

R8のBIOSから マイコンの起動方法を読む

岡田 好一

小規模な1チップ・マイコンの場合、大きなBIOSなどを用意しなくてもユーザ・プログラムの起動が可能である。しかしその場合でも、スタックや割り込みなど、最低限の設定は自分で行わなければならない。そして最終的にはmain関数を呼び出す処理が必要になる。ここでは、16ビット・マイコンであるR8C/1Bのスタートアップ・ルーチンを例に、小規模マイコンの起動方法を確認する。
(編集部)

1. BIOSって何のこと？

30年前の話になりますが、筆者が自作したZ80のマイコンにはフロント・パネルがありました。RAMに手動で機械語のプログラムを書き込み、リセット・スイッチを上げればCPUが動き出しました。このくらいの小さなシステムなら、ブートルードもBIOSも必要ありません。

とはいえ、毎回、手で書き込むのも面倒なので、簡単なBASICインタープリタをROMに焼いて走らせることにしました。ここで初めて、自作ハードウェアのレジスタや周辺機器の設定と入出力のための小さなルーチンが必要となったのです。これがBIOSの原型です。わずか1Kバイト程度の簡単な補助ルーチンにBIOSなどというカッコいい名称を与えるのは気が引けますが、それでも、スイッチを並べたキーボードやテレビ出力が便利に使えるようになり、うれしかったものです。

時は移り21世紀。本物のマルチタスクOSがパソコンでも使えるようになり、C言語でいきなりプログラムを書けば意図通りに画面やスピーカが動作するようになりました。計算機言語とシステム・コールなどを勉強すれば、計算機を使いこなすことができます。そのためなのか、BIOSのような最下層のプログラムはCPUをクロックアップ(overclocking)するパソコンのパワー・ユーザくらいしか気にしないように思えます。

しかしそのようなパソコンでもBIOSは動いているのです。

2. 16ビット・マイコンR8C/1Bの概要

計算機一般に話を広げてしまうと收拾がつかなくなるので、現代の典型的な組み込み用16ビット・マイコンであるルネサステクノロジーのR8C/1Bに話を限定します。組み込み例として、同社の学習用キットであるStarter Kit for R8C/1Bを使います。

具体的なアプリケーションからマイコンを選択するのが筋ですが、勉強の段階では逆に、特定のマイコンで何ができるかを想像する方が良いでしょう。

ハードウェアの概観

R8C/1Bは同社のマイコンの中でも最も小規模なもので、ピン数は20、外形寸法は4.4mm × 6.5mm × 1.45mm、重さは100mg程度です。最高クロック周波数は20MHz、レジスタ・メモリ間転送を含む最小命令実行時間は0.1 μsで、内部バス幅は8ビットです。

R8C/1Bのブロック図(図1)を眺めてみましょう。16ビットCPUコア、乗算器、ROM/RAM、三つのタイマ、ウォッチドッグ・タイマ、1個のA-Dコンバータ、二つのUART、クロック発生器などがあります。入出力ポートは13本です(入力だけなら、さらに3本使える)。ほとんどのピンは共用なので、組み合わせによっては単純な入出力ポートとして使用できるピンの数が減ります。

デバッグの方法はいくつかあります。その中でも、専用エミュレータを使用すると、ほかに影響を与えない1本のピンでROMをプログラムでき、ボード上で動作を確かめ

第3章 R8のBIOSからマイコンの起動方法を読む

ることができます。専用エミュレータは比較的安価で、容易に手に入ります。

中央演算処理装置(CPU)

あるマイコンを理解するには、ハードウェアとソフトウェアの接点であるCPUのレジスタ構成(図2)と、機械語命令の体系をざっと見ておく必要があります。

R8C/1Bのプログラム・カウンタは20ビットなのでアドレス空間は1Mバイトです。ただし、データを直接扱うスタック・ポインタなどは最初の64Kバイトしか指定できません。R8C/1Bを含むR8C/Tinyのシリーズでは、64Kバイト以上のアドレス空間を使うマイコンは例外的な存在です。R8C/1Bでは、プログラムやデータ、入出力のための周辺機能のレジスタなどは最初の64Kバイト空間内に入っています。

データ・レジスタは16ビットが4本。R0とR1は4本の8ビットのレジスタとしても使います。機械語命令を見ると、8ビット処理と16ビット処理はほぼ同じ扱いです。

アドレス・レジスタは16ビットで2本あり、間接アドレッシングやいわゆるインデックス・レジスタとして使えます。

フレーム・ベース・レジスタは、C言語の仮引数や auto 変数を指定する目的のレジスタで、スタック上のデータを指します。純正のコンパイラは、このレジスタを使用します。

スタティック・ベース・レジスタは、C言語の大域変数領域を指すためのアドレス・レジスタです。ほかのCPUではあまり聞かないレジスタですが、これを指定するとコンパクトな命令が生成されます。

スタック・ポインタは、割り込み用と個々のタスク用のユーザ・スタック・ポインタの2本が用意されています。

R8Cにはフラグ・レジスタがあり、キャリ・フラグや割り込み許可フラグのビットが入っています。

乗算器は強力で、16ビット×16ビット 32ビットの整数演算なら、極めて高速(0.25 μs)です。

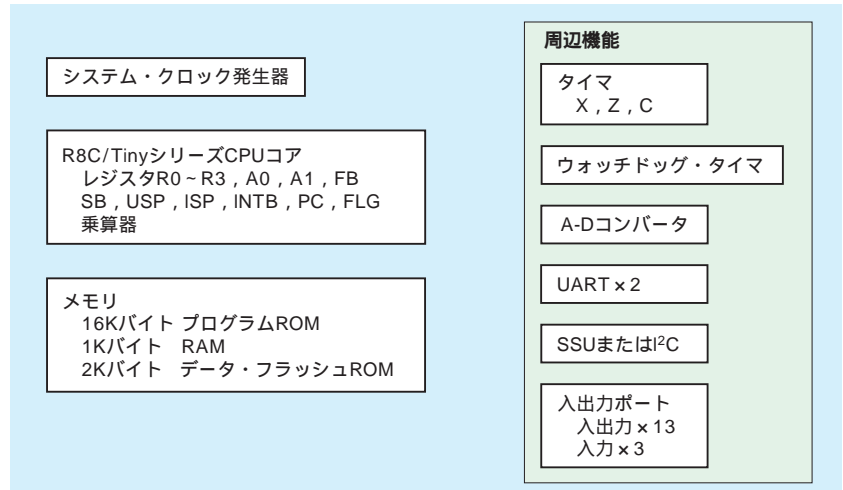


図1 R8C/1Bのブロック図

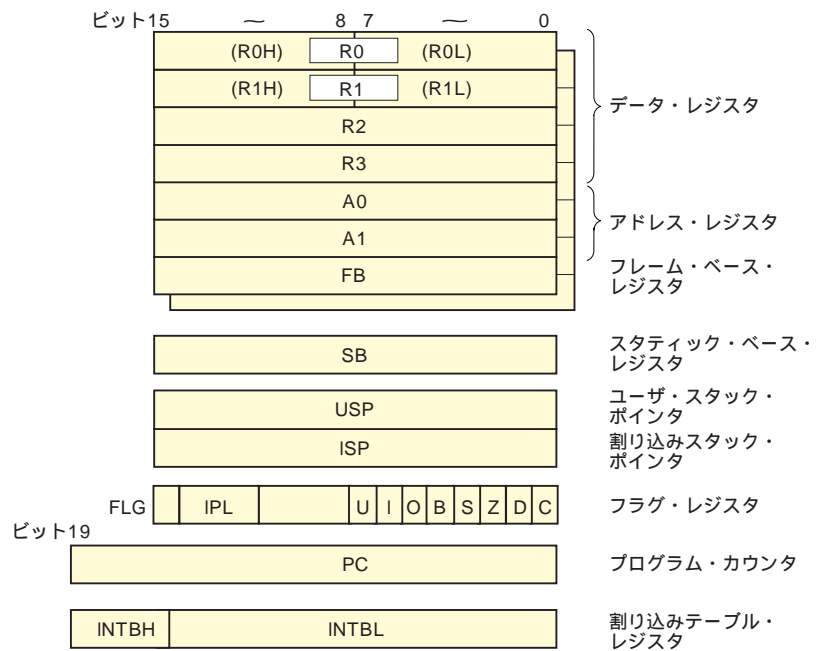


図2 R8CのCPUレジスタ構成

メモリ空間

R8Cのメモリ空間を図3に示します。R8Cにはアドレスの0xFFFFhから下位に向かって固定ベクタと呼ばれる36バイトの領域があり、ここにリセット後のスタート・アドレスなどが配置されるので、通常はROMにする必要があります。16KバイトのプログラムROMの機種では、0C000h ~ 0FFFFhがフラッシュ・メモリになっています。ここにはプログラムと固定データを配置し、プログラム動作中は書き換えません。