

平成30年11月30日

# 第221回 地震予知連絡会

## 記者会見資料

事務局：国土地理院



# 地殻活動モニタリングに 関する検討

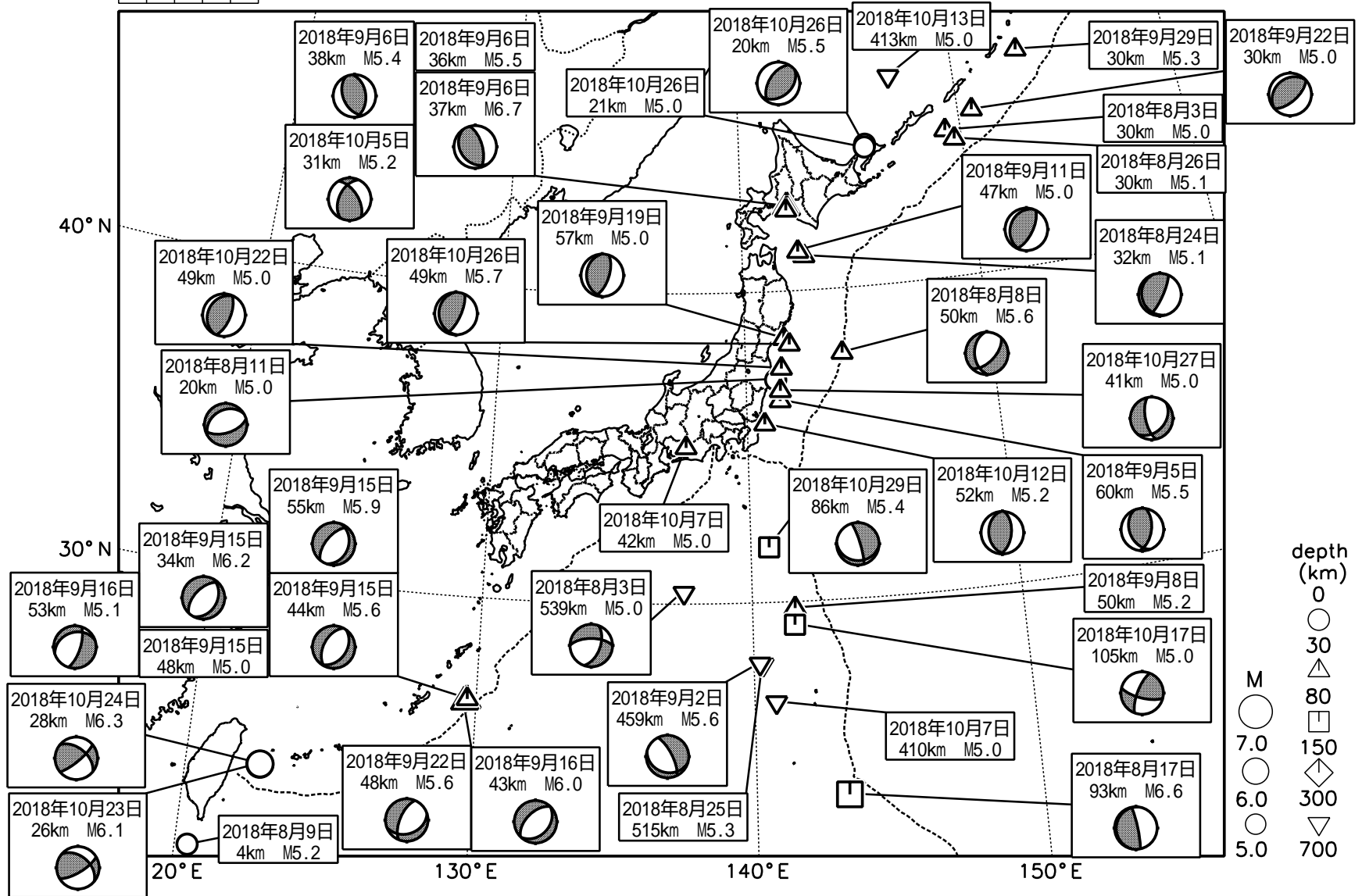


# 日本とその周辺の地震活動（2018年8月～10月、M 5.0）

2018 08 01 00:00 -- 2018 10 31 24:00

N=40

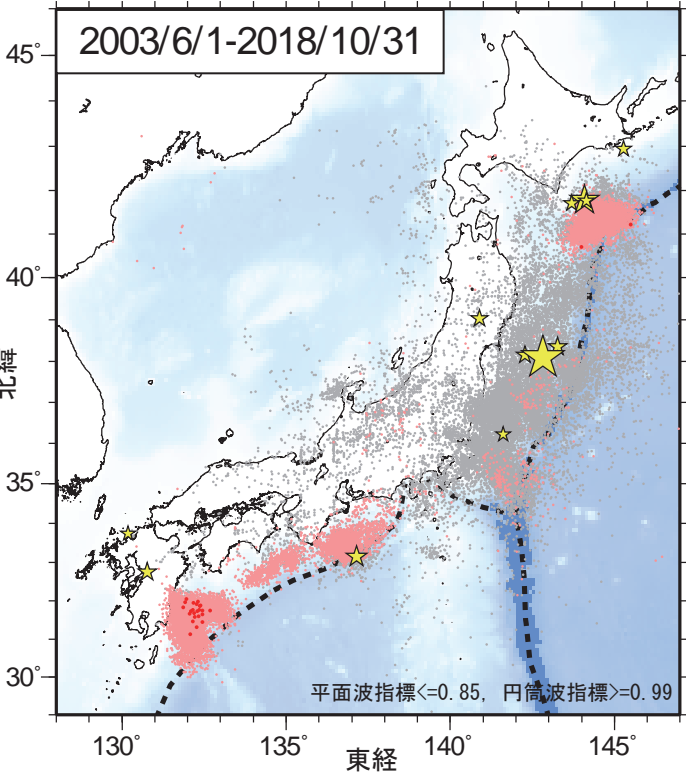
500km



発震機構は気象庁によるCMT解

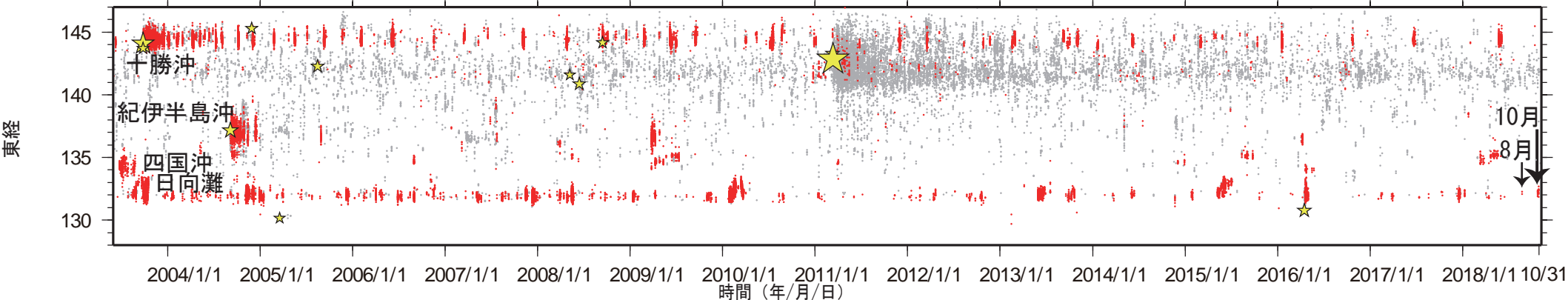
気象庁作成

# 日本周辺における浅部超低周波地震活動 (2018年8月~10月)



● 期間内には、顕著な活動ではないものの、  
 10月下旬に日向灘で超低周波地震活動が検出された。  
 8月下旬にも日向灘で超低周波地震が検出された。

第1図. 2003年6月1日から2018年10月31日までの期間にアレイ解析によって検出されたイベントの震央分布. 検出イベントを防災科研 Hi-net の手動, または自動検測震源と照合し, 対応する地震が見出されたイベントを灰色で, それ以外を桃色 (2018年7月31日以前), および赤色 (8月1日以降) の点でそれぞれ示す. これらは主として周期 10 秒以上に卓越する超低周波地震を表すが, 東北地方太平洋沖地震の発生以降は, 除去しきれない通常の地震を多数含む. 期間内に発生した M7 以上の地震の震央を黄色星印で併せて示す (ただし, 2011年3月11日~2015年は東北地方太平洋沖地震の本震のみ).



第2図. 2003年6月1日から2018年10月31日までの期間に検出されたイベントの時空間分布. 検出されたイベントを防災科研 Hi-net 手動, または自動検測震源と照合し, 対応する地震が見出されたイベントを灰色で, それ以外を赤色の点でそれぞれ示す. その他は第1図に同じ.

# GNSS 連続観測から推定した日本列島のひずみ変化

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるひずみが見られる。

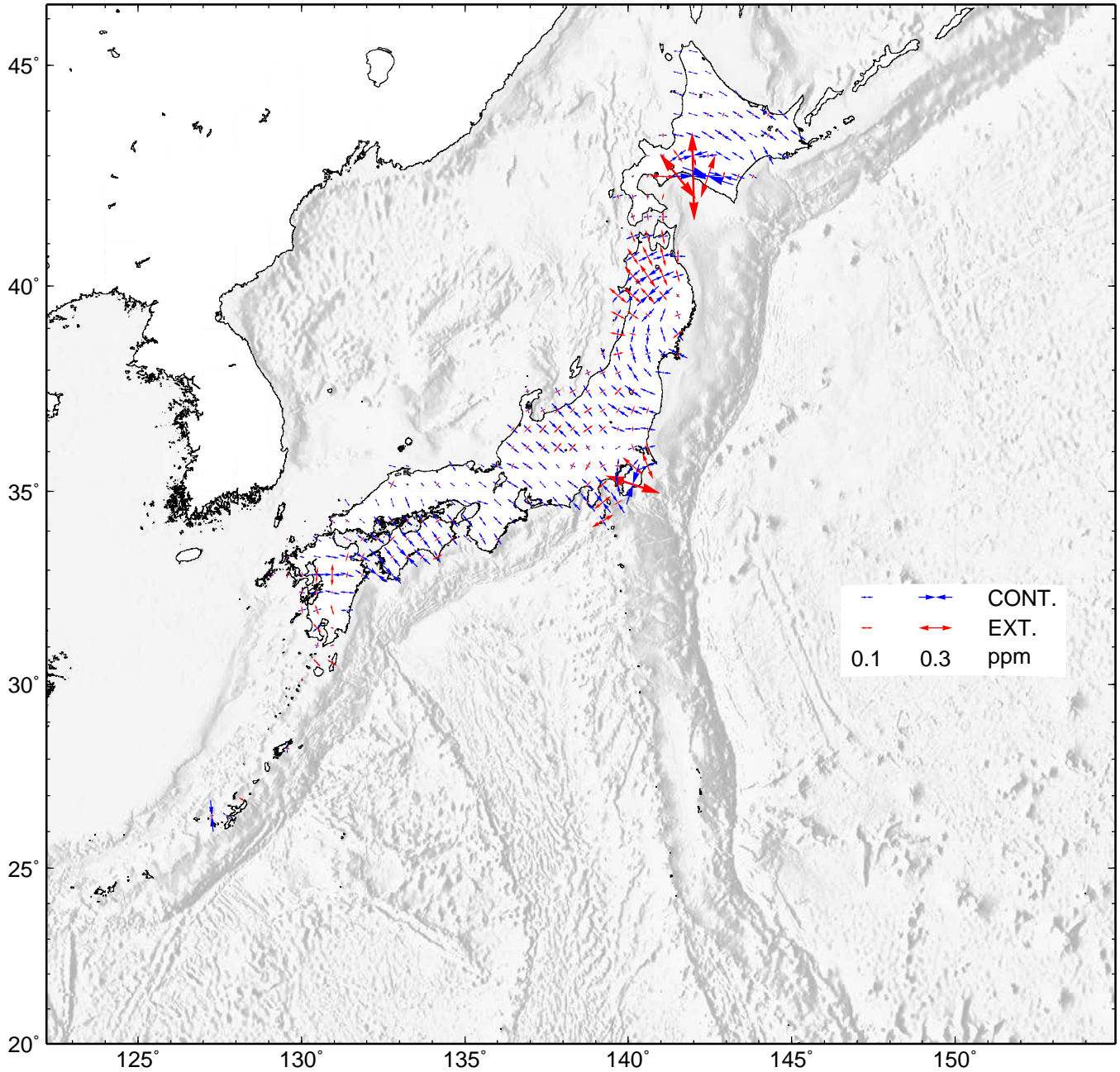
2016年4月の熊本地震の余効変動の影響によるひずみが見られる。

2018年6月上旬頃から房総半島で始まったプレート間のゆっくりすべり（スロースリップ）現象の影響によるひずみが見られる。

2018年9月6日の北海道胆振東部地震の影響によるひずみが見られる。

基準期間：2017/10/20 – 2017/11/03 [F3：最終解]

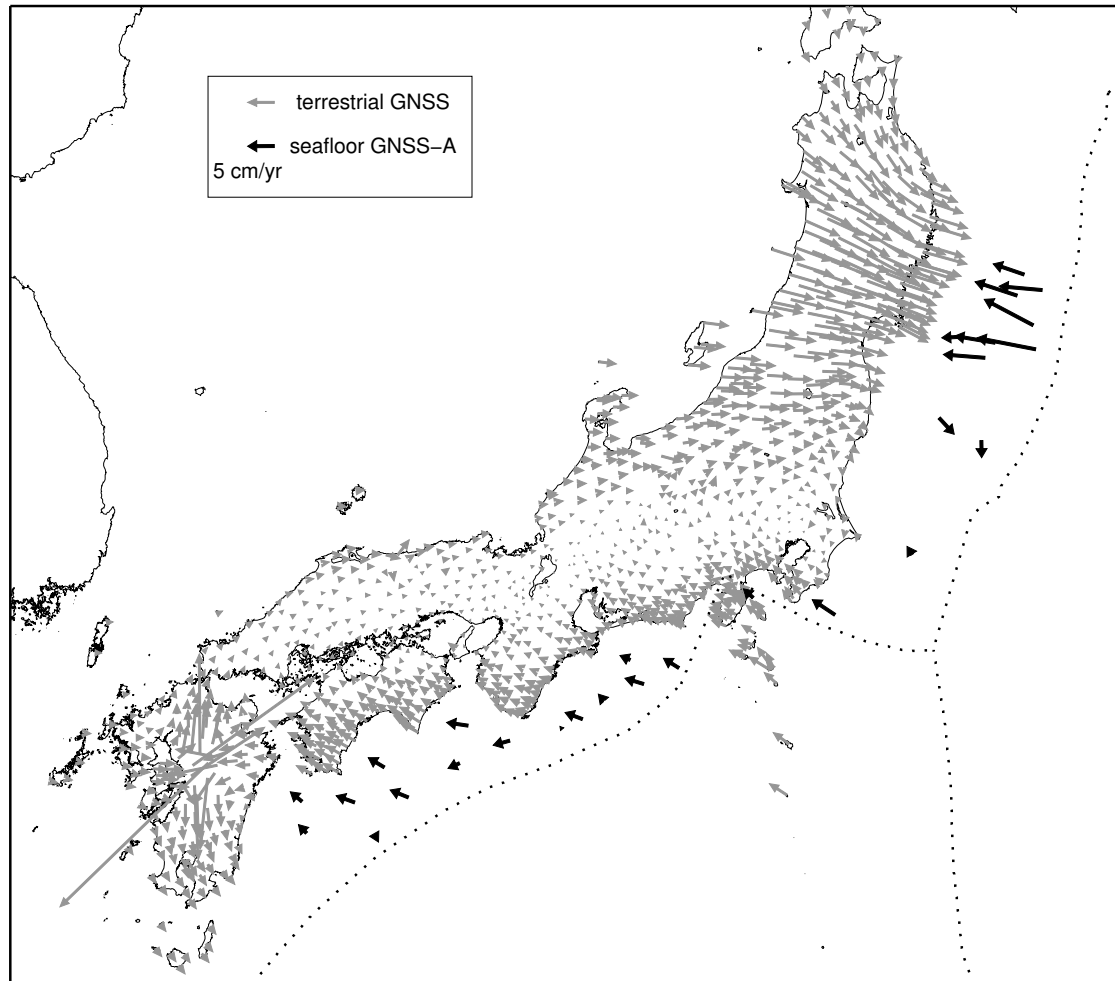
比較期間：2018/10/20 – 2018/11/03 [F3：最終解]



- ・ GNSS 連続観測による変位ベクトルからひずみ変化図を作成した。
- ・ 海底地形データは ETOPO1 (Amante, C. & B. W. Eakins(2009)) を使用した。

## 直近約 4 年間の水平移動速度【ユーラシアプレート固定】

陸域の速度場は国土地理院 GEONET F3 解の 09/22/2014 - 09/21/2018 の期間



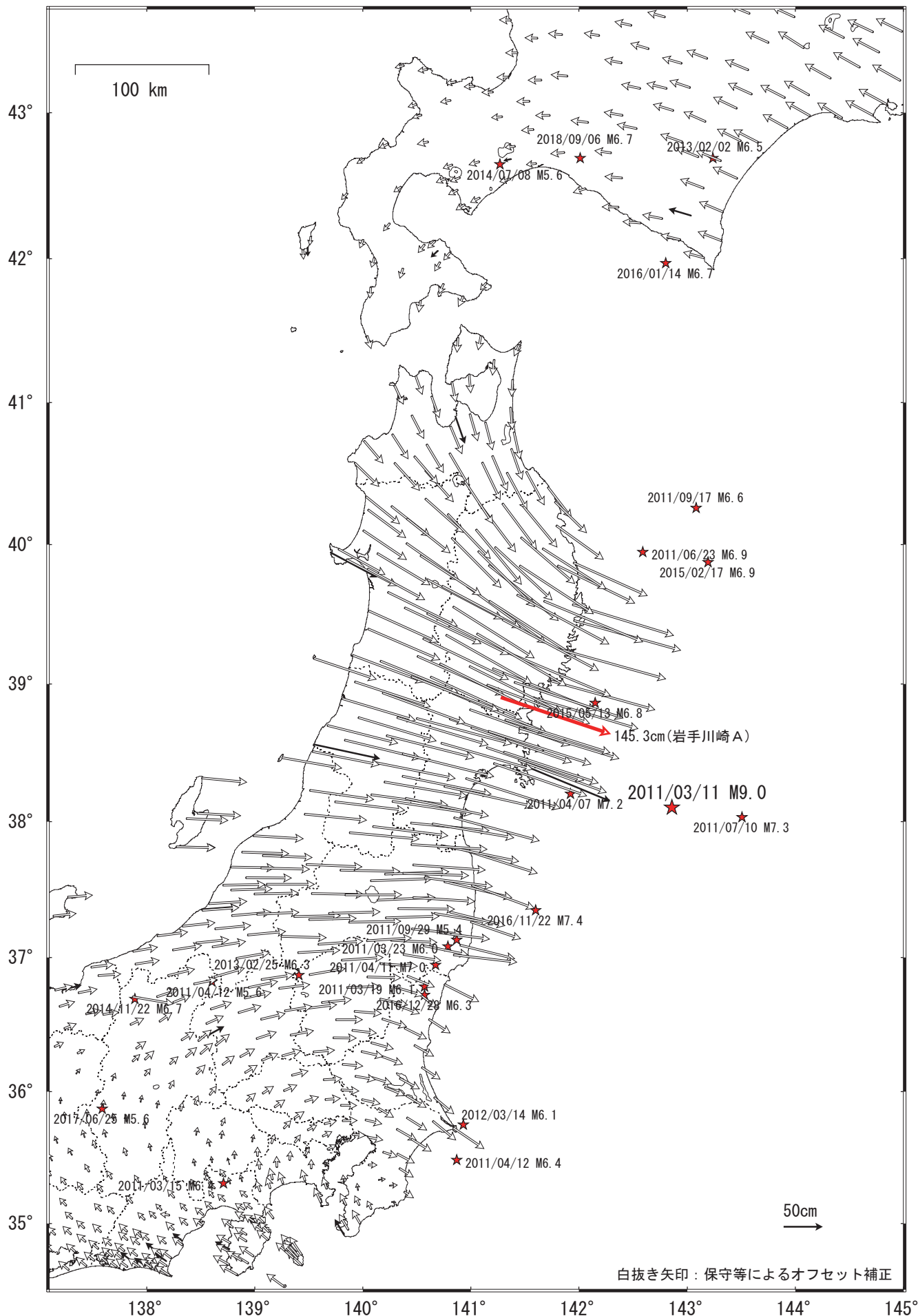


# 東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) 一累積一

東北地方から関東甲信越にかけて東向きの変動が見られる。

基準期間 : 2011/03/12 -- 2011/03/12 [ F 3 : 最終解 ]

比較期間 : 2018/10/28 -- 2018/11/03 [ F 3 : 最終解 ]



固定局 : 福江 (長崎県)

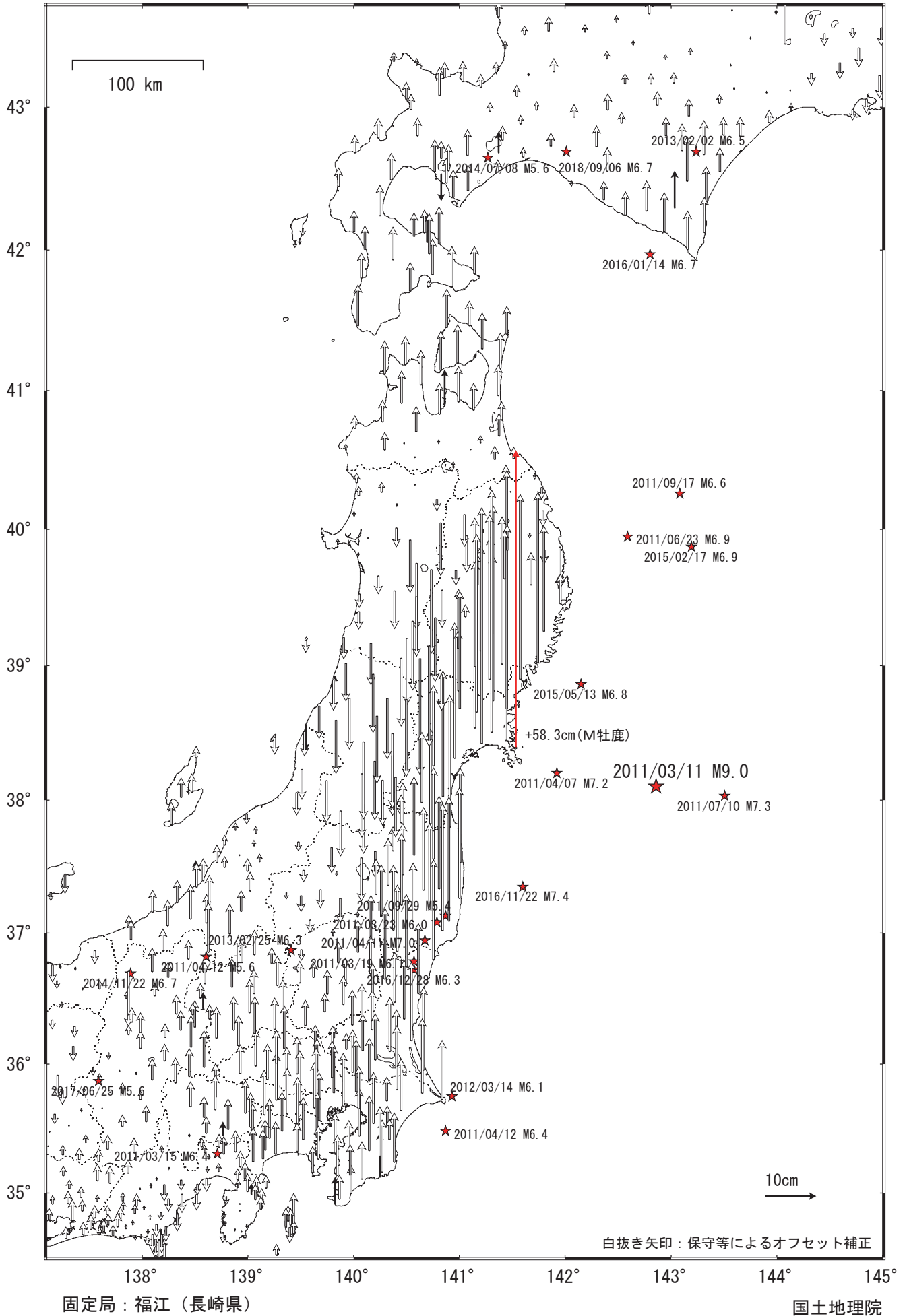
国土地理院

# 東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) 一累積一

宮城県から千葉県にかけての太平洋沿岸に隆起が、岩手県沿岸北部と奥羽背梁山脈付近に沈降が見られる。  
 関東甲信越地方及び青森県から北海道の襟裳岬付近にかけての地域に隆起が見られる。

基準期間：2011/03/12 -- 2011/03/12 [F3：最終解]

比較期間：2018/10/28 -- 2018/11/03 [F3：最終解]



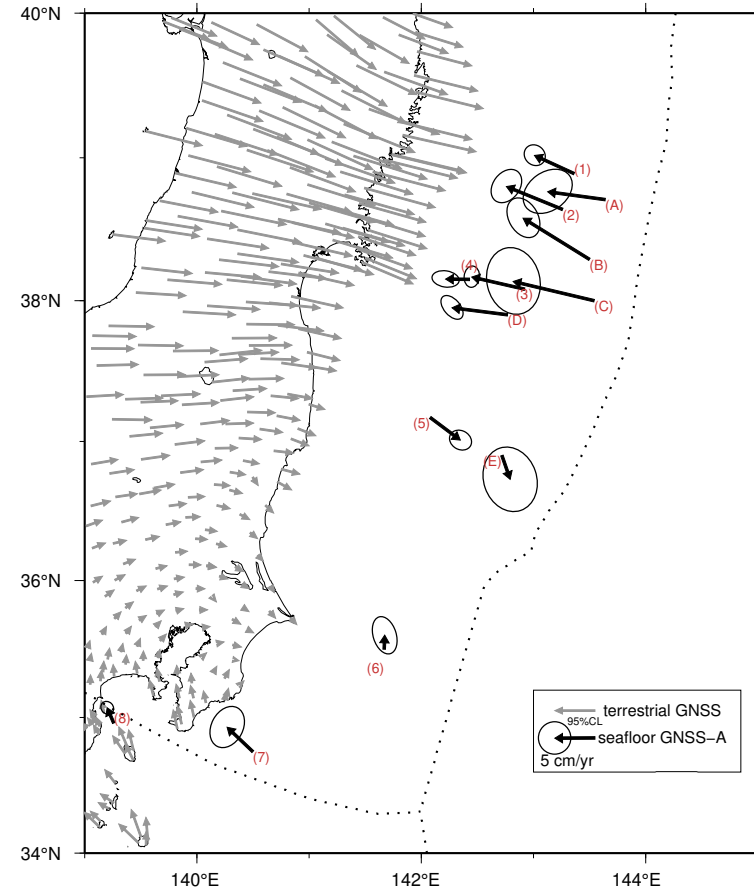
日本海溝沿いの海底の水平地殻変動  
(直近約 4 年間の移動速度) 【北米プレート固定】

Site name	Lat.	Lon.	Velocity		Period	Epoch Update	
	(°E)	(°N)	(cm/yr)	(deg)			
(1) KAMN	38.89	143.36	5.4	295.1	01/26/2015 - 08/19/2018	12	*
(2) KAMS	38.64	143.26	7.5	292.6	01/25/2015 - 08/19/2018	13	*
(3) MYGI	38.08	142.92	6.7	283.3	08/07/2014 - 08/21/2018	15	*
(4) MYGW	38.15	142.43	3.0	271.0	01/17/2015 - 08/21/2018	16	*
(5) FUKU	37.17	142.08	4.7	126.7	01/13/2015 - 09/16/2018	17	*
(6) CHOS	35.5	141.67	1.7	2.1	04/18/2015 - 09/17/2018	14	*
(7) BOSN	34.75	140.5	4.4	313.9	08/13/2014 - 08/27/2018	15	*
(8) SAGA	34.96	139.26	2.0	336.9	03/17/2015 - 08/28/2018	21	*
(A) TU08	38.71	143.64	7.2	278.2	04/26/2015 - 08/20/2018	10	*
(B) TU10	38.29	143.5	9.7	302.2	08/08/2014 - 08/20/2018	12	*
(C) TU12	38.0	143.54	10.3	283.8	04/27/2015 - 09/15/2018	10	*
(D) TU14	37.9	142.77	6.9	277.6	01/14/2015 - 08/22/2018	11	*
(E) TU17	36.9	142.72	3.1	160.9	04/19/2015 - 08/26/2018	11	*

陸域の速度場は国土地理院 GEONET F3 解の

09/22/2014 - 09/21/2018 の期間

新しいデータが加わった地点には Update 欄に\*が書かれている



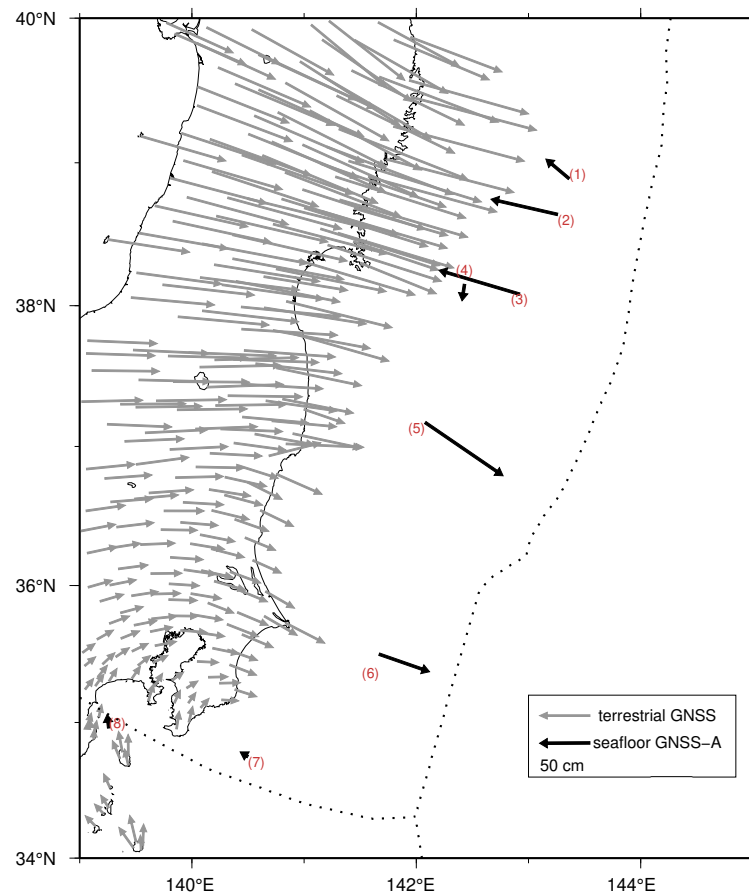
## 東北地震後の日本海溝沿いの累積水平移動量【北米プレート固定】

Site name	Lat. (°E)	Lon. (°N)	Movement (cm)	Movement (deg)	Period	Update
(1) KAMN	38.89	143.36	30.0	310.5	04/03/2011 - 08/19/2018	*
(2) KAMS	38.64	143.26	67.7	283.3	04/05/2011 - 08/19/2018	*
(3) MYGI	38.08	142.92	83.4	287.0	03/28/2011 - 08/21/2018	*
(4) MYGW	38.15	142.43	16.4	188.6	03/27/2011 - 08/21/2018	*
(5) FUKU	37.17	142.08	93.4	124.2	03/29/2011 - 09/16/2018	*
(6) CHOS	35.5	141.67	52.8	108.9	04/18/2011 - 09/17/2018	*
(7) BOSN	34.75	140.5	8.9	301.9	04/19/2011 - 08/27/2018	*
(8) SAGA	34.96	139.26	13.3	353.6	05/07/2011 - 08/28/2018	*

陸域は国土地理院 GEONET F3 解の

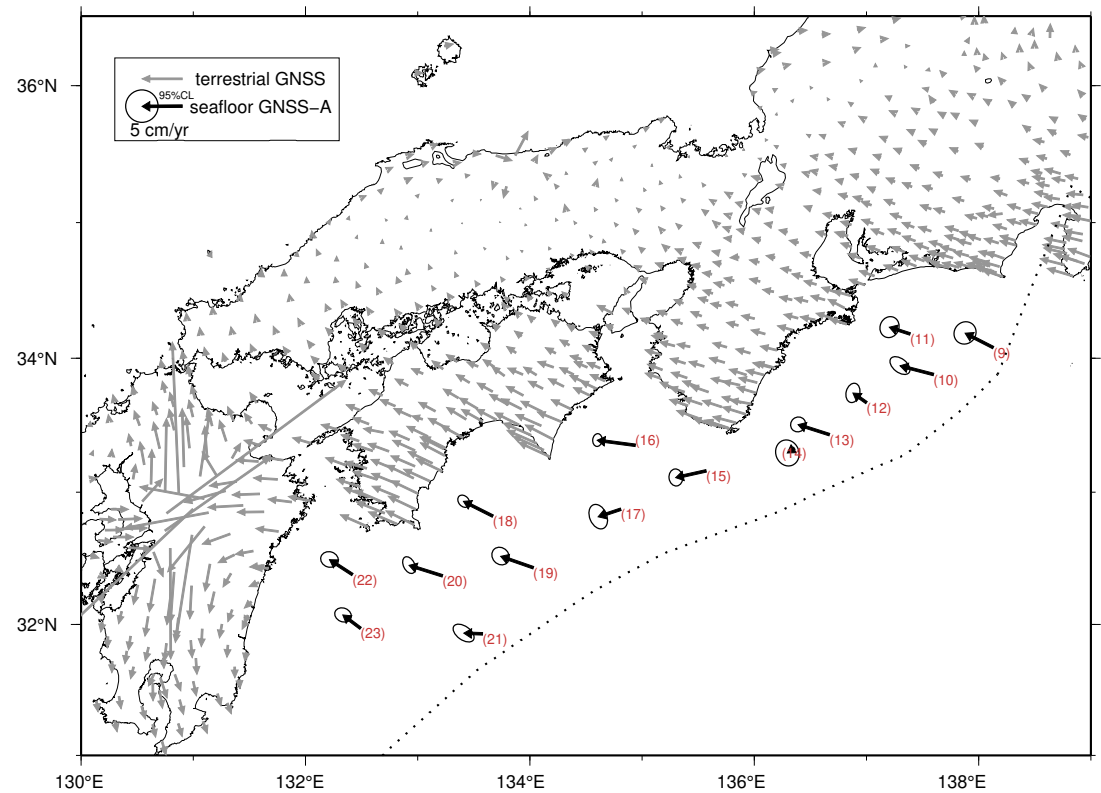
04/01/2011 - 09/21/2018の期間

新しいデータが加わった地点には Update 欄に\*が書かれている



## 南海トラフ沿いの海底の水平地殻変動 (直近約 4 年間の水平移動速度) 【アムールプレート固定】

Site name	Lat.	Lon.	Velocity		Period	Epoch Update
	(°E)	(°N)	(cm/yr)	(deg)		
(9) TOK1	34.08	138.13	3.9	297.5	09/10/2014 - 08/14/2018	20 *
(10) TOK2	33.88	137.6	4.3	284.9	03/15/2015 - 07/10/2018	16
(11) TOK3	34.18	137.39	2.7	288.4	03/03/2015 - 09/14/2018	15 *
(12) KUM1	33.67	137.0	2.1	305.6	09/09/2014 - 09/13/2018	17 *
(13) KUM2	33.43	136.67	4.1	288.0	12/22/2014 - 08/13/2018	18 *
(14) KUM3	33.33	136.36	1.1	236.3	09/07/2014 - 08/13/2018	21 *
(15) SIOW	33.16	135.57	3.8	257.7	09/06/2014 - 09/06/2018	16 *
(16) MRT1	33.35	134.94	4.7	277.9	09/03/2014 - 09/07/2018	19 *
(17) MRT2	32.87	134.81	2.9	251.8	09/02/2014 - 09/07/2018	23 *
(18) TOS1	32.82	133.67	4.0	297.1	09/01/2014 - 09/09/2018	20 *
(19) TOS2	32.43	134.03	4.3	289.6	12/12/2014 - 09/08/2018	20 *
(20) ASZ1	32.37	133.22	4.3	287.8	12/11/2014 - 09/09/2018	23 *
(21) ASZ2	31.93	133.58	2.4	272.3	08/31/2014 - 09/08/2018	23 *
(22) HYG1	32.38	132.42	3.4	303.4	08/29/2014 - 09/11/2018	24 *
(23) HYG2	31.97	132.49	2.7	307.3	08/28/2014 - 09/12/2018	25 *

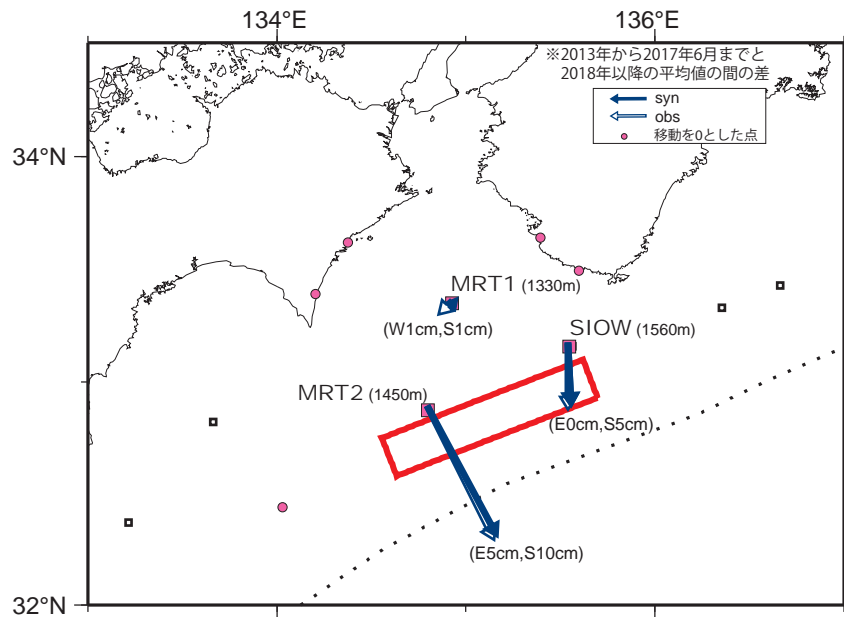


陸域の速度場は国土地理院 GEONET F3 解の

09/22/2014 - 09/21/2018 の期間

新しいデータが加わった地点には Update 欄に\*が書かれている

# 紀伊水道沖の非定常変動（深部音速傾斜推定解）を説明する断層モデル



時系列は深部音速傾斜を推定する手法 [Yokota et al., 2018, MGR] により推定した。観測結果を説明するSSEモデルをグリッドサーチにより推定した。推定には Okada [1992, BSSA] を用いた。矩形断層モデルは Kodaira et al. [2002, GJI] に準拠して設定されている。

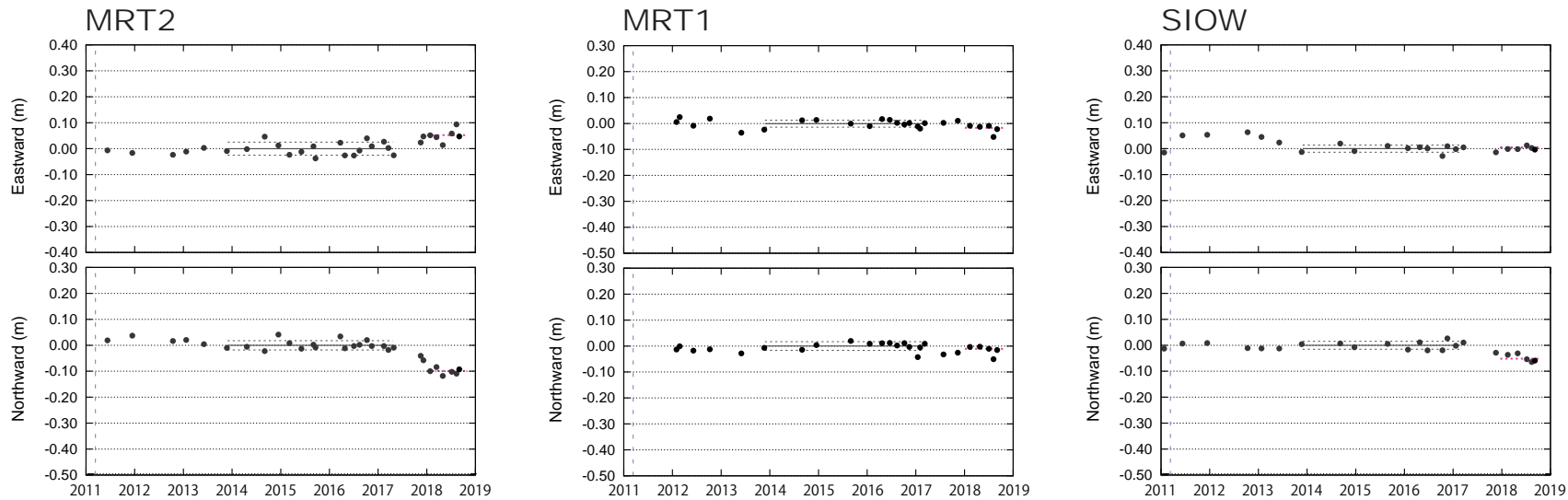
## Grid search area

Lat: 32.6 ~ 33.4  
 Lon: 135.0 ~ 136.0  
 depth: Kodaira et al. 2002 GJI に準拠  
 length: 40 ~ 120 km  
 width: 6 ~ 56 km  
 dip: Kodaira et al. 2002 GJI に準拠  
 strike: 249  
 rake: 80 ~ 120 (間隔 10)  
 slip: 10 ~ 50 cm  
 Poisson ratio: 0.25

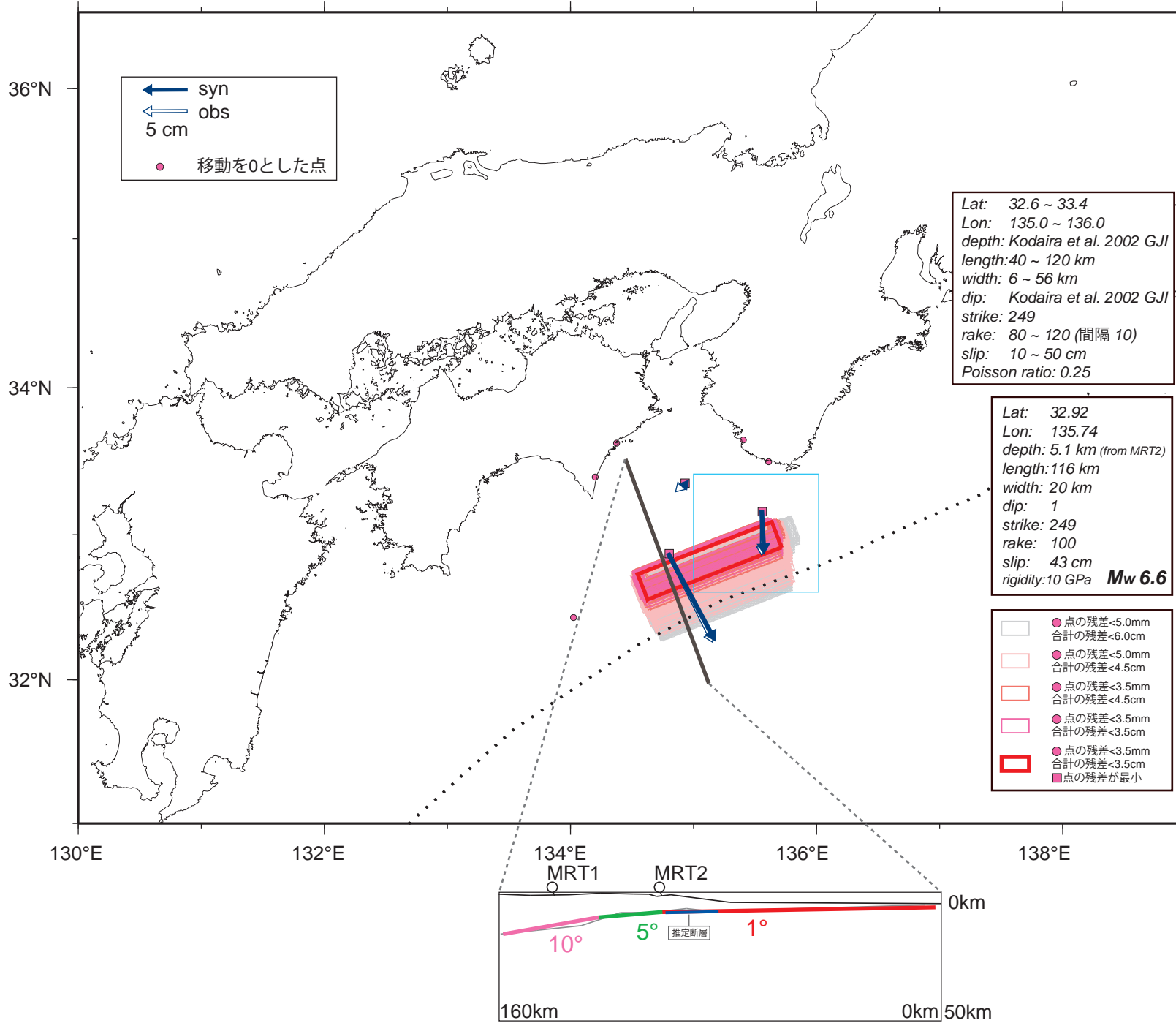
## Best fit

Lat: 32.92  
 Lon: 135.74  
 depth: 5.1 km (from MRT2)  
 length: 116 km  
 width: 20 km  
 dip: 1  
 strike: 249  
 rake: 100  
 slip: 43 cm  
 rigidity: 10 GPa  
**Mw 6.6**

2013.5-2017.5の期間のトレンドを除去した時系列



# 断層モデルの推定過程 (深部音速傾斜推定解)



Kodaira et al., 2002, GJI より

# 西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ活動状況 (2018年8月～10月) その1

- 短期的スロースリップイベントを伴う顕著な微動活動：四国西部から豊後水道，9月29日～10月6日．四国東部から中部，10月31日～11月8日．
- 上記以外の主な微動活動：東海地方，10月7日～10日．紀伊半島北部から南部，9月18日～10月1日．四国東部から中部，10月10日～15日．四国中部，8月6日～12日．

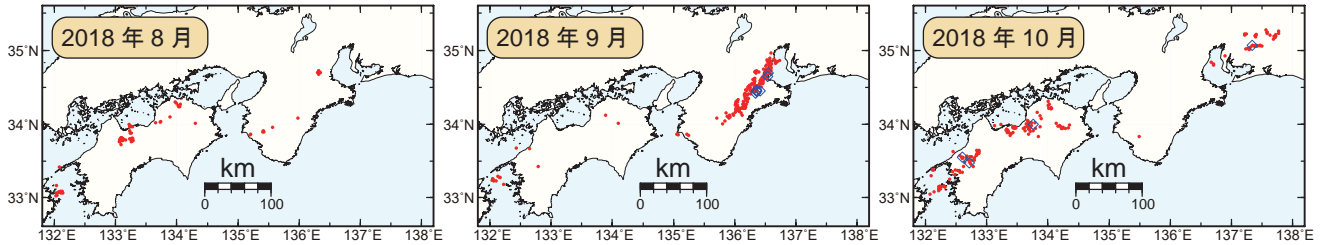


図1. 西南日本における2018年8月～10月の月毎の深部低周波微動活動．赤丸はエンベロップ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) において，1時間毎に自動処理された微動分布の重心である．青菱形は周期20秒に卓越する深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) である．

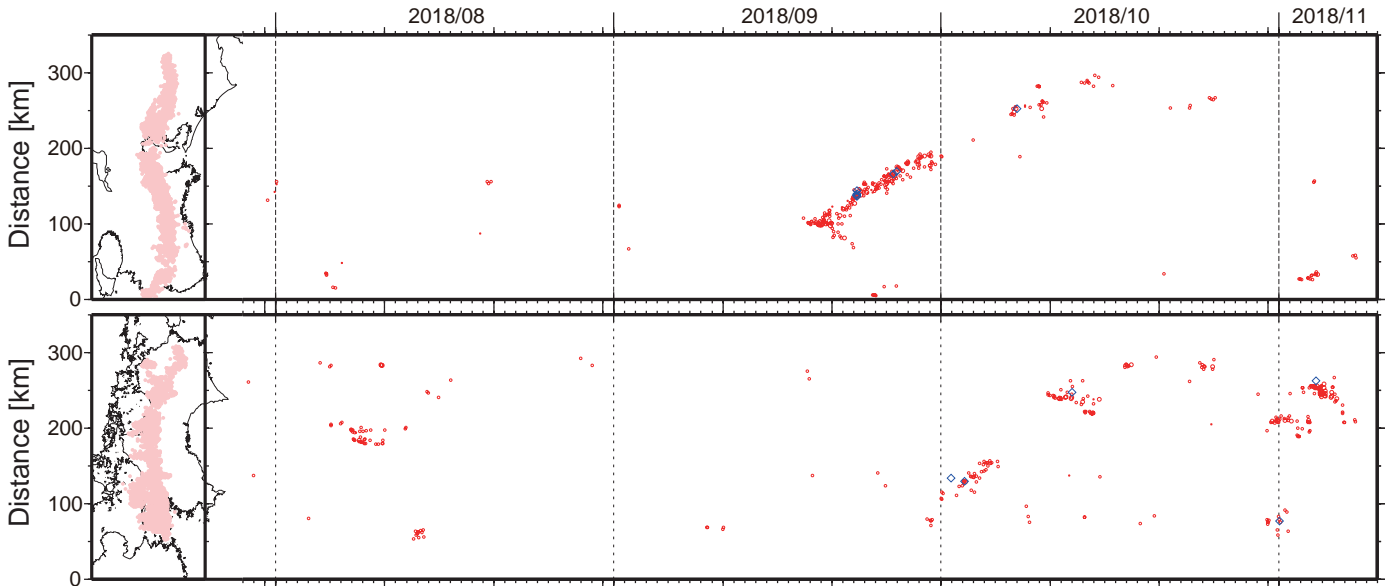


図2. 2018年7月29日～11月9日の深部低周波微動 (赤) および，深部超低周波地震 (青菱形) の時空間分布．

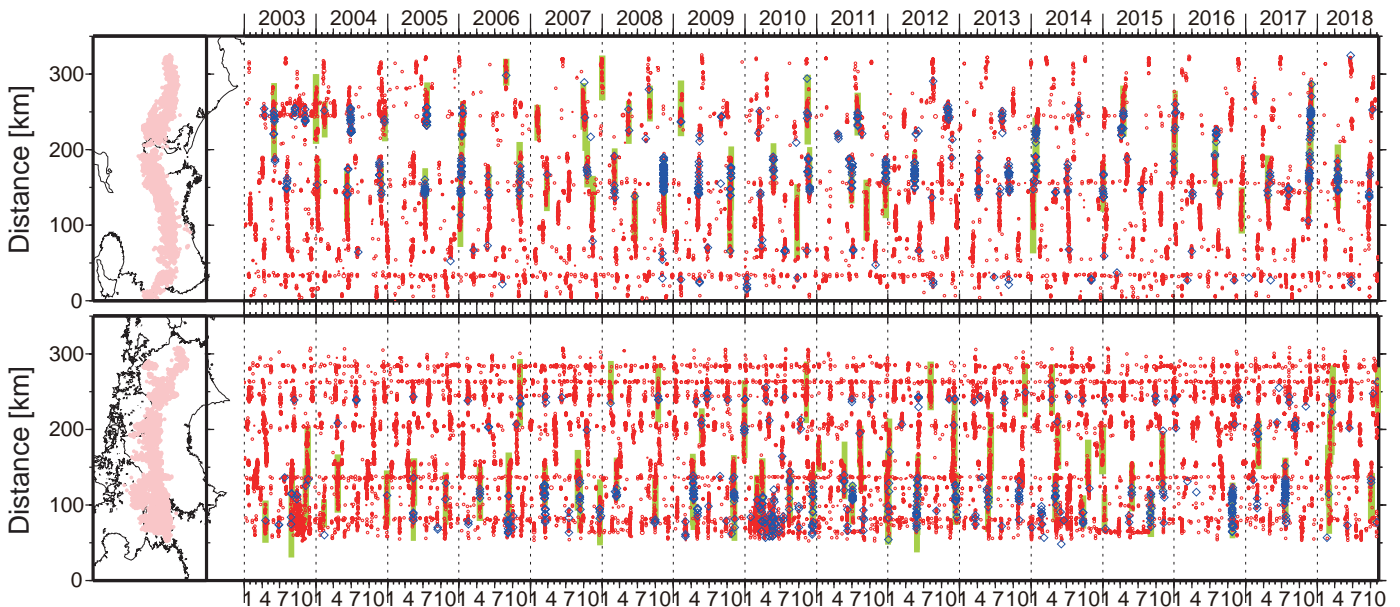


図3. 2003年1月～2018年11月9日までの深部低周波微動 (赤) および，深部超低周波地震 (青菱形) の時空間分布．緑太線は，傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベント．



# 西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ活動状況（2018年8月～10月）その2

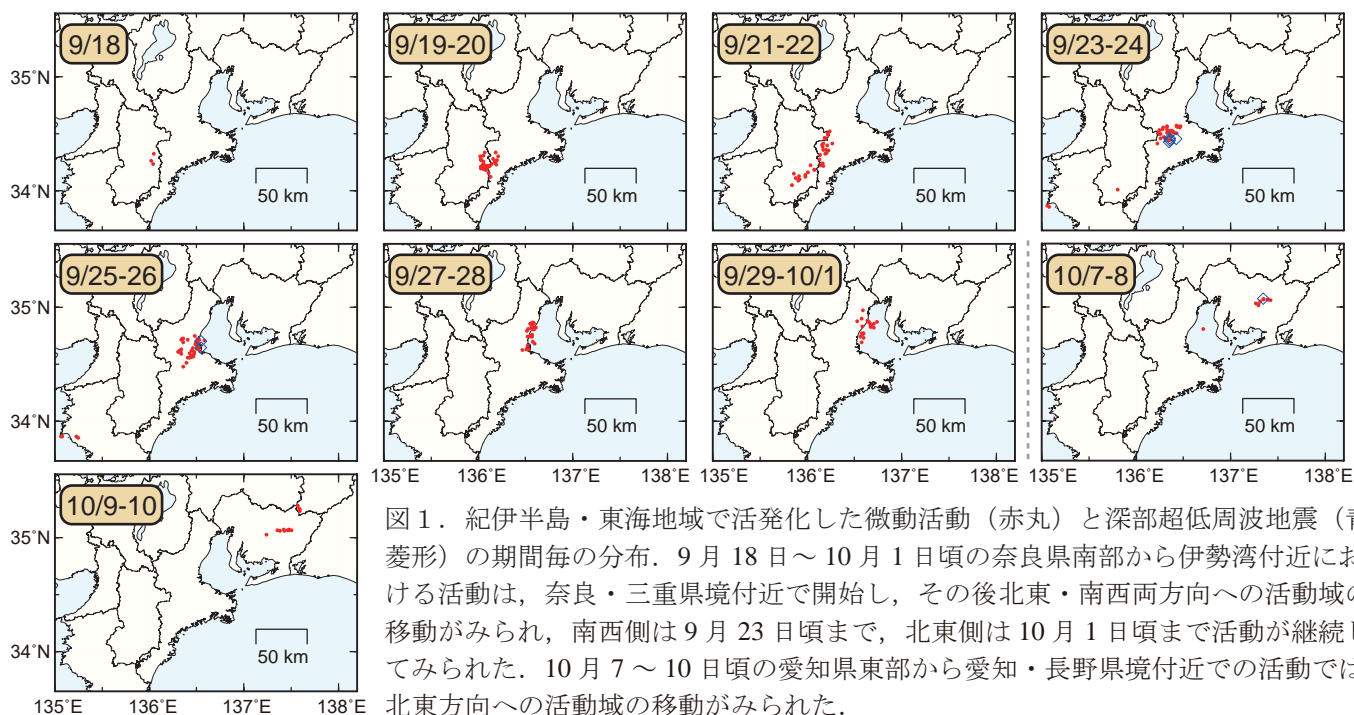


図1. 紀伊半島・東海地域で活発化した微動活動（赤丸）と深部超低周波地震（青菱形）の期間毎の分布. 9月18日～10月1日頃の奈良県南部から伊勢湾付近における活動は、奈良・三重県境付近で開始し、その後北東・南西両方向への活動域の移動がみられ、南西側は9月23日頃まで、北東側は10月1日頃まで活動が継続してみられた. 10月7～10日頃の愛知県東部から愛知・長野県境付近での活動では、北東方向への活動域の移動がみられた.

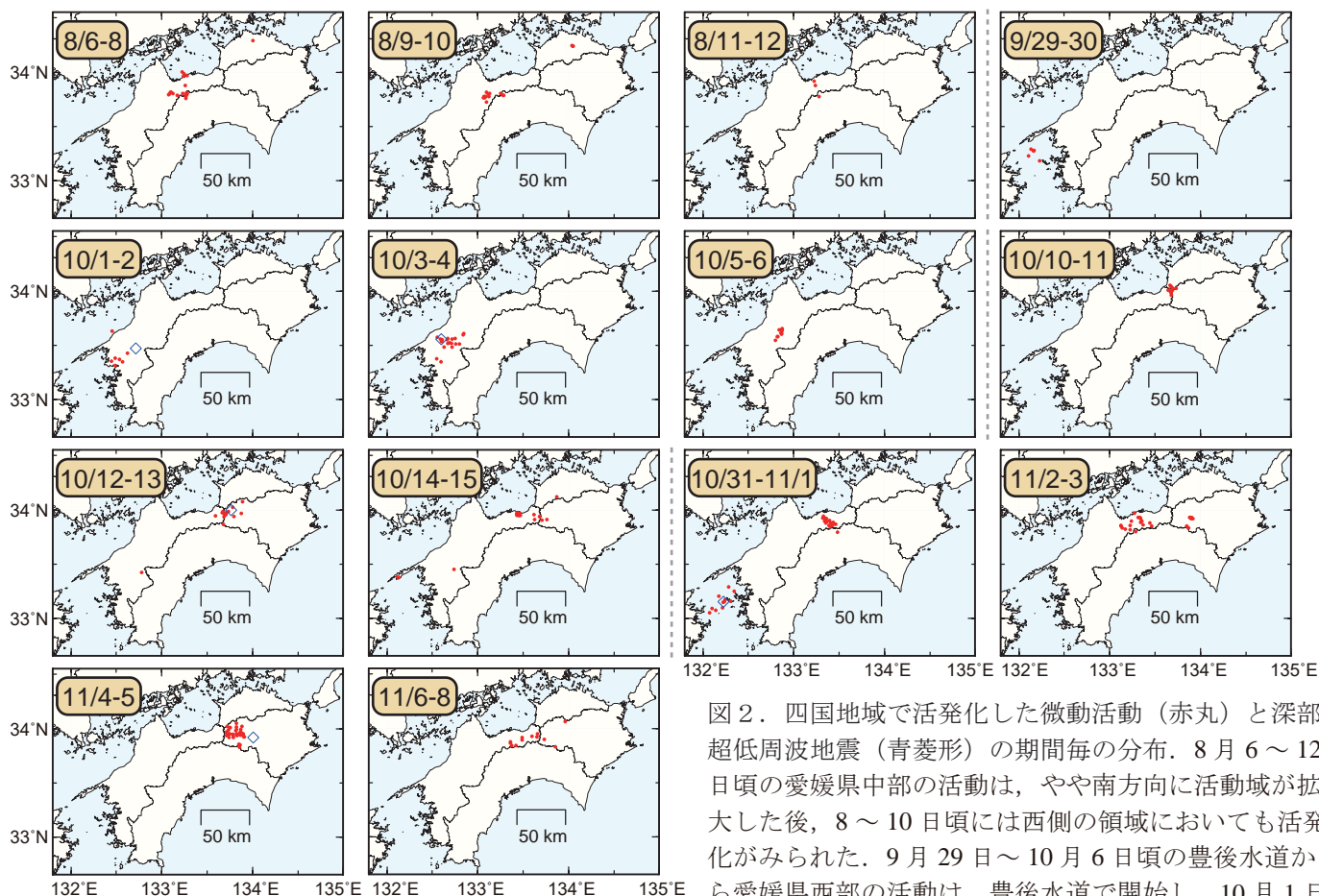


図2. 四国地域で活発化した微動活動（赤丸）と深部超低周波地震（青菱形）の期間毎の分布. 8月6～12日頃の愛媛県中部の活動は、やや南方向に活動域が拡大した後、8～10日頃には西側の領域においても活発化がみられた. 9月29日～10月6日頃の豊後水道から愛媛県西部の活動は、豊後水道で開始し、10月1日頃から愛媛県西部の活動は、豊後水道で開始した後、10月1日頃から愛媛県西部で活動が開始し、東方向への活動域の移動がみられた. 10月10～15日頃の愛媛・香川・徳島県境付近から愛媛県東部における活動では、西方向への活動域の移動がみられた. 10月31日～11月8日頃の愛媛県東部から徳島県西部における活動では、愛媛県東部で活動が開始した後、11月2日頃から徳島県東部でも活動が開始した.

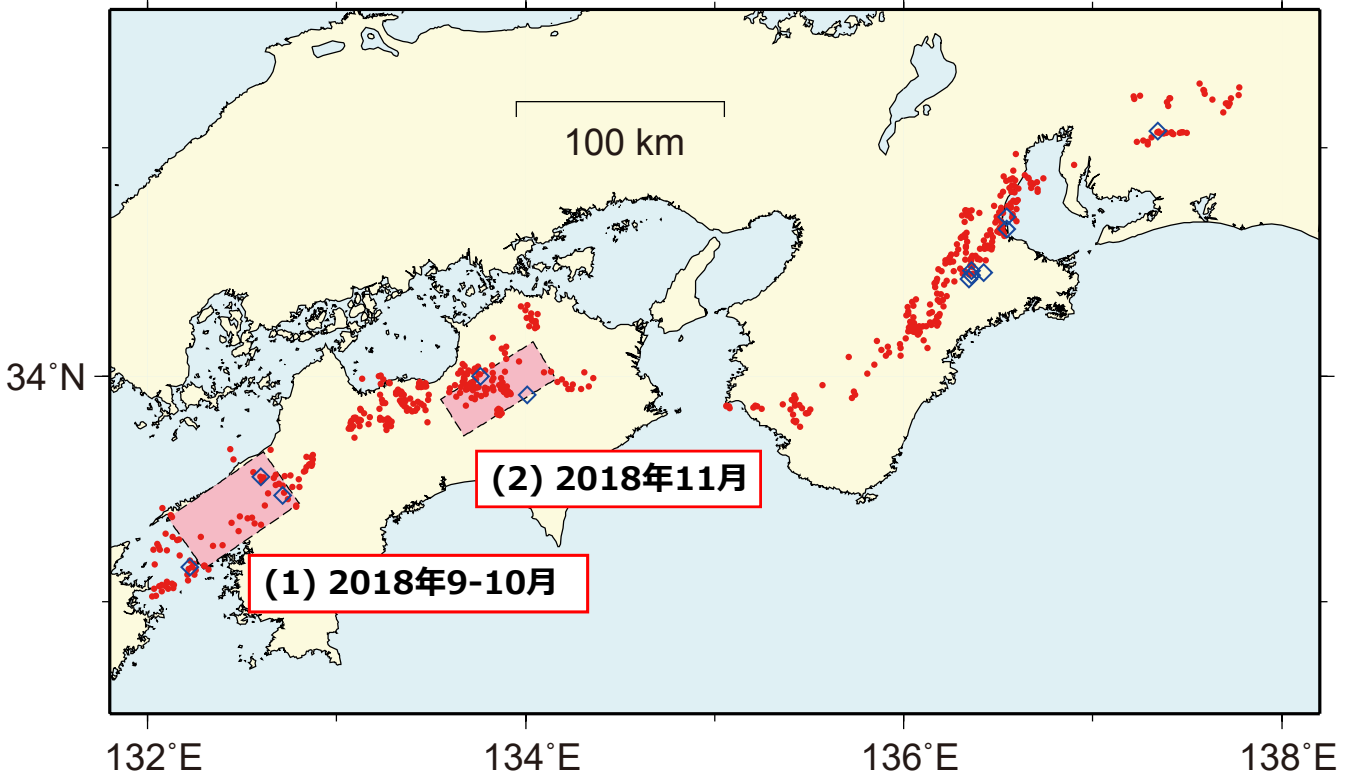


図1：2018年8月1日～11月8日の約3ヶ月間の深部低周波微動（赤点），深部超低周波地震（青菱形），短期的スロースリップイベント（SSE：ピンク四角）。

1. 2018年9-10月 四国西部（Mw 6.1）

2018年2～3月（Mw6.4）以来  
約6ヶ月ぶり

lat. 33.44	lon. 132.80
strike 235°	dip 15°
depth 30 km	slip 2.2 cm
leng. 57 km	wid. 32 km
$M_0$ 1.6e+18	$M_W$ 6.1
rake 110°	

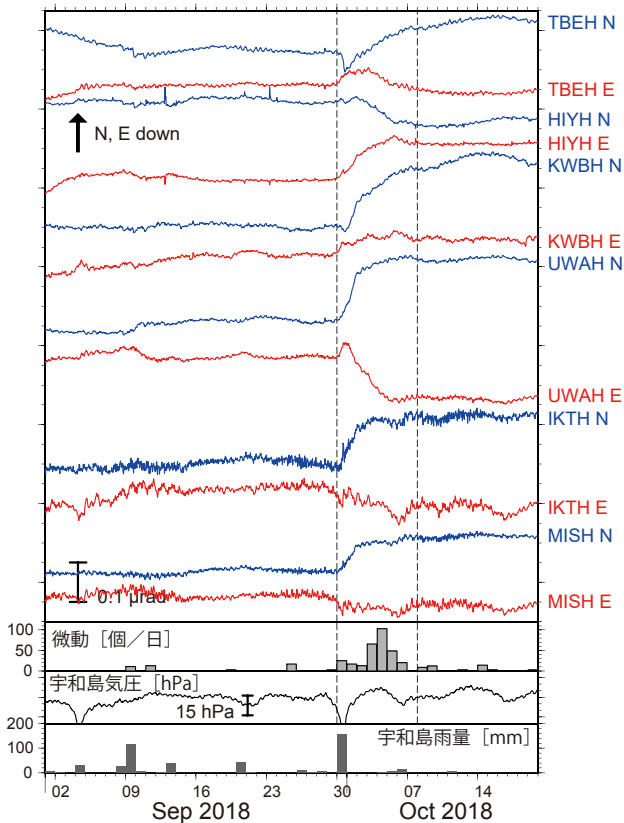


図2：2018年9月1日～10月19日の傾斜時系列。上方向への変化が北・東下りの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。9月30日～10月7日の傾斜変化ベクトルを図3に示す。四国西部での微動活動度・気象庁宇和島観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

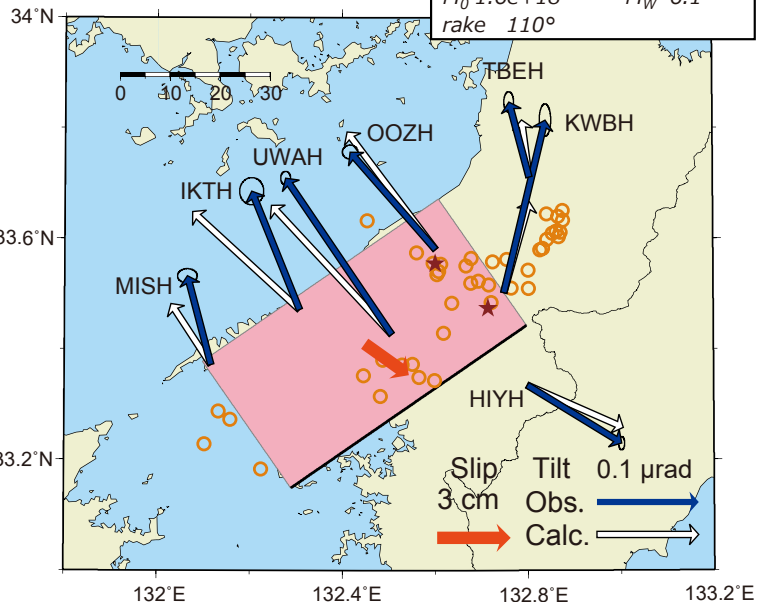
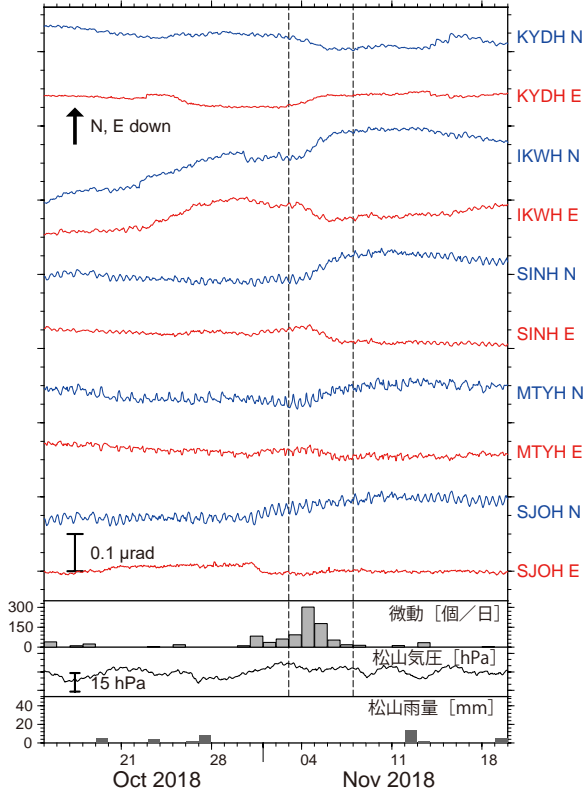


図3：9月30日～10月7日に観測された傾斜変化ベクトル（青矢印），推定されたスロースリップイベントの断層モデル（赤矩形・矢印），モデルから計算される傾斜変化ベクトル（白抜き矢印）を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置（橙丸），深部超低周波地震の震央（茶星印）もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

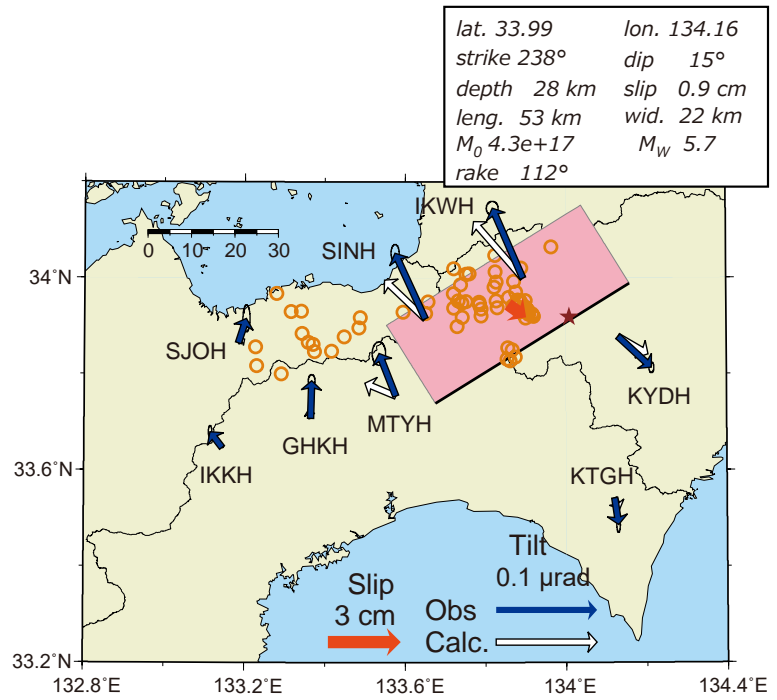
謝辞  
気象庁のWEBページで公開されている気象データを使用させて頂きました。記して感謝いたします。

## 2. 2018年11月 四国東部 (Mw 5.7)



**図4**: 2018年10月15日～11月19日の傾斜時系列。上方向への変化が北・東下がりの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。11月3日～7日の傾斜変化ベクトルを図5に示す。四国中東部での微動活動度・気象庁松山観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

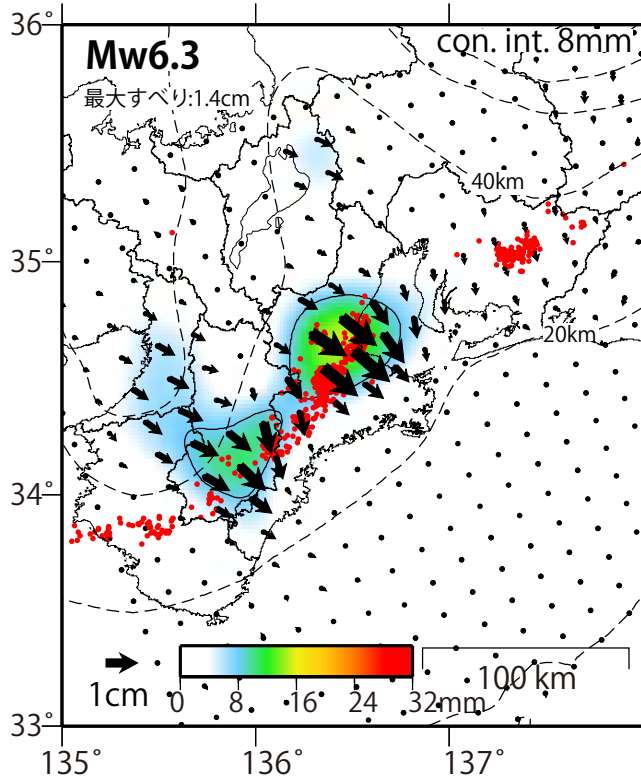
2018年2～3月SSE (Mw 6.4) 以来、約8ヶ月ぶり



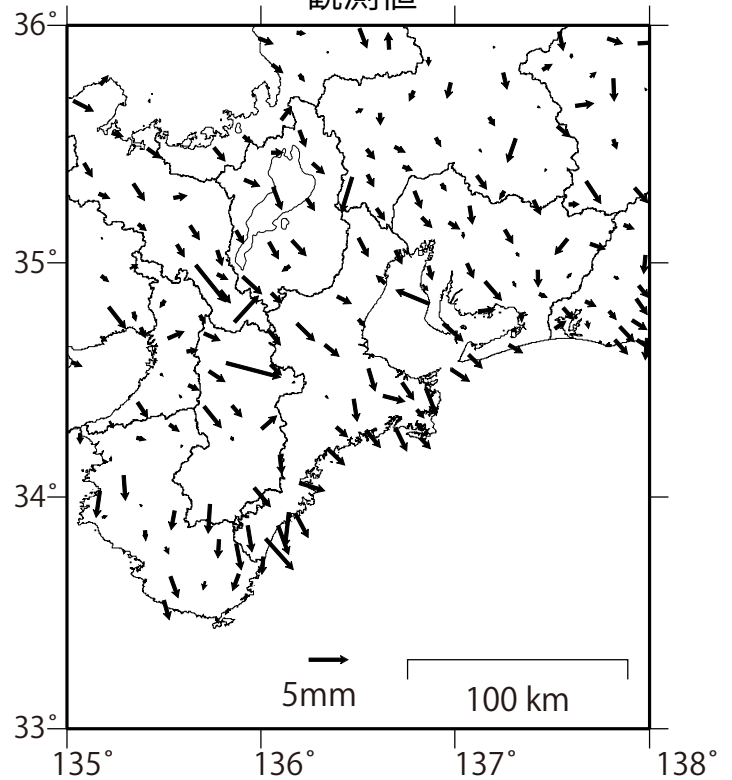
**図5**: 11月3日～7日に観測された傾斜変化ベクトル (青矢印), 推定されたスロースリップイベントの断層モデル (赤矩形・矢印), モデルから計算される傾斜変化ベクトル (白抜き矢印) を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置 (橙丸), 深部超低周波地震の震央 (茶星印) もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

# 奈良県から愛知県の深部低周波微動と同期したスロースリップ

2018/9/16-10/12  
すべり分布 (推定)

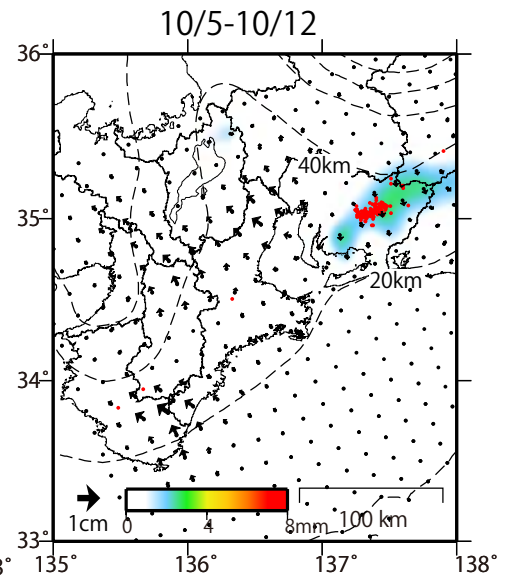
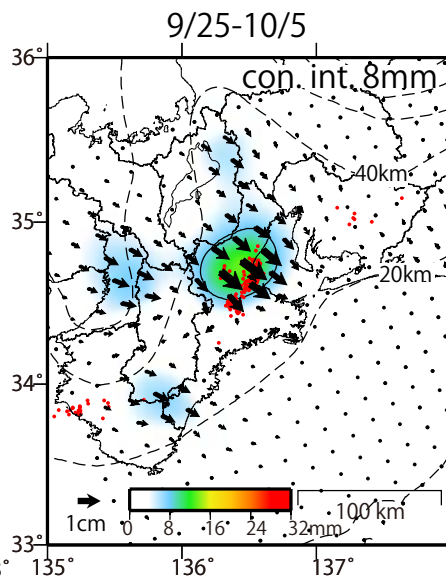
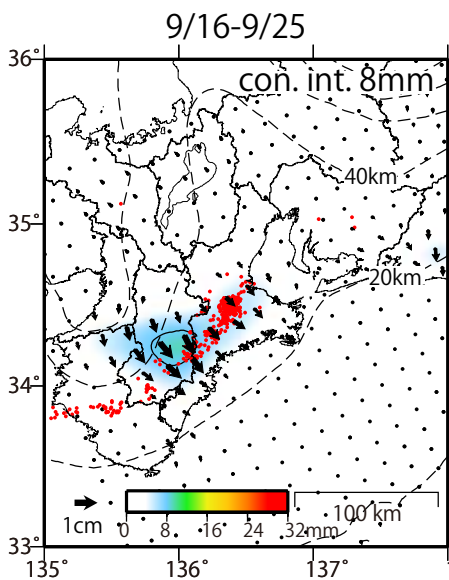


観測値



全体としての併進を除き、9/10-16の平均と  
10/12-22の平均の差をとった値

## 期間ごとのすべり分布 (推定)



\*カラスケールが異なる

データ:F3解

トレンド期間:2018/3/16-9/16

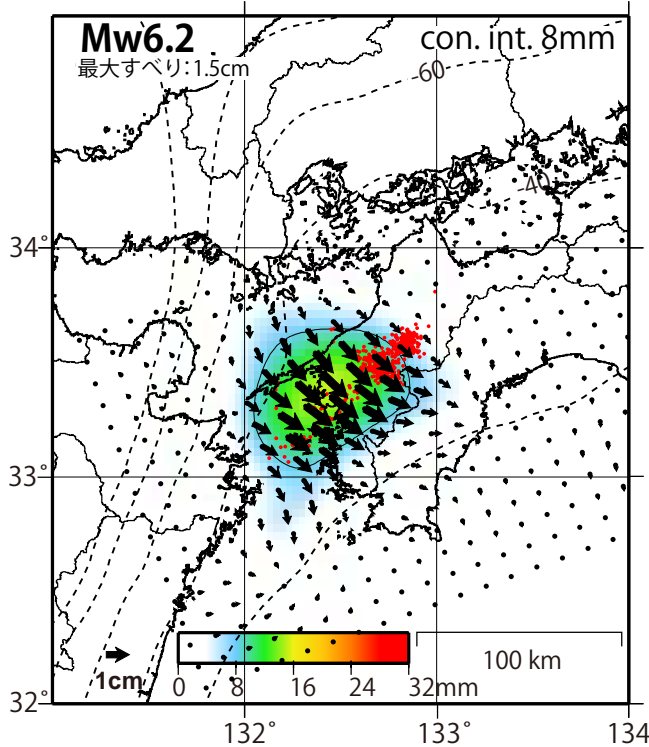
黒破線:フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他、2007)

赤丸:低周波地震 (気象庁一元化震源)

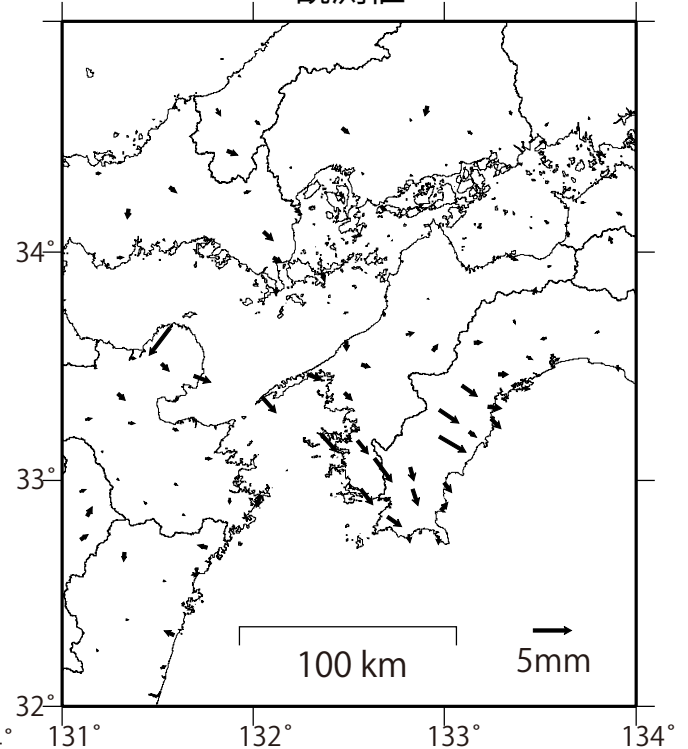
# 四国西部の深部低周波微動と同期したスロースリップ

2018/9/26-10/10

すべり分布 (推定)



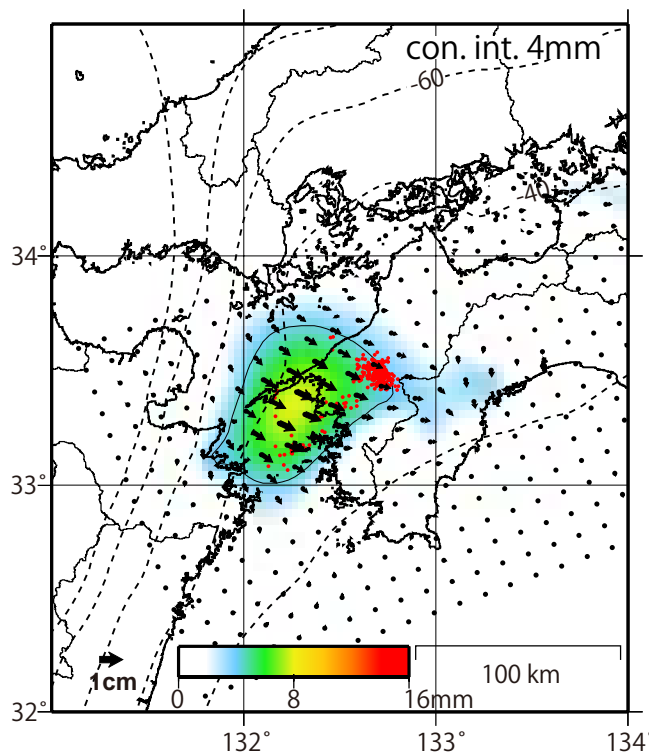
観測値



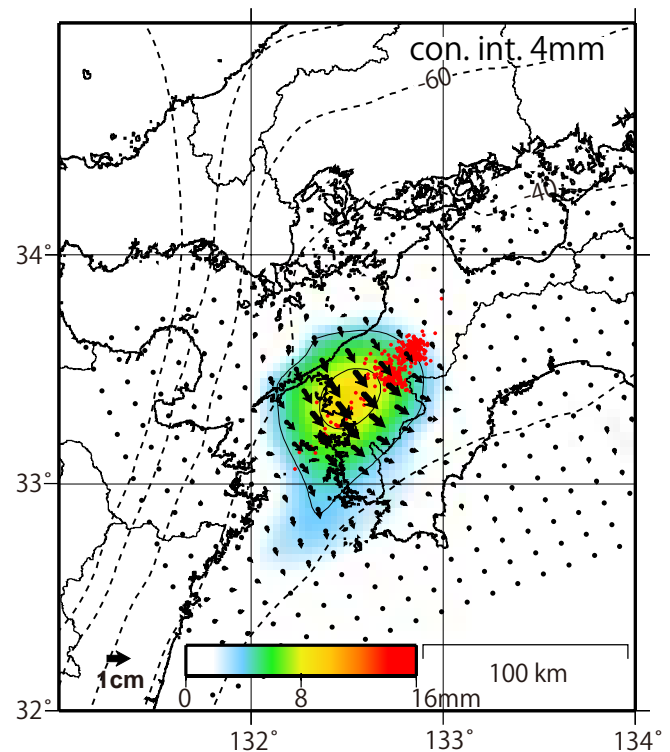
全体としての併進を除き、9/16-26の平均と10/10-20の平均の差をとった値

期間ごとのすべり分布 (推定)

9/26-10/3



10/3-10/10

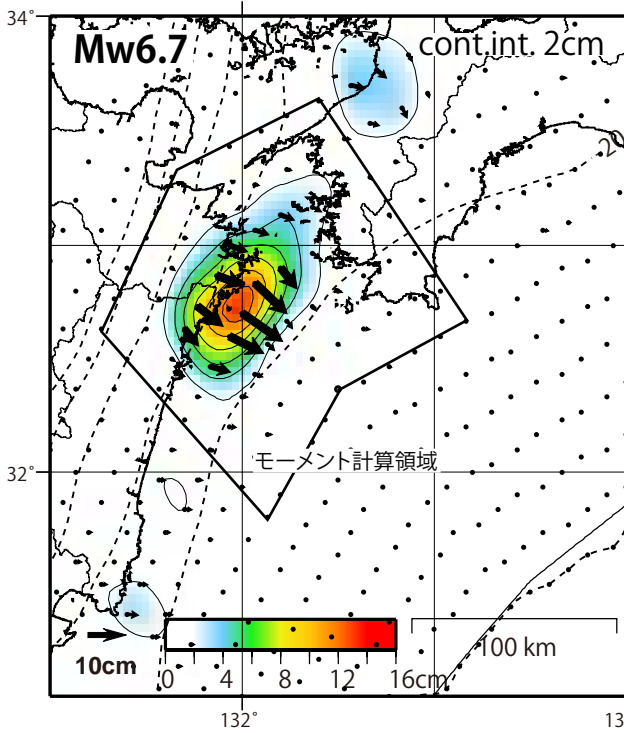


データ:F3解  
 トレンド期間:2006/1/1-2009/1/1  
 黒破線:フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他、2007)  
 赤丸:低周波地震 (気象庁一元化震源)

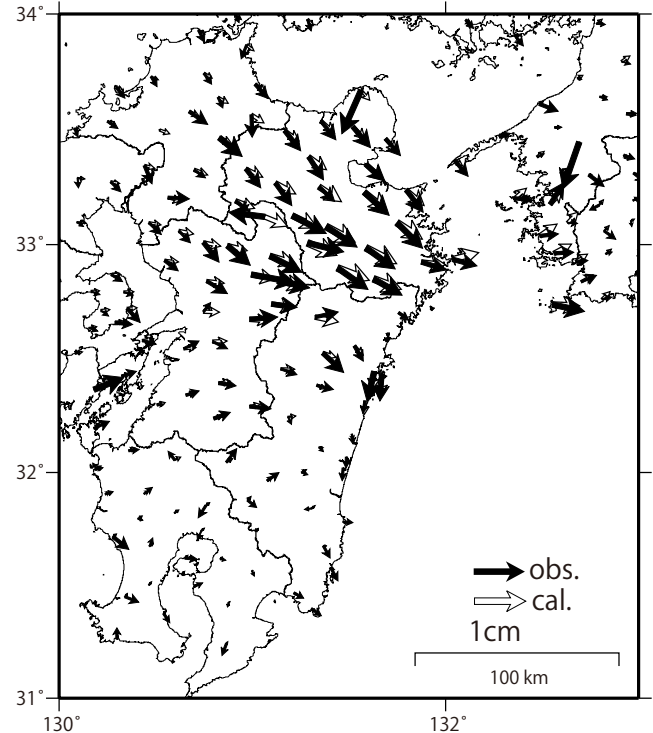
# 日向灘北部において推定される長期的ゆっくりすべり(暫定)

2018/2/11-11/8

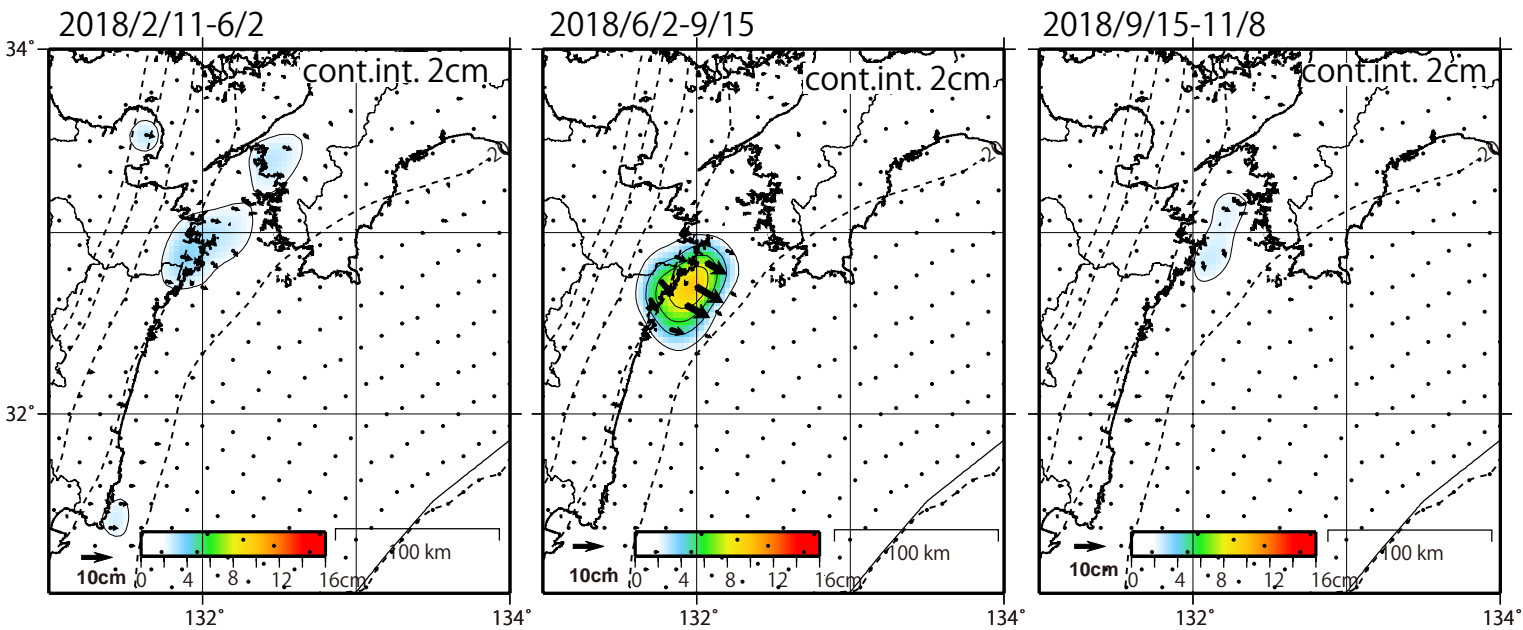
すべり分布(推定)



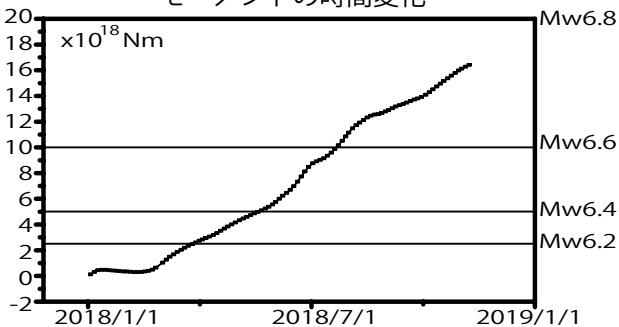
観測値(黒)と計算値(白)



カルマンフィルターで平滑化した値



モーメントの時間変化



データ:F3解(~10/25)+R3解(10/26~11/8)

トレンド期間:2017/1/1-2018/1/1

黒破線:フィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他、2007)

# 「平成 30 年北海道胆振東部地震」

## (1) 概要

2018年9月6日03時07分に胆振地方中東部の深さ37kmでM6.7の地震が発生し、北海道厚真町で震度7、北海道安平町、むかわ町で震度6強を観測したほか、北海道から中部地方の一部にかけて震度6弱～1を観測した。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から7.3秒後の03時08分12.6秒に緊急地震速報（警報）を発表した。この地震は陸のプレート内で発生し、発震機構（CMT解）は東北東－西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。その後、この地震の震源を含む南北約30kmの領域を中心に地震活動が活発となり、11月24日までに最大震度4以上を観測する地震が23回発生した（表1－2参照）。これら一連の地震活動は、過去に内陸や沿岸で発生した同程度かそれ以上の規模の地震に比べてやや活発である（図1－1参照）。

一連の地震活動により、死者41人、負傷者749人、住家全壊415棟などの被害が発生した（11月6日10時00分現在、総務省消防庁による）。

気象庁は、これら一連の地震活動について、その名称を「平成30年北海道胆振東部地震」と定めた。

札幌管区气象台、室蘭地方气象台及び旭川地方气象台は、震度5強以上を観測した震度観測点及びその周辺を中心に気象庁機動調査班（JMA-MOT）等を派遣し、震度観測点の観測環境が地震によって変化していないかどうかの確認、及び震度観測点周辺の被害や揺れの状況が気象庁震度階級関連解説表と整合が取れているかの確認のため、被害状況調査を実施した。また、地方公共団体の防災対応を支援するため、札幌管区气象台、仙台管区气象台、名古屋地方气象台及び前橋地方气象台は北海道庁、室蘭地方气象台は胆振総合振興局に気象庁防災対応支援チーム（JETT）を派遣した。

「平成30年北海道胆振東部地震」による被害状況を表1－1に、震度1以上の最大震度別地震回数表を表1－3に示す。

表1－1 「平成30年北海道胆振東部地震」による被害状況  
（2018年11月6日10時00分現在、総務省消防庁による）

都道府県	地方	人的被害			住家被害			非住家被害	火災
		死者	負傷者		全壊	半壊	一部破損		
			重傷	軽傷					
人	人	人	棟	棟	棟	棟	件		
北海道	空知		1	5		2	69		
	石狩	1	4	320	103	566	3,861	33	
	胆振	39	10	339	310	722	4,124	2,226	2
	日高	1	1	39	2	55	542	1	
	渡島			10		1	10		
	宗谷			1					
	十勝		2	16			1		
	釧路			1					
	計	41	18	731	415	1,346	8,607	2,260	2

表1－2 最大震度4以上を観測した地震（2018年9月6日03時～11月24日）

番号	発震時		震央地名	深さ	M	最大震度	番号	発震時		震央地名	深さ	M	最大震度
1	9月6日	3時07分	胆振地方中東部	37	6.7	7	13	9月11日	4時58分	胆振地方中東部	31	4.5	4
2	9月6日	3時17分	胆振地方中東部	33	4.7	4	14	9月11日	19時07分	胆振地方中東部	34	4.2	4
3	9月6日	3時20分	胆振地方中東部	36	5.5	4	15	9月12日	18時24分	胆振地方中東部	33	4.5	4
4	9月6日	3時23分	胆振地方中東部	32	4.8	4	16	9月14日	6時54分	胆振地方中東部	26	4.6	4
5	9月6日	3時32分	胆振地方中東部	34	4.6	4	17	9月17日	2時51分	胆振地方中東部	28	4.6	4
6	9月6日	4時10分	胆振地方中東部	32	4.7	4	18	9月30日	17時54分	日高地方西部	37	4.9	4
7	9月6日	6時04分	胆振地方中東部	31	4.4	4	19	10月1日	11時22分	胆振地方中東部	35	4.7	4
8	9月6日	6時11分	胆振地方中東部	38	5.4	5弱	20	10月5日	8時58分	胆振地方中東部	31	5.2	5弱
9	9月7日	13時25分	胆振地方中東部	35	4.5	4	21	10月8日	21時53分	胆振地方中東部	32	4.3	4
10	9月7日	22時43分	胆振地方中東部	36	4.4	4	22	10月9日	2時45分	胆振地方中東部	32	4.3	4
11	9月8日	18時21分	胆振地方中東部	34	4.2	4	23	10月12日	9時14分	胆振地方中東部	23	4.6	4
12	9月9日	22時55分	胆振地方中東部	35	4.9	4	24	11月14日	19時07分	胆振地方中東部	32	4.7	4

表 1-3 震度 1 以上の最大震度別地震回数表 (2018 年 9 月 6 日 03 時~11 月 24 日)

時間帯	最大震度別回数										震度 1 以上を観測した回数	
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計	
9/6 03時-24時	72	34	16	6	1	0	0	0	1	130	130	
9/7 00時-24時	22	8	7	2	0	0	0	0	0	39	169	
9/8 00時-24時	10	9	1	1	0	0	0	0	0	21	190	
9/9 00時-24時	13	3	0	1	0	0	0	0	0	17	207	
9/10 00時-24時	7	6	1	0	0	0	0	0	0	14	221	
9/11 00時-24時	3	4	1	2	0	0	0	0	0	10	231	
9/12 00時-24時	3	2	0	1	0	0	0	0	0	6	237	
9/13 00時-24時	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	240	
9/14 00時-24時	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	243	
9/15 00時-24時	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	249	
9/16 00時-24時	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	252	
9/17 00時-24時	4	0	0	1	0	0	0	0	0	5	257	
9/18 00時-24時	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	259	
9/19 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	261	
9/20 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	
9/21 00時-24時	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	264	
9/22 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	265	
9/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	
9/24 00時-24時	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	267	
9/25 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	268	
9/26 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	269	
9/27 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	271	
9/28 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	272	
9/29 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	273	
9/30 00時-24時	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4	277	
10/1 00時-24時	5	0	0	1	0	0	0	0	0	6	283	
10/2 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	284	
10/3 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	286	
10/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286	
10/5 00時-24時	3	0	0	0	1	0	0	0	0	4	290	
10/6 00時-24時	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	292	
10/7 00時-24時	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	295	
10/8 00時-24時	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	296	
10/9 00時-24時	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	299	
10/10 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	301	
10/11 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	302	
10/12 00時-24時	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	304	
10/13 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	305	
10/14 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	306	
10/15 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	307	
10/16 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307	
10/17 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307	
10/18 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	308	
10/19 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	
10/20 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	309	
10/21 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309	
10/22 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309	
10/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	309	
10/24 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	310	
10/25 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	311	
10/26 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311	
10/27 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311	
10/28 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	311	
10/29 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	312	
10/30 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	
10/31 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	
11/1 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	313	
11/2 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	314	
11/3 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	
11/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	
11/5 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	
11/6 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	
11/7 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	315	
11/8 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	317	
11/9 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317	
11/10 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	317	
11/11 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	318	
11/12 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	318	
11/13 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	320	
11/14 00時-24時	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	321	
11/15 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	
11/16 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	
11/17 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	321	
11/18 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	322	
11/19 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322	
11/20 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322	
11/21 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	322	
11/22 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	323	
11/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323	
11/24 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323	
総計	180	84	35	21	2	0	0	0	1	323	323	





## (2) 地震活動

### ア. 地震の発生場所の詳細及び地震の発生状況

2018年9月6日03時07分に、胆振地方中東部の深さ37kmでM6.7の地震（最大震度7）が発生した。

この地震発生以降、地震活動が非常に活発になり、同日06時11分にM5.4の地震や10月5日にM5.2の地震（いずれも最大震度5弱）が発生するなど、11月24日までにM5.0以上の地震が4回、M4.0以上の地震が54回発生している。地震活動は、南北方向に延びる長さ約30kmの領域を中心に発生しており、減衰しつつも継続している。

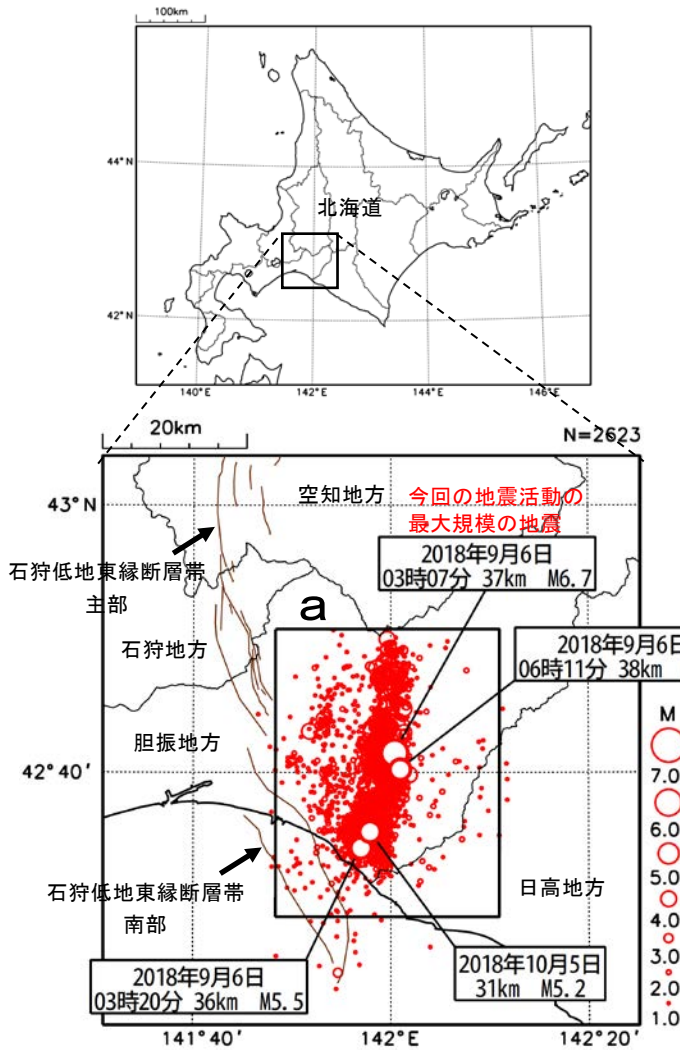


図2-1 震央分布図  
(2018年9月6日～2018年11月24日  
深さ0～60km、M1.0以上)

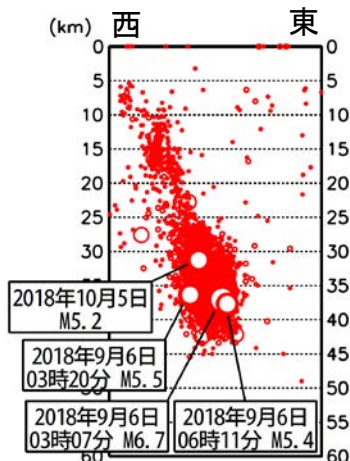


図2-2 領域a内の断面図（東西投影、M≥2.0）

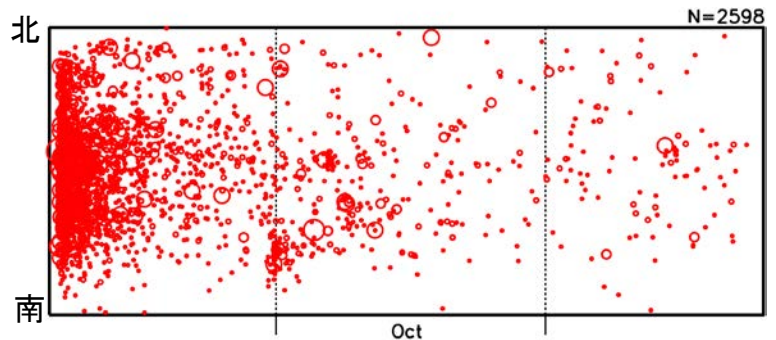


図2-3 領域a内の時空間分布図（南北投影）

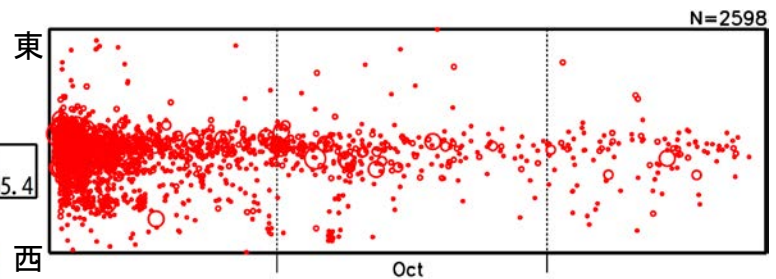


図2-4 領域a内の時空間分布図（東西投影）

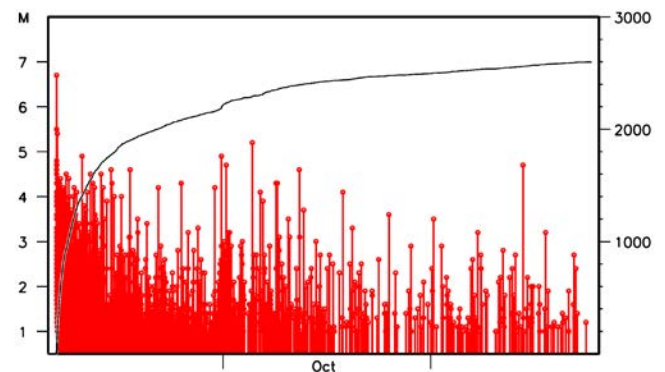


図2-5 領域a内のM-T図  
及び回数積算図（M≥1.5）

## イ. 発震機構

1997年10月1日から2018年9月6日までに発生したM4.0以上の地震の発震機構を図2-6に示す。周辺で発生する地震は、今回の地震活動を除くと数は少ないものの、発震機構がほぼ東西方向に圧力軸を持つ型が多い。2018年9月6日以降に発生したM4.0以上の地震の発震機構を図2-7に示す。今回の地震活動で発生したM4.0以上の地震の発震機構は、ほぼ東西方向に圧力軸を持つ型であり、これまでの活動と調和的であった。

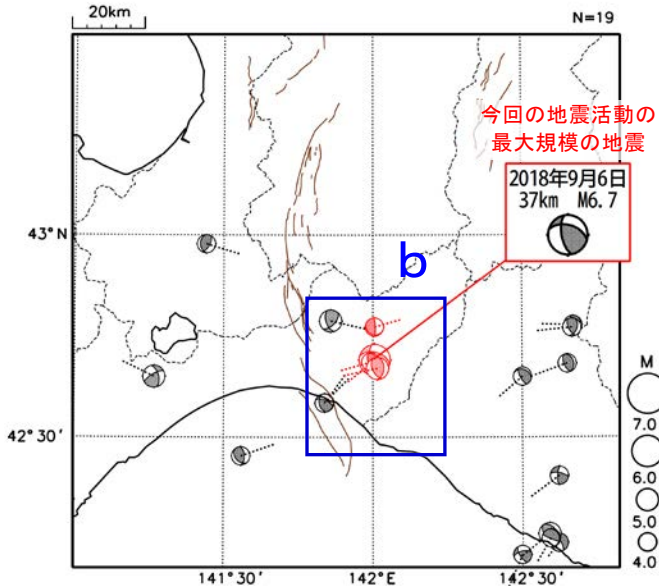


図2-6 発震機構分布図  
(1997年10月1日~2018年9月6日、  
深さ0~60km、M $\geq$ 4.0)

2018年9月6日の地震の発震機構を赤く示す。  
シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す。  
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による  
活断層を示す。

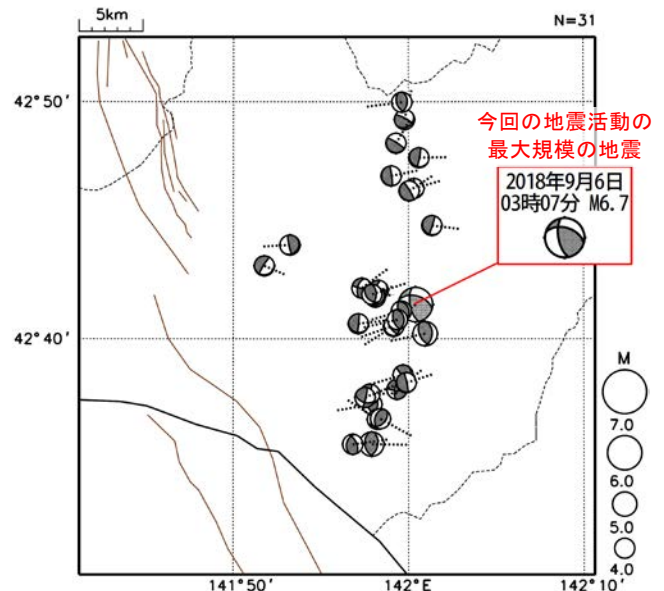


図2-7 領域b内の発震機構分布図  
(2018年9月6日~11月24日、  
深さ0~60km、M $\geq$ 4.0)

シンボルから伸びる点線は圧力軸の方位を示す。  
図中の細線は地震調査研究推進本部の長期評価による  
活断層を示す。

## ウ. 過去の地震活動

1923年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域c）では、これまでM5.0以上の地震が時々発生している。今回の地震の震央付近では、2017年7月1日にM5.1の地震が発生し、重傷1人の被害が生じた（総務省消防庁による）。また、今回の地震の震央から南東に約80km離れた領域では、「昭和57年（1982年）浦河沖地震」が発生し、負傷者167人などの被害が生じた（「日本被害地震総覧」による）。

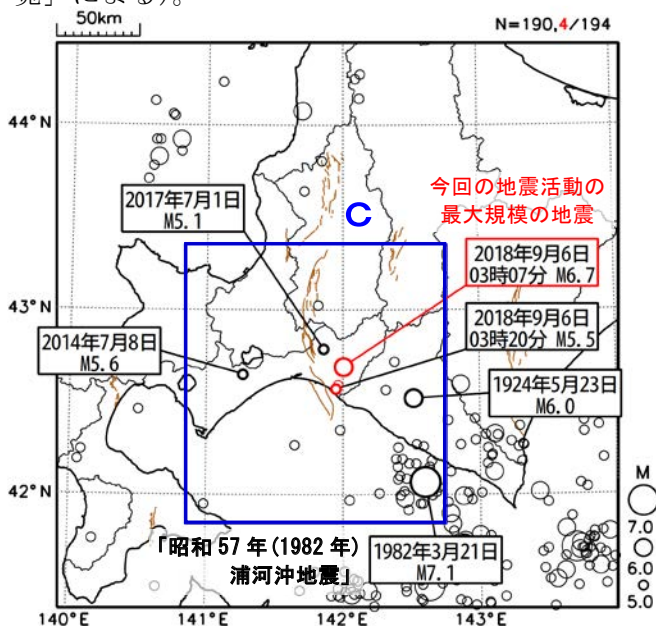


図2-8 震央分布図  
(1923年1月1日~2018年11月24日、  
深さ0~50km、M $\geq$ 5.0)  
2018年9月以降の地震を赤く表示

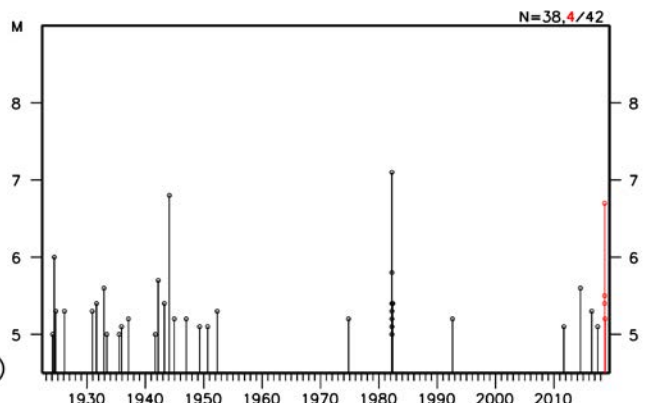


図2-9 領域c内のM-T図

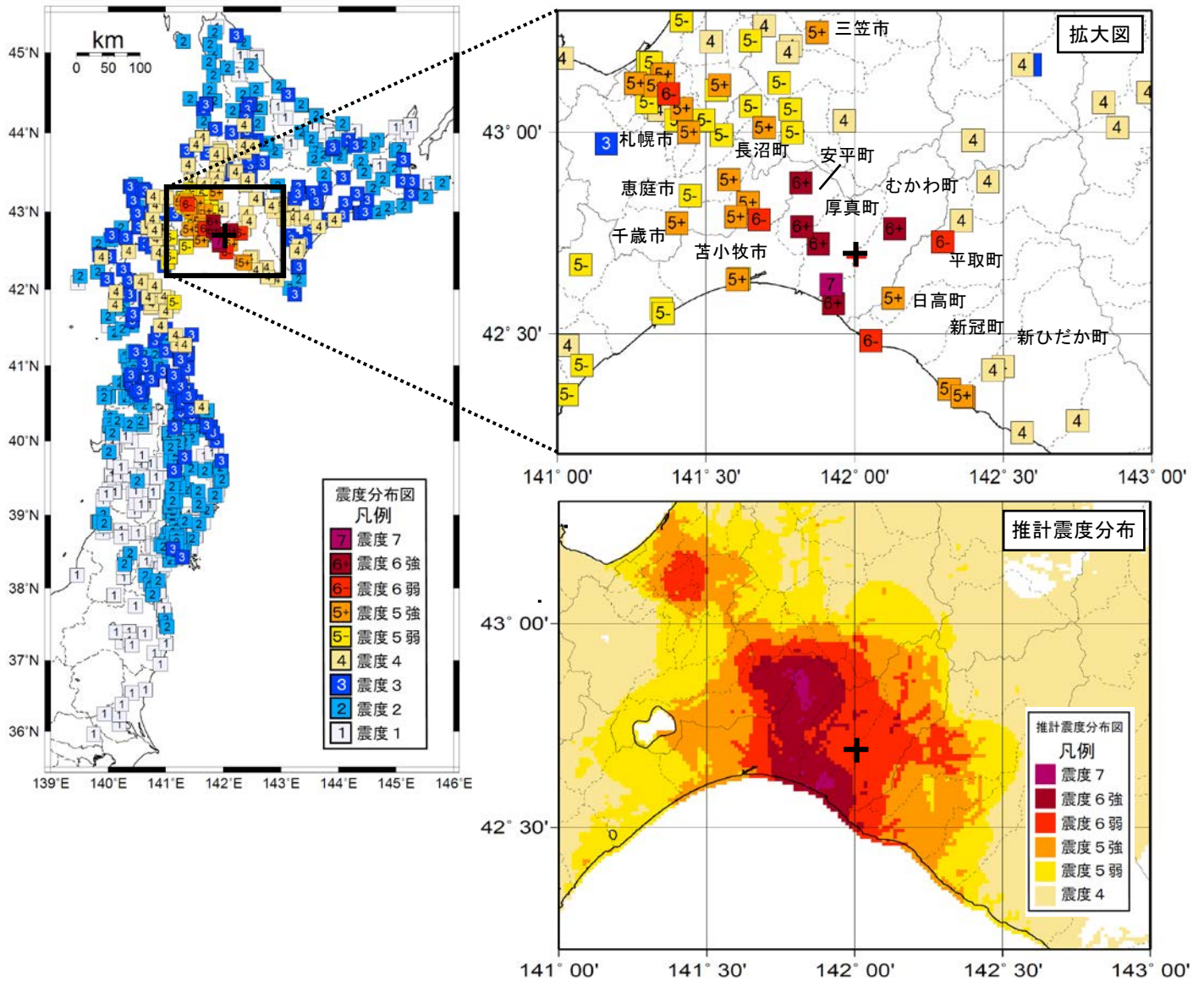
震央分布図中の茶色の線は、地震調査研究推進本部の  
長期評価による活断層を示す。

### (3) 震度と加速度

最大規模の地震である2018年9月6日03時07分の地震により震央付近の北海道厚真町鹿沼で震度7、北海道厚真町京町、安平町早来北進、安平町追分柏が丘、むかわ町松風、むかわ町穂別で震度6強の揺れを観測した。

#### ア. 最大規模の地震の震度と加速度

最大規模の地震の震度分布図を図3-1に、最大規模の地震により震度5弱以上を観測した震度観測点の計測震度及び最大加速度を表3-1に示す。



<推計震度分布図について>  
 地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがある。  
 このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目して利用されたい。  
 なお、この推計震度分布図は震度の精査後に再作成したものであり、地震発生直後に発表したものと一部異なる。

図3-1 最大規模の地震(M6.7、深さ37km、最大震度7)の震度分布図及び推計震度分布図(+印は震央を表す。) 地震発生直後に発表した震度データに加え、その後入手した震度データも用いて作成

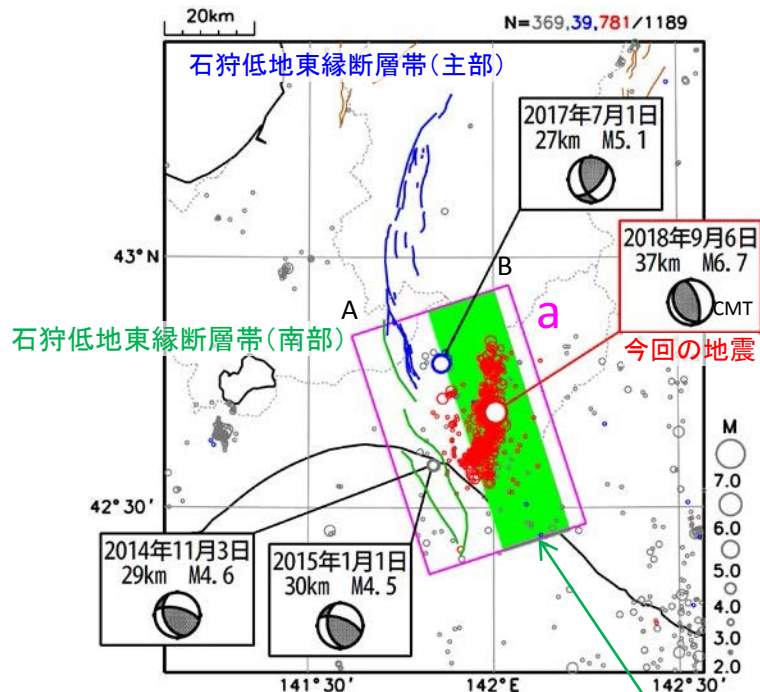
# 平成30年胆振東部地震(活断層との位置関係)

## 震央分布図

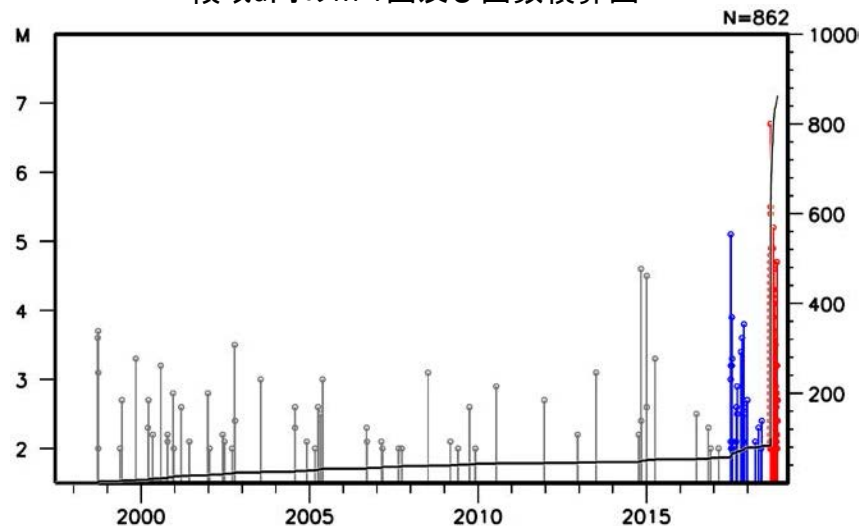
(1997年10月1日～2018年11月24日、深さ0～60km、 $M \geq 2.0$ )

2017年7月1日以降の地震を青く表示

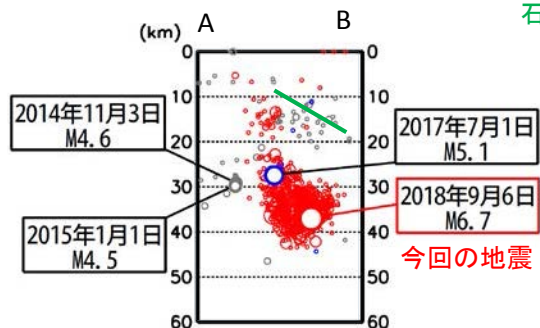
2018年9月6日以降に地震を赤く表示



## 領域a内のM-T図及び回数積算図



## 領域a内の断面図(A-B投影)



地震調査研究推進本部の全国地震動予測地図における石狩低地東縁断層帯(南部)の断層モデル

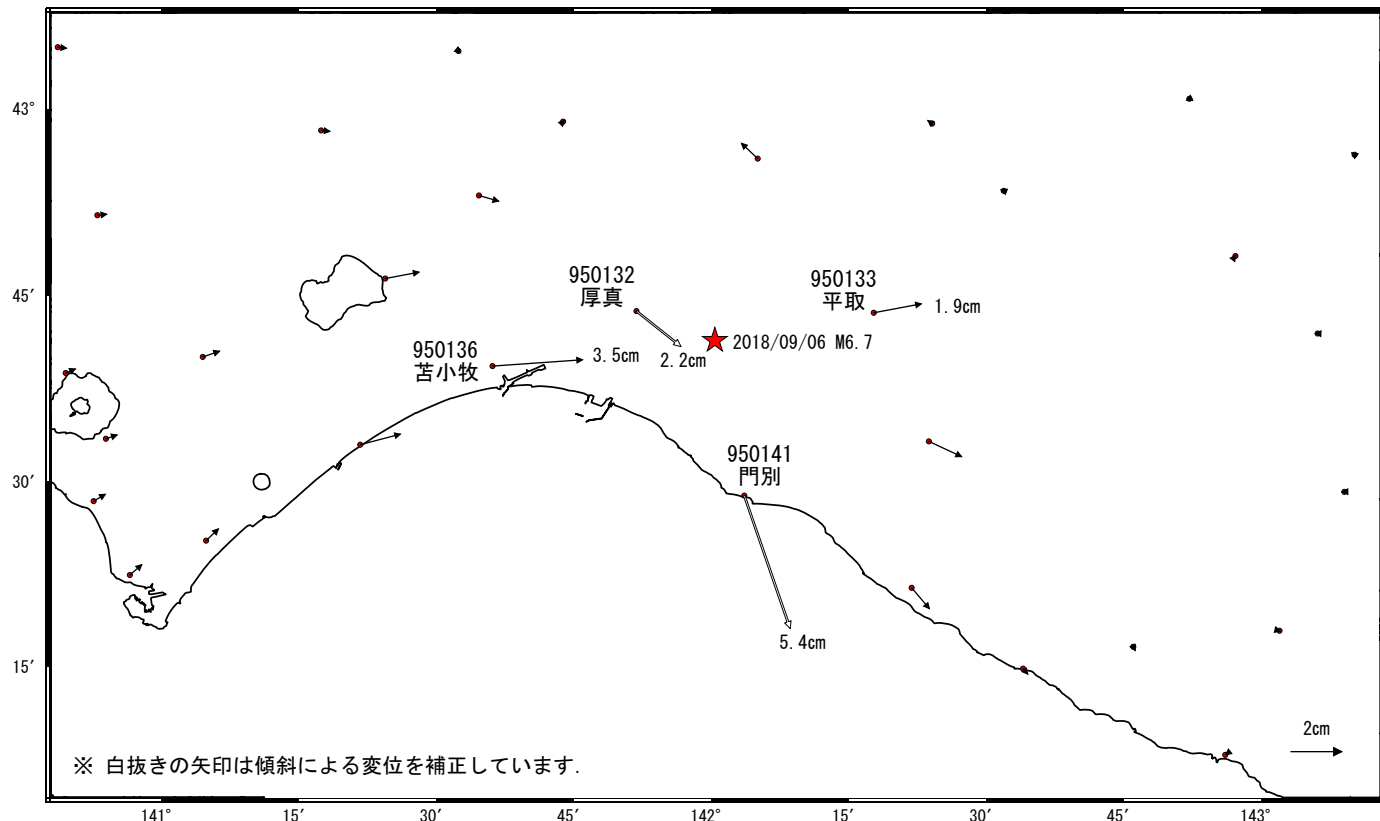
断面図中の緑実線は、石狩低地東縁断層帯(南部)の断層モデルの投影した位置を示す。

# 平成30年北海道胆振東部地震(9月6日 M6.7)前後の観測データ

この地震に伴い地殻変動が観測された。

## 地殻変動(水平)

基準期間: 2018/08/29~2018/09/05 [F3: 最終解]  
比較期間: 2018/09/06~2018/09/13 [F3: 最終解]



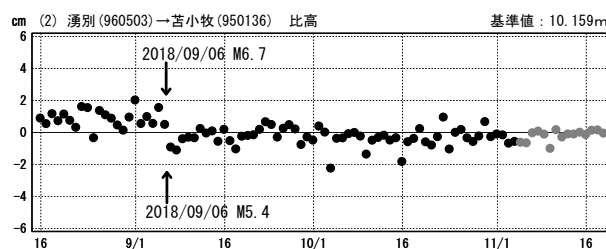
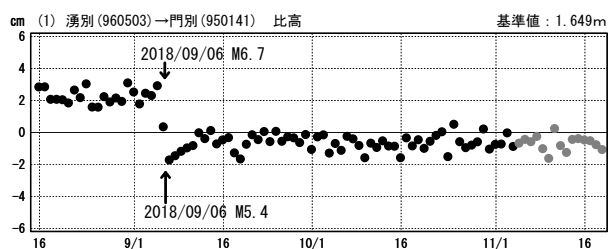
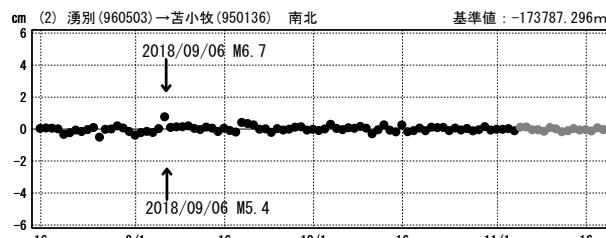
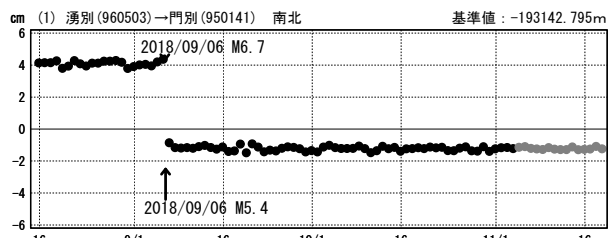
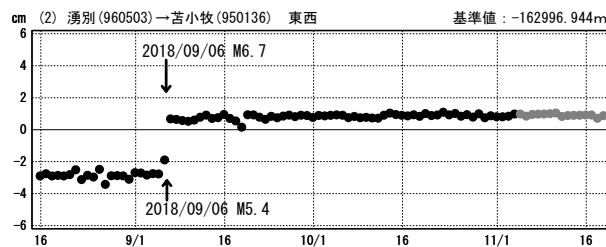
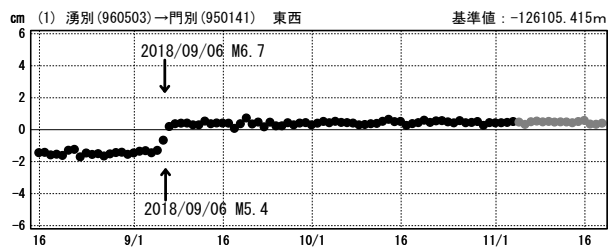
固定局: 湧別(960503) ★ 震央

※ 電子基準点「門別」, 「厚真」の傾斜による変位は補正していますが, 電子基準点周辺の局所的な地盤の変動が含まれている可能性があります。

## 成分変化グラフ

期間: 2018/08/15~2018/11/18 JST

期間: 2018/08/15~2018/11/18 JST



●—[F3: 最終解] ●—[R3: 速報解]

## 平成 30 年北海道胆振東部地震の震源断層モデル（暫定）

SAR（だいち 2 号）及び GNSS で観測された地殻変動を基に推定された震源断層モデル（矩形断層一様すべり）の特徴は以下の通りである。

- 1) ほぼ南北走向の高角な断層面上における逆断層運動が推定される。
- 2) 断層の上端は、深さ約 16km（断層下端：約 31km）に位置する。
- 3) 推定された地震モーメントは  $8.68 \times 10^{18}$  Nm（モーメントマグニチュード：6.56）である。

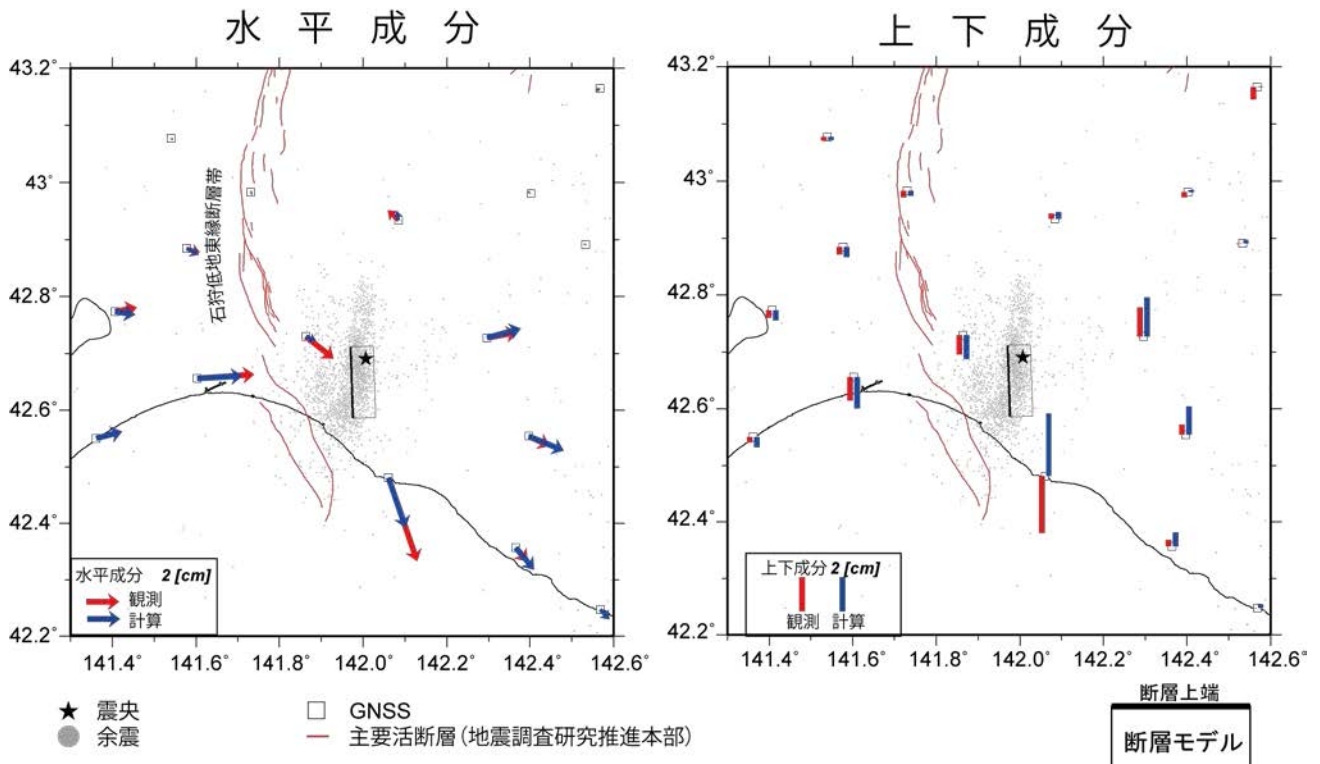


図 1 GNSS データの観測値と計算値。

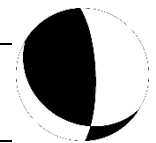
（左）水平成分、（右）上下成分。★印は震央、灰色の点は余震分布（気象庁一元化震源を使用）。  
 矩形は震源断層モデルを地表に投影した位置で、太い実線が断層上端。

表 1 震源断層モデルパラメータ

経度	緯度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜	滑り角	滑り量	$M_w$
[°]	[°]	[km]	[km]	[km]	[°]	[°]	[°]	[m]	
141.976	42.586	16.2	14.0	15.9	358	74	113	1.3	6.56
(0.021)	(0.017)	(1.7)	(3.9)	(3.5)	(3.5)	(4.4)	(7.2)	(0.4)	

※矩形断層 1 枚での推定結果。位置は断層の左上端を示す。( ) 内は誤差を示す ( $1\sigma$ )。

剛性率：30 GPa



観測

計算

残差

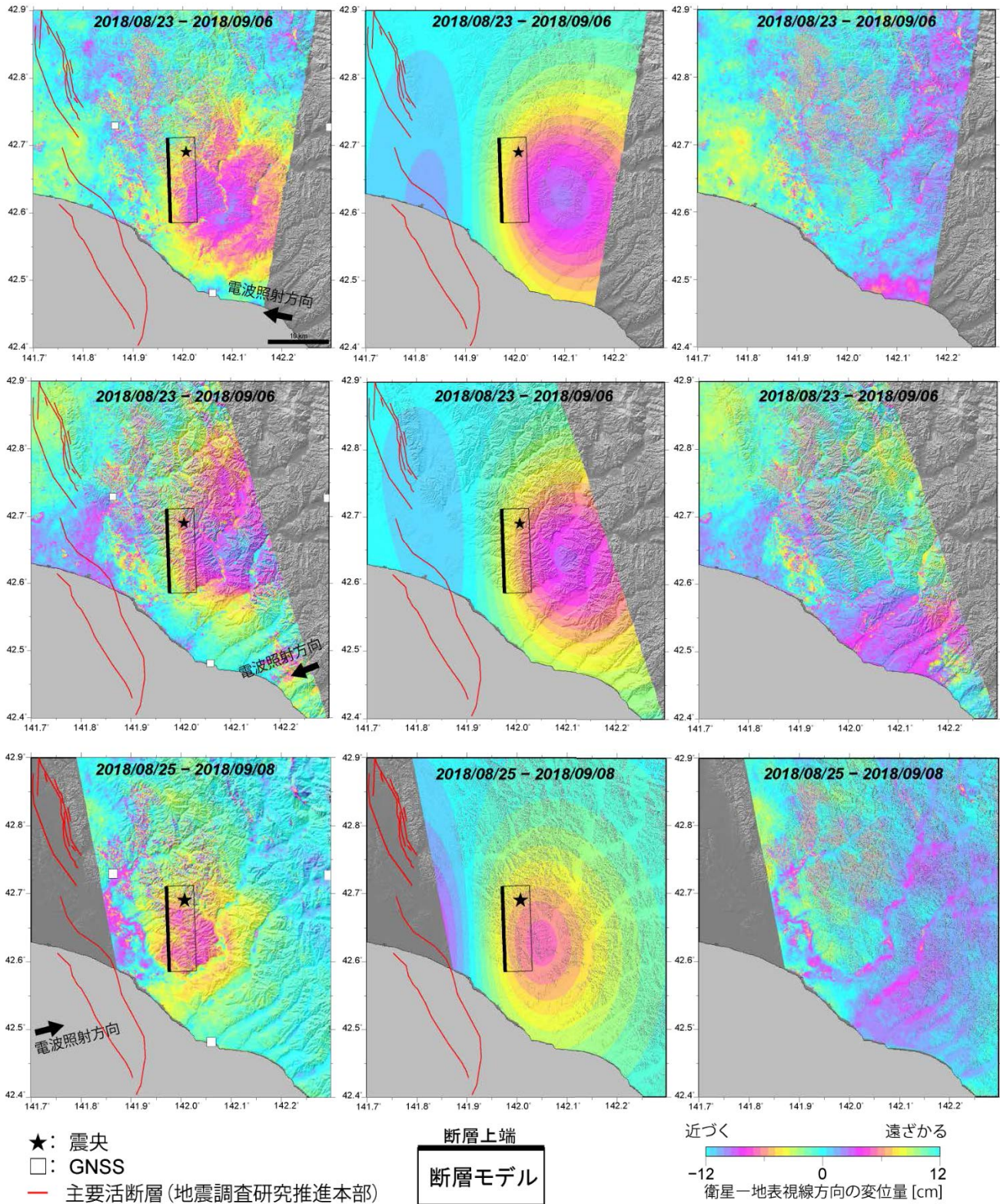


図2 干渉 SAR 画像の(左)観測値、(中)計算値、(右)残差。

本研究で用いた ALOS-2 データは、地震予知連絡会 SAR 解析ワーキンググループを通じて、(国研) 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) から提供を受けました。原初データの所有権は JAXA にあります。



【概念図 / Schematic view】

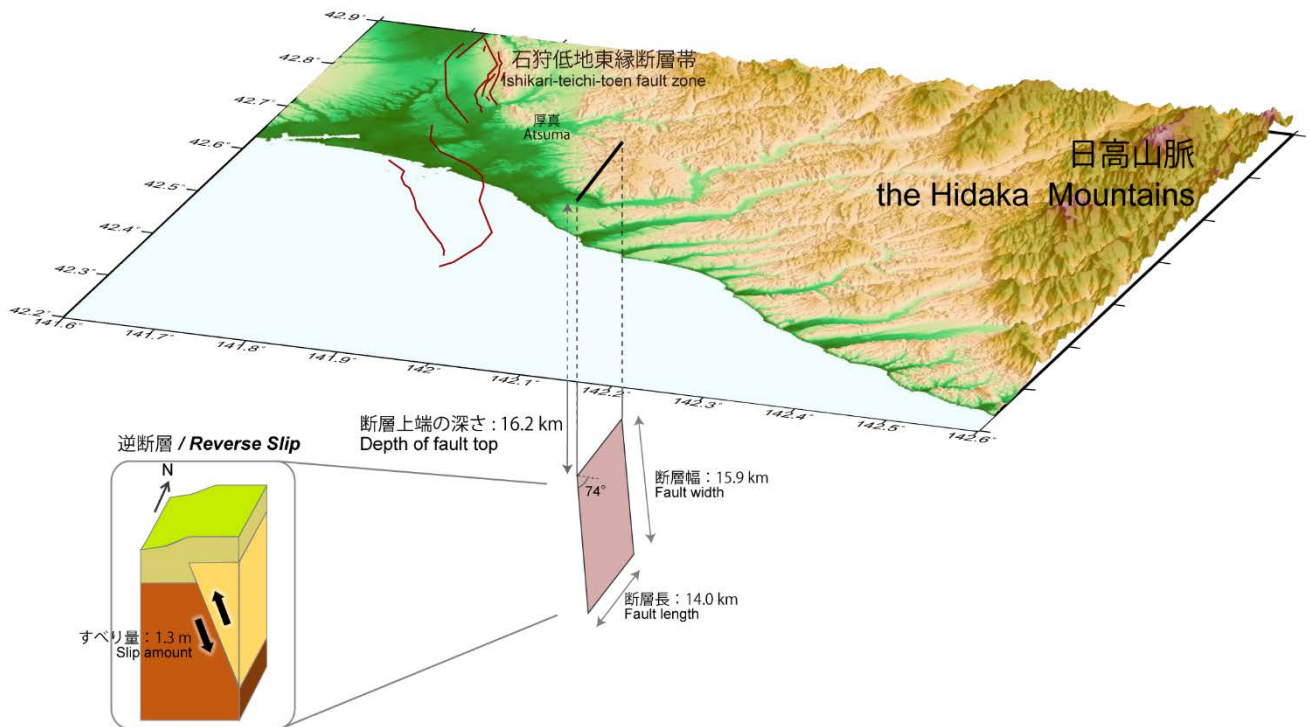


図3 推定された震源断層の概念図。

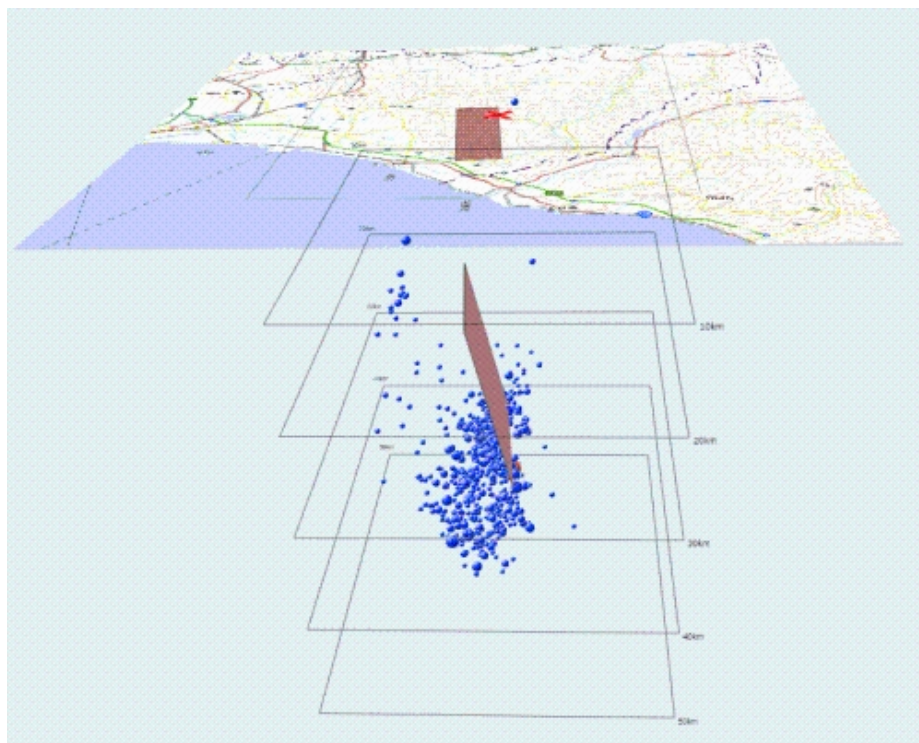
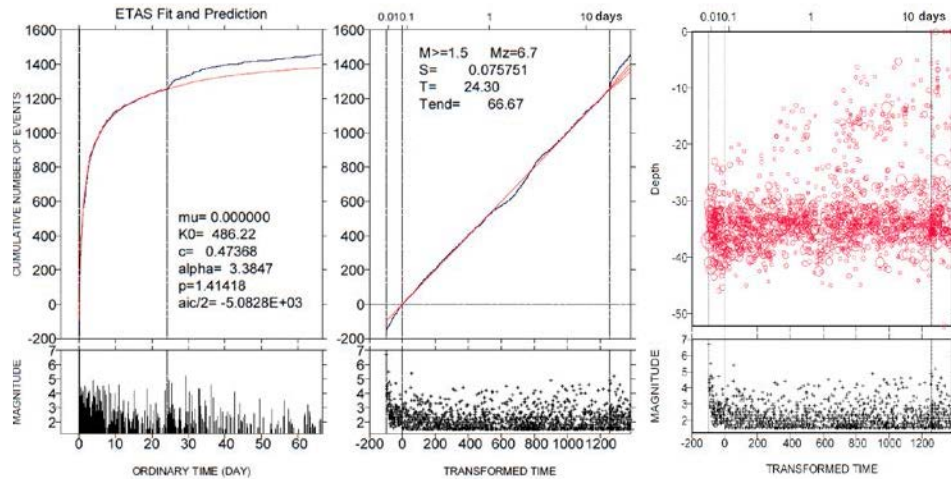


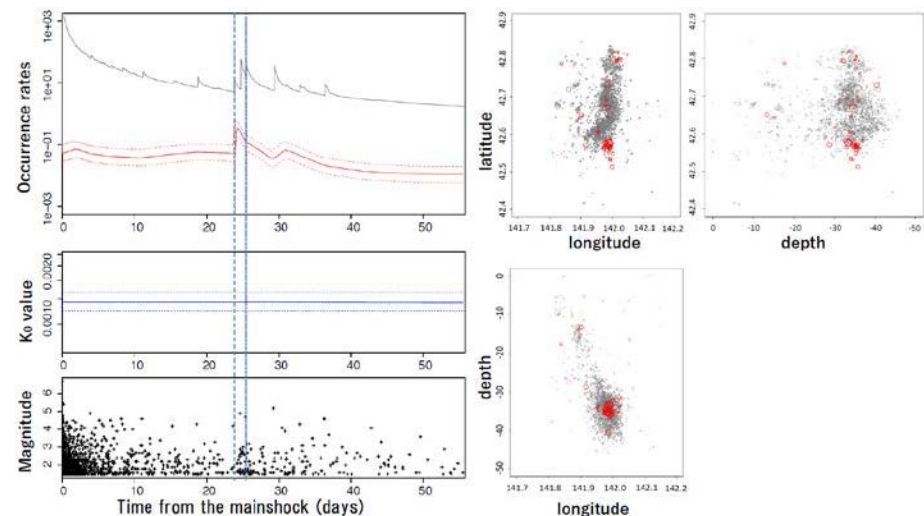
図4 地理院地図 3D による震源断層面の表示。

地理院地図 3D で震源断層面と震源分布の位置関係を 3 次元で見ることが可能。

(<http://www.gsi.go.jp/cais/topic180912-index.html>)

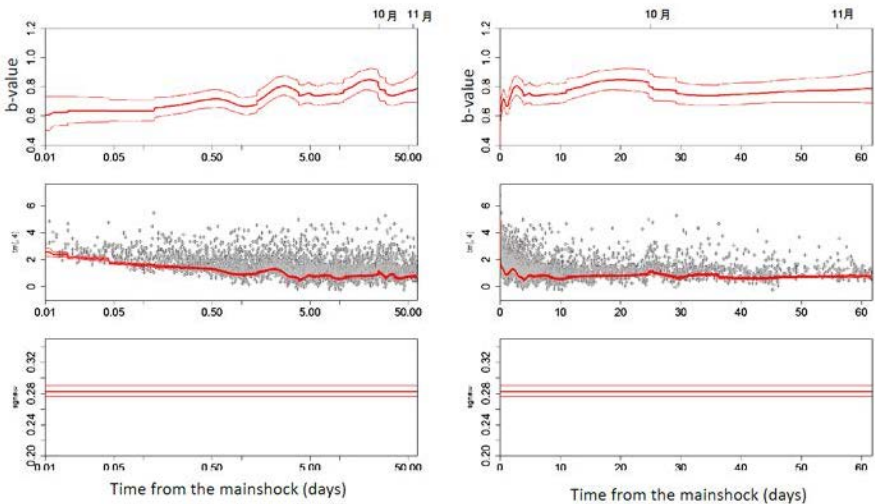


第1図 2018年9月6日M6.8胆振東部の地震の余震活動( $M \geq 1.5$ )を本震後23.4日(9月29日)までETASモデルを当てはめて、その先を外延した結果. 余震の累積数(黒実線)とETASモデルの積分(赤曲線)の通常時間と変換時間の経過図, M-T図, および余震の深さに対するETAS変換時間図. 深さ分布は浅い部分の余震数が拡大しているのが見られる

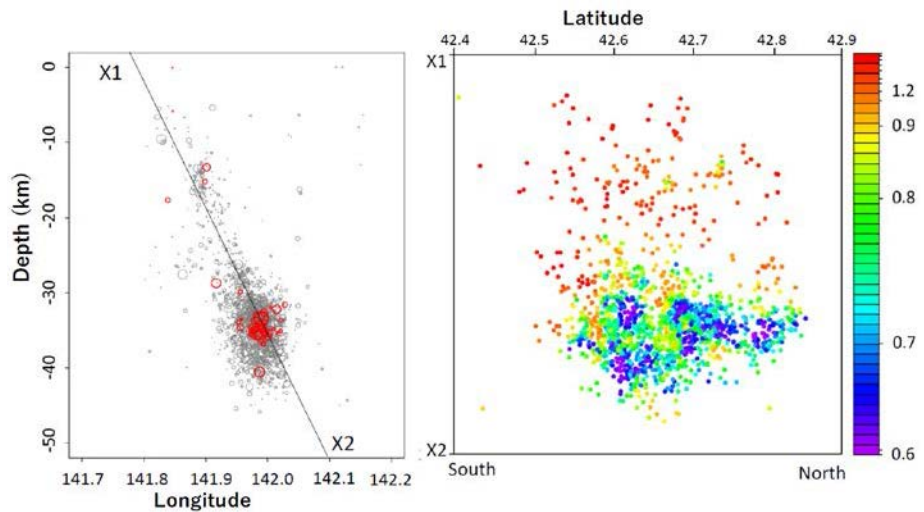


第2図 非定常ETASモデルの推定結果. 基準パラメータとして第1図のETASモデルの最尤推定値を用いた. 常時活動率  $\mu(t)$  (赤線) および自己誘発率  $K_0(t)$  (青線) の変化. 標準誤差のエンベロップを破線で表示した. 縦の点線は図1の変化点(9月29日)とその3日後を示す. 右側の3つのパネルは余震の震源分布で、赤丸で表したのは右側の縦線で挟まれた3日間の区間での余震を示す.

32

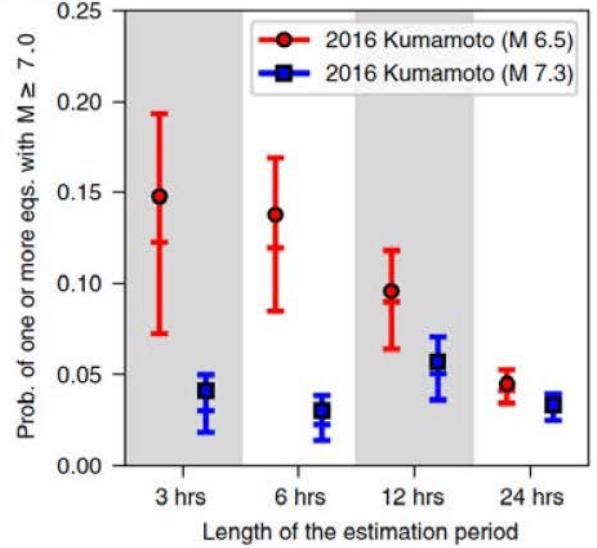
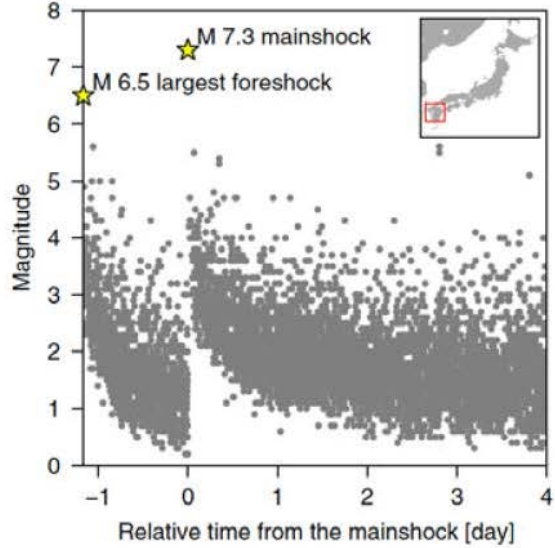
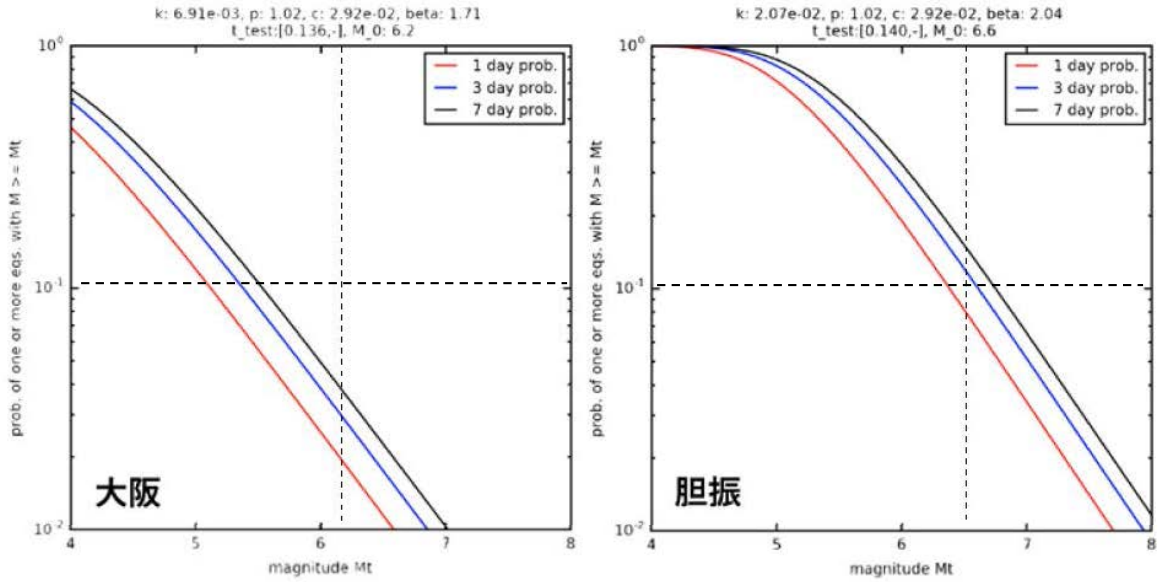


第3図.  $b$ 値の時間変化(上段)50%検出率のマグニチュード(中段)及び部分的検出マグニチュードの範囲(下段). 左側が対数スケール時間で右側が通常時間. いずれも95%誤差がエンベロップで示されている.

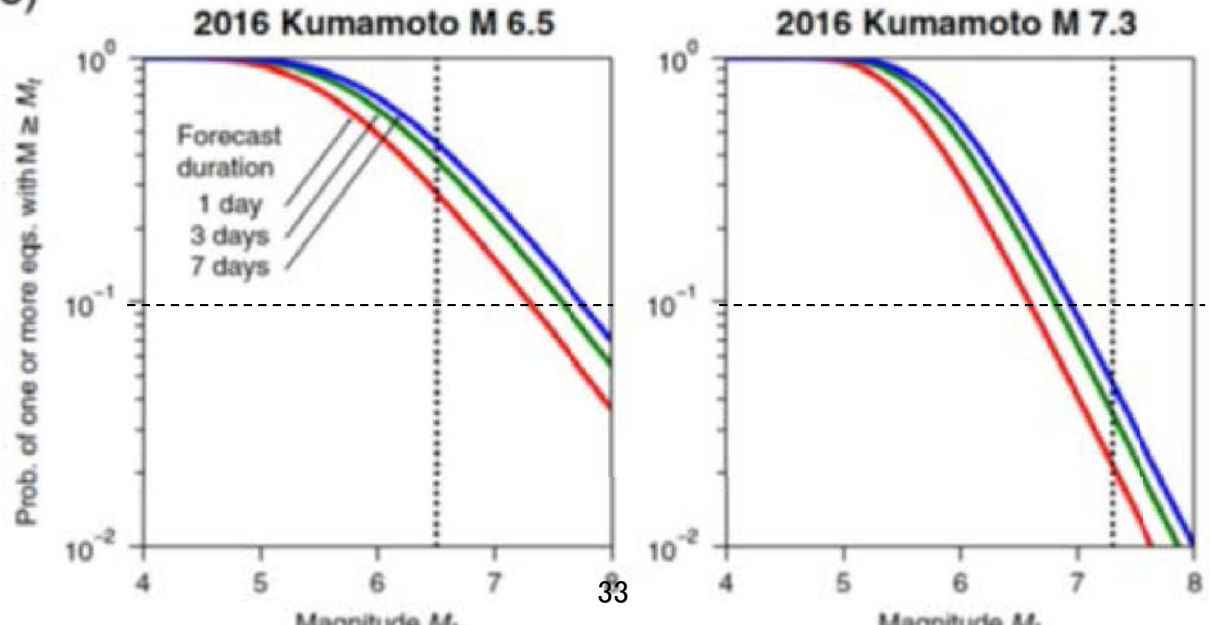


第4図.  $b$ 値( $M \geq 1.5$ )の空間分布. 左側パネルの灰色丸及び赤丸は第2図の右下と同じ. 右側パネルは南北平行な横断面 X1-X2 に投影された余震の位置での  $b$  値の分布でカラー表に対応する数値になる.

# 2018年大阪北部及び胆振地方の地震に対するリアルタイム余震確率予測



(c)



# 2018年9月28日 インドネシア、スラウェシ、ミナハサ半島の地震

## (1) 概要

2018年9月28日19時02分（日本時間、以下同じ）にインドネシア、スラウェシ、ミナハサ半島の深さ10kmでMw7.5の地震が発生した。この付近ではモルッカ海プレートとユーラシアプレートとバンダ海プレートの境界がある。この地震の発震機構（気象庁によるCMT解）は北西-南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

気象庁は、この地震に対して、同日19時36分に遠地地震に関する情報（津波の心配なし）を発表した。インドネシア気象気候地球物理庁（「BMKG」）は、同日19時07分にスラウェシ島沿岸に津波警報を発表した。この地震により、スラウェシ島の州都パルを中心に少なくとも死者2090人以上の被害が生じた（10月12日現在、インドネシア国家防災庁による）。

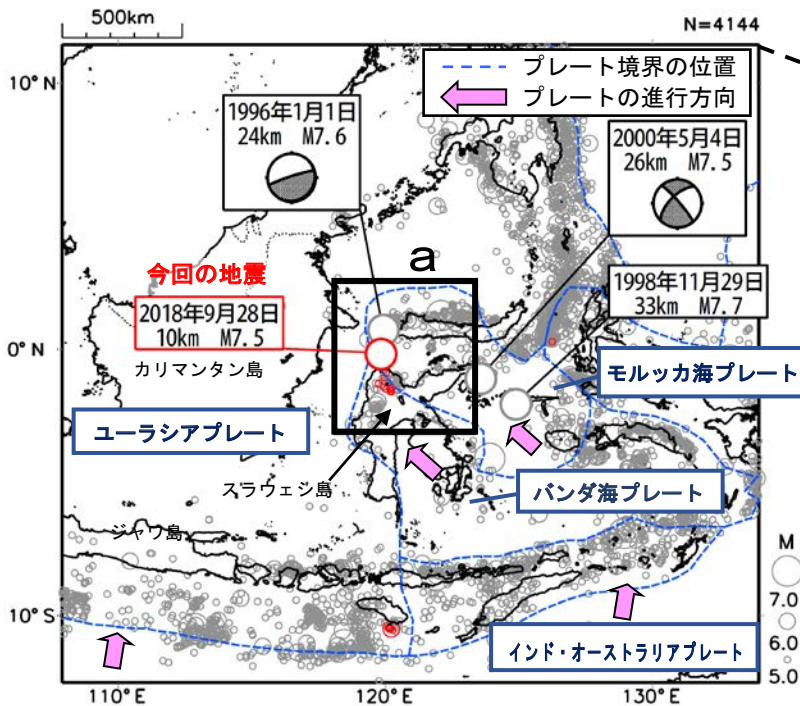


図1-1 震央分布図

(1970年1月1日～2018年10月8日、深さ0～50km、M≥5.0)  
2018年9月28日以降の地震を赤く表示

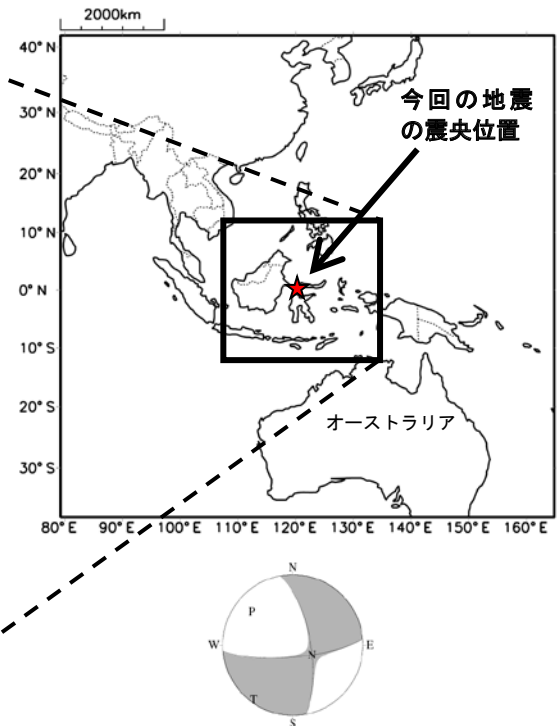


図1-2 今回の地震の発震機構  
(気象庁によるCMT解)

## (2) 地震活動

### ア. 今回の地震の発生場所の詳細と地震の発生状況

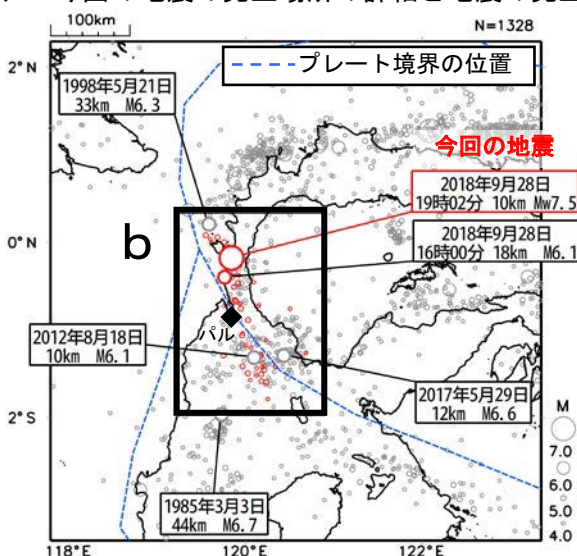


図2-1 領域a内の震央分布図

(1970年1月1日～2018年10月8日、深さ0～50km、M≥4.0)

今回の地震の震央は、スラウェシ島の州都パルの北側約80kmにある。今回の地震の発生前には同日16時00分にM6.1の地震が発生し、その後地震活動が活発になった。

今回の地震の発生以降、10月8日までに発生したM4.0以上の地震は、今回の地震の震央を中心に南北方向に分布しており、今回の地震の発震機構から推定される断層面の走向と概ね調和的である。

今回の地震の発生以降、地震活動は減衰しつつも、活発な状態が続いている。

1970年以降でみると、今回の地震の震央付近（領域b）では、M6.0以上の地震が時々発生している。

※本資料中、今回の地震の発震機構及びMwは気象庁、その他の地震の発震機構及びMwはGlobal CMTによる。また、1969年までの地震の震源要素はISC-GEM、1970年以降の地震の震源要素は米国地質調査所（USGS）による（2018年10月8日現在）。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）より引用。気象庁が発表する「北西太平洋津波情報」については、いずれも発表対象領域外での地震であったため、発表されていない。

\*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252. 気象庁作成

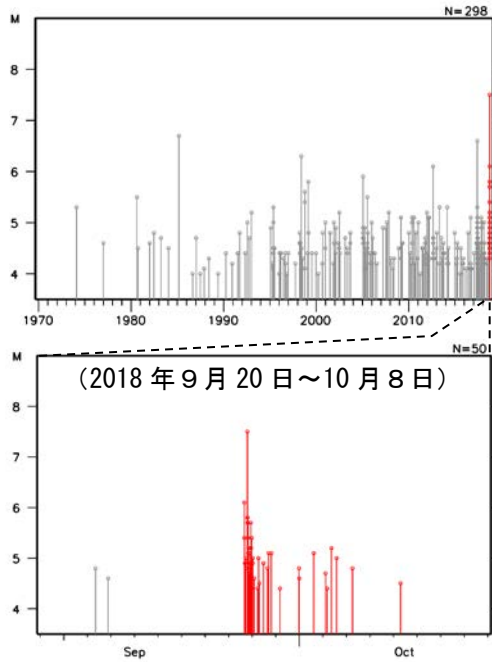


図 2-2 領域 b 内の M-T 図

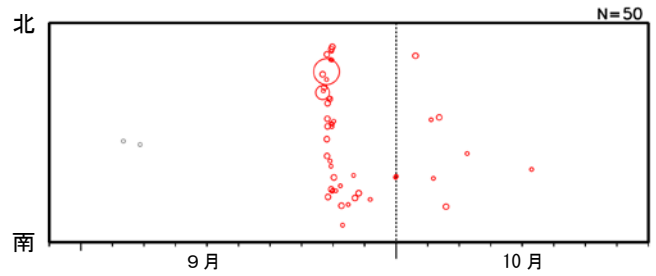


図 2-3 領域 b 内の時空間分布図 (南北投影)  
(2018 年 9 月 20 日～10 月 8 日)

イ. 過去の地震活動

スラウェシ島を含むインドネシア、マレーシアやフィリピンの島々の周辺では、M7 を超える地震が時々発生しており、地震による津波の被害も発生している。1976 年 8 月 17 日にミンダナオ島近海で M8.0 の地震が発生し、津波により死者 8000 人の被害が生じた。また 2004 年 12 月 26 日にはスマトラ島西方沖で M9.1 の地震が発生し、インド洋沿岸諸国で合計 20 万人以上の死者が出るなど甚大な被害が生じた。

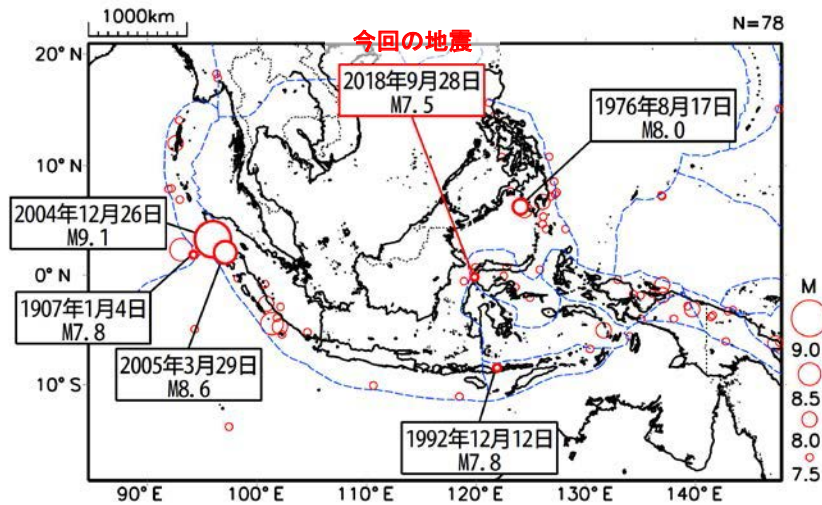


図 2-4 震央分布図  
(1900 年 1 月 1 日～2018 年 10 月 8 日、深さ 0～100km、M $\geq$ 7.5)

発生年月日	深さ (km)	M	津波	死者
1907/01/04	15	7.8	あり	400
1976/08/17	20	8.0	あり	8000
1992/12/12	28	7.8	あり	1740
2004/12/26	30	9.1	あり	20 万以上
2005/03/29	30	8.6	あり	1303
2018/09/28	10	7.5	あり	832

表 2-1 図 2-4 内で死者 400 人以上の被害が生じた地震

※本資料中、2004 年 12 月 26 日のスマトラ島西方沖の地震の被害は米国地質調査所 (USGS)、今回の地震以外のその他の地震の被害は宇津の「世界の被害地震の表」による。

## 2018年9月インドネシア・スラウェシ島の地震に関する SAR 干渉解析結果

2018年9月28日 (UTC) にインドネシア・スラウェシ島付近で発生した地震 (Mw7.5) について、だいち2号のデータの解析を行った。得られた結果は以下のとおりである。

- 変動域は震央から南側へ約 160km の範囲に及んでいる。
- Palu から南側で大きな地殻変動が見られ、5m 程度の変位が生じている。南北に走向をもつ断層の左横ずれ運動と調和的である。
- 単純な1枚の断層ではなく、複数の断層が複合して動いたように見える。
- 震源断層による地殻変動だけでなく、地震の際に誘発されたと思われる断層変位も見られる。

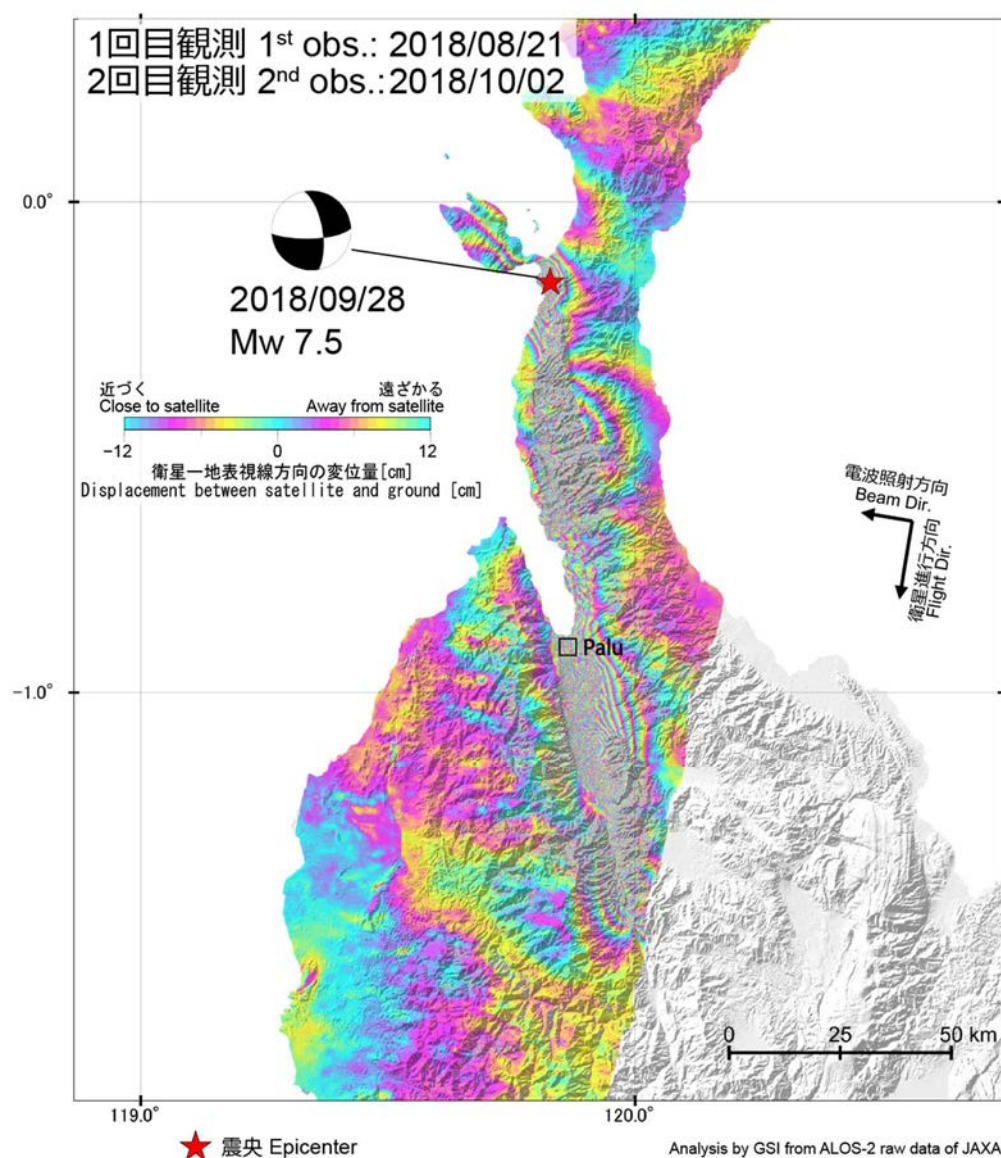


図 1. 南行観測ペアの SAR 干渉画像

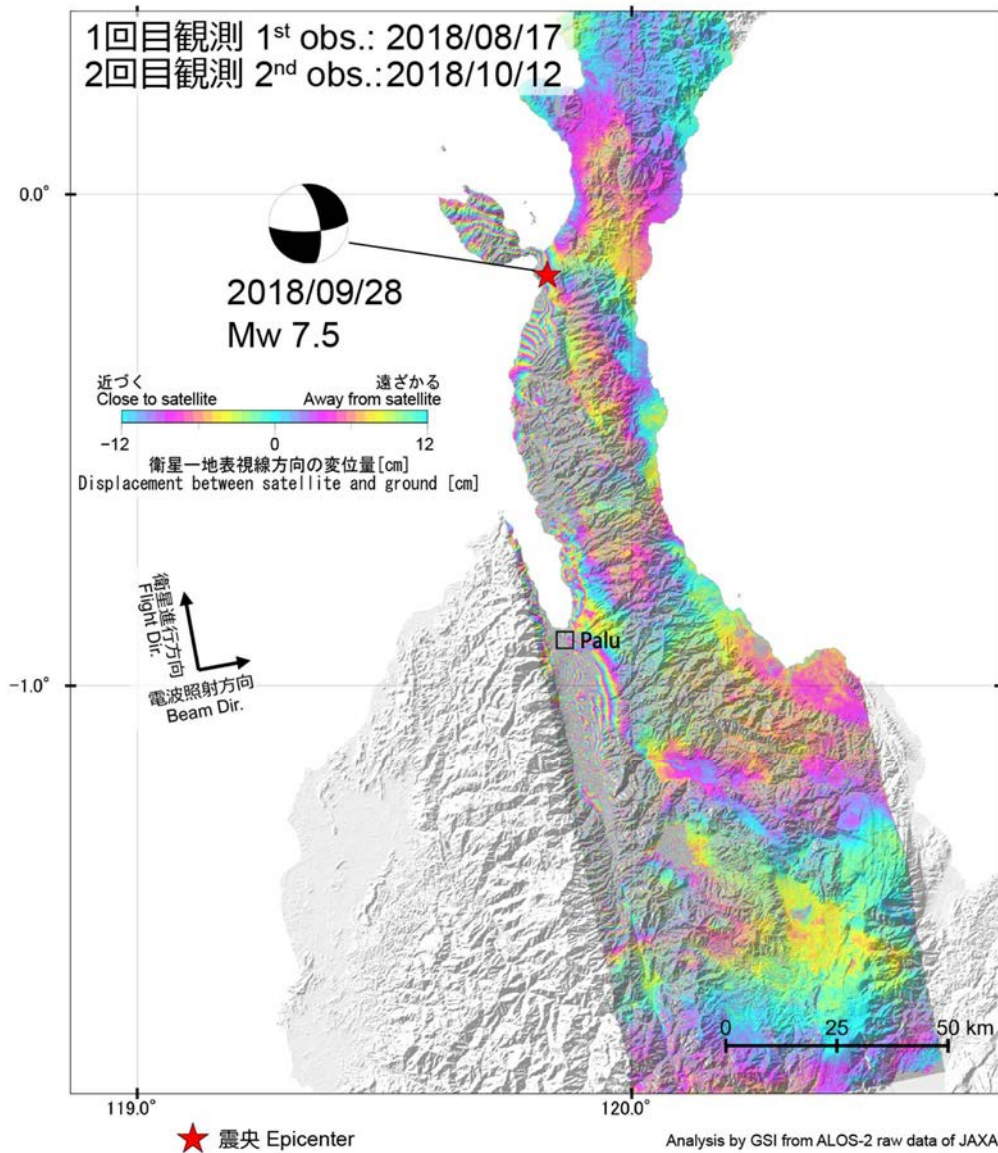


図 2. 北行観測ペアの SAR 干渉画像

表 1. 使用データ

図番号	観測日	観測時間 (UTC)	衛星進行方向	電波照射方向	観測モード	入射角 (震央付近)	垂直基線長
1,3	2018/08/24 2018/10/02	03:47 頃	南行	右	広域観測 (Normal)	29°	+43m
2	2018/08/17 2018/10/12	16:11 頃	北行	右	高分解能 (10m)	32°	+339m

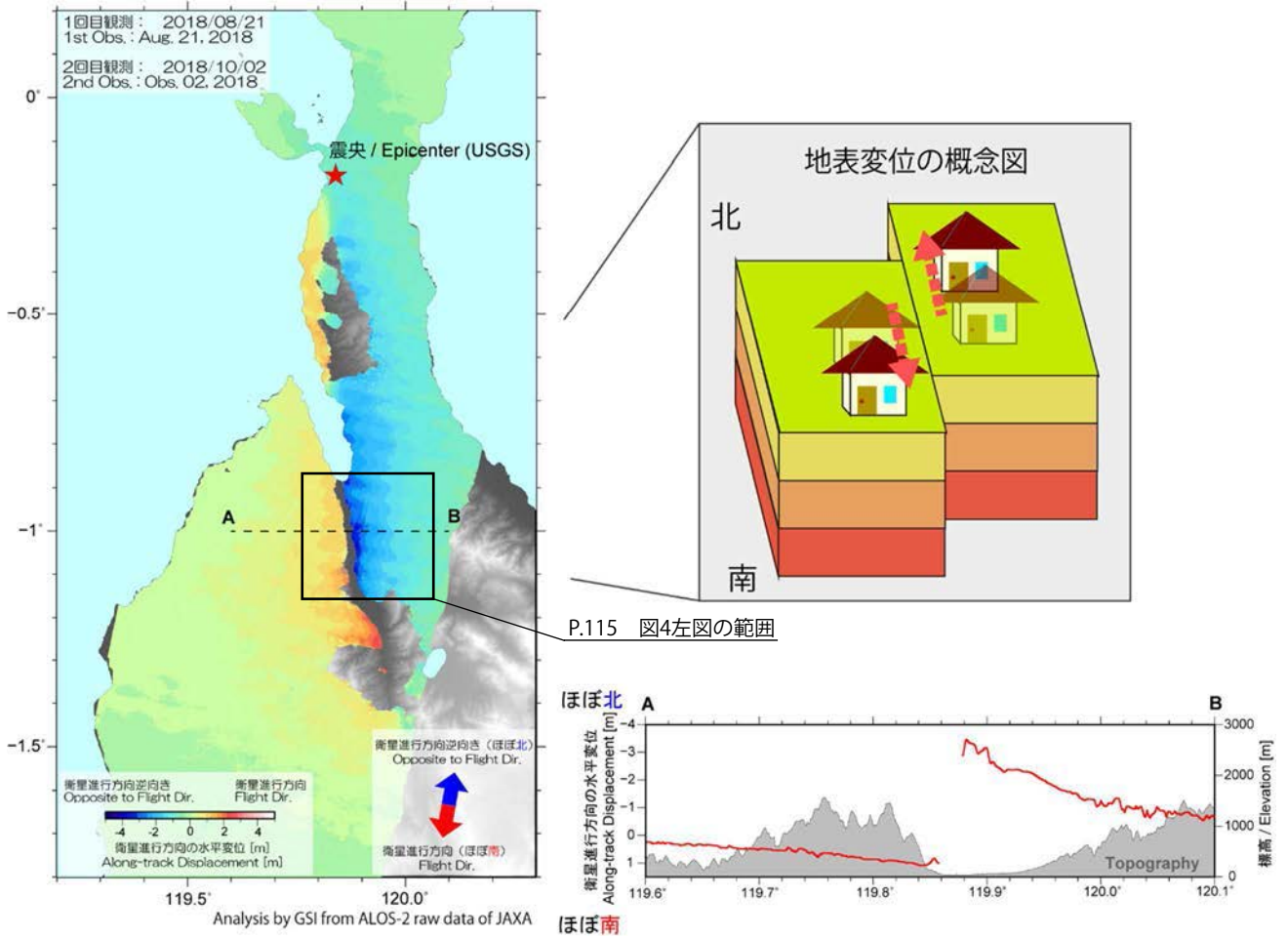


図 3. 南行観測ペアの MAI 法解析画像

本成果は、地震予知連絡会 SAR 解析ワーキンググループの活動を通して得られたものである。



# 重点検討課題の検討

「予測実験の試行05」



平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、平成 25 年 11 月に地震予知連絡会は今後の活動の方向性として、「モニタリングとして何が重要かを検討し、また、今の予測能力の実力を把握・提示するために、今後、予測実験の試行を行うことが有効であると考えられる。」とした。これを受けて、平成 27 年 8 月 21 日に開催された第 208 回地震予知連絡会で、重点検討課題として「予測実験の試行」を取り上げることとなり、今回で 5 回目となる。

これまで 4 回の「試行」は以下のような概要であった。

- (1) 定式化された手法を過去のデータに適用して、現在までの状況を予測した事例が紹介された。具体的には、CSEP の地震活動予測、繰り返し地震の予測、前震活動による予測、および余効変動の予測が報告された。
- (2) 前回発表時以降の地震発生や地殻変動について、実際の発生状況あるいは変動の進行がどの程度適合しているのかが紹介された。また、ある予測手法が「当たり前の予測」よりもどの程度優秀であるのかを示す拡張ブライアスコアの有用性についても解説された。
- (3) これまでの CSEP・繰り返し地震・前震活動に基づく地震の予測や東北地方太平洋沖地震の余効変動の予測が、その後一年間の実際のデータとどの程度適合していたのかを検討するとともに、直近に発生した大地震について、事前にどの程度の予測が可能であったのか検討した。
- (4) 地震活動のデータにもとづく地震の予測において、新たに取り組みつつある手法の紹介とこれまでの予測がどの程度適合していたのかの検討及び予測実験に移行するための課題が議論された。

今回は、これまで行ってきた CSEP の活動報告や地震活動予測の事例を紹介するとともに、房総沖のスロー地震が発生し地震発生の可能性について検討がなされたりしており、スロー地震活動がどのように地震活動に影響を与えているかについて紹介し、地震活動モニターの有効性を検討する。

話題提供者〔敬称略〕

1. 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法

(最近の活動事例による検証) と沖縄地方の繰り返し地震

気象庁気象研究所 橋本 徹夫

2. CSEP参加グループによる予測手法 予測と実際の活動の比較検証 (3)

東京大学地震研究所 鶴岡 弘

3. スロー地震と巨大地震の関係

東京大学地震研究所 加藤 愛太郎

4. 北海道東部の最近の地殻変動

国土地理院地理地殻活動研究センター 矢来 博司

5. 北海道東方沖の地震活動の相対的静穏化を受けた他の物理量変化の検討

海洋研究開発機構 堀 高峰

群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法（最近の活動事例による検証）  
と沖縄地方の繰り返し地震  
橋本徹夫（気象研究所地震津波研究部）

1. 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法

- 群発的地震活動を前震活動と仮定
- その統計的性質から本震発生を経験的に予測
  - ・日本海溝沿い3領域：今期間前震候補も対象地震も発生なし
  - ・伊豆半島沖および九州中部では、前震候補がそれぞれ2回、山陰地方で1回
  - ・長野県北部、および山陰地方では、それぞれ3回、2回の本震があったが、前震候補なし
- △気象研究所弘瀬冬樹主任研究官と前田憲二前地震津波研究部長との共同研究の成果による

表1:各領域の解析対象期間、各種パラメータと予知率および適中率。

領域	期間	前震条件とターゲットM D,Mf,Tf,Fnf,Ta,Mm	予知率	適中率
日本海溝3領域	1961年～	0.5, 5.0, 10, 3, 4, 6.0	27% (=13/48)	22% (=17/79)
伊豆半島沖	1977年～	0.2, 3.0, 3, 3, 5, 5.0	68% (=44/65)	22% (=44/199)
長野県北中部	1998年～	0.1, 2.0, 1, 5, 5, 5.0	33% (=5/15)	11% (=8/73)
九州中部	1970年～	0.1, 3.0, 10, 3, 12, 5.0	31% (=4/13)	6% (=3/51)
山陰地方	1977年～	0.1, 2.0, 5, 2, 12, 5.0	39% (=9/23)	2% (=11/533)
		0.1, 3.0, 1, 2, 24, 5.0*	22% (=5/23)	11% (=4/37)

日本内陸は伊豆地域の条件を援用。  
(D:グリッドサイズ(°)、Mf0:前震候補の下限規模、Tf:前震抽出の時間窓(日)、Nf:前震抽出の地震数、Ta:予測期間(日)、Mm0:本震下限規模)\* (適中率≥5%)

2. 沖縄地方の繰り返し地震

- 地震波形の波形相関を利用して繰り返し地震を同定
- 地震発生間隔がBPT分布に基づくとして発生確率70%の期間を予測
  - (1) 宮古島付近の繰り返し地震
    - ・グループB(平均M4.2、平均発生間隔2.4年)で1回発生
  - (2) 沖縄本島近海(国頭村東方沖)の繰り返し地震
    - ・グループX(平均M4.0、平均発生間隔2.3年)で1回発生
    - ・グループA(平均M3.1、平均発生間隔1.2年)で1回発生
    - ・グループB(平均M2.8、平均発生間隔1.1年)で2回発生
- △沖縄気象台地震火山課の成果を利用

表2:宮古島付近の繰り返し地震

グループ	平均M	過去震度	μ(年)	α	最新活動日	予測期間	適中率
X	M5.1	4~3	6.0	0.12	2014年9月18日	2019年12月~2021年7月	3/5
A	M4.4	3程度	2.2	0.27	2017年2月17日	2018年9月~2019年12月	9/9
B	M4.2	3~2	2.4	0.16	2017年5月12日	2019年5月~2020年3月	5/8
					2015年3月14日*	2017年4月~2018年1月	4/7
C	M3.9	2程度	1.8	0.18	2017年1月21日	2018年7月~2019年3月	6/8

\*前期間の発生日時とその後の予測期間

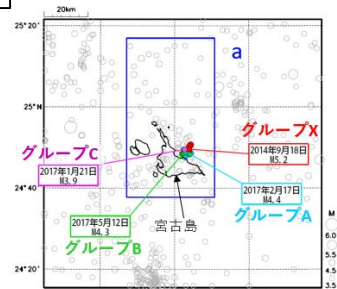


図1:宮古島付近の震央分布

表3:沖縄地方の繰り返し地震

グループ	平均M	過去震度	μ(年)	α	最新活動日	予測期間	適中率
X	M4.0	2程度	2.3	0.15	2018年5月11日	2020年5月~2021年1月	2/7
			2.4	0.12	2016年8月8日*	2018年9月~2019年4月	2/6
A	M3.1	1程度	1.2	0.14	2017年8月11日	2018年8月~2018年12月	5/9
			1.1	0.12	2016年3月4日*	2017年3月~2017年6月	5/8
B	M2.8	無感~1	1.1	0.21	2018年8月2日	2019年6月~2019年12月	8/10
					2017年5月2日*	2018年3月~2018年9月	7/9
					2015年11月18日*	2016年9月~2017年3月	7/8

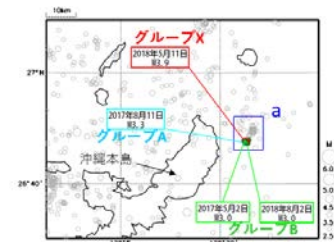


図2:沖縄本島付近の震央分布

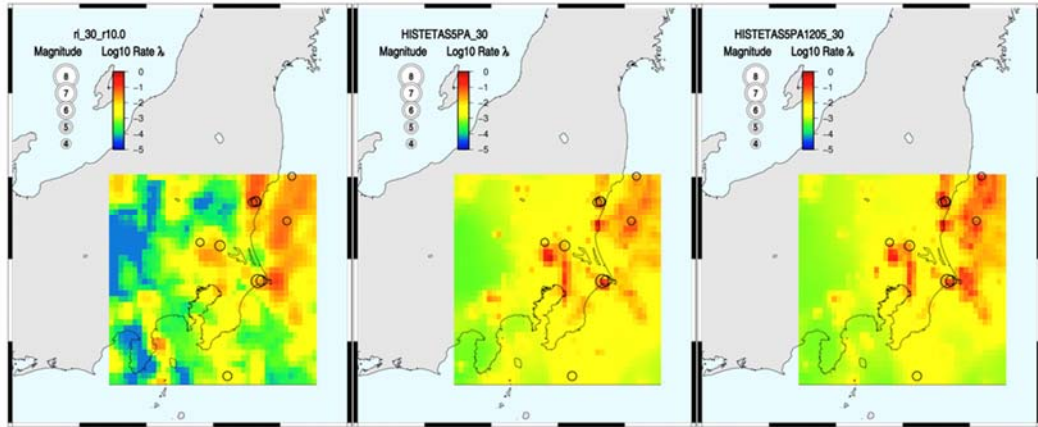
CSEP 参加グループによる予測手法：予測と実際の活動の比較検証 (3)

Earthquake Predictability Experiment based on CSEP Project

- Trial of forecast experiments in Japan -

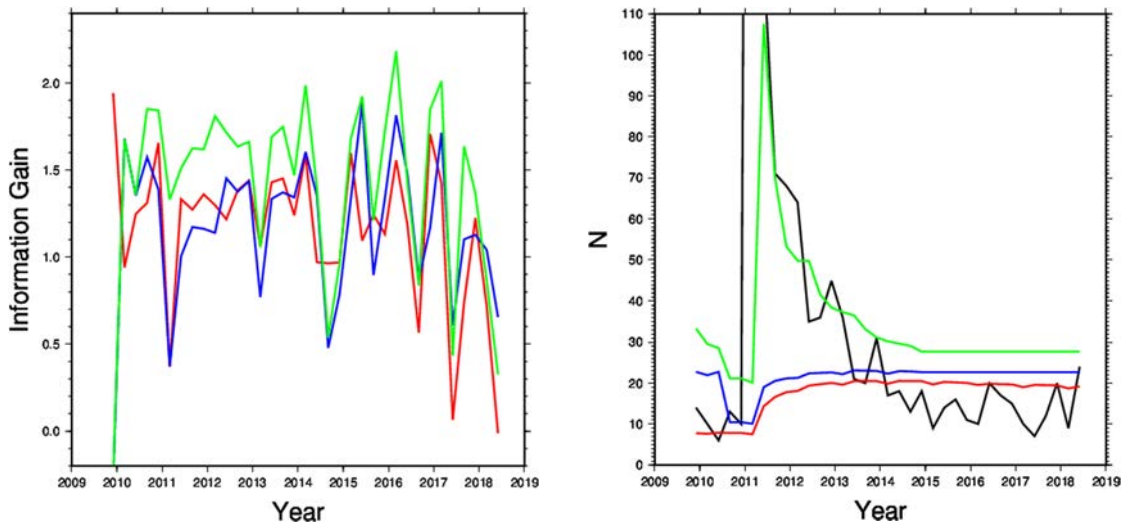
東京大学地震研究所

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo



第 1 図. 関東テスト領域の 2017/02/01-2017/05/01 ラウンド評価結果.

Fig. 1. Evaluation results for Kanto test region 2017/02/01-2017/05/01 round.



第 2 図(左). 各ラウンドの情報利得値(赤:RI10K, 青:HISTETAS5PA, 緑:HISTETAS5PA1205).

Fig. 2 (Left). Information gain values for each round

red:RI10K, blue:HISTETAS5PA, green:HISTETAS5PA1205).

第 2 図(右). 各ラウンドの地震予測数(黒:観測, 赤:RI10K, 青:HISTETAS5PA, 緑:HISTETAS5PA1205).

Fig. 2 (Right). Forecast earthquake number for each round

Black:Obsevation, red:RI10K, blue:HISTETAS5PA, green:HISTETAS5PA1205).

# スロー地震と巨大地震

加藤 愛太郎（東京大学地震研究所）

## ポイント

- ・プレート境界付近の固着域周辺で発生するスロー地震と巨大地震の関係について、海外で近年観測された地震・地殻変動データの解析結果の例を主に紹介（2017年 M6.9 Valparaíso earthquake in Chile, 2014年 M7.3 Papanoa earthquake in Mexico, 2012年 M7.6 Nicoya earthquake in Costa Rica）。
- ・スロー地震の応力載荷過程を通じた促進作用
- ・スロー地震の伝播による断層の強度低下を通じた促進作用
- ・スロー地震のすべり速度が巨大地震発生前に加速を示す事例は見つかっておらず、すべり速度のモニタリングから巨大地震の発生を事前に高い確度で予測することは現時点で不可能。
- ・長期評価と組み合わせて、プレート境界の滑り速度の変化に基づいた確率論的な地震発生予測モデルの構築が必要不可欠。

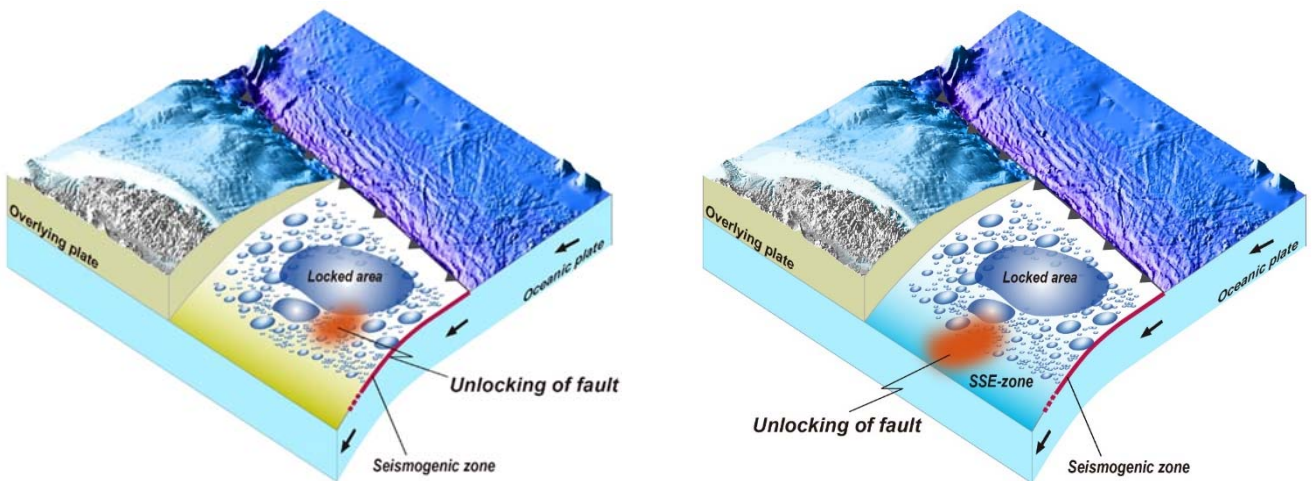


図. プレート境界面の固着のはがれを示す概念図. 左) 固着レートの高い地震発生層内の場合, 右) 固着域の深部延長におけるスロー地震発生域内の場合.

## 【参考文献】

Radiguet, M. et al. (2016). Triggering of the 2014Mw7.3 Papanoa earthquake by a slow slip event in Guerrero, Mexico, Nat. Geosci., 9(11), 829–833, doi:10.1038/NGEO2817.

Ruiz, S. et al. (2017). Nucleation phase and dynamic inversion of the Mw 6.9 Valparaíso 2017 earthquake in Central Chile. Geophysical Research Letters, 44. <https://doi.org/10.1002/2017GL075675>.

Voss, N. et al. (2018). Do slow slip events trigger large and great megathrust earthquakes?. Sci. Adv. 4. eaat8472, doi: 10.1126/sciadv.aat8472.

# 北海道東部の最近の地殻変動

矢来博司（国土地理院）

前回 220 回地震予知連絡会の重点検討課題で松浦氏から北海道東方沖での相対的地震活動度の静穏化が指摘され、その中で花咲、釧路の潮位観測データに最近変化が見られるのではとの指摘があった。この指摘を受け、GEONET による最近の地殻変動データ、潮位観測データについて詳細な検討を行った。

## ○GNSS による最近の地殻変動

- ・相対的地震活動静穏化以降で顕著な変化は見られないが、微小な変化が見いだされた。
  - ・根室付近の沈降速度がわずかに増加
  - ・太平洋岸から内陸側でわずかに西向き変動

## ○潮位データによる長期間の上下変動

- ・広域地殻変動、海面上昇の影響を考慮することで、より正しい上下変動が得られることが分かった
  - ・最近の傾向の変化の一部は、このような誤差要因が影響した可能性もある
- ・潮位データでは誤差要因やばらつきの影響のため、GNSS で見られた微小な変化は捉えられていない

## ○今後に向けて

- ・最近の地殻変動の変化の原因についての検討
- ・潮位データ等を活用した長期間の変動についての検討
- ・微小な変化を捉えるために十勝沖地震や東北地方太平洋沖地震の余効変動の正確なモデル化の検討

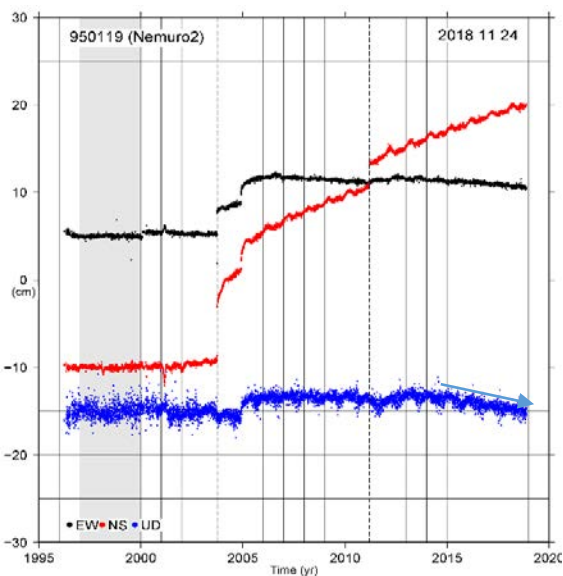


図1 根室付近の非定常地殻変動。十勝沖地震や東北地方太平洋沖地震の余効変動が重畳している。最近の期間では沈降速度がわずかに増加。

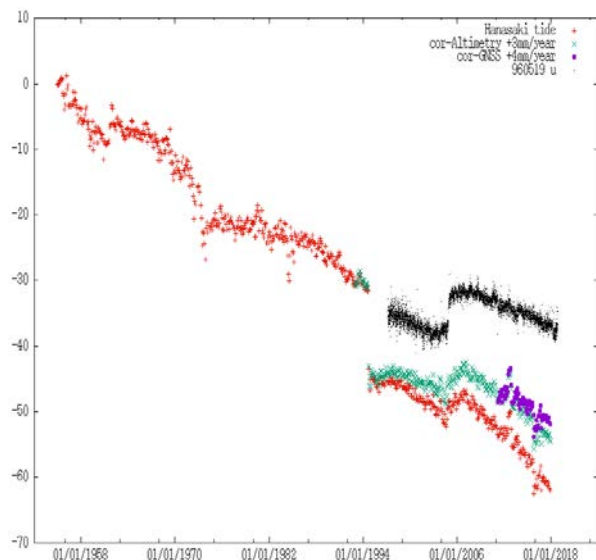


図2 花咲検潮所（気象庁）の潮位観測データによる上下変動（赤）とGNSS（黒）との比較。海面高上昇の補正（緑）と広域隆起の影響の補正（紫）によりGNSSに整合。



# 北海道東方沖の地震活動の相対的静穏化を受けた他の物理量変化の検討

堀 高峰（海洋研究開発機構）

前回（220回）の予知連重点検討課題の松浦さんの発表

## 北海道東方沖の相対的地震活動度の静穏化と現状

松浦 律子（公益財団法人地震予知総合研究振興会）

### ポイント

- $3\sigma$  を越える相対的静穏化は 2011 年の地震前にも東北地方東方沖広域に同様に検出
- 北海道東方沖の  $3\sigma$  超の相対的静穏化は、2008 年 10 月頃から約 7 年間継続後、2015 年後半から回復期に入って現在既に 3 年近く経過している可能性が高い
- 津波堆積物から指摘される 17 世紀の大津波から 400 年経過している点、1973 年根室半島沖は小規模だった点、はこの静穏化と対応する地震の規模が大きい可能性大を示唆
- 北海道東方沖で巨大地震が発生すれば津波は根室・釧路地方等北海道東部にとどまらず東北地方にも及ぶことを改めて認識して貰う必要がある
- 相対的変化検出からは年単位の注意喚起とエリアの抽出のみ。地殻変動等、このエリアに関する戦略的多種調査と解析検討に早急に取り組む必要がある

### 他の観測データで見るとどのように見えるか？

- 今回の目的に合わせた新たな解析ではなく、既存の解析結果を見直したものの紹介
- 地震活動（別種の静穏化）
  - 勝俣・中谷（2018, SSJ）静穏化による地震の長期予測の試行～学習と検証
    - 根室沖以東で静穏化が2015年まで見られていた（類似の傾向？）
- 地震活動（b値）
  - 楠城・吉田（2017, JpGU）2011年東北地方太平洋沖地震の震源域の応力は地震前に戻ったか？
    - 十勝沖～根室沖ではb値が低く（0.6前後）、2003年十勝沖地震後も低い状態
    - ここ数年は地震活動が低調なためにb値推定が難しい状況
- GNSS変位勾配（固着状態）
  - Inuma (2018, GJI) Monitoring of the spatio-temporal change in the interplate coupling at northeastern Japan subduction zone based on the spatial gradients of surface velocity field.
    - 十勝沖地震前：周期的な固着のはがれ
    - 十勝沖地震後により固着（これと静穏化が関係？）→ここ数年ではがれが再開

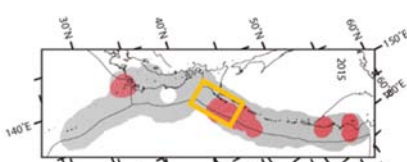


図 1. 静穏化が根室沖以東で見られる

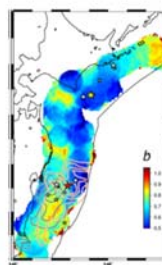


図 2. 2003 年以降も b 値が低い（青色）

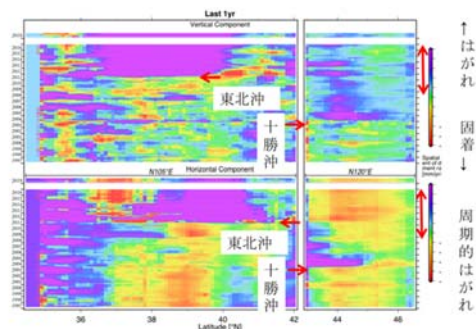


図 3. 十勝沖地震後により固着（黄色）

第 222 回地震予知連絡会 重点検討課題 趣旨説明

「南西諸島域の地殻活動」について

コンビーナ 鹿児島大学南西島弧地震火山観測所 中尾 茂

鹿児島県の島嶼域から沖縄県八重山諸島まで続く南西諸島域は、前弧ではフィリピン海プレートが沈み込み、背弧では沖縄トラフが拡大している。背弧拡大が現在も継続していると考えられる場所は日本ではここだけである。被害を伴う大地震、大津波はあまり多くは知られていない。1771 年八重山津波は最大 30m の高さとなり、八重山諸島で大きな被害となった。Nakamura (2009) は津波の波高のデータをもとに断層モデルを求め、プレート境界で発生した津波地震であると結論した。1911 年にマグニチュード 8 の地震が喜界島近海で発生し、喜界島や奄美大島を中心に多大な被害が生じた。この地震の発生した深さは 100 km とされていたが、後藤 (2013) は地震波形の初動記録から震源再決定を行い、100 km の深さではなく、浅い地震であり、深さとしては約 10 km と考えられるとした。さらに後藤・岩本 (2018) は現地で津波波高の聞き取り調査を行い、震源の深さが浅い可能性を指摘している。

このように南西諸島では、数は少ないがプレート境界で発生したと考えられる被害地震が発生し、津波被害にも見舞われており、大地震の発生に関して、場所、規模、頻度などの知見を得ることは重要なことである。しかし、大地震の発生が少ないことから、現在の観測を通して南西諸島域の地殻活動を明らかにしていくことが重要なことと考える。

気象庁の地震観測点に加え、防災科学技術研究所の広帯域地震観測網や国土地理院の GNSS 観測網である GEONET が配置され連続観測網が観測を継続している。また、GPS 音響測位を用いた海底地殻変動観測や海底地震計をもちいた地震観測、構造探査が行われてきている。

そこで今回は上記観測データを使って明らかになった地殻活動についてご紹介いただき、地殻活動の現状について議論する。

