

DCモータを制御し、本物の電車のように走らせよう！ 付属FRマイコン基板を使った 鉄道模型用コントローラの製作

久保 幸夫



はじめに

編集部から、「5月号付属FRマイコン基板を使って何か作ってください」との依頼を受けました。「趣味の工作でもいいですよ」とのことので、鉄道模型用のコントローラ（パワー・パック）を製作しました。名称は「Fe60」と名づけました（使用するマイコン「FR60」と鉄の元素記号「Fe」をかけている）。

現在の日本の鉄道模型は、日本型Nゲージと呼ばれる1/150の縮尺の規格が主流です（写真1）。レールの幅が9mmなので、9mmゲージと呼ぶこともあります。Nゲージでは、レールを介して電源を供給し、車両に積んだDCモータが回転して走ります。

鉄道模型用電源をパワー・パックあるいは、コントローラと呼びます。通常のパワー・パックには、ボリュウムの

つまみがあり、それを回すと出力電圧が変化し、鉄道模型の速度を調整します。

今回製作するパワー・パック「Fe60」も鉄道模型用電源ですが、市販品にできない運転操作ができるように工夫しています。

1. DCモータの制御方法

DCモータの制御方式には、電圧を変化させるリニア駆動方式と、パルスを使うPWM（Pulse Wide Modulation）制御方式があります。

● リニア駆動方式

一般的な鉄道模型用のパワー・パックは、リニア駆動方式を使用しています。出力電圧を変えてモータの回転を制御する方式です（図1）。電圧の上昇に伴いDCモータの回転数も上がります。

電圧を変化させるのに、昔はバッテリーをつなぎ替えたり、トランスのタップ（電圧を取り出す端子）を切り替えたりしました。現在では、VR（可変抵抗器）とトランジスタを組み合わせた簡単な制御回路で実現できます。また、鉄道模型では問題になりませんが、可変電圧発生回路のトラ

コラム1 いつでもどこでもプログラミング

普通は、ハードウェアを作り込んでから、プログラミングを行います。しかし今回、筆者は出張ばかりで時間が取れなかったため、先にプログラムを作りました。そして、ソフトウェアのデバッグを先に行いました。その後に変抵抗やモータ・ドライバIC、LED、スイッチなどのハードウェア周辺を作成しました。

ソフトウェアのデバッグは、ハードウェアの状態に相当するコマンド、例えば、後進スイッチをONした状態と同じ意味のコマンドを作り込みました。そして、UART通信で、パソコンからそのコマンドを送ってデバッグしました。一見、面倒な方法ですが、付属FR60マイコン基板とノート・パソコンだけあれば、どこでもいつでも開発できるのはありがたく、出張先のホテルや新幹線の車内でプログラムを組みました。



写真1
Nゲージ

図1
リニア駆動方式

DC モータに印加する電圧を変えて回転を制御する方式。理想的な場合、印加電圧と回転数は比例する。しかし、N ゲージの場合、モータの特性やギア比との関係により、ある一定電圧で急にモータが回り出す場合が多い。

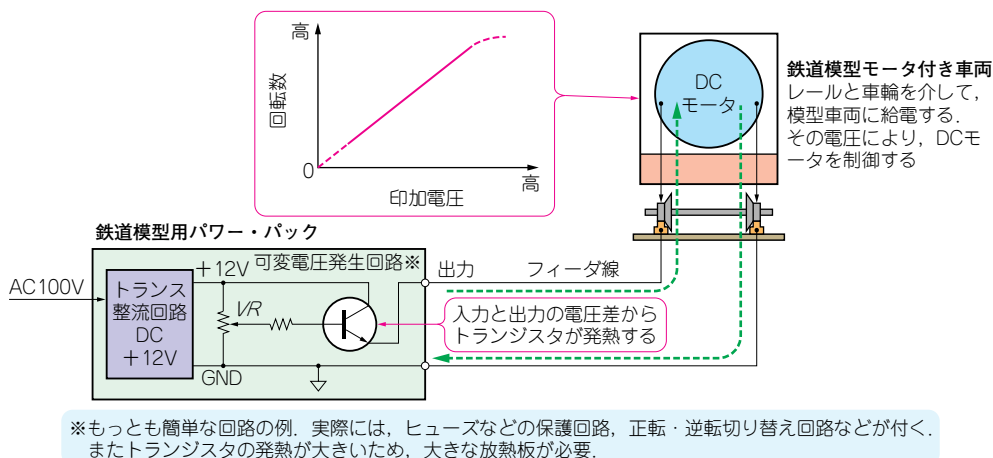
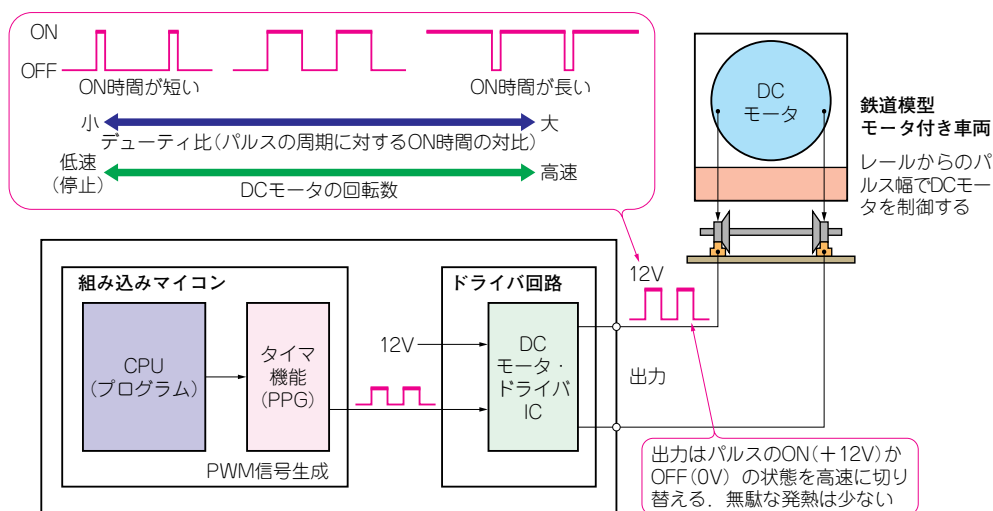


図2
PWM 制御方式

PWM 方式は、パルスのデューティ比を変化させる変調方式。無駄な熱を出さず電力効率が良い。プログラム次第で、きめ細かいモータ制御が可能。



ンジスタが発熱するため、無駄に電力を消費し、電力効率が悪いという欠点があります。

さらにリニア駆動方式の場合、1～2V程度の低い電圧では鉄道模型は全く動かず、3Vくらいになると急に走り出してしまうことがあります。これは、鉄道模型のDCモータの特性やギア比の関係、車重の軽さなどのためです。実車のように停止状態からじわじわと加速しながら走らせられません。

● PWM 制御方式

PWM 制御方式はパルス幅変調方式とも呼ばれ、パルスがONの時間（デューティ比）を変化させてDCモータを制御します（図2）。デューティ比を大きくするとDCモータの回転数が上がり、鉄道模型が加速します。PWM制御はリニア制御に比べ、パルスがONとOFFの2状態しか

いため、電力効率が良いという特徴があります。そのため、DCモータの制御によく使われます。

多くの組み込みマイコンは、PWMタイマ機能を備えています。FR60にもProgrammable Pulse Generator (PPG)と呼ぶタイマがあります。今回はFR60のPPGを使用し、PWM制御方式でDCモータを制御します。プログラムを作成し、PWM制御方式でモータを制御すれば、実車のような加速制御が可能になります。

2. Fe60 の構成

今回作成するFe60（図3）は、FR60のタイマ機能を使用し、PWM制御方式でDCモータを制御します。速度は、ワンハンドル・マスコン（電車の速度を操作するレバー）を