

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11月～2015年4月）

Short-term slow slip events in the Tokai area, the Kii Peninsula and the Shikoku District, Japan (from November 2014 to April 2015)

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11月2日午後～3日頃にかけて、和歌山県中部付近において、小規模な深部低周波微動活動が観測され(第1図)、2日午後～4日午前にかけて、和歌山県における、産総研の多成分歪2観測点において微少な変化が観測された(第2図)。観測された変化から微動発生領域に限定して断層面の推定を行った結果を第3図に示す。推定された断層モデルのMwは5.4であった。

この活動域付近では、127日前の2014年6月26～28日午後にかけてMw5.5の短期的SSEが発生したと推定されている(第3図の灰色矩形2)。

2014年12月26日～2015年1月12日頃にかけて、四国中部～西部・豊後水道付近において、活発な深部低周波微動活動が観測され(第4図)、愛媛県・高知県・大分県における、産総研の多成分歪3観測点、地下水1観測点(2井戸)、防災科研の高感度加速度(傾斜)10観測点において変化が観測された(第5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6～8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6.1, 5.8, 5.9であった。

期間Aの活動域西側では、221日前の2014年5月14～19日にかけてMw5.9の、期間Bの活動域付近では、226日前の2014年5月14～19日にかけてMw5.9の、活動域西側では67日前の2014年10月23～25日にかけてMw5.5の、期間Cの活動域付近では、109日前の2014年9月21日午後～23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6～8図の灰色矩形1, 1, 6, および3)。

2015年1月1日午後～21日頃にかけて、愛知県～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9図)、静岡県・愛知県・三重県・奈良県における、産総研の多成分歪6観測点、地下水2観測点(3井戸)、傾斜2観測点、気象庁の多成分歪5観測点、体積歪2観測点、防災科研の高感度加速度(傾斜)5観測点において変化が観測された(第10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11～16図に示す。推定された6期間の断層モデルのMwは、それぞれ5.6, 5.7, 5.8, 5.6, 5.2, 5.8であった。

期間Aの活動域付近では、143日前の2014年8月8～11日にかけてMw5.7の、期間Bの活動域付近では、179日前の2014年7月7～8日にかけてMw5.5の、期間Cの活動域付近では、176日前の2014年7月

13～14日にかけてMw5.7の、期間Dの活動域付近では、162日前の2014年7月27日～8月2日にかけてMw5.7の、期間Eの活動域付近では、133日前の2014年8月30日～9月3日にかけてMw5.6の、期間Fの活動域付近では、190日前の2014年7月11～12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(それぞれ、第11～16図の灰色矩形9, 3, 6, 7, 10, および5).

2015年3月14日午後から3月16日頃にかけて、和歌山県中部で深部低周波微動活動が観測された(第17図)。第18図は同時期の微動活動周辺の産総研の観測点における多成分歪の観測結果である。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、さらに2015年3月1日から3月14日までのデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第18図の網掛け部分に示した変化をすべて使用し、短期的SSEの断層面を推定した結果を第19図に示す。モーメントマグニチュードはMw 5.3と推定された。

今回の活動域付近における最近の短期的SSEには、同領域で2014年11月2日頃から4日頃にかけて発生したイベント(Mw 5.4; 第19図の灰色矩形1)、隣接する領域で2015年1月7日頃から10日頃にかけて発生したイベント(Mw 5.8; 第19図の灰色矩形2)がある。

2015年3月24日午後から3月27日頃にかけて、四国西部から豊後水道の領域で深部低周波微動活動が観測された(第20図)。第21図は同時期の微動活動周辺の産総研・防災科研の観測点における多成分歪・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、さらに2015年3月11日から3月23日までのデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第21図に示した観測値の変化の状況から期間を[A]2015年3月24日午後～3月26日午前と[B]3月26日午後～3月27日に分け、網掛け部分に示した変化をすべて使用して短期的SSEの断層面を推定した結果を第22図、第23図に示す。モーメントマグニチュードは順にMw 5.8, 5.3と推定された。

今回の活動域付近における最近の短期的SSEには、2014年10月17日頃から10月25日頃にかけて発生したイベント(発生順にMw 5.8, 5.4, 5.5; 第22図, 第23図の灰色矩形1A-1C)、2014年12月26日頃から2015年1月12日頃にかけて発生したイベント(発生順にMw 6.1, 5.8, 5.9; 第22図, 第23図の灰色矩形2A-2C)がある。

2015年4月4日午後から4月8日頃と4月14日午後から4月18日頃にかけて、それぞれ愛知県西部と愛知県中～東部において深部低周波微動活動が観測された(第24図)。第25図は同時期の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多成分歪・体積歪・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、さらに2015年3月21日から4月4日正午までのデータを用いて1次トレンドを除去したものである。

第25図に示した変化の状況と微動活動の推移から、期間を[A]2015年4月4日午後～4月8日、[B1]4月14日午後～4月15日、[B2]4月16日～4月17日および[B3]4月18日に分け、網掛け部分に示した変化をすべて使用して短期的SSEの断層面を推定した結果を第26図～第29図に示す。モーメントマグニチュードは順にMw 5.8, 5.7, 5.7, 5.3と推定された。

今回の活動域付近における最近の短期的SSEには、愛知県東部で2014年7月27日頃から8月1日頃に発生したイベント(Mw 5.7; 第26図～第29図の灰色矩形1)、愛知県西～中部の領域で2015年1月12日頃から18日頃に発生したイベント(発生順にMw 5.6, 5.2; 第26図～第29図の灰色矩形2A, 2B)が

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・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。

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

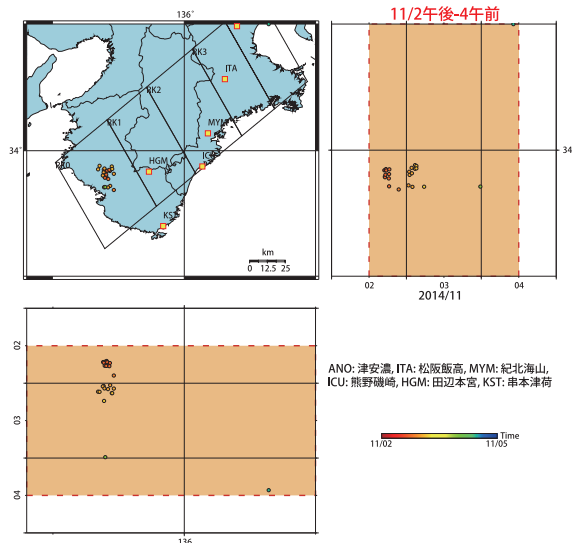
謝辞

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

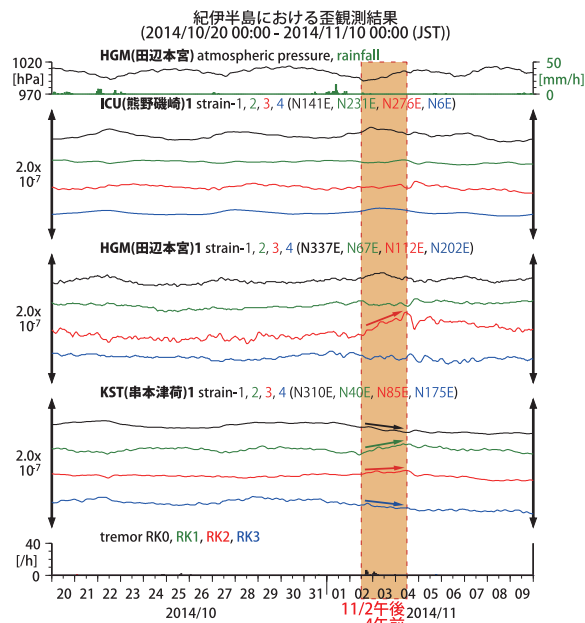
弘瀬冬樹, 中島淳一, 長谷川昭 (2007), Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震

- 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 2014/11/2 0:00 - 11/5 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。エンベロープ相関法により決定。

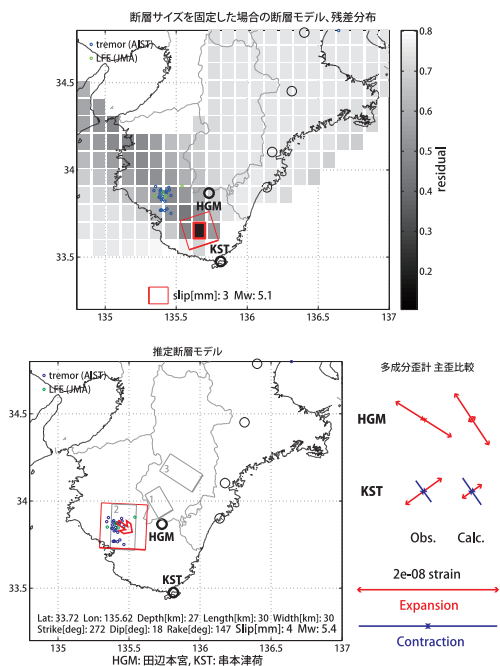
Fig. 1 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from 0:00 November 2 to 0:00 November 5, 2014.



第2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 (2014/10/20 00:00 ~ 2014/11/10 00:00 (JST))。

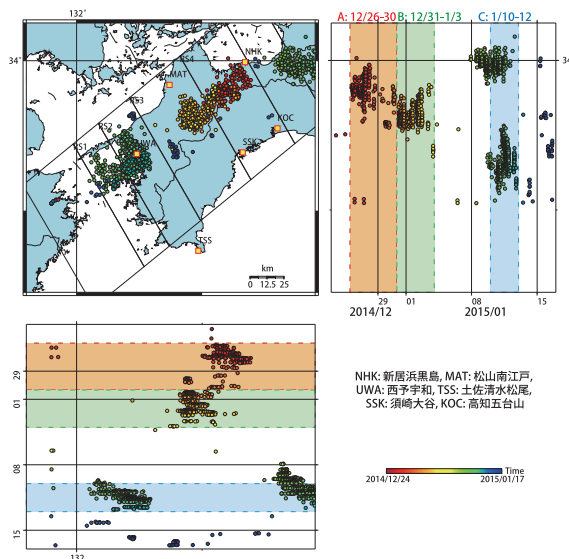
Fig. 2 Observed strain changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from 0:00 October 20 to 0:00 November 10, 2014.

2014/11/2午後-4午前



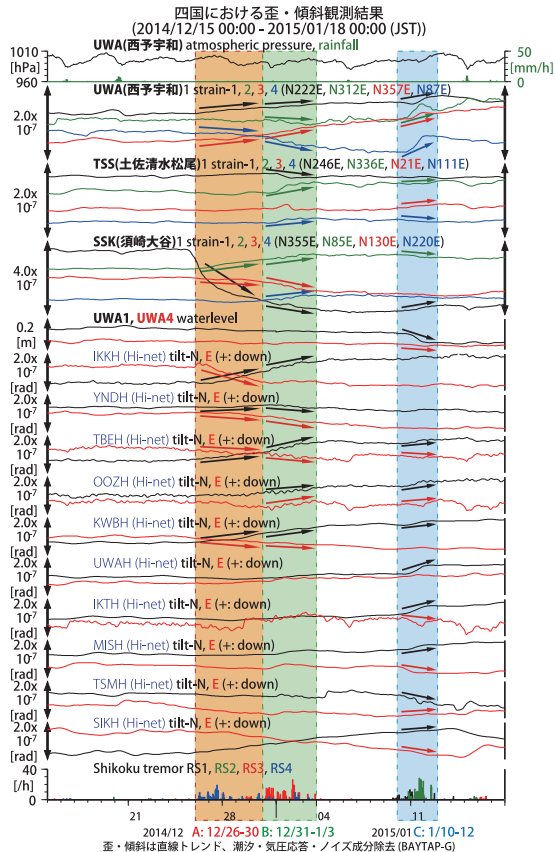
第3図 (上段) プレート境界面上のパッチ (断層面) をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定 (20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このパッチのすべり量、Mw を下部に示している。(下段) 断層面推定結果 (赤色矩形)。断層中心位置を微動発生領域に限定して推定を行った。主歪の観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的 SSE の推定断層面を示す。1: 2014年2月15午後-18日 (Mw5.7), 2: 同年6月26-28日午後 (Mw5.5), 3: 同年7月13-14日 (Mw5.7)。(共通) 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。黒色太字は産総研の観測点を示す。

Fig. 3 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain 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 principal strain changes are shown right. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From February 15 (afternoon) to 18, 2014 (Mw5.7), 2: From June 26 to 28 (afternoon) (Mw5.5), 3: From July 13 to 14 (Mw5.7). [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 types show the code (name) of observation sites of AIST.



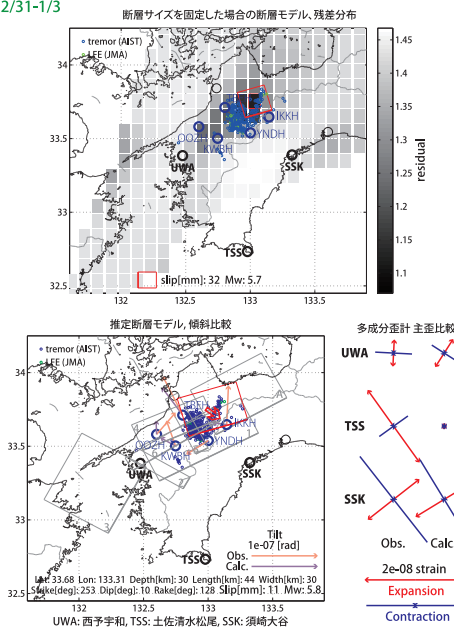
第4図 2014/12/24 0:00 - 2015/1/17 0:00 における四国西部〜豊後水道周辺の深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。

Fig. 4 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in the western Shikoku district and Bungo Channel from 0:00 December 24, 2014 to 0:00 January 17, 2015.



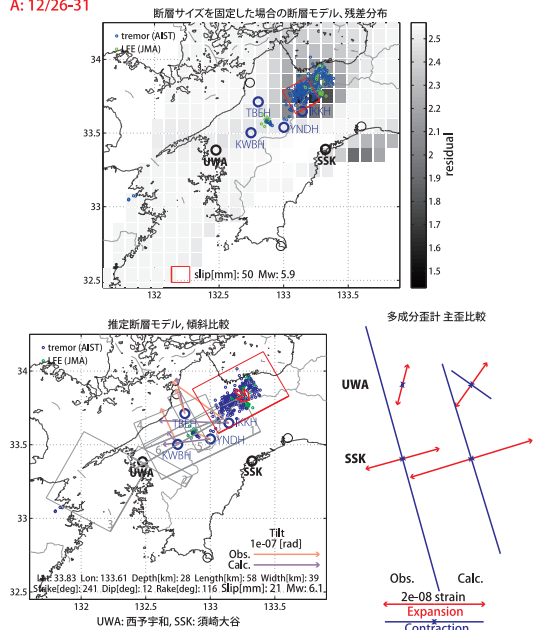
第5図 四国における歪・傾斜・地下水観測結果および深部低周波微動発生個数 (2014/12/15 00:00 ~ 2015/01/18 00:00 (JST))
 Fig.5 Observed strain, tilt and groundwater changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Shikoku district from 0:00 December 15, 2014 to 0:00 January 18, 2015.

B: 12/31-1/3



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。1:2014年5月14-19日(Mw5.9)、2:同年9月10-12日(Mw5.6)、3:同年21日午後-23日(Mw5.6)、4:同年10月17日午後-20日(Mw5.8)、5:同年21-22日(Mw5.4)、6:同年23-25日(Mw5.5)。A:同年12月26-30日(Mw6.1)。(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.7 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on 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 directions are shown right. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 14 to 19, 2014 (Mw5.9), 2: From September 10 to 12, 2014 (Mw5.6), 3: From September 21 (afternoon) to 23, 2014 (Mw5.6), 4: From October 17 (afternoon) to October 20, 2014 (Mw5.8), 5: From October 21 to October 22, 2014 (Mw5.6), 6: From October 23 to 25, 2014 (Mw5.5). A: From December 26 to December 30, 2014 (Mw6.1). [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.

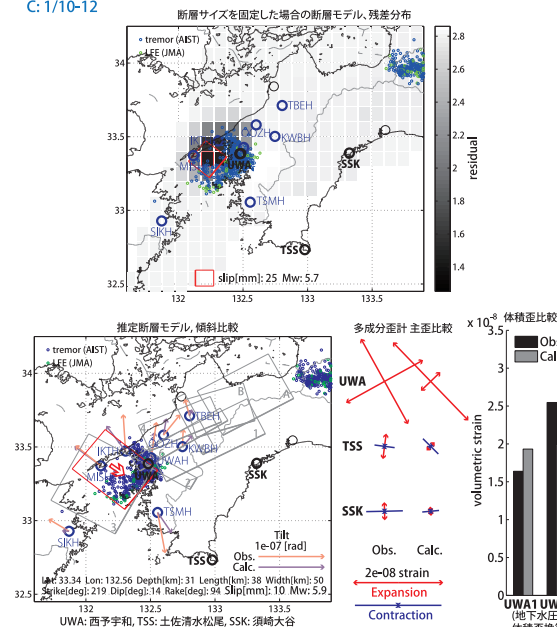
A: 12/26-31



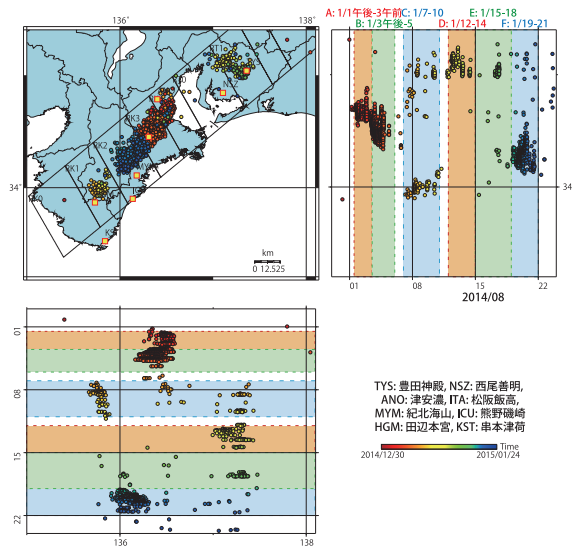
第6図 (上段)プレート境界面上のバッチ(断面面)をすべらせた際の、歪・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断面面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。(下段)断面モデル推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断面面を示す。1:2014年5月14-19日(Mw5.9)、2:同年9月10-12日(Mw5.6)、3:同年21日午後-23日(Mw5.6)、4:同年10月17日午後-20日(Mw5.8)、5:同年21-22日(Mw5.4)、6:同年23-25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。黒色太字は産総研の、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 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 directions are shown right. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 14 to 19, 2014 (Mw5.9), 2: From September 10 to 12, 2014 (Mw5.6), 3: From September 21 (afternoon) to 23, 2014 (Mw5.6), 4: From October 17 (afternoon) to October 20, 2014 (Mw5.8), 5: From October 21 to October 22, 2014 (Mw5.4), 6: From October 23 to 25, 2014 (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 the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (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。1:2014年5月14-19日(Mw5.9)、2:同年9月10-12日(Mw5.6)、3:同年21日午後-23日(Mw5.6)、4:同年10月17日午後-20日(Mw5.8)、5:同年21-22日(Mw5.4)、6:同年23-25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。黒色太字は産総研の、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 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 directions are shown right. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 14 to 19, 2014 (Mw5.9), 2: From September 10 to 12, 2014 (Mw5.6), 3: From September 21 (afternoon) to 23, 2014 (Mw5.6), 4: From October 17 (afternoon) to October 20, 2014 (Mw5.8), 5: From October 21 to October 22, 2014 (Mw5.4), 6: From October 23 to 25, 2014 (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 the National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) Hi-net, respectively.

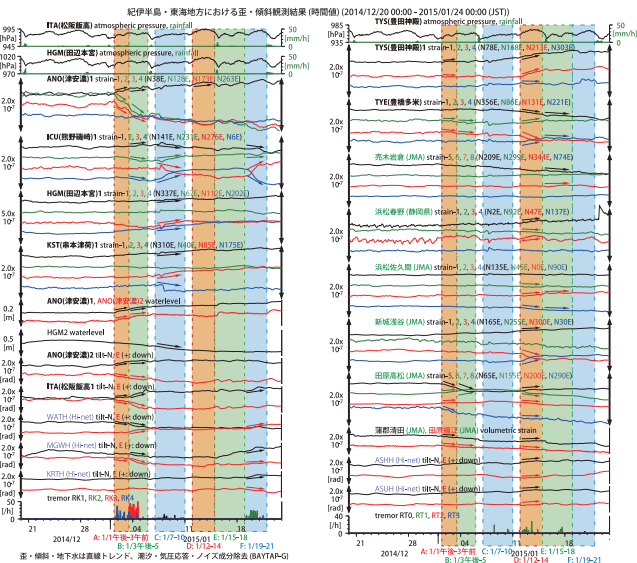
C: 1/10-12



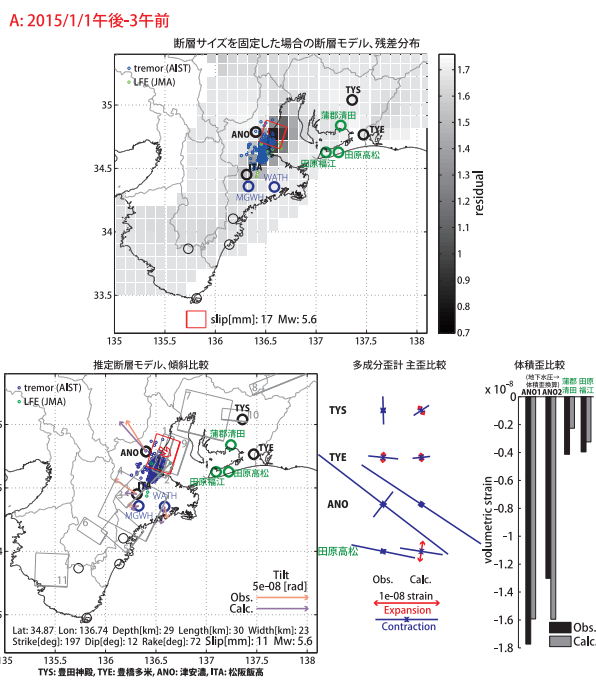
第8図 (上段)プレート境界面上のバッチ(断面面)をすべらせた際の、歪・傾斜・地下水の観測値と計算値の残差分布図。断面面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断面面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。(下段)断面モデル推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および体積歪(地下水を換算)の観測値とモデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、周辺で最近発生した短期的SSEの推定断面面を示す。1:2014年5月14-19日(Mw5.9)、2:同年9月10-12日(Mw5.6)、3:同年21日午後-23日(Mw5.6)、4:同年10月17日午後-20日(Mw5.8)、5:同年21-22日(Mw5.4)、6:同年23-25日(Mw5.5)。A:同年12月26-30日(Mw6.1)、B:同年1月31日-2015年1月3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.8 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, tilt and groundwater changes when the patch (fault plane) on 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. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From May 14 to 19, 2014 (Mw5.9), 2: From September 10 to 12, 2014 (Mw5.6), 3: From September 21 (afternoon) to 23, 2014 (Mw5.6), 4: From October 17 (afternoon) to October 20, 2014 (Mw5.8), 5: From October 21 to October 22, 2014 (Mw5.4), 6: From October 23 to 25, 2014 (Mw5.5). A: From December 26 to December 30, 2014 (Mw6.1), B: From December 31, 2014 to January 3, 2015 (Mw5.8). [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.



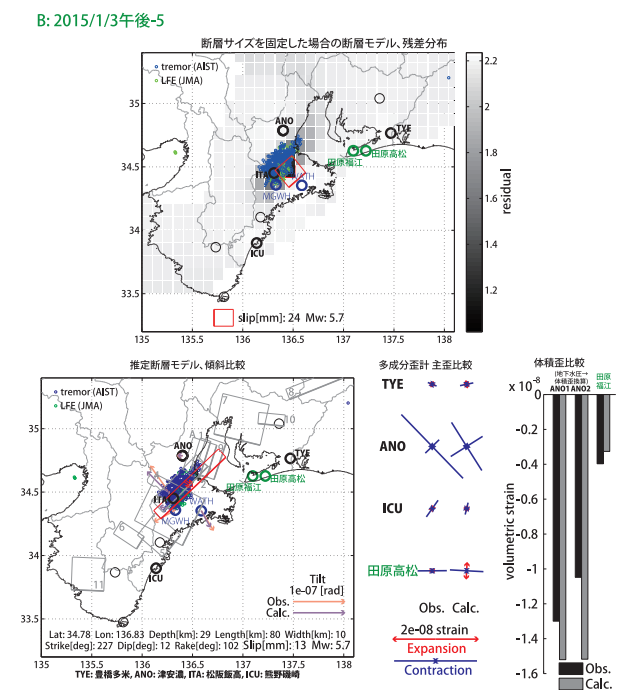
第9図 2014/12/30 0:00 - 2015/1/24 0:00 における愛知県～紀伊半島周辺における深部低周波微動の時空間分布図。エンベロープ相関法により決定。
Fig.9 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in Kii Peninsula and Aichi Prefecture from 0:00 December 30, 2014 to 0:00 January 24, 2015.



第10図 紀伊半島・東海地方における歪・傾斜・地下水観測結果および深部低周波微動発生個数 (2014/12/20 00:00 ~ 2015/01/24 00:00 (JST)) .
Fig.10 Observed strain, tilt and groundwater changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in Kii Peninsula and the Tokai district from 0:00 December 20, 2014 to 0:00 January 24, 2015.

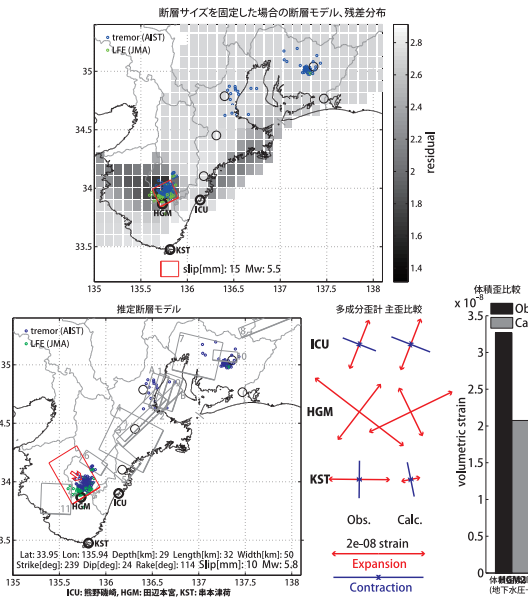


第11図 (上段)プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、歪・傾斜・地下水の観測値と計算値の残差分布図。断層面サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下部に示している。(下段)断層面推定結果(赤色矩形)、傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪および、体積歪(地下水圧は体積歪変換)の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8), 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7), 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後4日午前(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、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。黒色は産総研の、青色は防災科学研Hi-netの観測点を、緑色は気象庁の観測点を示す。
Fig.11 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, tilt and groundwater changes when the patch (fault plane) on 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 July 3 to July 4, 2014 (Mw5.4), 2: From July 5 to July 6, 2014 (Mw5.6), 3: From July 7 to July 8, 2014 (Mw5.5), 4: From July 9 to July 10, 2014 (Mw5.8), 5: From July 11 to July 12, 2014 (Mw5.7), 6: From July 13 to July 14 (Mw5.7), 7: From July 27 to August 2, 2014 (Mw5.7), 8: From August 3 to August 8, 2014 (Mw5.7), 9: From August 8 to August 11, 2014 (Mw5.7), 10: From August 30 to September 3, 2014 (Mw5.6), 11: From November 2 (afternoon) to November 4 (forenoon), 2014 (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, blue and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net and JMA, respectively.



第12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・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: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8), 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7), 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後4日午前(Mw5.4)。A: 2015年1月1日午後3日午前(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。黒色は産総研の、青色は防災科学研Hi-netの観測点を、緑色は気象庁の観測点を示す。
Fig.12 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain, tilt and groundwater changes when the patch (fault plane) on 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 July 3 to July 4, 2014 (Mw5.4), 2: From July 5 to July 6, 2014 (Mw5.6), 3: From July 7 to July 8, 2014 (Mw5.5), 4: From July 9 to July 10, 2014 (Mw5.8), 5: From July 11 to July 12, 2014 (Mw5.7), 6: From July 13 to July 14 (Mw5.7), 7: From July 27 to August 2, 2014 (Mw5.7), 8: From August 3 to August 8, 2014 (Mw5.7), 9: From August 8 to August 11, 2014 (Mw5.7), 10: From August 30 to September 3, 2014 (Mw5.6), 11: From November 2 (afternoon) to November 4 (forenoon), 2014 (Mw5.4). A: From January 1 (afternoon) to January 3 (forenoon), 2015 (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, blue and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net and JMA, respectively.

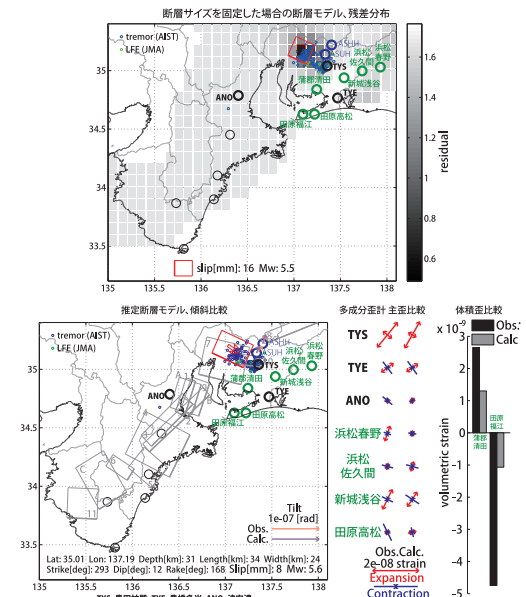
C: 2015/1/7-10



第13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、至・地下水の観測値と計算値の残差分布図。断層サイズは固定(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を下段に示している。(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: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8), 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7), 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後4-4日午前(Mw5.4), A: 2015年1月1日午後3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後5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。黒色は産総研の、緑色は気象庁の観測点名を示す。

Fig.13 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and groundwater changes when the patch (fault plane) on 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 July 3 to July 4, 2014 (Mw5.4), 2: From July 5 to July 6, 2014 (Mw5.6), 3: From July 7 to July 8, 2014 (Mw5.5), 4: From July 9 to July 10, 2014 (Mw5.8), 5: From July 11 to July 12, 2014 (Mw5.7), 6: From July 13 to July 14 (Mw5.7), 7: From July 27 to August 2, 2014 (Mw5.7), 8: From August 3 to August 8, 2014 (Mw5.7), 9: From August 8 to August 11, 2014 (Mw5.7), 10: From August 30 to September 3, 2014 (Mw5.6), 11: From November 2 (afternoon) to November 4 (forenoon), 2014 (Mw5.4), A: From January 1 (afternoon) to January 3 (forenoon), 2015 (Mw5.6), B: From January 3 (afternoon) to January 5, 2015 (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 and green types show the code (name) of observation sites of AIST and JMA, respectively.

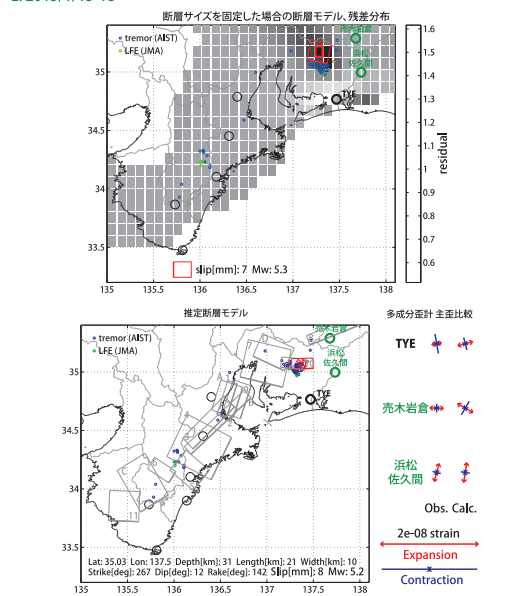
D: 2015/1/12-14



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、至・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層サイズは固定(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を下段に示している。(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: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8), 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7), 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後4-4日午前(Mw5.4), A: 2015年1月1日午後3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後5日(Mw5.7), C: 同月7-10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。黒色は産総研の、青色は防災科研Hi-netの観測点名を示す。

Fig.14 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on 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 changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From July 3 to July 4, 2014 (Mw5.4), 2: From July 5 to July 6, 2014 (Mw5.6), 3: From July 7 to July 8, 2014 (Mw5.5), 4: From July 9 to July 10, 2014 (Mw5.8), 5: From July 11 to July 12, 2014 (Mw5.7), 6: From July 13 to July 14 (Mw5.7), 7: From July 27 to August 2, 2014 (Mw5.7), 8: From August 3 to August 8, 2014 (Mw5.7), 9: From August 8 to August 11, 2014 (Mw5.7), 10: From August 30 to September 3, 2014 (Mw5.6), 11: From November 2 (afternoon) to November 4 (forenoon), 2014 (Mw5.4), A: From January 1 (afternoon) to January 3 (forenoon), 2015 (Mw5.6), B: From January 3 (afternoon) to January 5, 2015 (Mw5.7), C: From January 7 to January 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 and green types show the code (name) of observation sites of AIST, NIED Hi-net and JMA, respectively.

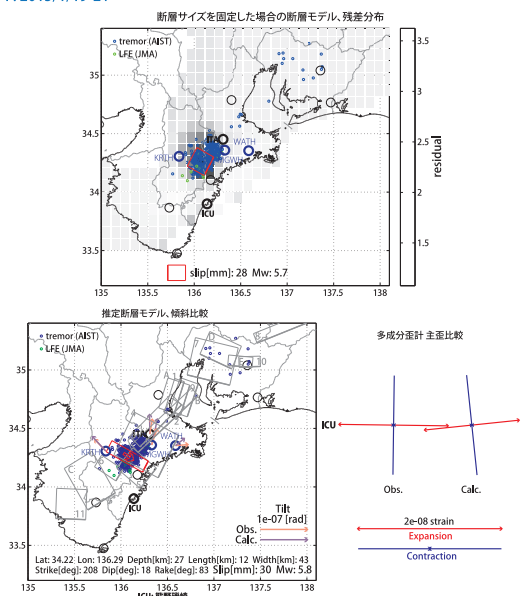
E: 2015/1/15-18



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、至の観測値と計算値の残差分布図。断層サイズは固定(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を下段に示している。(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: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.5), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8), 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7), 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後4-4日午前(Mw5.4), A: 2015年1月1日午後3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後5日(Mw5.7), C: 同月7-10日(Mw5.8), D: 2015年1月12-14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。黒色は産総研の、緑色は気象庁の観測点名を示す。

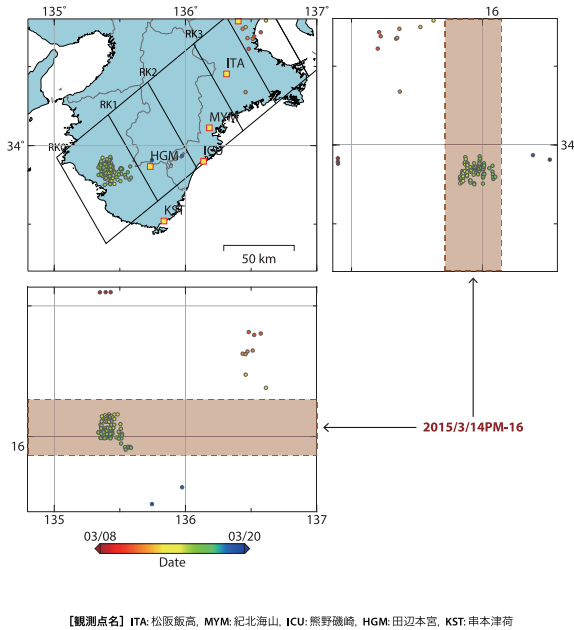
Fig.15 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain changes when the patch (fault plane) on PHS plate boundary is slipped. The patch size is 20 x 20 km. The red rectangle shows the patch with minimum residual. [Lower] The estimated fault model (red rectangle). The observed and calculated principal strain changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From July 3 to July 4, 2014 (Mw5.4), 2: From July 5 to July 6, 2014 (Mw5.5), 3: From July 7 to July 8, 2014 (Mw5.5), 4: From July 9 to July 10, 2014 (Mw5.8), 5: From July 11 to July 12, 2014 (Mw5.7), 6: From July 13 to July 14 (Mw5.7), 7: From July 27 to August 2, 2014 (Mw5.7), 8: From August 3 to August 8, 2014 (Mw5.7), 9: From August 8 to August 11, 2014 (Mw5.7), 10: From August 30 to September 3, 2014 (Mw5.6), 11: From November 2 (afternoon) to November 4 (forenoon), 2014 (Mw5.4), A: From January 1 (afternoon) to January 3 (forenoon), 2015 (Mw5.6), B: From January 3 (afternoon) to January 5, 2015 (Mw5.7), C: From January 7 to January 10 (Mw5.8), D: From January 12 to January 14, 2015 (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 and green types show the code (name) of observation sites of AIST and JMA, respectively.

F: 2015/1/19-21



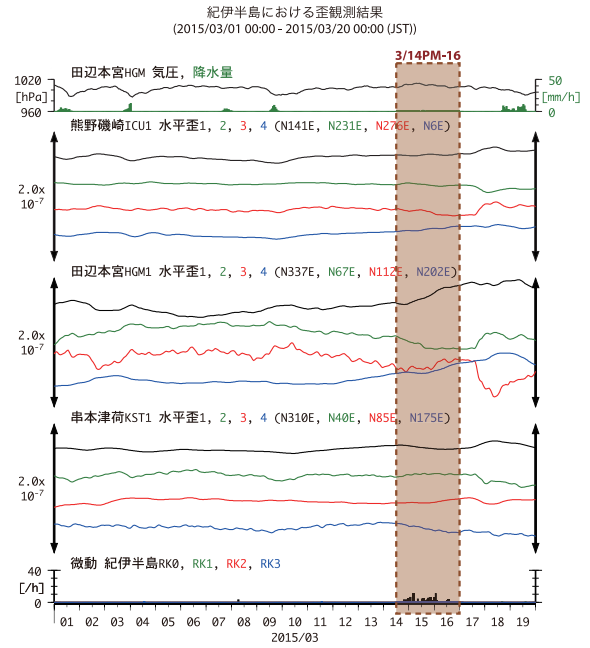
第16図 (上段)プレート境界面上のバッチ(断層面)をすべらせた際の、至・傾斜の観測値と計算値の残差分布図。断層サイズは固定(20x20km)。赤色矩形は最小残差の断層面を表す。このバッチのすべり量、Mwを下段に示している。(下段)断層面推定結果(赤色矩形)。傾斜の観測値・モデルからの計算値との比較を地図内に、主歪の歪観測値・モデルからの計算値との比較を右側に示す。灰色の矩形は、最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面を示す。1: 2014年7月3-4日(Mw5.4), 2: 同月5-6日(Mw5.6), 3: 同月7-8日(Mw5.5), 4: 同月9-10日(Mw5.8), 5: 同月11-12日(Mw5.7), 6: 同月13-14日(Mw5.7), 7: 同月27日-8月2日(Mw5.7), 8: 同月3-8日(Mw5.7), 9: 同月8-11日(Mw5.7), 10: 同月30日-9月3日(Mw5.6), 11: 11月2日午後4-4日午前(Mw5.4), A: 2015年1月1日午後3日午前(Mw5.6), B: 同月3日午後5日(Mw5.7), C: 同月7-10日(Mw5.8), D: 同月12-14日(Mw5.6), E: 同月15-18日(Mw5.2), (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。黒色は産総研の、青色は防災科研Hi-netの観測点名を示す。

Fig.16 [Upper] The residual distribution between observation and calculation in strain and tilt changes when the patch (fault plane) on 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 changes are shown right, respectively. Gray rectangles show estimated fault model occurred recently. 1: From July 3 to July 4, 2014 (Mw5.4), 2: From July 5 to July 6, 2014 (Mw5.6), 3: From July 7 to July 8, 2014 (Mw5.5), 4: From July 9 to July 10, 2014 (Mw5.8), 5: From July 11 to July 12, 2014 (Mw5.7), 6: From July 13 to July 14 (Mw5.7), 7: From July 27 to August 2, 2014 (Mw5.7), 8: From August 3 to August 8, 2014 (Mw5.7), 9: From August 8 to August 11, 2014 (Mw5.7), 10: From August 30 to September 3, 2014 (Mw5.6), 11: From November 2 (afternoon) to November 4 (forenoon), 2014 (Mw5.4), A: From January 1 (afternoon) to January 3 (forenoon), 2015 (Mw5.6), B: From January 3 (afternoon) to January 5, 2015 (Mw5.7), C: From January 7 to January 10 (Mw5.8), D: From January 12 to January 14, 2015 (Mw5.6), E: From January 15 to January 18, 2015 (Mw5.2). [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 and blue types show the code (name) of observation sites of AIST and NIED Hi-net, respectively.

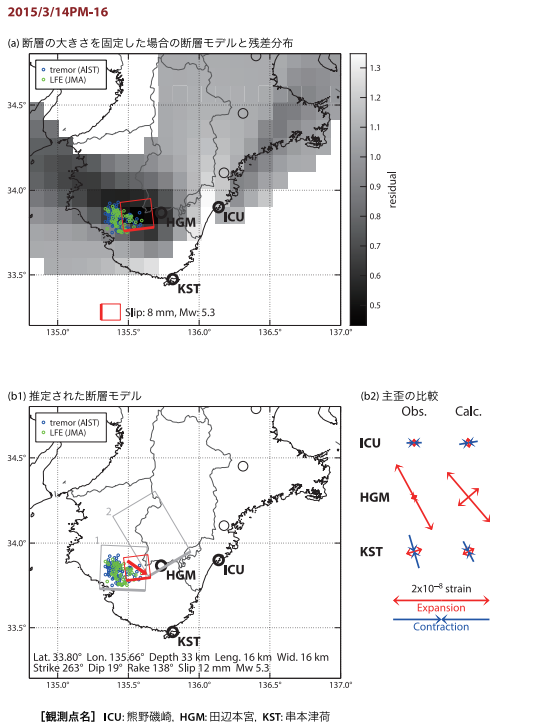


【観測点名】 ITA: 松阪飯高, MYM: 紀北海山, ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷

第17図 2015/3/8 00:00 - 3/20 00:00の紀伊半島周辺における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. 17 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from 0:00 March 8 to 0:00 March 20, 2015.

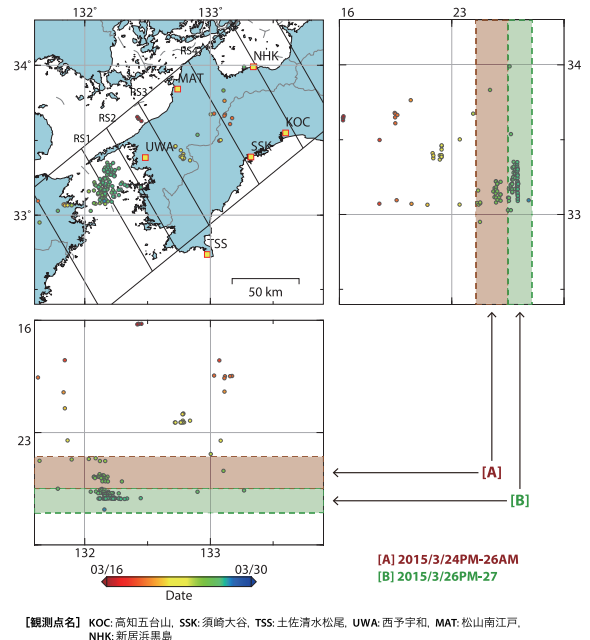


第18図 紀伊半島における歪観測結果および深部低周波微動発生個数 (2015/03/01 00:00 - 2015/03/20 00:00 (JST))
Fig. 18 Observed strain changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in Kii Peninsula from 0:00 March 1 to 0:00 March 20, 2015.



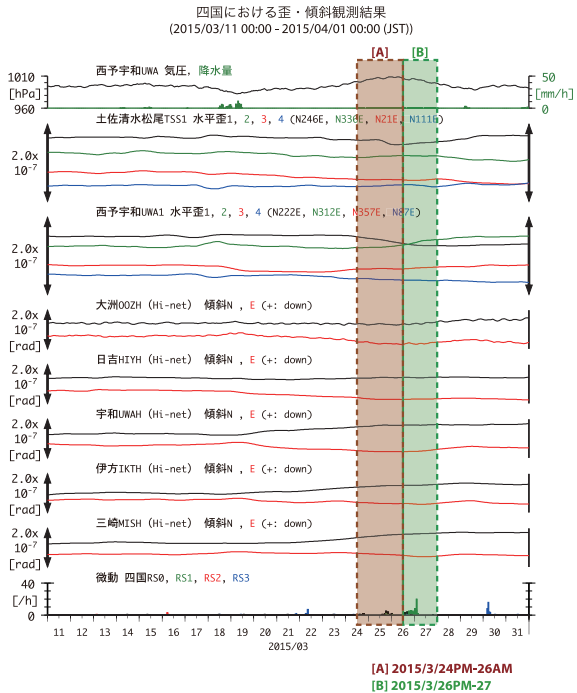
【観測点名】 ICU: 熊野磯崎, HGM: 田辺本宮, KST: 串本津荷

第19図 2015/3/14PM-16の歪変化 (第18図網掛) 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20x20km (大きさ固定) の矩形断層面に対して、おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。(b) (a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面 (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: 2014/11/2-4 (Mw 5.4), 2: 2015/1/7-10 (Mw 5.8))。 (c) 主歪の観測値と(b)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。
Fig. 19 The fault model for the strain changes from March 14 to 16, 2015. (a) The distribution of the sum of residuals between observed strain changes and calculated values that are caused by uniform slip on a rectangular fault on the plate interface. The length and width of the rectangular fault are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated. The red rectangle shows the fault patch with minimum residual. The black circles show the observation sites of AISt. The blue and green small circles show hypocenters of deep low frequency tremors estimated by AISt and low frequency earthquakes estimated by JMA, respectively. (b) The red rectangle shows the estimated fault model. The gray rectangles show the estimated fault models of the recent events (1: 2014/11/2-4 (Mw 5.4), 2: 2015/1/7-10 (Mw 5.8)). (c) The observed and calculated principal strain changes.



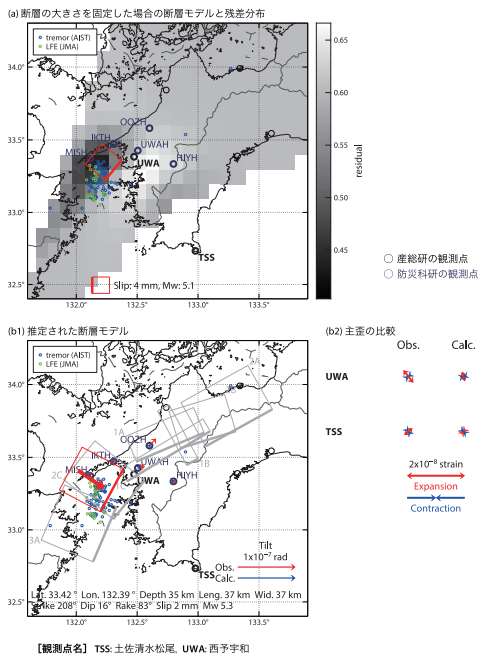
【観測点名】 KOC: 高知五台山, SSK: 須崎大谷, TSS: 土佐清水松尾, UWA: 西予宇和, MAT: 松山南江戸, NHK: 新居浜黒島

第20図 2015/3/16 00:00 - 3/30 00:00 の四国西部における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 western Shikoku from 0:00 March 16 to 0:00 March 30, 2015.



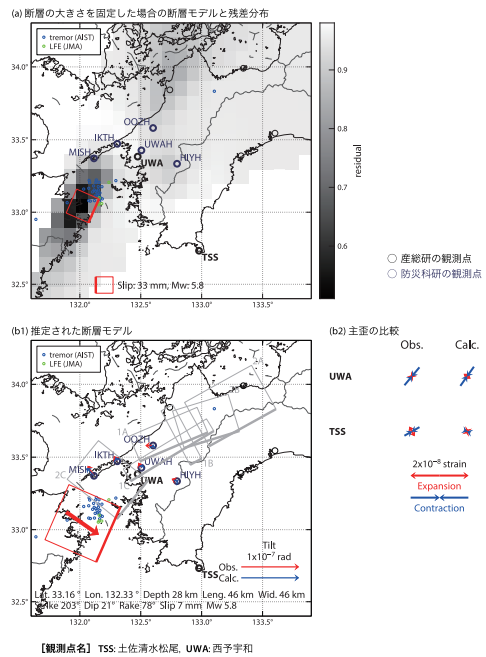
第21図 四国における歪・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数 (2015/03/11 00:00 - 2015/04/01 00:00 (JST))
Fig.21 Observed strain and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Shikoku district from 0:00 March 11 to 0:00 April 1, 2015.

[B] 2015/3/26PM-3/27



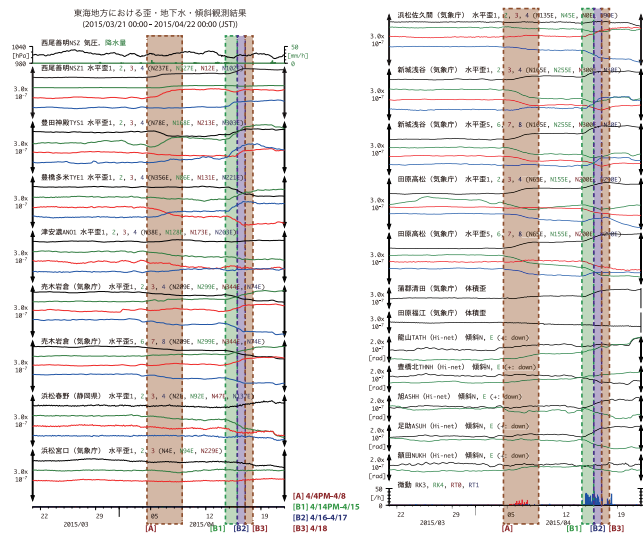
第22図 2015/3/26PM-27の歪・傾斜変化 (第21図[B]) を説明する断層モデル. (a) プレート境界面に沿って分布させた20x20 km (大きさを固定) の矩形断層面に対して、おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和とその断層面の位置に示した分布図. 赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面. (b) (a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ. 矢印は傾斜の観測値と計算値の比較. 灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面. (1A: 2014/10/17-20 (Mw 5.8), 1B: 2014/10/21-22 (Mw 5.4), 1C: 2014/10/23-25 (Mw 5.5), 2A: 2014/12/26-31 (Mw 6.1), 2B: 2014/12/31-2015/1/3 (Mw 5.8), 2C: 2015/1/10-12 (Mw 5.9), 3A: 2015/3/24PM-26AM (Mw 5.8)) (b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較
Fig.22 The fault model for the strain and tilt changes from March 26 to 27, 2015. (a) The distribution of the sum of residuals between observed and calculated values that are caused by the uniform slip on a rectangular fault on the plate interface. The length and width of the rectangular fault are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated. The red rectangle shows the fault patch with minimum residual. The black and green circles show the observation sites of AIST and NIED Hi-net. The blue and green small circles show hypocenters of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquakes estimated by JMA, respectively. (b) The red rectangle shows the estimated fault model. The gray rectangles show the fault models of the recent events (1A: 2014/10/17-20 (Mw 5.8), 1B: 2014/10/21-22 (Mw 5.4), 1C: 2014/10/23-25 (Mw 5.5), 2A: 2014/12/26-31 (Mw 6.1), 2B: 2014/12/31-2015/1/3 (Mw 5.8), 2C: 2015/1/10-12 (Mw 5.9), 3A: 2015/3/24PM-26AM (Mw 5.8)) (b2) The observed and calculated principal strain changes.

[A] 2015/3/24PM-26AM

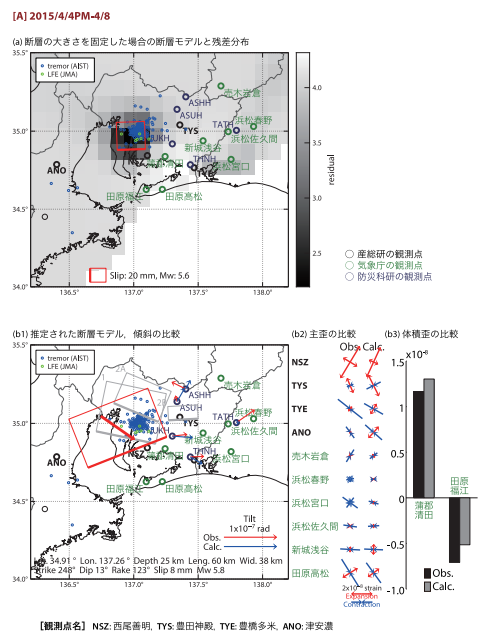


第23図 2015/3/24PM-26AMの歪・傾斜変化 (第21図[A]) を説明する断層モデル. (a) プレート境界面に沿って分布させた20x20 km (大きさを固定) の矩形断層面に対して、おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和とその断層面の位置に示した分布図. 赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面. (b) (a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ. 灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面. (1A: 2014/10/17-20 (Mw 5.8), 1B: 2014/10/21-22 (Mw 5.4), 1C: 2014/10/23-25 (Mw 5.5), 2A: 2014/12/26-31 (Mw 6.1), 2B: 2014/12/31-2015/1/3 (Mw 5.8), 2C: 2015/1/10-12 (Mw 5.9)) (b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較
第24図 2015/4/2 0:00 - 4/22 0:00 の東海地方における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.24 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in the Tokai district from 0:00 April 2 to 0:00 April 22, 2015.

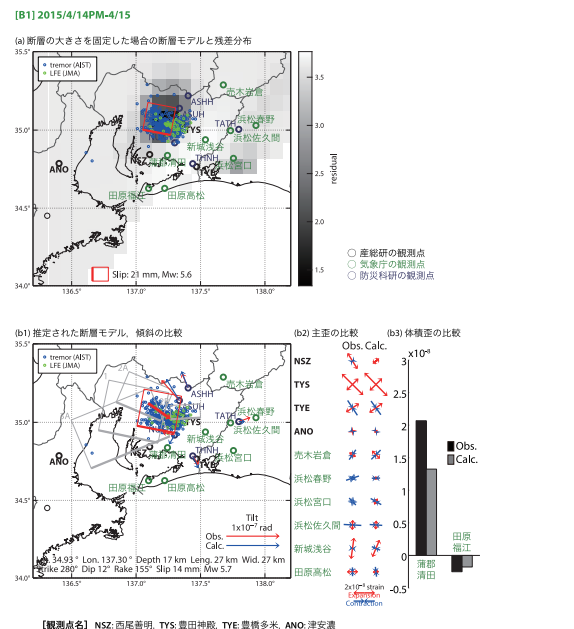
第24図 2015/4/2 0:00 - 4/22 0:00 の東海地方における深部低周波微動の時空間分布図. エンベロップ相関法により決定.
Fig.24 Epicentral and space-time distributions of deep low frequency tremors in the Tokai district from 0:00 April 2 to 0:00 April 22, 2015.



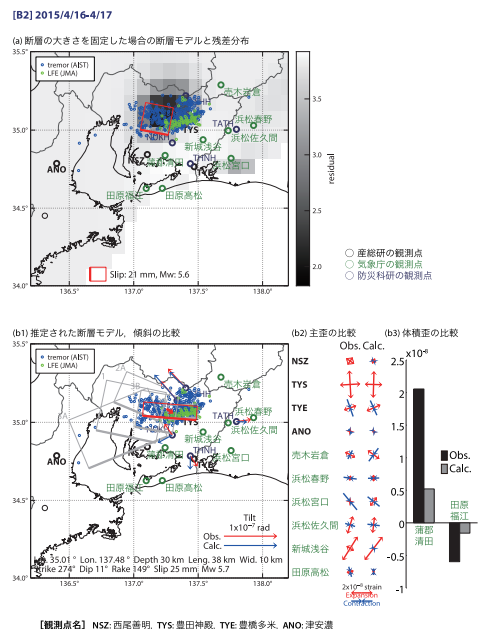
第25図 東海地方における歪・傾斜観測結果および深部低周波微動発生個数 (2015/03/21 00:00 - 2015/04/22 00:00 (JST))
 Fig.25 Observed strain and tilt changes at the observation sites and number of deep low frequency tremors in the Tokai district from 0:00 March 21 to 0:00 April 22, 2015.



第26図 2015/4/4PM-4/8の歪・傾斜変化 (第25図[A]) を説明する断層モデル。(a) プレート境界面に沿って分布させた20x20 km (大きき固定) の矩形断層面に対して、おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。(b1) (a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2)) (b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。(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。
 Fig.26 The fault model for the strain and tilt changes from April 4 to 8, 2015. (a) The distribution of the sum of residuals between observed and calculated values that are caused by the uniform slip on a rectangular fault on the plate interface. The length and width of the rectangular fault are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated. The red rectangle shows the fault patch with minimum residual. The black, green and blue circles show the observation sites of AIST, JMA and NIED Hi-net. The blue and green small circles show hypocenters of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquakes estimated by JMA, respectively. (b1) The red rectangle shows the estimated fault model. The gray rectangles show the fault models of the recent events (1: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2)). The observed and calculated tilt changes are also shown on the map by the red and the blue arrows. (b2) The observed and calculated principal strain changes. (b3) The observed and calculated volumetric strain changes.

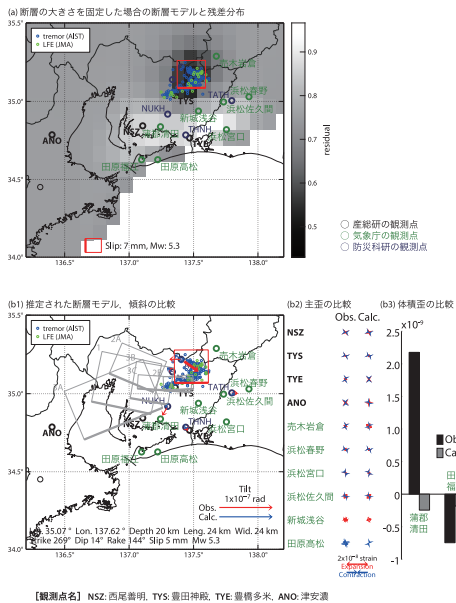


第27図 2015/4/14PM-4/15の歪・傾斜変化 (第25図[B1]) を説明する断層モデル。(a) プレート境界面に沿って分布させた20x20 km (大きき固定) の矩形断層面に対して、おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。(b1) (a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。(1: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2), 3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8)) (b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。(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。
 Fig.27 The fault model for the strain and tilt changes from April 14 to 15, 2015. (a) The distribution of the sum of residuals between observed and calculated values that are caused by the uniform slip on a rectangular fault on the plate interface. The length and width of the rectangular fault are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated. The red rectangle shows the fault patch with minimum residual. The black, green and blue circles show the observation sites of AIST, JMA and NIED Hi-net. The blue and green small circles show hypocenters of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquakes estimated by JMA, respectively. (b1) The red rectangle shows the estimated fault model. The gray rectangles show the fault models of the recent events (1: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2), 3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8)). The observed and calculated tilt changes are also shown on the map by the red and the blue arrows. (b2) The observed and calculated principal strain changes. (b3) The observed and calculated volumetric strain changes.



第28図 2015/4/16-4/17の歪・傾斜変化 (第25図[B2]) 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20x20 km (大きき固定) の矩形断層面に対して、おのおのの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和をその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。(b1) (a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2), 3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8), 3B: 2015/4/14PM-15 (Mw 5.7)) (b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。
 Fig.28 The fault model for the strain and tilt changes from April 16 to 17, 2015. (a) The distribution of the sum of residuals between observed and calculated values that are caused by the uniform slip on a rectangular fault on the plate interface. The length and width of the rectangular fault are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated. The red rectangle shows the fault patch with minimum residual. The black, green and blue circles show the observation sites of AIST, JMA and NIED Hi-net. The blue and green small circles show hypocenters of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquakes estimated by JMA, respectively. (b1) The red rectangle shows the estimated fault model. The gray rectangles show the fault models of the recent events (1: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2), 3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8), 3B: 2015/4/14PM-15 (Mw 5.7)). The observed and calculated tilt changes are also shown on the map by the red and the blue arrows. (b2) The observed and calculated principal strain changes. (b3) The observed and calculated volumetric strain changes.

[B3] 2015/4/18



第29図 2015/4/18の歪・傾斜変化(第25図[B3])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20x20 km(大きさ固定)の矩形断層面に対して、おのおの断層面で最適なすべり量を選んだときの残差の総和とその断層面の位置に示した分布図。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面。(b1)(a)の断層面付近でのグリッドサーチにより推定された断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。矢印は傾斜の観測値と計算値の比較。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: 2014/7/27-8/1(Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14(Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18(Mw 5.2), 3A: 2015/4/4-8(Mw 5.8), 3B: 2015/4/14PM-15(Mw 5.7), 3C: 2015/4/16-17(Mw 5.7))。(b2)主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。(b3)体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

Fig.29 The fault model for the strain and tilt changes from April 18, 2015. (a) The distribution of the sum of residuals between observed and calculated values that are caused by the uniform slip on a rectangular fault on the plate interface. The length and width of the rectangular fault are fixed as 20 km and 20 km, and only the slip amount that minimizes the sum of residuals is estimated. The red rectangle shows the fault patch with minimum residual. The black, green and blue circles show the observation sites of AIST, JMA and NIED Hi-net. The blue and green small circles show hypocenters of deep low frequency tremors estimated by AIST and low frequency earthquakes estimated by JMA, respectively. (b1) The red rectangle shows the estimated fault model. The gray rectangles show the fault models of the recent events (1: 2014/7/27-8/1 (Mw 5.7), 2A: 2015/1/12-14 (Mw 5.6), 2B: 2015/1/15-18 (Mw 5.2), 3A: 2015/4/4-8 (Mw 5.8), 3B: 2015/4/14PM-15 (Mw 5.7), 3C: 2015/4/16-17 (Mw 5.7)). The observed and calculated tilt changes are also shown on the map by the rod and the blue arrows. (b2) The observed and calculated principal strain changes. (b3) The observed and calculated volumetric strain changes.