

3-2 東北地方の地殻変動 Crustal Movements in the Tohoku District

国土地理院
Geographical Survey Institute

第1図は GEONET で観測した 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震 (M7.2) に伴う地震時の地殻変動である。上段は水平変動、下段は上下変動である。牡鹿半島を中心とした東北地方で明瞭な変動が観測されている。水平変動は震源に向かって南東から東北東方向に（最大は牡鹿観測点で東南東に約 6cm）、上下変動は震源に近い宮城県沿岸を中心に沈降（最大は牡鹿観測点で約 5cm）の傾向が見えている。第2図は、地震後の余効変動を見るために作成した GEONET 観測による変動図である。上段の水平変動では、地震時の変動と同じ方向に数 mm の変動が見られるが、これが余効的な変動を示していると思われる。上下変動は、ノイズ以上のものは見られない。

第3図は、地震時の地殻変動から推定した断層モデルである。半無限弾性体中の矩形断層として推定すると、走向方向の長さ約 28km、傾斜方向の幅約 49km、西向きに 23 度の傾斜角で深くなる逆断層が推定された（パラメータについては図を参照）。滑り量は約 1.5m で、剛性率 30GPa とした際のモーメントマグニチュードは $M_w=7.1$ （剛性率 40GPa なら 7.2）であった。

第4図は矢吹・松浦の方法で推定した 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の滑り分布である。同心円上の滑り分布が推定されているが、これは滑り分布を滑らかにする拘束条件で決まっていると考えられ、分布の詳細を議論する分解能はないと考えられる。

第5図は今回の地震により、周辺で想定宮城県沖地震が起きやすくなったかどうかを見るために作成した Δ CFF の図である。受け手側は 1978 宮城県沖地震の断層モデルを仮定した。発生を促進する領域でもその量は小さく、潮汐の影響を下回る。

第6～18図は、宮城県およびその周辺の GEONET 観測点における地震前後の地殻変動時系列グラフである。第6図は配点図で、第7～12図は 24 時間データ、第13～18図は 3 時間データによる地震の直前直後の変動の様子である。地震前に特段の前兆の変動が合ったようには見えない。なお、一部の観測点で 8/12 頃データが乱れているが、東北地方の広域で同じような現象がでており、気象の影響と思われる。これは、第19・20図にその状況を示してある。

第21～25図は、宮城県沿岸の観測点における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トレンド、年周、半年周を除いたグラフとしている。2002 年 11 月 3 日の宮城県沖、2003 年 5 月 26 日の宮城県沖、2003 年 7 月 26 日の宮城県北部の地震、さらに 2003 年 10 月 31 日の福島県沖の地震の影響などが見られるが、今回の地震前にトレンドの変化などは特に見られない。牡鹿、女川のグラフで地震後に余効的な変動が見られる。涌谷、矢本などでもそれらしいものが多少見て取れる。

第26上図は、余効変動からプレート間の滑りを仮定して滑り分布を推定したものである。最大の滑り量が 5cm 程度と小さいが、本震の震源域よりやや南側を中心に余効滑りが生じていることが推定された。下段には、計算値と観測値を比較したベクトル図を示した。第27～30図は、このプレート間滑りを仮定した計算値と観測値の比較を示した時系列グラフである。

第31図は GEONET 観測データから見た地震時および地震前 1 年間の宮城県地方の水平歪み分布

である。地震前の東西圧縮を解放するような東西伸張が地震時には見られる。また、第 32 図は東北地方の最近 4 年分の 1 年毎で見た水平歪み分布の推移である。2003 年は 5 月 26 日の宮城県沖の地震、7 月 26 日の宮城県北部の地震の影響が見られる。それ以外は、宮城周辺は東西圧縮が定常的に見られる。第 33・34 図は地震前に地殻変動速度が定常状態と変化があったかどうかを確認する図である。地震前の 6 ヶ月 (第 33 図) および 3 ヶ月 (第 34 図) をみても、系統的な変化は見られない。

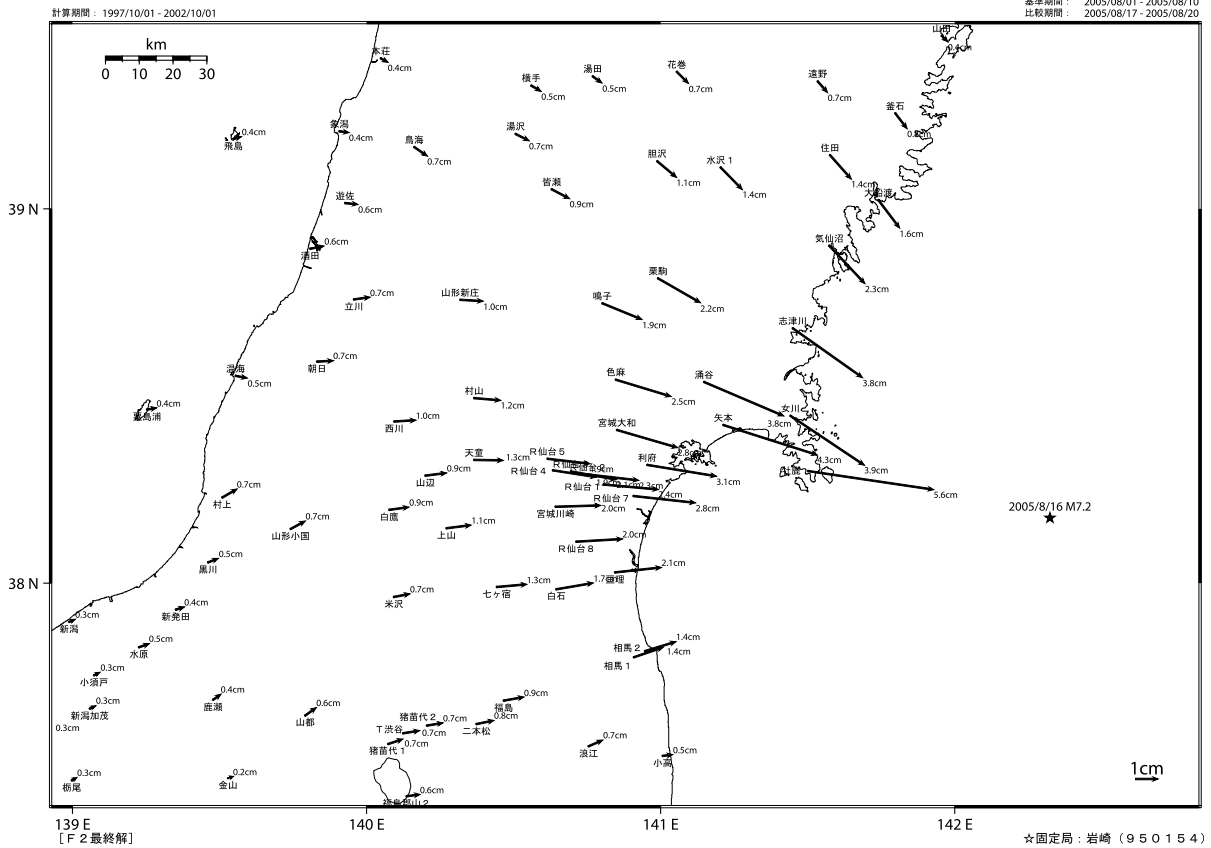
第 35～41 図は、宮城県沖地震の震源周辺の GEONET 点において、水平変動速度が定常状態からどれくらい外れたかを確認した図である。トレンドから外れた水平変動の速度を南北、東西両成分について変化をプロットしている。グリッドの中央に戻れば、定常状態とした 1997 年 10 月から 2002 年 10 月のトレンドに戻ったことになる。定常状態とした時期にも変動速度の揺らぎがあるため、それを中央部の楕円で示しており、外側の点線が 99% の確率、内側の実線が 50% の確率範囲である。2003 年 5 月 26 日および 7 月 26 日の地震の影響は見られるが、2005 年 8 月 16 日の地震前に変動の傾向が変化した様子は見られない。109 ページの解説も参照されたい。

第 42 図は牡鹿地区で行った GPS 機動観測 (キャンペーン観測) の結果である。前回 2004 年 5 月の観測と比較した結果であるが、変動のほとんどが 8 月 16 日の地震に伴うものと考えられる。電子基準点の変動パターンと整合した変動を示している。

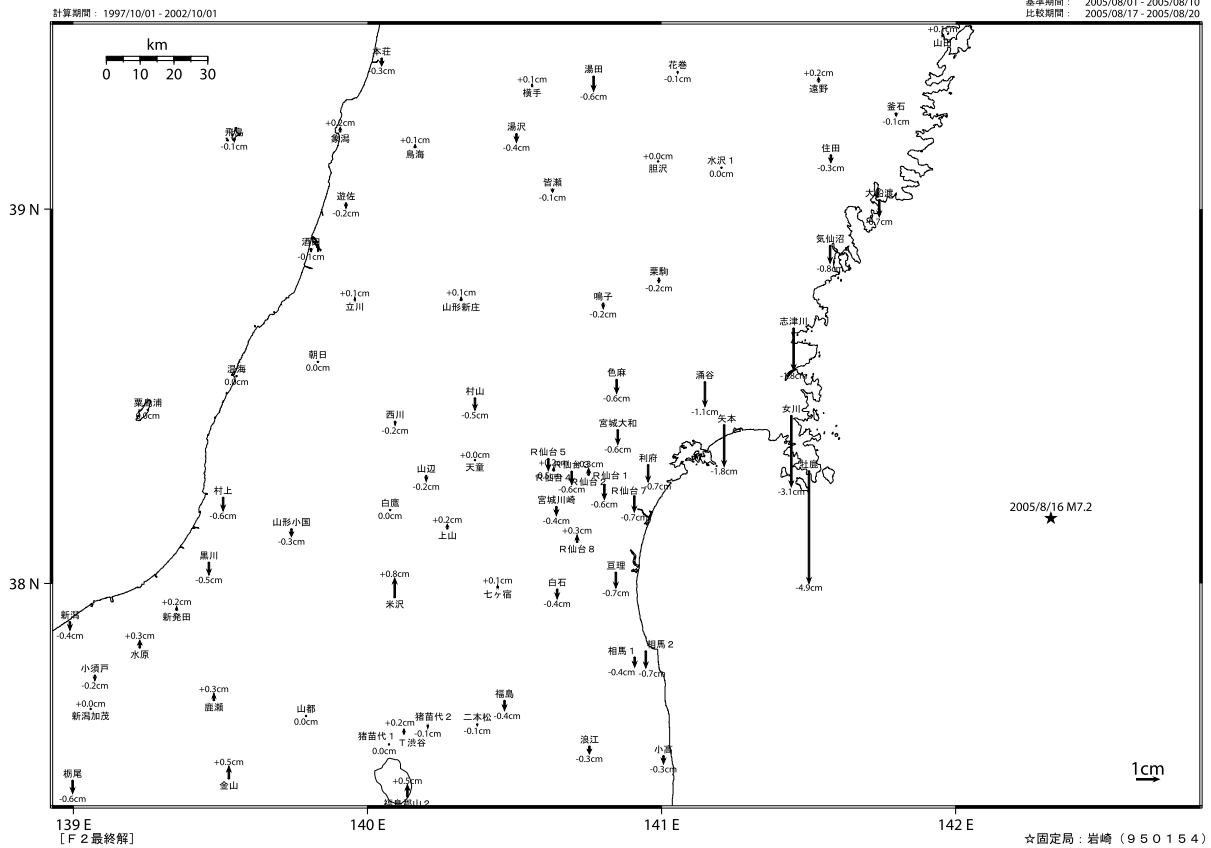
第 43 図は加藤・津村の方法による東北地方太平洋岸の験潮場の上下変動である。9 月のデータまでプロットしてある。8 月 16 日の地震に伴って、鮎川の験潮所が 2-3cm 程度沈降したように見える。第 44 図は釜石・大船渡、鮎川・相馬の験潮場間の潮位差である。このデータからも、鮎川の沈降が確認できる。

第 45～47 図は牡鹿半島周辺の水準測量結果である。第 45 図は利府から鮎川験潮場までの水準測量結果で、上段は 2005 年 9 月から 10 月にかけての最新の測量結果を、前回 2003 年 7 月から 8 月にかけての結果と比較している。利府から見て鮎川験潮場が 2cm 程度沈下している。牡鹿電子基準点 (960550) が前後の観測点と比較してさらに 2cm 程度沈下しているが、GEONET による co-seismic な上下変動の差でも矢本電子基準点 (960549) と比較しても 3cm 沈下していることから見て、実際にこれだけの沈下があったと考えられる。験潮の観測から推定される鮎川験潮場の沈降量と水準での沈下量も整合していることから、牡鹿電子基準点の沈下には局所的な原因も含まれる可能性がある。下段は 2003 年 7 月 26 日の地震を挟んだ水準測量結果であり、矢本電子基準点がこのとき大きく変動したことを示している。最新の測量結果と前回の比較でも、前回大きく変動した 5664 から 5670 にかけては、2003 年 8 月以降にも余効的な変動があった影響も含まれる可能性もある。第 46 図はさらにそれ以前の同じ路線における観測結果である。験潮データとの対比で考えれば、ここでは、験潮所がわの隆起というより、利府側の沈降が勝っていたとみるべきであろう。第 47 図は石巻から登米までの水準測量結果である。前回 2003 年 8 月から 9 月の結果と比較して、地震に伴うと見られる顕著な変動は見られない。

2005年8月16日 宮城県沖の地震 地震時の水平変動

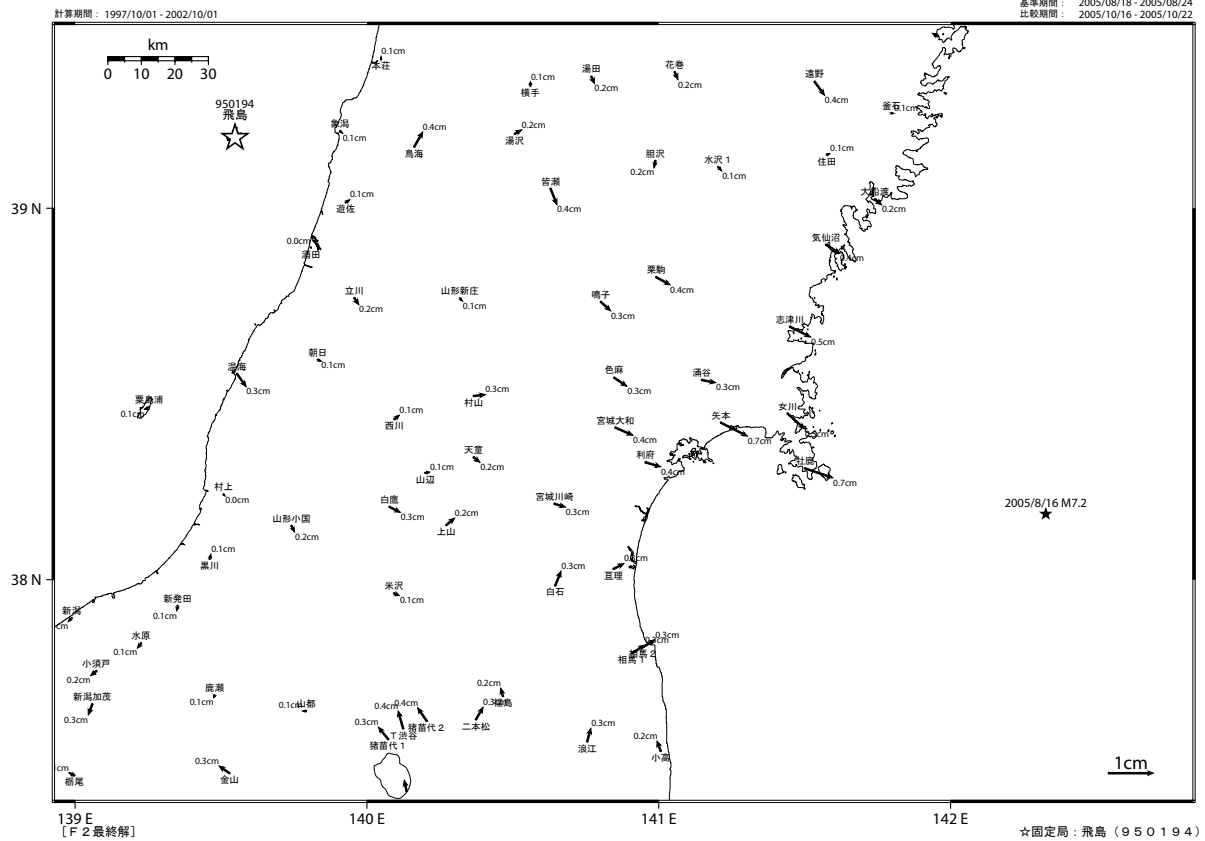


2005年8月16日 宮城県沖の地震 地震時の上下変動

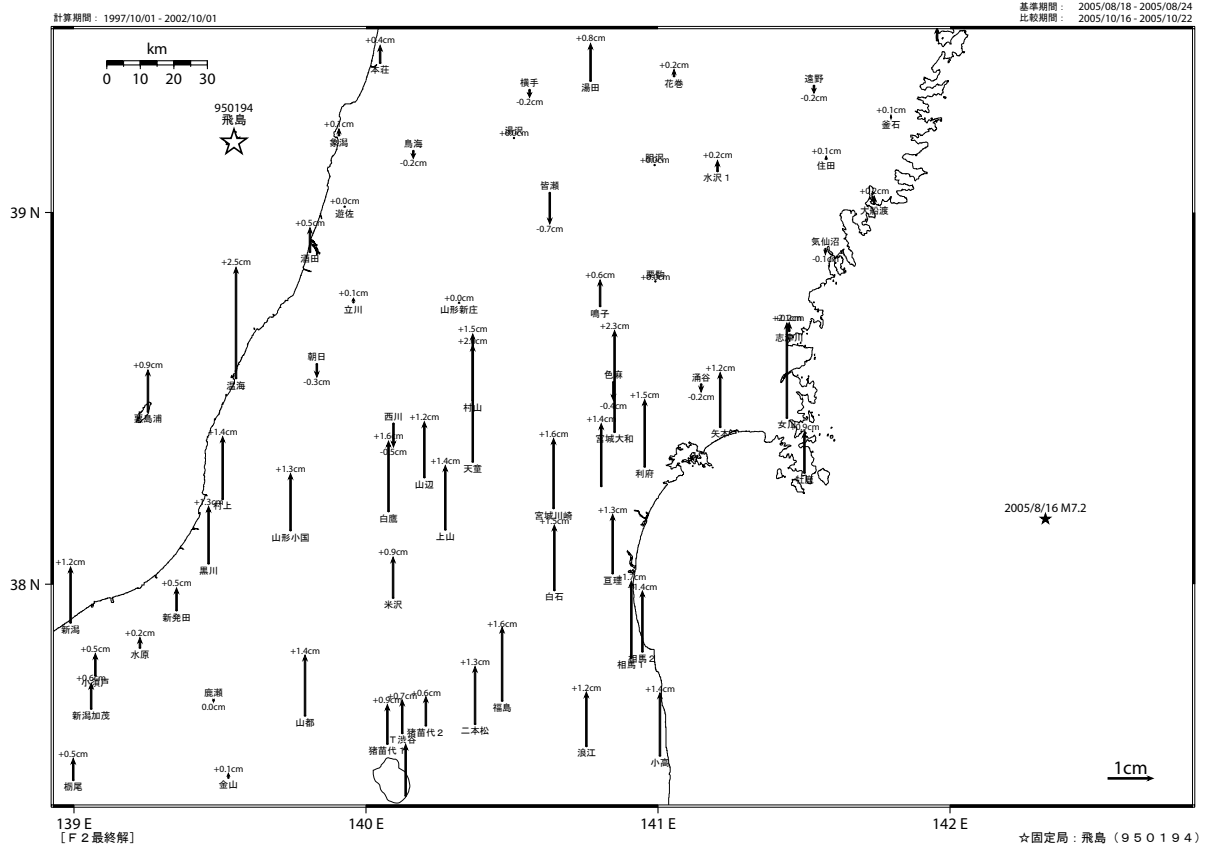


第1図 2005年8月16日の宮城県沖の地震(Mj=7.2)に伴う地殻変動(上段・水平変動)(下段・上下変動)
 Fig.1 Co-seismic crustal movement by the off-Miyagi earthquake of Aug. 16, 2004(Mj=7.2) (upper, horizontal)(lower, vertical)

2005年8月16日 宮城県沖の地震 地震後の水平変動



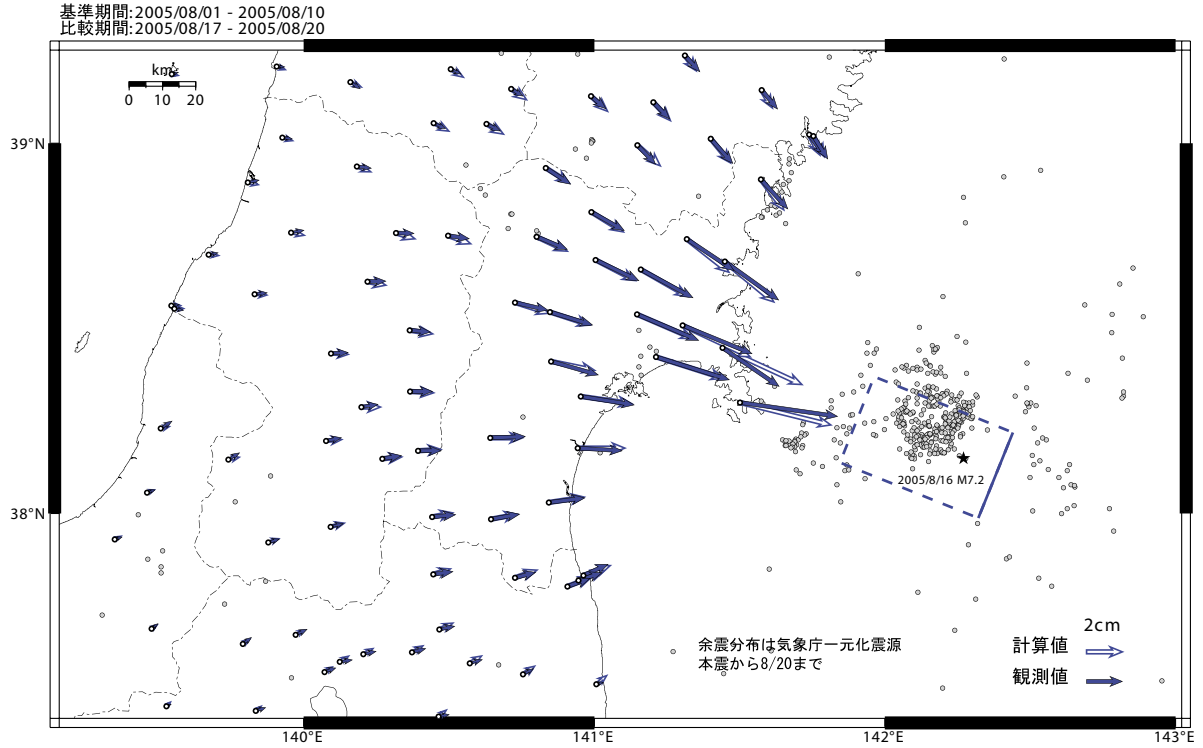
2005年8月16日 宮城県沖の地震 地震後の上下変動



第2図 2005年8月16日の宮城県沖の地震後の地殻変動（上段・水平変動）（下段・上下変動）

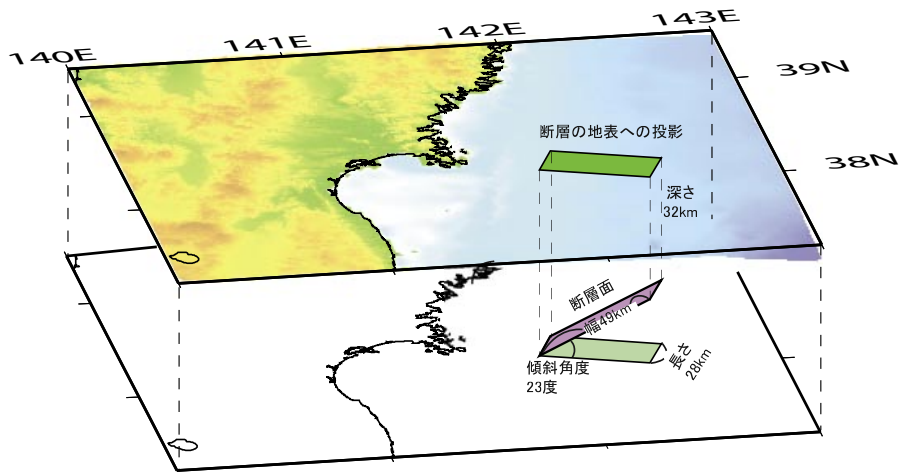
Fig.2 Post-seismic crustal movement after the off-Miyagi earthquake of Aug. 16, 2004(Mj=7.2) (upper, horizontal)(lower, vertical)

2005年8月16日宮城県沖の地震に伴う断層モデル（最終解）



緯度	経度	深さ	長さ	幅	走向角度	傾斜角度	すべり角度	すべり量	マグニチュード
Lat=38.22	Lon=142.44	D=31.5km	L=27.8km	W=48.9km	Strike=202deg	Dip=23deg	Rake=91 deg	Slip=1.47m	Mw=7.1

断層モデルの概念図



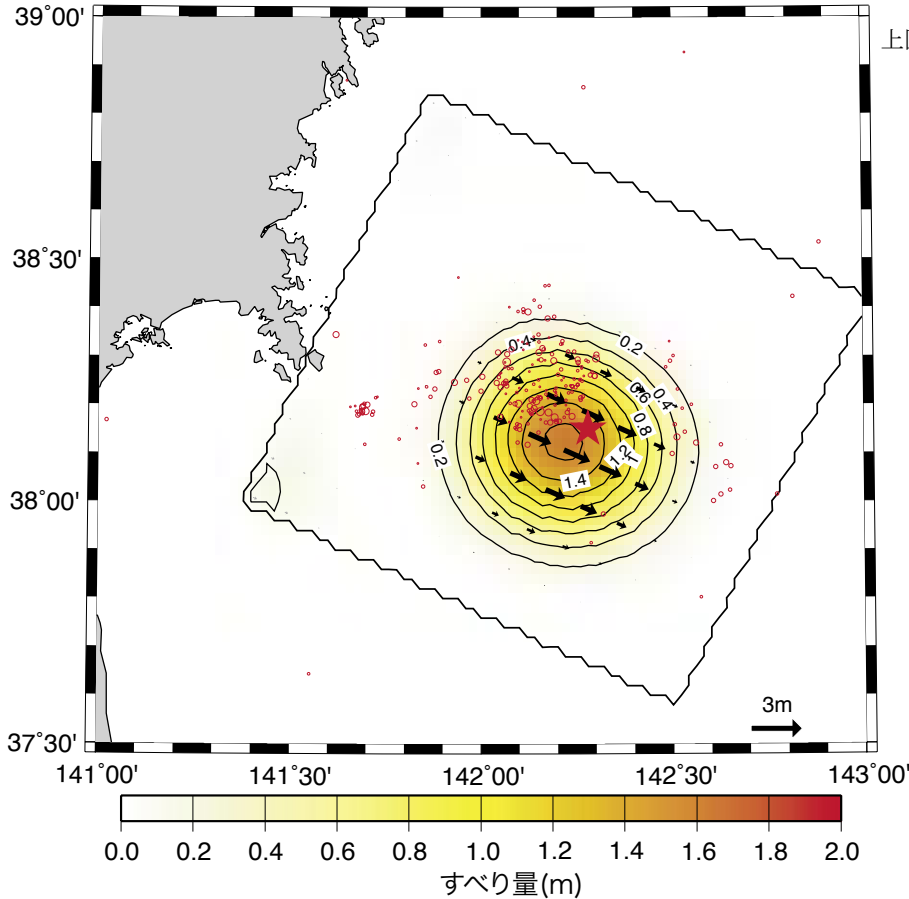
第3図 GEONET 地殻変動データ（最終解）による宮城県沖の地震の断層モデル

Fig.3 Fault model for Western off-Miyagi earthquake(mainshock) estimated by crustal deformation by GEONET observation data (F2 solution)

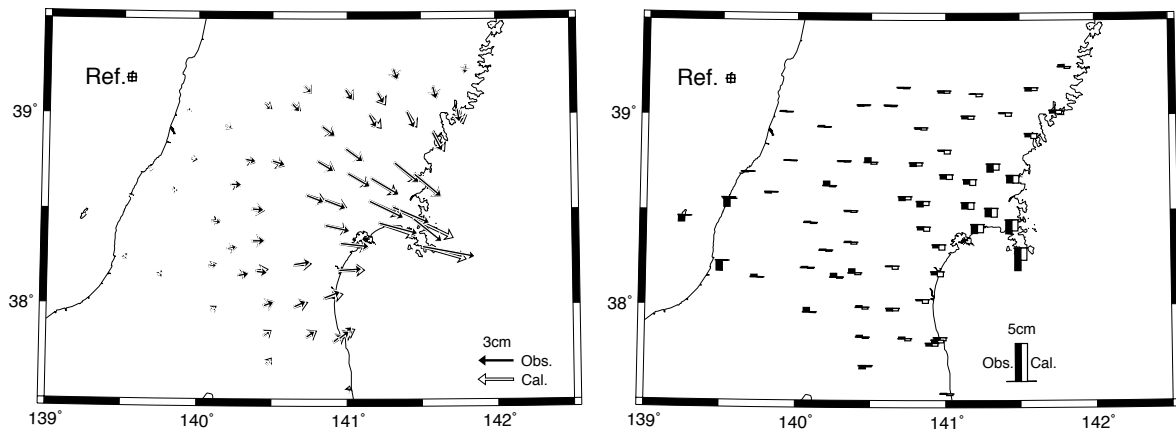
Yabuki and Matsu'ura(1992)の手法で推定した宮城県沖の地震(M7.2)のすべり分布

GEONETにより観測された宮城県沖の地震(8/16, M7.2)の地殻変動を用いて, Yabuki and Matsu'ura(1992)の手法でプレート境界面上のすべりの推定を行った. プレートの等深線形状は, Nishimura et al.(2004)のものを用い, 本震の震央で約30kmである. なお, GPS観測点は陸域に限られており, 沖合でのすべりの分解能が限られているため, すべり方向は, 純粋な逆断層であると仮定し, 非負条件(NNLS)でインバージョンを行った. 観測データは, GEONET速報解(R2)の8月6-15日の平均値と8月17-18日の平均値の差を用い, 牡鹿観測点(960550)と女川観測点(940036)の, ピラー傾斜の影響を補正した.

その結果, ほぼ震央の位置にすべりのピーク(1.7m)を持つ同心円状のすべりが推定された. 同心円状の分布は, すべりを滑らかにする拘束により決まっていると考えられ, 分布の詳細を議論するデータの分解能はないと考えられる. 剛性率40GPaを仮定するとモーメントマグニチュードは M_w 7.3となる.



上図 GPSデータより推定された宮城県沖の地震のすべり分布. 等値線間隔は0.2m. 星印は本震の震央, 赤丸は8月17日までに発生した余震分布(気象庁一元化震源)を示す. 外側の矩形領域がすべりを推定したモデル領域.



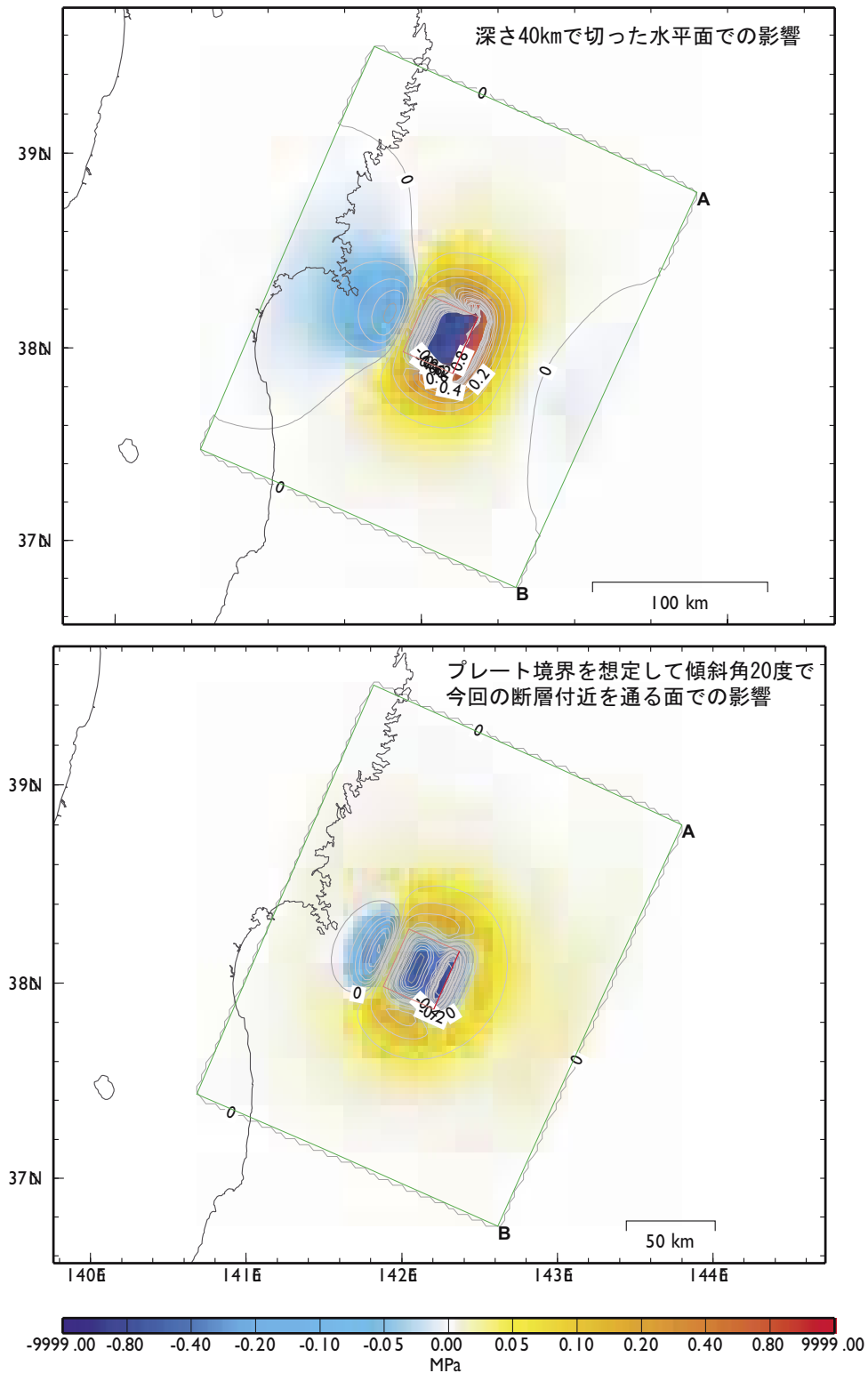
左図 水平変動の観測値と計算値の比較. ベクトルは, 飛島(950194)固定. 観測データは, 8月6-15日と8月17-18日の差.

右図 上下変動の観測値と計算値の比較. 後は左図と同じ.

第4図 矢吹・松浦の手法により推定した2005年8月16日の宮城県沖地震の滑り分布

Fig.4 Slip on the plate boundary by off-Miyagi earthquake of August 16, 2005, estimated by Yabuki & Matsu'ura method

CFF Change Distribution



原因側断層モデル：8/17地震調査委員会臨時会提出の地理院断層モデル

Lon=142.370, Lat.=38.160, D=41.1, L=35.6, W=33.6, Strike=205, Dip=22, Rake=86, Slip=1.95

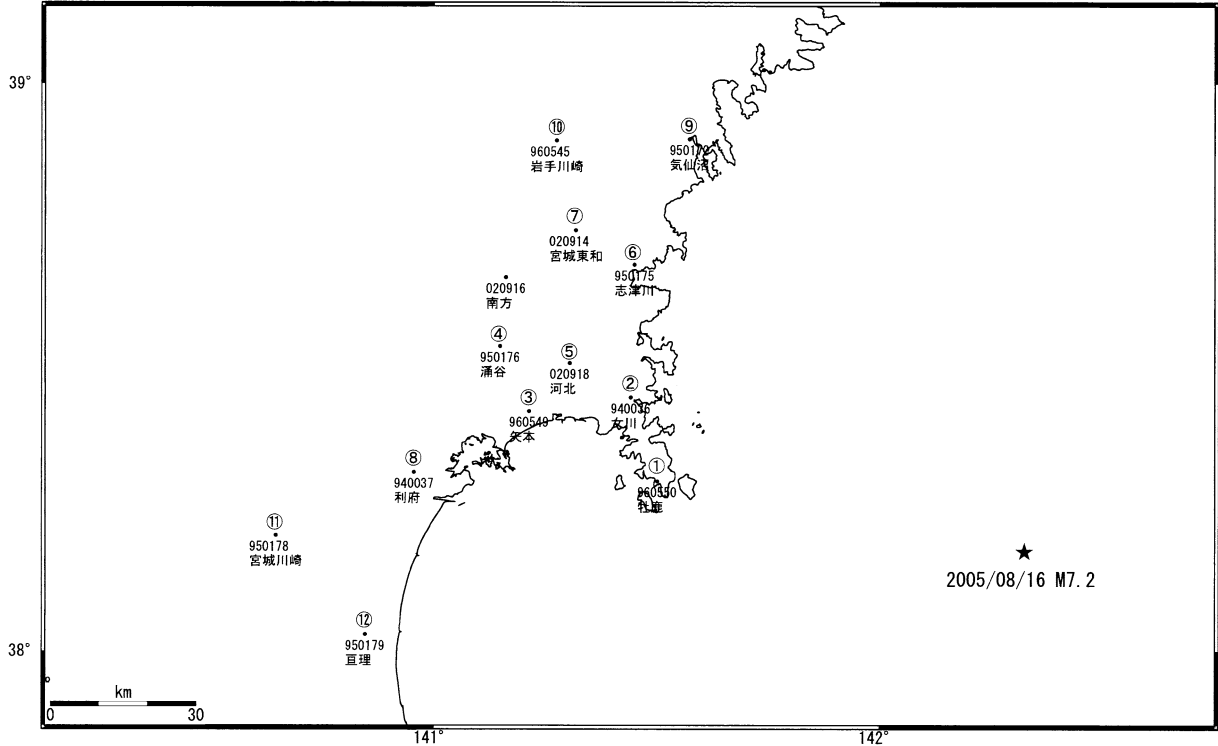
受け手側断層モデル：Yamanaka & Kikuchi (2004)による1978宮城県沖地震断層モデル

Lon=142.167, Lat.=38.150, D=40.0, Strike=200, Dip=20, Rake=95,

第5図 2005年8月16日の宮城県沖の地震が「想定宮城県沖地震」の想定震源域に与える影響 (Δ CFF)

Fig.5 Coulomb Failure Function from off-Miyagi earthquake on August 16, 2005 to the estimated seismogenic fault zone of “expected off- Miyagi earthquake”

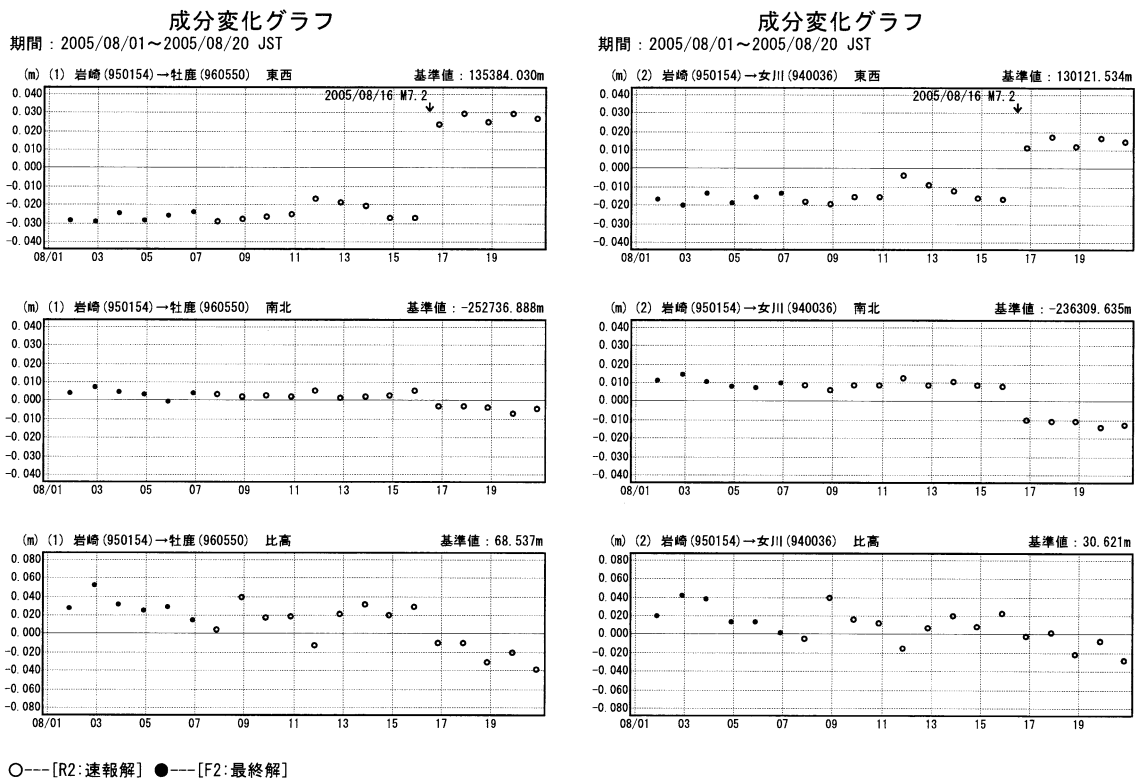
2005年8月16日 宮城県沖の地震 (Mj 7.2) GPS連続観測基線図



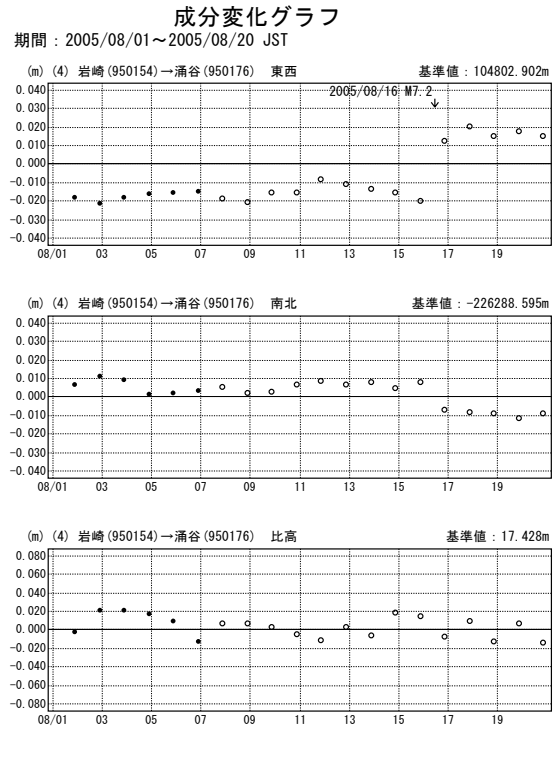
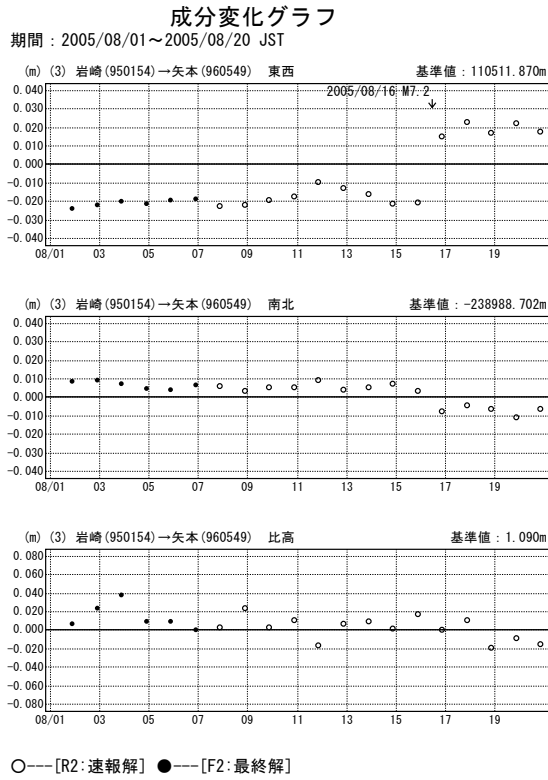
基線は、青森県 岩崎 (950154) 観測点を固定として放射状に設定

第6図 速報解および最終解による2005年8月16日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺のGPS連続観測結果(配点図)

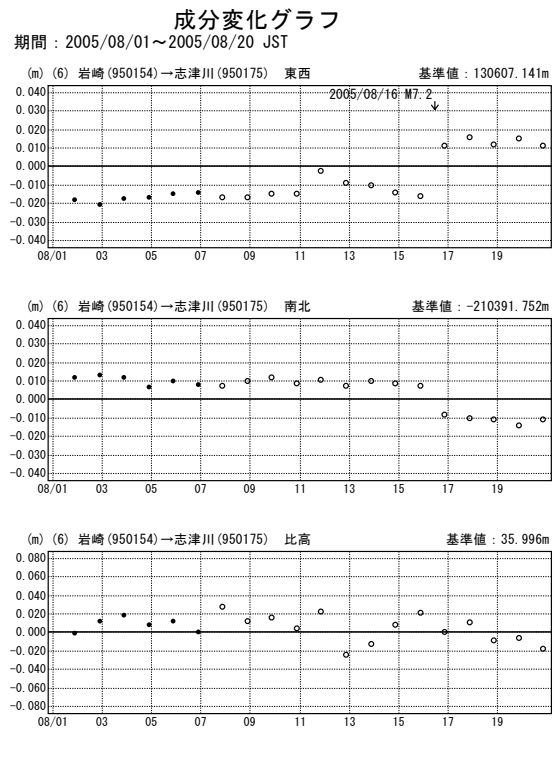
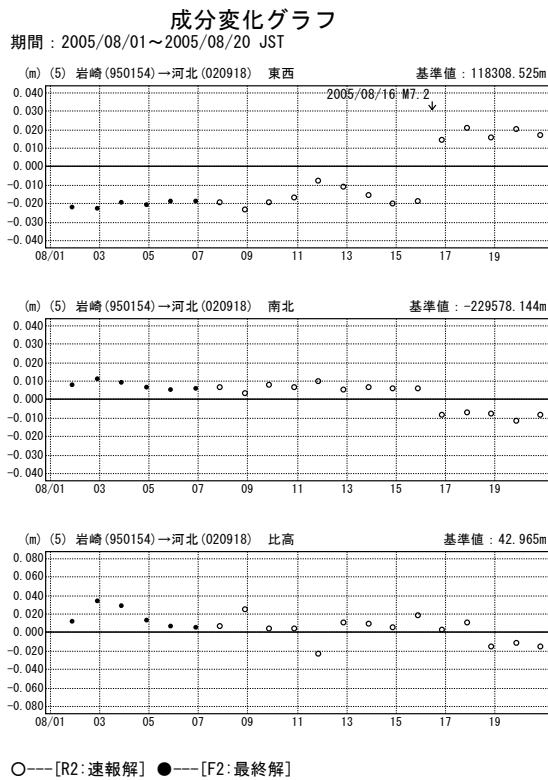
Fig.6 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)(site map)



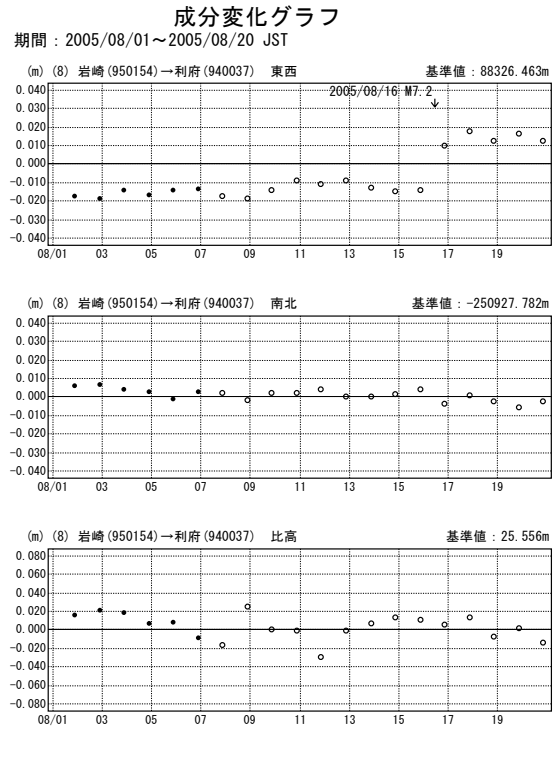
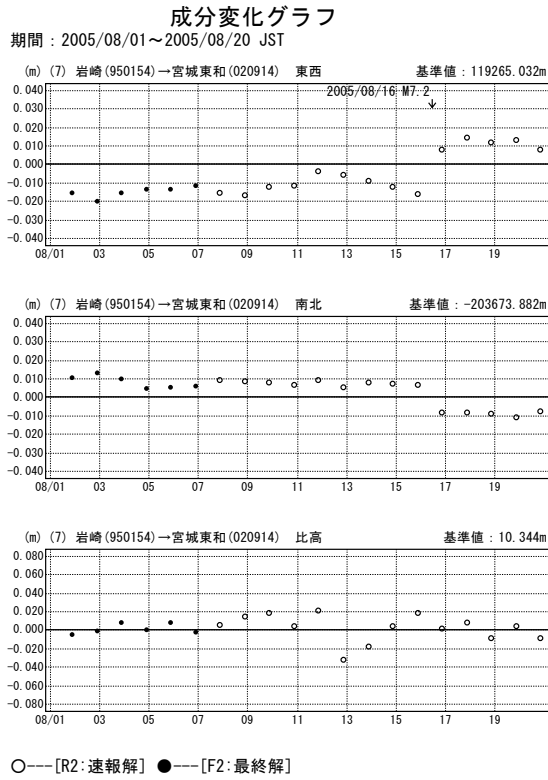
第7図 速報解および最終解による2005年8月16日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺のGPS連続観測結果
Fig.7 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



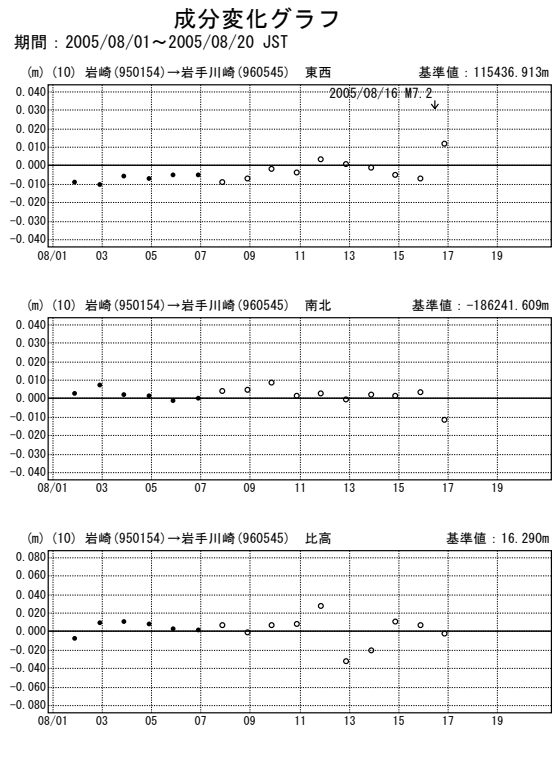
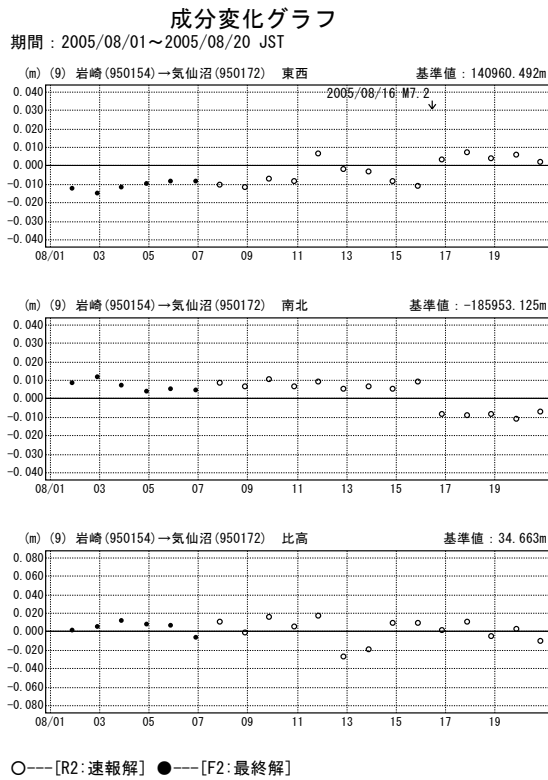
第 8 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.8 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



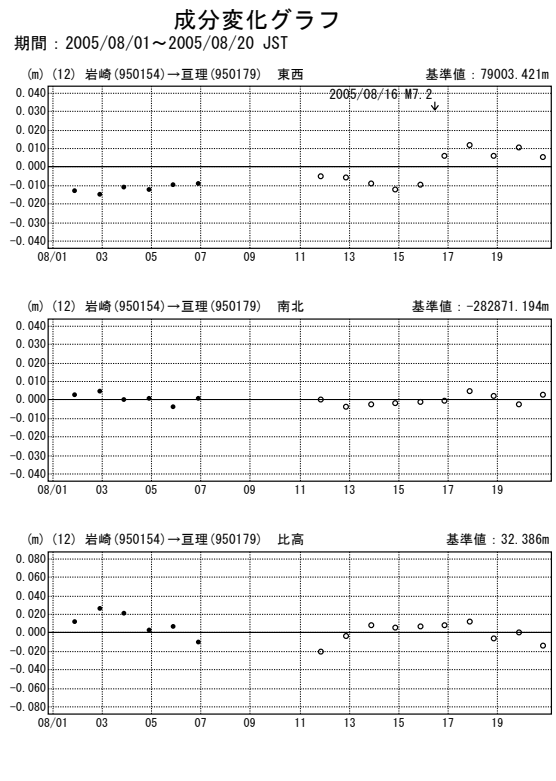
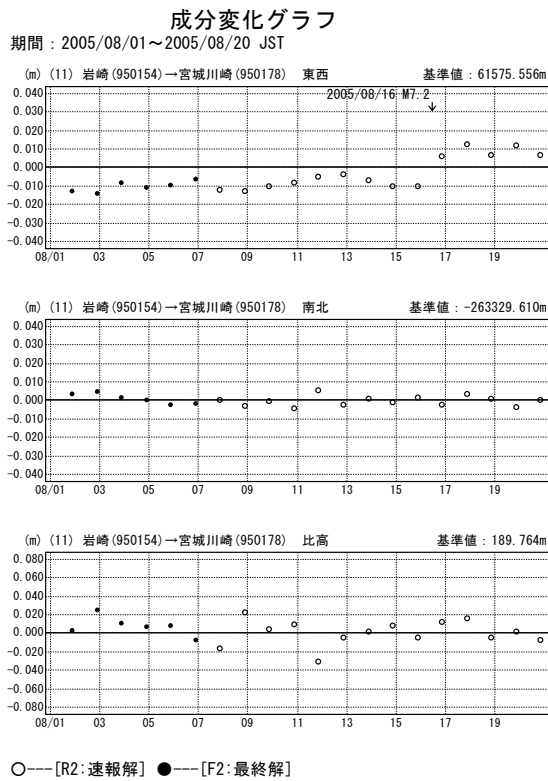
第 9 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.9 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



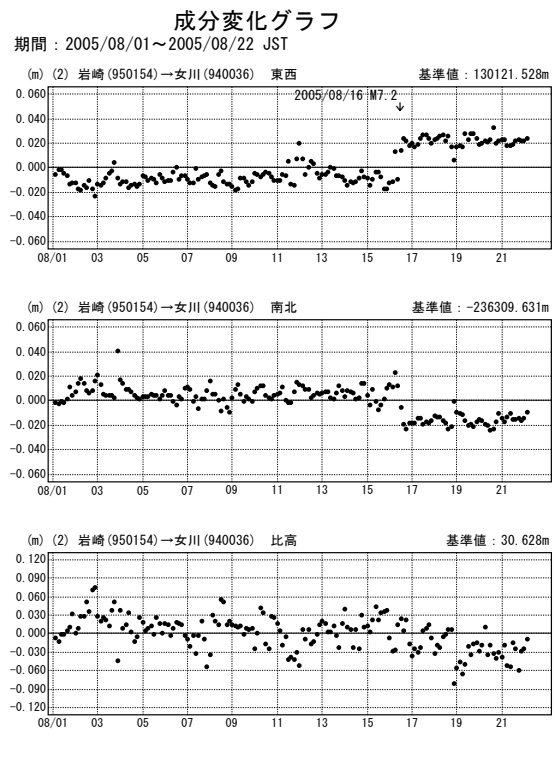
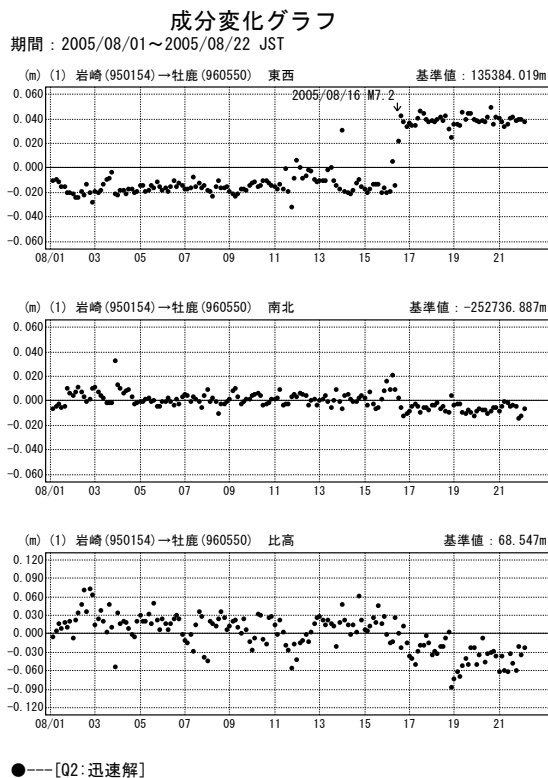
第 10 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.10 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



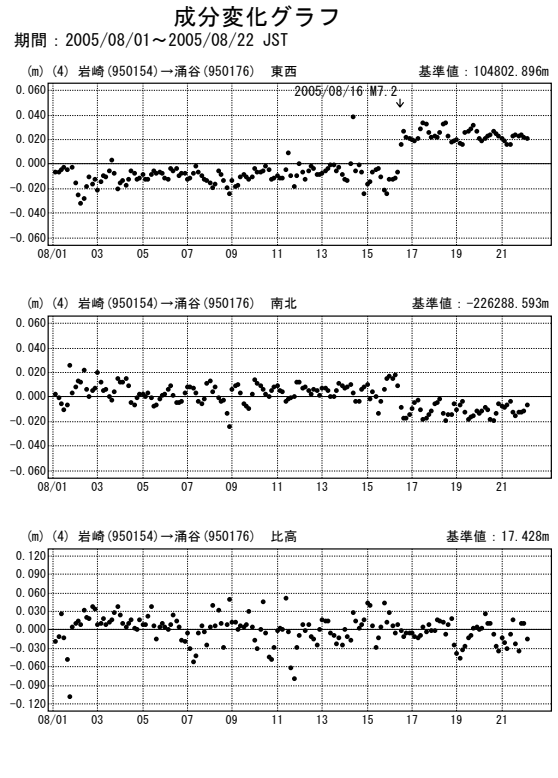
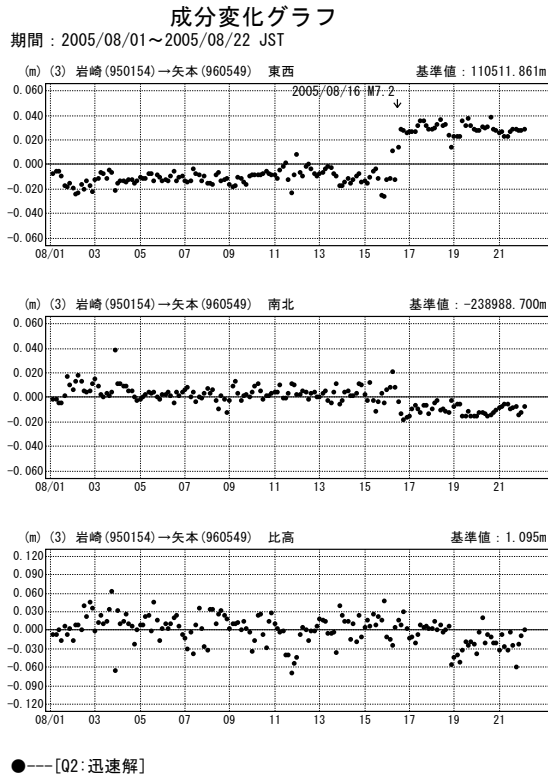
第 11 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.11 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



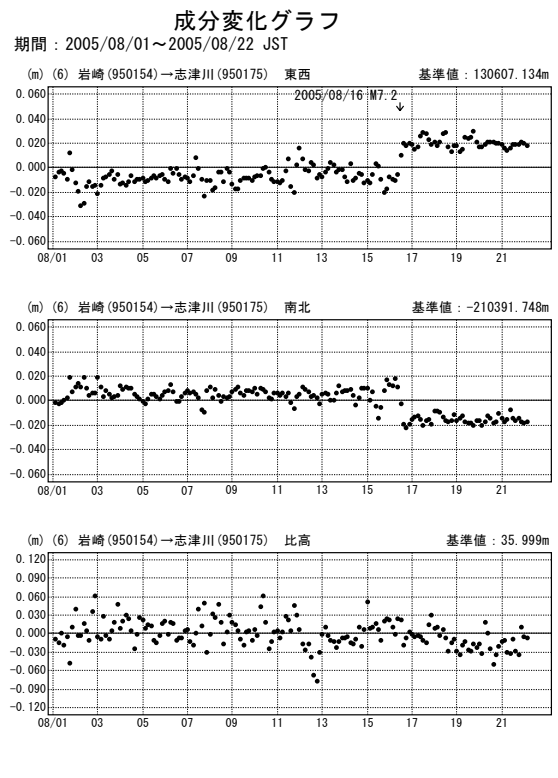
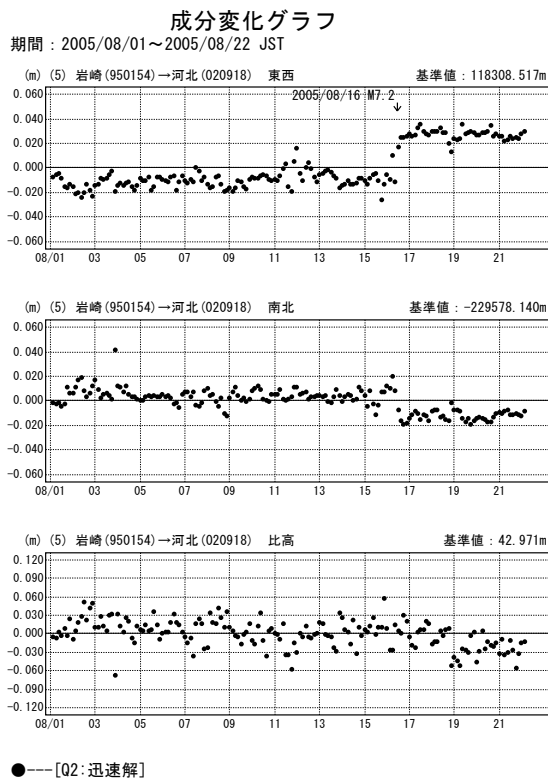
第 12 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
 Fig.12 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



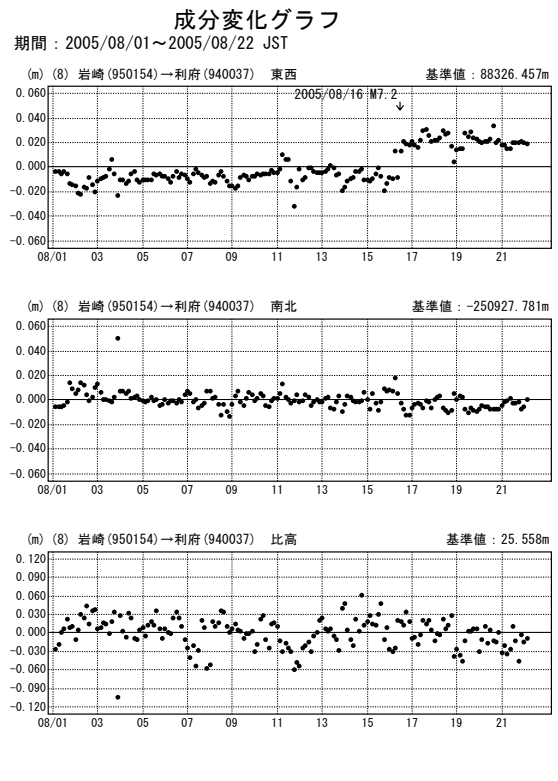
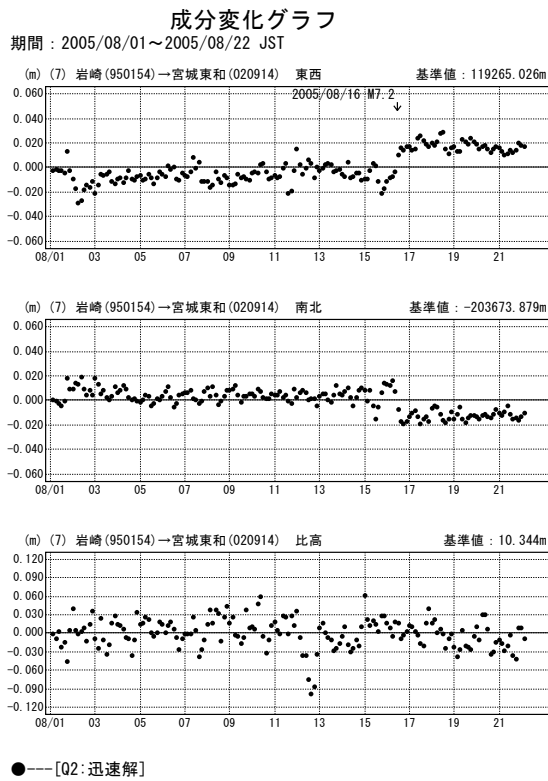
第 13 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
 Fig.13 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



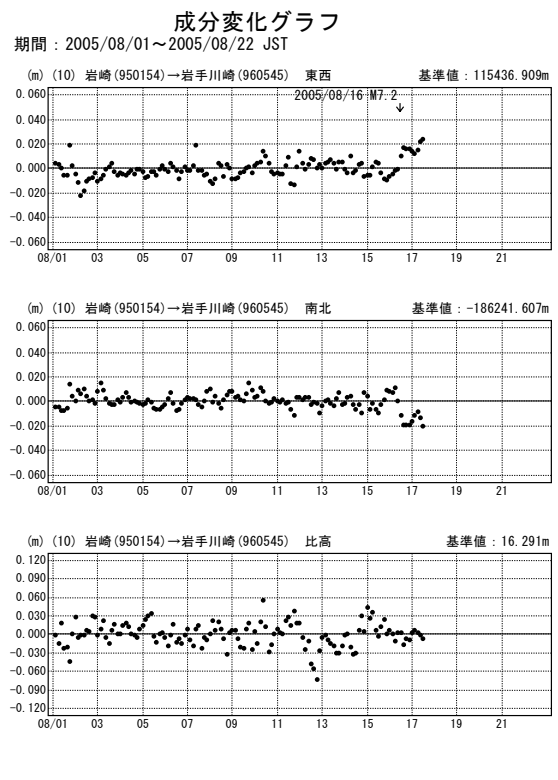
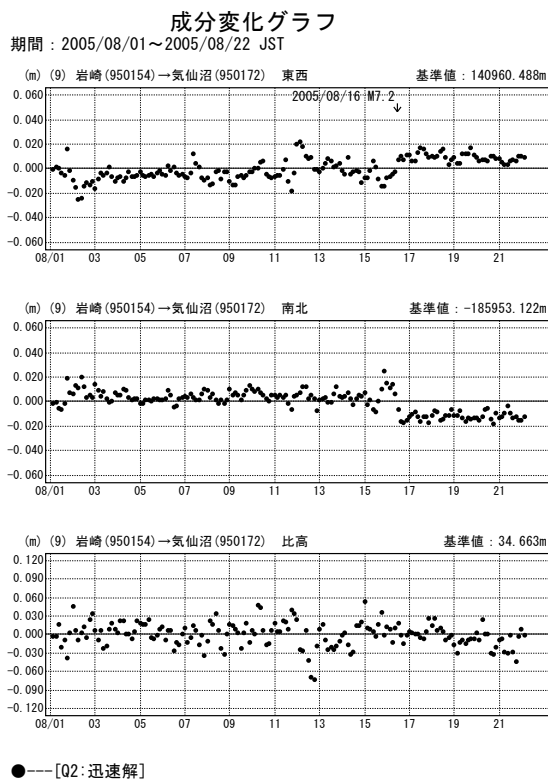
第 14 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.14 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



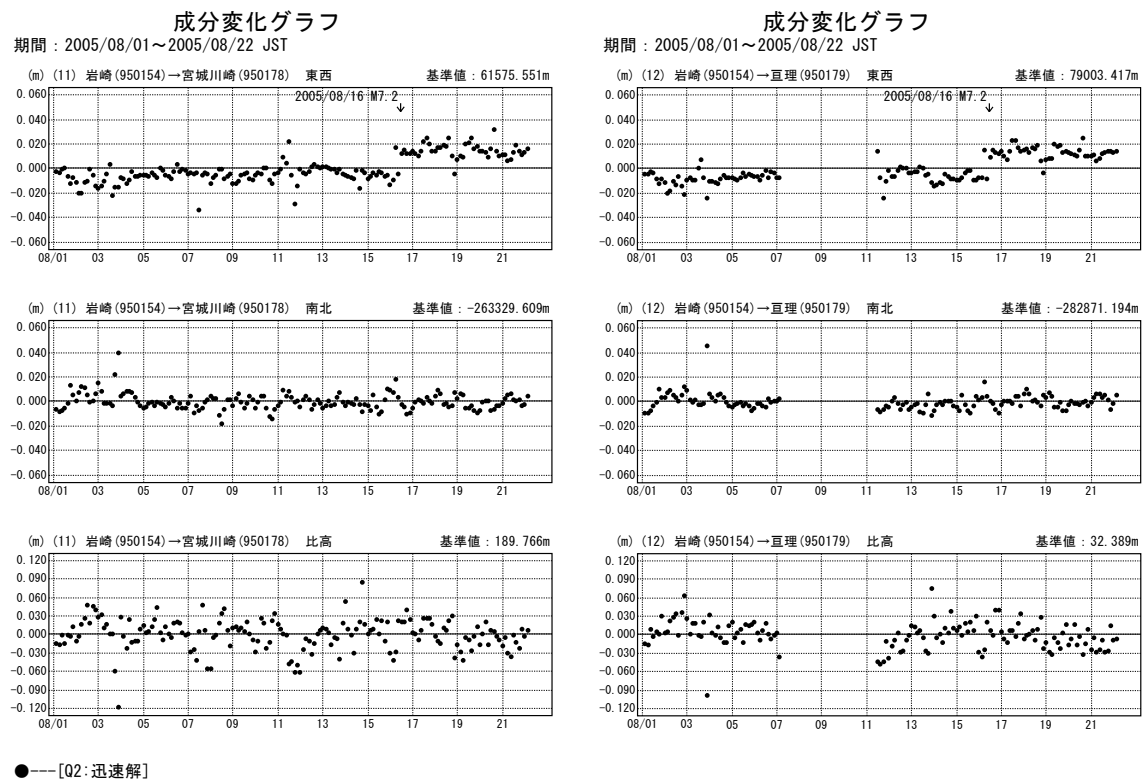
第 15 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.15 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



第 16 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
 Fig.16 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

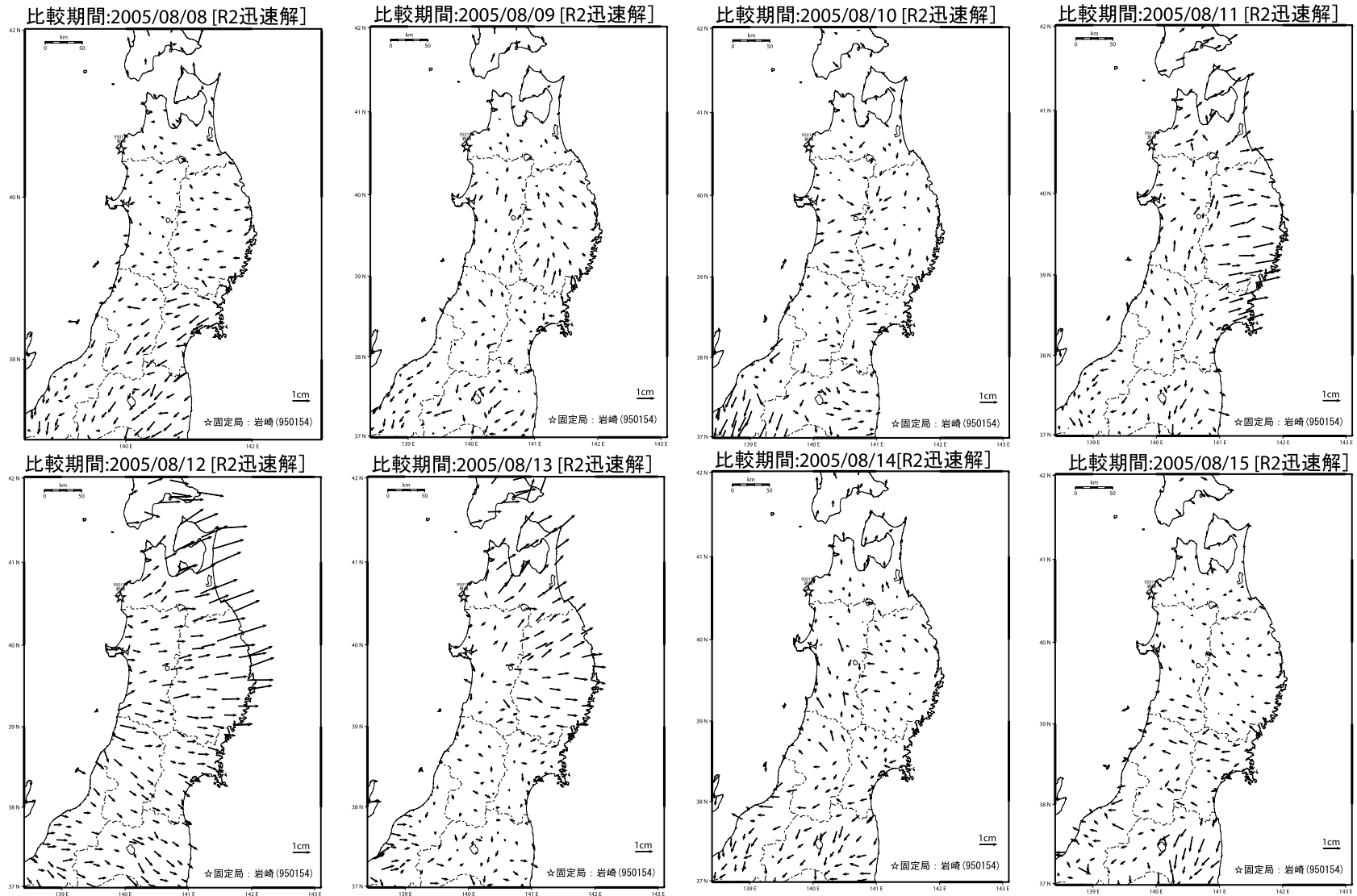


第 17 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
 Fig.17 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)



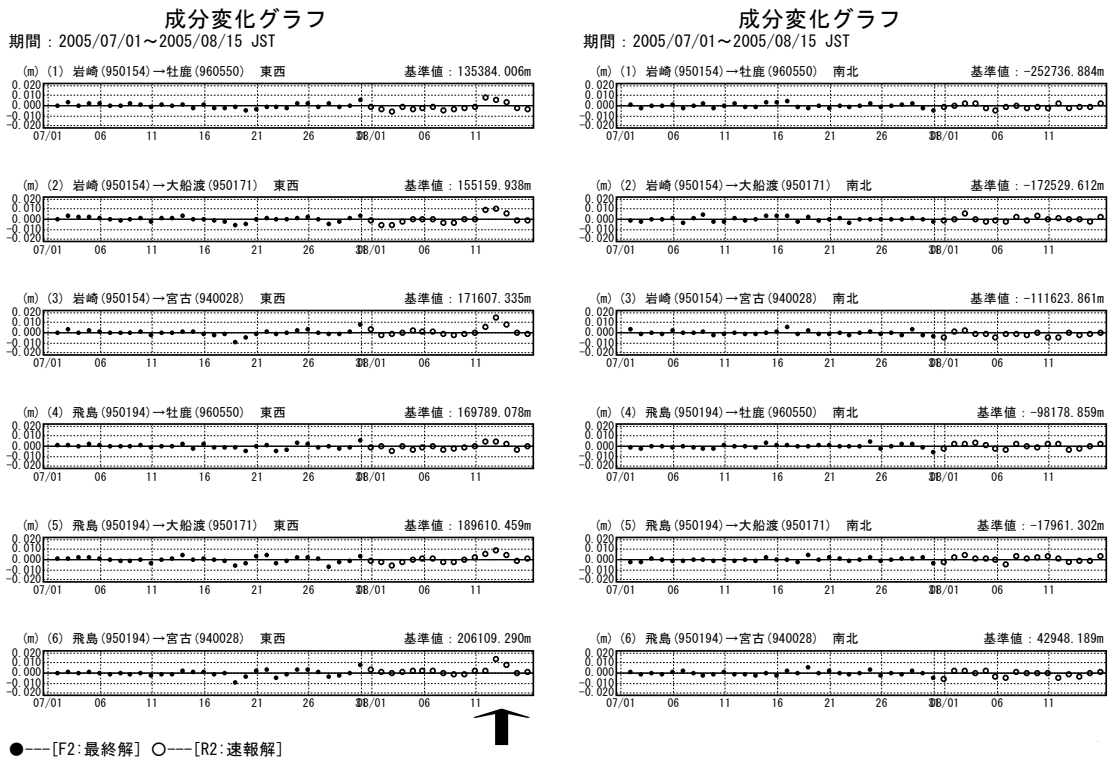
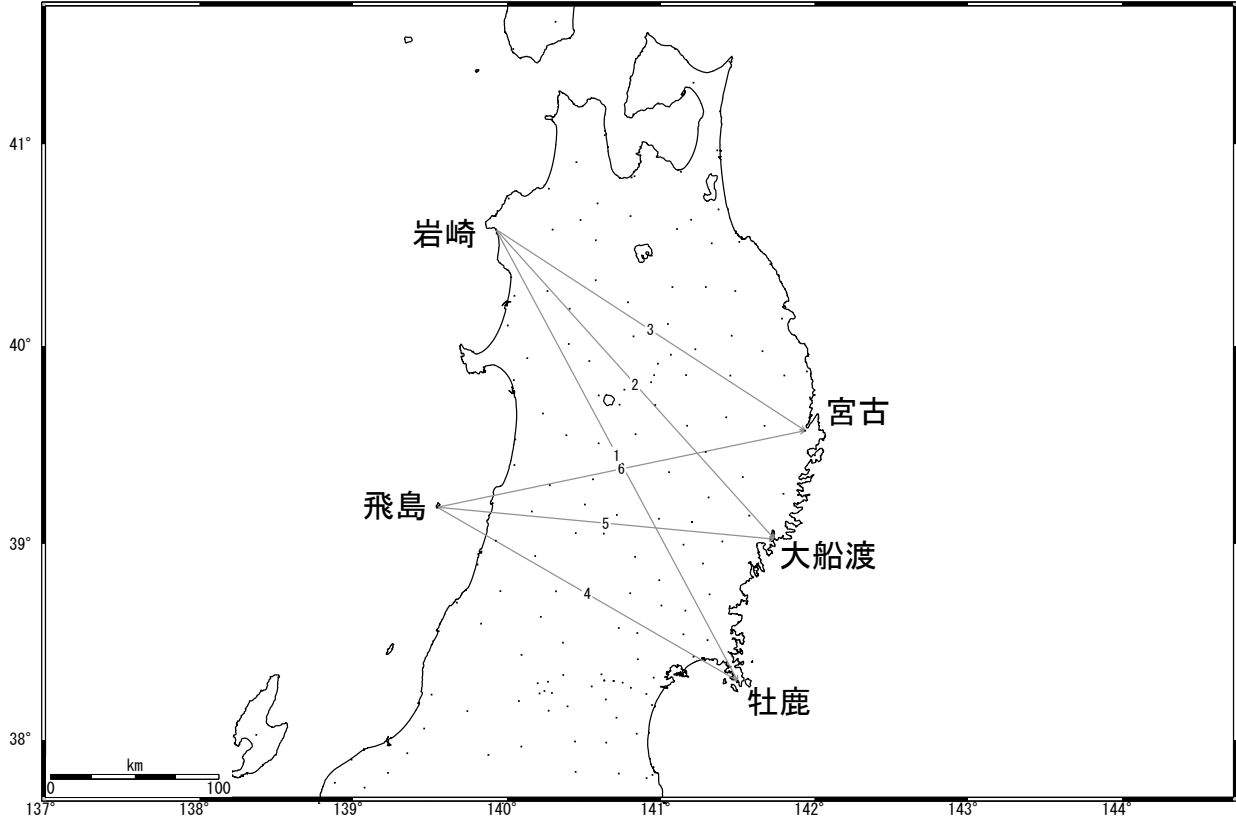
第 18 図 速報解および最終解による 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖地震の前後における宮城県周辺の GPS 連続観測結果
Fig.18 F2 and R2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi prefecture before and after the off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

1日毎の水平変動（基準期間：2005/07/01-10[F2最終解, 平均値]）



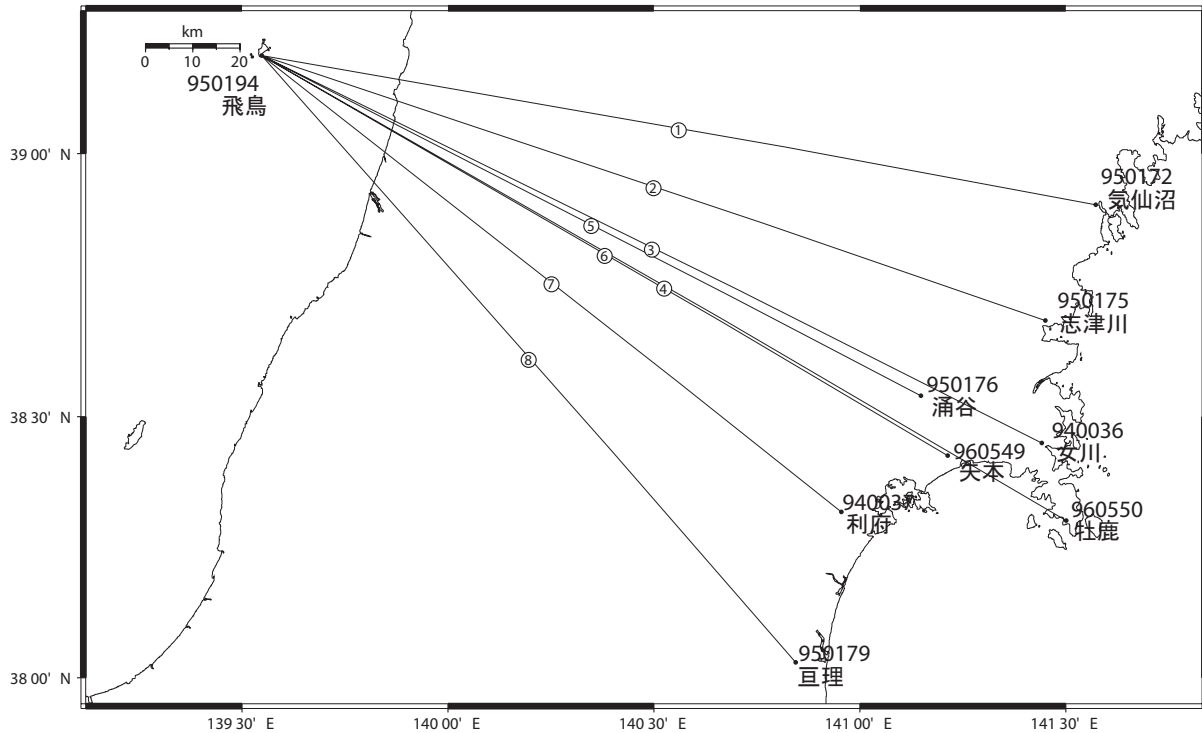
第 19 図 2005 年 8 月の東北地方における水平変動に見られる擾乱
 Fig.19 Turbulence of the horizontal position seen in the GEONET R2 solution in August 2005

2005年8月11日～13日 基線の東西成分の擾乱



第 20 図 2005 年 8 月の東北地方における水平変動に見られる擾乱
Fig.20 Turbulence of the horizontal position seen in the GEONET R2 solution in August 2005

2005年8月16日 宮城県沖の地震 (Mj 7.2) GPS 連続観測基線図



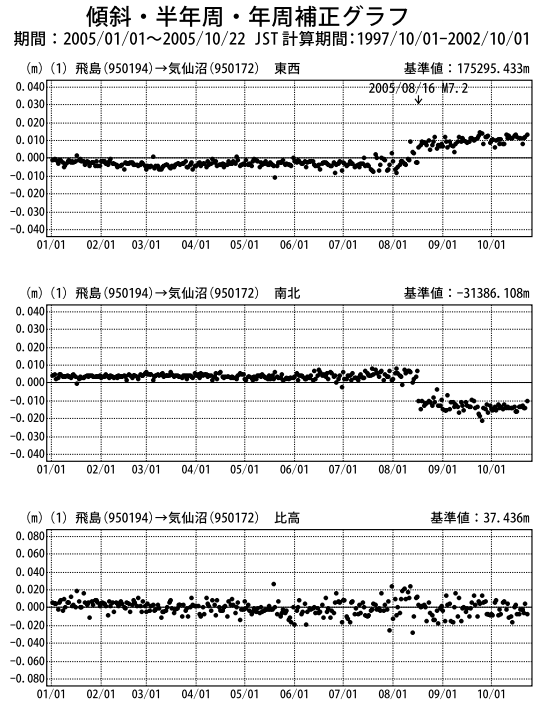
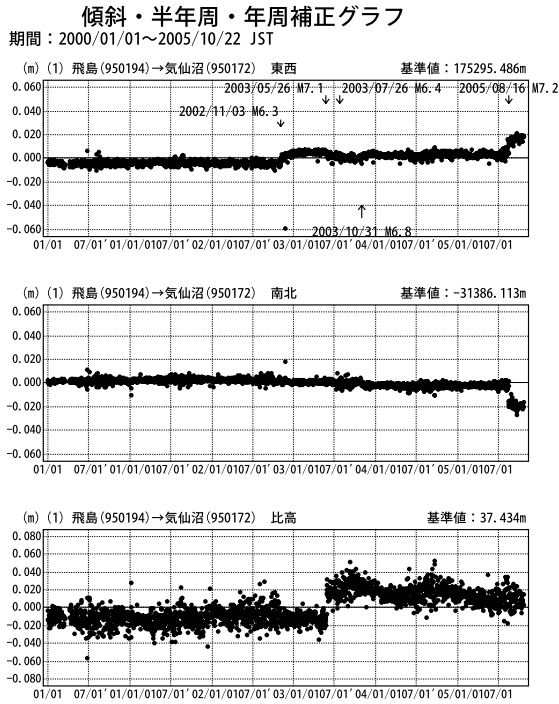
基線は、山形県 飛鳥 (950194) 観測点を固定として放射状に設定

宮城県沖の地震 (Mj 7.2) 各観測局情報

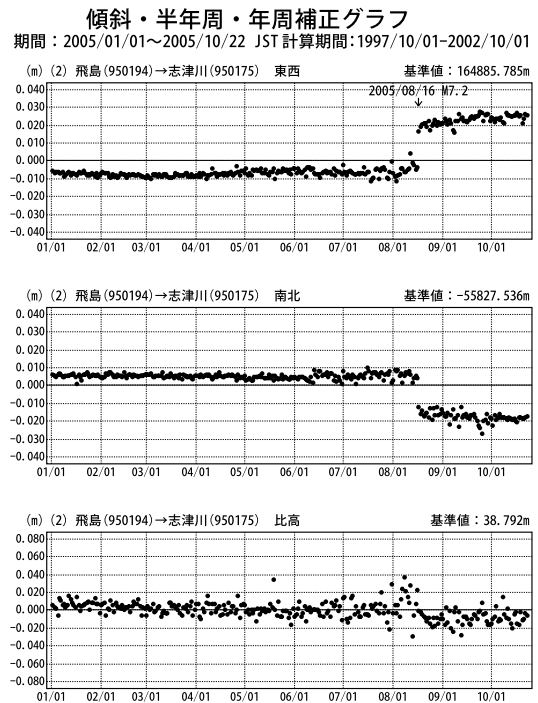
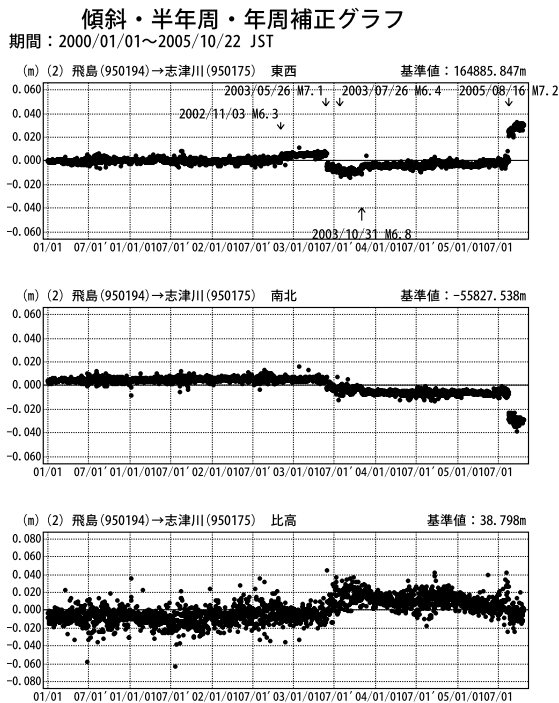
点番号	点名	アンテナ交換	
950194	飛鳥		2003/06/09
950172	気仙沼		2002/12/12
950175	志津川		2003/07/17
950176	涌谷		2003/07/17
940036	女川	2001/11/28	2002/12/18
960549	矢本		2002/12/16
960550	牡鹿		2002/12/16
940037	利府		2002/12/13
950179	亶理		2003/07/23

※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21図 GEONET最終解による宮城県沖の地震発生前後の宮城県周辺における長期間のGPS連続観測結果(基線図)
Fig.21 Long term time series of GEONET F2 solution results of continuous GPS measurements around Miyagi Prefecture(baseline map).

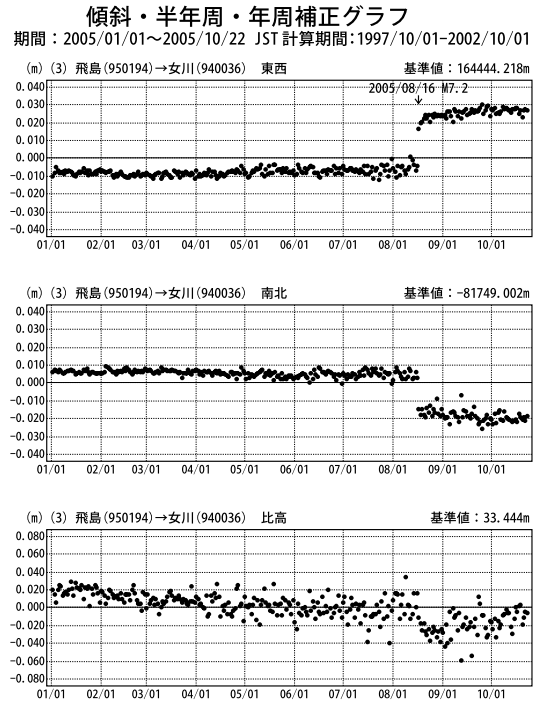
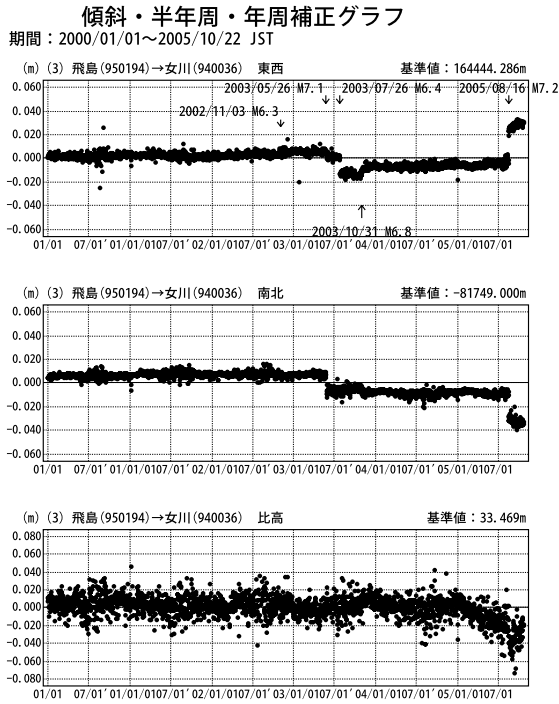


● ---[F2:最終解]

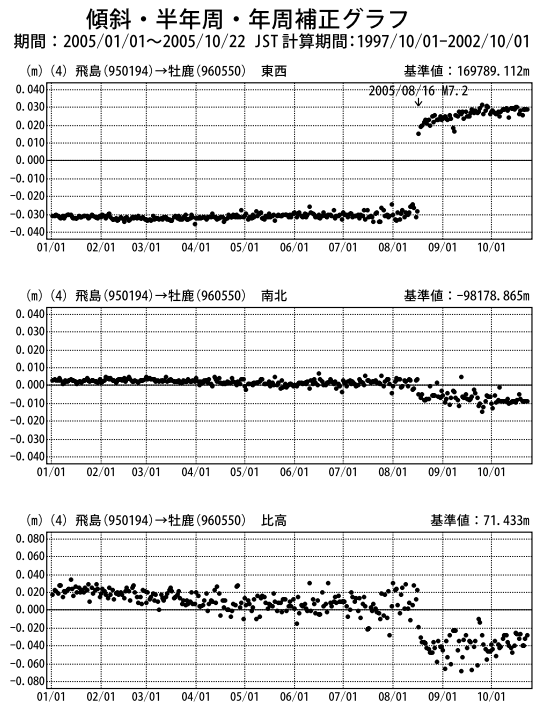
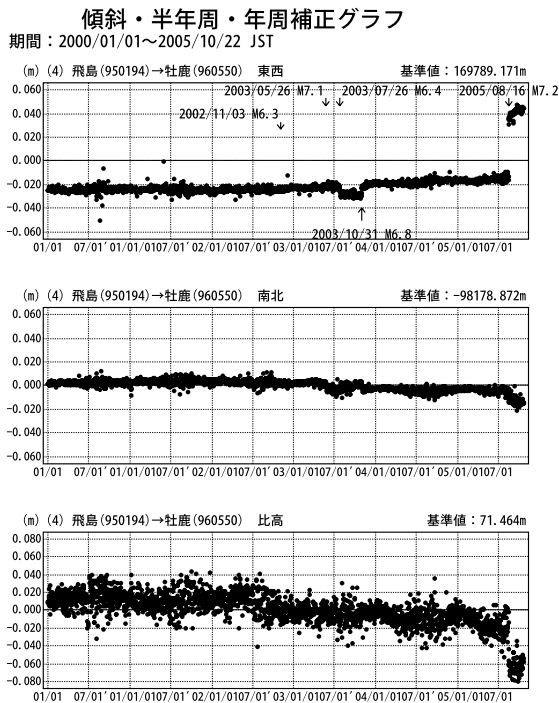


● ---[F2:最終解]

第 22 図 GEONET 最終解による宮城県沖の地震発生前後の宮城県周辺における長期間の GPS 連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去、固定点飛島）
 Fig.22 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)

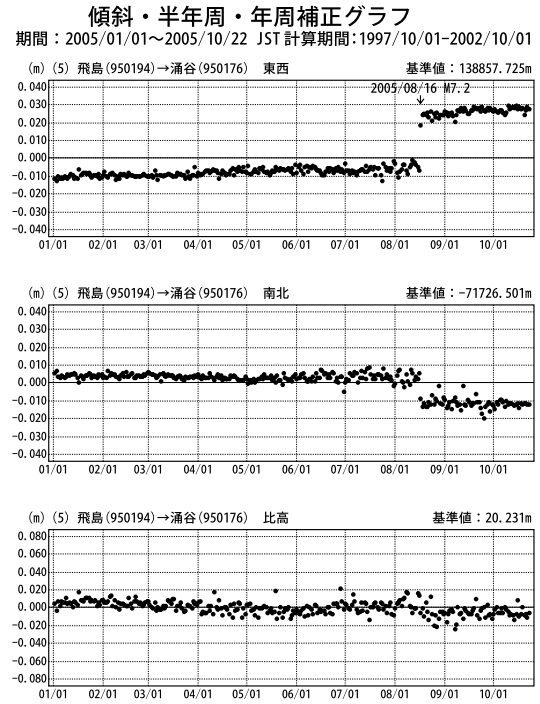
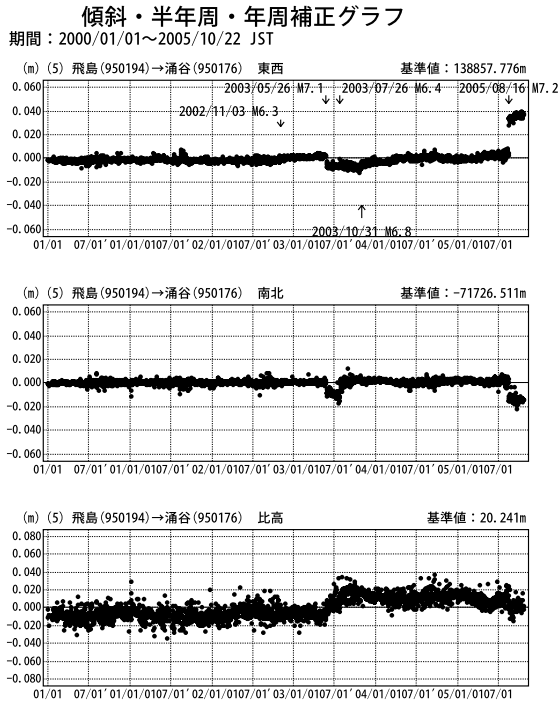


● ---[F2:最終解]

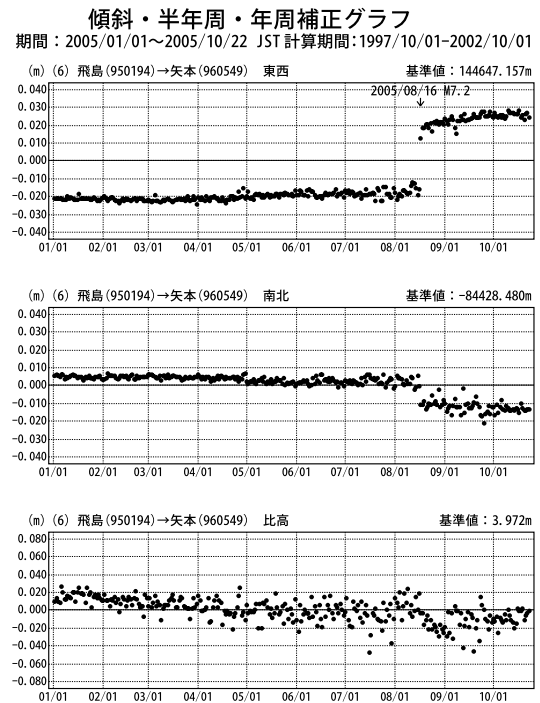
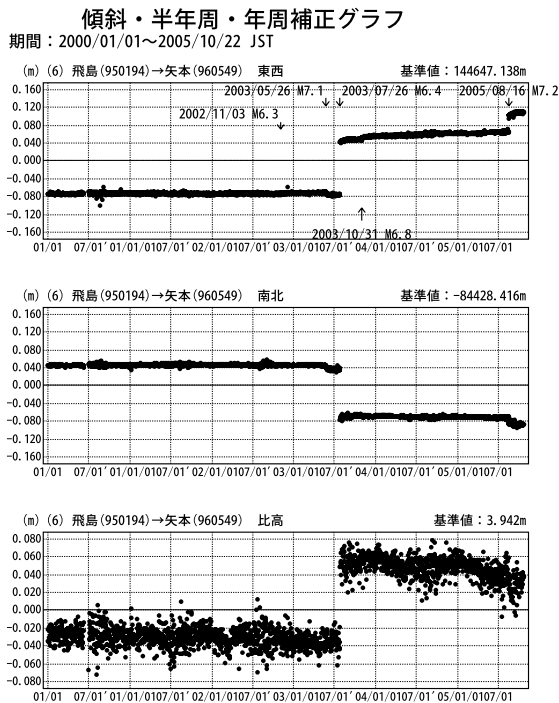


● ---[F2:最終解]

第 23 図 GEONET 最終解による宮城県沖の地震発生前後の宮城県周辺における長期間の GPS 連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去、固定点飛島）
 Fig.23 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)

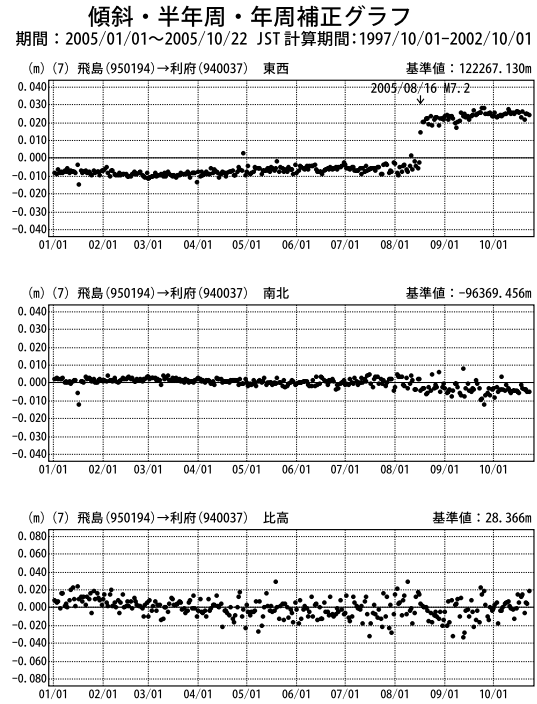
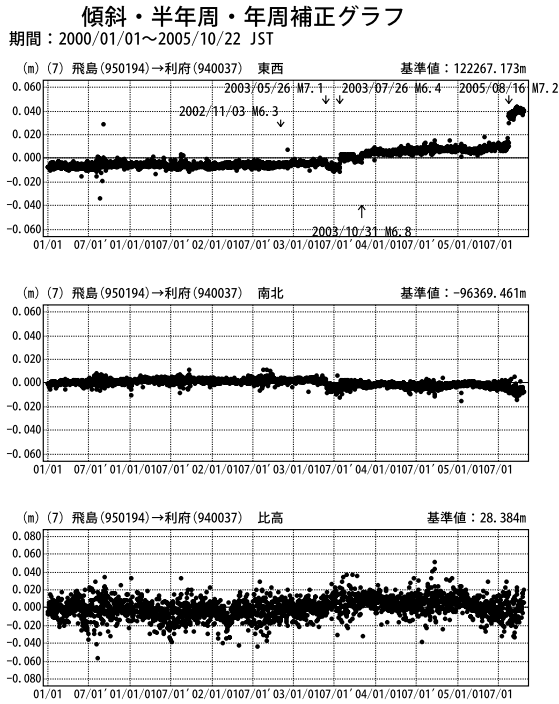


● ---[F2:最終解]

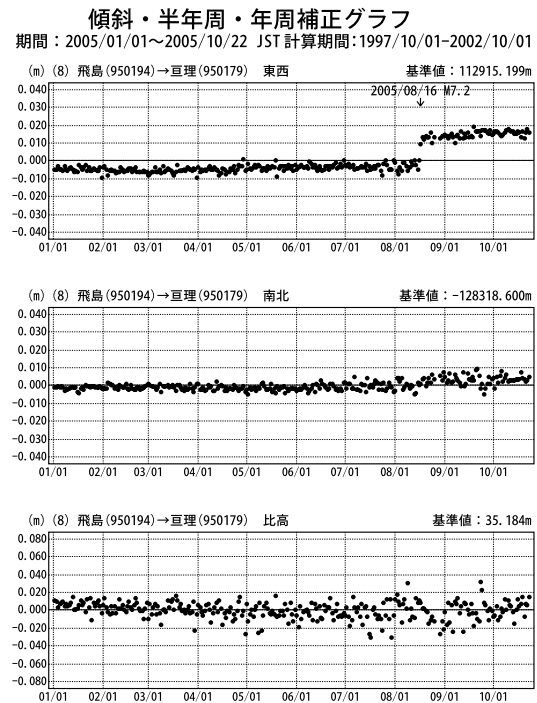
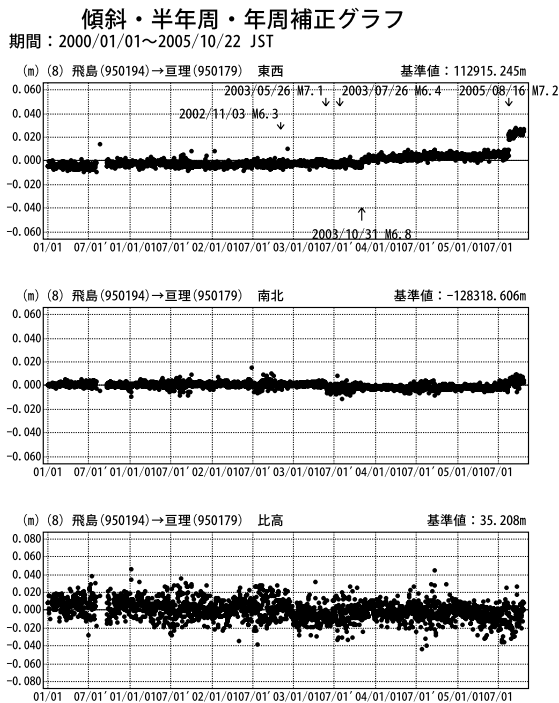


● ---[F2:最終解]

第 24 図 GEONET 最終解による宮城県沖の地震発生前後の宮城県周辺における長期間の GPS 連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去、固定点飛島）
 Fig.24 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)

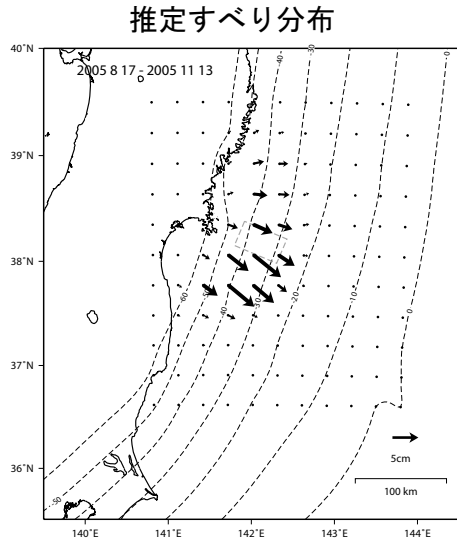


● ---[F2:最終解]

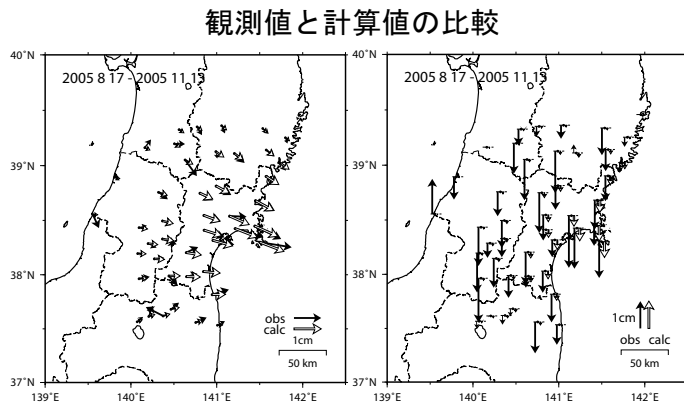


● ---[F2:最終解]

第 25 図 GEONET 最終解による宮城県沖の地震発生前後の宮城県周辺における長期間の GPS 連続観測結果（トレンド・年周・半年周除去、固定点飛島）
 Fig.25 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)

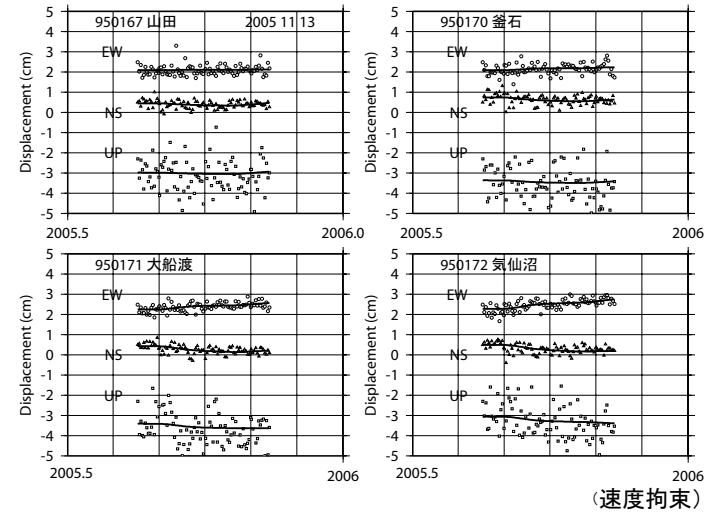
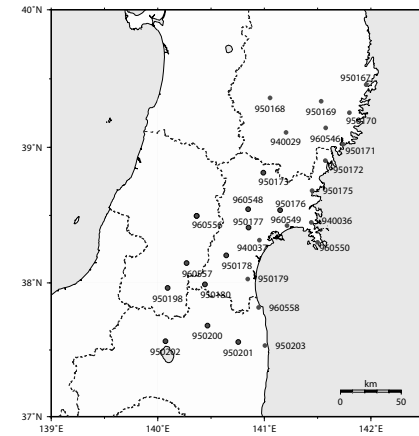


第 26 上図 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震以降の累積の推定滑り分布
Fig.26Upper Estimated slip on the plate boundary after the off-Miyagi earthquake on Aug. 16, 2005



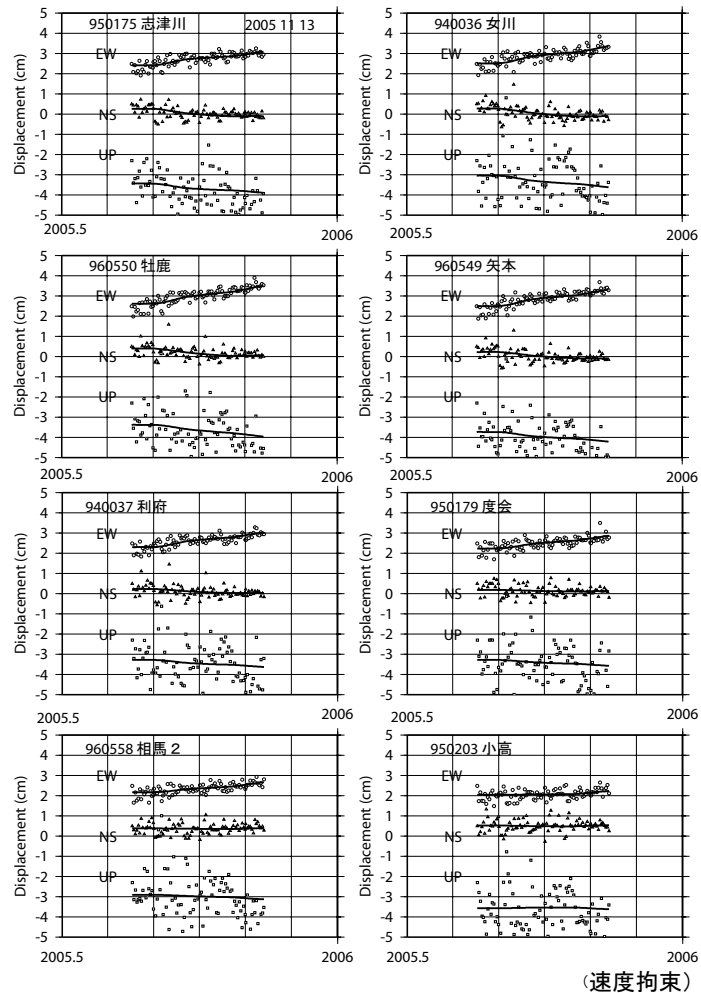
第 26 下図 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の余効変動観測値と推定されたプレート間滑りからの計算値の比較
Fig.26lower Comparison of observed post-seismic crustal deformation and calculated values from estimated slip on plate boundary after Off-Miyagi earthquake(Aug.16 2005)

観測値と計算値の比較 (1)



第 27 図 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震以降の観測された余効変動とモデルによる計算値とを比較した時系列
Fig.27 Time series of observed crustal movement compared with the estimated Movement by the post-seismic slip model after the Off-Miyagi earthquake(Aug.16,2005)

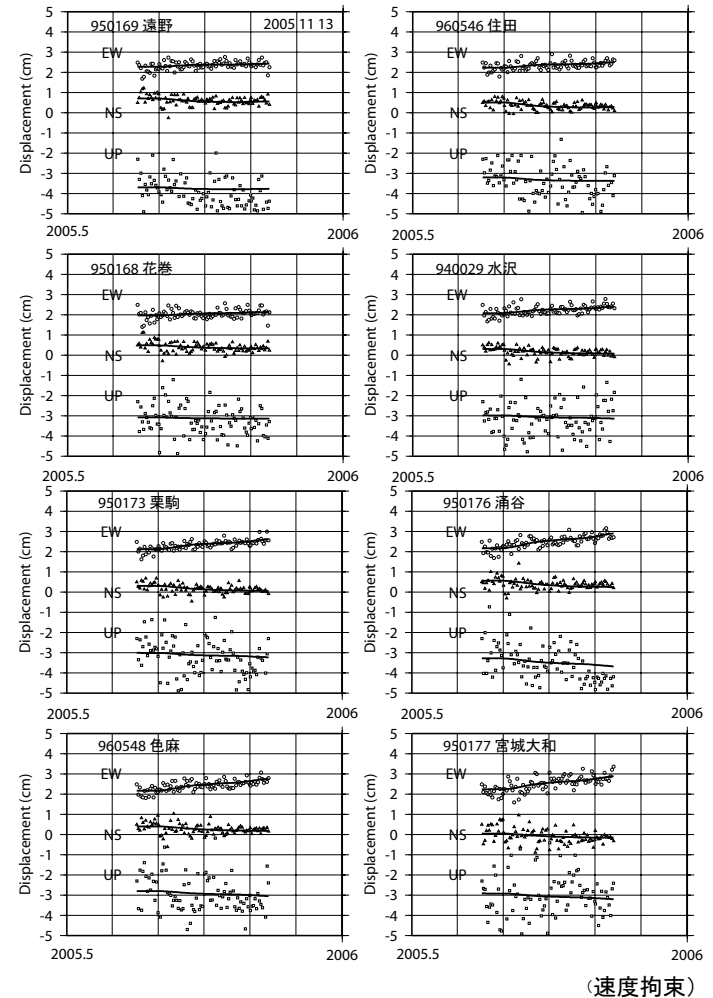
観測値と計算値の比較 (2)



第 28 図 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震以降の観測された余効変動とモデルによる計算値とを比較した時系列

Fig.28 Time series of observed crustal movement compared with the estimated Movement by the post-seismic slip model after the Off-Miyagi earthquake(Aug.16,2005)

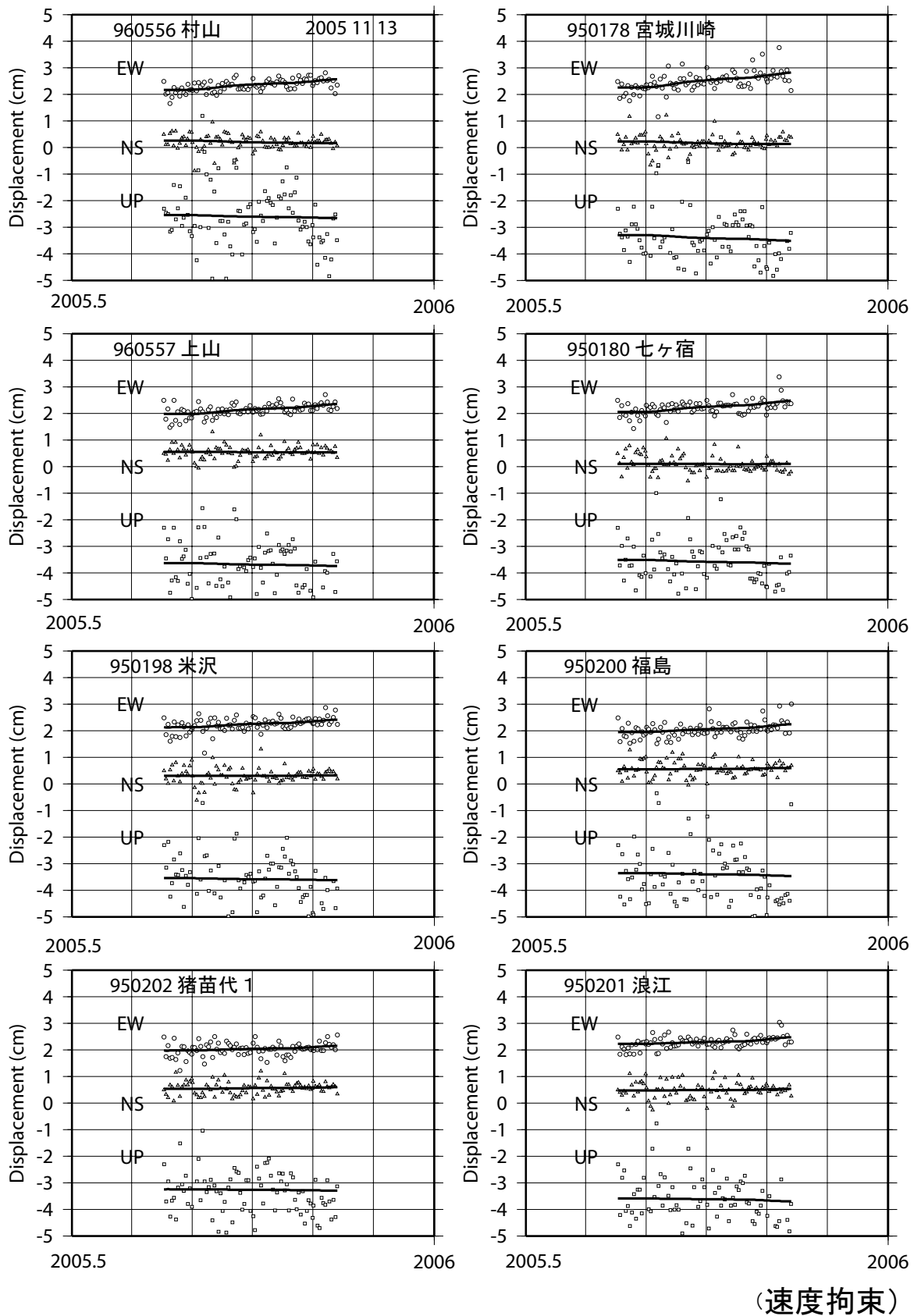
観測値と計算値の比較 (3)



第 29 図 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震以降の観測された余効変動とモデルによる計算値とを比較した時系列

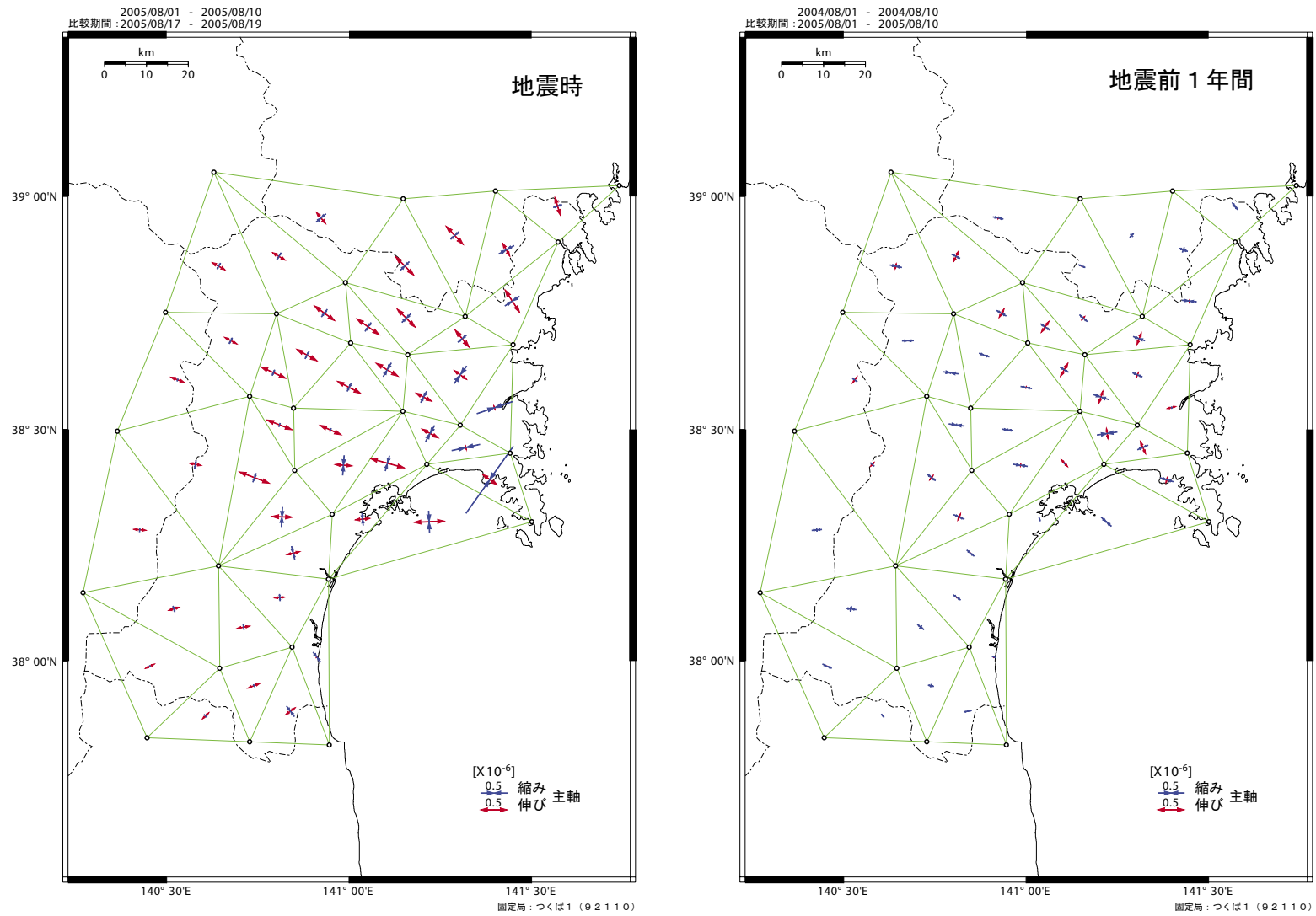
Fig.29 Time series of observed crustal movement compared with the estimated Movement by the post-seismic slip model after the Off-Miyagi earthquake(Aug.16,2005)

観測値と計算値の比較 (4)



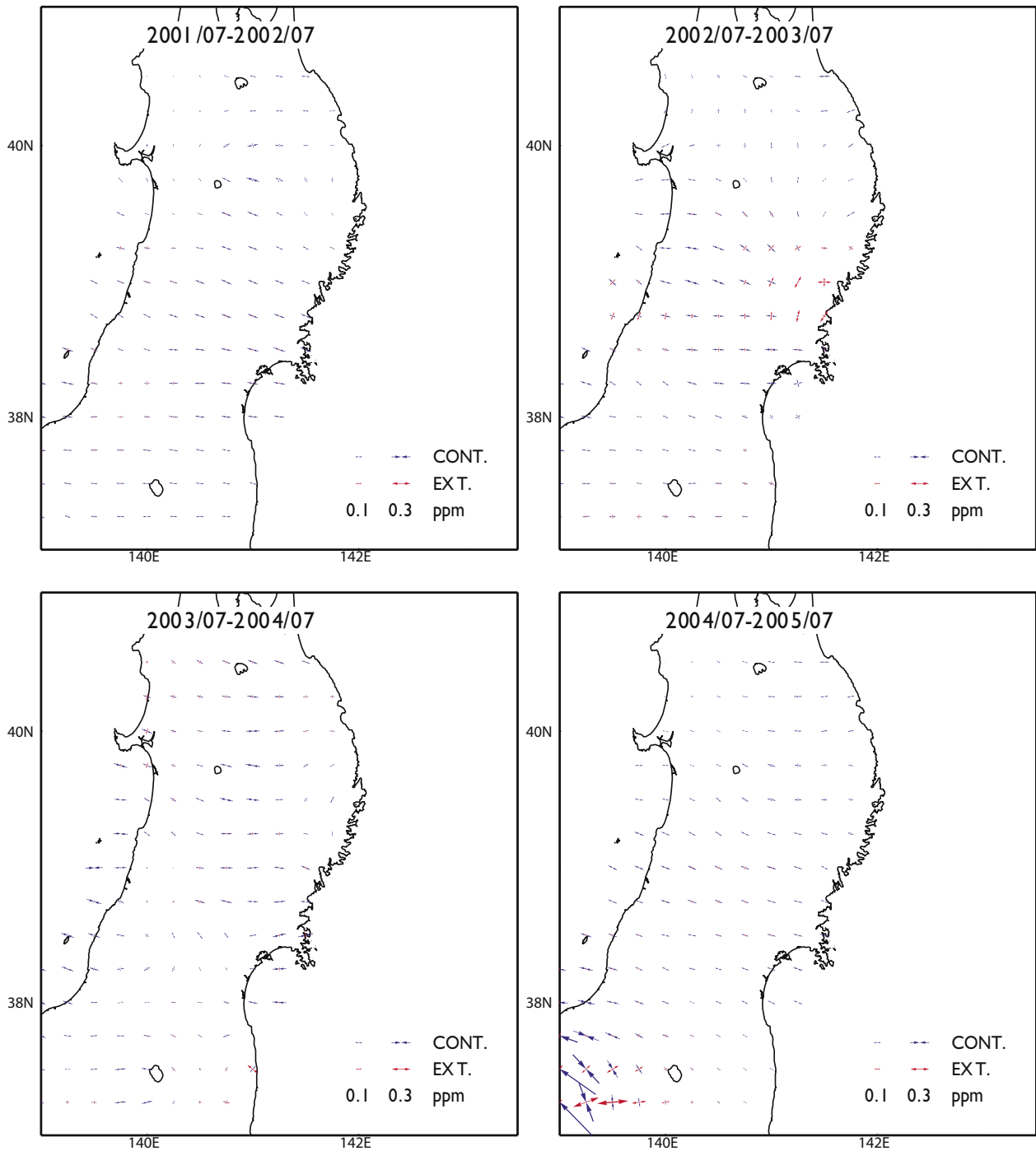
第 30 図 2005 年 8 月 16 日の宮城県沖の地震以降の観測された余効変動とモデルによる計算値とを比較した時系列
 Fig.30 Time series of observed crustal movement compared with the estimated Movement by the post-seismic slip model after the Off-Miyagi earthquake(Aug.16,2005)

宮城県地方の水平歪

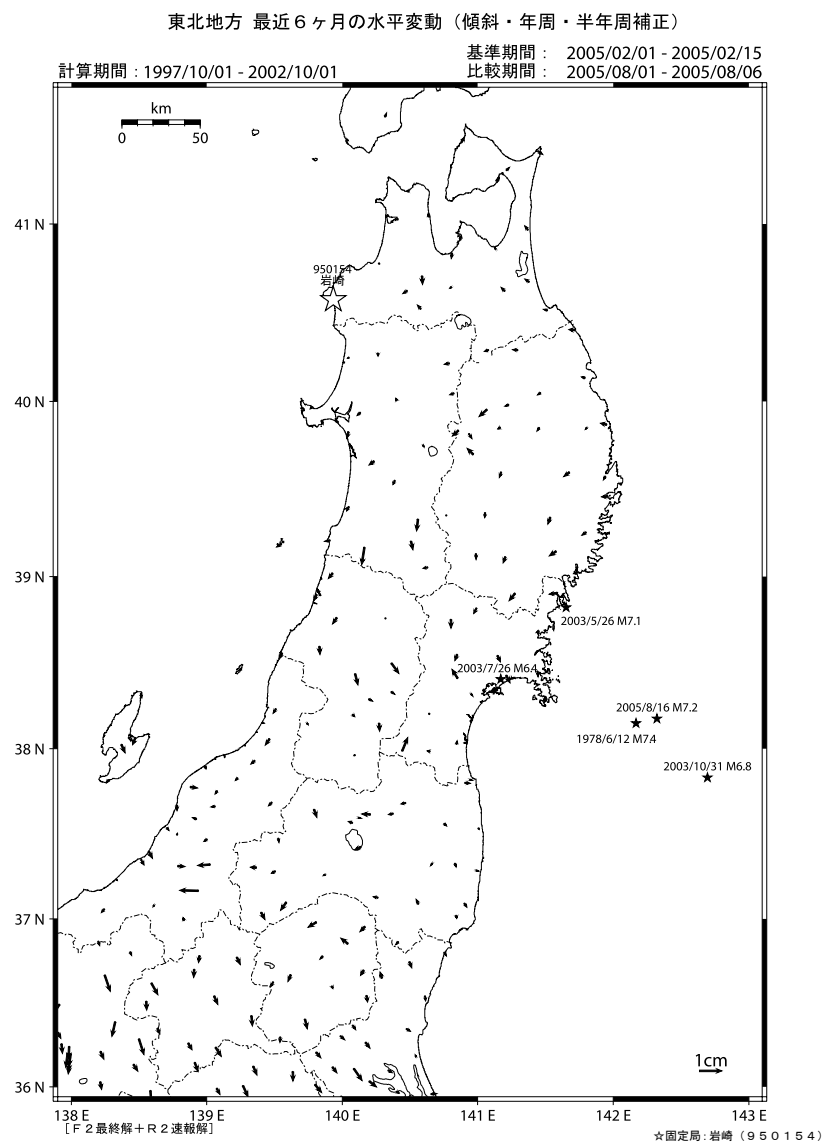


第 31 図 GEONET 観測データによる宮城県地方の地殻水平歪み
Fig.31 Crustal horizontal strain in Miyagi prefecture calculated from GEONET observation

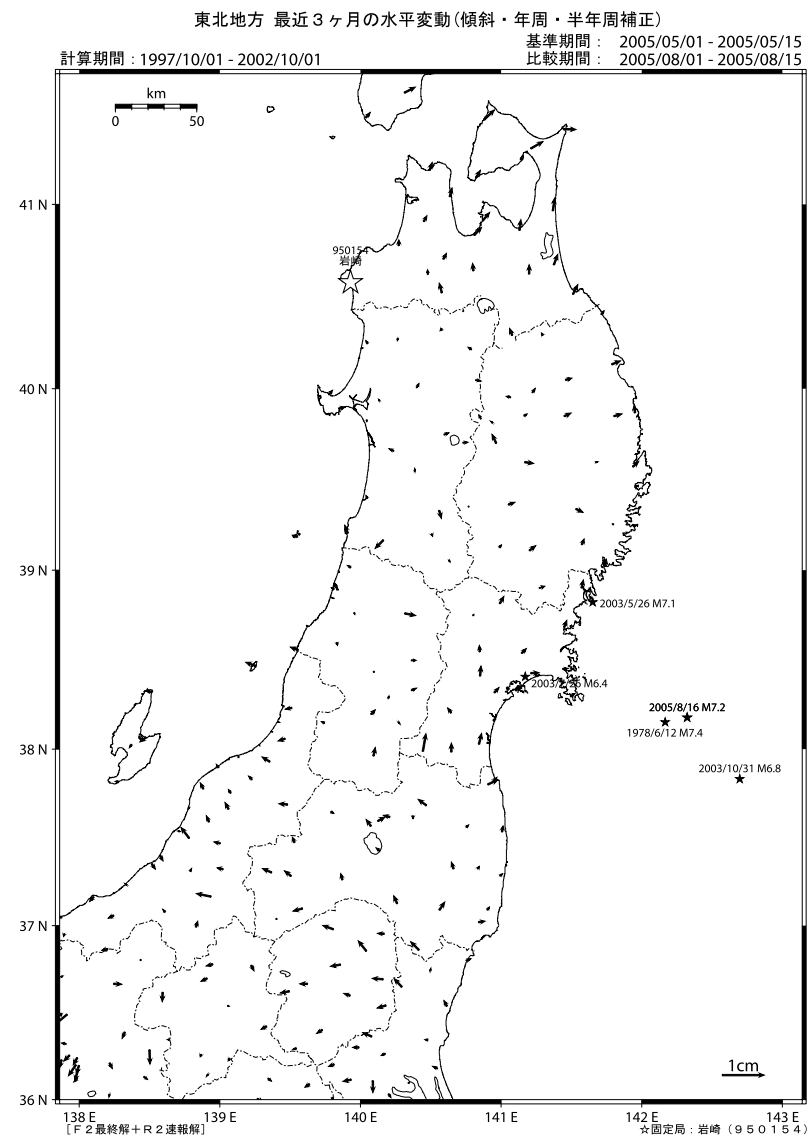
G P S 連続観測データから推定した東北地方の歪み変化



第 32 図 GEONET 観測データによる東北地方の地殻水平歪み
 Fig.32 Crustal horizontal strain in Tohoku region calculated from GEONET observation



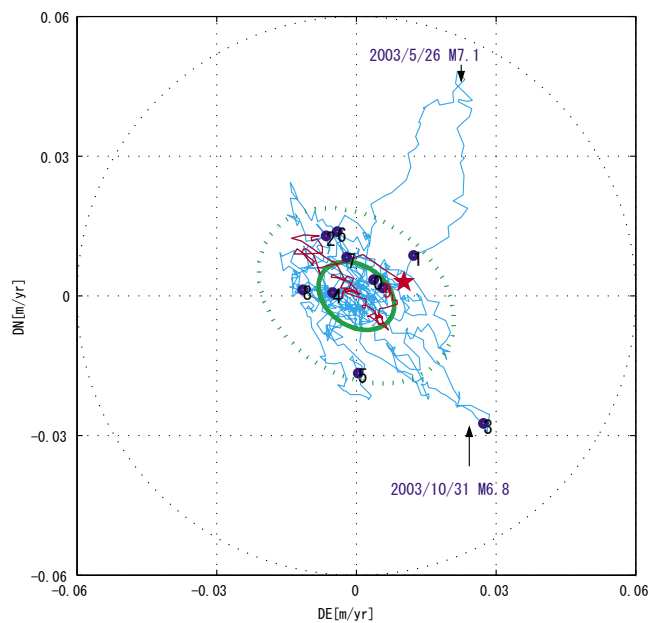
第 33 図 GEONET 観測データによる宮城県沖地震前の東北地方の地殻水平変動
Fig.33 Crustal horizontal movement in Tohoku region before the off-Miyagi earthquake by GEONET observation



第 34 図 GEONET 観測データによる宮城県沖地震前の東北地方の地殻水平変動
Fig.34 Crustal horizontal movement in Tohoku region before the off-Miyagi earthquake by GEONET observation

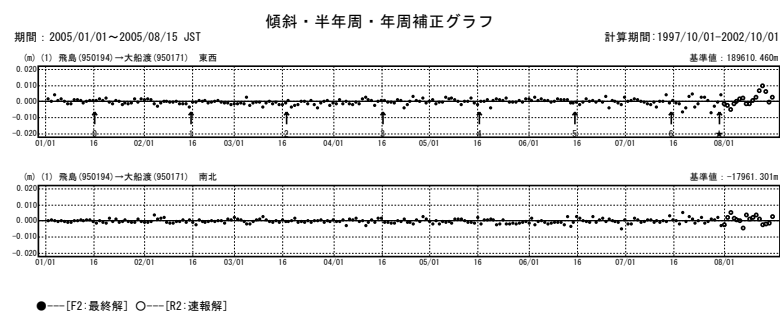
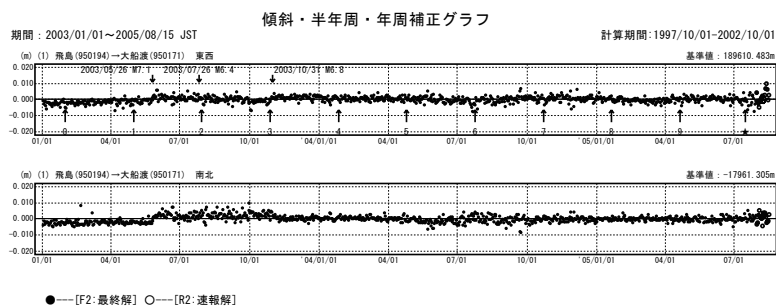
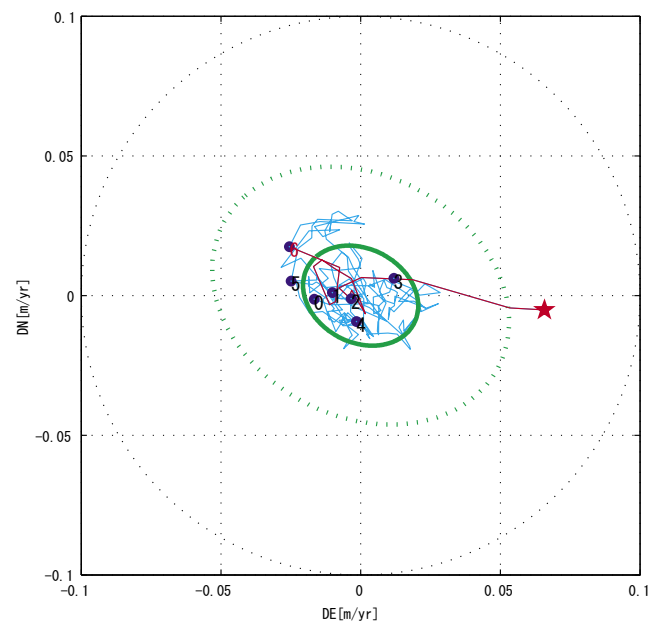
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間



飛島(950194)→大船渡(950171)

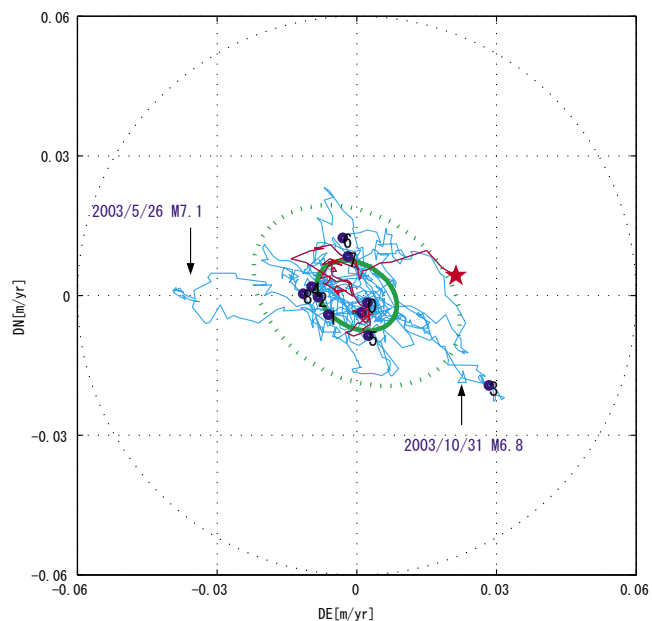
監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間



第 35 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.35 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

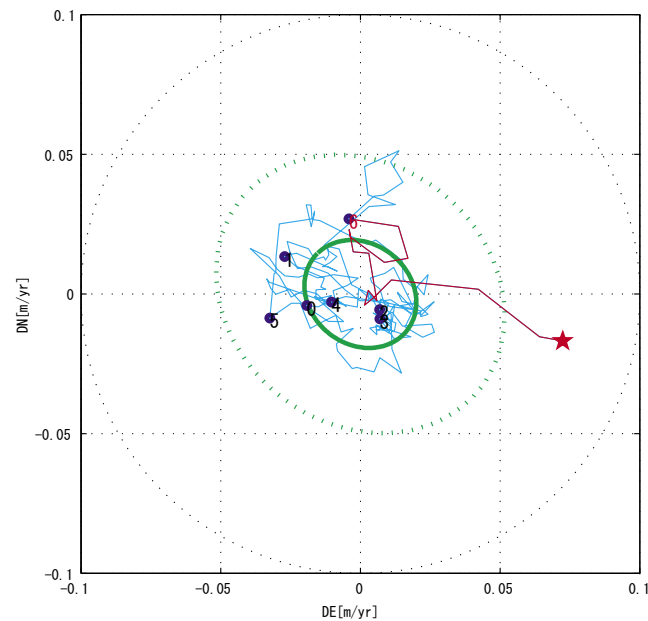
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間

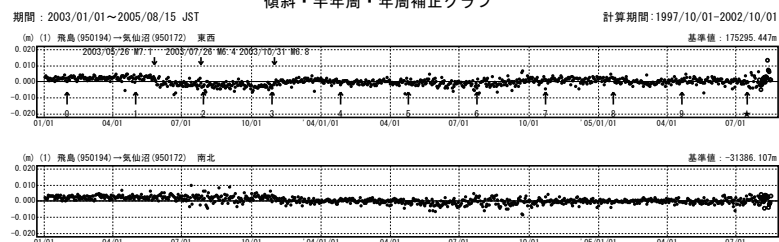


飛島 (950194) → 気仙沼 (950172)

監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間

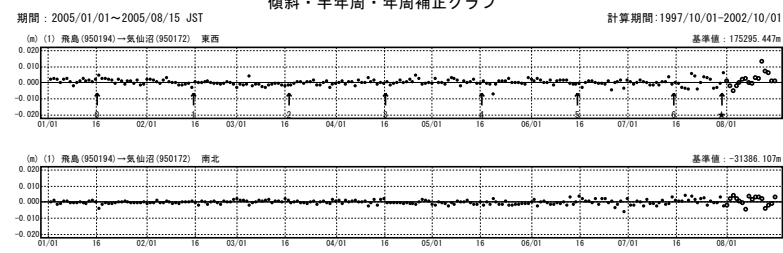


傾斜・半年周・年周補正グラフ



●—[F2:最終解] ○—[R2:速報解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ

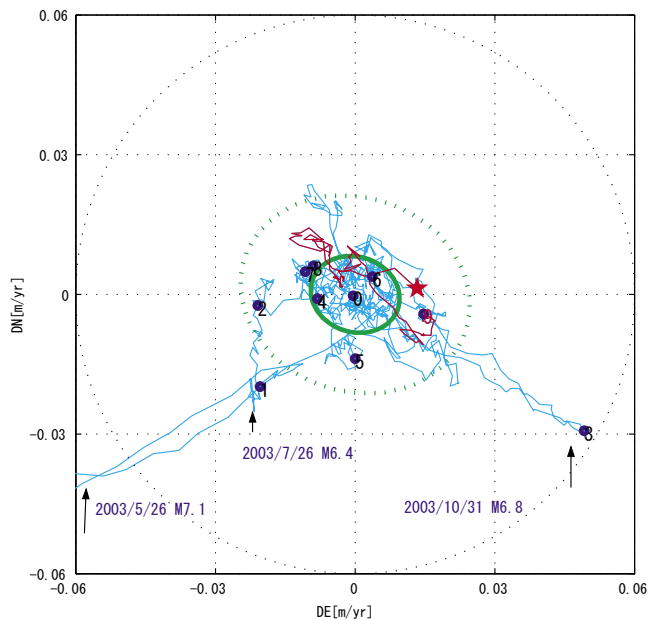


●—[F2:最終解] ○—[R2:速報解]

第 36 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.36 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

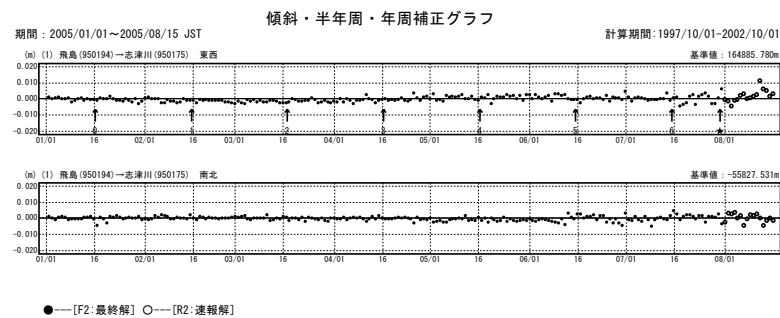
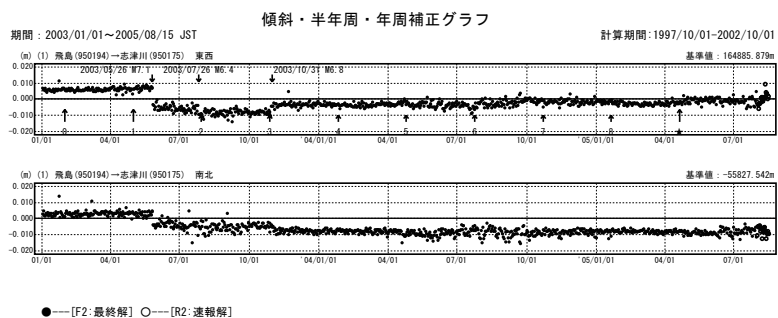
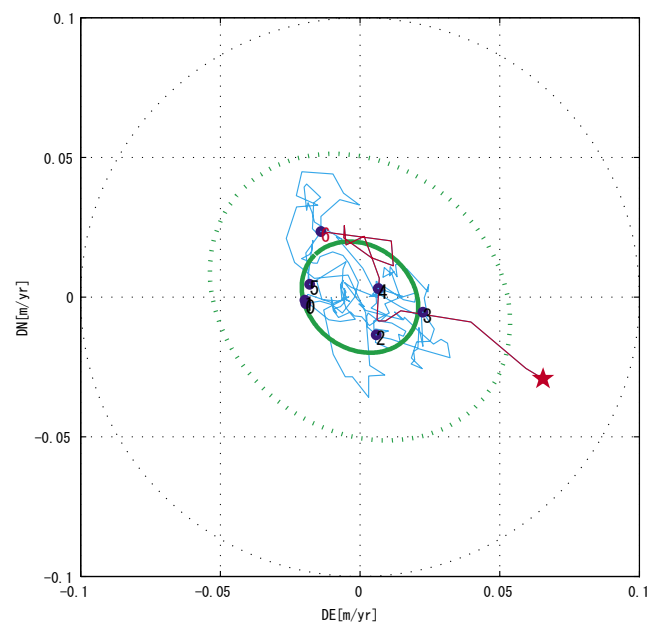
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間



飛島(950194)→志津川(950175)

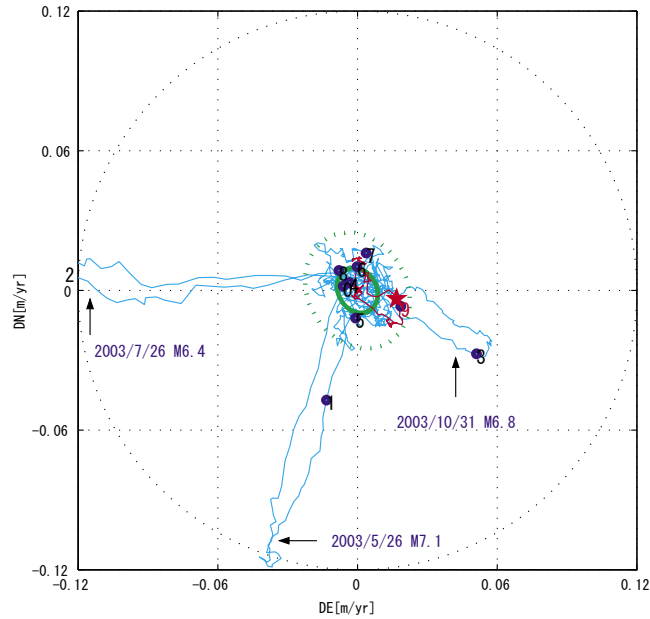
監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間



第 37 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.37 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

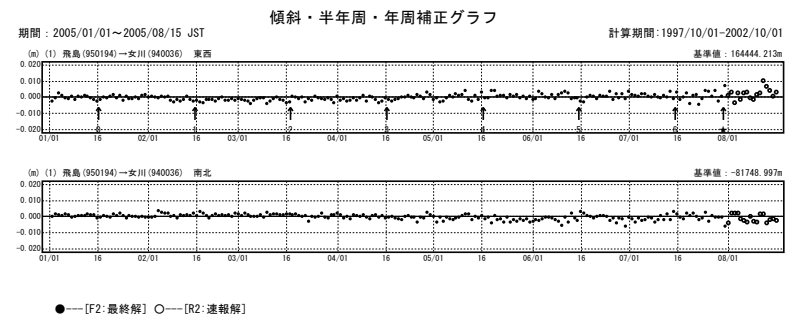
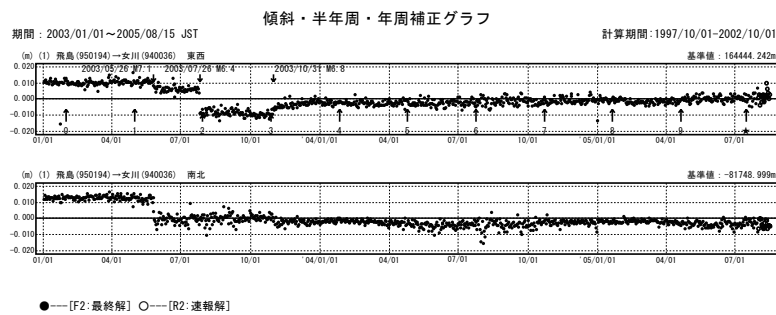
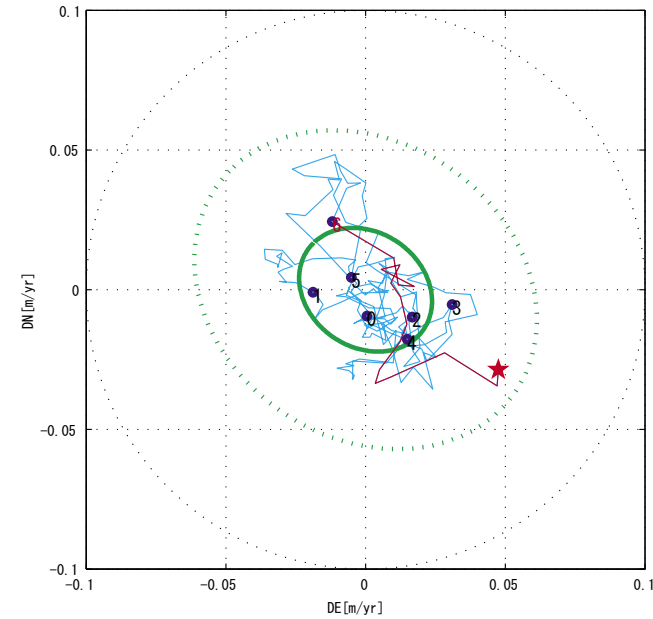
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間



飛島 (950194) → 女川 (940036)

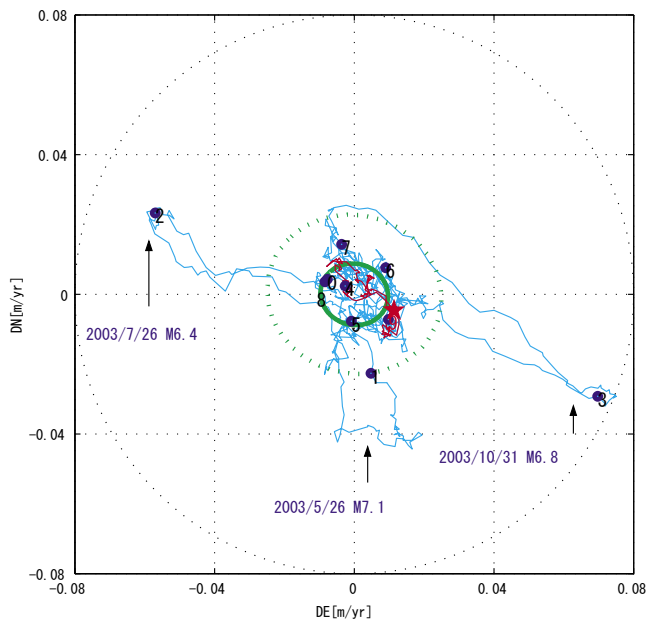
監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間



第 38 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.38 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

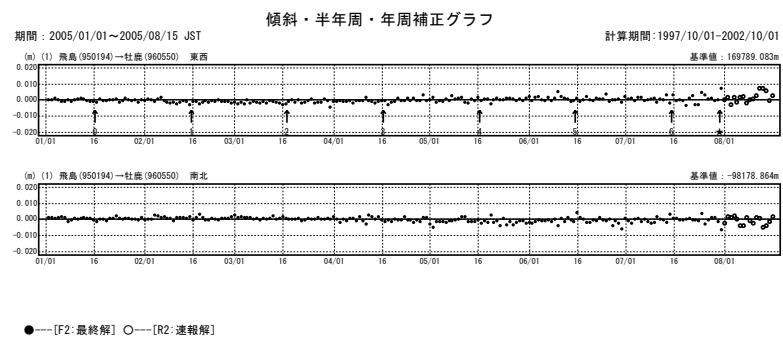
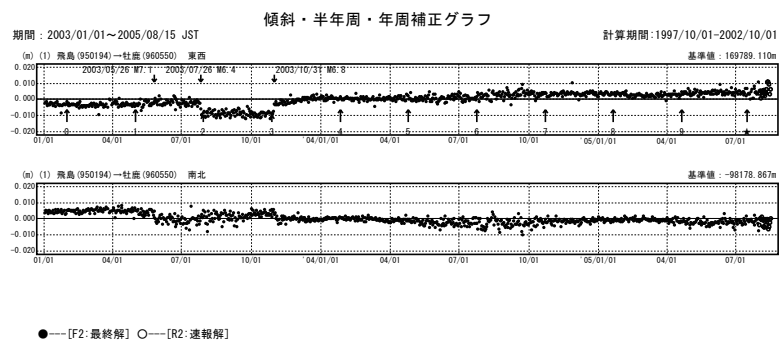
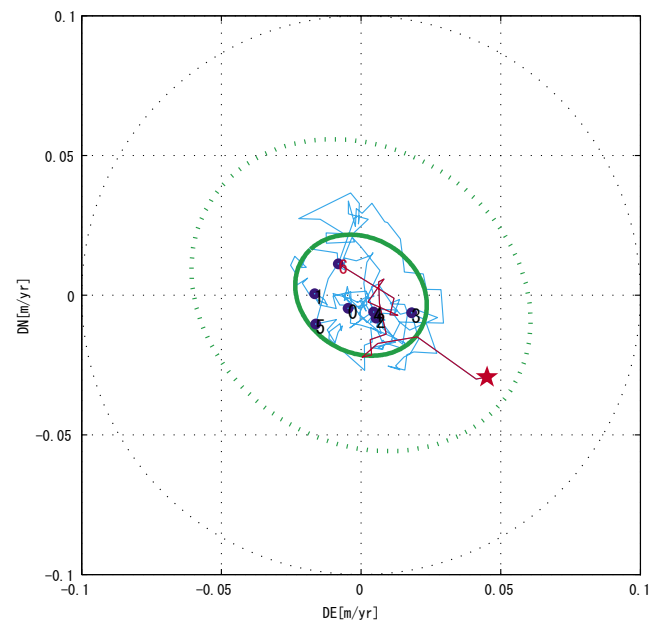
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間



飛島 (950194) → 牡鹿 (960550)

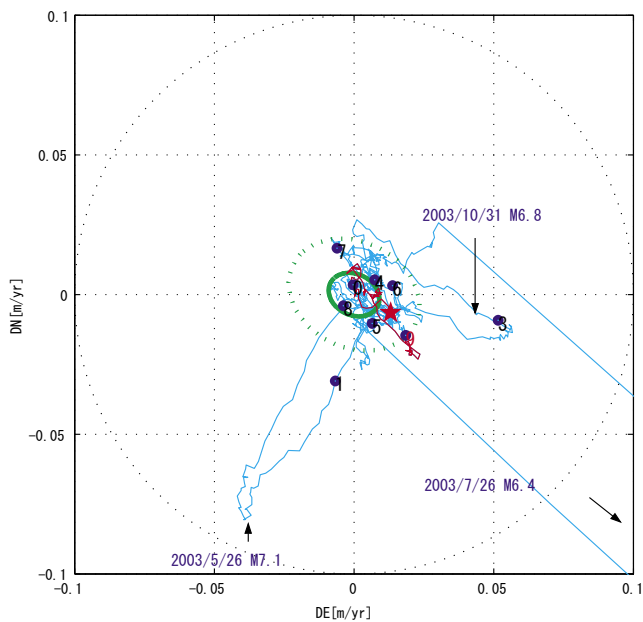
監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間



第 39 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.39 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

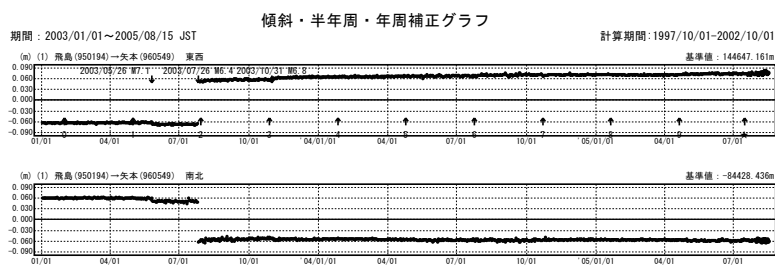
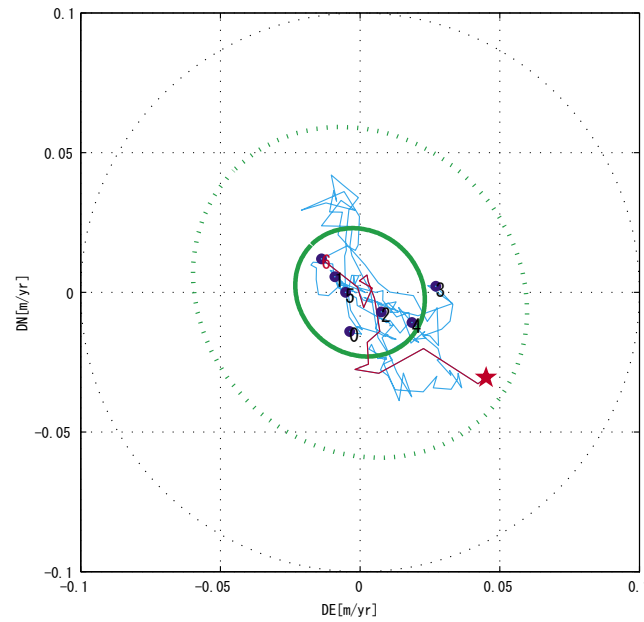
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間

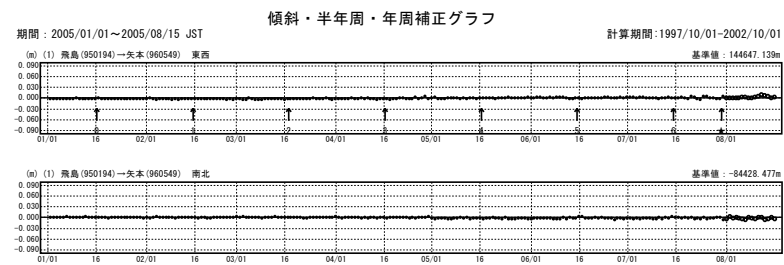


飛島(950194)→矢本(960549)

監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間



●---[F2:最終解] ○---[R2:速報解]

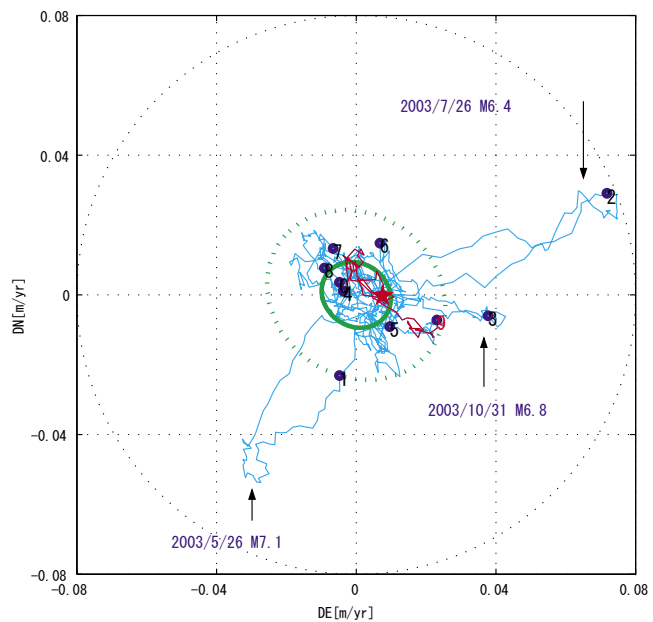


●---[F2:最終解] ○---[R2:速報解]

第 40 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.40 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

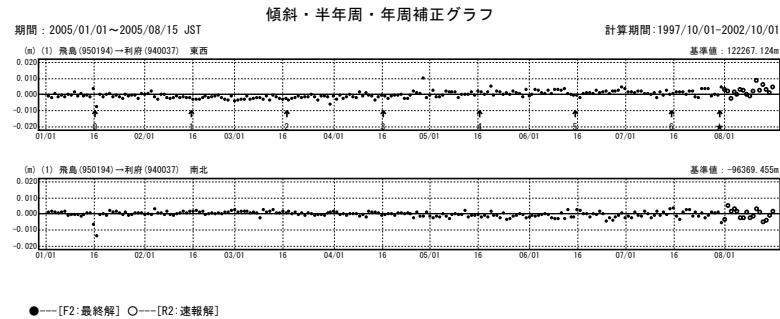
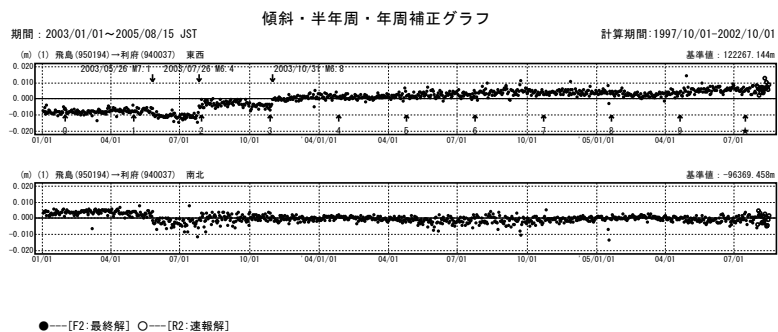
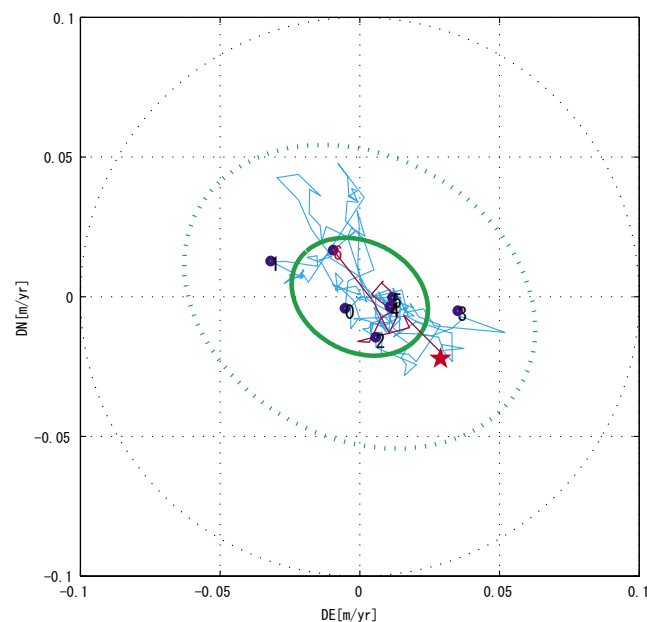
水平変化率（傾斜・年周・半年周補正）

監視期間 : 2003/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 60日間



飛島 (950194) → 利府 (940037)

監視期間 : 2005/01/01-2005/08/15
 トレンド推定期間: 1997/10/01-2002/10/01
 平均日数 : 30日間



第 41 図 2005 年 8 月 16 日宮城県沖の地震前における GEONET 観測点の水平座標変化率（配点図）
 Fig.41 Horizontal movement velocity chart at GEONET site before off-Miyagi Earthquake (August 16, 2005)

宮城県沖の地震の直前までのデータを用いた非定常地殻変動監視

トレンド推定期間：1997/10/01 - 2002/10/01 (傾斜・年周・半年周を推定)

固定局：飛島 (950194)

監視手法：基線から傾斜・年周・半年周を補正した時系列の水平変化率 (移動平均値) をプロット

監視期間 (長期)：2003/01/01 - 2005/08/15 (F2 最終解・R2 速報解)
60 日間のデータを一日ずつずらして計算
(プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

監視期間 (短期)：2005/01/01 - 2005/08/15 (F2 最終解・R2 速報解)
30 日間のデータを一日ずつずらして計算
(プロットの位置は、計算に用いた期間の中間)

推論

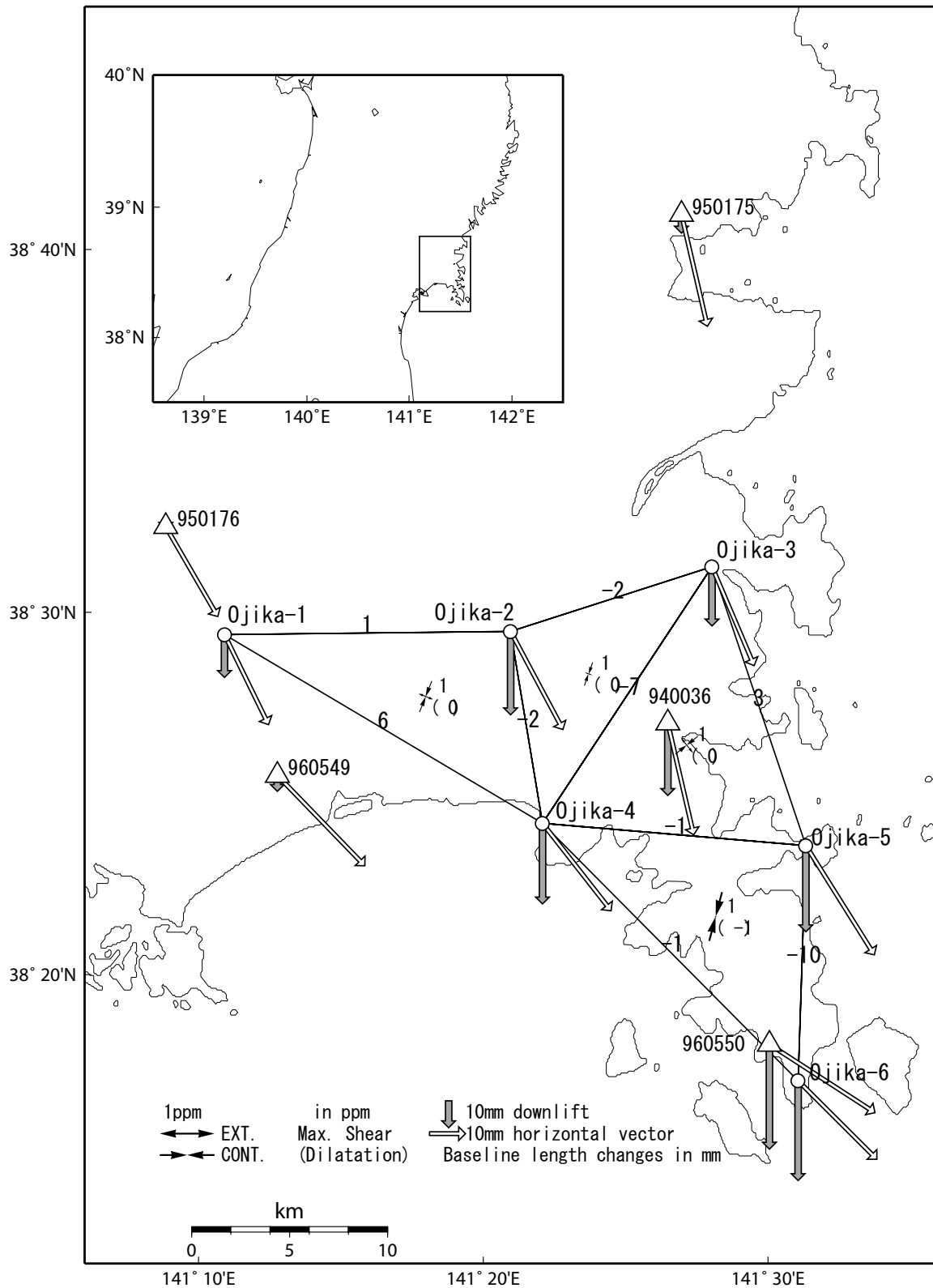
2003 年の一連のイベント以外で、特段の非定常変動は見られない。

補足

短期監視の最近の水平変化率に、定常変化から東向きの大きなずれが見られる。
これは、2005 年 8 月 11 日～13 日 (地震の 3 日前) に東北地方太平洋沿岸地域全体で見られた座標値 (主に東西成分) の擾乱によるものと思われる。

牡鹿地区 GPS 機動観測結果

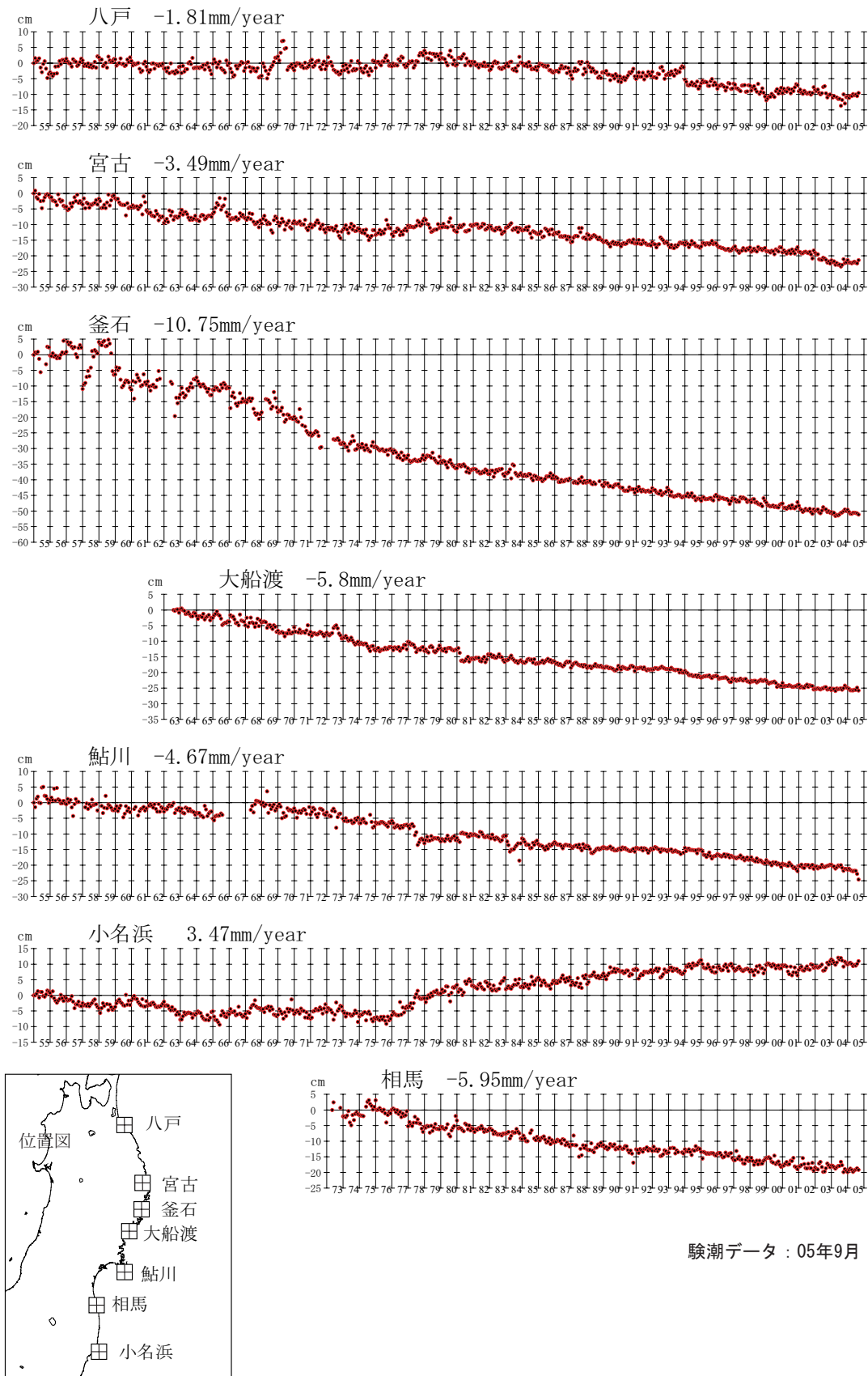
今回観測：2005年8月17日～18日（精密暦）
 前回観測：2004年5月11日～12日（精密暦）



第 42 図 牡鹿地区地殻変動観測点における GPS 観測結果

Fig.42 Results of Campaign GPS Observation on the Crustal Deformation Monitoring Points in Ojika Region

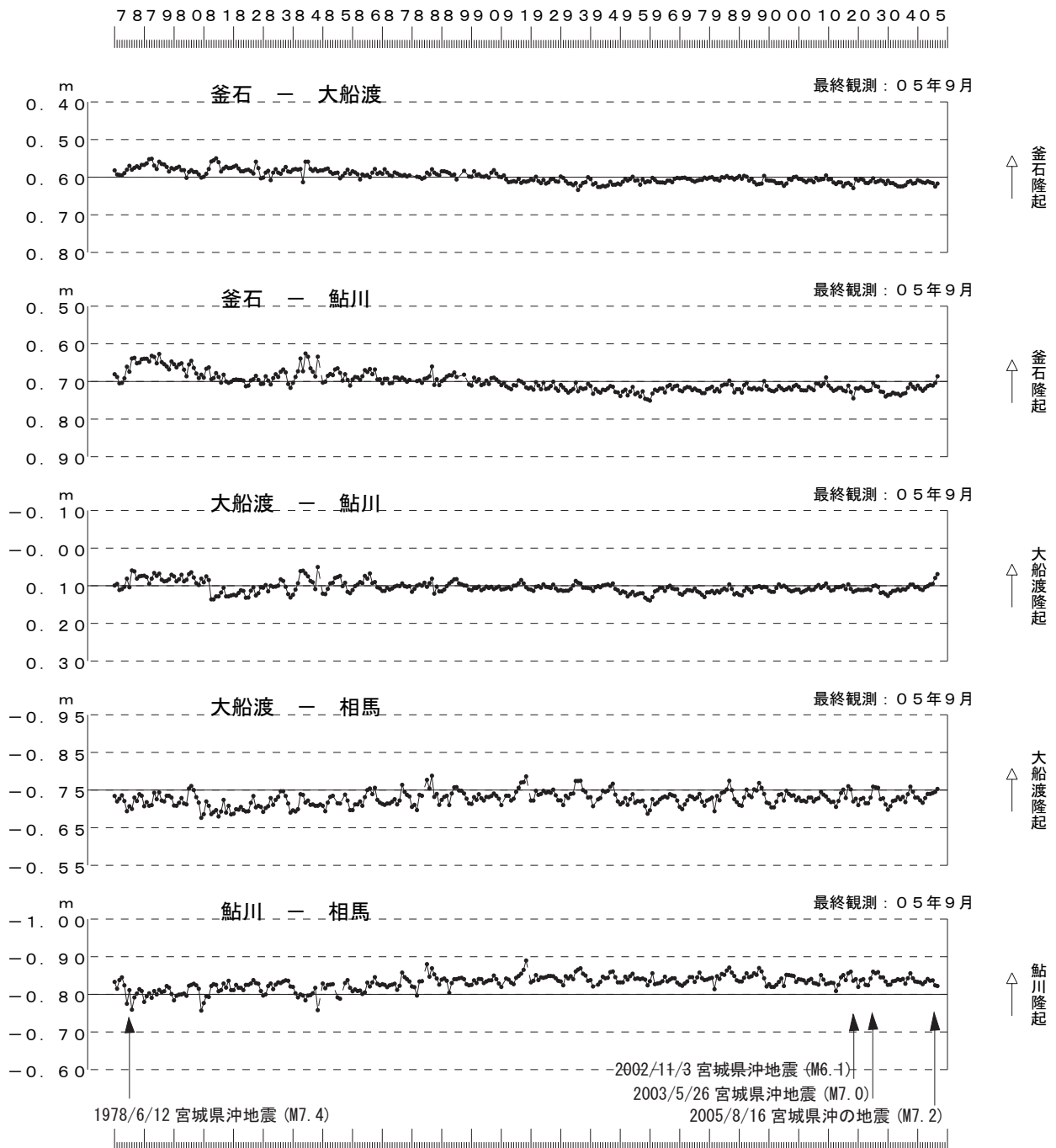
加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動



第 43 図 加藤・津村 (1979) の方法による東北地方太平洋岸の験潮場における上下変動

Fig.43 Vertical movements of the tide stations along the Pacific coast of Tohoku region derived from the method by Kato and Tsumura(1979)

釜石・大船渡・鮎川・相馬各験潮場間の月平均潮位差

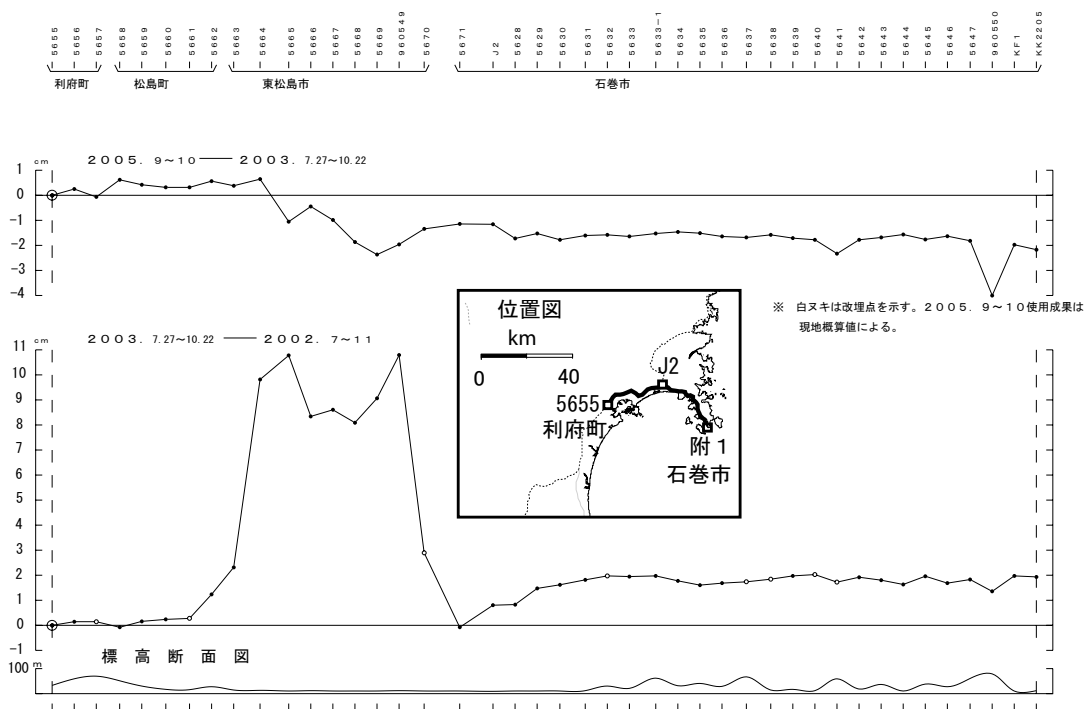


国土地理院資料

第 44 図 東北地方太平洋岸の験潮場間の月平均潮位差

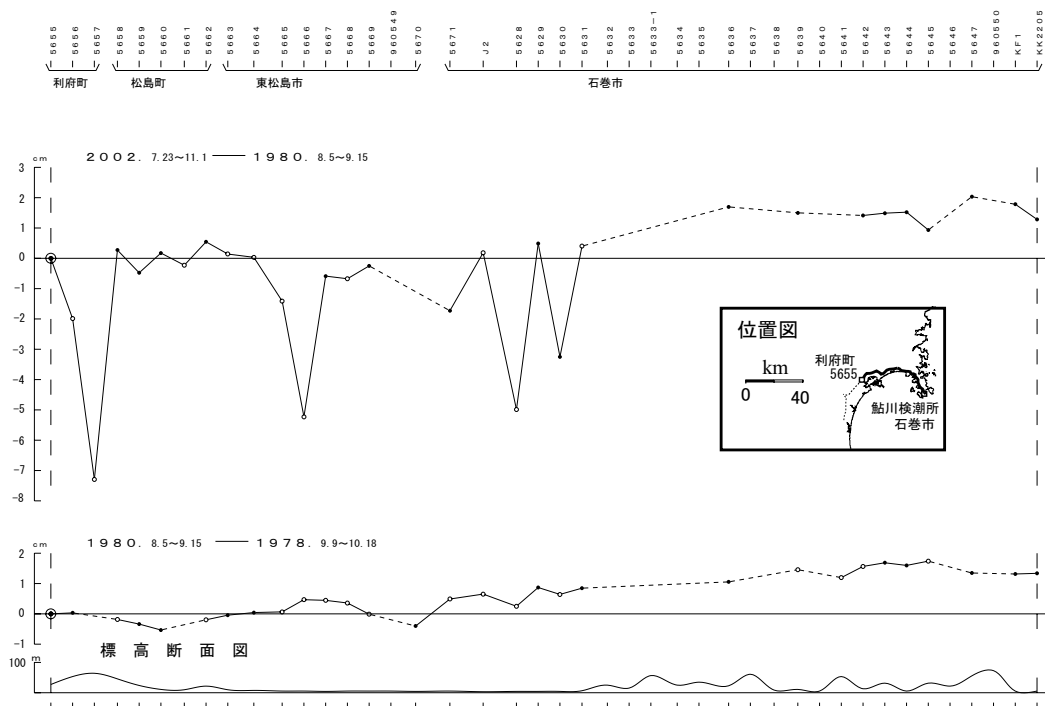
Fig.44 The difference of Monthly Mean Tide Level, between Tidal stations along the Pacific coast of Tohoku region

利府町～石巻市間の上下変動(1)



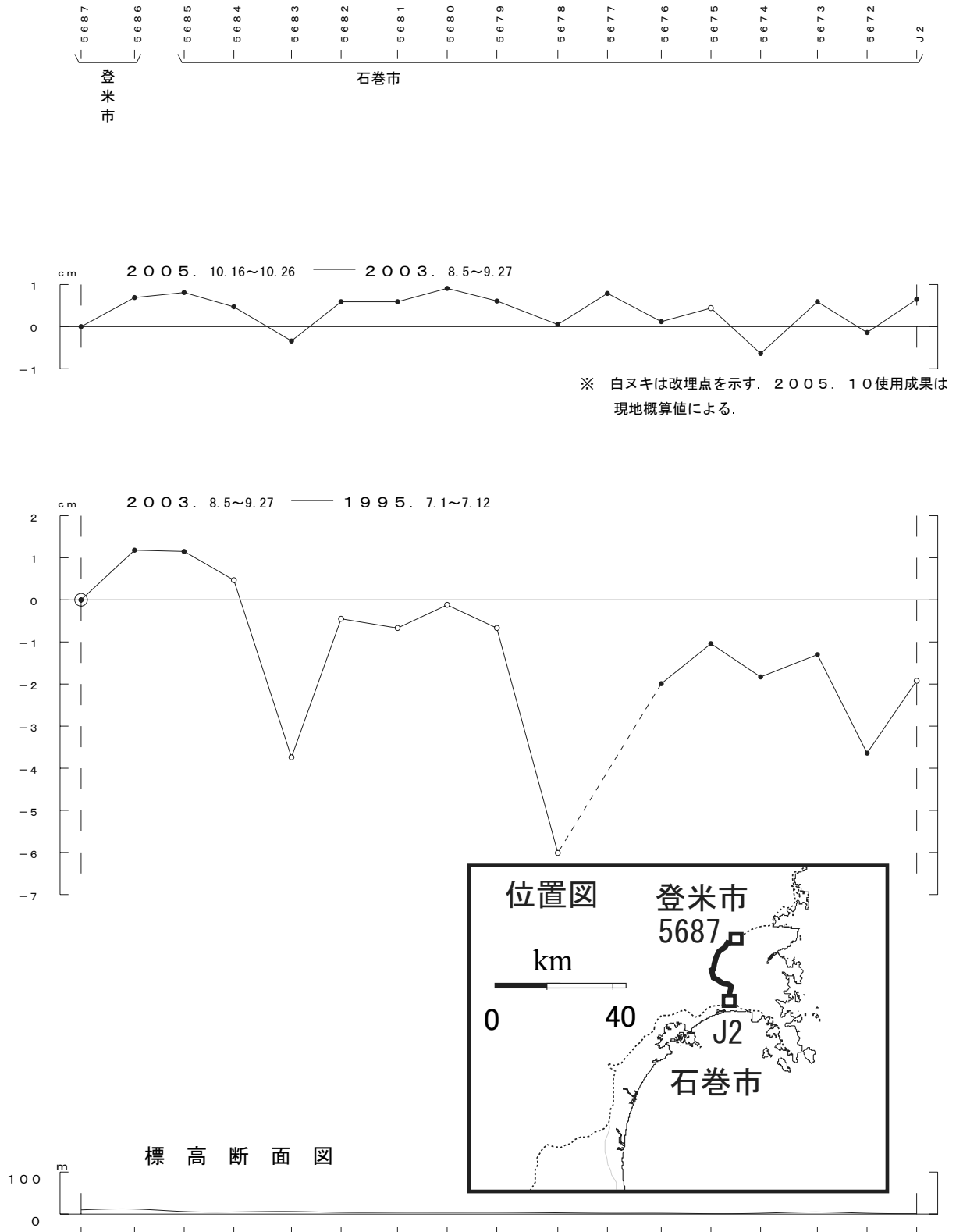
第 45 図 牡鹿半島周辺の水準測量結果 (利府から鮎川検潮所)
 Fig.45 Results of Precise Leveling around Ojika Peninsula(from Rifu to Ayukawa tidal station)

利府町～石巻市間の上下変動(2)



第 46 図 牡鹿半島周辺の水準測量結果 (利府から鮎川検潮所)
 Fig.46 Results of Precise Leveling around Ojika Peninsula(from Rifu to Ayukawa tidal station)

登米市～石巻市間の上下変動



第 47 図 牡鹿半島周辺の水準測量結果（石巻から登米）
 Fig.47 Results of Precise Leveling around Ojika Peninsula(from Ishinomaki to Tome)