

#### 6-4 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（2014年5月～10月）

##### **Short-term slow slip events in the Tokai area, the Kii Peninsula and the Shikoku District, Japan (from May to October 2014)**

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST.

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

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。

2014年5月2日～19日頃にかけて、豊後水道～四国中部付近において活発な深部低周波微動活動が観測され（第1図）、愛媛県および高知県における、産総研の多成分歪2観測点、地下水1観測点（2井戸）、防災科研 Hi-net 高感度化速度計（傾斜）8観測点において変化が検出された（第2図）。微動発生状況などから5つの期間に分けて、観測された変化から断層面の推定を行った結果を第3～7図に示す。推定された5期間の断層モデルの  $M_w$  は、それぞれ 5.7, 5.7, 6.0, 5.5, 5.9 であった。

期間 A～D の活動域付近の東側領域では、337日前の2013年5月28～30日午前にかけて  $M_w$  5.7 の、西側領域では184日前の2013年10月29-30日に  $M_w$  5.7 の、期間 E の活動域付近では、177日前の2013年11月13～18日にかけて  $M_w$  5.8 の短期的 SSE が、それぞれ発生したと推定されている（それぞれ、第3～7図の灰色矩形1, 2および3）。

2014年6月26日～28日午前頃にかけて、和歌山県中部付近において活発な深部低周波微動活動が観測され（第8図）、和歌山県および三重県における、産総研の多成分歪3観測点において変化が観測された（第9図）。断層の中心位置を微動発生領域に、長さおよび幅を30km以下に限定して、観測された変化から断層面の推定を行った結果を第10図に示す。推定された  $M_w$  は 5.5 であった。

この領域では、175日前の2014年1月1日～2日にかけて  $M_w$  5.1 の短期的 SSE が発生したと推定されている（第10図の灰色矩形1）ほか、1年に8回程度の頻度で小規模な微動活動が発生している（第11図）。

2014年7月3日～14日頃にかけて、伊勢湾～三重県～奈良県南部付近において、活発な深部低周波微動活動が観測され（第12図）、愛知県、三重県および和歌山県における、産総研の多成分歪6観測点、地下水1観測点（2井戸）、傾斜2観測点、気象庁の多成分歪2観測点、体積歪2観測点、防災科研 Hi-net 高感度加速度計（傾斜）5観測点において変化が観測された（第13図）。微動発生状況などから6つの期間に分けて、観測された変化から断層面の推定を行った結果を第14～19図に示す。推定された6期間の断層モデルの  $M_w$  は、それぞれ 5.4, 5.6, 5.5, 5.8, 5.7, 5.7 であった。

期間 A および B の活動域付近では、159日前の2014年1月23～25日にかけて  $M_w$  5.8 の、期間 C の活動域付近では、296日前の2013年9月8～10日にかけて  $M_w$  5.8 の、期間 D および E の活動域付近では、177日前の2014年1月11日午後～13日にかけて  $M_w$  5.6 の、期間 F の活動域付近

では、145日前の2014年2月15日午後～18日にかけてMw5.3の短期的SSEが、それぞれ発生したと推定されている(それぞれ、第14～19図の灰色矩形5, 1, 4および6)。

2014年7月27日～8月1日頃にかけて愛知県西部において、8月3日～7日頃にかけて長野県南部～愛知県東部県境において、8月8日～11日頃にかけて伊勢湾～三重県中部付近において、活発な深部低周波微動活動が観測され(第20図)、静岡県、愛知県、三重県における、産総研の多成分歪3観測点、地下水1観測点(2井戸)、傾斜2観測点、気象庁の多成分歪5観測点(うち1点は静岡県)、体積歪2観測点、防災科研Hi-net高感度加速度計(傾斜)4観測点において変化が観測された(第21図)。3つの期間で観測された変化から断層面の推定を行った結果を第22～24図に示す。なお、期間Bについては微動発生領域周辺に限定して断層面の推定を行った。推定された3期間の断層モデルのMwは、それぞれ5.7, 5.7, 6.0であった。

期間A活動域付近では、180日前の2014年1月25～28日にかけてMw5.8の、170日前の2月3～7日にかけてMw5.7の、期間Bの活動域付近では、441日前の2013年5月15～19日にかけてMw5.3の、期間Cの活動域付近では、30日前の7月3～4日にMw5.4の、28日前の7月5～6日にMw5.6の短期的SSEが、それぞれ発生したと推定されている(それぞれ、第22～24図の灰色矩形2, 3, 1, 5, および6)。

2014年8月30日～9月5日頃にかけて、愛知県中部付近において、活発な深部低周波微動活動が観測され(第25図)、愛知県および静岡県における、産総研の多成分歪2観測点、気象庁の多成分歪7観測点(うち1点は静岡県)、防災科研Hi-net高感度化速度計(傾斜)2観測点において変化が観測された(第26図)。観測された変化から断層面の推定を行った結果を第27図に示す。推定された断層モデルのMwは5.6であった。

この活動域付近では、136日前の2014年4月9～16日にかけてMw5.7の、西側領域では29日前の7月27日～8月1日にかけてMw5.7の短期的SSEがそれぞれ発生したと推定されている(第27図の灰色矩形2および3)。

2014年9月10日～12日頃および21日午後～23日頃にかけて、豊後水道～四国西部付近において活発な深部低周波微動活動が観測され(第28図)、愛媛県および高知県における、産総研の多成分歪3観測点、地下水1観測点、防災科研Hi-net高感度化速度計(傾斜)8観測点において変化が検出された(第29図)。2つの期間に観測された変化から断層面の推定を行った結果を第30～31図に示す。推定された2期間の断層モデルのMwは、それぞれ5.6, 5.9であった。

期間Aの活動域付近では、120日前の5月12～13日にかけてMw5.5の、期間Bの活動域付近では、209日前の2月22日午後～24日午前にかけてMw5.5の短期的SSEが、それぞれ発生したと推定されている(それぞれ、第30～31図の灰色矩形5および1)。

2014年10月17日～26日頃にかけて、四国西部付近において活発な深部低周波微動活動が観測され(第32図)、愛媛県および高知県における、産総研の多成分歪3観測点、地下水1観測点、防災科研Hi-net高感度化速度計(傾斜)6観測点において変化が検出された(第33図)。微動発生状況などから3つの期間に分けて、観測された変化から断層面の推定を行った結果を第34～36図に示す。推定された3期間の断層モデルのMwは、それぞれ5.8, 5.4, 5.5であった。

3 期間の活動域付近では、151 日前の年 5 月 14～19 日かけて Mw5.9 の、西側領域では 35 日前の 9 月 10～12 日にかけて Mw5.6 の短期的 SSE が、それぞれ発生したと推定されている(それぞれ、第 34～36 図の灰色矩形 5 および 6)。

## 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・体積歪・傾斜 2 成分・地下水圧の記録を用いる。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個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・傾斜・地下水ともに、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。

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。

(板場智史・小泉尚嗣・高橋誠・松本則夫・北川有一・落唯史・武田直人・木村尚紀・木村武志・松澤孝紀・汐見勝彦)

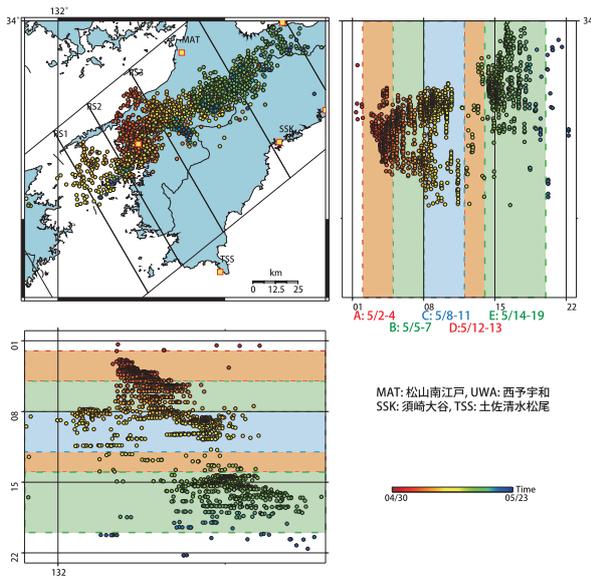
## 謝辞

短期的 SSE の断層モデル推定には、気象庁、静岡県内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、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

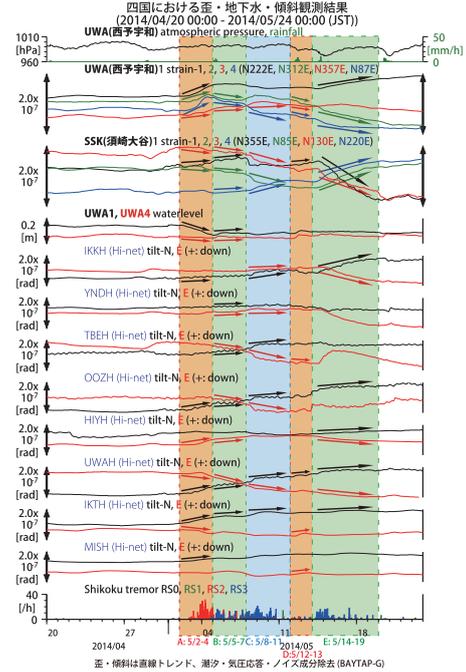
た. ここに記して感謝します.

#### 参考文献

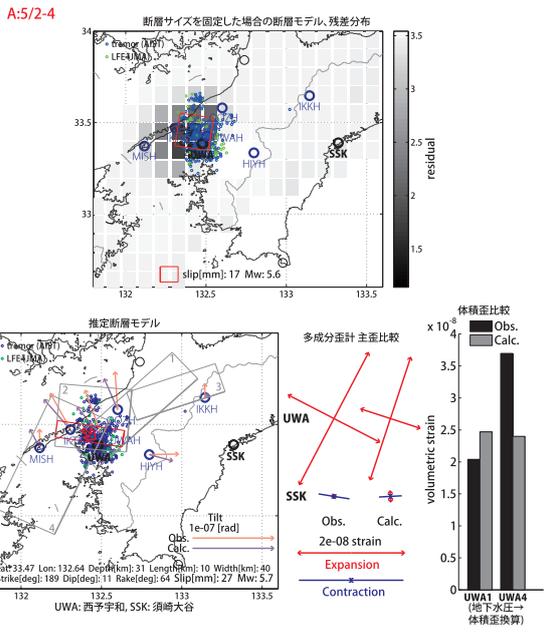
- 弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭 (2007), Double-Difference Tomography 法による西南日本の 3 次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, *地震* **2**, **60**, 1-20.
- 板場智史, 松本則夫, 北川有一, 小泉尚嗣, 松澤孝紀, 歪・傾斜・地下水統合解析による短期的スロースリップイベントのモニタリング, *日本地球惑星連合 2012 年大会*, 千葉, 5 月, 2012.
- Matsumoto, K., T. Sato, T. Takanezawa, and M. Ooe, GOTIC2: A Program 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.



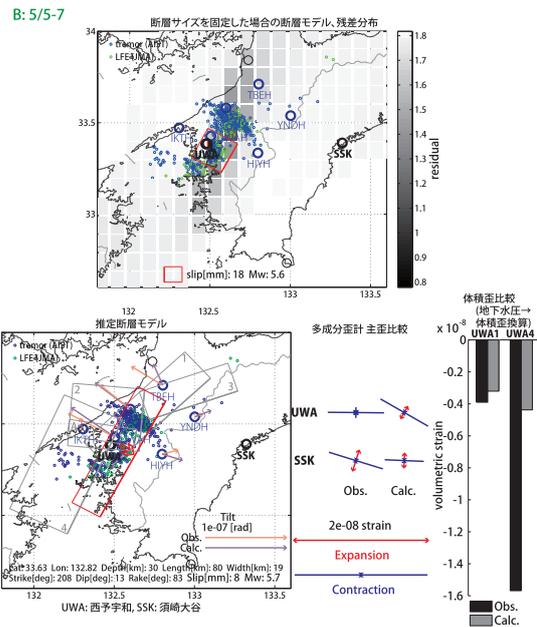
第1図 2014/04/30 0:00 - 05/23 0:00 における四国西部～豊後水道周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。  
 Fig.1 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in the western Shikoku district and Bungo Channel from 0:00 April 30 to 0:00 May 23, 2014.



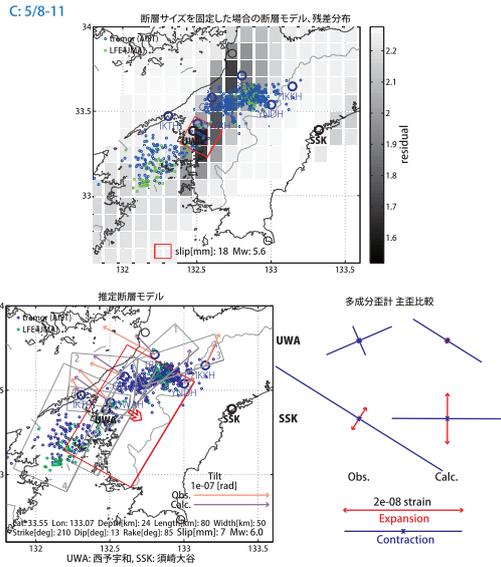
第2図 四国における歪・地下水・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数(2014/4/20 0:00 - 5/24 0:00)。  
 Fig.2 Observed strain, groundwater, and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Shikoku district from 0:00 April 20 to 0:00 May 24, 2014.



第3図 [上段]プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜・地下水の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および体積歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年5月28-30日午前(Mw5.7), 2: 同年10月29-30日(Mw5.7), 3: 同年11月13-18日(Mw5.8), 4: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。  
 Fig.3 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, tilt, and groundwater changes when the patch (fault plane) on the Philippine Sea (PHS) plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and groundwater (convert to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 28 to 30 (forenoon), 2013 (Mw5.7), 2: From October 29 to 30 (Mw5.7), 3: From November 13 to 18 (Mw5.8), 4: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon) (Mw5.5). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) and low frequency earthquake estimated by the Japan Meteorological Agency (JMA), respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) Hi-net, respectively.

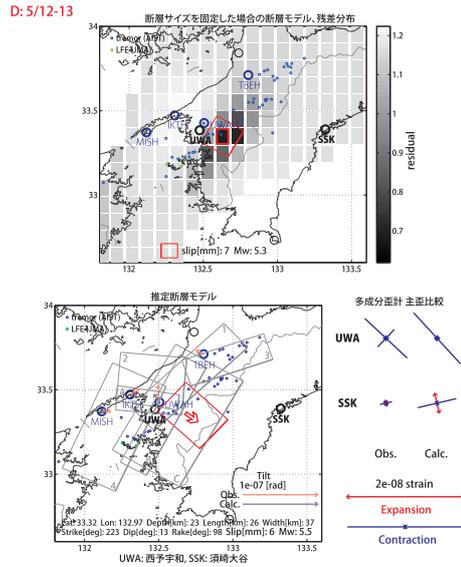


第4図 [上段]プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜・地下水の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および体積歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年5月28-30日午前(Mw5.7), 2: 同年10月29-30日(Mw5.7), 3: 同年11月13-18日(Mw5.8), 4: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5)。A: 同年5月2-4日(Mw5.7)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。  
 Fig.4 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, tilt, and groundwater changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and groundwater (convert to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 28 to 30 (forenoon), 2013 (Mw5.7), 2: From October 29 to 30 (Mw5.7), 3: From November 13 to 18 (Mw5.8), 4: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon) (Mw5.5). A: From May 2 to 4 (Mw5.7). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by the JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.



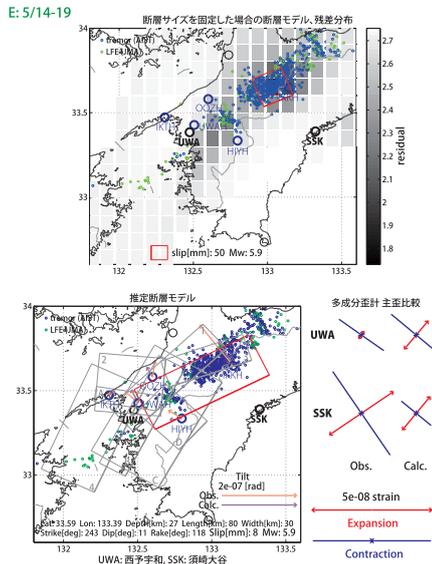
第5図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断面面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断面面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断面モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断面面を示す。1: 2013年5月28-30日午前(Mw5.7), 2: 同年10月29-30日(Mw5.7), 3: 同年11月13-18日(Mw5.8), 4: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5), A: 同年5月2-4日(Mw5.7), B: 同年5-7日(Mw5.7)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。

Fig.5 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 28 to 30 (forenoon), 2013 (Mw5.7), 2: From October 29 to 30 (Mw5.7), 3: From November 13 to 18 (Mw5.8), 4: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon) (Mw5.5), A: From May 2 to 4 (Mw5.7), B: From 5 to 7 (Mw5.7). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIIST and NIED Hi-net, respectively.



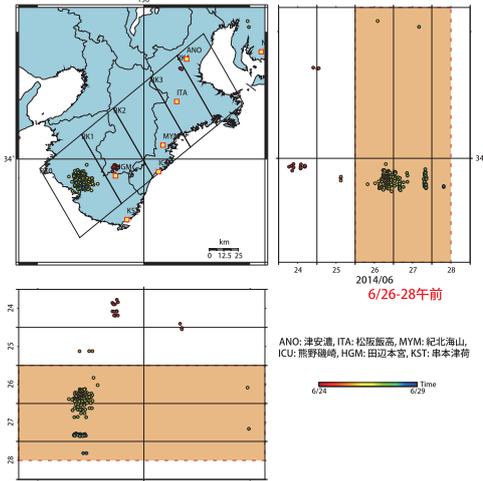
第6図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断面面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断面面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断面モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断面面を示す。1: 2013年5月28-30日午前(Mw5.7), 2: 同年10月29-30日(Mw5.7), 3: 同年11月13-18日(Mw5.8), 4: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5), A: 同年5月2-4日(Mw5.7), B: 同年5-7日(Mw5.7), C: 同年8-11日(Mw6.0)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。

Fig.6 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 28 to 30 (forenoon), 2013 (Mw5.7), 2: From October 29 to 30 (Mw5.7), 3: From November 13 to 18 (Mw5.8), 4: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon) (Mw5.5), A: From May 2 to 4 (Mw5.7), B: From 5 to 7 (Mw5.7), C: From 8 to 11 (Mw6.0). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIIST and NIED Hi-net, respectively.



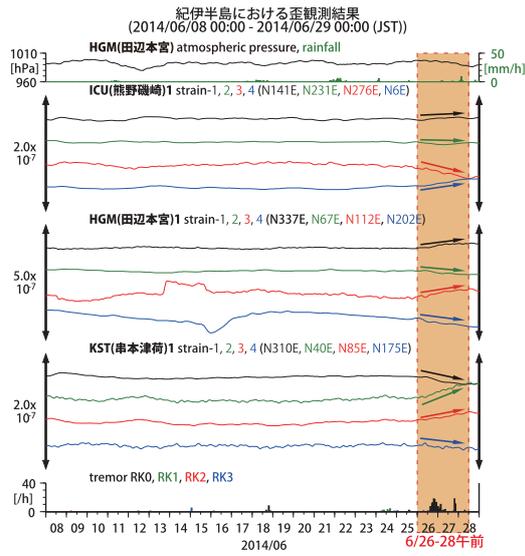
第7図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断面面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断面面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断面モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断面面を示す。1: 2013年5月28-30日午前(Mw5.7), 2: 同年10月29-30日(Mw5.7), 3: 同年11月13-18日(Mw5.8), 4: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5), A: 同年5月2-4日(Mw5.7), B: 同年5-7日(Mw5.7), C: 同年8-11日(Mw6.0), D: 同年12-13日(Mw5.5)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。

Fig.7 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 28 to 30 (forenoon), 2013 (Mw5.7), 2: From October 29 to 30 (Mw5.7), 3: From November 13 to 18 (Mw5.8), 4: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon) (Mw5.5), A: From May 2 to 4 (Mw5.7), B: From 5 to 7 (Mw5.7), C: From 8 to 11 (Mw6.0), D: From 12 to 13 (Mw5.5). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIIST and NIED Hi-net, respectively.

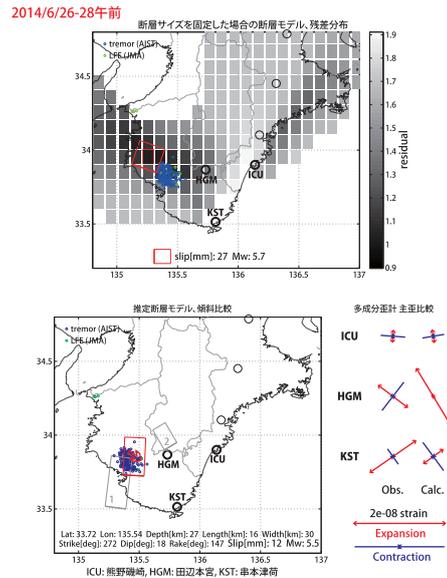


第8図 2014/6/24 0:00 - 6/29 0:00 における紀伊半島周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロップ相関法により決定。

Fig.8 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from 0:00 June 24 to 0:00 June 29, 2014.

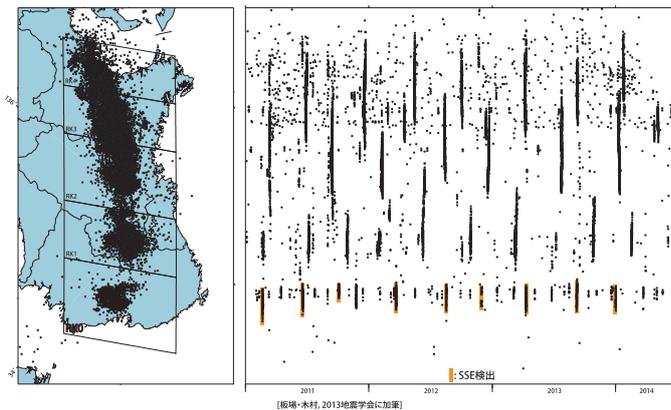


第9図 紀伊半島における歪観測結果および深部低周波微動発生個数(2014/6/8 0:00 - 6/29 0:00).  
Fig.9 Observed strain and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from 0:00 June 8 to 0:00 June 29, 2014.

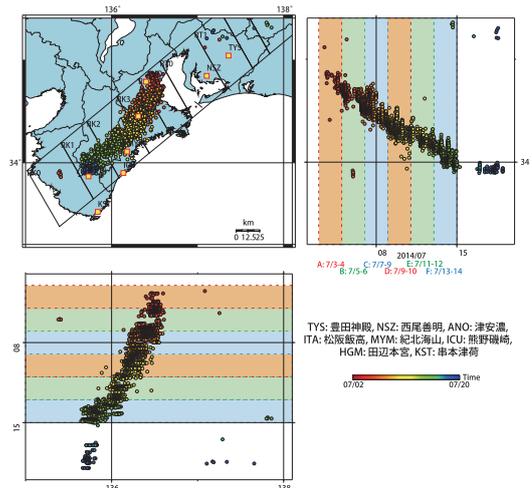


第10図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。断層中心位置を微動発生領域に限定して推定を行った。主歪の観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年1月1-2日(Mw5.1), 2: 2014年2月15午後-18日(Mw5.7)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。

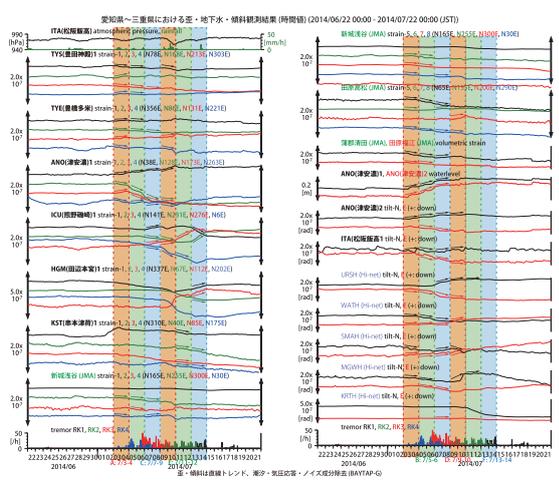
Fig.10 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated principal strain changes are shown right. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From January 1 to 2, 2014 (Mw5.1). 2: From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.7). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively.



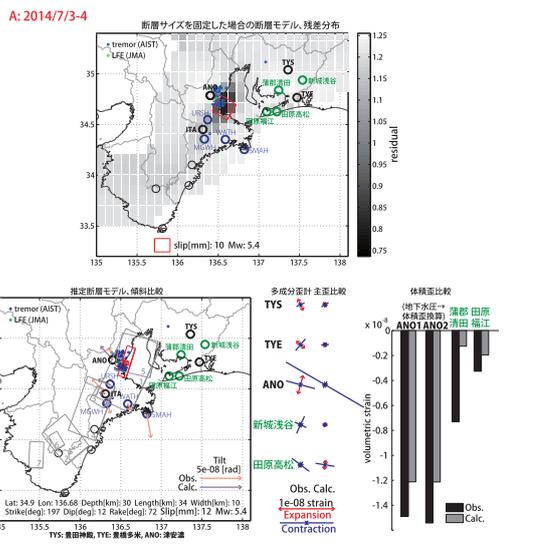
第11図 2011年1月~2014年6月の紀伊半島における深部低周波微動の時空間分布図。橙色網掛けは、RK0領域において微動に伴う短期的SSEの発生が検出されたイベントを示す。RK0領域では、小規模な微動活動が年間8回前後発生している。  
Fig.11 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from January, 2011 to June, 2014. Orange mesh indicates a short-term SSE occurred in RK0 area. In RK0 area, a small tremor activity has occurred about 8 times a year.



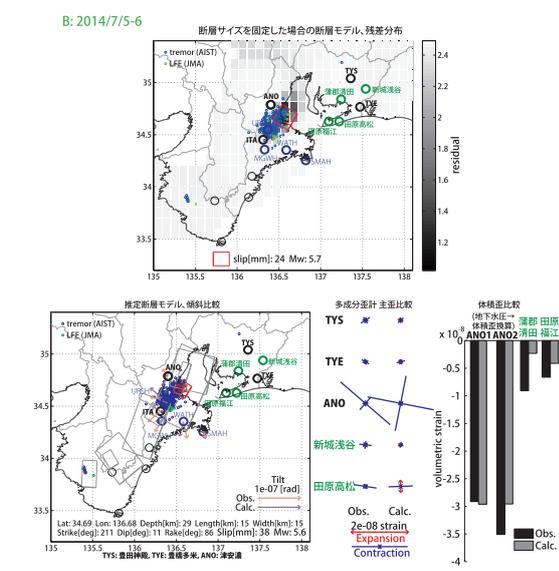
第12図 2014/7/2 0:00 - 7/20 0:00 における紀伊半島および愛知県周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロップ相関法により決定。  
Fig.12 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in Kii Peninsula and Aichi Prefecture from 0:00 July 2 to 0:00 July 20, 2014.



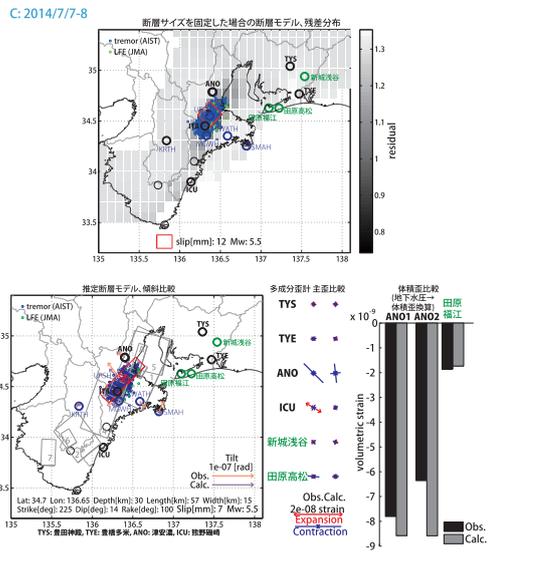
第13図 愛知県～三重県における歪・地下水・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数 (2014/6/22 0:00 - 7/22 0:00).  
 Fig.13 Observed strain, groundwater, and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in Aichi and Mie Prefecture from 0:00 June 22 to 0:00 July 22, 2014.



第14図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年9月8-10日(Mw5.8), 2: 同年10月26-27日(Mw5.5), 3: 2014年1月9-11日午前(Mw5.6), 4: 同月11日午後-13日(Mw5.6), 5: 同月23-25日(Mw5.8), 6: 同年2月15日午後-18日(Mw5.3), 7: 同年6月26日-28日午前(Mw5.5)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-net、緑色は気象庁の観測点名を示す。  
 Fig.14 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and volumetric strain (groundwater is converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently, 1: From September 8 to 10, 2013 (Mw5.8), 2: From October 26 to 27 (Mw5.5), 3: From January 9 to 11 (forenoon), 2014 (Mw5.6), 4: From 11 (afternoon) to 13 (Mw5.6), 5: From 23 to 25 (Mw5.8), From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.3), 7: From June 26 to 28 (forenoon) (Mw5.5). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold, blue fine, and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.

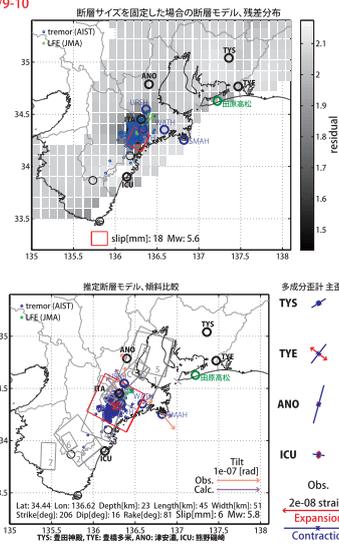


第15図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年9月8-10日(Mw5.8), 2: 同年10月26-27日(Mw5.5), 3: 2014年1月9-11日午前(Mw5.6), 4: 同月11日午後-13日(Mw5.6), 5: 同月23-25日(Mw5.8), 6: 同年2月15日午後-18日(Mw5.3), 7: 同年6月26日-28日午前(Mw5.5)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-net、緑色は気象庁の観測点名を示す。  
 Fig.15 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and volumetric strain (groundwater is converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently, 1: From September 8 to 10, 2013 (Mw5.8), 2: From October 26 to 27 (Mw5.5), 3: From January 9 to 11 (forenoon), 2014 (Mw5.6), 4: From 11 (afternoon) to 13 (Mw5.6), 5: From 23 to 25 (Mw5.8), From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.3), 7: From June 26 to 28 (forenoon) (Mw5.5). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold, blue fine, and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.



第16図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年9月8-10日(Mw5.8), 2: 同年10月26-27日(Mw5.5), 3: 2014年1月9-11日午前(Mw5.6), 4: 同月11日午後-13日(Mw5.6), 5: 同月23-25日(Mw5.8), 6: 同年2月15日午後-18日(Mw5.3), 7: 同年6月26日-28日午前(Mw5.5), A: 同年7月3-4日(Mw5.4), B: 同年5-6日(Mw5.6)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-net、緑色は気象庁の観測点名を示す。  
 Fig.16 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and volumetric strain (groundwater is converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently, 1: From September 8 to 10, 2013 (Mw5.8), 2: From October 26 to 27 (Mw5.5), 3: From January 9 to 11 (forenoon), 2014 (Mw5.6), 4: From 11 (afternoon) to 13 (Mw5.6), 5: From 23 to 25 (Mw5.8), From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.3), 7: From June 26 to 28 (forenoon) (Mw5.5), A: From July 3 to 4 (Mw5.4), B: From 5 to 6 (Mw5.6). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold, blue fine, and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.

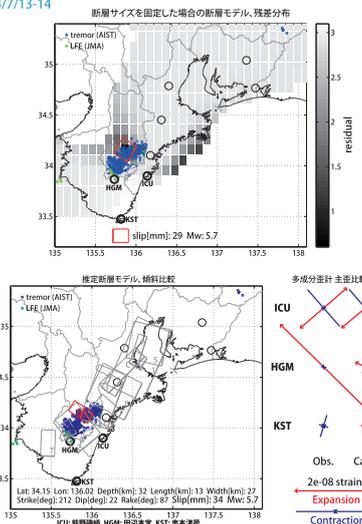
D: 2014/7/9-10



第17図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年9月8-10日(Mw5.8), 2: 同年10月26-27日(Mw5.5), 3: 2014年1月9-11日午前(Mw5.6), 4: 同月11日午後-13日(Mw5.6), 5: 同月23-25日(Mw5.8), 6: 同年2月15日午後-18日(Mw5.3), 7: 同年6月26-28日午前(Mw5.5), A: 同年7月3-4日(Mw5.4), B: 同月5-6日(Mw5.6), C: 同月7-8日(Mw5.5)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動。緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-net、緑色は気象庁の観測点名を示す。

Fig.17 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From September 8 to 10, 2013 (Mw5.8), 2: From October 26 to 27 (Mw5.5), 3: From January 9 to 11 (forenoon), 2014 (Mw5.6), 4: From 11 (afternoon) to 13 (Mw5.6), 5: From 23 to 25 (Mw5.8), From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.3), 7: From June 26 to 28 (forenoon) (Mw5.5), A: From July 3 to 4 (Mw5.4), B: From 5 to 6 (Mw5.6), C: From 7 to 8 (Mw5.5). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold, blue fine, and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.

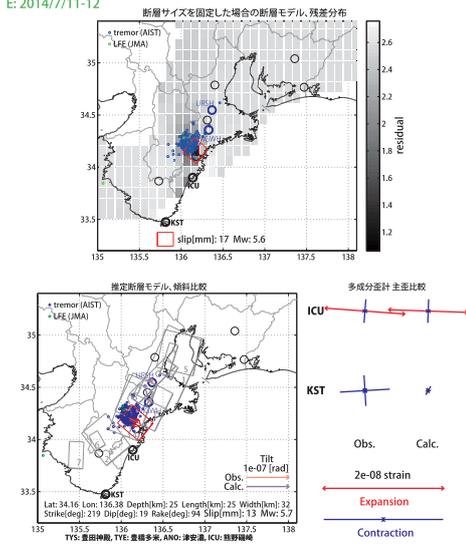
F: 2014/7/13-14



第19図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。主歪の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年9月8-10日(Mw5.8), 2: 同年10月26-27日(Mw5.5), 3: 2014年1月9-11日午前(Mw5.6), 4: 同月11日午後-13日(Mw5.6), 5: 同月23-25日(Mw5.8), 6: 同年2月15日午後-18日(Mw5.3), 7: 同年6月26-28日午前(Mw5.5), A: 同年7月3-4日(Mw5.4), B: 同月5-6日(Mw5.6), C: 同月7-8日(Mw5.5), D: 同月9-10日(Mw5.8), E: 同月11-12日(Mw5.7)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動。緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。

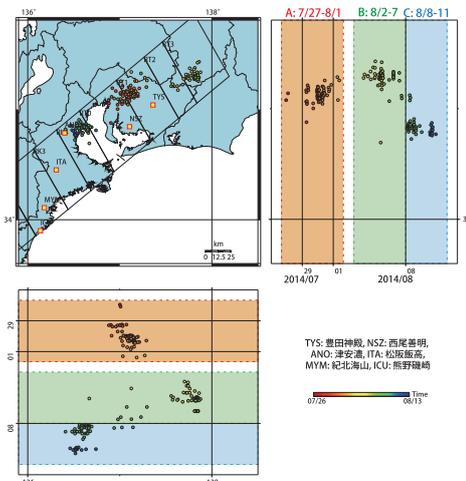
Fig.19 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From September 8 to 10, 2013 (Mw5.8), 2: From October 26 to 27 (Mw5.5), 3: From January 9 to 11 (forenoon), 2014 (Mw5.6), 4: From 11 (afternoon) to 13 (Mw5.6), 5: From 23 to 25 (Mw5.8), From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.3), 7: From June 26 to 28 (forenoon) (Mw5.5), A: From July 3 to 4 (Mw5.4), B: From 5 to 6 (Mw5.6), C: From 7 to 8 (Mw5.5), D: From 9 to 10 (Mw5.8), E: From 11 to 12 (Mw5.7). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively.

E: 2014/7/11-12



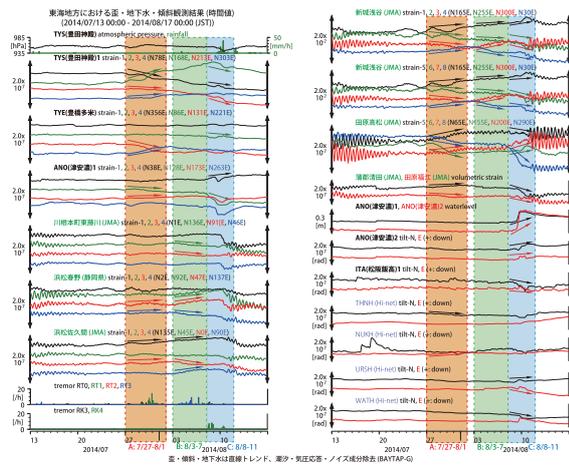
第18図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年9月8-10日(Mw5.8), 2: 同年10月26-27日(Mw5.5), 3: 2014年1月9-11日午前(Mw5.6), 4: 同月11日午後-13日(Mw5.6), 5: 同月23-25日(Mw5.8), 6: 同年2月15日午後-18日(Mw5.3), 7: 同年6月26-28日午前(Mw5.5), A: 同年7月3-4日(Mw5.4), B: 同月5-6日(Mw5.6), C: 同月7-8日(Mw5.5), D: 同月9-10日(Mw5.8)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動。緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点名を示す。

Fig.18 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From September 8 to 10, 2013 (Mw5.8), 2: From October 26 to 27 (Mw5.5), 3: From January 9 to 11 (forenoon), 2014 (Mw5.6), 4: From 11 (afternoon) to 13 (Mw5.6), 5: From 23 to 25 (Mw5.8), From February 15 (afternoon) to 18 (Mw5.3), 7: From June 26 to 28 (forenoon) (Mw5.5), A: From July 3 to 4 (Mw5.4), B: From 5 to 6 (Mw5.6), C: From 7 to 8 (Mw5.5), D: From 9 to 10 (Mw5.8). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.



第20図 2014/7/26 0:00 - 8/13 0:00 における東海地方の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロップ相関法により決定。

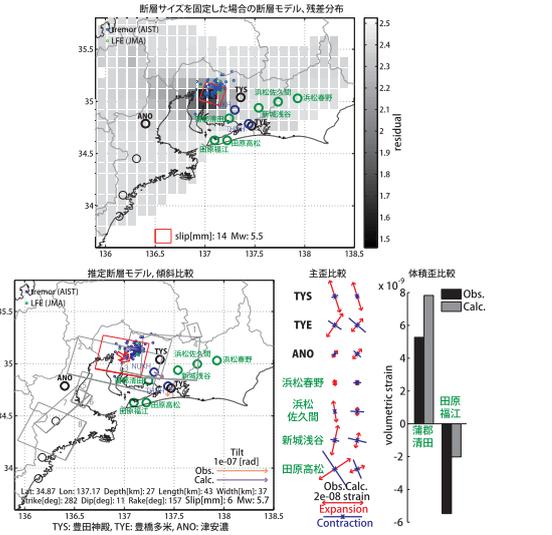
Fig.20 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in the Tokai district from 0:00 July 26 to 0:00 August 13, 2014.



第21図 東海地方における歪・地下水・傾斜観測結果および深部低周波波動発生個数(2014/7/13 0:00 - 8/17 0:00).

Fig.21 Observed strain, groundwater, and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Tokai district from 0:00 July 13 to 0:00 August 17, 2014.

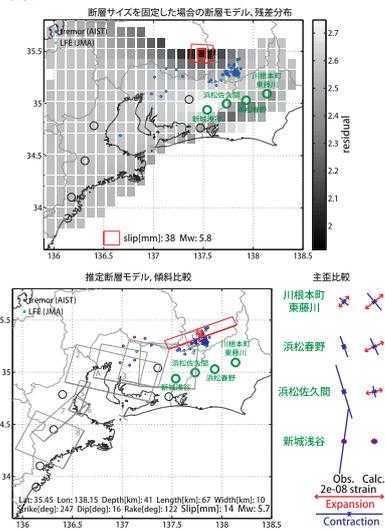
A: 2014/7/27-8/1



第22図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。位置を微動域に限定して推定した。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および体積歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年5月15-19日(Mw5.3), 2: 2014年1月25-28日(Mw5.8), 3: 同年2月3-7日(Mw5.7), 4: 同年4月9-16日(Mw5.7), 5: 同年7月3-4日(Mw5.4), 6: 同月5-6日(Mw5.6), 7: 同月7-8日(Mw5.5), 8: 同月9-10日(Mw5.8)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波波動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログの低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色は防災科研Hi-net、緑字は気象庁の観測点名を示す。

Fig.22 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 15 to 19, 2013 (Mw5.3), 2: From January 25 to 28, 2014 (Mw5.8), 3: From February 3 to 7 (Mw5.7), 4: From April 9 to 16 (Mw5.7), 5: From July 3 to 4 (Mw5.4), 6: From 5 to 6 (Mw5.6), 7: From 7 to 8 (Mw5.5), 8: From 9 to 10 (Mw5.8). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold, blue fine, and green types are show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.

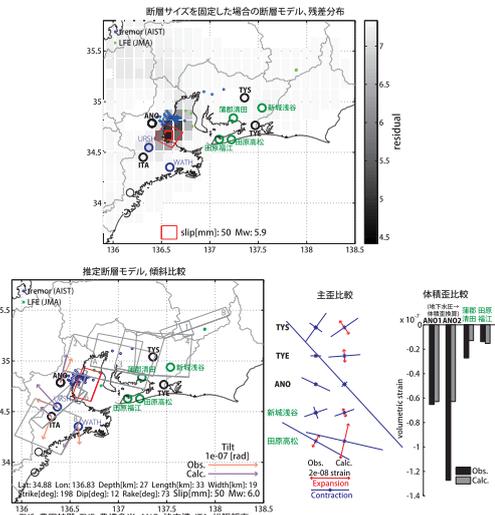
B: 2014/8/3-7



第23図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。位置を微動域に限定して推定した。主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年5月15-19日(Mw5.3), 2: 2014年1月25-28日(Mw5.8), 3: 同年2月3-7日(Mw5.7), 4: 同年4月9-16日(Mw5.7), 5: 同年7月3-4日(Mw5.4), 6: 同月5-6日(Mw5.6), 7: 同月7-8日(Mw5.5), 8: 同月9-10日(Mw5.8), A: 同月27日-8月1日(Mw5.7)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波波動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログの低周波イベントの震央位置を示す。緑字は気象庁の観測点名を示す。

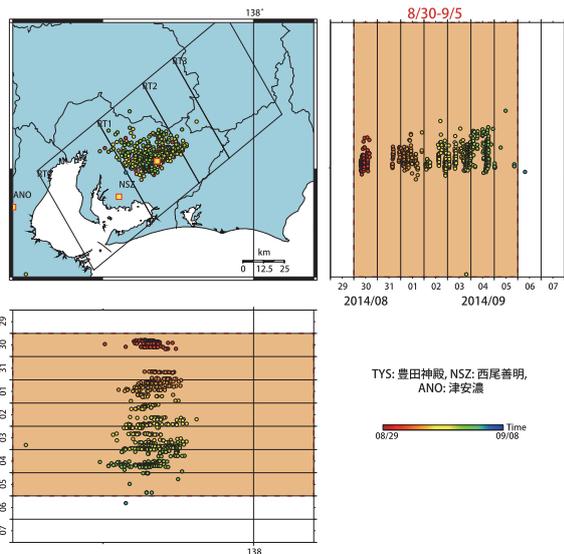
Fig.23 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 15 to 19, 2013 (Mw5.3), 2: From January 25 to 28, 2014 (Mw5.8), 3: From February 3 to 7 (Mw5.7), 4: From April 9 to 16 (Mw5.7), 5: From July 3 to 4 (Mw5.4), 6: From 5 to 6 (Mw5.6), 7: From 7 to 8 (Mw5.5), 8: From 9 to 10 (Mw5.8), A: From July 27 to August 1 (Mw5.7). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Green types are show the name of observation sites of JMA.

C: 2014/8/1-11

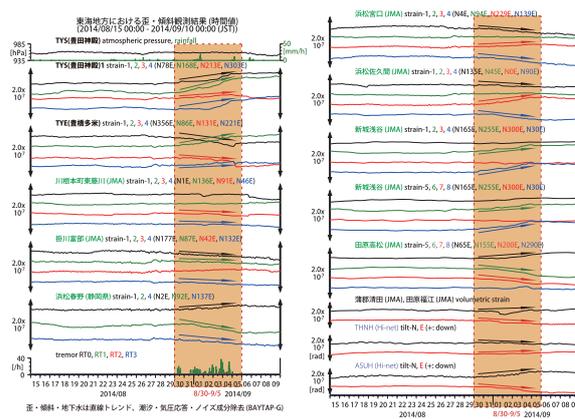


第24図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。位置を微動域に限定して推定した。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および体積歪(地下水は体積歪に換算)の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2013年5月15-19日(Mw5.3), 2: 2014年1月25-28日(Mw5.8), 3: 同年2月3-7日(Mw5.7), 4: 同年4月9-16日(Mw5.7), 5: 同年7月3-4日(Mw5.4), 6: 同月5-6日(Mw5.6), 7: 同月7-8日(Mw5.5), 8: 同月9-10日(Mw5.8), A: 同月27日-8月1日(Mw5.7), B: 同月3-7日(Mw5.7)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波波動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログの低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-net、緑字は気象庁の観測点名を示す。

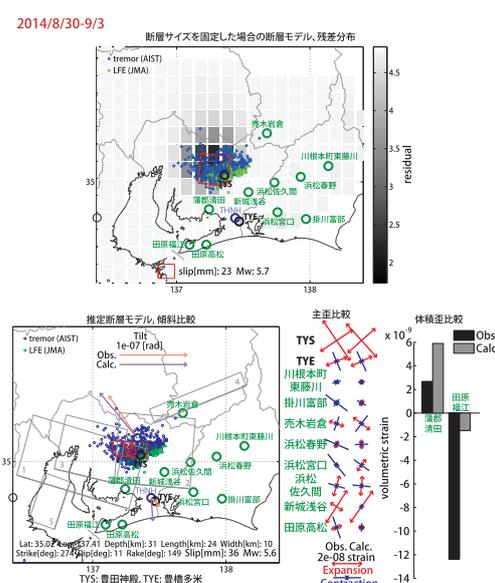
Fig.24 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated principal strain and volumetric strain (groundwater is converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 15 to 19, 2013 (Mw5.3), 2: From January 25 to 28, 2014 (Mw5.8), 3: From February 3 to 7 (Mw5.7), 4: From April 9 to 16 (Mw5.7), 5: From July 3 to 4 (Mw5.4), 6: From 5 to 6 (Mw5.6), 7: From 7 to 8 (Mw5.5), 8: From 9 to 10 (Mw5.8), A: From July 27 to August 1 (Mw5.7), B: From 3 to 7 (Mw5.7). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold, blue fine, and green types are show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.



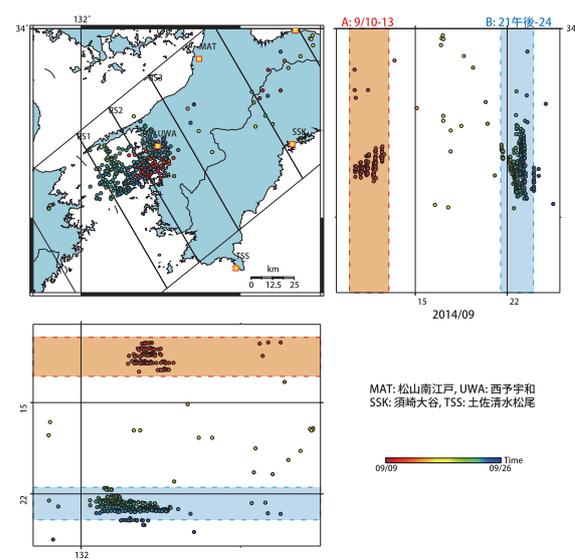
第25図 2014/8/29 0:00 - 9/8 0:00 における愛知県周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロップ相関法により決定。  
 Fig.25 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremor in Aichi Prefecture from 0:00 August 29 to 0:00 September 8, 2014.



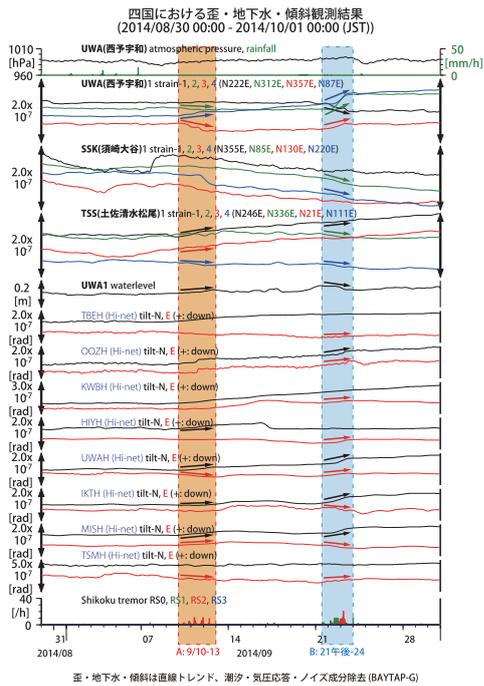
第26図 東海地方における歪・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数(2014/8/15 0:00 - 9/10 0:00).  
 Fig.26 Observed strain and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Tokai district from 0:00 August 15 to 0:00 September 10, 2014.



第27図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層面推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および体積歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年1月25-28日(Mw5.8), 2: 同年4月9-16日(Mw5.7), 3: 同年7月27日-8月1日(Mw5.7), 4: 同月3-7日(Mw5.7), 5: 同月8-11日(Mw6.0)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログの低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研, 青色細字は防災科研Hi-net, 緑字は気象庁の観測点名を示す。  
 Fig.27 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal and volumetric strain changes are shown right. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From January 25 to 28, 2014 (Mw5.8), 2: From April 9 to 16 (Mw5.7), 3: From July 27 to August 1 (Mw5.7), 4: From 3 to 7 (Mw5.7), 5: From 8 to 11 (Mw6.0). [Common] Blue small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST. Green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors by using new estimated method of AIST. Black bold, blue fine, and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net, and JMA, respectively.

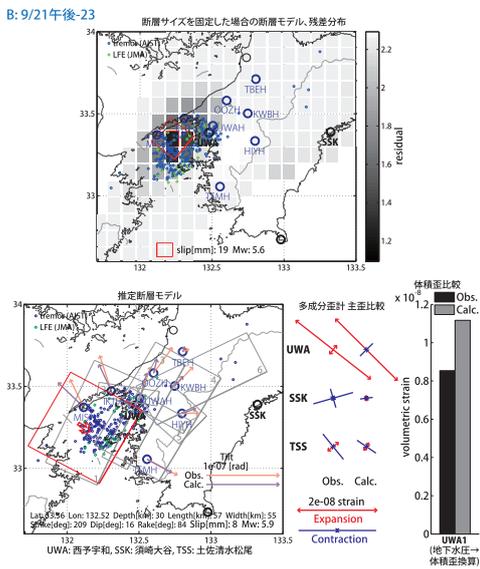


第28図 2014/09/09 0:00 - 09/26 0:00 における四国西部～豊後水道周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロップ相関法により決定。  
 Fig.28 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremor in the western Shikoku district and Bungo channel from 0:00 September 9 to 0:00 September 26, 2014.



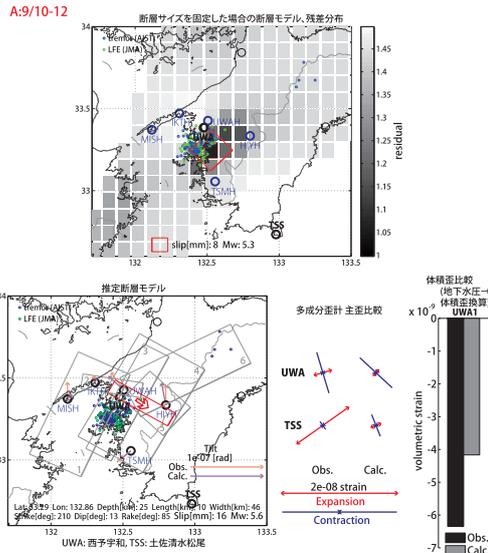
第29図 四国地方における歪・地下水・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数 (2014/8/30 0:00 - 10/1 0:00)

Fig.29 Observed strain, groundwater, and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Shikoku district from 0:00 August 30 to 0:00 October 1, 2014.



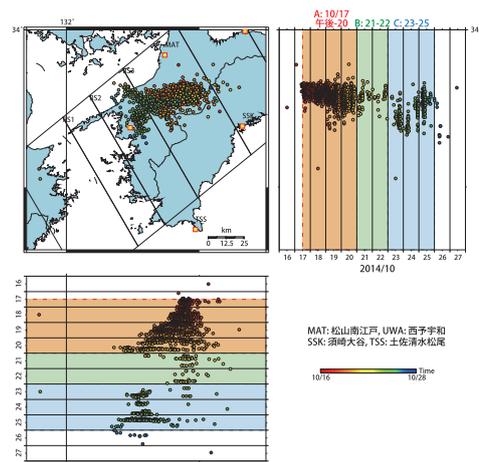
第31図 [上段]プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および地下水(体積歪に換算)の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5), 2: 同年5月2-4日(Mw5.7), 3: 同年5-7日(Mw5.7), 4: 同年8-11日(Mw5.7), 5: 同年12-13日(Mw5.5), 6: 同年14-19日(Mw5.9)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科Hi-netの観測点を示す。

Fig.31 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and groundwater (converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon), 2014 (Mw5.5), 2: From May 2 to 4 (Mw5.7), 3: From 5 to 7 (Mw5.7), 4: From 8 to 11 (Mw5.7), 5: From 12 to 13 (Mw5.5), 6: From 14 to 19 (Mw5.9). [Common] Blue small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.



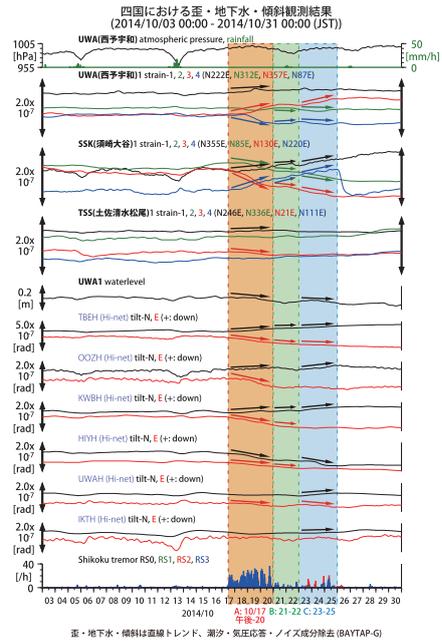
第30図 [上段]プレート境界面上のパッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および地下水(体積歪に換算)の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年2月22日午後-24日午前(Mw5.5), 2: 同年5月2-4日(Mw5.7), 3: 同年5-7日(Mw5.7), 4: 同年8-11日(Mw5.7), 5: 同年12-13日(Mw5.5), 6: 同年14-19日(Mw5.9)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科Hi-netの観測点を示す。

Fig.30 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and groundwater (converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From February 22 (afternoon) to 24 (forenoon), 2014 (Mw5.5), 2: From May 2 to 4 (Mw5.7), 3: From 5 to 7 (Mw5.7), 4: From 8 to 11 (Mw5.7), 5: From 12 to 13 (Mw5.5), 6: From 14 to 19 (Mw5.9). [Common] Blue small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.

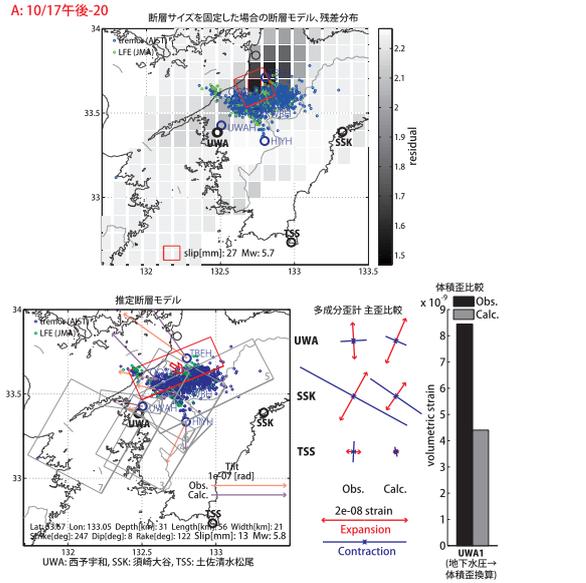


第32図 2014/10/16 0:00 - 10/28 0:00 における四国西部～豊後水道周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

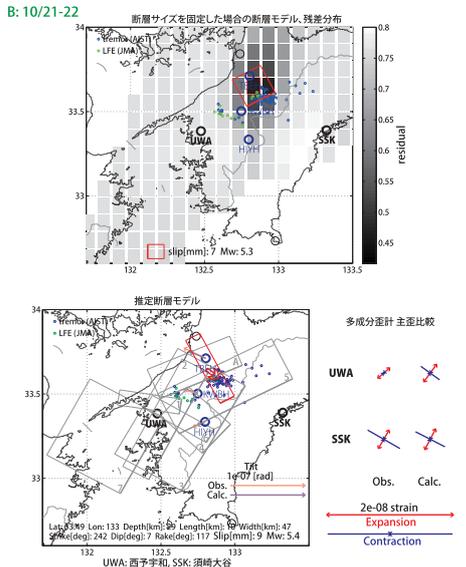
Fig.32 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremor in the western Shikoku district and Bungo channel from 0:00 October 16 to 0:00 October 28, 2014.



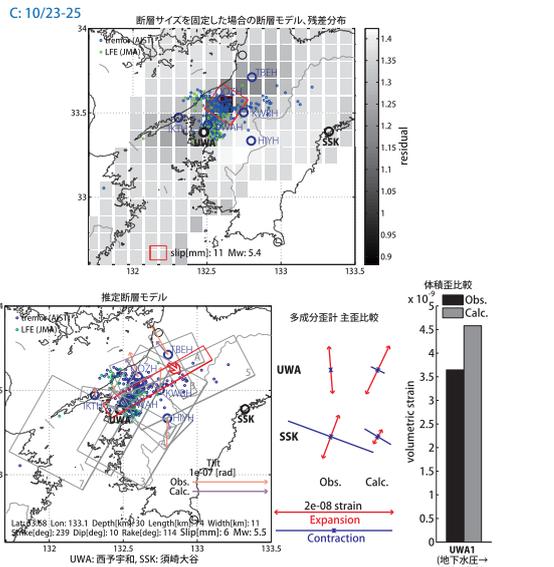
第33図 四国地方における歪・地下水・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数 (2014/10/3 00:00 - 10/31 00:00)  
 Fig.33 Observed strain, groundwater, and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Shikoku district from 0:00 October 3 to 0:00 October 31, 2014.



第34図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および地下水体積歪に換算した観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年5月2-4日(Mw5.7), 2: 同月5-7日(Mw5.7), 3: 同月8-11日(Mw6.0), 4: 同月12-13日(Mw5.5), 5: 同月14-19日(Mw5.9), 6: 9月10-12日(Mw5.6), 7: 同月21日午後-23日(Mw5.9)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。  
 Fig.34 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and groundwater (converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 2 to 4, 2014 (Mw5.7), 2: From January 5 to 7, (Mw5.7), 3: From 8 to 11 (Mw6.0), 4: From 12 to 13 (Mw5.5), 5: From 14 to 19 (Mw5.9), 6: From September 10 to 12 (Mw5.6), 7: From 21 (afternoon) to 23 (Mw5.9). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.



第35図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年5月2-4日(Mw5.7), 2: 同月5-7日(Mw5.7), 3: 同月8-11日(Mw6.0), 4: 同月12-13日(Mw5.5), 5: 同月14-19日(Mw5.9), 6: 9月10-12日(Mw5.6), 7: 同月21日午後-23日(Mw5.9), A: 10月17日午後-20日(Mw5.8)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研の、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。  
 Fig.35 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 2 to 4, 2014 (Mw5.7), 2: From January 5 to 7, (Mw5.7), 3: From 8 to 11 (Mw6.0), 4: From 12 to 13 (Mw5.5), 5: From 14 to 19 (Mw5.9), 6: From September 10 to 12 (Mw5.6), 7: From 21 (afternoon) to 23 (Mw5.9), A: From October 17 (afternoon) to 20 (Mw5.8). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.



第36図 [上段]プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・地下水・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。[下段]断層モデル推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および地下水体積歪に換算した観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年5月2-4日(Mw5.7), 2: 同月5-7日(Mw5.7), 3: 同月8-11日(Mw6.0), 4: 同月12-13日(Mw5.5), 5: 同月14-19日(Mw5.9), 6: 9月10-12日(Mw5.6), 7: 同月21日午後-23日(Mw5.9), A: 10月17日午後-20日(Mw5.8), B: 同月21-22日(Mw5.4)。[共通]小さい青色丸印は産総研による深部低周波微動、小さい緑色丸印は気象庁一元化カタログによる低周波イベントの震央位置を示す。黒色太字は産総研の、青色細字は防災科研Hi-netの観測点を示す。  
 Fig.36 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, groundwater, and tilt changes when the patch (fault plane) on the PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated tilt changes are shown in the map, principal strain and groundwater (converted to volumetric strain) changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 2 to 4, 2014 (Mw5.7), 2: From January 5 to 7, (Mw5.7), 3: From 8 to 11 (Mw6.0), 4: From 12 to 13 (Mw5.5), 5: From 14 to 19 (Mw5.9), 6: From September 10 to 12 (Mw5.6), 7: From 21 (afternoon) to 23 (Mw5.9), A: From October 17 (afternoon) to 20 (Mw5.8), B: From 21 to 22 (Mw5.4). [Common] Blue and green small circles show hypocenter of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquake estimated by JMA, respectively. Black bold and blue fine types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.