３－９　関東甲信地方の地殻変動
Crustal Movements in the Kanto District

国土地理院
Geographical Survey Institute

第 1～6 図は関東地方における水準測量の結果である。地殻変動として注目するべきものはあまりないが、第 2 図の高崎から宇都宮の路線において足尾から日光にかけての区間が隆起しているのは前回観測時のパターンと似通っており、有意な傾向と思われる。

第 7 図は布良・勝浦・油壺各験潮場間の月平均潮位差である。特にめだった傾向の変化は見られない。

第 8 図は鹿野山における精密辺長観測結果である。特に顕著な傾向の変化は見られない。

第 9～11 図は、茨城県周辺のＧＰＳ観測結果である。この半年の間、茨城県南西部などでやや揺れの大きい地震があったため作成したが、いずれの地震も震源が深いこともあって変化を検出するには至らなかった。

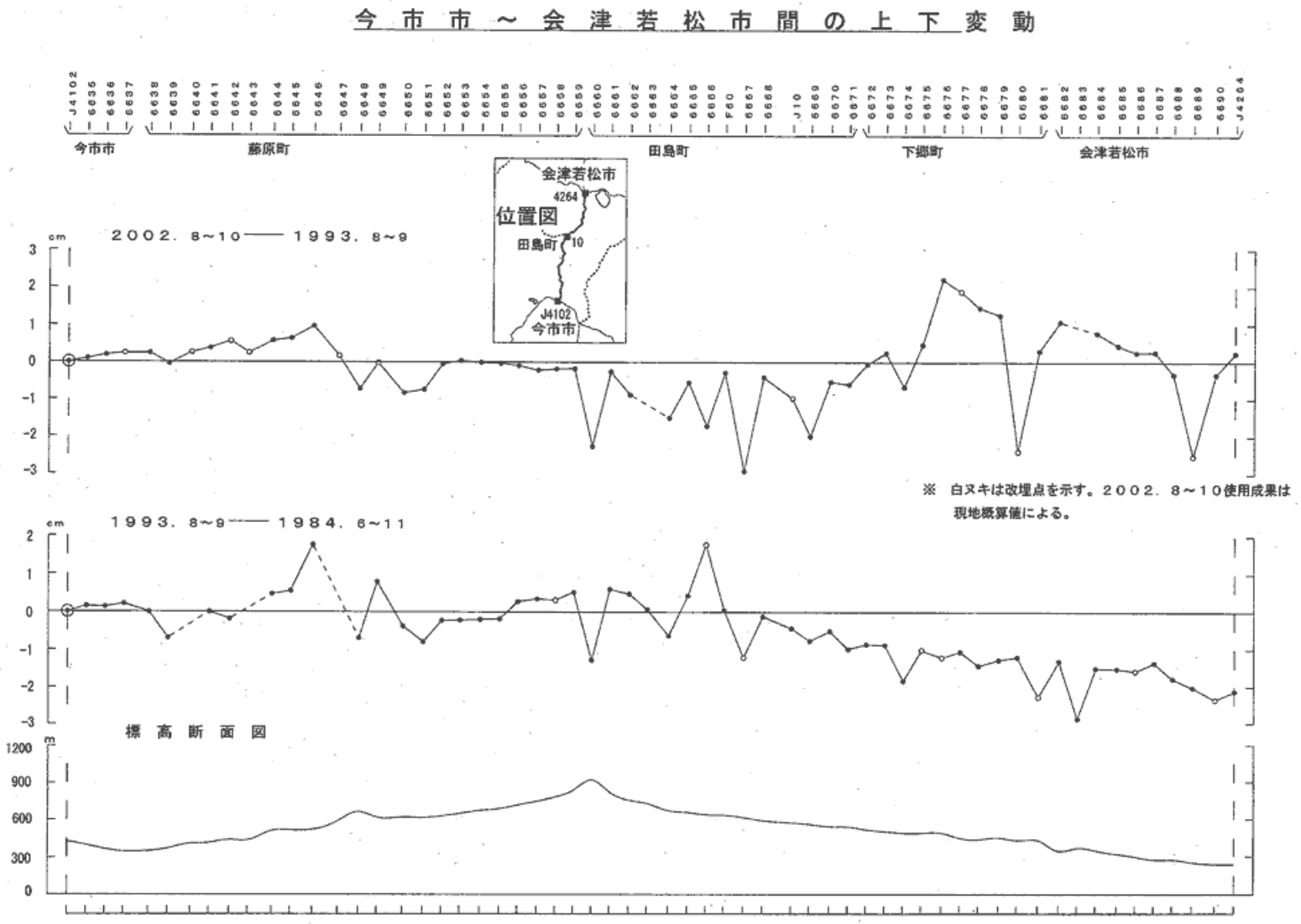
第 12～14 図は浅間山周辺のＧＰＳ観測結果である。6 月末に一時的に火山性の地震が増えたがＧＰＳにはそれに伴う変化は見られない。

第 15～28 図は、房総半島で 10 月上旬から中旬にかけて発生した SLOW SLIP イベントに関連する房総半島周辺のＧＰＳ観測結果である。大網白里から勝浦にかけての房総半島中東部の観測点が、10 月 4 日頃から南東から南南東方向へ変動を始め、この動きは約 10 日間程度継続して終息した。この地域では、1996 年にも同じような SLOW SLIP イベントが観測されていて、滑りが発生している時期に房総半島東方沖で地震活動が活発化したこと、継続時間が 10 日程度であったこと、変動が検出された観測点がほぼ重なっており変動の量が最大で 2cm 程度であったことなど、前回と同じ領域が 6 年後にまた同じ滑りを発生させたとみられ、この地域のテクトニクスやアスペリティの分布を考える上でも興味深い。第 24 図は、1996 年と今回の slow slip イベント時の水平変動ベクトルで、プレートの沈み込みに伴う通常の変動と逆向きに変位していることが分かる。第 25 図はプレート境界での滑り量を 2 回のイベントについて推定したものである。キャプションにもあるように、この地域の歪みエネルギーはこのようなゆっくり滑りで大半が解放されていると見られる。第 26 図はモデルによる変動量の計算値と実際の観測値を比較したもので、良く一致している。第 27 図は推定滑りの時間変化を示したものである。第 28 図にはこの期間の房総半島周辺の地震発生の様子を示した気象庁の資料であるが、推定滑り領域の北側で始まった地震が、後半には領域の西側に移ったことが第 27 図との比較でわかる。

第 29～31 図は、松本周辺における GPS 連続観測結果である。10 月４日に規模は小さいが牛伏寺断層付近での地震が発生した。しかしそれに関連した変動は見られない。

第 32～37 図は富士山周辺および箱根山周辺の GPS 連続観測結果である。2000 年末からの富士山の低周波地震の増加に対応するような特段の変化は GPS には現れておらず、最近も目立った変動は見られていない。一方、箱根山周辺では 2001 年 6 月以降群発性の地震が発生し、箱根山をはさむ基線に変化が現れたが、2001 年 10 月以降沈静化している。

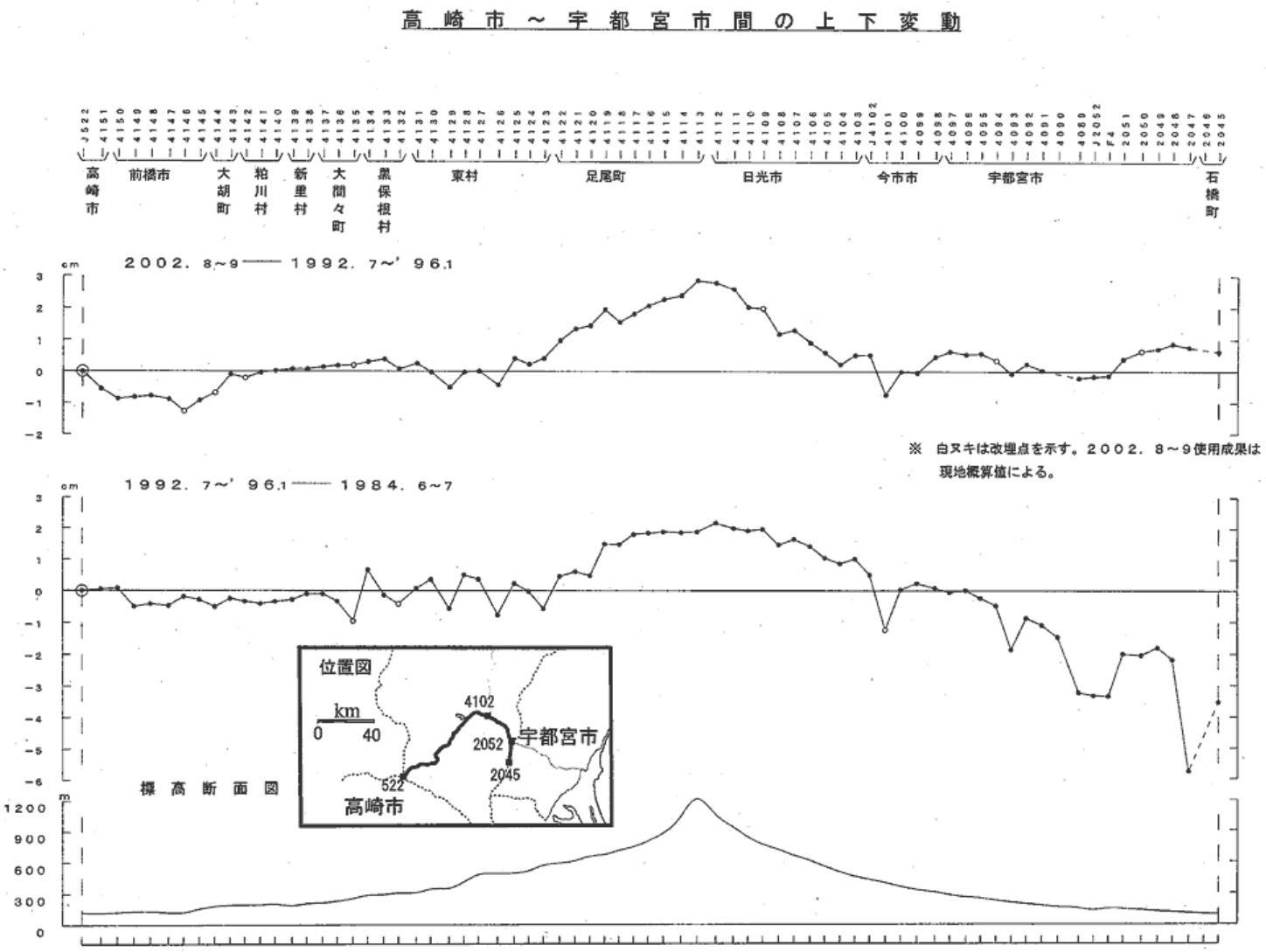
第 38～41 図は富士山周辺における重力測定の結果である。山の北東にある絶対重力観測点では重力測定値が増加しているが、周辺の観測点では増加と減少が混在しており、山体の沈降または隆起を思わせる変化はない。



第１図　関東地方における水準測量結果

Fig1　　Results of Leveling Survey in Kanto District

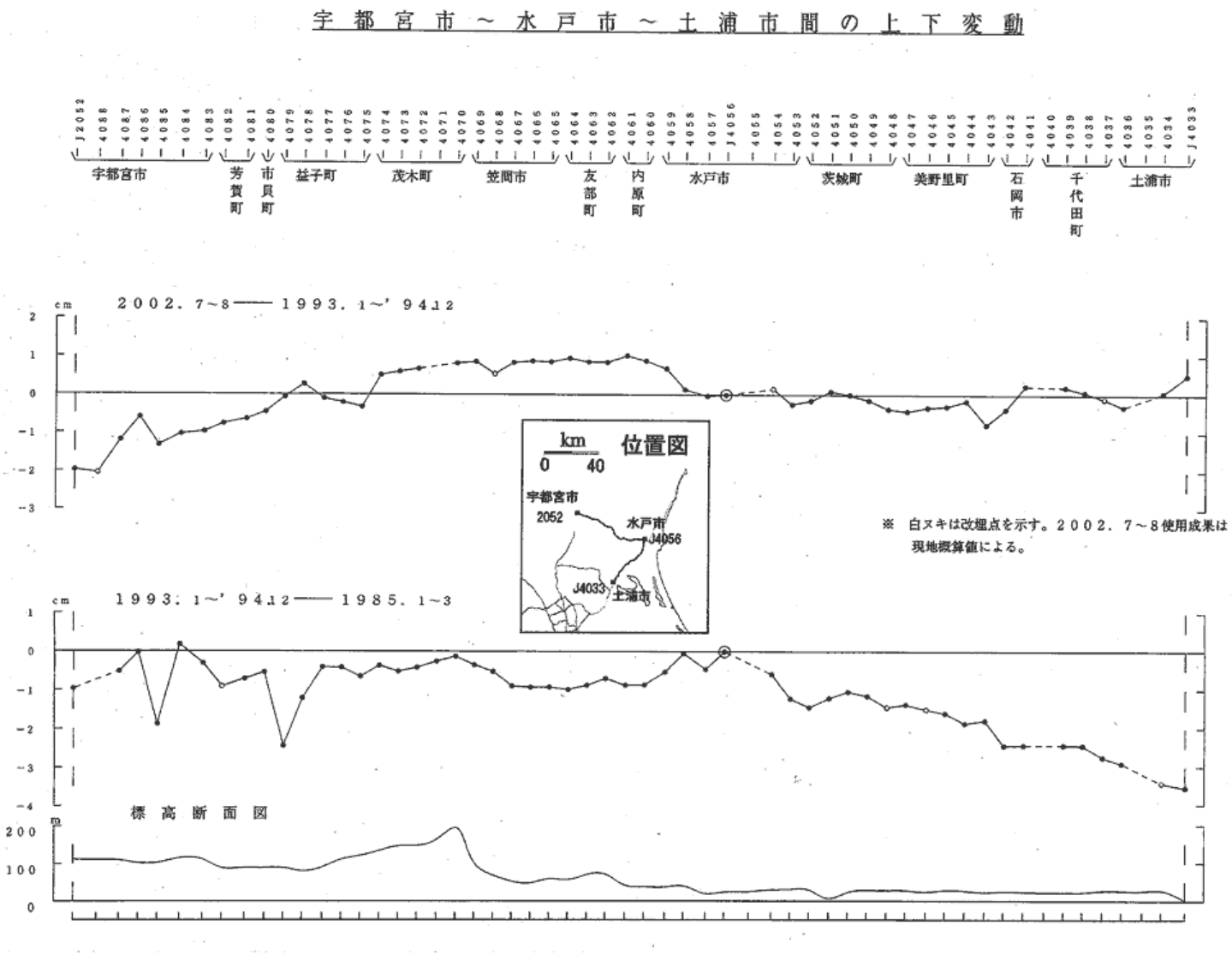
数値



第 2 図　関東地方における水準測量結果

Fig.2　Results of Leveling Survey in Kanto District

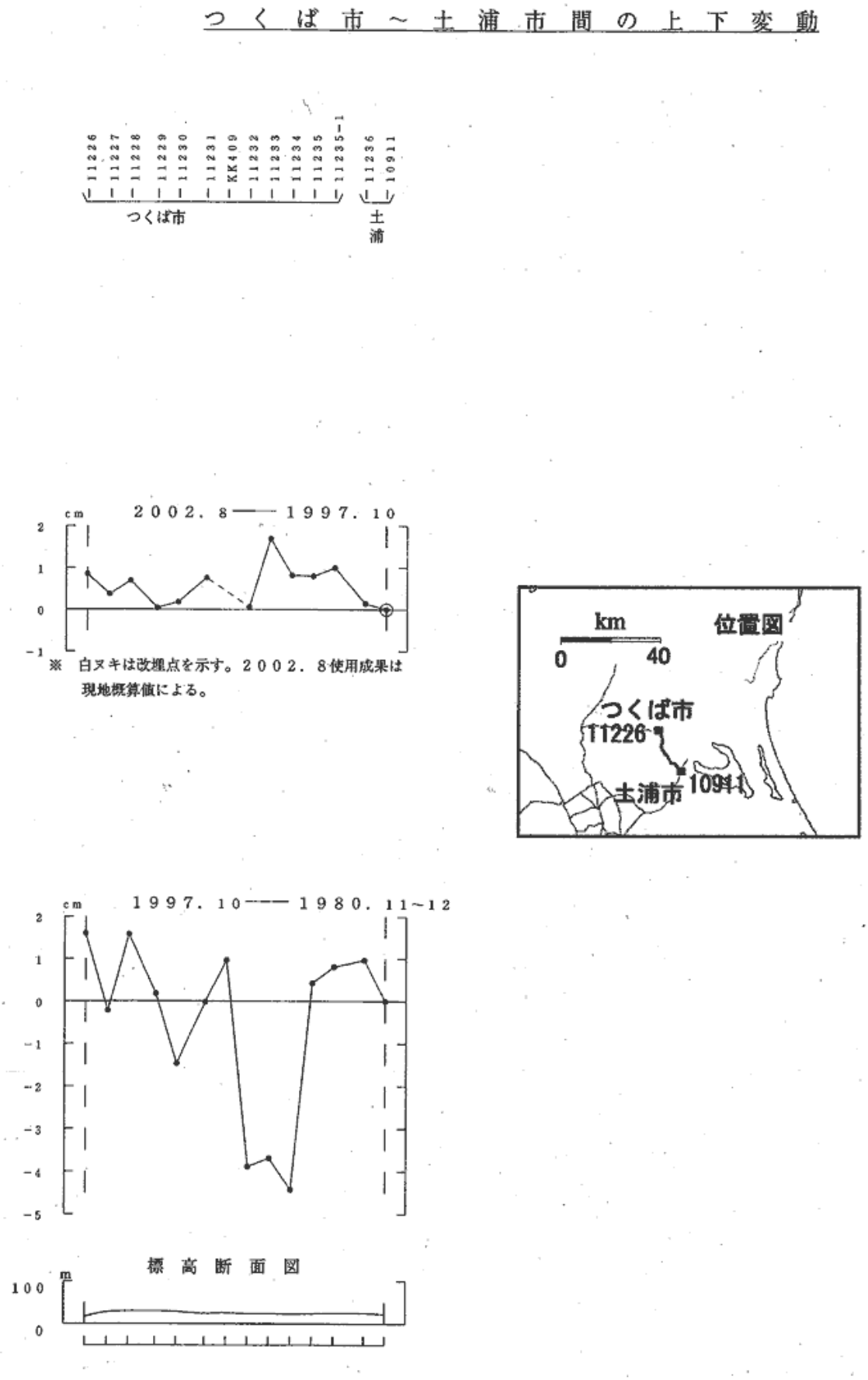
数 値



第 3 図　関東地方における水準測量結果

Fig.3　Results of Leveling Survey in Kanto District

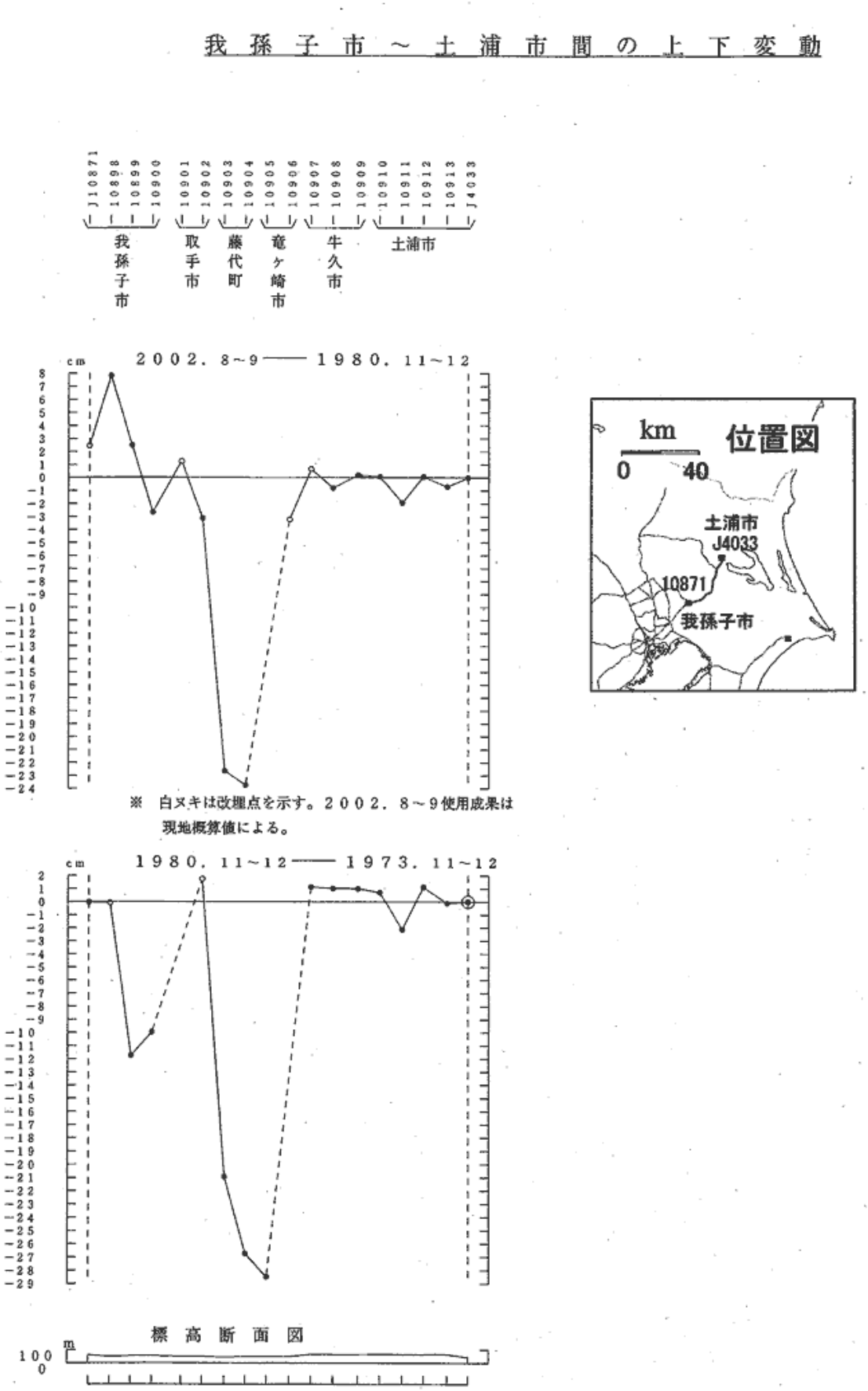
数 値



第 4 図　関東地方における水準測量結果

Fig.4　Results of Leveling Survey in Kanto District

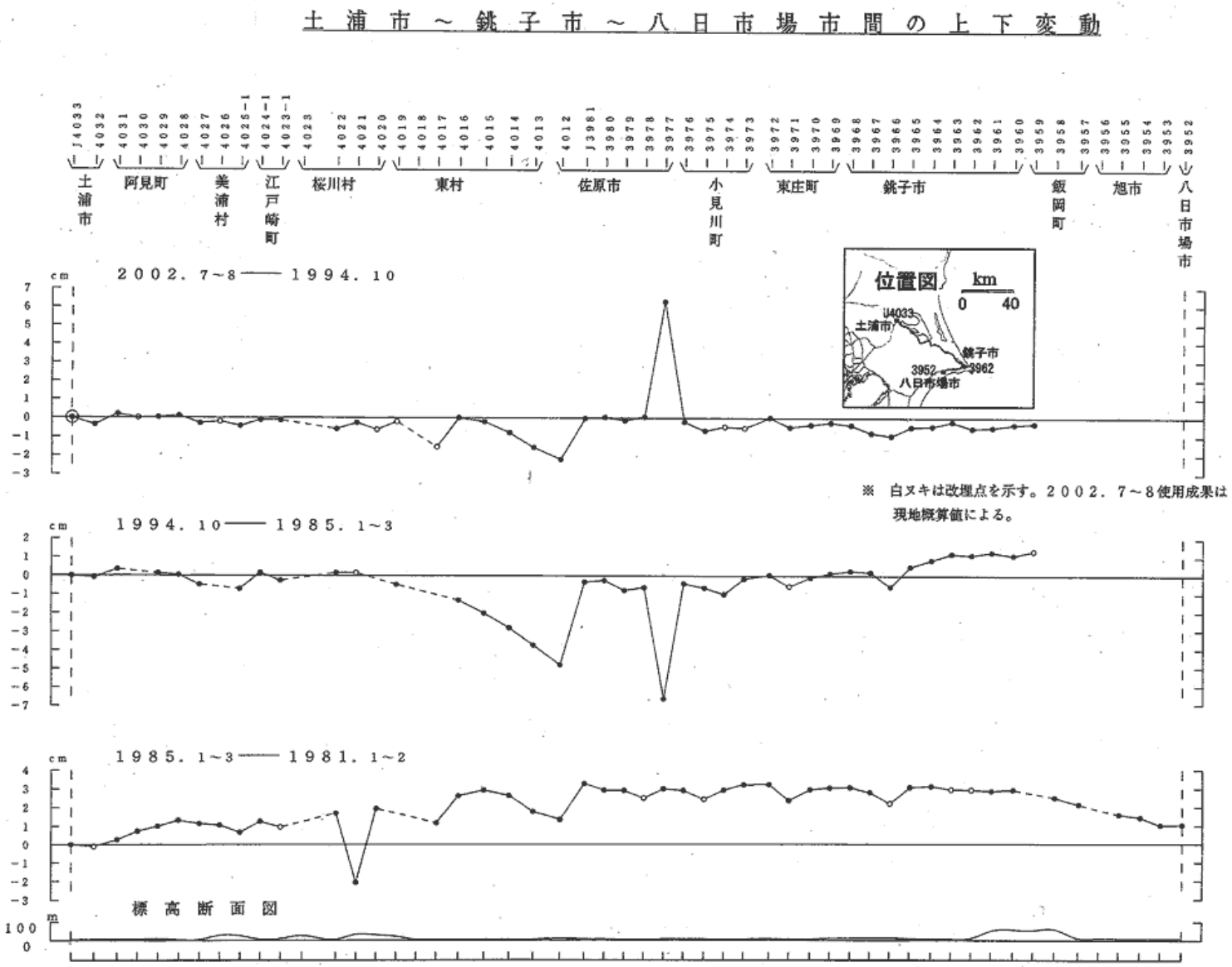
数値



第５図　関東地方における水準測量結果

Fig.5　Results of Leveling Survey in Kanto District

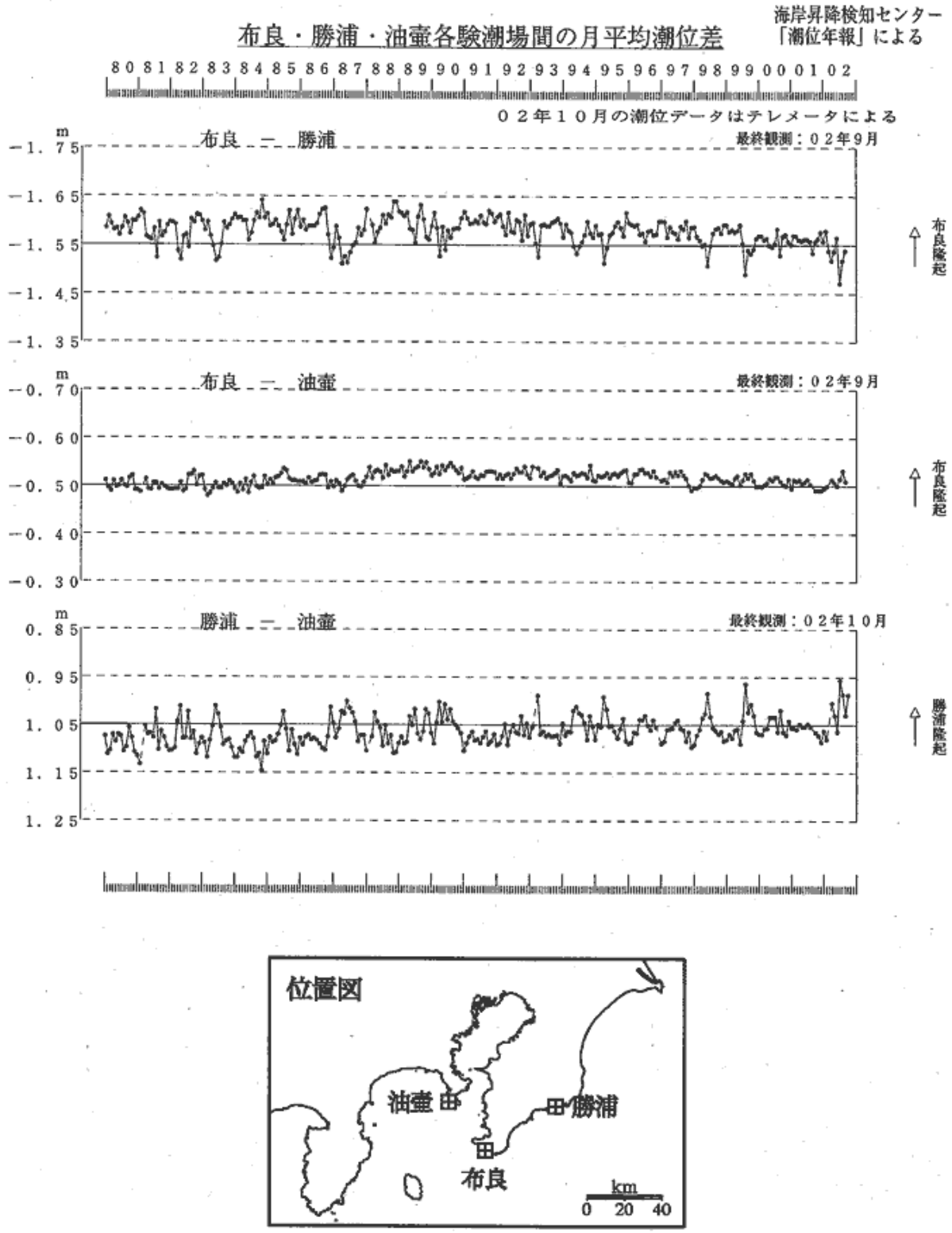
数値



第６図　関東地方における水準測量結果

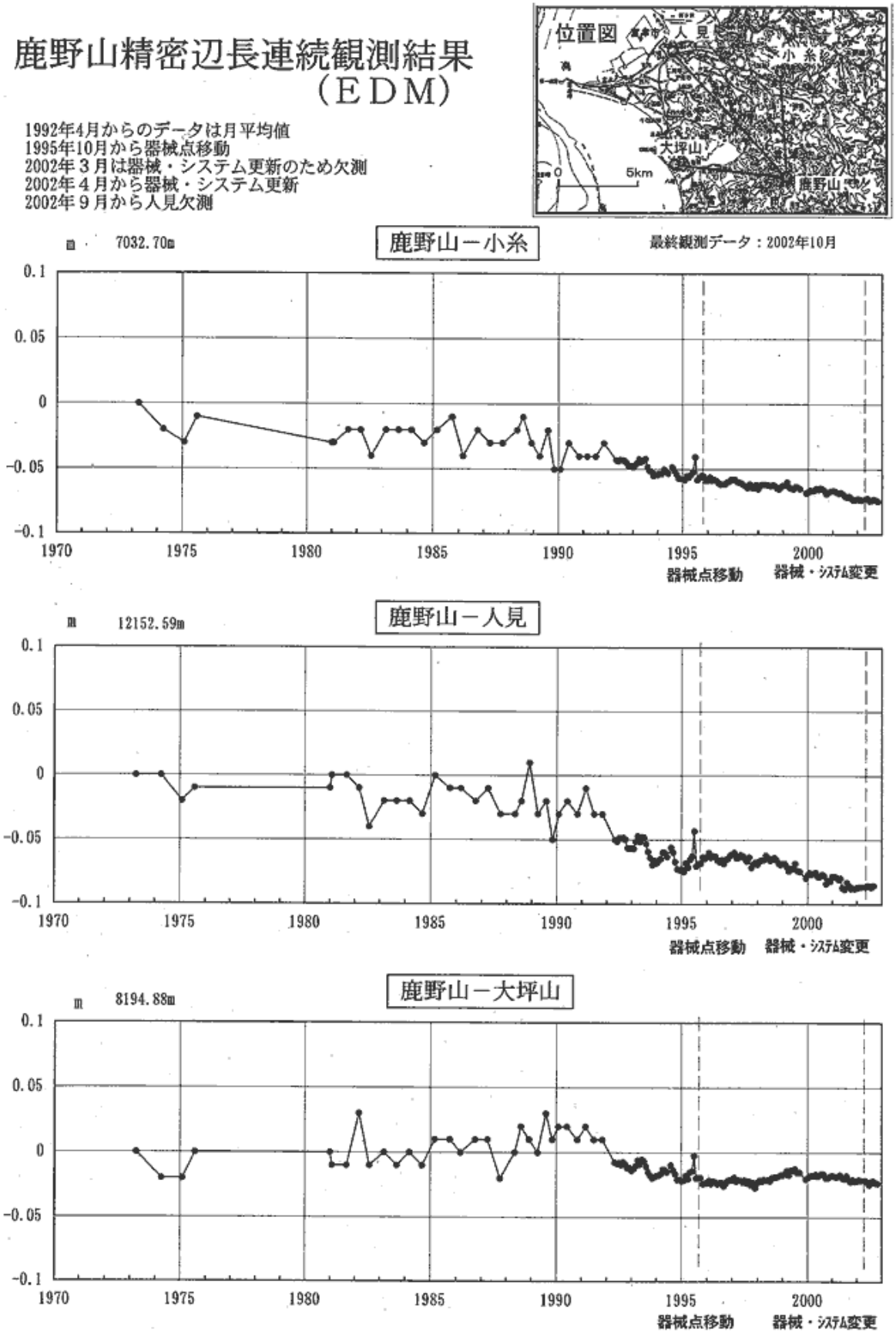
Fig.6　Results of Leveling Survey in Kanto District

数値



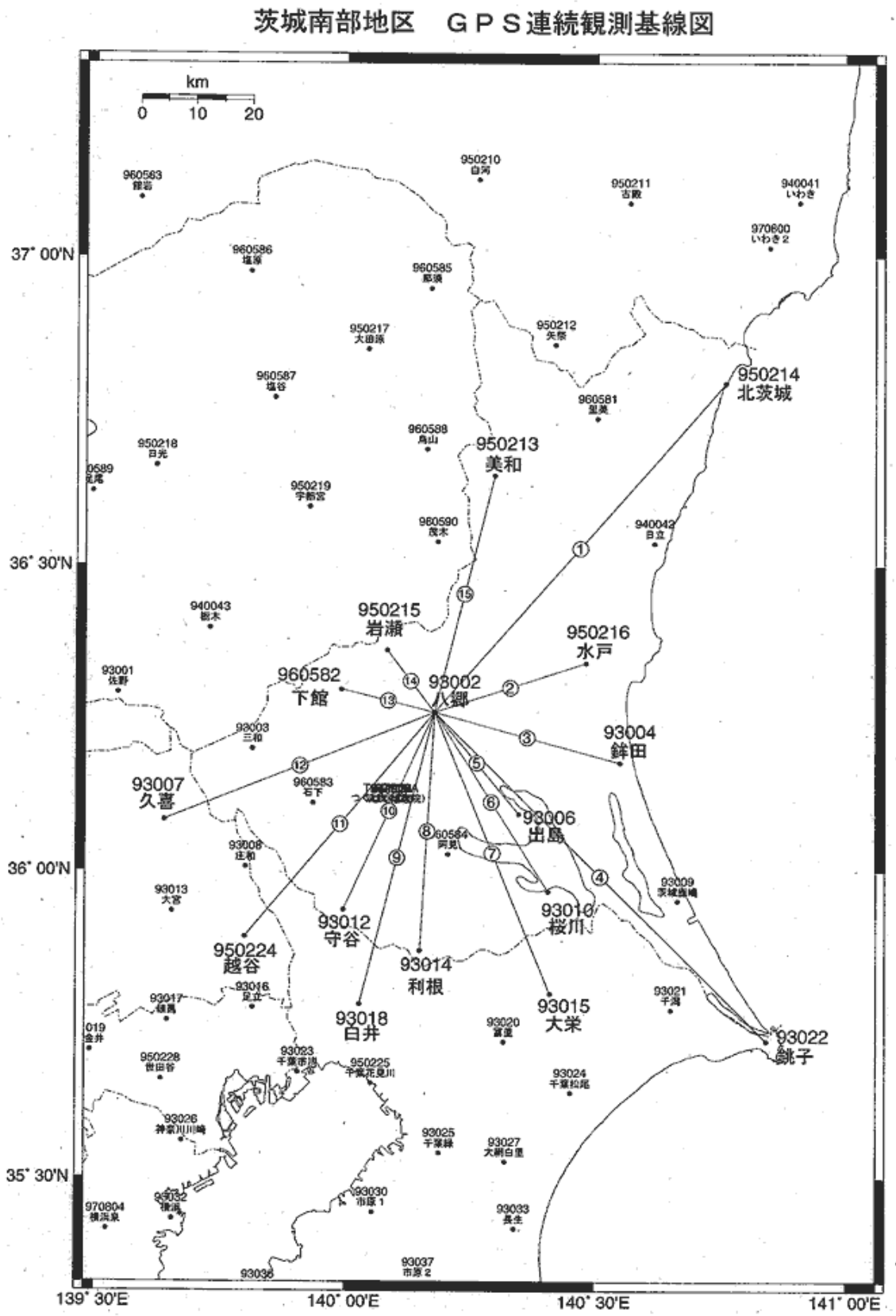
第７図　油壷、布良、勝浦験潮場間月平均潮位差

Fig.7　Comparisons of monthly mean values of sea level measured at 3 tide gauge stations in Kanto area.



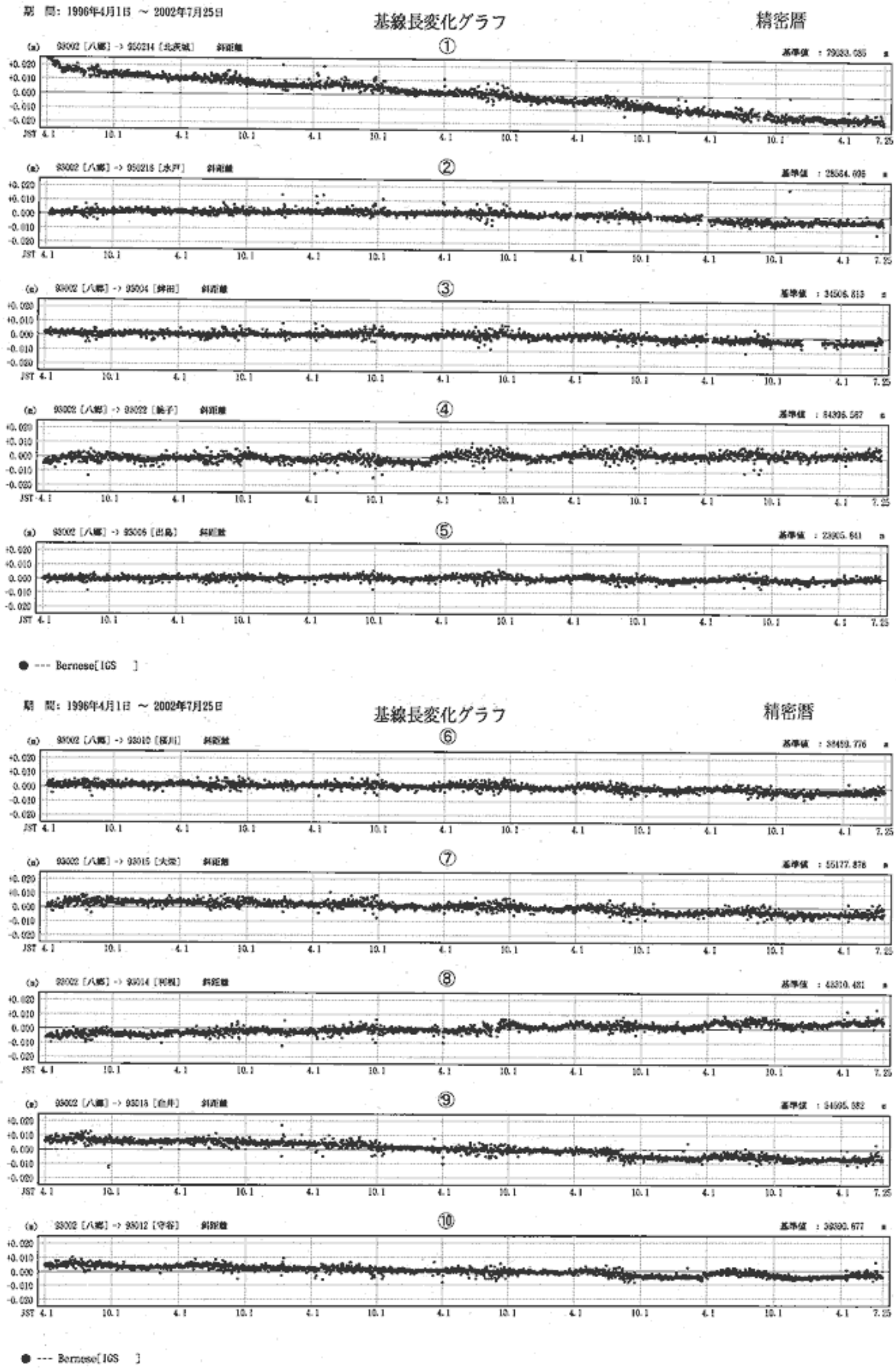
第８図　鹿野山精密辺長測量結果

Fig.8　Results of precise distance measurements at Kanozan.



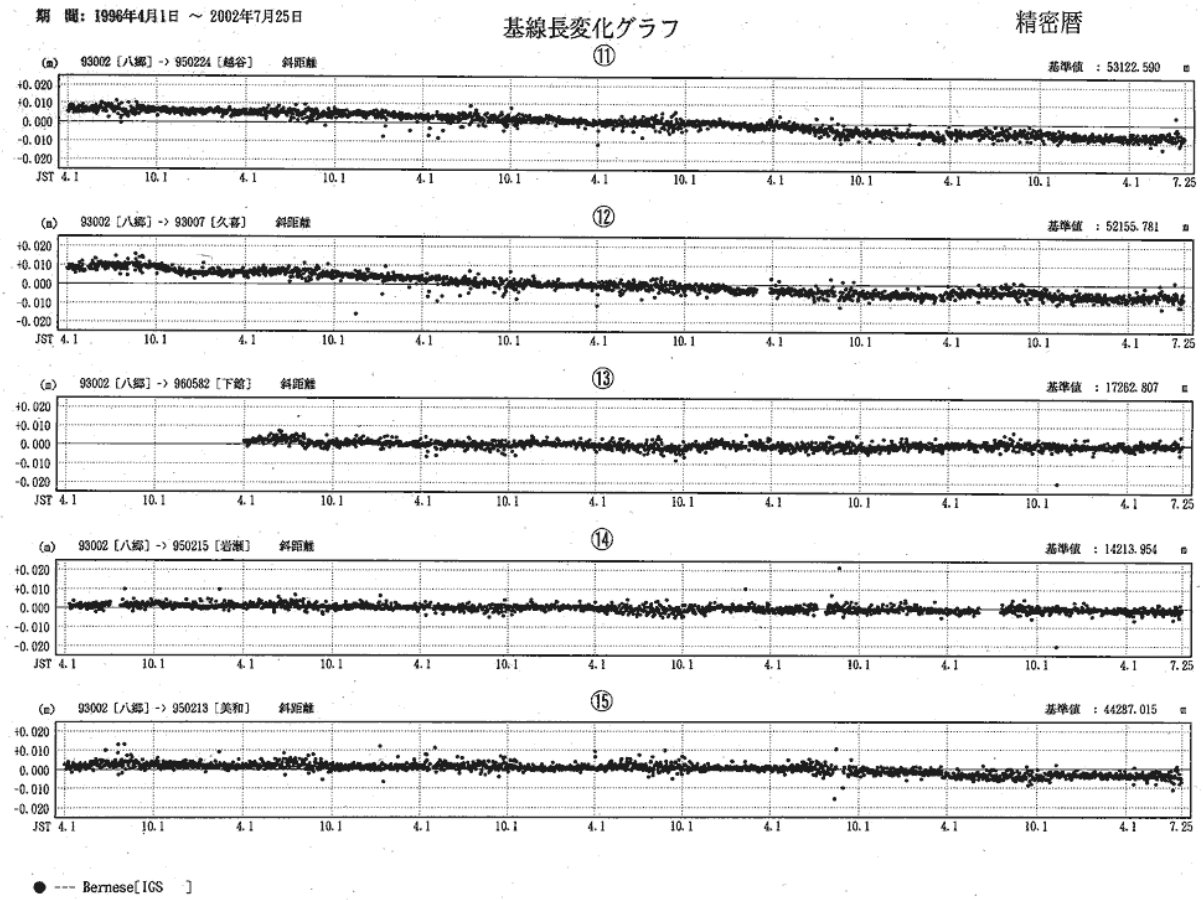
第 9 図　茨城県周辺 GPS 連続観測結果

Fig.9　Results of continuous GPS　Measurements around Ibaraki Prefecture



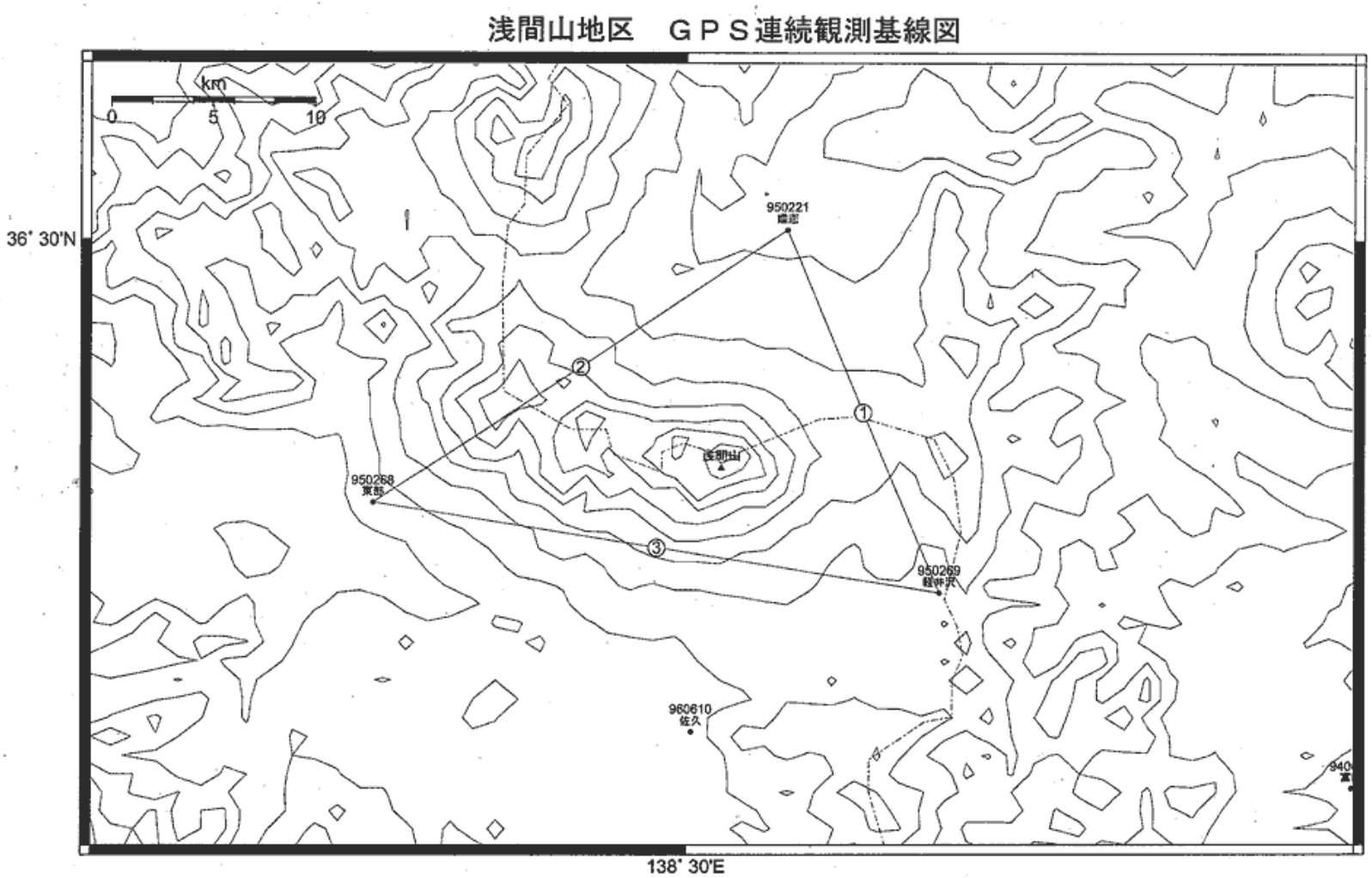
第 10 図　茨城県周辺 GPS 連続観測結果

Fig.10　Results of continuous GPS　Measurements around Ibaraki Prefecture



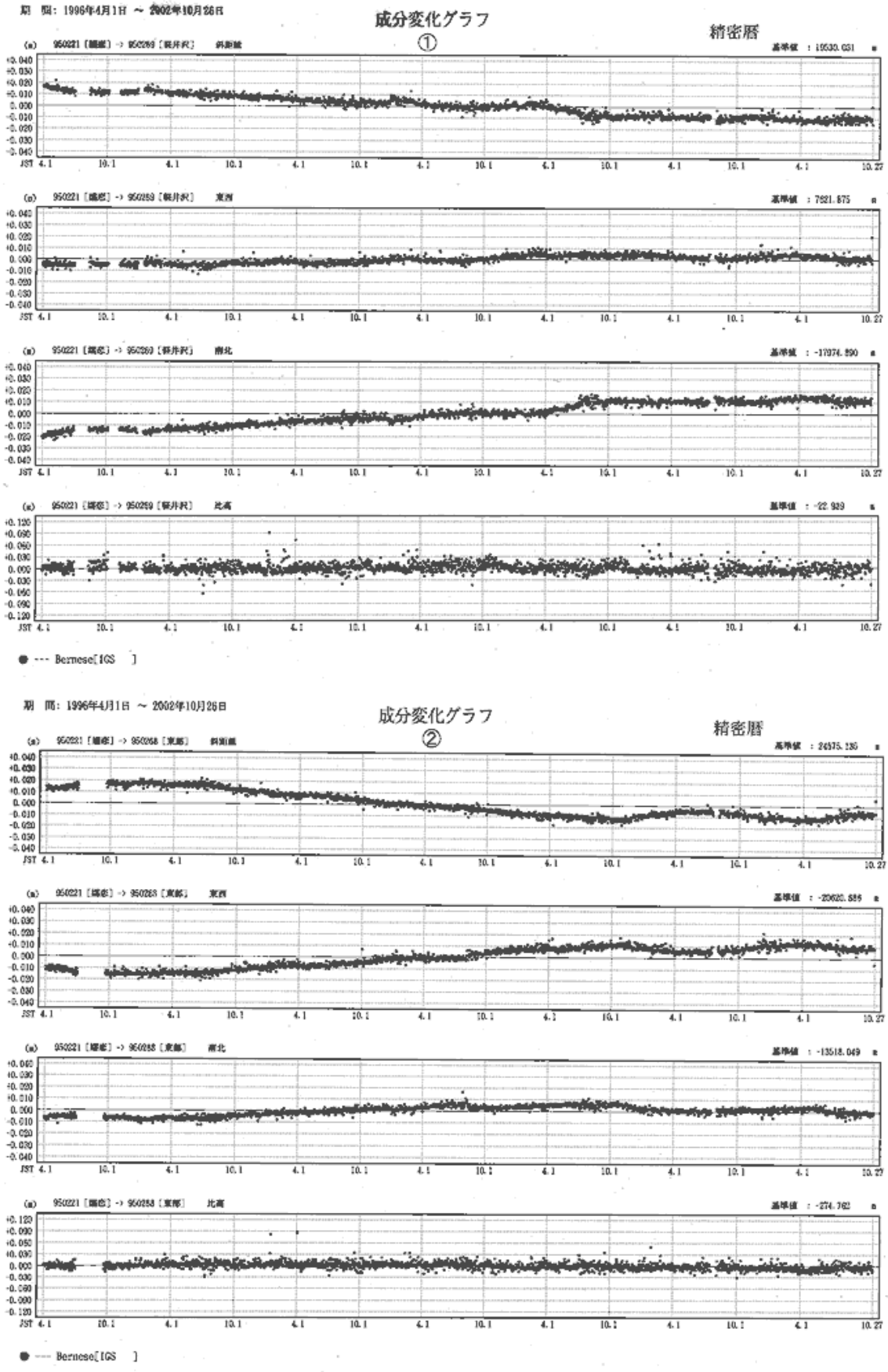
第 11 図　茨城県周辺 GPS 連続観測結果

Fig.11　Results of continuous GPS　Measurements around Ibaraki Prefecture



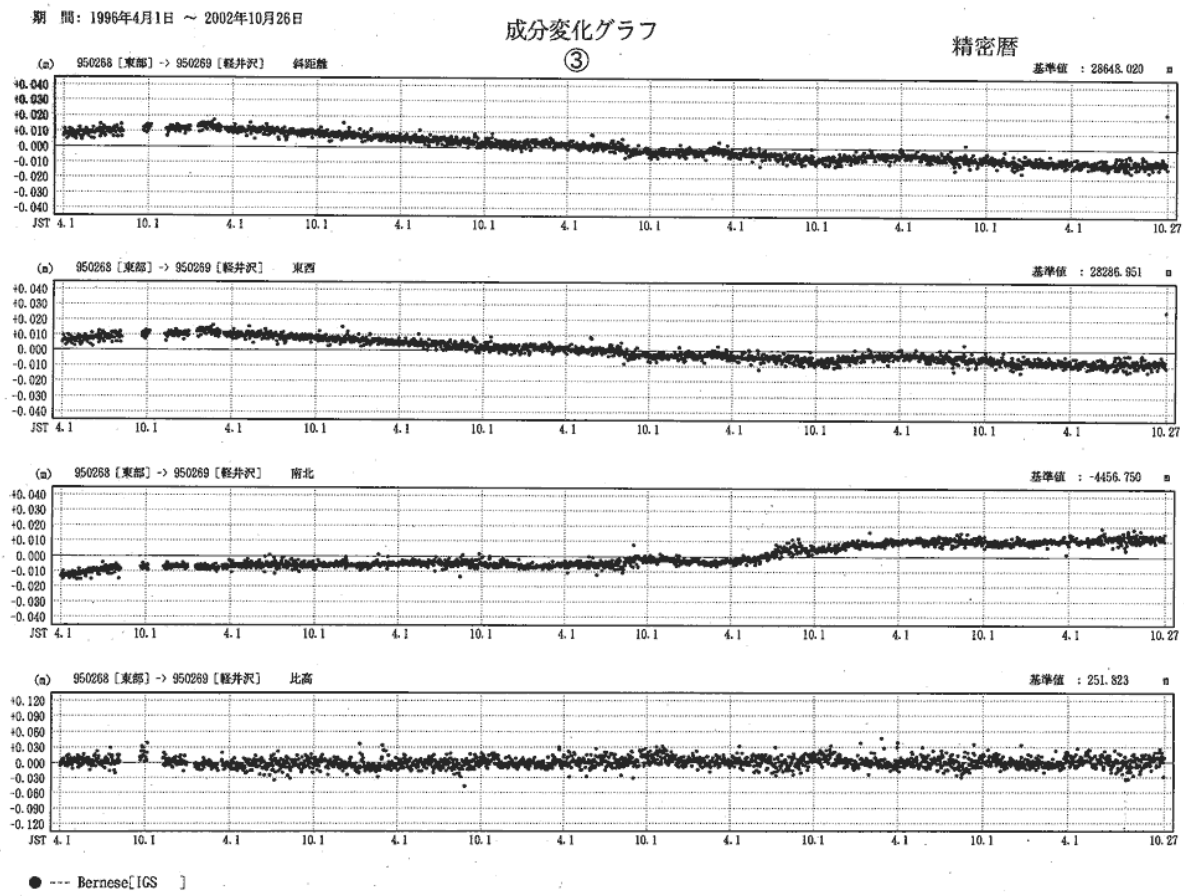
第 12 図　浅間山周辺の GPS 観測結果

Fig.12　Results of Continuous GPS Measurements around the Asama Volcano.



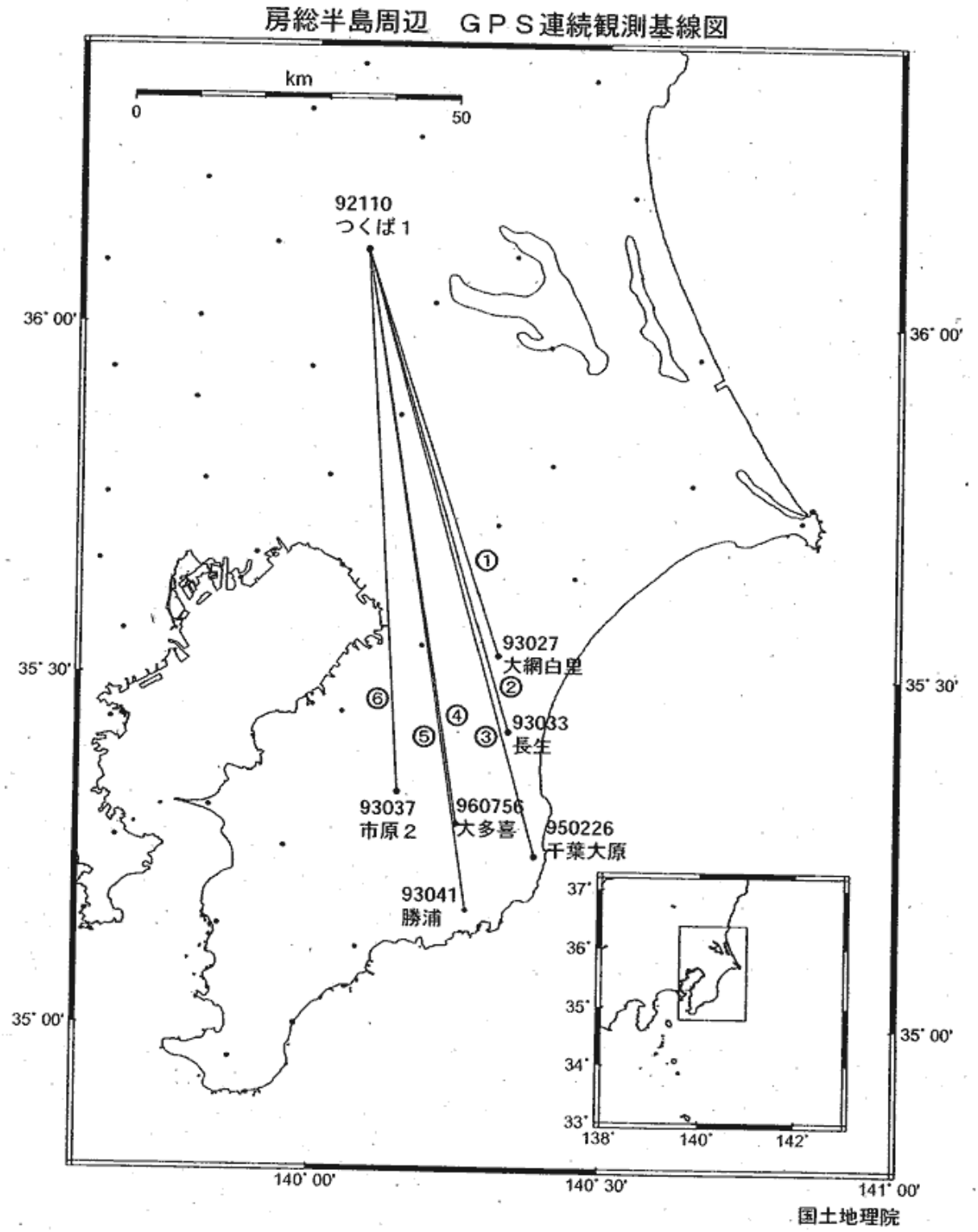
第 13 図　浅間山周辺の GPS 観測結果

Fig.13　Results of Continuous GPS Measurements around the Asama Volcano.



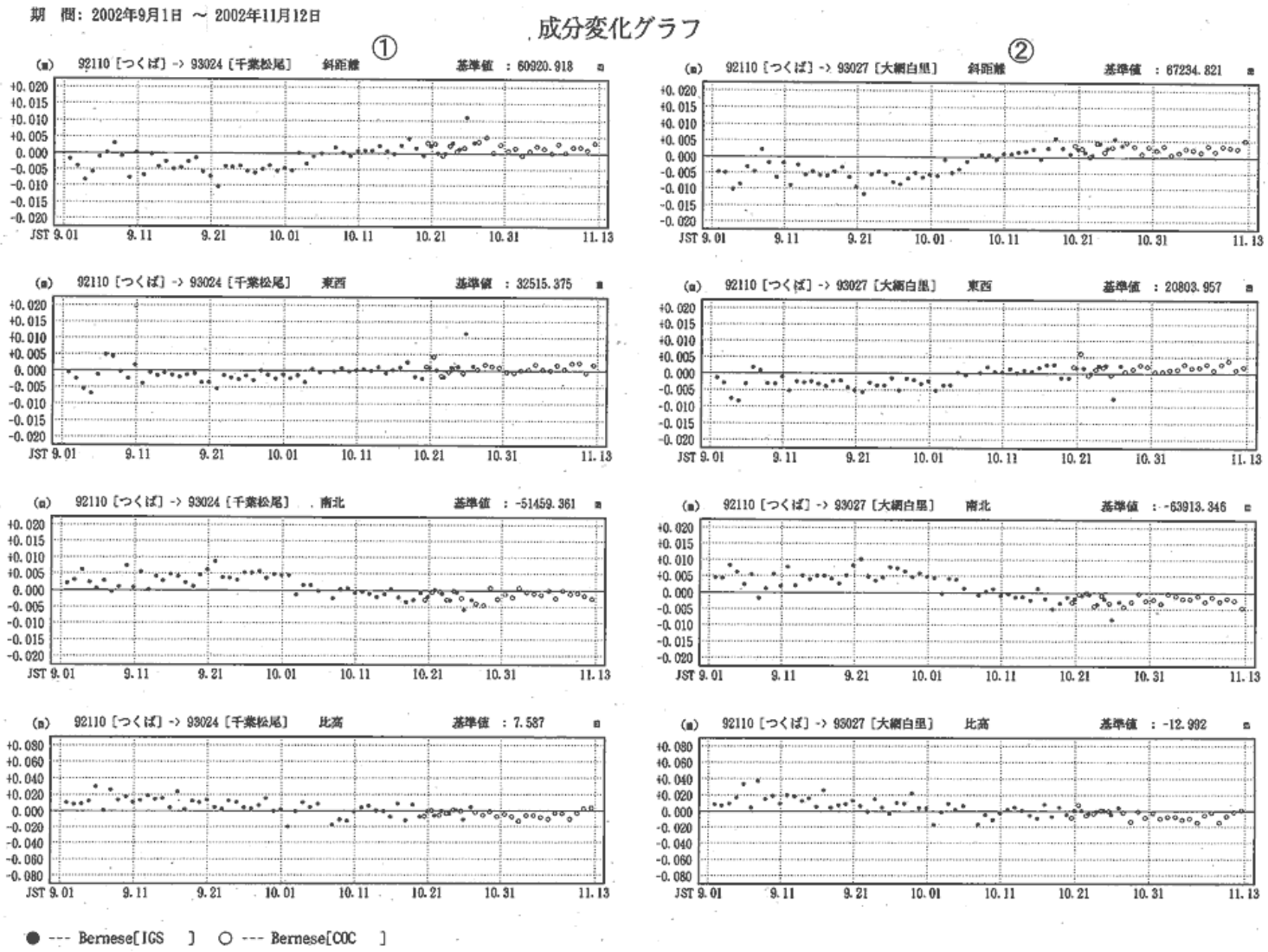
第 14 図　浅間山周辺の GPS 観測結果

Fig.14　Results of Continuous GPS Measurements around the Asama Volcano.



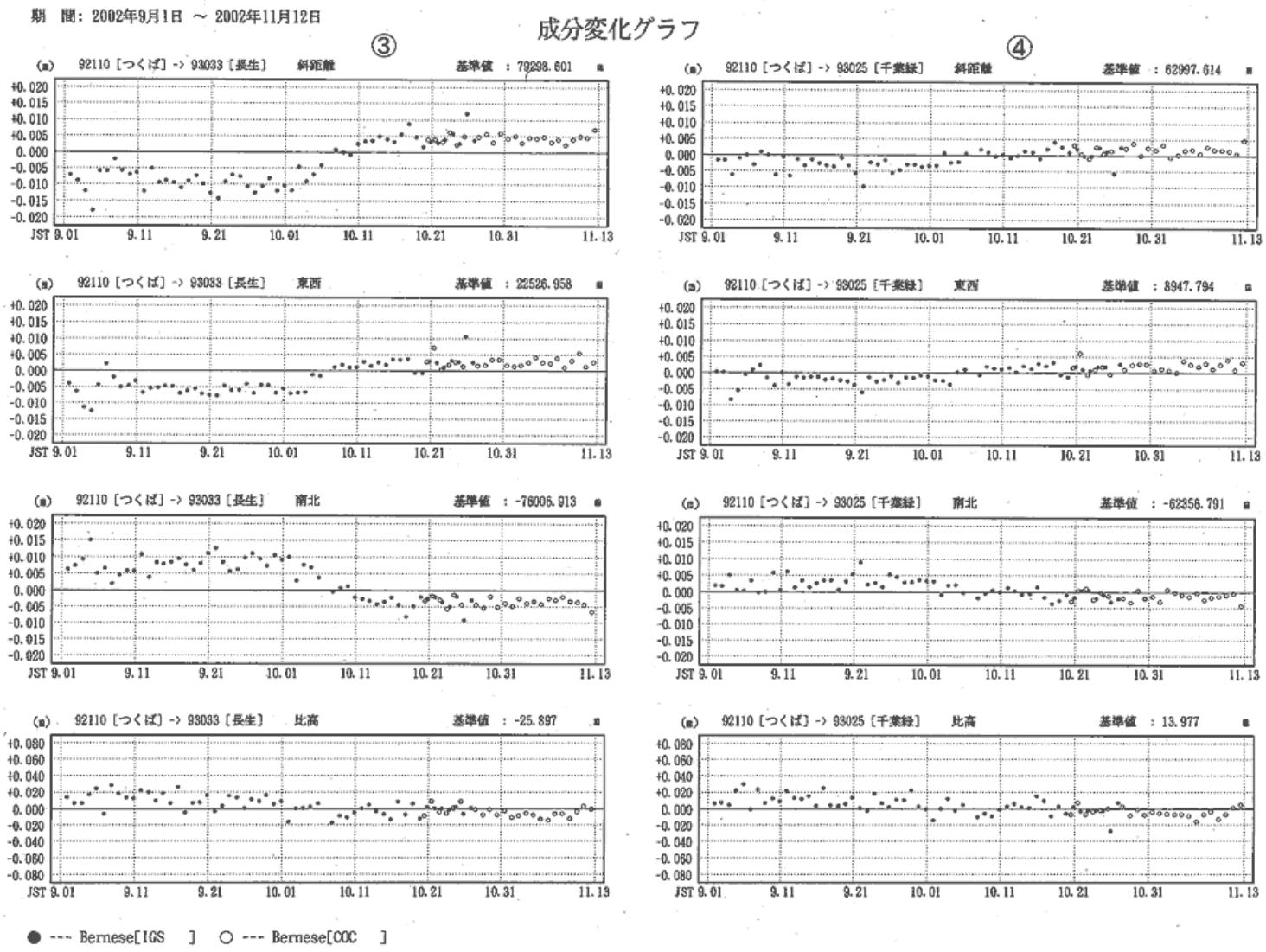
第 15 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

Fig.15　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



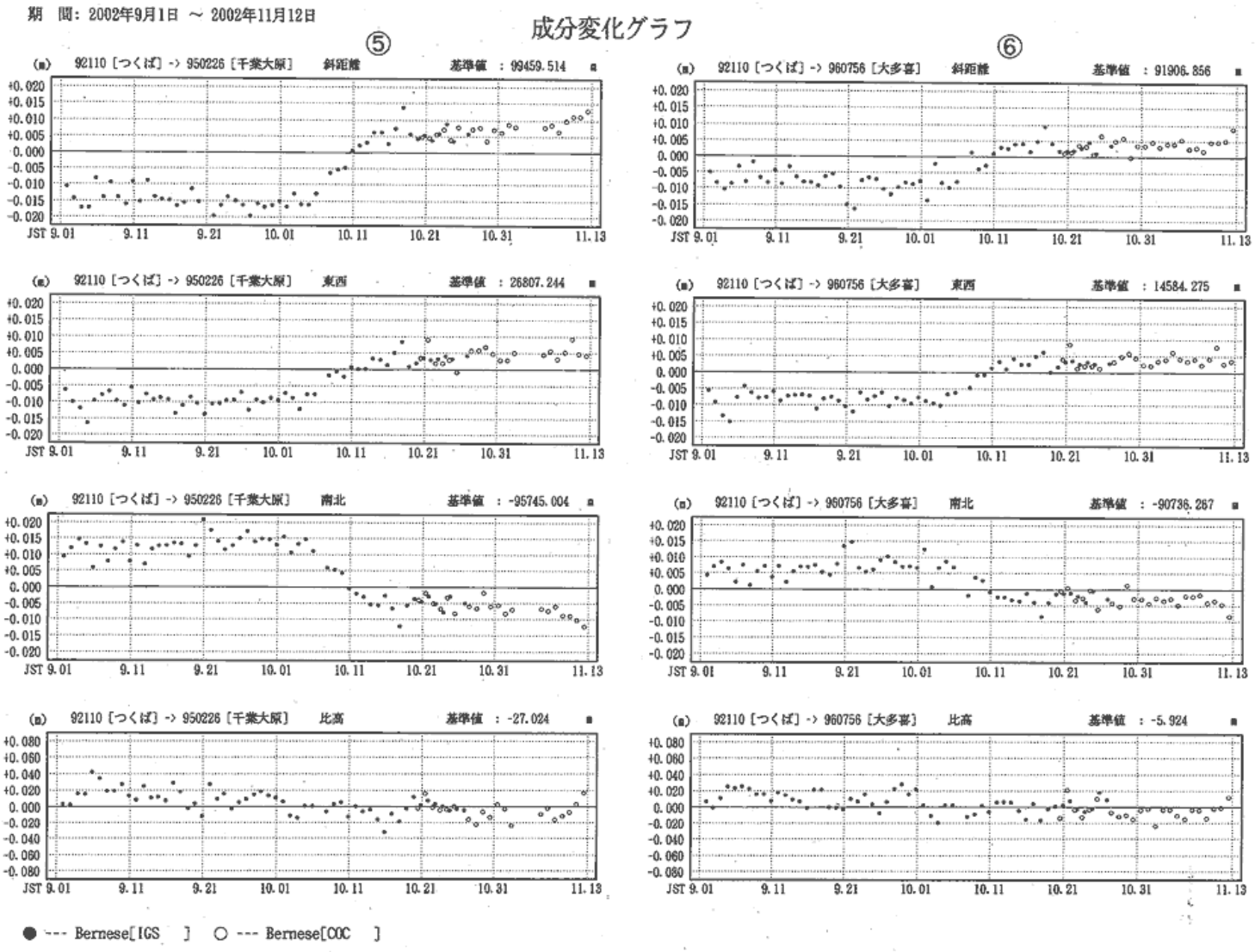
第 16 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

Fig.16　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



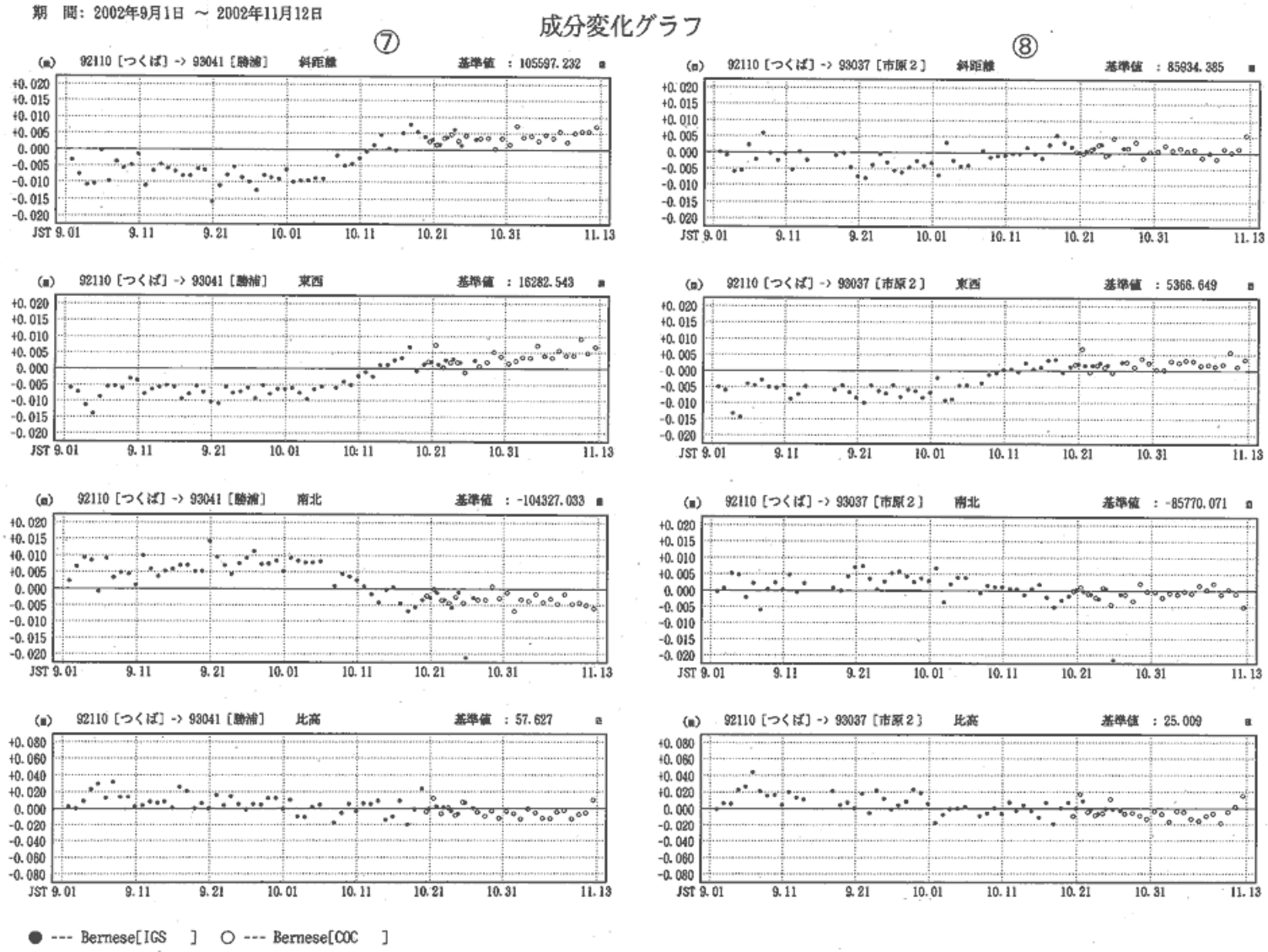
第 17 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

Fig.17　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



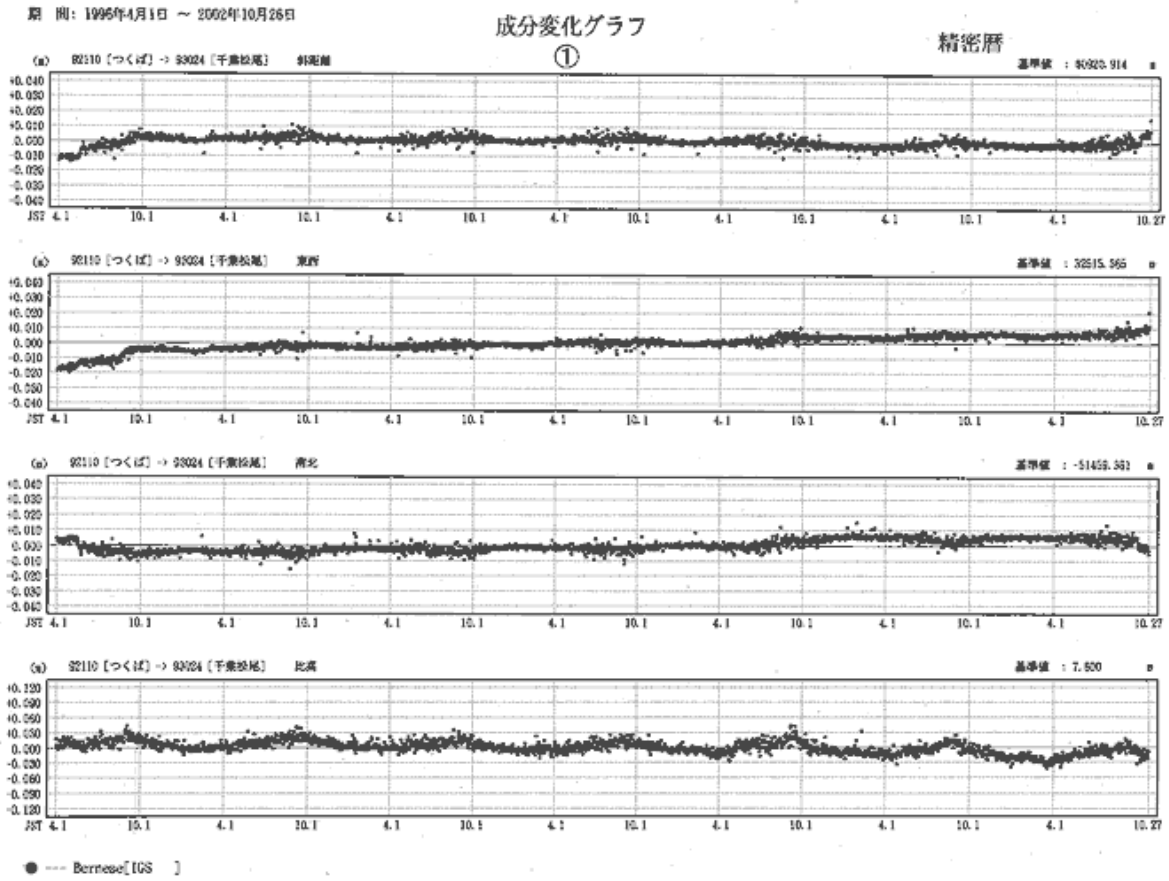
第 18 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

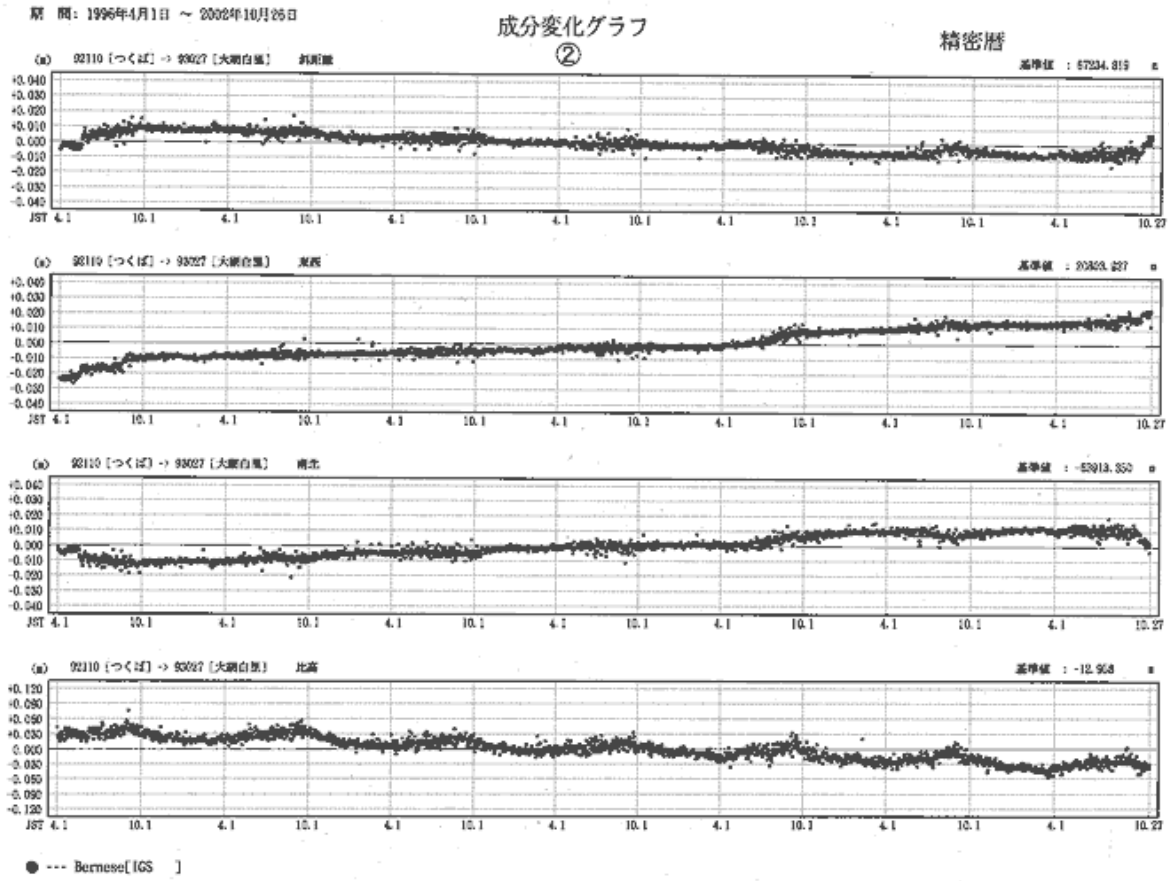
Fig.18　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



第 19 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

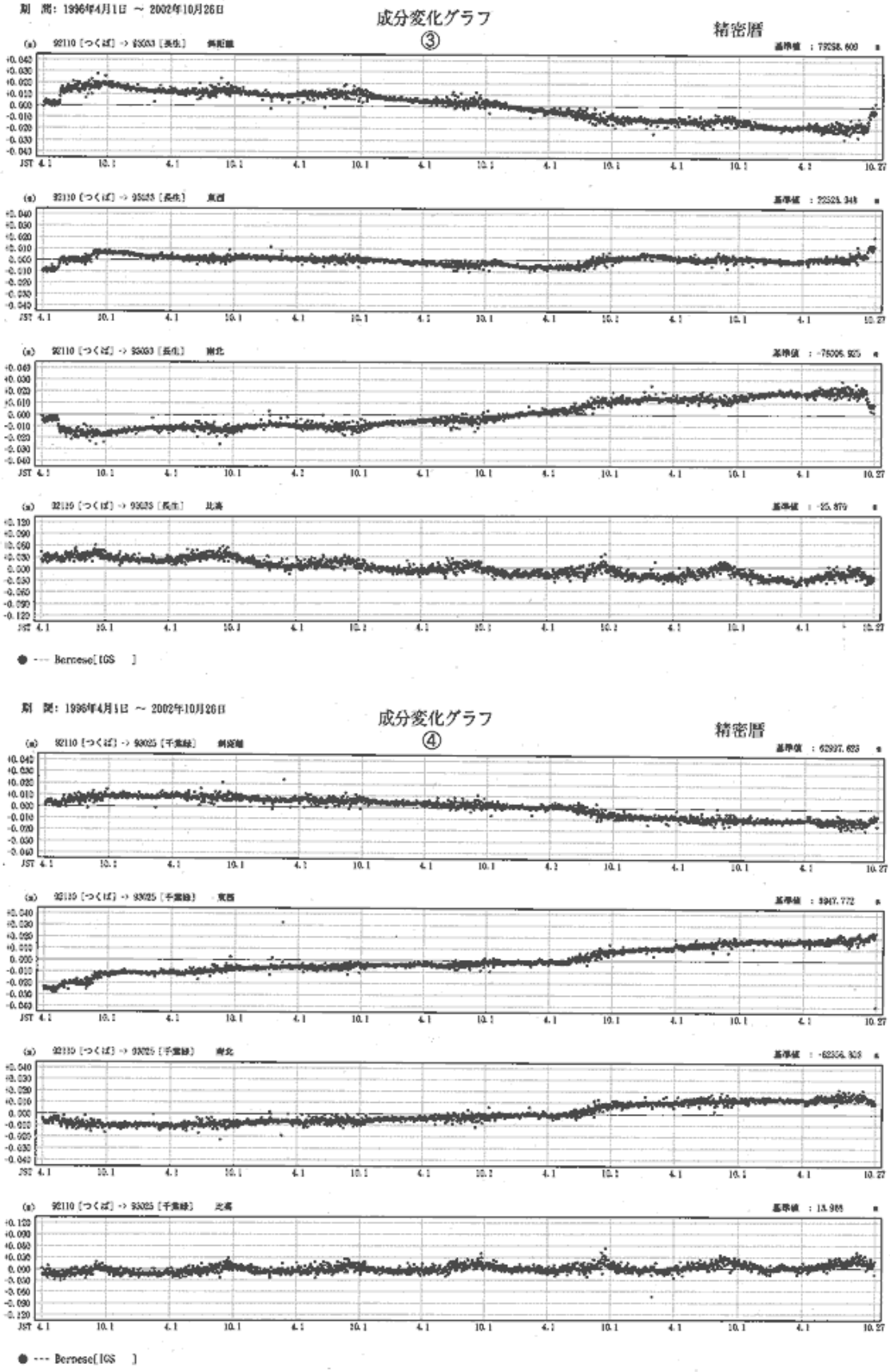
Fig.19　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula





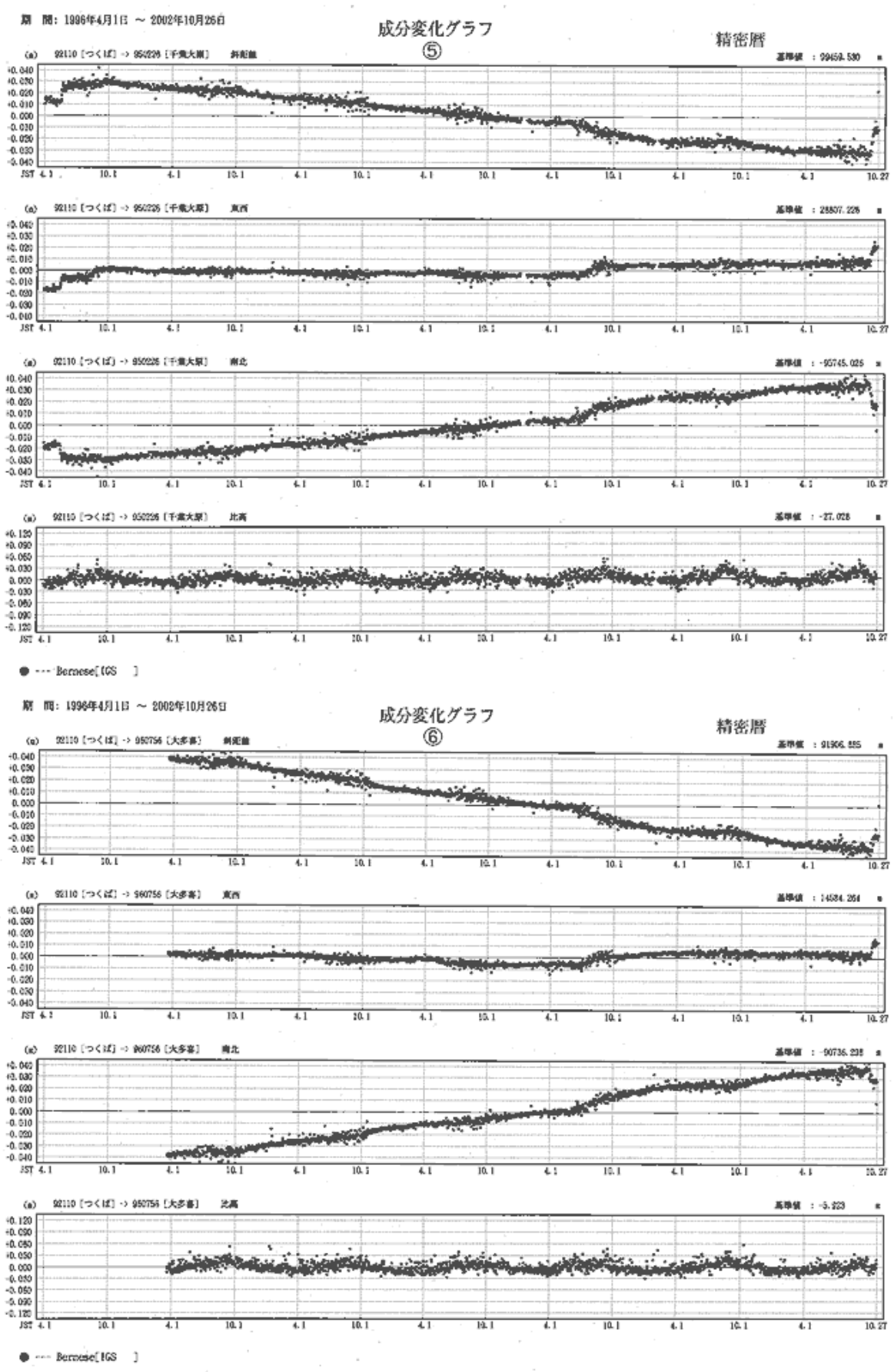
第 20 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

Fig.20　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



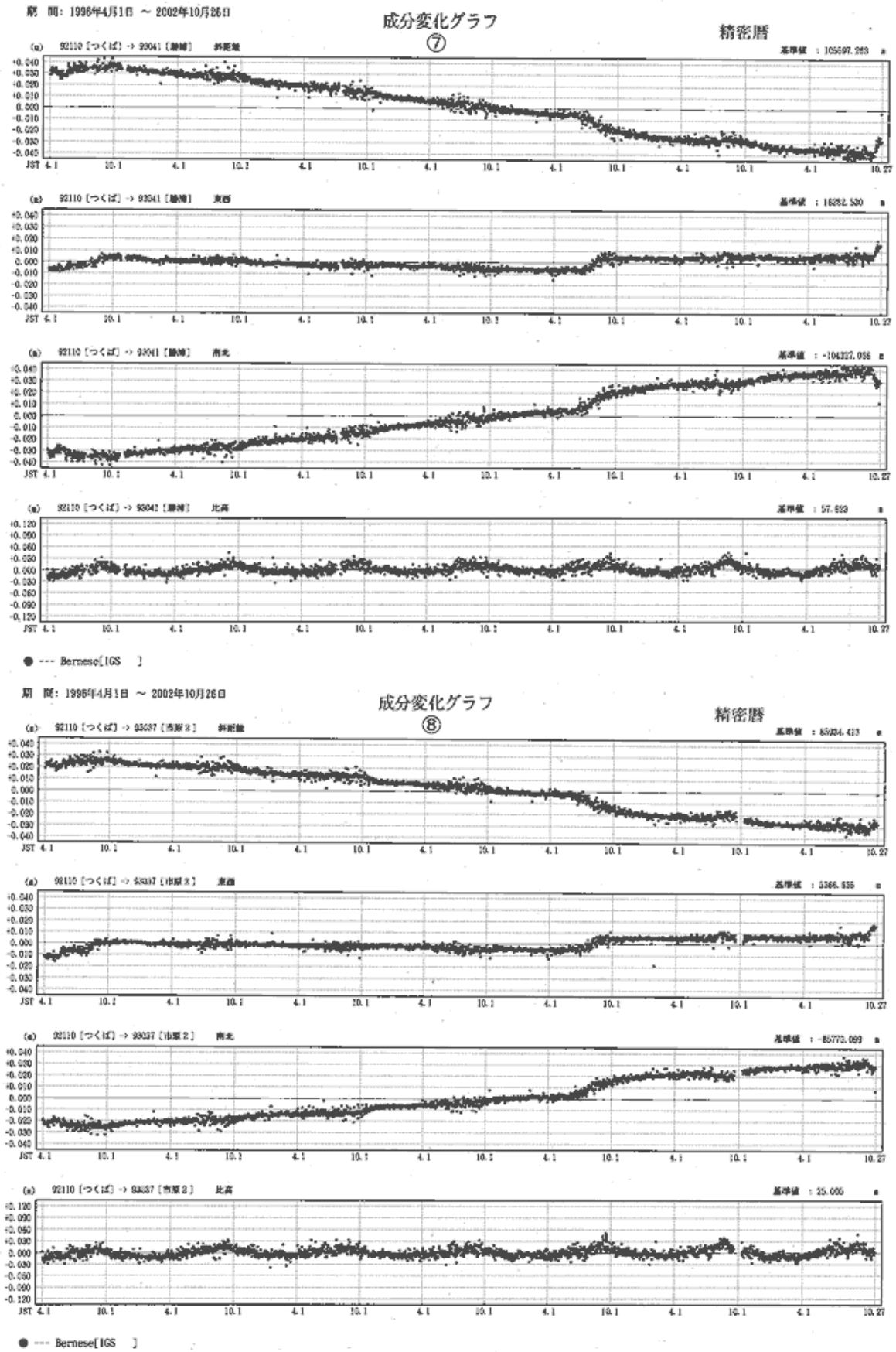
第 21 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

Fig.21　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



第 22 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

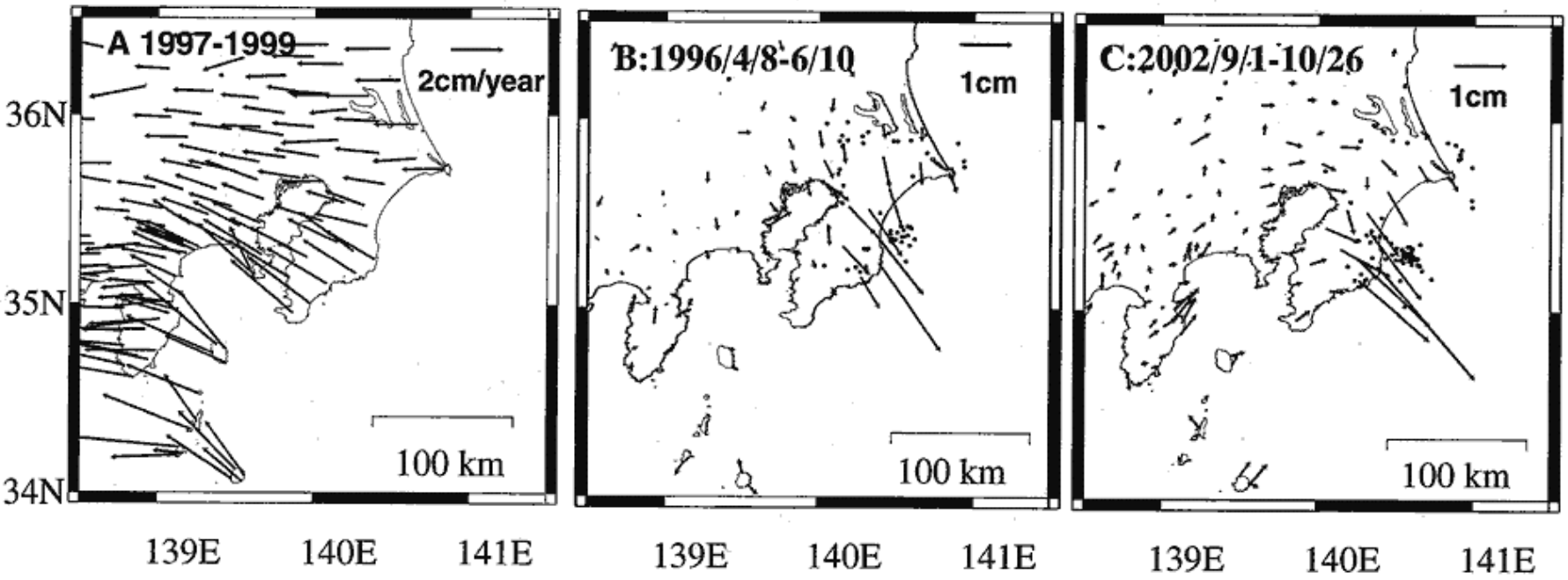
Fig.22　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula



第 23 図　房総半島周辺の GPS 観測結果

Fig.23　Results of Continuous GPS Measurements around the Boso Peninsula

大潟固定地殻変動。A:定常的変動 B:1996年ゆっくり地震　C: 2002年変動



第 24 図　1996 年５月，2002 年 10 月のゆっくり滑りに伴う水平変動と定常的変動

Fig.24　Horizontal Crustal Movement by Slow Slip Events on May 1996 and October 2002 and regular movement

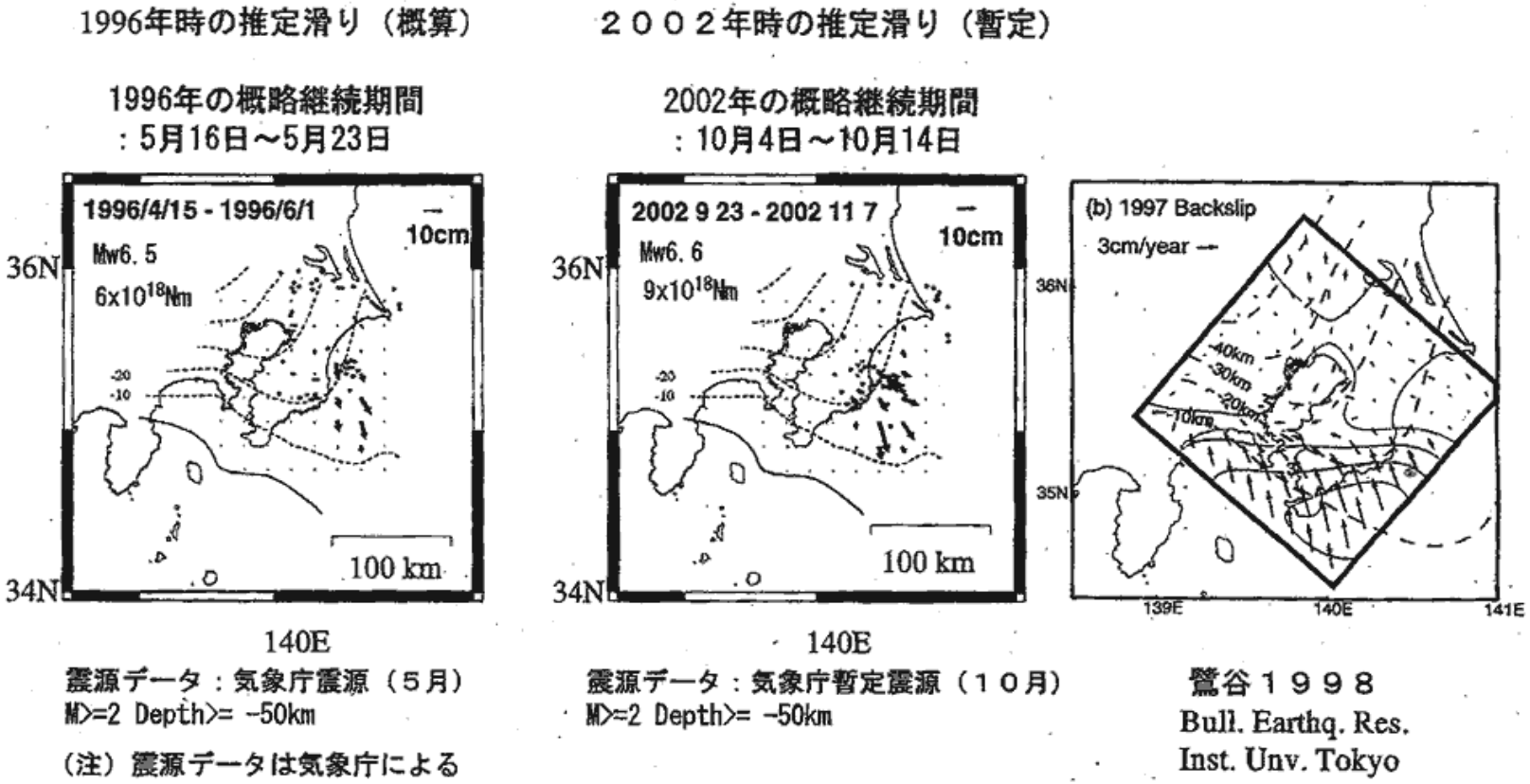
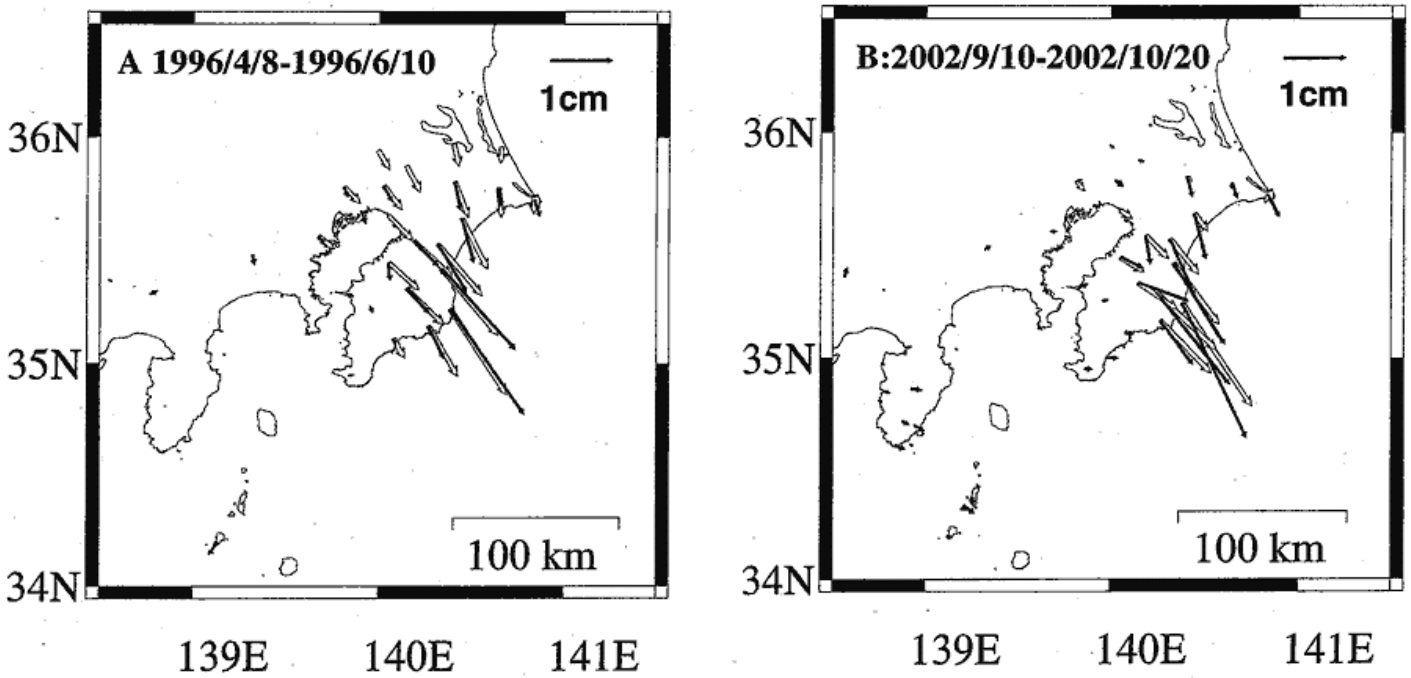


図２　滑り分布はほぼ同じ領域で起きている。地殻変動のパターンを反映して、若干南側に２００２年の滑りが大きく推定されている。2002年イベントのMw～６．５程度。１９９６年モデルは比較のために同じ仮定の下で計算して見た概算的なモデル。地震は滑り領域の周辺域で発生しているように見える。鷺谷によるカップリングレート１～２ｃｍからは６年間で１０ｃｍ程の滑りが期待され、今回の滑り量は若干小さめに推定されているが、この地域の歪エネルギーの半分以上はゆっくり地震で解放されているように考えられる。

第 25 図　1996 年 5 月，2002 年 10 月のゆっくり滑りにおけるプレート間の滑り量推定

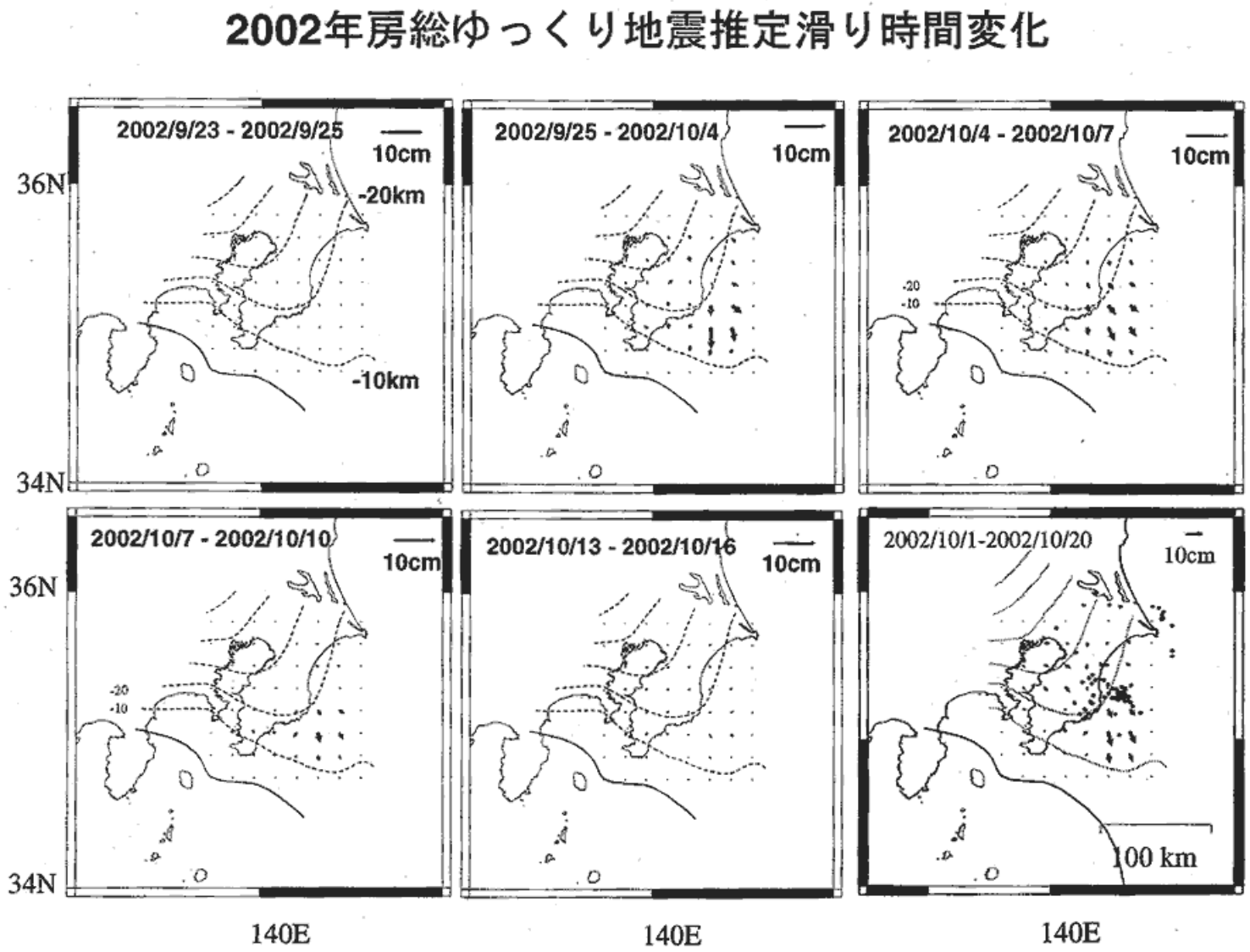
Fig.25　Estimated Slip Vectors on Two Slow Slip Events on May 1996 and October 2002

観測地殻変動と計算地殻変動
黒矢印：観測値
白矢印：計算値



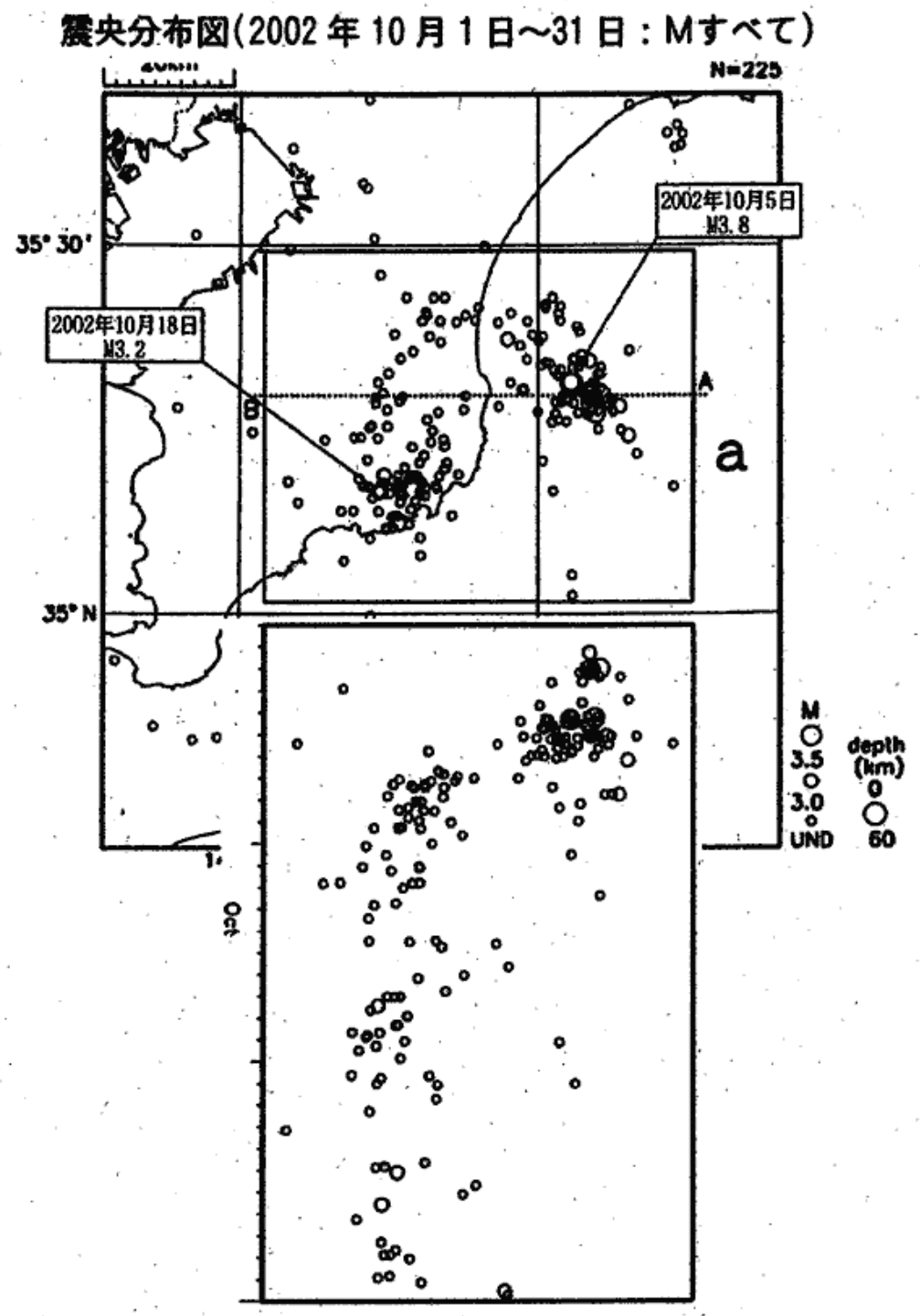
第 26 図　観測された水平変動とモデル計算値の比較

Fig.26　Observed Horizontal Movements and Caliculated Movements by the Slip Model on Two Events



第 27 図　ゆっくり滑りの時間変化

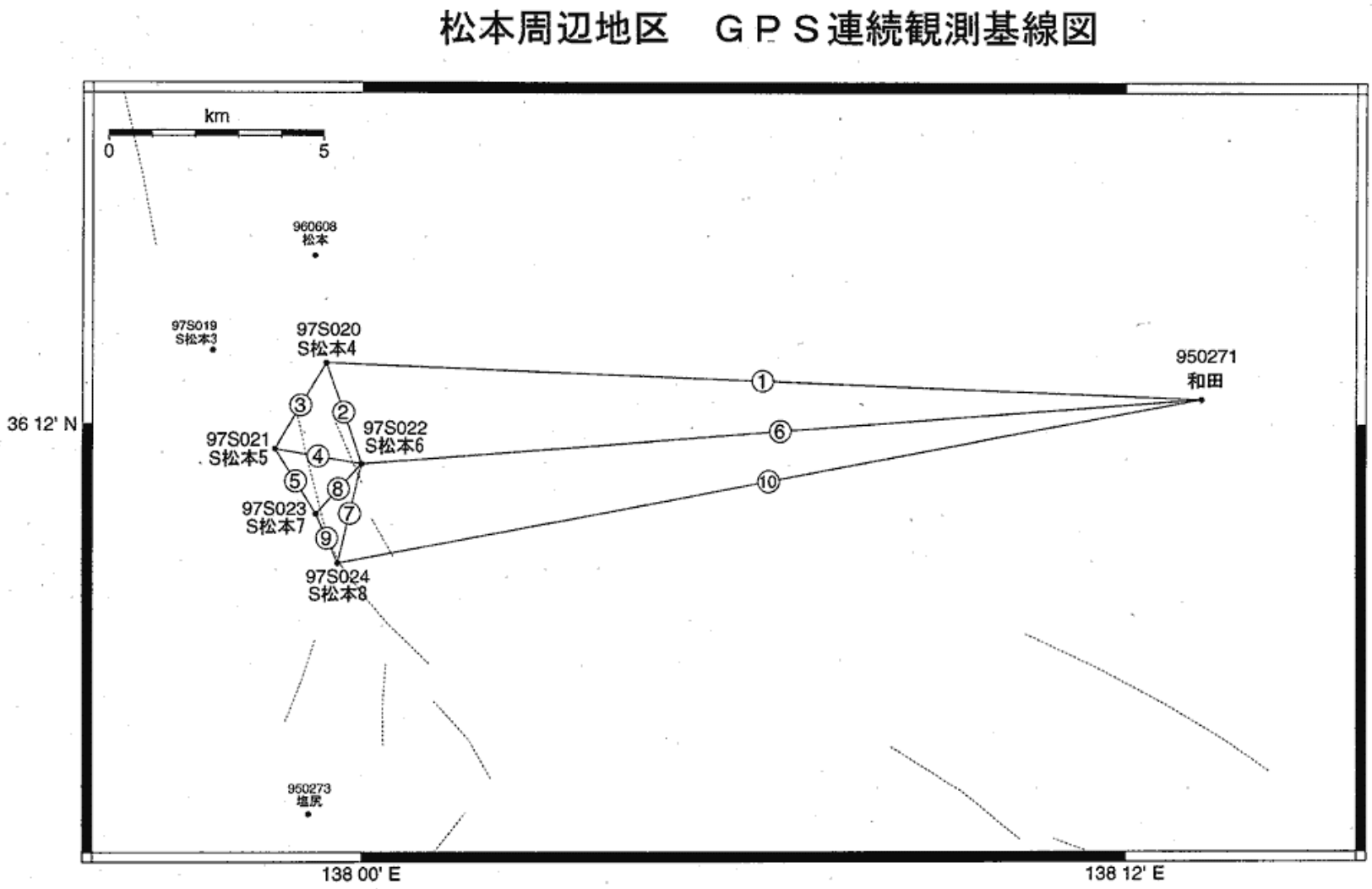
Fig.27　Transition of the Estimated　Slow Slip



領域ａ内の時空間分布図（東西方向）
当初、海側の活動が主であったが、10月6日頃
から内陸側にも活動がみられるようになった。

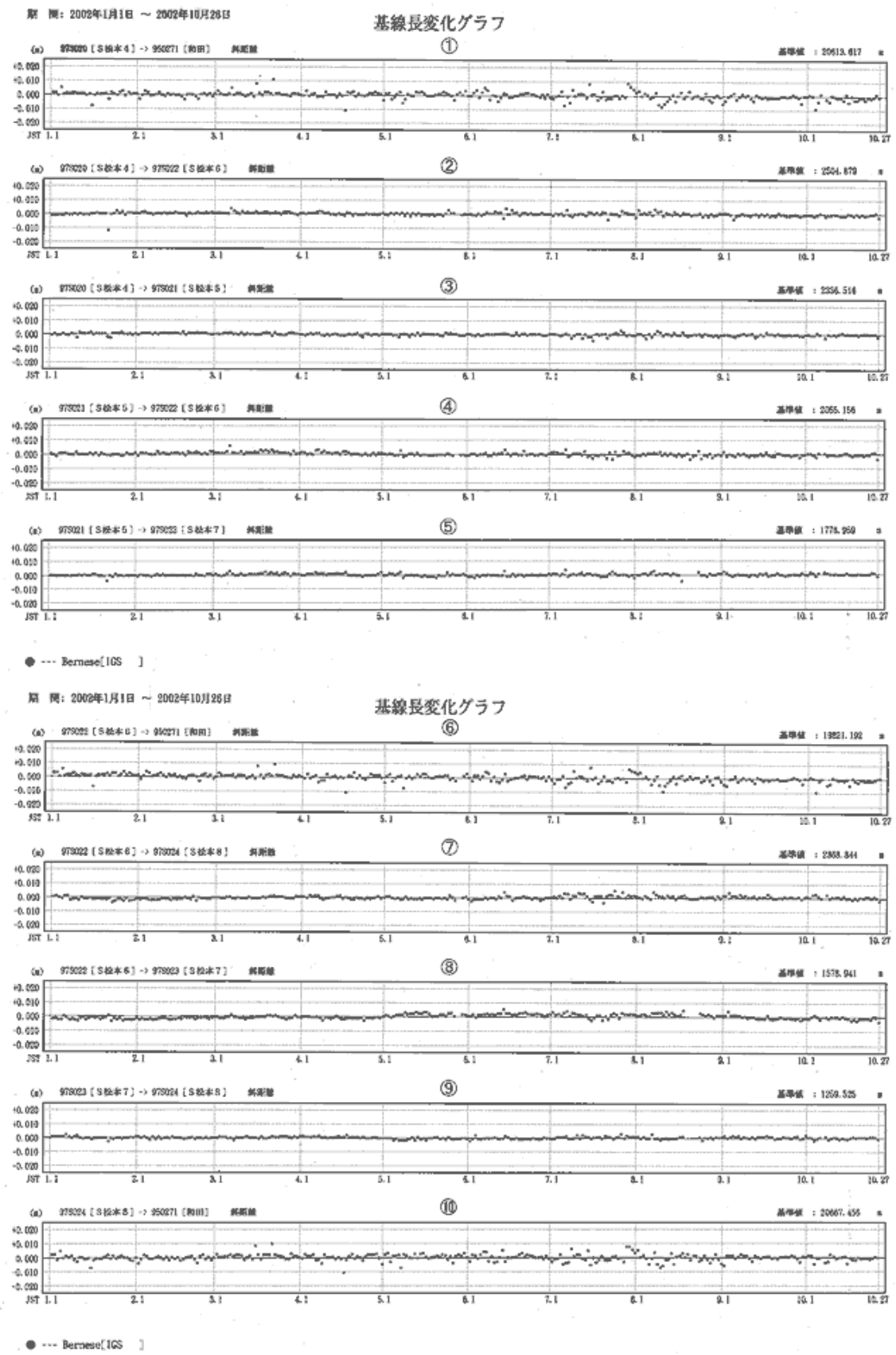
第 28 図　ゆっくり滑り発生時期の房総半島周辺の地震活動

Fig.28　Seismisity of the Boso Peninsula Region along the Slow Slip Event



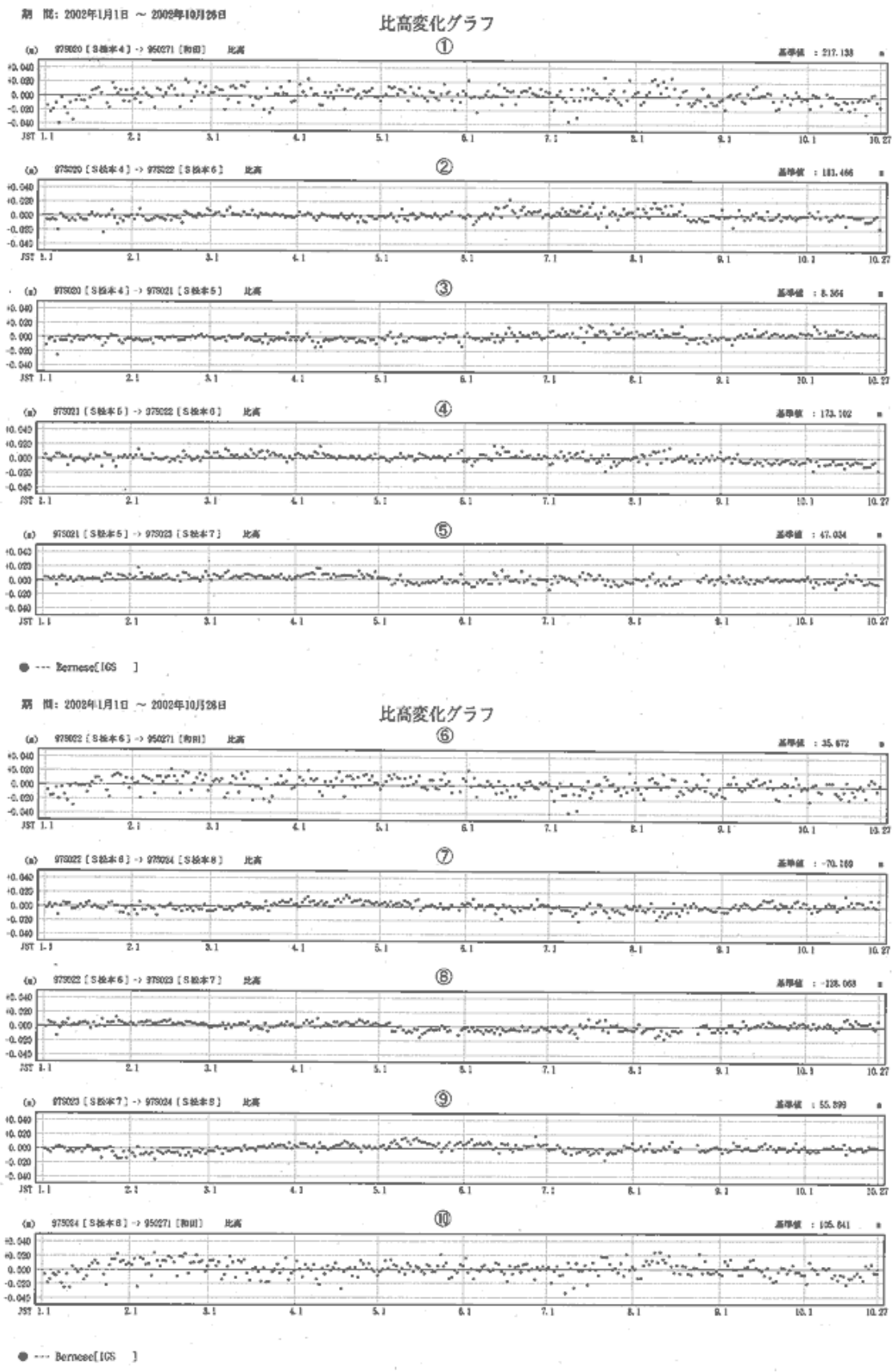
第 29 図　松本周辺地区の GPS 観測結果

Fig.29　Results of Continuous GPS Measurements around Matsumoto Area



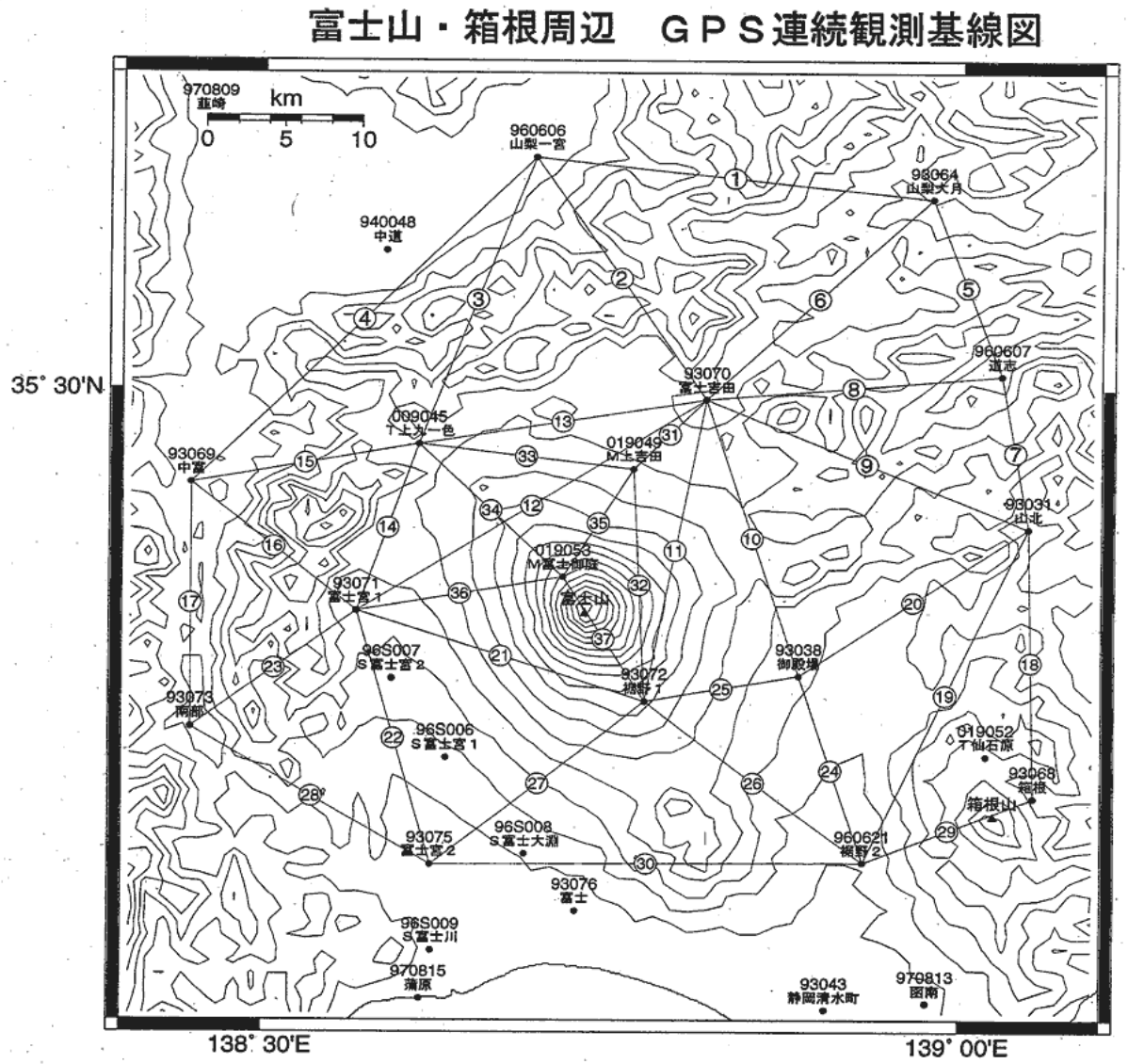
第 30 図　松本周辺地区の GPS 観測結果

Fig.30　Results of Continuous GPS Measurements around Matsumoto Area



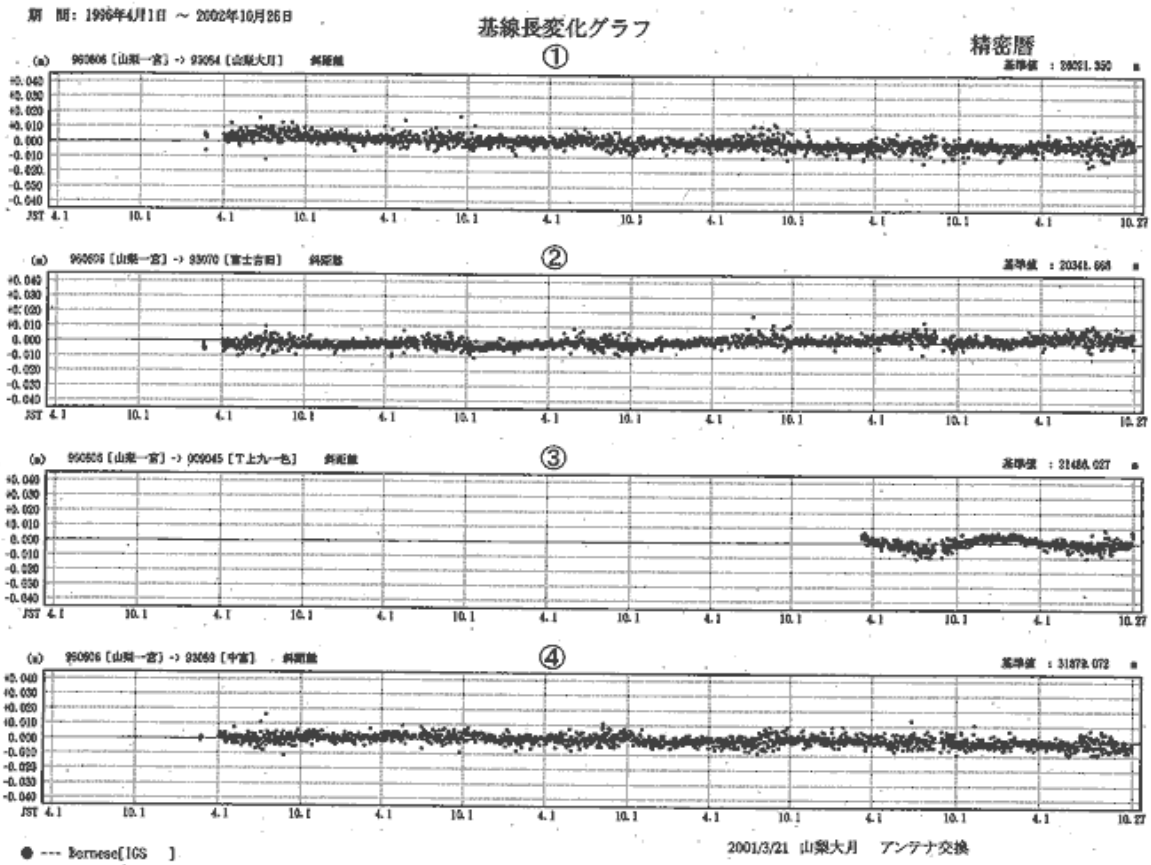
第 31 図　松本周辺地区の GPS 観測結果

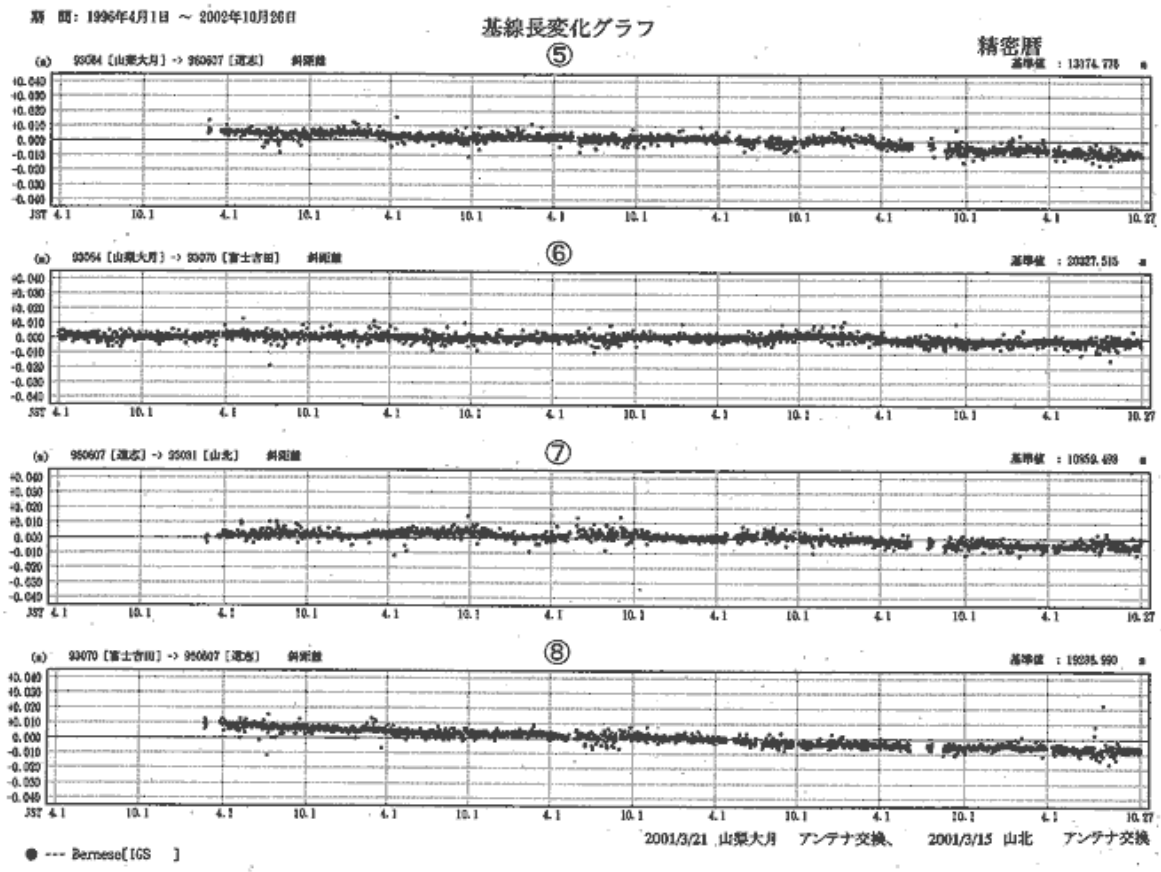
Fig.31　Results of Continuous GPS Measurements around Matsumoto Area



第 32 図　富士山・箱根周辺の GPS 観測結果

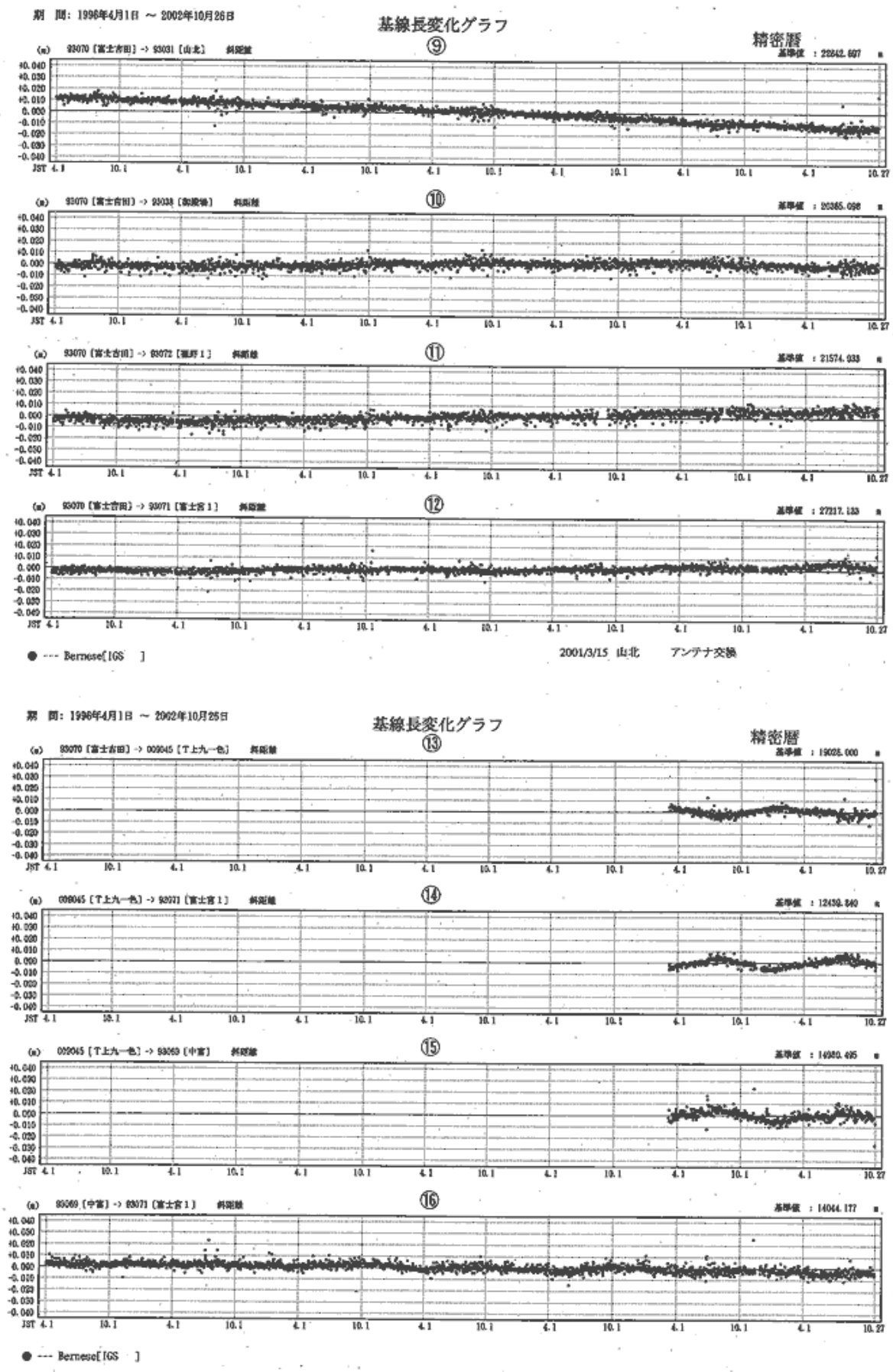
Fig.32　Results of Continuous GPS Measurements around Mt. Fuji and Hakone





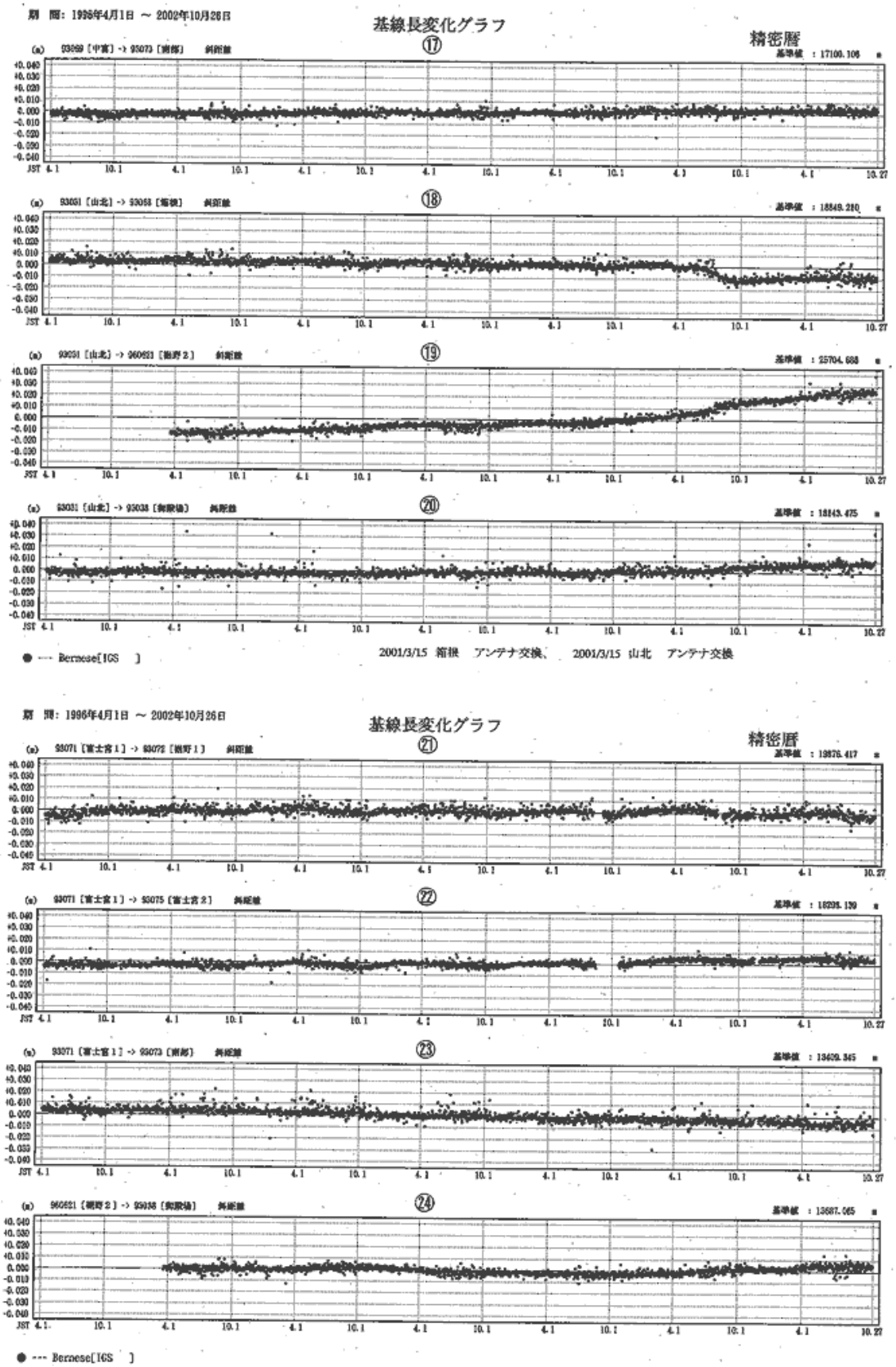
第 33 図　富士山・箱根周辺の GPS 観測結果

Fig.33　Results of Continuous GPS Measurements around Mt. Fuji and Hakone



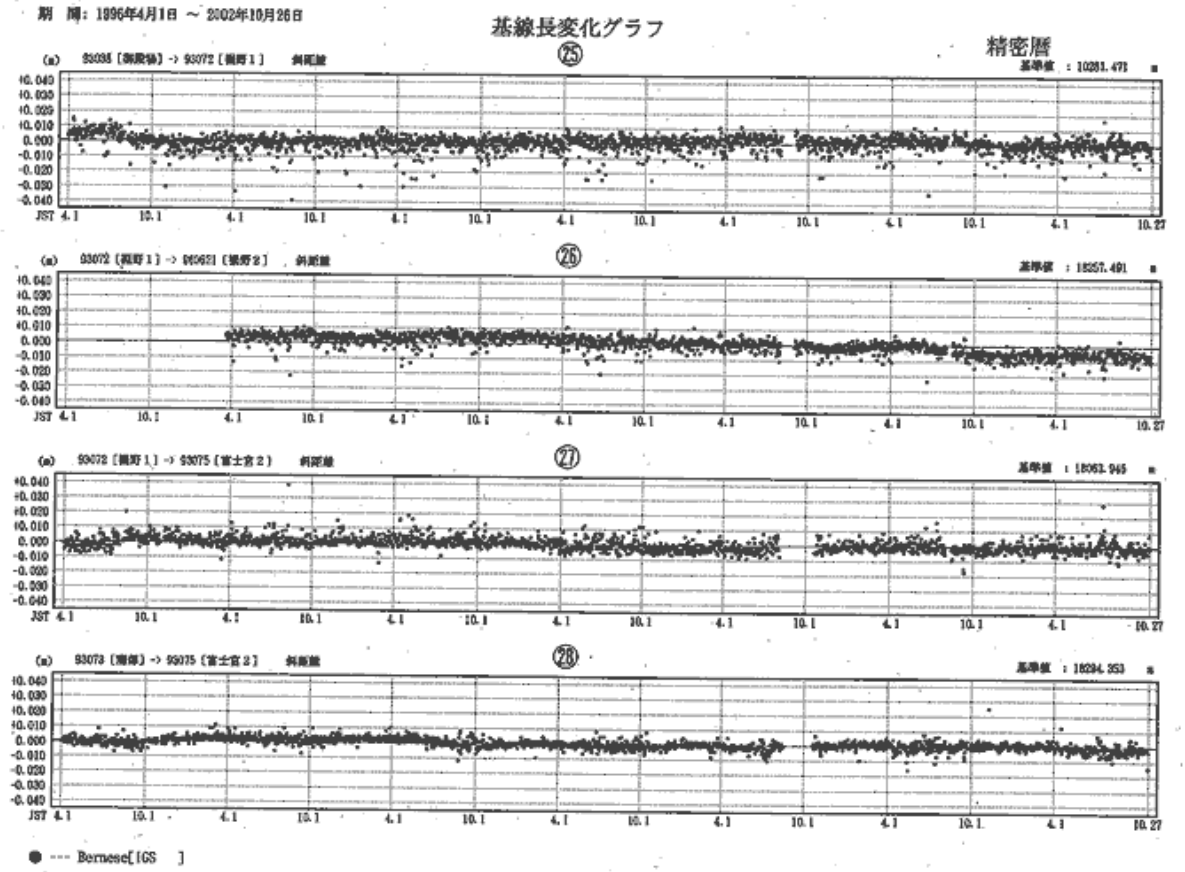
第 34 図　富士山・箱根周辺の GPS 観測結果

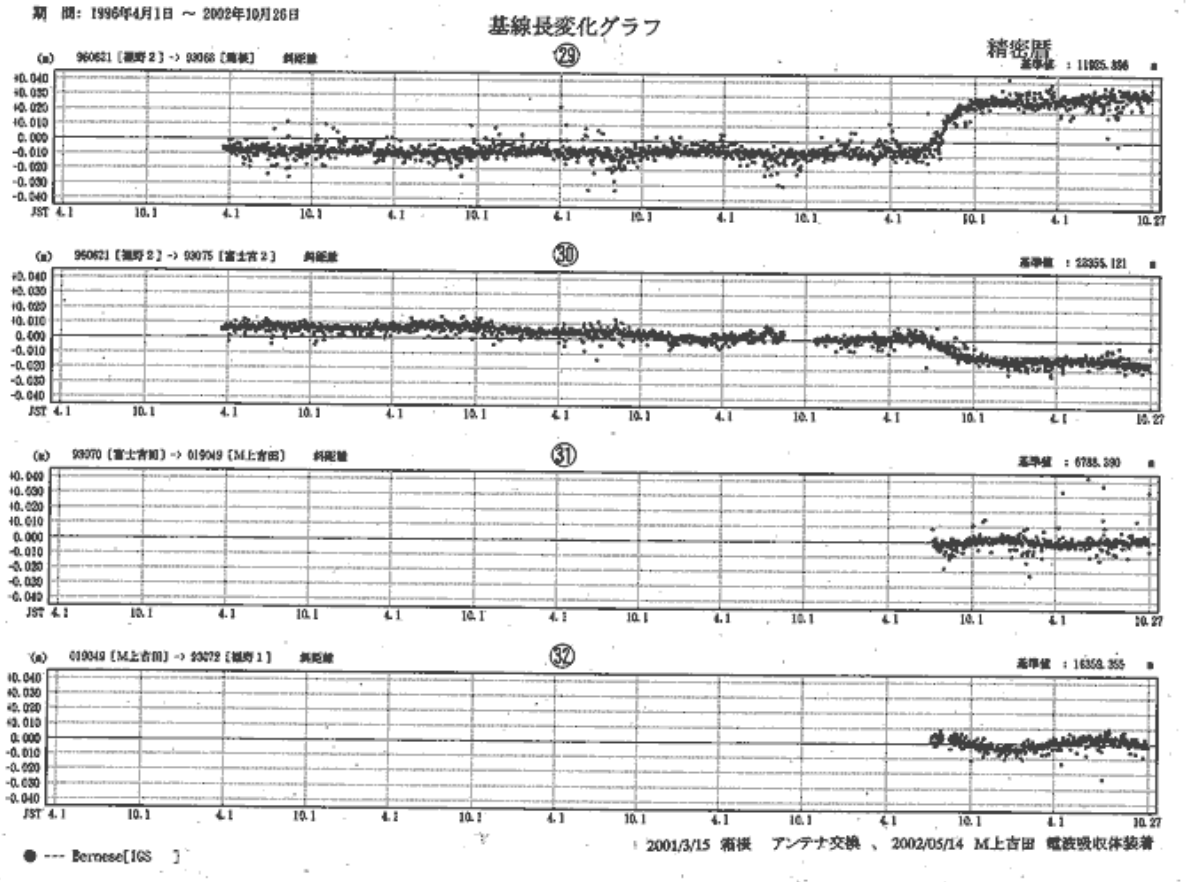
Fig.34　Results of Continuous GPS Measurements around Mt. Fuji and Hakone



第 35 図　富士山・箱根周辺の GPS 観測結果

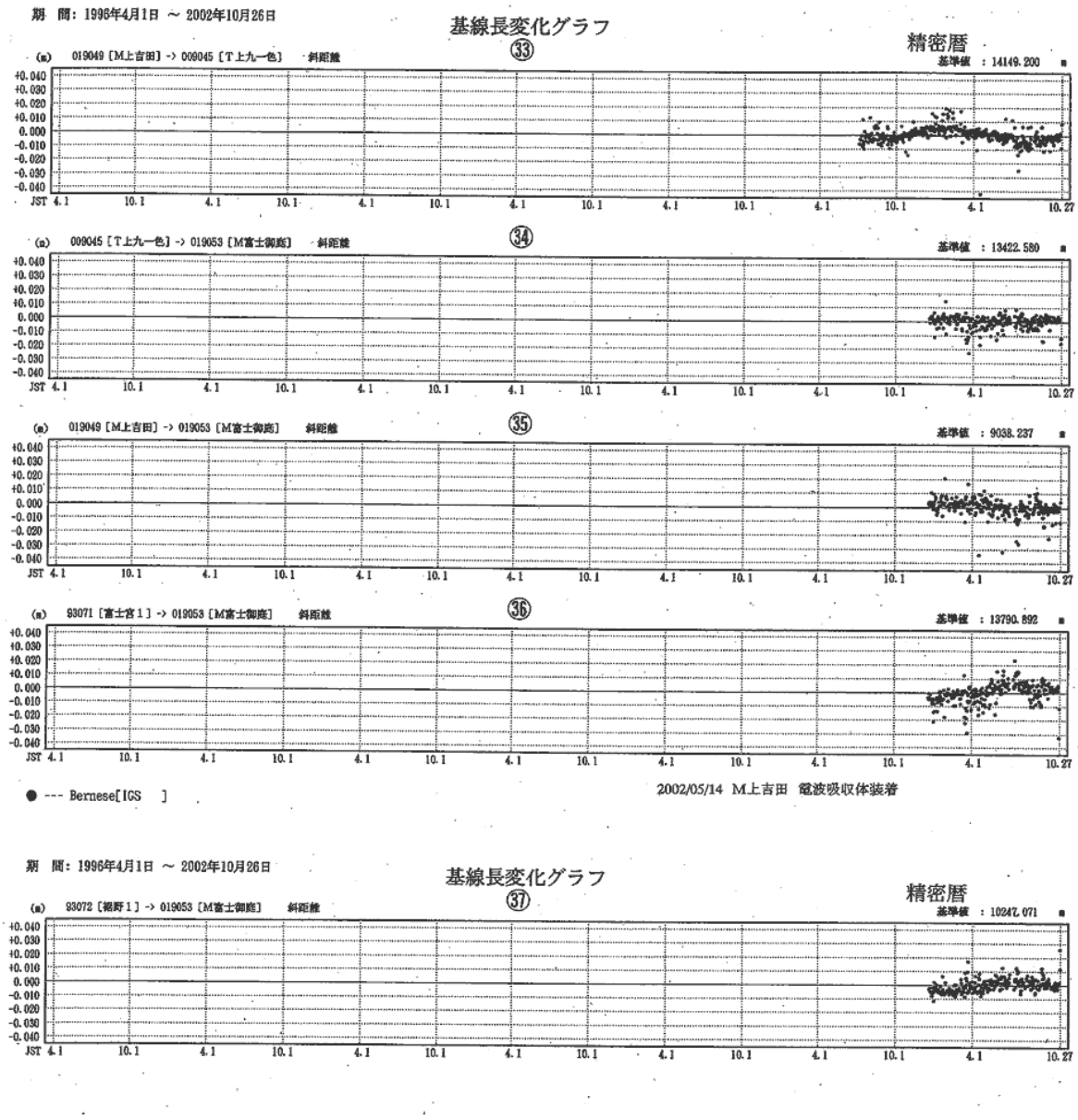
Fig.35　Results of Continuous GPS Measurements around Mt. Fuji and Hakone





第 36 図　富士山・箱根周辺の GPS 観測結果

Fig.36　Results of Continuous GPS Measurements around Mt. Fuji and Hakone



第 37 図　富士山・箱根周辺の GPS 観測結果

Fig.37　Results of Continuous GPS Measurements around Mt. Fuji and Hakone

富士山における重力変化

Gravity Change at Mt.Fuji

国　土　地　理　院

Geographical Survey Institute

１．はじめに

国土地理院では，富士山周辺の重力変化の検出を目的として，重力の絶対測定および相対測定を実施している．第 1 回目を 2001 年 5 月から 7 月にかけて，また第 2 回目を 2002 年 6 月に実施したので，今回はこの測定結果について報告する．

２．測定について

(１) 絶対測定

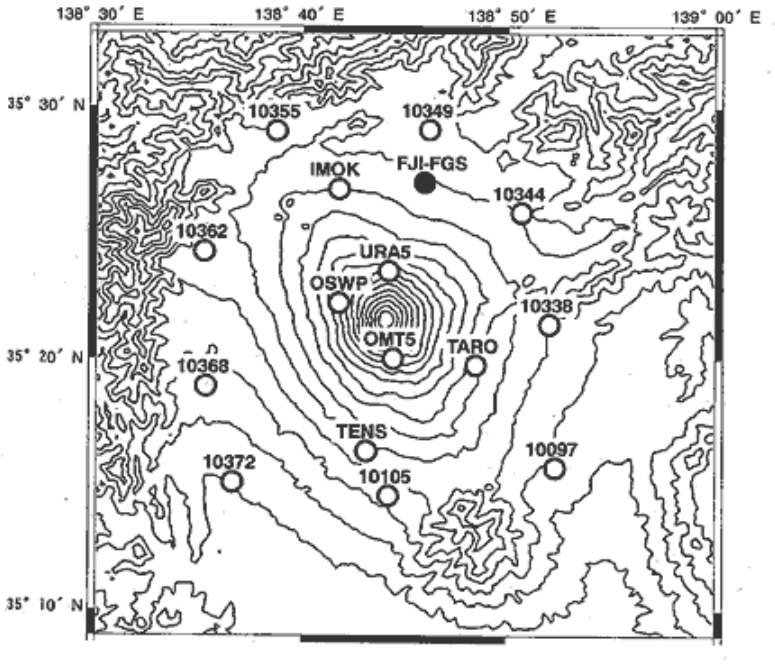
測定地点は第 1 図に●印で示す，2001 年 5 月に山梨県富士吉田市に設置した富士山基準重力点(Mt.Fuji FGS)である．使用器械は，Micro-g Solutions 社製の絶対重力計 FG5(シリアル番号#203)である．表 1 に測定結果，表 3 には各種補正に関する情報を示す．

(２)相対測定

測定地点は第 1 図に○印で示す，富士山麓に設置した 15 点である．使用器械は LaCoste & Romberg 重力計 2 台(G-118,G554 もしくは G583)である．表 2 に測定結果，表 4 には各種補正に関する情報を示す．

第 1 図　富士山重力測定点の位置

Fig.1　Site Location of Mt.Fuji Gravity Point



第 38 図　富士山重力測定点の位置

Fig.38　Site Location of Mt. Fuji Gravity Point

表１　富士山基準重力点における絶対重力値（絶対測定）

Table.1　Absolute Gravity Value at Mt. Fuji FGS (Absolute Gravity measurements)

重力単位：[mgal]

	測定年月日	器械番号	絶対重力値	有効落下数	標準偏差*
(Ⅰ)	2001年　7月　9日 ～ 7月 15日	#203	979565.8959 ± 0.0001	12906	0.0160
(Ⅱ)	2002年　6月　4日 ～ 6月 12日	#203	979565.9044 ± 0.0001	19484	0.0105
(Ⅱ)-(Ⅰ)			0.0085		

(*)有効落下データの標準偏差を表す.

表２　富士山麓測点における重力値（相対測定）

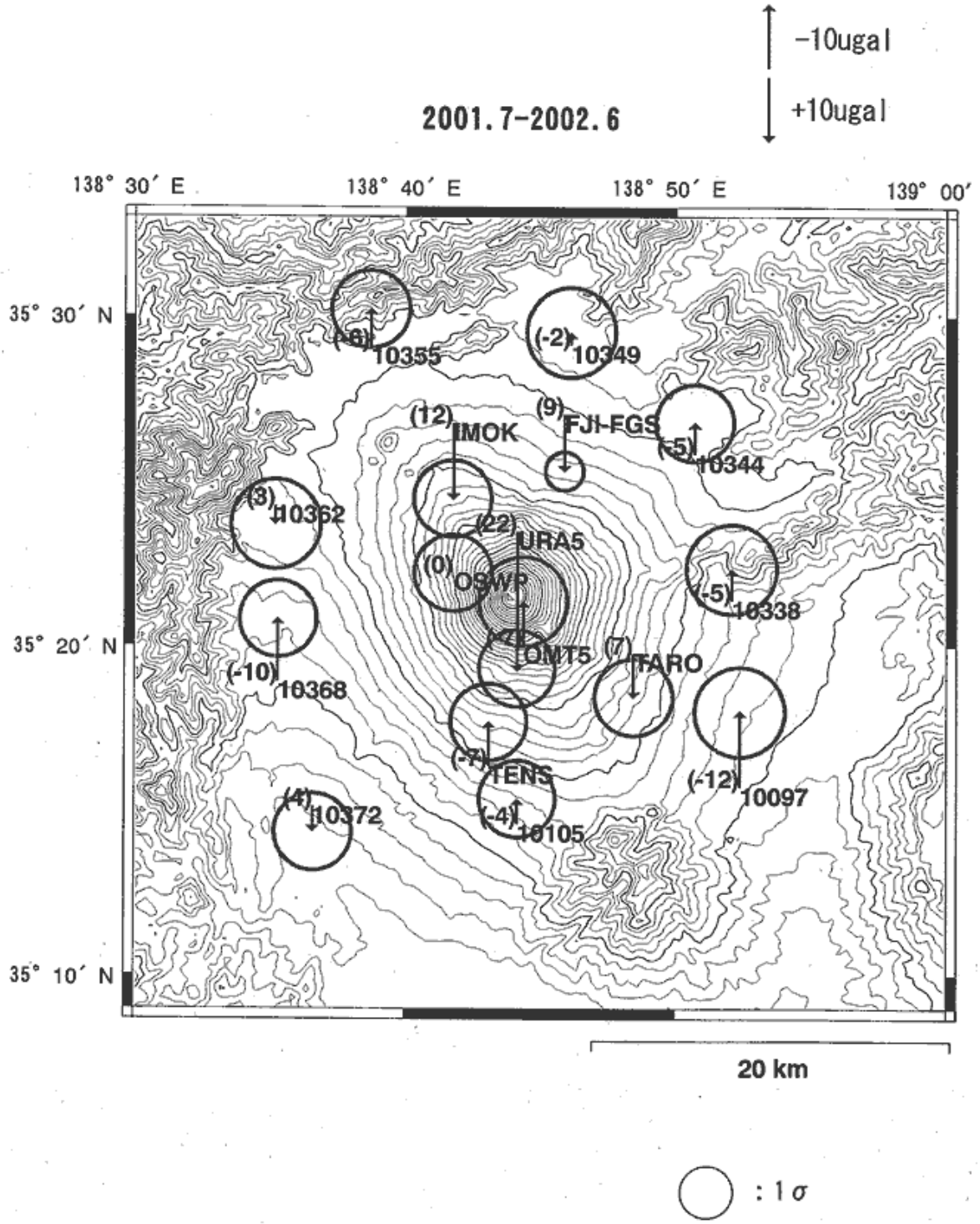
Table.2　Gravity Value around Mt. Fuji (Relative Gravity measurements)

重力単位：[mgal]

測点名称	測定期間:2001/5/24～7/13 使用器械:G118, G583		測定期間:2002/6/4～6/11 使用器械:G118, G554		(Ⅱ)-(Ⅰ)
	重力値(Ⅰ)	標準偏差	重力値(Ⅱ)	標準偏差	
URA5	979271.330	0.004	979271.352	0.005	0.022
OSWP	979326.903	0.004	979326.903	0.005	0.000
OMT5	979250.097	0.005	979250.090	0.005	-0.007
TARO	979506.317	0.004	979506.324	0.004	0.007
IMOK	979511.207	0.004	979511.219	0.005	0.012
TENS	979552.814	0.004	979552.807	0.004	-0.007
10349	979606.033	0.005	979606.031	0.005	-0.002
10355	979586.810	0.004	979586.804	0.005	-0.006
10344	979589.556	0.005	979589.551	0.004	-0.005
10362	979577.076	0.005	979577.079	0.005	0.003
10338	979620.434	0.005	979620.429	0.005	-0.005
10368	979638.210	0.004	979638.200	0.004	-0.010
10372	979696.927	0.005	979696.931	0.004	0.004
10097	979655.199	0.005	979655.187	0.005	-0.012
10105	979630.436	0.004	979630.432	0.004	-0.004

第 39 図　富士山の重力変化

Fig.39　Gravity Change at Mt. Fuji



第 40 図　富士山の重力変化

Fig.40　Gravity Change at Mt. Fuji

表３　各種補正情報（絶対測定）

Table.3　Auxiliary Information (Absolute Gravity measurements)

測定点	FJI-FGS
緯度，経度，標高	35.4533°N**，138.7631E**，1040m
器械高補正	重力値は標識の上面から 1.300m 直上に化成 重力鉛直勾配 dg/dh=-0.3017mgal/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	アドミタンス 0.0003mgal/hPa 標準大気圧は標高に基づき，894.39hPa
極運動補正	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	GOTIC2 (Ver.2001.05.16)

(**)緯度，経度は世界測地系に基づく値

表４　各種補正情報（相対測定）

Table.4　Auxiliary Information (Absolute Gravity measurements)

観測法		往復観測
器械高補正		重力値は標識の上面に化成した値 重力鉛直勾配 dg/dh=-0.3086mgal/m
基準とした重力値		富士山基準重力点の平均重力値
固体潮汐 δ ファクター		1.20
気圧補正		補正なし
測点緯度**・経度**・標高	URA5	35.3947°N，138.7325E，2300m
	OSWP	35.3739°N，138.6925E，2020m
	OMT5	35.3367°N，138.7333E，2380m
	TARO	35.3328°N，138.8044E，1280m
	IMOK	35.4492°N，138.6922E，1236m
	TENS	35.2758°N，138.7147E，1001m
	10349	35.4889°N，138.7658E，862m
	10355	35.4875°N，138.6425E，967m
	10344	35.4339°N，138.8417E，990m
	10362	35.4075°N，138.5844E，879m
	10338	35.3597°N，138.8642E，795m
	10368	35.3181°N，138.5861E，516m
	10372	35.2550°N，138.6081E，212m
	10097	35.2653°N，138.8692E，543m
	10105	35.2464°N，138.7328E，663m

(**)緯度，経度は世界測地系に基づく値

第 41 図　富士山の重力変化

Fig.41　Gravity Change at Mt. Fuji