

# 小型人力艇の開発

寺尾 裕\*1

## Human powered boat design and construction

Yutaka TERAO

### Abstract

The human power is thought as one of a natural energy. Using such a low powered human output, modern high-speed craft is designed and build. Department of naval architecture and ocean engineering of Tokai University, new education program stated in 2006 spring, that is a project education course to learn how to build up high-speed human powered craft and at the same time, freshmen education course to learn each human relationship and cooperation. All stuffs are engaged in this course and newly developed hull building method is introduced. Four crafts launched in this semester. For all freshmen, it was quite difficult to launch even a human powered craft within one semester, because they had no experiences and skills to build up such mechanical systems and structures. In this report shows our education course and new ship building process.

**Keyword:** Human power, New boat design and construction, Project Education

## 1. 概 要

人力船とは、人間の持つ筋力を駆動装置で推進装置に伝達、推進を行う小型舟艇である。人力は船の推進エネルギーとして最も古くから用いられてきたものであり、その限られた出力を最大限推進力に変換する方法は人類が水に親しんできたころから様々考えられてきた。

櫂や櫂による推進方法は古の時代からの方法で、合理的な推進法であるが、近代的なプロペラを用いた推進方法では短時間にはより高速性能を発揮できる可能性があり、人力水中翼船での高速性能追求がなされている。(サイエンス社, 1987)

人力は、自然エネルギーの1つとして考えられるソフトエネルギーであり、昔には船舶の推進力としては、比較的大型の船舶の推進力としても用いられてきた。ここでは小型舟艇として、1名搭乗、レースに参加する船の設計開発についてまとめる。船舶海洋工学科は、2006年度以降、新たな授業を開講した。その中でも、船舶海洋工学実習Aにおいて人力船の製作を行うことで、実際にものつくりを

行い、特に新入生から様々な学びと「つどいりよく」を学び体験させることを計画した。この授業で製作した人力船を用い7月に清水で開催された全日本ソーラ&人力船大会に参加することおよびその大会の運営にまで当たらせることとした。

製作担当の第1セメスター生は一度も船体を製作した経験がないうえに、工作経験もほとんどない。この学生諸君に多数の船体を製作してもらうにあたり以下の仕様を考え、新しい製作方法を考案し、船体製作を行うとともに大会参加までを行った。

以下は2006年度製作の人力船についてまとめた物である。

## 2. 出力機関としてみた人力の出力について

人間の出力について他の内燃機関と比較して調べてみると、当然大きな違いがある。人間は働くときと疲れるのであり、そのために出力の継続時間が決まる。また筋力は鍛えることが可能であり、その出力差はとても大きい。そのた

め、どのレベルの人間の出力を考えて全体をまとめるかが重要となる。今回は1時間の耐久レースを考えて出力の選択を行う。

通常の健康的な人間の出力はおよそ0.3HP (Fig.1 参照 (DeLong, 1978)) であり、また人力の推進装置に変換する方法としてペダループロペラという方法を考えて場合、ペダルの回転数も大きな変数となることが Fig.2 に示されている。そのため、最大出力を得るペダル回転数から使用するプロペラへの最高効率点に、プロペラの回転数をマッチングさせるためにギヤーによる回転の増速を考える必要が出てくる。(DeLong, 1978)

### 3. 全体設計について

使用目的は1名乗りのレース使用の人力船とする。レー

ス参加にはレギュレーションを満たす必要があり、その中での設計となる。またレースまでに使用時間も長くはなく、One-Off 艇としても、寿命は短くても良い。そのため思い切った軽量化船体を製作することを試みた。また設計にあたり、

- a) 低コスト
- b) リサイクル
- c) 大量生産可能
- d) 特別な技量を有さずとも製作できること
- e) 工作技術が簡単

f) 製作中にゴミの排出が少なく環境に優しいこと  
というキーワードで設計を進め、新しい船体構築方法を考えた。ここでは、船体を製作する材料として、発泡スチロールを用いた厚板構造を考える。この厚板を組み合わせることで船体の構成・強度部材とする。

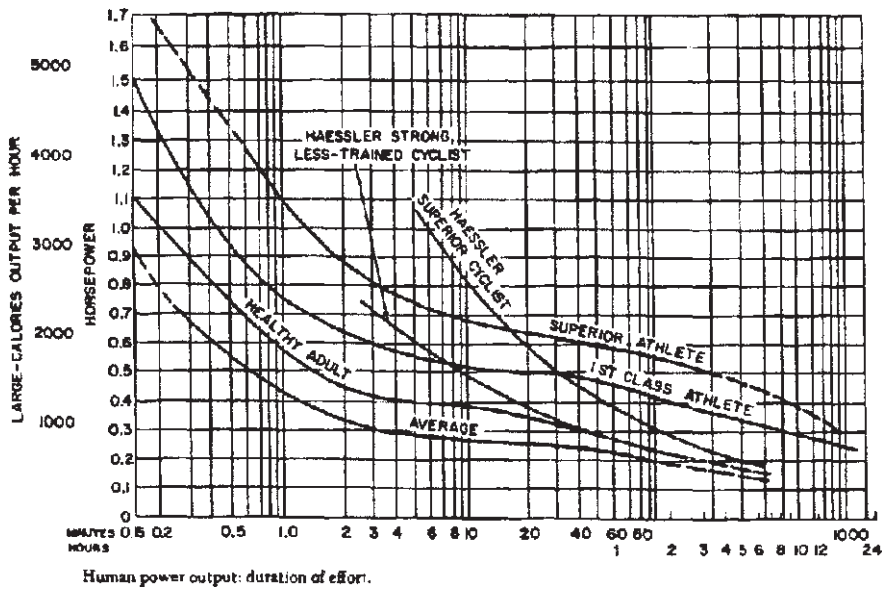


Fig. 1 Human Power duration.

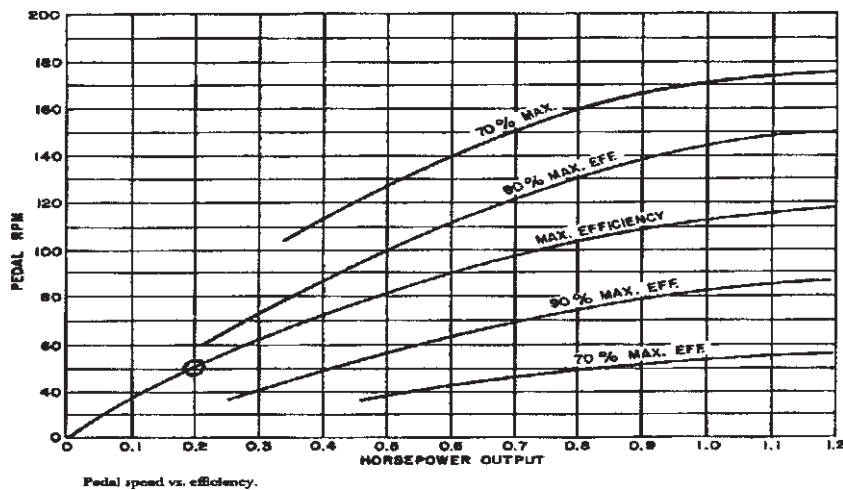


Fig. 2 Pedal speed vs. output.

発泡スチロールは

- a) 安価
- b) 入手が容易
- c) 軽量であるために部材の運搬も容易
- d) 加工が簡単
- e) 接合も容易

しかし

- f) 切削時に部材がビーズ状に剝離し、ゴミとなると始末に悪い。
- g) 表面は弱く、すぐ傷が付く。
- h) 吸水性があり、船体構成材料にとり望ましくない特性も持つ。

これらの特性を踏まえ、長所を利用し欠点を加工方法で補うという工作方法を選択した。

発泡スチロールを用いて船体製作をする方法については、船舶海洋工学科（マリンデザイン工学科）では1994年度以来取り組んできている。その工作方法の変遷をたどると、

#### (1) 大ブロック工法

- a) 1つの大きなブロックから船体を、船体断面形状のテンプレートを頼りに力任せに削り出す方法(94-99)
- b) 船体を上下に包み込むゲージを用い、熱線で大まかな形を切断、以後テンプレートをを用いて船体を切削する。このとき船体断面形状はおよそ台形とした。(2000)

#### (2) 小ブロック工法

船体を300mm間隔のセクションで輪切りにした状態で船体横断面ブロックごとに外形に沿って切断、これを接合して切削する(01-05)

#### (3) 厚板構造工法(06)

船体外板を厚板構造とし、これで船体を構成する。という順に工法を進化させてきた。(1)(2)(3)の順に、切削により削る贅肉部分が小さくなり、ゴミの発生がすくない。発泡スチロールの切削クズは細かいビーズ状となり、掃除しにくく、吸い込むと腹がふくれてしまい、誠に気持ちが悪い。

### 4. スチロール厚板構造工法について

船体工作法の歴史は、木材を建造材料とした時代には、丸木船や丸太をくりぬいたカヌーの工作法から始まると考えれば2.の(1)(2)はほとんどこれらの方法と変わらない。そのあとの製材技術の進歩から、船の作り方は大きく分けて

- a) Shell First
- b) Frame First

と呼ばれる工法に分かれる。

和船の工法はa)に近く、Shell(外板)を曲げて船体を構成し、その中にFrame(肋骨)を入れる方法である。またb)は近代造船の工法であり、あらかじめFrameをたて、その上に外板を張るという工法である。これは素材が木材から金属に変遷しても受け継がれている。

今回の工法はどちらかといえばa)の工法になる。発泡スチロール厚板による曲げ加工が可能かは、板圧とスチロールの発泡率によって定まる。またその工作法の要は厚板の接合場所(Chine)部における加工精度である。和船や、ベニヤ板を貼り合わせて船体を作る方法(ステッチ&グルー工法)でも接合面の精度を確保するのが難しい。そのため和船では接合面に鋸を入れて面を摺り合わせ、防水性能を高めるという手法をとる。

このような面倒で高度な手法は、学生達には技量が無く採用は難しい。そのために接合面の加工方法を工夫するとともに、船形を工夫して摺り合わせに相当する工作方法を省く方法を考えた。要するに接合面の加工精度(平面度、なめらかさ、角度等)を確保できればよいわけであるからそれらを一度に満たす加工方法を考案すれば良いことになり、切断方法を工夫した。これについては船形のところで解説をおこなう。

### 5. 船体設計について

船体は、発泡スチロール厚板構造とする。中心に合板6mmのキールをおき、外板4枚で船体外板を構成、リングフレームとデッキで接合、船体外側をFRPで加工する。これにより全体が1つのシェル構造となる。キールは合板で製作する。定尺合板では長さが不足するのでFRPテープでつなぎ1枚の連続したキールとした。キールの最小高さは50mmを確保することとして、船体縦強度はこのキールのみで持たせる設計としてある。

Fig.3に示すようにチェーン船型とし、排水量を105Kg、全長4800mmとして船体設計を進める。船形は外板4枚を互いにひねり曲面で構成するもっとも簡単な船形とする。その中で最小のGMを確保する。この場合、局面で構成される船形の選択範囲は限られ、その中で排水量と抵抗性能を確保するために数多くの船体設計を繰り返す。20艇以上の船形を発生させその中で良いと思われる物を選択した。

Free Boardは船体中央部で盛り上がったコーンケープ形とし、船体が横傾斜したときの予備浮力を少しでも確保できるものとし、横傾斜時にも船の初心者には恐怖心を与えないような穏やかな復元性能をもつ船形とした。このことは船幅の増加があることを意味し、推進時の抵抗面では不利となるが、波のある海面での走行となることを考え、あえて採用してある。

初期計画ではぎりぎりのGMでサイドフロートを取り付けなくとも走行できるものを考えていた。なぜならフロ

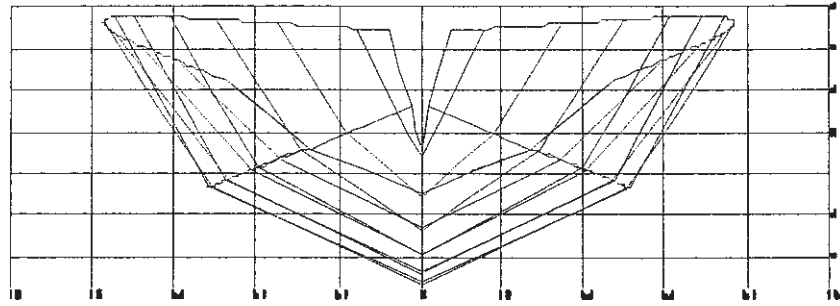


Fig. 3 Body Plan.

ートを加工し、取り付ける工作の手間を省きたかったからである。しかし、実際は船体工作時に、船体が発泡スチロールであるために外板接合時のひずみが大きくなり、船形をトリムしチェーン船形を丸形まで成型し直してしまい、初期設計時より大きく船形が変わってしまった。そのため復元力不足に陥った艇体があり、大会には全艇急遽フロートを取り付け走行することとした。Table 1 に船体の形状に関するパラメータを計算しまとめておくが、初期計画では復元性能を確保できている。

これらも、新しい工法における工作法の問題点の1つであり、あらかじめ多くの基準点を設け、外板を正確に固定する方法を考えておけば防げた問題である。今回は外板のねじり剛性を過大に評価したことから、製作時の外板固定方法がまずく、外板の定位置での固定が不十分であり、組み立て精度が確保できなかったことを反省している。

船体の排水量等も Table 1 に示す。Cp, Cm とともに高速船形となっていることがわかる。

今回は、駆動装置も自作とし、できるだけリサイクルを考えたものとする。要するに古自転車のフレームを切断し使用することとし、また後部のギヤーに傘歯車を組み込み、シャフトドライブ機構として組み込む。またすべての駆動機構と人体の体重およびペダルに掛かる反作用は1本のアルミ角フレームに掛かる構造とし、余計な集中加重が直接船体に掛かるのを避ける構造とした。

リサイクルとは言葉は良いが、すべて違う大きさの自転車部品を寄せ集め、使用することとなり、後々の組み立て工程に大きく手間取る要因となった。どうせリサイクルするなら、せめて同型の古自転車を集める努力をするべきであった。また自転車のどの部分が使えるかの判断のために自転車の部品を最小単位まで分解して調べることで設計を開始したが、分解工具がなく、工具まで自作することとなった。

船体設計では、船体のチェーンラインをどう配置するかで大いに迷う所である。ここではダイアゴナルラインに沿い前後までのばす構想とした。これに外板の切断面を合わせることで、接合面の加工精度（平面度、なめらかさ、角度等）を確保する。つまり2枚の切断面を3次元的な同一平面上に取ることにした。これにより、2枚の発泡スチロ

ール外板の接合面では、熱線で切り込む Path を空間的に同じになるように、船台に切り込み用の熱線のガイドを設ける工作が可能となった。これも今後の課題ではあるが、チェーンでは熱線で接合できる可能性も考えられるが、今回は Try していない。

また中心部には合板製のキールが入るが、その分の突き

Table 1 Coefficients table of the hull.

Hydrostatics at DWL			
Measurement	Value	Units	
1	Displacement	0.105	tonne
2	Volume	0.103	m <sup>3</sup>
3	Draft to Baseline	0	m
4	Immersed depth	0.155	m
5	Lwl	4.606	m
6	Beam wl	0.483	m
7	WSA	1.758	m <sup>2</sup>
8	Max cross sect area	0.046	m <sup>2</sup>
9	Waterplane area	1.45	m <sup>2</sup>
10	Cp	0.479	
11	Cb	0.298	
12	Cm	0.624	
13	Cwp	0.652	
14	LCB from zero pt	-0.243	m
15	LCF from zero pt	-0.291	m
16	KB	-0.046	m
17	KG	0	m
18	Bmt	0.177	m
19	BMI	15.507	m
20	GMT	0.13	m
21	GMI	15.46	m
22	KMt	0.13	m
23	KMI	15.46	m
24	Immersion (TPc)	0.015	tonne/cm
25	MTc	0	tonne.m
26	Rm at 1 deg = GMT.Disp	0	tonne.m
27	Precision	Medium	50 stations

Density: 1.025 tonne/m<sup>3</sup>      Recalculate

VCG: 0 m      Close



合わせの厚みを除き、船底外板を熱線で切断加工してある。

なお熱線の温度制御には、Photo 1 に示すトライアックを用いた調光器の部品を組み立て、放熱器を兼ねた空き缶の蓋に組み込んで使用した。100V の AC 電源の電圧を PWM 制御するものである。

この装置を用いることで、今回発泡スチロール厚板の切断に使用した長いニクロム線 (5 m) の温度制御が容易にでき、切断作業が簡単にできた。

## 6. 船体設計図

以下 Fig. 4 に設計図を示す。自転車のフレームを前側

に使い、人力でペダルを回転させると、それを傘歯車でプロペラ回転軸に伝える簡単な機構である。傘歯車の伝達比を 2.5 倍ととり、自転車のスプロケットの伝達比を 2 とし、5 倍の増速比を確保する。人体の出力で最大 2Hz を考え、プロペラの回転数では最大 600rpm を見込む。

また透視図を Fig. 5 に示す。船体は前後をかなりシャープに絞り込んであることもわかる。

排水量分布図を Fig. 6 に示す。このような面で構成された船体では前後に排水量分布の小さい船形になってしまうが、LCB を後ろに置くこととして、高速性能をもたせてある。またチェーンを水面上に置くように配置しておく。

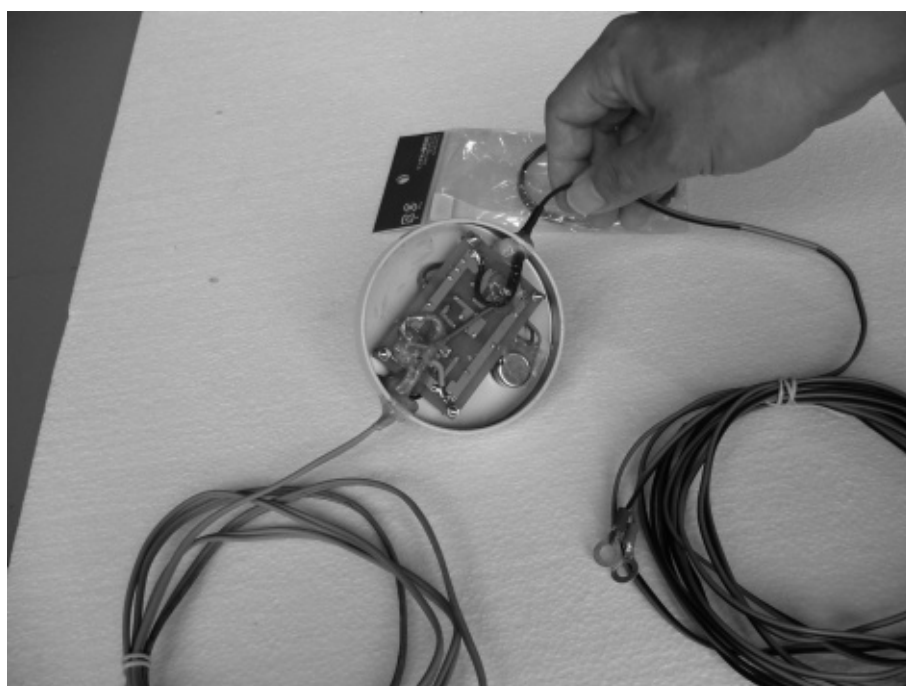


Photo 1 The hot wire cutter and its controller.

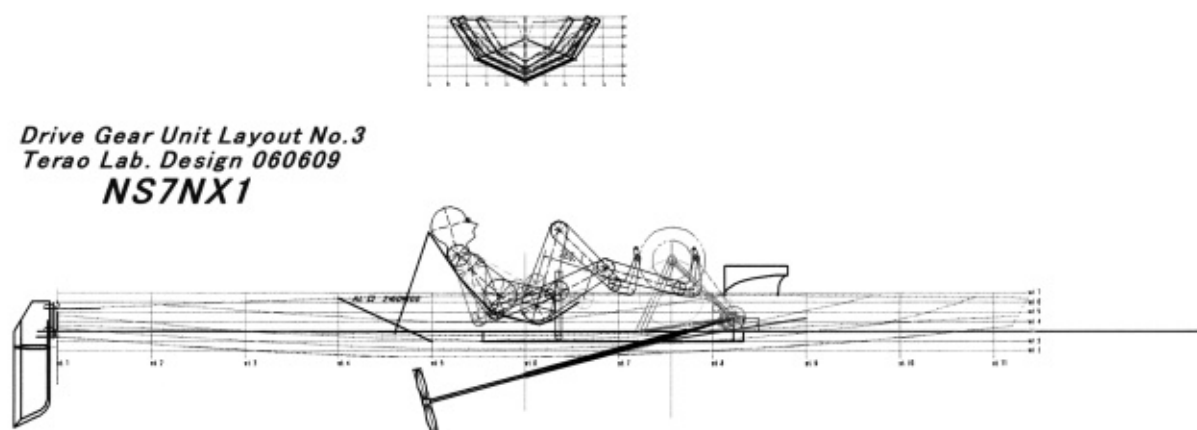


Fig. 4 Hull profile.

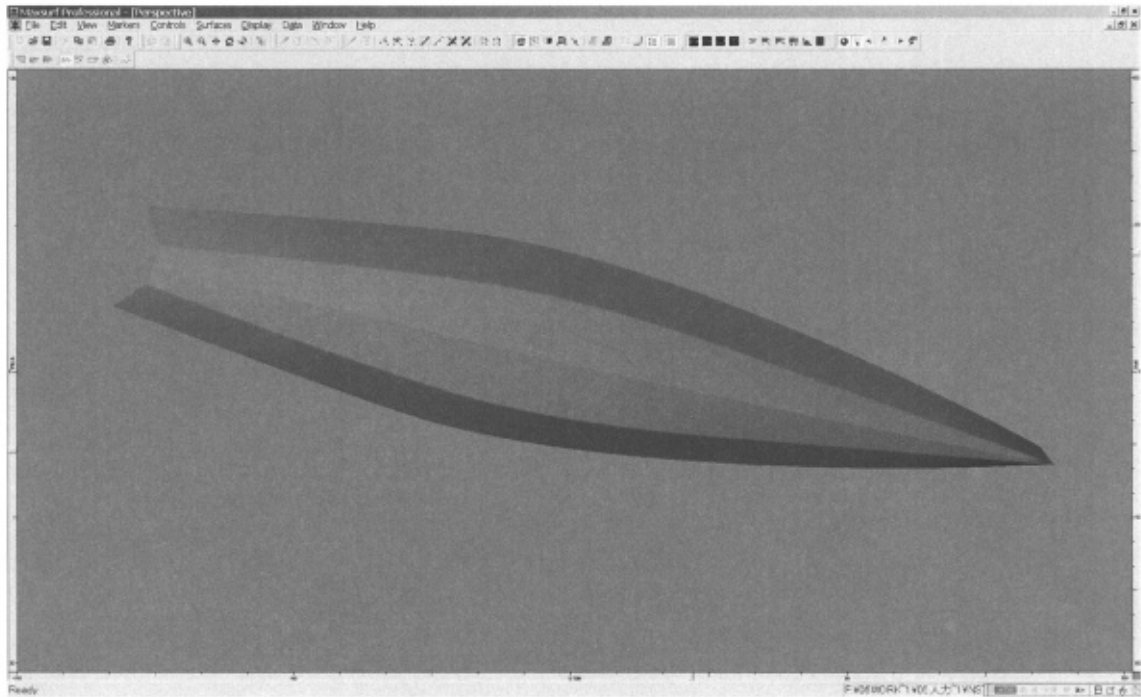


Fig. 5 Newly designed hull perspective.

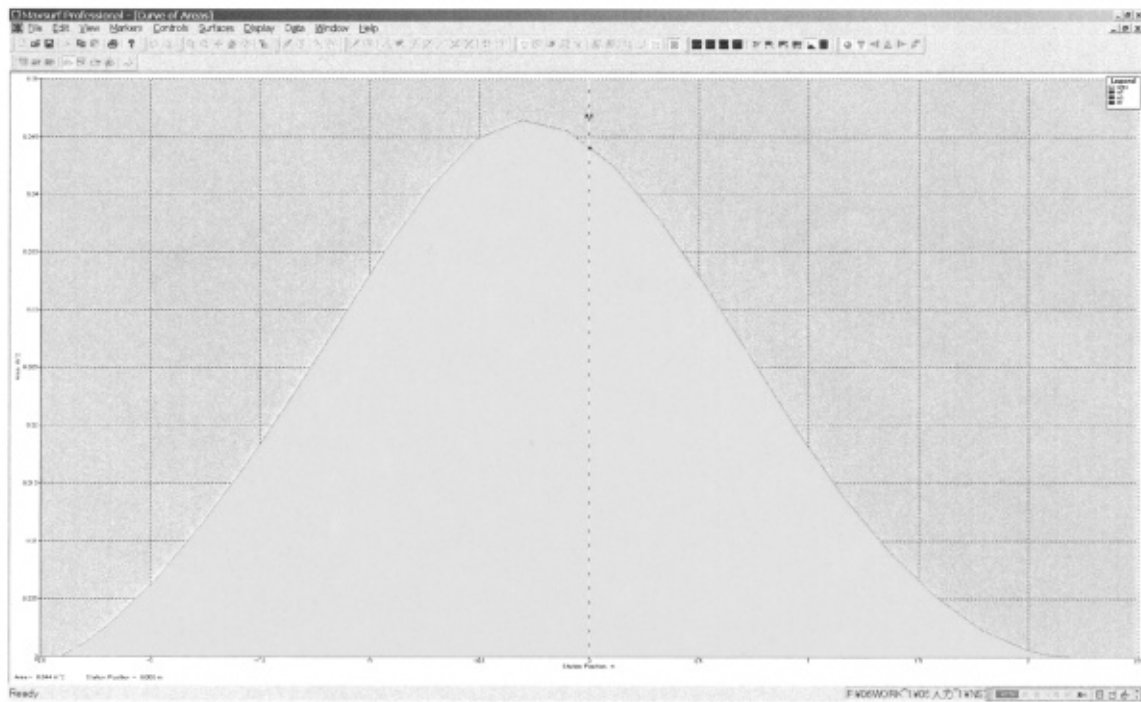


Fig. 6 Prismatic Curve.

## 7. 駆動部詳細

駆動部には直歯の傘歯車を採用し、強度をもたせるようにギヤーを選択する。これは、曲歯の方が力の伝達効率が良いが、そのため同じ力を伝達するにも小型のものが採用できるが、今回は自作で歯車を組むことを考え、組み立て精度の保証がないことから、あえて直歯を採用してある。このことは船が後進する場合にも歯車には負担が同じように掛かることを意味し、強度的にはこの方が良い。Fig. 7にギヤー部、Fig. 8にその支持金具の設計図を示す。Photo 2にギヤーをフレームに組み込んだ部分を示し、Photo 3には船体に固定するための支持フレームに組み付けた所を示す。

自転車の後ろのギヤーにはラチェット機構が組み込まれているが、今回は船の後進には都合が悪いので、ギヤー部と軸部を溶接し、ラチェット機能を殺してある。

製作したのは2つのコの字型プラケットで、内側に傘歯車が入り、外側は内側と自転車フレームを船体中央部の角パイプに固定する役割を持つ。板圧 4mmSUS とし、強度的にはオーバースペックであるが、人体の瞬発力に耐える強度の物を採用してある。

プロペラ軸は、傘歯車には 10φ のあり合わせの SUS 磨き丸棒を継ぎ使用、以後それぞれプロペラまで軸をロックタイトで接合して使用した。部材が不足し、船舶実験館で

見つけれられる限りのステンレスのシャフトと中空シャフトを探し出し、釣り竿の様に継いでプロペラ軸を製作、使用した。接合時、軸と中空パイプの脱脂洗浄が不足していたので、1艇はレース時にプロペラシャフトの破損となった。

プロペラは、模型飛行機の物の中で、直径、ピッチの組み合わせの中で使えそうなものを購入し使用した。これも実験で、プロペラを取り替えて、人体の出力にあうものを選択する予定であったが、時間的に最適化が間に合わなかった。

## 8. 操縦装置

Fig. 9に示すように、船体のキール部の上に角パイプでフレームを組んで組み付ける。角パイプに穴を開けJ型のパイプを差し込み、パイプの下端にレバーを設け、そこから後部の舵取り装置まで釣り糸でつなぐ。簡単な操舵システムであるが、ペダルをこぎながらも、右手での操舵を可能としてある。

## 9. 船台と熱線切断ガイドの配置

熱線のガイドの配置を Photo 4に示す。アルミ L材で熱線の切断面を束縛するようにチェーンとキール部分の切断面に配置してあり、今回初めて採用したシステムである。

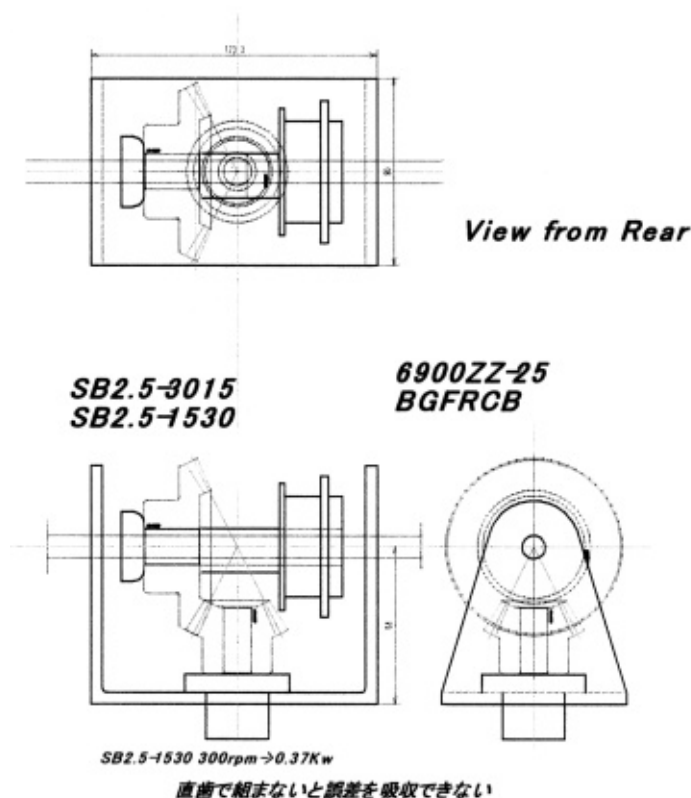


Fig. 7 Combination of bevel gear and sprocket.

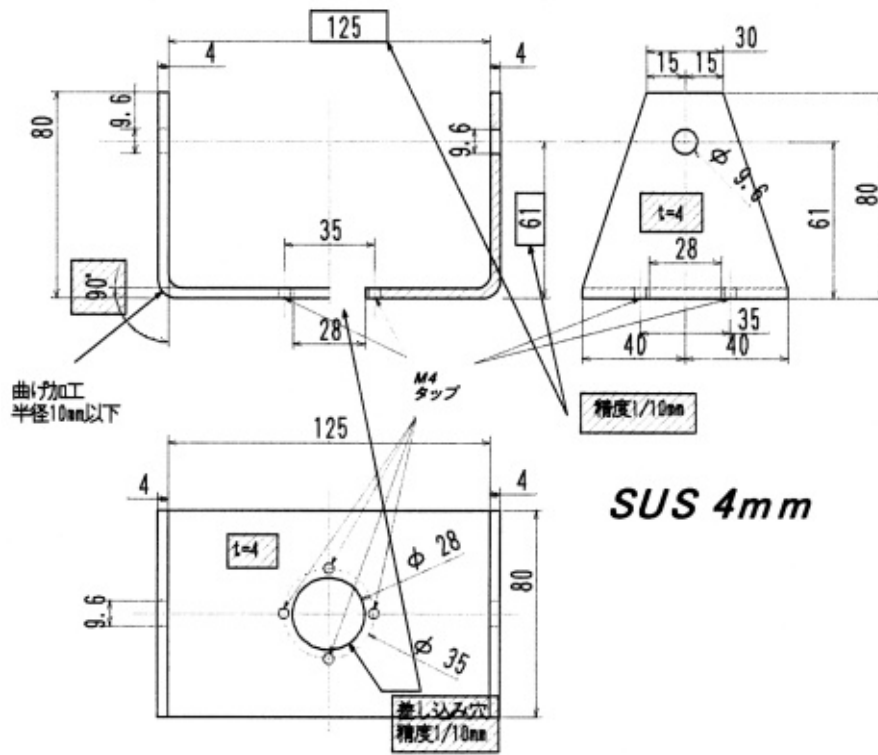


Fig. 8 Gear support.



Photo 2 Bevel gear connected with sprocket and bicycle frame.





Photo 3 Newly designed pedal drive system.  
Left is set to the bow side.

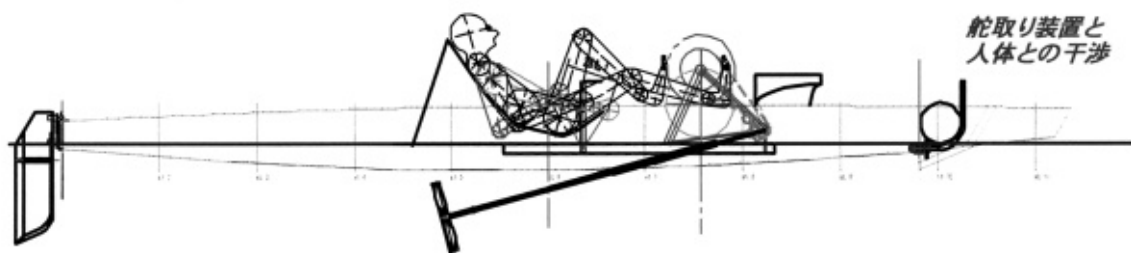


Fig. 9 Layout of control lever and human body.

## 10. 製図から船体製作

a) 船体は可展面構成として、外板は展開し面にひらく。  
この面を用いて、定規を作成する。Fig. 10 に船体外板展開図を示す。

定規は、3 mm ベニヤとし、展開面を実物大に展開して書き、カッターナイフで切断。定規寸法はベニヤの定尺寸法より大きいので、布テープでつないで長さを確保、確実に固定しておく。

b) キール部製作

厚さ 5.5mm のベニヤを FRP で接合しキールの外形を製作しておく。SS 断面の間隔が 480mm であるので、間違えないようにけがき、切断しておく。切断はカッターかバンドソーで行う。Fig. 11 に船体側面図を示す。

キールの外側（船底部）はカンナでなめらかに整形しておく。船台に取り付けて、変な凹凸が無く滑らかであるか

を確認しておく。

Photo 5 にキール部の罫書き作業を示す。

c) 各断面のうち、BHD を構成する部分を作図、10mm のベニヤに写し取り切断。

これに

中心部の加工（キールを取り付ける部分）  
熱線カット用基準金具  
針金取り付け用の穴（直径 4 mm）数個  
を取り付け用意する。

d) 船台製作

水平定番および組み立て船台を製作する。Fig. 12 に船台の図を示す。

水平定番は 10mm 以上のコンパネ材を使用、水準器を用いて水平台を製作しておく。

船台の高さは、人の作業の楽な高さとする。

製作船台はハシゴとし、ハシゴ段は 480mm 間隔にそろえ、直角、平行のハシゴを組む。



Photo 4 A block with hull sections and cutting guide.

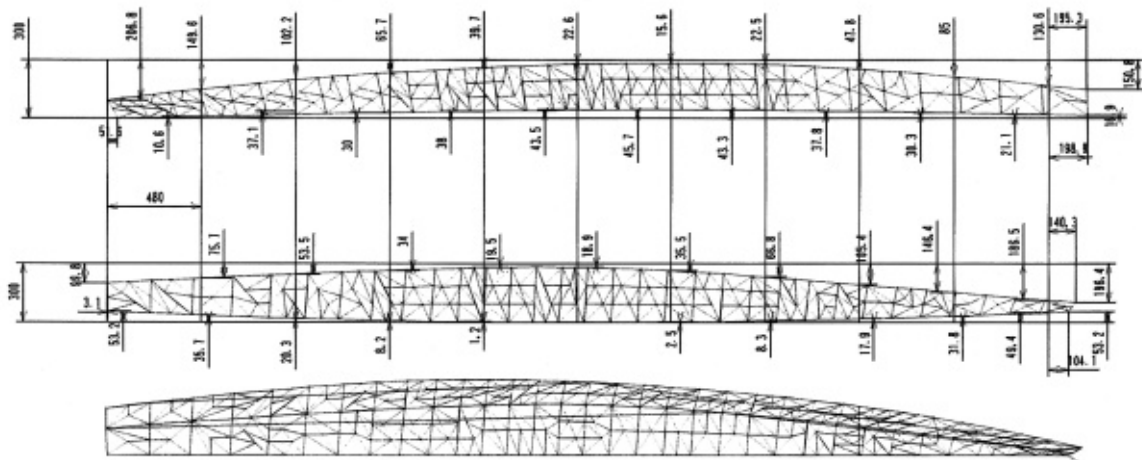


Fig. 10 Shell expansion and shell plates.

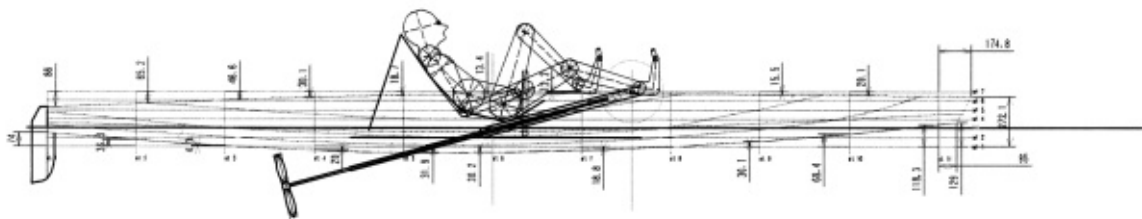


Fig. 11 Bottom keel line.

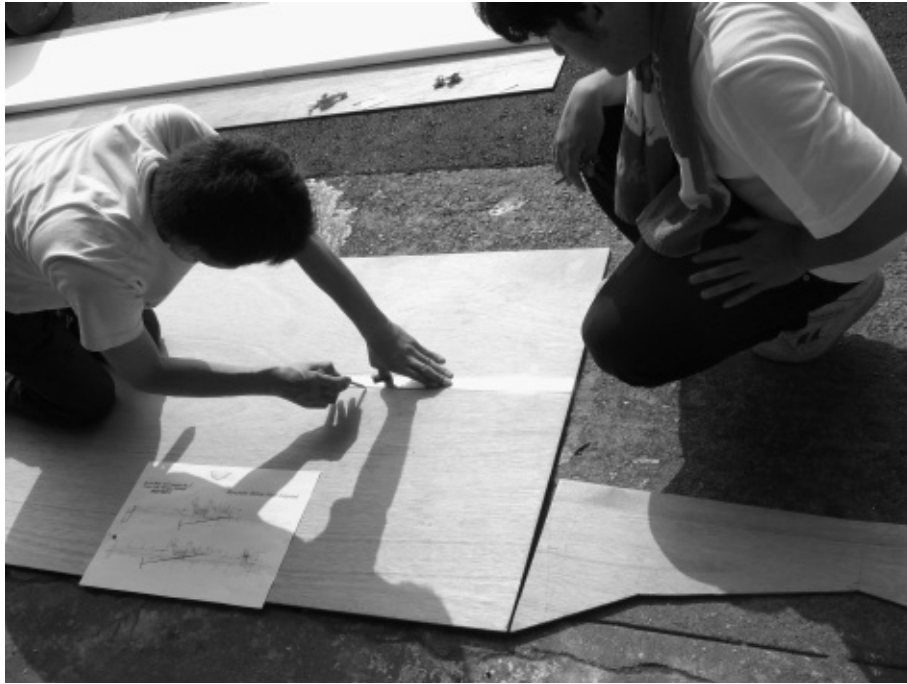


Photo 5 Marking of the keel line.

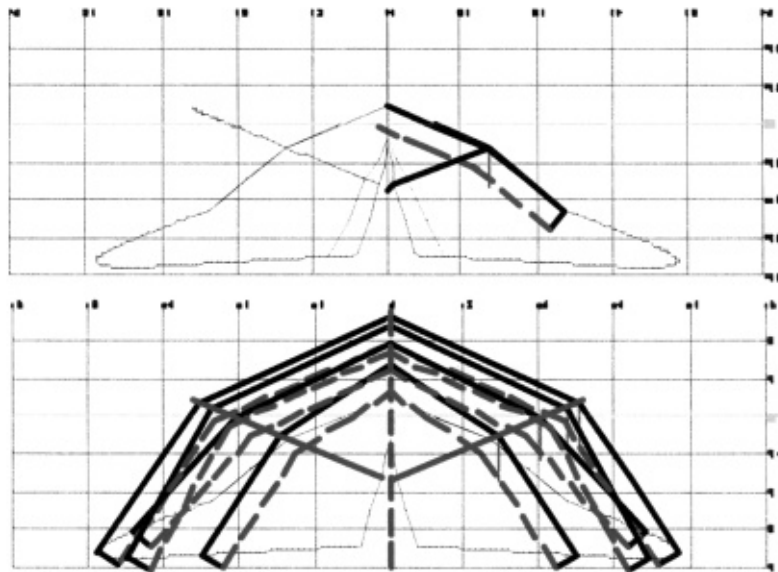


Fig. 12 Bulkhead sections and cutting lines which are set to the diagonal lines.

船体断面部分を、順番を間違えないように、高さ、中心をそろえハシゴの段部分に平行に取り付ける。

a) - d) まではほぼ同時平行作業のできるの、人数の割り振りを考えて合理的に作業を進める。

e) 外板工作

#### 外板の接合

35mm スチロール板の接合面（短手）を軽くサンディングし、接合面をそろえる。

200番程度のサンドペーパーでゆっくり削り余計なバリを取る。Photo 6 に発泡スチロール厚板の接着作業を示

す。小口にエポキシ接着剤をうすく塗り、直ちに接合する。スチロール厚板を固定するための水平板上に、マスキングを行い余計な接着剤がたれて付かないようする。

エポキシ接着剤（急速硬化タイプ 5分程度）で面を接合。3枚つなぎ合わせる。

接合面の下にはポリ袋を引き、余計な接着を避ける。接合面の上より、軽くテープで固着。全体が動かないように定盤上に、軽くウエイトで固定する。

全体が1枚の平板となるように注意して接合する。



Photo 6 Connection of formed thick boards.

#### マーキング

接合面が硬化したら、小さい（幅の狭い）定規を先にあて、サインペンでマーキング。

このとき、セクションと、前後方向をわかるように忘れずにマーキングする。

Photo 7に、船体外板のテンプレートを用いて接合がおわった発泡スチロール板に罫書き作業している様子を

示す。

#### 外板切断

外板マーキングラインの10mm外側を切断する。

切断は、接着したスチロール板の下に薄いベニヤ板（3mm）を引き、水平定盤を傷つけないようにカッターを用いて10mmほど外側を丁寧に切断する。

はじめは少し浅く切り込み、次第に深く切り込み、最後



Photo 7 Rough cutting process.



に切り離してあることを確認する。いきなり深くスチロール板に切り込むとスチロール板が割れるので注意。次に切り残しの部材を中央で切断，両端を再度エポキシ接着剤で接合し次の外板を切断する準備をする。

船体外板4枚で船体ができる。つまり，6枚定尺スチロール厚板を接合し船の外板ができあがることになる。これにデッキをはれば船体が出来ることになる。

#### 外板のトリミング

荒く切断した外板を船台に取り付ける。

はじめはスチロールの船底外板を金具に押しつけるように取り付け，熱線で切断する。

船台に，船体断面用の熱線ガイド用金具が取り付けられている。その分外板に穴加工を行い，外板をセクションと密着させる。これにはカナノコの歯による加工がやりやすい。切削位置を良く見て，最小限の穴をあける。そつと外板を金具に押し込む。

#### 熱線による外板切断

はじめに船底中心線部分に近い外板部を加工。キール取り付け位置を切断し，次いでチェーン部（横）を切断する。

始め電圧をかけずに切断位置を確認する。冷えた熱線（ニクロム線船）を金具にあて，切断位置を確認後，熱線が滑らないように注意しながら，熱線の温度を上げる。温度制御は制御器のつまみを時計回りに回すと温度が高くなる。

少しずつつまみを回すと発信音が聞こえ，スチロールが溶け始める。あまり温度を上げると切断面がきれいにならない。

温度調節器の発信音に注意。発信音が出ないときには電源の接続を確認すること。

Photo 8 に熱線を用いてスチロール厚板の外板を切断している様子を示す。これにより Photo 9 のようにきれいな切断面ができあがる。この切断面は正確に切れていれば外板を接合するときに誤差無く接合でき，歪まずきれいな船体が出来上がる。

各セクションの部分に人をつけ，注意して切断すること。

うまくゆけばきれいな切断面ができる。

外板は無理に押さえると変形してしまう。セクションの部分（骨のあるところのみ）を軽く押さえること。

船側外板は，銅線でセクションに縫いつけて固定後，切断すること。そうしないと固定できずに切断できない。このとき，あまりつよい力で外板を取り付けないこと。

Photo 10 のように船体中心部にキールを仮接合し右舷が組み上がったところに，左舷の船底外板を接合しようとしているところである。切り金具がまだ残っており，左舷接合後取り除く。

Photo 11 は船体外板4枚を船台に配置したところである。

#### 外板の接合

外板切断面修正ののち，外板を接合する。接合にはスチロール用の接着剤を用いる。これは硬化時間がかかるので作業時間を考えて施工する必要がある。

はじめにキール部分，+船底外板として組み，その後船側外板を貼り合わせる。

Photo 12 は外板を一気に接合しているところである。



Photo 8 Cutting process using the hot wire.



**Photo 9** Cutting surface shows sharp edge after the hot wire cutting.



**Photo 10** Setting of the light bottom panel.  
If the cutting surface is accurate, fair hull form is easily built up.



Photo 11 View from stern. Four panels are set in the ship hull form.



Photo 12 Hull connection using pet-tape.



**Photo 13** The hull removed from a block after the bottom plate connection.



**Photo 14** Free Board cutting process. Using two side gauges, hot wire cutter can easily cut both deck lines and formed bulkhead.



船体外板の一時固定には幅広のペットテープを使用した。

Photo 13 は外板接着硬化後船台から船体を取り外した様子を示す。この段階でも十分な立て強度を有する。

Photo 14 にデッキ接合のためにデッキラインを切断している様子を示す。外板を一度に定規を当てて2枚切断するが、熱線を用いて抵抗無く切断できる。

#### 外板の FRP 加工

外板を防水および強度を持たせるための FRP ライニングを行う。

#### 駆動装置の取り付け

組上げた駆動装置を船体に固定し、舵を取り付けて組み立て終了となる。

Photo 15 に駆動部分と舵取り用のティラーを Frame に組んだ所を示す。このように Frame 上に一体とした構造であり、船体への取り付けは容易である。

Photo 16 には船体への Frame 組み付け作業を示す。やはり多数が協力しての作業となる。

## 11. 進水式およびレース

完成した船体は、船舶実験館で進水式を兼ねて浮力試験を行った。同時に4艇の進水ができ、人力船レース参加のための艇数がそろったこととなった。Photo 17 に示すようにクレーンで水槽内に完成した船体を浮かべて行う。完成した4艇を水槽に浮かべシャンパンでお祝いをした。(Photo 18)

Photo 19 から Photo 22 までレース参加の様子を示す。学生諸君はレースに参加すると共に、会場設営と運営を担

当する事とした。天候は梅雨が明けずに残念であったが、無事にレースを終了できた。大学行事と重なり、テントの数が足りず学生用のテントの手配も出来ず船はレース期間中むき出しの状態で見られることとなった。しかし多くの船を自作、その船を運用することで海と船と人との強いふれあいが出来たことは大きな収穫であった。

## 12. 反省事項

今、新たなカリキュラムを設定するに当たり、様々な議論を学科内で行い、そのなかで全く新しい試みを行うこととした。これは1つには2006年度の高校までの新課程の学生の入学に備えることであり、また今までのセメスター制度に見られる学生間の親和性不足という大きな弊害の除去を考えたものである。

物づくりを中心に置いた教育の一端はすでにマリンデザイン工学科・船舶工学科時代に先行する授業科目としてあったが、1年次の初期教育に取り込み、また人力船大会にまで学生を全員参加させるというプロジェクト教育まで踏み込んだ物は、今までどのカリキュラムにもない独特の、本学科独自のものであろう。

そのため、授業準備に多大な時間が掛かることとなった。また船体の建造コストもできるだけ抑えることとしたが、そのことが余計な時間を必要とする悪循環に陥った。このことは教育にかかるコストとその評価と言うことで、もう少し時間をかけて詳細に検討する必要がある。

船体構成の工法についても、おそらく世界で例を見ない本学科独自の独自方法を採用した。これについても多くの

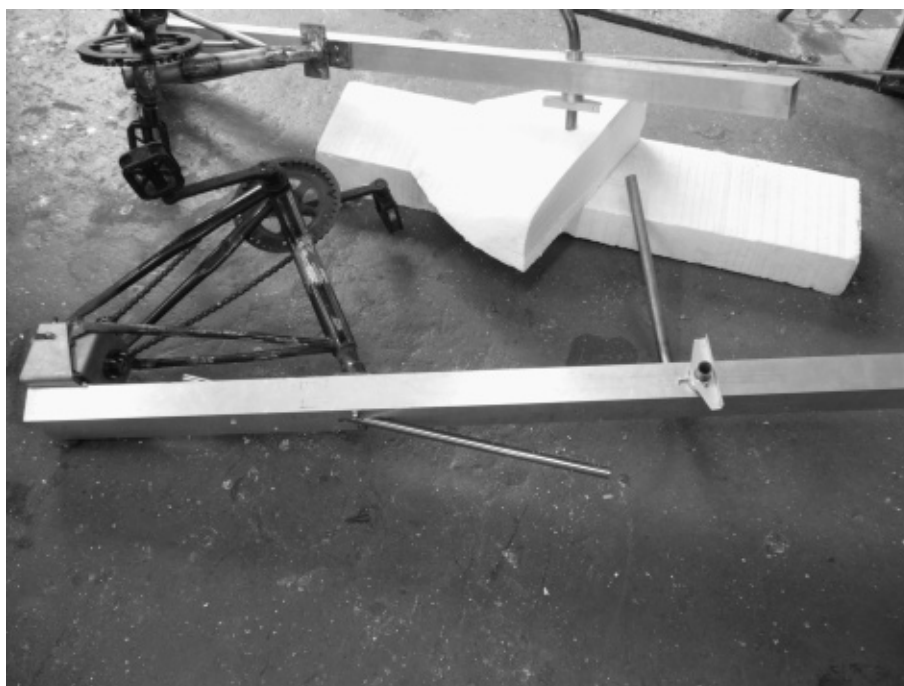
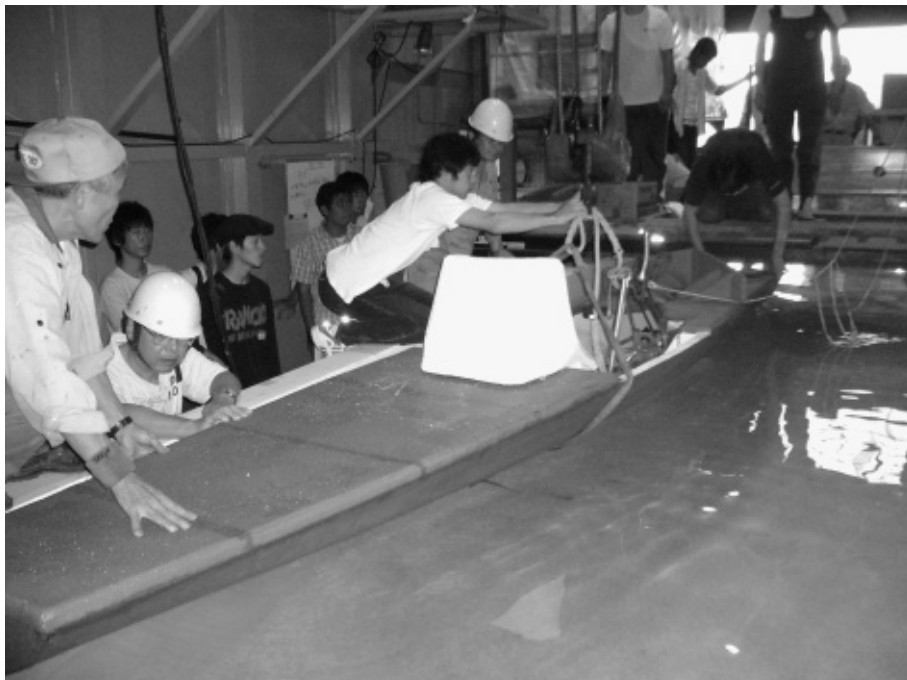


Photo 15 Built up frame and drive gear, which is equipped with tiller.



**Photo 16** Mount process of the drive gear system.



**Photo 17** A hull launching test in the tank.



Photo 18 Four craft are launched and champagne celebration carried out.



Photo 19 '06 Human powered boat race in Shimizu.



**Photo 20** A Snap of race start.



**Photo 21** Start of 30 min. endurance race.





Photo 22 All race ended, four boats are turn off and waiting for transportation.

危惧を抱いていたが、各教員の知識と経験によりスムーズに乗り越えることができた。それにより構成された船体を用いた、2006年度大会における人力船の走行成績はあまり芳しいものではなかったが、これも船体製作に時間がかかり、練習時間が取れず、ぶっつけ本番ということで見れば上出来である。

今回のプロジェクト授業は、学生諸君の多大な協力と努力により、2006年清水地区で初めて開催された全日本人力&ソーラーボート大会の運営まで含めて見事な成功裏におわったと考える。この後、大会に参加した学生諸君の顔つきが変わり、また言われなくても動けるようになったことがこの授業における直接的な大変化である。さらに、学生達が自分たちに自信を持てたことがとりわけ大きい。このことが、大会と大会前の集中的な努力と労働の結果かも知れない。ただこの結果が、今後とも持続して行くものかも、未知であるとしかたない。

しかし、今回の授業における結果のすべては、船舶海洋工学科全教員の一致団結した、心からの教育指導の賜であることは言うまでもない。教員団が一致して努力する姿を学生諸君に見せたことも大きな収穫である。このような手

間の掛かる、また各教員への負担の大きい教育コースが今後継続できるのかという大きな問題は、今後も継続して考えてゆかなければならないことではあるが、各教員の評価はおおむね良い。大会も面白かったという声が学生側からも、観客席からも多くあり、一安心している。

さらに船体の強度や速力性能については、走行実験等で把握しなければならない物であるが、その方面では計測の難しさもあり今後の課題として残る。ただ船体縦強度は、船体の破壊試験に近い2点支持梁として陸上で船体前後を支え、学生をドライバーシートに乗せるという設計では考えられないような集中荷重を船体に与えたが、全く強度上の問題の無かったことを付け加えておく。

#### 参考文献

- Fred Delong (1978): "Delon's Guide to Bicycles and Bicycling"; Radnor, Pennsylvania; Chilton Book Co., 1978.  
 A.N.ブルックス・A.V.アボット・D.G.ウイilson (1987): 人力水中翼艇, サイエンス (SCIENTIFIC AMERICA) 1987. 2, pp.108-117, 日経サイエンス社.

寺尾 裕

## 要 旨

2006年度より新たな組織的教育と授業の取り組みとして、自然エネルギーの1つとして考えられる環境に優しい人力船の設計製作を行った。この授業は様々な複合的目標をねらい、学科で検討を重ねて学生教育の新たなコースとして作り上げた物である。1セメスターの間に完結する物づくりと人力船の学生によるレースの運営までを行う事とした。そのために、全く新たな船体工作法を開発し、4艇同時建造とし船体を完成させ、また大会も成功裏に終了した。

キーワード：人力船，新艇設計製作，プロジェクト授業