

最近の東海地域とその周辺の地殻活動

現在のところ、東海地震に直ちに結びつくとみられる変化は観測していません。

1. 地震の観測状況

浜名湖周辺のフィリピン海プレート内では、引き続き地震の発生頻度の低い状態が続いています。

今年1月8日から17日にかけて愛知県西部でプレート境界付近を震源とする深部低周波地震（微動）を観測しました。

2. 地殻変動の観測状況

G N S S 観測及び水準測量の結果では、御前崎の長期的な沈降傾向は継続しています。

平成25年はじめ頃から静岡県西部から愛知県東部にかけてのG N S S 観測及びひずみ観測にみられている通常とは異なる変化は、現在も継続しています。

また、今年1月9日から17日にかけて愛知県と静岡県の複数のひずみ観測点でわずかな地殻変動を観測しました。

3. 地殻活動の評価

平成25年はじめ頃から観測されている通常とは異なる地殻変動は、浜名湖付近のプレート境界で「長期的ゆっくりすべり」が発生している可能性を示しており、現在も継続しています。

そのほかに東海地震の想定震源域ではプレート境界の固着状況に特段の変化を示すようなデータは今のところ得られていません。

一方、今年1月中旬の深部低周波地震（微動）及びひずみ観測点で観測した地殻変動は、地殻変動量が小さいため発生場所の特定に至らないものの、東海地震の想定震源域より深いプレート境界において発生した「短期的ゆっくりすべり」に起因する可能性が高いと考えられます。

以上のように、現在のところ、東海地震に直ちに結びつくとみられる変化は観測していません。

なお、G N S S 観測の結果によると「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」による余効変動が、小さくなりつつありますが東海地方においてもみられています。

添付の説明資料は、気象庁、国土地理院及び防災科学技術研究所の資料から作成。

気象庁資料の作成に当たっては、気象庁のほか防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、東京大学、名古屋大学等のデータを使用。

気象庁では、いつ発生してもおかしくない状態にある「東海地震」を予知すべく、東海地域の地震活動や地殻変動等の状況を監視しています。また、これらの状況を定期的に評価するため、地震防災対策強化地域判定会を毎月開催しています。本資料は本日開催した判定会で評価した、主に前回（平成26年12月22日）以降の調査結果を取りまとめたものです。

なお、上記調査結果は本日17時00分に「東海地震に関連する調査情報（定例）」として発表しています。

東海地域の地震活動指数 (クラスタを除いた地震回数による)

2015年1月21日 現在

	① 静岡県中西部		② 愛知県		③ 浜名湖周辺			④ 駿河湾	
	地殻内	フィリ ピン海 プレート	地殻内	フィリ ピン海 プレート	フィリピン海プレート内 全域	西側	東側	全域	余震 除去
短期活動指数	2	7	3	5	4	4	4	6	3
短期地震回数 (平均)	2 (5.29)	11 (6.82)	9 (13.16)	16 (14.15)	5 (6.16)	2 (2.46)	3 (3.70)	9 (6.06)	2 (3.89)
中期活動指数	3	4	4	5	2	3	3	6	4
中期地震回数 (平均)	12 (15.87)	19 (20.45)	40 (39.48)	47 (42.44)	8 (12.32)	3 (4.93)	5 (7.39)	16 (12.12)	6 (7.79)

* Mしきい値： 静岡県中西部、愛知県、浜名湖周辺：M \geq 1.1、駿河湾：M \geq 1.4

* クラスタ除去：震央距離が Δr 以内、発生時間差が Δt 以内の地震をグループ化し、最大地震で代表させる。

静岡県中西部、愛知県、浜名湖周辺： $\Delta r=3\text{km}$ 、 $\Delta t=7\text{日}$

駿河湾： $\Delta r=10\text{km}$ 、 $\Delta t=10\text{日}$

* 対象期間： 静岡県中西部、愛知県：短期30日間、中期90日間

浜名湖周辺、駿河湾：短期90日間、中期180日間

* 基準期間： おおむね長期的ゆっくりすべり（スロースリップ）発生前の地震活動を基準とする。

静岡県中西部、愛知県：1997年－2001年（5年間）、

浜名湖周辺：1998年－2000年（3年間）、駿河湾：1991年－2000年（10年間）

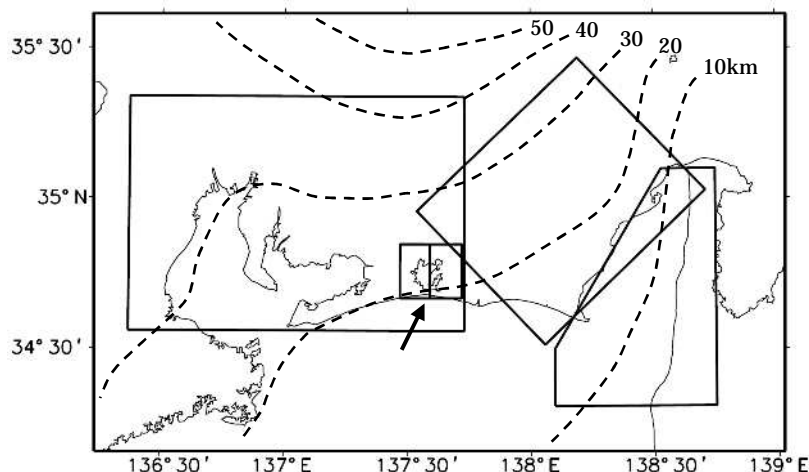
[各領域の説明] ① 静岡県中西部：プレート間が強く「くっついている」と考えられている領域（固着域）。

② 愛知県：フィリピン海プレートが沈み込んでいく先の領域。

③ 浜名湖周辺：固着域の縁。長期的ゆっくりすべり（スロースリップ）が発生する場所であり、同期して地震活動が変化すると考えられている領域。

④ 駿河湾：フィリピン海プレートが沈み込み始める領域。

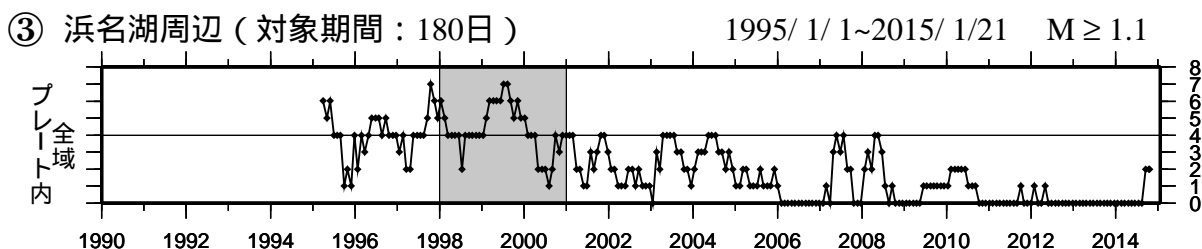
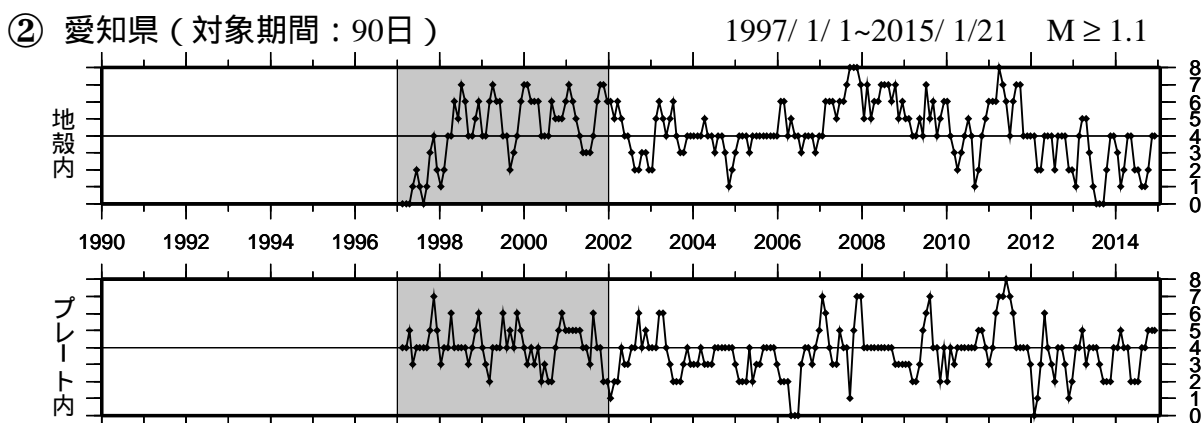
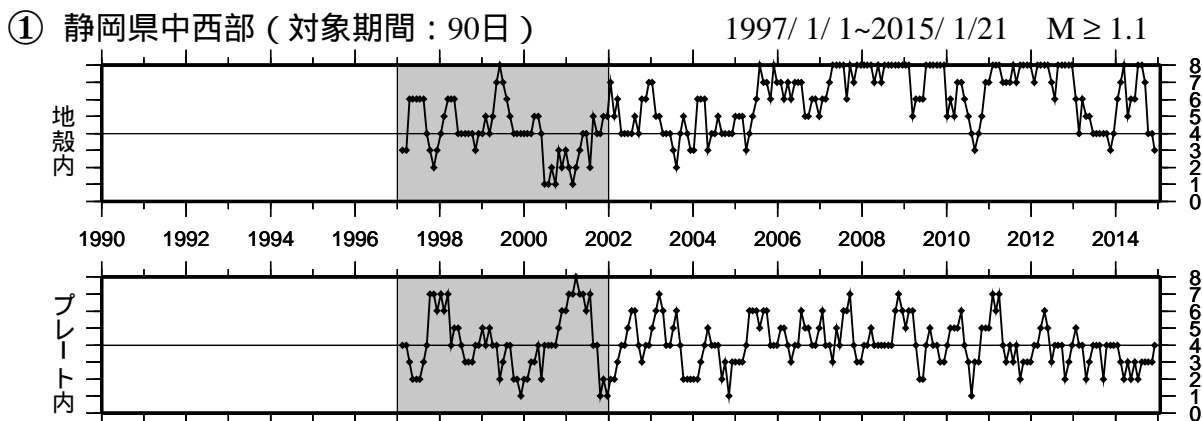
余震除去：2009年8月11日の駿河湾の地震（M6.5）と2011年8月1日の駿河湾の地震（M6.2）の余震域の活動を除いて活動指数を求めた場合。



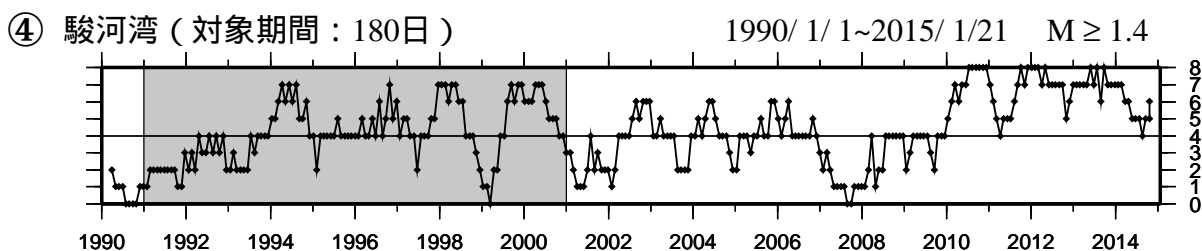
* Hirose et al. (2008) によるプレート境界の等深線を破線で示す

指数	確率 (%)	地震数
8	1	多い
7	4	やや多い
6	10	
5	15	ほぼ平常
4	40	
3	15	やや少ない
2	10	
1	4	少ない
0	1	

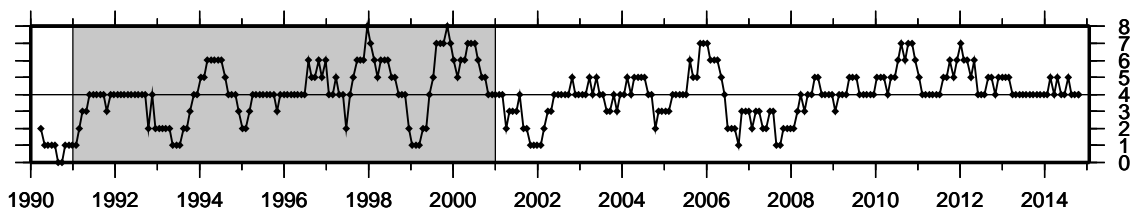
地震活動指数の推移 (中期活動指数)



少ない
継続中



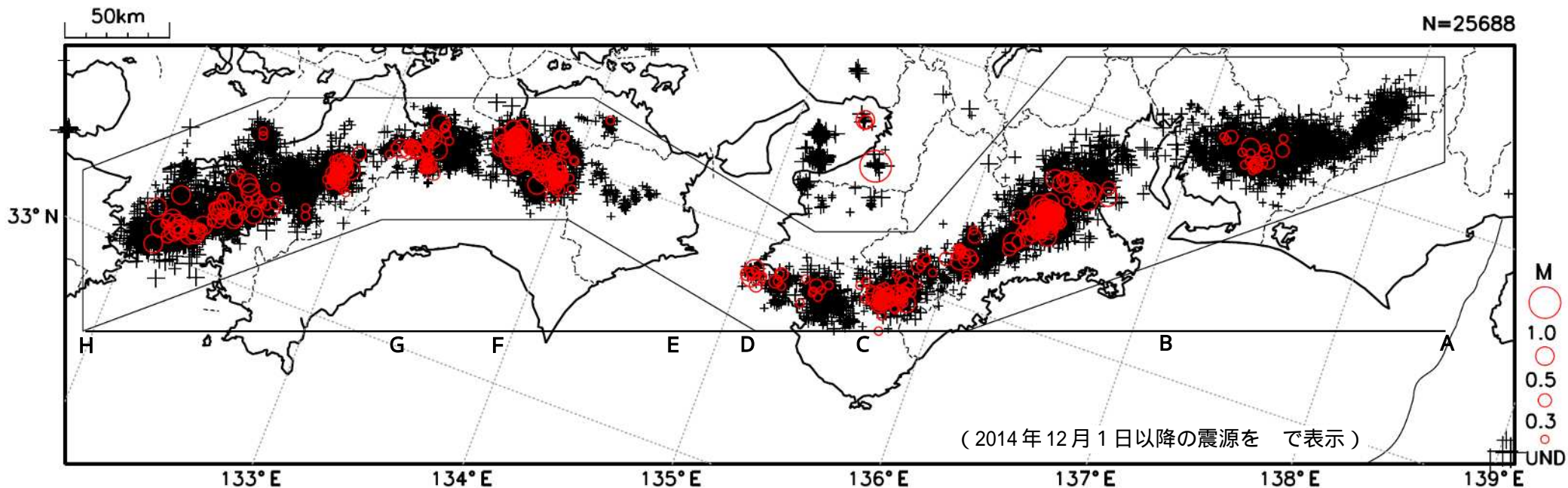
2009年8月11日の駿河湾の地震 (M6.5) と2011年8月1日の駿河湾の地震 (M6.2) の余震域の活動を除去した場合



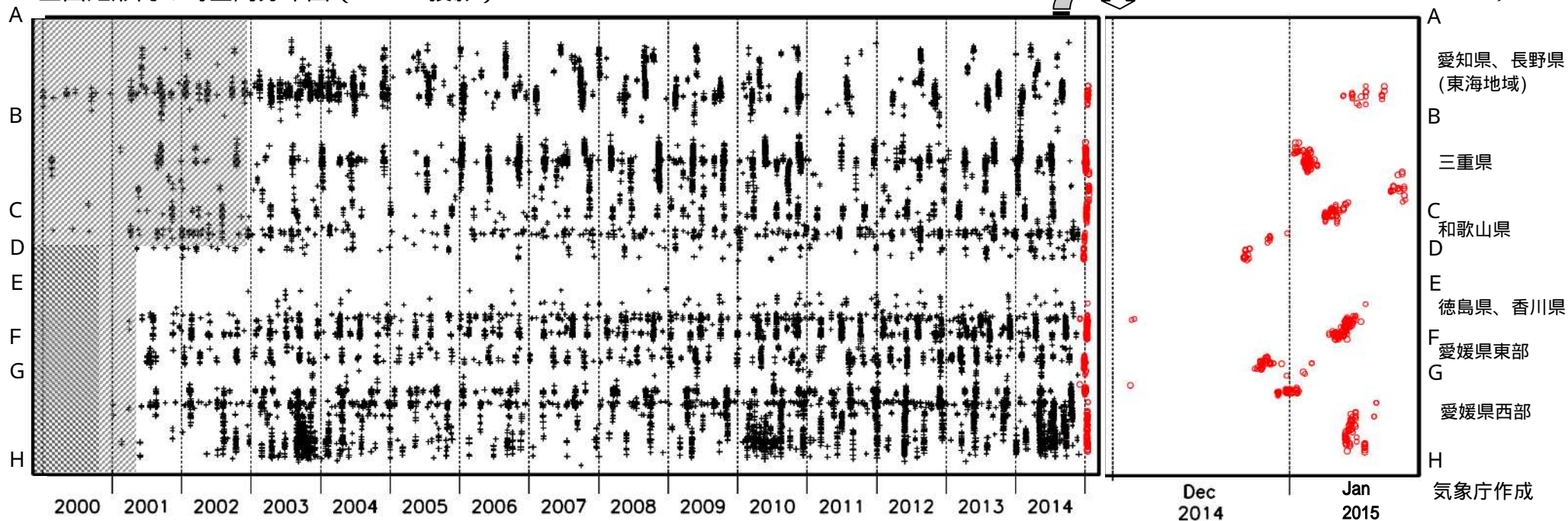
■ : 基準期間 / : 地震活動指数 (0 - 8)

深部低周波地震活動 (2000年1月1日~2015年1月21日)

深部低周波地震は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。



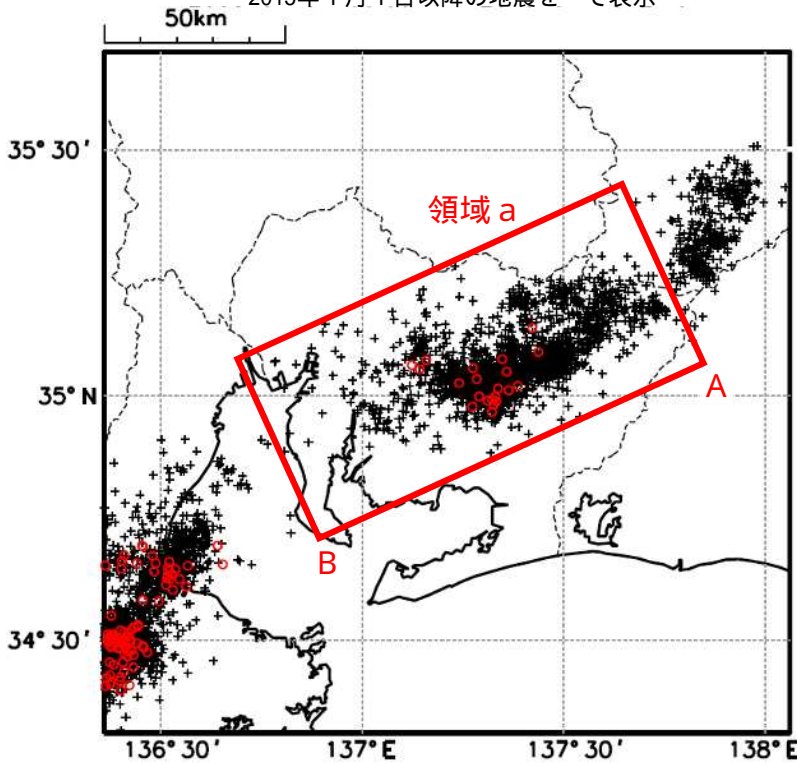
上図矩形内の時空間分布図 (A - H 投影)



時空間分布図中、網掛けした期間は現在と比較して十分な検知能力がなかったことを示す。

1月10日～17日 愛知県の深部低周波地震活動

深部低周波地震の震央分布図
 (2008年1月1日～2015年1月18日、
 深さ0～60km、Mすべて)
 2015年1月1日以降の地震を で表示

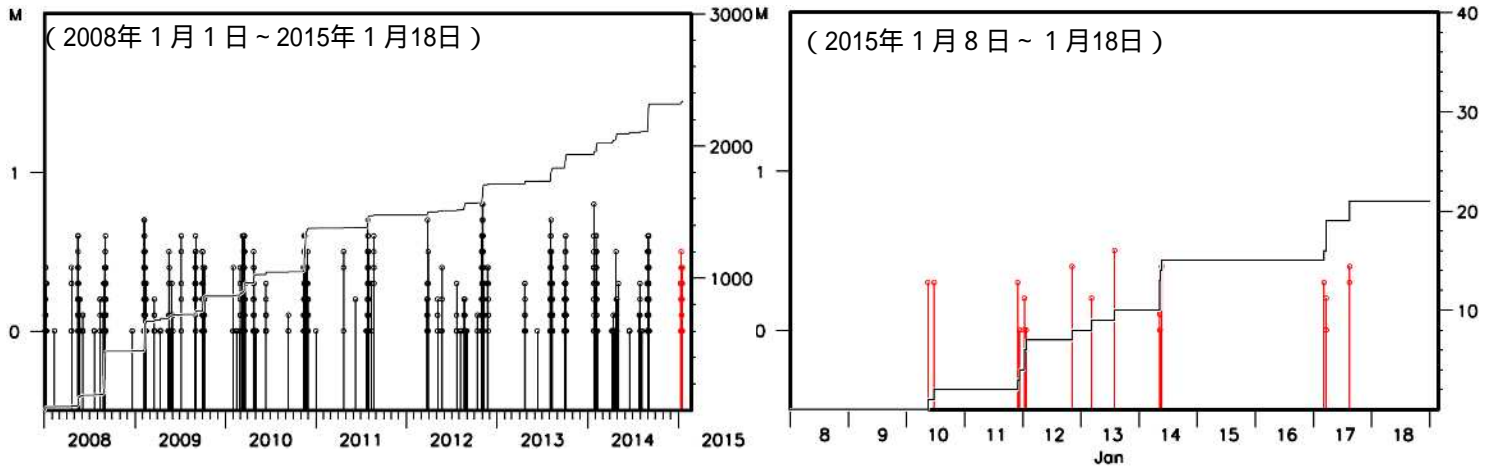


2015年1月10日から1月17日にかけて、愛知県を震央とする深部低周波地震を観測した。

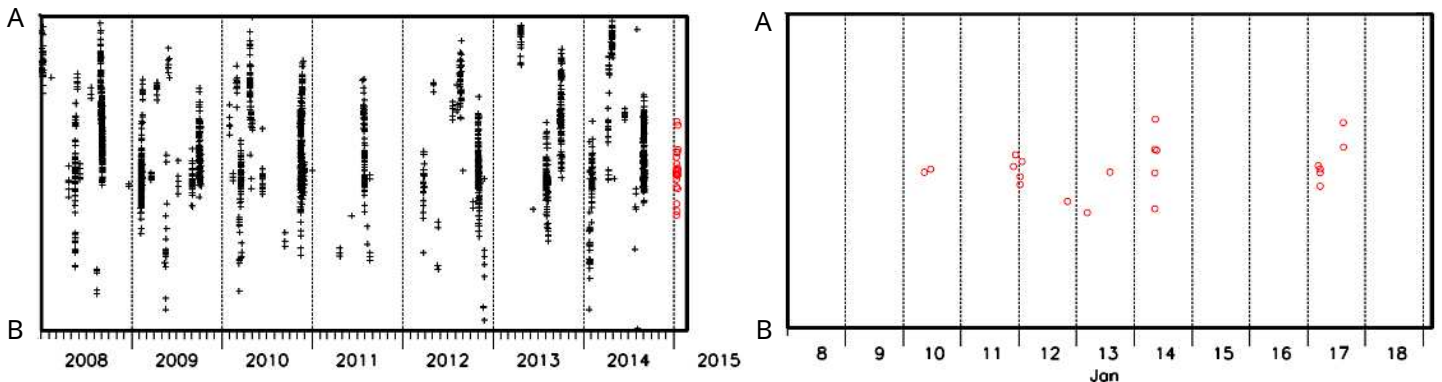
2008年以降の活動を見ると、今回の活動領域での周辺では、半年に1回程度、深部低周波地震のまとまった活動が発生している。

2014年以降の活動を見ると、今回の活動領域の周辺では、2014年8月30日から2014年9月5日にかけて、深部低周波地震のまとまった活動が発生している。

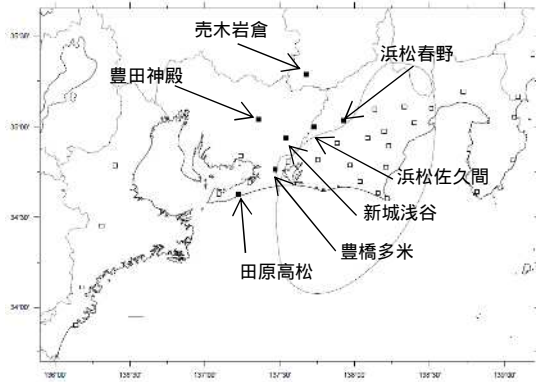
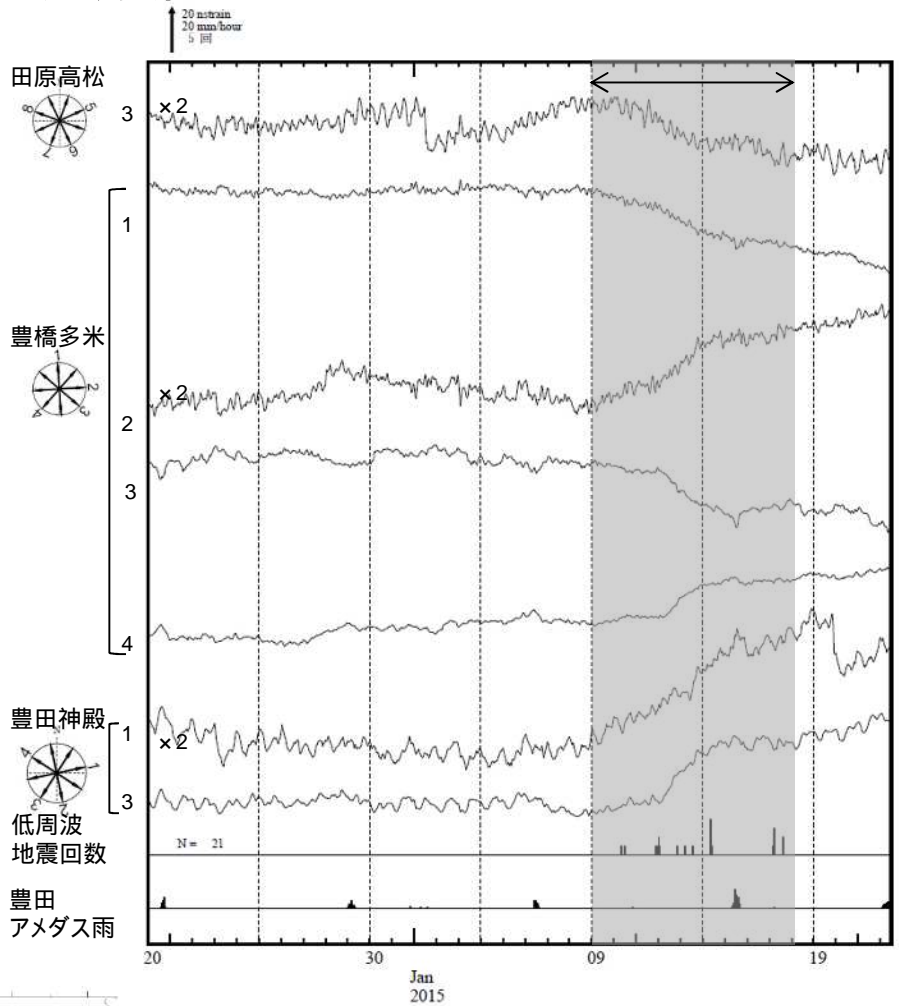
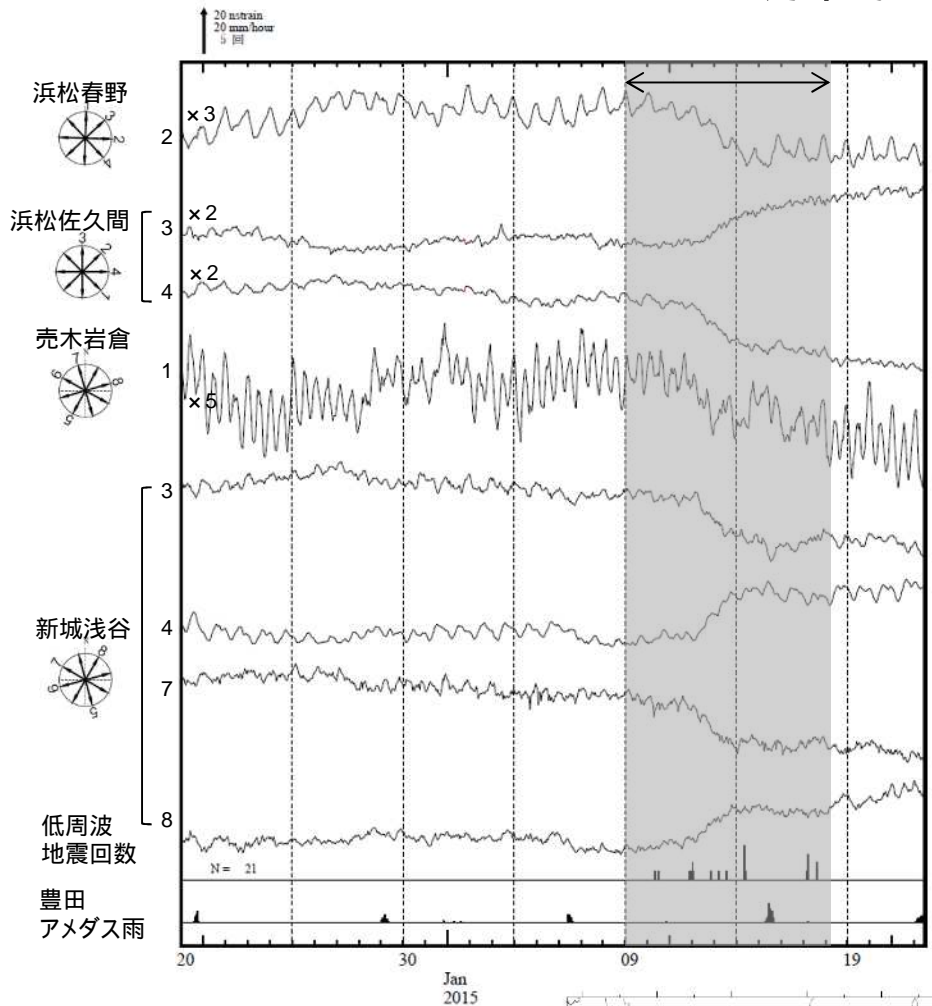
領域 a 内の M - T 図と回数積算図



領域 a 内の時空間分布図 (A - B 投影)



1月中旬のひずみ変化



灰色の帯の期間において、わずかな地殻変動を観測したが、変化が小さいため、すべり候補を推定できなかった

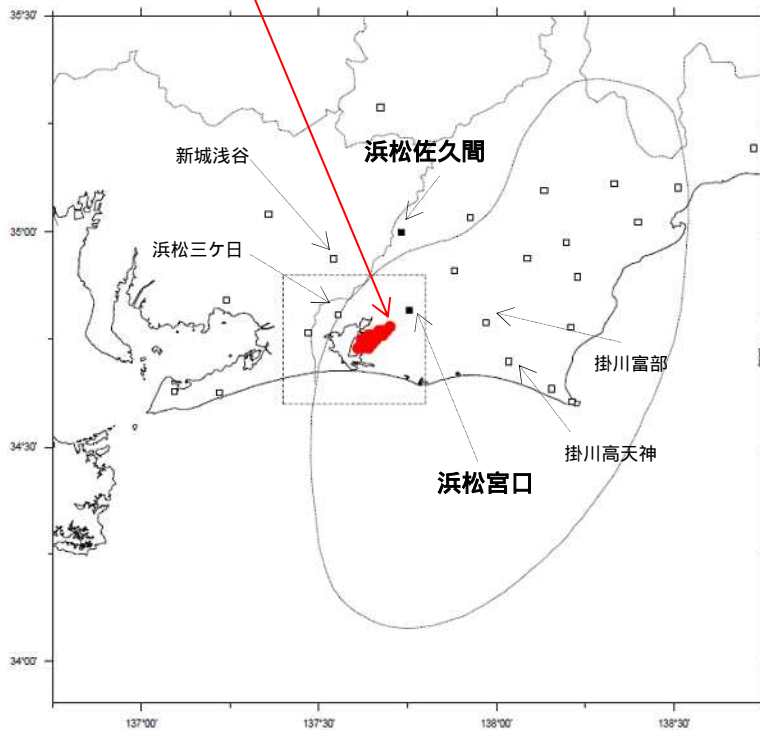
豊橋多米、豊田神殿は独立行政法人産業技術総合研究所のひずみ計である。

ひずみ変化と長期的ゆっくりすべりのすべり推定

ひずみ変化から推定されるすべり候補点

Mw6.3 ~ 6.6程度

前回から変化なし



すべり推定に使用したひずみ観測点 (多成分ひずみ計)
 ひずみ観測点 (多成分ひずみ計)
 ひずみ観測点 (体積ひずみ計)

すべり候補領域は、中村・竹中(2004)¹⁾によるグリッドサーチの手法により求めた。プレート境界と断層面の形状はHirose et al. (2008)²⁾による。

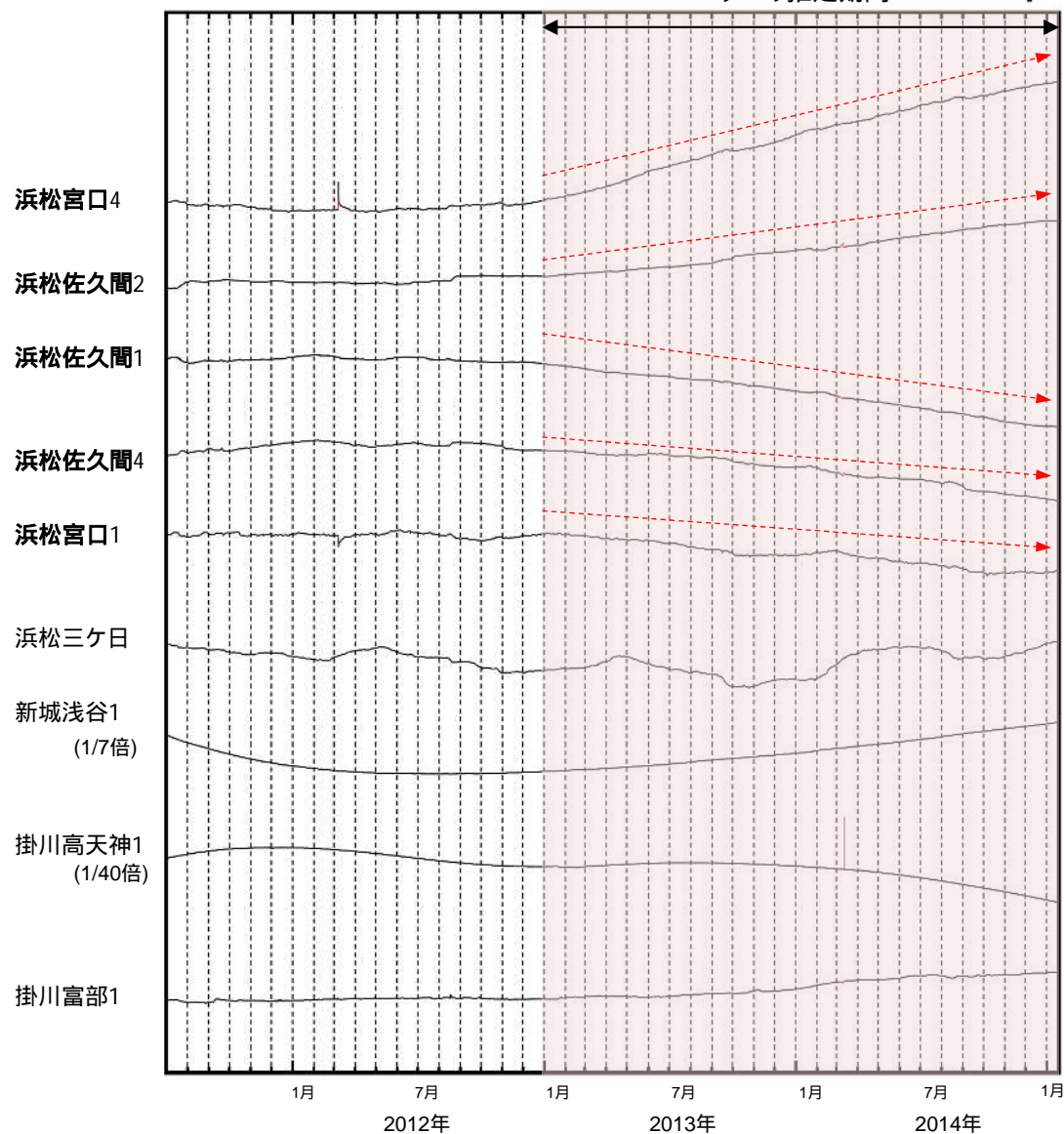
すべり候補領域の位置とその規模(Mw)を、すべりがプレート境界面上でプレートの沈み込み方向と反対に発生したと仮定し、考え得る全ての解を前提として得られる理論値と観測値を比較し、合致するものを抽出する手法

1) 中村浩二・竹中潤, 東海地方のプレート間すべり推定ツールの開発, 験震時報, 68, 25-35, 2004

2) Hirose F., J. Nakajima, A. Hasegawa, Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, J. Geophys. Res., 113, B09315, doi:10.1029/2007JB005274, 2008

すべり推定期間

500 nstrain



気象庁作成

スタッキングによる長期的ゆっくりすべりの検出について

各グリッドでの時系列変化

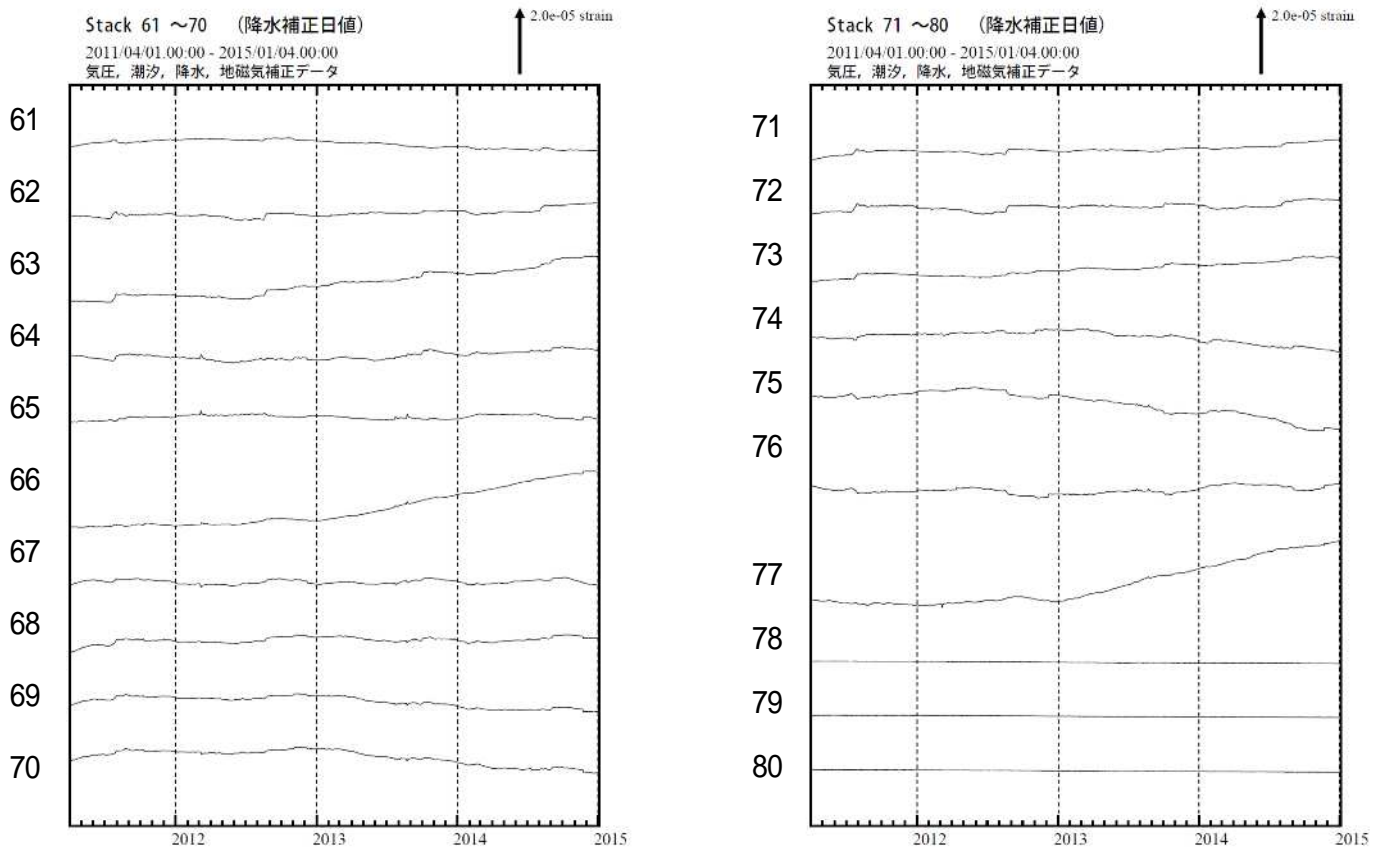


図1：日値スタッキング波形。番号は監視グリッド（図2参照）を示す。

データ：補正日値（体積ひずみ計とアナログ式多成分ひずみ計）
 ノイズレベル：2011年6月～2012年12月の、60日階差（単純な階差）の標準偏差
 理論値計算：0.15°ごとの各グリッドを中心とする、20×20kmの断層

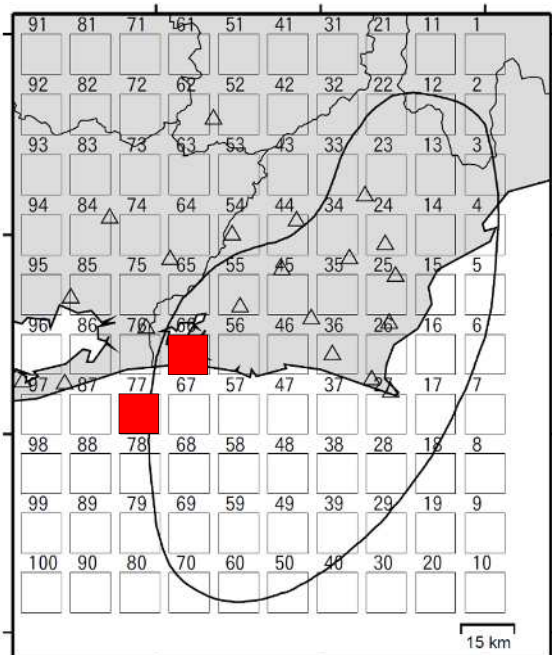
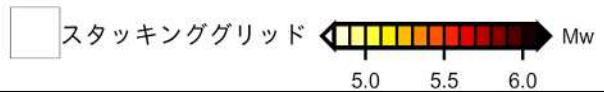


図2：グリッド配置およびすべり量（Mw）

グリッドNo.66とNo.77に明瞭な変化が見られている。総すべり量はMw6.4相当となる。



* スタッキング手法は、複数のひずみ計のデータを重ね合わせることによって、微小な地殻変動のシグナルを強調させて、検知能力を向上させる解析方法である。

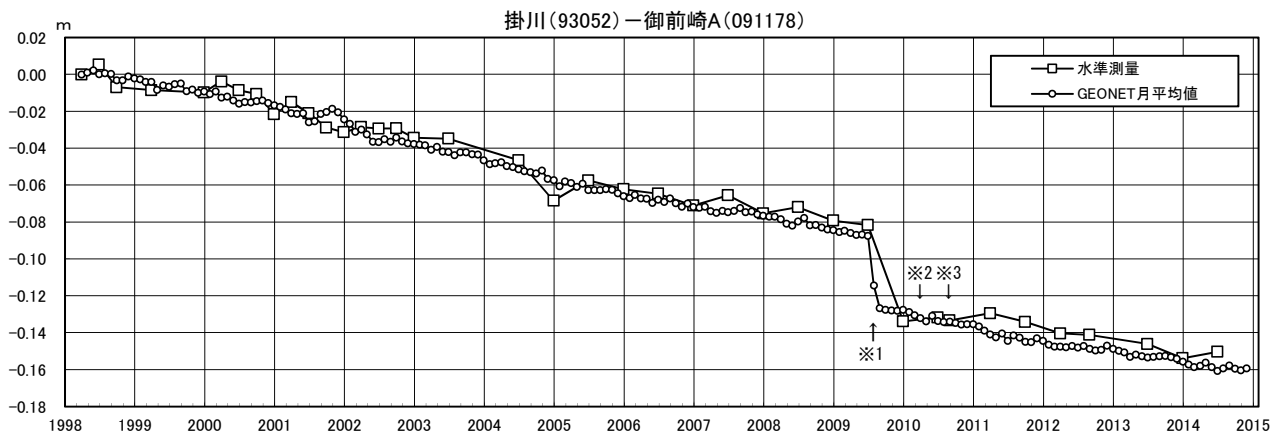
参考文献

宮岡一樹，横田 崇 (2012)：地殻変動検出のためのスタッキング手法の開発 - 東海地域のひずみ計データによるプレート境界すべり早期検知への適用 - ，2012，地震2,65,205-218.

御前崎 電子基準点の上下変動

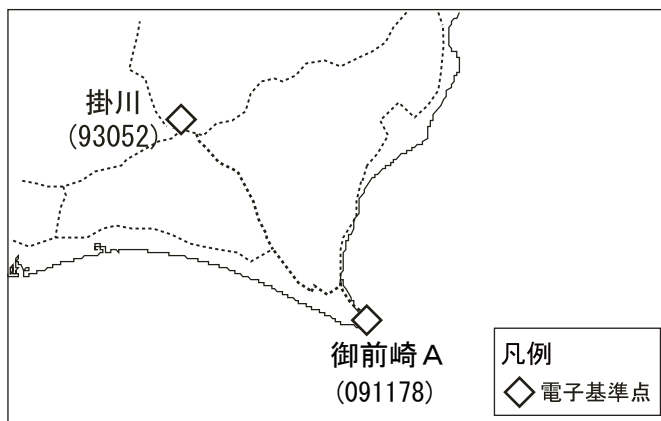
水準測量とGNSS連続観測

掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。



- ※1 電子基準点「御前崎」は2009年8月11日の駿河湾を震源とする地震(M6.5)に伴い、地表付近の局所的な変動の影響を受けた。
 - ※2 2010年4月以降は、電子基準点「御前崎」を、より地盤の安定している場所に移転し、電子基準点「御前崎A」とした。
 - ※3 水準測量の結果は、移転後初めて変動量が計算できる2010年9月から表示。
- 上記グラフは、電子基準点「御前崎」と電子基準点「御前崎A」のデータを接続して表示している。

位置図

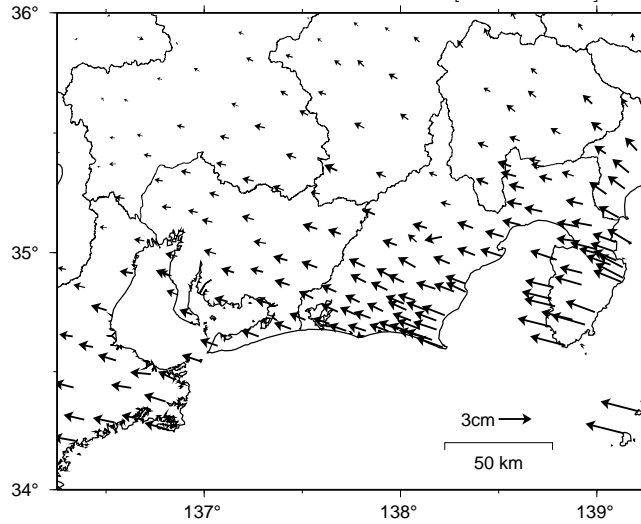


東海地方の水平地殻変動【固定局：三隅】

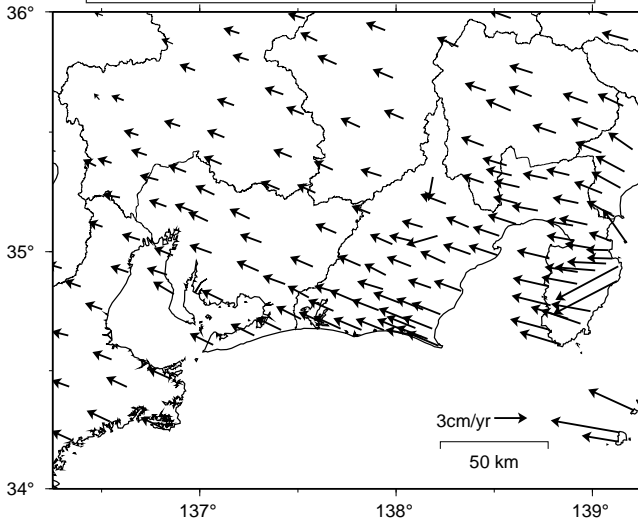
(2014年1月～2015年1月)

基準期間：2014/1/10 - 2014/1/17 [F3：最終解]

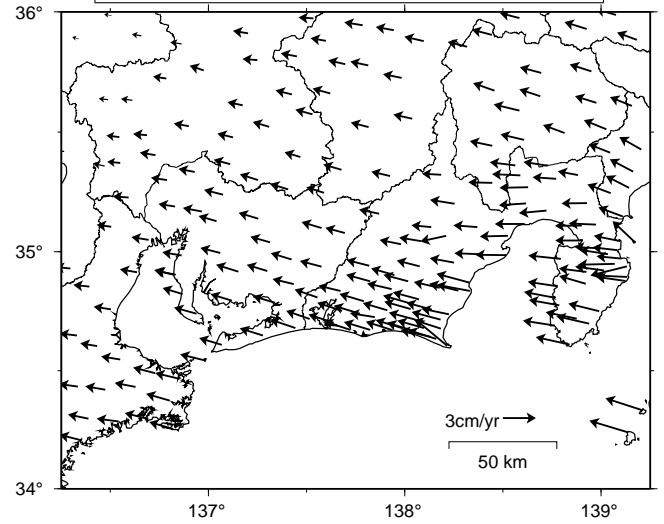
比較期間：2015/1/10 - 2015/1/17 [R3：速報解]



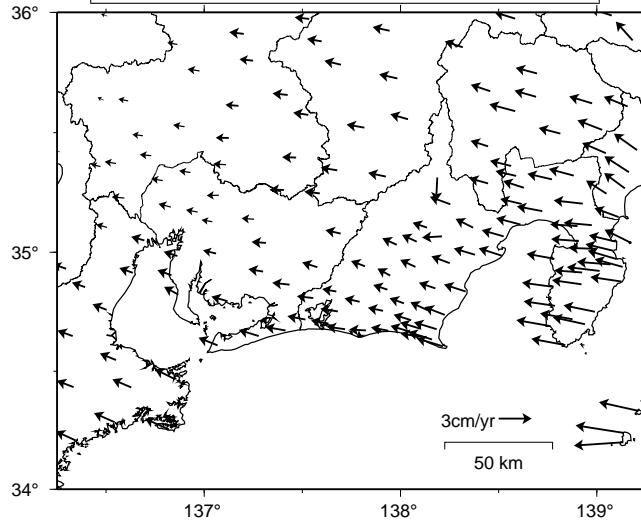
スロースリップ発生前の水平地殻変動速度
(1997年1月～2000年1月)



スロースリップ終息後の水平地殻変動速度
(2008年1月～2011年1月)

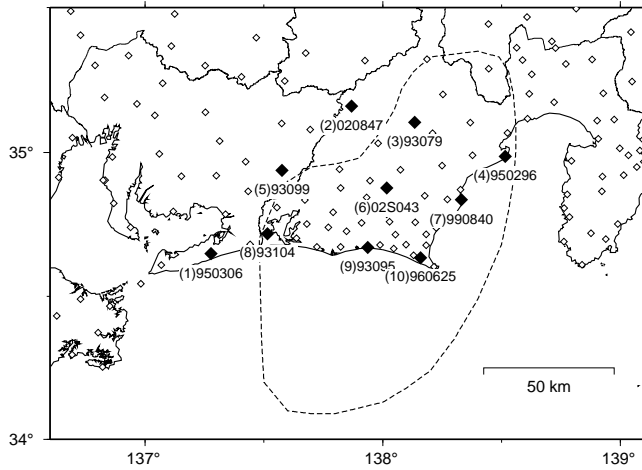


スロースリップ進行期の水平地殻変動速度
(2001年1月～2004年1月)

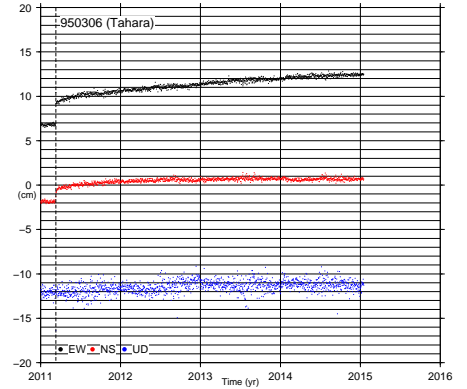


東海地方の非定常地殻変動時系列【固定局：三隅】

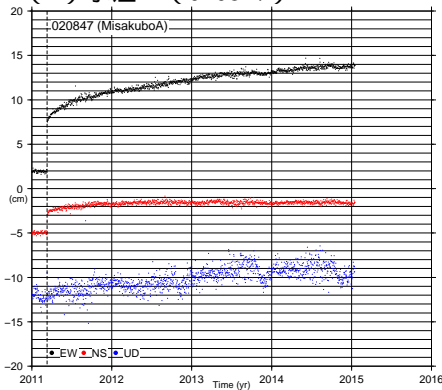
速報解含む 2011/1/1 - 2015/1/17



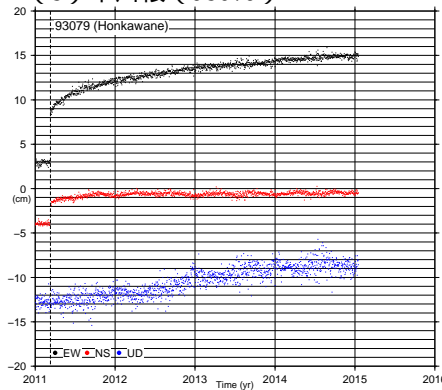
(1) 田原 (950306)



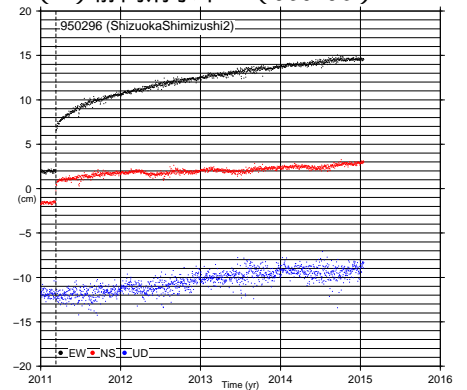
(2) 水窪 A (020847)



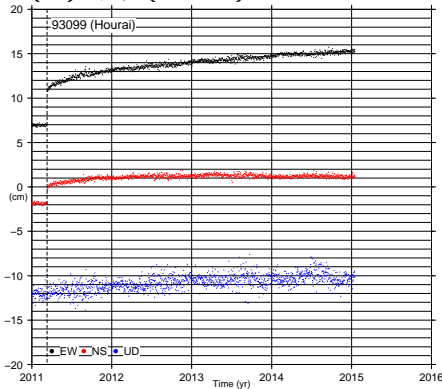
(3) 本川根 (93079)



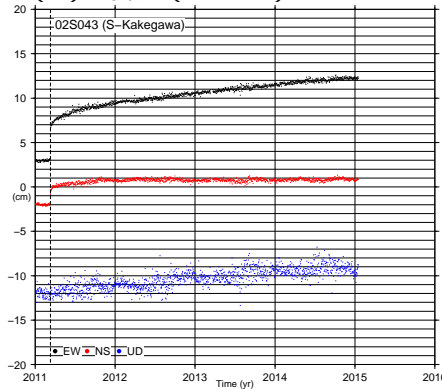
(4) 静岡清水市 2 (950296)



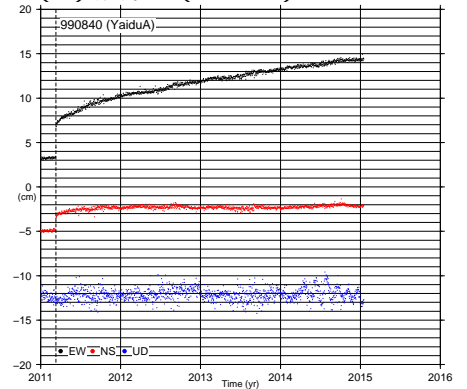
(5) 鳳来 (93099)



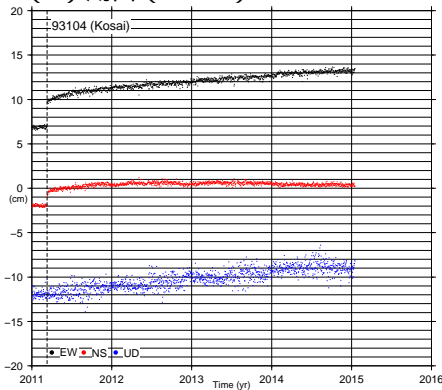
(6) S 掛川 (02S043)



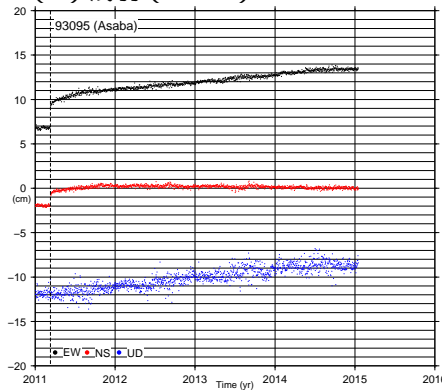
(7) 焼津 A (990840)



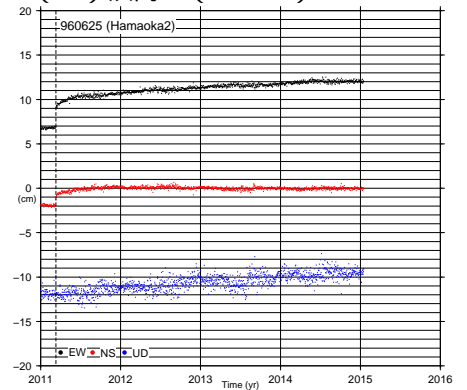
(8) 湖西 (93104)



(9) 浅羽 (93095)



(10) 浜岡 2 (960625)

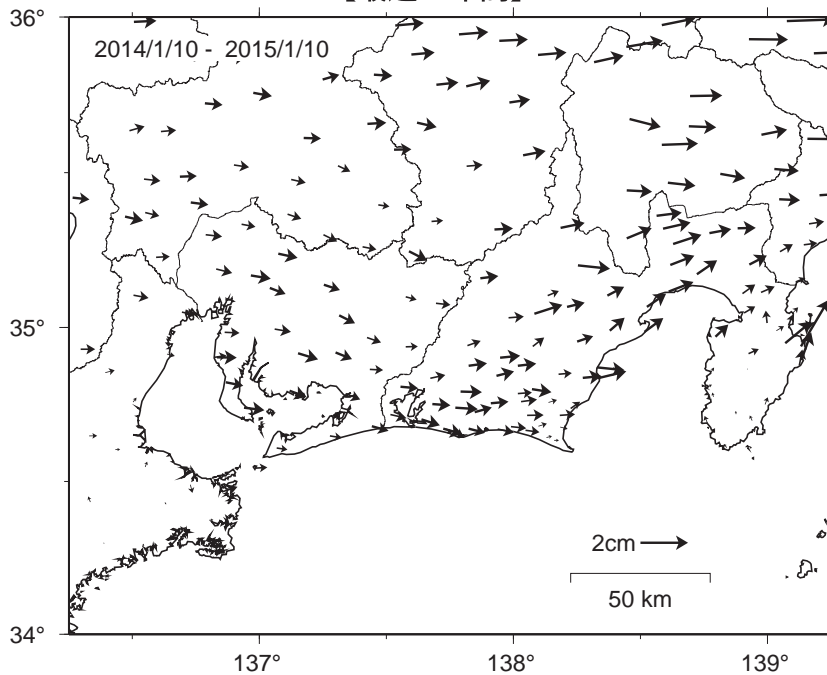


・2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による地殻変動の影響は取り除いていない。
 ・2008年1月1日～2011年1月1日のデータから平均変動速度、年周/半年周成分を推定して、元の時系列データから除去している。

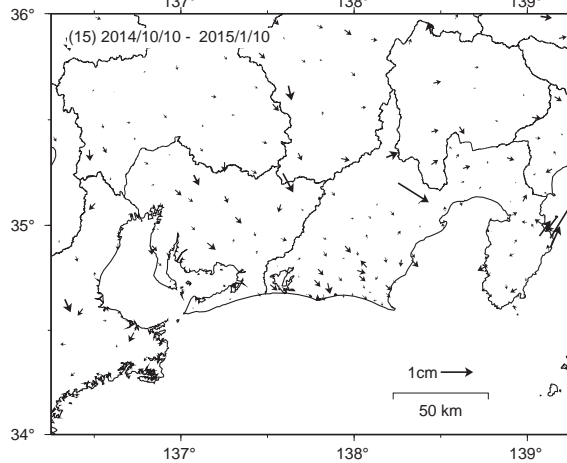
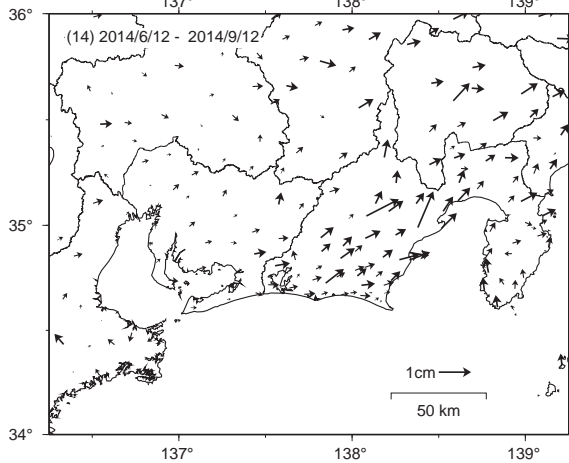
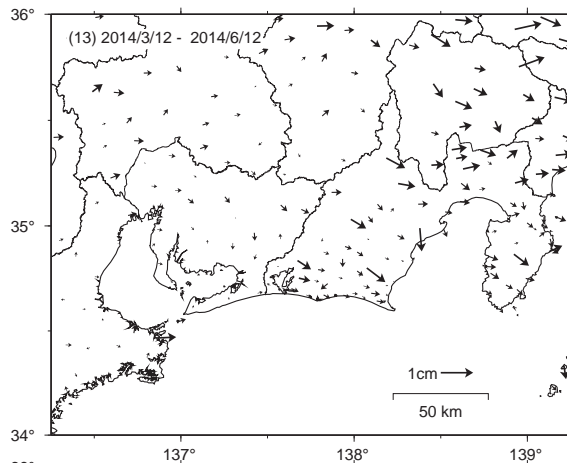
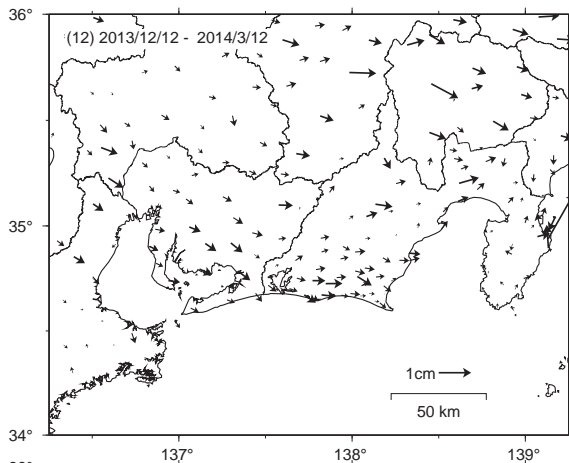
東海地方の非定常水平地殻変動【固定局：三隅】

(2014 年 1 月 ~ 2015 年 1 月)

【最近 1 年間】



【最近 1 年間 3 ヶ月ごと】



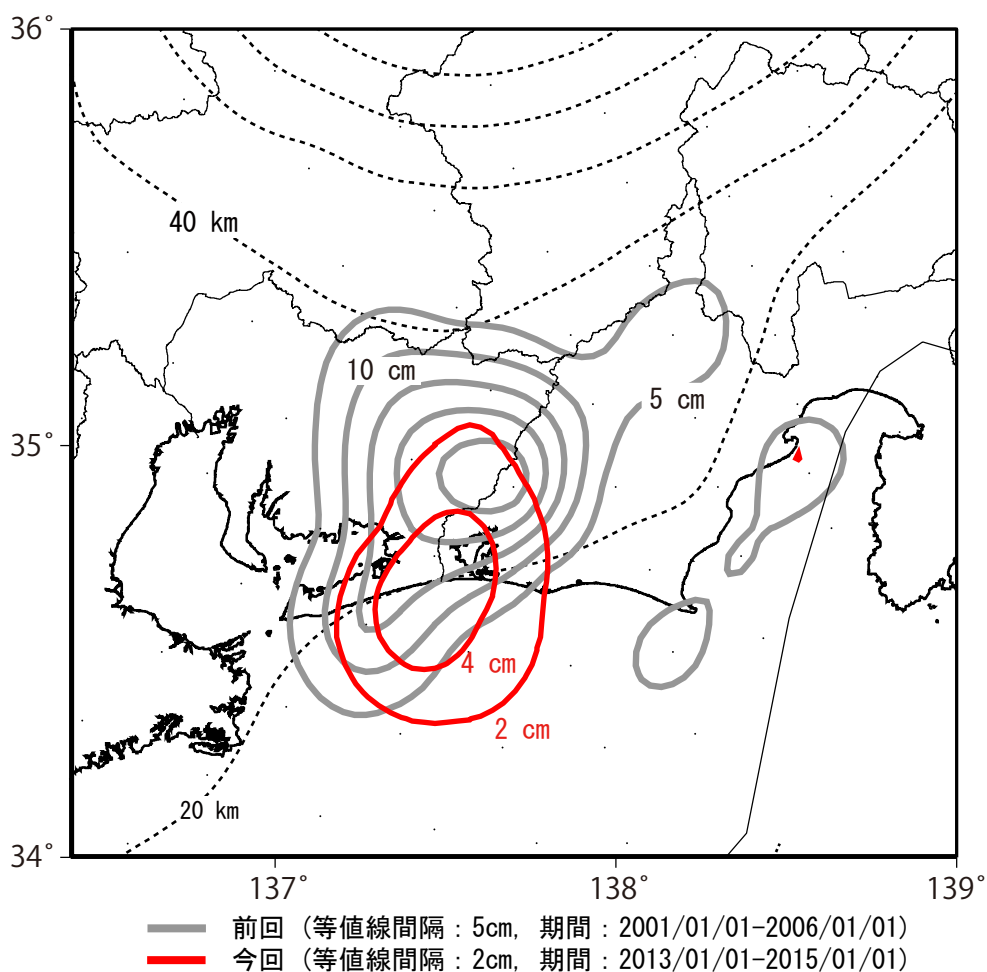
・平滑化した非定常地殻変動時系列から、1年間と3ヶ月間の変動量を表示している。

※非定常地殻変動時系列：

2008年1月～2011年1月のデータから平均変動速度、年周/半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

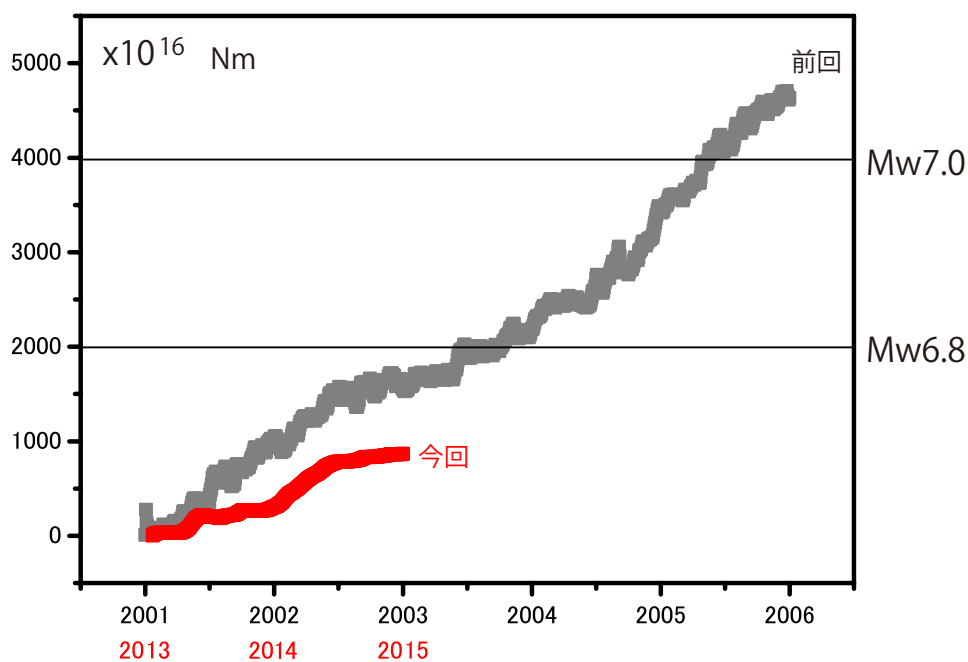
累積すべり分布及びモーメントの時間変化の比較(暫定)

累積すべり分布



- ・それぞれの期間の、累積のすべり量を等値線で示している。
- ・黒破線は、沈み込む海側プレート上面の等深線。

モーメントの時間変化



- ・それぞれの期間のモーメントの時間変化を、横軸を重ねて示している。

紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況

(2014年12月～2015年1月)

- 1月1～8日頃に、紀伊半島北部で活発な微動活動。
- 1月7～12日頃に、紀伊半島中部でやや活発な微動活動。また、18日頃から活発化。

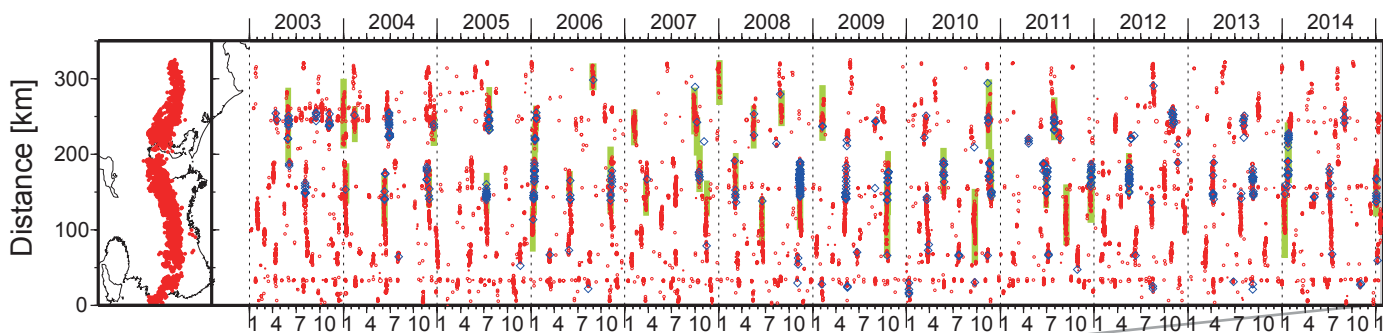
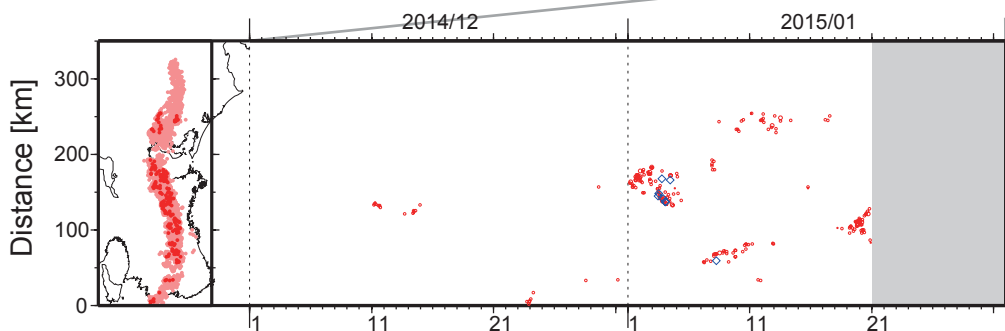


図1. 紀伊半島・東海地域における2003年1月～2015年1月20日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微



動分布の重心である。青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震(Ito et al., 2007)である。黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント(SSE)を示す。下図は2014年12月～2015年1月の拡大図である。1月1～8日頃には、三重県北部から中部において活発な活動がみられた。この活動は三重県北部において開始し、2日頃まで北方向に活動域が拡大し、3日頃からは南方向へと活動域の拡大がみられた。5日頃より活動は弱まったが、7～8日頃に三重県北部で若干の活発化がみられた。この領域での顕著な活動は、2014年7月以来となり、この活動に際して、傾斜変動から短期的SSEの断層モデルも推定されている。1月7～12日頃には奈良県南部でやや活発な活動が発生し、主に北東方向への活動域の移動がみられた。1月18日頃からはさらに北東側の領域で活動が活発化している。1月8～17日頃には愛知県中部で小規模な活動が、12月11～14日頃には三重・奈良県境付近において小規模な活動が、12月23～24日頃には和歌山県中部においてごく小規模な活動が、それぞれみられた。

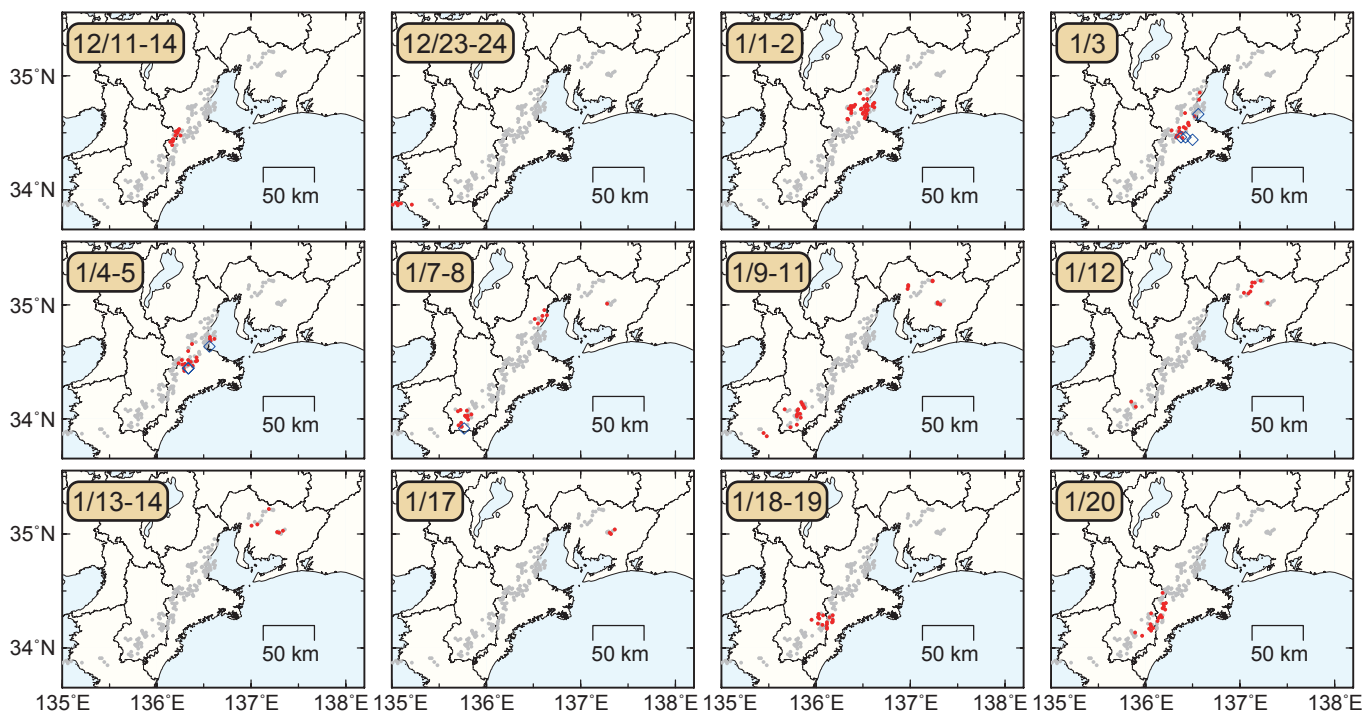
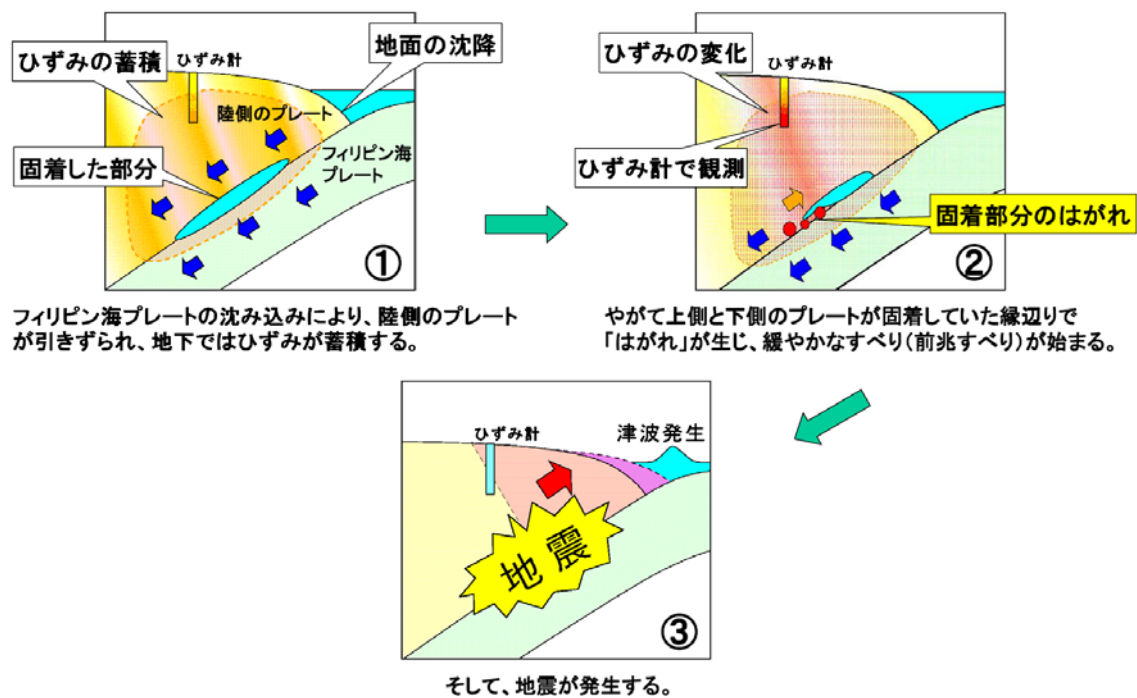


図2. 各期間に発生した微動分布(赤丸)および深部超低周波地震(青菱形). 灰丸は、図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す。

「東海地震の予知」及び用語解説

現在最も有力とされる前兆現象発現のメカニズムは、「前兆すべり（プレスリップ）」が発生するというものである。地震は地下の断層が急激にずれる現象であり、ずれた領域を震源域と呼ぶ。最近の研究により、震源域全体が急激にずれる前に、その一部が徐々にゆっくりとすべり始める場合があると考えられるようになった。この前兆すべりと呼ばれる現象を、ひずみ計による精密な地殻変動観測等で捉えようというのが、気象庁の短期直前予知の戦術である。

なお、想定震源域の一部で発生した前兆すべりによって地殻がどのように変形するかは理論的に計算することができる。よって、ひずみ計などに異常な地殻変動データが観測された場合に、それが前兆すべりによるものかどうかは科学的に判断できる。



東海地震発生シナリオ

東海地震は、①ひずみの蓄積、②前兆すべりを経て、③地震発生へと至ると考えられている（前兆すべりモデル）。

詳しくは気象庁ホームページの以下のページをご参照ください。

東海地震に関する基礎知識

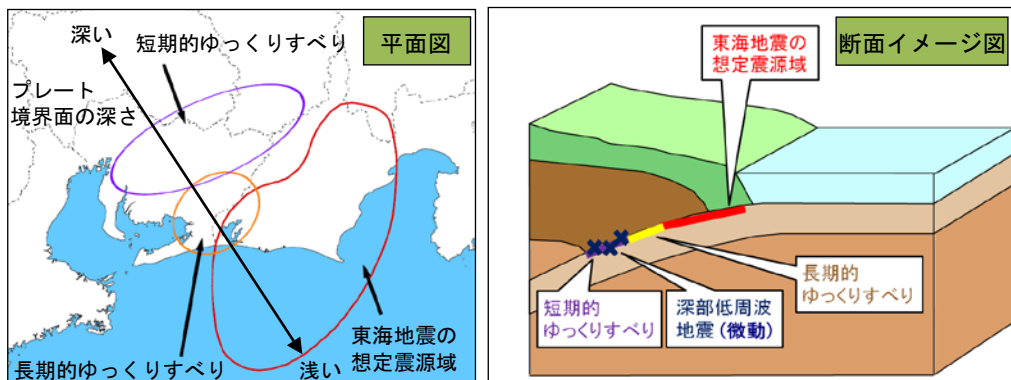
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/tokai/index.html>

「長期的ゆっくりすべり」、「短期的ゆっくりすべり」、「深部低周波地震（微動）」

「長期的ゆっくりすべり」は、東海地震の想定震源域より少し西側の領域で、沈み込むフィリピン海プレートと陸のプレートとの境界が5年程度かけて継続的にゆっくりとすべる現象で、十数年程度の間隔で繰り返し発生している。これによって生じたとみられる地殻変動が、周辺のGNSS等で観測される。

「短期的ゆっくりすべり」は、「長期的ゆっくりすべり」が発生する領域のさらに西側や北側の深さ約30～40 kmのプレート境界が、2～10日程度かけてゆっくりとすべる現象で、数カ月から1年程度の間隔で繰り返し発生している。これによって生じたとみなされる地殻変動が、東海地域に設置されたひずみ計等によって観測される。また、「短期的ゆっくりすべり」の発生とほぼ同じ時期に、そのすべり領域とほぼ同じ場所を震源とする「深部低周波地震（微動）」と呼ばれる、通常地震より卓越周波数の低い地震が観測され（P波やS波が明瞭でなく震動が継続するものは「微動」と呼ばれる）、これは「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられている。なお、同じ「短期的ゆっくりすべり」を反映した現象でも、地殻変動と地震（微動）では観測・解析の手法や検知能力が異なるため、観測される期間は完全には一致しない場合がある。

これらの現象は、これまでの経験から、いずれも東海地震に直ちに結び付く現象ではないと考えられている。しかし、プレート境界の固着状況の変化を示す現象と考えられることから、気象庁では前兆すべりにつながる可能性についても考慮に入れ、関係機関の協力も得ながら注意深く監視している。



東海地震想定震源域、並びに長期的ゆっくりすべり及び短期的ゆっくりすべりの発生領域

「活動レベル」

M1.1 又は M1.4 以上の地震について、1990 年代頃の 3～10 年の一定期間における地震活動レベルを基準とし、最近 3 か月～半年の地震活動の静穏・活発な状態を統計的手法によって指数化したもの。指数は 0～8 の 9 段階。4 が平均的な状況、1 以下は比較的稀な静穏化を、7 以上は比較的稀な活発化をそれぞれ示唆する。

なお、地震は時間空間的に群（クラスタ：cluster）をなして起きることが多くある（「本震とその後に起きる余震」、「群発地震」などが典型的なクラスタ）ことから、地震活動の推移を見るためには、余震活動等の影響を取り除いてまとまった地震活動を 1 回の地震活動として評価している。（具体的には、相互の震央間の距離が 3 km 以内で、相互の発生時間差が 7 日以内の地震群をクラスタとして扱い、その中の最大の地震をクラスタに含まれる地震の代表とし、地震が 1 つ発生したと扱っている。）

気象庁が発表する「東海地震に関連する情報」

情報名

主な防災対応等

東海地震 予知情報

東海地震が発生するおそれがあると認められ、「警戒宣言」が発せられた場合に発表される情報

(カラーレベル 赤)

「警戒宣言」に伴って発表



- 警戒宣言が発せられると
 - 地震災害警戒本部が設置されます
 - 津波や崖崩れの危険地域からの住民避難や交通規制の実施、百貨店等の営業中止などの対策が実施されます

住民の方は、テレビ・ラジオ等の情報に注意し、東海地震の発生に十分警戒して、「警戒宣言」および自治体等の防災計画に従って行動して下さい

東海地震 注意情報

観測された現象が東海地震の前兆現象である可能性が高まった場合に発表される情報

(カラーレベル 黄)

東海地震の前兆現象である可能性が高まった場合に発表

- 東海地震に対処するため、以下のような防災の「準備行動」がとられます
 - 必要に応じ、児童・生徒の帰宅等の安全確保対策が行われます
 - 救助部隊、救急部隊、消火部隊、医療関係者等の派遣準備が行われます



住民の方は、テレビ・ラジオ等の情報に注意し、政府や自治体などからの呼びかけや、自治体等の防災計画に従って行動して下さい

東海地震 に関連する 調査情報

東海地震に関連する現象について調査が行われた場合に発表される情報

(カラーレベル 青)

臨時

観測データに通常とは異なる変化が観測された場合、その変化の原因についての調査の状況を発表

- 防災対応は特にありません
- 国や自治体等では情報収集連絡体制がとられます

住民の方は、テレビ・ラジオ等の最新の情報に注意して、平常通りお過ごしください

定例

毎月の定例の判定会で評価した調査結果を発表

- 防災対応は特にありません

日頃から、東海地震への備えをしておくことが大切です