

STINGRAYの製作

2014.10.12

吉川 博樹

1. はじめに

スティングレイと言うのはTV映画のルート 66 (1960~1964)に出てくるスポーツカーではなく、英国のマリオネット(1962)に出てくる原子力潜水艦です。TV映画自体はサンダーバードより古くスーパーカーの後ですが、カラー化されているのは流石です。

Wikipediaによると、

日本では1964年9月7日から1965年3月31日にフジテレビで放映されたが、イギリスでは連続テレビシリーズとして、日本ではフジテレビとして、初めてのカラー放映作品と言う名誉を得たと記載されています。

オリジナルの諸元は、全長65フィート、全幅20フィート、原子力ハイドロジェットエンジンで海中600ノット、海上400ノットでるそうです。ハイドロジェットエンジンは後部にあるのですがそのインテークが前方のサーチライトの横の小さな穴で、オリジナル通りに作っても抵抗が大き過ぎ十分な推力が得られそうにもありません。駆動方式をどのようにするかが課題のひとつになります。

写真の資料は、スティングレイをFRPで作りたいと言ったら模型仲間の人が持ってきて下さったものです。この中に図面があったのでこれを参考に製作を進めました。

2. 木型

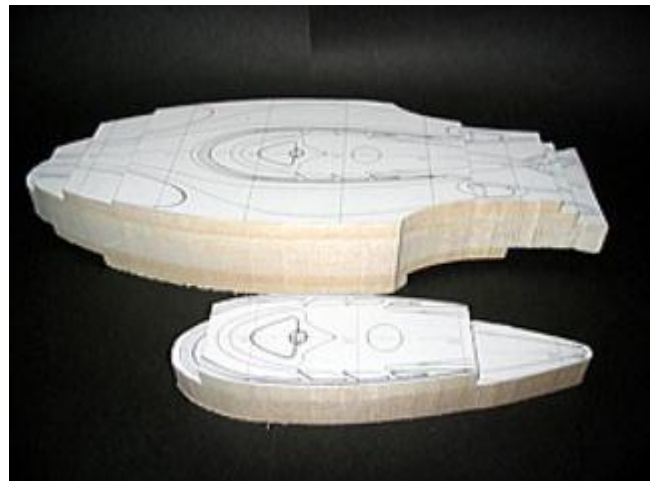
検討の結果、1/45(Oゲージ)で作ることになりました。オリジナルは65フィート(19.8m)という設定なので1/45で全長440mmです。

バルサの板を積層して図面を貼り付けバンドソーで切り出したものが右の写真です。

バンドソーで外周を切り出したあとはナイフで荒削りしてサンドペーパーで仕上げていきます。サーフェサー、ポリパテ、水研ぎを繰り返すとツルツルになります。

因みに、後部のコーンは50mmのラジコン飛行機のスピナーです。

オリジナルの断面の形状は三角おむすびに近いのですが、今回はラジコンの部品搭載のため鏡餅型になっています。



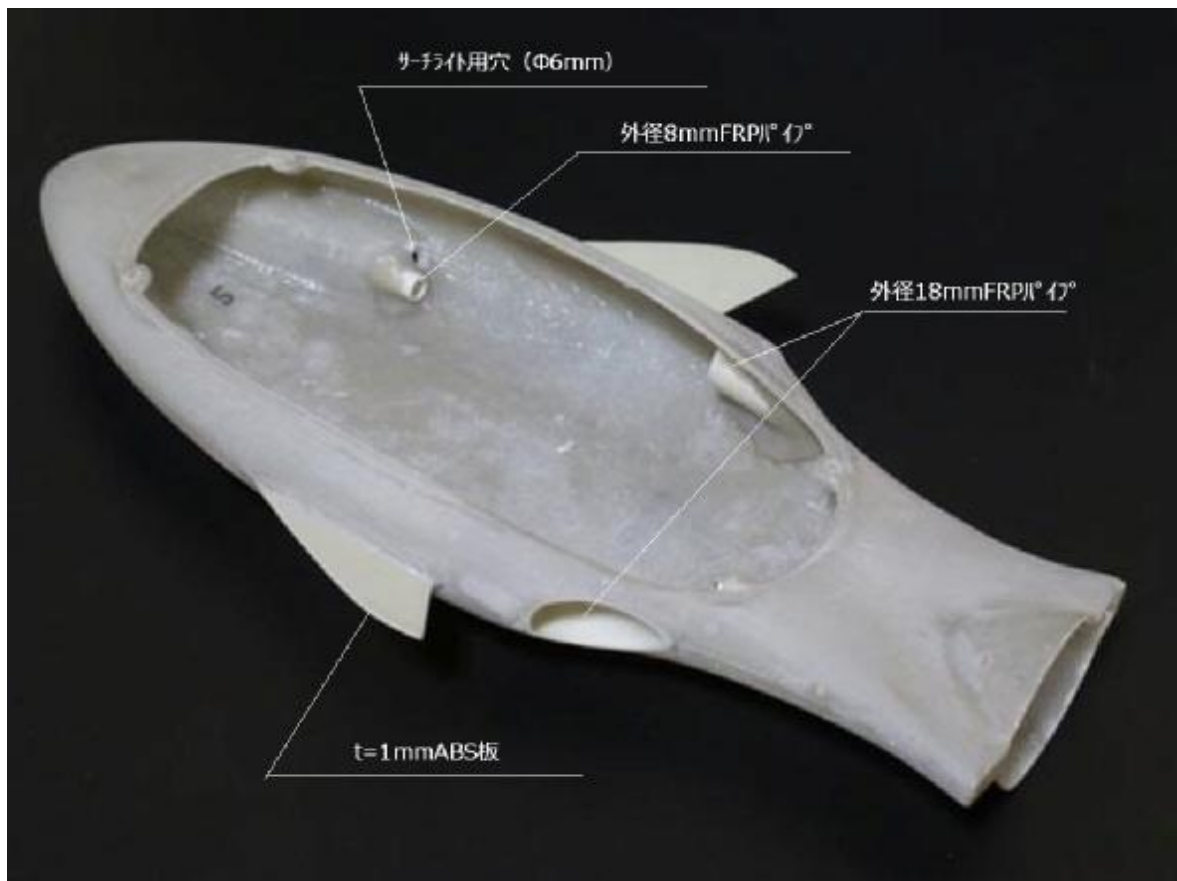
3. FRPハル

ハルは上下2分割で下側に開口部を設けた後張り合わせます(右の写真)。今回はセミドライハルにするため開口部は出来る限り大きくしました。

推進装置は後部ではなく両サイドに灯油ポンプを改造したものを設置し、GWSのVテールミキサーで左右を制御し方向転換する方式としました。ポンプの吐出口を出すため外径18mmのFRPパイプを両サイドに接着し整形してあります。

前方にはサーチライトの穴(Φ6mm)と hidro ジェットエンジンのインテーク(外径8mmのFRPパイプ)を設けてあります。

左右のスタビライティング・フィン(安定翼)は $t=1\text{mm}$ のABS板から切り出しました。 22.5° 下向きに接着してあります。



防水区画は左右のポンプを避けるため鉄アレイのような格好をしています。次頁左側の写真がその本体で右側の写真がハルの中に組み込んだところです。3室に分かれているように見えますが1室で構成しています。ステンブレイを横から見ると中央が最も厚く、両端に行くに従い薄くなるので防水区画もそれに合わせ前後を斜めにしたためこのような形になりました。

蓋は $t=4\text{mm}$ の透明塩ビ板で作ります、M4のスリムヘッドのステンレスビスで蓋を固定するため防水区画の上部フランジには $t=3\text{mm}$ のエポキシガラスのプレス積層板を埋め込んであります。エポキシガラスのプレス積層板は極めて強固なため直接タップを立てナット代わりにすることが可能です。



キャビンの取付構造は後からでは付け辛いので防水区画をハルに接着する前に取り付けておきます。キャビンは $t=3\text{mm}$ のABS板から切り出したフック(下左写真参照)に前方を引っ掛け後部をM3のビスで留めます(下右写真参照)。このビスの相方のナットをハルの裏側に接着します。



4. ハイドロプレイン

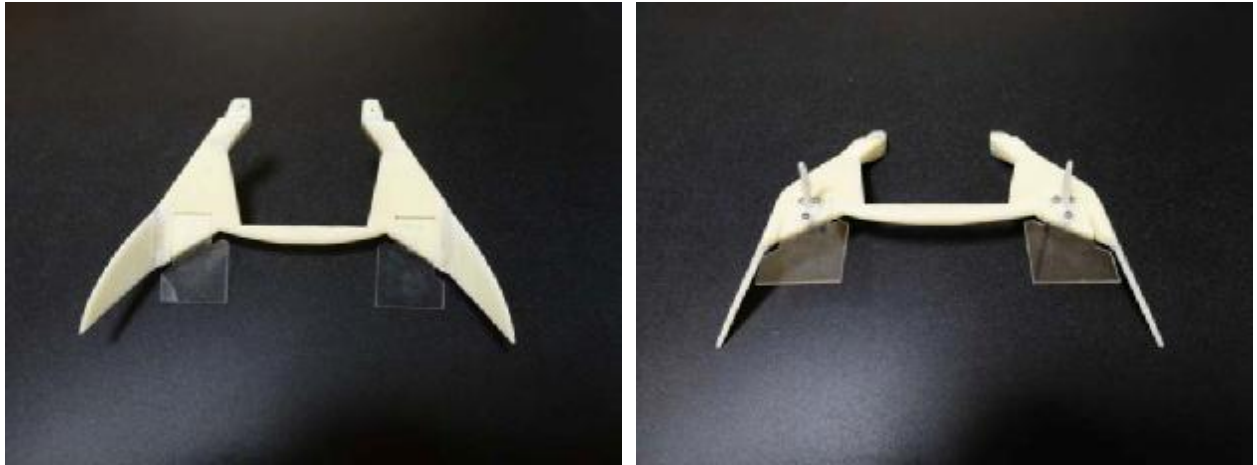
後部のフィンハイドロプレイン(水中操舵翼)と言うそうです。他のフィン安定翼なのでこのハイドロプレインで方向転換させるのでしょうかどのように動くのか判りません。

前節で述べたように左右の方向転換はGWSのVテールミキサーで左右のポンプの出力を制御して行う方式としたため上下方向の制御だけ受け持たせれば良いこととなります。今回は安直にフィンに可動部を設け透明アクリル板を上下に可動させる方式としました。

本体は5mm厚のABS板から切り出し、取付部及び後端のフィンを2mm厚のABS板から切り出したものを接着しています(次頁写真参照)。

右側の写真(裏側)のリンク用部品はラジコン飛行機のラダーホーンを流用しました。

ハイドロプレインはハルに対し取り外し自由に固定する必要があります。取付部に離型剤を塗りハル後部に取り付け、隙間にタルクで粘度調節をしたエポキシレジンを流し込んで印籠継ぎとしました。固定は裏からM2のビスで行います。

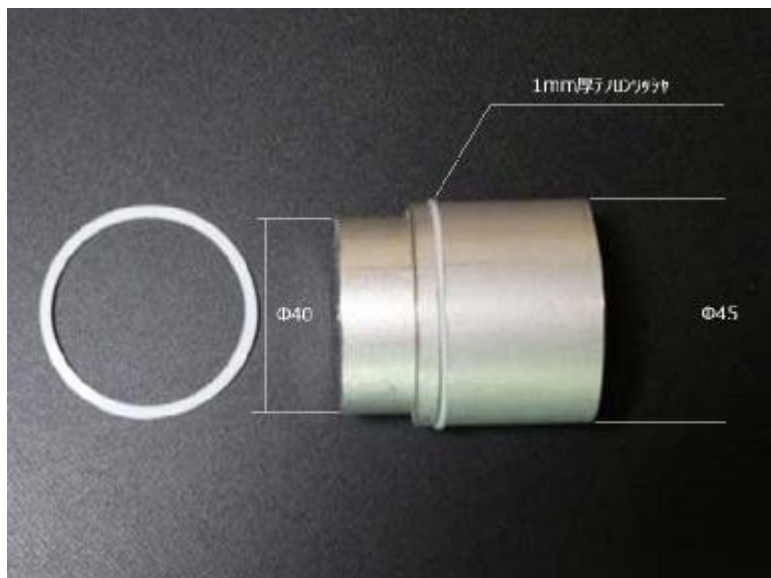


5. アンチトルク・レイトマスターの回転構造

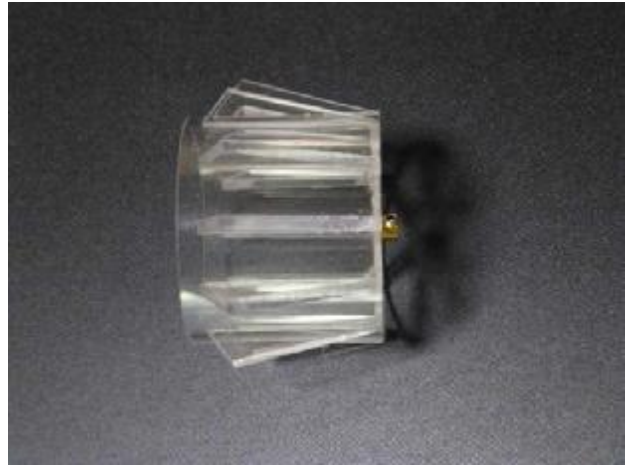
アンチトルク・レイトマスターはスティングレイの後部にある透明部品で超高速回転応力中和及び渦流発生防止筒と言うそうです。劇中ではこれが回転するので今回の模型化でも是非回転させたいと思います。

回転させるにはそれを支持するものが必要ですが今回はΦ45mm のアルミパイプとしました。透明部品はΦ50mm のアクリルパイプで作ります。このとき問題となるのがその両者の接触です。面で擦れると抵抗が大きいだけでなく擦れた部分に傷が付き汚くなります。そこで今回はΦ45mm のパイプの内側にΦ40mm のアルミパイプを固定しその外側に1mm厚のテフロンシートから作ったワッシャーを嵌めワッシャーの外側端部がΦ45mm のアルミパイプの外側に出るようにしてアクリルパイプとアルミパイプが直接接触しないようにしました(下左写真)。下右の写真はアルミパイプをハルに固定したところです。固定は隙間にタルクで粘度調節をしたエポキシレジンを流し込んで行いますが、その前にパイプの前後を1mm厚のアルミ板で閉じます。これはアンチトルク・レイトマスターの回転軸の軸受けを固定するためとパイプ内を密封し後部の浮力を稼ぐためです。回転軸はΦ2mm のステンレスバネ線、軸受けはΦ6mm の真鍮パイプから作りました。

ハルにパイプを固定する時に LED で電飾をするための赤・黒・白のコードを両側に通しておきました。

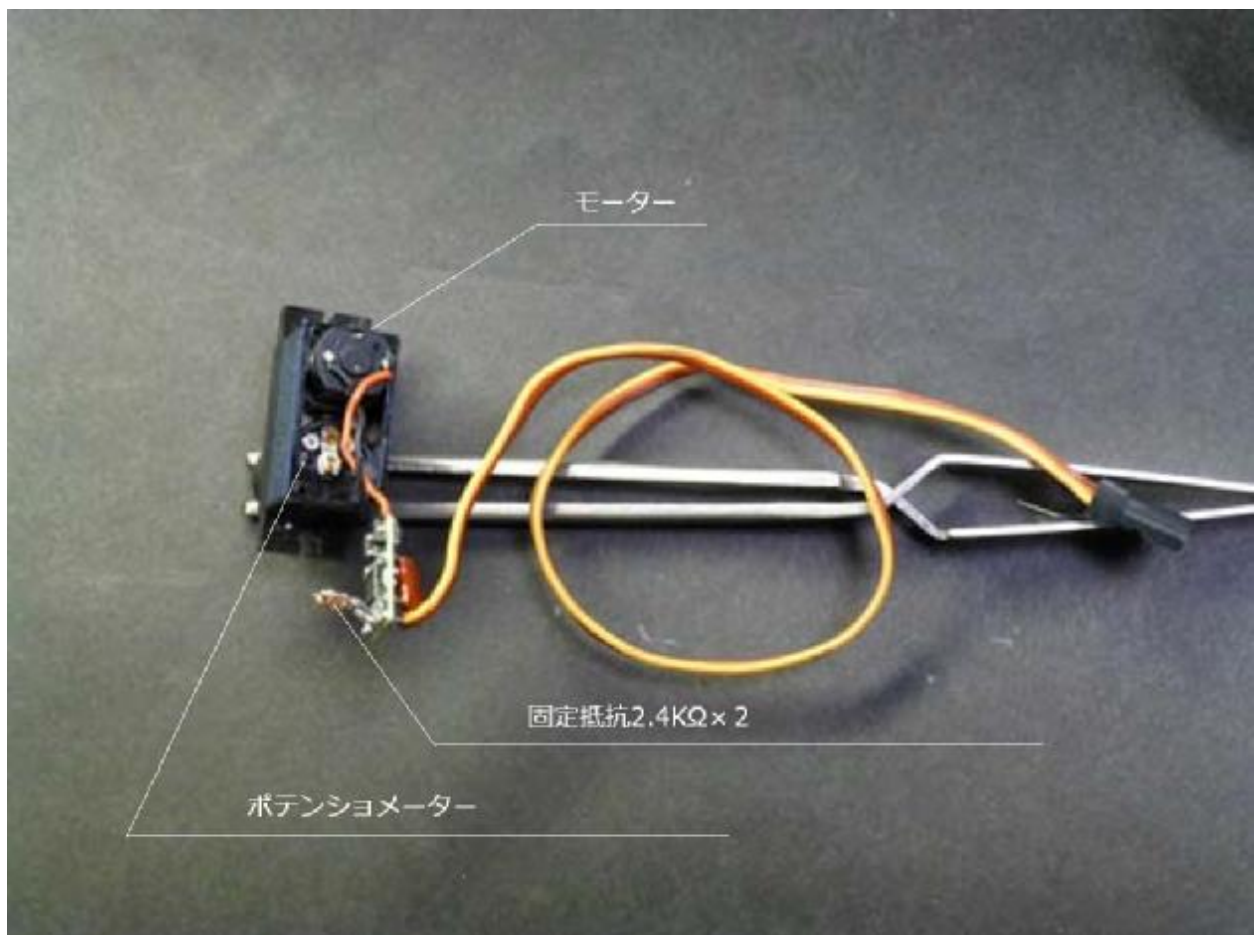


次頁にΦ50mm のアクリルパイプから作成したアンチトルク・レイトマスター本体を示します。後部のスポークは1mm厚のPET板から切り出しました。また回転軸に止めるストッパーはΦ5mm の真鍮棒から作りました。



6. サーボの改造

アンチトルク・レイトマスターを回転させるための動力源にサーボを改造して使います。サーボはモータ、減速ギヤ、アンプが一体化されており極めてコンパクトな動力源になります。改造のポイントは出力段のギヤのストッパーを削除することとポテンショメータをキャンセルすることです。



サーボにはサーボホーン代わりにピニオンギヤを取付けるため金属ギヤサーボを採用します。今回は手持ちのサーボの内最も改造しやすいものを選択しました。検討に使ったマイクロサーボは

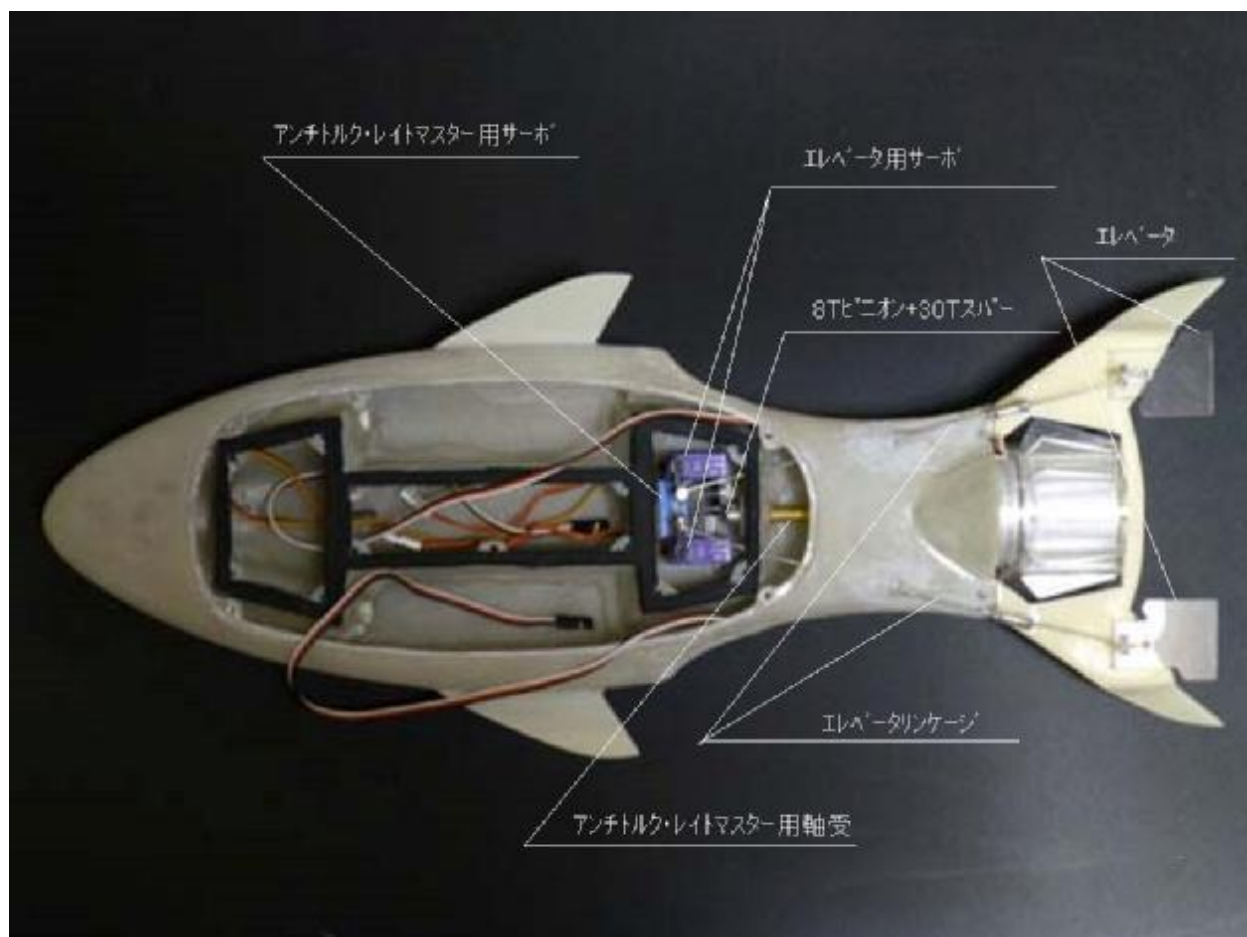
- (1)BLUEBIRD BMS-376DMG+HS Metal Gear Servo
- (2)TURNIGY TGY-90S Metal Gear Servo
- (3)WAYPOINT W-092MB

の3種類ですが、これら全て出力軸の他端側の軸受けにポテンショメータを使っています。従って、出力軸からポテンショメータを切り離すと出力軸が片持ちとなり出力軸が味噌摺り運動をします。これを防ぐためポテンショメータのストッパーをカットしポテンショメータを軸受けとして機能させます。ポテンショメータが使えなくなるので代わりに固定抵抗を基板に半田付けします(前頁写真参照)。

上記3種類のサーボの内、BLUEBIRDは金属ケースを使っており分解困難で改造が難しくなっています。WAYPOINTは基板とポテンショメータがバスターで固定されており、やはり分解困難です。TURNIGYは基板とポテンショメータの接続が線材で且つポテンショメータ自体後ろから押すと簡単にシャーシから外す事ができ改造が簡単です。但し、前2つは出力軸のネジ穴がM3であるのに対しTURNIGYはM2.6と若干細くなっています。以上から今回はTURNIGY TGY-90Sを使用しました。

7. サーボの取り付け及びリンケージ

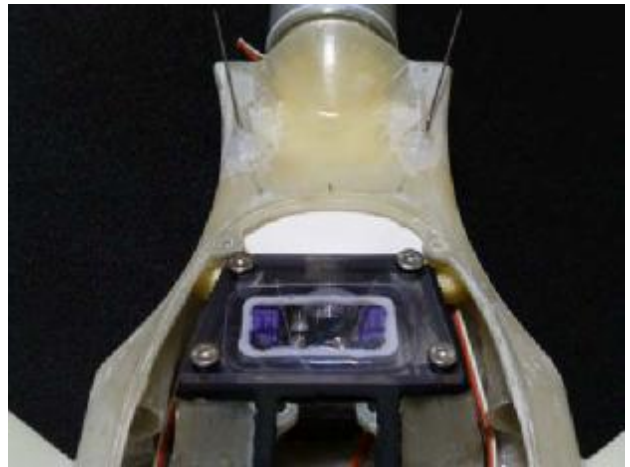
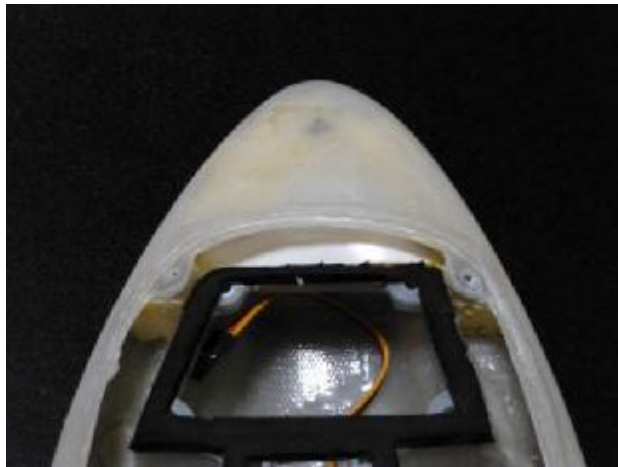
アンチトルク・レイトマスター用サーボとエレベータ用サーボは防水区画の後部に搭載しました。アンチトルク・レイトマスター用サーボはサーボ出力軸に固定した8Tピニオンギヤで駆動軸の30Tスパーギヤを駆動する構造です。エレベータ用サーボはその両脇に左右別々に設置します。リンケージの関係でラダーホーンに下向きに1mm用のアジャストストッパーを下向きに使用しました。



8. 浮力の確保

スティングレイは横から見ると実に薄く、特に後部1/3は大きく絞られ浮力を確保することが難しい形状をしています。また平らなハルを何とか浮かせても上部に設けたキャビンの重さで直ぐ転覆してしまいます。この対策としてハル内に出来る限り発泡材を詰め最大の浮力を与えた後底蓋内側に板錘を貼ってバランス調節します。

今回は前後のスペースに2液型の発泡剤を使用して隙間なく発泡材を詰めました。



9. 塗装

今回は手持ちのエアロカラー(ポリウレタン)をイエロー→スカイブルー→ダークブルー→シルバー→左右のSTINGRAYのロゴシール→クリアーの順で重ね塗りをしました。



10. 推進装置

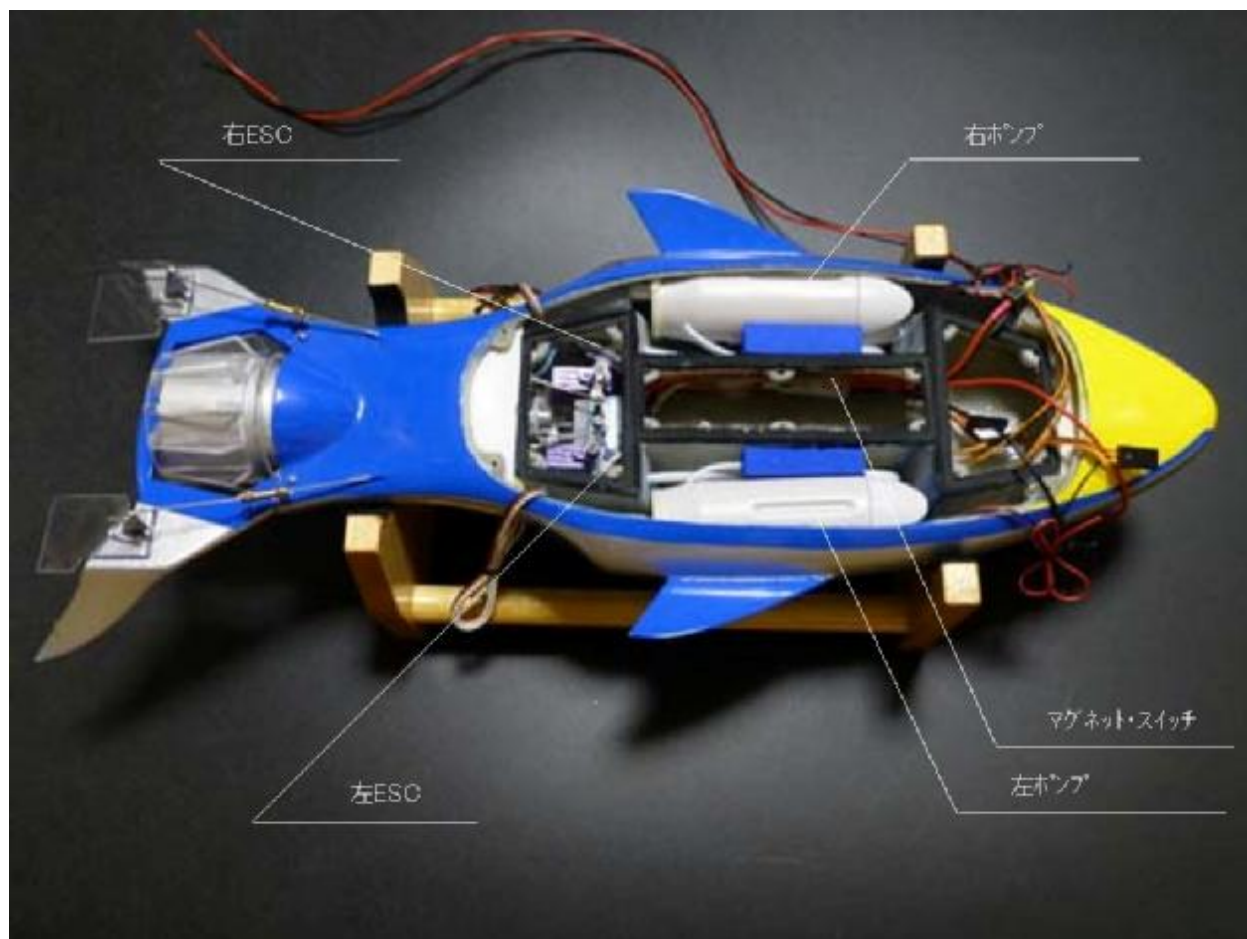
推進装置は両サイドに灯油ポンプを改造したものを設置します。灯油ポンプの改造は BLUE-WORLD に詳細に解説されているのでそちらを参照して下さい。

http://www.rc-blueworld.com/workshop/pumpjet/pumpjet_01.html

解説では噴出口の取付にペットボトルの蓋を利用していますが今回の作例ではこの蓋と防水区画が干渉します。設計では干渉しないようにした積りでしたが適当に付けた防水区画の抜き勾配が仇となりました。そこで2mm厚のABS板でポンプポケーシングの吐出側の内径と外径の2枚の円盤を作成し同心円に貼り合せそれを蓋代わりにしました。

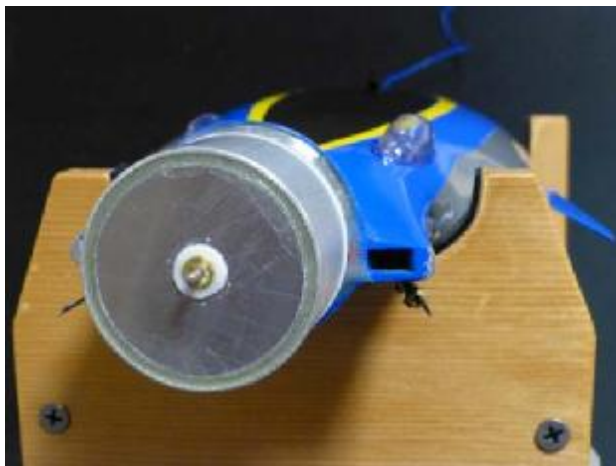
ポンプの設置状態を下の写真に示します。ハルと防水区画の間に押し込みカラスポンジ(青色)でハル側に押し付けます。

配線は防水区画に引き込み左右のESC(TURNIGY Eagle-30A)に繋がります。ESCはGWSのV-TAIL MIXERに繋ぎ前進と左右旋回を実現します。



11. LEDの取付

LEDは前部のヘッドライトとアンチトルク・レイトマスターとハル後部間の電飾です。前者は砲弾型の白色LED(OSPW5161P)で外径6mmのアルミパイプに入れエポキシ接着剤で防水し取付けました。後者は赤色のチップLED(OSHR1608)を基板に実装して取り付けています。薄い感光基板が手に入ればリング状に回路を作成すれば楽に実装できましたが、今回は入手できなかったためSMD基板(SMDプロトタイプングガラスユニバーサル基板(0.3mm厚)Cタイプ)を丸くリング状に切断しその上に細い銅線を半田付けしその間のランドをダイヤモンドカッターで削り落とし使用しました。防水は透明度の高いボンド・エポクリヤー(5分硬化型のエポキシ接着剤)を使用しました。



12. 部品の配置

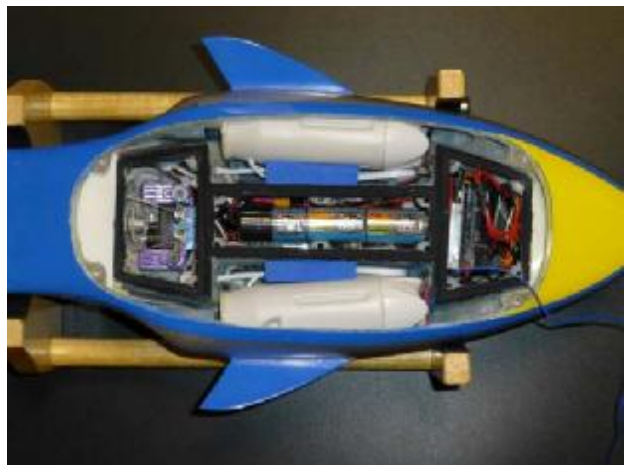
防水区画が狭く複雑な形状をしているため部品配置には工夫が必要です。鉄アレイ型の一方の端はサーボの取り付けと推進装置の節で述べたように3個のサーボと2個のESCで塞がっています。もう一方の端と両者を接続する中央の細い部分に残りの全ての部品を納める必要があります。バッテリーに小型のリチウムポリマーを使用すればスペースが稼げますが取り扱いが難しいため今回はニッケル水素を使用しました。

(1) バッテリー

バッテリーはエアガン用のミニ S バッテリーを7.2V に改造したものです。防水区画の中央の括れた部分に立てて入れます。これによりバッテリーの両脇に回路部品を入れるスペースが出来ます。

作例では次頁の写真のようにマグネットスイッチ (小型 R/C 電源用マグネットスイッチ MG-11F8) と GWS の V-TAIL MIXER を入れています。

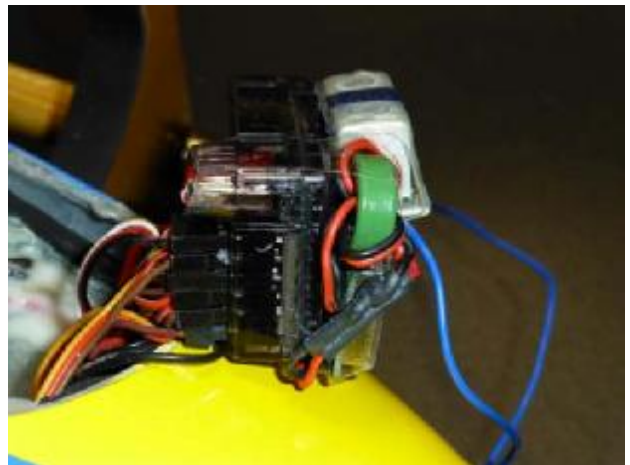
配線はスペース確保のため全てセメダイン EP001N で防水区画の壁面に接着しました。



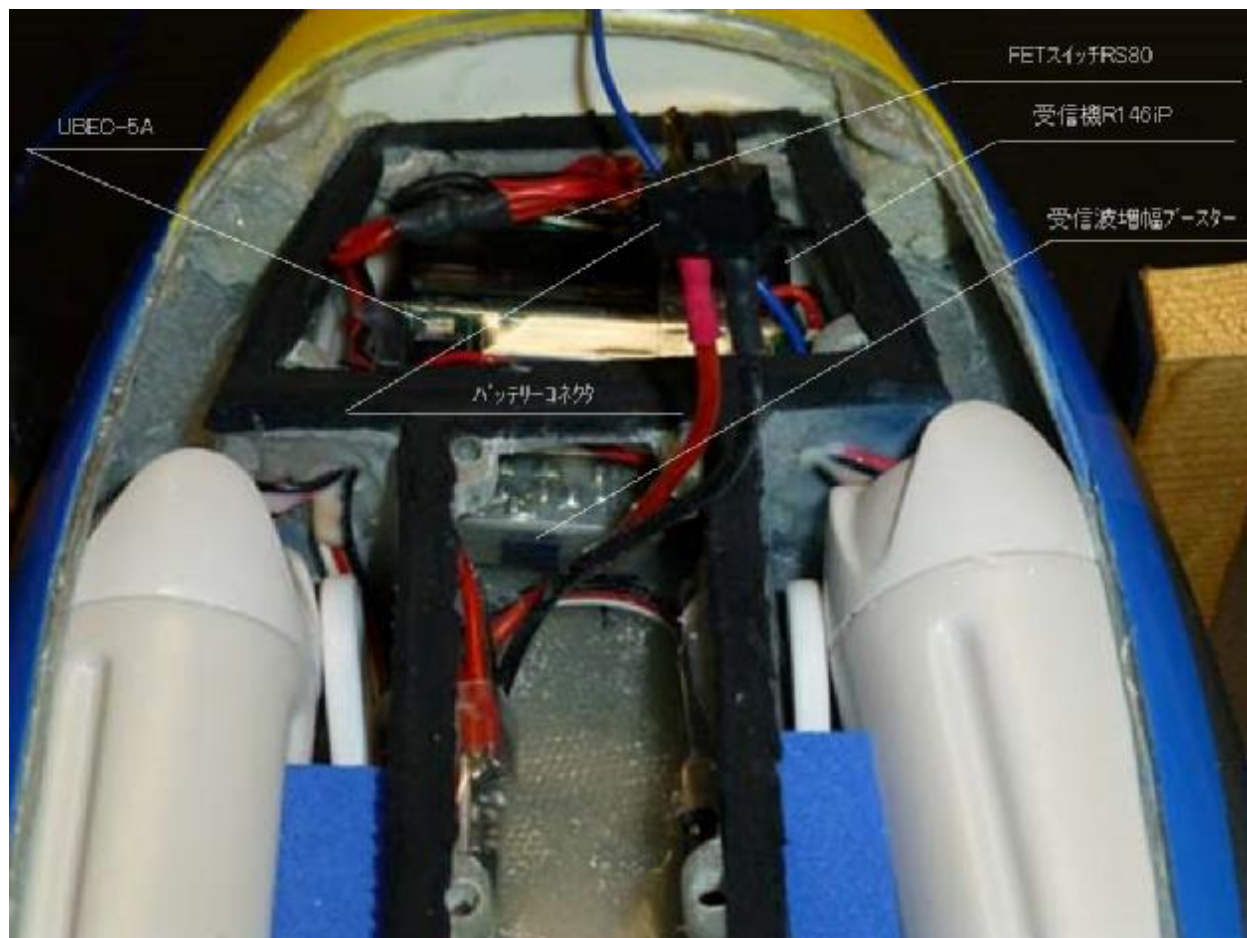


(2) 受信機

V-TAIL MIXER を使う関係で受信機に小型で到達距離の長いコロナ製のものを 사용할ことが出来ません (GWS V-TAIL MIXER の相性テスト参照)。そこで以前行った実験(受信機感度の簡易測定参照)からフタバ R146iP にたもつ模型さんから発売されている受信波増幅ブースターを組み合わせ使用することにしました。しかし両者ともサイズが大きく防水区画の前方の端を埋めてしまいそうです。そこでブースターを受信機に両面テープで接着しブースターの電源は受信機の基板から直接取ることにしました。また受信機の裏にはこのブースターと並べてTURNIGYの5AのUBEC(全長を短くするため改造してます)を接着・使用しESCのBEC回路はキャンセルしています。サーボの消費電力が大きいための対策ですが不要かも知れません。



受信機の表側に接着されている小基板は KOG さんの FET スイッチ RS80 で LED の点灯に使用しています。



13. チャンネル設定

チャンネル設定は以下のようにしました。

- 1ch+3ch…V-TAIL MIXER→左右の ESC+ポンプ
- 2ch+4ch…プロポの V-TAIL 制御→左右のエレベータ
- 5ch…FETスイッチ→ヘッドライト+電飾
- 6ch…アンチトルク・レイトマスター用サーボ

14. デイテール・アップ

(1) アクアスプライト

アクアスプライトは後部左右にある 2 人乗りの小型潜航艇です。ハルの筋彫りと透明ドームで表現しています。透明ドームは厚手の熱収縮チューブで製作し Scotch スーパー多用途超強力接着剤 PREMIER GOLD で接着しました。熱収縮チューブなので強度と熱に弱点があり、取り扱い注意です。

(2) ブースターユニット

ブースターユニットは左右の安定翼の下にぶら下がっている補助増速機関筒ですがオプションなので付けなくとも良いかもしれません。今回は真鍮棒で



削り出したものをレジンで複製して作りました。取り付けは接着では引っ掛けると落ちてしまうので少々見っとも無いですが 2mm のビス 2 本で取り付けました。

(3)サーフェイス・ビデオスキャン・ペリスコープ

サーフェイス・ビデオスキャン・ペリスコープは海面映像走査式潜望鏡と訳されています。これは 3 本の径の異なる真鍮パイプを組み合わせてそれらしく作りました。





15. 謝辞

本開発に当たり潜水訓練プールの使用を御許可下さった(独)海洋研究開発機構に感謝の意を表します。

以上