

微細気象観測用オフラインデータ 集録装置について

米谷俊彦・瀬尾琢郎

植物群落や裸地上の接地気層における微細気象学の研究を行う場合、時間的にも空間的にも複雑に変化する気象現象を正確に把握することが必要である。

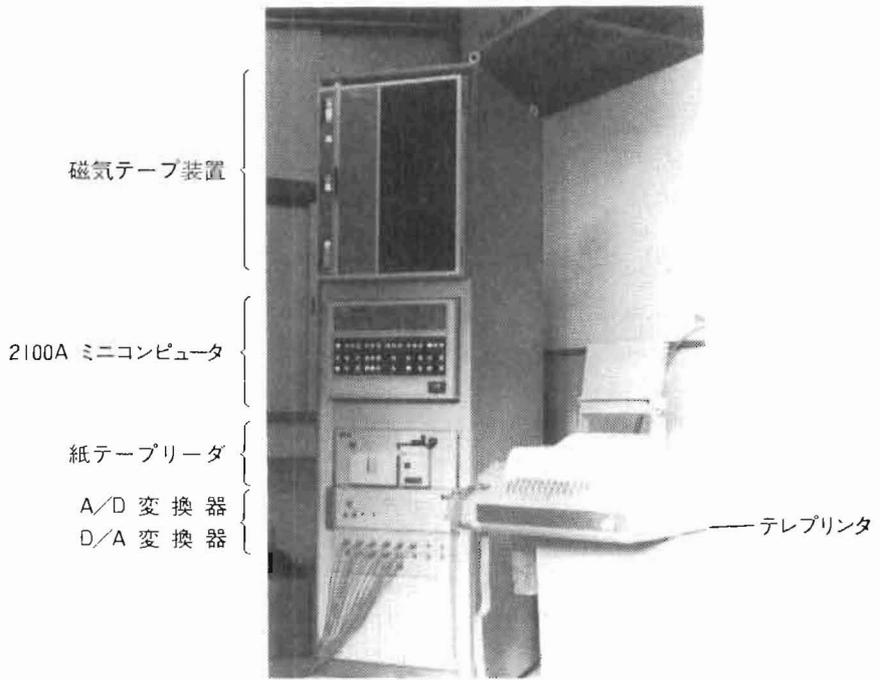
近年超音波風速計 (Mitsuta 1966) をはじめとする観測機器の著しい発達と共に 1 Hz 以上の極めて微細な変動現象をしかも長時間に亘って観測することが可能になってきた。このようなデータの集録に従来から用いられているペン書き記録計や打点式記録計では、その集録処理に多大な労力と時間を必要とする。これらの困難を解決するためには多大な資料の記録保存を可能にし高速の処理能力を備えた集録システムが必要である。この目的を目指して既にアナログ処理装置がいくつか実用化されている (Hanafusa 1971, Seo et al. 1972)。しかし精度の点で十分でなかったり単機能的である場合が多い。以下に、上に述べた条件を満たすシステムとして開発されたデジタル集録処理用のオフラインデータ集録装置の概要とその微細気象学への応用例について述べる。

本装置の導入に当り有益なる助言を戴いた高須教授をはじめオフラインデータ集録装置設置準備委員会のメンバーの方々ならびに工学部島本教授に謝意を表したい。装置の開発に協力戴いた旭電気株式会社および YHP 株式会社の関係者の方々にも感謝する。又本研究に当り有益な助言を戴いた教養部大滝英治助教授および装置の運用に協力戴いた平岡直子技官に感謝する。

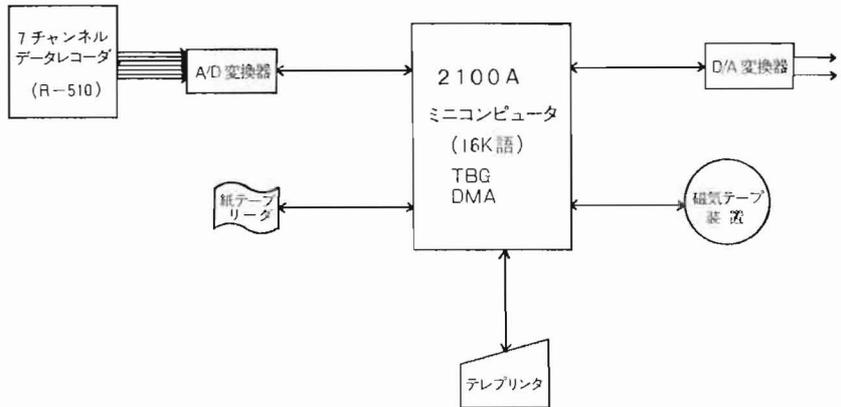
装置の概要

既に十年程前に Kaimal et al. (1966) によって微細気象用のデジタル集録装置が実用化され大気境界層の研究に重要な役割を果たしてきた。最近電子部品の急速な進歩に伴い処理速度が速く取り扱い易いミニコンピュータが安価に得られるようになってきたことはこの種装置の構成の困難を軽減した。この論文で紹介するオフラインデータ集録装置はミニコンピュータをシステムコンポーネントとして組み入れた微細気象観測用の小型のデジタル集録装置である。

装置は横河・ヒューレットパッカード株式会社製 2100 A ミニコンピュータ (Hewlett-Packard 1972) を中心に組み立てられた。その主要な構成要素を第 1 図に、ブロック図を第 2 図に示す。この装置ではセンサーからのアナログ信号を一旦データレコーダにアナログテープとして記録する。記録したアナログテープを実験室に持ち帰り再生しミニコンピュータの制御の下で A/D 変換した後デジタル磁気テープに書き込む。更にデジタルテープからデータを読み出し、ミニコンピュータまたは岡山大学の計算機センターの中型計算機 (NEAC 2200/500) で計算処理を行う。この装置は観測から処理迄に 2 回の時



第1図 オフラインデータ集録装置



第2図 オフラインデータ集録装置のブロック図

TBG: タイムベースジェネレータ, DMA: ダイレクトメモリアクセス

間断的中断がありオンライン実時間集録装置 (Hanafusa 1971) とは異なっている。このようなオフライン集録装置はオンライン集録装置に比較して幾分時間と手間がかかる反面、繰り返しデータを取り出すことができ、しかも処理を柔軟に巾広くできるという利点がある。この集録方法の柔軟さは装置を構成する個々の要素を選択する際に特に注意が払われた点である。以下に個々の要素について簡単に説明する。

1. アナログデータレコーダ (TEAC, R-510)

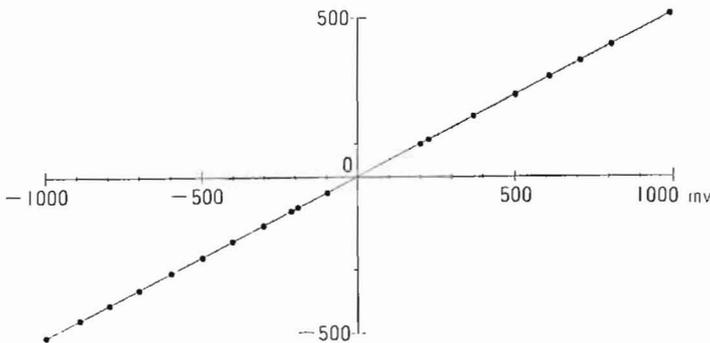
R-510は7チャンネルのアナログ信号と1チャンネルのモニター用音声信号を記録できる可搬型計測用データレコーダである。±1Vから±20V迄の入力信号を記録でき±1V, ±3V, ±10Vの直流校正電圧と2V, 6V, 20V_{P-P}で500Hzの交流校正信号を内蔵している。記録速度は可変で4.75 cm/sec から152 cm/sec 迄の間で6段階に切り換えることができる。300 Hz 以下の変動の記録であれば記録速度4.75 cm/sec で6時間以上連続に記録できる。又早回しにすれば20 KHz 迄の高周波変動の記録も可能である。一般的な微細気象の観測では低速度(4.75 cm/sec)で記録を行い、2倍、4倍、8倍等に速度変換して再生しデータ集録やモニター時間を大幅に短縮できる。なおこのデータレコーダは重量が60 kg の可搬型であるため持ち運びが幾分面倒である。しかし自動車に搭載して運搬することもでき、集録装置全体の移動に比べれば格段に機動性が発揮できる。

2. アナログ信号入力装置

入力チャンネル数16, 分解能9ビット+サインビット, 最高サンプルレート100 KHz のマルチプレクサーを内蔵する高速のA/D変換器である。主な仕様を第1表に示す。この装置ではDMA(ダイレクトメモリアクセス)を使用しているためにチャンネル間のサンプリング時間差は10 μs となり準同時にサンプリングが実現されている。又入力電圧範囲は±1Vフルスケールで+1Vが+511に対応している(第3図)。従って熱電対のように出力電圧の小さい測器の場合には適当な増幅を行った後入力することが必要である。A/D変換器の入力端子からデジタルデータ迄の精度は第1表に示してある通りで入力±1V

第1表 アナログ信号入力装置の特性

入力チャンネル数	16チャンネル
入力電圧範囲	±1Vフルスケール
入力インピーダンス	10 MΩ: 1000 PF (1Vレンジ)
分解能	10ビット(9ビット+サインビット)
サンプルレート	DC-100 kHz (DMA 使用)
精度	フルスケールの ±0.2% ± $\frac{1}{2}$ LSB
温度係数	フルスケールの ±0.01%/°C (10°C~40°C)



第3図 入力電圧とデジタルデータの検定値

に対し $\pm 2 \text{ mV} \pm \frac{1}{2} \text{ LSB}$ である。9ビットの分解能は満足すべきものではないがアナログデータレコーダの精度を考慮すれば一応十分と考えられる。集録時のチャンネル設定は磁気テープ装置との接続を考慮してシーケンシャルモードを使用している。また外部クロックとしてタイムベースジェネレータ (16180 B) を利用しミニコンピュータの制御の下でサンプル時間の設定が行われる。

3. 2100A ミニコンピュータ

集録処理のコントロールを行うミニコンピュータは 16 K語 (16ビット/語) のメモリーを持ちそのサイクルタイムは 0.98 ナノ秒である。アナログデータを読み込みデジタル磁気テープに書き込む際におけるミニコンピュータの主な機能は次のようなものである。

- (a) 集録用プログラムのコンパイルを行う。
- (b) データ集録用のパラメータの読み込み、集録編集時に発見されたエラーや集録ブロック数を数え記憶し表示する。
- (c) 磁気テープ装置に書き込むためのデータを一旦コアに記憶し編集する。
- (d) データ集録時に使用する種々の要素 (A/D 変換器、磁気テープ装置等) のコントロールを行う。

またミニコンピュータはデジタル磁気テープに記録したデータの計算処理用プログラムのコンパイルや実行を行い出力装置に各種の処理結果を表示する。このミニコンピュータではアッセンブラー、フォートラン II, アルゴル 60, ベーシックの 4 種類の言語が使用できるので計算の種類や目的に応じて利用の仕方を変更することができる。

特にこの装置ではミニコンピュータと磁気テープ装置の組み合わせによる磁気テープオペレーティングシステムの実行が可能である (Hewlett Packard 1971)。磁気テープオペレーティングシステムを利用すればフォートランやベーシック等のプログラムのコンパイルや修正、実行を能率良く容易に行うことができる。そのために紙テープオペレーティングシステムによるコンパイルや修正の際の煩雑な操作が解消されている。

4. デジタル磁気テープ装置 (7970 B)

磁気テープユニットは 7トラック用で 800 BPI, $\frac{1}{2}$ インチ巾のものであれば最大 3600 フィート迄の磁気テープを使用できる。主にこの装置は生のデータの記録保存と計算処理の際のデータの呼び出しに用いられる。又先に述べたミニコンピュータと組み合わせて磁気テープオペレーティングシステムを構成する。

5. その他の周辺装置

以上に述べてきた 4 要素以外に紙テープリーダ (2748 B), テレプリンタ (2752 A), D/A コンバータ (16183 A) 等の周辺装置が使用されている。

紙テープリーダは読み込み速度 500 字/秒の高速度テープリーダである。システムソフトウェアやデータの読み込み、あるいはコンパイルやアッセンブリー時のソフトウェアの読み込みに使用する。

テレプリンタは印字、キーインプット、紙テープ読み込み、紙テープパンチの機能を有する入出力装置である。オンライン、オフラインいずれも使用可能でオフラインではソースプログラムのパンチやデータ印字用、オンラインではコンパイルやアッセンブリー時の

リスト作製やエラーメッセージ出力用、又システム作動時にはデータ出力、作表用、コンピュータとオペレータの対話用等に広汎に使用される。

D/A 変換器 (16183A) は主にシステム中のデジタルデータのモニター出力用として用いられる。D/A 変換器は2チャンネルで8ビットの分解能を持ち0～+10Vのアナログ電圧出力を得ることができる。この装置ではコンピュータの制御の下で任意に入力のスケーリングやチャンネル選択が行えるし、また出力の時間スケールを任意に選定することもできる。

この装置には別に周辺装置としてカード穿孔機 (JUKI-1300) が備えられている。これは岡山大学の計算機センターの計算機を用いてデジタルデータの処理を行う場合にプログラムやパラメータのカードパンチ入力用として付屬的に設置されているものである。

集録用プログラム

この装置では2種類の集録用プログラムが旭電気株式会社とYHP株式会社によって共同製作されている。一つは一般的な乱流変動量を集録するためのもので標準プログラム (ODAS-1) と呼ばれるものである。もう一つは熱線風速計等の高周波変動を集録するためのプログラム (ODAS-2) である。この論文では標準プログラムに限って述べる。

標準プログラムでは連続に入力される16チャンネル迄の信号を最高毎秒100回のサンプリング率で準同時にサンプルしてA/D変換し、バッファメモリを使用して編集した後磁気テープに書き込みを行うように設計されている。計算機で処理する場合IRG (Inter Recording Gap) をもつブロック記録が必要なためにA、B2ブロックからなるメモリーをバッファとする2ウェイ方式が採用されている。後の計算処理の便宜を考慮して1ブロックには504個のデータが入るようになっていて、従って1ブロックの各チャンネル毎のデータ数は $504/(\text{チャンネル数})$ で表わされる。但し16チャンネルの場合には504の約数である18チャンネルとして記録されるために各チャンネル毎のデータ数は28個になっている。

次にデータ集録の手順を述べる。先ずベーシックバイナリローダによってODAS-1をコアにロードした後集録データ書き込み用磁気テープを磁気テープ装置にセットする。引き続きテレプリンタを通してデータ集録に必要な情報を入れる。これらの情報の主なものはラベル (LBL)、集録用チャンネル数 (CHN)、サンプリング周期 (SMP)、ブロック数 (BLK)、磁気テープセットの位置 (MTS) 等である。その他D/A変換器へのチャンネルの割り当て (RDA)、A/D、D/Aの変換の実行命令 (AD、DA)、集録開始命令 (GO) 等の情報がある。第4図にA/D変換の場合の集録用パラメータの入力と計算機の出力のリスト例を示す。

このようなA/D変換によって集録が行われた磁気テープの内部構造を第5図に示す。磁気テープ上の第1ブロックは岡山大学の計算機センターの磁気テープ装置との接続を行うためのラベル用ブロックとしてスキップされている。第2ブロックはラベルブロックで第1番目のファイルのラベル、サンプリング周期、チャンネル数等が記録されている。第3ブロックから504個ずつのデータが順次書き込まれている。そしてファイル1のデータの集録終了と同時にファイル1のブロック数とEOF (End of File) が自動的に書き込ま

DATA ACQUISITION SYSTEM FOR OKAYAMA UNIV.
YHP AND ASAHI E. -7403-

```

: LBL, 444444, 111333
: CHN, 16
: SMP, -100
: BLK, 10
: RDA, 1,0
: MTS, 1,3
NO.  LBL          SMP    CHN  BLOCK
   1  222222-111123-100    2    10
   2  333333-123456-100    8    10

```

: AD

LBL = 444444-111333

CHN = 16

SMP = -100

BLK = 10

D/A CH A/D CH 0V/10V

1 0 -512/512

2 0 -512/512

CH HIGH LOW

1 512 -513

2 512 -513

3 512 -513

4 512 -513

5 512 -513

6 512 -513

7 512 -513

8 512 -513

9 512 -513

10 512 -513

11 512 -513

12 512 -513

13 512 -513

14 512 -513

15 512 -513

16 512 -513

: GO

GO

PAUSE 10 BLOCKS

RESULT OF LIMIT CHECK

CH HI LO OVER COUNT

DONE

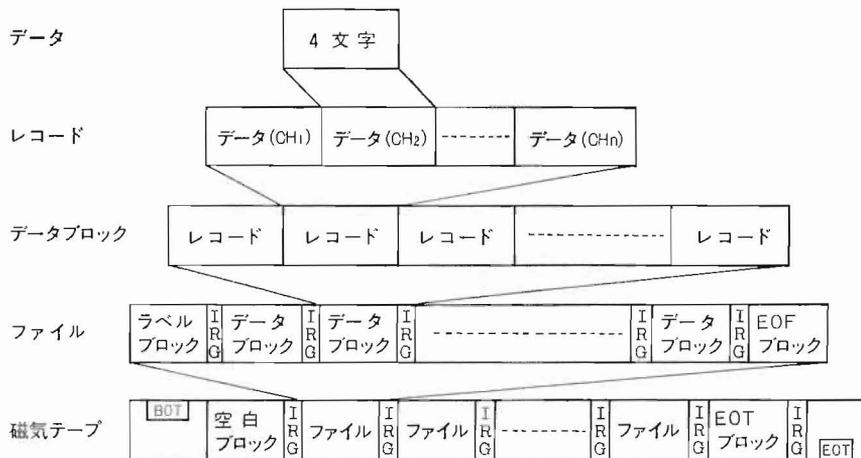
第4図 データ集録の際のリスト一例

この例では3番目のファイルにラベル名444444-111333のデータをチャンネル数16、各チャンネル毎秒100個のサンプリング速度で10ブロック集録している

れる。この連鎖が順次繰り返される。

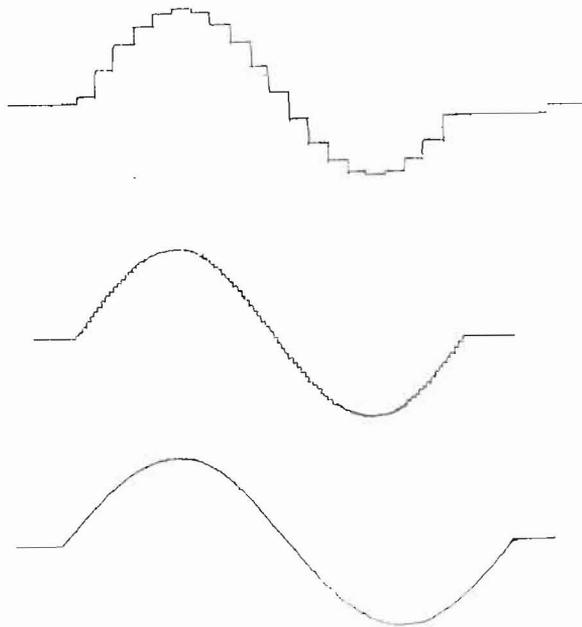
上に述べてきた磁気テープ上の記録は従来の電磁オシログラフのように直接眼に見ることはできない。そこで正しく記録が行われているかどうか、また雑音を含んだデータが混っているかどうかを調べるために十分なデータのモニターが必要である。先ずデータ集録時にデータが一定の制限値以内に納まっているかどうかのリミットチェックが行われる。そして集録の終了と同時にオーバーフロー又はアンダーフローのカウント数を各チャ

ラベルブロック	空白	1996文字	サンプリング 周期 6桁	チャンネル 数 2桁	ラベル 6桁	補助ラベル 6桁
---------	----	--------	-----------------	---------------	-----------	-------------



第5図 磁気テープの内部構造

BOT: 磁気テープの始め, EOT: 磁気テープの終り



第6図 正弦波の集録データの D/A 変換器による出力例

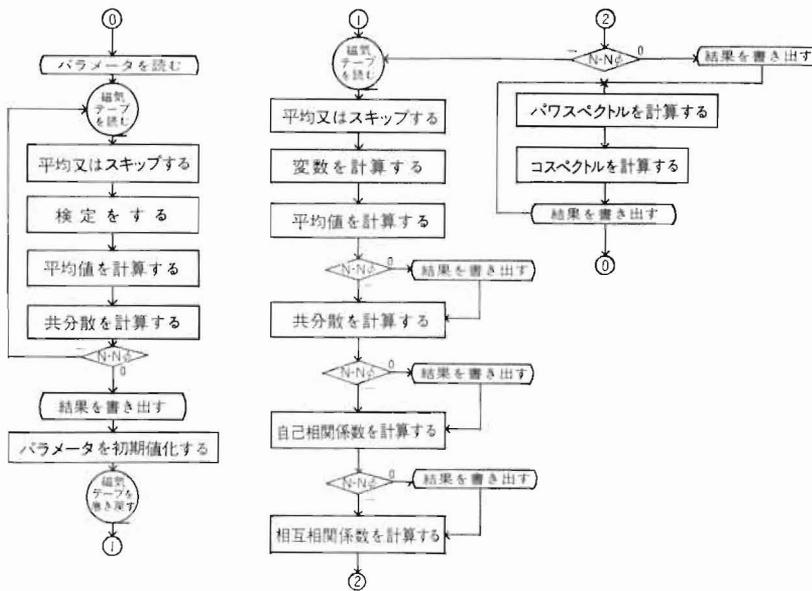
サンプル速度は上から順に 1:5:25 である

ンネル毎に出力する。一方 D/A 変換器を利用して磁気テープ上のデータをメモリーを介して読み出しアナログ信号に変換してペン書き記録に再生することによってチェックすることもできる。第6図は正弦関数をサンプリング間隔を変えて集録したデータの D/A 出

野豊 1971). このプログラムでは30変数迄の統計計算と20組迄の共分散が一度に併行して計算できる. 従ってこの場合, 集録装置はアナログ処理装置 (Hanafusa 1971) における30個のミーンメータ, 30個のシグマメータ, 20個のフラックスメータ及び20個の確率分布器をもつ処理装置に対応している.

2. スペクトル解析用プログラム

このプログラムでは(1)の場合と同様デジタルテープからデータを読み出して変数変換を行った後各々の変数の自己相関係数, 2変数の間の相互相関係数及び Tukey の方法 (Blackman & Tukey, 1958) によるスペクトル解析を行う. そしてパワースペクトル, コスペクトル, コードレーチャスペクトル, スペクトル相関係数, コヒーレンス等が併行して計算できる. このプログラムはミニコンピュータの限られたメモリー (約10K語) を最大限に使用して50個迄のずらしを持つ自己相関係数, 相互相関係数を8組迄併行して計算し, それらを使って8組迄のパワースペクトル, コスペクトル等を一度に計算できるように作られている. 各変数のデータが3万個程度迄であれば計算可能である. 第8図にフローチャートを示す.



第8図 スペクトル計算用プログラムのフローチャート
 N: データの個数, Nφ: データの全個数

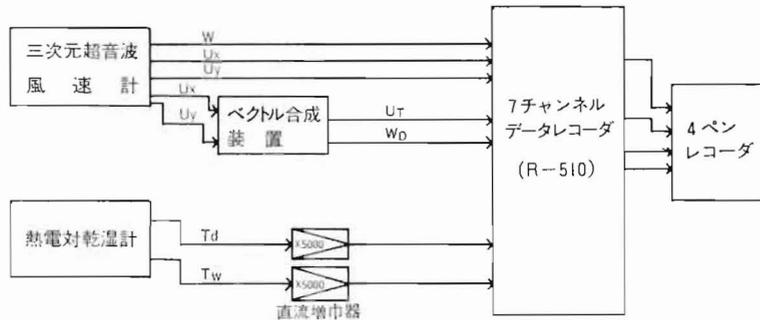
これら2つのプログラムは共に計算処理の目的に応じて変数を決定し変数変換用サブルーチンのみを新しく作り変えることによって計算を実行できるように作製されている. 又気象観測で良く使用する乾湿計公式から比湿を求める計算や2次元超音波風速計の信号から一般流方向とそれに直角な方向の風速変動に分離するプログラム等が関数サブプログラムとして組み込まれている. このようにしてプログラムの作製に柔軟さを持たせると共に

作製時の手間を軽減している。

微細気象観測への応用例

オフラインデータ集録装置が設置された一昨年の3月以来我々は既に植物群落上や群落内部の幾つかの場所で観測を行いこの装置を利用して集録処理を行ってきた。ここでは一昨年の5月に農業生物研究所の小麦畑上で行ったテスト観測の場合の集録装置の利用例について簡単に述べる。

観測は1974年5月28日の12時から15時迄の口中に3時間実施した。地上1.5mに熱電対乾湿計と3次元に組み合わせた超音波風速計を設置した。熱電対乾湿計の乾湿球温度 T_d , T_w , 超音波風速計の垂直成分 w , 水平成分 u_x , u_y とベクトル合成風速 u_T および風向 WD の7個の信号が得られた。熱電対の冷接点は別の温度計で読みとられた。これらのデータをテープ速度4.75 cm/sec でデータレコーダ(R-510)に一旦集録する。但し熱電対乾湿計の出力は直流増幅器で5000倍に増幅されたものである。第9図に観測方法のブロック図を示す。

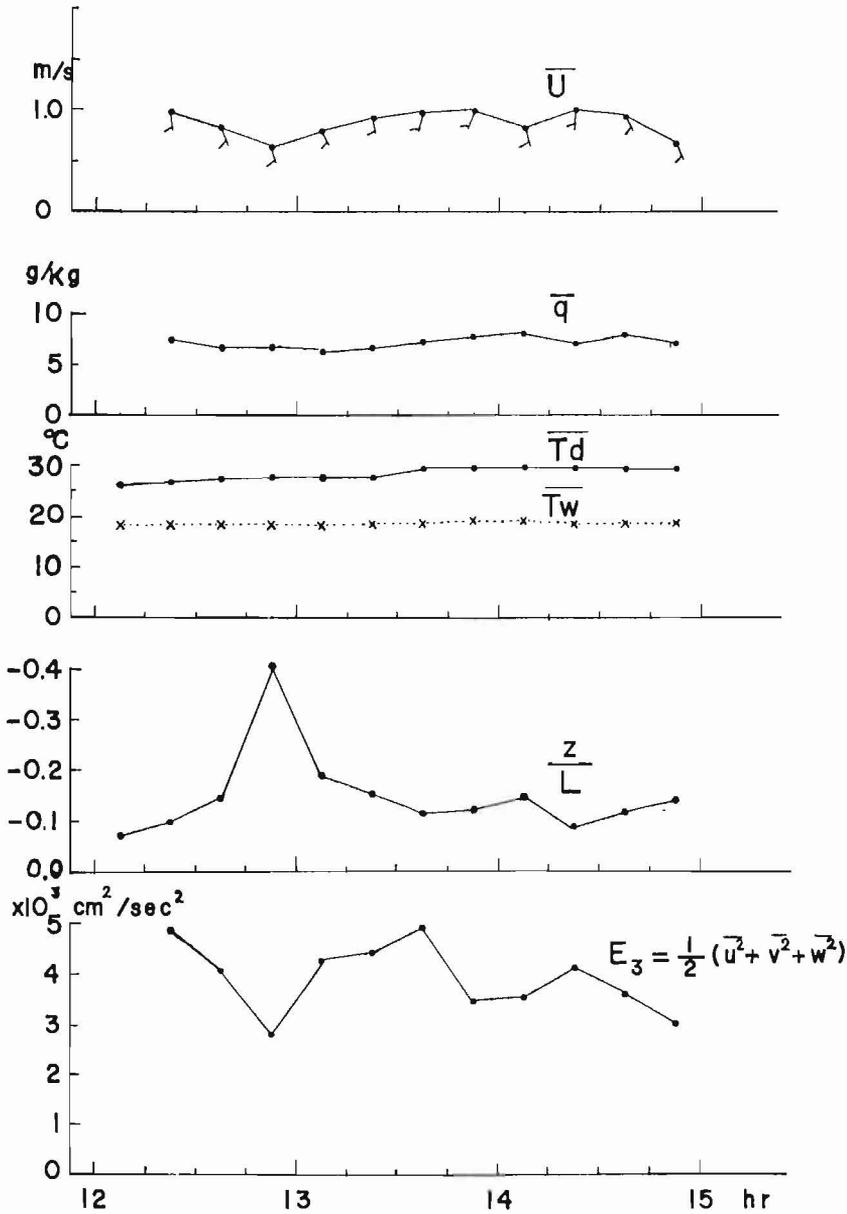


第9図 観測のブロックダイアグラム

記録したアナログテープを実験室に持ち帰り8倍の速度で再生して1秒間100個のサンプリング率でサンプルしA/D変換を行いデジタル磁気テープに集録する。これは結果的には0.08秒毎のサンプリング率に相当する。3時間の観測テープは約23分でA/D変換できる。そしてその間にデジタルテープ上には総計すると約90万個のデータが集録される。同時に観測時にアナログテープ上に入力された各チャンネル毎の検定電圧をA/D変換しデジタル処理用の検定値を決定し後の計算処理に使用する。

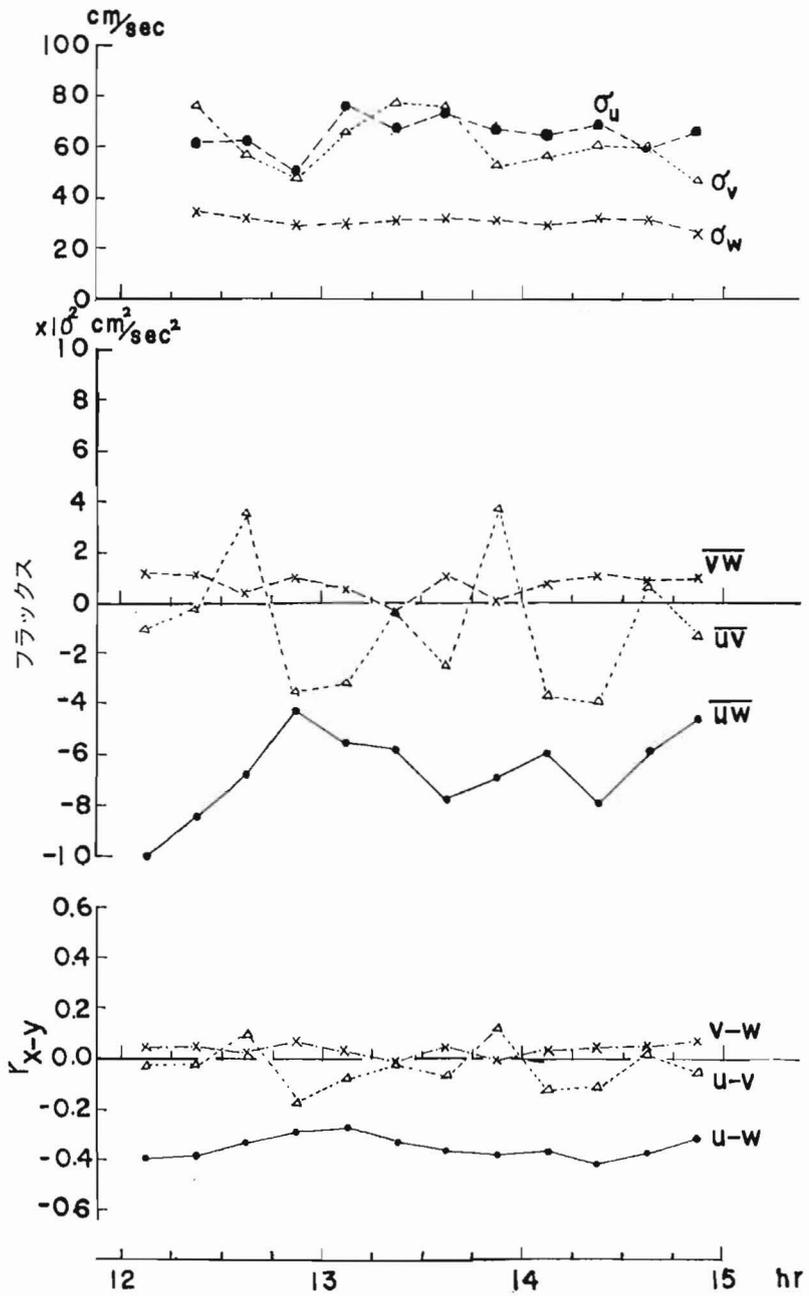
デジタルテープ上で7個ずつに配列された各チャンネルのデータを読み出してスケリングと変数変換を行い基本統計量の計算を実施した。生のデータは次のような14個の変動量に変換された。 T_w , T_d , w , u , v , WD , u_T , q , $E_3 = \frac{1}{2}(u^2 + v^2 + w^2)$, uw , u_x , u_y , $E_1 = \frac{1}{2}w^2$, $E_2 = \frac{1}{2}(w^2 + u^2)$ 。ここで u , v は一般流方向とそれに直角な方向の風速を表わす。 q は比湿, E_3 は運動エネルギー, uw は瞬間的な運動量輸送量, E_1, E_2 は1次元および2次元の運動エネルギーである。またフラックスとしては熱や運動量, 水蒸気等の水平, 垂直, 横方向のフラックスが得られた。それらのフラックスは次のような量である;
 $\overline{wT_w}$, $\overline{wT_d}$, $\overline{wu_T}$, \overline{wu} , \overline{wv} , \overline{wq} , $\overline{wE_3}$, $\overline{wu_x}$, $\overline{wu_y}$, $\overline{wE_1}$, $\overline{wE_2}$, $\overline{uT_d}$, \overline{uv} , \overline{uq} , $\overline{uE_3}$, $\overline{vT_d}$, $\overline{vE_3}$ 。

ここで一は時間平均値を表わす。このようにして得られた結果には従来のアナログ処理装置では処理が面倒であった比湿 q や三次元乱流運動エネルギー $E_3 = \frac{1}{2}(u^2 + v^2 + w^2)$ 等についての結果が含まれている。またこの例に示されるようにこの装置では同じ観測時間の多数の量の同時処理が容易に行えるので総合的な微細気象観測資料の解析が可能になっている。結果の打ち出し例(付図1~3)に見られる15分間の結果が3時間の記録から12個得られている。15分毎の気象要素の統計量の時間変化を第10図~第12図に示す。得られ

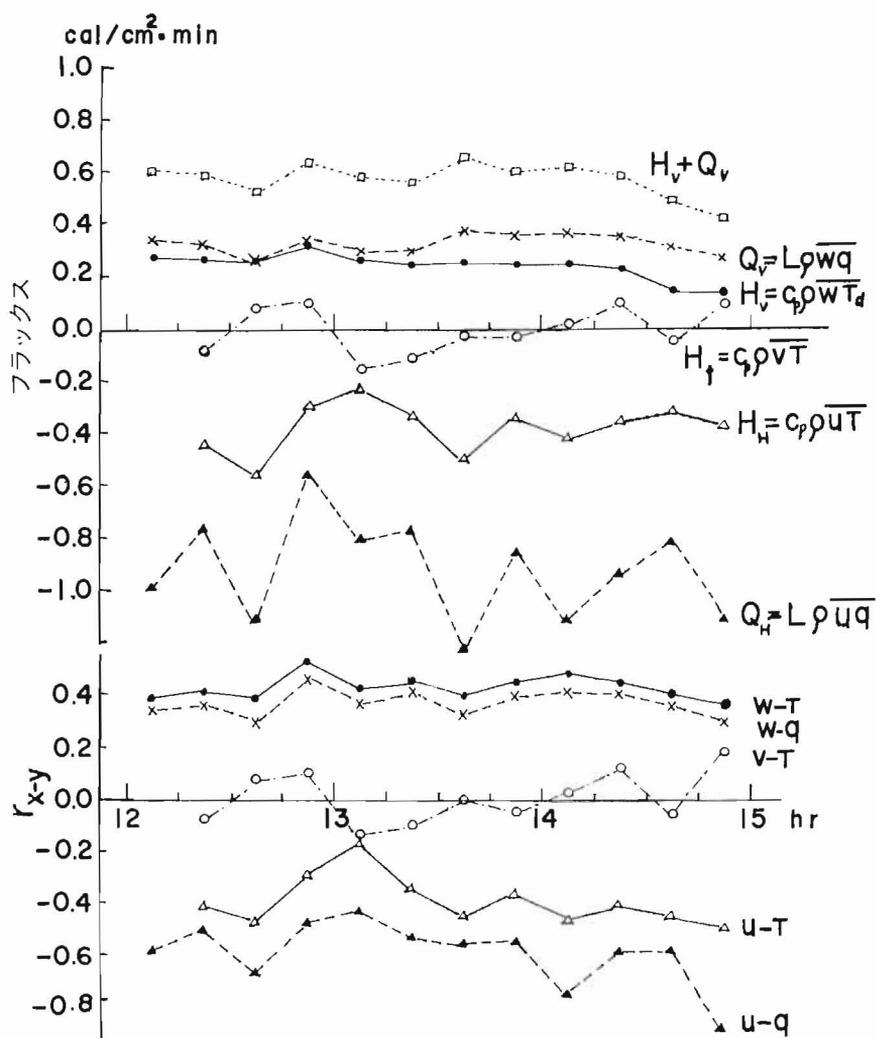
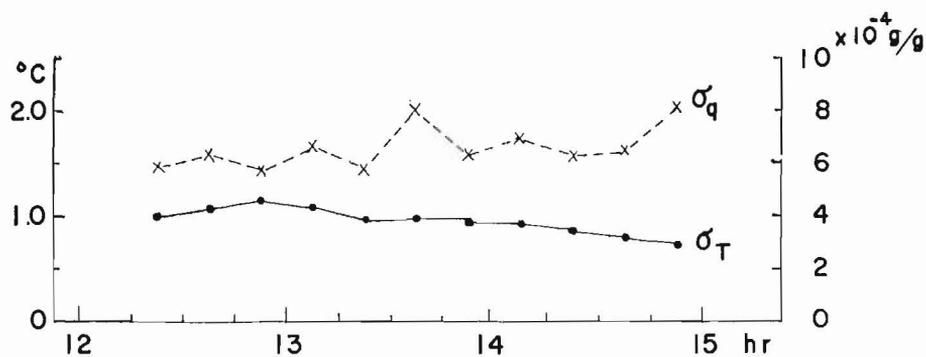


第10図 基本統計量の計算結果の一例

1974年5月28日12時から15時迄の期間の平均状態の時間変化 $\frac{z}{L}$: 気層の安定度パラメータ



第 11 図 基本統計量の計算結果の一例
運動量輸送に関する量の時間変化 r_{x-y} : 相関係数



第12図 基本統計量の計算結果の一例
熱輸送に関する量の時間変化 r_{x-y} : 相関係数

た結果は従来裸地やその他の場所で得られたものと矛盾するものではなかったが群落上の特性も幾つか見出された。結果の詳しい議論は別に行われる。

摘 要

ミニコンピュータをシステムコンポーネントに組み込んだオフラインデータ集録装置の概要が紹介された。またデジタル磁気テープ装置への集録プログラム(ODAS-1)、計算処理プログラムおよび微細気象観測への適用例について簡単な説明がなされた。そしてこの装置が微細気象の観測に十分利用できることが示された。しかしオフラインデータ集録装置はオンラインリアルタイム処理方式に比較すると幾分手間がかかるという欠点をもっている。この欠点も集録処理における柔軟さ(flexibility)やその処理能力を考慮すれば十分にその欠点を補って余りあるものと考えられる。またこの装置を利用すれば従来のアナログ処理装置では処理が不可能に近かったものも容易に実行可能である。特に一定の観測時間における多数の量の処理を迅速にしかも正確に実行できるため、アナログ処理装置と組み合わせることにより総合的な微細気象観測データの集録処理に適しているものと考えられる。しかしこの装置は磁気テープ集録装置としては最小規模のものであるため不完全な点も幾つか指摘された。特に計算結果の出力装置が貧弱なため計算処理に要する時間の大部分が書出し・表出に使われるという結果になっている。しかしこの難点は高速ラインプリンターや紙テープパンチャーのような高速で専用の出力装置の付設によって技術的には容易に解決することができる。

文 献

- Blackman, R. B. and Tukey, J. W., 1958. The measurement of power spectra. Dover, New York. 207 pp.
- Hanafusa, T., 1971. New hybrid analog data acquisition system for atmospheric turbulence (HYSAT). Contributions of Geophysical Inst. Kyoto Univ., 11: 47—56.
- Hewlett Packard, 1971. Magnetic tape system.
- Hewlett Packard, 1972. A pocket guide to the Hewlett Packard 2100 computer.
- 磯田和男・大野 豊, 1971. FORTRAN による数値計算ハンドブック, オーム社. 725 pp.
- Kaimal, J. C., Haugen, D. A. and Newman, J. T., 1966. A computer-controlled mobile micrometeorological observation system. J. Appl. Meteor 5: 411—420.
- Mitsuta, Y., 1966. Sonic anemometer-thermometer for general use. J. Meteor. Soc. Japan, Ser. II, 44: 12—24.
- Seo, T., Ohtaki E. and Maitani, T., 1972. A measuring system of turbulent transport and its field test over a barley field. Ber. Ohara Inst. landw. Biol., Okayama Univ. 15: 133—146.

DATA INPUT TITLE (タイトル, 変数の数, 平均個数, スキップ個数)

5/28 1300-1315 CH1=TW, CH2=TD, CH3=W, CH4=U, CH5=UX, CH6=UY, CH7=WD, NO5=U, NO6=V, NO8=Q, NO9=E3, NO10=WU, NO11=UX, NO12=UY, NO13=E1, NO14=E2,
14, 1, 0

NCH, CAL, ZER (チャンネル数, 検定値, 零値)

7

0.00993, 1.1, 0.01078, -62.1, 0.6022, -67.4, 0.6317-63.2, 0.6271, -63.7/

0.6027, -65.8, 1.1352, -56.3

SFKI NO CHANNEL (積の組み合わせ数, 積の組み合わせ)

17, 17

1, 3, 2, 3, 4, 3, 5, 3, 6, 3, 8, 3, 9, 3, 11, 3, 12, 3, 13, 3, 14, 3, 2, 5, 6, 5, 8, 5, 9, 5, 2, 6, 9, 6

DISTRIBUTION (頻度分布の個数, 度数の分割数, 分割の上限と下限)

10, 20, 20

-2.5, 2.5, -2.5, 2.5, -200, 200, -300, 300, -300, 300, -300, 300, -300, 300/

0.006, 0.012, 0, 7000, -35000, 20000

PARAMETERS (パラメータの数, パラメータの数値)

3, 1

0.0, 18.0, 27.8, 1

IBLK, NB, NO, NRETN (最初のブロック, ブロック数, データ数, チェック)

657, 156, 11232, 1

MEAN OF DATA (11232)

W (1) = -308506E+01

W (2) = -275942E+01

W (3) = -143592E+02

W (4) = 786151E+02

W (5) = -278242E+02

W (6) = -713513E+02

W (7) = 164252E+03

LIMIT OF DATA (11232)

NO	MAXIMUM	MINIMUM	RANGE
1	62460E+00	-50951E+01	57197E+01
2	22649E+01	-48391E+01	71040E+01
3	11345E+03	-15633E+03	26979E+03
4	35577E+03	-18193E+02	37397E+03
5	16035E+03	-28050E+03	44085E+03
6	12645E+03	-26832E+03	39477E+03
7	49983E+03	60166E+01	49381E+03

MEAN OF DATA (11232)

W (1) = 346184E-04

W (2) = 131242E-04

W (3) = 204891E-04

W (4) = 163668E-03

W (5) = -580458E-04

W (6) = -201120E-03

W (7) = 565398E-03

W (8) = 623180E-02

W (9) = 435634E+04

W (10) = -539996E+03

W (11) = -288283E-04

W (12) = 411330E-04

W (13) = 451586E+03

W (14) = 208724E+04

付図-1 基本統計量の計算結果の一例

(5月28日 13時00分 ~ 13時15分の15分間の計算結果)

LIMIT OF DATA (11232)

NO	MAXIMUM	MINIMUM	RANGE
1	·37097E+01	-·20100E+01	·57197E+01
2	·50243E+01	-·20797E+01	·71040E+01
3	·12781E+03	-·14197E+03	·26979E+03
4	·27716E+03	-·96808E+02	·37397E+03
5	·27189E+03	-·19298E+03	·46487E+03
6	·19285E+03	-·21406E+03	·40691E+03
7	·33558E+03	-·15824E+03	·49381E+03
8	·88442E-02	·47349E-02	·41093E-02
9	·49184E+05	·44339E+01	·49179E+05
10	·13322E+05	-·26150E+05	·39472E+05
11	·18817E+03	-·25268E+03	·44085E+03
12	·19780E+05	-·19697E+03	·39477E+03
13	·10078E+05	·10841E-01	·10078E+05
14	·31351E+05	·22614E+00	·31350E+05

MOMENT OF DATA (11232)

NO	1ST	2ND	3RD	4TH
1	·346184E-04	·940928E+00	·289769E+00	·246663E+01
2	·131242E-04	·118296E+01	·617102E+00	·515273E+01
3	·204891E-04	·903171E+03	-·327829E+04	·290835E+07
4	·163668E-03	·280519E+04	·130121E+06	·293221E+08
5	-·580458E-04	·453823E+04	·131679E+06	·657607E+08
6	-·201120E-03	·327134E+04	-·262035E+05	·340234E+08
7	·565398E-03	·301405E+04	·137617E+06	·471660E+00
8	·623180E-02	·445929E-06	·108798E-09	·606626E-12
9	·435634E+04	·200973E+08	·217860E+12	·508306E+16
10	-·539996E+03	·544639E+07	-·275925E+11	·533809E+15
11	-·288283E-04	·365776E+04	-·533821E+05	·439404E+08
12	·411330E-04	·415175E+04	-·698414E+10	·579146E+08
13	·451586E+03	·523157E+06	·158734E+10	·852989E+13
14	·208724E+04	·664441E+07	·447471E+11	·587936E+15

STATISTICS OF DISTRIBUTION

NO	MEAN	VARIANCE	SIGMA	SKEWNESS	FLATNESS
1	·3462E-04	·9409E+00	·9700E+00	·3175E+00	·2786E+01
2	·1312E-04	·1183E+01	·1088E+01	·4796E+00	·3682E+01
3	·2049E-04	·9032E+03	·3005E+02	-·1208E+00	·3565E+01
4	·1637E-03	·2805E+04	·5296E+02	·8758E+00	·3726E+01
5	-·5805E-04	·4538E+04	·6737E+02	·4307E+00	·3193E+01
6	-·2011E-03	·3171E+04	·5720E+02	-·1400E+00	·3179E+01
7	·5654E-03	·3014E+04	·5490E+02	·8317E+00	·5192E+01
8	·6232E-02	·4459E-06	·6678E-03	·3654E+00	·3051E+01
9	·4356E+04	·2010E+08	·4483E+04	·2418E+01	·1258E+02
10	-·5400E+03	·5446E+07	·2334E+04	-·2171E+01	·1800E+02
11	-·2883E-04	·3658E+04	·6048E+02	-·2413E+00	·3284E+01
12	·4113E-04	·4152E+04	·6443E+02	-·2611E+00	·3360E+01
13	·4516E+03	·5232E+06	·7233E+03	·4195E+01	·3117E+02
14	·2087E+04	·6644E+07	·2578E+04	·2613E+01	·1322E+02

付図-2 基本統計量の計算結果の一例(続き)

X	Y	VARIANCE(X)	VARIANCE(Y)	COVARIANCE(XY)	COEFFICIENT	
1	*	3	·9409E+00	·9032E+03	·1263E+02	·4331
2	*	3	·1183E+01	·9032E+03	·1561E+02	·4777
4	*	3	·2805E+04	·9032E+03	-·5282E+03	-·3318
5	*	3	·4583E+04	·9032E+03	-·5400E+03	-·2667
6	*	3	·3271E+04	·9032E+03	·5488E+02	·0319
8	*	3	·4459E-06	·9032E+03	·7285E-02	·3630
9	*	3	·2010E+08	·9032E+03	-·3957E+05	-·2937
1	*	3	·3658E+04	·9032E+03	·2473E+03	·1361
12	*	3	·4152E+04	·9032E+03	·4832E+03	·2495
13	*	3	·5232E+06	·9032E+03	-·1639E+04	-·0754
14	*	3	·6644E+07	·9032E+03	-·1428E+05	-·1843
2	*	5	·1183E+01	·4538E+04	-·1297E+02	-·1771
6	*	5	3271E+04	·4538E+04	-·3238E+03	-·0840
8	*	5	·4459E-06	·4538E+04	-·1918E-01	-·4264
9	*	5	·2010E+08	·4538E+04	·8075E+05	·2674
2	*	6	·1183E+01	·3271E+04	-·8683E+01	-·1396
9	*	6	·2010E+08	·3271E+04	-·3652E+05	-·1424

FREQUENCY DISTRIBUTION (1)

NO	CLASS			RELATIVE		CUMULATIVE	
	LOWER	-	UPPER	FREQ	FREQ (%)	FREQ	FREQ (%)
1	-·2500E+01	-	-·2250E+01	0	·000	0	·000
2	-·2250E+01	-	-·2000E+01	17	·151	17	·151
3	-·2000E+01	-	-·1750E+01	169	1·505	186	1·656
4	-·1750E+01	-	-·1500E+01	395	3·517	581	5·173
5	-·1500E+01	-	-·1250E+01	468	4·167	1049	9·339
6	-·1250E+01	-	-1·0000E+00	812	7·229	1861	16·569
7	-1·0000E+00	-	-·7500E+00	881	7·844	2742	24·412
8	-·7500E+00	-	-·5000E+00	1031	9·179	3773	33·592
9	-·5000E+00	-	-·2500E+00	1056	9·402	4829	42·993
10	-·2500E+00	-	·0000E+00	998	8·885	5827	51·879
11	·0000E+00	-	·2500E+00	1025	9·126	6852	61·004
12	·2500E+00	-	·5000E+00	816	7·265	7668	68·269
13	·5000E+00	-	·7500E+00	841	7·488	8509	75·757
14	·7500E+00	-	1·0000E+00	921	8·200	9430	83·957
15	1·0000E+00	-	·1250E+01	672	5·983	10102	89·939
16	·1250E+01	-	·1500E+01	429	3·819	10531	93·759
17	·1500E+01	-	·1750E+01	284	2·528	10815	96·287
18	·1750E+01	-	·2000E+01	188	1·674	11003	97·961
19	·2000E+01	-	·2250E+01	79	·703	11082	98·665
20	·2250E+01	-	·2500E+01	59	·525	11141	99·190

付図-3-1 基本統計量の計算結果の一例(続き)

FREQUENCY DISTRIBUTION (2)

NO	CLASS			RELATIVE		CUMULATIVE	
	LOWER	-	UPPER	FREQ	FREQ (%)	FREQ	FREQ (%)
1	-2500E+01	-	-2250E+01	0	0.000	0	0.000
2	-2250E+01	-	-2000E+01	179	1.594	179	1.594
3	-2000E+01	-	-1750E+01	326	2.902	505	4.496
4	-1750E+01	-	-1500E+01	498	4.434	1003	8.930
5	-1500E+01	-	-1250E+01	520	4.630	1523	13.559
6	-1250E+01	-	-1000E+00	589	5.244	2112	18.803
7	-1000E+00	-	-750E+00	746	6.642	2858	25.445
8	-750E+00	-	-500E+00	810	7.212	3668	32.657
9	-500E+00	-	-250E+00	975	8.681	4643	41.337
10	-250E+00	-	000E+00	1109	9.874	5752	51.211
11	000E+00	-	250E+00	1040	9.259	6792	60.470
12	250E+00	-	500E+00	985	8.770	7777	69.240
13	500E+00	-	750E+00	851	7.577	8628	76.816
14	750E+00	-	1000E+00	692	6.161	9320	82.977
15	1000E+00	-	1250E+01	598	5.324	9918	88.301
16	1250E+01	-	1500E+01	451	4.015	10369	92.317
17	1500E+01	-	1750E+01	273	2.431	10642	94.747
18	1750E+01	-	2000E+01	193	1.718	10835	96.465
19	2000E+01	-	2250E+01	121	1.077	10956	97.543
20	2250E+01	-	2500E+01	72	0.641	11028	98.184

付図-3-2 基本統計量の計算結果の一例(続き)