

## 地震防災対策強化地域判定会検討結果

7月24日に気象庁において第375回地震防災対策強化地域判定会(定例)を開催し、気象庁は「最近の東海地域とその周辺の地殻活動」として次の調査結果を発表した(図2～図18)。

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

6月23日に愛知県、24日及び26日から28日にかけて長野県の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

GNS 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GNS S観測及びひずみ観測にみられていた通常とは異なる変化は、ほぼ見られなくなっています。

また、6月26日から29日にかけて、長野県及び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において発生している「長期的ゆっくりすべり」に起因すると推定しており、現在は、「長期的ゆっくりすべり」はすでに停止していると考えられます。

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、上記の深部低周波地震(微動)及びひずみ観測点で観測した地殻変動は、想定震源域より北西側の長野県のプレート境界深部において発生した「短期的ゆっくりすべり」に起因すると推定しています。

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、GNS 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。

大規模な地震から国民の生命・財産を保護することを目的として、昭和53年(1978年)12月に施行された「大規模地震対策特別措置法」では、大規模な地震の発生のおそれがあり、その地震によって大きな被害が予想されるような地域を予め「地震防災対策強化地域」(以下、「強化地域」という。)として指定し、地震予知のための観測施設の整備を強化し、予め地震防災に関する計画をたてる等、各種の措置を講ずることとしている。強化地域は平成14年(2002年)4月に見直しが行われ、現在、静岡県全域と東京都、神奈川・山梨・長野・岐阜・愛知及び三重の各県にまたがる157市町村(平成24年4月現在)が強化地域に指定されている。強化地域では、マグニチュード8クラスと想定されている大地震(東海地震)が起こった場合、震度6弱以上(一部地域では震度5強程度)になり、沿岸では大津波の来襲が予想されている。

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る。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委員の意見提供等を受け、現在の状況を取りまとめたコメント「最近の東海地域とその周辺の地殻活動」を発表している。

### [地震防災対策強化地域判定会検討結果の頁で使われる用語]

#### ・「想定震源域」と「固着域」

東海地震発生時には、「固着域」(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)あるいはその周辺の一部からゆっくりしたずれ(前兆すべり)が始まり、最終的には「想定震源域」全体が破壊すると考えられている。

#### ・「クラスタ」、「クラスタ除去」

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で、余震活動等の影響を取り除いて地震活動全体の推移を見ることを「クラスタ除去」と言う。図2の静岡県中西部の場合、相互の震央間の距離が3km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つ発生したと扱う。

#### ・「長期的ゆっくりすべり(長期的スロースリップ)」

主に浜名湖周辺下のフィリピン海プレートと陸のプレートの境界が、数年間にかけて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と考えられており、前回は2000年秋頃～2005年夏頃にかけて発生した。

#### ・「深部低周波地震(微動)」

深さ約30km～40kmで発生する、長周期の波が卓越する地震を「深部低周波地震」と言う。長野県南部～日向灘にかけては帯状につながる深部低周波地震の震央分布が見られる。深部低周波微動は、現象的には深部低周波地震と同じであるが、解析手法に違いがあるため、深部低周波地震が観測されない場合にも観測されることがある。

#### ・「短期的ゆっくりすべり(短期的スロースリップ)」

「短期的ゆっくりすべり」は、深部低周波地震(微動)の発生領域とほぼ同じ領域でのフィリピン海プレートと陸のプレートの境界のすべりと考えられている。数日～1週間程度継続する「短期的ゆっくりすべり(短期的スロースリップ)」が観測されるときは、ほぼ同時に深部低周波地震(微動)活動が観測されることが多い。

なお、地震活動および地殻活動の解析にはHirose et al. (2008)\*によるフィリピン海プレートと陸のプレートの境界データを使用している。

\*Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa (2008), 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.

# 東海地域の地震活動指数

（参考）

（クラスタを除いた地震回数による） 2017 年 7 月 18 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
					全域	西側	東側	
短期活動指数	4	2	4	4	3	4	4	5
短期地震回数 (平均)	5 (5.29)	3 (7.00)	12 (13.16)	15 (14.15)	2 (3.72)	1 (1.43)	1 (2.28)	8 (6.06)
中期活動指数	4	4	4	3	2	4	3	5
中期地震回数 (平均)	17 (15.87)	19 (21.00)	39 (39.48)	37 (42.44)	4 (7.44)	2 (2.87)	2 (4.57)	15 (12.12)

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： おおむね長期的スロースリップ（ゆっくり滑り）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）、駿河湾：1991年－2000年（10年間）、

浜名湖周辺：1997年－2000年 および 2006年－2012年（11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）。

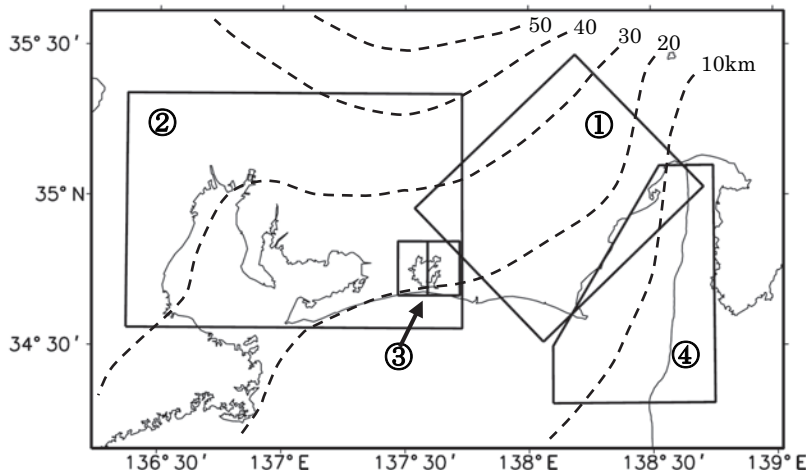
② 愛知県：フィリピン海プレートが沈み込んでいく先の領域。

③ 浜名湖周辺：固着域の縁。長期的スロースリップ（ゆっくり滑り）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。

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た場合での活動指数についても求めた（次ページ）。



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	

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

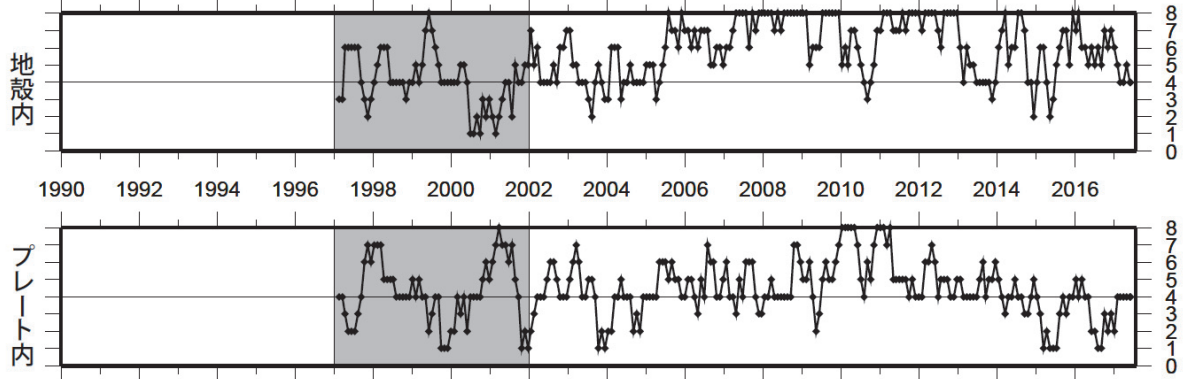
図2 東海地域の地震活動指数

気象庁作成

## 地震活動指数の推移（中期活動指数）

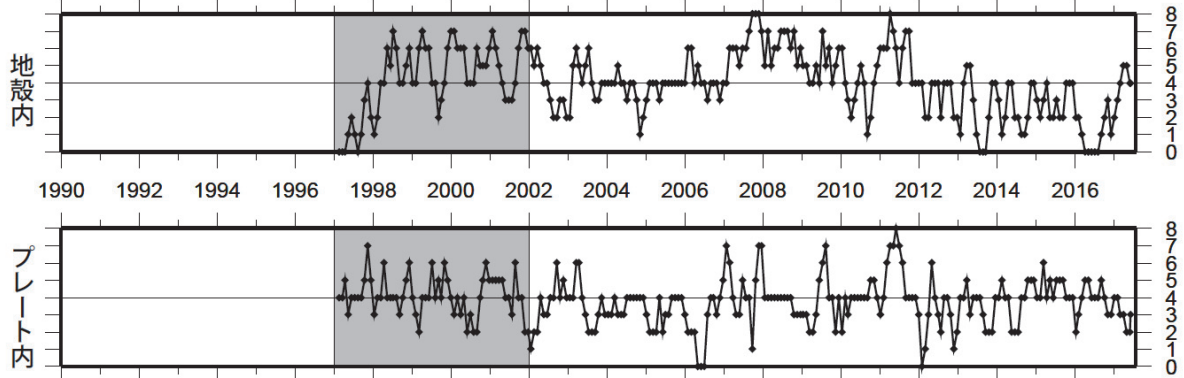
① 静岡県中西部（対象期間：90日）

1997/1/1~2017/7/18 M $\geq$ 1.1



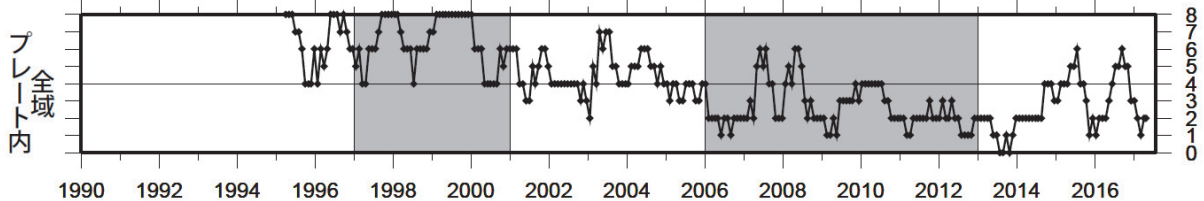
② 愛知県（対象期間：90日）

1997/1/1~2017/7/18 M $\geq$ 1.1



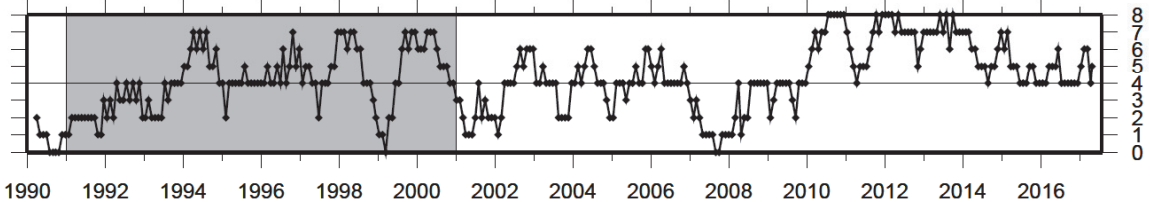
③ 浜名湖周辺（対象期間：180日）

1995/1/1~2017/7/18 M $\geq$ 1.1



④ 駿河湾（対象期間：180日）

1990/1/1~2017/7/18 M $\geq$ 1.4



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

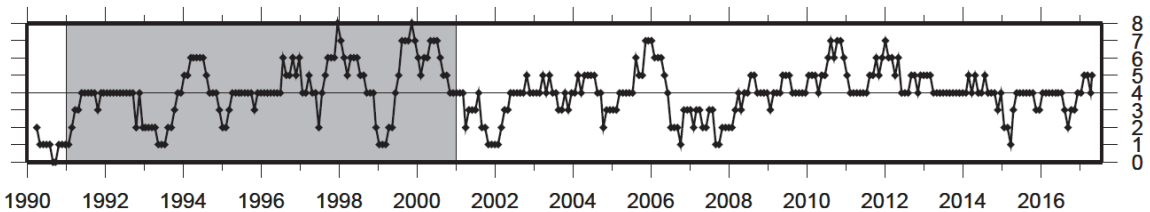


図3 東海地域の地震活動指数の推移

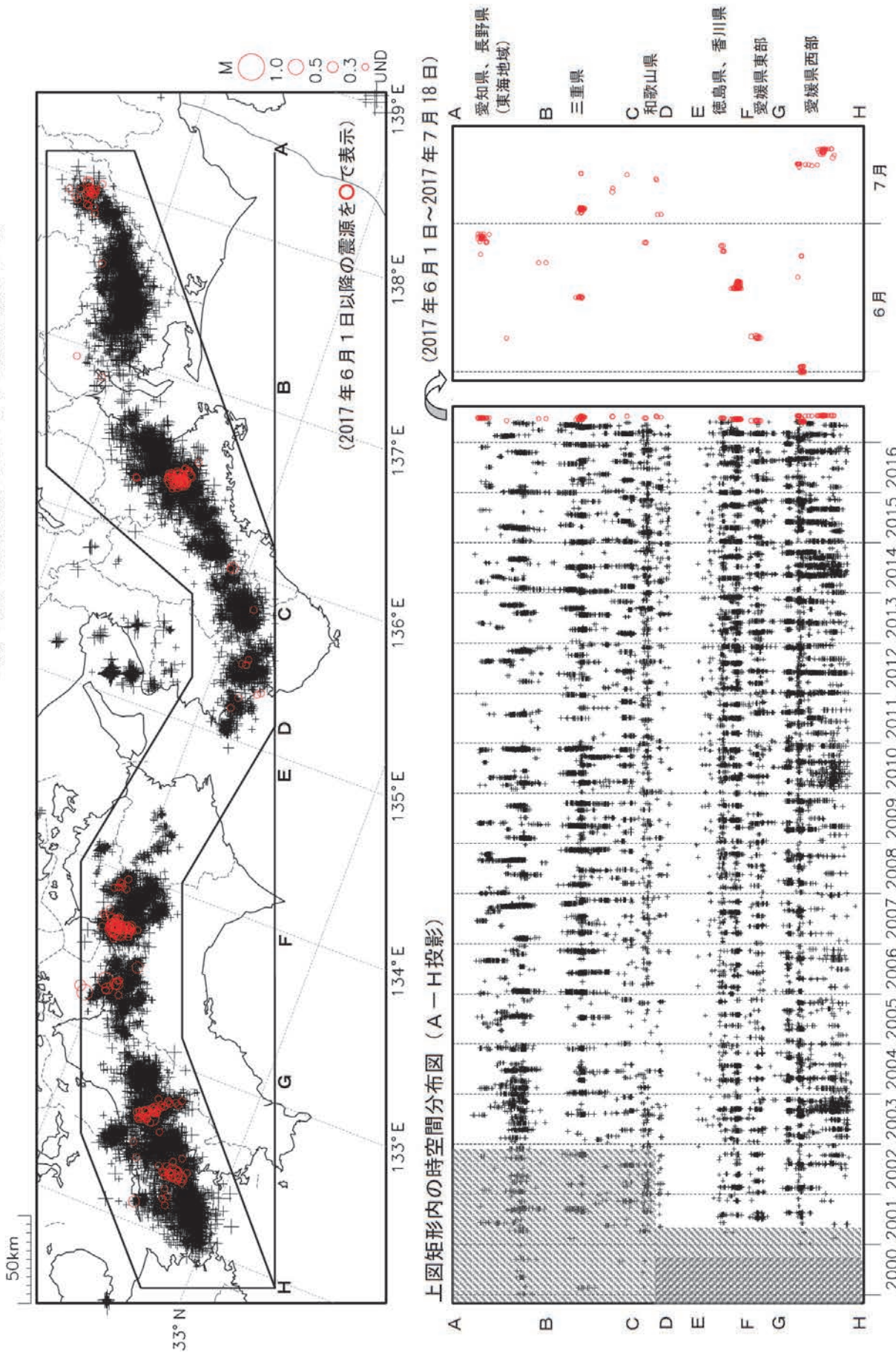
■：基準期間

／：地震活動指数（0－8）



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。

深部低周波地震活動（2000年1月1日～2017年7月18日）



気象庁作成

図4 深部低周波地震活動（2000年1月1日～2017年7月18日）

# 長野県南部の深部低周波地震（微動）活動と短期的ゆっくりすべり

2017年6月24日及び6月27日から28日にかけて、長野県南部を震央とする深部低周波地震(微動)を観測した。これに同期して、東海地方に設置されている複数のひずみ観測点で地殻変動を観測した。これらの現象は、「短期的ゆっくりすべり」に起因すると考えられる。

この領域では、2016年11月下旬から12月上旬にも同様の現象を観測している。  
 なお、2017年6月23日に愛知県を震央とする深部低周波地震(微動)を観測した。

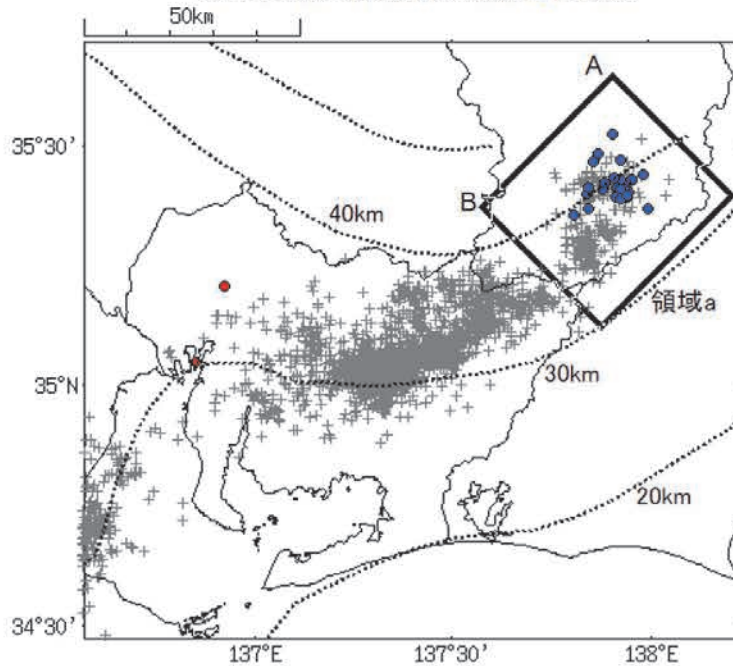
## 深部低周波地震（微動）活動

震央分布図

(2010年1月1日～2017年7月18日、深さ0～60km, Mすべて)

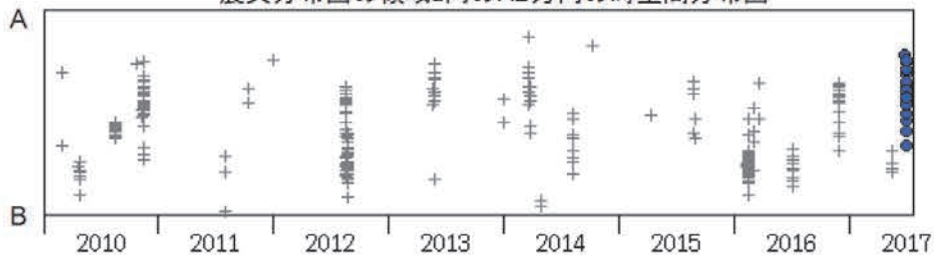
2017年6月23日の地震を●で表示

2017年6月24日以降の地震を●で表示

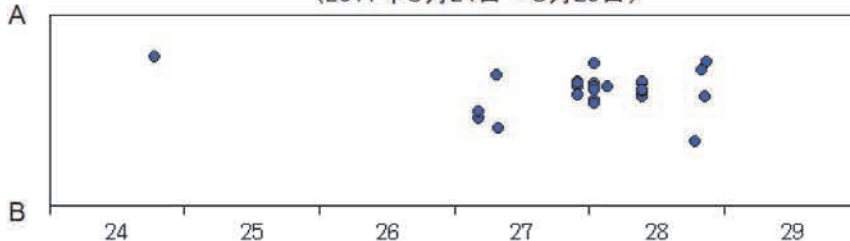


震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

### 震央分布図の領域a内のAB方向の時空間分布図



(2017年6月24日～6月29日)



気象庁作成

図5 長野県南部の深部低周波地震（微動）活動



# 紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況 (2017 年 6 ~ 7 月)



防災科学技術研究所

● 顕著な活動は、とくにみられなかった。

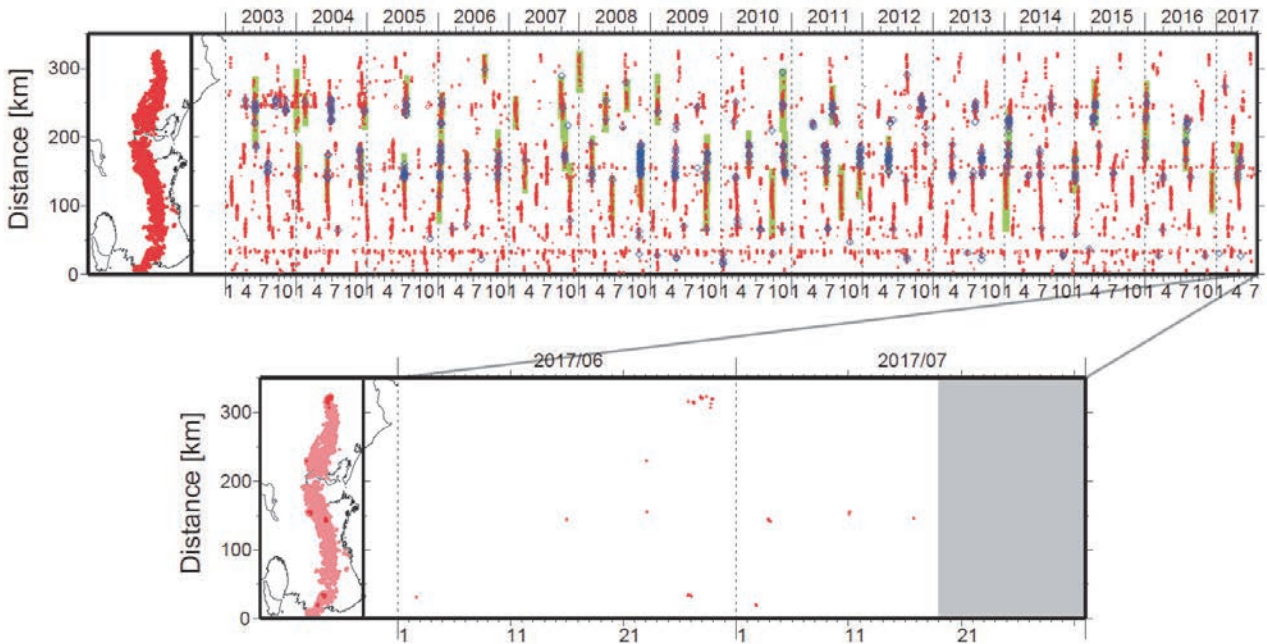


図 1. 紀伊半島・東海地域における 2003 年 1 月～2017 年 7 月 18 日までの深部低周波微動の時空間分布(上図)。赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) によって 1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である。青菱形は周期 20 秒に卓越する超低周波地震 (Ito et al., 2007) である。黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント (SSE) を示す。下図は 2017 年 6 ~ 7 月の拡大図である。6 月後半以降の期間について、顕著な活動はとくにみられなかったものの、6 月 26 ~ 28 日頃に長野県南部において小規模な活動がみられた。また、6 月 26 ~ 27 日頃には和歌山県中部において、7 月 3 ~ 4 日頃には三重県中部において、それぞれごく小規模な活動がみられた。

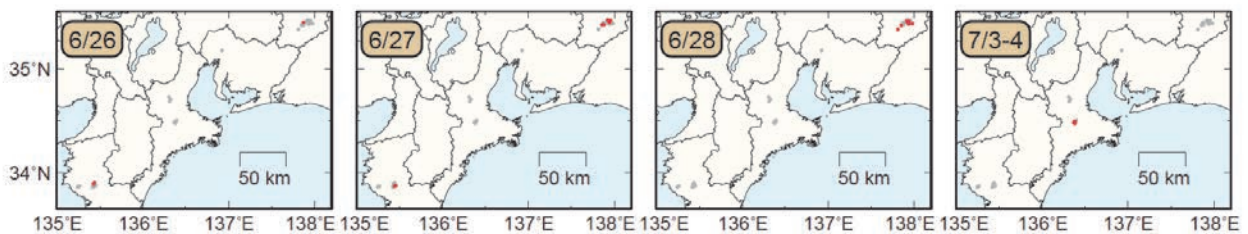
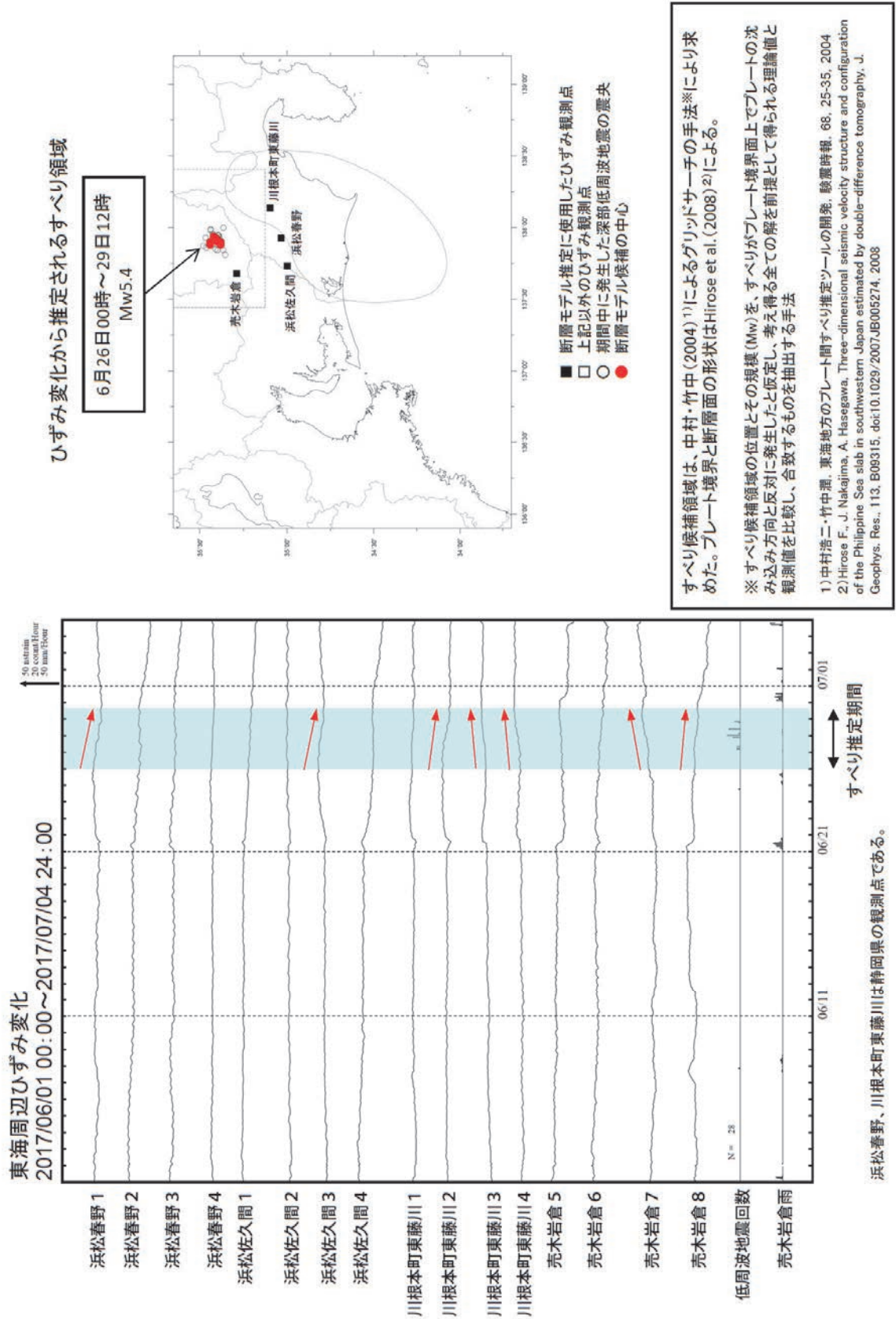


図 2. 各期間に発生した微動分布 (赤丸)。灰丸は、図 1 の拡大図で示した期間における微動分布を示す。

防災科学技術研究所資料

図 6 紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況

# ひずみ変化を説明しうる断層モデル候補



気象庁作成

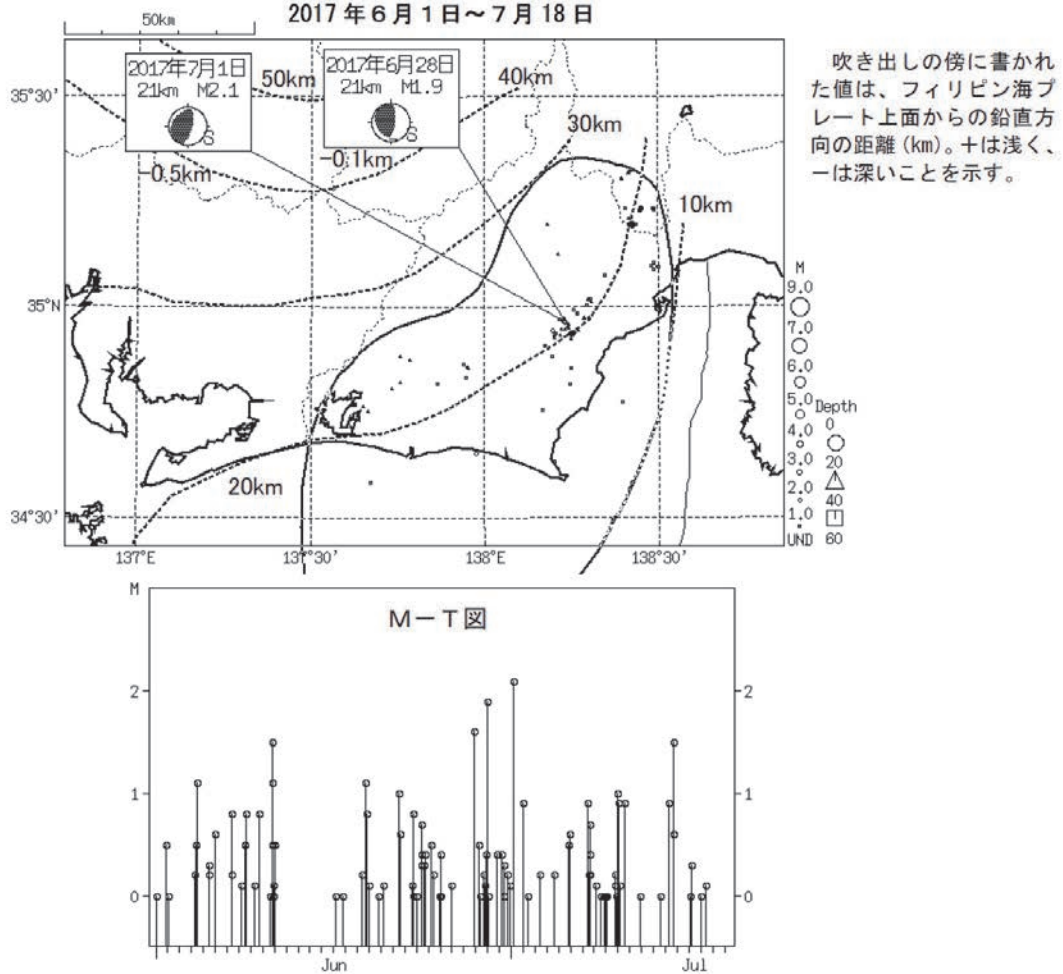
図7 ひずみ変化を説明しうる断層モデル候補



## プレート境界とその周辺の地震活動(最近の活動状況)

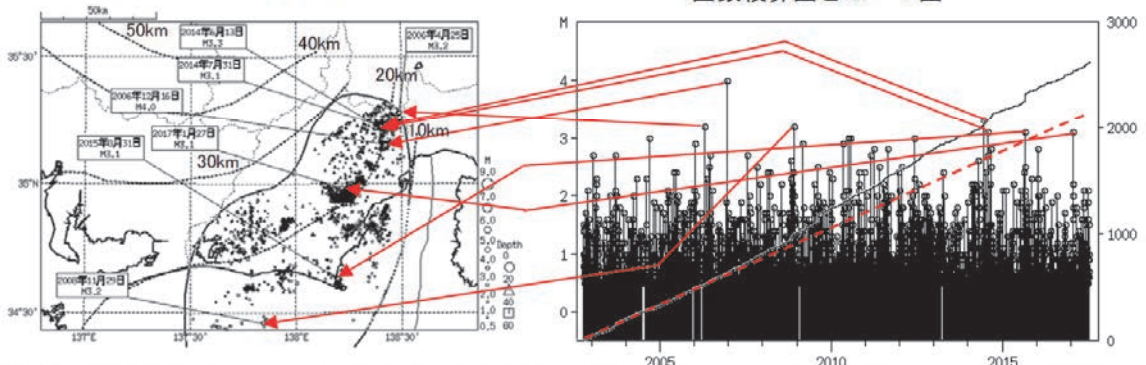
(Hirose et al. (2008)によるフィリピン海プレート上面深さの±3kmの地震を抽出)

プレート境界とその周辺の地震の震央分布(最近約1ヶ月半、Mすべて)



プレート境界とその周辺の地震の震央分布  
(2002年10月1日~2017年7月18日、M≥0.5)

回数積算図とM-T図



2002年10月以降(M≥0.5)で見ると、東海地域のプレート境界とその周辺の地震活動は、2007年中頃あたりからやや活発に見える。なお、2009年8月11日以降は、駿河湾の地震(M6.5)の余震活動の一部を抽出している。M3を超える地震については、その震央を矢印で示しているが、これらの地震の発震機構解のうち、想定東海地震のものと類似の型に相当したものは2017年1月27日の地震である。

※震央分布図中の点線は、Hirose et al. (2008)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

気象庁作成

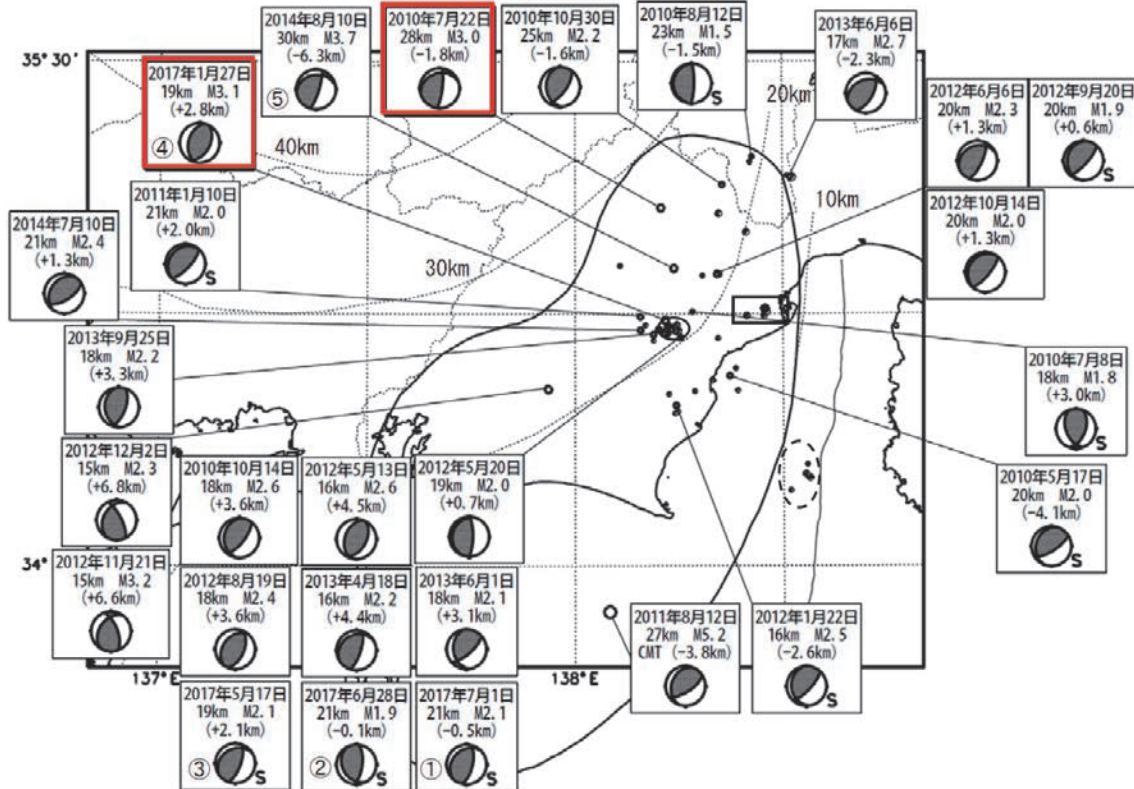
図8 プレート境界とその周辺の地震活動(最近の活動状況)



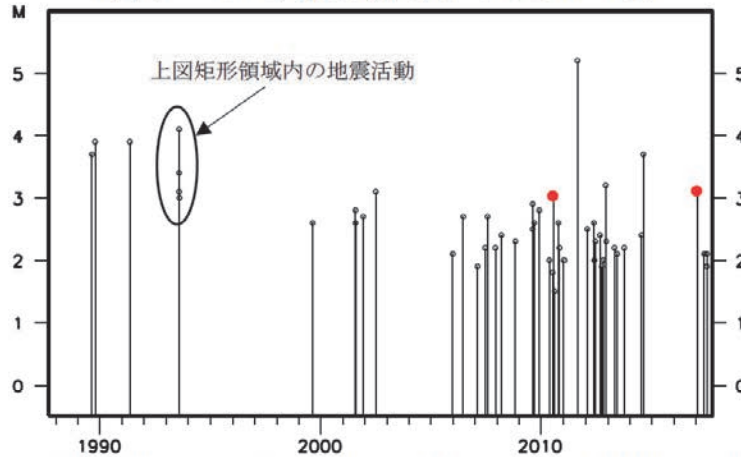
### 想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震

1987 年 9 月 1 日～2017 年 7 月 18 日

(2010 年 1 月以降の地震に吹き出しを付けている)



上図イベントの、想定震源域内におけるM-T図



想定震源域内で発生した地震のうち、2010 年 1 月以降に発生した M3.0 以上かつプレート境界からの鉛直方向の距離が±3km 以内の地震の枠を赤く表示

吹き出し内に ( ) で記載した値は、Hirose et al. (2008) によるプレート境界からの鉛直方向の距離。+はプレート境界より浅く、-は深いことを示す。

震央分布図中の点線は、Hirose et al. (2008) によるプレート境界を示す。

最近発生した5つの地震については、丸数字で順番を示す。

想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震を抽出した。抽出条件は、P軸の傾斜角が45度以下、かつP軸の方位角が65度以上145度以下、かつT軸の傾斜角が45度以上、かつN軸の傾斜角が30度以下とした。

プレート境界で発生したと疑われる地震の他、明らかに地殻内またはフィリピン海プレート内で発生したと推定される地震も含まれている。点線楕円で囲まれた地震は、2011年8月1日に発生したM6.2の地震の余震で、フィリピン海プレート内の地震である。

なお、吹き出し図中、震源球右下隣りにSの表示があるものは、発震機構解に十分な精度がない。

気象庁作成

図9 想定東海地震の発震機構解と類似の型の地震

## ひずみ日値の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

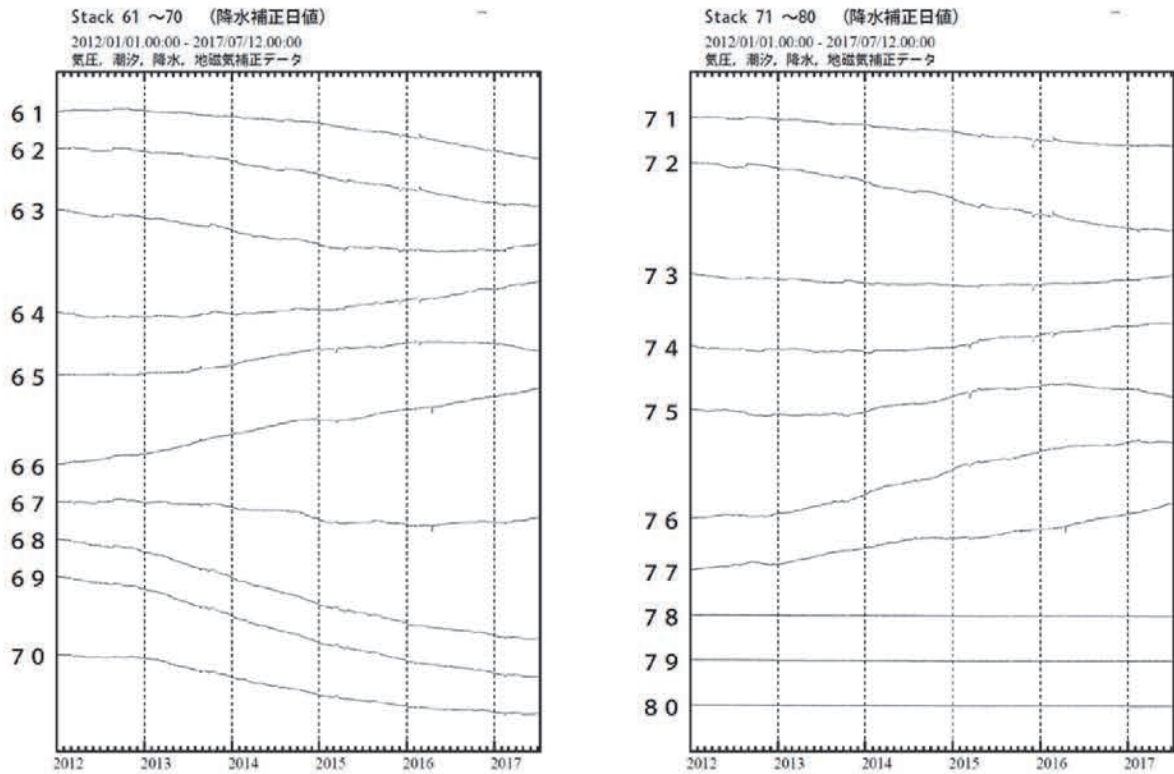


図 1：日値スタッキング波形。番号は監視グリッド（図 2 参照）を示す。

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

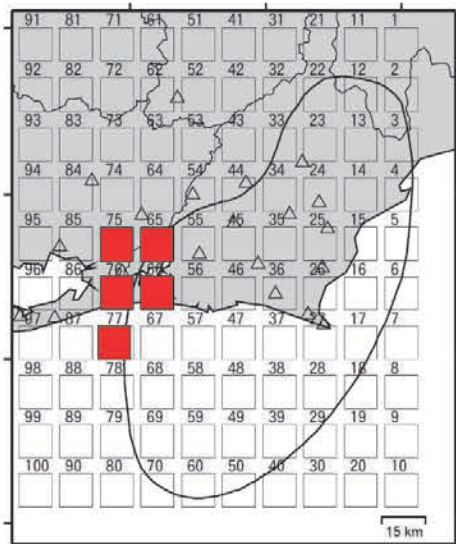


図 2：グリッド配置およびすべり位置

□ スタッキンググリッド

(参考) 宮岡・横田, 地震 2, 65, 205-218, 2012.  
 宮岡・木村, 験震時報, 79, 15-23, 2016.

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

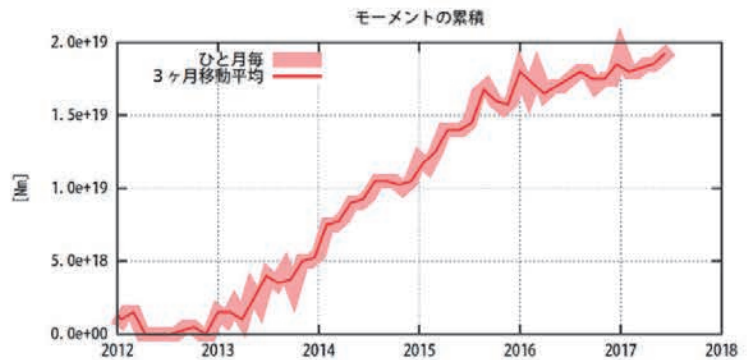


図 3：グリッドサーチで求めたモーメント解放量

気象庁・気象研究所作成

図 10 ひずみ日値の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

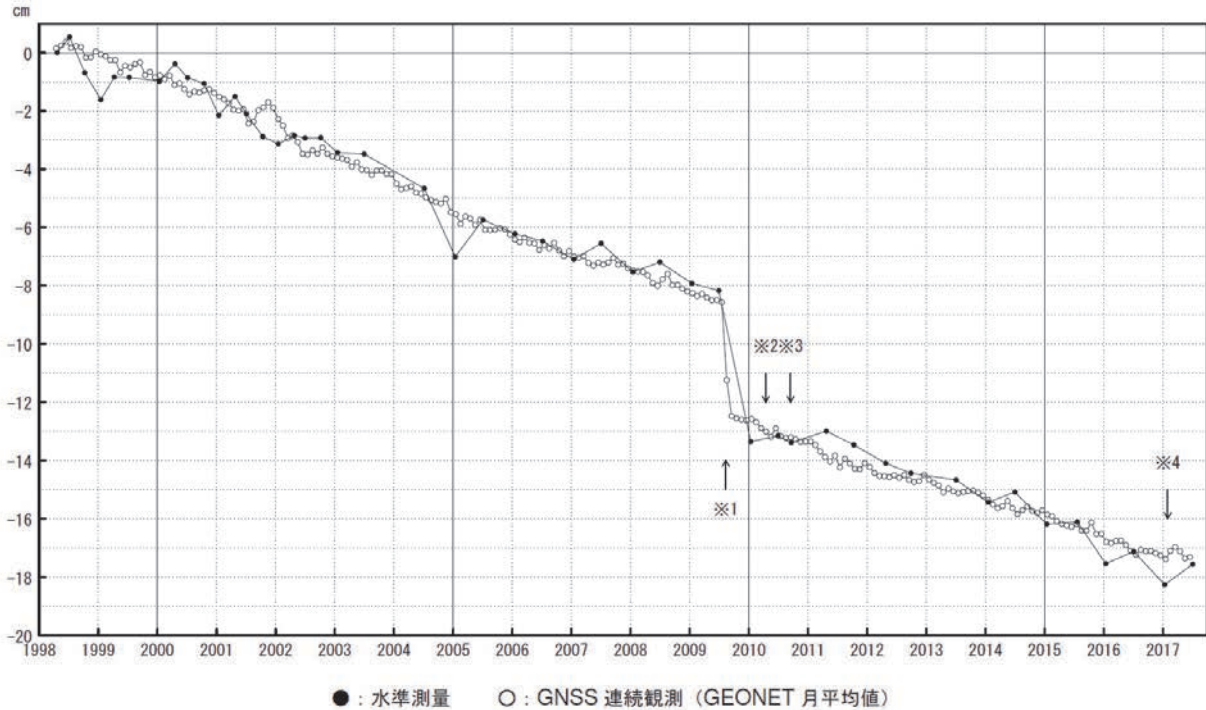


## 御前崎 電子基準点の上下変動

### 水準測量と GNSS 連続観測

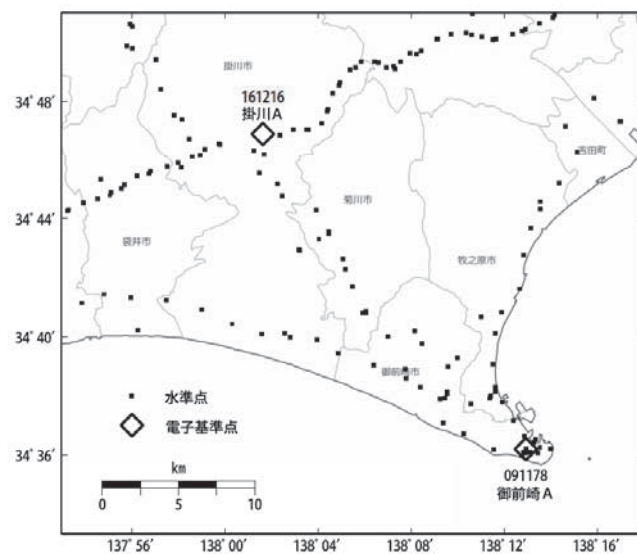
掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。

掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



・ 最新のプロット点は 06/01~06/30 の平均。

- ※ 1 電子基準点「御前崎」は 2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震 (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。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。
- ※ 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 月から表示している。
- ※ 4 2017 年 1 月 30 日以降は、電子基準点「掛川」は移転し、電子基準点「掛川 A」とした。上記グラフは電子基準点「掛川」と電子基準点「掛川 A」のデータを接続して表示している。



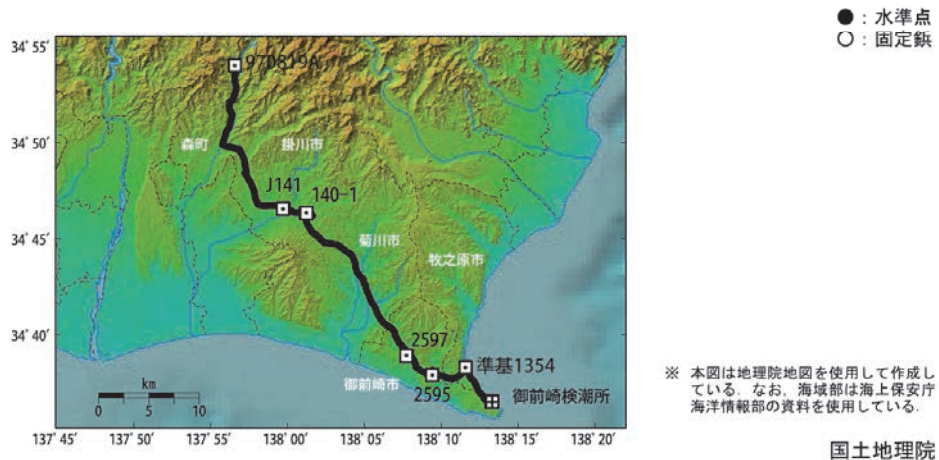
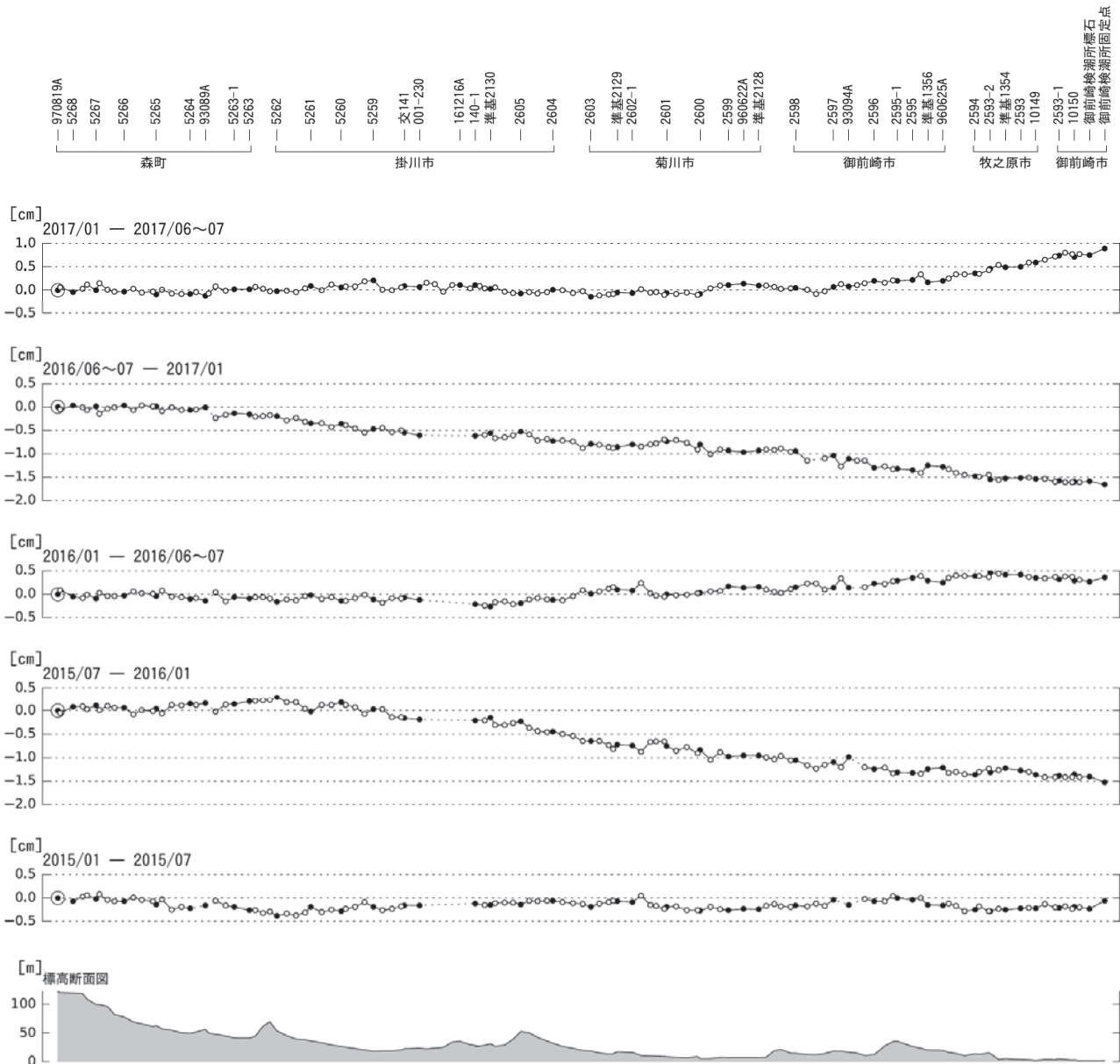
国土地理院

図 11 国土地理院 GNSS 観測結果及び水準測量による御前崎の上下変動

掛川から見た御前崎の上下変動を示したものである。掛川に対して御前崎が沈降するという長期的な傾向に変化は見られない。

### 森～掛川～御前崎間の上下変動

傾向に変化は見られない。



※ 本図は地理院地図を使用して作成している。なお、海域部は海上保安庁海洋情報部の資料を使用している。

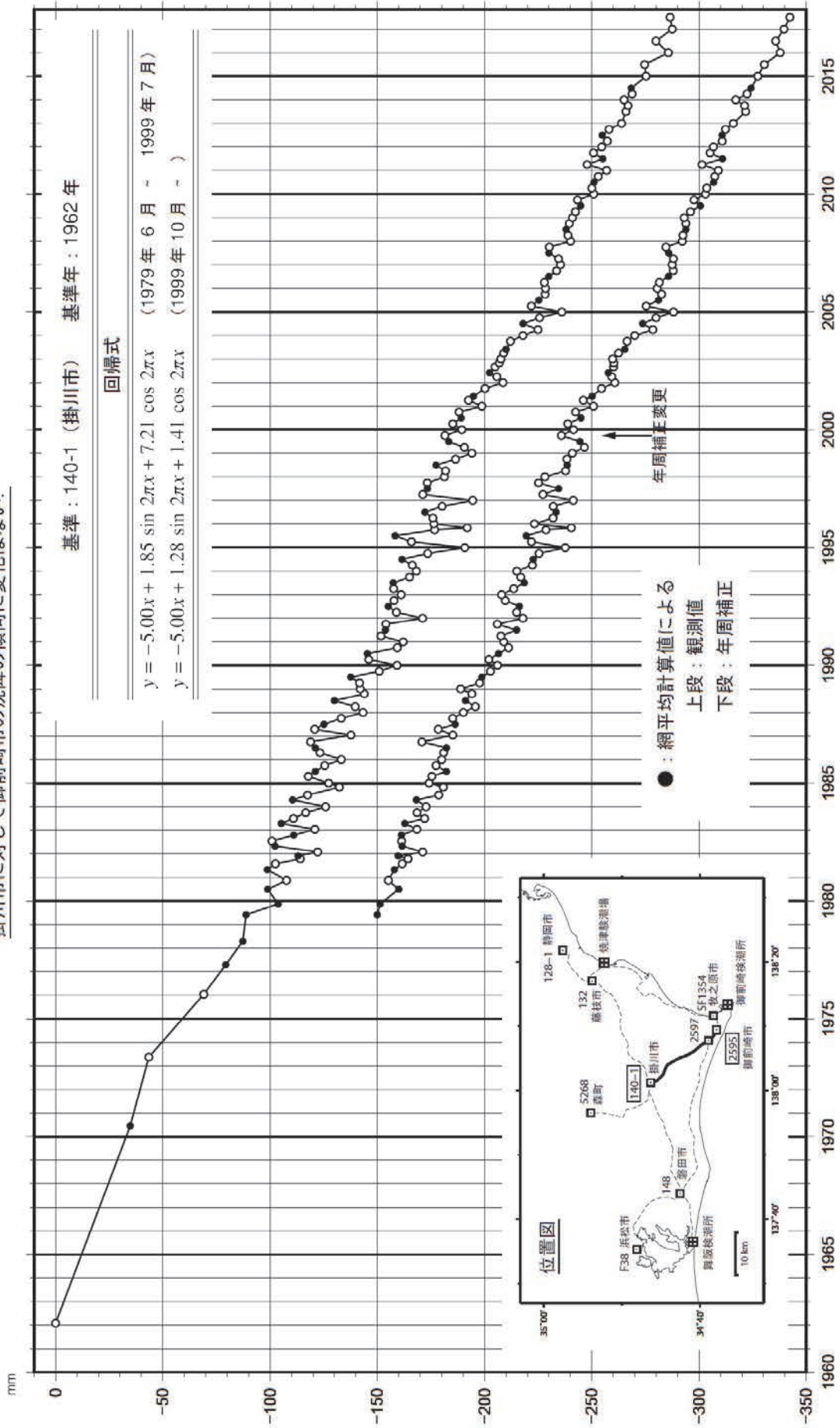
国土地理院

図 12 森～掛川～御前崎間の上下変動



### 水準点 2595（御前崎市）の経年変化

掛川市に対して御前崎市の沈降の傾向に変化はない。



国土地理院

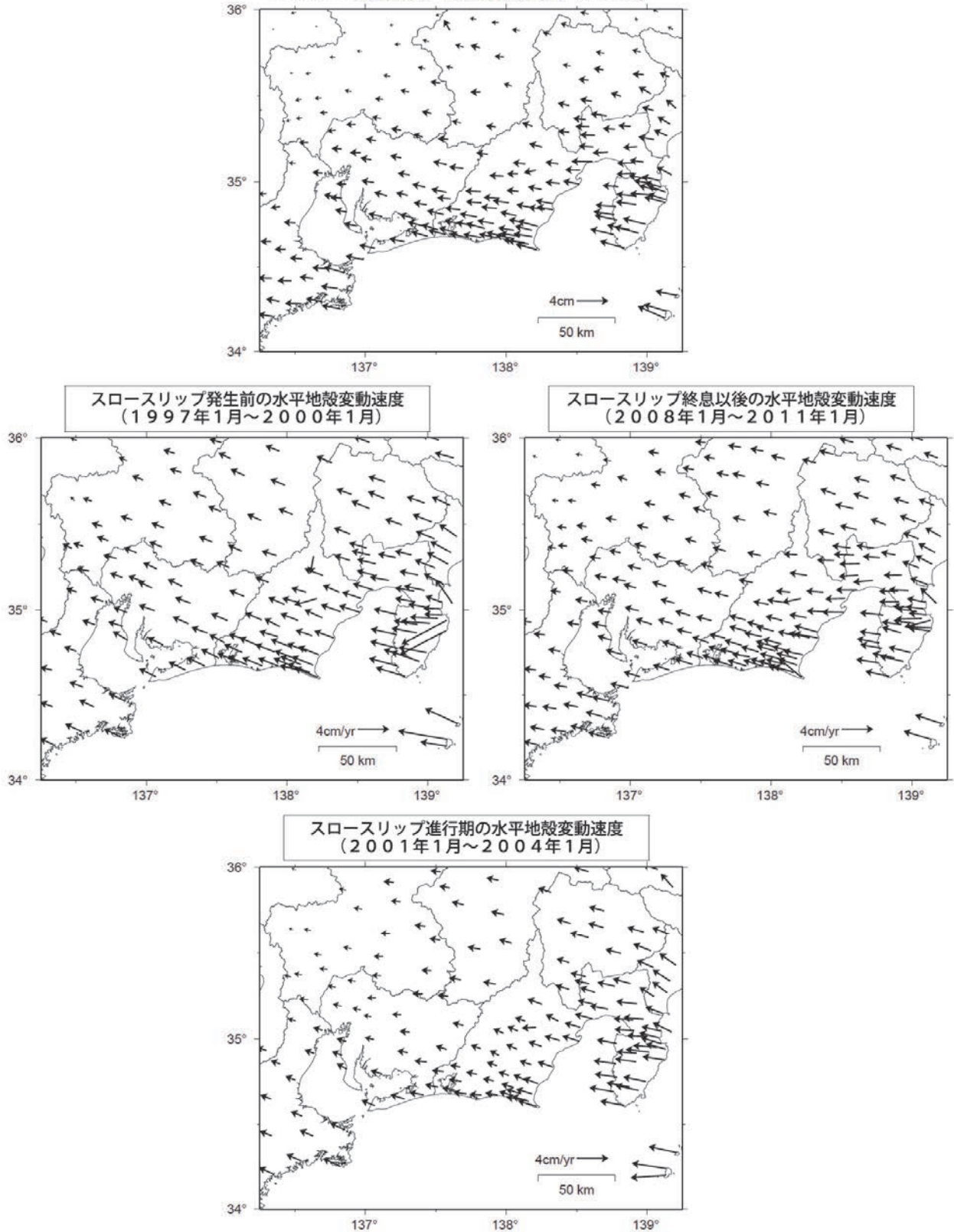
図 13 水準点 2595（御前崎市）の経年変化

## 東海地方の水平地殻変動【固定局：三隅】

（ 2016 年 7 月～ 2017 年 7 月）

基準期間：2016/7/8 - 2016/7/15 [F3：最終解]

比較期間：2017/7/8 - 2017/7/15 [R3：速報解]



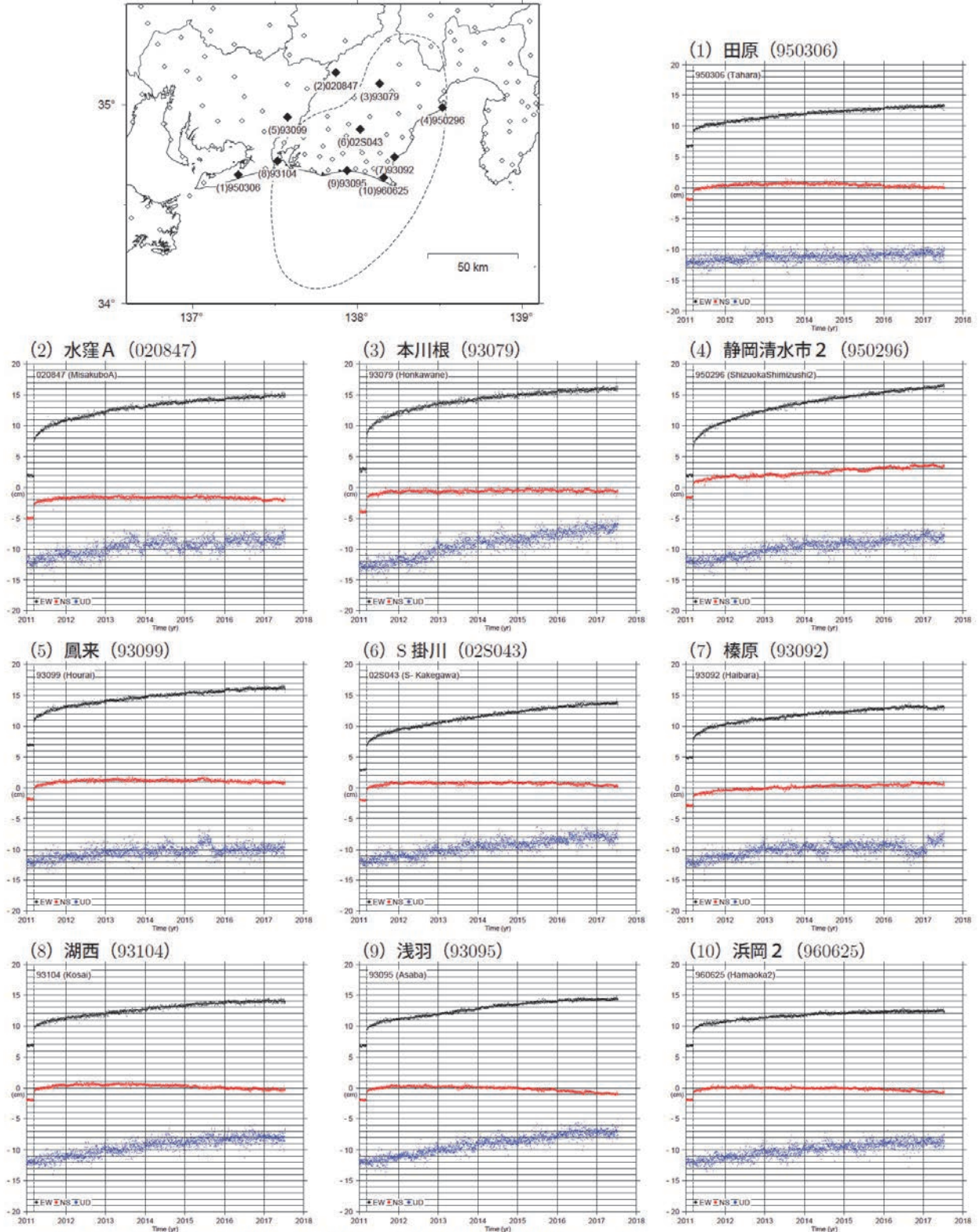
国土地理院

図 14 国土地理院 GNSS 観測結果による、東海地方の水平地殻変動



### 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 - 2017/7/15



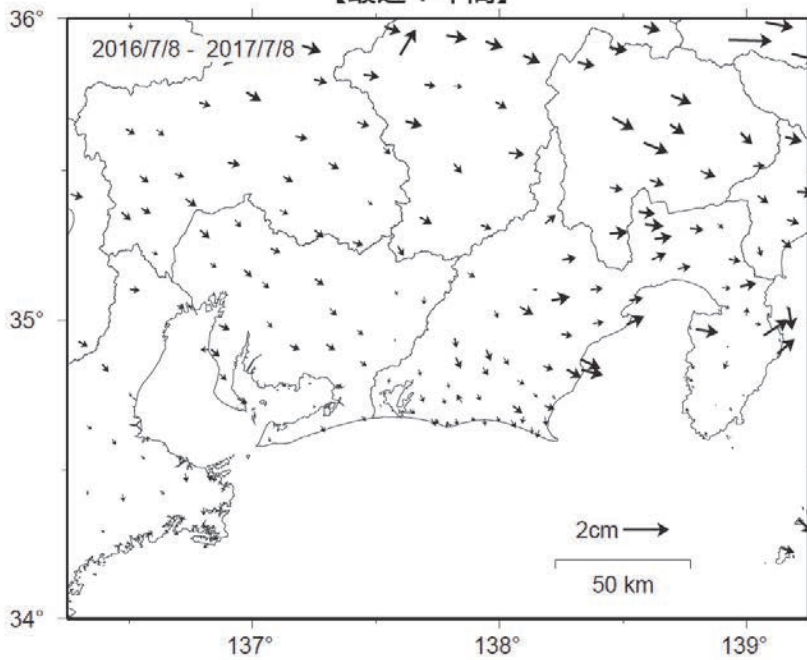
- ・ 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による地殻変動の影響は取り除いていない。
- ・ 2008 年 1 月 1 日～2011 年 1 月 1 日のデータから平均変動速度、年周/半年周成分を推定して、元の時系列データから除去している。
- ・ 2016 年 4 月に発生した熊本地震による固定局三隅の地殻変動は補正している。

国土地理院

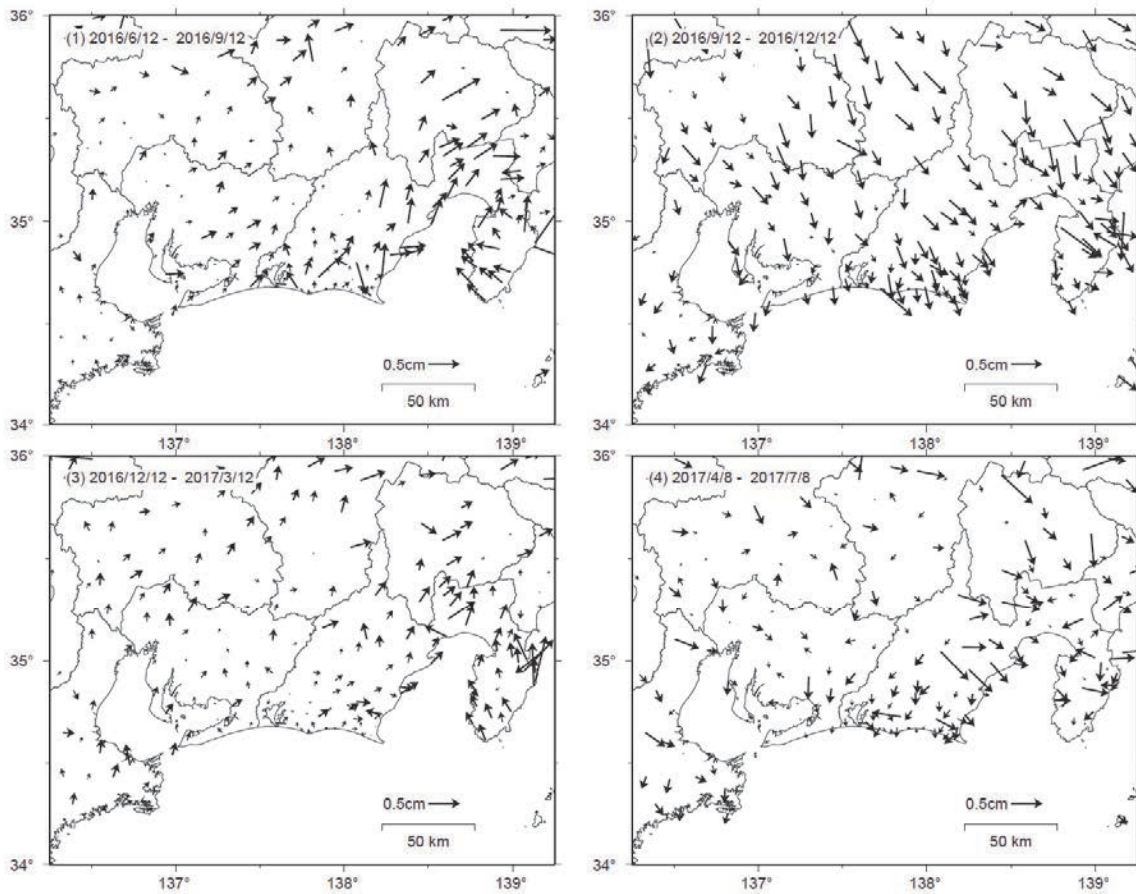
図 15 国土地理院 GNSS 観測結果による、東海地方の非定常地殻変動時系列

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」による余効変動が、小さくなりつつあるが、東海地方においてもみられている。

東海地方の非定常水平地殻変動【固定局：三隅】  
（2016 年 7 月～2017 年 7 月）  
【最近 1 年間】



【最近 1 年間 3 ヶ月ごと】



・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：

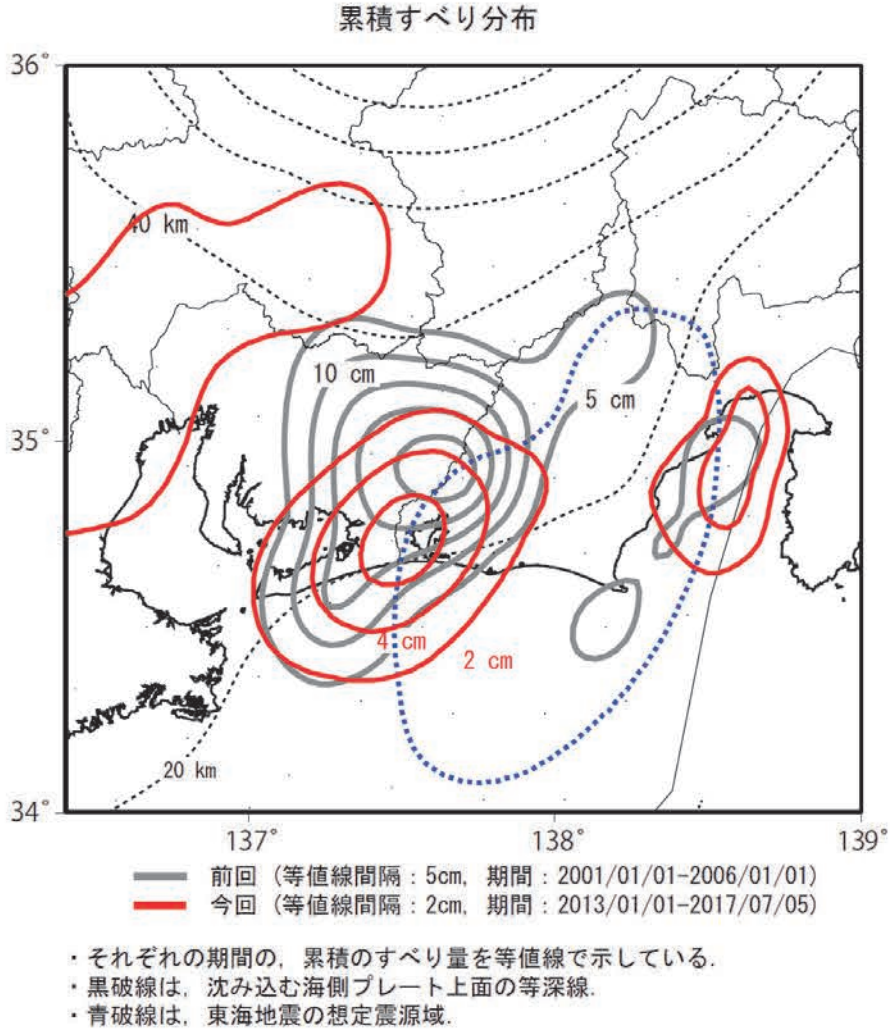
2008 年 1 月～2011 年 1 月のデータから平均変動速度、年周/半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

図 16 国土地理院 GNSS 観測結果による、東海地方の非定常水平地殻変動

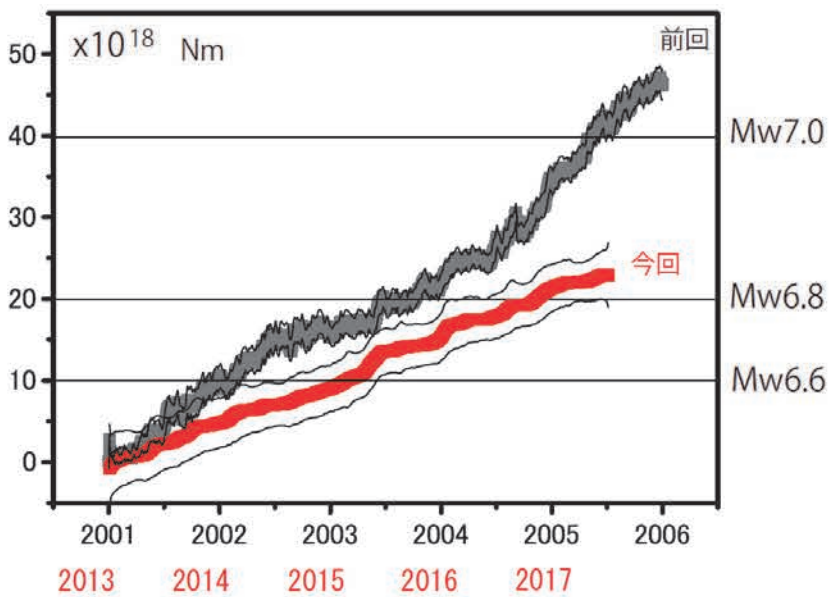
国土地理院



非定常地殻変動から推定される累積すべり分布及びモーメントの時間変化（暫定）



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。

図 17 国土地理院 GNSS 観測結果による、長期的ゆっくりすべりの発生を示唆する非定常地殻変動から推定される累積すべり分布及びモーメントの時間変化の比較

### 浜名湖周辺のモーメントの時間変化

浜名湖周辺（下図黒線枠内）のモーメント増加は2016年12月以降は停滞している。

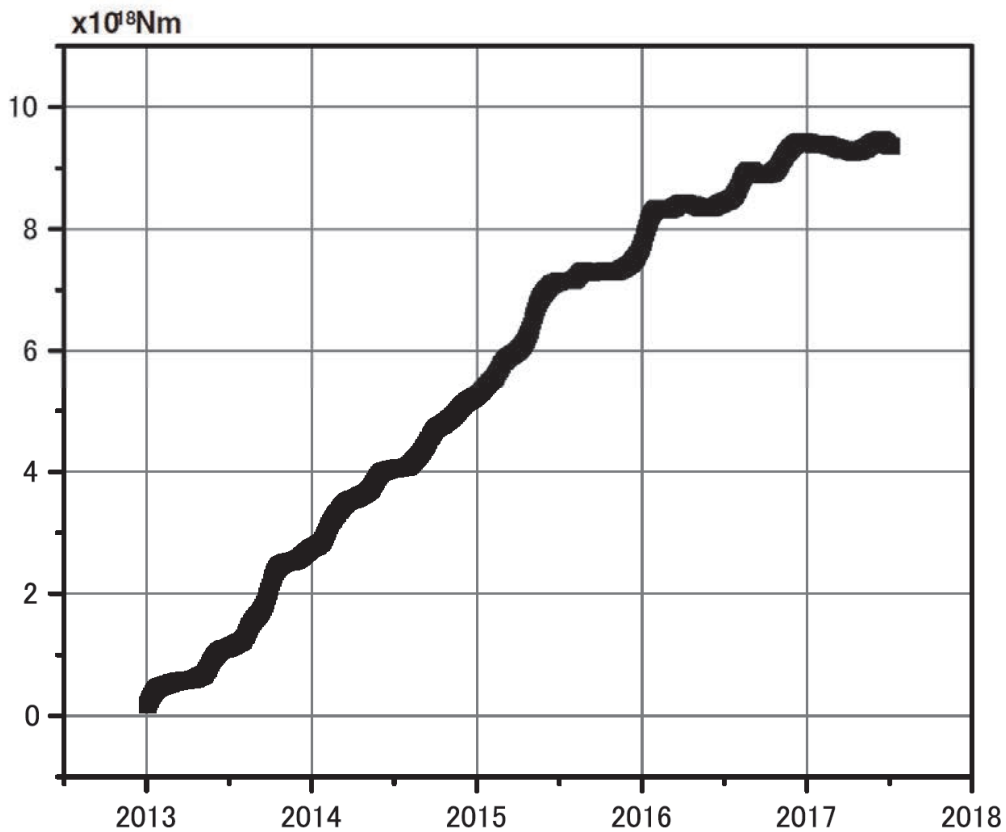
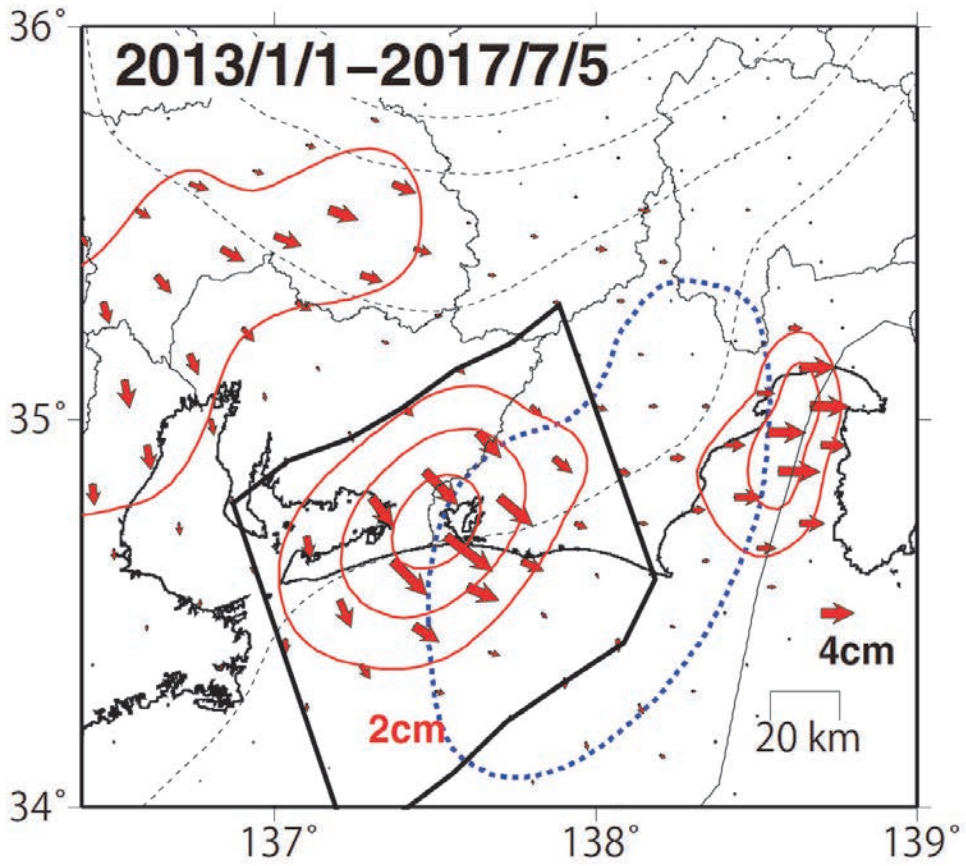


図 18 非定常地殻変動から推定される累積すべり分布及びモーメントの時間変化  
(浜名湖周辺のモーメントの時間変化)

国土地理院