

# 自然エネルギーの 活用にチャレンジ

より大きな電力を取り出すためのTRY  
ステッピング・モータを使った  
風力発電機の製作

漆谷 正義  
Masayoshi Urushidani

第3回

風力発電に使う発電機は、自転車の発電機(以降、ダイナモ)のように、本来発電機として作られたものを利用する以外に、DCモータを使う方法があります。今回は、ロボットなどの位置制御でおなじみのステッピング・モータを発電機として利用してみましょう。

ステッピング・モータは駆動トルクが大きいため、風車の羽根の直径を大きくしなければなりません(写真3-1)。風車の機構部はフランジを含め、全部自作できるように配慮しました。ほぼ同じ仕様のキットも入手できます<sup>(1)</sup>。

## ステッピング・モータの特徴と選びかた

● なぜステッピング・モータを使うのか…効率が5倍にUP!

連載第1回(2005年8月号)と第2回(2005年9月号)で製作した3連風車では、ダイナモを利用しました。図3-1は、その内部構造です。左側が固定子(ステータ)、右側が回転子(ロータ)です。

発電の原理は、「コイルを貫通する磁束の時間的変化が誘導起電力になる」という、電磁誘導の法則そのものです。

固定子はaとbの短冊形の鉄板でできており、aとbは嵌め合いで接合されています。回転子は、N極とS極を対として数える4極の磁極をもっており、回転すると、aとbの対にはNまたはSが相対することになります。したがって磁路は、a→bとb→aが繰り返

返され、これによってコイルを貫通するため起電力が得られるのです。さて、この場合の起電力  $V_E$  [V] は、

$$V_E = K\Phi f \sin 2\pi f t \dots\dots\dots (3-1)$$

周波数  $f$  [Hz] は、

$$f = pN/2 \dots\dots\dots (3-2)$$

電流  $I$  [A] は、

$$I = V_E/R_C \dots\dots\dots (3-3)$$

ただし、 $\Phi$ :コイルを通る磁束 [Wb]、 $p$ :極数、 $N$ :回転数 [rps]、 $R_C$ :巻き線抵抗 [ $\Omega$ ]、 $K$ :

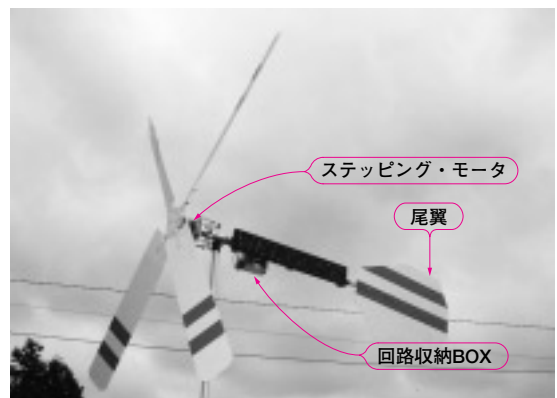


写真3-1 ステッピング・モータを使った風力発電に挑戦  
第1回で製作したダイナモを使った3連風車の出力は約0.2W(風速3m)だった。今回製作するステッピング・モータを使った風車の出力は約1W(風速3m)

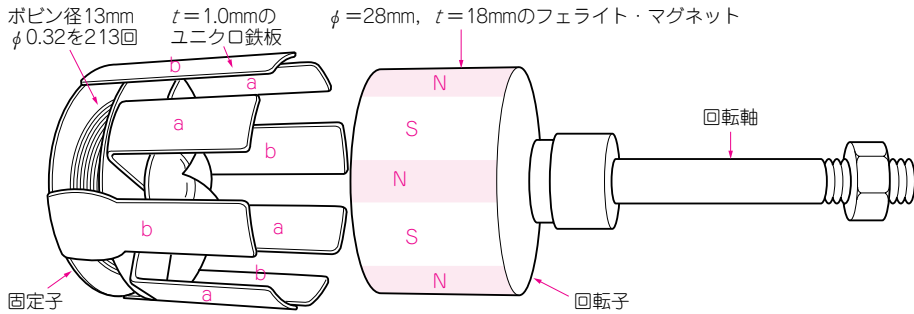


図3-1 前回発電機として利用したダイナモの内部構造

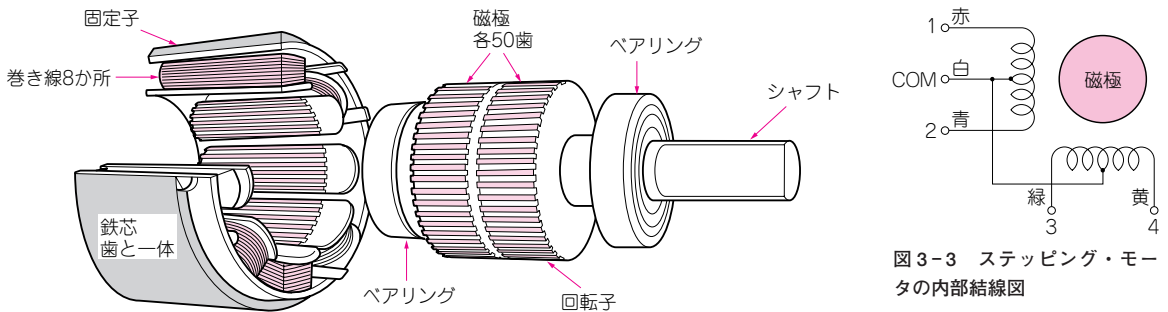


図3-2 今回発電機として利用したHB型ステッピング・モータの内部構造



写真3-2 今度は市販のステッピング・モータを発電機として使う(TS3103N124, 多摩川精機)

#### 比例定数

となります。したがって、ダイナモから大きな電圧を取り出すなら、

①磁石を強くする

②回転数を速くする、または極数を多くすることが考えられます。また、大きな電流を取り出すなら、

③コイルの巻き線の線径を太くして $R_c$ を小さくする

ことが考えられます。以上が、大きな電力を取り出すためのポイントとなります。

整流回路の平均出力電圧は、周波数が低いと低下します。自転車のダイナモでは20 Hz程度と低く、効率

が良くありませんでした。少なくとも商用交流の60 Hz程度は欲しいところです。そこで、周波数を高くしようとすれば、

④回転数を速くする

⑤極数を多くする

ことが考えられます。ステッピング・モータは磁束密度が高く、極数が多いので、上記の①、②、⑤に合致します。

#### ● 使用したステッピング・モータの仕様

ステッピング・モータは、入手性とコストの点で、多摩川精機のTS3103N124を使いました(写真3-2)。図3-2は内部構造です。回転子に溝があり、この1本1本が永久磁石になっていて、全部で100極あります。

定格は12 V, 140 mAで、コイルの抵抗は1相当り86  $\Omega$ です。発電機として使う場合、コイルの抵抗が小さいことが望ましいのですが、86  $\Omega$ は小さいとはいえ、応用回路側で工夫が必要です。

軸を指で回してみると、かなり力がいらいます。これを駆動トルクが大きいといいます。

モータからは5本の線が出ています。図3-3にモータの内部結線を示します。図3-3を見ると、中点のあるコイルが2組あります。これを2相駆動といいます。発電機としても2相の出力が得られます。写真3-3の上の波形(1-COM間)に対して、下の波形

