

2-2 北海道地方の地殻変動

Crustal Movements in the Hokkaido District

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[GNSS 2003年9月26日の十勝沖地震以降の地殻変動時系列]

第1～5図は、根室から鹿部にかけての北海道太平洋側における2003年十勝沖地震(M8.0)および2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)後の余効変動の推移を見るための時系列グラフである。第1図に観測点の配置と、アンテナ交換等の保守の履歴を示す。

第2～5図は、北海道の猿払観測点を固定局として、定常状態にあると仮定した1997年10月～2002年10月の期間について推定された1次トレンド成分を、各基線の時系列から除去した地殻変動時系列グラフである。2003年9月26日の十勝沖地震と2004年11月29日の釧路沖の地震の余効変動が地震直後に始まり、減衰しながらも7年以上の長期にわたって続いた様子を見ることができる。(8)～(12)の水平成分には、2008年9月11日の十勝沖の地震(M7.1)及び2009年6月5日の十勝沖の地震(M6.4)による地殻変動が見られる。これらの観測点の水平成分には、余効変動も見られる。2003年・2008年・2009年の地震の余効変動を区別するのは難しいが、全体としては、余効変動は着実に減衰傾向にあった。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による地殻変動とその後の余効変動が見られる。(10)～(16)の観測点で東北地方太平洋沖地震以後に隆起傾向が見られる。

[GNSS 2003年9月26日の十勝沖地震以降の地殻変動速度]

第6～7図は、2003年9月26日の十勝沖地震と2004年11月29日・12月6日の釧路沖の地震の余効変動の終息を判断するため、えりも1、根室4観測点の水平変位と変動速度を時系列で示すものである。従来、岩崎観測点を始点にしていたが、東北地方太平洋沖地震で変動したため猿払観測点に替えている。第6図のえりも1では、2008年9月11日(M7.1)・2009年6月5日(M6.4)の十勝沖の地震の影響が見られる。東北地方太平洋沖地震発生時点で、2003年十勝沖地震前の速度に戻りつつあったものの完全には戻りきっていなかった。東北地方太平洋沖地震の余効変動は比較的速く減衰している。

図7の根室4では、2段目、4段目の変動速度で見ると、東北地方太平洋沖地震発生時点で、ほとんど地震前の状態に戻ったとみていた。東北地方太平洋沖地震の余効変動は比較的速く減衰している。地震時に南西方向に移動した猿払を固定した場合、南東方向に移動したえりも1は東の変位が、北西方向に移動した根室4は北方向の変位が、卓越する。

[猿払固定による最近の地殻変動]

第8～9図に、猿払観測点を固定局として、東北地方太平洋沖地震後の累積の地殻変動を示す。各図の下段には、2年前の同期間のベクトルを比較のために示している。北海道南西部において南東方向の変動がみられ、道東地方の観測点の変動方向が年前の同期間に比べて北向きになっていることなど、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる。

第10～11図に、最近3ヶ月間の地殻変動を、猿払観測点を固定局として示す。各図の下段には、2年前の同期間のベクトルを比較のために示している。北海道南西部における南西向きの変動や道東地方の変動方向が2年間の同期間の変動に比べてやや北よりになっている傾向から、東方地方太平洋

沖地震の余効変動の影響が継続していることがわかる。

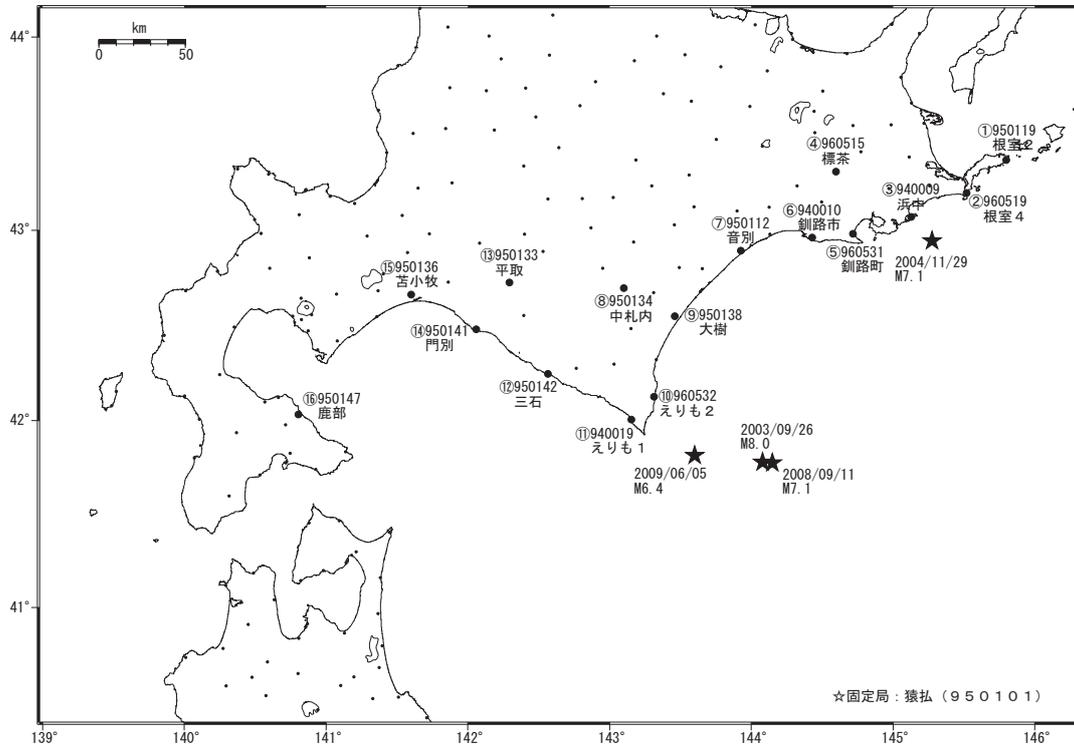
第12～13図に、3ヶ月ごとの変動ベクトル図を時間順に並べて示す。2011年中は、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響に顕著な減衰傾向が見られたが、2012年に入ってからの変化は小さいように見える。東北地方太平洋沖地震直後の3ヶ月間の図においては、襟裳岬から道東にかけての地域の変動に北向きの成分が卓越していたが、その後は北西方向となっている。

[GNSS 太平洋岸の時系列]

第14図は、北海道太平洋側の10点の観測点について、2003年十勝沖地震の前以降の地殻変動時系列グラフを、一時トレンドを除去せずに示したものである（固定局は猿払観測点）。(3)～(5)の十勝沖地震の震源域に近い観測点では、十勝沖地震の際に沈降したあと、余効変動による隆起が続いていた。しかし、十勝沖地震時の沈降を回復するには至っていない。また、(2)の厚岸観測点についても、十勝沖地震による沈降とその後の隆起が見られ、2004年11月29日の釧路沖の地震の後には、十勝沖地震の前に見られたプレートの沈み込みの影響による沈降がほぼ止まった状態であった。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による地震時および地震後の変動の影響はどの観測点にも見られ、上下変動に関しては、これらの地域で概ね隆起傾向となっている。

北海道太平洋岸 G N S S 連続観測時系列 (1)

基線図



観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
950119	根室2	2002/4/1	凍上対策
		2012/1/26	アンテナ交換
960519	根室4	2002/4/1	凍上対策
		2009/12/22	レドーム閉閉
940009	浜中	2001/4/1	凍上対策
960515	標茶	2003/10/3	凍上対策
		2009/12/23	レドーム閉閉
960531	釧路町	2003/10/1	凍上対策
940010	釧路市	1999/12/1	凍上対策
		2003/11/7	凍上対策
		2010/12/14	レドーム閉閉
950112	音別	2012/2/14	アンテナ交換
950134	中札内	2009/11/8	周辺伐採
		2010/6/8	周辺伐採
		2010/12/5	レドーム閉閉
950138	大樹	2012/1/17	アンテナ交換
960532	えりも2	2009/12/10	レドーム閉閉
940019	えりも1	2010/12/16	レドーム閉閉
950142	三石	2012/2/17	アンテナ交換
950141	門別	2010/12/6	レドーム閉閉
950133	平取	2012/2/16	アンテナ交換
950101	猿払	2012/2/10	アンテナ交換

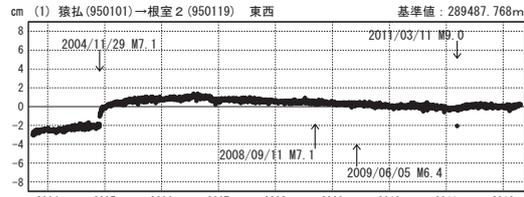
※2003/3/5に基準局92110(つくば1)のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

第1図 北海道地方東部・太平洋岸におけるGNSS連続観測結果(観測点配置図・保守状況)
Fig.1 Results of continuous GNSS measurements along the eastern region and the Pacific coast of Hokkaido: Site location map and records of the maintenance of those sites.

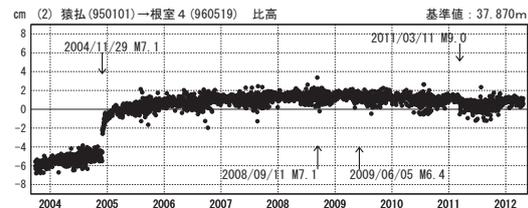
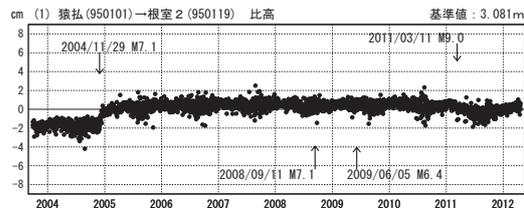
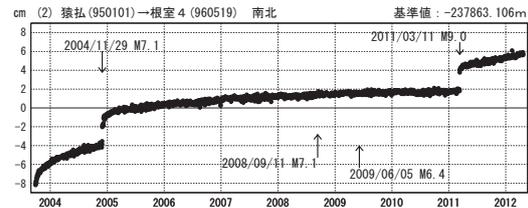
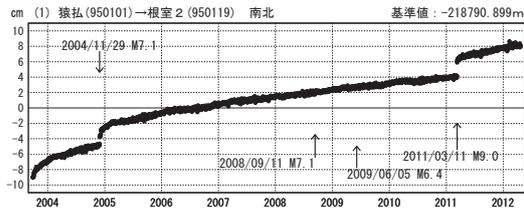
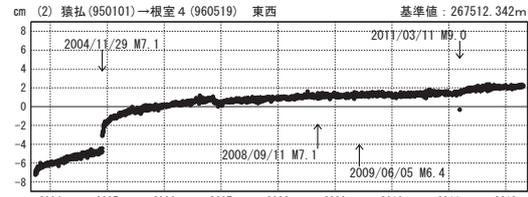
北海道太平洋岸 GNSS連続観測時系列 (2)

1次トレンド除去後グラフ

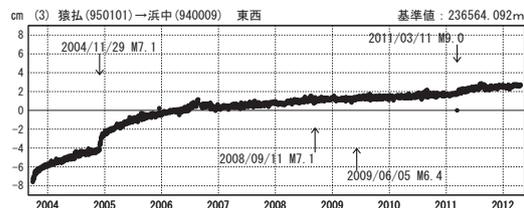
期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST



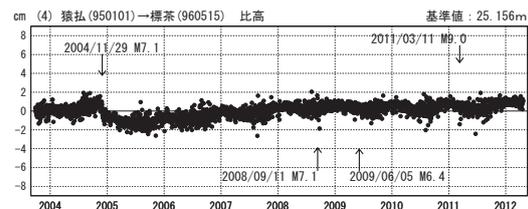
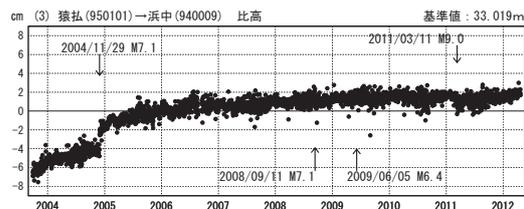
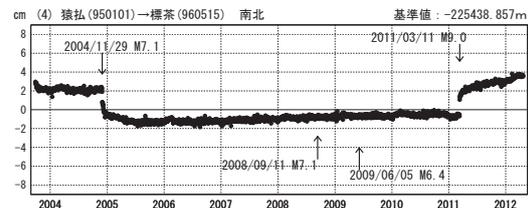
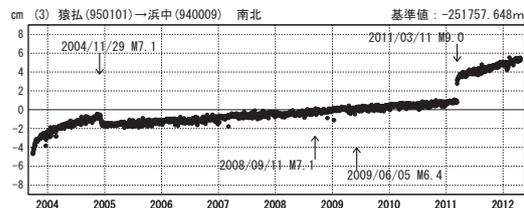
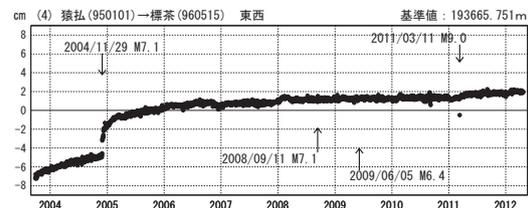
期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST 計算期間: 1997/10/01~2002/10/01



期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST



期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST 計算期間: 1997/10/01~2002/10/01



● ---[F3:最終解]

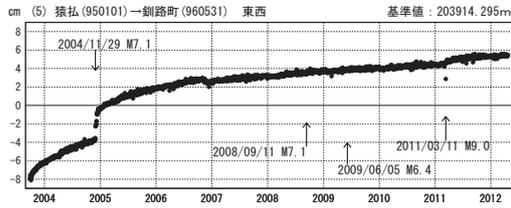
第2図 北海道地方東部・太平洋岸におけるGNSS連続観測結果：固定点猿払に対するトレンド成分を除去した時系列

Fig. 2 Results of continuous GNSS measurements along the eastern region and the Pacific coast of Hokkaido: (corrected time series data removing linear trend referred to Sarufutsu) (1/4).

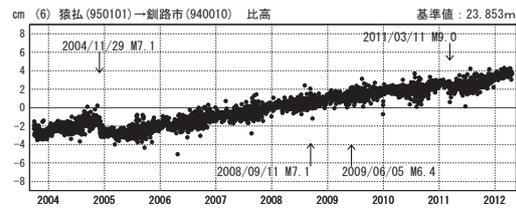
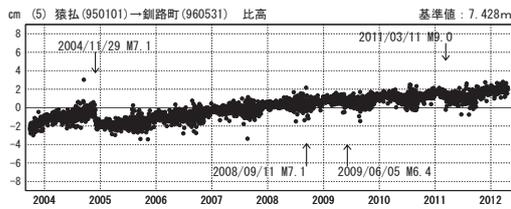
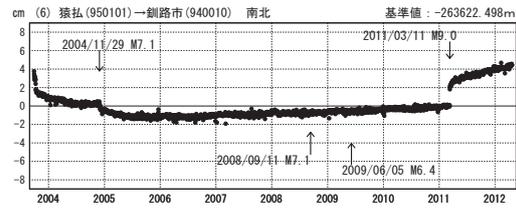
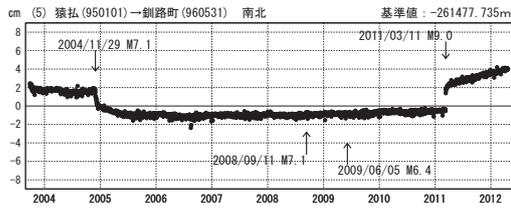
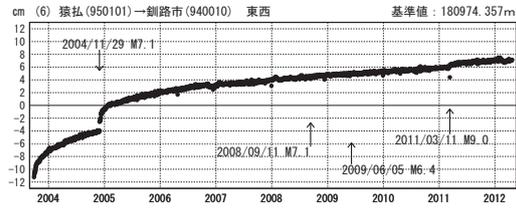
北海道太平洋岸 GNSS連続観測時系列 (3)

1次トレンド除去後グラフ

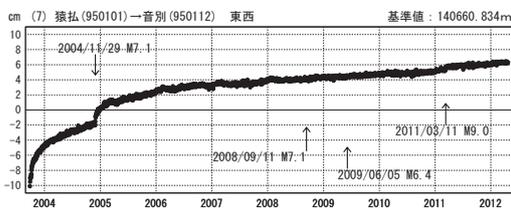
期間：2003/09/27～2012/04/21 JST



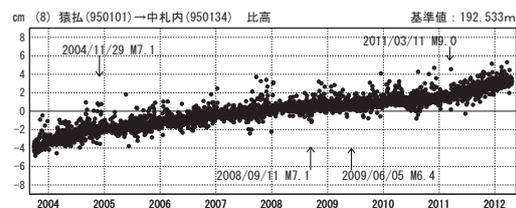
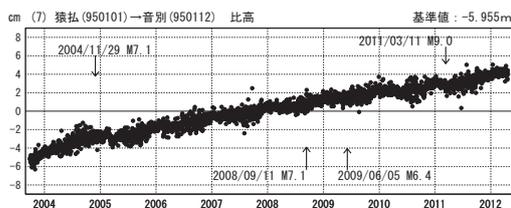
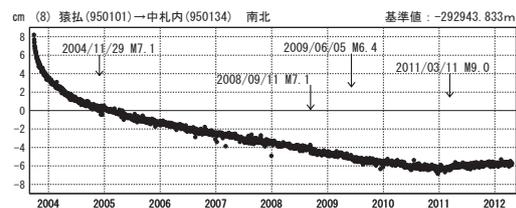
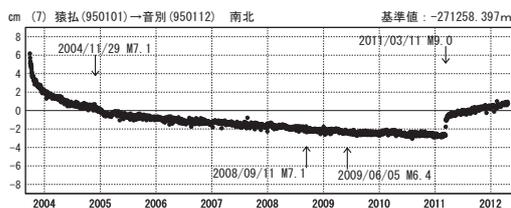
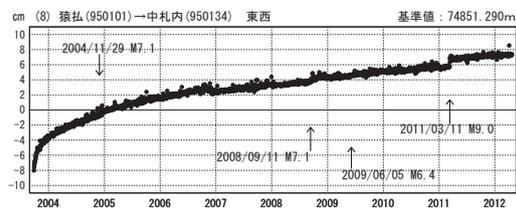
期間：2003/09/27～2012/04/21 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



期間：2003/09/27～2012/04/21 JST



期間：2003/09/27～2012/04/21 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



● ---[F3:最終解]

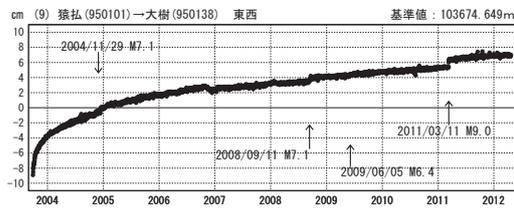
第3図 北海道地方東部・太平洋岸におけるGNSS連続観測結果：固定点猿払に対するトレンド成分を除去した時系列

Fig. 3 Results of continuous GNSS measurements along the eastern region and the Pacific coast of Hokkaido: (corrected time series data removing linear trend referred to Sarufutsu) (2/4).

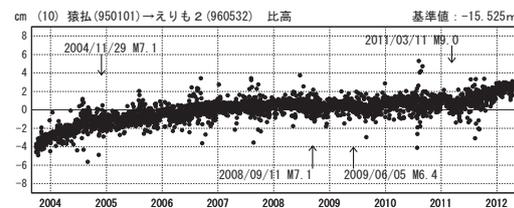
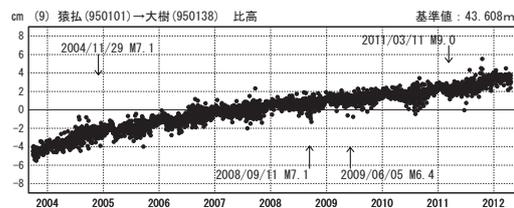
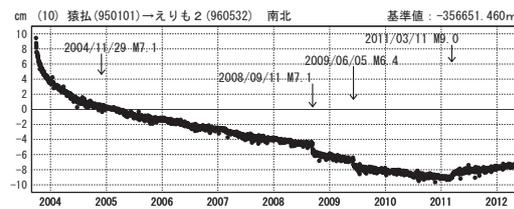
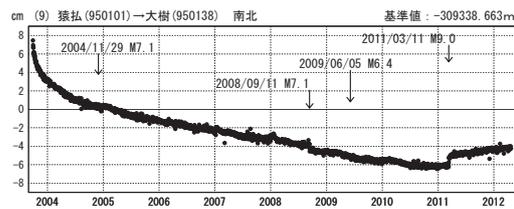
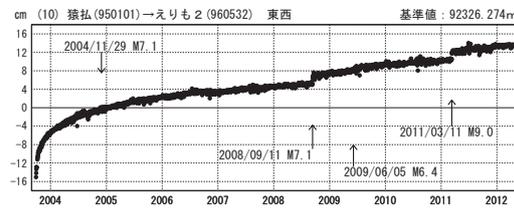
北海道太平洋岸 GNSS連続観測時系列 (4)

1次トレンド除去後グラフ

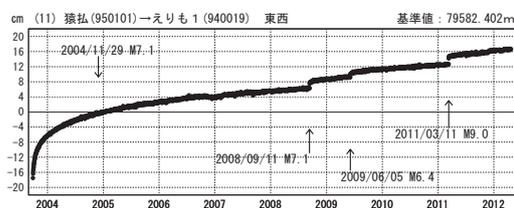
期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST



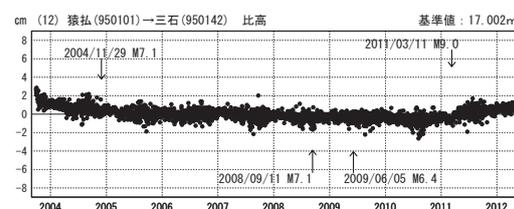
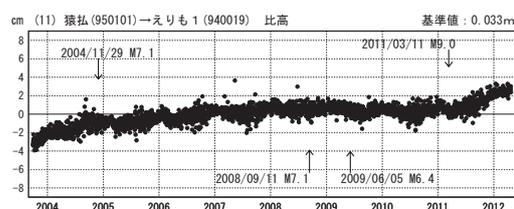
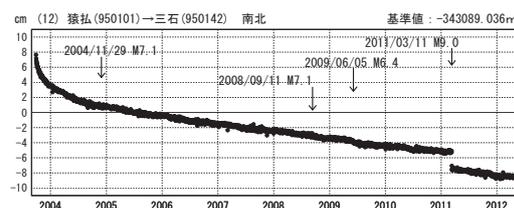
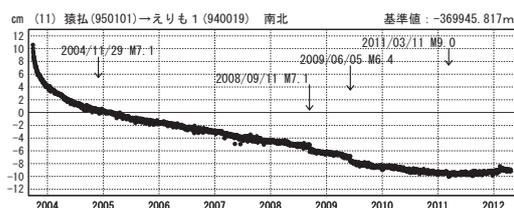
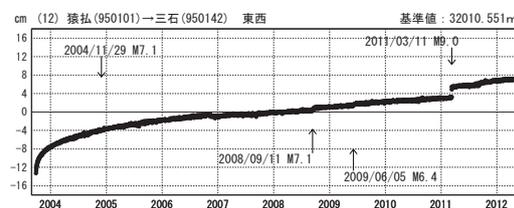
期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST 計算期間: 1997/10/01~2002/10/01



期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST



期間: 2003/09/27~2012/04/21 JST 計算期間: 1997/10/01~2002/10/01



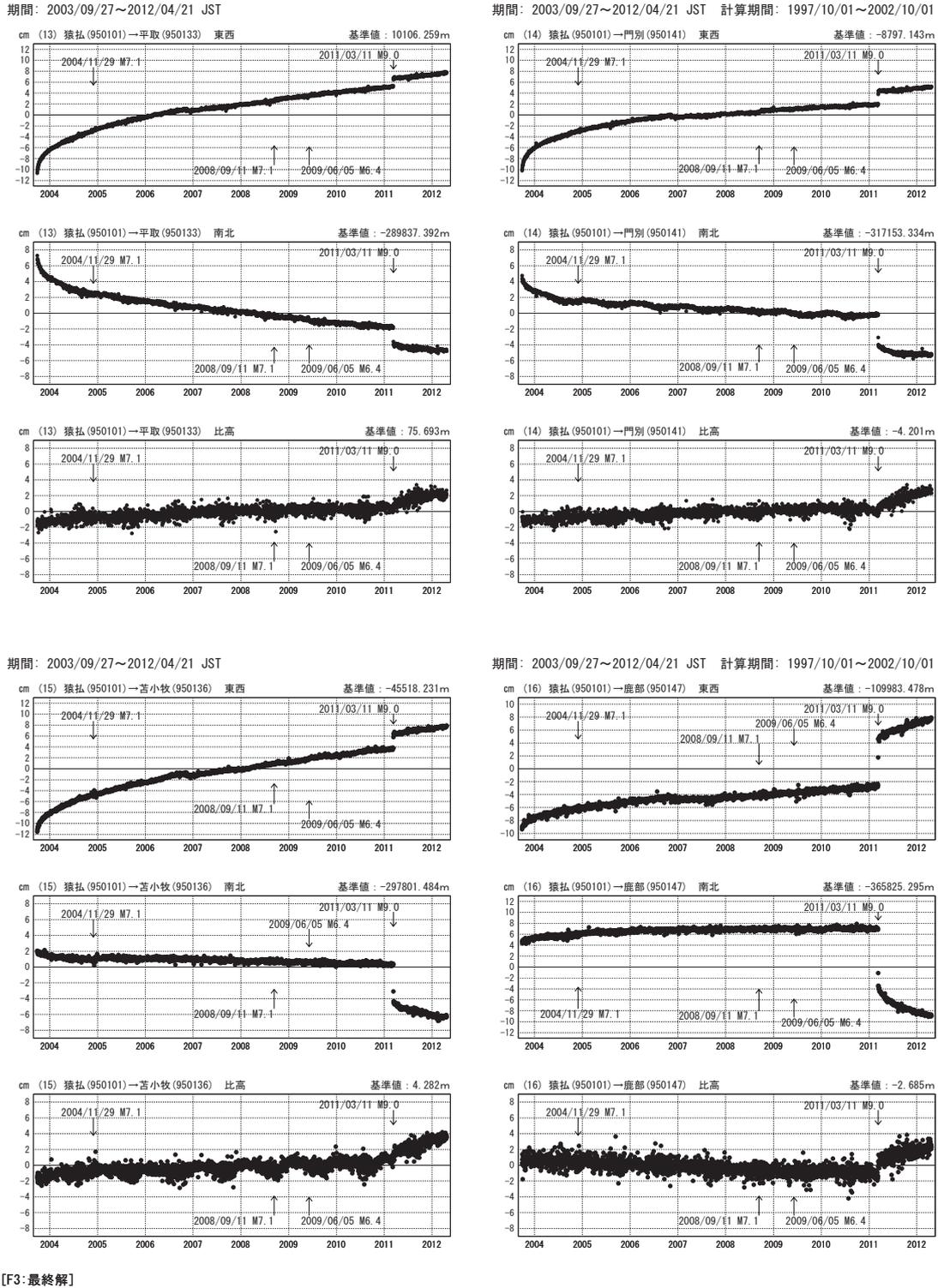
● — [F3:最終解]

第4図 北海道地方東部・太平洋岸におけるGNSS連続観測結果：固定点猿払に対するトレンド成分を除去した時系列

Fig. 4 Results of continuous GNSS measurements along the eastern region and the Pacific coast of Hokkaido: (corrected time series data removing linear trend referred to Sarufutsu) (3/4).

北海道太平洋岸 GNSS連続観測時系列 (5)

1次トレンド除去後グラフ



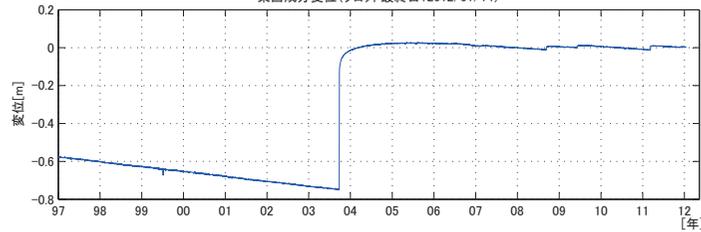
第5図 北海道地方東部・太平洋岸におけるGNSS連続観測結果：固定点猿払に対するトレンド成分を除去した時系列

Fig. 5 Results of continuous GNSS measurements along the eastern region and the Pacific coast of Hokkaido: (corrected time series data removing linear trend referred to Sarufutsu) (4/4).

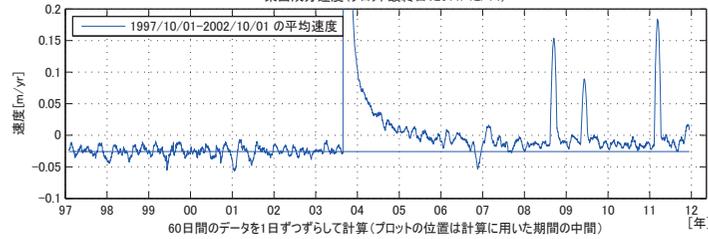
平成15年(2003年)十勝沖地震後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震発生時点では、2003年十勝沖地震前の変動速度に完全に戻りきっていなかった。
東北地方太平洋沖地震の余効変動は比較的速く減衰している。

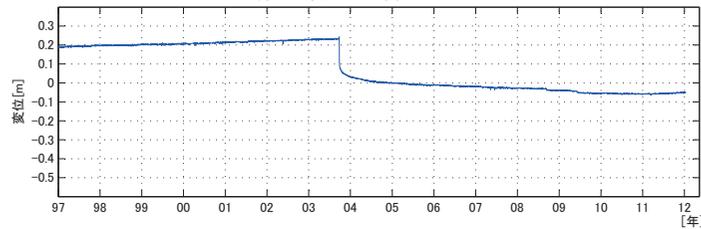
猿払 (950101) - えりも 1 (940019) 間の成分変位と速度グラフ
東西成分変位(プロット最終日:2012/01/14)



東西成分速度(プロット最終日:2011/12/14)



南北成分変位(プロット最終日:2012/01/14)



南北成分速度(プロット最終日:2011/12/14)



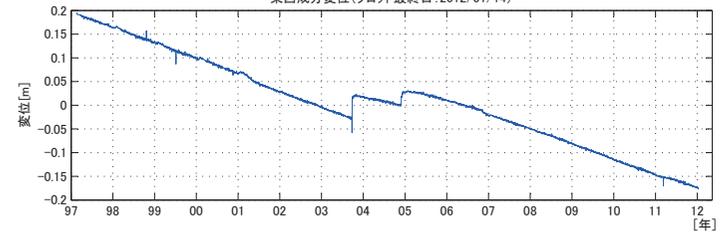
第6図 北海道太平洋岸のGEONET観測点における地殻変動速度の変化
(えりも1観測点・時系列)

Fig. 6 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Hokkaido (Time series at Erimo-1 site).

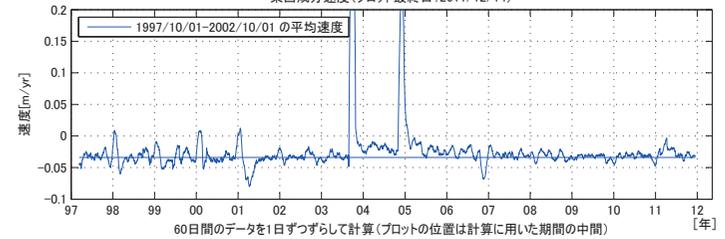
2004年11月29日の釧路沖の地震 (M7.1) 後の地殻変動

東北地方太平洋沖地震発生時点では、2004年11月29日の釧路沖の地震前の状態にはほとんど戻っていた。
東北地方太平洋沖地震の余効変動は比較的速く減衰している。

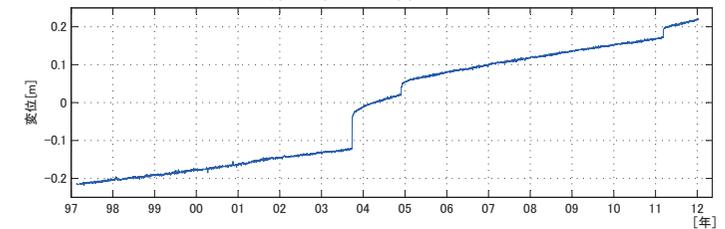
猿払 (950101) - 根室 4 (960519) 間の成分変位と速度グラフ
東西成分変位(プロット最終日:2012/01/14)



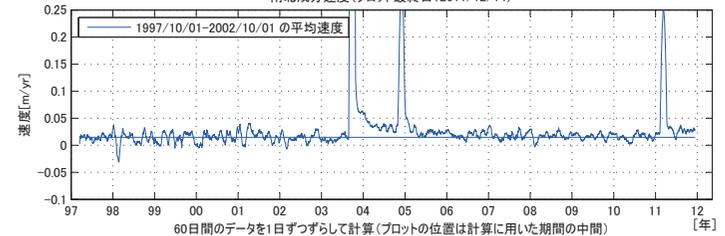
東西成分速度(プロット最終日:2011/12/14)



南北成分変位(プロット最終日:2012/01/14)



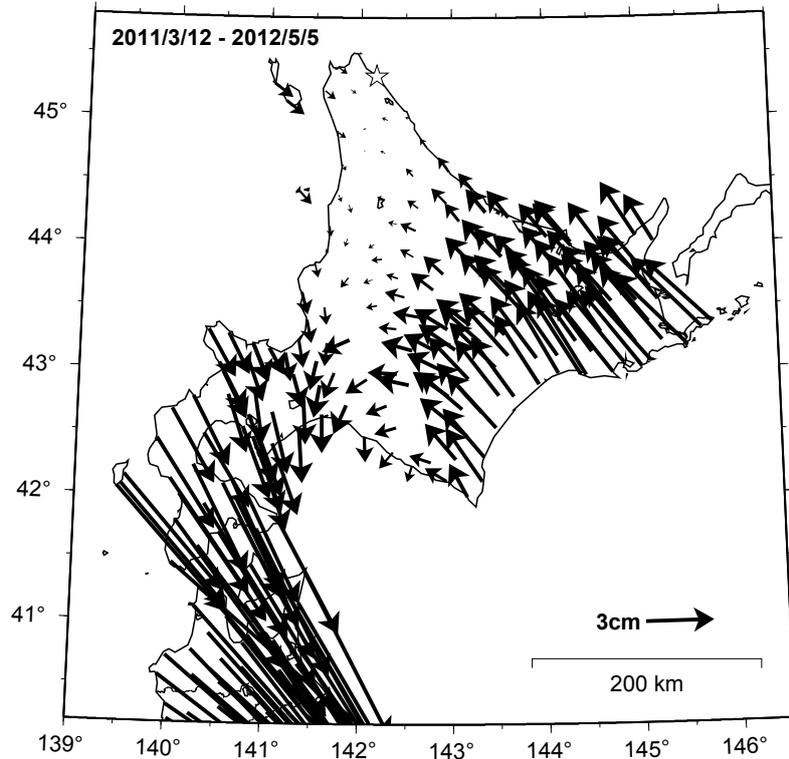
南北成分速度(プロット最終日:2011/12/14)



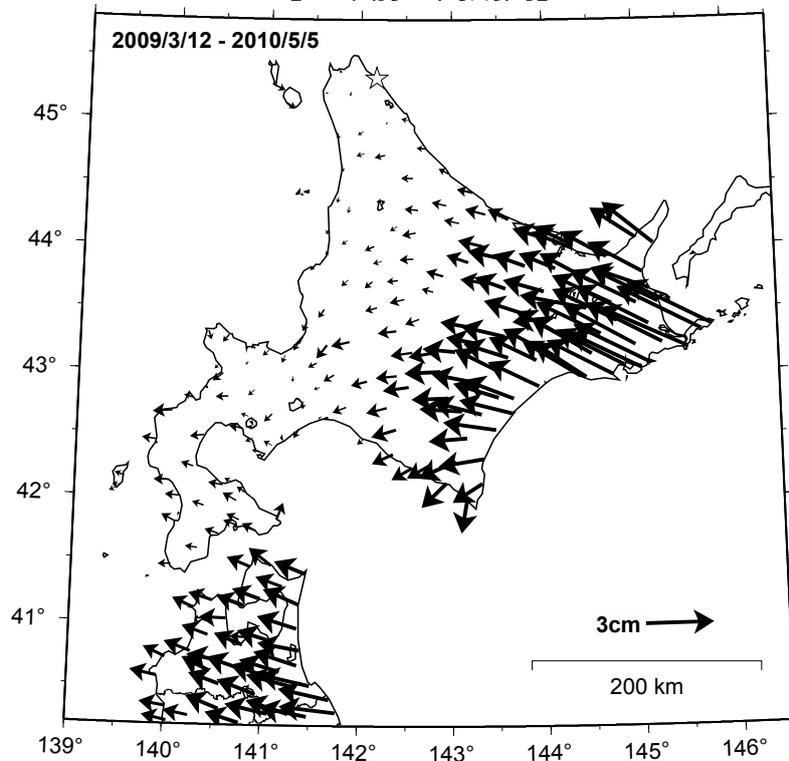
第7図 北海道太平洋岸のGEONET観測点における地殻変動速度の変化
(根室4観測点・時系列)

Fig. 7 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Hokkaido (Time series at Nemuro-4 site).

北海道の水平地殻変動【猿払固定】速報解
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後累積



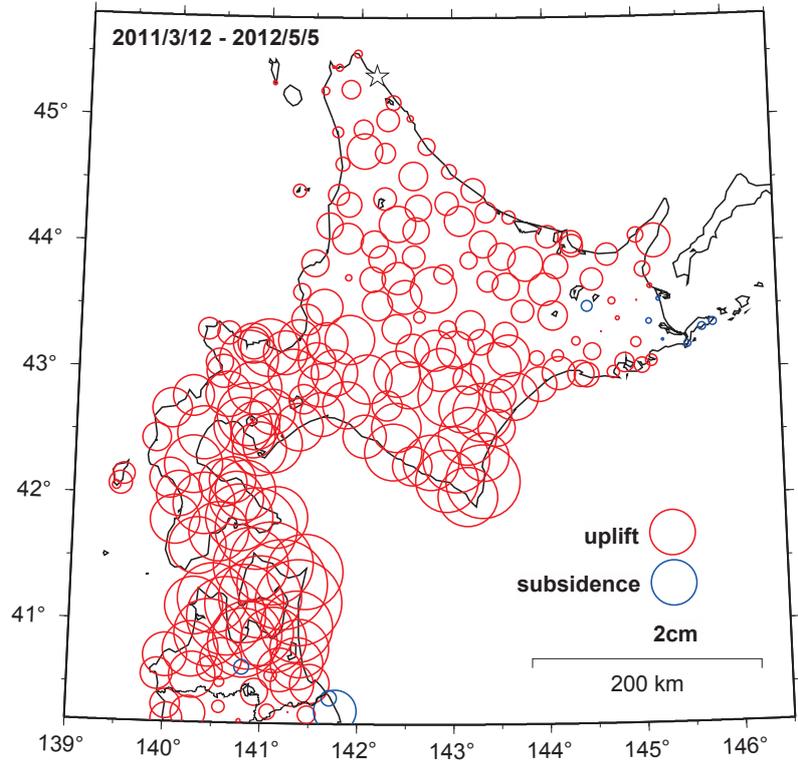
【2年前の同期間】



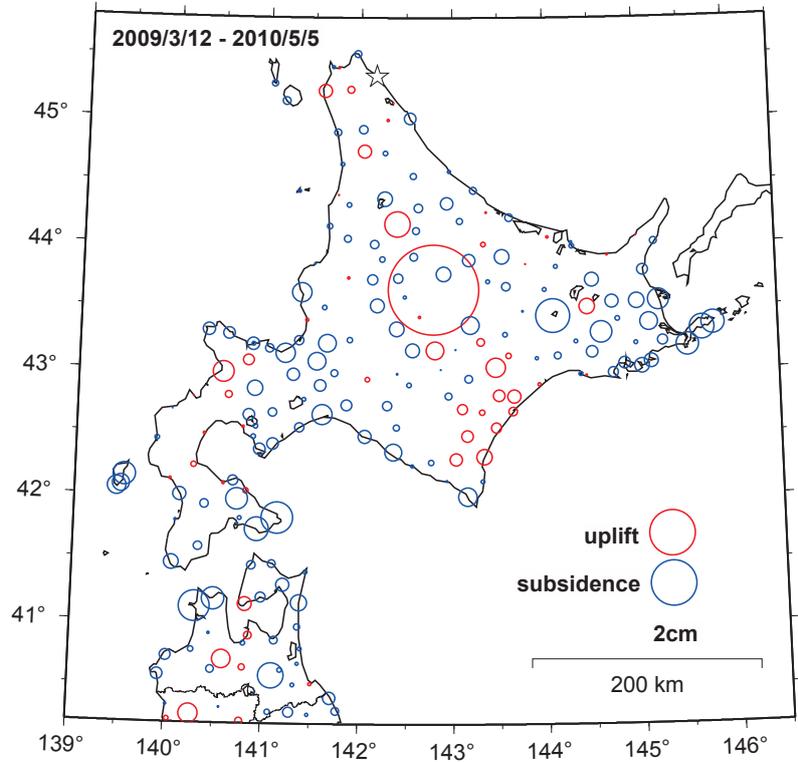
第8図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後の水平変動累積

Fig. 8 Cumulative horizontal crustal deformation in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

北海道の上下地殻変動【猿払固定】速報解
 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後累積

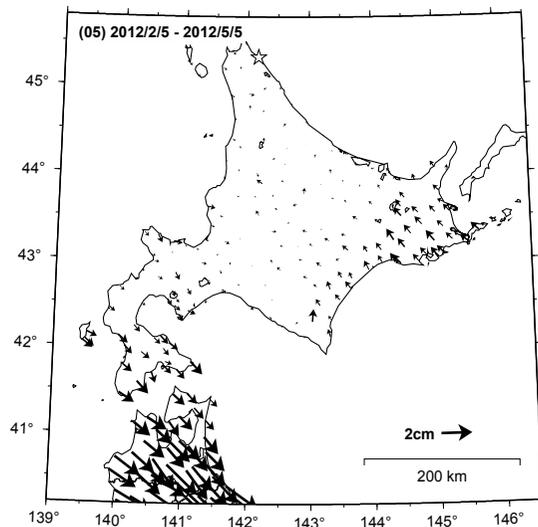


【2年前の同期間】

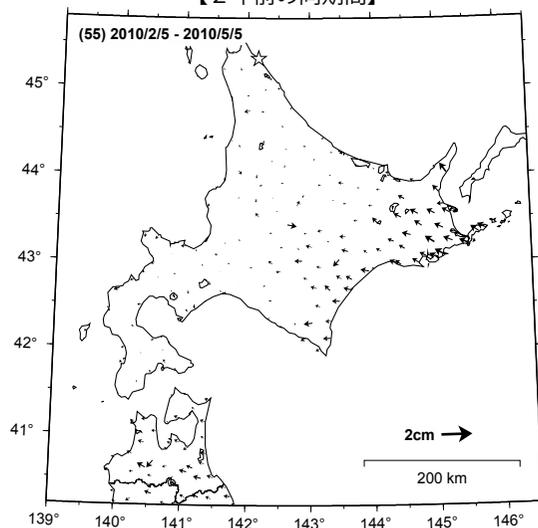


第9図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後の上下変動累積
 Fig. 9 Cumulative vertical crustal deformation in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

北海道の水平地殻変動【猿払固定】速報解
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後最新3ヶ月

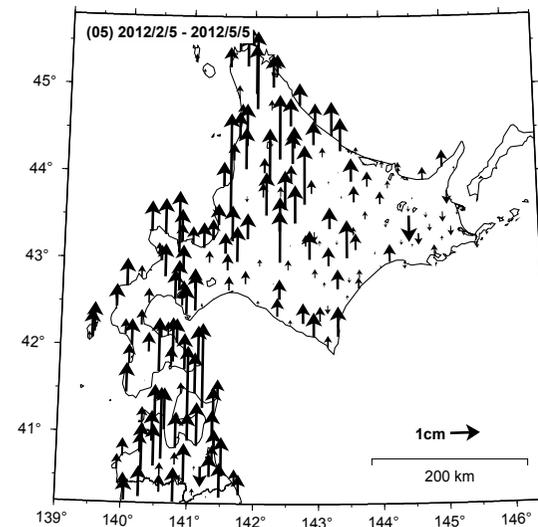


【2年前の同期間】

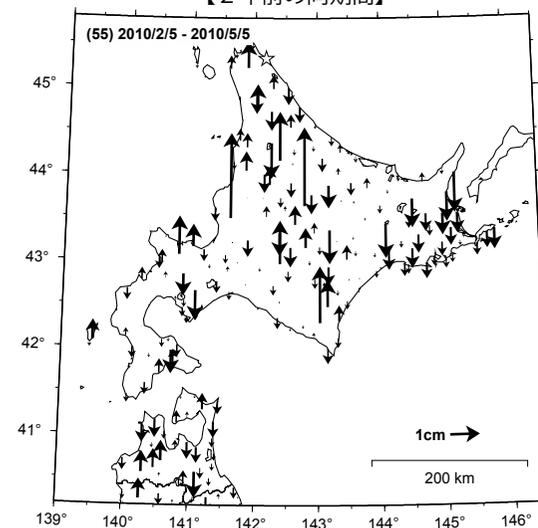


第10図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後最新3ヶ月の水平変動
Fig. 10 Horizontal crustal deformation for latest three months in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

北海道の上下地殻変動【猿払固定】速報解
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後最新3ヶ月

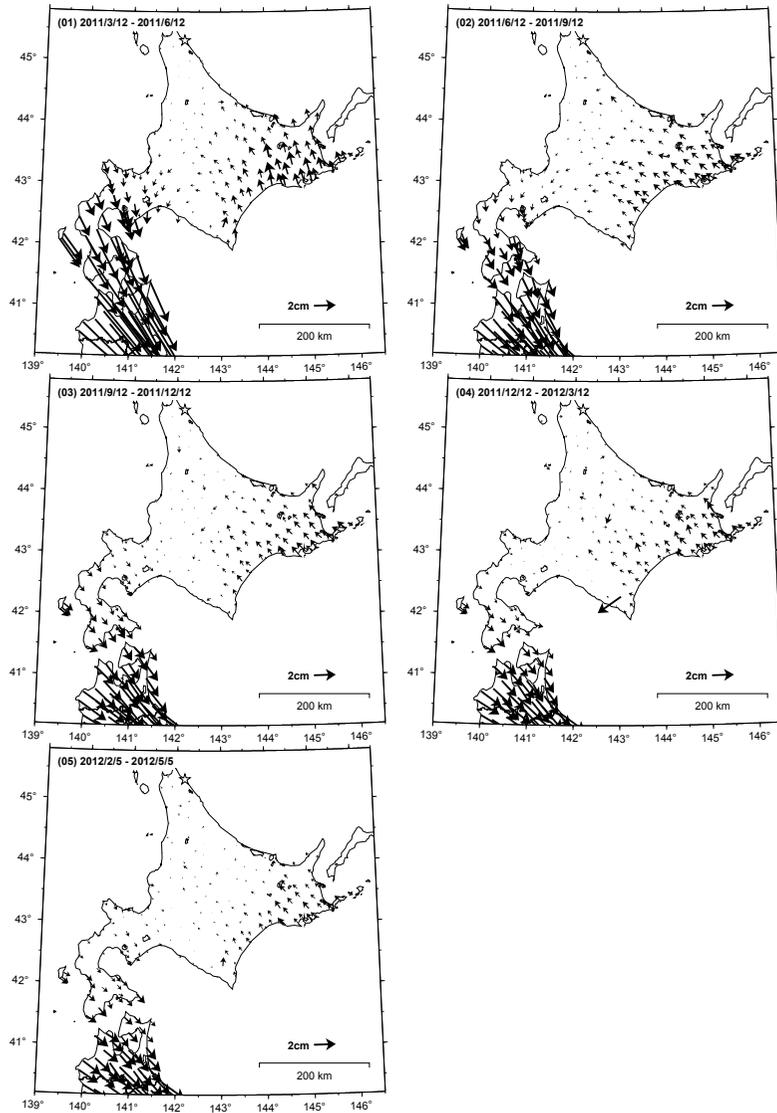


【2年前の同期間】



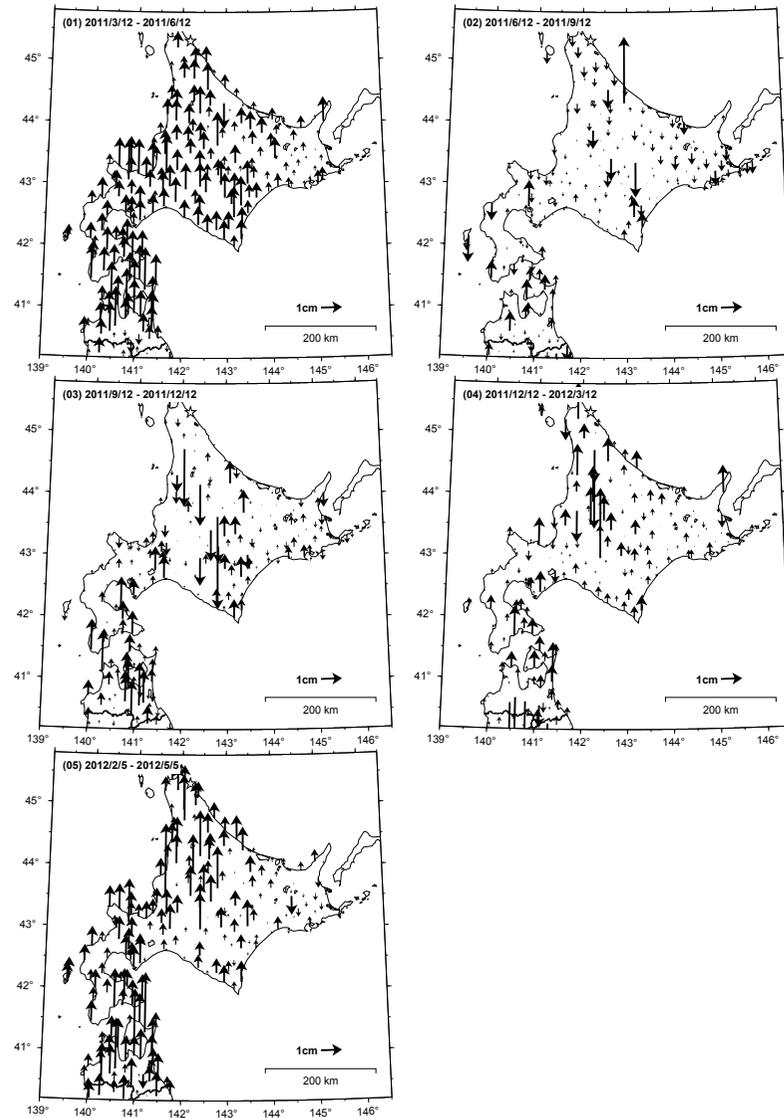
第11図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後最新3ヶ月の上下変動
Fig. 11 Vertical crustal deformation for latest three months in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

北海道の水平地殻変動【猿払固定】速報解
 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後 3 ヶ月ごと



第12図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後 3 ヶ月ごとの水平変動
 Fig. 12 Horizontal crustal deformation for every three months in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

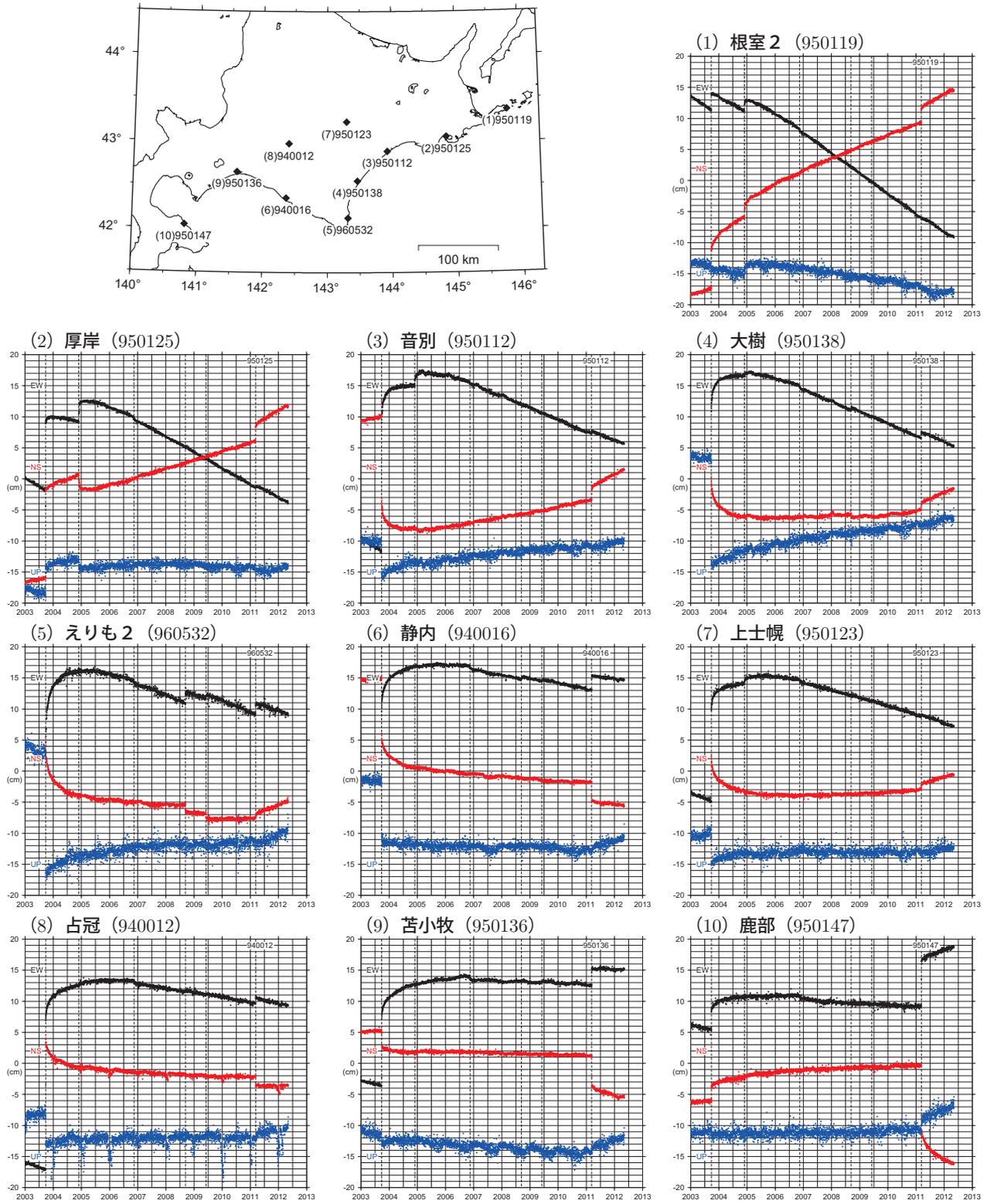
北海道の上下地殻変動【猿払固定】速報解
 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後 3 ヶ月ごと



第13図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後 3 ヶ月ごとの上下変動
 Fig. 13 Vertical crustal deformation for every three months in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

北海道の地殻変動時系列【猿払固定】

速報解含む 2003/1/1 - 2012/5/5



・点線は地震の発生日で、2003年9月26日十勝沖地震、2004年11月29日釧路沖の地震、2006年11月15日千島列島の地震、2008年9月11日十勝沖の地震、2009年6月5日十勝沖の地震、2011年3月11日東北地方太平洋沖地震、それぞれの地震による地殻変動の影響は取り除いていない。

第14図 北海道の地殻変動時系列
 Fig. 14 Time series of observed crustal deformation in Hokkaido.