

ソーラーボートを楽しむ会
人力ボートの会

会報 1 2 号

発行人 J M P F 松田任弘
発行日 97. 3. 31

目 次

1. ご挨拶	堀内浩太郎	P - 1
2. クマチャン1号奮闘記	村上 正俊	P - 2
3. ソーラーボートの開発	遠藤 真	P - 2 4
4. 海外ニュース	片岡登志夫	P - 3 3
5. 入門艇……パスポート5の設計	堀内浩太郎	P - 3 5

堀内浩太郎

ごあいさつ

大変お待たせ致しましたが、やっとレースの場所と日取りが決まりました。当初は浜名湖競艇場で梅雨期間中の7月12、13日に実施するつもりでしたが。その後、水上の工事が同じ期間に行われることになって、水面の半分近くが使えない旨連絡が入りました。慌てて関係者で何度か他を見て歩いた結果、以前ソーラー及び人力ボートレース開催の経験のあるヤマハマリーナ浜名湖を使うことに致しました。日取りは8月22、23、24日とまずまずの頃ではないかと思えます。

競艇場のような広大な土地はありませんが、最近、船置場や駐車場をかなり拡大しておりますし、小さいながらキャンプサイトもあって、大きなご不便はかけないでレースが開催出来るのではないかと思います。ただ船の上げ下げがスロープとクレーン各1台で、競艇場に較べるとやや不便になります。マリーナのロケーションは競艇場の北西約10kmの所にあり、東名三ヶ日インターからの距離は約半分になります。

もう一つ従来と違うことは、公の水面を使うため、原則的にソーラーボートの方は検査と免許の必要になることです。出来るだけ簡単に済むよう、又出来れば無しで済むよう、あらかじめ当局と打ち合わせて必要事項をご連絡申し上げます。人力ボートの方は両方共必要ありません。

会報の内容について少しご説明しますと、まず前回からの続きで村上さんの文を頂きました。大変な工作能力を駆使して作られた昨年のクマちゃん1号の美しさには驚かされたものでしたが、その作り方を詳細な図面付きでご説明頂きました。一寸レベルが高すぎかも知れませんが、これから高性能な水中翼船を作ろうと志す方にはどんなにか参考になることでしょう。

富山商船高専の遠藤先生の論文を掲載させて頂きました。学生たちによって作られ、1992年福井県三方湖で行われたソーラーボートレースで見事3位に輝いたボート、シルバーライナーの開発過程の報告で、関西造船協会誌「らん」18号に掲載されたものを転載させて頂きました。緻密で大変効率的な開発の進め方が見事で、ノン水中翼ボート設計の教科書として素晴らしいと思えます。

その後に、私が入門艇の記事を出しましたが、このボートの原形もシルバーライナーです。関連してお読み頂けると参考になるかと思えます。

例によって片岡さんからは海外ニュースを頂きました。間もなくオーストラリアでソーラーボートレースが開催されます。ボートの長さ、幅、ソーラーパネルの出力は日本と同じですが、レースの内容は大部違います。どなたか見て来て下さると参考になりますね。私は入門用のボートの作り方を書きました。予想したよりずっと難しく、まだ出来上がっておりませんが、ご参考になれば幸いです。

いよいよシーズンになりました。今年も皆様の船作り、ボートレースが楽しいものになりますようお祈りして筆をおきます。

クマちゃん1号奮闘記

TEAMビレッジトップ
クマちゃん1号

〒431-13 静岡県引佐郡細江町中川1850
TEL 053-522-2465

1997年 3月 吉日 村上正俊

こんにちわ、クマちゃん1号の村上です。

前回に引き続きレポートのご依頼を受け大変光栄に思っております。

きょうは1997年3月3日、今は新しいクマちゃん1号のASSY図面を一通り書き終わり、気に入らない所を手直しをしている最中です。

此の調子でいくと、今年の大会には新艇は製作が間に合わず5月頃からは、昨年艇の調整テストをしないといけなくなりそうです。

さて、前回レポートの続きですが。

1993年も終わり94年の正月から、水中翼船を作るには「どうすりゃいいの」と、思案なげく。所詮「水中翼船についての知識は限りなくゼロ」、ですから前後翼共にセンサーを使ったタイプはもちろん、前翼制御すら今の私にとっては無理ではないかと思い、無い知恵をしばったあげく。

前翼制御の代わりに前部にフロートを置き、これを滑水させ前部の高さを滑水面で固定出来れば、安定して後翼の角度を制御出来ると考えました。

図⑦、94年モデル初期案 「此の案で作業開始」と、後はやるのみ。

まずは、93年の艇を体重計に乗せその上に、バッテリー、モーター、プロペラ等、全ての部品と共に、自分自身も最後に乗り込みました。

これで、前後の重量配分と、前部にフロート、後翼の位置を決めました。

その後で（なんと、ここで、今にいたって、泥縄、暢気者、今頃になって）流体力学の本を買いに本屋さんに向かったのです。

でも、単純な揚力計算なら私にも出来るかけ算とわり算なので、一安心。

翼形は、データが豊富なNACA4412にしようと思ったのですが、人力飛行機ゴサマー・アルバトロス号でドーバー海峡横断に成功し、クレーマー賞を獲得した lissaman 7769の翼形が本に出ていて、こちらの方が面白そうだなと思ってしまいました。

しかし、翼形データだけで、アタックアングルに対する揚力係数や抗力等のデータは何一つ有りませんでした。

でも、人力飛行機に使った位だから、低レイノルズ数で性能が良いのじゃないかなと、これにきめました。

（でも、記録を作る様な翼形はスイートスポットが非常に狭く今の私には、性能が活かしきれないことが翌年になって分かるのです。）

製作はテーパー翼で行いました。翼中央と翼端の翼弦長の大きさのものを、CADで書いてプリントアウトし、アルミ板に両面テープで張り付けヤスリで形状を整形し、これを翼全長の半分の発泡スチロール両側に接着、ニクロム線で切り左右の上型モデルと下型モデルを作り、サンドペーパーで発泡スチロールに出来たニクロム線痕を仕上げます。

此を雄型としてコンクリート（モルタル）で雌型を作り、雌型にFRPを張って今度は正式な雌型を成形。

これを丹念に仕上げ、出来上がったFRP製雄型でしっかりしたFRP製雌型を作ります。出来上がったFRP製雌型に熱硬化性の一方向カーボンファイバープリプレグ（t0.05）を長手方向2枚、バイアス（45度）方向2枚と翼弦長方向1枚を貼り（さて、バキュームでと言いたい処ですが、わが家にはコンプレッサーがありません。）バキュームでプリプレグを押しつける代わりに、プリプレグを貼った後でカーボクロスを手レイアップで1枚貼って、硬化固定した後、炉に入れて130°で1時間程焼きました。

炉と言ってもコンクリートパネル（俗に言うコンパネであり質の良いベニア板）で翼の入る300×300×1800mmの箱を作って中にアルミ箔を貼り（アルミ箔を貼ったのは、これが無いと炉自体が焼けて炭となってしまうからです。）

長手方向両端に穴を開け、片側を石油ファンヒーター導風口、反対側を温度調整用として、開口部面積調整仕切板をつけ、入口出口と中央に三カ所水銀温度計200℃用を入れただけの、ただの木箱です。

焼き上がったカーボンファイバープリプレグ+カーボクロス1枚の上型と下型に取り付け部用の穴を治具フライスで6カ所明け、空間部に発泡塩化ビニール（デビニセル）をペーパーヤスリで成形した物をサンドイッチ状にはさんでエポキシ樹脂で接着、最後にパテで仕上げ出来上がり。

取り付け部はM5ボルト6本で止められる様にソケットボルトの入るカラーをアルミ板に配列したものを発泡塩化ビニールの中央に挟んで接着してあります。

これを近くの車の塗装屋さんへ焼き付け塗装に出して、ソアラのスーパーホワイトにピンクメタリックを混ぜて塗ってもらいました。

クマちゃん1号は始めから水中モーターなので、モーターを支持するストラットを長くして翼走出来る様にしました。水中翼は、モーターの下に2枚の吊り下げステーを付け、F1のベネトン風にしてみました。この方法だとモーターの下の部分も揚力を稼げ翼全長が短くてすみます。

図⑧、 角度ブロック、94年後翼部

（吊り下げステーは、t2mmのアルミ板です。2次断面係数が大きいのでモーメント計算上では、もっと薄く出来るのですが、溶接後の歪みが大きく仕上げが面倒なので溶接しやすさでt2mmとしました。）

このステーに角度ブロックを挟み、角度を調整する仕様です。

（角度ブロックはNACA4412断面をした木型を自分で作り、アルミ鋳造所でAC4Cの材質で鋳造して頂き、治具フライスで角度を削りだした物です。これを0.5°刻みに2°から6°まで作り調整用としました。）

前翼の代わりのフロートは、愛知県の模型屋さんから競技用ラジコンモーターボートのフロート図面を貸して頂き、その拡大版の図面を書いてベニヤ板型紙をおこし、発泡スチロールを削って型を成形、FRPでマット1プライの上部を作り、
底板は、一方向カーボンファイバープリプレグ (t 0. 05) 2枚焼いたものを、t 3mmのバルサ材にエポキシ樹脂で接着してつくりました。 取り付け部は、t 0. 1mmのSUS304板にM3ナットをろー付けしたものを、FRPに挟み込みました。

図⑨、 前部フロート

1994年5月連休、テスト走行を行いました。しかし、結果は散々！

後翼の角度を3°にとり、まずは小手調べとPWMのボリュームを上げ、走りだしました。岸から5mほど走り出した瞬間、後翼は揚力を発生し、どんどん上昇してきます。まだ前部フロートは滑水どころか排水量船そのものです。スピードも出ていないのに、後翼はさらにあがります。こんな状態が長く続くわけもなく、ついに私は水上からでは無く、空中から水面へ向かって真っ逆さま。

船は転覆という言葉がぴったりの様相を呈し、プロペラを天に風車の如く回転しています。ドンキホーテよろしく、何とか風車を止めようともがく私をよそに、投稿ビデオおもしろ編で百万円と、ねらっていた友人もあまりのスパイ転覆にビデオの準備が整わず、逃した百万円に私の救助も忘れて地団駄踏んで悔しがっておりました。

この転覆で、電子機器も水浸し、しばらく落ち込んでいましたが、それでもと何度と無くテストを行いました。前部フロートが滑水する前に後翼が揚力を発生し、後翼の角度を小さくしても抵抗の方が大きくスピードが上がりませんでした。

そして、このまま94年浜名湖大会へ。

この年は、バッテリーの支給個数が4個から6個へとレギュレーションの変更があり、これに乗じて200mレースを電圧36V、充電を24V仕様に変更してしまったのが大まちがいのもと、24Vモーターに36Vをかけたスタート直後モーターに異変が起き2分47秒6で、第1レースにしてビリ。

(レース後 モーターを分解してみたらハウジングとモーター部の間を通してあった配線が、36Vでいつもより大きなトルクで被覆が切れ漏電していました。)

1時間レースもモーターを換えて出場したものの、9位で終了。勉強の年でした。

そして94年のレース後、前フロートタイプはやめて、オーソドックスに前側も水中翼にしよう決めました。

そこで問題です。・・・・・・左右の安定はどうすりゃいいの??

その頃、水中翼船を始めたソーラーボートチームが、2本脚の仕様で左右の安定に苦勞しているのを聞いていたし、いきなりキャスターやトレールで悩むのもいやだし、まずは水面から浮く事を目標としました。

デュボン賞を取った「デキャビテーター」や「シーハザード」を参考に堀内さんが作られた3本脚の水中翼船を参考にして、94年クマちゃん1号の後翼をそのまま使えるように、全体のレイアウトを決めました。

前後の重量配分は、2対8程度が良いとのことですが。

ドライバーと後翼の位置は94年クマちゃん1号で加工してしまって、船首部分に前翼をレイアウトすると1.5対8.5になってしまいました。が、ピッチングが出なけりゃ、このほうが抵抗が無くて「まっいいかー」と、この重量配分に決定しました。

前翼の左右スパンは、私がいつも運転している自動車が、全幅1.7mだからこの感覚「間隔」を大切に、(洒落ている場合じゃないのにね。)トレッドは1.6mとしました。

(私の場合いつも大切な決定は「まっいいかー」と、いいかげんで些細な性能に影響の少ない所で大変こだわりってしまうところが問題です。しかし、お金をもらってする仕事とかでは絶対出来ないし、大所帯のチームとかの決定方法と違い、ここが個人チーム(ひとりで製作しているチーム)の楽しみの最大の要因だと考えます。)

「どうだ、まいったか。」

(まー これだから成績悪いの当たり前だねー。)

そこで問題です。・・・前翼センサーはどうすりゃいいの??

どの様にしようかと、色々考えましたが、しょせん知識が無いのだから、たいした案は出てきません。そこで93年、94年とレースの時に撮らせて頂いた、各チームの写真を基に「まねっこ」をきめこみました。

で、・・・些細な性能に影響の少ない所に、こだわりを。と、

4リンクにして、センサーは水面に対して一定角になる様にと、翼から4リンク迄の接続棒はストラットの内側に入れる様にと、センサー移動量に対する迎え角のレバー比やセンサーの水面高さ調整出来る様にするとか、翼の揚力中心と翼支点の位置関係はセンサーに重りを付けない様に等、シンプルイズベストとはほど遠い、複雑isトラブルになりそうですが、作図をしてみました。

図⑩、 前翼センサー

前翼ストラットの材質は、アルミ(A2017)溶接構造です。t2mmのアルミ板をモナカ状に溶接して、ビード部をヤスリ掛けして曲面をだしました。溶接後、治具ボラーで翼支点とリンク支点の穴あけを正確に行いました。前2翼なので左右のバランス上精度が必要と考えたからです、でもステーは溶接で目見当でしたが。

少しでも軽量にと、ストラットの中を通る翼とリンクの接続棒はt3mmのアルミ板をエンドミルで肉抜きをして、t1mm構造としたり、接続棒は途中 上半分が左ネジで下半分が右ネジの調整ネジで長さを調整しますが、これをM4ネジとし材質は、アルミ (A7075) で作りました。センサー用リンクロッドもカイト用のφ9中空カーボンロッドを端面旋盤加工して、アルミボスにエポキシ接着した後、ケブラー繊維で外周を巻いてエポキシをしみ込ませ、カーボンの割れを防止して使っています。

これで前翼も出来たし、「さあ、テストだー」と浮かべてみると、前翼は翼走を始め前翼センサーもきれいに滑水しますが、後ろ翼が浮かない間に左右のバランスを崩すと、傾いた側にどんどん傾きが大きくなり、転覆しそうになってしまいます。

前翼面積は左右合わせると十分なのですが、片側だけでは揚力が不足なので、スピードが上がる前に傾いてしまいます。

この時すでに、大会まで後1週間となっていたので、翼面積を拡大した前翼2枚を作る事は私には不可能です。ですから、95年も排水量船での出場となりました。

「もう、3年も進歩無いなー」

でも、よく分からないながら電気は進歩を進め、バッテリーとモーターのデーターを地上のパソコンに受信できる様になりました。これでテストの効率は格段に良くなりました。

図①、テレメーションデータ1時間

図②、テレメーションデータ200m

でも、レースではドライバーの私が冷静さを欠いて、データー無視の操作をしそうで心配です。「ここも、3年間進歩無いなー」

そして、95年浜名湖大会

200mレースでは運良く決勝まで残る事が出来、200mレースはこれで上出来と思っていました。が、決勝では予選タイムが同じ位だった船に負けない様にと、スタートではすぐとなりに船を並べて、スタートランプよりとなりの船ばかり見てスタートしました。

ゴール順位は予想どおり5位。そしたら、なんと東海大学と三信工業がフライングで5位から3位にジャンプアップ「これで賞金3万円いただきー」この調子なら総合3位の夢じゃないと、いつもの私らしくなく1時間レースでは自重して、始めの20分間少し電力を押さえすぎ、後半電流を流し出したのですが、レース終了までにバッテリーを全部使いきらずに5位で終了。総合で東海大学と同ポイントでクマちゃん1号も3位でしたが、1時間レースが上位で2位の東海大学が総合で3位、クマちゃん1号は総合4位となりました。

まー、「たなぼた」 だから、こんなもんか。

95年8月お盆休み、95年レース中に作っていた翼面積を拡大した前翼2枚が出来上がりテストを始めました。

今度は前回のように前翼センサーがきれいに滑水しないどころか、空中に浮き上がってしまいます、圧力中心 (center of pressure) は迎え角の変化とともに移動しますが、今回作った前翼2枚はあせて作ったので、支点を翼に挟んで接着する時にの位置が圧力中心より後ろになってしまった様です。そこで、ソーラーボートのトップチームの様に鉛は用意していないので、センサー前方のセンサー用リンクロッドにスパナや鉄ヤスリを付けてテストを再会しました。すると どうでしょう、今度は今までの苦勞がウソのように、アッとゆう間に翼走に入りました。左右安定も抜群で、体を移動して船体を揺らしても、船体のFRP部がバキバキと壊れそうになりますが、翼部分は安定しています。

この時は大変嬉しく、地上の友人も声を上げて喜んでくれました。この日は、早めにテストを終え、手伝ってくれた友人と自宅で翼走のビデオを見てはしゃいでいました。

でも、冷静になってデーターを観ると、翼走をしている電流値は排水量船のそれと比べても、そんなに良くなっていません。そこで、lissaman 7769の翼形の性能曲線をシュミレーションしてデーター化したころ、

図⑬、 lissaman 7769翼形

図⑭、 lissaman 7769性能曲線

失速する寸前が最も効率が良い、その後はもう全然ダメでした。その最高の迎え角に合わせるの、現状のクマちゃん1号では無理のようです。

そこで、今年は時間があるし、翼を全部作り替えることにしました。

こんどは発泡スチロールはやめて、アルミでいきなり雌の金型を作りこれでカーボンを焼くことにしました。

本格的にCAD/CAMでやるならテーパー翼じゃなくて、

「憧れの楕円翼 だー」

と、翼データーとパソコンごっこ、高速NCでハイ出来上がり。あとはサンドペーパーで0.01mmのツールマークをゴシゴシでピッカピカ。熱硬化性の一方向カーボンファイバープリプレグの焼き上がりも、FRP型にくらべてアルミ型は、温度も均一に伝わるのか、きれいに焼き上がり仕上げも楽ちん。前翼の支点も金型に支点ステー位置を彫り込んで正確を期しました。

図⑮、 96年後翼部

図⑯、 96年前翼ワイヤーフレーム図

図⑰、 96年後翼ワイヤーフレーム図

ほんでもって、96年7月のテストでは。やっぱり ちがいますねー 電流値、これなら1時間浮いていられるぞー。200mレース仕様は1回テストしただけですが、モーターもプロペラもずっと同じものを使っているの、スピードはあまり変わらないけれど、水中翼船っていうだけでカッコいいかなと、時間も無くなって来たし、そのままいくか。

そして、96年浜名湖大会

200mレースは予選2位で通過、決勝では4位ねらいだー と、意気込んでスタートに焦り、少し舵を右にあてたまま、前翼が浮いたので早めに直結スイッチを入れてしまい、横を向いてしまいました。後でビデオを見たら、走路妨害寸前でした ごめんなさい。体勢を立て直し再度離水とまた焦って、こんどは左に切れ込み、三度目でようやく離水したけれど、5位のそーらのむべい には近づくも届かずビリで6位となりました。

1時間レースはスタートからとても早いペースで、クマちゃん1号の適正電流ではドンドン遅れてしまい少々焦ってきました。「やっぱりバリバリに割れたソーラーパネルじゃ発電しないし、他のチームの発電量と差が付きすぎかなー」と、考えているうちに中盤になると追いつける様になってきましたが、後ろについてばかりでは、引き波で少々つらいのでつい調子に乗って、前に出ようと電流値をあげてしまい、翼走出来ない電圧になってしまいました。最後の2周は、向かい風になる南向きでは、前翼が浮いてしまわない様に超スローペースで充電して、追い風になる北向きでは翼走するなど、大変ロスをした上にゴール手前で1位のソーランド号がゴールするまで、待つてゴールインという結果になってしまいました。それでも、昨年と同一の19周で順位は1つ上がって4位でした。

総合4位と昨年のたなぼた4位からは少し進歩したようでした。

楢円翼が美しいと、ソーラボート部門のデザイン賞をいただきました。

審査員の皆様ありがとうございました。

(ソーラーパネルはバリバリに割れて省発電パネルでちっとも美しくないほろですが。)

96年は、目標がまずは水中翼船で翼走と、低レベルだったので、問題がたくさん出てきました。

- 翼走の安定性は良いがターン等の運動性能が良くない。
- 船体がFRP排水量船を水中翼船にした為、強度不足の上補強だらけで重量が増えすぎ。
- 電装はリレー直結では、200mレースで翼走までがスムーズでなく、運転していて水中翼船では怖い。
- 後翼固定ではセッティングに幅が少なく、スピードが出た時にドライバー位置が高くなり、怖い。

楽しみでレースに参加しているのに、怖い面がでて来てはと、これを克服するような水中翼船をめざして、新しい船の設計を始めたわけですが、97年モデルとしての登場は時間的に無理かなー、でも皆さんは、頑張っって新しい船で出場してください。

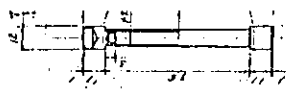
楽しみにしております。

では、レース場でお会いしましょう。

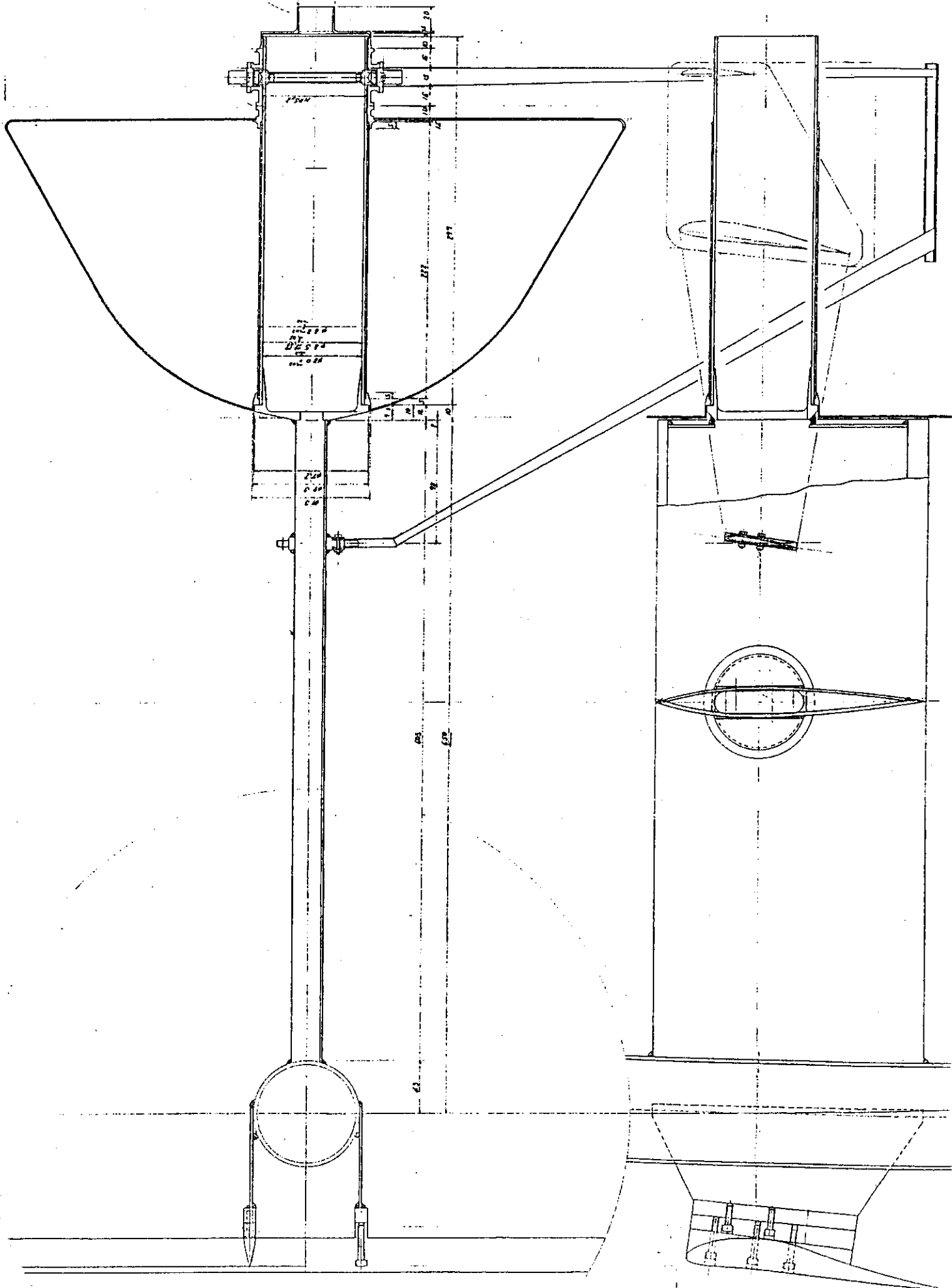
TEAMビレッジトプ クマちゃん1号 村上正俊
〒431-13 静岡県引佐郡細江町中川1850
TEL 053-522-2465

1997年3月9日

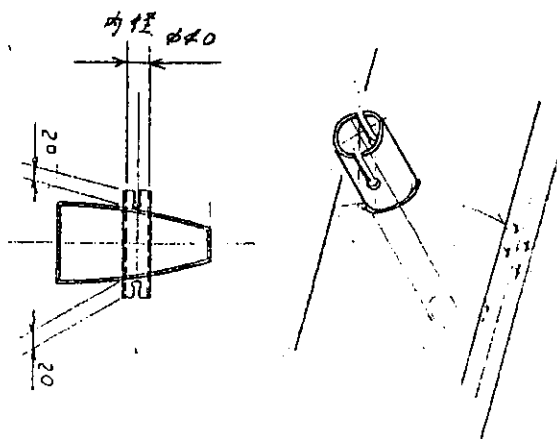
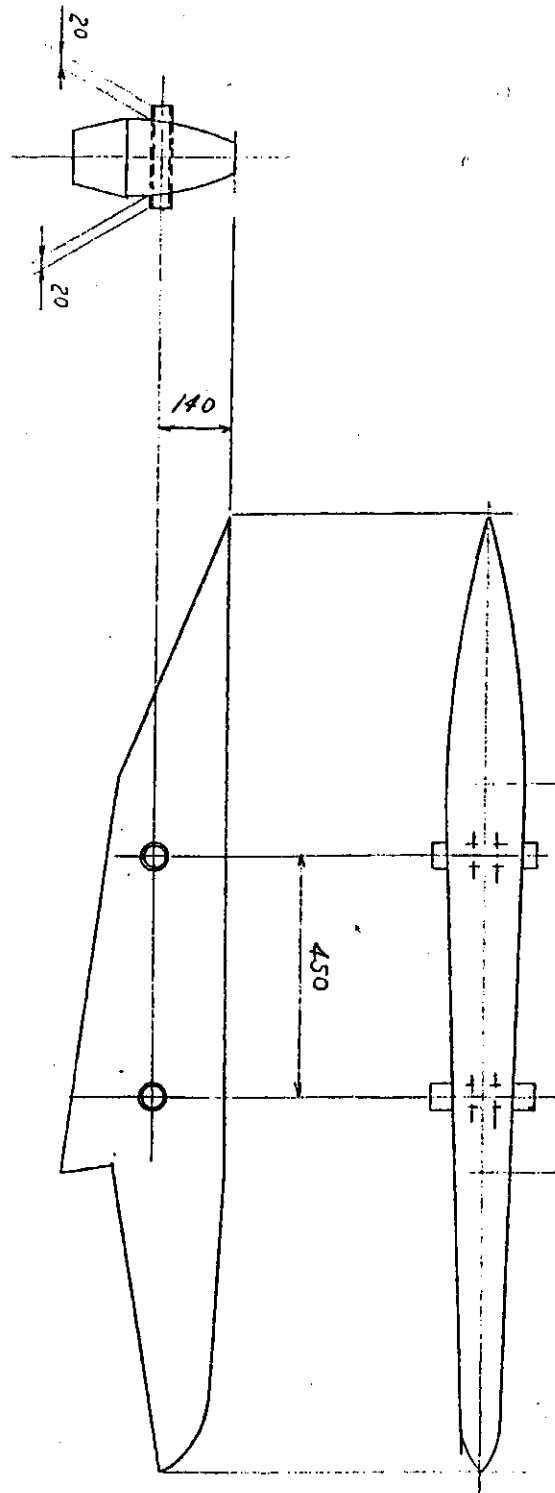
- 図①、 92年出場艇
- 図②、 92年船外モーター
- 図③、 93年出場艇
- 図④、 93年船外モーター初期案
- 図⑤、 93年ソーラーパネル台
- 図⑥、 93年メーターパネル
- 図⑦、 94年モデル初期案
- 図⑧、 角度ブロック、94年後翼部
- 図⑨、 前部フロート
- 図⑩、 前翼センサー
- 図⑪、 テレメーションデータ1時間
- 図⑫、 テレメーションデータ200m
- 図⑬、 lissaman 7769翼形
- 図⑭、 lissaman 7769性能曲線
- 図⑮、 96年後翼部
- 図⑯、 96年前翼ワイヤーフレーム図
- 図⑰、 96年後翼ワイヤーフレーム図

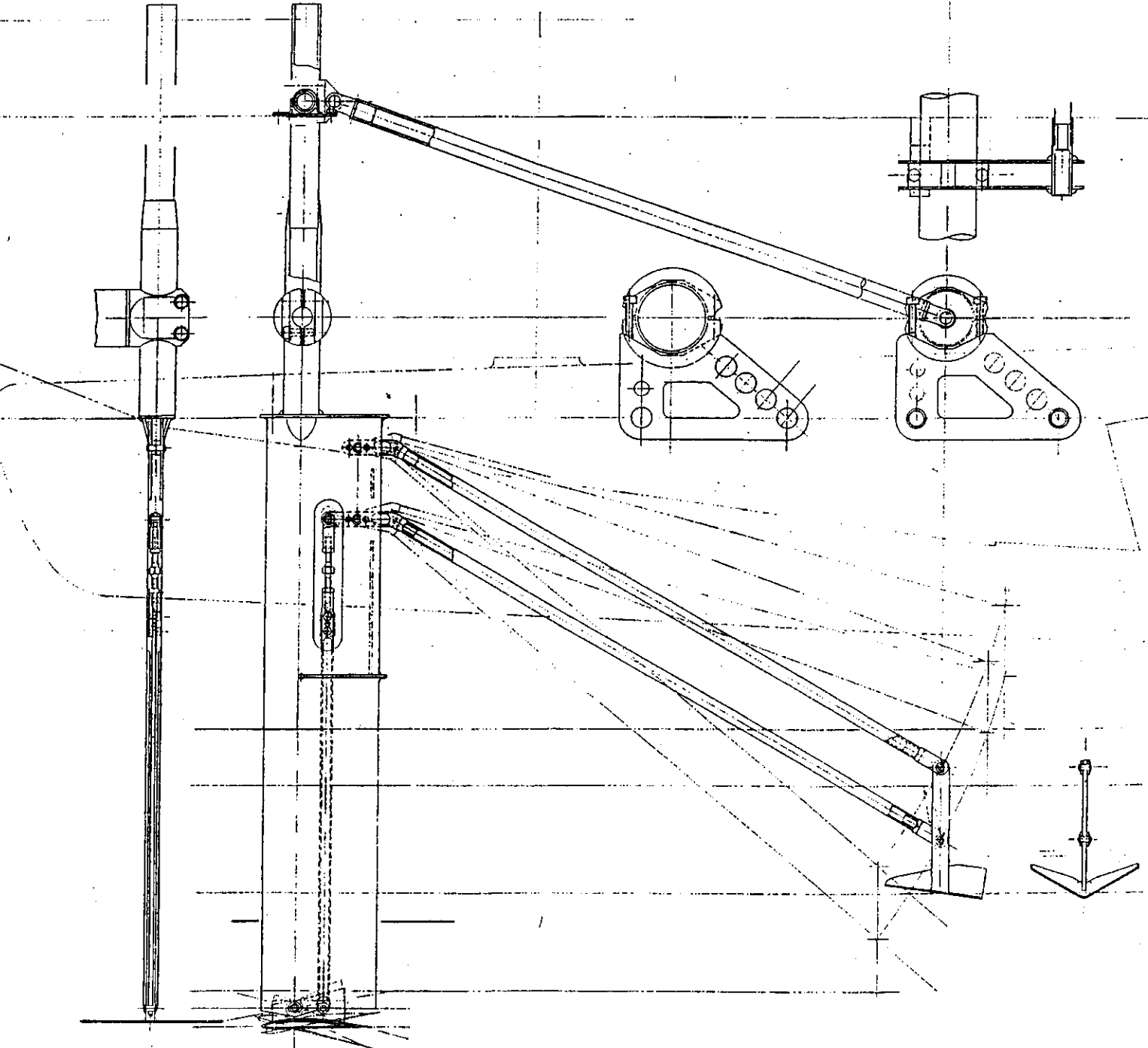
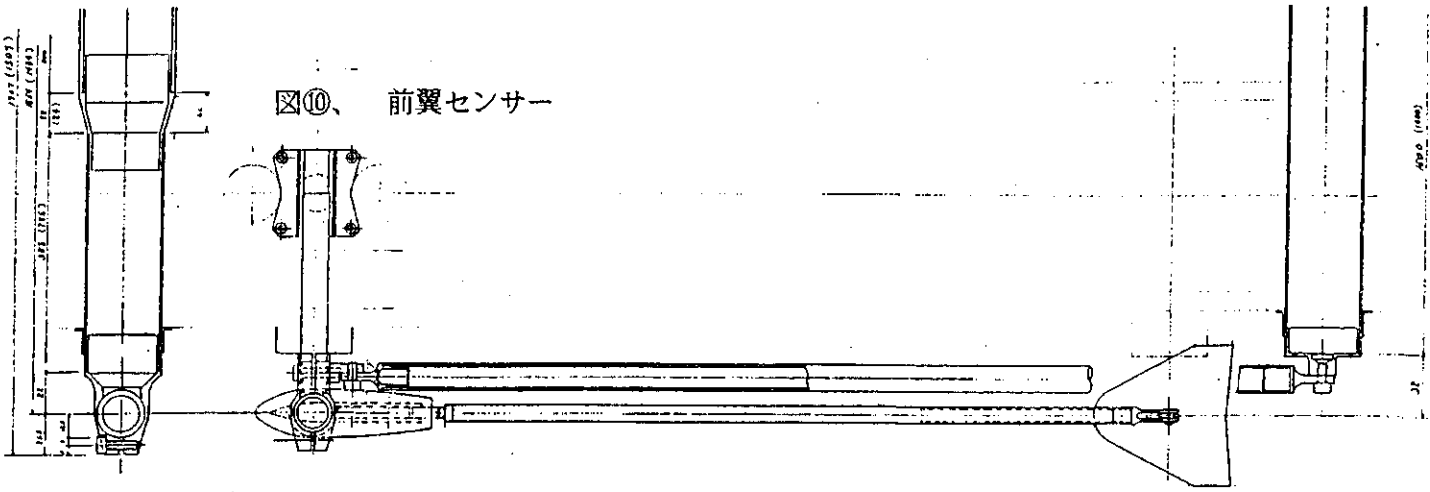


図⑧、 角度ブロック、94年後翼部

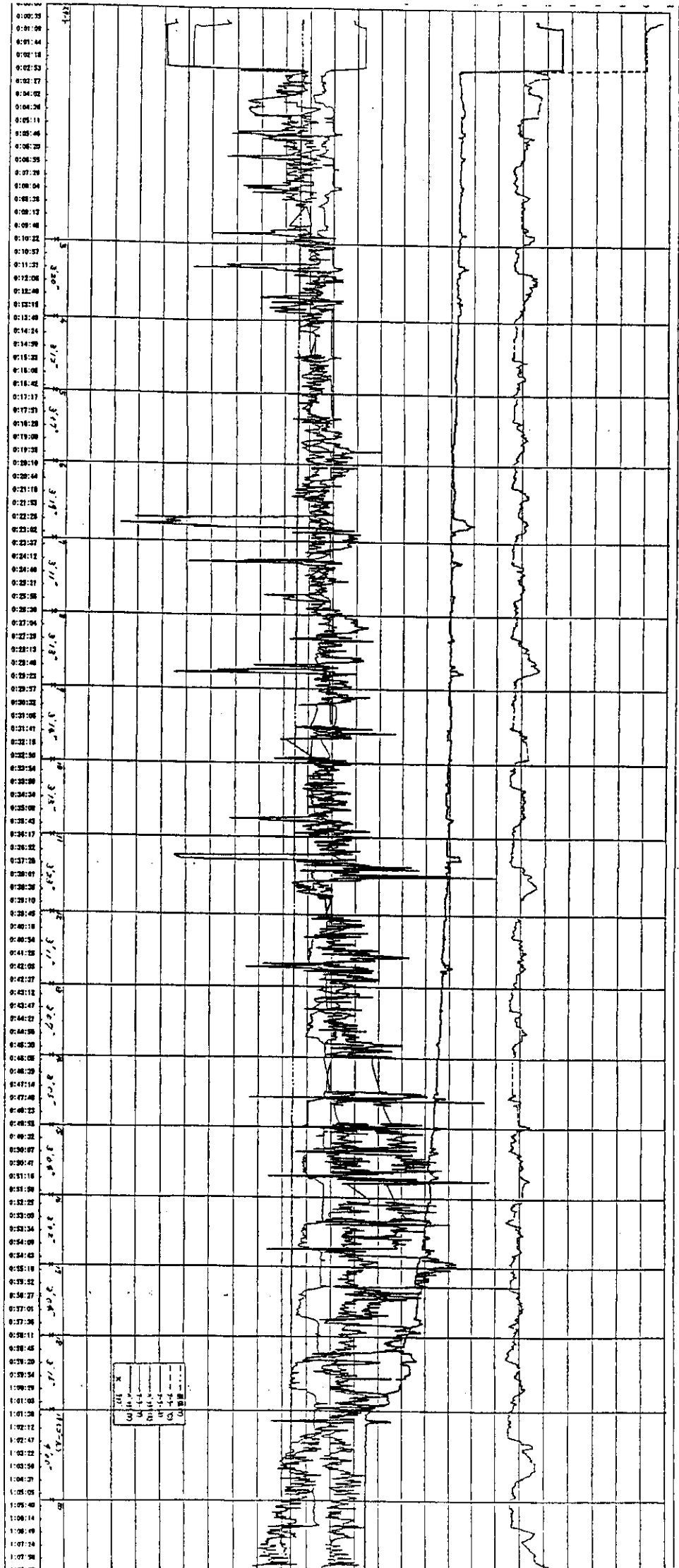


図⑨、 前部フロート

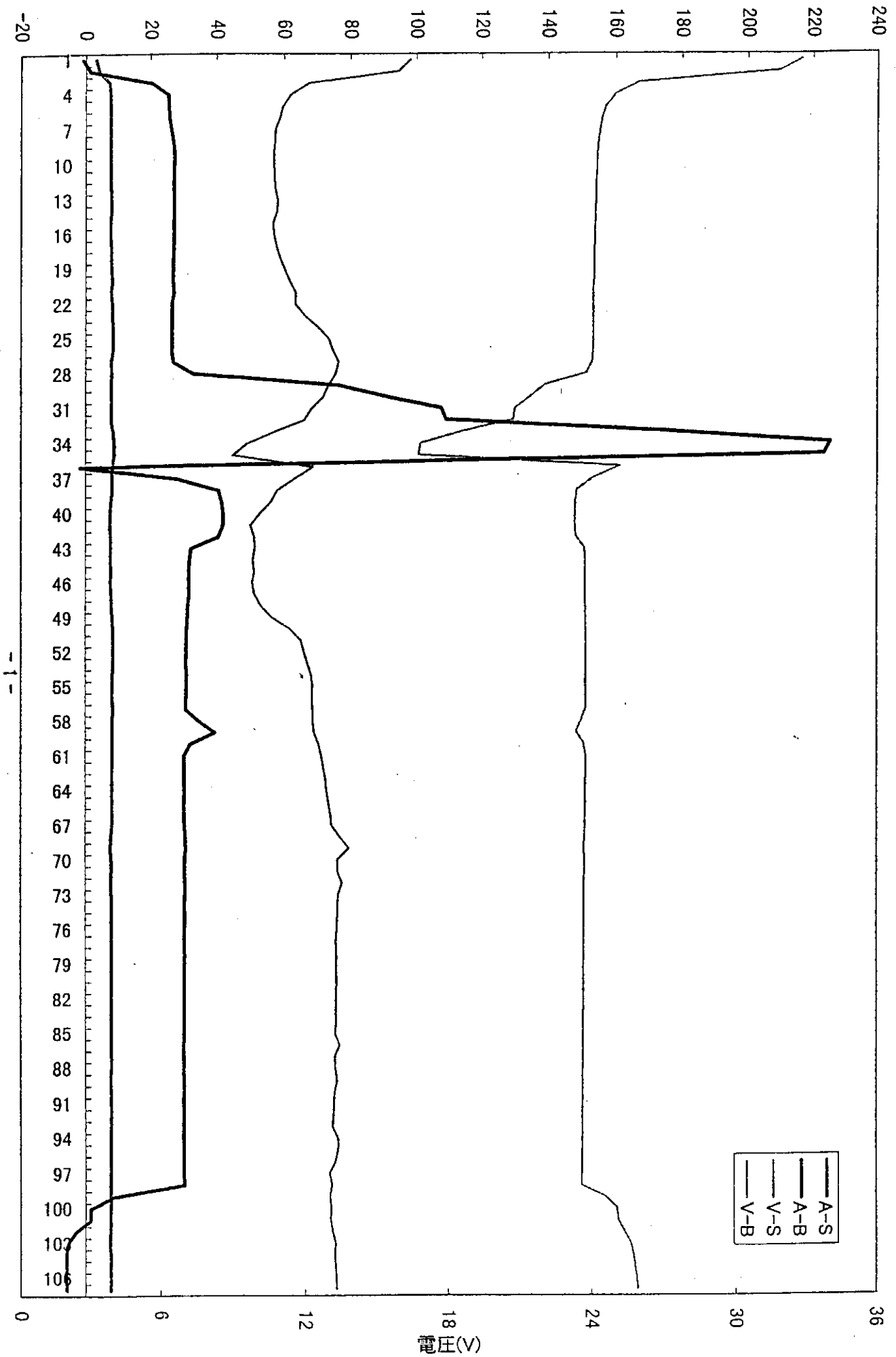




図⑩、テレメーションデータ1時間

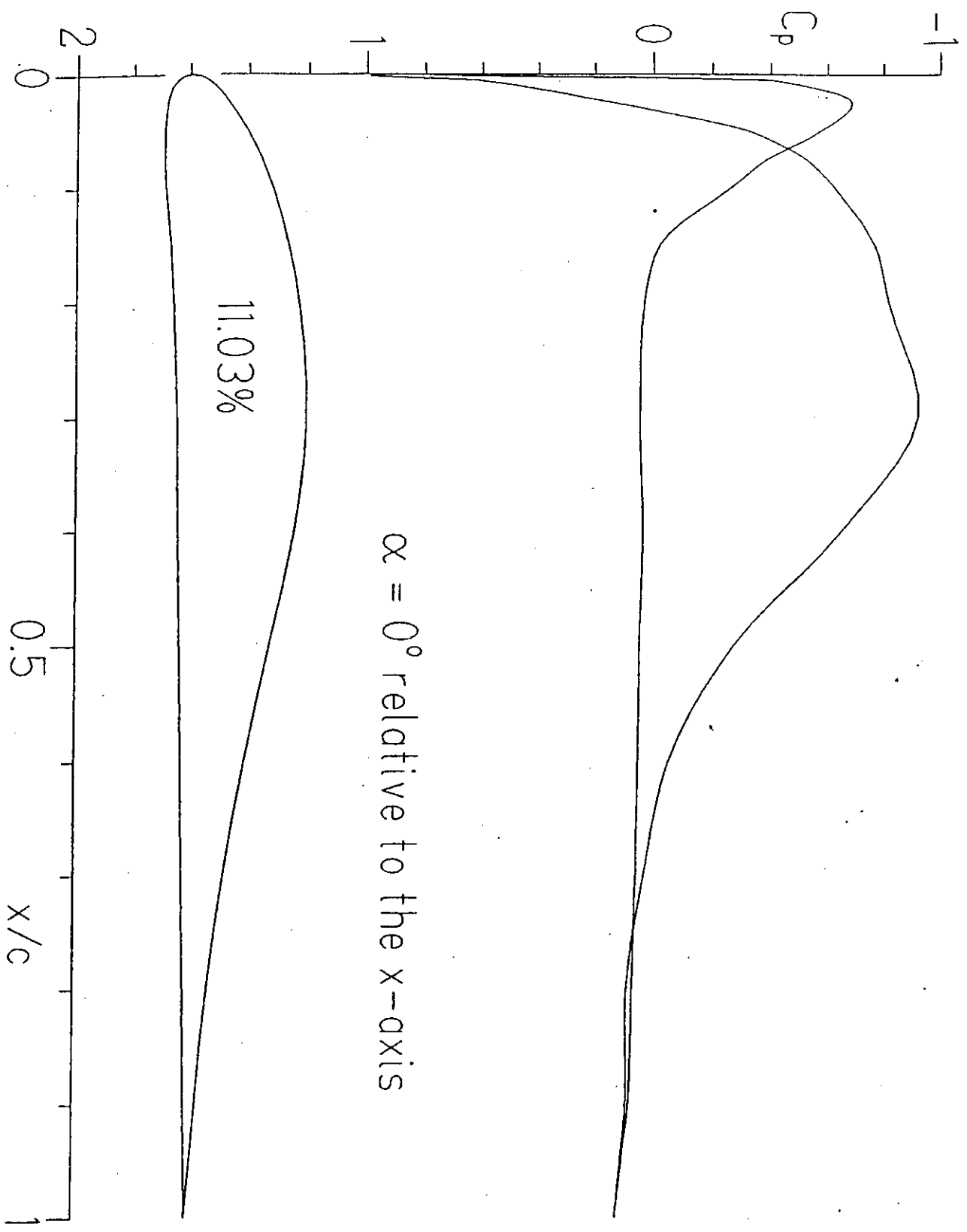


図⑫、テレメーションデータ200m 電流(A)



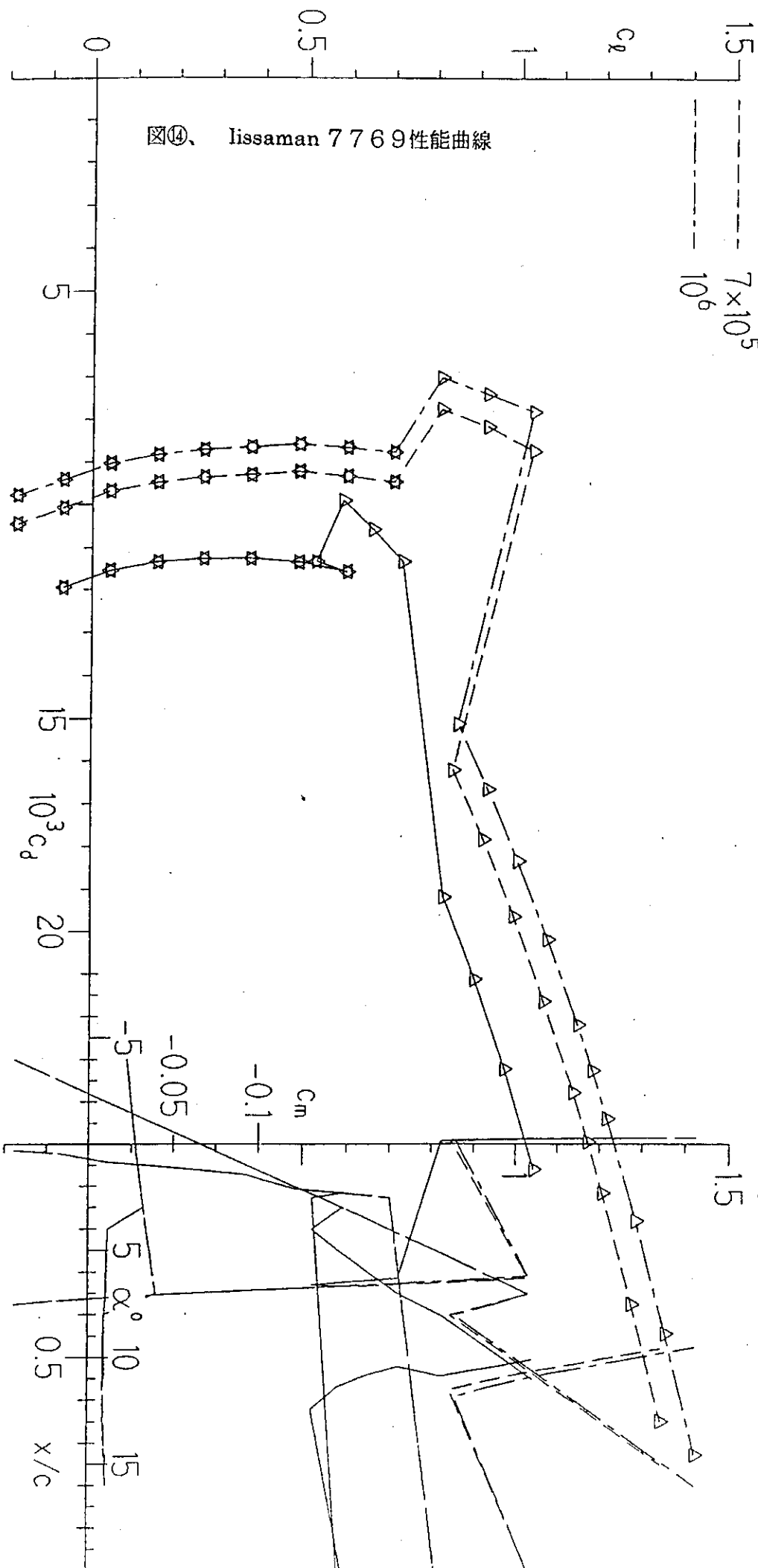
K271524 グラフ 1

图⑬、 lissaman 7769翼形



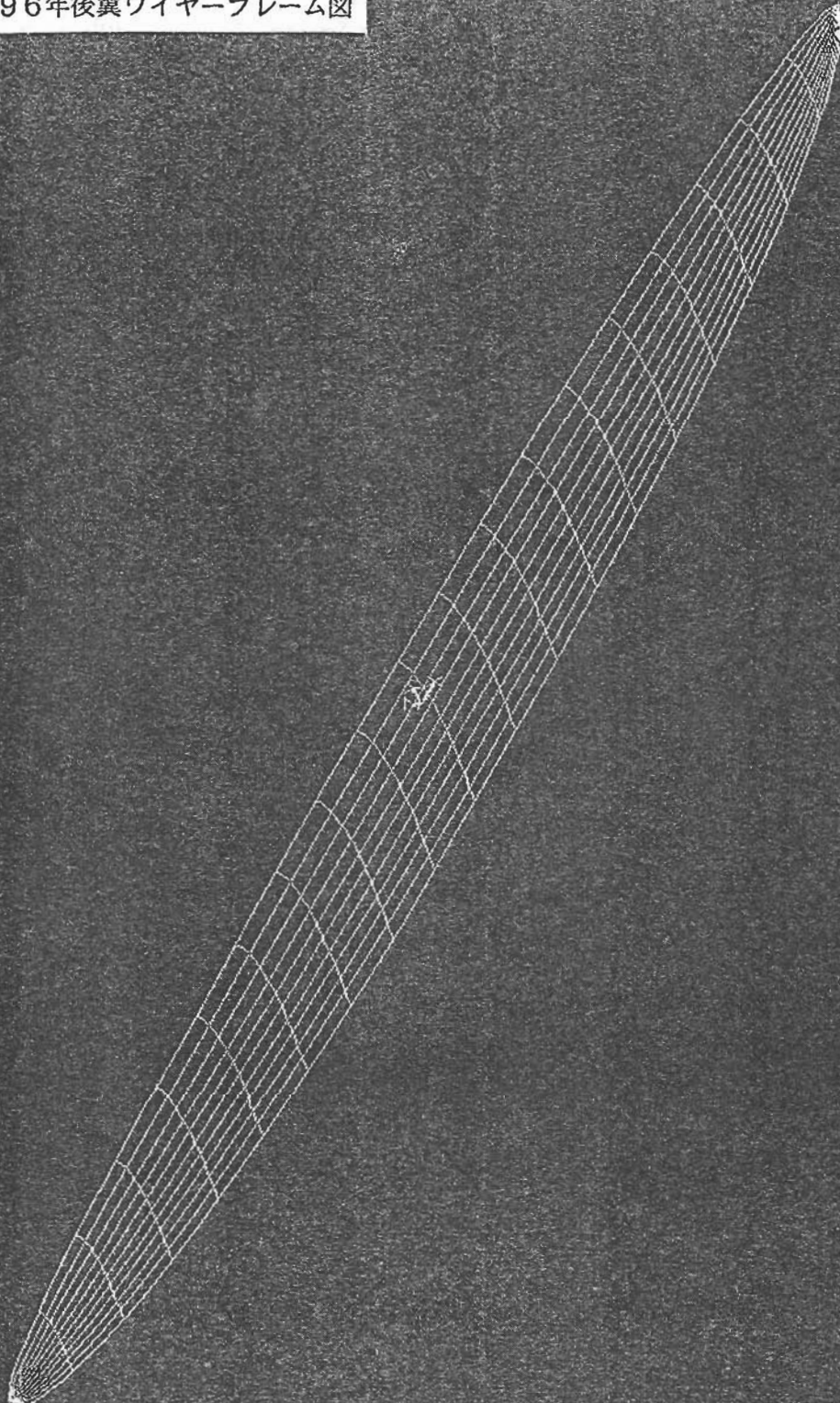
11.03%

$\text{Re} = 3 \times 10^5$ $\Delta \dots$ 上面のラミナーセパレーション発生
 7×10^5
 10^6



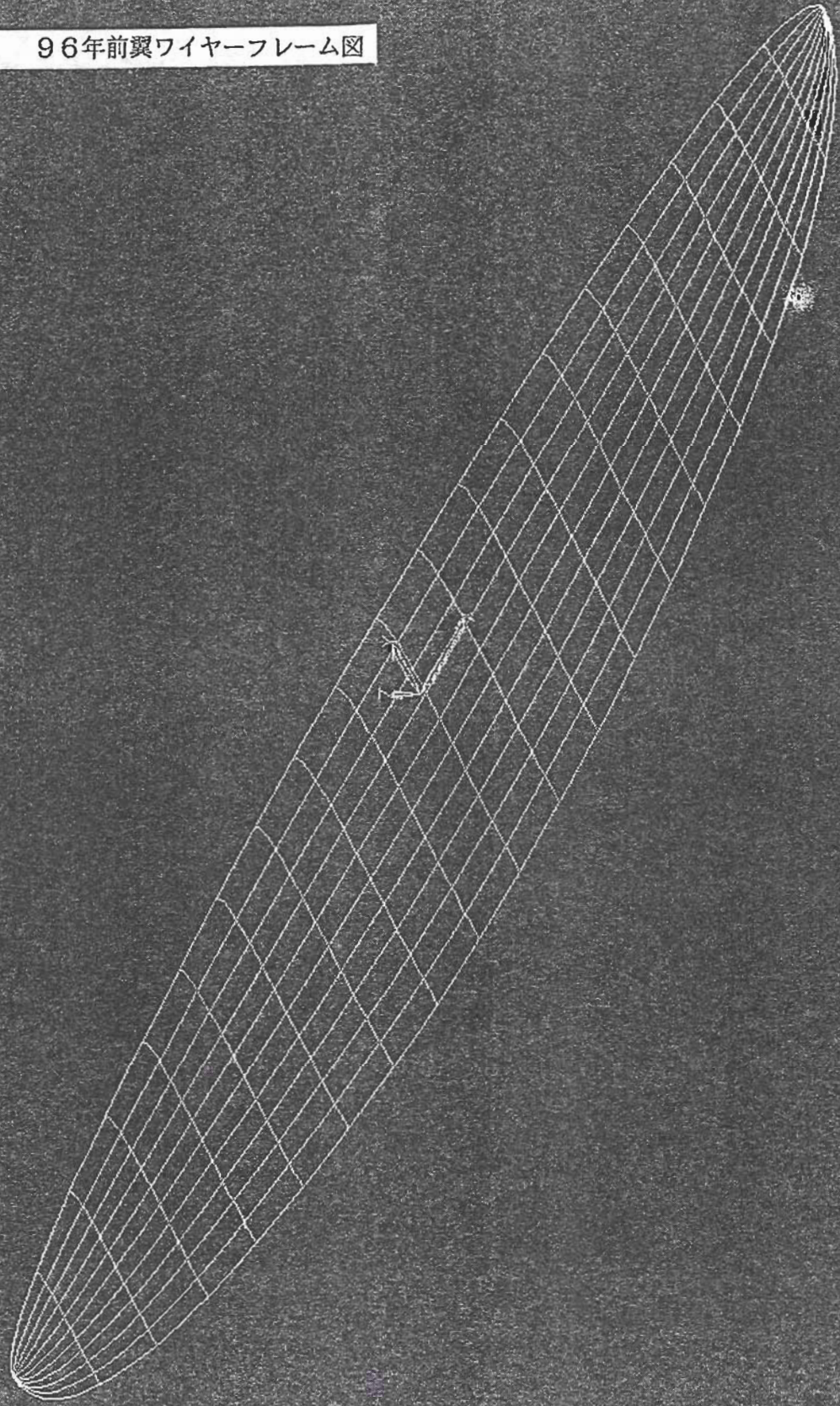
図④、 lissaman 7769性能曲線

図⑰、 96年後翼ワイヤーフレーム図



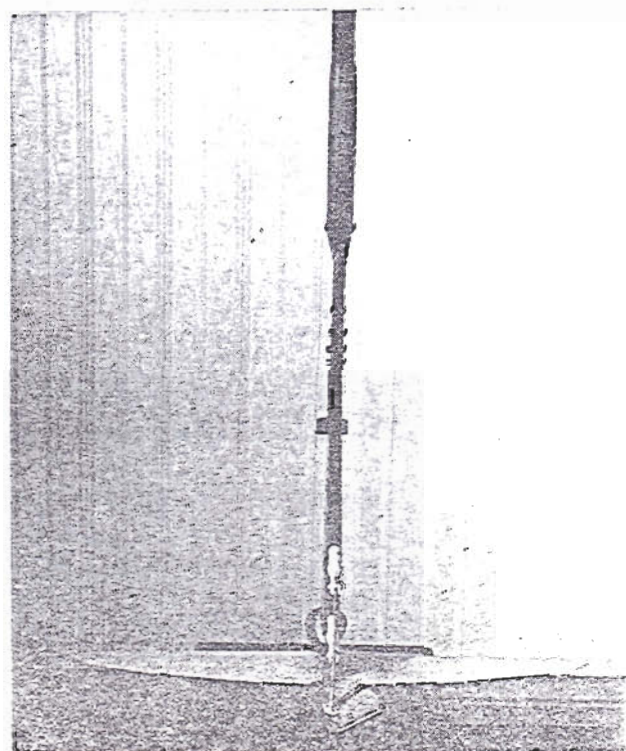
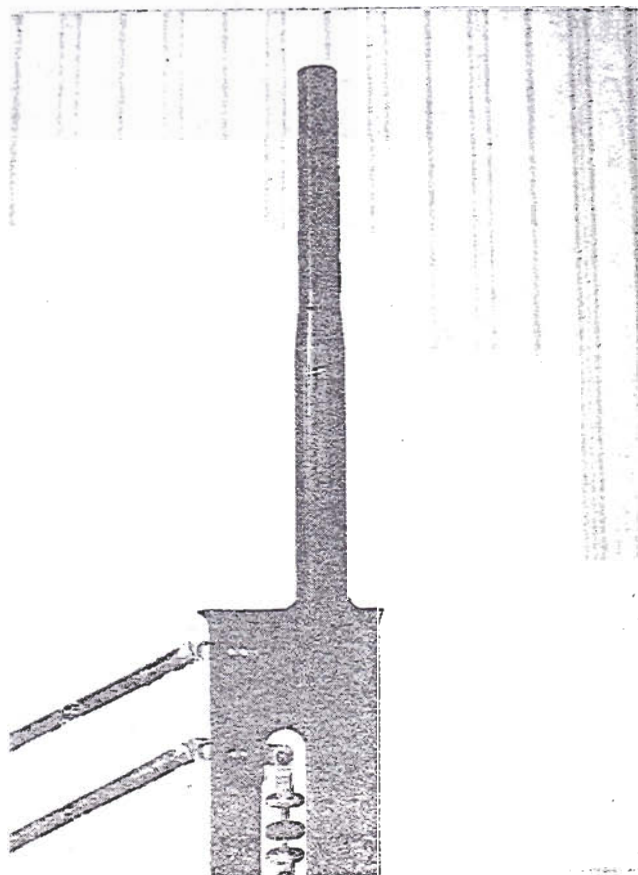
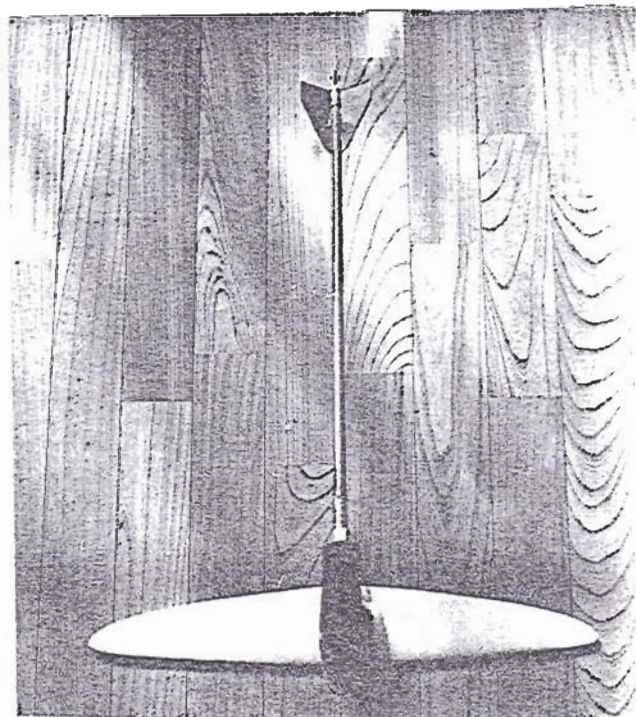
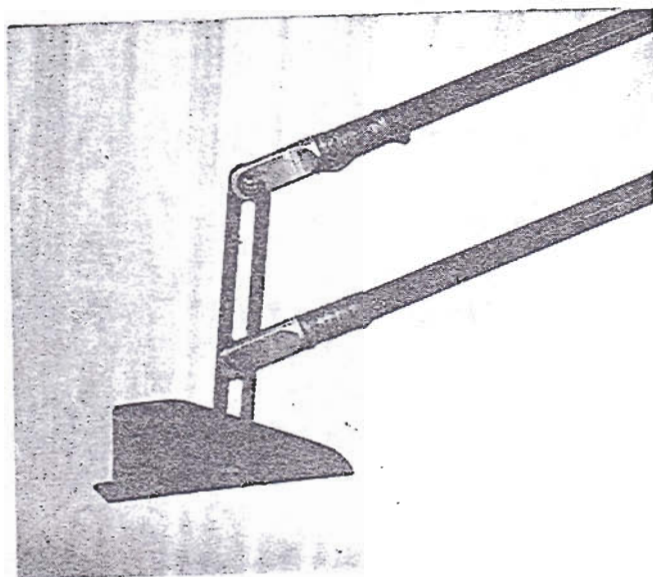
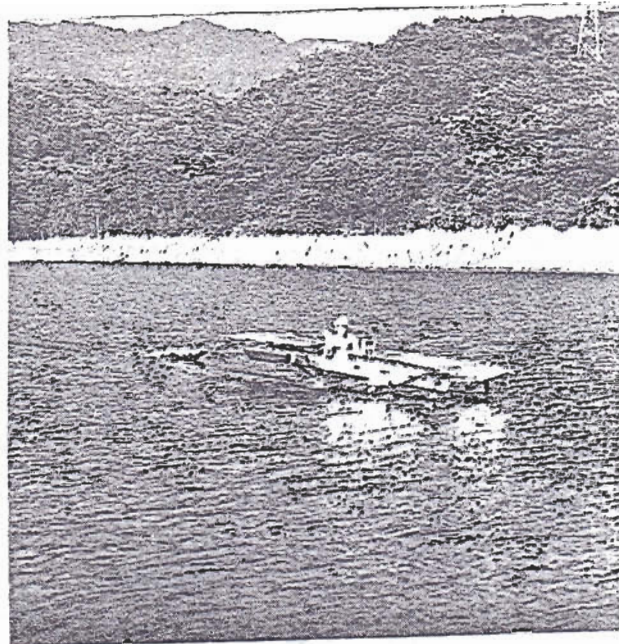
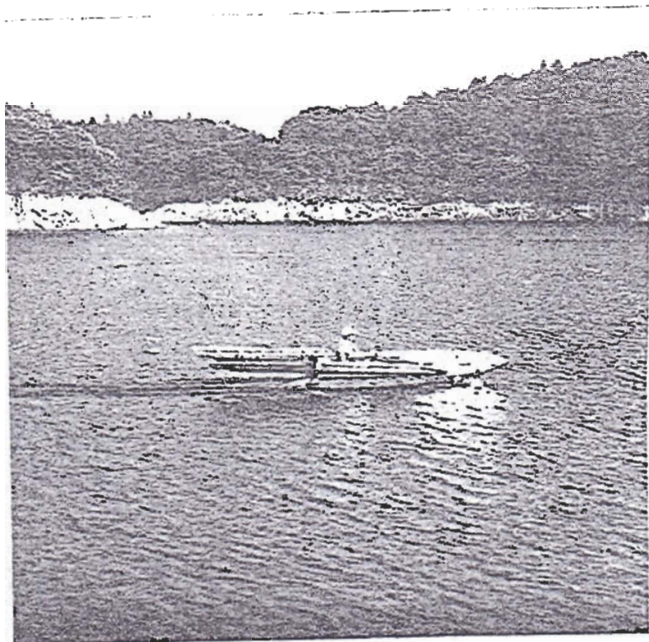
Software interface elements including a top toolbar with icons for file operations, a main toolbar with various modeling tools, and a bottom status bar with text: "Z:\Users\EMV\Copy - MODEL - art - d - MODEL - loc - LOC - XUYOZD - 101-1Y-8", "Z:\Zink - DRAWING - UTM - DRAWING - loc - ddt - DRAWING - loc -", and "Status".

図⑩、 96年前翼ワイヤーフレーム図



Software interface elements on the left side of the page, including a vertical toolbar with various icons and a status bar at the bottom left showing 'TOP', 'E-R MODEL', and 'L1-Y6'.

Software interface elements on the right side of the page, including a vertical toolbar with various icons and a status bar at the bottom right showing 'Z10-DRAWING-HIT-DRAW Loc', 'Z10-DRAWING-HIT-DRAW Loc', and 'Z10-DRAWING-HIT-DRAW Loc'.



ソーラーボートの開発

遠 藤 真*

1. はじめに

環境保護への関心が高まっている近年、地球に優しいクリーンなエネルギー供給源としての太陽光が注目を浴び、ソーラーエネルギーの積極的な利用を目指した様々な試みがなされている。船舶へのソーラーエネルギーの利用普及と利用技術の開発を目的とするソーラーボートレースも、89年から浜名湖で毎年開かれ、年々、参加艇数が増加し、レベルも向上している。92年8月23日には、エントリー59艇の国内最大規模の大会が、“ソーラーボートレースイン三方五湖”として、福井県三方湖で開催されるに至った。富山商船高等専門学校(以下、本校)もPhoto. 1に示すソーラーボート“シルバーライナー”を開発し、このレースに初参加する貴重な機会を得ることができたので、ソーラーボートレース、レース艇及び開発過程の概要について報告する。



Photo. 1 ソーラーボート“シルバーライナー”

2. ソーラーボートレースイン三方五湖競技規則

ソーラーボートはソーラーエネルギーを利用して推

進するボートの総称と考えられるが、現実的には、効率と簡易さから、太陽電池の電気エネルギー変換による利用が一般的である。次記する本レースの主な競技規則¹⁾も太陽電池利用を前提としている。

- 全長6m, 全幅3m, 喫水上高さ1.5m, 喫水1.2m各以内
- 太陽電池出力480W以下乗員1名増につき150W以内加算
- 満充電12V・16AH蓄電池2個をレース前日の船体検査後支給
- 船体検査後のバッテリーの交換, 増減は禁止
- 船体検査後の太陽電池以外の充電は禁止
- 船体は, 安全に旋回, 停止, 前・後進できること以下の2種競技を実施して総合成績を競う。
- 200mタイムトライアル(以下, トライアル)

レース当日午前中に200m直線コースで実施され、得点は51-順位で、4/13艇の予選4レース、3/8艇の準決勝2レース、決勝の計7レースからなる。

- 1時間耐久レース(以下, 耐久)

レース当日の午後に全艇一斉スタートで1周3kmの周回コースで実施され、得点は53-順位×2である。

以上より、参加に向けての幾つかの重要なポイントが浮かび上がる。乗員自体及び排水量の下限設定が無い、モータとプロペラの交換が自由、耐久が1時間と短く、ソーラー以上にバッテリーの重要度が高いなどである。これらのポイントと競技規則に基づきレース艇の開発構想をはじめた。

3. レース艇開発に向けて

開発構想のはじめに、91年8月23日に浜名湖で実施されたソーラーボートレースを見学し、設計ポイントの調査を行った。トライアルは、ローランドの“SOLAND”が36.81s, 10.56ktを記録して1位を、午後と翌日行われた幾つかの耐久結果を加えた

* 富山商船高専

総合成績では、森山工業の“太陽がいっぱい”が3年連続優勝した。耐久速度は天候に大きく左右されるが、資料²⁾から6.1kt以上と推定した。小さな電気ストーブ程度の電力で、人を乗せた長さ6mの船が本校の長さ37mの練習船より速く200mを走り、その後、11.3km/hで1時間航走したことは、理論通りとは言え、驚きであった。レース開催数は3回と少ないが、記録から、上位艇の船体、推進器、太陽電池とバッテリーの利用技術はかなり成熟しており、92年8月の時点のトライアル決勝に残るには11kt以上の速度が必要と思われた。

SNAME "Principles of Naval Architecture", P369, Fig.80 より

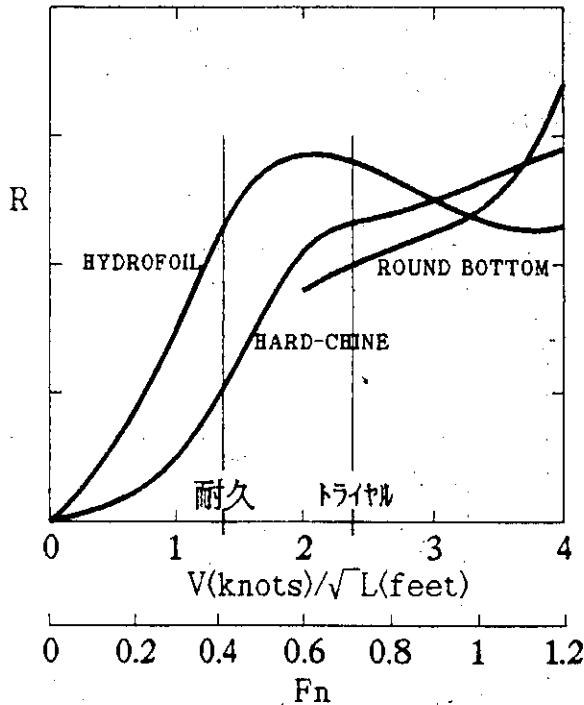


Fig. 1 高速艇船型の性能比較

次に、船型の選択をするために、高速艇性能資料³⁾に調査結果の速度を重ね、Fig. 1を得た。耐久速度は排水量型と高速艇との境界域のラストハンプ付近にあり、トライアル速度は3種船型の抵抗曲線が交錯している高速艇域にある。これらの揚力を利用する船型では、排水量を軽くすることによって、簡単に抵抗曲線を低速度側に移動できることが予測された。この頃、主要目の似た人力水中翼船⁴⁾が約10ktで航走したが、トライアルの優位性はあるが、1時間翼走することは不可能と考え、最終的に、L/Bの大きなラウンドボトム滑走艇船型を採用した。

排水量の軽減が速度全域での抵抗減と滑走開始速

度の低減に直接つながるため、可能な限りの軽量化が不可欠と認識し、軽量化可能性調査と排水量推定の為に、重量積算を実施した。軽量化が不可能なソーラーボート構成要素は太陽電池・支持板等10kg、バッテリー13kg、コード・メータ・スイッチ等4kg、モータ・ギア等7kg、プロペラ・軸・ブラケット等6kgの計40kgで、残る艇体と乗員のみが軽量化可能である。特に、乗員は最大重量の要素であり、排水量減に大きな効果が期待できるので、体重40kgの本校女子学生を想定した。艇体は、スポンサであるアルミ建材メーカー井上商事(株)が製作することからアルミ製となり、6m程度の船では軽量化が厳しい材料であるが20kgとし、最大の軽量化努力を依頼した。余裕4kgを加えた排水量を105kgとした。

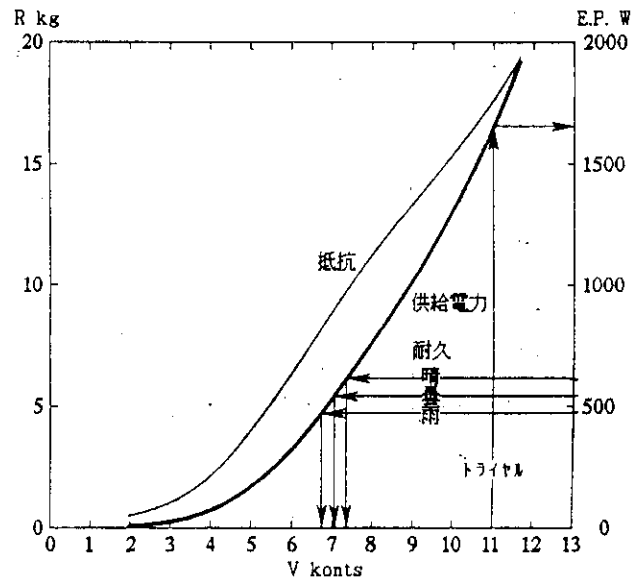


Fig. 2 抵抗、所要電力の推定

想定した艇体と排水量に基づき、資料^{5) 6) 7) 8) 9)}から抵抗、所要電力を求め、Fig. 2を得た。所要電力はモータ、伝達、プロペラの各効率を0.78, 0.95, 0.8としたものである。設定した最高速度11ktの実現は、図より明らかであるが、大きな抵抗減及び各効率増無しには不可能と思われた。

以上の初期計画の内容より、レース艇開発を進める上での方針を次のとおりとした。

- (1) レース初参加チームにとって、凝ったシステムと複雑さはトラブルメーカーとなる危険性が高いので、ボート全体を極力シンプルなものとする。
- (2) 艇体はL/Bの大きなアルミ製ラウンドボトム滑走艇で、可能な限りの軽量化を桁う。製作精度の向上と軽量化のために、2隻以上の艇体を製作する。

- (3) 水中モータによる副部抵抗増を避け、モータ出力とプロペラ効率との整合をギア比変更で行う、船内機方式とする。
- (4) 太陽電池とバッテリーのモデルプラントを作成し、電力供給特性を明らかにする。
- (5) 速度と供給電力がトライアル、耐久、天候で大きく異なるので、モータとプロペラのレース毎の天候に対応した交換を計画し、効率0.85以上の2種モータの取得、効率0.8以上の複数プロペラの開発を行う。
- (6) レース艇全体の性能と完成度を高めるために、乗員を含む総合的航走試験を充分に実施する。

4. レース艇の概要

前述の方針に基づき、ソーラーボート“シルバーライナー”を開発した。一般配図を Fig. 3 に、主要

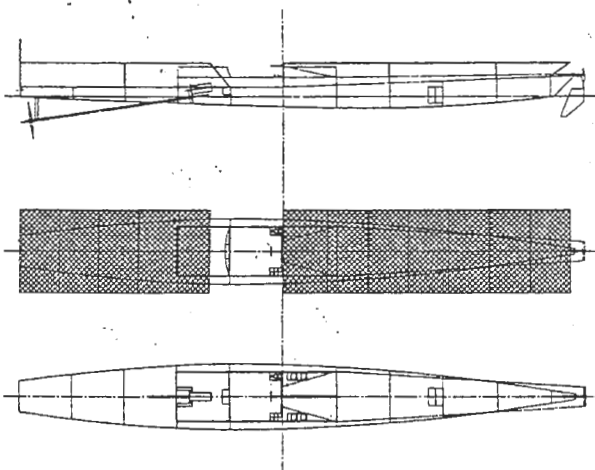


Fig. 3 一般配置図

Table. 1 主要目表

全長	5.87 m	船体長さ	5.76 m
全幅	0.86 m	船体幅	0.66 m
全高	0.81 m	船体深さ	0.30 m
喫水	0.46 m	船体喫水	0.10 m
満載排水量	105.00 kg	船体重量	65.00 kg
太陽電池	京セラ PSF(33H×2+50H×2+100H×10)		479.84 W
蓄電池	湯浅電池 NPH16-12 × 2		24V × 16AH
電動モータ	特殊電装 S12014-260,270		24V × 24A,16A
プロペラ	異数 2	直径	0.40 m
最高速力	11.4 kt		
航海速力	8.0 kt / 80000 lux (晴)		
	7.2 kt / 35000 lux (曇)		
	6.0 kt / 6000 lux (雨)		

目を Table. 1 に示す。

本章では“シルバーライナー”を構成する各要素について、回路系統・太陽電池・バッテリーからなる電力供給系、艇体と舵、モータとPWMコントローラ、プロペラ、乗員と順を追って概説する。

4.1 電力供給系

(1) 回路系統

選定モータ候補の適合供給電圧から 24V 充放電系とし、競技規則の停止・前・後進規定、バッテリー充電モードと太陽電池モードの必要性などから、Fig. 4 に示す回路系統を設計した。各スイッチ等の機能と想定した使用状況は次のとおりである。

〈電圧計、電流計〉電源電圧計はバッテリー残量と充電電圧表示用、モータの電圧・電流計は負荷表示用
 〈PWMコントローラ〉レース中の負荷電力調整、離着桟と待機中の低速移動、スタート直後の加速などに用いる電力制御用

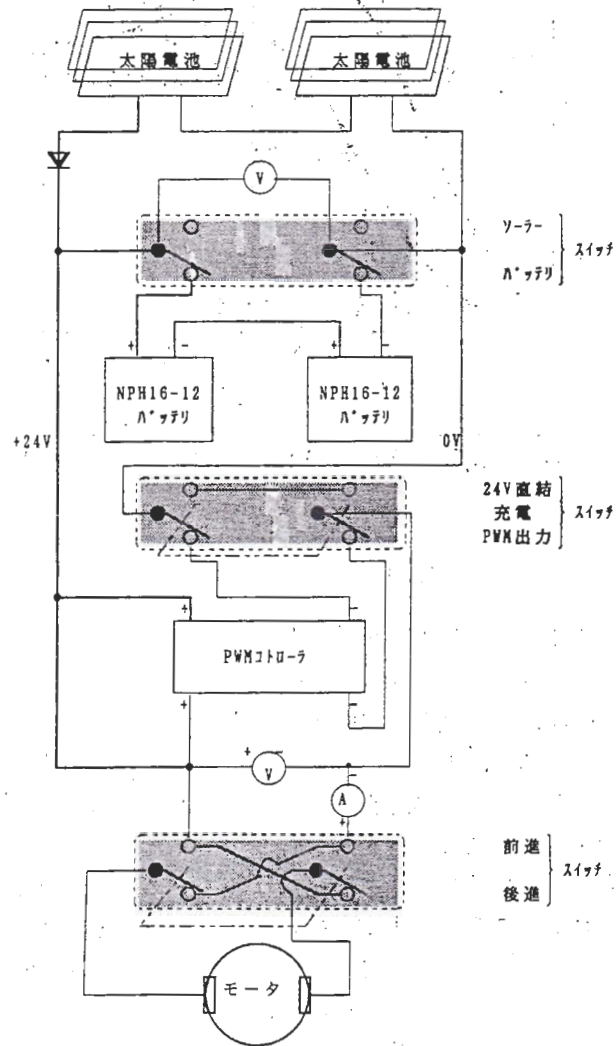


Fig. 4 回路系統図

〈前/後進スイッチ〉 前後進切り換え用
 〈ソーラー/バッテリースイッチ〉 パドックからレース水面までと待機中の移動に用いる太陽電池のみ電力供給モードとバッテリーと結合するモードとの切り換え用

〈24V直結/充電/PWM出力スイッチ〉 レース時のモータ電源直結モード、PWMコントローラ出力モード、モータ電力供給中止により自動的にバッテリーを充電するモードの3種モードの切り換え用

(2) 太陽電池

太陽電池ではワット数の上限が抵触するので、効率よりも軽さを重視し、軽い京セラPSFシリーズ⁷⁾を選び、モジュールを組み合わせて規則内最大の479.84Wを得た。

照射量対応の太陽電池出力特性を正確に把握するために、Photo. 2に示す電力供給系モデルプラントを製作し、実験を行った。京セラPSF33Hの計

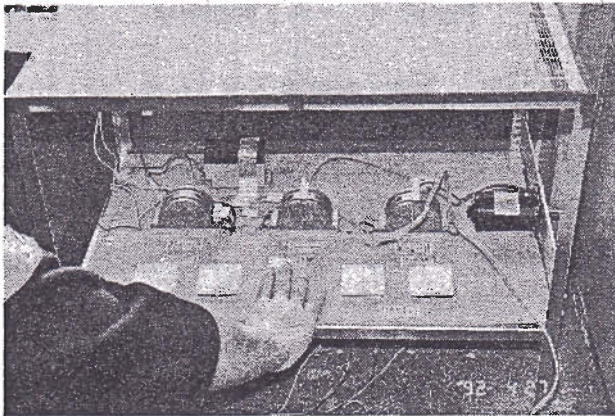


Photo. 2 電力供給系モデルプラント

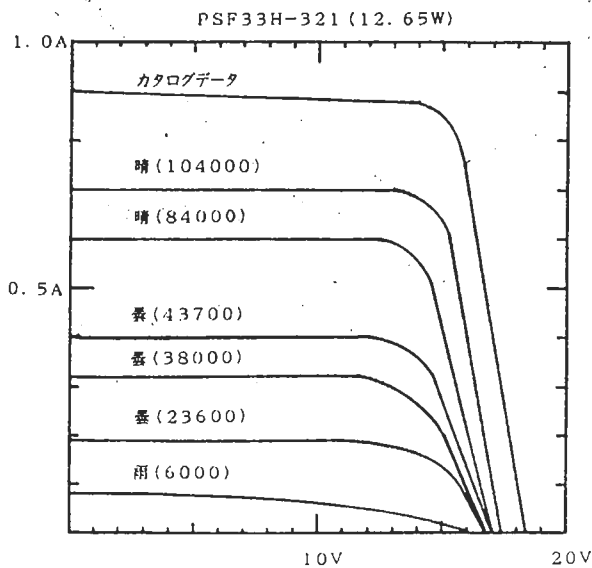


Fig. 5 京セラ PSF33H 出力特性

測結果をルクス値と共に示したものがFig. 5である。水平設置の太陽電池をバッテリー充電に使用すると、カタログデータより落ちることが明らかとなった。

Fig. 5から求めた太陽電池総出力の24V系電流値をFig. 6に示す。

$$PSF(33H \times 2 + 50H \times 2 + 100H \times 10)$$

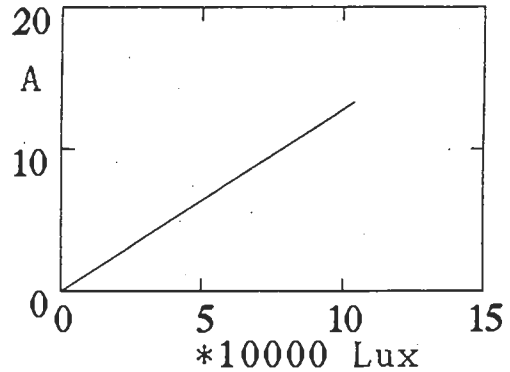


Fig. 6 太陽電池総出力の電流特性

(3) バッテリー

船体検査後支給される2個のバッテリーは湯浅NPH16-12⁸⁾と決定していたが、太陽電池と同様に詳細な充放電特性を得るためにモデルプラントを用いて実験を行った。

放電特性はカタログと同様のデータが得られ、満充電後の1時間率では11.5Aが得られることを確認した。

充電電流は、バッテリー寿命の確保から、0.25C、即ち、NPH16-12では4A以上は禁止されているが、レース当日は4時間程度使うだけなので、充電時の電流制限は設けず、太陽電池直結充電とした。

0.25Cを越える充電電流を含む100%放電後の充電特性計測結果をFig. 7に示す。50000Lux以上の天

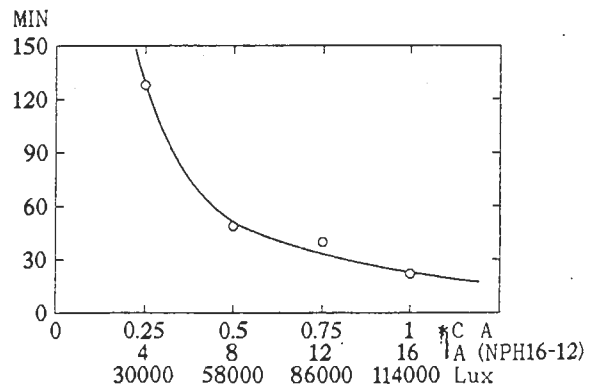


Fig. 7 バッテリー充電特性

候では耐久スタート迄に確実に満充電となることが明らかとなった。

(4) レースシミュレーション実験

得られた太陽電池出力特性及びバッテリー充放電特性とレース当日の充放電状況を調査するために、レース当日の放電状況を模擬したレースシミュレーション実験をモデルプラントで行った。実験結果をFig. 8に示す。3C放電50秒はトライアルに、0.6C放電は耐久に対応し、100000Luxでは準決勝、決勝間のわずか10分で満充電に回復し、6000Luxの雨では回復する機会が全く無く、太陽電池とバッテリーの特性からの予測と全く一致した。

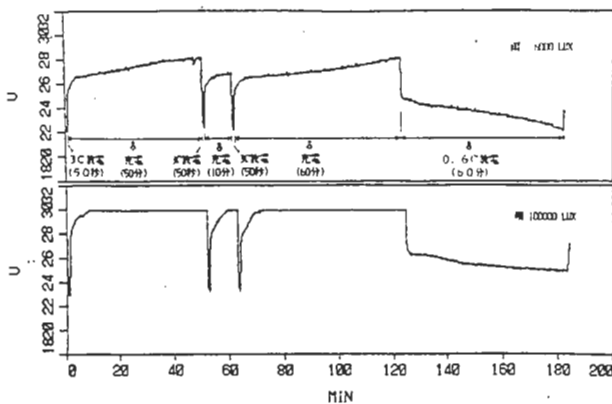


Fig. 8 モデルプラント・レースシミュレーション

(5) 耐久時電力供給量の推定

トライアルは完全なバッテリーレースであるため、速度を艇体抵抗が決定するが、耐久は供給電力が決定すると考えられ、確度の高い電力供給量の推定が必要となる。最終的に、天候別耐久時電力供給量を、晴天の予測照射量を80000Luxとして512W(24V×21.35A)を求め、曇天は35000Luxで374W(24V×15.6A)、雨天は6000Luxで240W(24V×10A)とした。

4.2 艇体及び舵

L/Bの大きなラウンドボトム滑走艇を、速度域が似たラウンドボトムヨットの国際10m²カヌー級⁵⁾を参考に、抵抗、安定性、排水量等の次記する条件の基で線図として具現化した。

- ・排水容積≒0.105m³
- ・長さ≒5.75m
- ・B M≒45cm
- ・乾 舷≒10cm
- ・艇体中央付近からの直線的バトックライン
- ・フラットな船尾船底

・船首の2本のスプレーストリップ

排水量105kgを実現するためには、アルミ艇体を20kg以下にしなければならない。カナディアンカヌー¹⁰⁾の構造を参考に、1.5mm厚φ10mmアルミパイプ縦通材と1.5mm厚アルミ板隔壁を主強度材、0.5mm厚アルミ箔を外板とする溶接艇体を19.5kgで製作した。構造例をPhoto. 3に示す。

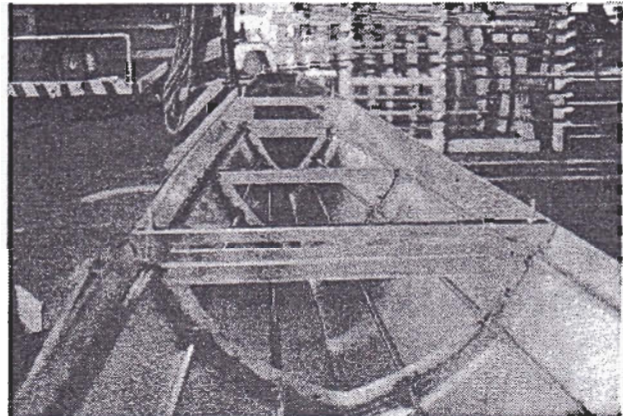


Photo. 3 アルミ艇体構造

舵は、当初、通常の船尾舵であったが、シャフトブラケットの旋回抵抗と相殺して効果がないので、Photo. 1, Fig. 3に示す、船首舵となった。

速度性能の基となる抵抗曲線を得るため、実艇曳航試験を実施し、Fig. 9を得た。高速域で推定値よりも抵抗が少ないのは、抵抗推定の際に参考にした国際10m²カヌー級より低い速度で滑走状態に移行しているからと考えられた。

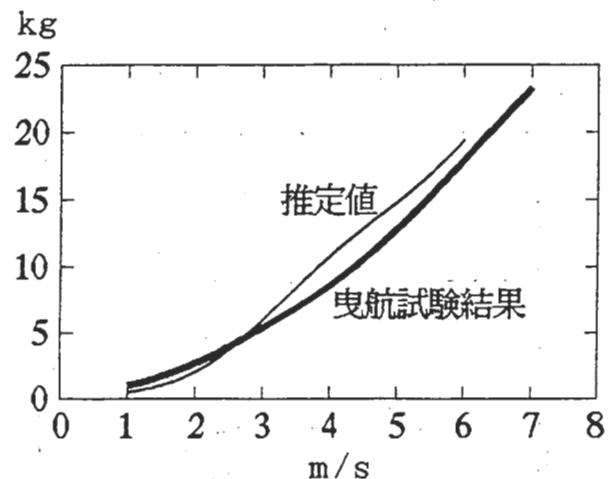


Fig. 9 実艇曳航試験結果

4.3 モータ及びPWMコントローラ

電力供給系で推定したモータ供給電力に基づき、モータメーカー特殊電装(株)⁹⁾にトライアル用と耐久用の2種モータを製品系列モータの改良により提供

願った。要求仕様は、耐久用はデューティ1時間で10Aから20Aの負荷範囲で効率0.85以上、トライアル用はデューティ1分で45Aから60Aの負荷範囲で効率0.8以上の24V供給型である。得られたモータの性能をFig.10に示す。仕様を完璧に満たした高効率モータとなった。また、耐久時の天候変化に対応した負荷対応の必要性と一般的な有用性から、30A対応のPWMコントローラを開発提供願った。艇体内のモータとPWMコントローラをPhoto.4に示す。

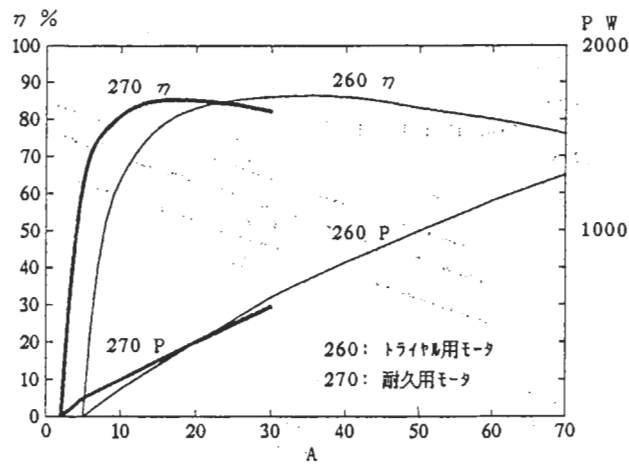


Fig. 10 モータ性能

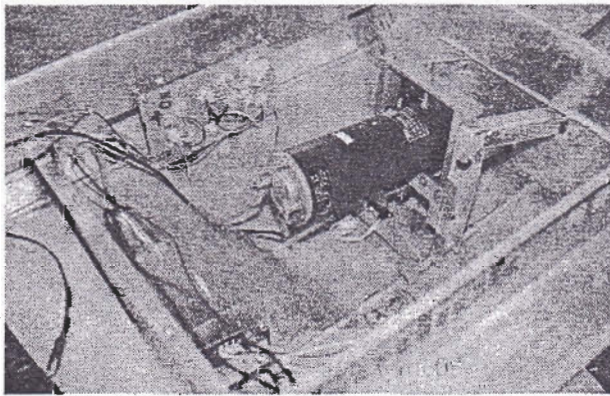


Photo. 4 モータ設置状況

4.4 プロペラ

確実なプロペラ効率増を目指し、可能な限りの大きな直径、0.40mを確保した。また、低負荷プロペラの設計に有用な人力飛行機プロペラの開発に用いられたLarrabee¹³⁾の方法により、詳細なプロペラ形状を設計した。製作は、加工機メーカー(株)ソディックに協力願った。当初、プロペラはトライアル、耐久の晴、曇、雨の4種を考えていたが、時間的制約

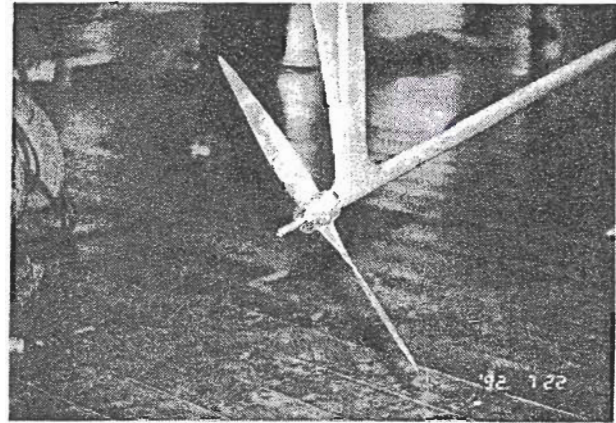


Photo. 5 プロペラ

から、耐久の晴と雨の設計ポイントに対応した2種のプロペラのみとなった。プロペラの外観をPhoto.5に示す。最高効率を示す最適回転数の設定はモータとプロペラ軸間のギア比選択で実現した。模型試験は実施できなかったが、実艇計測データを含む推定プロペラ性能をFig.11に示す。0.83程度の高効率プロペラとなった。

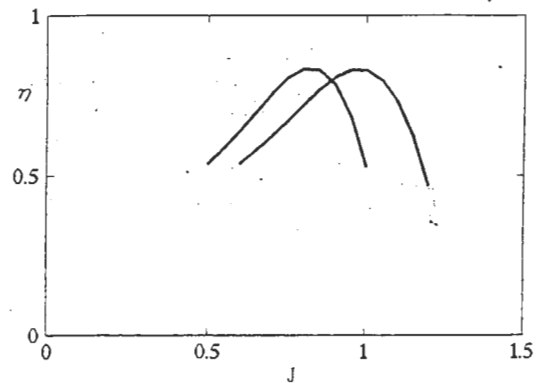


Fig. 11 プロペラ性能

尚、トライアルで使用するプロペラは耐久の晴用プロペラをギア比を下げた回転数増により対応することとした。

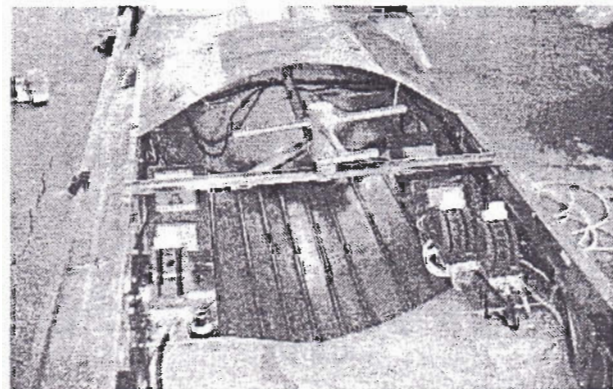


Photo. 6 コックピット

4.5 乗員

乗員体重の減少は、排水量減に最も効果があるので、40kg程度の者をヨット部から捜した。やはり、女子となり、半年前に必要免許を取らせ、レース前1ヶ月間の全ての試運転、調整試験に乗艇させ、レースに備えた。船首舵ティラー、計器及びスイッチ類を含むコックピットをPhoto. 6に示す。

5. 総合性能とレースセッティング

完成したソーラボート“シルバーライナー”を用いて、多くの試運転、調整試験を実施し、最終的な総合性能、Fig.12を得た。

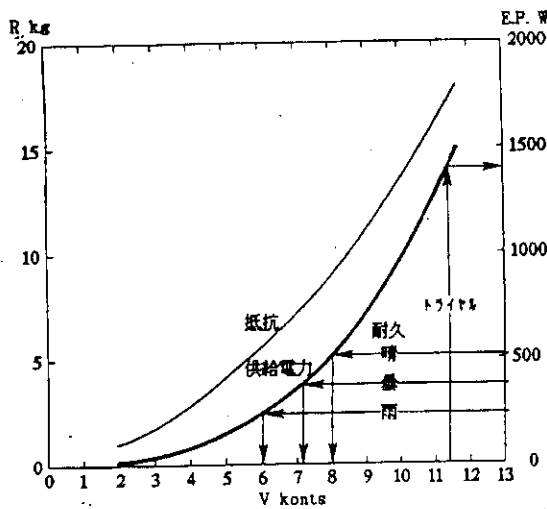


Fig. 12 “シルバーライナー” 総合性能

総合的なレースシミュレーション試験を実施し、耐久時のバッテリー残量及び最適負荷推定の基となる電源電圧変動曲線を得た。太陽電池からの充電がない状況を想定した9A一定負荷と太陽電池を付けて

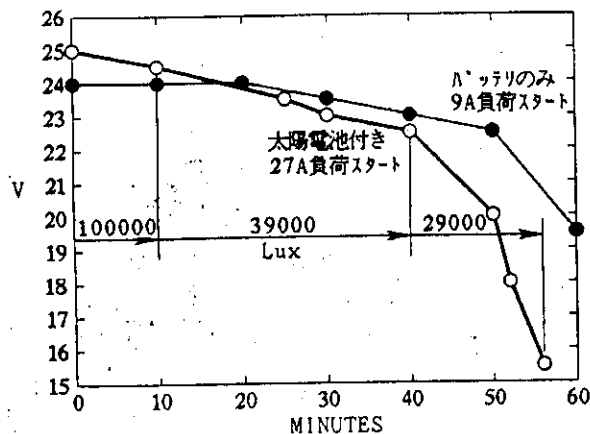


Fig. 13 レースシミュレーション電源電圧変動

の電源直結の2種の耐久レースシミュレーション試験結果をFig.13に示す。

実際のレースでは、電源電圧変動がこの2種の曲線の間に入りながら、レース終了時に19V程度となるように、乗員と無線連絡しながら、24V直結モードとPWMコントローラを用いて、最適なモータ負荷のセッティングを実現するのである。また、セッティングはレース開始時の充電状況とレース中の照射量変化により異なるので、Fig.14示す最適負荷のグラフを作成した。

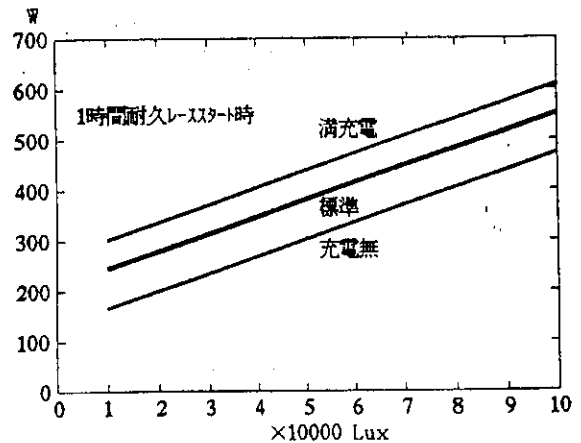


Fig. 14 耐久レース最適負荷

6. レース結果

レース当日は93000Lux以上を照射計が示す快晴のソーラーレース日和となった。晴天時照射量と優勝艇速力のみならず、水中翼艇の性能についても、著者の予測は大きくはずれ、ほぼ1時間翼走し続けた水中翼艇の完成度の高さとともに、91年大会からの飛躍的な進歩を痛感させられる結果となった。上位艇の成績は以下のとおりである。

200m タイムトライアル

- 1位 ローランド “SOLAND”
12.6kt 細長単胴排水量型
 - 2位 ヤマハ “BREAK NOW - 今切”
 - 3位 ヤマハ “フェニックス I”
- 本校は 5 位

1 時間耐久レース

- 1位 ヤマハ “BREAK NOW - 今切”
平均速力 7.84Kt 水中翼型
- 2位 ローランド “SOLAND”
- 3位 本校・井上商事 “シルバーライナー”

5位まで完走, 6位以降は周回遅れ

総合成績

- 1位 ヤマハ “BREAK NOW -今切”
- 2位 ローランド “SOLAND”
- 3位 本校・井上商事 “シルバーライナー”

予測以上の照射量があったことは, 本校のレース艇の負荷セッティングの上限を越える電力供給量を意味し, 結果として, Fig.15に示すように, レース終了時点で十分なバッテリー残量を記録し, 悔いが残るものとなった。

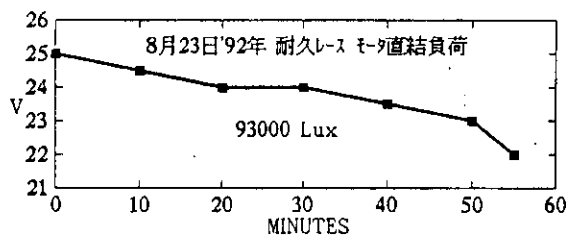


Fig. 15 耐久レース電源電圧変動

7. おわりに

レース結果から,

- ・トライアル用のプロペラ開発ができなかったこと,
 - ・耐久時の供給電力ではトライアル用モーターが適していたこと,
 - ・耐久のレース終了時のバッテリー残量が充分にあったこと,
- など, 反省すべき項目が幾つか考えられた。

しかし, 幸運にも恵まれ, 初参加総合3位入賞を果せたことに充分に満足するとともに, レース参加への動機と経済的支援を頂いた井上商事, 協力願った特殊電装, ソディック, 魚谷製作所, 古河アルミの各企業に謝意を表します。また, プロペラ設計時に論文を快く紹介いただいた金沢工業大学・増山豊助教授に感謝いたします。最後に, 製作と試運転に協力願った本校実習場及び機関工場の方々, 水槽実験室・館清志技官, 富山県港湾課・小野信夫氏, すばらしい操船で入賞に導いてくれた長谷川倫子学生, 献身的にレース艇開発を進めてくれた卒業研究生諸君に深い感謝の意を表します。

参考文献

- 1) グランドソーラーチャレンジ推進会議: “ソーラーボートレースイン三方五湖開催規則, 運営

規則”, 1991

- 2) 高橋秀明: “ソーラーボートチーム [太陽がいっぱい]”, ヤマハ技術会技報 No.11, 1991
- 3) J. P. COMSTOCK et al.: “Principles of Naval Architecture”, SNAME, 1977
- 4) 横山文隆: “夢の船コンテスト(その1)スピード部門優勝艇「フェニックス」の紹介”, 日本造船学会誌 752, 1992
- 5) C. A. Marachaj: “Sailing Theory and Practice”, Adlard Coles, 1989
- 6) 浜零チーム: “ソーラーボート製作資料”, 1991
- 7) 京セラ: “太陽電池P S Fシリーズ”, 1991
- 8) 湯浅電池: “小型シール鉛蓄電池NPHシリーズ”, 1991
- 9) 特殊電装: “モータ総合カタログ”, 1991
- 10) G. Dyson: “BAIDARKA”, Alaska Northwest Publishing, 1985
- 11) E. E. Larrabee: “Five Years Experience with Minimum Induced Loss Propellers - Part I & II”, SAE Technical Paper Series 840026 & 840027, 1984

本論文は遠藤先生を通じて
関西造船協会のお許しを頂き
「らん」第18号から転載さ
せて頂いたものです。

* 第2回 アドバンスド テクノロジー ポートレース

昨年から 始まったオーストラリアのソーラーポートレースが 今年も キャンベラで開かれる。 開催日は4月12日(土曜)、場所は市内のバーレー グリフィン湖。 競技は5時間の競技時間内に4kmコースを周回する。 純競技クラス、国際クラス、人力ハイブリットクラスなどの5つのクラスに分けられている。 船の大きさは 全長6m、幅と高さ2.5mで ソーラーパネルの出力は480wとなっている。(図1,2)

昨年は30艇の参加があり、優勝艇は7時間で64km航行した。 今年もレースアドバイザーにワールド ソーラー チャレンジ(オーストラリア縦断ソーラーカーレース)の主催者のハンス ソルストラップさんが就任しました。 問い合わせ先はカレンダーに明記。

* 1996 ワールド ソーラー チャレンジ

オーストラリアを縦断する 恒例のソーラーカーレースが96年10月27日から11月5日の間 開かれた。 第4回目の今回は 13か国から46チームが参加した。 日本からは20チームが参加した。 ホンダチームが3010kmを33時間32分(平均89.76km/h)で走行し 優勝した。 2位は スイスのsCHooerで35時間(86km/h)だった。 32台が 平均35km/hで走り完走した。

ホンダのDream□ は乗員2名、空気抵抗係数は0.12以下、ソーラー出力1.9kw以上、バッテリーは銀亜鉛電池で3.24kWh、太陽電池はグリーンセル(変換効率23%)、DCブラシレス ホイール モーターの定格出力は1.5kw、最大出力は6kw。 車体重量は170kg。(図3)

また 今回から1996ワールド ソーラー サイクル チャレンジも同時に開催された。 ソーラー サイクルとは人力とソーラーのハイブリット車のこと。 5か国、9チームが参加した。 優勝は日本のZDP(会報9号参照)で 3021kmを55時間01分(平均54.90km/h)で走行した。 2位はアメリカのアエロバイロンメント社で66時間11分(平均45.65km/h)だった。 同社は過去に人力飛行機人力水中翼船、有人/無人ソーラープレーン、GMサンレーサーなどの開発を手がけたベンチャー企業であるので ファクトリー参加と期待されたが、社員のプライベート出場だった。(図4,5)

(ソーラーシステム No. 67)

* 日本ソーラー・人カボート協会のホームページ開設！

大会案内、会報バックナンバーなど、アドレスは<http://www.orange.or.jp/~jsha>

カレンダー

1997年

4月12日 2nd International Advanced Technology Boat Race
ソーラーボートレース

場所 オーストラリア、キャンベラ
問い合わせ Australian Science Festival
(Advanced Technology boat Race)
PO Box 193 CIVIC SQUARE ACT 2608
Phone Int: (616)205 0588
Fax Int: (616)205 0638
e-mail: science.festival@anu.edu.au
URL:<http://sunsite.anu.edu.au/scifest>

7月26日 第21回 鳥人間コンテスト選手権大会
人カ飛行機 とグライダーの飛行距離競争
場所 滋賀県彦根市松原水泳場
問い合わせ 〒540-10 大阪市中央区城見2丁目2番33号
よみうりテレビ放送株式会社
第21回鳥人間コンテスト選手権大会事務局
tel 06(947)2314

8月22～24日 ソーラー&人カボートレース全日本選手権大会1997
ソーラー&人カボートレース
場所 ヤマハマリーナ浜名湖、静岡県湖西市
問い合わせ 〒431-01 静岡県浜名郡雄踏町宇布見8267-4
日本ソーラー・人カボート協会
Tel. FAX 053-597-0011
e-mail: jsha@orange.or.jp
<http://www.orange.or.jp/~jsha>

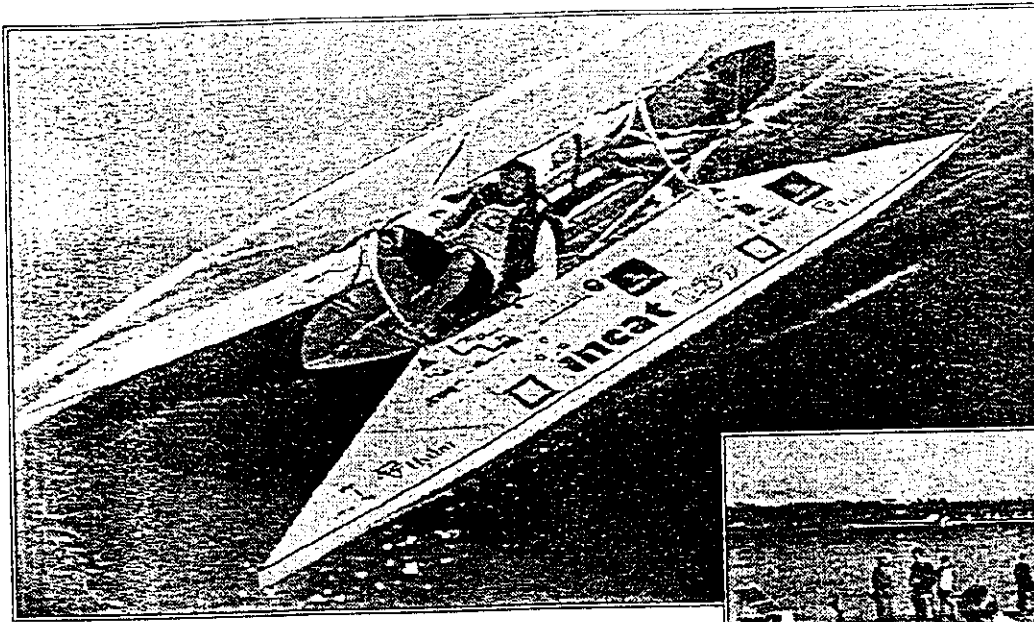


图1



图2

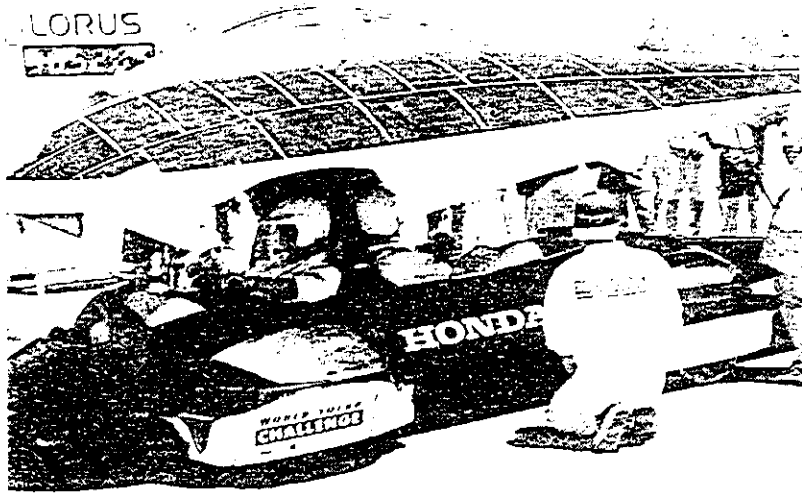


图3



图4

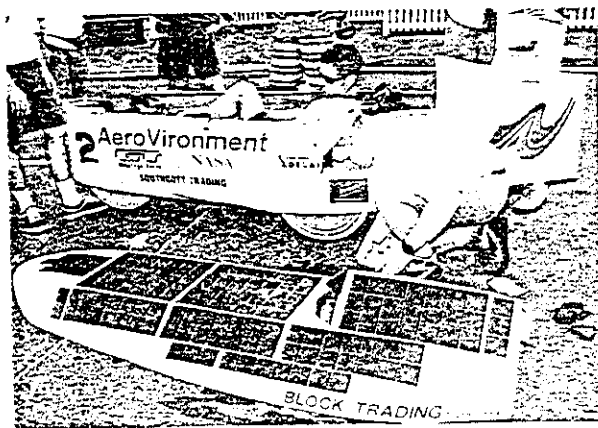


图5

船作りの経験が無いけれど、ソーラーボートを作って見たい、人力ボートを作って見たい、という皆様は大勢おられることと思います。その中から思い切って一步を踏み出した一部の方の、その又ごく一部の方が実際に船を仕上げ、ソーラー・人力ボートレースに出場して下さるのだと思います。でもレースには何とか間に合わせても、試運転と改良の時間が足りなくなっていて、思うように走れない方も少なくありません。

毎年こうした情景に接していたので、今年のレース後に行われた反省会では、安くて、作りやすい船の設計を発表すべきだ、という話が纏まりました。確かにほどほどの性能の船が安く簡単に作れる、とあれば随分取っ付きが良くなって、参加して下さる方の数も広がるでしょうし、その船で味を占めた皆さんが、その経験と基礎知識をもとにして、改良を重ね、挫折すること無く夢の船に到達する喜びを味わって頂けるのでしょうか。それがうまく行くように願いを込めて図1のようなパスポート5を設計してみました。

今年のレースに生かして頂く為には、年末かこの3月号で完全な設計を見て頂かなくてはならないでしょうに、なかなかこの仕事に取り掛かれず、今回も設計の途中で見て頂くことになり申し訳ありません。大体自分で作っても見ないで簡単に出来ますよ、と言うのは無責任なのですが、少し長い目で見ていただくと有り難いと思っています。

早速ですが、設計の考え方からご説明しましょう。

1; 設計の考え方

2ノット(1m/s)や3ノットのスピードでは、浮いた、進んだ、という所までの喜びはあっても、やがてもの足らなくなるでしょう。もし6ノット(3m/s)出ると、貸しボートの2倍以上の速さですからスピードの爽快感を堪能出来ます。そしてうまく手を入れると8ノット或いはそれ以上のスピードに到達できるようなボートを考えて見ました。それをテーマの通り安く、簡単に作れないか、さらにそういったボートをカートップ出来る位の寸法と重さに仕上げ、人力ボートにも、ソーラーボートにも使って貰えたら、と夢が膨らみました。

船型は富山商船高専の遠藤先生の設計されたシルバーライナー(当誌掲載)を参考にしました。先生はセーリングカヌーを参考とされたそうですから、セーリングカヌーの孫、シルバーライナーの子供と言うことになりましょうか。

シルバーライナーはアルミの丸形船型ですから、これを作るのはなかなか大変です。そこで今回の設計は薄い合板を使って、作り易い角形船型を選びました。一方シルバーライナー同様サイドスポンソン(側浮舟)を付けないで済む、安定の良い船型は踏襲しました。サイドスポンソンを付けた、幅の狭い舟の方がもっと速いかも知れませんが、組み立てもカートップも面倒、そして着岸のしにくいこと、小人数で舟を出せないなどの欠点があります。角形の船型は滑走しやすいですから、ソーラーボートの短距離レースでうまく滑走させれば、細いサイドスポンソン付きの船より速くなります。良くできた水中翼船には敵

いませんが、今年から別種目になるので、それは気にしなくて良いでしょう。むしろ実用性が高く、一人でハンドリングが出来て、あわよくば釣りも楽しめる、という点では遙かに上をゆきます。

2 ; 船の総重量

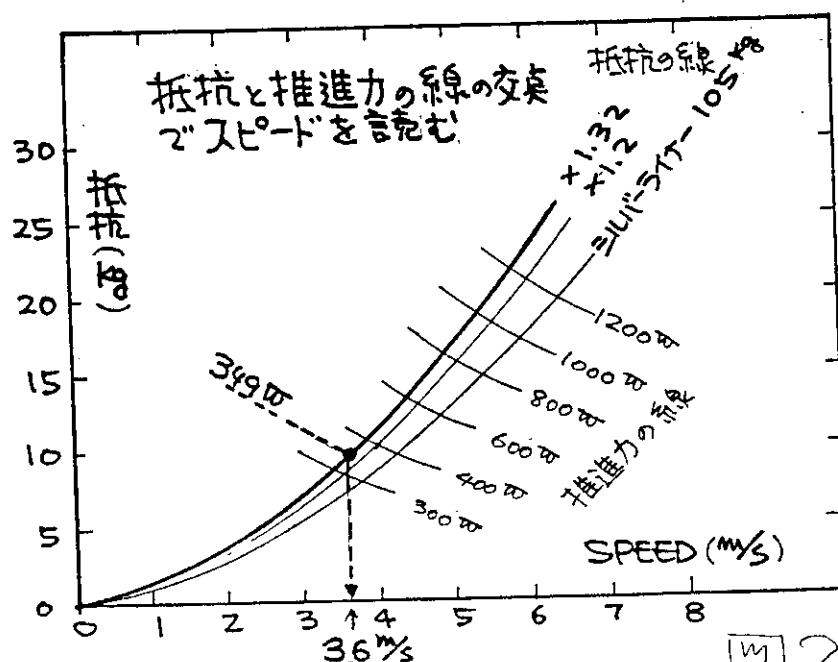
性能を推し測るのに、まず総重量の推定が必要です。会報1号に「船体の計画手順」という記事をのせましたが、そこでは超軽量艇と平均的な艇の重量の内訳を示しています。今回の計画はそのほぼ中間の値を取って見ましょう。下表のような内訳にすると総重量は126kgになりました。126kgの重心が5番より50mm前にある場合、このボートは図1の通り120WLで浮きます。

NO	区分	超軽量艇	平均的な艇	今回計画
1	船体	*13	30	20
2	太陽電池及び取り付けフレーム	11	25	20
3	駆動系統 (モーター、ギヤ、シャフト等)	7	15	11
4	電装及び操舵系 (バッテリーを含む)	16	30	13
5	乗員 (一人乗りの場合)	50	60	55
6	その他	5	10	7
合計		102kg	170kg	126kg

* ; 会報1号では20kgとなっていたが、水中翼無しなので7kg減らした。

3 ; 性能

図2にシルバーライナーの抵抗の実測値があります。この船の排水量は105kgでした。一方、我々のボートは少し重くて排水量が126kgですから、抵抗は $126 / 105 = 1.2$ 倍になり、さらに船型を丸型から角型に変更したために10%増えると考えて、シルバーライナーの $1.2 \times 1.1 = 1.32$ 倍の抵抗になるとします。それがパスポート5の抵抗の線です。一方、モーターの出力が500W、伝達装置の効率、プロペラの効率をそれぞれ93%、75%と仮定すると、有効馬力は



500W×0.93×0.75=349Wとなります。

図2の349Wの線と抵抗カーブの交点を見ると、3.6m/s 出ることになります。
200m走るのに56秒、時速にして13km/時です。昨年の出場艇の内、60秒を切ったのは半分以下ですから、そこに入れることになります。

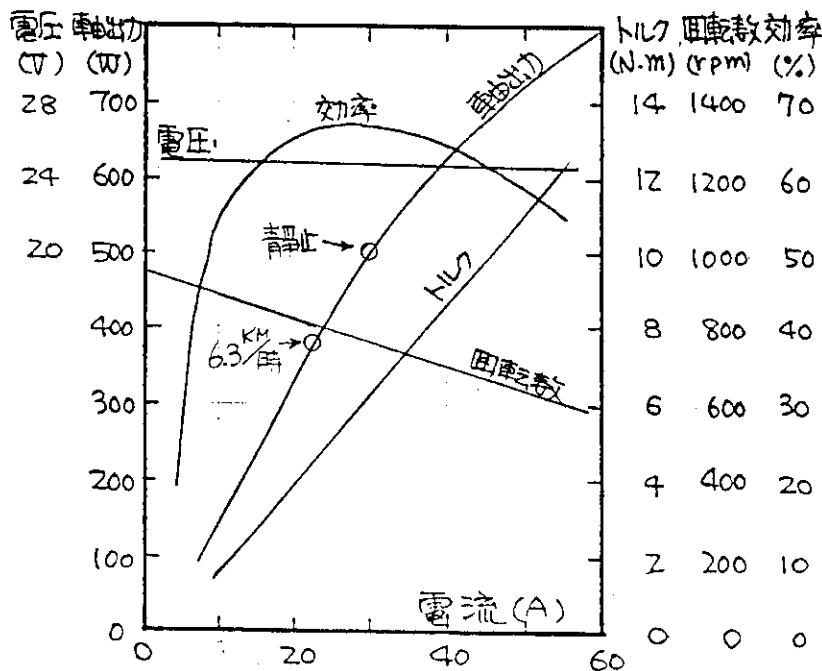
4：船体の材料の準備

NO.	名称	仕様・数量 (購入先)
1	側板、底板	3t, 3×6 かばマリン合板3枚 * (株) ニッタクス
2	甲板	1.5t, 3×6 しなマリン合板1枚 同上
3	フレーム、ガンネル材	25×10桧、杉又はスプルス 35m 木材店
4	船外機ブラケット	20t×120×400 桧、杉 1枚 同上
5	船台用角材	3寸角廃材、2×4材等、5m以上2本 同上
6	船台用横木	2~3cm 角材、70cm、10本、前後短くて可 同上
7	エポキシ系接着剤	2kg (積層にも使用する) 会報8号参照
8	同上硬化材	接着剤2kg相当 同上
9	同上充填材	#410マイクロライト 2オンス 会報8号31頁
10	皿木ネジ (フレーム用)	2.4mm×20mm黄銅orSUS 120本 工具店
11	アルミ板	2t×100×420 同上
12	ガラス布	200gr/m×3m 会報9号参照
13	皿木ネジ (外板用)	2.4mm×13mm黄銅orSUS 100本 工具店
14	皿木ネジ (トランサムボード用)	4.5mm×32mmSUS 10本 同上
15	塗料	適当に選んで下さい。

*：(株) ニッタクス、営業1課三好様、TEL：03-3571-9218

5：動力

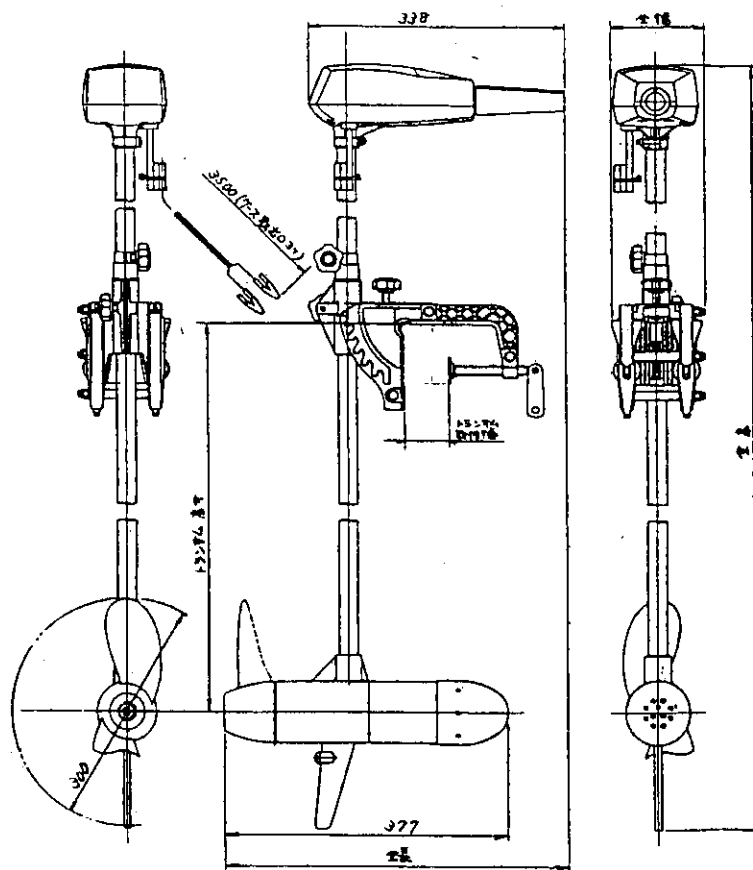
ソーラーボートの場合には、電動船外機を使うのが簡単です。最近、ヤマハM-25船外機を、ソーラーボートを作る皆様に限り、安くお譲りするよう話が纏まりましたので、下記連絡先にご相談下さい。性能曲線は図3に、寸法等は図4に示しました。



正規の状態において、
静止時の電流は30A、従
って軸出力は500W。
6.3km/時走航時は電流22
.5A、軸出力は370W。
制御回路、保護回路等
を外すと、60A 800Wまで
使える。

YAMAHA M-25の性能曲線

図3



主要寸法 L

全長	452 mm
全高	1237 mm
全幅	120 mm
質量	11.0 kg
取り付け値	40~120 mm
最大回転半径	860 mm

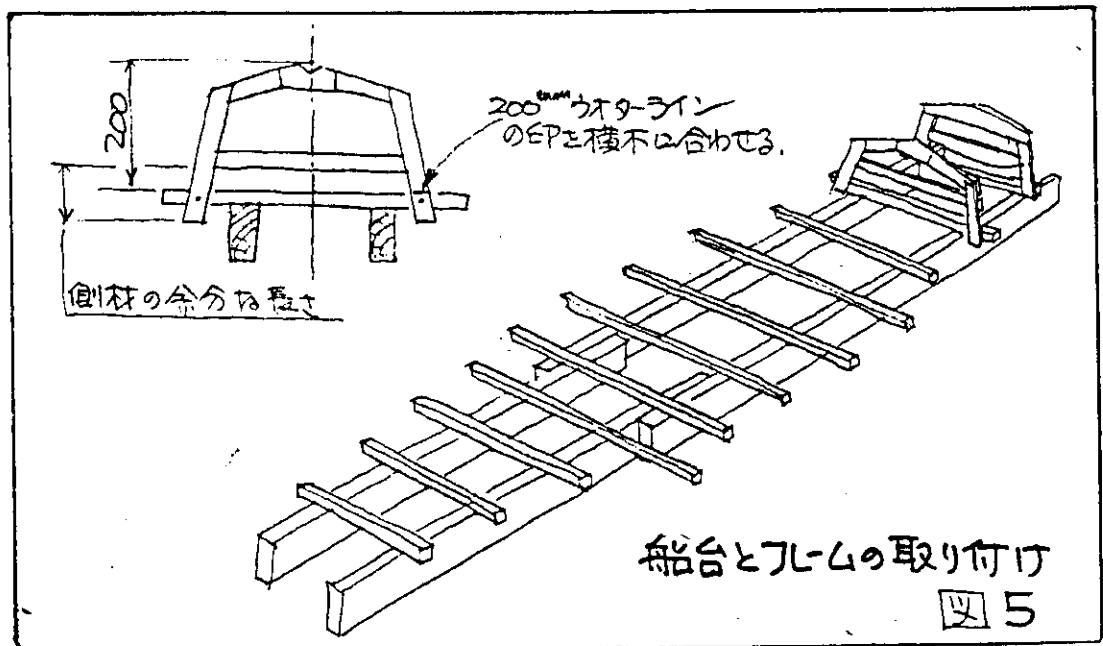
性能

空船出力	500 W
空船電流	32 A
空船出力時回転数	710 rpm
禁止スタート	230 A

電源

電源電圧	15~21 V
電圧	24 V
容量	100 AH

M25電装外機
外形及び要目
図4



この船外機とオリジナルのプロペラの組み合わせで、25ftの和船は時速6.3km出るそうですが、我々の軽い船向きではありません、スピードをもっと延ばそうとすると、ピッチの大きいプロペラを新しく作る必要があります。

プロペラの作り方、並びに人力ボートの動力伝達装置については、次回ご参考になるものを発表したいと考えています。

問合わせ先；ヤマハ中部（株）浜松店、沢木店長 TEL；053-441-1466
FAX；053-442-2502

6；船台を作る

船の形を正確に作るにはどうしても船台が要ります。継ぎ足しがあっても良いので、全長5mを超えた角材、ツーバイフォー材など真直ぐなもの2本をご用意下さい。それを水平に約50cm間隔で並べ、動かないように固定します。水準器を使って縦横の水平を出して下さい。そしてその上に正確に50cm間隔で横木を釘などで固定します。（図5）横木も有り合わせの木材で済みますが、一様な断面の角材を探して下さい、曲がったものは困ります。横木の長さは中央部で70cm要りますが、前後ではフレームの取り付く寸法で充分です。

7；フレームを作る

船台が出来たらフレーム作りに掛かります。まず外板に使う合板の裏を使ってフレームの外形を描きます。寸法は図6にある線図のオフセット表から取って下さい、オフセットの寸法をベースライン（BL），中心線から測って実物大の断面図を書くことができます。断面を重ねて描かないで数箇所に分けて書くと、数個のフレームをこの上で同時に組むことが出来ます。

桧の他、杉、スプルスなどの軽い木材を選んで図1のように組んで下さい。接合部は図7に詳細が出ています。継ぎ目は接着剤と木ネジで止めます。フレームを組むとき、接着剤で下の合板にくっついてしまわないよう注意して下さい。

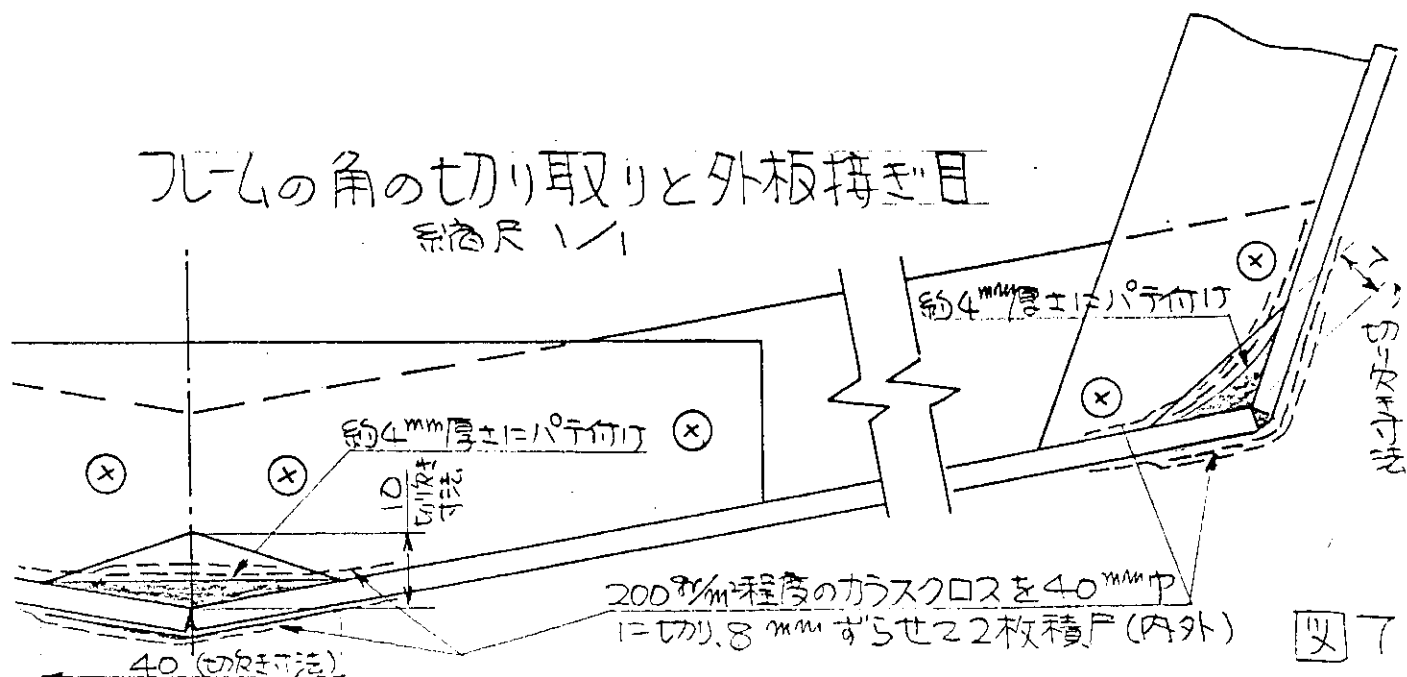


図5のように側材が上に伸びているのは、ここで船台に取り付ける為です。場所によりますが15cmほど無駄な長さを付けて下さい。この部分に200mmのウオターラインを書き入れておくと、後に船台への取り付けが楽になります。一番後のフレームは1.5tの合板の上にフレーム材を組んで接着して下さい。硬化したらフレーム全部にガンネルの入る凹みを作ります。

8；フレームを船台に取り付ける。

図5のように、200mmのウオターラインが船台から一定高さになるようフレームを横木に釘止めします。その状態でガンネルを接着剤と木ネジで取り付けると、外板付けの準備が整います。

9；外板を作る

外板を作るには、まず3mmの合板3枚を縦継ぎにする必要があります。板の表を上に向けて3枚を並べ、そこからどう木取りをするかを考えます。この3枚を繋いだ板から底板と側板計4枚が取れる筈です。(図8)左右対称の形を取ること、傷や汚れはなるべく入れないことに注意します。

次に一枚の端から8cm×91cmの継ぎ板2枚を切り出します。継ぎ板の木目(表面)は仕上がりで船の前後方向を向くよう気を付けて下さい、そうしないと継ぎ板が強度不足で折れてしまいます。切り取った後の板を一番前になるようにして、3枚の板を裏返して並べ、エポキシ接着剤で継ぎ板を接着します。少なくとも継ぎ目の下には平な台があるよう気を付けます、また継ぎ板には充分重しを乗せて下さい。継ぎ板が滑って逃げないようにガムテープで止めるのも良いと思います。硬化したら板を裏返して表を出し、図6の上の方にある外板展開を見ながら合板に側板と底板の輪郭を2枚ずつ書き、それぞれ切り出します。図6は、長さ方向が1/20、縦横方向が1/10の縮尺ですからご注意下さい。これで外板が出来た訳ですが、この外板の重さだけで約9kgくらいあります。もしうんと軽くしたいなら、3t合板の代わりにケブラーのサンドイッチ板(会報8号23頁)を使う方法もあります。0.67kg/平方米の6mm板を使うと2.5kgくらいと驚くべき軽さになりますが、その分お金をかける覚悟が要ります。

10；外板を張る

作った外板をフレームにあてがって両面テープや小さい釘で仮止めしてみます。ガンネルに当たる所で継ぎ板を切り取る他、合わない所は修正して下さい。当たっている継ぎ目沿いに鋸を入れるのは良い方法です。側板の船首の下側は多めに削る必要があると思います。板と板の間の多少の隙間はパテで埋めるので問題ありません、特別に当たっている所は削って、板の曲りが自然になるよう調整します。

側板、底板とも収まりが良く、ガンネルやチェーンの角とも良く合っていることを確認し

たら。まず左右の側板をそれぞれ数本の位置決めの木ネジで止め、一旦板を外し、ガンネルとフレームに接着剤を塗って、本式に張り付けます。仮止めした木ネジの孔を使うよう気を付けましょう。

次いで底板を取り付けます。側板同様の注意を払って下さい。チェーンとキールは下に止めるものがないので板同志の継ぎ目が不安定ですが、良い所はそのまま接着剤に充填材を混ぜたパテで繋がります。充填材の入れ方は、マヨネーズぐらいの硬さが良いでしょう。形の悪い所は板の間に詰め物をしたり、ガムテープで引っ張ったりして形を整え、パテを埋めます。硬化したら幅40mmのガラス布テープ2枚を8mm程ずらしてチェーンに積層します。ガラス布からテープを切り出すにはホームセンターなどで売っているローラー型のカッターを使うのが良いでしょう。

11；接着剤とパテが硬化する間に船を置く馬を用意します。特に作らなくても、安定して船が痛まず、作業のしやすい台があれば何でも結構です。

12；船台から切り離す。

接着剤とパテが硬化したら、鋸を使ってガンネルの上の所で、フレームの上に伸びた部分を切り、船体を船台から切り離します。逆さになっていた船体を起こし、馬の上に置きます。フレームのあるところで、チェーンとキールの間付近を支えるよう注意して下さい、チェーンやキールの接続はまだ強くありません。

13；内側からの接続

この船は重量を軽減し、作りを簡単にするため、キール材、チェーン材を省いています。その代わりにパテとガラス布で板同志を繋がねばなりません。外側からも繋がりましたが、それは仮止め程度と考え、図7に示すように内側から切れ目なくパテ付けをします。ガラス布の補強は外と同じ構成ですが、フレームの所は出来ないので残します。キール部のフレームにはパテ付けした後も水が通るようフレームの孔を少し残して下さい。

これで船体は終わりです。デッキを貼る前にしておかなくてはならないことを良く考えて済ませて下さい。お尻の乗る所やバッテリーの台、舵の取り付け座などの工事を終え、トランサムボードの取り付けもデッキ取り付け前に済ませて下さい。その上で内側から木部に水がしみこみ難いよう全面にウレタンワニスなどの塗装をしておきます。

14；デッキ張りの準備をする

フレームの上を繋いだビームの上、センターラインにフレーム材の残りを峰材として置き、デッキ用の1.5mm合板を少し曲げながら押し付けて見て、デッキ面に無理がないよう高さを調整します。調整が終わったらビームと峰材を糸で縛り合わせ、接着剤で固めます。次に人の乗る孔の両脇、4番から6番フレーム迄縦通材を取り付け、ビームとの取り付け

点はフレーム材の残りを短く切って隅材として使い、木ネジと接着剤で接続します。また合板を押し付けた時に接着幅が出るようにガンネルの上面をデッキ下面に合うよう鉋かサンドペーパーで削り調整します。

15 ; デッキを作る

3枚のデッキ用合板を順次デッキの上に置いて、輪郭を写しとって切り抜きます。また幅40mmの継ぎ板を2枚切り出します。継ぎ板の木目(表面)は船の長さ方向を向くよう気を付けて下さい。そして側板、底板の場合と同様に3枚のデッキ用合板を継ぎ板で接続します。

船外機を取り付ける場合には、トランサムボードのアルミ補強を木ネジで固定するのに、デッキの後に補強を図1のように取付けておいて下さい。

15 ; デッキを張る

デッキは接着剤でしっかりと貼るのが本当ですが、何かあった時に困るので、もう良いとなるまでは、デッキを両面テープと外から貼るテープで取り付けて置いたらどうでしょうか、勿論木ネジを併用しても、バラすのに問題はありません。何度か走ってもう必要がないという時期になって接着剤と小さな釘でデッキを固定したら良いと思います。

デッキに合板を張る必要の無い場合は、必要部分だけ合板を張り、前後は両面テープなどを使って適当なフィルムを張るほうが軽く収まると思います。

16 ; 仕上げ、塗装

以上で船体は出来上がりました。全体をチェックして、欠陥をパテで修正しサンドペーパーで表面を平滑にします。特に水中に没する所、それも前の方から2~3m程は抵抗を減らす為、念入りに仕上げましょう。表面が充分平滑になったら、お望みの塗料を塗って仕上がりです。

17 ; 免許、検査など

このボートを人力ボートに仕上げた場合、免許も船舶検査も必要がありません。一方、動力船は原則的に免許、検査が必要になります。パスポート5をソーラーボートに仕上げた場合も、動力船の扱いになりますが、5馬力以下の船外機を付けているため、下記の条件を満たす限り船舶検査の必要が無くなります。

1 ; 定員が3人以下

2 ; 次に掲げる水域のみを航行するものであること

1) 湖(沼、池を含む)又はダム、せき等で貯留された水域で50平方キロメートル以下のもの

2) 告示で定める以下の湖

能取湖、屈斜路湖、風蓮湖、洞爺湖、小川原湖、十和田湖、浜名湖、宍戸湖

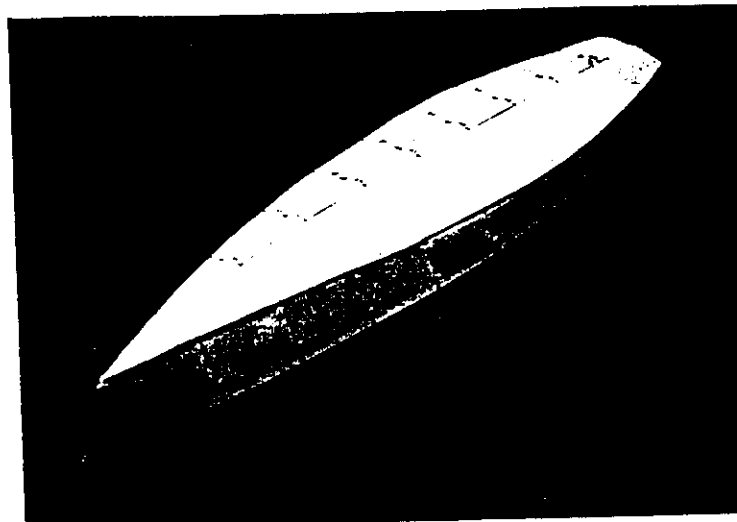
3) 以下の海域の一部（告示で定める水域）

中海、江田島湾、羽地内海

但し免許は競艇場のような特殊な水面を除いて必要になります。

18 ; その他

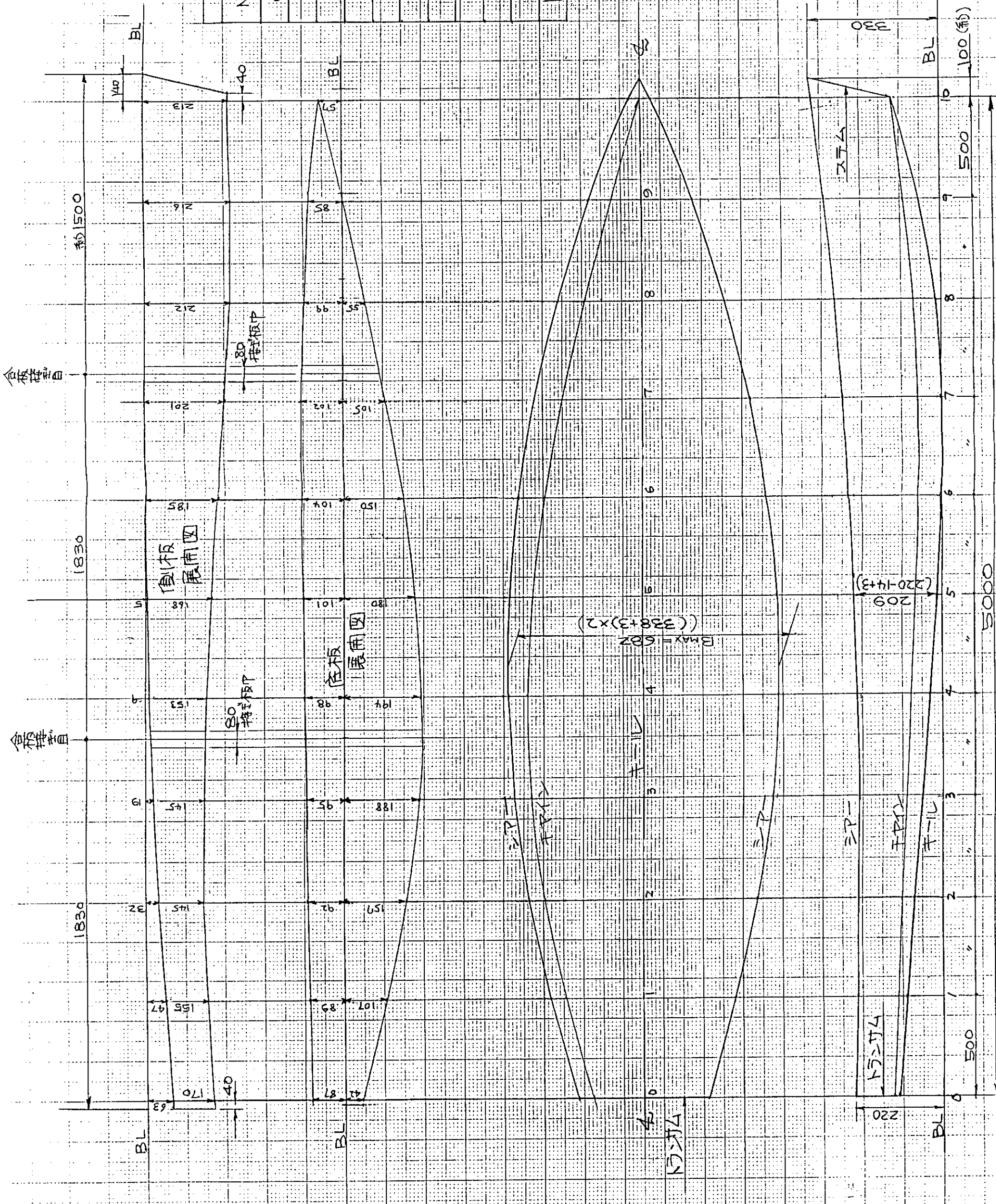
- 1) 幅の狭い船です、自転車乗りのような高い姿勢で乗るには向いていません、また険しい横波に弱いので、静かな水面で使って下さい。
- 2) 重心の前後位置はスピードに影響します、搭載品や乗員の位置を前後に動かして一番スピードの出る位置を探せるよう、構造を考えて置いて下さい。低速では5番付近、速くなると後ろ寄りが良くなります。
- 3) 船外機を横に向けておいて、いきなり電源を入れると、ボートは横転の危険があります。あらかじめ大きな舵角が取れないよう、操舵装置を工夫しておくのが安全です。



展開した外板で作った紙模型

縮尺は長工方向 $\frac{1}{20}$ 、縦横 $\frac{1}{10}$

図9



オフレット 単位: mm			
NO	BLから高I	フィン	フィン
0	110	220	127
1	90	212	194
2	70	208	247
3	50	208	280
4	31	212	289
5	14	220	277
6	2	232	247
7	2	248	201
8	17	268	144
9	54	292	76
10	120	320	0

記: 図面はオフレットの板
の内側の寸法を示す。
従って、オフレットの
とほりに係りは、
一本外側の寸法は、
たけ大きくなる。
形が細長い、
外側に外板に添うための
傾斜を付ける必要はない。

主要寸法

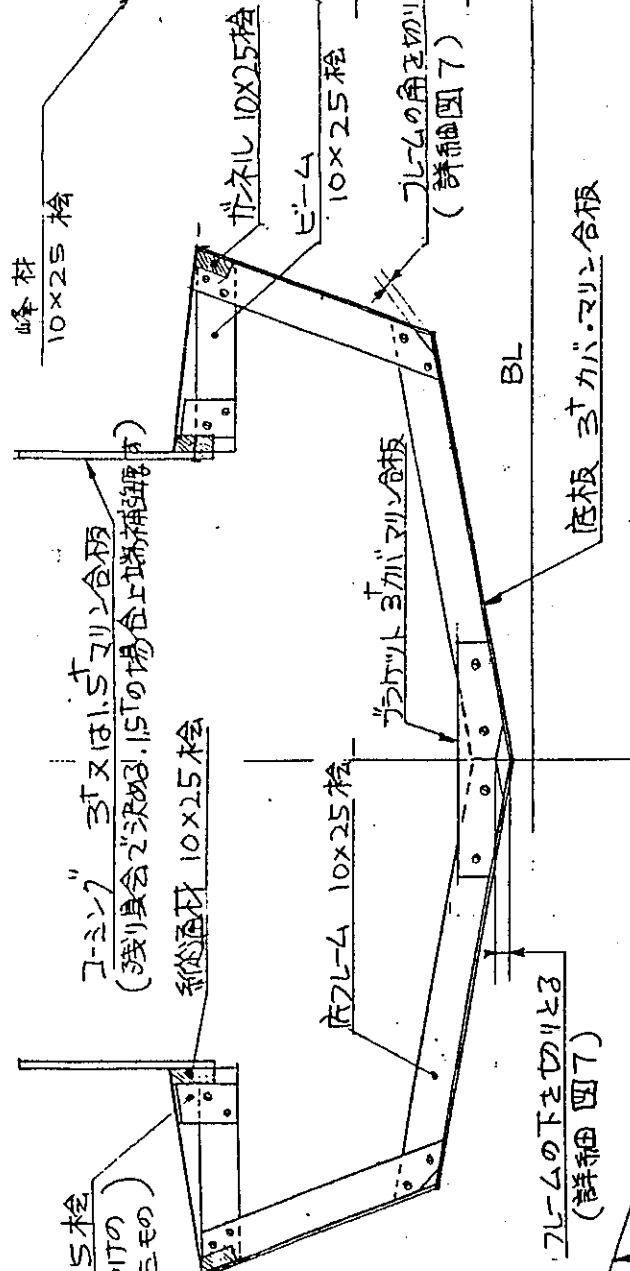
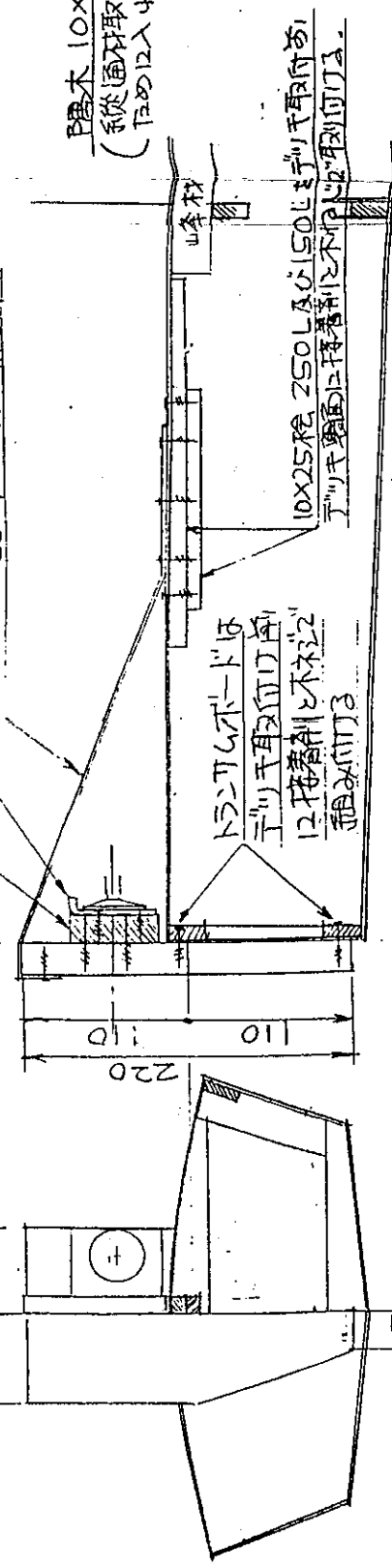
全長: 約 5.100
最大巾: 0.682
深立(※): 0.209

1/20 縮尺
系統図: 外板展開

97-3-21 K.HORIUCHI

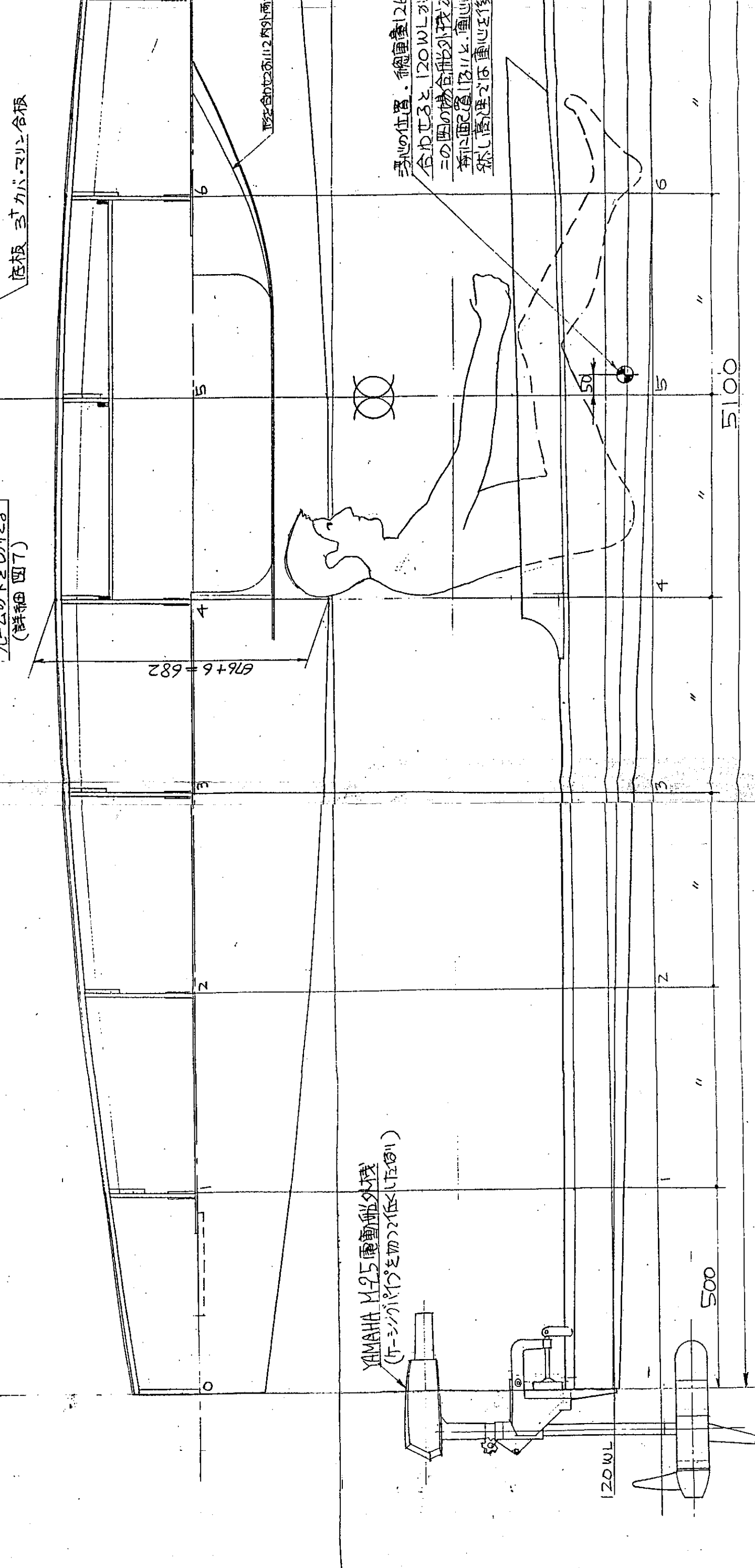
船外機取り付け用ランポート設置詳細

205x60x120木材(横目)厚み出し、ランポートを強引圧復原型付け。
船外機脱落防止のため、25x70x120のアルミ板の上10mmを曲げ木材固定。
25x25x420のアルミ板補強



BL

BL



YAMAHA M25 電動船外機
(ランポートが邪魔にならない位置)

120WL

500

5100

ランポートの位置・総重量12kg 合わせて120WLが 二の図の場合船外機を 新に配置112mm・重心は 然し意を注ぎては重心を修正