



第2章 A-Dコンバータ機能の使い方

パソコンを使った データ記録計を作る

小野寺 康幸
 Yasuyuki Onodera

本章では、dsPIC30F2012(以降、dsPIC)に内蔵されているA-D変換機能の仕組みを解説した後、A-D変換機能とパソコンを利用したデータ・ロガーを紹介します(写真1)。

dsPIC30F2012のA-D変換機能は、分解能12ビットの逐次比較型です。

dsPICになっても従来のPICと基本的な考え方は変わらず、基本機能だけを使うのであれば簡単です。今回割愛した、連続スキャンやマルチプレクサ機能など、より高度な機能も搭載されています(Appendix A参照)が、それは応用です。基本さえ理解すればそれほど難しくはありません。

アナログ信号を dsPIC に取り込む

■ A-D変換機能の重要な性能「分解能」

● 連続的に変化する入力信号を分解して2値信号に変換

A-D変換とは、アナログ電圧をデジタル・デー

タに変換することです。

dsPICに内蔵された12ビットA-Dコンバータは、下限基準電圧 V_{refL} と上限基準電圧 V_{refH} 間の電圧を4096 (2^{12}) 個の2値信号に分解します。

図1にアナログ電圧とデジタル・データの関係を示します。

● 最小分解能は基準電圧の設定で決まる

最小分解能とはどのくらい細かい単位で測定できるかというA-D変換器の性能です。例えば、よく見る定規の最小分解能は1mmです。

ここではわかりやすいように基準電圧を以下のように仮定します。

$$V_{refH} = 4.096 \text{ V}$$

$$V_{refL} = 0 \text{ V}$$

この場合、12ビットA-Dコンバータの最小分解能は次のようになります。

$$\frac{V_{refH} - V_{refL}}{4096} = 0.001 \text{ V} = 1 \text{ mV}$$

入力信号に対して1mVの目盛りをもつ定規(A-D



写真1 VR₃で変化させた電圧をA-D変換機能を使ってパソコンに取りこむ

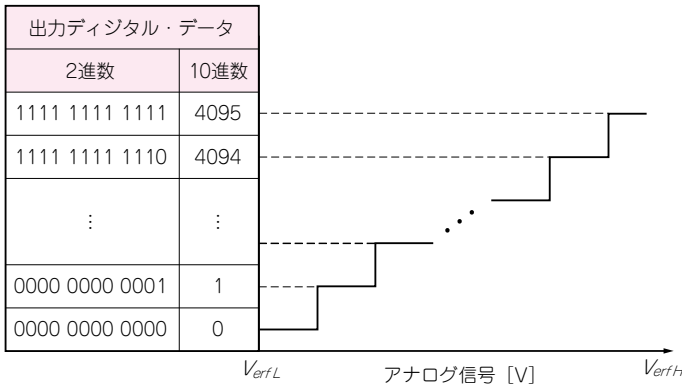


図1 分解能が12ビットのA-D変換における入力アナログ信号の電圧と出力デジタル・データの関係

コンバータ)を当てて、電圧値を読み取るような感覚です。1ビットの重みという意味で次のように表現することもあります。

1 LSB = 1 mV (LSB : Least Significant Bit)

この計算例の入力電圧とデジタル・データの対応表を表1に示します。

表からわかるようにデジタル・データは理論上±0.5 mVの誤差を含みます(これを量子化誤差と呼びます)。

アナログ電圧が0 mV以下の場合にはデジタル・データは0、基準電圧が4095.5 mV以上の場合にはデジタル・データは4095になります。

● 基準電圧の設定範囲

dsPICの基準電圧 (V_{refL} , V_{refH})はデータシートの電気的特性です。電源電圧 (AV_{DD} , AV_{SS})との条件が規定されています。

$$AV_{SS} + 2.7 \leq V_{refH} \leq AV_{DD}$$

$$AV_{SS} \leq V_{refL} \leq AV_{DD} - 2.7$$

次の暗黙の条件も加味しなければなりません。

$$V_{refL} < V_{refH}$$

つまり、基準電圧の設定できる範囲は図2に示されるように規定されています。

基準電圧が変われば、最小分解能も変わります。

精度良くA-D変換するためには、できるだけ基準電圧の差 ($V_{refH} - V_{refL}$)を大きくとることが望まれます。

入力電圧が微小な場合は、OPアンプで十分に増幅してからA-D変換します。

dsPICでは、下限基準電圧 V_{refL} と上限基準電圧 V_{refH} のピン設定にいくつかの選択肢があります。

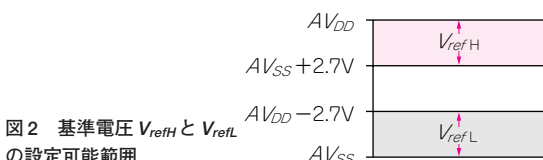


図2 基準電圧 V_{refH} と V_{refL} の設定可能範囲

表1 入力電圧値とデジタル・データの対応

1 LSB = 1 mV のデジタル・データは理論上±0.5 mV の誤差を含む。

入力電圧		出力デジタル・データ
以上[mV]	未満[mV]	
0	0.5	0
0.5	1.5	1
1.5	2.5	2
⋮	⋮	⋮
4093.5	4094.5	4094
4094.5	4095.5	4095

±0.5 mV の幅がある

例えば、外部から基準電圧を入力することなく、電源電圧をそのまま利用することもできます。

$$V_{refH} = AV_{DD}$$

$$V_{refL} = AV_{SS}$$

この方法では回路を簡素化できます。ピンの設定は表2で示したADCON2レジスタのVCFG (2:0) (ビット割り当てVCFG2, VCFG1, VCFG0)で制御します。

12ビットA-D変換で上限基準電圧を4.096 Vにすると、最小分解能は $4.096 \text{ V} / 4096 = 0.001 \text{ V}$ となります。電圧計などに使う場合、内部計算を簡素化できます。12ビットのデータをそのまま表示させれば、電圧を直読できるようになります(表1参照)。

$$V_{refH} = 4.096 \text{ V}$$

$$V_{refL} = 0 \text{ V}$$

この上限基準電圧の生成には、専用の電圧リファレンスICを用いるとよいでしょう。

■ 信号を取り込む速度「変換時間」の設定

● A-D変換に要する時間からサンプリング速度を把握

A-D変換の速さには限界があり、変換したデータを読み込むには待ち時間が必要です。割り込みを使ってA-D変換を繰り返す場合などは、待ち時間を考慮して割り込みのタイミングを計る必要があります。この待ち時間は諸条件によって変化します。待ち時間を

表2 基準電圧値となるピンの設定

ADCON2レジスタのVCFG (2:0) ビットで基準電圧値を設定

VCFG (2:0)	V_{refH}	V_{refL}
000	AV_{DD}	AV_{SS}
001	V_{ref+} ピン	AV_{SS}
010	AV_{DD}	V_{ref-} ピン
011	V_{ref+} ピン	V_{ref-} ピン
1xx	AV_{DD}	AV_{SS}

逐次比較型 ▶ A-D変換の一つの手法で、比較用のD-A変換出力と対象のアナログ電圧を比較しながらA-D変換を行う方法。