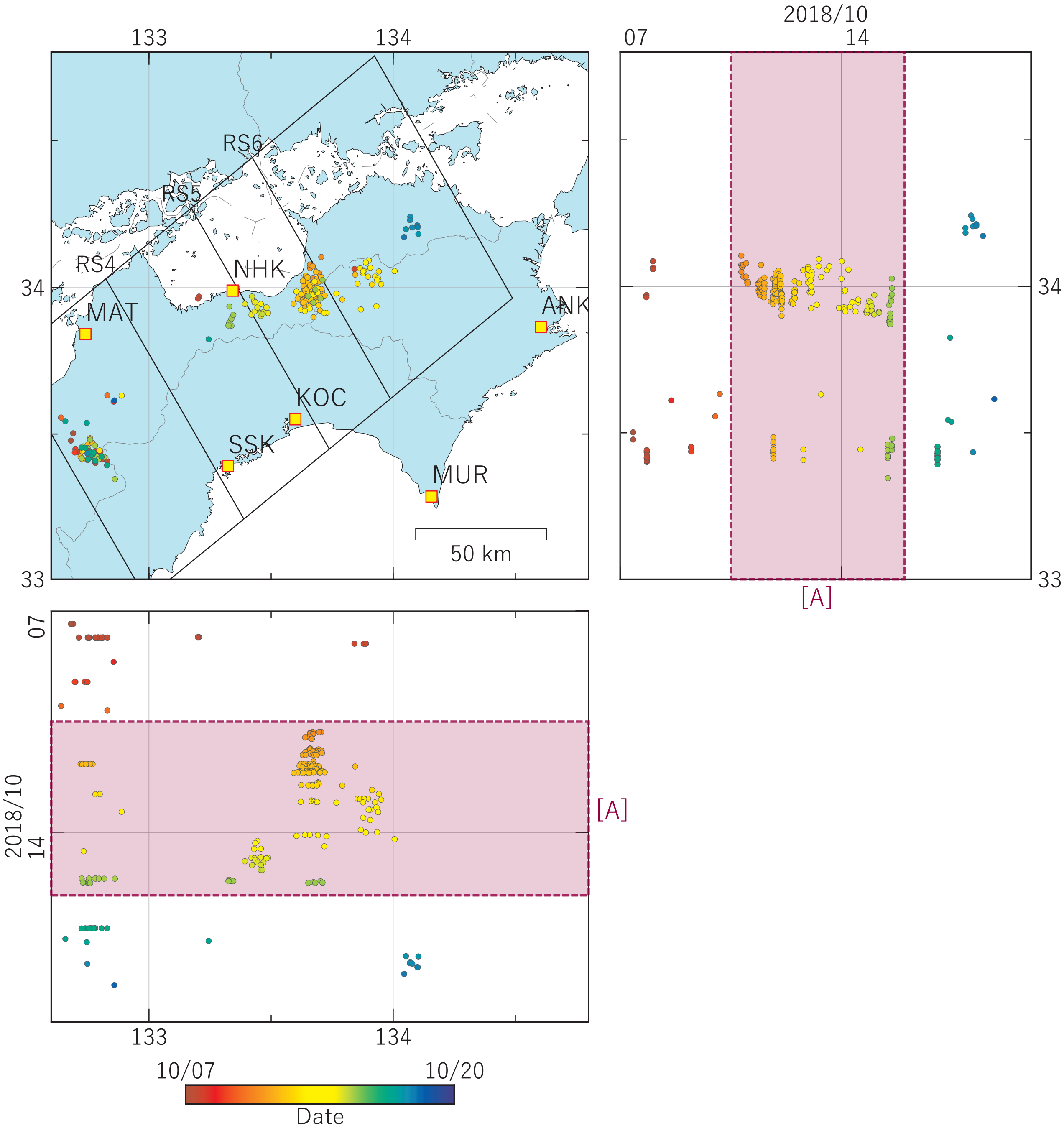


図57　四国地方東部における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図
（2018/10/07 00:00 - 10/20 00:00 (JST)）

（観測点名）ANK: 阿南桑野, MUR: 室戸岬, KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷, MAT: 松山南江戸

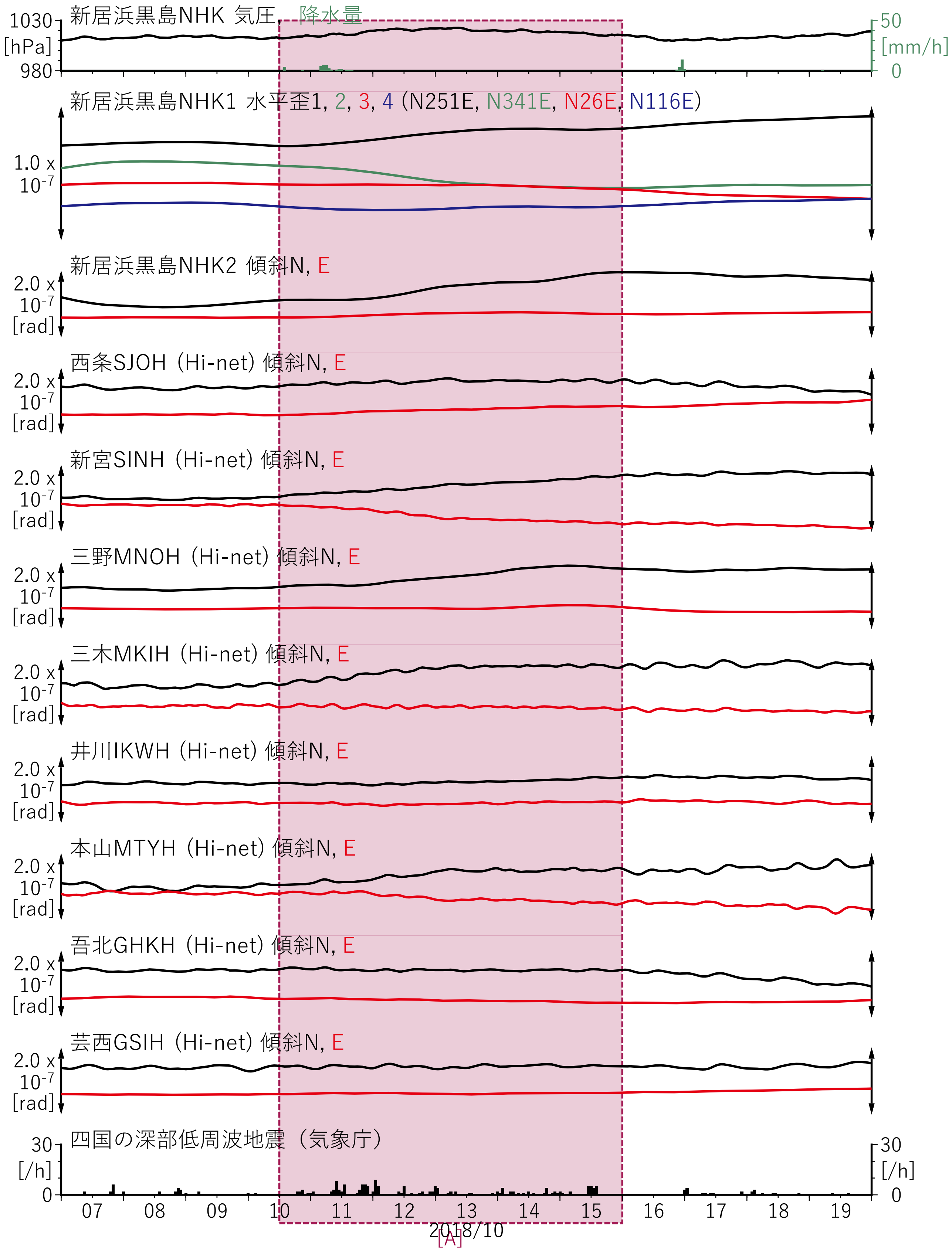


図58 四国地方における歪・傾斜観測結果（2018/10/07 00:00 - 2018/10/20 00:00 (JST)）

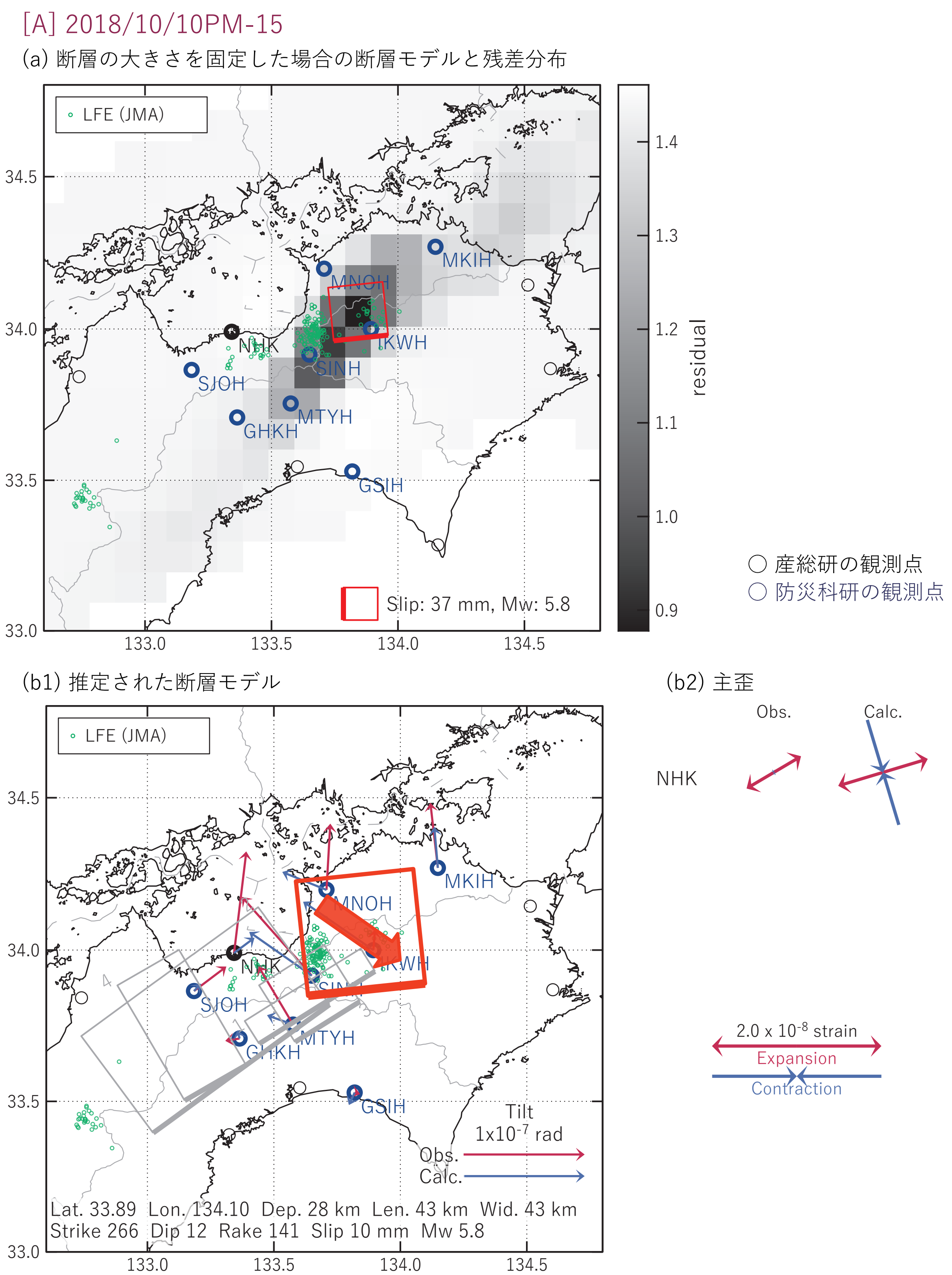


図59 2018/10/10PM-15の歪・傾斜変化（図58[A]）を説明する断層モデル。

(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: 2017/11/03-05 (Mw5.4), 2: 2018/03/10-17 (Mw6.1), 3: 2018/03/18-24 (Mw5.6), 4: 2018/08/08-11 (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。

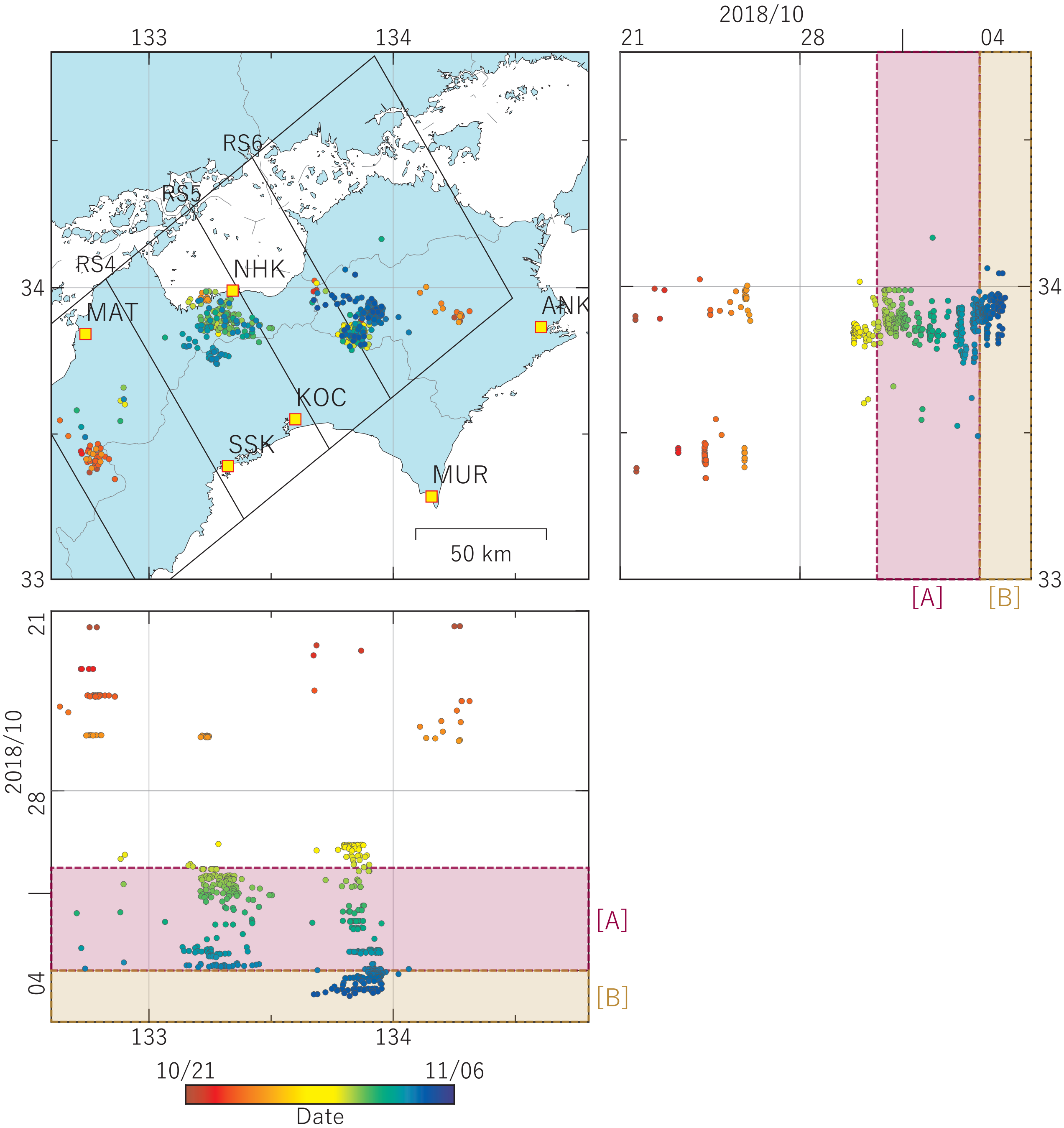


図60　四国地方東部における深部低周波地震（気象庁）の時空間分布図
（2018/10/21 00:00 - 11/06 00:00 (JST)）

（観測点名）ANK: 阿南桑野, MUR: 室戸岬, KOC: 高知五台山, NHK: 新居浜黒島, SSK: 須崎大谷,
MAT: 松山南江戸

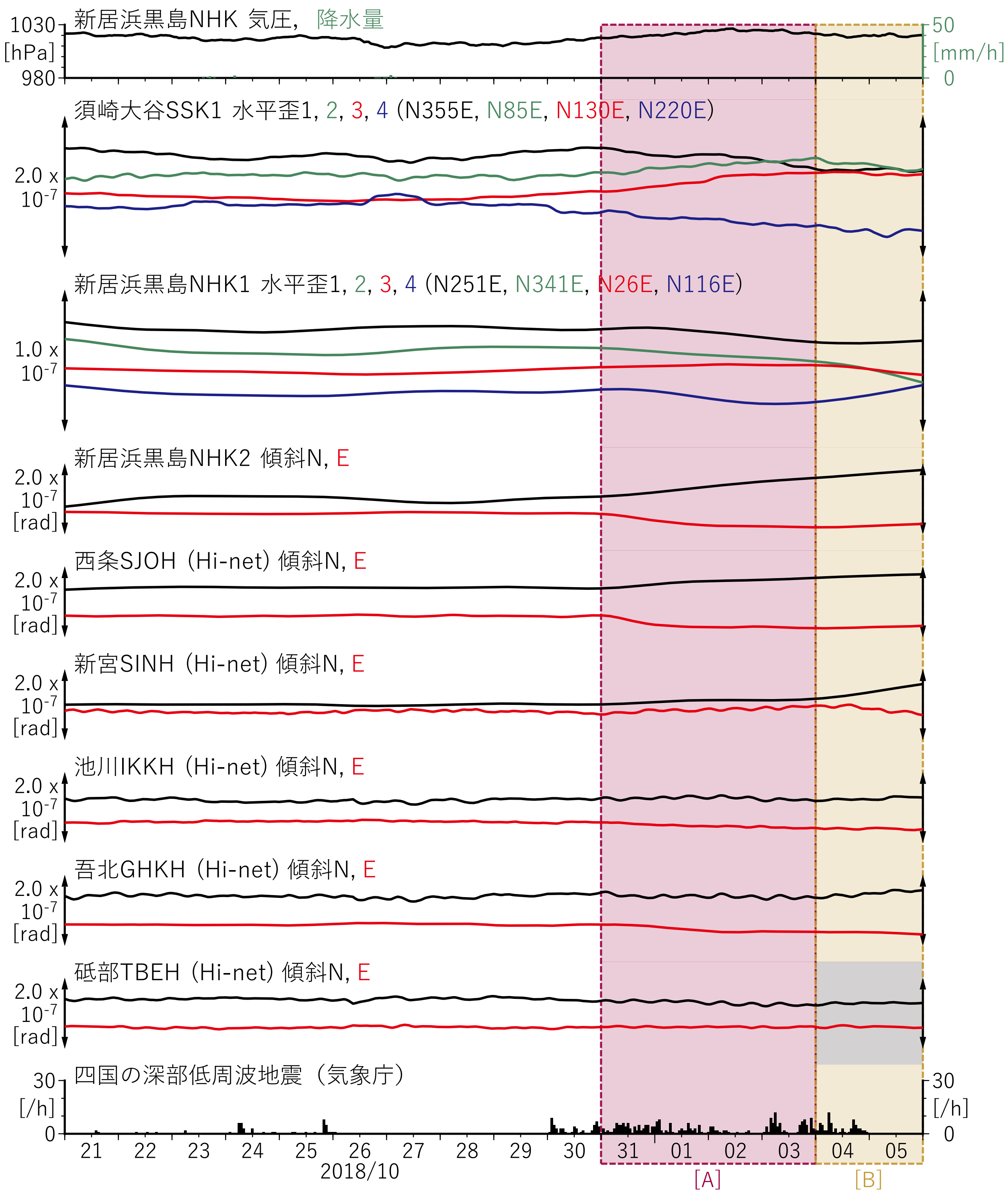
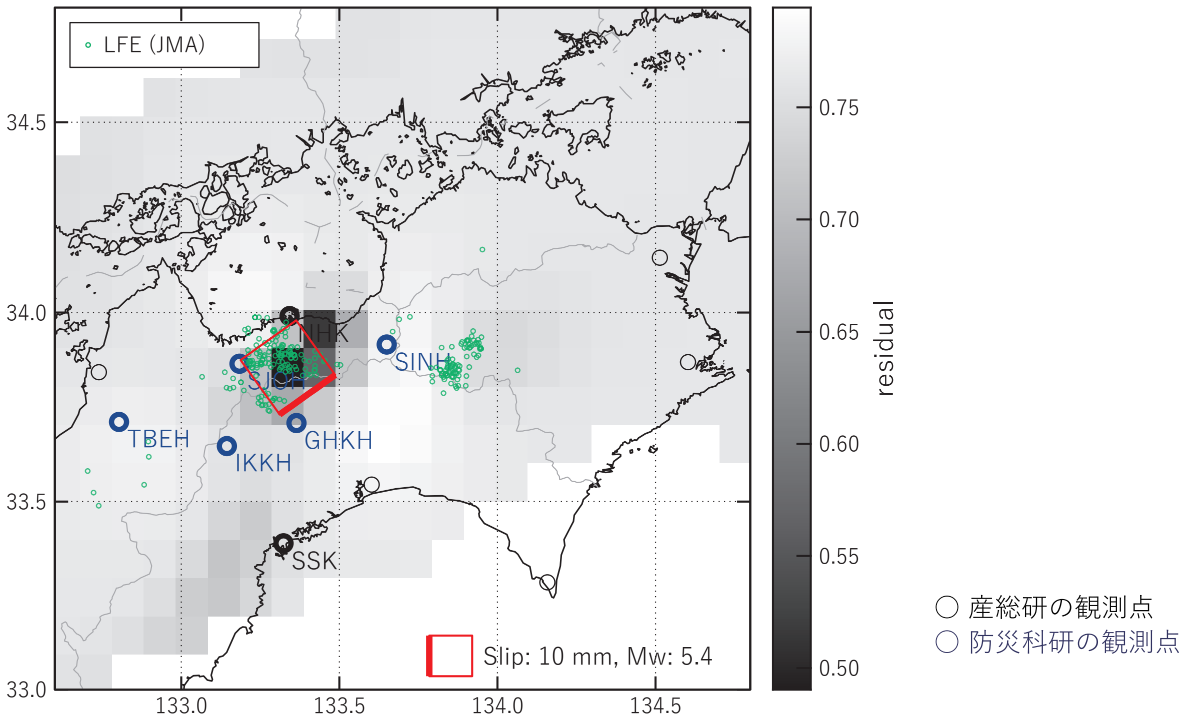


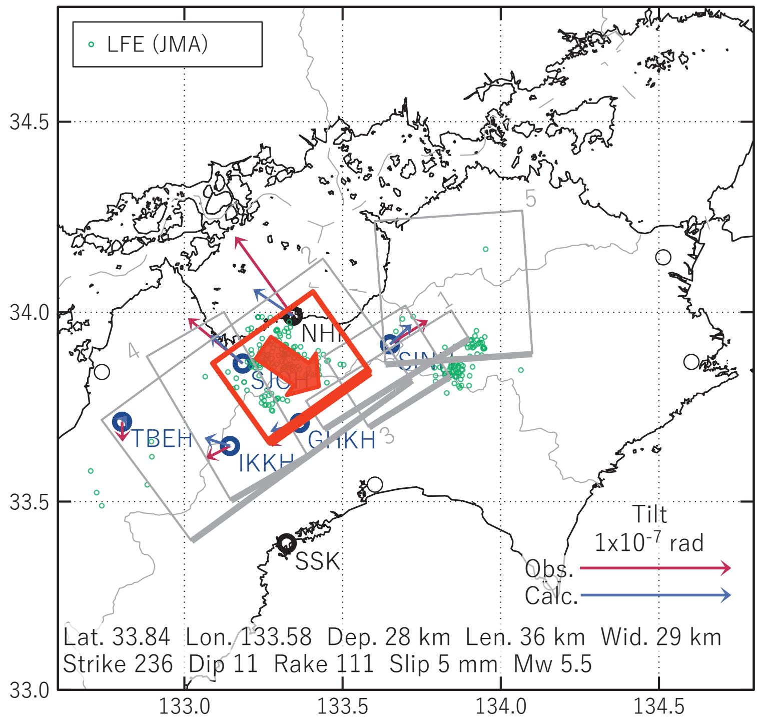
図61 四国地方における歪・傾斜観測結果（2018/10/21 00:00 - 2018/11/06 00:00 (JST)）

[A] 2018/10/31-11/03

(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) 推定された断層モデル



(b2) 主歪

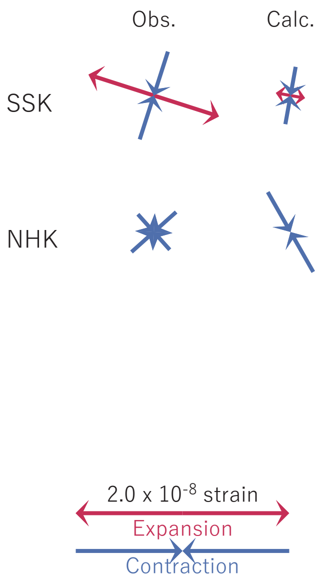


図62 2018/10/31-11/03の歪・傾斜変化（図61[A]）を説明する断層モデル。

(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: 2017/11/03-05 (Mw5.4), 2: 2018/03/10-17 (Mw6.1), 3: 2018/03/18-24 (Mw5.6), 4: 2018/08/08-11 (Mw5.5)

5: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8)

(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。

[B] 2018/11/04-05

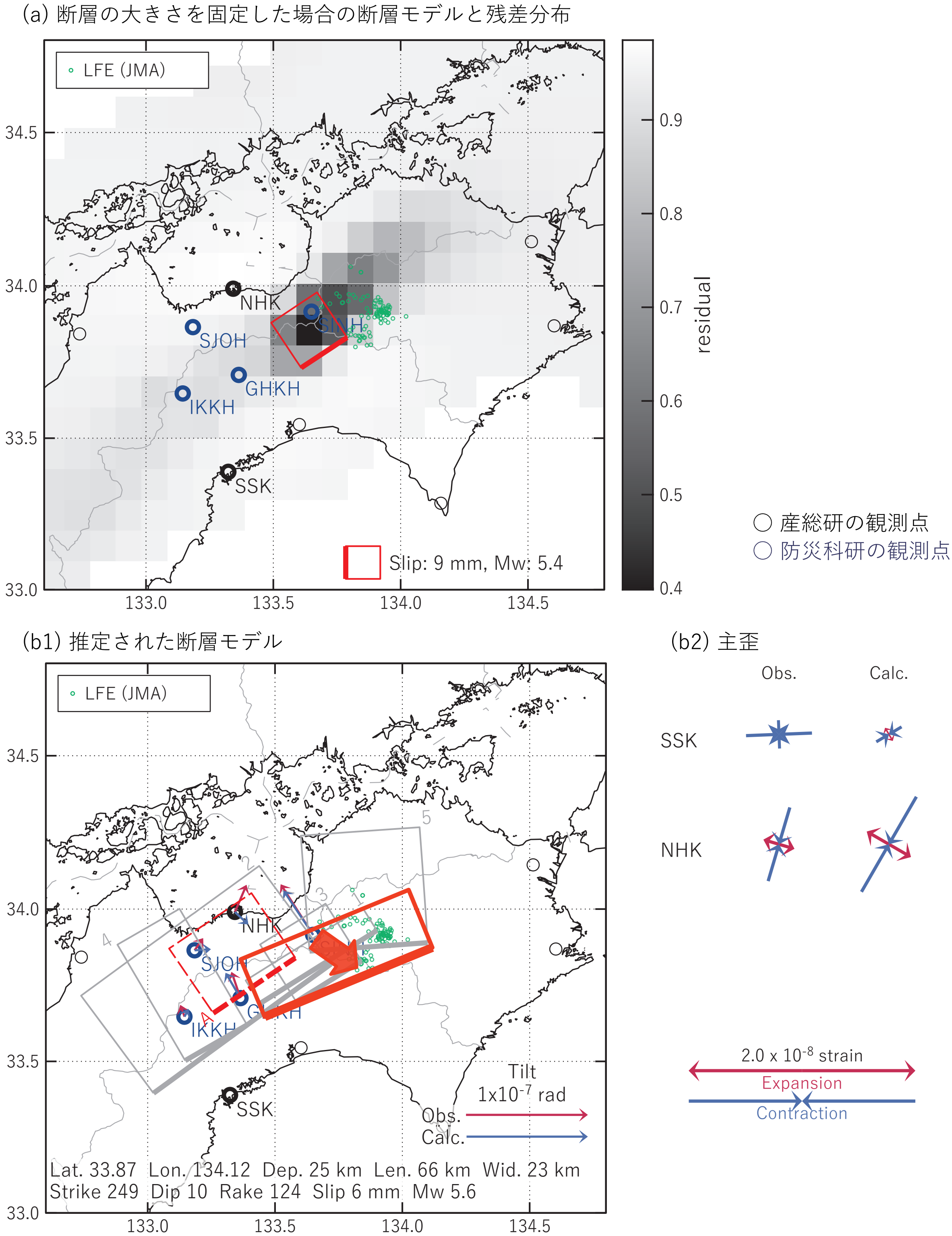


図63 2018/11/04-05の歪・傾斜変化（図61[B]）を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20km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: 2017/11/03-05 (Mw5.4), 2: 2018/03/10-17 (Mw6.1), 3: 2018/03/18-24 (Mw5.6), 4: 2018/08/08-11 (Mw5.5)
5: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8), A: 2018/10/31-11/03 (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。

近畿地域の地下水位・歪観測結果（2018年8月～2018年10月）

産業技術総合研究所

2018年8月～2018年10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、2018年8月28日19時53分頃に発生した大阪府北部の地震（M4.0，深さ12km）である。

前回（2018年8月分）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5月～2018年10月における地下水位１時間値の生データ（上線）と補正値（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。水位補正値(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。

yskの地下水位の2018年10月19日から23日までの欠測はデータ収録装置の動作異常のため（第2図）。hrbの地下水位の短期的な上下変化は口元から雨が流れ込んだためと思われる（第3図）。ohrの地下水位の2018年9月4日から5日までの欠測は台風時の停電のため（第4図）。hnoの地下水位・歪の2018年9月4日以降の欠測は台風時の倒木により長期にわたって停電・通信断が発生しているため（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）

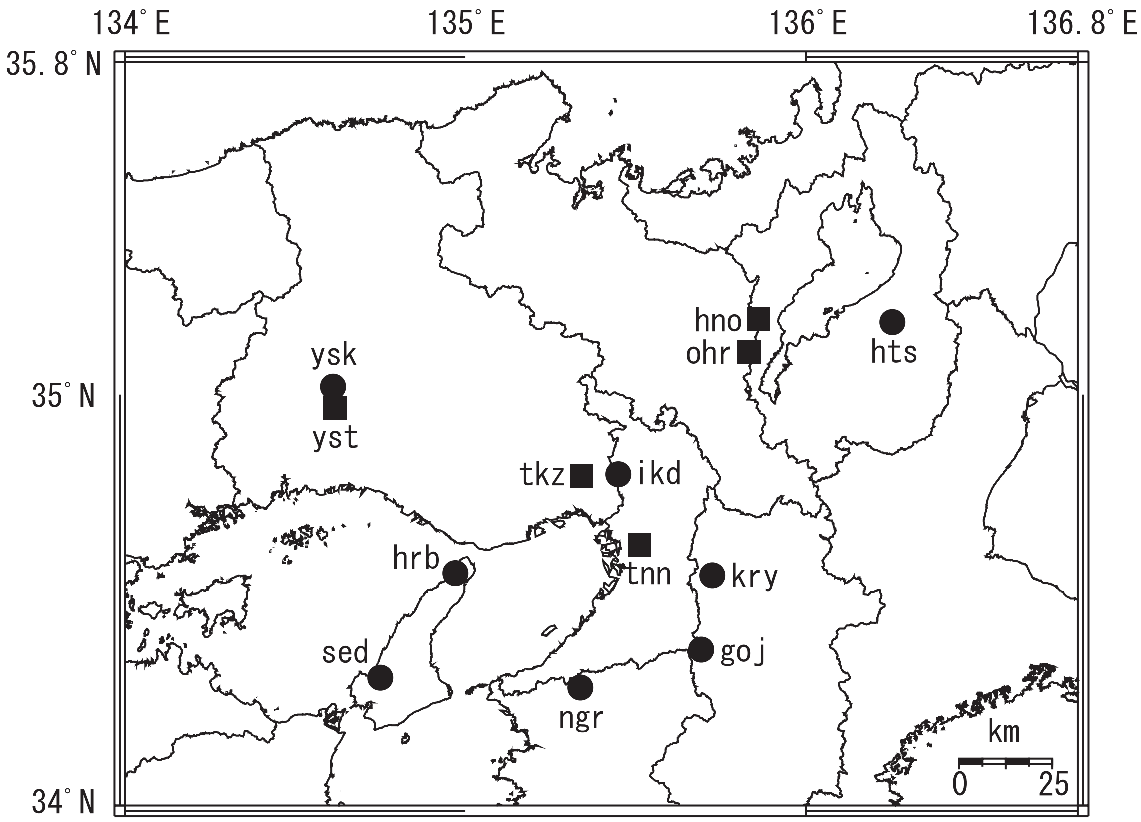


Fig.1　観測点分布図（●・■）。●は地下水のみの観測点で，■はボアホール型歪計を併設している観測点。

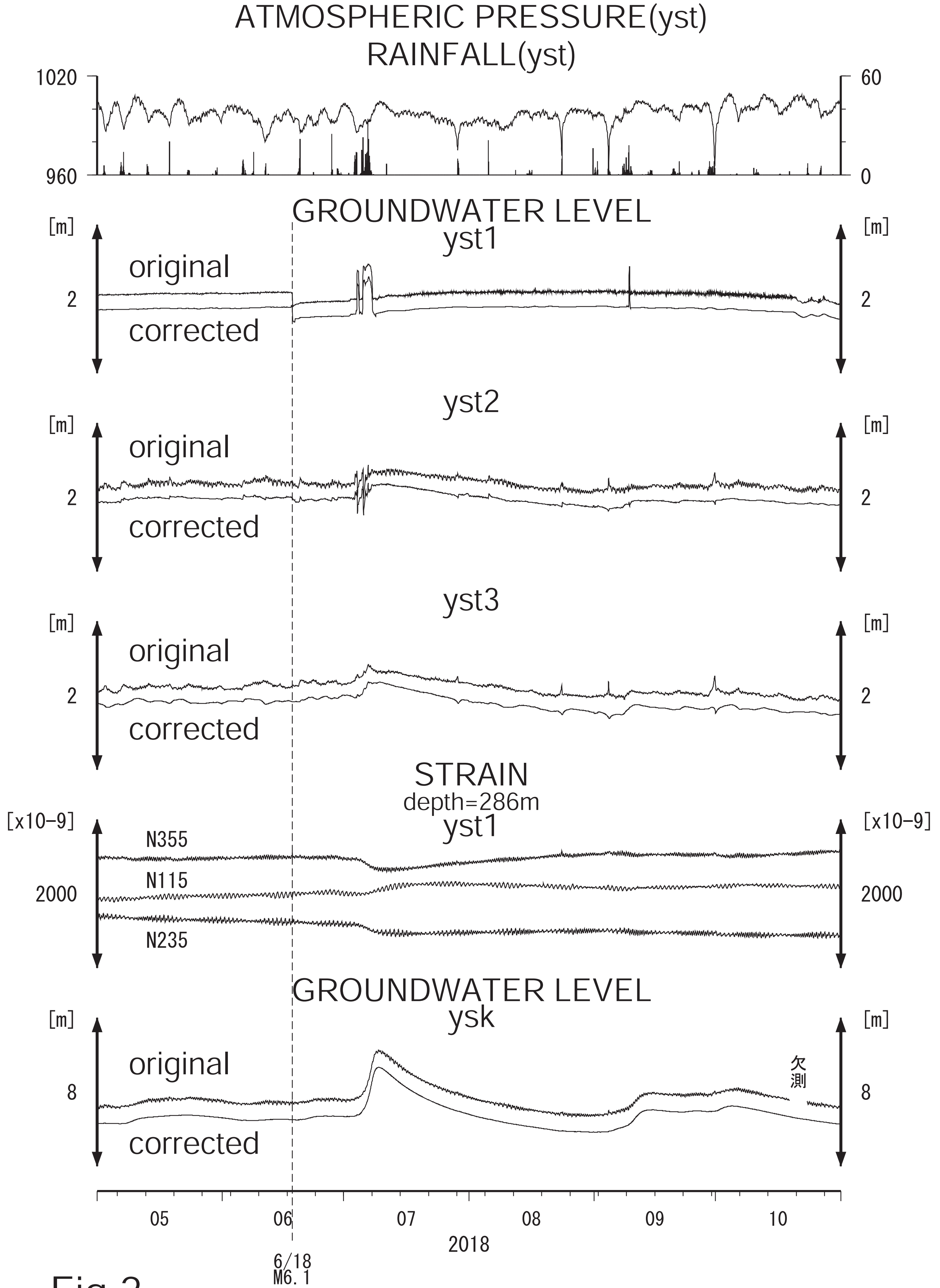

ATMOSPHERIC PRESSURE(yst)
RAINFALL(yst)
1020
960
60
0
GROUNDWATER LEVEL
yst1
[m]
original
2
corrected
yst2
[m]
original
2
corrected
yst3
[m]
original
2
corrected
STRAIN
depth=286m
yst1
[x10-9]
N355
2000
N115
N235
GROUNDWATER LEVEL
ysk
[m]
original
8
欠測
corrected
05
06
07
08
09
10
2018
6/18
M6.1

Fig.2

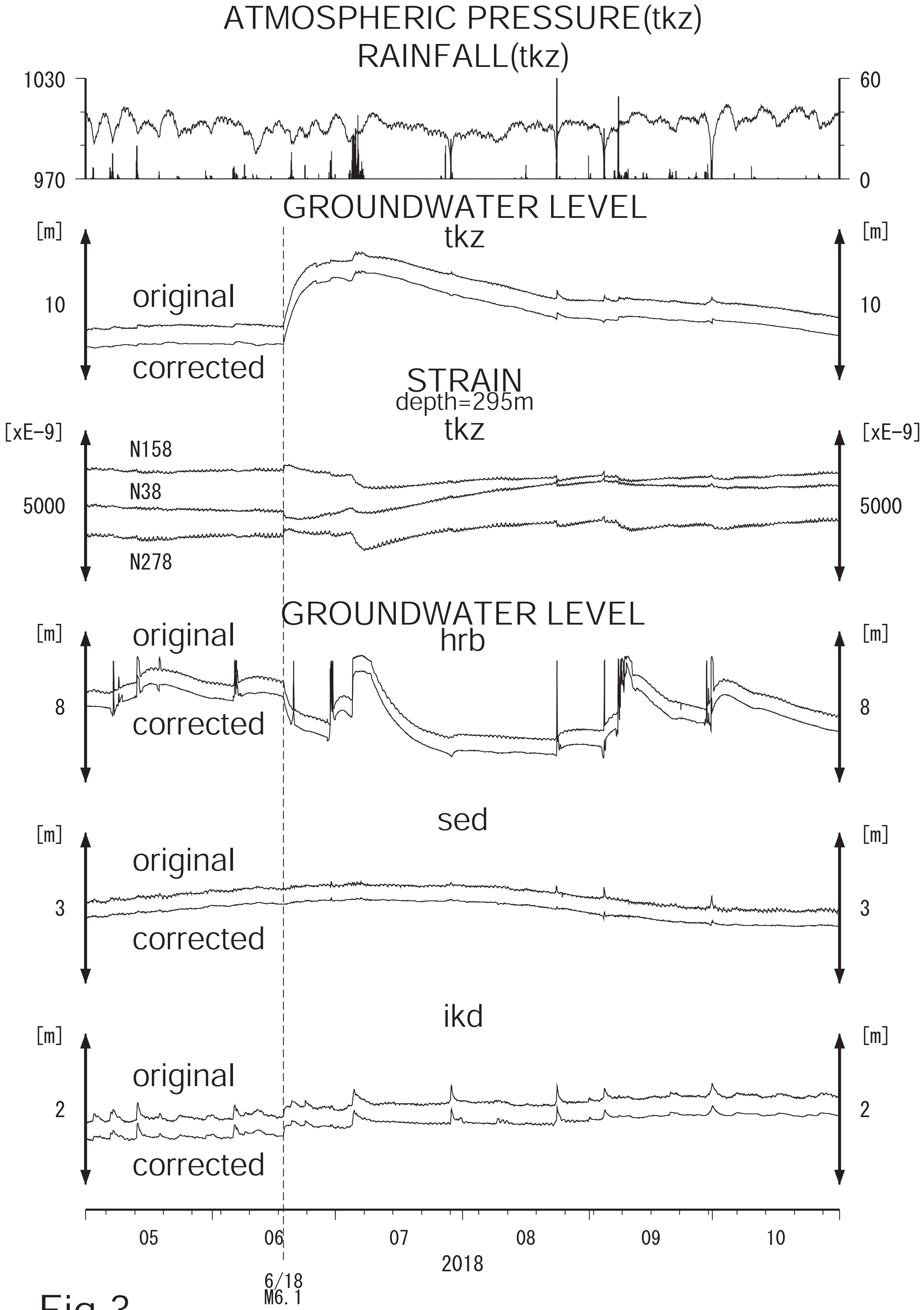

ATMOSPHERIC PRESSURE(tkz)
RAINFALL(tkz)
1030
970
60
0
GROUNDWATER LEVEL
tkz
[m]
10
original
corrected
STRAIN
depth=295m
tkz
[xE-9]
5000
N158
N38
N278
GROUNDWATER LEVEL
hrb
[m]
8
original
corrected
sed
[m]
3
original
corrected
ikd
[m]
2
original
corrected
05
06
07
08
09
10
2018
6/18
M6.1

Fig.3

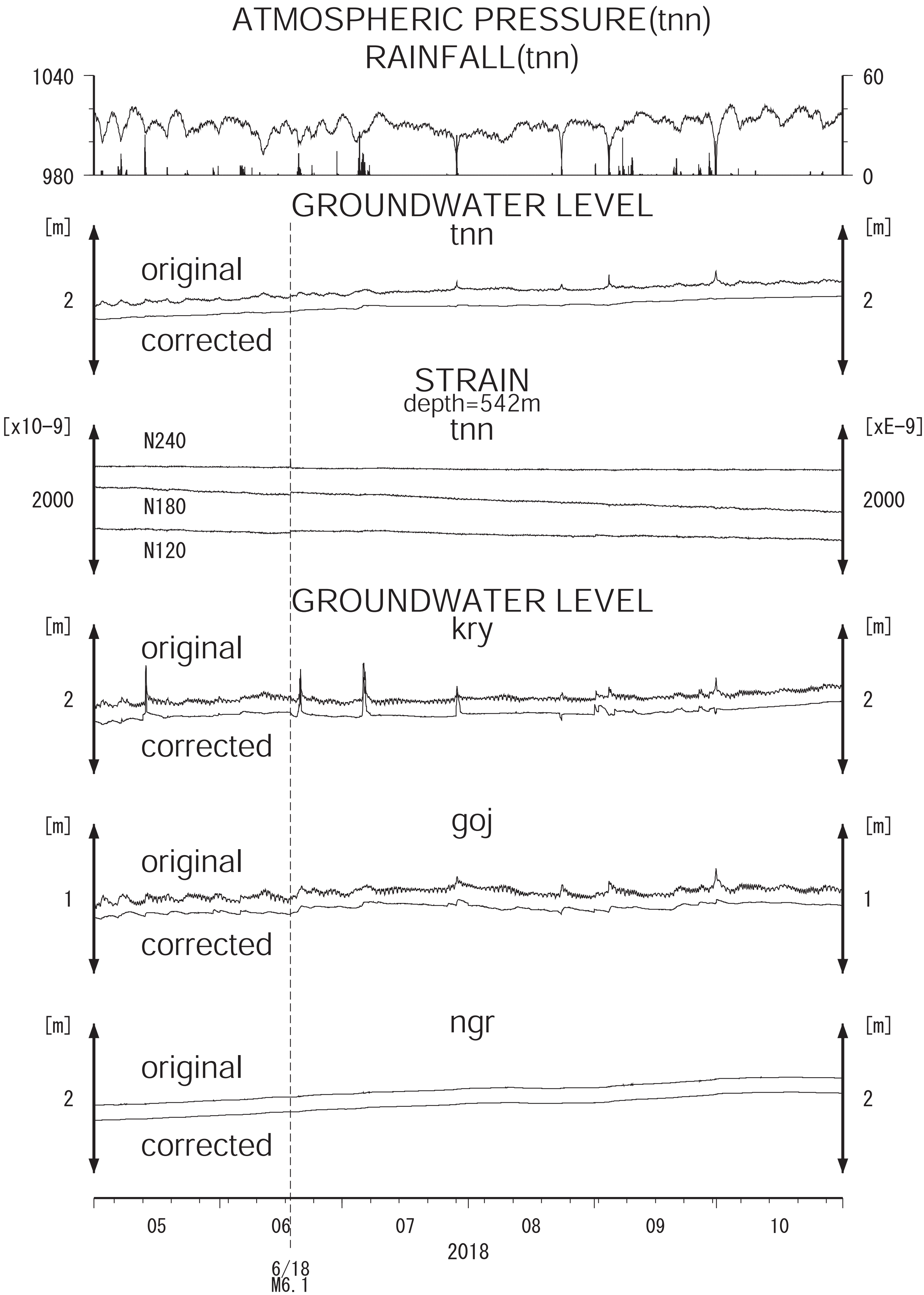
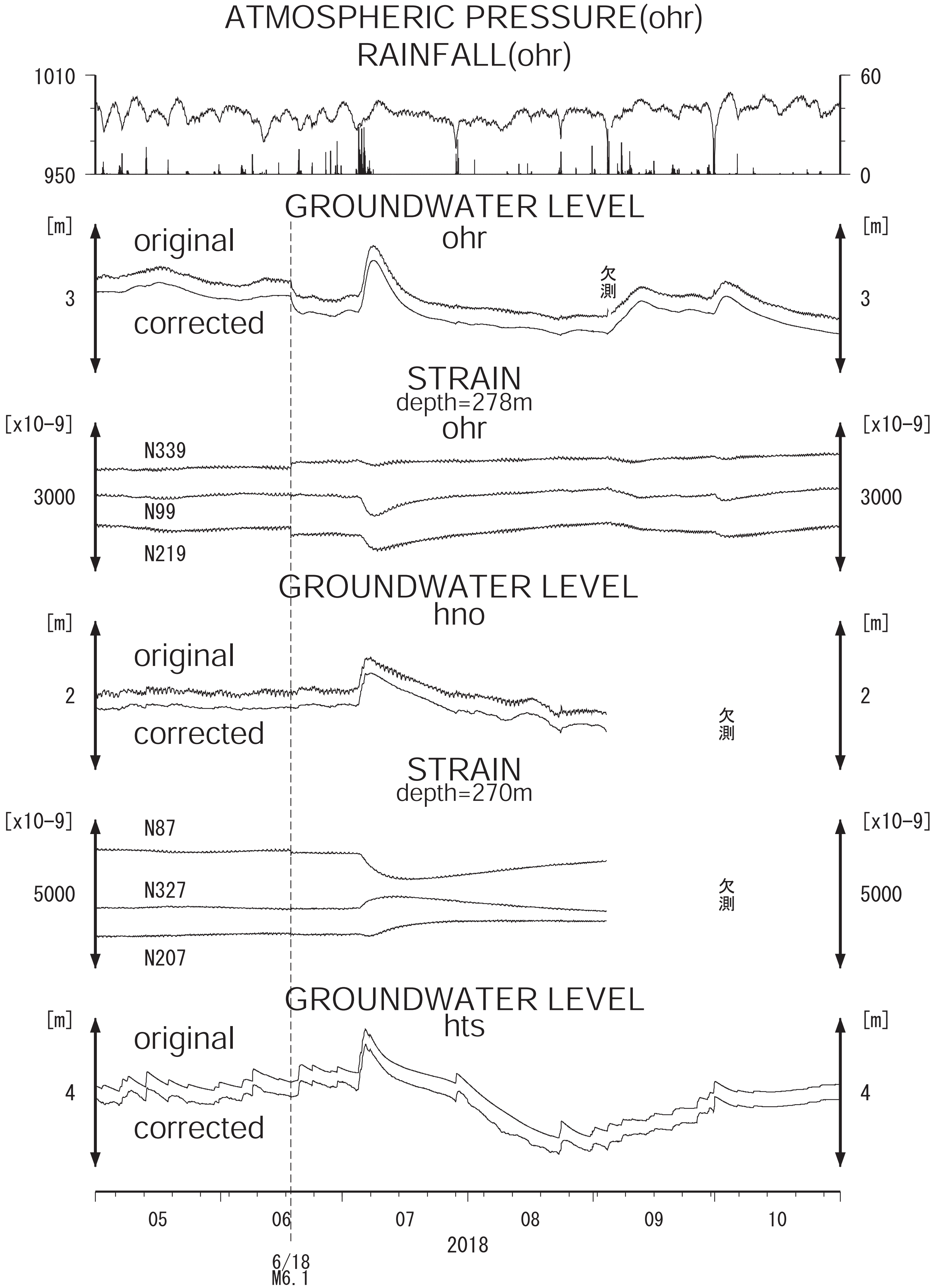

ATMOSPHERIC PRESSURE(tnn)
RAINFALL(tnn)
1040
980
60
0
GROUNDWATER LEVEL
tnn
[m]
original
2
corrected
STRAIN
depth=542m
tnn
[x10-9]
[xE-9]
N240
2000
N180
N120
GROUNDWATER LEVEL
kry
[m]
original
2
corrected
goj
[m]
original
1
corrected
ngr
[m]
original
2
corrected
05
06
07
08
09
10
2018
6/18
M6.1

Fig.4



ATMOSPHERIC PRESSURE(ohr)
RAINFALL(ohr)
1010
950
60
0
GROUNDWATER LEVEL
ohr
[m]
original
corrected
3
欠測
STRAIN
depth=278m
ohr
[x10-9]
N339
N99
N219
3000
GROUNDWATER LEVEL
hno
[m]
original
corrected
2
欠測
STRAIN
depth=270m
[x10-9]
N87
N327
N207
5000
欠測
GROUNDWATER LEVEL
hts
[m]
original
corrected
4
05
06
07
08
09
10
2018
6/18
M6.1

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 (2018 年 8 月～2018 年 10 月)

Observation of Tectonic Activities around the Active Faults in Eastern Gifu Region (August, 2018～October, 2018)

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

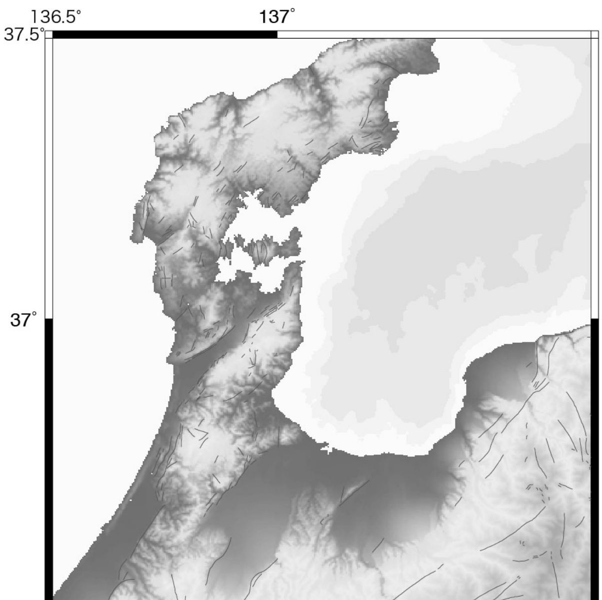
1．観測概要

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

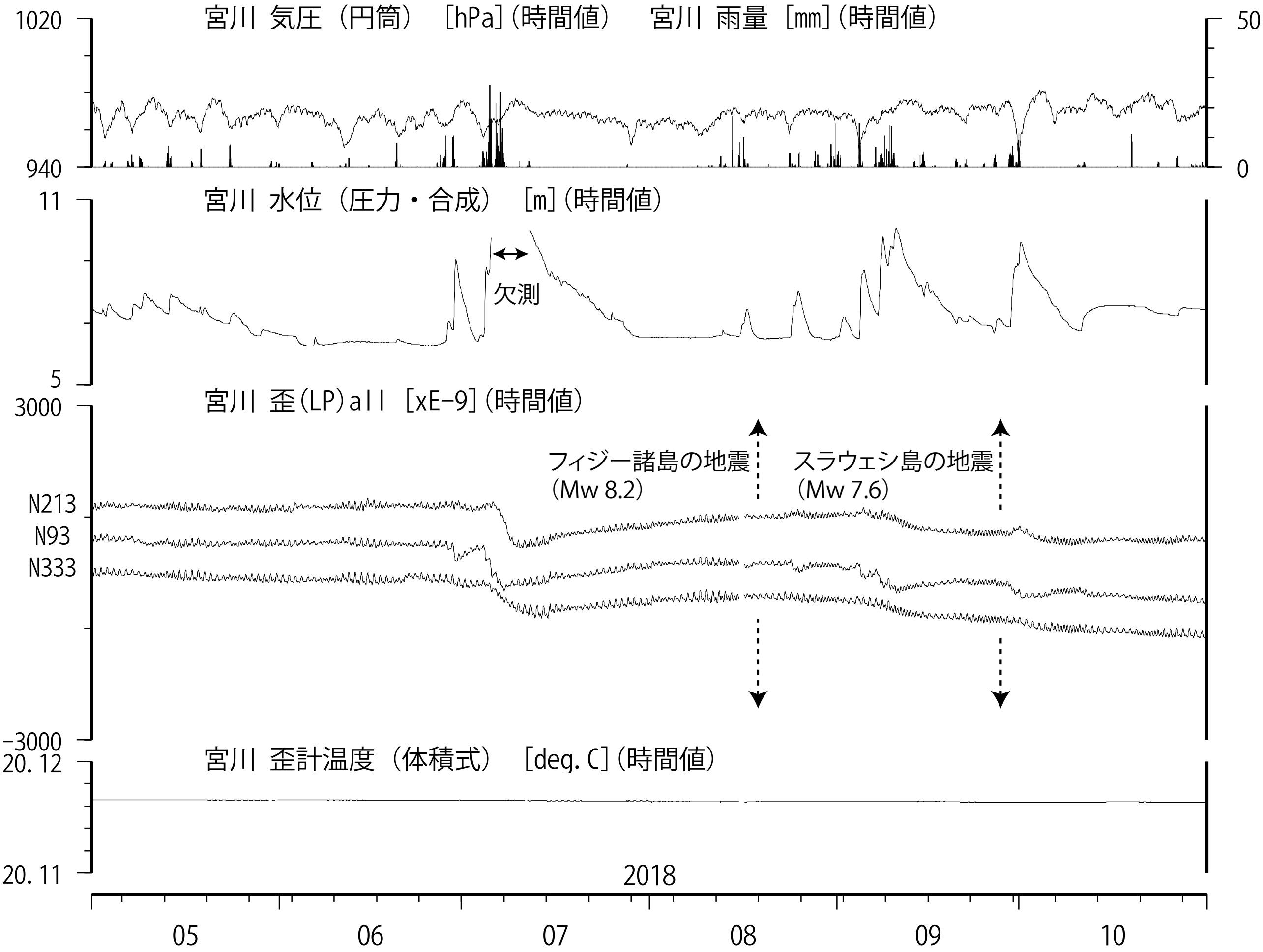
宮川(第 2 図、第 3 図）：水位，歪計は潮汐変化を書く．降雨の影響が大きい．2018 年 8 月 19 日フィジー沖の地震 Mw8.2 と 9 月 28 日スラウェシ島の地震 Mw7.6 では，歪計のステップ及び地下水位の変化は見られない．

（木口努・今西和俊・松本則夫）



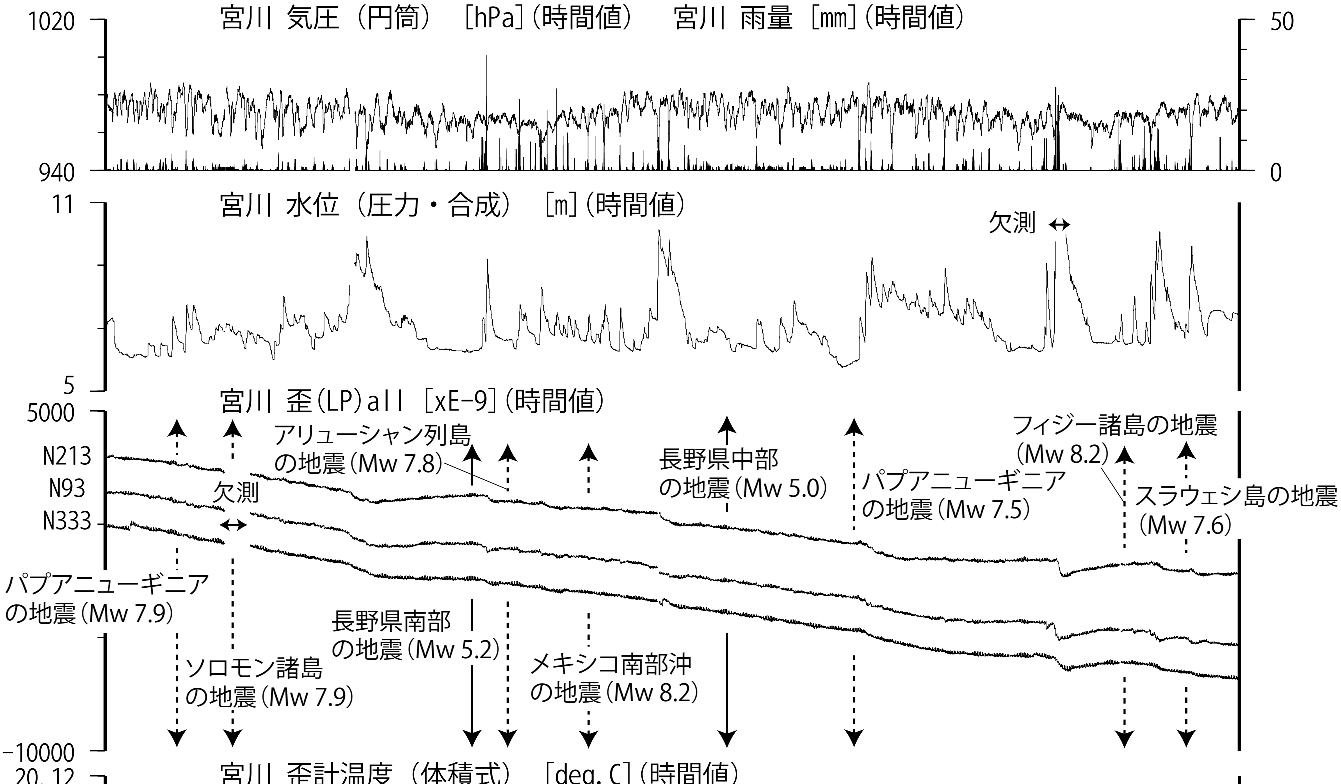
第 1 図　跡津川断層沿いの宮川における地殻活動総合観測点位置

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).

神奈川県西部地域の地下水位観測（2018年8月～2018年10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。2018年8月～2018年10月の期間に重点を置いた観測結果を報告する。

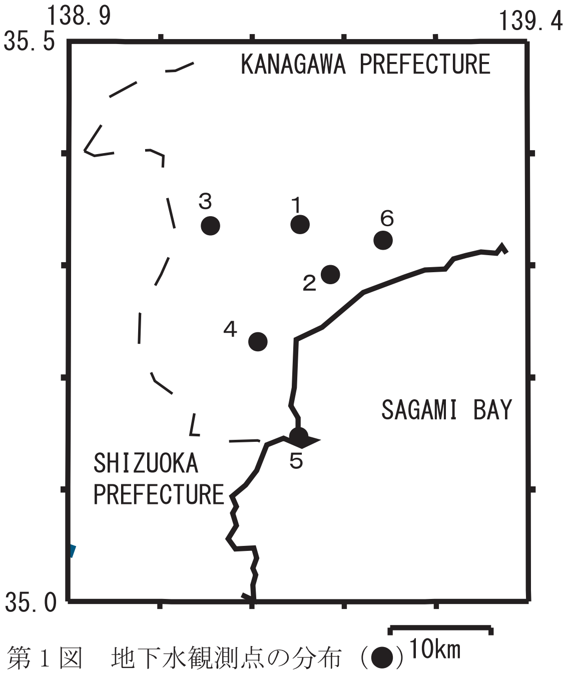
2．　観測

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、2017年8月～2017年10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、10月12日の千葉県北西部の地震（M5.2）の際に、大井観測点において3cm程度のコサイスミックと見られる水位の上昇が観測された（表3）。

（板寺一洋・原田昌武・松本則夫）



第１図　地下水観測点の分布（●）
●1：大井, ●2：小田原, ●3：南足柄, ●4：湯本,
●5：真鶴, ●6：二宮.

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

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

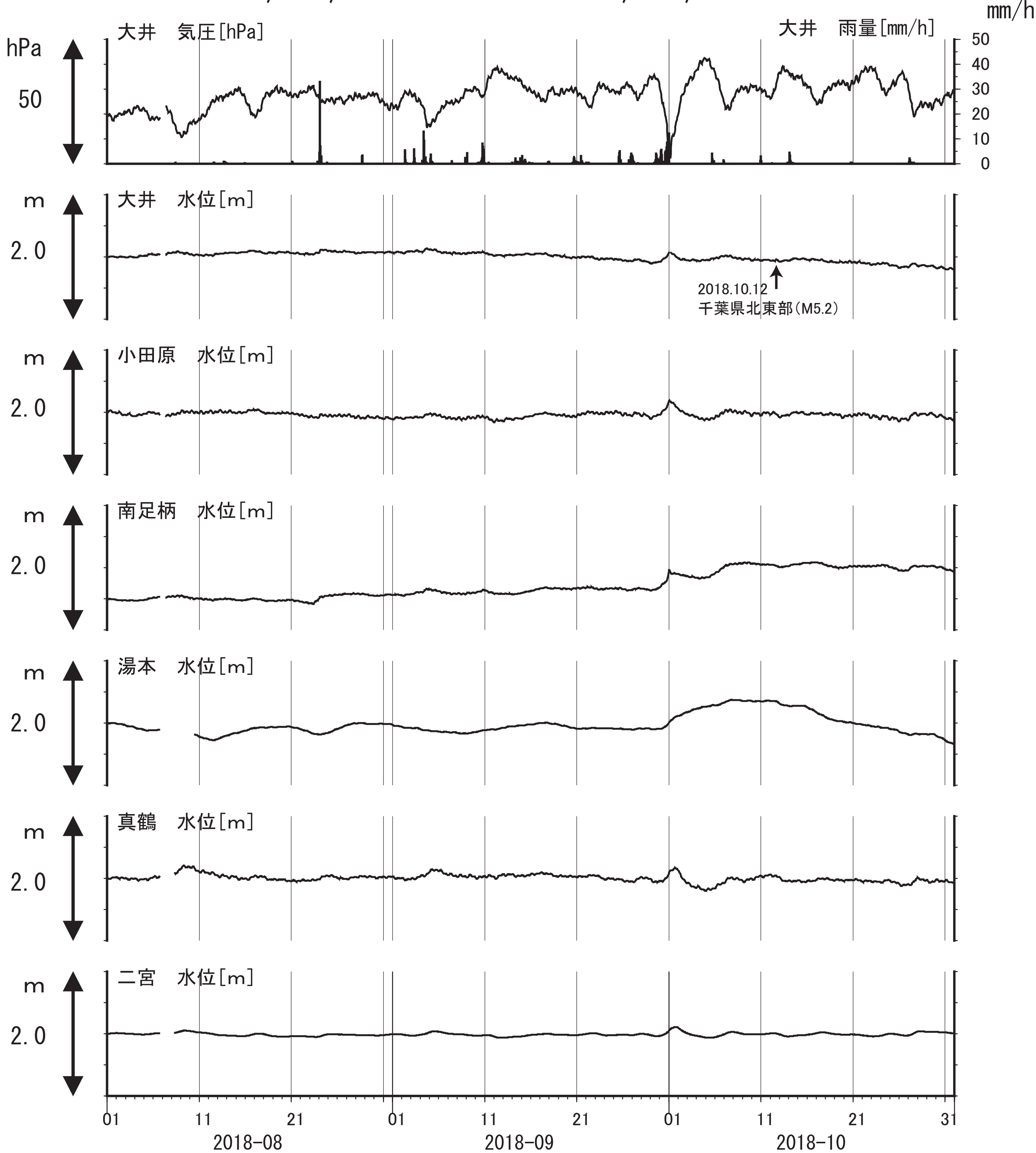
No.	地震発生日時	震央地名	M	深さ	観測点最大震度
1	2018/8/29 0:39	神奈川県西部	M3.5	19km	2

表3　大井観測点でコサイスミックとみられる水位上昇をもたらした地震

No.	地震発生日時	震央地名	M	深さ	観測点最大震度
1	2018/10/12 13:15	千葉県北西部	M5.2	52km	－

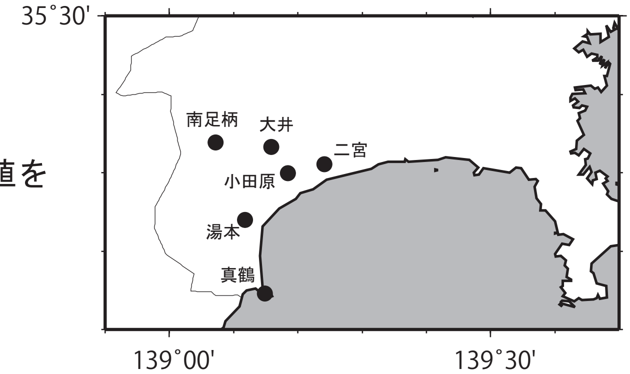
神奈川県西部地域の地下水位観測　中期(時間値)

2018/08/01 00:00-2018/10/31 23:00



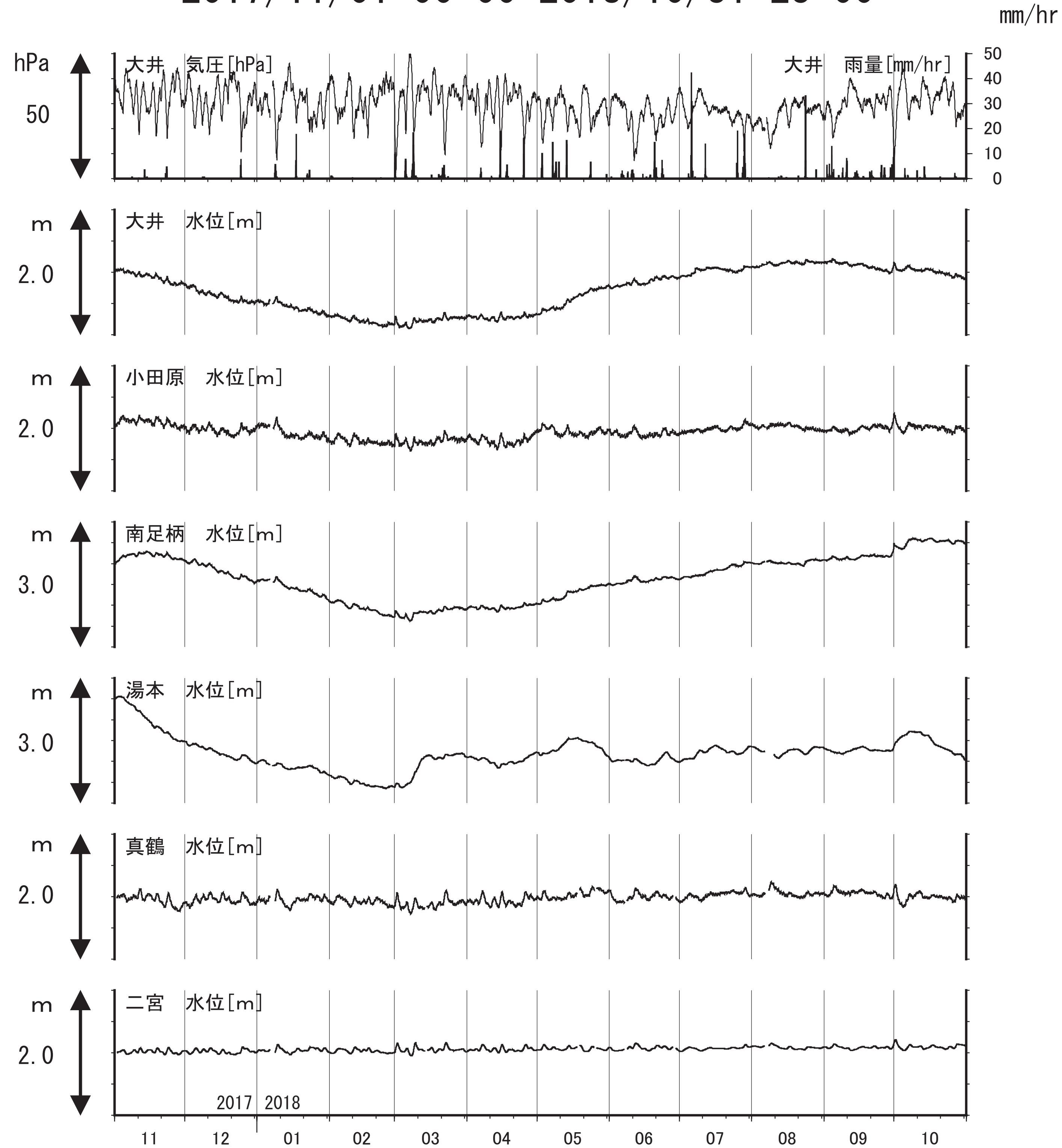
コメント：特記事項なし

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



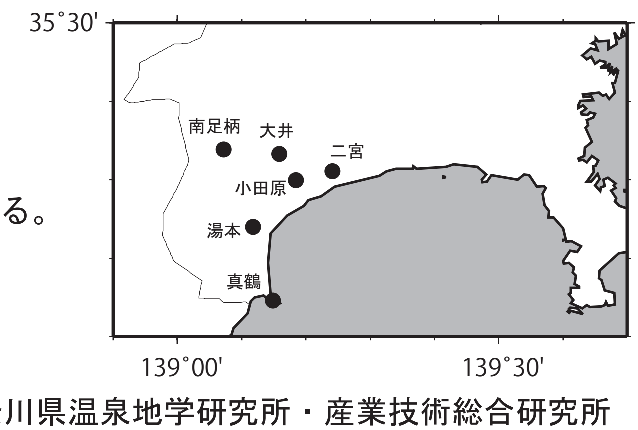
第2図

神奈川県西部地域の地下水位観測　長期
2017/11/01 00:00-2018/10/31 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

鳥取県・岡山県・島根県における温泉水・地下水変化（2018年5月～2018年10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/)。
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。

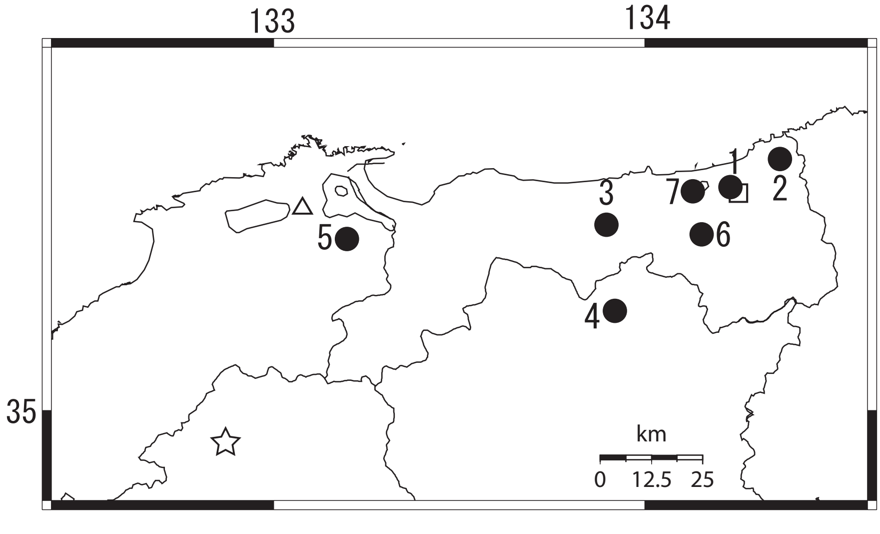
３．結果（第2～4図）

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。吉岡温泉の水温はこれまで40～50℃の範囲で変化していたが，2017/12/22の温泉の点検作業時に水温計の位置が変わったため，大きく低下した。2018年2月以降は20～40℃の範囲で変化していた。温泉の泉源の整備に伴い，2018/8/2に観測を終了した。2018年7月5日前後，9月9日前後，9月30日前後の大雨の影響で，鳥取温泉の水温は一時的に大きく低下し，岩井温泉の水位は上昇して一時的に測定範囲の上限に達し，奥津温泉の水温は上昇し，鷺の湯温泉の水位は上昇して一時的に測定範囲の上限に達した。

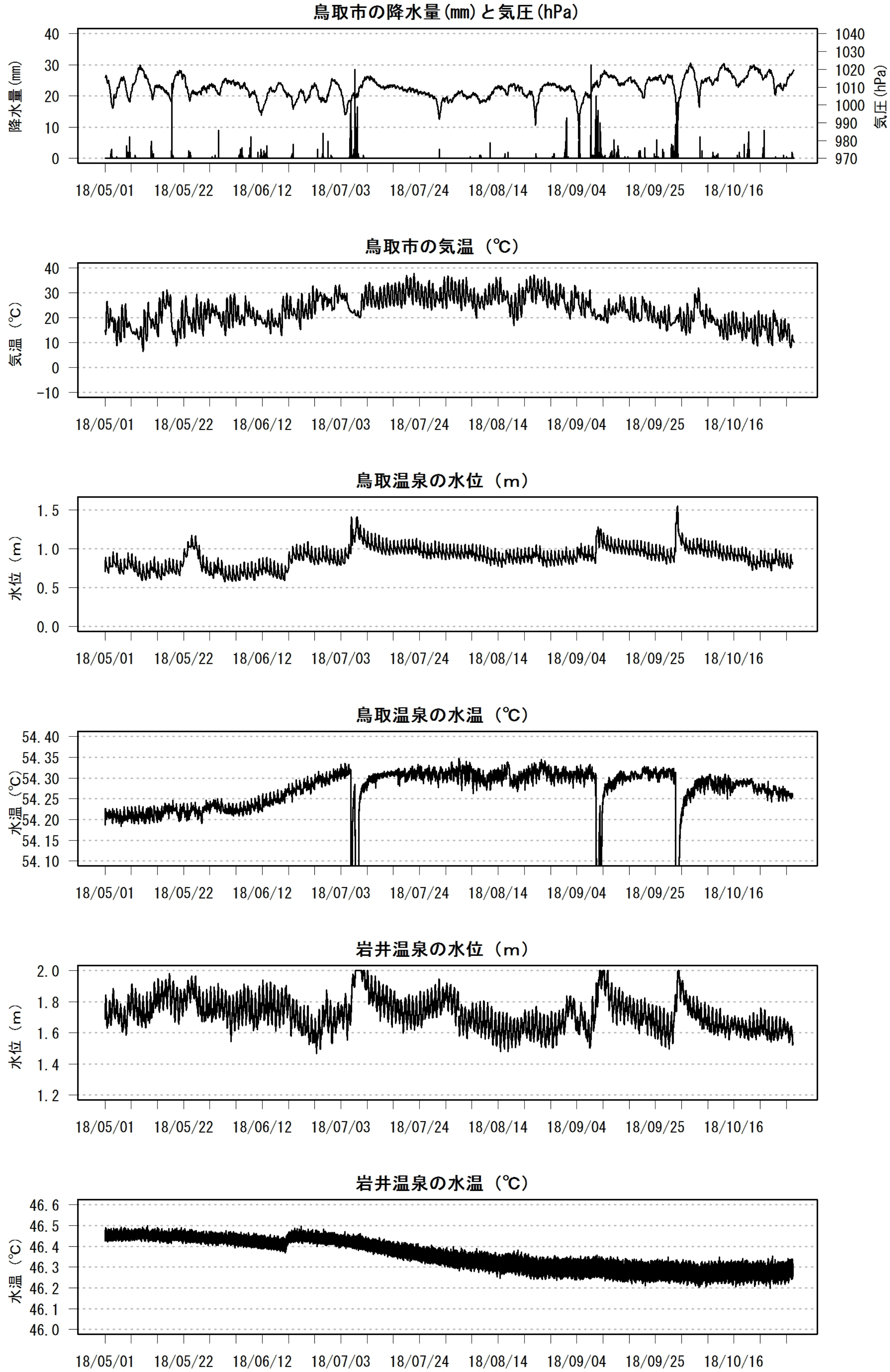
2018年5月～2018年10月の間に，第１図の範囲内(北緯34.8～35.8度，東経132.4～134.6度）で深さ30km以浅でM4以上の地震は，2018年6月26日の広島県北部の地震M5.0（第１図の☆：観測点周辺での最大震度３）が発生した。M4未満で観測点周辺に震度２以上の揺れをもたらした地震は，2018年6月に1回（震度２が1回），7月に1回（震度２が1回），10月に2回（震度２が2回）発生した。第１図の範囲外では2018年6月18日の大阪府北部の地震M6.1（観測点周辺での最大震度３）が発生した。

2018年6月18日の大阪府北部の地震M6.1により，以下の温泉で変化が見られた。鳥取温泉では水位が上昇した。岩井温泉では水温が上昇した。湯谷温泉では水温が一時低下した後に上昇した。

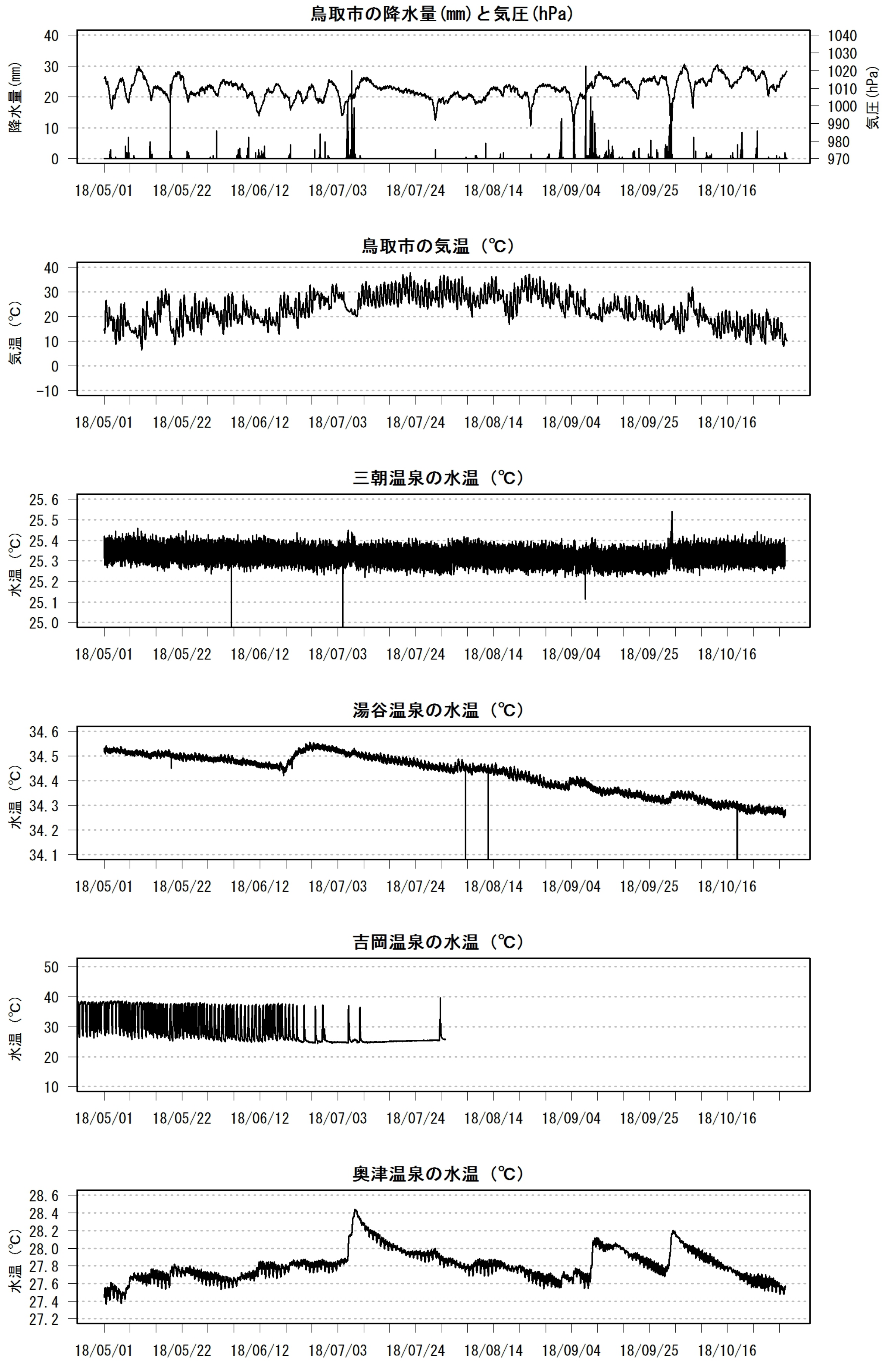
（野口竜也・香川敬生・西田良平・北川有一）



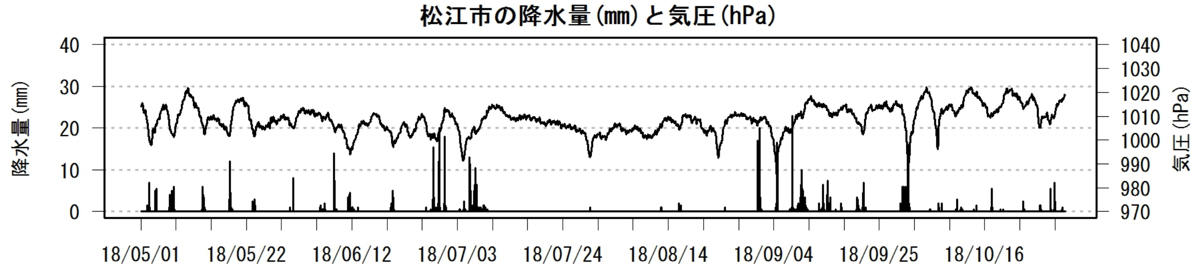
第１図
鳥取気象台（□）と松江気象台（△）および温泉水・地下水観測点（●）の分布。
☆は2018年6月26日の広島県北部の地震M5.0の震央。
１：鳥取温泉，　２：岩井温泉，
３：三朝温泉，　４：奥津温泉，
５：鷺の湯温泉，６：湯谷温泉，
７：吉岡温泉

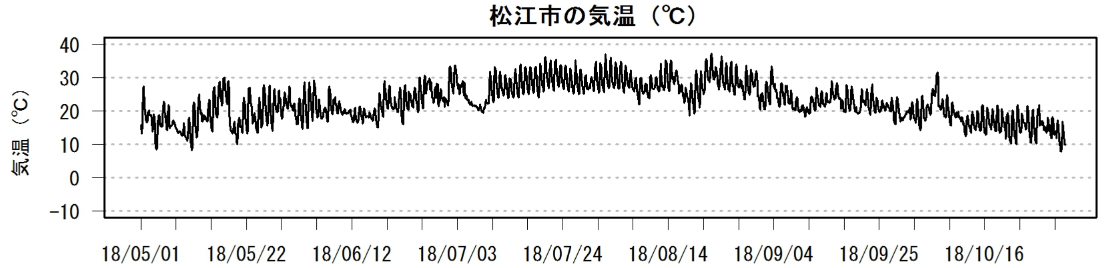

鳥取市の降水量(mm)と気圧(hPa)
降水量(mm)
気圧(hPa)
鳥取市の気温（℃）
気温（℃）
鳥取温泉の水位（m）
水位（m）
鳥取温泉の水温（℃）
水温（℃）
岩井温泉の水位（m）
水位（m）
岩井温泉の水温（℃）
水温（℃）
18/05/01
18/05/22
18/06/12
18/07/03
18/07/24
18/08/14
18/09/04
18/09/25
18/10/16

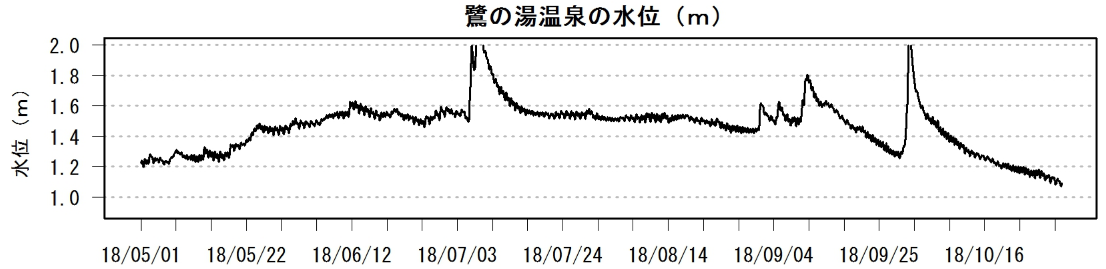
第２図

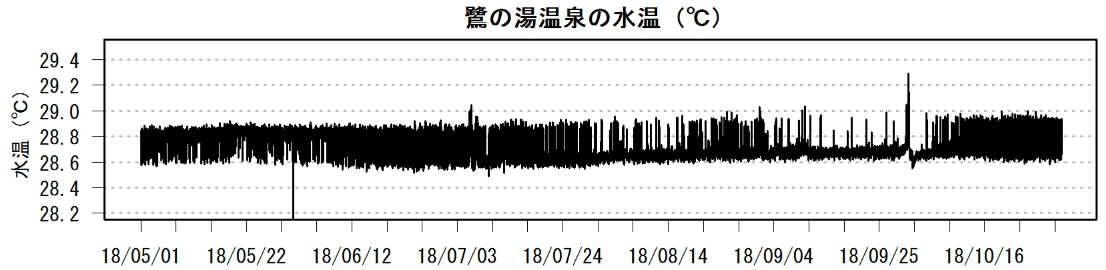

鳥取市の降水量(mm)と気圧(hPa)
降水量(mm)
気圧(hPa)
0
10
20
30
40
970
980
990
1000
1010
1020
1030
1040
18/05/01
18/05/22
18/06/12
18/07/03
18/07/24
18/08/14
18/09/04
18/09/25
18/10/16
鳥取市の気温（℃）
気温（℃）
−10
0
10
20
30
40
三朝温泉の水温（℃）
水温（℃）
25.0
25.1
25.2
25.3
25.4
25.5
25.6
湯谷温泉の水温（℃）
水温（℃）
34.1
34.2
34.3
34.4
34.5
34.6
吉岡温泉の水温（℃）
水温（℃）
10
20
30
40
50
奥津温泉の水温（℃）
水温（℃）
27.2
27.4
27.6
27.8
28.0
28.2
28.4
28.6

第３図


松江市の降水量(mm)と気圧(hPa)
降水量(mm)
気圧(hPa)
40
30
20
10
0
1040
1030
1020
1010
1000
990
980
970
18/05/01
18/05/22
18/06/12
18/07/03
18/07/24
18/08/14
18/09/04
18/09/25
18/10/16


松江市の気温（℃）
気温（℃）
40
30
20
10
0
−10
18/05/01
18/05/22
18/06/12
18/07/03
18/07/24
18/08/14
18/09/04
18/09/25
18/10/16


鷺の湯温泉の水位（m）
水位（m）
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
18/05/01
18/05/22
18/06/12
18/07/03
18/07/24
18/08/14
18/09/04
18/09/25
18/10/16


鷺の湯温泉の水温（℃）
水温（℃）
29.4
29.2
29.0
28.8
28.6
28.4
28.2
18/05/01
18/05/22
18/06/12
18/07/03
18/07/24
18/08/14
18/09/04
18/09/25
18/10/16

第４図