

YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

ヤマハ発動機 技報



2006-12
No.42



特集：挑戦

▶ 挑戦特集

- | | |
|----|--|
| 1 | <p>徒手空拳の技術
 <small>Empty-handed Technology</small>
 古沢 政生</p> |
| 5 | <p>WVのレース・スポーツ活動
 <small>Race Activities for Yamaha Water Vehicles</small>
 深町 達也</p> |
| 11 | <p>スノークロス・レースへの挑戦
 <small>The challenge of Snocross</small>
 中野 太久二</p> |
| 17 | <p>「TEAM 茶 LLENGER」6度目の挑戦
 ～2006鈴鹿8時間耐久ロードレース参戦記～
 <small>"TEAM CHALLENGER" and its sixth Suzuka 8-hour Endurance Race campaign (2006)</small>
 目黒 克治</p> |
| 22 | <p>MotoGP車両開発～華やかな舞台の裏で続けられる挑戦
 <small>MotoGP Machine Development - The Ongoing Challenge Behind the Glory of the Circuit</small>
 鷲見 崇宏</p> |
| 28 | <p>モトクロスレースへの挑戦
 <small>The Motocross Race Challenge</small>
 福田 高義 野本 達夫 高橋 大輔</p> |
| 34 | <p>人力ボート世界最速への挑戦～COGITO (コギト) チーム～
 <small>Team "Cogito" and the challenge to build the world's fastest human-powered boat</small>
 柳原 序 深町 得三 上村 正毅 本山 孝</p> |
| 41 | <p>人力飛行機による記録挑戦への軌跡
 <small>A History of the Challenge of Man-powered Flight</small>
 鈴木 正人</p> |
| 50 | <p>ジュビロ磐田の完全制覇を支えたフィジカルトレーニング
 <small>The physical training that helped Jubilo Iwata win the J. league title</small>
 菅野 淳</p> |
| 55 | <p>アンデス縦断タンデムツーリング
 <small>Tandem Touring through the Andes</small>
 ヤマハ発動機OB 高田 典男</p> |
| 60 | <p>二輪車による2度の世界一周への挑戦
 <small>The Challenge of Touring Twice Around the World on a Motorcycle</small>
 ヤマハ発動機OB 吉田 滋</p> |
| 71 | <p>クルーレス・ソーラーボート・レース
 <small>Crewless Solar Boat Races</small>
 藤田 学</p> |
| 80 | <p>水泳競技におけるパフォーマンス測定装置
 ～SSW (Swim Stroke Watcher®)～開発の経緯
 <small>Development of the swimming performance measuring device SSW (Swim Stroke Watcher®)</small>
 矢倉 裕</p> |

▶ 製品紹介

- 88 **車イス用電動ユニット「JWX-1」と軽量型電動車イス「JWアクティブ」**
The Wheelchair Electric Power Unit "JWX-1" and Lightweight Electric Wheelchair "JW Active"
谷垣 聡
- 93 **ユニットプール「きらきら」**
Unit Pool Kira Kira
前田 文雅 増田 尚士
- 99 **5人乗り電動ゴルフカー「ターフジョイG31E」**
Five-passenger Electric Golf Car "Turf Joy G31E"
雄谷 誠祐 吉井 芳徳
- 103 **2006年スクーター「VOX XF50」**
2006 Scooter Model "VOX XF50"
徳永 良一 佐藤 公彦 野村 靖 西津 征男 平野 文夫 脇村 誠 鈴木 雅巳

▶ 技術紹介

- 109 **外装のデザイン自由度と耐候性を両立する
新技術「フィルム・オン・グラフィックス」**
New "Film-on Graphics" technology for increased exterior design
flexibility and weatherproofing
両角 直洋 鈴木 康男
- 116 **車々間通信HMIシステムと二輪車用エアバッグシステムの開発**
Development of an HMI Inter-vehicle communications system and
motorcycle-specific air bag system
内田 吉陽 般若 洋征
- 122 **モーターサイクル用自動化マニュアルトランスミッションの開発**
Development of an automated manual transmission for motorcycles
小杉 誠 善野 徹
- 127 **二輪車用電子制御スロットル「YCC-T (Yamaha Chip Controlled Throttle)」**
Development of the motorcycle-specific electronic throttle
"YCC-T" (Yamaha Chip Controlled Throttle)
松田 岳志
- 131 **FMフォーミングによるスプライン塑性加工の開発**
Development of an FM forming method as a type of plastic forming
method for drive shaft splines
奥村 英之 荒川 泰行

▶ 技術論文

- 136 **筒内直噴S.I.エンジンにおける混合気形成とノッキングについての考察**
Analysis of Fuel-Air Distribution on Combustion and Knocking in a D.I.S.I. Gasoline Engine
沖 秀樹 鈴木 裕一 黒澤 伸一



特集：挑戦

としゅうけん

徒手空拳の技術

Empty-handed Technology

古沢 政生

Abstract


The selection of such an unusual title for this paper is not because the author is a former sports freak. It is because of a desire to emphasize his belief that engineers should constantly train themselves to be able to tackle problems empty-handed when necessary, i.e., without the aid of technical tools.

Lately this author has found himself frequently forgetting people's names. This is because he is definitely gaining the strength of age. But, this is not the only reason. He is also forgetting how to write certain Chinese "Kanji" characters and gradually losing the ability to do calculations in his head.

Quite a while ago, when cheap electronic calculators first became available there was an episode of a popular comic series from the 1960s that had the following scene: An elementary school teacher asked one of her students to solve a math problem. The student did the calculation on a calculator he had hidden under his desk and when he computed the answer, he told it to the teacher with an innocent face. Meanwhile, the teacher had been calculating the answer on her calculator hidden behind her desk. When she saw that the answer was correct, she told the student, "Very good." It is believed that the author already had an awareness at the time that due to the invention and use of such convenient devices, people were actually becoming less intelligent.

In 2003, shortly after the author started working on Yamaha's MotoGP challenge, he had a nine-hour long lay-over in Birmingham Airport, on the way back home from the British GP at the Donnington Circuit. The airport was in a state of confusion due to the fact that many flights were either late or cancelled.

The cause of all this confusion was a failure in the computer system. All the flight control operations were dependant on the computer system and when it failed the result was complete chaos. The author remembers his feelings of anger and hopelessness watching the airport workers running around, seemingly without reason, in their confusion. If America's Southwest Airline had been flying in and out of Birmingham, then perhaps the confusion would have been solved right away. Southwest Airlines is one of the most profitable airlines in the industry. The author is told that Southwest also has one of the highest levels of information technology (IT) in the airline business. It also happens to have a very simple mileage program that doesn't require any complicated calculation of miles. If you fly with Southwest Airlines eight times in one year



you automatically receive a coupon for one free flight. That is how simple it is. Also, there are no different seating classifications and no reserved seating, thus when enough tickets are sold to fill the plane, it flies. This policy insures that, except for an occurrence of mechanical trouble, there are no flight delays. The reason for the company's high reputation in the IT area is probably because of the standardization and simplification of the software they use. However, at the same time, they use work processes that can be carried out completely without IT when necessary. In other words, they seem to have refined their systems to the point that, even though they have excellent IT, in most cases they don't even need to use it.

Today's personal computers have amazing performance. It seems that today's PCs have already surpassed the performance of yesterday's super computers. As long as you are running the right software, today anyone can make complex technical calculations or run high-level simulations with relative ease. These are truly convenient times we live in. On the other hand, the complexity we have developed is so hard to understand that when problems occur they are very difficult to repair. Also, no matter how sophisticated a simulation may be, it usually will not be of much use unless the engineers also have the ability to apply their intuition to the problem. It is interesting to note that if one is able to simplify these complicated system simulations down to a small number of degrees of freedom, so that one is able to use intuition, then it is often possible to calculate things manually without using a computer at all. This is the strategy being used by Southwest Airlines.

In the racing world, you never know what is going to happen next. It is often the case that things one has worked scrupulously to prepare suddenly become useless or irrelevant. These are the moments when intuition and gut feelings become important. The intuition referred to here is, of course, not simple guesswork. It must be a feeling resulting from mature knowledge and sound judgments. These judgments must be based on a thorough understanding of physical principles and realities, and on having a good grasp upon and daily practice in the use of these principles. The author believes that an engineer must at least have the skills to design something based only on Newton's second law ($F=ma$) and Hooke's Law ($F=kx$) and must be able to apply the least-squares method to the results of experimental tests. These are the skills that this author takes the liberty of calling "Empty-handed Technology."

To prevent the aging of one's mind, a person should prepare for crisis management at times when there are no computers available, and also be able to use a computer with true skill. In other words, there is a need to always polish one's "Empty-handed Technology" skills.

いきなり意味不明の表題になっているのは、何も筆者が体育会系出身だから、という訳ではありません。技術の道具を使えない場合でも、素手で戦えるように、日頃から技術者として鍛錬を積む必要性があることを端的に表現したかったからです。


最近、筆者はいとも簡単に人の名前を忘れるようになりました。確実に老人力がついてきたためです。しかし、漢字を書けなくなったり、暗算ができなくなっているのは、このためだけではありません。その昔、安価な電卓が普及し始めた昭和後期頃の漫画に、こんなシーンがありました。小学校の教室で先生がある計算問題を出したところ、指名された生徒はちゃっかり机の下に隠してある電卓で計算した後、何食わぬ顔で、「答えは○×です。」と答えます。先生も、質問している間に、机の下の電卓で計算していて、「良くなりました。」と褒めています。この漫画の作者は、すでにこの時、人間が便利な道具を手にするによって、実はだんだん利口ではなくなっていくことを見抜いていたのではないのでしょうか。

2003年に筆者がモトGPに挑戦を始めてまもなく、イギリスはドニントンでのレースの帰路、バーミンガム空港で9時間も足止めを余儀なくされたことがあります。多くの飛行機が遅れたり、キャンセルになったりで、空港内は騒然となりました。原因はコンピューターの故障です。飛行機の運航すべてをコンピューターに頼っているために、一度これが故障すると大混乱になります。この混乱状態で働く空港スタッフたちの対応のまずさには、腹立たしさと同時に失望を感じたことを覚えています。おそらく、ここにアメリカのサウスウェスト航空が就航していれば、すぐに問題は解決したことでしょう。

サウスウェスト航空は、航空業界No.1の利益率を誇る会社です。また、IT (Information Technology) レベルでも業界No.1といわれています。ところが、この会社のマイレージプログラムは、ややこしいマイル計算をしません。年に8回飛ぶと1回のタダ券がもらえるようになっているだけです。また、席にクラス分けがなく、指定席もないので、切符のもぎりで定員になると飛行機は飛んでいきます。機材がトラブルを起こさない限り、遅れることはありません。ITで名高い会社である理由は、ソフトウェアの標準化と単純化が進んでいるからだそうですが、そもそも、ITを使わなくてもちゃんと仕事ができるようになっていて、儲かるような仕組みになっています。要するに、伝家の宝刀を持ちながら、抜く必要がないところまでワザを極めているということでしょう。

現代のパソコンの性能の高さには目を見張るものがあります。かつてのスーパーコンピューターの能力を超えてしまったかのようです。パソコンと適切なソフトウェアさえあれば、誰でも複雑な技術計算や高度なシミュレーションを利用できるようになりました。誠に便利な時代です。しかし、複雑なものは理解しにくい上に、一度トラブルを起こすと修理も難しくなります。また、どんなに高度なシミュレーションも技術者の直感が働かないものは、あまり役に立たないようです。面白いことに、複雑なシステムも単純化を進めて直感が働くレベルまで自由度を縮退していくと、コンピューターを使わなくても手計算でも何とかなるようになります。これはサウスウェスト航空の手口と同じです。

レースの現場では何が起こるか分かりません。周到に準備したものが一瞬にして使えなくなることも、よくあります。こういう場面では直感が大きくものを言います。ただ、ここでいう直感とは、単なる山勘ではなく、理論と実際をよく勉強し、理解して、日ごろから修練を積むことにより醸成された知識と判断力であればなりません。少なくとも、ニュートンの第2法則($F=ma$)と、フックの法則($F=kx$)だけで設計ができ



るワザと、最小二乗法で実験ができるワザを習得していなければならないと思っています。これらのワザを、筆者は勝手に徒手空拳の技術と呼んでみたのです。

頭の老化を防止するために、また、コンピューターを使えない時の危機管理として、さらにはコンピューターを本当に上手に使うためにも、徒手空拳の技術を磨く必要があると思っています。

■著者



古沢 政生
Masao Furusawa
執行役員



特集：挑戦

WVのレース・スポーツ活動

Race Activities for Yamaha Water Vehicles

深町 達也

Abstract

Two decades ago in 1986, the Yamaha Water Vehicle (WV) "WaveRunner 500" was introduced as the first sit-down type personal watercraft in the world and it became a tremendous hit due to its exhilarating ride seldom experienced in everyday life as well as its ease of use and the assurance it provided as a vehicle. The Water Vehicle, which has a combination of Yamaha's own small engine technology and hull design technology has realized the harmony with user needs, society and the environment, with its technological innovations. The "FX" model, which was introduced as the world's first production PWC model powered by a 4-stroke engine, has now won a strong following as the vehicle that offers families outstanding holiday enjoyment, especially in the U.S., which is the main PWC market.

The Water Vehicle is a very sporty vehicle that rides like a motorcycle on the water and lets the rider experience outstanding mobility and speed. It is natural that the rider of a Water Vehicle desires increasingly exhilarating riding and handsome performance, and as the industry grows a variety of new ways to enjoy marine sports using WV have emerged. These include racing and the thrill of victory that it provides, as well as participation type sports. In this report I introduce some examples of sport activities being promoted with Yamaha Water Vehicles.

1 はじめに

20年前、1986年に発表された、世界初のシットダウンタイプのWater Vehicle(以下、WV)「WaveRunner 500」は、日常では味わえない爽快感や楽しさを提供すると同時に、多くの人々が気楽に楽しめる乗り物として、爆発的な大ヒットとなった。ヤマハ発動機(以下、当社)固有の小型エンジン技術と艇体技術が融合したWVは、その後、ユーザーニーズ、また地域社会や自然環境との融和を、様々な技術革新で具現化してきた。2002年に業界初の4ストロークエンジンを搭載したモデル「FX」は、主要市場の米国を中心にファミリーの余暇を彩るツールとして活躍している。

一方でWVは水上のモーターサイクルともいえるべき機動力とスピード感を味わえるスポーツ性の高い乗り物である。WVを操縦する多くの人々が、より爽快に、より華麗に乗りこなしたいと思うのは自然であり、業界の発展と共にWVを用いたスポーツも様々な形態で楽しまれている。それは、勝利の欲求を満足させるレースの形をとったり、また参加型のスポーツであったりする。本稿では、WVにまつわるスポーツ活動を、いくつかのトピックによりご紹介する。

2 WVのバリエーションとスポーツ性

WVは、1人乗りのスタンドアップタイプと、2、3人が腰掛けるシットダウン(ランナバウト)タイプに大別される。すべてのモデルでスポーツライディングを楽しむことができるが、特に競技では「SuperJet」(図1)などのスタンドアップモデルや、「GP1300R」(図2)などの比較的小型で機動力に富む2人乗ランナバウトモデルが好んで使われている。

小型の艇体に可倒式のハンドルポールを取り付けたSuperJetは特にスポーツ性が高く、バランス感覚や体力を要するモデルだが、訓練次第で華麗に乗りこなすことのできる奥の深さがライダーを惹きつける。

GP1300Rはアグレッシブな形態のボディに、2ストローク3気筒1,297ccエンジンを搭載したラインナップ中最速のモデルであり、米国・欧州の環境規制に対応するための電子制御のフューエルインジェクションや排気系への触媒を装備している。

WVの競技は、モデルカテゴリーや改造の程度に応じて細かく分類されており、比較的自由な改造が認められているクラスでは、市販モデルの倍近い250馬力以上のエンジン出力を発揮する場合もある。このようなマシンを自由に駆ることができるのは、限られたトップレーサーの特権である。



図1 SuperJet



図2 GP1300R

3 欧州の市場性とレース活動

モータースポーツの文化が根付く欧州では、WVレースが盛んに行われており、特に欧州選手権は華やかなレースイベントとして注目されている。各国のプロライダーも参加し、欧州各国を転戦する。毎年9月の最終戦はパリのディズニーランドで行われ、家族連れなど一般の人々も楽しめるイベントとして定着している。スタンドアップカテゴリーではジュニアクラスも設定され、少年たちが瞳を輝かせてスターティンググリッドにつく姿も注目される。欧州には、WVレースが健全なスポーツとして次世代に引き継がれていく土壤があると感じる。



図3 SuperJetで欧州ツアーを転戦中のニコラス・リウス選手

欧州ツアーにおける当社の存在感も大きい。特に当社の海外現地法人YMENUが2004年からサポートするニコラス・リウス選手(図3)の活躍は特筆すべきであり、その鬼神のようなライディングで勝利をつかむ姿に魅了されるファンは多い。欧州でのレース活動のマーケティング効果は大きいと考えられており、ニコラス・リウス＝ヤマハのイメージの浸透が、当社の50%近いマーケットシェアにも貢献している。

4 フランス・オレロン島の耐久レース

前述の欧州選手権は、国際レース組織IJSBA(International Jet Sports Boating Association)のレギュレーションに従うクローズドコースレースであり、ブイで作られる直線とスラロームの複合コースを周回する。

一方モーターサイクルというエンデューロレースもある。毎年初夏にフランスの大西洋岸に位置するオレロン島で開催されるオフショアレース(図4)は、1周100kmのコースを周回する苛酷なものである。マシンのスピード、耐久性、様々な海面状況での操縦性、燃費、そしてライダーのテクニックや判断力、強靱な体力など、どれひとつ欠けても勝利のチャンスはない。2000年、ヤマハチームが当時の最新鋭モデルGP1200Rで表彰台を独占したのは記憶に新しい。チャンピオンのジョエル選手が大海原の波の上を時速100km/h 超で疾走する姿に、WVの潜在能力を垣間見る。100台をはるかに超えるマシンが一斉に沖の灯台に向けてスタートする様子も圧巻である。

オレロン島のレースは島の風物詩ともいえ、ひなびた村がこの時期だけは大いに賑わう。一部のマニア層だけでなく大勢の老若男女が観戦に集まる様子には、この地のレース文化の懐の深さが見える。当社現地法人のYAMAHA MOTOR FRANCEは、このイベントをブランド発揚の場として活用し、成功を収めてきた。



図4 オレロン・オフショア・レース スタート前後

5 参加型のスポーツ S-1 Worldwide

WVレースは様々な国・地域において様々な形で開催されている。JJSF(日本ジェットスポーツ連盟)が主催する日本選手権の競技レベルは世界でも評価が高い。タイのキングス・カップはアジア最大のイベントである。また、体育館の中の特設水槽で競う欧州のインドアレースなど枚挙にいとまがない。

最後に当社が主催するスポーツイベントを紹介する。

S-1 Worldwideは、ブイを並べたスラロームコースを1人で往復するタイムトライアル(図5)である。一握りのレーサーではなく、一般のライダーが気軽に安心して参加できるこのイベントは、先鋭的なレースの世界とは一線を画す。多くのWVユーザーが走りの奥の深さを発見し、より製品に親しんでもらうための普及活動の一環である。

この企画には特別な仕掛けがある。イベントには必ず一定のコースをレイアウトするための国際規格のキット(図6)を用いることで、世界のどこでイベントを開催しても使用されるコース形状は同一になる。



図5 S-1 Time Trial実施風景
(オーストラリア・ゴールドコースト)

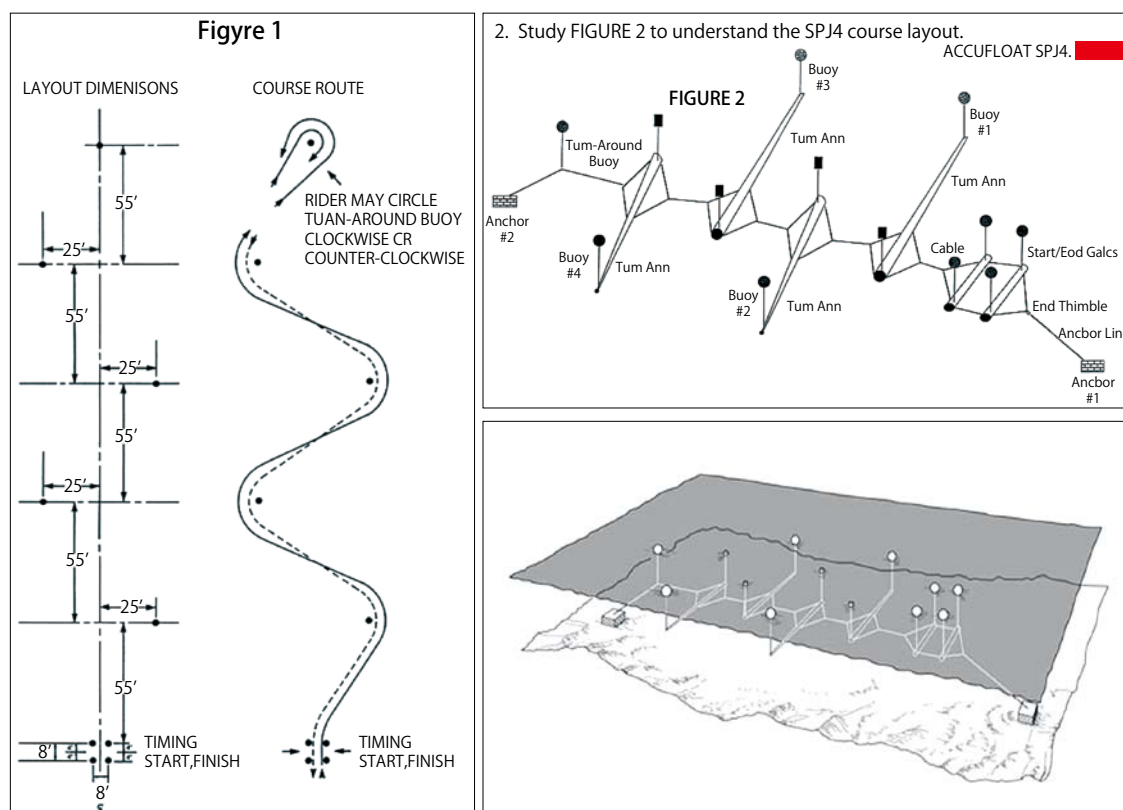


図6 国際規格スラロームコースキット "SPJ-4"

波や気象などに目をつぶれば、どこのイベントに参加しても参加者はイコールコンディションでタイムを競うことができる。この陸上競技のようなコンセプトの実現のため、当社は専用のウェブサイト(図7)を設け、各地の開催報告と共に総合順位をアップデートしている。ウェブサイトはまさにWorldwideな仮想アリーナともいえる。

この実験的な企画は、まだ参加国の数も限られており発展途上にあるが、開催国からは好意的なフィードバックが集まっている。タイムトライアルは単独で行うだけでなく、ユーザーの集うFan Dayや新製品試乗会などのプログラムと合せることで、イベントの集客効果や参加者の満足度向上が期待できる。1人ずつ出走するタイムトライアルという形態は他艇との接触などの危険性も低く、今後ともメーカー主導で進めていきたいイベントである。サイトURLを以下に示す。

http://www.waverunner-fan.com/event_infomation/s_1_worldwide/

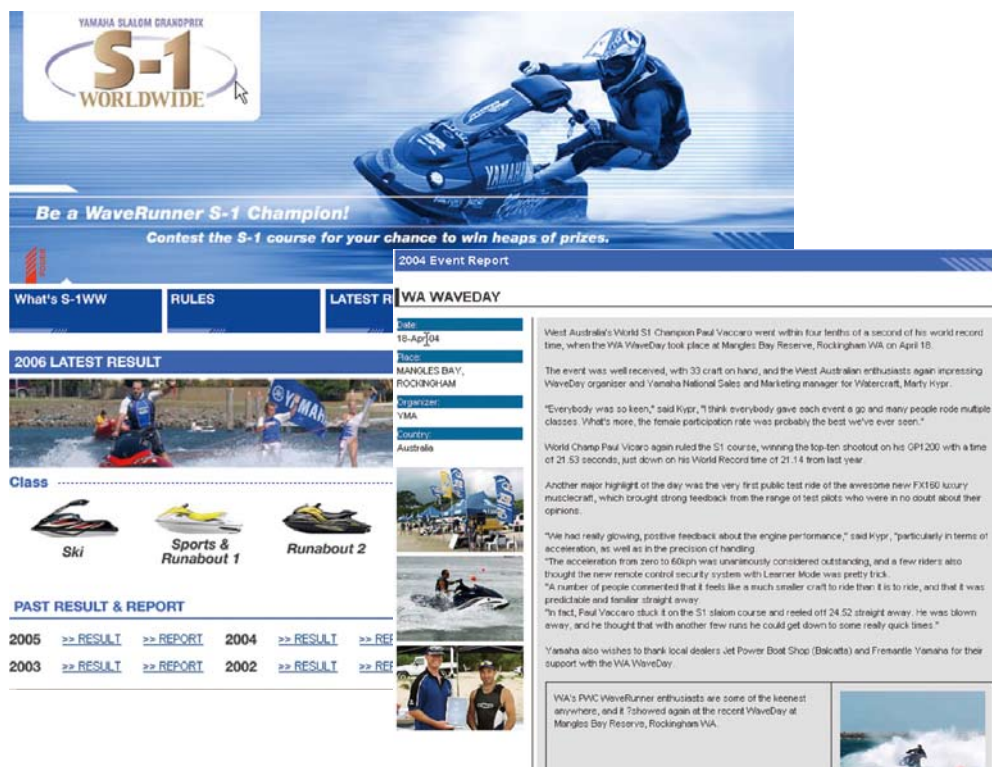


図7 S-1 Worldwideの専用ウェブサイト

6 おわりに

WVを取り巻く環境は決してやさしくはない。ルールやマナーを守らないことから起こる不幸な事故が、残念ながら毎年発生している。事故に起因する乗り場の閉鎖や規制強化もあるが、我々には常に安全の重要性を訴え、市場に密着した啓発活動にも力を注いでいる。

その中においてWVのレース・スポーツ活動が、スキル向上を目指すライダーがルールやマナーを守りながらWVの楽しみ方を披露し共有する場として機能することを期待している。健全な乗り物文化は例外なく健全なレース・スポーツ文化を内包している。業界の発展にレース・スポーツはどのように寄与するか。またそのために業界やその他団体がどのような役割を担い、どのようなロードマップを描くのか。今

後も前向きに検討を深めたいテーマである。

■著者



深町 達也
Tatsuya Fukamachi

MEカンパニー
WV推進部



特集：挑戦

スノークロス・レースへの挑戦

The challenge of Snocross

中野 太久二



図1a 2003年モデル RX-1



図1b 2005年モデル RSVector



図1c 2007年モデル PHAZER

Abstract

Yamaha Motor Co., Ltd.'s RV (Recreational Vehicle) Company first launched a sports model snowmobile powered by a 4-stroke, 4-cylinder engine on the snowmobile market with our 2003 model. After that, we have introduced 3-cylinder and 2-cylinder 4-stroke models as 2005 and 2007 models respectively to fill out our planned 4-stroke model lineup. Although 2-stroke models remain the standard models in the snowmobile market as a whole, these 4-stroke models have brought significant new attention to Yamaha snowmobiles thanks to race activities, test-ride events on the grassroots level and the general rise in concern for environmental issues like exhaust emissions. In addition to their usefulness as a vehicle that can be operated in a wide range of conditions including fresh snow, extreme cold and elevations ranging from 3,000 m to sea level in regions throughout the world's snow belt, snowmobiles are also in high demand as recreational vehicles. Merely trying to mount a snowmobile with a 4-stroke engine was a real challenge in itself. Now that we have succeeded in that challenge and have achieved some good results, we decided that a new challenge was necessary to help us take these 4-stroke models to their next level. In this report we discuss our efforts in that new challenge, the challenge of snocross racing.

1 はじめに

ヤマハ発動機(株)RVカンパニー(以下、当社)が、最初にスノーモビル市場に4ストローク4気筒エンジン搭載スポーツモデルを投入したのは、2003年モデルからである。その後、2005年モデルで3気筒、2007年モデルで2気筒モデルを発表し、計画していた4ストロークエンジン搭載スノーモビルラインナップが出揃った(図1)。いまだ2ストロークエンジン搭載モデルが全盛のスノーモビル市場において、レース活動、地道な試乗会の開催、排ガス等環境問題の認知の高まりにより、当社の4ストロークモデルの注目度は著しく向上している。スノーモビルは、新深雪、極低温、標高差(海拔0mから3,000m地域まで)、地域性(地球のスノーベルト地帯全般)などの広範な条件下での使用が可能で、レクリエーショナルな要素の両方を求められる商品である。この商品に4ストロークエンジンを搭載すること自体、挑戦であった。そのハードルをクリアし、一定の成果が見えてきた今、さらに当社のスノーモビルを成長させるために必要なことは何か、そんな問いかけがきっかけでスタートした新たな挑戦『スノークロス・レースへの挑戦』について紹介する。

2 スノーモビルのレースとは

スノーモビルのモデルの種類は、現在、ラフトレール、ゲルूमトレール、マウンテン等に分類される。北米では、スノーモビルを使ったレースが盛んであるため、レースイメージを色濃く反映するラフトレールモデルの販売量が最大となっている。そのユーザーは、

- ①レースで培われた技術が自分の車両に反映されることに期待している
- ②自分の車両と同じブランドがレースで活躍することに誇りを持っている
- ③自分の車両と同じブランドがレースをすること自体が重要であると感じている

ことが分かっている(図2)。そのため、お客様の期待に応えるモデルを開発するためには、メーカーとして各種レースに参戦することは避けて通れない。

スノーモビルレースの種類には、

- ・スノークロス
 - ・X-Game
 - ・フリースタイル
 - ・アイスオーバルレース
 - ・草上のドラッグレース
 - ・アスファルトのドラッグレース
 - ・エンデューロ、クロスカントリーレース
 - ・ヒルクライムレース
 - ・湖上レース
- などがある。

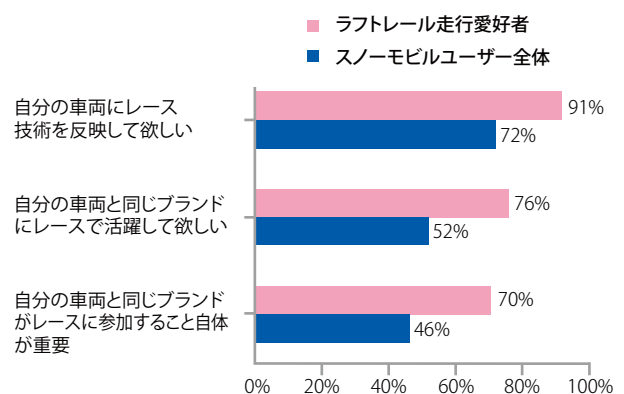


図2 ラフトレールユーザーのプロフィール

当社は、4ストロークモデルを投入後、ドラッグレース、アイスオーバル、クロスカントリー(図3)などのレースカテゴリーに何らかの形で挑戦し、それぞれにおいて4ストロークエンジンのパフォーマンスを発揮、優勝してきた。競合他社の戦略を見ると、レースチームを持ち、レースマシンレプリカを販売し、そのイメージでバリエーションモデルの展開を図っている。自社モデルの性能・特徴を、レースで声高に宣伝しているのである。そこで、最近最も人気があり、開催数も多い(図4~5)スノークロス・レースに当社も参戦することとした。



図3 スノーモビルレースの広告

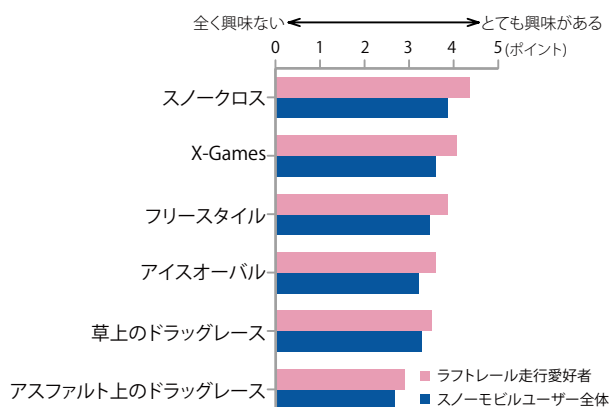


図4 スノーモビルレースの人気度

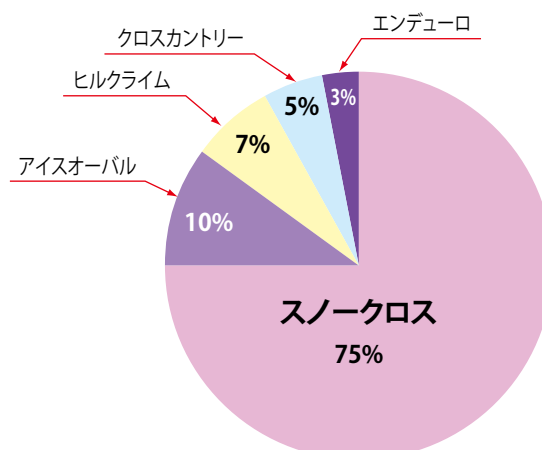


図5 北米で開催される各レースの割合

3 レース活動プロジェクト

今回のレース活動にあたっては、当社スノーモビルの将来のために、

- ①ハイパフォーマンス・スノーモビル・カンパニーのイメージを創る
- ②お客様に、ヤマハ・スノーモビルを所有することに誇りを持ってもらえるようにする
- ③草の根レース活動によりユーザー層の拡大を図る

をゴールに据えた。さらに、開発側の視点として、

- ④先行技術開発の場とする
- ⑤エンジニアの育成の場とする

という目的を付加し、レース担当グループではなく、全員参加でレースにあたるプロジェクトとして活動をスタートした。

3.1 参戦目標

まずは、事業戦略、商品戦略とレース活動との整合を図ることから始めた。どんな商品を、いつまでに開発し、販売するのが重要か、そのためには、どのようにレース活動を展開していくべきか。目標を2008年モデルと定め、準備期間を入れて4ヵ年計画で、レース活動を進めることにした。

- ①まず、国内レースに参戦して、レースの現状を知る
- ②国内レースで勝ち方を知る
- ③本場アメリカのレースに参戦して、国内レースとのギャップを認知する
- ④アメリカのレースでヤマハ・スノーモビルの性能をアピールする
- ⑤アメリカでのレース活動が定着する

現時点は、②をなんとか達成した時点であり、③に向けて活動が進んでいる。

3.2 参戦の手段

実際にレースに参戦するにあたり、以下の対応を行った。

- ①当社レースマシンのエンジン、シャーシを、他社の2ストロークレースマシンと戦えるようにする
- ②レースレギュレーション見直しへの働きかけを行う
- ③社内のレースチーム体制を構築する
- ④レース活動とマーケティング活動を連動させる

(1) レースマシンとライダー

レースマシンは、2005年モデルRSVector(アールエスベクター)を基本車とし、エンジンチューニング、シャーシの軽量化、新しいリアサスペンションの搭載を図った。製作は、日本、アメリカのスノーモビル開発担当全員の作業によるものである。国内レース初参戦となった2005年シーズンは、完走もままならず、想像以上の厳しい現実を突きつけられたシーズンであった。この結果は、関わったすべてのメンバーの心に、さらなる熱い闘志と責任感を植えつけた。2006年シーズンは、2005年シーズンチャンピオンライダーと契約し、エンジンチューニングをさらに進め、新しいサスペンションを成熟させ、車両全体のポテンシャルをライダーとともに向上させたことでチャンピオンを獲得できた(図6)。



図6 2006年シーズンのレース車両

(2) アメリカのレースレギュレーション対応

2005年シーズンまで、スノークロスの最高峰、オープンクラスのレギュレーションでは、2ストロークエンジンの排気量は800cm³まで、4ストロークエンジンは1,400cm³までとなっていた。2006年シーズンからは、2ストロークエンジンが600cm³まで、4ストロークエンジンは1,050cm³までになることが決められていた。その他詳細は未確定であったため、当社がレギュレーション草案を作成し、ISR(International Snowmobile Racing)に提案することとした。ISRの審議を経て、4ストロークモデルは、並列3気筒、1,050 cm³、ドライブクラッチへのリダクションギヤ構造なしと決まった。

(3) レースチーム体制

レースチーム体制は、マーケティング担当、開発担当、メカニック担当、サービス担当、販売担当、販売店、契約ライダーまでをメンバーとした組織を構築した。おのこののパフォーマンスを最大限発揮してもらうことはもちろん、そのパワーを市場に向け当社のメッセージとして伝えきることを使命とした。2005年シーズンは、暗中模索で課題ばかりが見え、レース結果もよくなかったことから、厳しいスタートとなった。2006年シーズンは、ハード面の改善改良、メンバーの意識の向上ができ、結果もついてきたため、ようやくレースチームと呼べる形ができてきた。一方、アメリカでのレースもプロフェッショナルな集団をチームという形に集合させたプロジェクトとして出発できそうである。

(4) マーケティング活動との連動

当社の4ストロークモデルへの取組みを販売店やお客様に伝えるためには、レースに勝ちさえすればよい、というわけではない。お客様によいイメージや関心を持ってもらわなくてはならない。そこで、我々のレース活動のメッセージロゴを「挑4(Challenge 4Stroke)」に決め、マシンカラーリング、ウェアデザイン、テントデザイン、レイアウトにも気を遣った。また、ピットの公開、マシン展示、スタンプラリー、サイン会、新車発表会などのイベントの開催や、小旗、大



図7 レースグッズ

旗、ステッカーなどのレースグッズ(図7)の製作、双方メッセージボードの設置、Webサイトでの結果速報など、アイデアを次々トライした。また、往々にしてエンジニア集団は勝ちにこだわり、時には排他的なイメージを外に振りまきながらレース場で右往左往することになりやすい。そこで、レースチームとしてレース場に入ったところからメンバーは、見る人の憧れになるように発言し、行動することを決めた。我々のレース活動全てをメッセージとして見せることを考えた。その成果は、国内販売台数がレース活動前後で大きく増加している推移をみれば、明らかである。

3.3 中間地点

4ヵ年計画のまさに中間に位置している現在、プロセスの全てが予定通りとはいえないが、国内での結果には満足している。しかし、2006年シーズン最後のアメリカのレースで行った実力検証では、目標までの大きな差をまた認識することになった。国内チャンピオンマシン、ライダーが、予選通過すらできなかった。今は、2シーズンの国内レースで培った技術を織り込んで、基本構成をも変えたマシンを急ピッチで準備している段階である。まさに、挑戦継続中である。

4

おわりに

2006年シーズンの国内のレース結果に驕ることもなく、日本からアメリカへとステージを変え、新たなチーム作り、レースマシンの準備、マーケティング活動計画を一から構築している。国内での成功体験を元にコンセプトを引き継ぎ、まい進するのみである。先日アメリカでのメッセージロゴも「挑4」に決まったと連絡が来た。一本の太いメッセージが、海を越え繋がった気がした。この活動が定着し、有機的に機能できるようになるまで続けていく。

■著者



中野 太久二
Takuji Nakano
RVカンパニー



特集：挑戦

「TEAM 茶LLINGER」6度目の挑戦 ～2006鈴鹿8時間耐久ロードレース参戦記～

"TEAM CHALLENGER" and its sixth Suzuka 8-hour
Endurance Race campaign (2006)

目黒 克治

Abstract

Originating from an employee club program within SOQI Inc., TEAM CHALLENGER is a racing team made up mainly of people from Kakegawa and Numazu cities. Since 2001, the team has been entering the Suzuka 8-hour Endurance Race of a World Endurance Championship. This team, TEAM CHALLENGER, was originally established under the so-called "Genki Soqi" employee club program within SOQI Inc. (now Yamaha Motor Powered Products Co., Ltd. and SOQI Hydraulic System Co.,Ltd.). The aim of the team is to deepen the relationships with our associated companies and the local society at large, to develop our technologies as a suspension maker and to stimulate and educate our employees.

All the staff including the mechanic crew, who had never entered a race before, were amateurs who responded to the request for club members. Before going to the circuit we worked on setting up the machine and getting together all the various equipment and tools necessary for setting and maintenance, but once we went to the circuit we didn't know what to do there. Eventually our riders had to tell us what to do. It was a rather embarrassing experience.

However, our team was able to finish 7th in our very first entry in 2001 and 5th in 2002. Then people around us began to hope that we might get a podium finish in the following year, but we were forced to retire from race due to a fall during race. And the same thing happened again in 2004, which meant we had to retire from race for the second consecutive year. Last year one of our riders took a fall again and the machine damage seemed critical. After an hour of pit work, however, our machine was able to re-enter the race, but the result was that we finish in 50th place. This result made us fully aware of how hard it is to finish with no trouble in an 8-hour endurance race.

With this experience behind us, TEAM CHALLENGER started preparations in February 2006 for our 6th entry in the Suzuka 8-hour Endurance Race. This is a report of the campaign that carried us into our 6th Suzuka.

1 はじめに

TEAM 茶LLINGERは、創輝H・S株式会社の社内サークルを原点として掛川市、沼津市民が中心になって活動している市民レーシングチームである。2001年より、世界選手権である鈴鹿8時間耐久ロードレース(以下、8耐)への参戦を続けている。このチームは、創輝株式会社(現・ヤマハモーターパワープロダクツ株式会社、創輝H・S株式会社)の「GS (Genki Soqi)活動」という社内サークル活動の一環として

誕生した。その目的は、社内の活性化と人材育成、サスペンションメーカーとしての技術力の向上、そして地域社会や関連企業との結束を深めることである。

当初、レースを運営するメンバーは、社内公募により集まったメカニック、スタッフを含め、全員が初めてレースに参加するという素人集団であった。マシン、設備は当然のこと、整備のためのツールを揃えるところからはじめて、いざサーキットに乗り込むが、右も左も分からず、「何をしたらよいのやら・・・」という具合。我々が支援する立場のライダーに、指導してもらうという申し訳ない状況となってしまった。

ところが、レースを終えてみれば、初参戦で7位。翌年には5位という成績を残した。来年は表彰台かと期待されたが、その後、転倒による2回のリタイア。昨年も転倒によるマシンダメージが大きく、1時間の修復作業後に再スタートできたが、50位完走という結果に終わってしまった。耐久レースを知れば知るほど、トラブルなしで完走することの難しさを痛感させられる結果となった。レースの結果だけを求めるチームではないが、「上位完走」という欲が出すぎた結果かもしれない。

その様な中で、2006年2月、6度目の参戦に向けて、再び、TEAM 茶LENGERの活動が始まった。

2 チーム体制

5回の参戦で少しずつチームも成長し、地域での認知度も上がってきた今年は、人材育成を主眼に、より多くの方々に携わってもらえるよう「スタッフの半分を初参加者にする」ことを決めた。大きなチャレンジではあるが、メインメカニックは全て入れ替え、主要スタッフも入れ替える。となれば当然、テストやレースでトラブルが発生する可能性は急激に大きくなる。

この課題を克服するために、チーム体制をすべて見直し、昨年までの経験者を指導・サポートするポジションに添え、協力会社であるサクラ工業株式会社からもスタッフと技術サポートを頂き、「ノーミス、ノートラブル」を目標に、新たな体制を整えた。

ライダーは、初年度から続けて、藤原儀彦選手を第一ライダーに迎えた。地元掛川市在住である藤原ライダーは、様々な場面でチーム指導をしてくださっていて、チームの育ての親でもある。また、第二ライダーには、昨年同様、大崎誠之選手を迎え、昨年と同じコンビで8耐に臨む。今年は、両ライダーとも全日本ST600クラスへ参戦し、好調な成績を残しており、昨年以上に8耐への意気込みと充実具合が感じられ、チーム全体のモチベーションアップに繋がった。

3 車両

車両(図1)は、YZF-R1 SPをベースに、RC SUGOのキットパーツをエンジンに組み込み、耐久仕様へと改造したものである。今年は、参戦クラスを「スーパーバイク」から「JSB1000」クラスへ変更し、より市販車に近い仕様となっている。基本的には、YAMAHAのトップチームと同じものであるが、排気系にはサクラ工業製のスペシャルマフラーを搭載、サスペンション関連については、フロントフォーク(図2)、リアショックアブソーバー(図3)、及び、ステアリングダンパー(図4)に創輝H・S製8耐仕様を装着している。このサスペンション部品は、今年から創輝H・S株式会社がサポートしているWSB(スーパーバイク世界選手権)のYMF(Yamaha Motor France)チーム用車両のものをベースに、WSBで培ったノウハウと新技術を取り入れ、耐久仕様への改造を施したものである。特に、フロントフォークについては、減衰力特性を格段に向上させることにより、昨年までの仕様に比べ、操縦安定性が大きくレベルアップしている。



図1 マシン



図2 フロントフォーク



図3 リアショックアブソーバー



図4 ステアリングダンパー

4 鈴鹿 300km ロードレース

6月初め、初参加のスタッフをレースに慣れさせることと、マシンのセットアップを目的に、8耐前哨戦といわれる鈴鹿300kmロードレースに参戦した。スタッフの活動時間が業務終了後と限られているため、マシンの作り込みもギリギリとなってしまう、レースウィークに入ってからやっとシェイクダウンができるという、きわどい状態であった。昨年の8耐決勝のセッティングをベースに、短時間でのセットアップで臨んだ決勝であったが、総合5位という結果で終えた。このレースへの参戦により、初参加メンバーの実作業力、経験値の底上げができ、チーム体制とマシンの改善すべき点を洗い出すことができた。

5 7月28日 予選

鈴鹿300kmロードレースのデータをもとに、3回の鈴鹿テストでセッティングの詰めを行ったのだが、天候に恵まれず、ドライ状態でのテストは1日程度であった。ところがレースウィークに入ると、テスト時とは比較にならないほど気温、路面温度が上昇し、マシンセッティングも大幅な見直しを要する中、予選が始まった。全出場チーム84チームをA・Bグループに分け、さらに第一・第二ライダーに分かれて、午前・午後の2回のセッションでタイムアタックする。この予選の上位10チームのみが、決勝前日に行われるスペシャルステージに出場できるのだが、他チームのデータから判断すると、ボーダーラインは2分9秒台となり、TEAM 茶LLINGERがトップ10に入ることは容易なことではなかった。そんな厳しい状況の中、大崎ライダー(図5)が2分9秒975をたたきだし、予想を大幅に上回る予選総合6位の結果となり、ピット内は歓喜に沸いた。



図5 大崎ライダーの走行

6 7月29日 スペシャルステージ(トップ10トライアル)

午後から行われるスペシャルステージ直前、またもや断続的な雨が降り出す。この不安定な天候と、決勝を明日に見据えた判断の結果、スペシャルステージでは、転倒のリスクを回避するよう、マージンを残した走行をするように指示を出す。結果として10位となってしまったが、チームの作戦であり、マシン、ライダーに問題はなかった。

7 7月30日 決勝

前日のスペシャルステージ走行後、深夜までメカニックによるマシンのチェックを行い、万全の体制で決勝日を迎えた。11時30分、カウントダウンと共に、8時間という長いレースがスタートした。TEAM 茶LLINGERは、藤原ライダーが10番グリッドから絶妙なスタートを切り、順調なペースで周回を重ねる(図6)。スタートから約1時間後、初めてのピットイン。スタッフ全体が緊張に包まれる中、タイヤ交換、給油、ライダー交代と、ピット作業をこなして、無事スタートした。ところが、給油量が予定した量より、2リッター以上少ない。原因を調べるが、判明しないまま予定より2周早い2回目のピットインとなる(図7)。給油装置を替え、再度確認したが、給油量は1回目のピットイン同様、少ない……。3回目のピットインで、考えられる最良の手段で給油を行うが、やはり入らない。この時点で、7回ピットの作戦は崩れ、8回ピットインへの作戦変更を余儀なくされた。藤原、大崎両ライ



図6 藤原ライダーの走行



図7 ピットワーク

ダーの安定した走りで、6時間経過時点で総合8位をキープしたまま7回目のピットインを終え、スタートしようとしたところ、「エンジンが掛からない!!」マシンをピット内に戻し、マシンをチェックするが原因が分からない。走行に問題のないことを確認し、押しがけで再スタートを試みる。皆の祈りの中、無事エンジンに火が入り、再スタートした。その間10分。メカニックの作業は完璧であった。そのトラブルの間に、15位まで順位を下げてしまったが、ライダーの疲労もピークに達する後半であるにもかかわらず、2分13秒台という信じられないタイムで走行を続け、最後の最後に14位にポジションアップ! そのままゴールを迎えることができた(図8)。



図8 ゴール直後

8 おわりに

6度目の挑戦を終えた今、完走できた達成感と、トラブルを出してしまった悔しさで、複雑な心境ではあるが、チームとして結果を残せたことに満足している。ライダー、スタッフはもちろんのこと、各方面でご協力、応援して下さいの方々の力の総合力が結果に結びついていると再認識した。

また、我々チームスタッフも8耐という特殊な環境下で、与えられた役割に対する責任を果すだけでなく、目標達成のために何ができるか?何をすべきか?と各自が考え、行動すると共に、チームとしての迅速な状況判断と正確な情報伝達ができたことで、所期の目的は達成できたと思う。仕事の枠を越えての活動なので様々な問題もあったが、チームとしては予想を超える成長ができた活動だったと感じる。

最後に、TEAM 茶LLINGERに対し、サポートして下さい多くの方々に、感謝申し上げます。

■著者



目黒 克治
Katsuji Meguro
創輝H・S株式会社
技術開発部
(TEAM 茶LLINGER・レース監督)



特集：挑戦

MotoGP車両開発 ～華やかな舞台の裏で続けられる挑戦

**MotoGP Machine Development
- The Ongoing Challenge Behind the Glory of the Circuit**

鷲見 崇宏



図1 MotoGPレース

Abstract

The MotoGP is the pinnacle of international motorcycle road racing competed with machines that mount a 4-stroke 990 cm³ engines on a specially designed race chassis. While the popularity of the MotoGP in Japan is limited compared to that of the 4-wheeler F1 world championships, overseas (in Europe particularly) the MotoGP is very popular among men and women of all ages.

Yamaha Motor Co., Ltd. has always been actively involved in race activities since our corporate founding as a stage for technological development and making an appeal for Yamaha technology, and presently high priority is being placed on our activities in the MotoGP.

However, due to the involvement of corporate secrets and the like, there are few opportunities for people to get a look at the machine development work that goes on every day behind the scenes at these high-profile races being held at the world's circuits. In this report I will give a picture of some of the unique race machine development process and give background information on the work that supports our race activities.

1 はじめに

MotoGPとは、4サイクル990cm³のエンジンを搭載したレース専用設計の車両を用いて行われる、二輪レースの最高峰カテゴリーである。日本国内での人気は四輪のF1に比べ限られている印象があるが、海外(特に欧州)では老若男女を問わず高い人気を誇っている(図1)。

ヤマハ発動機(株)(以下、当社)は創業以来、技術開発と、そのアピールの場として積極的なレース活動を継続しており、現在はMotoGPに高いプライオリティーをもって取組んでいる。

しかしながら、世界中のサーキットで繰り広げられる華やかな舞台の裏側で、日々続けられている車両

の開発業務については、機密等の理由から人目に触れる機会は少ない。ここでは、レース車両特有の開発プロセスと、レース運営を支えるサポート業務についてその背景と実状の一端を紹介する。

2 レース車両開発 ～限界時の車両を知るためのアプローチ

見た目には、それほど大きく違う市販スポーツ車両(図2)とレース車両(図3)であるが、使用環境や要求機能は異なる。ゆえに開発業務においても、技術アプローチや業務範囲に相応の違いが生じる。

市販車両は、幅広い走行条件やライダーレベルを想定し、限界性能のみならず、そこに至るまでの領域におけるコンセプトに応じた乗り味の作り込みが重要な開発要素とされる。

一方、レース車両の開発目的は「勝利」であり、勝つためには何が必要かが常に求められる。そのためにエンジン性能、車体の運動性能を極限まで追求することは言うまでもないが、限界状態で走らせるための安定性、扱いやすいエンジン特性が市販車両以上に求められる。ライダーに不安を感じさせず、集中力を持続させることがレースで勝つための絶対条件となる。

しかしながら、車両開発現場において、限界状態における車両に起こる挙動を十分に把握することは容易ではない。その日の気候条件、使用する車両やタイヤの違い等によってラップタイムが1秒も異なれば、車両に起こる現象は違ったものになる。ましてや、ごく限られた状態でのみ発生する問題については、その再現までに多くの手間を費やす場合も多い。優れた技量を持つ、ごく限られたライダーのみ可能な走行テストの実施にあたり、開発者は主に下記の3つのアプローチによって、限界時の車両状態を理解し、開発の効果を確認することになる。



図2 当社市販スポーツ車の例(YZF-R1)



図3 当社MotoGP車両(YZR-M1)

※この写真はエンジンを見せるためにカウルを半透明にしています。

(1)ライダーのコメント

開発に必要となる情報は、これに集約される。テスト条件や、方法によってコメント精度は変化するため、テストプランは慎重に検討される必要がある。

(2)車載センサーを用いた計測

エンジン制御等のために必要なものの他に、車両の変化を数値でとらえ、セッティングを進めるために

用いるモニター用を含め、通常レース車両に搭載されているセンサーの数は20を超える。テスト車両については、その数は、さらに増えることになる。

(3) 台上評価とシミュレーション

実機での事前確認ができない新規サーキットにおけるセッティング検討や、挙動の解析、パーツの信頼性確認のために、台上評価やシミュレーションも多く実施される。得られた結果は、常にライダーコメントや、計測データとの相関を図りながらフィードバックを行い、精度が高められる。



図4 データチェック

「これを取付ければラップタイムが1秒向上できます」といった夢のようなパーツがあればよいが、実際には、個々のパーツ単位やコンポーネント内部の機能向上といったものがほとんどである。一つ一つの改善による(決して大きくはない)変化を逐一確認しながら(図4)、より良いものを選択し積み重ねることで、やっと目に見えるラップタイム向上を得ることができるのである。そのためにも、開発にあたっては、たとえコンポーネントパーツであっても、ブラックボックス状態を残さず、構成部品機能を理解し、改善の種を探し続けることが求められる。

3 安全への配慮 ～評価方法自体が開発対象

「安全」。これは輸送機器の開発において最も重要な要件であることは、言うまでもないが、レース車両の開発に際しては下記の難しさをもって、ひときわ強く意識される。

新たなものへの技術挑戦が続けられるため、十分な実績に基づいた明確な評価基準が定着することは難しく、多くの場合において開発効果の確認方法や判断基準自体を開発者自ら検討、立案することが必要となる。パーツの設計、製造は時間との勝負となりがちであるが、その一連のワークフローの中に「安全」への配慮が欠けていないかどうかを、開発者は常に意識している必要がある。

図5に新規パーツの開発例を示す。設計スペックや評価条件は、実走行データを基に適切な安全率を考慮され設定される。基本的な信頼性は、事前の強度解析と台上テストにて十分に確認されたのち、実走行による機能評価が行われる。

新規パーツ開発の流れ (例;リヤブレーキディスク)

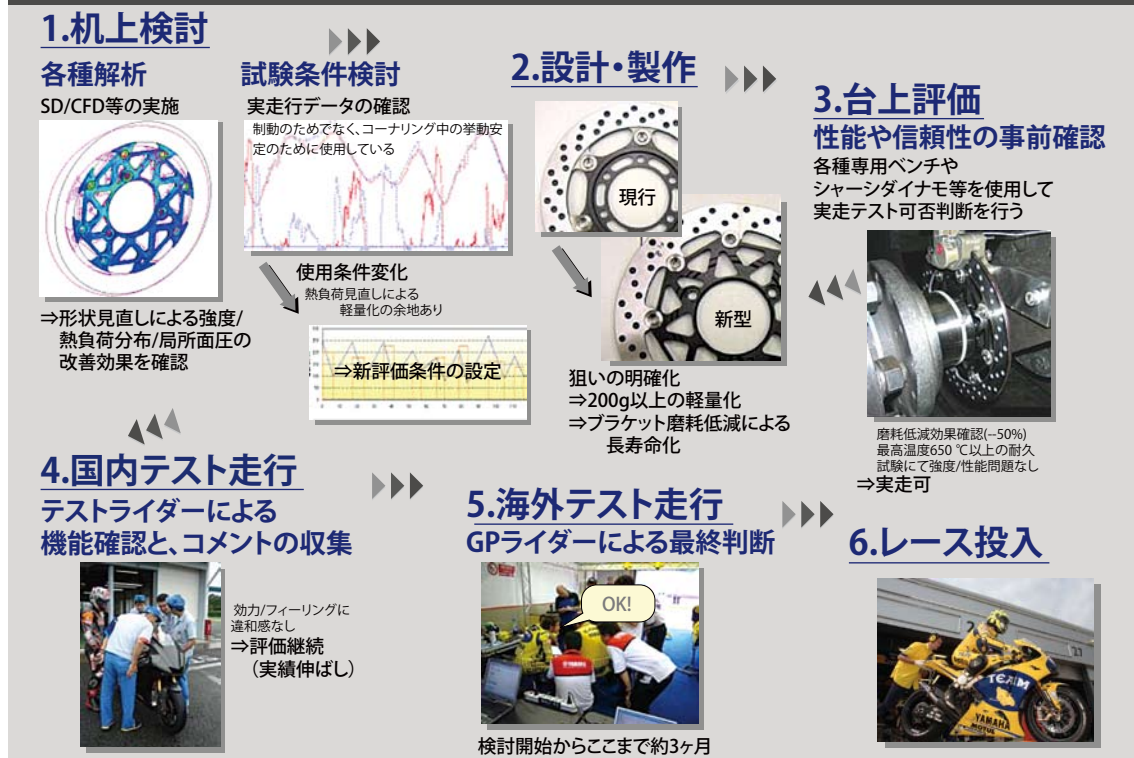


図5 新規パーツ開発の流れ

4 レースパーツの運営 ～発注から現場供給まで

次に、レース特有の運営関連業務について紹介する。レース運営というと、広報関連やサーキットでのホスピタリティー、物流関連など、非常に幅広い業務が存在するが、ここでは開発者にとって開発業務と並んで重要な意味をもつ、パーツの供給業務(発注から現場供給まで)について紹介する。

(1) パーツの発注－管理－供給



図6 パーツトレーラー内部

各国を回るGPチームは、“設営－撤収－移動のプロ”ともいわれ、トレーラー内の限られたスペースにパーツを非常に効率よく整理し管理している様子は目を見張るものがある(図6)。しかしながら、持てる数量は限られているため、転倒時の破損や指定距離交換に備えた必要なスペアパーツについては、適切な在庫を持つ本社との連携により、タイムリーに供給される体制が取られている。

それでも、しばしば発生する急な状況の変化に対しては、柔軟な対処が求められる。

(2) パーツ製造用素材の確保

レース車両、とりわけMotoGP車両には、その性能を極限まで高めるために、特殊な素材(特殊合金や複合材など)が多用されている。それらは世界全体での流通ボリュームが限られているため、価格や供給において市況の影響を受けやすく、代替材の手配も困難であるため、その安定的な確保に心がける必要がある。とりわけ外装品等に用いるCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)用の素材については、近年の航空機産業における需要拡大のあおりを受けて、必要量の確保に気を使う状況が続いている。

(3) 海外サプライヤーとの連携

エンジン/車体/制御関連すべての分野において、海外サプライヤーとのパートナーシップによる共同開発が幅広く行われている。情報や製品のやり取りに際しては、言葉の違いや距離による苦勞も伴うが、その分、お国柄も含めた各社の特色が反映された思想や製品から学べることは多い。

時には開発業務以上に、これらの業務に多くの時間とエネルギーが必要となる場合もあるが、運営状態をよく知り、配慮することは、結果としてパーツの価値を高めることにつながる。

5 公募によるレース車両開発経験を通じて ～現象をシンプルにとらえる姿勢～

私は、入社以来、市販車両の車体設計を担当してきたが、社内公募制度(セルフバリューチャレンジ)を利用し、当社MotoGP車両「YZR-M1」の開発に参加する機会を得た。この経験を通じて、私が最も強く意識付けられたのは、「現象をシンプルにとらえる姿勢」である。開発者は、実車に現れる複雑な現象を、ライダーのコメントや計測データから、なるべく単純な物理要素(振動、熱、材質特性など)の組み合わせとして考察することが常に求められる。その結果として、次のアクションへの仮説をいかに引き出せるかが問われるのだが…。いわゆる“ハズレ”も多い。新たな改善の可能性を模索し、悩める毎日である。

異動当初は、先記のような市販車両開発と異なる業務内容や考え方に戸惑うことも多かったが、レース車両開発ならではの貴重な経験を通じて、結果的にエンジニアとしての視野を拡げることができたことは幸せなことと感じている。今後も市販/レース両部門の人的な交流を継続的に行うことで、互いの持つ強みを共有し、社内全体の技術開発レベルの向上を図って行くことは、有益であろうと考える。

6 おわりに ～No.1へのミッション

サーキットのピット内で、ライダーと並んで華やかな舞台の中心にあるMotoGP車両。最先端技術の代名詞として語られることも多いが、その内側は、各パーツの基本的な機能を極限まで追求し、それらを「勝つためのマシン」としてまとめ上げ、レースがスタートする瞬間まで行われる、地道な開発作業の積み重ねによって形作られている。

時には困難な事態に直面し、重いプレッシャーを背負うこともあるが、勝利によってそれ以上の感動体験を味わえるのがレースである。当社の企業目的である「感動創造企業」実現のために、レース開発者に与えられたミッションは、あくまでNo.1を勝ち取ることである(図7)。挑戦が止まることはない。



図7 YZR-M1 (Mission No.1)

■著者



鷺見 崇宏

Takahiro Sumi

MC事業本部技術統括部



特集：挑戦

モトクロスレースへの挑戦

The Motocross Race Challenge

福田 高義 野本 達夫 高橋 大輔



図1 ステファン・エバーツ選手とYZ450FM

Abstract

Motocross is a competition that originated in Europe and involves racing with off-road bikes over loop courses created on unpaved dirt tracks that make use of the natural terrain. The appeal of these races is the discovery of the inherent potential of the motorcycle for things like taking big jumps and sliding the rear wheel through turns, as well as the fact that the spectators can view the race from very close quarters and thus get a full taste of the excitement and a sense of being there "on the scene" in the natural environment with all its sights and smells.

Today, these motocross races are held in all parts of the world. The MX World Championships are held as a series on a variety of courses primarily in Europe, the home of motocross. The competition takes place in three classes, the MX1 class (2-stroke machines of up to 250 cm³ and 4-stroke machines of up to 450 cm³), the MX2 class (2-stroke machines of up to 125 cm³ and 4-stroke machines of up to 250 cm³) and the MX3 class (2-stroke machines of up to 500 cm³ and 4-stroke machines of up to 650 cm³). In the pinnacle MX1 class, Stefan Everts has completely dominated the competition on his YZ450FM. In North America and Japan as well, many riders are competing and winning with the Yamaha motocrossers.

In this report we look at (1) the challenge to develop new technologies (advance research and development) for the Yamaha motocrossers and (2) new efforts to improve rider performance.

1 はじめに

モトクロスとは、未舗装の自然な原野をオフロードバイクで周回し、速さを争う欧州発祥の競技である。この競技の魅力は、大きなジャンプやスライド走行で、バイクの秘めたる可能性を発見できること、そして、観戦者はコースのすぐ脇という観戦形態により、その迫力や臨場感、大地のにおいを体感できること、といえる。

現在、世界の各地でモトクロスのレースが開催されている。モトクロス発祥の地ヨーロッパを中心に開催されているモトクロス世界選手権には、MX1(2ストローク250cm³以下または4ストローク450cm³以下)、MX2(2ストローク125cm³以下または4ストローク250cm³以下)、MX3(2ストローク500cm³以下または4ストローク650cm³以下)のクラスがある。その中でも最高峰であるMX1クラスでは、他の追従を許さない活躍をしているステファン・エバーツ選手とYZ450FM(図1)。アメリカ・日本でも多くのライダーがヤマハのモトクロッサーを駆り、大活躍中である。

今回の特集では、オートバイの原点、モトクロスレースを通じて活動している、

- ① 新しい技術への挑戦＝先行開発
 - ② ライダーのパフォーマンスを上げる新しい挑戦
- について、皆さんに紹介する。

2 新しい技術への挑戦＝先行開発

モトクロスに使われる車両はモトクロッサーと呼ばれ、各メーカーが市販モデルを販売している。ヤマハ発動機では、YZシリーズがこれにあたる。2サイクルマシンは、85cm³、125cm³、250cm³。4サイクルは250cm³、450cm³と、排気量別でモデルが設定されている。この市販モトクロッサーの開発の現場として実際のモトクロスレースを活用していることは、色々な発表機会でも報告しているが、今回は最新情報も含め、1973年に初代YZ250が発売されてからの先行開発の歴史を振り返ってみたい。先行開発という位置づけで、新しい機構・構造・マシンのテストを実際のレースの場面で試して課題を抽出、その改善仕様のテストをさらに繰り返しながら技術を高めていき、仕様を確立する。その新しい技術・仕様を市販モデルに採用し、常にお客様に魅力のあるモトクロッサーを提供し続ける、という開発のスタイルをヤマハ発動機はずっと続けてきた。

空飛ぶサスペンションと呼ばれた"モノクロスサス"を始め、YPVS(高出力エンジンのための排気バルブシステム)、水冷エンジン、アルミフレーム…等、多くの先行開発がモトクロスのレースの現場で行われてきた(図2)。

ここ最近の大きな先行開発は、モトクロスの世界では当時常識と考えられていた2サイクル全盛時代に投入した4サイクルモトクロッサーである。モトクロッサーには、構造がシンプルで軽い2サイクルが向いているといわれていた。ヤマハ発動機では、環境保全気運、顧客のニーズに応えるということもあったが、今までの常識を覆す新しいモトクロッサーを作ろう!という強いチャレンジ精神で開発をスタートさせ、1996年のモトクロス世界選手権、AMAナショナルモトクロス(全米選手権)、AMAスーパーパークロス(全米選手権)(図3)等のレースの場で先行開発を行った。そして1997年に、日本メーカー



図2 モノクロスサス・アルミフレームを採用したYZM500



図3 AMAスーパーパークロスレース

初の4サイクル市販モトクロッサーYZ400Fを発売した。開発の合言葉は、"2サイクルマシンに勝つ4サイクルマシン"である。この画期的なポテンシャルを持った4サイクルモトクロッサーの登場がきっかけとなり、各社がこのYZ-Fを追いかけるように、4サイクルモトクロッサーを発表させてきた。この結果、現在では、4サイクル市場は2サイクル市場を大きく凌ぐ市場に変化してきた。

2002年には、世界最軽量のフレームを目指してアルミフレームをYZ250M(図4)に搭載させ、全日本モトクロスレースの場を中心に先行開発を実施した。最初はハンドメイドのスペシャルフレームからスタートさせ、開発が進む度に市販を意識した形態に変化させていき、2005年モデルの2サイクルYZ125・250の市販モトクロッサーに採用した。このアルミフレーム開発の技術ノウハウを、そのまま継続させた4サイクル用アルミフレームの先行開発は、2005年の全日本モトクロスレースの場で行われた。

直近では、2005年の全日本モトクロス最終戦SUGO大会に、日本メーカーとしては初となる電子制御フューエルインジェクション搭載のYZ450FMをデビューさせた(図5)。これはG.E.N.I.C.H.思想の次世代のモトクロッサーを目指しての先行開発のスタートであり、2006年のレースの場においても実践テストを繰り返している開発真っ最中のアイテムである。また、ハンドリングの飛躍的向上を目指した超ショートサイレンサーの開発も同時にスタートをしている(図6)。

先行開発のアイテムが、全てうまくいく訳ではない。打率10割を目指してチャレンジしているが、結果はどうか?5割にも満たない!が正直なところである。開発をスタートしたけれど、途中で開発を見送るアイテムは、たくさんあった。しかし、その先行開発の過程を通しての結果は、私達の技術の蓄積として全て残してある。時代のニーズが来た時に、もう一度掘り出すことができるように、である。



図4 アルミフレームを搭載した YZ250M



図5 電子制御フューエルインジェクションを搭載したYZ450FM



図6 超ショートサイレンサーの開発

3

ライダーのパフォーマンスを上げる新しい挑戦

3.1 青い軍団

2005年シーズンから、ヤマハファクトリーチームは7人という大所帯のチームになった。これは他メーカーにはない、ヤマハならではの新しい挑戦といえる。YZ開発チームとモーターサイクルサービス部が融合したチームで、2つの部署が互いに得意な面を前面に出し、苦手な面をフォローしあうという方法が、現在、実に良いバランスを取っている。

そのチーム一人一人が一丸となり、勝利を食欲に目指している。チーム内の競争の激化がヤマハ全体の好成績を残すほか、ヤマハ全体のレベルアップにもつながっている。またレース中、トップ10以内に5台以上ヤマハYZが走っていることも頻繁で、青い軍団が怒涛の攻勢をかける様は、まるで恐竜が獲物をねらうようである。観客からは、「青いのすごいね」、「ヤマハばっかジャン」などと感嘆の声もよく聞かれる。

2005年シーズンには、26年ぶりの国内最高峰クラスでタイトルを奪取したほか、トップ10に5台がランクインし、確実にヤマハ旋風が吹き荒れていた。2006年シーズンも、その勢いは衰えていない。

3.2 ライダーの健康診断・体力測定

ヤマハライダーは全員、春に聖隷浜松病院にて健康診断を実施している。徹底的に検査し、異常がないかを確認する。ライダーも人の子。家庭を持つライダーも多い。こうしたことから、安心してフルシーズンをモトクロスに没頭して臨むことができるのである。

日頃ライダーたちは、それぞれ近郊のジムとプールでフィジカルトレーニングをしている。たかがトレーニングであるが、ここにも個性が現れ、一人でじっくりやるライダーもいれば、フィジカルトレーニングから相手を意識し行うものもいる。そうした結果を、浜松ホトニクス株式会社にて年数回、体力チェックをする(図7、8)。前回と比べてどのくらい鍛えられたかを見るだけでなく、ヤマハモトクロスライダーの平均数値と一般スポーツ(全国大会レベル)の平均を見比べる。モトクロスは、どの筋肉を使う必要があるかを考察。劣っているところを鍛える。優れているところは自分の武器として認識し、走りに展開を試みるのである。



図7 浜松ホトニクス(株)での
有酸素チェック



図8 浜松ホトニクス(株)での
等速性チェック

3.3 緊張のコントロール

モトクロスレースは、30台が横一線からスタートを切る。これは全モータースポーツの中でもこの競技だけで、それだけにスタートが勝負を左右することが多い。そのスタートの成功を左右する大きな項目として、人間の緊張の度合いがある。

その中で、我々はヤマハ発動機コーポレートR&D統括部の開発した「 α -AMY」を用い、唾液からストレス（緊張度）を計測（図9）。これは客観的に緊張状態を評価することができる画期的な機器だ。以前から、質問紙形式などによって調査していたが、時間がかかりすぎたり、良い評価を得るために、答えを捏造する可能性も否定できないことから、現場で直ぐにリアクションを起こすことができなかった。この「 α -AMY」を用いれば、緊張度のフィードバックが手軽にでき、ライダーも自分の状態を把握できる。最も優れたパフォーマンスを発揮できる数値を記憶しており、スタートまでにその数値に近づけるようにしている。ヤマハファクトリーライダーはこのような様々なトライをしてスタート後から上位集団を占めることができるのである。



図9 唾液によるストレス計測

4 ライディングスキルアップ

多くのモトクロスライダーは、先述したように、ジムにおいてフィジカルトレーニングを積んだり、実際にモトクロッサーに乗車してトレーニングを積むことが多い。しかし、若手を含めヤマハライダーは、モータースポーツの別カテゴリーの車両に乗ってトレーニングすることが多々ある。それはバランス感覚を養ったり、ライン取りの重要性について深く考えたり、繊細なアクセルワークでスライドをコントロールしたりと、目的は多岐にわたる。また、これらのことを多くのヤマハプロダクツで実践できることも強みだ。



図10 トライアルトレーニング

その中で高い頻度で行われるのが「トライアル」（図10）である。トライアルを使った訓練は、優れたバランス感覚を養えるのはもちろんのこと、自然の地形を利用したり、サスペンションを上手に使えるようになったりと、正にマシンを「自分の手足のように」扱えるようになる近道である。最も勉強できるのが、「トラクション」である。モトクロスライダーによくありがちなアクセル全開だけでなく、必要なところで必要なだけアクセルを開けるという高等技術を勉強できるのである。世界チャンピオンのステファン・エバーツ選手も、積極的にトライアルトレーニングを取り入れている。

トライアルトレーニングはスピード自体も低いので、怪我の発生率も低いことも利点である。

5 おわりに

私達は、これからも色々なものにチャレンジしていきたいと考えている。是非この競技に興味・関心を持って頂き、一人でも多くの方に、このモトクロッサーとライダーが繰り広げる"格闘技"モトクロスレースを間近で見てもらいたい。

■著者



左より

野本 達夫 Tatsuo Nomoto
MC事業本部 マーケティング統括部 サービス部

高橋 大輔 Daisuke Takahashi
MC事業本部 マーケティング統括部 サービス部

福田 高義 Takayoshi Fukuda
MC事業本部 MC事業部 MC開発部



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ンジェットと同じであり、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

水中翼型の人力ボートは、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。

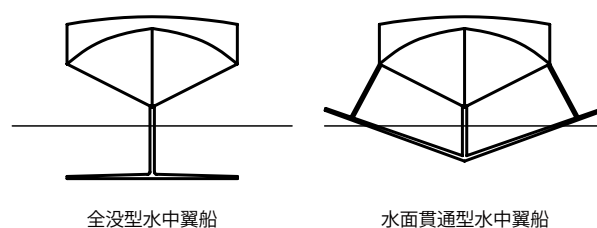


図1 水中翼船の種類



図2 堀内浩太郎氏の水中翼船

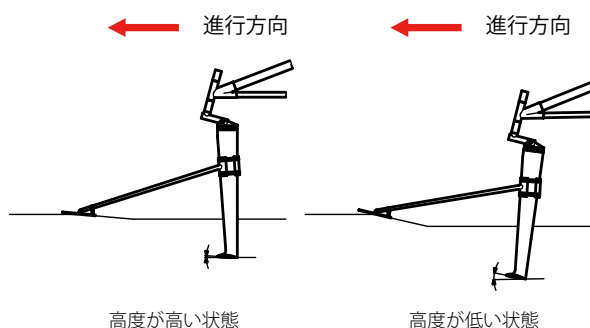


図3 ハイトセンサー

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。まさに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的水中翼船とした。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位の成績は収めたものの、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



特集：挑戦

人力飛行機による記録挑戦への軌跡

A History of the Challenge of Man-powered Flight

鈴木 正人



図1 琵琶湖上を飛行する"極楽とんぼ" (2003年)

Abstract

The yearly summer television broadcasts of the "Birdman Contest" for man-powered aircraft is familiar to Japanese TV audiences. It is a contest with the very simple rules aimed at seeing how far teams can fly their own designed and hand-built man-powered aircraft when launched from a 10-meter high platform on the shore of Lake Biwa in Western Japan. This popular annual program has now entered its 30th year.

Because this long-running TV program is composed as a variety show that seeks to bring in humor and entertainment aspects, the viewers rarely get to see the great amount of design, engineering and construction work that goes into these aircraft and the records they set—not to mention the training of the pilots who pedal them to record distances. In this report I offer a simple introduction to the birdman team, the transitions it has gone through over the years and the technologies it has developed and applied to its aircraft.

1

はじめに

毎年夏になるとテレビで放映される鳥人間コンテスト(図1)をご存知と思う。「琵琶湖に設置された高さ10mの台の上から自作の人力飛行機でどこまで遠くへ飛べるか?」の簡単なルールのもと開かれる大会で、今年で30回を迎える人気長寿番組である。

テレビの映像の中ではバラエティー番組として製作されているため、大会の様子は面白おかしく表現され、陰に隠された記録達成に至るまでの足跡を紹介されることは、ほとんどない。ここでは、そこに至るまでのチームの変遷と技術的な視点で見た内容を簡単に紹介する。

2 人力飛行機との出会い

私が人力飛行機と出会ったのは中学2年生の時(1973年)だった。当時、日本大学が世界記録に挑戦していることが書いてある航空雑誌の記事がきっかけとなった。0.1gでも軽く、工作精度は1mm単位で厳しく管理し、機体を製作する…。特にこれといった理由はなかったが、その記事に吸い込まれていった。人力飛行機をやるために大学も選んだ。



図2 優勝を経験した
第4回大会鳥人間コンテスト

そして、私が高校3年生の時に始まったのが鳥人間コンテストである。当時はびっくり日本新記録という番組名であったが、次の年から高視聴率を獲得したため、特別番組枠で放映されることとなり、番組が始まって30年が経過した。私は第2回大会から大会に足を運び、第4回大会では自らパイロットとして優勝を経験した(図2)。

3 チームの発足

私のこれまでの人力飛行機の挑戦は、学生時代の鳥人間コンテスト参加から始まり、卒業論文テーマでの人力飛行機の製作、そして社会人になってからの活動へとつながってきた。本文では主に社会人になってからの現チームの足跡を紹介する(表1)。

表1 挑戦の記録

	大会回数	順位	距離	機体	パイロット	日本記録挑戦
1979年	3	不明	16.49	滑空機	鈴木正人	
1980年	4	1位	101.6	滑空機	鈴木正人	
1981年	5	5位	88	滑空機	鈴木正人	
1982年	6	不参加				
1983年	7	不明	55.??	プロペラ機	鈴木正人	
1984年	8	7位	114.83	プロペラ機	鈴木正人	
1985年	9	4位	159.66	プロペラ機	鈴木正人	
1986年	10	1・2位	512.2/286.12	プロペラ機	田中紀彦・鈴木正人	
1987年	11	失格		プロペラ機	鈴木正人	
1988年	12	2位	214.9	滑空機	鈴木正人	
1989年	13	強風中止		プロペラ機	中山浩典	
1990年	14	3位	513.68	プロペラ機	中山浩典	
1991年	15	5位 雨	64.65	プロペラ機	中山浩典	
1992年	16	1位(ダブル優勝)	2019.65	プロペラ機	中山浩典	日本記録達成
1993年	17	9位	43.4	プロペラ機	大石一夫	
1994年	18	5位	194.9	プロペラ機	中山浩典	
1995年	19	1位	8764	プロペラ機	中山浩典	
1996年	20	2位	7973.16	プロペラ機	中山浩典	
1997年	21	台風中止		プロペラ機	中山浩典	
1998年	22	1位	23688.24	プロペラ機	中山浩典	
1999年	23	不参加		プロペラ機		
2000年	24	不参加		プロペラ機		
2001年	25	不参加		プロペラ機		
2002年	26	不参加		プロペラ機		
2003年	27	不参加		プロペラ機		日本記録達成

私は、1983年にヤマハ発動機に入社しチーム・エアロセプシーを発足させてから、現在に至るまでの24年間、趣味の活動として人力飛行機による記録挑戦を行ってきた。その間、毎年1機のペースで機体を製作し続けてきた。チーム結成当初はたった5人であったメンバーも今は12人で活動を行なっている。1998年には、鳥人間コンテストにて、ついに琵琶湖対岸到達を達成することが出来たが、そこに至るまでは、まさに失敗と成功の繰り返しの苦しい戦いであった。その背景には多くの技術的なトライアンドエラーがあり、その結果、徐々に機体が進化を遂げて記録へとつながっていった。

4 チーム目標

過去、鳥人間コンテストにおいては社会人チームになってから5回優勝をしている。大会当初から1990年までは優勝することが目標であったが、その後は琵琶湖対岸(図3)まで、最低16 km以上飛ぶことが目標となった。

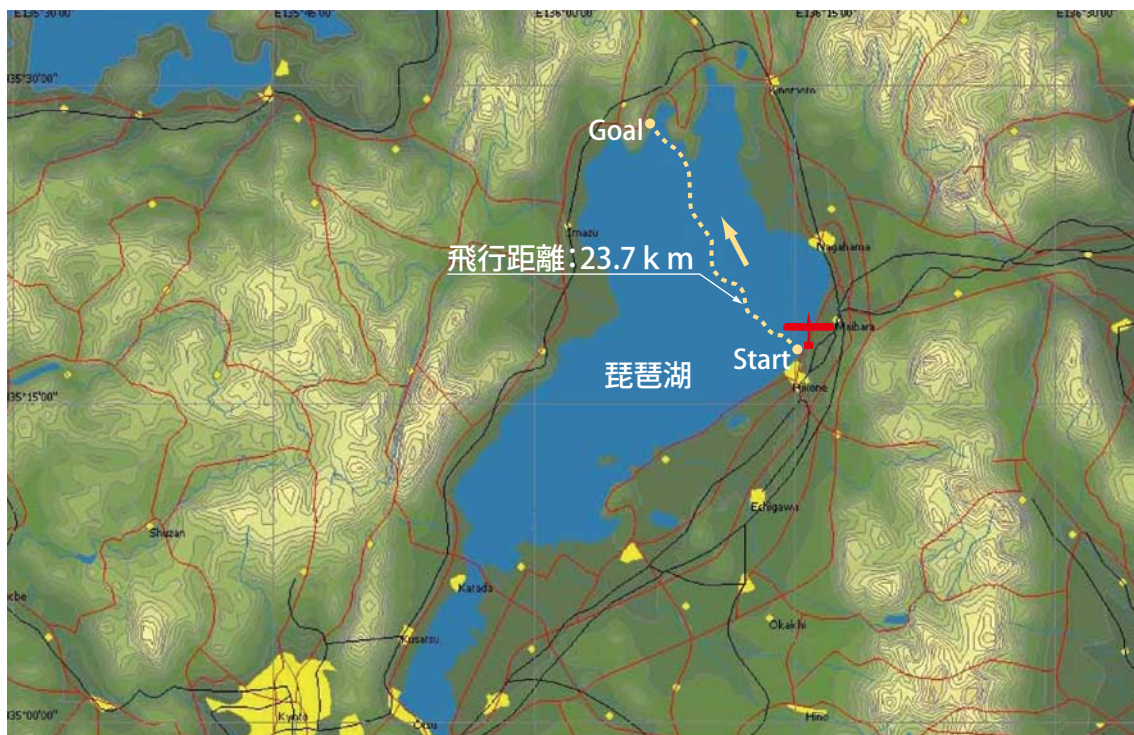


図3 1998年鳥人間コンテスト飛行コース

大会当初、琵琶湖対岸は単に前方に見える遠く美しい景色でしかなかった。しかし、機体がレベルアップをするうちにそこへ到達できる、という確信がもてるようになってきた。

そして目標を対岸到達に定め、8年後の1998年に23.7kmを飛び、対岸到達に成功した。翼の長さも1991年当初25mだったものが、対岸到達時には32mに進化した。その間、機体重量は30kg前半をキープした。

対岸へ到達した時点で鳥人間コンテストでのチームの目標を達成したため、その後は大会への参加はせず、公式の世界記録を視野に入れ、現在は100km以上の飛行距離を目指した機体の開発を行っている。

主要諸元を表2、図4に示す。

表2 主要諸元：1998年

翼幅	32m
翼面積	28.4m ²
翼弦長	翼根 1.1m/ 翼端 0.5m
テーパー比	0.454
空力平均翼弦	0.92m
アスペクト比	36
翼型	中央翼 :DAE21
	内翼－外翼 :DAE21 から 31 へ徐変
水平尾翼面積	2.30m ²
垂直尾翼面積	1.86m ²
水平尾翼容積比	0.51
垂直尾翼容積比	0.013
機体重量	34kgf
パイロット体重	65kgf

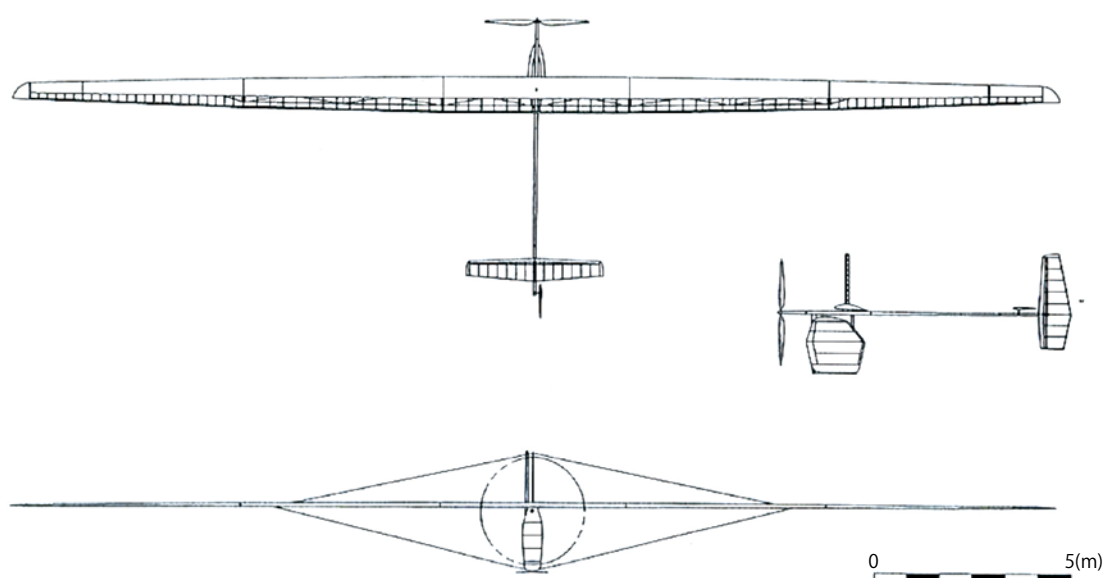


図4 機体三面図







5 翼長と重量

人力飛行機の飛行距離を延ばすには、翼をより細長く設計することが重要となる。それにより、翼の空気抵抗が減り、パイロットが費やすパワーを減らすことができる。その反面、機体の重量を1gでも軽く作る事がもう1つの重要ポイントとなる。上記で述べたように、最初は25mで製作した翼が、最終的には32mまで伸びた。その間、主要部材のカーボンファイバーの強度も上がり、より強く、軽く設計することが可能になった。

その結果、翼長32m・機体重量32kgというバランスで仕上げることができ、その機体で琵琶湖横断に成功することができた。

"極楽とんぼ"シリーズ 主翼の主要諸元を表3に示す。

表3 1994年 "極楽とんぼ"シリーズ 主翼の主要諸元

機体名	初飛行	平面形	翼長 (m)	翼面積 (m ²)	翼型	単位長さあたり 重量 (Kgf/m)
GT91 初号機	1991年4月		25	22.4	DAE11 DAE21 DAE31	0.645
GT91 1991年琵琶湖	1991年6月		26.5	23.5	DAE11 DAE21 DAE31	
GT91 改 1992年琵琶湖	1992年7月		26		DAE11 DAE21 DAE31	
GT92 1992年琵琶湖 1993年琵琶湖	1992年2月		30	26.3	DAE11 DAE21 DAE21	0.619
GT92 改 /GTB 1994年琵琶湖 1995年琵琶湖	1994年7月		30	25.7	DAE11 DAE21 DAE21	
GTR 1993～95年 記録機	1993年10月		32	27.6	DAE11 DAE21 DAE21	0.612

6 構造

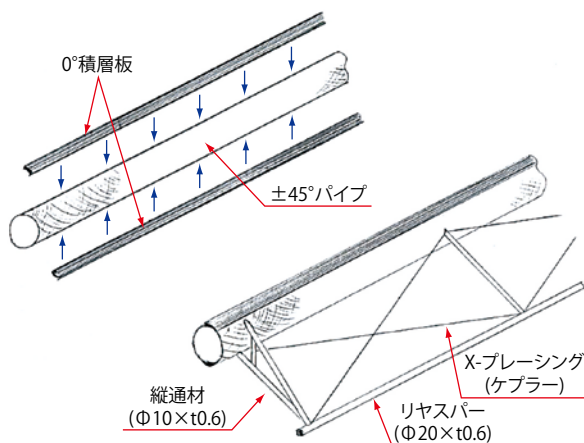


図5a 主翼一次構造

翼の主要構造部材は、カーボンファイバーを使用し、小骨はスチレン系の発泡材とバルザ材を複合させて作っている。外被には厚さ10ミクロンのポリプロピレンのフィルムを張っている(図5a、図5b)。



図5b 主翼の構造

操縦席はパイロットの体形に合わせてカーボンフレーム構造を取り、推進力は、自転車そのもののペダルをこぎ、チェーンによってプロペラに回転を伝えている(図6)。大体、足の回転数が90rpmでプロペラが160rpm前後の水平飛行が出来る設定としている。



図6 操縦席のカーボンフレーム構造

7 テストフライト

完成した機体は、必ずテストフライトを行い、細かいセッティングを行なっている(図7)。

場所は富士川河口付近にある実機用の滑走路を利用している。最近の長距離飛行用の人力飛行機では、10mの高さの台は無くても自力で離陸できるのである。



図7 テストフライト

テストは、早朝^{なぎ}の風の時に行なう。回数は1シーズンで50回以上のフライトを行い、納得いくまで調整を続ける。800mの飛行場では楽に飛びきってしまうため、パイロットの官能評価だけでは真の機体のコンディションが把握できない。そのためにフライトレコーダを搭載し、飛行速度、プロペラ回転数、プロペラのトルク、パイロットの脈拍を計測し、その結果で機体の重心位置・主翼取り付け位置/角度・プロペラのセッティングなどの最適調整を行っている(図8)。大会本番には、数多く採取したデータ(図9)をもとに一番適合したセッティングで臨んでいる。

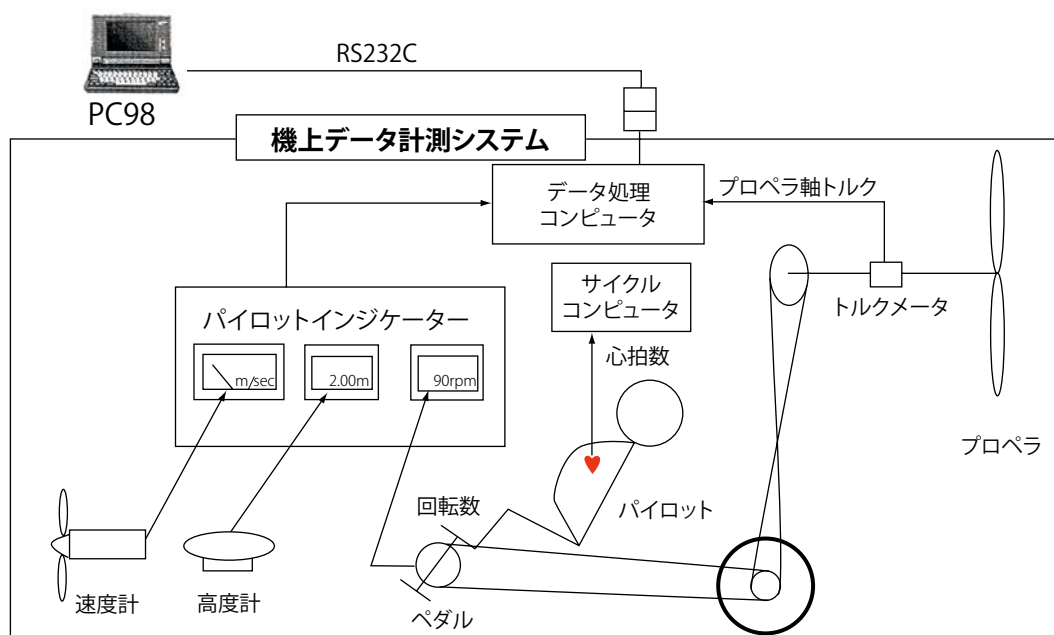


図8 フライトデータ収集システム

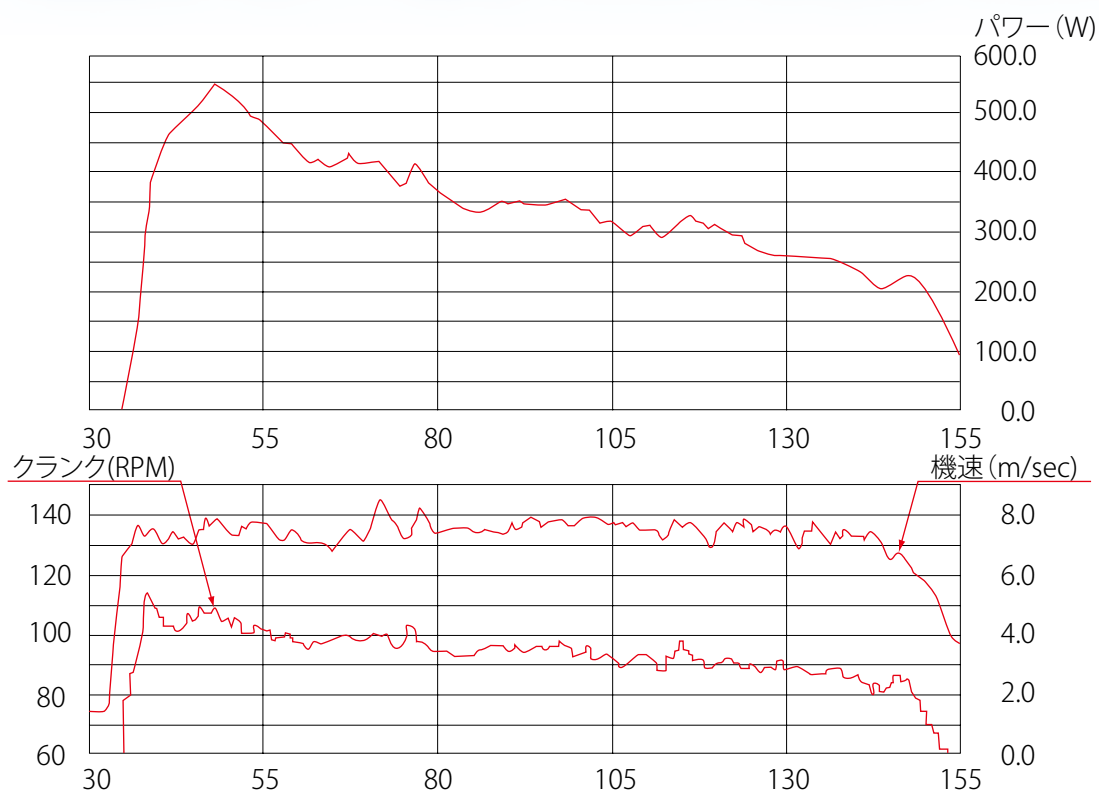


図9 1994年 琵琶湖機テスト飛行フライトデータ

8

暑さとの戦い

1997年から1998年にかけて、他チームが翼の性能やプロペラの効率を追い求めている頃、我々は空力的性能追及から離れて、コックピット内の温度を下げることに力を注いだ。

1995、96年とも1時間以上飛べるはずだったが、いずれも炎天下の中、30分前後で力尽きてしまった。その原因は、コックピット内の空気の循環が悪く室内温度が上昇し、体力が消耗したことにあった。そこで



図10 1/5風洞テスト

風洞を利用し、1/5モデル(図10)によりコックピットの形状の作りこみを行なった。改良のポイントは空気の入口と出口の位置であった。さらに外被の後ろ側には、スポーツウェアの裏地に使っているメッシュの布を空力的に影響の無い位置に張り、空気の抜けを良くする工夫を行なった。それ以外の部分には銀フィルムを張り遮熱を行なった(図11～13)。その結果、室内の空気の抜けが大幅に向上し、1998年には約1時間のフライトを可能とした。そして琵琶湖対岸到達を達成することができた。



図11 改良されたコックピット



図12 改良されたコックピット



図13 改良されたコックピット

9 パイロットの性能

パイロットの中山は、260Wの負荷で1時間以上ペダルをこぎ続けることができる。大会が近づくと、右記のメニュー(表4)をこなし、大会開催は土曜日となるため、本番にピークが出せるように調整を行っている。

彼が仕事に出かける前にこのようなトレーニングを積んできたことは驚きであり、その努力に頭が下がる思いである。

表4 自転車によるトレーニングメニュー

曜日	内容	距離 (km)	時間 (hr)
日	レースを模擬した集団走行(ハイペース)	80	1.5
月	休養のため軽走	40	1.5
火	登坂によるダッシュ(インターバル)	60	2
水	高回転、ハイスピードダッシュ×10	60	2.5
木	登坂の一定ペース走	60	2.5
金	休養のため軽走	40	1.5
土	長距離走	100～200	4～7

10 今後の展開

1998年以降、鳥人間コンテストへの参加は行っていないが、次の目標である単独の公式世界記録115km以上を目指して次の機体の製作を行っている。記録達成するためには、4時間以上飛行できる機体性能とパイロットの性能が要求される。機体については、翼の長さをさらに延長したものを考えている。ただ記録達成には、長時間安定した気象条件が得られる場所や時期を選ぶという課題があり、同時にその場所選定の検討も進めている。



図14 第30回大会タイムトライアル 旋回中

また今年2006年(第30回大会)から鳥人間コンテストに、速度と旋回性能とパイロットの体力が大きく影響するタイムトライアル部門(台の上から1km先のポールを旋回して帰ってくるタイムを競う)が設定され、新たな挑戦を始めた(図14)。今年は旧型機を利用して優勝したが、来年からは、専用設計で挑む予定である。

11 おわりに

チームを結成して24年以上が経過した。いつの日もすばらしい仲間とそのチームワークの良さで結果を出すことができた。また、影で支えてくれた方々がいたからこそその24年間であったと心より感謝している。

活動は、毎週金曜日の定時退社後と土曜日の終日を利用して行っている。これからも焦ることなく、地道に活動を続けるつもりでいる。今後は単独世界NO.1を目指して活動を続けていく。

■著者およびチームメンバー＆サポーター



著者は最前列左

鈴木 正人 Masato Suzuki
MC事業本部 MC事業部



特集：挑戦

ジュビロ磐田の完全制覇を支えた フィジカルトレーニング

The physical training that helped Jubilo Iwata win the J. league title

菅野 淳



図1 2002シーズン Jリーグ完全制覇

Abstract

In the 2002 season of Japan's professional soccer league, J. league, Jubilo Iwata not only made history by winning its 3rd league championship but also won both stages of the season, a feat that no J. league team had ever accomplished before.

At that point in time, each season was competed in 1st and 2nd stages and the winners of the two stages would compete in a playoff to decide the season champion. No team until that time had achieved a "perfect league title" by winning both the 1st and 2nd stages.

The road to achieving that "perfect title" was not easy for Jubilo Iwata. In the 2001 season the team did not win in either the 1st or 2nd stage, even though they had won the J. league titles in 1997 and 1998 as well as the 1998/99 AFC (Asian Football Confederation) Champions League title. After such a record, it was humiliating for Jubilo Iwata to finish the 2001 season with no titles at all. In this report we discuss the new physical training program that helped the team achieve its 2002 season "perfect title" after having been defeated the previous year in their ongoing battle for the title with the rival Kashima Antlers team.

1 はじめに

2002シーズン、ジュビロ磐田は3度目の年間チャンピオンという名を歴史に刻んだだけでなく、それまでJリーグに所属するどのクラブも成し得なかったJリーグ完全制覇という偉業を達成した(図1)。当時のJリーグでは、ひとつのシーズンを1stステージと2ndステージに分け、それぞれの優勝チームがチャンピオンシップを戦って年間チャンピオンを決定する方式をとっていた。完全制覇とは、その両ステージで優勝することである。

ジュビロ磐田が完全制覇を達成するまでの道のりは、決して平坦ではなかった。2001シーズン、ジュビロ磐田はノータイトルでシーズンを終えた。それまで1997、1999シーズンのチャンピオンシップを初めとして、1998/99アジアクラブ選手権の優勝など、それまで数多くのタイトルを獲ってきたジュビロ磐田にとって、ノータイトルでシーズンを終えるという結果は、他のなによりも耐えがたい屈辱だった。鹿島アントラーズとの間で争われたチャンピオンシップでの敗戦を原動力に、2002シーズンに行ったフィジカルトレーニングについて報告する。

2 目標設定および年間計画

2002シーズン、まず初めに行ったのが目標設定である。チーム目標は、もちろん年間チャンピオン。フィジカルトレーニングのコンセプトは、シーズンを通して監督が目指す戦術を遂行できる体力づくりであった。監督の目指すサッカーは「人もボールも常に動くサッカー」、すなわち「走る」ことが基本となる。走れない選手は当然試合に使ってもらえない。そこで、試合開始から試合終了まで最後まで走り続けることのできるスタミナ、特に当時は延長戦もあったため、それを含めた120分間走り続けられるスタミナをベースに、得点・失点場面でその可否が大きく左右するスピード、そして相手に対して当たり負けしないパワーを身につけることを目標とした。

次に行ったのが年間計画である。当時の選手たちの技術レベルは非常に高く、スタミナ・スピード・パワーにおけるフィジカル面を強化すれば、彼らの高い技術が試合終盤の疲労した状態でも十分に発揮できると確信していた。そのためにも重要なのは「期分け」である。期分けとは、シーズンをいくつかの期間に分けて、トレーニング目的を明確にしながら合理的にトレーニングを進める方法である。2002シーズンは、オフシーズン・プレシーズン・インシーズンと3つのシーズンに期分けをした。

オフシーズンでは、基礎体力づくり、およびサッカーに重要な運動能力の向上とともに、スキルの習得をテーマとした。オフシーズンに当てられた2週間は、フィジカルコーチにとって最も神経を使う時期である。なぜならば、このオフシーズンのコンディショニングがインシーズンの出来・不出来のカギを握っているといっても過言ではないからである。プレシーズンでは、主に戦術面でのチームづくり、さらにフィジカル的には試合における専門的な動きづくりをテーマとした。この時期、練習試合やチーム内の紅白戦がたくさん組まれ、チームづくりの達成度を評価していく。インシーズンでは、試合が中心となるので疲労回復などのコンディション維持を優先さるべきだが、練習・トレーニング量を減らしすぎないよう注意が必要である。またレギュラーメンバーとサブメンバーでは、体への負荷に差異が生じるので、フィジカルトレーニングは選手個別が原則となる。

特に優勝を目指すには、インシーズンを含めて年間通じて計画的なフィジカルトレーニングが必要であり、開幕戦からのスタートダッシュをねらって準備を始めた。

3 フィジカルチェック

選手がトレーニングを開始するに当たり、その事前に行うのがフィジカルチェック(図2、3)である。ジュビロ磐田のフィジカルチェックは、浜松ホトニクス株式会社スポーツホトニクス研究所との共同研究によって行われている。フィジカルチェックの目的は、まず第1に、現在その選手の持つ基礎体力や運動能力が、どれくらいであるかを客観的な指標で把握することである。第2に、万が一、ケガによって戦列を離れてしまった場合、リハビリテーションおよびリコンディショニングを行うときの比較資料とすることである。例えば、一度低下した基礎体力や運動能力が、どれくらい回復したかを再確認するために利用したり、競技復帰の目安にしたりするときに用いる。第3に、サッカーに必要な基礎体力や運動能力が、ある期間のトレーニングにおいて、どの程度変化したかを客観的に把握することである。表1に実際に行われているフィジカルチェックの種類を示した。

表1 フィジカルチェックの種類

形態測定	身長 (cm)
	体重 (kg)
	体脂肪率 (%)・除脂肪体重 (kg)
	大腿周囲径 (cm)
	MRI 画像による筋横断面積 (cm ²) (大腿部 30・50・70%、大腰筋)
体力測定	等速性筋力 (Nm) (膝関節および股関節の屈曲・伸展)
	最大酸素摂取量 (ml/min/kg)
	血中乳酸濃度 (mmol/l)
	垂直跳び (cm)



図2 フィジカルチェックの例



図3 フィジカルチェックの例

4 フィジカルトレーニング

フィジカルチェックにより得られたデータをもとに、フィジカルトレーニングを開始した。図4は、年間トレーニング計画の中で、特にオフシーズンからプレシーズンにかけてのフィジカルトレーニングの進め方を表したものである。フィジカルトレーニングは、その領域を大まかに分類して、トレーニングの内容を整理しながら進めると、やりやすい。フィジカル領域をスキル系・パワー系・スタミナ系に分類して目的を明確にして、それぞれのタイミングを計りながらトレーニングを進めていくことが大切である。

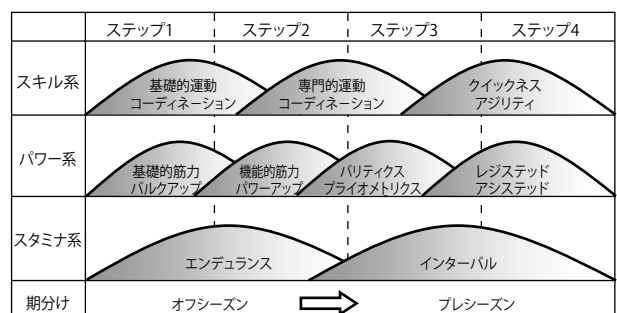


図4 フィジカルトレーニングの進め方

スキル系トレーニングは、基礎的コーディネーションから専門的コーディネーション、そしてアジリティ・クイックネストレーニングへと移行した。パワー系トレーニングは基礎的筋力から機能的筋力、さらに高強度のプライオメトリックトレーニングへと移行し、最終的にオーバースピードトレーニングなどに代表さ

れるアシステッドトレーニングを実施できるようにした。スタミナ系トレーニングは、有酸素性持久力の向上を目的としたエンデュランストレーニングから徐々にスピードアップして、最終的には無酸素性持久力やスピード持久力向上のためのインターバルトレーニングへと移行した(図5、6)。

フィジカルトレーニングは、選手の未知の可能性への挑戦であり、処方や手続きにマニュアルがあるわけではない。常に試行錯誤の連続であり、うまく行く場合もあれば、うまく行かない場合もあるし、選手やチーム状況によって反応も異なる。そのため、トレーニングの詰め込みすぎで選手がオーバートレーニングに陥ってしまわないように、シーズンを通じて体重や心拍数、疲労の度合いなど日々選手のコンディションを確認しながらトレーニングを進めるように心がけた。また、フィジカルトレーニングだけがひとり歩きしてしまわないように、常に監督やスタッフとコミュニケーションをとりつつ、技術・戦術トレーニングの量と強度をみて、バランスをとりながらトレーニングを行った。



図5 フィジカルトレーニングの例



図6 フィジカルトレーニングの例

5 クラブハウスの完成と紅白戦

戦う体をつくりあげることができた要因は、フィジカルトレーニングだけではない。2002年4月、大久保グラウンドに完成したクラブハウス(図7)は無視できない。ロッカールーム、サウナや水風呂も完備したバスルーム、マッサージやトリートメントを行うトレーナールーム、筋力トレーニングを行うトレーニングジム(図8)を備えたクラブハウスのおかげで、トレーニングの効率が飛躍的に上がり、シーズン通じて肉離れや筋膜炎などの筋肉系のトラブルが格段に減少した。「どこのクラブにも負けない日本一のクラブハウスによって、トレーニングに専念できる環境が整ったことが、完全制覇につながった」といっても過言ではない。

さらに、練習において紅白戦での白熱したバトルも凄まじいものであった。とくにこのシーズンは紅白戦がかつてないくらい頻繁に行われた。紅白戦は戦術的かつ実践的なトレーニングのひとつであるとともに、日ごろベンチに甘んじている選手にとっては監督にアピールする



図7 クラブハウス



図8 クラブハウス内のトレーニングジム

唯一の場でもある。そのため、レギュラーポジションを目指す選手たちが100%の力を発揮して臨む紅白戦は、公式戦より白熱したバトルが見られた。これらすべてが融合し、冒頭に述べたような偉業を達成することができたといえる。

6 おわりに

最後に、選手およびスタッフと、それらをまとめ上げ完全制覇に導いた鈴木政一監督(現ジュビロ磐田強化部長)の功績はいうまでもない。さらに、いつもスタジアムに足を運んでスタンドから熱いご声援をくださったサポーターの方々がいたからこそその完全制覇であったことは間違いない事実である。

■ 著者



菅野 淳

Atsushi Kanno

株式会社ヤマハフットボールクラブ

ホームタウン推進部

育成センター

育成・フィジカル担当



特集：挑戦

アンデス縦断タンデムツーリング

Tandem Touring through the Andes

ヤマハ発動機OB 高田 典男



図1 ペルー・アレキパ付近の砂漠にて

Abstract

One of my hobbies is listening to Central and South American music. When I first heard Trio Los Panchos singing "Besame Mucho" on the radio in my early 20s, I remember feeling that this was the music for me. After that I became a serious fan of Central and South American music. When musicians from the Central and South American countries came to perform in Japan I would always go to the concerts, not only here in Hamamatsu but as far away as Nagoya. And, it became my dream to go to Central and South America someday and hear lots of this music I love in its native environment. I also decided that when it came time to make that journey to the Americas, I wanted to travel with my own transportation so I could choose my own schedule and routes free of the restrictions of moving with a group of people.

My other hobby happens to be motorcycling. Besides regular touring, I like to make changes to my motorcycle to expand its functions and ease of use and then test the usefulness of those changes in actual touring conditions.

I also love the scenery of the Andes Mountains where the Inca civilization once prospered. I was able to bring these three interests of mine together into one memorable touring trip through the Andes region.

Because travel agency tours are always shorter in length and because I have never heard of a tour specializing in listening to Central and South American music, I knew I would have to make my own trip itinerary in order to enjoy the local music and the scenery of the Andes. The style we decided on for our trip was "Slow and Deep [into the culture]." In this report I discuss the trip and the motorcycle we used.

1 はじめに

私の趣味は中南米音楽を聞くことである。20代のはじめにラジオから流れていたトリオロスパンチョスの「ベサメムーチョ」を聞き、私にピッタリの音楽だと確信した。以来、私はすっかり中南米音楽ファンになってしまった。中南米各国のラテン音楽演奏家が来日すると地元浜松での公演はもちろんのこと、遠く名古屋にまで足を伸ばしていた。そして、いつかは中南米へ行き、生の音楽をその国で思い切り聞きたいと考えるようになっていた。そして、その交通手段は、できればスケジュールやルートについて、何人にも制約されることなく自由気ままに行ける自前の交通手段がよいと考えていた。

一方、私のもうひとつの趣味がバイクである。単にツーリングをすることはもちろんであるが、使い勝手向上のための改造をして、それを確かめるためのツーリングが楽しみなのである。

また、私は、あのインカ帝国があったアンデス地方の景観が大好きでもある。結果として私の3つの趣味をドッキングさせたのが、今回のアンデス縦断タンデムツーリングなのである(図1)。

旅行会社催行ツアーでは日程も短く、しかも音楽を聞くためのツアーなんて聞いたことがない。音楽を聞き、アンデスの景色を楽しむとなると、十分に時間をかけることが必要。そこで私達の旅のスタイルは「ゆっくり、どっぷり」となる。

2 どんな荷物を持って行くの?重さは?

携行した荷物は、以下の通り。総重量は、風袋込みで、しめて約49kg。

(1)衣類(下着3着、シャツ、Gパン2着、冬期用長袖上下肌着1着、厚手靴下、ブルゾン、バンダナ、防寒防雨用ライディングウェア、パジャマ)

(2)洗面用具、地図、旅行案内書

(3)音楽を思い切り楽しむための機材(パソコン、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、ウォークマン、セパレートスピーカー、それらのアダプター等の周辺機器及び取扱い説明書)

(4)常備薬、予備部品、工具(表1)

(5)万能整備キット(針金、ガムテープ、絶縁テープ)、パンク修理キット、ガス欠時にガソリンを分けて貰うためのビニールホース、小型組やすりセット、ハクソー(金切鋸刃)

表1 予備部品・工具

部品	工具
・スパークプラグ	・ヘキサゴンレンチ
・燃料フィルター	・コンビレンチ
・メインジェット	・スパナ
・ブレーキレバー	・スクリッドドライバー
・スプロケット	・トルクスドライバー
・電球	・プラグレンチ&アーム
・タイヤチューブ&バンド	・プライヤー
・燃料ホース	・先細プライヤー
・針金	・タイヤレバー
・絶縁テープ	・エアポンプ
・ガムテープ	・ニップルレンチ
・パンク修理セット	・虫回し
・キャブレター部品	・小型組やすり
	・ハクソー

3 ルート・日程・移動距離

ルートと日程は表2、図2の通り。1日の移動距離の目安は 250～300km。これまでの最長は590.6km。
気に入った場所には1ヶ月以上もどっぷりと滞在する。

表2 日程

日程	訪問地
2005 年 12 月 15 日	ブラジル サンパウロ / サンミゲルア ルカンジョ / アリアンサ / フォスドイグアス
2005 年 12 月 30 日	パラグアイ シウダデルエステ / アスン シオン / マリスカルエステ ガリバ / パフィアル
2006 年 1 月 10 日	ボリビア ビジャモンテス / サンタクル ス / オルーロ / スクレ / ラパス / タンボケマド
2006 年 4 月 17 日	チリ ブトゥレ / アリカ
2006 年 4 月 25 日	ペルー タクナ / アレキパー / プーノ クスコ / アヤクーチョ / ピスコ / リマ / バランカ / ワラス / ユンガイ / サンタ トウルヒーヨ / トウンベス / サルミージャ
2006 年 8 月 23 日	エクアドル ワキージャス / ビルカバンバ / クエンカ / キト / オタバロ / クエンカ
2006 年 10 月 4 日	コロンビア ※地上移動を断念し、エク アドルのクエンカより空路、 コロンビアのカリへ移動。



図2 ルート

4 道路条件は？

幹線は、概ね快適な舗装道路。しかし、なにぶん大半がアンデス山中を通るので、時折ダートでしかもマッド、パウダー、沢渡河、登坂降坂、ヘアピンカーブと、あらゆる道路条件にお目にかかる(図3)。気象条件は、炎天から厳寒、豪雷雨、雹等^{ひょう}にも見舞われた。走行速度はヘアピンカーブと市内以外は、ほとんど全開で55～65km/h。



図3a 舗装道路(ペルー)



図3b 砂利道(ペルー)



図3c パラグアイの悪路



図3d ボリビア“死の街道”

5 アクシデントは?故障は?バイクの耐久性は充分か?

今回のタンデムツーリングに使用した車両は、T90N(ニュースメイト)である。アンダーボーンタイプは足着き性がよいし、軽量であるので取り回しがしやすい。また、車高が低いので荷物が積みやすいという利点もあって、この車両を選んだ。

これまでのアクシデントといえば、ペルー山中の超ダートのヘアピンカーブで転倒1回。故障は皆無。さすがは耐久性抜群のニュースメイト。実は、アンデス縦断タンデムツーリングは今回で2度目であり、バイクは新車に更新したが、ヘッドアッシーだけは前回の車両のものをそのまま使用しているので、走行距離はもう、61,000kmをオーバーした。

6 素晴らしいバイクの旅

バイクツーリングの素晴らしさは、いつもオープンエアで、寒暑風雨だけでなく、匂いや香りや埃や音をもろに体感できるところにある。そして視界は360度。道中の素晴らしい景色や村の行事など、気に入った所でバイクを止めて、しばし眺め入るのは最高のぜいたく。必要であれば一旦通り過ぎてからでも容易に戻って確かめることができる。未知の土地のすべてを体感できるのである。

一方、バイクの弱点は一般に寒さであろう。しかし今回の車両は、レッグシールドを始め、充分なウインドプロテクションをしてあるし、グリップヒーター付きだ。そして最近の耐寒ライディングウェア、シューズは完璧だ。ほとんど寒さを感じない。アンデスの山野高原を眺めながらのツーリングは実に楽しい。

7 素晴らしいラテン音楽

日本で民謡や歌謡曲やポップスのライブを気軽に聞くことは至難の技だが、ラテンの国々の良い所は、わざわざ目指すジャンルのライブ音楽を一生懸命探し求め歩かなくても、「犬も歩けば棒に当たる」の諺通り、全国各地で生の音楽を昼日中から日常茶飯事的に実に容易に耳にできる場所。特にチケットを買ってコンサートに行かなくてもいいのだ。大抵はアンプで音をイジってないので、音がすごくナイーブだ。コンサートと違い、演奏者との距離も近いので表情も分かるし、会話だって交わすこともできる。今回も行く先々の街のレストランやプラサ、街角で、思い切り大好きな音楽を飽きるほど(決して飽きることはないが)堪能した(図4)。



図4 ペルー・アレキパのフォルクローレ

8 安全

日本にいと、「中南米は治安が悪いんでしょ？ そんな国々へ、よく行きますね!」と、よく人から言われる。なるほど、日本での報道や外務省の「海外安全情報」によれば、世界中から危ない情報が伝わってくる。しかし、これらは、かなり限定された地域のことであると思う。その限定地域を避けて、かつ、常に周囲の状況に気配りをしていれば(当然その国の人々も暮らしていることだし)、格別危険とは思わない。私達は道中、例えば人気のないところでの休憩や昼食、用便等は極力避け、常にこれから先の道路危険情報を、複数の人達からヒヤリングをした上で移動をしている。

9 気になる経費は？

中南米の物価は安い。特に衣食住費は実にお得だ(図5)。従って面倒でリスクなキャンピングや自炊などしなくても、衣食住その他一切含めて日本での生活とほとんど変わらない経費で暮らすことができる。ちなみに、ボリビアでの1ヶ月の総経費実績は13万円であった。



図5 現地での食事の例
ペルーのクイ(モルモット)料理

10 おわりに

バイクでのツーリングは、西部劇の1シーンに似ていると思う。平原を馬で飛ばした先に街が見えてくると、一体どんな街だろうか？平穏な街か？それともならず者が闊歩している街だろうか？一瞬馬を止めて様子を伺い、やがてゆるゆると馬を進めて街に入っていく。そんな光景に似ている。未知の大地をドキドキしながらも、わくわくしてツーリング(旅行)をする。何と素晴らしいことか。それには何よりも自身の健康第一。そして安全運転第一。皆さんも是非 実行してみませんか？

■著者



右より
高田 典男
Norio Takada

ヤマハ発動機 OB
(1998年退職)

高田 和子
Kazuko Takada



特集：挑戦

二輪車による2度の世界一周への挑戦

The Challenge of Touring Twice Around the World on a Motorcycle

ヤマハ発動機OB 吉田 滋



a 1度目 1967年11月13日 イランのメシャドにて



b 2度目 2002年9月7日 ロッテルダムにて

図1 2度の世界一周

Abstract

When I was 23 years old back in 1965, and then again when I was 60 (2002) I twice undertook the challenge of touring around the world on a motorcycle. In this report I talk about the things that inspired me to tour around the world twice, how I prepared for the journeys and the routes I took, as well as the motorcycles I used.

1 はじめに

私は、23歳(1965年)と、60歳(2002年)の2度にわたり、二輪車による世界一周の旅に挑戦した(図1)。本稿では、2度の世界一周を思い立ったきっかけ、旅の装備、ルートと共に、使用した車両について、紹介する。

2 1度目の世界一周のきっかけ

時代は半世紀前、ヤマハ発動機が創立した1955年にさかのぼる。私は中学生の時で、ちょうどバイクに興味を持ち始めた頃だ。自転車の横を風のように走り抜けるバイクは子供心に夢の乗り物だった。当時、バイクは一般庶民には高嶺の花だったが、いつか必ず乗れる日がくると信じていた。また、当時一般の家庭にテレビは無く、街頭テレビでプロレスの力道山やニュース番組を見ては、家に帰る時間が遅くなって親によく叱られたものだ。そのような時代にテレビニュースで見るアメリカの大都会の様子は、同じ地球上にこんなに豊かな国があるのか信じがたい映像であった。映像や写真ではなく、本物を自分の目で確かめたいという気持ちが湧いてきたのは、この頃だ。アメリカを見るなら他の国も見たい、バイクなら他の交通機関より自由に動けるぞ、夢はどんどん広がった。大学在学中の4年間は、生活のすべてが世界一周の準備につながっていた。アルバイト、バイク整備、体力作り。大学2年の時には、ポンコツのYD2を何とか走れるようにして、ロングツーリングの練習として、日本の隅々を走り回った。その時バイクの機動性を実感し、バイクならどんな悪路でも、細い道でも先へ進めるという確信を持った。

3

YDS3 による世界一周(1965年7月12日～1968年2月21日)

東京オリンピックの翌年、1965年7月12日に和歌山港から材木運搬船にYDS3(図2)と共に乗り込み、2年8カ月の旅は始まった。1968年2月12日にニューカレドニアから鉱石船で宮津港に戻るまでの行程を図3に示す。また、訪問した世界5大陸の国と走行距離を表1に示す。



図2 YDS3 (1964年発売)



図3 YDS3による世界一周ルート

表1 訪問国と走行距離

大陸	期間	訪問国	走行距離
北米・中米	1965年7月29日 ～1966年5月28日	カナダ・アメリカ合衆国・メキシコ・ガテマラ・エルサルバドル・ホンジュラス・ニカラグア・コスタリカ・パナマ	41,739km
南米	1966年5月30日 ～1966年12月9日	コロンビア・エクアドル・ペルー・チリ・アルゼンチン・ウルグアイ・ブラジル	27,947km
欧州	1966年12月23日 ～1967年8月12日	ポルトガル・スペイン・フランス・ベルギー・ルクセンブルグ・オランダ・ドイツ・スイス・リヒテンシュタイン・オーストリア・イギリス・デンマーク・スウェーデン・ノルウェー・フィンランド・ポーランド・東ドイツ・チェコスロバキア・ハンガリー・ルーマニア・ブルガリア・ユーゴスラビア・トルコ・ギリシャ・バチカン・イタリア・モナコ	34,232km
アフリカ	1967年8月13日 ～1967年10月25日	モロッコ・アルジェリア・チュニジア・リビア・エジプト	7,920km
中近東・アジア	1967年10月26日 ～1968年1月6日	レバノン・シリア・ヨルダン・イラク・クウェート・イラン・アフガニスタン・パキスタン・インド・マレーシア・シンガポール	12,563km
大洋州	1968年1月12日 ～1968年2月4日	オーストラリア・ニューカレドニア	6,963km
計	約2年8ヵ月	61ヵ国	131,364km

2年8ヵ月かかったのは、経済的な理由からだ。日本を出て賃金の高い国で資金を作りながら旅をしていたのである。全期間の半分は、資金作りのために働いていた。当時、1ドル＝360円、大卒の初任給が2万円前後(約55ドル)の時代で、1円、1ドルの重みは、現在とは比べ物にならなかった。世界一周の旅費を日本で準備するには、5年以上はアルバイトをしなければならなかっただろう。

携行荷物を表2に示す。家財道具一式、何でも持って行ったのは、途中で貴重な現金を使わないようにするためだ。薬品の中の蛇の血清はブラジルのサンパウロで入手したもので、日本からは、二酸化マンガ(解毒効果がある)を持って出た。カラスライドは、学校(図4)を訪問した時に日本の文化、風景などを見せて日本人を知ってもらうためだ。当時、日本製トランジスターラジオは知られていても、日本人は全くといっていいほど知られていなかった。釣り具は船に乗った時に食料として魚を釣るために持ち込んだ。

パナマからコロンビアへ渡る時に小さな貨物船に乗ったが、食料は乗船前に港で買った大きなバナナの房と途中カリブ海で釣った魚だった。ともかく入れ食いで、よく釣れた。船員の食べる分まで釣ったほどだ。

表2 携行荷物

	分類	携行品
1	書類	パスポート、カルネ、登録証、運転免許証 国際運転免許証、イエローカード、 会員証(ユースホステル、YMCA)、 トラベラーズチェック、紹介状
2	バイク関連	雨具、防寒服(皮上下)、 スペアパーツ(別表)、工具(別表)
3	キャンプ用	テント(付属品1セット)、グラウンドシート、寝袋 シーツ、ガソリンラジウス、飯盒 フライパン、食器類、洗面用具1セット
4	衣類	上下肌着(夏、冬) セーター、背広上下(1着) Yシャツ(2)、ネクタイ(1)、スポン、水着 タオル、糸・針
5	文具	便箋、封筒、万年筆、インク、鉛筆、ナイフ ものさし、ノート(バイク記録用、日記用)
6	薬品	アスピリン、せいらがん、下痢止め、消化剤 ビタミン剤、抗生物質、キンカン、メンソレ マラリア特効薬、蛇の血清、水の消毒薬 二酸化マンガ、赤チン、オキシフル 包帯、絆創膏
7	本類	辞書(和英、英和、和独、英仏、英西、英ポ) 会話の本(和西、和独、和ポ) サービスマニュアル、パーツカタログ 折り紙の本、折り紙
8	備品	カメラ、フィルム、ライター、釣り具(竿なし) カラスライド(日本の文化、人、風景等 など)、五円玉(100枚)



図4a チリのサンチャゴにある高等学校(1966年7月)



図4b ドイツのフランクフルトにある高等学校(1967年1月)

携行部品(表3)は消耗部品と転倒時の交換部品を持てるだけたくさん、網羅するように持って出た。当時、中南米、アフリカ、中近東のインポーターは、今の販売店の規模で必要な部品を全部揃えて在庫しているとは限らなかった。ブラジル、アルゼンチンのように、二輪車の輸入が困難な国には、ヤマハだけでなく、どの日本メーカーも進出しておらず、このような国では部品の入手は難しかった。ドライブsprocketは15T、16T、17Tを、メインジェットは#100、#110、#120を持って行った。これらは、中南米に何箇所かある、3,000mを超える峠越えに必要な高地対応用のものであった。ガソリンの予備タンクは8リットル入るもので、中南米、アフリカ、中近東では不可欠であった。携行工具はエンジントラブルに備え、エンジンの分解組み立てに必要な特殊工具にいたるまで持っていった(表4)。

表3 携行部品

	部品名	数量		部品名	数量
1	ピストン	2	21	テールライト(バルブ&レンズ)	各 2
2	ピストンリング	2 セット	22	フラッシャー(バルブ&レンズ)	各 2
3	ピストンピン	2	23	タコメーターケーブル	1
4	スモールエンドベアリング	2	24	スピードメーターケーブル	1
5	スパークプラグ (6H,7H,7HZ,8HC)	各 4	25	イグニッションコイル	1
			26	レギュレーター	1
6	ドライブsprocket(15,16,17T)	各 1	27	ブラシ	4
7	チェンジペダル	1	28	コンタクトブレーカー	2
8	エアークリーナーエレメント	1	29	ストップスイッチ	1
9	エキパイガasket	2	30	クラッチワイヤー	1
10	オイルポンプ Assy	1	31	アクスルワイヤー	1 台分
11	フートレストラバー	2	32	オイルポンプワイヤー	1
12	リヤアームブッシュ	各 2	33	ガasket(シリンダー)	10
13	ブレーキシュー	2 台分	34	ガasket(ケースカバー)	4
14	ブレーキシュースプリング	8	35	ガasket(ヘッド)	6
15	ブレーキワイヤー	前後各 1	36	ピン(位置決め用)	30
16	ブレーキペダル	1	37	メインジェット(#100,#110,#120)	各 2
17	チューブ	2	38	空気入れ	1
18	チェーン(525T)	1			
19	ハンドルレバー L,R	各 2			
20	ヘッドライト(S ビーム)	2			

表4 携行工具

	工具名	数量		工具名	数量
1	付属工具	1 セット	12	ダイヤルゲージ	1
2	スパナー	1 セット	13	ゲージ台	1
3	モンキースパナー大、小	各 1	14	フォーク着脱工具	1
4	ノーズブライヤー	1	15	タイヤレバー	2
5	ドライバ (プラス) 大	1	16	タイヤ圧ゲージ	1
6	スチールハンマー	1	17	パンク修理	1 セット
7	ソフトハンマー	1	18	オイルさし	1
8	アマチュア抜きボルト	1	19	サンドペーパー	1 セット
9	クランクケース分解工具	1 セット	20	スベアガソリン用タンク	1
10	クランク挿入工具	1 セット	21	空気入れ	1
11	リングナット着脱工具	1			

長い旅の中で、走行がたいへんだったのは、雄大な自然が広がるコロンビアの山岳地帯(図5)とブラジルのブラジリアからアマゾンへの旅(図6)だった。コロンビアの山岳地帯は、当時未舗装で、3,000mを超える峠をいくつも越えなければならなかった。ブラジリアからベレンへの未舗装の悪路は、摂氏40度を超す極暑の原野と密林の中、往復4,000kmの走行であった。ベレンからブラジリアへ戻る途中、3,700kmを走って残り300kmの所でフレームのダウンチューブが切れた。トラックに載せてもらい、翌日着いた村で折損箇所へガッセットを作り溶接した。このフレームで、その後ドイツまでもたせた。

全行程で費やしたガソリンは7,445リットル、オイル260リットル、タイヤ16本、スパークプラグ68本、ドライブチェーン10本、クラッチ4セット。平均燃費を出すと20km/ℓ以下となるが、新車の頃は30km/ℓ近く走ったものが、最後のオーストラリアの大陸横断では10km/ℓ以下、最高速は100km/h以下となっていた。13万kmを超えて、YDS3も、さすがに疲労困憊していた。



図5 コロンビアの険しい山道(1966年6月)



図6 ブラジル、アマゾンへの道(1966年9月30日)

4 YDS3 とオートループポンプ

1964年に発売されたYDS3は、250ccスポーツバイクとしてスタイル・性能・耐久性とも他社モデルの追随を許さなかった。加えて、業界初のオートループポンプ(分離給油)を搭載して、その後の2サイクルバイクの市場を爆発的に広げるカギとなった。それまでは、2サイクルエンジンといえば、ガソリンとオイルを混合して混合ガソリンを作ってタンクに入れなければならないという煩わしさがあった。このYDS3だからこそ、これだけの長距離と世界の色々な条件を走りぬいてくれたと今も思っている。それほどの名車であった。YDS3の原点は、1959年に発売されたYDS1(図7)だ。デザインは圧倒されるほど斬新なもので、ゴールドカラーは当時世界に類を見なかった。YDS1は、カタリナGPや浅間火山レースで活躍した250cc工場レーサーをベースに市販車にしたモデルだ。YDS3は、チューンアップされて市販レーサーTD1-B(図8)の心臓部の元となった。TD1-Bは、その後の日本のモータースポー



図7 YDS1(1959年発売)



図8 TD1-B(1965年発売)

ツを育成する貴重なマシンとなった。

5 2度目の世界一周のきっかけ

1度目の世界一周の時、日本を出発して2年が過ぎた1967年8月10日、フィンランドのヘルシンキからソビエト連邦へ入国を試みたが拒否されてしまった。当時米ソは互いに膨大な核装備を保有する中、危険な均衡を保っていた。鉄のカーテンの中を是非とも見たかったが、その希望はかなわなかった。いつになるか分からないが、将来チャンスがあればソビエト連邦も是非走りたい、と頭の片隅にその思いをしまっておくことにした。

それから30数年がたち、会社の定年が近づいてきた頃、定年退職後にフィンランドとロシア(旧ソビエト連邦)の国境をバイクで越えたいという思いが浮上した。その思いを家内に話すと、とんでもないと一蹴された。「20代の時とは大違い。体力はないし、シベリアは危険だし、絶対ダメです。」さあ弱った、とは思ったが、それから体力作りにとランニングや柔軟体操をやり始めた。情報収集も始め、コツコツやっているうちに、家内もあきらめたようであった。ある日、1度目の世界一周をした時にドイツ南部の村でバイク友達になったヘルマンから連絡が入った。30数年前に一緒に過ごしたマン島で、同窓会をやりたいというのだ。既に当時の仲間の1人、ドイツ人のアルフレッドは他界していた。マン島で会って以来、クリスマスカードのやり取りはあるが、一度も顔を合せていなかった。私はヘルマンに、「2002年の1月に定年退職するので、その夏には行ける」という返事を出した。この時点では、ロシアをバイクで走っていけるかどうかは分からなかった。バイクで行けない場合には、飛行機で行くことを考えていた。

6 ロイヤルスターによる世界一周(2002年6月19日～2002年11月18日)

2002年6月19日、ヤマハコミュニケーションプラザ(図9)で友人、諸先輩の見送りを受け、一路富山県の伏木港へ向かった。



図9 ヤマハコミュニケーションプラザでの見送り

伏木港からはロシア船にロイヤルスター(図10)と共に乗り込み、2度目の世界一周の旅が始まった。

ロシア横断の後に、欧州、北米を横断して約4ヶ月かけて約29,000kmを走行し、西回りに世界を一周した。その時の走行コースを図11と表5で示す。



図10 ロイヤルスターツークラシック
※この写真は、日本向け・1997年モデルです。



図11 ロイヤルスターによる世界一周ルート

表5 訪問国と走行距離

大陸	期間	訪問国	走行距離
ユーラシア	2002年6月21日 ～9月22日	ロシア・フィンランド・エストニア・ラトビア・リトアニア・ポーランド・ドイツ・ベルギー・フランス・イギリス・オランダ	19,809km
北米	2002年9月23日 ～11月18日	アメリカ合衆国・カナダ	9,229km
計	4ヵ月	13ヵ国	29,038km

携行荷物を表6に示す。

表6 携行荷物

	分類	携行品
1	書類	パスポート・車両登録証・運転免許証・ユースホステル会員証・トラベラーズチェック
2	バイク関連	雨具・防寒具・スペアパーツ(別表)・工具(別表)
3	キャンプ用	テント(付属品1式)・グランドエアシート・寝袋・食器類・洗面用具1式・虫除け顔ネット
4	衣類	上下肌着(夏・冬用)・セーター・背広上下(1着)・Yシャツ・ネクタイ・タオル
5	文具	ノート(バイク記録用、日記用)・ボールペン・便箋・封筒
6	薬品	アスピリン・せいろがん・下痢止め・消化剤・ビタミン剤・抗生物質・風邪薬・キンカン・オキシフル・ヨードチンキ・包帯・絆創膏・虫除けスプレー
7	本類	辞書(英和・和露)・手指し辞書(和露)・サービスマニュアル・パーツカタログ
8	備品	ビデオカメラ

携行部品と工具を表7と表8に示す。部品はイグナイターユニットを除き、消耗部品だけを持っていった。今回は、1960年代とは状況が大きく変わった。荷物はできるだけ少なくして、キャンプや自炊を避け、ホテルと外食を主体にし、年齢に応じた疲労のたまらない方法をとった。使用した車両は、私の日常の足として4年間で既に44,000kmを走行した乗り慣れたものである。

表7 携行部品

	部品名	数量
1	ブレーキパッド	前後各2
2	スパークプラグ	4
3	イグナイターユニット	1
4	ヘッドライトバルブ	2
5	テールライトバルブ	2
6	フラッシュャーバルブ	4
7	ヒューズ(5A,10A,20A)	各2
8	チューブ	前後各1

表8 携行工具

	工具名	数量
1	付属工具	1セット
2	メガネ付きスパナ	1セット
3	モンキースパナ大、小	各1
4	プラスドライバー大、小	各1
5	マイナスドライバー大、小	各1
6	タイヤレバー	2
7	タイヤ圧ゲージ	1
8	パンク修理	1セット
9	空気入れ	1
10	スペアガソリン用タンク	1

ロシアの旅で最も印象に残ったのは、ウラジオストックからハバロフスク、イルクーツク、クラスノヤルスクを走る極東、シベリアの旅だ。白樺、唐松、黒樅のタイガを過ぎると、緑の湿原が限りなく広がる。短い夏を謳歌するように、紫、黄、赤の野の花が咲き乱れ、数百km走っても数千km走っても、タイガと湿原が続いた。未舗装路の悪路も感動に浸りながら走った。10,000kmのロシアの横断を終えて、予定通り8月10日に国境を越え、フィンランドへ入国した。それは、35年前に旧ソビエト連邦の入国を拒否された、まさに同じ日であり、雪辱を果たすことができた。

マンクスGPの期間、8月の最終週に、マン島で35年ぶりにドイツ人のヘルマンとイギリス人のヘイドンに感激の再会をした(図12)。ヘルマンはヤマハのTR1、ヘイドンはBMWに乗ってマン島入りしていた。ロイヤルスターでシベリアを走ってきたことを話すと、涙を流して喜んでくれた。35年前に滞在した同じキャンプ場でタイムスリップして20代の青春にどっぷり浸かって1週間を過ごした。



図12a 35年前マン島で出会った
バイク仲間
左2人目より、吉田、ヘルマン、ヘイドン



図12b マン島で感激の再会
左から、吉田、ヘイドン、ヘルマン

その後、ヤマハ発動機の海外現地法人であるYMF(図13)、YMENU(図14)、MBK、YMG、YMUSへ立ち寄り、ここでも現役時代の同志に大歓迎された。

この旅の間、毎日の始業点検だけは十分に時間をかけてしっかりやった。タイガの森で、湿原の原野で故障でもしたら、その対応がたいへんなことは分かっていた。このロイヤルスターは、未舗装路の悪路をよく走ってくれた。始業点検を除けば、1万km毎のタイヤ交換とオイル交換だけで、全く故障は無かった。日本へ戻った時、走行距離の積算計は70,575kmを示していた。私はこの旅で、ロイヤルスターへの信頼性をさらに深めた。



図13 パリ、YMF(2002年9月3日)



図14 アムステルダム、YMENU(2002年9月10日)

7

抜群の信頼性を持つロイヤルスター

ロイヤルスターに搭載されているV型4気筒水冷1300ccエンジンは、1983年にベンチャーロイヤル(1200cc)(図15)に搭載されてデビューした。ベンチャーロイヤルは、当時としては最大排気量、最大出力のロングツアラーとしてアメリカ市場向けに開発された、全くのニューモデルだ。このエンジンはドライブシャフトとセットで、現在までの23年間熟成され、最も信頼のおけるエンジン・ドライブ系のひとつになった。ツーリングモデルだけではなく、1984年にはV-MAX(1200cc)(図16)に搭載され、パワーにおいても十分市場で評価されている。V-MAXは、個性的なスタイルと他を圧するパワーで、アメリカで最も男性的という表現"マッチョ"にふさわしいバイクとして根強いファンをつかんだ。その後、日本国内、ヨーロッパでも同様のファンが増え、20年を越えるロングセラーモデルに育った。



図15 ベンチャーロイヤル

※この写真は、USA向け・1983年モデルです。



図16 V-MAX

※この写真は、USA向け・1985年モデルです。

8

おわりに

YDS3で回った1965年と、ロイヤルスターで回った今回2002年とで、何が一番変わったかということ、地球が汚れたことだ。その間37年間、この地球に何が起きたのだろう。人が住んでいる所、住んでいない所、おかまいなく、道のある所どこもゴミだらけである。港もゴミだらけ、大都市はスモッグに覆われ、灰色のスモッグの中へ突入していく感じだ。風が吹いてもスモッグは消えるわけではない。拡散するだけだ。水も同様に、海に流れ込んだゴミや汚水は、消えるわけではない。特にプラスチックが多用される現在、放置されると地球上から半永久的に消えない。世界の人口は60億を越え、さらに急激に増加を続けている。誰もが豊かになりたいと思うのは当然である。ゆったり豪華な車を持ちたい、スタイルの良いスポーツカーに乗りたいと思う人は、増えるでしょう。そのような人間の欲望を満たす一方、地球の温暖化、環境破壊が加速していることも忘れてはならない。そんな中であって、自転車、バイクなどの二輪車の果たす役割は大きい。ヨーロッパ各国は、国を挙げて二輪車普及への取組みを始めた。自転車、モペットが走りやすいように専用ラインが設けられている。バイクを見る人々の目も温かく感じた。渋滞路でバイクに気が付くと、通りやすいように車を寄せてくれた。省エネルギー、省資源で機動性に優れている二輪車を積極的に活用することは、地球を救うことにつながると確信している。

■参考文献

- 1) 世界を走った冒険野郎 八重洲出版 昭和44年7月発行
- 2) 還暦を迎え37年ぶりの世界一周ツーリング 別冊MOTOR CYCLIST(平成16年1月～5月号)

■著者



吉田 滋

Shigeru Yoshida

ヤマハ発動機OB
(2002年退職)



特集：挑戦

クルーレス・ソーラーボート・レース

Crewless Solar Boat Races

藤田 学



図1 ワイ・イー・シー「クルーレス・ソーラーボート」サークル

Abstract

At our company YEC, there are a number of employee sports clubs involved in sports like baseball, soccer and volleyball. Among these, our "Crewless Solar Boat" club is a bit of a rarity. What makes it a rarity is the fact that it is a club whose focus is on technology. In our club we have concentrated primarily on developing computer programs for autonomous navigation control.

However, when you consider the fact that our company is in essence an engineering company peopled by engineers, it also seems only natural that it should give birth to a club that is tech-oriented. In this report we introduce the activities of our club in the unique field of crewless solar-powered boat racing.

1

はじめに

(株)ワイ・イー・シー(以下、当社)には、野球、サッカー、バレーボールなど、様々なサークルが存在する。その中でも異色なのが、我々、「クルーレス・ソーラーボート」サークル(以下、当サークル)(図1)であろう。なぜ、異色なのか？それは、当サークルが、「技術」に主眼を置いているからである。これまで、当サークルでは、コンピューター・プログラミングによる船の自律航行制御を中心に技術開発を行ってきた。

しかし、見方を変えると、当社はエンジニアリング会社であり、エンジニアの集団であるから、技術指向のサークルが発足したことは、自然な成り行きと言えなくもない。

2 クルーレス・ソーラーボート大会の概要

2.1 クルーレス・ソーラーボートとは？

- ・クルーレス (Crewless) = 乗組員なし
- ・ソーラー (Solar) = 太陽
- ・ボート (Boat) = 船

つまり、クルーレス・ソーラーボートとは、「動力源を太陽(電池)とし、乗組員が乗船せず、また無線操縦も無しで自律航行する船」のことである。

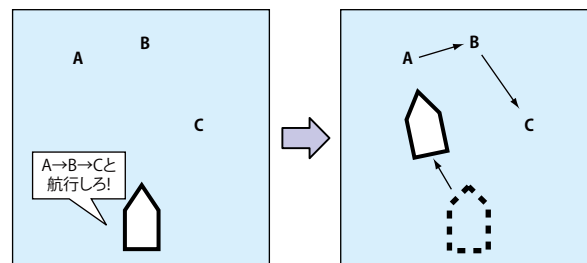


図2 Way Point

あらかじめ、ソーラーボートに対しWay Point(以下、WP)と呼んでいる北緯、東経の位置を設定しておくと、ソーラーボートはそれに基づいて自律航行する(図2)。

2.2 クルーレス・ソーラーボート大会とは？

クルーレス・ソーラーボート大会は、毎年夏に琵琶湖で開催されており、今年で第10回を数える。大会は、普及部門と当サークルの参加している先端技術部門の2部門に分かれている。普及部門は、自律航行機能を有しないクルーレス・ソーラーボートで、25mプールの直線タイムを競い合う。一方、先端技術部門は、自律航行機能を有するクルーレス・ソーラーボートで、琵琶湖畔から出発し竹生島までを周回する約20kmのタイムを競い合う。

なお、先端技術部門のレギュレーションは、

- ・操縦:GPSによる自律操縦
- ・動力:ソーラーパネル面積2㎡以下(バッテリー容量20Wh以下の併用可)

だけであり、大きさや形状など船に関する規定はない。

3 クルース・ソーラーボート

3.1 船体

当サークルは、2001年の第5回大会より先端技術部門に参加しており、現在の船体は4代目に当たる。当社は、エンジニアリング会社ではあるが、モーターサイクル中心であり、船に関しては門外漢であった。しかし、ヤマハ発動機をはじめとする周囲の人々の力を借り、船体を着実に進化させてきた(表1~2)。

当初のソーラーボートの速度は、約1ノットであったが、現在のソーラーボートは約7ノット(時速約13km)である。

表1 船体の変遷

	年式	外観	船体の材質	速度	重量	ソーラーパネル
初代	2001年		発泡スチロール + 衣装ケース	約1ノット	8.5kg	38.5W/0.5m ²
2代目	2002年		発泡スチロール	約3ノット	20kg	188W/1.688m ²
3代目	2003年		アルミ	約4ノット	25kg	188W/1.688m ²
4代目	2005年		カーボン	約6ノット	21kg	188W/1.688m ²
	2006年			約7ノット	24kg	269.4W/1.992m ²

表2 4代目(2006年モデル)の仕様

	重量(kg)	サイズ(mm)	その他
船体	9.05	3,870 × 387.8 × 150.5	材質: カーボン製
パネル	6.40(6枚合計)	774 × 430(1枚当たり)	1枚当たりの出力: 44.9W
モーター	3.15	—	DC24V 250W
他(電装品等)	5.19	—	—
総重量	23.79		

3.2 システムブロック図

システム構成(図3)は、初代から大きく変わっていない。ただ、マイコンボードやセンサー類は、毎年、リファインしている。

この構成において、特徴的な点が2つある。1つは、危険回避のため、自律航行中に外部からプロポ(ラジコン無線機器)による手動操作に切り替えられる点である。もうひとつは、コンピューターによる制御対象が、舵だけである点である。つまり、モーターは、コンピューターによる制御を行っていない。

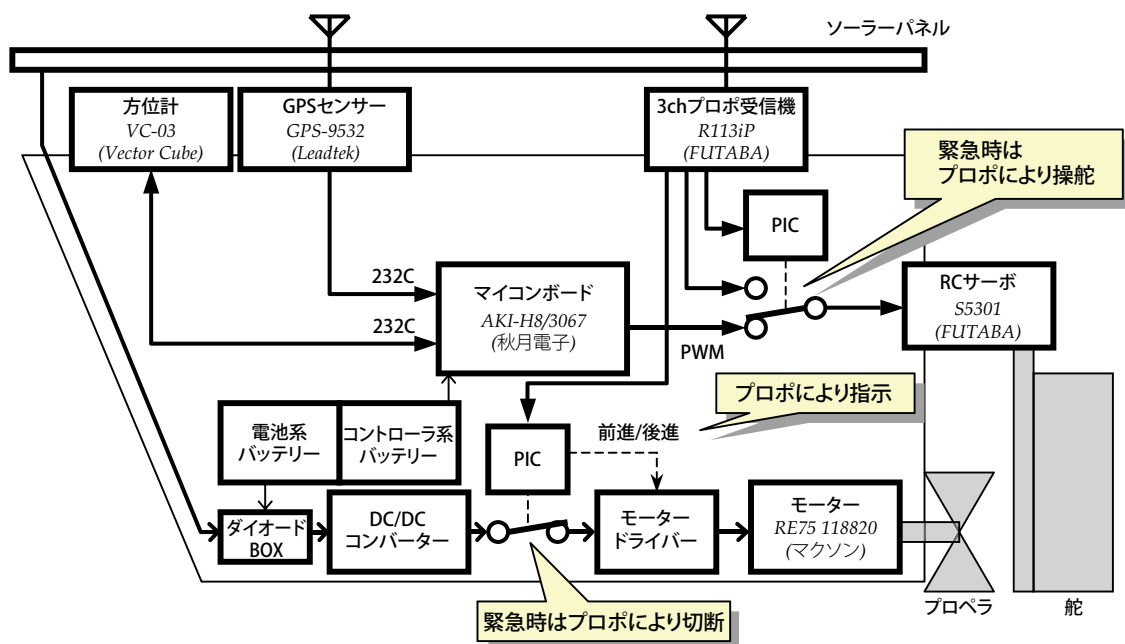


図3 4代目(2006)のシステムブロック図

3.3 自律航行制御

前述のように、コンピューターによる制御対象は、舵のみである。図4は、舵の切り角を算出するための制御ブロック図である。

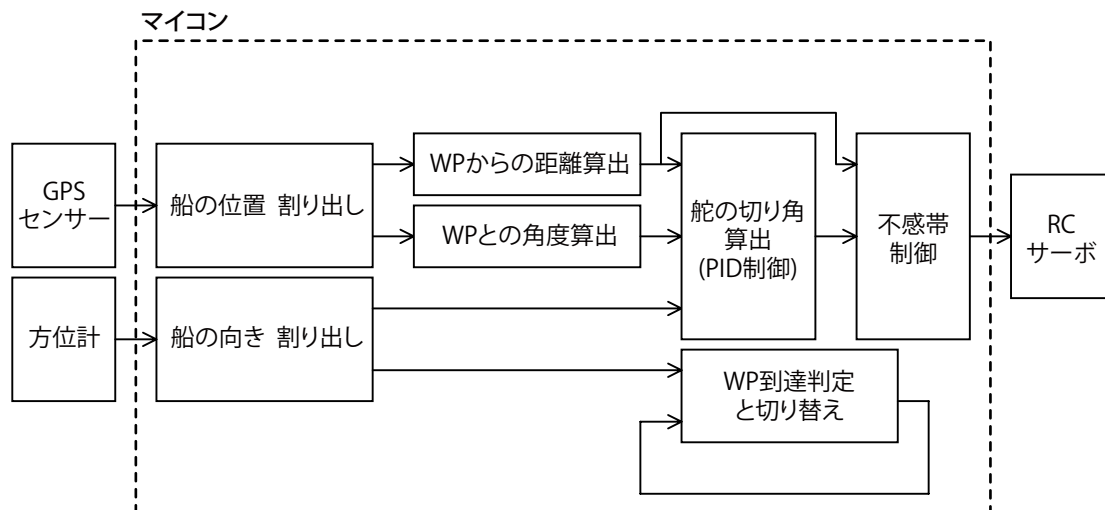


図4 制御ブロック図

3.4 舵の切り角算出

舵の切り角は、以下のような考え方を基本としている(図5)。

- ① 現在の船の位置とWPから、その角度を求める。
- ② 現在の船の向きを取得する。
- ③ ①と③の差(偏角)が、舵の切り角となる。

しかし、この偏角をそのまま、舵の切り角とすると、
(1)船体の特性により、舵の切り角通りに船が方向を変えない(または、切った以上に方向を変えてしまう)。

→偏差

(2)外乱(波、風など)により、なかなか切り角通りに船が方向を変えない。

→残留偏差

(3)船がWPの方向を向いても、慣性で逆方向に行き過ぎてしまう。

→オーバーシュート/ハンチング(振動)

といったことが発生する。そこで、これらを補正するためにPID制御を施している。

PID制御とは、

- ・P制御: 比例制御(Proportional Control)
- ・I制御: 積分制御(Integral Control)
- ・D制御: 微分制御(Differential/Derivative Control)

であり、P制御により(1)、I制御により(2)、D制御により(3)を解消する(図6)。

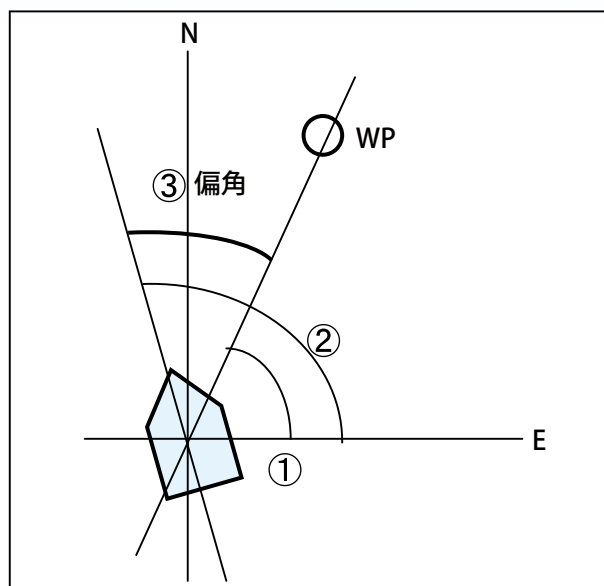


図5 舵の切り角算出

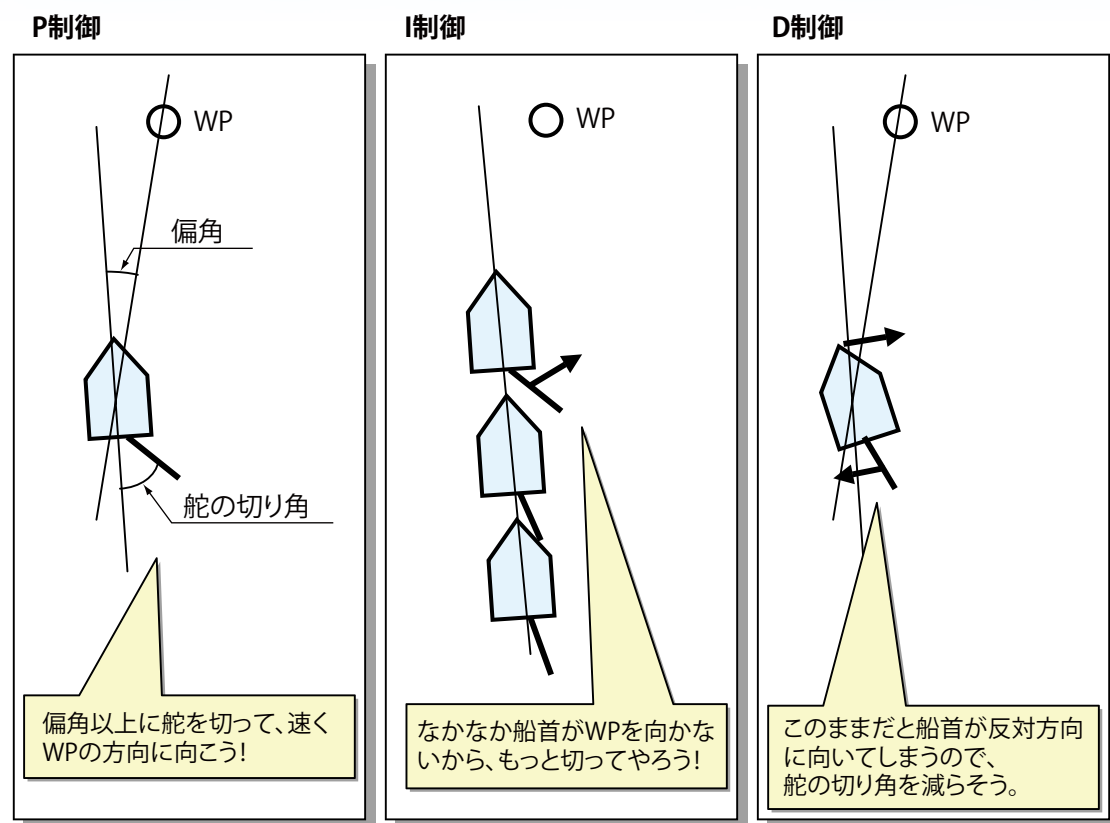


図6 PID制御

3.5 不感帯制御

船首が、ある角度以内でWPを向いている場合は、その角度を不感帯エリアとし、通常エリアよりもPID制御のゲインを弱め、舵を切りにくくしている。これは、船首がWPを向いた際に、頻繁に船首を左右に振ってしまう現象(ハンチング)を防ぐためである(図7)。

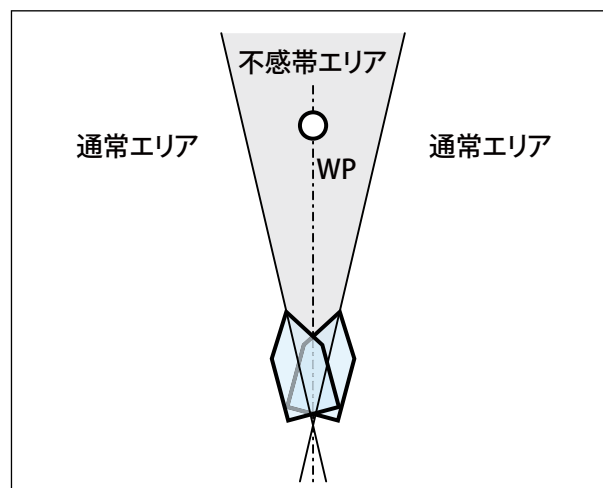


図7 不感帯制御

4

第10回びわ湖クルーズ・ソーラーボート大会

第10回びわ湖クルーズ・ソーラーボート大会の先端技術部門は、2006年8月19日(土)、20日(日)の2日間、例年同様、滋賀県高島市マキノ町サニービーチで開催された。今年は台風10号の影響で、初日はレースが中止となり、2日目も午前8時の時点で晴れてはいるものの、白波が立ち、風も強く、レースを行うには厳しい状況であった。しかし、参加チームの「びわ湖に船を浮かべずには帰れない」との熱意から、安全に最大限の注意を払うことを大前提に、レースを行う運びとなった。その後、状況は好転し、午前11時を過ぎた頃には、風も波も収まった。

レースは、午前9時25分より5分の時間差をおいて1艇ずつ順番に、主催者が用意した各チーム用の伴走艇にメンバー、審判員、そしてソーラーボートを載せ(図8)、図9のA点まで行く。A点でソーラーボートを降ろしスタート。あとはソーラーボートの自律航行に任せるのみ。ソーラーボートが、正常に動作していれば、B点を通過しC点で折り返し、再びB点を通過しA点へ戻る。この往復約20kmのタイムを競い合う。なお、この間、伴走艇は、一定の距離をお

いてソーラーボートと併走し、万が一の際には、プロポによる手動操作を行う。また、ソーラーボートがトラブルにより停止した場合には、伴走艇に引き上げてメンテナンスを行うことも認められている。

今回の参加チームは、前年度優勝の東京大学から2チーム、立命館大学を母体とする遊湖から2チーム、大阪電気通信大学から1チーム、そして、当サークルの計6チームであった。スタート順は、くじによる抽選で決まり、我がチームは2番手スタートとなった。

スタート時は、湖面が荒れており、波に船首を突っ込んだりジャンプしたりといった航行であったため、ソーラーボートが壊れないか、ひやひやしたが、なんとか持ちこたえ、B点を通過した。しかし、直後、安堵の間もなく、あろうことかソーラーボートが止まってしまった。恐る恐る伴走艇で近づいてみると、藻がプロペラに絡み、回らなくなっていた。伴走艇上から竹竿で藻を取り除くと再び航行を始めた。ホッと胸を撫で下ろしたが、もう少し、停止時間が長かったら、モーターが焼き付いていたかもしれない。

その後も、決して予断を許すというわけではなかったが、なんとか停止することもなく、2時間8分でゴールした。

レース結果は、東京大学チームが1時間50分で1位、我がチームが2位、遊湖チームが2時間10分で3位であった。ちなみに昨年も1位は東京大学チーム、2位は我がチームで2時間18分であった。我がチー



図8 ソーラーボートと伴走艇



図9 コース

ムは10分の時間短縮をしたものの雪辱ならず残念ではあるが、東京大学チームは、それを上回っていたため、悔いはない。

なお、今回は、参加6チームのうち、5チームが完走した。昨年は2チームしか完走できなかったことを考えると、レベルは確実に上がってきている。

5 おわりに

これまで、クルーレス・ソーラーボート大会に参加してきて、私なりに感じていることが3つある。

- (1) 言うは易く、行うは難し
- (2) 継続は力なり
- (3) 自然には勝てない

1つめの「言うは易く、行うは難し」であるが、これには、さらに2つあり、1つは、「やるよ!」と手を挙げ、行動に移すことの難しさを感じている。ソーラーカー、ロボコンなど、いろいろ言う人はいるが、残念ながら、当サークルに続く技術指向のサークルは発足していない。当サークルの発足メンバーは、私を含め3名であるが、私は声を掛けられた方で、手を挙げたのは他の2名である。手を挙げること、そして人を集めることには多大なエネルギーが必要である。私は、その2名の手を挙げたパワーに敬服している。もう1つの「言うは易く、行うは難し」であるが、これは、毎年「あれを作ろう、これを作ろう」と頭ではいくらでも考えられ、あれこれ言うのだけれど、いざ、製作に入ると、結局、動くようにすることで精一杯で、言ったことの半分もできない、ということである。

次の「継続は力なり」であるが、この活動は業務外であるため、定時以降、及び、休日の作業となる。一方、製作は、船体、電装、ソフトウェアと広範囲であり、時間がかかる。そのため、毎年、7月末から夏休みまでは、休日無しと言えるほど時間を費やすことになる。これまで、20名以上が当サークルに関わってくれたが、毎年参加することは難しく、現在の部員は7名、発足当時から続いているメンバーは3名である。しかし、継続してきたメンバー、そしてチームには、確実に、継続してきたことによる力強さ、そして粘り強さが備わったと感じている。

最後の「自然には勝てない」であるが、まず、ソーラーボートの大前提は太陽光であり、太陽がなければ動けない。それから、陸上では約4mの船は大きく見え、約7ノットも速く感じるが、雄大な琵琶湖の上では、漂っているようにしか見えない。そして、今回の台風による1日目の中止。さらに、実は、大会5日前のテスト中に波風に煽られ船を転覆させてしまった。そのため、対策として泣く泣く抵抗となるアウトリガーを取り付けることにした。このように、このレースは、非常に自然に左右されやすいものであり、月並みであるが、自然には勝てない、と痛感している。

今後は、上記3つの点、そして、クルーレス・ソーラーボートを通じて培った、もの作りの面白さ、技術、人のつながりなどを、仕事、遊び、そして、社会活動に活かして行きたい。

■参考文献

- 1) びわ湖クルース・ソーラーボート大会
<http://www.biwa.ne.jp/~solar/index.html>

■著者



藤田 学

Manabu Fujita

(株)ワイ・イー・シー
電装制御部



特集：挑戦

水泳競技におけるパフォーマンス測定装置 ～SSW (Swim Stroke Watcher®)～開発の経緯

Development of the swimming performance measuring device
SSW (Swim Stroke Watcher®)

矢倉 裕

Abstract

In November of 1999, I had my first opportunity for academic exchanges with the Japanese swimming research community when I attended the 3rd Japan Swimming Scientific Research Conference held at Fukuoka University. My purpose in attending that conference was to give a presentation on the outline and intentions of the Yamaha-built pool that was used as the main competition pool for the 9th World Swimming Championships held Fukuoka, Japan that year. The pool was unique in that it was the first temporary pool ever used for the world championships.

At that conference, I was asked by the chairman of the Japan Swimming Federation Medical and Scientific Committee at the time, professor Mitsumasa Miyashita of Toyo Eiwa University (Professor Emeritus of Tokyo University and presently professor at the University of the Air), if it wouldn't be possible (in his words) "to develop a system that could simultaneously measure the strokes of all eight competitors swimming in the pool's eight lanes and deliver a running, real-time display of that performance data," as a means for assessing their swimming performance during a race. At first I didn't really understand what he was asking, but after several questions I realized what he wanted when he explained: "At present the only reliable information available in swimming competition is the times recorded when the swimmers touch the touch boards at the two ends of each lane of the pool. If it were possible to accurately analyze the actions of the swimmers as they swim between the two touch boards, that information could not only be used for the training of swimmers but could also bring epoch-making results to the swimming world as a whole." Recognizing that a wide range of new observation technologies are available and that, if nothing better, a large number of cameras could be used to follow the swimmers' actions completely enough, I answered on the spot that we would give it a try.

This is how innocently the development project for the SSW (Swim Stroke Watcher®) got started, but in fact, from the time we actually started work on the project, we ran into one difficult barrier after another. The first year went by with a lot of trial and error and little progress toward the realization of the system. In this report I discuss how the project took shape and finally led to the development of the SSW.

1 はじめに

1999年11月、福岡大学七隈キャンパスにて開催された第3回日本水泳科学研究会において、私は「第9回世界水泳選手権(以下、世界水泳)福岡大会」の会場に設置される世界初の特設(テンポラリー)プール(図1)の概要と意義について発表する機会を得、初めて国内における「水泳」の学術的交流の場に参加した。



図1 世界水泳福岡2001の特設プール「水夢21」

その折、当時の財団法人日本水泳連盟医・科学委員会の委員長、宮下充正東洋英和女学院大学教授(現・東京大学名誉教授、放送大学教授)(図2)から、競泳時の泳者のパフォーマンスについて(当時の先生の言葉通りに言うと)、「競技時、8レーン全てのスイマーのストロークをリアルタイムに、かつコンティニュアス(連続的)に捕らえ、解析し、瞬時に表示することのできる装置を開発できんか?」という相談を受けた。私としてはよく理解できない内容であったが、いろんな質問をする中で、「現状では、競泳の正確な情報は、コース両端にあるタッチ板で記録されるタイム以外は存在しない。もし、タッチ板間で行われる行動



図2 宮下充正氏

を、きちんと解析することができれば、選手の育成はもとより、水泳の世界全般で画期的な成果が生れるんだ。」という説明に、なんとなく納得してしまった。「今ではいろんな観測技術もあり、最悪、たくさんのカメラで捕まえれば何とかなるかも。」という程度の軽い感じで、「じゃ、やってみましょう。」と、その場で答えてしまった。

この様な立ち話から、SSW(Swim Stroke Watcher®)の技術開発が始まったが、実際の検討に入った瞬間から課題の壁が連続した。当初の1年間は試行錯誤の繰り返しとなり、見通しが立たないまま時間が過ぎていった。

2 測定方式の検討

検討した測定方式は、超音波方式(ドップラー効果を含む)、パルス光による時間分解計測法(対象物からの反射時間計測)、ビジョンチップを使った自動追尾方式、上部・側部からのビデオカメラ撮影、水中カメラによる追尾方式、固定・回転・移動カメラを使う方式など、10を超える方式におよんだ。その検証のために毎月、月初から候補に挙がった方式について、理論と現実的可能性を議論し、社内外の協力メンバーと一緒に機材の準備を行った。月末の数日は、浜松スポーツセンターのご協力を得て、同センターの50mプールを使用し、実験を繰り返す日々となった。その間、浜松ホトニクス(株)、富士通(株)、東京電波(株)、社内(ヤマハ発動機)のR&D部門等々、作業にご協力いただいた方々は、多岐に渡る。それぞれが、新しい技術への挑戦に、すばらしい意気込みで対応してくださり、いまだに感謝に堪えない。

この間の主な課題は、

- ①水泳競技における4泳法(バタフライ、バック、ブレスト、フリー)全てに対応すること
- ②常に先頭を捕らえること

- ③8レーン全てを同時に計測すること
- ④泳者に対する条件を付けないこと
- ⑤宮下教授からの条件「リアルタイムにコンティニュアスにデータを抽出する」を満たすこと
- ⑥長時間の計測(1,500m競技で世界レベルでも16分台)に耐えること

などであった。水泳は、泳者が、空中、喫水面、水中という全く異なるスペースにまたがって移動するという独特の競技環境であるため、上記の課題をクリアするのは、一時「あきらめ」の声が出るほど困難であると思われた。具体的にいうと、電波は水中では伝わらないし、音波は喫水面で発生する気泡が非常に広い帯域で音を発生させ、それがノイズとなって利用できない。また、光ビームは喫水面での屈折が色光により変化するため使えない。ビジョンチップには期待をしたが、識別のための基準画像(例えば泳者の顔面)を切り替えるスピードが遅く、顔の正面・裏面が頻繁に切り替わり、腕やレーンロープが常に画像に重なる水泳では追尾不能になる。このように、希望と落胆を繰り返す状況が続いたのである。

一方、この装置開発への期待は、次第に具体化してきた。例えば、建設が進んでいた国立スポーツ科学センター(JISS: Japan Institute of Sports Sciences)への導入や、2001年夏に開催される第9回世界水泳福岡での測定など、期限が明確な設置希望事例が現出し、外部からの期待と内心の焦りが交差した。

2000年春になると、浜松ホトニクス(株)中央研究所第六研究室長の黒野剛弘氏(図3)より「いくつかの条件は残るが、ビデオカメラを使った画像解析による方式でチャレンジしましょう。」という連絡が入った。この時点から方式を一つに絞り、共同開発研究をスタートすることとなった。同時に、世界的に同様の研究が進んでいないか、参考になる事例はないかを検証するため、水泳科学の先進国である米国や豪州の調査も行った。特に、豪州のAIS(Australian Institute of Sport)には、当時、大阪教育大学の生田泰志助教授(図4)が研究参加されていて、我々は、氏の配慮でAISに直接訪問し、世界の研究レベルに触れる機会を得た。ちょうどシドニーオリンピックの会期中(2000年秋)であり、翌年の世界水泳福岡に向けたオペレーションの参考として、オリンピックの水泳競技会場を視察できたことは、大いに意義があった。これらの調査の結果では、この分野の開発は、まだ世界に例はないことが分かり、その先進性と有意義性に確証を持つこととなった。



図3 黒野剛弘氏



図4 生田泰志氏

3 ビデオ画像方式によるSSWの概要

2001年春、ビデオ画像による独自画像処理手法としてのSSWの開発に、ほぼ見通しがつき始めたことから、この夏の世界水泳での計測を行うことになった。この時にまず問題となったのは、カメラの台数とその設置場所である。カメラの角度によっては計測する対象がレーンロープの影になったり、自然光下での計測では差し込む光の範囲により明暗ができたり、人工光下では照明条件の変化(例えば、テレビ中継があるレースとないレースの照度の差や、照明器具の位置の変化)がある。このように、カメラの画角や空間

分解能によって計測対象に制限がつくため、大会会場で予備的な作業を丹念に行う必要があった。結果として、日本水泳連盟の医・科学委員会が10年以上にわたって行っている測定方法と同様に、会場を俯瞰する位置に5台のカメラを設置して行うこととした(図5)。これは、カメラ性能だけの問題ではなく、これまで医・科学委員会が測定したデータと、SSWによる計測結果を同委員会の分析パラメーターの規定に従って自動算出したものとを直接比較することによって、SSW計測結果の精度を確認できるためであった。

この計測は、文字通りのぶっつけ本番ではあったが、データの収集において所期の目的は達成することができた。泳法の違いも問題なく捕らえることができ(図6)、リアルタイム性、連続性、精度など、課題の全てにおいて予想以上の結果をあげることができた(図7)。

●計測モード

フィニッシュ直後にストローク情報を表示

●パフォーマンスフィードバックモード(特殊仕様)

泳ぎながらストローク情報を提示

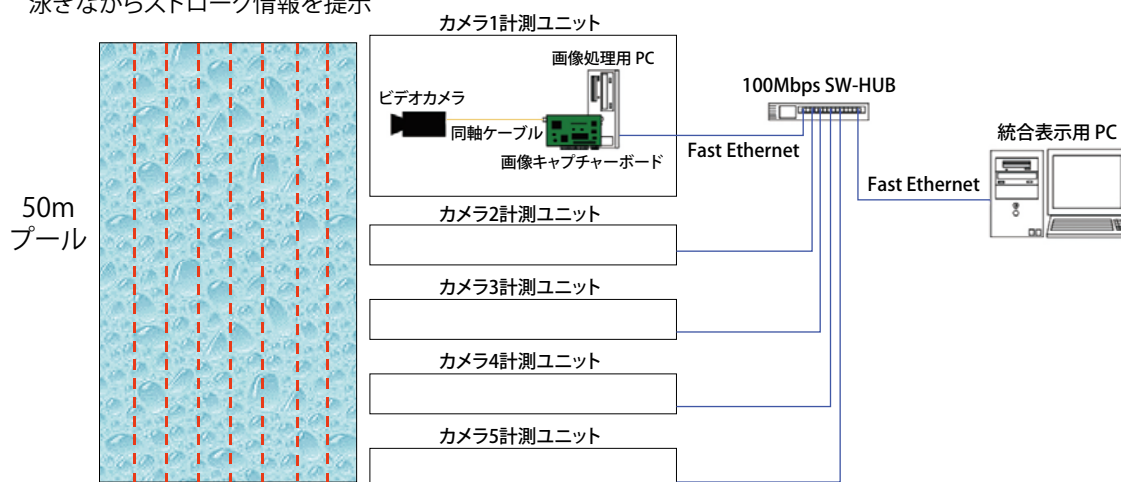


図5a SSWの構成

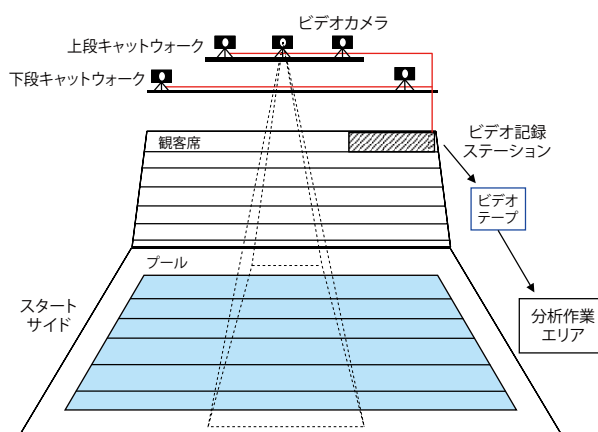
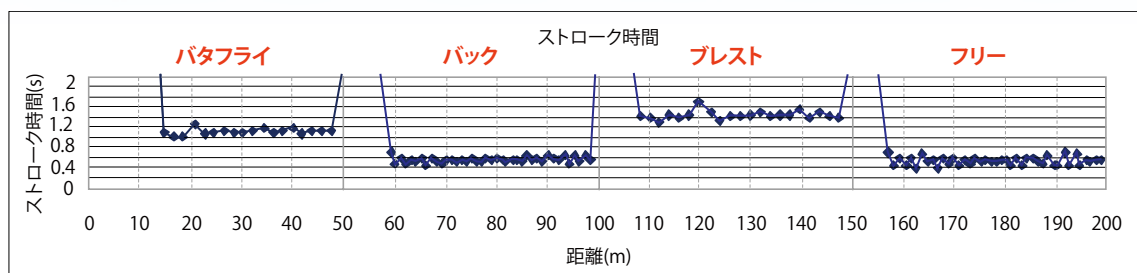
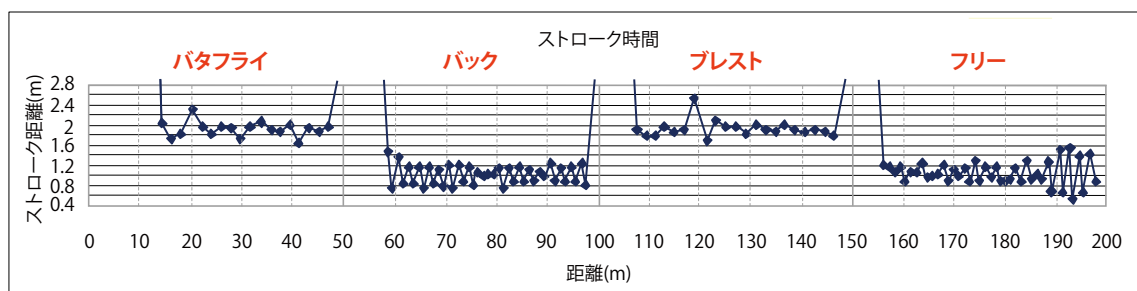


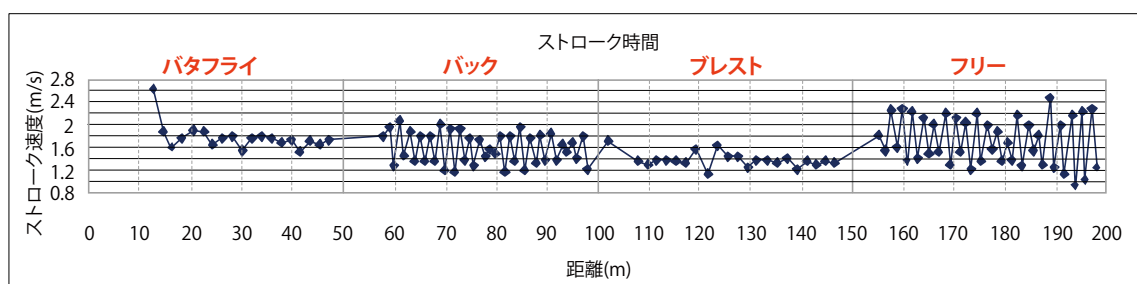
図5b 世界水泳福岡会場のカメラ位置



a) 1ストロークにかかった時間



b) 1ストロークで進んだ距離



c) 1ストロークの速度 (距離÷時間)

図6 男子200m個人メドレーによる4泳法計測事例

区間	ストローク時間 (sec)				区間速度 (m/sec)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
医科学データ	1.49	1.72	1.74	1.29	1.5	1.43	1.4	1.44
SSW 解析結果	1.49	1.73	1.76	1.29	1.52	1.43	1.40	1.45
誤差 (%)	0.22%	0.78%	1.15%	-0.26%	1.18%	0.04%	0.13%	0.99%

区間	ピッチ(stroke/min)				ストローク距離(m)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
医科学データ	40.16	34.72	34.32	46.44	2.25	2.47	2.45	1.86
SSW 解析結果	40.18	34.62	34.09	46.63	2.27	2.48	2.47	1.87
誤差 (%)	0.05%	-0.30%	-0.67%	0.41%	0.73%	0.39%	0.71%	0.60%

図7 日本水泳連盟 医・科学委員会のデータとの比較
男子200m平泳ぎ決勝 優勝者

その後、翌年以降の日本選手権、横浜で開催された2002年8月のパンパシフィック水泳選手権大会2002など、多くの機会においてSSWによる計測を実施してきた。現状のSSWでは、以下のことができる。

- ①ストローク情報のリアルタイム計測
- ②任意の距離でのスプリットタイムの計測
- ③泳者に特別な拘束を必要としない計測方法(公式大会で使用可能)
- ④バタフライ、バック、ブレスト、フリー全ての泳法での計測
- ⑤他選手とのデータ比較(ペース配分、レース構成など)(図8)
- ⑥自分自身のデータ比較(大会毎、トレーニング前後、フォーム変更など)
- ⑦ストローク長、ストローク数の最適性の追及
- ⑧理解しやすい表示法による適切な情報の利用

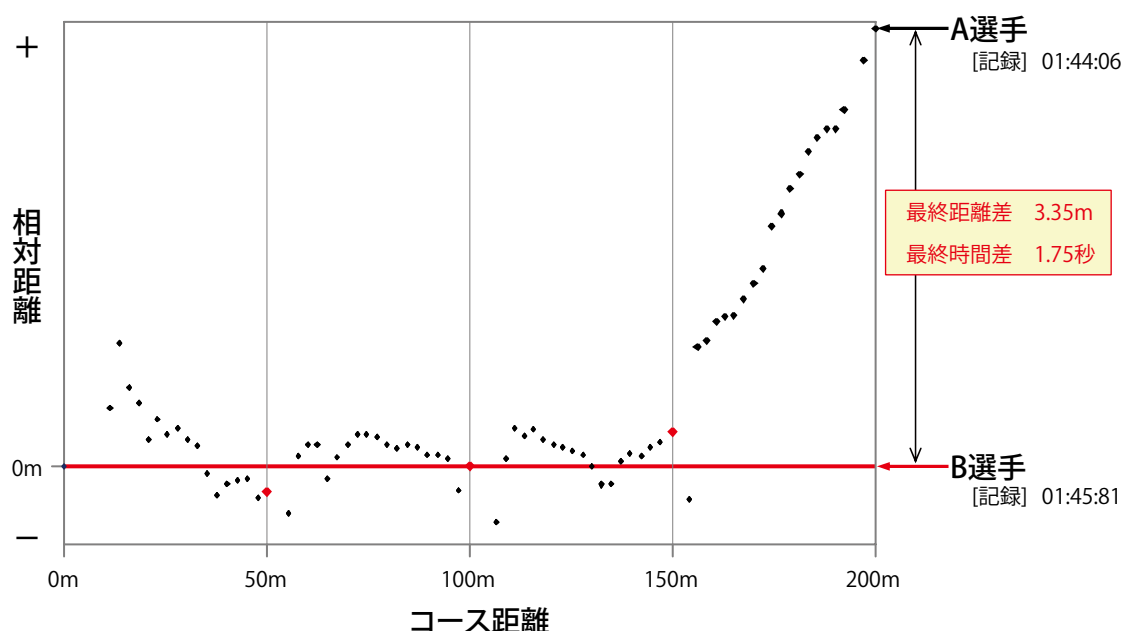


図8 データ解析表示例
相対位置比較(B選手に対するA選手の相対距離/200m決勝)

一方、まだまだ課題は残る。単にSSWによる計測結果だけを提示するのみでは、データの意味やその解釈を理解することが一般に困難であり、特にトレーニングの場で有効に活用するためには、選手、コーチ、他、関係者と協力し、より使いやすいものに進化させていかねばならない。また、水泳選手のプロ化や個人情報保護、大会に備えての戦略上の問題などにより、計測データの開示が、だんだんと難しくなる傾向にある。さらに、SSWの利用可能施設を増加させ、トレーニング環境をより充実させる必要(設置、運営経費=ビジネスモデルの構築問題でもある)があることは、言うまでもない。

幸い、JISSでの当時の浅見俊雄センター長(図9)のご理解と、船渡和男研究員(現・日本体育大学教授)(図10)によるプロジェクト研究を通じた導入、兵庫県立市民プール(2006年の兵庫国体会場)(図11)



図9 浅見俊雄氏

静岡県内では掛川市民プールなど、徐々にではあるが設置が進み、それらを受けて導入の検討を始める施設も増加しつつある。また、日本水泳連盟医・科学委員会の現委員長、野村照夫氏(京都工芸繊維大学教授)(図12)を始め、宮下教授、日本水泳連盟幹部の理解も得て、事業化について検討が始まっている。



図10 船渡和男氏



図11 兵庫国体でのリハーサル計測



図12 野村照夫氏

4 おわりに

現在、SSWのこれからの開発目標として、トップアスリートのためだけではなく、より若い層や高齢者層が活用できる機能の付加拡張を考えている。もちろん、現状でも選手層の発掘やマスターズスイミングでの活用は十分可能であるが、より身近で楽しく使えるもののイメージを追及していきたい。例えば、個々人の現状を踏まえた上で適切な目標値を提示し、その達成感を味わいながらスポーツを楽しむ機能、あるいは、位置情報を利用して、その日の運動量から使用カロリー数が自動的に表示される(泳ぐことに限らず)機能など、計測の自動化と装置の普及が進めば、低コストで気軽に特別意識することなく、健康増進など日常生活に役立つ装置として、発展していくと考えている。

■参考文献

- 1) 日本水泳・水中運動学会 学会誌「水泳水中運動科学 No.3」
- 2) 日本水泳・水中運動学会 学会誌「水泳水中運動科学 No.5」
- 3) 中高年のためのフィットネス・サイエンス, 宮下充正 著, 大月書店
- 4) 国立スポーツ科学センター 平成13・14年度スポーツ医・科学研究事業、スポーツ情報サービス事業中間報告書『競泳競技中の連続ストローク情報に関する自動かつ無拘束計測システムの開発』, 船渡和男, 浅見俊雄(JISS), 矢倉裕(ヤマハ発動機), 黒野剛弘(浜松ホトニクス中央研究所), 宮下充正(日本水泳連盟医・科学委員長)

■著者



矢倉 裕
Hiroshi Yagura
プール事業部

製品紹介

車イス用電動ユニット「JWX-1」と 軽量型電動車イス「JWアクティブ」

The Wheelchair Electric Power Unit "JWX-1"
and Lightweight Electric Wheelchair "JW Active"

谷垣 聡



図1 車イス用電動ユニット「JWX-1」



図2 軽量型電動車イス「JW アクティブ」

Abstract

Making use of its advanced electronic control and drive unit technologies accumulated from the development of products such as our industrial robots and electro-hybrid bicycles, Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) introduced in 1995 its "JW- I " electric power unit for wheelchairs as a product that meets the needs of aging societies. Since the release of the JW-I, YMC has continued to command the largest share in the manual-electric wheelchair market in Japan and our products have been used and loved by many people. Now YMC has developed the new "JWX-1" electric power unit, which represents the first full model change of the JW- I in ten years. At the same time, YMC has released a new electric wheelchair called the "JW Active" that mounts the JWX-1 unit on a wheelchair body. Here we report on the development of these new products.

1 はじめに

ヤマハ発動機(以下、当社)は、産業用ロボットや電動ハイブリッド自転車で培った高度な制御技術や駆動技術などを応用し、高齢化社会に対応できる商品のひとつとして、車イス用電動ユニット「JW- I」を1995年に市場に投入した。JW- I は発売以来、手動兼用型車イス市場で常にトップシェアを維持し、多くの人々に愛用されている。今回、そのJW- I を10年ぶりにフルモデルチェンジし、車イス用電動ユニット「JWX-1」(図1)を開発した。また、JWX-1を車体に搭載した電動車イス「JWアクティブ」(図2)を同時に開発したので、紹介する。

2 開発のねらい

JWX-1は、JW- I の一番の特徴である操縦性の良さを維持しつつ、海外展開にも対応できるよう性能と安全性、および車イスへの取り付けやすさを改良し、幅広いユーザーに受け入れられるよう、操縦性能の調整機能を付加した。また、長距離や長時間の使用を必要とするユーザーのためにリチウムイオン

バッテリーをオプションとして開発した。

一方、車体付きモデルのJWアクティブは、車イスの使い勝手を重視した多くの機能を追加し、ヨーロッパ調の斬新なデザインに、質感の高い仕上げを施した。

3 製品の特徴

3.1 仕様概要

車イス用電動ユニットJWX-1の装着例を図3に示す。また、その仕様諸元を表1に示す。



図3 JWX-1の装着例

表1 JWX-1の仕様諸元

品名		JWX-1
駆動方式		後輪直接駆動
重量 ^{※1}		14.5kg (バッテリー含まず)
操舵方式	自走用	ジョイスティック操舵
	介助用	手動操舵 (押しボタン式)
駆動車輪径		20, 22, 24 インチ
制御方式		マイクロコンピュータ制御
モーター		30 分定格出力 24V 120W × 2
手動 / 電動切り替え		手元切り替え式
走行速度 (5 段階 速度調節)	4.5km/h 仕様	前進 1.7 ~ 4.5km/h 後退 1.0 ~ 2.5km/h
	6.0km/h 特別仕様	前進 1.7 ~ 6.0km/h 後退 1.0 ~ 3.0km/h
実用登坂角度		6 度
バッテ リー	ニッケル 水素	重量 2.9kg 24V X 6.7Ah
	リチウム イオン	重量 3.3kg 25V X 12Ah
充電器	電源	AC100V ~ 240V 50/60Hz
	充電方式	完全自動充電方式
		充電時間 約 2 ~ 3 時間 (常温時)
電動 走行距離 ^{※2}	4.5km/h 仕様	ニッケル水素バッテリー 15km/1 充電 リチウムイオンバッテリー 30km/1 充電
	6km/h 特別仕様	ニッケル水素バッテリー 16km/1 充電 リチウムイオンバッテリー 33km/1 充電 ^{※3}

※1 22 インチ仕様のデータです。

※2 バッテリー満充電、常温 25℃、直線平坦路連続走行時

※3 JIS T9203 による測定方法では 29.4km となります。

3.2 JWX-1の新技術

3.2.1 パワーユニット、モーター

JWX-1のモーターには、当社の電動スクーター Passolに使われている超扁平対向型ACサーボモーターを採用した。パワーユニットには、モーター、モーターコントロールユニット、遊星減速機を内蔵し、軽量コンパクトで高効率化を実現した。パワーユニットの外観を図4に示す。



図4 パワーユニット外観

3.2.2 バッテリー

バッテリーは、ニッケル水素バッテリーを標準装備とした。また、電動スクーターPassol用のリチウムイオンバッテリーを車イス用に応用し、オプションとして開発した(図5)。これは、高いエネルギー密度で高出力特性を持ち、1充電あたりの航続距離を、33kmと従来よりも大幅に伸ばすことができた。また、劣化特性は図6に示すように格段に向上し、長寿命になった。

3.3 JWX-1の進化した特徴

3.3.1 使いやすさ

(1) 操作しやすい新自走用操作部

前進、後進、方向転換、停止などは、ジョイスティックレバー(図7)1本で操作できる。このジョイスティックレバーの操作荷重を小さくし、操作範囲を少なくすることで、操作負担を軽減した。また、走行速度は、操作部のスイッチで5段階に調整ができるようになった。

(2) ユーザーに合せた操作性の調整機能

ユーザーの状況に合わせて、操作性の細かな調節が可能となった。前進速度、後進速度、旋回速度、直進加速度、後進減速度、旋回加減速度、ジョイスティック有効範囲、ジョイスティック入力フィルタ、トルク制限設定の全9項目を調節することができる。また、これら9項目をあらかじめ設定した3つの走行モード(スポーツモード、標準モード、ソフトモード)から簡易的に選択することも可能となった。

(3) 介助操作

介助用操作部(オプション)(図8)を新設計した。前進スイッチの大型化、ダイヤル式の数値調整つまみ、バッテリーの残量表示など、介助をする人の負担を軽減するための工夫がなされた。



図5 リチウムイオンバッテリー

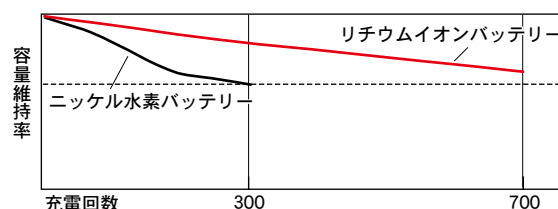


図6 リチウムイオンバッテリーとニッケル水素バッテリーの劣化特性比較



図7 新自走用操作部



図8 介助用操作部

3.3.2 安心感

(1) 世界レベルの耐久性と信頼性

強度と耐久性を向上させて、許容乗員体重を海外対応の125kgまで可能とした。また、海外ユーザーの使用を視野に入れ、「TÜV^注マーク」の取得を申請している。ISO (International Organization Standardization) 世界基準を満足する高い耐久性、強度、信頼性を確保した。

注) TÜV (Technischer Überwachungs-Verein) : ドイツで生まれ、行政から独立した第三者試験認証機関。
製品の安全規格試験・認証業務を行う。

(2) 電磁ブレーキ、転倒防止バー、ホーンなどの標準装備

ジョイスティックから手を離すと、自動停止する「電磁ブレーキ」、後方への転倒を防止する「転倒防止バー」、注意を喚起する「ホーン」などを標準装備した。

3.4 JWアクティブの特徴

車イス用電動ユニットJWX-1を搭載した電動車イスJWアクティブは、スタイリッシュなヨーロッパ調の高級感あるデザインの新型のフレームを、新規に開発した。デザインを選べるようPタイプとSタイプの2種類を用意した(図9)。跳ね上げ式で高さ調整が可能なアームレスト(図10)や、着脱が可能でスイングアウトするフートレスト(図11)により、車イスからベッドなどへの移乗が楽に行えるように工夫されている。新自走用操作部は、テーブル等に近づく時、操作部が邪魔にならないよう、簡単に折りたたむことができる(図12)。また、道路交通法に定められた基準を満たし、国家公安委員会の型式認定を受けた「TSマーク」を取得し、耐久性と信頼性を確保した。



図9 JWアクティブ

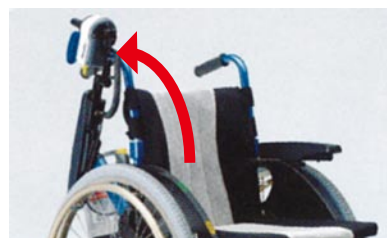


図10 跳ね上げ式アームレスト



図11 フートレスト



図12 折りたたみ式自走用操作部

4 品質への取り組み

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis: 故障モード影響解析) を、設計段階から徹底的に実施することで開発品質を確保した。信頼性評価は、品質機能展開で要求品質から商品特性を展開し、それぞれの商品特性ごとに目標値を設定し、デザインレビュー毎に達成度をチェックしながら進めた。

信頼性評価で、ソフトウェアの機能試験や断線、短絡試験においては、市場情報・品質グループの協力により、HAYST法という新たな2水準系の直交表を活用した。従来なら組み合わせ試験数が膨大すぎてテストしきれないものを、この手法を用いることで試験数を最小にして、かつバグ検出率を格段に向上させることができた。

5 おわりに

JW- I は、発売以来10年になるが、ユーザーから幅広く深い支持を得ている。今回開発したJWX-1では、特に調整機能と航続距離の向上によって、さらに幅広いユーザーの方々に使っていただける商品にできたと考えている。今後は、世界の人々にもっとJWシリーズを使って頂けるように、海外への展開を強化していきたい。また、新たな開発課題として、重度障害の方々にも対応できるジョイスティック以外の入力装置の開発や、電動ユニットの軽量化、バッテリーのさらなる高性能化、軽量化等があり、より良い製品を目指して、たゆまぬチャレンジを続けていきたい。

■著者



谷垣 聡
Satoshi Tanigaki

IMカンパニー
事業推進チーム

製品紹介

ユニットプール「きらきら」

Unit Pool Kira Kira

前田 文雅 増田 尚士



図1 ユニットプールきらきら

Abstract

A pool for nursery schools and day-care centers that can be assembled from sections has an advantage in that it can be assembled and filled in the summer swimming season and then disassembled and stored compactly in a store house or a corner of the nursery grounds during the off-season, thus allowing more efficient use of the school or center's grounds. Since Yamaha introduced the first such assemble-disassemble type "unit pool" in 1984, it has won a favorable reputation in the market.

In this report we introduce the new "Unit Pool Kira Kira" as the first full-model change of the Yamaha unit pool in 17 years, featuring improved water-tightness and greater ease of use.

1 はじめに

幼稚園・保育園向け組立式プールは、夏になったら組み立てて設置し、オフシーズンは分解して倉庫や園庭の片隅にコンパクトに収納・保管することができる。このコンセプトが、敷地の有効利用を求めるユーザー層に支持され、1984年の発売以来、好評を得てきた。

今回、水密性の改良や使い勝手の向上などを織り込んで、17年ぶりにフルモデルチェンジした「ユニットプールきらきら」(図1)の紹介をする。

2 開発のねらい

全国の幼稚園および保育園の総数はおよそ36,500カ所。年間のプール購入件数は約500件、その多くは過去設置されたプールの代替需要である。近年、少子化・予算削減・他社競争の激化など市場を取り巻く状況は厳しさを増してきている。

そこで、他社との差別化を図るべく「組み立てやすく、漏れにくい」「らくらくお掃除」をキーワードに、お客様満足度の高い商品を開発し、代替需要の促進を図ることとなった(図2)。

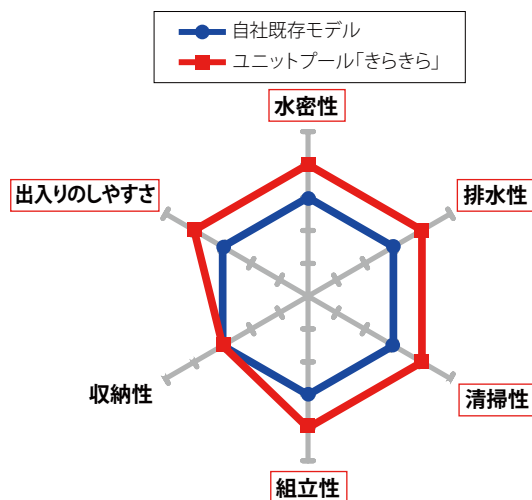


図2 既存モデルとの比較

3 開発のポイント

3.1 水密構造の見直し

パッキンの形状や材質はもとより、ユニット本体の剛性や構造まで抜本的に見直すことで、組立式でありながら従来にない高いシール性能を目指した(図3~4)。

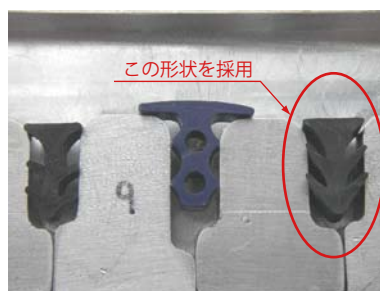


図3 パッキン検討

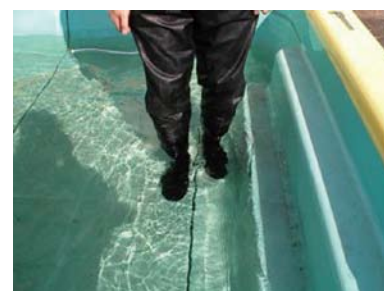


図4 実機テスト

3.2 使い勝手の向上

幼稚園・保育園では、短時間に子供を遊ばせ、少ない空き時間にプールの管理(清掃)を行っている。そこで、使い勝手向上のために、階段まわりの手摺りやステップの形状の見直しや、踏面拡大など(図5)を行った。また、毎日のプール掃除を楽にするために、排水構造やスリップレスパターンの見直しなど細部にもこだわって開発を進めた。



図5 階段まわり

3.3 質感あるデザイン

FRP(Fiber Reinforced Plastics)素材のやわらかさを波形で表現するとともに、収納性や安全性にも考慮しながらボリューム感を持たせることで、優しい表情をしたプールを目指した(図6)。

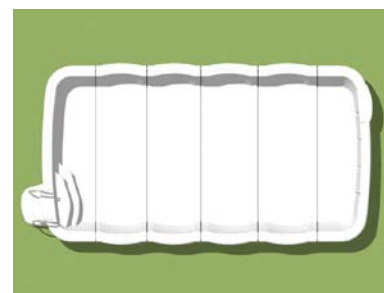


図6 平面デザイン

4

製品の特徴

4.1 組み立てやすく漏れにくい

新開発のパッキンと接合構造の見直しにより、簡単な組立作業でも水密性を確保した(図7～8)。



図7-1 収納状態



図7-2 ユニット仮置

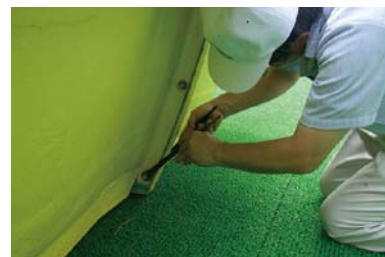


図7-3 ニュート接合



図7-4 パッキンセット



図7-5 完成状態



図8 パッキン差込状態

4.2 らくらくお掃除

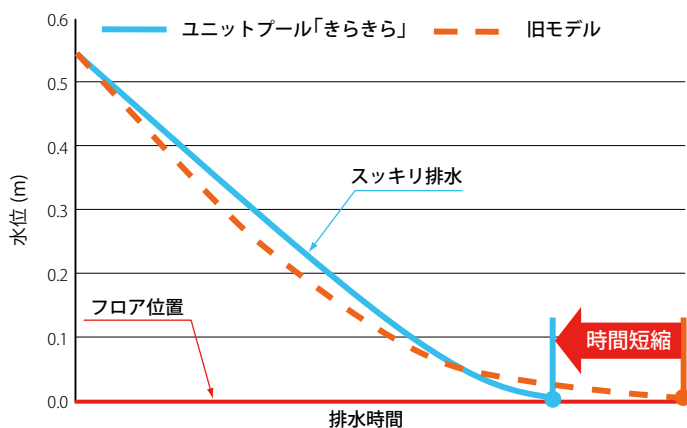
落とし込み排水方式(図9～10)を採用し、排水時間の短縮とともに清掃時の水ハケを格段に向上させた(図11)。



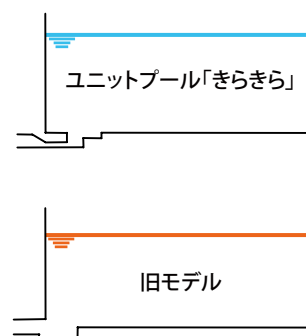
図9 床上排水口



図10 床下排水ボックス



a) 排水時間と推移



b) 排水口構造

図11 排水グラフ

4.3 選べる階段レイアウト

子供たちの入れ替えをスムーズに行いたいとの声に応え、従来の1カ所階段仕様に加えて2カ所階段仕様も設定した(図12)。

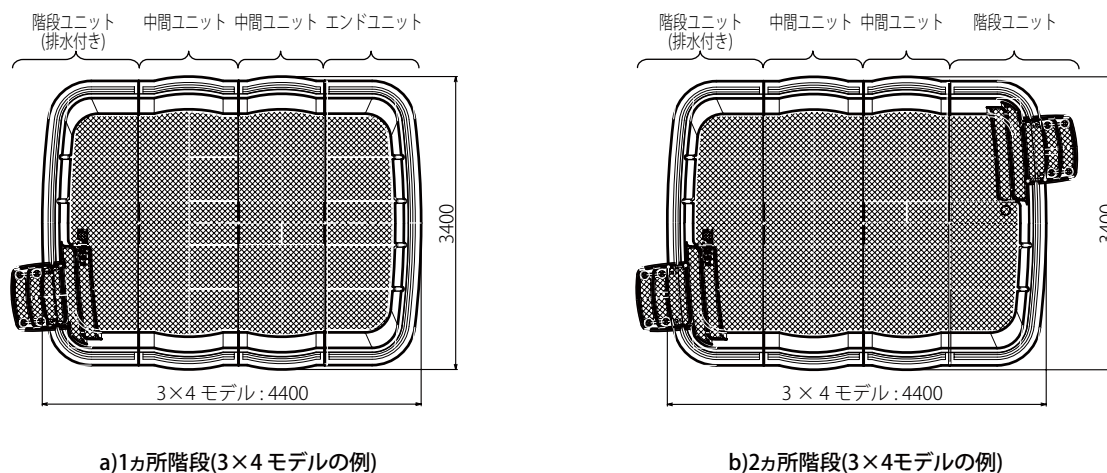


図12 階段レイアウトの種類

4.4 伸ばせるプール全長

ユニット分割構造なので、敷地や利用人数に合わせたプールサイズを選択が可能である。プール設置後に園児が増えた場合も、中間ユニットを追加することでプールを延長することができる(図13)。

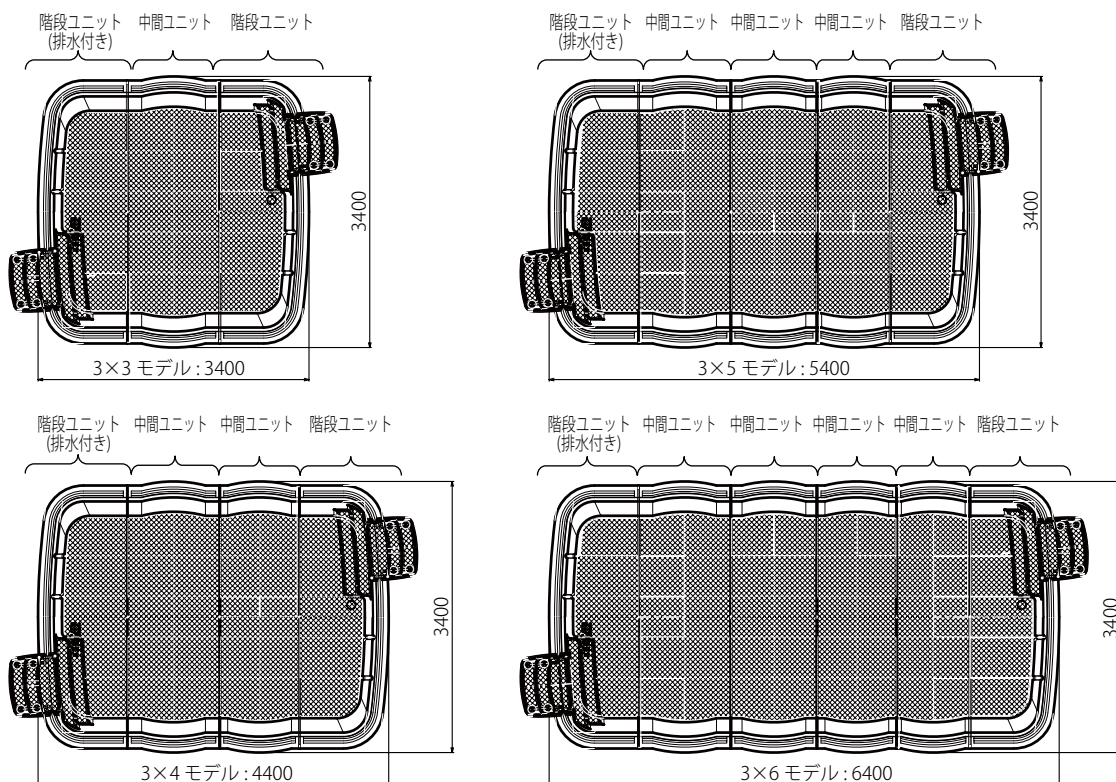


図13 プールサイズの種類

ユニットプール「きらきら」のスペックを表1に示す。

表1 ユニットプール「きらきら」のスペック

	仕様	全幅 (mm)	全長 (mm)	全高 (mm)	水深(mm)	重量 (kg)	容量 (m ³)	水面積 (m ²)
1カ所 階段仕様	3×3モデル	3,400	3,760	690	550	170	4.2	8.4
	3×4モデル	3,400	4,760	690	550	218	5.8	11.4
	3×5モデル	3,400	5,760	690	550	266	7.3	14.3
	3×6モデル	3,400	6,760	690	550	314	8.8	17.3
2カ所 階段仕様	3×3Sモデル	3,400	4,120	690	550	188	4.1	8.4
	3×4Sモデル	3,400	5,120	690	550	236	5.7	11.4
	3×5Sモデル	3,400	6,120	690	550	284	7.2	14.3
	3×6Sモデル	3,400	7,120	690	550	332	8.2	17.3

5 品質への取り組み

5.1 市場モニターによる事前品質評価の実施

モニター機の貸し出しを行い、水密性能ほか各改良ポイントのフィールド評価を実施するとともに、園児や先生に実際に使ってもらい感想を聞かせてもらうなど、販売前に妥当性の検証と細部のブラッシュアップを行った(図15)。



図15 市場モニター

5.2 構造の簡素化による品質向上

従来はフロア接続部のガタツキを接合面の差し込み構造で抑えていた(図16)。この構造では、FRP型成形の場合そのままの形状では脱型できないので、中子型をセットして製品と一緒に脱型する成形方法をとっていた。この工程は加工時間がかかる上に不良の発生率も高かった。

そこで、目標の品質を確保するため、差し込み構造によらずにガタツキを抑える構造と形状を検討した。本モデルでは、プール本体の剛性を高めてたわみ量を抑えるとともに、多少の上下があっても水密を保てるようにパッキン材質の選択と形状の作り込みを行った(図17)。

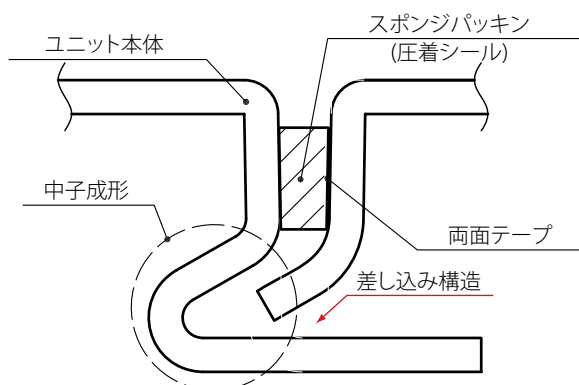


図16 従来モデルの接合断面

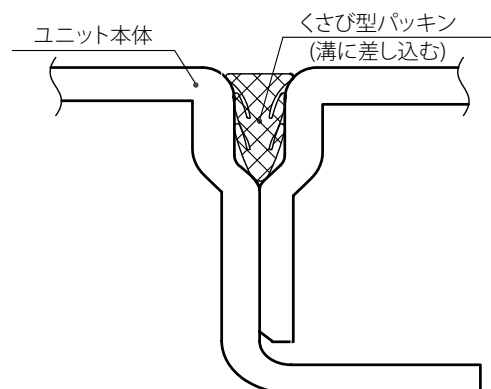


図17 ユニットプールきらきらの接合断面

6 おわりに

幼稚園・保育園でのプール遊びは、子供たちにとって夏一番の楽しみであり、プールは水に慣れ親しむための必要不可欠なアイテムとなっている。

今後とも、安全・快適な製品を提供するとともに、子供たちの思い出に残るプールを目指して商品開発に取り組んでいきたい。

■著者



前田 文雅
Fumimasa Maeda
プール事業部 製造部
研究開発グループ



増田 尚士
Hisashi Masuda
プール事業部 営業部
商品企画グループ

製品紹介

5人乗り電動ゴルフカー 「ターフジョイG31E」

Five-passenger Electric Golf Car "Turf Joy G31E"

雄谷 誠祐 吉井 芳徳



図1 ターフジョイ G31E(電動・5人乗り)

Abstract

There are approximately 2,400 golf courses in Japan today, and about 90% of them use golf cars that carry players. Initially, the use of passenger-carrying golf cars spread at golf courses as a means to attract golfers while also contributing to more efficient golf course operation. Lately, however, this has become necessary for makers to offer a lineup of golf cars designed for more efficient golf car fleet management, greater environmental friendliness and for customers who enjoy golf in more casual ways. Within these market conditions, YMC's G30 series golf cars released in 2005 (introduced in issue #39 of this journal) have been highly appraised by the customers.

In this report we introduce the development of the new five-passenger Electric Golf Car "Turf Joy G31E" designed to answer today's further diversifying customer needs.

1 はじめに

国内には約2,400か所のゴルフ場があり、現在、このうち90%のゴルフコースで乗用ゴルフカー（以下GC）を導入して頂いている。当初、乗用GCは、ゴルフ場の「集客」と「経営合理化」の手段として導入され普及してきたが、最近では、これに加えて、「GC運用効率の向上」、「環境への配慮」、「より気軽にゴルフを楽しむ人が増えていること」に対応した商品ラインナップが求められるようになってきた。こうした背景から、ヤマハ発動機（以下、YMC）は2005年にG30系GC（ヤマハ発動機技報 No. 39に掲載）を市場に投入し、お客様から高い支持を頂いている。

今回、さらに多様化する顧客のニーズに応えるべく、新5人乗り電動GC「ターフジョイG31E」（図1）を開発したので紹介する。

2 開発のねらい

「ターフジョイG31E」は"1回の充電でゆとりの2ラウンド走行が可能な電動GC"をコンセプトに掲げ、G30系GCで好評な「ロングキャビンデザイン」、「ダブルウィッシュボーン式フロントサスペンション」、「スライド開閉式ウインドシールド」などはそのまま踏襲し開発を進めた。

また、既存モデルとの部品共用化を推進するため、ガソリンエンジンGC「G31A」(図2)をベースモデルとし、電気主要部品については、国内既存モデルだけでなく、YMMC(米国子会社)で開発・製造しているG22-E(2人乗り電動GC)(図3)との共有化を図った。



図2 G31A
(ガソリンエンジン・5人乗り)



図3 G22-E
(電動・2人乗り)

3 主な特徴・概要について

3.1 バッテリー(大容量液式鉛バッテリー)

1回の充電で2ラウンド走行可能な航続性を達成するために、容量/コストのパフォーマンスが高い大容量液式鉛バッテリー(120Ah@56A放電)を採用した。バッテリー容量アップによる車両重量増と駆動出力特性のバランスを取りつつ、航続性を確保するために、仕様の作り込みを行った。その際の基礎データとして、アメリカでの市場実績、経験値が大いに役に立った。これらの実績、経験値と日本市場での5人乗りGCのデータをもとに、バッテリー台上試験と走行シミュレーションを実施し、エネルギー配分の最適化を図り、目標である"1回の充電でゆとりの2ラウンド走行"を達成した。

3.2 システム構成

システム構成図を図4に示す。

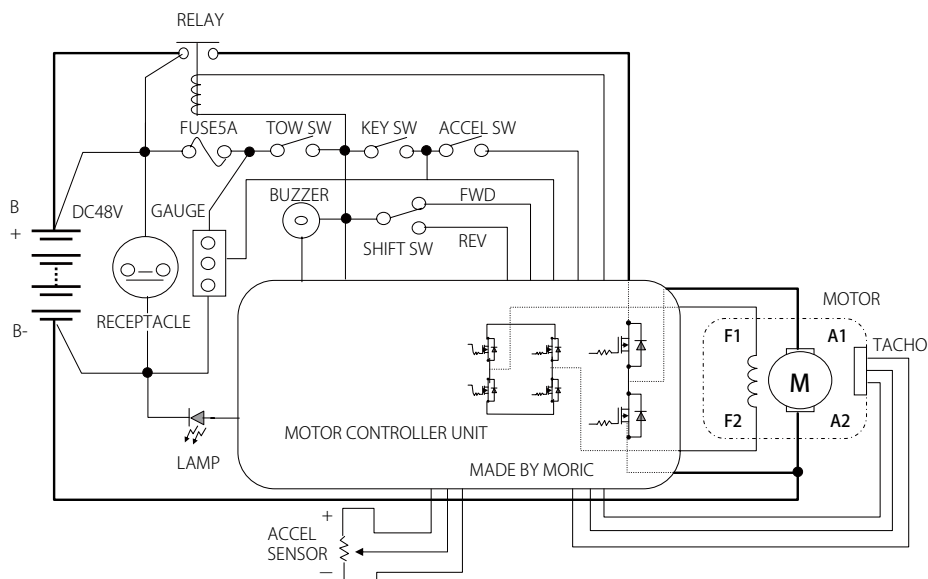


図4 G31E システム構成図

3.3 車体レイアウト

G31Eは、バッテリーをリアカウル内に集中配置することで、ベースモデルであるG31Aとの部品共有化率90%を達成できた。

3.4 MCU (Motor Controller Unit)

MCUのハード回路及び筐体部は、G22-E(YMMC製)に搭載している(株)モリック製のものを採用した。G31Eは、G22-Eに比べて車両重量が増加しているため、登坂性能を確保するのにモーターの定格出力を2.2kWから2.8kWにパワーアップしている。そのため、車両挙動特性を最適化するソフトは、G31E専用に開発した。

3.5 モーター

G23-E(YMMC製)(図5)に搭載のモーターを採用した。出力特性出しのプログラムマップは、YMMCでの開発データを活用し、モーターのチューニングを行った。



図5 G23-E(電動・2人乗り)

3.6 トランスミッション

G30E(72V電動GC)(図6)に搭載のトランスミッションをベースとし、出力特性を最適化するため、ギヤ比の見直しを行った。一方 YMMC製GCのモーターとYMC製GCのトランスミッションの組み合わせを実現するため、ジョイント部品を新規設計することにより、電動車主要部品の共用化を実現した。



図6 G30E(電動・5人乗り)

表1 ターフジョイG31Eの仕様諸元

3.7 充電器

G22-E用充電器をベースに、日本の電圧(100-200V)に対応できるよう切替え式の充電器に改良した。

3.8 基本諸元

ターフジョイG31E仕様諸元を表1に示す。

項目		G31E (電動車)
全長		3,558 mm
全幅		1,240 mm
全高		1,860 mm
乾燥重量		546 kg
ホイールベース		2,140 mm
トレッド	前	965 mm
	後	973 mm
モーター仕様タイプ		DC48 V
定格出力		2.8 kW/3,300 rpm
登降坂性能		20 度登降坂
走行速度		0 ~ 19 km/h
駆動用バッテリー		8 V 120 Ah @56A 放電
ブレーキ方式		機械式四輪ドラム
		モーター回生ブレーキ
サスペンション	前	ダブルウィッシュボーン
	後	リンク
ステアリング		ラック & ピニオン ライトステアリング
充電器		AC200 V/100V (単相) 切替え式

4 フィーチャーマップ

ターフジョイG31Eのフィーチャーマップを図7に示す。



図7 フィーチャーマップ

5 おわりに

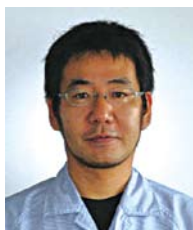
日本のゴルフ場では、ゴルフ場の地形、運営スタイルにより、エンジン車と電動車の住み分けが進むと考えられる。こうした中で電動GCの需要は伸張傾向にあり「エンジン車のヤマハ」と同時に「電動車のヤマハ」というブランドイメージも確立できるよう、市場ニーズ、お客様の期待に応える商品開発に今後も邁進する所存である。

最後に本プロジェクトの関係各位に誌面をお借りして心からお礼申し上げます。

■著者



雄谷 誠祐
Seiyu Oya
RVカンパニー
ゴルフカー事業推進部



吉井 芳徳
Yoshinori Yoshii
RVカンパニー
ゴルフカー事業推進部



製品紹介

2006年スクーター「VOX XF50」

2006 Scooter Model "VOX XF50"

徳永 良一 佐藤 公彦 野村 靖 西津 征男 平野 文夫 脇村 誠 鈴木 雅巳



図1 「VOX XF50」

Abstract

In 2005, about 740,000 units of new motorcycles were sold in the domestic market and over 60% of that demand is for 50cm³ class bikes. The main products in this category are scooters, among which Yamaha models have won popular followings among a wide range of consumers with a lineup that includes our "Vino XC50" fashion scooter, our "Jog CV50" standard scooter, our women-oriented "Jog Poshe YV50H," our popularly priced "BJ YL50," our "electric commuter" models "Passol-L" and "EC-02."

One of the prominent trends that has emerged in this category in recent years is young users who are looking for scooters that have qualities like distinctive styling, a spacious, relaxed riding position, abundant storage space equal to that of a larger bike or an unassuming presence, rather than speed or power. This is the same trend that is seen in the "big scooter" models that are the popular category in the 126cm³ ~ 250cm³ class. To answer these needs, Yamaha developed the new "VOX XF50" scooter model, which we introduce in this report.

1 はじめに

2005年、国内二輪車の新車販売台数は74万台であり、その中で6割強を占めるのが原付一種となっている。原付一種の主流はスクーターであり、ヤマハ発動機(以下、当社)は、ファッションスクーター「ビーノ XC50」、スタンダードスクーター「ジョグ CV50」、ミセス向けの「ジョグポシェ YV50H」、手頃価格の「BJ YL50」、エレクトリック通勤ター「Passol-L」、「EC-02」などをラインナップし、幅広いお客様から支持を得ている。

こうした中、近年は速度や出力等の性能よりも、「個性的なスタイリング」、「ゆったり快適な乗車ポジション」、「クラスを超えた余裕の収納スペース」、「肩肘張らない存在感」といった要素を求めるヤングトレンドが著しい。この傾向はビッグスクーター(軽二輪が中心)のニーズと同じ傾向である。こうしたニ

ズに應えるため、スクーター「VOX XF50」(図1)を新たに開発したので、紹介する。

2 開発の概要

前述のヤングトレンドに対応するために、ロングホイールベースとファットなタイヤのシャーシに「ぶこつさ」と「ゆるさ」を感じるBOXYな外観デザインを採用した。燃料タンクを足元にレイアウトすることで、シート下の空間のほとんどを従来にない広く長い収納スペースとして確保することができた。また「ビーノ XC50」にて好評な水冷4ストローク・3バルブエンジンを基本に、各部の熟成とフューエルインジェクション(以下、FI)の採用などにより、日本だけでなく世界レベルでの新規排出ガス規制への対応可能なエンジンを開発・搭載した。

「VOX XF50」の主なフィーチャーを図2に、仕様諸元を表1に示す。

表1 仕様諸元表

項目	諸元値
全長×全幅×全高	1,855mm × 685mm × 1,045mm
シート高	735mm
軸間距離	1,280mm
最低地上高	115mm
乾燥重量 / 装備重量	83/88kg
原動機種類	水冷・4ストローク・SOHC・3バルブ
気筒数配列	単気筒
総排気量	49 cm ³
内径×行程	38.0mm × 43.5mm
圧縮比	12.0:1
最高出力	3.8kW/8,000r/min
最大トルク	4.6N・m /6,500r/min
始動方式	セル・キック併用式
潤滑方式	強制圧送ウェットサンプ式
エンジンオイル容量	0.8L
燃料タンク容量	4.5L
燃料供給	電子燃料噴射 (フューエルインジェクション)
点火方式	T.C.I 式
バッテリー容量 / 種類	12V-4Ah (10h) /YTX5L-BS (MF)
1次減速比 / 2次減速比	3.846/3.583
クラッチ形式	乾式内払重錘式
変速機形式	Vベルト式無段変速
変速比	3.087 ~ 0.945
フレーム形式	バックボーン (パイプ)
キャスター / トレール	26° 00' /84mm
タイヤサイズ	前 120/90-10 57J 後 120/90-10 57J
ブレーキ形式	前 ドラム 後 ドラム
懸架方式	前 テレスコピック 後 ユニットスイング
ヘッドライト	ハロゲンバルブ /12V,35W/35W



図2 フィーチャーマップ

3

エンジン関係

「VOX XF50」では、水冷・4ストローク・SOHC・49cm³単気筒・3バルブエンジンに、新開発のFIシステムを組み合わせ、平成18年排出ガス規制に対応させることをねらいとして開発を行った。

3.1 エミッションの低減

「VOX XF50」では排出ガス浄化システムとして、2つの触媒の間に空気を導入する2CAT(触媒)+AIS(Air Induction System)(図3)を採用している。これにより、理論空燃比よりリッチで燃焼させた既燃ガス中のNO_xを第1段目の触媒で還元し、空気導入後の第2段目の触媒でCOとHCを酸化し、排出ガスを浄化している。O₂フィードバックシステムに比べて、2CAT+AISは良好なドライバビリティーを確保でき、特に原付一種をはじめとする小排気量車ではメリッ

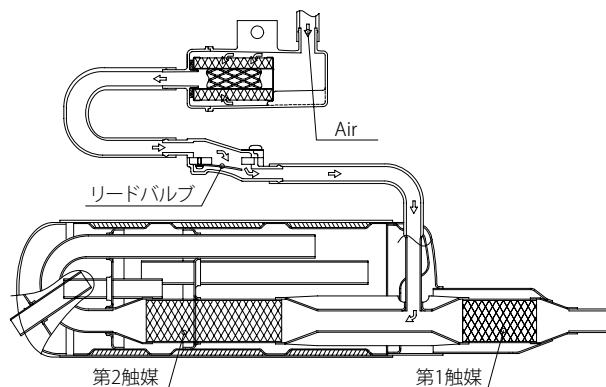


図3 2CAT+AISマフラー

トが大きい。このシステムの採用により、従来機種と同等以上のドライバビリティーを確保しながら、世界で最も厳しいといわれる平成18年排出ガス規制に対し、原付一種では初の認可取得モデルとして発売することができた。

3.2 小型FIシステムによる良好な始動性とドライバビリティーの実現

FIシステムは当社独自の小型二輪車用FIシステムを進化させ、さらなる小型化と高機能化を果たした。スロットルボディ(図4)には新開発のISC(アイドルスピードコントローラ)を備え、優れた始動性、アイドル安定性とメンテナンスフリーを実現した。また、統合型センサーモジュールをスロットルボディに搭載し、システムの軽量化と省スペース化に貢献している。

インジェクターは49cm³エンジンの要求燃料流量特性に最適化するため新開発した。また燃料ポンプはモーター構造から見直し、消費電力低減を果たした。



図4 スロットルボディ

FI化に伴う発電負荷増加は、排気量が小さいエンジンほど、その影響が大きくなる。本機種では発電負荷の増加による影響を最小限とするためにオープン式レギュレーターを採用し、また始動時や発進時などの条件下で発電経路を開くことで一時的に発電負荷を低減させている。これにより始動性や加速性などが向上し、良好なドライバビリティーを達成した。

燃費についても、燃料噴射や点火時期の最適化、低消費電力化により、従来機種に比べて向上させている。

4

車体関係概要

「ぶこつさ」と「ゆるさ」を感じる外観デザイン、大きな荷物も楽に出し入れできる収納、脱力系ライディングポジションをキーワードに、既存原付一種の枠を超える実用性・安定性に加え、軽快感も確保することをねらいとして開発を行った。

4.1 横開き大型収納スペース

メインターゲットであるヤング層の多様な趣味を考慮して、ウクレレハードケースなどの長尺物[※]やシューズボックス[※]、A4ファイル[※]が収納できる様に、収納スペースの容量拡大、及び、実用的な積みやすさの向上をねらって開発を行った。

※収納物の大きさ・形状により収納できない場合があります。

4.1.1 収納スペース容量

図5に示すように、燃料タンクを床下に配置し、テールライトを後部カバーに取り付けたことによりフレームの簡素化を行い、ユニットスイング上方に34L（当社既存車に対し、約1.5倍）の収納スペース容量を確保した。フルフェイスヘルメット形状に合せた開口部を持つ既存車に対し、被収納物の形状制約を緩和できる前後に長い角型形状を可能とし、図6に表す様に長尺物を含む多彩な収納性を実現した。

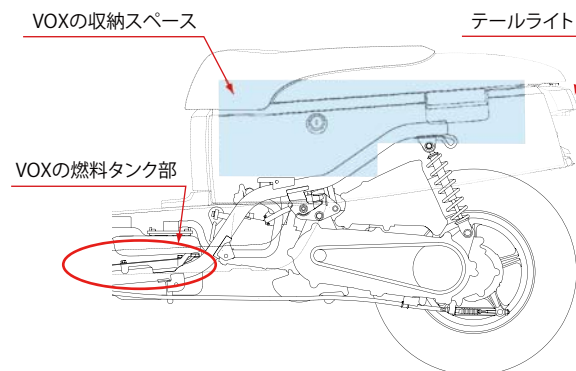


図5 収納スペース

4.1.2 横開きシート構造

前後に長い収納スペースのため、スマートに収納物を出し入れできる横開き構造を当社で初めて採用した。開閉時の節度感向上及びデザインより、前後2箇所に板金ヒンジをレイアウトした。開口面積が増大したことで低下する収納スペースの防水性・外観品質を守るために、シートボトム成形性や強度の解析などを実施し、合せ部の作り込みを行った。



図6 収納性

4.2 一体で動く前回り構造

「VOX XF50」は、これまでのスクーターとは違い、モーターサイクルのようにフロントフォーク回りが一体で動く構造とし、ファットタイヤの採用と合せ、前回りをインパクトある造形とした。またハンドル切れ角については街中での取りまわしやすさとフットボードとのクリアランス確保という相反する項目を両立できる角度を選定した。

4.3 乗車姿勢と操縦安定性

脱力系ライディングポジションでリラックスして乗れるように、プルバック気味のハンドルとした。シートは、長身男性から、サブターゲットである女性まで、様々なシートポジションが可能な形状とし、かつ、足着き性も確保した。

操縦安定性については、乗り心地と安定性を重視しながら、当社らしい軽快感、渋滞路でのすり抜け性も考慮したタイヤ、サスペンションの作り込みを行なった。

5 シミュレーション技術の活用

「VOX XF50」の開発においては、開発の効率を向上させるため、強度解析や流体解析など、できる限り多くのシミュレーション技術を活用した。図7にラジエーター回りの熱解析事例を、図8に樹脂成形の変形シミュレーションの事例を示す。

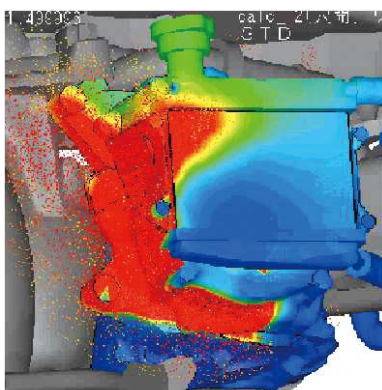


図7 ラジエーター熱解析事例

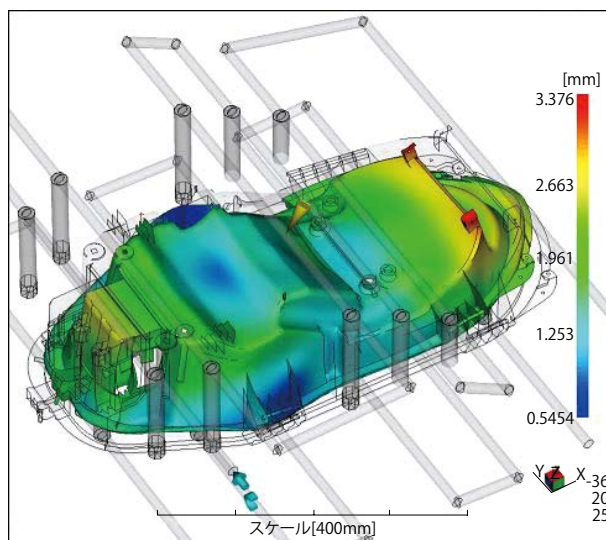


図8 樹脂変形解析事例

6 おわりに

2005年秋の東京モーターショー、2006年春の大阪/東京でのモーターサイクルショーなどで、「VOX XF50」への反響は非常に大きく、当社の独自性やモデルのコンセプト・スタイリングに対し、多くの関心が寄せられた。また、発売前に実施した販売店向けの商品説明会では、実際に試乗して体感してもらった結果、多くの先行予約をとることができた。「VOX XF50」は、2006年5月の出荷開始から1ヶ月間で約3,500台を出荷し、好調な売れ行きとなっている。これから多くの方の手に渡り、われわれの熱い思いに共感していただけたら幸いである。

■著者



前列中央

徳永 良一 Ryoichi Tokunaga

MC事業本部 CV事業部

後列左より

野村 靖 Yasushi Nomura

MC事業本部 CV事業部

西津 征男 Yukio Nishizu

MC事業本部 CV事業部

佐藤 公彦 Kimihiko Sato

MC事業本部 CV事業部

平野 文夫 Fumio Hirano

MC事業本部 CV事業部

鈴木 雅巳 Masashi Suzuki

MC事業本部 技術統括部

写真なし

脇村 誠 Makoto Wakimura

MC事業本部 CV事業部



New "Film-on Graphics" technology for increased exterior design flexibility and weatherproofing

とされ、乗用車の内装、デジタル機器、携帯電話などに実用化されてきている。しかし、外装部品への適用はホイールキャップ等、単純形状の小物部品に限られていた。さらに、二輪車の外装部品に適用するためには、屋外での使用に耐える耐候性や耐傷付き性を満足し、かつ3次元曲面の樹脂や金属部品へ精度良く、しかも端部裏側までフィルムを巻き込ませて密着させることが必要となる。

ヤマハ発動機(以下、当社)では、二輪車外装部品に必要な機能を満足し、かつ塗装では不可能なレベルの意匠表現を可能にする新技術「フィルム・オン・グラフィックス(Film-on Graphics)」を開発したので、紹介する。

2 「フィルム・オン・グラフィックス(Film-on Graphics)」の特徴

外装部品に用いられる着色法は、図1のように分類される。原料着色法からフィルム成形法へと下方になる程、デザインの自由度が大きくなる。「フィルム・オン・グラフィックス」は、従来の真空成形法を改良発展させた真空加圧成形技術と、外装部品用に新たに開発した特殊印刷フィルムを組み合わせた技術であり、下記のような特徴がある。

- ①塗り分け、複雑なグラデーション、立体的な3D表現や、暗闇で光る蓄光表現等、高い意匠表現が自在にできる。
- ②外装部品に必要とされる十分な耐候性、耐傷付性を満足する。
- ③3次元曲面を持つ樹脂および金属部品のいずれにも適用できる。また文字パターン等の位置決めが正確にできる。
- ④多種・少量やオーダーメイド生産への対応が容易である。
- ⑤製造時に発生するVOCを約5分の1に削減できる(部品1個あたり／当社溶剤系塗装比)。
- ⑥リサイクルへの対応が容易である。

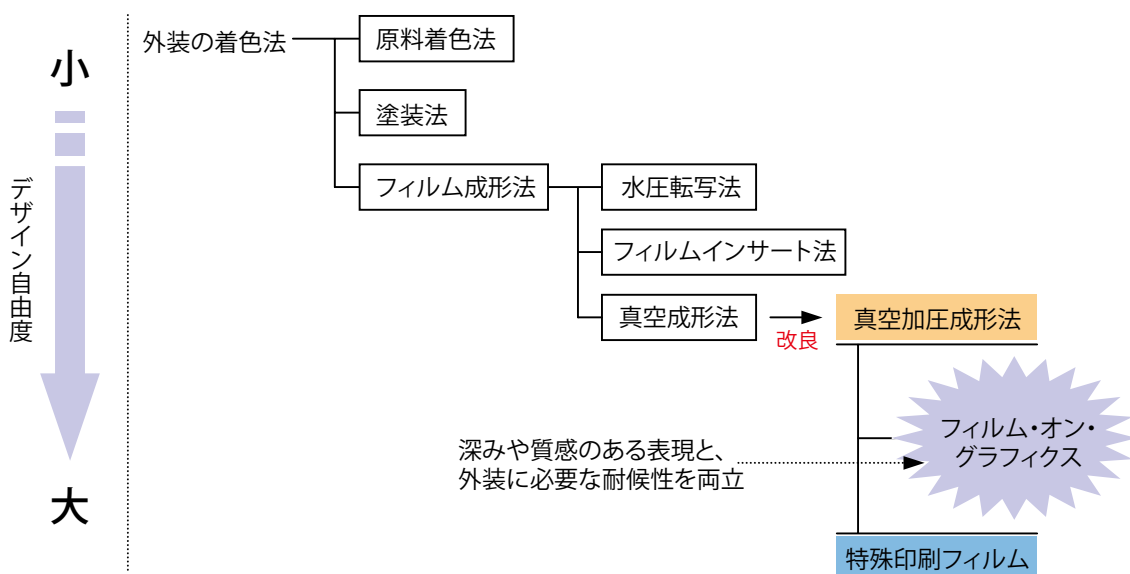


図1 外装着色法とフィルム・オン・グラフィックス

3 特殊印刷フィルムについて

図2は特殊印刷フィルム(以下、フィルム)の基本構造を示したものである。フィルムは、耐候性と耐傷付性を兼ね備えた表層、耐衝撃性と耐候性を持ち成形性が良い中間層、耐候性と成形性を持つ各種インクを使用して意匠表現した印刷層、耐候性を持ち対象物との良好な密着性を持つ接着剤層から成り、印刷を駆使した高い意匠表現を可能にするとともに、外装部品の表面に必要な耐候性、耐傷付性、さらに曲面を持つ対象物を被うための十分な成形性を満足している。今回の製品に使用したフィルムは、表層にアクリル系樹脂、中間層にポリカーボネート系樹脂を使用している。また、成形時の延伸加工により、その物性が失われないように、工夫している。

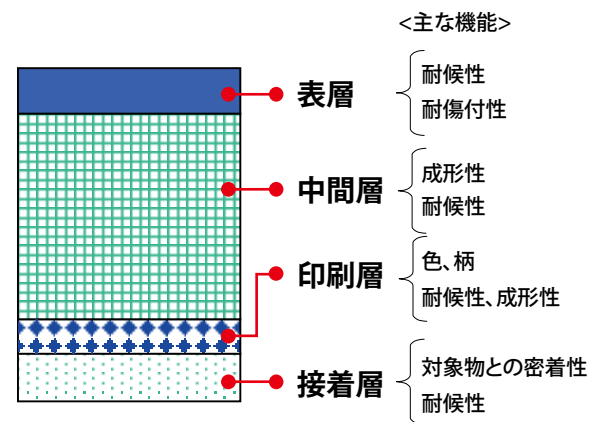


図2 特殊印刷フィルムの基本構造

4 真空加圧成形法について

真空加圧成形法の工程を図3に示す。

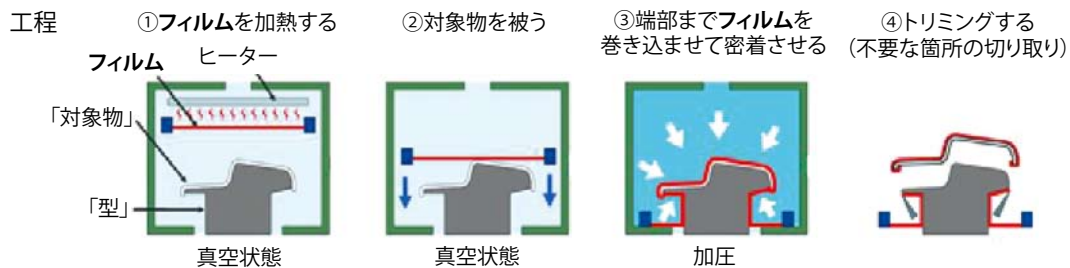


図3 真空加圧成形法の工程概略

- ① 真空状態の中でフィルムを適温に加熱する。
- ② 加熱後、フィルムを対象物に被せる。
- ③ ②(被覆)とほぼ同時に加圧状態にすることによって被着体に密着させる。この時、加圧により被着体の端部裏側までフィルムを巻き込ませることができる(端部巻き込みの例を図4に示す)。
- ④ その後、周りの不要フィルム部分をトリミングする。

真空状態でフィルムを最適な温度に加熱し、対象物に被せて加圧成形することにより、意匠面の気泡残留を防ぎ、端部裏側までフィルムを確実に巻き込ませることができる。また加圧することにより、フィル

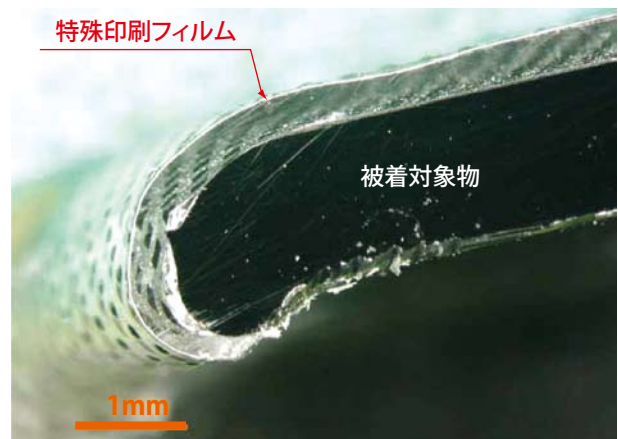


図4 製品端部巻き込み断面図

ムに塗布した接着材による密着を確実に行うことができる。従来の塗装で必要とされる「脱脂・乾燥・塗装・表面処理・グラフィックス貼り」等の工程に比べ、工程数や作業スペースが簡素化できるとともに、作業環境もクリーンであり、工程で発生するVOCも大幅に削減できる。

5 他のフィルム表面加工技術との比較

フィルム・オン・グラフィックスと他の主要なフィルム成形法の比較を表1に示す。今回開発したフィルム・オン・グラフィックスは、成形サイクルの短縮化が課題であるが、フィルム表面加工技術の中でも最も高い意匠表現が可能であること、文字パターン等の位置精度を要求する表現にも対応可能なこと、製品端部裏側まで加飾できること、などの点が優れている。

表1 各種フィルム成形法の特徴

	特徴	実用例
水圧転写法	①印刷による多彩な表現が可能 ②樹脂、金属のいずれにも使用できる ③印刷インクは水に浮かべる物に限られるため3D、蓄光は、難しい ④絵柄と対象物に位置ずれが生じやすい ⑤印刷層の保護コーティングが必要(塗装のトップコートと同じ)	・サイド・バイ・サイド・ビークルボディカバー(迷彩柄) ・自動車内装パネル(木目調)
フィルム・インサート	①印刷による多彩な表現が可能 ②生産性が高い ③曲面形状のものは、射出成形時に絵柄が流れやすい ④端部へのフィルム巻き込みは、難しい ⑤樹脂にしか使えない	・自動車内装パネル(木目調) ・携帯電話ケース(花柄等) ・自動車バンパー(単色)
真空加圧成形法 (フィルム・オン・グラフィックス)	①印刷による多彩な表現が可能 ②樹脂、金属のいずれにも使用できる ③絵柄と対象物の位置精度がよい ④端部へのフィルム巻き込みができる ⑤真空が必要なためサイクルタイムが長めになりやすい	・電動スクーター「EC-02」特別仕様車サイドカバー

6 耐候性と耐傷付性

外装部品として屋外で使用するための耐候性については、促進耐候性評価(SWOM:サンシャイン・ウェザオメータ)と屋外実曝露試験(日本、米国)を実施して評価した。図5はSWOMによる促進耐候性を示したものである。屋外曝露1年相当(600時間)で光沢保持率50%以上を大きくクリアしている。屋外実曝露試験は、国内での試験に加え、米国アリゾナ・フロリダでも1年間の試験を行った。図6はアリゾナでのその耐候性の一部の結果をΔE(色差)と光沢保持率で示したものである。1年経過後も色差3以下、光沢保持率50%以上を達成している。また、耐傷付性については、一般塗装基準の鉛筆硬度F以上に対してH以上を達成することができた。

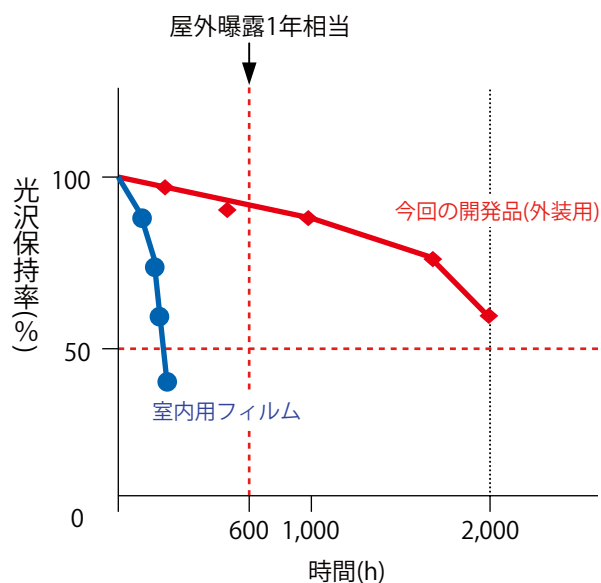


図5 促進耐候性結果

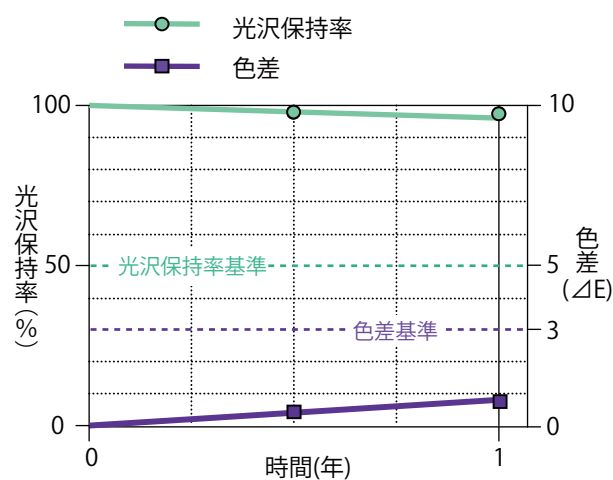


図6 屋外曝露試験結果(アリゾナ)

7 製品への展開

フィルム・オン・グラフィックスの特徴を活かせる製品として、まず当社製電動スクーター「EC-02」特別仕様車のサイドカバーに適用した。2種類(蓄光、3D)のパネルを図7に示す。それぞれ従来の塗装では不可能な意匠を実現するため工夫をこらした。



a. 蓄光



b. 3D

図7 蓄光と3Dサイドパネル

7.1 蓄光タイプ

発光現象としては、それ自体が発光するものと、「蓄光」と呼ばれるものに大きく分けられる。それ自体が発光するものとしては、夏の夜に光る蛍がすぐに思い浮かぶ。蛍の発光物質は、ルシフェリンと呼ばれ、ルシフェラーゼという酵素とATP(Adenosine TriPhosphate: アデノシン三リン酸)が働くことによって発光する。この他に、化学反応によって発光するものでケミカルライトと呼ばれるもの(夜店で売られている光る腕輪や棒等)や、物理的発光による発光ダイオード(LED)がある。

これに対して蓄光と呼ばれるものは、蓄光物質が吸収したエネルギーを放出することで発光する。暗闇で光る時計の針や文字盤などにも使われている。エネルギーの吸収・放出を繰り返すことで、何度でも発光させることが可能である。蓄光物質は、放射性のある物質が古くから知られているが、1993年に松

沢ら¹⁾によって安全な無機物質化合物で長時間蓄光効果のある材料が見つかった。今回EC-02に使用した材料は、この無機化合物の一種である。この物質を含んだインクをフィルムに印刷した。紫外線を含む光を吸収させた後、暗がりに製品を持ていくと発光が顕著に認められる(図7)。図8にJISZ9107に準拠して測定した蓄光パネルの発光減衰率を示す。発光環境によって大きく変わるが、十分な蓄光ができれば、消灯後1時間程度光っている。

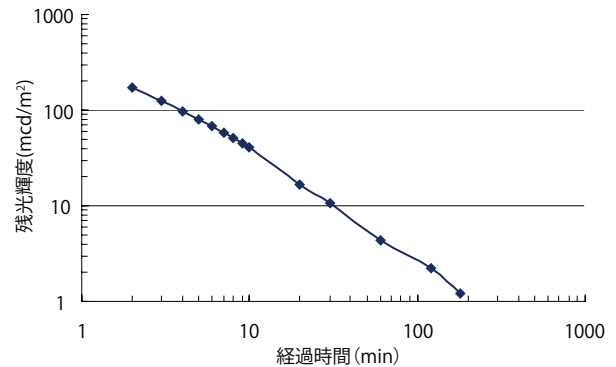


図8 残光輝度減衰率

7.2 3D(立体表現)タイプ

3Dタイプは、モアレ現象とレンズ効果を利用したものである。モアレとは、異なるピッチの格子を重ねたときに見られる実際には存在しない縞模様のこと、レースのカーテンが重なったときなどにも見られるものである。図9はフィルム表側からみた丸いレンズと四角い画素の拡大図である。フィルム裏側に四角の模様(画素)をサイドカバー1枚当たり約30万个規則的に印刷し、表側に画素とはピッチのずれた丸い凸レンズ配列を同数印刷することで、レンズの拡大効果とこのモアレ現象の相乗効果から、ひとつひとつの模様が大きくなり飛び出したりする画像を形成することができる。技術のポイントはコントラストのはっきりした印刷、レンズ層と印刷層との位置精度、成形時のゆがみを極力抑えること等である。

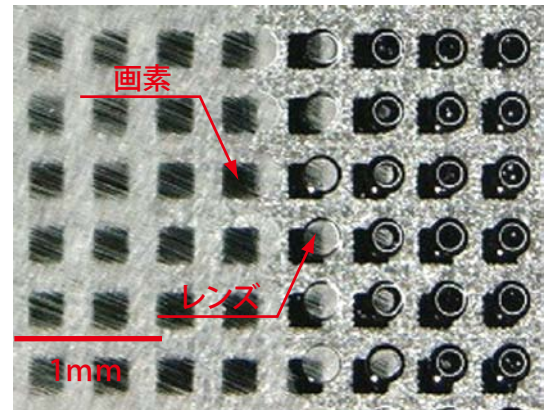


図9 3Dレンズと画素拡大写真

8 おわりに

フィルム・オン・グラフィックスは、これまでの塗装、グラフィックテープの代替ではなく、より付加価値の高い意匠表現が可能な新しい外装部品技術である。生産時のVOC排出量の少ない環境対応型の技術でもあることから、今後より多くの商品への展開すべく、一層の技術開発、コスト開発を進めていきたい。

■参考文献

- 1) 松沢ら 「第248回蛍光体同学会」 1993年11月 pp.7-13
- 2) 実用プラスチック成形加工辞典 産業調査会
- 3) プラスチックフィルム 沖山聡明 技法堂出版
- 4) プラスチック Vol. 56 No.8 「真空成形法を利用した三次元表面加飾技術」 三浦高行 工業調査会
- 5) プラスチック Vol. 57 No.7 「外観のデザイン自由度と耐候性を両立するフィルム・オン・グラフィックス」 両角ら 工業調査会

■著者



両角 直洋

Naohiro Morozumi

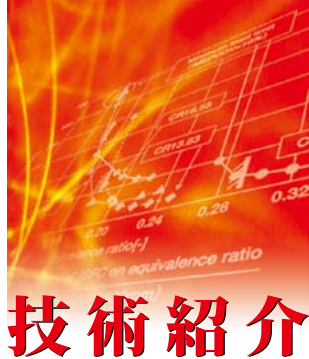
コーポレートR&D統括部
コア技術研究部



鈴木 康男

Yasuo Suzuki

コーポレートR&D統括部
コア技術研究部



車々間通信HMIシステムと 二輪車用エアバッグシステムの開発

Development of an HMI Inter-vehicle communications system and
motorcycle-specific air bag system

内田 吉陽 般若 洋征

Abstract

Yamaha Motor Co., Ltd. has been participating in the ASV (Advanced Safety Vehicle) project which is promoted by Japanese Ministry of Land Infrastructure and Transport since its second term (1996-2000). The third term (2001-2005, referred to hereafter as ASV-3) concluded its term in March of 2006. The main safety technologies developed during the ASV-3 project were "active safety" technologies including an information supply utilizing a road vehicle communications and inter-vehicle communications, a rearview visual aid system and a nighttime riding system [illumination support for curves]. In the "passive safety" technologies area we have developed an air bag system to reduce rider injury in the event of a collision. In this report we discuss two of these technologies, the HMI inter-vehicle communications system and the motorcycle-specific air bag system, which were exhibited this May at the "Automotive Engineering Exposition".

1 はじめに

ヤマハ発動機株式会社(以下、当社)は、国土交通省が推進しているASV(Advanced Safety Vehicle: 先進安全自動車)プロジェクトの第2期(1996-2000)より参画している。その第3期(2001-2005、以下、ASV-3)が2006年3月に終了した。ASV-3にて開発してきた主な予防安全技術には路車間通信、車々間通信等の通信技術を用いた情報提供、後方視界補助、夜間ライティングシステム等がある。また、衝突安全技術には、衝突時のライダーの被害軽減を目的とするエアバッグシステムがある。今回は、これらの安全技術の中で、本年5月に開催された「人とくるまのテクノロジー展」に出展した車々間通信HMI(Human Machine Interface)システム(図1)と二輪車用エアバッグシステム(図2)について紹介する。



図1 車々間通信HMIシステム搭載車両



図2 二輪車用エアバッグシステム搭載車両

2 ASV-3 開発概要

ASV-3全体の活動では、予防安全を目的とする通信技術を利用した運転支援システムの開発を行った。前半は、AHS(Advanced cruise-assist Highway Systems)と共同で路車間通信(路車協調)システムを開発し、国土技術政策総合研究所他にて実証実験(2003年)を実施した。後半は、車々間通信システムを開発し、北海道苫小牧にてシステムの有効性、課題等について検証実験を行った(2005年7月～10月)。

一方、当社は独自に車々間通信HMIシステム、夜間ライティングシステム、後方視界補助システム等の予防安全技術を開発した。第11回ITS世界会議(2004年、名古屋)では、「安全と利便性」をテーマに、それらの技術を紹介した(詳細はヤマハ発動機技報No.39を参照)。また、被害軽減を目的とする二輪車用エアバッグシステムを開発し、人とくるまのテクノロジー展(2006年5月、横浜)に出展した。

3 車々間通信 HMI システム

北海道苫小牧にて検証実験を行った車々間通信HMIシステムについて紹介する。車々間通信(情報交換型安全運転支援)システムとは、各車両に無線機を搭載し、運転者から見えない、あるいは見えにくい範囲の車両の存在をディスプレイ表示と音声にて情報提供し、運転支援を行うシステムである。本システムの構成を図3に示す。

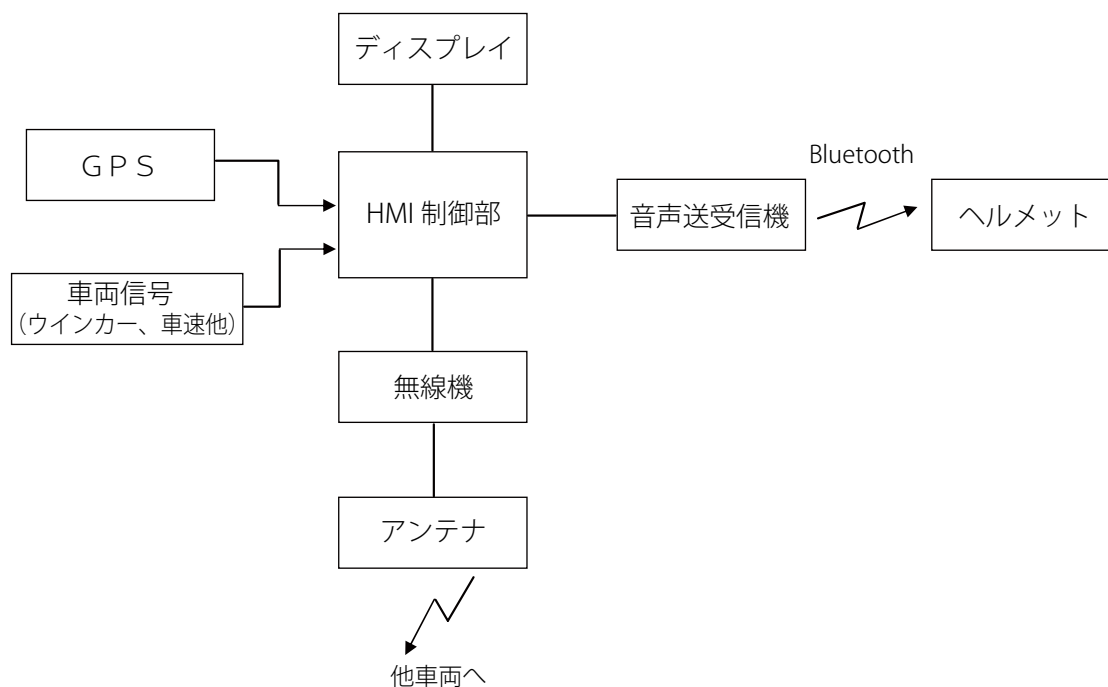


図3 HMIシステムの構成

3.1 対象事故類型

事故統計上で死傷者数の多い事故(右折、出会い頭、正面衝突、歩行者)と、社会要求として低減が期待される事故(左折、追突、車線変更)の計7事故類型を対象としている。

3.2 無線機

ETC(Electronic Toll Collection)と同じ周波数である5.8GHzのDSRC(Dedicated Short Range Communication)を使用し、アンテナは送受信を確実にするために、ライダーのヘルメットより高い位置に設置している。

3.3 送信データ

自車両の速度、現在位置(緯度・経度)、進行方向や、ウinkerを出しているかどうか、ブレーキをかけたかどうかといった情報を、規定されたフォーマットにて、100ms間隔でお互いに送信する。

3.4 位置特定

自車両の位置は、GPS(Global Positioning System)と簡易的な地図データを用い、どの場所を走行しているか判断する。また、GPSデータの更新は1秒間隔であり、車速により位置補正を行う。他車両の位置は、多数の車両から送信されるデータから、自車両に関係のあるものだけを抽出し、情報提供を行う。

3.5 音声

無線通信規格のBluetoothを用い、ヘルメット内に設置したスピーカーから音声を提供する。風切り音の影響や聞き落としを考慮し、喚起メロディに加え、対象車両の方向と車種を簡潔な言葉を使用している。

3.6 表示

ディスプレイ(図4)の選択(切替え)表示部分に、対象となる車両とその進行方向を、車両アイコンと流れる矢印を組み合わせで見やすく表示した。また、車両アイコンは、四輪車と二輪車の2種類とし、形状の違いで容易に判別ができるように工夫している(図5)。

上記システムにて実験を行い、システムの有効性、課題等の検証ができた。今後、実用化に向けた取り組みをしていく。

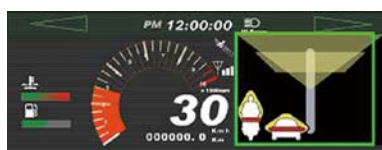


図4 ディスプレイ全体

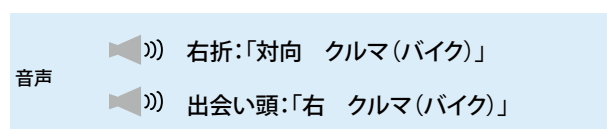


図5 車両アイコンと対応する音声例

4 エアバッグシステム

二輪車の安全に関して、当社では、以前より、予防安全が重要であるとの観点から操縦性の向上やブレーキ性能の向上などを行ってきた。この予防安全に加え、衝突時の安全の研究も重要と考え、当社は、衝突時のライダーの被害軽減デバイスとして、エアバッグシステムの開発に着手している。二輪車では、ライダーが走行時に体を動かしてバランスをとったり、停車時に車両を足で支えたりといった具合に、自由なライディング姿勢をとる必要がある。そこで、通常の走行操作には妨害がなく、衝突時のみ作動するデバイスとして、まず、エアバッグを候補に選んだ。ちなみに四輪車では、エアバッグはシートベルトの補助装置として既に普及しているが、二輪車では上述したようにライダーが車両に拘束されないため、四輪車とは異なる二輪車独自のシステム開発が必要となっている。

二輪車の事故は、その衝突形態が多様であることが一つの特徴であるが、その中でも、衝突形態の多くを占めるのは二輪車前面の衝突である。従って、エアバッグシステムの開発目標は、この前面の衝突形態に的を絞った。また、エアバッグを搭載する二輪車は、ライダーの乗車姿勢と搭載性を考慮しスクータータイプとした。

初期のエアバッグ開発(ASV-2:1996～2000)では、四輪車を参考に、インストルメンタル・パネル周りにエアバッグを搭載し、大きさや形状の検討を進めた(図6)。その結果、判明したことは、この方式は正面衝突では効果があるものの、衝突後にエアバッグが固定されている二輪車の車体が左右方向に逃げていってしまうような衝突形態(斜突形態)では有効に働かない場面があるということであった。これは、ライダーとエアバッグの間に距離があるため、両者の左右方向のずれが大きくなってしまいうに起因する。この問題はエアバッグを大型化してもそれほど効果がなく、抜本的な解決策が必要と判断した。

種々の検討を重ねた結果、この解決策として、ライダーに近い位置にエアバッグを搭載することにした(図7)。つまり、エアバッグをインストルメンタル・パネル周りから空間的にライダー側に移動させるのであるが、この際に問題となるのは、エアバッグがライダーから受ける荷重を受け止める物体がないことである。つまり、エアバッグの背後に構造体がないと、エアバッグ自体は風船のようなものであるから、作用する荷重をほとんど支えることができず、その性能を発揮できない。このため、エアバッグの荷重を受ける専用の部材(バックプレート)(図8、9)を新たに設けることにした。この部材は、その名が示すごとくエアバッグの背骨となるもので、エアバッグが受ける前後荷重を支える役割を持っている。このバックプレートは、強度を必要とする部材であるために車体に固定したいが、上述したようにライダーの自由な動きを妨げることは極力避けたい。そこで、必要なときに



図6 ASV-2のエアバッグ



図7 ASV-3のエアバッグ

バックプレートがあればよいことから、通常はシート内に格納されており、エアバッグが展開し膨らむときに、エアバッグに付けたベルトでバックプレートを引き上げる構造とした。

このシステムは、衝突直後にエアバッグが展開を始めるのと同時に、バックプレートを所定の高さまで引き上げるものであるが、それら一連の動作を要求された時間内に完了することは、たいへん難しい問題であった。この時間短縮のための工夫の一つが、センター部と両サイド部を分割したマルチチャンバー方式エアバッグの採用である。エアバッグ展開の初期に、中央部チャンバーの内部圧力を両サイドに比べて高くすることで、バックプレートの引き上げ力を早い段階で確保することに成功している。また、引き上げベルトは斜突形態時にエアバッグが左右にずれるのを防ぐ役目も果たし、この衝突形態での性能の維持に役立っている。

ところで、二輪車用のエアバッグの性能を評価する場合、二輪車ライダー保護装置の研究的な評価手法を定めたISO13232では、200の衝突形態におけるシミュレーションを実施しなければならない。そこで、衝突解析技術を用いたシミュレーション手法を並行して開発し、エアバッグの評価・検討を行っている。具体的には、衝突時の大きな動きの運動解析にMADYMOを使い、エアバッグの展開やデバイスの詳細設計にFEM(Finite Element Method)解析のPAM-SAFEを使用し、両者の特徴を生かしてシミュレーションモデルの構築を行っている。

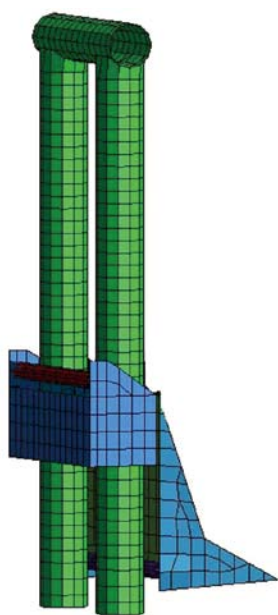


図8 バックプレート(解析モデル)



図9 バックプレート(実物)

5 おわりに

ASV-3にて開発した車々間通信HMIシステムと二輪車用エアバッグシステムを紹介した。2006年1月に、内閣に設置された高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部(IT戦略本部)から世界一安全な道路交通社会実現を目標とするIT新改革戦略が提示された。この中で路車間通信、車々間通信を融合したインフラ協調による安全運転支援システムを目指し、2008年の大規模な実証実験と2010年でのシステムの一部実用化が計画されている。

ASV第4期(2006-2010)にて、上記、安全運転支援システムの開発に加えて、さらなる独自技術の開発を進めていく。また、エアバッグ開発においても、有効な事故形態を広げ、かつ、システムの改良を進めていきたいと考えている。

■参考文献

- 1) ヤマハ発動機ホームページ: ニュースリリース (2005年10月13日)
<http://www.yamaha-motor.co.jp/news/2005/10/13/asv.html>
- 2) ヤマハ発動機ホームページ: ニュースリリース (2006年5月23日)
<http://www.yamaha-motor.co.jp/news/2006/05/23/asv-3.html>
- 3) 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT戦略本部) IT新改革戦略
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/index.html>

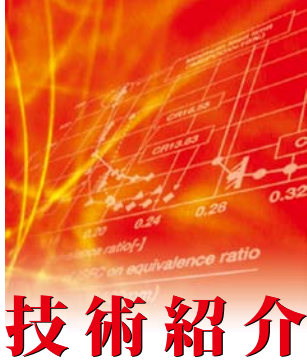
■著者



内田 吉陽
Yoshiaki Uchida
MC事業本部
技術統括部



般若 洋征
Yousei Hannya
MC事業本部
技術統括部



モーターサイクル用自動化 マニュアルトランスミッションの開発

Development of an automated manual transmission for motorcycles

小杉 誠 善野 徹

技術紹介

Abstract

More than 90% of the automobiles sold in Japan since about 2000 are automatic transmission models. In the European automobile market, where manual transmission models have been dominant primarily for reasons of efficiency/fuel economy and lower cost, we are now seeing a trend toward more demand for cars that are easier to drive, as seen in the increasing demand in recent years for automatic transmission models and CVT (continuously variable transmission) models, as well as models with transmissions based on a conventional manual transmission with mechanisms to automate the start-up and gear shifting operations.

Meanwhile, in the motorcycle industry as well, large-size scooters with rubber-belt CVT transmissions are very popular today, largely because of their ease of operation. In the large-displacement motorcycle category, while conventional manual transmissions remain the mainstream, we are beginning to see increasing calls for easier riding models. In answer to this call, Yamaha developed the YCC-S (Yamaha Chip Controlled Shift) that utilizes some state-of-the-art electronic control technologies to automate the clutch shift operation by means of an electronic activator mechanism.

In this report we introduce the development of the YCC-S system as an automated manual transmission system that offers easier riding and transmission efficiency while retaining a sporty riding feeling.

1 はじめに

日本国内では、2000年頃より、乗用車の新車販売台数におけるオートマチック車の比率が90%を超えるようになった。欧州の乗用車市場では、高効率/低燃費と低コストというニーズからマニュアルトランスミッション(以下、MT)車が主流であるが、イーजीドライブ化への要求の高まりから、AT(Automatic Transmission:自動変速機)やCVT(Continuously Variable Transmission:無段変速機)に加えて、従来のMTをベースに発進・変速動作を自動化した変速システムが登場し、その比率を高めつつある。

一方、二輪車においても、運転操作の簡便さからゴムベルト式CVTを用いた大型スクーターが人気を博している。大排気量モデルでは、まだ従来型のMT車が主流であるが、イーージーライディングへの要求は年々高まりを見せている。その要求に対するヤマハ発動機からの回答として、近年、飛躍的に進歩を遂げた電子制御技術を利用して電動式アクチュエーターによるクラッチ・シフト操作の自動化を図った「YCC-S(ヤマハ・チップ・コントロールド・シフト)」を開発した。

本稿では、イーージーライディングと伝達効率、スポーツ性の両立を目指したモーターサイクル用自動化MTシステム「YCC-S」の開発について紹介する。

2 開発のねらい

このYCC-Sシステムは、発進や微低速走行時の煩雑なクラッチ操作からライダーを開放し、快適な運転を支援することでツーリング機能を向上させることをねらいに開発、実用化したものである。

習熟が必要な発進時や微低速走行時の半クラッチ操作を必要とせず、ライダーはスロットルを操作するだけで、システムがエンジン回転数とスロットル開度に応じてクラッチを最適に制御し、微速発進から全開加速まで多様な発進に対応する。

また、変速時のクラッチ操作も不要で、ライダーは足または手元のシフトスイッチを操作するだけで、システムがシフト及びクラッチアクチュエーターを最適に制御してシフトショックを解消し、滑らかで快適な乗り心地を実現した。ただし、あくまでライダーの操る楽しさを残すために「自動シフトアップ・ダウン機能」は織り込んでいない。

3 システムおよび構造

YCC-Sのシステム構成について説明する。

3.1 システム構成

本システムでは、ベースとなったMT車両のシフト機構やクラッチ構造等、エンジン内部の構造に大きく手を加えることなく、従来、左手及び左足で操作していたクラッチ・シフト動作を、それぞれアクチュエーターに置き換えることで自動化を図っている。それら2つのアクチュエーターは、図1に示すように、YCC-Sコントローラーによって、エンジン回転数、車速、スロットル開度、ギアポジション、足及び手で操作されるシフトスイッチの入力により、最適に制御されている。以下、各構成要素の説明をする。

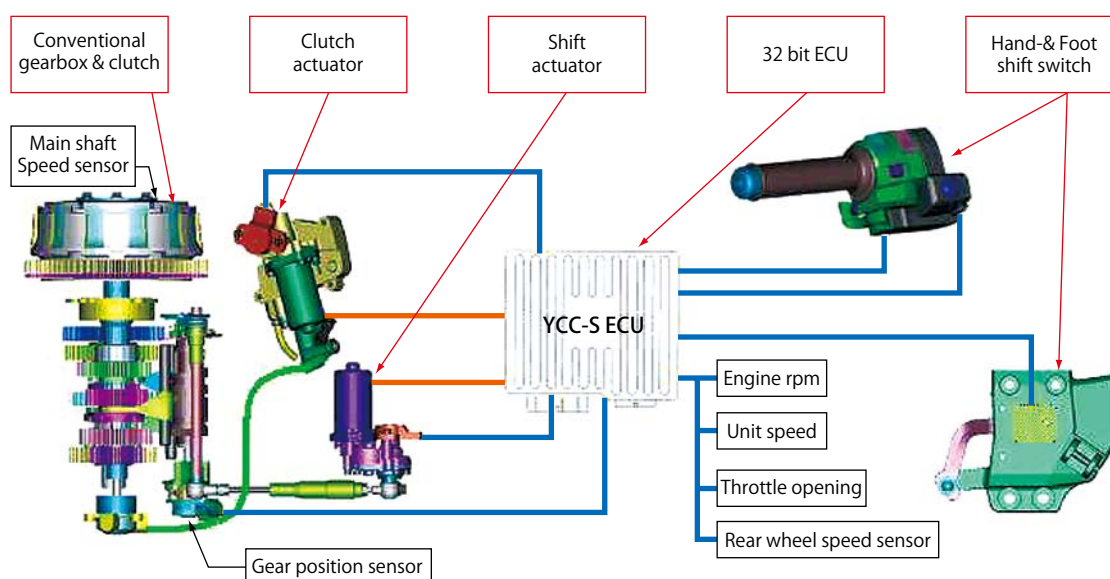


図1 YCC-Sシステム構成図

3.2 構造

(1) クラッチアクチュエーター

クラッチアクチュエーター(図2)は、車両への搭載性と従来のモーターサイクルとの共用化を図るねらいから、直接駆動ではなく、DCモーターの駆動力を、減速機構を介して油圧シリンダーの動きに換え、従来のMT車同様の油圧機構によりクラッチの制御を行う機構となっている。

モーターサイクルへの搭載性を考慮して軽量コンパクトな設計とし、エンジン背面、車両中央の空間に配置し、ベース車両のバランスを崩すことなく、マスの集中化に寄与している。



図2 クラッチアクチュエーター

(2) シフトアクチュエーター

シフトアクチュエーター(図3)は、モーター出力をコンパクトに配置された減速機構を用いて出力軸に伝達し、その出力軸に回転角度センサーを設けて回転角フィードバックを行っている。また、モーターの基本設計をクラッチアクチュエーターと共通とし、低コスト化を図っている。



図3 シフトアクチュエーター

(3) YCC-Sコントローラー

YCC-S制御専用のコントローラーを、エンジン制御ECUとは別に新規開発した。エンジン制御ECU、ABS制御ECUと情報を共有化し、優れた制御性を実現している。

(4) シフトスイッチ

変速指令入力は、以下の2系統を用意した。

- ① フットシフトスイッチ: 通常のシフトペダルと同形状のペダルにより、変速入力を行う。上方がシフトアップ、下方でシフトダウン指令となる。
- ② ハンドシフトスイッチ: 左側グリップの基部に設けられたシーソータイプのスイッチで、左手の人差し指で手前にスイッチを引くとシフトアップ、親指で前方にスイッチを押すとシフトダウン指令となる。このスイッチは、近傍のハンドセレクトスイッチを押すことで使用可能となる(図4)。



図4 ハンドシフトスイッチ

4 YCC-S 制御システム動作

各システム動作の適合作業は、初心者から熟練者まで様々なレベルのライダーが、多様な走行場面において、違和感なく運転できるレベルを目指して行われた。

4.1 エンジン始動

前後いずれか、もしくは両方のブレーキをかけた状態で、エンジンスタートスイッチによりエンジン始動可能となる。

4.2 発進

1～5速のいずれかでスロットルを開いてエンジン回転速度が上昇すると、コントローラーがクラッチを繋ぎ、発進する。ただし、停車状態も含めた低車速時に2速以上での発進を行った場合、メーター内ギアポジション表示の点滅により警告を発し、1速による発進を促す。

発進時のクラッチ状態は、主としてエンジン回転速度に応じた最適な制御を行うので、スロットル操作によりエンジン出力を調整することで、微速発進なども可能となっている。

4.3 シフトアップ

停車時にはニュートラルから1速へのシフトアップのみ可能であるが、走行中は1速から順次5速までシフトアップできる。走行中のシフトアップ時には、エンジン制御ECUと協調して点火時期制御を行い、スロットルを開いたままのシフトアップも可能とした。

4.4 シフトダウン

走行中は5速から順次1速までシフトダウンが可能であるが、1速からニュートラルへは停車時のみシフトダウンできる。走行中は、クラッチの回転数差を半クラッチで吸収することにより、スムーズなシフトダウンを可能とした。

4.5 停車

走行中のギア段にかかわらず、減速時にはエンジンストールする前にクラッチを切り、停車可能となる。このとき自動的にシフトダウンすることはない、1速やニュートラルとするにはライダーが操作を行う。

5 おわりに

本システムは、モーターサイクルでは世界初の自動化MTシステムとして、2006年型FJR1300ASに搭載された。

本システムの開発に当たっては、クラッチ及びシフトのアクチュエーター、コントロールユニットからシフトスイッチに至るまで、新規に開発を行った。また、車両制御に関しては、ライダーの意思と車両挙動が乖離しないように作り込みを行い、スポーツ性と快適性の両立という、モーターサイクル用自動化MTシステムとしての命題に、1つの答えを示すことができたと確信している。

今後、モーターサイクルの駆動系として、従来のMT、スクーターのCVTと並ぶ第3の柱として、YCC-Sを
発展させていきたいと考えている。

最後に、本システムの開発にあたり、情熱を持って多大なご協力をくださった関係者各位に深く感謝す
る。

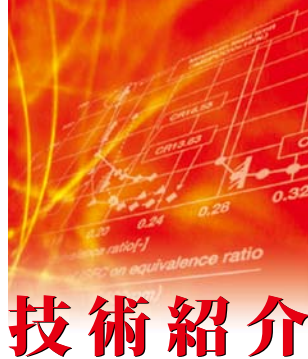
■著者



小杉 誠
Makoto Kosugi
MC事業本部
技術統括部



善野 徹
Tooru Zenno
MC事業本部
技術統括部



二輪車用電子制御スロットル 「YCC-T (Yamaha Chip Controlled Throttle)」

Development of the motorcycle-specific electronic throttle
"YCC-T" (Yamaha Chip Controlled Throttle)

松田 岳志



図1 YCC-Tと採用モデルYZF-R6

Abstract

Yamaha Motor Co., Ltd.(YMC) has developed an electronic throttle, named the "YCC-T" (Yamaha Chip Controlled Throttle) that has been adopted on the European and North American market model YZF-R6 for 2006. "YCC-T" is an electronic throttle system that senses the rider's throttle actions and utilizes a DC servomotor to control the throttle opening. This system is an embodiment of YMC's new G.E.N.I.C.H. engineering concept that uses electronic control technologies to heighten the level of rider-machine communication in our products, and its adoption on the YZF-R6 represents the first electronic throttle in the world for a production motorcycle.

Because many supersport bike owners use their machines for production-model racing, there is a demand for constantly higher levels of engine performance in this category. The YZF-R6 (2006 model) adopts a shortened intake passage as a means to boost the performance of its high-revving, high-output engine and the adoption of the YCC-T electronic throttle enables the kind of smooth torque development riders want in the low- to mid-speed range for improved drivability. The system has also made it possible to clear Europe's strict emissions standards. In this report we introduce this new YCC-T system.

※ G.E.N.I.C.H. stands for "Genesis of Electrical engineering for New Innovative Control technology with Human orientation"

1 はじめに

今回、ヤマハ発動機(以下、当社)は、欧州・北米向けスーパースポーツモデルYZF-R6(2006年モデル)用に、電子制御スロットル「YCC-T(Yamaha Chip Controlled Throttle)」を開発した(図1)。YCC-Tとは、ライダーのアクセルグリップ操作をセンサーで検出し、DCモーターでスロットルバルブを駆動する電子制御スロットルシステムである。これは、制御技術で人機官能の世界をより高めようという当社の「G.E.N.I.C.H.」※思想具現化のひとつであり、量産二輪車への搭載は、世界初となる。

スーパースポーツモデルは、そのユーザーが市販車を用いてレースへ参戦するなど、年々高いエンジン性能が求められている。YZF-R6(2006年モデル)では、高回転・高出力エンジンを実現するために短い吸気管長を採用しているが、YCC-Tにより、低中速域までを含めたスムーズなトルク特性を実現し、ドライバビリティを向上させることができた。また、欧州の厳しい排ガス規制にも対応することができた。本稿では、そのYCC-Tのシステムについて紹介する。

※「G.E.N.I.C.H.(ジェニック)」は、Genesis of Electrical engineering for New Innovative Control technology with Human orientation (人間性を重視した新しい制御技術における電子工学の創造)からの造語。

2 電子制御スロットルとは

電子制御スロットルとは、ライダーのアクセルグリップ操作をセンサーで検出し、ECU(Electronic Control Unit)で演算した結果に応じて、スロットルバルブをモーターで駆動するシステムである。従来の機械式ワイヤーケーブルのスロットルでは、ライダーのアクセルグリップ操作とほぼ1:1でスロットルバルブを開閉していたのに対し、電子制御スロットルでは、各種センサーから入力される情報により最適なエンジン出力が得られるよう、スロットルバルブを制御することが可能となる。今回採用した電子スロットルの主なメリットは以下である。

- ①短い吸気管長と大口径ボアによりエンジンの高回転・高出力化(4気筒・600cm³で93.4kW/14,500rpm)を図りつつ、低中速域までを含めたスムーズなトルク特性の実現が可能。
- ②燃料噴射量、点火時期の最適化を図りつつ、出力特性作り込みの自由度が向上する。
- ③メインスロットルでファーストアイドルやアイドルスピードを制御できるため、アイドル制御用のアクチュエーターなどの周辺機器を削除できる。

YCC-Tでは、ライダー操作をAPS(アクセル開度センサー)の情報とエンジン回転速度を基にスロットルバルブ開度を算出する3次元MAP(図2)を基本とし制御している。これにより、いわゆるオーバーベンチュリーと呼ばれる領域では、スロットル開度を制限することにより吸入空気流速の低下を防ぎ充填効率の向上を図るとともに、トルクが突出する領域も同様にスロットル開度を制限し、全体的なトルク特性の作り込みを行っている(図3)。

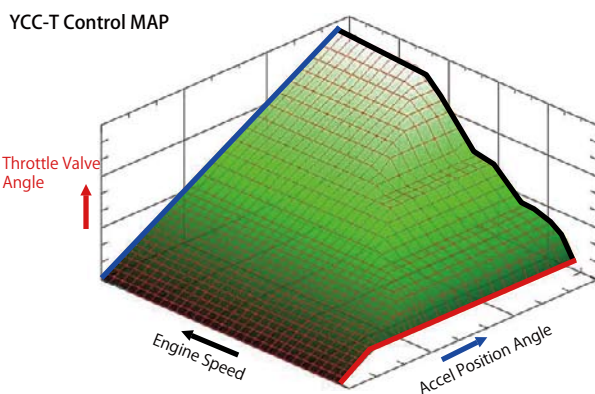


図2 YCC-T Control Map

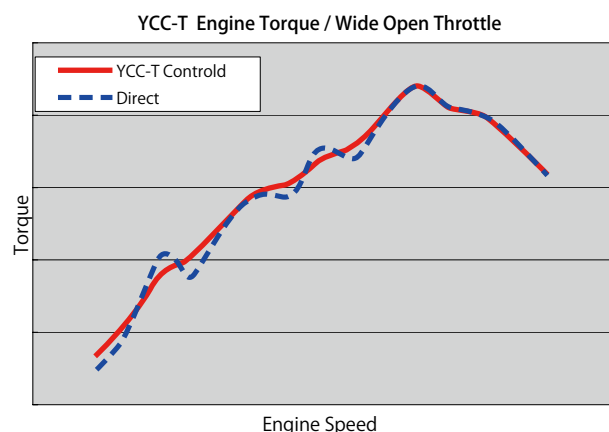


図3 Effect of YCC-T

3 スロットルボディの特徴

アクセルには、繊細な操作フィーリングが必要とされるため、適度な重みが必要である。YCC-Tでは、アクセルグリップとアクセル開度センサーを機械式ワイヤーで接続し、かつ、アクセル開度センサー部の軸受けにフリクションを作り出すだけのための特別なオイルシールを追加し、従来のスロットルと変わらない良好な操作フィーリングを得ている。

YCC-Tはライダー操作と分離してメインスロットルバルブを制御できるため、始動時の空気量制御やアイドル時のエンジン回転速度制御(ISC)を、メインスロットルバルブで行っている。これにより、始動時の空気量制御のためのデバイスが削除され、スロットルボディ(図4)は従来モデルから1,100g軽量化された。

また、各種センサーの情報を元にアイドル開度をECUで制御することにより、温度などによるアイドル回転速度のばらつきを排除し、経年変化による調整も不要としている。

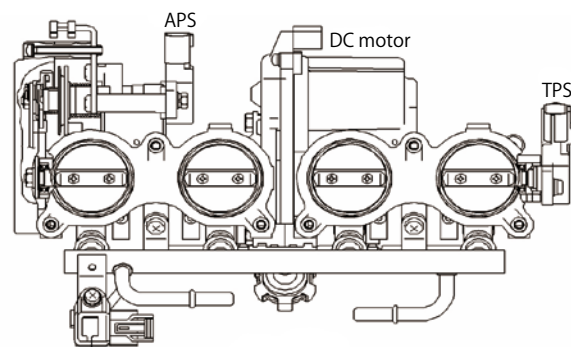


図4 スロットルボディ

4 システム構成と ECU

システムは、アクセル開度センサー(APS)、スロットル開度センサー(TPS)、DCモーターを搭載したスロットルボディと、各種センサーの情報を元にDCモーターを駆動制御するECUで構成される(図5)。

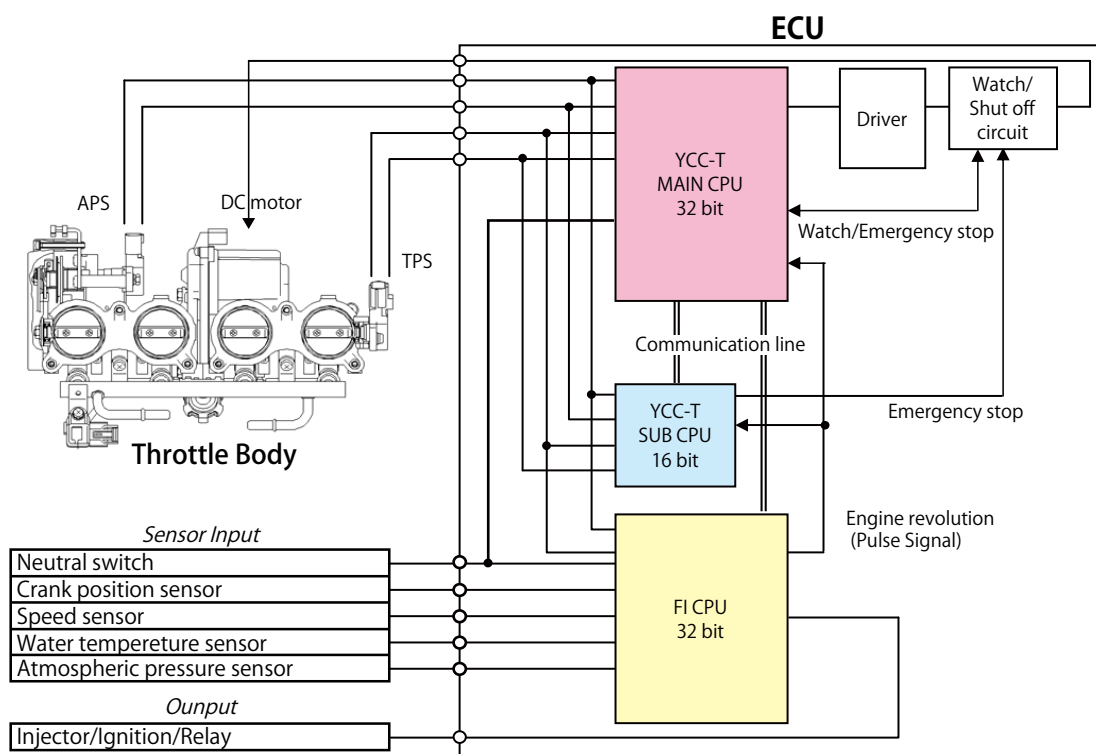


図5 システム図

二輪車は、車体の挙動や、エンジンレスポンス、ライダーの操作速度が四輪車と比べて非常に早く、スロットル制御には高速、かつ、繊細さが要求される。YCC-TのECU(図6)は、スロットルバルブ制御専用の32bit CPU(Central Processing Unit)を搭載し、ライダー操作の検出及び、スロットルバルブの位置を検出するAPS、TPSの信号処理は1ms毎(1秒間に1,000回)という高速で行っている。

スロットル制御システムには高い信頼性が求められるため、APS、TPSの主要センサーは2信号出力品を採用し、2つのセンサー信号を常に比較している。

また、スロットル制御を行うメインCPUの動作状況を監視するために、16bitのサブCPUを搭載し、メインCPUと一部同様な演算処理を実行することにより、メイン、サブ双方のCPUでお互いの演算結果を比較、監視している。このように、主要部分は全て二重系とすることにより、高い信頼性を確保している。

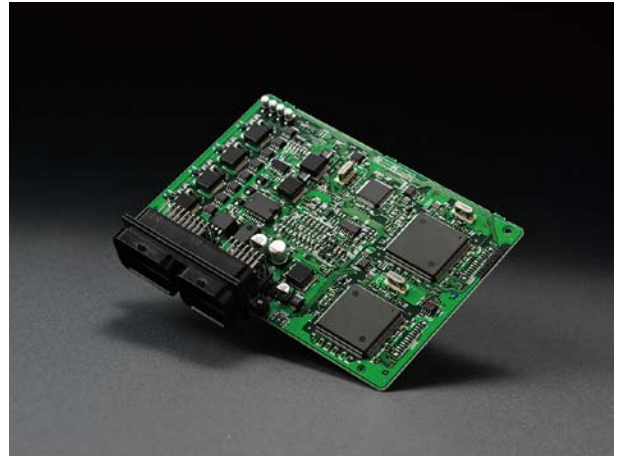


図6 ECU

5

おわりに

電子制御スロットルYCC-Tは、その優れた特徴より、今後さまざまな制御システムと連携し、より発展していくものと考えられる。今後の、よりマン・マシーン・コミュニケーションの優れた人機官能の創出に期待いただきたい。

最後に、今回の量産二輪車世界初の電子スロットルYCC-Tの開発にあたり、ご協力をいただいた関連各社の皆様に心より感謝いたします。

■著者



松田 岳志
Takeshi Matsuda

MC事業本部
技術統括部



奥村 英之 荒川 泰行

2 開発のねらい

2.1 船外機用シャフト

船外機において、原動機であるエンジンから推進器であるプロペラまでの動力伝達には、2本のシャフトを使用している(図1)。垂直に配置したエンジンのクランク・シャフト後端から下方向へ向かうドライブ・シャフト(図2)と、このシャフトとギアセットを介して直角に交わるプロペラ・シャフト(図3)である。いずれのシャフトも両端部にスプラインを有し、また、材質は耐食性と強度の要求を両立するため、ステンレス鋼と合金鋼を中間部で摩擦接合している。

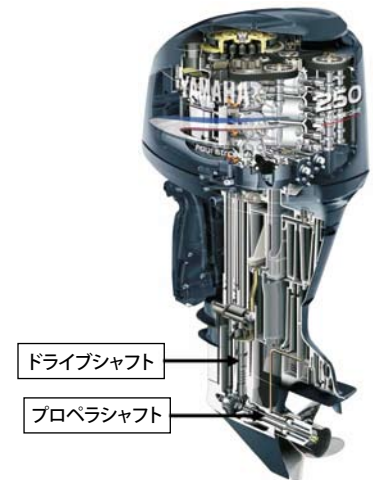


図1 船外機用シャフト

2.2 現状の製作工程

合金鋼部位のみ、一部のサイズの製品において、鍛造によるニア・ネットシェイプ化を図り、除去加工をできるだけ少なくしているが、その他の製品は丸棒から最終製品形状まで切り粉を発生させながら除去加工を行っている。

スプライン部においては、ネジ状刃具(ホブ)の回転による除去加工によって、大径寸法まで除去加工した素形材から歯形状を創成している(図4)。表1に代表的なスプラインのサイズと除去加工の正味時間を表す。



図2 ドライブ・シャフト

2.3 ねらい

究極のモノづくりの姿、素形材＝製品を最終目標として、スプライン塑性加工開発では、以下の3つをねらいとした。

- (1)高効率:現状と比較し圧倒的な短時間を達成する。目標は十分の一。
- (2)環境対応:有害物質を含まない加工油とする。
- (3)難塑性材対応:高硬度のステンレス鋼も製作可能とする。



図3 プロペラ・シャフト

表1 スプラインのサイズと除去加工時間

大径 (mm)	スプラインのサイズ			ホブ 加工 (秒)	材質
	歯数	モジュール	備考		
22	13	1.5875	ダイアメトラルピッチ	51	合金鋼
22	20	1.0000		85	ステンレス鋼
25	15	1.5875	ダイアメトラルピッチ	119	ステンレス鋼



図4 ホブ加工

3 FM フォーミング

今回のスプライン塑性加工法として、ドイツFELSS社の保有特許である「FMフォーミング」を採用した。従来の塑性加工は、型を素形材へ連続的に押し込んで所定の寸法、形状へ成形するため、非常に大きな送り力が必要で、型と素形材との焼付きが懸念される。また、型の寿命が短いという欠点があった。

このFMフォーミングは、ある周波数(材質や仕様などにより最適化調整)で型を前後に振動させながら、すなわち周波数変調(Frequency Modulated)運動させながら、素形材へ押し込んで成形する。このことにより、送り力は連続塑性加工と比較し約50%に半減、作動エネルギーを節約し、小さな装置で成形が可能になった。また、前後振動により加工油が常に後進時に成形点へ供給され、型と素形材との焼付きを防ぎ、小さな送り力は素形材の曲がりや変形なども防ぐことができる。

図5に代表的な連続塑性加工とFMフォーミングの送り力を示す。FMフォーミングは、はるかに小さな送り力であることが分かる。表2に代表的なスプラインのサイズとFMフォーミング、および除去加工の正味時間を示す。圧倒的な短時間(除去加工比十分の一以下)を達成していることが分かる。ホブによる除去加工と比較し、ピッチ誤差と歯形誤差は、JISの精度規格で1から3等級向上している。

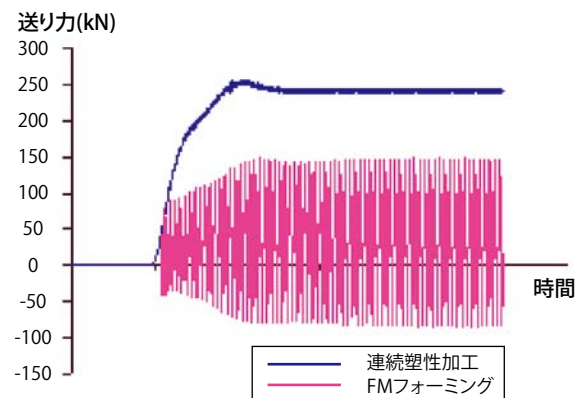


図5 連続塑性加工とFMフォーミングの送り力

表2 FMフォーミングと除去加工の時間

スプラインのサイズ				FMフォーミング加工 (秒)	ホブ加工 (秒)	材質
大径 (mm)	歯数	モジュール	備考			
22	13	1.5875	ダイアメトラルピッチ	3	51	合金鋼
22	20	1.0000		5	85	ステンレス鋼
25	15	1.5875	ダイアメトラルピッチ	10	119	ステンレス鋼

また、この成形方法では、素形材を強くクランプし、スプライン形状を反転写した型を素形材へ強く押し込んでスプラインを成形する。よって、スプラインの寸法、形状は型形状に左右される。型は、型ホルダーへ圧入した状態で保持するため、圧入状態で要求形状を満足する必要がある。通常、一度で良品が成形できる型を製作することは困難なため、要求寸法、形状を満足するまで何度か型を製作する場合が多く、時間やコストがかかる。また、型は超硬製で、一度製作したスプライン歯形は事実上変更できない。

これらの問題点改善のため、内部に金属バネ(薄鋼帯)を介したホルダーにテーパ状のスリーブで型を保持し、型の前後方向保持位置を0.5mm単位で調整可能とする構造を採用した(図6)。この構造により、製品のオーバーピン径を最大0.1mmの範囲で微調整可能としている。

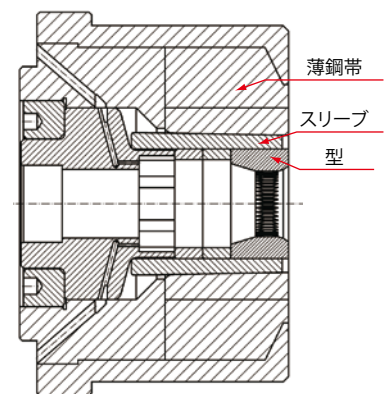


図6 型ホルダー

4 塩素フリー塑性加工油開発

従来の塑性加工油は、特にステンレスなどの難塑性材用途において、塩素系極圧剤を使用している。塩素系加工油は廃油として焼却する際、環境や人体に影響をおよぼすダイオキシンを発生する可能性があると言われており、取り扱いには注意が必要になる。

今回、FMフォーミングによるスプライン塑性加工の開発に合せ、塩素フリー塑性加工油を開発した。10種類の塑性加工油候補を、ドロービード試験、スパイクテスト、ボール通し試験法で数種に絞り込み、絞り込んだ塑性加工油でFMフォーミングを実施した。

押し力がFMフォーミング終了まで一定を保ち、かつ、最小の戻り力を示す塑性加工油を最終的に選定した(図7)。さらに、最終選定した塑性加工油を用い、ステンレス鋼のFMフォーミングを連続1,000本実施し、送り力、製品の精度や温度、塑性加工油温などの変化がないことを確認した。

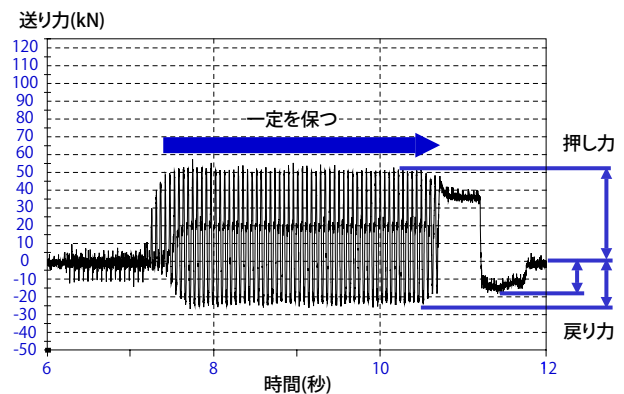


図7 最終選定した塑性加工油の例

5 合金鋼のスプラインFMフォーミング

低炭素合金鋼を冷間鍛造した後、除去加工を加え素形材としている。素形材の形状は、成形するスプラインの体積とFMフォーミングする部分の体積を等しくし、かつ、スプラインを最初に成形する部分を最大径として、そこから円錐状にFMフォーミングしない部分へつなげている。このFMフォーミングする範囲の形状において、ある一定率以上の屈曲点があると、FMフォーミング後、屈曲点近傍の歯稜部に小さなバリ残りが発生する。異なったスプライン仕様毎に素形材形状の最適化開発を行い、バリの発生を無くした。図8に代表的な素形材の断面形状を示す。型寿命は100,000本以上の製品製作が可能なることを予定している。

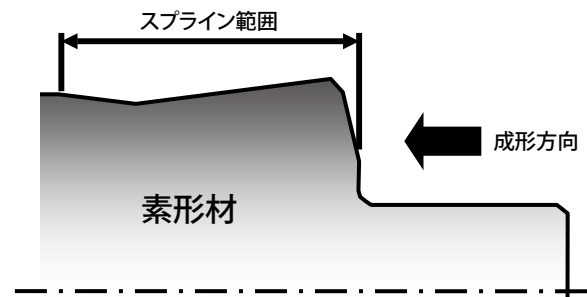


図8 素形材形状の断面

6 ステンレス鋼のスプラインFMフォーミング

析出硬化系ステンレス鋼を溶体化処理した後、除去加工を加え素形材としている。ロックウェル硬さがHRC35前後と硬く、このままではFMフォーミングによる量産は困難である。現在の化学成分の範囲内で合金元素を最適に調整し、必要とする強度特性を現在とほぼ同等に維持しながら、FMフォーミングによる量産が可能な材料を選定した。

しかしながら、合金鋼と比較し依然として硬さは硬く、型寿命の短命化が懸念される。今後、型ホルダー(図6)の全体剛性強化、塑性加工油の更なる最適化(戻り力の極小化)などの開発を進め、経済性を満たして量産を行う。

7

おわりに

開発、実用化したスプラインFMフォーミングのみでは、目的の一つである切り粉の全廃は未達成である。これは、スプラインFMフォーミング前のシャフト素形材を、精密鍛造やスエーピングなどの塑性加工にてネットシェイプ化することで実現できる。次の開発テーマとして引き続き取り組む。

合金鋼のスプラインFMフォーミングは2006年6月に量産を開始した。ステンレス鋼のスプラインFMフォーミングは2007年1月より量産を開始する予定である。

■参考文献

- 1) FELSS社特許「特許第3572544号」
- 2) FELSS社技術資料「Rotary Swaging Technology」

■著者



奥村 英之
Hideyuki Okumura
ヤマハマリン株式会社
生産技術部



荒川 泰行
Yasuyuki Arakawa
ヤマハマリン株式会社
生産技術部



筒内直噴S.I.エンジンにおける混合気形成とノッキングについての考察

Analysis of Fuel-Air Distribution on Combustion and Knocking in a D.I.S.I. Gasoline Engine

沖 秀樹 鈴木 裕一 黒澤 伸一

Abstract

The relation between in-cylinder mixture formation and combustion, i.e. knocking was investigated with firing tests using the single-cylinder engine, CFD (Computational Fluid Dynamics) calculations and LIF (laser-induced fluorescence) measurements for the various direct injection fuel spray patterns. These works revealed that even in the early injection to aim homogeneous mixture, there can be significant non-uniformity in the concentration of the fuel-air mixture in the combustion chamber around the ignition timing, and direct injection fuel spray pattern has strong influence for combustion and knocking.

要旨

燃焼室内の混合気分布と燃焼、ノッキングの関係について、筒内直噴インジェクターの噴射方向を変更した場合の単気筒エンジンテスト、LIF(laser-induced fluorescence:レーザー誘起蛍光法)計測、CFD(Computational Fluid Dynamics:計算流体力学)計算を実施した。その結果、比較的均一な混合気分布を得られると考えられる吸気行程噴射の場合であっても、点火タイミング付近の燃焼室内混合気濃度には不均一性が残っており、筒内直噴インジェクターの噴射方向が燃焼、ノッキングに強い影響を及ぼすことが分かった。

1

はじめに

筒内直噴ガソリンS.I.(Spark Ignition:火花点火)エンジンは、日本での本格的な市場投入が始まっており、最近ではヨーロッパでも市場占有率を増やしている。直噴エンジン技術には筒内の混合気分布を操作可能であるという特徴があり、これはエンジン効率の向上、CO₂排出の削減に重要な役割を果たしている。

筒内直噴ガソリンS.I.エンジンの燃焼コンセプトは成層希薄燃焼領域を主眼にしたものが種々提案されている^{1~5)}。一方で、筒内に直接噴射された燃料の気化潜熱により吸入空気、あるいは燃焼室の壁温を冷却してノッキングの発生を抑制することで、圧縮比を向上させる効果をねらった考え方もある。しかし厳密には筒内直噴の混合気形成過程は非常に複雑で、吸気行程噴射であっても真に均一な混合気を得ることは困難であり、それゆえに混合気分布がノッキングの発生に影響するものと予想される^{6~7)}。本稿では、この点について実機試験を実施したうえで、噴霧、燃焼、ノッキングのCFD計算を行い、詳細分析を実施した。

2 単気筒エンジンでの混合気分布変更試験

2.1 単気筒エンジン仕様と実験条件

単気筒エンジンのシリンダーセンター断面形状を図1に、エンジン仕様を表1に示す。単気筒エンジンの燃焼室形状は4弁の典型的なペントルーフ形状で、点火プラグは燃焼室の中央に、直噴インジェクターは吸気ポート下に配置した。供試したインジェクターは70度のコーン角を持つスワール噴霧タイプで、噴射方向はインジェクター中心軸に対してオフセットなしの仕様と、10度オフセットした仕様を用いた。噴射方向は図2に示すUpward、No-offset、Downwardの3仕様である。

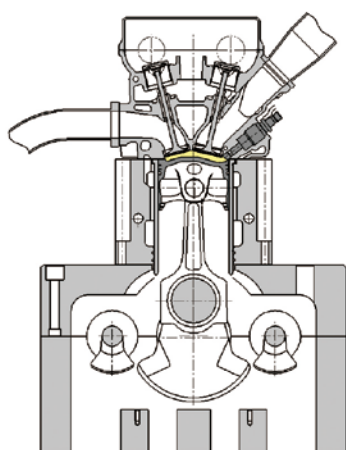


図1 単気筒エンジン断面図

表1 単気筒エンジン仕様

ボア×ストローク	86mm × 86mm
排気量	500cc
圧縮比	14.5
直噴インジェクター位置	シリンダーヘッド 吸気ポート下
燃料圧力	10MPa
動弁系	DOHC 4valve

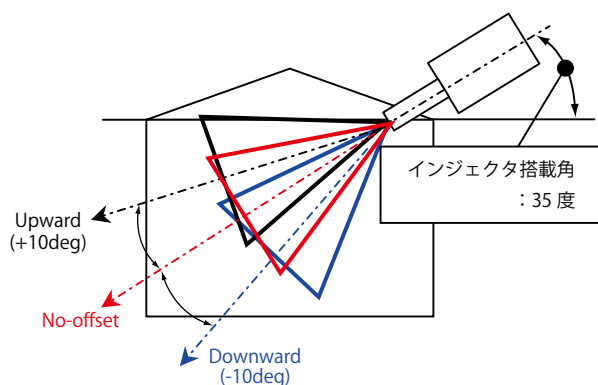


図2 直噴インジェクター噴霧噴射方向

2.2 ノッキング強度計測手法

ノッキング強度計測手法を図3に示す。燃焼圧センサーからの信号にバンドパスフィルター(4kHz～9kHz)を通した波形の片振幅の250サイクル平均値をノッキング強度とした。

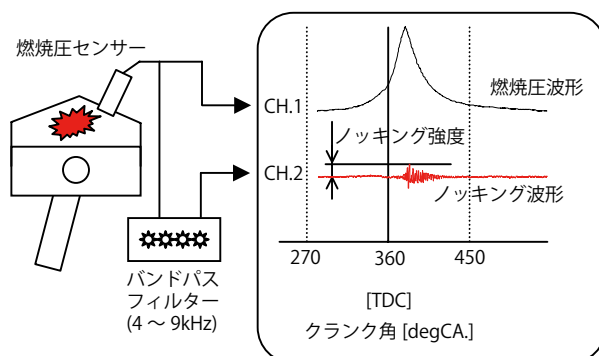


図3 ノッキング強度計測手法

2.3 実験結果

ノッキング強度と噴霧パターンとの関係を調査するために、エンジン回転数2,400rpmの全負荷試験を実施した。図4に実験結果を示す。噴射方向を変えることで点火時期に対するトルクカーブ、ノッキング強度に違いがみられた。Downwardの仕様では、No-offset、Upwardの仕様と比較してMBT (Minimum Advance for Best Torque)を得るための要求点火時期はより進角側に移行し、ノック限界以下の状態でより進角側での運転が可能であった。

MBTにおけるトルクと燃焼期間の比較結果を図5に示す。Downwardの仕様は0-10%、10-90%燃焼期間ともに他の2仕様より長く、トルクは低い。これは、噴射角度を変えることで得られた異なる混合気分布が、全開性能と燃焼速度に異なる結果をもたらしたことを意味する。

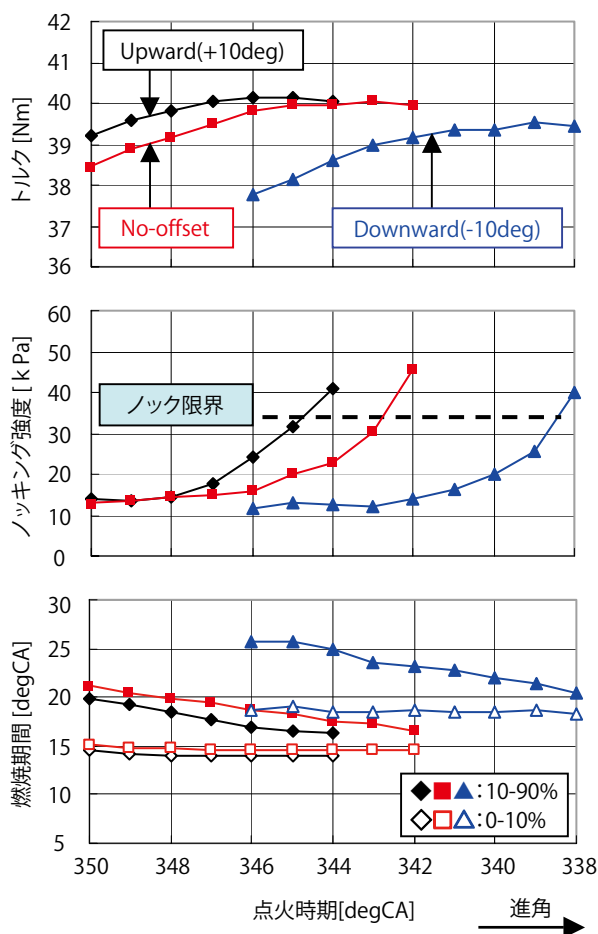


図4 噴射方向を変更した際の点火時期とトルク・ノッキング強度・燃焼期間の関係

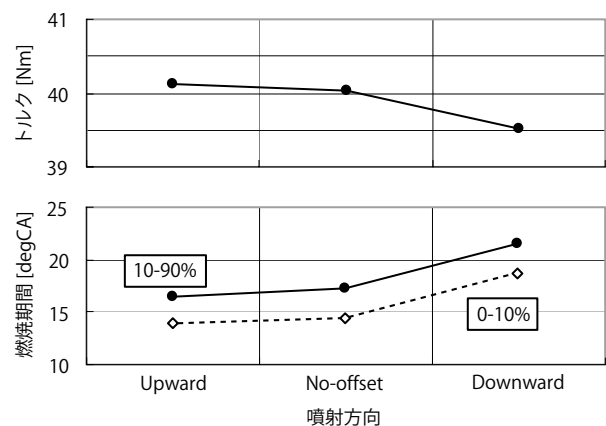


図5 直射方向とトルク、燃焼期間の比較

3

ガラスシリンダーエンジンを用いた筒内の混合気観察

3.1 観察方法

筒内の混合気配置は、LIF法^{8~10)}によって、単気筒のガラスシリンダーエンジン(DOHC 4valve)で観察した。試験状況を図6に、試験条件を表2に示す。光源には0.4-0.8mm厚の308nmエキシマーレーザーを、燃料には蛍光トレーサーとして10%のアセトン混合したイソオクタンを用いた。観察用CCD

(Charge Coupled Device)カメラは浜松ホトニクス製C5987を使用し、328nm-472nmのバンドパスフィルターを通してボアセンター断面における筒内のLIFイメージ画像を記録した。ピストントップランドには、TDC (Top Dead Center: 上死点)で燃焼室端までレーザーシート光をあてるために、幅1mm以下の切れ込みを追加している。各試験において燃料噴射量は95.3mg/sec一定で、運転時のA/F(空燃費)は12.5とした。画像撮影は、吸気行程の燃料噴射時期から圧縮終わりまで実施した。

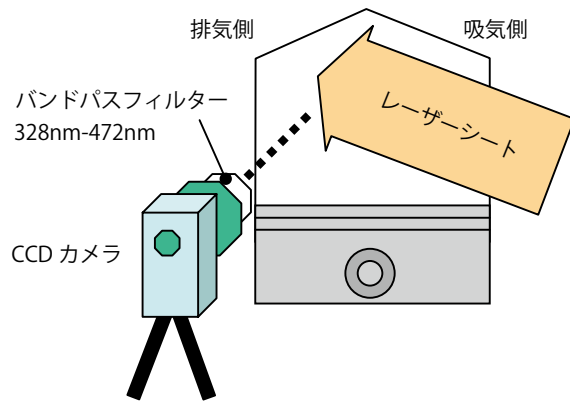


図6 LIF試験状況

表2 LIF試験条件

燃料	Iso-octane 90%
	Acetone tracer 10%
噴射量	95.3mg/sec
空燃比	12.5
レーザー	XeCl 308nm
CCD カメラ	Hamamatsu Photonics C5987
エンジン回転	2000rpm

3.2 混合気分布

図7にNo-offsetとDownwardの2仕様におけるLIF画像を示す。285degCA、315degCAを見ると、Downwardの仕様ではNo-offsetの仕様と比較して混合気は吸気側とピストン頂面に偏在している。これは燃焼開始のタイミングでよりリッチな混合気が吸気側とピストン頂面に残っていることを示している。

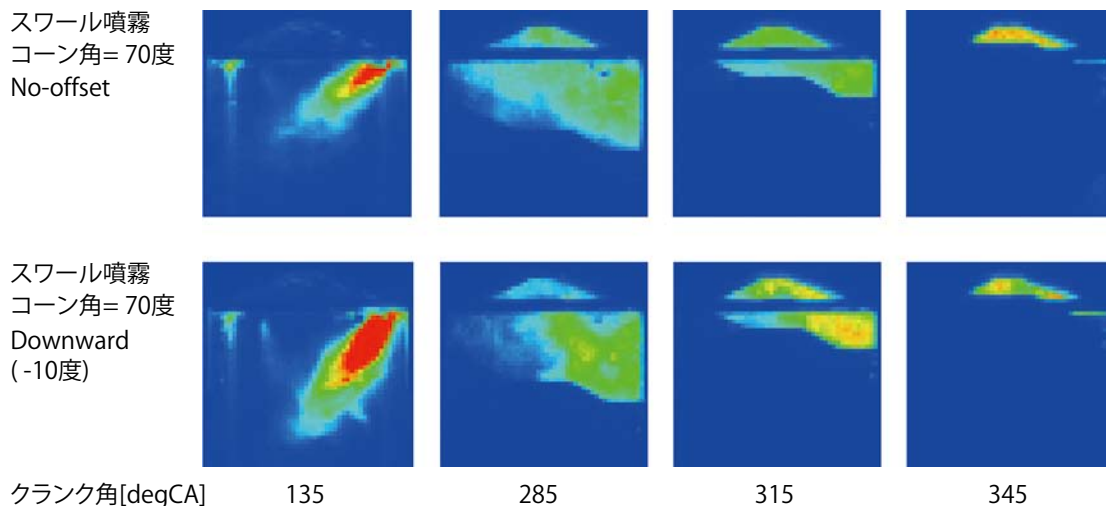


図7 噴射角度と混合気配置の関係

4

CFD 計算の基礎検証

筒内現象のCFD解析では、ガス流動、燃料噴射と混合気形成、燃焼、ノッキングなどの複雑な過程の計算が行われる。したがって、筒内現象のCFD解析の前に、各過程の基本的な計算精度の検証を実施した。ソフトウェアにはリカルド社のVECTIS(V3.9)を使用した。

4.1 噴霧計算

(1) 自由噴霧

単気筒エンジン試験に供試するインジェクターの初期噴射速度、実際のコーン角、噴霧の広がりを知るために高速度カメラによる撮影を実施した。噴霧の液滴径分布は位相ドップラー式レーザー粒子分析計(PDPA)により計測した。これらの計測結果は噴霧計算の入力条件として使用した。計算条件を表3に示す。液滴の抗力モデルには森吉らのモデルを使用した¹¹⁾。No-offsetインジェクターと10deg offsetインジェクターの噴霧形状を比較した結果を図8に示す。0.2msecの画像から10deg offsetインジェクターは若干プリジェットが長い様子が観察される。これ以外の計算パラメーターは両者で同じ値を使用した。図9に示すように計算結果の噴霧ペネトレーションと広がり、計測結果に近い値となっている。図10に噴孔から40mm下流における液滴径分布を示す。計算結果と実験結果は、よく似た分布を示している。

表3 噴霧計算条件

インジェクタータイプ	スワール
コーン角	70度
噴射期間	2msec
噴霧空間圧力	100kPa
噴霧空間温度	300K
分裂モデル	Reitz-Diwakar model
抗力モデル	Takagi.M, Moriyoshi.Y model

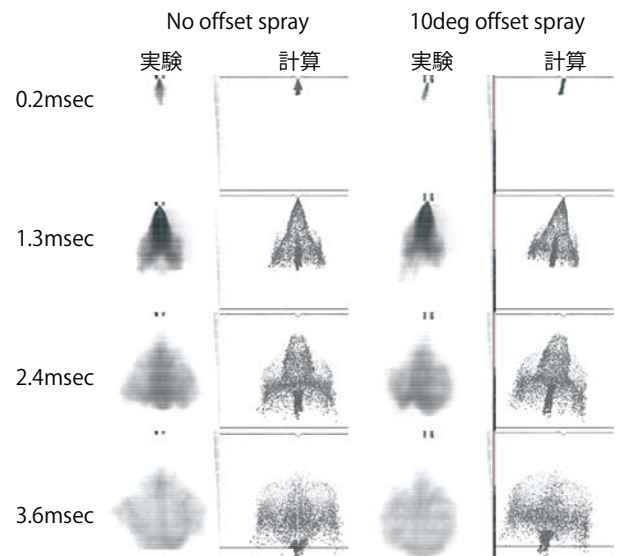


図8 噴霧形状の実験と計算の比較

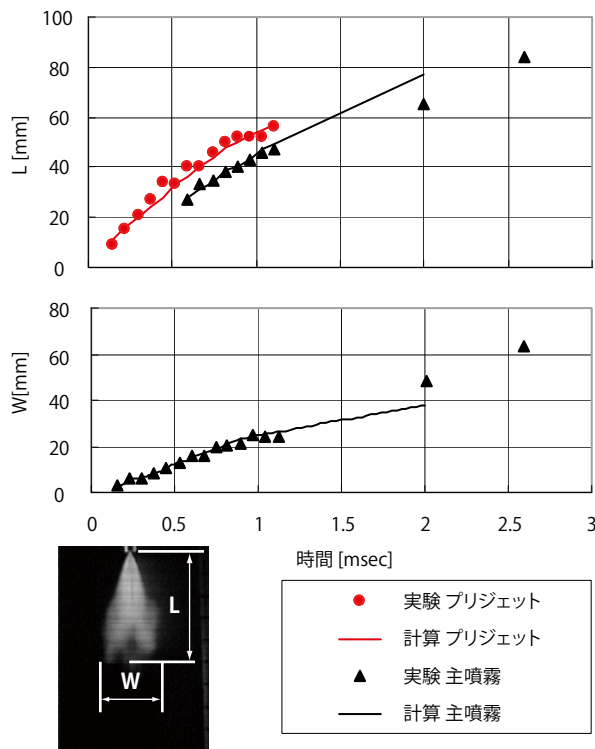


図9 噴霧形状比較

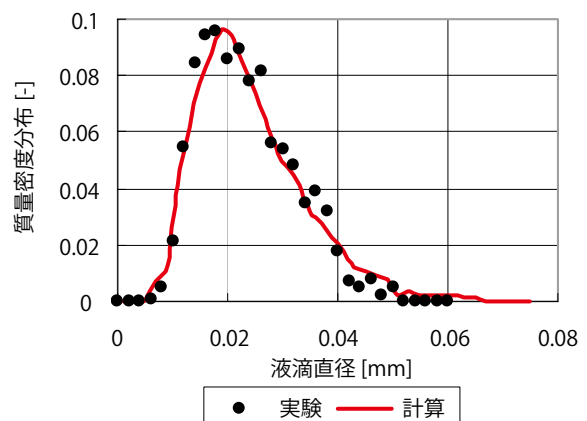


図10 粒径分布比較

(2) 横風を受ける状況下での噴霧

筒内ではタンブル、スワールに代表される非常に強いガス流動があり、噴射された燃料液滴はこの流動の影響を受ける。この現象を、風洞内への噴霧観察で調査した。燃料を横風状態($V_{\text{mean}} = 32\text{m/s}$)の風洞内に噴射し、液滴の挙動を高速カメラで撮影した。また、同じ条件で噴霧計算を実施し、両者を比較した。比較結果を図11に示す。計算結果はかなり良いレベルで実験結果の横風の影響を表すことができています。

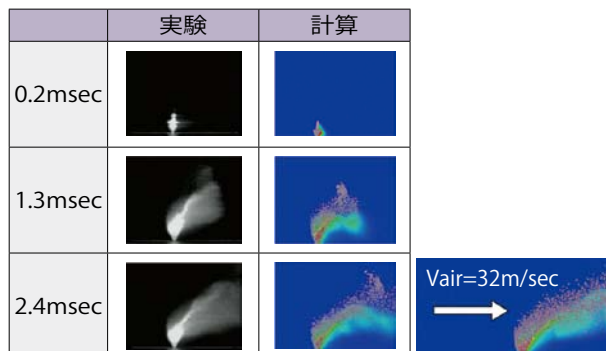


図11 横風空間での噴霧挙動比較

4.2 燃焼計算

燃焼モデルはVECTISのTwo zone flamelet modelを使用し、定容容器内での均一、層状燃焼計算を実施し、燃焼モデルの不均一場への適用性を検証した¹²⁾。検証結果を図12、13に示す。適当な燃焼モデル定数を設定すれば、燃焼圧力カーブ、火炎伝播ともに実験結果をよく再現できることが分かる。なお実エンジンモデルの計算時には、実試験の燃焼解析結果を用いて、燃焼モデル定数の合せ込みを再度実施した。

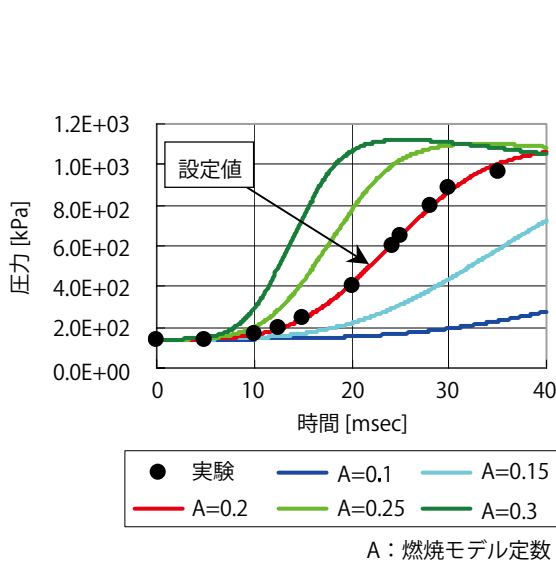


図12 燃焼モデルの定数選定

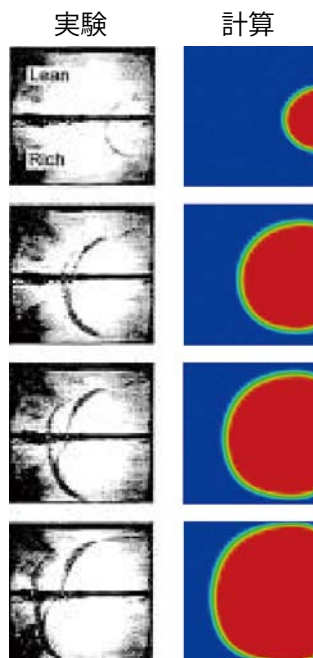


図13 火炎伝播の比較

4.3 自着火計算

SHELL modelによる着火遅れ時間の計算結果をHalsteadらによる急速圧縮装置を用いた着火遅れの実験結果¹³⁾と比較検証した。オクタン価100での検証結果を図14に示す。1.4～1.5[1000/K]に現れる着火遅れの負の温度領域も表現されており、今回の計算に使用可能と判断した。

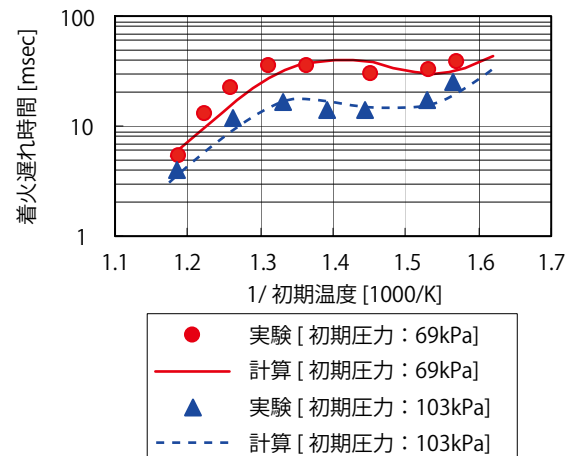


図14 着火遅れ時間の比較

5 実機モデルによるCFD解析

本解析の目的は、直噴エンジンの筒内混合気分布とノッキングの関係を分析することであり、計算は完全に均一な混合気から非均一な混合気分布へと段階的に実施した。

5.1 計算モデル

計算モデルは、実験に用いられた単気筒エンジンの3Dデータを用いて作成し、吸気および排気バルブタイミングとリフトカーブは、実試験と同じとした。モデル形状を図15に示す。モデル規模は吸気排気ポートを含み、要素数は最大で約490,000である。計算モデルのメッシュサイズとメッシュ切り替えのタイミングを表4に示す。計算精度向上のため、燃焼室内、吸排バルブ近傍、壁近傍はメッシュを細分化した。メッシュ切り替えのタイミングは、メッシュ歪が大きくなりやすいオーバーラップ区間は5degCA毎とし、それ以外は10degCA毎とした。

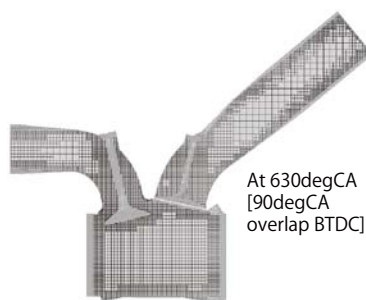


図15 計算メッシュ

表4 計算メッシュサイズとメッシュ切り替えタイミング

メッシュサイズ	
基本メッシュ	4mm
燃焼室	2mm
壁近傍、吸排バルブ近傍	1mm
メッシュ切り替えタイミング	
オーバーラップ区間以外	10degCA
オーバーラップ区間	5degCA

5.2 計算条件と計算仕様

計算は実試験と同じ2,400rpm全負荷で実施した。その際の境界条件等は表5に示す通りで、吸気圧、排気圧は計測の平均値を与え、点火タイミングを実試験と同様に変更して計算した。

計算仕様は以下の5仕様(①～③-3)の混合気分布状態とした。初めに下記①②に示す均一混合気仕様の計算を行い、混合気分布が均一な場合の火炎伝播とノッキングの状態について考察した。次に実試験と同じ直噴3仕様(③-1～3)の計算を行い、均一2仕様との比較から混合気分布が火炎伝播、ノッキングに及ぼす影響について考察した。

- ①完全均一混合気(Ideal homogeneous mixture)
- ②吸気ポート均一混合気(Port homogeneous mixture)
- ③コーン角70度のスワールインジェクターによる3仕様の直噴混合気

③-1 No offset spray

③-2 +10 deg offset spray, upward injection

③-3 -10 deg offset spray, downward injection

③-1～3の直噴混合気計算では噴射タイミングを実試験と同じにした。表6に各仕様の噴射タイミングを示す。

表5 計算条件

ボア×ストローク	86mm × 86mm
圧縮比	14.5
バルブタイミング	
吸気 [開 / 閉]	682degCA/254degCA
排気 [開 / 閉]	477degCA/33degCA
バルブリフト [吸 / 排]	10.4mm/9.3mm
エンジン回転数	2400rpm
計算クランク角 [開始 / 終了]	630degCA/410degCA
吸気境界条件 [温度 / 圧力]	298K/101kPa
排気境界条件 [温度 / 圧力]	853K/106kPa
壁温	
吸気ポート	363K
排気ポート	423K
燃焼室	423K
シリンダー	388K
ピストン	461K
燃料	Iso-octane[RON100]
空燃比	12.5
燃焼モデル	RICARDO Two zone flamelet model
自着火モデル	Shell model

表6 直噴混合気仕様の噴射タイミング

	噴射開始	噴射終了
No offset spray	100	151.3
Upward spray	100	161.3
Downward spray	128	189.2

[degCA overlap TDC at 0degCA]

5.3 エンジンモデルの筒内流動状態

エンジンモデルの筒内流動の様子を図16に示す。筒内流動には強いタンブル成分は発生していない。これは混合気分布とノッキングの関係を調べるという目的のために、あえて筒内流動よりも噴霧パターンの影響が支配的となるポートを選定したためである。

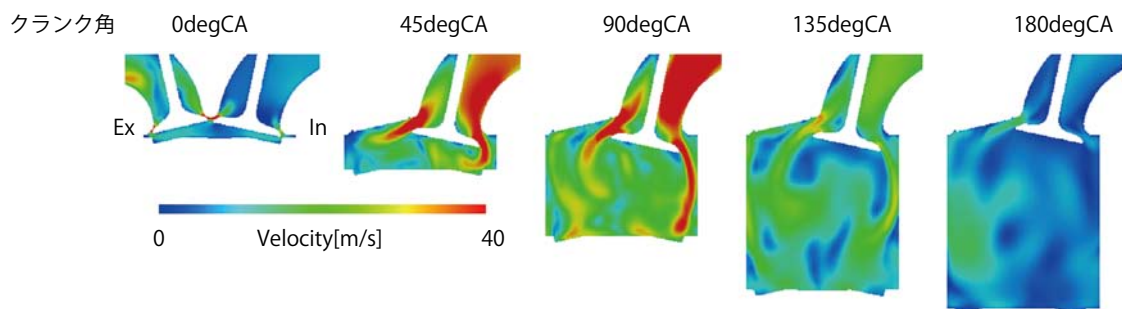


図16 筒内の流速分布

5.4 計算結果の妥当性

点火時期とノッキング強度について計算が正しく表現できているか上記の直噴噴霧3仕様についてチェックした。計算のノッキング強度は、実機圧力センサーと同じ位置の局所的な圧力から4kHz～9kHzの周波数帯を抽出し、その波形から求めた。図17に、その結果を示す。計算結果は実験結果で得られた「ノッキング強度は点火進角するにつれて、また噴射方向ではDownward、No-offset、Upwardの順で大きくなる」ことを同様に示している。よって、混合気分布とノッキングについて分析するに値するものと判断した。

しかしながら、点火時期が進んだ場合のノッキング強度の変化に着目すると、計算と実験の差が大きくなっている。これは実際のエンジンではノッキングの増加に起因する壁面の熱伝達促進と、それにともなう壁温の上昇が起こっていると推測されるが、解析は1サイクルだけの計算であるため燃焼室壁の温度上昇は考慮されない。これが計算と実験の乖離原因の一つと考えている。以下の検討では、あまり乖離が大きくない点火時期346degCAにおけるCFD結果を使用することにした。

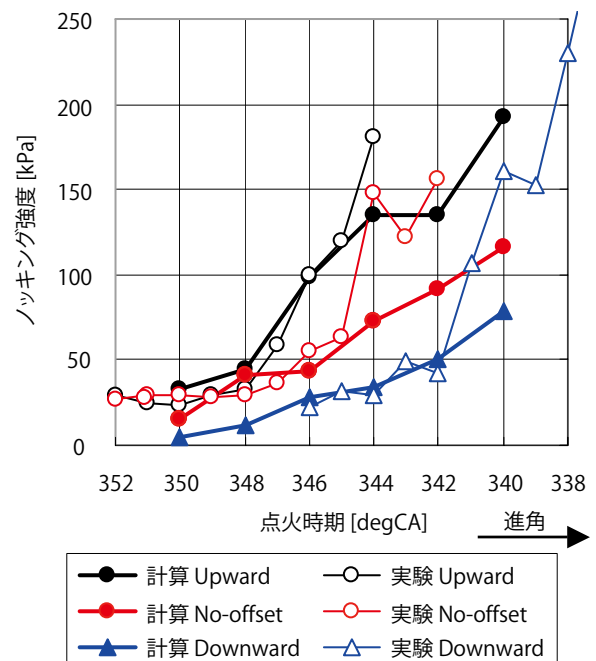


図17 実験と計算のノッキング強度比較

5.5 CFD結果による考察

混合気分布とノッキングの関係を考察するにあたり、計算した5仕様各々に対して筒内の状態を以下のように表現した。混合気分布については、ノッキングに影響すると考えられる点火直前の燃料分布を示す。ノッキング発生時の筒内状態については、Shell modelでノッキング発生の兆候として計算される仮想中間生成物[Q値]の分布を示し、加えて筒内ガス温度分布と燃焼反応率分布を示すことにした¹⁴⁾。表現するタイミングはQ値の局所濃度が増加し始めるクランク角度とノッキング強度が増加し始めるクランク角度の2タイミングを選んだ。ここでは筒内状態を図18に示すA-A断面で表現することにした。

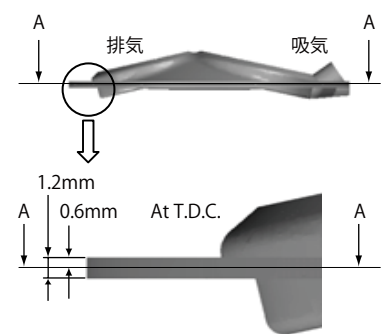


図18 断面位置

(1) 完全均一混合気 (Ideal homogeneous mixture)

初期条件として計算モデル全体を $A/F=12.5$ に設定することで、混合気分布が完全に均一な状態の計算を行った。計算結果を図19に示す。ノッキング発生兆候を示す Q 値は燃焼室の4隅(図中A、B)で増加しているが、ここは燃焼反応率で表現される火炎面の進行が遅い領域と一致する。特に吸気側の隅(A)で火炎面の進行が遅く、燃焼反応率が急増しノッキングの起点となっている。ガス温度に関しては、吸気側(A)と排気側(B)では、ほぼ同じである。一般のペントルーフ形状燃焼室では、点火プラグが燃焼室の排気寄りに位置し、点火プラグからの距離は排気側より吸気側の方が長くなる。そのため火炎の壁面への到達が吸気側で遅くなる¹⁵⁾。今回の結果は上記の一般的な知見と同一のものである。

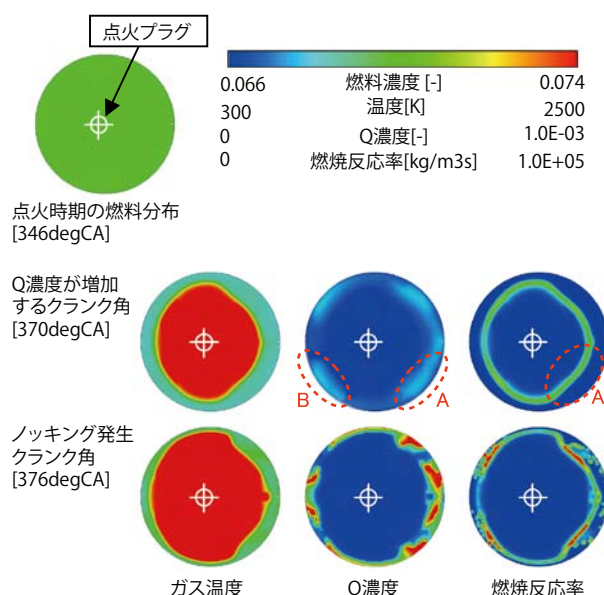


図19 完全均一混合気の計算結果

(2) 吸気ポート均一混合気 (Port homogeneous mixture)

初期条件として吸気ポート内のみを $A/F=12.5$ の均一混合気に設定することで、理想的なポート噴射エンジンを簡易的に模擬した。計算結果を図20に示す。点火時期における燃料分布は排気側にリッチな領域が見られるが、燃料の非均一は A/F 換算で±0.3程度と小さい。 Q 値と燃焼反応率の分布は完全均一混合気の仕様の場合とほぼ同じであり、ノッキング発生に優位な差はないことが分かる。

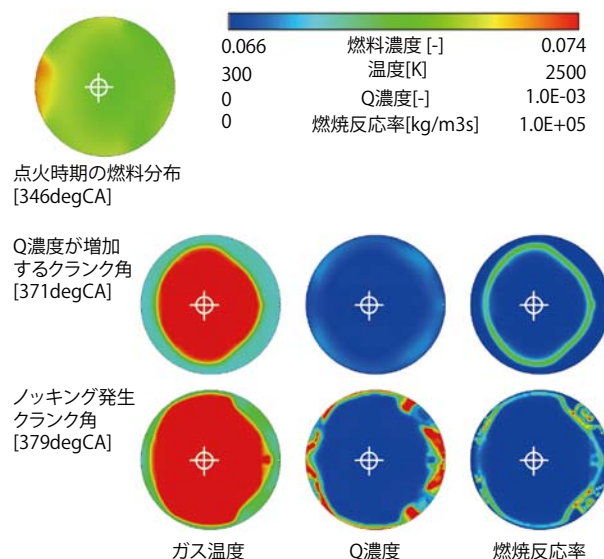


図20 吸気ポート均一混合気の計算結果

(3) 直噴/+10deg upward spray

+10deg upward spray仕様の計算結果を図21に示す。点火時期の燃料分布は吸気側に2箇所と排気側に1箇所のリッチ領域がある。Q値と燃焼反応率に着目すると、排気側の隅(図中C)で増加していることから、ここがノッキングの起点となっていることが分かる。火炎形状は上記2仕様の均一混合気と同様に吸気側(図中D)がくぼんでいるが、ここがノッキングの起点となっていない。これは完全均一な仕様では、前述したように、吸気側と排気側のガス温度はほぼ同じであるが、この場合は、吸気側(図中D)のガス温度が排気側(図中C)より約120℃低く、このことが、Q値の増加を妨げているからである。ガス温度が上昇しなかった理由は、直噴インジェクターの噴霧パターンが吸気側に局所的なリッチ混合気領域を形成し、リッチ混合気の燃料蒸発潜熱がエンドガス部の温度低下をもたらしたためであり、これが自着火を抑制したと考える。

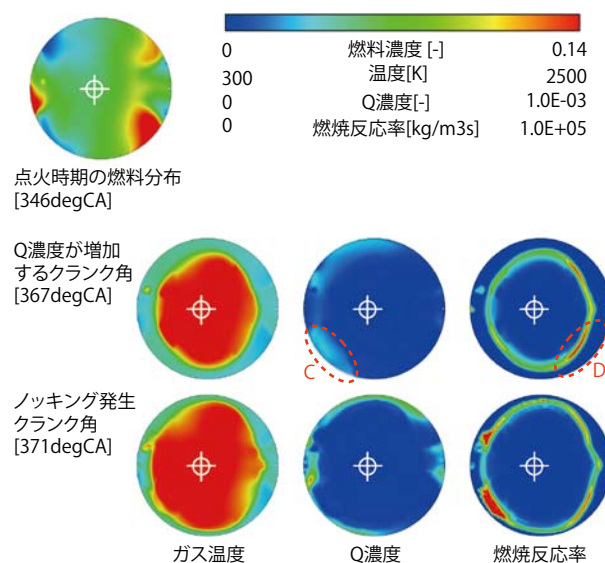


図21 +10deg upward spray の計算結果

(4) 直噴/No-offset spray

No-offset spray仕様の計算結果を図22に示す。点火時期の燃料分布を見ると、吸気側のリッチ領域はUpward仕様よりさらに吸気側へ偏っている。このためQ値は排気側で増加し始め、燃焼反応率に示されているように、排気側(図中E)でノッキングの発生に至る。しかし、火炎形状はUpward仕様と比較して、より真円に近い形状で壁近傍まで到達しており、ノッキングによる燃焼反応率の増加は小さい。

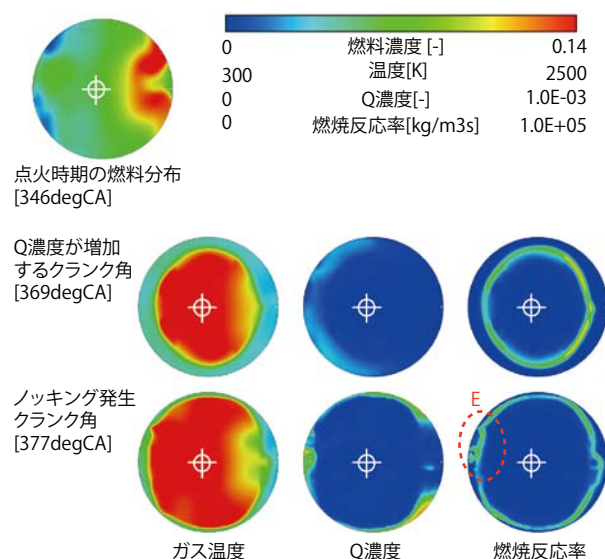


図22 No-offset spray の計算結果

(5) 直噴/-10deg downward spray

-10deg downward spray仕様の計算結果を図23に示す。点火時期の燃料分布は、シリンダー外周全体にリッチ層があり、吸気側の2隅にリッチ領域が広がっている。シリンダーセンター付近は、むしろややリーンになっている。Q値は排気側で増加し始めるが、非常に狭い領域であり、吸気側では、前述したようにリッチ混合気によってガス温度が低くコントロールされているため、ほとんど増加しない。火炎形状は吸気側では扁平であるが、それ以外はより真円に近く、シリンダー壁近傍に到達するまで燃焼反応率の急増は見られない。これは実験結果によるノッキングレベルが低いという事実と合致する。

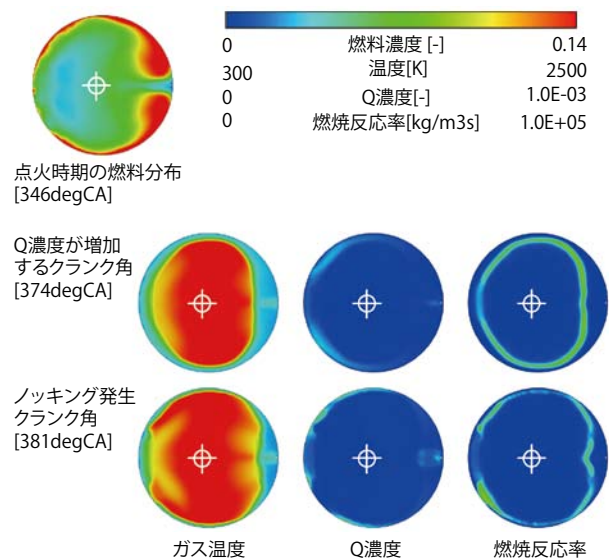


図23 -10deg downward sprayの計算結果

6 おわりに

ペントルーフ形状燃焼室を持つ4バルブエンジンにおいて、混合気分布とノッキングの関係に着目して解析を行った結果、以下の知見を得た。

- ① 理想的に均一な混合気が得られた場合では、火炎面の進行は吸気側と排気側の4隅で遅くなり、吸気側がノッキングの起点となる可能性が高く、均一な混合気がノッキングをコントロールする上で必ずしも最善ではない。
- ② 一般のペントルーフ形状燃焼室で点火プラグが排気側にオフセットした位置にあっても、最終的に火炎面が壁近傍に到達する時点で真円に近い形状であることがノッキングを抑制する上で有利である。
- ③ ②のような状態が実現できない場合、火炎面の進行が遅い領域については、局所的にリッチ混合気領域を形成することで、ノッキングコントロール性能を向上させる可能性がある。

注) 本論文の図表の一部は、SAE International からの許可を得て、SAE Paper 2006-01-0230から流用させて頂いています。

参考文献

- 1) Makoto koike and Akinori Saito, Terutoshi Tomoda and Yasuhiro Yamamoto, "Research and development of a New Direct Injection Gasoline Engine", SAE 2000-01-0530
- 2) Mutumi Kanda, Toyokazu Baika, Senji Kato and Minoru Iwamuro, Makoto Koike and Akinori Saito, "Application of a New Combustion Concept to Direct Injection Gasoline Engine", SAE 2000-01-0531
- 3) Shizuo Abe, Masanori Sugiyama, Hiroyuki Kishi, Jun Harada, "Development of a new V-6 High Performance Stoichiometric Gasoline Direct Injection Engine", 25 Internationales Wiener Motorensymposium 2004

- 4) A.Eiser, Th.Heiduk, M.Fitzen, J.Gessler, W.Hatz, "The new V-6 FSI-engine from AUDI", 25 Internationales Wiener Motorensymposium 2004
- 5) Rainer Ortmann, Stefan Arndtm, Juergen Raimann, Romann Greszik and Gernot Wuerfel, "Methods and Analysis of Fuel Injection, Mixture Preparation and Charge Stratification in Different Direct Injected SI Engines", SAE 2001-01-0970
- 6) Yoshihiro Nomura, Hiroshi Miyagawa and Taketoshi Fujikawa, Terutoshi Tomoda, Masato Kubota and Shizuo Abe, "Numerical Study of Mixture Formation and Combustion Processes in a Direct injection Gasoline Engine with Fan-Shaped Spray", SAE 2001-01-0738
- 7) Edward S. Suh and Christopher J. Rutland, "Numerical Study of Fuel/Air Mixture Preparation in a GDI Engine", SAE 1999-01-3657
- 8) M.E.A. Bardsley, P.G.Felton and F.V.Bracco "2-D Visualization of Liquid and Vapor Fuel in an I.C. Engine" SAE 880521
- 9) W.Lawrenz, J.Koehler, F.Meier, W.Stolz, R.Worth and W.H.Bloss, R.R.maly, E.Wagner and M.Zahn, "Quantitative 2D LIF Measurements of Air/Fuel Ratios During the Intake Stroke in a Transparent SI Engine", SAE 922320
- 10) Rio Shimizu, Seiichi Matumoto, and Shigeo Furuno, Motohide Murayama and Shiniji Kojima, "Measurement of Air-Fuel Mixture Distribution in a Gasoline Engine Using LIEF Technique", SAE 922356
- 11) Masahide Takagi, Yasuo Miriyoshi, "Modeling of a hollow-cone spray at different ambient pressures", The International Journal of Engine Research. Dec. 2003
- 12) Yasuo Moriyoshi, Hideaki Morikawa, Takeyuki kamimoto, "Analysis of Flame Propagation Phenomenon in Simplified stratified Charge Conditions", JSAE 9740343
- 13) M.P.halstead, L.J.Kirsch and C.P.Quinn, "The Autoignition of Hydrocarbon Fuels at High Temperatures and Pressures- Fitting of a Mathematical Model", Combustion and Flame 30,45-60 (1977)
- 14) H.Schepertoens and W.Lee, "Multidimensional Modeling of Knocking Combustion in SI Engines", SAE850502
- 15) Atsushi Teraji, Tsuyoshi Tsuda, Toru noda, Masaaki Kubo, Teruyuki Itoh, "Development of a Three Dimensional Knocking Simulation for a Spark Ignition Engines", JSAE 20035629

■ 著者

沖 秀樹 Hideki Oki

AM事業部AM第1技術部

鈴木 裕一 Yuichi Suzuki

AM事業部AM第3技術部

黒澤 伸一 Shinichi Kurosawa

AM事業部AM第1技術部

●編集後記

編集後記の執筆を依頼されて文章を書くことになりましたが、文章を書くなんて何年振りでしょうか。日も短くなり、考える夜の時間はたっぷりありますが、さび付いた頭はなかなか回転してくれません。「ヒト、この不思議な生き物はどこから来たのか」長谷川眞理子 編著によりますと、ヒトが考えをめぐらせることができた背景に焚き火があったそうです。焚き火が、捕食者である猛獣を遠ざけたことにより、安心してひとつの事柄について長時間考えることができたとあります。日中の狩から帰った男が、夜、ほっとして焚き火を見つめながら思いをめぐらせる。こんな風景が目につかびます。だから、男は焚き火が好きなのでしょうか。私も、焚き火をみながら酒をちびりちびり・・・が好きです。単なる酒好きという声が聞こえてきますが、焚き火のできる暖炉でもあれば名文が浮かぶかもしれません。そんな財力はありませんので、せめて酒でも飲んで考えましょう。まずは、酒を準備・・・さて書き始めますか・・・名文を書く前にすでに字数オーバーのようです。では、このへんで・・・

(金子 和佳)

ヤマハ発動機
技報 第42号

印 刷
発 行
発 行 所
発 行 人
編集委員長
編集委員

デザイン
事務局

印刷所
お問い合わせ
ホームページ

2006年11月30日

2006年12月1日

ヤマハ発動機株式会社 〒438-8501 静岡県磐田市新貝 2500

宮尾 博保

平野 雅久 コーポレートR&D 統括部 企画部

村松 康幸 コーポレートR&D 統括部 777環境事業推進部 高山 晃 (株)ワイ・イー・シー MC開発センター

仲井 政雄 RVカパニー パワープロダクツ事業推進部 松下 行男 ヤマハマリン(株)第15 技術部

本山 雄 コーポレートR&D 統括部 コア技術研究部 佐藤 彰 スカイ事業部 開発グループ

鈴木 晴久 MC事業本部 SyS統括部 生産管理部 西垣 昌登 AM事業部 AM第1技術部

近藤 精司 MC事業本部 SyS統括部 生産管理部 小野 惣一 創輝H・S(株) 技術開発部

小柳 智義 海外市場開拓事業部 サービスグループ 吉本 幸広 IMカンパニー 技術部

宮崎 光男 MC事業本部 技術統括部 技術管理部 榎吉 政彦 (株)モリック 技術部

武智 裕章 MC事業本部 MC事業部 EV 開発部

伴野 さゆり (株)スタジオコバ

小栗 真 法務・知財部 知財戦略グループ

三宅 英典 広報部 宣伝・CRM グループ

三浦 正明 コーポレートR&D 統括部 企画部

(株)スタジオコバ 〒437-1196 静岡県袋井市松原 2455-2

コーポレートR&D 統括部 企画部(技報編集事務局) TEL 0538-32-1171

<http://www.yamaha-motor.co.jp/profile/craftsmanship/technical/>

今井 哲夫 法務・知財部 PL訴訟グループ

金子 和佳 コーポレートR&D 統括部 企画部

荒川 裕子 コーポレートR&D 統括部 企画部

※無断転載を禁じます。
※落丁本・乱丁本は、小社技報編集
事務局宛てにお送りください。
お取替えいたします。



YAMAHA MOTOR CO., LTD.
2500 SHINGAI IWATA SHIZUOKA JAPAN