６－２　東海地方の地殻変動
Crustal Movements in the Tokai District

国土地理院
Geographical Survey Institute

第1～5図は年4回の繰り返しによる東海地方（森町～御前崎市御前崎間）の水準測量結果とその解析である.第1図では最新の観測2006年4月のものを前回2006年1月の値と比較した上下変動を最上段に示してある．今回は森から見た掛川(140-1)がわずかに沈降で，掛川(140-1)に対して御前崎市浜岡(2595)や半島先端の地域はほとんど変化がないといった状況であった.

第2図は，森(5268)を基準とした掛川(140-1)と御前崎市浜岡(2595)の変動時系列グラフである．最近3－4年では掛川が森に対してわずかに沈下している傾向が見られていたが，今回もそのトレンドの中にあるように見える．森から見れば，御前崎の先端側の沈降は長期的に続いていることがグラフ下段のプロットから見て取れる.第3図は御前崎地区水準測量の代表的データとされている掛川（140-1）からみた御前崎市浜岡(2595)の変動である．ここ3回分はほとんど変化がなかった．長期的な沈下の速度とばらつきの範囲から言えば，特に大きく傾向が変わったとは言えない．2004年度の4回は年周的変動が大きめであったが，2005年度の年周的変動は小さかった.

第4～5図は掛川から御前崎験潮場までに至る各水準点の変動である．季節的な揺らぎもあるが，長期的な沈下の傾向に大きな変化はない．先端部の御前崎検潮所付属水準点で見ても，これまでと比較して特に変わった状況は見えない.

第6～7図は，御前崎先端部の変動を見るために小さな環で行っている水準測量の結果である．最近は概ね半年に1回の頻度で実施している．第6図の上段では今回2006年1月の最新の結果を前回2005年7月の結果と比較している.左側の図が駿河湾側を通る路線,右側の図が遠州灘側を通る路線で,ともに起点が御前崎市浜岡のSF1356，終点が御前崎の先端部の10151である．左右のグラフで先端部の変動に差があるように見えるが，下段に示したように環閉合は制限値内である．結果として先端部はわずかな隆起になるが,目立った変化はないと言って良い.第7図は,網平均を行った結果で,1977年以降約28.5年の変動が左上段，1999年4月以来約7年の変化が左下段，2005年1月以来1年の変化が右上段，2005年7月以来6ヶ月の変化が右下段である．浜岡のSF1356から見た御前崎先端の10151は，28.5年間で33mmの沈下であり，平均して約1mm/年の沈下速度である．この6ヶ月間および1年間の変動は先端側のわずかな隆起であるが，路線も短く変動量自体も小さいため，短期的な傾向を議論するには至らないと思われる.

第8～10図は静岡県が2週間毎に実施している菊川市（旧菊川町・小笠町），掛川市（旧大東町）付近の水準測量の結果である．最新データは，2006年5月2日である．2129から2601に至る，北北西-南南東方向の路線（約2km）の上下変動は，全体的にみると南南東方向への傾動である．全体としては，ゆらぎを伴いながらも，従来からのトレンドの延長に沿った変動であるようにみえる.

第11図は，時間窓を移動させながらながら比高変化を一次直線と年周成分の和で近似し，各々の係数の変化を時間窓の中心の時間にプロットしたものである.左上の掛川140-1から見た御前崎市浜岡(2595)の沈下速度は，2000年以降それ以前と比較して大きかったことが確認できる．最近4年間では年間8mmの相対的沈下速度となっているが，1988-89年頃も同程度の沈下速度になっていた時期が

あった．いずれの路線もトレンドや年周振幅に揺らぎが見られるが，最近の変動の傾向は従来の揺らぎの範囲内に収まっている．

第12図は東海地方各験潮場間の月平均潮位差である．焼津験潮場では2005年10月に験潮の井戸の清掃を行った際にデータにギャップが生じている．導水管に入った空気が抜けなかった影響があった可能性があり，2006年１月中旬に再調整を行っているが元のレベルには戻っていない．他の験潮場間では従来傾向から外れた変化を示すものは見られない．

第13図は駿河湾沿いの験潮場の上下変動を験潮と水準測量でそれぞれ計算し，比較したものである．内浦を固定すると，御前崎の沈下速度は水準測量で見ると約8mm/年，験潮で見てもほぼ同じであり，2つの結果は整合している．

第14～65図は，GPS連続観測結果に基づいた東海地方の非定常地殻変動の時間経過解析の結果である．紀伊半島南東沖の地震，および中越地震の影響を除去している．

第14図は，スロースリップ開始以降の約5年分の非定常地殻変動の累積である．なお，左下の上下変動の等量線図については，会報73巻，74巻,75巻で示していた図が2004年秋以降の変動量が反映されないものとなっていたので，最新のデータによる図を示すとともに，既出の図の時点での再計算を行った図を第15図に示した．変動の中心や広がりのパターンについては変化はないが，2006年5月初め時点で上下変動の非定常成分の累積は最大で7cmに達している．

第16～23図は，2ヶ月毎の非定常地殻水平変動の様子である．第16～19図は大潟固定による非定常地殻水平変動のベクトル図である．紀伊半島南東沖の地震のco-seismicな影響を除去した後も，2005年始め頃までは余効変動が影響していた可能性もあり，第19図上段左の2005年3月はじめまでのデータ(25)では，ベクトルが非常に小さくなっている．第19図上段右の3月以降のデータ(26)になると以前のスロースリップのパターンに近い傾向となっていた．

第19図2段目右(28)は2005年7月～9月の時期であるが，これでもわずかに南東向きのベクトルが残っているが，第19図3段目左(29)の2005年9月～11月のデータでは，東海地方のベクトルの向きは反転して北西方向を向いている．(29)で最も顕著であるが，中部地方以西に広く西向きのベクトルが見られ，これはGEONET全体に見られた年周的な変動が2005年は大きく，除去できずに見えている可能性がある．(31)の2006年1月から3月の図(31)では，東海地方にはほとんど非定常変動は見られず，スロースリップがあったとしても極めて小さい状態であったと思えるパターンとなっている．しかし，最新の2006年3月から5月の図(32)では，再び南東方向のベクトルが見えている．第20-23図は，年周変動の影響を確認するために固定点を琵琶湖西岸のマキノに換えて作成した非定常地殻変動の図である．第23図の3段目左(29)では，近畿以西ではなく，関東側に東向きのベクトルが出ており，固定点によって見え方が異なることがわかる．こちらでみると2005年11月から2006年１月及び2006年1月から3月に対応する図(30), (31)では，東海周辺に非定常的な地殻変動がほとんど見られないが，やはり最新の(32)ではわずかに南東方向のベクトルが静岡県中部から愛知県西部にかけて見える．

第24～27図では，非定常運動が始まってからの期間を1年単位で7段階に分けて，それぞれの時期の特徴を確認した．左列が水平変動，右列が上下変動を示している．第24-25図は大潟固定，第26-27図はマキノ固定の図である．いずれの固定点による図でも，最初浜名湖周辺で始まった非定常運動が，周辺に拡大し，多少の盛衰を伴いながらも継続し，この1年は小さくなってきている様子がわかる．上下変動の推移でも，イベント開始から隆起域がやや東側に拡大していった様子が見られるが，

最近は隆起量が小さい．2004年1月から2005年1月までの1年間の変動は紀伊半島南東沖の地震の影響を取り除いたものである．2005年1月から2006年1月までの1年間の図，および2005年5月から2006年5月では，第25図(6)，(7)の大潟固定の図，第27図(6)，(7)マキノ固定の図ともに，東海地方では水平成分のベクトルが非常に小さくなっている．上下変動も小さくなっており，2005年1年間では非定常隆起成分が2cm以上の領域が見られず，最近1年でも東海地方では1cmを超える隆起は見られないことがわかる．

第28～32図は，固定点の違いにより，トレンドや年周変動等の除去の結果がどの程度異なるかを確認するために，非定常地殻変動のパターンを広域で見た図である．左側が大潟固定の図，右側がマキノ固定の図である．図の説明にもあるように，トレンドと年周成分の推定は，1998年1月から2000年1月までの期間を用いている．固定点に影響を与えたと考えられる2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震，2004年10月23日の新潟県中越地震のCo-seismic変動は取り除いているが，その他のイベントによる変動は取り除いていない．ただし，年間5cm以上の非定常変動があった点のベクトルは表示しない設定なので，2003年9月26日の十勝沖地震時の北海道地方などにおけるCo-seismic変動の影響は図上からは除かれている．固定点がどちらの図で見ても，2001年以降見えていた東海の非定常変動のベクトルは，2005年の図では小さくなっている．

第33-34図は，年周変動の振幅が年ごとに異なり，完全には除去ができていない可能性について検討するための図である．大潟を固定して，西日本の4点（対馬，室戸，鹿児島，南大東）について，東西，南北，上下の変動について時系列を示してある．上段はトレンドを除去する以前のもの，下段はトレンドと年周成分を1998-2000年のデータから推定して除去したものである．下段の時系列中の白線はカルマンフィルタによる時間的な平滑化をした値である．水平成分では，除去されずに残った年周変動がわずかにあって，グラフが波打っているが，2005年はそれがやや大きいように見える．なお，上下変動については，2000年-2002年では1998年-2000年で推定した年周変動を除去しても変動パターンが残っていることが見える．一方，2003年以降は補正すると過補正のパターンが見えるために，ここの図では補正を行っていない．

第35～42図は，解析に使用した各観測点の非定常地殻変動3成分の時間変化を示したものである．スロースリップに関係する非定常成分を分離するため，2003年に行われたGPS受信アンテナの交換・レドーム設置，2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震，2005年10月23日の新潟県中越地震の影響については，データの不連続が生じないよう補正を行っている．第35図にはアンテナ交換，レドーム設置，その他の保守を行った日のリストを示してある．アンテナ交換等の保守の影響については問題なく補正されていると考えられる．紀伊半島南東沖の地震の影響についても東海地方においてはおおむね補正が妥当になされていると考えられるが，地震後，東西成分が西向きに変わったように見える点がある（例えば第38図上段右・浜松など）．これは，ベクトルで見える傾向と一致し，余効変動の影響が考えられる．しかし，2005年始め頃には再び東向きの傾向に戻り，余効変動の影響がなくなって元のスロースリップが続いていたものがまた見えるようになったと考えられる．その後，2005年の半ば頃から東海地方の点では東西成分，南北成分のグラフが平らになり，2006年の4月まで続いているように見える．最後の方で，東西成分がすこし上向き（東向き）に変化しているように見える点もあるため，今しばらくは経過を見極める必要があろう．

第43～46図は，スロースリップ開始以降，2004年9月5日の紀伊半島沖南東沖の地震以前とそれ以降の非定常地殻変動の傾向に違いがあるかどうか確認するために作成した図である．まず，観測された地殻変動から非定常地殻変動を求める操作として1998年1月から2000年1月までのトレンドと年

周・半年周成分を除去したものが○のプロットである．なお，紀伊半島南東沖の地震のco-seismicなステップは除いてある．スロースリップが定常的に進行すれば○のプロットは直線上に右肩上がりとなる．さらに，2001年初めから2004年半ばまでを一つの定常状態とみて，その期間で平均の非定常変動を求め，○の値からトレンドを差し引いたものが●のプロットである．スロースリップが定常定期的に進行すれば，●のプロットは水平線になる．第43図は浜松観測点のグラフであるが，紀伊半島南東沖の地震（図中縦の破線で時期を表示）以降2005年初め頃までは，明らかに直線からずれていて，これは余効変動の影響と見られる．また，2005年初めから元の傾向に戻ったようにみえ，この時期はまだスロースリップが継続していたと考えられるが，2005年後半からは東西，南北，上下とも，○のプロットは水平になったように見える．対応して，●もスロースリップ時の水平線のトレンドから外れるように見える．

第47～52図は推定されたプレート間の滑り量の分布で，2ヶ月毎の滑りベクトルを表示している．滑り速度が時間的，空間的になめらかになるように拘束した推定方法を用いている．紀伊半島南東沖の地震のco-seismicな影響は取り除いているが，余効変動は除いていない．第50図下段は紀伊半島南東沖の余効変動の影響が見える時期である．特に下段右(24)の図では推定された滑りが伊勢湾から静岡県中部まで分散して見えている．第51図は2005年に入ってからの図であるが，中段左の5月から7月までの期間で推定した(27)までは浜名湖の北側に小さな滑り領域が推定されているものの，9月以降の図になる(29)(30)では滑りの領域がほとんど現れない．2006年になって以降(31)，(32)（1月から3月と2月から4月）でも同様に滑りの領域は認められない．水平の非定常変動が東海地方にわずかに見られるものの，上下変動がほとんどないため，プレート間滑りを推定すると，このような結果となる．第53図は1年間ごとにみた推定滑り分布である．2005年１月までの(4)では，西側に滑りが広がって推定されている．これは紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響の可能性がある．2005年1月から2006年1月の1年では小さな滑りが浜名湖の北側に見えるだけになっている．2005年4月から2006年4月の(6)では，ほとんど目立った滑り領域はない．

第54図は推定された滑りのモーメントの時間変化である．モーメント解放速度はやや緩急の波があるが，2001年以降単調に増加して2004年まで至った．紀伊半島南東沖の地震前後でも大きく傾向が変わらなかったが，2005年に入って伸びが緩やかになり，2005年半ば以降は停滞している．イベント開始以降，評価時点までの非定常滑りの総量でモーメントを計算するため，非定常滑りの累積量が減ると，モーメントの計算値は減少したように見える．一方，滑りの推定では滑り方向に拘束をかけているため，逆向きの滑りは現れにくい．解放された累積のモーメントはMw=7.1を超えた量に相当する．

第55～58図は滑りの推定に用いた観測点での3次元座標値の観測値とモデル計算による値を比較したものである．第55図に点の配置と保守の行われた日付が示してある．第56図以降の時系列グラフでは，○印が観測値，実線が計算値である．第59～65図はベクトル図で変動の観測値と計算値を比較したものである．第59～64図は2ヶ月ごと，第65図は1年間でみた図である．第63図の下段，(29)，(30)では，滑り方向の拘束の条件があって，滑りの推定値がほぼ０であるため，計算したベクトルである白矢印は図上に現れない．第64図右の最新の図(32)でも，滑りがほとんどないと推定されているため，計算値もゼロに近く図に現れない．第65図の1年間の結果では，(6)の2005年1年および(7)の2005年4月から2006年4月の観測値と計算値は，小さいながらも良く一致している．

第66～68図は，駿河湾周辺のGPS連続観測結果である．第66図に観測点毎のアンテナ交換等による補正を行った時期を示している．紀伊半島南東沖の地震に伴うステップが見える基線があるが，それ以外の傾向は特に見えない．なお，戸田Ｂ観測点は，2005年に戸田Ａ観測点から移転したもので，時系列グラフはその前後の観測値を接続したものである．

第69～71図は御前崎地方のGPS連続観測結果である．三ヶ日から榛原に至る東西方向の基線も併せて示している．それぞれ短い基線であるため紀伊半島南東沖の地震の影響は見られず，従来の傾向と同様の変化を示している．

第72～74図は，時間窓をずらしながらGPS結果および水準測量結果を曲線近似し，その係数を時間窓の中心の時間にプロットしたものである．定常状態と考えている2000年以前と比較すると，掛川から見た御前崎側の沈下速度が大きめになるのは，スロースリップによる北西側の隆起が大きいことを反映していると思われる．電子基準点掛川と浜岡２に取り付けた水準測量結果と，GPS観測結果の比較が第73図下段にある．両者は良く一致していたが，2005年１月の水準測量はやや先端下がりが大きめにでていた．しかし，2005年7月，2006年１月の結果では両者はほぼ一致しており，2005年１月の水準測量に，観測に由来するバイアスがかかっていたと考えられる．第74図は２年の移動平均を取ったGEONETによる比高の変化と，４年の移動平均を取った水準測量による比高の比較をしたものであるが，上段のグラフで，2000年から2002年にかけて御前崎側の沈降速度が加速していった時期が重なっていることが確認できる．

第75図には，電子基準点掛川－御前崎，掛川－浜岡１，掛川－小笠，静岡森－掛川における水準測量取り付け結果とGEONETによる1ヶ月平均の比較が示されているが，非常に良く一致している．

第76～84図は，静岡から愛知にかけての地域におけるGPS観測結果である．これも第76図に，アンテナ交換等保守に伴う補正を行っている日付を示している．第77～80図は1997年1月から2000年1月までのデータによるトレンドと年周・半年周を補正した基線長の時系列グラフである．左側が1996年以来の長期間，右側が最近2年間のグラフである．トレンド，年周・半年周補正グラフでは，スロースリップの進行が確認しやすいが，例えば，第79図下段(29)の静岡森－三ヶ日の基線などは，2005年に入ってもグラフが水平に近づく時期が他の基線と比較してやや遅かったように見える．しかし，現在はこの基線のグラフも水平になったように見える．一部に，紀伊半島南東沖の地震に伴うステップがみられる．愛知県東部で観測された深部低周波地震とそれに伴う歪み・傾斜変化に関連した変化は特に見られない．第81～84図は同様に，比高についてトレンドと年周・半年周を補正した時系列グラフである．基線長のグラフから見える以外の情報は特にない．

第85～88図は，深部低周波微動とそれに伴う歪み・傾斜変化が観測された愛知県東部周辺の地殻変動を確認するために作成した図である．これらの現象が観測された場所から，GEONETでも変動が観測されやすいと予想される基線として愛知豊田観測点周辺を中心に作成した基線図を第85図に示した．第86～88図はそれらの基線における観測結果であるが，2005年7月までのイベントでおよび2006年1月のイベント前後でも目立った変化は見られない．

第89～93図は，掛川－御前崎間において1999年4月から観測を開始した高精度比高観測点（GPS連続観測）の結果である．第89図に示した観測点配置でGPS連続観測を実施している．第90図は全点の10日間毎の移動平均値，第91図は全点の1ヶ月毎の移動平均値を表示したものである．図の右に各点の沈降速度が表示されている．高精度比高観測点のデータを解析する際に，電離層遅延の影響を周辺の電子基準点の2周波データにより推定している．アンテナ交換により位相特性が変わってし

まったために生じた計算値のギャップは，トレンドを連続したものとなるように補正値を調整した．2003年5～6月でのグラフの乱れは，アンテナ交換等の時期が観測点により違うため，補正を十分行えなかったことによるものである．第92図は最近1年間の比高の1ヶ月平均の変化を前月との比較で示したもので，第93図は比高の3ヶ月平均の変化を示したものである．高精度比高観測点の時系列からも御前崎側の沈降は揺らぎを伴いながらも，従前の傾向で続いていると見られる．

第94図は高精度比高観測点への水準測量取り付け結果である．これで見ても，2005年1月の観測では水準がやや半島の先端下がりを大きめに観測している傾向が見られる．高精度比高観測点の時系列からも御前崎側の沈降は揺らぎを伴いながらも，従前の傾向で続いていると見られる．

第95図は，御前崎長距離水管傾斜計の月平均結果と傾斜計端点間の水準測量結果，第96図は御前崎及び切山の長距離水管傾斜計観測値の日平均値データ，第97図は同じく時間平均値データである．年周的な変化は従来の特徴と変わっていないと思われる．第98～100図は御前崎の地下約800mの深井戸で実施している地殻変動（歪み及び傾斜）連続観測結果である．この期間，イベントによる変化などは特にない．第100図には，連続観測結果から計算した歪みの主軸と傾斜計から見た傾斜ベクトルを示す．歪みは北西－南東圧縮であり，ほとんど変化がない．

第101～103図は御前崎における絶対重力観測結果である．国土地理院と東京大学地震研究所の共同で行っている観測である．今回2006年3月の観測結果は，前回2005年10月と比較してほとんど変化がない．詳しくは資料内の解説を参照されたい．

参 考 文 献

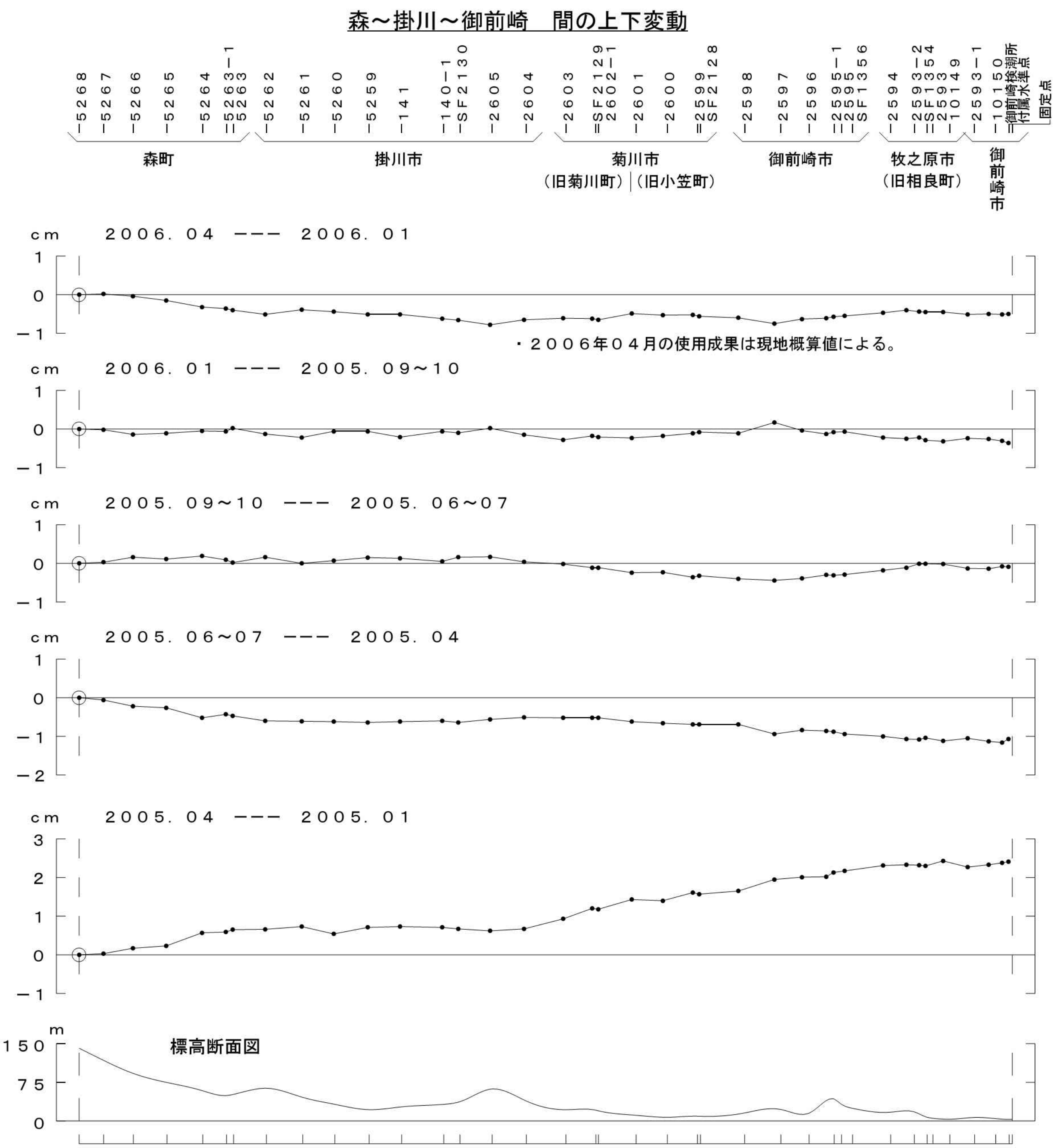
1) 国土地理院，2004，東海地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，71，481-583.

2) 国土地理院，2004，東海地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，72，311-412.

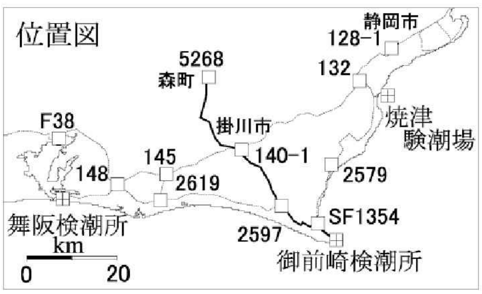
3) 国土地理院，2005，東海地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，73，166-227.

4) 国土地理院，2005，東海地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，74，227-283.

5) 国土地理院，2006，東海地方の地殻変動，地震予知連絡会会報，75，288-374.

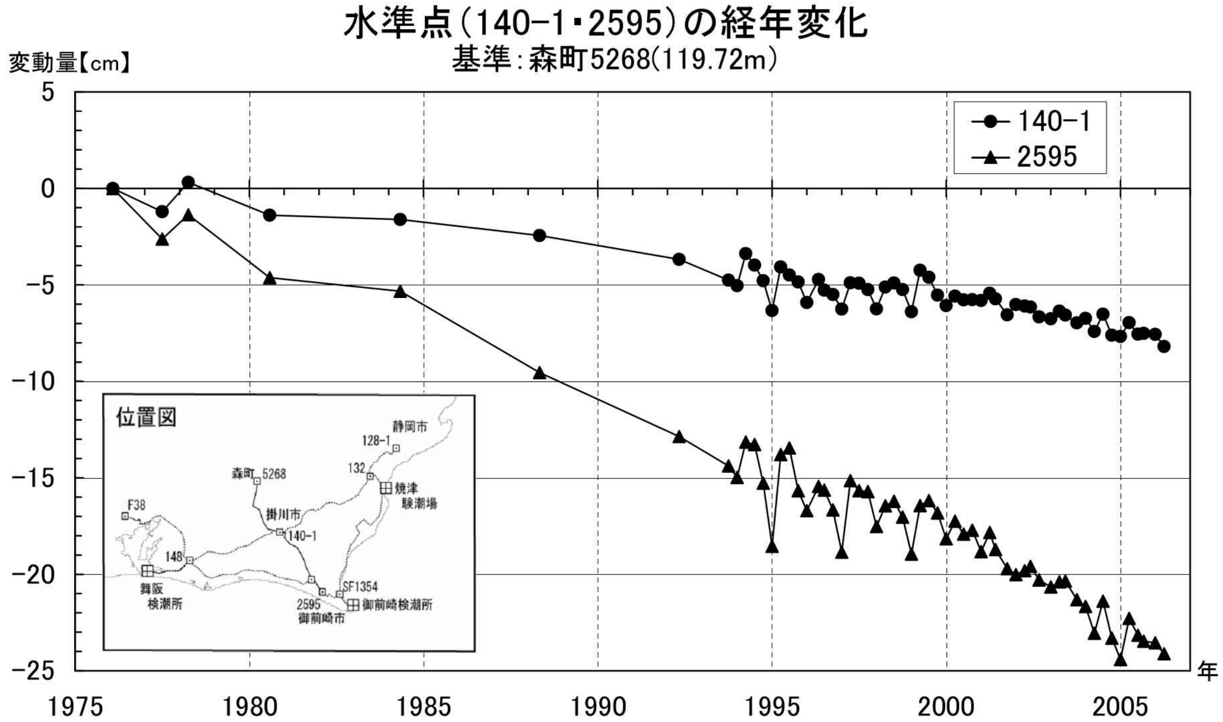


数 値



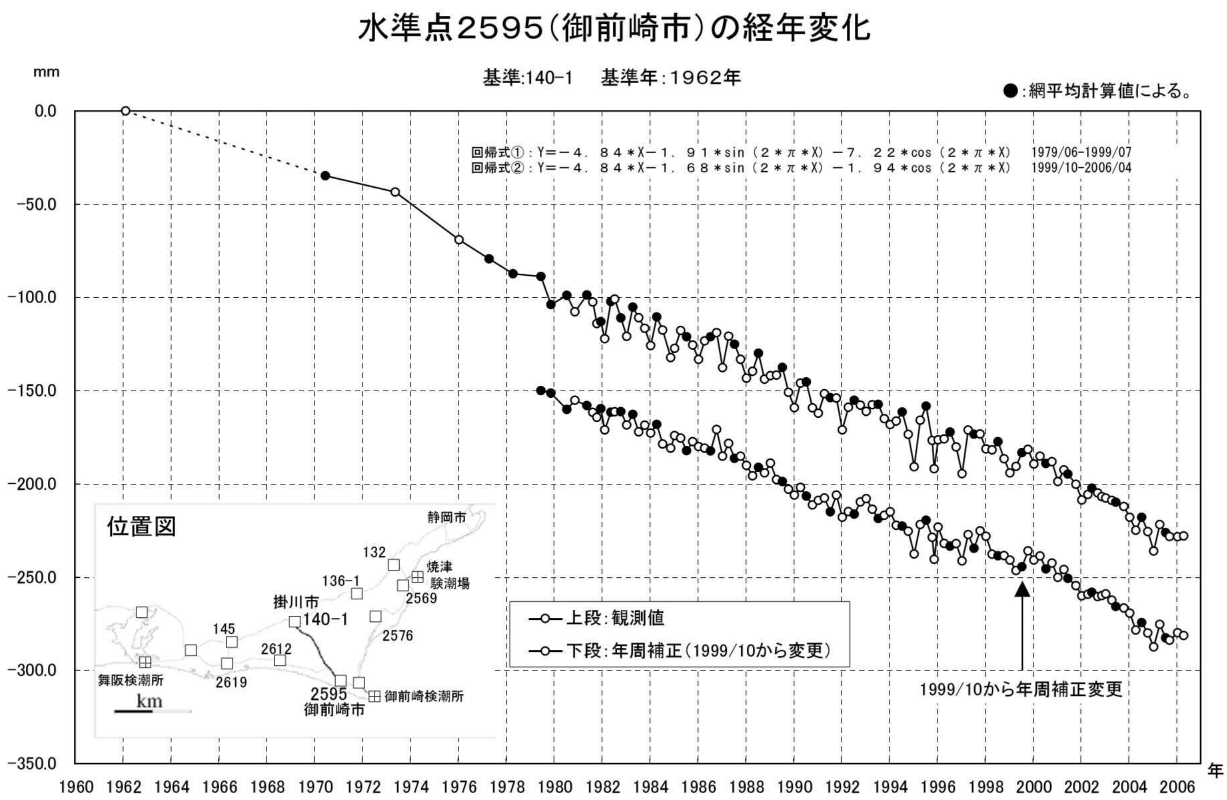
第1図　水準測量による森町～掛川市～御前崎市間における上下変動

Fig.1 Vertical crustal deformation by the precise leveling survey (repeated 4 times a year) along the route between Mori and Omaezaki via Kakegawa



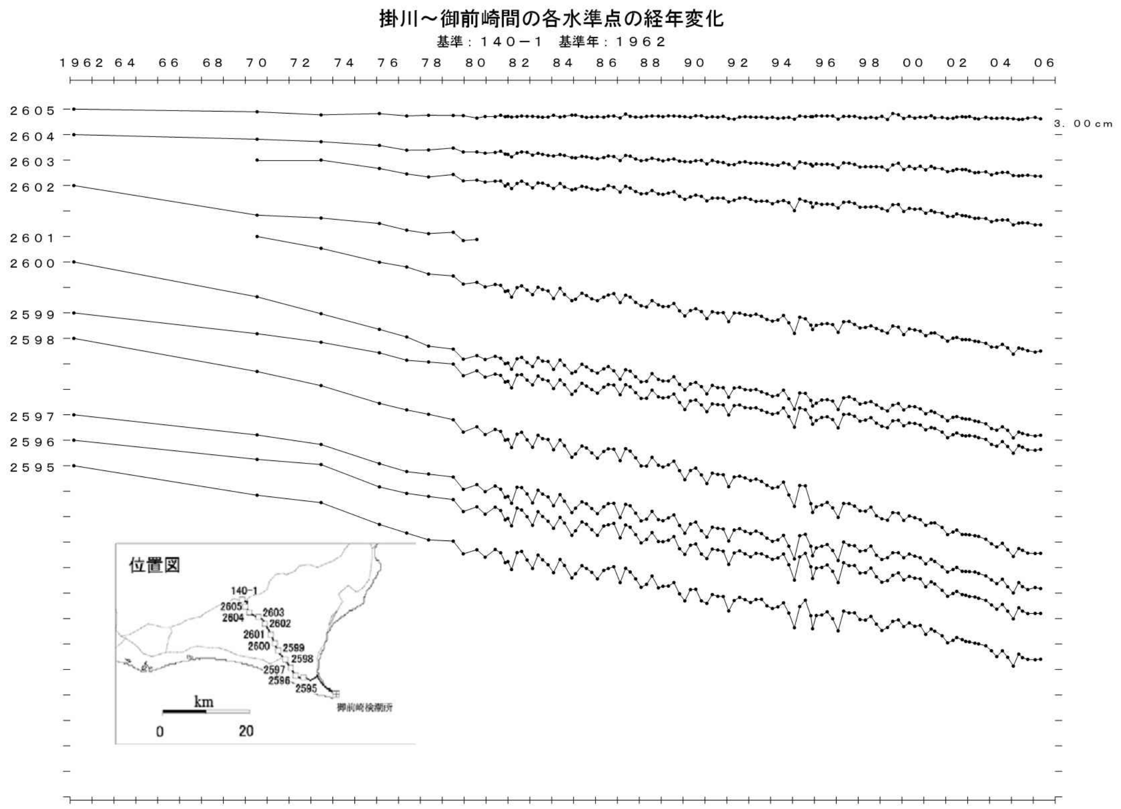
第2図　水準点5268（森）を基準とした140-1（掛川）と2595（御前崎市浜岡）の上下変動時系列

Fig.2 Time series of height change from BM 5268 (Mori) to BM140-1 (Kakegawa) and BM2595 (Hamaoka)



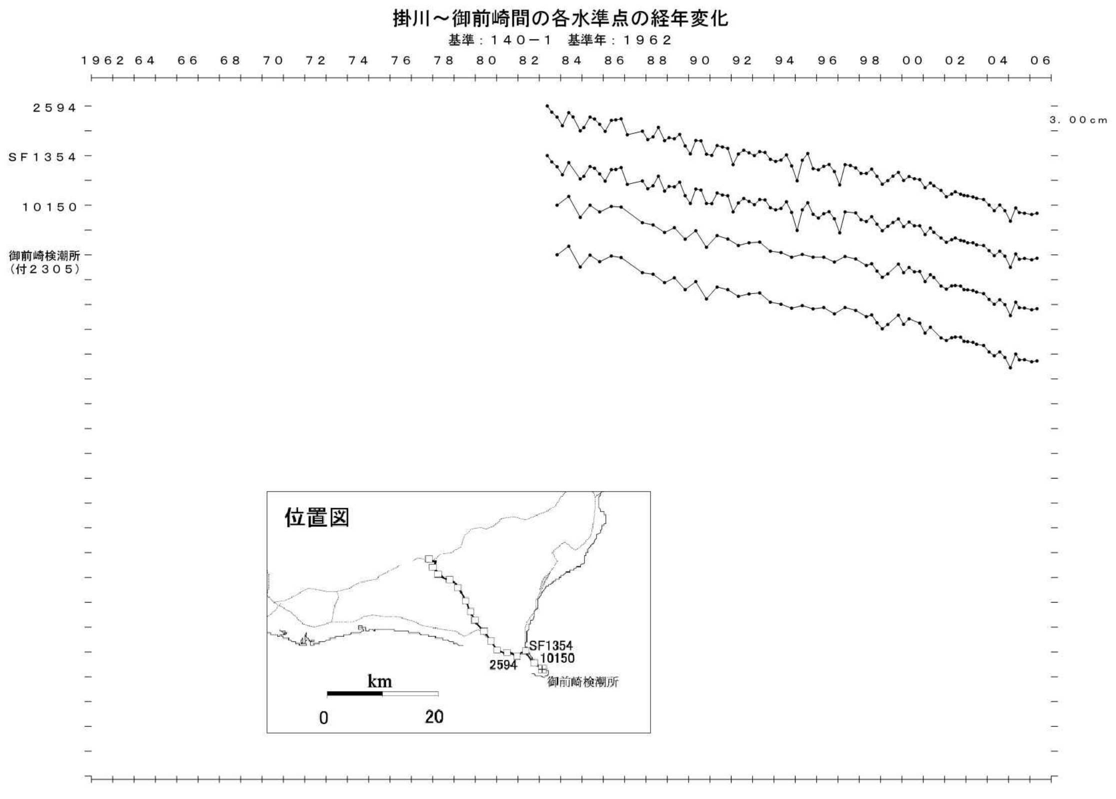
第3図　水準点140-1（掛川市）を基準とした2595（御前崎市浜岡）の高さの経年変化

Fig.3 Time series of height change of BM2595 (Hamaoka) as referred to BM140-1 (Kakegawa).



第4図,第5図　水準点140-1（掛川市）を基準とした掛川～御前崎間の各水準点の高さの経年変化

Fig.4,5　Time series of height changes of bench marks along the route between Kakegawa and Omaezaki as referred to BM140-1 (Kakegawa).

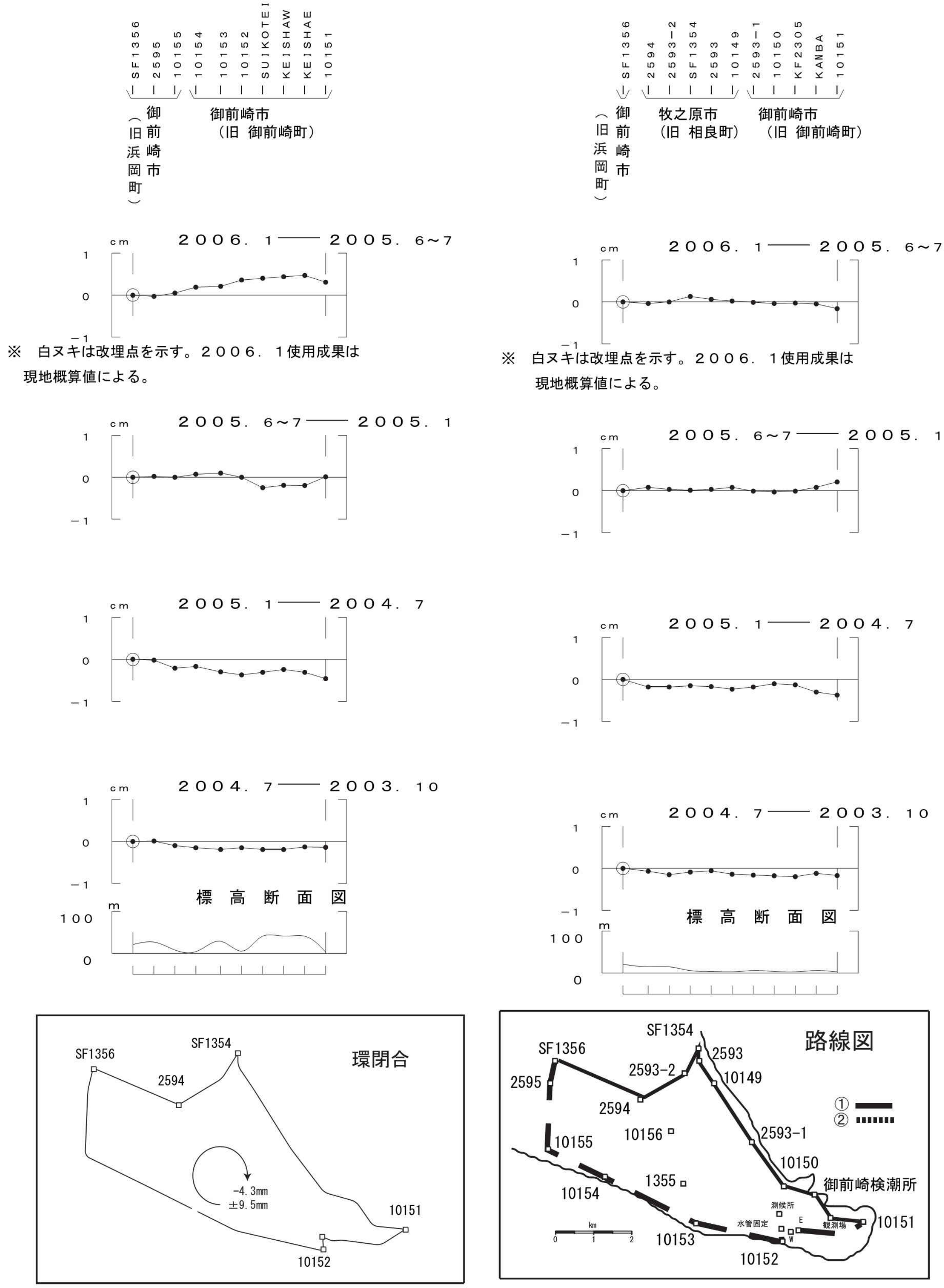


第4図,第5図　水準点140-1（掛川市）を基準とした掛川～御前崎間の各水準点の高さの経年変化

Fig.4,5　Time series of height changes of bench marks along the route between Kakegawa and Omaezaki as referred to BM140-1 (Kakegawa).

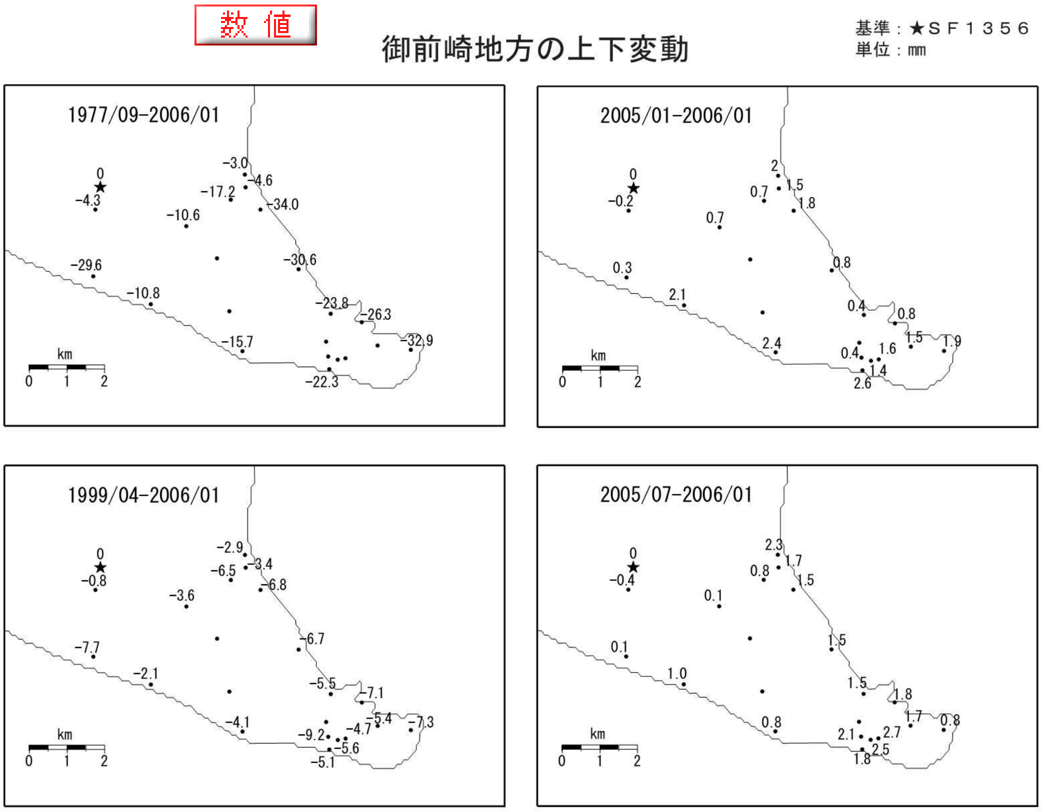
御前崎の上下変動

数値



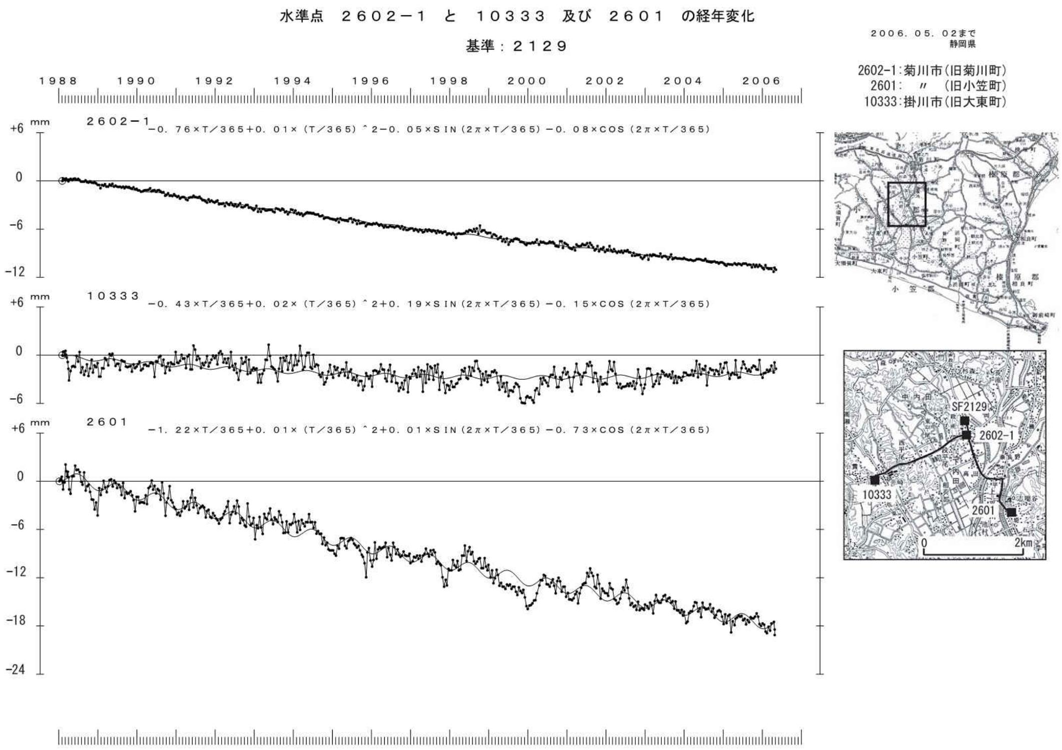
第6図 水準測量による御前崎先端部の上下変動

Fig.6 Vertical crustal deformation by the precise leveling survey around Omaezaki



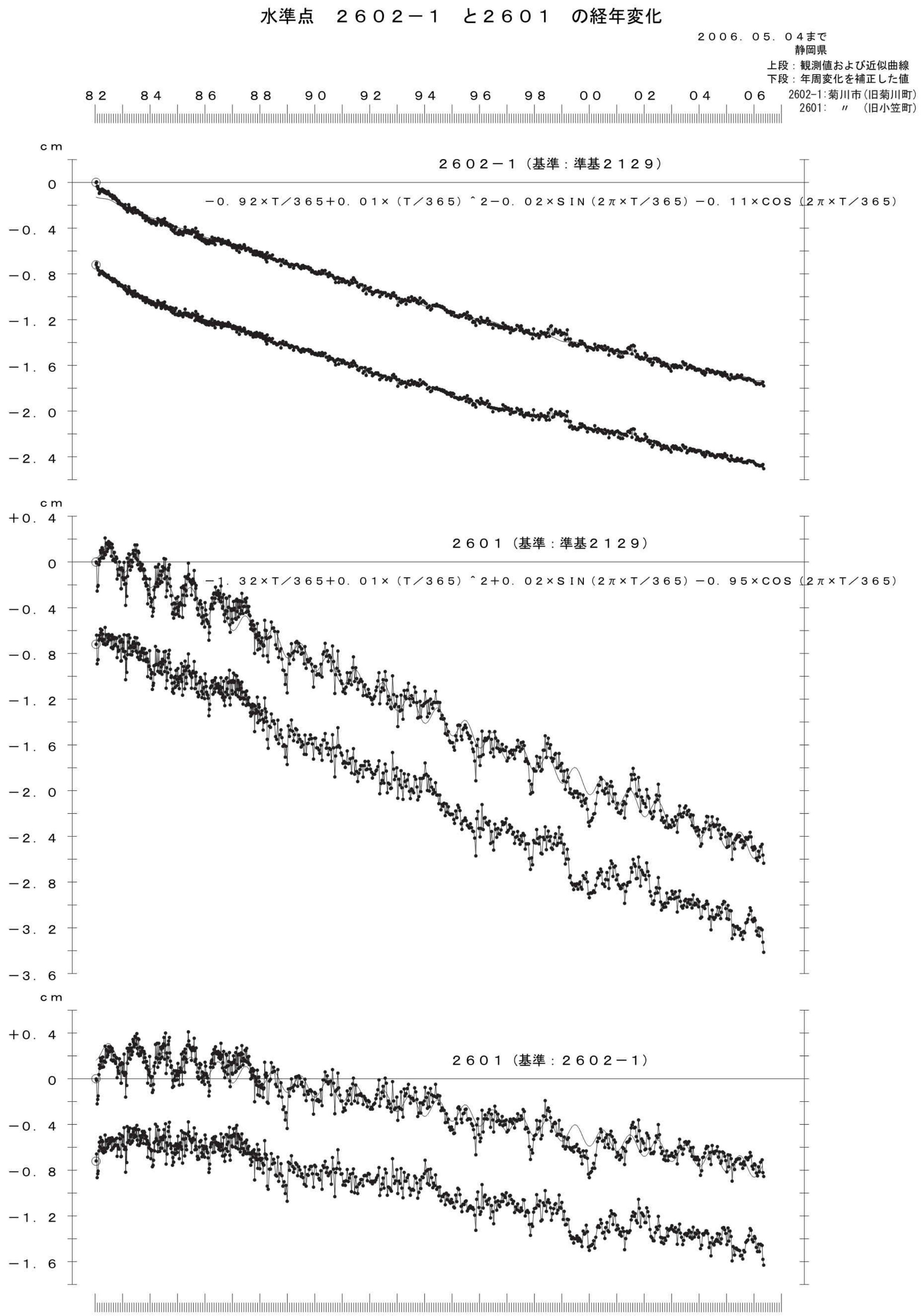
第7図　水準測量による御前崎先端部の上下変動

Fig.7 Vertical crustal deformation by the precise leveling survey around Omaezaki



第8図　静岡県による短距離水準測量結果(1)：準基2129を基準とした2602-1、10333及び2601の高さの経年変化

Fig.8 Results of short distance leveling (1): Time series of height changes of BM2602-1, BM10333 and BM2601 as referred to SF2129. Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.

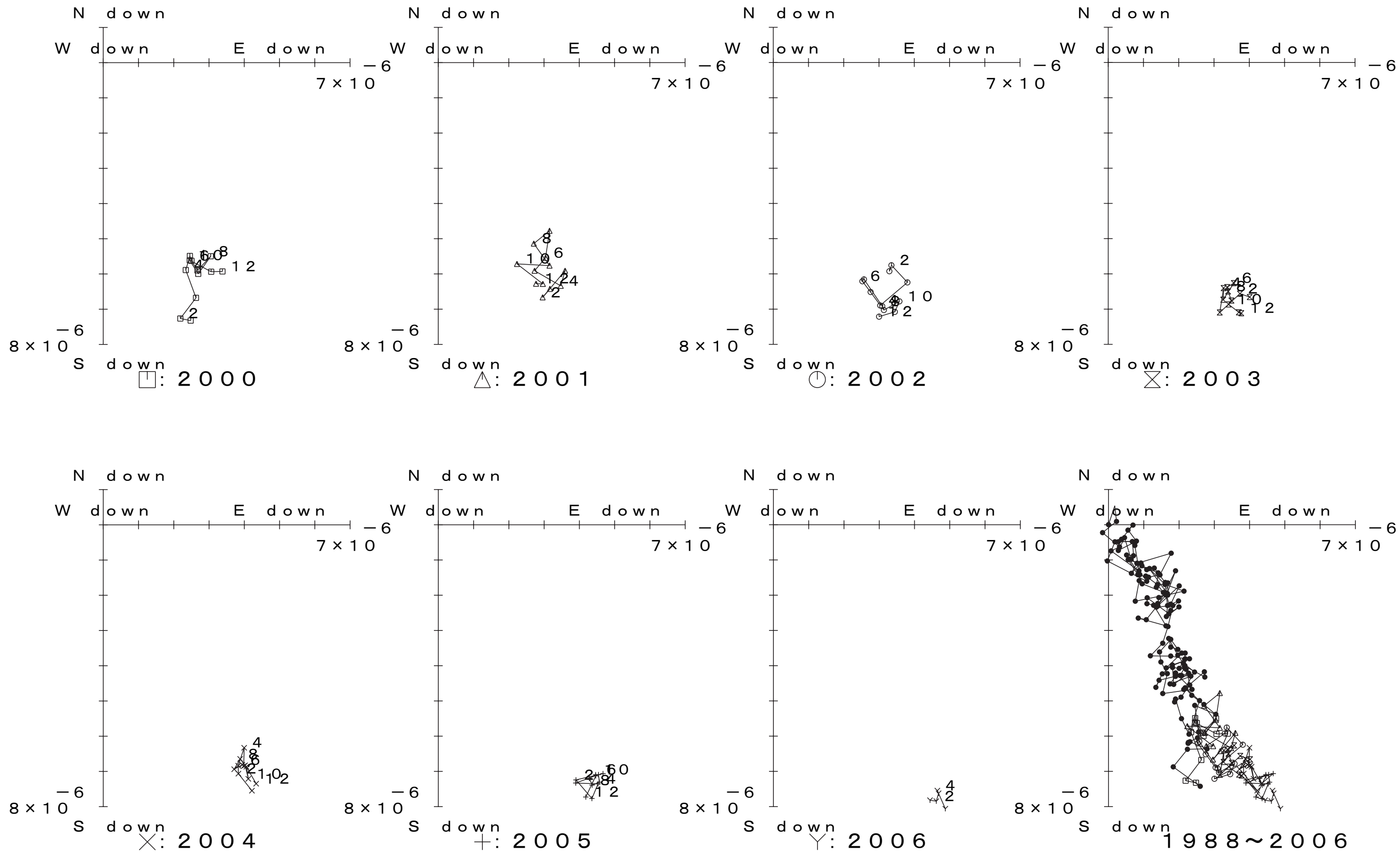


第9図　静岡県による短距離水準測量結果(2)：準基2129、2602-1及び2601間の比高の経年変化

Fig.9 Results of short distance leveling (2): Time series of height changes of bench marks, SF2129, BM2602-1 and BM2601 as referred to SF2129. Original data are provided by the Prefectural government of Shizuoka.

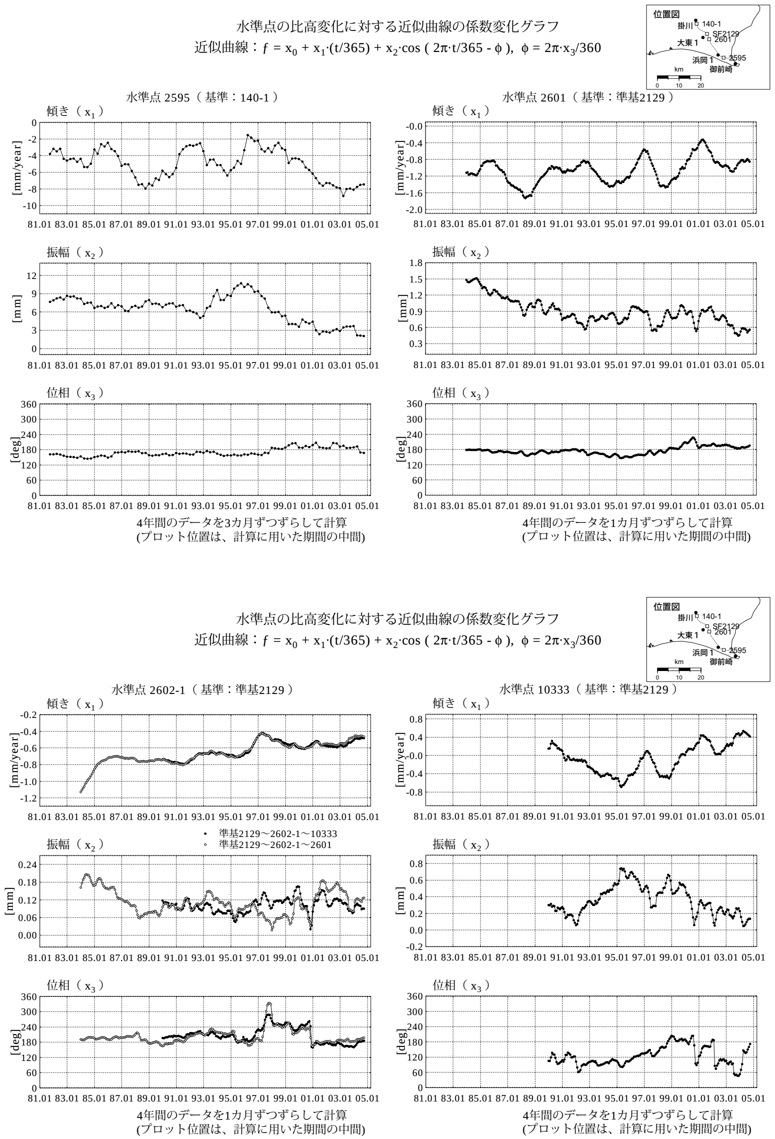
水準測量（１０３３３及び２６０１）による傾斜ベクトル（月平均値）

基準：ＳＦ２１２９　　　基準年：１９８８．０５



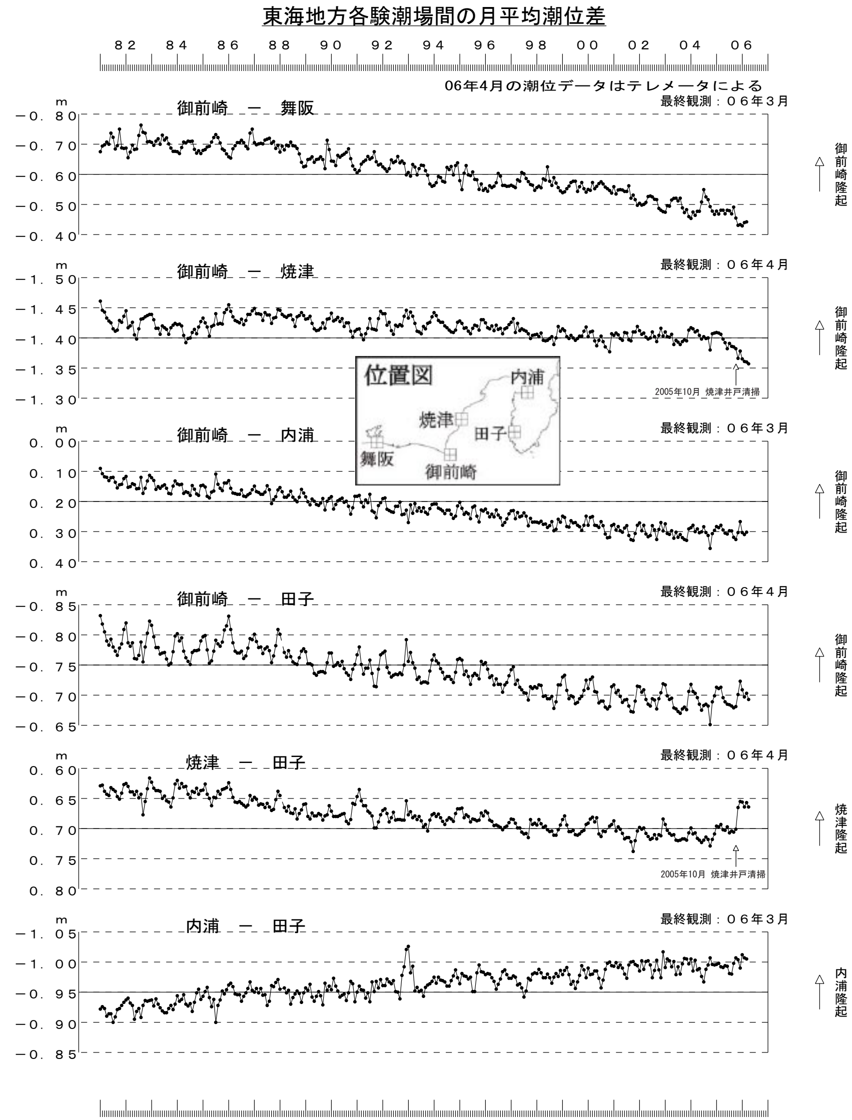
第10図　静岡県による短距離水準測量結果(3)：月平均傾斜ベクトル

Fig.10 Results of short distance leveling (3): Vector representations of time series of monthly means of tilt derived from leveling data in Fig.9 and Fig.10. Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.



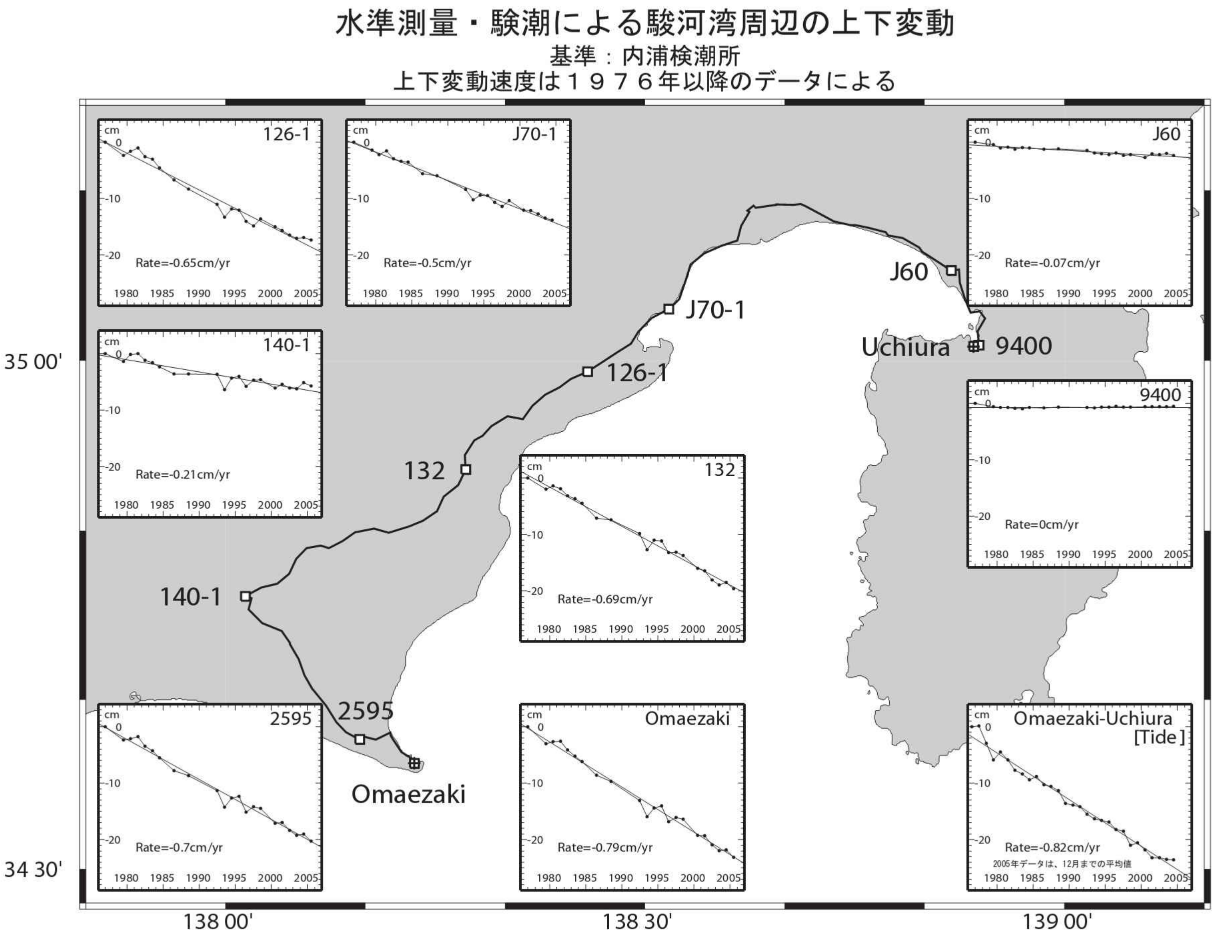
第 11 図　水準測量データによる上下変動の時間変化

Fig.11 Temporal variations of rates of subsidence and amplitudes of periodic components of leveling results in the Omaezaki region.



第 12 図 東海地方各験潮場間の月平均潮位差

Fig.12 Plots of differences between monthly mean values at tidal gauges in the Tokai region.



第13図　水準測量・験潮による駿河湾周辺の上下変動

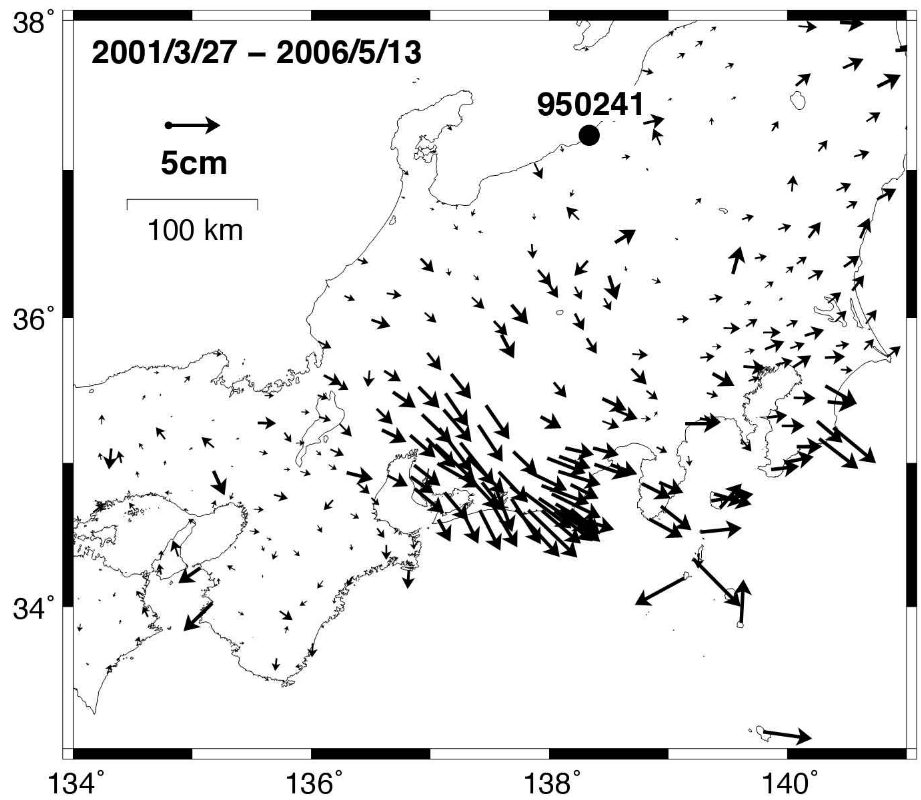
Fig.13 Vertical crustal movement by leveling survey and tidal observation around Suruga Bay

平均的な地殻変動からのずれ

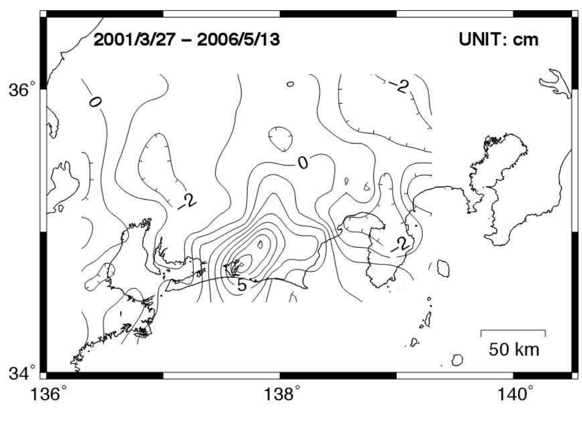
最終解　**2001/3/27 – 2006/4/29**
速報解　**2006/4/30 – 2006/5/13**

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。

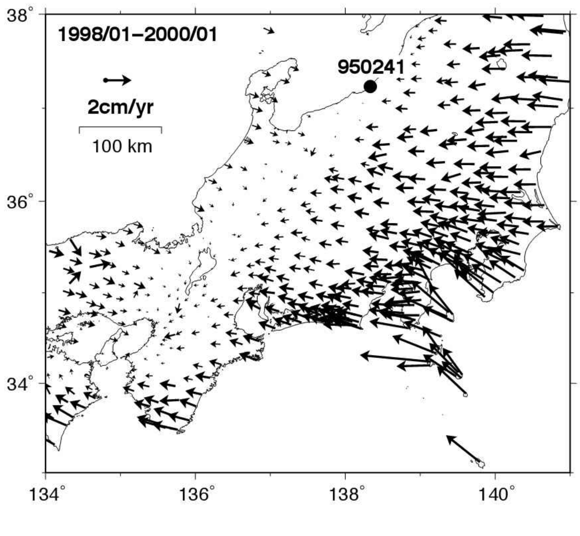
水平変動



上下変動



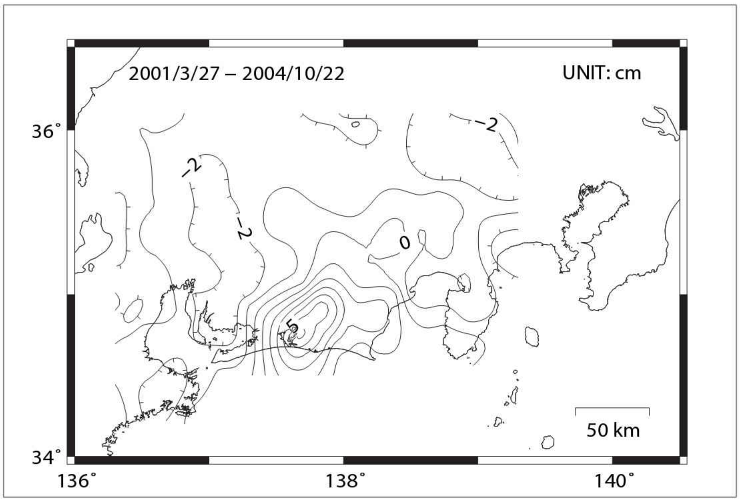
平均的な地殻変動



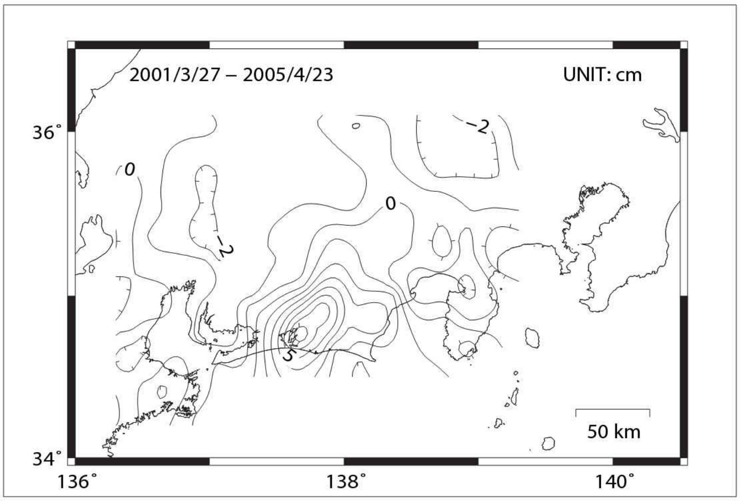
第14図　2001年初頭から継続している東海地方のスロースリップ

Fig.14 Slow Slip occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region inferred from the Continuous GPS Measurements.

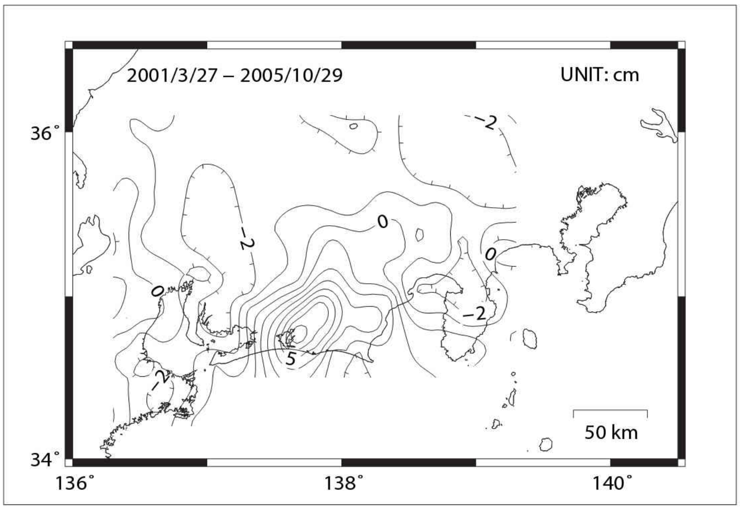
「2001年初頭から継続している東海地方のスロースリップ」の図中にある上下成分については,2006年5月に再計算を実施した.地震予知連絡会会報に掲載された同図について、再計算した結果を以下に示す.



第73巻 6-2 東海地方の地殻変動 P185 第25図



第74巻 6-2 東海地方の地殻変動 P237 第11図



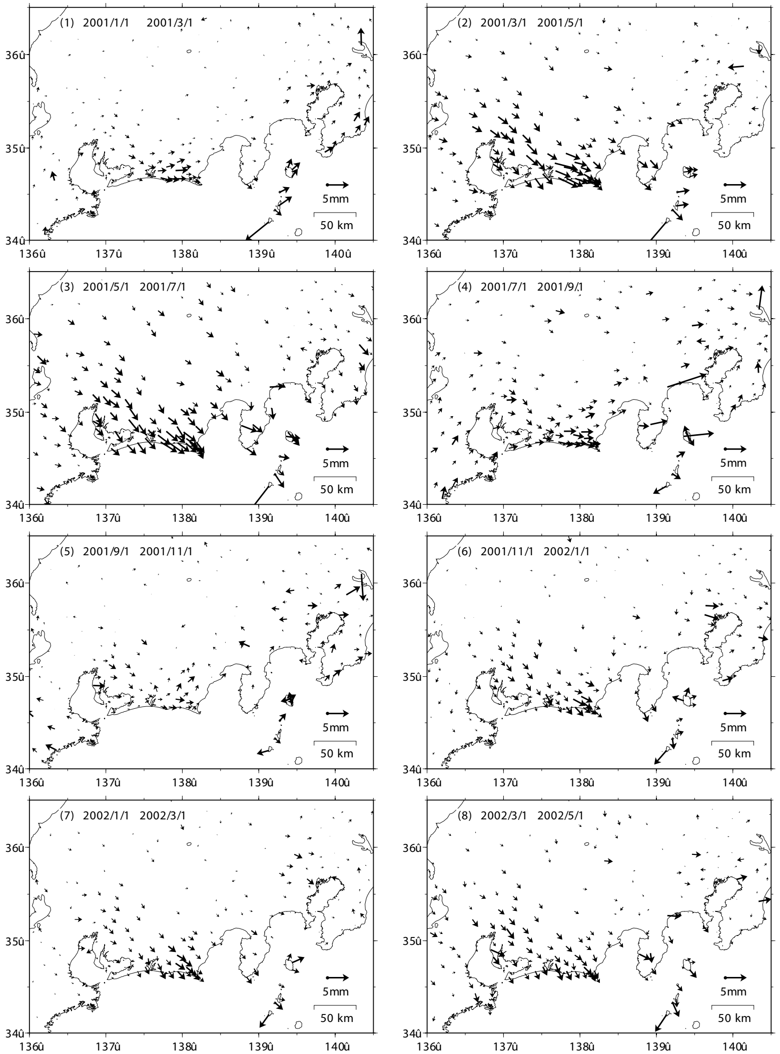
第75巻 6-2 東海地方の地殻変動 P312 第30図

第15図 東海スロースリップによる累積の非定常地殻上下変動 (2004年10月分以降の改訂)

Fig.15 Accumulated non-secular vertical crustal deformation by Tokai slow-slip event (revision of the figure after October 2004)

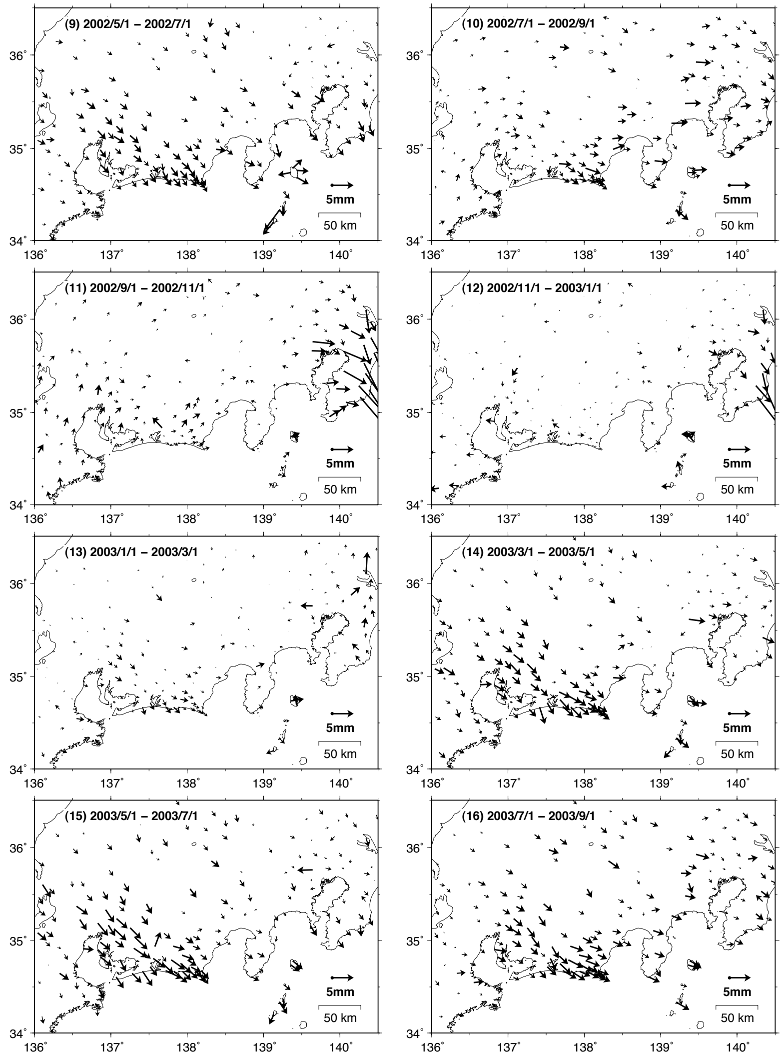
東海非定常地殻変動（１）大潟固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。



東海非定常地殻変動（２）大潟固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。



第 16 図～第 19 図　２ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（大潟固定）

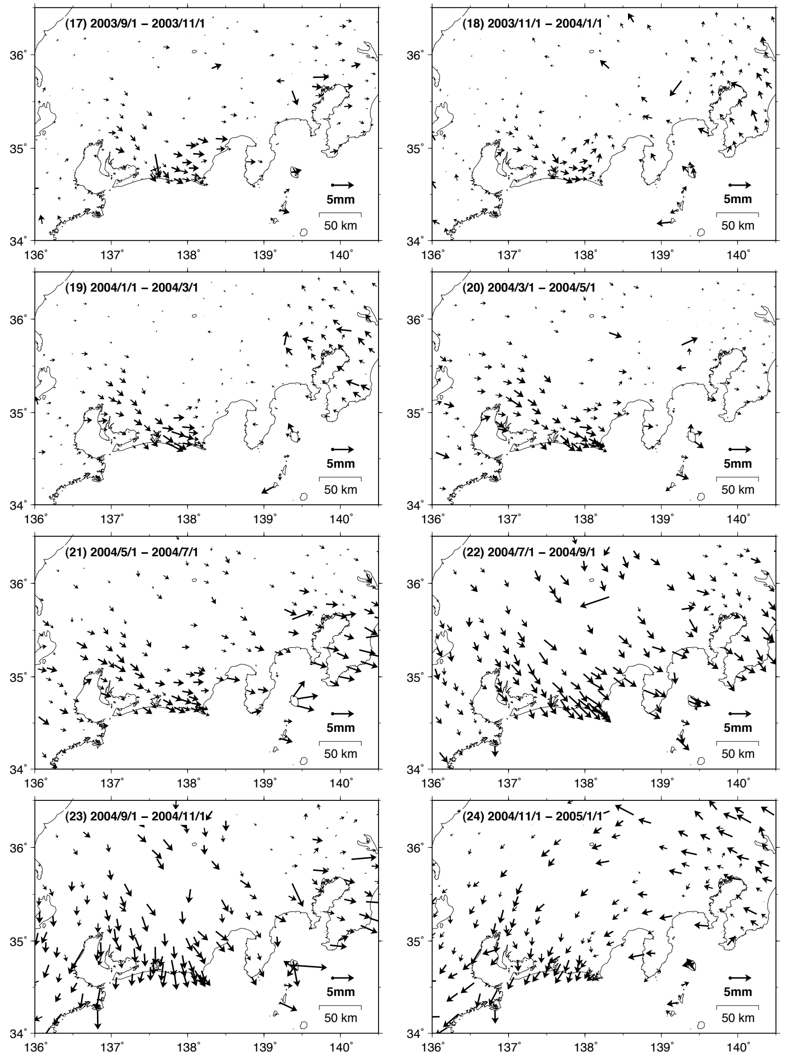
Fig.16-19　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Ohgata fixed)

第 16 図～第 19 図　２ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（大潟固定）

Fig.16-19　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Ohgata fixed)

東海非定常地殻変動（３）大潟固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。

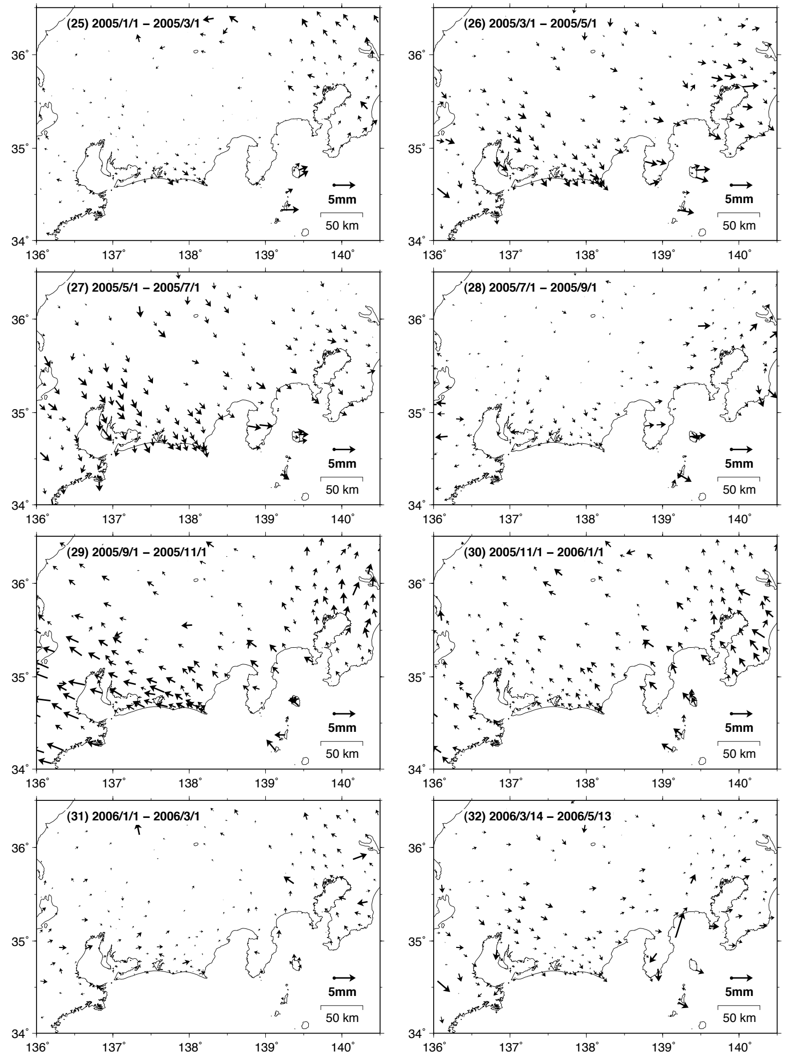


第 16 図～第 19 図　２ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（大潟固定）

Fig.16-19　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Ohgata fixed)

東海非定常地殻変動（４）大潟固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。

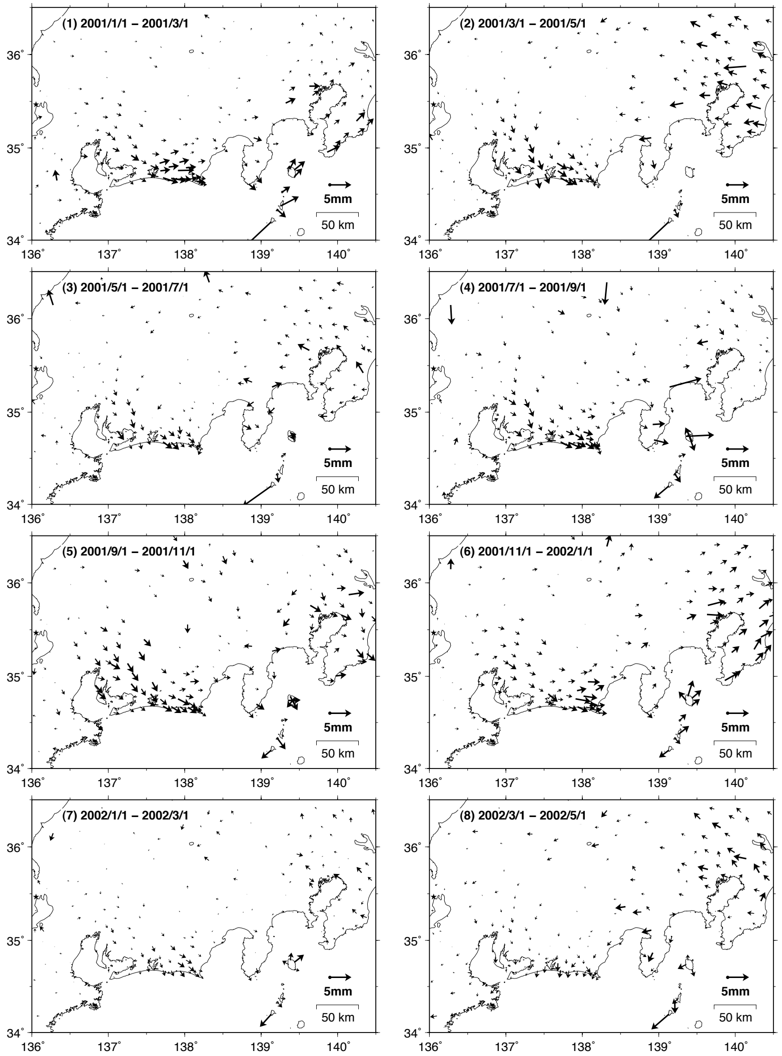


第 16 図～第 19 図　２ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（大潟固定）

Fig.16-19　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Ohgata fixed)

東海非定常地殻変動（１）マキノ固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。

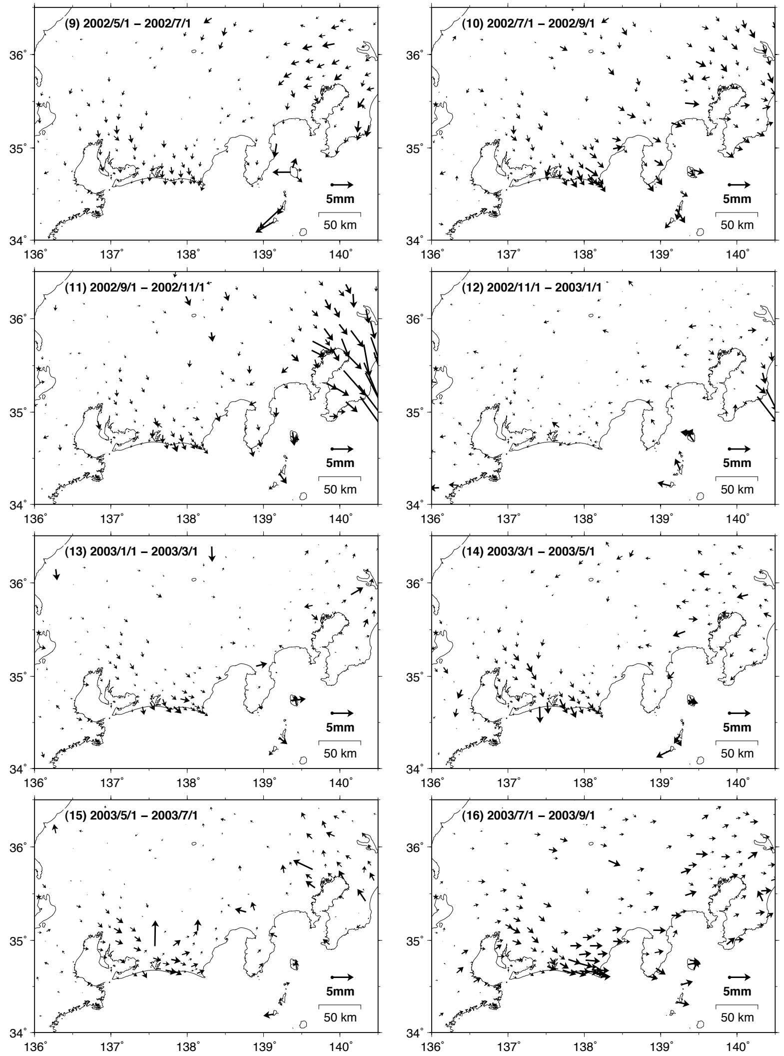


第 20 図〜第 23 図　2 ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（マキノ固定）

Fig.20-23　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Makino fixed)

東海非定常地殻変動（２）マキノ固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。

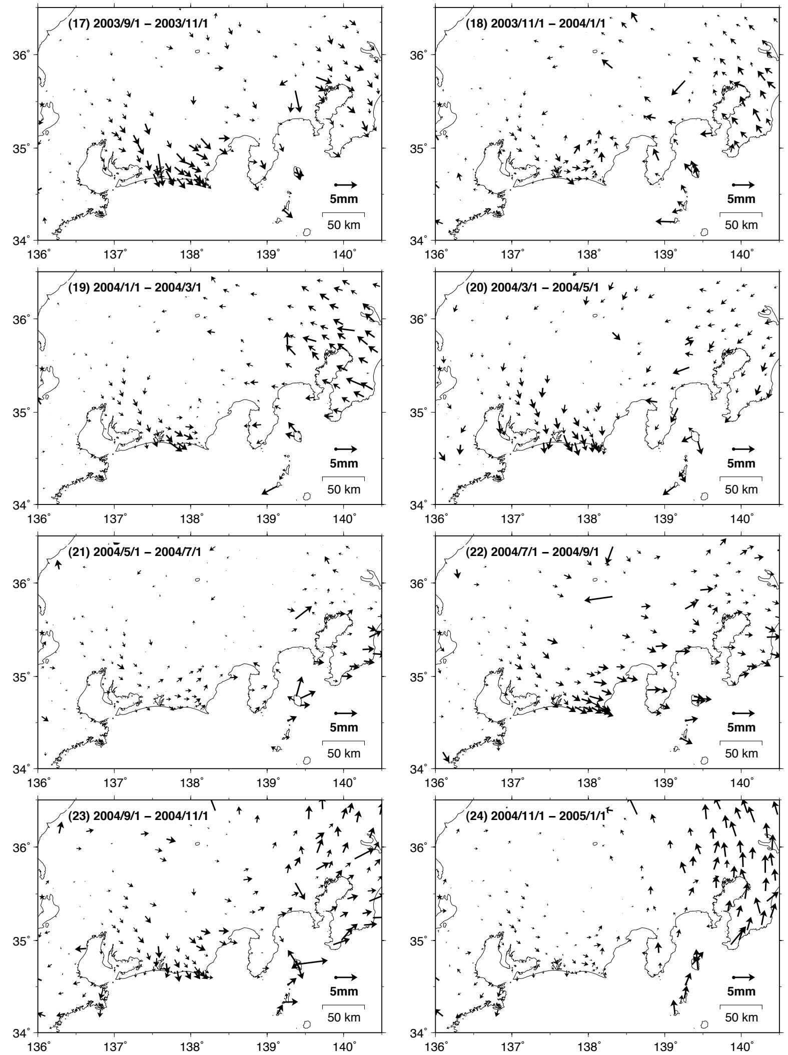


第 20 図〜第 23 図　2 ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（マキノ固定）

Fig.20-23　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Makino fixed)

東海非定常地殻変動（３）マキノ固定

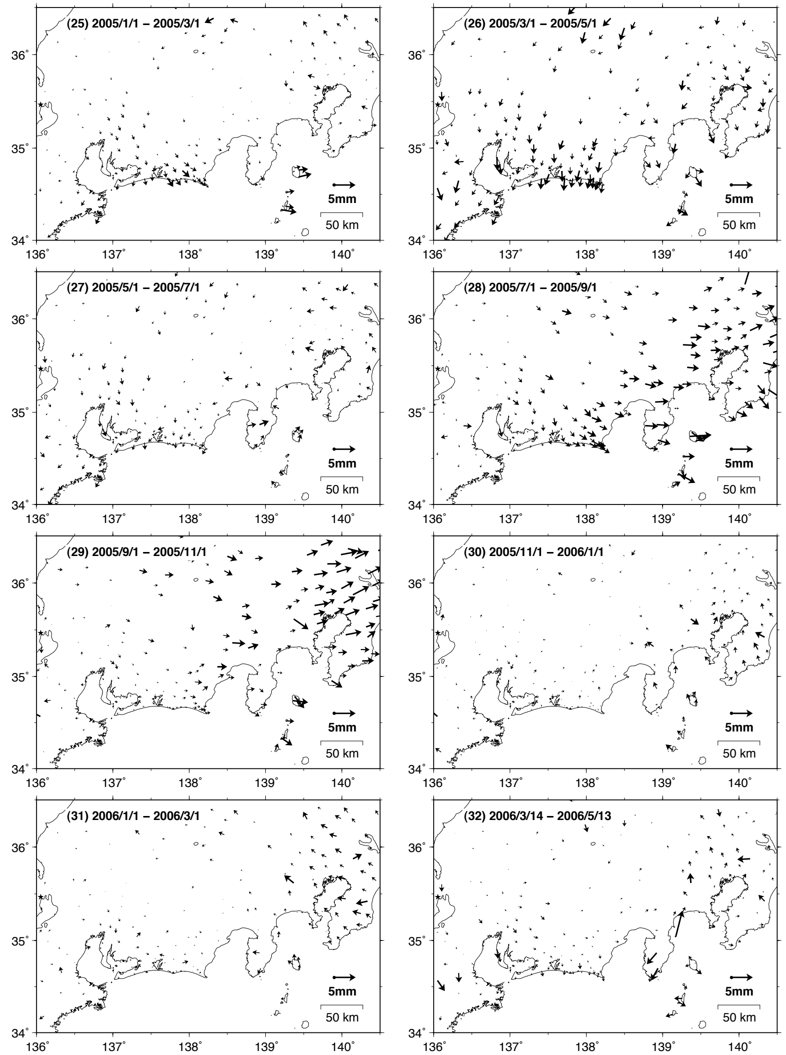
○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。



第 20 図〜第 23 図　２ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（マキノ固定）
Fig.20-23　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Makino fixed)

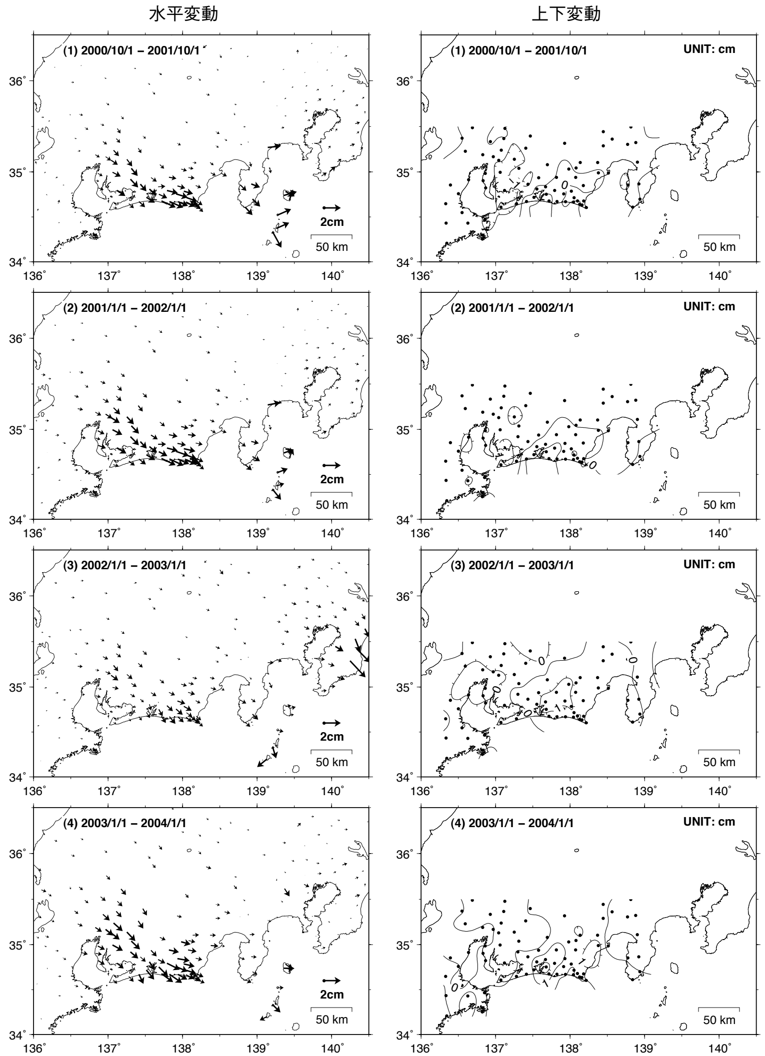
東海非定常地殻変動（４）マキノ固定

○平滑化した非定常地殻変動について、２ヶ月ごとの変動量を表示している。

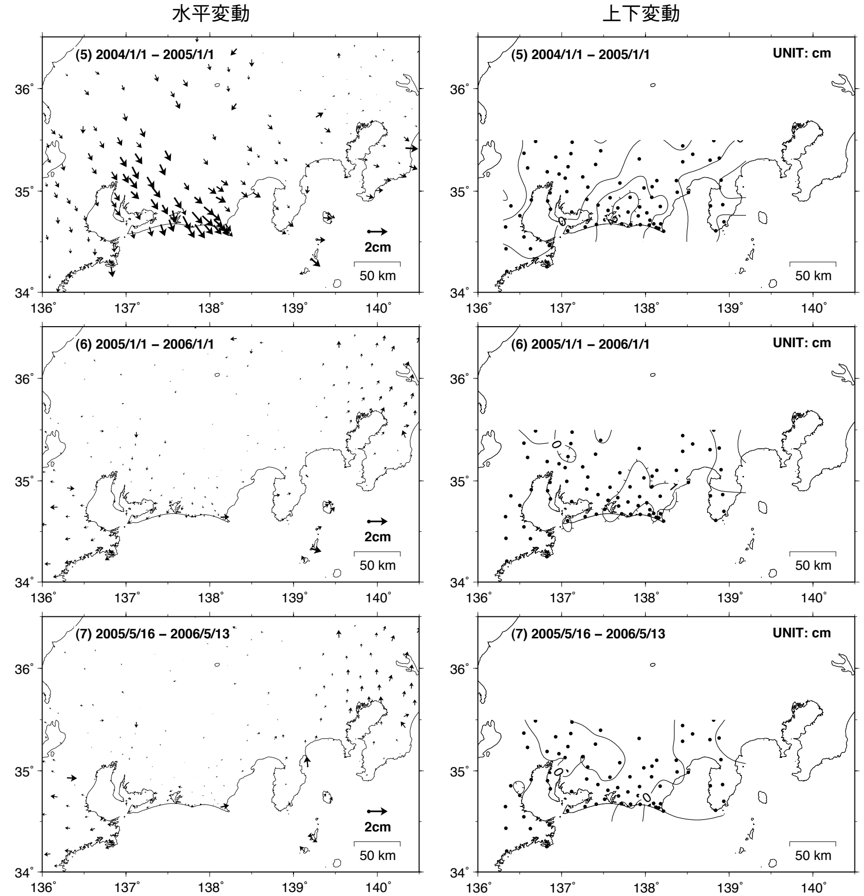


第 20 図〜第 23 図　２ヶ月ごとに見た東海地方異常地殻変動（マキノ固定）
Fig.20-23　Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Makino fixed)

１年間で見た東海非定常地殻変動（１）大潟固定



１年間で見た東海非定常地殻変動（２）大潟固定



（５）は、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震および同年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響を取り除いています。
２００４年９月～２００５年初めのデータには、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。

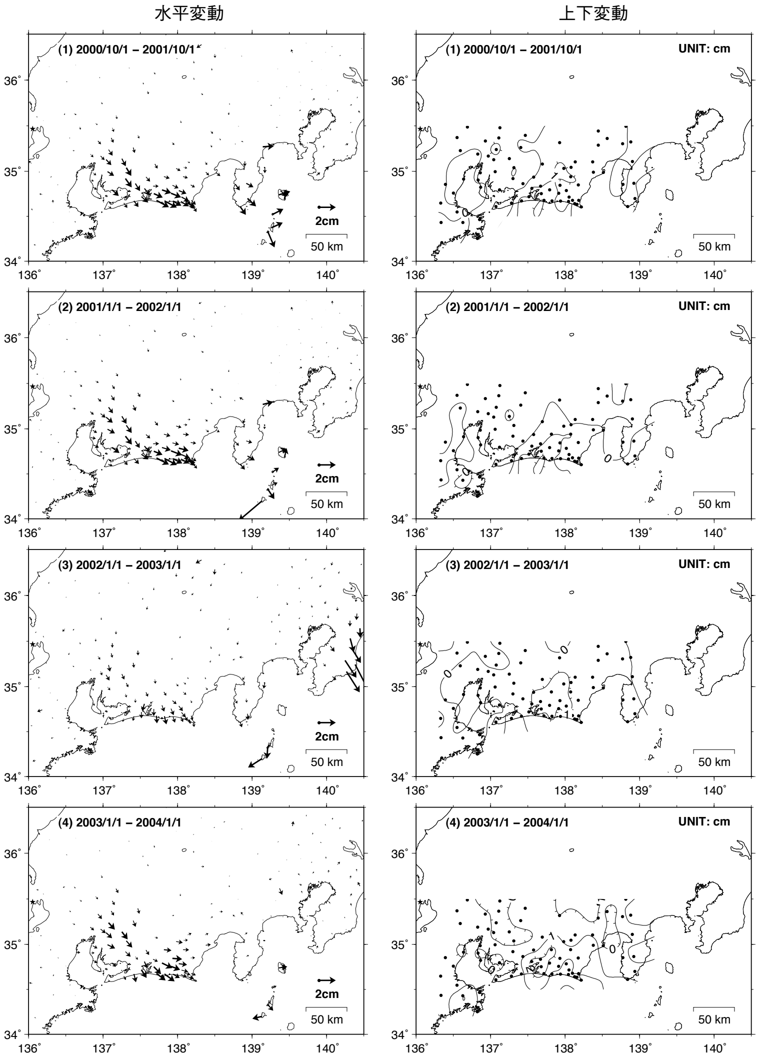
第 24 図 , 第 25 図　1 年ごとに見た東海地方異常地殻変動（大潟固定，左：水平変動，右：上下変動）

Fig.24,25　Crustal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (Ohgata fixed, left: Horizontal, right: Vertical)

第 24 図 , 第 25 図　1 年ごとに見た東海地方異常地殻変動（大潟固定，左：水平変動，右：上下変動）

Fig.24,25　Crustal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (Ohgata fixed, left: Horizontal, right: Vertical)

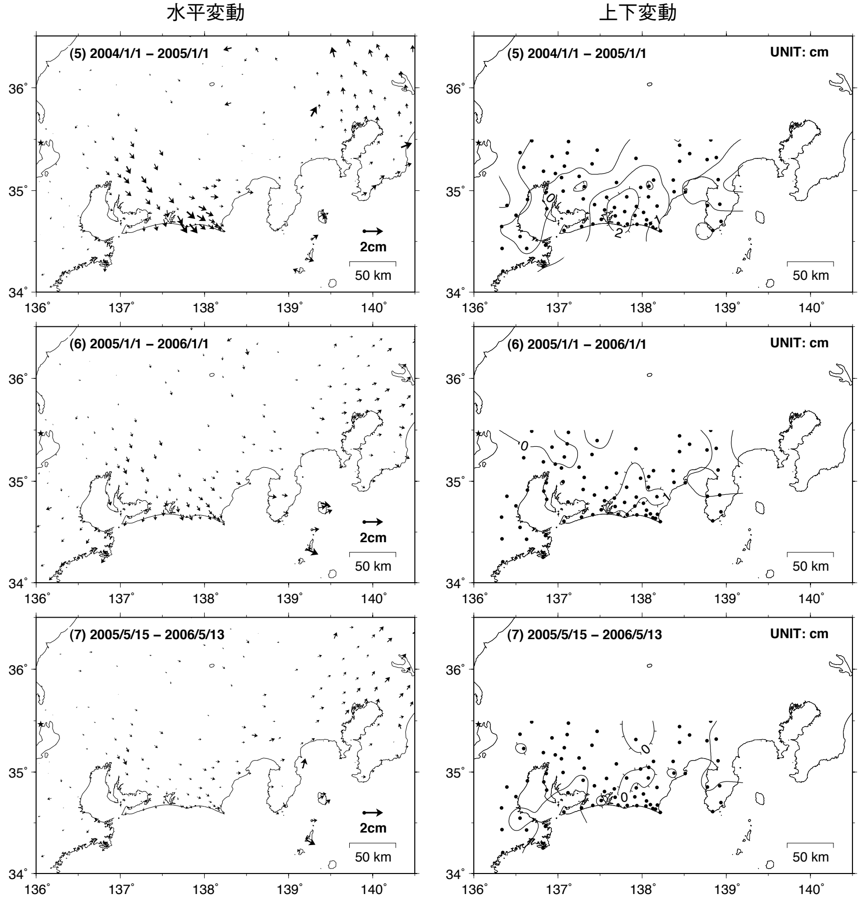
1年間で見た東海非定常地殻変動（1）マキノ固定



第 26 図 , 第 27 図　1 年ごとに見た東海地方異常地殻変動（マキノ固定，左：水平変動，右：上下変動）

Fig.26,27　Crustal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (Makino fixed, left: Horizontal, right: Vertical)

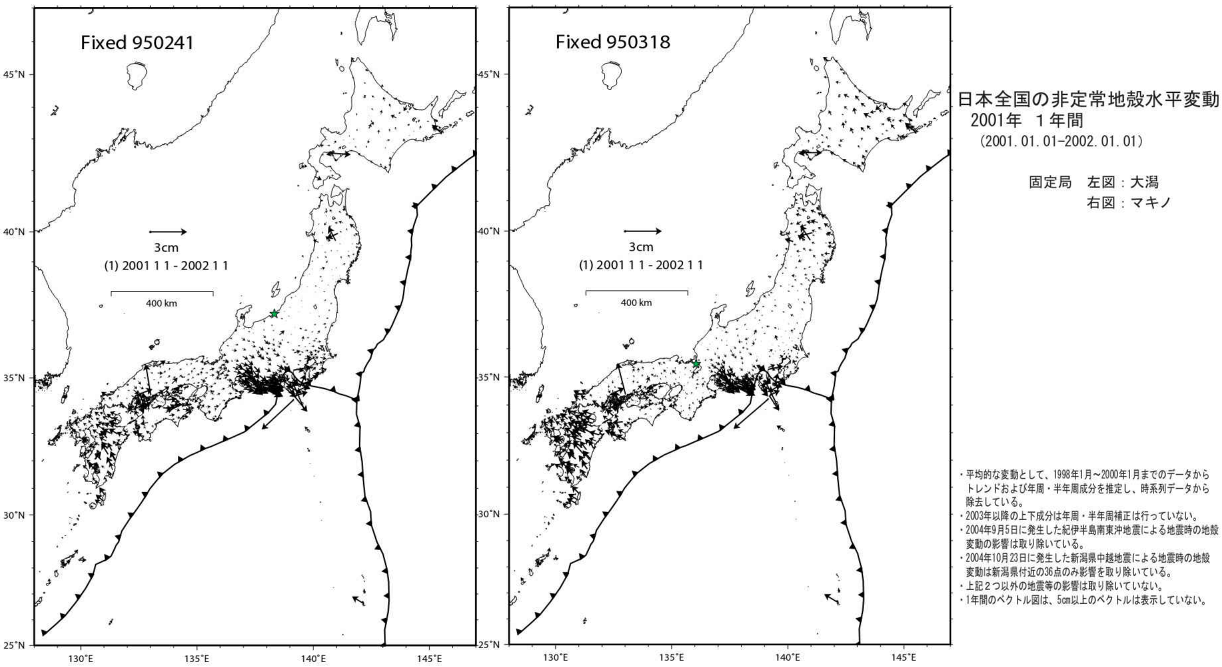
1年間で見た東海非定常地殻変動（2）マキノ固定



（5）は、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響を取り除いています。
２００４年９月～２００５年初めのデータには、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。

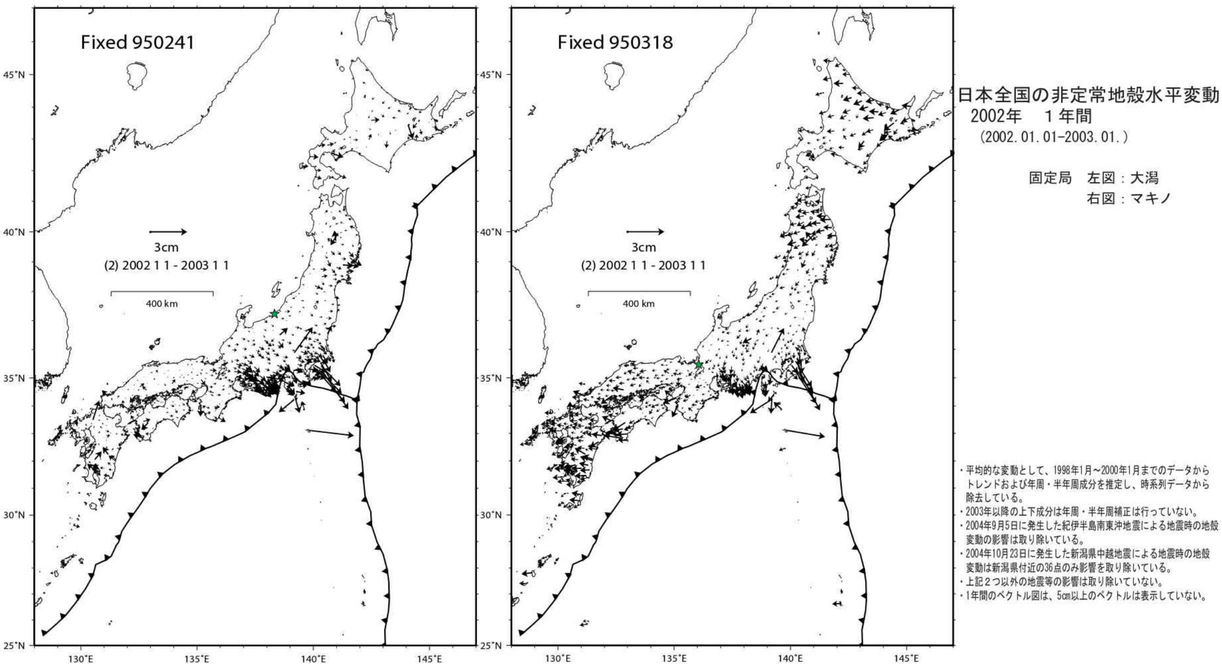
第 26 図 , 第 27 図　1 年ごとに見た東海地方異常地殻変動（マキノ固定，左：水平変動，右：上下変動）

Fig.26,27　Crustal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (Makino fixed, left: Horizontal, right: Vertical)



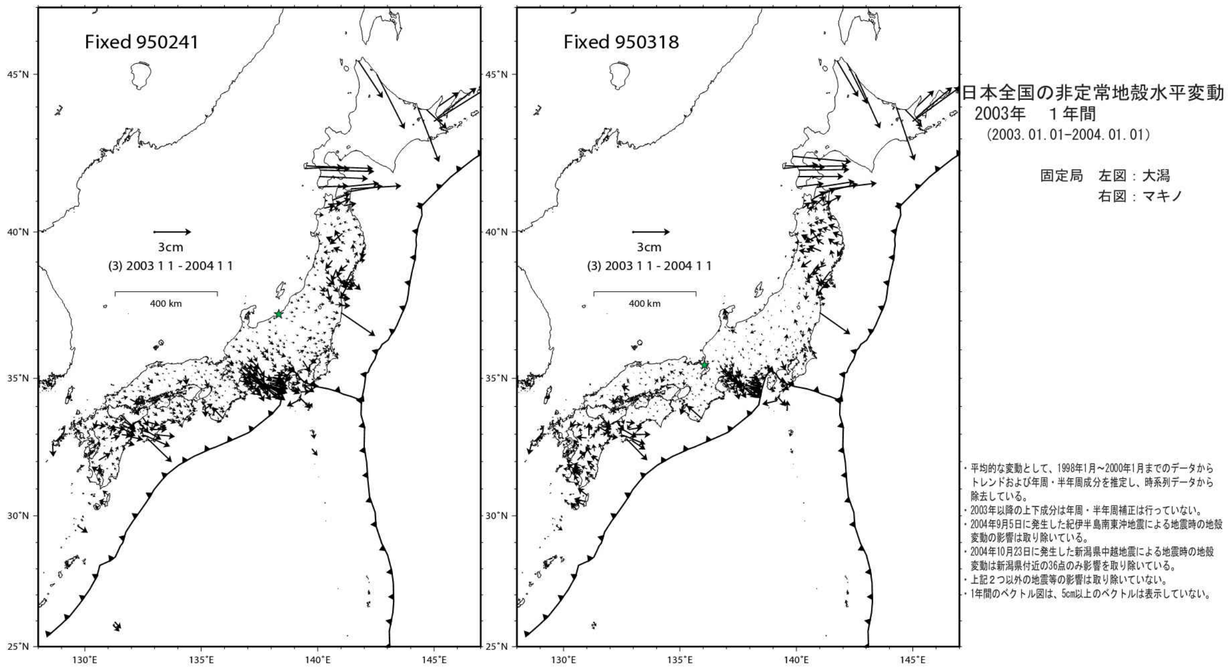
第28図～第32図　GEONETに見られる日本全国における1年毎の非定常変動（2001年～2005年）（左図・大潟固定，右図・マキノ固定）

Fig.28-32　Non-secular movement seen in the annual data of GEONET observation (2001-2005) (Left/ Ogata fixed, Right/ Makino fixed)



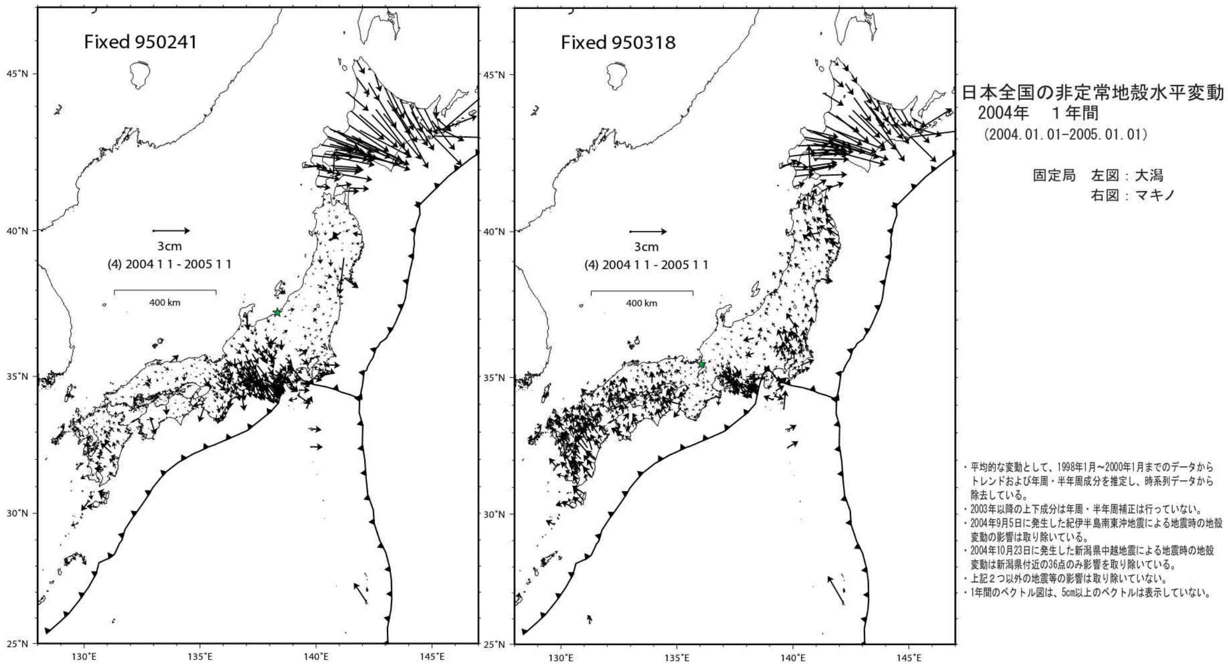
第28図～第32図　GEONETに見られる日本全国における1年毎の非定常変動（2001年～2005年）（左図・大潟固定，右図・マキノ固定）

Fig.28-32　Non-secular movement seen in the annual data of GEONET observation (2001-2005) (Left/ Ogata fixed, Right/ Makino fixed)



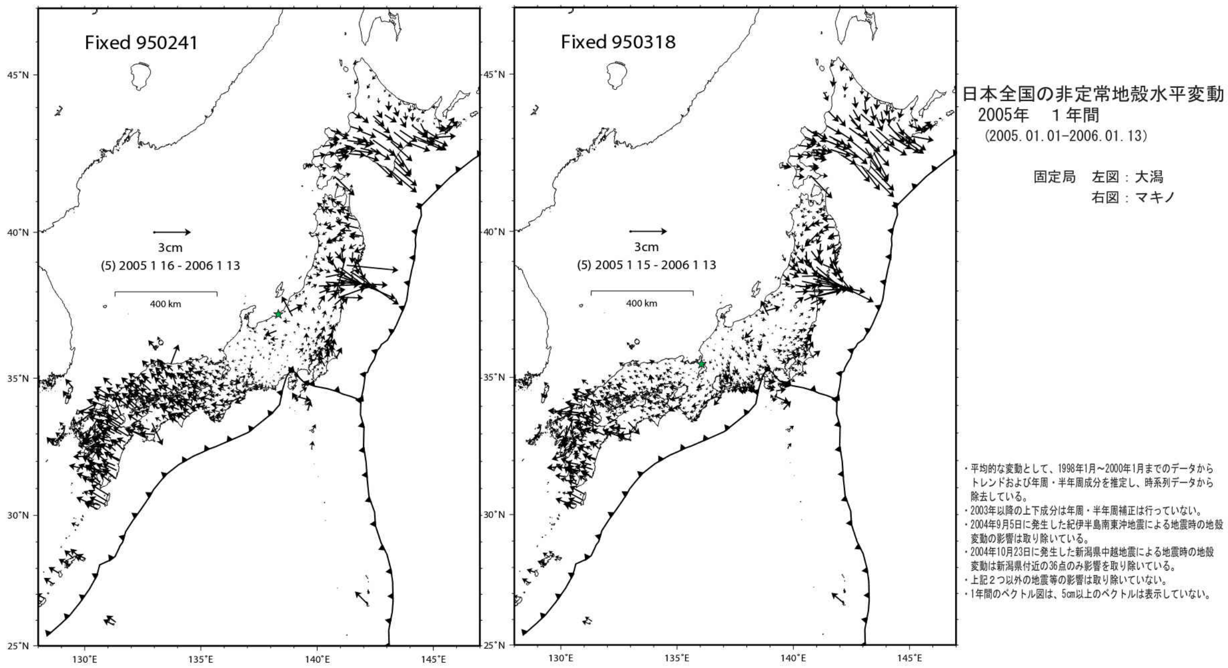
第28図～第32図　GEONETに見られる日本全国における1年毎の非定常変動（2001年～2005年）（左図・大潟固定，右図・マキノ固定）

Fig.28-32　Non-secular movement seen in the annual data of GEONET observation (2001-2005) (Left/ Ogata fixed, Right/ Makino fixed)



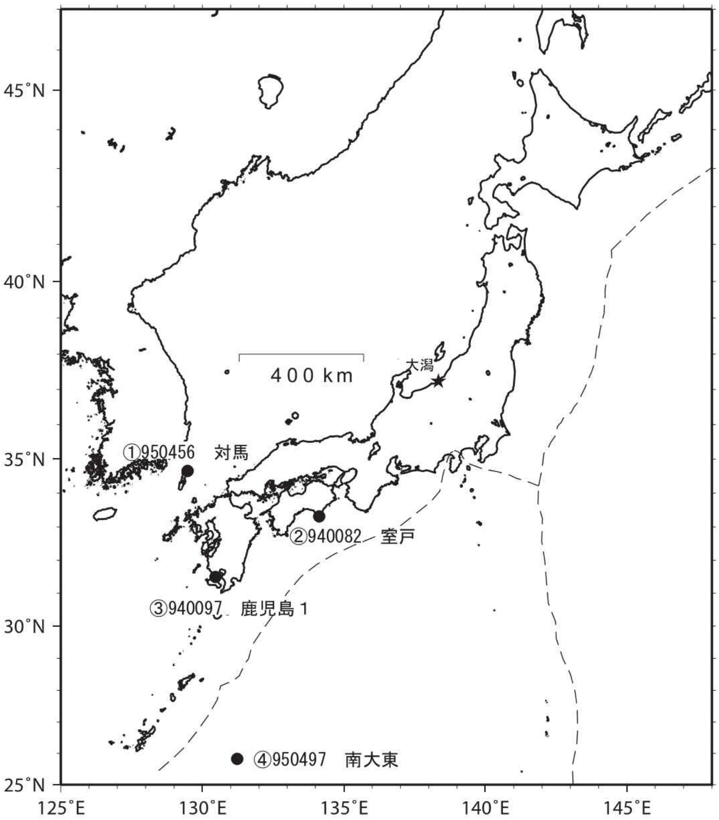
第28図～第32図　GEONETに見られる日本全国における1年毎の非定常変動（2001年～2005年）（左図・大潟固定，右図・マキノ固定）

Fig.28-32　Non-secular movement seen in the annual data of GEONET observation (2001-2005) (Left/ Ogata fixed, Right/ Makino fixed)



第28図～第32図　GEONETに見られる日本全国における1年毎の非定常変動（2001年～2005年）（左図・大潟固定，右図・マキノ固定）

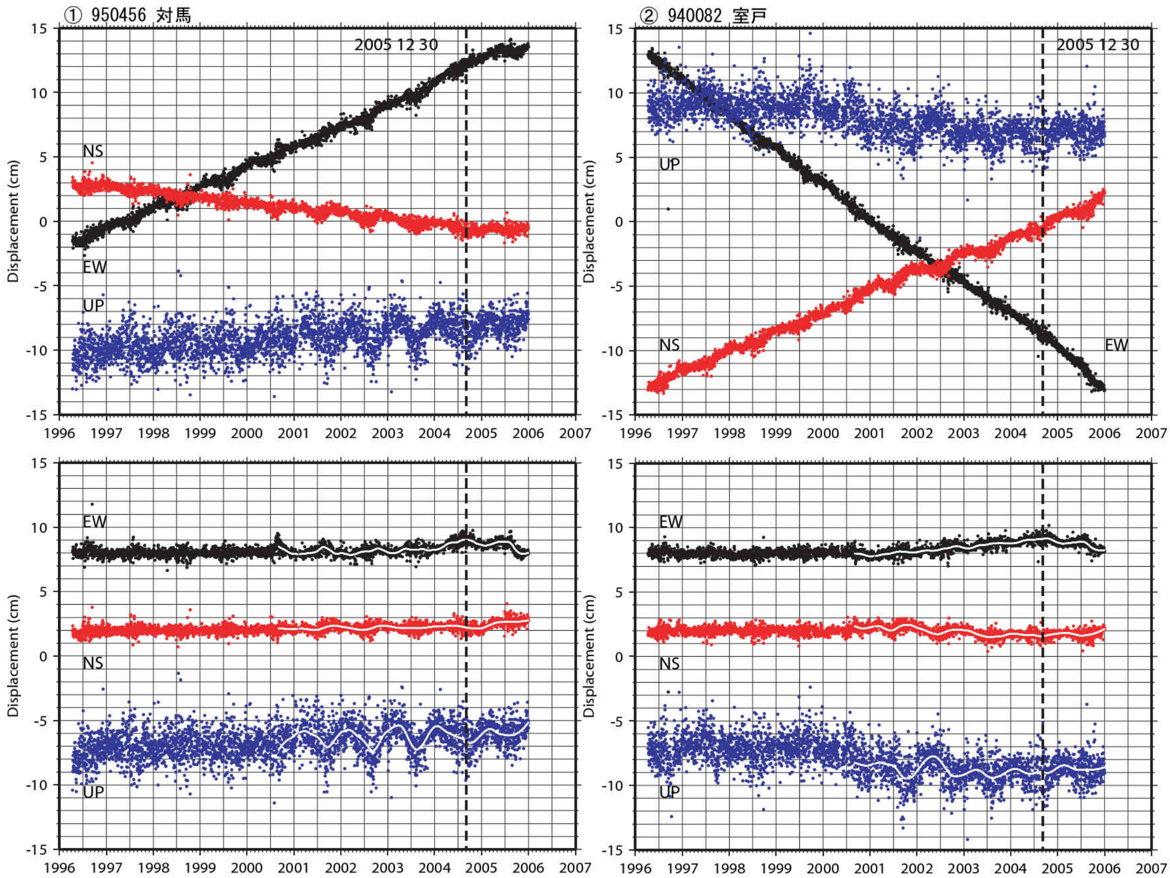
Fig.28-32　Non-secular movement seen in the annual data of GEONET observation (2001-2005) (Left/ Ogata fixed, Right/ Makino fixed)



年周・半年周の補正について(1)

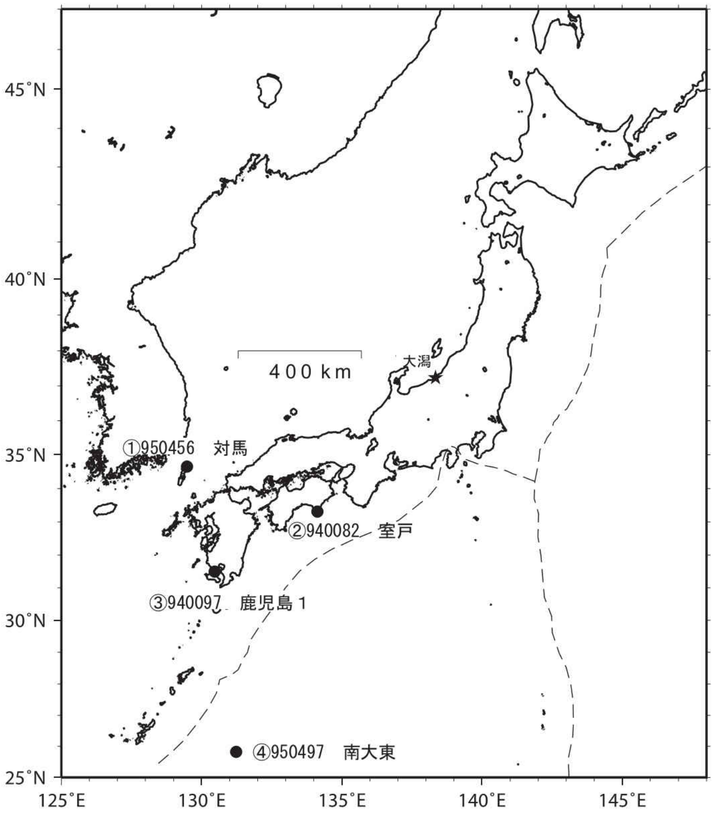
【左図】
観測基線図（大潟固定）

【下図】
上段：大潟に対する時系列
下段：年周・半年周・トレンド(1998年1月～2000年1月）補正。上下成分は2003年以降年周・半年周は補正していない。



第33図,第34図　GEONET観測データの年周補正（上図・観測点配置図，下図上段・補正なし時系列，下図下段・トレンド年周半年周補正時系列）

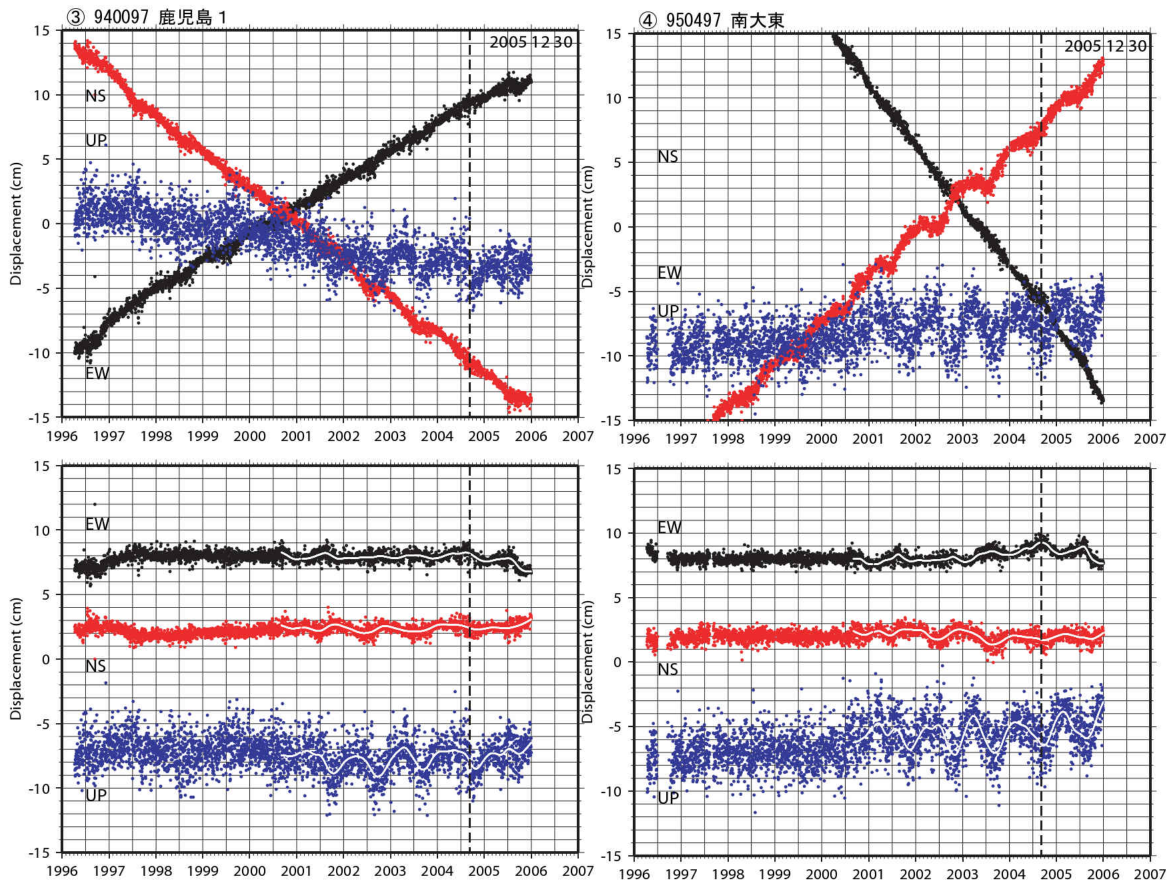
Fig.33,34　Correction for the seasonal variation of GEONET observation data (Upper/ Site location map, Lower-up/ Time series without correction, Lower-down/ Time series with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation)



年周・半年周の補正について(2)

【左図】
観測基線図（大潟固定）

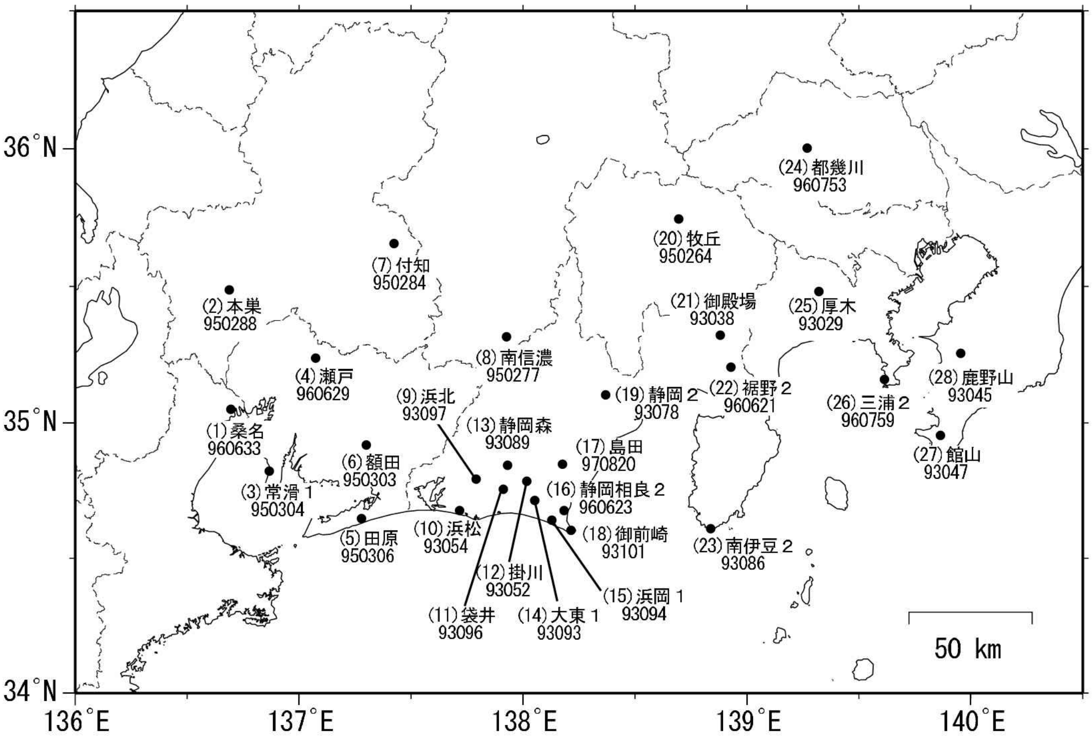
【下図】
上段：大潟に対する時系列
下段：年周・半年周・トレンド(1998年1月～2000年1月）補正。上下成分は2003年以降年周・半年周は補正していない。



第33図,第34図　GEONET観測データの年周補正（上図・観測点配置図，下図上段・補正なし時系列，下図下段・トレンド年周半年周補正時系列）

Fig.33,34　Correction for the seasonal variation of GEONET observation data (Upper/ Site location map, Lower-up/ Time series without correction, Lower-down/ Time series with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation)

GPS連続観測基線図



各観測局情報

点番号	点名	アンテナ交換	レドーム設置	アンテナ高変更	周辺伐採
93029	厚木	2003/2/26	2003/2/26	2003/5/12	
93038	御殿場	2003/3/2	2003/3/2	2003/5/16	
93045	鹿野山	2003/2/26	2003/2/12		
93047	館山	2003/3/10	2003/2/13		
93052	掛川	2003/5/12	2003/2/12		
93054	浜松	2003/5/14	2003/5/14		
93078	静岡２	2003/2/26	2003/3/4	2003/3/4	
93086	南伊豆２	2003/2/25	2003/2/25	2003/5/15	
93089	静岡森	2003/5/15	2003/2/13		2003/9/9
93093	大東１	2003/3/4	2003/2/10		
93094	浜岡１	2003/5/16	2003/2/10		
93096	袋井	2003/3/3	2003/2/15	2003/5/20	2003/11/21
93097	浜北	2003/2/28	2003/2/14		
93101	御前崎	2003/2/28	2003/2/11		
950264	牧丘	2003/3/11			
950277	南信濃	2003/7/12			
950284	付知	2003/3/10			
950288	本巣	2003/6/16			
950303	額田	2003/2/20			
950304	常滑１	2003/3/5			
950306	田原	2003/5/29			
960621	裾野２	2003/5/26			
960623	静岡相良２	2003/5/22			
960629	瀬戸	2003/5/26		2003/6/26	
960633	桑名	2003/6/4			
960753	都幾川	2003/7/16			
960759	三浦２	2003/7/14			
970820	島田	2003/2/25			

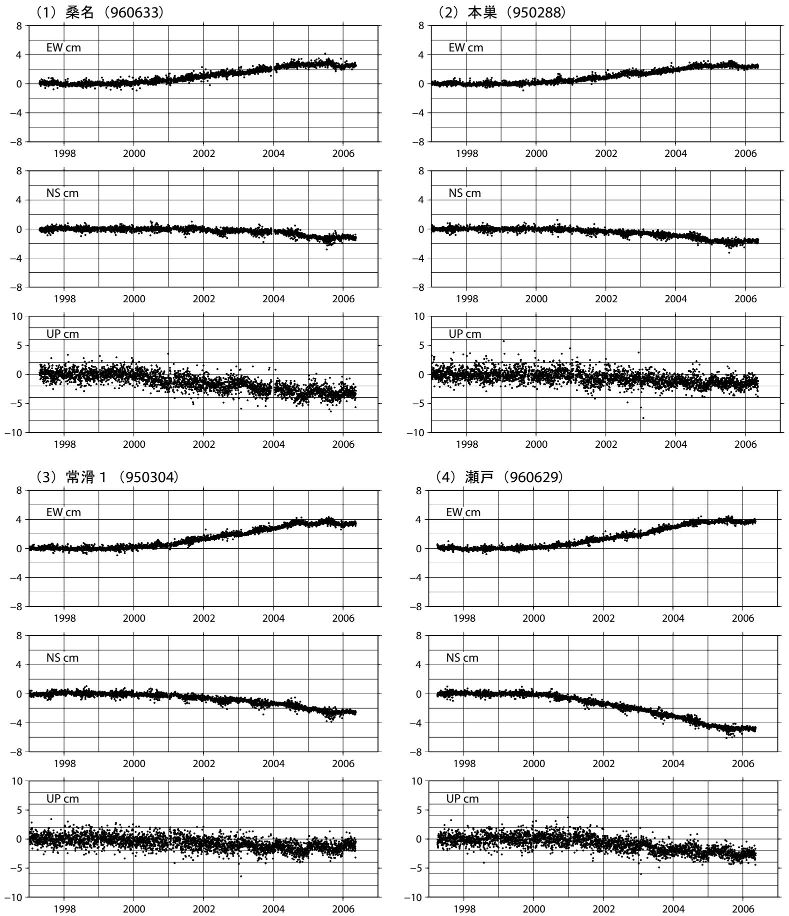
※２００３／３／５に基準局９２１１０（つくば１）のアンテナおよびレドーム交換を実施し、解析値に補正をしています。

第35図　2001年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化（配点図）

Fig.35 Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region. (Site location map)

東海非定常地殻変動（１）大潟固定　最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

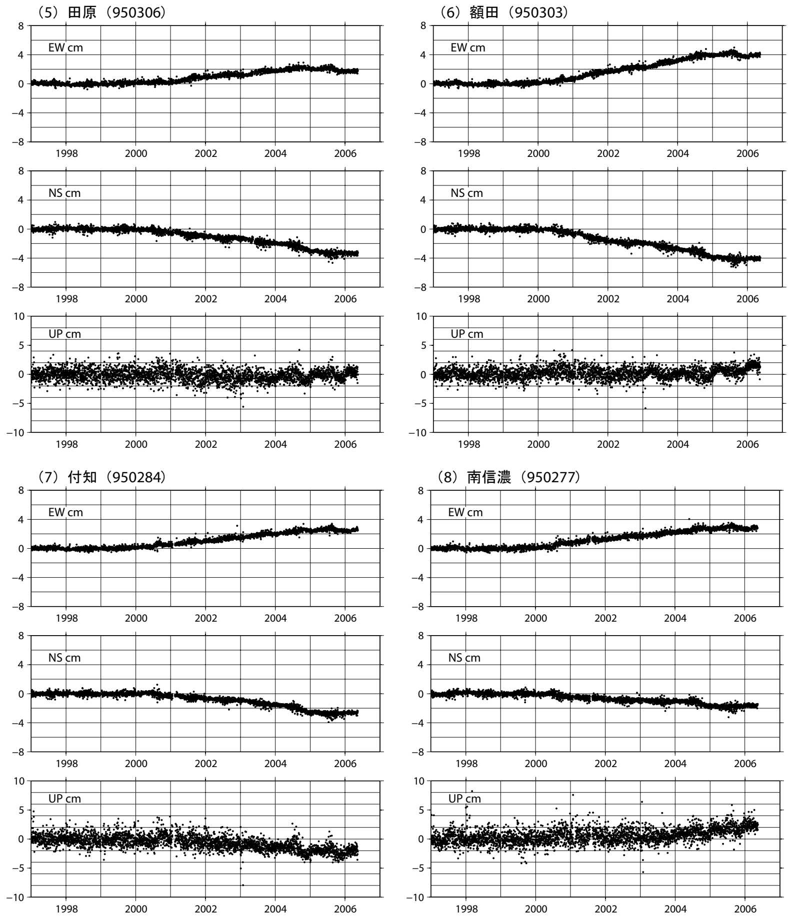
○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。



第 36 図～第 42 図　2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化
Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.

東海非定常地殻変動（２）大潟固定　最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。

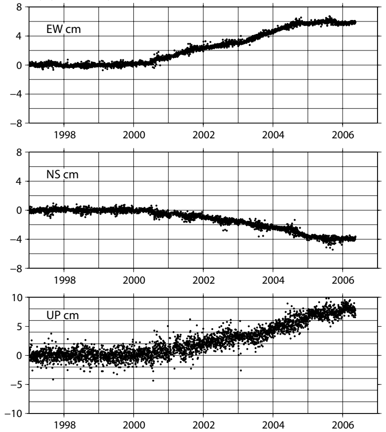


第 36 図～第 42 図　2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化
Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.

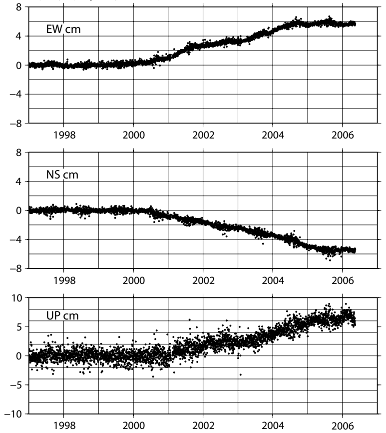
東海非定常地殻変動（３）大潟固定　最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。

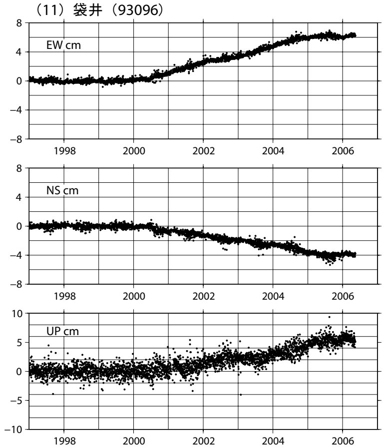
（9）浜北（93097）



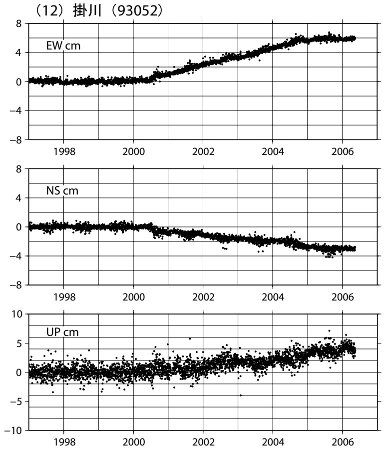
（10）浜松（93054）



（11）袋井（93096）



（12）掛川（93052）



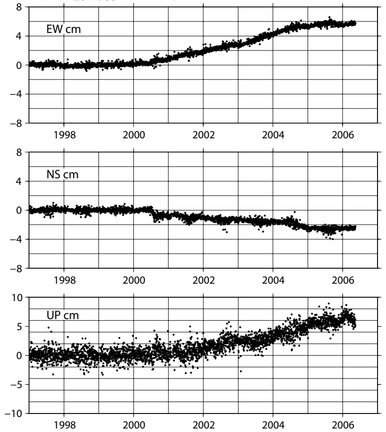
第 36 図～第 42 図　2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化

Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.

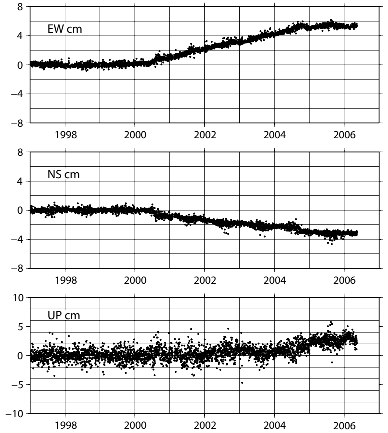
東海非定常地殻変動（４）大潟固定　最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。

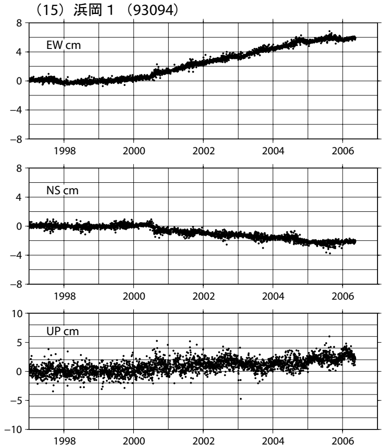
（13）静岡森（93089）



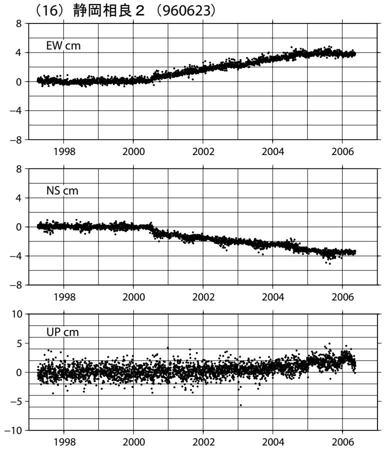
（14）大東１（93093）



（15）浜岡１（93094）



（16）静岡相良２（960623）



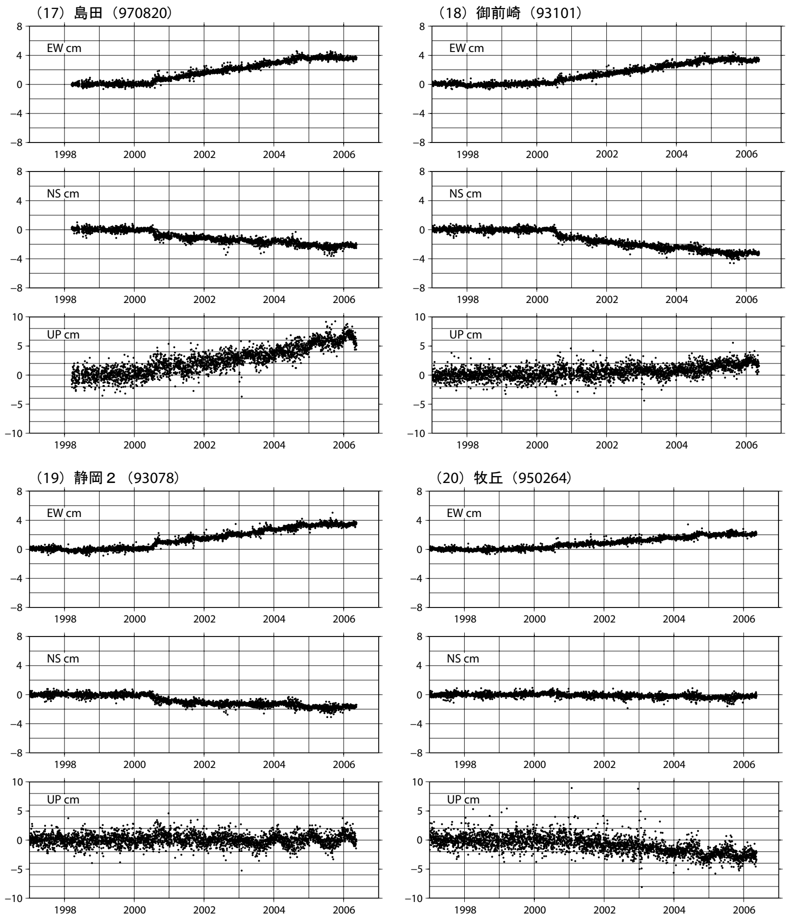
第 36 図～第 42 図　2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化

Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.

東海非定常地殻変動（５）大潟固定

最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。



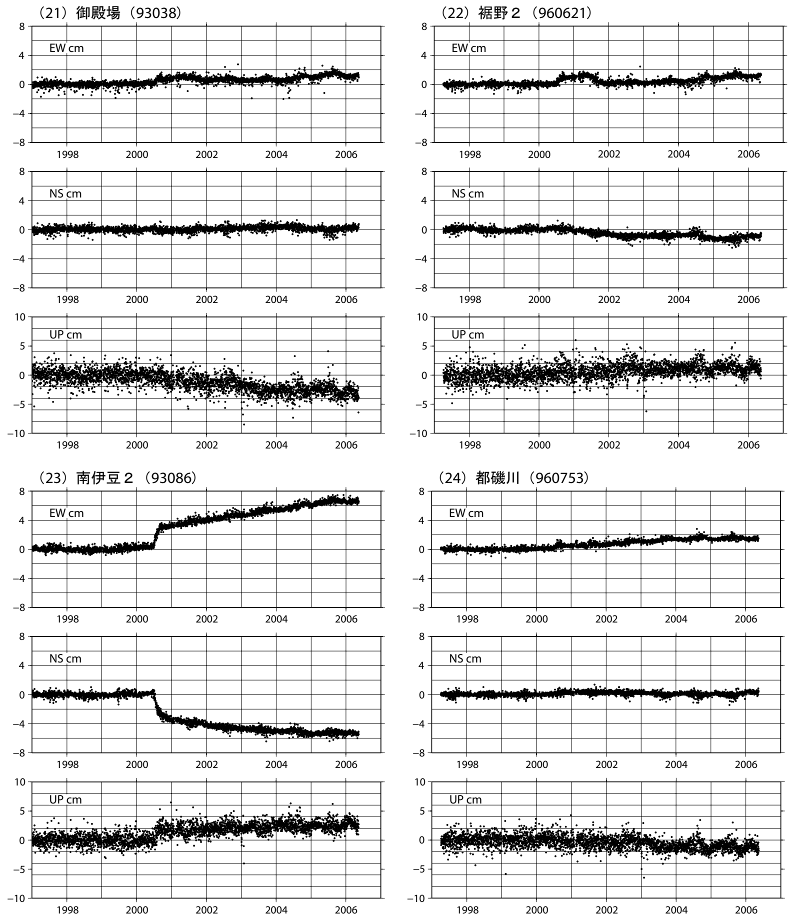
第 36 図～第 42 図　2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化

Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.

東海非定常地殻変動（６）大潟固定

最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。



第 36 図～第 42 図　2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化

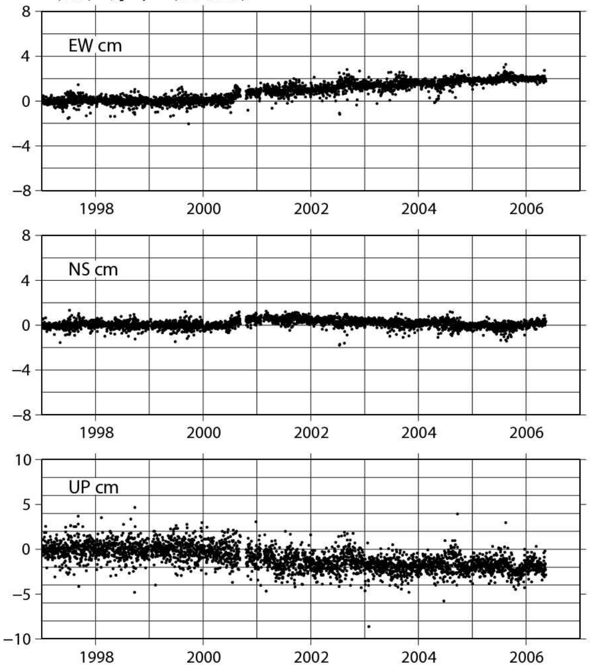
Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.

東海非定常地殻変動（７）大潟固定

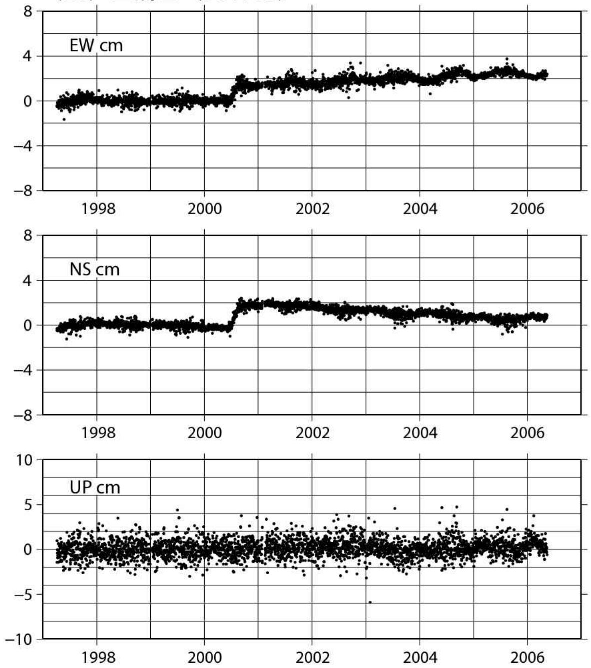
最終解　1997/1/1 – 2006/4/29
速報解　2006/4/30 – 2006/5/13

○１９９８年１月～２０００年１月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
○２００３年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
○２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年１０月２３日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
○２００４年９月から２００５年初頭までは、２００４年９月５日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。

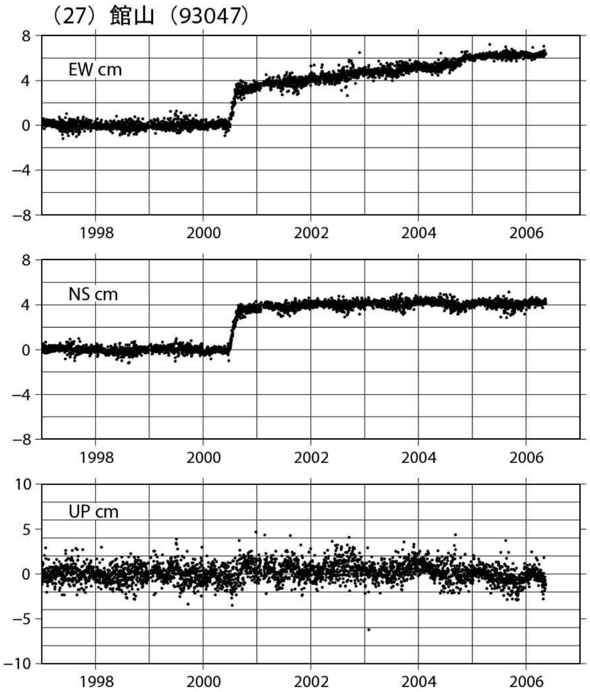
（25）厚木（93029）



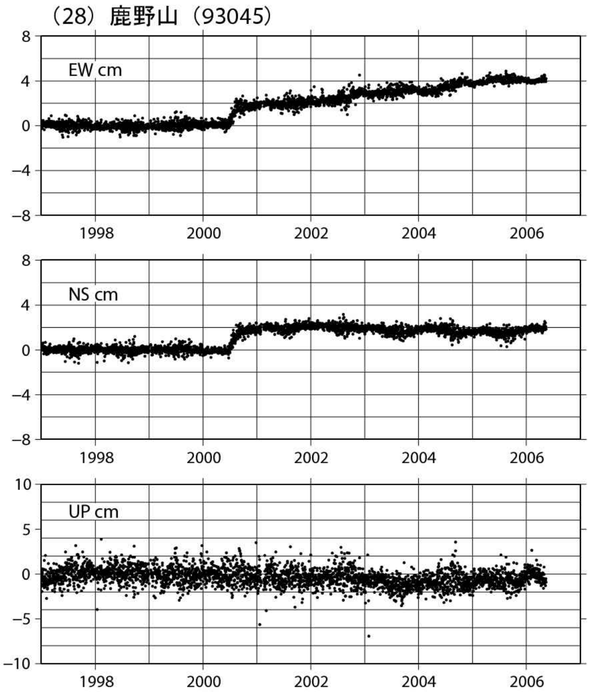
（26）三浦２（960759）



（27）館山（93047）

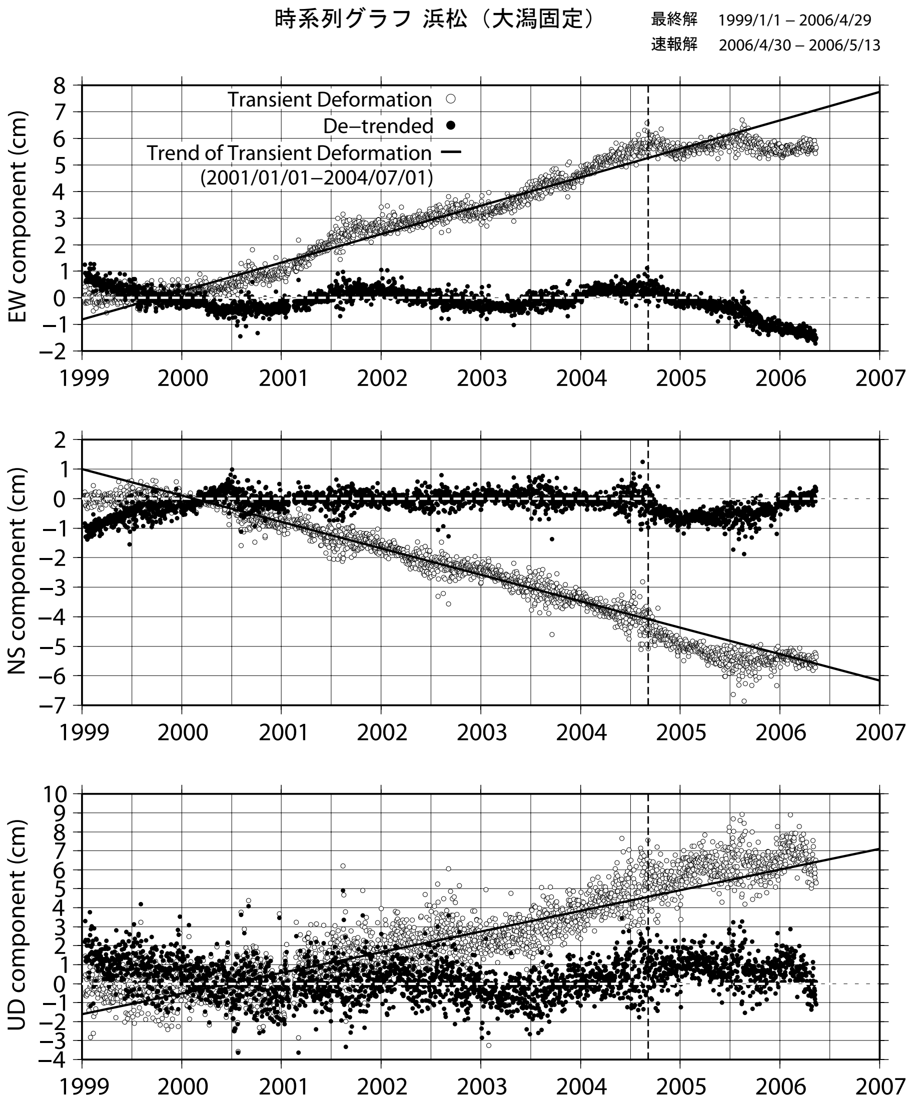


（28）鹿野山（93045）



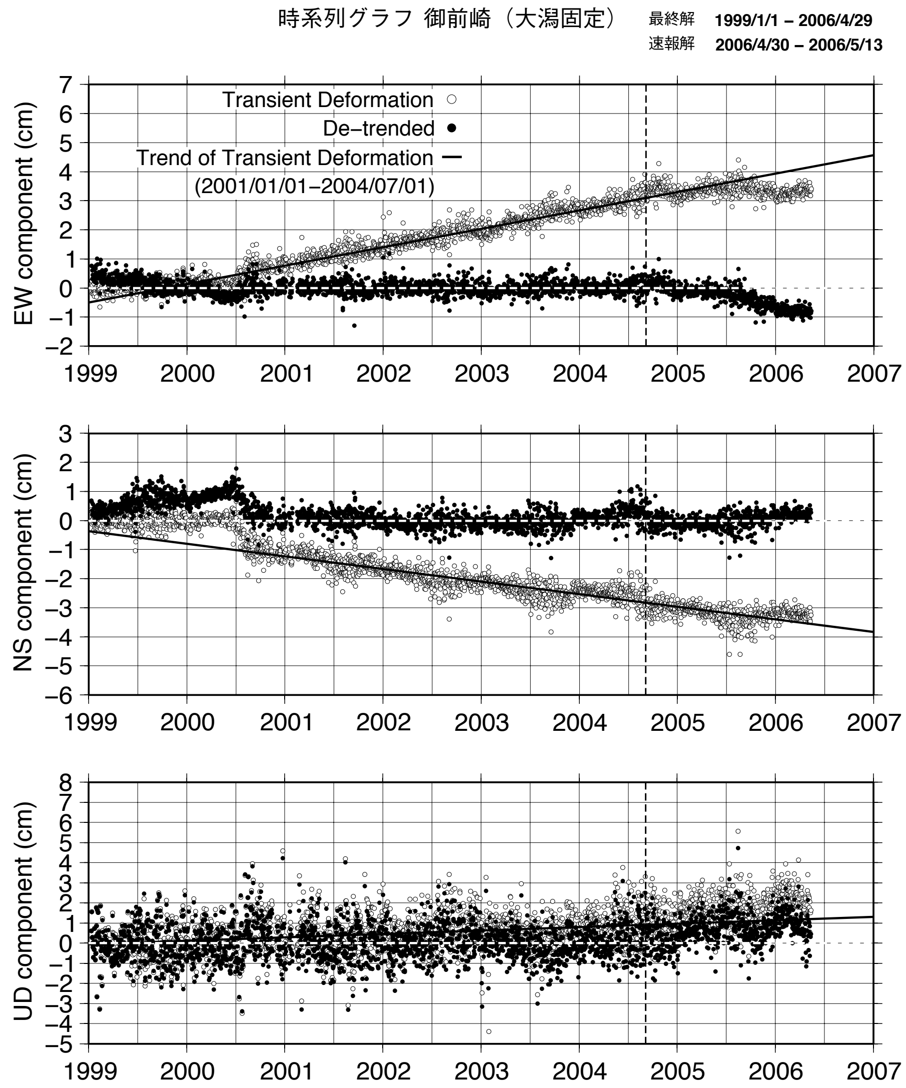
第36図～第42図　2001年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化

Fig.36-42　Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region.



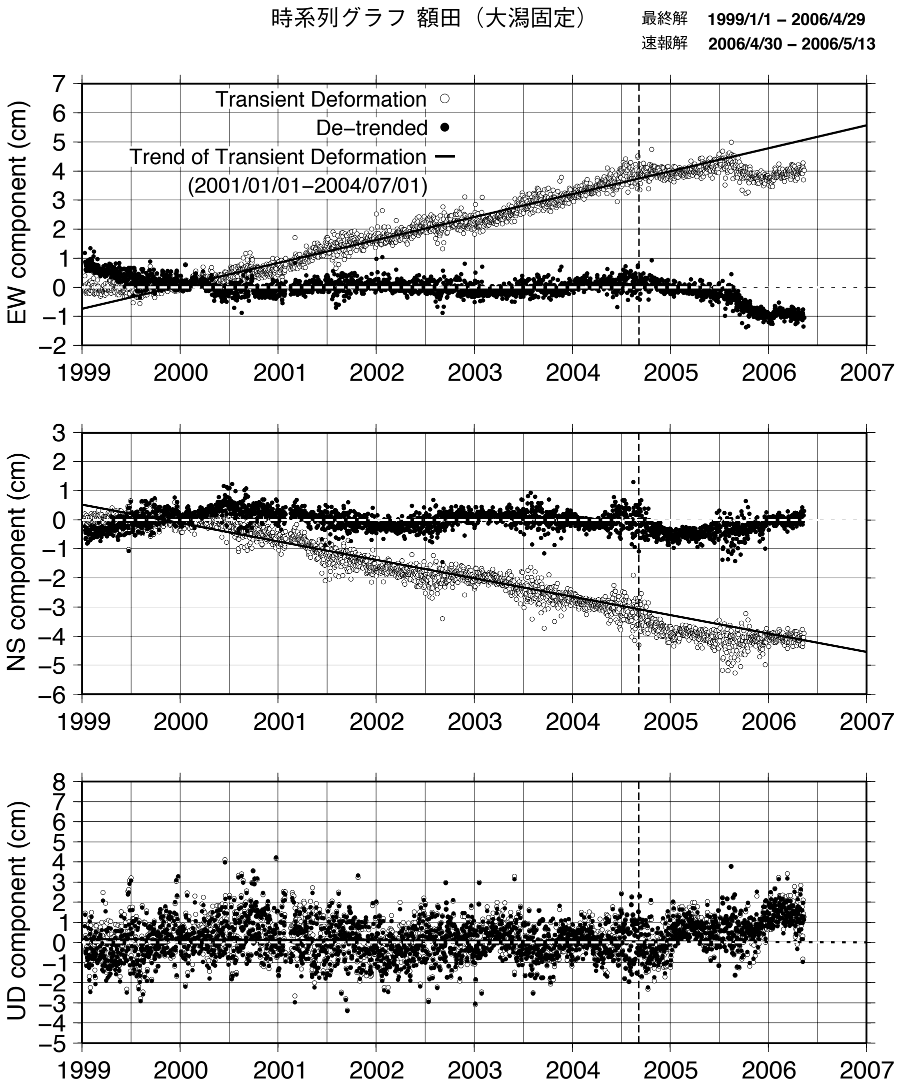
第 43 図～第 46 図　紀伊半島南東沖の地震の余効変動と東海スロースリップイベントの分離のための非定常地殻変動時系列グラフ解析

Fig.43-46　Analysis on the time series of crustal deformation to detect the after slip of southeast off-Kii Peninsula earthquake from the Tokai slow slip



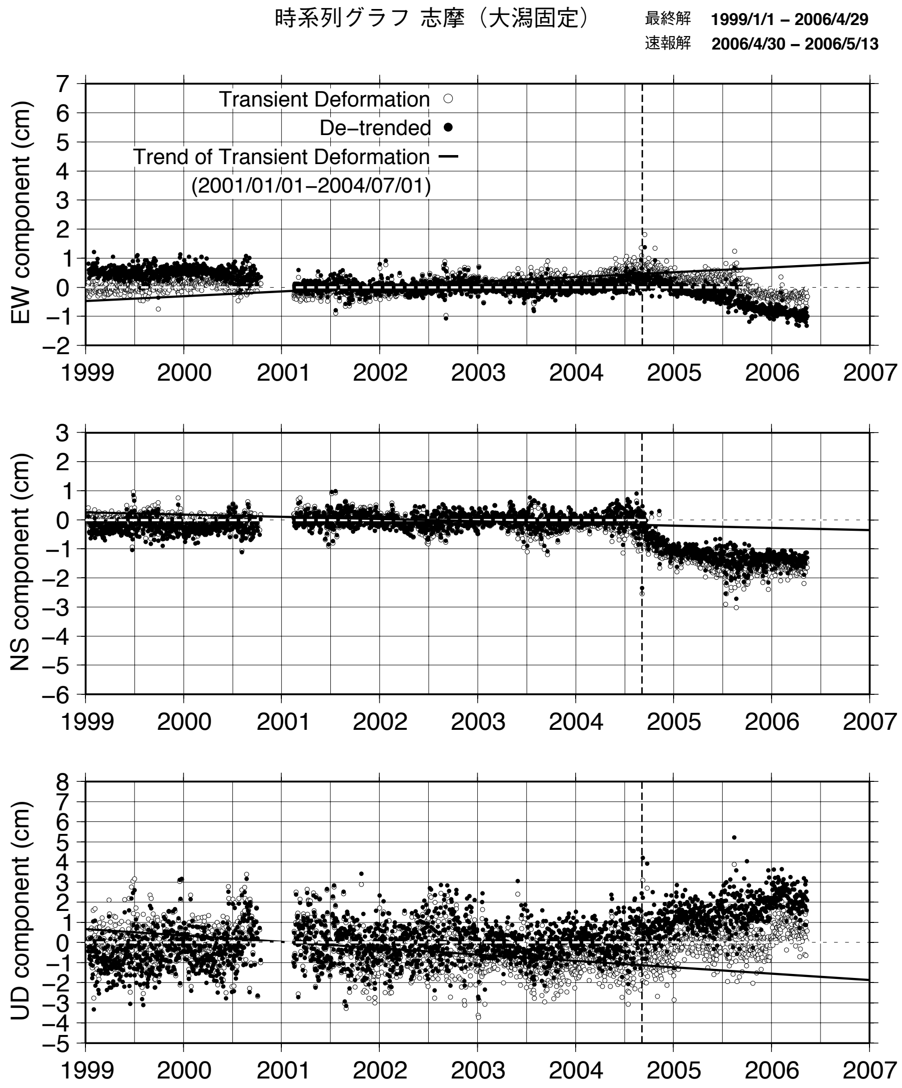
第 43 図～第 46 図　紀伊半島南東沖の地震の余効変動と東海スロースリップイベントの分離のための非定常地殻変動時系列グラフ解析

Fig.43-46　Analysis on the time series of crustal deformation to detect the after slip of southeast off-Kii Peninsula earthquake from the Tokai slow slip



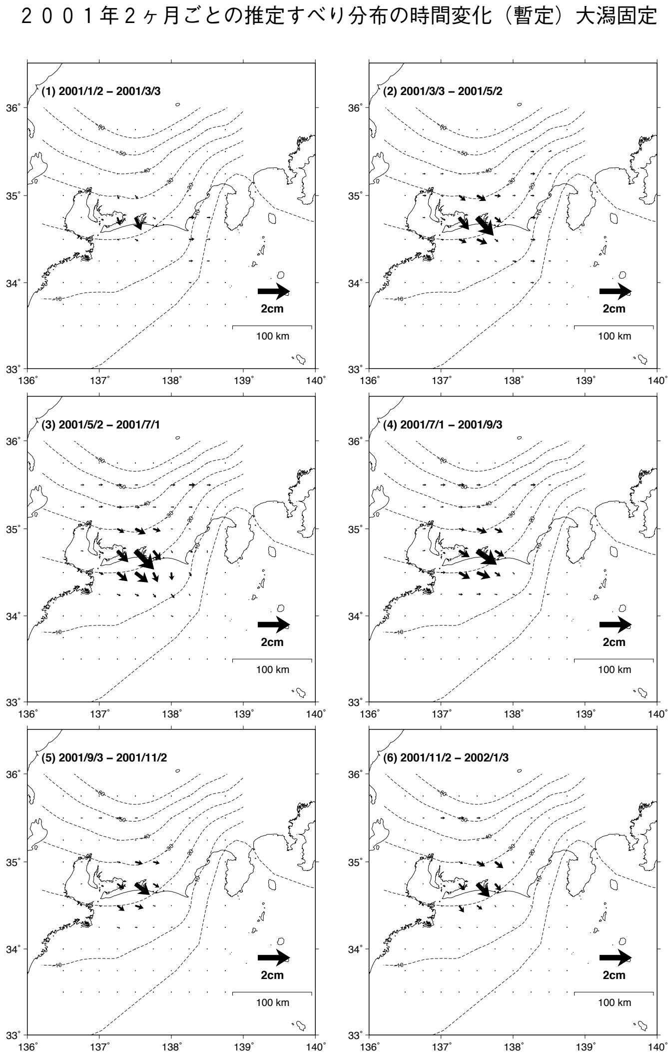
第 43 図～第 46 図　紀伊半島南東沖の地震の余効変動と東海スロースリップイベントの分離のための非定常地殻変動時系列グラフ解析

Fig.43-46　Analysis on the time series of crustal deformation to detect the after slip of southeast off-Kii Peninsula earthquake from the Tokai slow slip



第 43 図～第 46 図　紀伊半島南東沖の地震の余効変動と東海スロースリップイベントの分離のための非定常地殻変動時系列グラフ解析

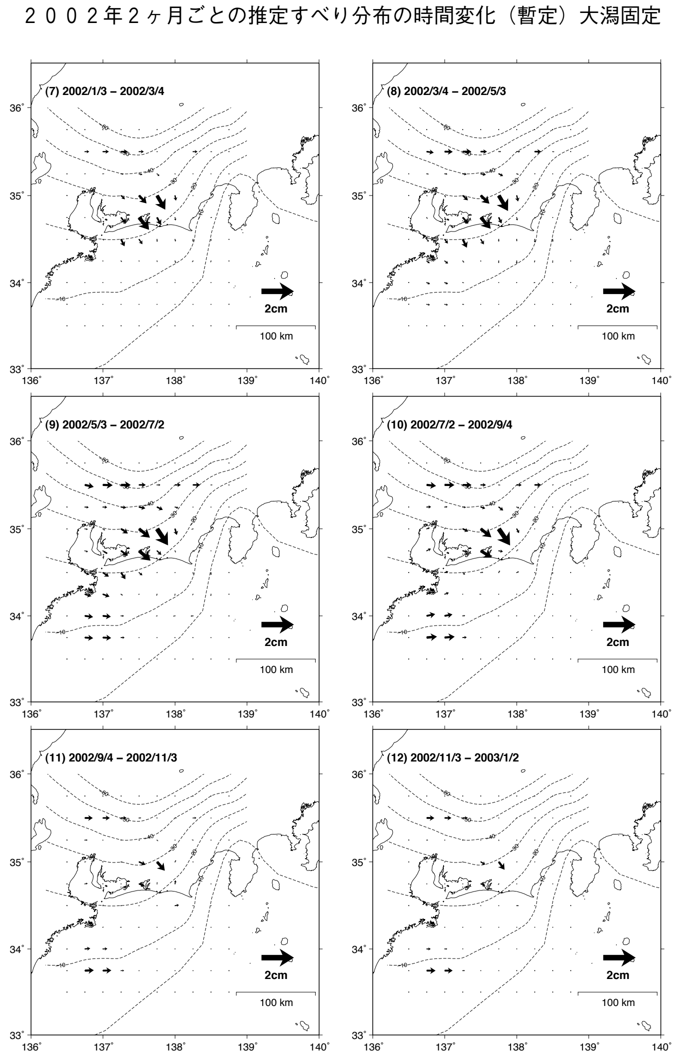
Fig.43-46　Analysis on the time series of crustal deformation to detect the after slip of southeast off-Kii Peninsula earthquake from the Tokai slow slip



（速度拘束）

第 47 図　時間発展インバージョン解析による 2 ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定・2001 年）

Fig.47 Slip on the plate boundary per two months in 2001 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

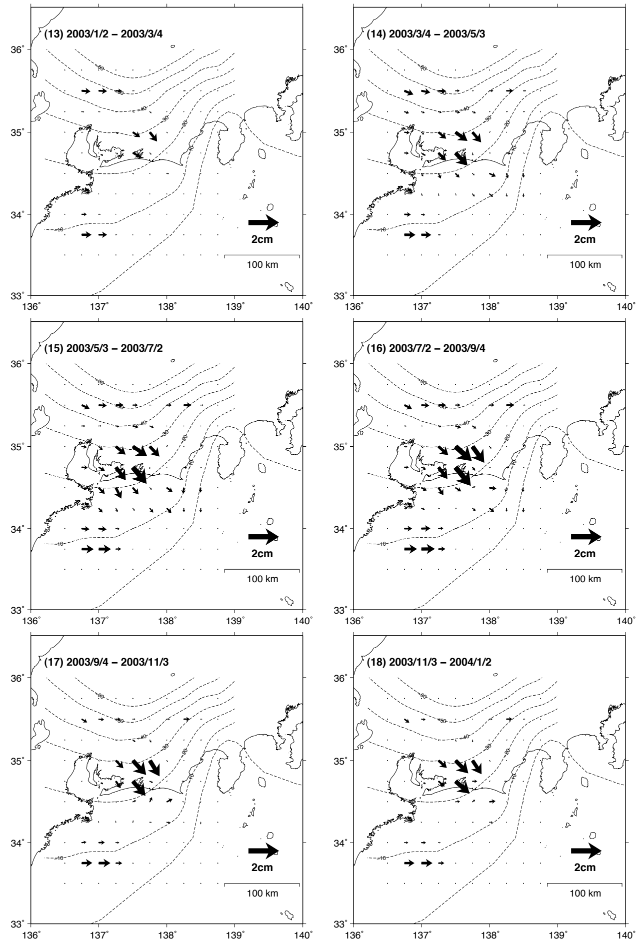


（速度拘束）

第 48 図　時間発展インバージョン解析による 2 ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定・2002 年）

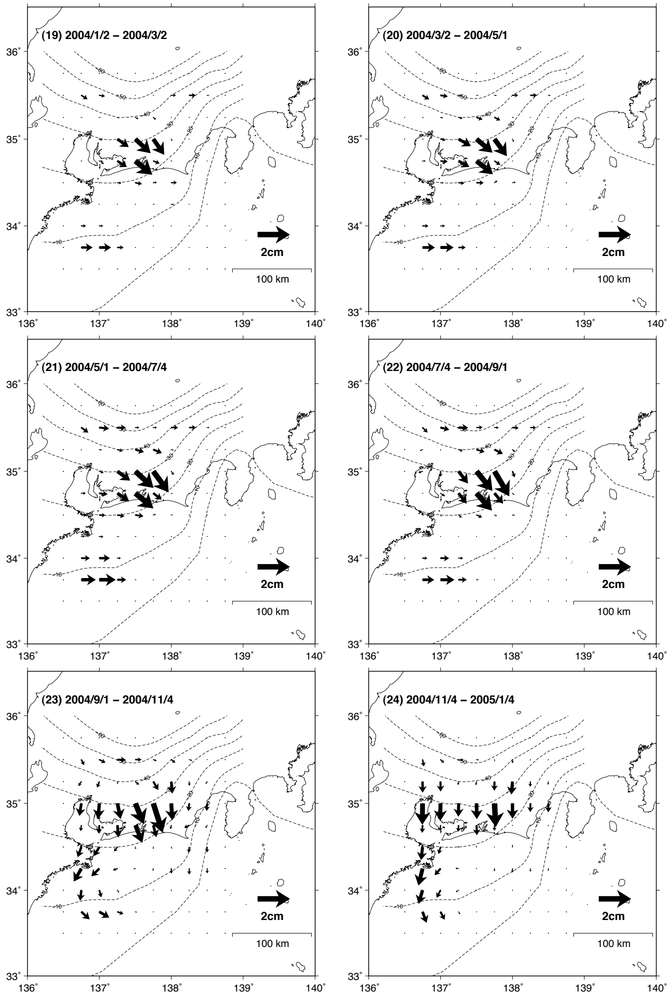
Fig.48 Slip on the plate boundary per two months in 2002 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

２００３年２ヶ月ごとの推定すべり分布の時間変化（暫定）大潟固定



（速度拘束）

２００４年２ヶ月ごとの推定すべり分布の時間変化（暫定）大潟固定



（速度拘束）

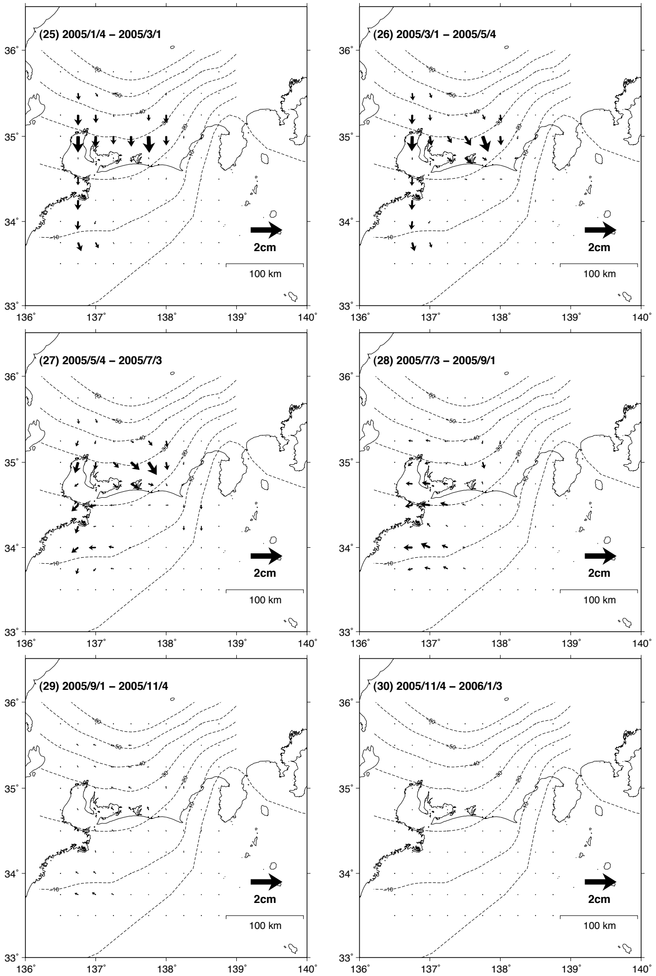
第 49 図　時間発展インバージョン解析による 2 ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定・ 2003 年）

Fig.49 Slip on the plate boundary per two months in 2003 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

第 50 図 時間発展インバージョン解析による 2 ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定・ 2004 年）

Fig.50 Slip on the plate boundary per two months in 2004 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

２００５年２ヶ月ごとの推定すべり分布の時間変化（暫定）大潟固定

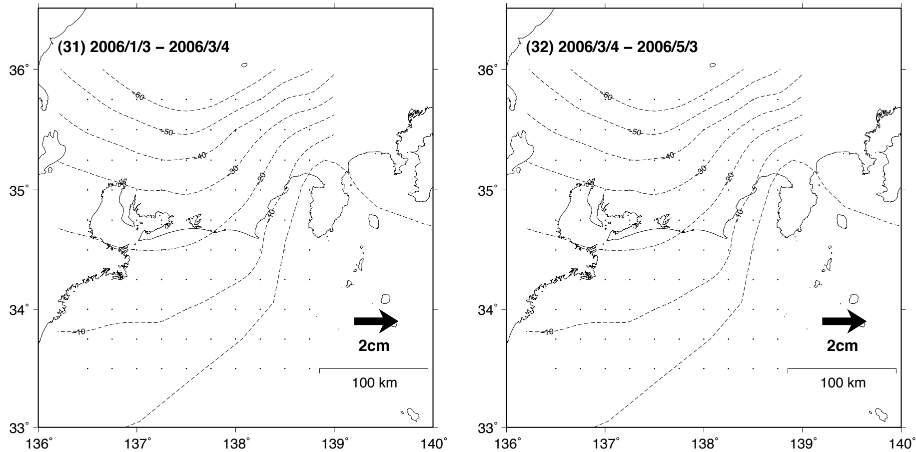


（速度拘束）

第 51 図　時間発展インバージョン解析による２ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定･ 2005 年）

Fig.51 Slip on the plate boundary per two months in 2005 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

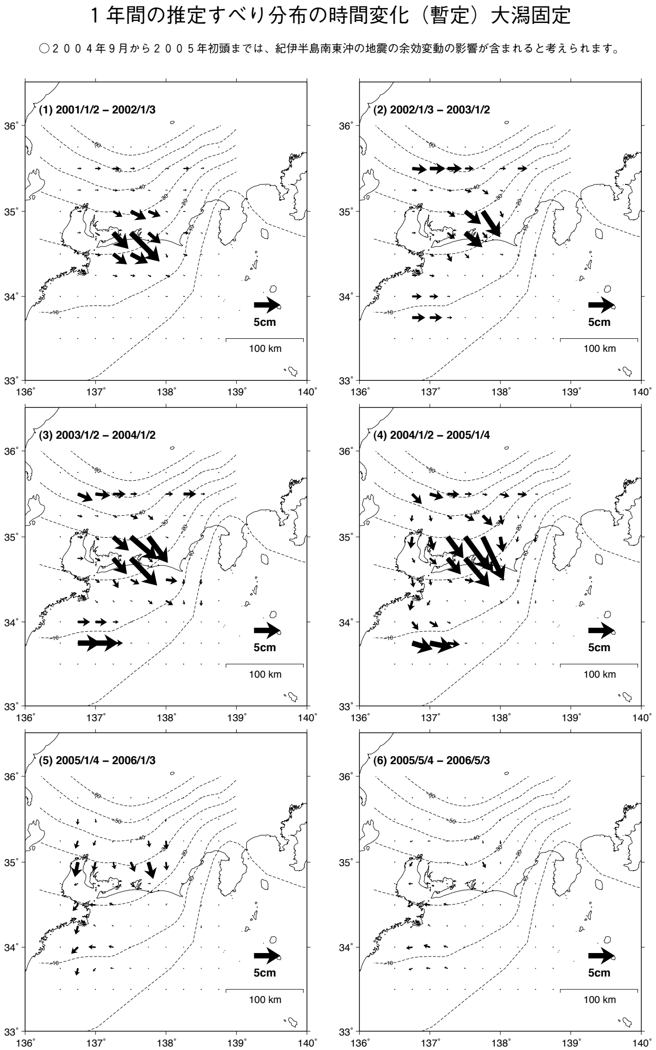
２００６年２ヶ月ごとの推定すべり分布の時間変化（暫定）大潟固定



（速度拘束）

第 52 図　時間発展インバージョン解析による２ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定･ 2006 年）

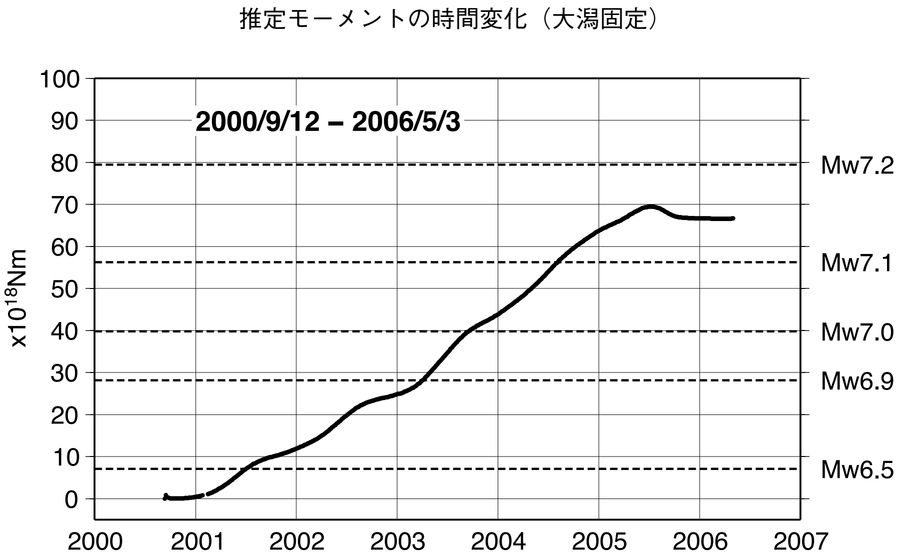
Fig.52 Slip on the plate boundary per two months in 2006 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)



（速度拘束）

第 53 図　時間発展インバージョン解析による 1 年ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定）

Fig.53 Slip on the plate boundary per year estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)



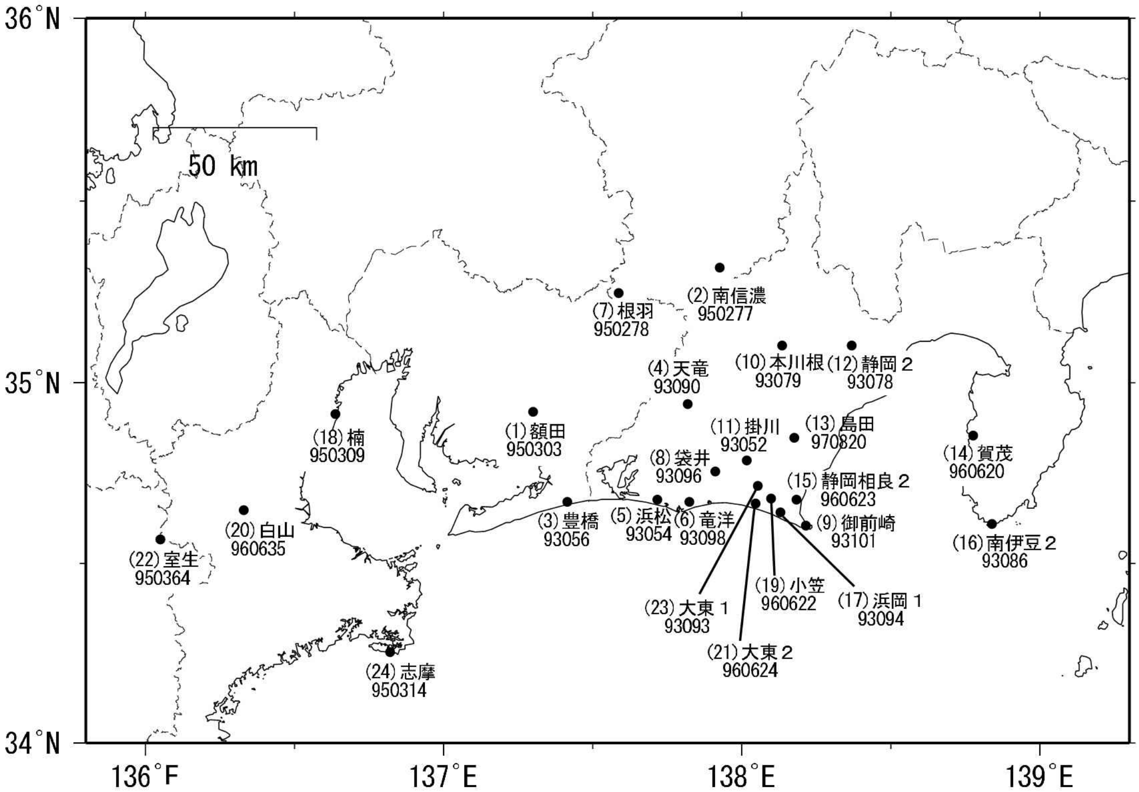
○２００４年９月から２００５年初頭までは、紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。

（速度拘束）

第 54 図 推定モーメントの時間変化

Fig.54 Development of Estimated Moment along the Slow Slip

GPS連続観測基線図



各観測局情報

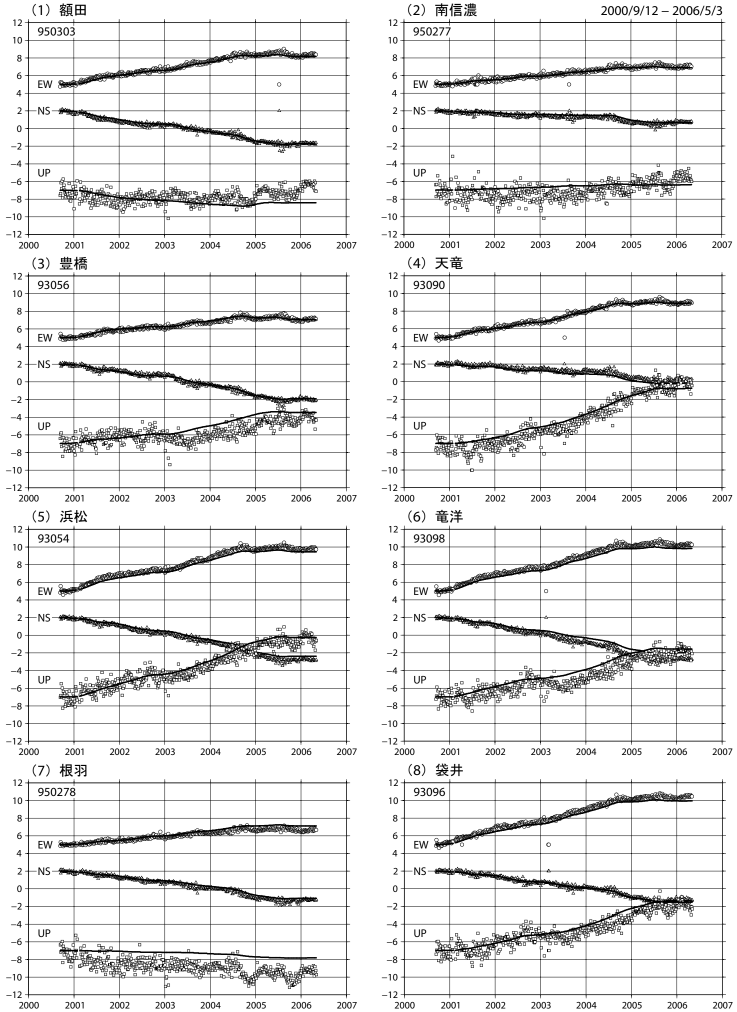
点番号	点名	アンテナ交換		レドーム設置	アンテナ高変更	周辺伐採
93052	掛川		2003/5/12	2003/2/12		
93054	浜松		2003/5/14	2003/5/14		
93056	豊橋		2003/2/13	2003/2/12		
93078	静岡２		2003/2/26	2003/3/4	2003/3/4	
93079	本川根	2001/3/20	2003/5/20	2003/5/20		
93086	南伊豆２		2003/2/25	2003/2/25	2003/5/15	
93090	天竜		2003/5/15	2003/2/17		
93093	大東１		2003/3/4	2003/2/10		
93094	浜岡１		2003/5/16	2003/2/10		
93096	袋井		2003/3/3	2003/2/15	2003/5/20	2003/11/21
93098	竜洋		2003/2/27	2003/2/14		
93101	御前崎		2003/2/28	2003/2/11		
950277	南信濃		2003/7/12			
950278	根羽		2003/7/11			
950303	額田		2003/2/20			
950309	楠					
950314	志摩		2003/2/13			
950364	室生					
960620	賀茂		2003/6/18			
960622	小笠		2003/5/27			
960623	静岡相良２		2003/5/22			
960624	大東２		2003/5/27			
960635	白山					
970820	島田		2003/2/25			

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

第55図　観測された異常地殻変動とモデルによる計算値とを比較した時系列（配点図および保守状況）

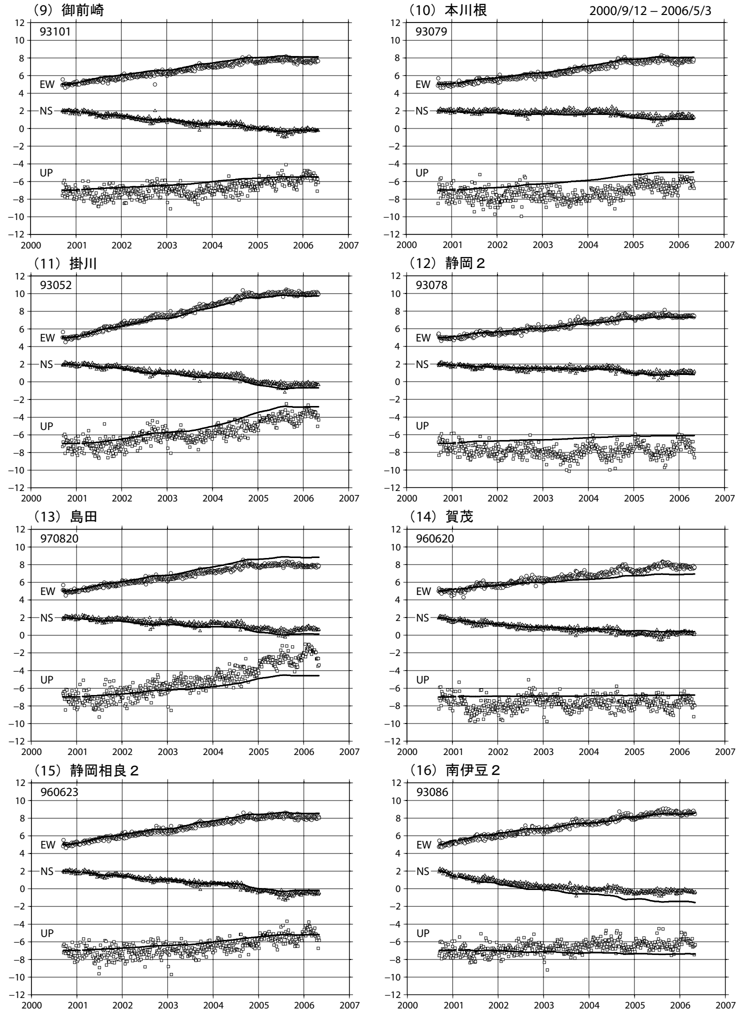
Fig.55 Time Series of Observed Crustal Movement Compared with Estimated Movement by the Slow Slip Model (Site location map and history of maintenance)

観測値と計算値の比較（１）大潟固定



（速度拘束）

観測値と計算値の比較（２）大潟固定

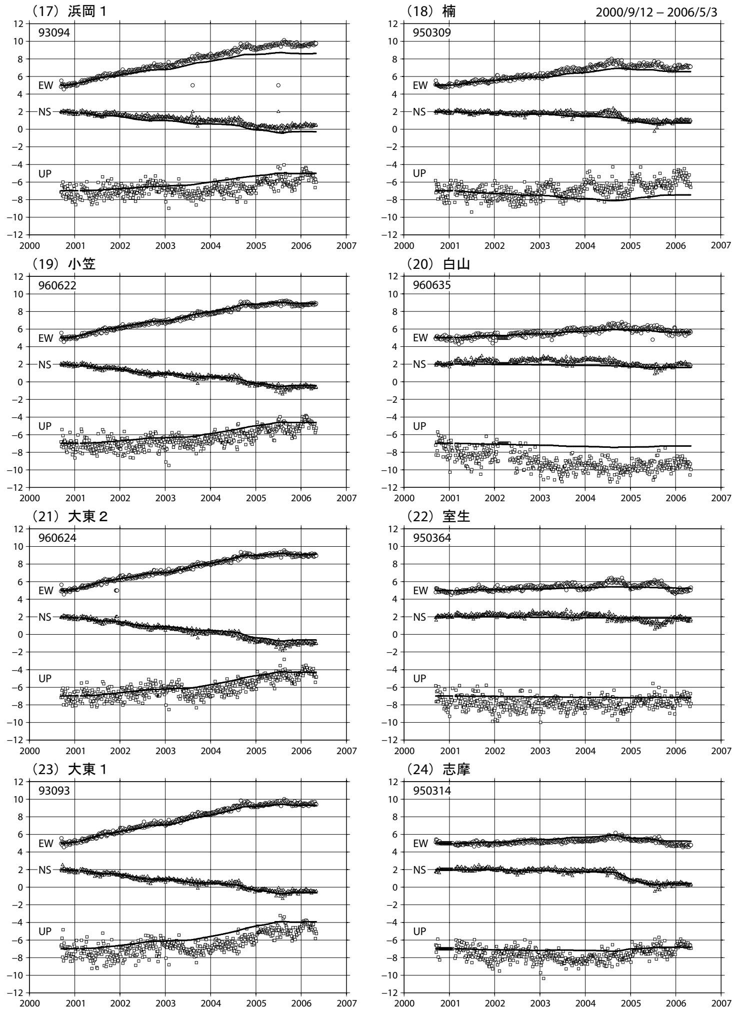


（速度拘束）

第 56 図～第 58 図 観測された異常地殻変動とモデルによる計算値とを比較した時系列
Fig.56-58 Time Series of Observed Crustal Movement Compared with Estimated Movement by the Slow Slip Mode

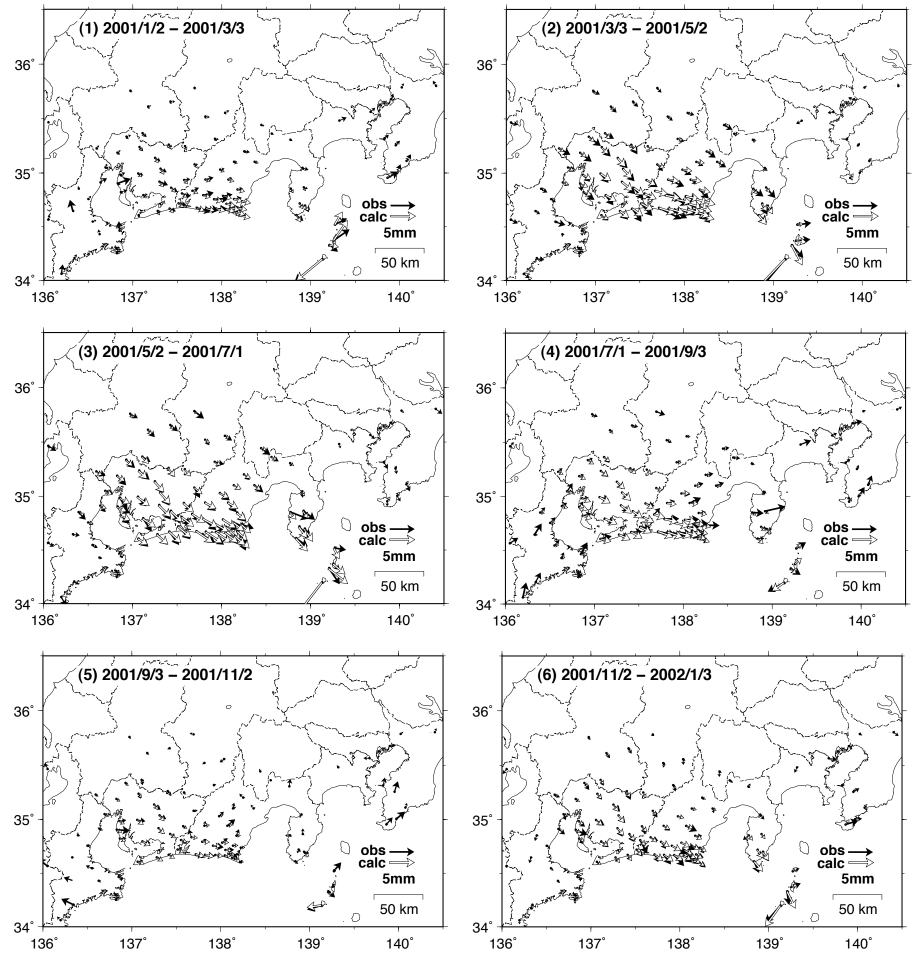
第 56 図～第 58 図 観測された異常地殻変動とモデルによる計算値とを比較した時系列
Fig.56-58 Time Series of Observed Crustal Movement Compared with Estimated Movement by the Slow Slip Mode

観測値と計算値の比較（３）大潟固定



（速度拘束）

２００１年２ヶ月ごとの観測値と計算値の比較（大潟固定）



（速度拘束）

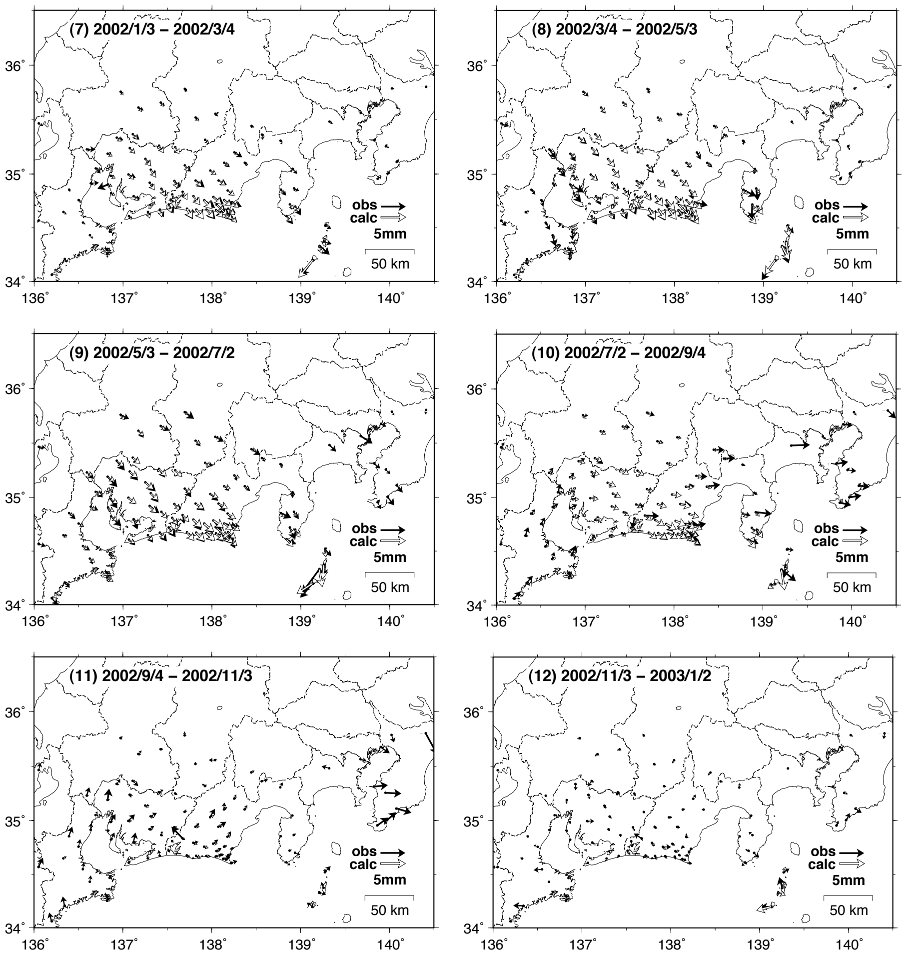
第 56 図〜第 58 図　観測された異常地殻変動とモデルによる計算値とを比較した時系列

Fig.56-58　Time Series of Observed Crustal Movement Compared with Estimated Movement by the Slow Slip Mode

第 59 図　２ヶ月ごとの異常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較（2001 年）

Fig.59　Comparison of Observed and Estimated Horizontal Crustal Movement for every two monthsin 2001.

２００２年２ヶ月ごとの観測値と計算値の比較（大潟固定）

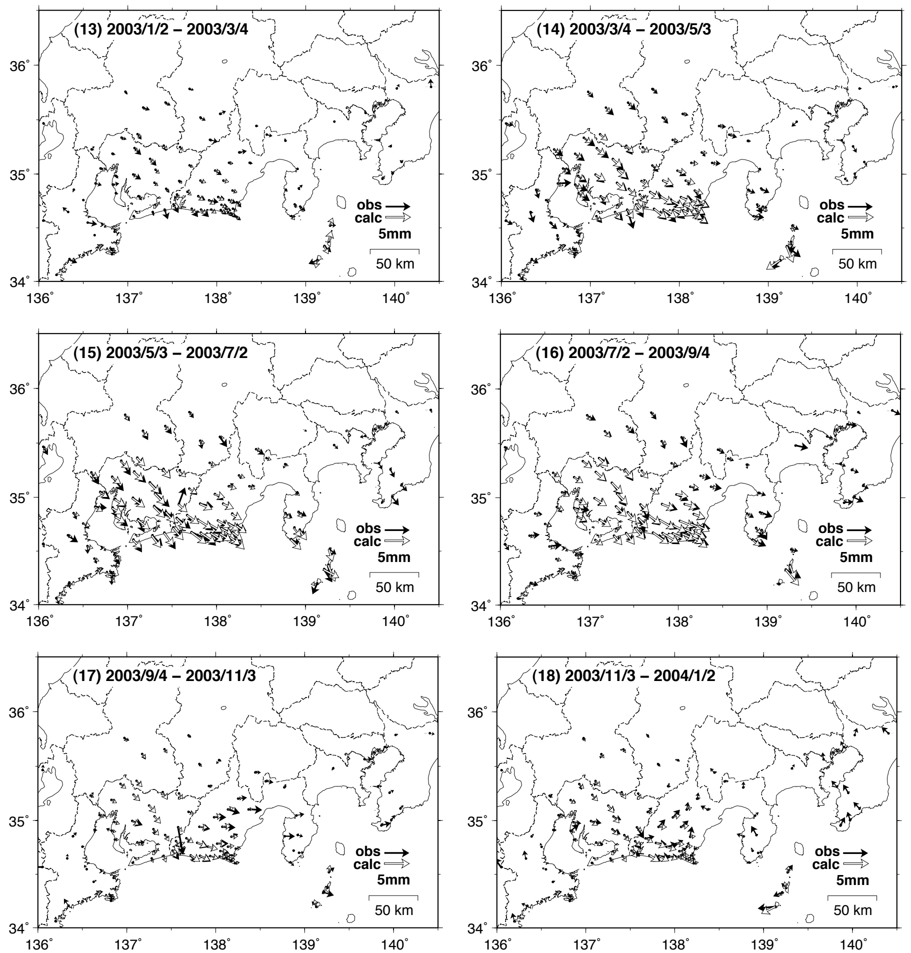


（速度拘束）

第 60 図 2 ヶ月ごとの異常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較（2002 年）

Fig.60 Comparison of Observed and Estimated Horizontal Crustal Movement for every two months in 2002.

２００３年２ヶ月ごとの観測値と計算値の比較（大潟固定）

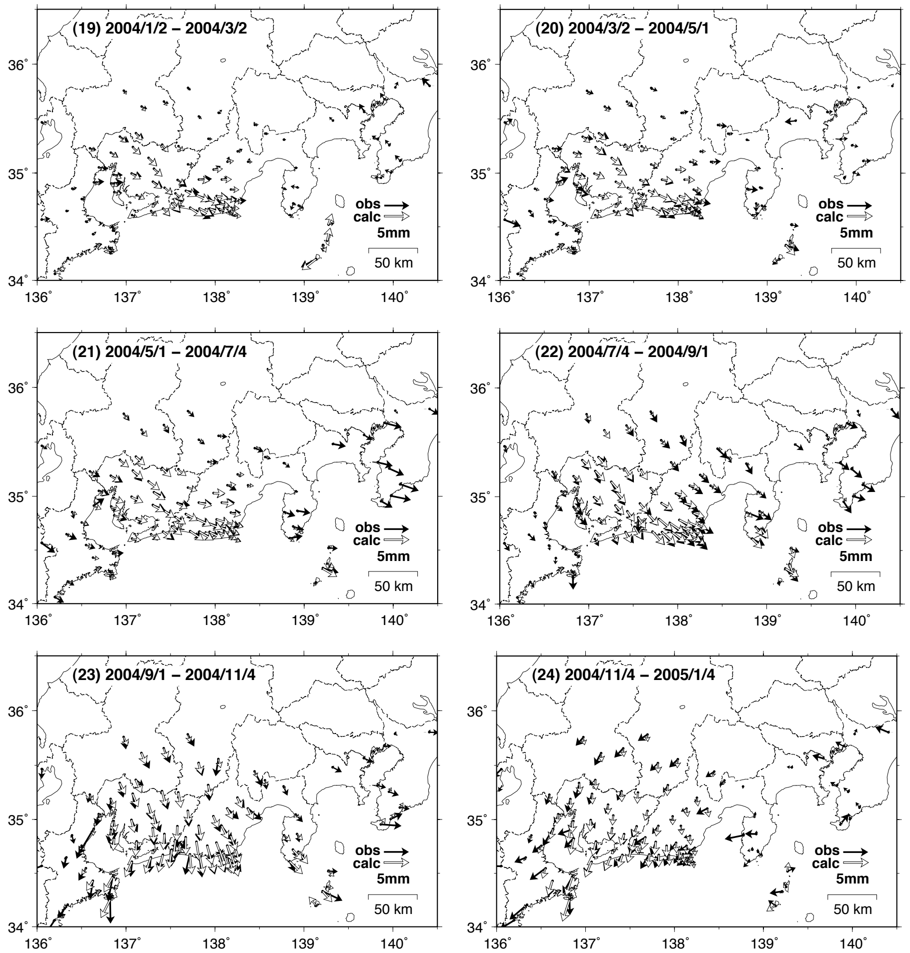


（速度拘束）

第 61 図 2 ヶ月ごとの異常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較（2003 年）

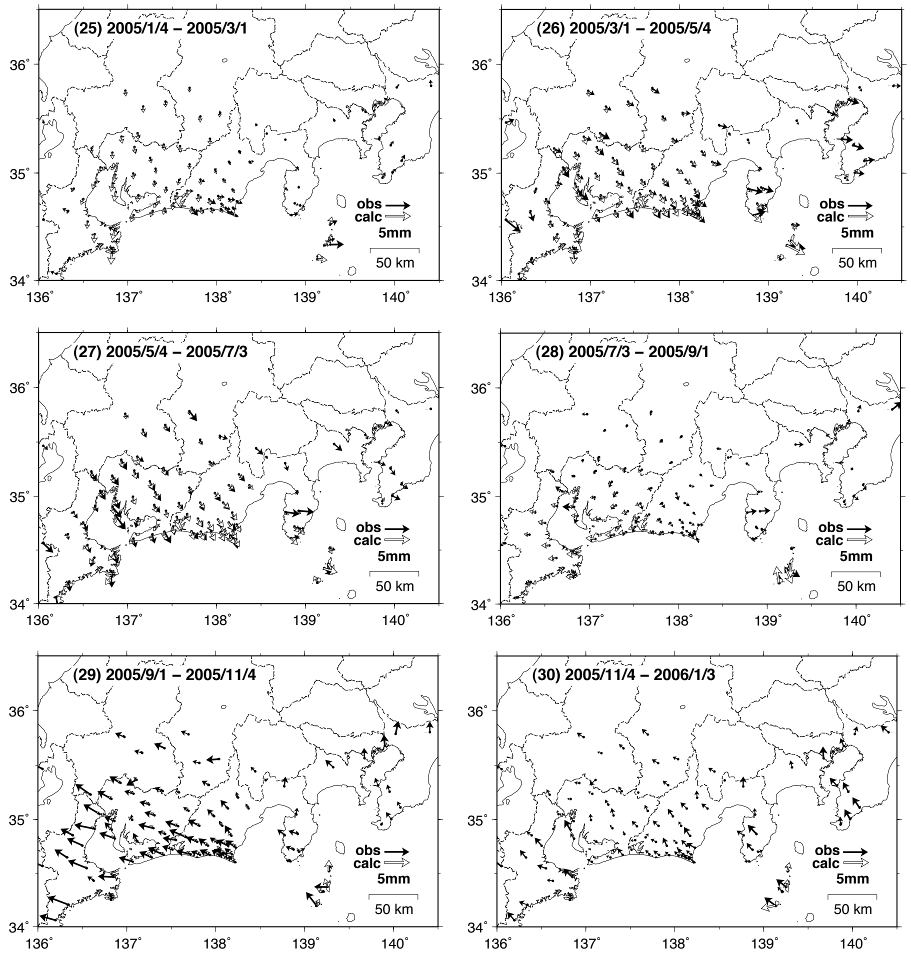
Fig.61 Comparison of Observed and Estimated Horizontal Crustal Movement for every two months in 2003.

２００４年２ヶ月ごとの観測値と計算値の比較（大潟固定）



（速度拘束）

２００５年２ヶ月ごとの観測値と計算値の比較（大潟固定）

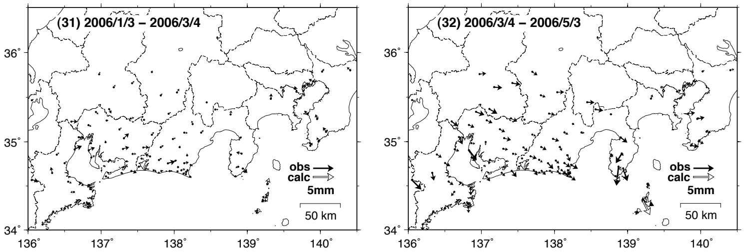


（速度拘束）

第 62 図 2 ヶ月ごとの異常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較（2004 年）
Fig.62 Comparison of Observed and Estimated Horizontal Crustal Movement for every two months in 2004.

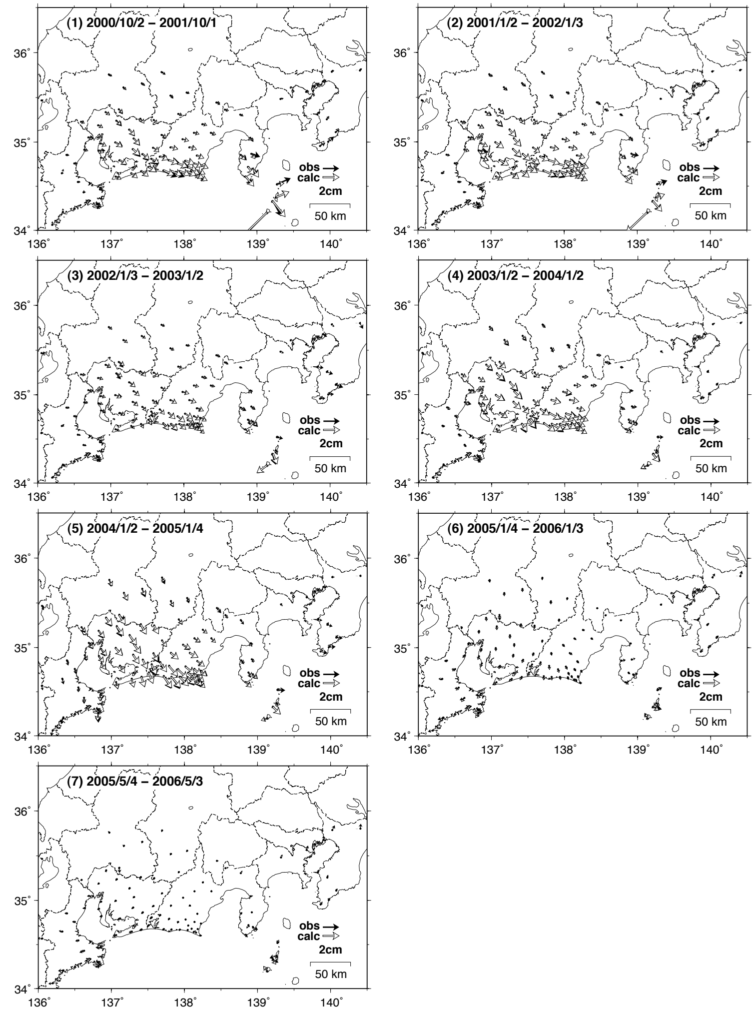
第 63 図 2 ヶ月ごとの異常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較（2005 年）
Fig.63 Comparison of Observed and Estimated Horizontal Crustal Movement for every two months in 2005.

２００６年２ヶ月ごとの観測値と計算値の比較（大潟固定）



（速度拘束）

観測値と計算値の比較（１年間）大潟固定

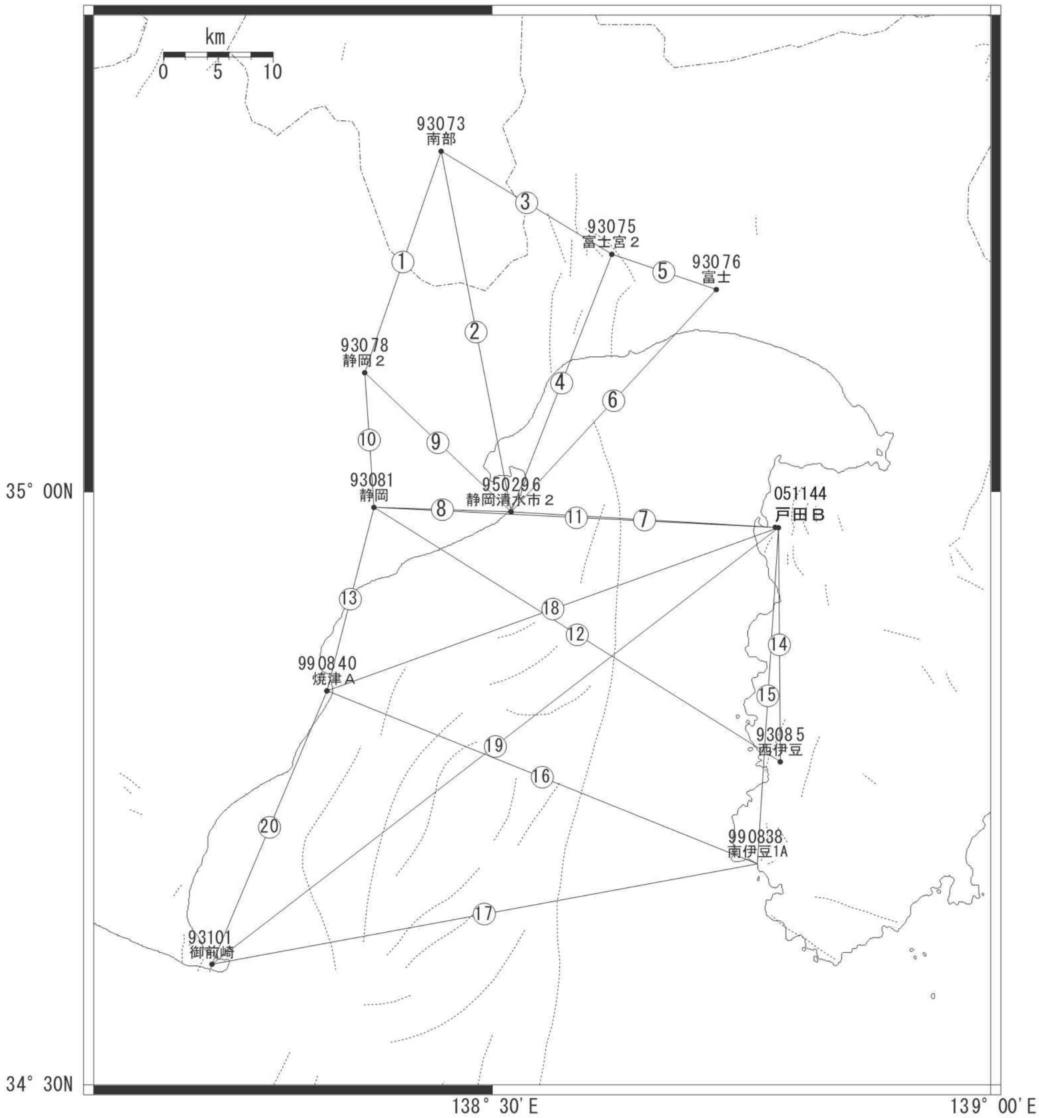


（速度拘束）

第 64 図 2 ヶ月ごとの異常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較（2006 年）
Fig.64 Comparison of Observed and Estimated Horizontal Crustal Movement for every two months in 2006

第 65 図 1 年ごとの非定常地殻変動の観測値とモデル計算値の比較
Fig.65 Comparison of Observed and Estimated non-secular Horizontal Crustal Movement for every year

駿河湾周辺地区　ＧＰＳ連続観測基線図



駿河湾周辺地区の各観測局情報

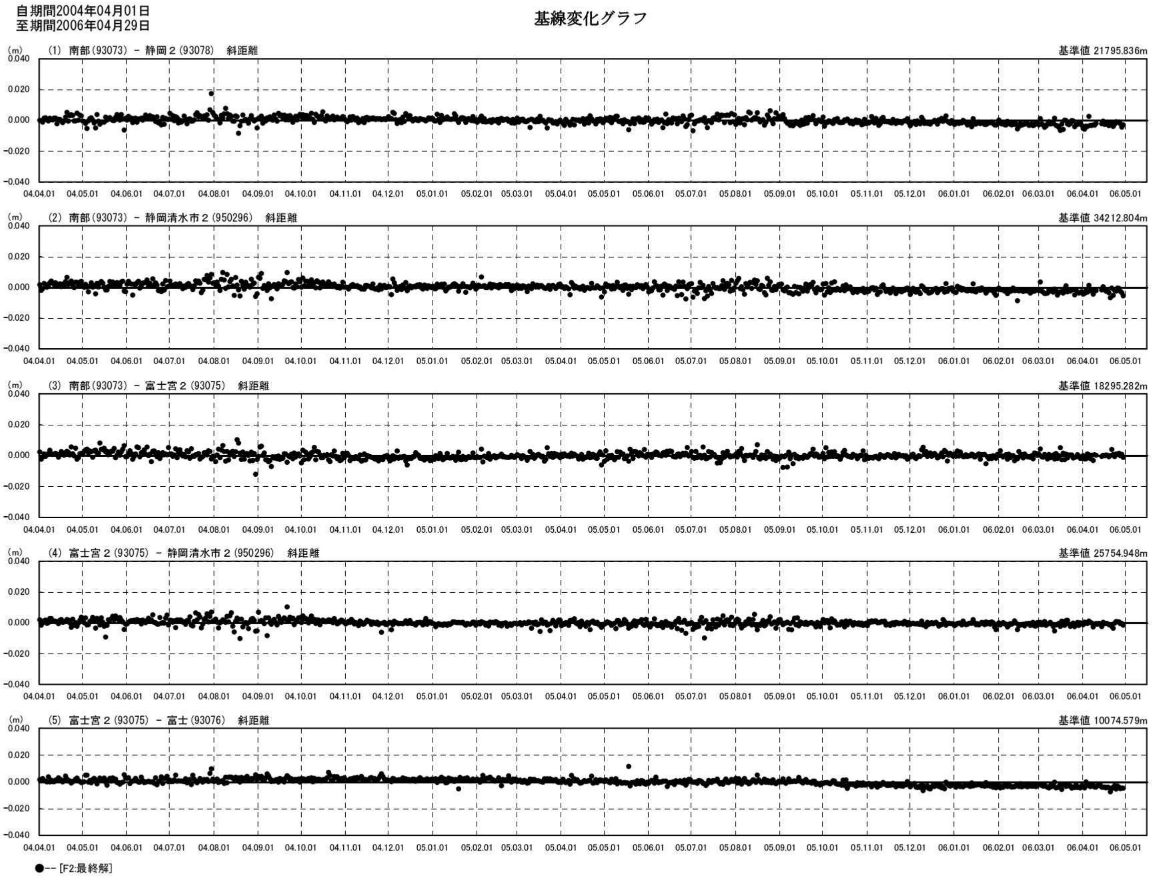
点番号	点　　名	アンテナ　交換		レドーム取り付け	アンテナ高変更	周辺伐採
93073	南部		2003/3/4	2003/3/4		
93075	富士宮２		2003/5/21	2003/5/21		2004/7/7
93076	富士	2001/3/19	2003/3/3	2003/3/3		
93078	静岡２		2003/2/26	2003/3/4	2003/3/4	
93081	静岡３	2001/3/20	2003/3/20	2003/3/13		2002/6/21 2003/10/24
93085	西伊豆	2001/3/19	2003/2/26	2003/2/26	2003/5/22	
93101	御前崎		2003/2/28	2003/2/11		
950296	静岡清水市２		2003/2/27			
990838	南伊豆１Ａ		2003/3/12			
051144	戸田Ｂ					
990840	焼津Ａ		2003/6/18			

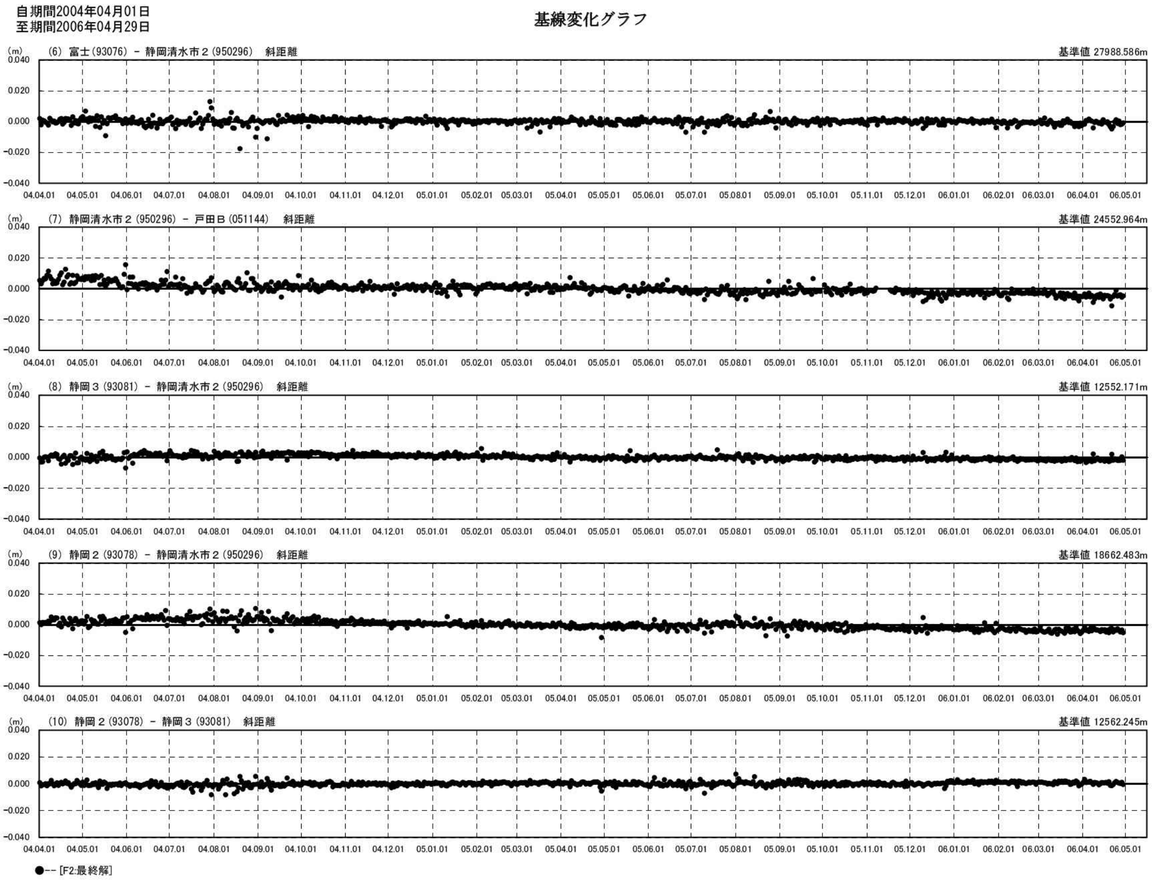
※2003/3/5に基準局92110（つくば１）のアンテナおよびレドームの交換を
実施し、解析値に補正をしています。

※戸田Ｂは2005/11/15移転（戸田A→戸田B）。戸田Ａアンテナ交換：2003/5/20

第66図　駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果（基線図および保守状況）

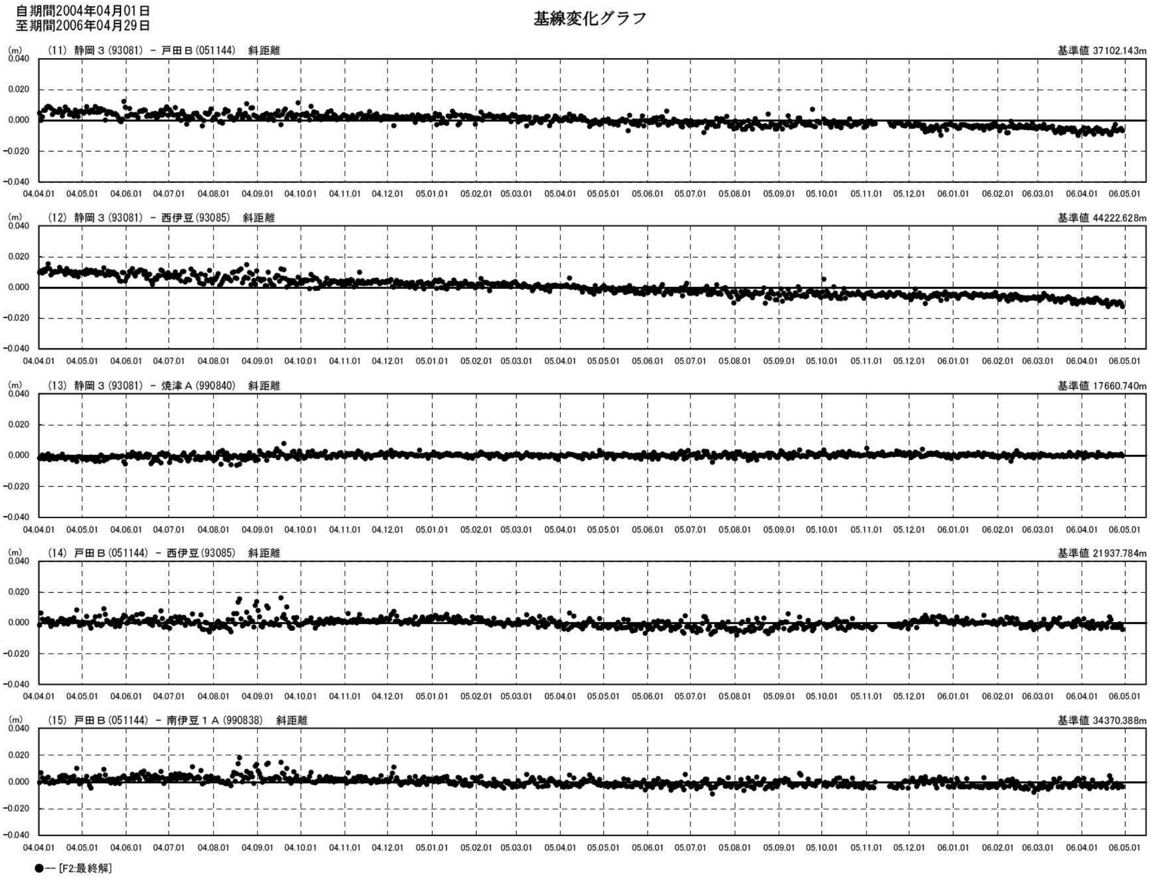
Fig.66 Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay. (Baseline map and history of maintenance)

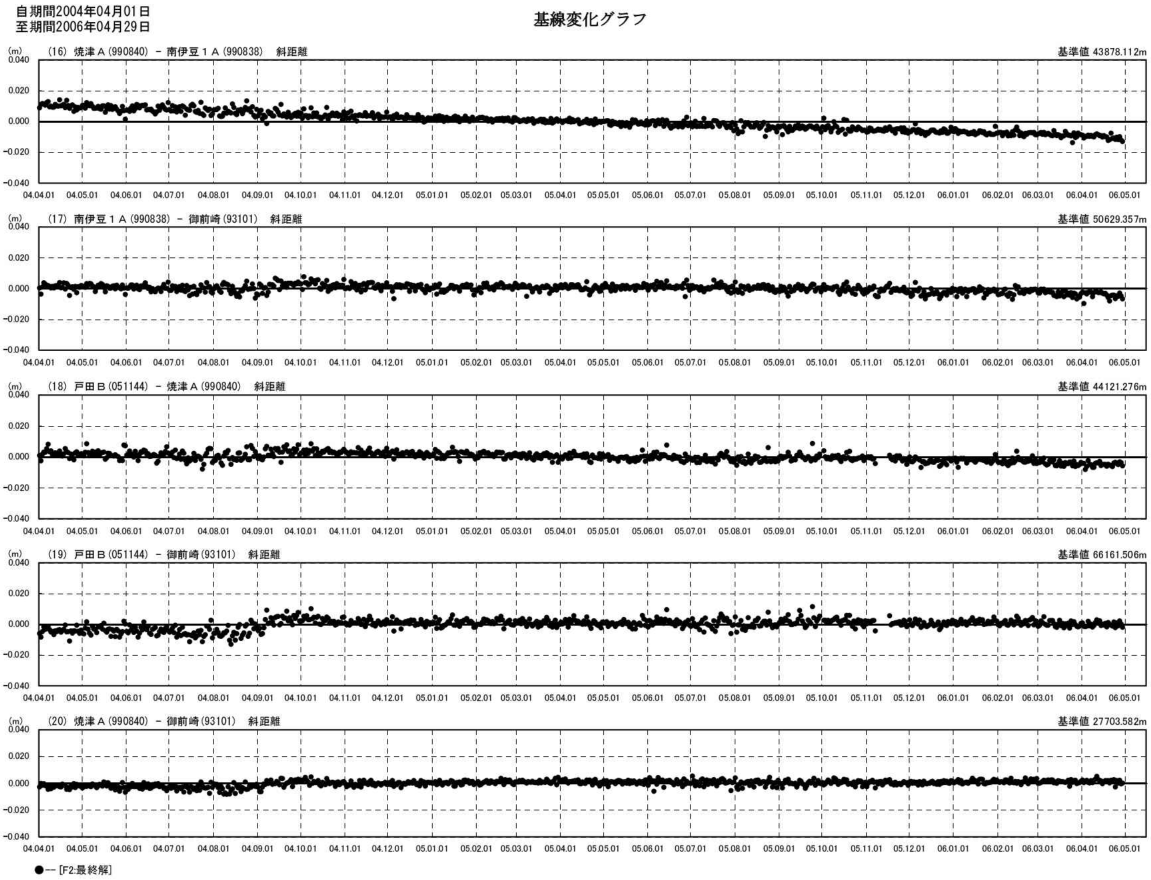




第67図,第68図　駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果

Fig.67,68　Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay.

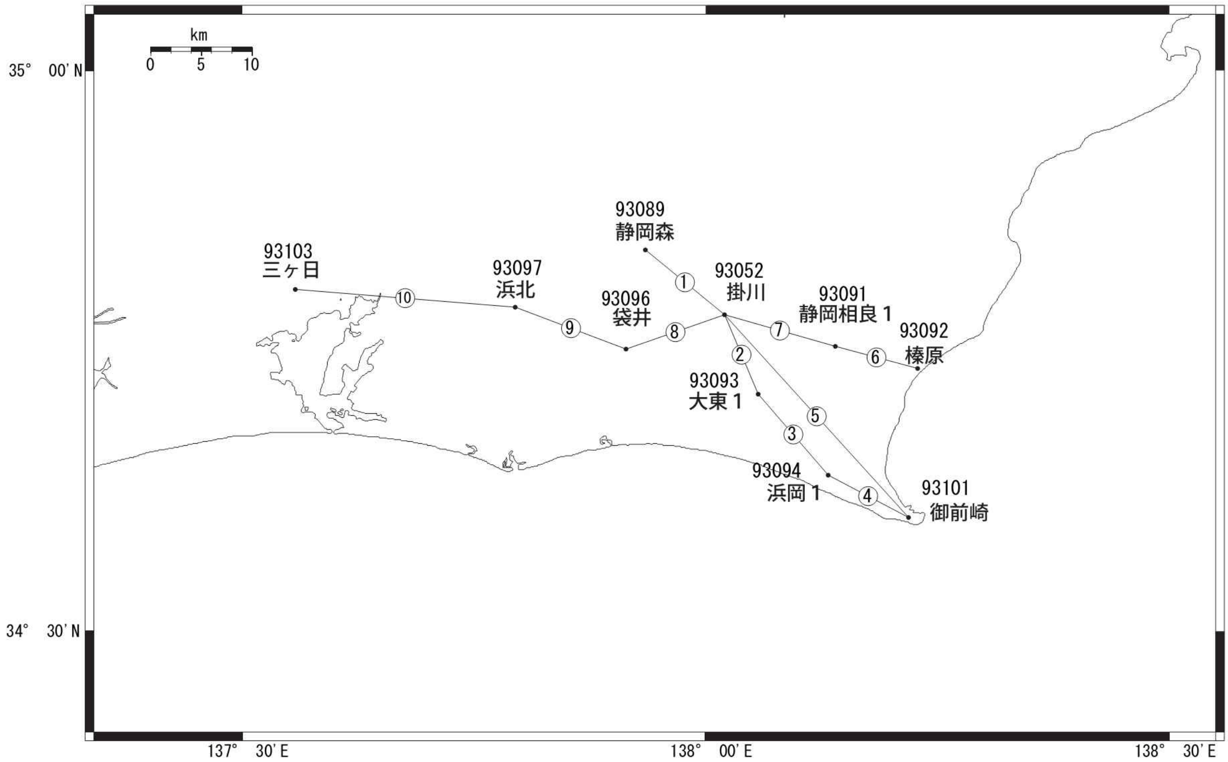




第67図,第68図　駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果

Fig.67,68　Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay.

御前崎周辺地区　ＧＰＳ連続観測基線図



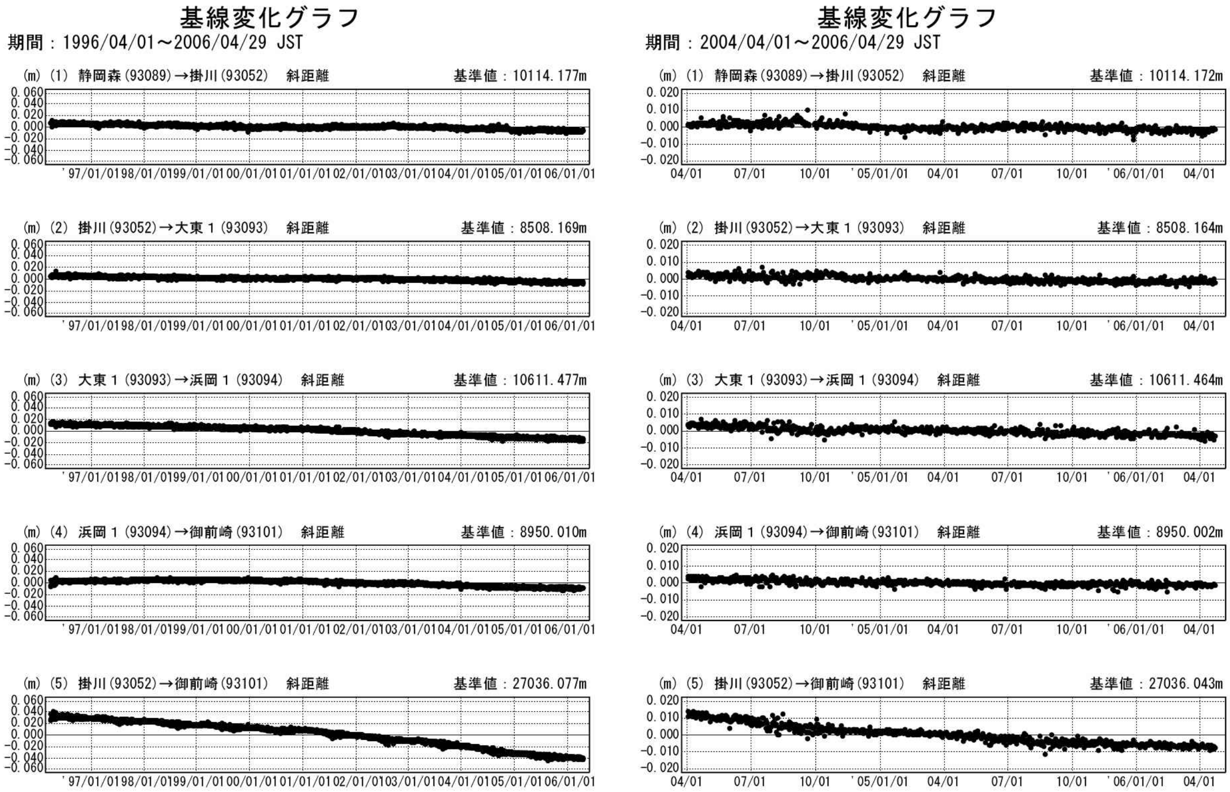
御前崎周辺地区の各観測局情報

点番号	点　　名	アンテナ　交換		レドーム設置	アンテナ高変更	周辺伐採
93052	掛川		2003/5/12	2003/2/12		
93089	静岡森		2003/5/15	2003/2/13		2003/9/9
93091	静岡相良１	2001/3/21	2003/3/6	2003/2/12		
93092	榛原	2001/3/21	2003/3/3	2003/2/11		2002/10/7 2003/9/9
93093	大東１		2003/3/4	2003/2/10		
93094	浜岡１		2003/5/16	2003/2/10		
93096	袋井		2003/3/3	2003/2/15	2003/5/20	2003/11/21
93097	浜北		2003/2/28	2003/2/14		
93101	御前崎		2003/2/28	2003/2/11		
93103	三ヶ日		2003/5/19	2003/2/15		

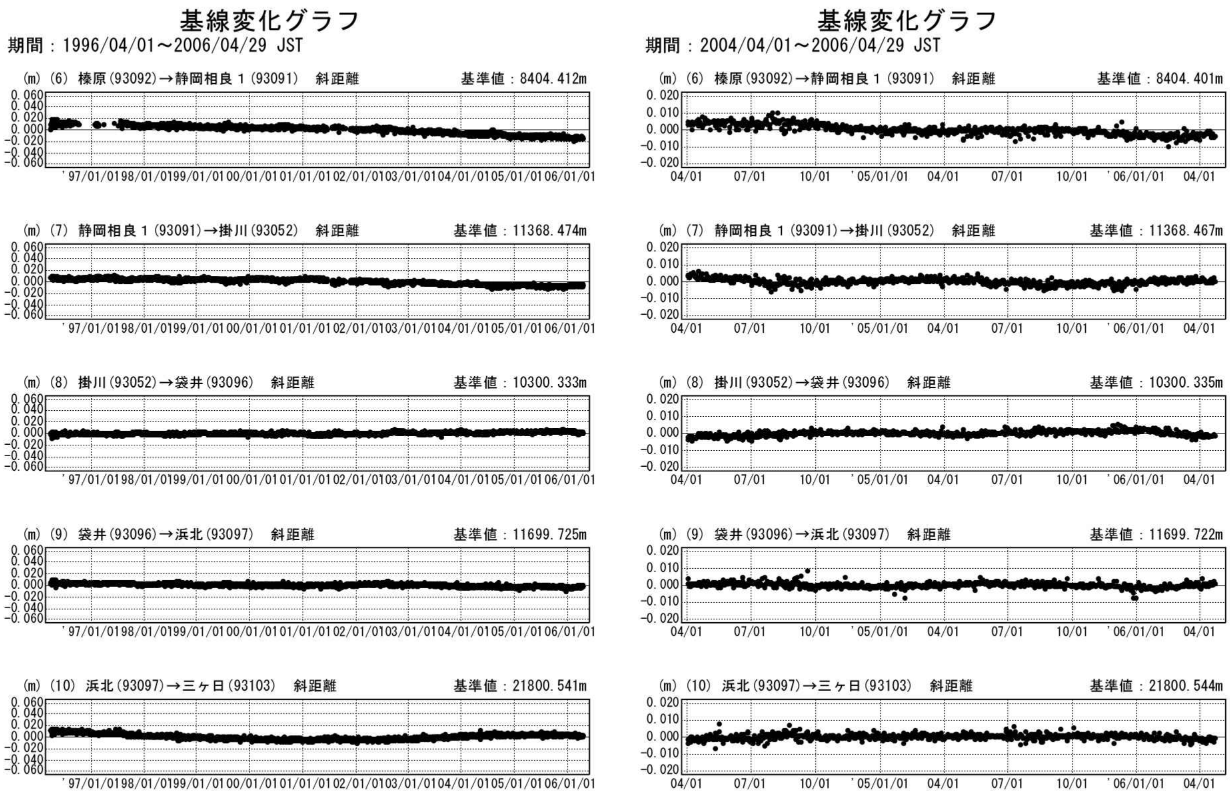
※2003／3／5に基準局92110（つくば1）のアンテナおよびレドームの交換を実施し
解析値に補正をしています。

第69図　御前崎周辺GPS連続観測点観測結果（基線図および保守状況）

Fig.69 Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki region. (Baseline map and history of maintenance)



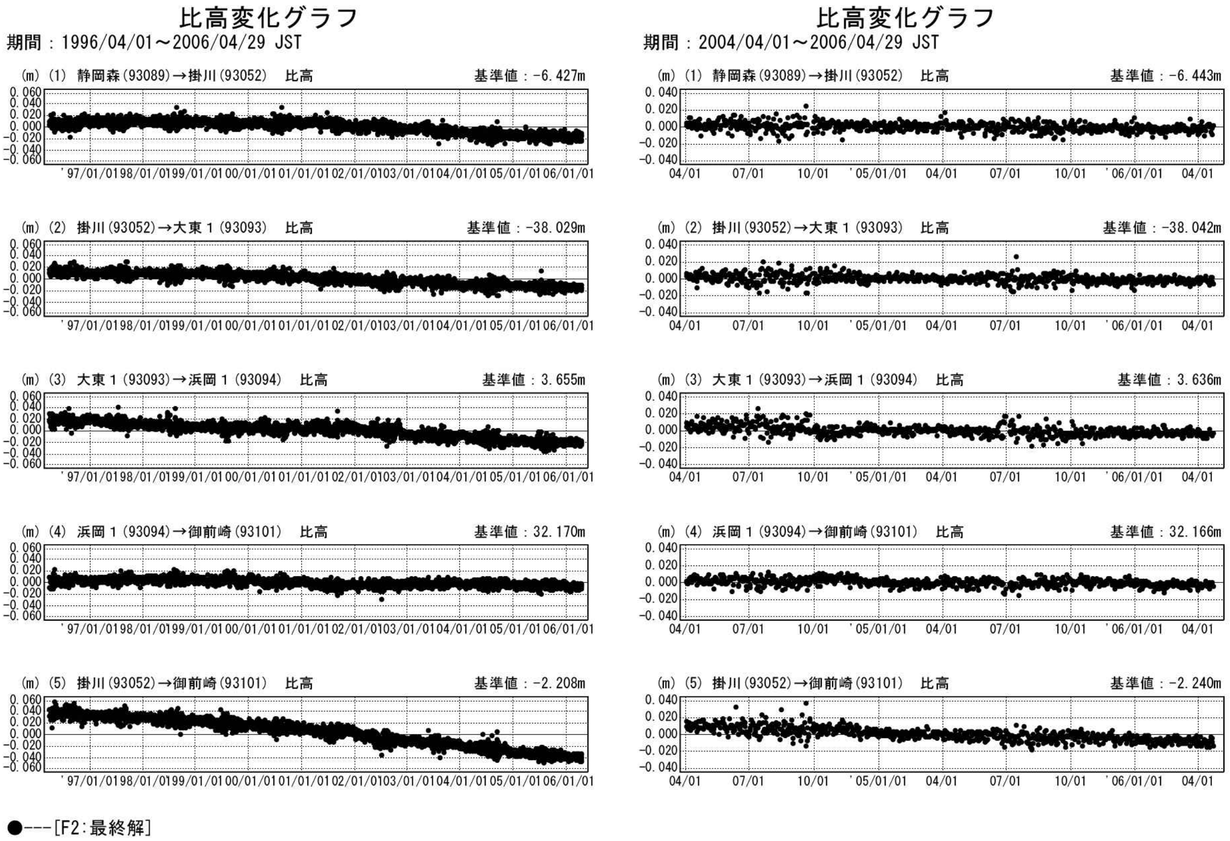
●---[F2:最終解]

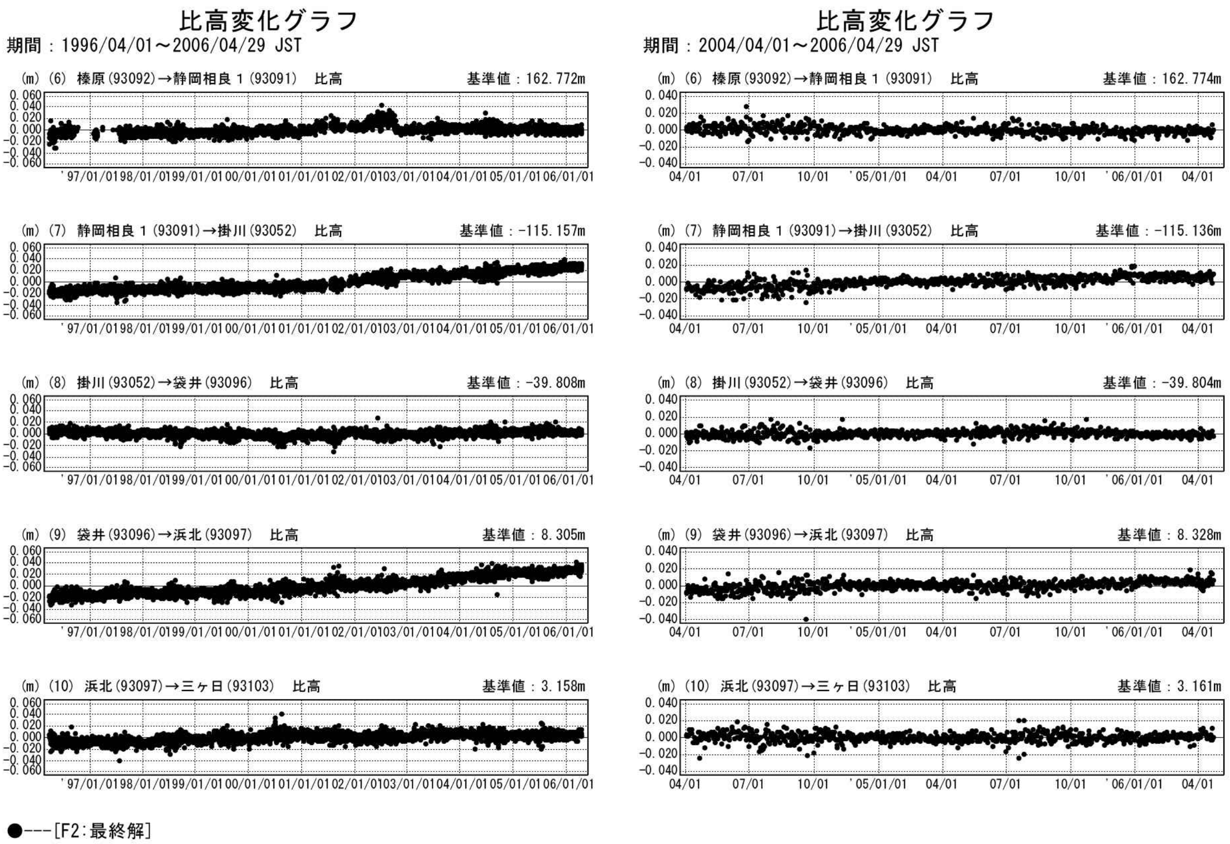


●---[F2:最終解]

第70図,第71図　御前崎周辺GPS連続観測点観測結果

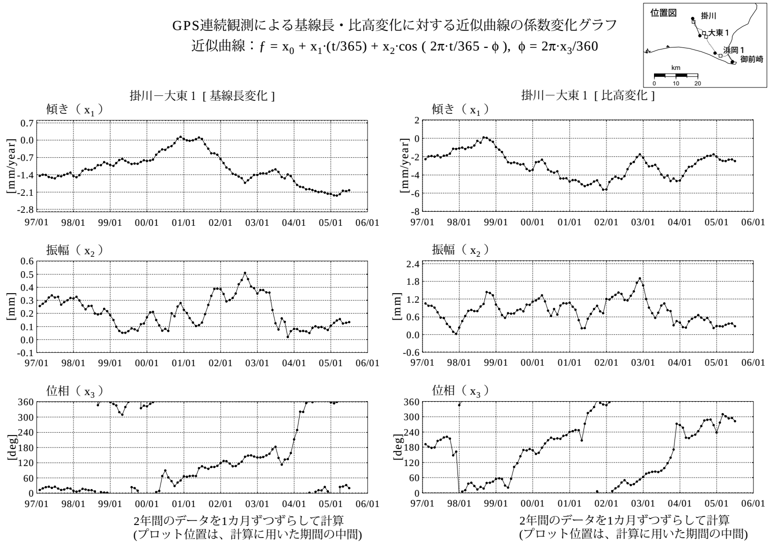
Fig.70,71　Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki region.

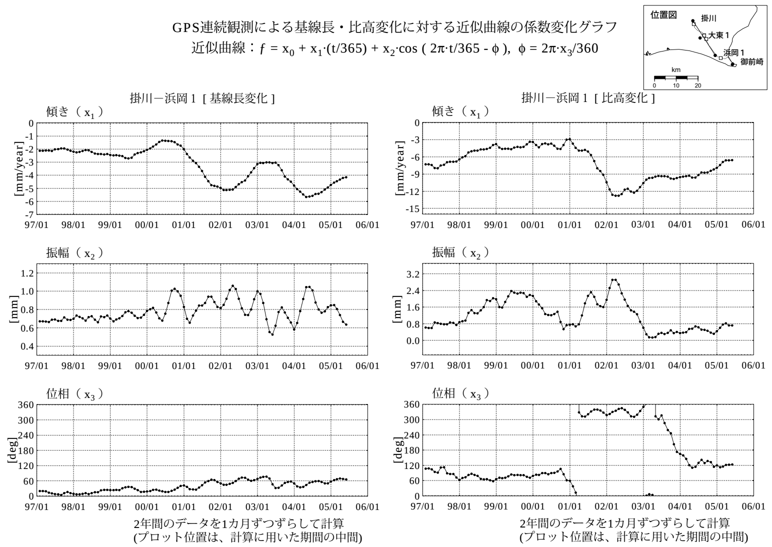




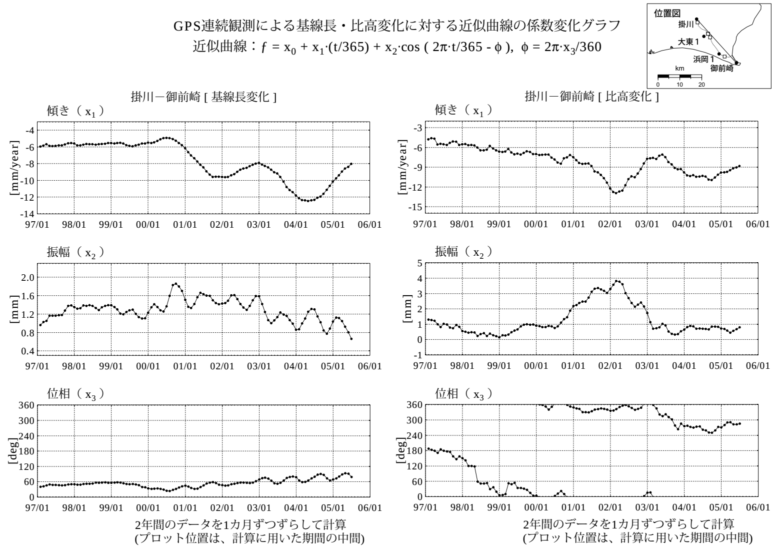
第70図,第71図　御前崎周辺GPS連続観測点観測結果

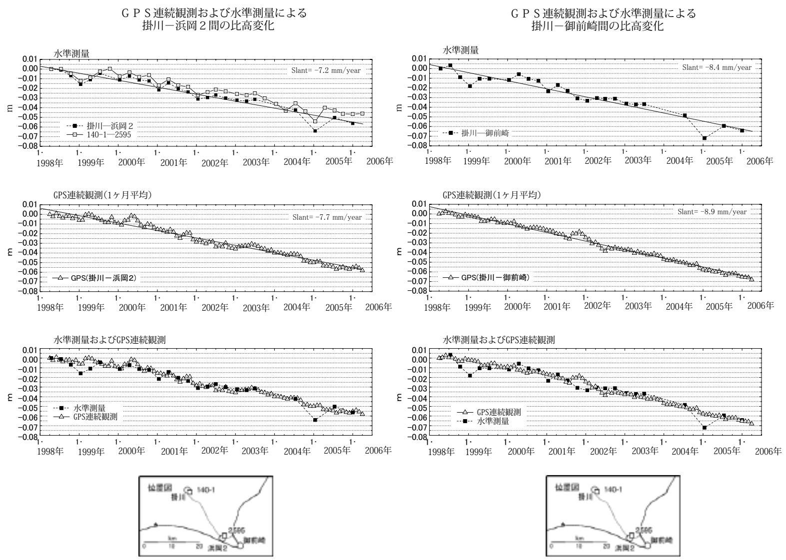
Fig.70,71　Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki region.



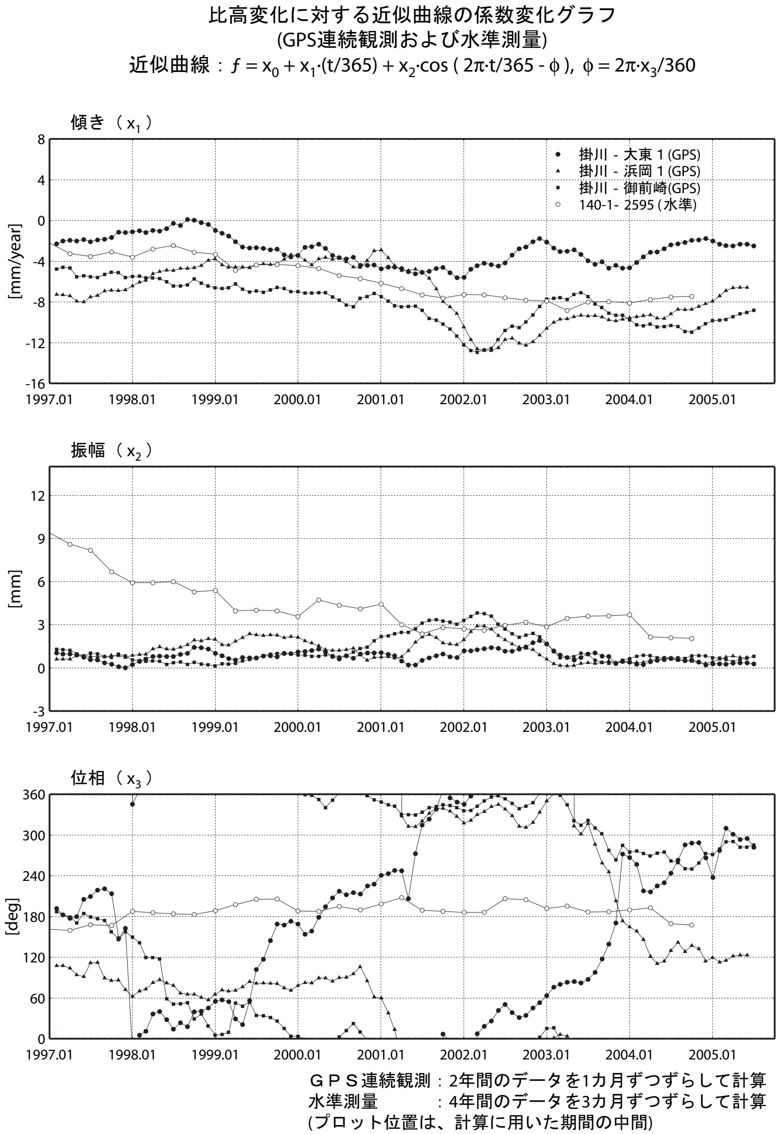


第 72 図～第 74 図 東海地方の GPS 観測結果及び水準測量結果の時間変化
Fig.72-74 Temporal variation the crustal deformation measured by GPS and precise leveling in Omaezaki region



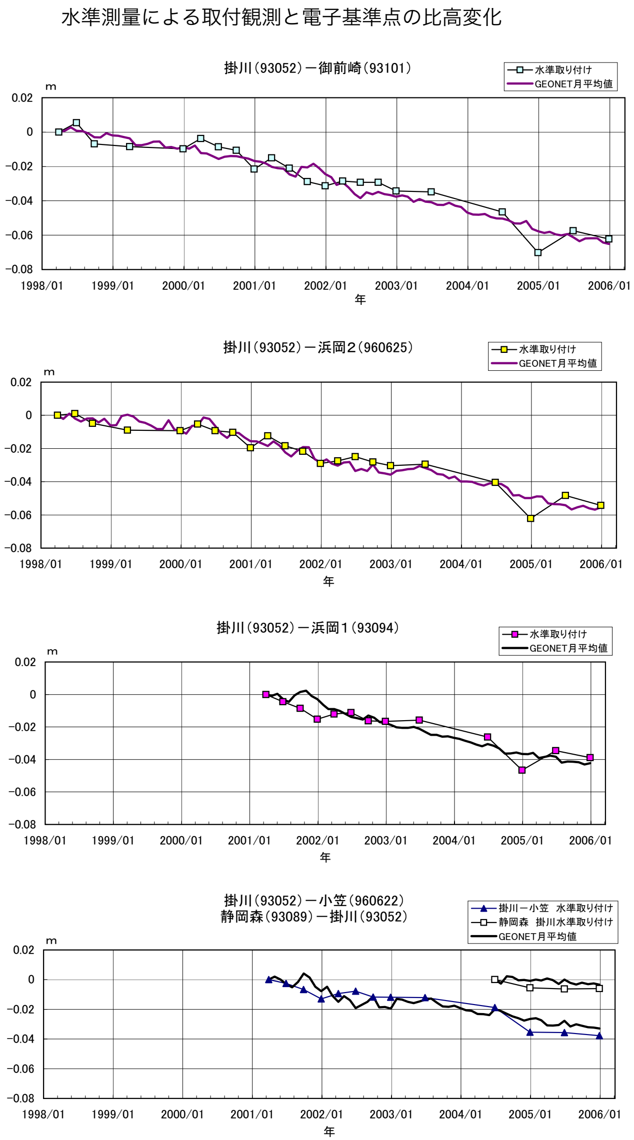


第 72 図～第 74 図 東海地方の GPS 観測結果及び水準測量結果の時間変化
Fig.72-74 Temporal variation the crustal deformation measured by GPS and precise leveling in Omaezaki region



第 72 図～第 74 図　東海地方の GPS 観測結果及び水準測量結果の時間変化

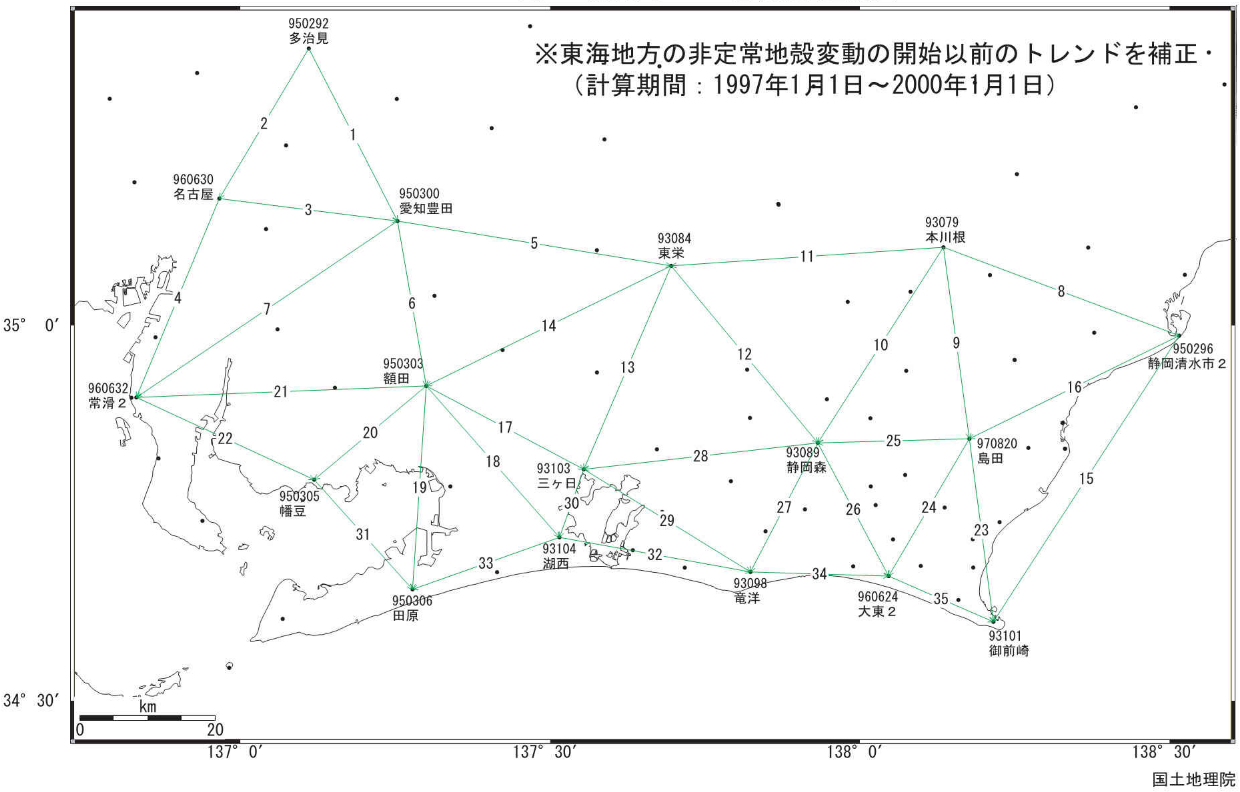
Fig.72-74　Temporal variation the crustal deformation measured by GPS and precise leveling in Omaezaki region



第 75 図　御前崎周辺の電子基準点における水準測量取り付け観測結果

Fig.75　Leveling survey result at the bench marks attached to GEONET sites around Omaezaki region

愛知・静岡周辺 GPS連続観測基線図



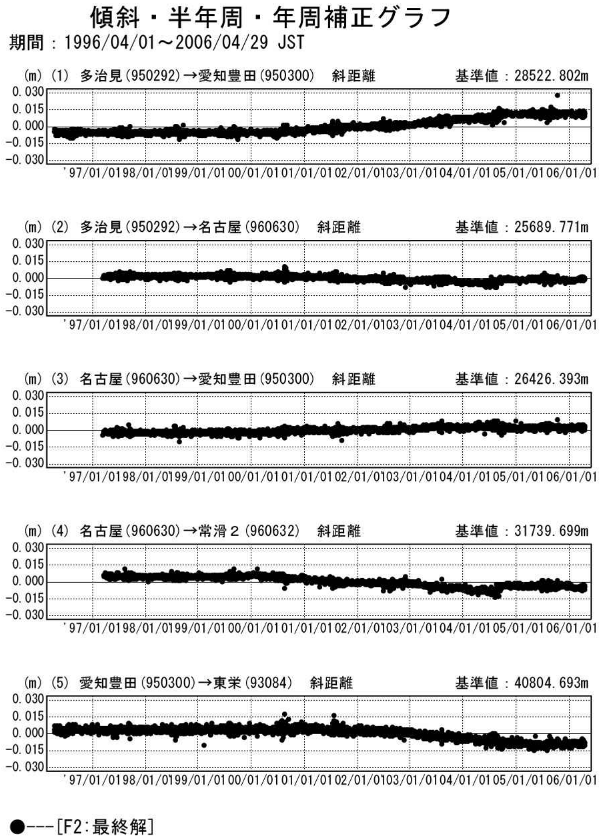
愛知・静岡周辺の各観測局情報

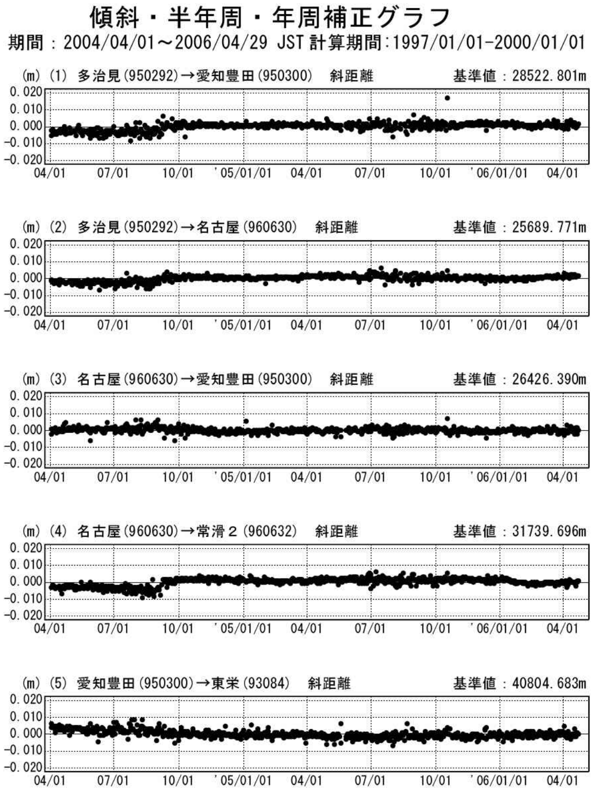
点番号	点　　名	アンテナ交換	レドーム設置	ｱﾝﾃﾅ高変更	周辺伐採
950292	多治見	2003/5/27			
950300	愛知豊田	2003/3/4			
960630	名古屋	2003/2/21			
960632	常滑２	2003/6/6			
950303	額田	2003/2/20			
950305	幡豆	2003/3/5			
950306	田原	2003/5/29			
93084	東栄	2003/3/6	2003/2/16	2003/5/19	
93103	三ヶ日	2003/5/19	2003/2/15		
93104	湖西	2003/2/27	2003/2/8	2003/5/19	2002/12/18 2003/9/10
93098	竜洋	2003/2/27	2003/2/14		
93089	静岡森	2003/5/15	2003/2/13		2003/9/9
960624	大東２	2003/5/27			
93101	御前崎	2003/2/28	2003/2/11		
970820	島田	2003/2/25			
93079	本川根	2003/5/20	2003/5/20		2004/1/22
950296	静岡清水市２	2003/2/27			

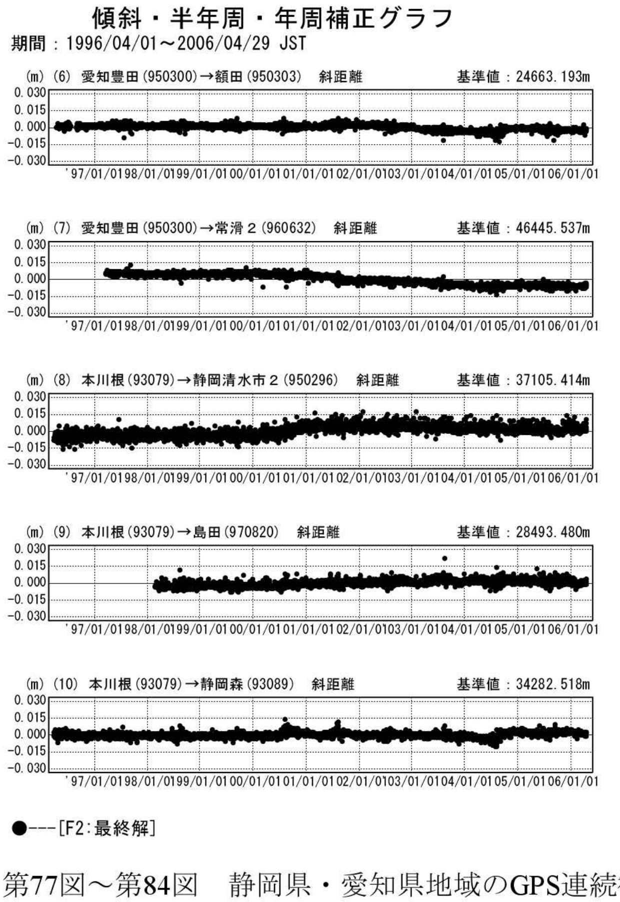
※２００３／３／５に基準局９２１１０（つくば１）のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

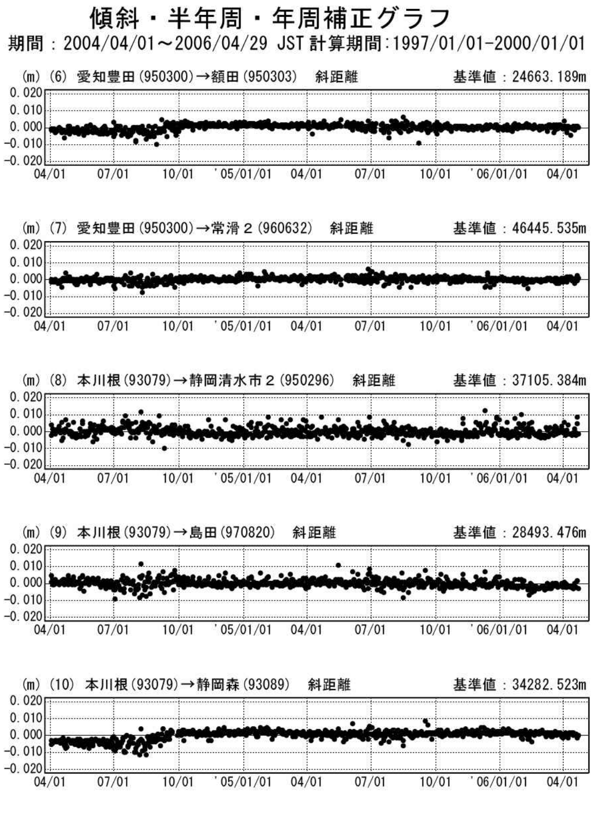
第76図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果（基線図および保守状況）

Fig.76 Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures. (Baseline map and history of maintenance)



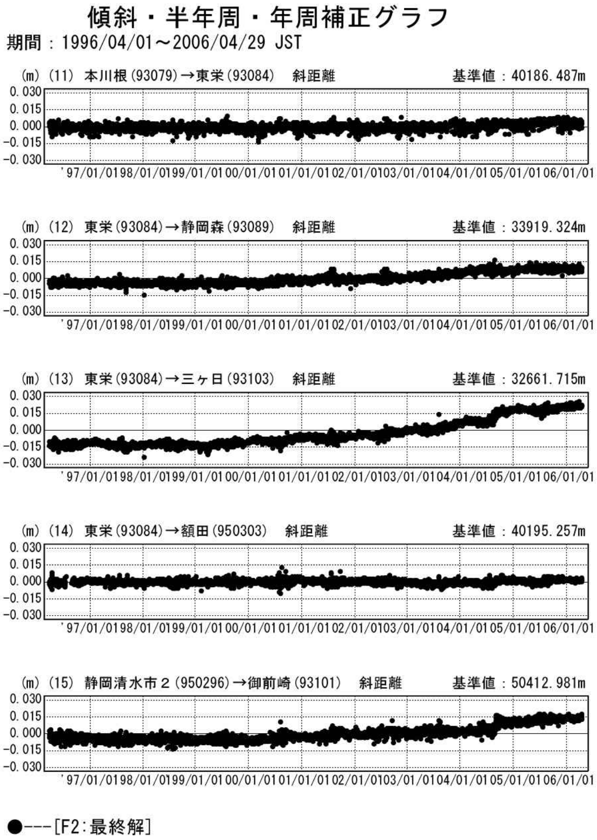


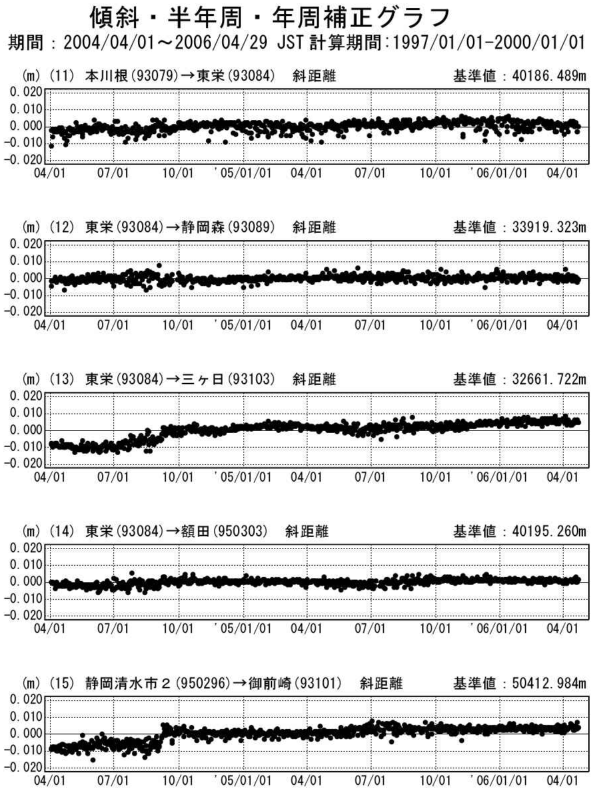


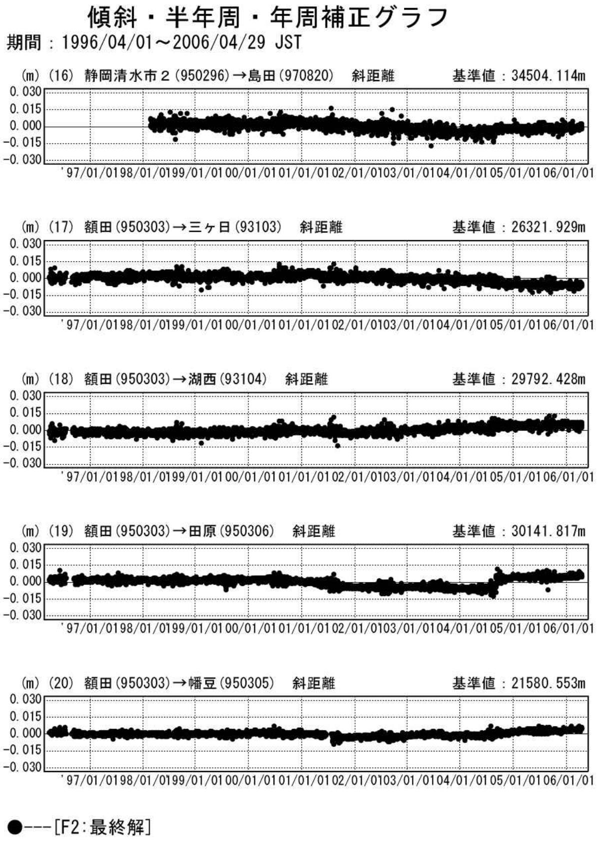


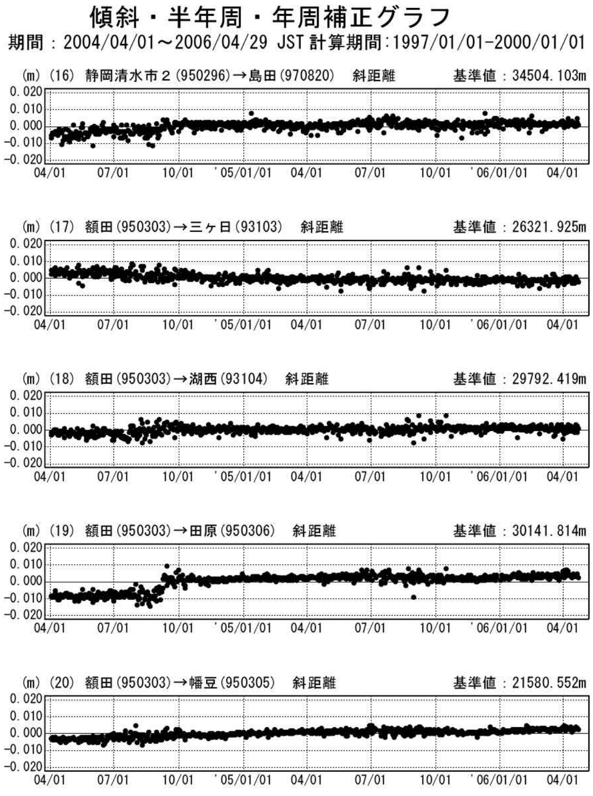
第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.



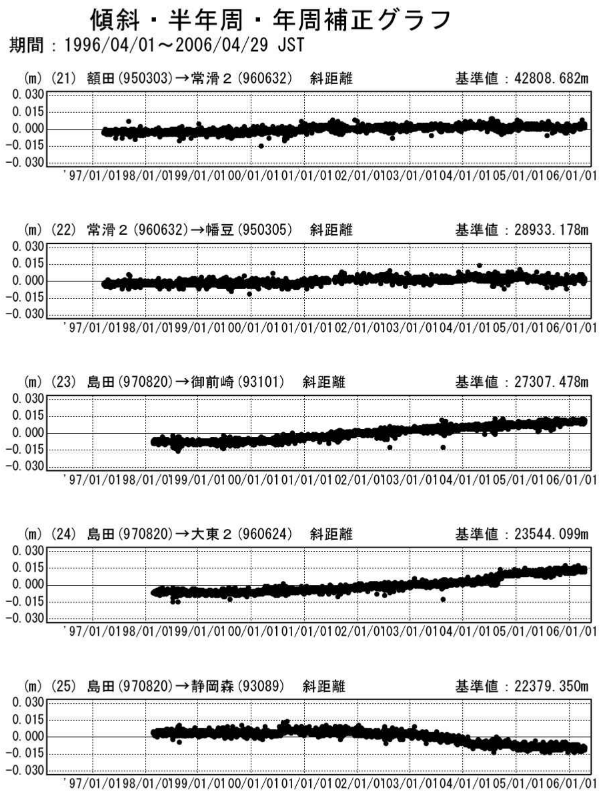


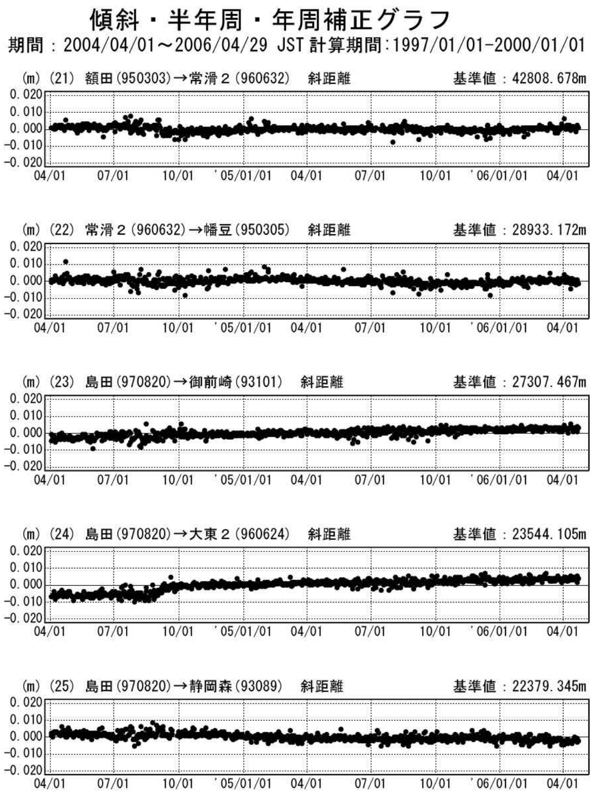




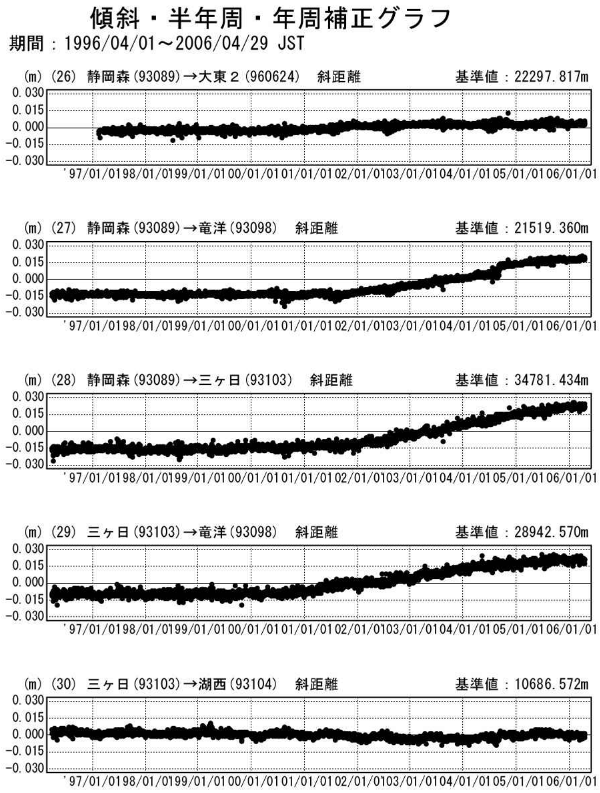
第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

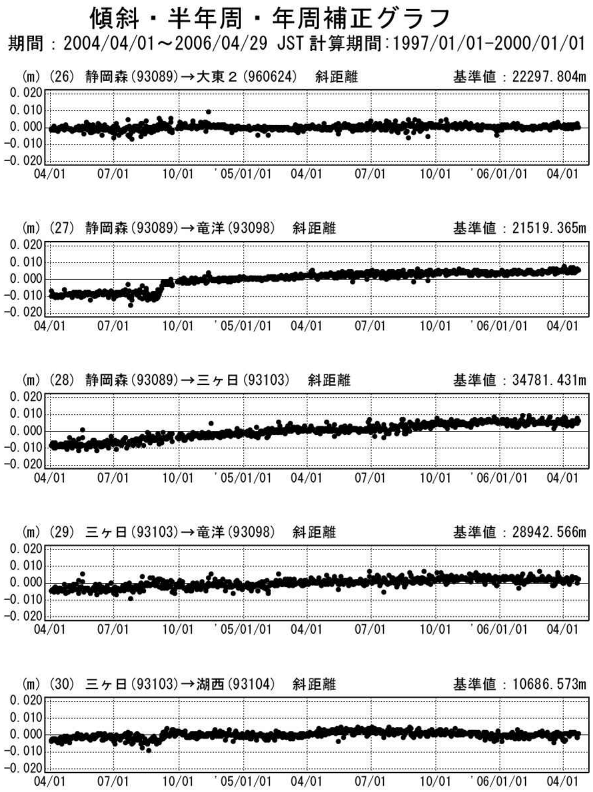
Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.





●---[F2:最終解]

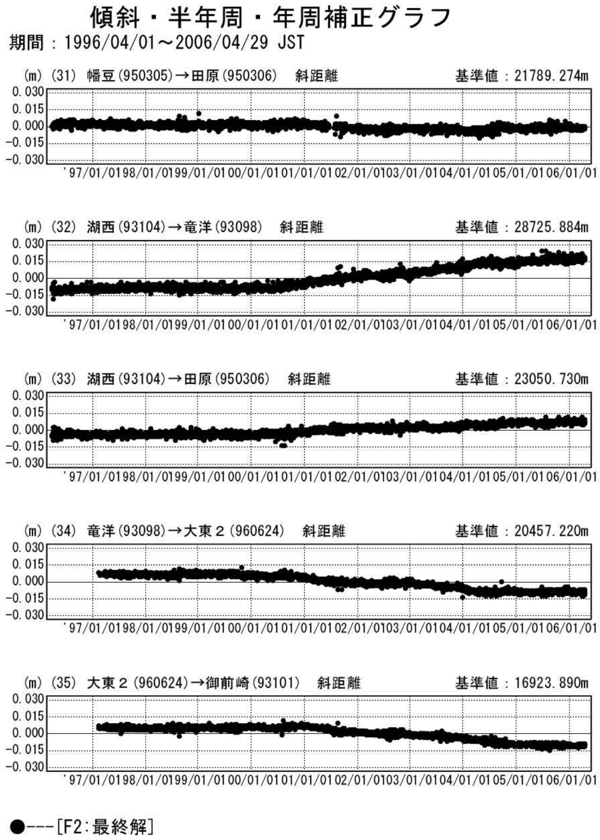


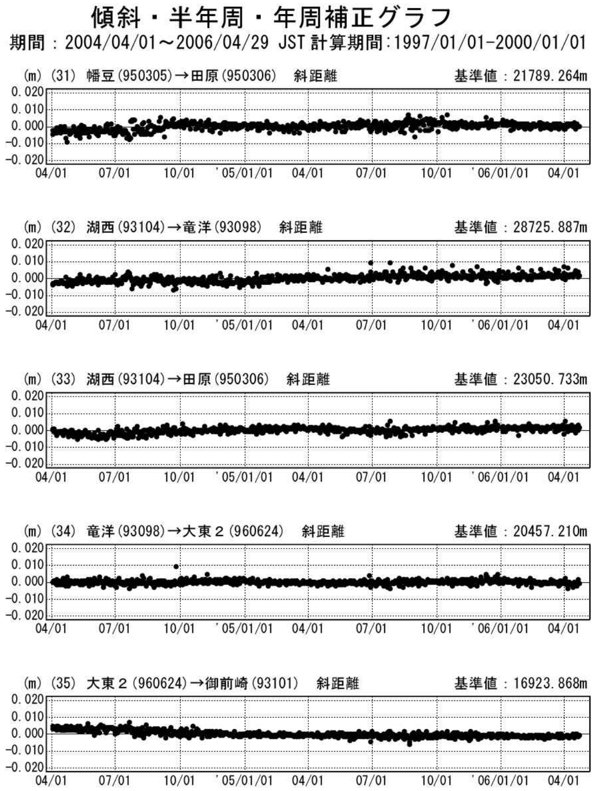


●---[F2:最終解]

第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

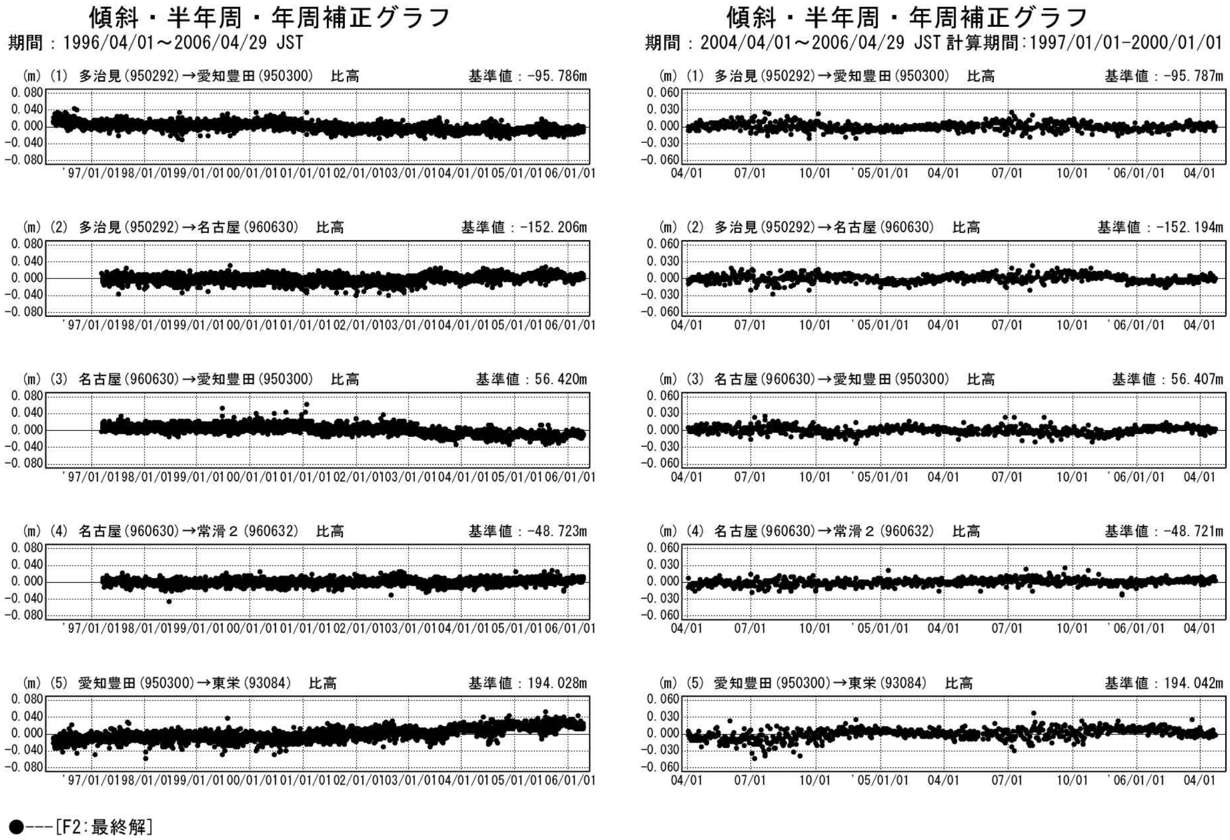
Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.

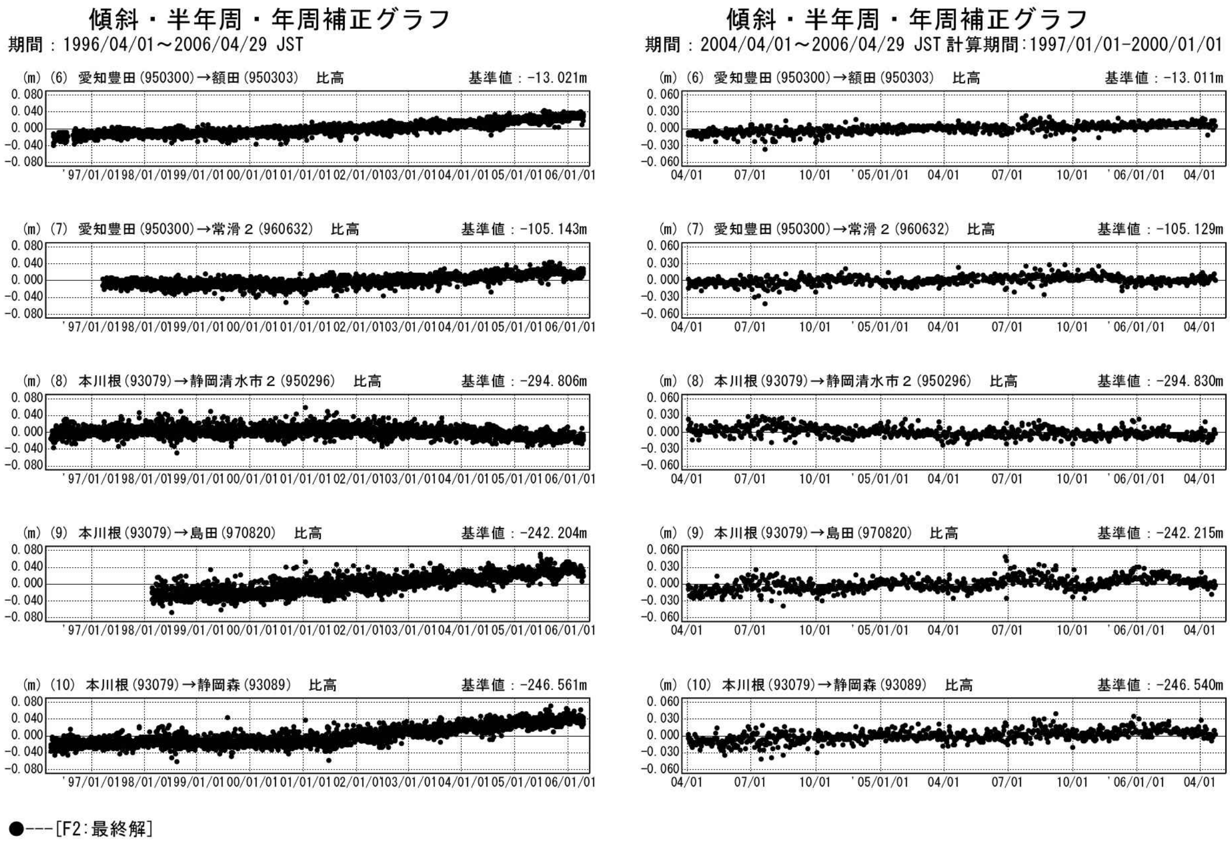




第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.

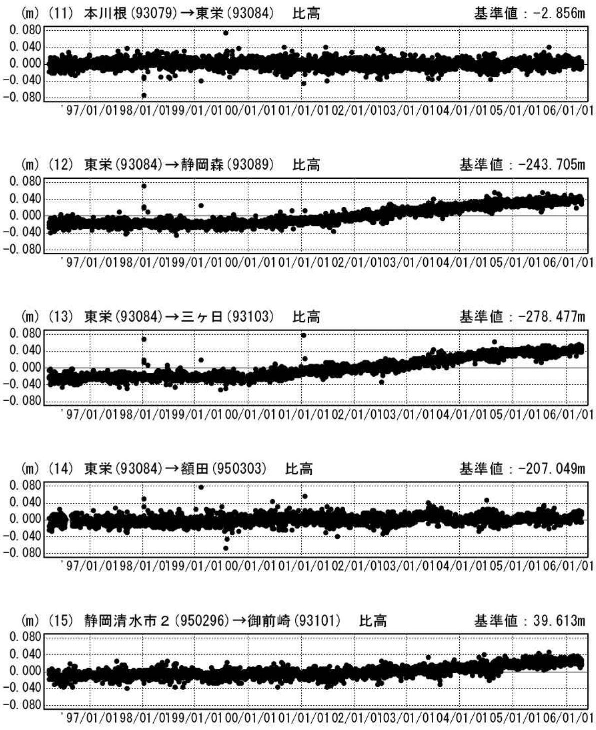




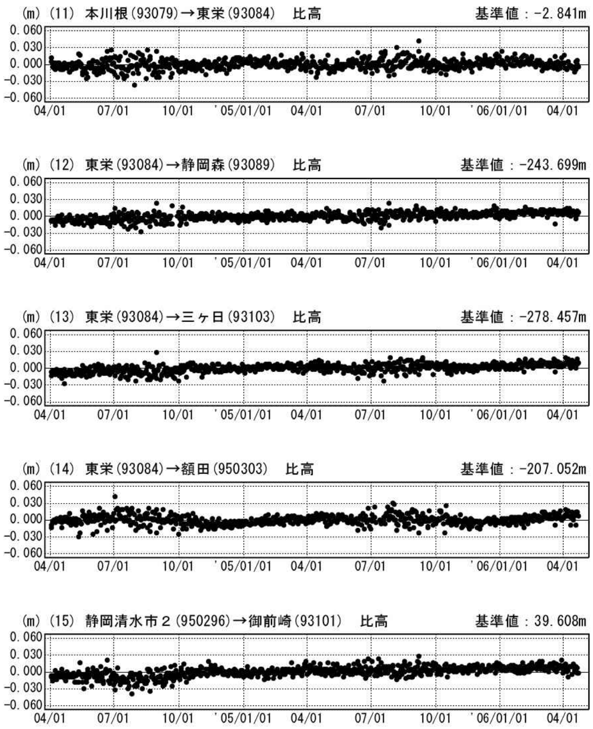
第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.

傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：1996/04/01～2006/04/29 JST

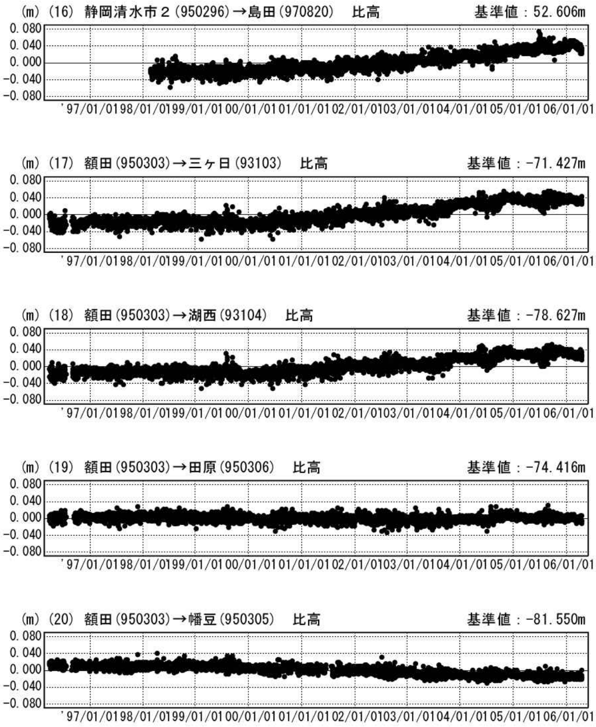


傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：2004/04/01～2006/04/29 JST 計算期間:1997/01/01-2000/01/01

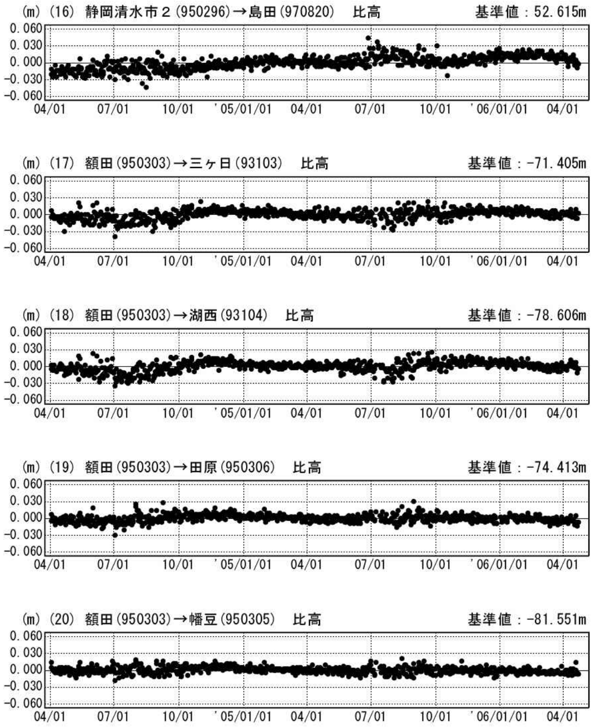


●---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：1996/04/01～2006/04/29 JST



傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：2004/04/01～2006/04/29 JST 計算期間:1997/01/01-2000/01/01

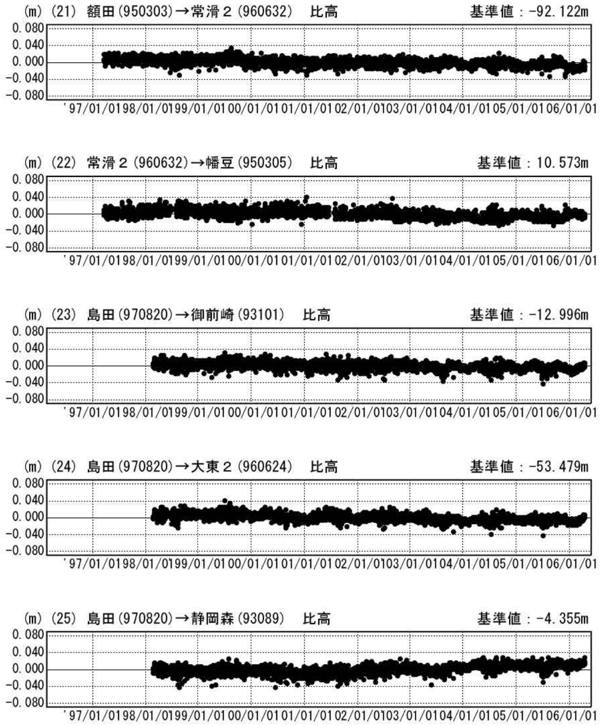


●---[F2:最終解]

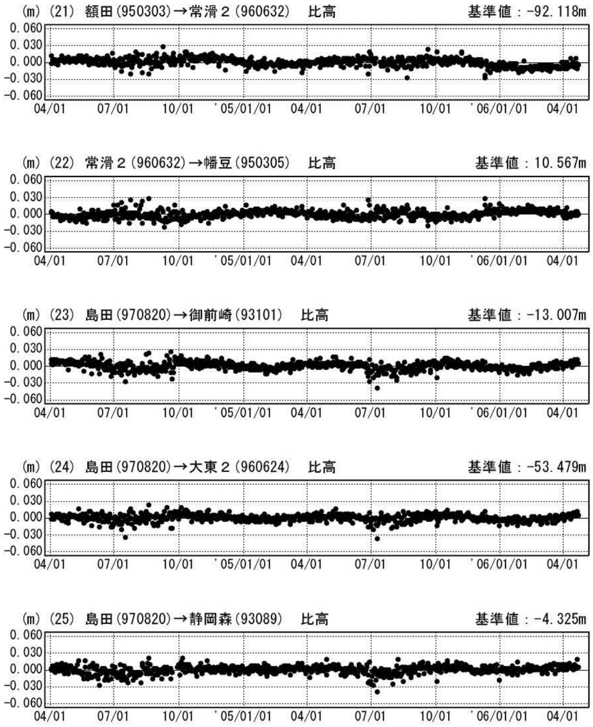
第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.

傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：1996/04/01～2006/04/29 JST

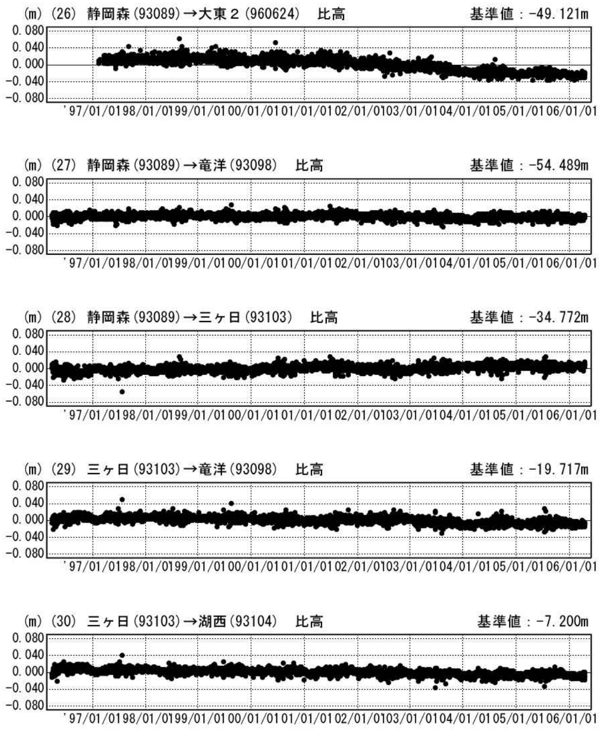


傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：2004/04/01～2006/04/29 JST 計算期間:1997/01/01-2000/01/01

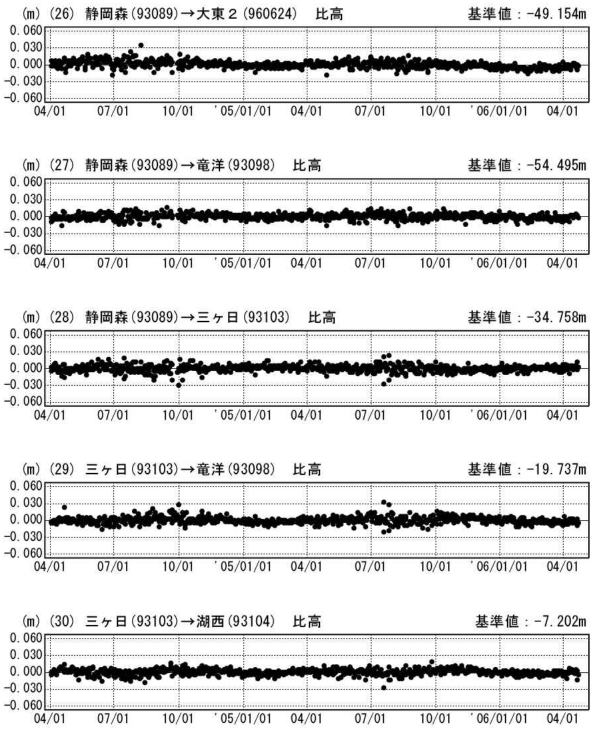


●---[F2:最終解]

傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：1996/04/01～2006/04/29 JST



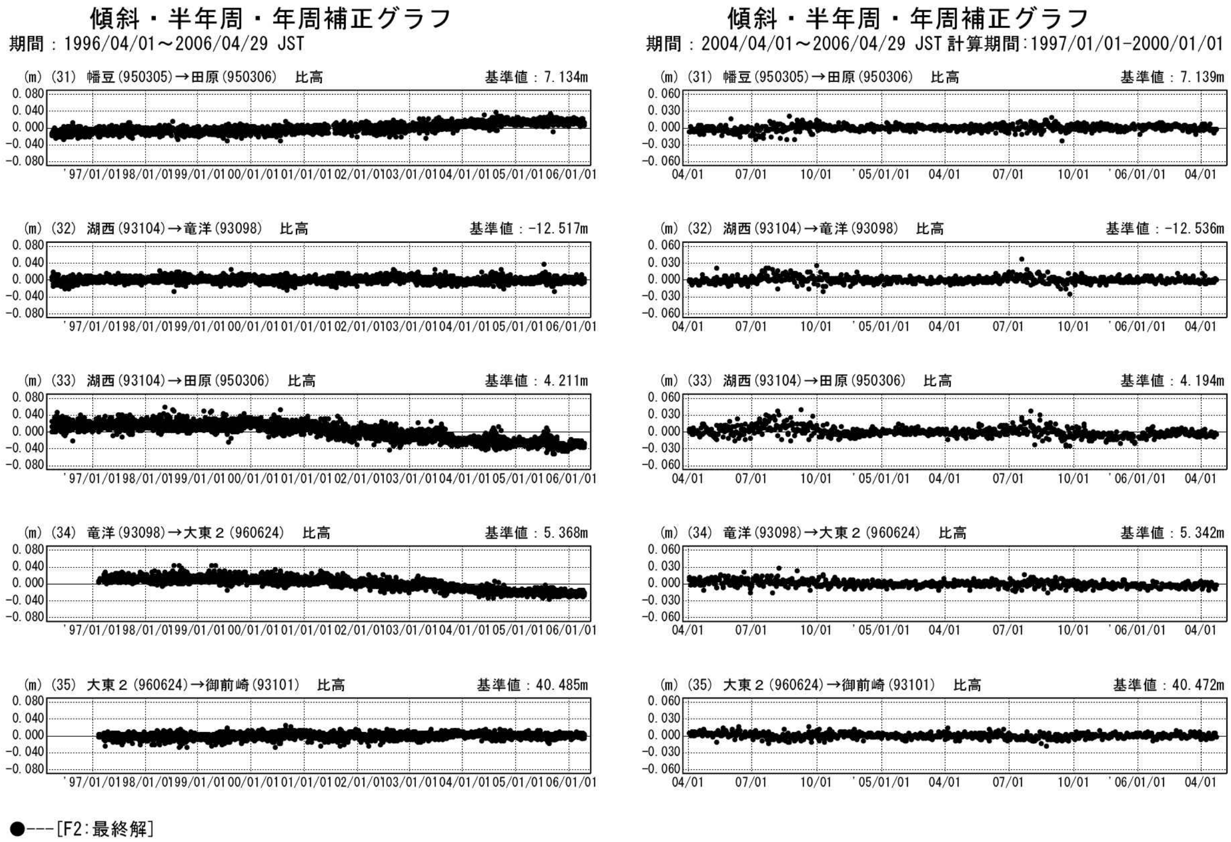
傾斜・半年周・年周補正グラフ
期間：2004/04/01～2006/04/29 JST 計算期間:1997/01/01-2000/01/01



●---[F2:最終解]

第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

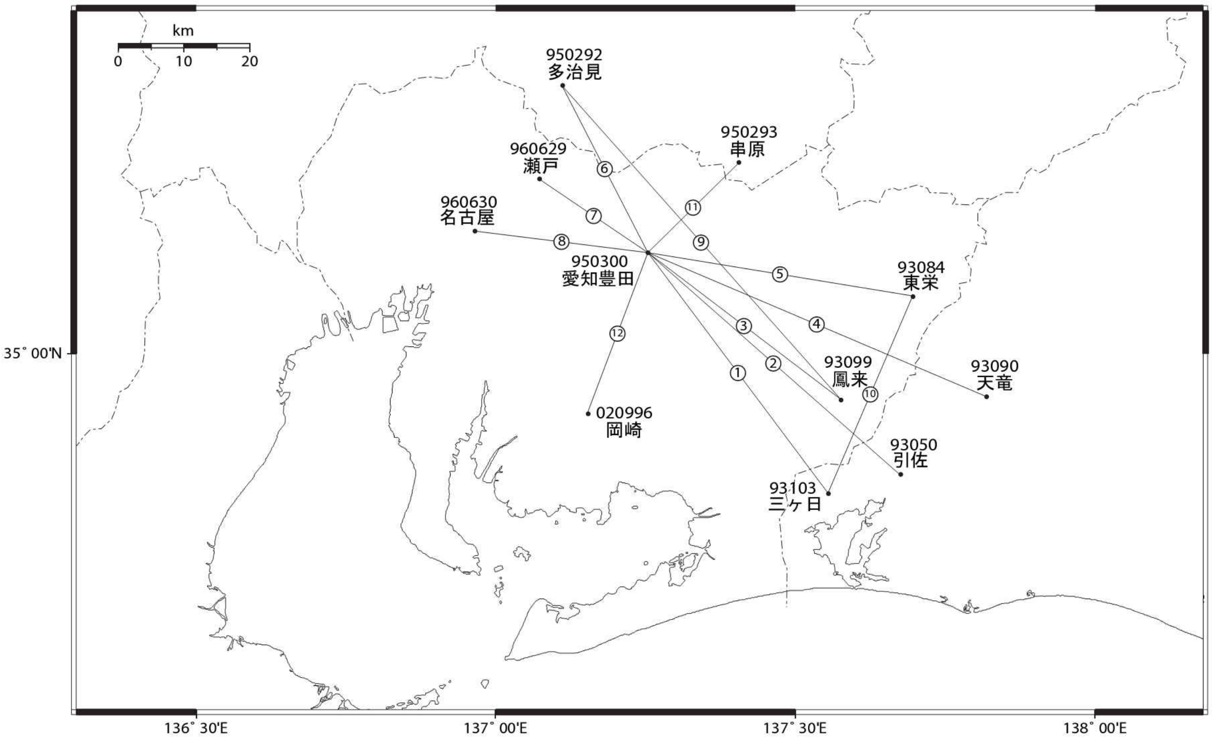
Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.



第77図～第84図　静岡県・愛知県地域のGPS連続観測点観測結果

Fig.77-84　Results of continuous GPS measurements around Shizuoka and Aichi prefectures.

愛知東部地区　ＧＰＳ連続観測基線図



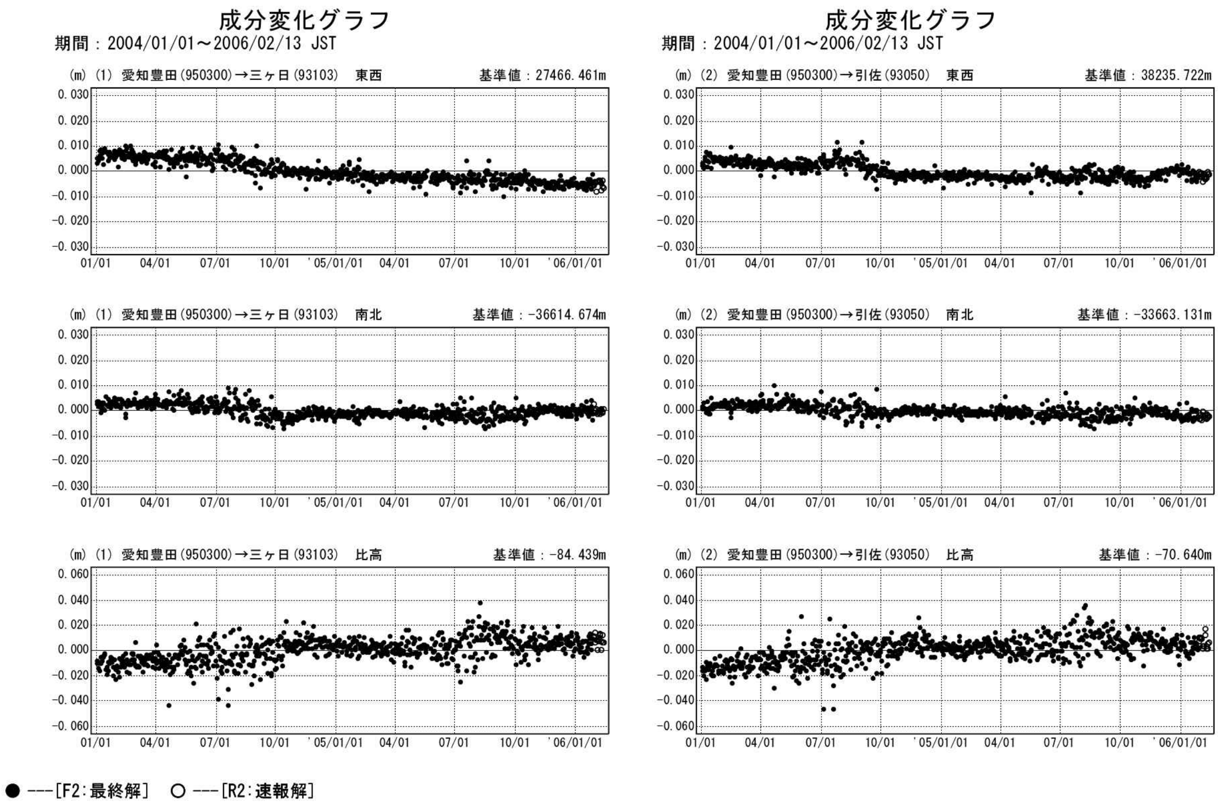
愛知東部の各観測局情報

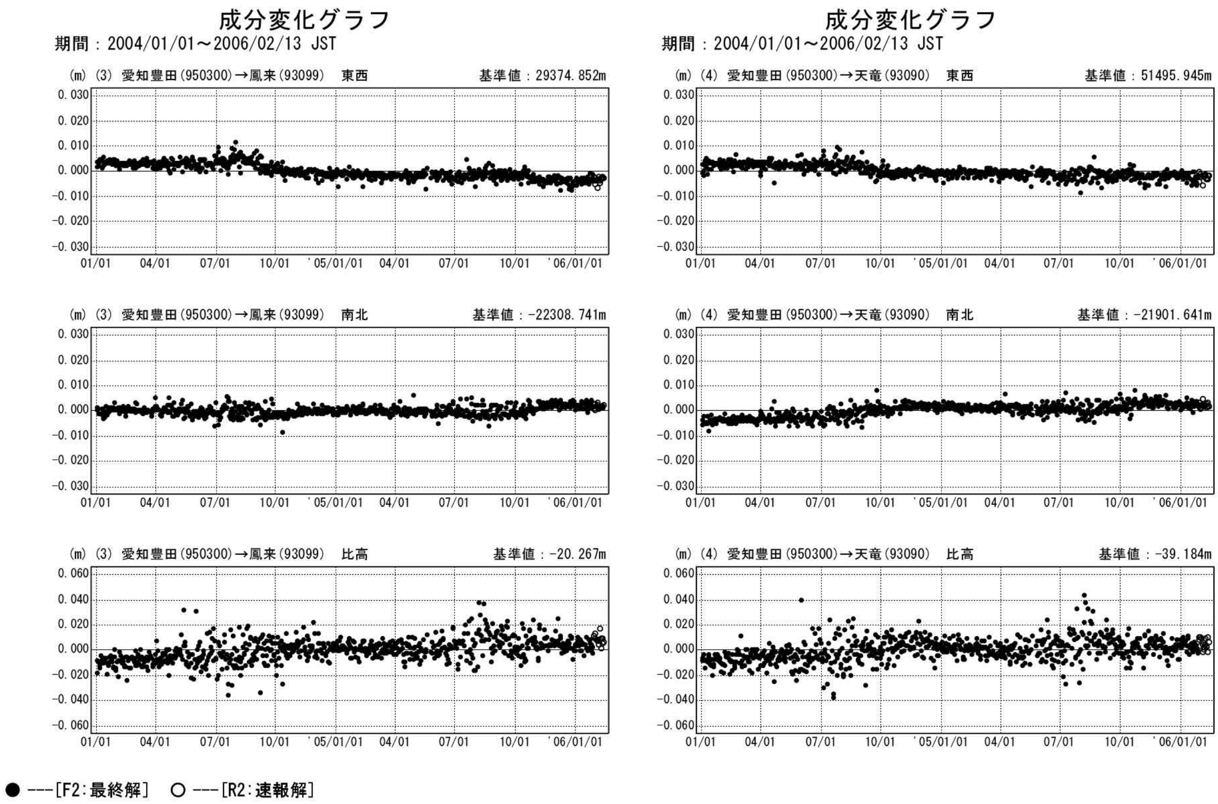
点番号	点　　名	アンテナ交換	レドーム設置	ｱﾝﾃﾅ高変更	周辺伐採
93050	引佐	2003/5/19	2003/2/15		
93084	東栄	2003/3/6	2003/2/16	2003/5/19	
93090	天竜	2003/5/15	2003/2/17		
93099	鳳来	2003/2/20	2003/2/16	2003/5/19	2003/12/19
93103	三ケ日	2003/5/19	2003/2/15		
950292	多治見	2003/5/27			
950293	串原	2003/3/14			
950300	愛知豊田	2003/3/24			
960629	瀬戸	2003/5/26		2003/6/26	
960630	名古屋	2003/2/21			
020996	岡崎	2003/1/15			

※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85図　愛知県東部における短周期スロースリップの推定断層周辺のGPS連続観測点観測結果（基線図および保守状況）

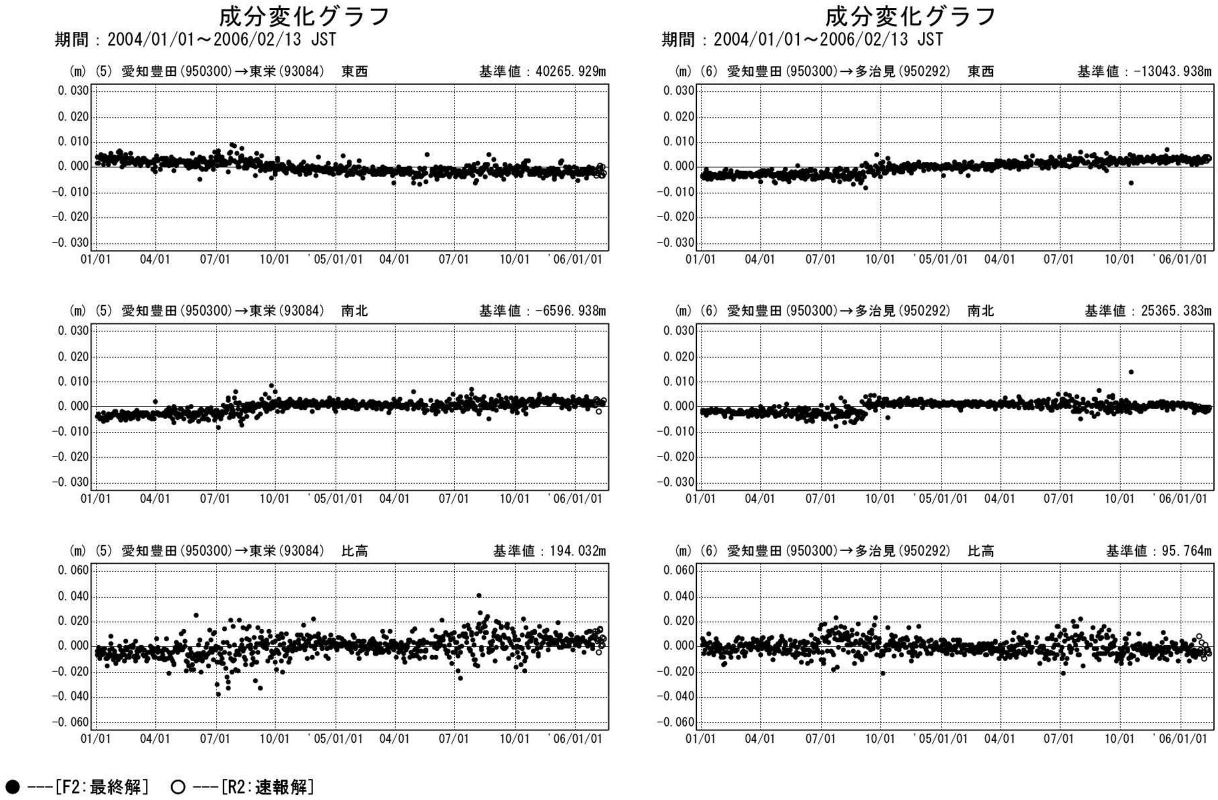
Fig.85 Results of continuous GPS measurements around the estimated fault of short term slow slip event in the eastern Aichi prefectures. (Baseline map and history of maintenance)

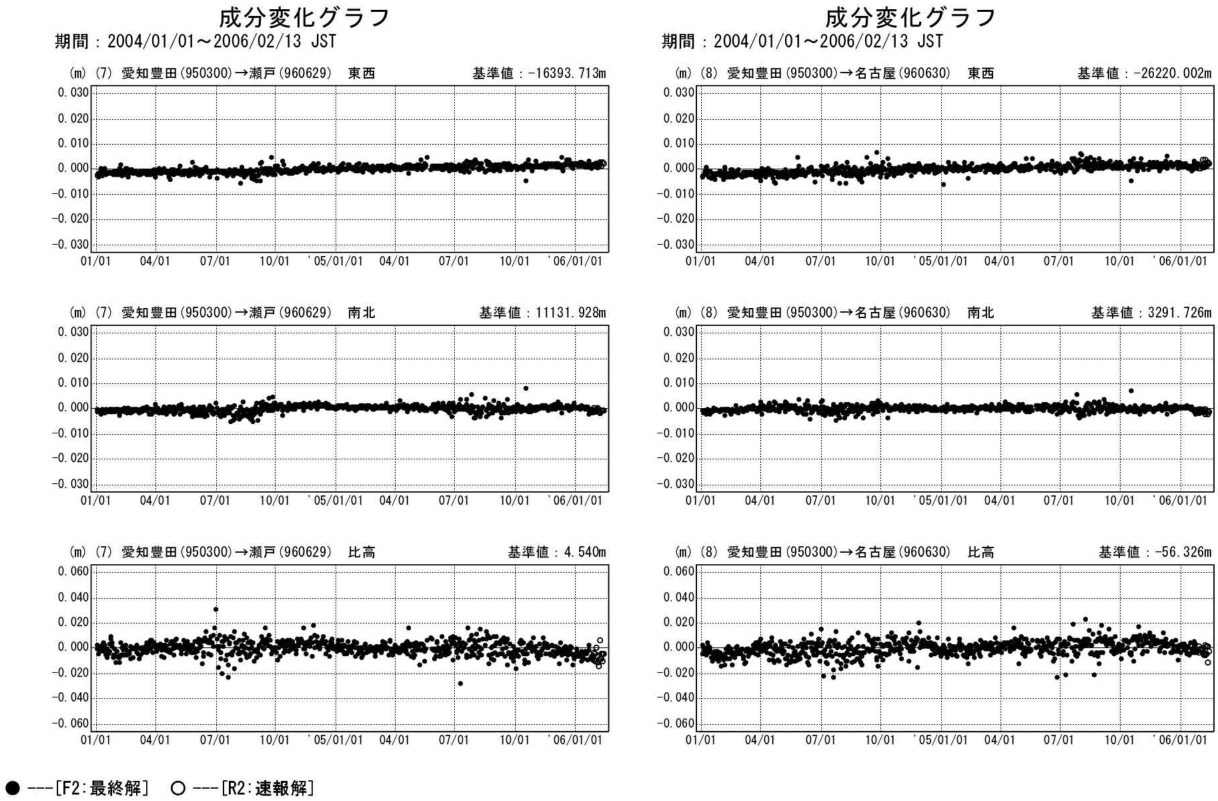




第86図～第88図　愛知県東部における短周期スロースリップの推定断層周辺のGPS連続観測点観測結果

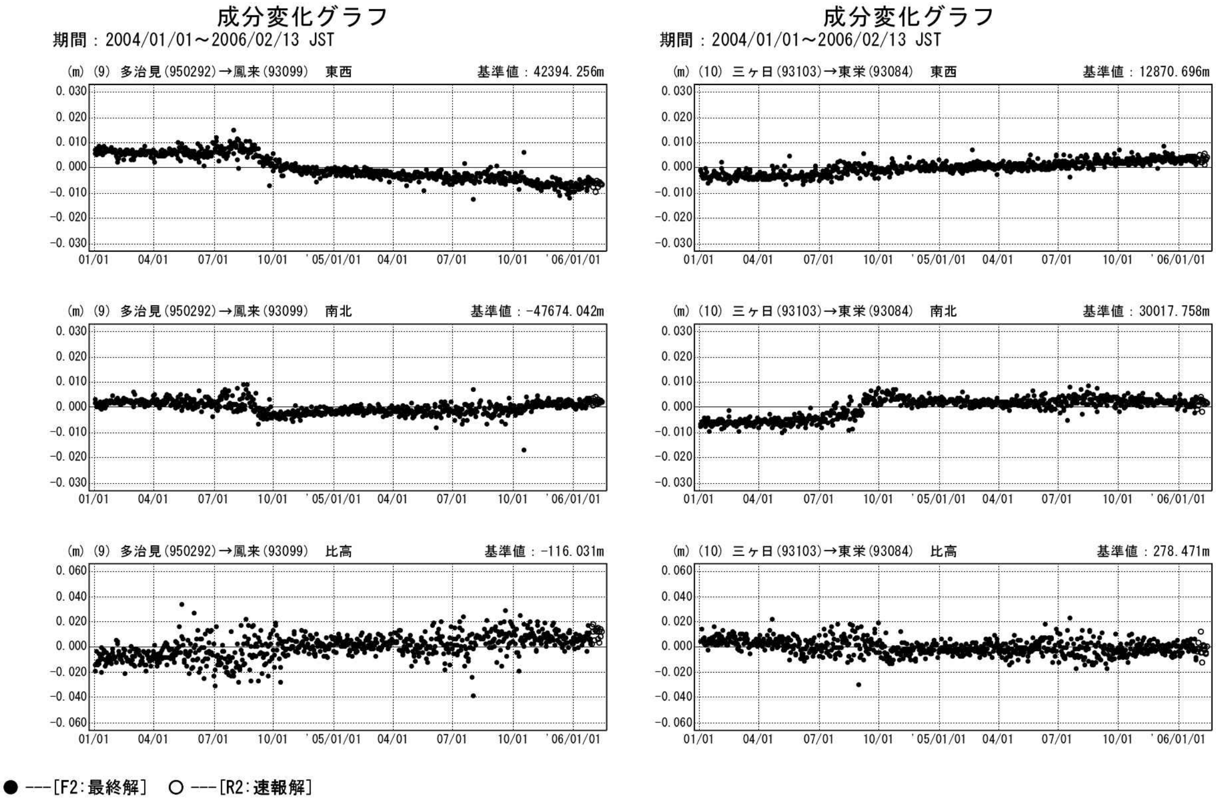
Fig.86-88　Results of continuous GPS measurements around the estimated fault of short term slow slip event in the eastern Aichi prefectures.

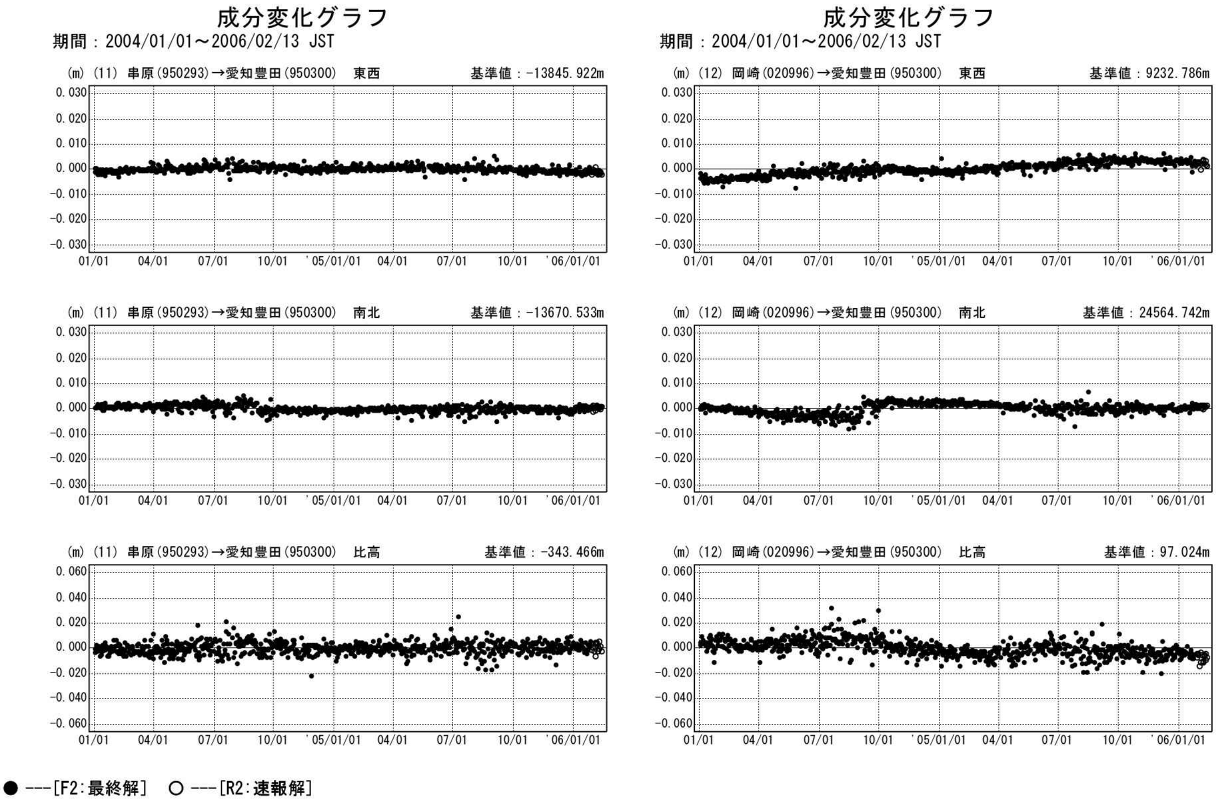




第86図～第88図　愛知県東部における短周期スロースリップの推定断層周辺のGPS連続観測点観測結果

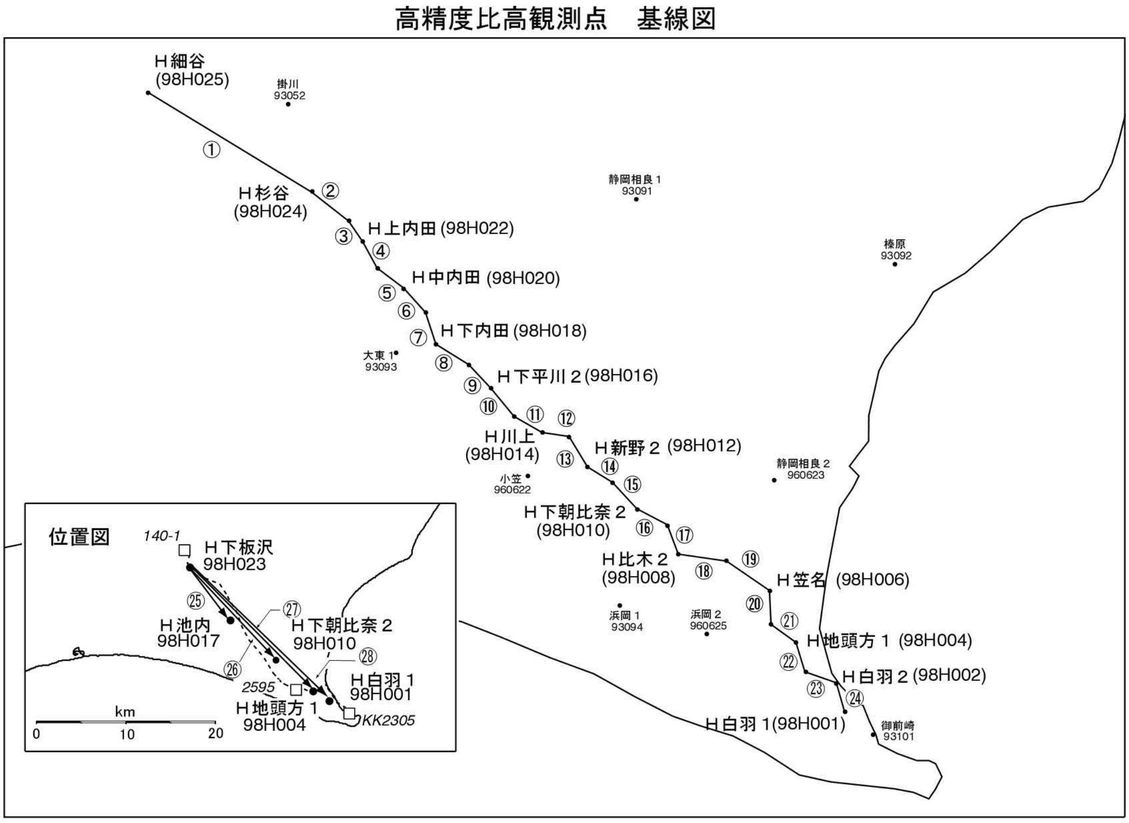
Fig.86-88　Results of continuous GPS measurements around the estimated fault of short term slow slip event in the eastern Aichi prefectures.





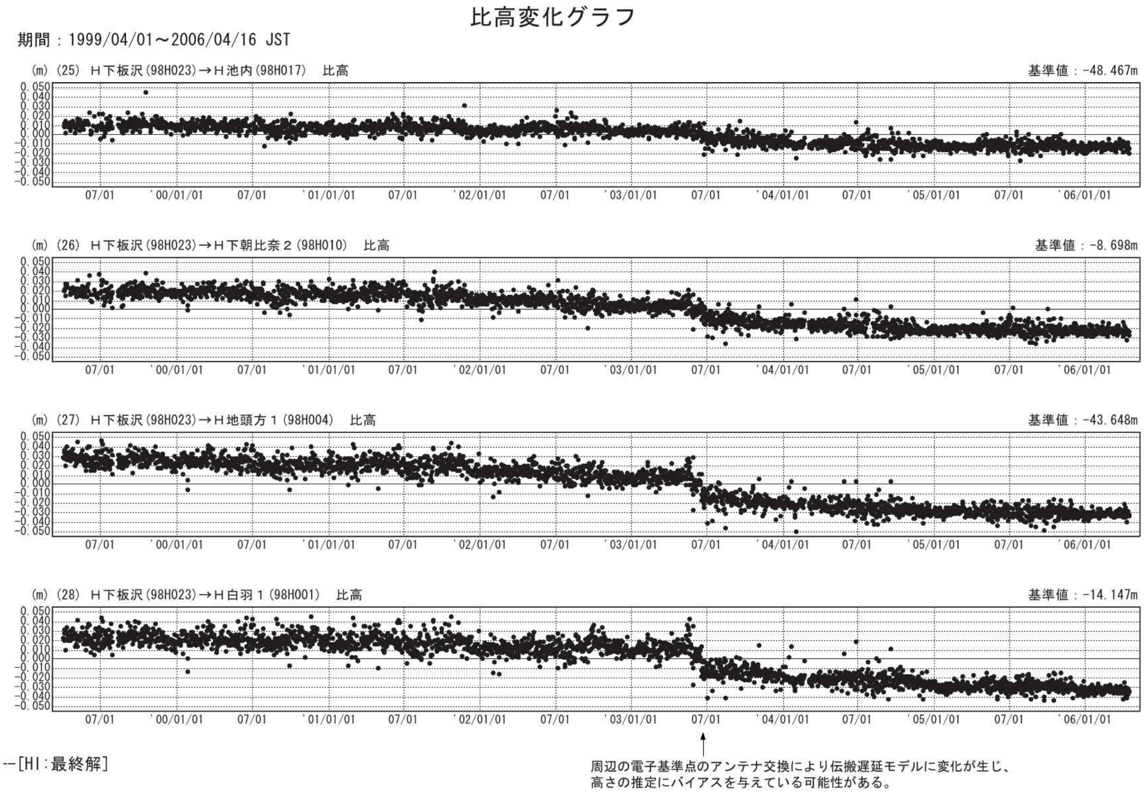
第86図～第88図　愛知県東部における短周期スロースリップの推定断層周辺のGPS連続観測点観測結果

Fig.86-88　Results of continuous GPS measurements around the estimated fault of short term slow slip event in the eastern Aichi prefectures.



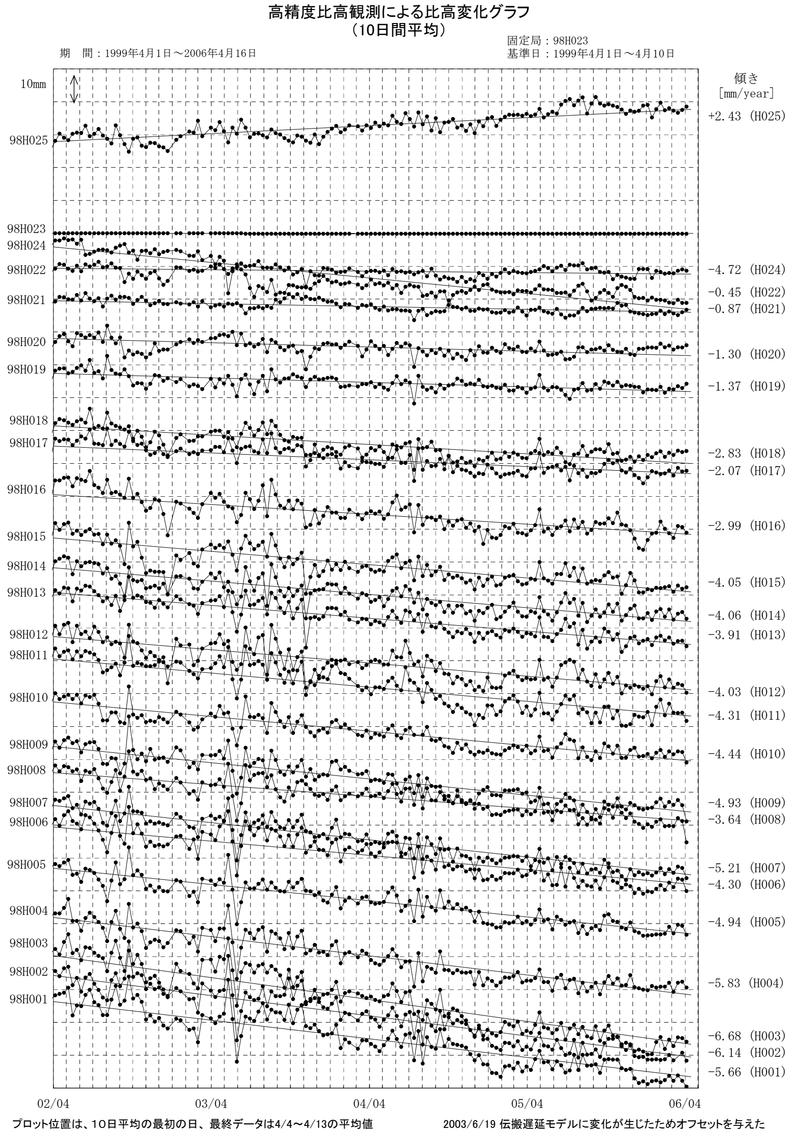
第89図a（上図）　御前崎地域の高精度比高観測GPS観測結果（基線図）

Fig.89a (upper)　Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Baseline map)



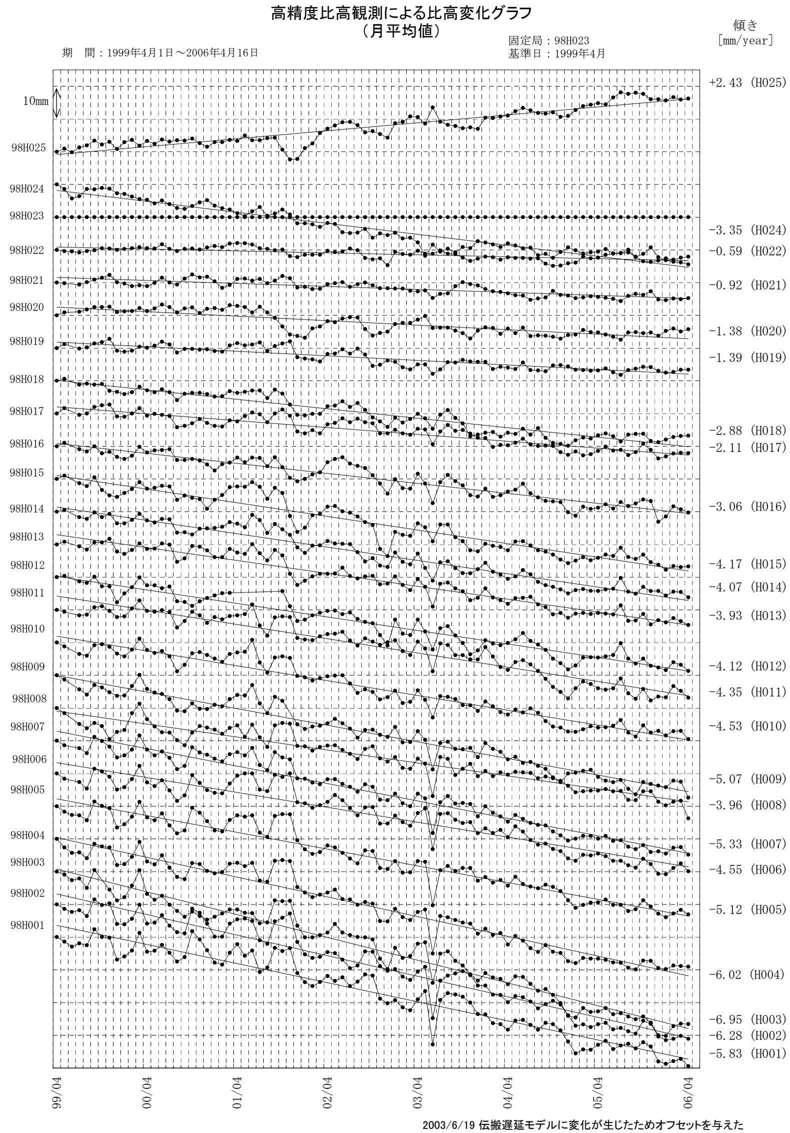
第89図b（下図）　御前崎地域の高精度比高観測GPS観測結果

Fig.89b (lower)　Time series of the height change in precision vertical GPS measurements sites in Omaezaki region.



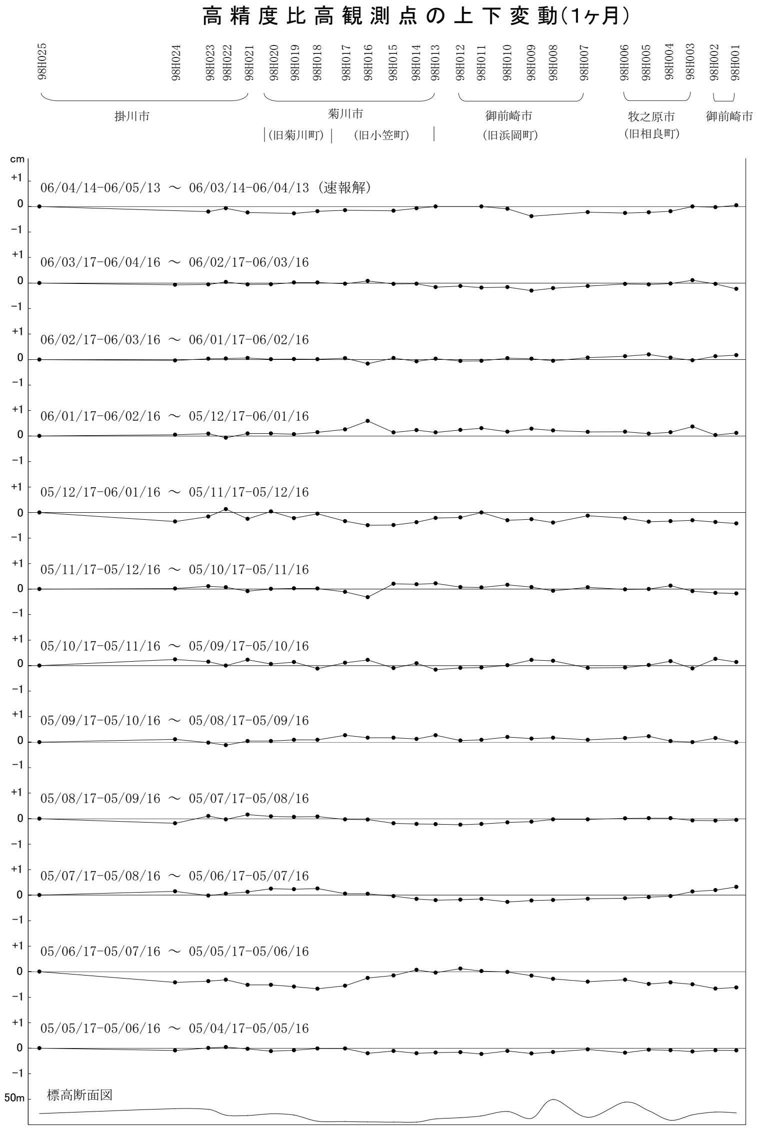
第 90 図　御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果（10 日間移動平均・時系列）

Fig.90 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Time series of 10 days running mean)



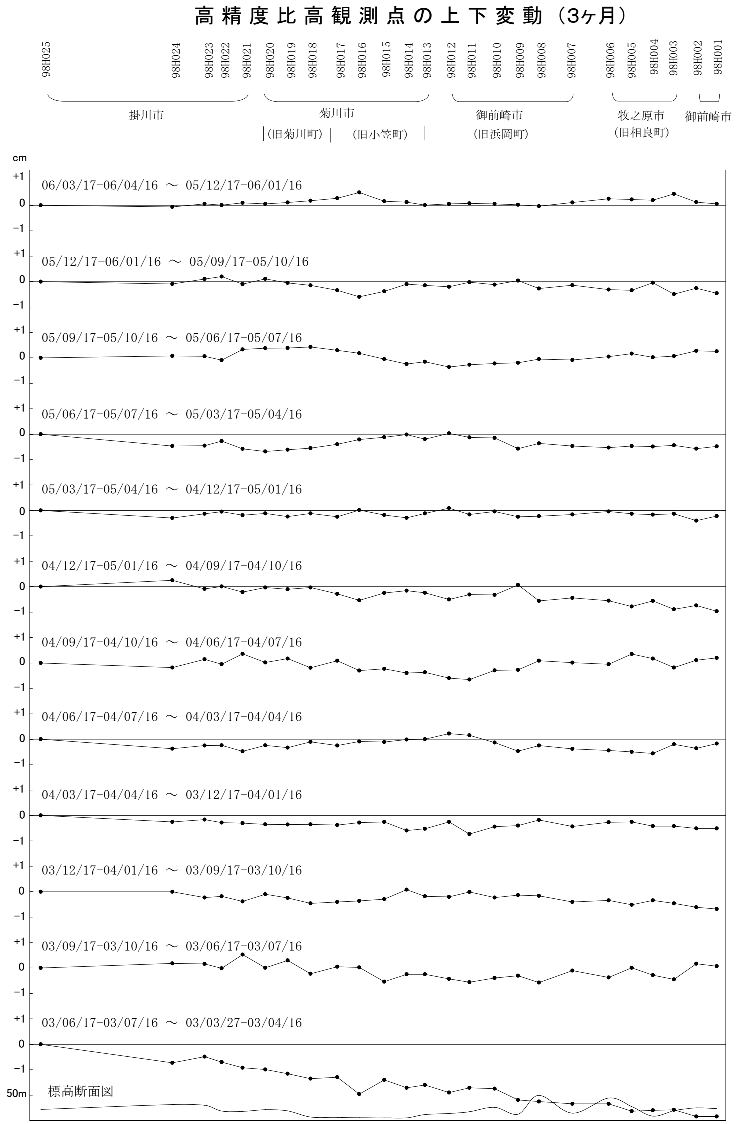
第 91 図　御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果（1 ヶ月間移動平均・時系列）

Fig.91 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Time series of 1 month running mean)



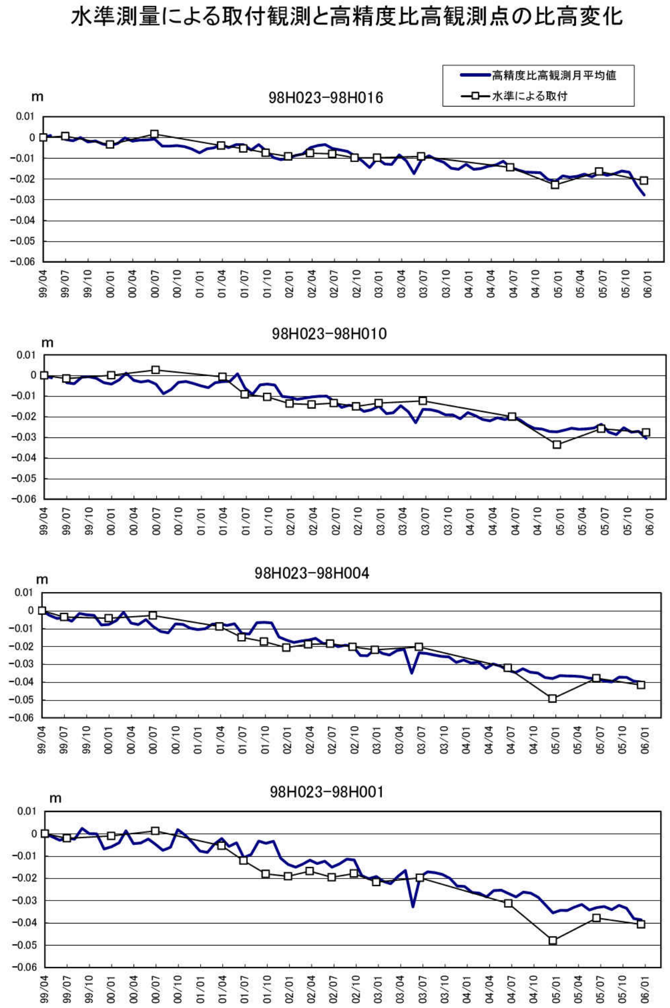
第 92 図 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果(点毎の 1 ヶ月間の変動量)

Fig.92 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Height change per month at each site)



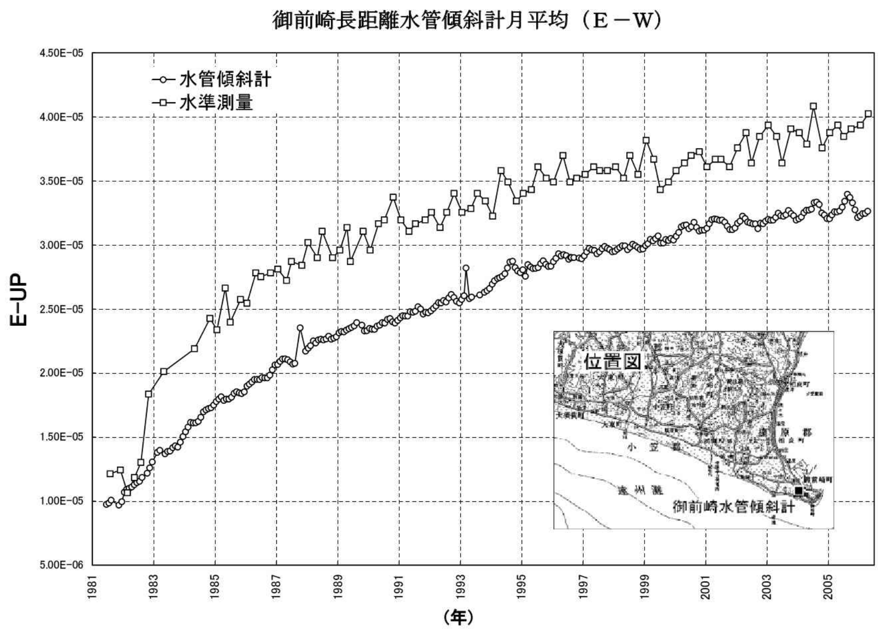
第 93 図 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果(点毎の 3 ヶ月間の変動量)

Fig.93 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Height change per 3 months at each site)



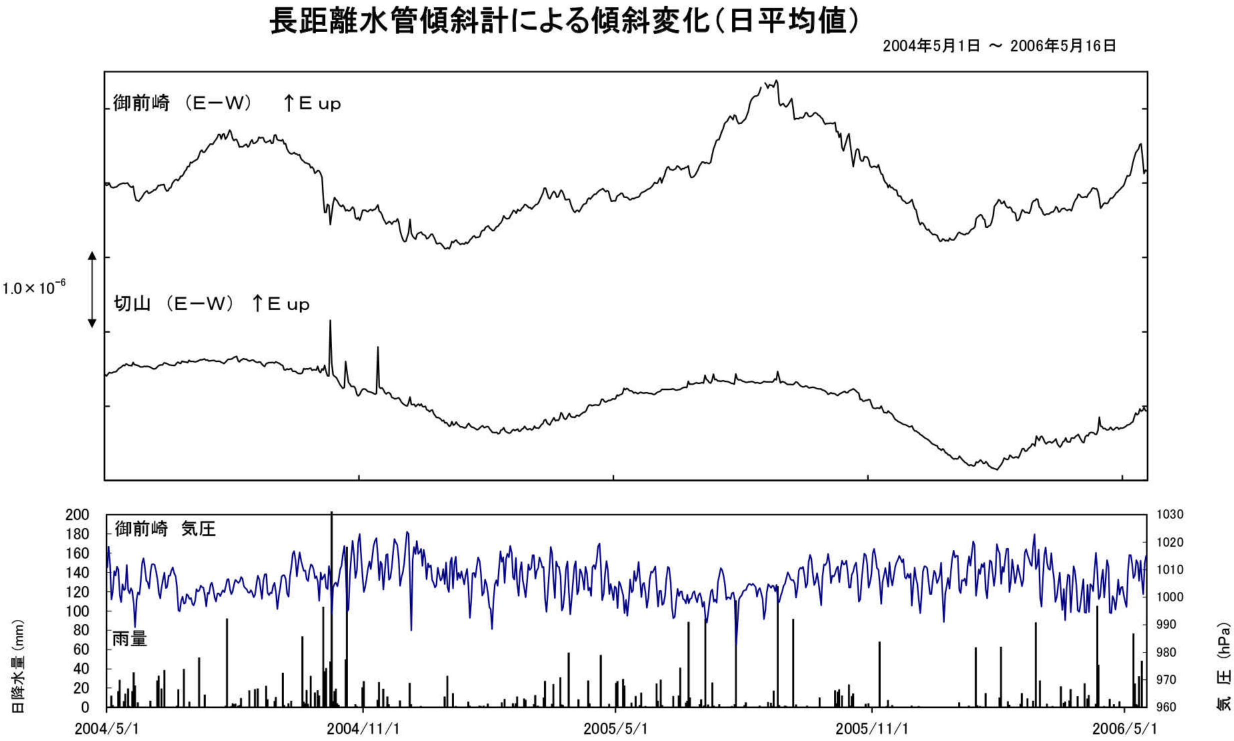
第94図　御前崎周辺の高精度電子基準点における水準測量取り付け観測結果

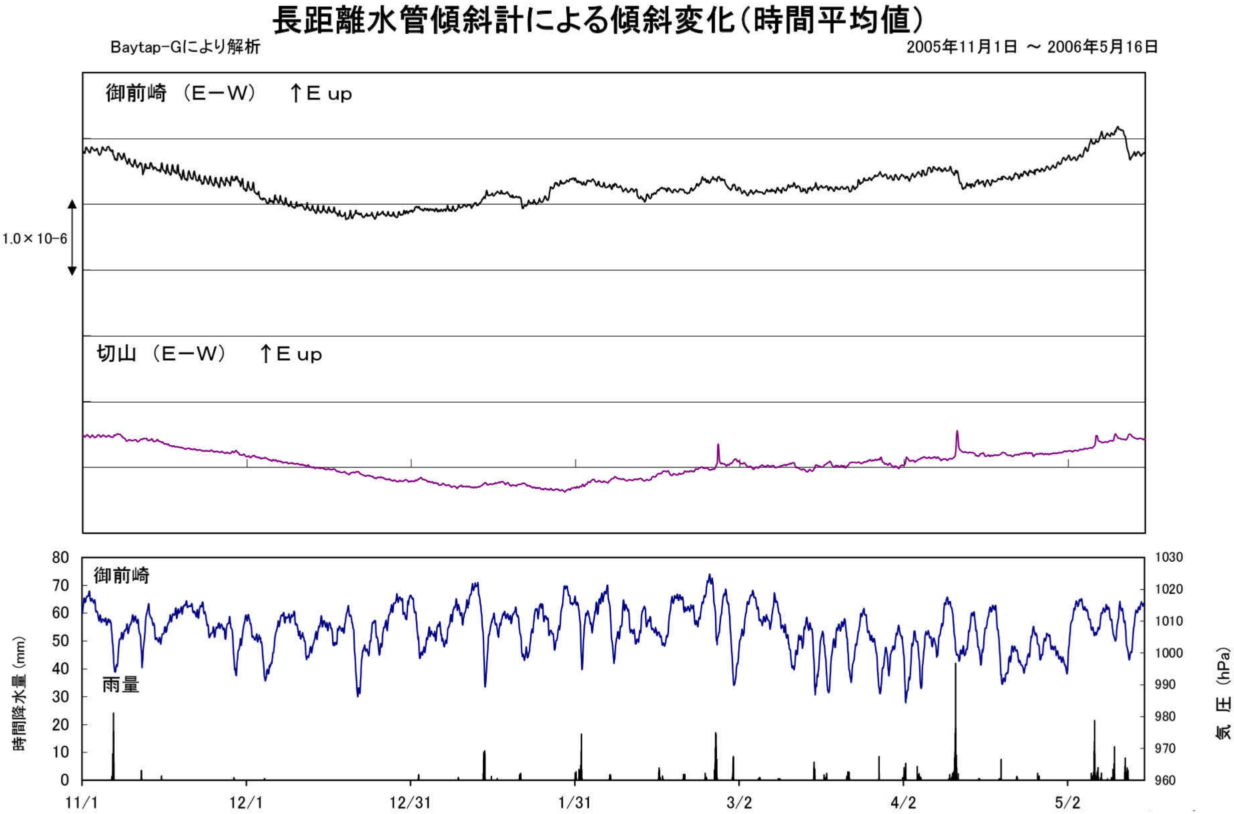
Fig.94　Leveling survey result at the bench marks attached to high precision vertical GPS sites around Omaezaki region



第95図　御前崎長距離水管傾斜計による傾斜観測結果

Fig.95 Results of tilt observation by long water tube tiltmeter at Omaezaki



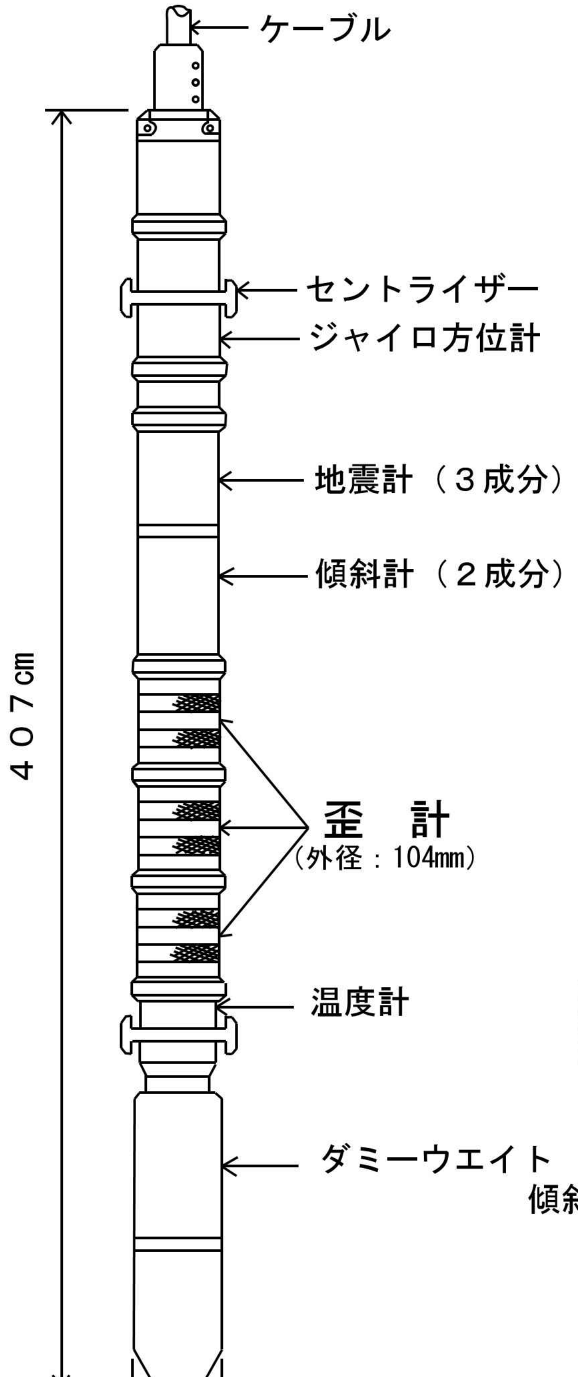


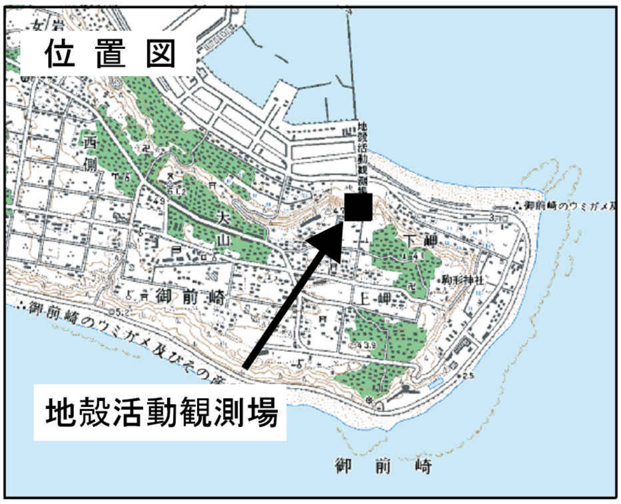
第96図,第97図　御前崎長距離水管傾斜計及び切山長距離水管傾斜計による傾斜観測結果

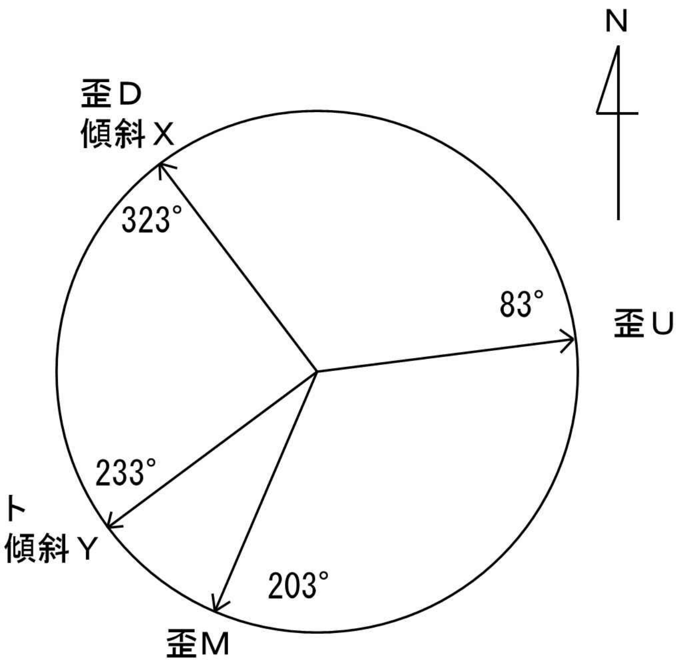
Fig.96,97　Results of tilt observation by long water tube tiltmeter at Omaezaki and Kiriyama.

御前崎地中地殻活動観測施設

観測装置



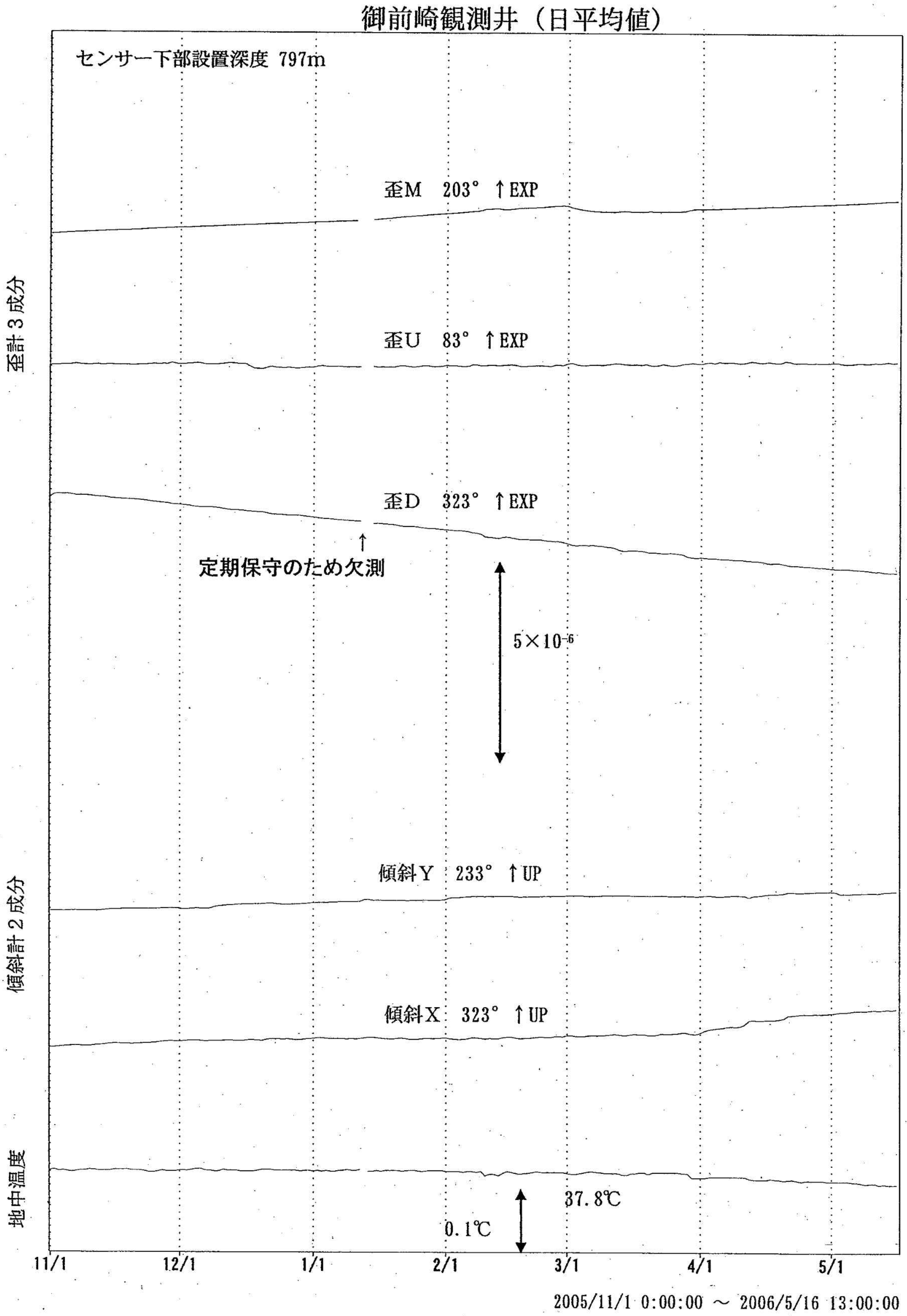




センサー埋設方向

第98図　御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果（観測点概観）

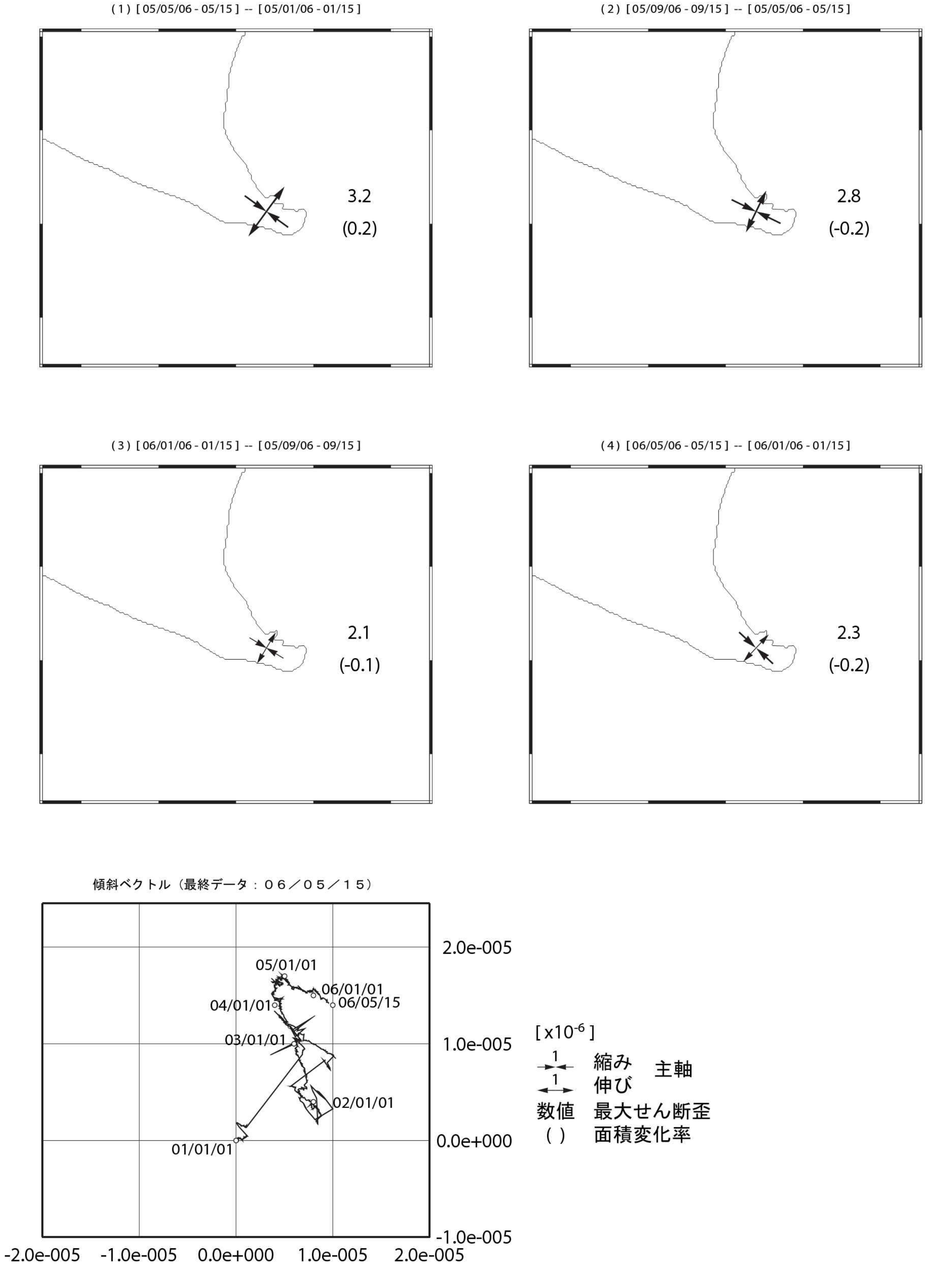
Fig.98 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole. (General view of observation site and sensor)



第99図　御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果（日平均値）

Fig.99 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole. (Daily mean value)

御前崎地中地殻観測施設による水平歪および傾斜ベクトル



第100図　御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果（水平歪および傾斜ベクトル）

Fig.100 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole. (Horizontal strain and tilt vector)

御前崎における絶対重力変化

Absolute Gravity Change at Omaezaki

国　土　地　理　院
東京大学地震研究所

Geographical Survey Institute
Earthquake Research Institute, University of Tokyo

［1］　はじめに

駿河湾地域の重力変化の監視を目的として，国土地理院と東京大学地震研究所は協力して，御前崎市において繰り返し絶対重力測定を実施している．今回は 1996 年 7 月以降，2006 年 3 月までに行った測定について報告する．

［2］　測定について

測定地点は，国土地理院・御前崎地殻活動観測場へ 1996 年 7 月に移設した御前崎基準重力点（OMZ-FGS）である．図 1 に測定地点の位置を で示す．

使用器械は，Micro-g Solutions 社製の絶対重力計 FG5（シリアル番号は国土地理院が#104，#201 または#203，地震研究所が#109 または#212）である．

表 1 および図 2 に測定結果，表 2 には各種補正に関する情報をまとめた．絶対重力実測値の誤差は1例を除いていずれも 0.001mGal 以下である．

表図中 GSI とは国土地理院，ERI とは東京大学地震研究所を表す。また、絶対重力値は金属標の 130.0cm 直上における値である．

図 1　御前崎基準重力点の位置

Fig. 1　Site Location of OMZ-FGS

第101図〜第103図　御前崎における絶対重力変化

Fig.101- Fig.103　Absolute gravity change at Omaezaki

表 1 御前崎基準重力点における絶対重力値

Table.1 Absolute Gravity Value at OMZ-FGS, obtained by using FG5 Absolute Gravimeter

測定年月	機器番号 (実施機関†)	絶対重力値‡ [mgal]		有効落下数	標準偏差* [mgal]
1996 年　7 月	#201（GSI)	979752.0770±	0.0002	16,611	0.0272
1996 年 11 月	#109（ERI)	979752.0830±	0.0006	6,467	0.0451
1997 年　2 月	#201（GSI)	979752.0852±	0.0003	10,142	0.0304
1997 年　5 月	#201（GSI)	979752.0809±	0.0002	21,758	0.0230
1997 年　7 月	#109（ERI)	979752.0865±	0.0005	15,937	0.0684
1997 年 10 月	#201（GSI)	979752.0824±	0.0002	17,895	0.0277
1997 年 12 月	#109（ERI)	979752.0862±	0.0010	5,585	0.0733
1998 年　2 月	#203（GSI)	979752.0803±	0.0006	28,437	0.0929
1998 年　7 月	#203（GSI)	979752.0823±	0.0004	39,339	0.0710
1998 年　9 月	#109（ERI)	979752.0887±	0.0008	7,564	0.0667
1998 年 12 月	#203（GSI)	979752.0854±	0.0004	11,693	0.0457
1999 年　3 月	#109（ERI)	979752.0848±	0.0003	6,813	0.0255
1999 年　7 月	#203（GSI)	979752.0850±	0.0002	26,038	0.0327
1999 年　9 月	#109（ERI)	979752.0863±	0.0003	8,318	0.0232
2000 年　1 月	#109（ERI)	979752.0905±	0.0002	11,468	0.0256
2000 年　3 月	#203（GSI)	979752.0905±	0.0006	5,956	0.0438
2000 年　3 月	#109（ERI)	979752.0913±	0.0004	6,809	0.0340
2000 年　6 月	#203（GSI)	979752.0866±	0.0003	12,042	0.0331
2000 年 12 月	#201（GSI)	979752.0882±	0.0001	13,699	0.0155
2001 年　9 月	#201（GSI)	979752.0895±	0.0001	12,542	0.0161
2002 年　1 月	#212(ERI)	979752.0824±	*****	8,299	*****
2004 年　3 月	#109(ERI)	979752.0953±	0.0002	11,263	0.0232
2004 年　9 月	#212(ERI)	979752.0910±	0.0001	11,892	0.0122
2005 年　2 月	#109(ERI)	979752.0926±	0.0002	11,455	0.0018
2005 年　3 月	#201（GSI)	979752.0925±	0.0002	13,826	0.0231
2005 年　7 月	#109(ERI)	979752.0900±	0.0004	10,072	0.0043
2005 年 10 月	#201（GSI)	979752.0933±	0.0001	6,701	0.0110
2006 年　3 月	#201（GSI)	979752.0926±	0.0003	8,761	0.0241

(＊):有効落下データの標準偏差をあらわす．ただし 2005 年 2,7月,2006 年 1 月は有効落下データではなく，有効セット間の標準偏差をあらわす．

(**):統計的に見積もった誤差は 0.0001mGal(#212)であるが，レーザー周波数の不安定のため，0.005mGal 程度を見込む．

(***):2006 年 1 月#109(ERI)の観測は精査する点が見つかったため削除した。

第101図～第103図　御前崎における絶対重力変化

Fig.101- Fig.103　Absolute gravity change at Omaezaki

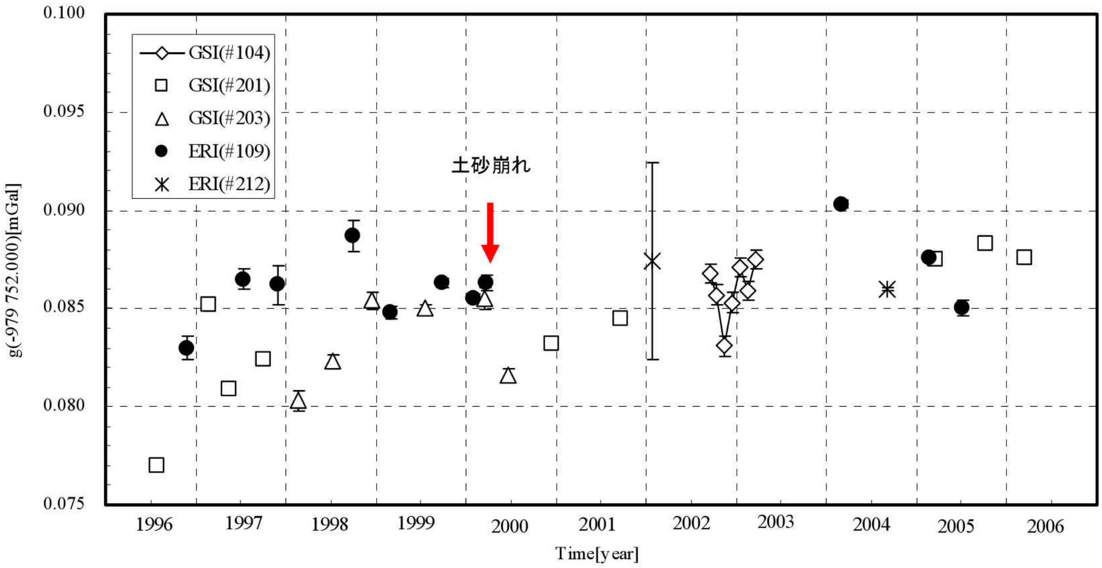


図 2 1996 年 7 月以降の御前崎基準重力点における重力変化

Fig. 2　Absolute Gravity Change at OMZ-FGS since July 1996

説明:1999 年10 月27 日, 豪雨により土砂崩れが発生した. 観測地点から20m 離れた場所で, 高さ10m 幅5m の土砂が崩落した. この影響をモデル計算から0.005mGal の重力増大効果と推定した. 図中の土砂崩れ以降の重力値にはこの影響を補正している. 2002 年1 月のデータの統計的な誤差は0.0001(#212)であるが, レーザー周波数の不安定のため、0.005mGal 程度を誤差として見込む.

表2 各種補正情報

Table. 2　Auxiliary Information

測定点の緯度・経度・標高	34.6006° N, 138.2289° E, 6m
器械高の化成	重力値は金属標の上面から 130.0cm 直上に化成 重力鉛直勾配 dg/dh=-0.2545mGal/m
固体潮汐 δ ファクター	1.164(ただし、永久潮汐については 1.0)
気圧補正	アドミッタンスは 0.0003mGal/hPa 標準大気圧は標高にもとづき 1012.53hPa
極潮汐補正	IERS Bulletin B による極位置を使用, δ ファクター=1.164
海洋潮汐補正	ERI 値はSchwiderski もしくはGOTIC2 で補正 GSI 値は2004年までは補正なし(最終重力値への影響は0.001mgal 以下),2005年以降はSchwiderskiで補正
処理ソフト	1996 年から 2001 年は Olivia Ver.2.2 2002 年から 2004 年は FG5#109,#212 は Olivia Ver.3.14, FG5#104 は g Ver.3 2005 年から FG5#109 は g Ver.5、FG5#201 は g Ver.4

第101図～第103図　御前崎における絶対重力変化

Fig.101- Fig.103　Absolute gravity change at Omaezaki