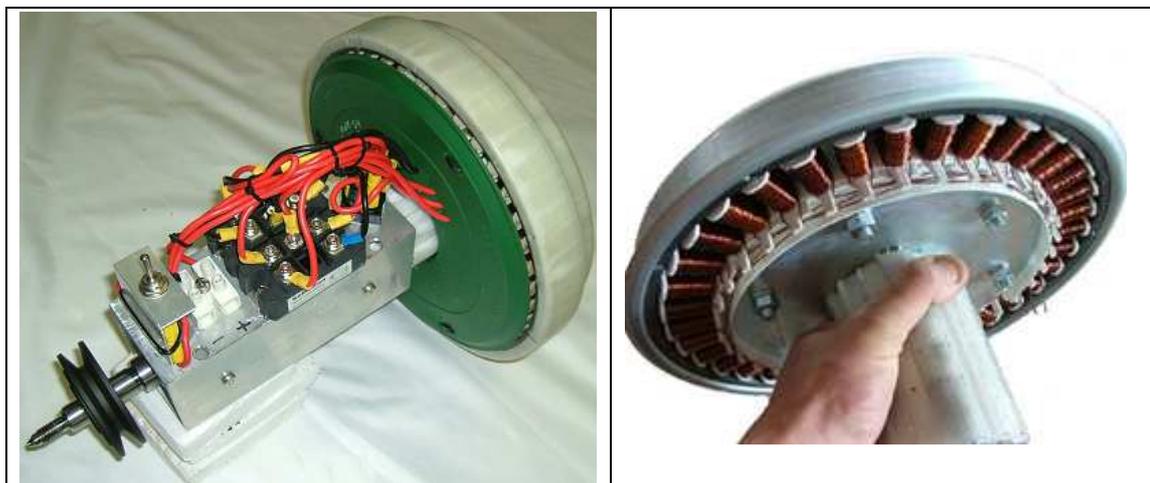




日曜大工で作る  
発電機セット  
キットタイプ  
“スポークドライブ 発電機”

DC12/24 兼用です



白い円板がローターです

水力、風力、にご利用下さい

輸 入 品

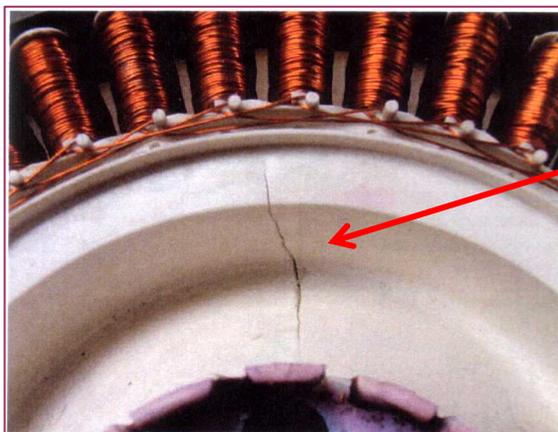
2014年10月

# 目次

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 大切なお話しです                   | 3  |
| 免責事項表記                     | 4  |
| マニュアルの内容説明                 | 4  |
| スポークドライブの特徴                | 4  |
| キットの写真                     | 4  |
| 典型的な自然エネルギー利用方法            | 5  |
| 基本的注意事項                    | 6  |
| ベアリング交換                    | 6  |
| ベアリング内のシャフトの回転             | 6  |
| 出荷前の試験について                 | 6  |
| 巻線コイルの意味                   | 7  |
| 水車発電への応用(具体的応用例)           | 8  |
| 発電機の有効回転数 (ペルトン例)          | 11 |
| 静的高低差と有効高低差について            | 12 |
| ペルトンでの水管圧損について             | 13 |
| PVC 配管について(ターゴ例)           | 14 |
| プロペラやカプランの場合               | 17 |
| 風力発電への応用                   | 17 |
| 紫外線対策                      | 19 |
| ガソリン、灯油エンジン                | 19 |
| 蓄電池への距離                    | 19 |
| デルタ、スター 配線の変更方法            | 20 |
| スターからデルタに変換                | 24 |
| シリーズ結合(S)を半分シリーズ:半分パラレルに改造 | 26 |
| シリーズ結合(S)をパラレル(P)に変更       | 30 |
| テスト集約グラフ(回転数と出力)           | 32 |
| 12V スター、デルタ                | 33 |
| 24V スター、デルタ                | 34 |
| 48V スター、デルタ                | 35 |
| 各モデルでの発電性能詳細グラフ            | 36 |
| 負荷接続無しの場合の開放電圧値            | 60 |
| キット製品明細・参考値段表              | 61 |

大切なお話です。

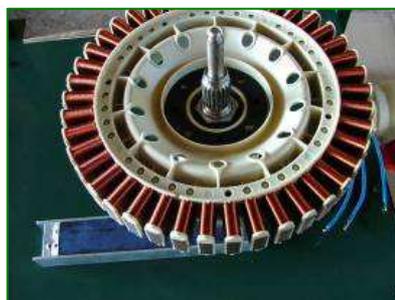
ステーターを構成する樹脂の一部に僅かなひびが見受けられる製品もあります。 **が！**



**ご注意:**

本システムで使用されている発電機は、民生電気部品の再生品です。機能的に、新旧の差はありません。モーターが基本で、ブラシレスですので、コイルを見れば作動するかどうか判断可能です。プラスチック部では、髪の毛のような、割れ目が見える場合もありますが、試験してお届けしていますので発電に、また寿命に影響はありません。この再生モーター利用の目的もエコロジー精神である事をご理解下さい。このひび割れはクレーム対象から除外されます。

ステーター全体写真



## 免責事項表記

48V 程度又それ以下での電気システムでは、通常の場合、感電による人体死亡は引き起こされません。本発電機は最大回転に到達しますと 1500V に上昇し人体に対し致死にいたる電流を発生する性能を有しています。

この様な状況下では決して直接発電機に触れることは許されません。私共販売会社はその様な状況から発生する、機器破損、人的損傷、怪我、又は死に対するいかなる責任も負わないことを宣言いたします。貴方の周りの方の安全確保や貴方ご自身への安全確保は使用される貴方である事を宣言いたします。

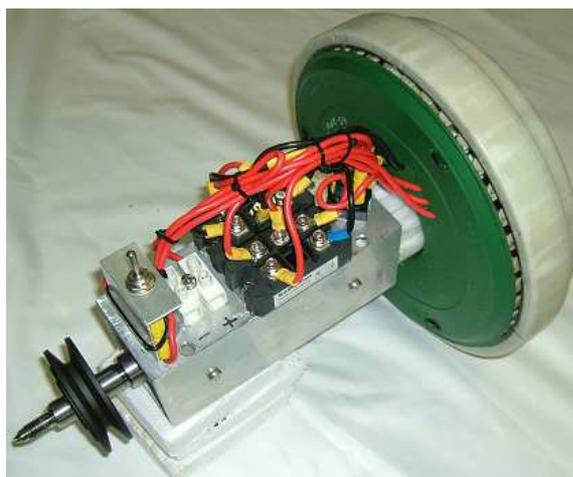
## マニュアルの内容説明

本誌では自然エネルギー利用で使用される発電機としての目的で解説いたします。12,24V DC 用です。またそれらの改造方法についても説明されています。完全に詳しいとは言えませんが多種多様の応用に最適な説明をした積りです。

## スポークドライブの特徴

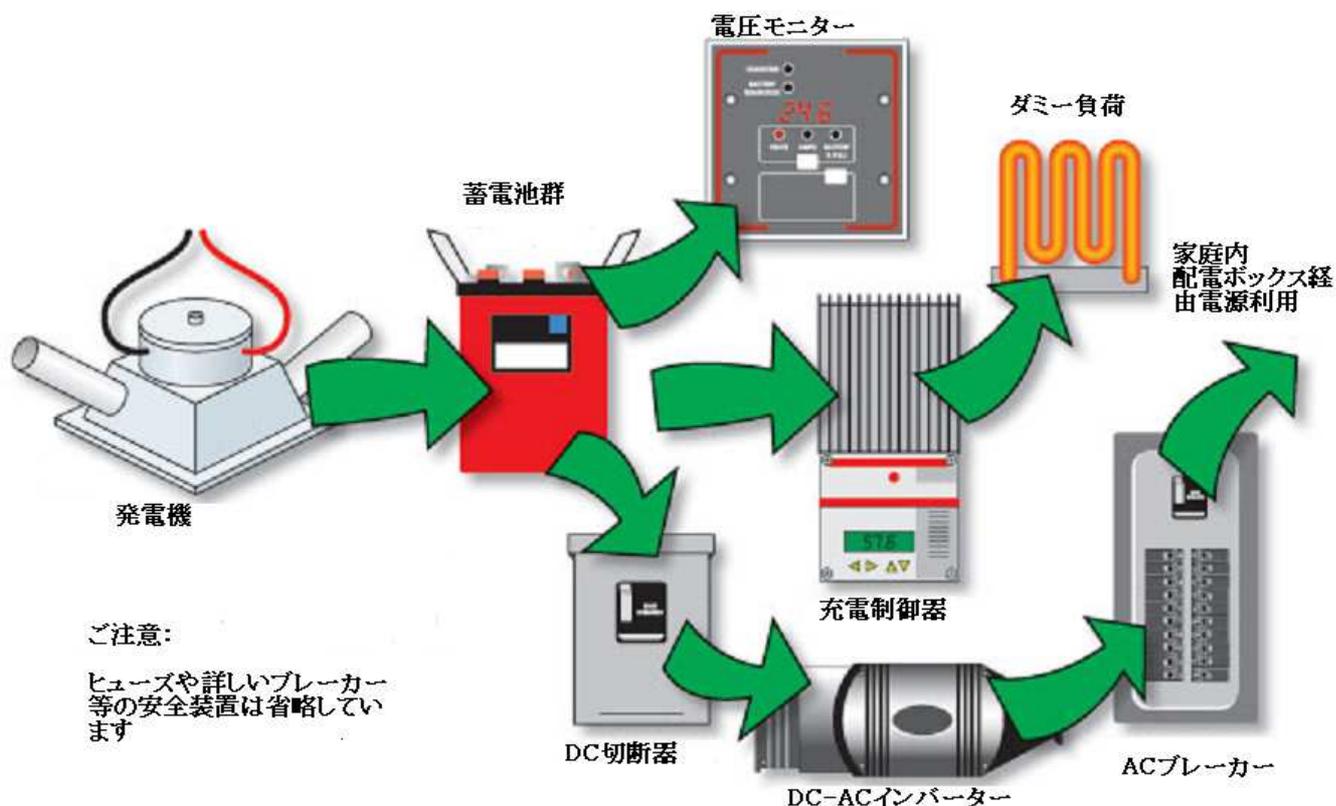
- \* 直径が大きい為低速回転で発電可能
- \* 永久磁石利用の為 ブラシレス設計
- \* 低価格、多種多様製品
- \* 設計基準により、過回転でもコイルは焼けません
- \* 高効率
- \* 異なった電圧に改造後対応可能
- \* 取外し容易な回転軸
- \* 耐腐食性を有します

キットの写真（実物写真です。）



駆動はプーリーです。出力は整流後のDCです。

## 典型的な自然エネルギー利用方法



風力発電、太陽光発電、太陽熱温水器、そしてマイクロ水力発電が現在の自然エネルギー利用の代表選手です。その中でも水力の利用は理論上 24 時間 365 日可能ですので、小さな水力発電一台で、エコハウスの電気需要を満たす可能性を秘めています。太陽発電の場合、風力と組み合わせる場合が通常です。得られた電気は蓄電池に貯め、必要な時に AC に変換して電力を得ます。

12/24V の場合のインバーターは擬似正弦波タイプの利用が多く、48V になりますと正弦波インバーターの利用が一般的です。

電気製品も、ご家庭の生活様式も省エネルギータイプのご利用をお願いします。例えば種類によって消費電力が少なくなる製品が多く市場に出回る時代です：

冷蔵庫、蛍光灯、LCD テレビ、太陽熱暖房、LPG クッキング、薪やウッドペレットストーブ、二重窓等

こまめに電気を消す生活など、エコ生活でこの発電機をお役に立てて下さい。

## 基本的注意事項

この発電機キットは民生電気製品からのモーター再生品です。従って所々汚れたり、傷があるかもしれませんが試験して出荷していますので、ご安心下さい。ただ、機械内部使用が最初の目的でしたので、紫外線と水に弱く、対策として、カバーをかけ紫外線に長時間晒さないよう、又防水対策を施して下さい。

### 1)ベアリング交換

ベアリングの交換は簡単で、ベアリング価格も安価です。古いベアリングを取り出すには長い鉄の棒で、内側から外へ金槌で叩いて押し出します。新しい物を同じ場所に、小型の木づちで叩いて押し込みます。新しい物をはめ込む前には、まずベアリング自体を古い綺麗な布で清掃しハウジングも綺麗にします。ハウジングに接触する場所は、接着剤を塗布し、その後組み立てます。

### 2)ベアリング内のシャフトの回転

長年の経験から、シャフト軸の安定した運動の為にはシャフトとベアリングの接着剤塗布が必要と言えます。まず、接着面は両方とも綺麗にしておきます。この固定方法により軸が固定コイル側と回転磁石側の安定した運動を補助します。ベアリング表面に少々の傷を与えますと接着性能が向上します。また円周が極僅か増加しますので、安定性が増大し、軸の挿入も木づちで叩いて入れ込みます。この方法はシャフトの片側駆動の力が強い場合により必要とされます。

しかし、このベアリング接着を忘れた場合、シャフト軸がベアリングを動かさないで、軸の磨耗に繋がります。再度ベアリングを叩いて取り出し、ベアリングに接着剤を塗り、再装着します。殆ど問題はこれで解決します。接着剤塗布が全ての問題解決となりますが、万が一全てを取り替えても、費用は極僅かです。

### 3)出荷前の試験について

速度変化を可能にした改良旋盤で試験し、実際の出力 600-700W が出る物を出荷しています。実験で、このグラフカーブを延長すれば、それ以上の回転での電力増加は実証されています。回転数が 1200RPM まではバランス加工しなくても使用可能です。1200RPM 以上でのご利用の場合は振動が発生しますので、マグネットローター側のバランス加工が必要です。1200-1800RPM 使用の場合事故発生対策として、発電機を保護カバーで覆って下さい。高速回転でのエンジン発電や、水力発電に安全カバーを取り付けます。風力発電応用の場合回転最大を 1800RPM にコントロールし、バランス加工をステーター側に施します。

発電試験は C40 コントローラーと擬似蓄電池を使用し 13.8/27.6V (=12/24)で行い、発電機の性能を実証します。試験では整流器の発電ロスも測定し、効率確認も行なっています。

#### 4) 巻線コイルの意味について

メーカーの判断で、本発電機 KIT は作られ、試験され、出荷されています。コイルの名前や電線の太さ等、記号は複雑に変化している場合がありますが、心配は有りません。出力はどの製品でも同じになる様設計されています。参考までに表示されている記号の意味をお知らせします。

##### コードの意味

1. **160** = 1.6mm 直径巻き線 (つめ一個に 30 回) (ご自分で変更可能)
2. **100** = 1.0mm 直径巻き線 (第一世代と言えます)
3. **80** = 0.8mm 直径巻き線 (第二世代と言えます)
4. **60** = 0.6mm 直径巻き線 (第三世代と言えます)
5. **S** = シリーズ結線 (標準)
6. **SP** = 半分シリーズ、半分パラレル結線
7. **P** = パラレル結線

この種類より、下記組み合わせが実用レベルとなります。

##### 発電機データ

| 形式           | 巻き線<br>直径 mm | 結合方法 | つめ一個の<br>巻き線回数 | 有効電線<br>面積 mm <sup>2</sup> | デルタ/スターで<br>の予想電流<br>Amp |
|--------------|--------------|------|----------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>100S</b>  | 1.0          | S    | 616            | 0.79                       | 12/8                     |
| <b>100SP</b> | 1.0          | SP   | 88             | 5.50                       | 84/56                    |
| <b>100P</b>  | 1.0          | P    | 44             | 11.00                      | 168/112                  |
| <b>80S</b>   | 0.8          | S    | 1610           | 0.50                       | 4.5/3                    |
| <b>80SP</b>  | 0.8          | SP   | 230            | 3.52                       | 32/21                    |
| <b>80P</b>   | 0.8          | P    | 115            | 7.04                       | 64/42                    |
| <b>60S</b>   | 0.6          | S    | 2380           | 0.28                       | 2/1.5                    |
| <b>60SP</b>  | 0.6          | SP   | 340            | 2.00                       | 14/10                    |
| <b>60P</b>   | 0.6          | P    | 170            | 4.00                       | 28/20                    |

S から SP への変更で電線面積は 7 倍となり、したがって巻き数を 7 倍減らす事が出来ます。操作面では速度が 7 倍となり電流も 7 倍となります。同様に S から P への変更は電線面積を 14 倍に増加させ電流値 14 倍と増加します。

回転体 (ローター) の空冷能力は十分で、過熱することは殆どありません。上記データ表での電流値は連続取得可能でなく、発電機の瞬間の最大値とお考え下さい。連続可能電流値は表の値より低くなります。例えば 100S を例に取ればその最大電流値を得るには、最大回転数の 1800RPM 以上の回転が必要です。

この結合方式の変更は可能です。上記 9 種は **42つめ** の変更です。1/3 を S に 2/3 を P にするには **32つめ** を使用し効果は SP と P の間を得る事が可能です。この様に色々な工夫を与える事が可能です。

巻き線の寸法からの制限もあります。例えば 0.8mm の巻き線を使用する場合、まず 80S を考えます、そこから 80SP にするか 80P にするかになります。どのモデルを利用するかは個々の目的での、回転速度、得たい電力から判断します。電圧はお決まりですか？ 可能であれば 12V は採用しないで下さい。12V は効率が非常に低いのです。大抵の電話局での電圧は 48V です。電話局からの放出品はかなり利用できます。例えば蓄電池、充電器、整流器、電線、インバーター、収納箱、メーター、時には併用太陽光パネルなど。もし放出品の存在場所をご存知であれば、48V をご利用下さい。発電機側からも効率は高く、電線での距離ロス、整流ロスも少なくすみます。反対に 12/24V のインバーターは多種多様に市販されています。電圧決定後、本説明書後半に示されたテスト集約グラフを精読し目的にあった物をお選び下さい。

組み立てた後、ローター位置の微調整で性能改良を計れます。ホーム位置より、マグネットローターを引き上げます。磁力を減少させ、回転を上げるメリットを探します。

### 水車発電への応用

ここで具体的な応用例を説明します。どのような発電機が適するかを選定の見本としてお読み下さい。



水車発電と言えば、大抵の方はそんな時代ではないとおっしゃるかもしれませんが、枯葉や木屑など、汚れの多い低落差では、有効な発電方式と言えます。本発電機は、水車に取り付ける事が可能です。低落差と言っても 1-3 メーターは必要で、水車の面積の 45% が運転可能です。多く

の水力発電は水量は定量が必要ですが、水車では、水量変化でも発電可能です。

上記写真の様な水車の利点は：

- ・ 低価格で水車を自分で作成可能
- ・ 低落差に適する
- ・ 流量が変化する川の支流にも適する
- ・ 水が満ち溢れる危険性の箇所でも使用可能
- ・ 郷愁を呼び起こせる
- ・ 魚にやさしい
- ・ 小枝、枯葉等の雑物に影響されない

欠点は：

- ・ ターゴ、プロペラ、クロスフローなどのタービンより大型が必要で、コストが高くつく場合が生じる
- ・ 高速回転の為のギアボックスが必要で価格が高くなる

メーカーでは3メートルの水車を実験で作成し既に8年過ぎましたが、その稼働率は99.7%と非常に優秀で、保守の為の停止は一年に一日だけ必要でした。発電の為の水車設計における難点はギアボックスの設計です。モーターバイク用 5/8 チェーンで2段階で回転数を上げる方式を得ました。工業で使用される、大きいほうは52歯のスプロケット、小さいほうは11歯を使用。ギア比は22:1となります。

この比率では2-300W程度の低発電量に適しています。高出力を望まれる場合にはチェーン駆動を使用せず、工業用のギアボックス、比率25:1が適しています。最大100:1まで応用可能です。下の写真は、ギアボックス直結の写真で、出力750Wを実現しています。耐気候性を得る為全てをプラスチックドラム内に収めています。整流器はギアボックスの上に設置し、冷却効果を得ます。Vベルトの位置にチェーンスプロケットをはめ、ギアを駆動します。ギアボックス内部には潤滑油が満たされ、完全シールされ、水がこない高さに置かれています(洪水対策)。このギアボックスは中古を再利用しています。



水車の回転軸からギアボックスへの接続はチェーンで行なわれます。チェーンはグリスを塗るか、理想的には油に浸け込みます。回転数は低いのですが、ストレスは多く、この箇所の故障が先に起こります。スプロケット類はモーターバイクの中古を探します。チェーンのテンションを自由に操作できるように、ギアボックスの台座に位置変更の機能を与えておく必要があります。

水車の設計には以下の点を考慮下さい。

- ・ 堅牢構造
- ・ 単純な構造
- ・ 信頼できる設計
- ・ ギアボックスは(365日 24時間回転させる為)非常に強固な物を選定
- ・ 水の浸入に耐えるベアリング 2重構造
- ・ どこからでも入手可能な部品を選ぶ
- ・ 設置しやすい構造
- ・ 起こりえる洪水からシステムを守れる基礎
- ・ もし油、グリスを使用する場合、決して、水に流せないシステムを実現

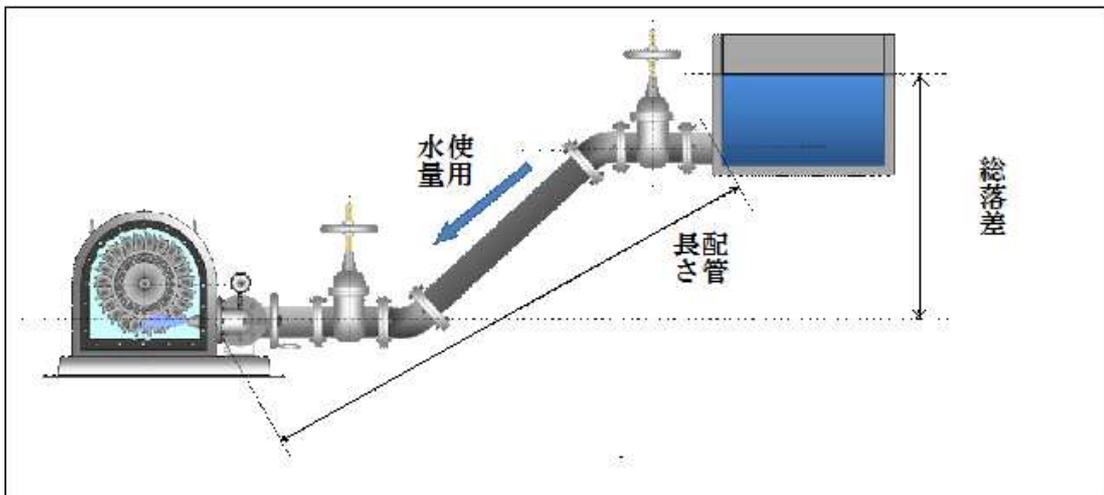
その上、水車の回転から、低速でも高出力を得られる発電機を選んで下さい。

### 水車設計の例:

流量 50 リッター・秒、高低差 2.2 メーターの滝、24V システムと仮定します。

水車の直径は 2m となります。この条件での理論的発電量は:

$$\text{発電機出力(kw)} = 9.8 \times \text{流量(リッター・秒)} \div 1,000 \times \text{有効落差} \times \text{効率}$$



効率の計算例:

- ・ 水車効率=80%
- ・ ギアボックス効率=90%
- ・ 発電機効率=70%(機種により異なるのでグラフ参照)

$$\text{総合効率} = 0.8 \times 0.9 \times 0.7 = 0.5 = 50\%$$

従って、この環境下での予想発電量は:  $9.8 \times 50 \div 1000 \times 2 \times 0.5 = 0.49 = 490\text{W}$

グラフから 24V システムでの 80SP(スター結線)のデータは 600RPM で 500W と示されています。一方水車の回転数は 2 メーター直径で 10-12RPM と一般的に言われ、小さい直径では回転数は上がり、より大きい直径では減速します。従って、この場合ギア比の選定には:

50:1 ~ 60:1 を考えます。実際の工業用ギアボックスの選定では 20:1 より大きく 30:1 より少ない物を探し、5/8 チェーン駆動で回転をあげます。もしギアボックスに 20::1 の物を選ばれた場合、スプロケット比は 2.5 ~ 3:1 を使用します。タービンの効率を最大に利用する為とその回転速度の知識を確認する事は非常に重要です。次ページでの最適回転数を参考にして下さい。

さて、ペルトンランナーを考えましょう。無意識にペルトンランナーを選び、本発電機に接続した

場合、失敗は目に見えています。少し考え、理解を深めれば、その設計はほぼ正しい物となり、期待に近い発電量を得る結果となります。以下に説明します手順に従って、システムを構築します。何度か水力発電を触れ、基本的知識があれば、更に良い結果をもたらします。大抵の場合以下の方法はお役に立ちます。

### 発電機の有効回転数

次ページに示す表は水の潜在エネルギーを引き出す為の発電機ローターの回転数を示しています。高低差が多ければそれだけ回転は増加し発電量が増加します。例えば 250mm ペルトンランナーで高低差 30m の場合回転数は 834RPM となり、高出力を得る事が理解できます。調整の最終段階ではステーターとローターの距離微調整で更に出力を引き上げる事も可能です。

ペルトン・ターゴでのランナーの理想的回転数 (RPM)

| 高さ  | ペルトン、ターゴでのランナーの直径(mm) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |           |      |      |      |     |     |     |     |  |
|-----|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|--|
|     | 50                    | 75   | 100  | 125  | 150  | 175  | 200  | 225  | 250  | 275  | 300  | 325       | 350  | 375  | 400  | 425 | 450 | 475 | 500 |  |
| 5   | 1702                  | 1135 | 851  | 681  | 567  | 486  | 426  | 378  | 340  | 309  | 284  | 262       | 243  | 227  | 213  | 200 | 189 | 179 | 170 |  |
| 10  | 2407                  | 1605 | 1204 | 963  | 802  | 688  | 602  | 535  | 481  | 438  | 401  | 370       | 344  | 321  | 301  | 283 | 267 | 253 | 241 |  |
| 15  | 2948                  | 1966 | 1474 | 1179 | 983  | 842  | 737  | 655  | 590  | 536  | 491  | 454       | 421  | 393  | 369  | 347 | 328 | 310 | 295 |  |
| 20  | 3404                  | 2270 | 1702 | 1362 | 1135 | 973  | 851  | 757  | 681  | 619  | 567  | 524       | 486  | 454  | 426  | 401 | 378 | 358 | 340 |  |
| 25  | 3806                  | 2538 | 1903 | 1523 | 1269 | 1088 | 952  | 846  | 761  | 692  | 634  | 586       | 544  | 508  | 476  | 448 | 423 | 401 | 381 |  |
| 30  | 4170                  | 2780 | 2085 | 1668 | 1390 | 1191 | 1042 | 927  | 834  | 758  | 695  | 641       | 596  | 556  | 521  | 491 | 463 | 439 | 417 |  |
| 35  | 4504                  | 3002 | 2252 | 1801 | 1501 | 1287 | 1126 | 1001 | 901  | 819  | 751  | 693       | 643  | 600  | 563  | 530 | 500 | 474 | 450 |  |
| 40  | 4815                  | 3210 | 2407 | 1926 | 1605 | 1376 | 1204 | 1070 | 963  | 875  | 802  | 741       | 688  | 642  | 602  | 566 | 535 | 507 | 481 |  |
| 45  | 5107                  | 3404 | 2553 | 2043 | 1702 | 1459 | 1277 | 1135 | 1021 | 923  | 851  | 786       | 730  | 681  | 638  | 601 | 567 | 538 | 511 |  |
| 50  | 5383                  | 3589 | 2691 | 2153 | 1794 | 1538 | 1346 | 1196 | 1077 | 979  | 897  | 828       | 769  | 718  | 673  | 633 | 598 | 567 | 538 |  |
| 55  | 5646                  | 3764 | 2823 | 2258 | 1882 | 1613 | 1411 | 1255 | 1129 | 1026 | 941  | 869       | 807  | 753  | 706  | 664 | 627 | 594 | 565 |  |
| 60  | 5897                  | 3931 | 2948 | 2359 | 1966 | 1685 | 1474 | 1310 | 1179 | 1072 | 983  | 907       | 842  | 786  | 737  | 694 | 655 | 621 | 590 |  |
| 65  | 6138                  | 4092 | 3069 | 2455 | 2046 | 1754 | 1534 | 1364 | 1228 | 1116 | 1023 | 944       | 877  | 818  | 767  | 722 | 682 | 646 | 614 |  |
| 70  | 6369                  | 4246 | 3185 | 2548 | 2123 | 1820 | 1592 | 1415 | 1274 | 1158 | 1062 | 980       | 910  | 849  | 769  | 749 | 708 | 670 | 673 |  |
| 75  | 6593                  | 4395 | 3296 | 2637 | 2198 | 1884 | 1648 | 1465 | 1319 | 1199 | 1099 | 1014      | 942  | 879  | 824  | 776 | 733 | 694 | 659 |  |
| 80  | 6809                  | 4539 | 3404 | 2724 | 2270 | 1945 | 1702 | 1513 | 1362 | 1238 | 1135 | 1048      | 973  | 908  | 851  | 801 | 757 | 717 | 681 |  |
| 85  | 7019                  | 4679 | 3509 | 2807 | 2340 | 2005 | 1755 | 1560 | 1404 | 1276 | 1170 | 1080      | 1003 | 936  | 877  | 826 | 780 | 739 | 702 |  |
| 90  | 7222                  | 4815 | 3611 | 2889 | 2407 | 2063 | 1806 | 1605 | 1444 | 1313 | 1204 | 1111      | 1032 | 963  | 903  | 850 | 802 | 760 | 722 |  |
| 95  | 7420                  | 4947 | 3710 | 2968 | 2473 | 2120 | 1855 | 1649 | 1484 | 1349 | 1237 | 1142      | 1060 | 989  | 927  | 873 | 824 | 781 | 742 |  |
| 100 | 7613                  | 5075 | 3806 | 3045 | 2538 | 2175 | 1903 | 1692 | 1523 | 1384 | 1269 | 1171      | 1088 | 1015 | 952  | 896 | 846 | 801 | 761 |  |
| 105 | 7801                  | 5200 | 3900 | 3120 | 2600 | 2229 | 1950 | 1733 | 1560 | 1418 | 1300 | 1200      | 1114 | 1040 | 975  | 918 | 867 | 821 | 780 |  |
| 110 | 7984                  | 5323 | 3992 | 3194 | 2661 | 2281 | 1996 | 1774 | 1597 | 1452 | 1331 | 1228      | 1141 | 1065 | 998  | 939 | 887 | 840 | 798 |  |
| 115 | 8164                  | 5442 | 4082 | 3265 | 2721 | 2332 | 2041 | 1814 | 1633 | 1484 | 1361 | 1256      | 1166 | 1088 | 1020 | 960 | 907 | 859 | 816 |  |
| 120 | 8339                  | 5560 | 4170 | 3336 | 2780 | 2383 | 2085 | 1853 | 1668 | 1516 | 1390 | 1283      | 1191 | 1112 | 1042 | 981 | 927 | 878 | 834 |  |
|     | 黄色での回転数は使用不可能         |      |      |      |      |      |      | 何とか可 |      | 可能   |      | 使用に適した回転数 |      |      |      |     |     |     |     |  |

上記の表から、青色の回転数が使用可能な回転数です。結論は 1,200RPM 以下の回転が適しています。この回転以上ではローターはバランス加工を必要とします。最大回転は 1,800RPM でそれ以上の回転では、ローターに異常が発生し、発電不良に陥り、また、本体からの離脱事故発生に繋がります。

ランナーが水車であれ、ペルトンであれ、本発電機の有効回転数のガイドラインが上記の表です。

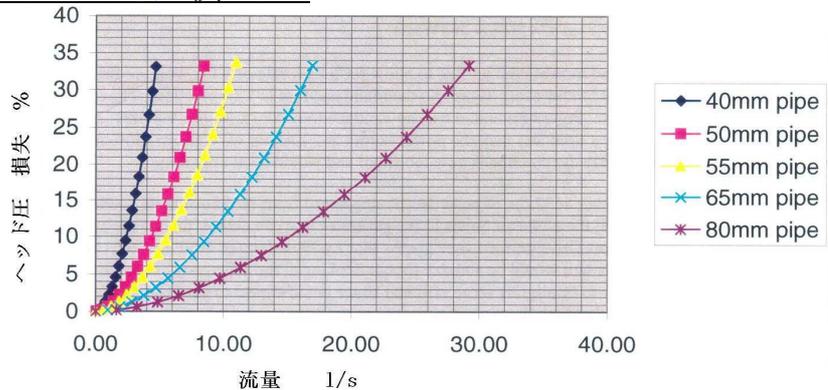
### 静的高低差と有効高低差について:

パイプラインを使用する場合、高低差に応じ静的圧力は比例的に変化します。発電箇所での圧力計の値が 100kPA の場合ヘッド圧は 10m です。もし圧力計が 570kPA を示せば高低差は 57m です。(kPA=キロパスカル)

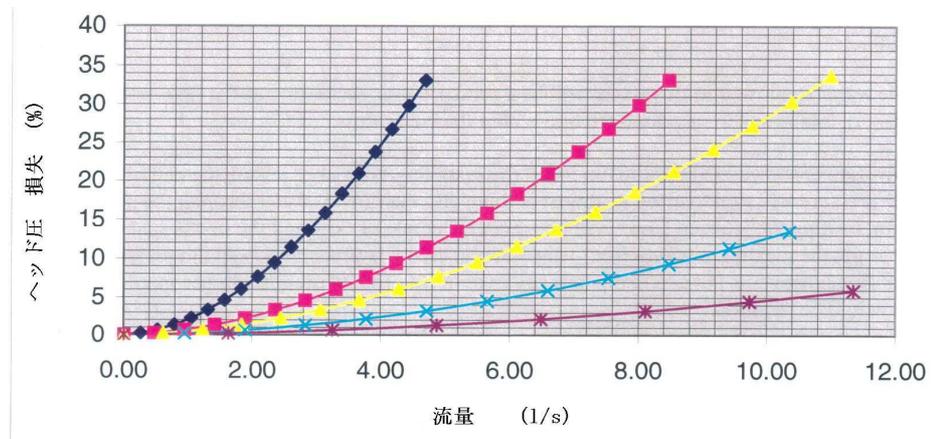
しかし、水が水管を通じで流れる場合、流量が増加するにつれ圧損が生じます。圧損の理由は水管内部の軋轢による抵抗で、水の流れが阻止されます。水管の出口の口径を非常に大きいものとし、流速を最大に引上げたと仮定します。出口の圧力は殆ど無くなり殆どゼロとなり、一方水量は最大に達します。更に出口の口径を引上げれば、反対に水量の増加にならず、この水管は単なる水の通り道となり、ランナーを回転させる力は何もありません。水源からの水を有効にランナーに当てるには水管内部の圧損を可能な限り低く抑える必要があります。圧損を少なくする為には、軋轢の少ない管を選ばざるを得ず大抵高価な水管となってしまう、費用が増加するデメリットが生じます。水管の選定は、経済性、効率の維持の観点で大切な要因です。

この問題を解決する為下記グラフをご利用下さい。市場で入手可能なパイプと流量に応じた圧損率(最大 33%)を示します。得られる管の直径から最大 1/3 の圧損が水力発電には非常に有効と考えられます。又はジェットノズル寸法で 33%の損失の場合、発電に適した口径となります。これ以上口径の寸法を増やしても出力の増加にはなりません。

### 中密度ポリエチレン(MDPE)パイプによる圧損グラフ



### 流量によるヘッド圧ロス(拡大図)



## ペルトンでの水管圧損について

例えば中密度ポリエチレン、直径 50mm、長さ 500 メーターを配管したとします。前頁の圧損のグラフの見方は、流量 2(l/s)で 50mm 管を使う場合 100 メーターの距離で 2.5meter のヘッド圧を失う事となります。500 メーターの距離でのヘッド圧のロス  $5 \times 2.5 = 12.5\text{m}$  です。この距離の損失が実際の高低差の 1/3 に達しない場合 2 (l/s)での流量で最低得られるヘッド圧は  $3 \times 12.5 = 37.5$  メーターとなります。もし実際の高低差が 45m としますと実際の高低差は  $45 - 12.5 = 32.5$  メーターとなり、発電予想は  $: 32.5 \times 2.5 \times 9.8 \times \text{効率 } 50\% = 318\text{W}$  です。

500 メーターの総配管距離で、この例では、許される圧力損は 45 メーターの実際の高低差の 1/3 であり、この 1/3 理論が最大の発電量を生み出します。45m の 3/1 は 15 メーターです。従って 100 メーター辺り 3m の圧損迄許されます。この場合の予想発電量は  $30 \times 2.5 \times 9.8 \times 50\% = 368\text{W}$  となります。

この 1/3 理論の実証の為、ノズルを拡げ 3(l/s)にします。前頁のグラフから、ヘッド圧の損は 100 メーター毎に 5m となります。500 メーターの総延長での圧損は  $5 \times 5 = 25\text{m}$  と計算出来ます。実際の高低差は 45m ですので  $45 - 25 = 20\text{m}$  となります。実際の予想発電量は：

$$20 \times 3 \times 9.8 \times 50\% = 294\text{W}$$

注意：2リッターと3リッターの発電量の差は少し低下と見えますが、水の使用量の差は 50%増加となり、もしどうしても3リッター使いたいのであれば、配管口径を上へ上げなければ、自然エネルギー利用の鉄則に反します。

ペルトンランナー 250mm を使った場合、32.5m の高低差で、速度表を見れば、予想回転数は 850RPM です。24V 用発電機をお求めの場合、この回転数と合致したタイプを探す場合、**テスト集約グラフ**を見れば、 $\Delta$ 結線では 60P、又は 80P が適していることが解ります。どちらのモデルも発電量は同等ですが、**効率カーブ**を見れば 60P の効率の方が多いため、更に発電量の確保が見込めます。

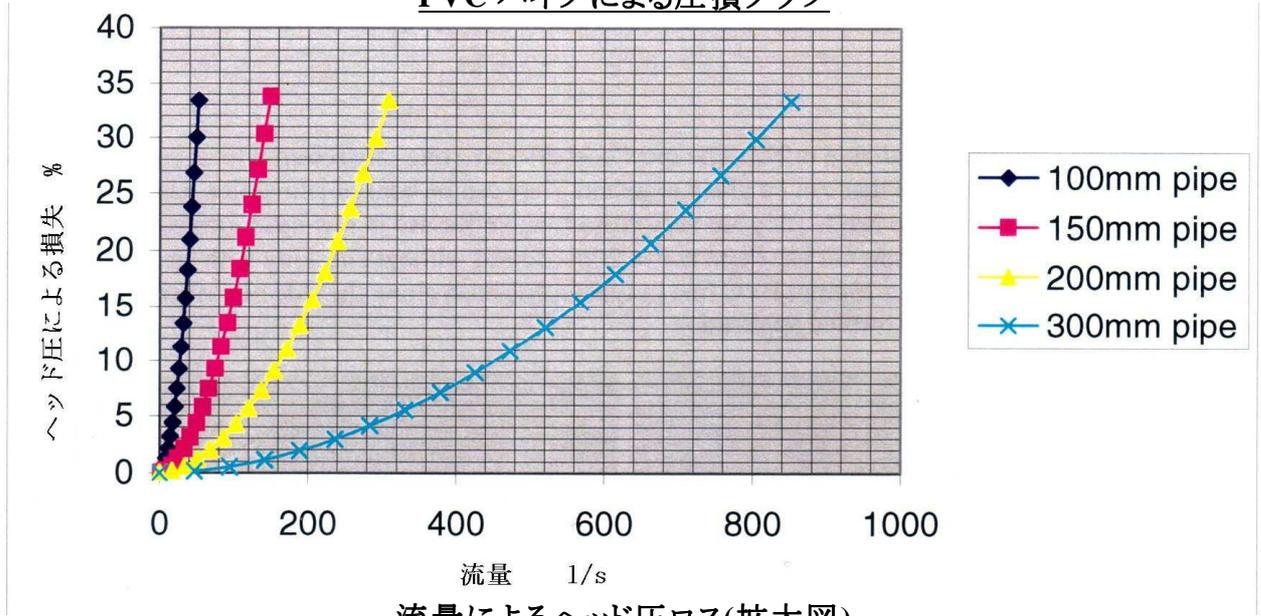
設置後の微調整で、更に発電量を引上げる作業を行います。少し低速に回転している場合には発電機のローターに負荷が掛かりすぎている場合があります。この場合ローターの位置を少し外側にずらしてやると、回転数が上がり、電力の増加に繋がる場合があります。しかし、その位置を更に外した場合、最大地点を外れてしまい、かえって電力の減少に転じます。この場合、元の方角に戻し、最大地点で固定します。

## PVC 配管について

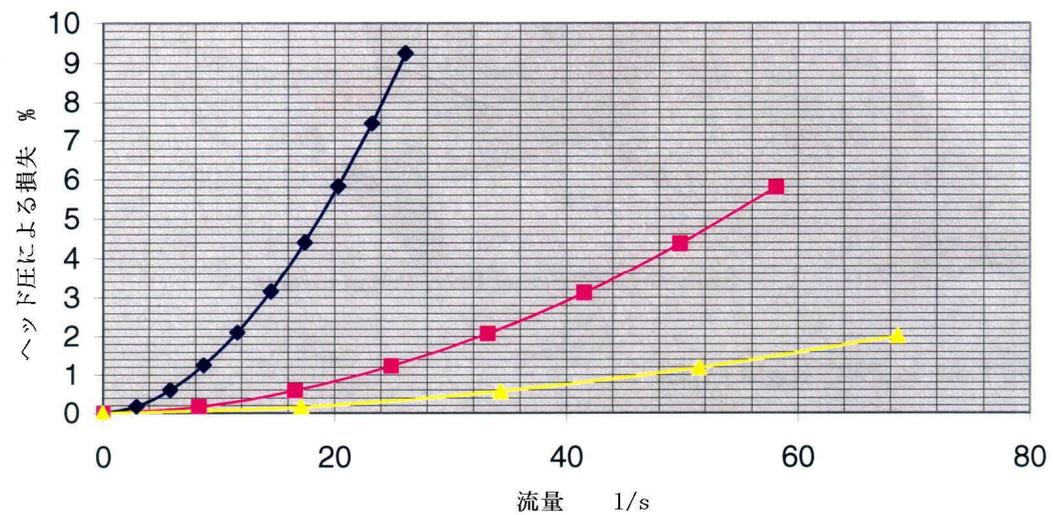
硬質 PVC 管はどこでも入手可能な水管です。排水管として利用され非常に安価で一本の長さは通常 5-6 メーターで、接着剤で繋ぎ合わせます。場所場所で曲げることも可能です。(ガストーチで暖めます) 低落差のターゴ(20メーター程度)によく用いられます。高低差 20メーター以上には耐圧の関係でお勧め出来ません。下記の写真は高低差 5m、150mm 直径のPVC管です。



PVC パイプによる圧損グラフ



流量によるヘッド圧ロス(拡大図)



## ターゴシステムの例

ターゴはペルトンの変形とされています。ペルトン並みの効率を得ることは出来ませんが、ペルトンよりも低ヘッドで高流量を得られる場所での発電に適しています。本発電機では、流量が 10 リッター・秒以上で高低差が 3-15 メーターの環境に適しています。もし流量がこれ以下であれば、ペルトンをご使用下さい。

例えば高低差 6m、流量 20 リッター・秒とします。しかし配管総延長距離は 200m 必要です。ここで前述の 1/3 理論を思い出して下さい。総延長距離で 2m 以上の高低差ロスが生じない管を選ばなければなりません。この例では 100 メーターで 1% 以内となります。前頁の表から 150mm 直径管では 0.8m の圧損であり 200mm パイプでは 0.2m (100 メーター毎) となります。通常 150mm と 200mm での価格差はそう多くなく、そうであれば 200mm を使用されることをお勧めします。しかし実際は以下の通りです：



### 150mm 直径のパイプライン

0.8m (100 メーター距離) の損失は総計 1.6 メーターの損失ですが高低差 6 から 1.6 を差し引きますと有効高低差 4.4m となり、予想発電量は  $4.4 \times 20 \times 9.8 \times \text{効率 } 40\% = 345\text{W}$  (ターゴの効率はペルトンより低いので 50% の代わりに 40% としました)

### 200mm 直径のパイプライン

この場合 100 メーターの距離で 0.2m のロスですから総計 0.4m のロスです。  $6 - 0.4 = \text{有効高低差 } 4.4\text{m}$  となり、発電予想では  $5.6 \times 20 \times 9.8 \times 40\% = 439\text{W}$  となります。

同じ水量でもパイプラインの差で 27% の発電量が発生します。大き目の配管のメリットは水量が増加した場合、更なる発電量を得ることが期待されます。200mm の PVC 管では最大 40 リッター・秒を送れますので同じ発電機で 700W 迄増加します。

## ノズル寸法

以下の表から高低差と利用できる流量データからジェットノズル口径の目安を得ます。ノズルは樹脂製で、現場で小型ナイフで穴を開けることが出来ます。このジェットノズルは安価ですので、試行錯誤で最適な口径を確認してください。通常の流量以上に増える時期には、穴をさらに広げ圧力低下を 1/3 迄にしても、流量で発電量が増加します。



ノズル寸法表 (l/s)での水量

水量

高さ

|     | 3    | 3.2  | 3.4  | 3.6  | 3.8  | 4    | 4.2  | 4.4  | 4.6  | 4.8  | 5    | 5.2  | 5.4  | 5.6  | 5.8  | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 5   | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.10 | 0.11 | 0.12 | 0.14 | 0.15 | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.38 | 0.50 | 0.63 | 0.78 |
| 10  | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.32 | 0.35 | 0.37 | 0.40 | 0.54 | 0.70 | 0.89 | 1.10 |
| 15  | 0.12 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.19 | 0.22 | 0.24 | 0.26 | 0.29 | 0.31 | 0.34 | 0.36 | 0.39 | 0.42 | 0.45 | 0.49 | 0.66 | 0.86 | 1.09 | 1.35 |
| 20  | 0.14 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.22 | 0.25 | 0.27 | 0.30 | 0.33 | 0.36 | 0.39 | 0.42 | 0.45 | 0.49 | 0.52 | 0.56 | 0.76 | 1.00 | 1.26 | 1.56 |
| 25  | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.23 | 0.25 | 0.28 | 0.31 | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.43 | 0.47 | 0.51 | 0.55 | 0.59 | 0.63 | 0.85 | 1.11 | 1.41 | 1.74 |
| 30  | 0.17 | 0.20 | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.30 | 0.34 | 0.37 | 0.40 | 0.44 | 0.48 | 0.52 | 0.56 | 0.60 | 0.64 | 0.69 | 0.93 | 1.22 | 1.54 | 1.91 |
| 35  | 0.19 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.30 | 0.33 | 0.36 | 0.40 | 0.44 | 0.47 | 0.51 | 0.56 | 0.60 | 0.65 | 0.69 | 0.74 | 1.01 | 1.32 | 1.67 | 2.06 |
| 40  | 0.20 | 0.23 | 0.25 | 0.29 | 0.32 | 0.35 | 0.39 | 0.43 | 0.47 | 0.51 | 0.55 | 0.60 | 0.64 | 0.69 | 0.74 | 0.79 | 1.08 | 1.41 | 1.78 | 2.20 |
| 45  | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.30 | 0.34 | 0.37 | 0.41 | 0.45 | 0.49 | 0.54 | 0.58 | 0.63 | 0.68 | 0.73 | 0.79 | 0.84 | 1.14 | 1.49 | 1.89 | 2.33 |
| 50  | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.32 | 0.36 | 0.39 | 0.43 | 0.48 | 0.52 | 0.57 | 0.62 | 0.67 | 0.72 | 0.77 | 0.83 | 0.89 | 1.21 | 1.57 | 1.99 | 2.46 |
| 55  | 0.23 | 0.26 | 0.30 | 0.33 | 0.37 | 0.41 | 0.46 | 0.50 | 0.55 | 0.59 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.81 | 0.87 | 0.93 | 1.26 | 1.65 | 2.09 | 2.58 |
| 60  | 0.24 | 0.28 | 0.31 | 0.35 | 0.39 | 0.43 | 0.48 | 0.52 | 0.57 | 0.62 | 0.67 | 0.73 | 0.79 | 0.85 | 0.91 | 0.97 | 1.32 | 1.72 | 2.18 | 2.70 |
| 65  | 0.25 | 0.29 | 0.32 | 0.36 | 0.41 | 0.45 | 0.49 | 0.54 | 0.59 | 0.65 | 0.70 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1.01 | 1.37 | 1.80 | 2.27 | 2.81 |
| 70  | 0.26 | 0.30 | 0.34 | 0.38 | 0.42 | 0.47 | 0.51 | 0.56 | 0.62 | 0.67 | 0.73 | 0.79 | 0.85 | 0.91 | 0.98 | 1.05 | 1.43 | 1.86 | 2.36 | 2.91 |
| 75  | 0.27 | 0.31 | 0.35 | 0.39 | 0.44 | 0.48 | 0.53 | 0.58 | 0.64 | 0.69 | 0.75 | 0.81 | 0.88 | 0.94 | 1.01 | 1.08 | 1.48 | 1.93 | 2.44 | 3.01 |
| 80  | 0.28 | 0.32 | 0.36 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.66 | 0.72 | 0.78 | 0.84 | 0.91 | 0.98 | 1.05 | 1.12 | 1.52 | 1.99 | 2.52 | 3.11 |
| 85  | 0.29 | 0.33 | 0.37 | 0.42 | 0.46 | 0.51 | 0.57 | 0.62 | 0.68 | 0.74 | 0.80 | 0.87 | 0.94 | 1.01 | 1.08 | 1.15 | 1.57 | 2.05 | 2.60 | 3.21 |
| 90  | 0.30 | 0.34 | 0.38 | 0.43 | 0.48 | 0.53 | 0.58 | 0.64 | 0.70 | 0.76 | 0.83 | 0.89 | 0.96 | 1.04 | 1.11 | 1.19 | 1.62 | 2.11 | 2.67 | 3.30 |
| 95  | 0.31 | 0.35 | 0.39 | 0.44 | 0.49 | 0.54 | 0.60 | 0.66 | 0.72 | 0.78 | 0.85 | 0.92 | 0.99 | 1.06 | 1.14 | 1.22 | 1.66 | 2.17 | 2.75 | 3.39 |
| 100 | 0.31 | 0.36 | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.56 | 0.61 | 0.67 | 0.74 | 0.80 | 0.87 | 0.94 | 1.01 | 1.09 | 1.17 | 1.25 | 1.70 | 2.23 | 2.82 | 3.48 |

m

|     | 12   | 14   | 16   | 18    | 20    | 22    | 24    | 26    | 28    | 30    | 32    |
|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 5   | 1.12 | 1.52 | 1.99 | 2.52  | 3.11  | 3.77  | 4.48  | 5.26  | 6.10  | 7.00  | 7.97  |
| 10  | 1.58 | 2.16 | 2.82 | 3.56  | 4.40  | 5.33  | 6.34  | 7.44  | 8.63  | 9.90  | 11.27 |
| 15  | 1.94 | 2.64 | 3.45 | 4.37  | 5.39  | 6.52  | 7.76  | 9.11  | 10.56 | 12.13 | 13.80 |
| 20  | 2.24 | 3.05 | 3.98 | 5.04  | 6.22  | 7.53  | 8.96  | 10.52 | 12.20 | 14.00 | 15.93 |
| 25  | 2.51 | 3.41 | 4.45 | 5.64  | 6.96  | 8.42  | 10.02 | 11.76 | 13.64 | 15.66 | 17.81 |
| 30  | 2.74 | 3.74 | 4.88 | 6.17  | 7.62  | 9.22  | 10.98 | 12.88 | 14.94 | 17.15 | 19.51 |
| 35  | 2.96 | 4.03 | 5.27 | 6.67  | 8.23  | 9.96  | 11.86 | 13.91 | 16.14 | 18.53 | 21.08 |
| 40  | 3.17 | 4.31 | 5.63 | 7.13  | 8.80  | 10.65 | 12.68 | 14.88 | 17.25 | 19.80 | 22.53 |
| 45  | 3.36 | 4.57 | 5.98 | 7.56  | 9.34  | 11.30 | 13.44 | 15.78 | 18.30 | 21.01 | 23.90 |
| 50  | 3.54 | 4.82 | 6.30 | 7.97  | 9.84  | 11.91 | 14.17 | 16.63 | 19.29 | 22.14 | 25.19 |
| 55  | 3.72 | 5.06 | 6.61 | 8.36  | 10.32 | 12.49 | 14.86 | 17.44 | 20.23 | 23.22 | 26.42 |
| 60  | 3.88 | 5.28 | 6.90 | 8.73  | 10.78 | 13.04 | 15.52 | 18.22 | 21.13 | 24.26 | 27.60 |
| 65  | 4.04 | 5.50 | 7.18 | 9.09  | 11.22 | 13.58 | 16.16 | 18.96 | 21.99 | 25.25 | 28.72 |
| 70  | 4.19 | 5.71 | 7.45 | 9.43  | 11.64 | 14.09 | 16.77 | 19.68 | 22.82 | 26.20 | 29.81 |
| 75  | 4.34 | 5.91 | 7.71 | 9.76  | 12.05 | 14.58 | 17.36 | 20.37 | 23.62 | 27.12 | 30.86 |
| 80  | 4.48 | 6.10 | 7.97 | 10.08 | 12.45 | 15.06 | 17.93 | 21.04 | 24.40 | 28.01 | 31.87 |
| 85  | 4.62 | 6.29 | 8.21 | 10.39 | 12.83 | 15.53 | 18.48 | 21.68 | 25.15 | 28.87 | 32.85 |
| 90  | 4.75 | 6.47 | 8.45 | 10.69 | 13.20 | 15.98 | 19.01 | 22.31 | 25.88 | 29.71 | 33.80 |
| 95  | 4.88 | 6.65 | 8.68 | 10.99 | 13.56 | 16.41 | 19.53 | 22.92 | 26.59 | 30.52 | 34.73 |
| 100 | 5.01 | 6.82 | 8.91 | 11.27 | 13.92 | 16.84 | 20.04 | 23.52 | 27.28 | 31.31 | 35.63 |

## ノズル口径の計算例

ペルトンに戻りますが、37.5m で 2 l/s を見ます。2 リッターで 32m 辺りのお勧め口径は 10mm と示されています。ターゴの例での 20 l/s で 5.4m の高さでは:4 ノズルにした場合  $20 \div 4 = 5$  l/s ですので、24mm ノズルで開始し、現場で微調整行います。本ノズルでの最大の口径は 32mm 迄しか開けられないのでノズル数で調整します。

## プロペラやカプランの場合

この種のランナーは船のスクリューに似たプロペラを使用します。構造は簡単で低ヘッドで高回転が可能です。その為低ヘッド(1-3 メーター程度)で使用され、洪水の危険から、発電機をさらに上側に設置して使用されています。

利点は:

- ・ 水車と同程度の高効率(50%)
- ・ 水車に比べ低価格
- ・ 水の洪水危険を考慮した高さに発電機を取り付けられる
- ・ 直接に軸と結合する為に高効率

欠点は:

- ・ 流れの中の枯葉や木屑などの攻撃にプロペラの停止が予想されている
- ・ 大きな魚は通過出来ない
- ・ 魚の保護、雑物よりの保護の為取水口での対策が必要で価格が上昇
- ・ 水車に比べ流量変化に敏感

## 風力発電への応用

資料無しから風力発電を試みる場合、大抵の場合、成功は見込めません。風力発電機の製作は簡単でなく、また経験からの微調整が求められます。市販の商品を購入し、組み立てる以上に 5 倍以上の努力が必要でしょう。もしどうしても自分で作りたいのであれば、弊社にお問い合わせ下さい:キット販売の**可能性**があります。風力発電機は専門家でも設計製作は困難で予想もしない成功は望めません。

小型の発電機は通常 400W 迄で回転数は 200-1000RPM です。発電開始速度は 200-300RPM が理想で、最大発電量は 1000RPM 迄です。



発電機の選定（この分野は特別注文になります）

- ・ 12V 用： 80SP デルタ結線
- ・ 24V 用： 80SP スター結線
- ・ 48V 用： 100S スター結線

小型風力発電機はその発電量から、80SP〈デルタ又はスター〉をお勧めしています。

### 回転開始の容易性について；

風力発電で望まれるのは、微風でも回転しないか？と質問されます。永久磁石を使っていますので、ある程度の風速に達しないと、回転が始まりませんし、最初の回転は、カクカクと、ぎごちない動きをします。磁力を弱めれば、解決するのですが、発電量を得る為には強力な磁場は必要です。この開始抵抗は以下のように分析出来ます。

停止位置から回転を開始する場合に、先ず磁場から出なければなりません。その停止位置をずれると、自由になれますが次の磁場で又停止する力が起こります。その為羽が動こうとしても、阻止されます。風向きに羽が正しい位置に置かれていない場合、更に風の力を利用出来ません。回転開始でのいかなる抵抗も、作動開始の邪魔になっています。



左の写真は、パイプ手はかりをローターに装着し、ローター回転の抵抗がどれくらいあるのかを測定しています。（バネはかりです。）

私たちはこの開始時での、回転のスムーズ性を改良する方法も見出しています。改良した発電機はその追加工事の為価格は高めとなりますが、発電量の増加により、償却はかえって短期間となります。回転を阻止する抵抗はグラム単位となります。

|     | ローター1〈小型マグネット型〉 | ローター2〈大型マグネット型〉 |
|-----|-----------------|-----------------|
| 改良前 | 1600-1650       | 900-950         |
| 改良後 | 600-650         | 450-500         |
| 改良率 | 63%             | 50%             |

**改良前**のローターを取り付けた、6枚羽根、直径 1.5 メーターの発電機では、風速 7.7~8.3m/s に達しないと回転しませんでした。羽根の寸法を更に大きくする事による低速での回転スタートは強風では問題が大きくなり、薦められません。出来るだけ微風での回転には 1.5 - 2 メーター直系の羽根で、数を増やす事も考慮に入れています。

改良方法は非常に簡単でした。〈そこに到達するには困難でしたが〉。固定側コイルに含まれる磁石の頭のスタイルを、四角形の角ばった状態から、円形に削りだした訳です。この角度と深みはノウハウです。深く削ると再度抵抗力が復帰します。この微妙な削りだしが、風力発電に適した改良と言えます。現在、発電開始風速は 5m/s で行なわれます。これ以下でも回転はしますが有効な発電量をもたらしません。10m/s では 400w, 13m/s で 700W 発電が確認出来ました。それ以

上の風速では、電力増加はありません。以下の写真は、固定コイル上の磁石の改良工事風景です。削りだした後、ポリウレタン樹脂で、再度コイル金属の保護幕を塗布し、完成します。



## 紫外線対策

元来この発電機は機械内部組み込み用に設計されており、直射日光や雨から保護しなければなりません。樹脂製水バケツを適当にカットし、カバーとして取り付けておきます。

## ガソリン、灯油エンジン

小型のガソリンエンジンの回転数は通常 3500RPM です。もし、この種のエンジンに連結して使用される場合 2:1 に減速して使用しなければなりません。本発電機の回転数は 3500RPM で使用不可能なので、2:1 の減速で 1750RPM にします。3.5hp の芝刈り機で 1kW の発電が可能です。この高回転では、ローターの不安定回転の恐れのため、安全カバーで覆う必要があります。

お勧めモデルは:

- \*12V 蓄電池充電用 100SP デルタ
- \*24V 80SP デルタ

## 蓄電池への距離

発電場所から、蓄電池小屋までの距離に応じ使用電線の寸法を変化させる事は非常に重要なポイントです。もし電線コストが非常に投資に占める割合に影響が大なる場合、48V システムは経済的と言えます。

電線寸法の単位は  $\text{mm}^2$  です。例えば 400W 発電で 12V のシステムの場合アンペア値は:  
 $400 \div 12 = 33.3$  アンペアとなります。

電線の寸法はその電流値と距離を掛け合わせ、**水力の場合 50**、**風力の場合 200** で割ります。風力発電の場合例えば 50 メーターの距離とすると、 $33.3 \times 50 / 200 = 8.3 \text{ mm}^2$  となり近い寸法は  $10 \text{ mm}^2$  が最適です。この場合一定速度 10m/s を考えた物です。実際この様な強風がコンスタントに吹くとは思えません。この寸法では、このワット数での損失は無視できます。勿論強風になり発電量が増加すると、電線のロスが大きくなりますが、一時的な物として考えます。

水力の場合発電量は一定と考えますので、損失のない電線を選定しなければなりません。同じ発電量で計算しますと、 $33.3 \times 50 / 50 = 33.3 \text{ mm}^2$  が必要で、前後の  $25 \text{ mm}^2$  又は  $35 \text{ mm}^2$  を選びます。相当距離がある場合は高圧で送電し、蓄電池側で整流し直流変換するシステムもご利用頂けます。ご相談下さい。

## デルタ、スター 配線の変更方法

配線の変更に必要な道具類一式



ガストーチ(絶縁ラッカーを溶かす目的)、絶縁電線(3色準備)、熱収縮チューブ(新しい結合部の絶縁用)、カッター、ワイヤーストリッパー、結合部品、ねじ回し、ホットメルトガン、半田ごて

**結線方法に関して:**市場の他社の小型水力発電機はデルタ結線出荷されています。またある場合にはスター結線の物も見受けられます。日本の販売代理店として、私たちはインターネットでどのように薦められているのか調査してみました。結論は、現場でどちらが良いか試すしかなさそうです。以下は例です:

**質問:** 電気についてです。スター結線、デルタ結線、利点がよくわかりません。 <<.(>-<).>>  
どちらがよく使われているのですか?

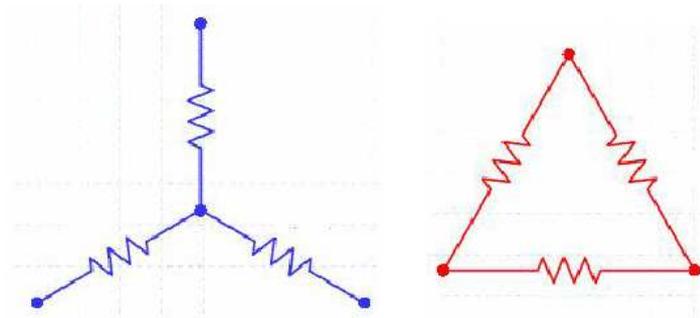
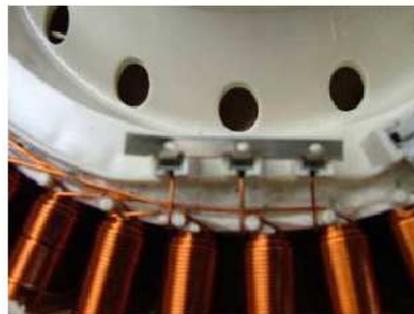
回答:(1)スター結線は中点が取れるので接地に便利ですが  
デルタ結線は細い巻き線でも大電流が流せます。  
どちらが良く使われているかはわかりません。

(2)接地する必要がなければデルタ( $\Delta$ )結線の方がよく使われます。

3相3線式においてスター(Y)結線を用いるとスター(Y)のうち一つが駄目になると三線のうち一つの線が使えなくなります。ところがデルタ( $\Delta$ )結線なら、3つのうち一つの線が駄目になっても、V結線となるので、調整さえすれば三線を無駄なく(...  $\Delta$ 結線よりは若干の無駄がある)使用出来ます。

本発電機はモーターでもあり、3相用に線が巻かれています。固定側(ステーター)に6個の接続点が見え、各相に2つの出力線が出ています。多くの皆様はモーターがスター結線、若しくはデルタ結線の何れかであることには注意を払われたいでしょう。性能を最高に引き出すには、どちらかの選定もオプションの一つとなり、本発電機ではその改良を行う事が出来ます。

#### スター結線の出力部



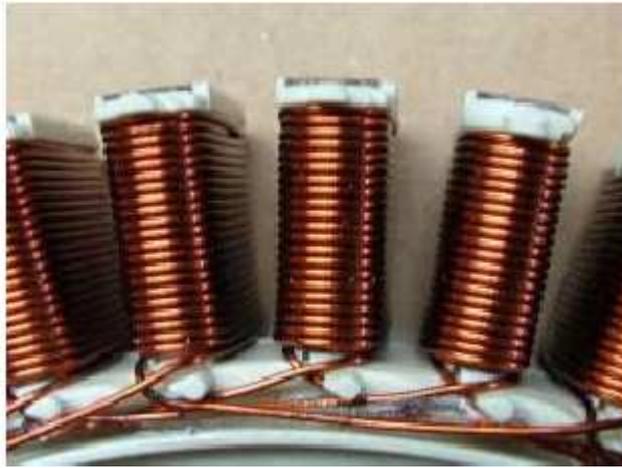
スター

デルタ

銅線を巻かれる指先みたいな各相は合計14個あり(14×3相=合計42指)、出荷時はスター結線です。上部にスター結線の出力部の写真を載せています。歴史を追って巻き線の種類を説明します。

#### 第一世代のステーター(100S スター)

銅線の寸法ですぐ判明できます。線の太さは約1mm直径あり、シリーズで接合され、全体をスターにしていますので、100S スターと呼んでいます：各相の抵抗は1Ωです。



### **第二世代のステーター(80S スター)**

巻き線で判断します。綺麗に巻かれています。銅線の直径は 0.8mm でシリーズ接合、スター出力ですので、**80S スター**と呼んでいます。各総の抵抗は 5.8Ωです。



### **第三世代のステーター(60S スター)**

同じく巻き線の太さが 0.60mm で判断します。シリーズ接合、スター出力 **60S スター**と呼びます。各相での抵抗は 15.2Ωです。



## ローター側について(永久磁石側、回転側)

第一世代は 56 個のマグネット数で、100S と組み合わせられて使用されました。第二世代では見かけは 14 個の大きい磁石に見えますが、実際はその中に 4 個に分離された磁石が内蔵されています。



第一世代



第二世代

## 整流器について

本発電機は 3 相の交流発電機です。ブラシレスを採用していますので、交流となります。直流変換には 3 相の整流器を使用します。購入することも、自分で手配することも自由です。単相使用を組み合わせ 3 相用をご自分で作成される方が 3 相専用販売されている物より安価になります。車用のものは 3 相で、カーショップで容易に購入出来ます。



車用



3 相専用電気部品



自作例

車用では放熱板が正 又は負があります、3 相ターミナルがはっきり見えます。

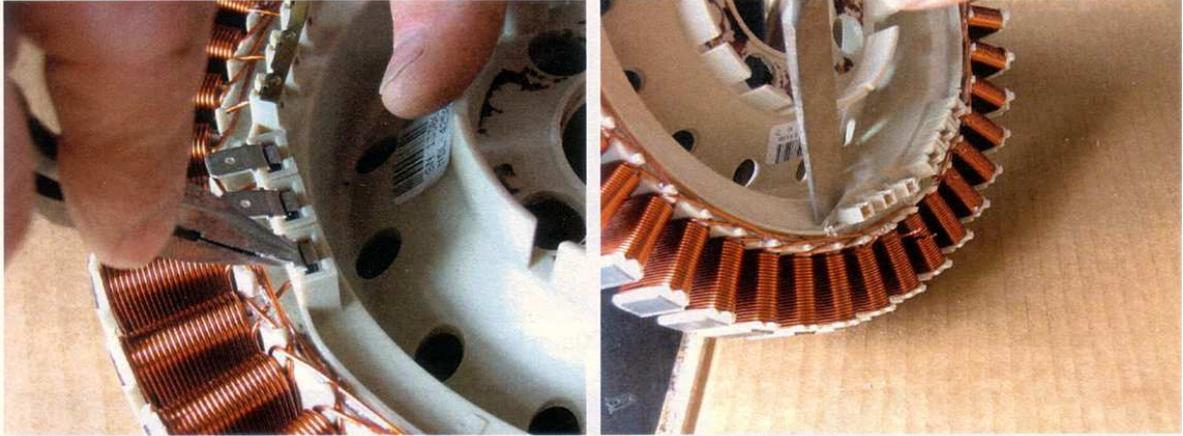
3 相専用は大型は高価な物で、5 個のターミナルが見えます。

自作では 3 個の単相用を利用し、正負を全て半田づけします。AC のそれぞれの相を整流器に繋ぎます。

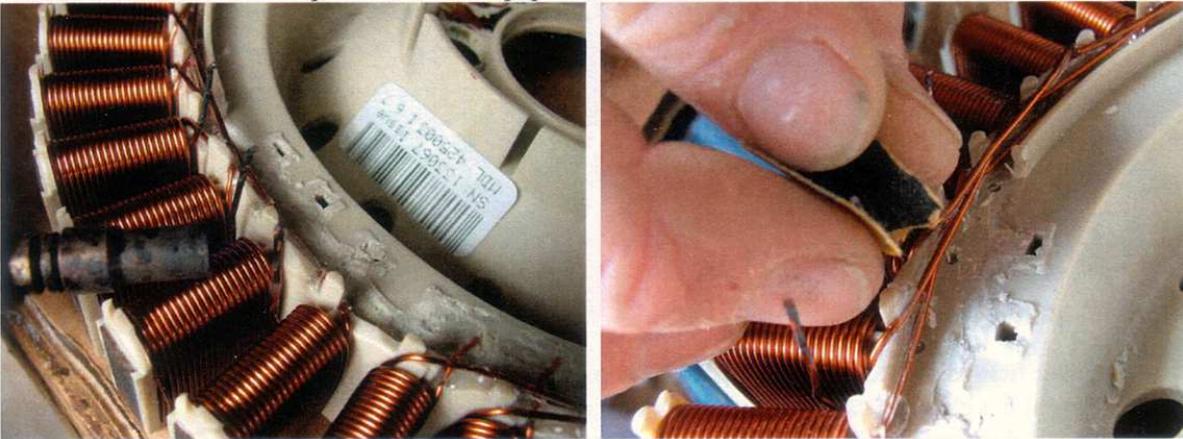
さて、いよいよスター、デルタ結線の配線方法を次ページで説明いたします。

## スターからデルタに変換

- ・ コネクターを取り外し、電線の終わりを自由にします。
- ・ プラスチックラグをのみで外します



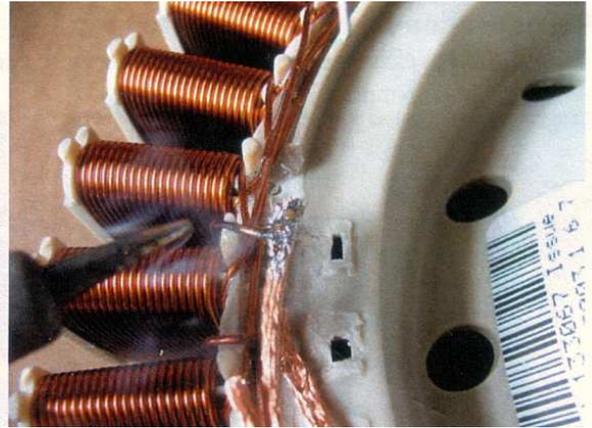
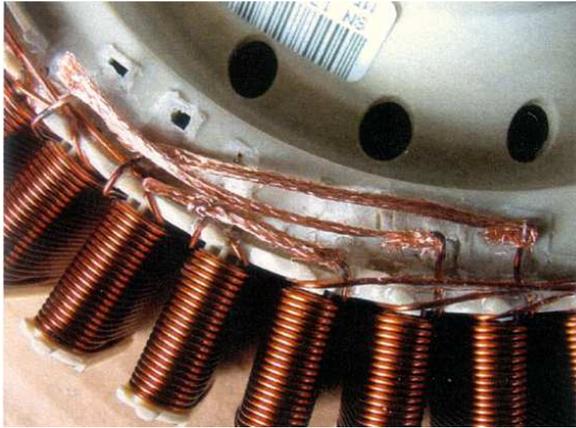
- ・ プロパントーチで6本の線のラッカーを焼きます
- ・ サンドペーパーでラッカーを剥がします



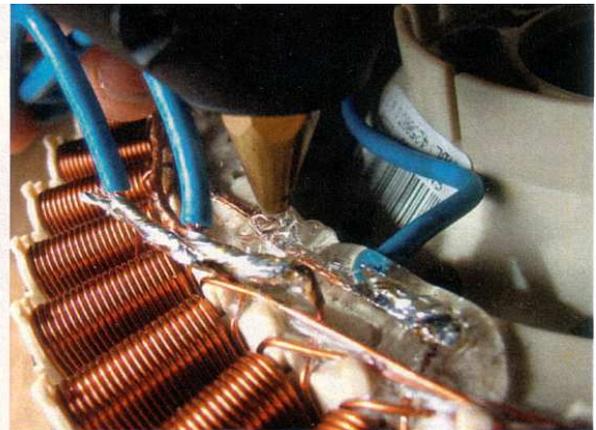
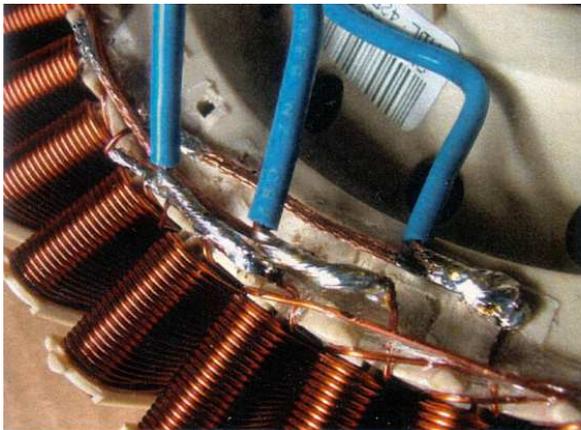
- ・ 銅線を用意し、半田を用意します
- ・ 銅線のからみを確実にして半田づけを行います。



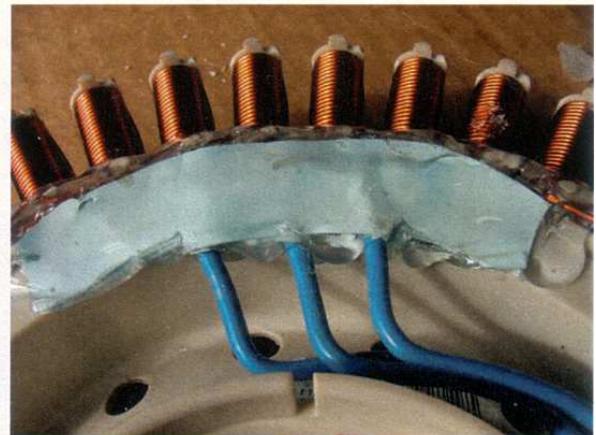
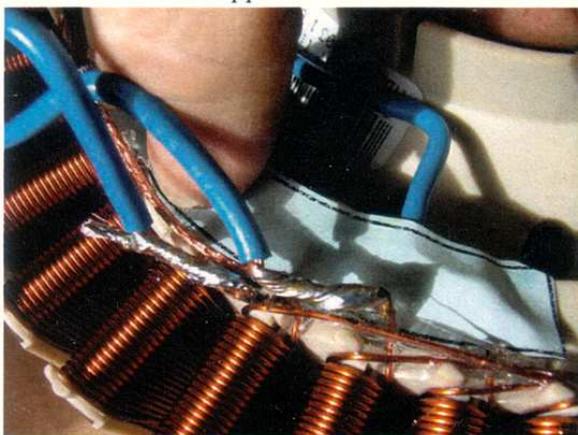
- ・ 時計回転方向に応じて6本の線に1-6の番号を振ります
- ・ 1と5を繋ぎます
- ・ 2と6を繋ぎます
- ・ 3と4を繋ぎます
- ・ 全ての結合に半田づけを行います。



- 1相毎に 300mm の長さで銅線の延長部を半田づけする
- ホットメルトで最初の結合部を覆う



- 絶縁チューブを最初の結合部に挿し込み、指先で押して、ホットメルト接着剤と接合
- 次の相に対し同じ手順でホットメルトと絶縁チューブを接着
- 完成した写真がデルタ結線です。



もし、スター結線からデルタ結線にいつでも変更したい準備を行いたい場合、樹脂製ラグから取り除いた後最初に露出している 6 本の線の出先を半田付けしておきます。

スター結線には:

1,2,3 を結合し絶縁します。他の 3 本線が 3 相になります。

デルタ結線には:

1と5を結線

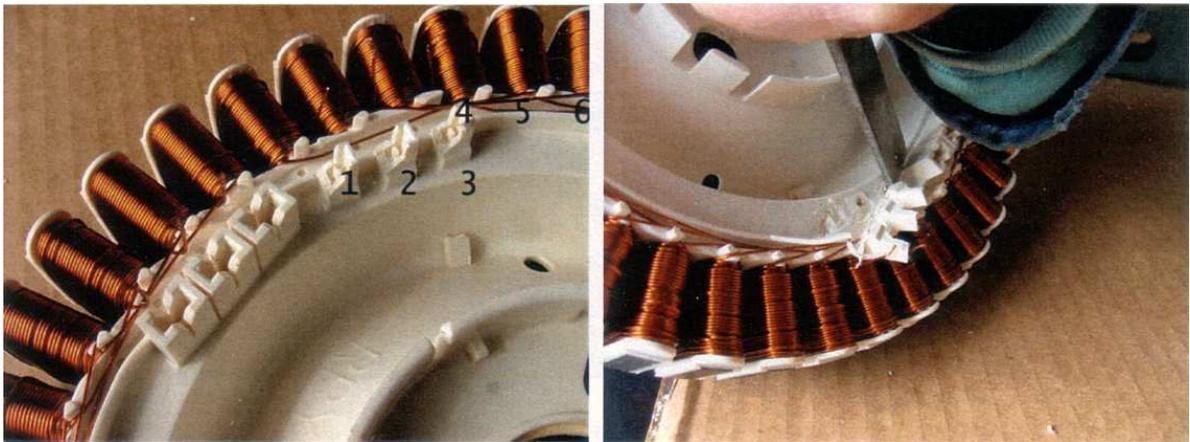
2と6を結線

3と4を結線

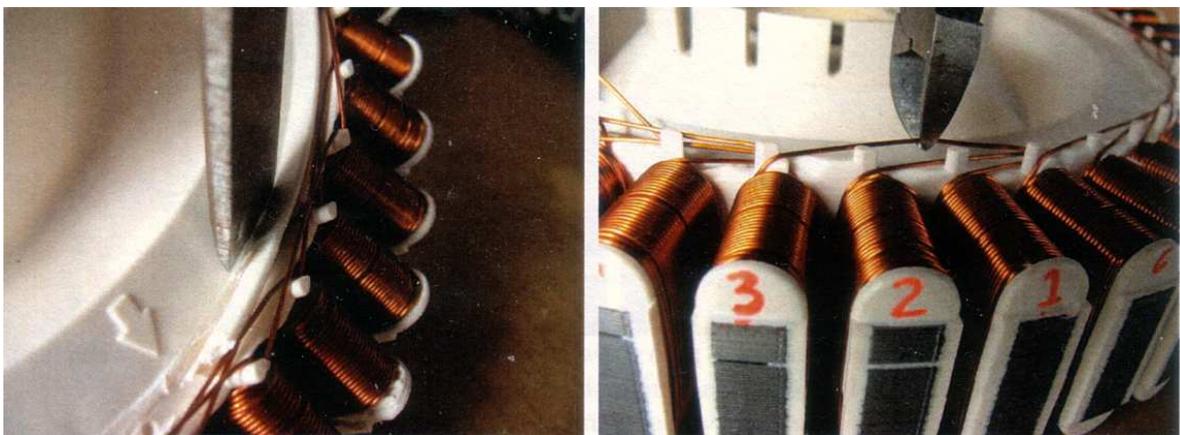
それら対の線が 3 相を形成

### シリーズ結合(S)を半分シリーズ:半分パラレルに改造

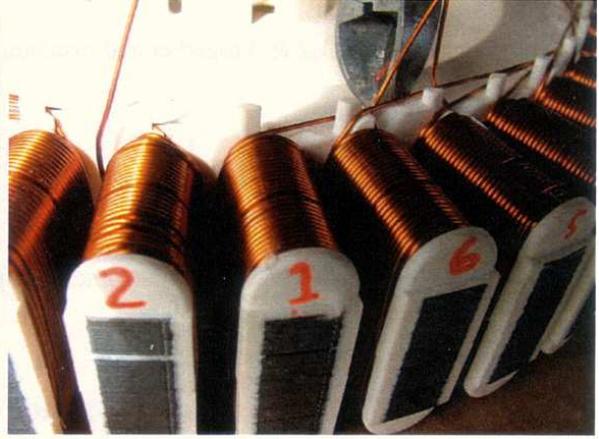
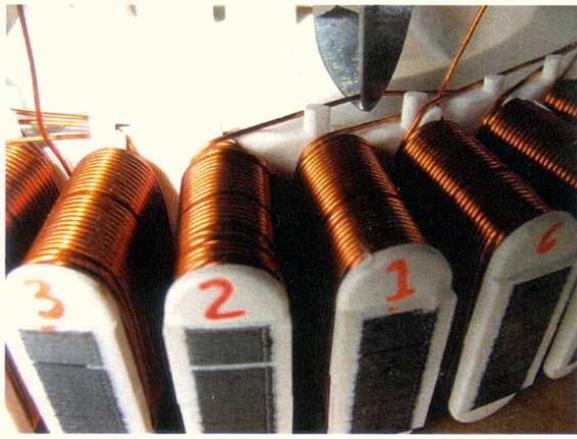
- ・ 樹脂製ラグから線を剥がす
- ・ のみで樹脂製ラグを取り去る



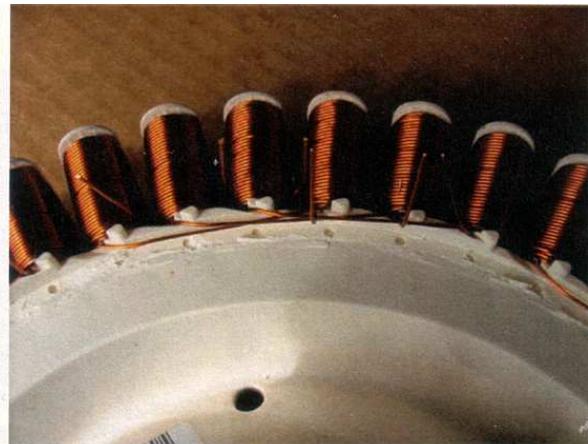
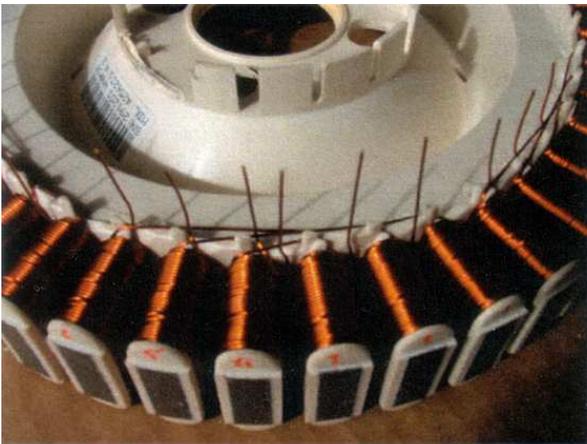
- ・ 樹脂の端を取り去り電線の作業をし易くする
- ・ 時計回転方向に、各指状コイルの端に上記写真のように 1,2,3,4,5,6 と番号を付ける
- ・ 時計回転方向でNo. 1は六番のワイヤー中 4 番目とします:**重要です**
- ・ 写真のように 3 番目の線の中央をカット
- ・ 写真のように 2 番目の線の中央をカット
- ・ 写真のように 1 番目の線の中央をカット



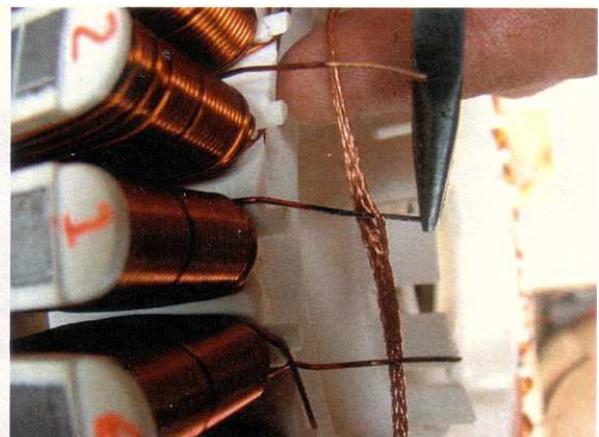
- ・ 残りの電線番号 1,2,3 に対し上記の 3 種のカットを行います。



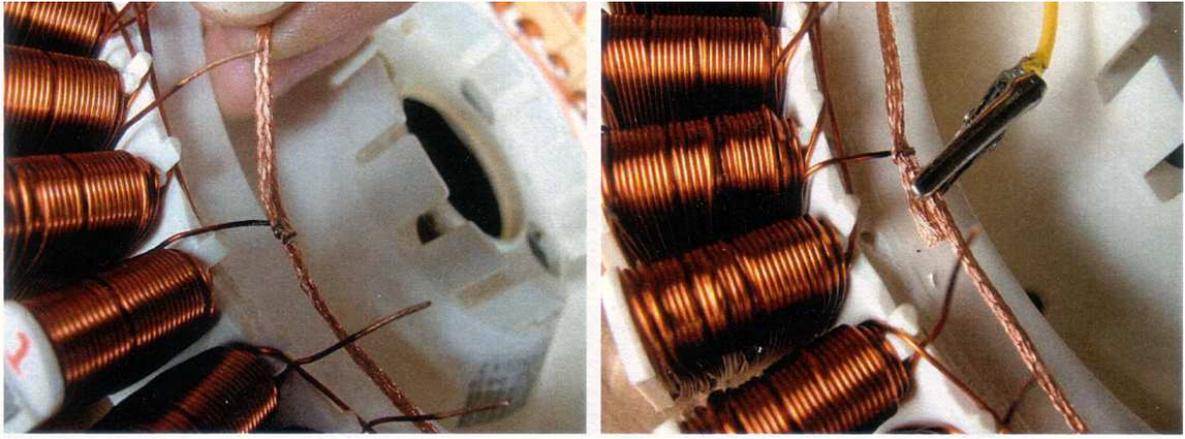
- 全てカット後は写真の様になります
- 6指のそれぞれのグループは未だ3本の未カット線で繋がっています



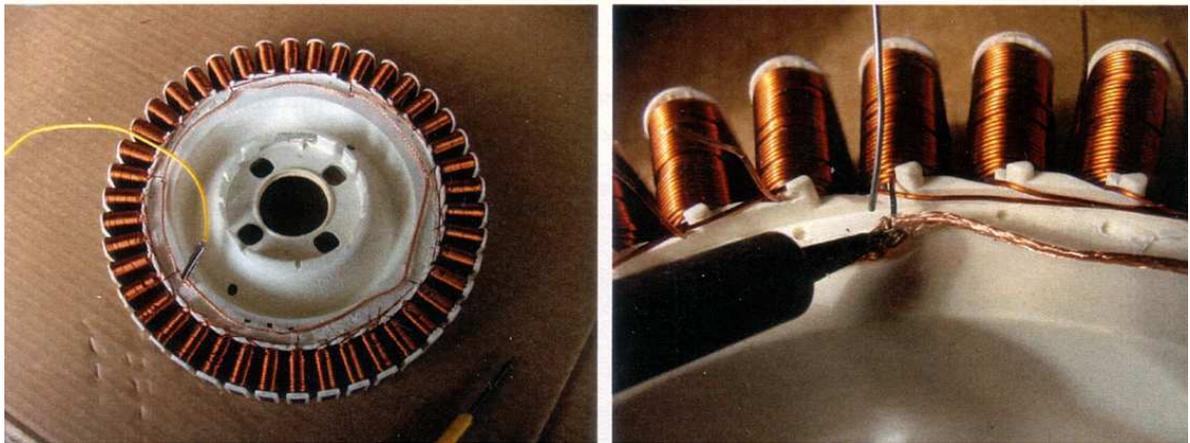
- ガストーチでカット線の先のラッカーを燃やします
- サンドペーパーでラッカーを取り去ります
- 銅シールド線とフラックス入り半田を準備して下さい
- 1番と記号を付けられた全ての電線を銅シールド線で結合します



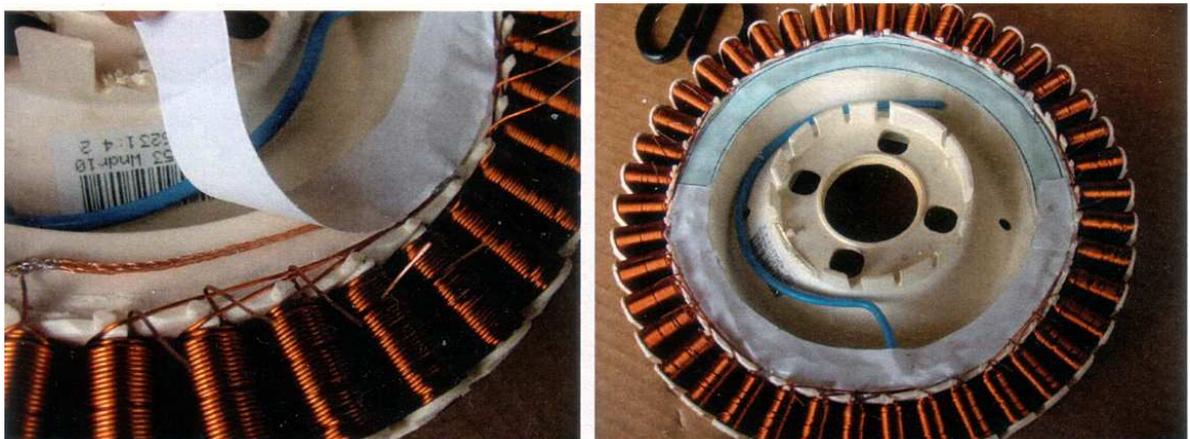
- 銅シールド線に密着できるように線を線を絡ませ、ペンチで押して密着させます
- この銅シールドは7個のNo. 1の線でループ状になります。
- わに口クリップで、銅シールド線を輪にし半田付けを行います



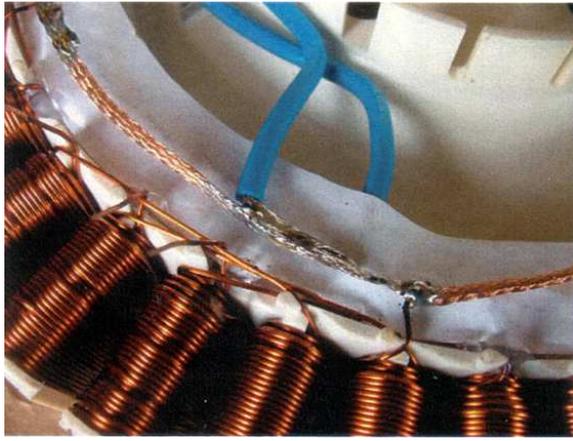
- この作業での様子は以下の様になっているはずです
- 全ての結合部に半田づけを行います



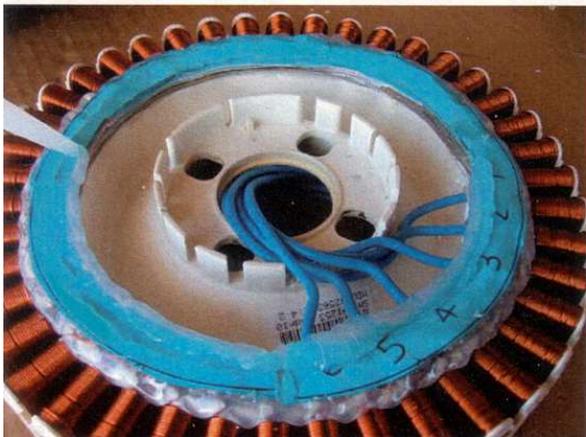
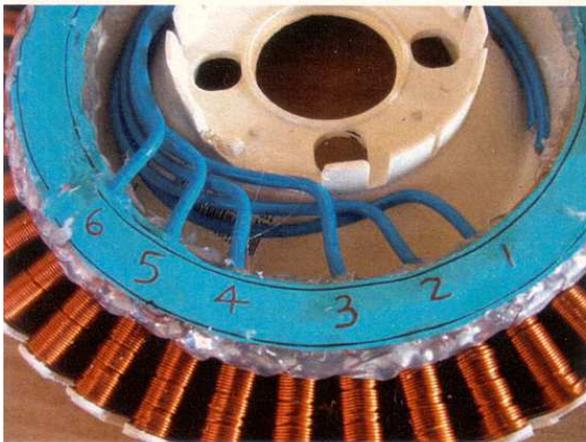
- 絶縁銅線の先 300mm 長さを銅金網線と半田づけ
- ホットメルトを銅ループ線で覆いそこに絶縁カバーテープを固定
- 完成後は下の写真のようになります



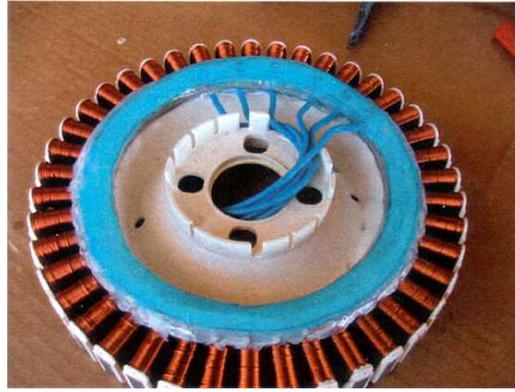
- 第二番目の線 7 本を同様に接続します



- 第三の線 7 本を同様にまとめる
- 第四の線 7 本を同様にまとめる
- 第五の線 7 本を同様にまとめる
- 第六の線 7 本を同様にまとめる
- 6層が完了後一番上の層に写真の様に 1-6 の番号を書く
- 最後にシリコンのカバーを貼り平坦にする。灯油を指で少量のぼすと平坦になります  
作業には保護手袋着用のこと



- ・ 最終には以下の様になります。



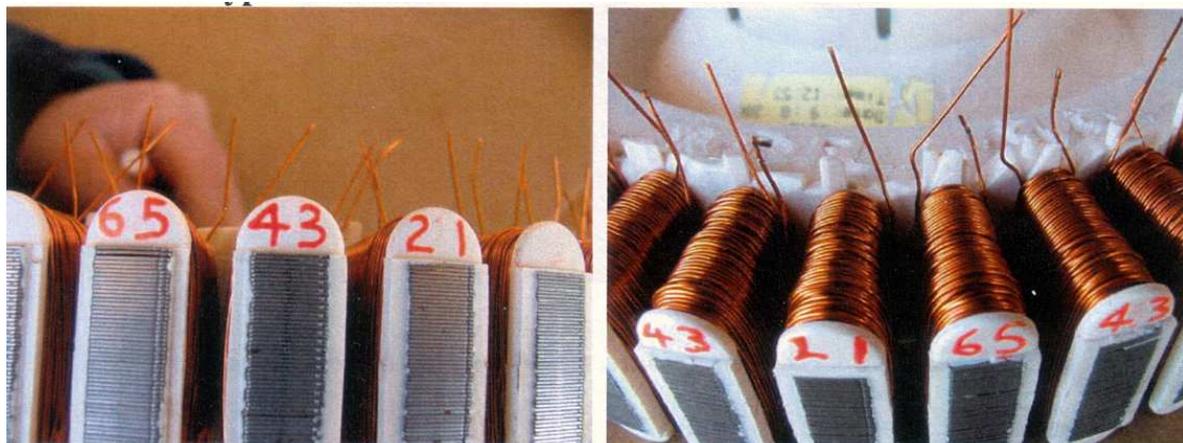
スター結線には: 1,2,3 を結合し、絶縁する。他の 3 本が 3 相になる  
デルタ結線には: 1+5, 2+6, 3+4 を結線し、3 相となる。

### シリーズ結合(S)をパラレル(P)に変更

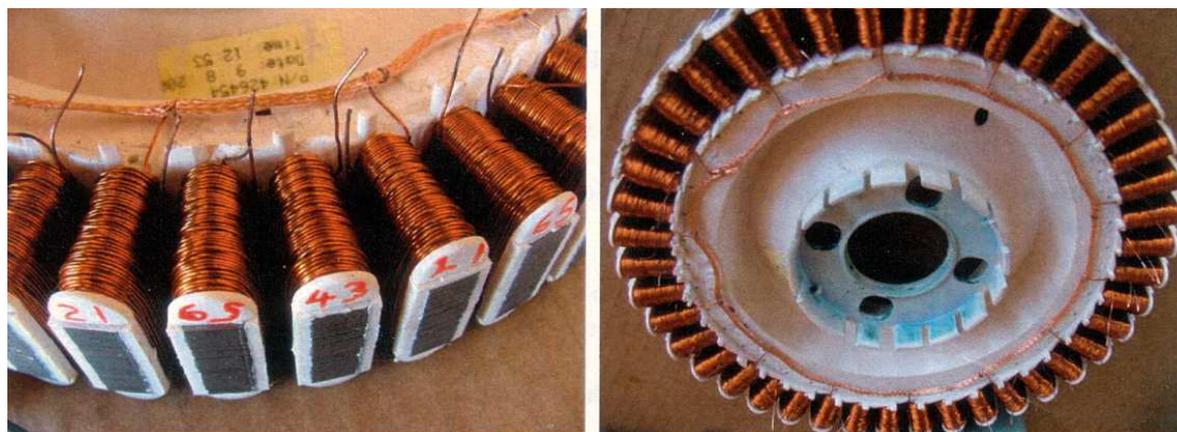
- \* やり方は前述の SP 改造方法と良く似ています。
- \* 樹脂ラグから線を取ります
- \* のみで樹脂ラグを剥がします
- \* 電線にたやすくアクセスするため樹脂の端を取り去る
- \* 各指コイルの各終わりに時計回転方向に 1,2,3,4,5,6 と番号を付ける。どこからスタートしてもかまわない
- \* この場合指コイル毎に2個の番号を付ける(写真参照)
- \* 中間点で全ての線を切る
- \* 42 本のカットした場所で、トーチを使い、焼く
- \* サンドペーパーで焦げたラッカーを取る
- \* 銅シールド線とフラックス入り半田を用意
- \* 写真のように 14 本の線(番号1)を銅シールド線に付ける
- \* 密着の確保の為線をシールド線内に入れ込み捻ります。ラジオペンチで固めます
- \* No. 1 の線 14 本が全て円形になったシールド線に繋がります
- \* シールド線両端をワニ口クリップでつなぎ、円形にします
- \* 全ての接合部を半田づけします
- \* 絶縁電線長さ 300mm の先と銅シールド線の半田づけを行います
- \* 金網ループにホットメルトをつけ、絶縁テープに押し付けます
- \* No. 2 の番号線 14 本も同じようにまとめます
- \* No. 3 の番号線 14 本も同じようにまとめます
- \* No. 4 の番号線 14 本も同じようにまとめます
- \* No. 5 の番号線 14 本も同じようにまとめます
- \* No. 6 の番号線 14 本も同じようにまとめます
- \* 全て6層が完了後一番上の層に 番号 1-6 を書き込みます

- \* 仕上げにシリコンテープを張ります。平坦にするために、指先に灯油を少量付け擦ります。保護手袋を着用
- \* スター、又はデルタのどちらかにするには、前述の方法を参照

### パラレル(P)結合写真



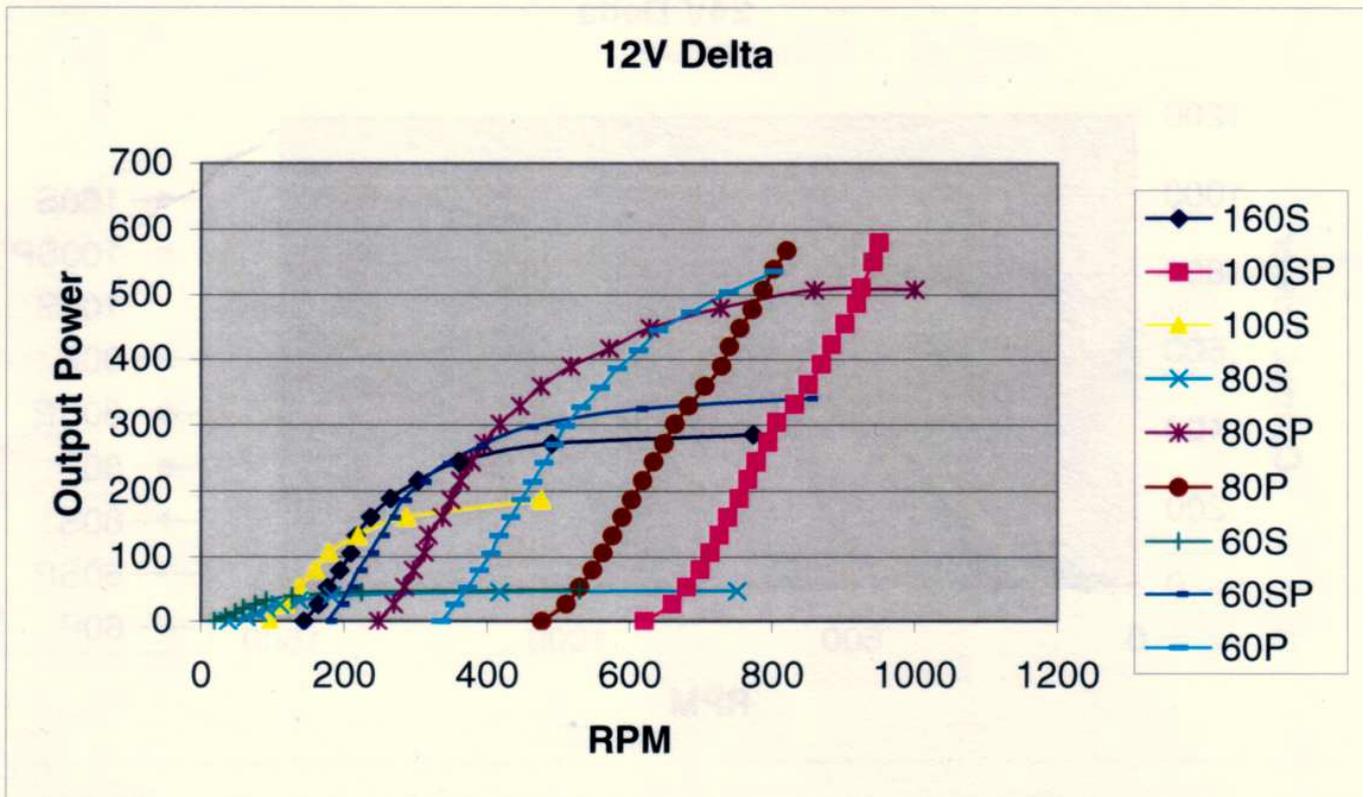
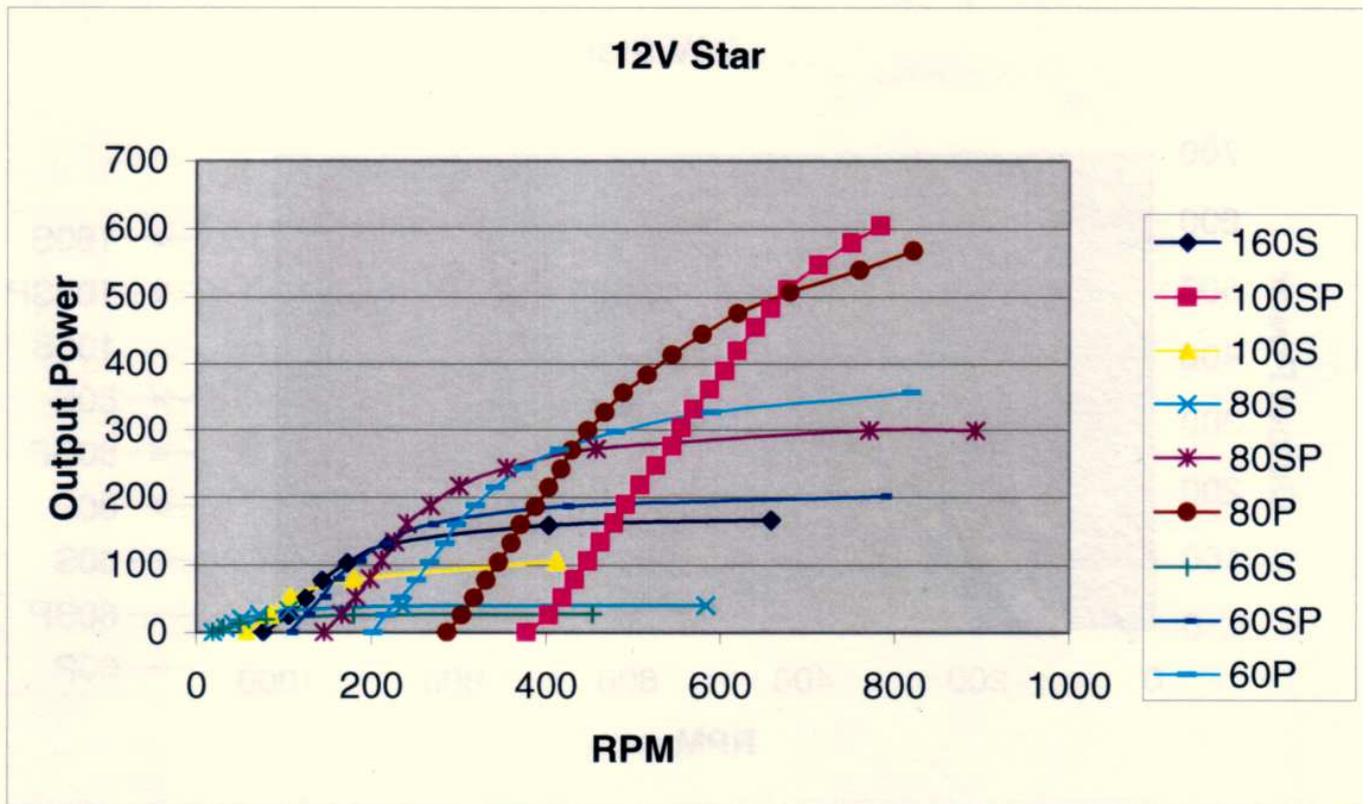
No. 1 と書かれた 14 本の線を全て銅シールド(金網)線に繋ぐ  
下の写真は 14 本がループとなり、半田付け前の状態です。



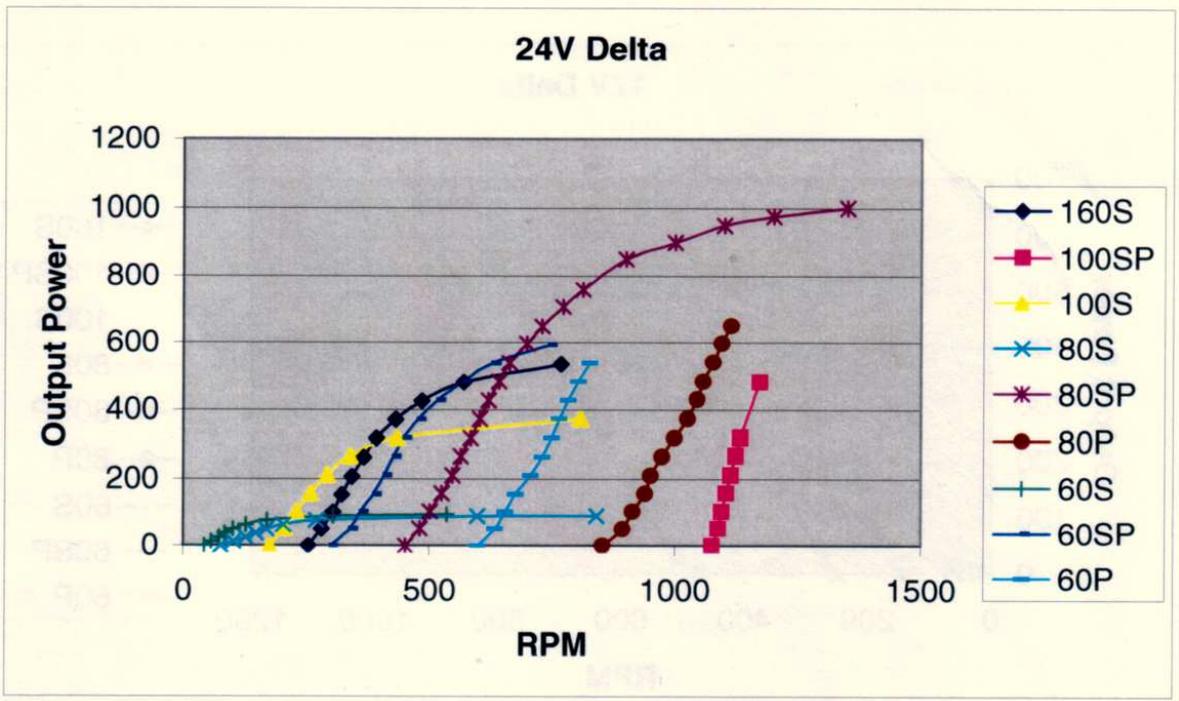
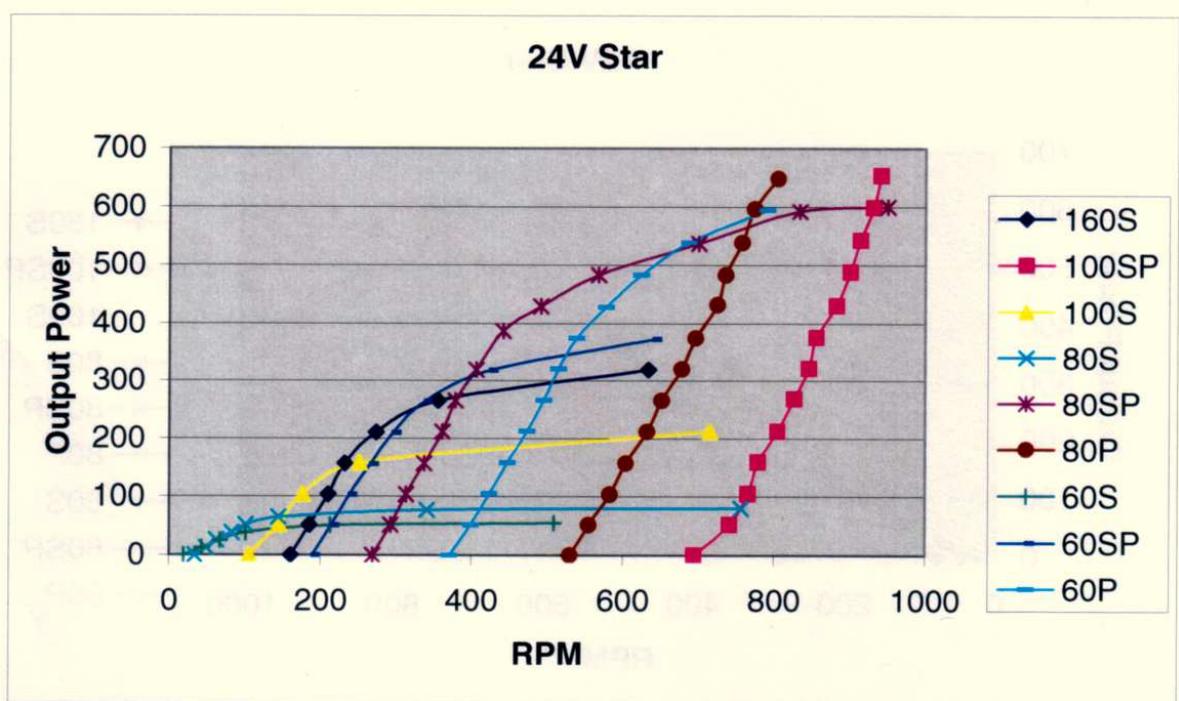
## テスト集約グラフ

|       |        |
|-------|--------|
| 12V 用 | 33 ページ |
| 24V 用 | 34 ページ |
| 48V 用 | 35 ページ |

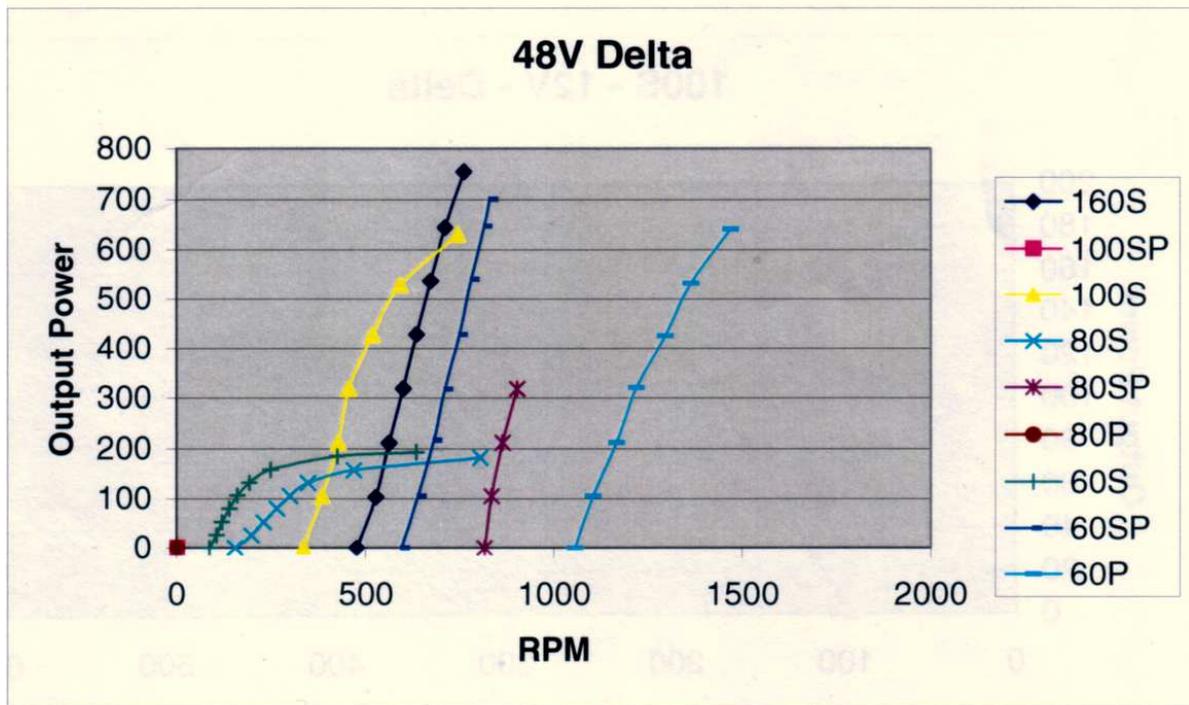
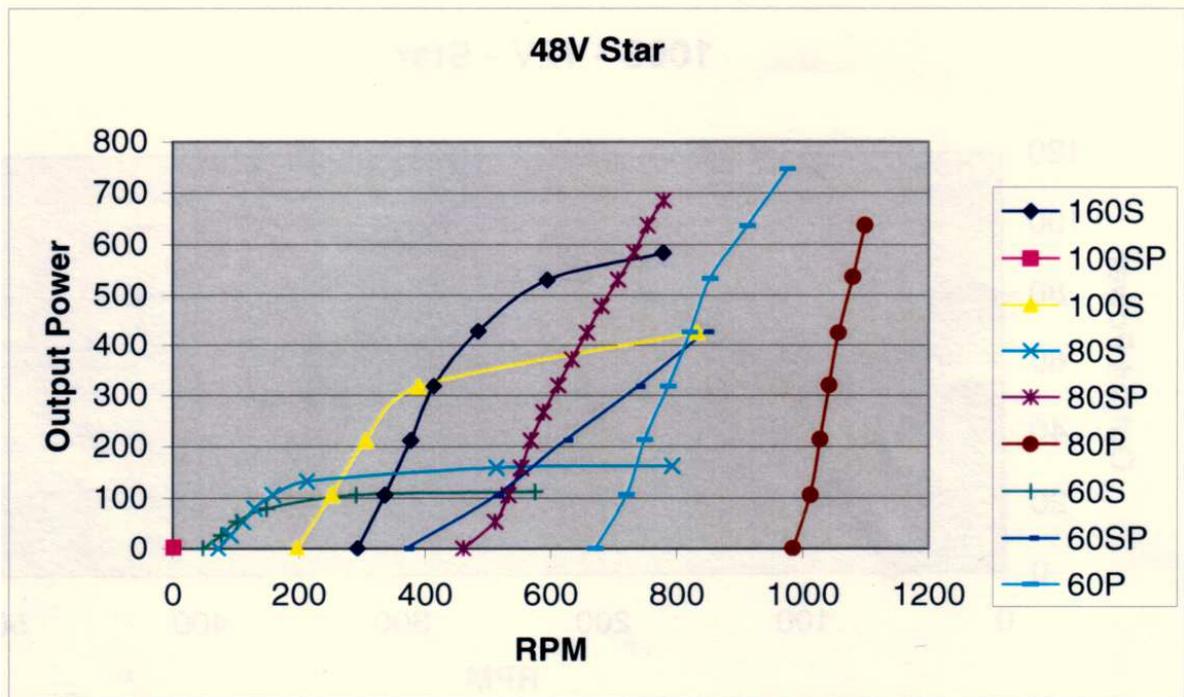
12V スター、デルタ 出力参考グラフ



24V スター、デルタ 出力参考グラフ



### 48V スター、デルタ 出力参考グラフ



# 各モデルでの発電性能詳細グラフ

グラフに共通のシンボル: ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

|                      | <u>ページ数</u> |                 |
|----------------------|-------------|-----------------|
| 1)100S 12V, スター、デルタ  | 37          |                 |
| 2)100S 24V, スター、デルタ  | 38          |                 |
| 3)100S 48V, スター、デルタ  | 39          |                 |
| 4)100SP 12V, スター、デルタ | 40          |                 |
| 5)100SP 24V, スター、デルタ | 41          |                 |
| 6)80S 12V, スター、デルタ   | 42          |                 |
| 7)80S 24V, スター、デルタ   | 43          |                 |
| 8)80S 48V, スター、デルタ   | 44          |                 |
| 9)80SP 12V, スター、デルタ  | 45          |                 |
| 10)80SP 24V, スター、デルタ | 46          |                 |
| 11)80SP 48V, スター、デルタ | 47          |                 |
| 12)80P 12V, スター、デルタ  | 48          |                 |
| 13)80P 24V, スター、デルタ  | 49          |                 |
| 14)80P 48V, スター      | 50          |                 |
| 15)60S 12V, スター、デルタ  | 51          |                 |
| 16)60S 24V, スター、デルタ  | 52          |                 |
| 17)60S 48V, スター、デルタ  | 53          |                 |
| 18)60SP 12V, スター、デルタ | 54          |                 |
| 19)60SP 24V, スター、デルタ | 55          |                 |
| 20)60SP 48V, スター、デルタ | 56          |                 |
| 21)60P 12V, スター、デルタ  | 57          |                 |
| 22)60P 24V, スター、デルタ  | 58          |                 |
| 20)60P 48V, スター、デルタ  | 59          |                 |
| 負荷接続無しの場合の開放電圧値      | 60          | (危険予告です)(スター結線) |

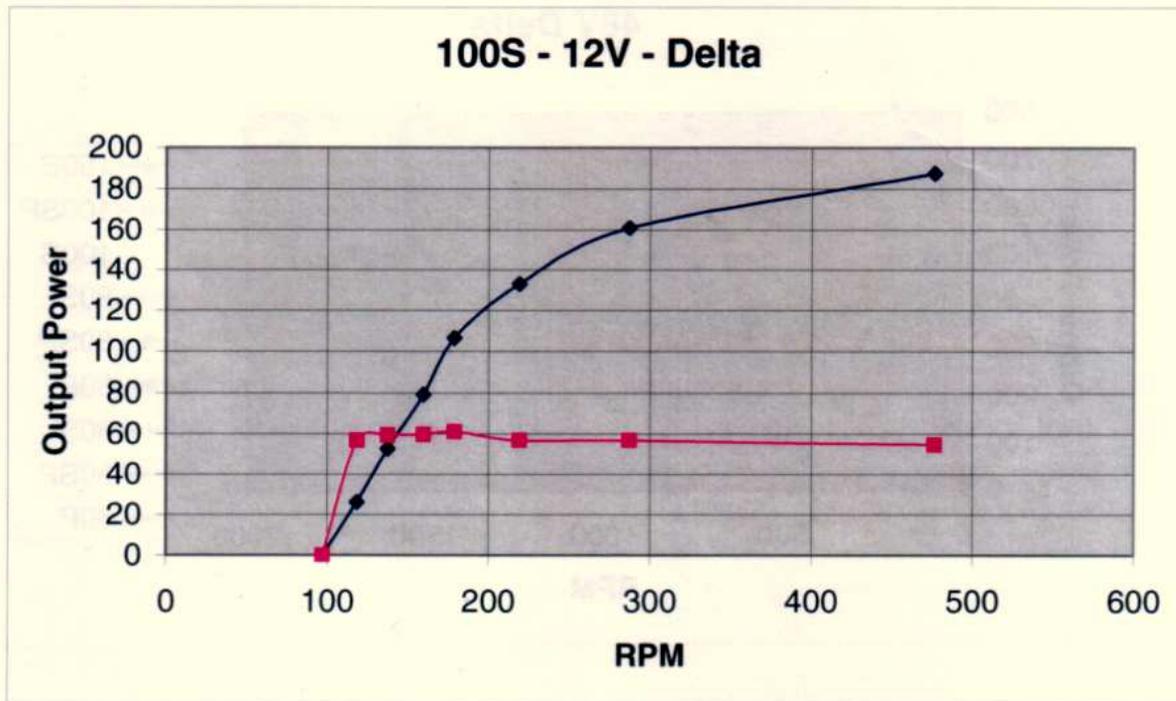
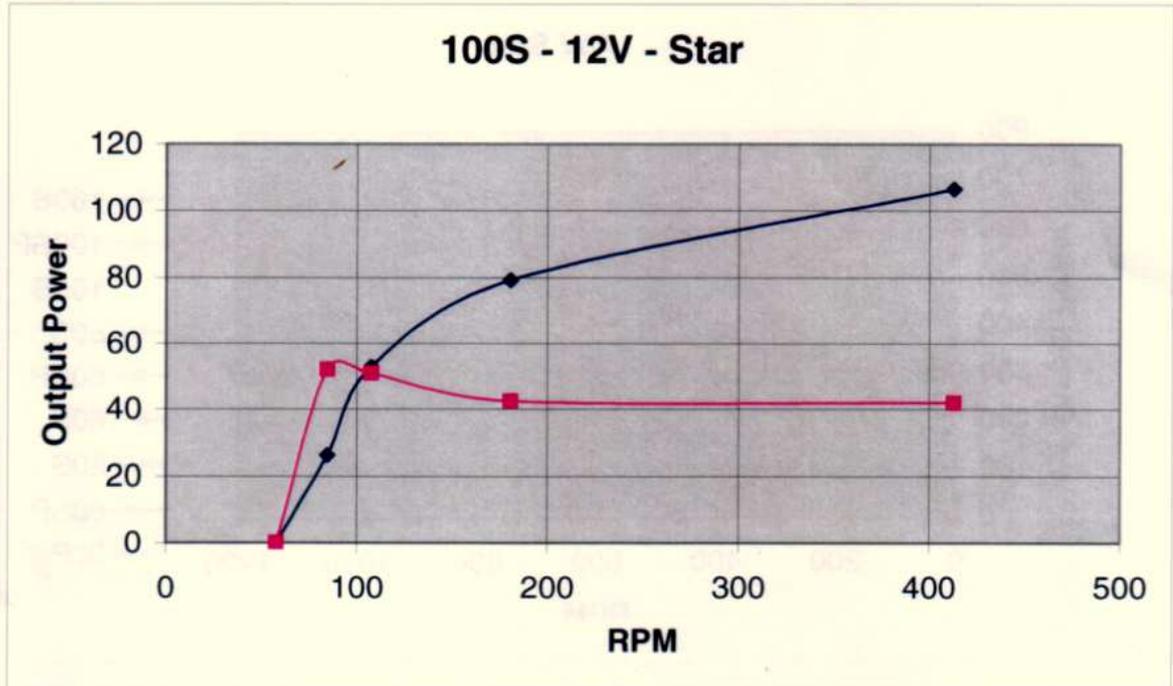
## 注 意:

**1,000** 回転以上を与えないと実験できない機種は以下の通りで、その機種のデータは得られません。

**100SP 48V, 100P 12/24/48V,  
80P 48V デルタ**

ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

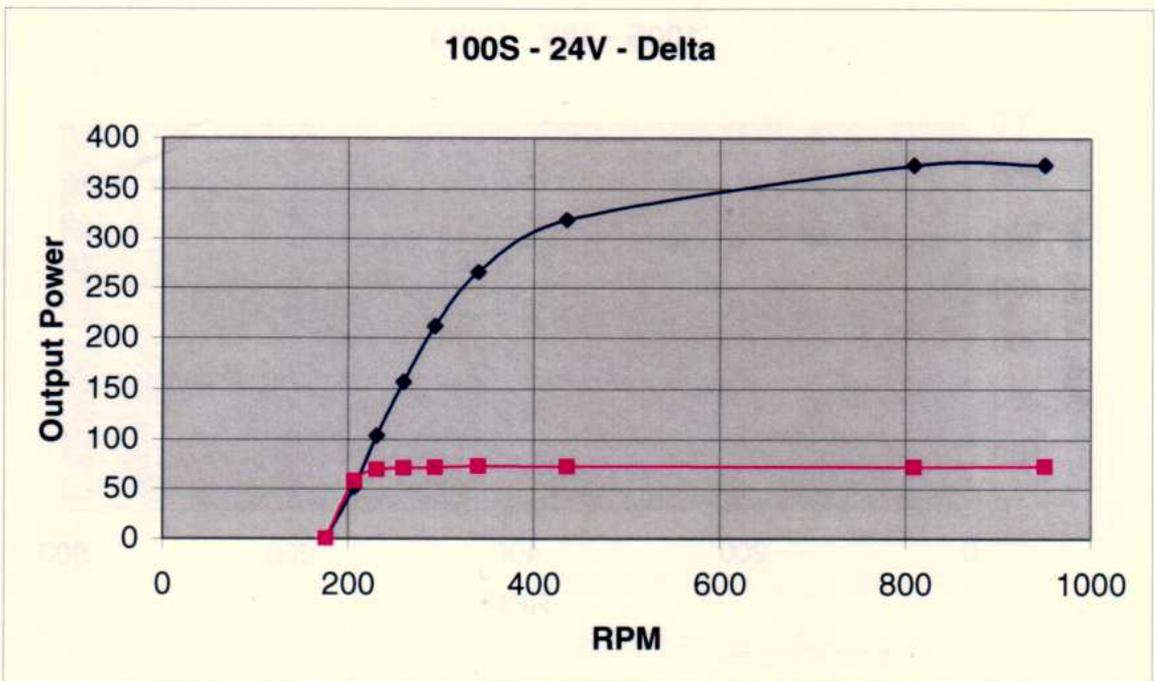
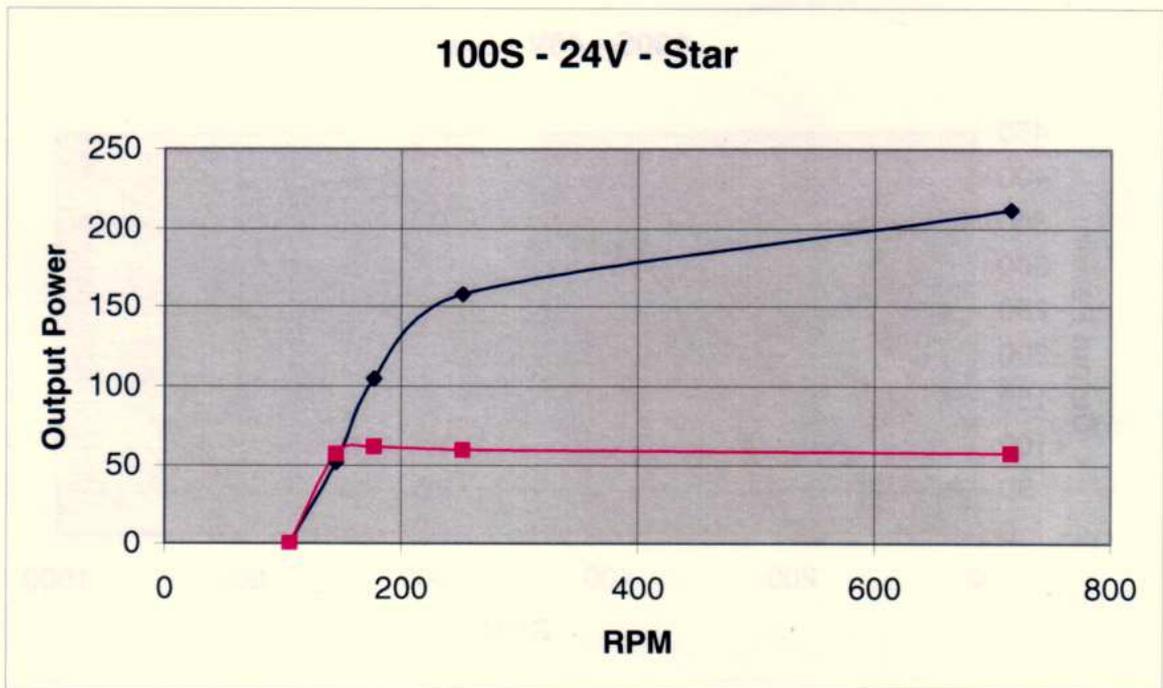
100S Stator - 12 volt



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

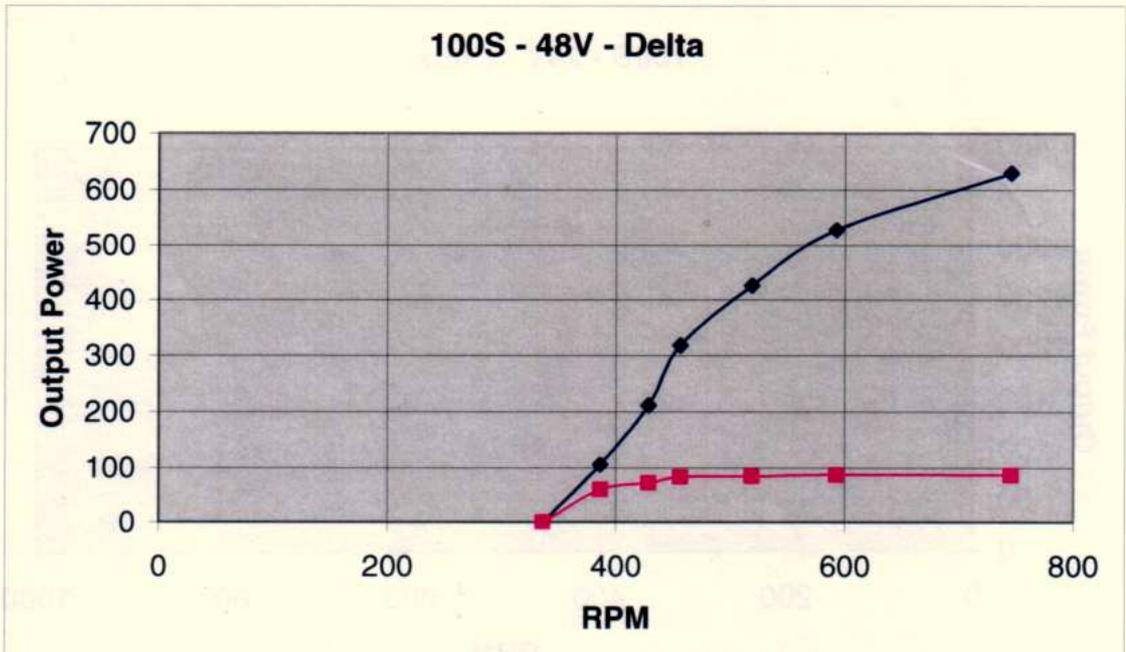
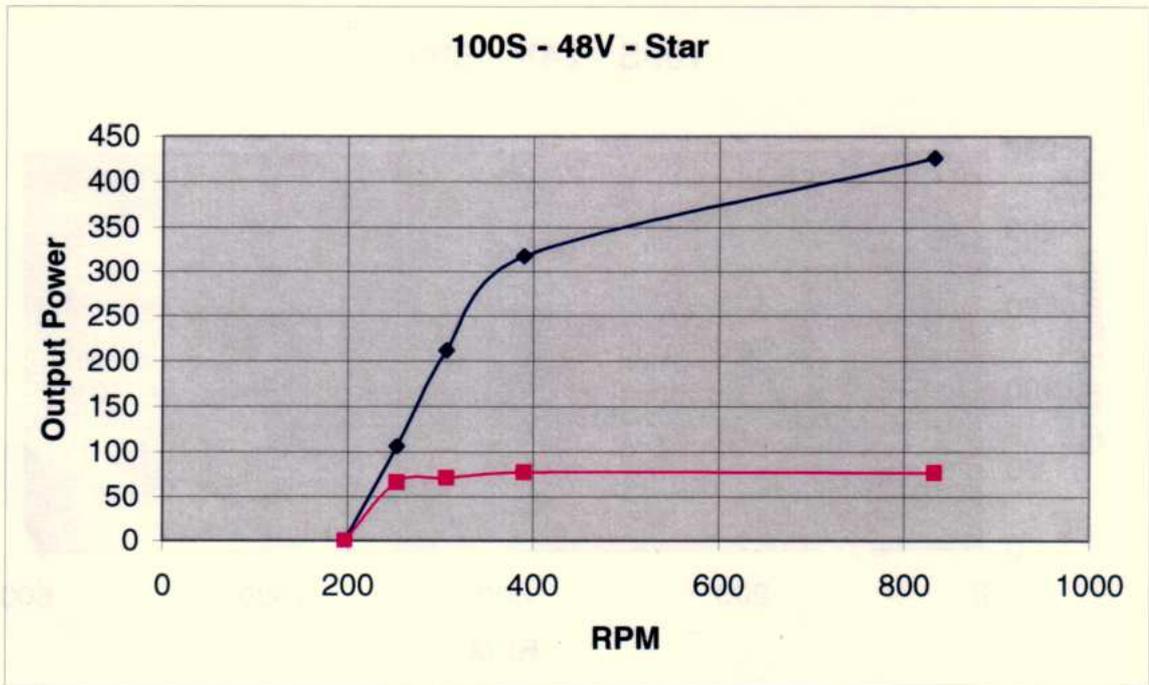
100S Stator – 24 volt

100S - 24V - Star



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

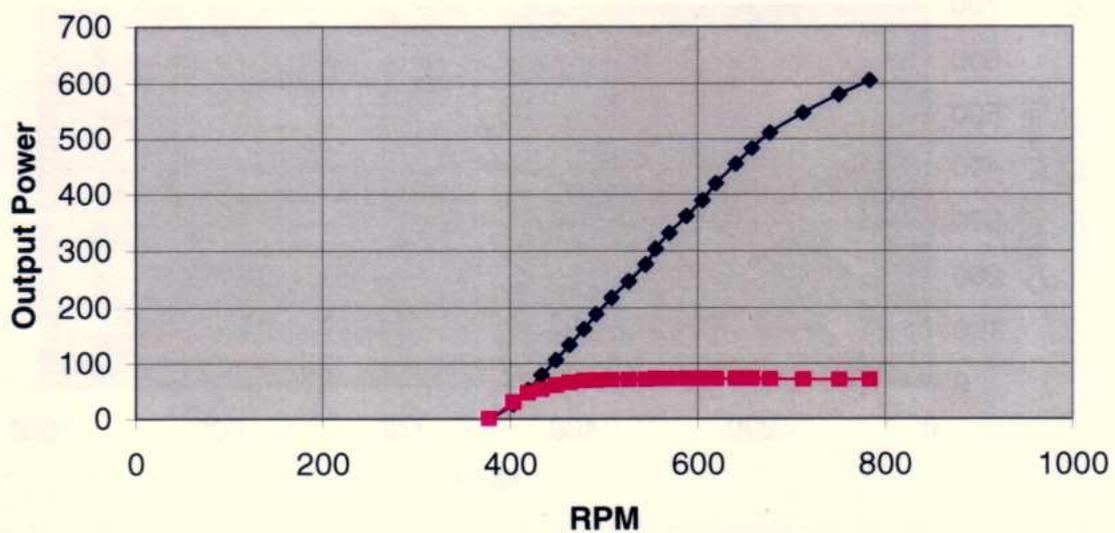
100S Stator – 48 volt



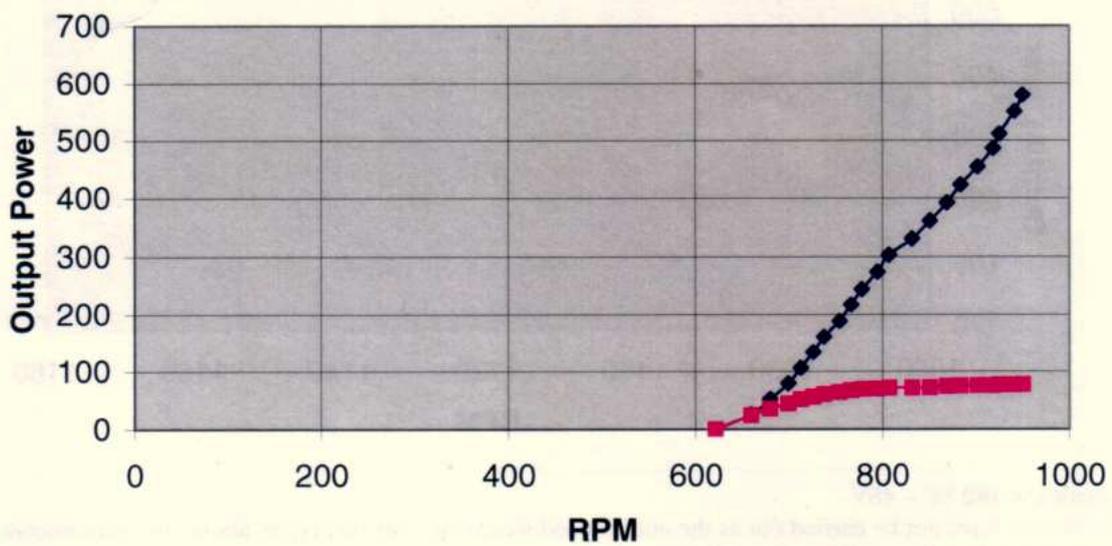
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

# 100SP Stator – 12 volt

## 100SP - 12V - Star

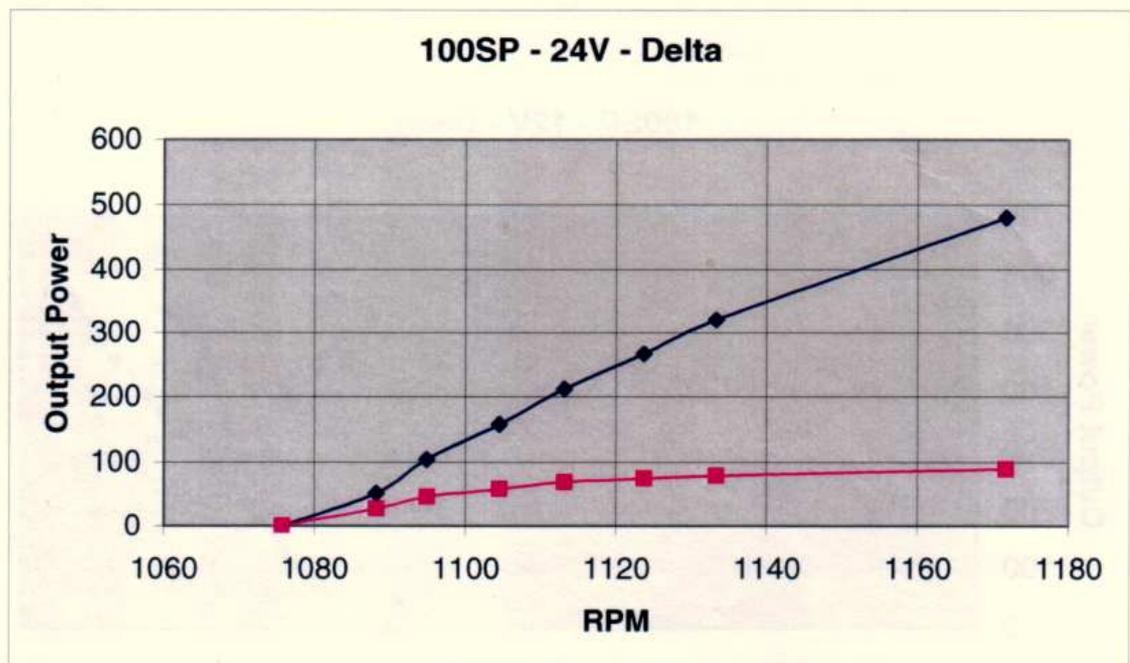
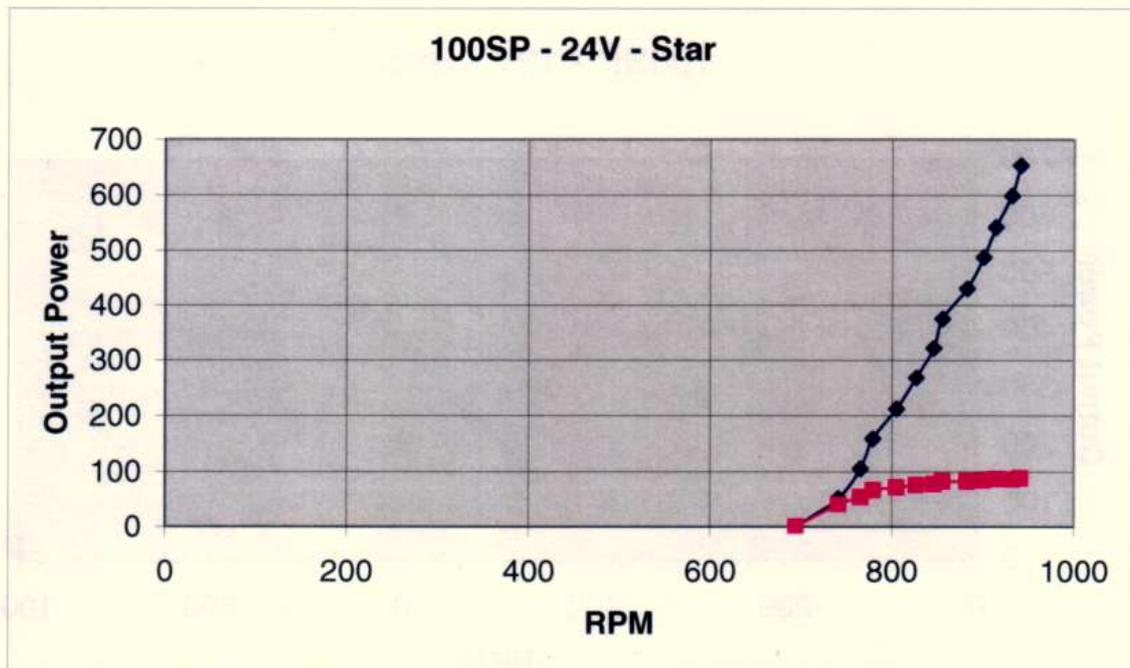


## 100SP - 12V - Delta



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

## 100SP Stator – 24 volt



### 100SP 48V の試験:

この試験は行われませんでした。回転速度を 1000rpm 以上で実験する必要があります。

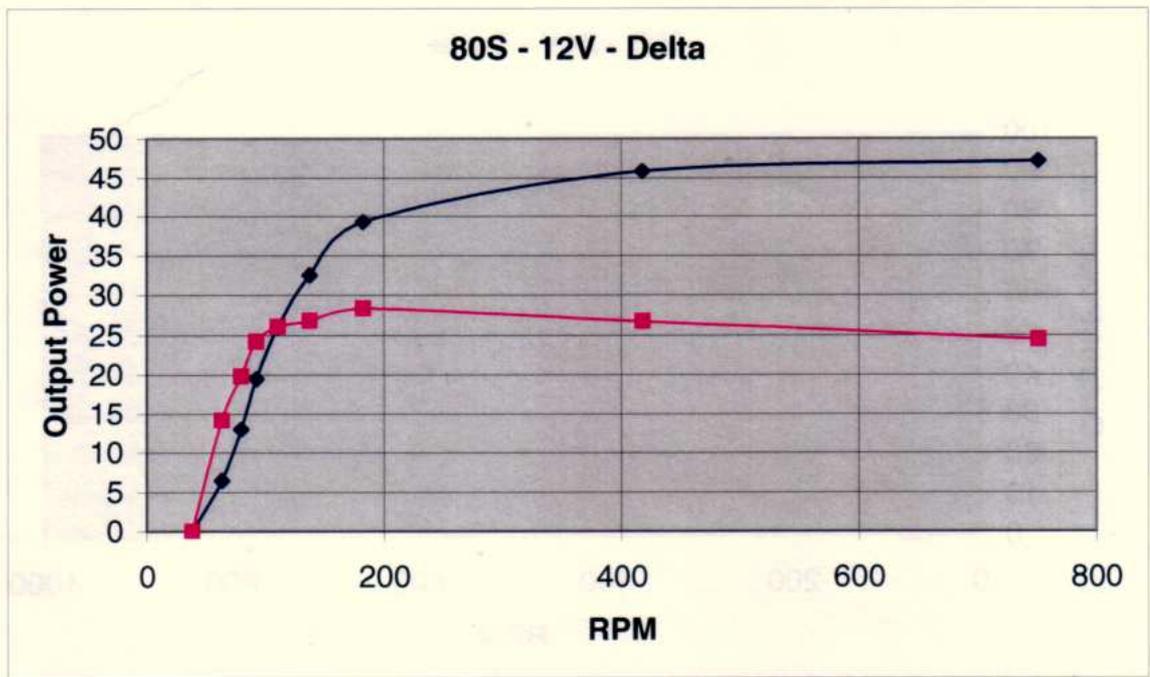
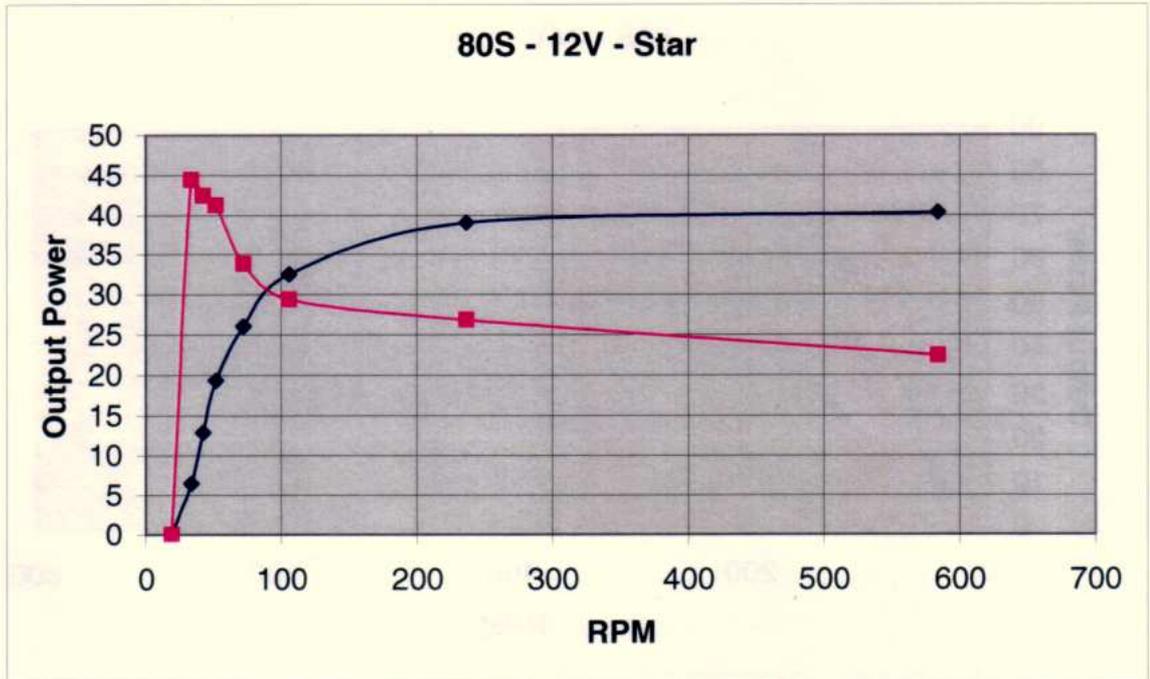
### 100P 12/24/48V の試験:

同様に、1000rpm の回転を与える必要があります、実験されませんでした。

ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

80S Stator – 12 volt

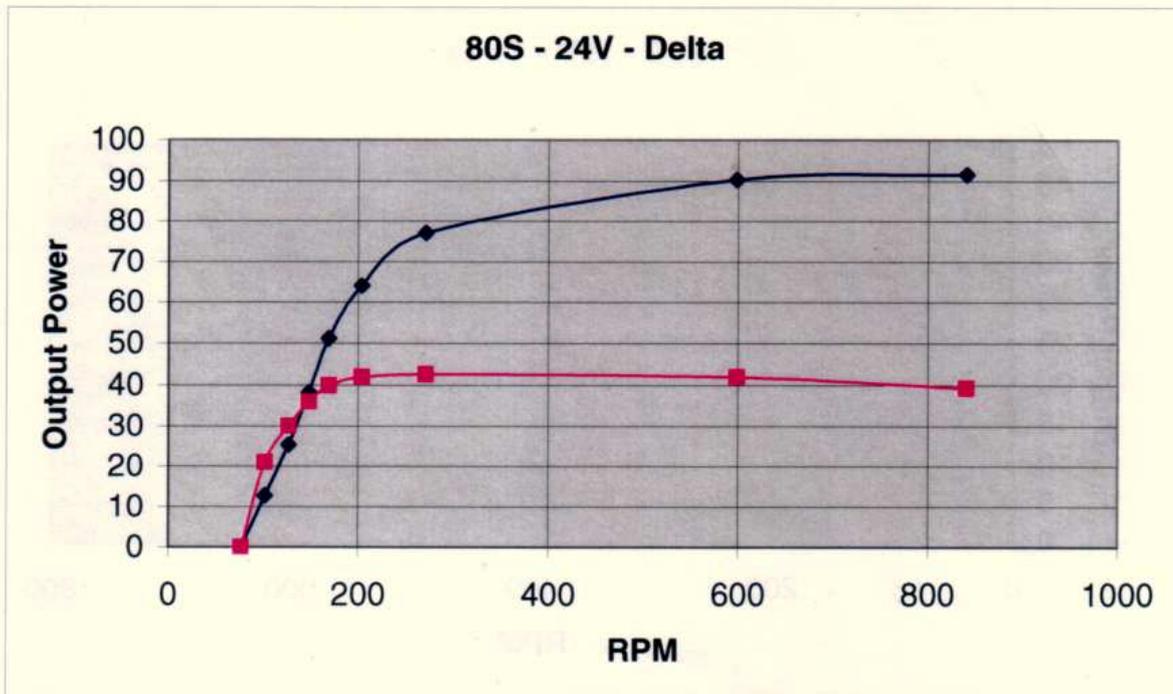
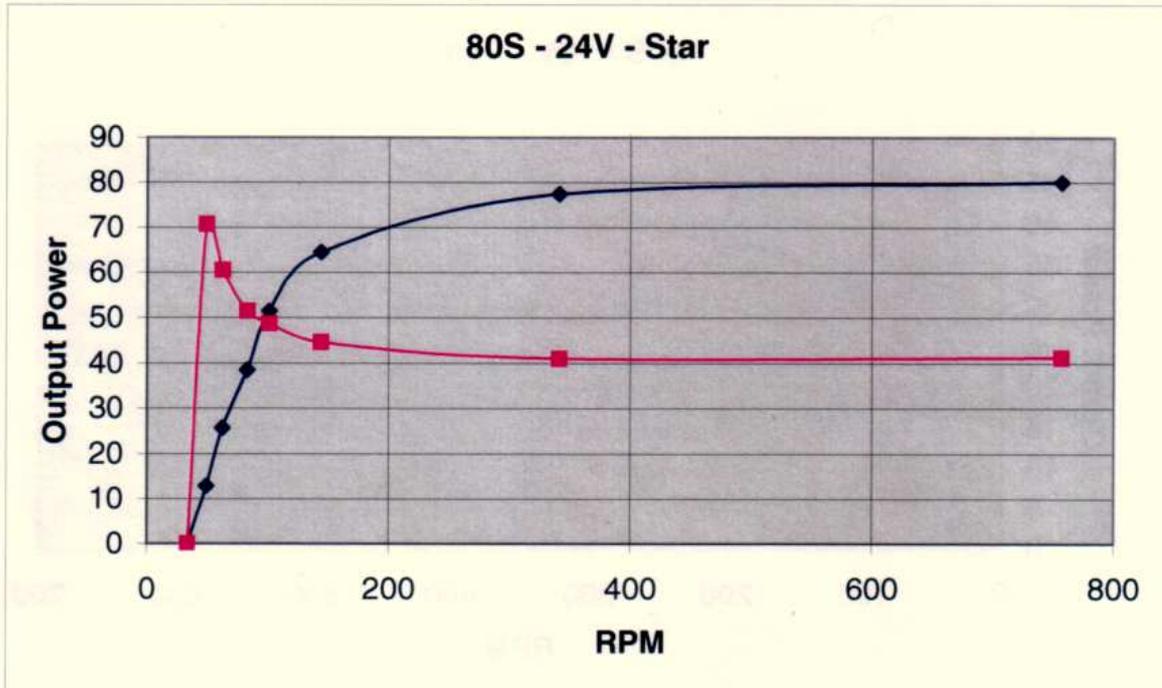
Nov 15 2011



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

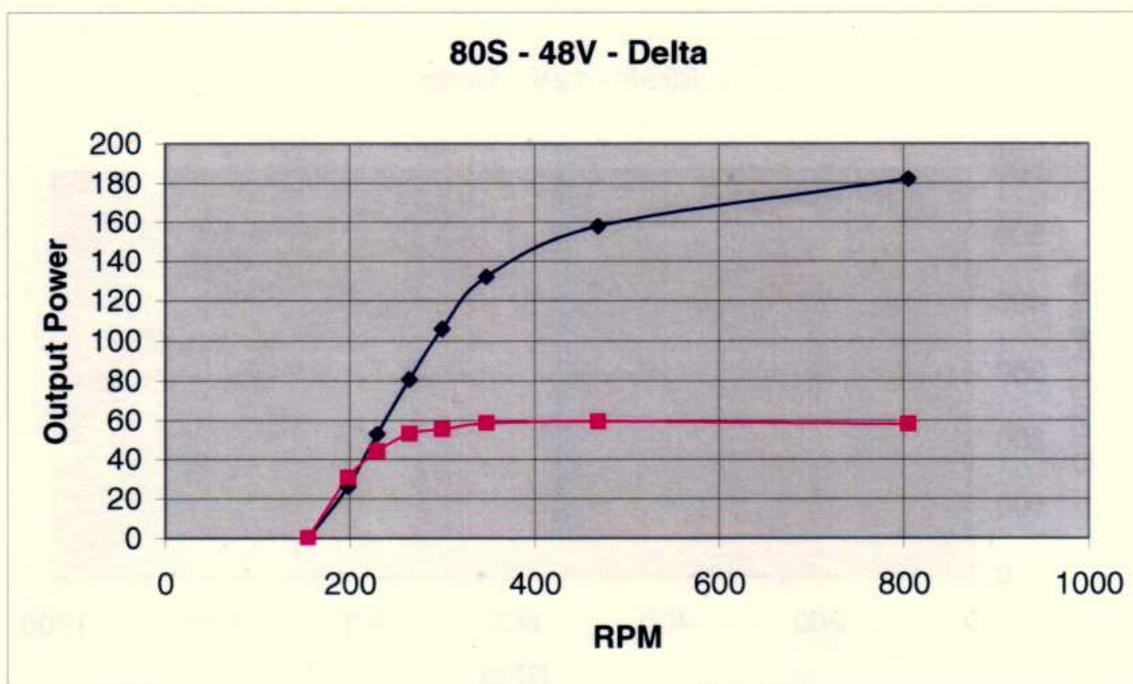
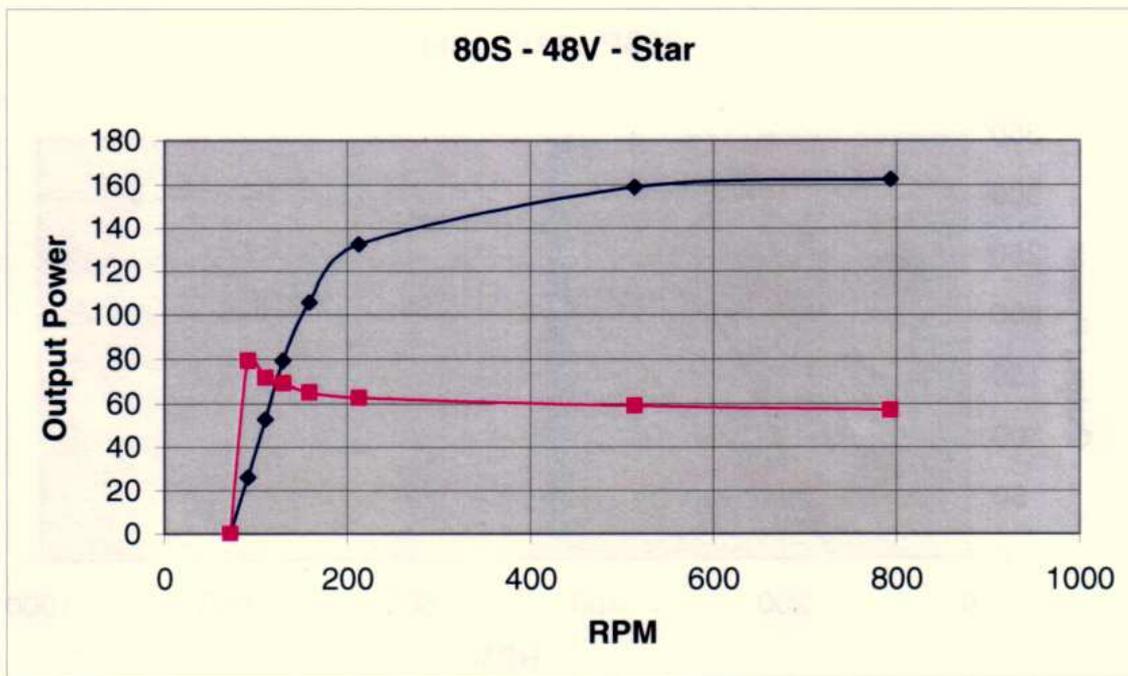
80S Stator – 24 volt

REV. 1.1 - 01/14/10



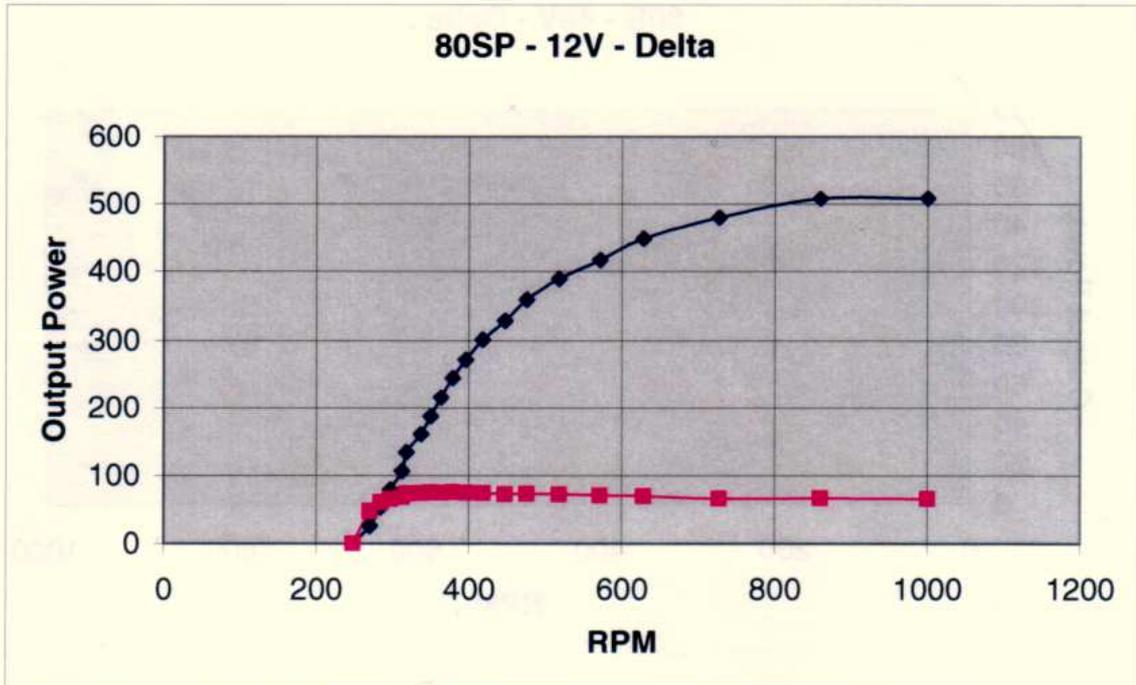
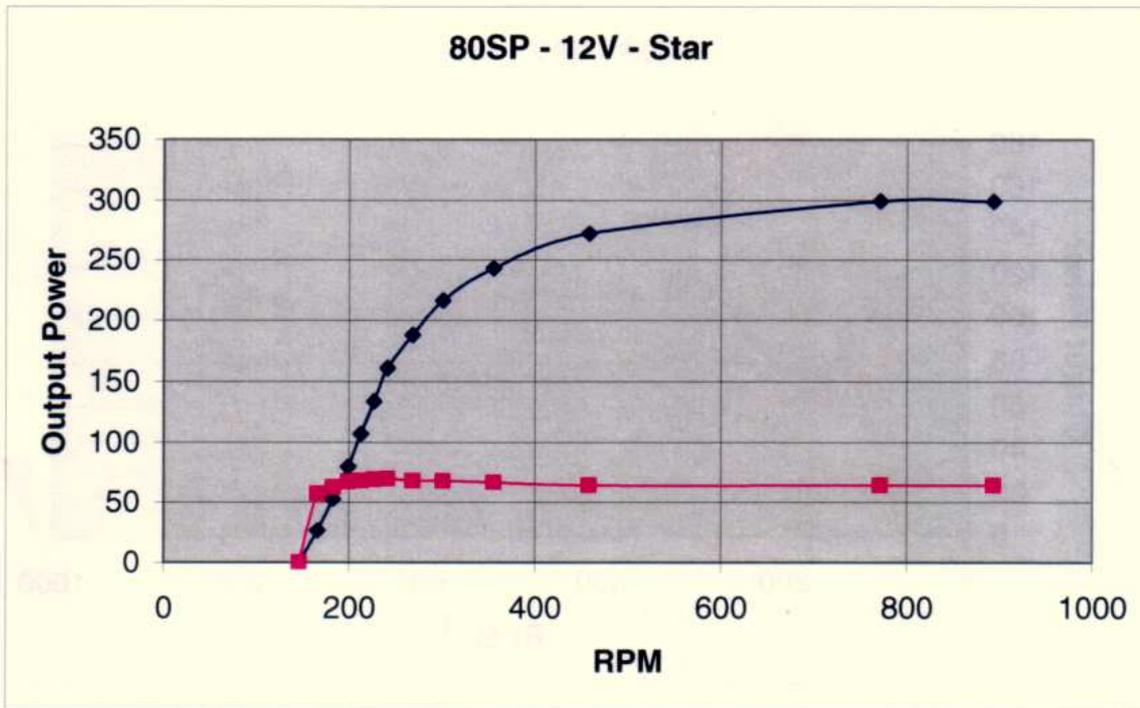
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

80S Stator - 48 volt



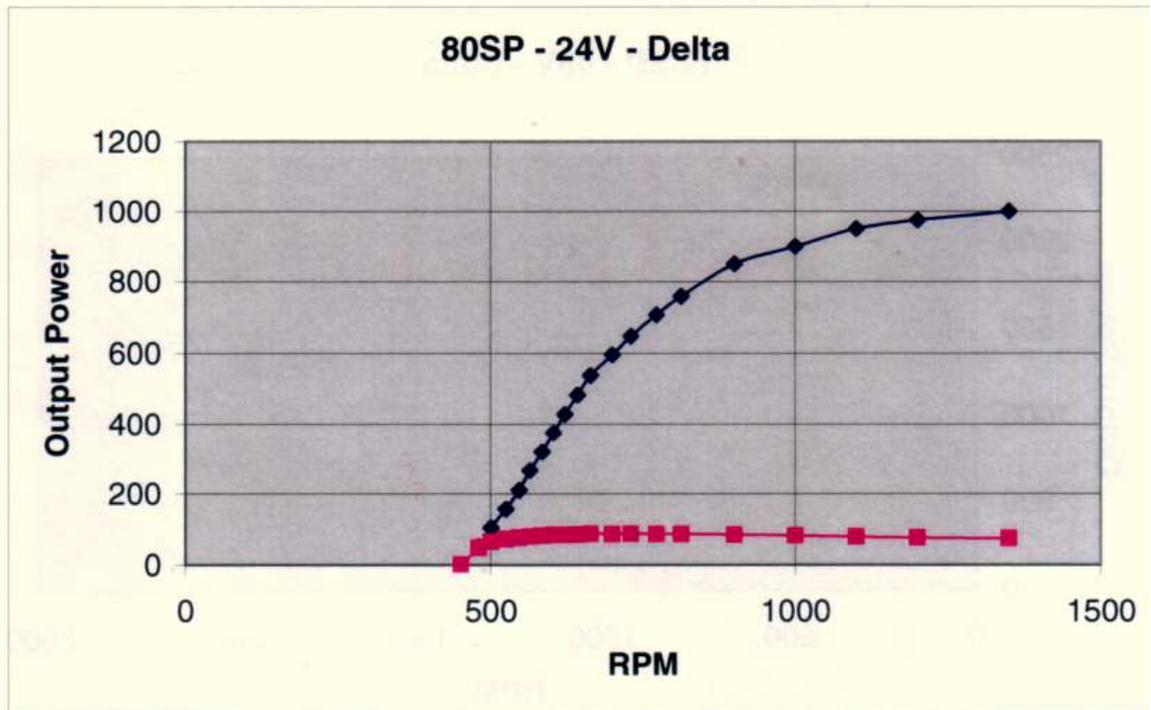
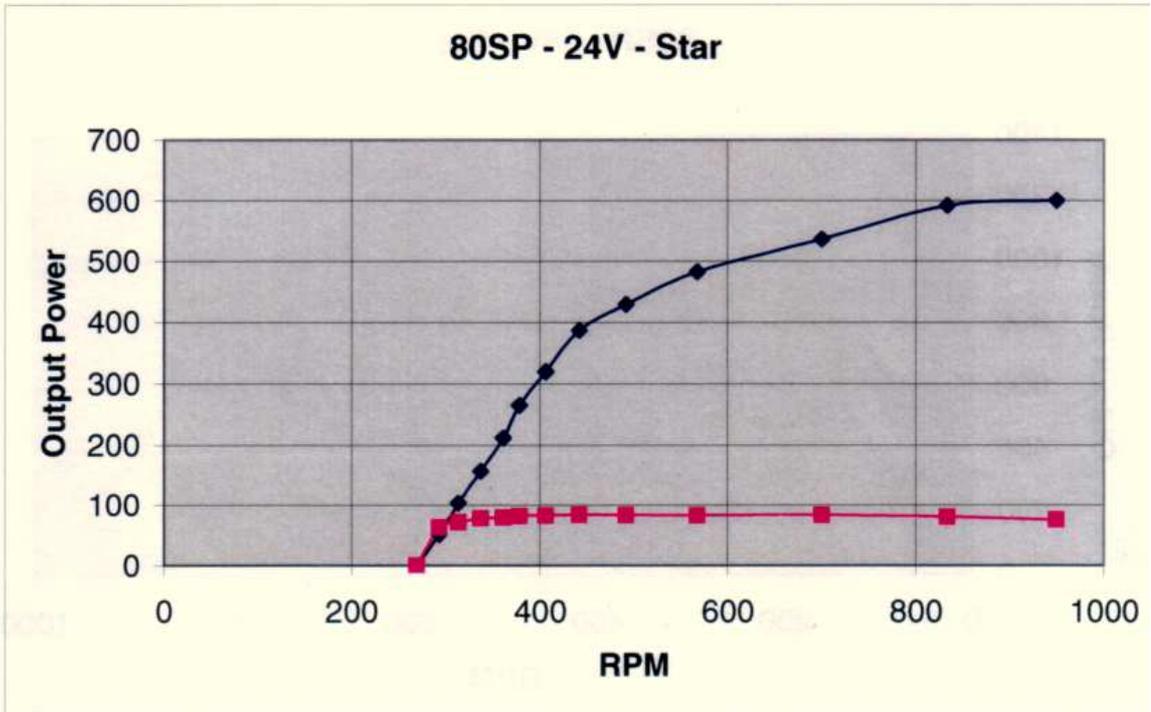
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

### 80SP Stator – 12 volt



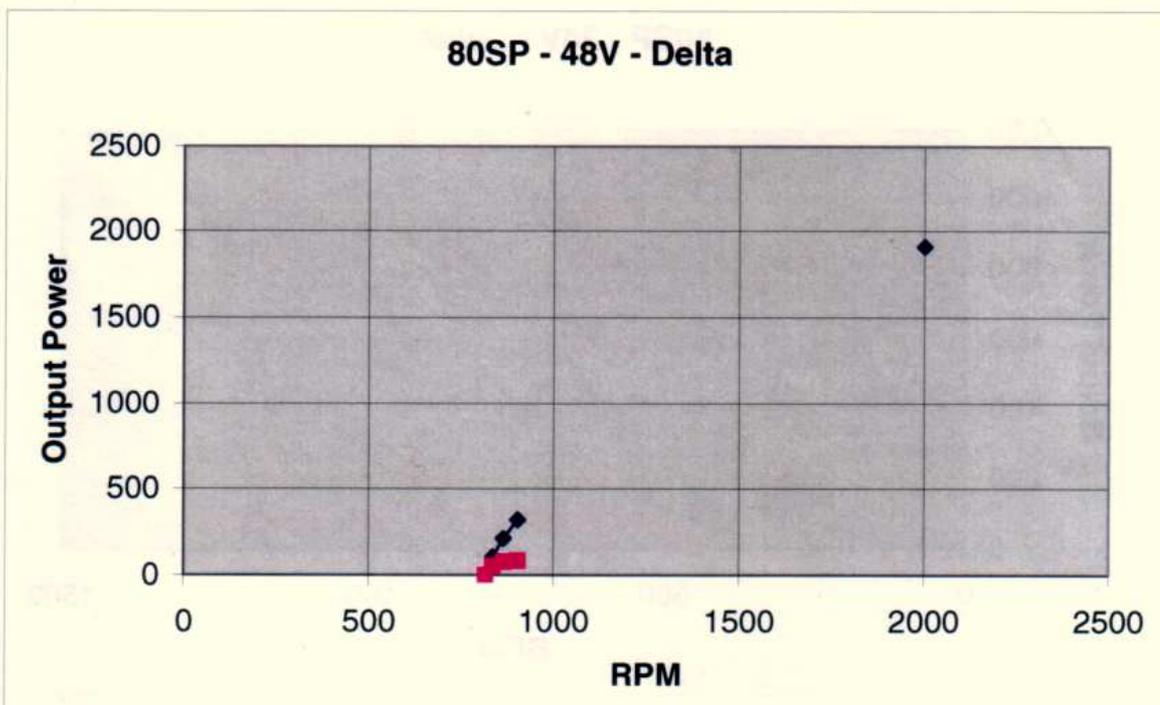
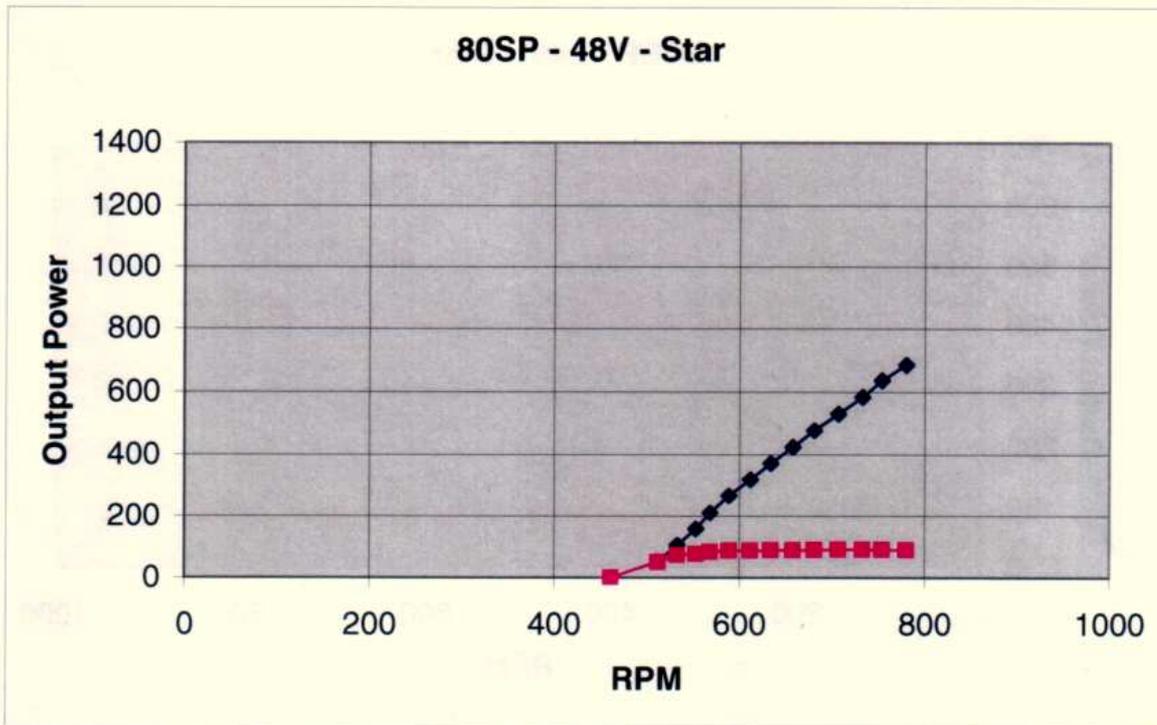
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

80SP Stator – 24 volt



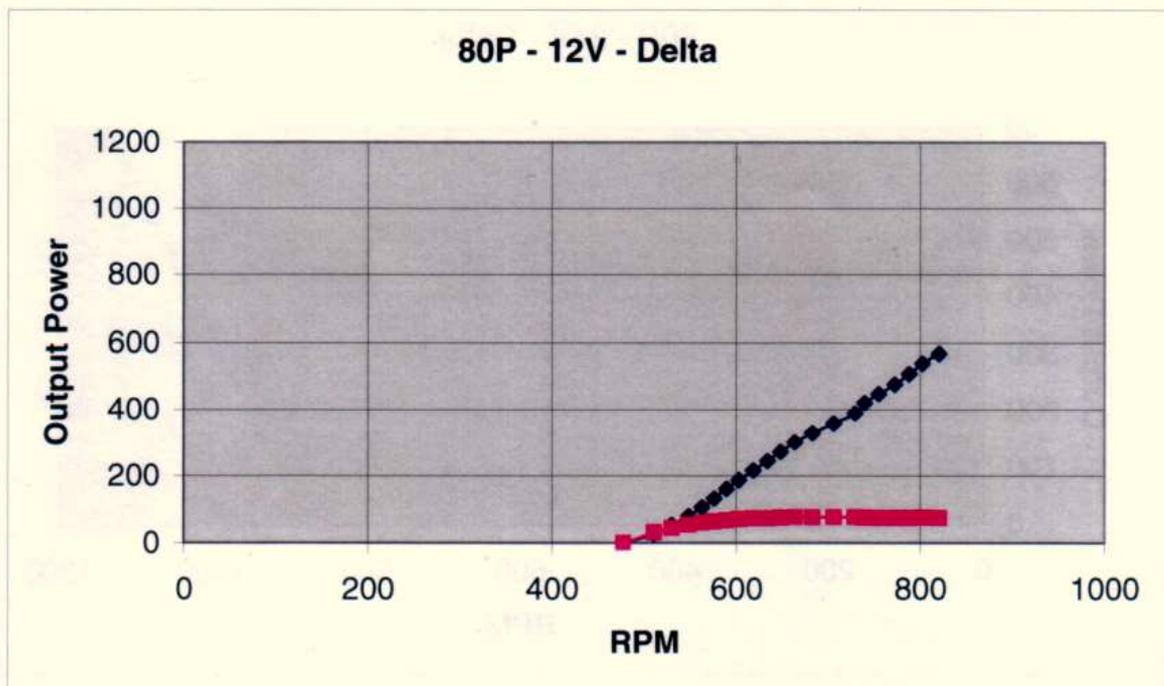
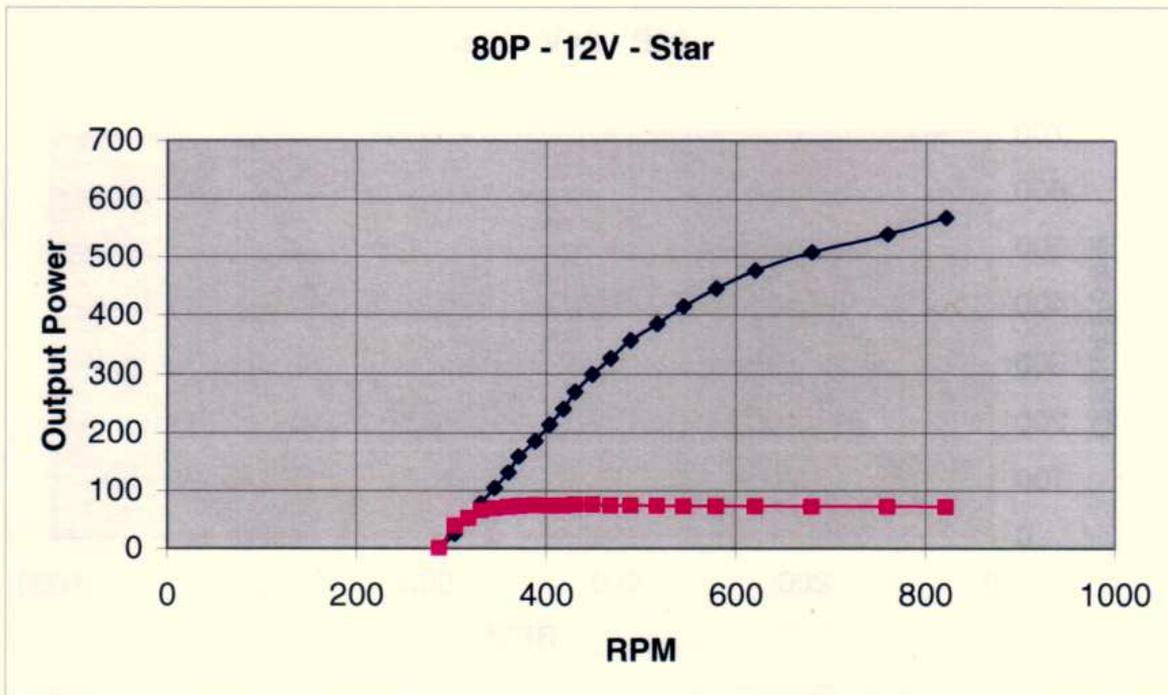
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

### 80SP Stator – 48 volt



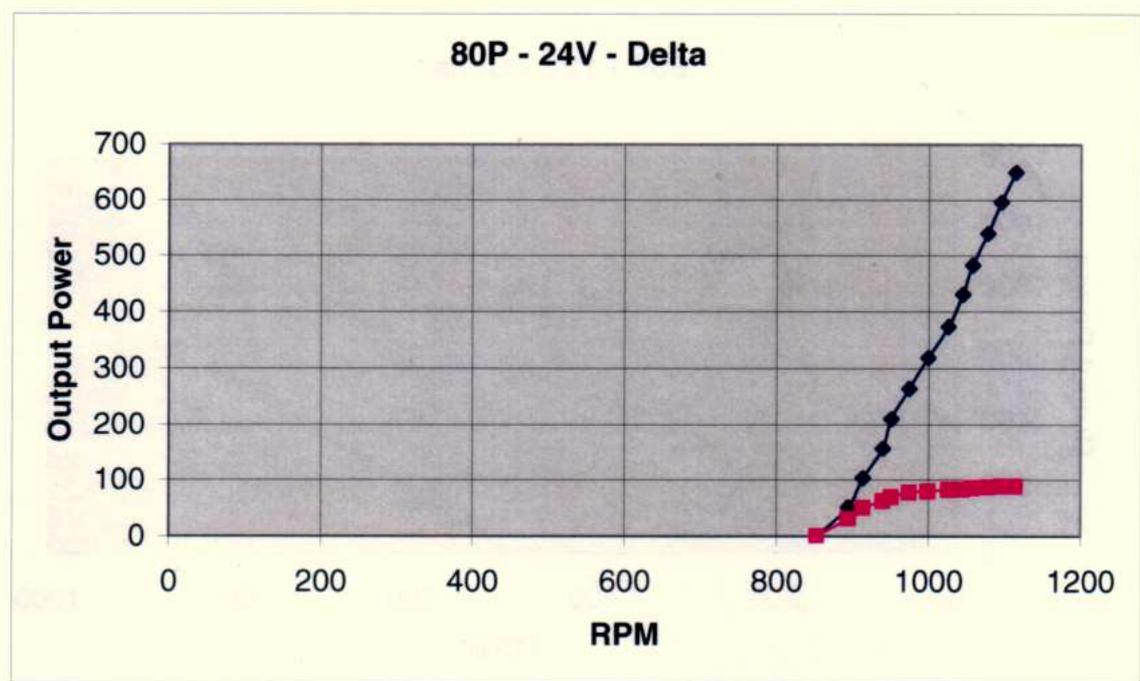
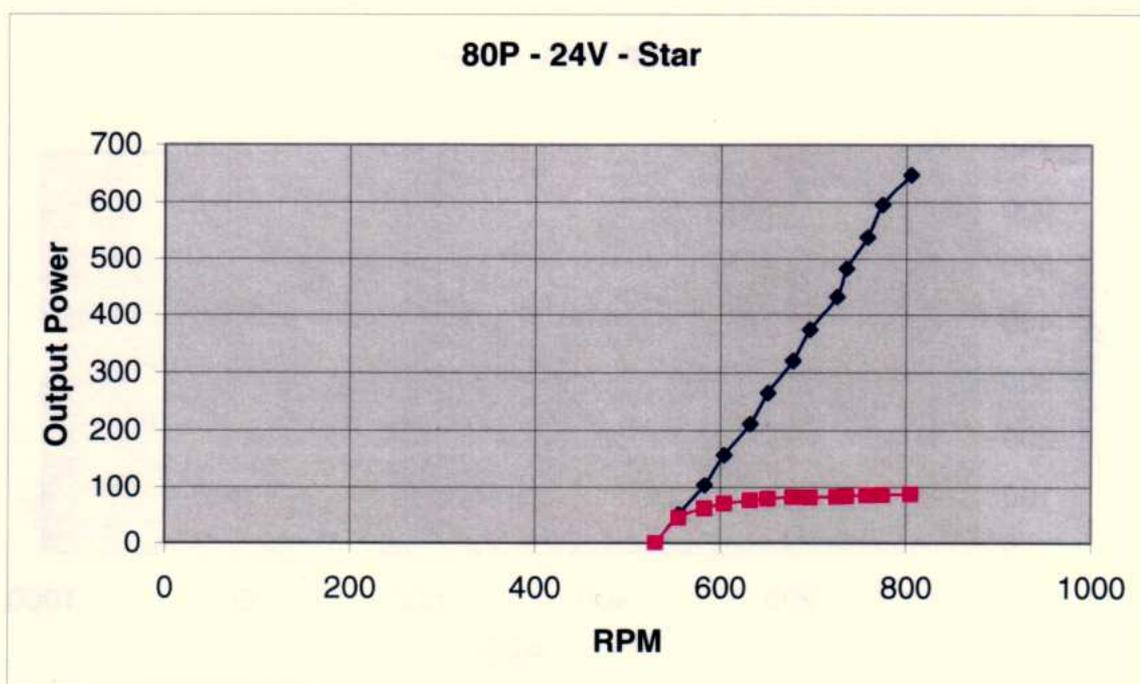
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

80P Stator – 12 volt



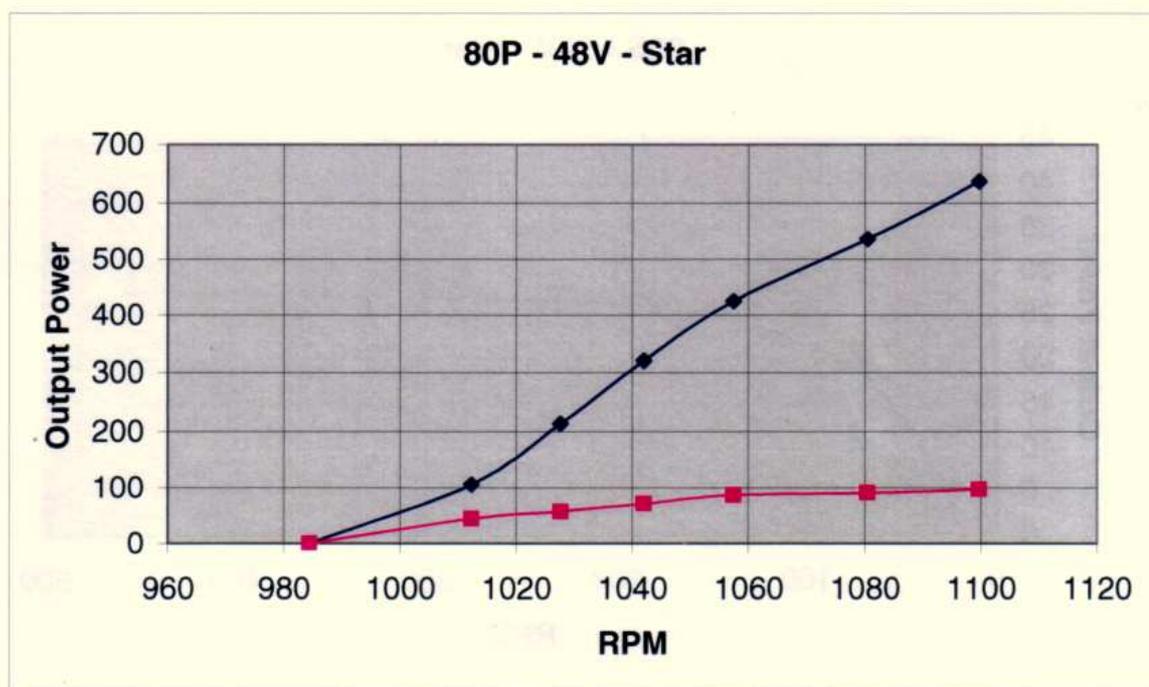
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

### 80P Stator – 24 volt



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

## 80P Stator - 48 volt

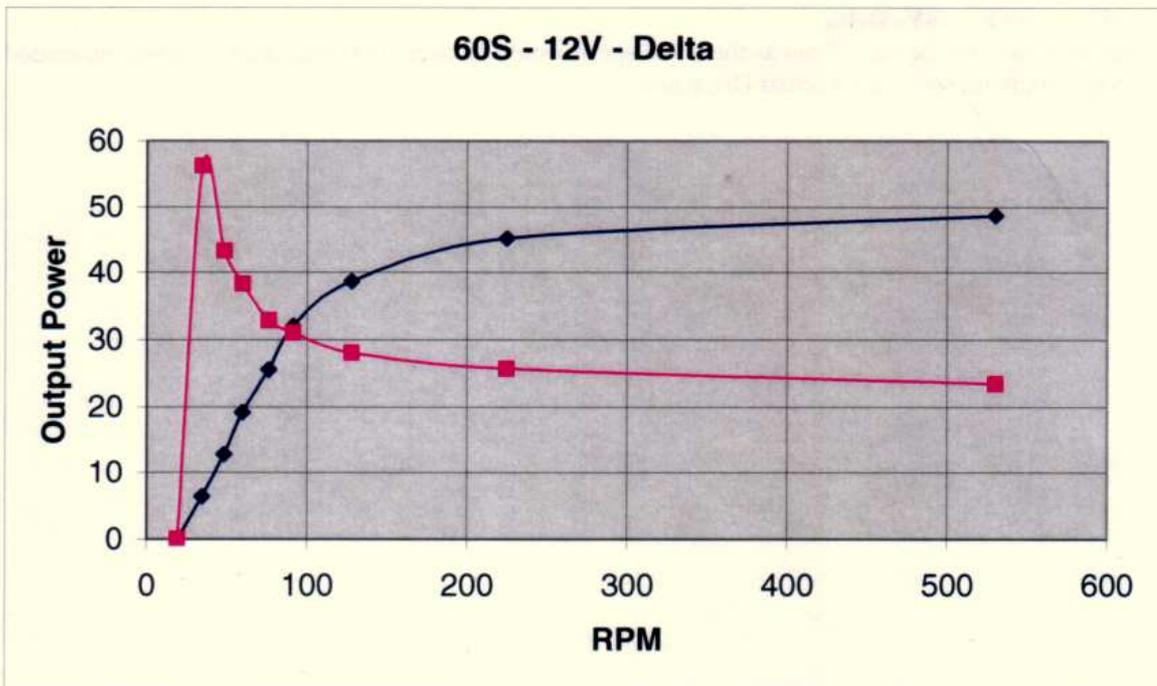
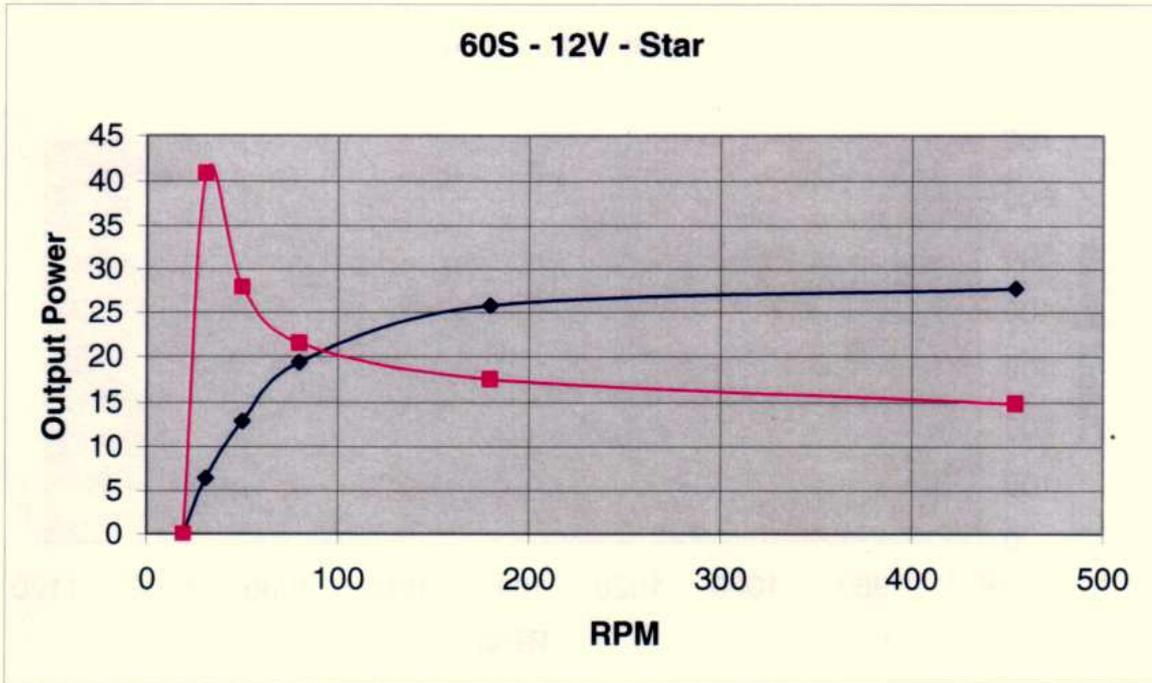


### 80P 48V デルタに関し:

試験には 1000 回転以上必要ですので、試験はなされませんでした。

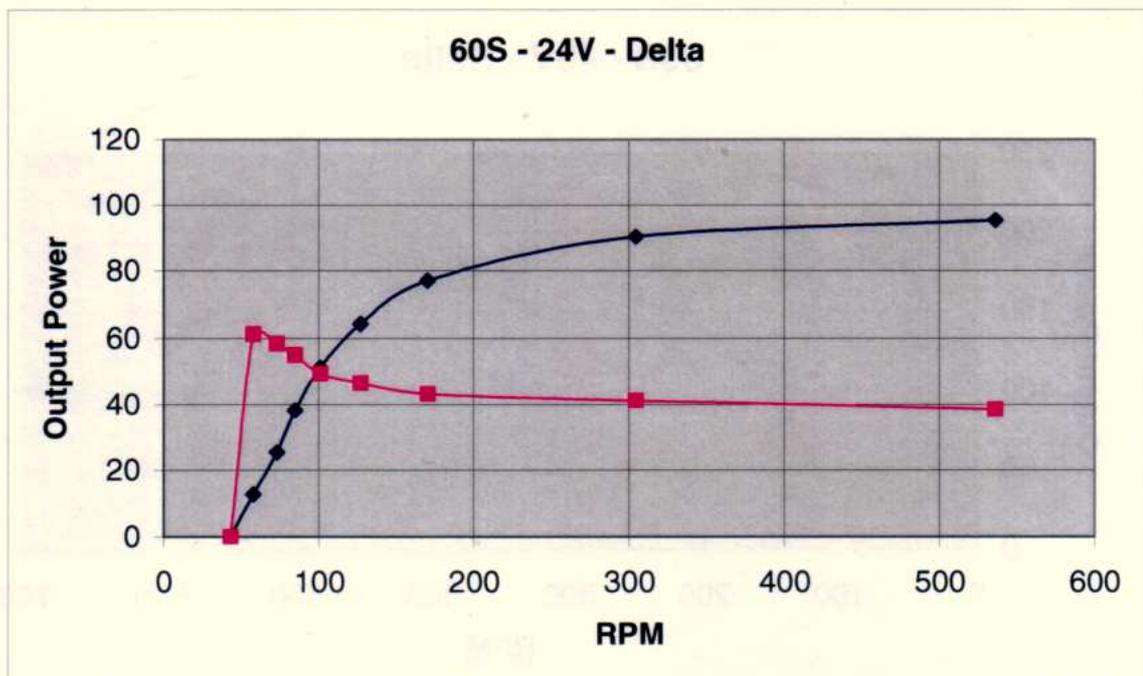
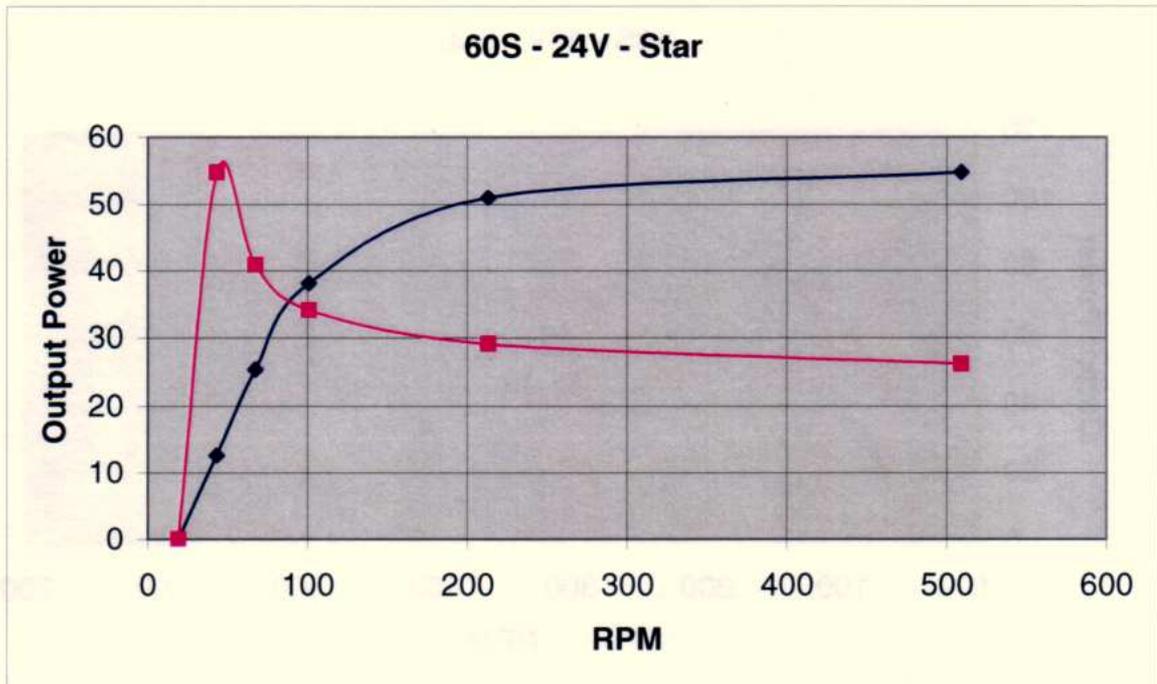
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

60S Stator - 12 volt



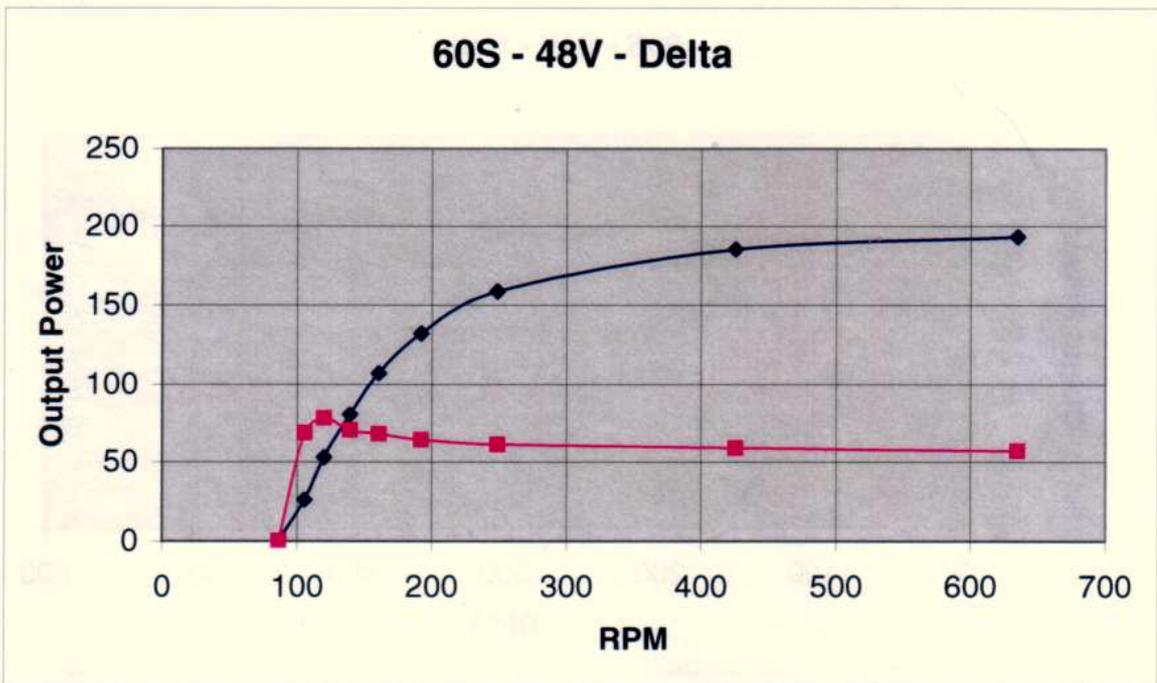
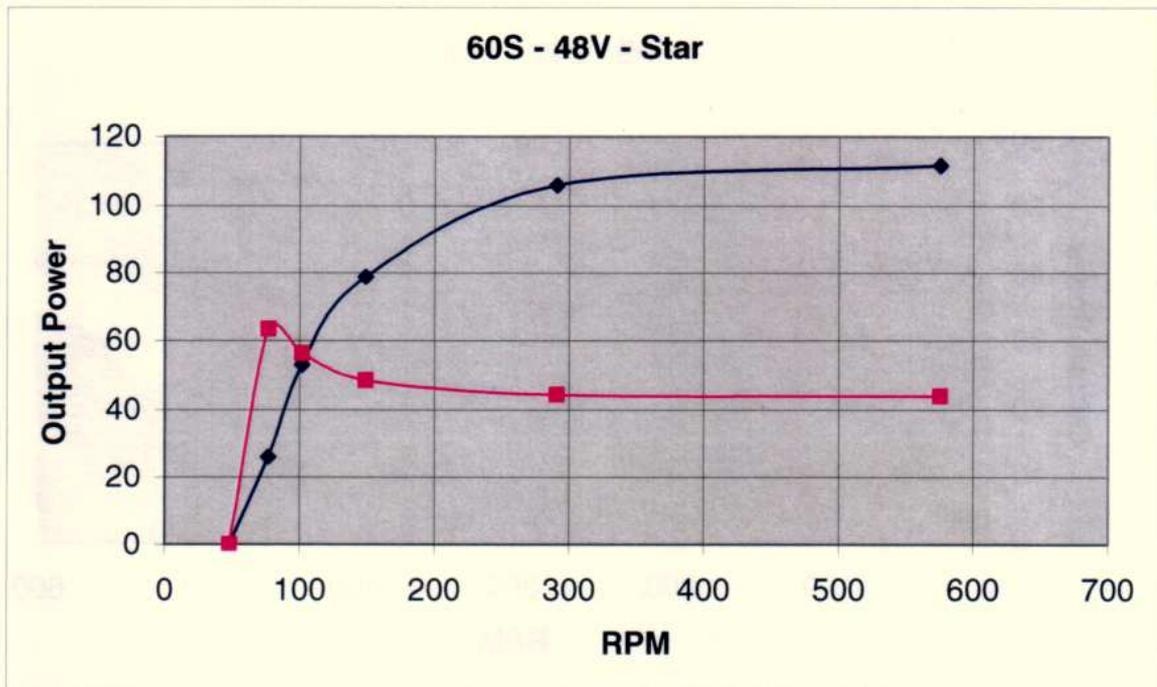
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

60S Stator – 24 volt



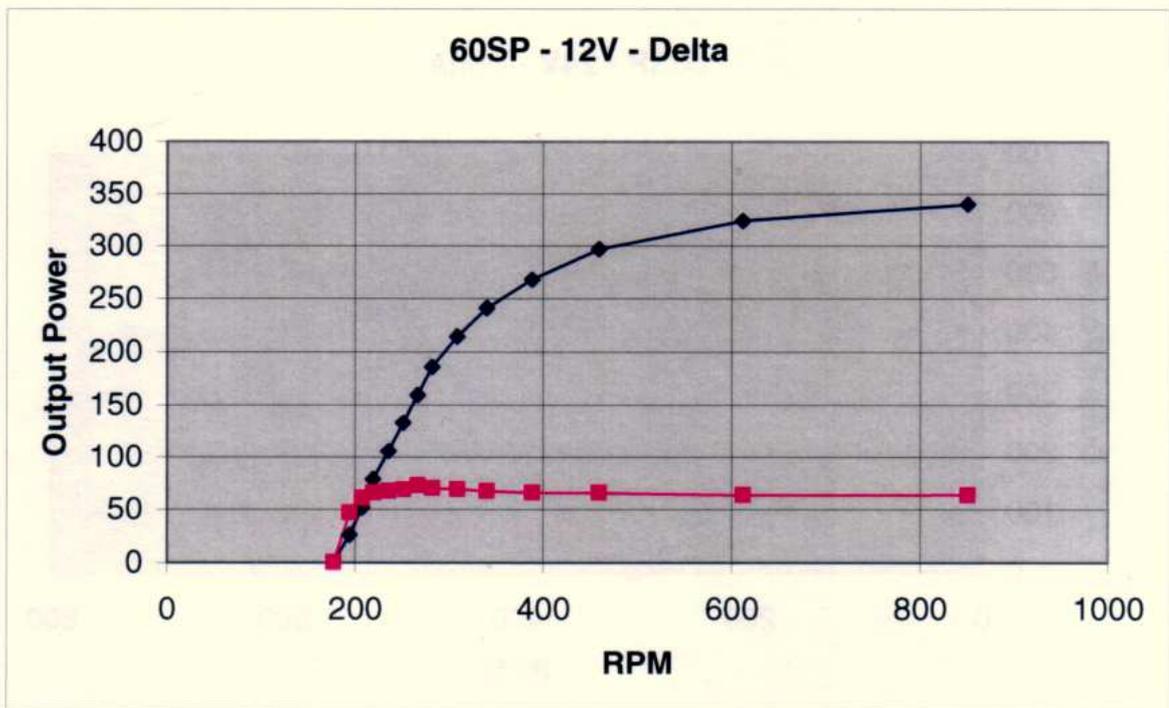
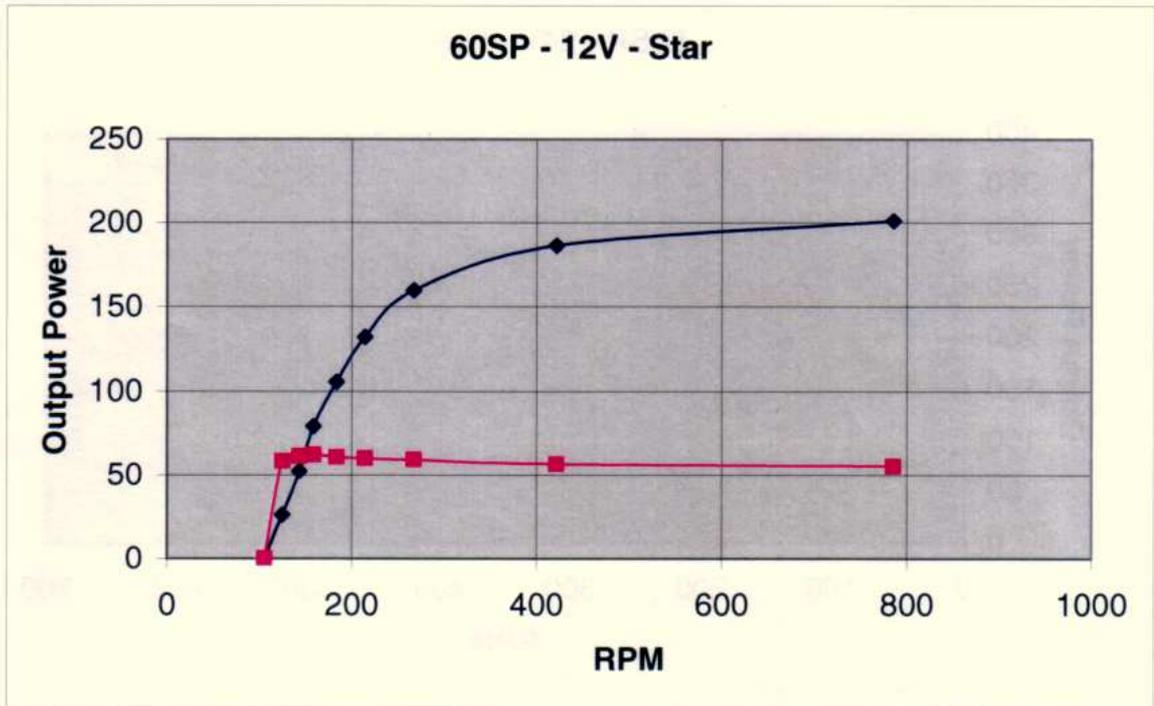
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

60S Stator – 48 volt



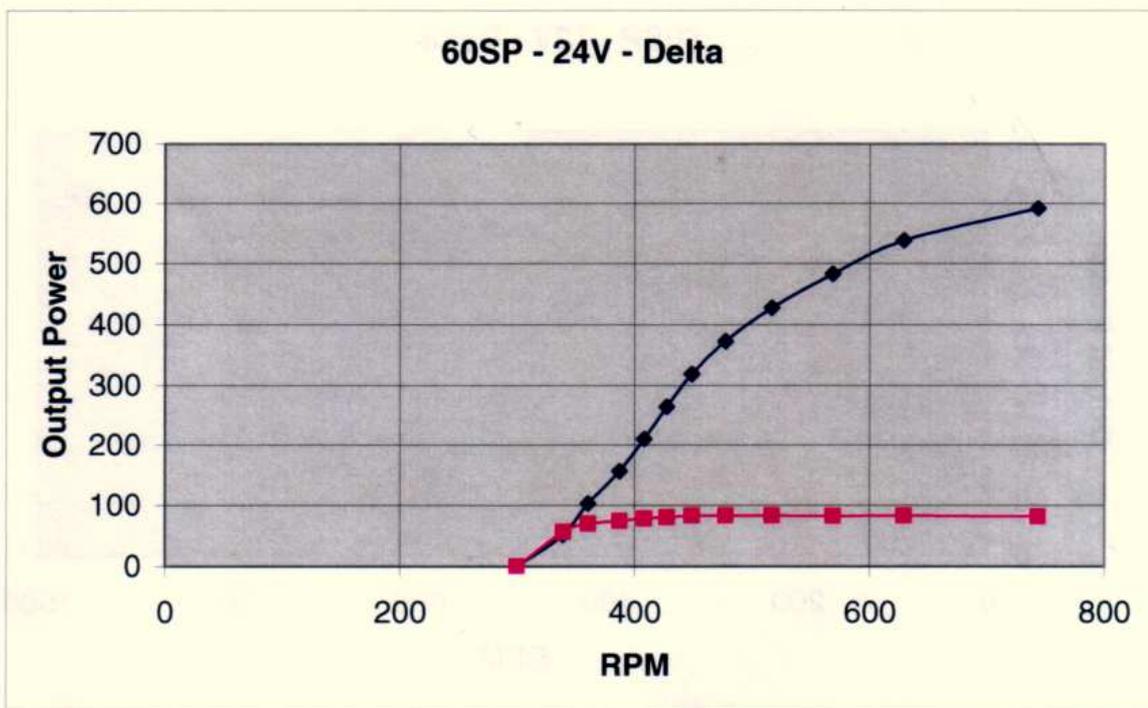
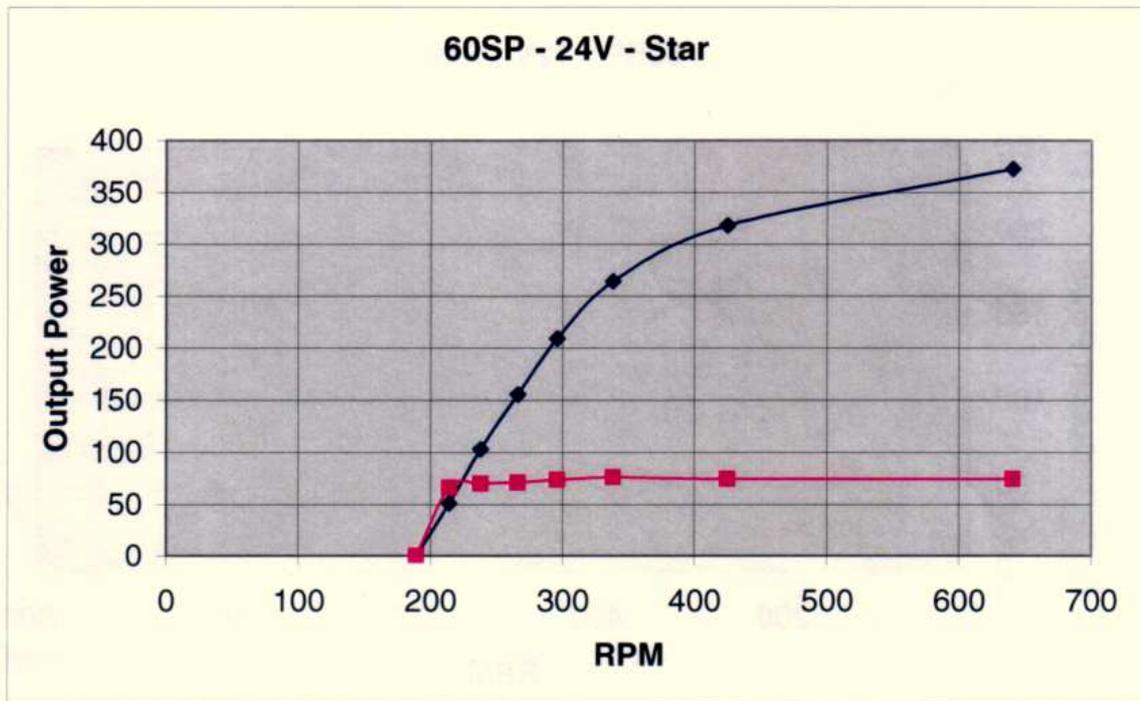
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

60SP Stator - 12 volt



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

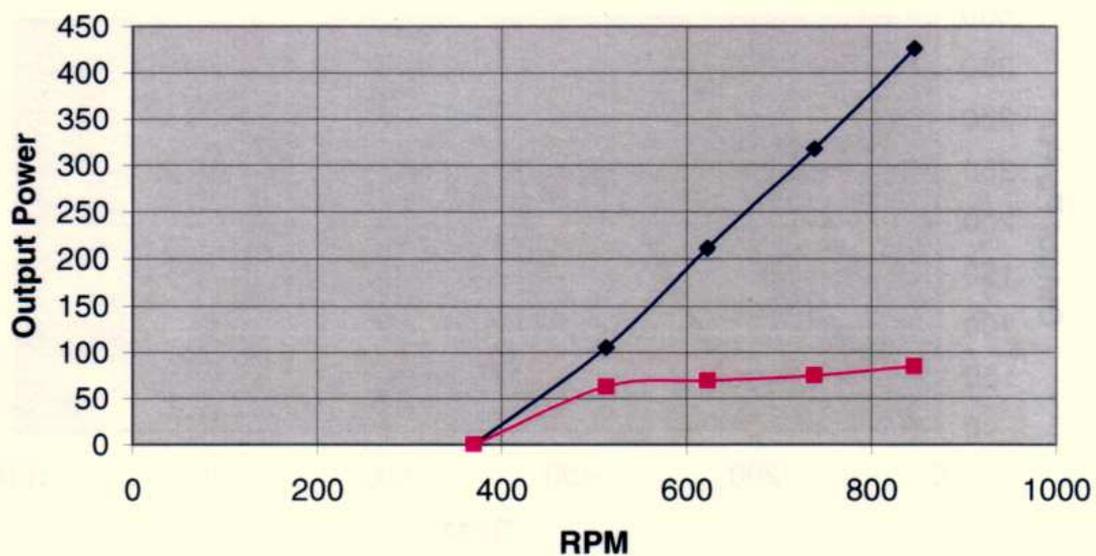
60SP Stator – 24 volt



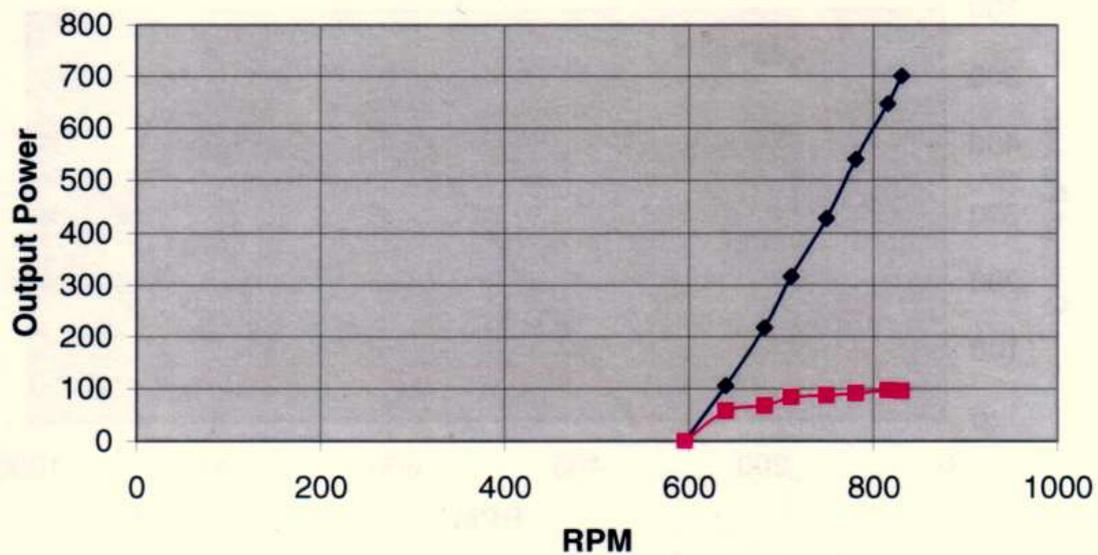
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

60SP Stator – 48 volt

60SP - 48V - Star

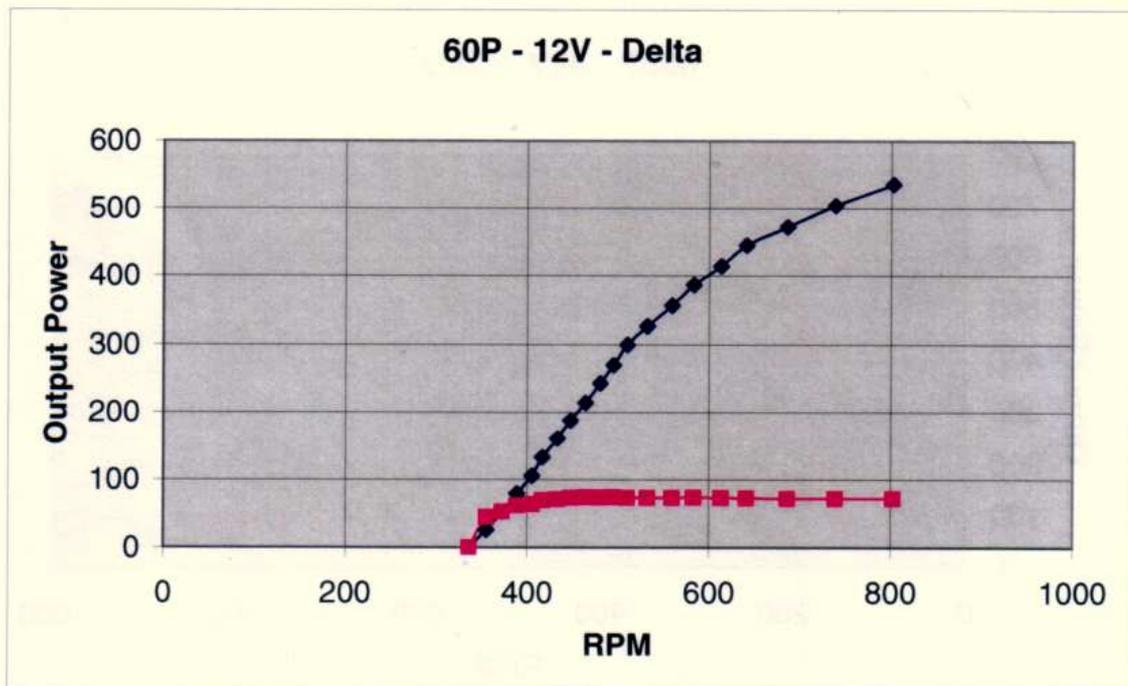
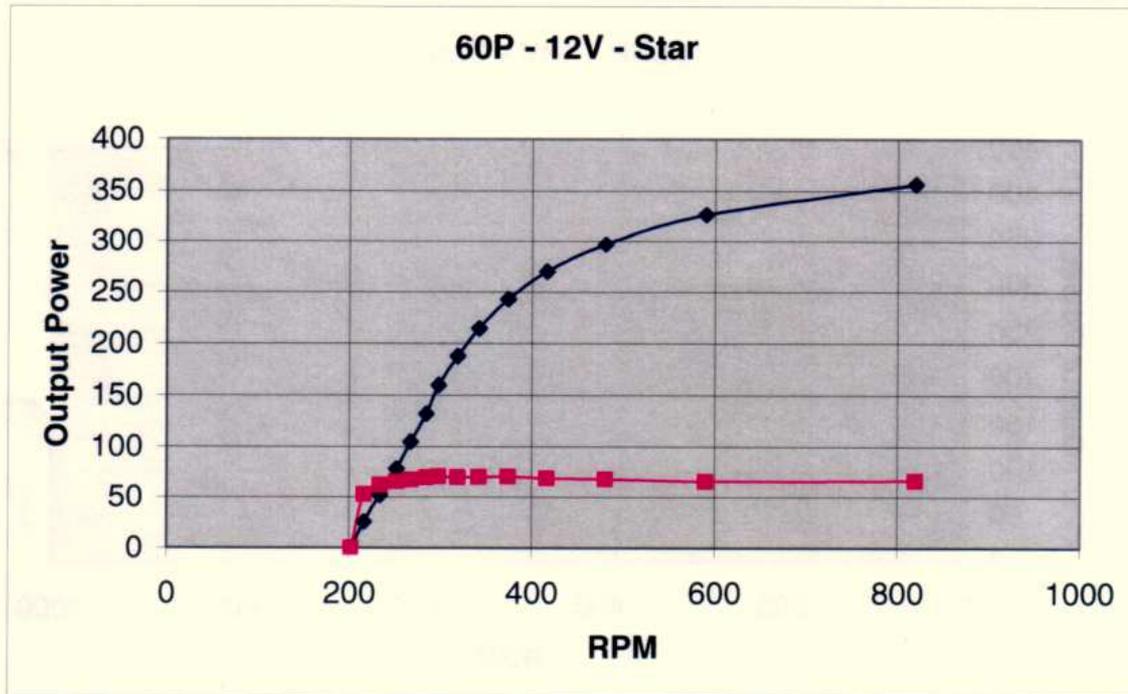


60SP - 48V - Delta



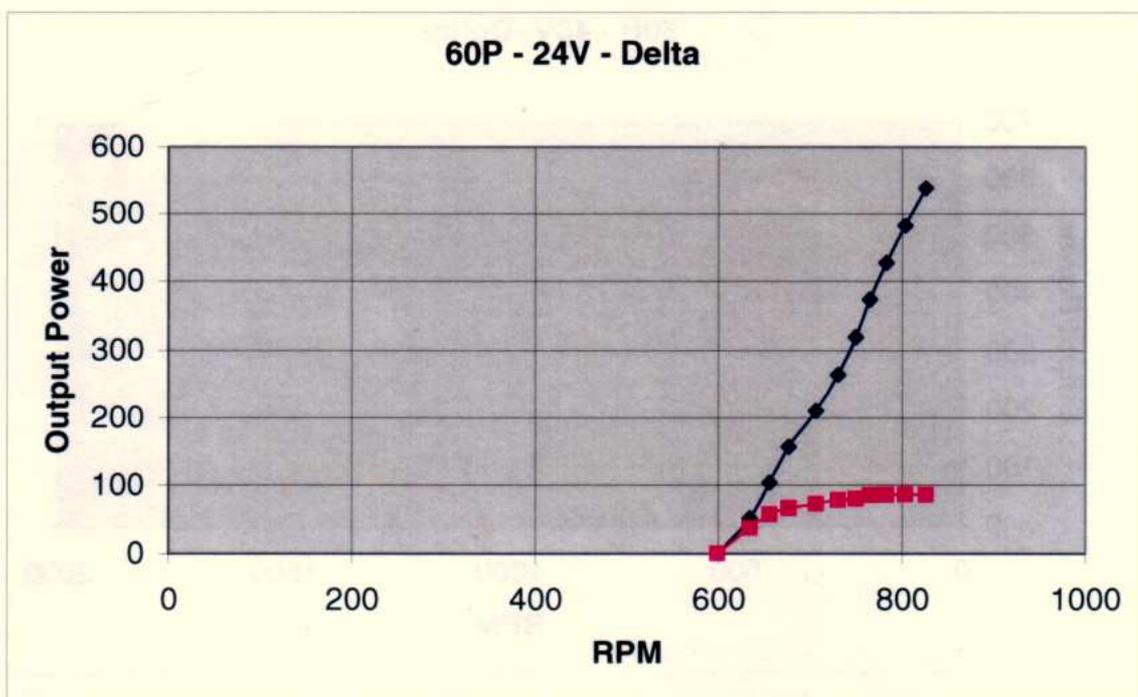
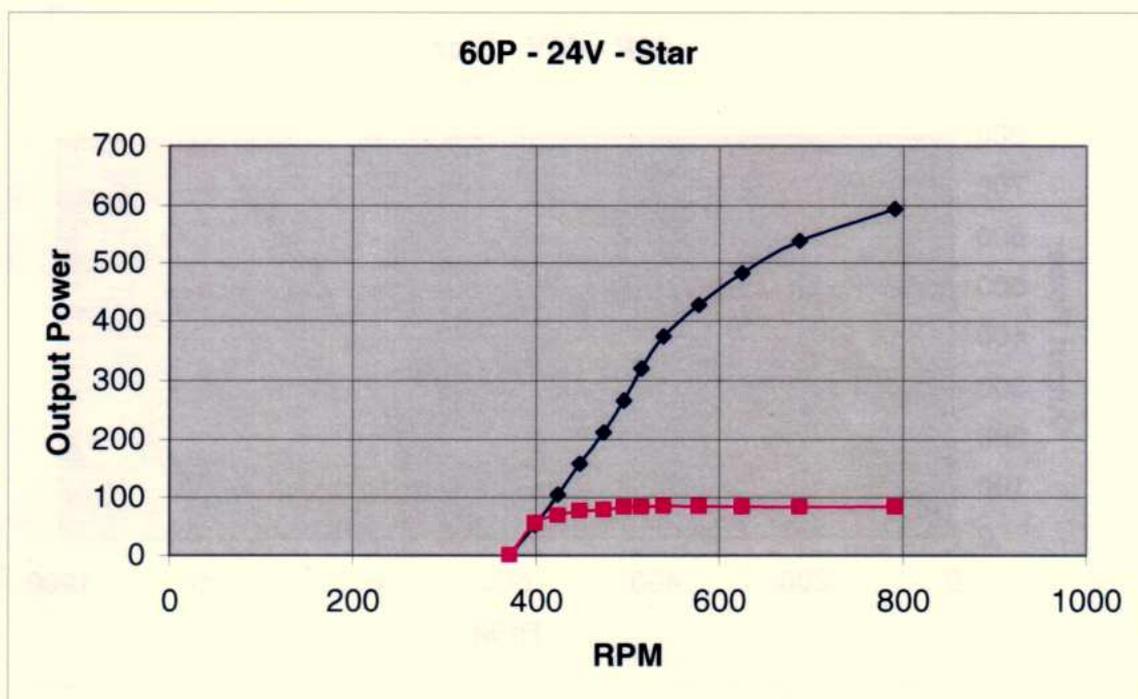
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

## 60P Stator – 12 volt



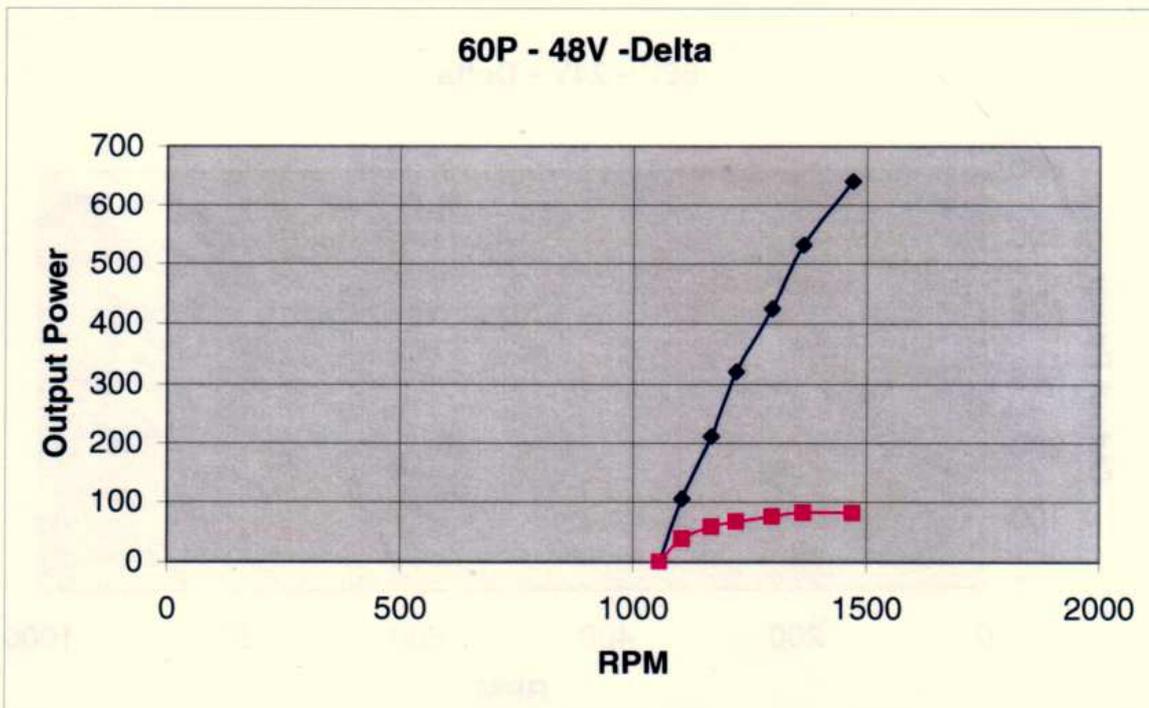
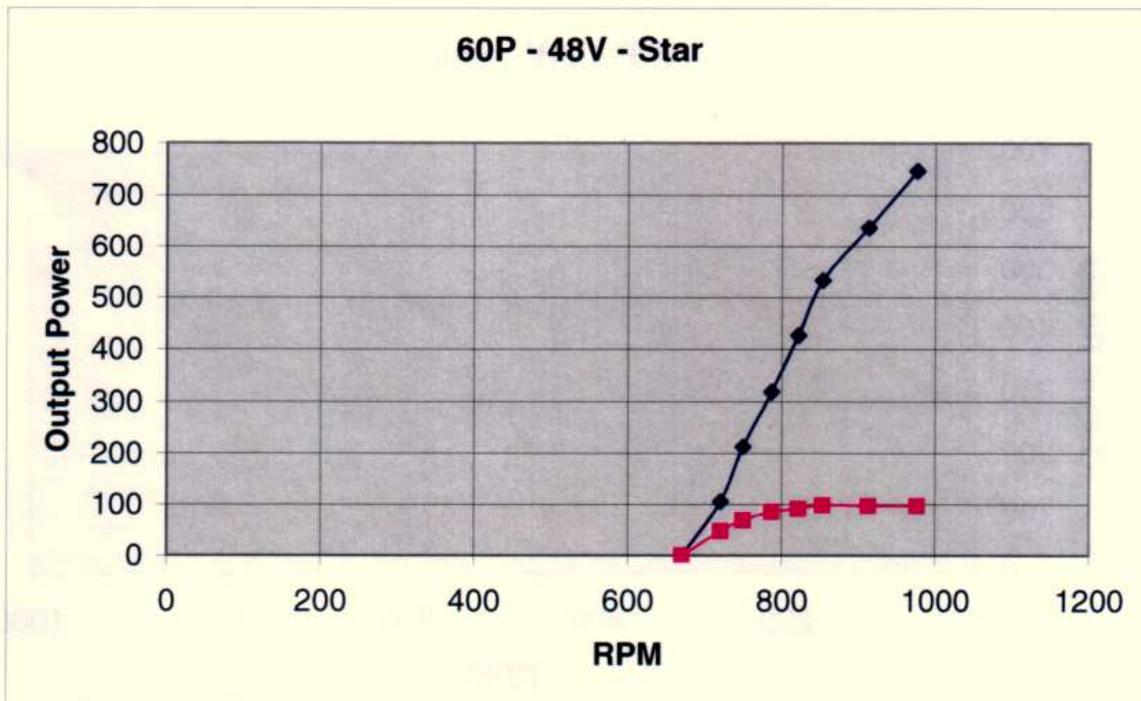
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

### 60P Stator – 24 volt



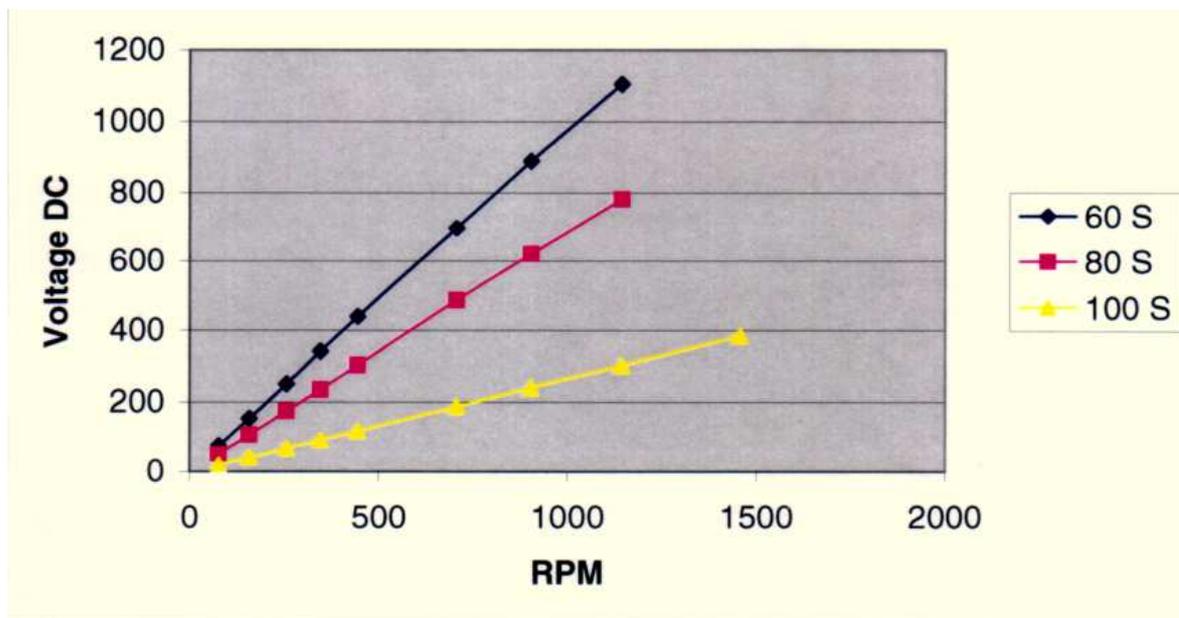
ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

### 60P Stator – 48 volt



ダイヤモンドマーク(青)=ワット数、四角(赤)=効率

負荷接続無しの場合の開放電圧値  
(危険予告です) (スター結線)



## キット製品明細・参考値段表

12/24V 用  
(48V 用は別途ご相談下さい)

3.5HP の発動機に接続しますと 1,500RPM で最高 1,000W 発電します。  
整流器込み。回転用プリーが軸に取り付けられています



**価格: ¥150,000.-/set** 送料、消費税は含みません。請求時加算されます。

**納期:**お支払後約一ヵ月後

**お支払:**注文時前金、銀行振り込み手数料、注文側負担

**ご注意:**本価格は 2014 年 9 月時点で計算されています。注文時再確認が必要です。

**-end-**