

自然エネルギーの 活用にチャレンジ

捨てられているエネルギーを有効利用する
人力発電による自転車テール・
ランプ点灯システムの製作

漆谷 正義
Masayoshi Urushidani

第15回
(最終回)

モータとエンジンを積んだ「ハイブリッド・カー」は、減速時にエネルギーを回収しているようすがパネルに表示され、乗っていてとても楽しいと聞きます。これを回生ブレーキと呼びます。電車で回生ブレーキが使われて久しいのに、自動車ではやっと採用されはじめたところです。自転車に乗っているときも、下り坂で摺動式のブレーキをかけるのは、何かもったいな

い気がします。

最近では自転車の発電機にハブ・ダイナモを使ったものを多く見かけます。ランプには光電素子が入っていて、夜間だけ点灯するようになっています。昼間にこの出力を利用すれば、下り坂はもちろん、平坦な道でも電力を取り出せるだろうことは容易に推測できます。そこで今回は、このエネルギーを昼間は2次電池に蓄えておき、夜間に高輝度LEDを使った尾灯を点灯させてみます(写真15-1)。

回路の仕様検討

● 発電しているようすがわかると元気になる

リム・ドライブの発電機にくらべて、ハブ・ダイナモは摩擦による損失が少ないので、自転車のハブ(タイヤの軸)に取り付けて常時回転させておくことができます。定格負荷がある場合、どの程度余分な力が必要なのかと言えば「やや重いかな?」と感ずる程度です。筆者の場合、その差はほとんどわかりませんでした。人間は1~2Wの発電は苦もなくできるのかもしれない。

しかし、負荷があることは間違いありませんから、発電していることを(できれば積算電力も)表示すれば、



写真15-1 発電のようすがバー・グラフで表示されるテール・ランプ・システム

Keywords

ハブ・ダイナモ, 瞬時発電量, 積算発電量, フォト・トランジスタ, LED, TPS615, LM358, NJU7096, LM339, TL497

自転車をこいでいても元気が出ますし、健康のためにサイクリングに出かけてみようという気にもなるでしょう。

● エネルギーの収支を計算する

実験の結果、2次電池の電圧を6Vにしたときの充電電流は表15-1のようになりました。

自転車を通勤に使う場合は、往き(明るいと仮定)と帰り(暗いと仮定)で乗車時間はふつうは同じです。したがって、発電量と消費量のバランスを取るためには、消費電流を平均充電電流と同じに設定しなければなりません。なお、夜間だけしか乗らない場合は、充電ができないのでこのシステムは使えません。不定期に乗る場合は、昼間の使用時間のほうが長ければ問題ありません。

● アナログ回路が向いている

仕様をまとめると次のようになります。

- (1) 自動点灯/自動消灯とする
- (2) 瞬時発電量を表示する
- (3) 積算発電量を表示する

操作を簡単にするため、スイッチや押しボタンをいっさい設けなくことにします。上記の仕様なら、マイコンの手を借りなくてもアナログ回路で実現できます。

自転車用ハブ・ダイナモの発電出力は、低速では非常に低い周波数の交流で、電源電圧の変動が大きく、マイコンで実現するのは簡単ではありません。その点では、アナログ回路は電源のレギュレーション悪化に対する耐性が強く、シビアな環境に向いています。

表15-1 運転状態と充電電流

運転状態	速度 [km/h]	充電電流 [mA]
頑張ってこぐ	20	220
ふつうにこぐ	16	180
上り坂で遅い	10	110

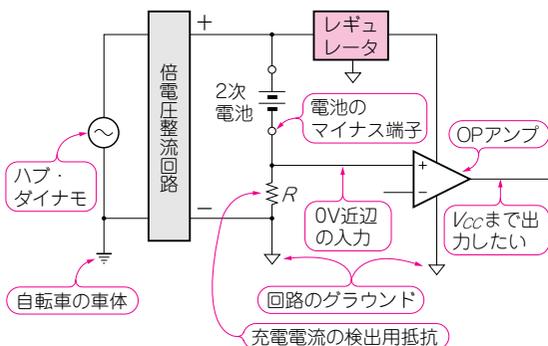


図15-1 充電電流の検出方法とグラウンド・レベル

● 2次電池のバラスト抵抗を電流検出素子に流用する

充電電流の検出は、図15-1のように、2次電池に直列に小さな値の抵抗Rを入れて、この抵抗の両端の電圧降下から割り出す方法が簡単です。2次電池の充電には、直列にバラスト(安定)抵抗が必要ですから、これと兼用すれば一石二鳥です。

さて、この電圧は非常に小さな値ですから、パー表示や後段の積分回路に必要な数Vのレベルまで増幅する必要があります。直流増幅にはOPアンプを使うのが常道ですが、使用するOPアンプICの選択に注意が必要です。特に今回のようにマイナス電源を使用しない場合は、0V近辺でゲインがあるかどうかの問題です。また、出力電圧もできればV_{CC}近辺まで欲しいところです。このような要求を満たすものは、**レール・ツー・レールOPアンプ**と呼ばれます。

図から明らかなように、電池のマイナス端子は回路のグラウンドではありません。ついながら、ハブ・ダイナモの片方の極は自転車の車体に接続されています。図の整流回路には**倍電圧整流回路**を使うため、この二つのグラウンドには電位差があります。したがって、回路の筐体や、テール・ランプのグラウンドを車体に接続することはできません。

● 4個のレベル・インジケータのスレッシュホールドを決める

図15-1の抵抗Rの両端の電圧を横軸に、OPアンプの出力を縦軸に取った特性が図15-2です。Rの値は2.7Ωとしたので、横軸の値を2.7で割れば充電電流となります。

積算発電量は図15-2の縦軸の電圧を電流に変換して、コンデンサに充電する**積分回路**で実現します。充電電流の積分値の目安として、図15-2の3V(222mA相当)の一定値が加わったときの、時間に対するコンデンサCの電圧(図の縦軸はこれを増幅したOPアンプの出力)を図15-3に示します。Cは1日に乗る時間で決めます。1日乗ってLEDを3~4個点灯

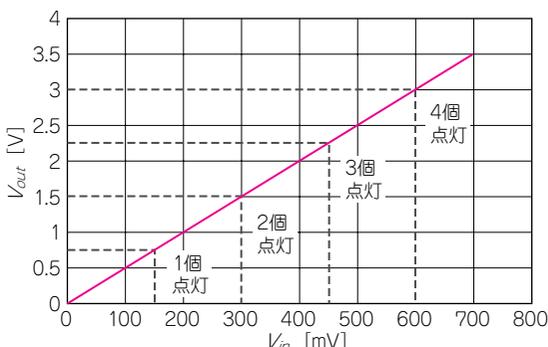


図15-2 瞬時充電電流を表示するためのレベル区分