３－６　東北地方の地殻変動
Crustal Movements in the Tohoku District

国土地理院
Geographical Survey Institute

［水準測量］

第1図は，横手市から北上市に至る路線の水準測量結果である．最新の観測結果には，西和賀町（にしわがまち）から北上市西部付近にわずかな沈降が見られるが，これは，2008年岩手・宮城内陸地震に伴う電子基準点の変動とも調和的ではある．

第2図は，北上市から大崎市に至る路線の水準測量結果である．最新の観測結果には，栗原市付近で小さな隆起が見られるが，これは断層モデルから計算される変動と調和的である．また，大崎市（旧古川市）内の４点で南下がりの傾向が見られるが，同様の傾向が，1994年から2003年や1985年から1994年にも見られた． http://cais.gsi.go.jp/KAIHOU/kaihou71/02-14.pdf 図39を参照

第3図は，大崎市西部（旧鳴子町：なるこちょう）から大崎市東部（旧古川市）に至る東西の路線の約40年間の水準測量結果である．西部では奥羽脊梁山脈の隆起を示すような変動が見られる．1996年宮城県北部地震（鬼首地震）の際に，この路線の西端の北側に位置する鬼首カルデラ付近で，合成開口レーダーによりカルデラ西部で衛星に近づく変動と，カルデラ東部で衛星から遠ざかる変動それぞれ数cm程度が報告されており，今回の水準測量の結果はそれらと調和的である．また，路線中央部では，2008年岩手・宮城内陸地震による変動と調和的な沈降が見られる．

［GPS　連続観測］

第4～7図は，飛島を固定局として東北地方太平洋沿岸の観測点における2005年宮城県沖の地震前後の地殻変動を示した時系列グラフである．1997年10月から2002年10月を定常的な期間として1次トレンド・半年周・年周成分を除いたグラフとしている．左の列に2004年1月～2009年4月までの長期の時系列，右の列に2008年1月以降の短期の時系列を示した．まず，左の列の長期の時系列では，すべてのグラフに，2005年8月16日の宮城県沖の地震後に余効的な変動が見られる．2005年12月2日に発生した8月16日の宮城県沖の地震の最大余震に伴う変動と，その後の余効変動も，志津川，女川，牡鹿の観測点のグラフに見られる．2008年3月以降，すべての基線で，東向き成分がわずかに大きくなる傾向が見られるが，過去2年の同時期にも同様の傾向が見られた．2006年，2007年，2008年の時系列で，「3～8月は東南東向きの変動が進行し，9～2月は停止するという」年周成分が除去しきれていない可能性がある．余効変動は減衰しながらも完全には止まっていない可能性がある．

すべての基線で，2008年6月14日に平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震に伴う飛び数mm～約3cmが見られる．2008年7月19日に福島県沖の地震に伴う飛びが見られる．南側の(7)相馬１観測点では，特に東西成分に，福島県沖の地震後に，地震時の変動より大きな変動が見られる．なお，基線の始点である飛島観測点は，岩手・宮城内陸地震時に東南東方向に約6mm（東に6.3mm，南に1.5mm：岩崎固定）の変動が見られた．

［GPS 時系列 短期 F2(最終)解］

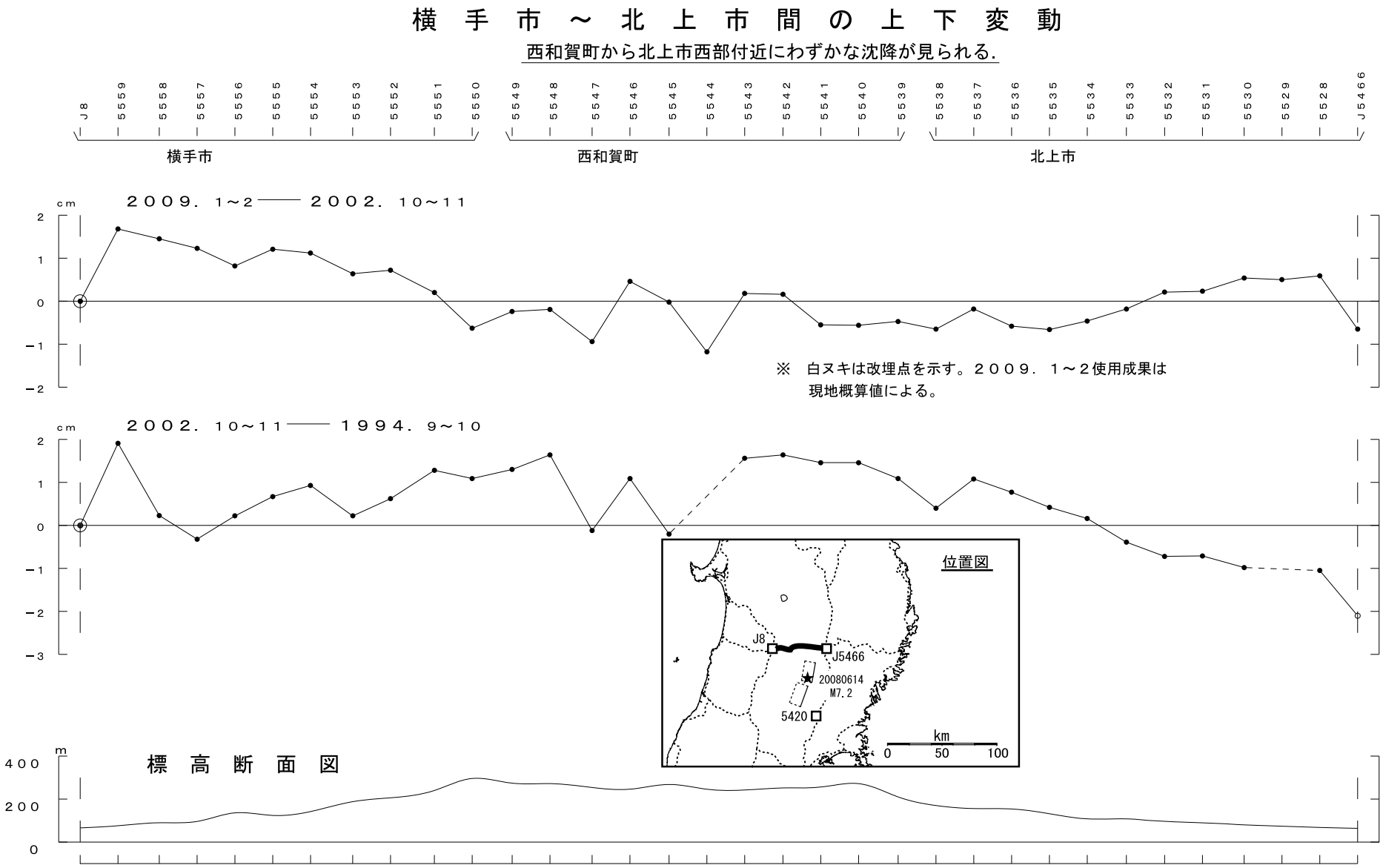
第8～9図は，岩崎観測点を基線ベクトルの始点とした3本の基線ベクトル3成分の時系列グラフである．左の列の期間が，地震を挟んだ約11ヶ月間で，右列は地震後の約9ヶ月半である．地震時に明瞭な飛びが見られる一方，明瞭なプレスリップは見えない．すべての基線で，地震後しばらく余効変動が観測されていたが，着実に減衰し，最後まで見えていた栗駒２観測点でも，終息しつつある．

［福島県沖・茨城県沖の地震に関する宮城・福島・茨城県太平洋沿岸GPS連続観測結果］

第10図は，宮城県～茨城県の太平洋岸のGPS連続観測点による東西・南北の成分変化グラフである．これらの観測値には，2008年5月9日の茨城県沖の地震(M7.0)，2008年7月19日の福島県沖の地震(M6.9)，2008年岩手・宮城内陸地震(M7.2)に伴う地殻変動及び余効変動の影響が見られる．楢葉（ならは）観測点（950208）では，2008年7月19日福島県沖の地震発生の半年ほど前から東西成分に変化が見られる．また，福島県，茨城県の電子基準点で，2008年の茨城県沖の地震，福島県沖の地震後の余効変動が観測されている．2009年1月頃までは，日立(940042)，北茨城(950214)，いわき２（970800）観測点では，2008年5月9日の茨城県沖の地震以降，東向き成分が見られていたが，最近は停滞気味である．これに代わり，最近（2009年1月以降）では，楢葉以南の観測点で南向き成分が見られる．

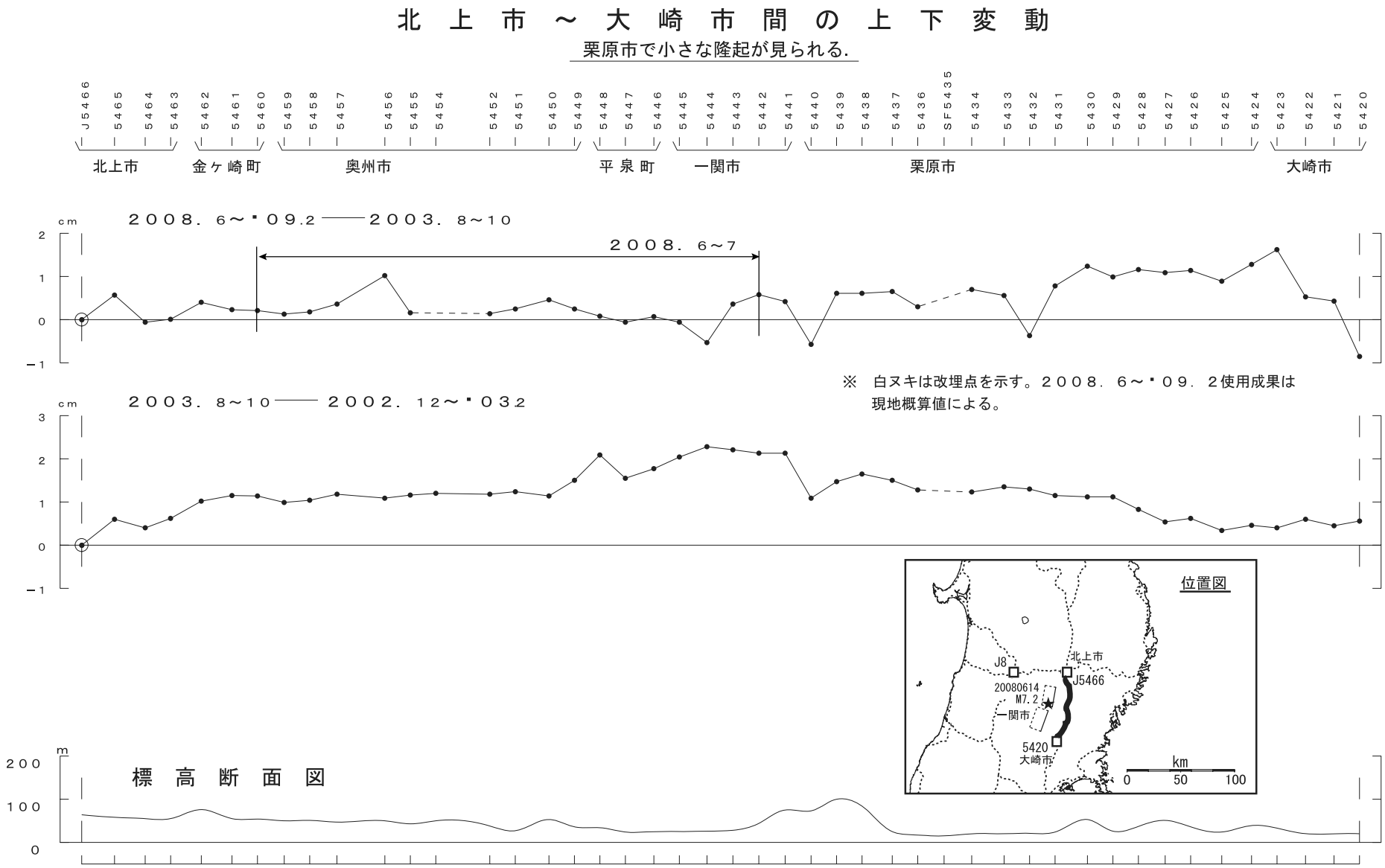
参　考　文　献

１）　国土地理院，2004，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，71，279-329.
２）　国土地理院，2004，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，72，138-158.
３）　国土地理院，2005，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，73，85-88.
４）　国土地理院，2006，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，75，75-114.
５）　国土地理院，2006，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，76，107-129.
６）　国土地理院，2007，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，77，80-97.
７）　国土地理院，2007，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，78，127-137.
８）　国土地理院，2008，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，79，74-79.
９）　国土地理院，2008，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，80，75-79.
10）　国土地理院，2009，東北地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，81，208-263.



第１図　横手市～北上市間の上下変動
Fig. 1　Results of leveling survey from Yokote city to Kitakami city.

数 値

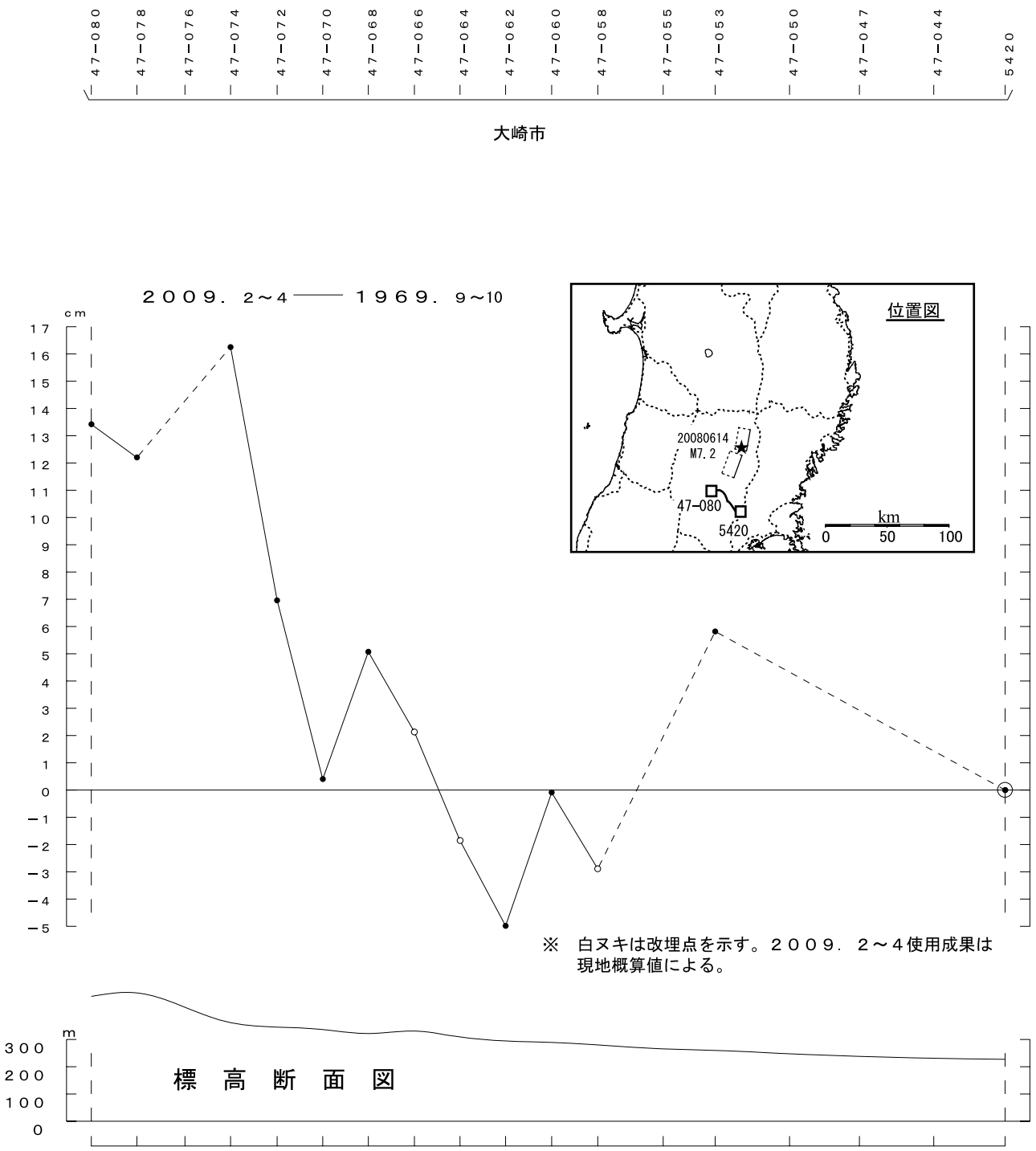


第２図　北上市～大崎市間の上下変動
Fig. 2　Results of leveling survey from Kitakami city to Osaki city.

数 値

大　崎　市　間　の　上　下　変　動

西部で隆起，中央部で小さな沈降が見られる．

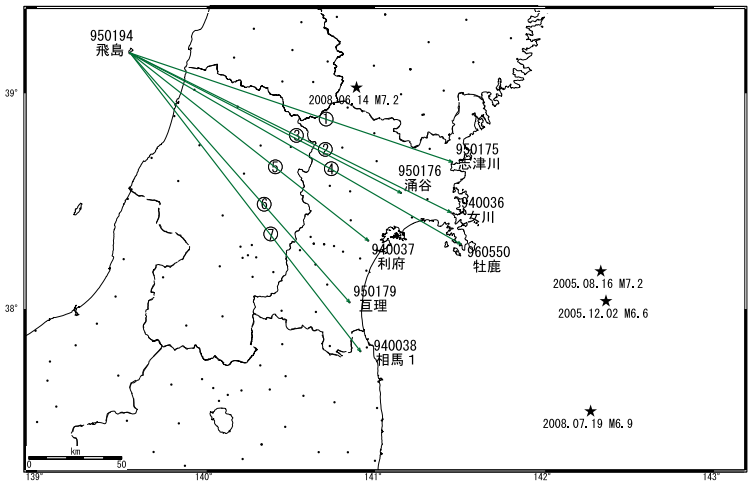


第３図　大崎市間の上下変動
Fig. 3　Results of leveling survey in Osaki city.

数値

東北地方太平洋岸　ＧＰＳ連続観測時系列（1）　最終

南側の基線では，2008年7月の福島県沖の地震以降，地震時の変動より大きな東向き成分が見られる．



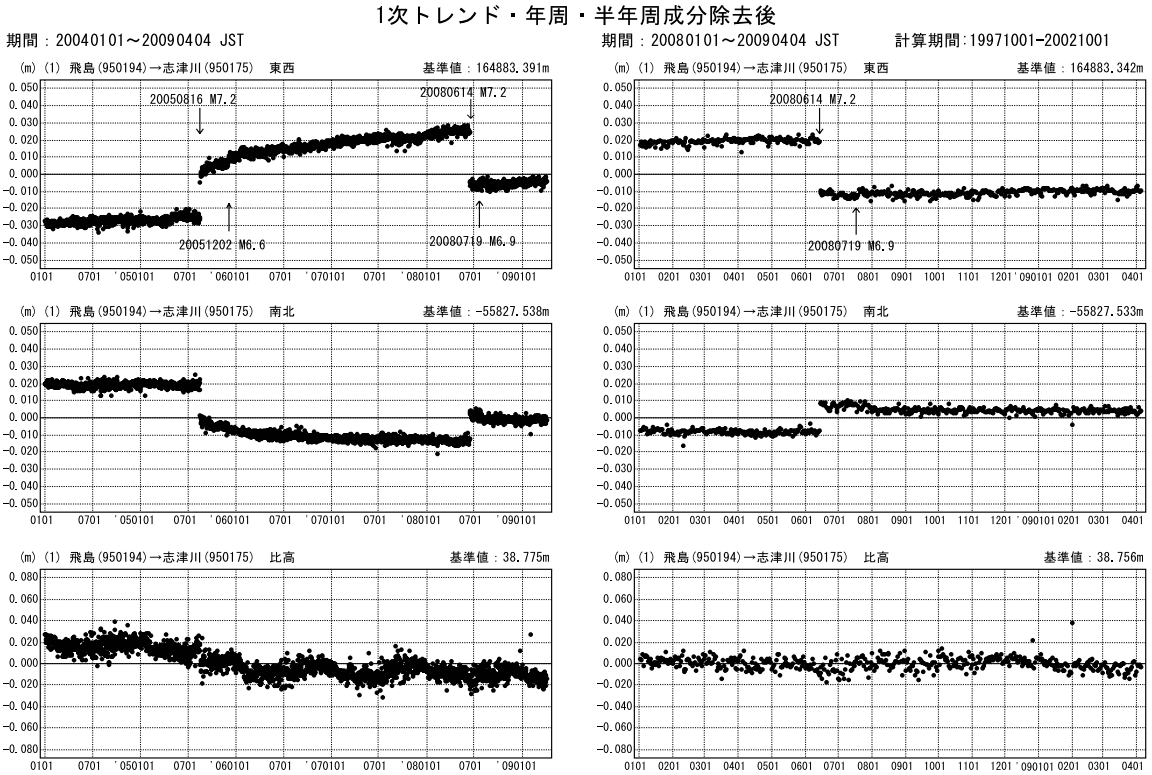
観測局情報

点番号	点　　名	アンテナ交換	アンテナ高調整	周辺伐採
950175	志津川	2003.07.17		
940036	女川	2001.11.28 2002.12.18		2005.08.24
950176	湧谷	2003.07.17		
960550	牡鹿	2002.12.16		
940037	利府	2002.12.13		
950179	亘理	2003.07.23		
940038	相馬１	2002.12.26		2007.09.26

※　2003年3月25日に基準局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４図a　宮城県周辺におけるGPS連続観測結果（基線図・観測点保守状況）

Fig. 4a　Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi Prefecture (Baseline map and records of site maintenance).

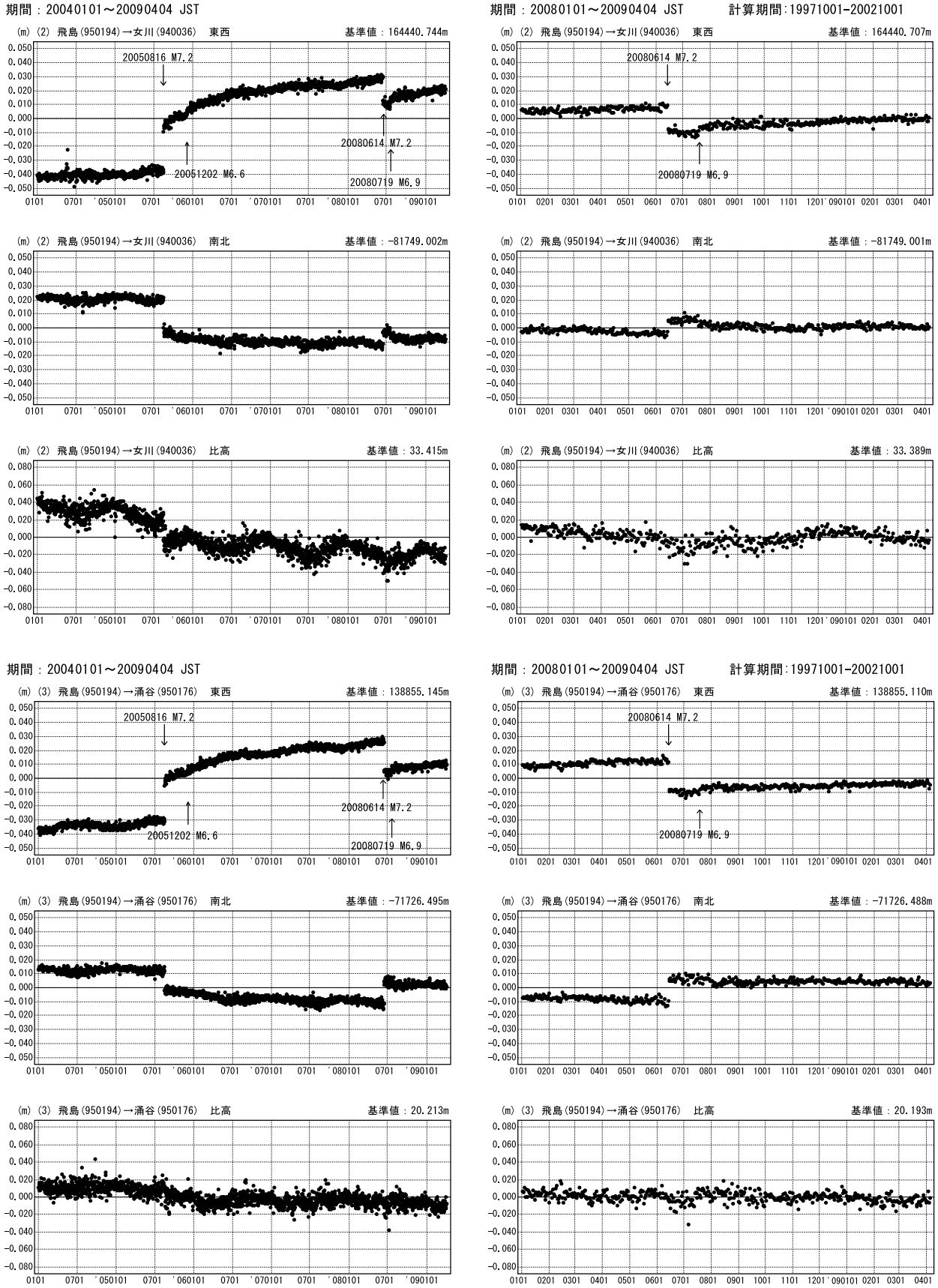


第４図b　宮城県周辺におけるGPS連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去，固定点飛島）

Fig. 4b　Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi Prefecture (corrected data removing linear trend and one year cycle and half year cycle components referred to Tobishima) (1/4).

東北地方太平洋岸 ＧＰＳ連続観測時系列 (2)　最終

1次トレンド・年周・半年周成分除去後



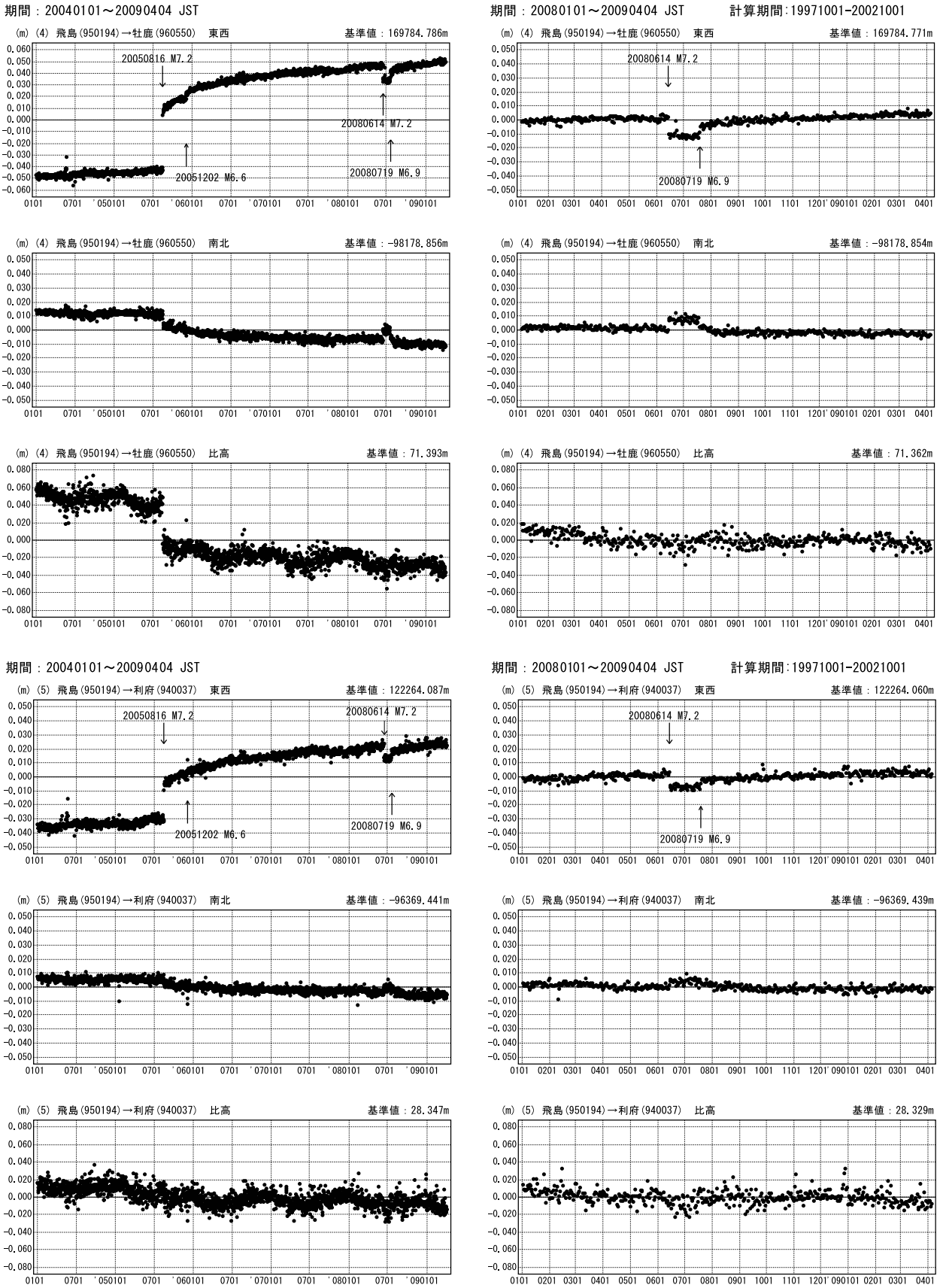
● ---[F3:最終解]

第５図　宮城県周辺におけるGPS連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去，固定点飛島）

Fig. 5　Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi Prefecture (corrected data removing linear trend and one year cycle and half year cycle components referred to Tobishima) (2/4).

東北地方太平洋岸 ＧＰＳ連続観測時系列 (3)　最終

1次トレンド・年周・半年周成分除去後



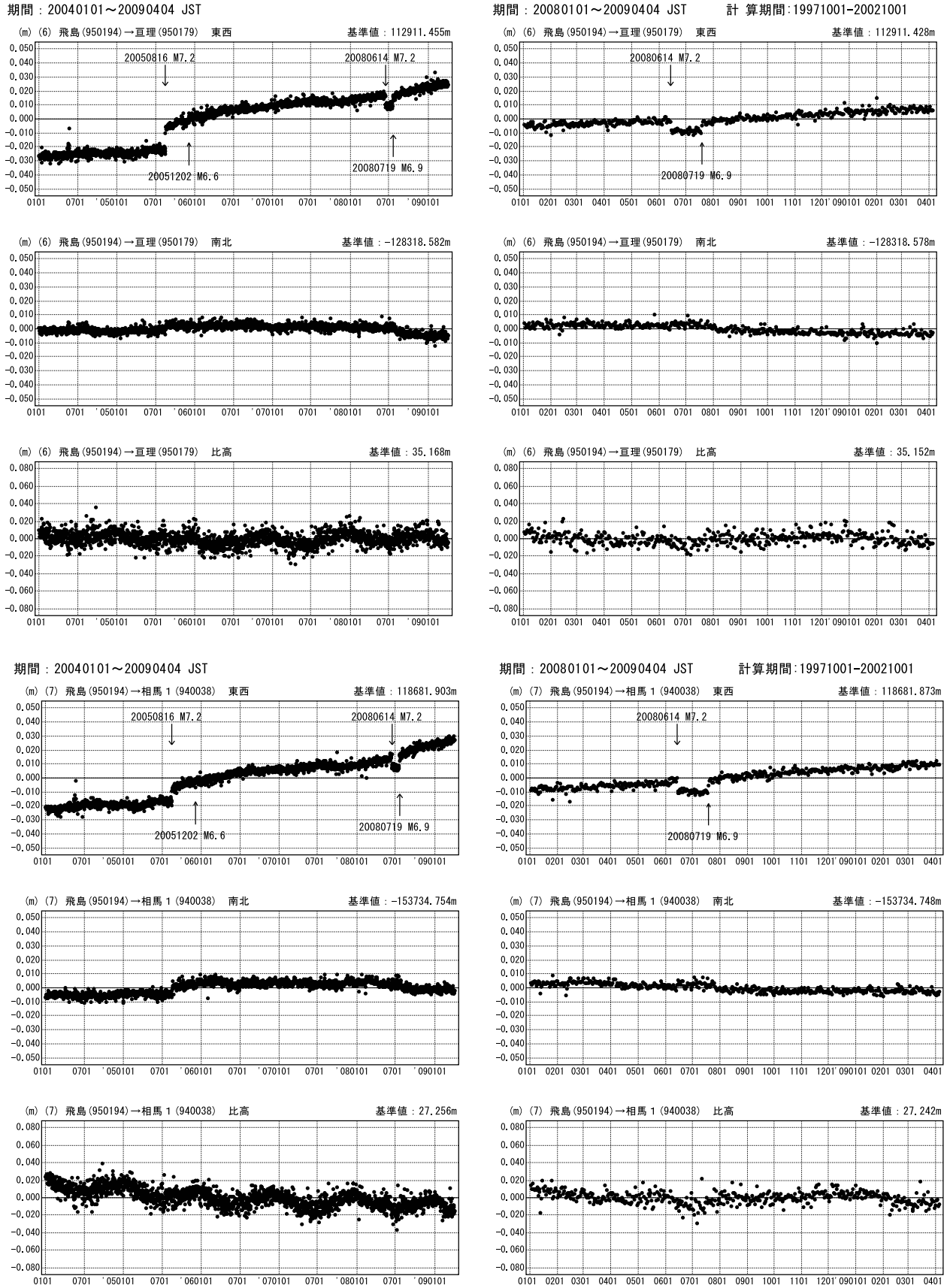
● ---[F3:最終解]

第６図　宮城県周辺におけるGPS連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去，固定点飛島）

Fig. 6　Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi Prefecture (corrected data removing linear trend and one year cycle and half year cycle components referred to Tobishima) (3/4).

東北地方太平洋岸 ＧＰＳ連続観測時系列（4） 最終

1次トレンド・年周・半年周成分除去後



● ---[F3:最終解]

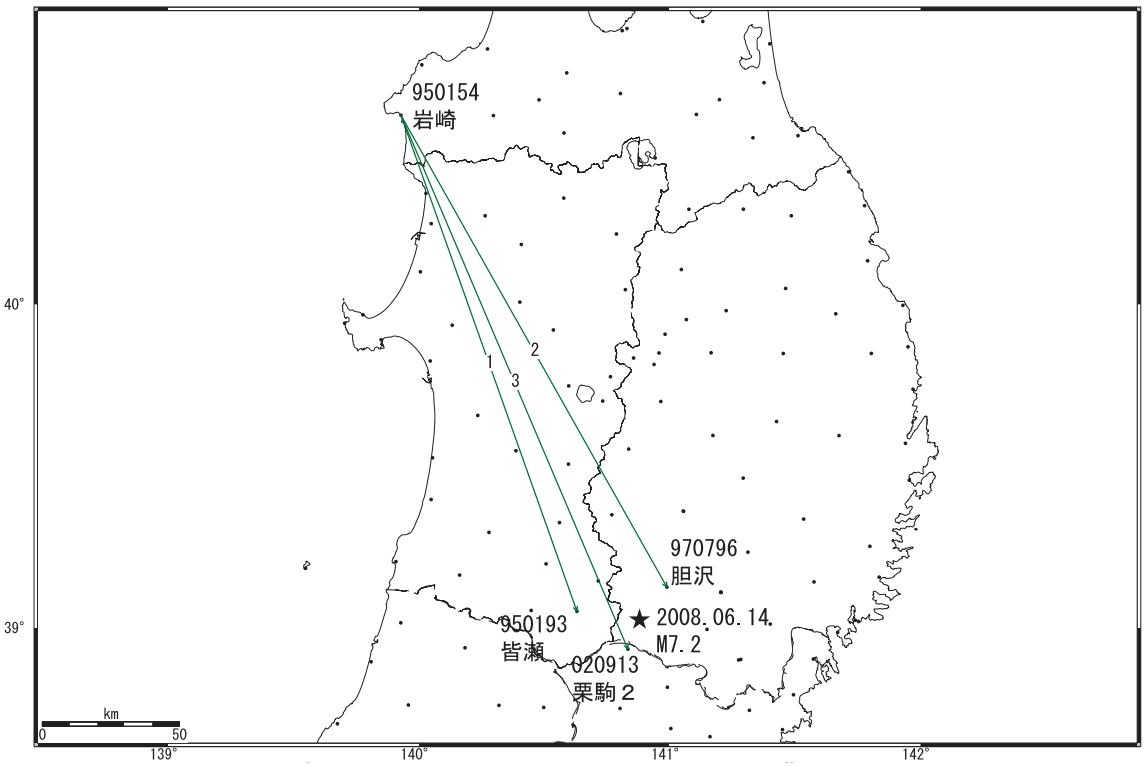
第７図　宮城県周辺におけるGPS連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去，固定点飛島）

Fig. 7　Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi Prefecture (corrected data removing linear trend and one year cycle and half year cycle components referred to Tobishima) (4/4).

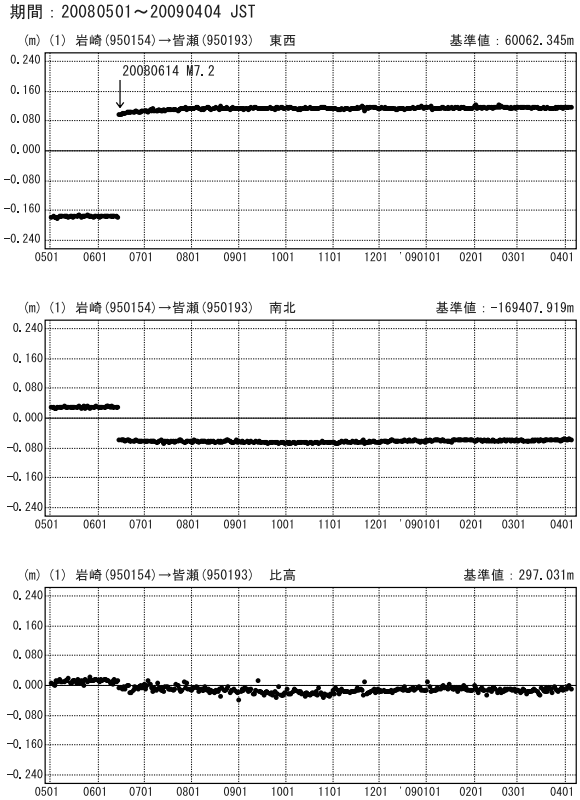
平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震後の地殻変動（１） 最終

最後まで残った栗駒2観測点の余効変動も終息しつつある.

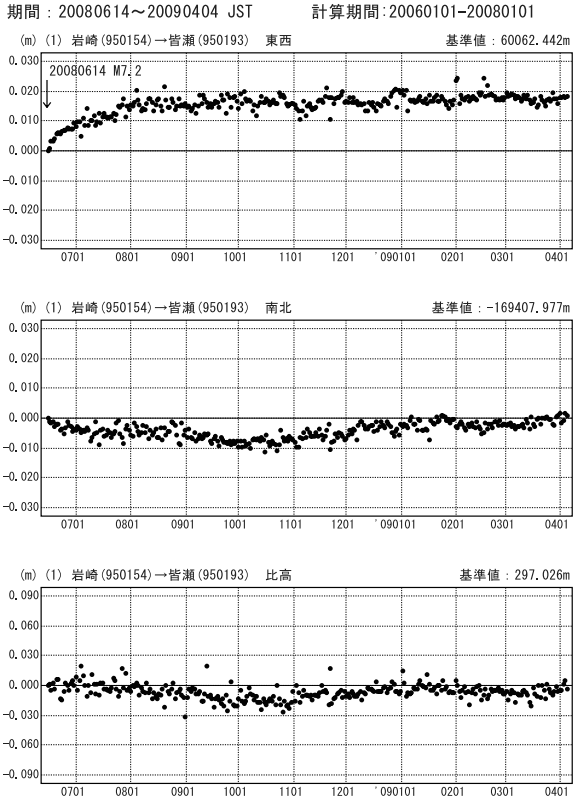
基線図



1次トレンド・年周・半年周成分除去後



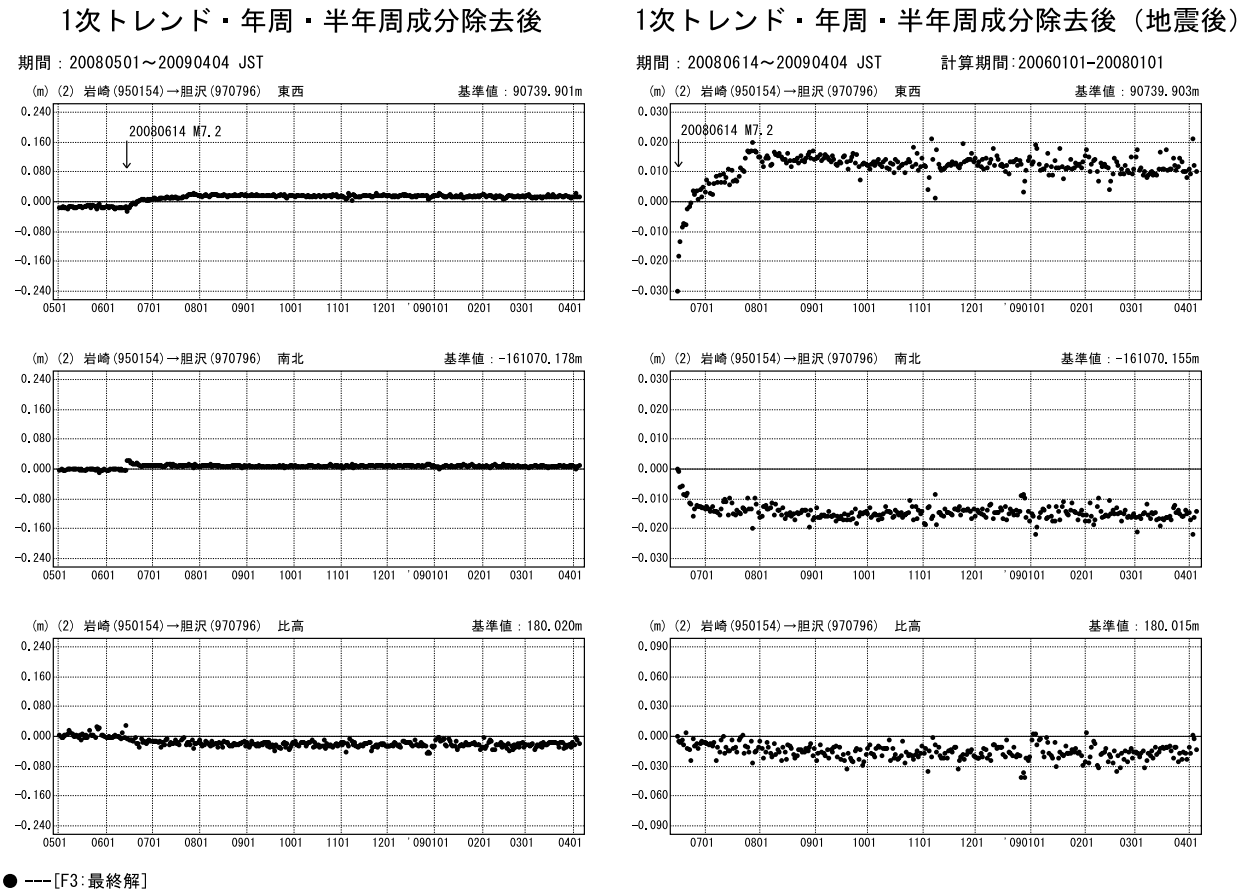
1次トレンド・年周・半年周成分除去後（地震後）



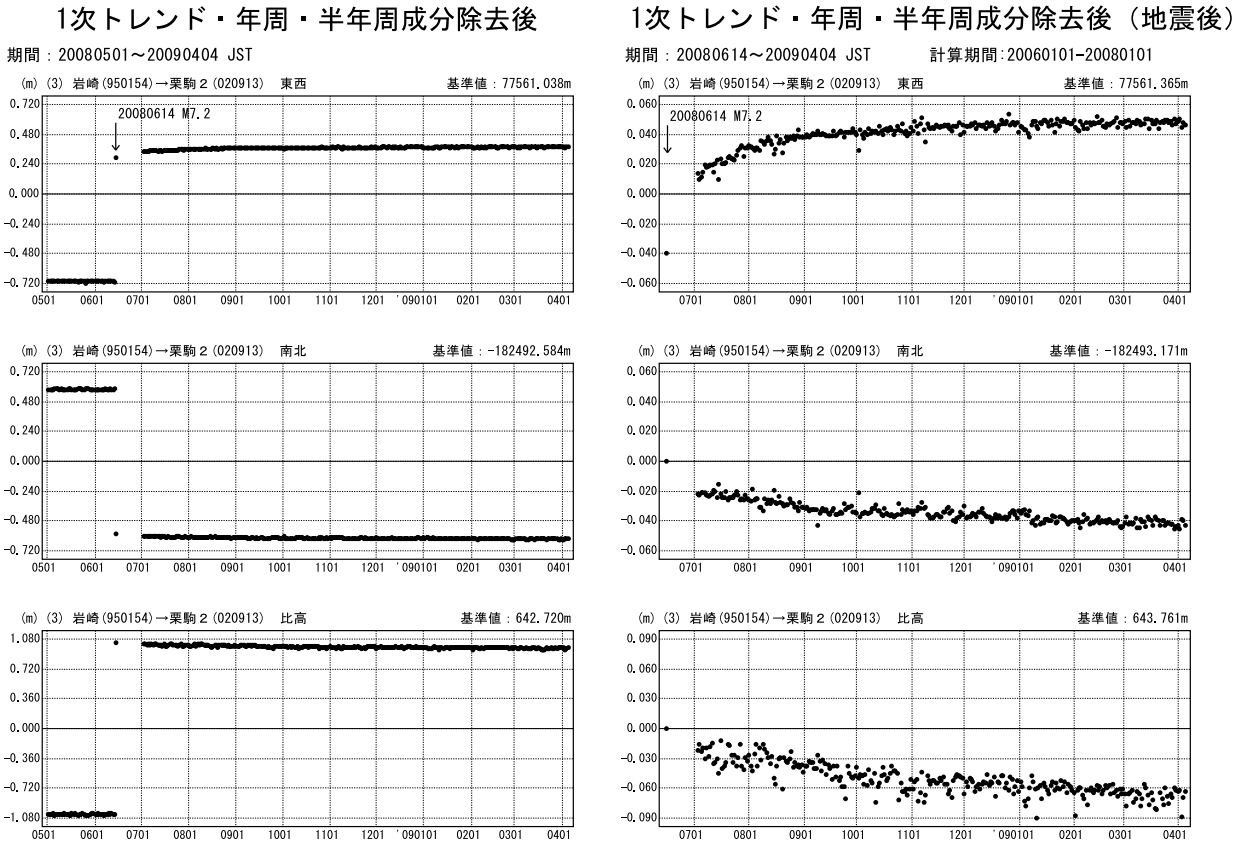
● ---[F3:最終解]

第８図　2008年岩手・宮城内陸地震後の地殻変動（1）
Fig. 8　Crustal deformation after the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 (1/2).

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震後の地殻変動（２） 最終



● ---[F3:最終解]

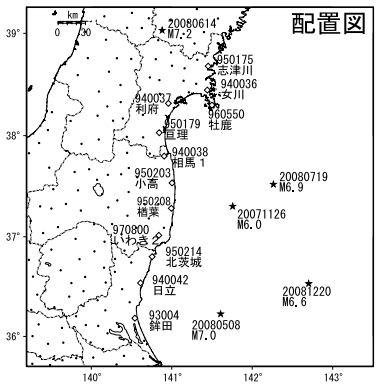


● ---[F3:最終解]

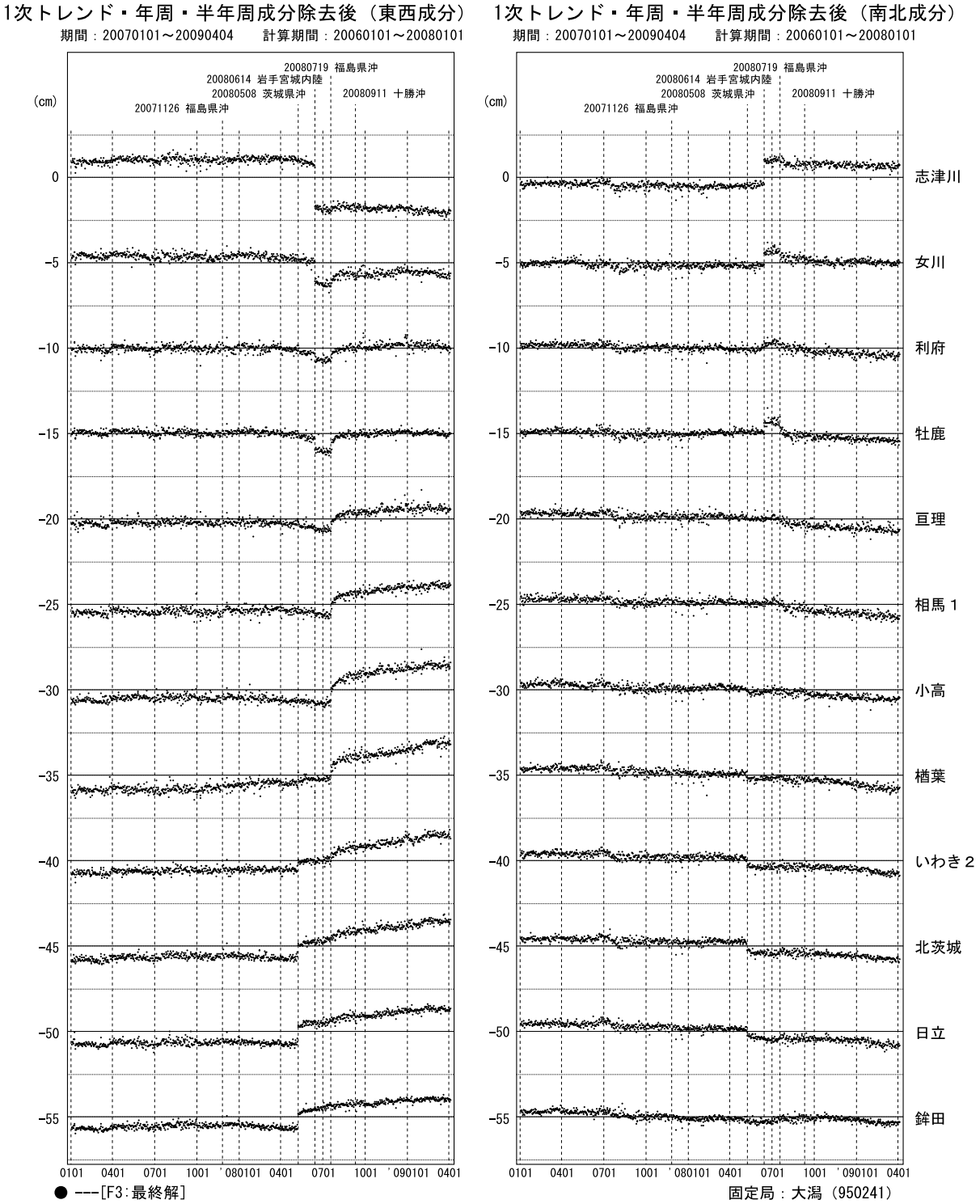
第９図　2008年岩手・宮城内陸地震後の地殻変動（2）
Fig. 9　Crustal deformation after the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008 (2/2).

宮城・福島・茨城県太平洋岸　GPS連続観測時系列

最終



楢葉以南の観測点で，最近南向きの成分が見られる．



第10図　宮城・福島・茨城県太平洋岸　GPS連続観測時系列

Fig. 10　Results of continuous GPS measurements on the Pacific coast of Miyagi, Fukushima and Ibaraki.