



第6章 タイマを使って パルス幅や周波数を自在に操る

試しながら学ぶ 信号生成のテクニック

島田 義人
Yoshihito Shimada

本章では、R8C/Tinyマイコンのタイマ機能を使って、各種の信号を生成するテクニックを紹介します。タイマの信号生成機能が使えるようになると、PWM信号を出力したり、トリガ信号の入力によって一定期間の幅をもたせたパルスを出力したり、一定時間遅らせたパルスを出力できるようになります。

本章では、信号生成の応用として、PWM信号によるLED調光器(発光ダイオードの明るさを連続的に可変するプログラム)や、パソコンのキーボードを鍵盤とした電子ピアノを製作してみます。

タイマCでPWM信号を生成して LEDの明るさを制御

■ タイマCアウトプット・コンペア・モードを使う

タイマCアウトプット・コンペア・モードを使って、PWM(Pulse Width Modulation)波形を出力してみましょう。

アウトプット・コンペア・モードは、**TCレジスタ**と**TM0レジスタ**、または**TCレジスタ**と**TM1レジスタ**の値が一致したときに**割り込み要求が発生し、出力レベルが交互に反転する**モードです。

TM1レジスタで**周期**が設定され、TM0レジスタで**パルスの幅**が設定されます。ここでTM1を一定とし、TM0を可変すればPWM信号を生成することができます。

● “H”のON時間をコントロールする

まず、電池駆動用の小型DCモータの回転速度を変える方法を考えてみましょう。一般的な方法として、電源電圧を変化させることが考えられます。例えば、

つなぐ電池の本数が1本(1.5V)よりも2本(3V)のほうがモータは速く回り、2本(3V)よりも3本(4.5V)のほうがより速く回るというわけです。

ところで、R8C/TinyマイコンのI/Oポートは、D-Aコンバータの機能を持ち合わせておらず、Hレベル(5V)とLレベル(0V)の二つの状態しか出力することができません。このままでは、モータの回転をON/OFFのどちらかにしか取り得ないということになります。

しかし、出力の**HレベルとLレベルをすばやく切り替える**ことで、中間量の電流が流れているときと同じ状態を作り出すことができます。このとき、図1に示すように、1周期に対するHレベルの時間比率(デューティ比)を変えることで電流の平均が変わります。これがPWM信号です。

● タイマCアウトプット・コンペア・モードのしくみ

アウトプット・コンペア・モードの動作例を図2に示します。初期設定期間でタイマCの主な設定を行います。設定内容は、メイン・クロックの切り替え、カウンタの設定、割り込みの許可などです。

タイマCカウント開始制御ビット(TCC0)が‘1’にセットされると、0x0000からカウントを開始します。タイマCカウンタ(TCレジスタ)はアップ・カウンタで、TM0レジスタの設定値と一致したときに、CMP0ICレジスタのIRビットが‘1’にセットされ、**コンペア0割り込み**が発生します。

また、TM1レジスタの設定値と一致したときに、CMP1ICレジスタのIRビットが‘1’にセットされ、**コンペア1割り込み**が発生します。このとき、TCC12ビットが‘1’であった場合に、TCレジスタが0x0000にリロードされます。すなわち、TM1レジス

Keywords

タイマCアウトプット・コンペア・モード、PWM、デューティ比、LED調光器、タイマZプログラマブル波形発生モード、電子ピアノ、音階、MB-R8CQ、R8C/Tiny

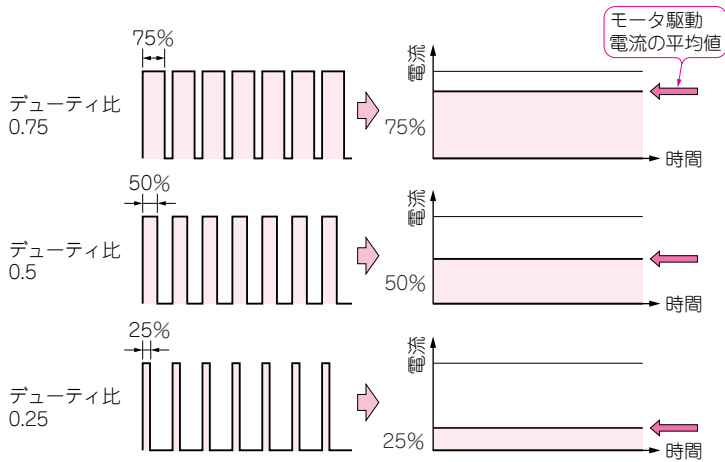


図1 PWM波形と出力電流の平均値の関係

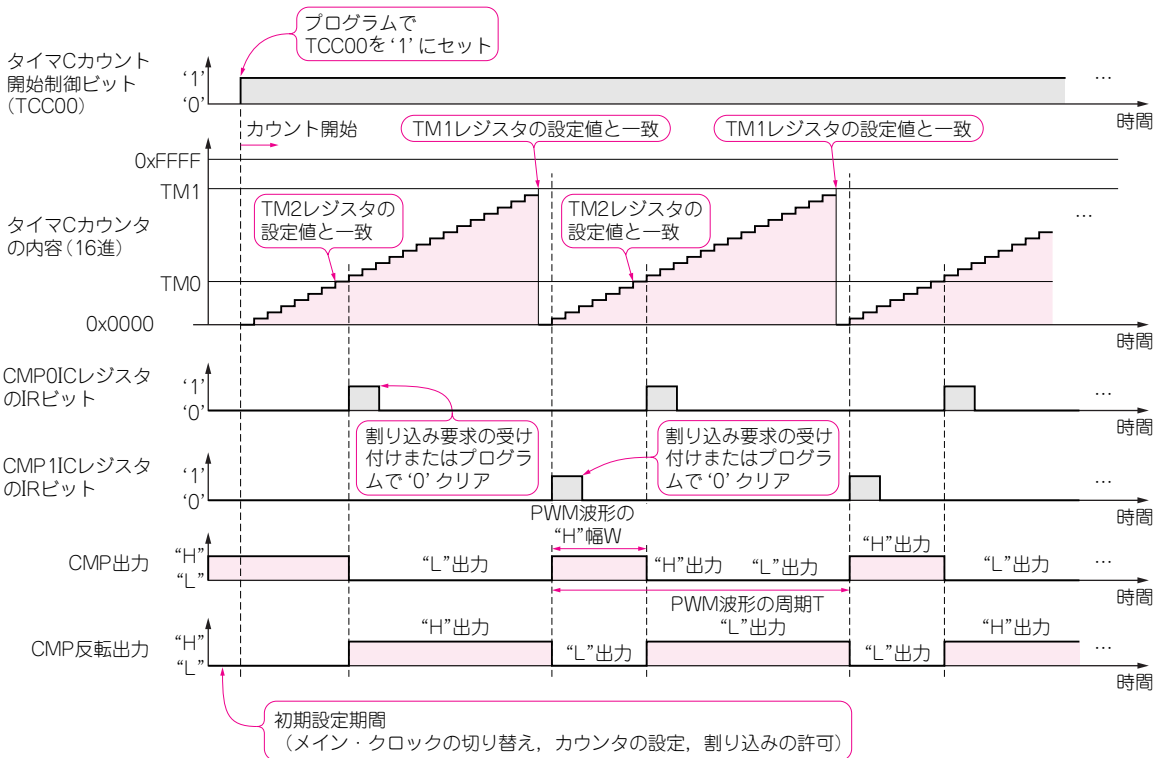


図2 タイマCアウトプット・コンペア・モードの動作例

タの設定により一定周期での繰り返しができ、またTM0レジスタの設定によってPWMのデューティ比が変わることになります。

CMP出力の設定は、TCOUTレジスタやTCC1レジスタにより決められます。この例では、CMP出力をコンペア0と一致したときにLレベル出力、コンペア1と一致したときにHレベル出力として設定しています。また、設定により反転出力も指定できます。

● 出力波形の周期とデューティ比

PWM波形の周期 T は、次式で示されます。

$$T = \frac{1}{f_j \times TM_1} \dots \dots \dots (1)$$

f_j : カウント・ソースの周波数 (f1, f8, f32, fRING-fast)

TM_1 : TM1レジスタの設定値

例えば、20 MHzクロックで $f_8 = 2.5 \text{ MHz} (= 20 \text{ MHz}/8)$ を選び、 $TM_1 = 0x61A8 (= 25000)$ と設定し