

## STARFLEET YDD 艦隊に使用しているパワーユニット。

## はじめに - 1.ポンプジェットとは？

潜水艦のモデルがスクリューで推進するのは当たり前・・・、というか、本物がそうだからモデルでも同じように動くことが重要、というのは自明の理。でも、本来ロケットブースターやら、波動エンジンやら、ワープエンジンなどと言われているものは原理はともかく何らかのエネルギーを放出して前に進みます。じゃあそういうモデルを実際動かす場合にどうするか？  
 というと、方法は限られてきます。

Y\_D\_Dock's  
Underwater vehicles  
Tech series

## 2.それでも選択肢は多い？

まずいくつか考えられる方法として、ポンプによる水流噴射、次にインペラと呼ばれるスクリュー内蔵のもの。さらにはより高度な物になると電磁波やらなにやらの化学実験室のような方法・・・あるいは浮力の増減による移動エネルギーを推進に変換するような機構・・・。

いやいや、そこまで行くと化学実験室に・・・。

## 3.もっと身近に、手軽に出来る方法・・・

最初に知っておいて欲しいのは、スクリューを使うというのは非常に難しいと言うことです。なぜか？ それはモーターからのシャフトをスクリューまでつなげること自体想像するより大変なことだからです。たとえば、モーターをケースに入れて、ギアで減速して、それをジョイントで多少のプレを吸収させてそしてスクリューにつなげるという時に、どこに水密機構をつけるか？、そしてその水密機構(つまり防水)が完全に機能するかを考えると、まず絶望的な状況に追い込まれてしまいます。(これは実際やってみればよくわかります)

船の場合は船体とスクリューシャフトの接点に水密機構を作りますが、これも完全に漏れない防水を施そうとするとかなり大変な事になります。まして、船体ごと水の中に沈めるのですからモーターを組み込むユニットごと丸ごと水密化する必要があります。どんなパーツを使ってどうやって作るか・・・

それはネットでアクアモデラーズメンバーのHPを探しまくれば方法が見つかると思います。・・・しかし、使わない方法も模索している場合具体的な方法は今までありませんでした。

そこでYDD-VoyagerやRNさん、雲山さんのスペースシャトルでも使用している簡単確実な水中パワーユニット作成方法をここでご紹介しましょう。



## Pomp-Jet ベース:灯油ポンプ/バスポンプ

小型で推力を稼げる身近なもの・・・それが灯油ポンプです。ただし、灯油ポンプには改造に適する物とそうでない物があります。必須条件としては、モーターの換装が出来ることです。おすすめなのは今回事例として紹介している工進製のEP-103です。  
<http://www.koshin-ltd.jp/products/domestic/kerosene/index.html>

大手ホームセンターやYahoo Shoppingなどで400円から1000円ぐらいで入手可能な物です。ホームセンター/大手家電量販店では10月から翌年の3月ぐらいまで販売されています。さすがに真夏には売っていません・・・。

灯油ポンプ交換用のモーターは6v仕様の280モーター(例Speed280など) ネットでは<http://www.airmodel.net/frmotor.htm>でも販売されています。ただし在庫がないと1ヶ月程度取り寄せ委に時間がかかります

バスポンプの交換モーターは7.2v仕様400クラスのモーター  
 バスポンプは同じく工進製のKPシリーズを使用。  
<http://www.koshin-ltd.jp/products/domestic/bus/index.html>

\*ラジコン用にはモーター換装しノイズキラーコンデンサを付ける必要があります。

## 必要な材料と工具

## 材料:

- 1.電動給油ポンプ EP-103
2. 280クラス 6Vモーター
- 3.10mm径アルミパイプ
- 4.ペットボトルキャップ
- 5.真鍮ネジ 3mm×8mm
- 6.シリコングリス
- 7.配線用ハンダ
- 8.ノイズキラーコンデンサ
- 9.EP-001接着剤

## 工具:

- 3mm(各種サイズがあれば便利)ドリル刃と電動ドリル  
 カッター/アトナイフ  
 物差し  
 ハンダごて  
 爪楊枝  
 小型ドライバー(+)  
 パイプカッター

## Pump-Jetの製作 灯油ポンプ編



## これが工進製のEP10 (2008/4月現在はEP103です)

このポンプ、灯油ポンプの中ではダントツにデザインが洗練されていてカッコいいです。(あんまり関係ないけど)

内部に内蔵されているモーターケースが分解できてモーター交換が出来るようになっています。他社製の多くの物はモーター自体がラバーで覆われていてモーターだけの交換は出来ないようになっています。これが凄く問題なのです。ラジコンの場合バッテリーは6V~7.2Vを使用します。更に受信機への影響を抑えるためにノイズキラーコンデンサの搭載が必要になります。ですから最初についている3V用のモーターでは使用できないので交換する必要があるわけです。また、6V用のモーターに換装することによって当然性能も上がるわけです。

(ただしバッテリーの組み合わせによっては3V用のモーターのままでもコンデンサの追加で使用する事は可能です。これに関しては後述)

\*2007年にマイナーチェンジしてEP103になりました。単1電池から単3電池に変わりましたが基本構造は同じです。以下の解説はEP-10を使用しています。



## 必要な材料

材料:

1. 電動給油ポンプ EP-103
2. Graupner 280 6Vモーター
3. 10mm径アルミパイプ
4. ペットボトルキャップ
5. 真鍮ネジ 3mm×8mm
6. シリコングリス
7. 配線用ハンダ
8. ノイズキラーコンデンサ (Graupner 280に付属しています)
9. EP-001 接着剤

灯油ポンプは毎年10月から3月頃まで店頭で並びます。その他の時期ではネット通販で入手できます。推奨はEP-103ですが、このサイズのものであって、モーター交換が可能ならメーカーは問いません。

製作解説にも出てきますがモーター交換の時にノイズキラー・コンデンサを取り付けるためモーターをそのまま使うことは出来ません。コレをつけないと受信機がノイズを拾ってサーボが誤動作をしますので必須となります。

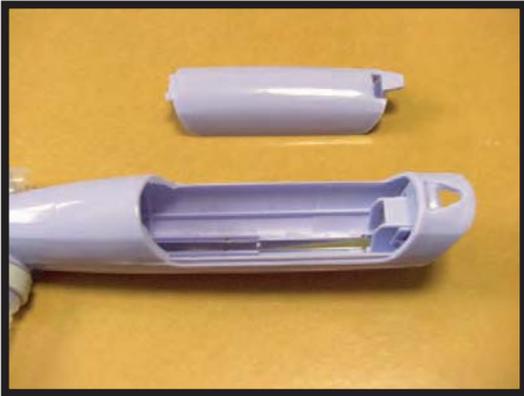


必要なのはポンプの先端部です。この中にあるモーターを換装して使用します。

換装するモーターは280クラスで6v~7.2vが使用できるものを選択します。ここで使用しているのはラジコン飛行機用の280モーターです。

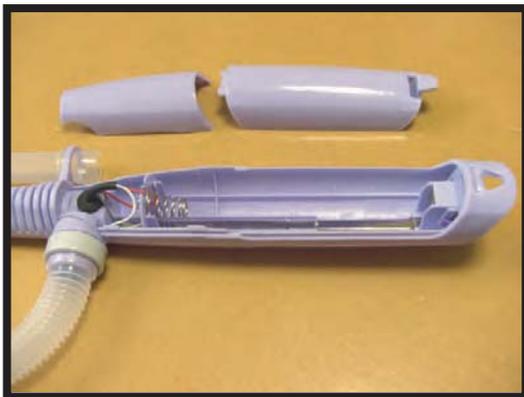
\*モーターはGraupner280じゃなくてもバルクなどで売っている280の6~7.2v仕様ものでも使用可能です。

Pump-Jetの製作 \*改造例ではEP-10を使用していますので多少手順が変わる場合があります。

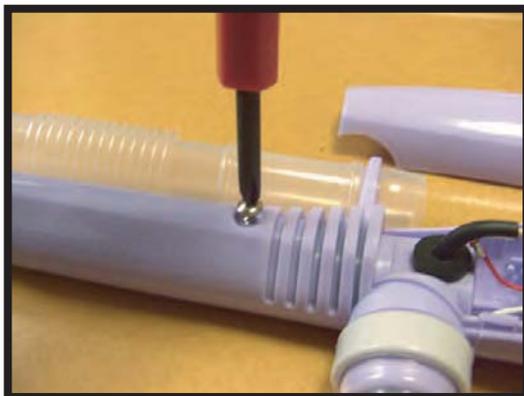


### 1.ポンプの分解

電池ケースの蓋をはずします。



次にその下のカバーもはずします。  
ここははまっているだけなので  
力づくではずしてしまいましょう。



ポンプのチューブと電池ケースを止めているネジを  
はずします。



赤白のリード線を両方切断してしまいます。  
(赤が+白が-なのを忘れないようにしましょう)

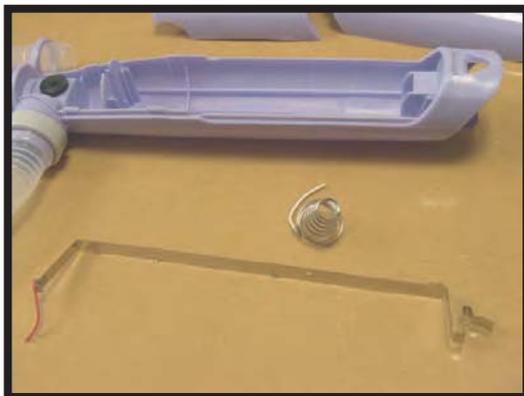


リード線のゴムケーブルを押し込みながら、電池ケースとチューブ部分を分解します。

モーターからの配線は電池ケースまで伸びていて電池ケース部に防水用のゴムでシールされていますからチューブを引き抜くときに電池ケースのこの部分の線を押し込んではずします。



押し込みながらはずすと簡単にチューブと電池ケースが分解できます。



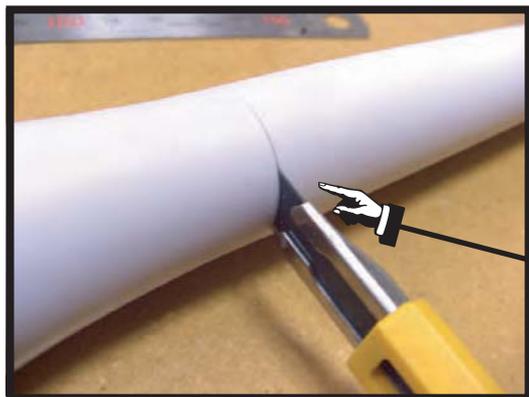
電池ケース部分は使いませんが、配線用金具などは電池ケースを自作したりするのに再利用することも可能です。



ポンプ部分を必要な部分に分けるためにカッターでパイプを切断します。  
この時中に配線があるためカッターの刃はあまり長く出して使用しないでください。

パイプ自体はポリプロピレンなのでカッターでも切断できますが、けがをしないように少しずつ慎重にカットしてください。

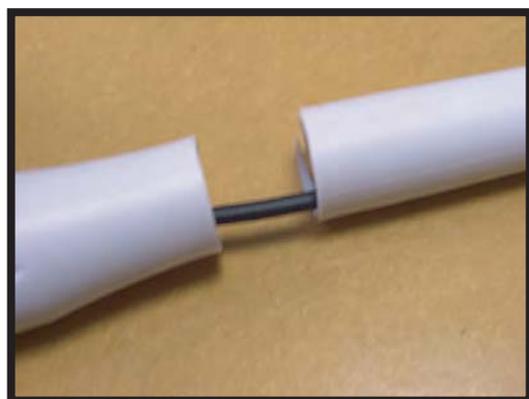
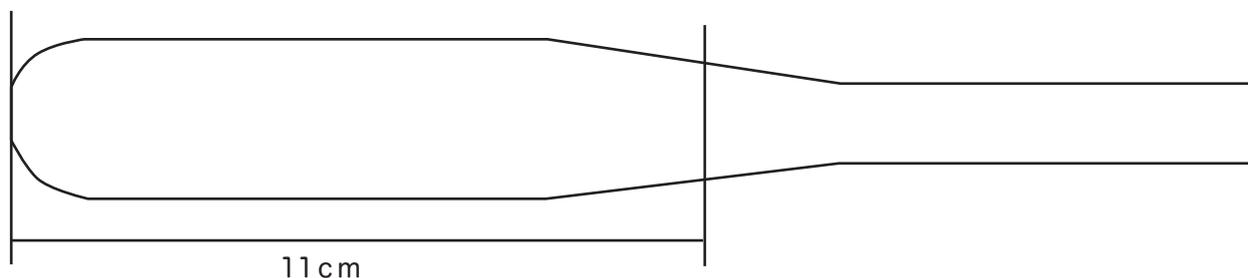
カットする位置は先端部から11cmの所です。



少しずつ丁寧にカットします。  
カッターの刃はなるべく新品のきれ味の良い物を使いましょう。  
小型のノコギリなどでカットしても良いでしょう。

**\*少々力がある作業ですので安全に注意しましょう**

フリーハンドで切っていますが  
多少ギザギザになっても後で修正できるので  
かまいません。少し長めにカットしてあとで  
修正した方が安全です。



\*カットすると写真のようになります。  
内部にモーター線がありますから傷つけないように気をつけて  
作業してください。  
切り口が多少曲がっていても大丈夫ですが切り離した後  
カッターで修正しておいた方が良いでしょう。

ただし、あまり厳密にする必要はありません。



ポンプ先端部のカバーをはずします。

余談ですが、この辺のデザインはなかなかかっこよいですね。  
他の同クラスのポンプと比べて性能も高いのがこのポンプの  
良いところです。



内部からモーターケースをはずします。

この時後ろ側から棒のような物で押し出します。  
ペラの部分は指で簡単にはずれます。



モーターケースを分解します。

\*引き抜くのではなく写真のように曲げてはずすと  
比較的楽にはずせます。それでもはずしにくい場合は  
ペンチなどを使ってはずします。



モーターケースとモーターを分解すると  
写真のようになります。

モーターをこのまま3v仕様で使う場合  
モーターの後ろのゴムパッキンはずして(ケーブル側に  
はずします)結線部にノイズキラーコンデンサを取り付けます。  
取り付けたらパッキンを元に戻します。



同じ280モーターなのでGraupner280と  
同じサイズです。

はずしたモーターケースにGraupner280をはめてみて  
軽くはいるか確認しておくといいでしょう。  
Graupner280の本体についているシール部分がわずかな厚みの  
差になって入りにくい時はシールを剥がしてしましましょう、  
性能には全く影響ありませんから。

再組み付けの時に軽くはいる方が楽に組み立てられます。



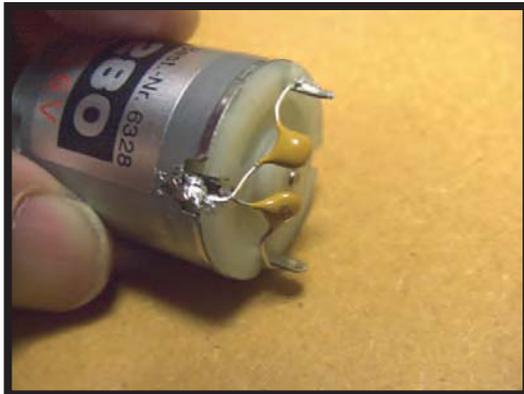
モーターをはずします。  
ニッパーなどでモーター接点との接合部ぎりぎりを  
カットします。短くなりすぎると再接合がやりにくくなります。

切りすぎた場合、ペンチなどでリード線が包まれている太いケーブル  
ごと引き出して長さを調節します。

**\*ハンダ付けのTips**

写真のようにリード線先端部に先にハンダを少しつけておき  
モーターの接点部分にも先にハンダを盛っておくと接合するとき  
位置をあわせてはんだごてを当てて両方を溶かして接合すると  
楽につけることができます。

また、はんだごては先細の20wから30w程度の物を  
使うと作業がしやすくなります。

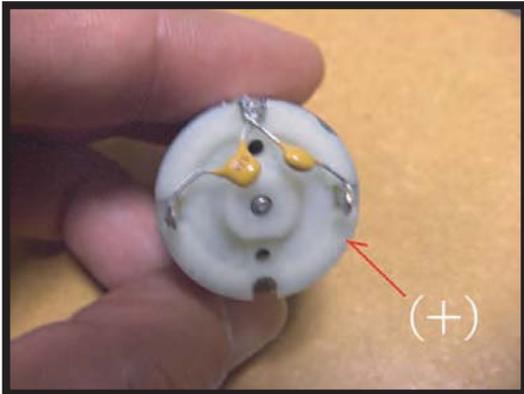


モーターにノイズキラーコンデンサ(モーターに付属/またはラジコン  
ショップで入手可能)を取り付けます。

取り付け方法はコンデンサーの一端を本体に、もう一端を  
電極接点に接合します。コンデンサの向きは関係ありませんが  
+ - 共に一つずつつける必要があります。

本体側の接合はモーターの後ろにあるくぼみ部分の金属部分  
に接合します。

ケースがモーターにぴったりな為、モーターの外側にハンダが  
はみ出るとケースに入らなくなります。



モーターの電極ですが写真のように電極のそばに丸いくぼみ  
がある方が+になります。リード線をハンダ付けするときには  
十分注意してください。

このポンプの場合、モーターを逆転させても水流の方向は変わらない  
為注意が必要になります。逆転させた場合ペラの羽の方向の  
関係で推力が弱くなるだけです。

アンプとの接続後に水に入れてテストしてください。  
場合によってはプロポのスロットルをリバース設定にする必要が  
出てきます。



モーターとリード線をハンダ付けします。

この時ゴムパッキングがじゃまになるようでしたら一旦はずして  
ハンダ付けの後でコード側から組み込むことも可能です。  
この時点で電池を繋いで動くかどうかテストしてください。



ケース部分にゴムシールをセットします。



内側からシリコングリスをたっぷり塗ります。

ここはモータシャフトの回転軸受けになりますので防水の要となります。

元々灯油ポンプは液体の中で使うように設計されていますがラジコンの場合駆動時間が長いのと水圧に耐える必要があるために多めに埋めるようにシリコングリスを塗布してください。

シリコングリスはゴムに悪影響を与えませんが、油性グリスなどはゴムの劣化を招きますので使用しないでください。

\*シリコングリスは模型用より一般用の物を使用してください。模型用より粘度が高く防水効果も高まります。また、スプレータイプではなくチューブに入っている物を使用してください。



モーターを先端部までしっかり差し込んでください。モーターをセットすると写真のように余ったグリスがはみ出てきます。ティッシュなどでよく拭き取ってください。



モーターケースの後ろ部分をはめるときにもたっぷりシリコングリスを塗布してください。



ケースをきっちりはめ込んで元に戻します。  
はみ出たシリコングリスはティッシュなどで拭き取ってください。

モーター軸にゴムパッキンを使用している性質上この部分からの水漏れはあると思いますが壊れるまで使用して壊れた場合にまた新しく作るという方法が金額的にも現実的かもしれません。



これでモーターユニットは完成。  
次はモーターユニットとアウターチューブの組み付けに入ります。



ケースに組み付けてペラをはめ込みます。  
ペラをはめたら先端のキャップも閉めてしまいましょう。



次に噴射ノズルになる10mm径のアルミパイプを1.5~2.0cmにカットします。

パイプカッターで回しながら切っていきます。



パイプカッターはホームセンターなどの工具売り場で600円前後で販売されています。アルミなどは材質が柔らかいため大きなパイプカッターは必要ありませんので小型の物で十分です。

金ノコなどで切るより早くてきれいに切れますので一つ買っておくと便利です。真鍮パイプなどにも使用できます。

このノズル部分は真鍮パイプでもかまいません。要するに錆びない素材である必要があります。



#### Tips

ポンプのノズルから船体の噴射口までアルミパイプをのぼす必要はありません。写真のようにシリコンチューブで延長できます。

また、この延長方法の方がポンプのレイアウトの自由度が高まりポンプ自体の交換も楽になります。

シリコンチューブは半透明のゴム状の物で柔らかい物ですがかなりの内圧に耐えるほか、ゴム自体の耐久性もビニールチューブなどより高いためうってつけの素材です。これもホームセンターなどでmの量り売りなどで入手可能です。ただし延長しすぎるとパワーダウンになりますのでご注意ください。



次はポンプの後部のキャップを作ります。

ペットボトルのキャップに穴を開けてパイプを通します。使用するの炭酸系のキャップの方が良いです。



キャップにドリルで穴を開けていきます。この時径の小さいドリルから太い物へ何段階かわけで開けると開けやすいです。開ける位置は写真を参考にしてください。

キャップを裏から見て白い部分の突起の位置を端として10mmよりやや小さい穴を開けます。ドリルである程度開けたらアートナイフで丁寧に広げていきます。

完全な真円にならなくても多少いびつでもかまいません。重要なことはパイプよりやや小さく、キャップのセンターではなく端に開けると言うことです。

小さめに開けて無理矢理通せば多少の隙間はふさがれてしまいます。



10mmパイプを差し込んだら裏側に3mmぐらい出るようにセットしてください。

パイプをセンターに配置しないのは、このようにオフセットした方が内圧が高まるためです。モーターケース後ろ端からこの部分までが圧力室になり噴射の流速が高まります。

シュラウド内のインペラと違い小さなペラを高速回転させて内部の圧力を高めて噴射させるポンプですから噴射口のサイズによって特性が変わります。また遠心ポンプより加圧スペースが小さいため、この加圧スペースと噴射口のサイズが重要になります。

興味のある方はキャップの噴射口サイズや加圧スペースを変えて試してみてください。

#### ちょっとコラム;

YDD-ENTERPRISE1701-Aでは石油ポンプより大型な同じ工進製のバスポンプを使用しています。モーターはエアプレーン用の400で、ノイズキラーコンデンサーを追加して換装して使用しています。作りかた自体はほとんど同じなので、より大型でパワーが必要な場合にはバスポンプをおためしてください。ポンプ本体の加工はほとんど不要なのでモーター交換だけで使用できますからより簡単に作れます。

このバスポンプですが、注意してみると噴射口が本体中心軸ではなく外側にオフセットされています。つまり上で製作したようになっています。最初石油ポンプを改造したときには効率がよいのではないかと推測でセンターに噴射口を配置していましたが、試しにバスポンプと同じようにオフセットしてみたら・・・不思議とパワーアップしました。そうです、これは加圧式のポンプですから加圧するスペースが必要なのです。噴射口をセンターからオフセットしているのはまっすぐ水が逃げないようにして加圧スペースを稼いでいるからです。より大型のバスポンプがこういう構造になっています、ですから同じようにした方が良いでしょう。

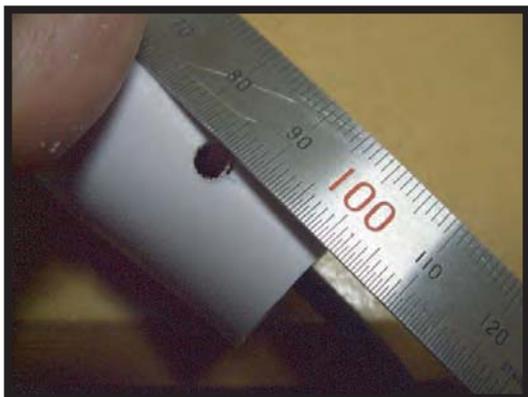
この加圧スペースはモーターパワーによっても必要な大きさが変わってくるようです。しかし強力なモーターに強力なバッテリーを繋いでより圧力を高めようと思ってもそれは無駄です。内部圧力が一定限界に達するとそれ以上圧縮ができません、しかも噴射流速もそれ以上上がりませんししかもペラから逆に戻る吹き戻しも起こるため逆にパワーロスしてしまいます。

またこのポンプは回転を逆転させてもインペラのように噴射が逆流しませんからバックは不可能です。ポンプ自体ではなく噴射口を何らかの仕組みにおいて変えるという方法しかありません。

ただし、そのデメリットを差し引いても簡単に水中用のパワーユニットが手にはいるという意義は大きいと思います。



ポンプの後ろ端から1.5cmの所にドリルで穴を開けます。モーターからのコードが直径にあわせた穴をあけてください。



後ろ端から15mm程度という理由はキャップを付けたときにぶつからない位置ということになります。



モーターケーブルの端を内側から通します。



たるみのない程度にこのようにセットします。



噴射キャップをかぶせて位置決めをします。  
ハル(船体)への搭載方法を考えて配線の位置、ノズルの位置を決めてください。

#### Tips

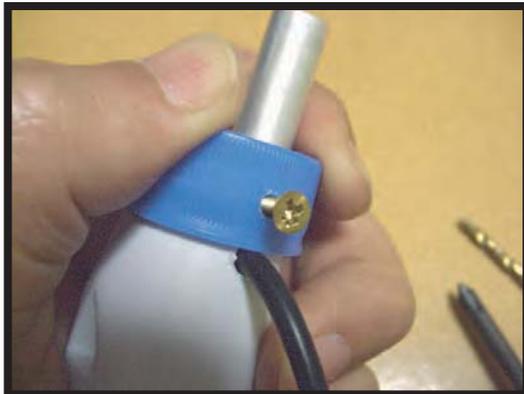
この配線方法は真後ろのキャップ部に穴を開けて後ろから配線を出すという方法もあります。この方法は製作時に搭載艦の都合でこういう方法にしました。

バスポンプのように真後ろから素直に配線を出す方が良さそうです。  
EP-103の場合モーターのケーブルが旧型よりやや細身になっていますのでキャップに穴を開けて噴射口の横から後ろに出す方が効率がよいかもしれません。



位置を決めたら3mmドリルで穴を開けて貫通させます。  
キャップと本体をなるべく押さえるようにして穴を開けます。  
対角線上の2カ所に穴を開けて固定します。

\*不安定な作業になりますから各自方法を考えながら  
けがをしないように注意して作業してください。



穴が開いたら3mm×8mmの真鍮ネジをねじ込んで、仮組みします。  
片方が開いたらネジ止めしてもう片方の穴をドリルで開けてください。

これは小さめの穴を開けてねじで簡単に固定するだけで、特にナットで  
内側を止めることはしなくても大丈夫です。  
なるべく簡単な方法ということでねじ止めしているだけです。



これで完成・・・ではなくて、ここからが重要なシール作業です。



2液混合型のEP001を使用します。

2液を混ぜてください。冬場なら7～8分、夏場は5分程度  
放置してから作業に入ります。

混ぜた後すぐはどろどろで流れてしまいますから、ある程度  
固くなってから作業した方が効率的です。



キャップを一度はずして内部にEP001を盛り上げるように塗ります。この接着剤で隙間を完全に塞いでシールします。

キャップの内部の外側とアルミパイプ周辺に重点的に盛り上げてください。これで接合部からのもれはなくなります。



キャップをしてネジ止めしてキャップと本体との隙間に更にEP001を流し込みます。モーターコードの部分にもEP001を塗って隙間うめを行います。塗り終わったら真上に向けてそのまま数時間放置してEP001が固まったら完成です。

\*この時必ず吸水口を上にして乾燥させてください。内部のEP001がまだ固まっていないので傾けたままにするときちんとシールされません。



これで本体加工は終了です。  
後は各自船体に搭載する方法を考えてください。

#### 搭載方法と使用の注意点

YDD-Voyage0.5mmのアルミ板を帯状に切ってベルトのようにして固定しています。本体に穴を開けて固定するのはおすすめできません。クランプのような物で押さえつけるなど色々工夫してみてください。また本体がポリエチレンですから接着剤による固定は適しません。

また、水流を噴射するということは吸水口から水を吸い込むということなので、船体内蔵で搭載するときには船体のどこからか必ず水を吸い込む場所が必要になります。位置関係はあまり大きな影響はしませんが、船体外部からの取り入れが少ないとモーターのパワーを生かし切れません。船体の取水口の位置にはあまりとらわれなくても大丈夫ですが、吸水口の近くに大きめの取水口があった方が効率は良くなります。



## メンテナンス

特に大きなメンテナンスは必要ありませんが、使用後は内部の水を出してよく乾燥させてください。モーターのトラブルなどで換装が必要になったときには組み立て手順の逆に分解してモーター交換を行ってください。

EP001は水密には非常に有効な接着剤ですが固まっても完全に硬化せず柔らかいままですから、カッターやツメなどでも剥がすことが出来ます。

特に分解を意識していない作り方なのはその為です。モーター交換などの組み立て時にはピンセットなどで古いEP001を剥がして最初の組み立て時と同じように使用してください。

ちょこっとコラム;

ポンプにもモーターは使っていますし、小さいとはいえペラが回っています。ですから急加速などを行うとモーター回転に対する反トルクが出てしまいます。モーターが垂直に配置される遠心ポンプと違いモーターが船体と平行ですから多少の影響はしかたありません。

ただし、スクリューより影響は遥かに小さいですし、一定速走行時にはほとんど影響しなくなります。

操縦性は基本的に加速はスクリューに比べてマイルドな特性です。また、噴射口のノズルの絞り方でもパワーの出方が微妙に変化しますから色々セッティングを試すことも出来ます。またポンプ自体ではモーター逆転の逆流によるバックは不可能ですから操縦には注意が必要です。

## バッテリーとの組み合わせについて

なるべく小さな船体にも使用できるようにポンプ自体もぎりぎりのサイズにしています。パワーと大きさのバランスで考えると30~50cmクラスの船に使用するのが適しています。また、大型の物へはポンプを複数使用するなどの搭載方法もあります。

基本的にはラジコンセットの6v~7.2v用のアンプ/受信機との組み合わせで使用します。

バッテリーはエアガンなどに使用されている単2より二回りぐらい小さいSCセルの物が相性的には良いと思います。基本的には6本組の7.2v仕様で使用できます。ニッケル水素の単4サイズでも使用可能ですがパワーの持続や走行時間はやや落ちてしまいます。単3サイズのニッケル水素の場合はパワー、航続距離は満足できますが、やや容量的に大きすぎるため、アンプやバッテリーの発熱に注意してください。パワーをかけすぎても逆に推力ロスになりますからむやみにバッテリーを大きくしたり電圧を上げてても無意味です。

## 参考データ

YDD-Voyager ポンプ+単4ニッケル水素6本 900mAh 航行時間 約20~23分

YDD-YAMATO ポンプ+SCセルバッテリー(電動プレーン用6本パック)1200mAh 航行時間 約30~35分

## Tips

換装用のモーターですが、最初からついている3v駆動用のモーターにノイズキラーコンデンサを追加して使うことも可能です。ただし、この場合ラジコンセットの必要電圧が4.8~7.2ぐらいですからアンプからの電圧がオーバーになることは否めません。単4サイズのニッケル水素などの電流の容量が低いバッテリーと組み合わせると多少モーターの耐久性は落ちますがある程度は使用できます。単3サイズのニッケル水素で7.2v仕様で使用するとモーターの寿命を極端に縮めてしまいますので避けた方がいいでしょう。