

6-3 東海・南関東地域におけるひずみ観測結果 (2016年11月～2017年4月) Observation of Crustal Strain by Borehole Strainmeters in the Tokai and Southern Kanto Districts (November 2016 – April 2017)

気象庁
Japan Meteorological Agency
気象研究所
Meteorological Research Institute, JMA

東海から南関東地域における埋込式体積ひずみ計¹⁾、多成分ひずみ計²⁾の配置と区域分けを第1図に示す。体積ひずみ(多成分ひずみ計は面積ひずみへの換算値)の2010年以降の変化を第2図に、2016年11月から2017年4月までの変化を第3図に示す。多成分ひずみ計の同期間の変化を第4図に示す。主ひずみの方向と大きさ、最大せん断ひずみ及び面積ひずみは、広域ひずみに換算している³⁾。

2016年11月26日から12月1日にかけて、長野県で発生したと考えられる短期的ゆっくりすべりに伴う変化が、浜松春野、浜松佐久間、川根本町東藤川、売木岩倉で観測された。(第3図(a),(b)、第4図(b),(c),(d),(i)の*1)(本巻※1参照)。

2017年2月13日から17日にかけて、愛知県から長野県にかけて発生したと考えられる短期的ゆっくりすべりに伴う変化が、掛川富部、浜松春野、浜松佐久間、川根本町東藤川、浜松宮口、売木岩倉、新城浅谷で観測された(第3図(a),(b)、第4図(a),(b),(c),(d),(e),(i),(j)の*2)(本巻※1参照)。

2017年3月28日から4月3日にかけて、伊勢湾から愛知県にかけて発生したと考えられる短期的ゆっくりすべりに伴う変化が、田原福江、浜松佐久間、新城浅谷、田原高松で観測された(第3図(a)、第4図(c),(j),(k)の*3)(本巻※1参照)。

また、2013年初め頃から浜名湖周辺で発生している長期的ゆっくりすべりに起因すると見られる地殻変動は、ほぼ見られなくなっている。この長期的ゆっくりすべりのモーメントの時間変化を、ひずみ計データのスタッキングデータから求めた結果、2015年後半からモーメント解放レートが鈍化している(第5図)⁴⁾。

大島津倍付では、火山活動に伴う地殻変動が観測されている(第2図(b)、第3図(c))。また、東伊豆奈良本と大島津倍付では、地中温度の上昇を主因とする見かけ上の縮みトレンドが続いている(第2図(b))⁵⁾⁶⁾。

この他、各図に記述したように、降水による影響と見られる変化、季節要因による変化、地点特有の局所的変化などが見られた。

※1:「東海地域とその周辺地域の地震活動(2016年11月～2017年4月)」(気象庁)

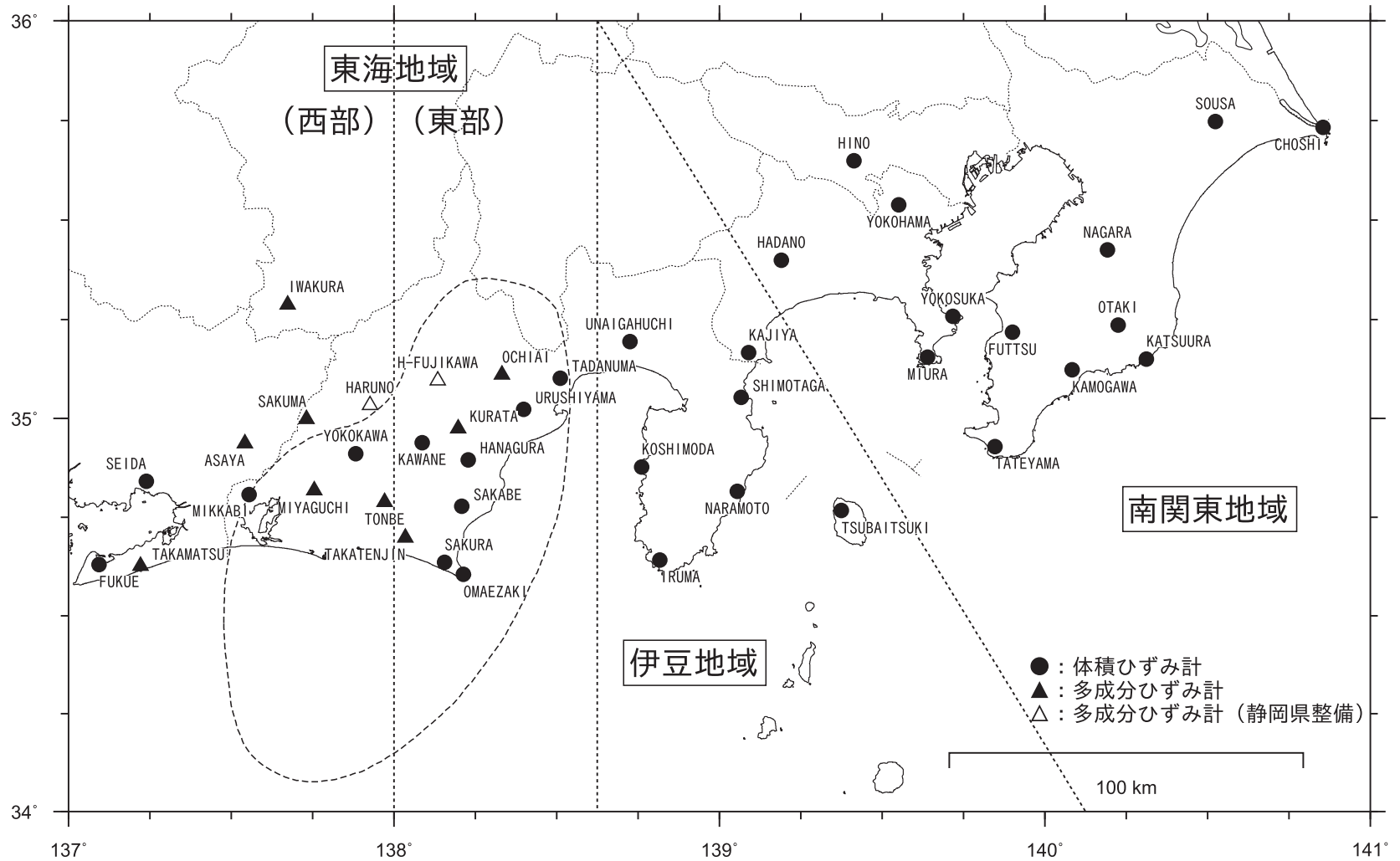
参考文献

- 1) 二瓶信一・上垣内修・佐藤馨:埋込式体積歪計による観測,1976年～1986年の観測経過, 駿震時報, **50**, 65-88 (1987)。
- 2) 石井紘ほか:新しい小型多成分ボアホール歪計の開発と観測, 地球惑星科学関連学会1992年

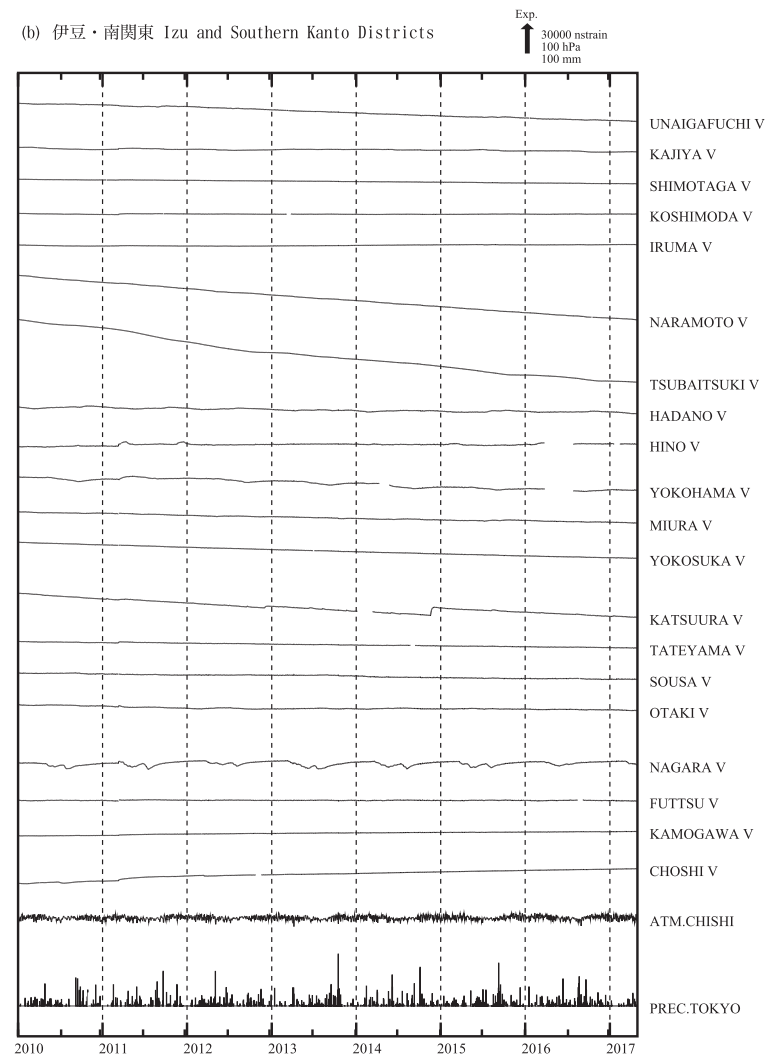
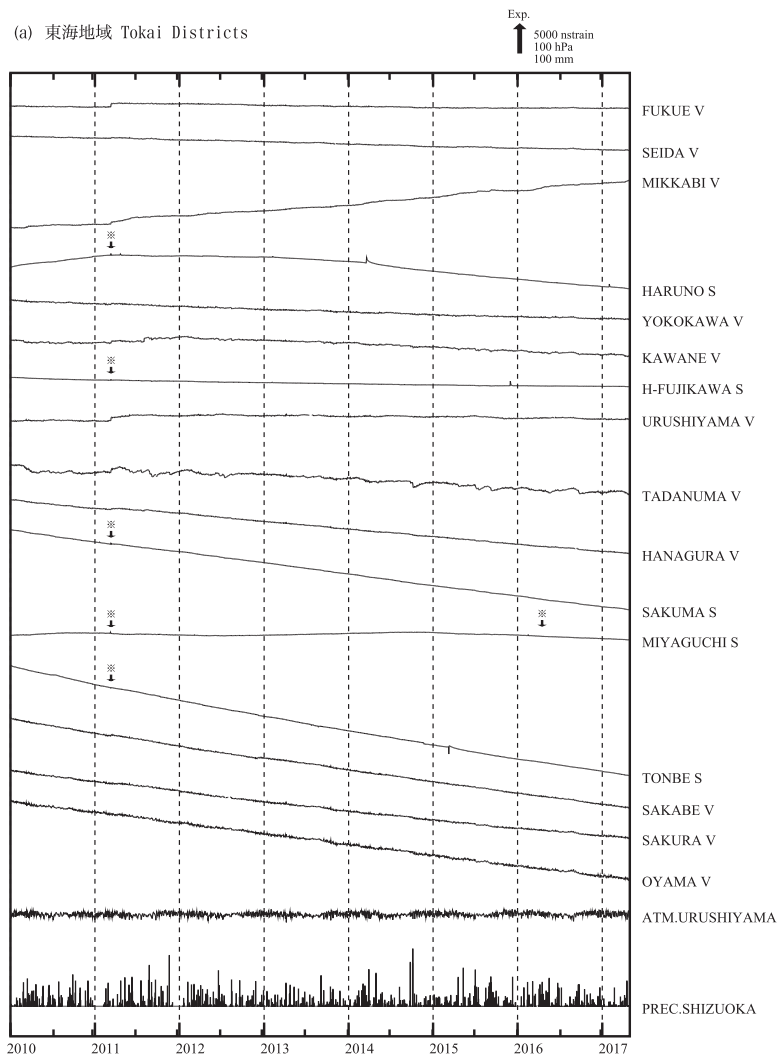
合同大会予稿集, C22-03 (1992).

- 3) 上垣内修ほか：気象庁石井式歪計の応答特性解析, 1999年度日本地震学会秋季大会予稿集, B72 (1999).
- 4) 宮岡一樹・木村久夫：ひずみ計によるスタッキング法を用いた長期的ゆっくりすべりの検出, 駿震時報, 79, 15-2 (2016).
- 5) 気象庁：東海・南関東地域における歪観測結果 (2006年5月～2006年10月), 連絡会報, 77 (2006).
- 6) 気象庁：東海・南関東地域における歪観測結果 (2006年11月～2007年4月), 連絡会報, 78 (2007).

ひずみ計の配置図



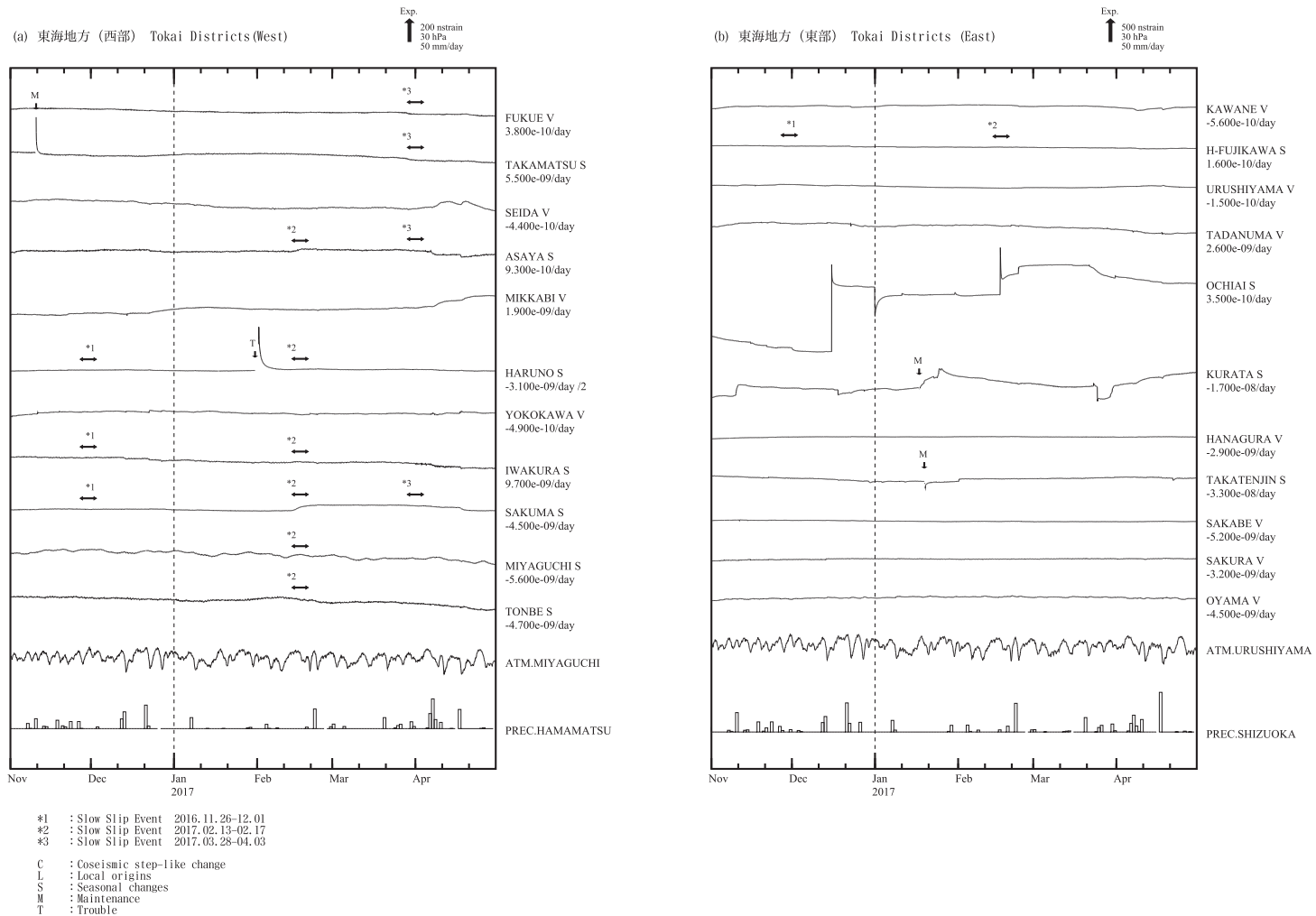
第1図 観測点の配置図 ●：体積ひずみ計, ▲：多成分ひずみ計 (気象庁), △：同 (静岡県)
 Fig.1 Observation points (borehole strainmeters).



※面積ひずみは、東北地方太平洋沖地震および熊本地震に伴うステップを除外して計算している。

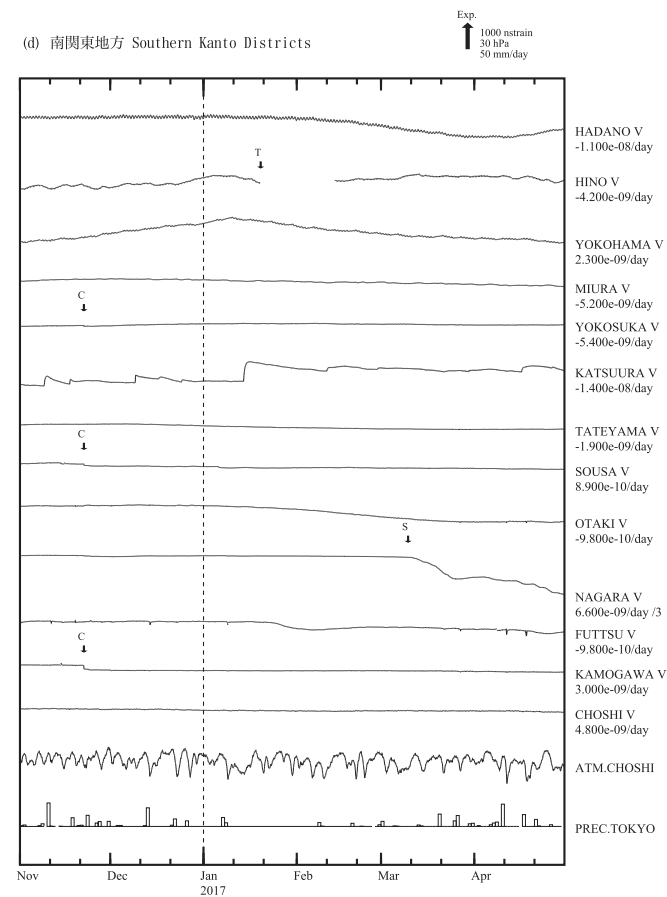
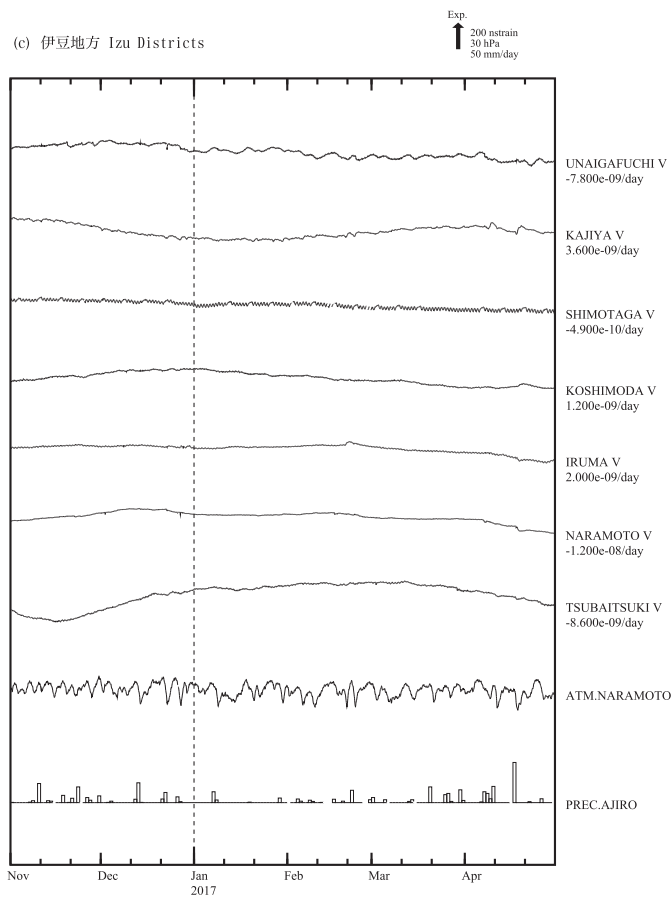
第2図(a), (b) 2010年1月以後の東海・伊豆・南関東地域における区域別体積ひずみ(V)及び面積ひずみ(S)の変化(日平均値). 各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す.

Fig.2(a), (b) Changes in crustal volume strain (V) and area strain (S) for Tokai, Izu and Southern Kanto Districts shown in Fig.1 since January 2010 (daily mean values).



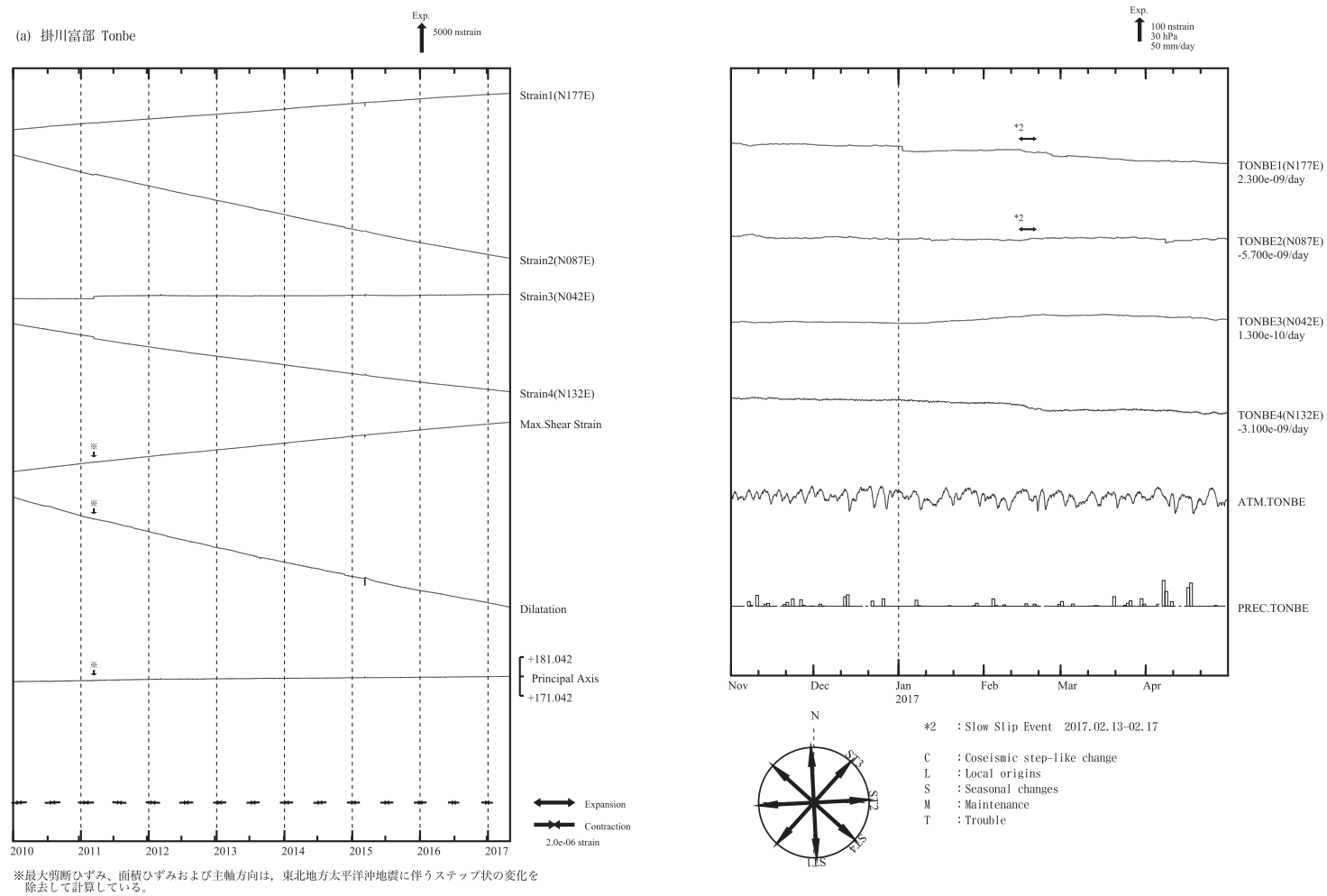
第 3 図 (a) ~ (d) 2016 年 11 月 ~ 2017 年 4 月の東海・伊豆・南関東地域における区域別体積ひずみ (V) 及び面積ひずみ (S) の変化 (時間値: 気圧・潮汐・降水補正した値). 各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す. 地点名の下に D strain/day 及び /M はそれぞれ 1 日あたりのトレンド変化量を D として補正していること及び縮尺を 1/M 倍にして表示していることを示している.

Fig.3(a) - (d) Changes in crustal volume strain (V) and area strain (S) for Tokai, Izu and Southern Kanto Districts shown in Fig.1 from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). "D strain/day" and "/M" below station names indicate the amount of trend correction and the magnification factor (1/M), respectively.

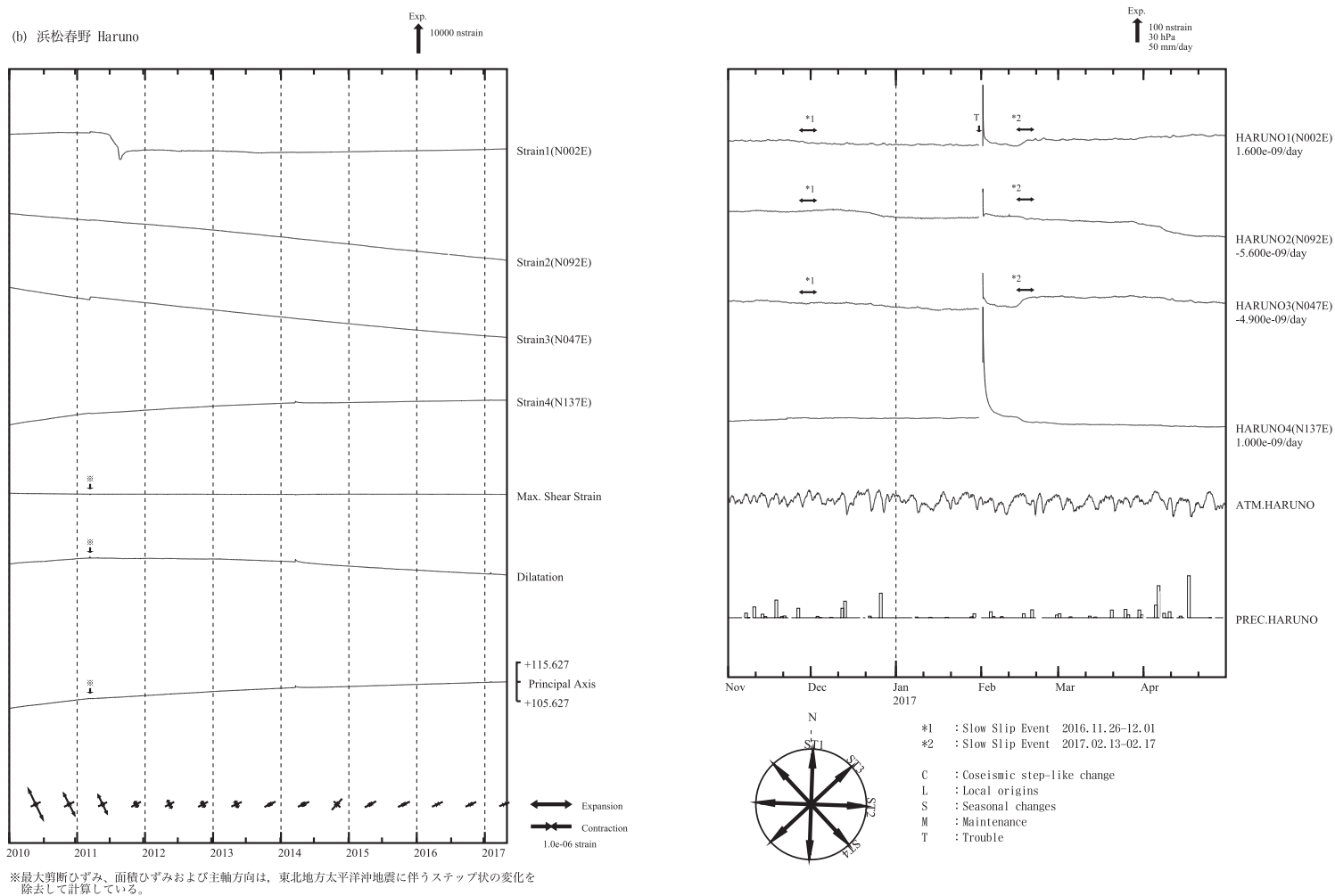


第3図 (a)～(d) 2016年11月～2017年4月の東海・伊豆・南関東地域における区域別体積ひずみ (V) 及び面積ひずみ (S) の変化 (時間値: 気圧・潮汐・降水補正した値). 各図下部に区域を代表する気圧変化と降水量を示す. 地点名の下に D strain/day 及び /M はそれぞれ1日あたりのトレンド変化量を D として補正していること及び縮尺を 1/M 倍にして表示していることを示している.

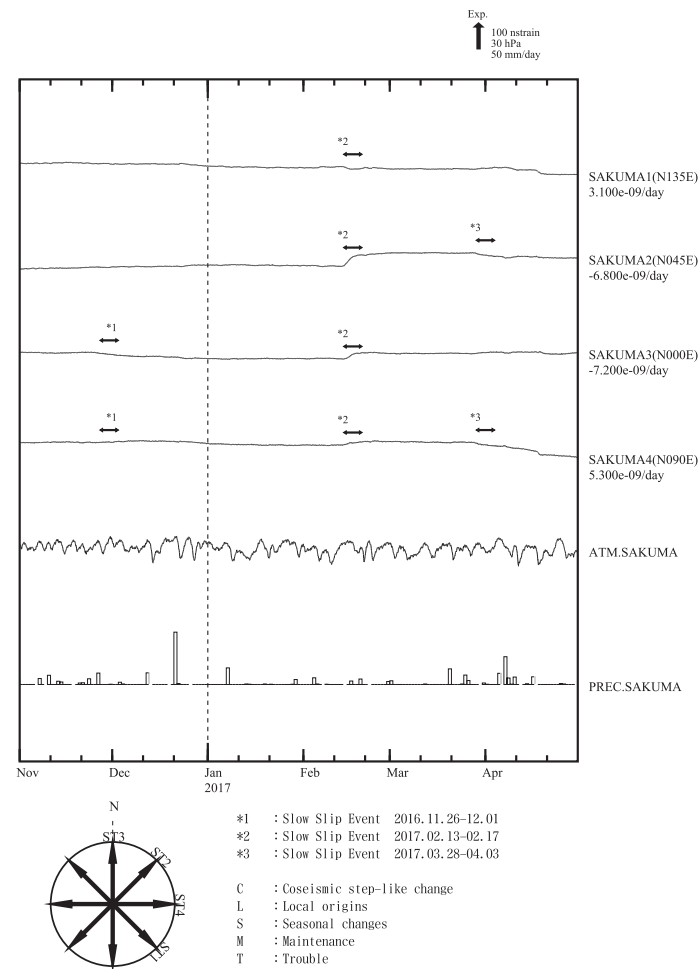
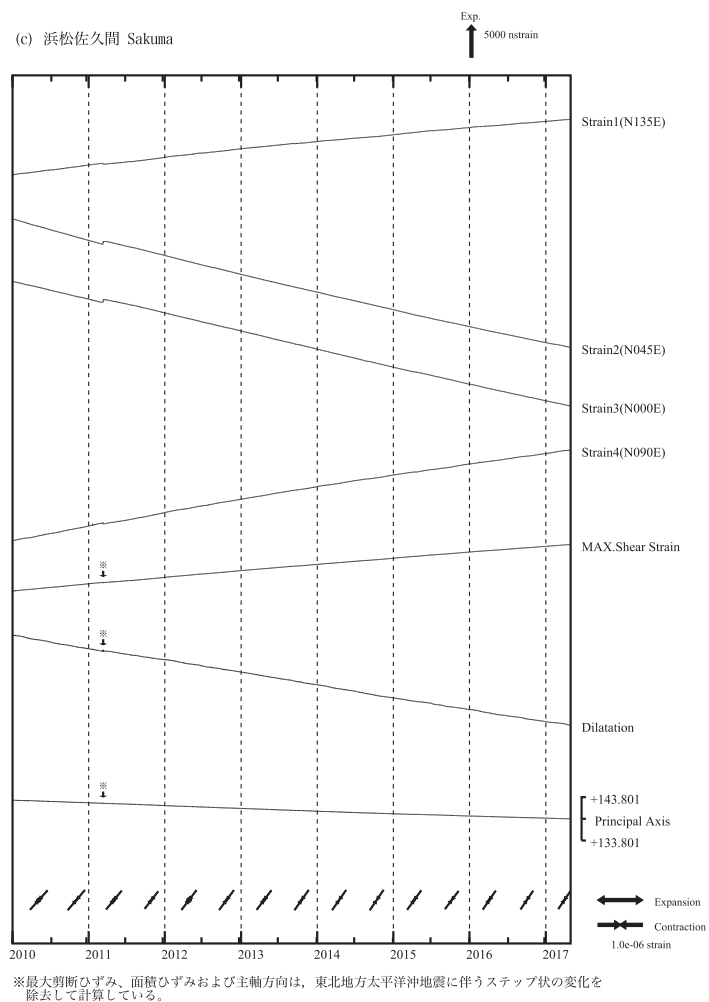
Fig.3(a)–(d) Changes in crustal volume strain (V) and area strain (S) for Tokai, Izu and Southern Kanto Districts shown in Fig.1 from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects and rain effects are corrected). “D strain/day” and “/M” below station names indicate the amount of trend correction and the magnification factor (1/M), respectively.



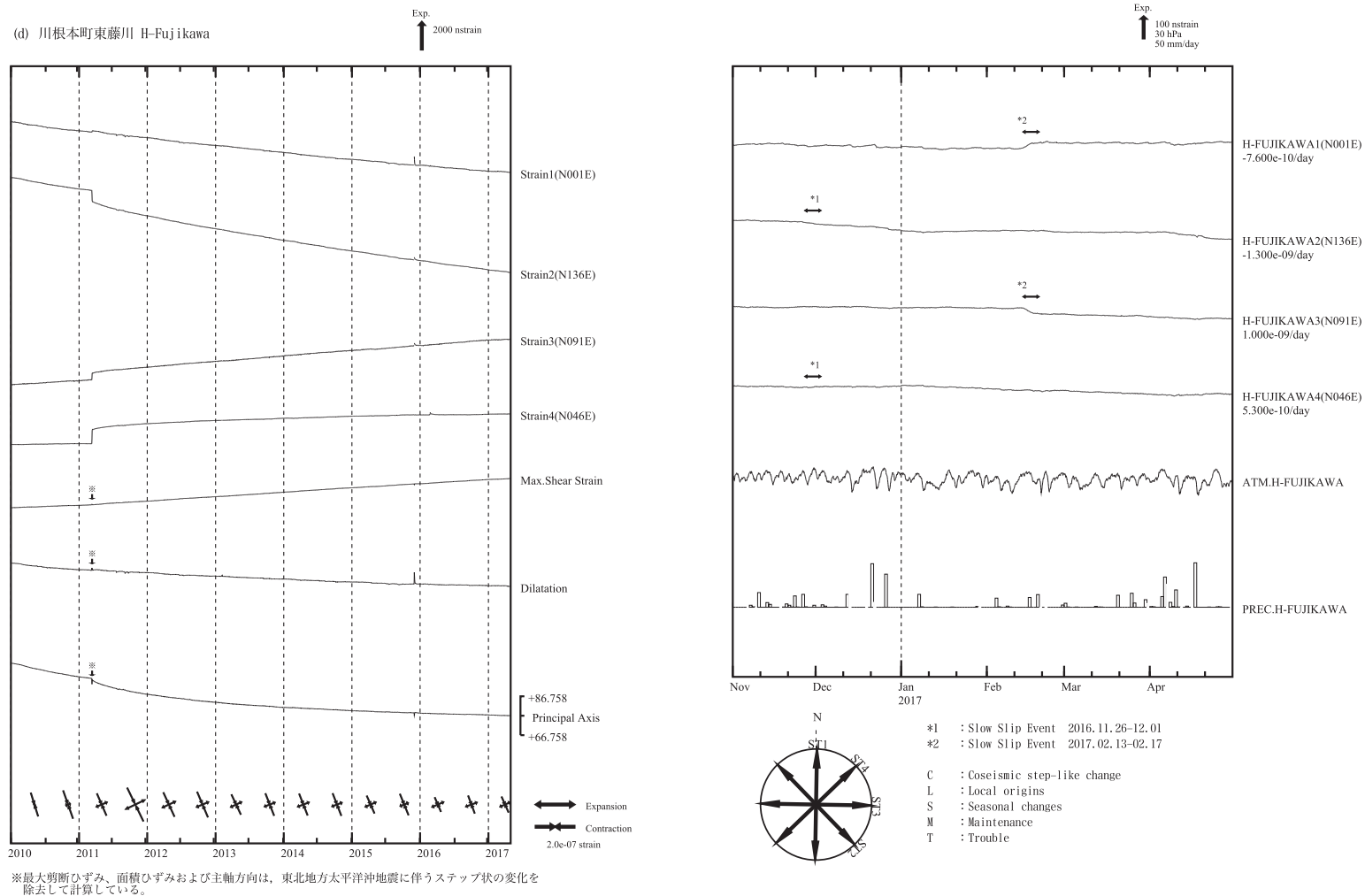
第 4 図 (a) ~ (e) 左：2010 年 1 月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
 右：2016 年 11 月～2017 年 4 月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気・降水補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。
 Fig.4(a) – (e) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
 (Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects, geomagnetic effects and rain effects are corrected) observed by multi-component borehole strainmeters.



第4図(a)～(e) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気・降水補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。
Fig.4(a)–(e) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects, geomagnetic effects and rain effects are corrected) observed by multi-component borehole strainmeters.

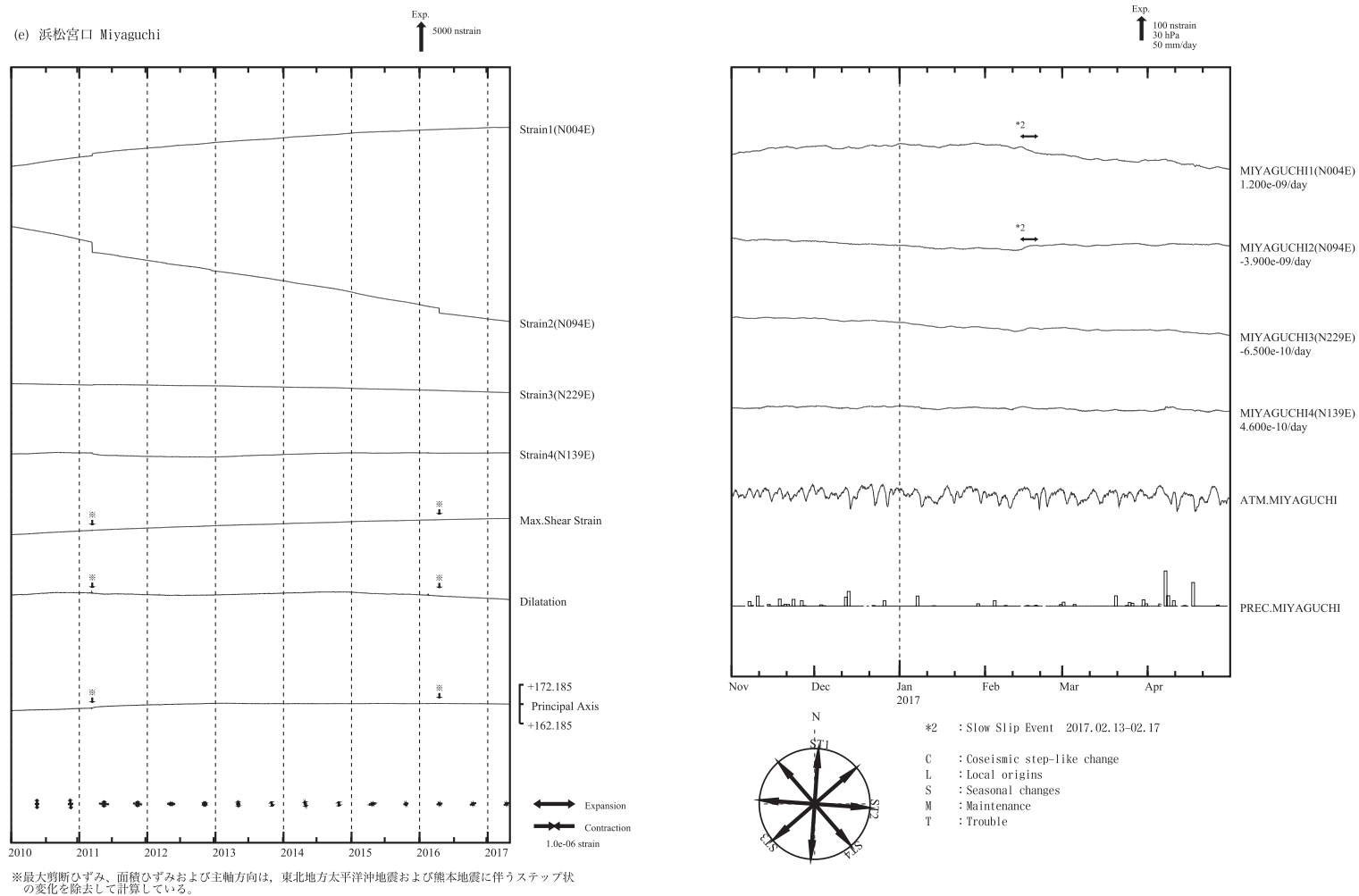


第4図(a)～(e) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気・降水補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。
Fig.4(a) – (e) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects, geomagnetic effects and rain effects are corrected) observed by multi-component borehole strainmeters.



第 4 図 (a) ~ (c) 左：2010 年 1 月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016 年 11 月～2017 年 4 月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気・降水補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

Fig.4(a) – (c) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects, geomagnetic effects and rain effects are corrected) observed by multi-component borehole strainmeters.

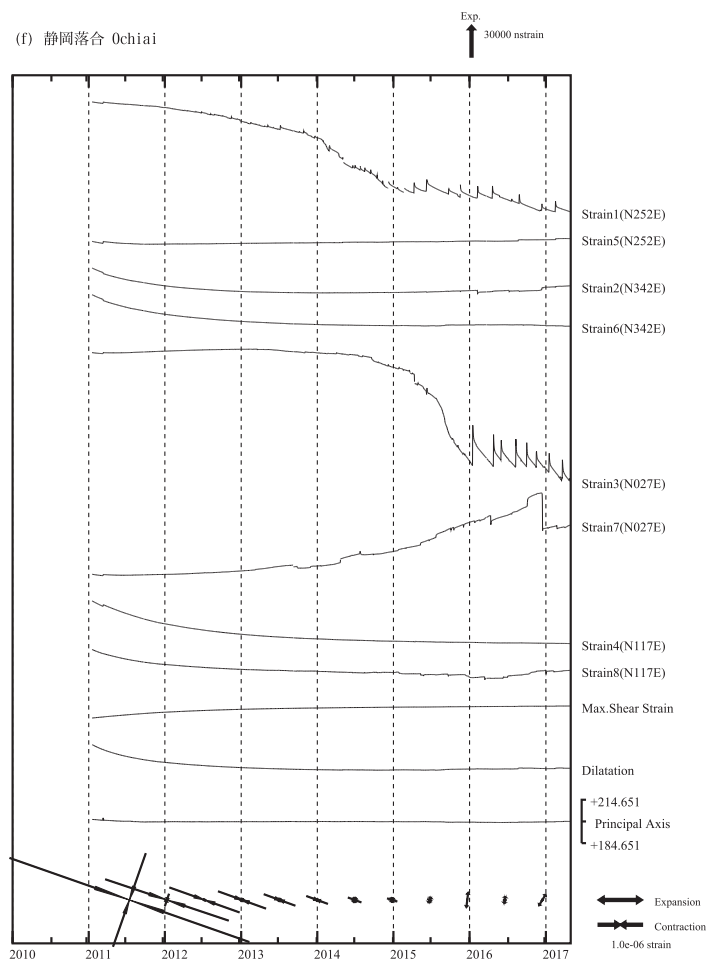


第4図(a)～(e) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。

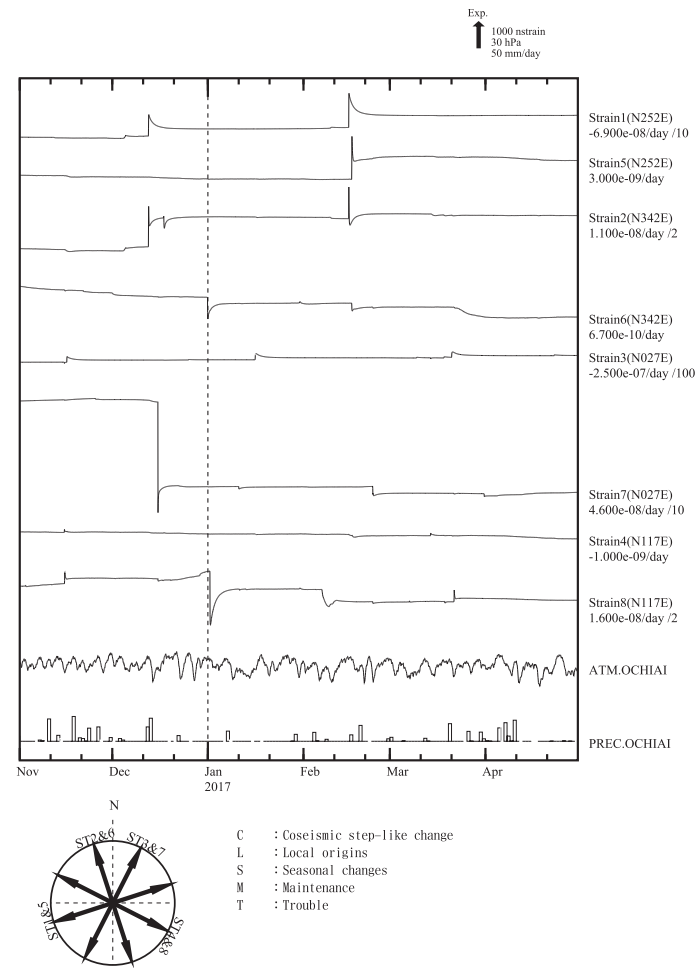
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気・降水補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

Fig.4(a) – (e) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values where changes due to barometric pressure, tidal effects, geomagnetic effects and rain effects are corrected) observed by multi-component borehole strainmeters.



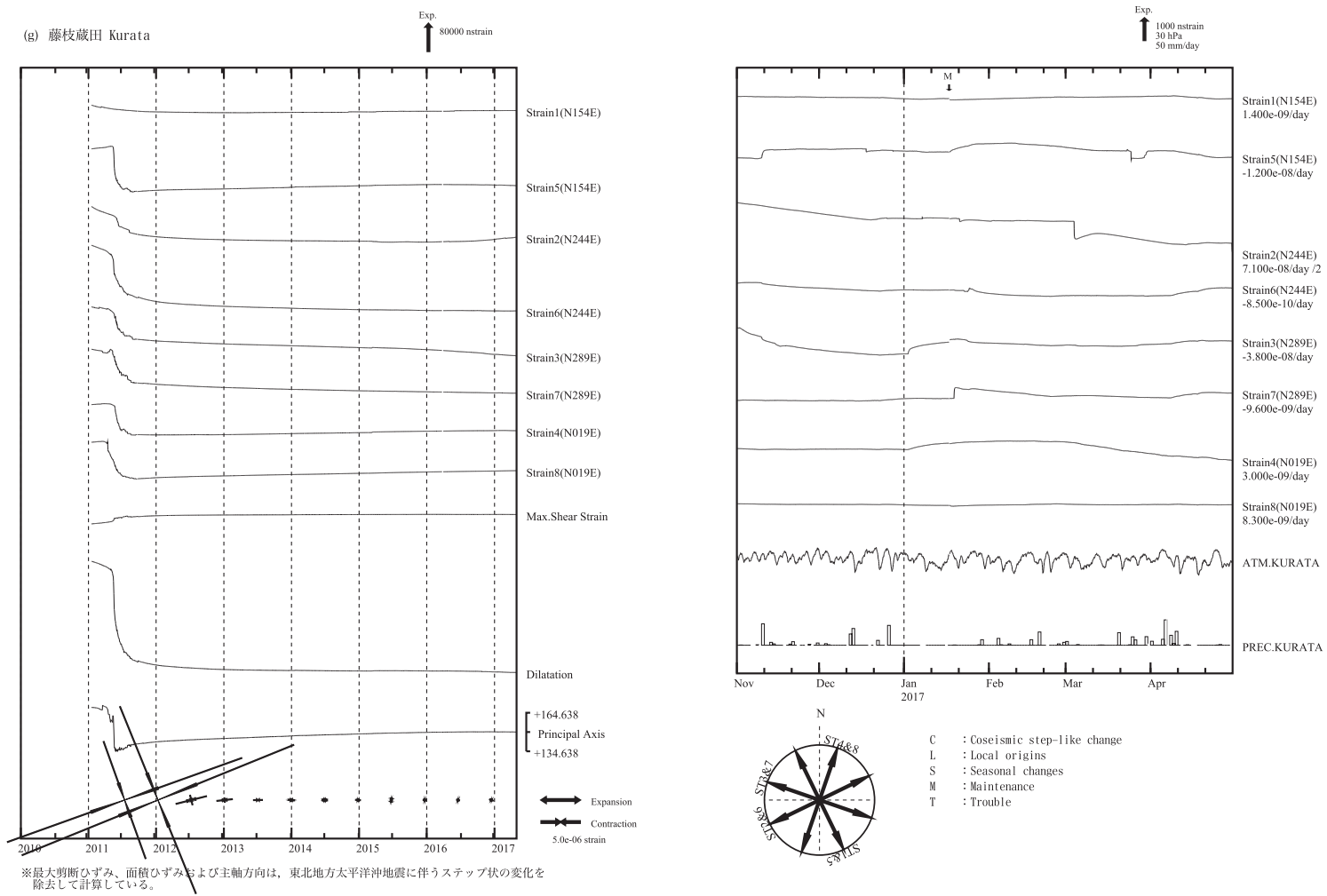
※最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、東北地方太平洋沖地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。



第4図(f)～(k) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

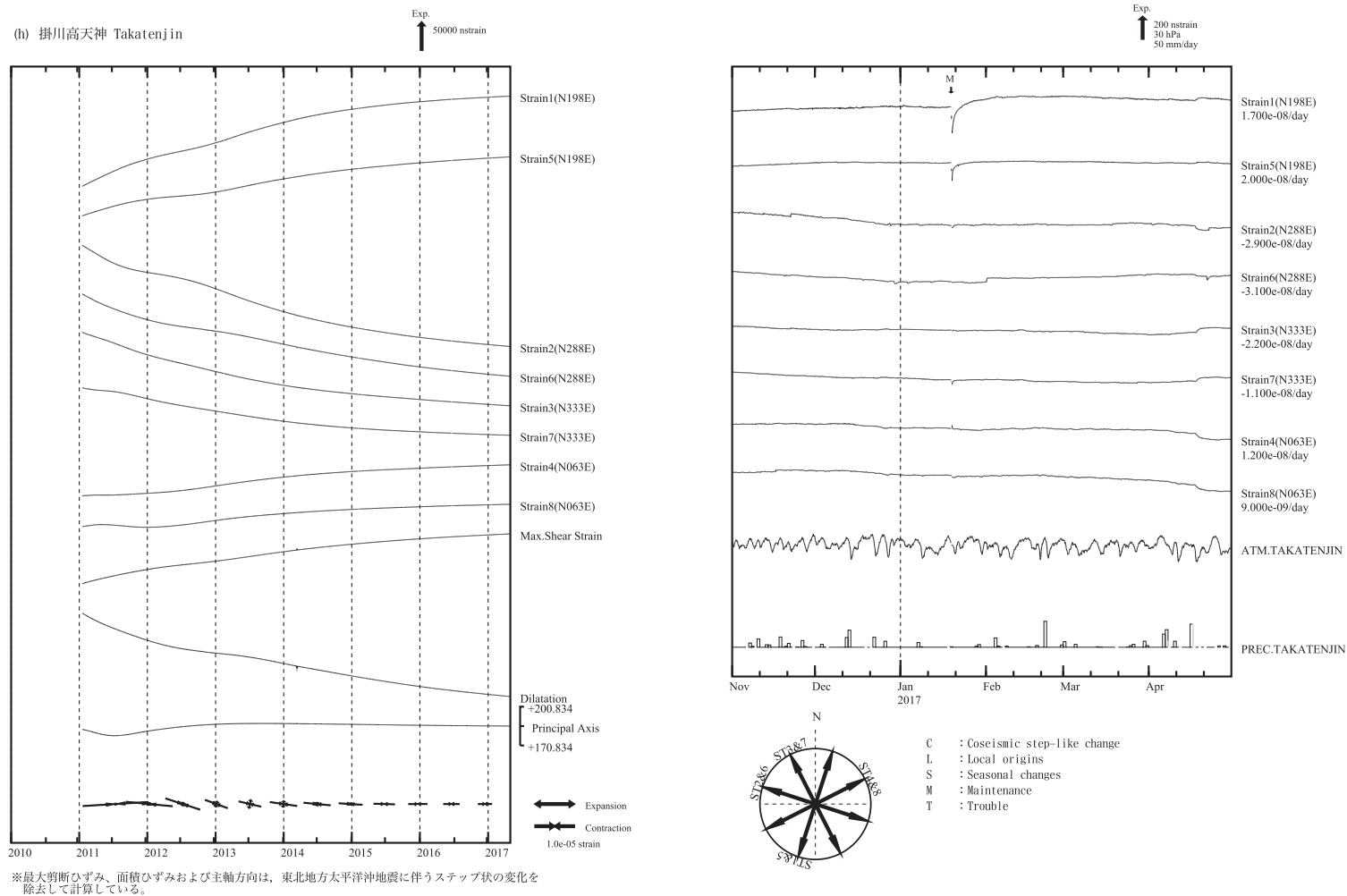
Fig. 4(f) – (k) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal and geomagnetic data) observed by multi-component borehole strainmeters.



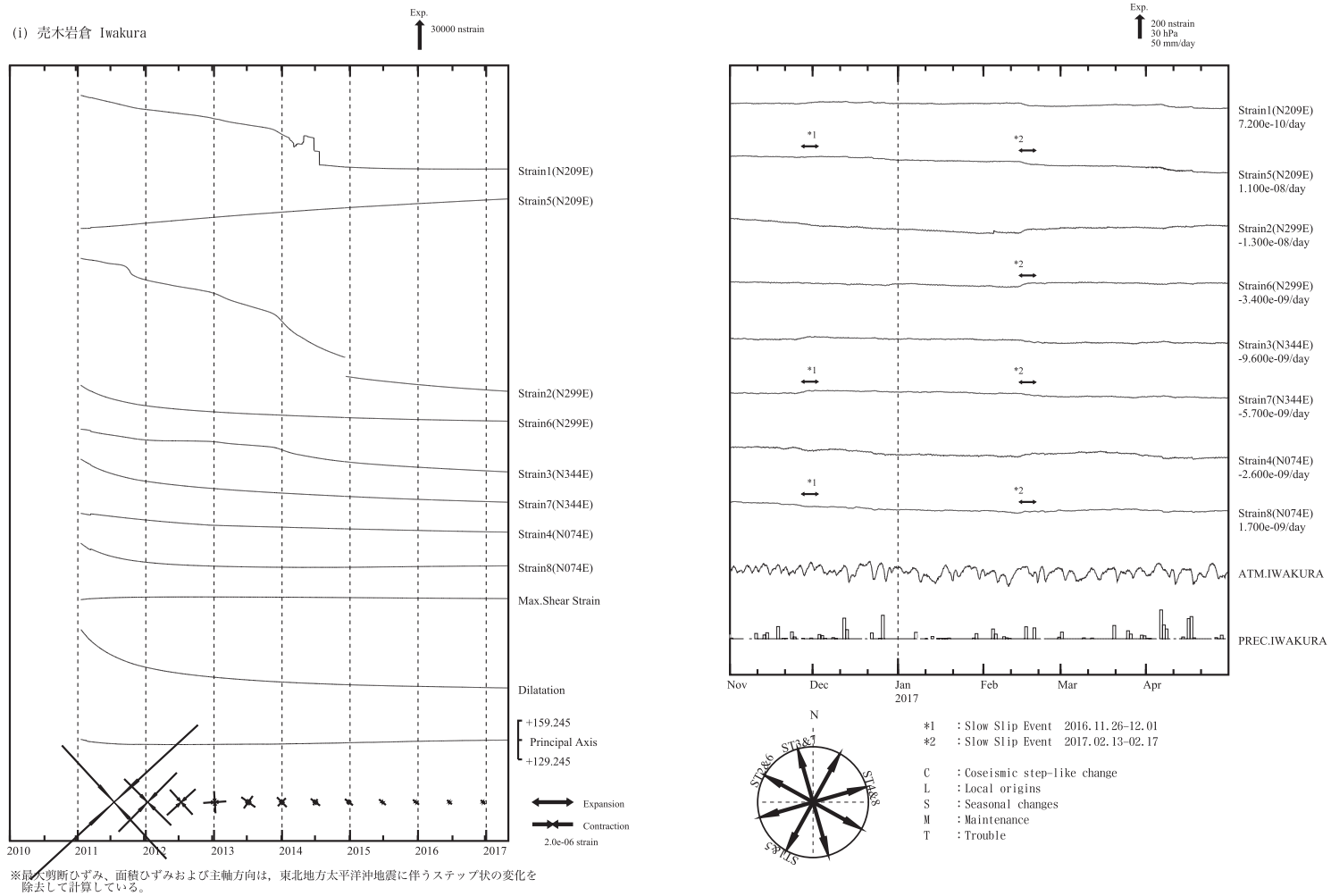
第 4 図 (f) ~ (k) 左：2010 年 1 月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016 年 11 月～2017 年 4 月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

Fig. 4(f) – (k) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal and geomagnetic data) observed by multi-component borehole strainmeters.



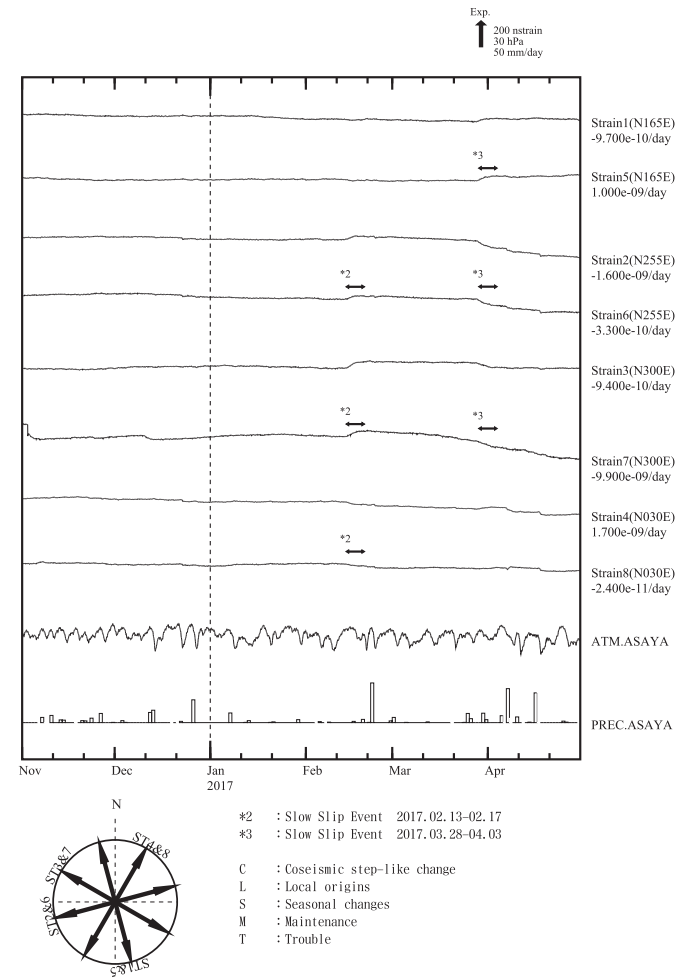
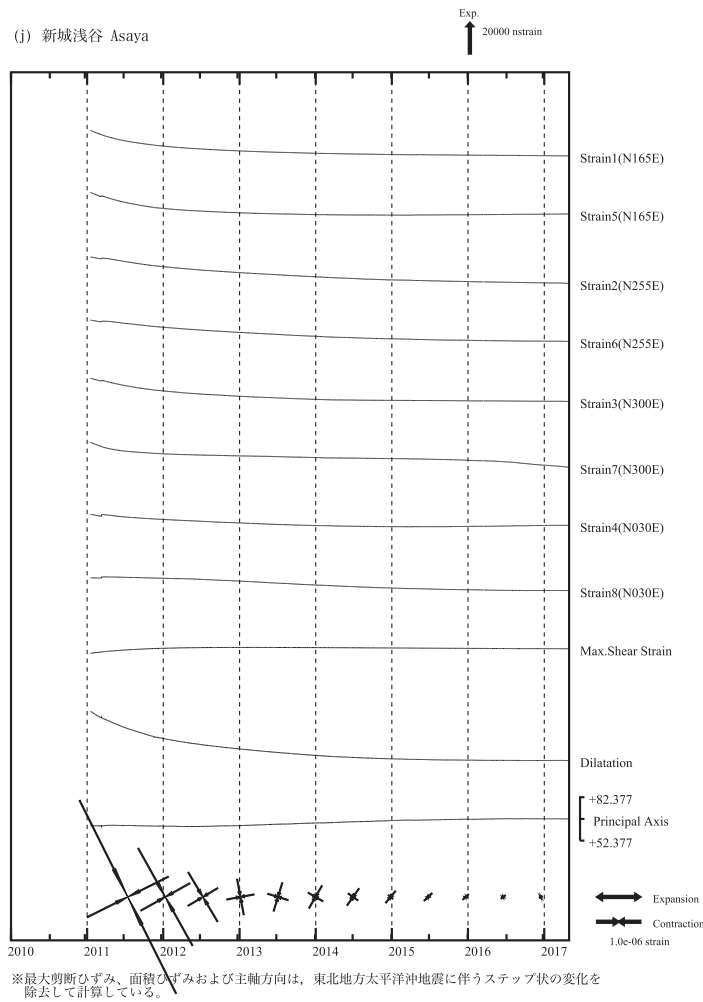
第4図(f)～(k) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

Fig. 4(f) – (k) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal and geomagnetic data) observed by multi-component borehole strainmeters.



第4図 (f) ~ (k) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

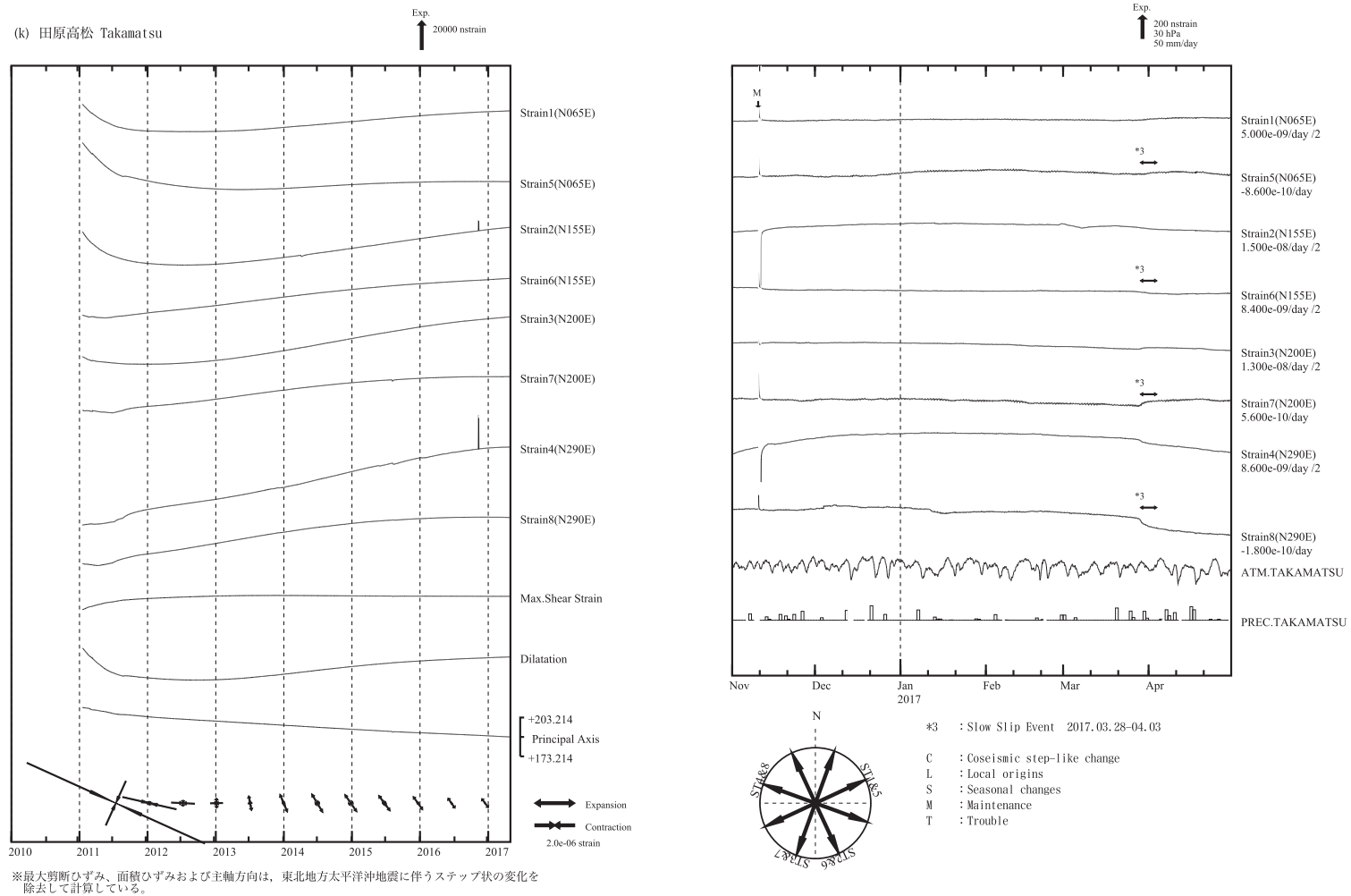
Fig. 4(f) – (k) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal and geomagnetic data) observed by multi-component borehole strainmeters.



第4図(f)～(k) 左：2010年1月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016年11月～2017年4月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

Fig. 4(f) – (k) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.

(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal and geomagnetic data) observed by multi-component borehole strainmeters.



第 4 図 (f) ~ (k) 左：2010 年 1 月以後の多成分ひずみ計変化（日平均値）。主ひずみ・最大せん断ひずみ・面積ひずみは各方向成分から計算されている。
右：2016 年 11 月～2017 年 4 月の多成分ひずみ計変化（時間値：気圧・潮汐・地磁気補正した値）。各図下部に気圧変化と降水量を示す。

Fig. 4(f) – (k) (Left) Strain changes observed by multi-component borehole strainmeters since January 2010 (daily mean values). Principal strain, maximum shear strain and dilatation are calculated with strain values obtained from each component.
(Right) Strain changes from November 2016 to April 2017 (hourly values corrected with barometric pressure and tidal and geomagnetic data) observed by multi-component borehole strainmeters.

静岡県西部の長期的なひずみ変化

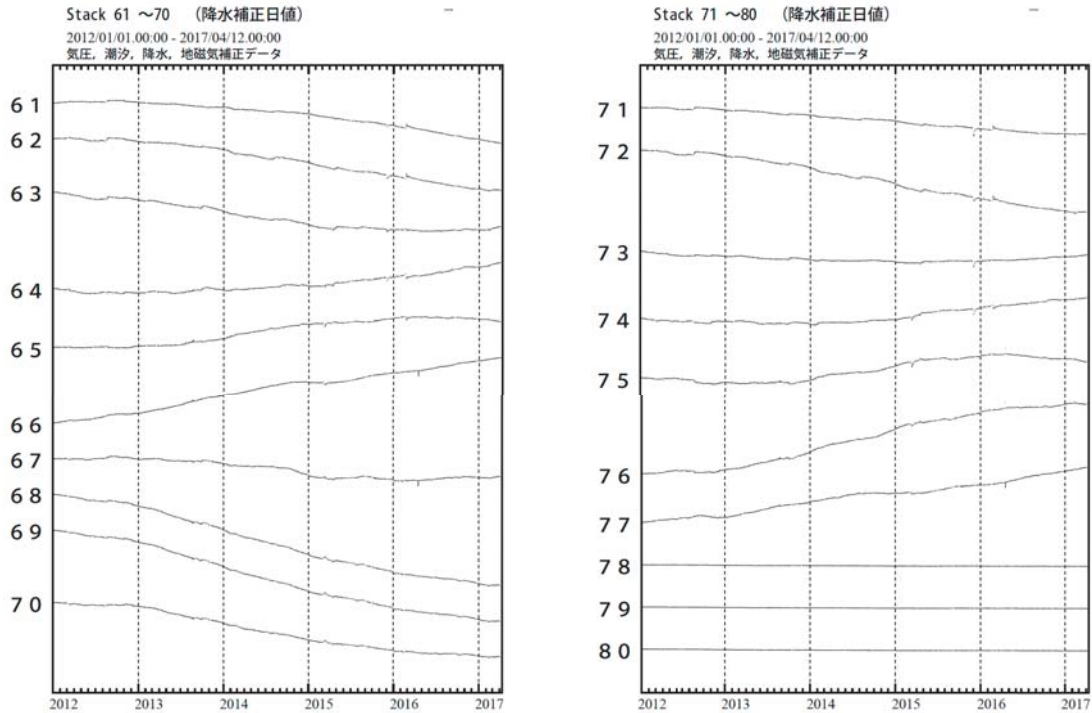


図1：日値スタッキング波形。番号は監視グリッド（図2参照）を示す。

- データ : 補正日値（体積ひずみ計と1998年から2002年整備の多成分ひずみ計）
主な地震および短期的SSEによる変化をオフセットとして除去
ひずみ計の長期変化について、指数関数で近似して補正
- ノイズレベル : 2011年6月～2012年12月の、60日階差（単純な階差）の標準偏差
- 理論値計算 : 0.15°ごとの各グリッドを中心とする、20×20kmの断層
- トレンド : 2012年7月～12月の期間のトレンドを除去している

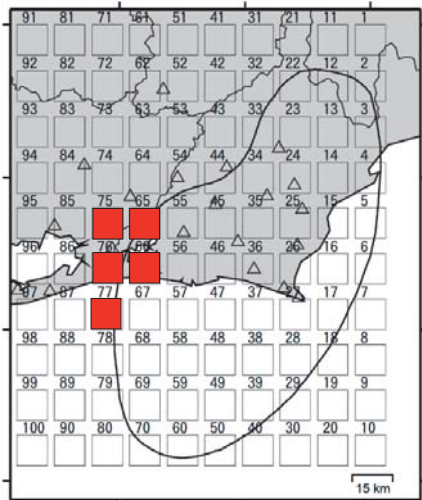


図2：グリッド配置およびすべり位置

□ スタッキンググリッド

グリッドNo.65, 66及び75～77に見られる変化が長期的ゆっくりすべりに対応していると考えられる。これらのグリッドがすべてっていると仮定し、グリッドサーチにより総すべり量を求めるとMw6.8相当となる。そのモーメントの時間変化を見ると2015年後半から鈍化している。

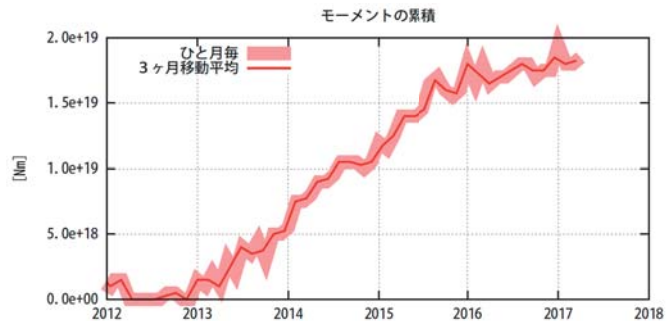


図3：グリッドサーチで求めたモーメント開放量

第5図 静岡県西部のひずみ変化（スタッキング手法による解析）

Fig.5 Strain changes in west part of Shizuoka Prefecture since 2013.
 (analysis by the stacking method)