

3-6 相模湾周辺におけるGPS観測（第2報）

The GPS Campaign around the Sagami Bay, South Kanto, Japan (2)

GPS 大学連合

The Japanese University GPS Consortium for GPS Research

1. まえがき

前報¹⁾に引き続き、GPS 大学連合が1990年12月までに相模湾周辺において実施したGPS合同観測の結果について報告する。本地域では1988年12月を第1回として^{2),3)}、1989年12月に第2回、1990年12月に第3回の観測を実施した。この間1989年7月には伊東沖噴火活動に伴う臨時の小規模な観測を実施している。第3回目の観測は火山研究者グループによる三宅島合同集中観測と協同して観測を実施した。本報告では相模湾周辺での観測結果に限定して述べる。

第3回目の観測には北海道大学、東北大学、茨城大学、千葉大学、東京大学、静岡大学、名古屋大学、京都大学が参加した。使用したのはWM102とTrimble 4000SDの2機種である。

この3年間の観測で特筆されるのは、この間に様々な観測条件（受信器の性能、衛星の分布等）の改善が見られ、基線解析の解の精度が向上してきたことである。また、観測や解析における各種ノウハウが蓄積され、全体として0.1~0.3ppm程度の短期再現性が得られるようになった。

2. WM102による成果

第1図に第3回目のWM102の観測点を示す。図中△は第1回目だけの観測であり、基線の比較ができない。●は3年間を通じて観測が実施された点であり、■は第2回と第3回の観測で観測を実施した点である。3年間観測したとはいえ、第1回目の観測では1周波の受信器WM101が使われており、誤差が大きいと考えられている。そこで、ここでは第2回目と第3回目の観測結果から得られた基線長変化に注目する。

第2図は解析に用いられた基線で、総数45本である。第3図に全基線の基線長とその変化を示す。全体としてやや伸びの傾向にある。但し、解析はいずれも予備的なものであり、今後多少解が変更されることがありうるということに注意しておく。第4図は変化量の大きな基線を示したものである。全般に南北の基線（特に丹沢と南伊豆の点を含む基線）で伸びが大きく、東西の基線で縮みが大きい傾向にある。第5図は2年間の資料から自由網平均を行って各観測点の変位ベクトルを求めたものである⁴⁾。また、第6図は観測点が密集している観測網北部の地域をグリッドに分割し、各グリッド内の主歪を求めたものである。ほぼ南北の伸びと東西の縮みが卓越していることがわかる。また、第7図はグリッド内の面積歪を示す。領域内の北西部に正の面積歪の大きい地域のあることがわかる。

ここで示した結果はわずか2年間のものであり、より詳しい地殻変動の議論にはもう少し資料を待ちたいところであるが、上記の結果は次に述べるTrimbleによる結果と調和的であり、実際に地殻変動を表出している可能性も否定できない。この程度の観測網では各観測での内部誤差や短期再現性が2~3mm以下になることも多く、むしろ三脚の設置の誤差などが気になる場所である。

3. Trimbleによる成果

Trimble は第 1 回目から 2 周波の受信器を用いており 3 年間の成果から傾向を WM102 より詳しく知ることができる。但し、第 1 回目では衛星の配置があまり良くなく、やはり解の精度がそれ以降に比べやや劣ることを注意しておきたい。第 8 図は Trimble による観測点網である。図中黒丸が 3 回共観測が実施された点である。第 9 図は第 2 回目及び第 3 回目の短期再現性である。精度が着実に向上し、第 3 回目では平均してほぼ 0.1ppm、ほとんどの基線で 0.3ppm 以下になっていることがわかる。なお、解析には積分位相差法 (Triple difference) を用い観測中に更新された衛星暦を用いている。

第 10 図から第 13 図は主な点から放射状にひいた基線の基線長変化と変化率を示す。第 10 図は野島崎からの基線であり、ほぼすべての基線で縮みが卓越している。第 11 図は小田原中心、第 12 図は小室山中心の基線である。一見してわかるのは南北の基線で伸び、東西基線で縮みを示していることである。第 13 図は静岡中心の基線であるがやはり南北または北東-南西の基線で伸び、東西の基線で縮みの傾向が見られる。

次に、近似した歪速度が観測網として矛盾した結果になっていないか検討する。第 14 図で示したのは東西及び南北の基線について何通りかの解析結果を比較したものである。長い基線を直接解析した結果が短い基線を経由して解析した結果を足し合わせたものとよい一致を示していることがわかる。

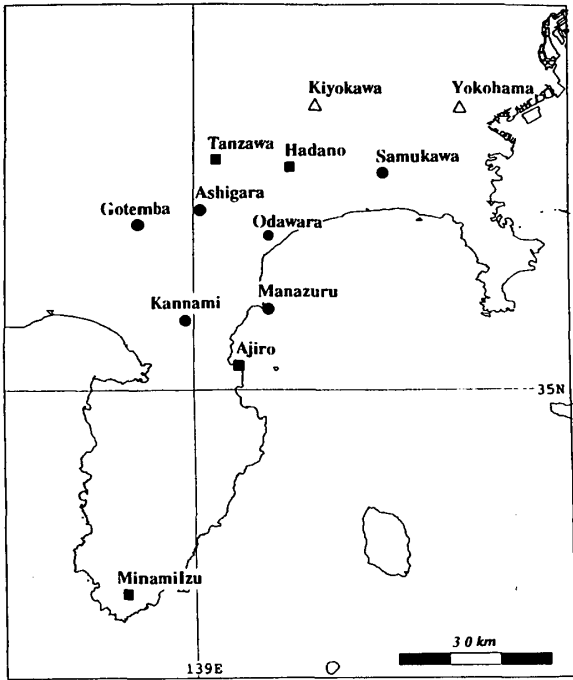
第 15 図は相模湾をとりかこむ基線についての歪速度を示す。全体として南北または北東-南西方向の伸び、それに直交する方向での縮みの傾向が見て取れる。特に相模湾を横断する基線で歪の速度が大きいようである。歪速度は全般に 0.3~0.6ppm で数十年の平均値よりもかなり大きい。これは長期観測による平均効果がまだ十分あらわれていないことや、サンプル数が少ないため各観測における誤差の影響が大きいと思われる。

4. まとめ

1988 年から 3 年間実施した相模湾 GPS 合同観測で、資料の蓄積が十分とはいえないものの地殻変動と思われる基線長変化が見えはじめている。特に南北または北東-南西の伸びとそれに直交する方位の縮みが見られるようである。今後さらに観測を繰り返すことにより、1~2 年単位での地殻変動の様子が明らかになるものと期待される。

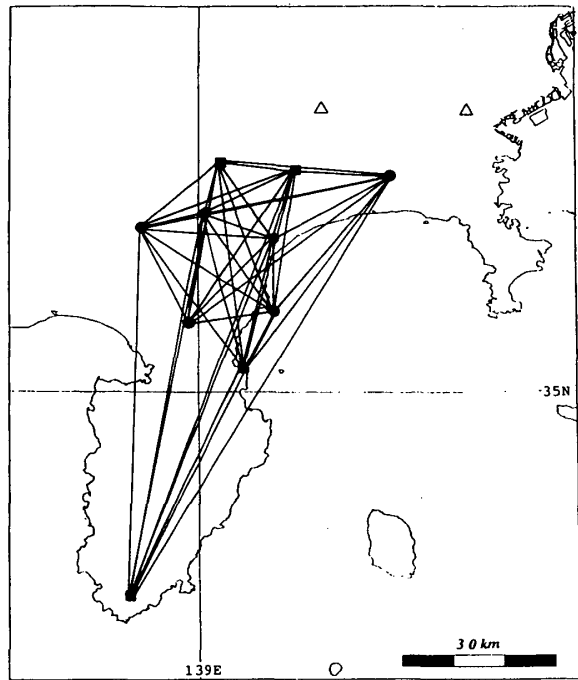
参 考 文 献

- 1) GPS 大学連合：相模湾における GPS 観測 (序報)，地震予知連絡会報，Vol. 42，159-168，1989
- 2) GPS 大学連合：相模湾周辺における GPS 観測—相模湾 GPS8812—報告，126pp，1989
- 3) 村田一郎，他：相模湾周辺における GPS 観測 (概論)，測地学会誌，Vol. 36，23-36，1990
- 4) Chen, G., and T. Kato, A method for calculating strain field from GPS observations, submitted to the Proceedings of the Japanese Symposium on GPS (1991).



第1図 相模湾GPSにおける
WM102の観測点

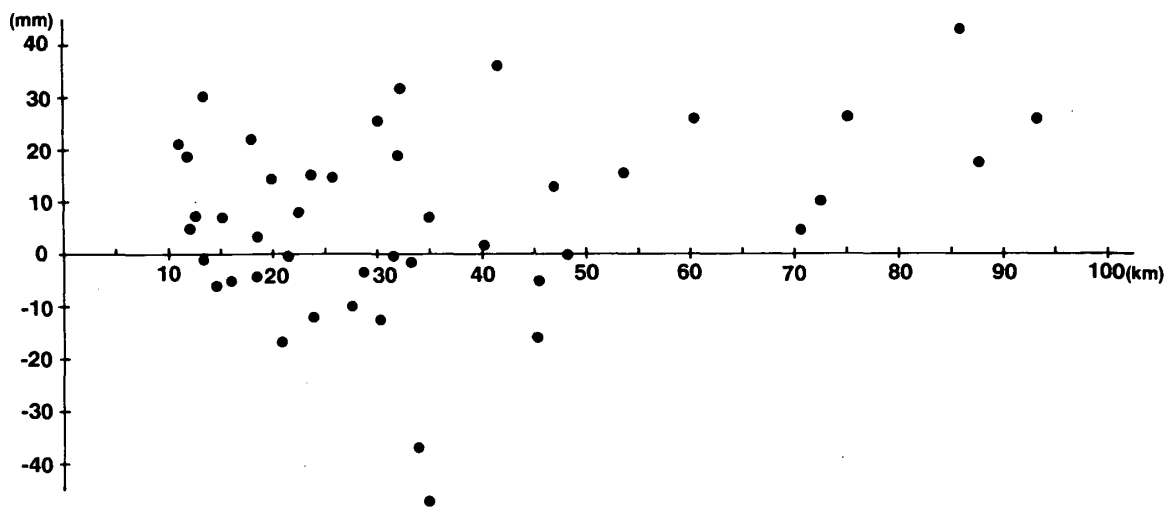
Fig. 1 WM102 stations for the Sagami Bay GPS Campaign. Open triangles are the stations occupied only in 1988; closed rectangular are those occupied in 1989 and 1990; closed circles are those occupied in 1988, 1989, and 1990, respectively.



第2図 WM102による基線長変化
('89-'90) の推定を行った基線 (45本)

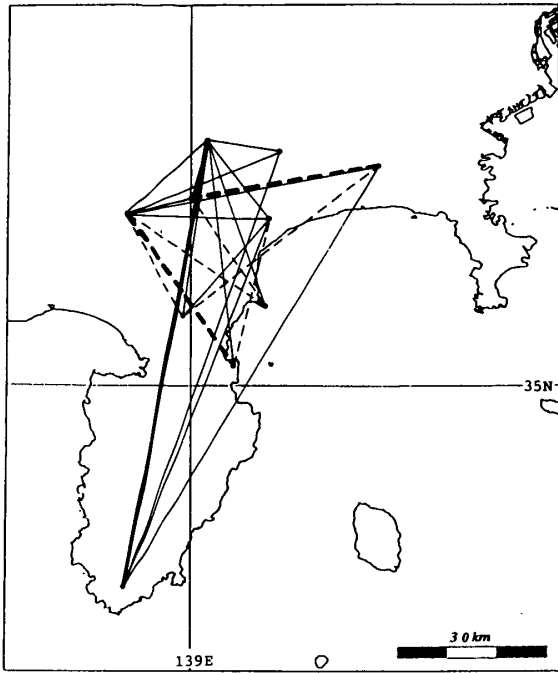
Fig. 2 Baselines of WM102 used for baseline analysis. 45 in total.

Baseline length vs. distance change(1989-1990)



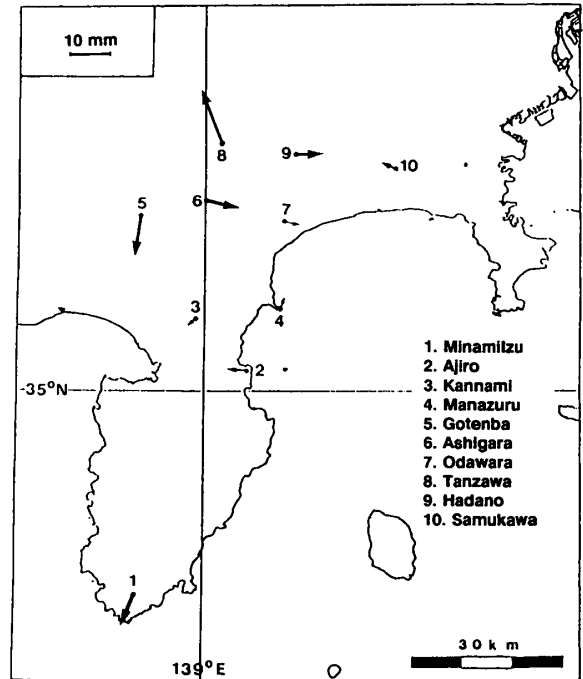
第3図 WM102による各基線の基線長変化 (1990-1989)

Fig. 3 Baseline length changes between 1989 and 1990 for WM102.



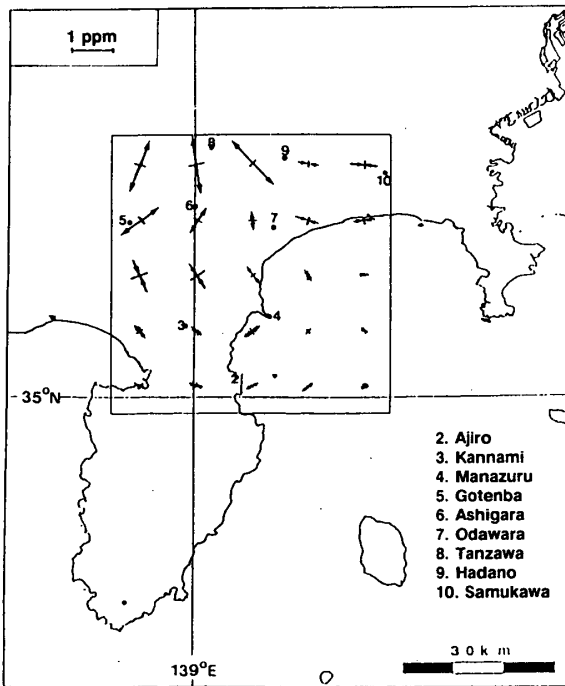
第4図 基線長の変化量の大きな基線
 (太実線: >+30mm; 細実線: >+10mm;
 細破線: <-10mm, 太破線: <-30mm)

Fig. 4 Baselines that shows large baseline length changes. Bold solid line: >+30 mm; thin solid line: >+10 mm; thin broken line: <-10 mm; bold broken line: <-30 mm.



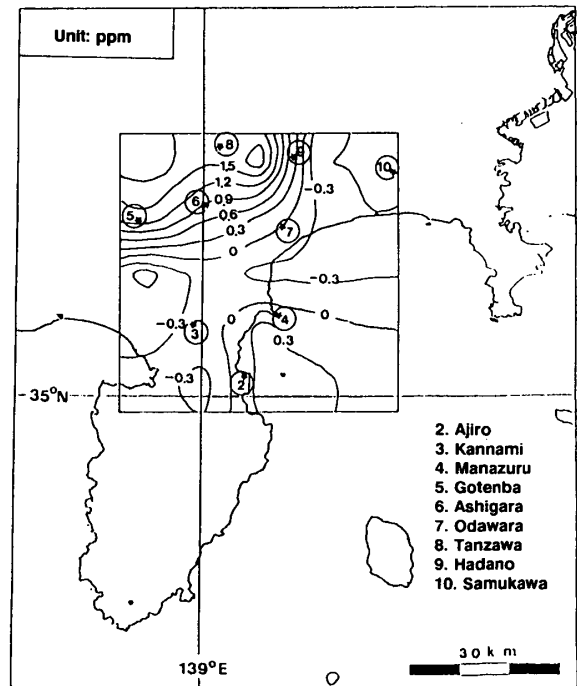
第5図 2年間の変位から網平均によって求めた各点の変位

Fig. 5 Displacement vectors estimated from baseline length changes using free network adjustment.



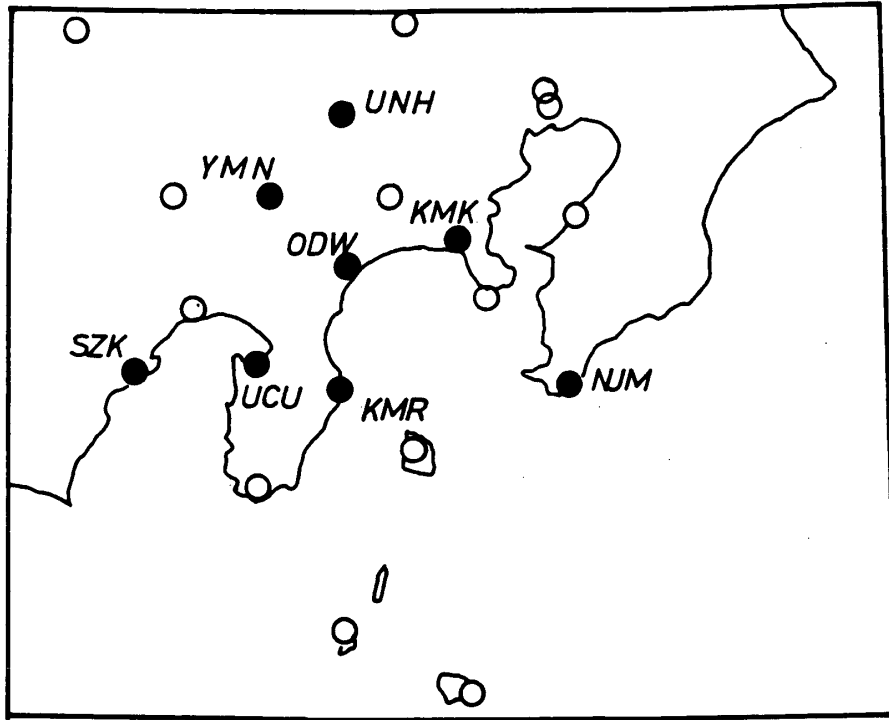
第6図 図5に基づくグリッド内の主歪
 (実線は縮みを示す)

Fig. 6 Principal axes estimated in each grids. Strains are assumed as uniform within each grid.



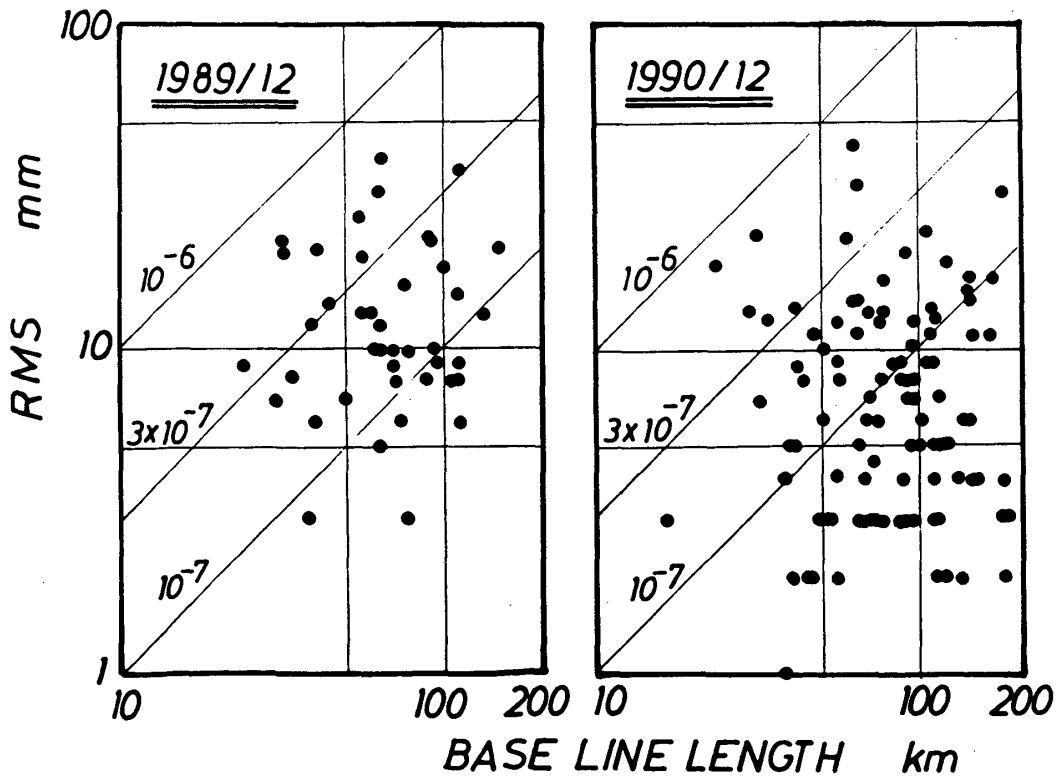
第7図 図5に基づくグリッド内の面積歪 (+が面積拡大, -が縮小)

Fig. 7 Dilatations estimated in the area.



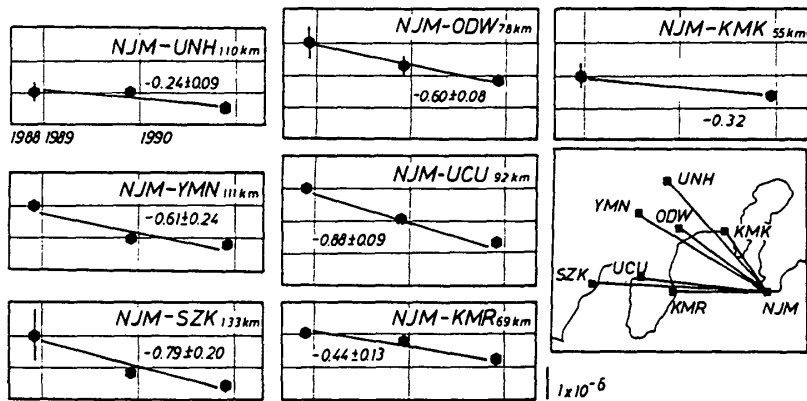
第 8 図 相模湾 GPS における Trimble の観測点。●印は 3 年間観測が実施された点。白丸はその他の点

Fig. 8 Trimble 4000SD stations for the Sagami Bay GPS campaign. Closed circles denote stations where three years of observations were conducted.



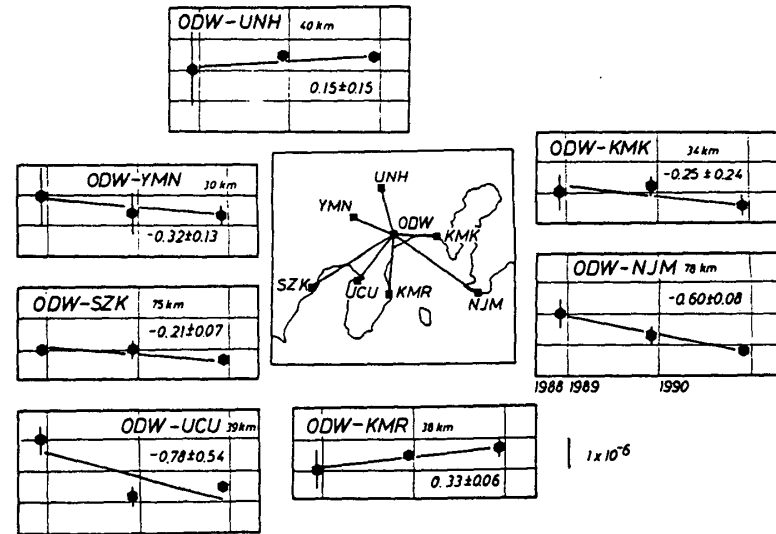
第 9 図 1989年及び1990年の観測における短期再現性

Fig. 9 Daily scatter (r.m.s.) in baseline length estimates in 1989 (left) and in 1990 (right).



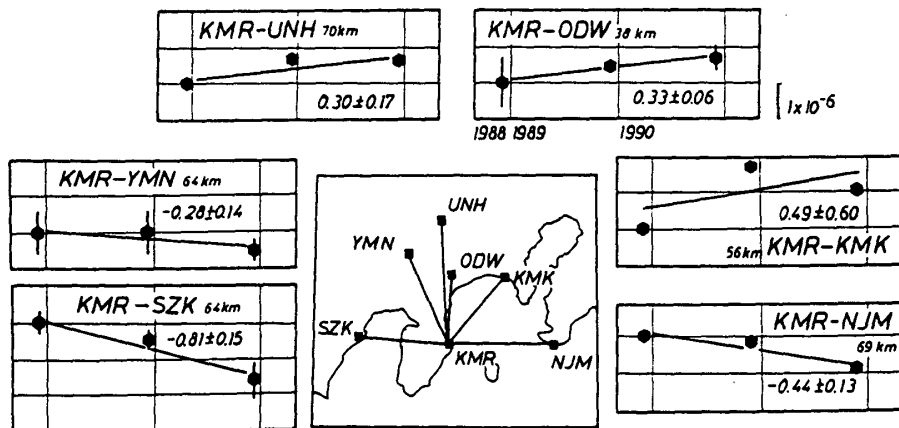
第10図 野島崎中心の基線における基線長変化

Fig. 10 Strain accumulation for baselines radiated from Nojizaki.



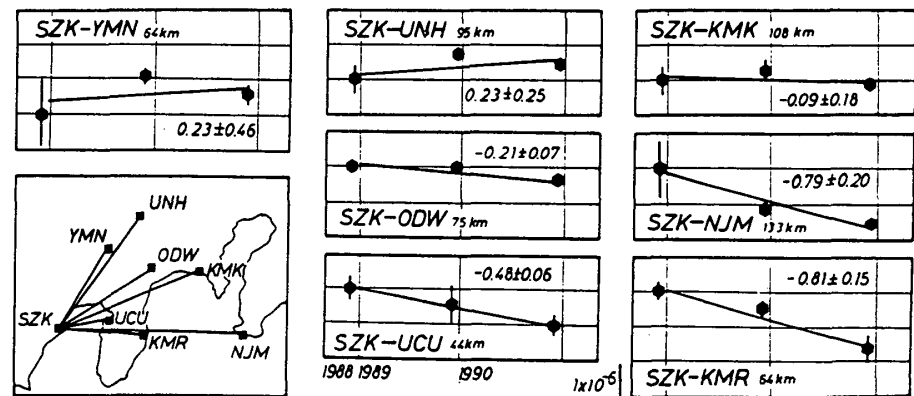
第11図 小田原中心の基線における基線長変化

Fig. 11 Strain accumulation for baselines radiated from Odawara.



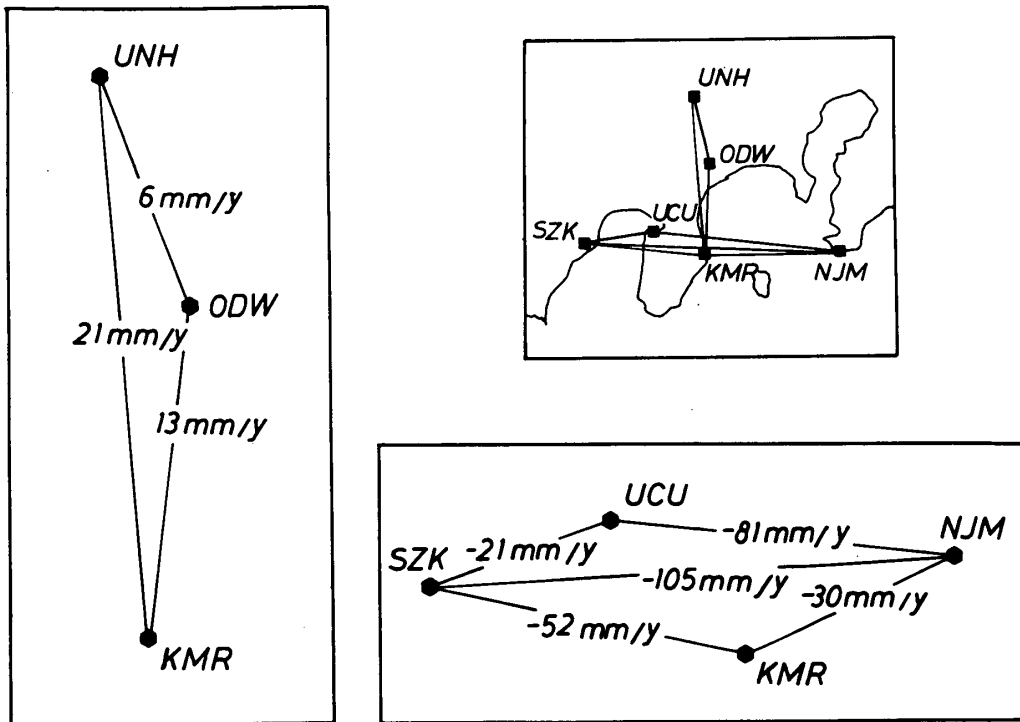
第12図 小室山中心の基線における基線長変化

Fig. 12 Strain accumulation for baselines radiated from Komuroyama.



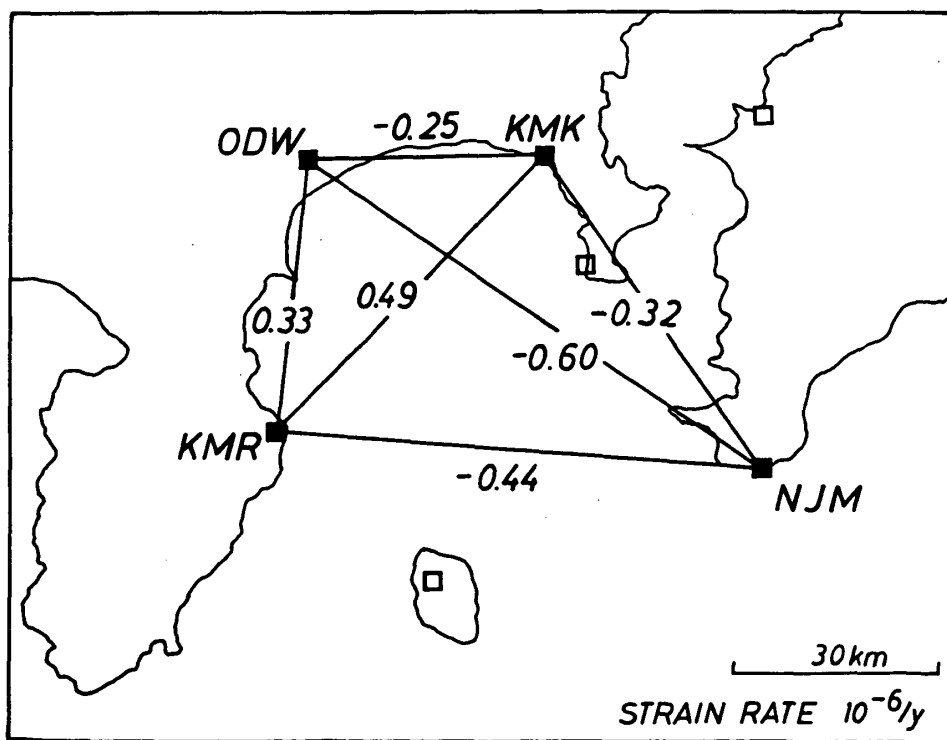
第13図 静岡中心の基線における基線長変化

Fig. 13 Strain accumulation for baselines radiated from Shizuoka.



第14図 東西及び南北基線における歪速度の比較

Fig. 14 Comparison of deformation rates of short and long distance baselines for NS (left) and EW (bottom) baselines.



第15図 相模湾をとりまく基線における基線長変化速度

Fig. 15 Strain rates for the baselines around and across the Sagami Bay.