

目次	1. ごあいさつ	-----	1 頁
	2. 国際 A S M E 学生ソーラーボートレガッタ参加記	-- 増山 豊	2 頁～
	3. 水中翼船の話	----- 柳原 序	5 頁～
	4. 最近の H I V のニュース	----- 片岡登志夫	8 頁～
	5. 鳥人間コンテスト参加者一覧	----- "	15 頁～

### ごあいさつ

年末を迎えて皆様お忙しい日々をお過ごしのことと存じます。

会報 3 号が出来上がりましたのでお送り申し上げます。

今回は、世界的人力ボート、他の詳しい情報を I I P V A 日本レポーターの片岡さんにご紹介頂き、また増山先生には、金沢工大が米国のソーラーボートレースで活躍した模様をレポートして頂きました。1994年のレース成績だけを見る限り、ソーラー、人力ともに米国より日本のほうがレベルが高いようです。しかし金沢工業大学の200mスプリントは、0.13秒差という小差の勝ちですし、人力ボートでも18.5ノットを出した米国ですから、地力ではどうなのでしょう。

一方、技術紹介では、コギトの柳原氏に水中翼船の計画の手引きを書いてもらいました。これを読んだらすぐに水中翼船の計画に入れる、という分かりやすい、使いやすい記事にして貰いましたが、残念ながら離水と安定についての記述は次号にまわすことになりました。3月に4号が出ればなんとか間に合うと思いますので、お正月には水中翼船を含めて新艇の夢を膨らましてください。そして来年も是非多数ご参加いただけますようお願い致します。

第2回ソーラー&人力ボートレースのレギュレーションを同時にお送りしたかったのですが、印刷が一寸遅れております。会報を是非年内に見て頂きたかったので、敢えて先にお送りすることに致しました。

今度のレギュレーションは、皆様のご意見を出来るだけ取り入れようと関係者が大いに議論して作りました。その結果、レースの内容やレギュレーションに大部変わったところがありますので、解説をつけてあります。僅かに遅れてお手許に届くと思いますので解説とレギュレーションを合わせて良くご検討いただきたいと思います。

ではどうぞ良い年をお迎えください。

# 国際ASME学生ソーラーボートレガッタ参加記

金沢工業大学 機械工学科

増山 豊

## 1 概要

世界で初めての学生のための国際ソーラーボートレースが、米国機械学会(ASME)主催、米国電気学会(IEEE)の共催のもとに、8月18日から21日にわたってアメリカのウイスコンシン州で開かれた。この大会はASMEのソーラーエネルギー部門が学生のために企画したもので、これまでの我が国のソーラーボート大会に学生を引率して何回か参加している、アメリカのマーケット大学(ミルウォーキー)のリード教授がキーパーソンとなっている。またバッテリーメーカーのジョンソンコントロールズ社がスポンサーとなっており、支給されるバッテリーはもとより、大会中のパーティーその他に資金援助している。なお、学生の大会のためかパーティーはアルコール無し。念のため(現地では21歳までが飲酒できないことになっている)。実際に大会を運営しているのはGeorge Ettenheimという人で、1987年のSuraycerを初めとしてこれまでに多くのソーラーカーの大会の運営に関わったりしているとのこと、ご存じの方もあられるかもしれない。

大会はミルウォーキーから西へ約30kmのところにある、ビュウオーキー湖と呼ばれる8km x 2km程の細長い小さな湖で行われた。ここのビュウオーキーヨットクラブのクラブハウスと棧橋を使用させてもらうとともに、このクラブのメンバーがボランティアで運営を手伝ってくれた。クラブハウスといってもメンバーで運営されているもので決して豪華ではないが、十分な広さと必要な設備はすべて整っており快適に過ごさせてもらった。

## 2 大会内容

大会にエントリーしていたのは14校であったが4校の製作が間に合わず、結局10校11チーム(アメリカ8、日本2、プエルトリコ1)の参加であった。日本からは神戸商船大学と金沢工業大学の2チームが参加した。後ろに大会事務局から発行しているニュースレターのNo.12(大会終了後)の1頁目と、大会公式結果を添付する。結果記録のスプリントにある11チームがその一覧である。

本大会のルールは我が国のソーラーボートレースのルールをベースとしており、艇体の大きさの制限や、太陽電池出力の制限(1人乗りの場合480w)など多くの点で共通している。しかしながら次のような3つの点で大きく異っていた。

- 1 バッテリー容量が耐久で2倍、スプリントで3倍ある。
- 2 スプリント(200m)と、耐久(2時間)はそれぞれ独立した競技。
- 3 乗員重量の下限が70kg。

これらをもう少し詳しく見てみると次のようである。

まず第1点について、耐久では1kwh分のバッテリーを供給されるが、このレースは2時間なので日本の場合とあまり変わらない。しかしながらスプリントは1.5kwh分のバッテリーとなり、しかもこれが2組(予選と決勝用に)支給されるので、この大電流をどうやって使うかという問題になる。基本的にスプリントはソーラーボートというよりも、エレクトリックボートレースの趣となっている。この大会には別にエレクトリックボートのクラスがあり、それにソーラーボートのスプリントが吸収された形である。なおこのレースの時はソーラーセルをはずしてよいことになっている。

この規格の大きな違いは第2点と深く関わっている。即ち、我が国のレースのようにスプリントと耐久をあわせて総合成績とすることはせず、それぞれ独立のレースとして優勝艇を選ぶのである。要するにまったく別種のレースと考えているわけで、言い替えばこの2つのレースを同じ艇体で参加する必要はなく(もちろん参加してよいが)、それぞれに特化した艇体を持ち込む方が有利といえる。(ただしエントリーは当然ながら2艇分必要。) 実は我々も途中でこのことに気づき、追加艇をエントリーしたが製作が間に合わず、結局同じ艇体で両方のレースに参加せざるを得なかった。

第3点はアメリカ人の発想かなと思うが、70kgより軽い乗艇者の場合は70kgになるまでの砂袋を積むことになる。このルールによりむりやり軽い人を捜してくることはなくなったが、大きなバッテリー(スプリント用で40kg)と相まって、全体としてかなり重くなってしまふことに注意する必要がある。

## 3 レース結果

スプリントと耐久の結果は添付資料のとおりである。Qualifyingというのは旋回性能試験をかねた余興レースの結果である。幸いにして我々の「ゴールデンイーグル」がスプリント、耐久の両方で優勝することができた。しかしながらスプリントの2位のアーカンソー大学とは0.5秒差という接戦であった。この艇はアルミ製の市販の釣り用ボートに巨大なモーターを搭載したもので、エレクトリックボートとしてエントリーしたものである。これがガオーと走っていく横を、ひ弱そうな(?)ゴールデンイーグルが走っていくさまは、まさにB29と零戦の対決のようであった。この艇は耐久にも出場していたが、最初その巨大なモーターで200mほど飛び出した後、やおらミンコタの船外機をとりだしてトコトコ走り出したときは見物人の喝采を浴びていた。

会場の湖は水草が多く、専用の藻刈り船が3艇常時運行しているような状態で、プロペラ喫水の深い艇は非常に苦勞していた。今回水中翼を使用した艇はなかったが、水中翼仕様の深いプロペラ喫水にしていた神戸商船大はかなり影響を受け、耐久では1周(約2km)するごとに支援艇のところで停止して、泳ぎの達人(国体選手とのこと)が飛び込んで藻をとっていた。そのかいあって3位入賞。耐久2位はプエルトリコ大学で、

市販の組立式のファルトボートにミンコタを2機とりつけたもので、プロペラがすぐに見えるところにあり、藻がかかったら随時チルトアップして掃除できるような構造のすぐれものであった。

アメリカでのソーラーボート大会はこれが初めてであり（'92と'93のシアトルでのバッテリーを使わない純粋なソーラーボートレースを除くと）、ミンコタ船外機をそのまま使っていた例が多かった。モータを独自の回路で制御しているものもいくつかあったが、まだこれからといったところであろうか。しかしながら、アメリカの学生の発想の豊さをミシガン大学の艇にかいま見た気がする。この艇はプロペラが1つであるにもかかわらず、舵がないのである。どうやって操縦するかはご想像におまかせするが、これでスプリント3位に入賞している。

#### 4 今後の方向

この大会は「Solar Splash」という名前で、学生のための大会として毎年開催していくとのことである。初年度はASMEの学生部門という雰囲気であったが、来年度以降はこのような条件を付けないで、すでにアメリカ、カナダの1000近くの大学にアナウンスしているとのことである。また、今年の浜名湖大会に参加したマーケット大学のリード教授がレセプションで紹介し、いくつかの大学が強い興味を示したとのことである。

来年の予定は、6月中旬から下旬にかけてミルウオーキーか、その近くで開催したいとのことであるが、7月の可能性もある。実はエントリーの締め切りが10月8日となっており（添付資料1頁目参照）、この号がみなさんのお手元に届く頃にはすでに締め切られていると思うが、締め切りまでのエントリー数が少ないか、あるいはこれまでの実績が良好なチームが申し込んだ場合は可能性があるかもしれないので、筆者あるいは添付資料1頁目の最下段のHeadquartersへ直接お問い合わせ下さい。

なお、今年度はシステムの電圧が24VDCに制限されていたが、来年度より120VDCまでの制限に変更されそうである。これは高電圧にすることによって、モータやコントローラ重量を軽くして性能アップを図るとともに、ソーラーカーの技術と装置を持った学生の参加を促そうという意図からのようである。これについては、我が国の大会でこれまで38VDCに制限してきた経緯をハマ零の山脇さんからお伺いし、Solar Splashの事務局へその内容を伝えるとともに、安全性の面から同意できないと連絡をした。しかしながら事務局では、Solar Splashは今後も淡水湖で行うつもりなので、海水ほどの危険性はないと考えているようで、上記の制限で行いたいようである。

以上、簡単にまとめてみましたが、お問い合わせなどありましたら下記住所の筆者までご連絡下さい。

〒921 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 金沢工業大学機械工学科  
TEL: 0762-48-1100 (ext.2261) FAX: 0762-94-6704

## News of the SOLAR SPLASH<sup>®</sup>

A Solar/Electric Boat Regatta Sponsored by Johnson Controls and ASME  
August 18-21, 1994  
Pewaukee Lake, Wisconsin

Number 12 - Sept. 1994

For a Cleaner Environment

### A Look Back

It is hard to believe that we were all together only three weeks ago at the Pewaukee Yacht Club. As I look back, some memories stand out:

- Teruo Matsumoto of Kobe switching from the crawl stroke to the butterfly for the sprint to the finish in the swim test.
- The Mixer at Johnson Controls with VP Steve Bomba keeping us laughing. Great magic acts from Puerto Rico and Kobe.
- The "oo's" and "ah's" when everyone saw the trophies for the first time. A total of 27 were presented over the four days of the Event.
- The inner city kids on their field trip to the SPLASH, and their fascination with everything.
- The Chris Craft - rides and water ski lessons.
- How well everyone adjusted to switching the Sprints to Saturday when the clouds rolled in. The 0.1 second difference between Marquette and Michigan in the semi-finals. Arkansas getting nosed out in the finals by Kanazawa after being the fastest Qualifier and winning their heats.
- A glorious day on Sunday with almost everyone running better than when they arrived. Nothing like testing and some shared technology.
- State Senator Peg Farrow presenting the Wisconsin State Flag to Kanazawa in recognition of their accomplishments and contributions.
- The way everyone seemed to have a good time and not let the competitive aspects spoil a wonderful experience at an exceptional location.

I am told there are many great pictures but nothing beats being there. Thanks to all of you!

### Bigger "SPLASH" in '95

Johnson Controls says:  
"Let's do it again"

*If you want to participate in SOLAR SPLASH '95, please fill out the enclosed entry form immediately and send it to Headquarters here in Flagstaff. Make checks payable to ASME - Solar Splash.*

*Deadline is October 8th.*

As we have indicated in issues #10 and #11, interest in next year has been exceptionally good. So good that we must find more space. Here are the details we can pass on now:

- The Event will be in Southeastern Wisconsin, most likely in Madison or Milwaukee.
- The date will depend on the site and availability but we expect it will be in the period between **June 14 and June 26**. Remember, that is **only 9 months away**.
- We do not expect many rule changes. The only one of consequence will be to keep the battery voltage limited to 24 VDC but allow this source voltage to be "boosted", probably not to exceed 120 volts, to allow advances in motor controller design and in the motors.

This has proven to be an excellent Senior Design project or just a great learning experience. Most boats were built on budgets of under \$5,000. A production kayak with modified trolling motors took second in the Solar Endurance Event and a retrofitted aluminum canoe won the Electric Endurance.

Next edition will focus on "Getting Started".

#### Remember the Hotline:

George Ettenheim  
Phone (602) 774-8474 Fax (602) 773-0230

#### SOLAR SPLASH Headquarters

2101 N. 4th Street, Suite 200  
Flagstaff, AZ 86004 U.S.A.

## Final Results by Event

### Sprints (200 meters)

	<u>Time for last race</u>
1. Kanazawa Institute of Technology	23.50 seconds
2. University of Arkansas at Little Rock	24.03
3. University of Michigan	33.03
4. McNeese State University	40.00
5. Marquette University, Boat #3	33.12
6. University of Puerto Rico	38.27
7. Kobe University	1:40.23
8. Grand Valley State University	2:52.61
9. University of South Carolina	1:31.34
10. Western New England College	1:47.43
11. Marquette University, #1	1:41.81

Kobe's best time was 1:00.06 in a preliminary heat

Grand Valley's best time was 1:11.78 in a preliminary heat

The final standings are based on how far each team progressed in the head-to-head early rounds and not their best time.

### Endurance (2 hours duration)

	<u>Distance Completed</u>
1. Kanazawa Institute of Technology	16.2 miles
2. University of Puerto Rico	13.2
3. Kobe University	12.6
4. Grand Valley State University	11.7
5. Western New England College	9.2 ( <i>1st Place Electric</i> )
6. Marquette University Boat #3	7.9

### Consolation

7. McNeese State University	8.1
8. University of South Carolina	7.1 ( <i>1st Place Tandem</i> )
9. University of Arkansas	1.3 ( <i>2nd Place Electric</i> )
10. Marquette University Boat #1	0.2 ( <i>2nd Place Tandem</i> )

### Qualifying

1. University of Arkansas	52.94 seconds
2. Kanazawa Institute of Technology	1:15.15
3. University of Puerto Rico	1:35.06
4. McNeese State University	1:39.46

柳原 序

1 はじめに

どうして人力の小さなパワーで船が浮き上がって走るのだろう、と不思議に思う方が多いようです。実は、私もアメリカの人力水中翼船「フライングフィッシュ」が安定して翼走する姿をビデオで見た時は驚いたものでした。

水の密度は空気の800倍もあります。従って水の抵抗が800倍になって、人のパワーでは克服できそうにないと誰しも考えます。ところが、水の密度が800倍だと、揚力も800倍になるので、それだけ翼を小さくする事ができるのです。

何のことはない、800分の1面積を持つ翼をつければ、飛行機と同じように水の中を飛ぶ事が出来るのです。

2 排水量型と水中翼船の違い

排水量型の船は自分の重さを浮力によって支えます。丁度、飛行船が空に浮かぶのと同じ原理です（滑走艇の場合は少し様子が違うのでここでは考えないことにしました）。ただし、浮力を得るためにどっぷりと船体を水に浸さなければなりません。これが摩擦抵抗や造波抵抗の元となり、スピードを上げようとすると、ほぼその3乗に比例して、急速に必要な馬力が増大します。

それに対して水中翼船は、水中翼が前方から向かって来る水の流れを下向きに曲げ、その反力として揚力を得て、それで自重を支えています。これは船に前進速度がないと出来ないことで、丁度、飛行機が速度を上げて離陸していくのと同じ原理となります。

船の前進速度を速くすると、その分、同じ重量を支える翼は小さなもので済むようになります。例えばスピードが2倍になると、翼面積は僅か4分の1で済みます。高速になる程、水に浸っている部分が小さくて良いのですから、とても高速向きの船ということが出来ます。

但し、翼走に移るまでの低速域では船体の抵抗と水中翼の抵抗が重なって、排水量型より遅かに抵抗が大きく、翼走に移るには、その大きな抵抗の山を越えなければなりません。低速で十分な揚力を得ようとして大きな面積の水中翼を付けると、高速になってからは翼面積が大き過ぎて、その為の抵抗増加でスピードが伸びないという悩みがあります。

また、浮き過ぎると翼が空中に飛び出して揚力を失いますし、沈み過ぎると船体が水に浸って翼走前の姿に戻るといことで、浮き上がりの高さを一定にして翼走する必要があります。それは飛行機が超低空を一定高度で飛び続けるのと同じで、なかなか難しいことです。高度を保つ他にも、ピッチングやローリングに対する安定を持たせなければならない訳ですが、有り難いことに、飛行機と違って水面を撫でて浮き上がりの高さを探りながら走る事が出来るので、多くのソーラボートや人力ボートが上手に翼走しています。

今回は、水中翼船が翼走した状態で自重を支える事が出来るかどうか、また、その時の抵抗がどの位で、どんな馬力が必要かというあたりをお話しましょう。

3 船に働く4つの力

ある一定の速度で走る船には図1に示す様な4つの力が働き、揚力Lと総重量Wそして、推力Tと抗力Dそれぞれ釣り合っています。図1は実際に働く力を整理して簡単にしたのですが、実際には図2の様に色々な力が働いています。

この中のL<sub>1</sub>とD<sub>1</sub>をどうやって知るかについてお話ししましょう。

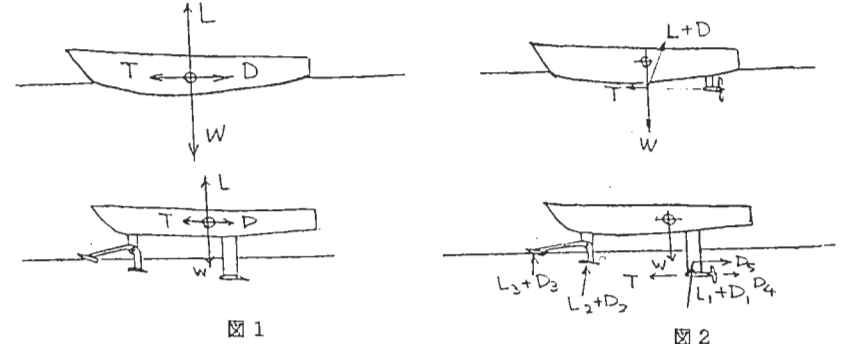


図1

図2

4 揚力 L

Lは下の式で計算することが出来ます。

$$L = (\rho/2) \cdot v^2 \cdot S \cdot C_L$$

ここに、 $\rho$ は水の密度で102 Kgf・s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup> 従って水中翼の計算をする時は $\rho/2=51$ と覚えて頂くとう簡単です。

V はボートの速度(m/s)

S は翼の面積(m<sup>2</sup>)

C<sub>L</sub> は揚力係数

例えば翼幅1m平均翼弦長20cmの翼が5m/sで前進している時、C<sub>L</sub>が0.4になるように迎え角を取っていたとすると翼面積は1×0.2=0.2m<sup>2</sup>なので

$$L = 51 \times 5^2 \times 0.2 \times 0.4 = 102 \text{ Kgf} \text{ というわけです。}$$

もし、その翼が分担しなければならぬ重量が150Kgfであるとするとまだ浮けません。6.2m/sまでスピードを上げると揚力が157Kgfになって十分浮くことが出来ます。スピードを上げずに浮きたいならば翼面積を0.294 m<sup>2</sup>まで増すか、迎角を大きくしてC<sub>L</sub>を増やさねばなりません。

5 抵抗 D

Dは次の式で計算することが出来ます。

$$D = (\rho/2) \cdot V^2 \cdot S \cdot C_D \quad C_D: \text{抵抗係数}$$

揚力Lの計算と違うのはC<sub>L</sub>がC<sub>D</sub>となるだけです。

この式のC<sub>D</sub>は翼がどの位細長いかで値が変わります。この翼の平面形の細長さを表す数値を、縦横比(アスペクトレシオ)と言い、翼幅(スパン)を平均翼弦長で割ります。例えば、翼幅

1.2m、平均翼弦長 0.2m とすると、 $1.2/0.2=6$  と計算されます。

翼の平面形が楕円のように平均翼弦が求めにくい場合には、まず翼面積を計算して、次のようにして計算します。

$$\text{縦横比} = b^2/S$$

同じ翼面積で、翼幅 2m、平均翼弦 0.12m の翼を考えると、縦横比は 16.7 となります。この場合は前より翼の抵抗が減って性能が良くなりますが、荷重で翼が曲がったり、捻れたり、また折れてしまうかも知れません。だから、縦横比は性能だけでなく翼の強度や剛性と相談しながらでないといけません。

縦横比と翼の抵抗係数の関係は少し面倒なので付録に載せました。また、図3の様に翼端と翼の最大翼弦長(中央)の比を1対2の直線テーパ翼は、作り易く強度上も合理的で性能も良いので翼の平面形の定版になっています。

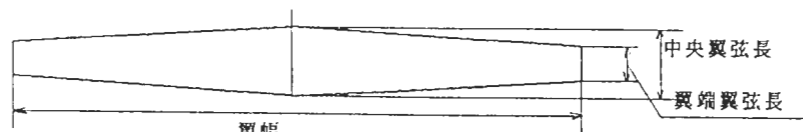


図3

## 6 翼走

前項までで揚力と抵抗の計算が出来るようになりました。次は翼走に移れる揚力が十分かどうか、また、狙った速力を出すのにどれ程のパワーが必要かを調べて見ましょう。

図2によれば、高さセンサーの揚力(L<sub>3</sub>)前翼の揚力(L<sub>2</sub>)それに主翼の揚力(L<sub>1</sub>)の3つがありました。この3つを合わせた力が船の総重量と釣り合った時に定常的な翼走が出来るわけです。ここで、荒っぽい仮定ですが、 $L_2=L_1/10$ 、 $L_3=L_2/10$  として見ましょう。この値は大ざっぱですが、ほぼこの辺が狙い所でしょう。

そうすると、全揚力 $L=1.11 \times L_1$  となり、主翼の揚力がほぼ総重量の9割に達すれば良いことになります。下のような要目の水中翼船の検討をしてみます。

迎角	1.0°
b (スパン)	1.2 m
C <sub>m</sub> (平均翼弦長)	0.2 m
縦横比	6
翼型	S3010
v (計画速力)	5 m/s
レイノルズ数 (付録参照の事)	$8.8 \times 10^5$
BHP (モータ または人の馬力)	1.0馬力
EHP (有効馬力)	0.6馬力
W (総重量)	100Kgf

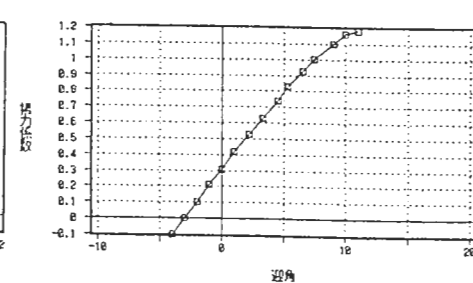
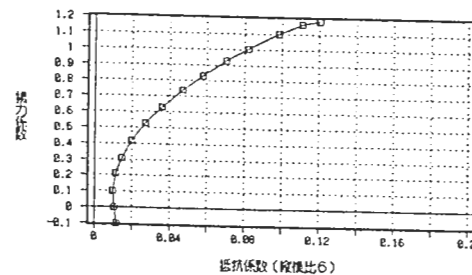


図4

これから揚力を計算すると

$$L=L_1 \times 1.11 = (\rho/2) \cdot v^2 \cdot S \cdot C_L \cdot 1.11 = 51 \cdot 5^2 \cdot 0.24 \cdot 0.4 \cdot 1.11 = 136 \text{ Kgf}$$

ここでは、揚力が総重量より大きくなり過ぎました。速力を4.28m/sに落とすと揚力は99.6 Kgf となりほぼ等しくなります。また、迎角を 0° にすると C<sub>L</sub> が0.30まで下がり、Lは 102 Kgf となって、大体総重量と釣り合います。

では、迎角を0° にして 5m/s で走行した時の抵抗はどうなるでしょう。図4によりますと C<sub>D</sub>=0.0144 となり、主翼の抵抗 D<sub>1</sub> は

$$D_1 = 51 \cdot 5^2 \cdot 0.24 \cdot 0.0144 = 4.41 \text{ Kgf となります。}$$

その他に色々な抵抗があるのでそれを加算しなければなりません。それらの推算をしてみます。前翼の抵抗は、主翼抵抗の15%と見積もりました。また、センサーの抵抗も、前翼抵抗の15%としました。

$$D_2 \text{ (前翼の抵抗)} = 0.15 \cdot D_1 = 0.662 \text{ Kgf}$$

$$D_3 \text{ (センサーの抵抗)} = 0.15 \cdot D_2 = 0.099 \text{ Kgf}$$

$$D_4 \text{ (プロペラのドライブギヤーケースの抵抗)}$$

正面形が直径 5cm の円形とすると、正面投影面積は 0.001962 m<sup>2</sup>  
抵抗係数 C<sub>D4</sub>=0.15として

$$D_4 = 51 \cdot 5^2 \cdot 0.001962 \cdot 0.15 = 0.375 \text{ Kgf}$$

$$D_5 \text{ (主翼のストラットの抵抗)}$$

$$\text{幅(前後寸法) 8cm 没水深さ 20cm として側面積は 0.016 m}^2$$

抵抗係数 C<sub>D5</sub>=0.025 とすると

$$D_5 = 51 \cdot 5^2 \cdot 0.016 \cdot 0.025 = 0.510 \text{ Kgf}$$

合計すると

$$D = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_5 = 6.06 \text{ Kgf}$$

有効馬力 EHPは

$$EHP = D \cdot v / 75 = 6.06 \cdot 5.0 / 75 = 0.404 \text{ PS}$$

予定した有効馬力は0.6 PS でしたからまだ余裕があります。

速力を  $\sqrt[3]{0.6/0.404} = 1.141$  倍まで上げて再び計算してみます。

$$v = 5 \text{ m/s} \times 1.141 = 5.71 \text{ m/s}$$

速度の増加で揚力は当然余るので  $C_L$  を下げることにします。

$C_L$  を  $1/1.141^2 = 1/1.302$  になる  $C_L$ 、即ち、 $C_L = 0.3 \cdot (1/1.302) = 0.230$  になる迎角を見ると  $-0.8^\circ$  になります。図4のカーブを見ると  $C_D$  は  $0.012$  になります。

揚力は  $L = 1.11 \cdot L_1 = 1.11 \cdot 51 \cdot 5.71^2 \cdot 0.24 \cdot 0.230 = 102 \text{ Kgf}$  となり総重量と揚力がほぼ合いました。

抵抗は

$$D_1 = 51 \cdot 5.71^2 \cdot 0.24 \cdot 0.012 = 4.789 \text{ Kgf}$$

$$D_2 = 0.15 \cdot 4.789 = 0.718$$

$$D_3 = 0.15 \cdot 0.718 = 0.108$$

$$D_4 = 51 \cdot 5.71^2 \cdot 0.001962 \cdot 0.15 = 0.489$$

$$D_5 = 51 \cdot 5.71^2 \cdot 0.016 \cdot 0.025 = 0.665$$

$$D = 6.769 \text{ Kgf} \quad \text{EHP} = D \cdot V / 75 = 6.769 \cdot 5.71 / 75 = 0.515 \text{ PS}$$

まだ少し有効馬力に余裕がありました。でも、大体、揚力と総重量、抵抗と推力そして馬力の釣合が取れました。つまり、この姿勢、速力で走り続けることが出来るということです。

速力を変えていくつかの釣合姿勢を求めると、離水から段々に速力を上げた場合の様子が理解でき、そして、最高速力を増加させようとする馬力を上げたり各部の抵抗を減らす工夫が必要だと言う事が分かります。

特に、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ってきます。ただし、これは水中翼船が離水出来るかと言う問題と絡んできます。この点については次の機会に説明しましょう。

## 付録

### 1 レイノルズ数について

翼型の特性カーブを調べると、レイノルズ数と言う言葉が必ず出てきます。同じ空気や水の中で使われても、大きな翼では、粘性の影響の割合が小さく、小さな翼では影響が大きくなります。この影響の度合いを見るのがレイノルズ数なのです。同じ翼型でもレイノルズ数が変われば性能に違いが出るのです。例えば、図A1の翼型の特性カーブを見るとレイノルズ数が150,000を超えたあたりから揚力と抵抗の比が小さくなり、翼型の性能が急激に悪くなる様子が見られます。

レイノルズ数は  $Re = C \cdot V / \nu$  で計算されます。Cは翼弦長、Vは速度、 $\nu$ は動粘性係数と呼ばれ、水の場合  $1.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  ( $15^\circ\text{C}$ の場合) となります。

### 2 縦横比と翼の抵抗係数について

翼型の特性カーブは二次元翼（縦横比が無量大）のもので、実際の三次元翼では誘導抵抗の分を抵抗係数に加える必要があります。誘導抵抗とは、翼によって流れが下向きに曲げられ、それに伴って流れに垂直な揚力の向きが後ろ側に倒れ、揚力の前後方向の力の成分が抵抗として現れるもので、翼の抵抗係数は次式の様になります。

$$C_D = C_{D0} + C_L^2 / \pi \cdot e \cdot A$$

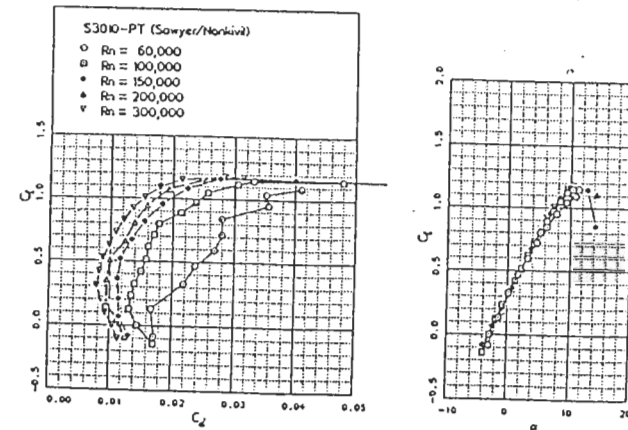
$C_{D0}$  : 翼の有害抵抗係数

$C_L$  : 揚力係数

e : 飛行機効率（楕円翼で1.0、普通は0.8位）

A : 縦横比

$\pi$  : 円周率



図A1 翼型S3010の特性

本文の図4のカーブは図A1を元に、この式で抵抗係数を計算したものです。

### 3 参考図書について

水中翼船の原理は飛行機と同じなので航空機関係の専門書が参考になります。一般的に内容が難しい物が多いのですが、(社)日本航空整備協会が割と易しい航空機関係の出版物を色々出しています。

翼型の資料に関しては次の様なものが出版されています。

- (1) 翼型、長谷川 克、植本 多寿善 共著、1985/10 電波実験社
- (2) 翼型学、西山 哲男、1992/1、日刊工業新聞社

# 最近のHPVのニュース

IHPVAエディター

片岡 登志夫

## 1. ランド・ビークル

### ○ 世界新記録

1992年 9月22日 クリス フーバーさんは フルフェアリングでリカンベントの2輪のHPVで 時速68.73マイルの世界記録を樹立しました。(図1) チーターと呼ばれるこの車体は カーボンファイバーで作られており、挑戦は標高2280mのコロラド州のサンルイス バレーの平坦路で行われました。プロの自転車選手の彼は 4Kmの距離を助走し チーターを加速させました。『電信柱が速く動いていたので、高速道路にいるようでした。』『速度計に目を移すと、69マイルを指していたので、新記録を確信しました。』

チーターは カリフォルニア州立大学バークレー校の3人の卒業生によって製作されました。彼らは大学で2輪のHPVを製作しました、そして卒業後も ずっと世界記録を破るHPVを作りたいと思っていました。当時の世界記録は 元オリンピック選手のフレディ マーカムさんが イージーレーサー社製のゴールドラッシュに乗って1986年に記録した 時速65.48マイルでした。(図2) この記録を破るために彼らはライターの姿勢を改良しました。一般型の自転車に乗って 最大の出力を出せる姿勢を そのまま後方に回転させたのです。(図1) これによって ペダルクランク シャフト位置を 前車輪の上部で しかも車体の前部にすることができました。車体を前方から見て 両足の面積と上半身の面積を一致するので 車体の前面面積は 過去の彼らの車体にくらべて 15%減少されました。また 上方から見て 両足の稼働範囲、上半身、後輪の位置等がバランスよく配置されました。そして すべてを覆うフェアリングの全長、全高、容積を最小にできました。それにより 表面積の減少による摩擦抵抗の軽減と重量の軽減ができました。さらに フェアリングの断面形、翼型はイリノイ大学のセリーグ助教がチーター用に特製の層流翼型を計算してくれました。都合 空気力学的効率を30%改善し 世界記録を樹立することができました。彼らの次の目標はチーターをさらに改良して 時速74.2マイル(マッハ 0.1)を越えることです。

### ○ リカンベント

IHPVAによって 毎年選手権大会が開かれ、フルフェアリングのHPVの開発が促進されました。当初は普通の自転車にフェアリングをかぶせたHPVが多く見られましたが、しだいに うつぶせ(ブローン)または仰向き(スパイン)姿勢の2輪、3輪のHPVが増えて 主流となりました。そのふたつの姿勢は 80年代はじめごろには リカンベント(横たわり)と呼ばれる様になりました。その後 うつぶせ姿勢のHPVが少なくなにつれて リカンベントは 仰向き姿勢自身やその姿勢のHPVを指すようになりました。(図3)

80年代始めごろ 日常の足として HPVを用いる動きが起きました。大型のフルフェアリングを用いなくとも ライダーに仰向き姿勢をとらすだけで 空気抵抗を普通型の自転車よりも15~20%減少できるので 楽に速く走ることができるからです。HPVファンは自作の2輪、3輪のリカンベントで町に出て行きました。しだいにその数は増えて行きました。

もっとも このようなリカンベントは 1897年ごろから 自転車史にときどき登場しています。ちなみに 現代の自転車の原型と呼ばれる ローバー セーフティーは1886年に登場しました。リカンベントは空気抵抗の小ささで 1930年代に数々の速度記録を樹立しました、しかし 国際自転車連盟はこれを「ごまかし」として 記録を公認しませんでした。そして リカンベントの連盟主催のレースへの参加を拒否しました。この規定は現在でも なんと有効です。

リカンベントが 万一自動車と衝突した場合にはライダーは地面に近い位置にいるので比較的安全で 倒れても大事に至りにくく、また足が先に位置するので頭部の損傷を少なくできます。これらのメリットがあるので これを市販する小企業が現れてきました。アメリカでは 1980年に5社、1987年に19社、1991年に29社、ヨーロッパでは1991年に3社、1994年に15社と次第に増大しています。

はじめは 奇異に見られていましたが 視界、安全性や空力性能のよさが しだいに市場に認められ 需要も増加してきました。アメリカの自転車雑誌では新年の新車情報コーナーにリカンベントの欄が新設されました。ヨーロッパのあるリカンベント業者は 全ヨーロッパの自転車の10%がリカンベントに変わると予測しています。マウンテンバイクが80年代に急成長したように リカンベントもそうならないとは限りません。

日本でも 昨年 リカンベント メーカーが現れました、今年からは アメリカのリカンベントの代理店も始まりました。日本も 少しずつ変わり始めました。



## ○ レールビークル

今年のヨーロッパHPV選手権の主催者、フューチャーバイク（スイスHPVクラブ）は選手権で従来のHPVのスピードやロードレースだけでなく、人力で鉄道線路を走る乗物、レールビークルをはじめて種目に加えると発表しました。レーシング車と実用車のふたつのカテゴリーが設けられます。コースはセンセバレー鉄道の3.5Kmの線路を使って行われ、そのうち2.5Kmは全くの平たん路です。線路の幅は1435mmのヨーロッパ標準ゲージです。

道路上を走るHPVに較べて、レールビークルはいくつかの利点を持っています。ひとつは、転がり抵抗が少ないこと。ふたつめは、操縦を気付かうこと無しにペダリングに集中できること。ですから足だけでなく、手からも駆動力を取り出すことも考えられます。ただし、車体の幅が1.4mにもなるので、表面積が増し、空気抵抗は増えてしまいます。（図4）でも、マルチライダーにすれば、さほど問題にならないと思われれます。4人乗り、GMサンレーサー型や100人乗り、新幹線のぞみ型などは楽しそうです。トンネル内や地下鉄内でおこなえば、風の影響を避けられるでしょう。レースは、8月末に行われたそうなので、結果が気になります。日本でも北海道の廃線を利用すれば、レースが出来そうです。

自転車工房のアマングスポーツはJR東日本の依頼で、昨年保線作業用のサイクルトロッコを試作しました。（図5）全幅 1140mm 全高 800mm レール幅 1060mm 重量 18.5kg

## 2. ウォーカービークル

### ○ デュボン賞レース

1989年、デュボン社は一人乗りの人力の船で20ノットを初めて越えた者に2万5千ドルの賞金を与えると発表しました。ただし、1992年末までに20ノットをだれも越えられない場合、その時点で最も速い船に賞金が送られると決められました。当時、最も速かったのは、アレック・ブルックスさんとアラン・アボットさんが製作した水中翼船「フライングフィッシュ」の12.5ノットで、賞獲得の最有力候補と見られていました。しかし、強力なライバルが登場しました、人力飛行機の世界記録を持つ、マサチューセッツ工科大学（MIT）のグループです。

1989年9月17日、フライングフィッシュ2が16.23ノットを出しましたが、風が強くなり非公認となってしまいました。

1991年10月27日、MITのマーク・ドレラ教授は自分で設計した、人力水中翼船「デキャビテーター」で100mを10.506秒で走り、時速18.502ノットの世界記録を出しました。（図6）また同日、グバ・ニューマンさんは100mを17.036秒で走り、時速11.410ノットの女性記録を樹立しました。このデキャビテーターは空中プロペラを採用したので水中には水中翼と薄い支柱しかなく、水の抵抗を激減出来ました。水中翼は複翼になっており、その上翼は最高速時に水上に跳ね上げてしまい、さらに抵抗を減らし、下翼だけで走行します。そして跳ね上げた上翼は、流線形のフェアリングのなかに収納され、空気抵抗を減らします。

1992年10月23-25日、ロサンゼルスでレースが開かれ、フライングフィッシュ20が時速18ノットを出しました。（図7）

1992年12月19-20日、デュボン賞の最後のレースがロサンゼルスで開かれました。デキャビテーターはフェアリングを急造して、レースに登場しましたが、自らの記録を更新できませんでした。それはフライングフィッシュも同様でした。12月31日、規定どおりデュボン賞は、デキャビテーターに送られました。

93年と94年のIHPS Cでは、有力な水中翼船の参加が無く、平凡な記録に終わりました。現在、MITチームはデキャビテーターの開発を休止し、リクリエーション用の人力水中翼船を開発しています。

### ○ 人力潜水艦レース

1989年6月23-25日、H. A. ベリー財団とフロリダアトランティック大学の主催で、第1回国際潜水艦レースが開かれました。これは、2人乗りの人力潜水艦による競技です。船体は密閉式の普通の潜水艦と違って、安全のために、開放式で船内に水が入る、いわゆる「ウェットサブマリン」であることと規則で決められています。そのため、2人の乗員はスキューバタンクを装着します。そして、2人のうち1人は操縦専門のパイロットで、もう1人はペダリング専門のプロペラサーである事と定められています。レースは、フロリダのウエストプラムビーチの水深15-21フィートの海中に、全長5396フィートを設けて行われました。100mの計測区間がコース途中に設けられており、最高速が計測されました。ロッキードやベントス等の企業やMITやカルポリ等の大学の19チームが参加し、海軍士官学校チームが優勝しました。最高速度は同チームの2.6ノットでした。（図8）

1991年6月には、第2回のレースが開かれました。カナダとドイツからの参加を含め、34チーム、36せきがフロリダに集まりました。

1993年 6月 第3回のレースが開催されました。カナダ、ドイツやイギリスから23せき以上の参加がありました。フロリダ アトランティック大学が4.26ノットの最高速度を記録しました。

1994年 3月 ウェストコースト インビテーション94 人力潜水艦レースがカリフォルニア州サンディエゴで開かれました。参加15せき中 4せきが5ノットの「壁」を越え フロリダ アトランティック大学が5.9ノットで優勝しました。

陸上のHPVでは出力の取り出し方法として円運動が多く用いられます。しかし潜水艇では直線運動も比較的多く使われています。それは直線運動は円運動よりも脚の運動空間が少なくて済むので 水の抵抗を小さくできるからです。またチェーンは水をかき乱して抵抗が大きいため ナイロン ロープやスチール ワイヤが動力伝達に使われています。人力潜水艦ならではのポイントです。

来年8月に サンディエゴで レースが開かれます。どこまで記録が伸びるのか楽しみです。

### ○ 大洋横断

フランス人のジェラルド グボヴィルさんは1991年 6月11日 千葉県銚子港を手こぎのボート「セクター」に乗って出港しました。何回もの台風に遭遇し 強風と大波にもまれ36回転覆しながらも 134日後 アメリカ ワシントン州 イルワコ港に到着しました。彼の疲労は到着までに極限に達し この航海で体重は15kgも減りました。セクターの全長は8m、全幅は1.6m、空重重量200kg、総重量600kgでカーボンファイバー製。彼は1980年に71日間で 手こぎボートによる大西洋単独横断に成功した経験の持ち主です。

トワイ トコリンズさんは人力ボート「タンゴ」で大西洋を横断しました。1992年 6月14日ニューファンドランドを出港し、アメリカ海軍の特殊部隊SEALSの元隊員の彼は1日に17~20時間もリカンベント姿勢でペダルをこぎ続け、7月24日イギリスブリモスに わずか41日間で到着し グボヴィルさんの記録を破りました。タンゴの全長は24フィート、全幅は4.5フィート、重量は850ポンドで アメリカズカップのヨット製作者が製造しました。(図9)

堀江謙一さんは 人力ボート「マーメイド」で 1992年10月29日 ハワイ オアフ島をコールの東経128度線をめざして出港しました。ベテラン ヨットマンは1日に6~8時間アップライト姿勢でペダリングして 当初の予定より2週間早く 107日目に1993年 2月13日 ゴールラインを越えました。マーメイドの全長は7.91m、全幅は1.76m 排水量620kgでした。(図10)

### 3、 人力航空機

#### ○ クレーマー マラソン賞、シーブレン賞

1988年 ヘンリー クレーマーさんは 英国王立航空協会に2つのクレーマー賞を提供しました。ひとつは クレーマー マラソン賞(正式にはクレーマー国際マラソン競技)です。人力飛行機で以下のコースを1時間以内に飛行した者に50000ポンドを与える。4051m離れた2つのマーカーの外側を2周し つぎに8の字で1周、さらに外側を2周しなければなりません。ふたつめは クレーマー シーブレン賞(正しくはクレーマー国際シーブレン賞)です。人力水上飛行機で以下のコースを6分以内に飛行した人に 10000ポンドが与えられます。水上から離水したのちに 805m離れて設けられた 2つのマーカーを8の字で2周しなければなりません。ふたつの賞は英国国内で行わねばなりません。

#### ○ マラソン イーグル

マラソン イーグルは ワシントン州シアトルのボーイング社の技術者のウエイン ブリスナーさんの13機目!の人力飛行機で クレーマー マラソン賞を目標にして現在製作中です。普通型の主尾翼形式で 最前部にプロペラを備えています。(図11) 全て翼の外皮は 実機ソアラール同様のハードスキン構造です。胴体後部は可動式でサイドフォースを生じさせ 旋回中のバンク角を最小にします。プロペラの翼端から発生する渦が 胴体に当たると抵抗が増えるので 引き込み脚を採用しています。いままでにない 先進的で意欲的な設計です。完成は95年になるでしょう。

#### ○ レーベン プロジェクト

カナダのバンクーバーから アメリカのシアトルまでの160kmを飛び MITのグイダロスの持つ世界記録115kmの更新を目的に活動している プロジェクトです。シアトルのボーイング社の技術者を中心に地元の大学、企業が参加しています。機体の構造はマラソン イーグルとほぼ同じです。(図12) パイロットの姿勢は完全なリカンベントで ソアラールの様です。主翼は中翼で プロペラはベルギー一組を介して パイロットの前方に位置します。引き込み脚も取り入れ 水平飛行に必要な出力は わずか150ワットと計算されています。先進的な機体は これから製作が始まります 96年はじめに完成する予定です。記録への挑戦は97年末の予定です。

「ヨリ」1号

日本大学の元講師の内藤晃さんが 個人で開発した 人力ヘリコプター (HPH) です。 理工学部 川島孝幸助教授は 構造解析を担当しました。 1984年から研究をはじめ 4機のHPHが製作されました。 1号機の アー デイフライは数秒間の浮上に成功しましたが 証拠がなく幻の記録となりました。 その後の2-4号機が失敗して開発中止になりました。 その間 アメリカのカリフォルニアのダビンチ3が公式立ち会い人の元 89年に浮上に成功してしまいました。 91年 日大を離れ 自宅でゆり子夫人の協力のもと 個人で開発が始まりました。 夫人の名を取って ユリ1号と命名された機体は 1993年12月5日に トライアスロン選手の池内紀勝さんのペダリングで はじめて浮上( 5.53秒、20~30cm) に成功しました。 1994年3月7日 公式立ち会い人の元 19.46秒、 50~60cmの飛行に成功し、 ダビンチ3の8秒、20cmの記録を破り世界記録を樹立しました。 さらに 8月25日 シアトルで開かれた アメリカ航空宇宙学会主催のHPVシンポジウムのデモ飛行で 24秒間浮上し 自らのもつ世界記録を更新しました。 現在これは日本の 唯一の航空機の世界記録です。 これは 古くは戦前の航研機、A-26、 戦後のストークが立てた世界記録に勝るとも方らぬ大記録ですが、世間の関心が低く残念です。(図13)

1994年11月30日

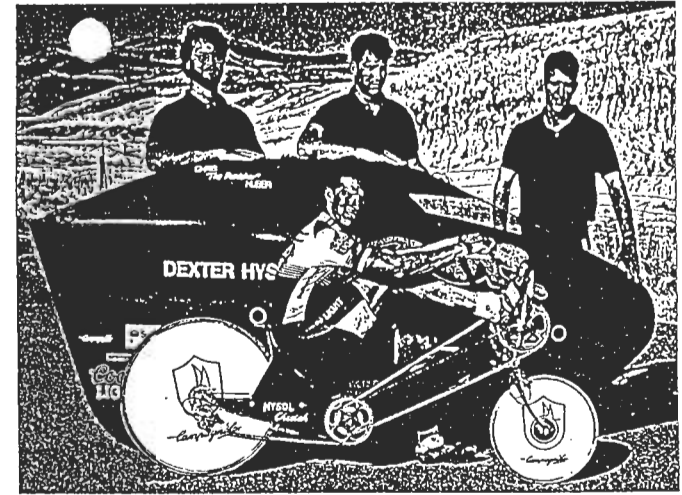


図 1



図 2

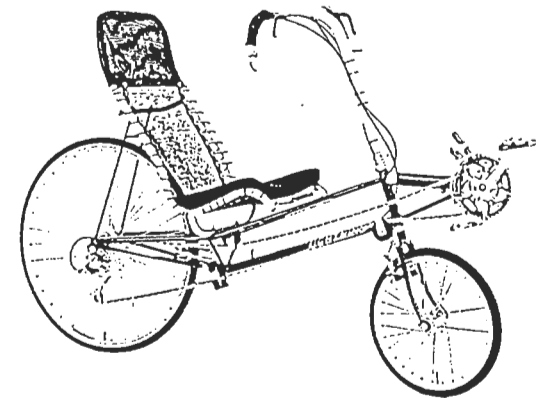


図 3

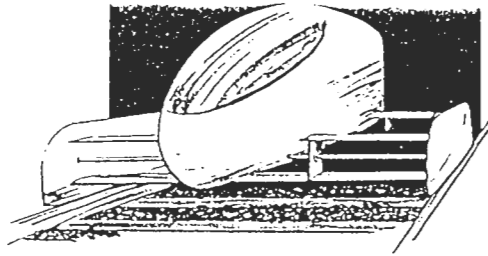


Fig 4

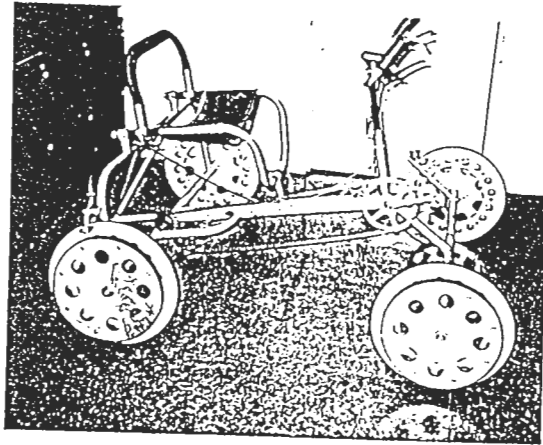


Fig 5

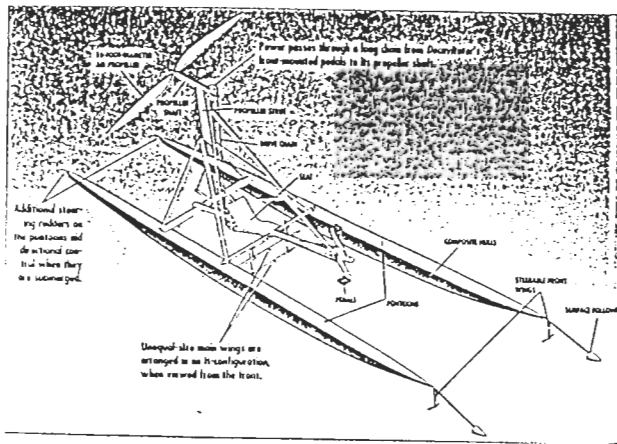


Fig 6

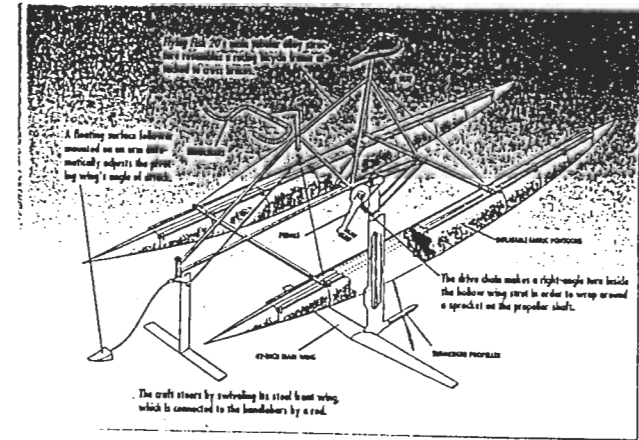


Fig 7

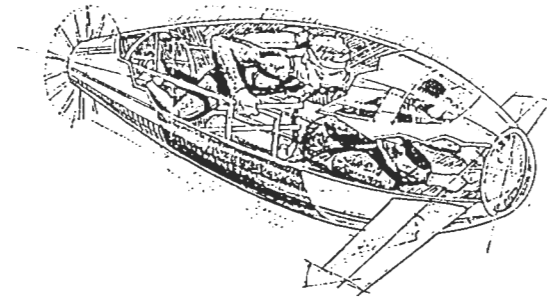


Fig 8

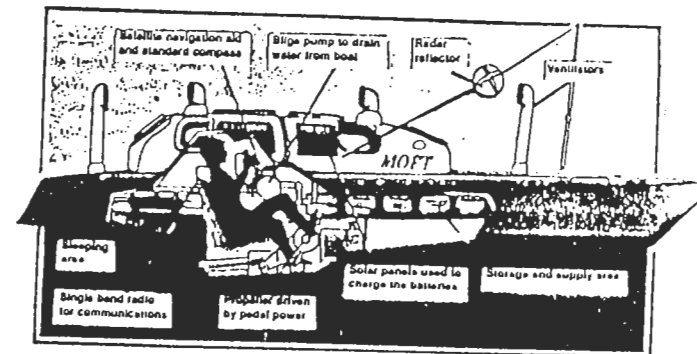
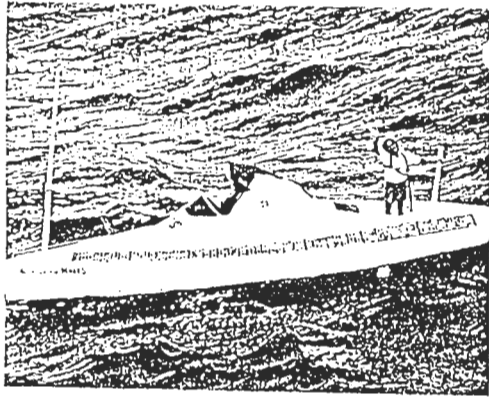
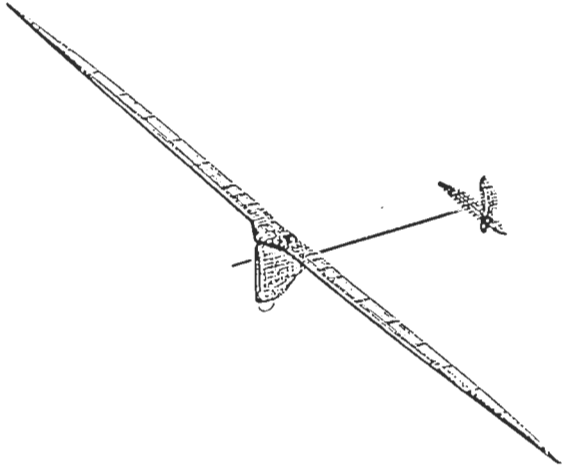
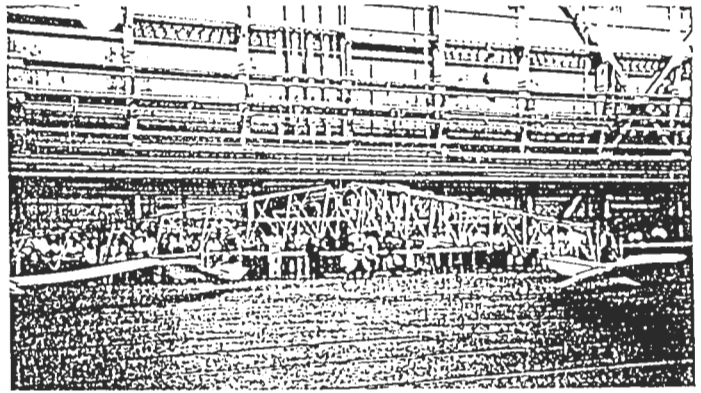


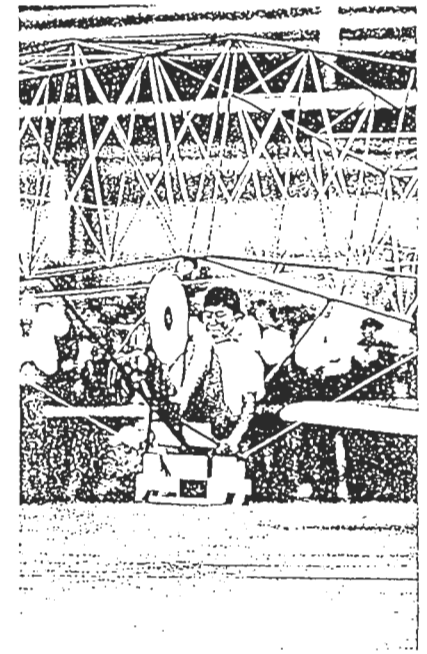
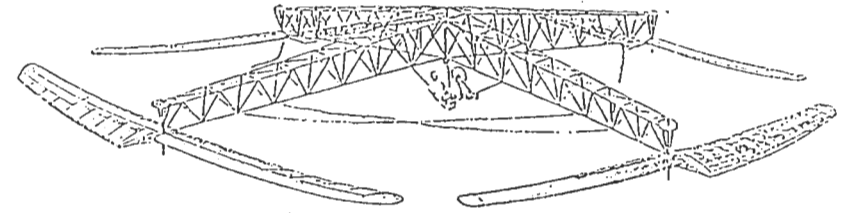
Fig 9



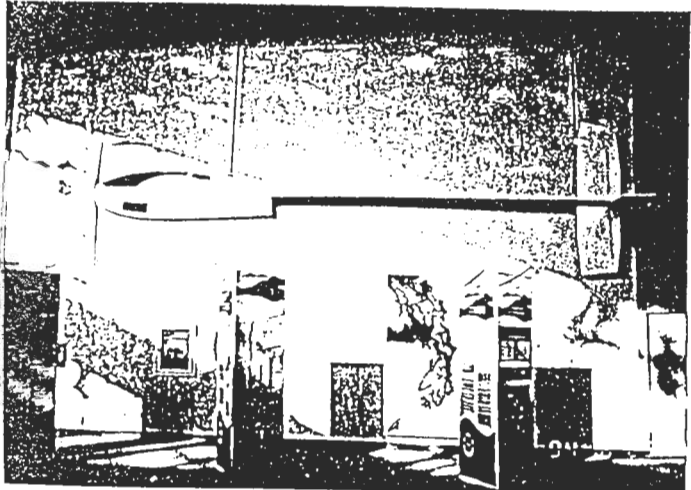
10



11



13



12



### March 1995

12: 18th annual Argus Cycle Tour, South Africa. A highly popular road-race which includes an HPV class. This race, which started out as an IHPVA event in 1978, is now dominated by traditional bikes, and the powers that be are attempting to push HPVs out of the race and the press coverage all together. Let us not allow this to happen. Bring your fast HPV and show the field of 20,000 riders what FAST really is! Contact: John Stegmann, FAX 011-27-21-644-757.

### May 1995

27-29: The 26th Annual World Championship Great Arcata to Ferndale Cross-country Kinetic Sculpture Race. This is the granddaddy of all Kinetic races—it has not only the longest name, but the longest, most challenging course of them all. In case of sun, the race will be run anyway!! Contact: Hobart Brown, (707) 725-3851, P.O. Box 916, Ferndale, CA 95536 USA

### July 1995

14-16: DaVinci Days: The 7th annual celebration of science, art, and technology, including Human Power events and two day Kinetic Sculpture Race. Corvallis, OR, USA. NOTE: KSR check-in and judging starts Friday evening, so plan to arrive early. Contacts: HPV, Paul Atwood (503) 752-6410 (h); KSR, Raan Young (503) 750-2506 (work & pager); General festival info: (503) 757-6363

### August 1995

2-12: 1995 World Submarine Invitational. "An event by submariners for submariners." To be held in the mammoth indoor freshwater basin of Offshore Model Basin in Escondido (San Diego County), CA, USA. High school, collegiate, and professional divisions. Organized through the Scripps Institution of Oceanography and sanctioned by the IHPVA and the Guinness Book of Records. Contact: Kevin Hardy, UCSD/Scripps, (619) 534-6937, FAX: -6354. E-mail: KHARDY@UCSD.EDU

### August/September 1995

26 Aug.-3 Sept.: 21st World HPV Championships, to be held in Eindhoven, The Netherlands. Visualize an entire shipping container of vehicles from North America or your continent. Start planning now, and we can make it happen! Contact: Simon Stevin, t.a.v. WKHPV, W-hoog 1.07a, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven, NETHERLANDS. Tel: 0031-40-473313, FAX: 0031-40-437175. NOTE: Simon Stevin is the name of the University hosting the event, not a contact person.

### October 1996

27: Fourth World Solar Challenge, Darwin to Adelaide, Australia. This 3100km solar car race will include a Solar Bicycle (hybrid solar/human power) event modeled after the 1994 Japanese event. Contact: Energy Promotions, 1074 Pacific Highway, Pymble NSW 2073, AUSTRALIA. Phone: 61-2-988 4255, FAX: 61-2-449-8767.

# 1994 JAPAN INTERNATIONAL BIRDMAN RALLY

第18回 鳥人間コンテスト選手権大会

## 出場者一覧



開催日 1994年7月30日(土)  
6:30~15:00

開催場所 琵琶湖東岸  
(彦根市松原水泳場)

放送日 1994年8月6日(土) 19:00~20:54  
「スーパースペシャル」

よみうりテレビ

気温 ( ) 水温 ( ) 風向 ( ) 風速 ( ) 観客数 ( )  
【人カプロペラ機部門】

フライトNo	エントリーNo	氏名	飛距離(m)	順位	MEMO
1	K85	浦晴雄	73.68		天竺心昇れ-8
2	H19	小金沢 崇 <sup>タカシ</sup>	36.73		東京大学 <sup>エフ和?</sup> F100
3	H21	鈴木 有穂 <sup>イイトシ</sup>	6.92		拓殖大学 <sup>トクシク</sup> 航空工学部 <sup>航空工学部</sup> 航空宇宙飛行部
4	I91	井上 秀司 <sup>イノウエ</sup>	45.16		東海大学 <sup>トウカイ</sup> 人カ飛行機研究会
5	K12	上田 智彦	測定不能		アエロフーズ
6	K29	西山 雅也	30.46		ドボン会
7	J66	工藤 康雄	28.96		守谷 <sup>モリゴ</sup> フライイング"オーナズ"クラブ
8	J61	渡辺 賢治			徳島大学 <sup>トクシマ</sup> 航空工学部 <sup>航空工学部</sup> 航空工学研究会
9	K08	曾脇 康成	2371.65	1	日本大学 <sup>ニッポン</sup> 理工学部 <sup>理工学部</sup> 航空工学部 <sup>航空工学部</sup> 日本バードマン08チーム
10	H99	鹿野 正広	16.54		HCI ループレイクラブ
11	H84	前島 輝生 <sup>ノエシマ</sup>	61.34		日本航空大学 <sup>ニッポン</sup> 校固定翼部 <sup>固定翼部</sup> B3
12	H42	木蓮 一仁 <sup>キヅナ</sup>	59.35		早稲田大学 <sup>ワセダ</sup> WASA
13	K35	田中 泰吾 <sup>タナカ</sup>	853.88	2	つくば <sup>つくば</sup> 鳥人間の会
14	I73	金沢 義郎 <sup>カネザキ</sup>	442.47	3	牛久市 <sup>ウツクス</sup> 原エンジンクラブ
15	I03	津田 高忠	33.50		Mr. WENS FLYING CLUB
16	K65	高橋 悦子	51.45		堺 <sup>サカイ</sup> 風華の会
17	J21	前川 英介 <sup>マエカワ</sup>	55.37		金沢工業大学 <sup>カナザ</sup> 航空部 <sup>航空部</sup> 航空部
18	J71	長谷川 伸治	22.91		TEAM FIREFLY
19	K27	山内 護 <sup>ヤマウチ</sup>	27.92		SNT <sup>サント</sup> フライイング"クラブ"
20	H71	中山 浩典 <sup>ナカヤマ</sup>	194.90		牛久市 <sup>ウツクス</sup> エアロセブシー
21	K11	野口 均	14.63		苗浜 <sup>ナノハマ</sup> モリハウス
22	I29	朝倉 光輝 <sup>アスカ</sup>	82.72		ジャコ、鳥の会
23	H34	築 秀太郎 <sup>ツキ</sup>	310.24		筑波大学 <sup>ツキバ</sup> バードチーム SHOOTING STARS
24	H01	加藤 知弘	65.68		イーアイ アドベンチャークラブ
25	K87	牛山 仁	44.84		フライング"ペンギン"チーム







フライトNo.	エントリーNo.	氏名	飛距離(m)	順位	MEMO
26	B94	<sup>タカシ</sup> 高野 泰彦	19.19		NKS スミス水ニツワフ
27	C97	原田 昭男	50.14		東京理科大学飛行機研究会
28	B07	石沢 正博	27.89		上越、鳥人間同好会
29	A92	<sup>アサヒ</sup> 雨宮 健一			東海大学 <sup>カート</sup> KART
30	A26	佐野 貴之	28.84		東京工業大学 <sup>マスター</sup> Meister
31	G50	玉田 和彦	27.39		チーム鳳つか也
32	E45	市村 健一	37.31		武蔵工業大学航空研究会
33	G60	<sup>ツルギ</sup> 小角 俊也	29.87		DK ボードマンプロジェクト
34	A59	<sup>カネ</sup> 柳本 哲一	棄権		江南 RAC.
35	Q49	荒田 幸典	47.45		FLYING MOOU
36	E61	星 一彦	25.36		海上自衛隊隊下総 OSC
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					