

## グラフィックディスプレイ装置を用いた地殻傾斜 変動図の作成

大久保正\*・佐藤春夫\*\*・松村正三\*

国立防災科学技術センター

### A New Method for Plotting the Tilt Change Diagram by Using the Graphic Display Device

By

Tadashi Ohkubo, Haruo Sato and Shozo Matsumura

*National Research Center for Disaster Prevention*

#### Abstract

A computer program for plotting the tilt change diagram by using the graphic display device was developed for the purpose of routine processing of ground tilt data from the Kanto-Tokai observation stations. Tilt data telemetered to the National Research Center for Disaster Prevention are recorded on magnetic tapes in digital form at a sampling interval of one minute by the realtime processor.

The program, at first, produces the magnetic disk file of hourly tilt data from the magnetic tapes. Simple instrumental noises are automatically eliminated in this procedure. Then, the tilt data in the disk file are displayed on the graphic display device under the control of the program. Such revisions of the displayed image as rearrangement of entangled traces can be made by manual commands from the console. Repeating necessary revisions the final version of the tilt change diagram is obtained, and it is reproduced by the hard copy device.

The semi-automatic method for plotting the tilt change diagram succeeded in banishing time-wasting and troublesome manual works which were inevitable for the conventional punch cards-XY plotter method. The magnetic disk-graphic display method will also be applied to more advanced data processing for earthquake prediction.

---

\* 第2研究部地震活動研究室, \*\* 第2研究部地殻変動研究室

## 1. はじめに

国立防災科学技術センター（防災センター）では、関東・東海地域における地震予知研究のために傾斜計と高感度地震計による地殻活動観測網の整備とデータの集中処理が進められている。現在、地殻活動観測網のうち地殻傾斜観測点が16点整備されており、昭和57年度末までにさらに7点が建設される予定である。図1に関東・東海地域における地殻傾斜観測点の配置を示す。ほとんどの観測点には傾斜計・孔底温度計と地震計が併設されているが、傾斜観測のみの点もある。また、一部の観測点には気圧計や雨量計が設置されている。これらの観測点からの信号は、筑波研究学園都市の国立防災科学技術センターへリアルタイムでテレメータされ、記録・監視が行われている。テレメータはPCM（Pulse Code Modulation）

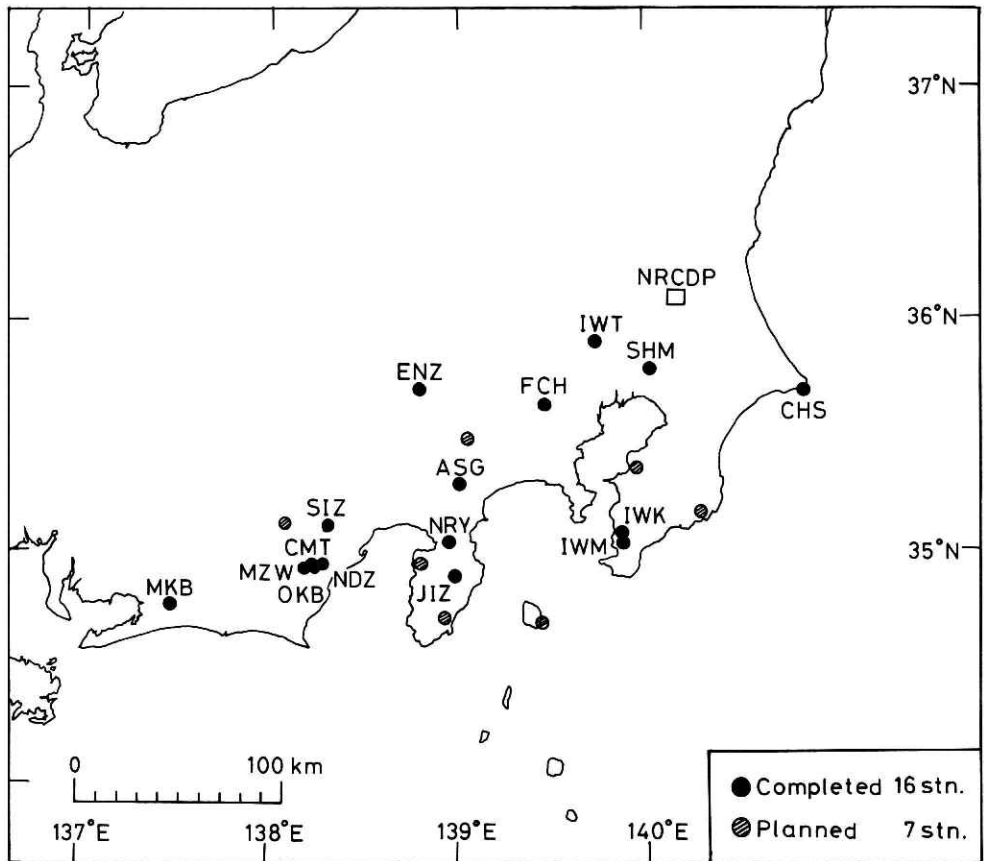


図 1 関東・東海地域における国立防災科学技術センターの傾斜計観測点分布（1981年10月現在）

Fig. 1 Tiltmeter stations of the National Research Center for Disaster Prevention in the Kanto-Tokai area as of October, 1981.

方式で、傾斜等については毎秒1回のサンプリング値を16bitのデータとして伝送している。データ処理システムは、テレメータシステムとオンラインで接続され実時間でデータの自動監視と収録を行うリアルタイムデータ処理システムと、収録されたデータの解析を行うためのデータ試験解析システムから構成されている。

傾斜観測データを地殻活動の監視と地震予知研究に活用するためには種々のデータ処理が必要となるが、その中でももっとも基本となるのが地殻傾斜変動図の作成である。1978年以来、関東・東海地域地殻活動観測網の定常的なデータ処理の一環として、観測点ごとに月単位で地殻傾斜変動図が作成されている。これらの資料は、地震予知連絡会等に定期的に報告され、また資料集として刊行されてきている（国立防災科学技術センター、1979；同、1980；同、1981；佐藤・立川、1979；佐藤ら、1980；立川ら、1980）。

しかし、現在地殻傾斜変動図の作成に用いられている方式は手作業によるところが多く、迅速な定常データ処理にふさわしいものとなっていない。観測点の数も年々増えてきており、より効率の良い方式が必要とされていた。

われわれは、旧式の方式による経験を基礎にグラフィックディスプレイ装置（GD）を用いた半自動地殻傾斜変動図作成方式の開発を進めて来たが、この新方式が完成し、実用化の見通しが得られたので報告する。

## 2. 旧来方式による地殻傾斜変動図作成とその問題点

定常的な地殻傾斜変動図の作成は今まで以下のような方式によって行われてきた（図2参照）。テレメータによって送られて来た1秒サンプリングのデータを、デジタルデータレコーダで1時間に1回正時に収録する。磁気テープ1巻に1月分のデータが収録され、これを汎用の大型計算機（ACOS-700）によって読み出し、カードに出力する。このデータカードに基づいて、必要なパラメータ（ゲイン・オフセットなど）を与えて汎用計算機のXYプロッターで作図を行う。描線の交差などによって図が見にくい場合にはパラメータを設定しなおし、また、データのエラーや欠測があった場合にはデータカードに必要な補訂を行って再び作図を行う。このような修正作業を何回か繰り返して最終的な地殻傾斜変動図が得られる。最終のデータは磁気ディスクに納められ、同時にラインプリンタに出力されるので、以後作図の必要が生じた時には、ラインプリンタ出力のパラメータを参照してディスクファイルをそのまま用いることができる。磁気ディスクは一時的なファイルに用いられ、データの長期間保存は磁気テープによって行われている。

データカード—XYプロッターによるこの旧来方式は、専用のデータ処理システムが未整備の時期に採用され、傾斜計データの定常処理に基本的な役割を果たしてきた。しかし、観測点が年々増加し、観測データのより迅速な処理の要請が高まるにつれて、旧来方式の限界も鮮明になってきた。第一の問題点は、現在の観測点数でもデータカード枚数が毎月数千枚

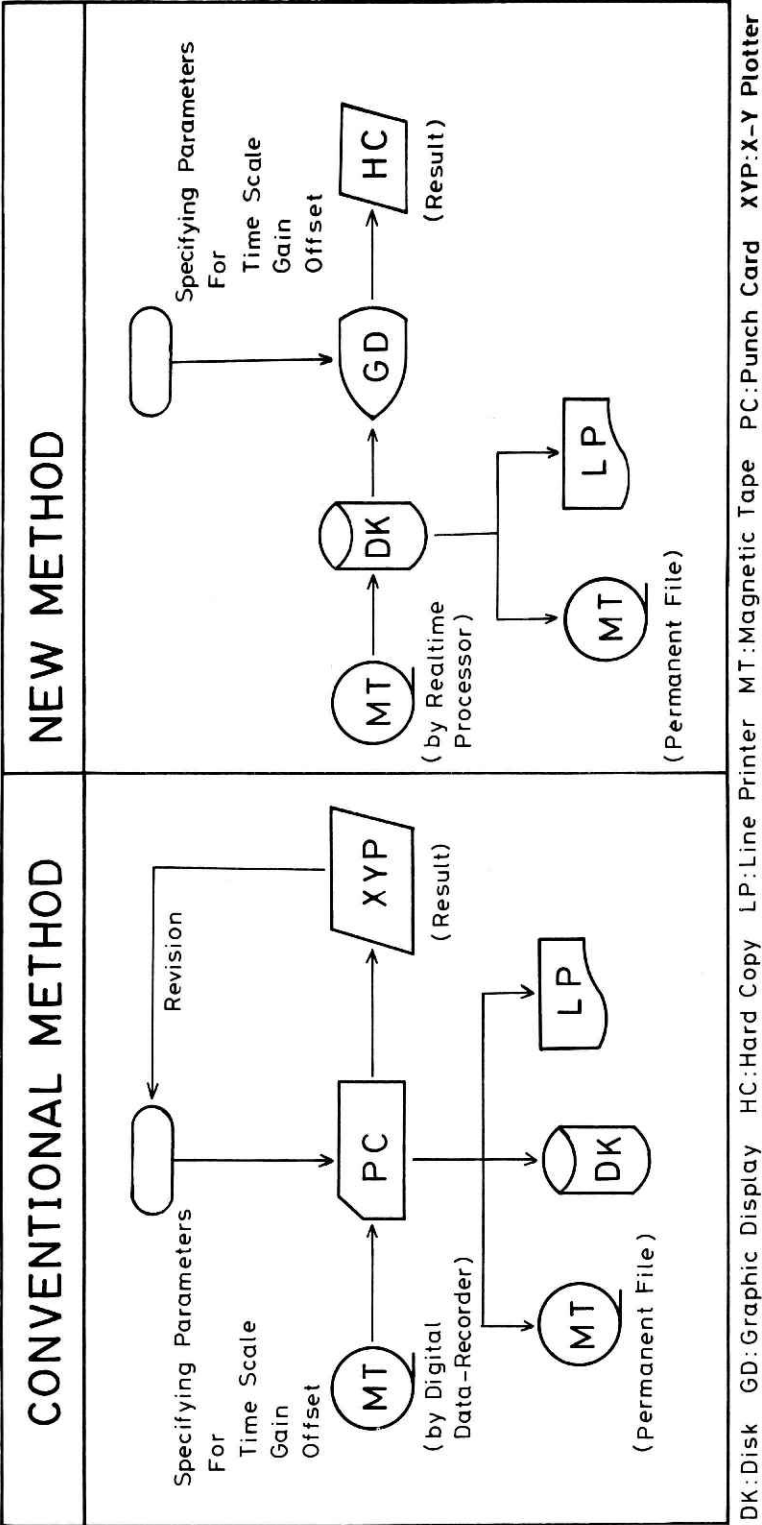


図 2 地殻傾斜変動図作成の旧来方式 (左) と新方式 (右) の比較

Fig. 2 Comparison between the conventional and new methods for plotting the tilt change diagram

にのぼり、データ取扱いの便が大変悪いことである。第二の、そして最大の問題点は、最終的な地殻傾斜変動図を得るまでに変動図の試作・修正という煩雑で時間をくう作業を何度も繰り返さねばならないことである。このため、1カ月分の作図を完成するのに現在でも数日を要している。入出力媒体としてカード、XYプロッターを使う限り、作業能率を大巾に向上させることは不可能で、今後の観測点数の増大に対処することができない。さらに、今後データ処理の内容をより豊富にして行く上で、旧来の方式は発展性に乏しい。次節に詳しく述べる新方式では、これらの問題点が基本的に解決され、大量のデータを迅速かつ能率的に処理できるようになっている。

### 3. データ検測解析システムによる地殻傾斜データの定常処理

われわれの新方式は、関東・東海地域地殻活動観測網専用のデータ処理システムを用いた磁気ディスク(DK)ベース・高速グラフィックディスプレイ装置(GD)出力の方式である。データの読み出しや補訂はDKを媒体として行われる。また、各種パラメータの指定はGDからキーインすることによって行われる。表1にデータ処理に使用しているHITAC-20の入出力機器の転送速度を示した。GDの転送速度は標準仕様では9600BPSであるが、高速データ処理用に307KBPSのものが開発された(松村ら, 1981)のでこれを用いている。

関東・東海地域地殻活動観測網のデータ処理システムは、テレメータシステムに直結したオンラインのリアルタイムデータ処理システムとオフラインのデータ検測解析システムから成り、前者はデータの収録と地殻活動の自動監視、後者は地震の震源決定をはじめとする種々のデータ処理を任務とするものである。詳しくは松村ら(1979)およびMatsumura *et al.* (1981) 参照。

地殻傾斜関係のデータはテレメータによって毎秒1回のサンプリングで伝送され、これに直結したリアルタイムデータ処理システムで毎分1回のサンプリングで抜き取られて磁気ディスクへ収録されている。磁気ディスクは8日分のデータを収録することができるが、データが順次更新されるため1週間に一度磁気テープへデータの吐き出しが行われる。以下の処理は、この磁気テープのデータをもとに、データ検測解析システムにより図2に示す流れで実行される。

#### (1) 地殻傾斜ファイルの作成

磁気テープ1巻には7日分の毎分サンプリングのデータが収録されており、ここから毎

表 1 データ検測解析システム入出力装置のデータ転送速度

Table.1 Data transmission speed for the input/output devices of the batch processor.

Device	Transmission Speed
Card Reader	310 cards/min
Disk	156.2 Kw/sec
Disk(for data file)	222 KW/sec
Graphic Display	307 Kbits/sec
Line Printer	200 lines/min
Magnetic Tape Recorder	20 KW/sec
X-Y Plotter	400 steps/sec

時1回のサンプリングでデータを抜き取り、磁気ディスクへ収録する。この磁気ディスクは容量が36.6MW（メガワード）で、そのうち1110トラック（1トラック3072W）を地殻傾斜用に割当てている。ここに毎時サンプリングの320チャンネル分のデータ1年分を収容することができる。

このようにして作られた傾斜データの磁気ディスクファイルが地殻傾斜変動図作成のための基本ファイルとなる。基本ファイルを作成する時に問題になるのがテレメータの同期はず

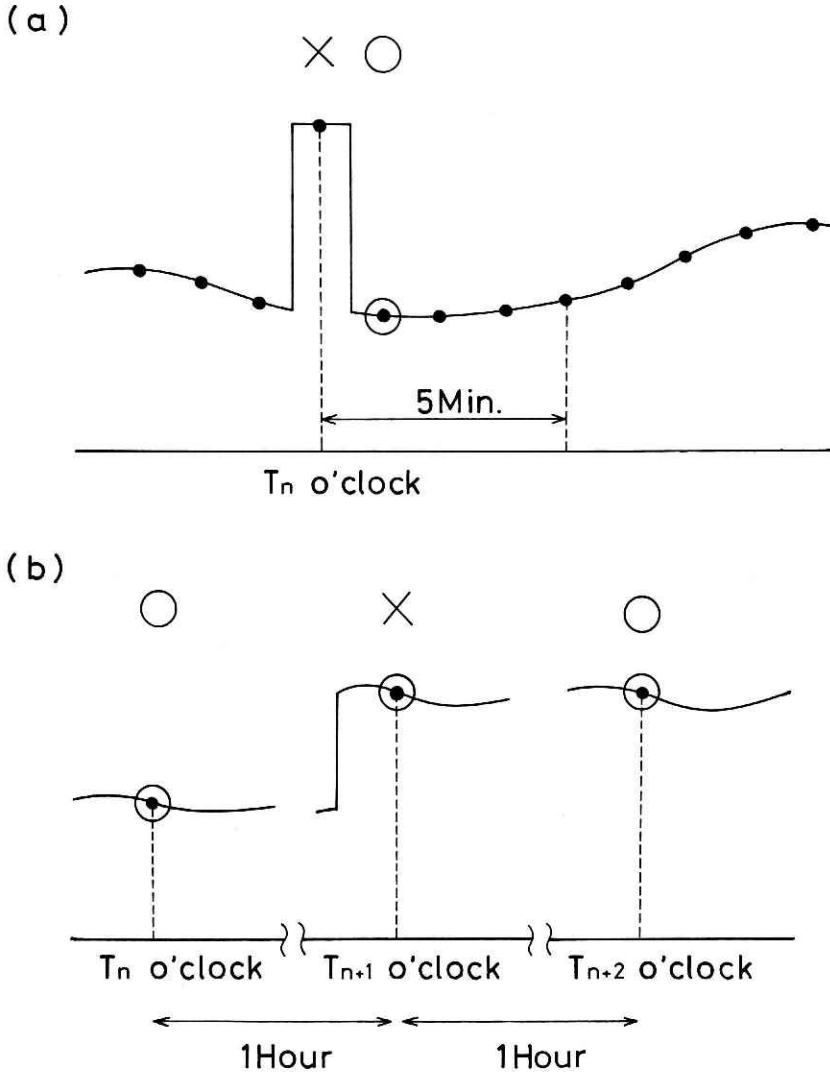


図 3 毎時データの取り込み方法

Fig. 3 Algorithm for sampling the hourly data.  
O: adopted, X: excluded.

れなどによって発生するデータエラーである。正時のデータを抜き取っただけではデータエラー時の誤ったデータを取り込むおそれがある。そこで、データの抜き取り時には以下の条件によって自動的にエラーデータを除き、良好なデータのみ取り込むようになっている。

① 原則的には正時のデータが抜き取られるが、正時のデータがデータエラーなどによっておかしい値となっている場合には、正時から5分以内のデータの中の正時に近い方の「正しい値」が採用される。(図3(a))。「正しい値」の判定は5個のデータを互いに比較し、両者の差があらかじめ決められた値より小さいものが2個以上あるという条件を満たすかどうかによって行われる。これによって、パルス的なノイズを除去することができる。

② 次に、抜き取ったデータと1時間前の抜き取りデータとを比較し、両者の差があらかじめ決められた値より小さければ、そのデータと時刻をファイルに書き込む(図3(b))。図の $T_{n+1}$ 時のデータのように傾斜計のリセットなどによって見掛け上の傾斜ステップが発生した場合には、1時間前の $T_n$ 時のデータとの差が大きいためこのデータは採用されない。しかし、次の $T_{n+2}$ 時のデータは $T_{n+1}$ 時のデータとの差が小さいために採用される。

③ 前記の2つの条件が満たされない場合には、データを0に置き換えてファイルへ書き込む。また、順に時刻を見て行き欠測があった場合には、その時刻とデータ0をファイルへ書き込み時刻の切れ目をなくす。データエラーの自動削除については簡単でかつ効果の高いものということで前記のようにした。記録上の大きな傾斜変動についてはいろいろな原因が考えられる。真の傾斜変動だけでなく、計器のリセットや故障、地震動の衝撃等による見掛け上の傾斜ステップが多く、これらの変動を全て自動的に弁別して取捨することは難しく、最悪の場合は必要なデータまで捨ててしまうことになりかねない。従って、データの自動削除は最小限に留め、真に異常な地殻変動であるのか、単なる計器の故障であるのかという判断は今のところ人間が行った方が安全である。われわれの方式では、図3(b)の $T_{n+1}$ 時のような「異常」データ自動削除が不適当な場合には、GD上の画像およびラインプリンタに打ち出された数値を参照しながらディスクファイルの修正を行うようになっている。

## (2) 抜き取りデータの保存

磁気ディスクファイルのデータは、任意の期間を指定して磁気テープへ出力し、保存用の永久ファイルとなる。この磁気テープは汎用の大型計算機によって読み出して解析することも可能である。また、地殻傾斜ファイルの内容は磁気ディスクからでも磁気テープからでも適宜ラインプリンタに打ち出すプログラムが用意されている。表2は汎用の大型計算機ACOS-700によって打ち出したダンプリストの例である。

## (3) グラフィックディスプレイ装置による地殻傾斜変動図の作成

地殻傾斜変動図は、磁気ディスクの地殻傾斜ファイルに収録されたデータからグラフィックディスプレイ装置(GD)を用いて作図される。従来のカードベース—XYプロット出力の方式においては、一度作図をした後にスケールを変えた作図を行う場合には、カードを差し

表 2 傾斜データのラインプリンタ出力の例

Table.2 An example of line printer output of the tilt data.

YYMMDDHHMM	41CH (CMTN)	42CH (CMTS)	43CH (CMTD)	44CH (CMTT)	45CH (CMTF)	46CH ( )	47CH ( )	48CH ( )	49CH (NDZN)	50CH (NDZE)	51CH (NDZS)	52CH (NDZT)	53CH ( )	54CH (NDZT)	55CH ( )	56CH ( )
8104010500	32883	32452	32768	20672	52416	0	0	0	33296	34343	32768	19904	0	33094	3	0
8104010700	32880	32454	32768	20672	52416	0	0	0	33292	34348	32768	19904	0	33592	3	0
8104010900	32877	32458	32768	20672	52416	0	0	0	33289	34351	32768	20032	0	33336	3	0
8104011100	32874	32463	32768	20672	52416	0	0	0	33286	34356	32768	19904	0	33888	3	0
8104011300	32872	32466	32768	20672	52416	0	0	0	33284	34360	32768	19904	0	33632	3	0
8104011500	32872	32468	32768	20544	52416	0	0	0	33284	34362	32768	19904	0	33760	3	0
8104011700	32871	32469	32768	20472	52416	0	0	0	33285	34363	32768	19904	0	33680	3	0
8104011900	32872	32467	32768	20672	52416	0	0	0	33286	34362	32768	19904	0	33464	3	0
8104012100	32874	32465	32768	20672	52416	0	0	0	33288	34360	32768	19904	0	33720	3	0
8104012300	32875	32462	32768	20800	52416	0	0	0	33289	34358	32768	19904	0	33528	3	0
8104012500	32875	32460	32768	20800	52416	0	0	0	33290	34355	32768	20160	0	33400	3	0
8104012700	32876	32457	32768	20800	52416	0	0	0	33290	34354	32768	20288	0	33952	3	0
8104012900	32876	32456	32768	20800	52736	0	0	0	33289	34354	32768	20416	0	33504	3	0
8104013100	32876	32454	32768	20928	52736	0	0	0	33289	34354	32768	20416	0	33120	3	0
8104013300	32876	32456	32768	20928	52736	0	0	0	33289	34358	32768	20416	0	33632	3	0
8104013500	32877	32458	32768	20928	53056	0	0	0	33289	34361	32768	20416	0	33512	3	0
8104013700	32878	32460	32768	20800	53056	0	0	0	33291	34362	32768	20416	0	33528	3	0
8104013900	32880	32460	32768	20800	53056	0	0	0	33293	34362	32768	20416	0	33672	3	0
8104014100	32882	32459	32768	20928	53056	0	0	0	33297	34360	32768	20288	0	33560	3	0
8104014300	32885	32457	32768	20800	53176	0	0	0	33291	34368	32768	20288	0	33304	3	0
8104014500	32887	32454	32768	20800	54016	0	0	0	33302	34353	32768	20288	0	33492	3	0
8104014700	32888	32451	32768	20800	55040	0	0	0	33303	34349	32768	20160	0	33608	3	0
8104014900	32888	32447	32768	20800	56640	0	0	0	33303	34345	32768	20288	0	32768	3	0
8104015100	32886	32445	32768	20800	58304	0	0	0	33300	34344	32768	20160	0	33108	3	0
8104015300	32885	32445	32768	20800	59584	0	0	0	33296	34344	32768	20160	0	33160	3	0
8104015500	32879	32446	32768	20800	60928	0	0	0	33291	34348	32768	20288	0	25792	3	0
8104015700	32874	32449	32768	20800	61568	0	0	0	33286	34353	32768	20288	0	24736	3	0
8104015900	32870	32453	32768	20800	62208	0	0	0	33281	34358	32768	20288	0	23584	3	0
8104020100	32867	32457	32768	20800	62320	0	0	0	33278	34362	32768	20288	0	26816	3	0
8104020300	32867	32459	32768	20928	33408	0	0	0	33279	34367	32768	20416	0	24560	3	0
8104020500	32867	32461	32768	20928	35712	0	0	0	33281	34369	32768	20416	0	24240	3	0
8104020700	32867	32460	32768	20928	36672	0	0	0	33285	34368	32768	20416	0	25792	3	0
8104020900	32869	32458	32768	20800	38656	0	0	0	33284	34366	32768	20416	0	24660	3	0
8104021100	32871	32455	32768	20928	41280	0	0	0	33286	34362	32768	20416	0	24000	3	0
8104021300	32871	32452	32768	20928	42560	0	0	0	33286	34358	32768	20416	0	22784	3	0
8104021500	32872	32449	32768	21056	42560	0	0	0	33286	34356	32768	20416	0	21248	3	0
8104021700	32873	32448	32768	20928	42560	0	0	0	33286	34356	32768	20288	0	20706	3	0
8104021900	32874	32451	32768	21056	42560	0	0	0	33286	34351	32768	19904	0	19776	3	0
8104022100	32874	32453	32768	21056	42560	0	0	0	33286	34351	32768	19904	0	19456	3	0
8104022300	32875	32458	32768	21056	42560	0	0	0	33285	34360	32768	19904	0	20032	3	0
8104022500	32873	32461	32768	21056	42560	0	0	0	33287	34359	32768	20032	0	20672	3	0
8104022700	32875	32463	32768	21056	42560	0	0	0	33290	34360	32768	20160	0	21504	3	0
8104022900	32877	32463	32768	20928	42560	0	0	0	33294	34358	32768	20416	0	21040	3	0
8104023100	32880	32464	32768	20928	42560	0	0	0	33298	34359	32768	20416	0	24192	3	0
8104023300	32880	32463	32768	20800	42560	0	0	0	33301	34353	32768	20416	0	35216	3	0
8104023500	32884	32459	32768	20800	42560	0	0	0	33304	34348	32768	20288	0	24496	3	0
8104023700	32884	32456	32768	20800	42560	0	0	0	33306	34340	32768	20032	0	27520	3	0
8104023900	32884	32453	32768	20672	42560	0	0	0	33305	34335	32768	19904	0	28416	3	0

替えてからでなければ次の作図を行うことができなかったが、GDによる場合には全てのパラメータ（表示するデータの期間、チャンネル、縦軸横軸の拡大・縮小のスケールなど）をGDからキーインすることによって直接指定できる。対話式で作図作業が行えるわけで、完成図を得るまでの時間はごく短時間で済む。

作図は1月分を標準画面として処理する。1カ月分であれば月の途中からでも良い。チャンネルの指定は6文字のコードによって行う。このコードは観測点と観測成分とからなっており、コードのテーブルは磁気テープと磁気ディスクの地殻傾斜ファイルにヘッダーラベルとして書き込まれている。チャンネル数は現在のところ1画面に5チャンネルまで表示できるようになっている。データは16ビットのうち傾斜計のデータについては下位10ビット、温度計・気圧計・雨量計については上位10ビットを表示する。この10ビットデータは打点計での記録、デジタルデータレコーダでの収録データと対応する。

図4の(a)~(c)に標準画面の表示例を示す。(a)は野田沢観測点(NDZ)の傾斜変動のNS、EW成分を表示したもので、画面右側に観測点と観測成分のコードと最終データが表示されている。(b)は同じく野田沢の温度計(T)と気圧計(B)のデータの表示例である。(c)は雨量計のデータの表示例で、1時間毎の雨量を積算して日雨量に直して表示してある。1時間毎の雨量計のデータそのままでも表示できる。表示例は、南足柄観測点(ASG)の雨量と



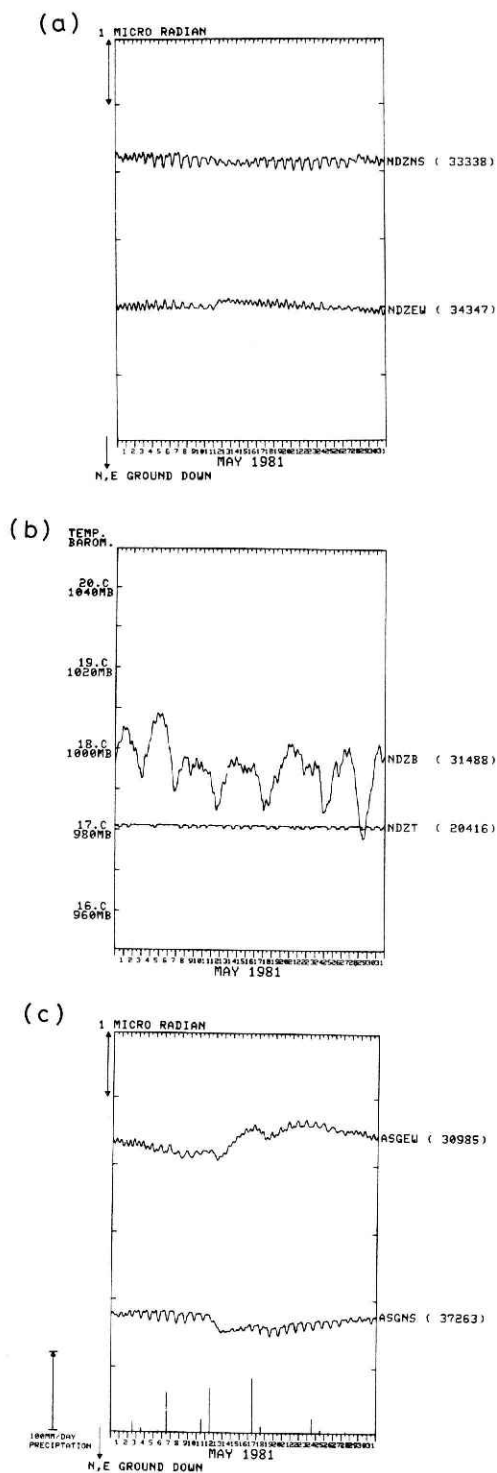


図 4 グラフィックディスプレイ装置による表示例

(a)野田沢観測点における傾斜変動のNS, EW成分, (b)野田沢観測点における気圧と孔底温度の変動, (c)南足柄観測点における傾斜変動のNS, EW成分と日雨量

Fig. 4 Examples of data display:  
(a) Tilt change for NS and EW components at NDZ. (b) Changes in atmospheric pressure and underground temperature at NDZ. (c) Tilt change and daily precipitation at ASG.

傾斜のNS, EW成分を合せて表示したものである。

標準画面の他に、次のような画面指定が用意されている。

① タイムスケール：標準画面の1ヵ月分の他に10日分、3日分の横軸を伸ばした表示ができる(図5(a))。

② ゲイン：1/32倍から32倍までの倍々系列で任意の倍率を選び、縦軸を拡大・縮小して表示できる(図5(b))。

③ オフセット：16ビットデータのうちの下位10ビットを表示しただけでは、描線が交差したり重なりあったりしてしまうことがある。このような場合には必要なチャンネルのみを選び、クロスヘアカーソルによって書き始めの位置を指定し、適当に描線を上下にずらしてやることができる(図5(c))。また、この時のオフセット量はラインプリンタに打ち出される。キーボードからオフセット量を指定することもできる。一度標準画面で表示した後にゲインを変えて再表示を行っても書き始めの位置は変わらない。また、拡大再表示の際に描線がスケールアウトした場合には、自動的にオフセットが加わって図の上端または下端から再び描線を描き始めるようになっている。

以上のような編集機能を用いて作成した地殻傾斜変動図の例を図6に示す。表示例は、近

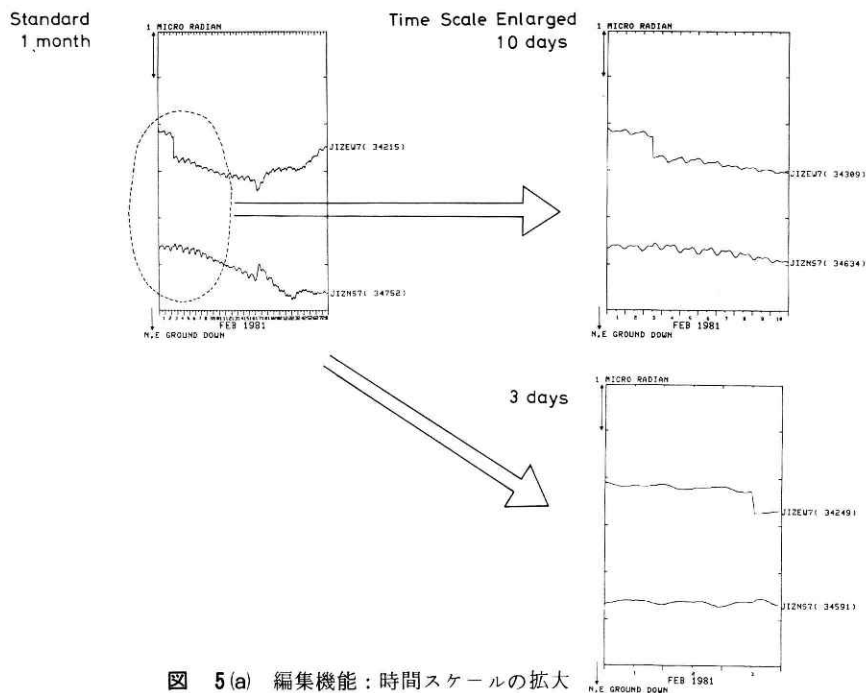


図 5(a) 編集機能：時間スケールの拡大

Fig. 5(a) Parameter control: enlarging the timescale.

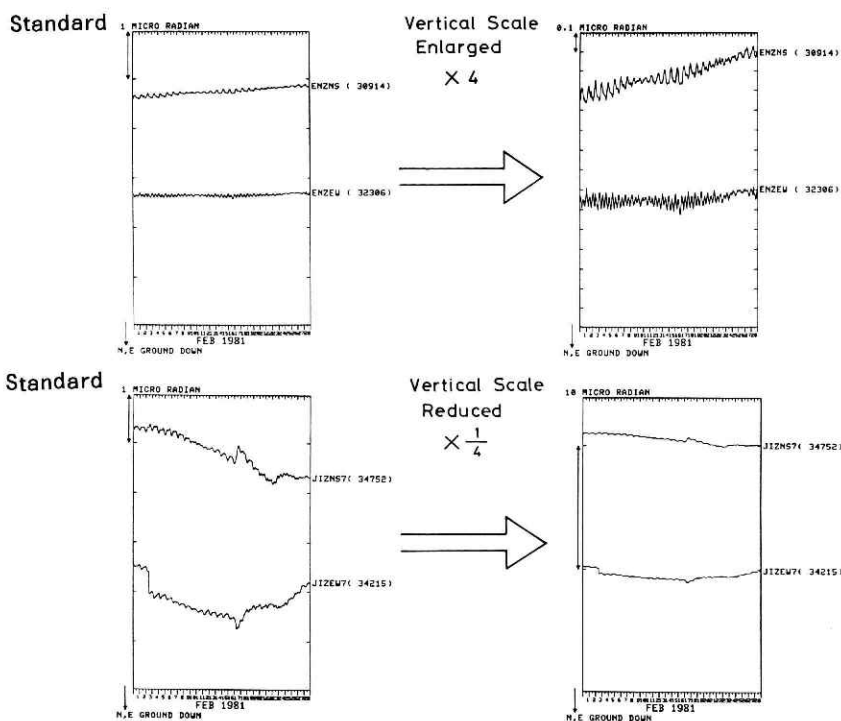


図 5(b) 編集機能：縦軸の拡大・縮小

Fig. 5(b) Parameter control: changing the vertical scale.

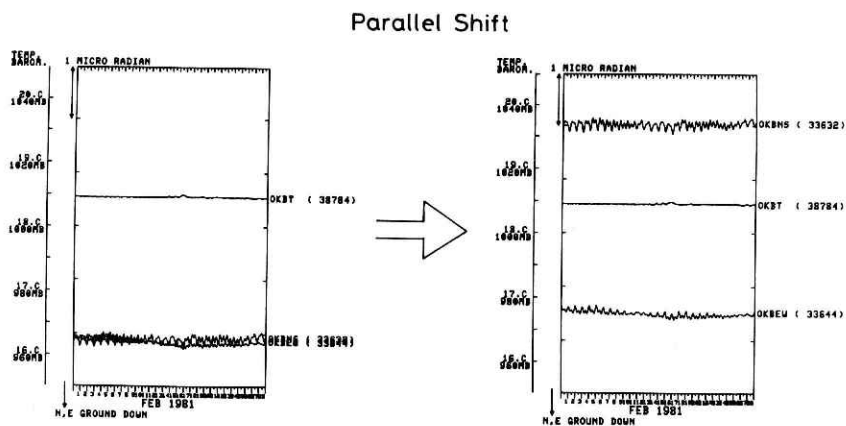


図 5(c) 編集機能：描線の平行移動

Fig. 5(c) Parameter control: shifting the traces

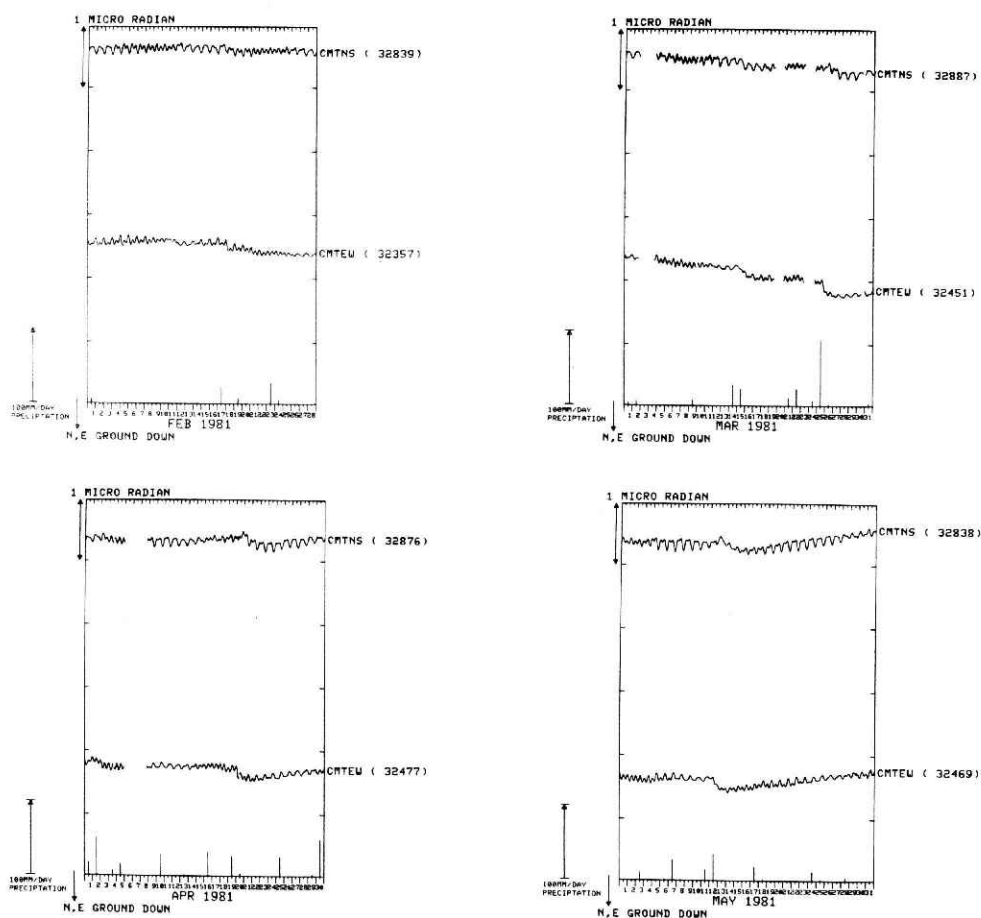


図 6 地殻傾斜変動図の実例 (近又観測点, 1981年2月~5月)

Fig. 6 An example of final version of the tilt change diagram (CMT for February-May 1981).

又観測点 (CMT) の傾斜のNS, EW成分と日雨量を表示したものである。表示のスピードは、3チャンネル分を表示するのに約8秒である。磁気ディスクからデータを読み出してから表示が始まるまでに約20秒かかるが、再表示の場合はメモリーに読み込んだデータを使うため2秒程度で表示が始まる。

現在の方式は1カ月単位の作図となっているが、磁気ディスクには1年分のデータが収録できるため、データに間引き、平均化などの操作を加えて半年分、1年分の表示もできるようにプログラムを改善して行きたい。また、エラーデータや故障期間のデータの削除などもディスプレイ上から指定できるようにしたい。

#### 4. おわりに

国立防災科学技術センターでは、関東・東海地域における地殻活動観測網の整備も進み、

データの量も年々増えつつある。大量のデータを処理して地殻傾斜変動図を作成するためには、従来のカードベース—XYプロッタ出力の方式では作図に時間がかかるだけでなく、データの補訂やスケールの変更を行うためには手間のかかる煩雑な作業が避けられなかった。

しかし、ディスクベース—グラフィックディスプレイ表示の方式に変えることによって、作図を飛躍的に迅速に行えるようになっただけでなく、GD上のキー操作でただちに再表示することも可能になった。また、スパイク的なデータエラーなどはデータファイル作成時に自動的に取り除くことも可能になった。地震予知のために異常な地殻傾斜変化の自動検出方法を開発して行く上でも、ディスクベース—グラフィックディスプレイ表示の方式が有効であり、われわれの研究成果が生かされるものと考えてる。

#### 参 考 文 献

- 1) 国立防災科学技術センター (1979) : 静岡県岡部町における地殻傾斜の群列観測。地震予知連絡会会報, 第21巻, 78—80.
- 2) 国立防災科学技術センター (1980) : 最近の関東・東海地域における地殻傾斜の連続観測。地震予知連絡会会報, 第23巻, 144—148.
- 3) 国立防災科学技術センター (1980) : 最近の関東・東海地域における地殻傾斜の連続観測。地震予知連絡会会報, 第24巻, 60—66.
- 4) 国立防災科学技術センター (1981) : 関東・東海地域における最近の地殻傾斜連続観測。地震予知連絡会会報, 第25巻, 102—107.
- 5) 国立防災科学技術センター (1981) : 関東・東海地域における最近の地殻傾斜連続観測。地震予知連絡会会報, 第26巻, 141—145.
- 6) 松村正三・大久保正・勝山ヨシ子・浜田和郎 (1978) : 計算機による地殻活動観測データ処理システム(I)—オンラインリアルタイム処理—。地震学会講演予稿集, No.2, 131.
- 7) 松村正三・大久保正・勝山ヨシ子・浜田和郎 (1979) : 計算機による地殻活動観測データ処理システム—オンラインリアルタイムシステム—。国立防災科学技術センター研究速報, 第35号, 1—18.
- 8) 松村正三・勝山ヨシ子・浜田和郎・西川研悦・森博行 (1981) : 計算機による地殻活動観測データ処理システム(II)—パッチ処理システム—。地震学会講演予稿集, No.1, 163.
- 9) 松村正三・浜田和郎 (1981) : 計算機による地殻活動観測データ処理システム(III)—防災センターデータ検測解析システム—。地震学会講演予稿集, No.2, 116.
- 10) Matsumura, S., Hamada, K., Katsuyama, Y., Ishida, M. and Ohkubo, T. (1981) : Data processing by the computer system for network observation of crustal activities in the Kanto-Tokai area. *Proc. 2nd Joint Panel Meeting, The U. J. N.R. Panel on Earthq. Prediction Tech.*, 149—174.
- 11) 佐藤春夫・立川真理子 (1979) : 地殻傾斜観測資料集(1)。防災科学技術研究資料, 第42号, 1—32.
- 12) 佐藤春夫・立川真理子・山本英二 (1980) : 地殻傾斜観測資料集(2)。防災科学技術研究資料, 第51号, 1—66.
- 13) 立川真理子・佐藤春夫・山本英二 (1980) : 地殻傾斜観測資料集(3)。防災科学技術研究資料, 第62号, 1—123.

(1981年11月19日 原稿受理)