

# PICによる温度計の製作

片上慎也 高木裕之  
中上直也 三浦洋一

## 1. 研究概要

電子回路、PICの知識・技術の向上、ものづくりの楽しさ、難しさを学ぶことを目標に決め、日常生活に使える物を作りたいと思い、PICを活用した温度計を製作した。

## 2. 研究の具体的内容

### (1) 動作の仕組み

温度を温度センサ（0～99℃までの範囲を測定可能）で測定して電圧に変換する。そしてオペアンプによりPICの動作電圧まで増幅させる。これは増幅しないと電圧が小さ過ぎてフルスケールにならないためである。オペアンプからPIC（A/Dコンバータ内蔵）に電圧として送り、A/D変換を行いプログラムで3桁の温度データに変換する。そしてダイナミック点灯表示で7セグメント表示機に表示する。

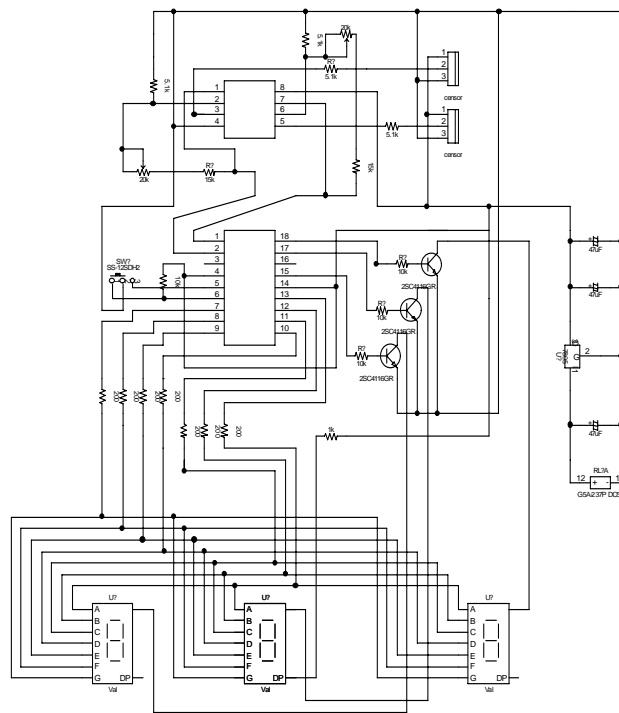
### (2) 外観

#### ・ 回路図の設計

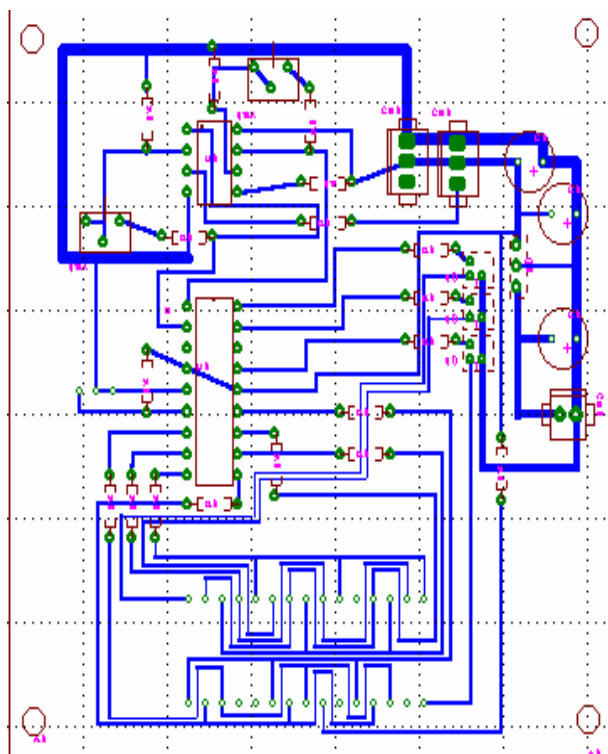
資料を参考にD2CADで回路図を作成して、みんなで知恵を絞り回路を改良した。

#### ・ パターン図の設計

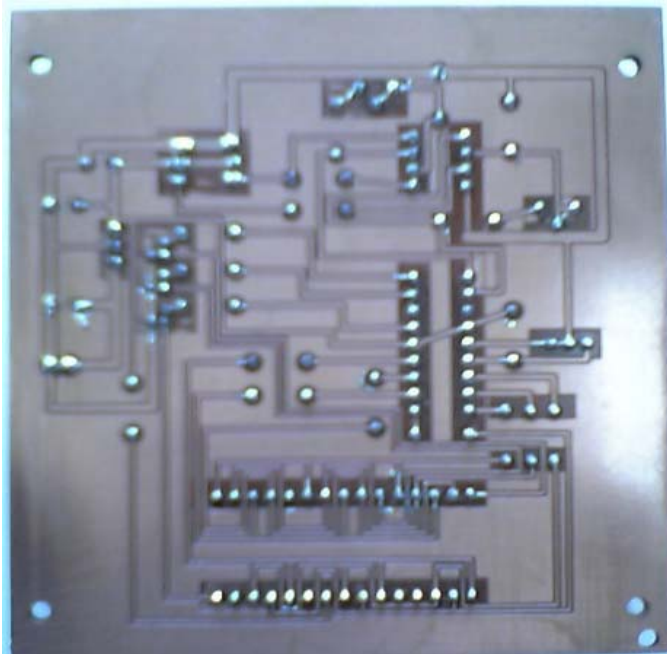
改良した回路図を参考にして、Super PCB Circuit Board Editorによりパターン図を作成した。この時、はんだ付けをしやすく、見栄えを良くするために、両面基板を片面基板にした。そして、不備な点はないか、はんだ付けがしやすいパターンになっているかを確認した。



(図1 D2CADによる回路図)



(図2 Super PCBによるパターン図)



(写真1 プリント基板作成実習システムにより製作したプリント基板)

・ 製作

製作したプリント基板にパーツを取り付けた。



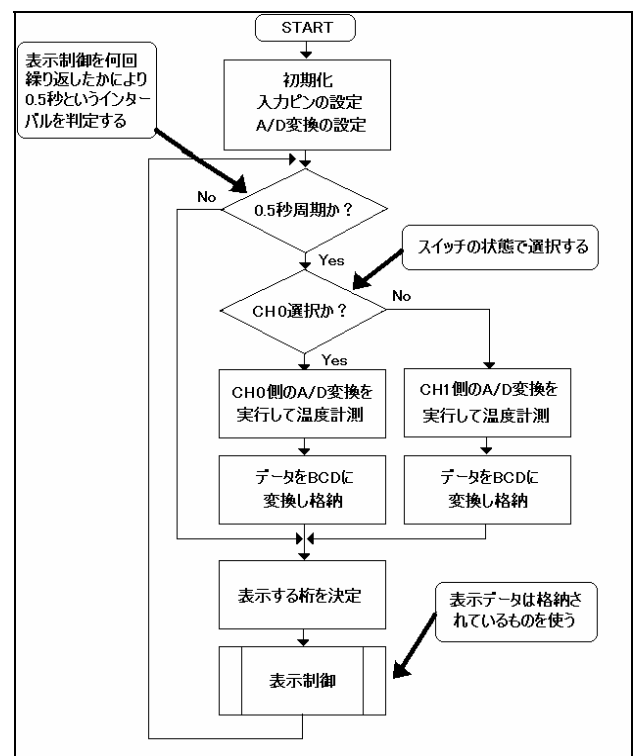
(写真2 未完成品 12月12日現在)

(表1 使用パーツリスト)

| 品名        | 値：型名      | 数量  |
|-----------|-----------|-----|
| 抵抗        | 200 Ω     | 7   |
|           | 1 k Ω     | 1   |
|           | 5.1k Ω    | 4   |
|           | 10k Ω     | 4   |
|           | 15k Ω     | 2   |
| 可変抵抗      | 20k Ω     | 2   |
| 電解コンデンサ   | 47 μ F    | 3   |
| トランジスタ    | C232021G  | 3   |
| 7セグメント表示機 | TR3523E   | 3   |
| 3端子レギュレータ | AN7805F   | 1   |
| オペアンプ     | LM358N    | 1   |
| PIC       | PIC16F819 | 1   |
| スナップスイッチ  | ATE1D     | 1   |
| 温度センサ     | LM35DZ    | 2   |
|           | ICソケット    | 8ピン |
|           | 18ピン      | 1   |

最後に、PICにMPLABを使いプログラムを書き込んだ。

(3) フローチャート



(図3 フローチャート)

作成したフローチャートをプログラムに置き換えた。

#### (4) プログラム

温度センサを制御するプログラムは、7セグメント表示機をダイナミック点灯制御するので、常時繰り返しプログラムを実行している。この点灯制御の繰り返し回数をカウントすることで、0.5 秒周期で計って、その周期ごとに A/D 変換させ、レジスタファイル内の温度データを更新する。

表示は、レジスタファイルに書かれた温度データを単純に繰り返し表示するだけで、レジスタファイルの値が書き換われれば自動的に表示も変わることになる。

A/D 変換した結果 10 ビットバイナリデータを 10 進数 3 桁に変換する必要がある。全測定範囲は 0 ~ 1023 なので、このうちの 0 ~ 999 のバイナリデータを 10 進数に変換する。TCNT に 064H(10 進数で 100)をセットしそれをカウントダウンし、0 になった時を計測する。次にスイッチの値を入力して CH を決める。

```

**** メインループ ****
MAINLP
;**** 表示周期チェック ****
DECFSZ TCNT,F ;もし0なら計測周期
GOTO DPPRO ;表示だけ
;**** 計測ループ ****
MOVLW 064H ;再セット
MOVWF TCNT
BTFSS PORTB,0 ;チャンネル切り替えスイッチチェック
GOTO CHNL1
CALL GTAD0 ;チャンネル0
CALL CHNGE ;温度データに変換
GOTO DPPRO ;表示へ
CHNL1
CALL GTAD1 ;チャンネル1
CALL CHNGE ;温度データに変換
;**** 温度データ表示制御 ****
DPPRO
BTFSC COLUM,4 ;3桁目か?
GOTO DGIT3
BTFSC COLUM,6 ;2桁目か?
GOTO DGIT2
BTFSC COLUM,2 ;1桁目か?
GOTO DGIT1
GOTO MAINLP

```

```

DGIT3 ;**** 各桁のダイナミック表示制御 ****
MOVF ONDO3,W ;3桁目
CALL DISP ;表示
MOVLW 040H ;2桁目へシフト
MOVWF COLUM
GOTO MAINLP
DGIT2
MOVF ONDO2,W ;2桁目
CALL DISP ;表示
MOVLW 04H ;1桁目へシフト
MOVWF COLUM
GOTO MAINLP
DGIT1
MOVF ONDO1,W ;1桁目取り出し
CALL DISP
MOVLW 010H ;3桁目へ戻す
MOVWF COLUM
GOTO MAINLP

```

次に A/D 変換のデータを入力したら、表示する 10 進数データに変換し PIC のデータメモリに保存しておく。温度は ONDO 1、ONDO 2、ONDO 3 に格納される。

```

**** データ変換サブルーチン ****
**** 2バイトバイナリデータを3桁温度データへ ****
CHNGE
CLRF ONDO1
CLRF ONDO2
CLRF ONDO3
LOOP1 ;**** 100位を求める ****
MOVLW 064H ;100
SUBWF LOWDATA,W ;LOWDATA-100
BTFSS STATUS,C ;正か?
GOTO NEGA1
MOVWF LOWDATA ;LOWDATA更新
INCF INDO1,F ;100位+1
GOTO LOOP1
NEGA1 ;**** 上位バイトから引く ****
MOVF UPDATA,F ;上位バイト0か?
BTFSC STATUS,Z
GOTO TENPROC ;すでに0で10位に進む
MOVWF LOWDATA ;LOWDATA更新
INCF ONDO1,F ;まだ引ける
DECF UPDATA,F ;UPDATA-1
GOTO LOOP1
TENPROC ;**** 10位を求める ****
MOVLW 0AH ;10
SUBWF LOWDATA,W ;LOWDATA-10
BTFSS STATUS,C
GOTO NEGA2
MOVWF LOWDATA ;LOWDATA更新
INCF ONDO2,F ;10位+1
GOTO TENPROC
NEGA2 ;**** 1位を求める ****
MOVF LOWDATA,W
MOVWF ONDO3
RETURN

```

次にデータ表示制御の部分で、何桁目の表示かを判定してから、各桁ごとに表示すべきデータをデータメモリから取り出して表示出力処理（DISP サブルーチン）を行う。ここでは 10 進数からセグメント表示用のデータに変換する必要があるが、それを行うのが GET\_7SEG サブルーチンである。ここではテーブルを使って変換している。つまり、16 進数に合わせた 16 個のセグメントデータを、DT 擬似命令を使って RETLW 命令へジャンプし、変換後のセグメントデータを取り出す。それをポート B に出力して、7 セグメント表示機のセグメントをドライブする。続いて桁ドライブとなるポート A を出力して、5msec だけ点灯させている。

```

;**** セグメントLED表示制御サブルーチン ****
DISP
    CALL    GET_7SEG    ;数字をセグメントデータへ
    MOVWF  PORTB       ;セグメント出力
    MOVF   COLUM,W     ;桁データ
    MOVWF  PORTA       ;桁制御出力
    CALL   TIME5M      ;Wait 5msec
    CLRF  PORTB        ;セグメント消去
    RETURN
;**** BCDデータからセグメントデータへの変換サブルーチン ****

GET_7SEG
    ANDLW  0FH
    ADDWF  PCL,F
    DT    B' 01111110', B' 00001100'
    DT    B' 10110110', B' 10011110'
    DT    B' 11001100', B' 11011010'
    DT    B' 11111010', B' 00001110'
    DT    B' 11111110', B' 11001110'
    DT    B' 11101110', B' 11111000'
    DT    B' 01110010', B' 10111100'
    DT    B' 11110010', B' 11100010'

```

### 3. 研究のまとめ

この課題研究での反省点は、テーマ決めでつまずき、温度計を製作すると決まっても計画した通りに作業を進行できないことや、基板設計を失敗して何度もやり直すことになり多くの時間を費やした。このことにより、予想以上に全体の作業が遅れた。

しかし、この失敗で多くのことを学んだ。例えば、回路図・パターン図の作成の仕方、はんだ付けの仕方、ジャンパー線の使い方など、基本の大切さを改めて思い知らされた。これらのことから小さな失敗から次の大きな失敗につながっていくことと、それを防ぐためには基本的なことからきちんと作業を進め、こまめに見直しをすることが重要であると学んだ。

現状では、新たな基板で動作確認をしているが、おそらくプログラムのミスにより正常に温度の測定が出来る状態にはまだなっておらず、原因を解明している段階である。

今後は原因をつきとめ、プログラムを改良し、正常に温度の測定が出来る状態にするのが一番の課題である。そして最終的には高校生活の集大成として、課題研究を成功させるために、全力で努力して正常に動作する温度計の完成を目指す。

#### 参考文献

- ・ 後閑哲也著、電子工作のための PIC 16 F 活用ガイドブック.技術評論社
- ・ 楽しい電子遊戯.  
<http://nonchansoft.at.infoseek.co.jp/>