

パーソナルコンピュータによるデータ収録 方法について (1) GP-IB

Data Acquisition by Personal Computer (1) GP-IB

向井 雅之*・中川 慎治**・古藤田一雄**

Masayuki MUKAI,* Shinji NAKAGAWA** and Kazuo KOTODA**

I はじめに

近年の半導体技術の進歩により、多チャンネルの測定データをリアルタイムで収録できるデータロガーが出現してきた。この種のデータロガーは、多チャンネルのデータを決められた時間間隔でサンプリングし、A-D変換の後、プリンタ等の外部機器に出力する能力を有しており、データの収集は非常に容易に行えるようになった。データロガーのなかには、収集されたデータについて、簡単な演算や統計計算を行う機能を持つものもあるが、より高度なデータの加工を行う際には、非常な労力を要する。このような問題点を解決する方法として、パソコンと計測機器を結び、デジタルデータをパソコン側の記憶装置(RAM, ディスク等)に貯えた後、パソコンでデータの加工を行うオンライン処理がある。この方法により、データを入力する労力がなくなるのみならず、リアルタイムのデータ処理も可能となる。

従来、計測機器間で信号のやり取りを行う場合、コネクタの種類・ピンの配置・信号のレベル・信号の出力形式などがメーカーごと、機器ごとに異っていたために、各計測機器を有機的に結びつけるには、多くの問題があった。この状況を解決するために、計測機器の標準インタフェース・バスの規格化が行われた。標準インタフェース・バス

としては種々のものがあるが、小規模システムで利用可能なものとして、GP-IB と RS-232C がある。これらの標準インタフェース・バスは、パソコンや計測機器に標準で装備されているか、オプションで装着可能である。

ここでは、当センター利用者の便に供するよう、当センター所有のデータロガーのデータ処理をパソコンを用いて行う例を示す。第1報では、GP-IB を用いる場合について述べ、第2報では、RS-232C を用いる場合について述べる。

II GP-IB について

計測機器の標準インタフェース・バスとして、米国ヒューレット・パッカード社から提案されていたものをもとにしてできたのが GP-IB (General Purpose Interface Bus) である。GP-IB の規格は IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) の標準インタフェース・バスとして 1975年に正式承認されている(IEEE 488-1975)¹⁾。

GP-IB を有する機器は、インタフェースを介してバスライン上に並列に接続され、それぞれのインタフェースには、特定の相手と交信するためのアドレスが割り当てられている。GP-IB インタフェースは、コントローラ(バスの制御を行う)、トーカー(送信を行う)、リスナ(受信を行う)の少なくとも一つの機能を持っている。

* 筑波大学自然科学類 (現 筑波大学・院・環境科学研究科)

**筑波大学水理実験センター

(1984年5月21日受理)

GP-IB のバスラインは、16本の信号線(8本のデータ・バス、3本のハンドシェイク・バス、5本の管理バス)と8本のグラウンド線の合計24本で構成されている。

GP-IB の規格上の条件には、

- ①機器間で転送される情報は、8ビットパラレルのデジタル信号であること
 - ②同一システムに接続できる機器の数は、最大15台までであること
 - ③接続ケーブルの合計の長さは、20mを越えないこと
 - ④データの最大転送速度は、1Mバイト/秒であること
- などがある。

Ⅲ 使用機器

1) データロガー (YODAC-8)

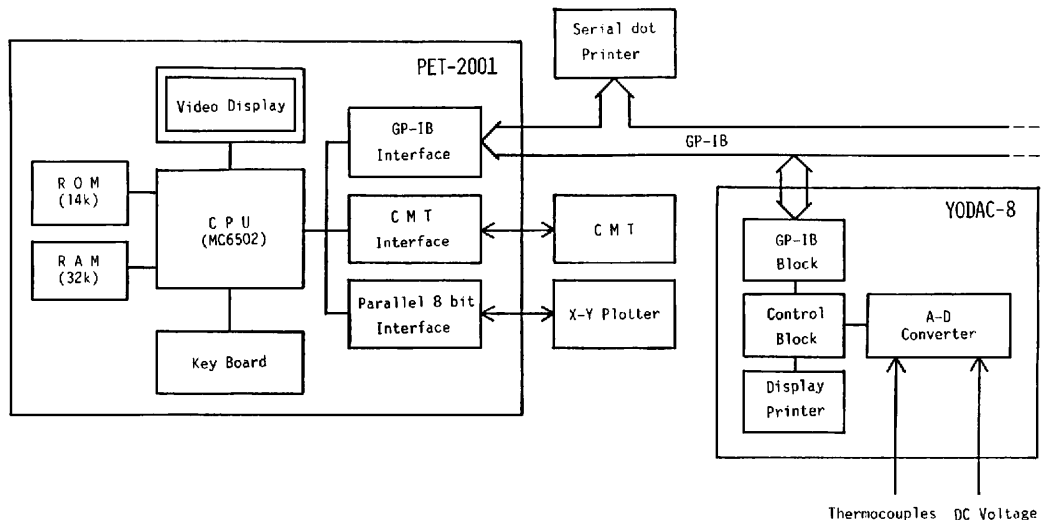
小形多点温度記録装置 YODAC-8(横河電機株式会社製)は、多数点の温度や直流電圧を任意の時間間隔ごとに測定し、時刻・測定番号・測定データを内蔵のサーマルプリンタで印字記録することができる。最大測定点数は100点まで(昭59年3月現在40点まで)である。温度測定には、熱電対

(PR, CA, IC, CC, CRC)を用いて直接測定ができ、グループ分け機能(最大10グループ)により直流電圧との同時測定も可能になっている。直流電圧測定は、20mV, 50mV レンジに加え、オプションのボルトレンジカードにより、10V, 1-5V レンジによる測定も可能になっている。測定間隔は、内蔵のタイマにより001~998分の間で1分単位で任意に設定することができる。詳細はマニュアル(小形多点温度記録装置 YODAC-8 Type 3873 取扱説明書)を参照のこと。

2) パーソナルコンピュータ (PET-2001)

データロガー YODAC-8 をパソコンに接続するには、パソコン側に GP-IB インタフェースが必要であるが、今回は GP-IB 内蔵の PET-2001 (米国コモドル社製)を使用した。

パーソナルコンピュータ PET-2001 (以下 PET と略称)は、CPU に8ビットのマイクロコンピュータを用い、メモリ、各種インタフェース、ビデオディスプレイ装置、キーボードが一体型のケースに内蔵されている(第1図)。外部記憶装置として2台までのカセット磁気テープ記録装置(CMT)が接続可能で、プログラムファイル、データファイルとして使用できる。入出力インタフェ



第1図 システム構成の概略

23:59		23:59 _____	TIME2359
1234567		1234567 _____	ITEM1234567
0 000 N CC #0			
000 27.5 C		_000____27.5_C	N__C000,___27.5
001 H 31.2 C		_001_H___31.7_C	H__C001,___31.2
002 L -0.3 C		_002_L___-0.3_C	L__C002,___-0.3
003 ****_* C		_003____****_*_C	B__C003, 8888.8
1 004 N 20MV OF			
004 20.976MV		_004___20.976MV	N_MV004, 20.976
005 99.999MV		_005___99.999MV	O_MV005, 99.999
006 -99.999MV		_006___-99.999MV	O_MV006, -99.999
2 007 N 10 V #1			
007 -7.147 V		_007___-7.147_V	N__V007,_-7.147
008 H 99.999 V		_008_H_99.999_V	O__V008, 99.999
009 L-99.999 V		_009_L-99.999_V	O__V009, -99.999

第2図 YODAC-8 の出力形式 (左から, 内蔵サーマルプリンタ印字例, FORMAT A, FORMAT B. アンダーラインはスペース)

ースとして, GP-IB インタフェースとパラレル 8 ビットインタフェースが使用でき, 各種の機器と接続できる。プログラミング言語として, 内蔵 ROM 内の PET-BASIC と機械語が使用可能であるが, 今回は BASIC を用いてデータのやり取りを行った。

IV 接続方法と操作方法について

1) 接続方法

YODAC-8 の GP-IB ブロックは, トーカとして働くだけでなくリスナとしても働くので, 単にデータを出力するだけでなく, コントローラにより各種のファンクションを任意に設定・制御することができる。

GP-IB ブロックには, トークオンリーモードとノーマルモードを指定するスイッチがある。トークオンリーモードを指定すると YODAC-8 はトーカとしてのみ働くため, コントローラからの

命令はすべて無視する。ノーマルモードを指定したときはリスナの機能も有するので, GP-IB システム上における YODAC-8 のアドレスを指定する必要がある。GP-IB ブロック内のマイアドレススイッチで指定を行う必要がある。また, データの出力フォーマット切換えスイッチにより, 2 つの出力形式が選択できる(第2図)。詳細はマニュアル (GP-IB ブロック Type 3884-52 取扱説明書) を参照のこと。

2) 操作方法

今回使用した PET のプログラミング言語である BASIC の詳細は, 数多くの参考書に譲り, ここでは GP-IB を使用する際の必要最少限の説明を行う。

(1) ファイルの取扱い

PET-BASIC では, プリンタ, CMT, GP-IB により接続された測定機器との入出力を可能にするために, これらの装置にファイル番号を割り当

てる OPEN 文を最初に実行しなければならない。

OPEN k, m [, n [, "NAME"]]

[] 内省略可

ここで、ロジカルファイル番号 (k) は、プログラム上で用いるファイルの番号で 1~255 までの数が使用できる。フィジカルファイル番号 (m) は、接続する機器に固有な番号で 0~15 まで使用できる。PET では、

- 1 : CMT
- 2 : 2'nd CMT
- 3 : ビデオディスプレイ
- 4 : プリンタ

がすでに割りつけられており、YODAC-8 は、GP-IBブロックのマイアドレススイッチによって 8 番に割り当てた。I/O オプション (n) とファイル名 ("NAME") は、CMT に対してのみ有効であるので説明は省略する。なお、PET では 10 個のロジカルファイルを同時にオープンすることができる。

OPEN 文と逆に、ファイルを閉じるためには CLOSE 文を実行する。

CLOSE k

ここで、k はロジカルファイル番号で、OPEN 文で用いたものと同じファイル番号を対応させる。OPEN したファイルは、プログラム終了前か CMT をはずす前に必ず CLOSE しなければならない。また、END 文の実行により、すべてのファイルを閉じることができる。

(2) データの取り込み

YODAC-8 から測定データを取り込むには、次の INPUT# 文を用いる。

INPUT# k, X\$ [, Y\$...]

[] 内省略可

ここで、k は YODAC-8 のロジカルファイル番号、X\$, Y\$ は任意の文字変数である。今回指定した出力形式 (フォーマット B) のように、データがカンマ (,) で区切られている場合には、文字変数を対応する数だけ並べなければならない。

上記の操作 (I/O オペレーション) を行なった後、エラーの確認のために変数 ST (STATUS WORD)²⁾ を調べる。変数 ST が 0 以外の値をとる時は、何らかのエラーが生じていると考えられるため、再度データの取込みを行うかエラーメッセージを出すなどの方法をとらなければならない。

(3) データの変換

測定点に関する情報はすべて文字型でやりとりされるため、データのみを抽出して計算処理を行うためには数値に変換する必要がある。PET-BASIC には、上記の操作のための組込み関数として以下のものが用意されている。

- (i) MID\$ (X\$, I, J)
- (ii) RIGHT\$ (X\$, I)
- (iii) LEFT\$ (X\$, I)
- (iv) VAL (X\$)
- (v) STR\$ (X)

(i) は文字変数 X\$ の先頭から I 番目の文字から J 文字分を抽出する関数であり、(ii) は文字変数 X\$ の右側から I 文字、(iii) は同じく左側から I 文字を抽出するものである。(iv) は文字型で表わされた数字 X\$ を数値変数に変換する関数であり、(v) は (iv) の逆の変換を行うものである。

(4) PET による YODAC-8 の設定

YODAC-8 の動作指定は、本体の前面にある各種スイッチにより設定できるが、YODAC-8 がトークオンリーモードでないときは、PET から YODAC-8 へ命令を出すことにより、下記のファンクションを任意に設定・変更・実行ができる。

- (i) 走査モード、測定開始チャンネル、測定終了チャンネル
- (ii) 時刻、測定周期
- (iii) グループ番号、先頭チャンネル、測定モード、測定レンジ、コンパレータ番号
- (iv) コンパレータの上限值・下限値
- (v) リセット
- (vi) スタート
- (vii) リストプリント

上記の実行のためには次の PRINT# 文を用いる。

PRINT# k, "COMMAND"

ここで、kはYODAC-8のロジカルファイル番号である。この場合も変数 ST の内容を調べ、0以外の数値の時は再度実行する必要がある。“COMMAND”の内容・形式はマニュアル（GP-IB ブロック Type 3884-52 取扱説明書）を参照のこと。

(5) PET の内蔵時計によるサンプリング周期の設定

YODAC-8 の内蔵時計による最小サンプリング時間間隔は1分であるが、PRINT#文を用いるとPETの内蔵時計によってさらに短い間隔の測定を行うことができる。さらにプログラムによって、測定値の変化の激しい時は測定間隔を短く、変化の少ない時は長くすることも可能である。

PETの内蔵時計の時刻を知るには変数 TI\$ と変数 TI を調べればよい³⁾。

TI\$ = "HHMMSS"

TI\$ は6文字で時、分、秒を表し、TIは60分の1秒単位の数を表わしている。

V プログラム例

以上の内容のプログラム例を第3図に示す。ここで、YODAC-8はノーマルモードでマイアドレスは8、出力形式はフォーマットBである。

100行のNはチャンネル数（0～16まで）を表し、チャンネルとデータを受け入れる文字変数C\$とD\$、文字型数値データを数値に変換した後

```
100 N=16: DIM C$(N), D$(N), V(N)
110 OPEN 5, 8
120 PRINT#5, "S": IF ST<>0 THEN 120
130 INPUT#5, A$: IF ST<>0 THEN 130
140 INPUT#5, B$: IF ST<>0 THEN 140
150 FOR I=0 TO N
160 INPUT#5, C$(I), D$(I): IF ST<>0 THEN 160
170 NEXT I
180 FOR I=0 TO N
190 V(I)=VAL(D$(I))
200 NEXT I
210 FOR I=0 TO N
220 PRINT C$(I), V(I)
230 NEXT I
240 GOTO 130
250 STOP
260 END
```

第3図 サンプルプログラム

に代入する数値変数Vをそれぞれ配列として用意する。110行でYODAC-8をロジカルファイル番号5としてOPENし、120行でYODAC-8のスキュンをスタートさせる。変数STを調べ、0でなければ再度実行する。130～140行でA\$に時刻、B\$にアイテム⁴⁾が取り込まれる。150～170行で0～16チャンネルのデータを取り込み、180～200行でデータを数値に変換し配列Vに代入する。210～230行はチャンネル番号とデータをビデオディスプレイ装置に表示する。そして240行で130行へ戻り、次の出力があるまで待機させるという内容のものである。配列Vは数値なので、各種の演算処理に使用することができる。

注

- 1) この規格に対する呼び名として、IEEE-IB、IEE E-488バス、バイト・シリアル・バス、GP-IB、標準インタフェース・バス、HP-IB、IECバスなどがあり、これらはほとんど同じものを指している（岡村、1981）。
- 2) I/Oオペレーションを行うプログラムでは、変数STを一般の変数として使用しないことが望ましい。
- 3) TI\$とTIは、PET-BASICに最初から意味のある変数として用意されている（予約変数）ので、一般の変数として使うことはできない。
- 4) YODAC-8の本体パネルのスタートボタンが押された時、あるいはPRINT#文によってスタートされた時の本体パネルのデジタルスイッチの内容がアイテムになる（7ケタの数字）。

参考文献

岡村勉夫(1981):『標準デジタル・バス(IEEE-488)とその応用』CQ出版社、182p.

参考となるマニュアル

小形多点温度記録装置 YODAC-8 Type 3873 取扱説明書、横河電機製作所。
GP-IB ブロック Type 3884-52 取扱説明書、横河電機製作所。
PET-2001 パーソナルコンピュータユーザーズマニュアル、コモドル・ジャパン株式会社。