



特集：挑戦

人力ボート世界最速への挑戦 ～COGITO(コギト)チーム～

**Team "Cogito" and the challenge to build the world's fastest
human-powered boat**

柳原 序 深町 得三 上村 正毅 本山 孝

Abstract

The Yamaha Motor Company (YMC) employee club "COGITO" team has been participating in Japan's annual human-powered boat race competition for 15 years now. Although it is somewhat disappointing to see that the size in this annual competition has been decreasing in recent years, there is a positive trend recently for an increasing number of student teams from universities, vocational schools and high schools working hard to build new boats or revise existing ones each year for the competition. There are also a number of family teams and volunteer club teams from corporations that are enjoying competing each year. Among these, YMC's club COGITO team is one of the long-time participants that has always been one of the top competitors since the early years. This is the result of the love of the team members for the challenge of designing and building human-powered boats and the pride they take in this task. Despite these efforts, however, the speed records recorded by these boats have peaked out in recent years. The time seems to have come for the members of the COGITO team to re-dedicate themselves to the challenge of creating the new design improvements that will render the world's fastest human-powered boat capable of setting a world record. In this report we talk about the history of the team's efforts and the passion of its members for this challenge.

1 はじめに

COGITOチームが人力ボートレースに参加して、今年で15年になる。大会当初に比べると、その規模が小さくなっているのが残念だが、最近では、大学、高専、高校の学生チームが毎年がんばって新艇を作り、あるいは改良しながら、意欲的に参加するようになってきている。他に、ファミリーチームや企業有志チームも、レースを楽しみながら参加を続けており、大会が形作られている。COGITOチームもこの中にあって息の長い活動を続け、参加当初からトップクラスの成績をとりつづけている。これは、チームメンバーの人力ボートに対する思い入れの表われ、と自負している。

ところで、スピードを競う人力ボートではあるが、この数年、その記録の伸びが頭打ちとなっている。そこで、COGITOチームとして、さらなる改良を加えた世界最速の人力ボートを作り、世界記録を更新することを目標に、人力ボートレースへ挑戦したので、経緯を含め、紹介する。

2 人力ボートとは

人力ボートは、1人または2人の人力(脚力・腕力)で走行するボートである。世界各地で人力ボートのレースが開催されているが、日本ソーラー&人力ボート協会が主催するレースのルールでは、大きさは、全長6m、全幅3m、高さ3.5m以下で、船底が水面から離れる構造の水中翼型と、それ以外の排水量型に分かれる。「COGITO艇(水中翼型)は、どんな乗り物ですか?」とよく聞かれるが、旋回するときのバランス感覚は、モーターサイクルやマリッジットと同じであり、自由に海原を走り抜ける感覚は、気持ちがよいものである。

2.1 水中翼型人力ボート

水中翼型的人力ボートは、全没型と水面貫通型に分かれる(図1)。抵抗が少ないのは全没型であるが、解決しなければいけない2つの問題がある。ひとつは、翼走(水中翼が揚力を発生して走ること)状態では横安定がないこと。もうひとつは、揚力があり余って翼が空中へ飛び出さないように制御する必要があることだ。今では、我々COGITO以外のチームでも全没型の水中翼船を作るようになり、水中翼型人力ボートの標準形のようになった感があるが、当初は、この2つの問題のために「この船はまともに走らない」と思った人の方が多かった。COGITOチームで水中翼船を初めて製作したとき、横安定問題は解決できる、と決心させたのは、50年ほど前の堀内浩太郎氏(元・ヤマハ発動機取締役、現・日本ソーラー・人力ボート協会会長)が開発した船外機の水中翼船(図2)の成功である。氏は、ドライバーの能動的な操縦で横安定が保てることを証明した。また、揚力制御の問題は、前翼をスコップのような水面センサーで動かす方式(図3)で解決している。実は、この調節がいちばん難しいのだが、センサーは上下に、ヒンジ位置は前後に調節できる構造にして、調節のしやすさを工夫している。

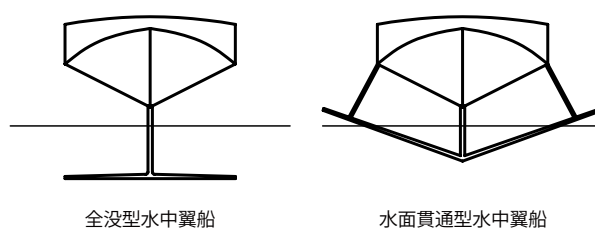


図1 水中翼船の種類

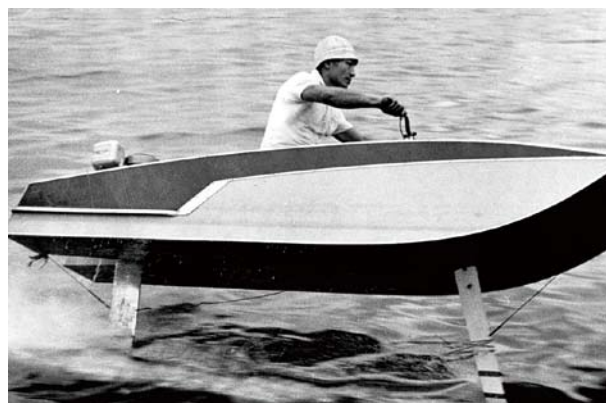


図2 堀内浩太郎氏の水中翼船

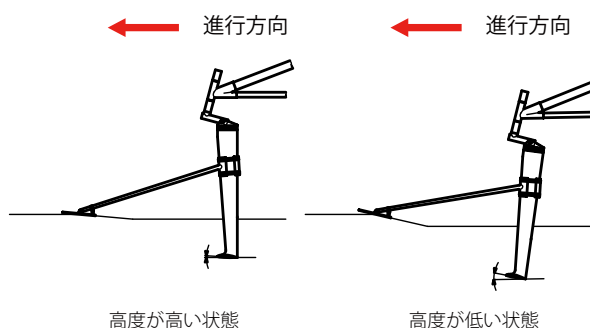


図3 ハイトセンサー

2.2 人力ボート設計のポイント

人力ボートを設計する場合には、まず、人力のパワー条件を決めることが出発点になる。パワーとその持続時間の関係は、すでにいろいろ発表されている。

おおよそ表1のとおりだ。この関係を有効に利用できる水中翼船を設計するポイントは、

- ①レイノルズ数に適合した翼型を選ぶこと
- ②離水速度
- ③翼の強度
- ④翼のたわみ量
- ⑤いかに抵抗を減らすか
- ⑥ペダル回転数と増速比
- ⑦効率の高いプロペラ

となる。それぞれの設計はトレードオフの関係だから難しい。たとえば、最高速を上げることだけを考えた翼は、離水速度が速すぎて、翼走状態までもっていくパワーが足りなくなる。COGITO艇は、CFUDPP(カーボン一方向プリプレグ)で翼を作り、主翼は干渉抵抗を小さくするためストラットと前後に取り付けをずらし、米国MIT(Massachusetts Institute of Technology)のLarrabee教授が開発した最小誘導ロス設計法の2重反転プロペラを採用している。

表1 一流アスリートのパワーと持続時間

継続時間	出力
30 秒	800W
5 分	400W
1 時間	180W

2.3 人力ボートのエンジン

人力ボートでは、漕ぎ手をエンジンと呼ぶ。水中翼型人力ボートが翼走することを考えると、エンジンには、体重当りの出力が優れる漕ぎ手が望ましい。これまでCOGITOチームでは、トップスピードの記録を更新するために、漕艇の元オリンピック代表の堀内俊介(ヤマハ発動機MEカンパニー)だけでなく、人力飛行機"チーム・エアロセプシー"のパイロット等、社内の自転車競技経験者に協力をしてもらい、エンジンと艇の馬力のベストな組合せを選定してきた。エンジンの出力を最大限発揮できるようにするには、

- ①思い切りペダリングできる直進安定性
- ②体力を大きく消耗するスタートから翼走までの時間の短縮
- ③前後エンジンの息のあったパワー

が、重要である。つまり、水中翼の選定・調整はもとより、ポジションやギア比をエンジンに合ったものとし、かつ、容易にチューニングできることが記録として表われるのである。

一方、毎年開催されるソーラー&人力ボート全日本選手権大会には、3種目のレースがあり、それぞれに適したエンジンの選出と船のチューニングが必要となる。表2にレース種目別の競技時間、船のスピード、エンジンの心拍数等を示す。短距離の200mは、競技時間が25秒と短いので、多少重量級でも脚力と瞬発力のあるエンジンが良い。反対に、耐久レースは、エンジンの途中交代がないため、1時間にわたって安定したパワーを維持できる持久力のあるエンジンが適任となる。

表2 ソーラー&人力ボートレース全日本選手権大会の競技種目と仕様

	200m	スラローム	耐久
競技時間	25 秒	3 分	60 分
平均スピード	8m/s	6m/s	3m/s
主翼面積	840cm ²	840cm ²	1,680cm ²
プロペラ回転数	1,300 回 / 分	940 回 / 分	770 回 / 分
ペダル回転数	140 回 / 分	110 回 / 分	90 回 / 分
心拍数	--	--	170 ~ 180 回 / 分
体重(2 名)	130kg	120kg	110kg

2.4 軽量化と材質

「人力ボートのパワーソースは、人間2人分の力(2人乗りの場合)」といっても、人力は極限られたパワーである。そのパワーを艇のスピードに生かすには、ボートは鳥のように軽くなけてはならない。しかも水中翼型の艇では艇体が水面上の空間を「飛ぶ」のであるから、なおさらである。そのため、COGITOチームのボートは、艇体や水中翼の素材として、アルミよりも軽く、鉄より強いCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)を用いている。CFRPは、形状を自由に形作ることができるため、設計の意図する形の製作と、細かな改造が可能なのである。

3 人力ボートレースへの挑戦

我々COGITOチームは、1992年の第2回「夢の船コンテスト」から本格的に人力ボートレースへ参加した。改良を加えながら、現在では、第3世代目の艇を製作し、レースに参加している(図4)。以下、人力ボートレースへの挑戦の経緯を説明する。

		船のタイプ	乗員数	乗車姿勢	ハルの構造	重量
第1世代		排水量型	1人	リカンベントタイプ	CFRP サンドイッチ構造	19kg
第2世代		全没型 水中翼船	2人	ロードレース タイプ	アルミ薄板	34kg
		全没型 水中翼船	2人	ロードレース タイプ	CFRPとAFRPの サンドイッチ構造	34kg
第3世代		全没型 水中翼船	2人	リカンベント タイプ	CFRPとAFRPの サンドイッチ構造	39kg

図4 GOGITO艇の変遷

3.1 前COGITO時代

1989年頃、ヤマハ発動機で、「浮かべたい水面まで少人数(1人または2人程度)で手軽に運搬でき、簡単に組み立てられ、水面で自由に遊べる船」をコンセプトに、アメリカズカップ艇や軽量シングルスカル(CFUDPPを使用)の製造技術を用いて、人力ボートを製作した。艇体はCFRP表皮、プラスチックフォームを心材とし、バキュームアシストしたサンドイッチ構造で、艇体を形作るパネルとしては、かなり高剛性である。バルクヘッドなど内部補強の構造材は極わずかである。そのボートはとても軽く、自家用車のルーフへの積み込みが可能で、積み下ろしも簡単にできる。これだけの艇体が目の前にあって、人力ボートレースへ参加しない手はないとして、当時集まった会社仲間の有志がCOGITOチームへと続くのである。これが、「超軽量COGITO艇」の挑戦の始まりとなった。

3.2 COGITO第1世代

1991年、当時の(財)日本船舶振興会主催の第1回「夢の船コンテスト」というイベントが開催されることを知り、応募した。排水量型・1人乗り・リカンベント(椅子乗り姿勢)タイプ的人力ボートを自信満々で設計審査に出したところ、なんと予想外の落選! どうも審査員の意図を読み違えていたようだ気付いた。彼らは人が車輪の中に入って進むような船を「夢の船」と思っていたようである。

しかし、翌1992年の第2回「夢の船コンテスト」では、同じ設計で今度は審査に合格した。本番の200mスプリントレースで見事優勝を飾った時には、前年の口惜しい思いも吹き飛んだ。

少しエピソードを…。第2回「夢の船コンテスト」に参加したとき、我がCOGITOチームは、3分割にした艇体をそれぞれ1人で肩に担ぎながら会場に搬入した。他のチームはというと、トラックで運び入れ、10人前後で彼らの艇をトラックから降ろしていたことを思い出す。まさしくCOGITO艇は超軽量だったのである。

3.3 COGITO第2世代

第2世代目の艇は、2人乗り・ロードレースタイプとし、よりスピードを求めて全没型の水中航船とした。2人乗りにした理由は、このレースの規定乗員数が2人までであり、1人乗りよりパワーウエイトレシオと揚抗比が有利になるからだ。乗員が増えたこともあり、前述のごとく、まさに軽量化が必須命題であった。

3.4 COGITO第3世代

2006年、第3世代目の艇として、2人乗り・リカンベントタイプの全没型水中翼船「COGITO-R」を新造した。以下に詳細を述べる。

(1) 目標

2003年、韓国遠征(図5)を計画していたころから、次世代COGITO艇の製作というテーマがメンバーの中で少しずつ具体化してきた。目標は、18.67ノット(34.6km/h)の世界記録を更新し、さらには20ノットを上回るというものである。

人力ボートの速度記録は、IHPVA(国際人力乗り物協会)が認定していて、100mの平均速力になっている。1人乗り部門では米国MITの「デカビテータ」の18.50ノット、複数ドライバー部門では前COGITO時代の仲間であった横山文隆氏が作った「スーパーフェニックス」(図6)の18.67ノットがタイトルを持っている。COGITO艇の記録は、日本ソーラー・人力ボート協会認定の18.39ノットで、1997年から横ばい状態になっている。

また、人力ボートの世界では、過去に米国Du Pont社が2万5千ドルの賞金を設定したこともあって、20ノットを越えることが大きな関心になっているのだ。

まだ誰もこの「夢」を達成していない。新艇「COGITO-R」は、この壁を破るためのワンステップなのだ。



図5 韓国遠征



図6 スーパーフェニックス

(2) 新艇「COGITO-R」の仕様

世界記録を更新し、20ノットを上回る艇を作るための技術的な検討を進めて行く中で、最大の課題は空気抵抗の低減であることに気付いた。前面投影面積を極限まで減らし、艇体形状も空力学的に見直すことを検討した。陸上の記録挑戦自転車を参考にしながら、漕ぐ姿勢をリカンベントに変え、艇体全体を流線型のフルカウルで覆うという基本コンセプトにたどり着くのは早かったが、その後、韓国から帰ったころから、メンバーもそれぞれの仕事での責任範囲が増え、基本設計から詳細設計への作業が思うように進まなくなってしまった。

そうした中、フルカウルの艇体をカーボンファイバーで作るという部分は、人力ボートに興味を持った企業からの協力もあり、艇体のメス型を作るところまで進んだ。しかし、2人乗り・リカンベントのメカニカルな部分の検討が、なかなか進まず、第3世代のCOGITO艇による世界記録更新という挑戦自体に暗雲が漂いはじめた。

この状況を打開する手として選んだのが、まずメカニカルな部分だけのスケルトンを組み上げて機能を確認するという方法で、「ソーラー&人力ボートレース全日本選手権大会2006」に出走させた「COGITO-R 2006」がそれである(図4最下段)。レースの結果は、

【200mスピードレース】

・予選(100mトライアル) 15.25秒(12.7ノット) 人力Aクラス1位

・決勝(200m) 40.63秒(9.6ノット) 人力Aクラス1位

であった。1位の成績は取めたものの、チューニングが間に合わず、スピードは以前より大きくダウンし、今回は世界記録更新は成らなかった。しかし、実際にレースで走らせてみて、いくつかの課題が見え、基本的な寸法関係が把握できたことで、今後のフルカウル仕様への貴重なデータが得られたと思う。

4 おわりに

COGITOチームの名の由来は、ペダルをこぐ人＝漕ぎ人(コギト)と、デカルトのcogito ergo sum(我思う故に我あり、コギト・エルゴ・スム)を引っ掛けた駄洒落である。駄洒落から始まった活動であるから、メンバーも、あまり肩肘張らず、それぞれが、できることをできるときにやるという、のんびりしたスタンスで続けてきた。思い返せば15年も続いた理由は、この辺にあるのかも知れない。ある意味で「お気楽な集まり」であるが、ここぞ!という時のがんばりは保証ものである。たとえば、本番前日の土曜日にハンドルバーのブラケットが折れてしまったときには、休日の東京中を走りまわってアルミ溶接のできる店を見つけ、自分たちで修理して翌日は優勝した。また、大会会場で後ろの翼を水中に落としてしまった(これが本当の“水中翼”)ときには、メンバーがダイビングショップでスクーバ用具一式を借り、競艇場のヘドロに潜って見事発見・回収し、なくしたシャフトとともに徹夜で復元して翌日には優勝した。このような自慢にならないが酒の肴にはなるエピソードに表われている。

来年こそは、ファインチューンした「New・COGITO艇」で、世界記録への挑戦と達成の喜びをメンバー一同、分かち合いたいものである。熱い応援をいただけたら幸いである。

■著者



柳原 序
Tsuide Yanagihara
コーポレートR&D統括部
システム技術研究部



深町 得三
Tokuzou Fukamachi
プール事業部



上村 正毅
Masaki Kamimura
MC事業本部
SyS統括部
第3SyS部



本山 孝
Takashi Motoyama
MC事業本部
SyS統括部
生産技術部