

### 第3章 キー入力からの外部割り込みでLEDを点灯させてみよう!

## 試しながら学ぶ 割り込み処理のテクニック

島田 義人  
Yoshihito Shimada

本章では、割り込みの概念、R8C/Tinyマイコンの割り込みの分類、Cプログラミングによる割り込みの記述方法について解説します。また実際に、スイッチ入力によるINT割り込み(外部割り込み)やキー入力割り込みを使ってLEDを点滅させ、割り込みの動作を確認していきます。

なお、シリアル通信、タイマなどの内蔵モジュールを使った割り込みについては、次章以降で解説します。

### 割り込みの概念

#### ● 割り込みを日常生活にたとえてみると…

**割り込み**(interrupt)というのは、コンピュータ独自の考えかたというわけではなく、生活のなかでもよくあることです。

例えば、図1に示すように、あなたがダイニング・テーブルで読書をしているとします。また、喉の渇き

を潤すため「やかん」に水を入れ、火にかけてお湯を沸かしています。いつごろ沸くのかはわかりません。

そうすると図1(a)の場合、読書をしながらか、ときどき「やかん」のほうを見て、状態を確認しなければなりません。定期的に見に行くこの動作は、コンピュータの専門用語では**ポーリング**(polling)と呼ばれています。

#### ● イベントを知らせる

ところで、やかんにはお湯が沸くと蒸気で「ピーッ」と音の鳴るタイプがあるのをご存知でしょうか?音が出るのであれば、いちいち目で確認する必要がなく、図1(b)のように音が聞こえるまで読書に専念できます。これは音で知らせてくれる**イベント割り込み**の例と考えられます。

ここで「イベント割り込み」という言葉が出ましたが、わかりやすいところでは、「マウスをクリックし



図1 割り込みの概念を実生活にたとえてみる

### Keywords

割り込み、ポーリング、イベント、ソフトウェア割り込み、ハードウェア割り込み、ノンマスクابل、マスクابل、ベクタ・テーブル、コンパイル・オプション、チャタリング、MAX3380E、MB-R8CQ、R8C/Tiny

た]、「キーを押した」という普段 Windows でやっている操作がすべて **イベント** (event) です。パソコンを使用しているとき、人間がキーボードをいつ押すか、マウスをいつ動かすのかパソコンにはわかりません。かといって、パソコンがずっとキーボードやマウスを監視していたのではほかの処理ができません。

そこで、**キーの入力やマウスが動かされたという事象が起こったときに、はじめてCPUにその旨を知らせます。CPUは、その事象にあった処理をして、その処理が終わると、それまでやっていた本来の処理を続けます。** こういった事例にも割り込みが使われています。

## ● しおりを挟む

さて、それはコーヒー・ブレイクといたしましょう。もう一つ、ここで重要なことがあります。

コーヒー・ブレイクのときは、今読んでいる本に「しおり」を挟んでおきましょう。つまり、**図1(c)**に示すように、本来の動作(読書)を中断(割り込み)し、優先処理(コーヒーを飲むこと)が終わったら、**本来の動作(読書)へ戻って続けられるようにしておく**ためです。

## R8C/Tinyマイコンの割り込みの基礎

### ■ 割り込みの分類

R8C/Tinyマイコンの割り込みは、**図2**に示すように分類できます。まず、ソフトウェアとハードウェアに起因する割り込みに大別されます。

#### ● ソフトウェア割り込みとハードウェア割り込み

**ソフトウェア割り込み**は、未定義命令(UND命令)、オーバーフロー(INTO命令)、BRK命令、INT命令といった命令の実行によって発生する割り込みです。

一方、**ハードウェア割り込み**は、特殊割り込みと周

辺機能割り込みに分類されます。

**特殊割り込み**には、ウォッチドッグ・タイマ、クロック発振停止検出、電圧監視2、シングル・ステップ、アドレス・ブレイク、アドレス一致のような特別な機能によって発生する割り込みがあります。このうちシングル・ステップ、アドレス・ブレイク、アドレス一致の割り込みは、デバッガなどの開発サポート・ツール専用の割り込みになっています。

**周辺機能割り込み**は、キー入力、A-Dコンバータ、シリアルI/O、タイマX/Z/C、INT外部割り込みなどの、R8C/Tinyマイコンの内蔵モジュール機能からの割り込みになります。

#### ● 割り込みのマスクとレベル

また、割り込みの性質から分類して、ノンマスクابل割り込みとマスクابل割り込みに大別されることがあります。

ソフトウェア割り込みと特殊割り込みはノンマスクابل割り込みに分類され、周辺機能割り込みはマスクابل割り込みに分類されます。

**ノンマスクابل割り込み**は、割り込みが許可されていれば無条件に割り込むことができます。一方、**マスクابل割り込み**は、7段階の割り込みレベルが設定されており、指定したレベル以上の割り込みだけが許可されるようになっています。

### ■ 割り込みベクタ・テーブル

割り込みの種類ごとに固定のジャンプ先が決められていて、それを**割り込みベクタ**(interrupt vector)といいます。割り込みベクタの概念を**図3**に示します。

割り込みベクタには、**割り込み処理ルーチンの先頭アドレス**を格納しておきます。これを割り込みベクタ・テーブルといいます。簡単に言えば、ベクタ・テーブルとは、分岐処理の行き先が書かれた「住所録」とも言えますね。

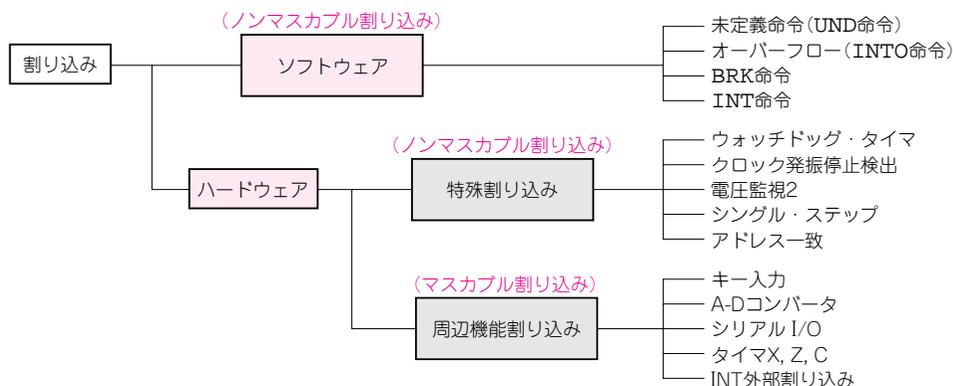


図2 R8C/Tinyマイコンの割り込みの分類