

海底地殻変動観測(2012年)

Seafloor Geodetic Observation in 2012

Summary – We have been carrying out seafloor geodetic observation for monitoring crustal deformation around offshore plate boundary regions, using the GPS/acoustic combination technique. This paper reports the summary and the observation results in 2012.

Key words: seafloor geodetic observation – crustal deformation

1. はじめに

海上保安庁海洋情報部では、キネマティックGPS (KGPS) と音響測距の組み合わせ方式による海底地殻変動観測の技術開発及び海底基準点の展開を行っている。本稿では、2012年までの観測結果について報告する。

2. 観測の概要及び解析手法

当部の実施している海底地殻変動観測の概念図を第1図に示す。観測には測量船を使用し、KGPS及び音響測距を組み合わせることにより、海底に設置した海底基準点の位置を決定する。2008年末に、測量船「明洋」に対してKGPSアンテナをマスト、音響トランスデューサを船底に取り付けた(川井・他, 2009)。これにより、航走しながらの観測が可能となり、従来と比較してより短時間で高精度に観測できるようになった(佐藤・他, 2009)。また、同様の装置を2010年12月に測量船「拓洋」に、2012年3月に測量船「海洋」に、それぞれ搭載した(氏原・成田, 2012; 秋山・他, 2013)。

データ解析は、船の位置を決定するKGPS解析、船に設置した音響トランスデューサと海底局間の音波走時を求める音響解析、そして、これら2つの結果を結合して海底に設置した3~4台の海底局の位置を求める局位置解析から成る。最終的には、局位置解析から得られる複数の海底局の重心位置(平均位置)を海底基準点の位置とする。ここで、KGPS解析には、ソフトウェア「IT」(Colombo, 1998)、音響測距解析にはソフトウェア「sas」(富山, 2003)、および局位置解析にはソフトウェア「SGOBS」(藤田・他, 2004)を使用した。

第2図に、2012年12月末現在の海底基準点の位置を示す。2011年から2012年にかけて実施した海底基準点増設等に伴い、新たに9点(東海沖3, 熊野灘2, 室戸沖1, 土佐沖1, 土佐沖2, 足摺沖1, 足摺沖2, 日向灘1, 日向灘2)で観測を開始している。

3. 観測結果

各観測点の2012年における観測実績は第1表のとおりである。

2011年3月11日に発生した平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(M9.0) (以下、東北地震) による影響で、東北沖の日本海溝近傍の海底基準点で特徴的な地震後の変動が見られるため、観測結果を(1)日本海溝近傍の海底基準点、(2)その他の海底基準点の2つに分けて報告する。解析には重心推定法(松本・他, 2008)を使用し、それぞれの時系列はユーラシアプレート安定域に対する変動量として求めた。

3.1 日本海溝沿いの海底基準点

釜石沖から銚子沖までの海底基準点について、ユーラシアプレート安定域に対する東北地震後の累積変動ベクトルを第3図に、各海底基準点の時系列を第4図に示す。東北地震発生後、「宮城沖1」海底基準点は

西北西向きの地殻変動が見られ、「釜石沖1」は西向きの地殻変動が検出されている。ただし、「釜石沖1」の観測結果は他の海底基準点に比べてばらつきが大きく、詳細な議論を行うためには更なる観測データの蓄積が必要である。「宮城沖2」は南向きに、「釜石沖2」は北西向きの地殻変動が検出されており、東北地震の震央周辺では複雑な地殻変動が見られる。一方、「福島沖」及び「銚子沖」では東南東向きの余効変動が検出されており、時間とともに減衰している様子が見られる。

上下方向の時系列では、「銚子沖」を除くすべての海底基準点で沈降の傾向が見られる。

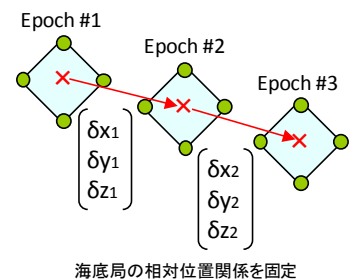
3.2 その他の海底基準点

日本海溝沿いの海底基準点と同様に、ユーラシアプレート安定域に対する南海トラフ沿いの各海底基準点の時系列を第5図に示す。2011年以前から設置されていたものについては、以前の観測結果を含めて示す。相模湾から南海トラフ沿いの海底基準点は、2011年以前では、多くの海底基準点で西～北西向きの地殻変動が検出されている。東北地震に伴う地殻変動は、「房総沖2」，「房総沖1」，「相模湾」などの東側の海底基準点で小さいながらも検出されている。新設の9点を含め、東北地震後の移動速度を議論するためには、更なる観測データの蓄積が必要である。

参考文献

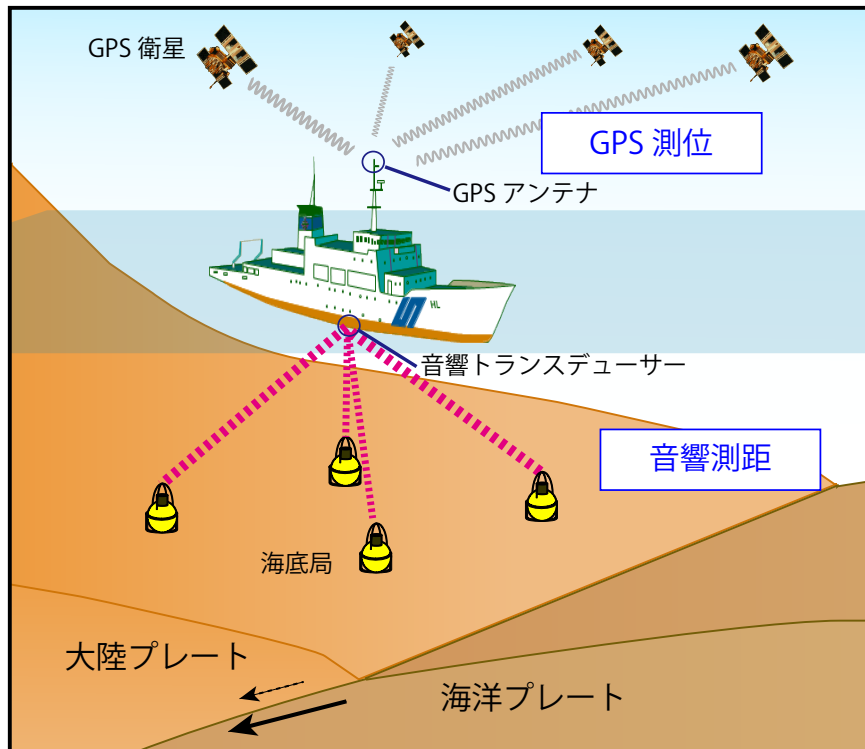
- 秋山裕平, 氏原直人, 大門肇: 測量船「海洋」への海底地殻変動観測装置の設置, 海洋情報部研究報告, 50, 91-96, (2013).
- Colombo, O. L : Long-Distance Kinematic GPS, in “GPS for Geodesy 2nd Edition”, Springer, 537-568, (1998).
- 藤田雅之, 佐藤まりこ, 矢吹哲一朗: 海底地殻変動観測における局位置解析ソフトウェアの開発, 海洋情報部技報, 22, 42-49, (2004).
- 川井仁一, 浅倉宜矢, 松本良浩: 測量船「明洋」への海底地殻変動観測用送受波器の船底装備について, 海洋情報部技報, 27, 50-55, (2009).
- 松本良浩, 藤田雅之, 石川直史: 海底地殻変動観測における複数エポック一括局位置解析手法の導入, 海洋情報部技報, 26, 16-22, (2008).
- 佐藤まりこ, 浅倉宜矢, 齋藤宏彰: 船底トランスデューサによる航走海底地殻変動観測の評価 (速報), 海洋情報部技報, 27, 56-65, (2009).
- 富山新一: 海底地殻変動観測における音響解析, 海洋情報部技報, 21, 67-72, (2003).
- 氏原直人, 成田誉孝: 測量船「拓洋」への海底地殻変動観測装置設置について (速報), 海洋情報部研究報告, 48, 85-90, (2012).

-
- 「宮城沖2」海底基準点は, 文部科学省のプロジェクト「宮城県沖地震に関するパイロット的な重点的調査観測」(平成14~16年度)の一環として設置したものである。
- 解析に用いた KGPS 陸上基準点の一部は, 国土地理院の電子基準点であり, 1秒データを提供していただいている。また, この観測は, 東京大学生産技術研究所との技術協力のもとに実施している。
- 第4図, 第5図について
- ・図は, 海底基準点の位置(複数個の海底局の平均位置)を基準からの差として示している。
 - ・図では重心推定法(松本・他, 2008)を使用して解析を実施している。全エポックのデータから4台の海底局の相対位置関係を決定し, その位置関係を固定して各エポックの重心(4台の海底局の平均位置)の位置変化(東西・南北・上下)を推定している(右図)。
 - ・各海底基準点の位置は, ユーラシアプレート安定域に対する速度として示している。

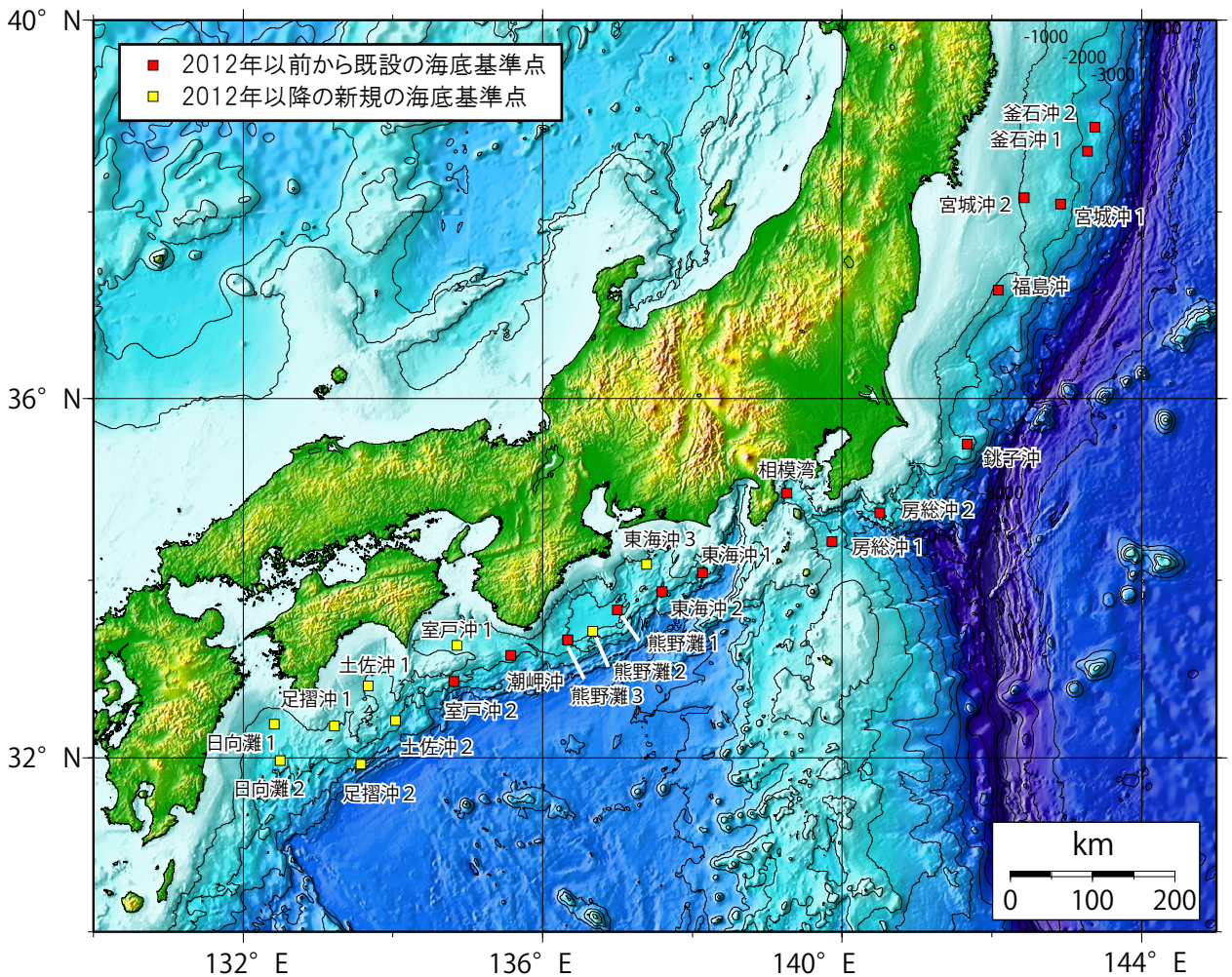


第1表 各海底基準点における2012年の観測実績

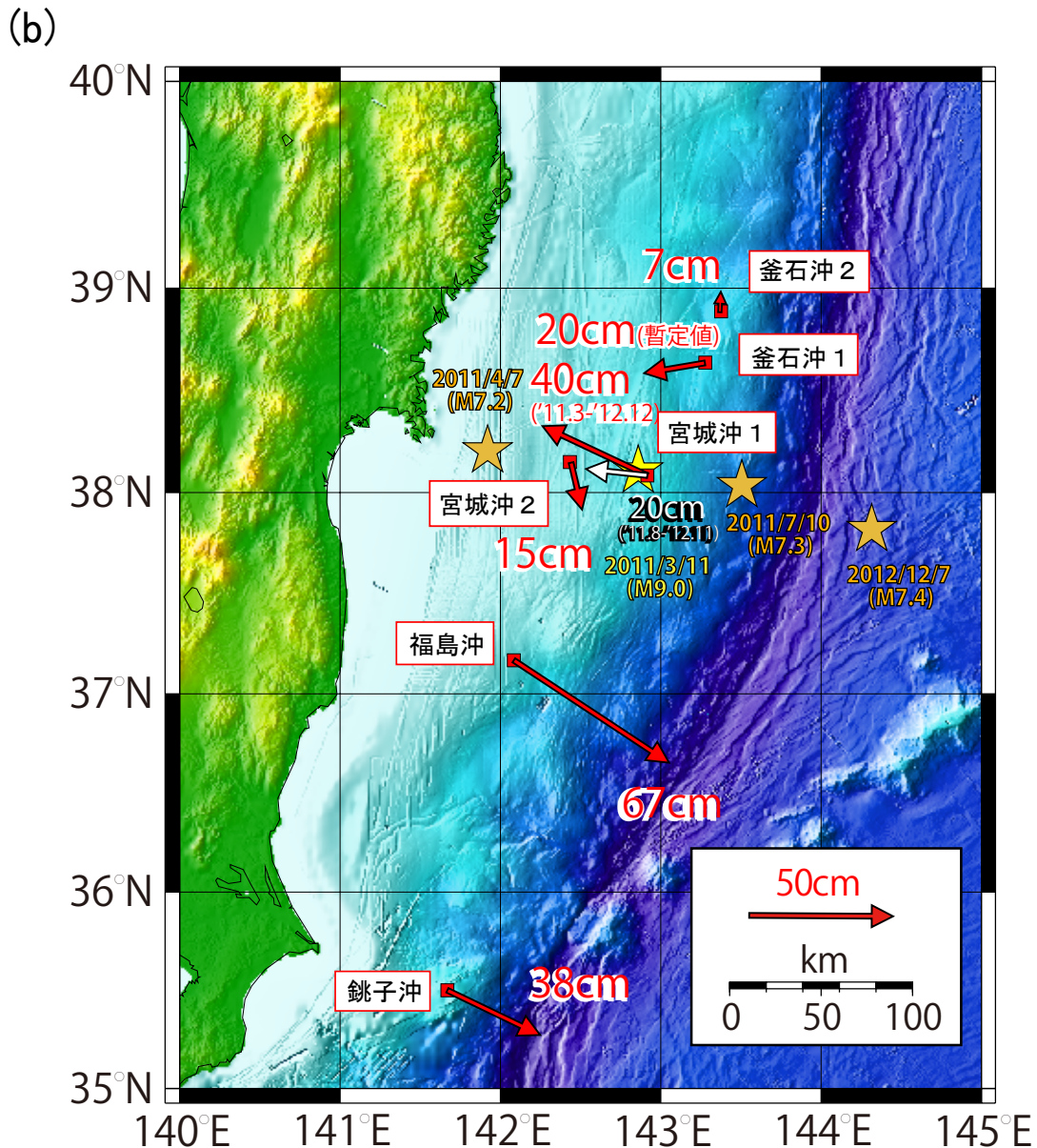
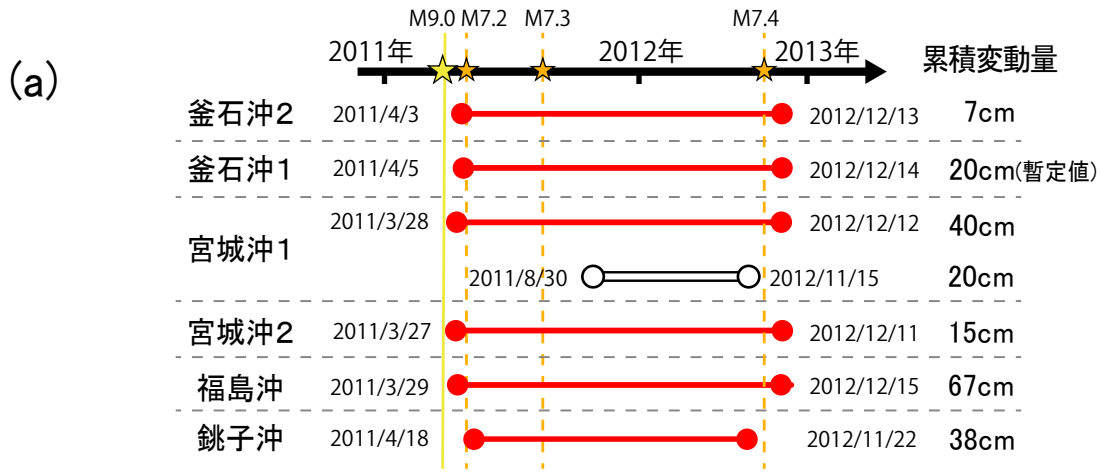
観測年月	観測点	船舶	ショット数	観測年月	観測点	船舶	ショット数
2012/01	銚子沖	明洋	5358	2012/09	房総沖 2	拓洋	5020
	福島沖	明洋	5164		房総沖 1	拓洋	5136
	宮城沖 1	明洋	5520		銚子沖	拓洋	8176
	土佐沖 1	明洋	5209		福島沖	拓洋	8132
	足摺沖 1	明洋	4912		釜石沖 2	拓洋	5614
	足摺沖 2	拓洋	5044		釜石沖 1	拓洋	8028
	日向灘 1	拓洋	5456		宮城沖 1	拓洋	5560
	日向灘 2	拓洋	5540		宮城沖 2	拓洋	7335
2012/02	足摺沖 2	明洋	3076	2012/10	相模湾	拓洋	5226
	熊野灘 2	明洋	5796		東海沖 1	拓洋	5244
	相模湾	明洋	5248		熊野灘 1	明洋	5908
	室戸沖 1	明洋	5854		熊野灘 3	明洋	6728
	東海沖 3	明洋	5442		室戸沖 1	明洋	5876
2012/03	足摺沖 1	明洋	4024		室戸沖 2	明洋	6742
	日向灘 1	明洋	1949		潮岬沖	明洋	6915
	日向灘 2	明洋	2680		東海沖 2	明洋	5384
	室戸沖 1	明洋	1872		土佐沖 1	明洋	3500
	東海沖 3	明洋	2802		2012/11	房総沖 2	海洋
2012/04	銚子沖	明洋	7847	銚子沖		海洋	7378
	福島沖	明洋	5069	福島沖		海洋	7706
	釜石沖 2	明洋	5717	宮城沖 1		海洋	5427
	釜石沖 1	明洋	10852	宮城沖 2		海洋	6770
	宮城沖 1	明洋	11325	相模湾		海洋	7716
	宮城沖 2	明洋	9582	2012/12	福島沖	海洋	4809
2012/06	足摺沖 1	拓洋	3689		釜石沖 2	海洋	5401
	足摺沖 2	拓洋	5400		釜石沖 1	海洋	7968
	日向灘 1	拓洋	5928		宮城沖 1	海洋	5270
	日向灘 2	拓洋	6276		宮城沖 2	海洋	4587
	熊野灘 2	拓洋	5512				
	室戸沖 1	拓洋	5660				
	東海沖 1	拓洋	4108				
	東海沖 3	拓洋	5992				
土佐沖 1	拓洋	5544					



第1図 海底地殻変動観測の概念図



第2図 海底基準点の位置



第3図 (a) 東北地震後の各海底基準点の観測期間と累積変動量（ユーラシアプレート安定域固定）
 (b) 東北地震後の各海底基準点の水平変動ベクトル

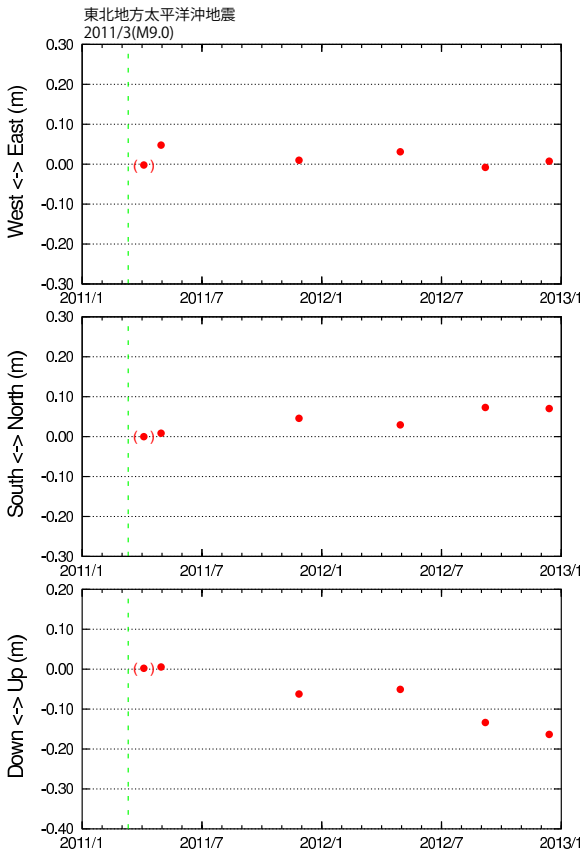
※重心推定法（松本ほか，2008）にて解析した。

※(a)の観測期間を示すバーの色と(b)のベクトルの色とが対応しており，赤色は東北地震後の全期間についての結果，「宮城沖1」の白色は2011年7月10日の余震(M7.3)後の観測から得られた結果を示す。

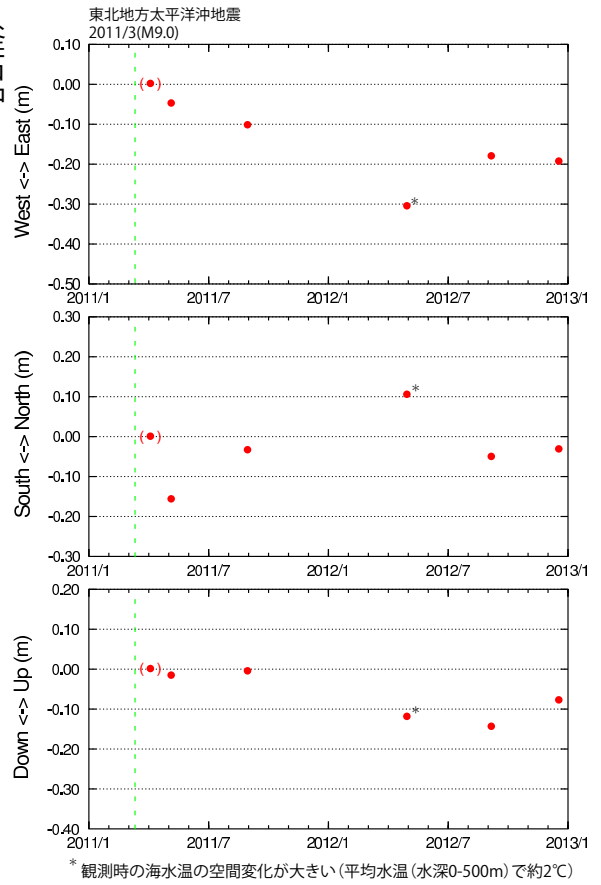
※図中の星は観測点近傍で起きた主な地震（黄色は本震，橙色は余震）を示す。

※「釜石沖1」は，時系列データのばらつきが大きいため，暫定値である。

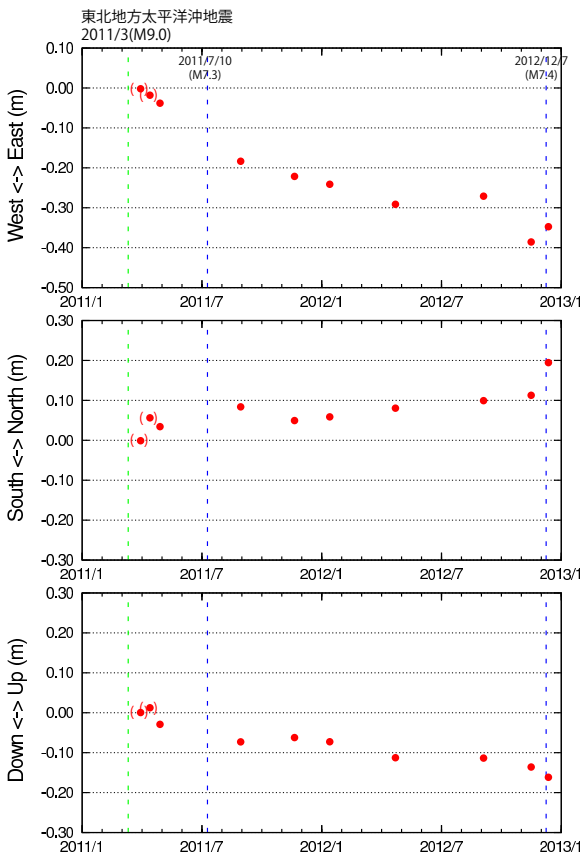
釜石沖 2



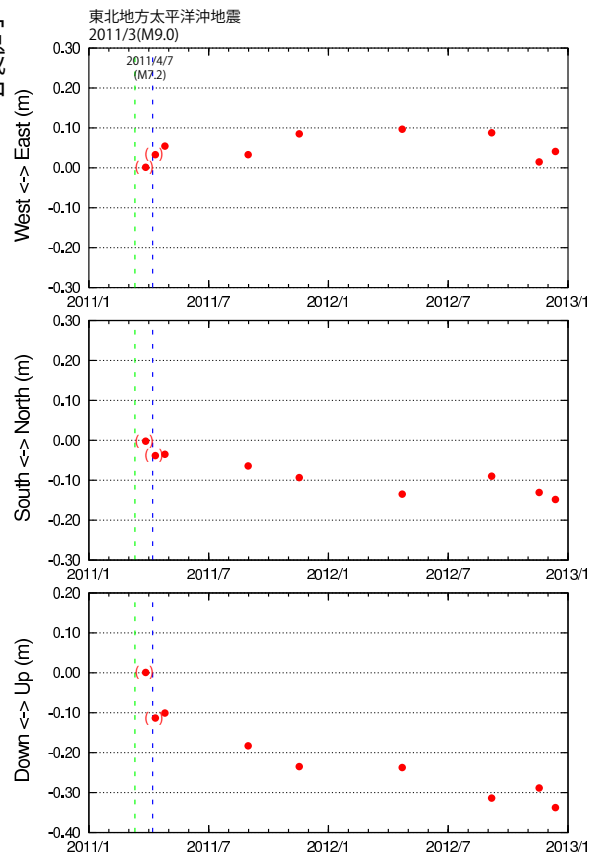
釜石沖 1



宮城沖 1



宮城沖 2



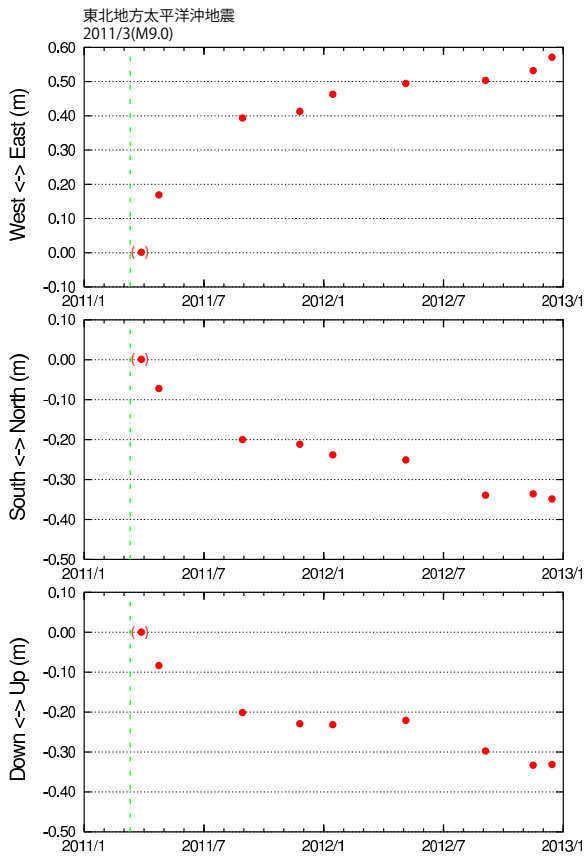
第 4 図 東北地震後の各海底基準点の局位置解の時系列 (ユーラシアプレート安定域固定)

※重心推定法 (松本ほか, 2008) にて解析した.

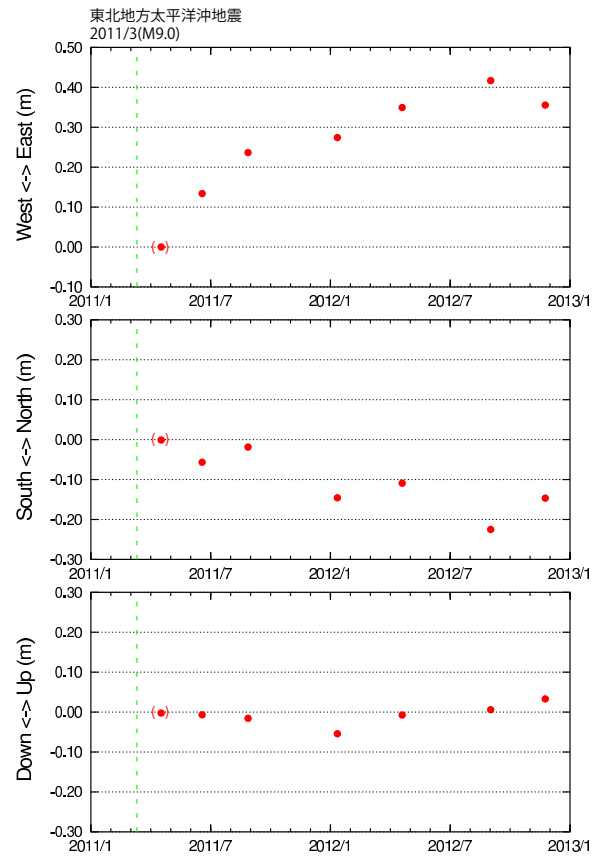
※グラフ中の緑線は東北地方太平洋沖地震, 青線は観測点近傍で起きた主な余震を示す.

※「釜石沖 1」の結果は, ばらつきが大きく, 詳細な議論には更なる観測データの蓄積が必要である.

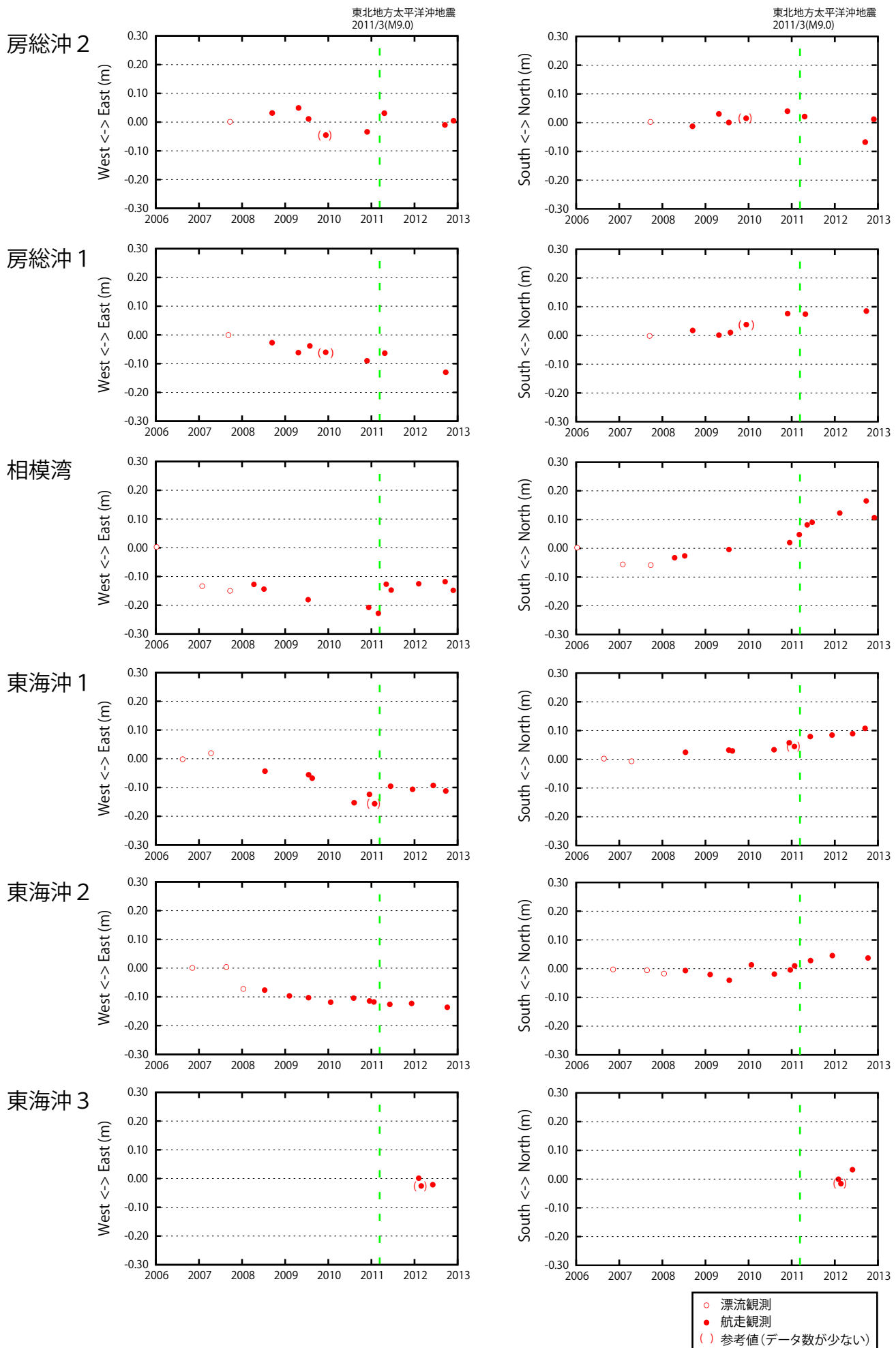
福野



銚子沖



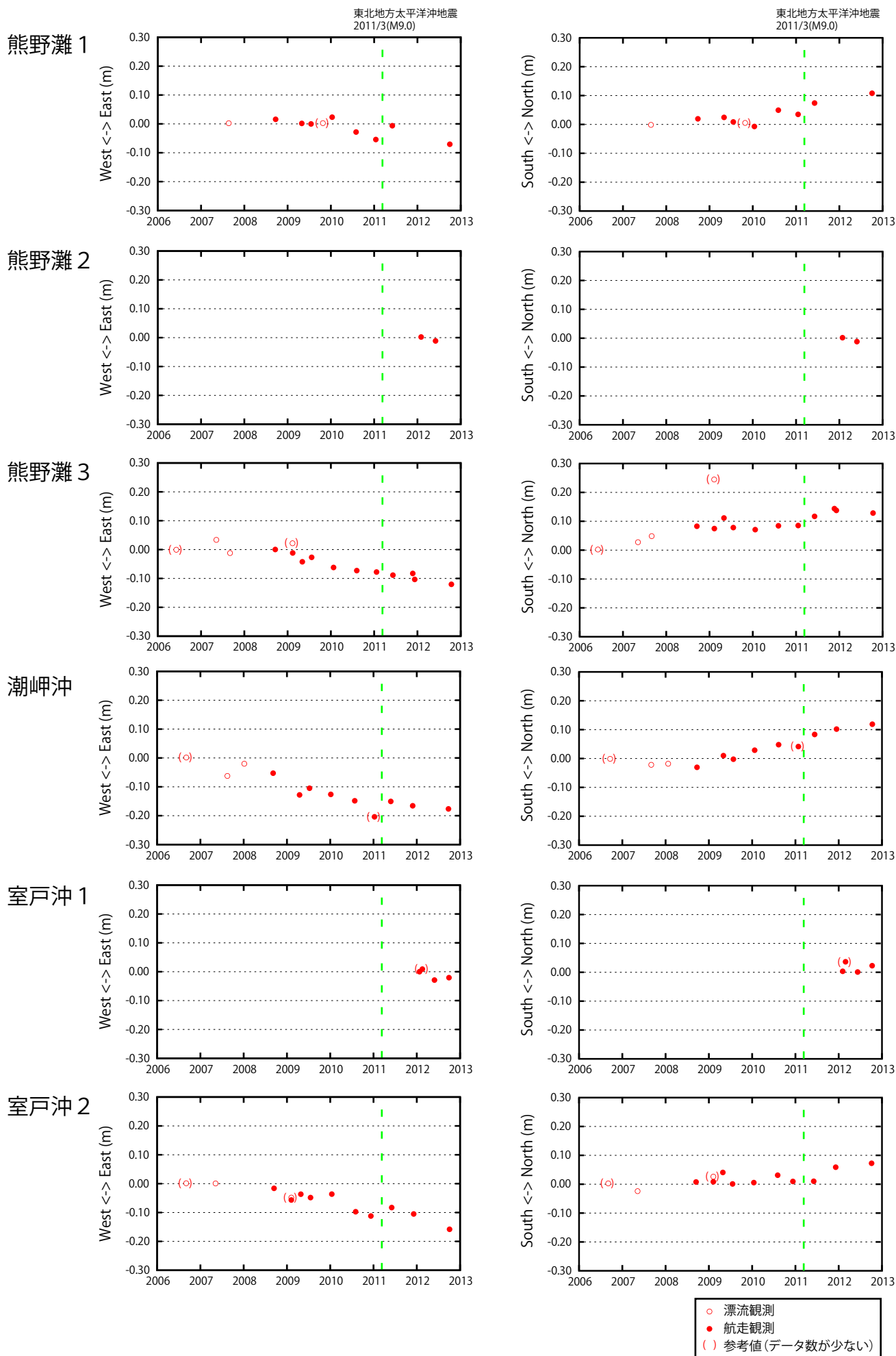
第4図 東北地震後の各海底基準点の局位置解の時系列（つづき）（ユーラシアプレート安定域固定）



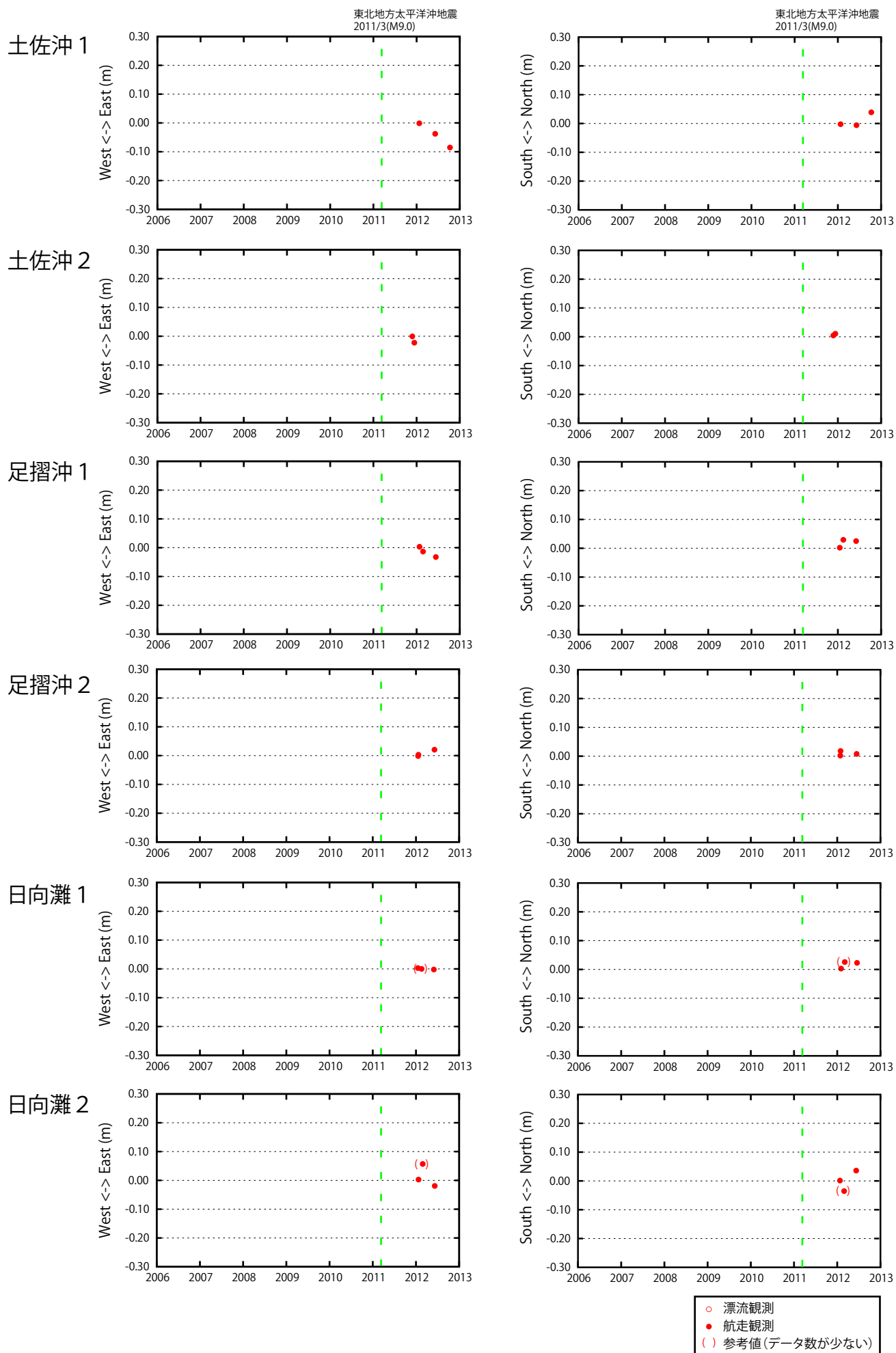
第5図 各海底基準点の局位置解の時系列 (ユーラシアプレート安定域固定)

※重心推定法 (松本ほか, 2008) にて解析した。

※グラフ中の緑線は東北地方太平洋沖地震を示す。



第5図 各海底基準点の局位置解の時系列 (つづき) (ユーラシアプレート安定域固定)



第5図 各海底基準点の局位置解の時系列(つづき) (ユーラシアプレート安定域固定)