

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

[GPS 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図までは、日高から根室にかけての北海道太平洋側における十勝沖地震発生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、アンテナ交換等保守の履歴を示してある。第2～5図は、北海道の猿払観測点（従来は岩崎観測点）を固定局として、1997年10月～2002年10月を定常状態とし、1次トレンド成分のみ除去したグラフである。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、指数関数的に減衰しながらも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)～(14)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年のどの地震の余効変動かを区別するのは難しいが、2003年の地震の余効変動の影響範囲が狭くなり、終息しかけた時に、2008年・2009年の地震が発生し、余効変動が目に見える大きさになったように見える。2003年・2008年・2009年の地震の余効変動は着実に減衰傾向にあったが、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による跳びとその後の余効変動が見られる。

[GPS 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したものである。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、2003年9月26日以降余効変動がゆっくり続いて、最近地震前の変動速度に戻りつつあった。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。

第7図の根室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図は、固定局を猿払観測点にした場合の地震後の累積の地殻変動である（固定局を北海道外の遠方に選ぶ選択肢もあるが、距離が長くなると共通の誤差が消えず誤差が増えたり、プレート運動の効果が混入するなど問題があるので、近場で変動の少ない点の方が固定局としてふさわしい）。上段の図のとおり、太平洋沖地震後の余効変動の影響があるものの、北海道の監視は行える。

第10～14図は1ヶ月毎の変動で、3ヶ月よりばらつきが大きいものの、余効変動が小さくなっ

ているため、当面はこの形で北海道の地殻変動の監視を行う予定である。1年前の同期間と比較して、異常な変動は見られない。

第15図は今回初めて作成した3ヶ月毎の変動で、水平ベクトルの方向が、北北西から北西に変わってきており、第8図と比較すると、地震前の状況に戻ってきたように見える。

[GPS 太平洋岸の時系列]

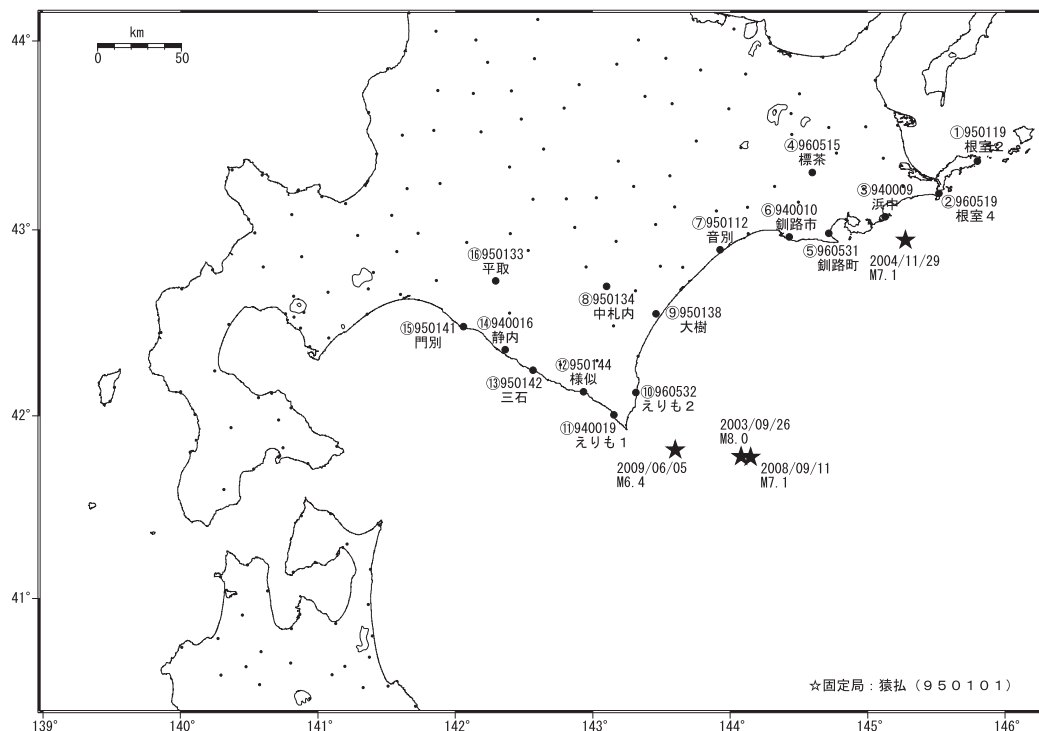
第16図は、北海道太平洋側における十勝沖地震以降の時系列グラフである。固定局は猿払観測点。2003年9月26日の十勝沖地震と2004年11月29日の釧路沖の地震の余効変動が地震直後に始まり、減衰しながらも長期的に続いた様子を見ることができる。一部の観測点の水平成分には、2008年9月11日の十勝沖の地震(M7.1)及び2009年6月5日の十勝沖の地震(M6.4)による地殻変動と余効変動が見られる。2003年・2008年・2009年のどの地震の余効変動かを区別するのは難しいが、2003年の地震の余効変動の影響範囲が狭くなり、終息しかけた時に、2008年・2009年の地震が発生し、余効変動が目に見える大きさになったように見える。その後、2003年・2008年・2009年の地震の余効変動は着実に減衰傾向にあるように見える。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点でも見られる。鹿部が最も大きい。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院, 2004, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 71, 135-187.
- 2) 国土地理院, 2004, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 72, 61-95.
- 3) 国土地理院, 2005, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 35-60.
- 4) 国土地理院, 2005, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 53-68.
- 5) 国土地理院, 2006, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 75, 30-58.
- 6) 国土地理院, 2006, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 76, 55-82.
- 7) 国土地理院, 2007, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 77, 44-64.
- 8) 国土地理院, 2007, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 78, 91-111.
- 9) 国土地理院, 2008, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 79, 41-61.
- 10) 国土地理院, 2008, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 80, 39-54.
- 11) 国土地理院, 2009, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 81, 66-83.
- 12) 国土地理院, 2009, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 82, 58-71.
- 13) 国土地理院, 2010, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 83, 36-49.
- 14) 国土地理院, 2010, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 84, 44-63.
- 15) 国土地理院, 2011, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 85, 48-61.
- 16) 国土地理院, 2011, 北海道地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 86, 30-44.

北海道太平洋岸 GPS 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
960515	標茶	2003/10/3	凍上対策
		2009/12/23	レドーム開閉
960519	根室4	2002/4/1	凍上対策
		2009/12/22	レドーム開閉
940009	浜中	2001/4/1	凍上対策
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	レドーム開閉
950144	様似	2005/12/1	周辺伐採
		2009/12/10	レドーム開閉
960532	えりも2	2009/12/10	レドーム開閉
940019	えりも1	2010/12/16	レドーム開閉
950141	門別	2010/12/6	レドーム開閉
940016	静内	2009/12/11	レドーム開閉
950134	中札内	2009/11/8	周辺伐採
		2010/6/8	周辺伐採
		2010/12/5	レドーム開閉

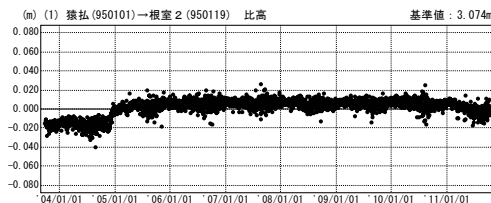
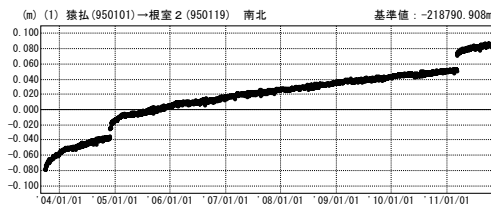
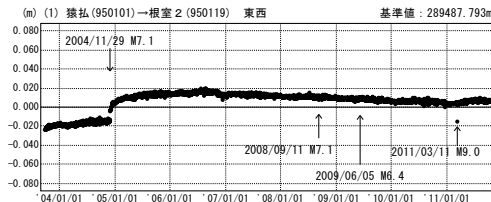
※2003/3/5に基準局92110（つくば1）のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

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

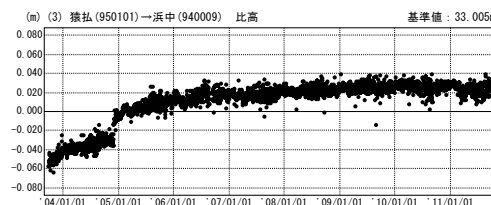
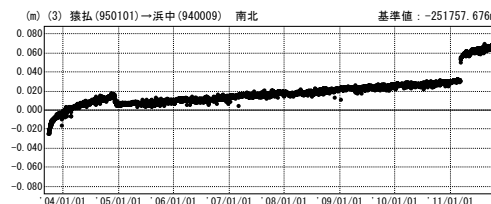
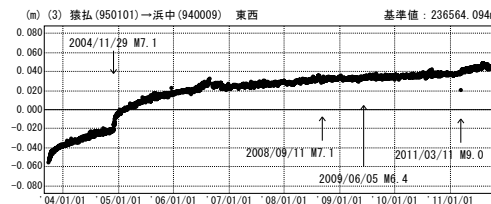
北海道太平洋岸 GPS 連続観測時系列 (2)

1 次トレンド除去後グラフ

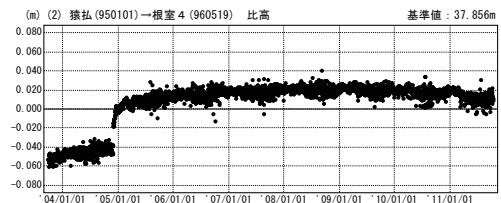
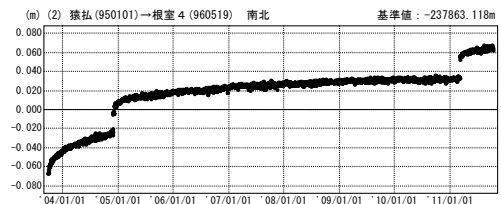
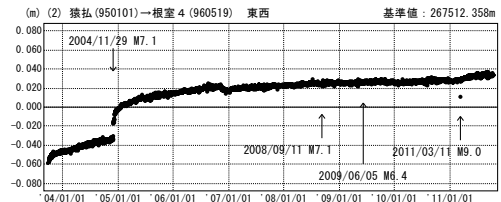
期間：2003/09/27～2011/10/15 JST



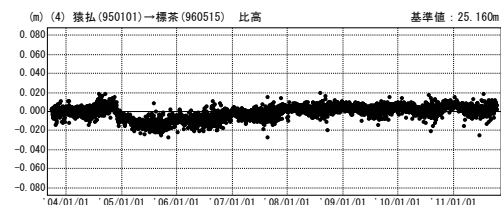
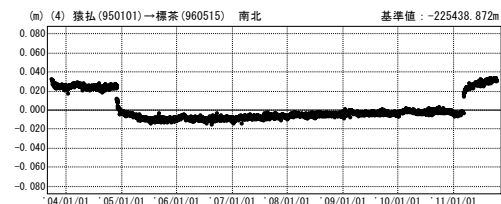
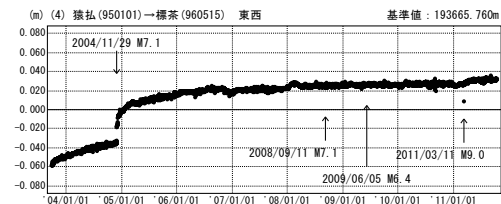
期間：2003/09/27～2011/10/15 JST



期間：2003/09/27～2011/10/15 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



期間：2003/09/27～2011/10/15 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



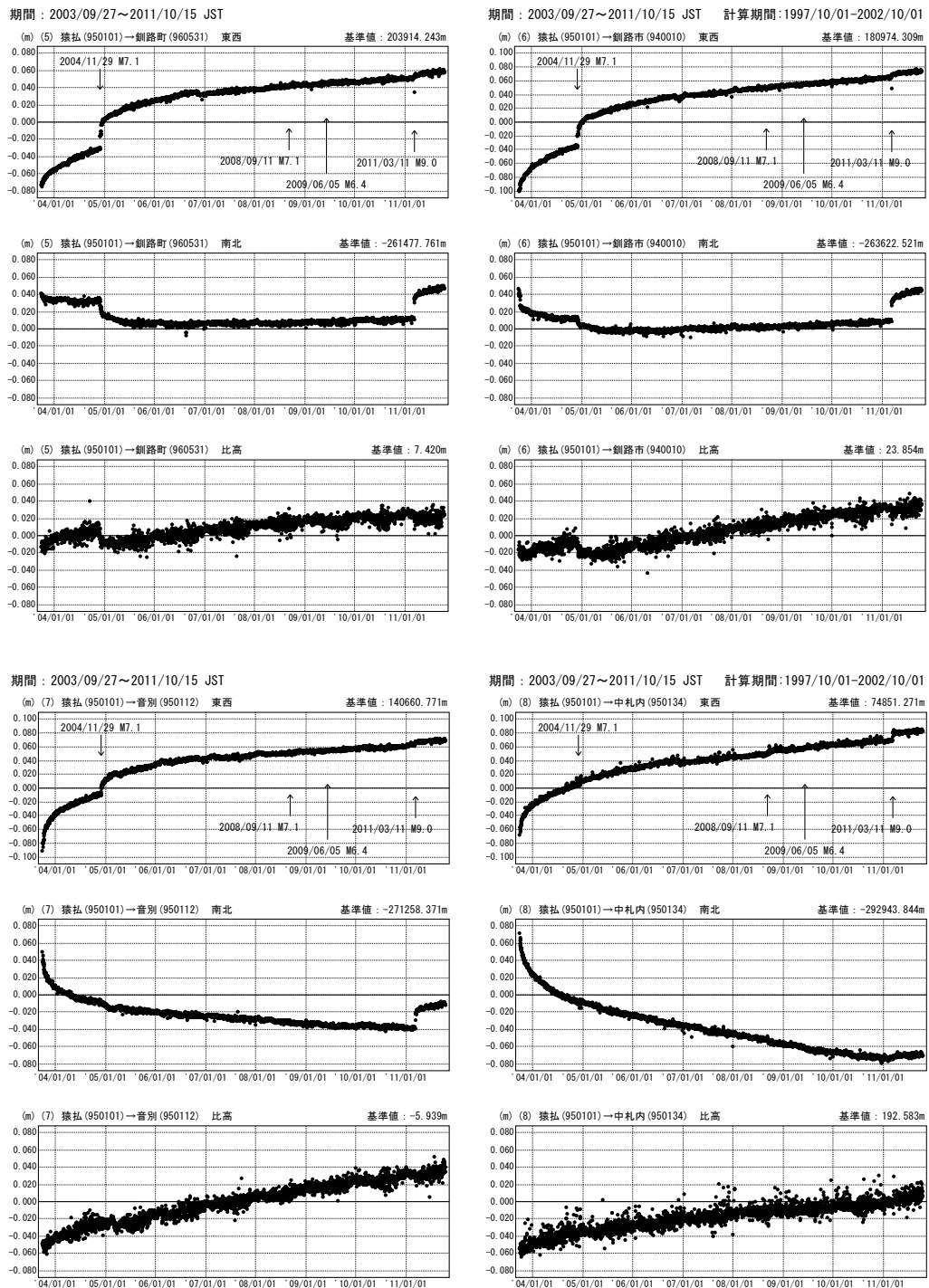
● — [F3:最終解]

第2図 北海道地方東部・太平洋岸における GPS 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 GPS 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 GPS 連続観測時系列 (3)

1 次トレンド除去後グラフ



● — [F3:最終解]

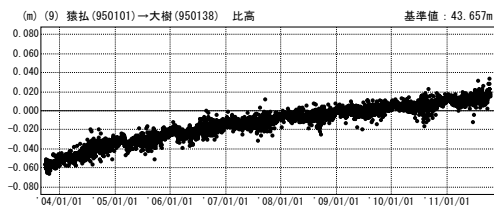
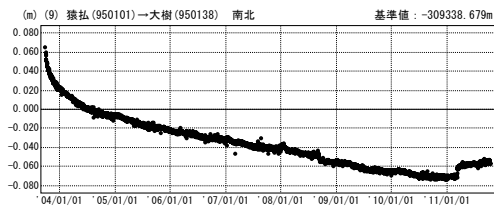
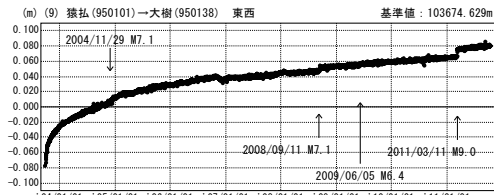
第3図 北海道地方東部・太平洋岸における GPS 連続観測結果：固定点猿払に対するトレンド成分を除去した時系列

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

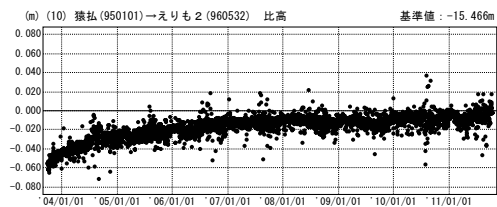
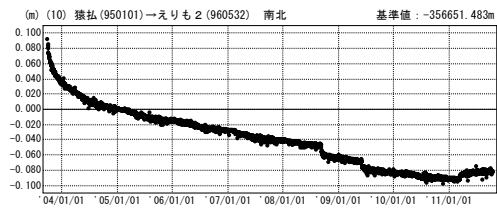
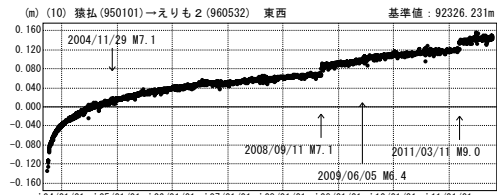
北海道太平洋岸 GPS 連続観測時系列 (4)

1 次トレンド除去後グラフ

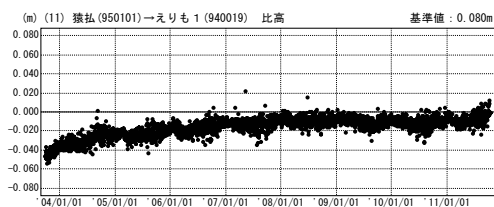
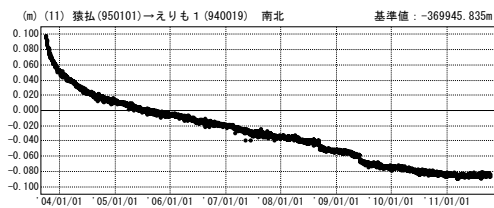
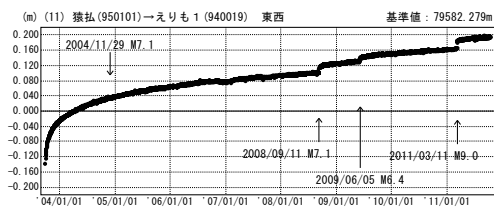
期間：2003/09/27～2011/10/15 JST



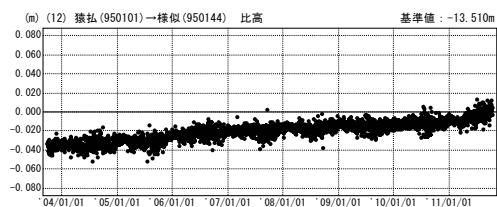
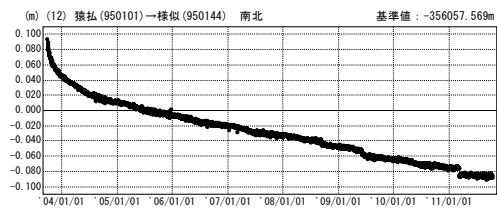
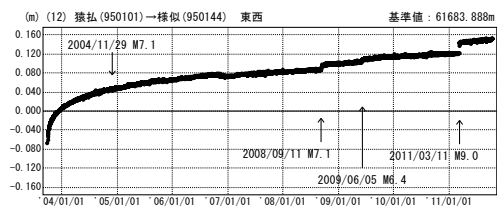
期間：2003/09/27～2011/10/15 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



期間：2003/09/27～2011/10/15 JST



期間：2003/09/27～2011/10/15 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



● — [F3:最終解]

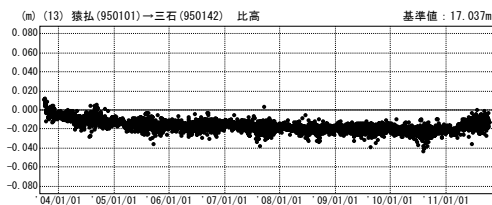
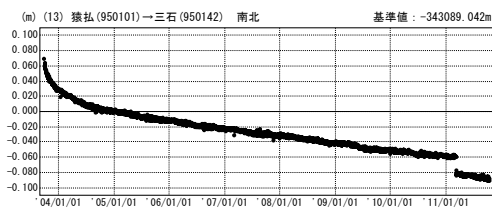
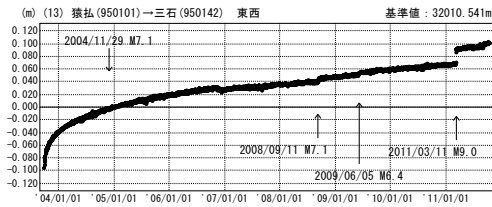
第4図 北海道地方東部・太平洋岸における GPS 連続観測結果：固定点猿払に対するトレンド成分を除去した時系列

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

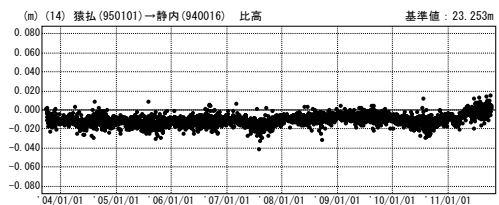
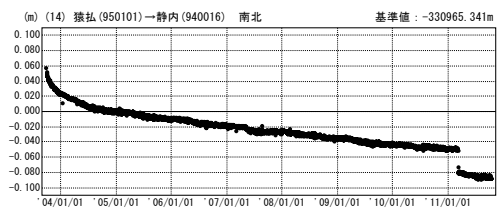
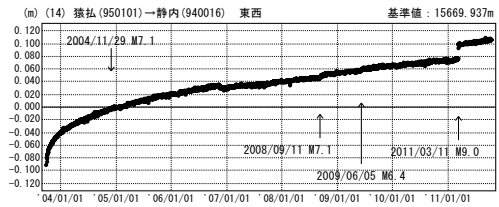
北海道太平洋岸 GPS連続観測時系列 (5)

1次トレンド除去後グラフ

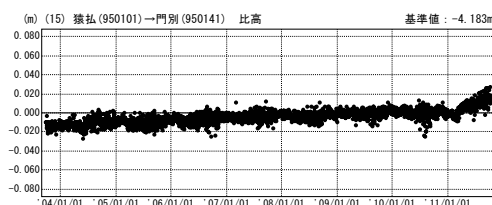
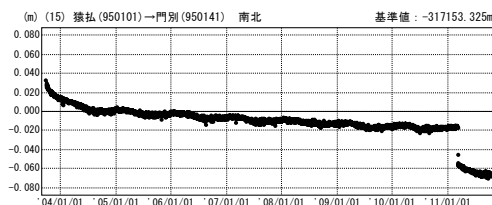
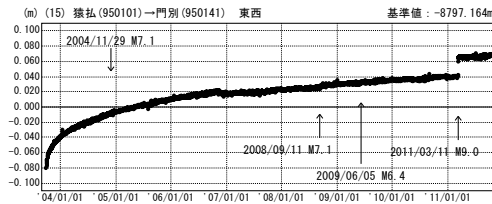
期間：2003/09/27～2011/10/15 JST



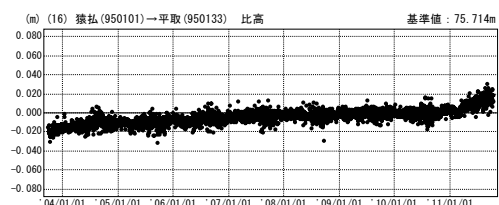
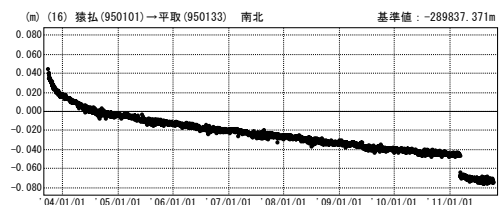
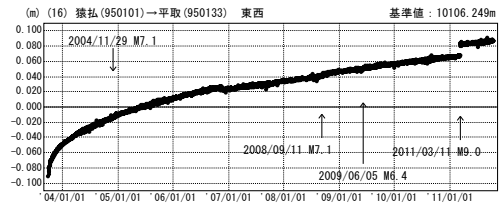
期間：2003/09/27～2011/10/15 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



期間：2003/09/27～2011/10/15 JST



期間：2003/09/27～2011/10/15 JST 計算期間：1997/10/01～2002/10/01



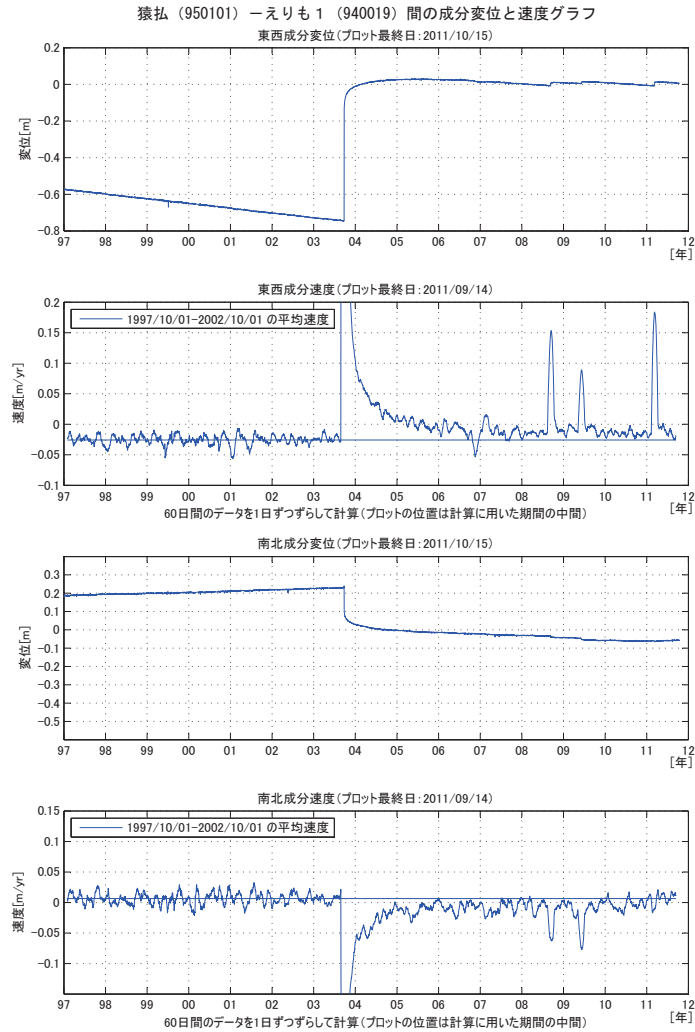
● ---[F3:最終解]

第5図 北海道地方東部・太平洋岸における GPS 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 GPS 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

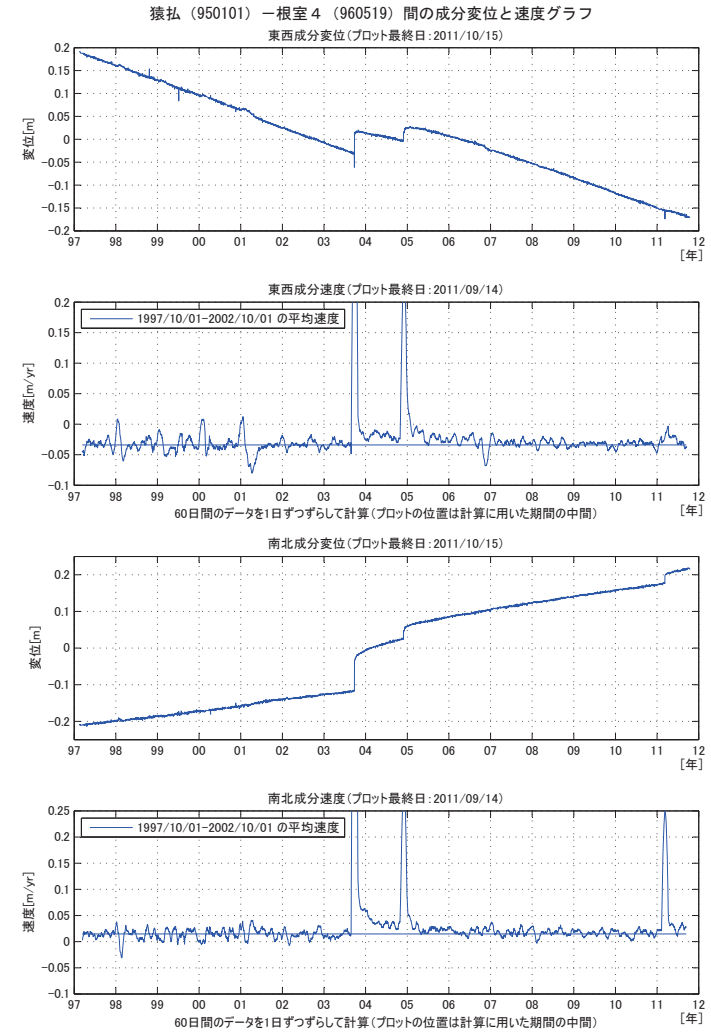
- ・東北地方太平洋沖地震発生時点では、2003年十勝沖地震前の変動速度に完全には戻りきっていなかった。
- ・東北地方太平洋沖地震の余効変動は比較的速く減衰している。



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).

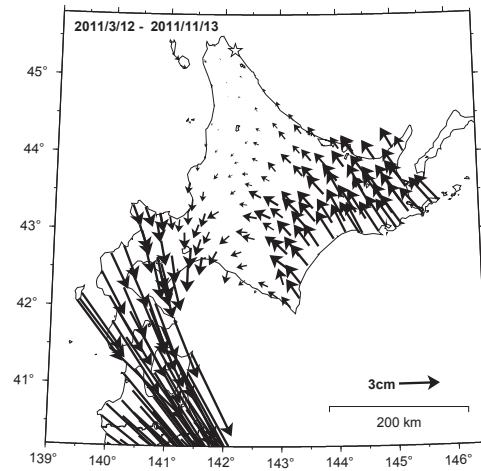
2004年11月29日の釧路沖の地震 (M7.1) 後の地殻変動

- ・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に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。

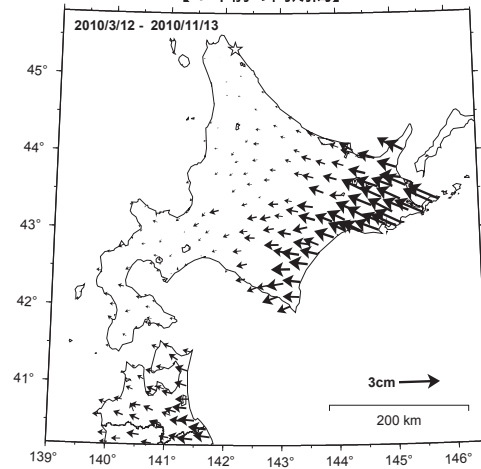


第 7 図 北海道太平洋岸の GEONET 観測点における地殻変動速度の変化 (根室 4 観測点・時系列)
Fig. 7 Crustal movement velocity change at GEONET sites along the Pacific coast of Hokkaido (Time series at Nemuro-4 site).

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

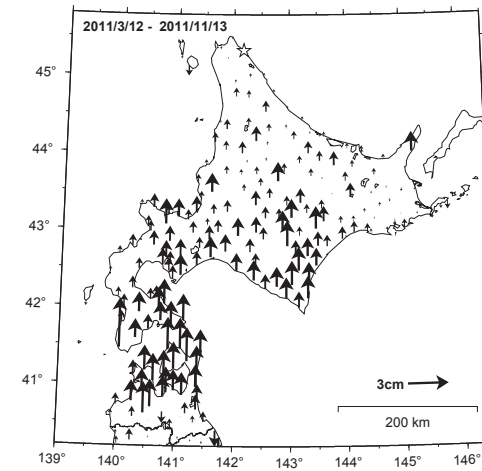


【1年前の同期間】

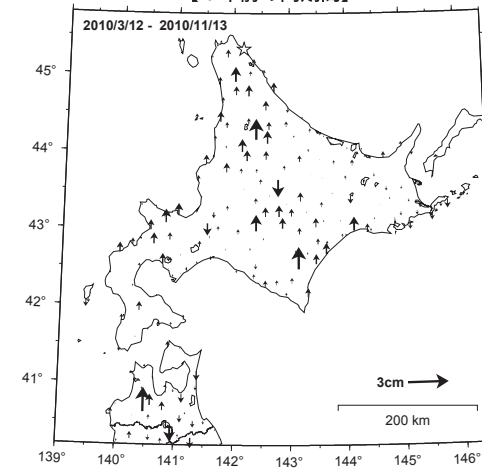


第8図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後の水平変動累積
Fig. 8 Cumulative horizontal crustal deformation in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

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

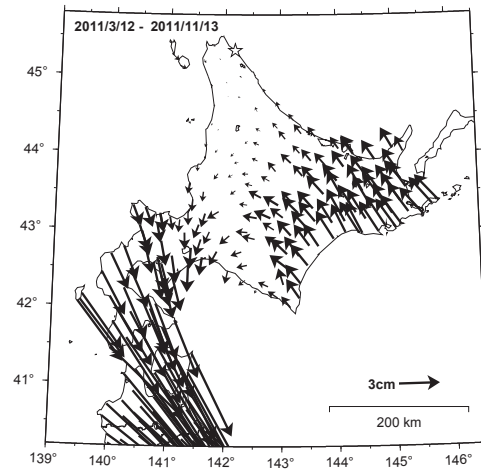


【1年前の同期間】

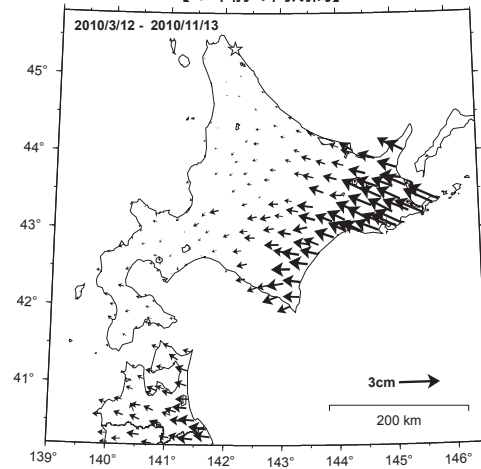


第9図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後の上下変動累積
Fig. 9 Cumulative vertical crustal deformation in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

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累積



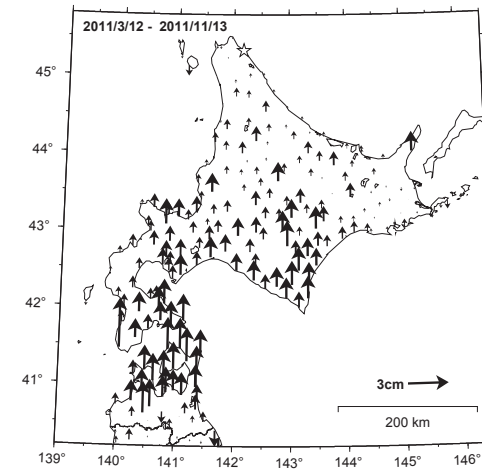
【1年前の同期間】



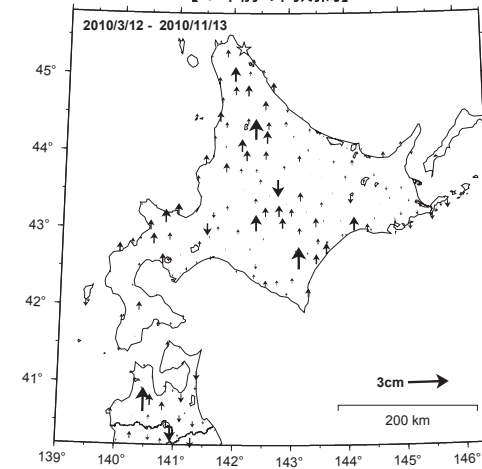
第10図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後最新1ヶ月の水平変動

Fig. 10 Horizontal crustal deformation for latest one month 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



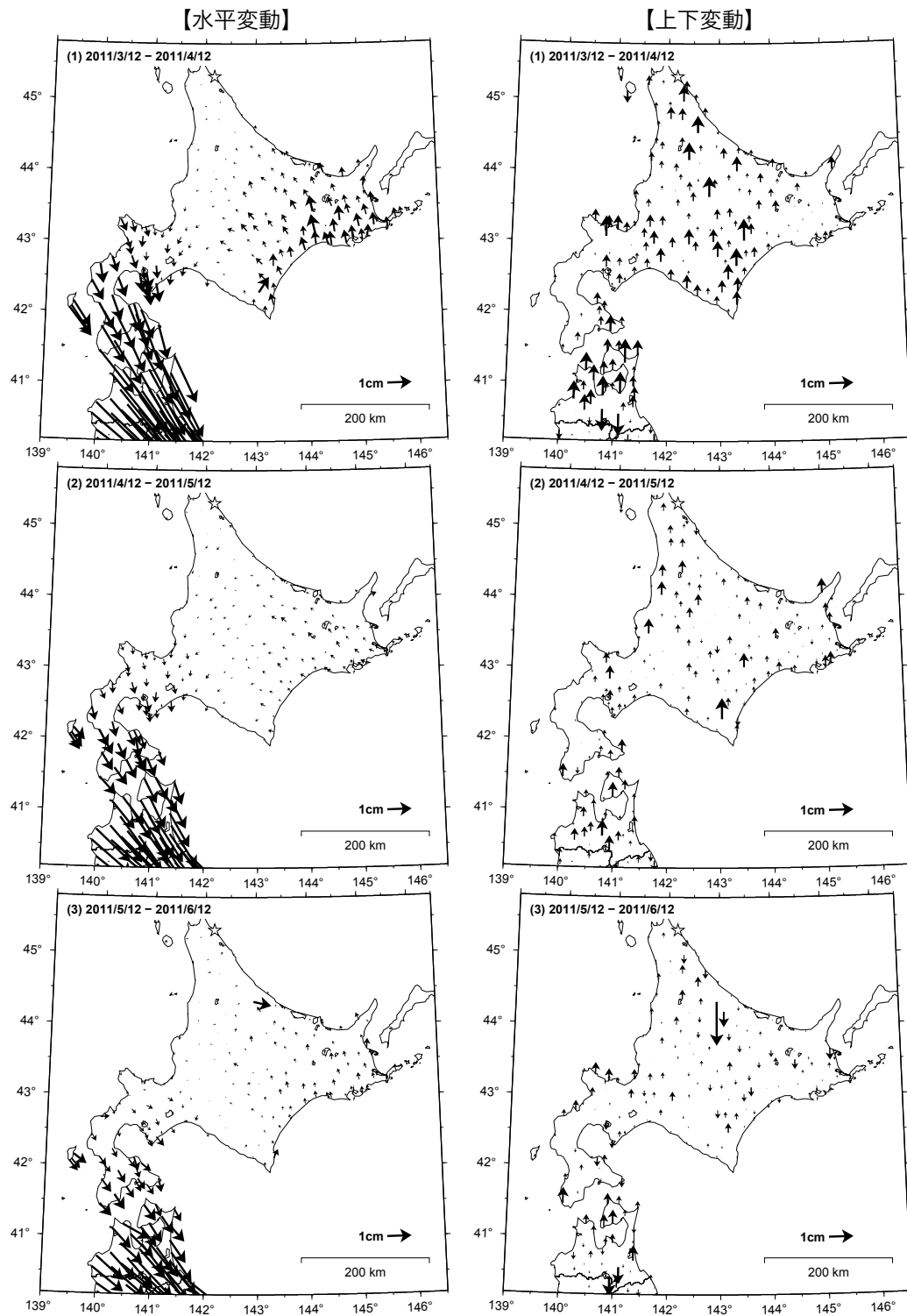
【1年前の同期間】



第11図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後最新1ヶ月の上下変動

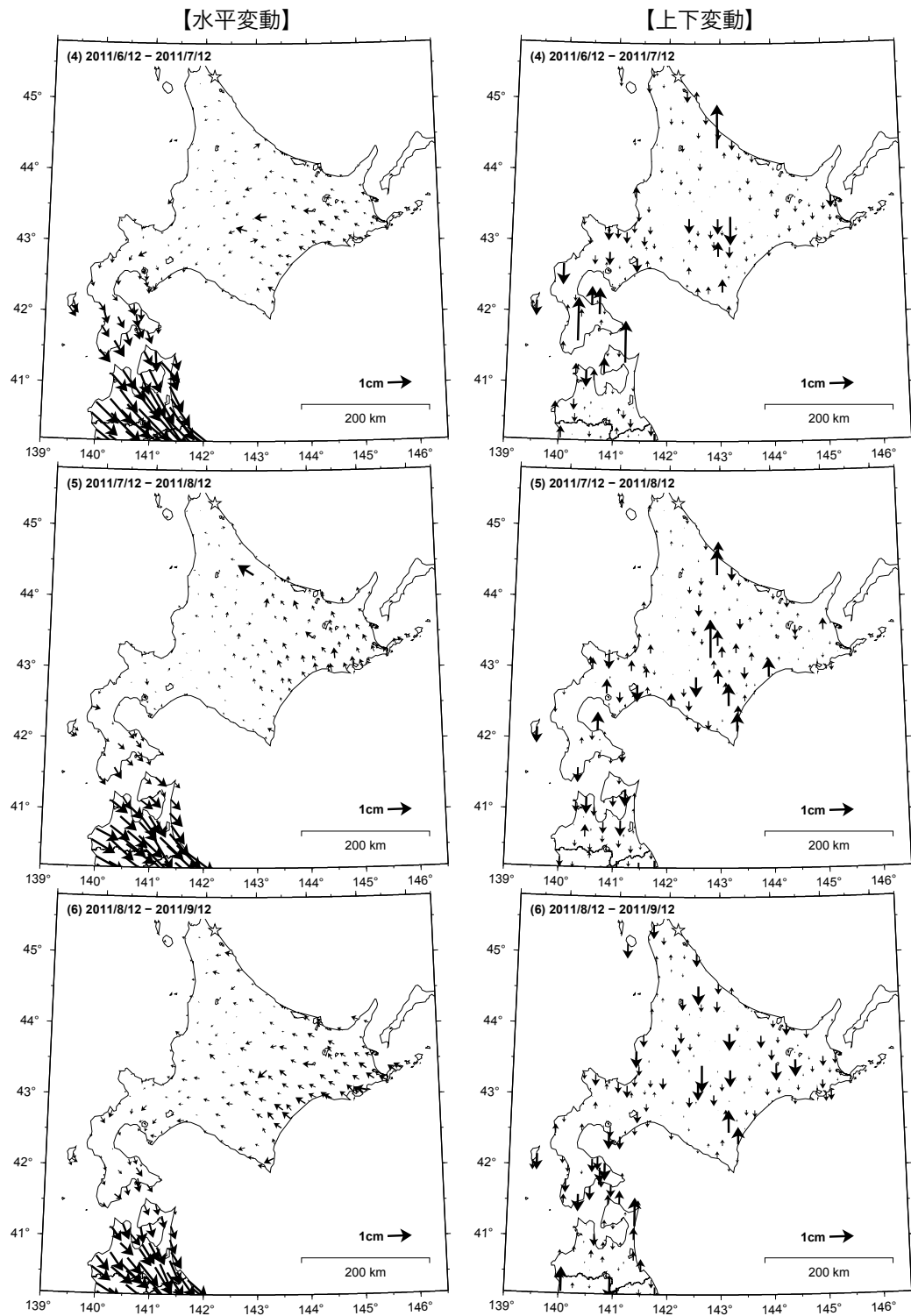
Fig. 11 Vertical crustal deformation for latest one month in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.

北海道の地殻変動【猿払固定】速報解
平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後 1 ヶ月ごと（1）



第 12 図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後 1 ヶ月ごとの水平・上下変動
Fig. 12 Horizontal and vertical crustal deformation for every one month in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (1/3).

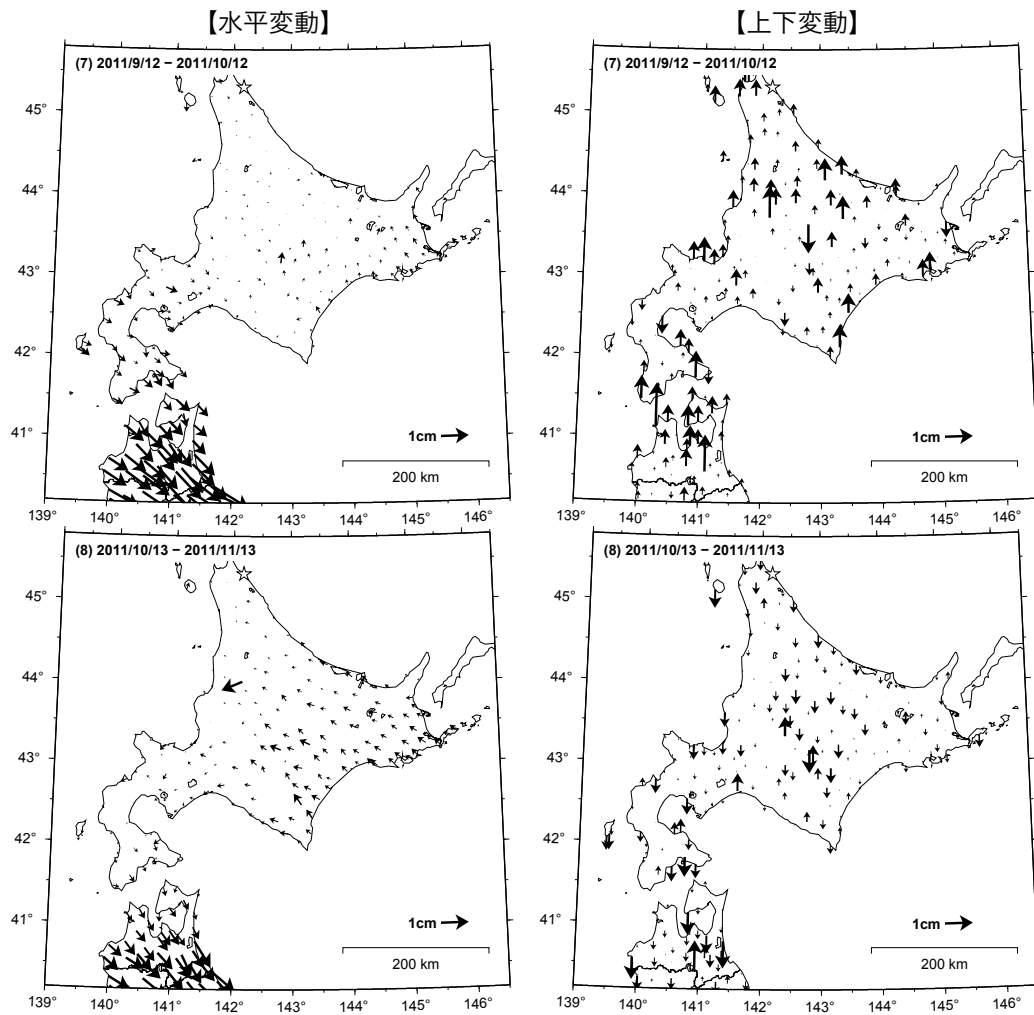
北海道の地殻変動【猿払固定】速報解
平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後 1 ヶ月ごと（2）



国土地理院資料

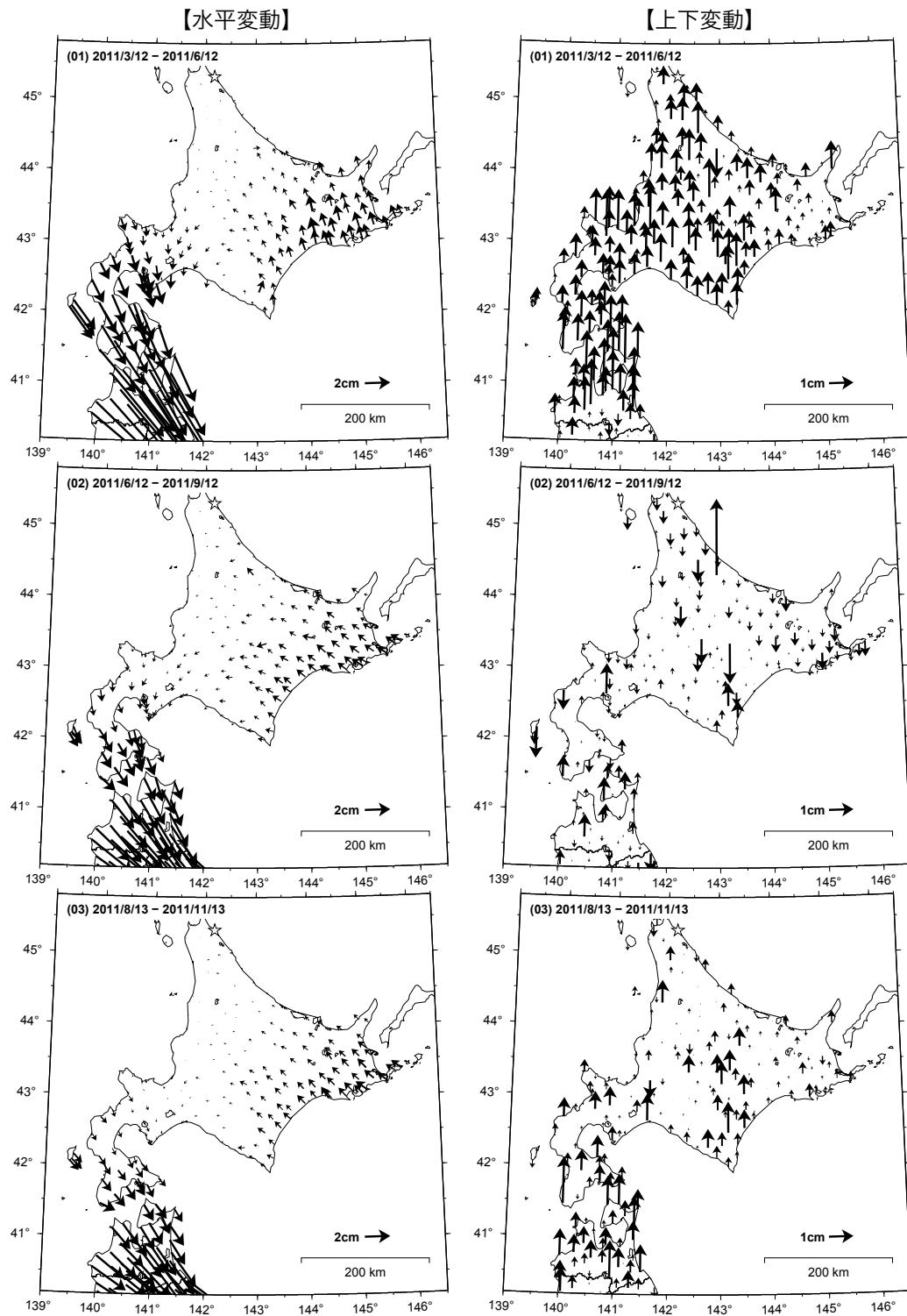
第 13 図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後 1 ヶ月ごとの水平・上下変動
Fig. 13 Horizontal and vertical crustal deformation for every one month in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (2/3).

北海道の地殻変動【猿払固定】速報解
平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後 1 ヶ月ごと（3）



第 14 図 北海道の地殻変動 東北地方太平洋沖地震後 1 ヶ月ごとの水平・上下変動
Fig. 14 Horizontal and vertical crustal deformation for every one month in Hokkaido after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (3/3).

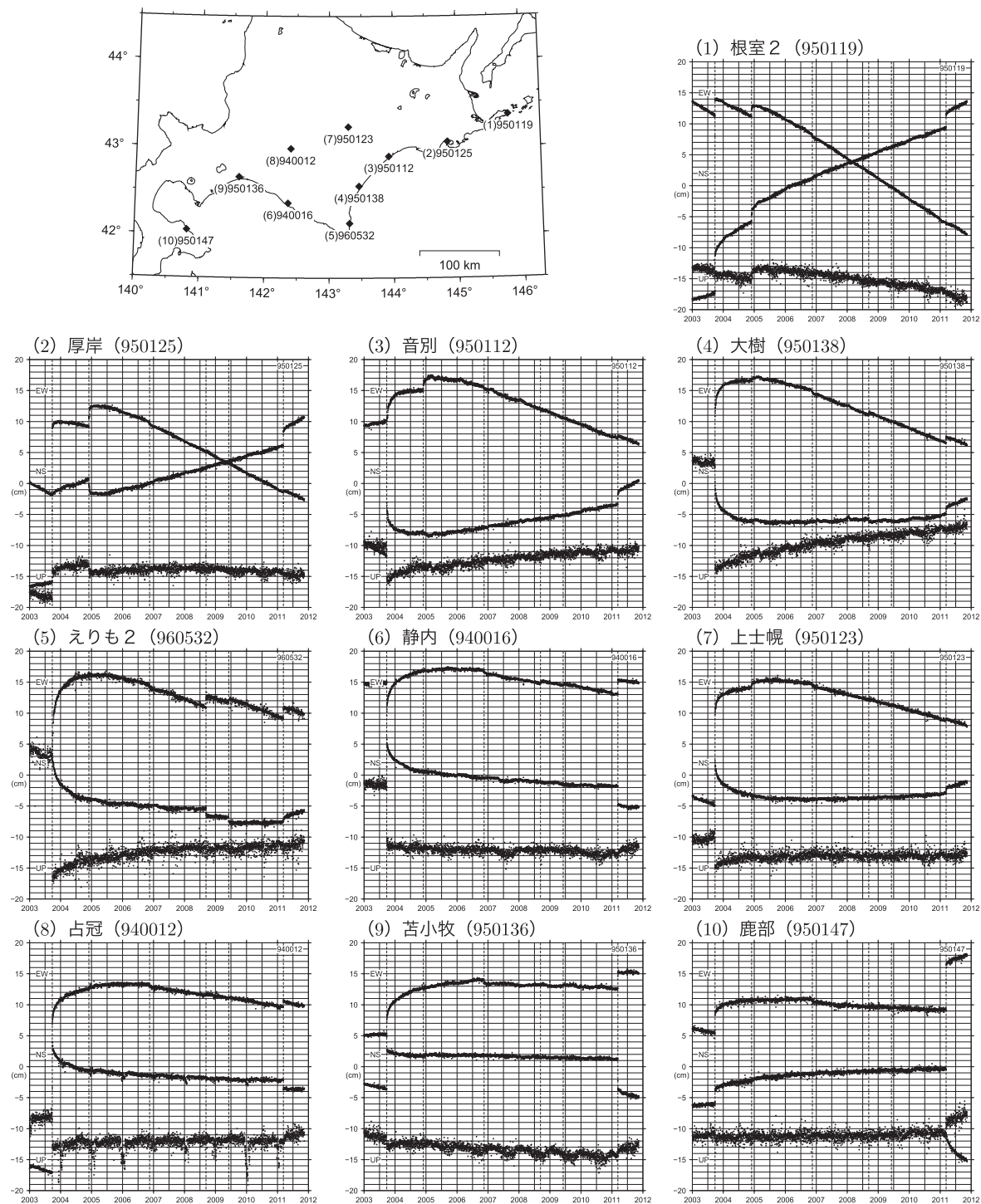
北海道の地殻変動【猿払固定】速報解
平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後 3 ヶ月ごと（1）



第 15 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・上下変動
Fig. 15 Horizontal and 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 - 2011/11/13



第 16 図 北海道の地殻変動時系列

Fig. 16 Time series of observed crustal deformation in Hokkaido.