

2 - 2 東北地方の地殻変動

Crustal Movements in the Tohoku District

国 土 地 理 院
Geographical Survey Institute

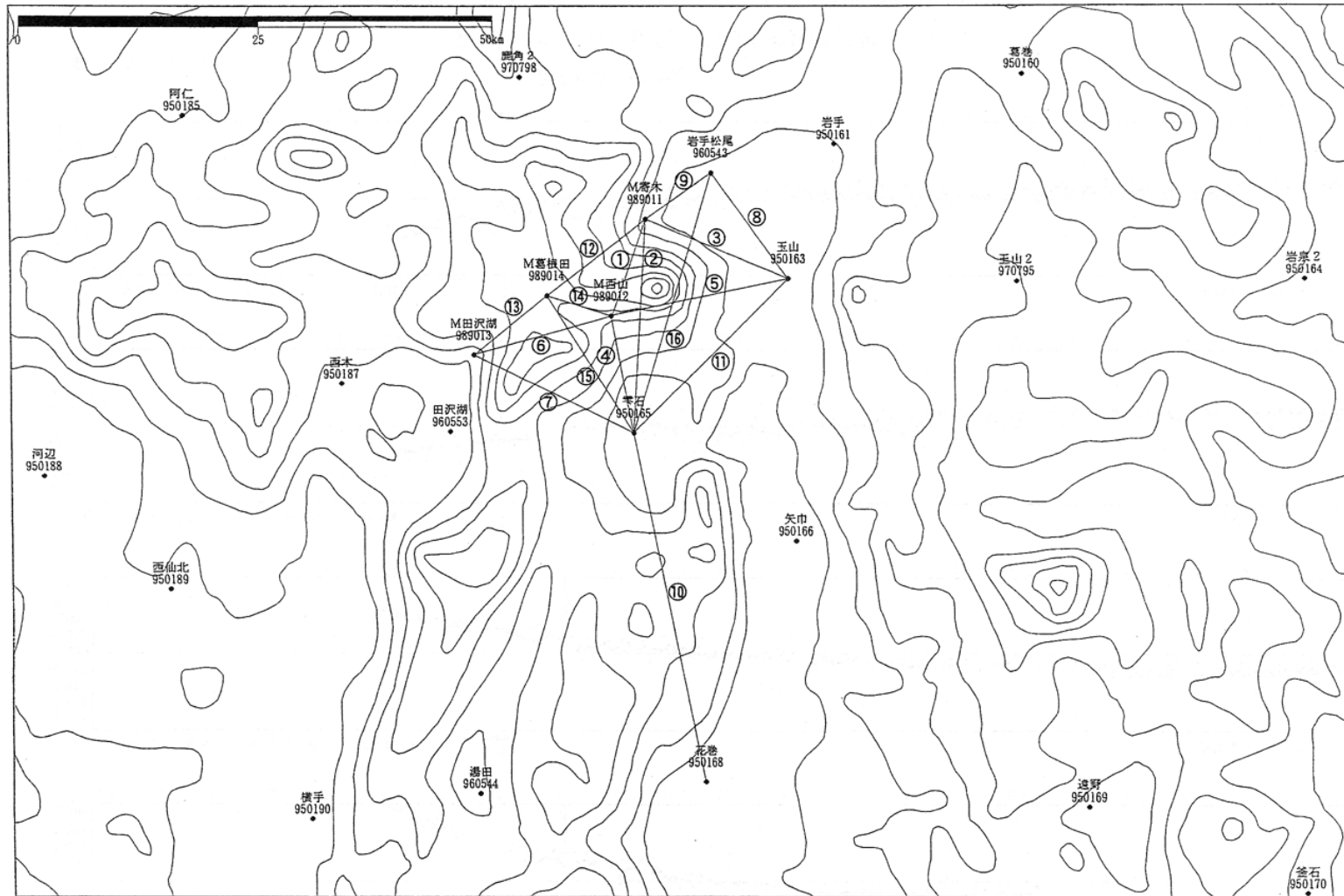
第1図は、岩手山周辺のGPS連続観測結果である。第1-図(1)～第1-図(5)は、岩手山周辺において実施している2周波受信機によるGPS連続観測結果である。第1-図(1)は観測点の配点図である。1998年3月頃から岩手山周辺の定常GPS連続観測点に変動が現れ始めたため、6月から臨時観測点を設置して観測を強化した。観測点名の前にMがついている点は、活動の活発化以降に設置した観測点である。3月から8月頃にかけて岩手山の南北方向の拡張を示す基線長の変化が続いていたが、9月3日に岩手県内陸北部地震が発生し、いくつかの基線にコサイスミックな変動が現れた。最近では、多くの基線で変化が停止したように見えるが、M寄木-M西山、玉山-M寄木、M西山-M田沢湖等、岩手山の西側において、量的には小さいながらも変動が継続している基線がある。

第2-図(1)～第2-図(3)は、岩手山周辺に配置した1波のGPS観測結果である。これらの点では、太陽電池と風力発電を装備し、衛星通信を利用して観測データの転送する独立運用型のGPS連続観測装置(1波)により観測を行っている。第2-図(1)は、観測点の配置を示した配点図である。標高の高い点に設置していること、1波であること、日照の少ない期間は動作が停止することなどから、通常の連続観測に比べると、解析結果のばらつきがやや大きい。また、姥倉山に設置した観測点では、99年3月と5月にステップ状の変化が見られ、特に5月の変動は5月22日の最大余震との関係が問題となるが、これらのステップは、この観測点だけで見られており、真の地殻の変動か観測点の安定性の問題に起因するものか決定的な判断材料がない。

第3-図(2)～第3-図(4)は、第3-図(1)に示すように岩手山の尾根沿いに設置した光波自動辺長観測装置(APS)の観測結果である。冬季間は積雪、天候不良等のためほとんど欠測となった。積雪、強風等により観測機材が傾斜した反射点があり、固定方法をより強固なものに変更した。1999年7月以降も基線の伸張が続いているように見える。これは、第1図のGPS連続観測結果に現れている岩手山西側の地殻変動の継続とも調和的である。

第4図および第5図は、岩手山麓における全磁力連続観測結果並びに干渉SARによる岩手県内陸北部の地震に伴う微小断層変位検出結果である。詳細はそれぞれの図の説明を参照されたい。

GPS連続観測 岩手山周辺基線図



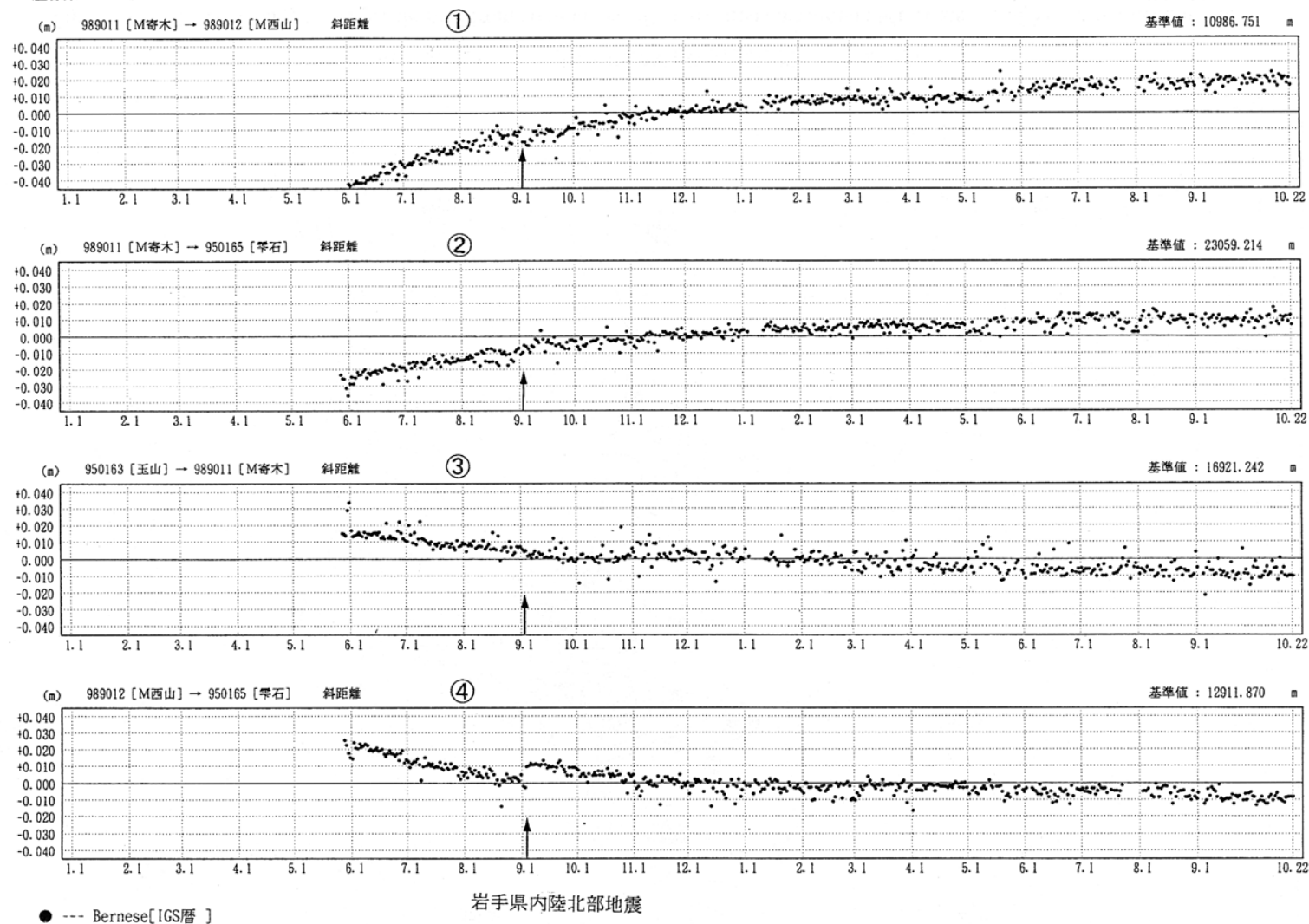
第1 図-(1) 岩手山周辺 GPS 連続観測結果 (1):配点図

Fig.1-(1) Baseline length changes derived from continuous GPS measurements around Mt. Iwate (1 of 5) : Site Location Map.

期 間：1998年1月1日 ～ 1999年10月22日
座標系：WGS84

基線長変化グラフ

精密暦



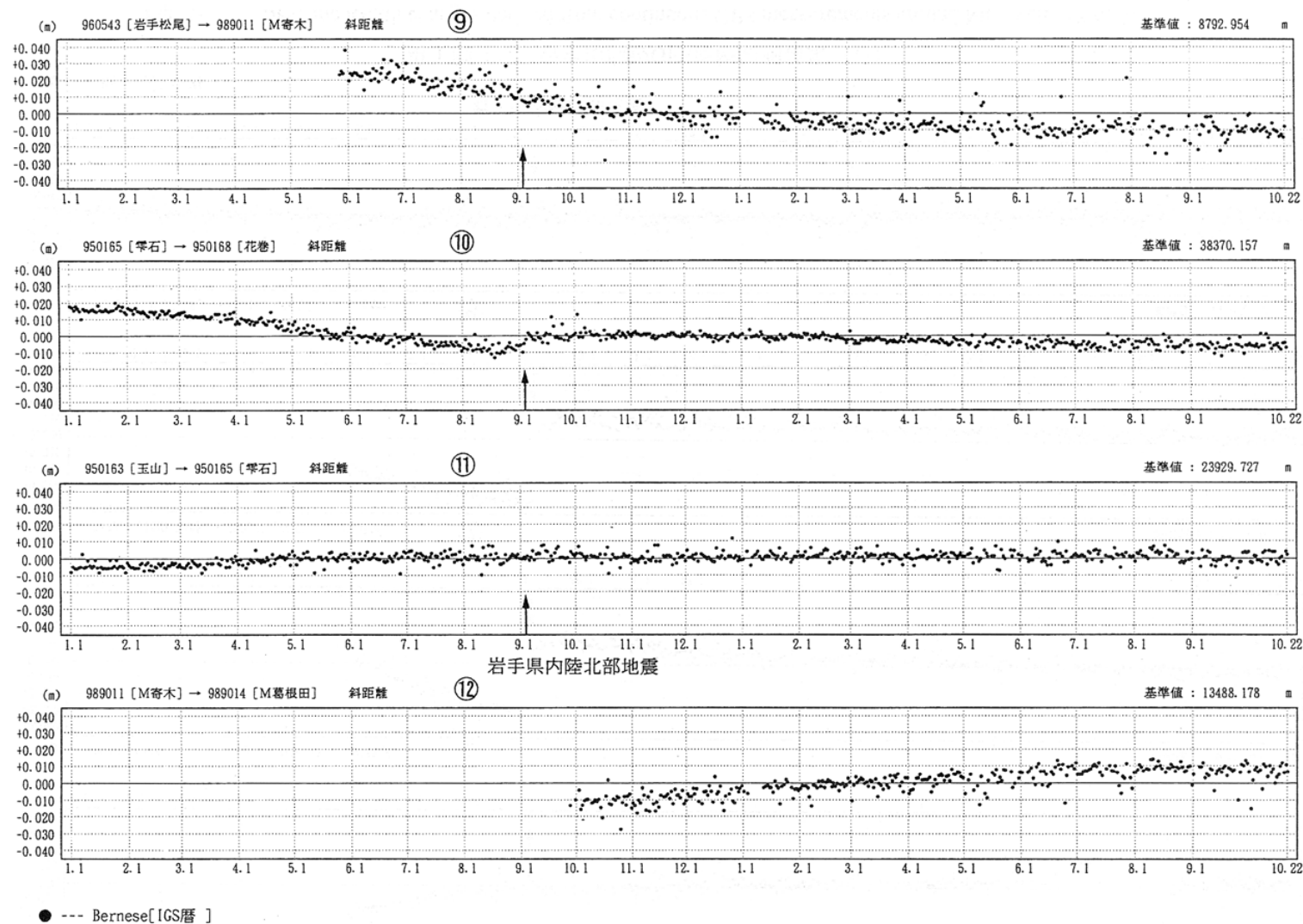
第1 図-(2) 岩手山周辺 GPS 連続観測結果 (2)

Fig.1-(2) Baseline length changes derived from continuous GPS measurements around Mt. Iwate (2 of 5).

期 間: 1998年1月1日 ~ 1999年10月22日

基線長変化グラフ

精密暦



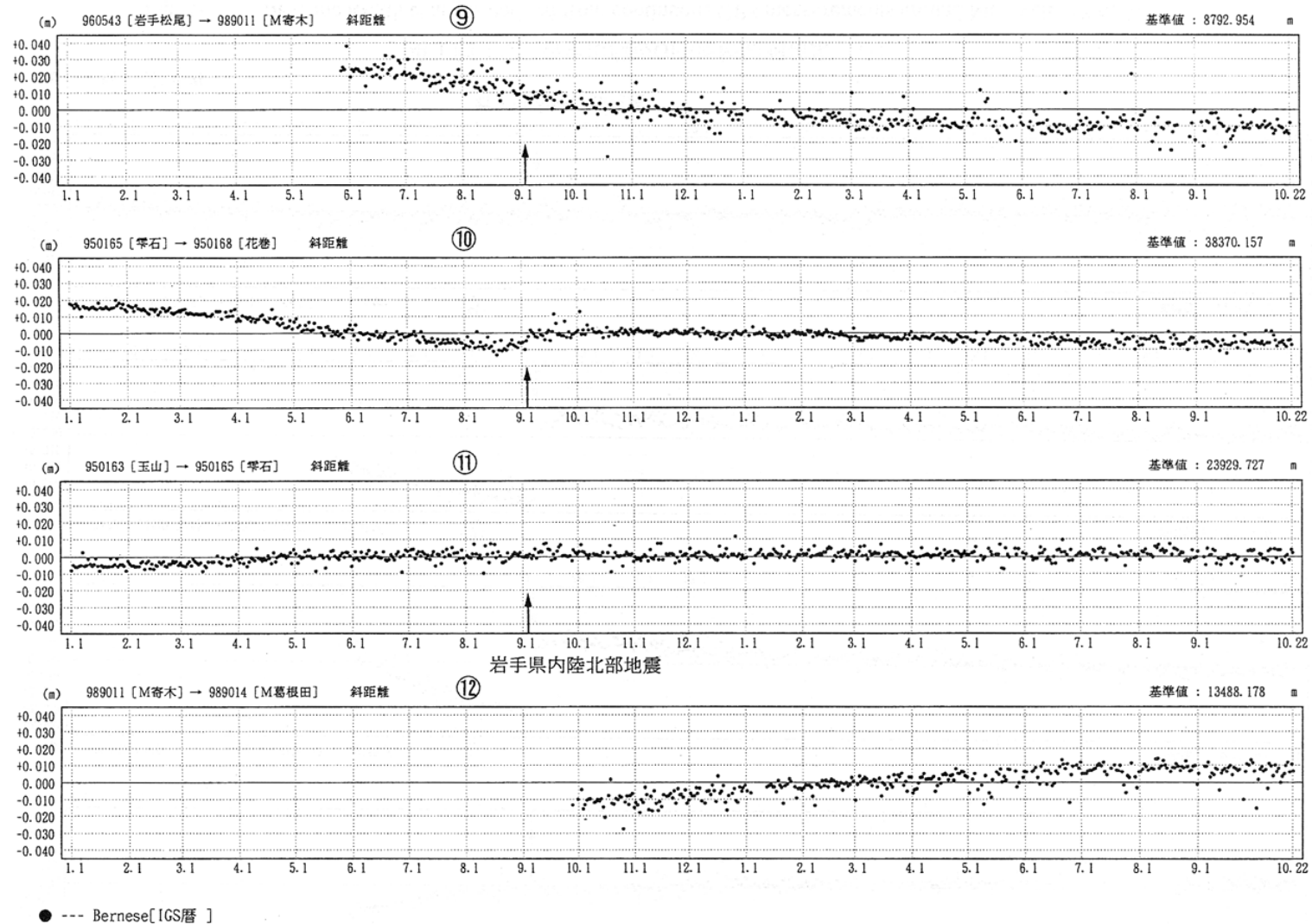
第1 図-(3) 岩手山周辺 GPS 連続観測結果 (3)

Fig.1-(3) Baseline length changes derived from continuous GPS measurements around Mt. Iwate (3 of 5).

期 間: 1998年1月1日 ~ 1999年10月22日

基線長変化グラフ

精密暦



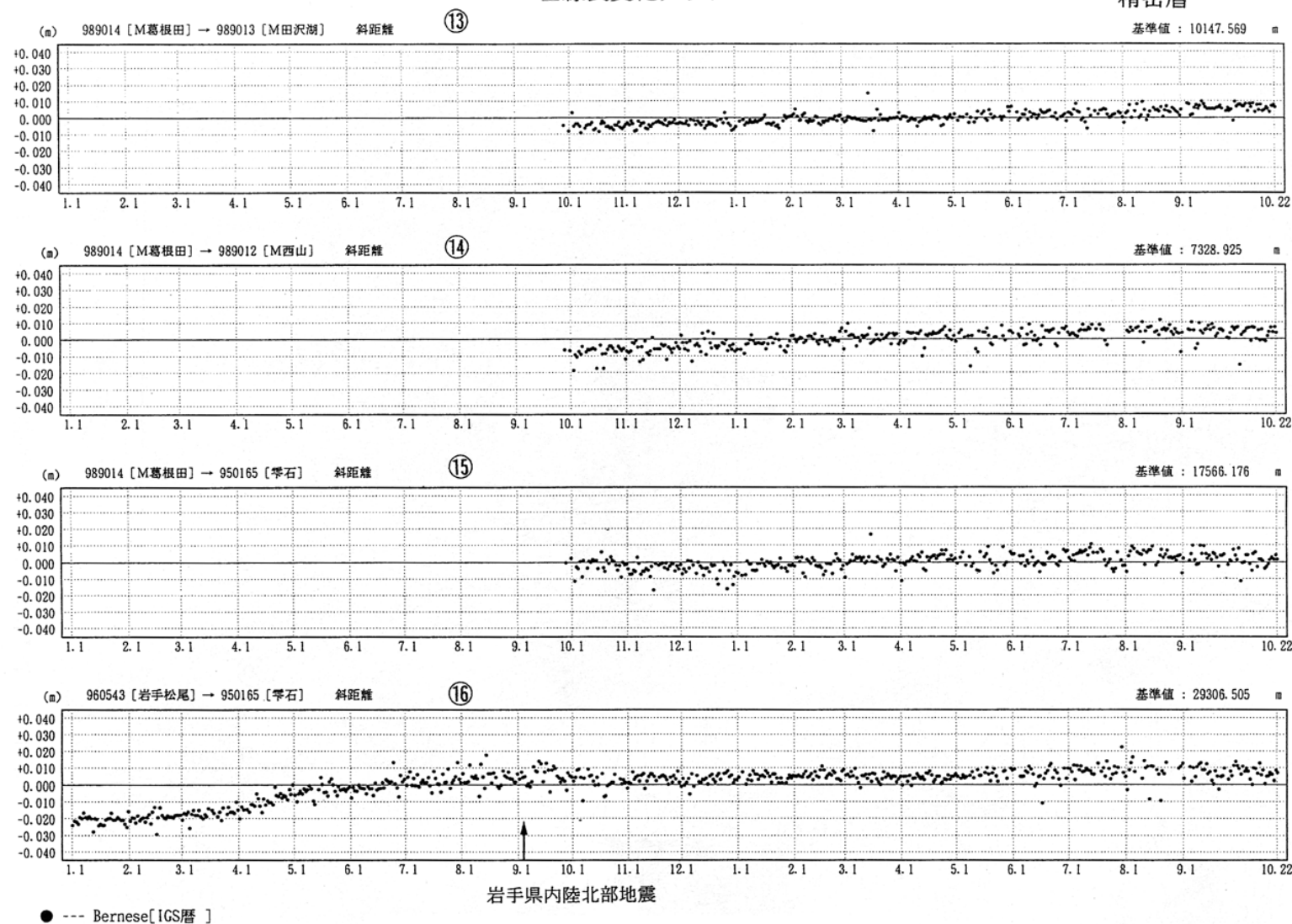
第1 図-(4) 岩手山周辺 GPS 連続観測結果 (4)

Fig.1-(4) Baseline length changes derived from continuous GPS measurements around Mt. Iwate (4 of 5).

期 間：1998年1月1日 ～ 1999年10月22日

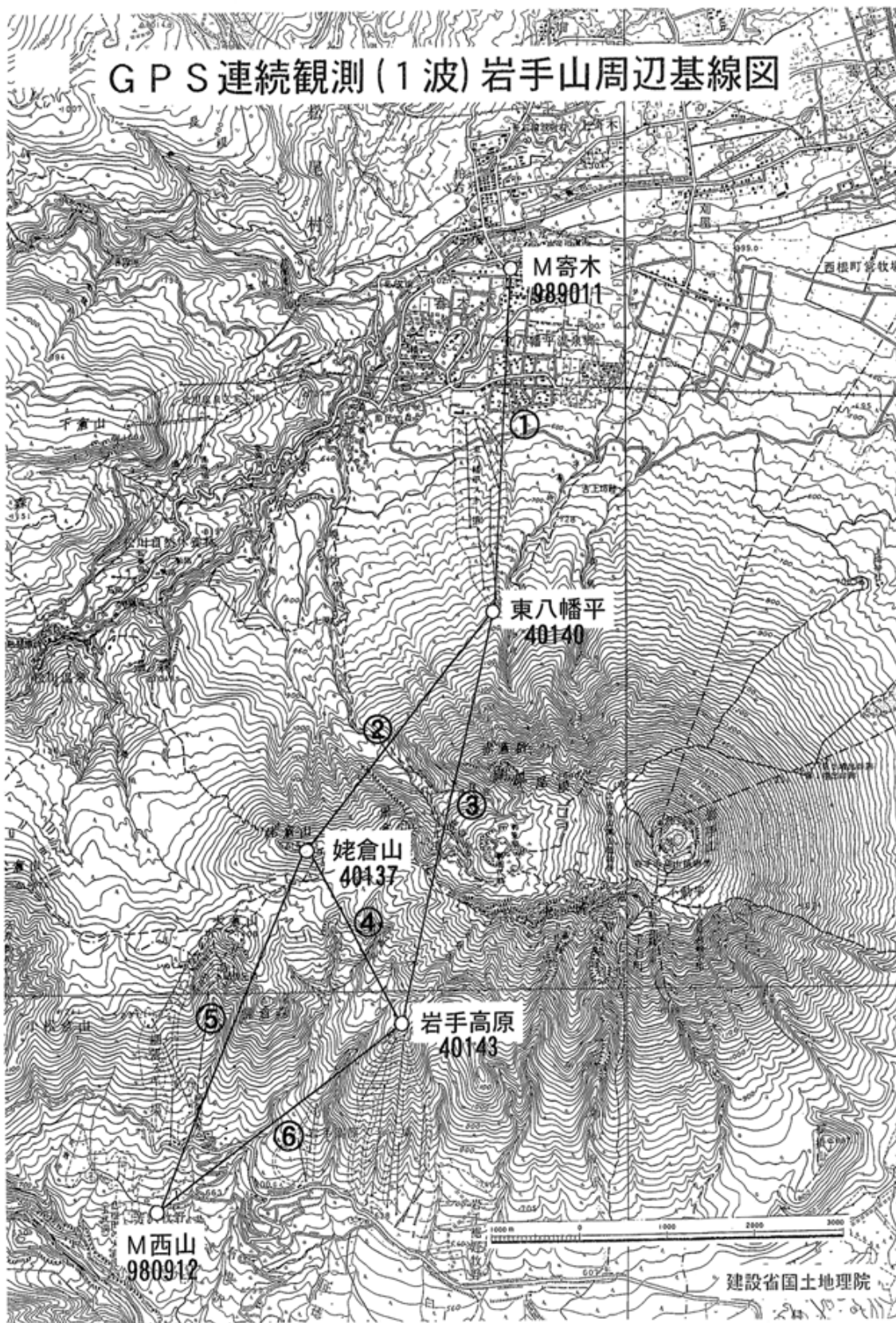
基線長変化グラフ

精密暦



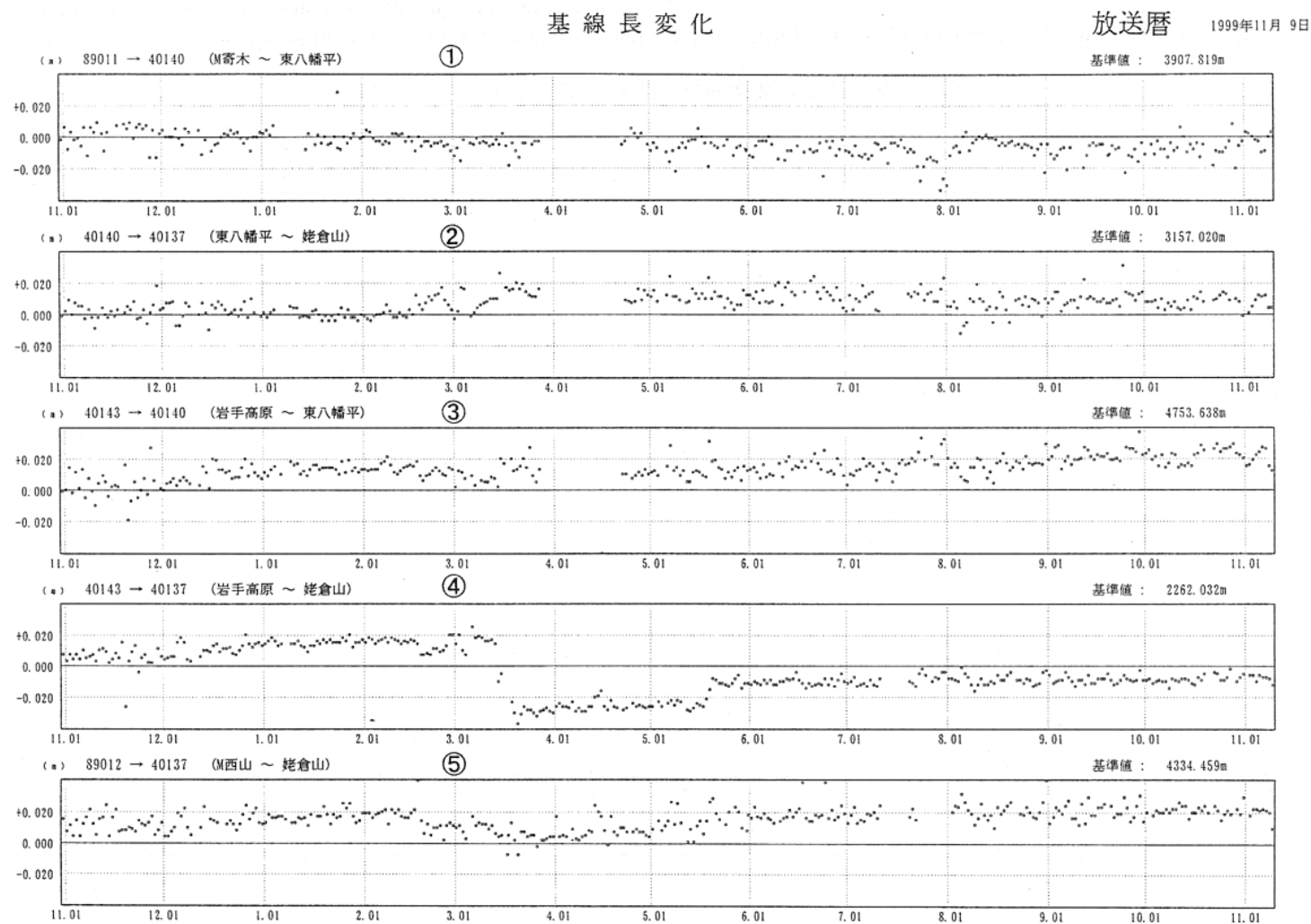
第1 図(5) 岩手山周辺 GPS 連続観測結果 (5)

Fig.1-(5) Baseline length changes derived from continuous GPS measurements around Mt. Iwate (5 of 5).



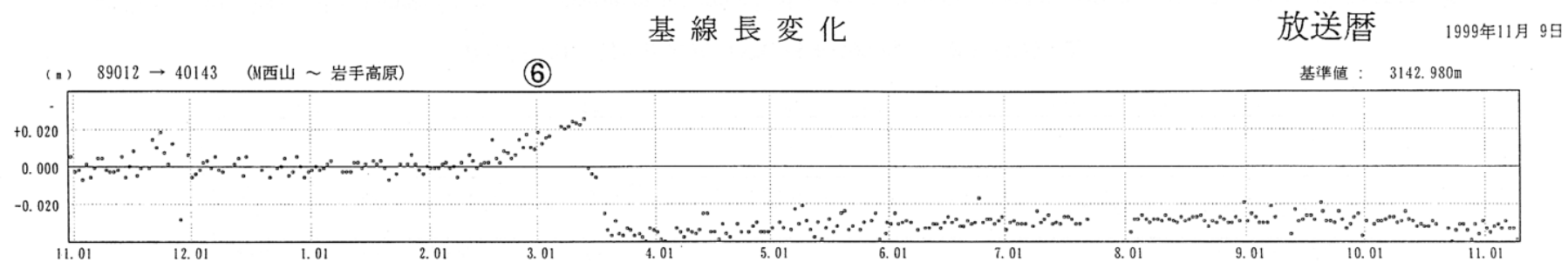
第2 図(1) 岩手山周辺自立 GPS 連続観測(1 波)結果 (1)

Fig.2-(1) Results of GPS(single frequency) measurements around Mt. Iwate using self-supporting data acquisition system with solar panels ,windmill generator and satellite communication capability (1 of 3).



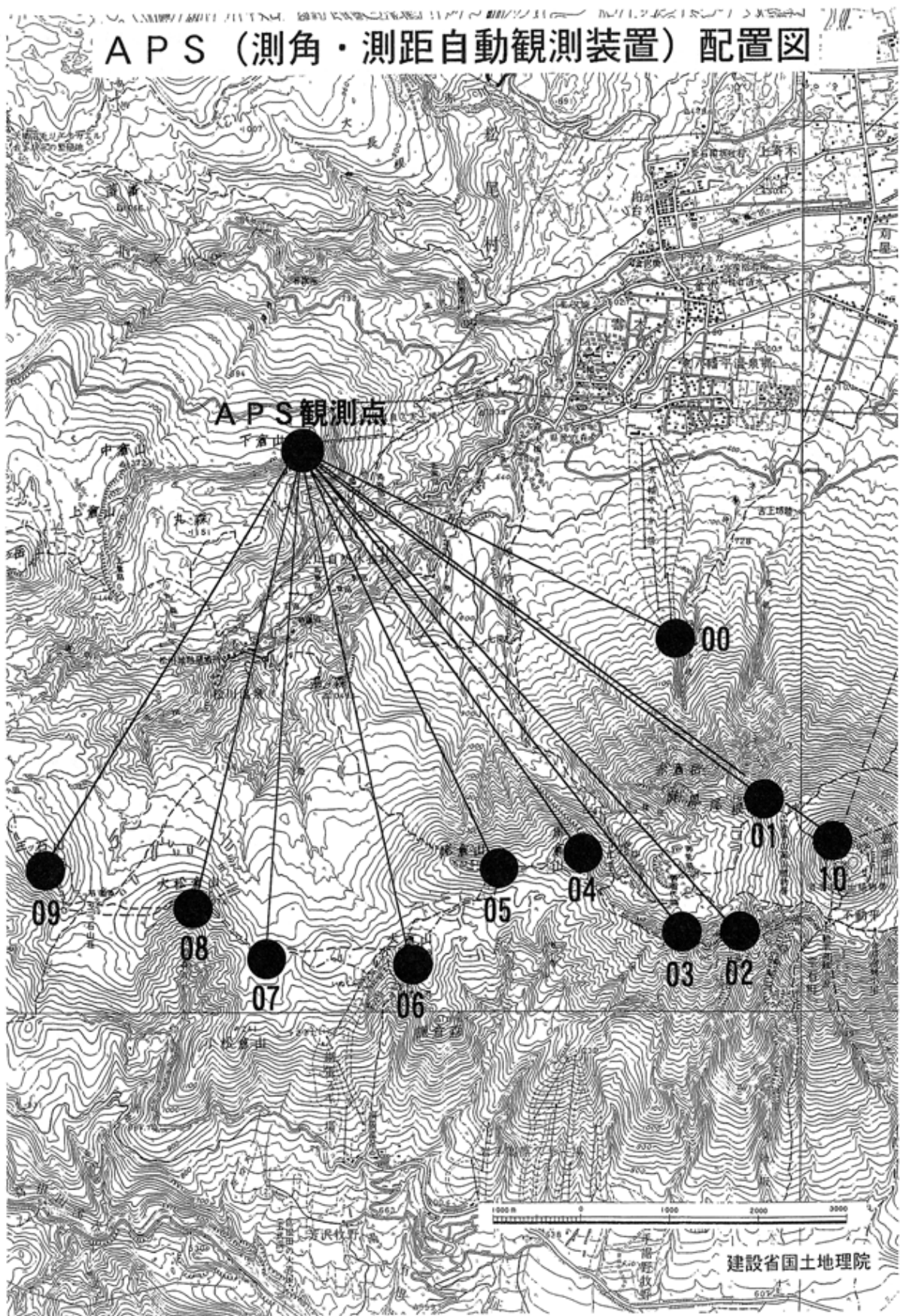
第2 図(2) 岩手山周辺自立 GPS 連続観測(1 波)結果 (2)

Fig.2-(2) Results of GPS(single frequency) measurements around Mt. Iwate using self-supporting data acquisition system with solar panels, windmill generator and satellite communication capability (2 of 3).



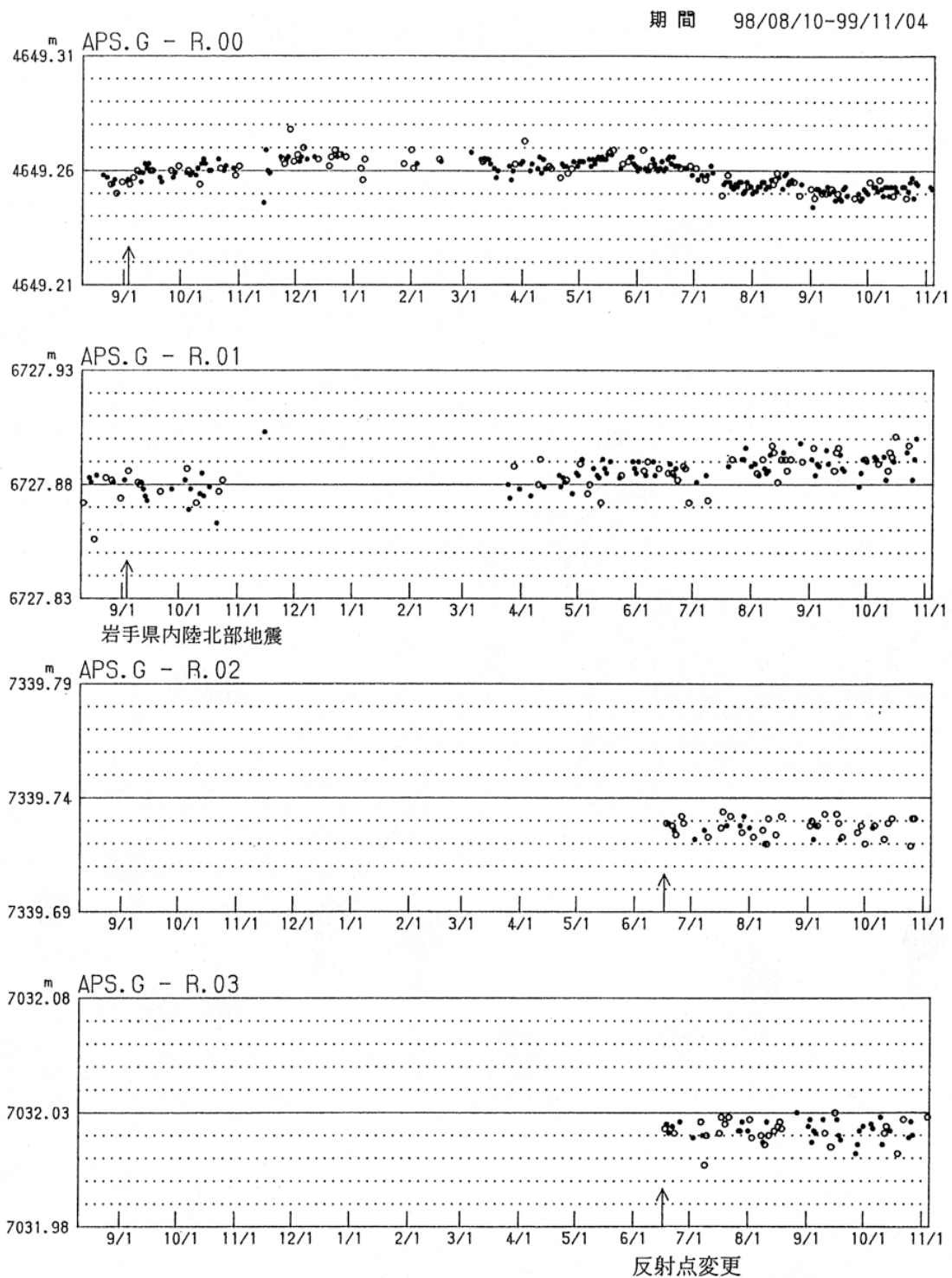
第2 図-(3) 岩手山周辺自立 GPS 連続観測(1 波)結果 (3)

Fig.2-(3) Results of GPS(single frequency) measurements around Mt. Iwate using self-supporting data acquisition system with solar panels, windmill generator and satellite communication capability (3 of 3).



第3図(1) 岩手山周辺における自動辺長観測装置(APS)の観測結果 (1)

Fig.3-(1) Results of automated distance measurement system (APS) around Mt. Iwate (1 of 4).

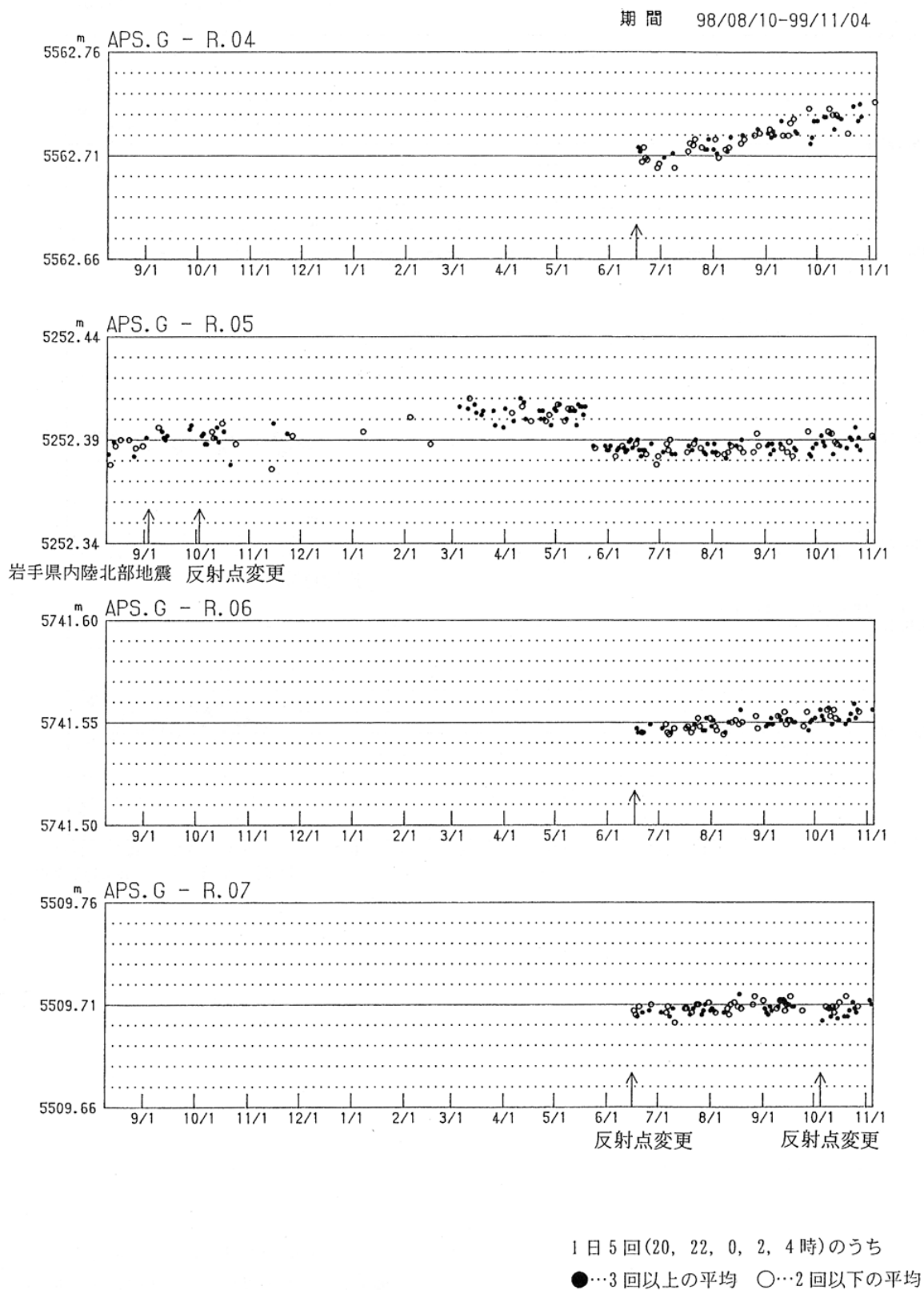


1 日 5 回 (20, 22, 0, 2, 4 時) のうち

●…3 回以上の平均 ○…2 回以下の平均

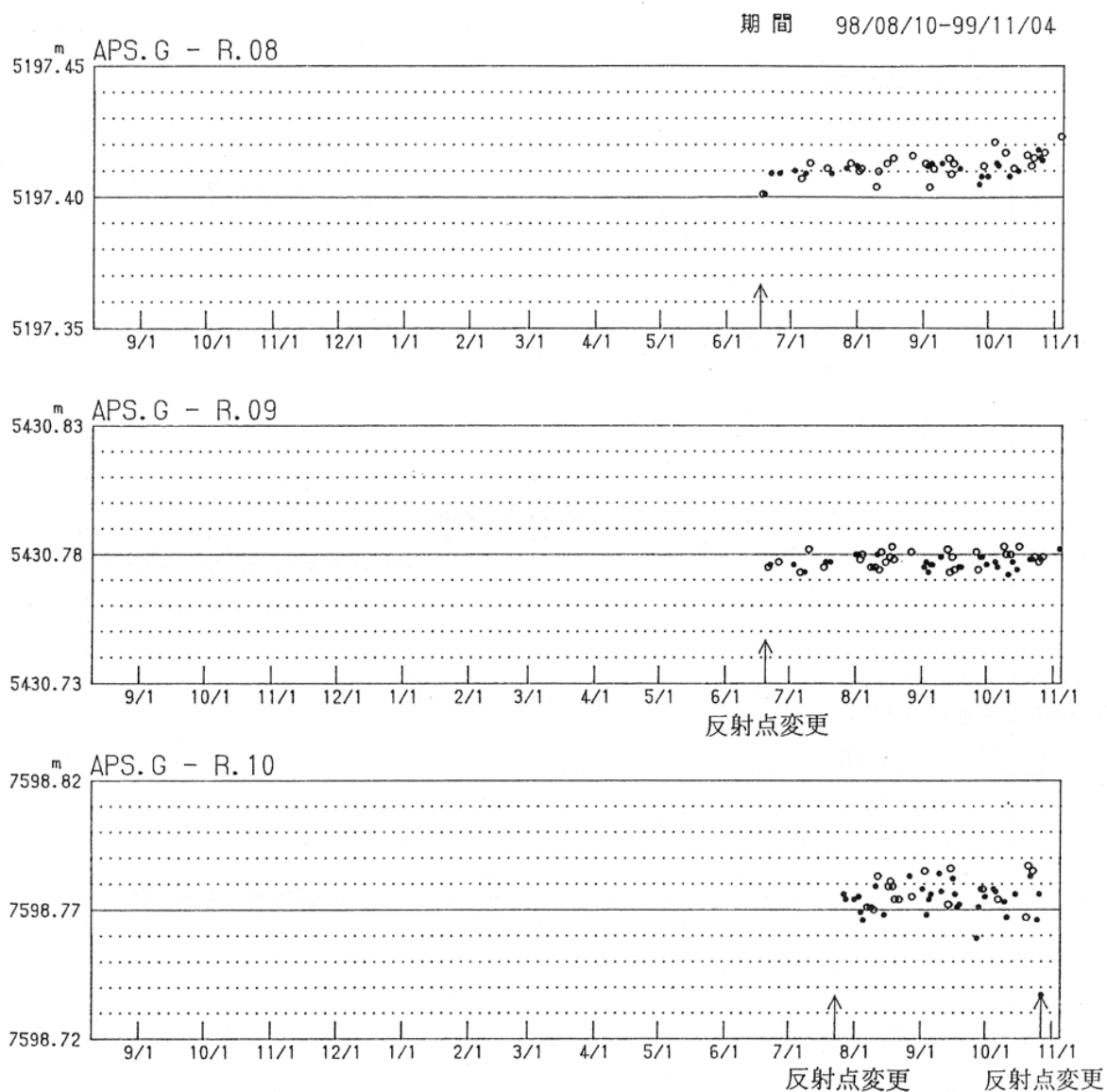
第 3 図(2) 岩手山周辺における自動辺長観測装置(APS)の観測結果 (2)

Fig.3-(2) Results of automated distance measurement system (APS) around Mt. Iwate (2of 4).



第 3 図-(3) 岩手山周辺における自動辺長観測装置(APS)の観測結果 (3)

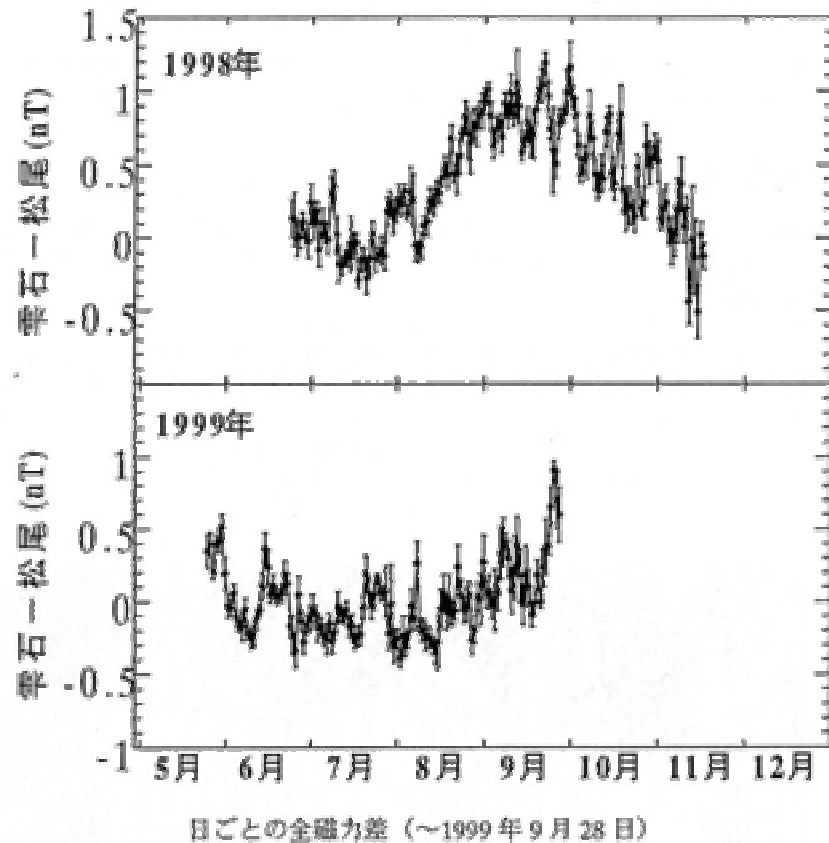
Fig.3-(3) Results of automated distance measurement system (APS) around Mt. Iwate (3 of 4).



1 日 5 回 (20, 22, 0, 2, 4 時) のうち
 ●…3 回以上の平均 ○…2 回以下の平均

第 3 図-(4) 岩手山周辺における自動辺長観測装置(APS)の観測結果 (4)
 Fig.3-(4) Results of automated distance measurement system (APS) around Mt. Iwate (4 of 4).

岩手県の火山活動監視のために、岩手山北側の松尾村（岩手山頂の北北西約 5 km）と南側の雫石町（岩手山頂の南西約 6 km）で実施している全磁力連続観測による日平均値の差を下図に示す。単純差では、磁気嵐による見かけ上の擾乱が含まれるために、水沢測地観測所の地磁気 3 成分観測値を使った補正後の値を示してある。



一般に火山活動の活発化に伴い、岩石の熱消磁が生じると、熱消磁地域の南側で負、北側で正の磁気異常が生じる。（図では全磁力差の減少となって現れる）。また、マグマ溜まりなどで茂木モデル的な圧力上昇が生ずれば、ピエゾ磁気効果によって熱消磁とは逆のパターンが見られる可能性がある。

また、地磁気が距離の 3 乗で減少する性質より、観測点のごく近くの影響で変化する可能性もある。この検証のため、雫石測点の西南西約 1 km の地点に連続観測点を 1999 年 7 月末に設置し、比較観測を行っている。これによれば、1999 年 9 月末の値の上昇は雫石観測点近傍に起因することが分かった。雫石観測点近くでは、9 月末にかけて工事が行われており、この影響も考えられる。

なお、詳細については、今後も観測を継続し、他のデータとつきあわせることが必要である。

第 4 図 岩手山周辺の全磁力連続測定結果

Fig.4 Results of continuous total geomagnetic force measurements around Mt. Iwate.

岩手山では 1998 年 4 月末に急激に火山性地震数が増加し、顕著な地殻変動が GPS などによって観測された。また、1998 年 9 月 3 日には岩手山の南西部にあたる葛根田川付近を震源とする岩手県内陸北部の地震 (M6.1) が発生した。こうした火山活動や地震活動の詳細を調べるために JERS-1 の干渉 SAR 画像を使用して地殻変動を求めた。

1996 年 4 月から 1998 年 10 月までの複数のデータを使用し、地殻変動の時系列を得た。一般に干渉 SAR は衛星―地表間の視線方向のみの変動が得られるが、今回の解析では descending (東からの観測) と ascending (西からの観測) の異なる軌道からの観測データが得られている。そこで、異なる方向からの観測の 2 つの視線方向を含む面上の変動ベクトルを合成し、上方向と東西方向の変動に分離した。2 次元平面上の各点についてそれぞれ 2 次元変動をとらえたことになり、ここでは 2.5 次元変動と呼ぶことにする。

(1) 地震前の火山性地殻変動

1998 年 4 月以降岩手山の西方の三ツ石山付近を中心とする地殻変動が干渉 SAR、GPS とともに観測された。干渉 SAR からは、変動の中心から四方に広がる、風船を膨らませるような等方的な変動が観測された。(最大 10cm)。これは、地下深部のマグマ等が茂木モデル的に膨らんだとしたとして説明できる。

(2) 地震による地殻変動

1998 年 9 月 3 日岩手県内陸北部の地震によるコサイスマミックな変動の 2.5 次元変動をとらえた。たとえば、主断層として、平行する既存の西根従属断層と晴山沢断層の北端部が数 10cm 動いたことがはっきりとわかった。また、こうした主断層以外にも同時もしくは余震活動の一部として動いた微小な断層が複数あることがわかった (下図参照)。その動きは主断層の ΔCFF のプラスと一致しており、主地震によって引き起こされたものであろう。これに加えて、これらの微小断層は変動自体と地形に相関があることから、過去に地震とともに繰り返し変動してきた活断層であると推定される。

また、この地震には直接関連せず、岩手山の火山活動により変動したと思われる微小な断層も見つかった。

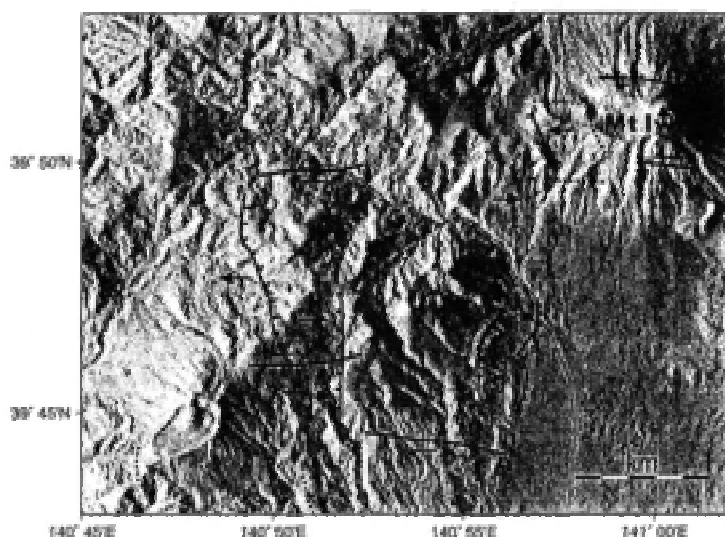


図 干渉 SAR 画像より得られた地殻変動に見られる断層位置と変動

第 5 図 干渉 SAR による岩手県内陸北部の地震に伴う微小断層変位検出結果

Fig.5 Linearments found in deformation field map derived from JERS-1 InSAR.