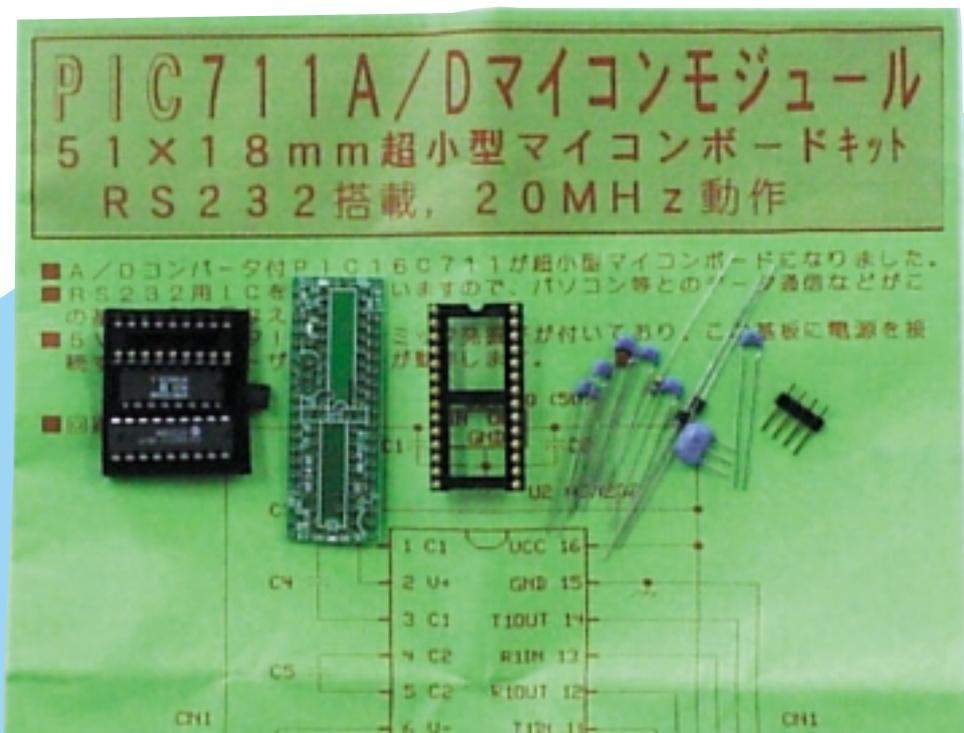


# PIC711マイコンモジュールキット

51 × 18超小型マイコンボードキット。  
RS232搭載、20MHz動作。



A/Dコンバータ付PIC16C711が超小型マイコンボードになりました。  
RS232用ICを搭載していますので、パソコン等とのデータ通信などがこの基板のみで行えます。  
5VレギュレータIC、セラミック発振子がついており、この基板に電源を接続するだけでユーザーソフトが動作します。

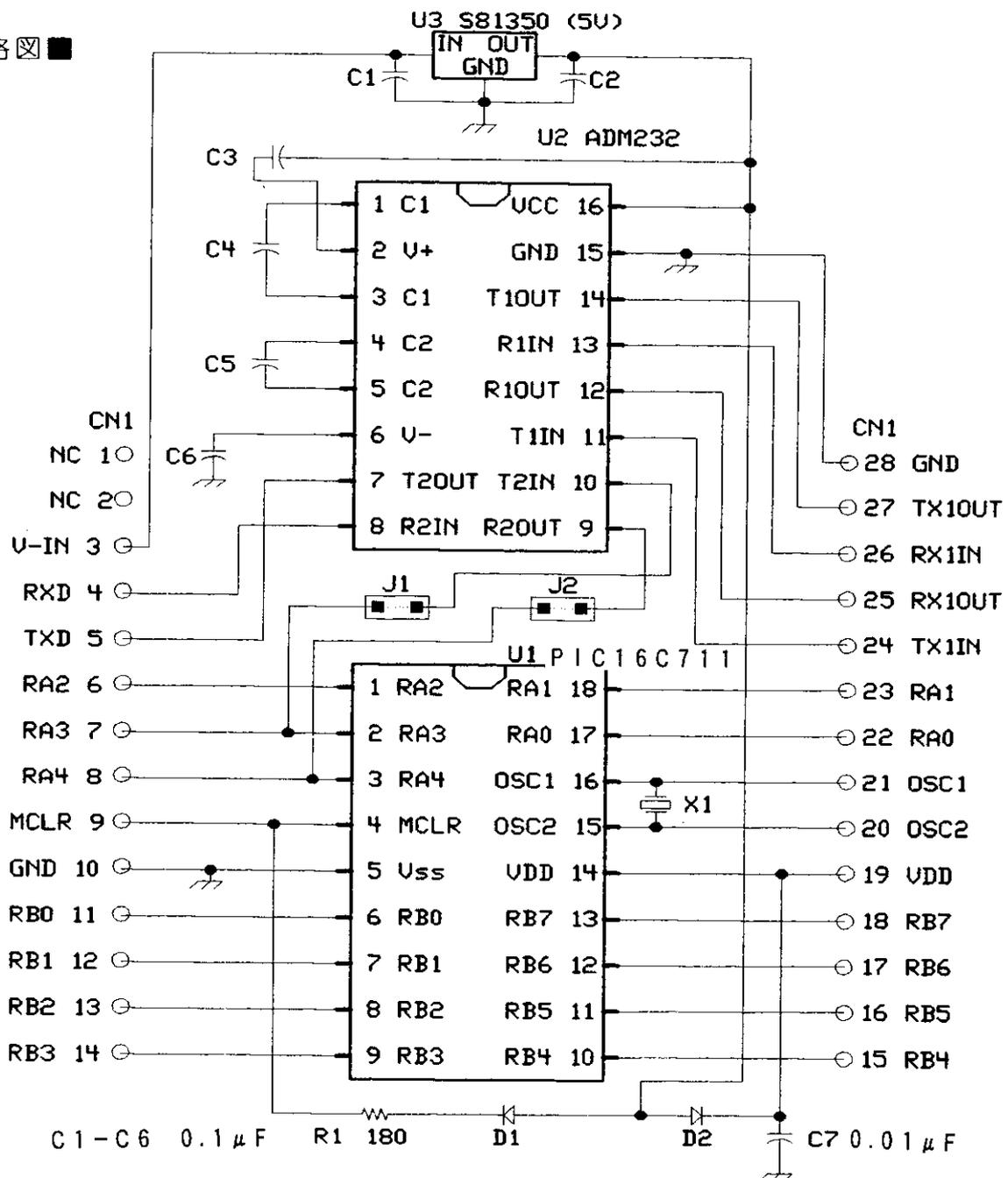
# PIC711A/Dマイコンモジュール

51×18mm超小型マイコンボードキット

RS232搭載，20MHz動作

- A/Dコンバータ付PIC16C711が超小型マイコンボードになりました。
- RS232用ICを搭載していますので、パソコン等とのデータ通信などがこの基板のみで行なえます。
- 5VレギュレータIC，セラミック発振子が付いており，この基板に電源を接続するだけでユーザーソフトが動作します。

## ■回路図■



■ 部品表 ■

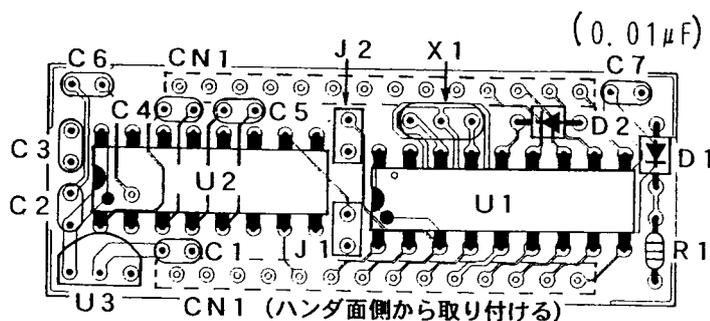
番号	名称	数	備考
C 1 - 6	コンデンサ 0.1 $\mu$ F	6	積層セラミックコンデンサ (104)
C 7	コンデンサ 4700~10000pF	1	セラミックコンデンサ(472) 472~103
D 1, 2	ダイオード	2	ショットキーダイオード
R 1	抵抗 180 $\Omega$	1	1/6W 茶灰茶金
U 1	16C711	1	20MHz (ワンタイム版)
U 2	ADM232	1	232レベルコンバータ
U 3	S81350	1	低ドロップ5Vレギュレータ
X 1	セラロック	1	セラミック発振子20MHz (コンデンサ内蔵)
基板	AE-PIC18	1	両面スルーホール基板
	ICソケット	1	18ピン (16C711) 用
	連結ソケット	1	28PIN用
	ピンヘッド		J1、J2用

■ 製作 ■

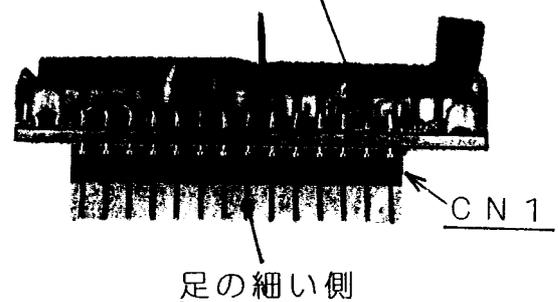
あらかじめ部品表と部品をてらしあわせ、数等をチェックしてから製作してください。連結ソケット以外の部品は部品面側（白い印刷のある面）にとりつけます。

- ① コンデンサ、抵抗、ダイオードの順で半田付けしていきます。  
コンデンサの足が5mmピッチになっている場合はあらかじめ、2.5mmピッチになるようにピンセット等で加工してください。  
ダイオードには極性がありますので基板印刷のマークにあわせてください。
- ② セラロック、ICソケット、ICをとりつけます。  
セラロックは3本足のまんながコモン端子ですので、向きはどちらの向きでも同じです。ICの取り付け方向は部品配置図を参考に取り付けてください。  
16C711はユーザプログラムを書き込んでからICソケットに差ししてください。
- ③ J1、J2にピンヘッドをつけます。  
ピンヘッドは、あらかじめ2Pずつに切り離してください。
- ④ ここまで半田付けを終了したところで、ハンダ面側のリードをニッパーで切って短くしてください。  
連結ソケットはハンダ面側から取り付けます。連結ソケットは、良く見ると足の太い側と細い側があります。太い側を基板にさして部品面側から半田付けしてください。  
細い側はICソケットに入る太さです。

■ 部品配置図 ■



部品面側から半田付け



■ CN 1 接続表 ■

CN 1	機能	CN 1	機能
1	NC (無接続)	28	GND
2	NC (無接続)	27	TX 1 (232)
3	V-IN (電源+)	26	RX 1 (232)
4	RXD 2 (232)	25	RX 1 (TTL)
5	TXD 2 (232)	24	TX 1 (TTL)
6	RA 2 (AN 2)	23	RA 1 (AN 1)
7	RA 3 (TXD 2) (AN 3)	22	RA 0 (AN 0)
8	RA 4 (RXD 2)	21	OSC 1
9	MCLR	20	OSC 2
10	GND	19	VDD (5VOUT)
11	RB 0	18	RB 7
12	RB 1	17	RB 6
13	RB 2	16	RB 5
14	RB 3	15	RB 4

■ 回路の説明 ■ 回路図を参考にお読みください。

① CN 1

外部に接続するコネクタです。28ピンICの形をしています。それぞれの機能はCN 1 接続表をごらんください。

② 16C711

16F0711は全ピンがCN 1に接続されています。OSC 1, OSC 2, MCLRは基板内で各部品に接続されています。RA 3, RA 4はJ 1, J 2で232に接続出来るようになっていました。接続せずにそのまま通常のI/Oとして、使用する事もできます。RA 0-2, RB 0-7はそのままCN 1に接続されています。

③ 電源

電源はCN 1-3がV-IN, CN 1-28がGNDです。電源電圧入力は5~12Vです。レギュレータS81350は自己のドロップが0.03Vと小さい為システム全体が5Vの場合でも、そのままV-INに5Vを入力して動作します。

④ 発振子

20MHzセラミックロックがついています。コンデンサ内蔵ですので、このままで20MHz動作します。

⑤ RS232

RS232は送信2CH、受信2CH分あります。1CH分はJ 1, J 2で16C711のRA 3, RA 4に接続できるようになっています。他の1CH分は入出力とも、CN 1に出ていますので必要にあわせて、接続してください。

⑥ リセット

MCLRピンが抵抗でプルアップされ、電源リセットが働くようになっています。外部にリセット回路を接続することもできます。

■ PIC 16C711の書き込み ■

16C711はワンタイム版ですので、キット付属の16C711は何も書かれていない状態(新品)です。サンプルプログラム等を参考にプログラムを作り、AKIプログラマキット等で書き込んでからご使用ください。

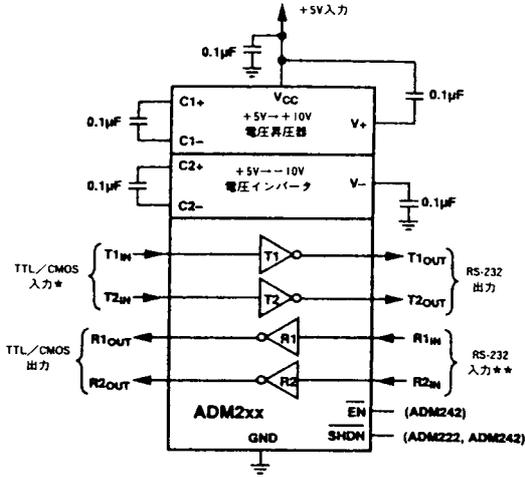


**ANALOG DEVICES**

ADM232AAN

高速、+5V、0.1 $\mu$ F  
CMOS RS-232ドライバ/レシーバ

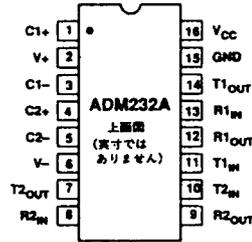
機能ブロック図



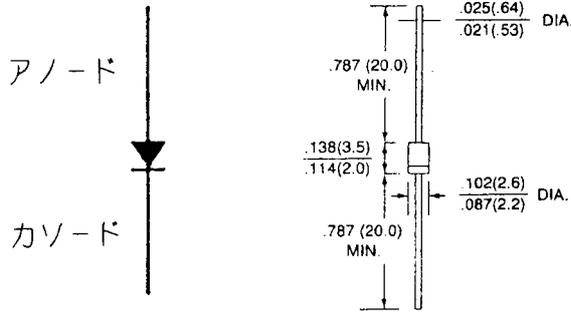
\*各TTL/CMOS入力上に400k $\Omega$ のプルアップ抵抗を内蔵  
\*\*各RS-232入力上に5k $\Omega$ のプルダウン抵抗を内蔵

特長

- 200kB/秒の転送レート
- 小容量 (0.1 $\mu$ F) 値のチャージ・ポンプ用コンデンサ
- +5V単一電源動作
- EIA-232-EおよびV.28規格に適合
- 2個のドライバと2個のレシーバ
- DC-DCコンバータを内蔵
- +5V電源で $\pm$ 9Vの出力振幅
- $\pm$ 30Vのレシーバ入力レベル
- MAX222/MAX232A/MAX242とピン・コンパチブル

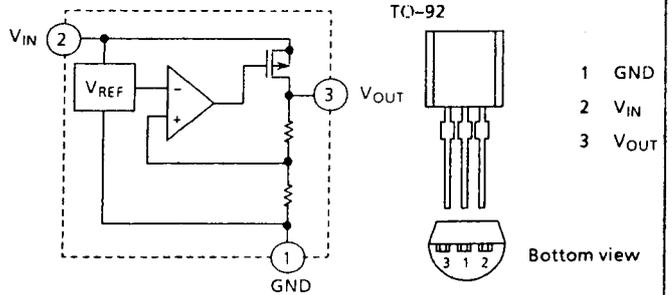


1S10 ショットキーダイオード  
VOLTAGE 100 Volts  
CURRENT - 1.0 Ampere



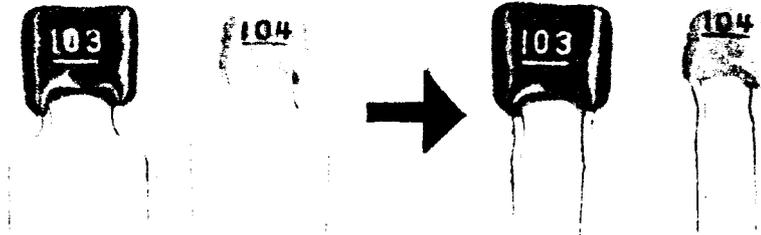
高精度ボルテージレギュレータ S81350HG

入出力電圧差が小さい  
S-81350HG:0.12 V typ. I<sub>OUT</sub>=40 mA



積層セラミックコンデンサ  
0.1 $\mu$ F (表示104)  
0.01 $\mu$ F (表示103)

あらかじめリードを真っすぐ  
にのばし、2.5mmピッチ  
になるようにする。



AKI-PI-Cユニバーサルボードキット 製作技術マニュアル

お問い合わせは往復はがきまたは返信用切手同封の封書にてお願いいたします。  
電話、ファックス、E-mailでのお問い合わせは受け付けておりません。  
当社ホームページに新製品情報、バージョンアップ情報等が掲載されることが  
ございます。ぜひご覧ください。(URL) <http://www.tomakomai.or.jp/akizuki>  
☎158-0095 東京都世田谷区瀬田5-35-6 秋月電子通商

●PICプログラマキット用ですのでキット付属のP.A. EXEでアセンブルしてください。

■サンプルプログラム1 ADコンバータ■

AN0 (基板CN1-22) をAD入力とし、入力したアナログデータをRB (基板CN1-11~18) に8ビットで出力します。ADコンバータのリファレンス電圧はVDD設定されています。

```

; PIC16C711 ADコンバータサンプルプログラム
; by M.Ochiai

.include 16c71x.h

; 16c711

.osc    hs
.wdt    off
.pwrt   on
.proctc off

org    0
goto   start

cn     org    0ch
      ds     1           ; waitカウンタレジスタ

start
mov    ra, #1111b      ; RAポートを入力に!
clr    rb              ; RB初期値=0
mov    rb, #00000000b  ; RBポートを出力に!

bsf    rp0
mov    adcon1, #10b    ; RA1, 0をアナログ入力
                        ; RA2, 3をデジタル入力
                        ; Vref = Vddに設定

bcf    rp0

main   mov    adcon0, #10000001b ; Fosc/32, Ch0, ADON

      bsf    go         ; AD変換開始!
                        ; AD変換開始は必ずbsf命令
                        ; を使って行ってください。
ad_wait blfsc done     ; AD変換終了を待つ
      goto  ad_wait    ; ループ

      mov    rb, adres  ; AD変換データ(8ビット)を
                        ; RBポートに直接出力

      call   wait       ; ちょっと待つ
      goto  main        ; はじめから

; -----ウエイトサブルーチン-----
wait   clr    cn        ; 約800ステップ待ちます
      djnz  cn, $       ; これは、次のAD変換の
                        ; 為のサンプル時間です。

      ret

```

■サンプルプログラム2 RS232C送受信■

パソコンのRS232Cから1バイトデータを受信し、その内容をBポートに出力し、同じ内容をRS232Cに送信します。

①通信フォーマット

9600bps・8ビット・ストップビット1  
パリティ無し・フロー制御無し

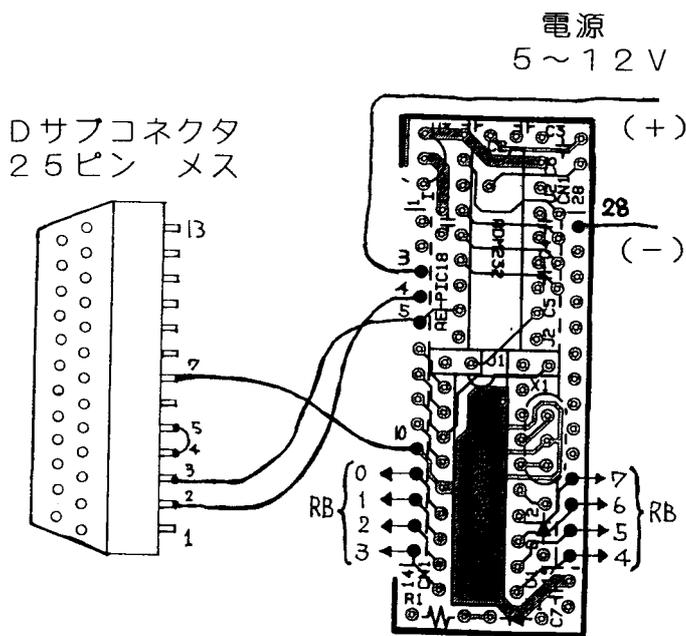
②パソコンとの接続

パソコンとの接続は一般の通信ソフト(WTERM等)やWINDOWSのハイパーターミナルがご使用になれます。

パソコンとDサブコネクタ間は9P又は25Pのストレートケーブルで接続してください。



★接続図



;RS232C送受信サンプルプログラム

;AK1-PIC18基板用

;For PIC16C711

;送信・受信フォーマット:

;9600bps, 8ビット, 1ストップビット

;パリティ無し, フロー制御なし

;送信時:

;chに送信データをセットして

;transmitをcallしてください。

;受信時:

;receiveをcallしてください。

;データが受信できるまでこのルーチンから戻ってきません。

;受信したデータはchに格納されます。

;フロー制御はありません。又、受信割り込み等ありません。

;場合によっては、データの取りこぼしが発生することがあります。

;通信ボーレートはblimeの値を変えることで変更できます。

;又、動作周波数でも異なります。

blime = { (動作周波数 (Hz) ÷ 転送スピード (bps) ÷ 4) - 10 } ÷ 3

blimeは四捨五入してください。動作周波数にもよりますが、

あまり高速すると、ビット時間の誤差が大きくなり、

エラーの原因になります

このプログラムでは、受信したデータをBポートに出力し、その後

同じデータをRS232に送信します。

フロー制御を行っていないので、1バイトづつしか、受信できません。

include 16C71x.h

. 16C711

. osc hs  
. wdt off  
. pwrt off  
. protect off

btime equ 170 ; 9600bps @20MHz

txd equ ra.3

rxid equ ra.4

led equ rb

org 0ch ; 送信受信データ(8ビット)

rs ds 1 ; ウェイト時間調整用

cn ds 1 ; ビット数

org 0

goto start

org 4

start mov !ra, #10111b ; RA.3を出力ポートへ

; RA.4を出力ポートへ  
mov !rb, #00000000b ; RBを出力ポートへ

endless

call receive ; 1バイト受信 (ch=受信データ)

mov led, ch ; 受信データをbポートに出力する

call transmit ; その受信したデータを送信する

goto endless

-----  
RS232C送信サブルーチン  
-----

transmit bcf txd

mov rs, #blime

trans10 djnz rs, trans10

mov cn, #8

nop

transmit0 rrf ch

nop

movb txd, c ; データ出力 (LSBから)

mov rs, #blime

trans11 djnz rs, trans11

djnz cn, transmit0

nop

nop

nop

nop

nop

nop

bsf txd

mov rs, #blime

trans12 djnz rs, trans12 ; STOPビット分ウエイト

ret

-----  
RS232C受信サブルーチン  
-----

receive

btfsc rxd

goto receive ; STARTビットがくるまで待つ

mov rs, #btime/2 ; 1/2ビット分待つ

recv10 djnz rs, recv10

mov cn, #8

nop

recv0 mov rs, #btime

recv11 djnz rs, recv11

nop

movb c, rxd ; データ入力

rrf ch

djnz cn, recv0

ret

### 13.0 アナログ・デジタル変換器 (A/D) モジュール

演習デバイス					
710	71	711	72	73	73A
74	74A				

A/D変換器 (A/D) モジュールは、PIC16C710/711には14個のA/D変換器、PIC16C72/73/73Aには5個、PIC16C74/74Aには8個あります。

A/Dは、アナログ入力電圧を対応する8ビットのデジタルに変換することができます (A/D変換器の使い方は、アプリケーションノートANS416を参照)。サンプルホールドの出力は変換器への入力であり、それは漸近法によって数値を発生します。アナログの基準電圧は、デバイスの正電源電圧 (VDD) がRA3/AN3/VREFピン、またはアナログのどちらかのソフトウェアが選択可能です。A/D変換器にはデバイスがSLEEPモードの間にも動作できるといった特徴があります。

A/Dモジュールには次のような3個のレジスタがあります。

- A/D結果レジスタ (ADRES)
- A/D制御レジスタ0 (ADCON0)
- A/D制御レジスタ1 (ADCON1)

図13-1と13-2に示すように、ADCON0レジスタはA/Dモジュールの動作を制御します。ADCON1レジスタは、図13-3と13-4に示すように、ポートピンの機能を設定します。ポートピンはアナログ入力 (RA3) は基準電圧ともなえます。また、またはデジタルI/Oとして設定することもできます。

図13-1: ADCON0レジスタ PIC16C710/711/711 (アドレス08h)

R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADCS1	ADCS0	ADIF	ADON				
bit7							

bit7-6: ADCS1:ADCS0: A/D変換クロック選択ビット

- 00 = Fosc/2
- 01 = Fosc/8
- 10 = Fosc/32
- 11 = Frc (RC発振器から出たクロック)

bit 5: 未使用: '0' としてリード。

bit4-3: CHS2:CHS0: アナログ・チャンネル選択ビット

- 00 = チャンネル0 (RA0/AN0)
- 01 = チャンネル1 (RA1/AN1)
- 10 = チャンネル2 (RA2/AN2)
- 11 = チャンネル3 (RA3/AN3)

bit2: GO/DONE: A/D変換ステータスビット

ADON=1の場合

- 1=A/D変換進行中 (このビットをセットすると A/D変換が開始)。
- 0=A/D変換は進行していない (A/D変換が完了すると、このビットは自動的にハードウェアによりクリアされる)。

bit1: ADIF: A/D変換完了通知フラグビット

- 1=変換は完了 (ソフトウェアでのクリアが必要)。
- 0=変換は完了していない。

bit0: ADON: A/Dオンビット

- 1=A/Dコンバータモジュールが動作中。
- 0=A/Dコンバータモジュールがシャットオフされ動作中の電流を消費しない。

注1: ADCON0のビット5はPIC16C710/711の汎用R/Wビット。PIC16C710/711についてはこのビットは未使用で、'0' としてリード。

R = 読み込み可能なビット  
W = 書き込み可能なビット  
U = 未使用のビット、'0' としてリード  
- n = PORリセットでの値

### 13.1 A/D サンプルングリクエスト

演習デバイス					
710	71	711	72	73	73A
74	74A				

A/D変換器の設定された精度を満たすためには、チャージ保持キャパシタ (C<sub>CHOLD</sub>) により入力チャネル電圧レベルに完全に充電することができなければなりません。図13-7にアナログ入力モデルを示します。サンプルングインピーダンス (R<sub>s</sub>) と内部サンプルングスイッチインピーダンス (R<sub>SS</sub>) は直接キャパシタ C<sub>CHOLD</sub> を充電するために必要な時間を影響します。図13-7に示すように、サンプルングスイッチインピーダンス (R<sub>SS</sub>) はデバイス電圧 (V<sub>DD</sub>) で変わります。アナログ電源のインピーダンスは10kΩ以内をお勧めします。アナログ入力チャネルを選択した (変化した) 後、このサンプルングは変換が開始する前に終わらなければなりません。

最小のサンプルング時間を計算するためには、方程式13-1を使用します。この方程式は1/2LSbエラーが使われると仮定しています (A/Dに同じ512ステップ)。1/2LSbエラーは、設定された分解能を満たすためにA/Dに許されている最大エラーです。

#### 方程式 13-1: A/Dの最小充電時間

$$t_{hold} = (V_{ref} - (V_{ref}/512)) \times (1 - e^{-(t/R_{eq}C_{CHOLD})}) \times (1 + \frac{R_{eq}}{R_{SS}})$$

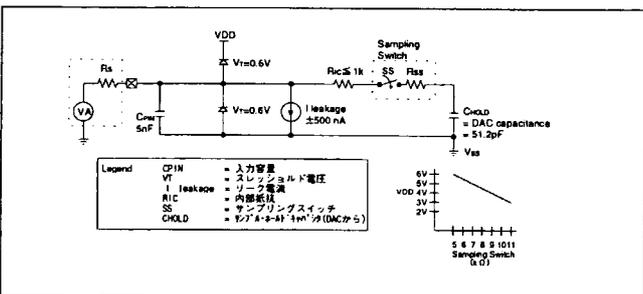
または

$$t_c = -(51.2 \text{ pF}) / (1 \text{ kW} + R_{SS} + R_s) \ln(1/511)$$

図13-1は必要とされる最小のサンプルング時間T<sub>CHOLD</sub>の計算を示しています。この計算は次のようなシステムの仮定に基づいています。

- R<sub>s</sub> = 10kΩ
- 1/2LSb error
- V<sub>DD</sub> = 5V → R<sub>SS</sub> = 7kΩ
- Temp (system max.) = 50°C
- t<sub>hold</sub> = 0 @ t = 0

図13-7: アナログ入力モデル



注意1: 基準電圧 (VREF) はそれ自体の出力をキャンセルするので、方波に影響を与えません。

注意2: チャージ保持キャパシタ (On-chip) はそれぞれの変換後放電しません。

注意3: アナログ電源のインピーダンスは最大10kΩ以下にしてください。これはピンからの漏れ特性を考慮する上で重要です。

注意4: 変換が完了した後、多OTM遅延時間はサンプルングが再び始まる前にとらなければなりません。この遅延中、保持しているキャパシタは選択されたA/D入力チャネルに接続されています。

#### 例 13-1: 必要とされる最小サンプルング時間の計算

T<sub>ACO</sub> = Amplifier Setting Time + Holding Capacitor Charging Time + Temperature Coefficient

T<sub>ACO</sub> = 5 μs + T<sub>c</sub> + [(Temp - 25°C)(0.05 ms/°C)]

T<sub>c</sub> = -Chold (R<sub>c</sub> + R<sub>SS</sub> + R<sub>s</sub>) ln(1/512)

- 51.2 pF (1kΩ + 7kΩ + 10kΩ) ln(0.0020)
- 51.2 pF (18kΩ) ln(0.0020)
- 0.921 μs (-6.2146)
- 5.724 μs

T<sub>ACO</sub> = 5 μs + 5.724 μs + [(50°C - 25°C)(0.05 μs/°C)]

- 10.724 μs + 1.25 μs
- 11.974 μs

### 13.2 A/D 変換クロックの選択

演習デバイス					
710	71	711	72	73	73A
74	74A				

ADRESレジスタはA/D変換の結果を含んでいます。A/D変換が完了すると、結果はADRESレジスタにロードされ、GO/DONEビット (ADCON0<2>) がクリアされ、A/D制御フラグビットADIFがセットされます。A/Dモジュールのブロック図を図13-5に示します。

A/Dモジュールが必要により設定された後、選択されたチャンネルは変換が始まる前にサンプルングする必要があります。アナログ入力チャネルは、対応するTRISビットを入力として選択する必要があります。サンプル時間を決めるためには、13-1章を参照してください。このサンプル時間が経過した後、A/D変換を開始することができます。A/D変換は次のように進みます。

- A/Dモジュールを設定する。
  - アナログピン/電圧基準/デジタルI/O (ADCON1) を設定
  - A/D入力チャネルを選択 (ADCON0)
  - A/D変換クロックを選択 (ADCON0)
  - A/Dモジュールをオン (ADCON0)
- A/D制御レジスタ (ADCON0) を読み込み、必要ならビットADIFをクリアする。
  - ADIFビットをクリア
  - ADIFビットをセット
  - GIEビットをセット

図13-5: A/Dブロック図 PIC16C710/711/711

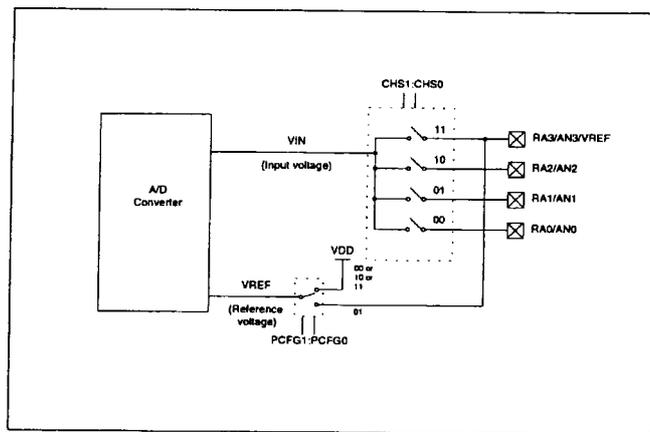


図13-3: ADCON1レジスタ PIC16C710/711/711 (アドレス88h)

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
PCFG1	PCFG0	RA1 & RA0	RA2	RA3	VREF	PCFG1	PCFG0
bit7							

bit7-2: 未使用: '0' としてリード

bit 1-0: PCFG1:PCFG0: A/Dポート設定制御ビット

PCFG1:PCFG0	RA1 & RA0	RA2	RA3	VREF
00	A	A	A	V <sub>DD</sub>
01	A	A	VREF	RA3
10	A	D	D	V <sub>DD</sub>
11	D	D	D	V <sub>DD</sub>

A = アナログ入力  
D = デジタルI/O

R = 読み込み可能なビット  
W = 書き込み可能なビット  
U = 未使用のビット、'0' としてリード  
- n = PORリセットでの値

### 13.2 A/D 変換クロックの選択

演習デバイス					
710	71	711	72	73	73A
74	74A				

ビットごとのA/D変換時間はT<sub>AD</sub>として定義されています。A/D変換は8ビット変換につき9.5T<sub>AD</sub>必要です。A/D変換クロック・ソースはソフトウェアで選択されます。T<sub>AD</sub>は次のような4個のオプションが使用できます。

- 2Tosc
- 32Tosc
- 内蔵RCオシレータ

正しいA/D変換のためには、次のような最小のT<sub>AD</sub>時間を確保するためにA/D変換クロック (T<sub>AD</sub>) を選択する必要があります。

PIC16C711には2.0 μs:

その他のPIC16C710/711には1.6 μs:

表13-1と13-2に、デバイスの動作中の周波数と選択されたA/Dクロックから求めたT<sub>AD</sub>時間を示します。

### 13.3 アナログポートピンの設定

演習デバイス					
710	71	711	72	73	73A
74	74A				

ADCON1、TRISA、TRISEレジスタはA/Dポートピンの動作を制御します。アナログ入力として要求されるポートピンは、対応するTRISビットをセット (入力) しなければなりません。TRISビットがクリア (出力) されると、デジタル出力レベル (V<sub>DD</sub>またはV<sub>SS</sub>) は変換されます。

A/D動作はCHS2:CHS0ビットとTRISビットの状態から独立しています。

注意1: ポートレジスタを読み込む時、アナログ入力チャネルとして設定されたすべてのピンは、クリアされたものとして読み込まれます (Lowレベル)。デジタル入力として設定されたピンは、アナログ入力に変換されます。

注意2: デジタル入力として設定されたピン (AN7: AN0ピンを含む) のアナログレベルにより、入力バッファがデバイスの仕様をこえた電流を消費することがあります。

表13-2: T<sub>AD</sub>対デバイスの動作中の周波数 PIC16C710/711/72/73/73A/74/74A

AD Clock Source (TAD)	Operation	ADCS1:ADCS0	Device Frequency	20 MHz	5 MHz	1.25 MHz	333.33 kHz
2Tosc	00	00	100 ns (2)	400 ns (2)	1.6 μs	6 μs	24 μs
	BTosc	01	400 ns (2)	1.6 μs	6.4 μs	24 μs (3)	6 μs (3)
32Tosc	10	10	1.6 μs	6.4 μs	25.6 μs (3)	96 μs (3)	25.6 μs (3)
	RC <sup>(1)</sup>	11	2 ~ 6 μs (1,4)	2 ~ 6 μs (1,4)	2 ~ 6 μs (1,4)	2 ~ 6 μs (1)	2 ~ 6 μs (1)

- RC電源には4usの基準的なTAD時間があります。
- これらの値は必要とされる最小のTAD時間を違反します。
- 変換時間をより速くするためには、別のクロック・ソースを選ぶことをお勧めします。
- 1MHz以上のデバイス周波数で、RCモードは変換精度は規定外です。
- 拡張電圧仕様のICデバイスについては、電気的仕様を参照。

