

目次	1 ; ご挨拶	1 頁
	2 ; 人力ボート「コギト-2」の紹介-----柳原序	2 頁
	3 ; 信頼性とチャレンジ（'94ソーラーボート優勝記）-森田正則	7 頁
	4 ; 船体の計画手順-----堀内浩太郎	8 頁
	5 ; モーター、太陽電池、バッテリーの販売企業リスト-山脇一	12 頁
	6 ; ルールに関する参加者の質問と答-----事務局	14 頁

### 1 ; ご挨拶

会報第一号をお届けします。この会報は、ソーラーボートを楽しむ会と、人力ボートの会の共通の機関誌です。

今年からソーラーボートレースと人力ボートレースは同時、同一場所で開催されることで、双方の船の技術には、非常に多くの共通点があります。これはソーラーボートの動力が人力と近いところで決められたことに起因しておりまして、実際にスプリントでもロングコースでも船のスピードは似たようなもの、あとは日照次第、人力レベル次第といったところでしょうか。そしてさらに大きな共通点は、両方とも地球に、そして環境に「やさしい船」であると言う事です。従ってこの会報の名前もそのまま「やさしい船」とするか「易しいボートニュース」としたらどうかと考えています。レースの折にでもご意見を伺いたいものです。

今回の人力ボートレースにも、賞金が出ることになりました、優勝100万円、2位30万円、3位10万円です、どうぞ張り切ってご参加下さい。また当日の様子は9月15日（祝日）15時から55分、静岡朝日テレビで放映され、その後全国各地で放映されますので、今後その予定をご連絡致します。

要綱の船体に関する制限9)を変更します。「乗船時の喫水より上部の左右に、」の後を、「縦40cm横80cmのほぼ垂直な面を用意し、事務局から支給される船体ナンバー及びスポンサーの表示を貼ることが出来るようにすること。」に置き換えて下さい。

さて、3月、4月、5月とお手紙を差し上げてきた訳ですが、6月からはレース情報を含めた会報をお送りする、という形に変えさせて頂きます。この会報は旬刊ですから、次回の送付は9月末となって、レース速報ということになりましょう。それまでレースに必要な情報は出場者の方だけにお送り致します。

人力ボートレースの申し込み締切りと参加費の納入期限は6月末になっています。多少の遅れは対応するつもりですが、準備するほうの都合もお考え頂き、申し込みだけでもお早くお願い致します。何の連絡もないとレースに必要な情報も届かなくなりますのでご注意ください。



## 第3回「夢の船」コンテスト (その1)

# 人力スピード船部門優勝艇「コギトⅡ」の紹介

日本造船学会誌 第774号から転載

柳原 序\*

### 1 はじめに

第3回「夢の船」コンテストの全国大会が、8月1日、3万人以上の観客を集めて、東京・平和島競艇場で開催された。

この大会の「人力スピード船部門」では、全国大会に先立ち地区予選が開催され、浜名湖、宮島の地区大会には、昨年より大幅に増えた166隻が出場した。

人力船で200Mの直線コースのスピードを競うこのレースは、年々艇の性能が上がり、全国大会では、なんと、予選の上位11艇が前年の優勝タイムを上回る結果だった。

「人力スピード船部門」に出場した筆者らの水中翼船・「コギトⅡ」が30.21秒の大会新記録で優勝、2連覇を果たした(写真1)。

### 2 排水量型「コギト1号」から水中翼船の「コギトⅡ」へ

去年の優勝艇「コギト1号」は一人乗りの排水量型船であった<sup>1)</sup>。優勝タイムは44.69秒、地区大会の決勝では41.73秒を記録したが、排水量型ではこれが限界である。我々はシード権があって全国大会の出場

が保証されていた。去年と同じ船でも、決勝までは行けるかも知れない。しかし、この船で勝てるはずがない。第一、苦勞をしないで、同じ船で出るなど他の参加者に失礼である。

こうなると、新しく水中翼船を作るしか考えられなかった。同じヤマハ発動機から先鋭的な一人乗り水中翼船「フェニックス」が去年の不具合を改良して大会に備えていた。去年はこの船の性能を知っていたので、元々、この船に負けても仕方がないと思っていた。排水量型で出たのもこの割り切りがあったからだ。

しかし、ディフェンディングチャンピオンとなればそうはいかない。「フェニックス」が一人乗りなら、こちらは、二人乗りで行こう、乗船姿勢が仰向けなら、自転車方式のタンデムだ。こうして、基本の方針が決まった。

### 3 「コギトⅡ」の設計

図1は「コギトⅡ」の一般配置図である。「コギト」の第一の特徴は、構造がシンプルであることだ。主翼は全没水型水中翼で中央の1本のストラットで逆T字形でフレームに支えられている。操舵と自動高さ

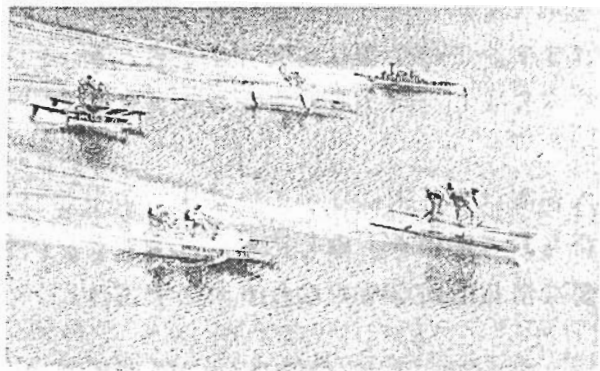


写真1 大会の様子

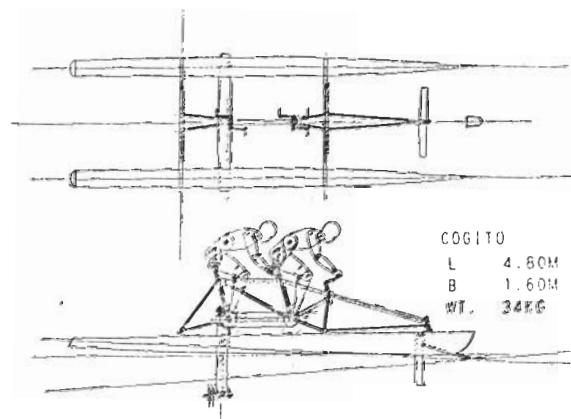


図1 「コギトⅡ」の一般配置図

\* ヤマハ発動機(株)マリン事業本部

制御機能を持たせた前翼も同じように逆T字形でフレームに取り付けられている。フレームはトラス構造で最低限の部材で構成されている。双胴のポンツーンを支えているのは2本のパイプだけである。

全没水型水中翼を採用した理由は、波の影響を受けることが少ない、造波抵抗、誘導抵抗が少ない(HOERNER<sup>2)</sup>によると水面近くでは誘導抵抗が水面の影響を受けない場合の2倍になる)等の流体力学的有利性の他に、構造上の都合の良さである。つまり、翼に上反角を付ける必要もなく工作が楽になる、水面まで翼を延ばす必要がないから翼幅を小さくでき、強度的に支柱が1本だけという簡単な構造がとれる。ポンツーンは翼支柱を取り付ける必要がないから、たわみを許す構造がとれる。何より都合の良いのは、翼の取り外しが簡単で、取付角の調整や、運搬に楽である事だ。

恐らく、他の水中翼船がほとんど水面貫通型である理由は、全没水型では横安定が保てないと心配したからだろう。しかし、これは、今から約40年も前に当社の堀内浩太郎氏が開発した小型水中翼船で解決されている<sup>3)</sup>。図2はこの水中翼船である。当時は、自分の目で確かめるまで誰もこの船がまともに走る事を信じなかったとの事である。実は、米国の人力水中翼船「フライングフィッシュ」(図3)はこの船をヒントに開発されたのである。横安定を保つものは自転車と同じ

原理、つまり、傾いた方向にそのロール角に比例したハンドル操作をするという、人が本能的に持つ制御で旋回が生じ、高い重心位置に働く慣性力が復原モーメントを作るのである。

設計条件は、船体 30 kg, 乗員 140 kg, 全備重量 170 kg と仮定して計算を進めた。主翼荷重を 80%, 前翼荷重 20% とした。「フライングフィッシュ」の 90% 主翼荷重<sup>4)</sup>に比べ前翼荷重を大きくしている。これは、前翼荷重が小さいと、離水時のトリムで重心が後退し、不安定となることを心配したからだ。

翼面積は、計画離水速度を 3 m/s として決めた。図4は採用した翼型 S3010 の性能曲線である。この翼型は低レイノルズ数用に開発されたもので、同じく低レイノルズ数用の EPPLER シリーズに比べ  $C_{l,max}$  が大きいこと、10.3% の翼厚にしては  $C_{d,min}$  が小さいことが特徴である。誘導抵抗を最も小さくするには、テーパ比を 0.4 にするのが理想だが、翼端失速を心配して 0.6 程度にすることにした。こうして翼面積が計算でき、強度の許す限り大きなアスペクト比

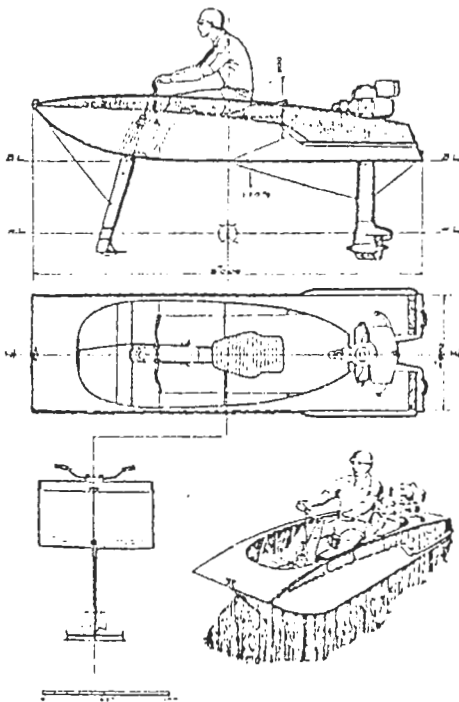


図2 堀内浩太郎氏の水中翼船

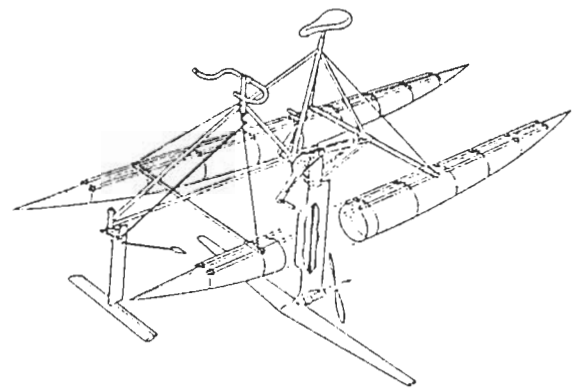


図3 フライングフィッシュ

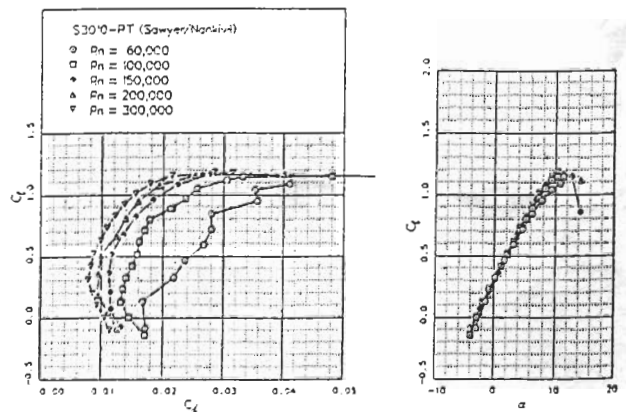


図4 S3010 性能曲線

にして、翼の平面形を決定した。

翼の形状が決まった所で、抵抗計算をした。離水時の余剰馬力が十分有り、翼面積が過大である結果になった。つまり、翼を小さくして離水速度を上げられることが分かった。しかし、静止状態から翼走までの加速時間の心配、後から翼端を切ることにより簡単に面積を小さくできる事を考え、少し大きめの翼にした。

最終的に翼面積が  $0.224 \text{ m}^2$ 、アスペクト比が 11.4 となった。この翼は最大速度時の揚力係数が小さいので、無理にアスペクト比を大きくして、誘導抵抗を小さくする必要がなかった。試算した所、アスペクト比を2倍にしても誘導抵抗の減少分と翼弦長が小さくなる事によるレイノルズ数低下の悪影響がほぼ同じであった。

前後トリムは、速度が増加すると、主翼に余剰揚力が生まれ、前翼ストラットに取り付けた高さ制御装置の水面フォロア(シャベルの様な滑走板)の位置を回転中心として前トリムになり、主翼が荷重とバランスする迎え角になった所で保たれる。ストラットの長さはこの離水時と最大速度時のトリム変化に対応しなければならない。この船の場合、離水時の大迎え角と最大速度時の小迎え角の差は7度である。

水中翼船の難しい所は速度が変わっても一定の高さを保って翼走させる事だ。写真2は高さ制御装置である。水面フォロアが、カーボンパイプのアームで前翼ストラットへ前方に固定され、ストラットに逆T字形で1体となっている前翼の迎え角を動かし、自動的に高さを調整している。他の水中翼船は、水面をなぞる滑走板を後方に取付、リンクを使い、同じように前翼を制御している方式が多い。装置の抵抗を考えると、小さな力で翼を動かせるリンク式の方が良いのだが、この調整がその分デリケートになるのである。「コギ

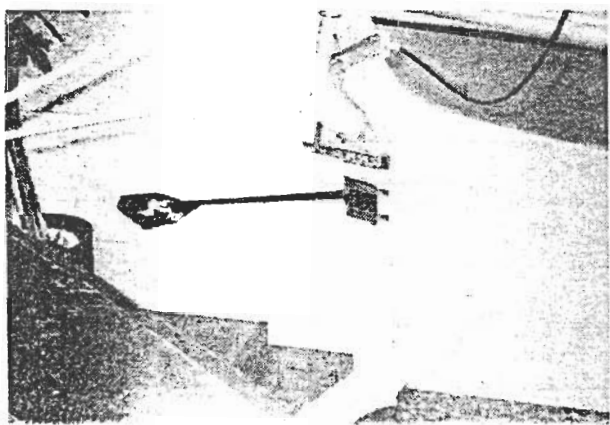


写真2 高さ制御装置

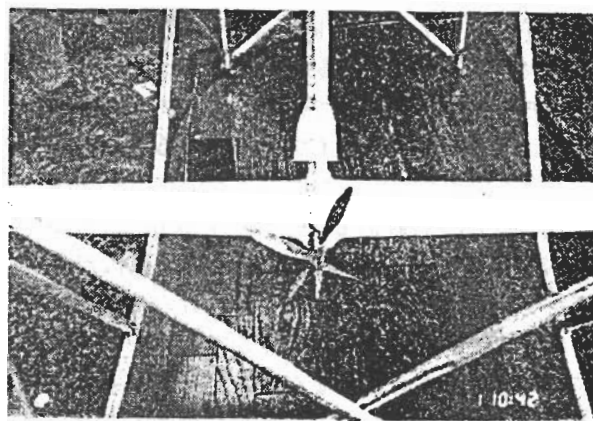


写真3 二重反転プロペラ

ト」に採用した方式は、ヒンジが無い分、有害抵抗を小さくできる、水面フォロアのアーム長を変えて制御の比例ゲインの調節が簡単にできる等、メリットが大きい。

プロペラは二重反転を採用した(写真3)。二重反転は、効率が良いと言う他に、2つのプロペラでパワーを吸収するので直径を小さくでき、その分ストラットを深く沈めなくても良い、また、駆動トルクを2つのギヤで分担するから小径のものが使え、ギヤケース断面積を小さくできるなど、副次的効果もある。

プロペラの設計は、パワー係数の小さいプロペラで有効な、米国のMITのララビー教授が考えた最小誘導ロスプロペラの設計法を利用した。後ろ側のプロペラは、前側プロペラが後流を増速しただけ前進速度が速くなったとして計算した。回転方向の誘導速度は影響が小さいとして無視した。プロペラ翼断面の揚抗比を50として計算したプロペラ効率率は90%になった。

#### 4 構造について

フレームの構造はアルミパイプの溶接構造にすることにした。カーボンパイプはギヤボックス、ベアリングの組み込みが大変になるので使わなかった。アルミフレームの自転車は7000系の溶接構造用アルミ合金が使われているのだが、一般には市場性が無く、メーカーに問い合わせたが手に入らなかった。代わりに考えたのは、A6061材を使う事だった。この材料は、耐力で比較するとスティール並みの強度を持つアルミ合金で、ヨットのマストや、ハンングライダーに使われている。この材料は、溶接すると強度が落ちてしまう性質があるので、溶接する部分はA5056材にした。丸棒から薄肉のパイプを旋盤で作り、部材を差

し込んで、この部分を溶接するのである。

水中翼は雌型を作りカーボン繊維で成形することにした。支柱が1本だから、片持ち翼となり、強度的にカーボン以外の材料は考えられなかった。図5は主翼の断面図である。桁フランジはカーボンの一方向繊維プリプレグ、外板は、ねじれ剛性を上げるため45度方向に積層したカーボン繊維プリプレグのサンドイッチである。また、強度上、主翼は中央から200mmの間で徐々に厚さ方向に翼型を変形させ、翼厚を増やしている。前翼とそのストラットはカーボンのソリッドである。

図6は主翼ストラットの断面である。桁はA7075(超・超ジュラルミン)をH断面に削り出したもの、前縁と後縁材はスプルー材、外板は45度方向に積層したカーボンの単板である。それぞれ、接着で固定されている。スプルーは比重当たりの強度がクロムモリブデン鋼に匹敵するし、接着面積が広く稼げるので都合が良かった。

ボンツーンはA2024のアルミ合金の板を使った。つまり、超ジュラルミン板である。もっと軽くできるFRPにしなかったのは、時間のかかる型の製作を嫌ったからである。アルミ板で作る場合、外板が展開可能な形状にする必要がある。アルミの薄板を使って模



図5 主翼断面図

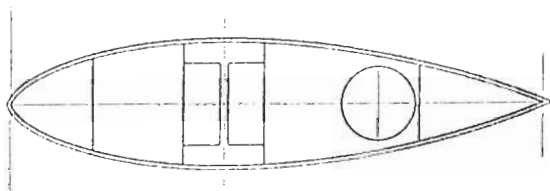


図6 主翼ストラットの断面図

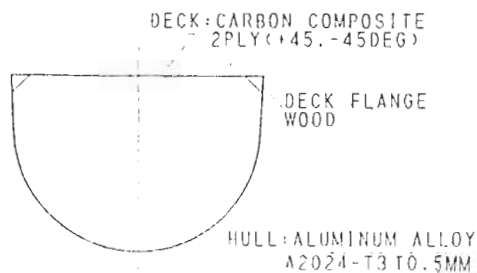


図7 ボンツーンの断面図

型を作り、作り方、形状の検討をした。厚さ0.5mmの4枚の板を曲げて船体を作り、デッキはカーボンの単板を張ることにした。

ジュラルミン板は溶接が出来ないので接着構造にしている。図7の様にデッキと船側の角に檣材を三角断面にした縦通材を入れ、外板の接続部に発泡スチロールの隔壁があるだけで、他に骨は無い。たったの0.5mmの板であったが、平に戻ろうとする力がとても大きく、接着するのに苦労した。それでも、外板を接着する作業は一夜でできた。つぎの日の朝早く、接着剤の硬化具合を見に作業場へ行った。前日まで何も無かった所に船と我々がいたものだから、工場では、徹夜して船を作ったとうわさが流れたほどである。

プロペラはアルミ製である。ボス部を旋盤で、ブレード部を丸棒からフライス盤で削り出し、溶接した。

### 5 「コギトII」の進水と試運転

6月13日、浜名湖で地区大会が開かれた。この大会は、当社から出場した「フェニックス」が35.07秒で優勝した。

この時の「フェニックス」の調子は完全でなかった。ストラットからスプレーを激しく出しながら苦しそうな走りをしていたのである。この不具合が直れば確実に速くなる。優勝するには、30秒を切るタイムが必要と思った。

この時、「コギト」はまだフレームがやっと形になり始めた頃だったのである。

それから2週間後の6月27日、宮島の大会で内海造船の「ドリームメイト」が、34.06秒の驚くタイムで優勝した。船体は特に軽く作られた様子もなく、よほど、水中翼とプロペラの設計が優秀だったのだろう。また、この大会で準優勝をしたヤンマー造船の「ウシマドスピード」も37秒台の好成績であった。引き波の少なさから、高性能ぶりが感じられ、安心できない存在だった。

「コギト」が進水したのは、7月12日、なんと、宮島の大会の2週間も後である。しかし、同じシードの「三保号」以外の性能が全て分かり、「コギト」の性能計算と比較して、特に設計変更の必要がないと判断した。

最初の試運転は自分で乗った。はじめの走り方は散々であった。高さ制御装置が上がったり下がったりして安定しないのである。それでも何とか原因をつかみ、夕方には、競走ができた。スピードこそ全然出な

かったが、安定性に問題が無いことが分かり、一安心だった。

その後は、テストをする度にタイムが良くなってきた。しかし、33秒からは、なかなか性能が良くなかった。プロペラがエアードローを起こし始めるのだ。翼の取付角とストラットの断面形状をバテで修正して、ようやく30秒のタイムが出た。

## 6 大会にて

7月31日、大会の前日の試運転の時、大変な事が起きた。後部のハンドルが、溶接部で折れてしまったのだ(写真4)。連日のテストで疲労が重なっていたのだろう。幸い、近くに当社の取引先があり、その工場に連絡が取れ、事無きを得た。大会本番でなく幸いであったと言うべきだった。

8月1日、大会が開かれた。とても暑い日であった。「コギト」のポンツーンには息抜きを設けていなかったもので、ドレンプラグを締めると(水抜き穴にガムテープを貼っただけなので、締めると言うのは正しくないが)日射で膨れ、水に浮かべると負圧になり、水を吸う心配があった。そこで、進水前に水を掛けてポンツーンを冷やしてからテープを貼った。この仕ぐさを見た新聞記者が、後日、優しく船体を撫でていたと記事にしていたのには苦笑してしまった。

「コギト」は安定したタイムで決勝まで順調に進んだ。強敵は「フェニックス」である。お互いにテスト中のタイムが秘密になっていたもので、この日まで勝負が分からなかった。優勝は「コギト」だった(写真5)。30.21秒、満足のタイムだ。準優勝には「フェニックス」が入った。

この時のレースを楽しく終わったという解放感がとても痛快に感じたのである。

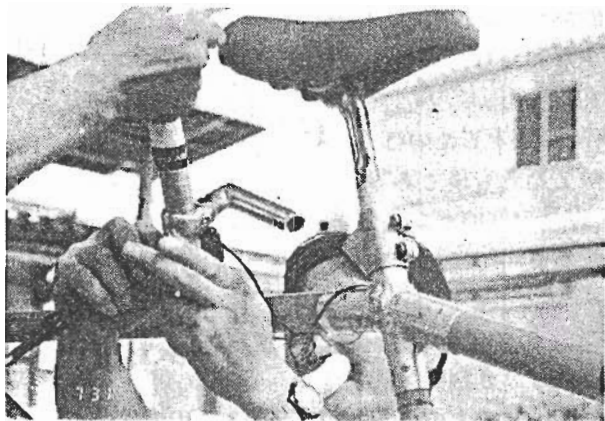


写真4 破断したハンドル

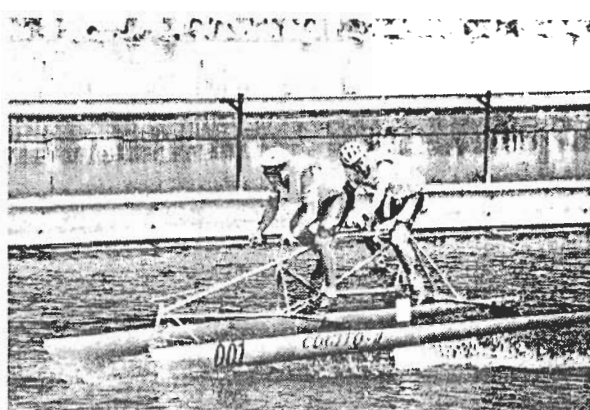


写真5 「コギトII」の力走

## 7 おわりに

「コギト」を設計したのは3人、舟艇と複合材の専門家だ。製作は設計者を含めて主に5人。仕事が終わってからと休日を使って作った。猫の手を借りたのは数えきれない。ドライブユニットは、当社の船外機を製造している三信工業(株)が今年の浜名湖ソーラポートレースに出場し、そこで設計した部品を流用している。

勝因の第一は、ドライバーを含めて人材に恵まれていた事、第二には、性能の目標が去年の成績に捕らわれず高かった事、そして、ドライバーの優勝に対する気迫である。

スタンディングスタートの200mコースを30秒で走ると平均13ノットである。しかし、最大速力は16ノットに近いはずである。人力の限界に近づいたとは言え、「コギトII」が、来年には時代遅れになるのは確かだ、また、勝つための比重がドライバーに移っていくことも確かである。

最後に、大会関係者のご苦労に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 柳原序：人力スピード部門優勝艇「コギト1号」の紹介, TECHNO MARINE, (1992, 12月).
- 2) HOERNER: FLUID DYNAMIC DRAG, Hoerner Fluid Dynamics (1965).
- 3) 堀内浩太郎：あるボートデザイナーの軌跡, 舵社 (昭和62年).
- 4) Alec Brooks: THE FLING FISH HYDOROFOL, HUMAN POWER (WINTER 1981).

## ～ 信頼性とチャレンジ ～

ローランド ソーラーボート研究会

森田 正則

93年春。浜名湖ソーラーボートレースのレギュレーションも発表され、我々Solnadチームも4月より船体作業を開始した。

今年度の目標は、モーターの改良による効率アップやセルの組み合わせ変更、そしてCPUコントローラーと水中翼の採用であった。

当初、ボートは昨年度の物を使用して計量化を目指し、とにかく軽くしようとポリエステルをケチり過ぎた結果、カーボンの縫い目から水が漏れ、船の形はしているがザル船となってしまった。その結果、水に浮かばない船が出来上がり「こんな筈ではなかった…」と、途方に暮れた4月だった。気を取り直して、室外に放置してあった昨年の船を持ってきては改造に入ったのが5月、使わないで置いてあった船の為に保管状態は極めて悪く、使用できるものと言え、船体の下部のみであった。

その後急ピッチの作業で、6月26日には何とかギリギリ間に合い『進行試験』が出来るまでにこぎつけた。しかし、レースの日(8月17・18日)までにはもうテストする日がなく、当然のことながら、我々のチームでも土日しかテストが出来ない。その日のテストで出た不具合点を、夜間改良する作業が繰り返された。その結果『モーター、セル、CPUコントローラー』の改良が効果を上げ、幸運にも過去の記録を上回る25km/hのスピードが出た。しかし、当初の目標とは大きくはずれ、昨年よりも重たい船体に仕上がってしまった。

結局、今年は船体の失敗ということもあり、昨年使用したパーツを多用して不具合点を克服することに重点をおいたので、結果的にはそれぞれの部分の『信頼性』は向上し、浮上することは出来ても安定性に欠ける水中翼の採用をやめたこともあって、不安要素が少ないSolnad号が出来上がった。

そしてレース当日、30分耐久レースはとにかく1位になろうとスピードは考えない方針で何とかクリアし、200mヒートレースは強豪チームが多いので、結果の予想が出来ない(いわば、やってみなければ分からない)状態だったが、無事2位に残れた。60分耐久レースでは「フェニックスには追い付けなかった…」の一言だ。

大会を振り返れば、総合1位になれたのはまったく幸運だった。一つ一つのレースを見る限り我々Solnad号は特に優れているとは思えない。まったくレースはやってみなければ分からないものだ。

最後に、トラブルや欠陥がなかった事とSolnadチームの合言葉『信頼性とチャレンジ』が優勝へ導いたのだと思われる。

ソーラーボートや人力ボートの設計の経験の無い方のために、ごく単純化した手順をご紹介します。かなりの仮定を含んだ勇敢な計算がしてありますが、最近の優秀艇や平均的な艇の水準を理解頂くと共に、この作業を通じて船の各要素が走りに対してどの様なウェイトを持つのか理解して頂けるので、良い船作りの近道になると思います。

1) 船の総重量 (W : k g)

船の大きさや必要な動力を決め、性能を左右する大切な量です。最初に予測し、建造中にも逐次実測値に入れ替えて、何度もチェックして下さい。下に今迄の船の大体の重量内訳を書きましたので、自分たちの技術力に照らして、この辺と思う重量を各項目に対して選んでください。それをトータルすると総重量が概算できます。

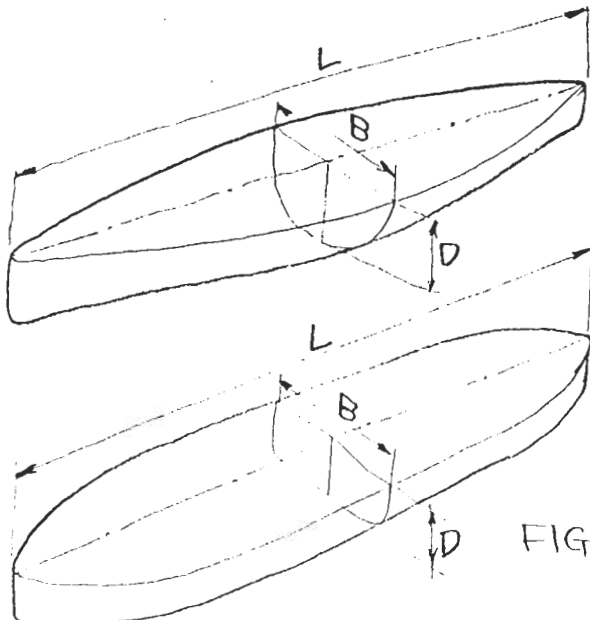
	超軽量艇 (k g)	平均的な艇 (k g)
1. 船体 (補助浮舟、水中翼を含む)	20	30
2. 太陽電池および取り付けフレーム	11	25
3. 駆動系統 (モーター、ギヤ、シャフト等)	7	15
4. 電装および操舵系 (バッテリーを含む)	16	30
5. 乗員 (一人乗りの場合)	50	60
6. その他	5	10
合計	109	170

記：人力ボートの場合、2. 4. が抜け、代わりに乗員が7~80 k gとなります。

2) 浮力について。

船の浮力は、船体が排除した水の重量と等しくなります。従って、図面の上で喫水線を仮定して、その喫水線から下の容積が100リットルならば、浮力は100 k gというわけです。(海水の場合、102.5 k g)

船は一般に曲面で出来ていますから、箱の容積ほど簡単には計算出来ません。しかし、船に波が打ち込むのを防ぎ、安定を保つために普通は喫水線から下の容積の数倍の予備浮力を喫水線の上に持たせています。したがって浮力の計算は相当大雑把にやっても大丈夫です。なにしろ計算をしてみないのが一番危ないと思います。そこで、下の要領で当たって見てください。やせた船と太った船の両極端を示してあるので、この間で選んで下さい。



丸形断面で前後の良く絞れた船は  
 $L \times B \times D \times 0.05 = \text{浮力 } kg$

角型断面で前後の絞りが少ない船は  
 $L \times B \times D \times 0.08 = \text{浮力 } kg$

FIG 1.



例題、 $L = 6 \text{ m}$ ,  $B = 60 \text{ cm}$ ,  $C = 5 \text{ cm}$  やや太り気味の船の場合

$$6 \times 60 \times 5 \times 0.07 = 126 \text{ kg} \text{ の浮力が真水で、また}$$

$$126 \times 1.025 = 129.2 \text{ kg} \text{ の浮力が海水で得}$$

られます。

先の図は喫水線から下の船体の形です。この喫水線から上に充分ボリュームを取ることがを忘れないでください、特に前後端の予備浮力が足らないと、重心が前や後ろに寄ったときにつんのめったり、仰向けにひっくり返ったりします。

走る海の状況に合わせ、喫水線から上の予備浮力を浮力の2倍から6倍ぐらいの間で他の船を参考にしながら選んで貰えるといいと思います。

### 3) 安定について。

たての安定については、前述のように前後端に予備浮力を取ることで確保されますから余り心配はいらないと思います。

一方、横の安定は船の巾を減ずることで抵抗を減らそうとするので、ぎりぎりの選択を余儀無くさせられます。ご存じのカナディアンカヌーは85 cmぐらいの最大巾を持っており、船の中で立ち上がらない限り充分安定です。最大巾が50 cmぐらいになると、波のあるところでは転覆するので乗る人の姿勢を出来るだけ低くするとともに補助浮舟（スポンソン）をつけないと危険です。どうせスポンソンをつけるなら、30 cmまで巾を狭くしろ、ということで旨くいった船もあります。

このあたりはスポンソンをいかに抵抗の少ないものにするか、またスポンソンを水から上げたままで走れるように出来るか、が勝負になります。今までの優秀艇を参考にして研究してください。

カタマランにすると、横安定の問題は消えてしまいます。しかし、船体のボリュームを二つに分けたために、水の摩擦面積が20～40%増える傾向があり、抵抗が増加します。もちろん水中翼船として、船体を水から上げてしまう場合、この問題はありません。

### 4) 船の抵抗 ( $D : \text{kg}$ )

船の抵抗はほぼ艇速 ( $V : \text{m/s}$ ) の二乗と総重量 ( $W$ ) に比例します。従って

$$D = C \times W \times V^2 \quad \text{と表現されます。} \text{----- 1式}$$

ここにCは船の形によって決まる抵抗係数でして、下の表によって選んで頂きます。

この係数は船長5～6 mの船を頭において決めました。また巾とあるのは喫水線の最大幅と考えてください。

この係数には舵やシャフト、シャフトブラケット、ギヤケース等の水抵抗と、空気抵抗の分まで含めています。これらの付加物の抵抗のいずれかが卓越すると、たちまち全抵抗が2倍ぐらいになってしまうので気を付けてください。

船体の状態	抵抗係数 C
1. 巾30cm程の高性能モノハル（補助浮舟を接水しないとき）	0.005
2. 巾45cm程のモノハル（同上）	0.006
3. 巾60cm程の標準的なモノハル	0.007
4. 平均的な水中翼船（翼走中）	0.005
5. 細身のカタマラン	0.007

上記の計算式を使って、抵抗を計算してみましょう。今、総重量120kg、船の形は巾45cmのモノハルとし、 $C=0.006$ を採用します、その船が5m/sで走った時の抵抗を計算すると、

$$D = 0.006 \times 120 \times 5^2 = 18.0 \text{ kg}$$

### 5) 有効馬力 (EHP)、モーター出力 (BHP) と供給電力 (AHP)

有効馬力とは船を進めるのに有効に働いた馬力の事で、抵抗 (D) と艇速 (V) を乗じて75で割ると何馬力と求まります。また1馬力は735.5ワットに相当するので、ワットに換算することもできます。上記の例について有効馬力を計算してみますと、

$$EHP = D \times V / 75 \quad \text{----- 2式}$$

$$= 18.0 \times 5 / 75 = 1.20 \text{ 馬力} = 883 \text{ ワット}$$

では883ワットの電力を供給したら5m/sのスピードが出せるというのでしょうか、そうはいきません。

供給した電力のエネルギーの内、モーターのロス、軸受け、ギヤ、プロペラ等で起こるロスの分は熱となって逃げてしまいます。従ってそのロスを含めたワット数の電力を供給しないと狙ったスピードには届かないのです。(参照 FIG.2)

ここでは、それぞれの段階において、正味推進力に寄与する部分の比率を効率と定義して、必要な有効馬力を得られるだけのモーターへの入力、すなわち必要な供給電力 (AHP) を計算することにしましょう。そのためにご自分達の技術力に照らして下のそれぞれの項目の効率を決め、全効率を求めてください。

	高性能メカ	平均的なメカ
1. モーターの効率	$\eta_1 = 0.80$	0.64
2. 軸受け、ギヤ等の伝達効率	$\eta_2 = 0.95$	0.65
3. プロペラ効率	$\eta_3 = 0.83$	0.60
全効率 $\eta = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 =$	0.63	0.25

$$AHP = EHP / \eta \quad \text{----- 3式}$$

高性能メカの場合で、 $AHP = 883 / 0.63 = 1322 \text{ ワット}$ 、また平均的なメカの場合では、 $AHP = 883 / 0.25 = 3532 \text{ ワット}$ の電力をモーターに入力する必要があることが分かります。

一方、モーター出力は、 $BHP = AHP \times \eta_1$  で求められます。----- 4式

6) 条件を与えてスピードを計算する。

1式, および2式から速度 ( $V : m/s$ ) の式ができます。

$$V = \sqrt[3]{(75 \times EHP) / (C \times W)} \text{ ----- 5式}$$

上の式を使って、与えられたモーターの出力や、他の諸条件に対してスピードを求める例題をやってみましょう。船体は前例と同じで、 $C = 0.006$ , 総重量は  $120 \text{ kg}$ , モーターの出力  $1.4$  馬力、伝達効率  $0.90$ 、プロペラ効率  $0.70$  とした場合、

$EHP = BHP \times \eta_2 \times \eta_3$  ですから、速力  $V$  は

$$V = \sqrt[3]{(75 \times 1.4 \times 0.9 \times 0.7) / (0.006 \times 120)}$$

$= 4.51 \text{ m/s} = 16.24 \text{ km/時} = 8.77 \text{ ノット}$  という計算です。

また、モーターの効率を  $0.7$  とすると、この時の供給電力はモーター出力をワットに換算し、効率で割れば求まります。すなわち

$$1.4 \text{ 馬力} \times 735.5 / 0.7 = 1470 \text{ ワット}$$

条件をいろいろ変えて計算してみてください、総重量、船型、効率のそれぞれの寄与の程度が理解できると思います。

以上はソーラーボートの場合の理解です、人力ボートの場合には  $AHP$  やモーターの効率  $\eta_1$  などは考えず、 $BHP$  を人間の馬力と考えるのが良いでしょう。

### 7) 水中翼船の場合

水中翼船の設計は、離水や浮上高さを安定させる装置の問題があって簡単ではありません。今回はコギトの話がありますが、設計の実際にすぐ使える話を今後何度かに分けて掲載する積もりです、ご期待ください。

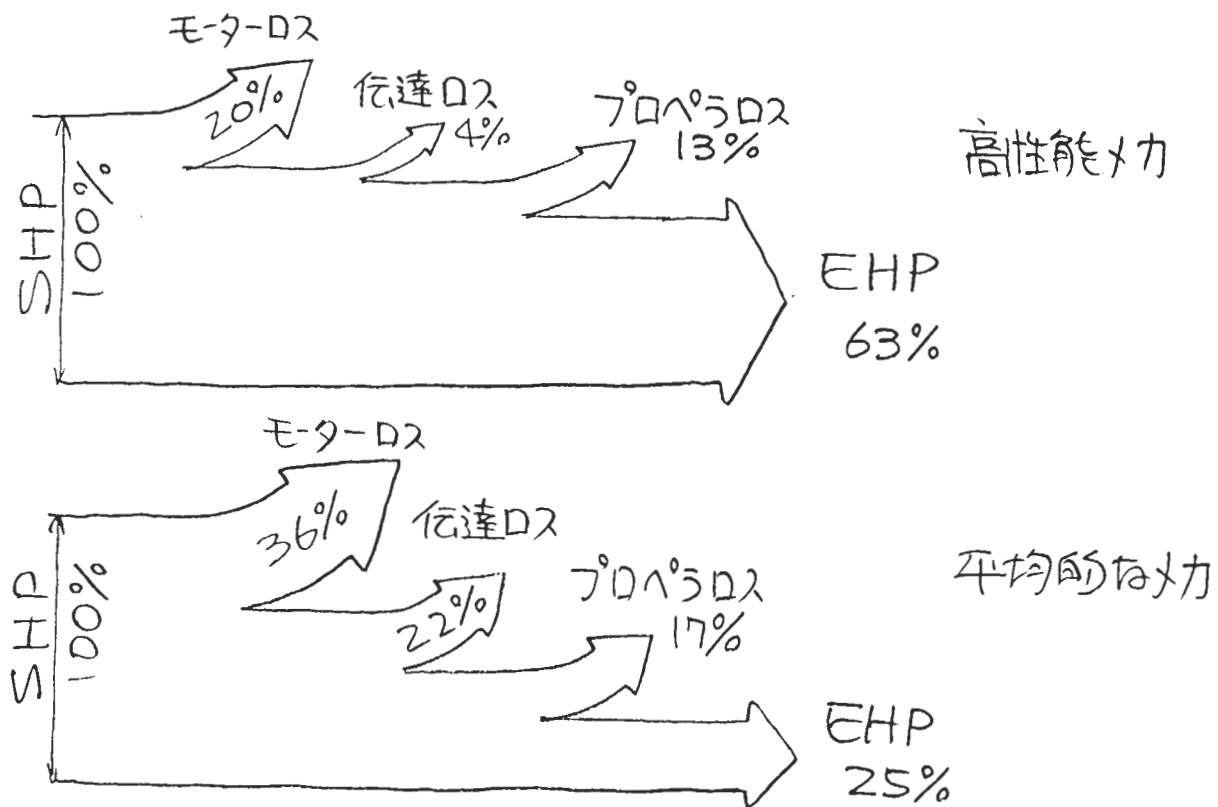


FIG.2

モーター販売企業リスト

会社名	住所・電話	会社名	住所・電話	会社名	住所・電話	会社名	住所・電話
株式会社 パナソニック	神奈川県厚木市岡田1699-1 TEL0462-29-0112 FAX0462-28-0044	高岳製作所 (株)高岳製作所	愛知県西春日井郡西枇杷島町 TEL052-501-4121	富士電機(株)	静岡県機器事業部電子応用機器事業部 東京都千代田区有楽町1-12-1 業務部 TEL03-3211-5680	富士電機(株)	千葉県松戸市松飛台430 TEL0473-84-1111
共栄通信工業(株)	東京都渋谷区東3-1-7 TEL03-3400-9171 FAX03-3400-8951	マクゾジヤパン(株)	東京都新宿区新宿5-1-15 TEL03-3350-4261	マクゾジヤパン(株)	東京都新宿区新宿5-1-15 TEL03-3350-4261	旭大隅産業(株)	愛知県尾張旭前町5050
日機電装(株)	神奈川県川崎市宮前区有馬2-8-18 TEL044-855-4311 FAX044-854-7728	精機製作所 (株)育良精機製作所	東京都台東区東上野1-25-5	旭大隅産業(株)	愛知県尾張旭前町5050	パナソニック(株)	東京都新宿区西新宿1-22-2 TEL03-3340-2116
大東製作所(株)	東京都大田区中央2丁目25-6 TEL03-3776-9311 FAX03-3776-2010	技研(株)	神奈川県大和市中央林間4-9-4 TEL0462-75-3310	パナソニック(株)	東京都新宿区西新宿1-22-2 TEL03-3340-2116	パナソニック(株)	神奈川県相模原市青葉1丁目17-6 TEL0427-57-3741 FAX0427-53-7259
日本精工(株)	東京都千代田区丸の内2-3-2郵船ビル TEL03-284-1611 浜松(株)TEL 053-456-1611	澤村電気工業(株)	川崎市高津区二子732 TEL044-811-9331	パナソニック(株)	神奈川県相模原市青葉1丁目17-6 TEL0427-57-3741 FAX0427-53-7259	パナソニック(株)	横浜市西区平沼1-28-4広瀬ビル TEL045-324-2275 FAX045-322-4436
森山工業(株)	静岡県周智郡森町森 1450-6 tel:0538-85-0213	明和製作所(株)	福岡県糸島郡前原町大字志登130-1 TEL 03-3246-7202	パナソニック(株)	神奈川県相模原市相模原4-3-14 TEL0427-56-8500 FAX0427-56-9236	パナソニック(株)	京都市南区久世殿城町338 TEL075-921-7151
ヤマハ発動機(株) マシナ事業部	磐田市新貝 2500 tel:053-460-6103	パナソニック(株)	大阪市西区南堀江2-1-2 TEL06-532-4931	パナソニック(株)	京都市南区久世殿城町338 TEL075-921-7151	パナソニック(株)	浜松市海老塚2丁目8-12 TEL053-454-0116 FAX053-456-4095
マキタ(株)	清水市村松地先新田 27-2 tel:0543-34-2500	日本サポ(株)	埼玉県与野市本町東5-5-3 TEL048-855-1900 FAX048-855-1978	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都中央区日本橋3-12-2 TEL03-3274-1111
ミンコンタ レインボウ・テン	静岡市曲金 6丁目1-54 tel:0120-007654	ツクス(株)	神奈川県川崎市高津久地151-2 TEL044-811-4161 FAX044-811-0296	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都港区高輪2-2-28 TEL 03-3442-8300
エプソン販売(株) マシナ事業部	東京都渋谷区初台 1-53-6 tel:03-3377-7001	光進ミコト(株)	千葉県船橋市北本町1丁目7-8 TEL0474-22-7911 FAX0474-22-7539	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都豊島区北大塚1-15-1 TEL03-3917-5151 FAX03-3917-0760
UNIQ MOBILITY 代理店 パナソニック・リミテッド	東京都千代田区霞が関 3-2-5 霞が関ビル26階 tel:03-3581-7577	富士変速機(株)	東京都世田谷区深沢4-4-18 TEL03-3703-9111 FAX03-3703-9116	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都豊島区北大塚1-15-1 TEL03-3917-5151 FAX03-3917-0760
安川電機(株) モーター事業部	東京都千代田区大手町 1-6-1 tel:03-3284-9111	日本マクゾジヤパン(株)	岐阜市中央町18 TEL0586-71-6521 FAX0582-71-6524	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都豊島区北大塚1-15-1 TEL03-3917-5151 FAX03-3917-0760
沢藤電機(株) 第一営業部	東京都練馬区豊玉北 5-29-1 tel:03-5999-3355	日本マクゾジヤパン(株)	東京都昭島市宮沢町512 TEL0425-46-2391 FAX0425-46-2317	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都豊島区北大塚1-15-1 TEL03-3917-5151 FAX03-3917-0760
三相電機(株)	名古屋市西区新道 1-23-26 tel:052-565-0126	日本マクゾジヤパン(株)	東京都昭島市宮沢町512 TEL0425-46-2391 FAX0425-46-2317	パナソニック(株)	東京都八王子市散田町5-8-20 TEL0426-64-5382	パナソニック(株)	東京都豊島区北大塚1-15-1 TEL03-3917-5151 FAX03-3917-0760

バッテリー販売企業

会社名	住所・電話	備考
湯浅電池(株)	大阪府大阪市北区天満1丁目6-11天満橋ビル4階 TEL06-358-8951	90 浜名湖レース 公式バッテリー
日本電子機器(株)	東京都渋谷区本町1-7-5初台村上ビル TEL03-3370-8111 FAX03-3370-8118	
日本電池(株)	京都市南区吉祥院西ノ庄猪之馬場町1 TEL075-312-1211	
新神戸電機(株)	電子部品営業部 東京都新宿区西新宿2-1-1新宿三井ビル内私書箱218 TEL03-3344-2811	
(株)ブリックストーン電池部	東京都武蔵野市西久保3丁目2-25 TEL0422-51-3196 FAX0422-54-5944	
松下電池工業(株)	大阪府守口市松下町1 TEL06-991-1141	91~94 浜名湖 レース公式バッテリー
古河電池(株) 産業機器事業部	横浜市保土ヶ谷星川2-4-1 TEL 045-336-5621	
太陽電池販売企業		
京セラ(株) ソーラーエネルギー事業部	京都市下京区烏丸仏光寺下ル大政所町680 栄泉烏丸ビル 9F TEL 075-344-8241	
シャープ(株)	東京都新宿区市谷八幡町8 TEL: 03-3260-8237	
昭和シェル石油(株) 太陽電池事業部	東京都千代田区丸の内2-7-8 TEL: 03-3215-9661	
大同ほくさん(株) 千歳研究所	北海道千歳市泉沢1007-58 TEL 0123-28-4035	
BP V-ラー ポトリアルイナナリ	東京都千代田区麴町4-5-21 TEL: 03-3265-1711	
SUN Power Corporation	435 Indio Way Sunnyvale CA94086 U.S.A TEL 408-991-0900	

OFFICE

○EPの付いた会社につきまはハマ零の山脇一さんが、  
技術的おリポートを12下土るとの=と2"可の2"=相言炎  
下土11。 (有)ハマ零の電話は 053-474-8048です。

FEFの付いた会社は7111型の太陽電池を作つ2118と=3  
です。

ルールに関する参加者からの質問と実行委員会側からの答え（抄録）

1) ソーラーと人力の両方のレースに一つの艇で参加出来るか？

A. 出られるように努力する、しかしソーラーボートレースが天候に左右されるので、雨天等の場合第一優先でレース時間を入れ替えたい、そういった場合を含め、ダブルの出場が不利になったり、或いは出場不能になる場合もありうる。従ってメインの出場レースを決め、サブのほうは最悪の場合、諦めて頂きたいと思います。

2) 家族出場なので、人力ボートに16才以下の子供も出場出来るようにしてほしい、

A. 4月の手紙にレース要綱の出場資格を修正し、出場出来るようになった。

3) ソーラーボートレースに出場する艇は、スプリントとロングで別の水中翼をつけても良いか、或いは外しても良いか。

A. OK

4) ソーラーボートに操縦者が落水したときに電源を切るキルスイッチは本当に必要か？

A. 今回のルールから必要です。6月5日行われた葉山のソーラーボートレース会場で、簡単、確実に実用的な装置が見られたので、2例のイラストを下につけました、同じ仕組みを使うことを許して頂きましたので参考にしてください。またこの日、転覆後の暴走があり、必要性が再認識されたことを申し添えます。

5) ソーラーボートの乗り手の体重の下限（バラストを含む）を50kgと定めるルールを外せないか。

A. 今年はルール発表から時間が経っているので変更しない、来年は見直しができるので、意見を寄せてほしい。

### キルスイッチの構造例 1. (鈴木治彦方式)

