

## 第3章 時間待ちループの作りかたと 実行時間の計算方法

# 二つのLEDを交互に 点滅させてみよう!

山本 秀樹  
Hideki Yamamoto

第2章でLED点灯のしかたがわかりましたが、せめて点滅させたいところです。

そこで0.5sごとに二つのLEDを交互に点灯・消灯するプログラムを作ってみます。

### 二つのLEDを交互に点滅させる プログラムの概要

作成するプログラムで行う処理の流れを図1に示します。

- (1) リセット直後には初期化を行います。初期化の内容は、第1章のプログラムと同じく、ポートの設定です。
- (2) LED<sub>1</sub>を点灯し、LED<sub>2</sub>を消灯します。
- (3) その後、0.5s経過するのを待ちます。
- (4) 今度はLED<sub>1</sub>を消灯し、LED<sub>2</sub>を点灯します。
- (5) 再度、0.5s経過するのを待ちます。
- (6) ステップ(2)に戻ります。

では、さっそくこのプログラムを作って実行してみましょう。プログラムの作りかたは第1章の最初のプログラムと同じなので省略します。リスト1のプログラムを入力してHEWを使って実行し、LEDが点滅を繰り返すことを確認してください。プログラムの内容は後で説明します。

### マイコンのプログラムは 無限ループにするのが基本

第1章のプログラムと比べると、点滅プログラムは大きく二つの点で異なります。一つはプログラムの最後の**JMP 命令**の分岐先で、もう一つは**0.5s待つ**ところです。

第1章のプログラムでは、プログラムの最後の**JMP 命令**はその**JMP 命令**自身に分岐して、結果としてブ

ログラムの実行を停止していました。一方このプログラムでは、プログラムの最後の**JMP 命令**は**LED点滅処理の最初に分岐**し、LEDの点滅を繰り返すようになっています。

どちらのプログラムも、プログラム全体としては**無限ループ**になっています。PC上で動作するアプリケーションのように、OS上で動作するプログラムを作るのであれば、処理がすべて完了すればプログラムを終了するように作ります。しかし、このように単体で動く**マイコンのプログラム**であれば、**通常は終了せず**に**無限ループ**になるように作ります。

### 時間待ちループの作りかた

最初のプログラムと異なるもう一つの箇所は、0.5s待つ処理の部分です。この処理では、**CPUのレジス**

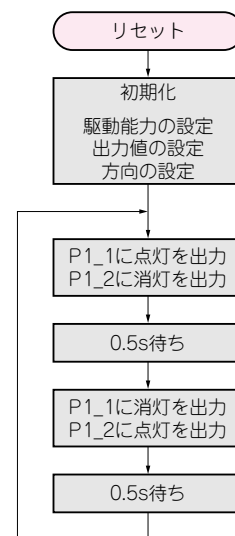


図1 作成するプログラムの流れ

### Keywords

JMP 命令、無限ループ、時間待ちループ、R1 レジスタ、R0 レジスタ、SBJNZ 命令、レジスタ・ウィンドウ、プログラム・カウンタ、解析、PC、デコード

タを使っています。処理としては二重のループをぐるぐる回るだけです。

- (1) まず、R1 レジスタに値をセットします。このR1 レジスタは、SFRではなく、CPUがもっているレジスタです。詳細は後で説明するので、ここではR1 という変数があると考えてください。
- (2) 次に、R0 レジスタに値をセットします。これもCPUのレジスタです。
- (3) SBJNZ 命令を実行します。この命令は三つのオペランドを取り、第2オペランドから第1オペランドの値を引き、その結果が0でなければ第3オペランドの位置に分岐します。もし結果が0であれば、単に次の命令に移ります。  
SBJNZ 命令が二つ続いており、まずR0 レジスタから1を引きます。これをR0 レジスタの値が0になるまで繰り返します。
- (4) 次のもう一つのSBJNZ 命令によりR1 レジス

タから1を引きます。0でなければ、(2)のステップに戻り、R0 レジスタに値を設定するところに分岐します。

## デバッガを使って 点滅プログラムを確認

文章を読むより、実際にデバッガで実行したほうがわかりやすいと思います。ただし、時間待ちループをデバッガで実行するのはたいへんなので、リスト2の

```

【構文】
    SBJNZ.size  src,dest,label
                                     B, W
【オペレーション】
    dest←dest-src
    if dest≠0 then jump label
    
```

図2<sup>(1)</sup> 減算と条件分岐を行うSBJNZ命令の構文と操作

### リスト1 LED点滅プログラム

```

; トランジスタ技術 2005年4月号
; 第3章 LED点滅プログラム

        .INCLUDE      sfr_r815.inc      ; ハードウェア定義ファイルの読み込み

; プログラム部分
        .SECTION      PROGRAM, CODE
        .ORG          0D000h

Start:
        MOV.B         #00000110b, drr ; (B) ここから実行開始
        MOV.B         #00000110b, p1  ; 駆動能力の設定
        MOV.B         #00000110b, pd1 ; ポートに出力する初期値の設定
        ; ポートの方向を出力に設定

Loop:
        BCLR          p1_1            ; LED 1 を点灯する
        BSET          p1_2            ; LED 2 を消灯する
        MOV.W         #50, r1         ; 以下の10ミリ秒ループを50回まわって0.5秒待つ
        MOV.W         #28571, r0      ; 10ミリ秒ループ (値の求め方は本文参照)
        SBJNZ.W       #1, r0, Wait02 ; 10ミリ秒ループ実行
        SBJNZ.W       #1, r1, Wait01 ; 0.5秒ループ実行
        BSET          p1_1            ; LED 1 を消灯する
        BCLR          p1_2            ; LED 2 を点灯する
        MOV.W         #50, r1         ; 以下の10ミリ秒ループを50回まわって0.5秒待つ
        MOV.W         #28571, r0      ; 10ミリ秒ループ (値の求め方は本文参照)
        SBJNZ.W       #1, r0, Wait04 ; 10ミリ秒ループ実行
        SBJNZ.W       #1, r1, Wait03 ; 0.5秒ループ実行
        JMP           Loop           ; LED点滅を繰り返す

; リセットベクタ部分
        .SECTION      FIXVECTOR, ROMDATA
        .ORG          0FFFCh

Reset:
        .LWORD        Start | 0FF000000h ; (A) 実行開始箇所を指定する

        .END
    
```