

平成23年11月18日

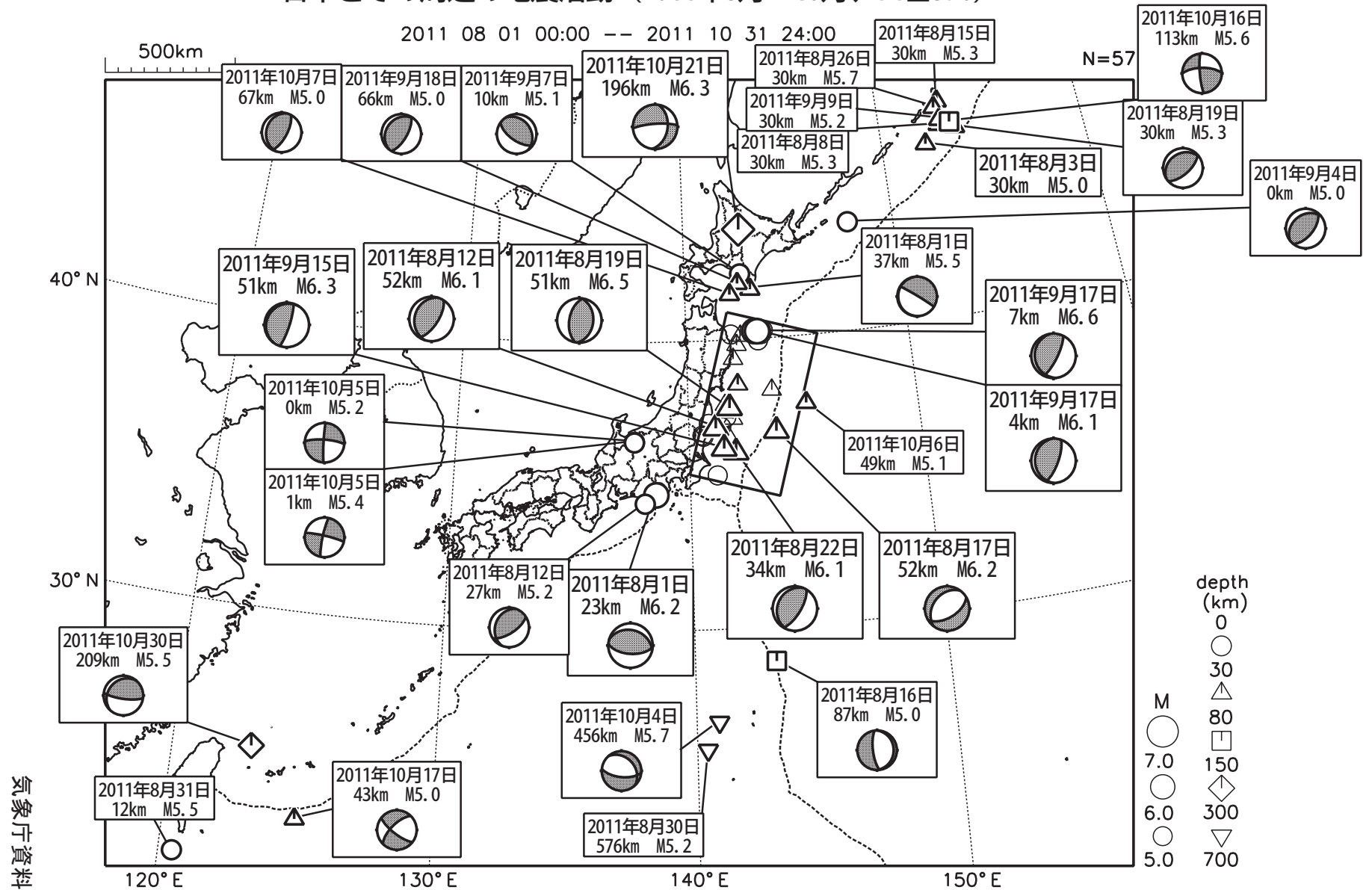
第193回 地震予知連絡会

記者レクチャー資料

事務局：国土地理院

地殻活動モニタリングに関する検討

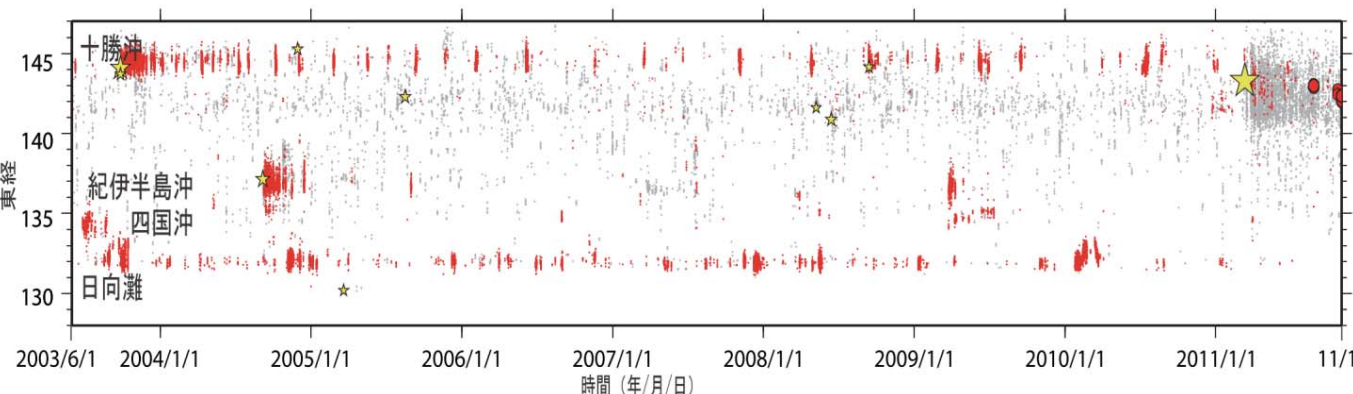
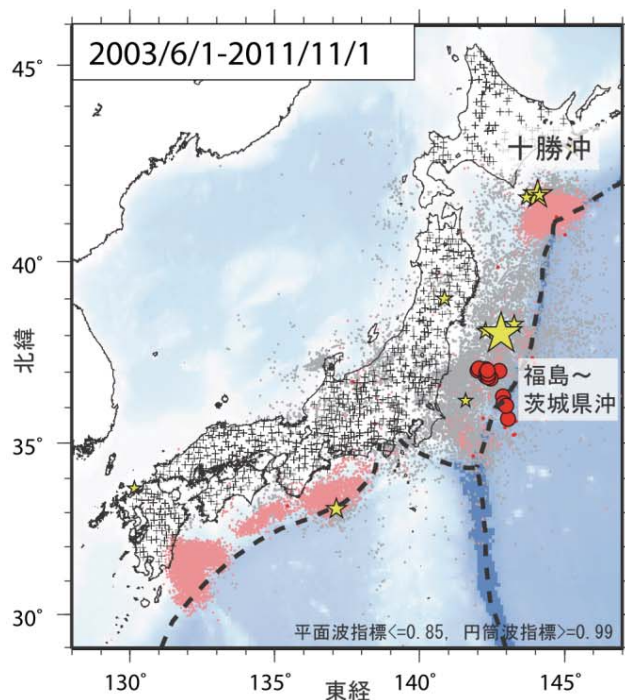
日本とその周辺の地震活動（2011年8月～10月、M $\geq$ 5.0）



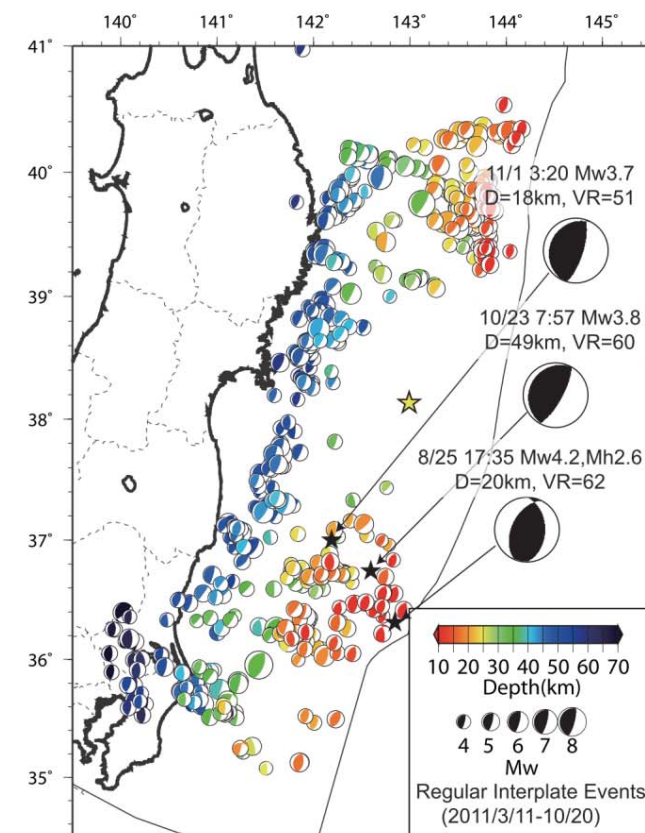
日本周辺における浅部超低周波地震活動（2011年8月～10月）

- 期間内に解析対象領域内で目立った超低周波地震活動は検出されず。
- 単発的に発生する超低周波地震を福島～茨城県沖で検出。
- 十勝沖でも掲載基準に達しない超低周波地震を検出。

第1図．2003年6月1日から2011年11月1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（2011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。目視確認を経た福島～茨城県沖の超低周波地震については、赤丸印で示す。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、3月11日以降は東北地方太平洋沖地震の本震のみ）。

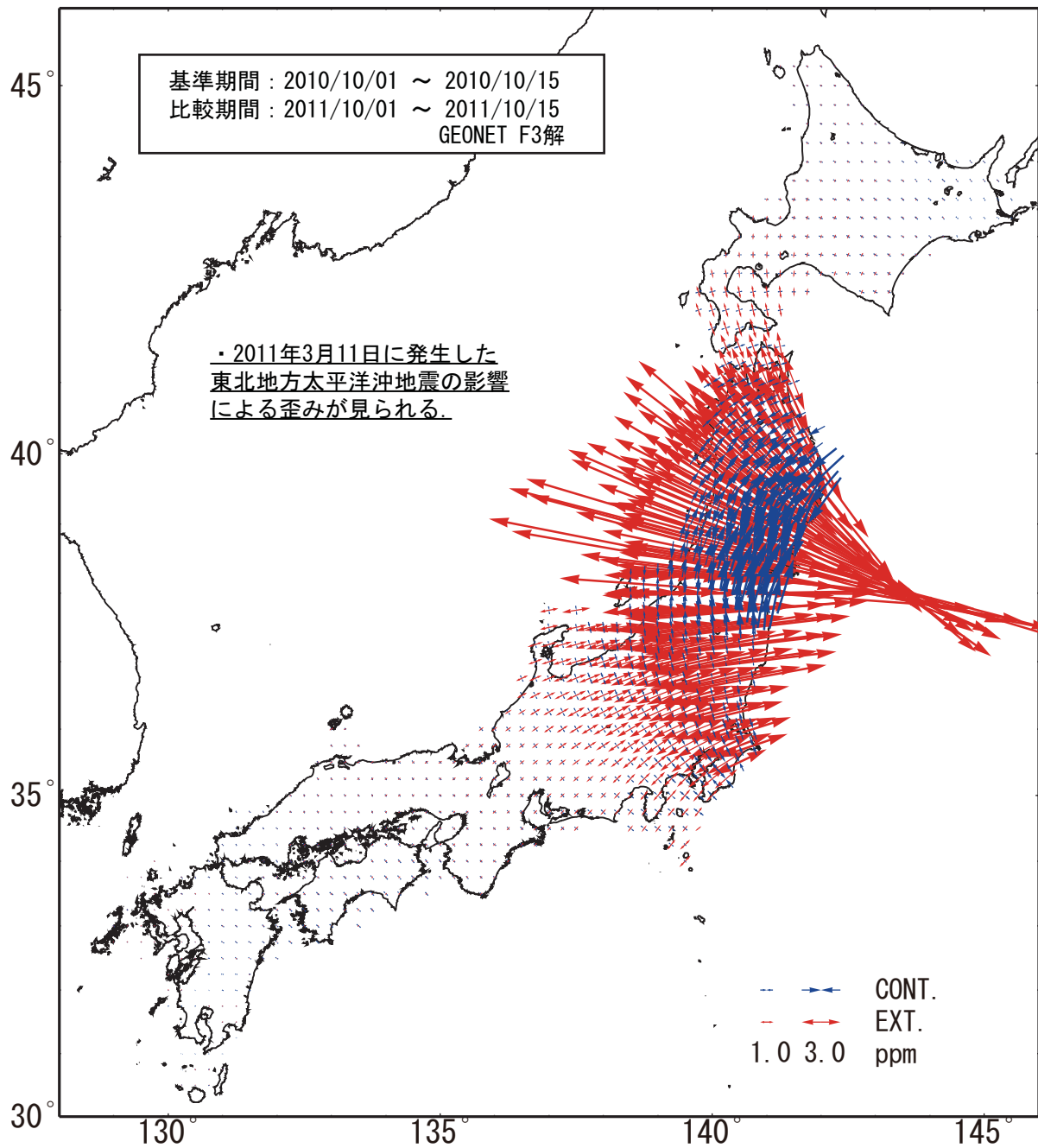


第2図．2003年6月1日から2011年11月1日までの期間に検出されたイベントの時空間分布。検出されたイベントを防災科研 Hi-net 手動検測震源と照合し、対応する地震が見出されたイベントを灰色で、それ以外を赤色の点でそれぞれ示す。その他は第1図に同じ。



第3図．福島～茨城県沖で発生した超低周波地震のセントロイドモーメントテンソル解。超低周波地震のセントロイド位置を黒星印で示し、右側に最適なダブルカップル解とともに、セントロイド時刻、モーメントマグニチュード、セントロイド深さ、残差減少率 (VR) を併せて示す。背景には、Asano et al. (2011) と同様の解析によるプレート境界型地震（期間：2011年3月11日～10月20日）のモーメントテンソル解を併せて示す。これらについて、カラースケールはセントロイド深さを、シンボルの大きさはモーメントマグニチュードをそれぞれ表す。

GPS連続観測から推定した日本列島の歪み変化



GPS座標値データに基づいて1年間の歪み変化図を作成した。座標値の15日分の平均値から1年間の変位ベクトルを算出し、それに基づいて歪みを計算している。

国土地理院資料

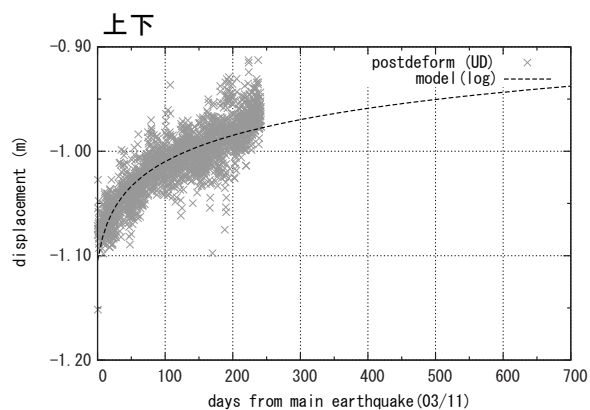
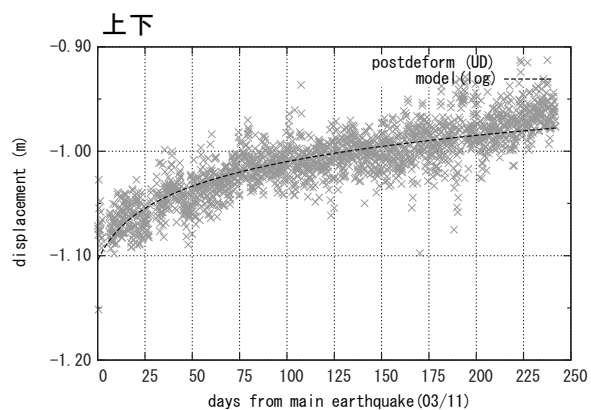
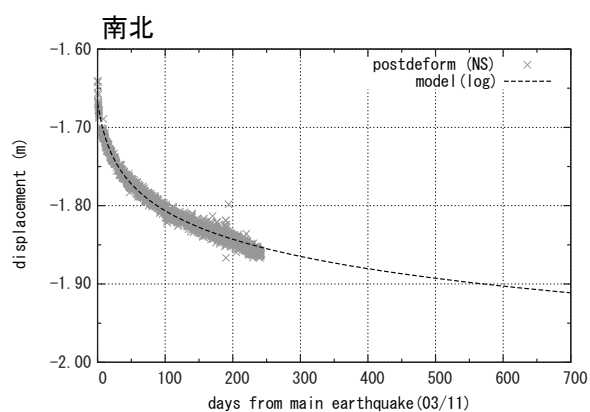
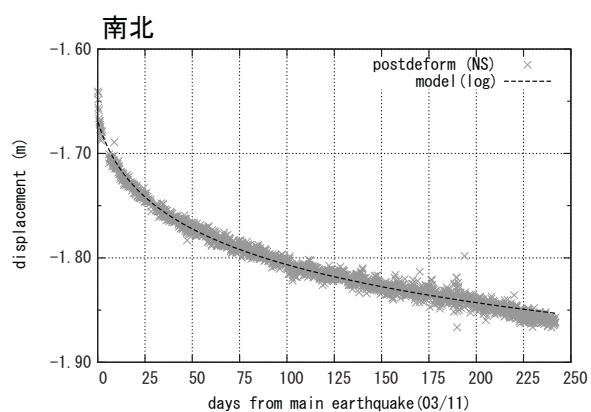
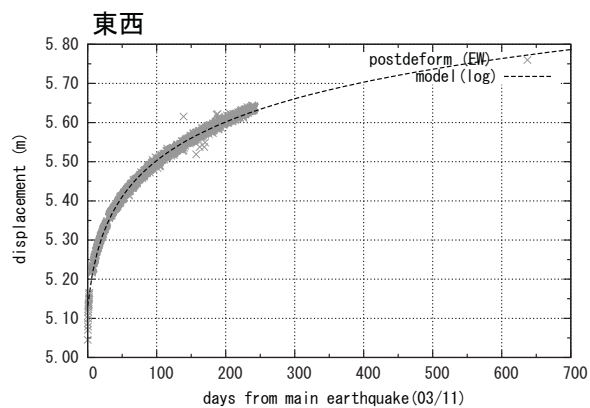
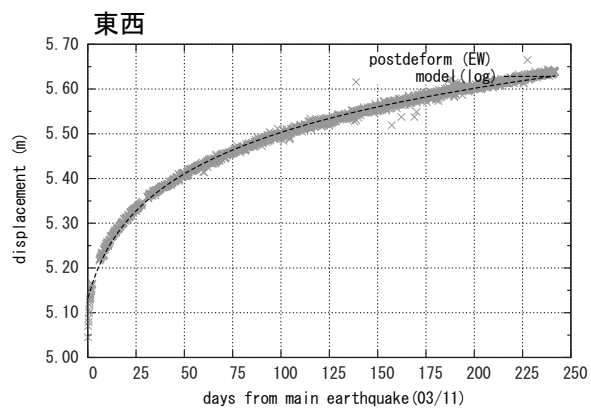
平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動

対数関数近似

計算期間 2011/03/11 18:00:00~2011/10/31 00:00:00 【Q3 解】

(6) M牡鹿(059071)

固定局：福江(950462)



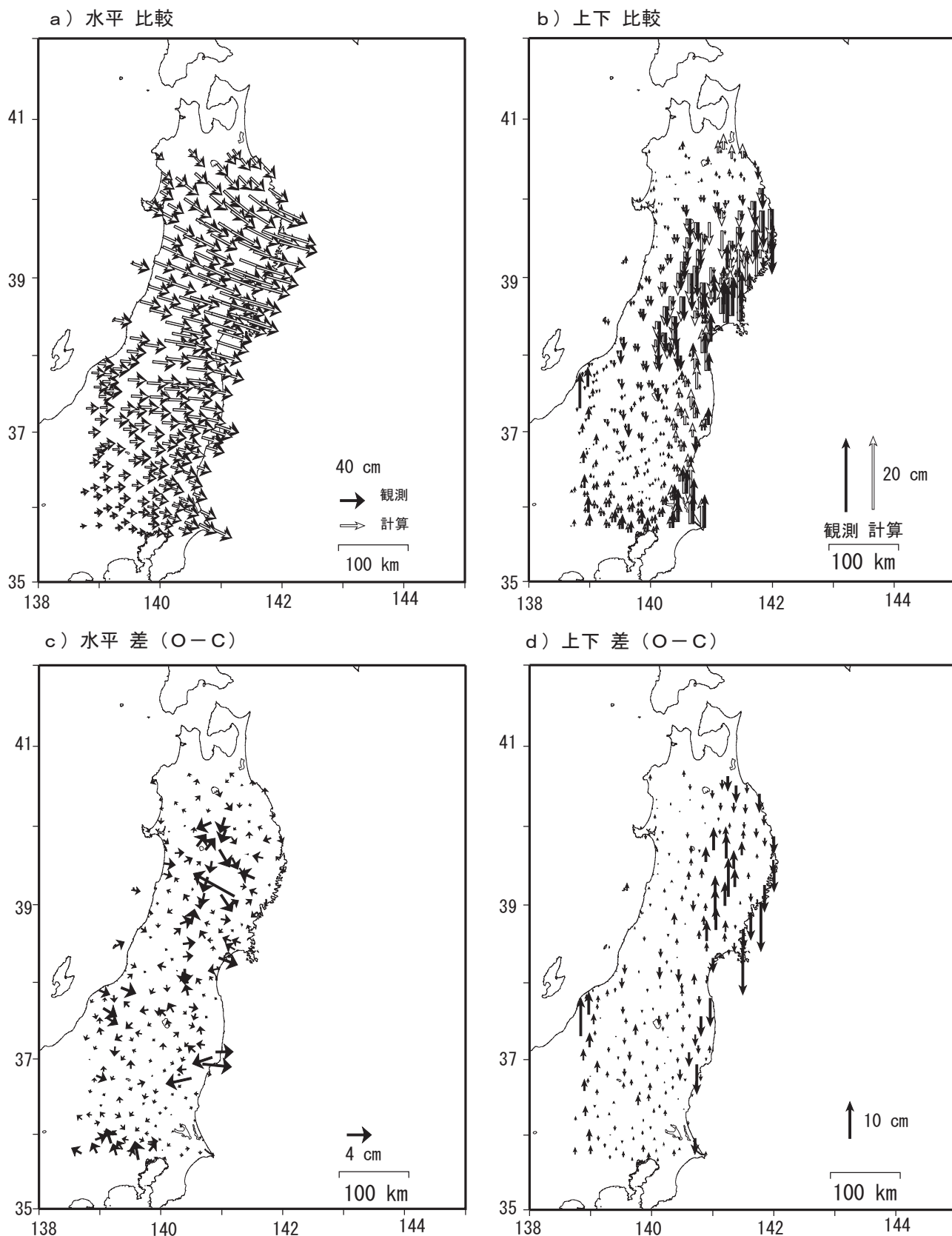
成分	fitting function (推定値 ± 漸近標準誤差)
東西	$(0.1517 \pm 0.0003) \log(1+t/(9.42 \pm 0.19)) + (5.1310 \pm 0.0006)$
南北	$(-0.0561 \pm 0.0002) \log(1+t/(9.42 \pm 0.19)) + (-1.6690 \pm 0.0004)$
上下	$(0.0387 \pm 0.0006) \log(1+t/(9.42 \pm 0.19)) + (-1.1048 \pm 0.0015)$

reduced chi square : $\chi^2 = 2.2$

国土地理院資料

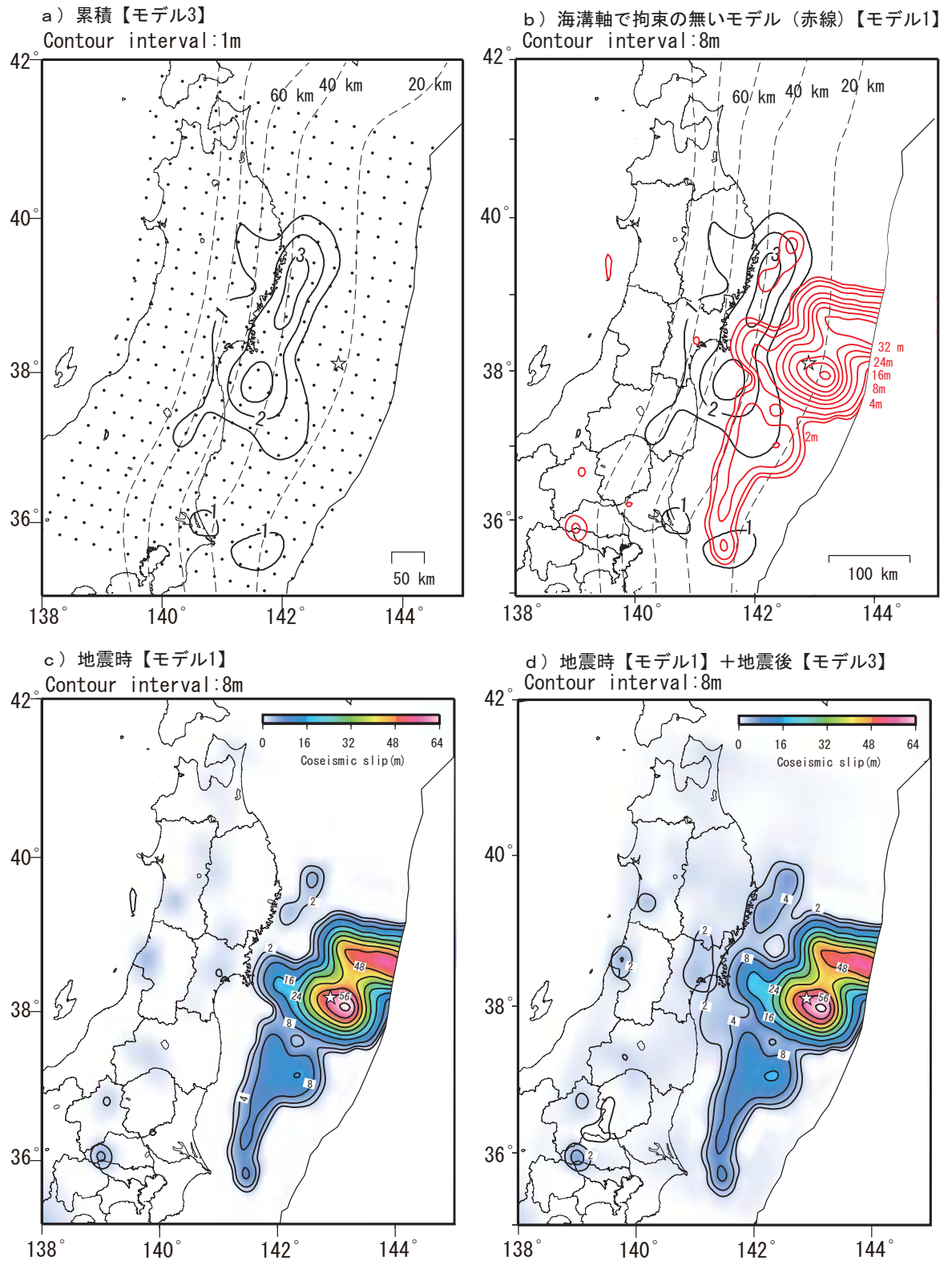
平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後の
地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較（2）（暫定）【モデル 3】

データ期間 20110312-20111012（F3解） 固定局：福江(950462)



平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後の
プレート境界面上の滑りの時間変化（2）（暫定）【モデル3】

データ期間 20110312 - 20111012 【F3 最終解（R3 速報解も含む）】 固定局：福江



東北地方太平洋沖地震後の海底地殻変動観測結果

海上保安庁による海底地殻変動観測から、「銚子沖」及び「福島沖」では東南東向きの変動がみられる一方、本震震央付近の現在のところ大きな変動はみられない。

海上保安庁では、2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震後、日本海溝沿いに設置した海底基準点において、順次海底地殻変動観測を実施している。

ここでは、第 191 回地震予知連絡会(平成 23 年 6 月 13 日)以降の解析結果について報告する。

(地震後の変動について)

「釜石沖1」、「宮城沖2」、「宮城沖1」、「福島沖」、「銚子沖」※(「常磐沖」から改称)の各海底基準点において、2011 年 8 月末から 9 月初頭にかけて調査を実施した。図 1 に各海底基準点の位置を示す。

図 2 に地震発生後の各海底基準点の局位置解のプロットを示す。各海底基準点の解析には、高さ固定手法(石川、2005)を使用した。

現在のところ、「銚子沖」及び「福島沖」では東南東向きの変動がみられる。また、「宮城沖1」、「宮城沖2」及び「釜石沖1」では大きな変動は見られていなかったが、「宮城沖1」においては8月の観測結果では西向きの変動を示している。

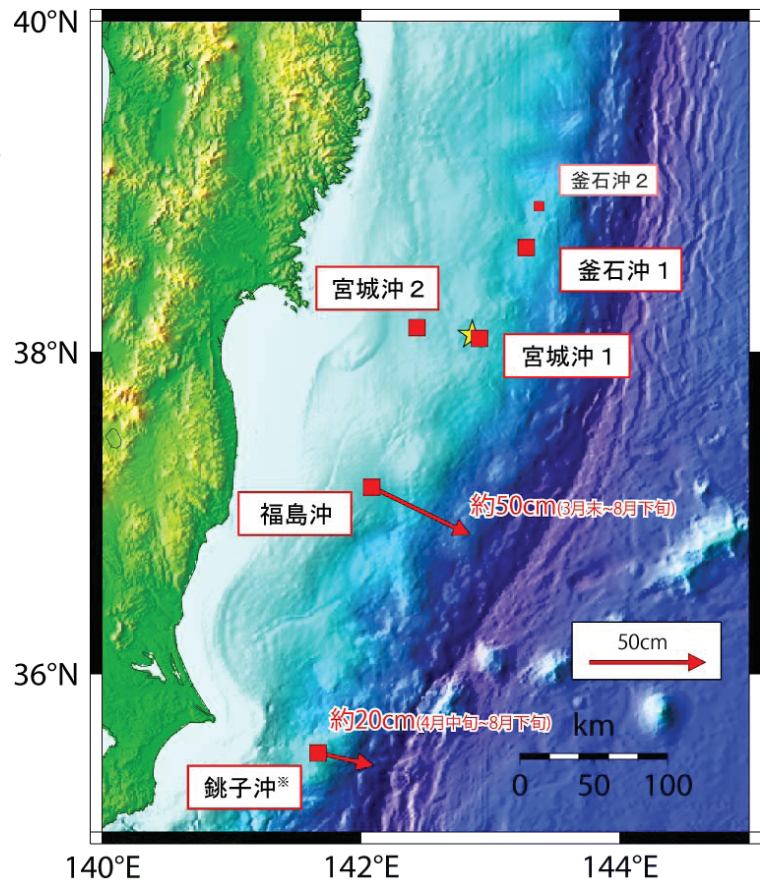


図 1 各海底基準点の位置及び観測された地震後の変動量
(星印は本震の震央)

今後も海底地殻変動観測を継続的に実施し、さらなるデータの蓄積を行うことにより、地震後の海底の動きを監視する。

2011 年 10 月 千葉県東方沖の地震活動

フィリピン海プレート-陸のプレート境界、逆断層型、最大 M3.7、最大震度 2

千葉県東方沖で、10 月 25 日頃からまとまった地震活動が発生している。震源の深さは 20km 前後で、これまでの最大は、10 月 31 日 16 時 22 分の M3.7 の地震（最大震度 2）である。

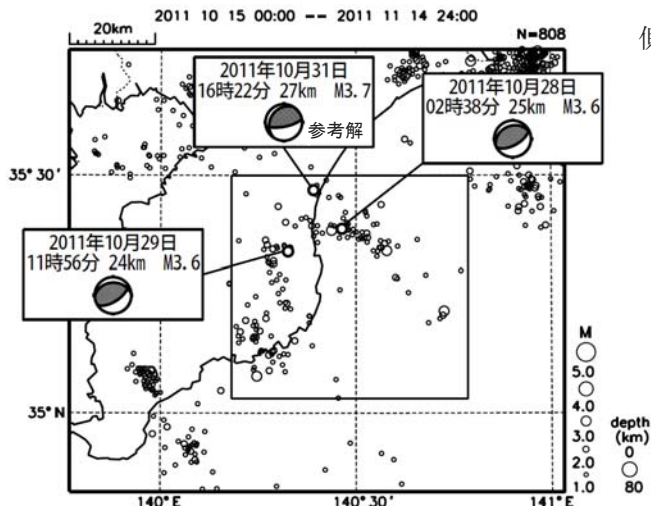
発生している主な地震の発震機構解は、概ね北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生している。

活動は北東側（海側）から始まり、その後南西側（陸側）に移動しているように見える。

これらの活動は 11 月 14 日現在、収まってきている。

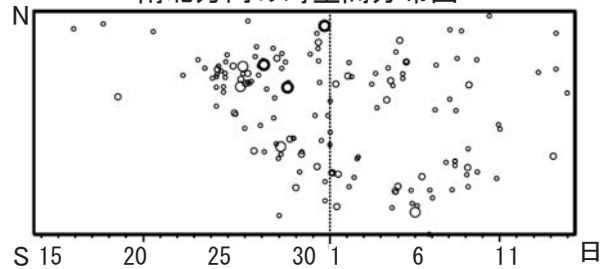
震央分布図

（2011年10月15日～11月9日06時、
M $\geq$ 1.0、深さ0～80km）

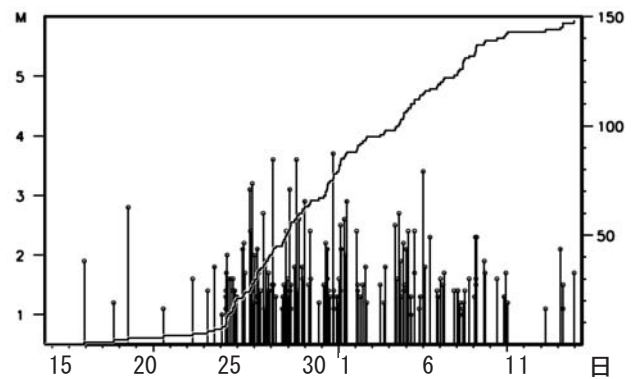


※参考解は通常の解よりも精度が悪く、信頼性が落ちる。

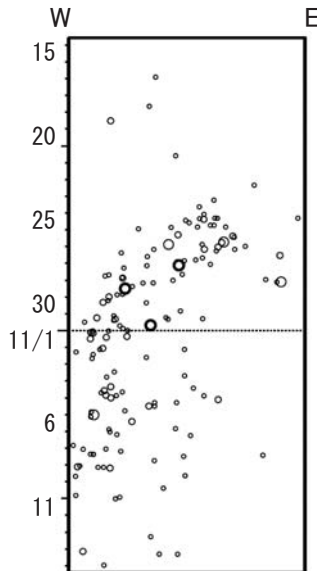
南北方向の時空間分布図



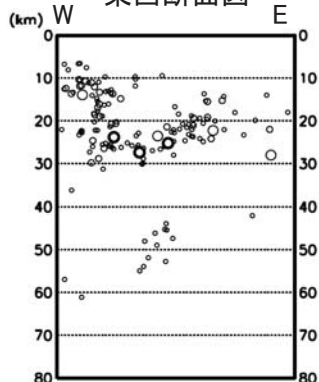
矩形内の地震活動経過図・回数積算図



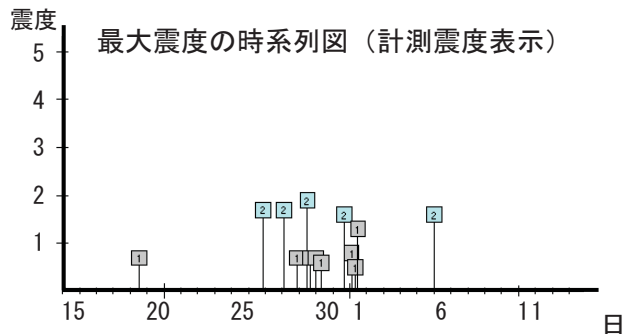
東西方向の時空間分布図



東西断面図



最大震度の時系列図（計測震度表示）



房総半島沖スロースリップイベント (2011 年 10 月)

その2 傾斜変動

すべりは地震活動とともに東から西へ移動、 $M_w = 6.5$

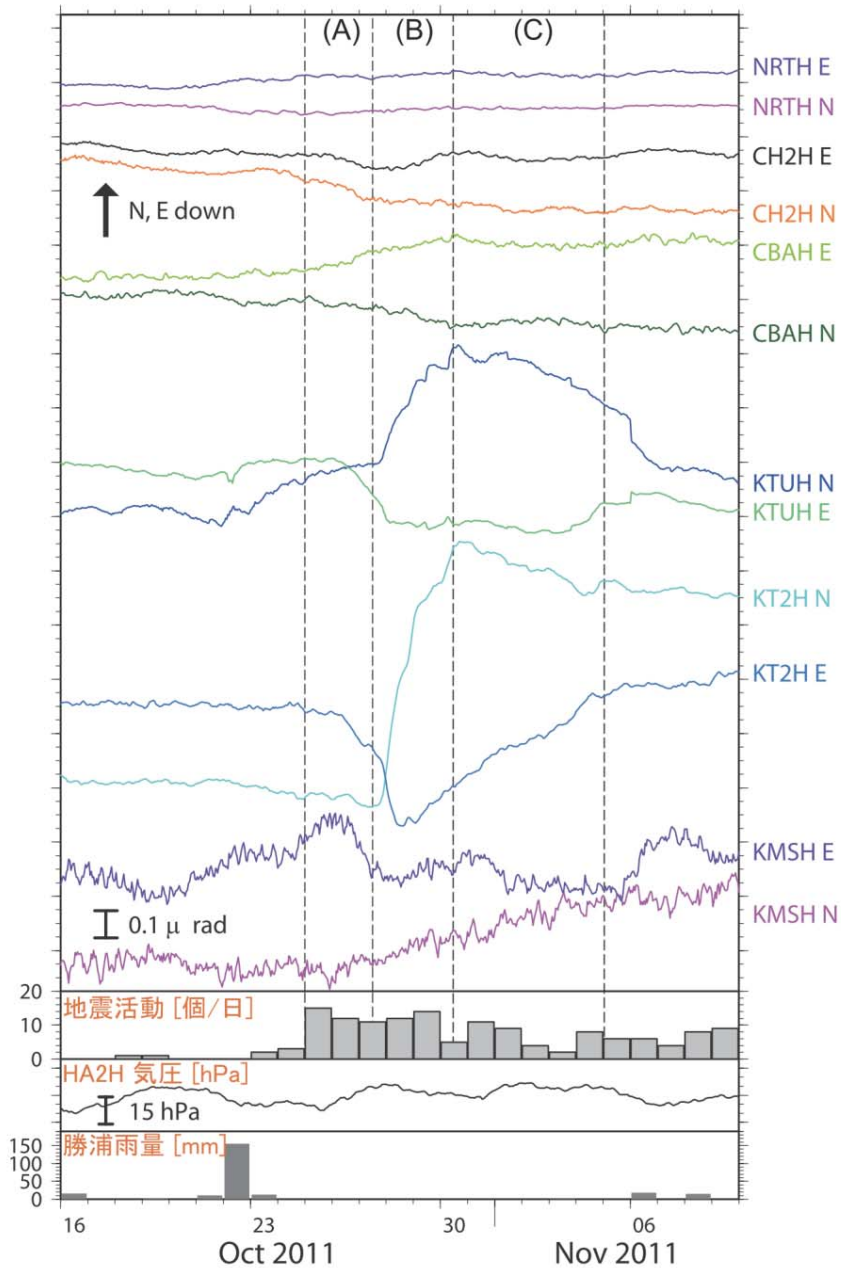


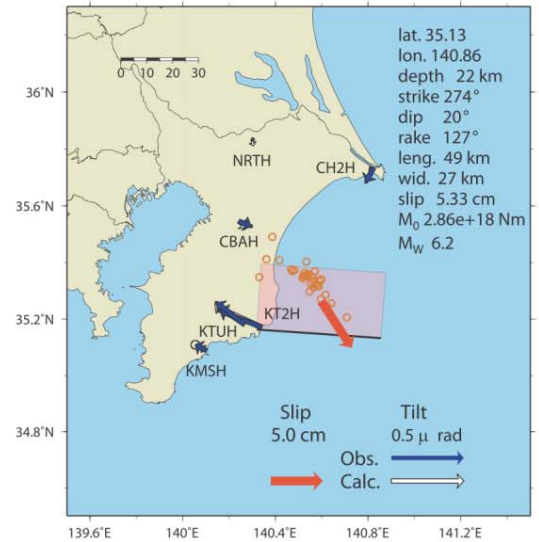
図 1: 2011 年 10 月 13 日から 11 月 5 日までの傾斜時系列。観測点の位置は図 2,3,4 の中に示した。上方向への変化が北・東下がり傾斜変動を表す。BAYTAP-G により潮汐・気圧成分を除去した。Hi-net HA2H (茨城県神栖市) の気圧観測値を使用した。リニアトレンド除去後の記録を示した。この期間の勝浦付近における地震活動度、HA2H の気圧、勝浦での雨量をあわせて表示した。

3 期間を合わせた規模は $M_0 = 6.89 \times 10^{18} \text{ Nm}$, $M_w = 6.5$ 。

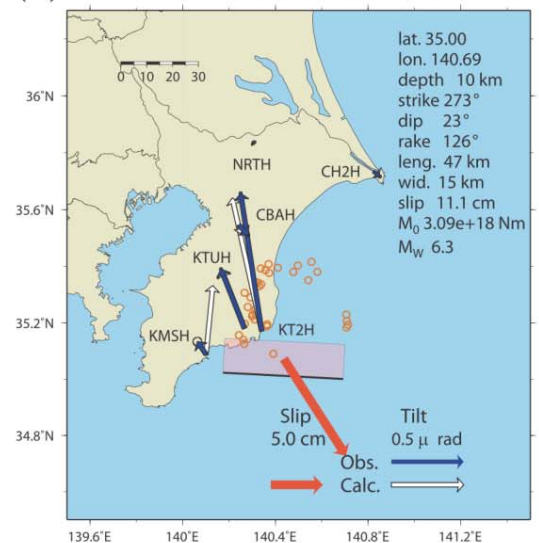
謝辞

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いただきました。記して感謝いたします。

(A): 2011-10-25 : 2011-10-27 12:00



(B): 2011-10-27 12:00 : 2011-10-30 12:00



(C): 2011-10-30 12:00 : 2011-11-05

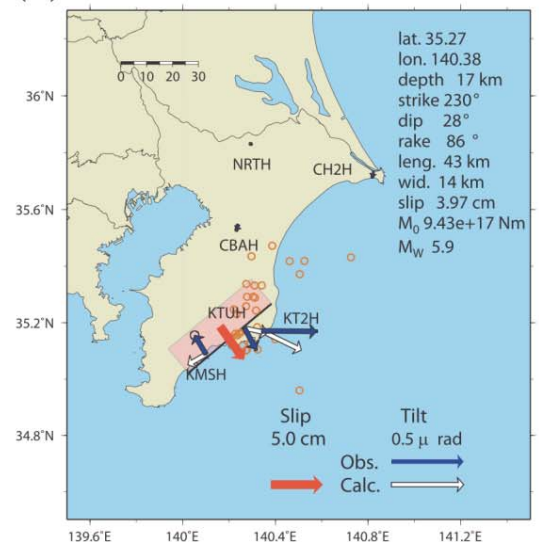


図 2: 期間 (A),(B),(C) でそれぞれ観測された傾斜変化ベクトル (青矢印)・このデータから推定されたスロースリップの断層モデル (赤矩形・矢印)・モデルから計算される傾斜変化ベクトル (白抜き矢印)。期間中発生した地震の震央分布を橙色の円で示した。

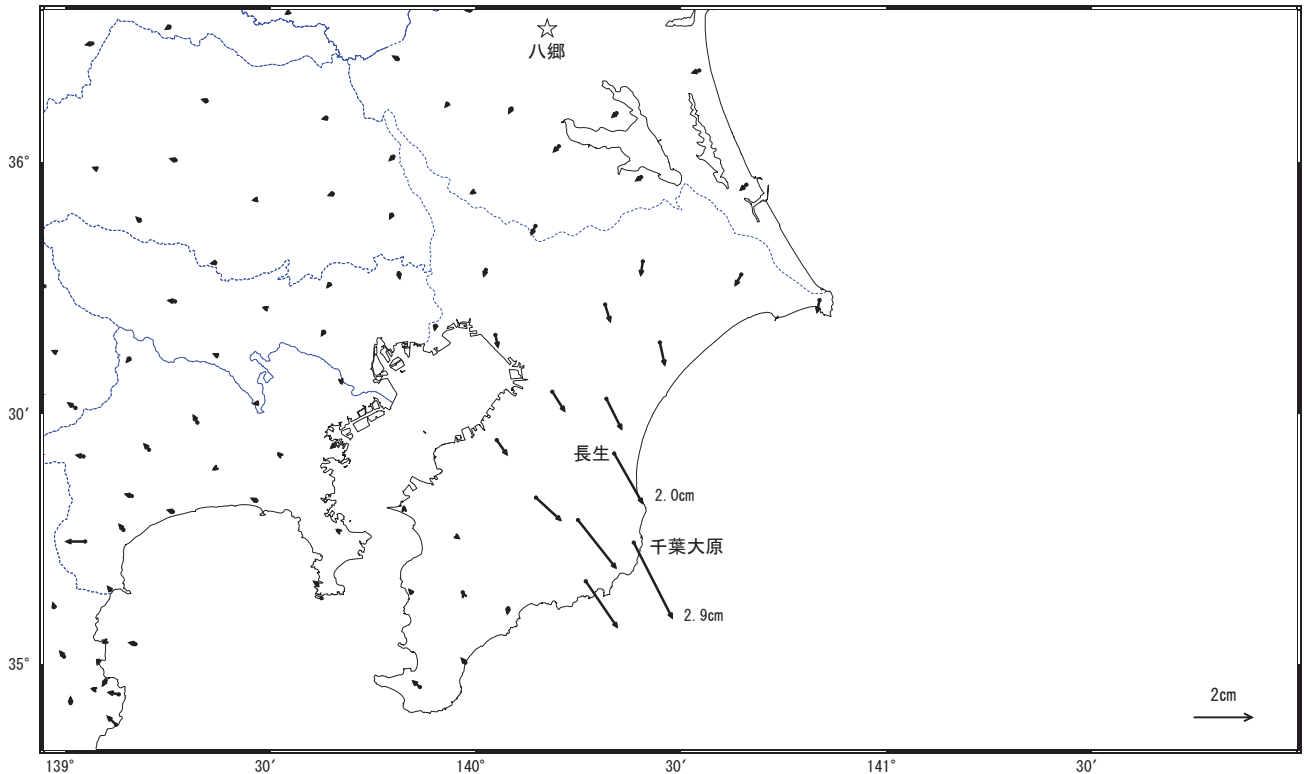
房総半島での非定常地殻変動

房総半島で10月26日頃から南南東方向へのゆっくりとした非定常的な地殻変動が観測された。

非定常地殻変動ベクトル図(水平)

基準期間: 2011/10/18-2011/10/22 [F3: 最終解]
比較期間: 2011/11/01-2011/11/05 [R3: 速報解]

計算期間: 2011/09/01-2011/10/22

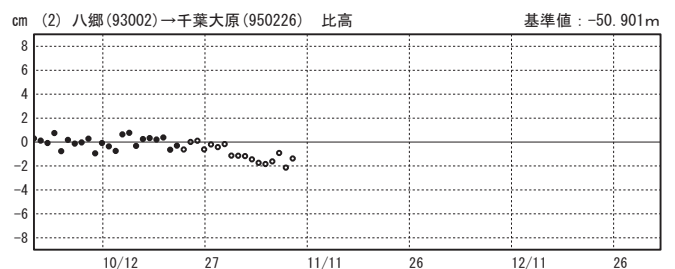
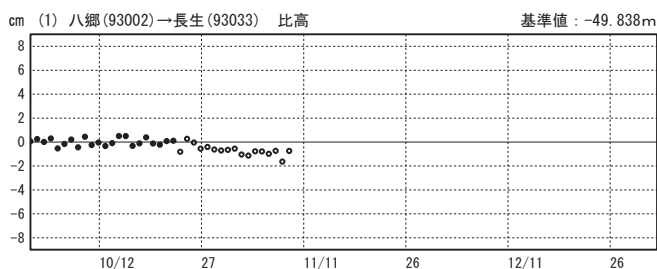
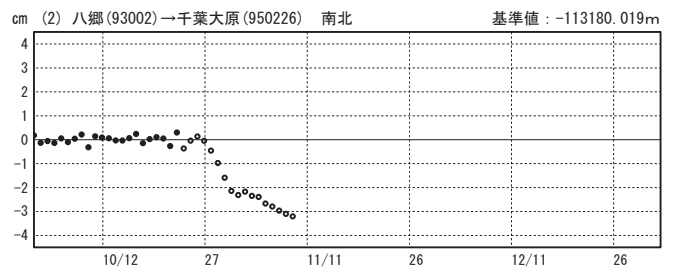
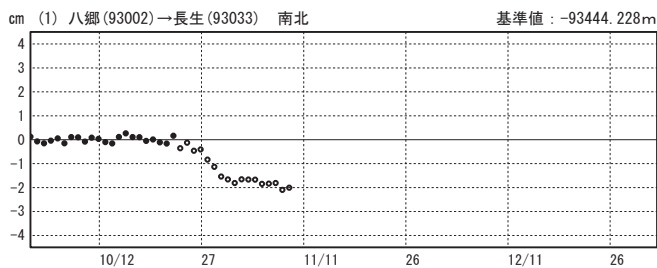
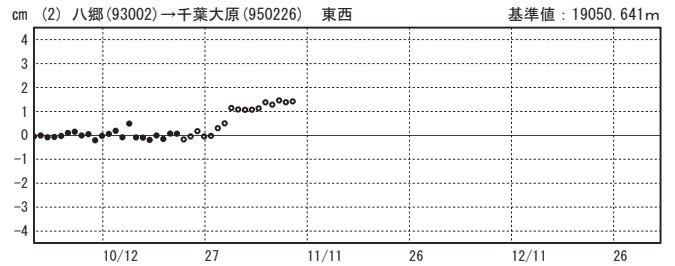
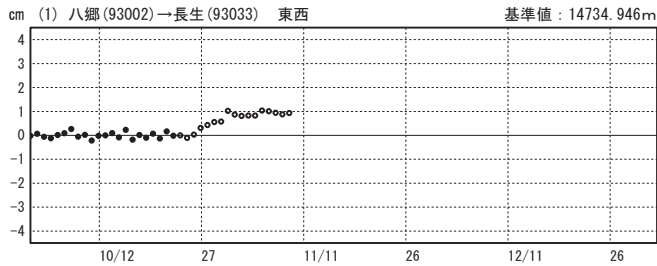


☆ 固定局: 八郷 (茨城県)

非定常地殻変動時系列グラフ

期間: 2011/10/01~2012/01/01 JST

1次トレンド計算期間: 2011/09/01-2011/10/22



●—[F3: 最終解] ○—[R3: 速報解]

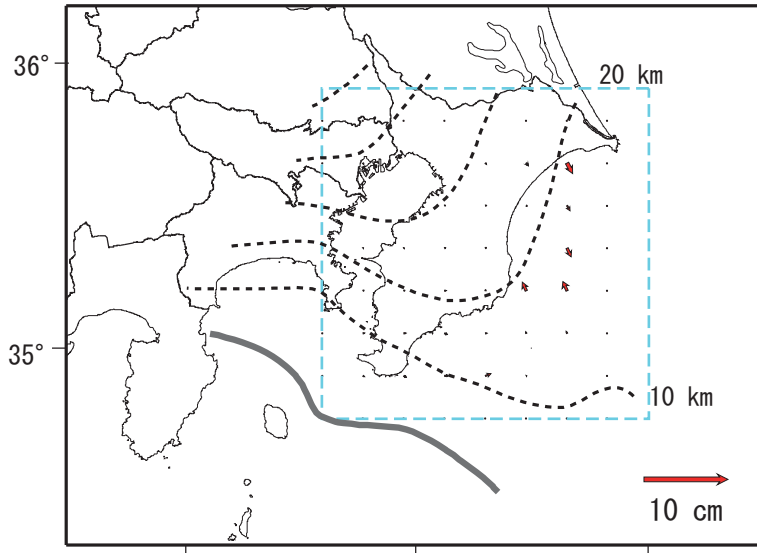
※東北地方太平洋沖地震に伴い、つくば1 (茨城県) が変動したため、2011/3/11以降のQ3、R3解析においては解析時の固定点を与論 (鹿児島県) へ変更している。

国土地理院資料

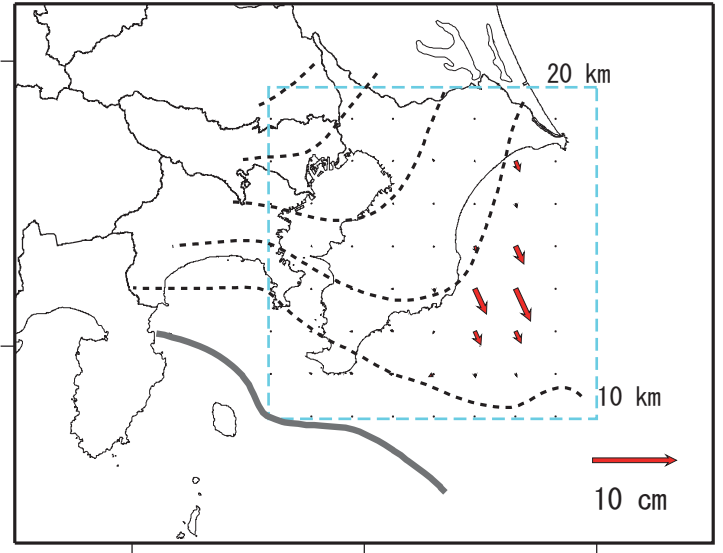
房総半島沖ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布

房総半島沖合のフィリピン海プレートと陸側のプレートの境界で10/26以降最大約15cmの滑りが推定された。
滑り領域の中心は南に移動している。

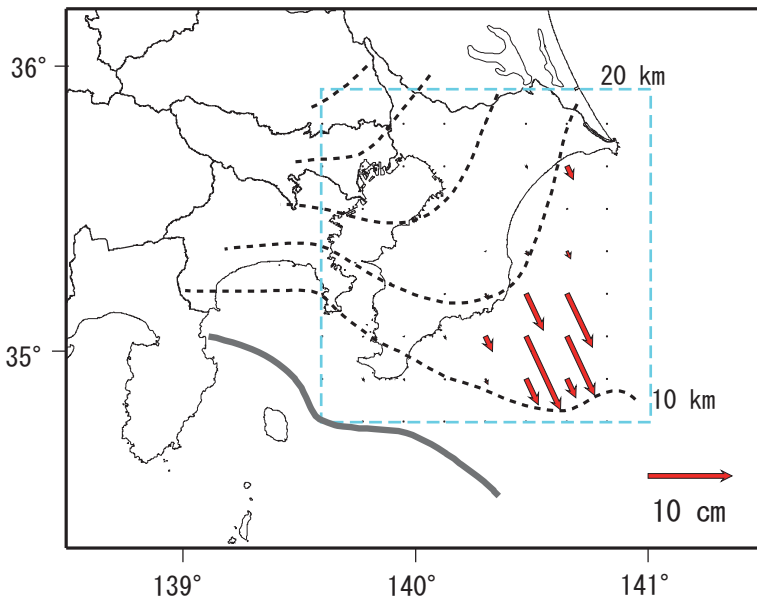
a) 2011/10/10 - 10/25



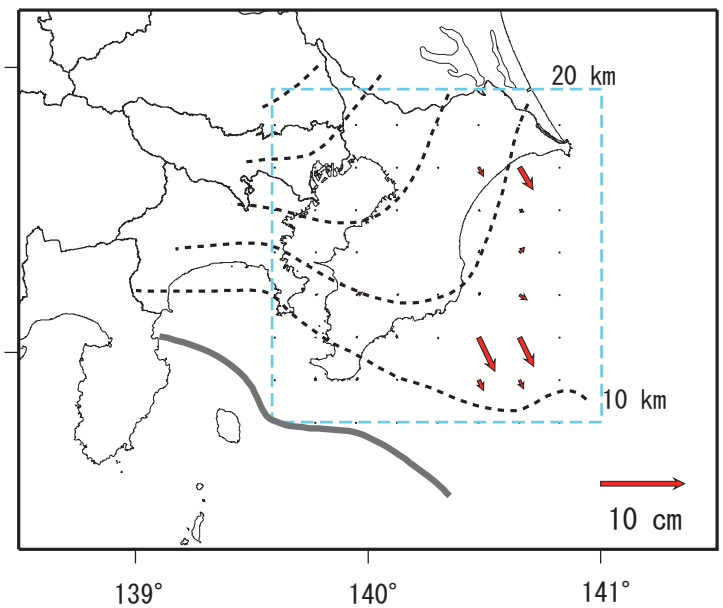
b) 2011/10/25 - 10/28



c) 2011/10/28 - 10/31



d) 2011/10/31 - 11/4



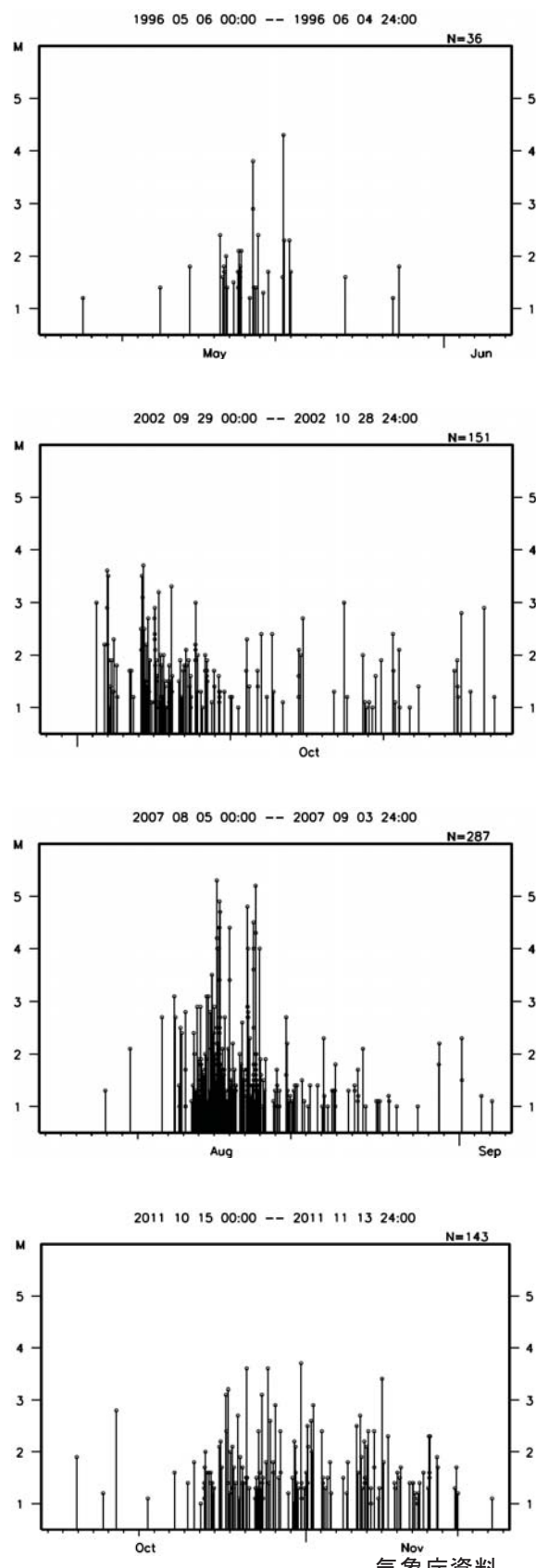
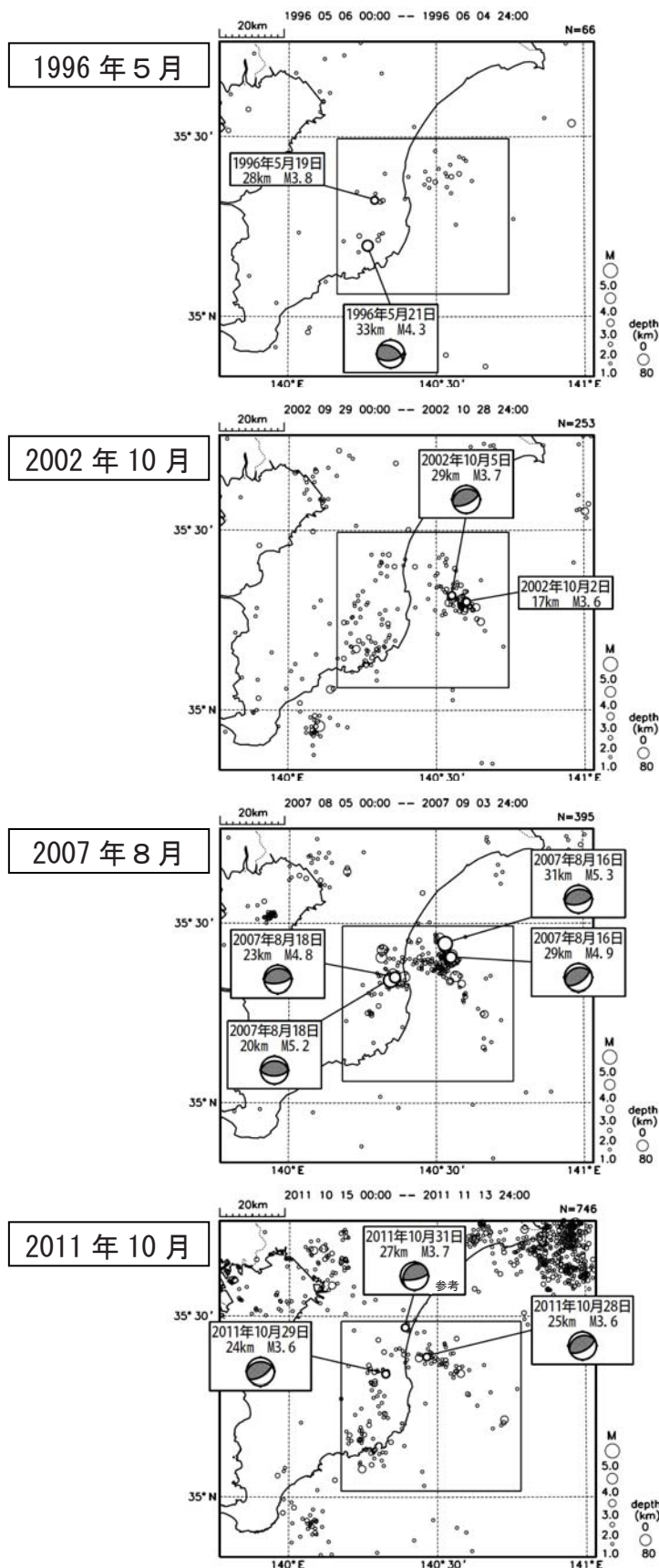
- ・赤矢印は陸側のプレートのフィリピン海プレートに対する動きを示す。
- ・推定マグニチュードは、10/25-11/4間でMw6.5(剛性率33GPa)。
- ・青点線の長方形はプレート境界滑りを推定した領域である。
- ・黒点線はフィリピン海プレート上面の等深線を示す。

千葉県東方沖の地震活動（過去との比較）

千葉県東方沖では、1996年5月、2002年10月、2007年8月にも今回（2011年10月～）と同様に、まとまった地震活動があった。このうち、2007年8月の活動では、最大M5.3の地震（最大震度4）が発生したほか、M4.8の地震で最大震度5弱を観測し、負傷者1人の被害が生じた（総務省消防庁による）。

震央分布図（ $M \geq 1.0$ 、深さ0~80km）

矩形内の地震活動経過図



気象庁資料

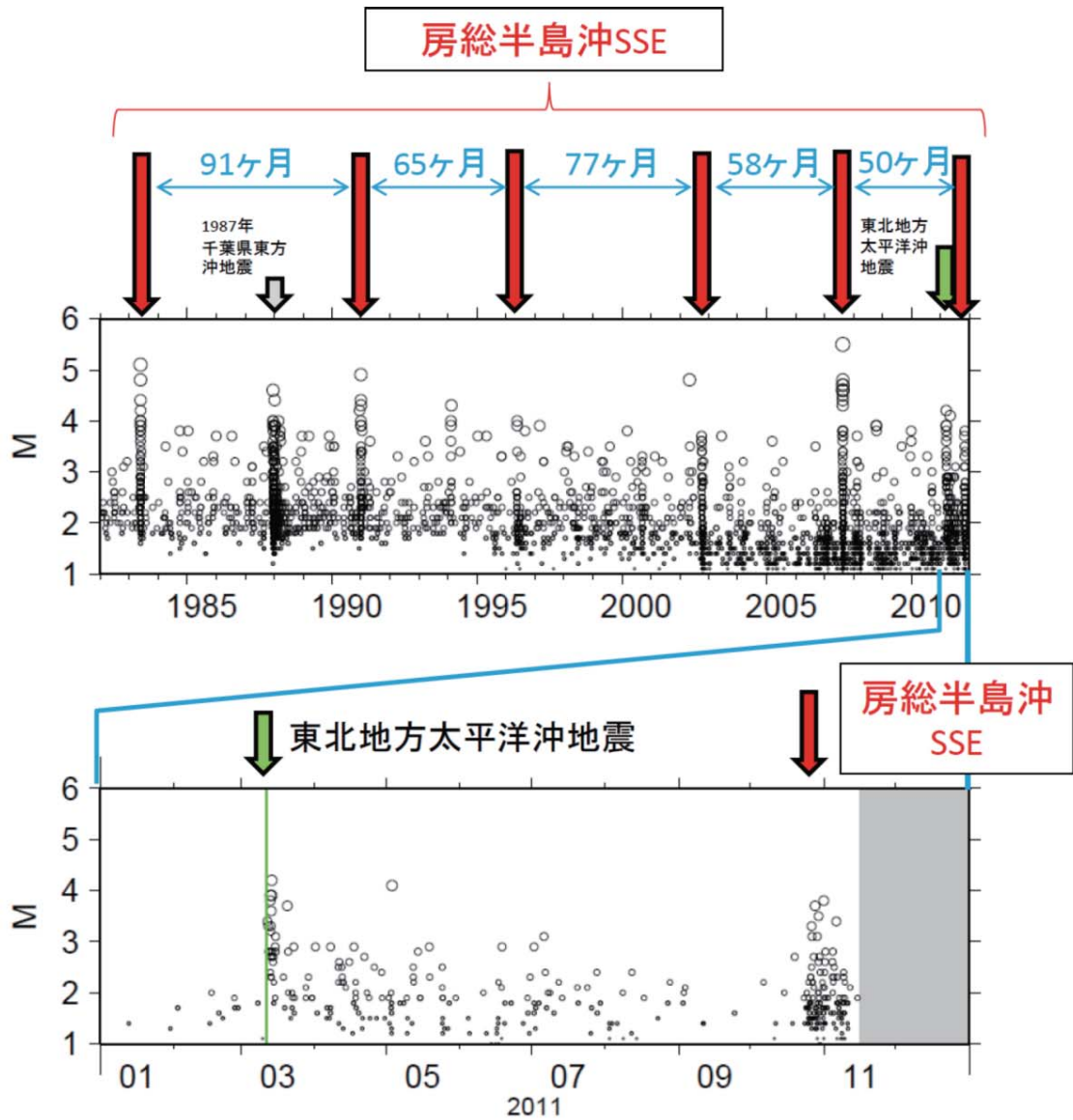


図4 過去29年間の房総沖のM-T図。房総半島沖SSEに伴う群発地震活動を赤矢印で示す。房総半島沖SSEの繰り返し間隔をあわせて示す。

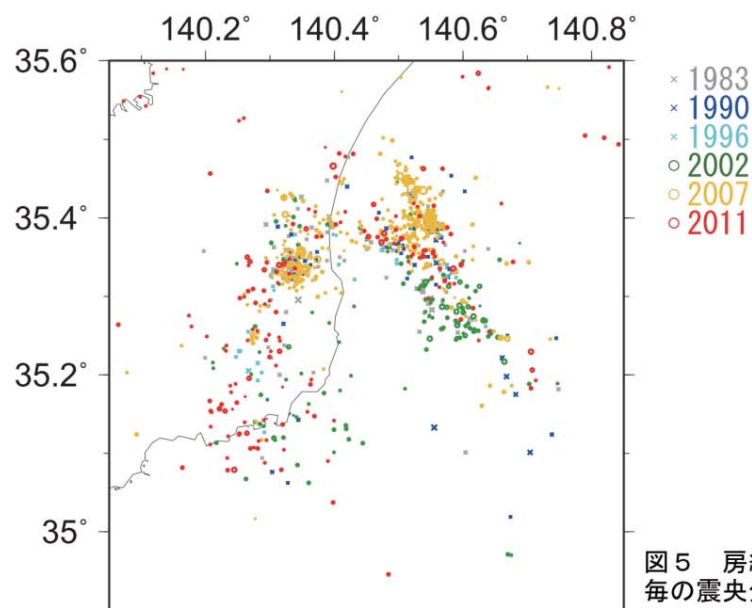
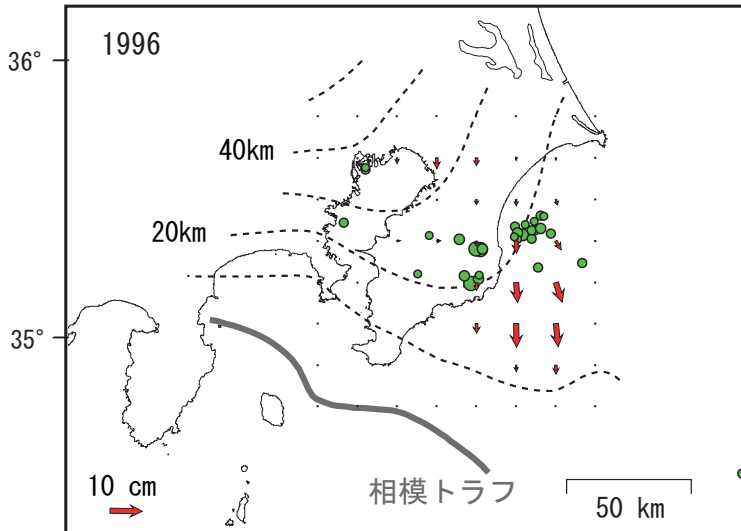


図5 房総半島沖SSE
毎の震央分布の比較。

最近の房総半島沖ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布

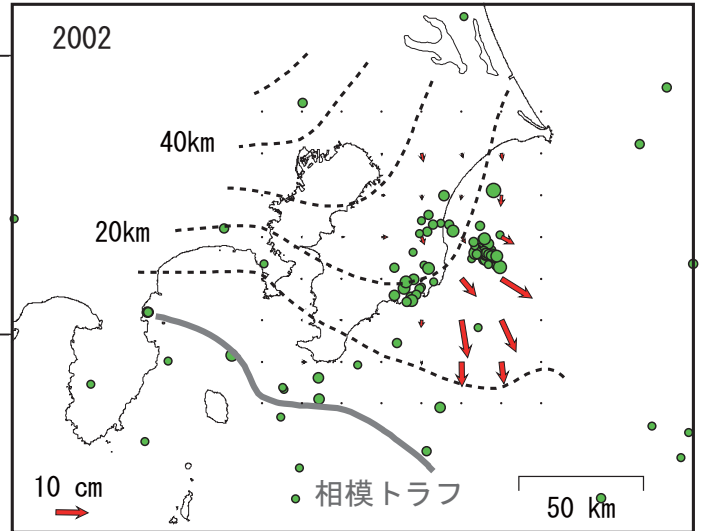
過去の SSE と同じような場所で発生している。

A) 1996年



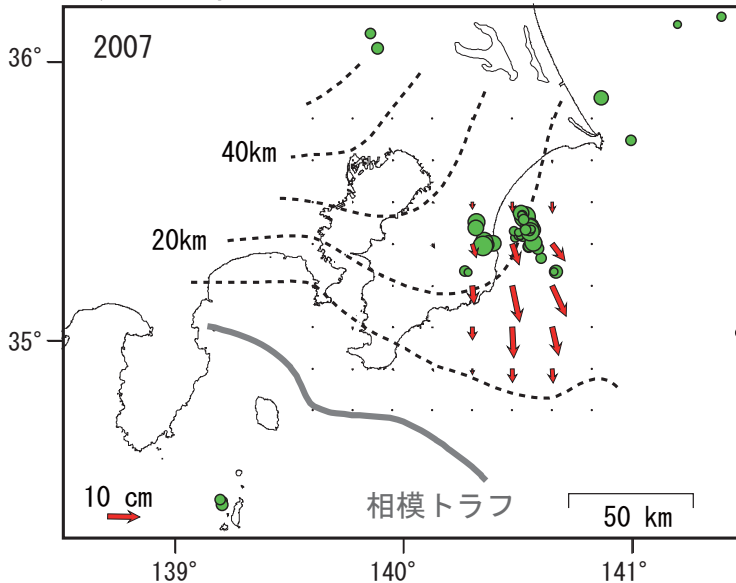
ゆっくり滑りの発生した期間 : 1996年 5月14日～5月24日頃
解析に使用したGPSデータの期間 : 1996年 4月8日～6月10日
最大滑り量 約8cm Mw 6.4

B) 2002年



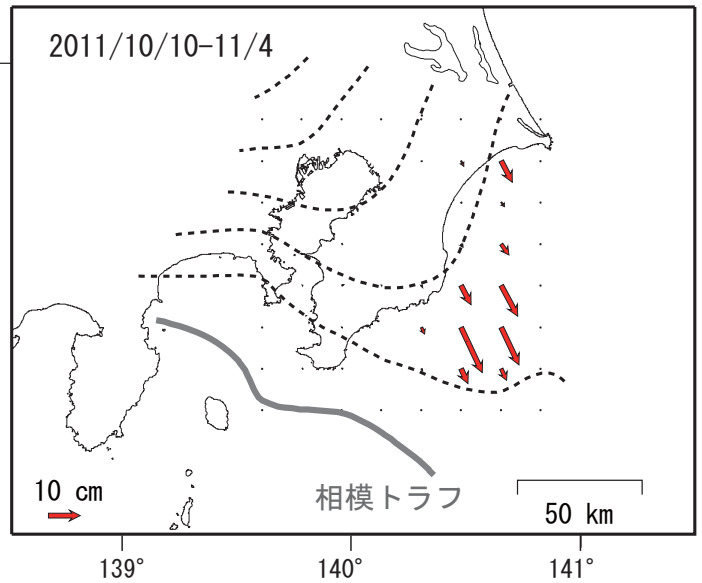
ゆっくり滑りの発生した期間 : 2002年 10月4日～10月14日頃
解析に使用したGPSデータの期間 : 2002年 9月1日～12月2日
最大滑り量 約13cm Mw 6.5

C) 2007年



ゆっくり滑りの発生した期間 : 2007年 8月13日～8月23日頃
解析に使用したGPSデータの期間 : 2007年 8月1日～8月26日
最大滑り量 約12cm Mw 6.6

D) 2011年



ゆっくり滑りの発生した期間 : 2011年10月26日～
解析に使用したGPSデータの期間 : 2011年10月10日～11月4日
最大滑り量 約15cm Mw 6.5

- ・ 矢印はGPSデータを基に推定されたプレート境界面上の滑り分布
- ・ 点線はフィリピン海プレート上面の等深度線(石田, 1992)
- ・ 丸は50km以浅, M2以上の震央位置(気象庁一元化震源による)

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（2011 年 8 月～10 月）その 1

- 短期的スロースリップイベント (SSE) を伴う顕著な微動活動：
紀伊半島北部～中部，9 月 12～16 日． 四国中部～西部，8 月 6～19 日．
- 上記以外の主な活動： 紀伊半島南部，10 月 28～31 日． 四国中部，10 月 5～9 日．
豊後水道，8 月 28 日～9 月 2 日．

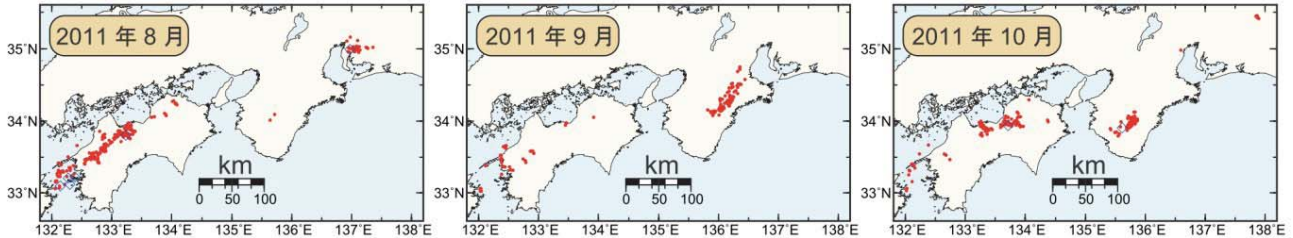


図 1. 西南日本における 2011 年 8 月～10 月の月毎の深部低周波微動活動．赤丸が当該期間の微動の震央位置で，エンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) において，1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である．青菱形は周期 20 秒に卓越する深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) である．

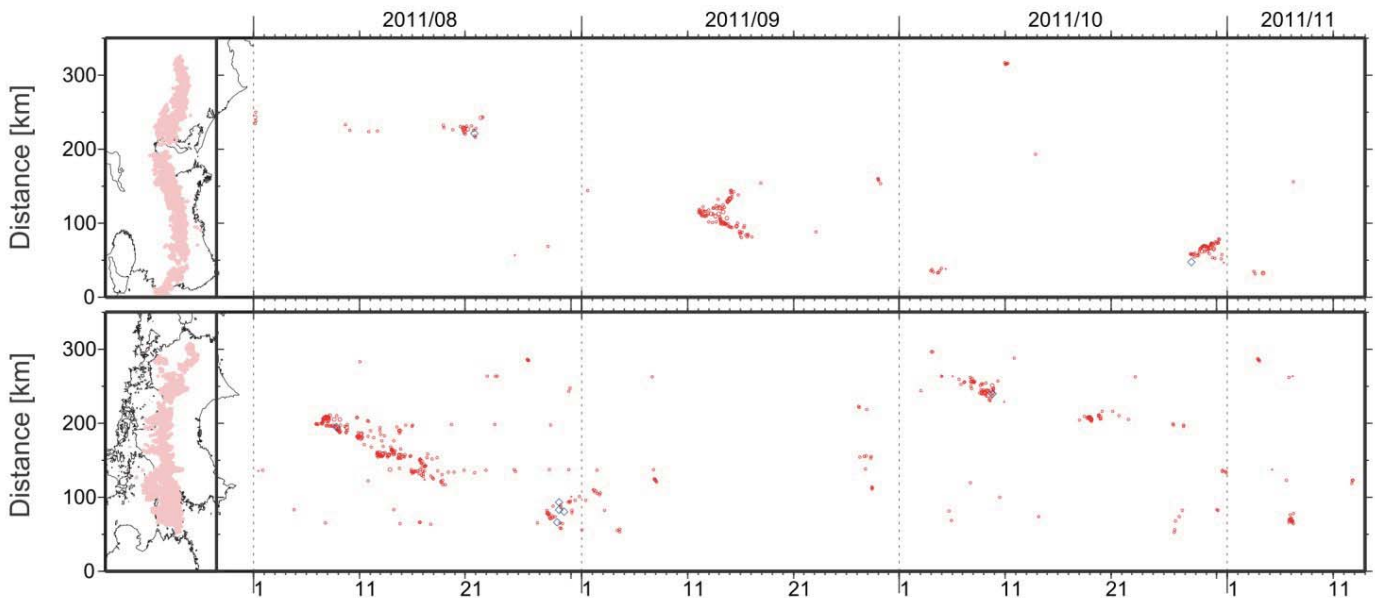


図 2. 2011 年 8 月～11 月 13 日までの深部低周波微動（赤）および，深部超低周波地震（青菱形）の時空間分布．

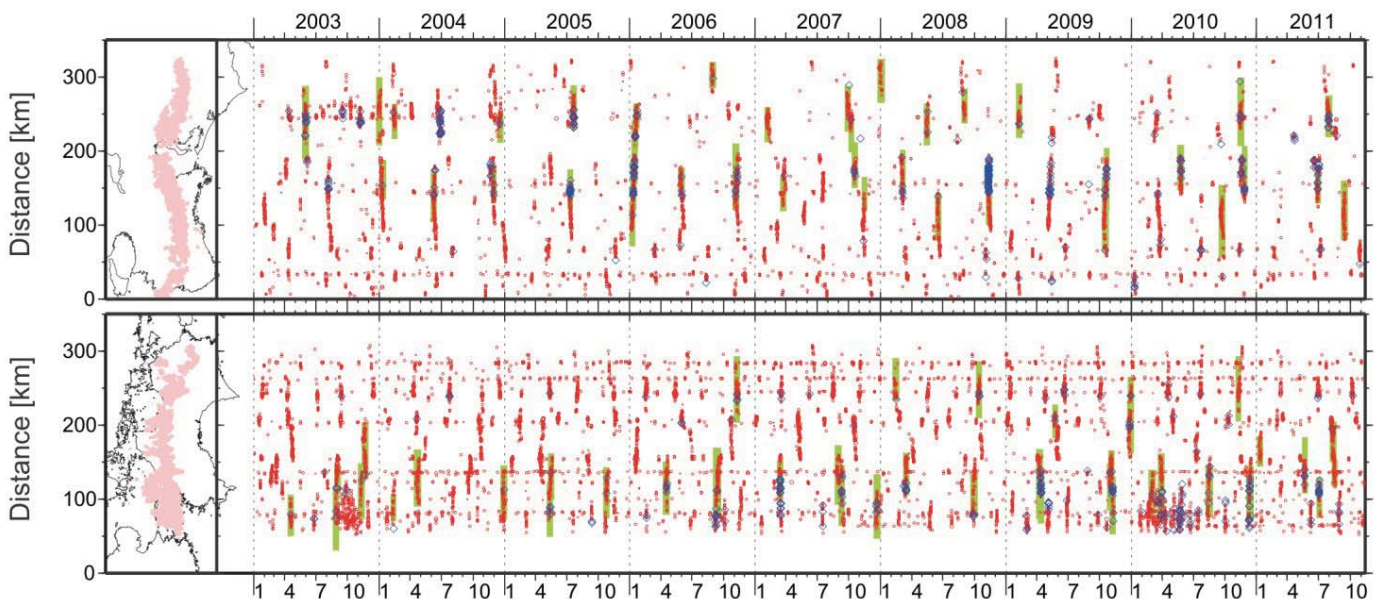
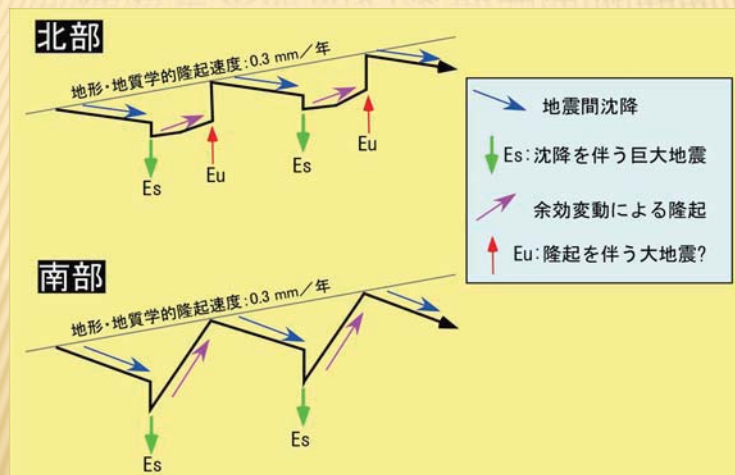


図 3. 2003 年 1 月～2011 年 11 月 13 日までの深部低周波微動（赤）および，深部超低周波地震（青菱形）の時空間分布．緑太線は，傾斜変動から検出された短期的 SSE.

重点検討課題の検討

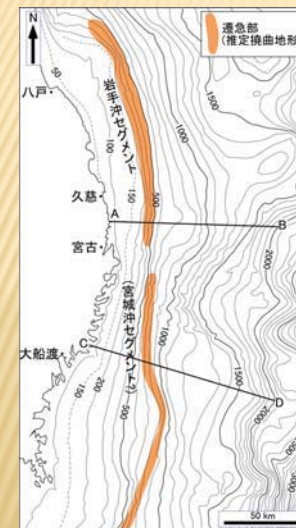
「東北地方太平洋沖地震に関する検討（その３）」

6. 三陸海岸の第四紀後期垂直変動モデル

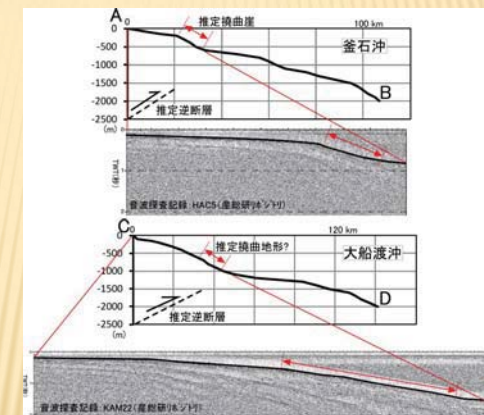


- ・巨大地震後の戻りが遅い北部では、隆起が不足
- ・Euのような海岸隆起を伴う大地震が必要

Ⅲ. 三陸沖の変動地形に基づく断層モデル

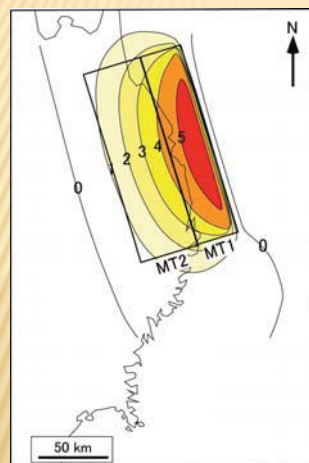


海上保安庁(1980)1/100万海底地形図より作成、等深線は100m間隔



- 大陸棚外縁と前弧海盆の地形境界付近: 撓曲地形?
- 北部は明瞭: 岩手沖セグメント
- 南部は不明瞭?: 宮城沖セグメント?

■岩手沖セグメント／推定震源断層モデル(仮説)



地震時地殻変動量の分布(単位:m)

- 想定断層(MT1, MT2)にすべりを与えて、地殻変動を計算

- 完新世最低位離水ベンチ(標高2m)
- 地震間沈降量(3m/1000年と仮定)
- 推定される地震時海岸隆起量 ~5m

- 計算プログラム: MICAP-G ver.2.1 (気象研究所提供)

断層パラメータ

断層单元	長さ	幅	断層先端深度	断層下すべり深度	すべり量	傾斜	すべり角	傾斜方向
	(km)	(km)	(km)	(km)	(m)	(度)	(度)	
MT1	150	58	5	55	15	60	90	西
MT2	150	50	55	95	20	30	90	西

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の余震活動

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に三陸沖で M9.0 の地震（最大震度 7、「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」と命名）が発生した。この地震の発生後、震源域に相当する長さ約 500km、幅約 200km の範囲及び海溝軸の東側を含む震源域の外側（領域 a）で地震活動が活発になった。10 月末現在、地震活動は全体的には次第に低下しつつあるものの、本震発生前と比べると活発な状況が続いている。

領域 a で 2011 年 3 月以降に発生した M7.0 以上の地震、8～10 月に発生した M6.5 以上の地震はそれぞれ以下の通り。

2011 年 3 月以降に領域 a 内で発生した M7.0 以上の地震

発生日時	震央地名	M	Mw	最大震度	発震機構（CMT解）	発生場所
03月09日 11時45分	三陸沖	7.3	7.3	5弱	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレートと陸のプレートの境界
03月11日 14時46分	三陸沖	9.0 [*]	9.0	7	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレートと陸のプレートの境界
03月11日 15時08分	岩手県沖	7.4	7.4	5弱	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレートと陸のプレートの境界
03月11日 15時15分	茨城県沖	7.7 [*]	7.7	6強	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレートと陸のプレートの境界
03月11日 15時25分	三陸沖	7.5	7.5	4	西北西－東南東方向に張力軸を持つ正断層型	太平洋プレート内
04月07日 23時32分	宮城県沖	7.1 [*]	7.1	6強	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレート内
04月11日 17時16分	福島県浜通り	7.0	6.7	6弱	東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型	地殻内
07月10日 09時57分	三陸沖	7.3	7.0	4	西北西－東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型	太平洋プレート内

2011 年 8～10 月に領域 a 内で発生した M6.5 以上の地震

発生日時	震央地名	M	Mw	最大震度	発震機構（CMT解）	発生場所
08月19日 14時36分	福島県沖	6.5	6.3	5弱	東西方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレートと陸のプレートの境界
09月17日 04時26分	岩手県沖	6.6	6.6	4	西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型	太平洋プレートと陸のプレートの境界

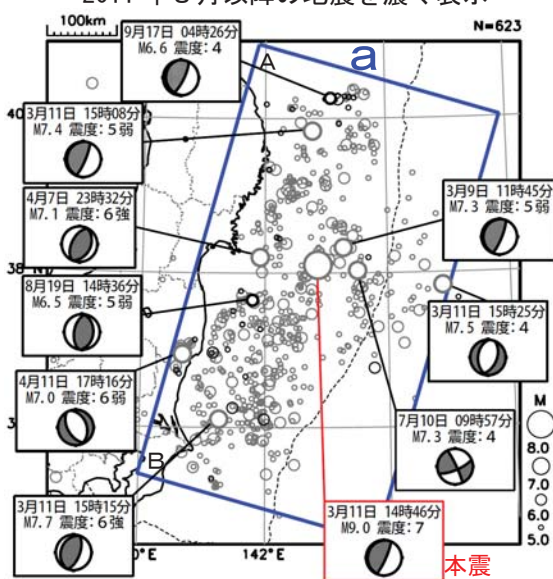
※印のついた地震の M は Mw の値である。

これらの地震の気象庁マグニチュード（Mjma）は以下の通り。

- ・「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」 Mjma8.4
- ・3 月 11 日 15 時 15 分の茨城県沖の地震 Mjma7.4
- ・4 月 7 日 23 時 32 分の宮城県沖の地震 Mjma7.2

震央分布図

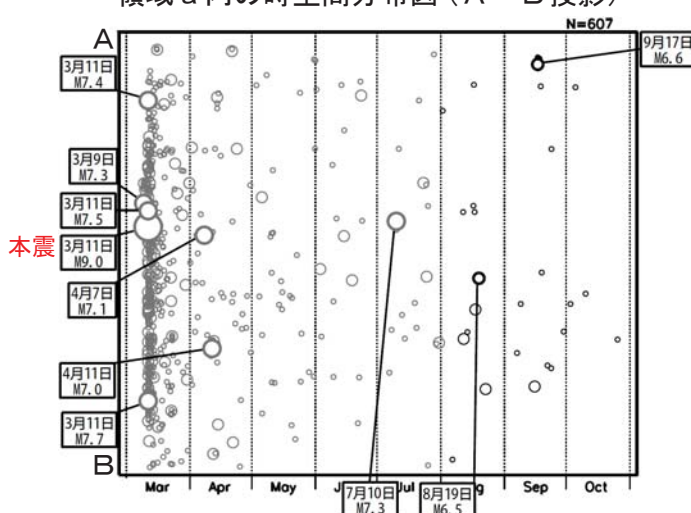
（2011 年 3 月 1 日～2011 年 10 月 31 日、
深さ 0～90km、M≥5.0）
2011 年 8 月以降の地震を濃く表示



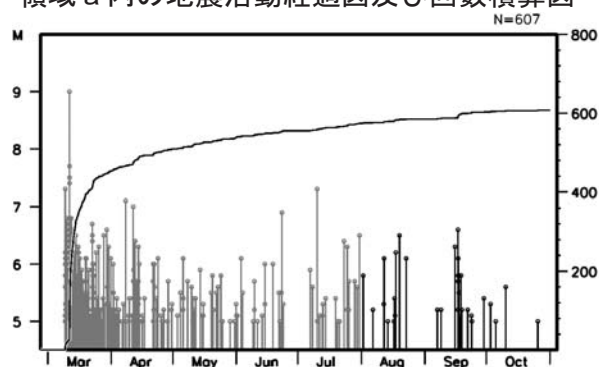
発震機構は CMT 解

M7.0 以上の地震と 8～10 月に発生した M6.5 以上の地震に吹き出しをつけた。

領域 a 内の時空間分布図（A－B 投影）



領域 a 内の地震活動経過図及び回数積算図



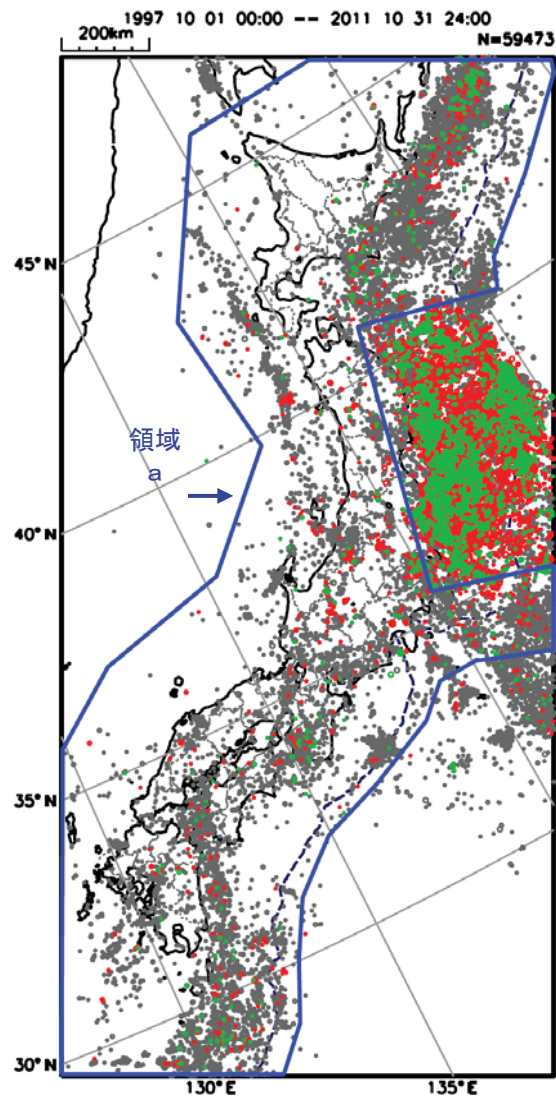
領域 a 内の地震回数					最大震度					計
	M5.0 ～ M5.9	M6.0 ～ M6.9	M7.0 以上	計	4	5弱	5強	6弱	6強	
3月	357	67	3	427	81	15	6		1	103
4月	46	8	2	56	40	7		2	1	50
5月	28	1		29	14	2				16
6月	13	4		17	7	2				9
7月	15	3	1	19	7	1	2			10
8月	7	4		11	9	2				11
9月	15	3		18	6	1	1			8
10月	4			4	2					2
計	485	90	6	581	166	30	9	2	2	209

※ 3 月は本震発生後のみの回数（本震を含まない）

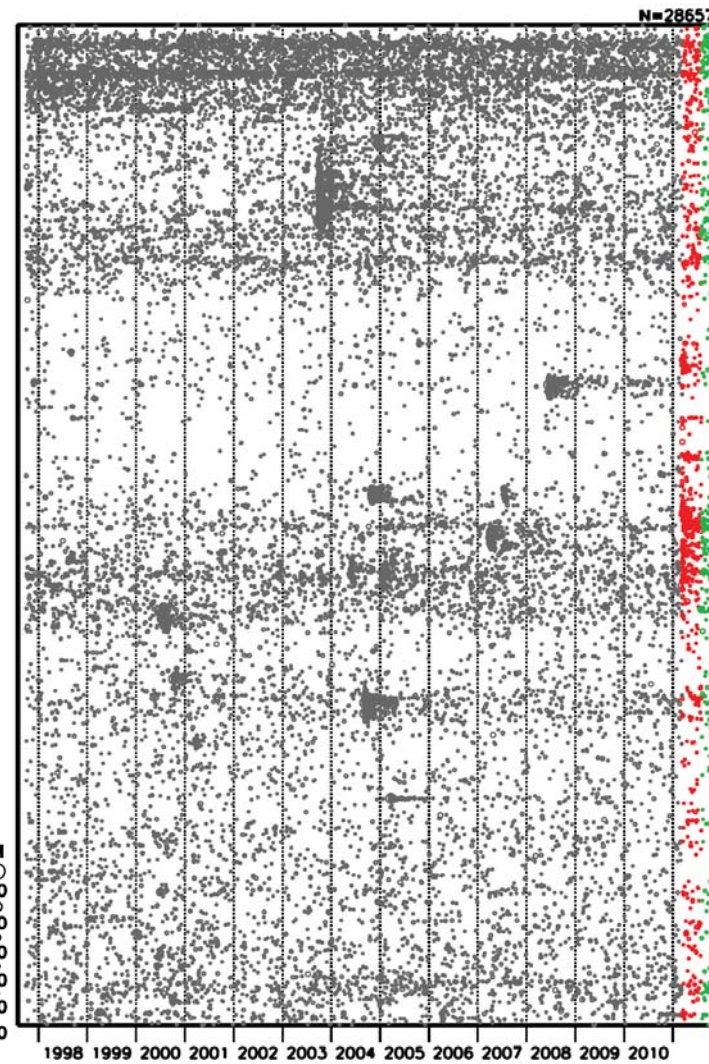
気象庁資料

「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」前後の 地震活動状況（深さ 0 ～ 90km、 $M \geq 3.0$ ）

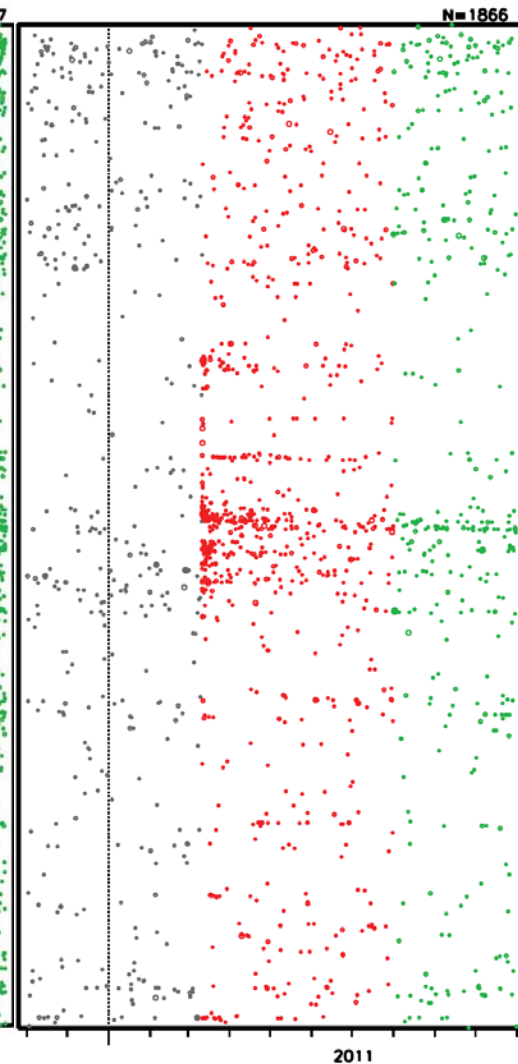
震央分布図



領域 a 内の時空間分布図（一元化以降）



（最近一年）



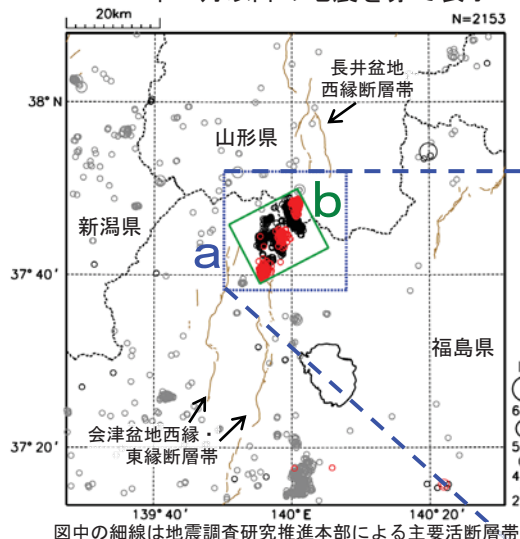
- 秋田県沖、
- ← 秋田県内陸南部
- ← 岩手・宮城内陸
- ← 福島県会津
～山形県置賜地方
- ← 茨城県南部、
千葉県東方沖～千葉
県南東沖、
長野県北部～新潟県
中越地方、
長野県北部
長野県中部、など

福島県会津から山形県置賜地方の地震活動

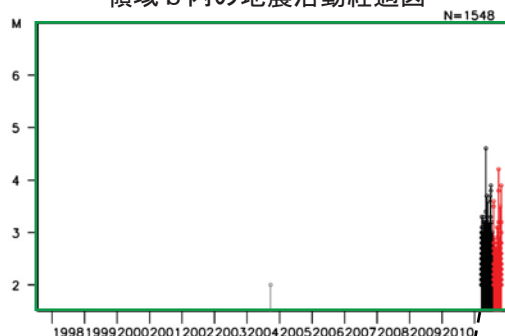
震央分布図

(1997年10月1日～2011年10月31日、
深さ0～15km、 $M \geq 2.0$)

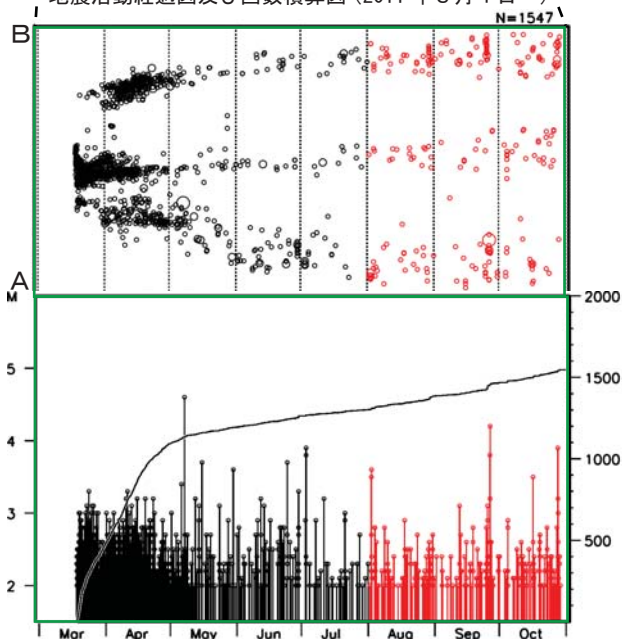
2011年3月11日～7月の地震を黒、
2011年8月以降の地震を赤で表示



領域b内の地震活動経過図



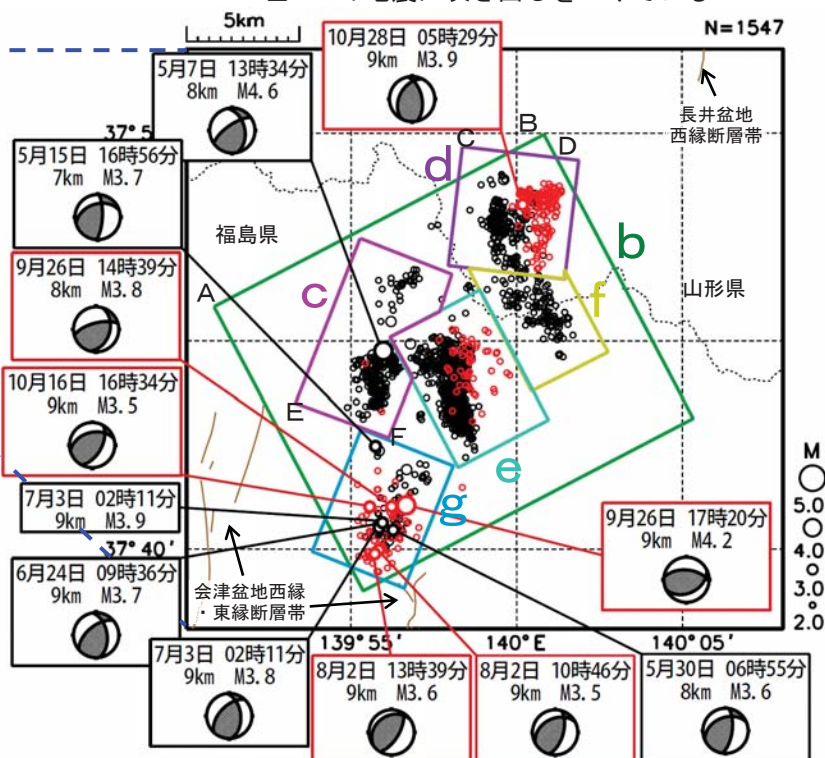
領域b内の時空間分布図 (A-B投影)、
地震活動経過図及び回数積算図 (2011年3月1日～)



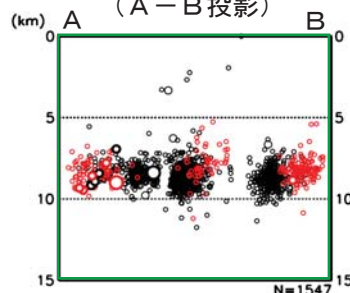
福島県会津から山形県置賜地方にかけての地殻内 (領域b) では、2011年3月18日から $M3.0$ 程度の地震活動が見られている。発生している地震の発震機構は、逆断層型～横ずれ断層型である。10月末現在、4月末までと比べると低下しているものの、地震活動は継続している。

1997年10月以降の活動を見ると、この地震活動の前には、領域bでは $M2.0$ 以上の地震はほとんど発生していなかった。

領域a内の拡大図 (2011年3月1日～) $M \geq 3.5$ の地震に吹き出しをつけている



領域b内の断面図 (A-B投影)



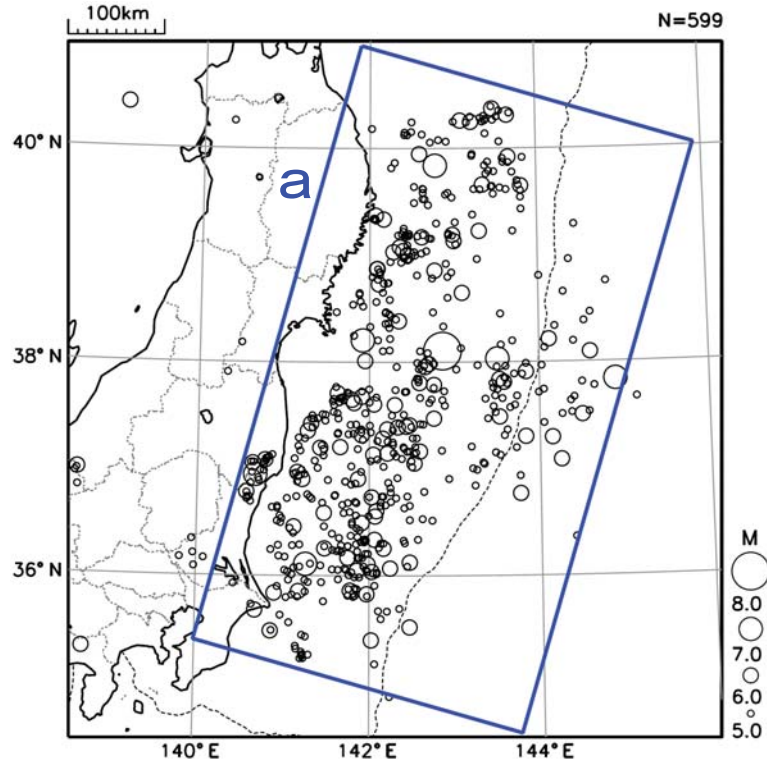
地震活動は初め領域bの中央付近で活発であったが、8月上旬頃までに徐々に北東・南西へ広がった。10月末現在、領域bの北東部 (領域d) と南西部 (領域g) で主に地震が発生しているほか、領域bの中央付近 (領域e) でも活動が続いている。これまでに発生した地震のうち規模が最大のものは、領域cで5月7日に発生した $M4.6$ の地震 (最大震度4) である。

次頁に領域c～gの詳細な活動状況を示す (期間は全て2011年3月以降)。

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震 今後の大きな余震の見通し

震央分布図

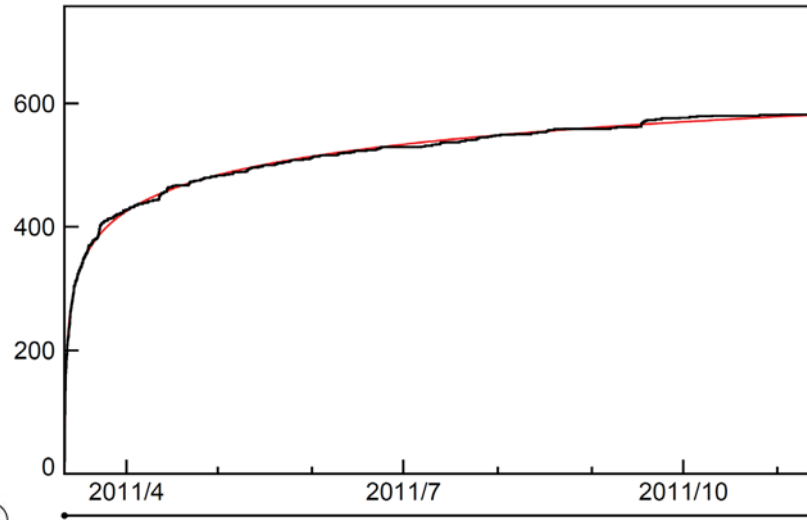
(2011 年 3 月 11 日 14 時～2011 年 11 月 14 日 24 時、
深さ 0 ～90km、 $M \geq 5.0$)



2011 年 11 月 15 日～12 月 14 日の 30 日間に領域 a 内で $M \geq 7.0$ の余震が発生する確率

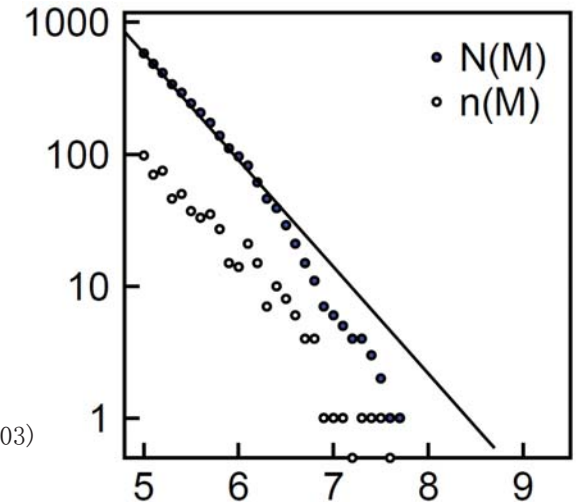
15.1% (0.16 個 = 1 個:13.9% + 2 個:1.1%)

2011/3/11 14:46 - 2011/11/14 24:00



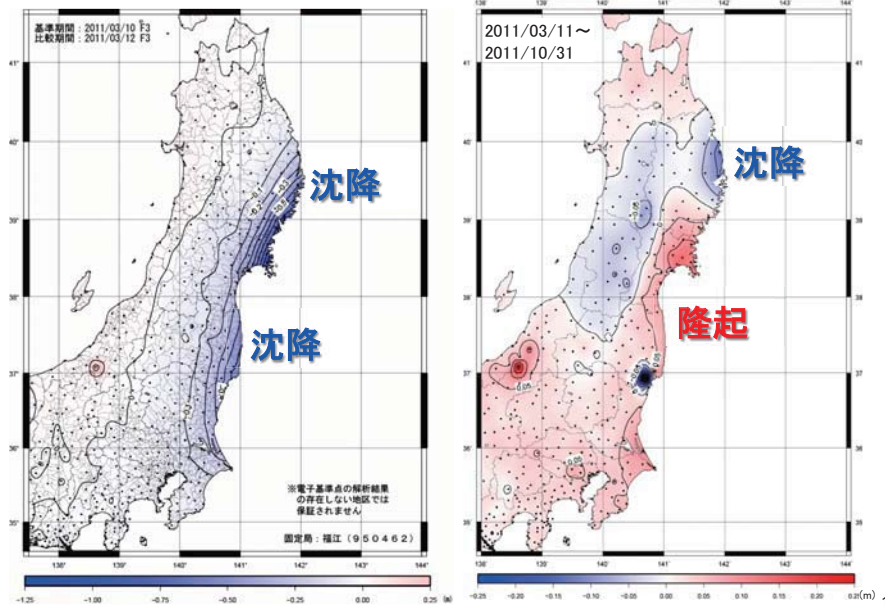
FITTING

K: 75.481, c: 0.071, p: 1.043
(sigma : 5.892 , 0.019 , 0.027)
N (mainshock + aftershock)=583



$M \geq 5.0$, $N:583$, $b:0.81$ ($\sigma:0.03$)

2. 地震時上下変動 と 余効上下変動



3. 地震時上下変動の回復率

地震時の上下変動が、2011年10月31日までの173日間に、余効変動で何%回復したか

【計算方法】

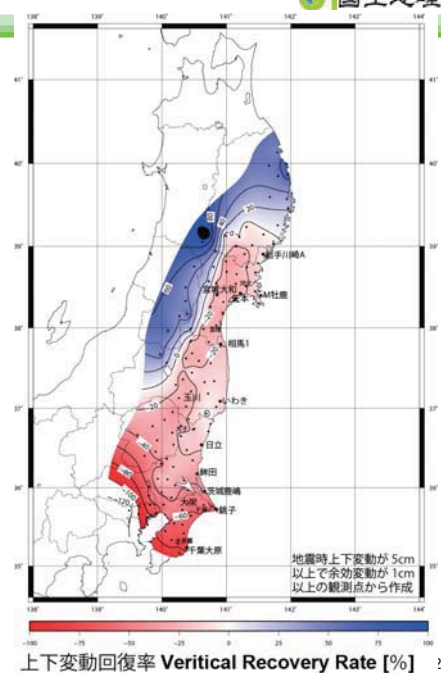
上下変動の回復率は、地震時上下変動に対する余効上下変動の百分率で計算。

$$\text{Vertical Recovery Rate (\%)} = \frac{U_{\text{postseismic}}}{U_{\text{coseismic}}} \cdot 100$$

上下変動が反転した場所は赤で示した。

【上下変動回復率は...】

- (1) 地震時沈降が地震後隆起で完全回復した場所は東京都のみ(8月頃)である。
- (2) 宮城県から茨城県北部の太平洋岸の回復率は約20%。
- (3) 関東地方では20%~120%程度の回復率で、南ほど大きい。
- (4) 岩手県北部の沈降は、地震時の最大半分程度である。



6. 回復時間 その1

200日間のデータ期間から推定した地震時沈降の回復時間

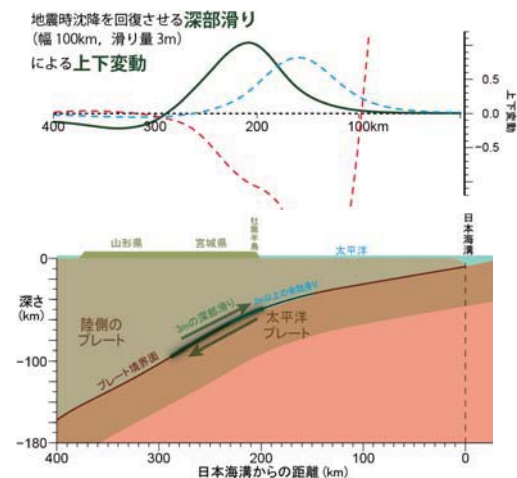
GPS 連続観測点	地震時上下 変動(m)	回復時間(年)	
		最確値	誤差範囲
岩手川崎A	-0.28	1.3E+04	9,700~18,000
M牡鹿	-1.10	9.9E+11	5.8E+11~1.7E+12
矢本	-0.51	6.3E+04	50,000~79,000
宮城大和	-0.18	4,149	2,800~6,100
相馬1	-0.31	1.7E+06	1.0E+06~2.9E+06
いわき	-0.50	2.2E+12	8.3E+11~5.9E+12
日立	-0.31	1.6E+14	2.6E+13~9.9E+14
鉾田	-0.23	3,329	2,600~4,200
茨城鹿嶋	-0.26	840	720~980
鉾子	-0.16	3.3	3.1~3.5
大栄	-0.12	14	12~15
千葉大原	-0.06	1.4	1.3~1.5

※現状の減衰傾向が続いたと仮定し、対数関数近似により推定。
時定数 b は水平成分から推定。

7. 考察

岩手県～茨城県の太平洋岸を隆起させる断層運動

海岸の直下付近つまり
プレート境界面の深い
場所で約3mの滑りが生
ずれば、地震時沈降の
回復が可能と試算され
る。



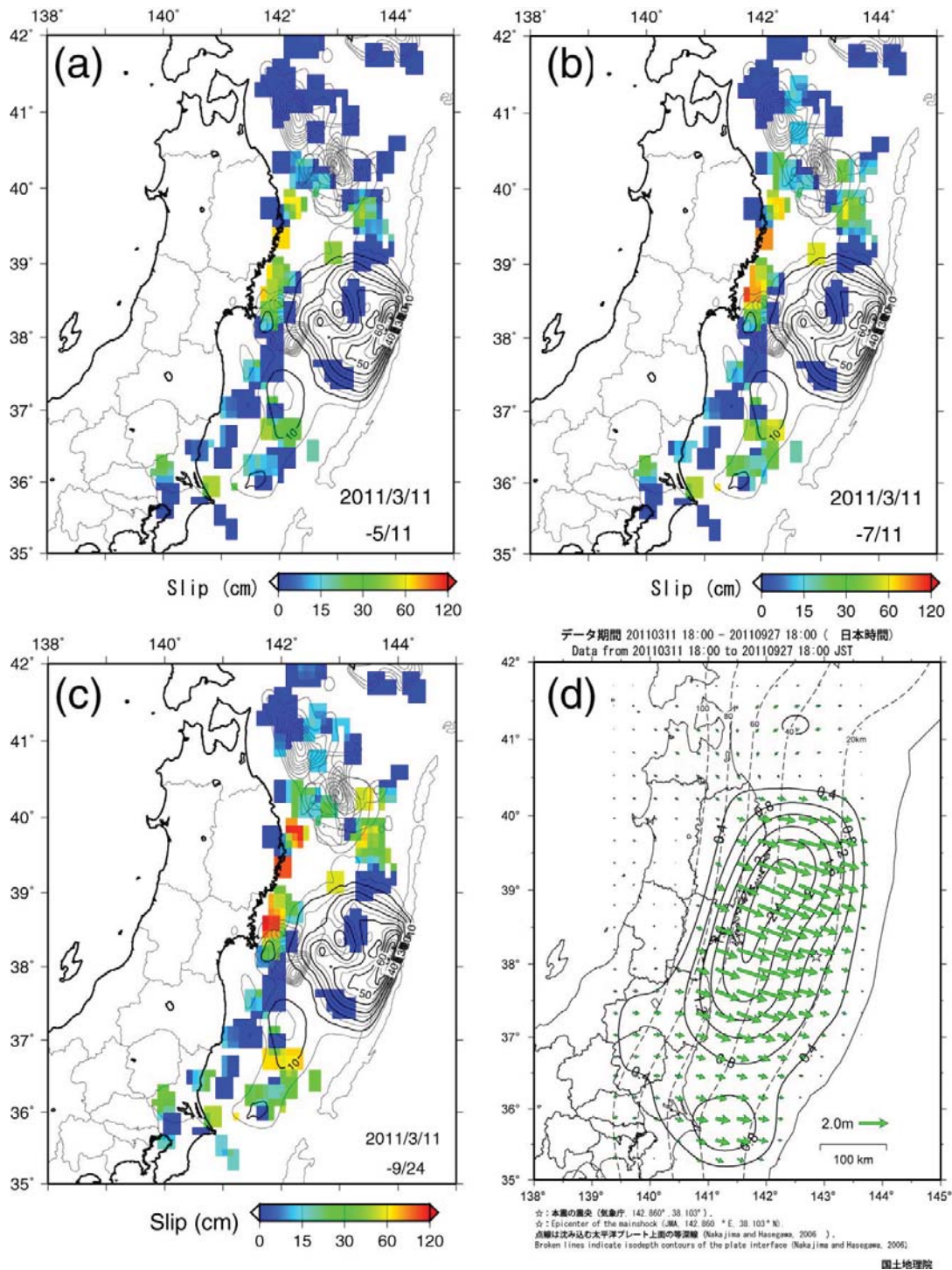
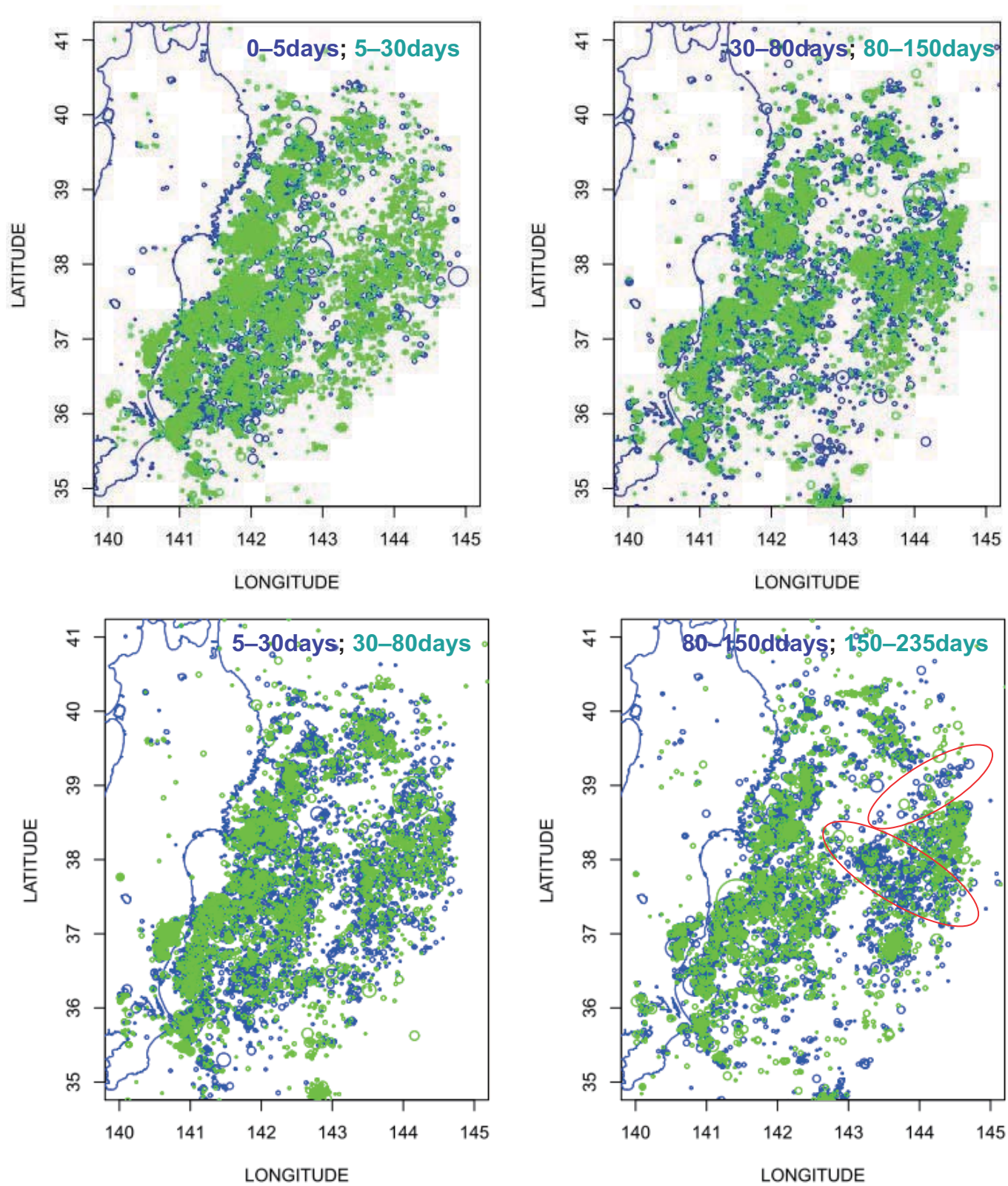


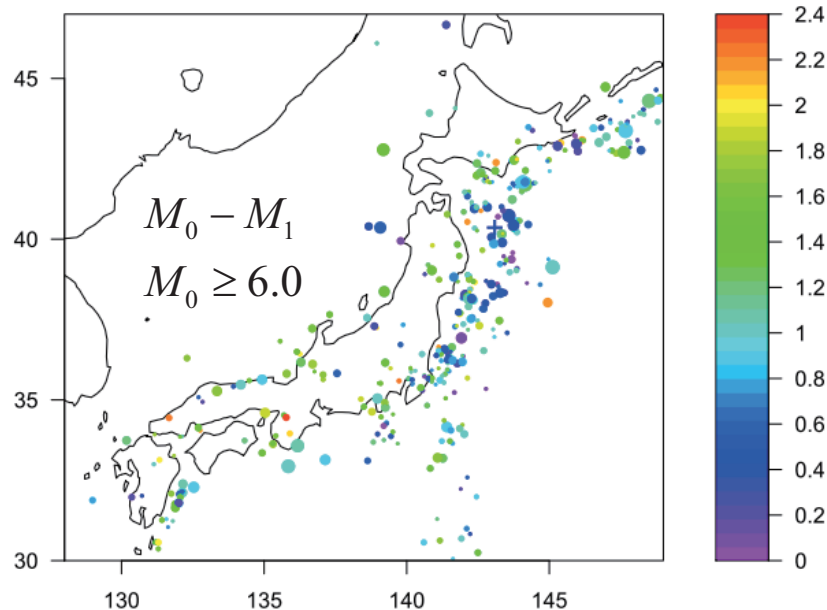
図 2. $0.3 \times 0.3^\circ$ のウィンドウごとの平均の積算すべり (カラー). (a)2011/3/11-2011/5/11, (b)2011/3/11-2011/7/11, (c)2011/3/11-2011/9/24. 黒色コンターは飯沼・他 (2011, 地震学会) による地震時すべり分布. 灰色コンターは Yamanaka and Kikuchi(2004)による M7 以上の地震のアスペリティ. (d) は, 国土地理院による GPS データを用いた余効すべり分布 (<http://www.gsi.go.jp/common/000062672.pdf>). ◆宮城県北部から岩手県沿岸にかけての地震時すべりの深部延長で大きなすべりが見られる. すべりは時間とともに若干, 南北に広がっているように見える. 国土地理院による余効すべり分布と比べると宮城県北部から岩手県沿岸にかけて大きなすべりが見られる点, 福島県南部から茨城県沖では, 海岸直下のプレート境界深部よりもやや沖側 (プレート境界浅部) で大きな余効すべりが見られる点がよく似ている.

東北地方太平洋沖地震の余震活動の特徴(続き)

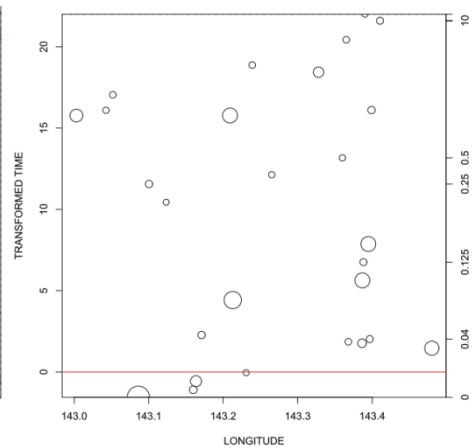
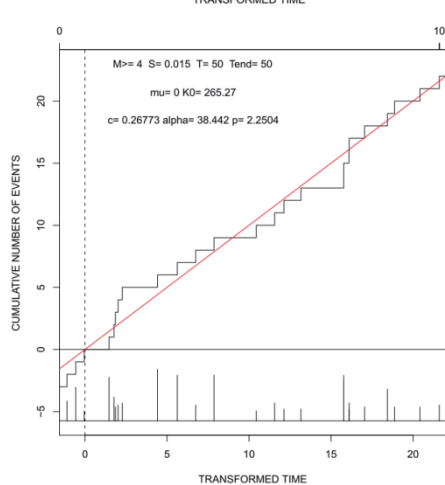
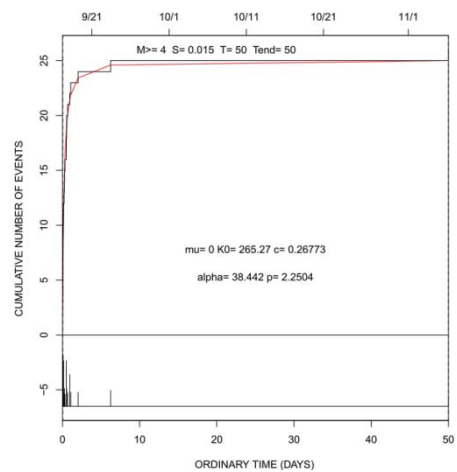
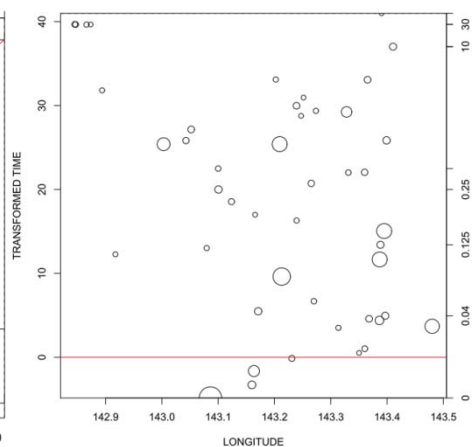
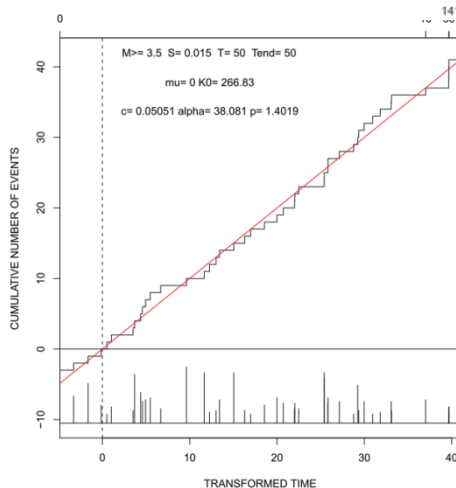
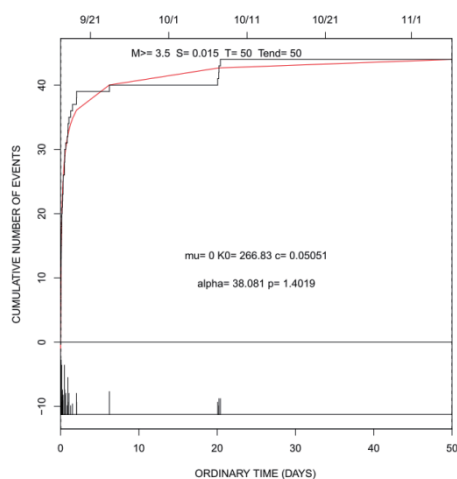
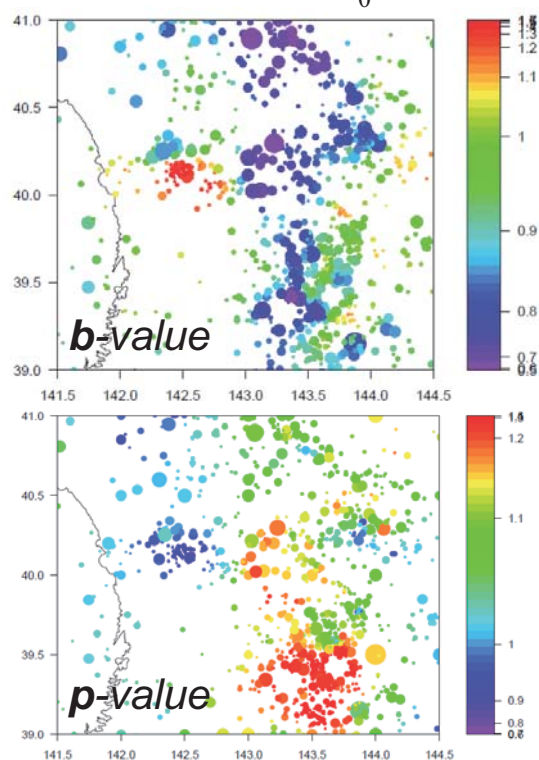


第5図。デトレンドした余震活動空間分布の時間差(M3.0+, 11月6日現在)。
青が透けて見える部分が最近3ヵ月間静穏化。

9月17日岩手県沖地震 (M6.6) の余震活動の特徴
1926 –2011Mar10

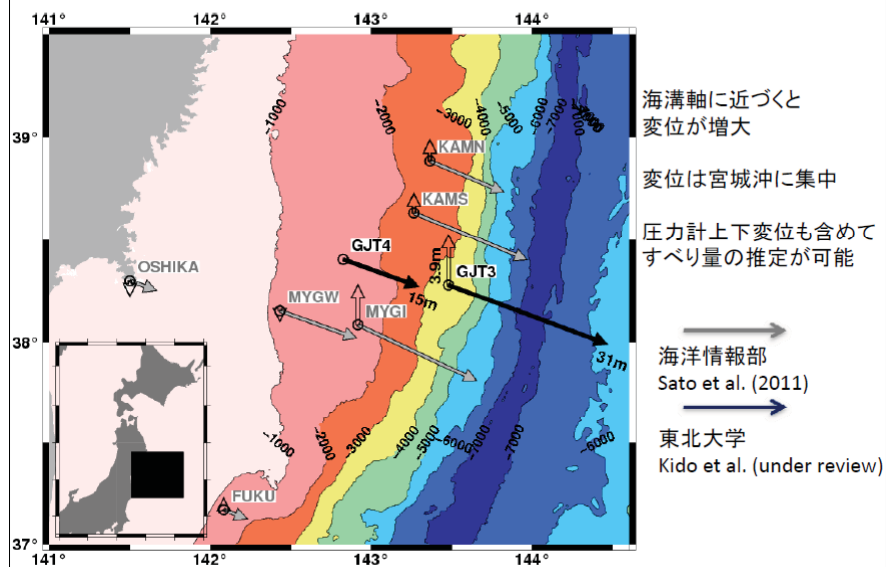


1926 –2008 $M_0 \geq 5.0$

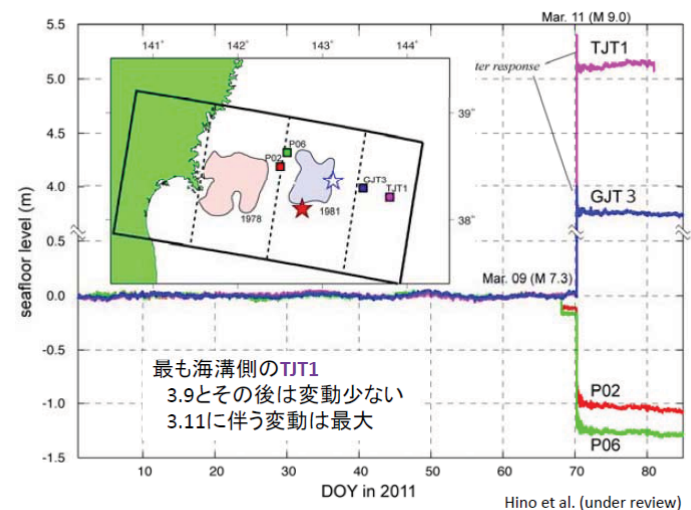


第6図。9月17日岩手県沖の地震 (M6.6) の余震活動とその付近の本震と最大余震のマグニチュード差、b値およびp値の空間分布。

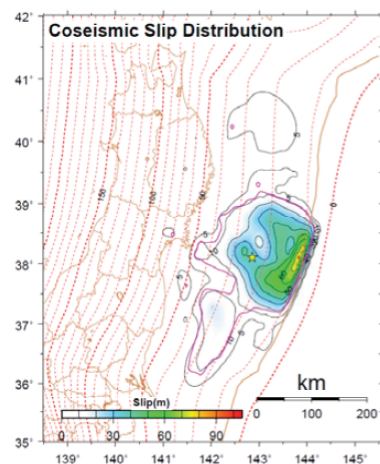
GPS/A観測による海底水平変動



水圧観測で捉えた海底上下変動



海陸全測地データから 推定された地震時すべり分布

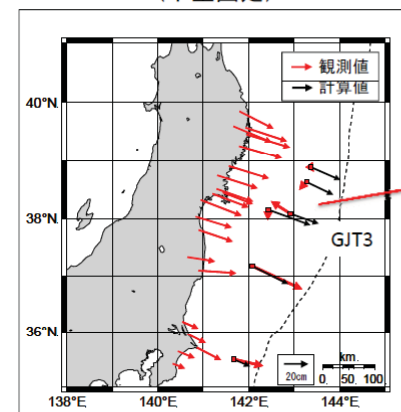


- 使用した測地データ
 - 陸上GPS観測点 (384点)
 - 海底GPS/A (7点)
 - 海底圧力計 (6点)
- すべり分布の特徴
 - 震源より海溝側に大変位すべりが集中
最大すべり量 : 85 m
すべり量が50m以上の範囲: 120 x 40 km
(全体の60%のモーメント解放)
 - 南北にも限られた広がり
(37.5° ~ 39° N)
岩手・福島県沖の海溝沿いのすべり
は小さい

linuma et al. (under review)

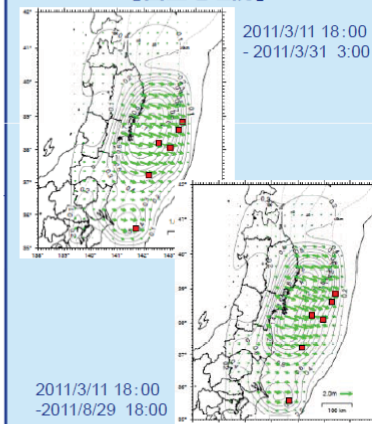
地震後の地殻変動(3月末~8月末)

2011年3月末~8月末までの変位量
(下里固定)



※陸上の矢印は、電子基準点の変位量
※計算値は、国土地理院のすべり分布モデルによる計算結果

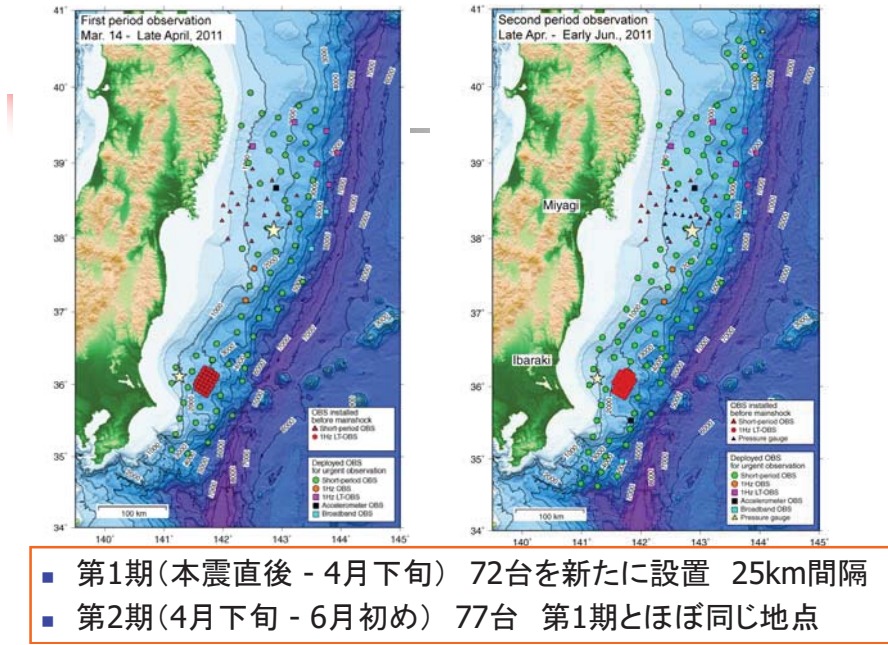
地震後のすべり分布モデル 【国土地理院】



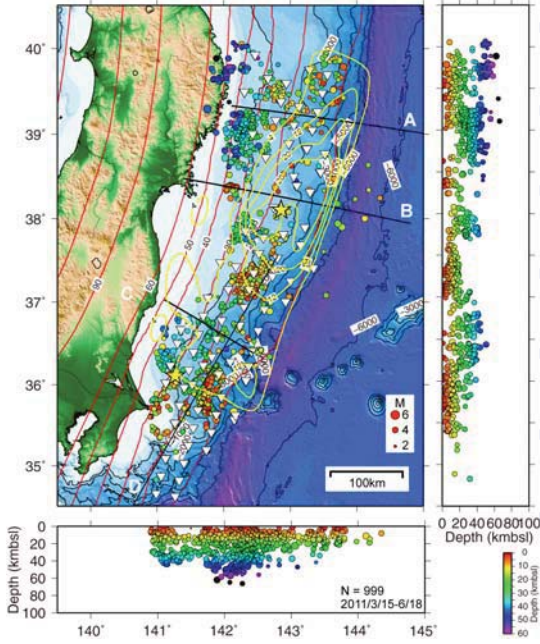
※国土地理院ホームページの図に加筆

佐藤・他 (2011)

観測点配置(第1期、第2期)

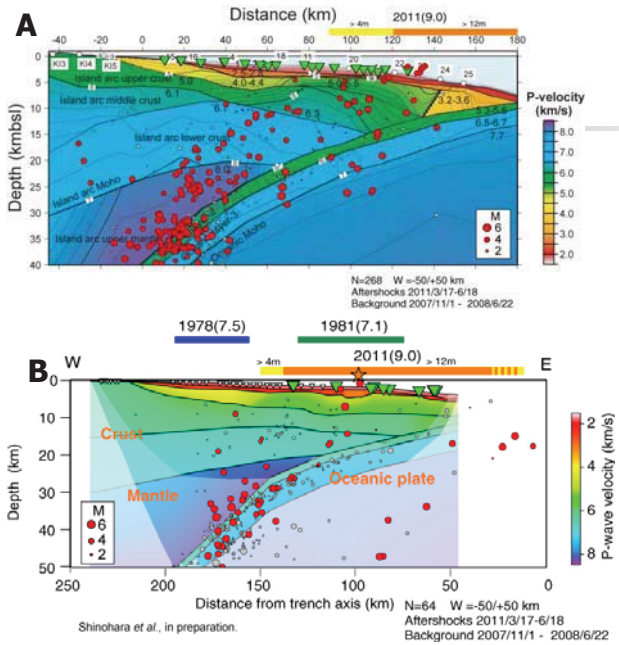


海底地震計による震源分布

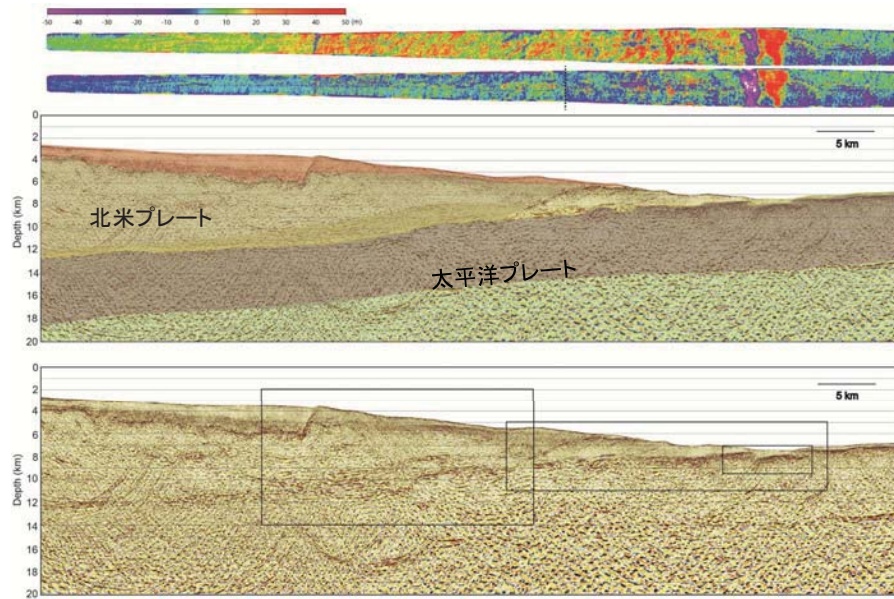


- 1次元構造による絶対走時を用いた震源決定
- 気象庁カタログに基づく地震の選定
- P波読み取り3点以上かつS波読み取り1点以上
- 観測点補正値を推定、適用
- 深さ方向の誤差3km以内、水平方向の誤差5km以内
- 3月12日から6月18日までの999個
- 時空間的に均質ではないので、震源位置に着目

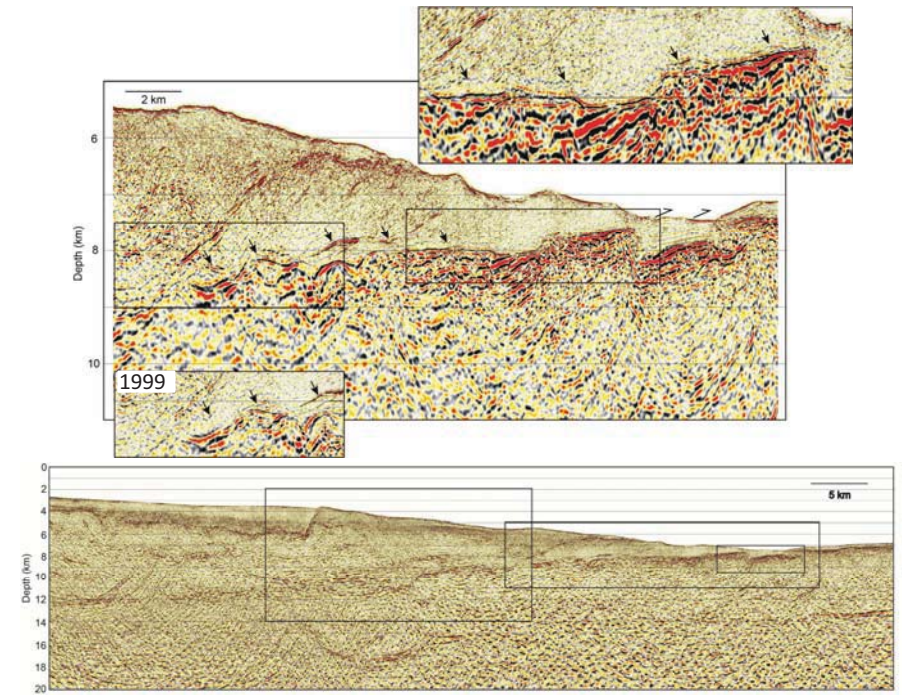
速度構造との比較(北部)



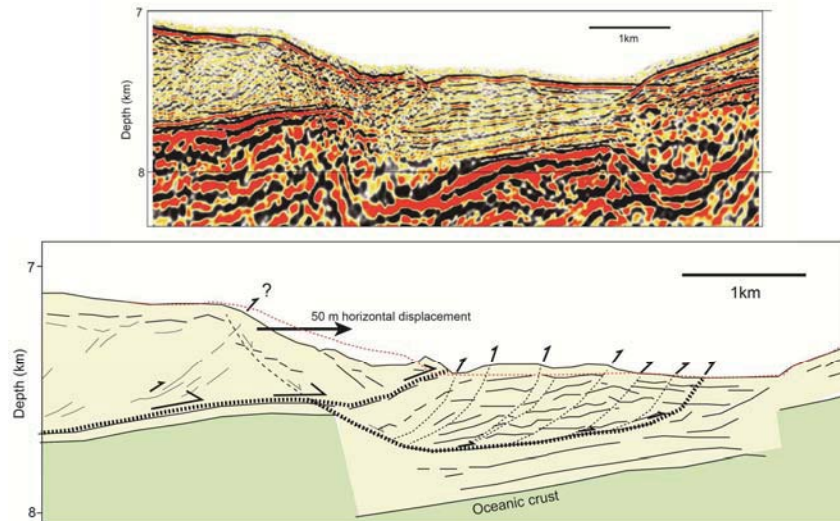
- 本震震源付近のプレート境界では、余震はほとんど発生していない。
- 北部の滑り量が比較的小さいところでは、プレート境界付近にも余震活動が見られる。
- 30km以深では、プレート境界付近の余震活動は活発である。
- 陸側プレートの殻地内で発生する地震は、正断層型が多い。



水平変動(40m陸側斜面、60m海溝側)、上昇(10m)をもどし地形残差をとった(上図下)。地滑り地形以外には顕著な残差は認められない。分岐断層等に沿った大変動は無いことを示す



海溝軸の構造変化



第194回地震予知連絡会重点検討課題について

タイトル「プレート境界に関するわれわれのイメージは正しいか？（その2）千島海溝」

趣旨説明者 北海道大学 谷岡勇市郎

2011年東北地方太平洋沖地震により、日本海溝沿いの太平洋プレート沈み込みに伴う巨大地震発生に関するこれまでのイメージが一変した。

第194回（平成24年2月17日開催予定）の地震予知連絡会では千島海溝沿いのプレート境界で発生する巨大地震発生を予測するための枠組みを検討するために、まずプレート境界の状態を知るための観測データの解析結果を持ち寄り、現在のプレート境界の状態把握について検討する。さらに、津波堆積物調査結果のレビューを実施することで、超巨大地震発生様式がどこまで把握できているのか検討する。また、現在までに実施されている海底構造調査結果や海底地震観測結果をレビューし、超巨大地震の発生と構造との関連を検討する。最後に様々なデータを説明することができる千島列島海溝沿いのプレート境界巨大地震のモデリングの現状を検討する。