

|    |                      |       |                |
|----|----------------------|-------|----------------|
| 目次 | 1. ごあいさつ             | ----- | 1 頁            |
|    | 2. I H P V A 関係ニュース  | ----- | 片岡登志夫 2 頁～     |
|    | 3. 人間のパワーについて        | ----- | 堀内浩太郎 6 頁～     |
|    | 4. 競技用ソーラーカー設計制作への提案 | ----- | G H クラフト 11 頁～ |
|    | 5. 水中翼船の話 (離水と安定)    | ----- | 柳原 序 19 頁～     |

### ごあいさつ

昨年暮れから御無沙汰しておりますが如何お暮らしでしょうか。  
会員名簿で拝見したところ、兵庫県が連絡先の方は 3 人おられます、関西大震災では何等かの被害をうけられたのではないかと心配しております。ご生活、お仕事の上での一日も早く常態に戻れますようお祈り申し上げます。

今年もいよいよ 4 月を迎えて、レースまでの準備期間が 4 ヶ月を割りました。今年の大会は 7 月の最後の週末 29、30 日と考えておりますが、4 月に入らないと競艇場のご都合で確定することができません。ただし 8 月には入ることは無さそうです。そうなると昨年に比べ、だいぶ時期が早まりますので、準備はその分早めるつもりで進めてください。

今回の会報には G. H. クラフト社からソーラーカーの作り方についての投稿を頂きました。超軽量パネルを組み合わせて高性能の車体を作る、手作り向きの方法と共に各種成型方法の詳細、材料の性能、価格などが含まれており、皆さんが艇体を作る上でのご参考になろうかと思えます。今回は間に合いませんでしたが、次号にはソーラーボートの作り方として、G. H. クラフト社長の木村さんに執筆を頂くことにしています。

次号では今年の間合わないとお小言を頂きそうですが、差し当たりソーラーカーの作り方にヒントを得て作って頂きたく、お願い申し上げます。

水中翼船の話は離水と安定の話題になります、一寸難しくなるかも知れませんがどうぞ水中翼をマスターしてください。

人間のパワーについて書かせて頂きました、収集した人間のパワーについての資料を並べただけに止まりましたが、世界中のこの種の資料を皆様にご利用頂けるようにしたいと考えておりますので、良い資料をお持ちの方はご協力をお願いします。

この中でローイングエルゴメーターについて書きました、本当はサイクリングエルゴメーターが気楽に使えて、皆さんが自分で馬力を測り、船の計画に利用できるようになるのが理想です。しかし不勉強でこの様なエルゴメーターのことが良く分かりません、これも良い情報がありましたらお教え頂きたくお願い致します。

会報が 4 号目になりました、次号からは 2 年目に入るので 95 年度の会費を頂くこととなります。途中入会の方もおられますので、会費と会報の関係を次のようにしたいと考えております、何卒ご了承ください。

95 年度の会費は振り込み用紙を同封しますので 6 月 20 日までに一年分の会費 2000 円をお送り願います。入金のない場合、会報 5 号をお送り出来ない事になります。これは途中入会の方も同様にお願います、ただしご要望のある場合、1～4 号の会報の内、お手許に届いていない号を無料でお送り致します。また会報がお入用でない方には 1 号につき 500 円をお返し致します。

今年も夢多き船を見せていただきたく、皆様のご奮闘を祈っております。

以上

\* モールトン博士来日

自転車のロールス・ロイス・アレックス・モールトン自転車の設計者であるアレックス・モールトン博士が 昨年11月初めて来日した。同車の輸入代理店であるダイナベクター社が 輸入10周年を記念し博士を招待したものである。英国大使館と自転車文化センターで講演会が、同文化センターで新旧モールトン自転車の展示会が、八ヶ岳自然文化園ではオーナーズミーティングが開かれた。(図1)

コンパクト・カーの元祖 オースチン・ミニのサスペンションを担当したモールトン博士は 1956年のスエズ危機で イギリス国内がガソリン不足に陥った際、自転車を購入した。そこで自転車が機能的な乗り物ではあるが 問題もあることに気づいた。大径車輪とサスペンションが無いことである。ならばと自ら開発を開始し 62年に小径車輪に高圧タイヤ、テレスコピックタイプのフロントサスペンション、トレーリングアームのリアサスペンションを採用したプロトタイプが発表した。その後それは量産されブームを巻き起こした。(図2) しかし 他社が粗悪な類似品を販売したため、モールトン自転車自身の評価を下げてしまった。74年 一旦生産を中止し、新型車の開発に専念した。83年 トラス構造のフレームを持つ現行モデルを発表し 生産を再開した。(図3) 剛性の高いフレームは熟練職人により ブラッドフォード・オン・エイボンの城内で少量生産されている。86年のバンクーバーでのIHPSCでは ダグ・ミリケンが設計した流線型風防を取り付け 200mスプリントで時速82kmを記録した。(図4) これはアップライト姿勢での世界記録で いまだに破られていない。88年のアメリカ大陸横断レースでも8位完走をはたしている。(図5) (問い合わせ ダイナベクター(株) 03(3861)4341)

\* アワーレコードで新記録

94年11月5日 フランス・ポルドーでトニー・ロミンゲル選手はアワーレコード(1時間にどれだけ走れるかを競う競技)で55.291kmの新記録を樹立した。フレームはコルナゴ製のクロモリ、車輪はカーボンディスク、タイヤはビットリヤ、ギヤは60\*14、ハンドルはDHバー、ファニーバイクの総重量は6.5kgだった。(バイシクルクラブ 1995/1)

\* 第5回人力ボート ヨーロッパ選手権

7カ国、21隻のボートが参加し 94年8月12~14日オランダで開かれた。スラローム、ロングディスタンス、静止推力、スプリント、特別種目が行われた。100mスプリントはフライング スタートでおこなわれ、優勝はハイドロダイナモザウルス(2

人乗り 外輪船)の22.6秒、2位はクレメンタイン(2人乗り 外輪船)の26.3秒、3位はフライング・マジックの28.1秒だった。(図6)

問い合わせ Christian Meyer  
Am Centrumshaus 2,  
D-21073 Hamburg, Germany

\* 24時間タイムトライアルで世界新記録

94年8月1~7日 カリフォルニア州ユーレカで開かれた第20回のIHPSCでマイヒー選手はイージーレーサー社のゴールドドラッシュに乗り 24時間で976.93kmを走り新記録を作った。その後もさらに走り続け、1000kmを25時間6分34秒で走破し世界記録をつくった。(図7) なお ゴールドドラッシュのレプリカをスナガ開発が輸入している。(図8) (問い合わせ スナガ開発(株) 0284(72)8181) (HPV News Oct.1994)

\* ウイルソン教授来日

94年8月9~12日 マサチューセッツ工科大学のデビット・G・ウイルソン教授が三井玉野造船所の招きで来日した。忙しいスケジュールの合間を縫って 同社の人力水中翼船や筆者のHPHを見学した。(図9) 教授の専門はガスタービン・エンジンであるが、人力の乗り物に関心をもっている。フランク・ウイトと共著のバイシクリング・サイエンス(MIT Press 1982)、リカンベント自転車メーカー創設、IHPVA元会長、IHPVAの技術誌HUMAN POWERの編集者として有名である。教授が販売したリカンベント自転車アバター2000は 流線形風防を取り付けブルーベルの名で2輪車の世界記録をもっていた。現在アバターはバンガードと改名され ライオン社で生産されている。(図10) 日本にはスナガ開発が輸入している。

\* ベルブリンガー1996 ソーラーエアクラフト競技会

ドイツのウルム市は1811年に滑空実験を行った、航空のバイオニアのベルブリンガーを記念して、1996年5月に有人ソーラーエアクラフトの競技会を開催する。賞は自力で離陸する性能を持ち、太陽エネルギーのみにより飛行する有人機に与えられる。機体の条件は 最高速度120km/h以上、失速速度60km/h、滑空比20以上、沈下率1.0m/s以下と定められている。なお参加の申込は昨年末に終了した。

問い合わせ      Stadt Ulm, Kulturamt, Neue Strasse 45,  
D-89073 Ulm, Germany  
tel 0731/161-4712, fax 0731/161-1631

\* ヘンリー・クレマー氏 亡くなる

人力飛行機開発の源となったクレマー賞の提供者で英国の実業家のヘンリー・クレマー氏が1992年亡くなられた。亡くなる二日前に届いた英国王立航空協会の人力飛行機グループからの手紙を喜んでいただけると言われる。クレマー氏はこれまで8の字賞、イギリス海峡横断賞、スピード賞、マラソン賞そして水上機賞を人力飛行機の実験と革新のために提供し続けた。クレマー賞への挑戦の歴史はすなわち人力飛行の歴史であった。同グループは今後もクレマー賞を運営する事を明らかにしている。

\* 女性パイロット YURI 1 で浮上に成功

日本大学の内藤晃講師が設計、製作した人力ヘリコプター YURI 1が94年8月にアメリカ、シアトルで開かれた人力飛行シンポジウムのデモンストレーションで24秒間の世界記録を樹立した事は先号で紹介したが、その翌日地元シアトルの女性自転車選手ワード・グリフィスは8.6秒間の飛行に成功し史上初の女性人力ヘリコプターパイロットとなった。(図11) 目下2名の女性自転車選手が日本初を目指して調整である。

レオン博士来日記念講演

図1

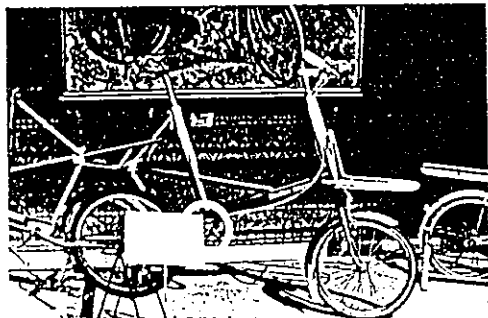


図2

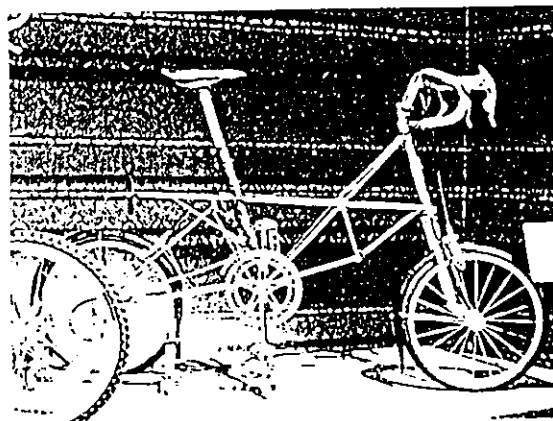


図3

図4

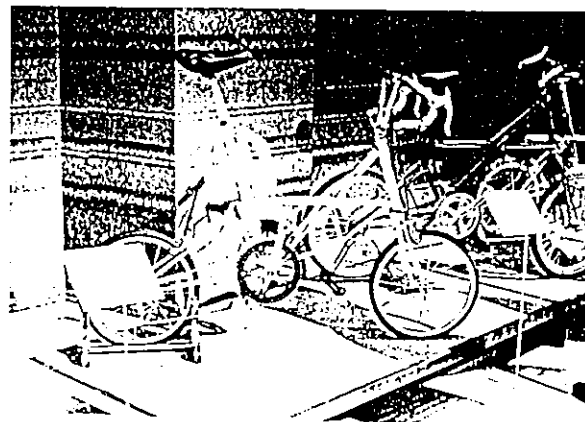
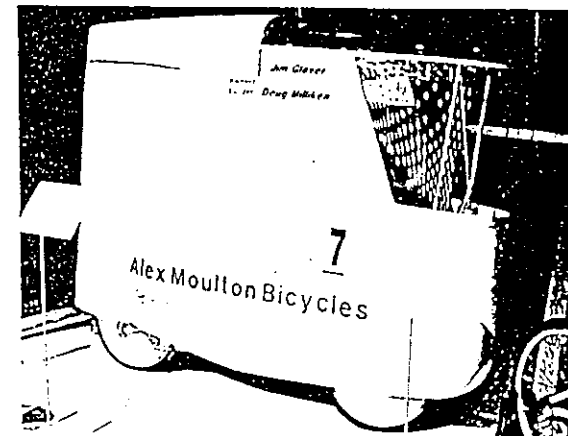


図5

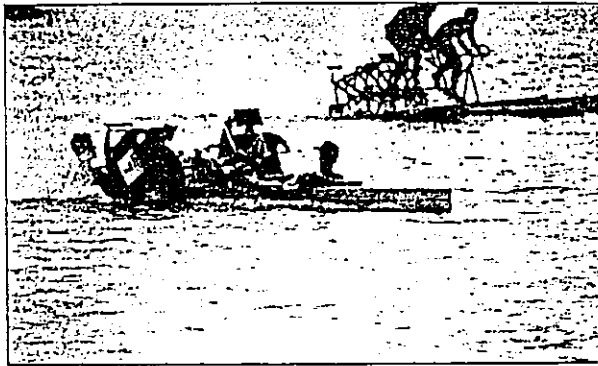


图 6

*Hydrodynamasaurus (near) against Clementine.*

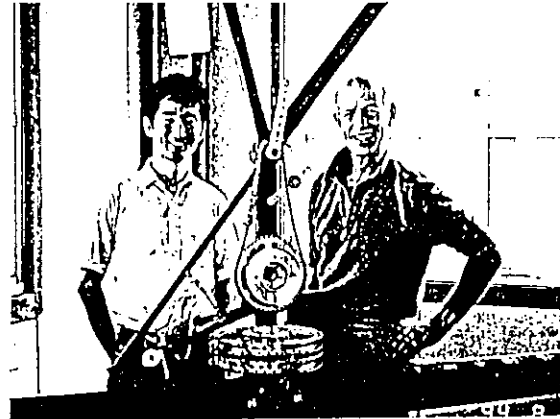


图 9

图 7



图 10

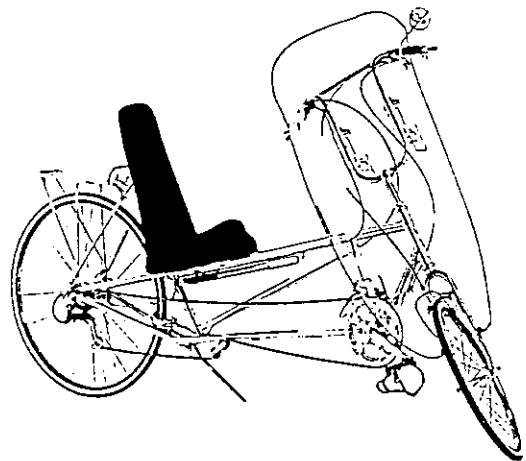
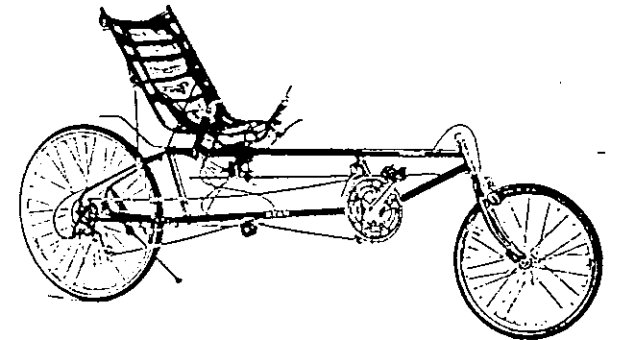


图 8

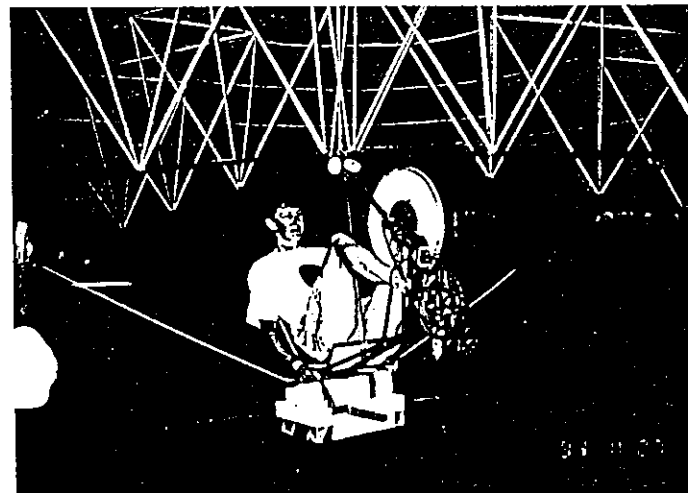


图 11

カレンダー

1995年5月

6~7日 ワールド・エコノ・ムーブ

自作電気自動車の走行距離レース

場所 秋田県南秋田郡大潟村 スポーツライン

問い合わせ 〒010 秋田県秋田市大町4丁目4-15

(株) アートシステム (内)

ワールド・エコノ・ムーブ 実行委員会事務局

tel/fax 0188(66)4334

1995年7月

22~23日 ワールド・ソーラー・バイシクル・レース

人力/ソーラー・ハイブリット車と小型ソーラーカーのレース

場所 秋田県南秋田郡大潟村 スポーツライン

問い合わせ 〒010-04 秋田県南秋田郡大潟村字中央1-1

大潟村役場 ソーラー課内

ワールド・ソーラー・バイシクル・レース大会本部事務局

tel 0185(45)2111

fax 0185(45)2162

28~30日 '95 ワールド・ソーラーカー・ラリー・イン・アキタ

ソーラーカーレース

場所 秋田県南秋田郡大潟村 スポーツライン

問い合わせ 同上

大潟村役場 ソーラー課内

'95 ワールド・ソーラーカー・ラリー・イン・アキタ大会本部事務局

29日 第19回鳥人間コンテスト選手権大会

人力飛行機とグライダーの飛行距離コンテスト

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19回鳥人間コンテスト選手権大会事務局

06(947)2314

1995年夏

'95 浜名湖ソーラー&人力ボートレース

ソーラーと人力ボートのスピードレース

場所 浜名湖ボート(浜名湖競争場)

問い合わせ 〒432 静岡県浜松市東若林1516-2

'95 浜名湖ソーラー&人力ボートレース大会実行委員会

tel 053-442-1783

fax 053-441-7035

1995年8月

3~12日 1995 World Submarine Invitational

人力潜水艇レース

場所 サンディエゴ カリフォルニア州

問い合わせ Jim Richardson,

Co-Director, World Submarine Invitational,

P.O.Box 2808, Silverdale, WA

98383-2808 USA

or

Kevin Hardy

Co-Director, World Submarine Invitational,

c/o UCSD/Scripps Institute of Oceanography,

619-534-6937, FAX 619-534-6354

E-mail: KHARDY@USCD,EDU

8月26日~9月3日

21st World HPV Championships

21回のIHPSC (HPV, HPBのレース、ラリー、展示会、シンポジウム)

場所 オランダ、エインドホーベン

問い合わせ Simon Stevin, t,a,v,

WKHPV, W-hoog 1.07a, Postbus 513,

5600 MB Eindhoven, NETHERLANDS

Tel 0031-40-473313, FAX 0031-40-437175

1996年10月

27日~

Fourth World Solar Challenge

オーストラリア縦断ソーラーカーレース、

今回から ソーラー/人力ハイブリット クラスを新設

オーストラリア、ダーウィン~アデレード

場所 Energy Promotions,

1074 Pacific Highway,

Pymble NSW 2073,

AUSTRALIA

Tel 61-2-988-4255, FAX 61-2-449-8767

人間のパワーは人によってさまざまです、また一人の人でも馬力を発生するときの姿勢、ピッチ（または回転数）、持続時間、経過時間等によって大きく変化します。したがって、ここでは色々な場面で計測された人間のパワーに関する資料を集めて、それを理解することにしたいと思います。

人間のパワーは馬力またはワットで表現されます。提示した資料は原資料をそのまま載せるようにしておりますので、両方の単位が使われていますが、1馬力=735.5ワットで換算して見て頂きたいと思います。

1) 人力水中翼船の資料から

一番見やすく、リーズナブルな値を示しているのがアレック・ブルックスの論文に掲載された図-1です。ブルックスはフライングフィッシュという水中翼船で長いこと人力ボートの世界記録を保持していた人で、この図の点線は人力水中翼船が20ノットで走る可能性を探ったものです。彼の最近の記録は17.96ノットです。

右の図に注目してください、この図は人間が0.49馬力を7分間出し続けられること、また1.49馬力を30秒(0.5分)出せることを示しています。

下にローイングという線があります、いわゆる漕艇の場合、サイクリングと違って引いたオールを戻す作業があり、この時間がロスになって1分以下の短時間ではサイクリングよりずっと馬力が低くなっています、ただ時間が延びるとその差は減り、1分半を越えると発生馬力が呼吸によって摂取した酸素の量によって支配される、いわゆる有酸素運動になるので差が消えてしまいます。

左の図は人力水中翼船で20ノットを達成するための計画に使用された図です。スピードと必要馬力の関係が示されていて、ROWED SHELLは一般の漕艇の抵抗、その右はフライングフィッシュの抵抗、そして一番右は彼の理想とする人力水中翼船の抵抗曲線です。そしてこういった船が出来れば30秒間1.14馬力を出し続ける漕ぎ手が20.6ノットで30秒間走れる筈ということを示しています。

ブルックスの示したこのカーブが一般の人にも通用するとは思わないでください、世界記録を狙うために乗せる一流のサイクリストのものでありますから、皆さんがひょいと乗ってこれだけの馬力が出せるとしたら大間違いです。またこのカーブを持つ船は翼面積が異常に小さいですから、それを離水させることは容易でないこともご理解頂きたいと思います。

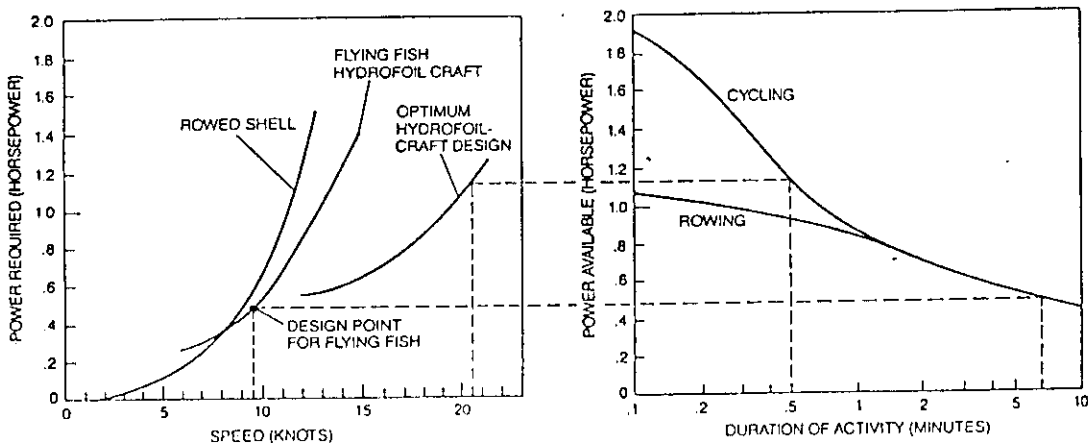


図-1 出所: SCIENTIFIC AMERICAN DEC. 1986 ALEC N. BROOKS

2) 自転車の資料から

図-2はフレッド・デロング氏のサイクリングの本にあるという図です。信じられないほど高い線から低いものまで驚くほど幅があり混乱しそうです、でもこれが一般の人とトップサイクリストの違いなのでしょう。前のブルックスの線を破線に入れてありますので比較してください。

この中で特にHAESSLERの上の線は短時間の領域で信じ難い値を示しています。

from Fred DeLong DeLong's Guide to Bicycles and Bicycling,  
Radnor, Pennsylvania: Chilton Book Co., 1970

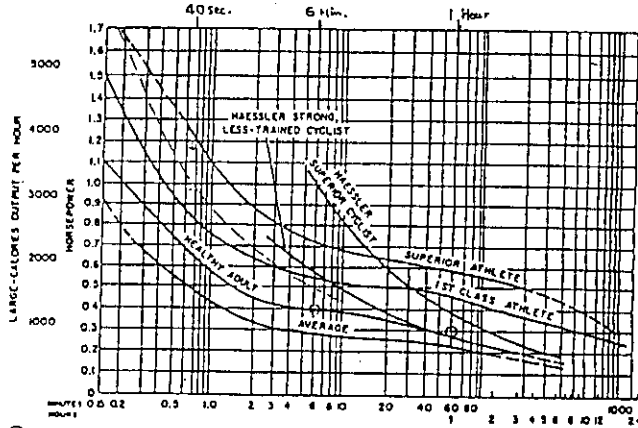


図-2 人間の馬力と継続時間の関係

from Mark Drela "Aerodynamics of Human-Powered Flight"  
Annu. Rev. Fluid Mech. 1990. 22: 93-110

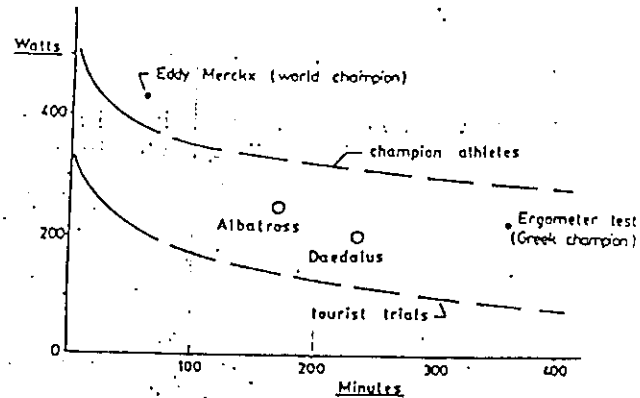


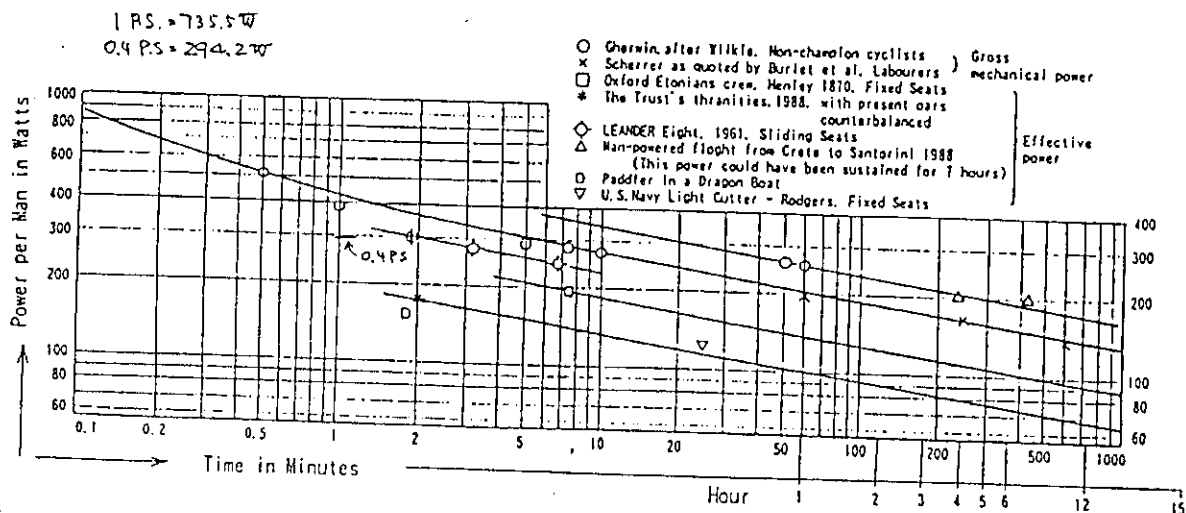
図-3 Human-power output vs. duration of effort.

3) 人力飛行機の資料から

図-3は長距離飛行を頭において作られた図で、Daedalusはクレタ島からサントリーニ島まで地中海を116 kmを飛んだ機体です。その飛行がプロットされており、飛行時間3時間54分59分を200ワット(0.272馬力)で飛びました。Albatrossは英仏海峡を始めて横断した時のプロットで248ワット(0.337馬力)を要しました。他の記入は自転車関係の資料から出ていると思われます。

4) 漕艇の有効馬力の時間歴

英米の漕艇の選手の馬力の資料が図-4です。U.S.のカッターとドラゴンボートの場合、一番下の線になりますから6分間だと150ワットというところでしょうか。次の線はオックスフォード大のエトニアンズクルー、多分6人漕ぎです。1970年のことです。カッター、ドラゴンボートと共に固定席です。馬力は6分間だと丁度200ワットです。



舟艇技術 No.39 Sept 1993

図-4 有効馬力の時間歴 SNAME Transaction Vol. 98 1990  
John F. Coates

次のレアンダークラブのエイトで始めて滑席艇 (Sliding Seat) が出てきます、これは250ワット (0.34馬力)。

ただこの図は表示方法が少し変わっていますが、図の右上のにあるように上の二点は人間の発生馬力ですが、続く6点は有効馬力を示しています。有効馬力とは船の抵抗と速度から実際に船を進める上で生きた馬力です、従って無駄になった馬力を含めた人間の馬力は有効馬力をオール効率で割って求めなければなりません。今オールの効率を65%としますと、それぞれのボートの場合、人間の発生馬力は次のようになります。

|            |                                 |
|------------|---------------------------------|
| U. S. カッター | 150ワット / 0.65 = 230ワット = 0.31馬力 |
| オックスフォード大  | 200ワット / 0.65 = 307ワット = 0.42馬力 |
| レアンダークラブ   | 250ワット / 0.65 = 385ワット = 0.52馬力 |

となります。

### 5) 日本の漕艇選手たち

私は13年前まで漕艇の監督をしていました。その頃の選手達はエイトのメンバーの内一人か二人が0.4馬力 (294ワット) を6分間出し続ける力を持っていましたが、あとは0.3馬力台でした。しかし最近のナショナルクルーはレベルが上がって、恐らく0.45馬力 (331ワット) を越えた人が多くなっていると思います。

本当に鍛えぬいた、そして全国から選抜された人達が日本ではこのぐらいと言うことで、皆さんの乗り手の馬力を押し量って頂きたいと思います。

### 6) 人間の馬力の時間変化

図-5はヤマハのフェニックスに乗っている深村君の自転車用エルゴメーターによる測定結果を推定によってカーブにしてみたものです。40秒間全力で漕いだ時の平均馬力と最大馬力が測定されたので、その二つの値からリーズナブルと思われるカーブを書いて見ました。

この通りとしますと、スタートから5秒以内に2馬力以上という素晴らしい瞬間馬力を見せますが、40秒後には大体0.7馬力前後に落ち着く、ということになります。

このカーブはギヤ比によって、また本人の調子や出力調整によって大きく変化しますから他のケースも測れると良かったのですが、残念ながらただ一回の計測なので精度のことも含めて少し頼り無い資料と思ってください。

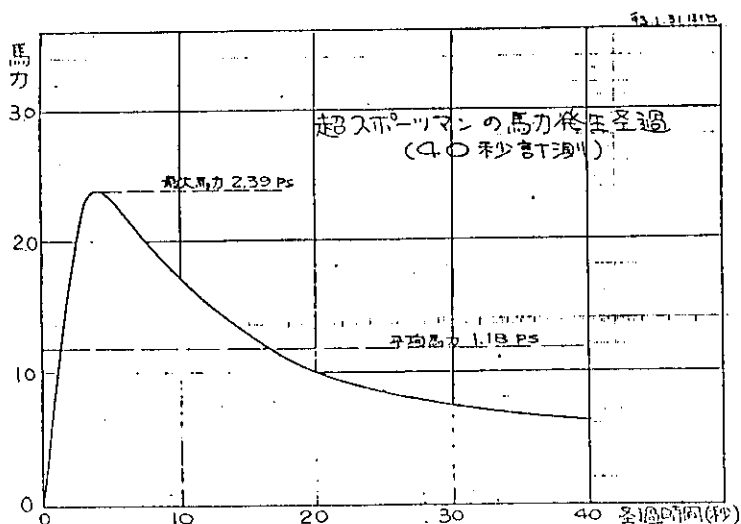


図-5 人間の馬力の時間変化

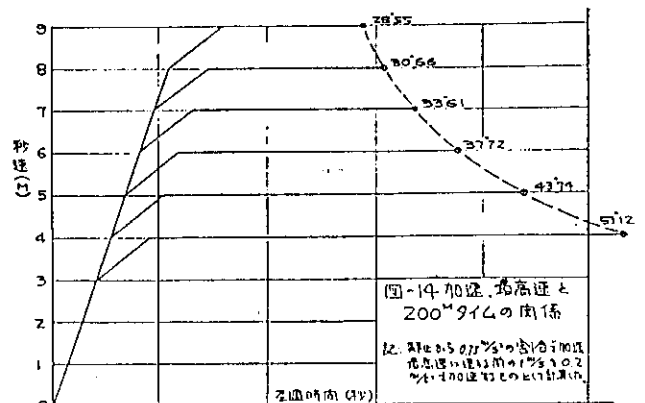


図-6 秒コンのタイムの分析 (加速、最高速と200mタイムの関係)



しかしこのカーブからはいろいろのことを考えさせられます、水中翼船が離水に大きなエネルギーを使ってしまったら、折角離水しても加速に十分なエネルギーが残っておらず、残念な結果になるでしょう。逆にエネルギーを温存してこそ滑走してから充分加速が出来て高い最高速度が得られます。離水のエネルギーと加速のエネルギーのバランスを良く考えて設計しなくてはならぬことが良く分かります。

7) 人力ボート、200m競走の速度分布 図-6

人力ボートの200m競走はスタンディングスタートで行われています。この場合の速度の変化を推定してみたのが図-6です。この中では加速の割合を仮定してありますが、これによって加速の時間の推定や実際の最高速度のレベルが見えてきます。右肩に並ぶ数字は200mのタイムですが、そのタイムが30秒を切ると言うことは、秒速にして9m、約17.5ノットに達していると言うことです。そろそろ世界記録の18.5ノットに近づいているわけです。

このカーブと、前項の馬力の時間変化を見比べて、スタンディングスタートの200mレースでは平均速度を上げるように、又フライングスタート100mの記録を出すには翼走後に十分に加速が出来るようプログラムを考えてください。

8) 漕艇の速力性能

図-7は、エイトのスピードと持続時間の関係を示しています。ここでもカッター、ガレイ船、トライリム（古代ギリシャの三段かいの大船）が比較されています。300海里（556km）、1000海里（1850km）までのスピードが示されているのは興味深いことです。更にガレー船とトライリムの速度の差が3.5倍にも達するのは驚きで、もっと調べて見たくくなります。

この図によるとエイトの2000mコースでの平均速力は11ノットで、タイムにすると5分53秒となります。

一方、図-8は各種漕艇の2000mコースでの平均速度を示しています。この図ではエイトの速度が11.37ノット（5分42秒）、これは米国の1993年のオリンピック派遣タイムで、図-7に較べてだいぶレベルの高いところになります。それでも御覧のように、エイトの100m漕（ランニングスタート）のスピードに人力ボートは二人乗り、スタンディングスタートの200mで到達してしまったことがお分かりでしょう。

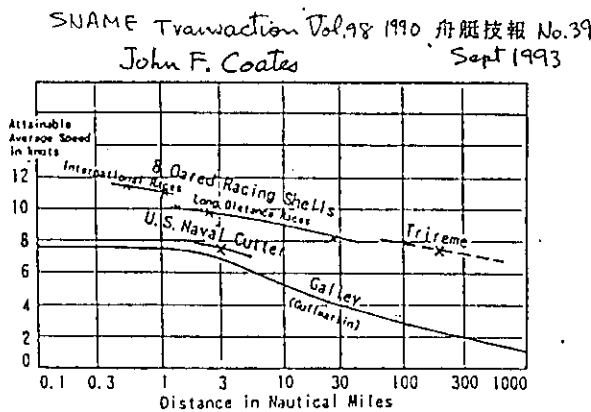


図-7 漕艇の速力性能

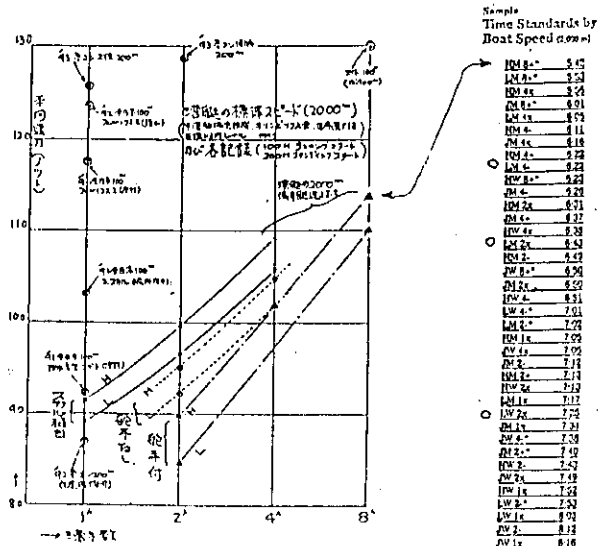


図-8 漕艇の標準スピード(2000m)及び各記録

AMERICAN ROWING (R)

9) さて、うちのエンジン（乗り手）のパワーは

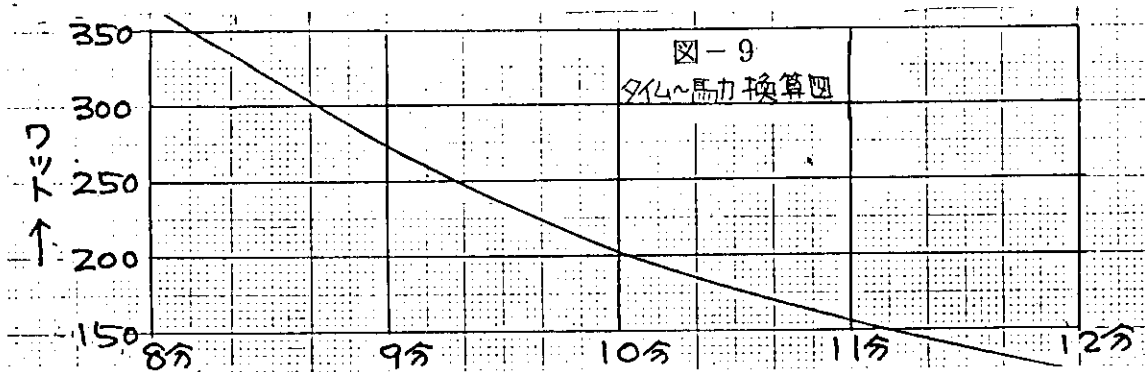
いろいろと資料をご紹介してきましたが、それぞれ他人のこと、外国の事、化け物みたいな人の話で、うちのエンジンとなると馬力の見当がつきにくいものです。

漕艇の世界にはエルゴ大会というインターナショナルな催しがありますので、これをご紹介しておきましょう。

米国のコンセプト社で販売しているエルゴメーター（人間の馬力測定器）によって自分の成績を測って会社へ送ると、年齢別、性別、重量別に整理されて、自分の順位がワールドランキングで分かるようになっています。この催しは最近だんだん参加者がふえて、昨年は13,000人に達しました。日本でも各地でこのエルゴ大会が催されて人気を呼んでいます。

問題はこのエルゴメーターがローイングマシンなので、ペダルを踏むのと一寸違う点ですが、8～10分の測定ですから図-1に示すように差が無くなると考えて良いでしょう。参加するにはどこかでコンセプトのエルゴを借りて、自分で2500m漕ぐに要する時間を測って、2月末までにコンセプト社に申請するか、日本各地で行われるエルゴ大会に出場するかでしょう。いずれにせよ土地の漕艇関係者に相談されると分かります。

この催しは機械を2500mにセットして、それだけ漕ぐ時間を測るもので、8～10分間の平均馬力が何分という形で出てきます。これを馬力に直すには図-9で読み替えてください。また昨年のそれぞれの部門での成績の分布が下に示してありますので参考にしてください。



人力ボートレースの時間は200mの場合40秒位、今年から始まるスラロームレースでも4～5分とするとエルゴメーターのテストは少し時間が長すぎます。しかしそこは図-1から図-4までを使って必要な時間の馬力に修正して頂くか、エルゴを借りて実際に短時間の測定をして頂くとか工夫をしてください。以上

図-10 World Ranking By Percentiles CONCEPT-Ⅱ NEWS 94.

How to Use the Chart: Find your age group and weight class on the left side of the chart. Read across until you come to the first 2500 m time that is slower than your own. At the top of that column you will find your percentile ranking. A percentile ranking of 75th means you are faster than 75% of the people in the ranking, which is to say you are in the top 25% of those ranked.

| Percentile:<br>Age/Weight Class | Women 2500 Meter Times |         |         |         | Men 2500 Meter Times |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
|---------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|--|--|
|                                 | 90th                   | 75th    | 50th    | 25th    | 12 & Under           | 13-18 Light | 13-18 Heavy | 19-29 Light | 19-29 Heavy | 30-39 Light | 30-39 Heavy | 40-49 Light | 40-49 Heavy | 50-59 Light | 50-59 Heavy | 60-69 Light | 60-69 Heavy | 70-79 Light | 70-79 Heavy | 80-89 |  |  |
| 12 & Under                      | 11:30.2                | 14:17.2 | 16:10.4 | 17:19.4 | 10:57.6              | 12:02.1     | 13:27.0     | 15:07.9     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 13-18 Light                     | 10:25.8                | 10:46.0 | 11:10.7 | 11:35.5 | 8:51.0               | 9:09.1      | 9:33.9      | 10:03.4     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 13-18 Heavy                     | 9:47.0                 | 10:11.1 | 10:40.3 | 11:08.3 | 8:16.8               | 8:38.5      | 9:00.8      | 9:30.4      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 19-29 Light                     | 9:45.2                 | 10:10.3 | 10:44.9 | 11:17.0 | 8:17.0               | 8:33.6      | 8:54.4      | 9:21.5      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 19-29 Heavy                     | 9:12.0                 | 9:38.8  | 10:13.0 | 10:46.0 | 7:54.5               | 8:09.1      | 8:30.8      | 8:57.8      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 30-39 Light                     | 9:55.7                 | 10:32.0 | 11:13.9 | 11:58.0 | 8:24.1               | 8:48.6      | 9:12.1      | 9:53.0      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 30-39 Heavy                     | 9:43.0                 | 10:12.9 | 10:53.2 | 11:27.2 | 8:09.2               | 8:31.0      | 8:55.7      | 9:28.1      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 40-49 Light                     | 10:29.0                | 10:59.2 | 11:39.3 | 12:23.6 | 8:39.2               | 8:58.2      | 9:31.0      | 10:07.7     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 40-49 Heavy                     | 9:59.3                 | 10:45.3 | 11:22.6 | 12:05.8 | 8:27.0               | 8:47.8      | 9:11.5      | 9:51.0      |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 50-59 Light                     | 10:39.3                | 11:13.5 | 11:55.0 | 13:02.2 | 8:56.0               | 9:08.9      | 9:53.6      | 10:58.3     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 50-59 Heavy                     | 10:38.4                | 11:06.8 | 11:53.0 | 13:26.0 | 8:44.4               | 9:03.5      | 9:35.2      | 10:25.7     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
| 60-89                           | not enough entries     |         |         |         | 9:19.0               | 9:55.6      | 10:30.3     | 11:16.1     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
|                                 |                        |         |         |         | 9:08.6               | 9:33.6      | 10:11.9     | 10:56.0     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
|                                 |                        |         |         |         | not enough entries   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
|                                 |                        |         |         |         | 9:52.7               | 10:30.8     | 10:34.3     | 11:15.8     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |
|                                 |                        |         |         |         | not enough entries   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |       |  |  |

記: 75thとは、自分が他の75%の人より速い、又はトップ25%に入っているための達成した最小のタイムです。

## GHクラフトから競技用ソーラーカー設計製作への提案

CFRPハニカム・サンドイッチ構造の高性能モノコック・シャシーをいかに経済的に制作するか、という事から開発された。

### CF／ハニカム・パネル接着リベット組み立て工法

理想的な高性能シャシーの形を'93WSCでホンダ／トヨタは見せてくれました。しかしこれを制作するためには、設計の段階でCAD／CAEに膨大な時間と、型治具製作費用を要します。GHクラフトの提案するシステムは短期間／経済的に同等性能を確保した物です。

メリット：

- 1、設計、基本レイアウトが簡単にできる。
- 2、CAE／構造解析の展開、モデリング時間が大幅に短い。
- 3、パネル組み立て（接着リベット工法）は製作が簡単。
- 4、サス／シャシー取り付け部品などの展開が易しい。
- 5、寸法精度が高い物が作れる。（常温接着、低熱膨張、比弾性率が金属に比べて極端に高い、など）

最も経済的に計画を進める例：

- 1、基本設計、一般配置図を作る。
- 2、1／5、1／10、の模型を作り、設計レベルを上げる。
- 3、予算が有れば風洞実験で意匠を決定。
- 4、シャシーの1／1モックアップをベニヤ板などのパネルで製作し、設計レベルを上げる。
- 5、予算と時間が有ればCAE／構造解析で最適形状を調整、各構造パネルの要求強度を算出する。（最軽量設計の重要ポイント！）
- 6、ボディー意匠のマスターモデルを製作する。（ウレタン・フォームなど）
- 7、もっとも経済的なFRPの成形は、このマスターモデルを雄型にして積層する。
- 8、構造材パネルを切りだし、組み立てる。（モックアップで使用したベニヤ板などをテンプレートにすると良い。）

GHクラフトはどの段階からでも、設計、手伝い、部品／構造材製作など行えますのでご相談ください。

編集者注；ソーラーカーの車体は美しい曲面で仕上げねばならない、それにはどうしても鏡面の型を作る必要があると思っていましたが、平板を組み合わせて、丁度合板製のヨットのような作りでも、充分国際レースに通用する高性能な車体ができるのだそうです。その平板としてカーボン繊維とハニカムコアを組み合わせたハイテク超軽量パネルを使い、こんな接ぎ方が良いという提案です。

ソーラーボート、人力ボートの場合も細い船体が多いですから、平板は充分曲がりますし、多角形の断面は幾らか抵抗が多いといっても、水中翼船ならどうせ持ち上げてしまう船体が簡単に出来るのは有り難い、というわけです。パネルの値段を見ると高いようですが、細い船体を作るには1平方メートルあたり1kg程度のごく軽い薄いもので済むと思われまので、是非ご検討ください。次回は船体の作り方を書いて下さいます。

| NO | 品名                     | 用途                 | 構成                                | 標準寸法            | 価格       | 平米単価    | note                   | 引張り強度<br>(0°方向)<br>単位幅当り<br>(断面当り) | 平米<br>(or1m<br>)重量<br>(kg) |
|----|------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------|----------|---------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1  | MAIN STRUCTURE PANEL#1 | モノコック主構造           | CF3K/6343*2 +<br>NOMEX-3.0-T=20   | 1000W*2400L     | ¥141,600 | ¥59,000 | 強力複層材                  | 68Kg/mm                            | 3.2                        |
| 2  | MAIN STRUCTURE PANEL#2 | -                  | CF3K/6343*2 +<br>NOMEX-3.0-T=10   | 1000W*2400L     | ¥115,200 | ¥48,000 | フレーム/複層材               | 68Kg/mm                            | 2.7                        |
| 3  | MAIN STRUCTURE PANEL#3 | -                  | CF/UD(0°+45°) +<br>NOMEX-3.0-T=10 | 1000W*2400L     | ¥96,000  | ¥40,000 | 軽量タイプ                  | 42Kg/mm                            | 2.5                        |
| 4  | SUB STRUCTURE PANEL#1  | ボディー/カウル<br>補強フレーム | CF3K/6343 +NOMEX1.8-<br>T=6       | 1000W*2400L     | ¥86,400  | ¥36,000 | 強力タイプ                  | 34Kg/mm                            | 1.17                       |
| 5  | SUB STRUCTURE PANEL #2 | -                  | CK/HR +NOMEX1.8 T=6               | 1000W*2400L     | ¥116,100 | ¥48,400 | 軽量剛性タイプ                | 21Kg/mm                            | 1.                         |
| 6  | SUB STRUCTURE PANEL #3 | -                  | CF/HR+DIV.T=4                     | 100WX1950L      | ¥77,800  | ¥39,900 | 軽量剛性タイプ                | 21Kg/mm                            | .91                        |
| 7  | SUB STRUCTURE PANEL #4 | ボディー/カウル<br>補強フレーム | KV/K220+NOMEX1.8T=6               | 1000W*2400L     | ¥86,400  | ¥36,000 | 超軽量                    | 12Kg/mm                            | .87                        |
| 8  | SUB STRUCTURE PANEL #5 | -                  | KV/K220+DIV.T=4                   | 1000X1950       | ¥60,450  | ¥31,000 | 経済タイプ                  | 12Kg/mm                            | .62                        |
| 9  | STRUCTURE PANEL        | -                  | GF/G10X2 + PAPER<br>T=10          | 1000X2000       | ¥36,000  | ¥18,000 | 超経済                    | 9.6Kg/mm                           | 1.86                       |
| 10 | SUB STRUCTURE PANEL    | -                  | GF/G10+PADER T=10                 | 1000X2000       | ¥30,000  | ¥15,000 | 経済                     | 4.8Kg/mm                           | 1.1                        |
| 11 | STRUCTURE PANEL        | -                  | GF/G10X2 +NOMEX1.8-<br>T=6        | 1000W*2400L     | ¥55,200  | ¥23,000 | 超経済                    | 9.8Kg/mm                           | 1.77                       |
| 12 | SUB STRUCTURE PANEL    | -                  | GF/G10+DIV.T=4                    | 1000X1950       | ¥44,800  | ¥23,000 | 超経済                    | 4.8Kg/mm                           | 1.1                        |
| 13 | FLAT SHEET #1.         | ジョイント<br>ガセット材     | CF3K/6343 .4PLY                   | 1000W*2000L     | ¥62,500  | ¥31,250 | 部分補強/接着組み立て用<br>t=0.9  | 60Kg/mm                            | 1.8                        |
| 14 | FLAT SHEET #2.         | -                  | CF3K/6343, 3PLY                   | 1000W*2000L     | ¥51,000  | ¥25,500 | 部分補強/接着組み立て用<br>t=0.67 | 45Kg/mm                            | 1.2                        |
| 15 | FLAT SHEET #3.         | -                  | CF3K/6343, 2PLY                   | 1000W*2000L     | ¥40,000  | ¥20,000 | 部分補強/接着組み立て用<br>t=0.45 | 30Kg/mm                            | .8                         |
| 16 | FLATSHEET#4            | -                  | CF3K/6343. 1PLY                   | 1000X2000       | ¥30,000  | ¥15,000 | 部分補強/接着組み立て用<br>t=0.22 | 15Kg/mm                            | .4                         |
| 17 | FLAT SHEET THIK #00    | -                  | CF3K/6343, 10PLY                  | 1000W*1000L     | ¥71,000  | ¥71,000 | 部分補強/接着組み立て用<br>t=2.2  | 150Kg/mm                           | 4.                         |
| 18 | ANGL STRIP #1.         | -                  | CF3K/6343, 4PLY                   | 10*10*1000<br>L | ¥10,600  |         |                        | 1200Kgf                            | .032                       |
| 19 |                        | -                  | CF3K/6343, 4PLY                   | 30*30*1000<br>L | ¥11,800  |         |                        | 3600Kgf                            | .096                       |
| 20 |                        | -                  | CF3K/6343, 4PLY                   | 40*40*1000<br>L | ¥12,400  |         |                        | 4800Kgf                            | .128                       |
| 21 | " #2.                  | -                  | CF3K/6343, 3PLY                   | 10*10*1000<br>L | ¥9,650   |         |                        | 900Kgf                             | .024                       |
| 22 |                        | -                  | CF3K/6343, 3PLY                   | 30*30*1000<br>L | ¥10,550  |         |                        | 2700Kgf                            | .072                       |
| 23 |                        | -                  | CF3K/6343, 3PLY                   | 40*40*1000<br>L | ¥11,000  |         |                        | 3600Kgf                            | .096                       |
| 24 | " #3.                  | -                  | CF3K/6343, 2PLY                   | 10*10*1000<br>L | ¥9,160   |         |                        | 600Kgf                             | .016                       |
| 25 |                        | -                  | CF3K/6343, 2PLY                   | 30*30*1000<br>L | ¥9,760   |         |                        | 1800Kgf                            | .048                       |
| 26 |                        | -                  | CF3K/6343, 2PLY                   | 40*40*1000<br>L | ¥10,060  |         |                        | 2400Kgf                            | .064                       |

\*切り分け、希望形状での成形も致します。

\*NOMEX-3.0...ノメクス製にカム強力タイプ\* \*NOMEX-1.8...ノメクス製にカム軽量タイプ\*

\*Div...ディビニセル耐熱フォーム \*PAPER...ペーパーにカム

\*CF3K...カーボンファイバークロス \*CF/UD...カーボンファイバー方向性繊維 \*CK...カーボンファイバー混織クロス \*KV...ケブラークロス \*GF...グラスクロス

# ソーラーカー/ACM製モノコック構造

ボディ&シャーシ-93年モデル適用例

コストパフォーマンスを迫及した方式により型治具製作を最小限にて作成できます

CFRPを主体としたACMサンドイッチパネルによる構造材を組み立てます

(#○は別表コンボジット構造材内訳のNOを表します)

## 加工ボディ

#4~#7アウターパネル

Sub Structure Panel  
#1, #2

#4~#7フレーム

( Sub Structure Panel  
#1, #2

Angl. Strip #14~#22

## モノコックボディ

#1, #2, #3 サイドパネル

Main Structure Panel  
#1, #2, #3

#1~#7 アンダーパネル

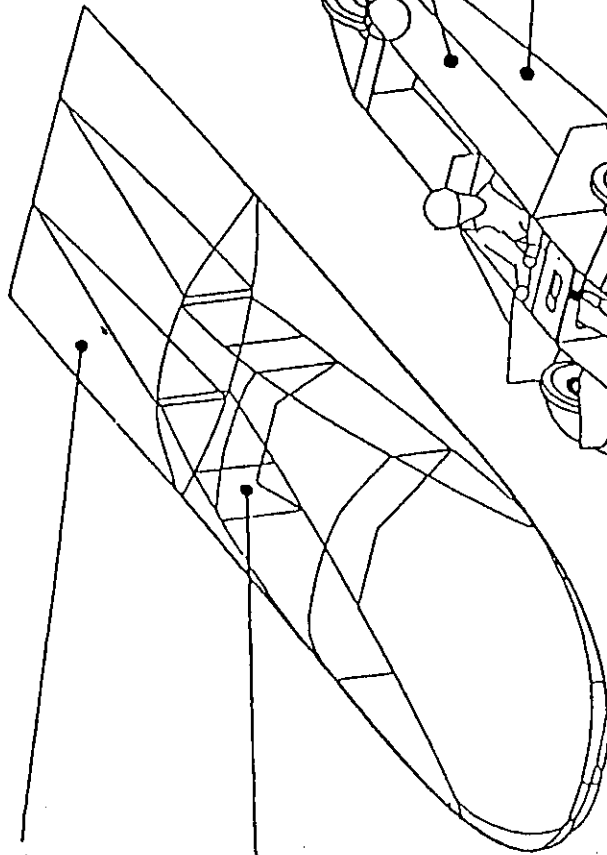
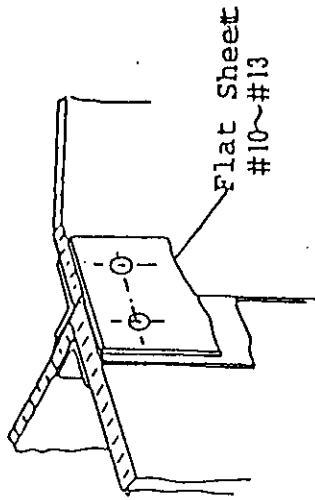
Main Structure Panel  
#1, #2, #3

Sub Structure Panel  
#1, #2

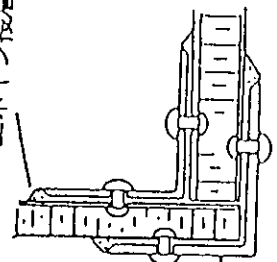
#4~#7 フレーム

Sub Structure Panel  
#1, #2

Angl Strip #14~#22



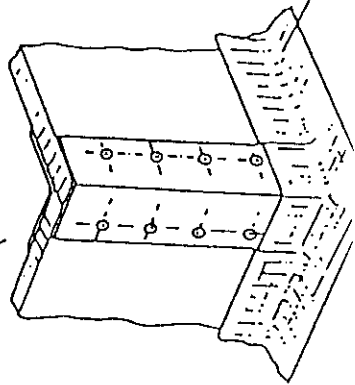
エポキシ接着剤



リベット

Angl Strip  
#14~#22

CFクロス/エポキシ  
カーボンレイアウト



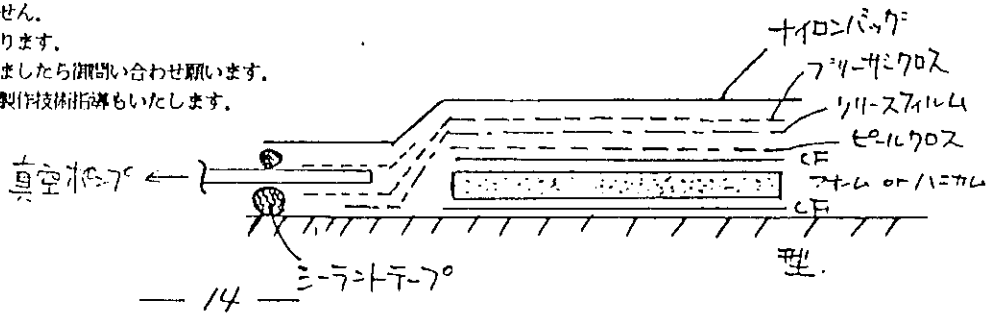
成形型、製品用材料小売価格リスト

94/1/6作成

| 項目                    | 種類                                  | 品名  | 単位                     | 価格   | 特徴/スペック   |                                   |
|-----------------------|-------------------------------------|---|------------------------|--|---|-----------------------------------|
| ハンドレイアップ<br>成形用       | クロス、マット                             | 180クロス                                    | m                      | ¥350   | ガラスクロス 180g/m <sup>2</sup> 目付け                    |                                   |
|                       |                                     | 230マット                                    | kg                     | ¥440   | ガラスマット 230g/m <sup>2</sup> 目付け                    |                                   |
|                       |                                     | 300マット                                    | kg                     | ¥440   | ガラスマット 300g/m <sup>2</sup> 目付け                    |                                   |
|                       |                                     | 450マット                                    | kg                     | ¥440   | ガラスマット 450g/m <sup>2</sup> 目付け                    |                                   |
|                       |                                     | 400ローピングクロス                               | kg                     | ¥550   | ガラスローピングクロス 400g/m <sup>2</sup> 目付け               |                                   |
|                       |                                     | 600ローピングクロス                               | kg                     | ¥550   | ガラスローピングクロス 600g/m <sup>2</sup> 目付け               |                                   |
|                       |                                     | コアマット t=2                                 | m                      | ¥830   | サンドイッチ構造のコア材                                      |                                   |
|                       |                                     | コアマット t=3                                 | m                      | ¥950   | ↑   |                                   |
|                       |                                     | コアマット t=4                                 | m                      | ¥1,380   | ↑   |                                   |
|                       |                                     | カーボン1K生クロス                                | m                      | ¥5,400   | 平織り 120g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                   |                                   |
|                       |                                     | カーボン3K生クロス                                | m                      | ¥3,800   | 平織り 188g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                   |                                   |
|                       |                                     | カーボンUD生                                   | m                      | ¥1,350   | 一方向性 300mm巾                                       |                                   |
|                       |                                     | ケブラー生クロス                                  | m                      | ¥3,800   | 平織り 180g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                   |                                   |
|                       |                                     | ポリエステル樹脂                                  | →経済的、90℃キュアにも対応可       |  |   |                                   |
|                       | 成形型用                                |   | ポリエステルグルコート白           | kg   | ¥860  |                                   |
|                       | 成形型、製品用<br>製品用                      |   | ポリエステル樹脂               | kg   | ¥660  |                                   |
|                       |                                     |   | ポリエステル硬化剤              | kg   | ¥1,200  | 樹脂量の約0.7~2%添加                     |
|                       | ビニールエステル樹脂                          | →ハンドリング性をポリエステル樹脂をエポキシに近づけた物 130℃キュアにも対応可 |                        |  |   |                                   |
|                       |                                     | 成形型用                                      | ビニールエステルグルコート          | kg   | ¥2,000  |                                   |
|                       |                                     | ビニールエステル樹脂                                | kg                     | ¥1,860   |   |                                   |
| バックアップ樹脂              |                                     | kg  | ¥700                   |  |   |                                   |
| エポキシ樹脂                | →耐熱性、成形後の変形少 オートクレーブ成形にも対応可         |   |                        |  |   |                                   |
|                       | 成形型用                                | エポキシグルコート                                 | SET                    | ¥2,330   | 448g/SET  |                                   |
|                       | エポキシ樹脂                              | kg  | ¥2,700                 |  |   |                                   |
|                       | エポキシ硬化剤                             | kg  | ¥4,000                 | 樹脂：硬化剤=100：38                                  |   |                                   |
| ブリブレグ成形用<br>(130℃キュア) | 一般用ブリブレグ                            | カーボン1Kブリブレグ                               | m                      | ¥7,300   | 平織り240g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                    |                                   |
|                       |                                     | カーボン3Kブリブレグ                               | m                      | ¥5,000   | 平織り、綾織り396g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                |                                   |
|                       |                                     | カーボンUDブリブレグ                               | m                      | 各種   | 一方向性  |                                   |
|                       |                                     | ケブラー軽量ブリブレグ                               | m                      | ¥5,170   | 平織り148g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                    |                                   |
|                       |                                     | カーボン/ケブラー交織ブリブレグ                          | m                      | ¥5,000   | 綾織り388g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                    |                                   |
|                       |                                     | ガラスブリブレグ                                  | m                      | ¥1,200   | 平織り400g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                    |                                   |
|                       |                                     | 接着フィルム                                    | m                      | ¥3,300   | 100g/m <sup>2</sup> 目付け                           |                                   |
|                       | *80℃、90℃キュアタイプ及び軽量、高弾性タイプもあります。     |   |                        |  |   |                                   |
|                       | 真空成形用副資材<br>(一般標準仕様)                | バキュームバッグ                                  | m                      | ¥340   | 1380mm巾   |                                   |
|                       |                                     | シーラントテープ                                  | 巻                      | ¥370   | 5m巻   |                                   |
| 穴開きFEPリリースフィルム        |                                     | m   | ¥800                   | 1600mm巾  |   |                                   |
| ピールクロス(チバ)            |                                     | m   | ¥1,170                 | 1500mm巾  |   |                                   |
| ピールクロス(東レ)            |                                     | m   | ¥350                   | 1500mm巾  |   |                                   |
| プリーザークロス              |                                     | m   | ¥400                   | 1500mm巾  |   |                                   |
| *廉価仕様もあります。           |                                     |   |                        |  |   |                                   |
| その他                   | 離型剤                                 | 缶   | ¥20,000                | 3.78L/缶 エポキシに最適                                |   |                                   |
|                       | サンドイッチ材                             | 各種、厚みあります(別表御参照) 小分けもいたします。               |                        |  |   |                                   |
|                       |                                     | アラミッドノーマックスハニカム                           | 枚                      |  | 軽量、高強度 2.8m <sup>2</sup> /枚                       |                                   |
|                       |                                     | アルミハニカム                                   | 枚                      |  | 重量あたりの剛性、強度が高い 1.58m <sup>2</sup> /枚              |                                   |
|                       |                                     | ペーパーハニカム t=10mm                           | 枚                      | ¥3,600   | 超経済的 1.7m <sup>2</sup> /枚 厚み10mmのみ                |                                   |
|                       |                                     | ディビニセル 耐熱 t=4mm                           | 枚                      | ¥19,440  | 870 x 1950 他に3mm、5mm若干有り                          |                                   |
|                       |                                     | ディビニセル 常温 t=4mm                           | 枚                      | ¥3,700   | 800 x 1200 他に3mm、5mm若干有り                          |                                   |
| 2次接着、オーバ<br>ーレイ用      | クロス                                 | カーボン3K生クロス                                | m                      | ¥3,800   | 平織り 188g/m <sup>2</sup> 目付け 1m巾                   |                                   |
|                       |                                     | 樹脂等                                       | ウエストエポキシ樹脂             | SET  | ¥18,500   | 2液性 二次接着オーバーレイ用、リベアー用に最適 サンディング性良 |
|                       | 105/205FASTタイプ<br>(3.74L/814ml SET) |   | SET                    | ¥18,500  | ポットライフ室温22度で8~12分、硬化時間<br>8~88時間 ドライヤー加熱により時間短縮可能 |                                   |
|                       | 105/205LOWタイプ<br>(3.74L/814ml SET)  |   | SET                    | ¥18,500  | ポットライフ室温22度で20~25分、硬化時間<br>128時間以上                |                                   |
|                       | ウエスト用ポンプ                            | SET                                       | ¥1,750                 | ウエストの缶に直接取り付けられ1ストロークで<br>主剤/硬化剤を適切な混合比率で得られます |   |                                   |
| マイクロバルーン              | kg                                  | ¥4,000                                    | 樹脂に混ぜることにより垂れ止めパテとして使用 |  |   |                                   |

\*上記価格には消費税は含まれていません。  
 \*送料、パッキングチャージ別途となります。  
 \*その他御要望の材料、仕様等御座いましたら御問い合わせ願います。  
 \*上記材料等を使用したの構造設計、製作技術指導もいたします。

真空成形法



ハニカム小売価格リスト

ノーメックスアラミッド

| 項目           | 品名、品番          | 単位      | 小売価格    |
|--------------|----------------|---------|---------|
| 1.8ボンド通常     | 1/8*1.8 t=2    | 枚       | ¥19,350 |
|              | 1/8*1.8 t=3    |         | ¥19,400 |
|              | 1/8*1.8 t=3.5  |         | ¥20,930 |
|              | 1/8*1.8 t=4    |         | ¥22,600 |
|              | 1/8*1.8 t=4.5  |         | ¥25,450 |
|              | 1/8*1.8 t=5    |         | ¥26,100 |
|              | 1/8*1.8 t=5.5  |         | ¥27,350 |
|              | 1/8*1.8 t=6    |         | ¥29,000 |
|              | 1/8*1.8 t=7    |         | ¥32,200 |
|              | 1/8*1.8 t=8    |         | ¥35,450 |
|              | 1/8*1.8 t=9    |         | ¥38,850 |
|              | 1/8*1.8 t=10   |         | ¥43,950 |
|              | 1/8*1.8 t=15   |         | ¥55,250 |
|              | 1/8*1.8 t=18   |         | ¥64,450 |
| 1.8ボンド OX    | 3/16*1.8 t=3   |         | ¥20,150 |
|              | 3/16*1.8 t=3.5 |         | ¥21,750 |
|              | 3/16*1.8 t=4.5 |         | ¥26,450 |
|              | 3/16*1.8 t=5   |         | ¥26,800 |
|              | 3/16*1.8 t=5.5 |         | ¥29,950 |
|              | 3/16*1.8 t=6   |         | ¥30,150 |
|              | 3/16*1.8 t=8   |         | ¥36,950 |
| 3/16*1.8 t=9 |                | ¥42,550 |         |
| 3.0ボンド通常     | 1/8*3.0 t=2    |         | ¥20,200 |
|              | 1/8*3.0 t=5    |         | ¥27,000 |
|              | 1/8*3.0 t=5.5  |         | ¥28,550 |
|              | 1/8*3.0 t=6    |         | ¥30,200 |
|              | 1/8*3.0 t=8    |         | ¥34,000 |
|              | 1/8*3.0 t=9    |         | ¥37,100 |
|              | 1/8*3.0 t=15   |         | ¥57,950 |
|              | 1/8*3.0 t=16   |         | ¥61,150 |
| 3.0ボンド OX    | 3/16*3.0 t=5   |         | ¥28,000 |
|              | 3/16*3.0 t=5.5 |         | ¥30,200 |

\*OXタイプは前面部の使用に適しています。

アルミ

94/1/6作成

| 項目 | 品名、品番                | 単位 | 小売価格    |
|----|----------------------|----|---------|
|    | 3/16 5052.001P t=3   | 枚  | ¥8,950  |
|    | 3/16 5052.001P t=4.5 |    | ¥9,000  |
|    | 3/16 5052.001P t=5   |    | ¥9,100  |
|    | 3/16 5052.001P t=5.5 |    | ¥9,200  |
|    | 3/16 5052.001P t=6   |    | ¥9,650  |
|    | 3/16 5052.001P t=7   |    | ¥10,350 |
|    | 3/16 5052.001P t=7.5 |    | ¥10,700 |
|    | 3/16 5052.001P t=8   |    | ¥11,050 |
|    | 3/16 5052.001P t=8.5 |    | ¥11,400 |
|    | 3/16 5052.001P t=9   |    | ¥11,750 |
|    | 3/16 5052.001P t=10  |    | ¥12,450 |
|    | 3/16 5052.001P t=20  |    | ¥22,450 |
|    | 3/16 5052.001P t=30  |    | ¥26,350 |
|    | 3/16 5052.001P t=31  |    | ¥27,000 |
|    | 3/16 5052.001P t=32  |    | ¥27,800 |
|    | 3/16 5052.001P t=33  |    | ¥28,350 |

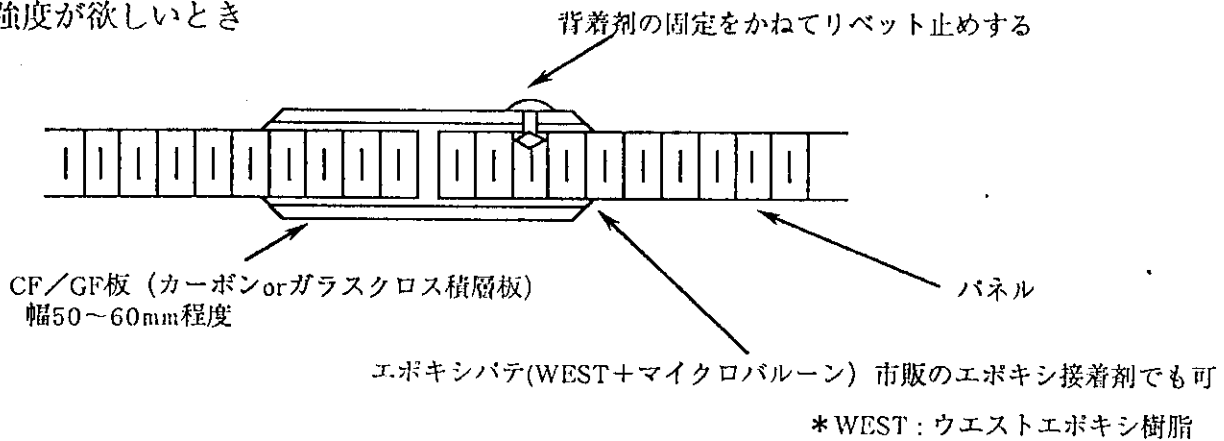
\*上記価格には消費税は含まれていません。

\*送料、パッキングチャージ別途となります。

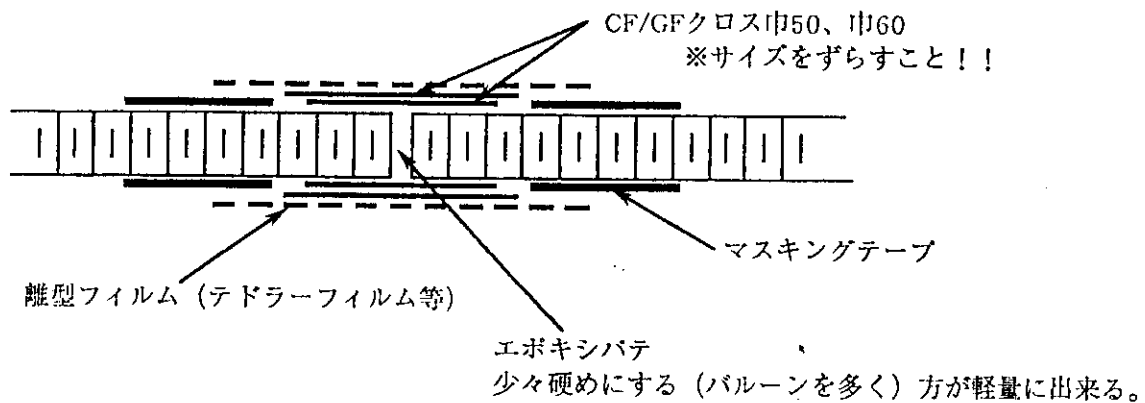
\*在庫が無い場合納期に2~3週間かかる場合があります。

## 2次接着／オーバーレイアップによるサンドイッチパネル組み付け&接続方法

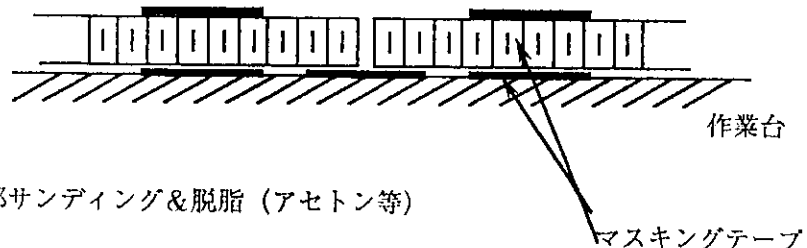
### 1) 強度が欲しいとき



### 2) 軽量+フラットサーフェース



### 工程作業手順

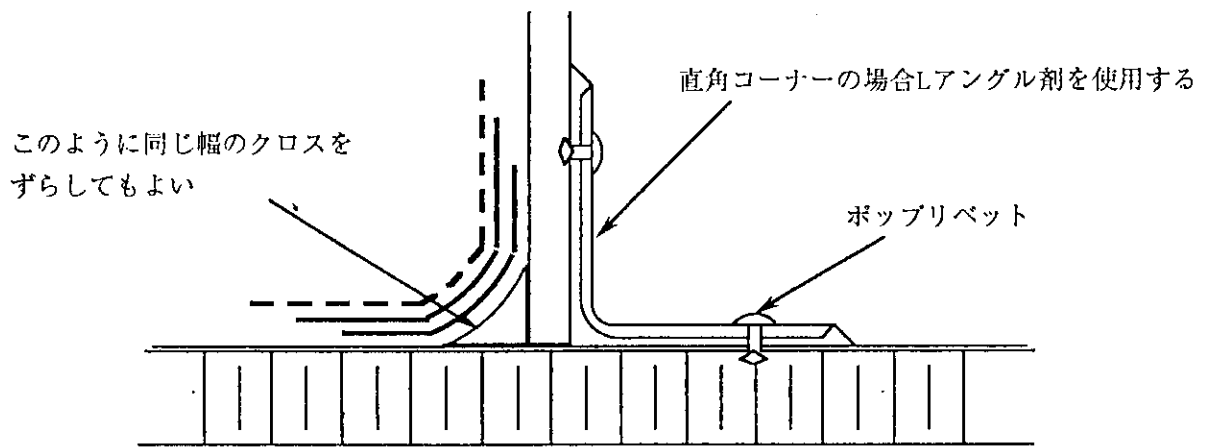
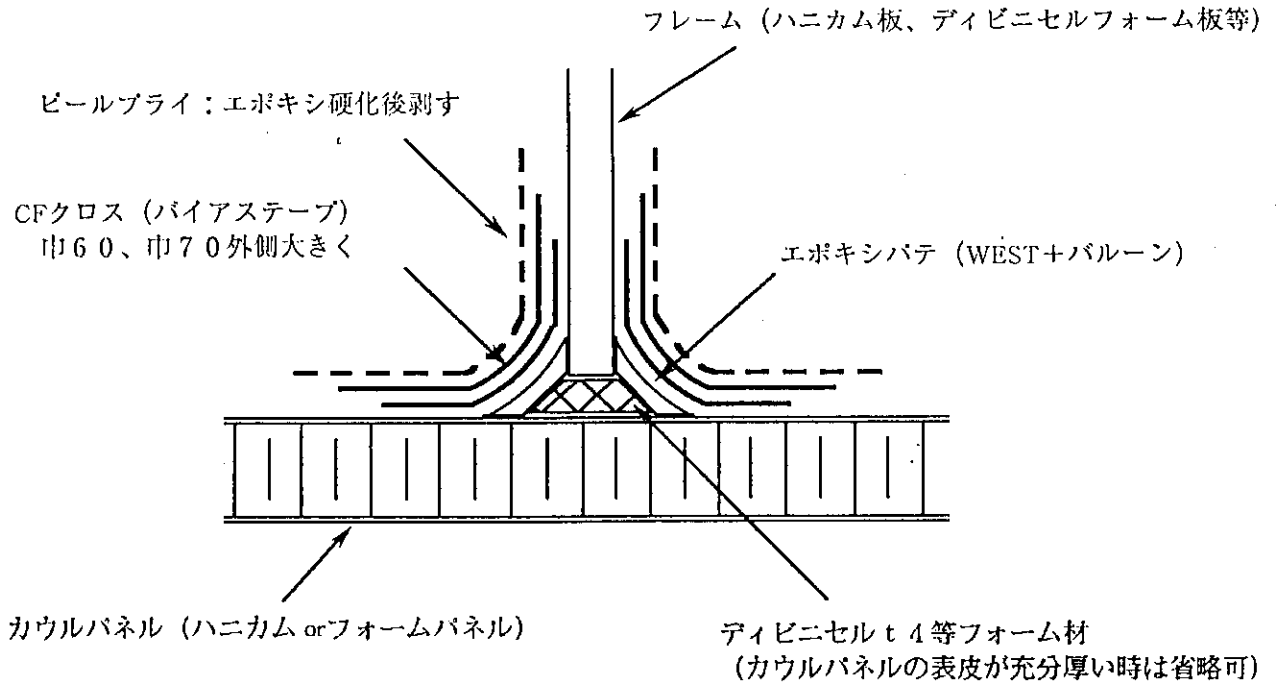


- 1、接着／オーバーレイ部サンディング&脱脂 (アセトン等)
- 2、材料準備  
CFテープ 巾50、巾60  
離型フィルム 巾75~80
- 3、両サイド マス킹、パネル固定 (初めにオーバーレイする場合、裏面側をマス킹テープでふさいでおく)
- 4、エポキシをハケで積層面に塗る (たっぶり目)
- 5、エポキシバテをパネル隙間にヘラを用いて充填する。
- 6、CFクロスを静かに置く。(1枚目)
- 7、下から樹脂を吸い上げるようにハケ等で脱泡する。
- 8、同様にエポキシ樹脂を塗りCFクロスを積層する。
- 9、離型フィルムを置きゴムヘラ等でエアーを追い出すように樹脂をしごき出す。  
(ピールブライにより余分な樹脂を吸い上げてもよい)

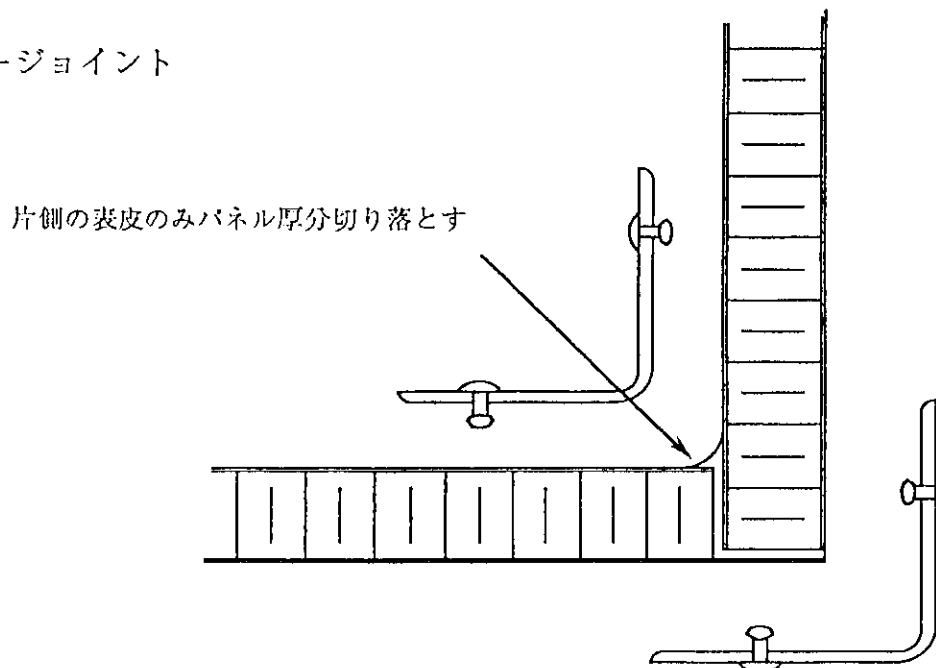
以上の工程で軽いオーバーレイアップによるパネル接続が出来ます。



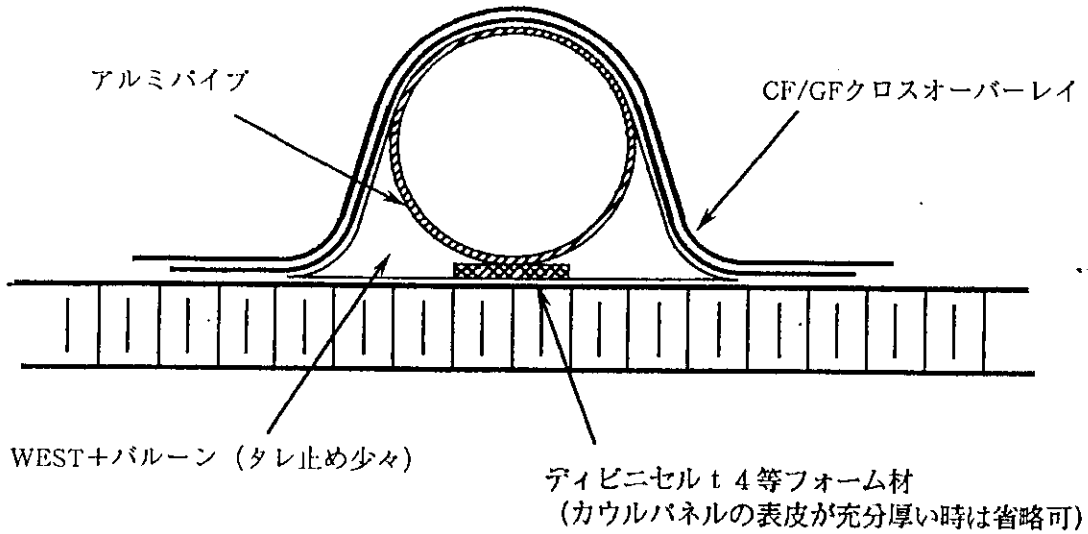
### 3) Tジョイント



### 4) コーナージョイント

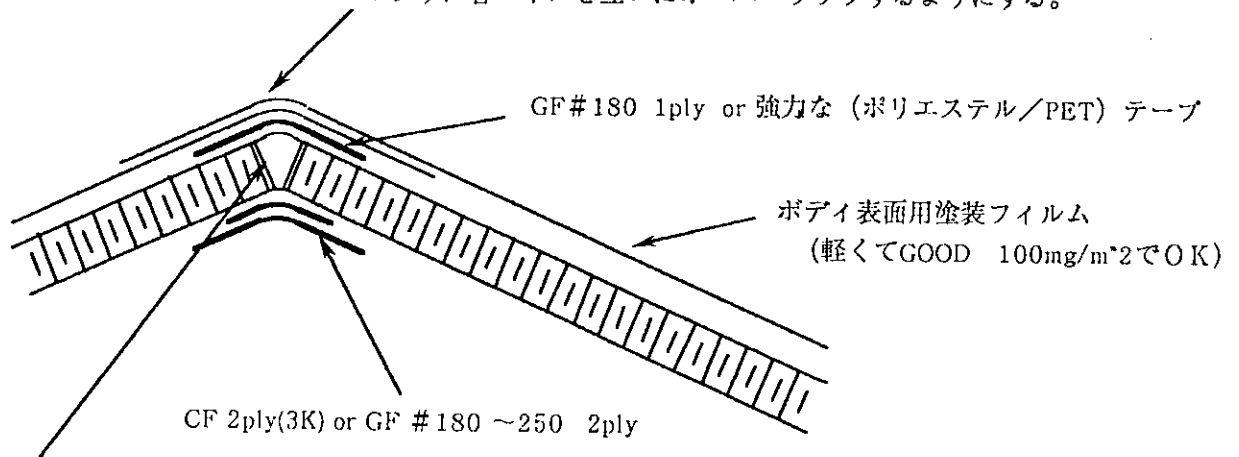


## 5) パイプフレームとの接続



## 6) カウルキャラクター (チェーン) ライン

塗装フィルムはこのように各パネルを互いにオーバーラップするようにする。



WEST+バルーン (タレ止め少々)

- \*オーバーラップテープは基本的には±45バイアステープ
- \*WESTは必ずまず積層面にハケ塗り、その後50cm程度の長さのテープを端より静かに置いてゆきハケで脱泡しながら積層する。ピールプライを使用しなくてもよいが、樹脂の量多すぎないように注意すること。

(株)ジーエイチクラフト

〒412 静岡県御殿場市板妻11-6  
PHONE0550-89-8680・8681 FAX0550-89-8682

# 水中翼船の話

柳原 序

前回の話では、揚力、抵抗の計算、馬力との関係などを説明しました。そして、最も大きいのは、主翼の抵抗で、翼面積をどこまで小さくできるかが重要になることが分かりました。今回は、離水の問題、安定の問題について説明しましょう。

## 1 離水の問題

計画した水中翼船が翼走出来るか確かめてみましょう。計画の要目は前回と同じく次のようにしました。

|       |            |                     |
|-------|------------|---------------------|
| W     | : 総重量      | 100 kgf             |
| b     | : 翼幅 (スパン) | 1.2 m               |
| $c_m$ | : 平均翼弦長    | 0.2 m               |
| 縦横比   |            | 6                   |
| S     | : 翼面積      | 0.24 m <sup>2</sup> |
| EHP   | : 有効馬力     | 0.6 PS              |

翼走する前の水中翼船の抵抗は、船体の抵抗と翼の抵抗の合計となります。船体抵抗の見積は、本会報1号の「ソーラ&人力ボートの船体の計画手順」を参考にします。

ここでは、舵、シャフトブラケット等を含む船体の抵抗が

$D=C \times W \times v^2$  で表され、船の状態では C の値を適当に選べば簡単に抵抗が計算できました。船体は、細身のカタマランとし、C は 0.007 を使い、主翼以外の抵抗を上式で計算することにします。

主翼の抵抗は  $(\rho/2) \cdot v^2 \cdot S \cdot C_d$  で計算します。C<sub>d</sub> は迎え角により変わりますが、ここでは、翼の取付角を 5° とし、C<sub>d</sub> = 0.06 で計算してみます。(この角度を余り大きくとると翼が失速してしまいます。このあたりが狙い所でしょう。)

速度 1m/s では、船体と翼の抵抗はこうなります。

$$0.007 \times 100 \times 1^2 + 51 \times 1^2 \times 0.24 \times 0.06 = 1.43$$

速度 1.5m/s では、

$$0.007 \times 100 \times 1.5^2 + 51 \times 1.5^2 \times 0.24 \times 0.06 = 3.23$$

同様にして、徐々に速度を上げた状態で抵抗を計算していきます。

この結果を図1のように横軸を速度、縦軸を抵抗にしてグラフにしましょう。抵抗が速度と共に増加していく様子が見られます。

図1には何本かの双曲線が描かれています。これは、0.2、0.4、0.6 PS の有効馬力を表します。抵抗 (Kgf) × 速度 (m/s) / 75 が有効馬力ですから、有効馬力のカーブがこのようになるのは容易に理解できると思います。抵抗カーブと 0.6 PS の有効

馬力カーブは 3.2m/s で交差しています。もし、0.6 PS の有効馬力が得られるなら、この水中翼船は 3.2 m/s までの速力まで出すことが出来るわけです。

つぎに、この速度で水中翼船が離水出来るか確かめます。翼抵抗の計算条件で取付角を

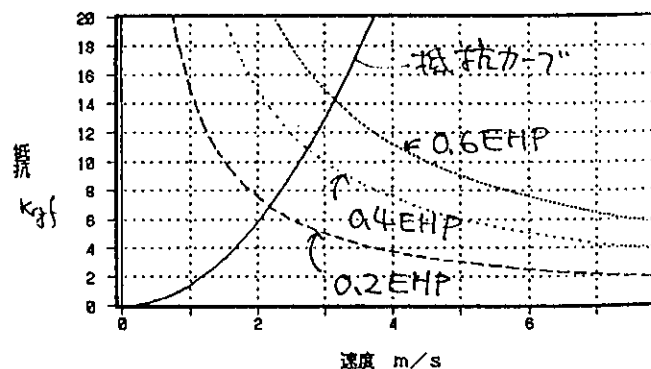


図1

5° にしました。この時の揚力係数は 0.8 ですから、揚力は  
 $51 \times 3.2^2 \times 0.24 \times 0.8 = 100.3 \text{ Kgf}$  重量を支える十分な揚力が得られます。  
 これで、離水出来ることが確認されました。

図2に翼走前と翼走後の抵抗の変化をグラフに書いてみました。翼走後の抵抗計算のやり方は、会報3号を参照して下さい。

離水速度近くの実際の抵抗は、翼の揚力で船体が浮き上がってくるので、船体の抵抗は小さくなり、馬力に余裕が生まれています。

今度は、翼面積を半分の  $0.12 \text{ m}^2$  にして抵抗を計算し、図3のように2つを比較してみました。翼面積を小さくすると離水速度が速くなって、抵抗の山が大きくなり、離水に必要な馬力が増加しているのが分かります。しかし、翼走後の  $5 \text{ m/s}$  付近で抵抗の差が逆転して、翼の小さい方が有利になっています。

このように、離水ができれば小さい翼の方が速度を出すことが出来ます。離水時の馬力の余裕をぎりぎり狙う設計をする場合は、この過程の抵抗計算を精密にやる必要があります。特に、翼の取付角に注意して失速しないようにします。

また、最高速時に設計点を合わせたプロペラは、離水時の速度では効率の落ちた所で使用されるので、有効馬力の見積りに余裕を持たせる注意が必要です。

さらに、翼が小さくなると、強度的にも苦しくなるので、使用する材料との相談が必要です。「コギト」の場合、翼面荷重が  $660 \text{ Kgf/m}^2$  となりましたが、これは、少し大きめの翼を作り

試運転をしながら翼端を切っていく最終的な面積を決めました。

## 2 安定の話

水中翼船は、なぜ水面上を一定の高さで安定して走る事が出来るのでしょうか？浮き過ぎて水中翼が空中に飛び出したり、沈み過ぎて船体が水面に着いたりしないのはなぜでしょうか？

水中翼船には全没型と水面貫通型があります。水面貫通型は速度の増加に伴い水面下の翼面積が減少して、自動的に揚力と重量がバランスを保つようになっています。また、どちらかに傾くと、傾いた方向の翼面積が増加して復原モーメントが発生して横安定が保た

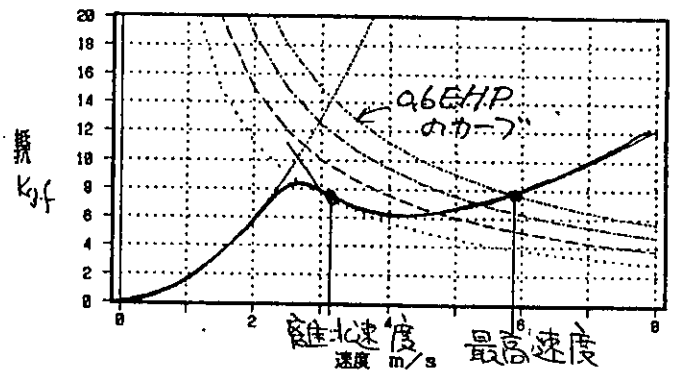


図2

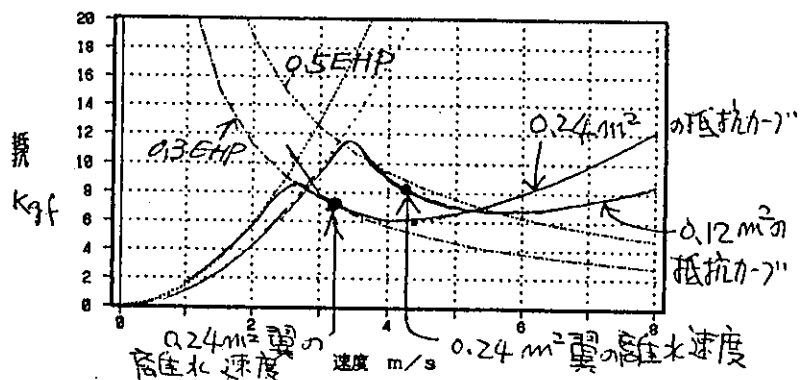


図3

れます。

これに対して、全没型の安定はどのようにして保たれるのでしょうか。図4は「コギト」の側面図です。主翼は、リジットに固定されていますが、前翼は水面を撫でる滑走板が付けられたアームにより迎角を調整する装置が付けられています。もし、船首が下がると前翼の迎角はこの装置により増やされ、反対に、船首が上がると迎角は減少します。即ち、水面から一定の高さを保つようになっているのです。

速度が上がると、主翼の揚力が増加します。すると、主翼は船体を持ち上げ装置の滑走板を中心にして前トリムになります。結局、主翼の迎角が減少して、重量とバランスしたところで落ち着く事になります。

つまり、水面貫通型は翼面積の調節で揚力と重量がバランスするのに対して全没型はトリム調節でバランスさせているわけです。ここで大事なのはストラットの長さで、短すぎると、バランスするトリム角になる前にプロペラが水面上に出てしまったり、低速時に十分な迎角を確保する前に船底が水面に着く事になります。

次に、横安定です。これは、自転車と同じ原理で安定が保たれます。図5のように、傾いた方向にハンドルを切ると前舵に横方向の力が発生し、重心に働く慣性力と共に復原偶力が発生します。つまり、ドライバーの操縦により安定が保たれているのです。

しかし、誰でも自転車を簡単に乗りこなすように、この操作は決して難しいものではありません。「コギト」の場合、ほとんどの人が一回で翼走を経験する事が出来ました。

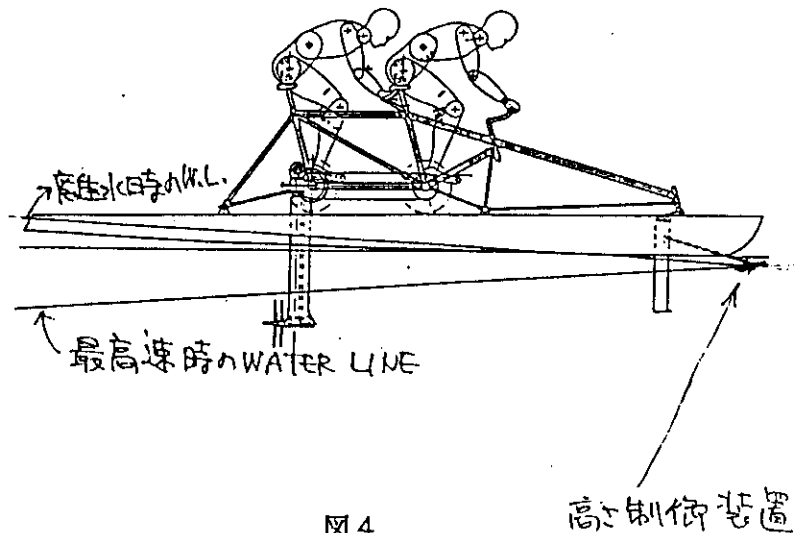


図4

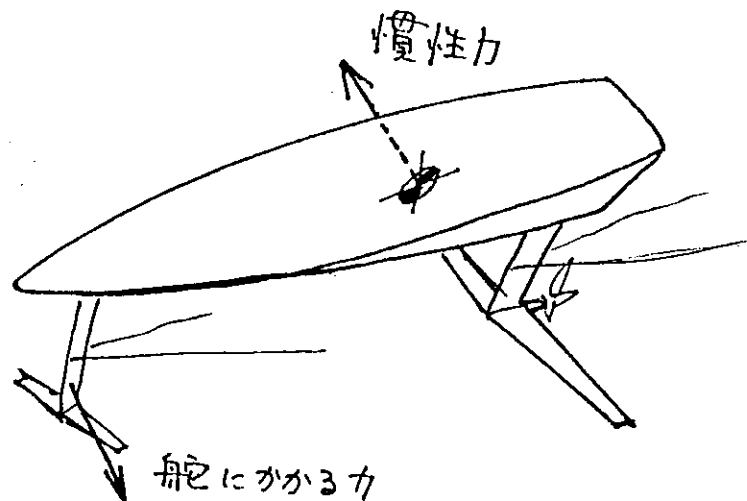


図5

### 3 参考資料について

IHPVA の機関誌 HUMAN POWER 1987 SPRING号には、離水速度、必要最少馬力、材料強度の制約の中で、最適翼形状をどのように決定すべきかの記事が記載されています。水中翼船を深く研究したい人には、ぜひ、一読をお奨めします。

入手ご希望の方は、切手を貼った返信用封筒を同封の上、事務局宛にご請求下さい。  
(財) 日本マリンスポーツ普及教育振興財団内 人力ボートの会 事務局  
〒431-01 静岡県浜名郡新居町新居3380-67