

データ集録システムの製作とその応用例

今 泉 重 夫*，市ノ瀬 慎 一*

A Design of Data Acquisition System and its Application

Shigeo IMAIZUMI and Shin-ichi ICHINOSE

1. ま え が き

近年、社会科学・自然科学を問わずデータの集録にコンピュータ利用が一般化して、その自動化、効率化、省力化、標準化が急速に進歩して来た。その結果、データの集録とそのリアルタイム処理の方法にも変革が起きて来た。

われわれは自動化、標準化を中心にしてハードウェアとソフトウェアの開発を試みた。ハードウェア面では、標準化の対策として、IEEE-488バスを積極的に取り入れ、データ集録の高速化に留意してシステム設計を行なった。¹⁻⁴⁾ また、ソフトウェア面では、エンジニアリング・ワーク・ステーション (EWS) でもっとも良く使われるOSであるUNIX (4.3 BSD) を採用し、⁵⁾ その下でのBASICプログラムを使い、^{6,7)} メニュー方式により、システムの運転、データ処理、データ管理等を行って、初心者でも容易に利用出来るように配慮した。

実用例として、製作したデータ集録システムに検出器 (センサー) を付けて、小型電気炉の精密温度制御を行い、そのデータ解析を行い、電気炉の特性をリアルタイムで、プリンターとXYプロッタ上に出力させた。その結果、満足すべき結果が得られたので、本稿で、これらの詳細について報告する。

2. データ集録/制御システムの概要

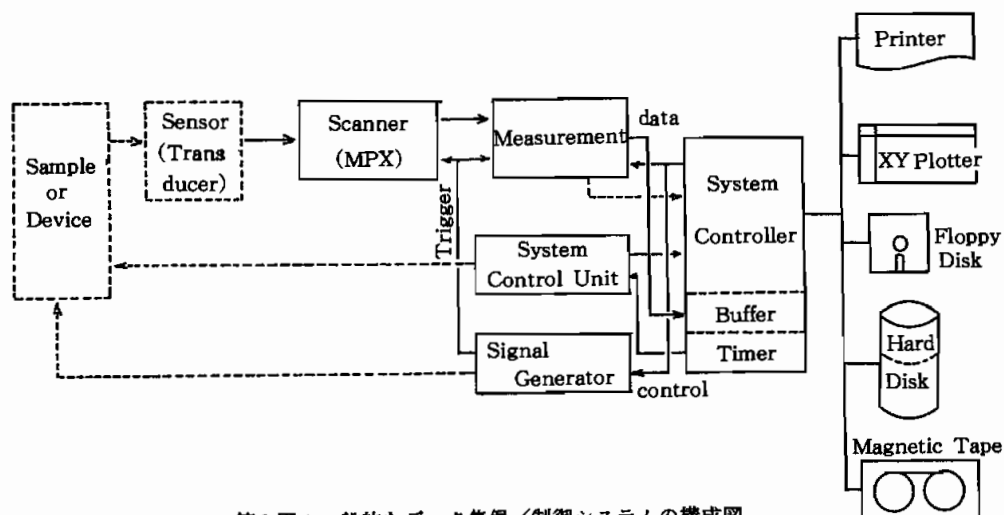
大規模な社会科学、自然科学などあらゆる分野における一般的なデータ集録/制御システムとしては、大量のデータを測定、集録し、その結果をリアルタイム処理して、フィードバックとして制御信号を供給するシステムが利用されている。その基礎技術として、アナログおよびデジタル技術をもとにした、各種インターフェース技術が駆使されている。この装置の一般的なシステム構成図を第1図に示した。その構成の概略は、

(1) センサー (トランスデューサー)。

電気信号を装置または試料に与えて、そのレスポンス (例えば、温度、湿度、圧力、ひずみなどの物理量の変化) を電圧、電流、抵抗などの基本電気量に変換する。

(2) スキャナー (マルチプレクサ)。

電子切換え装置のことで、測定点の切り換え、試験・制御信号の供給先などを高速で選択する。



第1図：一般的なデータ集録/制御システムの構成図

(3) 測定器。

ディジタル・マルチ・メータ (DMM) や A/D コンバーターなど各種測定器あるいは周波数、周期を測定するカウンタなどで、ディジタル化したデータをコントローラに送り込む。

(4) 試験、制御用信号源。

被測定試料の応答を測定するために加える入力信号、あるいは被測定装置を動作させる制御のための信号源。

(5) システム制御装置。

主として、コンピュータに割り込みをかけ、システム全体の動作の管理をする。

(6) タイマー。

測定器の測定タイミングや試験、制御信号源から出力タイミングなどコントローラから制御するとき使用する内蔵時計。

(7) バッファ・メモリー。

測定器からのデータをいったんこのメモリに貯えたり、それを前処理したりして、後にまとめてコントローラに転送する場合に使用する。

(8) システム・コントローラ (EWS)。

装置全体の制御、タイマ管理、データ管理とその処理、結果の出力・ハードコピー、システムのバック・アップなど多機能を必要とするために、通常エンジニアリング・ワーク・ステーション (EWS) クラスのコンピュータが使用される。単に多機能と動作速度が速いだけでなく、ソフトウェア、ユーティリティ、プログラム開発ツール、操作性なども考慮する必要がある。

データ集録/制御システムのシステム設計では、まず測定性能、すなわち確度、分解能、スピードが重要なポイントになる。また、使用目的なども明確にして、どの部分に重点を置いて設計するか、良く考える必要がある。

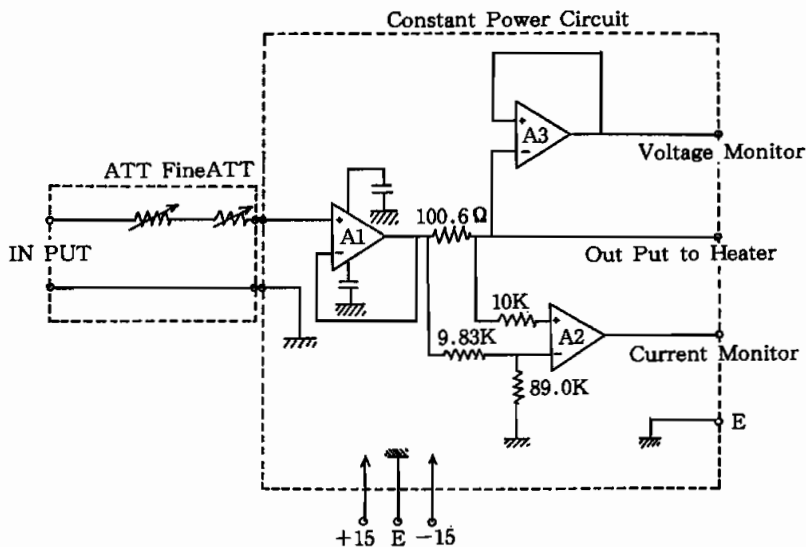
3. データ集録／制御システムの試作

試作したデータ集録／制御システムは、その実用性と使い易さに重点をおいて、システム設計を行った。以下、具体的に記すと、

(1) 試験・制御用信号源

信号源として、広帯域周波数範囲（0.002～20 MHz）のファンクション／パルスゼネレーターを使用した。本器は波型が5種類選択できて、バースト・ゼネレーター（トリガ／ゲート信号出力も可能）機能も有しているので、広範囲、多目的に利用出来る。特に、出力信号を1秒間に、10～20回程度とらえて、それを波型分析（フーリエ変換）したいので、正確なトリガ信号、ゲート信号が出力できるように留意した。

ゼネレーターの各種出力信号は、最大30Vと大きすぎるので、途中で正確なアッテネータを入れて試料（マイクロヒーター）に供給し、その状態をモニターおよび計測出来るように、OPアンプ（LA741）によるフロー回路でインピータンスを下げて信号処理した。その回路を第2図に示した。



第2図：アッテネータと定電力回路

(2) マルチプレクサー

スキャナーとして、種々のセンサーが適用出来るように、10チャンネル・マルチプレクサ・モジュール基板を2枚組合せて使って、2線式のみならず、測定の精度を確保するために、4線式にも対応出来るようにした。さらに、入出力の配線が複雑になるので、取外し可能なスクリー・ターミナル・コネクタを使い、配線は色分けして、保守、点検が容易に出来るように結線した。

入力信号は低レベル（～数 μ V）から高レベル（250V2AのDCあるいはAC RMS）まで対応し、その動作速度もコマンドによるが、10～20 mSとした。また、操作に関しては、LLO方式とした。すなわち、前面パネル・キーを使わずにすべてシステム・コントローラからの信号で、MPXを制御する方式にした。これは人が介入して、誤動作をさけるためである。

(3) 測定器

データ集録に、どのような測定器を選ぶかは、重要な要素となる。特に、高分解能、高精度、高速測定などは、研究、開発時には、必要な条件となる。しかし、これらの条件をすべて満たすとなると、一般には高価な測定器になるので、用途、使用目的にあったものを選ぶことになる。本システムではHP社の3458Aの7 1/2桁のシステム・マルチメーターを選んだ。さらに処理効率を高めるため、前処理機能（データ・チェック、平均値、分散、標準偏差、波形解析機能など）付が使いやすく、高速化が容易に実現出来る。

(4) システム・コントローラー

システム・コントローラーは、データの分解機能、データ処理能力、システム制御、各種出力などと関連する。いわば、本システムの頭脳に相当する部分である。これらをすべて満足させるには高機能のEWSを必要とし、HP社の9000モデル360CMAXを選択した。CPUは38030、浮動小数点コプロセッサ68882をクロック25MHzで駆動している。主記憶容量は、4MBを実装しており、システムの駆動、制御、データの集録、保存用にカセット式の磁気テープとハードディスク（容量152MB）とデータの保存、データ解析用として、3.5インチのマイクロフロッピーディスク装置を装備している。また、出力ハードコピー用として、インクジェット方式のプリンターとXYプロッターがHP-IBに接続されている。端末機として、高分解能16インチカラーCRT（1280×1024ドット）、マウス、キーボードが付けられている。他に、リアルタイム・クロック、HP-IB、RS-232C、HP-IL、LAN、SCSI、DIOなど豊富なインターフェースが使える。

基本ソフトウェアとして、EWSにおける標準OSで、ソフトウェア開発の生産性の良さなどで、UNIX（HP-UX）とそのもとでのBASICを使った。このOSは通常のUNIXに比べて、リアルタイム処理がすぐれており、ネットワーク、ウィンドウ、グラフィクスなども強化されている。

以上を1個の据置型ラックにまとめ、配線は耐ノイズ性を考えてシールド線を使い、1点アースに心掛けた。回路作成は、半田付けを出来るだけさけて、ラッピングを使って確実にを行った。

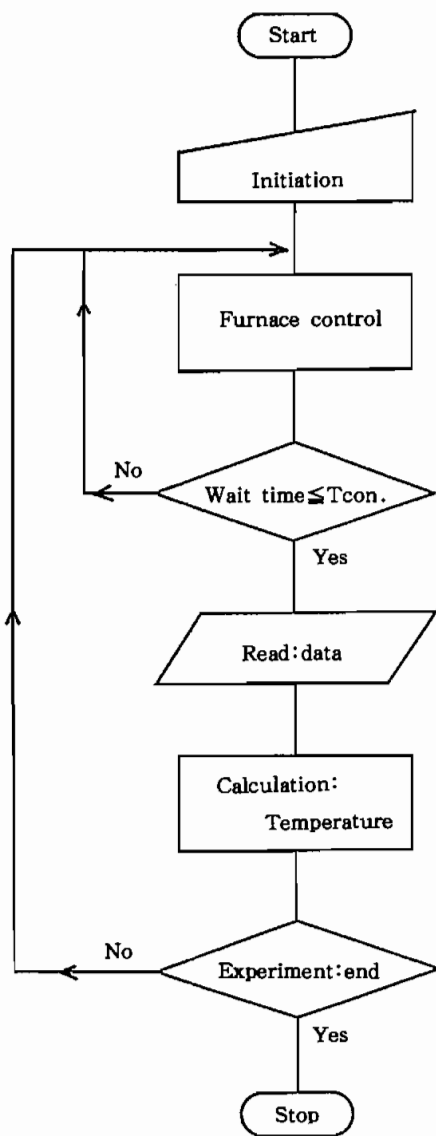
4. 実用例：小型電気炉の精密温度制御

試作したデータ集録／制御システムの実用例として、小型電気炉の精密温度制御とその特性を測定した。小型電気炉（容積は約10×10×10cm³程度）内に試料を入れて、その物性定数を求めたり、動的特性を温度変化させて、それらを解明したいことがよくある。しかも、温度の分解能を～1/1000K程度にしたい。このような場合、本システムは役立つ、そのため、試作機をさらに、次の部分を附加した。

(1) 小型電気炉とセンサー

三重構造の小型電気炉は工作機械を使って、自作した。適用温度範囲は100～450Kとし、低温は液体窒素を環流して、冷却する方式にした。通常は、恒温槽を使って、恒温溶液を循環させて、外からの影響を最少限にしている。

電気炉内と試料の近くに、制御用と測温用センサーとして、白金抵抗測温体を5個うめ込んである。現在、温度用センサーとしては、白金抵抗測温体が、精度と確度ともに、もっともすぐれており、国際標準にもなっている。なお、これらセンサー群で電気炉内部の温度分布の不均一性についてもチェックしている。



第4図：小型電気炉の精密温度制御をするための流れ図

秒間に10回程度制御して、ある定められた時間 (wait time) が来ると、割り込みが起こり、抵抗値を読んで、それを温度に変換して、内蔵ハード・ディスクに書き込む動作のくり返しである。なお、温度が完全に平衡状態になり、実験準備が完了した時点で、温度スキャンを開始する。作成したデータ集録/制御システムのプログラムの全ソース・リストを附1に示した。このままでは、実際には使いにくいので、プログラムをローディングするとまず第5図に示し

```

*****
**
** HELLO !!!
** 1. Running .....RUN1000
** 2. File Operation .....RUN 800
**   (HD To FD Copy and HD Delete)
** 3. Disk To Printer and Plotter.....RUN3000
** 4. Disk To Plotter.....RUN4000
** 5. To SYSTEM.....RUN5000
**
**           By Nara University (I.S.)
** .....
** NOTE !
** 1. Please push f1 key when scanning start.
** 2. Please push f2 key when measurement end.
** .....
*****

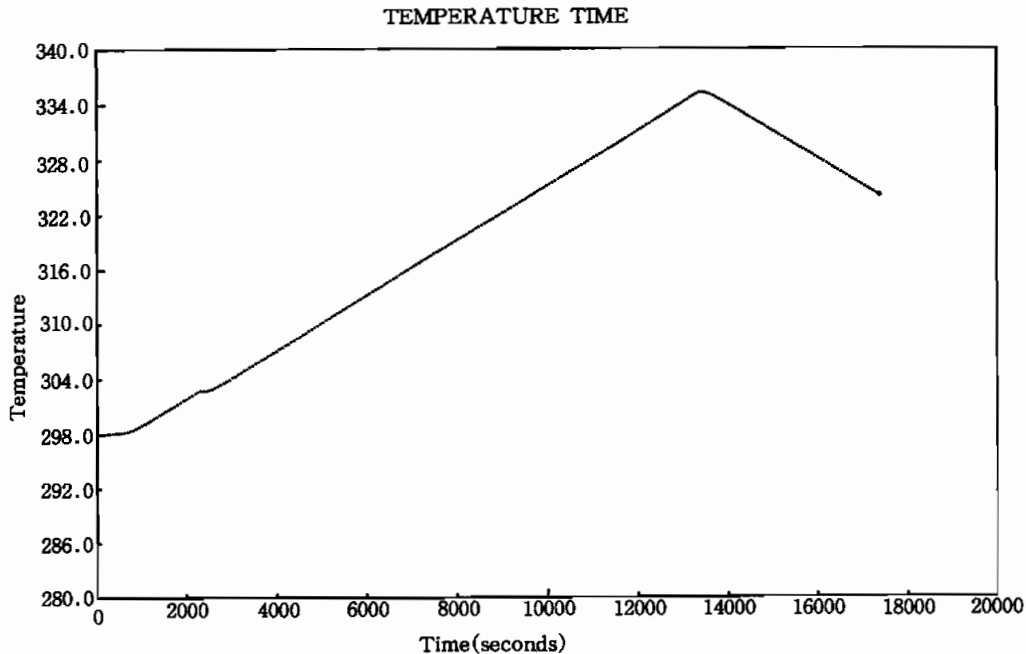
```

第5図：運転システムのメニュー画面

た“メニュー画面”が立上り、これにより所定の番号を選択すれば、以後自動的に処理出来るように、使い易くした。将来を考えてプロッター出力には、出力図を縮小したり、その一部を拡大したり、ストアされている前のデータと重ね合せなど出来るようにして、データの比較検討が容易に出来る様にプログラムしてある。

6. 結果と検討

製作したシステムとプログラムを使って、実際に小型電気炉の精密温度制御運転を行った。温度データの取り込みは、60秒に1回の割合いで、開始温度 298.0K で平衡温度になるのを待って、その後 0.15 K/分の割合で昇温し、設定最高温度 (334.0K) に到達した後、- 0.15 K/分で降温する電気炉の温度特性を実測した。その結果はハードディスク、フロッピーディスクに蓄えて、必要に応じてデータ処理を行なう。いま、その結果を横軸に経過時間 (秒)、縦軸に絶対温度 (K) として、特性曲線をXYプロッター上に描かせたのが、第6図である。



第6図：結果の出力 (小型電気炉の昇温・降温特性)

また、結果をプリンターにも出力して解析した。大体において設計通りの満足すべき結果が得られた。電気炉を、100-450 Kの範囲で、 \sim mK オーダーで制御しているが、現システムでは精度に関しては一桁落ちて \sim 数十 mK になっている。直接、指定した温度に電気炉を設定したり、電気炉の温度スキャンが容易に出来る。現在、計画通り、精度、確定とも \sim mK のオーダーにすべき検討してしている。また、この小型電気炉をベースにして、高分解能高精度熱量計を計画しているが、いずれも問題になるのはその高速性である。

システムの運転ソフトウェアは、UNIXのもとでのBASICで作成したが、もっと高速でデータを取り込んで解析したり、処理の効率化、プログラムの移植性などを考えると、やはりBASIC言語での記述には限界がある。次にUNIXのものとC言語でプログラムを書き換えて、さらにハイレベル化する予定にしている。システムの高速化を改善する上でも、各装置のインテリジェント機能を高度に利用して、余分なデータをバス上に転送しないで、必要なデータのみをバス上に乗せるプログラムに改良する必要がある。特に、データの統計解析処理、波型解析等には有効な手段である。本システムは試作機なので、その大きさについては考えなかったが、野外でデータを集録したい場合もよくあるので、コンパクト化する必要もある。

謝 辞

初期のシュミレーション、データ解析、設計などには、本学情報処理センターの電算機 (A COS430/70) を利用し、設備面では、文部省の私立大学研究設備整備等補助金の助成を受け、さらに、研究の遂行には、社会学部プロジェクト研究助成を受けました。ここに関係各位に対して感謝の意を表わします。

参 考 文 献

- 1) ANSI/IEEE Std.488. Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation, 1975, Revised 1978, 1980.
- 2) 岡村迪夫 “IEEE-488 (GPIB) とその応用” CQ出版 (1988)。
- 3) 磯部俊夫 “GP-IB活用法” 工学図書 (1987)。
- 4) 亜樹智耶 “GP-IBプログラミング入門” 工学図書 (1990)。
- 5) Hewlett-Packard “HP-UX Manual” (1989)。
- 6) Hewlett-Packard “BASIC/UX Manual” (1989)。
- 7) Hewlett-Packard “BASIC 5.0/5.1 Manual” (1989)。

附1.

データ集録／制御システムの運転プログラムのソース・リストをここに表わし、その概要を説明する。

```

99 Fmt: IMAGE #,K
100 | *** CRT HEADER ***
110 PRINT "*****"
120 PRINT "*****"
130 PRINT "HELLO !!!"
140 PRINT "1. Running.....RUN1000"
150 PRINT "2. File Operation.....RUN 800"
160 PRINT "   (HD To FD Copy and HD Delete)"
170 PRINT "3. Disk To Printer and Plotter...RUN3000"
180 PRINT "4. Disk To Plotter.....RUN4000"
190 PRINT "5. To SYSTEM.....RUN5000"
200 PRINT "By Nara University (I.S.)"
210 PRINT "*****"
220 PRINT "NOTE !"
230 PRINT "1. Please push f1 key when scanning start."
240 PRINT "2. Please push f2 key when measurement end."
250 PRINT "*****"
300 INPUT "Set JOB-No. Key in = ",J0
310 IF J0=1 THEN 1000
320 IF J0=2 THEN 800
330 IF J0=3 THEN 3000
340 IF J0=4 THEN 4000
350 IF J0=5 THEN 5000
360 GOTO 100
370 |
380 |
390 |
800 | *** File Operation ***
801 MASS STORAGE IS ":HFS"
802 MASS STORAGE IS ":CS80,700,1"
810 PRINT " COPY !! "
820 PRINT " Micro Floppy Disk From Hard Disk "
821 PRINT
830 INPUT "Are you OK ? ( Y or N )",J1$
840 IF J1$<>"Y" THEN 100
850 COPY "DATA1:HFS" TO "DATA1:CS80,700,1"
860 ON ERROR GOTO 830
870 WAIT 10
871 PRINT " Completed Copy ! "
872 PRINT
880 PRINT " Delete !! Hard Disk "
881 PRINT
890 INPUT " Are you OK ? (Y or N)",J2$
900 IF J2$<>"Y" THEN 100
910 PURGE "DATA1:HFS"
920 ON ERROR GOTO 890
930 WAIT 10
931 PRINT " Completed Delete File ! "
932 PRINT
940 GOTO 100
1000 | *** Furnace Running ***
1010 DIM T(10),Z1(10)
1020 PRINT
1030 INPUT "WAIT(S)           =",W
1040 INPUT "T-START(K)       =",T0
1050 INPUT "T-MAX(K)         =",T1
1060 INPUT "T-SCAN(K/M)      =",T2
1070 INPUT "T-MIN(K)         =",T3
1080 INPUT "T-SCAN(-K/M)     =",T4
1090 PRINT
1100 CLEAR 7
1110 |
1120 J=1
1130 GOSUB 2000

```

附1：データ集録／制御システムのソース・リスト (No. 1)

```
1140 PRINT
1150 MASS STORAGE IS ":HFS"
1160 CREATE BDAT "DATA1",5000
1170 ASSIGN @Data TO "DATA1"
1180 !
1190 !
1200 ! GRAPHICS
1210 CLEAR SCREEN
1220 GINIT
1230 PLOTTER IS CRT,"INTERNAL"
1240 GRAPHICS ON
1250 X_gdu_max=100*MAX(1,RATIO)
1260 Y_gdu_max=100*MAX(1,1/RATIO)
1270 LORG 6
1280 FOR I=-.3 TO .3 STEP .1
1290     MOVE X_gdu_max/2+I,Y_gdu_max
1300     LABEL "TEMPERATURE TIME"
1310 NEXT I
1320 DEG
1330 LDIR 90
1340 CSIZE 3.5
1350 MOVE 0,Y_gdu_max/2
1360 LABEL "Temperature"
1370 LORG 4
1380 LDIR 0
1390 MOVE X_gdu_max/2,.07*Y_gdu_max
1400 LABEL "Time (seconds)"
1410 VIEWPORT .1*X_gdu_max,.98*X_gdu_max,.15*Y_gdu_max,.9*Y_gdu_max
1420 FRAME
1430 WINDOW 0,20000,290,350
1440 AXES 2000,10,0,290,5,3
1450 CLIP OFF
1460 CSIZE 2.5,.5
1470 LORG 6
1480 FOR I=0 TO 20000 STEP 2000
1490     MOVE I,289.99
1500     LABEL USING "#,K";I
1510 NEXT I
1520 LORG 8
1530 FOR I=290 TO 350 STEP 10
1540     MOVE -.5,I
1550     LABEL USING "#,DDD.D";I
1560 NEXT I
1570 !
1580 !
1590 !
1600 S2=TIMEDATE
1610 !
1620 Ta=T(1)
1630 GOSUB 2550
1640 GOSUB 2260
1650 GOSUB 2330
1660 ON KEY 1 GOTO 1740
1670 IF S1<W THEN 1640
1680 GOSUB 2460
1690 GOSUB 2550
1700 GOSUB 2150
1710 GOTO 1640
1720 !
1730 !
1740 PRINT "*** SCANNING START ***"
1750 TO=T0+T2*W/60
1760 GOSUB 2260
1770 GOSUB 2330
1780 IF T(10)>=T1 THEN 1860
1790 IF S1<W THEN 1760
1800 !
1810 S9=TIMEDATE
1820 GOSUB 2460
1830 GOSUB 2550
1840 GOSUB 2150
1850 GOTO 1750
```

```
1860 TO=TO+T4*W/60
1870 GOSUB 2260
1880 GOSUB 2330
1890 IF T(10)<=T3 THEN 5000
1900 IF S1<W THEN 1870
1910 !
1920 S9=TIMEDATE
1930 GOSUB 2460
1940 GOSUB 2550
1950 GOSUB 2150
1960 GOTO 1860
1970 !
1980 !
1990 !
2000 REM *** TEMPERATURE READ ***
2010 OUTPUT 704;"CLOSE 200,300"
2020 OUTPUT 722;"FUNC OHM,AUTO"
2030 TRIGGER 722
2040 ENTER 722;B1
2050 B=B1
2060 A1=-1.155108E-5
2070 A2=3.0460190E-3
2080 A3=-.2940984
2090 A4=17.45998
2100 A5=-173.2570
2110 T(J)={((A1*B+A2)*B+A3)*B+A4}*B+A5
2120 RETURN
2130 !
2140 !
2150 REM *** CRT WRITE ***
2160 Z2=INT(1000*Z2)/1000
2170 S3=S0-S2
2180 S3=INT(100000*S3)/100000
2190 X=S3
2200 Y=Z2
2210 MOVE X,Y
2220 DRAW X,Y
2230 OUTPUT @Data;X,Y
2240 RETURN
2250 !
2260 REM *** TIME CONTROL ***
2270 S0=TIMEDATE
2280 S1=S0-S9
2290 ON KEY 2 GOTO 5000
2300 RETURN
2310 LORG 6
2320 !
2330 REM *** TEMPERATURE CONTROL ***
2340 OUTPUT 704;"OPEN 201,301"
2350 FOR J=1 TO 10
2360 GOSUB 2000
2370 GOSUB 2260
2380 D1=TO-T(J)
2390 D=2000*D1
2400 IF D>2899 THEN D=2900
2410 IF D<0 THEN D=2000
2420 OUTPUT 706 USING "#,4Z";D
2430 NEXT J
2440 RETURN
2450 !
2460 REM *** MEASUREMENT OF TEMPERATURE ***
2470 Tt=0
2480 FOR J=1 TO 10
2490 Tt=Tt+T(J)
2500 NEXT J
2510 Ta=Tt/10
2520 GOSUB 2330
2530 RETURN
2540 !
2550 REM *** MEASUREMENT OF TEMPERATURE (NO2) ***
2560 OUTPUT 704;"OPEN 200,300"
2570 OUTPUT 704;"CLOSE 201,301"
```

```
2580 Zz=0
2590 FOR J=1 TO 10
2600 TRIGGER 722
2610 ENTER 722;Z1(J)
2620 Zz=Zz+Z1(J)
2630 NEXT J
2640 Zz=Zz/10
2650 A1=-1.155108E-5
2660 A2=3.0460190E-3
2670 A3=-.2940984
2680 A4=17.45998
2690 A5=-173.2570
2700 Z2=((A1*Zz+A2)*Zz+A3)*Zz+A4)*Zz+A5
2710 Z3=Z2-273.15
2720 RETURN
3000 ! *** Disk to Printter and Plotter Routine ***
3010 MASS STORAGE IS ":CS80,700,1"
3020 ASSIGN @Data TO "DATA1"
3030 !
3040 ! *** Maximum and Minimum ***
3050 Xmax=0
3060 Xmin=100000
3070 Ymax=0
3080 Ymin=100000
3090 ENTER @Data;X,Y
3100 ON END @Data GOTO 3160
3110 IF Xmax<X THEN Xmax=X
3120 IF Xmin>X THEN Xmin=X
3130 IF Ymax<Y THEN Ymax=Y
3140 IF Ymin>Y THEN Ymin=Y
3150 GOTO 3090
3160 X1=100*INT((Xmin-99)/100)
3165 IF X1<0 THEN X1=0
3170 X2=10000*INT((Xmax+9999)/10000)
3180 Y1=10*INT((Ymin-9)/10)
3190 Y2=10*INT((Ymax+9)/10)
3200 ASSIGN @Data TO *
3210 !
3220 ASSIGN @Data TO "DATA1"
3230 PRINTER IS 701
3240 ! *** GRAPHICS ***
3250 CLEAR SCREEN
3260 GINIT
3270 PLOTTER IS 705,"HPGL"
3280 GRAPHICS ON
3290 X_gdu_max=100*MAX(1,RATIO)
3300 Y_gdu_max=100*MAX(1,1/RATIO)
3310 LOG 6
3320 FOR I=-.3 TO .3 STEP .1
3330   MOVE X_gdu_max/2+I,Y_gdu_max
3340   LABEL "TEMPERATURE TIME"
3350 NEXT I
3360 DEG
3370 LDIR 90
3380 CSIZE 3.5
3390 MOVE 0,Y_gdu_max/2
3400 LABEL "Temperature"
3410 LOG 4
3420 LDIR 0
3430 MOVE X_gdu_max/2,.07*Y_gdu_max
3440 LABEL "Time (seconds)"
3450 VIEWPORT .1*X_gdu_max,.98*X_gdu_max,.15*Y_gdu_max,.9*Y_gdu_max
3460 FRAME
3470 WINDOW X1,X2,Y1,Y2
3480 AXES (X2-X1)/10,(Y2-Y1)/10,X1,Y1,5,3
3490 CLIP OFF
3500 CSIZE 2.5,.5
3510 LOG 6
3520 FOR I=X1 TO X2 STEP (X2-X1)/10
3530   MOVE I,Y1-.1
3540   LABEL USING "#,K",I
3550 NEXT I
```

```
3560  LORG 8
3570  FOR I=Y1 TO Y2 STEP (Y2-Y1)/10
3580      MOVE X1-.5,I
3590      LABEL USING "#,DDD.D";I
3600  NEXT I
3610  !
3620  ! *** Write on Printer and Plotter ***
3622  DIM X5(5),Y5(5)
3624  J=1
3630  ENTER @Data;X,Y
3640  ON END @Data GOTO 3690
3641  IF J=2 THEN 3647
3642  IF J=3 THEN 3651
3643  X5(J)=X
3644  Y5(J)=Y
3645  J=J+1
3646  GOTO 3660
3647  X5(J)=X
3648  Y5(J)=Y
3649  J=J+1
3650  GOTO 3660
3651  X5(J)=X
3652  Y5(J)=Y
3654  PRINT USING 3655;X5(1),Y5(1),X5(2),Y5(2),X5(3),Y5(3)
3655  IMAGE DDDDDD,2X,DDD.DDD,10X,DDDDDD,2X,DDD.DDD,10X,DDDDDD,2X,DDD.DDD
3656  J=1
3660  MOVE X,Y
3670  DRAW X,Y
3680  GOTO 3630
3690  ASSIGN @Data TO *
3700  PRINTER IS 1
3710  GOTO 100
3720  !
3730  !
4000  ! *** Disk to Plotter Routine ***
4010  MASS STORAGE IS ":CS80,700,1"
4020  ASSIGN @Data TO "DATA1"
4030  INPUT "Enter Scale Xmin=",X1
4032  INPUT "Enter Scale Xmax=",X2
4034  IF X1>=X2 THEN GOTO 4030
4036  INPUT "Number of X-axis Intervals=",L1
4038  IF L1<1 OR L1>50 THEN GOTO 4036
4040  INPUT "Enter Scale Ymin=",Y1
4042  INPUT "Enter Scale Ymax=",Y2
4044  IF Y1>=Y2 THEN GOTO 4040
4046  INPUT "Number of Y-axis Intervals=",L2
4048  IF L2<1 OR L2>50 THEN GOTO 4046
4050  CLEAR SCREEN
4060  GINIT
4070  PLOTTER IS 705,"HPGL"
4080  GRAPHICS ON
4090  X_gdu_max=100*MAX(1,RATIO)
4100  Y_gdu_max=100*MAX(1,1/RATIO)
4110  LORG 6
4120  FOR I=-.3 TO .3 STEP .1
4130      MOVE X_gdu_max/2+I,Y_gdu_max
4140      LABEL "TEMPERATURE TIME"
4150  NEXT I
4160  DEG
4170  LDIR 90
4180  CSIZE 3.5
4190  MOVE 0,Y_gdu_max/2
4200  LABEL "Temperature"
4210  LORG 4
4220  LDIR 0
4230  MOVE X_gdu_max/2,.07*Y_gdu_max
4240  LABEL "Time (seconds)"
4250  VIEWPORT .1*X_gdu_max,.98*X_gdu_max,.15*Y_gdu_max,.9*Y_gdu_max
4260  FRAME
4270  WINDOW X1,X2,Y1,Y2
4280  AXES (X2-X1)/L1,(Y2-Y1)/L2,X1,Y1,5,3
4290  CLIP OFF
```

```
4300 CSIZE 2.5,.5
4310 LORG 6
4320 FOR I=X1 TO X2 STEP (X2-X1)/L1
4330     MOVE I,Y1-.1
4340     LABEL USING "#,X";I
4350 NEXT I
4360 LORG 8
4370 FOR I=Y1 TO Y2 STEP (Y2-Y1)/L2
4380     MOVE X1-.5,I
4390     LABEL USING "#,DDD.D";I
4400 NEXT I
4410 !
4420 ! *** Write on Plotter ***
4430 ENTER @Data;X,Y
4440 ON END @Data GOTO 4490
4450 ! PRINT X,Y
4460 MOVE X,Y
4470 DRAW X,Y
4480 GOTO 4430
4490 ASSIGN @Data TO *
4500 CLEAR SCREEN
4510 GOTO 100
4520 !
4530 !
5000 OUTPUT 706;"0000"
5010 ASSIGN @Data TO *
5020 CLEAR SCREEN
5030 END
```

100～360行。

メニュー画面表示とその制御。

800～940行。

ファイルの操作。

1000～1190行。

電気炉運転のための初期設定。

1200～1590行。

測定結果、運転状況の画面表示。

1600～2120行。

電気炉の運転制御、タイムの割込み、温度スキャンの制御。

2150～2240行。

測定温度を画面にプロットすると共に、ハードディスクに書く。

260～2300行。

タイマー管理。

2310～2440行。

電気炉の制御用温度の取り込みと設定温度との偏差の補正。

2460～2720行。

電気炉のデータ取り込み、計算、温度の決定（10回の平均値）。

3000～3710行。

ディスク内に集録したデータのプリンター出力とXYプロッターによる作図。

4000～4530行。

ディスク内に集録したデータのXYプロッター出力（図面の拡大、縮小、重ね合せ等）。

5000～5030行。

後処理（ファイル・クローズ）。

Summary

In this paper, it reports a design of acquisition system to collect the experimental data. This paper contains the information necessary to design, test, and running the data acquisition system. For example, a small electric furnace has been constructed which enables us to determine the absolute value of the temperature within an accuracy of mK over a wide range.

