

汎用型データロガーの製作

金野茂男

1. はじめに

HID (Human Interface Device) の1つとして、今回、汎用性のあるデータロガーシステムを製作した。データロガーは、メーカーから各種の型が販売されている。小さいものでは数万円からのものもある。それはそれとして、本研究室で今回製作したデータロガーは、使用者の必要性に答えるように、システムを変更することができる。ただし、PICワンチップマイコンと、Visual Basicに関する知見が必要であるが、本論文を参考とすれば、5千円～1万円以内でシステムを再構築でき、使用至便なアナログデータ測定システムを自前で準備できることになる。本研究室では、かつてアナログデータロガーシステムを開発し、小山高専当研究室のホームページで、そのシステムを一般公開している⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。それらの内、(1)(2)で製作したシステムは、学生実験の1テーマで使用し、現在でも現役で働いている。

文献(1)(2)(3)で紹介しているアナログデータロガーは、高速現象の測定を考慮して、ハード部の高速動作を保証するため、測定時はハードだけを駆動させ、測定データはハード内部のメモリに記録させた。測定終了後、データをハード部から、VBプログラムを実行中のホストのパソコンに送り出し、その後、VBプログラムでデータのグラフ表示、その他の処理を行っていた。これに対して、今回のアナログデータメモリは、高速処理の機能を採用せず、測定とデータ表示をリアルタイムで行わせることとした。VBプログラムで、ハード部での測定条件を設定する。その条件下で測定を実行しているハード部から、逐次測定して得られたデータをパソコンへ送信し、VBプログラムは、ディスプレイ上に測定データをリアルタイムで表示する。高速処理の機能がないが、このようなシステムは、リアルタイムでデータをモニタリングできるので、それなりの利用価値がある。

図1に、本データロガーシステムの概略図を示している。パソコンにはVBプログラムをインストールしておく。ハード部とパソコンの間は、USBケーブルで接続する。ハード部には信号入力端子があり、この端子に測定素子からの電圧信号を入力させる。パソコンでVBのソフトを実行し、画面に従ってハード部の動作設定を行う。測定実行にはいると、ディスプレイ上には測定データグラフがリアルタイムで表示され続ける。測定終了、或は中断後、設定パラメータと、得られた測定データは、ファイルとして保存することができる。この保存ファイルは、別にVBで作成したデータ処理プログラムで、読み出し、様々なグラフ処理ができる。グラフのプリンタへの印刷機能も持っている。

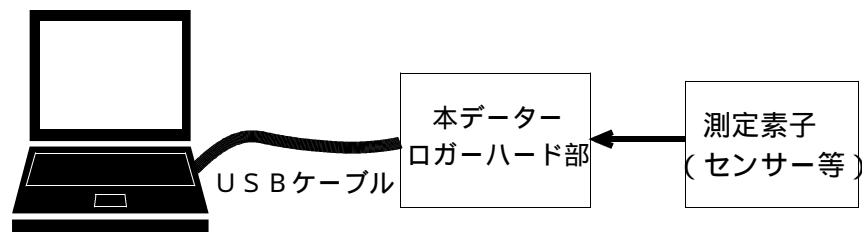


図1 本データロガーシステムの概略図

写真1, 写真2に、シャーシケースに収めたハード部を示している。右端に電源スイッチと電源用LED。その左側に、BNC型の入力端子と、AC/DCモード切替スイッチ。中央付近に線が伸び出している。信号モニタ用の配線である。その左に増幅用のボリューム。左端には、入力信号がACモードの時に機能する、平滑の時定数設定用ロータリスイッチである。本ハード部はAC100V使用である。電源にはAC100V/DCアダプタを利用し、ハード部に+9VDCを供給している。ケースの左端に、USB端子がある。基板に直結としている。その為、シャーシケースに若干の切り取り加工を行っている。

AC/DCアダプタの代りに、+9VDCの電源を、蓄電池や乾電池で供給すれば、本システムはAC電源不用のシステムとなる。屋外等での計測が可能なシステムに簡単にすることができる。

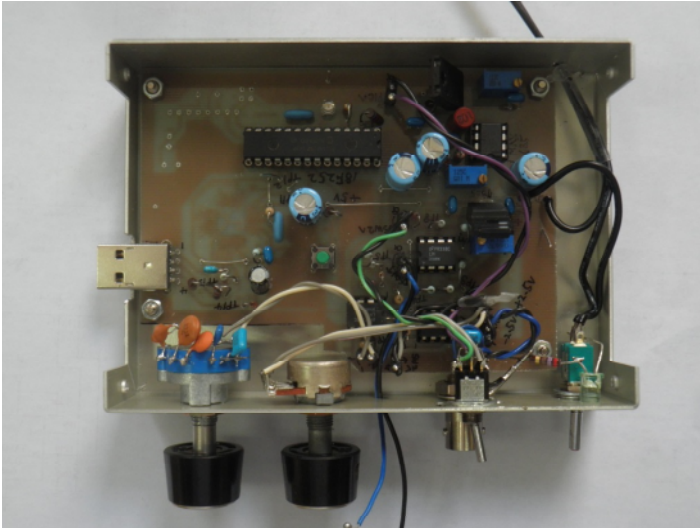


写真1 シャーシの上蓋を外しての外観



写真2 正面からの撮影

2. ハード部の設計・製作

図2に、完成したハード部の回路図を示している。この回路図を利用しながら、設計・製作の中身を解説する。センサーなどの測定素子の出力電圧が、DCモードの場合だけではなく、ACモードの場合にも本システムが対応できるようにしている。回路の主素子として、マイクロチップ社のワンチップマイコンPIC18F252を使用する。この素子の電源電圧は+5.0V、内蔵しているAD変換器は10ビットである。又、外部との通信用に、USART機能(分かり易く言えば、RS232通信機能)を持っている。回路ではOPアンプを使用している。この素子の電源電圧は±6.0Vとする。センサーからの電圧信号は、通常±に変動するが、PICは[0.0V~+5.0V]以内の電圧幅しか処理できない。その為、入力信号に+2.5Vの電圧下駄を履かせることにした。これにより、DCモードでの入力信号許容電圧範囲は[-2.5V~+2.5V]となっている。入力信号は適宜に増幅され、下駄回路を通過した後、PICのアナログ端子に入力する。信号がACモードの場合には、回路中で、検波そして平滑処理を行い、直流電圧に変換し、PICのアナログ端子に入力させる。従って、ACモードでの入力信号許容電圧範囲は[-5.0V~+5.0V]となる。

回路中の入力段のSW1と、PIC近傍のSW2は連動型であり、入力信号のDCモード/ACモード切り替え用である。PIC18F252の通信端子はRS232方式(パラレル方式)である。一方、パソコンの使用する通信端子はUSB方式(シリアル方式)である。従って、これらの変換が必要である。FT232BMが、その為の専用ICである。

かつてのパソコン通信で主流であったRS232Cパラレル通信。最近ではごく普通になったUSBシリアル通信。最近のパソコンからはRS232C端子が消え、多くはUSB端子に置き換わっている。RS232C端子を持っている(古い)パソコンでも、USBモードで通信を行いたい場合が未だ多い。その為の便利グッズがある。FT232BMをソケット等に内蔵した「パラレル-シリアル変換」ケーブルである。市販されている。安いと思う。これを利用するのも良いであろう。その場

合には、図2中のFT232BM部分は不用となる。その上、表面実装型のFT232が回路に不用となるので、製作も容易となる。

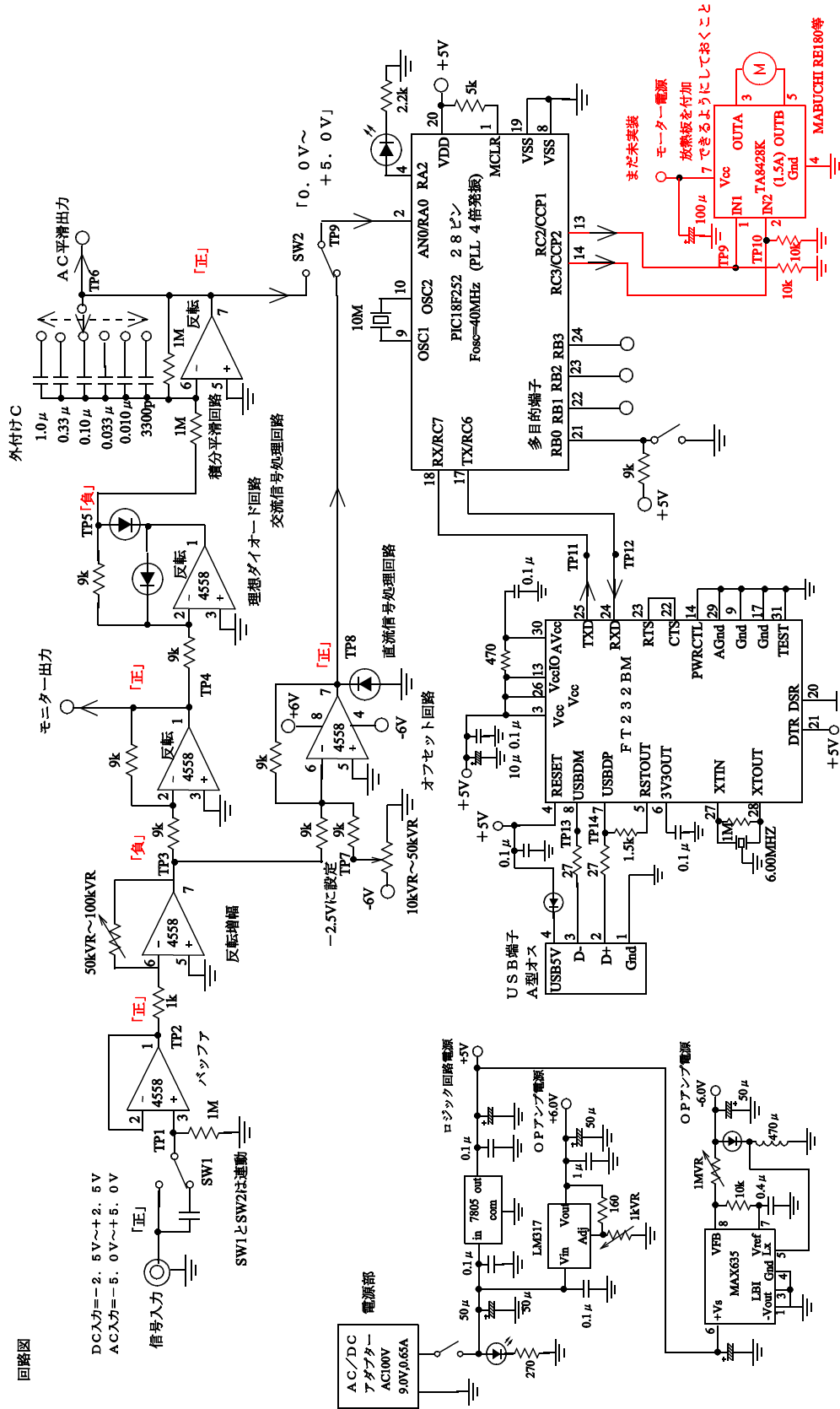


図2 完成した回路図

本システムで使用したFT232BMは32LD-LGFPパッケージである。表面実装はいいのであるが、ピッチ間隔が非常に狭い。コテの先端が細い半田ゴテを使用しても、半田付けに工夫が必要である。本論文の最後で、その工夫方法を述べている。

回路への電源は、AC/DCコンバータを使用し、AC100VからDC9V(0.65A)を供給する。ロジック電圧用として、3端子レギュレータ7805で+5Vを供給する。OPアンプ用電源は、3端子可変レギュレータLM317で+6.0Vを、DC/DCコンバータであるMAX635で+9Vから-6.0Vを供給する。

回路図中に、モータードライバー専用ICであるTA8428K、及び、その周りの部分回路がある。モーターの使用の場合を考慮して付加している。基板のマスク、及び基板にもこの回路が造られているが、現時点では、基板上に、部品類は実装していない。必要となったら実装しよう。

3. ソフト部の作成

パソコンで実行するソフトプログラムは、マイクロソフト社の「Visual Basic 6.0 Professional Edittion」で書き上げた。なを、母プログラムとして、参考文献(1)で使用しているプログラムを用いた。母プログラムは「Visual Basic 5.0 Professional Edittion」で書き上げたものである。母プログラムも、母プログラムを編集して書き上げた今回のプログラムも「Visual Basic 6.0 Professional Edittion」で、何の問題もなく正常に動作する。

使用したパソコンは、Dell社のデスクトップ型パソコン「OPTIPLEX 755」、OSはWindows XPである。

作成したプログラムの説明は、ここでは割愛する。今までと同じく、プログラム中に注釈を多用してしているので、それを読んでほしい。

ソフトプログラムは2つ作成した。実測を制御するプログラム「GDL-v1」と、測定データグラフ処理及び印刷出力用の「GDL-ADM7」である。測定時は「GDL-v1」を実行する。保存されたデータファイルを読み出し、グラフ処理及び印刷出力する時に「GDL-ADM7」を実行する。GDL=Golden Data Logger であり、v1はその通り第1版のプログラムである事を意味している。ADM7は参考文献(1)で使用しているとおり、ADM=Analog Data Memory である。参考文献(1)の発表以降、何度もVBのプログラムの修正・改良等を加えていたので、今回のプログラムは第7版に相当するということで「7」を使用している。

4. 使用方法

本システムの使用方法を、図3に示している測定例を用いて説明をする。本論文を参考にして、ハード部を作成し、提供しているVBプログラム(GDL-v1とGDL-ADM7)をパソコンにインストールする。測定だけならば、インストールはGDL-v1だけでよい。測定素子のダミーとして、適当な発振器を使用する。他の物で代用しても結構である。図3に示しているように、各装置を接続する。

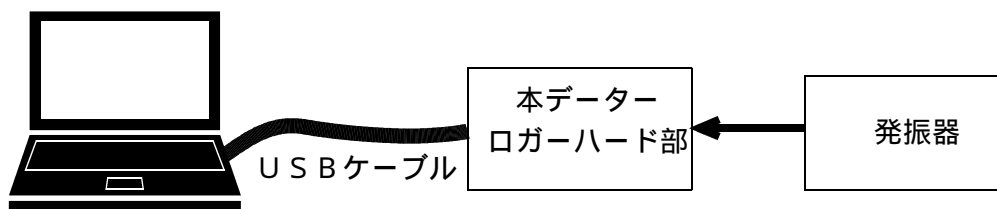


図3 測定例

測定開始に先立って、テキスト形式(拡張子txt)のパラメータファイルを作成しておく必要がある。VBプログラムはこのファイルを読み出し、プログラム、及びハード部に必要なパラメータを設定する。表1にファイルの例を示している。表の上半分の5行が、設定データ行である。下半分に、注釈として上の5行のデータの内容を説明している。VBプログラムは、このファイルを読み出すが、必要なデータは文字「注釈」の前までなので、これ以降には何を書いても良い。これらのデータは、どのデータがかけても、正常にシステムは動作しない。使用になれるまで、表1のファイルを作成して、利用した方が安全であろう。忘れていなければ、このファイルも提供しているはずである。

500
100,ms
0, 1023
0,50, 測定時間, s
-2.5, +2.5, 電圧, V
注釈
1行目 測定点数 (= サンプル数) (66535 (2バイト分) 以下の数値)
2行目 サンプル時間の数値 (1 ~ 255 の内の数値)、サンプル時間の単位 (s 又はms) 注意 5ms 以下の設定では不可かも知れない。
3行目 最小値、最大値 (AD変換値 0 ~ 1023 (10ビット分) の範囲の数値)
4行目 横軸の左端の値、横軸の右端の値、横軸の物理量名、その単位 (例として 測定時間、s)
5行目 縦軸の下端の値、縦軸の上端の値、縦軸の物理量名、その単位 (例として 電圧、V)

表1 パラメータ設定ファイルの内容

GDL - v1 を実行すると、図4の画面が表示される。

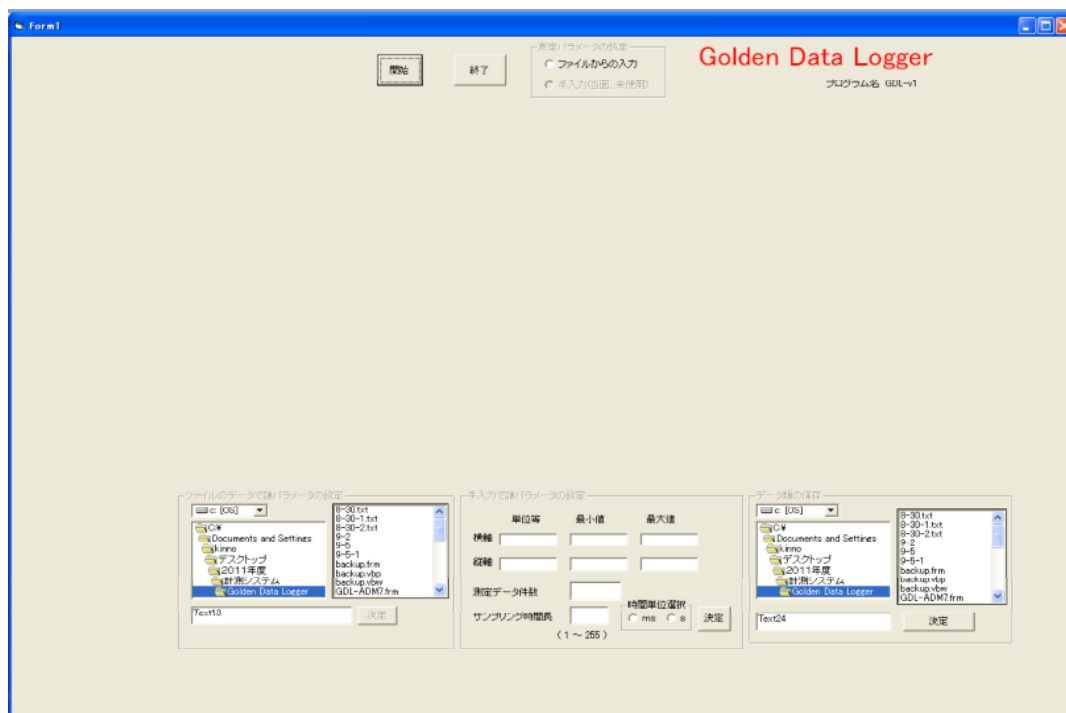


図4 初期画面。後は、開始ボタンを押すだけ。終了ボタンを押してもよい。

開始ボタンをマウスでクリックすると、図5の画面となる。「測定パラメータの設定」窓が使用可となる。今の所、ファイルからの入力を選択する。

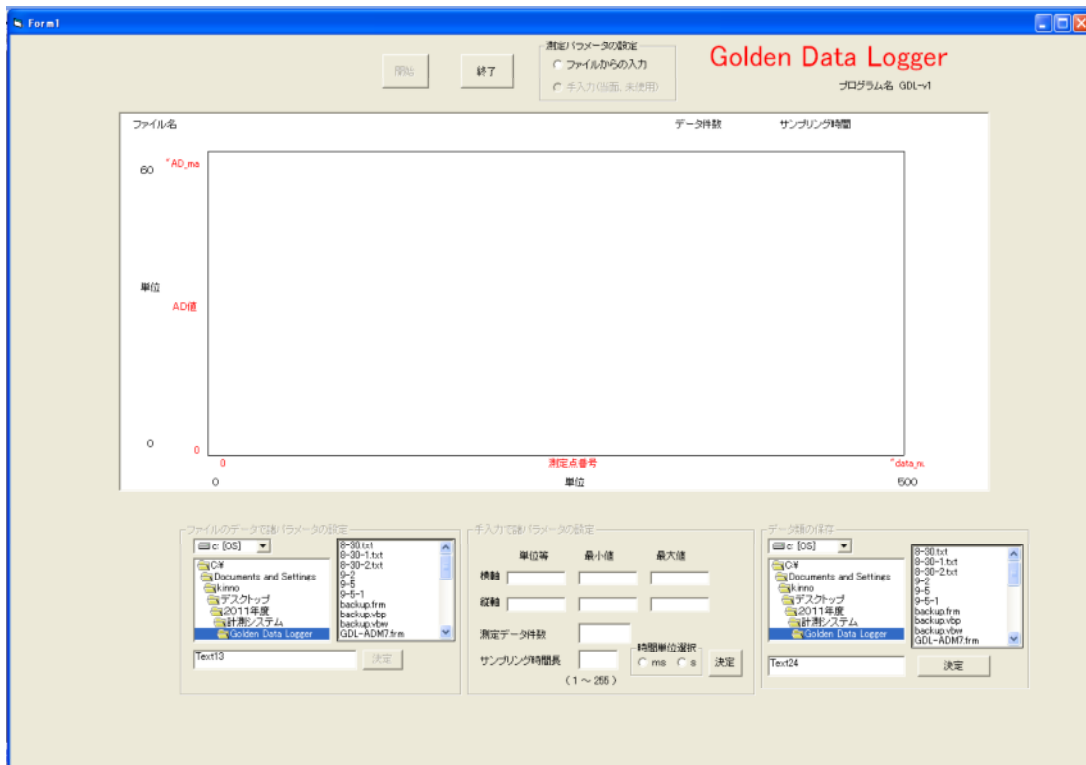


図5 「測定パラメータの設定」窓が使用可となる。

「ファイルのデータで諸パラメータの設定」窓が使用可となる。図6。横軸、縦軸の数値、文字などは一応ダミーである。表1で作成したファイルを選択する。ファイルを正常に読み込めば、ダミーは書き換わる。

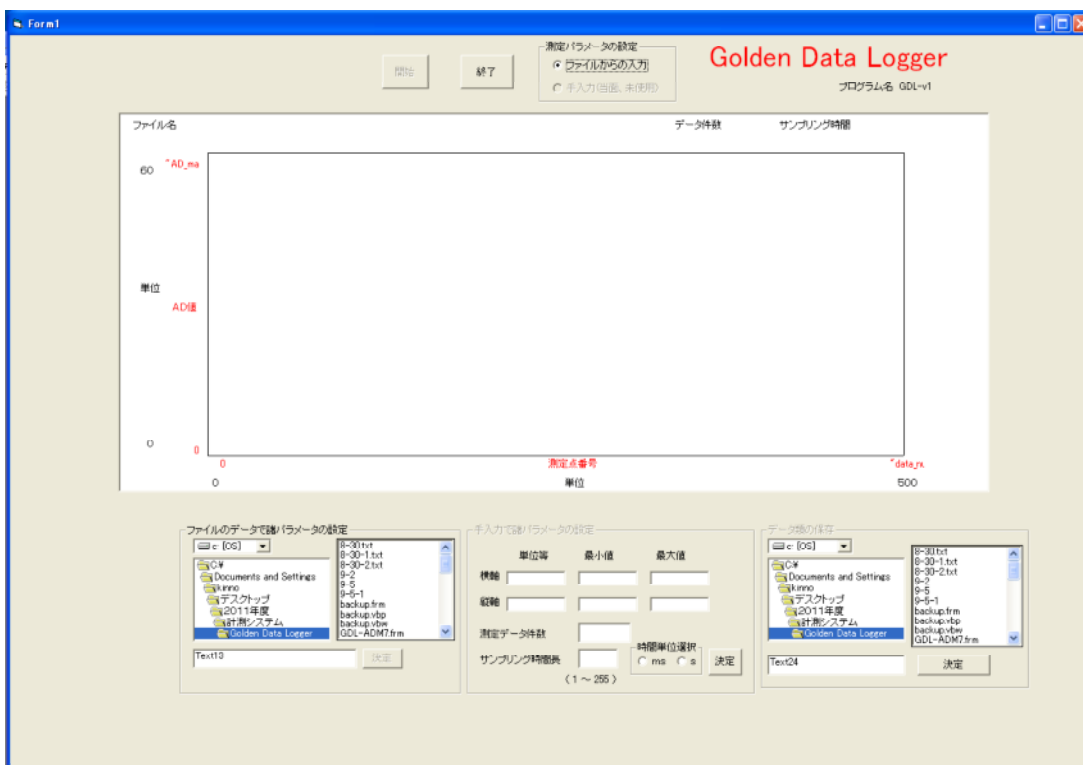


図6 読み込みファイルを選択する

図7の画面となり、picture領域内に、選択したファイル名、その他のパラメータが表示される。表1のファイル内容が、ここでは表示されている。グラフ中の各パラメータ名、パラメータ値が、読み込んだファイルの内容と一定しているか、ここで確認できる。不調である場合の第一の原因は、読み込みファイルの内容にある。終了ボタンを押して、データファイルの修正を行い、最初からやり直す。

本システムでは、ここで測定に必要なパラメータを決めている。ハード部のPICには、サンプリング時間、時間単位、サンプリング点数がこのプログラムより、USBを経由して送られる。開発中では、データが正確に送信されたのかどうかを確認するため、受け取ったデータをPICからエコーバックさせ、フォーム画面上に印字させていた。正常に送受信がなされることを確認できた後は、フォーム画面への印字の命令文は""を先頭に付加して、注釈行とした。プログラムの改編などで、もし印字の必要があれば、実行文とすればよい。

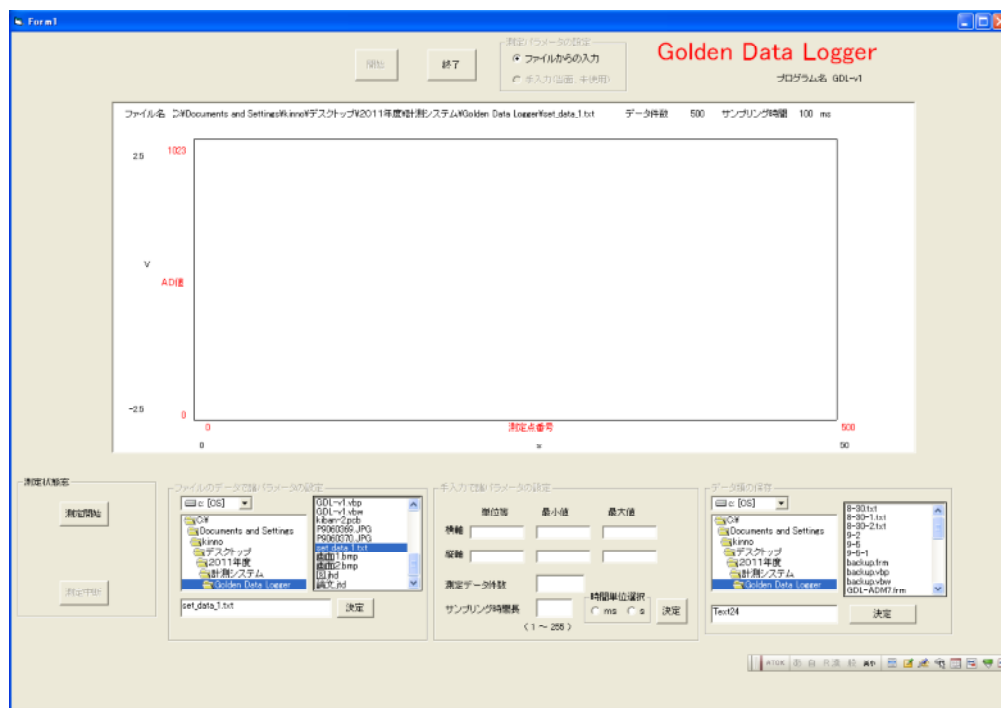


図7 諸パラメータの表示画面

パラメータ設定の確認を行ったならば、使用可となっている「測定状態」窓で、測定開始ボタンをクリックする。測定が開始される。図8が測定例である。測定中に、発振器の周波数を適当に変化させている。出力電圧も若干変化させている。測定が終了すると、「測定状態」窓に「測定終了」の文字が表示され、「データ種の保存」窓が使用可となる。保存したければ適当なファイル名を書き入れて保存する。保存したくなければ、終了ボタンをクリックすればよい。

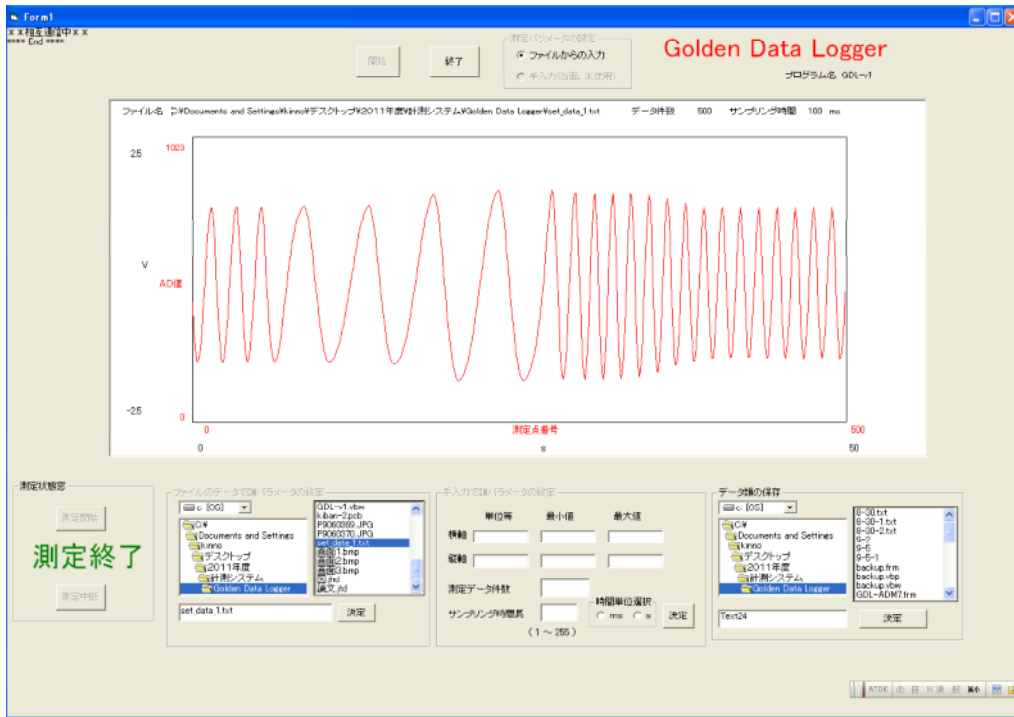


図8 グラフ画面に測定データがリアルタイムで描写され続ける。そして、測定終了

画面のグラフの簡単な印刷は次の通りに行えば良いであろう。キーボードの「Print Screen」を押す。ペイントのプログラムを実行する。編集で貼り付けを行う。印刷を行う。ただ、解像度は高くないが。

測定を中断したい場合もある。「測定状態」窓で、測定開始ボタンを押して、測定を開始すると。測定中断ボタンが使用可となる。任意の時間で、このボタンを押せば、測定は中断される。図9に測定中断の例を表示している。「データ類の保存」窓が使用可となるので、これまでのデータを保存したければ、保存すればよい。

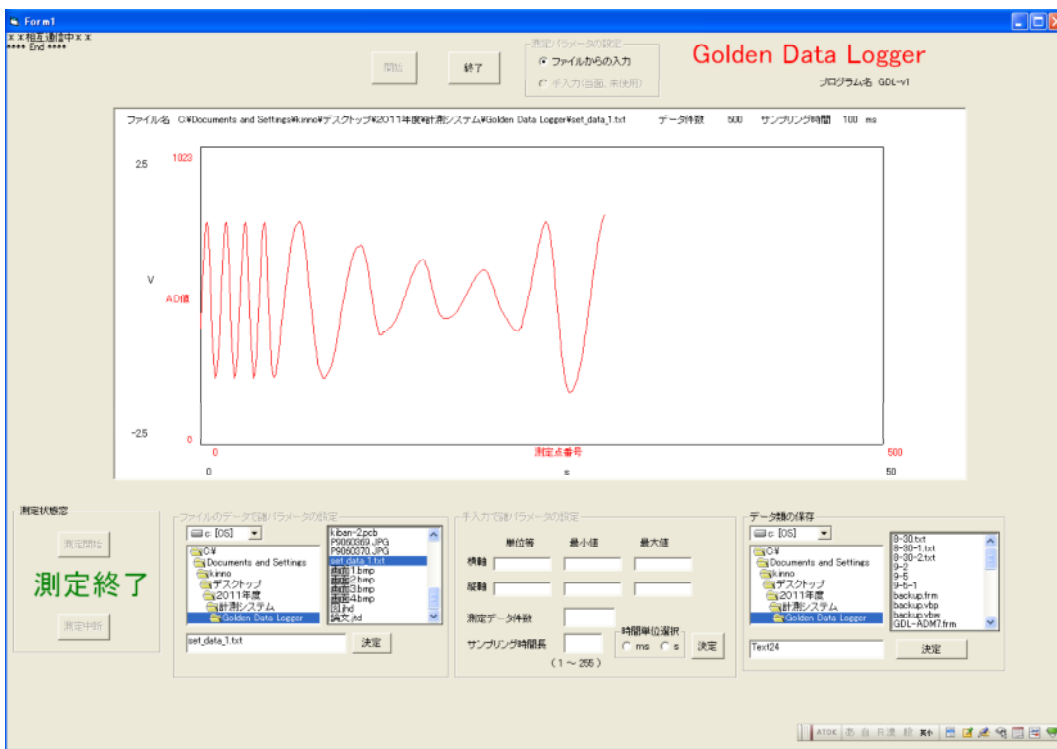


図9 測定中断時の画面

GDL - ADM7の実行

GDL - ADM7は参考文献(1)(2)で紹介しているプログラムとほぼ同じである。これらの文献を参照するのも良いであろう。GDL - v1で保存したデータファイルを読み出し、データグラフの処理をすることができるプログラムである。プログラムの実行初期画面が図10である。続けるならば、開始ボタンをクリックする。

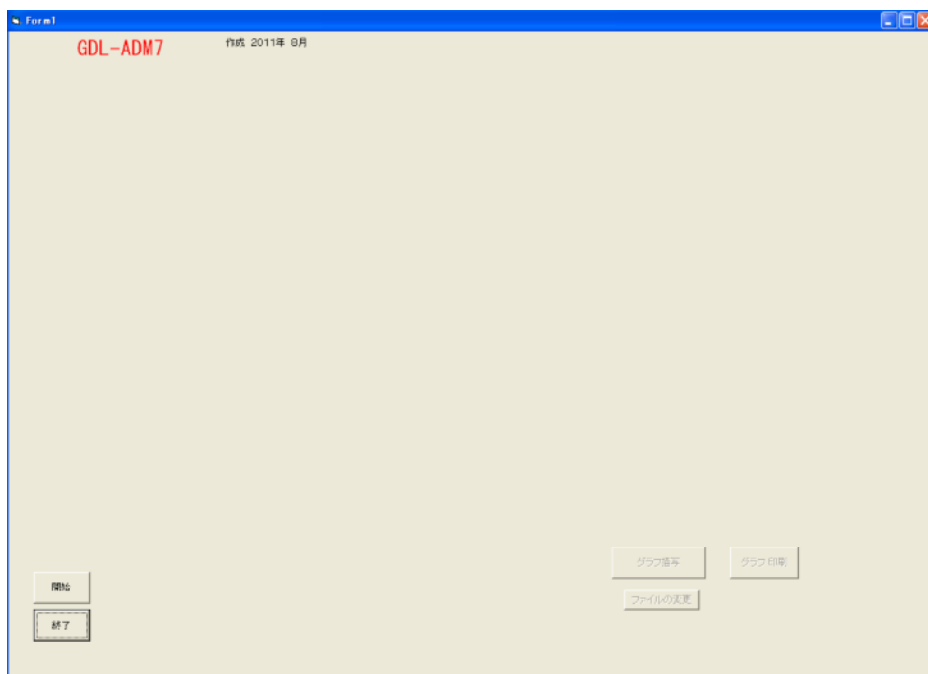


図 1 0 初期画面

図11の画面となり、「データ読み出しファイル名決定」窓が開示される。GDL - v1で保存したファイルのどれかを選択し、決定する。

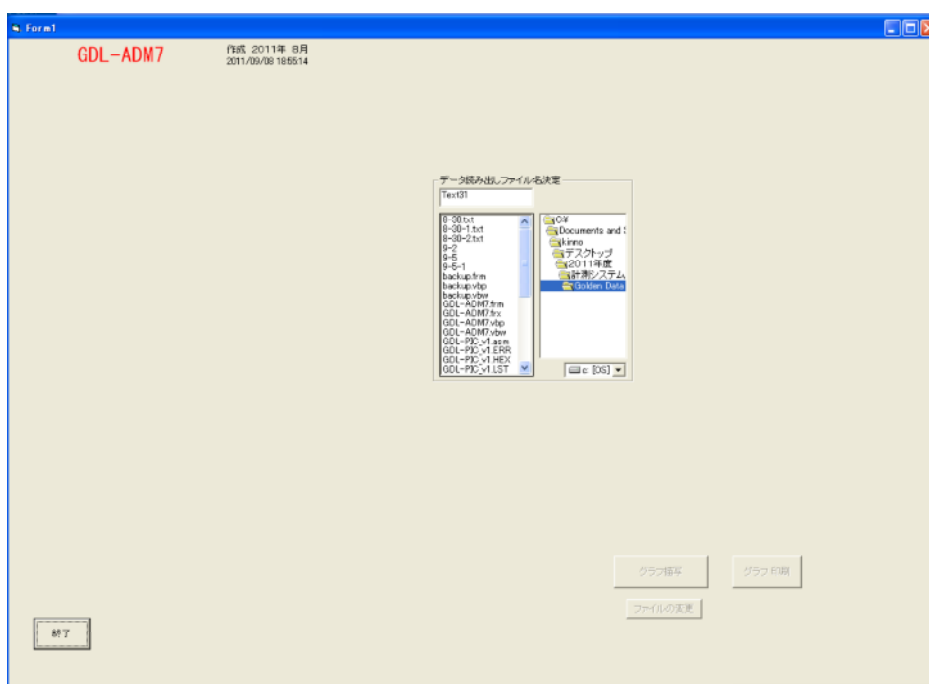


図 1 1 読み出すファイルを決める画面

図 1 2 の画面が表示される。GDL - v 1 実行・測定で画面に表示されていたグラフが表示される。種々のグラフ処理機能を利用できる。例えば、「グラフ表示領域指定」窓で、数値を入力すれば、それらの値を両端としてのグラフが描かれる。「グラフ処理」窓中のボタンを使用すれば、グラフを左右へ移動、拡大表示したグラフの復元、を行うことができる。

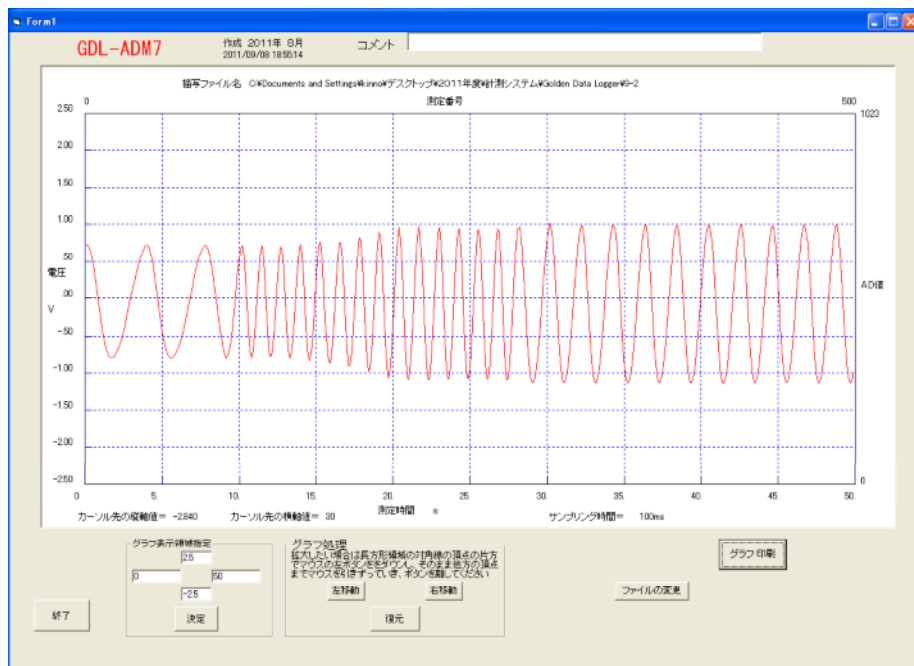


図 1 2 読み出したデータファイルからフラグを表示

マウスを拡大したい長方形領域の 1 つの頂点でダウンし、そのまま拡大したい領域の他の対頂点でアップすれば、その四角形領域が拡大されて表示される。図 1 3 中の赤破線の四角形がマウスをダウン アップした領域を示している。

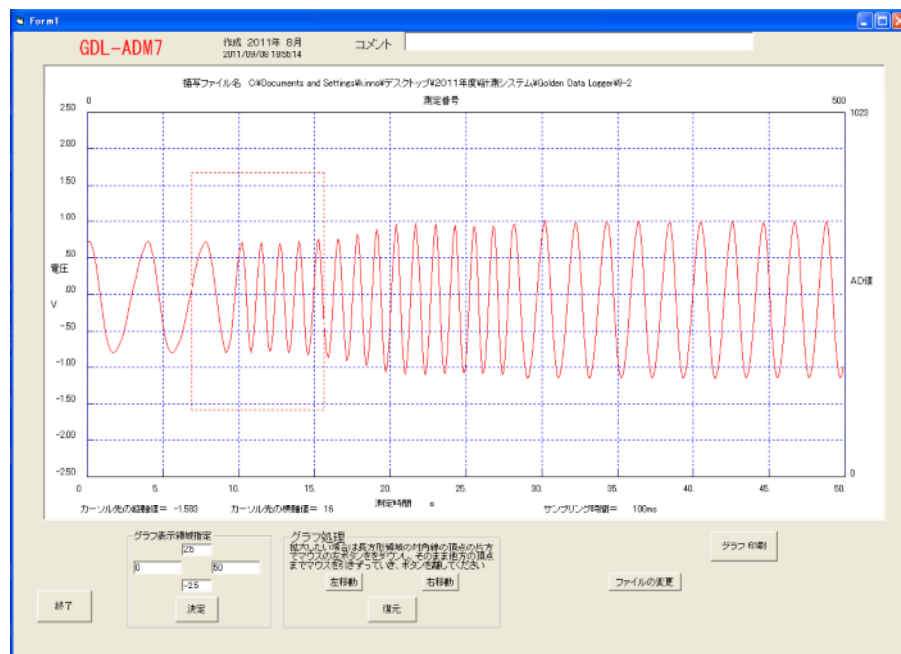


図 1 3 部分拡大表示の指定。赤破線四角の領域。

図 1 3 で示している赤破線四角領域が、拡大表示される。図 1 4 の如くである。

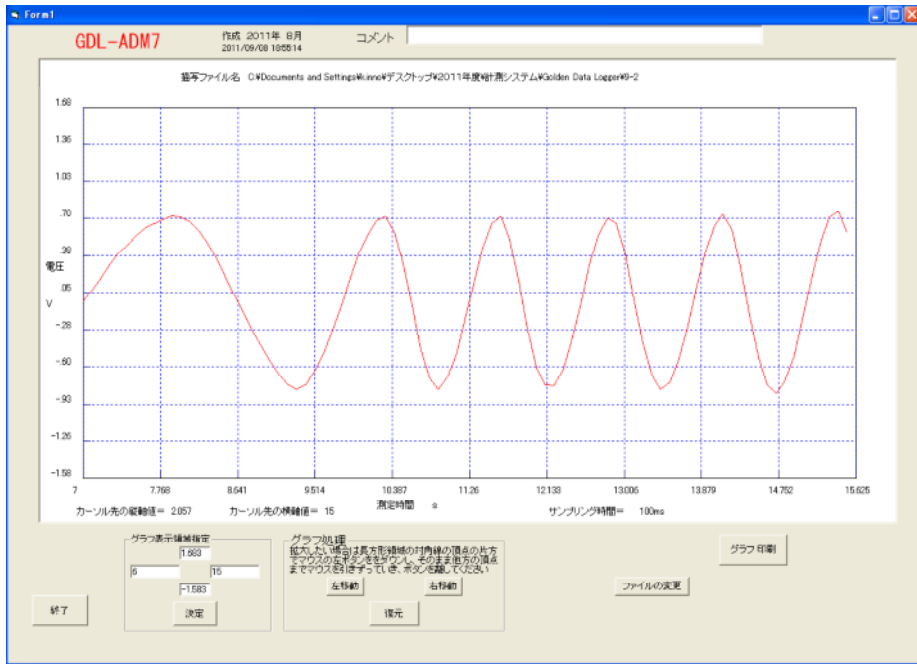


図 1 4 部分拡大したグラフの表示

5 . 仕様・性能

開発環境は以下の通りである。

パソコン関係

ホストパソコン DeLL社 OPTIPLEX 755
 OS Windows XP
 ソフト Visual Basic 6.0 Professional 板

PIC関係

ライター Microchip社製 PICSTART PLUS
 アセンブラ MPASM v5.36
 ドライバ MPLAB IDE v8.53

仕様・性能は以下の通りである。

- (1) 入力信号 直流 (DC) / 交流 (AC) 信号切り替え可能。
- (2) 許容入力信号電圧
 DCモード [- 2 . 5 V ~ + 2 . 5 V]
 ACモード [- 5 . 0 V ~ + 5 . 0 V]
- (3) サンプルング時間
 約 6 ms (最速で) ~ 255 ms、整数値で設計可能
 1 s ~ 255 s、整数値で設定可能
- (4) サンプルング件数 最大で 65535 件 (8 ビットの 2 バイト分)
- (5) ACモードでの平滑時定数
 3.3 ms、10 ms、33 ms、100 ms、0.33 s、1 s の 6 段切替可能

6 . 終わりに

思うところを羅列形式で記載していこう。

(1) 図 2 の回路図中には、必要に応じて DC モーターなどを駆動制御できるようにするため、モータードライバ素子を取り付けられるようにしているが、現時点では実装していない。

(2) 本システムは、現時点では 1 チャンネルである。オシロスコープなどのように、2 チャンネルにするのには、それ程の困難さはない。ハード部分では、図 2 の回路図中で、信号入力端子から SW 2 を含んだ回路を、2 組準備すればよい。1 組目は今まで通り、PIC の AN 0 端子に入力し、付加する 2 組目は PIC の AN 1 端子に入力させる。ハード回路では、これだけの変更で 2 チャンネル化

できる。

P I C のアセンブラは 1 チャンネル対応となっているので、これを 2 チャンネルに対応するように変更をする。A N 0 入力信号の処理部分（主に A D 変換、及びデータ送信）に似せて、A N 1 入力信号の処理部分を付加すればよい。P I C のアセンブラに知見があれば、難しくはない。

V B プログラムでは、U S B ポート経由で、測定データを受信している。今までは 1 チャンネル分だけであったが、ハード部からは 2 チャンネル分が送信されてくるようになる。1 チャンネル分に引き続いて、2 チャンネル分が送信されてくる。従って、プログラム中で 1 チャンネル分の受信箇所似せて、2 チャンネル分のプログラムを付加すればよい。これも V B に知見があれば、難しくはない。1 チャンネル分のデータを受信し、グラフに描く。引き続いて、2 チャンネル分のデータを受信し、グラフに描く。

(3) 表面実装型 F T 2 3 2 B M (パッケージ 3 2 L D L Q F P) の基板上への半田付けの方法。

基板の端子面に、素子を乗せ、テープ、或は「他人」の手で固定する。この時、取り付け位置をできるだけ正確に合わせる。

対角線の 2 箇所ぐらいを仮でもよいので、半田付けをする。位置が確定したら、テープ、或は他人の手を外して良い。

半田がブリッジになるのを気にせず、端子全ての半田付けを素早く行う。至る所で半田が端子間でブリッジになっていると思う。I C の過熱防止のため、手早く行うこと。

ここで、半田吸引線（テープ）を持ち出す。通常の半田吸引方法で、ブリッジになっている箇所の半田を吸い取る。これもできるだけ速く行った方がよい。

ブリッジしている半田を吸い取った後、虫眼鏡などで端子の細部を確認し、ブリッジが無くなったことを確認する。

(4) 実行フォーム画面中に、「手入力によるパラメータ設定」窓がある。が、現時点では使用不可状態としている。というのは、実行のたびに、幾つもの数値を入力するのは面倒であるからである。パラメータデータファイルとして、前もってテキストファイルを作成し、実行時にファイル入力を選択する方が便利であろう。必要で、どうしても使いたいと思うならば、プログラム中で、この窓を使用可とすればよいと思うが、正常に使用できるか確認していない。

(5) 直流入力信号だけを取り扱うならば、A C モードは不用となる。図 2 の回路図中の、理想ダイオード回路と積分平滑回路は不用となる。また 2 連の切替スイッチ (S W 1 + S W 2) も不用となる。少し回路は簡易となる。が、いざ A C モードが必要となったときはお手上げである。

7 . 参考文献

(1) 「最強の P I C 1 7 C 7 5 6 を用いたアナログデータメモリ (論文名 解析ソフト付き A D M システム) 」、金野茂男、小山高専電子制御工学科、2 0 0 1 年著者のホームページで公開発表。

(2) 「データロガーの製作」、金野茂男、小山高専電子制御工学科、2 0 0 2 年 3 月著者のホームページで公開発表。

(3) 「1 6 ビットデータロガーの製作」、金野茂男、小山高専電子制御工学科、2 0 0 2 年 1 0 月著者のホームページで公開発表。

2 0 1 1 年 9 月

付録

(1) P E B E パターン図

(2) P I C 1 8 F 2 5 2 のアセンブラプログラム

(3) ホストパソコン用 V i s u a l B a s i c プログラム