



第4章 組み込みマイコン開発に必要な最低限のハードウェア知識

dsPICのI/Oポートの概要とプログラム書き込みの方法

山口 晶大
Akio Yamaguchi

本章では、付録マイコン基板に搭載されているdsPICの概要と、プログラム書き込みの方法について解説します。

PICマイコンとdsPIC

PICマイコンは、マイクロチップ・テクノロジー社の組み込み用のマイクロプロセッサです。

マイクロプロセッサとマイクロコントローラ、CPU (Central Processing Unit)とMPU (Micro Processing Unit)という言葉は異なるものとして使い分けている方もいらっしゃるようですが、本記事のなかではそのような使い分けはしていません。PICとはもともとはPeripheral Interface Controller (周辺機器制御用コントローラ)を略して作った単語なのだそうです。しかし現在は、マイクロチップ・テクノロジー社は「PIC」という単語そのものを自社の商標/製品名として扱っていて、Peripheral Interface Controllerを略して作った略語だという説明はしていないようです。

● 8ビットPICマイコン

現在、PICマイコンは大まかに分けて**8ビットの製品群と16ビットの製品群があります**。8ビットのPICマイコンのアーキテクチャ/命令セットは10年以上前にリリースされた最初期の製品の延長線上にあります (PIC18ファミリは命令セットが強化されている)。

そもそもPICは、ロジックICを組み合わせで作っていた小規模なハードウェアをソフトウェアで置き換えるプログラマブルなICとして設計されていたので、必要最低限の切りつめた命令しかありません。またアーキテクチャ、命令セットともにコンパイラを使用してプログラム開発することを配慮した設計にはなっていません。8ビットPIC用のコンパイラも市販されていますが、かなり機能/性能の制約があります。

今となっては全体的にやや古さを感じるころのあることは否めませんが、**フラッシュ・メモリ内蔵でインサーキット・プログラミングが簡単にできること**、

少ピンのDIPパッケージの製品の入手が容易であることなどの使いやすさが高く評価されています。

● 16ビットPICマイコン

一方、16ビットPICマイコン・ファミリ (dsPIC30, dsPIC33, PIC24F/PIC24H)の命令セットは、現在の16ビット組み込み用プロセッサの標準そのものと言ってもよいものです。また、コンパイラの使用を意識した命令も備えており、**C言語により効率良く開発を進めることが可能です**。

8ビットPICマイコンは良くも悪くもいろいろと「癖」のある製品でしたが、16ビットPICは万人にお勧めできますし、アセンブリ言語の学習用としても良いプロセッサです (ただし、今月号の記事ではアセンブラは使わない)。

実際に使ってみてすぐにわかる16ビットPICマイコンのメリットは、8ビットPICよりもずっと処理が高速であることです。本記事執筆時点でリリースされている最速の8ビットPIC製品のカatalog表記のクロック周波数は48 MHzですが、**1命令を実行するのに4クロックかかるので**、実質的なクロック周波数は12 MHzです。

一方、**16ビットPICはほとんどの命令を1サイクルで実行**します。付録マイコン基板に搭載している

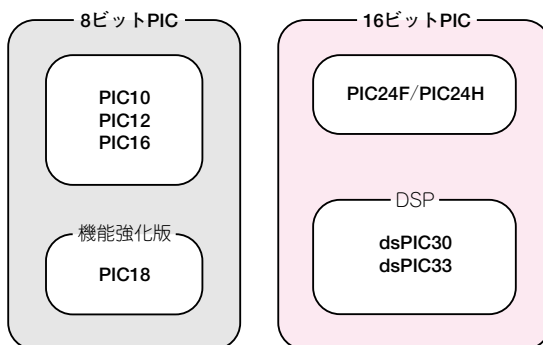


図1 PICマイコン・ファミリの構成

フラッシュ・メモリ (flash memory) ▶書き換え可能で、不揮発性 (電源を切ってもデータが消えない)の半導体メモリ。高集積化に向いているため、組み込み用のマイコンのプログラム・メモリやSDカード、USBメモリにも利用されている。

dsPICの動作スピードは30 MIPSなので、単純に考えて公称クロック周波数48MHz(実質クロック周波数12 MHz)の**8ビットPICより3倍処理が速い**こととなります。演算語長やコンパイラを用いた場合の処理効率の違いを考慮すると、実質的なスピードの差は5倍～10倍程度にもなるものと思われま

す。ただし、16ビットPICは動作クロック周波数が高くなったぶん消費電流も多めなので、**低消費電力が要求されるアプリケーションにはあまり適していません**。スピードが要求されなければクロック周波数を落とし、演算語長16ビットのメリットを活かして使うことは可能です(クロックを下げれば消費電流も減る)。

● 16ビットPICマイコン製品の概要

現在の16ビットPICマイコンは**dsPIC30**、**dsPIC33**、**PIC24F/PIC24H**の三つの製品群に分けられます(以下、本記事ではPIC24FとPIC24Hをひとまとめにして「PIC24」と呼ぶ)。dsPIC30とdsPIC33がDSP(Digital Signal Processor)、PIC24は、**dsPIC33からデジタル信号処理向けの特定の機能を取り除いた汎用の組み込みプロセッサ**になります(図1)。dsPIC30から派生した汎用の組み込みプロセッサ(dsPIC33に対するPIC24に相当する)は存在しません。

表1に示すように、dsPIC33およびPIC24は電源電圧5Vでは動作しません。したがって、信号処理の機能が必要でなくてもアマチュアにとって**使いやすい電源電圧5Vの16ビットPICマイコンの選択肢は、dsPIC30以外にはない**こととなります。

● dsPICはDSCかDSPか？

マイクロチップ社はマーケティング上の理由で、dsPIC30とdsPIC33をDSPではなくDSC(Digital Signal Controller)と呼んでいます。その理由は、dsPICがDSPとしてはローエンドの市場を意識した製品であるのに対して、他社のハイエンド市場向けにフォーカスした高価格のDSPと機能面で直接比較されることを避けたかったからではないかと思われます。もう一つ、DSPは非常に特殊で使いにくいプロセッサだと思込んでいる人が多いので、そのような印象を与えることを避けるためにもDSCという呼び方をしているのでしょう。

DSPが特殊な専用プロセッサだったのはLSIの集積度に厳しい制約があった昔の話です。かつてDSPは、汎用的な機能の低下に目をつぶってでも、デジタル信号処理に特化したアーキテクチャ/ハードウェアを有する特殊なプロセッサでした。

しかし現在は、LSIの処理速度と集積度が向上し、どのような機能でも容易にワンチップに集積できるようになっており、**DSPと汎用プロセッサのアーキテ**

クチャや性能の相違が明確でなくなっています。したがって単純に二分して考えることは、もはや意味がありません。

DSPとして見た場合、dsPIC30には一つだけペリフェラルの機能が弱点があります。それは**DMA(Direct Memory Access)**がないことです(dsPIC33はDMAがある)。しかし、ローエンドのDSPアプリケーション向けのdsPIC30で、単位時間内に大量のデータ入出力を伴う画像処理や高周波信号処理などのDMAを必要とする処理をすることはまずないでしょうから、これはチップ・サイズ縮小/ローコスト化を目的として割り切った妥当な設計だと思えます。

この一点を除けば、マーケティング上の理由でマイクロチップ社がそう呼ばれるのを嫌おうとも、**dsPICは立派なDSP**です。そもそもマイクロチップ社が付けたdsPICという名前の中に「DSP」の3文字が入っているではありませんか！

ただし、**本特集ではdsPICを単なる普通の16ビット組み込みプロセッサとして扱います**。DSPとしての特殊な機能は一切用いませんし、プロセッサ・アーキテクチャについての説明もしません。dsPICを用いたDSPらしい音声処理などのアプリケーションはまた別の機会に紹介したいと思います。

● dsPIC30F2012の概要

付録マイコン基板に搭載しているのは28ピン・パッケージのdsPIC30F2012で、動作クロック周波数は117.92 MHzです。外付けの水晶発振子は使わず、内蔵のRCオシレータを用いているのでクロック周波数には±2%程度の誤差があります。

電源電圧は5Vで、消費電流は100 mA程度です。消費電流は動作条件によってかなり大きくなる場合があります。最低動作電圧は2.5Vですが、低電圧で使

表1 dsPICとPIC24の相違点

dsPIC30は電源電圧3.3Vでも動作するが、3.3Vで動かす場合は動作クロック周波数を落とさなければならぬ。dsPIC30の内蔵フラッシュ・メモリ書き込み時の電源電圧は5V($V_{DD}=3.3V$ での書き込みは不可)

	5V動作 (電源電圧2.5～5.5V)	3.3V動作 (電源電圧3.0～3.3V)
CPU	-	PIC24F/PIC24H
DSP(CPU + α)	dsPIC30	dsPIC33

表2 dsPIC30F2012(スピード・グレード30 MIPS)の最高動作周波数

クロック周波数を下げれば電源電圧2.5Vでも動作する

電源電圧[V]	最高動作周波数[MHz]
4.5～5.5	120
3.0～4.5	80
2.5～3.0	40