

温泉地学研究所の地震・地下水位観測システムについて

伊東 博*、小鷹滋郎*、棚田俊收*、荻野喜作**、
長瀬和雄*、横山尚秀*、平野富雄*、大木靖衛*

神奈川県温泉地学研究所

Earthquake and Groundwater Level Observation System
of Hot Springs Research Institute, Kanagawa Prefecture

by

Hiroshi ITO, Shigeo ODAKA, Toshikazu TANADA, Kisaku OGINO,
Kazuo NAGASE, Takahide YOKOYAMA, Tomio HIRANO and Yasue OKI

Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture
Hakone, Kanagawa

(Abstract)

The seismicity of the Hakone volcano has been observed since 1960. The array of the previous seismograms based on local cable network has been substituted in 1989 by a new telemeter system based on public telephone cable network of NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation). The new system includes 3 borehole-type tiltmeters and 3 wells for groundwater level monitorings. A data processing system equipped with a computer analyzer works automatically to recognize the pattern of seismic waves and gives fairly precise epicenters and magnitudes.

* 神奈川県温泉地学研究所 神奈川県足柄下郡箱根町湯本997 〒250-03

** 現在、神奈川県環境部防災消防課嘱託 横浜市中区日本大通り1 〒231

神奈川県温泉地学研究所報告 第21巻、第3号、71-86、1990

1 はじめに

箱根火山における地震の連続観測は昭和34～35年（1959～1960）に発生した群発地震を契機に神奈川県土木部からの委託を受けて水上（1960）が箱根地震観測所を開設し、地震計から観測所まで電線を張る方式により始められた。昭和43年（1968）4月、地震観測所は土木部より温泉地学研究所に移管され、観測業務は温泉地学研究所が行うこととなった。その後、観測基地は箱根町立大涌谷自然科学館に移転され記録方式に若干の変更があったが、水上の設置した観測方式で昭和63年度まで継続された（平賀、1987）。

神奈川県西部地域はフィリピン海とアジアのプレート境界が陸上に現れた日本国内で最も特異な地域である。小田原付近では、これまでに数多くの大地震が記録されている。石橋（1985）は過去400年の間に発生した歴史地震の見直しから、小田原付近に起こる大地震の発生周期は73年であると指摘した。笠原（1985）は小田原付近に発生する地震の再来周期は70年であると、次にくるべき地震のタイプは天明型（1782年8月22日M=7.3）の地震であろうと指摘した。国では、昭和62年度から科学技術庁が中心となりM7級の地震予知研究が神奈川県西部地震を標的に始められた。箱根火山周辺では伊豆大島・三原山の噴火（1986年11月）や伊豆半島東方沖群発地震にともなって伊東沖で海底噴火（1989年7月）が発生するなど、プレート運動による地震と火山の活動が目前で示された。

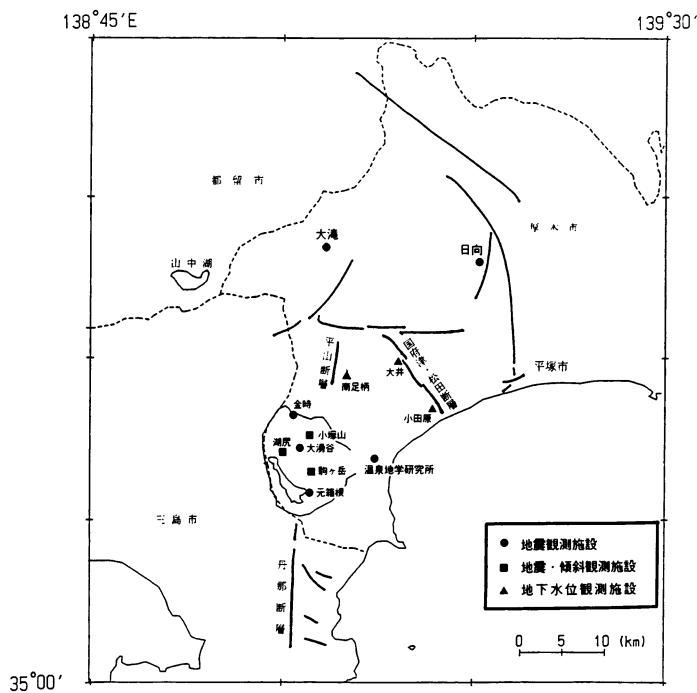
温泉地学研究所では昭和63年度に地震観測網の拡充と箱根火山活動および神奈川県西部地域の地震活動の監視体制を強化するため観測データを電話線を用いてテレメータ化（集中管理）し、データ処理にコンピュータを取入れた観測システムの整備を行った。これに伴い、箱根火山内の3カ所に傾斜計、足柄平野3カ所に地下水位専用観測井を新たに設置した。

この観測システムは1989年4月1日から正式に運用を開始した。なお、箱根町立大涌谷自然科学館内で行われていた従来の方式による地震観測は1989年3月16日に終了した。また、丹沢山地で委託観測を行っていた伊勢原観測点は1988年12月12日、山北観測点は12月16日に新設の観測点へ移行した。

本稿では、新たに整備された温泉地学研究所の観測システムの概要について報告する。

2 観測施設

図1に観測施設の配置、表1には観測施設の一覧を示した。観測システムの概要を図2に示した。地震観測施設は従来の観測点配置やグラウンドノイズさらに地盤条件等を考慮したが、電話線や用地等の事情により、新たな場所に移して設けることとなった。箱根火山内の新たな観測点は従来と同様に中央火口丘の神山を中心に配置したが、これまでの観測網に比べ南北に広がった。丹沢山地の観測点は、これまで観測を行っていたところに近い場所へ設置することができた。各観測点の感度はバックグラウンドノイズに相違があり一律ではない。地下水位観測施設は国府津・松田断層や平山断層に沿った場所を選定し設置した。施設の設置にあたっては、大半が国立公園や国定公園にあることを考慮し、敷地面積が少なく済む設計とした。各観測施設には避雷対策、停電対策を施した。避雷対策として、



◀ 図1 観測施設の配置

▼ 図2 観測システムの概要

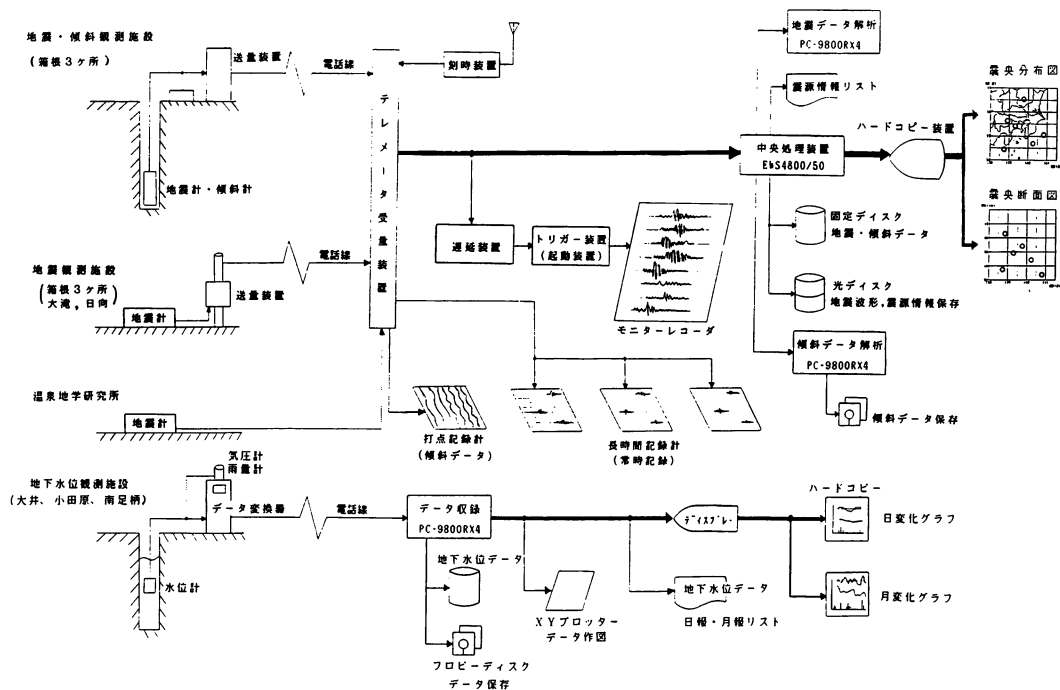


表1 観測施設一覧

観測施設		所在地			観測項目	観測方法			記録方法		観測開始		増幅 利得	総合 感度
名称	コード	緯度(N)	経度(E)	標高 (センサー高度)	名称	地表	縦坑	深度 m	現地	テレ メータ	年	月	(dB)	(mkine/cm) *(gal/cm)
湖尻 地震・傾斜観測施設	KZR	35° 14' 15.8"	139° 00' 5.0"	782m(684m)	微小地震 傾斜		○	104		○	1989	4	54	0.84(UD)
小塚山 地震・傾斜観測施設	KZY	35° 15' 20.7"	139° 02' 05.9"	565(464)	微小地震 傾斜 加速度	○	○	104		○	1989	4	54	0.72(UD)
駒ヶ岳 地震・傾斜観測施設	KOM	35° 13' 00.8"	139° 02' 10.9"	1065(975)	微小地震 傾斜 降雨量	○	○	101		○	1989	4	60	0.36(UD)
金時 地震観測施設	KIN	35° 16' 34.1"	139° 00' 49.1"	750(750)	微小地震 加速度	○	○			○	1989	4	36	5.28(UD)
大涌谷 地震観測施設	OWD	35° 14' 33.6"	139° 01' 20.8"	998(998)	微小地震 加速度	○	○			○	1989	4	36	5.28(UD)
元箱根 地震観測施設	MOT	35° 11' 41.7"	139° 02' 06.4"	796(796)	微小地震	○				○	1989	4	36	5.28(UD)
日向 地震観測施設	HIN	35° 26' 04.1"	139° 15' 23.0"	388(388)	微小地震 加速度	○	○			○	1989	4	54	0.35(UD)
大滝 地震観測施設	OTK	35° 27' 02.4"	139° 03' 20.9"	450(450)	微小地震 加速度	○	○			○	1989	4	60	0.33(UD)
温泉地学研究所	ONK	35° 14' 03.5"	139° 07' 15.6"	150(150)	微小地震 加速度	○	○			○	1976	6	36	1.32(UD)
大井 地下水水位観測施設	OHI	35° 19' 47.9"	139° 09' 40.6"	45(25)	地下水水位 降雨量 気圧		○	300		○	1989	4		
小田原 地下水水位観測施設	ODW	35° 17' 47.7"	139° 11' 17.1"	22(7)	地下水水位 降雨量		○	300		○	1989	4		
南足柄 地下水水位観測施設	MIA	35° 20' 09.1"	139° 04' 33.0"	140(108)	地下水水位 降雨量		○	150		○	1989	4		

電源側にトランスとアレスタ（避雷器）を組み合わせた耐雷トランスを、センサー側にはアレスタを入れた。全観測施設とも電源は商用100Vを使用している。地震・傾斜観測施設は12V 40Ah、地震観測施設は12V 6.5Ahのバックアップ用バッテリーで共に約24時間程度、地下水位観測施設は無停電々源装置（300VA）で約30分程度の停電には支障をきたさない。

2.1 地震・傾斜観測施設

施設は観測計器が埋設されている観測井とテレメータ装置が収納された屋外きょう体から成る（写真1）。観測井は深さ100mを標準として掘削した。各観測井の掘削深度は小塚山観測施設104.25m、湖尻観測施設103.60m、駒ヶ岳観測施設101.0mである。観測井の孔芯傾斜は、3観測井とも3度以内に仕上げられた。観測井の構造を図3に示す。観測井の孔底に観測計器をセットするための設置ケース（4インチ）を埋設した。設置ケースには地表までのケーシングパイプ（5インチ）を接続し、オールケーシング仕上げとした。ケーシングパイプと孔壁の間にはセメントミルクを充填して固定した。

観測計器は固有周波数1Hzの速度型地震計3成分、力平衡型振子式の孔井用傾斜計〔明石製作所製JTS-23、明石・福尾（1977）〕2成分と水晶式温度計（明星電気製）から成る。それらを耐圧容器に収納し、観測井の孔底に埋め込んだ設置ケースに固定した。観測計器は必要があれば回収し、再設置できる構造となっている。その他、小塚山には固有周波数3Hzの上下動と水平動の加速度型地震計（振動技研製MTD-3C型）が地表に設けられた地震計台の中に置かれている。駒ヶ岳にはヒータ付きの転倒ます型雨量計（1転倒雨量0.5mm）を設置した。データの伝送方式はD-1規格4線式による電話の専用回線を用いたPCM（Pulse Code Modulation）型の送受量装置（明星電気製GTA-13型）を使用し、伝送速度は9600bpsである。伝送される地震データはサンプリング120Hz、1サンプル語長12ビットでA/D（アナログ/デジタル）変換される。傾斜データは1Hzでサンプリングされ語長16ビットでA/D変換される。図4に駒ヶ岳観測施設で増幅器の利得が60dBに設定された上下動成分地震計の総合周波数特性を示す。最高倍率は30Hzで40万倍となる（表1参照）。

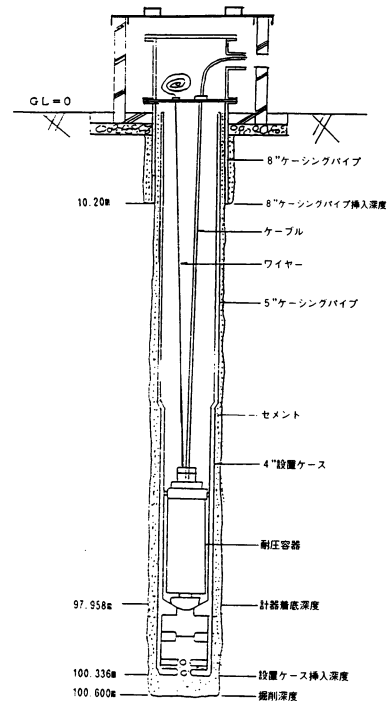


図3 観測井の構造（湖尻）

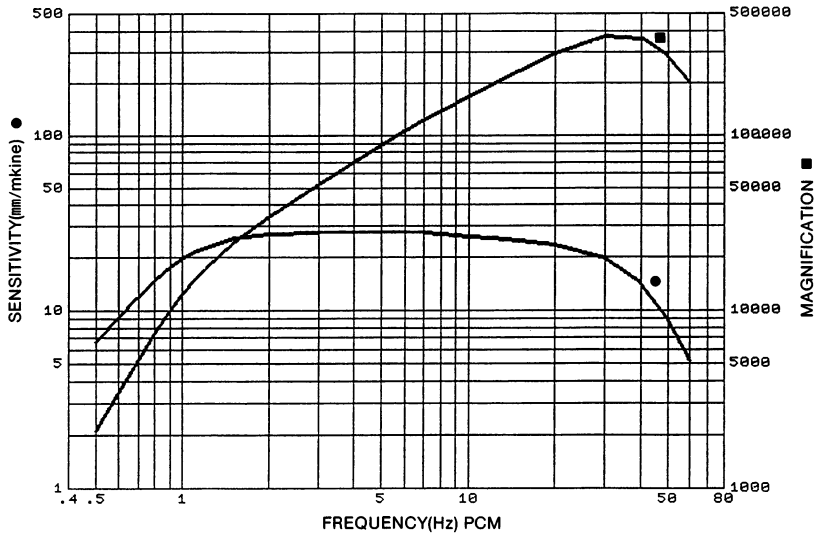


図4 地震・傾斜観測施設の総合周波数特性(駒ヶ岳)

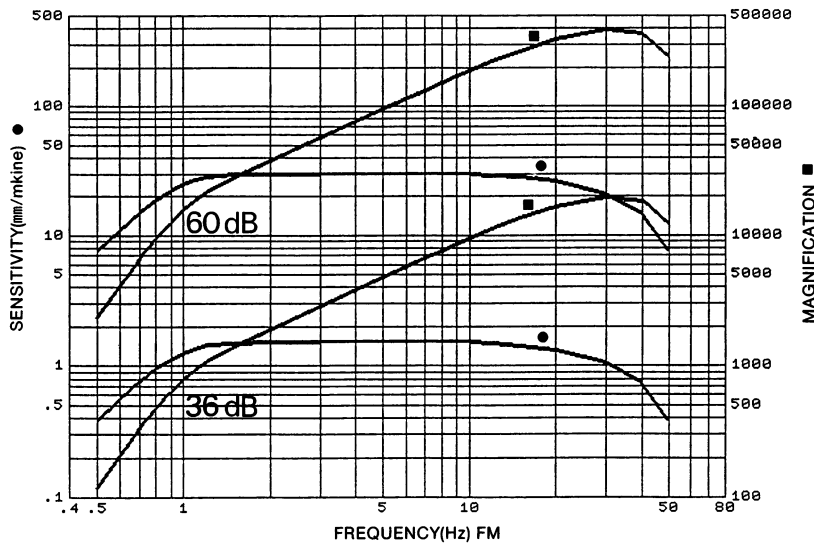


図5 地震観測施設の総合周波数特性

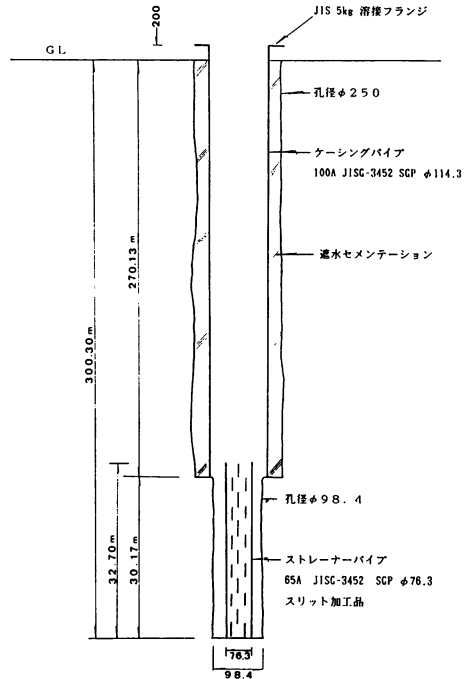
2.2 地震観測施設

施設はパンザマスト（コンクリート製電柱）とテレメータ装置を収納するキュービクルおよび地震計台から成り、敷地は金網のフェンスで仕切った。観測計器は温泉地学研究所のみ上下動1成分で、他は全て固有周波数1 Hzの速度型地震計（振動技研製 MTD-1 C-W型）を3成分設置した。減衰定数は0.7にそろえた。この他、日向、大滝、大涌谷、金時の観測施設には固有周波数3 Hzの上下動加速度型地震計（振動技研製 MTD-3 C型）を設置した。地震計は丹沢山地（大滝、日向）では基盤岩上に、箱根火山内では基盤岩が得られなかったためローム層上にコンクリート製の地震計台を作り、その上に置いた。データの伝送はD-1規格2線式による電話の専用回線を用い、FMアナログ多重方式の送受量装置（明星電気製 TMA-11型）を使用した。図5は上下動成分地震計による総合周波

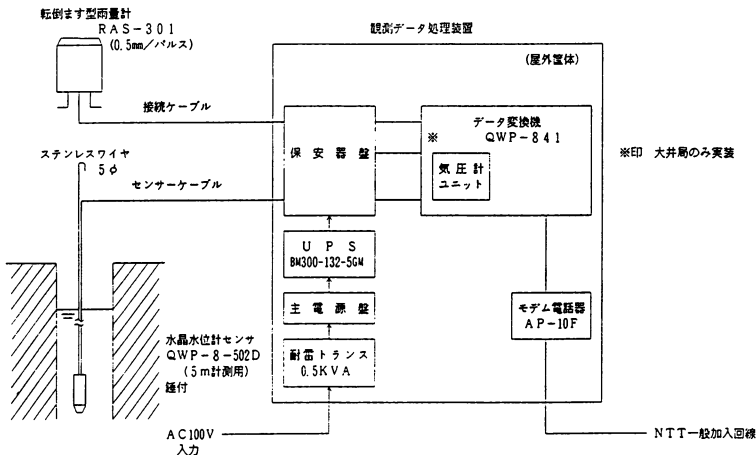
数特性である。観測点毎に感度が一律でないため図には増幅器の利得が最も高い60dBのものと、最も低い36dBのものを併せて示した(表1参照)。最高倍率は60dBで40万倍、36dBで2万倍である。

2.3 地下水位観測施設

施設は観測計器が埋設されている観測井とテレメータ装置が収納された屋外きょう体から成る(写真2)。観測井は新たに専用のものを掘削した。掘削深度は小田原、大井観測施設が300m、南足柄観測施設が150mである。図6に大井観測井の構造を示す。小田原、南足柄の観測井は掘削深度に違いがあるのみで、他は同一の構造となっている。観測井は孔底から上30mをストレーナとし、その上部は地表までケーシングパイプを入れた。ケーシングパイプと孔壁との間はセメンチングにより水止めがされている。観測計器は水晶式水位計(明星電気製QWP-8502D)、転倒ます型雨量計(1転倒雨量0.5mm)、データ変換器(明星電気製QWP-841)、モデム(変復調装置)電話から成り、大井観測施設のみ気圧計を設置した。図7に構成を示す。観測計器のデータはサンプリング1分/1データで、最大2日分をデータ変換器(明星電気製QWP-841)に収録する。データの伝送は電話の一般加入回線を使用し、1200bpsのモデム電話により1日1回設定された時間に温泉地学研究所の観測センターに設置されたパソコン(日本電気製PC-9801RX4)で自動収集する方式を用いた。



▲図6 地下水位観測井の構造(大井)



◀図7 地下水位システムの系統図

2.4 観測センター

観測センターは温泉地学研究所内に設けられ、各観測施設からテレメータされたデータをオンライン処理する。また、地震、傾斜は常時監視用のデータを連続記録している。

2.4.1 地震データの収録機器

図8に地震・傾斜システムの系統図を示す。データは速度型地震計25成分、加速度型地震計6成分と刻時コードから成る。刻時装置（エコー計測器製 AQ-1000T 3）は、常時5 Mz のJJY 電波で自動校正を行っている。これらの信号はテレメータ受量装置から遅延装置（明星電気製）に送られ、語長12ビット、サンプリング120 Hz でA/D変換され、GPIB 規格のインターフェイスを介してエンジニアリング・ワークステーション・コンピュータ（日本電気製 EWS4800/50、以下 EWS とする）に送られる。また、任意に選んだ6カ所の地震データがトリガー（起動）装置に送られる。この装置では地震波形振幅のレベルを2カ所毎3通りの方法で2組設定出来る。この組合せの何れかが設定された振幅レベルを越えると地震波形のモニター用レコーダが起動する。このトリガー装置には25chの感熱式モニターレコーダ（日本電気三栄製 WI-872-25 S）と6chの感熱式レコーダ（グラフィック製 3310）が接続されている。25chのレコーダには速度型地震計の波形を、紙送り速度10mm/sec で全成分記録する。6chのレコーダでは加速度波形を紙送り速度10mm/secで全成分記録する。レコーダに記録される時間はトリガー装置が起動した時間の15秒前から設定振幅レベル以下に下がって後、30秒

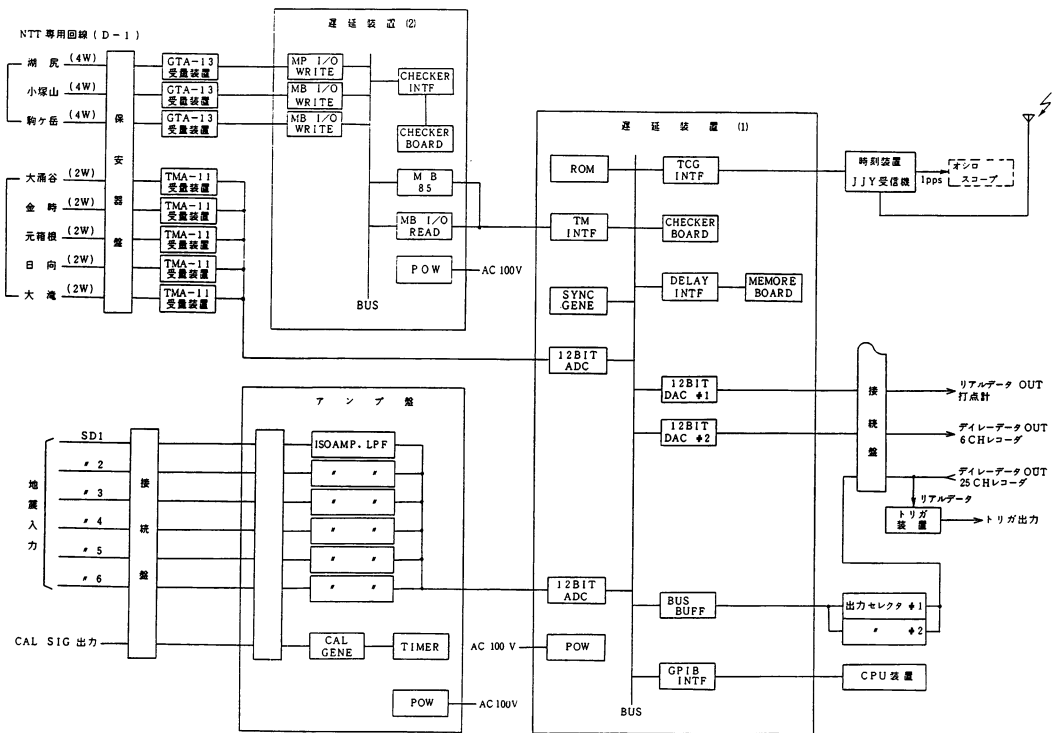


図8 地震・傾斜システムの系統図

までの設定とした。振幅レベルおよび記録時間は任意に設定することができる。この他、金時、元箱根観測施設を除いた速度型上下動成分は紙送り速度 4 mm/sec の長時間記録計（日本電気三栄製）で、常時モニターしている。また、温泉地学研究所の観測センターでは加速度型地震計 3 成分（固有周波数 3 Hz、STV-3001）をイベント・トリガー方式によるアナログ記録計（高見沢サイバネティクス製 STR-300）で観測している。観測センターの停電対策は平成 2 年度に自家発電装置を設置する予定である。

2.4.2 傾斜データの収録機器

データは傾斜 6 成分と温度データ 3 成分、雨量データ 1 成分（駒ヶ岳観測施設）、刻時データから成る。これらの信号は遅延装置から語長 16 ビット、サンプリング 1 分/1 データで EWS に送られる。また、同時に 12 ビットで D/A（デジタル/アナログ）変換したデータを打点記録計（チノー製 AH412-N、12 打点）に送り、常時モニターしている。

2.4.3 地下水位データの収録機器

収録機器はパソコン（日本電気製 PC-9801RX 4、2 MB の RAM ディスク増設）、プリンター（日本電気製 PC-PR201 H 2）、外付け 3.5 インチ FDD（日本電気製 PC-9831-UW 1）、モデム電話（明星電気製 AP10F）、無停電々源装置（日本電池製 BM1000-10GN、1 kVA）から成る。データは水位 3 成分、雨量 3 成分、気圧 3 成分（大井のデータを小田原、南足柄に共用）から成る。これらの信号はモデム付き電話で RS-232C 規格のインターフェイスを介して、パソコンの内蔵固定ディスク（20MB）に収録される。

3 処理系

観測データをテレメータ化したのに伴い、データの収録・解析にもコンピュータ処理システムを導入した。昭和 63 年度はオンライン収録・処理用のソフトウェアを作成した。平成元年度は引続き、オフライン解析用のソフトウェアを作成中である。ここでは、昭和 63 年度に作成したソフトウェアの概略について説明する。

データの収録・解析に用いる EWS（日本電気製 EWS4800/50、32 ビット CPU68020、20Mz）は主記憶容量 16MB、内蔵磁気ディスク 147MB、増設磁気ディスク（N7738-85 A）395MB の容量を持つ。周辺機器は 20 インチのカラーディスプレイ（分解能 1280×1024 ドット）、シリアルプリンター、熱転写式カラーハードコピー装置（日本電気製 N7834-12、A 3 判）、マウス、追記型光ディスク（三菱電機製 MW 型、容量 600MB）から成る。光ディスクの制御は EWS に SCSI インターフェイスが無いため FC-9801V で行った。また、EWS にはローカルエリアネットワーク（LAN）で傾斜データの収録・解析用パソコン（日本電気製 PC-9801RX 4）を接続した。これらのコンピュータ機器と商用電源の間には無停電々源装置（日本電池製 BM5000-10FN、5 kVA）を入れ、短時間の電源変動に対処した。

3.1 地震データ処理

遅延装置から送られた信号はEWSによってオンライン処理を行う。オンライン処理の機能は地震波の演算・判定処理、震源情報の表示処理、データ保存処理から成る。オンライン処理機能とは別に波形データ強制収録機能がある。その他、定義ファイルとして観測点情報や各種パラメータがテキスト形式でファイル化され、各々の演算時に参照される。オフライン処理のソフトウェアは現在作成中であるためオンライン処理とは別に、25chのモニターレコーダの記録をデジタイザーを用いてルーチン観測の検測を行っている。

3.1.1 地震波の演算・判定処理

この処理では観測点単位で地震波自動読み取りによる地震の検出を行なう。地震が検出されると震源計算が行われ、震源情報を作成する。地震の検出は観測点毎に毎秒演算し、演算する値からP波到着時刻、P波の初動方向、S波到着時刻、振動終了時間(F)、最大振幅の検出を行う。

検出の演算にはオフセット値、平均ノイズレベル値、P波検出レベル値、F波検出レベル値を用いる。オフセット値とは地震波形データを一定時間取り込み、ゼロ線と地震波形の基線のずれを求めた値である。平均ノイズレベル値とはオフセット値を基準にして地震波形データとの差の絶対値を一定時間で平均して求めた値である。P波検出レベル値は上下動成分のオフセット値に平均ノイズ値を加えたノイズレベルのバイアス値である。演算されたP波検出レベル値が一定時間内(P波検出有効時間)にオーバーする数をカウントし、一定数(P波検出波数)以上であればP時刻とし、地震と判定する。一定数以下であればノイズとする。F波検出レベル値は上下動成分でP波検出同様の計算が行われ、地震終了の判定に用いる。計算により、検出レベル値を一定時間(F波検出有効時間)継続して越えなかった時、検出レベル値を最後に越えた時刻をF時刻とする。最大振幅の検出は最大振幅とその時刻をP波が検出されてから一定時間(禁止時間)後より、各観測点の水平動成分(東西、南北)についてF時刻が検出されるまで比較し、大きい方をその観測点の値とする。最大振幅は絶対値とし、フルスケールの場合はフルスケール情報を、未検出の場合は未検出情報を付加する。S波の検出は各観測点の水平動成分(東西、南北)のうち最大振幅の大きい成分で行う。検出処理は最大振幅が検出された時刻をさかのぼり、最大振幅から計算されるS波検出レベル値以下の状態が一定時間(S波検出有効時間)以上継続したとき、最後に検出レベル値を越えた時刻をS時刻とする。なお、最大振幅がフルスケールの場合および初期微動継続時間(S-P時間)がS波検出有効時間より小さい場合はS時刻未検出情報を付加する。

これらの機能の内、P波が一定数(P波検出数、設定は3となっている)以上検出された場合をトリガーONとし、トリガーONの対象となった観測点のフェーズデータ(P時刻、S時刻など)により震源計算を行なう。トリガーのOFFはトリガーONとなった全ての観測点でF時刻を検出したときとする。F時刻の最大はデータを保存するファイル容量の関係から10分までとした。

震源計算は3点以上のP波時刻と1点以上のS波時刻または4点以上のP波時刻が得られた場合に

リアルタイムで実行し、震源情報として地震発生時刻、震源緯度・経度、震源座標、震源の地域名、マグニチュード (M) を算出する。震源座標は東経139度、北緯35度を原点とした。震源座標の計算方法はP波速度 (VP) / S波速度 (VS) = 1.73を仮定して発震時を固定し、P波時刻から繰り返し最少二乗法で震源座標を求める方法によった。仮定したP波速度構造は、昭和63年度まで行なわれていた観測で使用していた構造と同じ構造を用いた (平賀, 1987)。各フェーズデータにはテレメータの回線遅延時間 (観測点毎に違うが約5~10数ミリ秒) を観測点毎に補正し、加えてある。

3.1.2 震源情報表示処理

EWSのカラーディスプレイ (CRT) には地震発生時の監視用に震央分布図、震源断面図を常時、表示している。表示範囲は関東地方、箱根火山の2画面から成り、適宜にどちらかを選択・表示する (図9、10)。これらの画面には地震波の自動処理によって得られた地震情報が震央マークとともに最新地震情報としてリアルタイムで表示される。また、同時にプリンターへ印字記録され、震源情報リストを作成する。CRTに表示された画面はハードコピー装置により、何時でも必要ときにカラーコピーが得られる。

3.1.3 データ保存処理

この処理は地震検地処理毎に起動し、トリガー ON から OFF までの全波形データ、観測点毎の波形読み取りデータ、震源情報データを光ディスクへ保存制御する。最も新しくトリガーされた地震から順に5個までの地震データは光ディスクと同じデータを磁気ディスクにも収録する。5地震を越え

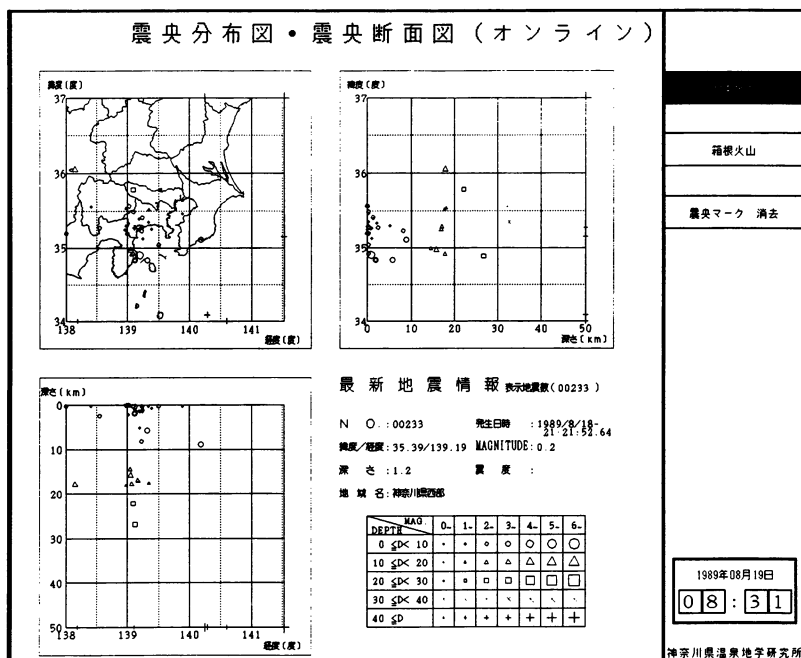


図9 関東地方の表示画面

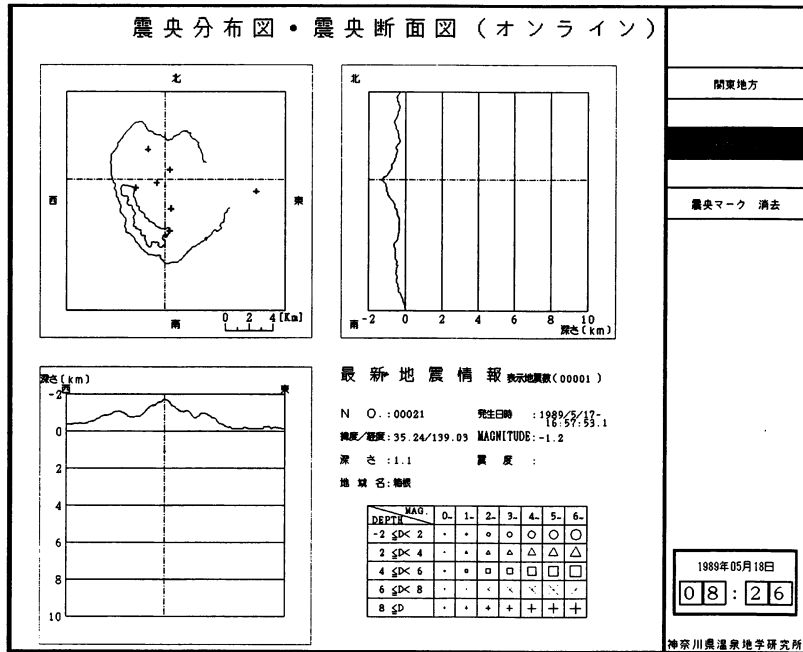


図10 箱根火山の表示画面

て新たな地震が発生した場合は古い順に上書きする。

3.1.4 波形データ強制収録処理

この処理は地震の発生に関係なく EWS 上または EWS に LAN 接続されたパソコンからのコマンド入力により随時全観測点の地震波形データを光ディスクに収録する機能である。強制収録終了のコマンド入力が行われるまで収録時間に制限はないが、未使用の光ディスク 1 枚（容量 600MB）で約 2 時間程度の連続波形記録が収録できる。

3.1.5 定義ファイル

定義ファイルはチャンネル定義ファイル、パラメータファイルから成る。ファイルの形式はテキストファイルで作成される。チャンネル定義ファイルはチャンネル番号、観測点番号、観測計器種別、観測点座標、観測点名称、テレメータ回線遅延時間、レベルバイアス補正值、コメントを定義する。パラメータファイルには地震波の演算・判定処理で説明した機能の演算に必要な定数を定義する。

3.2 傾斜データ処理

テレメータの遅延装置から EWS へ送られた傾斜データは全データが毎正分毎に、磁気ディスクのチャンネルデータ収録ファイルへ出力される。チャンネルデータ収録ファイルは 1 ファイル/1 日とする。ファイルの先頭には収録の年月日など、インデックス情報が書き込まれる。ファイルの保存期間は 62 日間を最大とし、これを越えた場合は古い順に上書きする。チャンネルデータ収録ファイルは EWS に

接続したパソコンで適宜収録し、日報やベクトル図などの解析・処理を行なう。解析・処理の詳細は八巻、他（1990）が報告している。

3.3 地下水位データ処理

観測センターのパソコンで1日に1回、自動的に収録する地下水位データは収録時の処理が行われた後、固定ディスクに保存する。データの収録はサンプリング1Hzで最大12局まで行える。水位データは3バイト、気圧データは2バイトの移動平均値である。雨量データは2バイトの積算値である。データ処理の機能は自動呼び出し、前日データ収集呼び出し、当日データ収集呼び出し、メンテナンスから成り（図11）、メニュー画面でカーソルキーにより処理を選択する。

自動呼び出しは、あらかじめ設定された時刻に指定された時間間隔（10分、30分、60分、6時間）

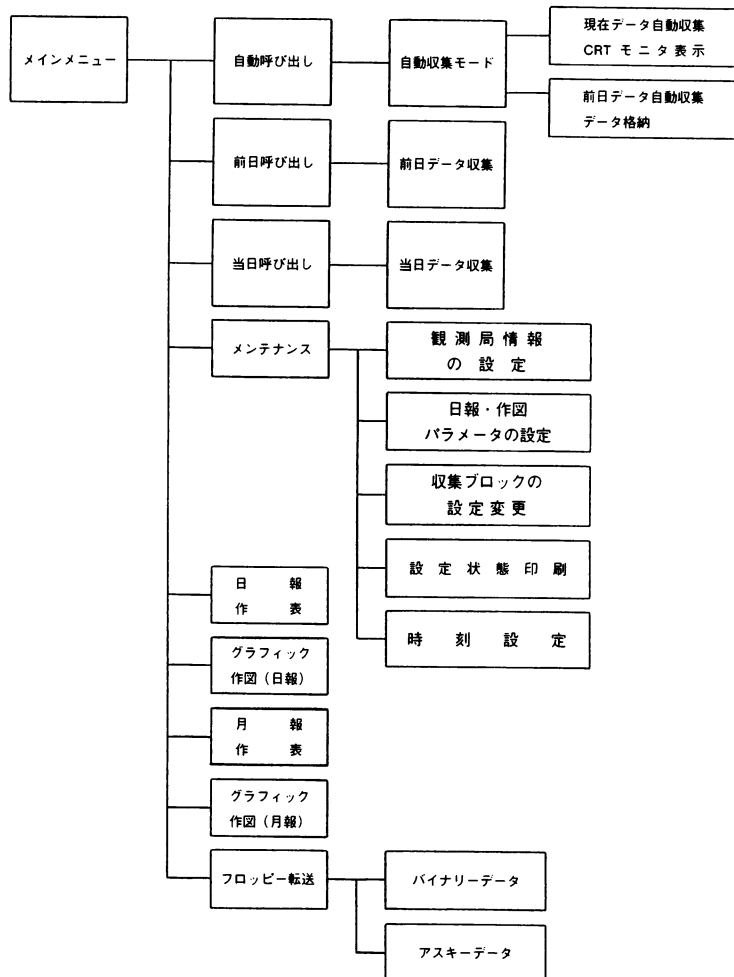
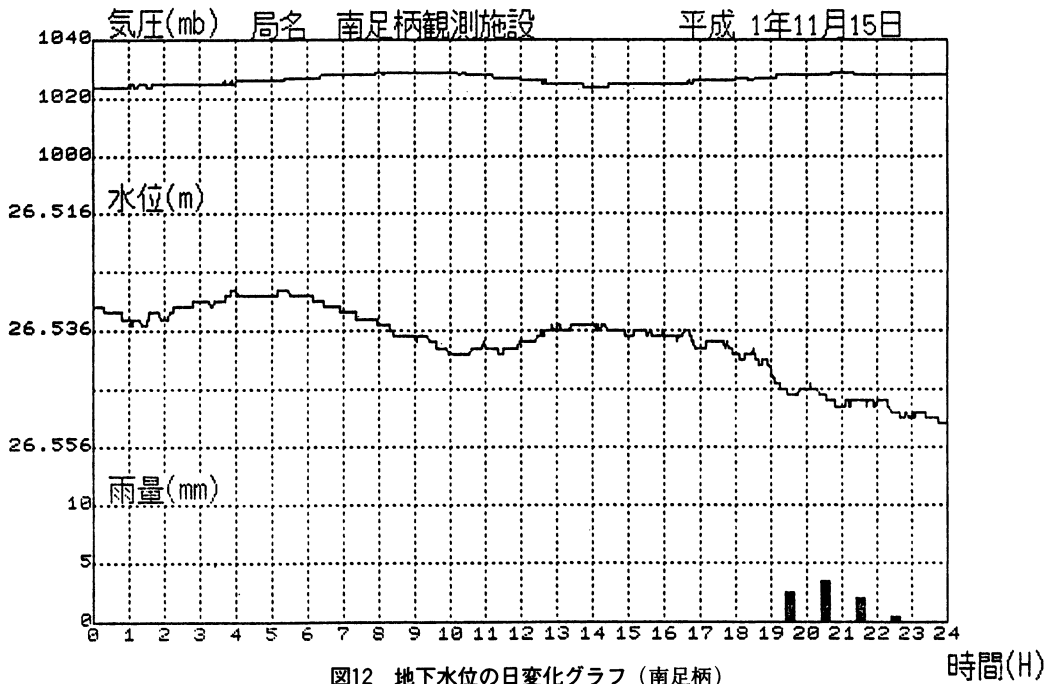


図11 地下水位ソフトウェアの体系



でデータの収集を行い日報・作図（地下水位変化グラフ）の出力をプリンターで行う。収録を行なった時刻のデータはCRT上に表示を行う。

前日データ収集呼び出しは自動モード、手動モードから成る。自動モードでは全水位観測施設の前日データを当日の設定時間（固定、現在は0時15分に設定）に収集し、日報・作図の作成を行う。南足柄観測施設の作図例を図12に示した。通常はパソコンをこのモードにしておき前日データの自動収録を行う。手動モードでは指定した観測施設について、自動モードの処理を行う。

当日データ収集呼び出しは手動により指定した1局の00時00分から現在時までのデータを収集し、日報・作図の作成を行う。

メンテナンス処理ではデータの収集に必要な情報の設定を行う。情報の設定は観測局名、電話番号、登録番号（暗唱番号）、使用区分の設定・変更、日報作成時のグラフィックパラメータの指定、気圧係数の設定・変更について行う。

これらの機能の他、ハードディスクからフロッピーディスクにデータを転送する機能がある。転送データはデータを圧縮した形のアスキー形式とデータの形を変えないバイナリー形式のどちらかを選択して行う。

4 まとめ

今や、連続観測での人力の省力、データの迅速な収集と解析を計るためにテレメータ方式を利用す

るのは常識となっている。長年の懸案であった箱根地震観測のテレメータが実現した。箱根火山の地震観測の歴史は古く、日本で三番目であった。しかし、これまでは開設当初と同じ観測方式で行われてきた。今回の整備で地震観測（9カ所）に加え傾斜計3カ所、地下水位3カ所が新たに増設された。これらのデータは温泉地学研究所で迅速な処理が行われるようになった。従来の方式では翌月に記録紙を回収した後、検測を行い震源決定していた。また、常時記録を見ていられないため欠測率が高かった。データがテレメータ化され、欠測率が減少すると共にデータの質の向上、処理時間が短縮された。定常的な処理は翌日には終わり、震源情報が得られるようになった。

近年、社会的にも地震・火山噴火予知に対する要請は、ますます強くなっている。今後は、さらに観測網の充実およびデータの質・精度を高め、国や大学と協力して県の地震・噴火予知研究発展の一助としたい。

謝辞

観測システムの整備は用地の取得から施工に至るまで昭和63年単年度事業として行われた。システムの構築に当たっては神奈川県庁関係者を始め、地元市町村、地主、その他多くの方々の好意と協力により完成することができた。お世話になった方々を以下に記して衷心より感謝いたします。

システムの計画・検査関係では前環境部長 増田豊氏、前同技監 落合昭吾氏、前同室長 久保清治氏、前同総括企画主幹 篠崎長滋氏、同主査 井上純郎氏、私学宗教課主幹（前財政課副主幹）陳岡啓子氏、防災消防課長 加藤一彦氏、出納施設課長 椿幹夫氏、同専任技幹 久保寺正美氏、同副技幹 矢沢秀雄氏、同主査 長坂貞次氏、同主査 中野善次郎氏、環境整備課主査 小川邦夫氏、電算システム課主査 加藤勤氏にお世話になった。

用地の関係では前箱根自然公園所長 熊切保氏、同次長 内藤啓吾氏、同主査 鳥居幸男氏、前淡水魚増殖試験場長 井上正昭氏、同仙石原試験池主任研究員 山崎尚氏、県有林小田原出張所長 高橋芳夫氏、前松田土木事務所長 亀井宏氏、平塚営林署箱根担当区 金沢修氏、山北町役場三保支所長 佐藤昌司氏、大滝キャンプ場 湯川秀氏、箱根町役場庶務課長 駿河寛氏、伊勢原市消防本部次長 青木実氏、同防災係 柳川和男氏、伊勢原市新田生産組合長 大谷光明氏、三島神社総代 富田直氏、大井町収入役（前庶務課長）近藤光男氏、大井町保育園長 岡部長氏にお世話になった。

明星電気(株)の工事部長 小池光麿氏、第二営業部課長 佐藤宗氏を始めとする関係者諸氏はシステムの施工から完成まで献身して下さった。温泉地学研究所の前管理課長 諸星忠義氏、同主査 橋井秀雄氏には事業が円滑に進むよう援助していただいた。なお、この事業は神奈川県温泉地学研究所地震テレメータ観測装置設置費および地下水位観測井設置費によった。

参考文献

明石和彦、福尾信平(1977)ボアホール型地震計及び傾斜計、精密機械、43、111-117.

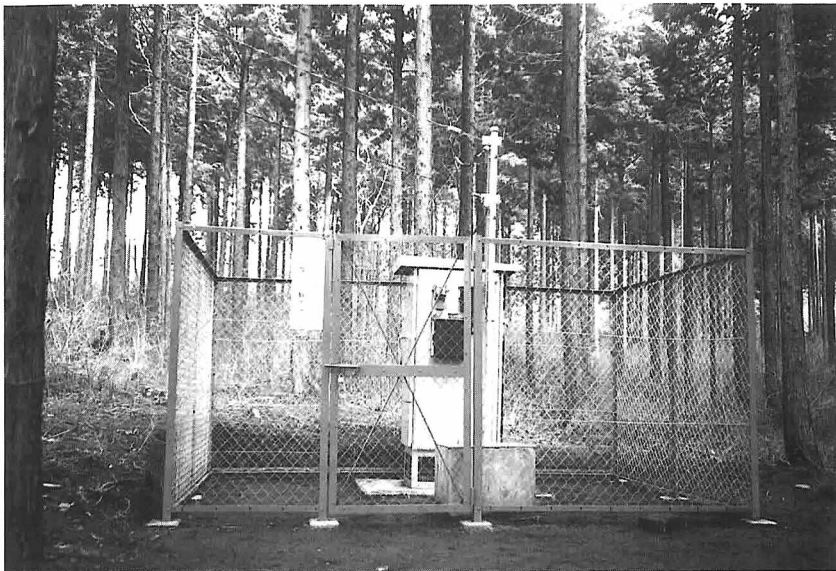
平賀士郎(1987)箱根火山と箱根周辺海域の地震活動、神奈川県温泉地学研究所報告、第18巻、第4号、1-126.

石橋克彦(1985)小田原付近の大地震発生の可能性、月刊地球、Vol.7、No.8、420-426.

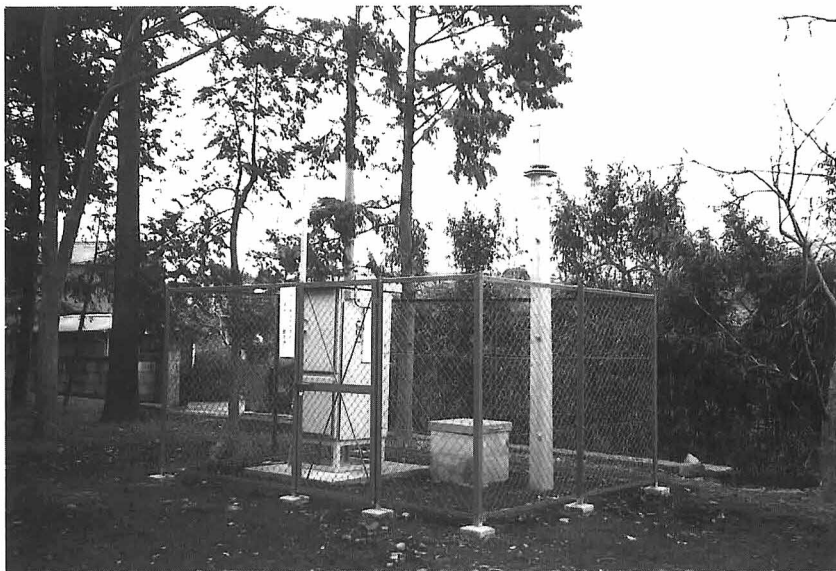
笠原敬司(1985)関東南部における大地震再来周期について、月刊地球、Vol.7、No.8、440-445.

水上武(1960)箱根火山、神山付近の群発地震活動及び鳴動に関する調査観測報告、神奈川県、1-29.

八巻和幸、小鷹滋郎、伊東博、棚田俊收、大木靖衛(1990)箱根火山・傾斜変化解析システム、神奈川県温泉地学研究所報告、第21巻、第3号、87-102.



◀写真1
地震・傾斜観測
施設(湖尻)



◀写真2
地下水位観測
施設(小田原)