

神奈川県西部地域における2005(平成17)年の GPS・光波測量結果

原田昌武*、棚田俊收*、伊東 博*、本多 亮*

1. はじめに

温泉地学研究所では神奈川県西部地震に対する予知研究の一環として、また箱根火山の火山活動をモニタリングするため、県西部地域にGPSと光波による測量施設を設置しています(図1)。GPS測量の観測点は神奈川県西部地震の想定震源域を取り囲むように考慮し、真鶴、箱根観測点では1991(平成3)年度から、山北、中井観測点では1992(平成4)年度から観測を開始しました(温泉地学研究所、1999)。一方、光波測量は、仙石原を基点とした箱根地域(6基線)で1992(平成4)年から、また、城山を基点とした小田原地域(6基線)では1995(平成7)年から観測を開始しました。これらの測地測量では、数日から数年といった長期間の地殻の変動や伸び縮みを精密に測定することができるため、県西部地域に蓄積した地殻の歪や、地震や火山活動に関連した変化が捉えられます。これまでの測量結果では、2001年に箱根火山で発生した群発地震活動に伴う地殻変動が観測されています(丹保ほか、2002、丹保ほか、2005)。

ここでは、2005(平成17)年に観測されたGPS・光波測量の結果について報告します。

2. GPS測量結果

GPS測量では、上空約20,000kmを周回する24個の衛星からの電波(正確には搬送波位相)を24時間連続して受信しています。各衛星からは常に時刻のデータと衛星自身の位置データが送信されているため、同時に4個以上の衛星からの電波を受信することによって観測点の位置を測定することができます。これらの衛星から受信したデータは、NTT公衆回線を用いて温泉地学研究所内の端末に1日1回送信され、専用解析ソフトウェアにより各観測点の位置(座標)や観測点間の距離(基線長)が正確に計算されます(伊東、1994; 棚田ほか、1995)。

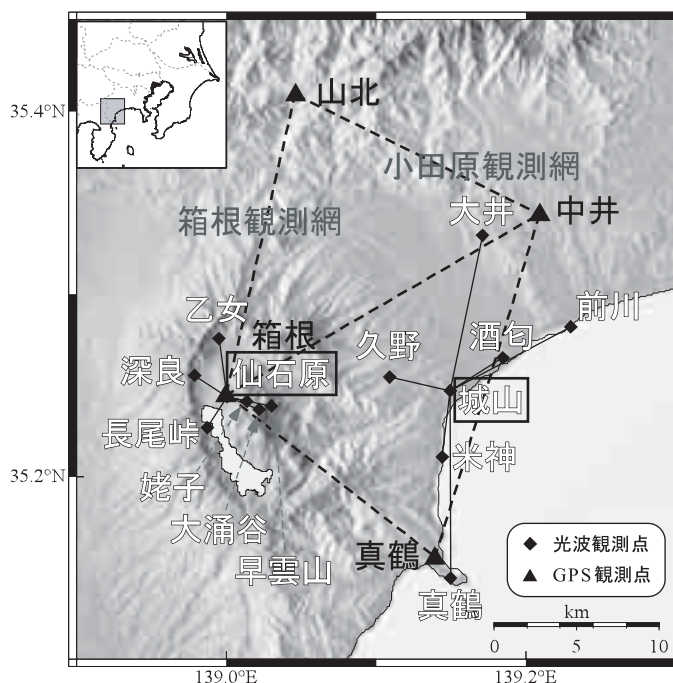


図1 GPS・光波測量の観測点分布図。実線、破線は、それぞれ光波、GPS測量の基線を表す。

* 神奈川県温泉地学研究所 〒250 0031 神奈川県小田原市入生田 586
報告, 神奈川県温泉地学研究所観測だより, 通巻第56号, 11 16, 2006.

図2に2005(平成17)年1月から12月におけるGPS測量結果を示します。4観測点6測線の基線長の解析結果は6時間毎に算出されますが(丹保ほか、2002)、気象要素などによる日周期変化の影響を避けるために1日毎に平均して表示しています。真鶴-箱根基線の5月中旬のデータに1.5cm程度の変化が見られますが、このような単発的な変化は地殻変動ではなく、電波障害や受信機のトラブルなどによるデータエラーと考えられます。

図2には、2005(平成17)年の1年間で観測された県西部地域周辺での最大地震と群発地震活動の発生時期を実線で示してあります。(a)は7月31日に発生した最大地震(M4.4、丹沢山地)、(b)(c)は箱根火山における群発地震活動の時期です(詳細は伊東ほか、2006)。

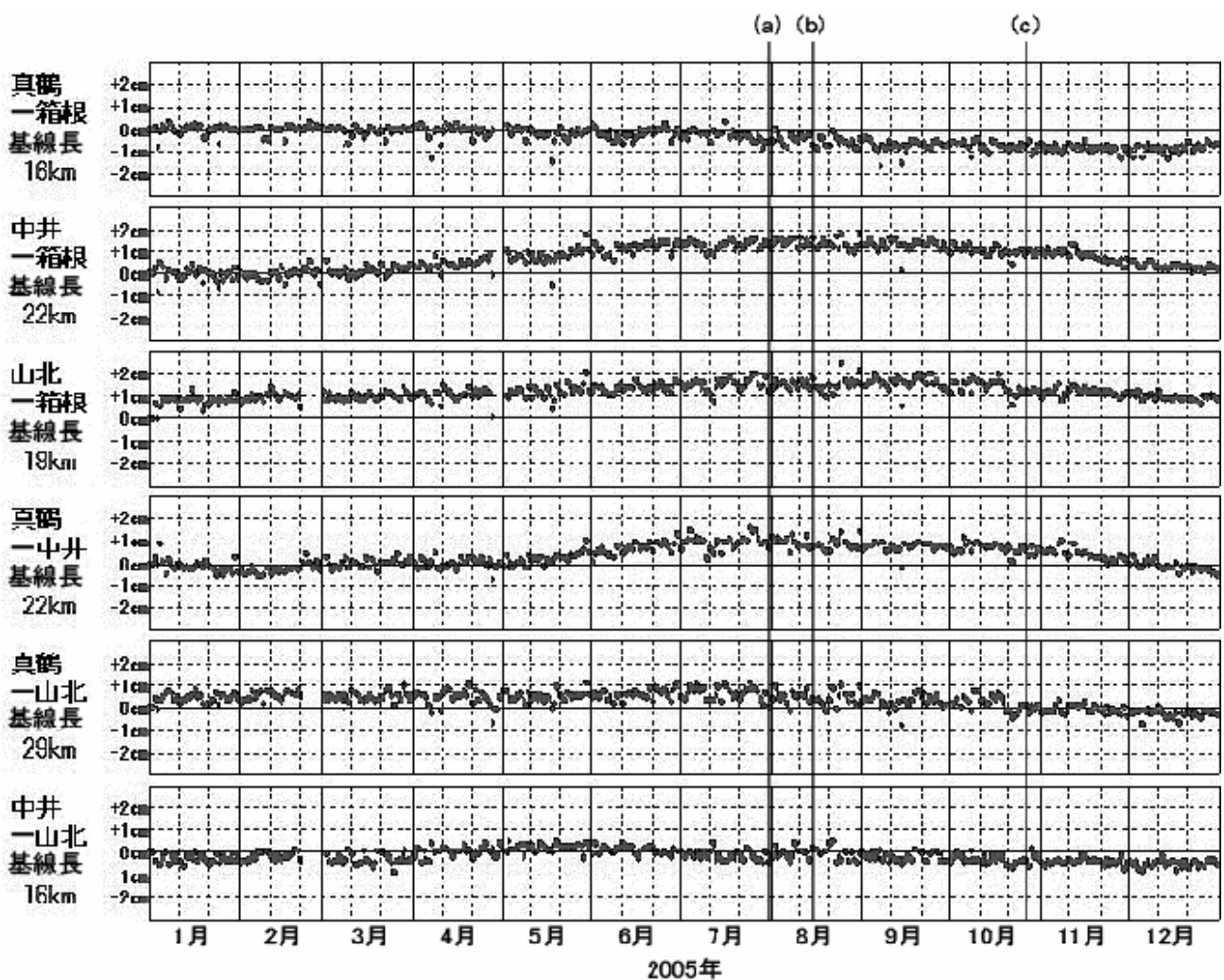


図2 2005年のGPS測量観測結果

縦軸は、1月1日を基準にして、その相対変化量(cm)で示している。実線は、(a)県西部地域周辺での最大地震と(b)(c)箱根火山における群発地震活動の時期を示す。

a : 07月31日14時53分(M4.4 丹沢山地)

b : 08月14日17時12分~15日07時09分(最大地震14日19時59分 M2.2)

c : 10月26日16時00分~26日22時03分(最大地震26日16時41分 M1.1)

また、2005(平成17)年には県西部地域とその周辺では9回の有感地震が発生しました。しかし、いずれの場合にも地震に関連した変化は認められませんでした。

図3は、2003年1月から2005年12月までにおける各観測点の位置を月ごとに平均し、軌跡を描いたものです。この変化は真鶴を固定点として見ているので、各観測点が真鶴観測点に対してどのように動いているかがわかります。この図を見ると、箱根観測点は3年間でおおよそ南の方向へ2.6cm(年間変位速度、0.9cm/yr)、また山北観測点もおおよそ南の方向へ2.2cm(年間変位速度、0.7cm/yr)変位しています。一方、中井観測点は3年間で0.6cmとほとんど変動がなく、観測点周辺を周回するように変動しています。つまり、中井観測点の変動はそのほとんどが年周変化だと考えられるので、中井観測点は真鶴観測点と同じブロックにあるためにほとんど変動しないのかもしれませんが、この期間は、大規模な群発地震活動もなく、なおかつ県西部地域周辺に地殻変動をもたらすような地震もないため、これらの変動は非地震時の定常状態(応力蓄積過程)を現していると考えられます。

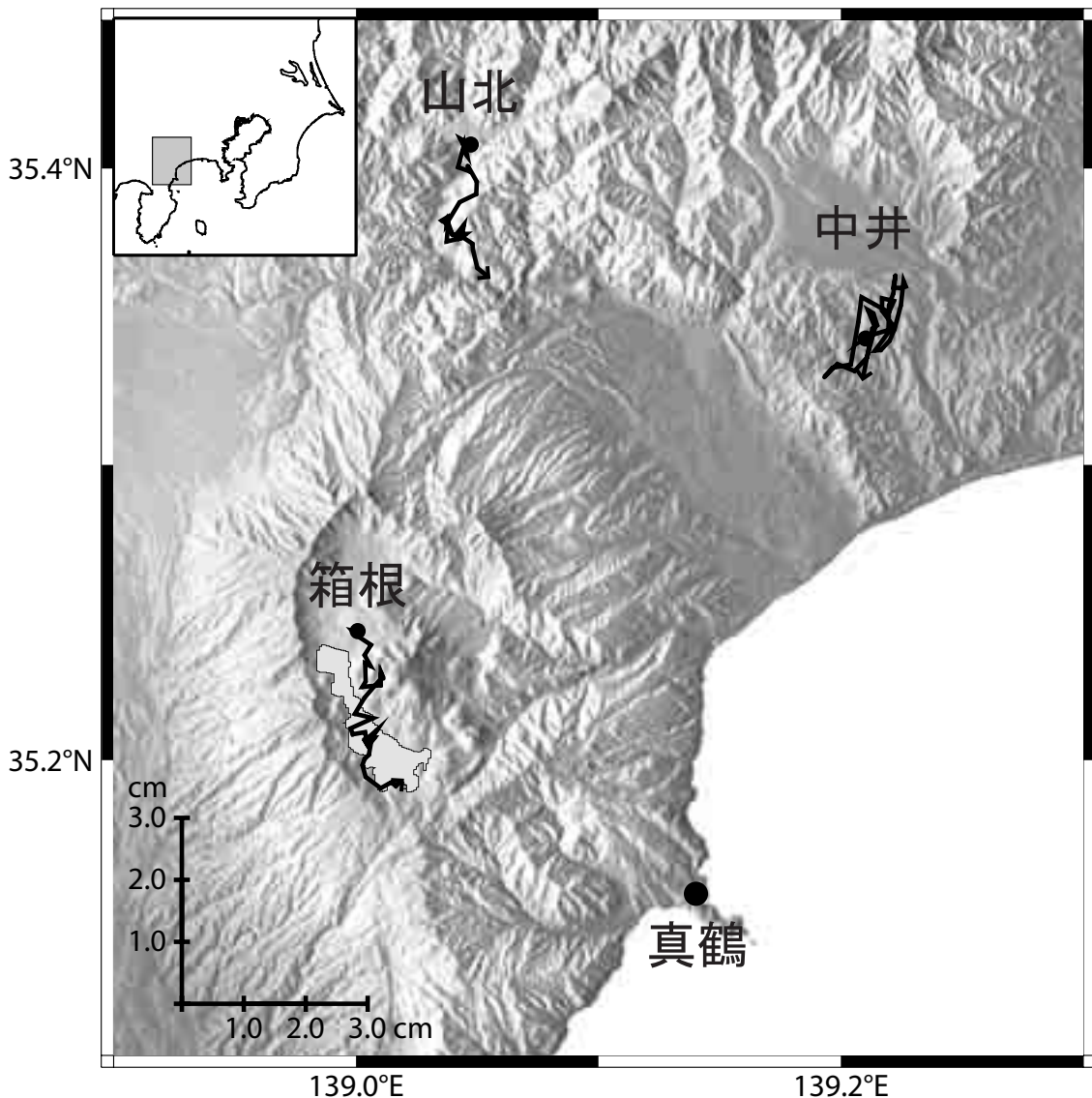


図3 2003年1月から2005年12月までの各観測点の変位。観測点位置を月ごとに平均し、真鶴観測点を固定点とした変位量を軌跡で表す。

3 . 光波測量結果

光波測量は、測距儀から測定点の反射器(鏡)に向けて発したレーザー光が、反射器から戻ってくるまでの往復時間(正確には位相差)により、2点間の距離を測定するものです(伊東、1994)。当所では、箱根地域と小田原地域で光波測量を実施しており、それぞれ箱根町仙石原と小田原市城山に測距儀を設置して、各地域とも6方向について1時間ごとに測量しています。光波測量はレーザー光を用いた測量方法であるため、雨や霧などの天候によって欠測となることがあります。また、大気中の水蒸気は光を屈折させるため、光路長を変化させます。つまり、水蒸気の量によって、見かけ上伸びたり縮んだりする、日周変化や年周変化が観測されます。

3 .1 . 箱根地域

図4(1)に2005(平成17)年1月から12月における箱根地域の光波測量結果を示します。図中には、2005(平成17)年の1年間で観測された県西部地域周辺での最大地震(a)と箱根火山における群発地震活動(b,c)の発生時期を実線で示してあります。しかし、それぞれの地震活動の前後において、有意な基線長変化は認められませんでした。また、2005(平成17)年に県西部地域とその周辺で発生した9回の有感地震に関連した変化も認められませんでした。

3 .2 . 小田原地域

図4(2)に2005(平成17)年1月から12月における小田原地域の光波測量結果を示します。この図を見ると、城山-大井、城山-前川、城山-真鶴の3基線は、データのばらつきが大きいことがわかります。これは、測定している2点間の距離が長いため、水蒸気の影響が大きく現れたためです。したがって、これらの基線における測定結果が、実際の距離変化を示しているわけではありません。

図中には、2005(平成17)年の1年間で観測された県西部地域周辺での最大地震(a)と箱根火山における群発地震活動(b,c)の発生時期を実線で示しています。しかし、それぞれの地震活動の前後において、有意な基線長変化は認められませんでした。また、2005(平成17)年に県西部地域とその周辺で発生した9回の有感地震に関連した変化も認められませんでした。

4 . おわりに

一般的にマグニチュード(M)7以上の地震発生の直前には通常の地殻変動とは異なる急激な(前駆的な)変化が起こると考えられています。そのような変化は、定常的地殻変動とは違った変動としてGPS・光波測量によって捉えられる可能性があります。2005(平成17)年の1年間のGPS・光波測量結果では比較的静穏であり、異常な地殻変動はありませんでした。しかし、神奈川県西部地域ではM7クラスの地震の発生が懸念されていますので(例えば、石橋、2003)、地震発生に至るまでの地殻内に蓄積する歪を監視するためにも、非地震時の長期間安定した観測が必要不可欠です。

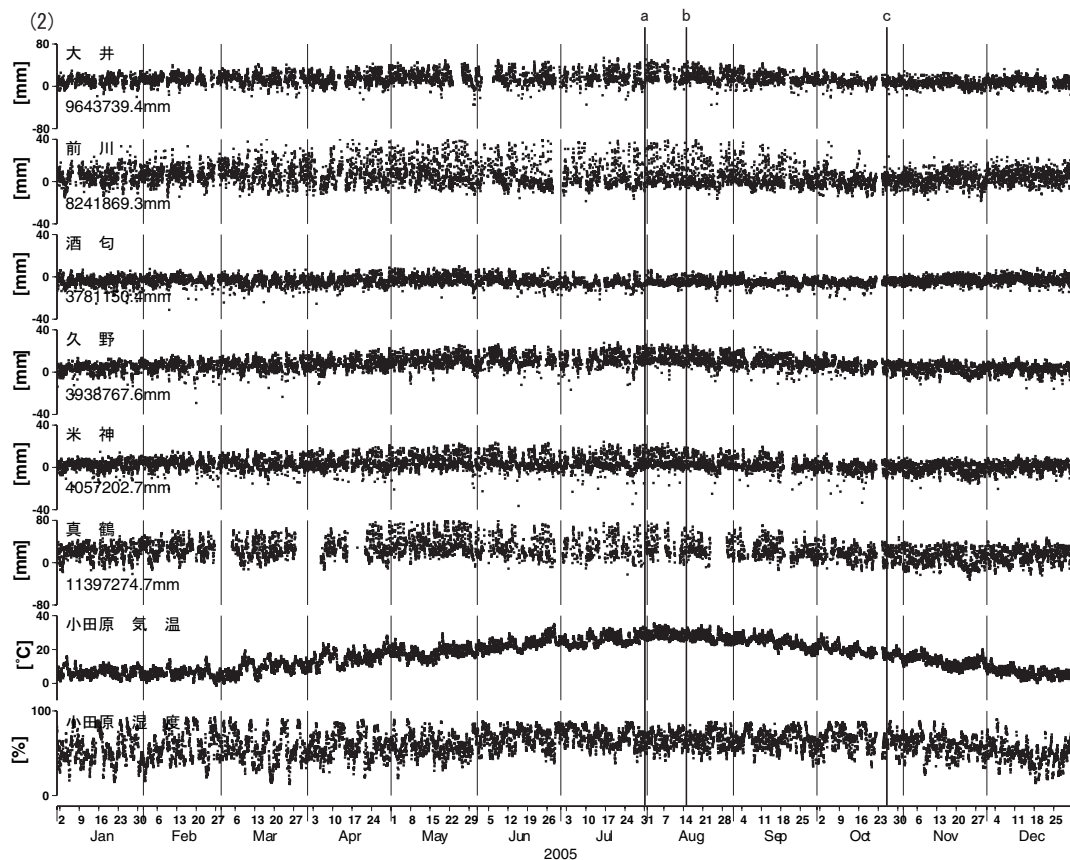
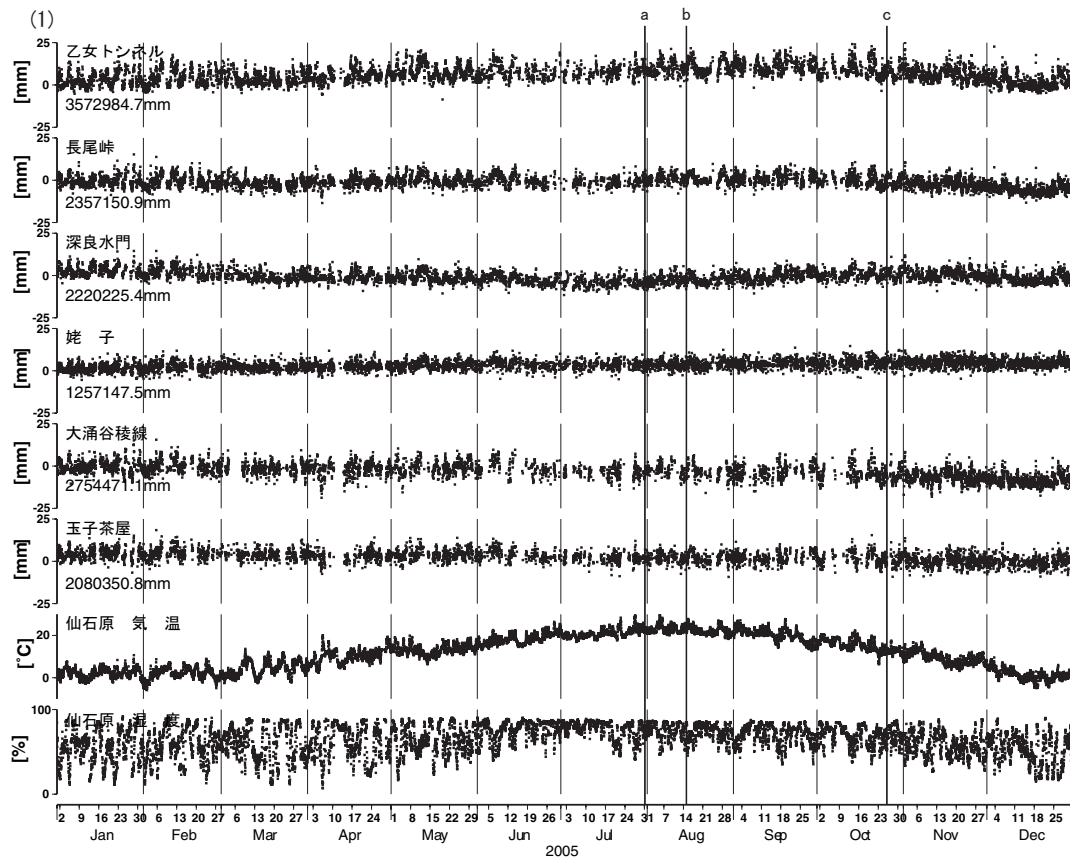


図4 2005年の光波測量観測結果。(1)箱根地域、(2)小田原地域。
 実線は県西部地域周辺での最大地震と箱根火山における群発地震活動の時期を示す(図2参照)。

参考文献

- 石橋克彦（2003）小田原地震は起こるのか？，地震ジャーナル ,36 ,8-13 .
- 伊東 博（1994）強化された神奈川県西部地域の地震観測施設，温地研観測だより，44 ,1-8 .
- 伊東 博、棚田俊收、本多 亮、原田昌武（2006）神奈川県西部地域における2005(平成17)年の地震活動，温地研観測だより ,56 ,1-6 .
- 神奈川県温泉地学研究所（1999）温泉地学研究所における「神奈川県西部地震」の取り組み，温地研報告 ,29 ,3-40 .
- 棚田俊收、伊東 博、八巻和幸、小鷹滋朗、平野富雄（1995）神奈川県温泉地学研究所のGPS連続自動観測システム，温地研報告 ,26 ,37-48 .
- 丹保俊哉、棚田俊收（2002）2001(平成13)年箱根群発地震活動に伴う光波・GPSの変化，温地研観測だより ,52 ,5-12 .
- 丹保俊哉、棚田俊收、代田 寧、伊東 博（2002）神奈川県温泉地学研究所における新しいGPS測量システムとその精度について，温地研報告 ,34 ,27-34 .
- 丹保俊哉、棚田俊收、伊東 博、代田 寧（2005）光波測量基線網で捉えられた2001年箱根火山の群発地震活動に伴う地殻変動，測地学会誌 ,51 ,45-48 .