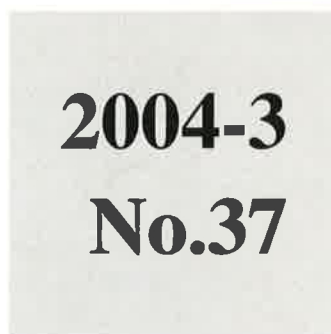
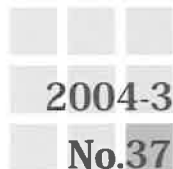


# YAMAHA MOTOR TECHNICAL REVIEW

ヤマハ発動機 技報



**特集：魅力的な製品を生み出す技術**



▶ 魅力的な製品  
を生み出す  
技術 特集

- |    |  |
|----|--|
| 1  | <b>魅力的な製品とは</b><br><b>What Makes Attractive Products</b><br>梶川 隆   |
| 3  | <b>高精度搭載を可能にする技術 MACS</b><br><b>MACS: A Technology Enabling High-Precision Mounting</b><br>西川 功一                               |
| 8  | <b>エクスレルムのプロデュースにおけるマーケティング手法</b><br><b>Marketing Methods Applied in Producing the Yamaha EX'REALM Site</b><br>杉井 清久           |
| 14 | <b>デザインメッセージ</b><br><b>Design Message</b><br>沼田 務  |
| 20 | <b>YAMAHA ブランドと GK デザイン</b><br><b>The Yamaha Brand and GK Design</b><br>太田 裕之  |
| 26 | <b>プレス成形シミュレーションによる魅力あるタンクの実現</b><br><b>Using Press Forming Simulation Analysis to Design an Attractive Fuel Tank</b><br>加藤 直幸 |

▶ 製品紹介

- |    |   |
|----|---|
| 32 | <b>スノーモビル SXVenom RXWarrior</b><br><b>The Snowmobiles "SXVenom" and "RXWarrior"</b><br>中野 太久二                                   |
| 39 | <b>スポーツ ATV YFZ450</b><br><b>The Sports ATV "YFZ450"</b><br>伊藤 英一 / 鈴木 豪仁 / 中村 和男 / 影山 裕 / 山下 輝佳 / 宇木 隆司 / 松下 頼夫 / 井上 真一 / 太田 博 |
| 46 | <b>除雪機 ヤマハスノーメイト YS1390A, YS1390AR</b><br><b>Snow Throwers Yamaha Snow Mate YS1390A, YS1390AR</b><br>仲井 政雄                      |
| 51 | <b>モーターサイクル Fazer</b><br><b>The Motorcycle "Fazer"</b><br>久保 裕 / 原田 啓一 / 小林 泰之 / 加茂 厚 / 城本 真 / 野澤 久幸                            |
| 58 | <b>ニュービッグオンオフ XT660R</b><br><b>The New Big On/Off-road Model XT660R</b><br>石塚 郁雄 / 樋口 健 / 堤 美津男 / 飯塚 利男 / 小川 一洋 / 坂田 等 / 岸本 寛志  |

- 64 **Majesty 400**  
The Majesty 400  
高橋 博幸 / 岡本 泰雄 / 青山 淳 / 関谷 直行 / 石田 孝之
- 70 **ガソリン直噴 2 ストローク船外機 HPDI Z300, VZ300**  
The Gasoline Direct Injection 2-stroke Outboard Motors HPDI Z300, VZ300  
寒川 雅史
- 76 **親子で楽しむことのできる電動ハイブリッド自転車「B PLUS」の開発**  
Development of the "B PLUS" - A Hybrid Bicycle that Parents and Children Can Enjoy  
尾田 浩
- 82 **4 ストローク船外機 F150A**  
Four Stroke Outboard Motor F150A  
加島 幸典

## ▶ 技術紹介

- 86 **二輪車用灯火器の最新 ECE 規定動向及び技術動向**  
Latest Directions in ECE Standards for Motorcycle Lights and Technological Directions  
高橋 進

## ▶ 技術論文

- 92 **二輪車開発におけるユーザビリティ活動の一例**  
Example of Usability Evaluation Activities in Motorcycle Development  
杉崎 昌盛
- 97 **EV 用パワーモジュールの回路インダクタンス低減**  
Reduction of Circuit Inductance in Power Modules for Electric Vehicles  
村井 孝之 / 森田 晃司 / 吉川 孝夫
- 104 **二輪車のための燃料電池システム**  
Fuel Cell System for Motorcycles  
安達 修平
- 109 **省エネ対応チタン二重管曲げ工法の開発**  
Development of an Energy-conserving Bending Method for Double Titanium Pipes  
田代 庸司 / 中島 智之



魅力的な製品を生み出す技術 特集

## 魅力的な製品とは

### What Makes Attractive Products

梶川 隆 Takashi Kajikawa

●代表取締役専務

In today's world, there is such an abundance of things of all types in the marketplace that we can virtually get almost anything we want. Among the many products available, however, there are some that become hits and others that almost no one is interested in. What factors create this big difference in product popularity? And, what creates the difference in market share for products of the same uses in the same categories?

First of all, when we look at things from the standpoint of the buyer (consumer), the first test a product must pass is having the appearance (this includes, design, quality of finish, etc.) to attract the consumer who is looking for a product for a given purpose in a given price range. If your product doesn't catch the consumer's eye at this stage in the selection process, you are out of contention already. The second test is whether or not the customer perceives it as the real thing. In other words, does the consumer think the product has the originality and the clear identity that separates it from mere copies. If they see it as the real thing and it fits their personal taste, they are likely to perceive it as an attractive product they want to purchase. Of course, the product must also be sufficiently functional. Furthermore, brand image can be considered important in the consumer's motivation to buy. In short, I believe that the attractiveness of a product is determined by a combination of design, originality, identity, functionality and brand image. And, these are the factors that I consider in my everyday evaluations of product appeal.

Now, how do we create this kind of appealing product. A product maker must first have a full and detailed understanding of the customers' needs. Next, I think the makers themselves must come to like the product they are creating. And, I believe it is important for the creator to put something of his/her own soul into the product in a way that gives the product some kind of distinct character, like the personality in a human being. This character can then become the product's appeal.

I believe that if a person works with passion to create a product, the consumers will feel a sense of passion in that product. If a product is just created out of a sense of duty or with a feeling of passivity, the efforts that went into creating it will not be conveyed 100% in the finished product. But, if you put your soul into the creation of a product, I believe it will attract people and make them want to do all they can to obtain it. I think that the same elements can be seen in the arts like music and paintings. In other words, when people see or feel the soul of the artist in the work they are moved by it or experience feelings of affinity for it.

Therefore, to me, an attractive product is one that has clear identity, has originality and is one in which you can feel the soul of the person(s) who created it. And, isn't this the kind of product that impresses the customers as the real thing?



世の中、物あまり現象とやらで、昨今ではありとあらゆる種類の物が巷に溢れており、欲しいと思えば大体の物が手に入る時代になった。そんな世の中で、大いにヒットしている商品があるかと思えば殆ど見向きもされない商品もある。一体全体この差はどのようにして生まれるものなのか。同じ用途、カテゴリーの商品比較において、いわゆるマーケットシェアの差はどうして生じるのか。

先ず、買う側（消費者）の視点で考えてみると、ある目的をもって商品を買おうとする時、ある予算内では見ための印象（これはデザインとか、仕上がりの良さ等）が先ず第一の関門で、ここで消費者の目に引っ掛からないと予選落ちということになる。予選を通過すると次の関門は本物かどうか、即ち他者の物まねでなくオリジナリティーがあるかどうか、アイデンティティーがはっきりしているか、といったあたりが消費者の選択基準になり、それらが消費者の嗜好に合致すれば魅力的な製品という事で購入に繋がる訳である。勿論機能的には十分であることは大前提である。加えて、ブランドイメージも消費者の購入動機を左右する、大変重要な要素と考えられる。つまりデザイン、オリジナリティー、アイデンティティー、機能、ブランドイメージ、これらが組み合わされたものが商品の魅力という事になるのではないかと私自身常日頃考えている。

それではこのような魅力を持った製品はどうすれば創れる（企画、開発、製造の全て物づくりの総称として創の字を用いる）のかを創る側の視点で考えてみると、顧客のニーズを徹底的に理解することは当たり前の事として、先ず第一に創る側がその製品を好きになる事だと思う。自分で好きになれないものを他人に好きになってもらおうとしても、これは大変難しいことになる。第2のポイントは自分の創る製品に自分の魂を植え込むこと、即ちその商品に品格、人間で言えば人格、を持たせる事が重要ではないかと思う。つまり人間が一人一人全て人格があるように、（製）品格を持った製品を創る事ができればそれがその製品の魅力となるのではないかと、つまりパッションをもった人が創ったものはパッションを消費者が感じるものになるのではないかと思うのである。物創りにおいて少しでも義務感や受動的な気持ちを持つことは、それだけ商品としての魅力を減殺することになり、せっかくの努力が100パーセント生きないことになる。これは大変もったいない、残念なことである。これとは逆に精魂込めて創り上げた物は人を惹きつけ、何としても手に入れたいと思わせるものだと思う。これは音楽や絵画のいわゆる芸術の世界にも共通する要素だと思う。即ち作者の魂を、見る人、聞く人が理解しそれに共感して、感動するのである。

従って私にとっての魅力的な製品とはアイデンティティーが明確で、オリジナリティーがあり、創者の魂を感じられるものと言う事になる。こういう製品がいわゆる本物と言えるのではないか。

## ■著者



梶川 隆



魅力的な製品を生み出す技術 特集

## 高精度搭載を可能にする技術 MACS

**MACS: A Technology Enabling High-Precision Mounting**

西川 功一 Koichi Nishikawa

● IM カンパニー マウンター技術グループ

With the rapid spread of electronic devices like cellular phones and personal computers in recent years, there has been a corresponding demand for greater compactness, lightness and slim design in most of these devices. To accommodate these design needs, the electrical circuit boards used in these devices have also become smaller, as have the smaller electronic components mounted on them. Until a few years ago the size of the most commonly used chip parts like resistors and condensers was about 2mm x 1mm (2010), whereas the chips used in today's products like cellular phones are mainly 0.6mm x 0.3mm (0603) and we are even seeing the emergence of 0.4mm x 0.2mm (0402) size chips.

As a manufacturer and marketer of the industrial robots known as surface mounters that are essential in the manufacture of circuit boards, Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC) is working to answer the call from the customers for surface mounters capable of handling these types of extremely small chip parts and mounting them on circuit boards with an even higher degree of positioning accuracy. As a move to answer these market needs, YMC has recently released its new Xg Series surface mounters. (Refer to Yamaha Motor Technical Review No. 32)

In this paper we report on our new MACS (Multiple Accuracy Compensation System), a technology enabling high-precision mounting placement, which has been adopted on our production surface mounters beginning with the Yamaha Xg Series.

### 1 はじめに

近年の携帯電話・パソコンなどの電子機器の社会への浸透はめざましく、その多くは小型化・軽薄化への要求が著しい。そしてこれら電子機器に搭載される電子基板は高密度化、電子部品はさらに小型化への道を進んでいる。数年前までは抵抗・コンデンサなどのチップ部品のサイズは 2 × 1mm (2010) 程度の部品が主流であったのに対し、最近の携帯電話などでは 0.6 × 0.3mm (0603) が主流となり、さらには 0.4 × 0.2mm (0402) サイズのチップまでもが登場しつつある (図 1)。

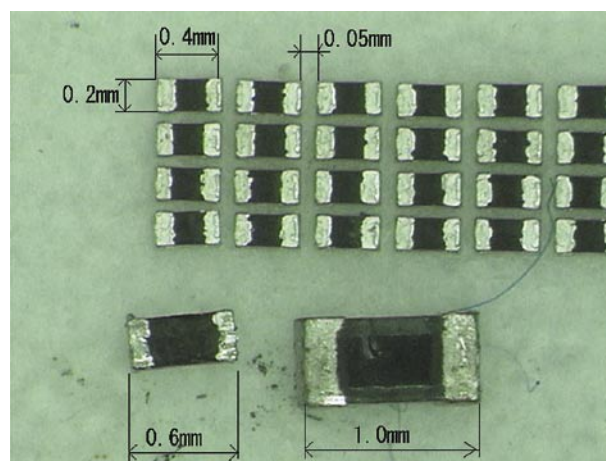


図 1 0402 狭隣接搭載 (0603・1005)

ヤマハ発動機(株) (以下当社) が製造・販売を行っている、電子基板の製造に欠かせない産業用ロボットである表面実装機 (以下マウンター) に対しても、これら極小部品の搭載と高密度な基板実装を行うためにさらに高精度なマウンターを求める声が高まっている。当社ではこのような市場要求にこたえるため Xg シリーズをリリースした (ヤマハ発動機技報 No.32 参照)。

本稿では Xg シリーズより搭載された高精度搭載を実現する技術として MACS (Multiple Accuracy Compensation System : 多重搭載精度補正システム) を紹介する。

## 2 マウンターのしくみ

当社で開発されているマウンターの代表的な構成を図2に示す。

マウンターは通常フィーダーと呼ばれる部品供給装置から電子部品を吸着し、部品認識カメラにより電子部品の位置を認識し、さらに基板上に設けられた基板上的マークを認識することによって基板の位置を認識して、電子部品を基板上的の所定の位置に搭載を行う。

Xg シリーズではチップ部品に対しては 0.05mm、大型の IC 部品では 0.03mm の搭載精度 (目標搭載位置に対する最大ズレ量) を実現している。そして当社の主力機種である YV100X g では最速で1チップあたり 0.18 秒で電子部品を基板上に搭載を行うことができる。

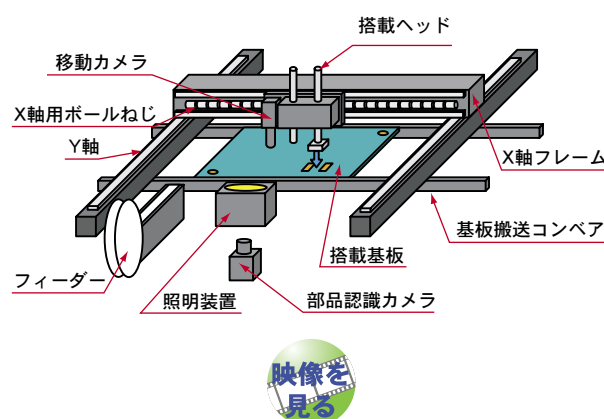


図2 マウンター構成図

## 3 MACS とは?

MACS (Multiple Accuracy Compensation System) は次の3つの機能を統合した当社独自のマウンター搭載精度補正方法の総称である。

- 搭載面における XY 軸の絶対精度補正 (静的な精度)
- 経時的 (熱的) な搭載精度の変化を補正 (動的な精度)
- 搭載精度調整システム

これら3つの機能はそれぞれ独立した補正システムとはなっていないが、それぞれを組み合わせることで最大の効果が得られるために、ひとまとめにした名前がつけられた。当社の販売するディスプレイ・ハンダ印刷機 (YVP-Xg) にもこれらの機能の一部がおりこまれており、精度の向上が図られている。

## 4 基板面における XY 軸の絶対精度補正

XY 軸の軸精度は部品精度と組み立て精度によって決定される。

部品精度（ボールねじ、リニアガイド）はその製造元によって保証され測定も容易であるが、組み立て後の累積的な誤差、構造上生じる変位誤差を測定することは容易ではない。

組み付け時のリニアガイドの数ミクロン単位でのうねりやヘッド自重によるたわみなど、微小な変位が基板面においては拡大されてしまう場合がある（図 3）。多くの機械メーカーではリニアスケールを使って軸精度の向上をうたっているが、こうした組み立て後に生じる精度要素を取り除くことは非常に困難である。

幸いなことにマウンターにはマーク認識のための移動カメラが存在しているため、これを使用して搭

載面上での XY 軸精度を測定できるようにし、それによる補正を行ったのがこの補正方法である。これらの補正を行う上で一番問題となったのは、補正の基準として何をどのように測定し、測定結果からどのように補正値を導き出すのかということであった。測定対象としては当社で従来から使用されているガラス基板を使うことはできるが、一般的にこれは非常に高価であり特にそのサイズによって級数的にコストが上昇してしまう（大型の液晶ディスプレイが高価であるのと同じ理由である）。一方、マウンターの搭載エリアはマシンの種類やオプションなどにより変化が激しく、その各々に対しガラス基板を作成することは現実的ではなかった。結論として搭載エリアをいくつかに分割して各エリアでの測定結果から、補正値を算出しつなぎ合わせる方法をとることにした。

図 4 にその効果を示す。補正前は稼動領域内の 4 つのエリアでの誤差量（ $\mu + 3\sigma$ ）が 20 ～ 40 ミクロン程度あったのが補正後は 4 ～ 6 ミクロンと大幅に向上している。測定エリアが補正値を作成したエリアと違っていても誤差量は同程度であり、補正値のつなぎ合わせがうまくいくことが確認された。

この補正についてはさらに思わぬ効果が得られた。この補正により今まで見えなかった構造上・製造上の問題点が浮き彫りにされることとなり、それらはマシンの構造設計や組み立て方法の改善などをもたらす結果となった。今ではこの補正自身の効果が非常に少なくなるほど、XY 軸の組み立て精度が向上している。

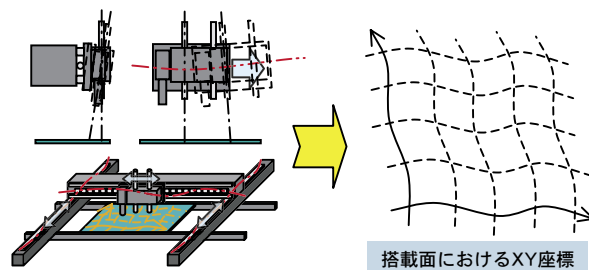


図 3 搭載面における XY 軸の絶対精度の変化

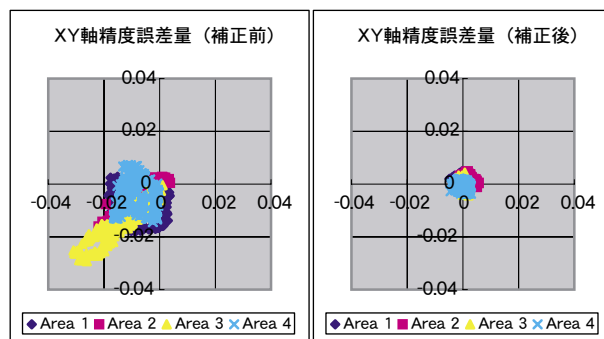


図 4 XY 軸誤差量の比較



## 5 搭載精度の経時的な変化

搭載精度の変化は主にそのマシンの稼動状況や、室温の変化、使用されている各部品材の経年変化などによって生じる場合が多い。これらにより発生する現象を分析し、その変化を修正できる要素を見つけて補正を行えるようにした。結果として図5に示すように8時間サイクルでの暖冷運転による精度変化は従来の半分以下に収められるようになった。

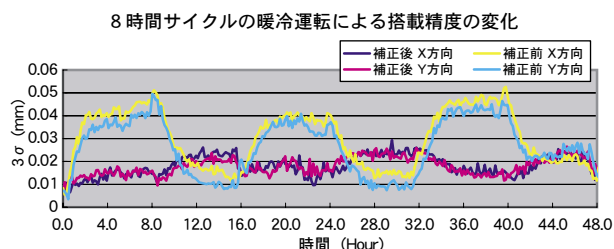


図5 搭載精度の経時的な変化

## 6 搭載精度調整システム

搭載精度を補正するためのパラメータは数多くあり、当社マウンターではそのシリーズが変わるたびにパラメータの数は数倍に膨れ上がっている。かつては理論的に算出されると考えられるパラメータのみを使用していたが、現実的にはその理論値と現実の精度を検証していくと食い違いが見られるようになってきた。しかも各々のパラメータは互いに絡み合った要素を持ち、それらを計算することは人間では非常に困難であり、結果としてマシンの調整には職人的な技術が必要であった（精度調整が困難な理由の一つに先に挙げたXY軸精度の問題、経時的な精度変化による要素も多分にあった）。

そこで開発されたのが、リサイクルが可能な部材（図6）を使用してマシン自身が搭載した精度を測定し、適切な補正を行う搭載精度調整システムである（図7）。

以前は実際に生産に使用する部品を使い、調整に使用した部品は廃棄する場合が多かったため、工場での調整に必要な部品のコストは少なくともなかった。また調整に必要な複雑な計算もこのシステムを使用することにより簡略化でき、何よりも職人的な技術がなくともその使用手順さえ守れば、誰もが同じ精度を実現できる。実際にお客様によっては、マシンの出荷時に工場で行われている調整方法と全く同じ方法で、お客様自身が定期的に搭載精度を確認・調整を行っている場合もある。

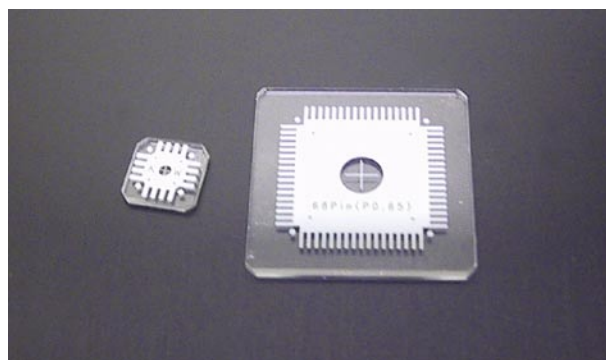


図6 再利用可能なガラス部品

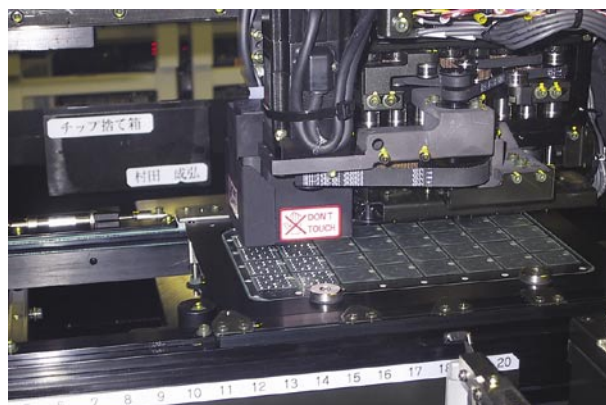


図7 マシンによる搭載精度測定

## 7 おわりに

MACS の 3 つの要素はすべてが互いに絡み合っている。精度の変化を検証するためにはマシン自身による測定が必要であり、それには XY 軸の絶対精度が必要となり、さらに自動調整システムがなければ継続的なデータの取得さえ不可能であった。これらすべてを最小のコストで最大のパフォーマンスとして発揮できるのが MACS であり、当社の Xg シリーズの強みであると確信している。

Xg シリーズはこれまでの当社のマウンター技術の結晶というべきシリーズとなっている。搭載精度だけでなく、搭載速度・コストパフォーマンス・ユーザーインターフェースのすべてで他社を圧倒する技術がつまっている。ぜひとも多くの電子基板製造に携わるお客様に使っていただき、その実力をお確かめ願いたい。

### ■著者



左から、内藤 寧典、西川 功一（著者）、秋吉 洋、西川 隆平



魅力的な製品を生み出す技術 特集

## エクスレルムのプロデュースにおけるマーケティング手法

**Marketing Methods Applied in Producing the Yamaha EX'REALM Site**

杉井 清久 Kiyohisa Sugii

●日本本部エクスレルムグループ



図1 カフェ / ギャラリー / イベントスペースを併設した複合施設エクスレルム

All the businesses and products in the world have their beginning as just ideas in someone's head. Someone says, "Wouldn't a product like this be great?" or "Don't you think we should be providing this kind of service?" As everyone knows, talk is cheap, but turning an idea into reality is not easy by any means. Creating something new that has never existed before in the world is something like creating a response to a question that has no correct answer. It is a job that you might say is closer to "mining" for something rather than "building" something. You dig long and hard not even knowing whether there is a vein of ore below. And if you find there is none, you start digging again somewhere else. That is the kind of work it is.

If we define "marketing" as the theories for making this search for an answer to an answerless question more efficient, and if we define a "producer" as the site director in charge of the mining operation, then Yamaha's EX'REALM salon (photo above) is a site where producers who are out to create a new business or product use marketing methods to mine in the direction they believe will lead to a vein.

There is no how-to manual that applies when your goal is to do something new. The minute something is written in a manual it is already part of the past and out of date. In this sense, our work involves none of the kinds of technological methods usually written about in this journal. But, since I have been given this chance to write about the work going on at EX'REALM, I will try in this report to give an outline of the most basic theories we use here.



## 1 はじめに

世の中における全ての事業や商品は“ジャスト・アイデア”から始まる。「こんな商品があったらいい」「あんなサービスをすべきではないか」。ジャスト・アイデアを言い立てるのはたやすいが、実際にそれを実現させるのは至難の業である。これまで世の中に無いものを生み出すというのは正解の無い回答を作り上げる作業であり、「構築」というより「採掘」する作業に近い。懸命に掘り進んだ先には何の鉱脈も無いかも知れない。何も無いことがわかったら、また次を掘る。その作業の繰り返しである。

正解の無い採掘作業を少しでも効率化するためのセオリーを「マーケティング」、採掘作業を取り仕切る現場監督を「プロデューサー」と定義すれば、エクスレルム（図1）という場は新たな事業や商品を生み出すために、プロデューサー達がマーケティングの手法を用いながら自分の信じた方向に向かって採掘作業を行う場である。

「新しいことをする」ということにマニュアルは存在しない。マニュアルに書けた途端にそれは古い過去のこととなる。故に技報に掲載させていただくような技術的手法は存在しないと言えるのだが、今回折角の機会をいただきましたので、エクスレルムの紹介と合わせて最低限のセオリーと言うべきものに関して書かせていただくことに致しました。

## 2 上位概念と下位概念の整理

マーケティングの話に入る前に、「大前提」の整理をしておきたい。

プロデュースの話やマーケティングの話をする前提として理解しておかなければならないのは、話をしようとしている内容が図2の、1. 会社、2. 事業、3. 商品/サービスのどこに位置するかである。ジャスト・アイデアは図2上のどの位置でも起こる。例えば商品の「デザイン」を思いついたとしても、それだけでは商品化には至らない。その上位概念である商品の「機能」「仕様」、更にその上位概念である「コンセプト」（＝お客様がその商品にお金を払う価値の核心）、更にまたその上位概念にあたる「ビジネスモデル」（＝どうやって儲けるのか?）をきちんと整合性を持って考えなければならない。

例えば2003年の東京モーターショーに参考出品したエクスレルムの初プロデュース作品にあたる“DOLSA-WIND”という電動バイクの例で言えば、「電動で走ること」や「紙飛行機のような繊細なデザイン」、「走行音を発する」などは「仕様」であって、これはその上位概念である「走楽と奏楽」なるコンセプトの方法論に過ぎない。コンセプトである「走楽」が達成されるのであれば、例えば「電動」でなくともよい筈なのである。このような上位概念と下位概念、目的と方法をごちゃまぜに議論してし

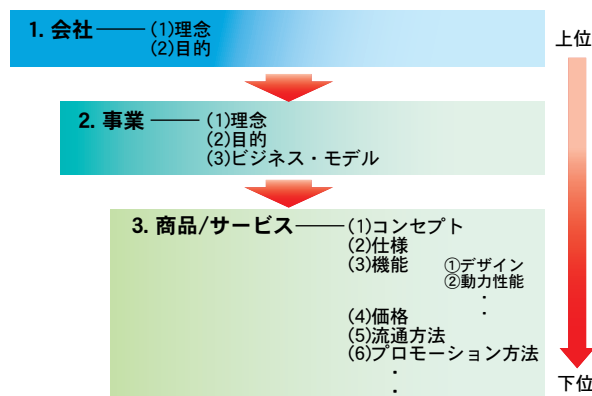


図2 企業活動における上位概念と下位概念

まい、ともすれば方法論が目的論に先行したままプロデュースが進行し、その結果本末転倒になってしまう場合がある。そんな事の無いように、プロデューサーは常にこの図2を頭の中に置き、今自分が描いている企画書の上位概念と下位概念を整理する必要がある。至極当たり前のことのようにだが、実はこの「大前提」がプロデュースをする上での最も大切な考え方であり、成功へ導くコツであると言える。

### 3 マーケティング=仮説の検証

上記の「大前提」を押さえた上で、マーケティングの手法を述べてみたい。と言っても、実は以下に論ずる事は全てフィリップ・コトラー教授によって語られてきたことであるので、ここに述べることを含めマーケティングの詳細を知りたい方は彼の著作を読んでいただきたい。

ちなみに、コトラーはその著作の中で「マーケティングとは、価値を生み出すとともに潜在的ニーズや欲求を満たすことを目的として、交換とリレーションシップが生じる市場をマネージすること」とわざと広範囲に定義しているが、私はここでマーケティングの定義を「仮説を検証すること」と小さく再定義し、以下の論述を続けたい。ユーザーの潜在的ニーズは目に見えない奥深い所にあるので、「仮説を検証すること」は、まさに「採掘作業」に例えられる行いであると言える。「商品化の流れ」の中での「プロデュース」及び「マーケティング」の位置付けを図3に示す。

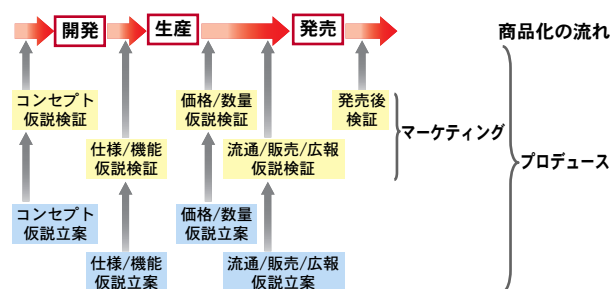


図3 プロデュースとマーケティングの位置付け

### 4 マーケティングの手法

#### 4.1 コンセプト仮説の立案

コンセプト仮説を立案する方法に関して、テキスト化できることは存在しない。しかしこれだけはあるということがある。0→1→2→3と事業（もしくは商品）を立ち上げていくとして、1→2以降は割合簡単に誰にでもできる。それは0→1の実績から外挿して次にどこへ行けばいいかの議論が可能だからである。ところが、0という何も無い地平から1を生み出すことは、なかなかできない。先に述べたように全ての事業（もしくは商品）はジャスト・アイディアから始まるが、それを0→1へと向かわせること、すなわち「生み出された」と言える状態まで成立させる事は、まさに「神の御業」とも言えることである。この事は凡人にはできない。この事ができる人種を人は「クリエイター」と呼んだりするが、万人に1人の彼等の知恵を更に練り込み、結晶化させる必要がある。

クリエイターが集まるエクスレルムという場合は、彼等の「神の御業」を生み出すためのカオスの場である。プロデューサーとクリエイターの出会いによって「神の御業」は遂行され、「仮説の立案」という奇跡が成される。

## 4.2 ターゲティング

我々はボランティアではなく企業体であるので、上記で描いたコンセプト仮説をビジネスとして成立させなければならない。大量生産大量消費の時代が終焉を迎え、単に機能を実現しただけの「モノ」を売り辛くなった昨今、ジャスト・アイデアを「売れる商品」へと進化させるのは、「誰がどのような価値観からそれを欲するのか?」という明快な「コンセプト」である。とりわけ「誰が」という部分がその鍵を握る。大当たりする商品の投入初期受け入れ性は 13.75% であるというのが定説だが、この 13.75% に当たる「誰が」をきちんと戦略的にターゲティングする必要性が生じる。

ターゲティングには様々な手法が用いられるが、エクスレルムで用いる手法は二次元の価値観軸によるお客様のセグメンテーションと、それに基づく「誰が」に当たる人々のディープインタビューである。価値観軸を設定することで、人が持っている新たな価値の方向性が浮かび上がってくる。86.25% の人々には否定されても、熱狂的に受け入れる 13.75% が発見できればよいのである。この軸は、以降のマーケティング過程で間違いが生じた場合に立ち返る拠り所となるべきものである。実は、プロデュースの正否はこのセグメンテーションの軸の正否で決まると言っても過言ではない。

そしてプロデューサーは 20 人近いお客様とそれぞれ 2 時間にもわたるディープインタビューを行い、お客様 1 人 1 人の価値観及びマーケティングの 4C (Customer solution, Customer cost, Convenience, Communication) に関する掘り下げを行う。これによりプロデューサー自身が完全にお客様の気持ちと同化し、以降の作業をお客様の気持ちになって思考することができるようになる。

## 4.3 コンセプト受け入れ性の検証

4.2 のターゲティングで 4.1 で立案したコンセプト仮説を受け入れるべき（というより共感してくれるべき）価値観を持った「誰が」が浮かび上がった筈であるので、この人達に対し立案したコンセプトを示し、受け入れ性を検証する。受け入れ性が全く無い場合、コンセプトを最初から再立案する。受け入れ性はあるが修正の必要がある場合は、しかるべき修正を行う。お客様がインタビューで答えられた内容は間違いなく「本当」のことであるが、その上に形作っていくこの作業から「嘘」が生じ、プロデュースの間違いが始まる。間違いに気付いたら、その時点で間違えた場所まで立ち返って修正を行う。

ここまでに關して、図 4 に概念図を示した。

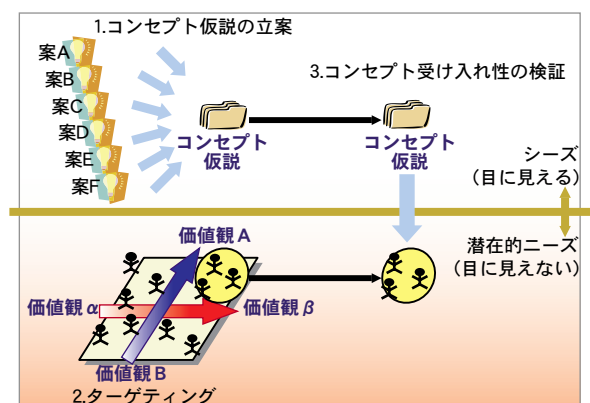


図 4 マーケティングの手法

#### 4.4 仕様→機能受け入れ性の検証

4.3に続いて、下位概念である「仕様」、「機能」の受け入れ性検証を行う。コンセプトを受け入れてくれた方々に対し、そのコンセプトを具現化するための方法論である「仕様」、「機能」を1つ1つ提示し、受け入れるか否かを検証する。受け入れ性に疑問が生じた場合、都度修正を行う。これにより、その商品 / サービスは「どんなものか（機能、デザイン、質感等を含む）」が決まる。また同時に、「価格（＝幾らなら買っていたか）」、「販売方法」を検証する。

#### 4.5 定量調査による検証

これまで述べてきたことは定性調査によるものである。ここまでで確実に商品 / サービスを買ってくれる「誰」と「どんなもの」「どんなふうに」が見えたので、いよいよ商品化 / サービス化するにあたって「どのくらい（量的に）」の概念を把握する。わかり易く言えば、幾らで売った場合初期ロットが何個必要か？という類のことに於いて当たりをつけるのである。ここまで進行すると、ようやく商品化 / サービス化の前途が見えてくる。

定量調査の方法に関しても様々あるが、多くのN数を求めるため調査会社に依頼して行うことが多い。街頭調査やネットによる調査などがこれに当たる。

#### 4.6 発売後の検証

発売後の結果は売上台数などで如実に現れるため検証が行われない事があるが、勝った（＝仮設が正しかったことが証明された）プロデュースにしろ負けた（＝仮設が正しかったことが証明されなかった）プロデュースにしろ、発売後の検証を怠ってはならない。買ってくれたお客様はどんな人なのか？どこに満足して、どこに満足していないのか？ ターゲットの人が買ってくれなかったのは何故か？ ターゲット以外の方が買ってくれたのは何故か？ 等々を最初に立てたセグメンテーションの軸に照らし合わせて検証するのである。コンセプトを受け入れるお客様（＝ターゲット）がいらっしゃるのは既に検証済みなので、失敗したことがあるとすればそのコンセプトを実現できていなかったか、もしくは何らかの阻害要因（商品性だけでなく、ビジネスモデルやプロモーションも含む）が強かったかのどちらかと言える。お客様の動向にはこちらの想像から外れていることが必ずあるので、そこを見極める。実はそこにこそ「次のヒント」が隠されているのである。

### 5 おわりに

先にも述べたが、マーケティングの話は教科書的なコトラーの定説（定説といっても毎年社会状況に合わせて変化していくのがコトラーの定説なのだが）を述べるか、自他の事例研究を並べる以外に論じようが無い。現在エクスレルムでは幾つかのプロデュース事例が進行中だが、そのいずれもが公開できる段階に無く、事例研究の発表ができず尻切れトンボの報告になってしまい、申し訳なく思う。スライドショーによる写真をご覧いただいて、エクスレルムが持つ「お客様とのダイレクト・コミュニケーション



ン・スペース」の雰囲気を感じ取っていただきたい。プロデュースの事例とまではいかないが、異業種他社やクリエイターと行ったコラボレーション・イベントの事例を図5、図6に示す。

「新しい事業」「新しい商品/サービス」を生み出すためには、新しい感性を持った者が新しい視点で物を見てプロデュースをしていかなければならない。そのために行われるマーケティングに、永遠に使用できる仕組みなど存在しない。そこには過去の人々が築き上げた「過去の定説」とプロデューサー自身の「経験と勘」がそれぞれほんの少しあるだけで、後は暗闇の中の採掘作業があるばかりである。

ただこれだけは言えるというのは、採掘作業を行い続ける根性を持ったプロデューサーたる「人材」と、万人に1人の神の御業を成すクリエイターがカオスを作る「場」が必要である、ということである。

それが、ヤマハ発動機(株)におけるエクスレムの使命なのであります。

## ■著者



杉井 清久



図5 ブラックヤマハ・エキジビション



図6 パッソルスタイル・コラボレーション



魅力的な製品を生み出す技術 特集

## デザインメッセージ

**Design Message**

沼田 務 Tsutomu Numata

●株式会社エルムデザイン

The first step we take when choosing a product to buy is looking at the design. This has become true even for people who are not particularly concerned with keeping up with the latest fashions and trends. From a different perspective, it can be said that product design and brand has become a vital point of contact between the maker and the consumer and that they are the most powerful elements that serve the role of messenger between maker and consumer.

Two events have taken place recently that are worthy of note. One is the Tokyo Motor Show. We will comment in this report about that message Yamaha Motor generated through special exhibition models for which Elm Design was in charge of the styling.

The second event we will report on was the awarding of the 2003 "G-Mark" (Good Design) awards, which took place in Tokyo in October. Here the Yamaha Passol won the Gold Prize. This was the second Yamaha bike to win the Gold Prize in three years, following the TMAX of two years ago. We believe these are examples of public recognition of Yamaha Motor's corporate commitment to pursue originality in its product development and design.

### 1 はじめに

われわれが商品を買うときの第一歩はデザインから始まる。今や流行にこだわる人でなくともごく普通の行動である。つまり商品のデザインやブランドは消費者とメーカーの接点であり一番強いパワーとメッセンジャーの役割を持っているといえる。ではヤマハ発動機(株)はデザインを通してどのようなメッセージを発信しているのか。最近2つのイベントがあったので紹介する。

一つは東京モーターショーである。今回(株)エルムデザインが担当した出品車両のデザインを通じてヤマハが発信したメッセージについて述べたい。

もう一つは10月に東京で行われた2003年度Gマークの発表会である(図1)。この場でPassolが2年前のTMAXに引き続き二度目の金賞を受賞した。これは商品開発とデザインを通じてオリジナル性を追求する企業姿勢が社会から評価されたものと受け止めている。



図1 Gマークの発表会

## 2 東京モーターショー

2003年の東京モーターショーのヤマハブースは今までと傾向が変わったことに気づかれた方も多いと思う。今回ヤマハ発動機(株)が発信したメッセージはヤマハブランドのプレミアム（高品位）性訴求とEV（Electric Vehicle）を筆頭に新動力源に取り組む意欲を伝えることである。ブース設計はEV、FC（Fuel Cell）のクリーンさをアピールするため会場周囲の騒音を遮断し合わせてヤマハのプレミアムブランドを表現するため高品位な黒いアクリルの建築体とされた。MUSEUM が幕張に進出した趣である（図2）。ちなみにヤマハのテーマは「YAMAHA MUSEUM/The Art of Engineering」である。

そしてその内部は例年に比べ約1/3と大幅に出品台数を絞った展示がおこなわれた。今回特徴的なのはEVのスペース、ブース外観の黒との強いコントラストの光の部屋である（図3）。

そこに並べられた5台のショーモデルは電動のdolsa wind、DIVIDE、POCKE、Passol-Lそして燃料電池のFC06である。ヤマハの取り組む新動力源の具現化である（図4、図5）。

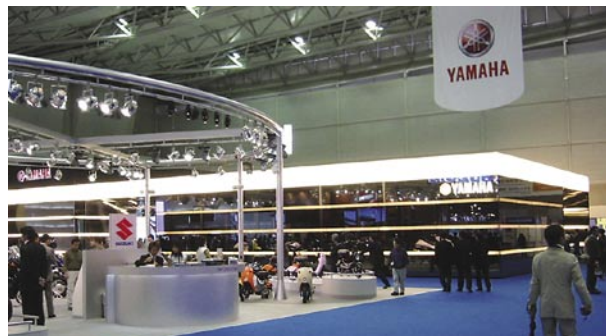


図2 2003年東京モーターショーのヤマハブース



図3 光の部屋と DIVIDE



図4 ショーモデル dolsa wind



図5 ショーモデル FC06



dolsa wind はヤマハブランドを共有するヤマハ(株)との共同プロジェクトである。テーマは「走楽」と「奏楽」。EV ゾーンの象徴として中央に置かれ電動のソアリングするような浮遊感覚をスタイリングに反映し車体の挙動に反応する音場の創造という可能性を提案した（図 6）。スタイリングもヤマハ(株)のサイレント楽器群のイメージで CF（Controlled Filling）アルミダイキャストとウッドを融合させた斬新なフォルムである（図 7、図 8）。

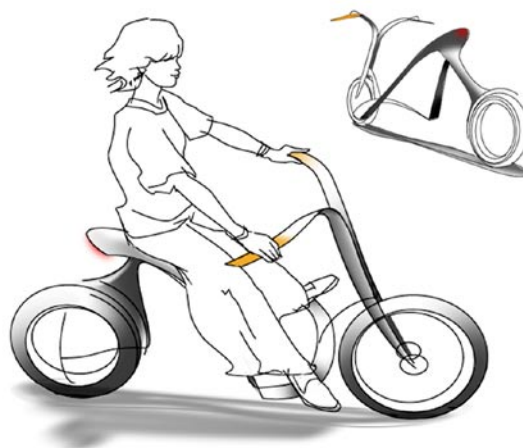


図 6 浮遊感覚

POCKE、DIVIDE、Passol-L は現行商品 Passol の発展形として位置付け EV の美しさと楽しさ、そしてエンジン車と異なる新しいフォルムの可能性を訴求。特に POCKE、DIVIDE は CF アルミダイキャストフレームの独創性をアピールできる新しいアート感覚のフレーム構成を提示した。

FC06 はメタノール燃料電池を二輪に実現できる技術力をスケルトン仕立てグラフィカルに表現した。

これら 5 台の車両群によりプレミアム性を際立たせるべくブース設計と協調しながらディテールやカラーリングをコントロールし印象的なメッセージが伝えられたと思う。



図 7 POCKE



図 8 DIVIDE action

### 3 G マーク金賞

Paassol（図9）が2003年Gマークの金賞を受賞した。最近ではメディア情報誌もデザイン賞を設けるようになってきたが、Gマークとは1957年に通産省により設立、1998年に民営化され日本産業デザイン振興会が運営する日本で唯一の総合的なデザイン賞である。過去46年の歴史の中、日本製バイクが金賞を受賞したのは2001年のTMAX（図10）とPassolだけである。この二件の受賞ポイントについて考えてみたい。

基本的に高いデザインスキルによる商品であるということに加え、新しいカテゴリーの創造とそれを明確にアピールするスタイリングが金賞受賞には必須である。例えばTMAXはモーターサイクルの操る楽しみに加え通勤の快適性という新カテゴリーのコンセプトを表現する知的でパワフルな個性的フォルムの具現化である。造形およびカラーリングでそれまでの大型スクーターとは異なるオリジナル性の強い主張を持ったデザインになっている。設計に耐用年数という評価軸があるがデザインも耐用年数（賞味期限）が長いものほどオリジナル度が高いと言い換えられる。

一方のPassolはいかにして既存の乗り物の動力源をEV化しようかといった視点ではなく現状のEV能力とコストを新しい切り口でバランスさせ社会に広めたいという企業姿勢が評価されたと考えている。そのコンセプトとは一人の人間を都会のショートレンジで移動させるというシンプルなテーマを具現化させたところにある（図11）。新しい創造行為の姿勢がヤマハの社会的価値でありブランドの目指すところである。



図9 Passol



図10 TMAX



図11 Passol キャラクターイメージ図

## 4 企業のアイデンティティ

私が訪れた世界一、二を競う年産 100 万台規模の中国の巨大二輪メーカーの話。彼らは日本製品のコピー商品だけでは世界市場で生き残れないとオーストラリアのデザイン会社と契約した。青い目のデザイナーが中国地方都市の本社開発室の中でデザイン作業をしていた。一握りの外国人のデザイナーと巨大中国資本の最新鋭設備とのアンバランスな関係。この企業のアイデンティティはどこにあるのだろうか。デザイナーの私には青い目のオーストラリアのデザイナーが巨大企業の脳幹に入りこんだように映った。

また先日のテレビでアメリカの会社が日本メーカーの工場を幹部社員ごとと買収し、別なメーカーの生産を請け負うビジネスの紹介がされていた。売却するほうも委託するほうも有名メーカーである。そのように一つの会社という概念が崩れ有機的な結合体になりつつある。人間でいえばどの臓器まで移植したら他人か？という問題である。やはり本人が本人であるためには自我が必要である。その中核をなすのがブランドコントロールでありデザインであることは間違いない。

## 5 デザイナー個人のアイデンティティ

(株)エルムデザインではプロジェクトの企画段階から参画しイメージの展開、精度のある完成予想図（図 12）、商品と同じモデルを作るクレー作業（図 13）、カラーリング & グラフィック作業まで一貫して同じデザイナーが担当している。これは非常に達成感がありモチベーションの上がる仕事である。

しかしこの場合、デザイナーは自分の才能に託されたクリエイションに対し何億円もの投資をかけて具現化される喜びと同時にその危険性もよく理解する必要がある。信念は独り善がりとは裏表である。商品というまでもなく企画、デザイン、設計、営業等関係部門との調整を含めた総合力が発揮される場である。



図 12 Grand Majesty レンダリング



図 13 Grand Majesty 1/3 模型  
(海外検証の運搬用に 2 分割)

## 6 おわりに

「技報」ということで設計部門とデザイナーとの関係について。例えばデザイナーから設計者に要件は何か？要件がなければデザイン着手できない…という場面がある。これは条件や課題を整理し解決しながらスタイリングを生み出す工業デザインのプロセスとしては正解なのだが、逆にいえばその要件の中でデザインしたのだからこれが限界ですと事前に白旗を準備しているようなものでもある。設計者の要件にしても大事な要件でない場合も見受けられる。ここの呼吸が結構大事である。要件には合致していなくても設計を刺激するようなデザイン提案をおこない、設計者もコンセプトに添った積極的な方案を提供していただき共に質の高い商品を送りだしていくことが大事である。

### ■著者



沼田 務





魅力的な製品を生み出す技術 特集

## YAMAHA ブランドと GK デザイン

The Yamaha Brand and GK Design

太田 裕之 Hiroshi Ohta

●株式会社 GK ダイナミックス 動態デザイン開発部



図 1 New YZF-R1

In the field of motorcycles, the type of enjoyment and image a product gives the customer is especially important in markets like Japan, Europe and North America. In today's motorcycle industry where it is increasingly difficult to differentiate one's products from the competition purely on the basis of technological advancement, the brand image and the message projected by the product itself are important factors for the user when choosing a product to purchase. For this reason, the role of the product's exterior design is very important.

YAMAHA has a tradition as a brand that appeals to people's sensibilities with products that are defined by such adjectives as sporty, elegant, high-quality, good-handling. And it can be said that it is the long years of collaboration between Yamaha Motor and GK Dynamics that has given birth to the product lines that have created this image.

In this report we will describe the kinds of concepts GK Dynamics bases its product designs on, using as the primary example the New YZF-R1 that debuted at the Milan Show in 2003.

### 1 はじめに

モーターサイクルは日・欧・米においては既に趣味としてカスタマーがどのような楽しみやイメージが享受できるかが重要となっている。技術的な進化のみでは差別化が難しくなってきた現在、ブランドの持つイメージとプロダクトが放つメッセージが選択の大きな要因となっている。それによりデザインの担う役割は更に重要になってきている。

YAMAHAはスポーティー・エレガント・高品位・ハンドリング等で形容されるように、人の感性に訴えかけるブランドとしての伝統がある。ヤマハ発動機(株)と(株)GK ダイナミックス(以下、当社という)の長年にわたるコラボレーションによって産み出されてきたプロダクト群がこのイメージを創り上げてきたと言えるだろう。

今回は 2003 年のミラノショーで発表された New YZF-R1 (図 1) を題材にして実際に当社がどのような考えの基にデザインを行っているかをお伝えしたい。

## 2 当社のデザイン思想 —モノに生命を宿すデザイン—

当社のデザイン活動はグループワークを通じて行われる事に特質がある。そのデザイン思想は "そのものが人にとって何であるか" という見方に集約される。マインドの振幅を増幅させる機構としてのデザインとも言える。

モーターサイクルは人が跨り動くモノである。その美しさの特質は身の廻りにある一般家電の美しさとは根本的に違うと思われる。一般家電の美は空間と知性において判断される左脳のデザインなのに対し、モーターサイクルの美は、経験や感情など本能に近い部分で知覚される右脳のデザインと言える。例えば、人が端正にデザインされたパソコンを見てもどきどきはしないが、日本刀をみると、背筋がしゃんとする様なすごみを含んだ美や怖さが伝わってくる。モーターサイクルという生命を乗せるモノのデザインにはこのような精神の緊張と興奮を呼び起こすメッセージ性が必要なのだ。

そこで、当社ではモーターサイクルのデザインに於いて、モーターサイクルと人が相互の働きかけ、モノに魂 (メッセージ) を見出し、モノと人が一体となって高揚感を得る「人機魂源」の思想を掲げている。モーターサイクルを単なる機械の組み合わせと見るのではなく生命を持った一つの有機体とみなしているのである。そこに於いて人とモノの関係は対等である (図 2、3)。



図 2 人と New YZF-R1



図 3 人機魂源 イメージ・オブジェ「イブ」(1987)

## 3 YZF-R1 のプロダクトメッセージ —キーワードと暗黙知の共有—

New YZF-R1 が持つべきプロダクトメッセージは企画段階からはっきりしていた。テーマは "YZF-R1 Revolution" 狙いは "Beautiful Beast" である。このキーワードからは今回のモデルが人にどのような印象を与えるかがイメージできる。この吸引力と方向性の明快さを併せ持つキーワードのおかげで企画・設計・実験・デザインの垣根を越えてイメージの共有と広がりを持ち得たと言える。

また、プロジェクトの初期段階で主要なプロジェクトメンバーが部門を越えて集まり、伊豆で試乗会と

方向性を語り合う合宿が行われた。走りのイメージなど言葉だけでは伝わりきらない内容と創るべき価値についてざっくばらんに話をし、意識の共有化ができた。この事は後々までメンバー間での意思疎通や信頼関係を良好にする効果があった。

今回のプロジェクトを通じて"広がりと方向性を持つキーワード"と"言葉にならない「暗黙知」のメンバー間での共有"はメッセージ性をしっかり持つプロダクトを生むのに欠かせない両輪であり、デザインはもちろんあらゆる部門にとって目標に進んでゆく上で非常に重要な役割を果たすと認識を新たにした。

#### 4 YZF-R1 の造形 —究極のダイナミズムとテクノロジー—

YZF-R1 のアイデンティティーとは、早く走りたいという本能に響く"エキサイトメント"をデザインとテクノロジーの融合体として表現する事に有る。

今回のプロジェクトでは YZF-R1 らしさを継承しつつ、更なるテクノロジーの進化を表現し、YZF-R1 を見た人、触れた人、乗った人に高揚感を感じてもらえるデザインが求められた。また、スーパースポーツの持つぎりぎりとした緊張感と品位、それと相反する凄まじいまでのパワーを如何に伝えるかデザインの課題となった。

それらを表現する為に、New YZF-R1 では二律相反するものを高密度に内在させる"融合"によるドラマチックな表現をデザインの大きな柱とし、プロジェクトのコンセプトを"Emotional BEAUTY"と"Hi-Tech BEAST"というデザインコンセプトに昇華させそれらの"融合"を試みた。

- YZF-R1 の DNA を継承しつつ、よりシャープで獰猛さを増した目つきと、Hi-Tech 感を表現する4灯の立体的な構成とを融合した2眼ヘッドライト (図 4)
- 前から見た空力的でオーガニックな表情と、後方から見たパワーを感じさせるメカニズム表現の対比 (図 4、5)
- エンジンの存在をコアとして凝縮されたパワーを表現するボディーと軽くのびやかなテールとの対比 (図 5、6)



図 4 New YZF-R1 ヘッドライト



図 5 New YZF-R1 テール



図 6 New YZF-R1 カウル



- ・ 有機的で艶かしい曲面とそれらが織り成すシャープなエッジとの対比（図 6）
- ・ ソリッド化しボディーやエンジンに絡みつき一体化するカウルと、造形要素としてボディー的な表情へと進化する構造パーツの融合（図 6、7）

これら全ての対比と融合のせめぎあいがダイナミズムを内在させエネルギーを持った有機体としてデザインを生み出している。

日本製のモーターサイクルに世界のカスタマーが期待する所はハイテクノロジーである。昔のハイテクとは機能が付加する事であったが、今日のハイテクノロジーの表現は進化した機能をより扱いやすくスマートにフィットさせ新しいアピアランス、ボリュームバランスを生み出すことに有る。

テクノロジー表現の分野で CF (Controlled Filling) アルミダイキャストが果たした役割は大きく、ライバルを確実にリードしている。例えば、CF アルミダイキャストのシートレールがよりシンプルで力の集約した表現を可能にし、メインフレームとのボリュームのコントラストが生み出された事や、スイングアームが空力的なフォルムと躍動的な力強さを併せ持つ事がテクノロジーの進化を表現している（図 7）。

また、New YZF-R1 のテクノロジー進化の特徴である 126kW (172PS) にもものぼるパワーを表現する為に今回の機構的なフィーチャーであるラムエアダクトとセンターアップマフラーの吸排系を、鋭く吸って大きく吐くジェット機のイメージでデザインする事で最大限活用できた。もちろんラムエアダクトがエアロダイナミックなデザインに溶け込み、アップマフラーがよりコンパクトでタイトにボディーと一体化していることにテクノロジーの進化が表れている（図 4、5）。



図 7 New YZF-R1 スイングアーム

## 5 魅惑する造形 —手触りの伝わるデザイン—

モーターサイクルは車と違い、エクステリアとインテリア、メカニズムとボディーが絡み合い、且つ人がまたがって完成する乗り物である。モーターサイクルは手で触り、撫でていとおしむ事が出来る数少ないプロダクトだと言える。故に当社はカスタマーがモーターサイクルにまたがって触れて感じるクオリティーにモーターサイクルの大きな特質があると考えている。触感は実に多様で奥深い情報を伝えてくれる。手触りや手の温もり、豊かな表情、思わず触ってみたいくなる形に人は惹き込まれる。手でしか造りえない形はヤマハモーターサイクルの魅力を形成している要素となっている。

当社ではデザイナー自身がクレイ（粘土）を用い手で造形を行っている（図 8）。何故なら身体の特



図 8 New YZF-R1（左）とクレイモデル（右）

つバランス感覚、全神経、美意識を総動員できるからであり、直接意図を身体的に反映する必要があるからである。そこには視覚に頼った CAD（Computer Aided Design）だけでは造り得ない尊い価値がある。手の技術、身体的感覚を重要視し、モノに魂を込めていくプロセスには当社の技術と思想が宿っているのだ。

CAD にはエンジニアとのデータの共有化、時間短縮など時流に沿ったメリットがあり当社としてもツールとしての活用を研究し実践している。しかしツールには得手、不得手があり CAD には身体性を持っていないという弱点がある。期間短縮と効率にのみスポットを当てデザインに身体性や手触りが無くなればデザインのファーストフード化に繋がり、待つのは限りないコスト競争のみでブランドのオリジナリティーは保てなくなるだろう。YAMAHA ブランドとデザインの大きな課題と言える。

New YZF-R1 のサーフェースでは空気を切り裂き、纏わりつかせ、置き去りにする表情の変化を表現し、また、艶やかさと鋭さを表現できる多様性を身体を使い創り出すことができた。これらはヤマハらしさを表現する事に直結している。

## 6 デザインの進化 —五感のデザイナー—

当社では、カスタマーの五感に響くデザインを目指している。五感を通じてモーターサイクルと交わればより豊かな人機一体が成し遂げられるからだ。

視覚による造形 / 色彩と触感のデザインは既にヤマハ発動機(株)のモーターサイクルを語る上で欠かせない要素となっている。

更に、1999 年東京モーターショーで発表した MT-01 (図 9) は、" 鼓動 " として音や味わいをデザインの対象としカスタマーにとって総合的な価値を提供しようとするプロポーザルであった。

これらは YAMAHA ブランド全体を語る上で欠かせないファクターであり強みと成り得る分野である。カスタマーのマインドを強く掻き立てるスーパースポーツというカテゴリーに於いても、スペックと同様に感性性能が今後より重要になってくると思われる。



図 9 コンセプトモデル MT-01

## 7 おわりに

New YZF-R1 は幸いにも市場で高評価を頂き、デザインに於いてはヨーロッパのモーターサイクルデザイナー協会 (MDA) が選ぶ No.1 モデルとなった。

今後もモーターサイクルの進化と YAMAHA ブランドの更なる深化とオリジナリティの追求に当社のグループワークを通じてデザインで協力していきたい。

### ■著者



太田 裕之



魅力的な製品を生み出す技術 特集

## プレス成形シミュレーションによる魅力あるタンクの実現

Using Press Forming Simulation Analysis to Design an Attractive Fuel Tank

加藤 直幸 Naoyuki Katou

● MC 事業本部 生産技術開発室

Besides being a functional part with the role of containing the fuel in a leak-proof environment, the fuel tank of a motorcycle is also an important design part that provides a vital "face" of a motorcycle model. The fuel tank is made by welding together the main panels which have been formed from thin sheet metal by means of a metal press. In order to satisfy the demands of the functional and exterior design roles, it is necessary to carefully check all the details of styling, engineering and manufacturing conditions from the very start of the development process to make sure all aspects are well integrated into the final design. The manufacturing process for a fuel tank includes (1) the pressing, (2) welding and (3) painting/finishing. Of these, it is the pressing process where special efforts and investigation are necessary to determine first of all if the shape desired from an exterior design standpoint can be achieved and, then, what structural plan can enable the forming of the desired shape. In this report we introduce our efforts to achieve attractive fuel tank shapes using simulation analysis technology related to metal-pressing shapes.

### 1

### はじめに

モーターサイクルにおいて、タンクは燃料を密閉保持するという機能部品であると同時に、二輪車の顔とも言える重要な意匠部品である（図1）。タンクは薄板の材料をプレス成形した後、それぞれのパネルを溶接することで作られる（図2、3）。デザインと機能を両立させるためには、開発の初期段階でスタイリング・設計・製造要件のすべてが成り立つべく詳細な検討をしなければならない。タンクの製造工程として、①プレス ②溶接 ③塗装があるが、特に最初のプレス成形において、デザインされた製品形状が成形可能かどうか、またどのような方案であれば成形できるのかといった検討は非常に重要である。本稿では、成形シミュレーション技術を活用した、魅力的なタンク形状の実現についての取り組みを紹介する。

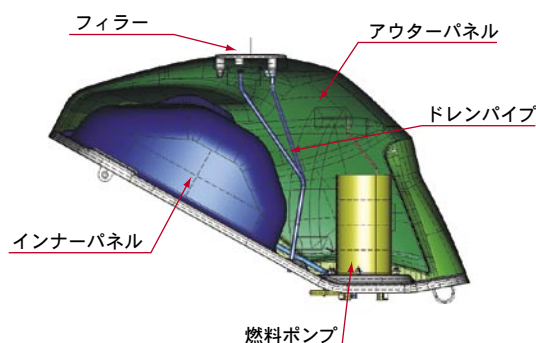


図1 フューエルタンク構成



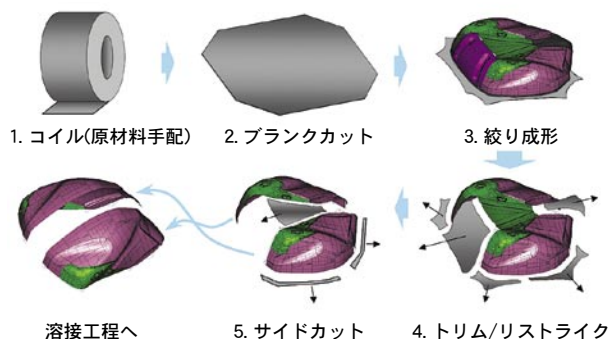


図2 プレス工程

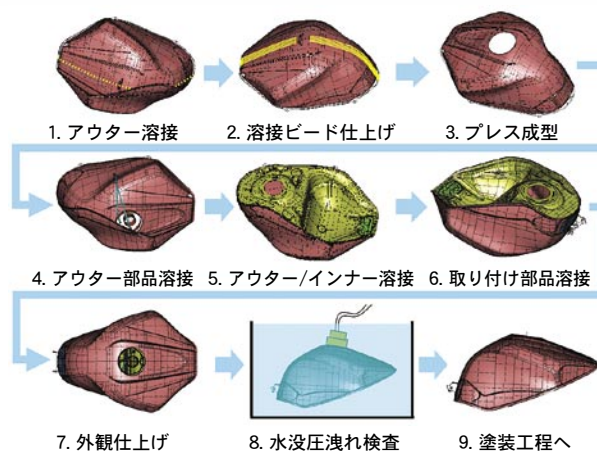


図3 タンク溶接工程

## 2 プレス成形とは

プレス成形とは、板状の材料を金型（ポンチとダイス）によって挟み込むことにより打ち抜いたり、曲げたりする成形法で身近なものでは自動車のボディなどに用いられている。このプレス成形法の1つとして「絞り加工」と呼ばれるものがある（図4）。インターネットでも「絞り込み検索」という言葉があるように、「絞り」とは範囲を小さくするような場合に使われるが、プレス成形の「絞り加工」とは、板材を周方向に縮ませながら立体形状を作り出す技術である。二輪車の燃料タンクも絞り加工によって形状が作られているが、自動車のドアパネルなどに比べて深絞りであるという点が大きな特徴で、成形する上で他の部品とは異なる難しさがある。

フィルムを立体形状のものにラッピングする場合を想像していただきたい。貼り付ける際にフィルムを引っ張っておく力が強すぎると途中で破れてしまったり、逆に弱すぎるとフィルムが余ってシワになってしまう。また物の形状によっては、どんなに頑張ってもきれいに貼り付けることが不可能な場合もある。

金属のプレス絞り加工でも同様で、形状が複雑になるほど金型形状通りに成形することが難しく、金型を何度も修正したり、場合によってはもう一度最初から作り直さなければならないといったことも起こり得る。このため、金型を設計する際には熟練技術者の経験や知識が非常に重要となる。



アウターパネル



インナーパネル

図4 絞り加工

### 3 プレス成形シミュレーションとは

「はじめからこうなることが判っていたら、やらなかったのに…」とか、「もっと〇〇したのに」などと後から思い直すようなことは、日常生活の中でも決して少なくない。逆にこれから起こる自分にとって不利益な現象を事前に予測できたら、誰もがそれを回避したり、不利益を最小にするための対策をするだろう。このように未来に起こる現象を事前に予測する技術がシミュレーション技術である。身近なものでは天気予報なども1つの例であるが、ものづくりの分野でもシミュレーション技術が開発され、利用されている。

プレス成形シミュレーションとは、実際のプレス成形と同じように材料特性、金型形状、成形条件などを定義してコンピュータ上でトライアウトを行うもので、金型を作製する前に型方案や成形条件を検討することができる（図5）。プレス成形の不具合として、シワ、割れ、スプリングバック、面歪みなどが挙げられる。このなかでシワや割れといった「成形性」に関しては、シミュレーションによって高精度に予測することが可能となっている。

ヤマハ発動機㈱では1993年からプレス成形シミュレーションの実用化を目指した技術開発に取り組み、1996年からはすべての新機種に対して適用し、シミュレーション上で板厚減少などの問題が解決されるまでは金型を製作しないというほど徹底されている（図6）。

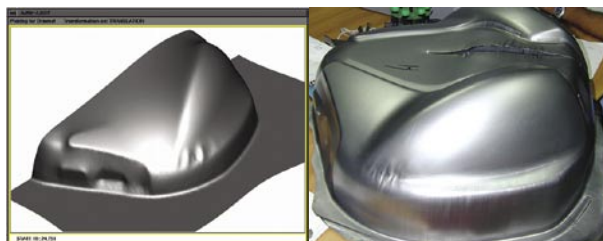
このように金型製作前にシミュレーションにより事前検討を行うことで、金型修正を削減し、生産準備期間も短縮することができた。

#### プレスシミュレーションとは？

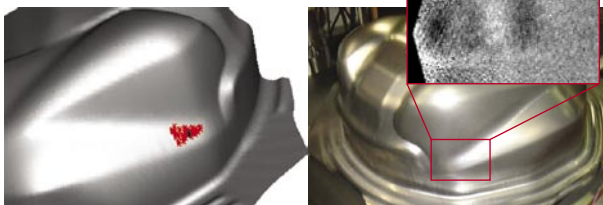
プレス成形性(割れ、シワ)、  
変形(スプリングバック)、  
表面欠陥(うねり)の  
シミュレーション



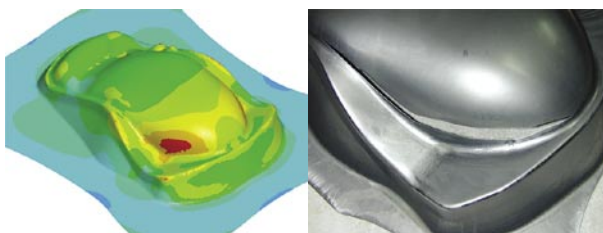
#### シワの予測



#### 微小なうねりの予測



#### 割れの予測（板厚分布）



#### 変形の予測

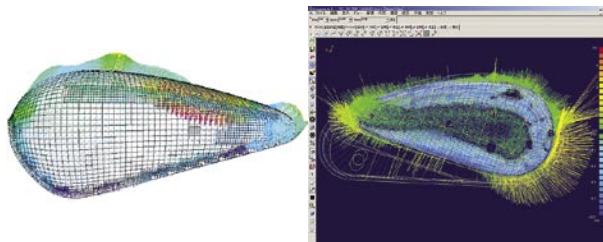


図5 プレス成形シミュレーションとは？

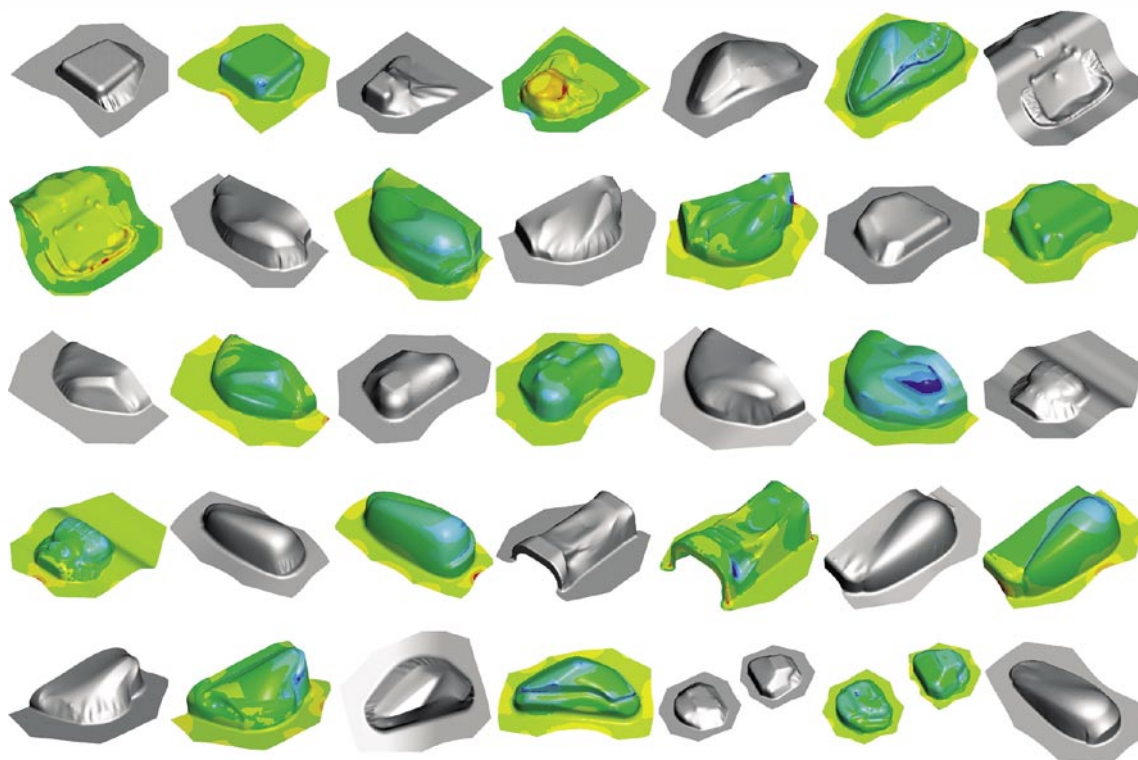


図6 プレス解析の適用

#### 4 魅力的なデザイン形状の実現

近年、二輪車に対するデザインニーズも多様化してきており、燃料タンクについてもより斬新な形状が求められるようになった。単純にデザイン性だけを追及するのであれば、例えば従来2分割構造になっているアウターパネルを3分割構造にするといったことも考えられるが、これではプレスや溶接の工程が増えてしまい製造コストの増加につながるなど、必ずしもユーザーのニーズに応えたことにはならない。

デザインと製造要件を高いレベルで成立させるためには、モデル開発のプロセスが重要となる。タンクの開発では、新製品開発において初期の製品デザインをデザイナーだけでなく製造技術者も参加して検討する「デザイン・イン」と呼ばれる仕組みがある。そのための技術としてデザイナーがスケッチしたスタイリング情報をすばやく3Dデータに変換する技術や、3Dデータから現物を作る技術などが挙げられる。さらに、デザイン段階からプレス成形シミュレーションを適用することで、より斬新なデザイン形状の実現を目指している。

2002年に発売された海外モデル Road Star Warrior では、従来のタンクとは一目で違いがわかるほどの薄型タンクを実現した（図7、8）。

これまで不可能だと思われていた形状が実現できたのは、シミュレーション技術の賜物だと単純に考えてしまいがちであるが、シミュレーションは道具の1つに過ぎない。よく言われていることだが、道具は持っているだけでは意味がなく、いかに上手く使うかが重要である。



例えばプレス成形シミュレーションの技術も、製造技術者がデザイナーに対して「こんな形状は成形できない」とデザイン案をつき返すための道具にもなり得てしまう。実際にタンクの開発でもプレス成形シミュレーションを導入した当初は、金型修正ロスの削減や生産準備期間の短縮を目指すあまり、失敗しそうな形状は最初から作らないといった考え方から、デザイナーと製造技術者との距離を広げてしまっていたような時期もあった。しかし現在ではそれを乗り越えて、より高いレベルを目指すための道具として定着している。

さきほど紹介した Road Star Warrior の場合でも、開発初期段階からデザイナー、商品企画、設計担当者、製造技術者などが一緒になって検討を進めてきた。このような場面で、シミュレーション技術は情報を共有するための道具として大きな役割を果たし、開発担当者は共通の目的に向かって一緒に取り組んでいくことができる。



図7 Road Star Warrior



図8 従来のタンク（左）と Road Star Warrior の薄型タンク（右）

## 5 最近のモデル紹介

2004 年モデルの YZF-R1 では、クリーナー部と別体式のタンクが採用され、タンク容量を確保しながらもスリムな印象を与える形状となっている。

また、Fazer では立体感あふれるタンク形状が特徴で、シワと板厚減少という相反する問題がなかなか解決されなかったが、金型手配前のシミュレーションによる方案検討を数多く行い、金型製作後の実機での調整も重ねた結果、実現できた形状である（図9、10）。



図9 YZF-R1(2004) 車体とタンク、解析結果画像

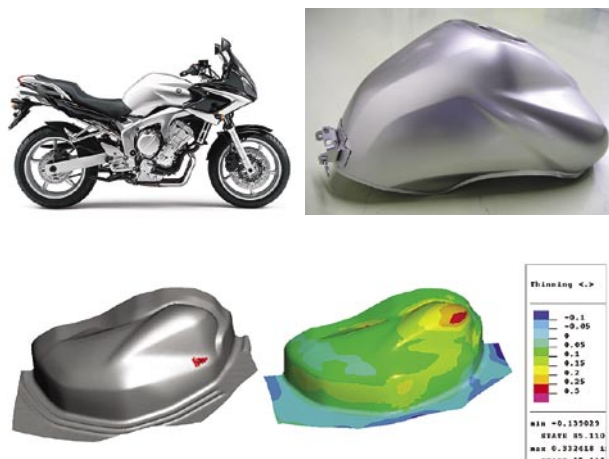


図10 Fazer 車体とタンク、解析結果画像

## 6 おわりに

二輪車の燃料タンクは、タンク単品で見た場合と車両に取り付けて見た場合とでは、不思議なくらい印象が異なる。逆にタンクの形状が少し異なるだけで車両全体のイメージも変わってしまう。このためタンクの開発には相当なこだわりを持って、他社には真似できないヤマハオリジナルを目指して取り組んでいる。ユーザーの皆さんに、デザイナーや設計、製造技術者をはじめとする開発者のこだわりを少しでも感じていただければ幸いである。

### ■著者



加藤 直幸

## 製品紹介

## スノーモビル SXVenom RXWarrior

The Snowmobiles "SXVenom" and "RXWarrior"

中野 太久二 Takuji Nakano  
● 第 3PM

図 1 スノーモビル SXVenom



図 2 スノーモビル RXWarrior

The "SXVenom" snowmobile was developed with the desire to get as many people as possible to enjoy the world of snowmobiling. In order to build a snowmobile with light handling and an easy-to-handle package that could bring the snowmobile closer to more people, we mounted a lightweight, compact 2-stroke, 3-cylinder 600cm<sup>3</sup> engine on the high-function, high-quality chassis of the "SXViper" to create a new model that further evolves its chassis performance in a new direction.

With the "RXWarrior" we sought to develop a performance solo touring model that embodies the dream of a machine with the versatility to respond to the demands of any kind of use environment and offer its rider the inherent joy of snowmobiling wherever it is used. Taking the best qualities of the RX-1 and the RX-1 Mountain, this is a model that opens up an entirely new category with its ability to deliver performance in all kinds of riding, from well-packed trails to fresh snow in the mountains. Both of these models build on the "exciting snowmobiling" concept of the existing models and further develop it to create distinctive new machines with unique characters all their own.

## 1 はじめに

SXVenom は、「多くの人にスノーモビルの世界を味わって欲しい。」そんな気持ちで開発した。軽快なハンドリングと扱いやすい車格でスノーモビルをより身近に感じていただくために、軽量コンパクトな2ストローク 3気筒 600cm<sup>3</sup> エンジンを優れた機能、品質を持つ SXViper のシャーシに収めた。SXVenom は、そのシャーシパフォーマンスを受け継いで独自に進化したニューモデル（図1）である。

RXWarrior は、「いかなる使用環境にも柔軟に対応でき、本来のスノーモビリングの楽しみを提供できるパフォーマンスソロツーリングモデルにしたい。」そんな夢を実現した。RX-1 と RX-1 マウンテンのいいとこ取りをし、トレールから新深雪の山岳地まで幅広いフィールドで高い走破性を実現した新しいカテゴリーのモデルである（図2）。

どちらも、ヤマハ発動機(株) (以下、当社という) 現行モデルの「エキサイトメントなスノーモビル」のテイストを受け継ぎながらもモデル独自のキャラクターをもったニューモデルである。

## 2 SXVenom

### 2.1 「多くの人にスノーモビルの世界を味わって欲しい。」それが実現できるスノーモビルを作りたいかった

2002年に登場した SXViper は、剛性バランスに優れた軽量フレームに、700cm<sup>3</sup>、3気筒エンジンを備え、鋭い加速感・高い最高速性能を発揮する2ストロークエンジンモデルのフラッグシップである。その SXViper の優れたパフォーマンスのエッセンスを受け継ぎ、扱いやすい 600cm<sup>3</sup> エンジン（図3）など新しいフィーチャーを豊富に盛り込んだモデル、それが SXVenom である。仕様諸元を表1に示す。

現在、当社のスノーモビルラインナップは2ストローク 700cm<sup>3</sup> の SXViper シリーズ、4ストローク 1,000cm<sup>3</sup> の RX-1 シリーズという大排気量モデルが中心で、2ストローク 500cm<sup>3</sup>、600cm<sup>3</sup> のミッドレンジクラスにはスポーツモデルはない。そこで、SXViper の軽量シャーシを生かし、より軽量コンパクトなエンジンと合体させることにより、より手軽で、より親しみやすいスポーツモデルが提供できると考えた。

### 2.2 軽量コンパクトな 600cm<sup>3</sup> エンジンと SXViper の走りのポテンシャルが一つに

SXVenom は単なるビギナー向け入門マシンではない。ターゲットユーザーを初心者から経験者まで幅広く捉え、誰もが扱いやすいこと。また、本格的なスポーツを味わえる性能を備えていること。そのどちらかを欠いても SXVenom のコンセプトは成立しないと認識していた。それだけに開発段階で一切の妥協を排除した結果、お客さまにコンセプトを十分堪能いただける商品に仕上げることができたと考える。

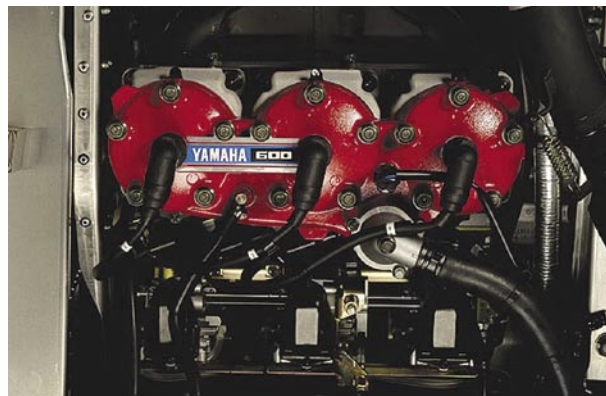


図3 SXVenom エンジン

表1 SXVenom 仕様諸元

項目	諸元値
全長	2,780mm
全幅	1,200mm
全高	1,280mm
排気量	593cm <sup>3</sup>
気筒数・配列	並列3気筒
ボア×ストローク	65 X 59.6 mm
圧縮比	6.6
吸気形式	ケースリードバルブ
冷却方式	水冷
潤滑方式	オートループ
キャブレタ形式	Mikuni TM31 x 3, 温水配管付き
点火方式	デジタル D.C. C.D.I.
エキパイ・マフラ形式	3-1
変速機	V ベルト自動変速機
ブレーキ形式	対向ピストン
スキー形式	樹脂スキー
スキースタンス	1,070mm
フロントサスペンション形式	インディペンデント トレーリングアーム
フロントサスペンショントラベル	229 mm
リヤサスペンション形式	クイックアジャスト機構付 プロアクション プラス
リヤサスペンショントラベル	292 mm
トラックベルトサイズ (幅×周長×パターン高さ)	381 x 3,072 x 25.4 mm
燃料タンク容量	45 L
オイル容量	3 L



この開発でポイントになったのは、高いねじり剛性と高い曲げ剛性、徹底的な軽量化により、あらゆるシーンで優れた操縦性、安定性を発揮するSXViperのフレームを、当社の2ストローク技術が生んだ600cm<sup>3</sup>エンジンと一体化させたことである(図4)。新設計の3 into 1 マフラや、シリンダケースなどの軽量化で、ミッドレンジクラスで高い競争力を発揮した。フレーム、エンジン等のパッケージが見事に融合し、それぞれの交互作用で力を引き出し合える新しい構成を作ることができた。

### 2.3 「人、雪、スノーモビル」一体感を求めて

SXVenomというシステムの中でエンジンとフレームについてはそれぞれ高い性能、機能目標を達成できた。しかし全ての乗り物に共通していることであるが、エンジンとフレームだけが良くても優れた乗り物にはならない。そこで我々はもう一步踏み込み「人・雪・スノーモビル」の一体感とは何か、を追求するなかで、さらに、扱いやすさをプラスしていこうと考えた。

そこで、新開発の一体型プラスチックスキー(図5)と、2003年モデルのSXViperから受け継いだフィンガーパターンのトラックベルト(図6)が、600cm<sup>3</sup>でしか味わえない軽快なハンドリングと、アグレッシブな走行を可能にし、フロントサスペンションの「プロアクションシステム」が持つ、ギャップに対し優れた路面追従性で、柔らかい乗り心地を実現した。

さらに、新型シートは、表面のワディング(キルティング加工)とその下のスポンジで、優しい感触と、ライダーがシートに沈んだときのソフトな乗り心地を実現した。RX-1と同タイプの独立調整式グリップ/サムウォーマー付きスロットルレバー(図7)の採用により、操縦を妨げずにウォーマーを調整することができ、スロットルレバーの形状も小型化することで快適性を向上した。

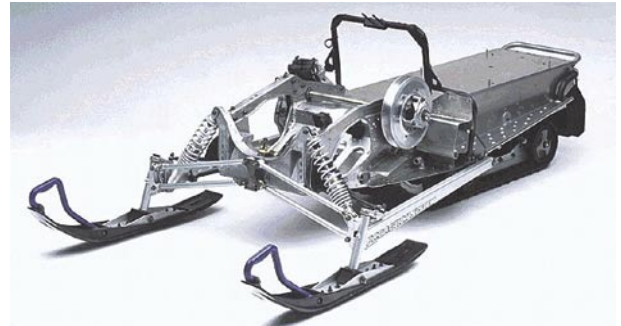


図4 SXVenom フレーム



図5 SXVenom プラスチックスキー

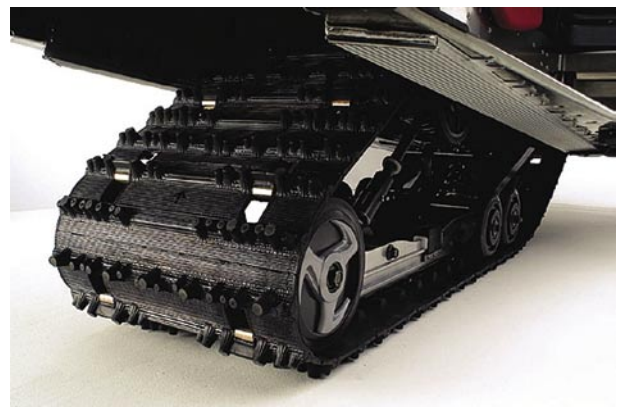


図6 SXVenom トラックベルト



図7 SXVenom スロットルレバー

こうした一連の開発が、SXVenom のキーワード「スポーツ」、「扱いやすさ」を生み出し、我々の思い描くスノーモビルを完成した(図8)。

### 3 RXWarrior

#### 3.1 当社のメッセージを伝える使命感を持って挑んだ2年目

スノーモビルの醍醐味とはなにか? 「一人では、誰も行けない、誰も登れないフィールドを思いっきり走ること。」と考えた。これを満たす最大の条件は、「軽さ」であり、市場では、極限まで軽量化された2ストロークエンジン搭載モデルが主流である。その常識を覆そうと、2003年当社は、軽量、コンパクトな4ストロークエンジンモデルRX-1を発表した。市場では、「4ストマシンもイケるかな」という認識が広がりつつあると考える。だからこそ2004年は、さらにインパクトのある商品で「4ストロークって本当に凄いんだ」と、強くメッセージを打ち出していくことが必要である。RXWarriorは、我々開発者の思いを凝縮したニューモデルである。仕様諸元を表2に示す。

#### 3.2 4ストロークエンジンを生かした新しいカテゴリーの誕生

2004年のニューモデルに求めたのは、「強烈なメッセージ」であり、RX-1、マウンテンとは違う第3のキャラクターであること。RX-1のお客さま調査を分析する中で、RX-1はトレール中心、マウンテンは山岳中心というように、2台は、別々のカテゴリーにポジショニングしており、この中間のフィールド

を遊び場に行っている人が取り残されている状況にあることが鮮明化した。特に日本や北欧のようにトレールがほとんどなく、林間を縫うように走る事ことが多い地域では、マウンテンモデルだと車格が大きく、質量も大きいため、体力的にも厳しい。そんな背景からRX-1とマウンテンの中間のポテンシャルを持ったモデルが必要だということに行き着いた。



図8 SXVenom

表2 RXWarrior 仕様諸元

項目	諸元値
全長	3,000mm
全幅	1,210mm
全高	1,190mm
排気量	998cm <sup>3</sup>
気筒数・配列	並列4気筒 DOHC
ボア×ストローク	74 X 58 mm
圧縮比	11.8
バルブ数	5バルブ/気筒
冷却方式	水冷
潤滑方式	ドライサンプ
キャブレタ形式	BSR37 X 4 連装
点火方式	デジタル D.C. C.D.I.
エキパイ・マフラ形式	4-2-1-2
変速機	Vベルト自動変速機
ブレーキ形式	対向ピストン
スキー形式	樹脂スキー
スキースタンス	1,070 mm
フロントサスペンション形式	インディペンデントダブルウィッシュボーン
フロントサスペンショントラベル	229 mm
リヤサスペンション形式	クイックアジャスト機構付プロアクションクリッカー
リヤサスペンショントラベル	292 mm
トラックベルトサイズ(幅×周長×パターン高さ)	381 x 3,456 x 31.8 mm
燃料タンク容量	38 L
オイル容量	3.8 L

そのため、今年、2003年モデルのRX-1以上にエンジンのトルクを生かした楽しみ方ができるようにするにはどうしたらよいか？にスポットを当て、2003年モデルのRX-1を再検証した。その結果、トラックベルトを長く、パターンも高くしても、スポーツ性能を十分発揮できることが確認できた。そこに2003年のモデル開発経過の中で抽出できていた改良点を織り込み、さらに独自の機能を追加し完成したのがRXWarriorである。

RXWarriorのコンセプト「Performance Solo Touring」には、ロングツーリングを楽に行える快適性、トレール、オフトレールから新深雪までを走破するオールラウンド性能、そしてアグレッシブな外観、などが込められている。

### 3.3 加速性能、高速性能、快適性、運動性能すべてをレベルアップしたRXWarrior

4ストロークエンジンのキャラクターを強く押し出したRXWarrior開発の出発点となったのがトラックベルトである。エンジンにトルクがあるので単純にパターンを高くしてもトラクションアップの効果は出るが、ロス馬力が増加して最高速が落ちては面白くない、そこで6.35mm (0.25in) 高くしたパターンに独自開発の配列を採用した。さらにコーナリングでの機動性アップのため両サイドのパターンに角度をつけることで、最高速を落とさず、加速性能と、トラクションを出すという高い目標性能を達成した(図9)。

こうして、このトラックベルトとRX-1から受け継いだエンジンが、RXWarriorというシステムの中で新しい可能性を生み出したことは言うまでもない。RX-1より190mm長いホイールベースと長さ3,456mm×パターン高さ31.8mm (136in×1.25in)のトラックベルトとを合わせて、ロングツーリングで快適な乗り心地と、オフトレール、新深雪などでの走破性を高めることができ、RXWarriorの骨格が誕生した(図10)。

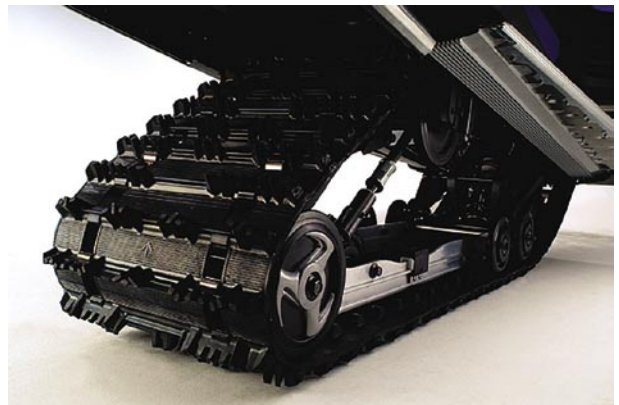


図9 RXWarrior トラックベルト



図10 RXWarrior



続いて、多彩なシチュエーションで乗るために必要な機能は何かを考えた。RX-1 シリーズのステップの下には、エンジンの冷却水を通しているため、雪がステップの上ののってもその熱によって氷が成長せず、常にステップのグリップ機能を果たす。しかしライダーの左右への大きな体重移動や膝立ち乗り姿勢のとき、現行のスペースでは若干狭い。そこで121mm から142mm に変更したアルミ製ワイドステップを採用し、よりアグレッシブなライディングに対応できるスペースを確保した(図11)。

さらに、さまざまな使用環境での対応力の向上のため、多彩な調整機構を持つプロアクションプラスリアサスペンションに対して簡単に減衰力調整が可能な専用ショックアブソーバーを採用し、広範囲な走行条件に合わせ、お客さまのベストな乗り方、乗り味の実現のためのサスペンションセッティングができるようにした。(図12、13) こうして、新領域に必要な要素を一つひとつ組み合わせて熟成していくことでRXWarrior ができた。これは、人間の力ではいけない場所にいけるというスノーモビル本来の魅力を持ち、それによりお客さまが変えがたい経験をするというシーンを実現する際に、環境に優しいという性能を付加したマシンになったと感じた。

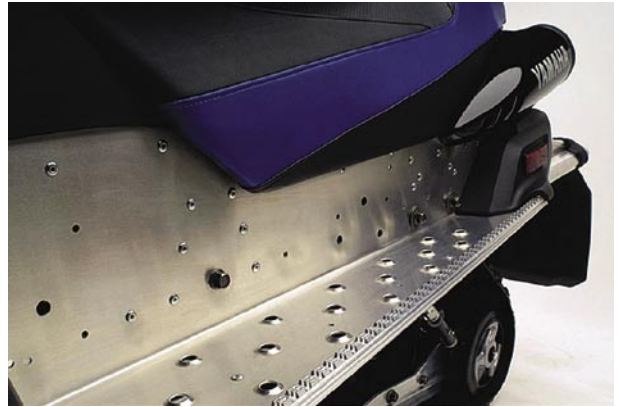


図11 RXWarrior

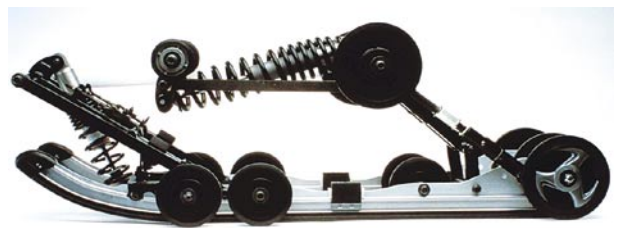


図12 RXWarrior リアサスペンション



図13 RXWarrior 減衰力調整式ショック

#### 4 品質への取り組み

両モデルは、エンジン、シャーシとも既存部品の組み合わせを基本にしているが、組み合わせとしては、全点新規であるという捉え方で、トライ項目を設定して開発した。

##### ●既存コンポーネントの最適化と連結部分の重点評価

エンジン、車体は、おのおの既存部品であるが、それぞれのシステムの中で最適化されており、相互作用により成立している部分が見えにくい。

コンポーネント単位としての最適化、つまりエンジン、フレームとして基本機能と品質をまもるための要素は何かを再検出し、そのポイントを守って他のコンポーネントに移植していくこととした。更に、移植した連結部分については、新構造として最重要評価項目として評価していった。

こういった視点の開発は、今後のモデル開発では、主流になってくるであろう。より良いコンポーネント同士を有機的に結合しより高い性能を発揮させる技術、この技術をより高めていく。

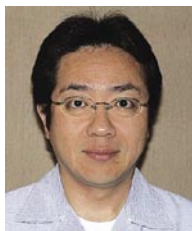


## 5 おわりに

2003 年 1 月、RX-1 を発表後、競合他社の 4 ストロークモデルの発表が相次ぎ、スノーモビル市場に 4 ストローク化の流れが確実に浸透していった。インターネットでのモデル評価には、かつてない反響がある。良い面、改善要望等さまざまであるが、お客さまの高い興味の度合いを示していることが明確である。一方、未だ、2 ストロークエンジンモデルの要求も高く、超軽量、高出力スノーモビルが欲しいというスノーモビラーの基本的な欲求もある。こういった現状に、われわれは、4 ストロークエンジンモデルで将来のお客さまの要求品質を満足させていくことを基本とし、また、現在のお客さまの満足度アップには SXV シリーズのマイナーチェンジで対応していくこととしている。

この紙面をお借りしてスノーモビル関係各位に感謝し、お礼を申し上げます。

### ■著者



中野 太久二

# 製品紹介

## スポーツ ATV YFZ450

### The Sports ATV "YFZ450"

伊藤 英一 Eiichi Ito 鈴木 豪仁 Takehito Suzuki 中村 和男 Kazuo Nakamura  
 影山 裕 Yutaka Kageyama 山下 輝佳 Teruyoshi Yamashita 宇木 隆司 Takashi Uki  
 松下 頼夫 Yorio Matsushita 井上 真一 Shinichi Inoue 太田 博 Hiroshi Oota  
 ● エンジン開発室 / ボディ開発室 / 実験開発室 / 原価企画室 / 第 3PM



図 1 スポーツ ATV YFZ450

The USA is the world's largest ATV (All Terrain Vehicle) market and in the 2003 sales season an all-time record of 765,000 units were sold, among which 148,000 units are in the sport category. Since its release for the 2001 sales season, Yamaha's popular entry in the sports category, the YFM660R, has sold 45,000 units as of May 2003. Being the first new sports model for some time, the YFM660R brought new life to the category and quickly won a reputation for outstanding versatility in the market thanks to its ability to handle all kinds of riding, from the sand dunes of the West Coast to the forest trails of the East. As the market has grown, so has the diversity of customer tastes, bringing calls for new models offering even higher levels of performance in all the basic sports areas of acceleration, cornering performance and suspension/brake functions. We developed the new YFZ450 as a "Pure Sports ATV" model to answer the needs of these users. Here we report on the YFZ450 development project.

## 1 はじめに

ATV (All Terrain Vehicle) 最大の市場である米国では 2003 セールスシーズンにおいて過去最多の 76.5 万台、その内スポーツカテゴリーも過去最多の 14.8 万台の総需要を記録した。ヤマハ発動機(株) (以下、当社という)はこのカテゴリーにおいて YFM660R を 2001 セールスシーズンに投入し、2003 年 5 月末現在で米国市場において累計 45,000 台を販売した。西海岸のサンドデューンから東部森林地域まで走行シーンを選ばない Versatility (多才性) が市場で高く評価され、長年ニューモデルの無かったこのカテゴリーを一気に活性化し拡大させることになった。市場の拡大によりカスタマーの嗜好も多様化し、更にスポーツとしての基本である加速、コーナリング、サスペンション/ブレーキ性能を高次元に追

求したモデルを要望する声が高まってきた。このような ATV ユーザーの要望に向けて開発されたモデルが Pure Sports ATV YFZ450（図 1）である。

## 2 開発の狙い

本モデルは「高次元なスポーツ走行が楽しめる Pure Sports ATV」をコンセプトに、品質機能展開から以下の《キーワード》で共有化し開発の狙いを設定した。

### (1) エンジン：《クイックレスポンスとヒット感》

- ・クラス最高性能
- ・クイックなレスポンスとヒット感の両立
- ・シャープでストレスのない回転フィーリングの達成

### (2) 車体：《Controllable ハンドリング》

- ・クラス最軽量
- ・軽快感と操縦安定性の両立
- ・ライディングポジションの自由度向上

### (3) スタイリング：《Cool/ 機能美》

- ・軽量 / スリム感の具現化
- ・新規性

本モデルの仕様諸元を表 1 に、フィーチャーマップを図 2 に示す。

表 1 YFZ450 仕様諸元

項目		諸元値
全長		1,840mm
全幅		1,170mm
全高		1,090mm
シート高		800mm
軸間距離		1,280mm
最低地上高		255mm
乾燥重量		159kg
装備重量		169kg
原動機	種類	水冷 4 ストローク DOHC 5 バルブ
	気筒・配列	単気筒
	排気量	439cm <sup>3</sup>
	内径×行程	95.0mm × 62.0mm
	点火方式	DC-CDI
キャスト		5°
トレール		21mm
タイヤサイズ	前	AT21 × 7-10
	後	AT20 × 10-9
ブレーキ	前	油圧シングルディスク× 2
	後	油圧シングルディスク× 1
懸架方式	前	ダブルウィッシュボーン・独立
	後	スイングアーム・非独立



図 2 フィーチャーマップ

### 3 エンジン概要

#### 3.1 クイックレスポンスとヒット感を実現する軽量コンパクトな 439cm<sup>3</sup> 新エンジン

水冷4ストローク DOHC5 バルブ単気筒エンジン（図3）は、モトクロスサー YZ450F/ オフロードモデル WR450F の基本レイアウトを踏襲し、同クラスの市販 ATV としては例の無い軽量コンパクトなエンジンに仕上がっている。クランク系の低慣性マス等により“クイックレスポンスとヒット感を両立”させ、カムタイミングは吸排気系とのマッチングを図ることで、低速から粘りの有る扱い易いエンジン特性を実現した。

また、排気側カムに内蔵される小型オートデコンプとセルフスタータを装備し始動性の向上を図った。



図3 エンジン

#### 3.2 YZ/WR テクノロジーのフィードバック

市場で高い評価を得ている YZ/WR450F の以下に代表される技術を投入した。

- ・チタンバルブ、高強度バルブスプリング材
- ・マグネシウム製ヘッドカバー、クラッチカバー
- ・アルミめっきシリンダ、鍛造ピストン
- ・TPS（Throttle Position Sensor）付 FCR キャブレタ
- ・ダイレクトイグニッションコイル

ケース内の軸配置も同一としつつ、シリンダ周りを中心に多くの部品を YZ/WR と共用し、軽量コンパクトなエンジンを実現した。

#### 3.3 “Pure Sports ATV” に最適レシオのトランスミッション

専用設計のトランスミッションは、Low/Top 比率を YZ と WR の中間的な設定とすることで ATV への適合を図っており、これによりクイックレスポンスとワイドパワーバンドを生かせるスムーズな変速特性（図4）を実現した。

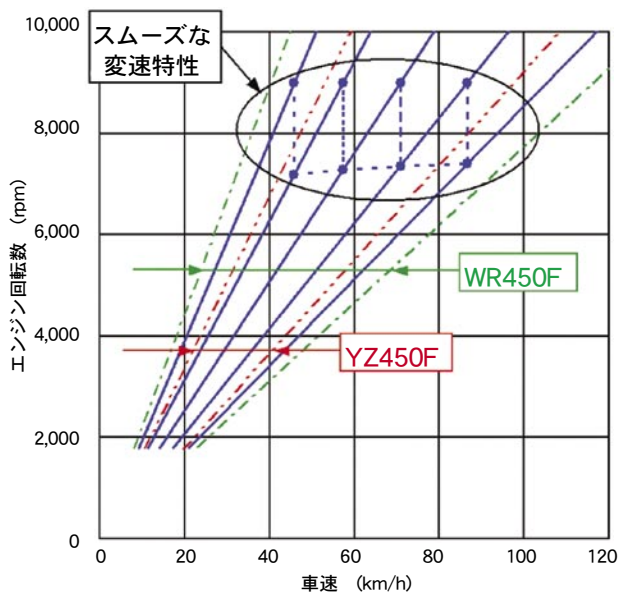


図4 変速特性



### 3.4 理想の出力特性を実現した吸排気系

エキゾーストパイプ（図5）にはコンパクトなレイアウトを可能とするステンレス製 180° 曲げパイプを採用しており、マフラ（図6）は低騒音と高出力を両立させるため二室構造とし、スパークアレスターを装備した。

エアクリーナ（図7）については、ATV の様々な使用環境に適応するため、大型エレメントを採用し、メンテナンスについてもツールレスで可能とした。

### 3.5 全域でのクイックレスポンスを実現する 3D マップによる点火時期制御

FCR キャブレタに装備した TPS から検出されるスロットル開度とエンジン回転数により、点火時期を常に最適に制御することで、ライダーの感性にリニアなクイックレスポンスを達成した。

### 3.6 排ガス規制に対応した環境対応エンジン

高性能とクイックレスポンスを確保しつつ、米国カリフォルニア州のオフロード排ガス規制にも対応しており、全仕向地を同セッティングとし環境にも配慮したエンジンとした。

## 4 車体概要

### 4.1 軽量化、マスの集中化レイアウト

走破性向上を狙い当社従来モデルに対し、ロングホイールベース、ワイドトレッドとしながら、クラス最軽量を達成する為、YFM660R にて投入した軽量技術に加え、新たに CF（Controlled Filling）ダイキャストリアフレーム、アルミ鋳造リアアーム等を採用した（図8）。

外装についても、内部エーミングヘッドライト、フェンダの最小化等により、先進的でアグレッシブなスタイリングと軽量化の両立を図った。



図5 エキゾーストパイプ

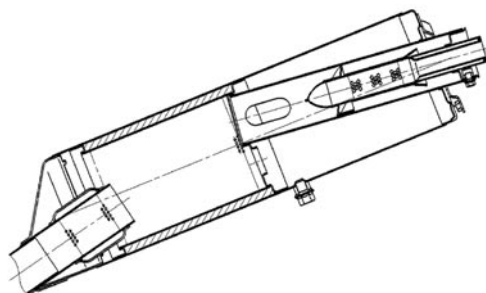


図6 マフラ

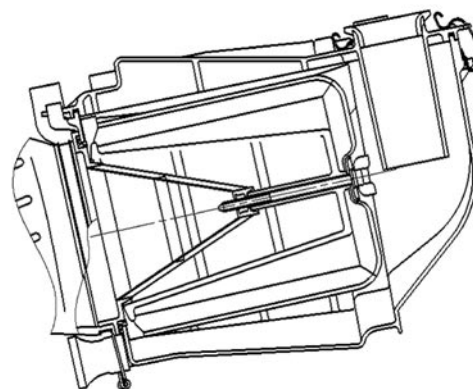


図7 エアクリーナ



CF ダイキャストリアフレーム アルミ鋳造リアアーム

図8 最新軽量技術の採用

結果として、同クラス車両に対し、車両トータルで約 10kg の軽量化を実現した。

また、リアサスペンションの YZ タイプリンクなど、車体中央部に部品を集中的に配置するレイアウトの採用（図 9）と、理想的な前後荷重分布により、運動性能の向上を実現した。

#### 4.2 ジオメトリの最適化と新軽量リアアーム

フロントサスペンションは、ダブルウィッシュボーンを採用。ジオメトリの最適化、ロワアーム形状変更により、ロングトラベルを確保しつつ、理想的なアライメント変化を実現した。

リアサスペンションは、YZ タイプリンク構造を採用し、作動性 / フィーリングを向上させ、ヤマハ ATV 初となる軽量アルミ製鋳造リアアームとの相乗効果で優れた性能を引き出している（図 10）。

前後共、イニシャル調整、伸圧独立減衰力調整機能付きの、アルミ製ピギーバックタイプの GAS-OIL 式クッションユニットを採用（フロントはヤマハ ATV 初）。更に安定した性能を引き出すと共に、様々な走行シーンに合わせた調整を可能とした。

#### 4.3 新規パターン開発による高性能タイヤ

YFM660R と同様ラジアルタイヤを採用し、コーナリング性、トラクションの両立を図った（図 11）。車両特性に合わせる為に、フロントは YFM660R に対し内部構造を見直し、リアはパターン含め新規開発をした。

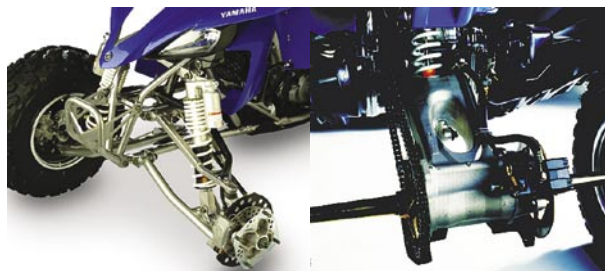
#### 4.4 2ポットキャリパ採用による優れたブレーキ性能

フロントブレーキは、ヤマハ ATV 初となる2ポットキャリパの採用により、制動性能 / フィーリングを向上させた（図 12）。

一方リアブレーキは、小径化ディスクの採用により不整地での走破性を向上させた。



図 9 構造図



フロントサスペンション      リアサスペンション

図 10 サスペンション



フロントタイヤ      リアタイヤ

図 11 高性能タイヤ



フロントブレーキ      リアブレーキ

図 12 2ポットキャリパ採用ブレーキ

#### 4.5 様々な走行シーンに対応する操作系

ATV 初となる調整式フロントブレーキレバー、ワンタッチ式パーキングブレーキレバー、YZ と同タイプのクイックアジャスト付クラッチレバーを採用し、操作性の向上を実現した（図 13）。



フロントブレーキレバー パーキング、クラッチレバー

図 13 操作レバー

#### 4.6 自由度の高いライディングポジション

タンクからシート後端までの流れをフラットでスリムなレイアウトとすると共に、前後フェンダの最小化にてライディングスペースを拡大し、走行中のポジションの自由度を向上した。

また、サイドカバーの幅・形状の最適化、低シート高、ワイドフートレストの採用により、安定した操縦性を実現した。

### 5

## 品質への取り組み

本モデルの開発では「品質向上」、「コスト低減」、「開発 / 生産効率向上」を目標に各段階で以下の点を重点的に取り組んだ。

#### 1) 企画 / 設計

- ・プリプロト車両での開発課題抽出と商品性の検証
- ・海外販売企画部門との品質機能展開の協同作成と共有化
- ・デザイン工程でのスタイリング CAD（Computer-Aided Design）の活用
- ・高額部品、新機構部品の CE（Concurrent Engineering）活動

#### 2) 試作

- ・生産担当メーカ / 生産型での部品の試作
- ・生産担当部署でのエンジン / 車両の組立

#### 3) 評価

- ・市場使用状況と評価条件の相関性の検証
- ・海外販売企画部門との商品性、品質機能展開の協同での検証
- ・海外販売企画部門との使用環境下での試作車両の協同での確認

以上の各段階での製販技、海外販売企画部門と一体での対応により、達成レベルの共有化と各目標達成の大きな成果として繋がった。



## 6 おわりに

市場での評価はこれからとなるが 開発担当、各関連部署の努力により、高い性能 / 品質目標が実現でき、お客様に満足頂ける魅力ある商品に作り込むことができたと確信している。

今後も開発を通し、お客様の期待を超える商品を提供し続けていきたいと考えている。

### ■著者



左から、太田 博、影山 裕、山下 輝佳、松下 頼夫、  
伊藤 英一、鈴木 豪仁、宇木 隆司、中村 和男、井上 真一





## 製品紹介

# 除雪機 ヤマハスノーメイト YS1390A, YS1390AR

Snow Throwers Yamaha Snow Mate YS1390A, YS1390AR

仲井 政雄 Masao Nakai  
● 特機事業部パワープロダクツ事業室



図 1 除雪機ヤマハスノーメイト YS1390A/AR

The domestic demand for snow throwers for home and utility uses in Japan stands at about 30,000 units annual. Despite the country's prolonged recession, these snow throwers have established themselves as a necessity in the snow regions with a strong and steady demand. While high-power models account for most of the demand in non-urban areas, there has been a shift toward quiet-running models in the cities for clearing snow in the early morning without disturbing the neighborhood. In response to this demand, Yamaha has marketed the quiet-running models YS870 and YS1070 beginning two years ago. The decreasing birth rate and aging of Japanese society is also resulting in a trend where snow throwers are being operated more by the elderly and women, thus creating demand for models that are simpler and easier to operate. Here we report on the development of the new models Yamaha Snow Mate YS1390A and YS1390AR designed to answer these market needs.

## 1 はじめに

日本国内における除雪機は家庭用から業務用まで年間約 30,000 台の市場規模で推移し、長引く不況にもかかわらず降雪地域での必需品として着実な需要を維持している。主に郊外では高出力モデルが、都市部では早朝より除雪作業を行うこともあり近隣への配慮から騒音を抑えたモデルが重要視されている。ヤマハ発動機(株) (以下、当社という) では 2 年前より静音を特徴としたモデル YS870、YS1070 を販売してきた。また、近年は少子・高齢化を背景に高齢者や女性が使用することも多くなってきており、より簡単に、より使いやすい製品が求められるようになってきた。

## 2 開発の狙い

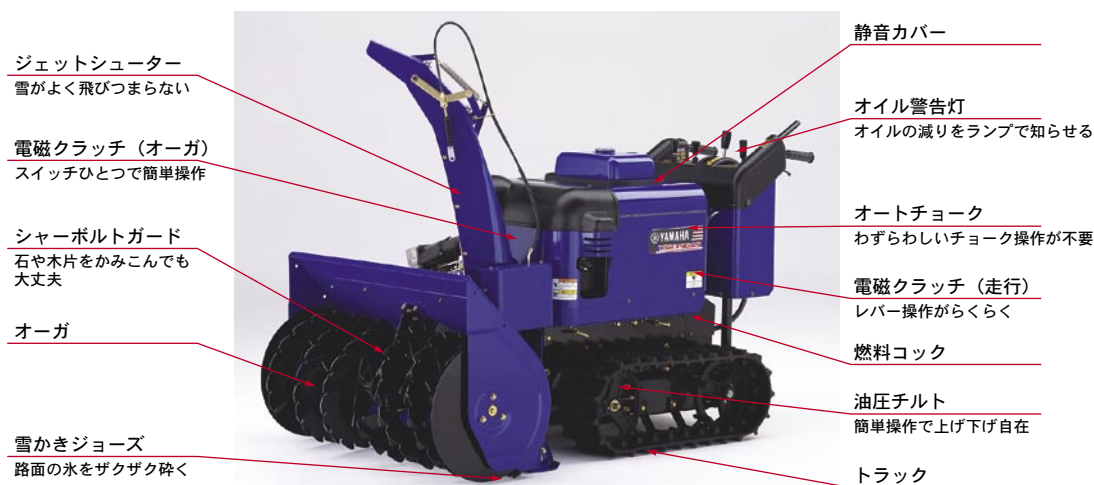


図2 フィーチャー

当社ではこのたび、音が静か、レバー類の操作が簡単で軽い、曲がりやすいといった市場が求める声に応えるべく、扱いやすさ No.1 除雪機を目指して、YS シリーズの最上位機種 YS1390A/AR (図1)を開発した。

YS1390A/AR の仕様諸元表を表1に、主要部品 / フィーチャーを図2に示す。

表1 YS1390A/AR 仕様諸元

	YS1390A	YS1390AR
全長	1,700mm	1,700mm
全幅	930mm	930mm
全高	1,360mm	1,360mm
装備質量	260kg	292kg
除雪幅	915mm	915mm
除雪高さ	570mm	570mm
除雪能力	83t/h	83t/h
最大投雪距離	19m	19m
シュート回転角	230°	230°
オーガローリング	無し	有り
オーガローリング角度	—	± 5°
変速装置	D-HST	D-HST
走行速度 (前進)	0 ~ 3.2km/h	0 ~ 3.2km/h
走行速度 (後進)	0 ~ 2.5km/h	0 ~ 2.5km/h
エンジン型式	4ストローク OHV	4ストローク OHV
エンジン排気量	374cm <sup>3</sup>	374cm <sup>3</sup>
エンジン最大出力	9.5kW(13PS)	9.5kW(13PS)
燃料タンク容量	6.7L	6.7L
始動方式	セルスタータ	セルスタータ

## 3 製品の特徴

### 3.1 静音化

エンジンは既存品をベースに出力アップをした上で、大型マフラの採用、エンジンの防振化等により低騒音化を図った (図3)。

また、エンジン部分全体をカバーで覆うことと合わせて従来類似モデルに比べ耳元騒音で△ 7dB (A)、側方騒音で△ 4dB (A) を達成した。

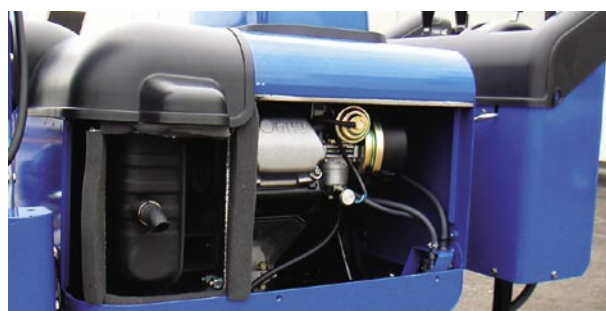


図3 エンジン

## 3.2 扱い易さの向上

ヤマハ除雪機として初めて走行系をコンピュータ制御とすることで扱いやすさを大幅に向上することができた。また、除雪作業時の煩わしい操作を一部自動化することにより扱いやすさの向上に寄与した(図4)。

以下に概要を紹介する。

### 3.2.1 走行制御

左右それぞれ独立のHST（油圧式無段変速機）を使用しHSTレバーをモータで作動させることにより、ハンドルに設けた旋回レバーの操作量に応じたスムーズな旋回を可能とした。また、車軸に取り付けた回転センサの値をフィードバックし直進性の確保を図った(図5)。

### 3.2.2 オートスピードコントロール

従来モデルは除雪負荷が大きくなるとエンジン回転が下がり処理能力、投雪距離に大きく影響を与え、場合によってはエンジンがストールし停止してしまうこともあった。その為、雪質や雪の量等の負荷に応じて常に車速を調整しながら作業をしなければならず作業者の負担は大きかった。

本モデルはエンジン回転数をモニタし除雪負荷が増し回転が下がると車速を下げエンジン回転を適正値に保つように自動的に制御している。また、負荷が少なくなれば元の設定車速に近づけるように制御する(図6)。

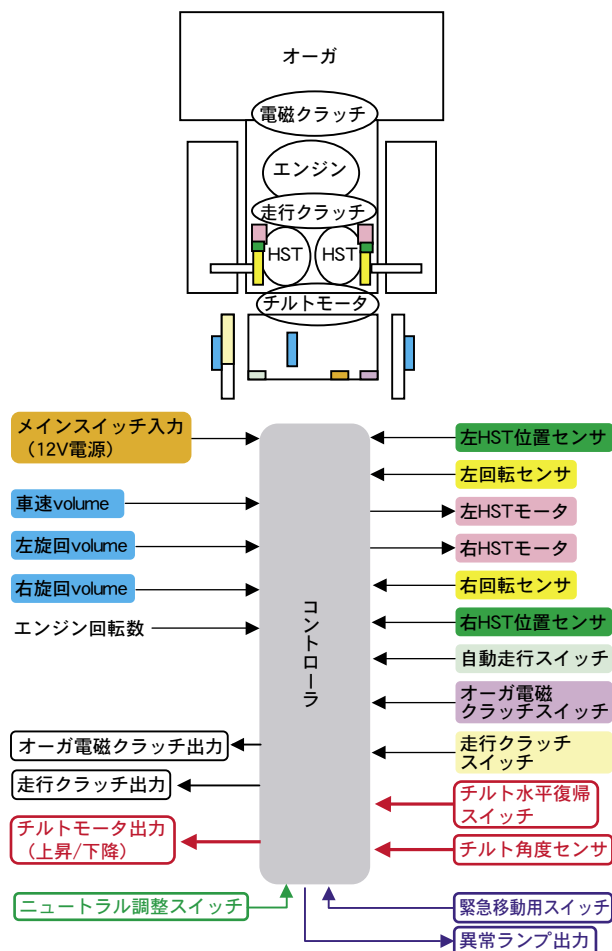


図4 システムブロック図

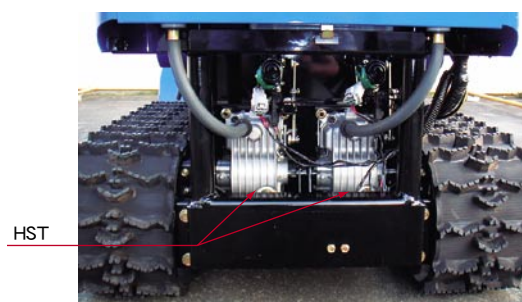


図5 HST 回り



図6 オートスピードコントロール

### 3.2.3 オートリフト、オートリセット機能

前進で除雪後、後進する時はオーガ（除雪機の前部にあるラセン状の歯で雪を碎き、集める部分）が路面に引っかかるのを防ぐ為にチルトアップしなければならないが、本モデルは変速レバーを後進にすると自動的にオーガが上がるので後進のたびにチルトアップの操作をする必要がなくなった。また、再度前進し除雪する時は元の除雪位置までオーガを復帰させる機能も付加し、より利便性を上げた。この復帰機能は安全を考慮しオーガを作動させる除雪スイッチが ON の条件下でのみ有効とした（図 7、8）。



図 7 オートリフト機能



図 8 オートリセット機能



従来モデル

YS1390A/AR

図 9 作業姿勢比較

### 3.2.4 オーガ水平復帰機能

トラックを支えているフレームとオーガとの角度差を検出するセンサを設け、スイッチを押すだけでオーガが常に定位置に戻るようにした。これによりオーガの位置が容易に判断でき、雪が残ったり、深く削りすぎたり、ということが少なくなった。

### 3.2.5 作業姿勢の改善

従来モデルはオーガの上げ下げをするとハンドルもそれに伴って上下し作業姿勢が変化する構造となっている。本モデルはセパレートフレームを採用することで、オーガを上下させてもハンドルの位置が変化せず常に同じ姿勢を保つことが可能となった（図 9）。

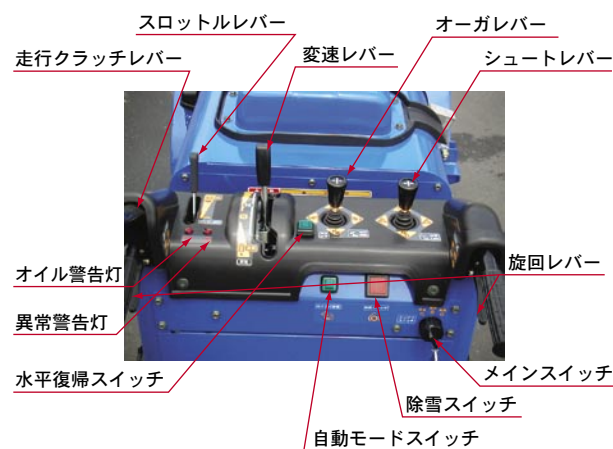


図 10 インパネ部

### 3.2.6 操作性の改善

レバー、スイッチ類はハンドル部に集約し、なかでも除雪中使用頻度の高いシュートレバー、オーガレバーは右方向に配置した（図 10）。また従来のワイヤによる機械式操作からスイッチ、センサを作動する構造に変更したことで操作荷重の大幅低減が図れた（表 2）。

表 2 操作荷重比較

レバー名称	操作荷重 N	
	2004 YS1390A/AR	2003 YT1290
スロットル	39	49
チョーク	(オートチョーク)	88
変速	9.8	90
走行クラッチ	9.8	36
オーガクラッチ	5.9	63
チルト	17	17
シュート (左右)	17	5.9
シュート (上下)	17	67
旋回	9.8	33



### 3.3 故障箇所自己診断機能

故障時にはランプが点滅し故障箇所を知らせる自己診断機能を搭載した。センサ6箇所を含む計16項目の故障、異常に対応している。これにより問題発生時に故障箇所を早期に特定でき迅速な対応が可能となる。

## 4 品質への取り組み

除雪機としては初めてコントローラを使用するため特機事業部内有識者を入れてのデザインレビューを行い、懸念項目のつぶしこみを行った。また、コントローラの開発・製造メーカーと共に FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) を行い製品への対応を図った。

除雪機はその特性から雪上でのテストが必要であるが期間は限られるため、雪が降る前にどれだけ事前開発ができるかが開発品質を高めるのに重要なこととなる。本モデルにおいては駆動系のプリテスト、台上耐久評価、低温室でのスノーイングテスト等を実施して雪上テストに備えた。

## 5 おわりに

事業の旗印「扱い易さ No.1」を目指して開発してきたが満足のいくレベルに仕上がったものと確信している。今後は更に他モデルへの展開も図りながら雪国での生活に役立つ製品を作り続けていく所存である。

### ■著者



仲井 政雄



## 製品紹介

# モーターサイクル Fazer

## The Motorcycle "Fazer"

久保 裕 Yutaka Kubo 原田 啓一 Keiichi Harada 小林 泰之 Yasuyuki Kobayashi  
 加茂 厚 Atsushi Kamo 城本 真 Makoto Joumoto 野澤 久幸 Hisayuki Nozawa  
 ● MC 事業本部第 1PM MC 事業本部技術統括部



図 1 モーターサイクル Fazer

The Yamaha "Fazer," which was first unveiled at the 1997 Paris Motor Show, went on to be hailed in the marketplace as a "New standard in the middleweight sport bike category" thanks to its great balance of outstanding running performance, ease of use and an affordable price. It won a popular following among a wide range of users because of its excellent sport-riding performance, its comfort in long-distance cruising and its easy familiarity as a bike that needed no special effort or skills from the rider in everyday use. Thanks to these qualities, the Fazer expanded its market as an "all-rounder" that could handle all kinds of use, from daily commuting to weekend touring, and in 1999 it became Europe's best-selling model in its class. In the five-year period ending in 2002, the Fazer sold a total of 82,870 units in Europe, a record which prompted the other makers to launch similar models. Despite this competition, the Fazer has maintained a strong popularity and the customers have voiced their expectations for a next-generation Fazer.

In answer to this call, Yamaha developed this new model under the concept of a "Next Generation Fazer" as a further evolution of the existing Fazer's famous ease of use that also adds sophisticated new styling, all integrated into an attractive new model. In this paper we report on the development of this new model.

## 1 はじめに

1997 年パリ・モーターショーにデビューした Fazer は、優れた走行性能、手軽さ、そして経済性などを調和させた「ミドルウェイトスポーツ新基準モデル」として、市場に大きな影響を与えた。高いスポーツ性能、長距離走行での快適さ、一般使用で身構えずに乗れる親近感などが幅広い層から支持を得て、通勤から週末のツーリングまで用途を限定しない "オールラウンダー" として市場を拡大してきた。

1999 年には全欧州でクラストップの販売数を記録し、2002 年末までの 5 年で累計 8.3 万台 (82,870 台) の登録があった (全欧州)。その後各社から競合モデルが投入されているが、Fazer の人気は根強く、更なる商品熟成された "次世代 Fazer" を待つ声が広まっている。

こうした背景からヤマハ発動機(株) (以下、当社という) は、商品コンセプトを "Next Generation Fazer" と定め、現行 Fazer の扱い易さの更なる進化と、洗練されたニュースタイルを高次元で調和させることをテーマに、企画開発を行った。

## 2 開発のポイント

新 Fazer (図 1) は下記の点をポイントとし、開発を行なった。

- (1) 中速域でイメージ通りの加速が楽しめ、トップエンドまで綺麗に回るエンジンフィーリングの実現
- (2) セカンダリーロードのコーナーを、リーンウイズで軽快に駆け抜けられる特性の実現
- (3) 渋滞路や市街地でも、軽快な走行性の実現
- (4) エモーショナルでモダンなスタイリング、優れた外観品質の実現
- (5) EU-2 排ガス規制適合化など、優れた環境性能の実現

仕様諸元 (欧州仕様) を表 1 に、フィーチャーマップを図 2 に示す。

表 1 Fazer 仕様諸元

項目	諸元値
原動機種類	水冷、4 ストローク並列 4 気筒、4 バルブ
排気量	600 cm <sup>3</sup>
内径 x 行程	65.5 x 44.5 mm
圧縮比	12.2:1
最大出力	72.0 kW/12,000 rpm
最大トルク	63.1 Nm/10,000 rpm
変速比	1 速 :2.846   2 速 :1.947 3 速 :1.556   4 速 :1.333 5 速 :1.190   6 速 :1.083
1 次 / 2 次減速比	1.955/2.875
全長 x 全幅 x 全高	2,095x750x1,215
シート高	795 mm
軸間距離	1,440 mm
最低地上高	145 mm
乾燥質量 / 装備質量	186 kg/207 kg
キャスト / トレール	25° / 97.5 mm
ホイールトラベル	前 130 mm
	後 130 mm
タイヤサイズ	前 120/70 ZR17 M/C (58W)
	後 180/55 ZR17 M/C (73W)
ブレーキ形式	前 油圧ダブルディスク
	後 油圧シングルディスク
燃料タンク容量	19.4 L
エンジンオイル容量	3.4 L
バッテリー容量	12 V, 10 AH
ヘッドライト	ハロゲンバルブ H7/H4

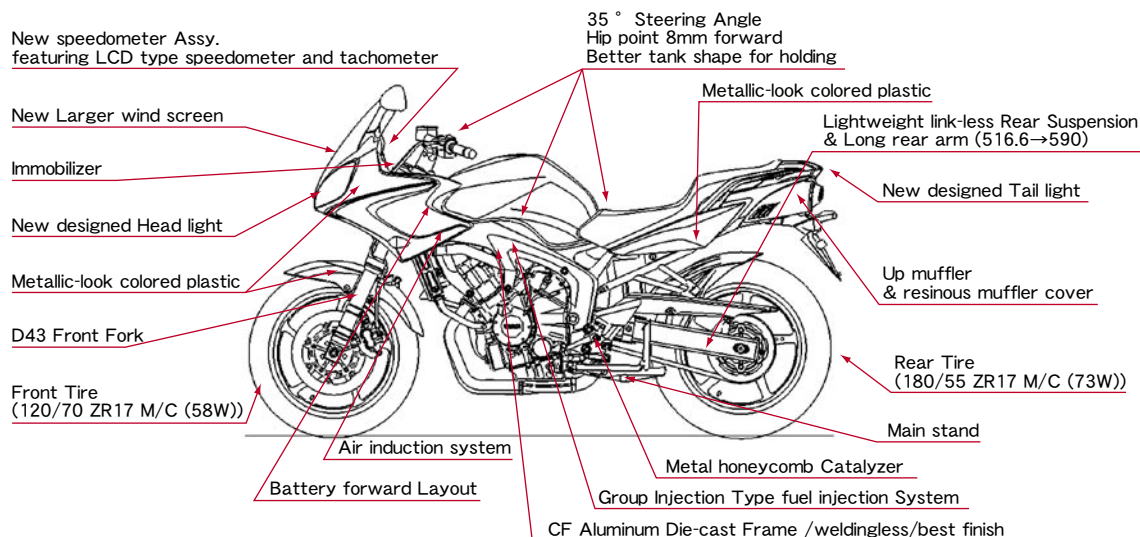


図 2 フィーチャーマップ

### 3 エンジン関係

エンジン開発にあたっては、『中速域でイメージ通りの加速ができ、トップエンドまで綺麗に回るエンジンフィーリングの実現』及び、『EU-2 排ガス規制値をクリアする環境性能』の両立を狙いとした。

#### 3.1 YZF-R6 直系の水冷4ストローク DOHC エンジン

新 Fazer では、エモーショナルなフィーリングと扱い易さを両立させるために、2003 モデル YZF-R6 直系エンジンを搭載した（図 3）。ボア・ストローク値はもちろん、基本機能に寄与するほとんどの部品に YZF-R6 と同一品を採用した。

一方、低中速域でも扱いやすい特性とするために、カムプロフィール変更、吸排気管長・径セッティングなどを行い、既成のミドルウェイトスポーツのイメージを一新した。



図 3 エンジン

#### 3.2 グループ噴射方式フューエルインジェクション

好レスポンスと優れた燃費性及び環境性能を実現するため、フューエルインジェクションを採用した。新 Fazer では、センシング部と燃料供給系の両方の小型簡素化設計が特徴となっている。

通常のシーケンシャル噴射方式に対し、4 気筒を 2 気筒ずつのグループに区分し、供給燃料を 50% ずつ 2 度に分け噴射する "グループ噴射方式" を当社の二輪車として初めて採用した。気筒判別センサは廃止したが、高ダイナミックレンジ型インジェクタの採用と、小型軽量 32 ビット ECU 採用による優れた点火・噴射制御の効果により、従来の "シーケンシャル噴射方式" と同等の、かつアイドリングからトップエンドまできれいに回る、エンジンフィーリングを達成した。また、吸気管内の圧力を所定の条件により大気圧とみなすことで大気圧センサ廃止も可能にした。

さらに、燃料配管を "リターンレス" とし、配管のコンパクト化を図っている。

#### 3.3 優れた排気効率と個性的な外観を実現する 4in2in1 アップマフラ

鮮烈な外観も印象的な、4in2in1 集合タイプのアップマフラをヤマハスポーツとして初採用した（図 4）。エキパイ部は塗装を廃止して素材感をアピールした。さらにサイレンサ部は 2 本出し風のプロテクタを装着し斬新さを強調した。排気系各サイズ、管



図 4 4in2in1 アップマフラ



長、サイレンサ膨張室、各パイプサイズなどの最適化などの効果も加わり、新エンジンの特性を効率的に引き出している。

### 3.4 エアインダクションシステム及びメタルハニカム触媒で EU-2 規制値をクリア

排出ガスの未燃焼成分を再燃焼させ、排ガスを浄化するエアインダクションシステムとメタルハニカム触媒を併用した。これにより EU-2 排出ガス規制値を大幅に下回るレベルでクリアでき、優れた環境性能を実現した。

## 4 車体関係

車体の開発にあたっては、『セカンダリーロードのコーナーをリーンウイズで気持ちよく駆け抜けることが出来る特性の実現』及び、『市街地及び渋滞路での軽快な取り回し』『エモーショナルな外観の実現』を主眼に行った(図5)。



図5 車体

### 4.1 アルミ製 CF (Controlled Filling) ダイキャストフレームの採用

軽量かつ剛性バランスに優れたボディを達成するために、ヤマハ独自の "CF ダイキャスト技術" を用いたアルミダイキャストをメインフレームに採用した(図6)。メインフレームは溶接を廃した左右2分割ボルトオン構造で、ヘッドパイプ部とリヤピボット部のみをボルト連結するシンプルな構造となっている。優れた強度剛性バランス確保と設計自由度の広さによる美しい仕上がりが特長で、優れた走行性を引き出すとともに、アルミの造形を強調した個性的外観を達成している。



図6 アルミ製 CF ダイキャストフレーム

CF ダイキャスト技術をメインフレームに採用した初のモデルであり、この軽量フレーム等の採用により、車両装備重量は現行モデルより約 7kg 低減を可能とした。

### 4.2 ロングリヤアーム設計などディメンションを一新

優れた走行性を引き出すために現行モデルに対して新ディメンションを採用した。ホイールベースは 1,440mm へ拡大、キャストは 25 度とし、トレール量は 97.5mm とした。またアライメント上の大きな

特色がリヤアーム長で、516.5mm から 590mm へと拡大。路面反力から受けるチェーン張力への影響を最小限に押さえ、優れた走行安定性を引き出した。この新ディメンション、バッテリーの前方配置などにより、前輪分布荷重を 51% とし、優れたドライバビリティを実現するポイントとなっている（図 7）。

#### 4.3 車体重心へより接近させたクランク軸と余裕のライディングポジション設定

エンジン搭載位置は現行モデル比で、クランク軸位置を後方へ 10mm、上へ 5mm 上げることで、エンジン重心を車体の重心へいっそう接近させた。エンジン搭載位置設定及び、新ディメンションに合わせてライディングポジションも一新。現行モデル比較でヒップポイント位置を 8mm 前方へ移し、シート自由度の拡大と相まって、ライディングポジションの自由度を広げ、よりマン・マシン一体となった走行フィーリングを達成している（図 8）。

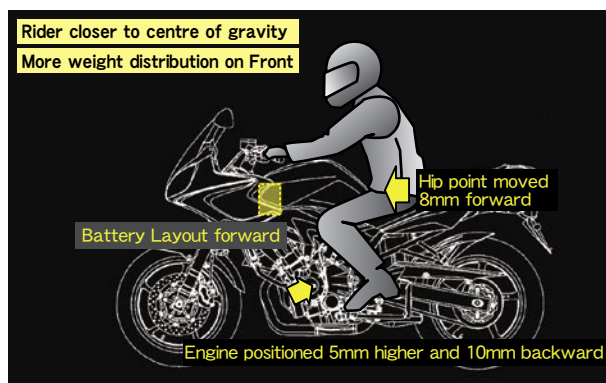


図 7 ディメンション

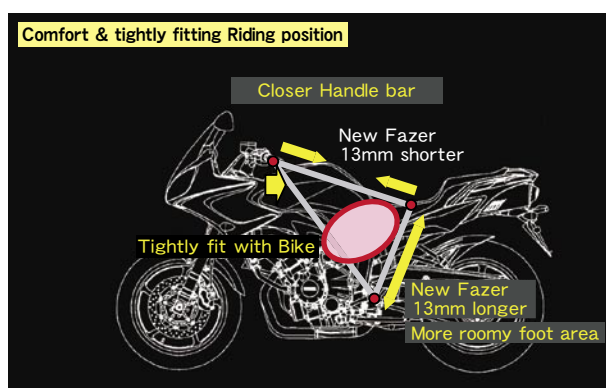


図 8 ライディングポジション

#### 4.4 フロント 43mm 径インナーチューブ、リア軽量モノクロスサスペンション採用

フロントフォークは FZS1000 と同サイズの 43mm インナーチューブ径を採用、新ディメンションと共に、優れた剛性感、フロント廻りの良好な接地感、マシンロールに対し自然な舵角を生み出すナチュラルなハンドリングを実現した。

リアサスペンションは、モノクロスサスペンションを採用。リンクレスタイプとして軽量化を図りつつ、スポーティーなセッティングを施した。

#### 4.5 タイヤサイズの変更及び YZF-R6 同タイプの軽量ホイール採用

優れた駆動力を一層引き出すためにタイヤサイズを変更。前輪は 120/70 ZR17 M/C へ、後輪は 180/55 ZR17 M/C に変更し最適化を図った。またホイールは YZF-R6 と同仕様の軽量新設計 5 本スポーク型を採用し、バネ下重量低減を図った。

#### 4.6 ハンドル切れ角 35 度確保

フューエルタンク、ハンドル、カウル形状の最適設計とスロットルワイヤ取出し形状の小型化を図った新スイッチボックスを採用して、ハンドル切れ角は余裕の 35 度を確保した。渋滞路、市街地走行などでの良好な操作性も実現している。

#### 4.7 タコメータ&スピードメータを一体化した液晶表示メータ

EL (ElectroLuminescent)バックライトで見やすい2色の一体メータを採用した（図9）。タコメータは左側で白地にバー表示、速度計は中央に配しブルー地に液晶文字表示で、優れた視認性を実現。またレンズを含めて立体感を演出。ツイントリップメータ、常時表示の時計、燃料計も装備した。



図9 液晶表示メータ

#### 4.8 プロテクション効果に優れたスクリーンと新2眼ヘッドライト

プロテクション効果に優れ、風の巻き込みが少なく、風切音を最小限に抑えたスクリーンを採用した。スクリーンは、ボディカウル前面を覆う大型形状を採用し、ボディカウルとの間にスペースを設けて、自動車のダッシュボード風の処理として居住感を演出した。カウル左右の中央部には、コの字型のバイザーを設け、走行風のカウル廻りでの抜けを作りだすことで、走行風圧のライダーへの巻き込みを最小限に抑さえ、新形状のヘッドライトの採用と共に、スポーティな外観とした。

#### 4.9 新 Fazer を主張するフューエルタンク

カウルに連動し躍動感あふれるフューエルタンクは、ニーグリップ、カウルとのバランス、ハンドル切れ角、外観品質などを高次元で調和させたもので、マン・マシン一体感を生み出すポイントのひとつ。独自のスタイリング CAD（Computer-Aided Design）を使った設計手法を投入し、素材の肉厚と曲面のバランスをとりながら、テストによる官能評価にて形状を決定した。

#### 4.10 フレークの輝きを効果的に引き出す新メタリック着色

フロントフェンダー、カウルアッパー部、シートカウル部には、「新メタリック着色」と呼ぶ着色方法を採用し、鏡面に近い輝きと奥行き感のある質感を実現した。新 Fazer では透過性をもつ樹脂素地の中に最適量のフレークを配列する設計とし、フレークの輝きを効果的に引き出し、立体感と質感のある外観を実現した。

## 5

### 品質への取り組み

#### (1) 短期開発への取り組み

開発のフロントローディングを行い、基本諸元とデザインと生産性を同時に検討し、シュミレーションを元に机上での詰めを行い一次試作を廃止し型物試作を早め、官能性能の作り込みと型物での品質の作り込みに従来以上に時間を割いた。

## (2) シンプルなレイアウト

CF ダイキャストを用い、メインフレームの部品点数を大幅に削減し品質の安定化に取り組み、また、エンジンに関しても、グループ噴射方式を採用することでシンプルな構成を実現した。

## (3) プリ生産試作の導入

生産試作の完成度を上げる目的で、開発プロセス改革に取り組み、従来より数ヶ月早いタイミングにてプリ生産試作を行い、量産での課題出しを早期に行うことで品質の向上を図った。

## 6 おわりに

プレス発表、ミラノショーでの評判は大変高く、企画台数を上回る受注を頂き、「お客様の期待を超える商品開発」の実現ができた（図 10）。

前モデルの評価が高い中で、次世代への新たなる 600cm<sup>3</sup> スポーツモデルのスタンダードとして再定義を行うことが開発の使命であった。「走りの性能」を上げることはもちろんのこと、お客様の日常での使い易さを重要視して作り上げた。ベストバランススポーツモデルとして、より多くのお客様にライディングして頂けることを期待している。



図 10 走行中の Fazer

### ■著者



左から、原田 啓一、小林 泰之、加茂 厚、  
久保 裕、城本 真、野澤 久幸



## 製品紹介

## ニュービッグオンオフ XT660R

## The New Big On/Off-road Model XT660R

石塚 郁雄 Ikuo Ishizuka 樋口 健 Takeshi Higuchi 堤 美津男 Mitsuo Tsutsumi  
 飯塚 利男 Toshio Iizuka 小川 一洋 Kazuhiro Ogawa 坂田 等 Hitoshi Sakata  
 岸本 寛志 Hiroshi Kishimoto  
 ● MC 事業本部 第1PM / MC 事業本部 エンジン開発室 / MC 事業本部 ボディ開発室 /  
 MC 事業本部 実験開発室



図 1 XT660R 欧州モデル

The Yamaha "XT" designation goes back to the 1976 "XT500" and has been carried on since with the XT550, XT600 and XT600E. In the European market this XT tradition has reached the level of legend, symbolizing machines that have continued to surpass the expectations and win the trust of countless users over the years. The XT600E introduced in 1990 became the leading model of the 600cm<sup>3</sup> class thanks to its outstanding "On/Off" model qualities such as ease of use in city riding, unstrained riding position and its light-handling and comfortable ride. Since its release, this highly popular model has sold more than 104,000 units in Europe alone.

In order to carry on this XT concept while also adding the next evolution of the legend, the new XT660R was developed with a new-design liquid-cooled 4-stroke 660cm<sup>3</sup> single-cylinder engine mounted on a new-shaped diamond frame. In this paper we report on the development of this new model.

## 1

## はじめに

1976 年の XT500 まで遡るモデルネーム「XT」は、XT550、XT600、XT600E と受け継がれ、欧州市場においては、伝説とも言われるほど、ユーザーの期待と信頼の証しとなっている。1990 年から導入された XT600E は、市街地での扱い易さとゆったりした乗車姿勢、軽快かつ快適な走行性などが支持され、600cm<sup>3</sup> クラスのリーディングモデルとして、全欧に 10 万 4 千台以上の累計登録を誇る人気モデルとなった。

従来の XT が築きあげたコンセプトを継承し進化させ、当社の最新技術をもって新たな伝説を築くべく、新設計の水冷 4 ストローク 660cm<sup>3</sup> 単気筒エンジンを、新形態のダイヤモンドフレームに搭載した「XT660R」(図 1)を開発したため、以下に紹介する。

## 2 開発の狙い

開発にあたっては、『Dream/Fun/Daily life』というユーザーの視点をテーマとし、デザイン、性能、機能の作り込みを行った。

「Dream」とは、何処へでも行けそうな走破性と、モトクロッサとは一線を画した斬新なスタイルという意味での「夢」の具現化を表す。オンオフモデルのシルエットの中に、明るいヘッドライト、快適なシート、デュアルアップマフラーなどの機能を、都市空間にも調和する彫刻的造形感を持つ魅力的なデザインとしてまとめあげている（図2）。

「Fun」とは、現行 XT600E を大きく凌駕する走りの楽しさである。低中速（40～120km/h）でのトルク感とレスポンス、軽快なハンドリングと、XT600E に比べて 10km/h 上がった最高速での安定性など、気持ち良く走るための性能と機能の二世代分の進化を目指した。

「Daily life」は、シティユースでの実用機能や信頼性を表す。多用途に扱い易いこのクラスは、日々の足として使われる割合も多く、市街地での軽快性や制動能力といった性能面から、盗難防止への配慮、信頼性耐久性、維持費の安さなども重要視される。

こうしたテーマに沿って、細部に最新技術を投入し、“XTとしての性能機能の進化と斬新なスタイルの具現化”を高次元でバランスさせることを目標として開発を行った。表1に本モデルの主要諸元を示す。



図2 前回りの造形デザイン

表1 主要諸元

項目		諸元値
原動機種類		水冷、4ストローク 単気筒、4バルブ
排気量		660 cm <sup>3</sup>
内径×行程		100 × 84 mm
圧縮比		10.0
最大出力		35.3 kW (6,000 r/min)
最大トルク		58.4 Nm (5,250 r/min)
変速比		1 速：2.500   2 速：1.625 3 速：1.150   4 速：0.909 5 速：0.769
1 次 / 2 次減速比		2.083 / 3.000
全長×全巾×全高		2,240 × 845 × 1,230 mm
シート高		865 mm
軸間距離		1,505 mm
最低地上高		210 mm
最小回転半径		2.4 m
乾燥質量 / 装備質量		165 kg / 181 kg
キャスト / トレール		27.25° - / 107 mm
ホイール トラベル	前	225 mm
	後	200 mm
タイヤサイズ	前	90/90-21M/C
	後	130/80-17M/C
ブレーキ 形式	前	油圧シングルディスク
	後	油圧シングルディスク
燃料タンク容量		15 L
エンジンオイル容量		2.9 L
バッテリー容量		12V 8Ah
ヘッドライト		ハロゲンバルブ H4

### 3 エンジン概要

#### 3.1 新開発水冷 660 cm<sup>3</sup> エンジン

市街地から高速巡航まで様々なシーンで優れた性能を引き出し、環境性能と今後の長いモデルライフに耐える信頼性を確保するため、排気量を拡大して水冷4ストローク SOHC 単気筒 660 cm<sup>3</sup> 前傾シリンダ・4バルブ・フューエルインジェクション採用のエンジン（図 3）を新開発した。ボア×ストロークは現行 XT600E の 95 × 84mm に対し 100 × 84mm にボアアップ（圧縮比 10.0:1）、最高出力 35.3kW/6,000r/min、最大トルク 58.4Nm/5,250r/min の性能を発揮している。



図 3 660cm<sup>3</sup> 単気筒エンジン

#### 3.2 ヤマハビッグシングル初のフューエルインジェクション

小型 26 ピンの ECU とロングノズル式 12 孔噴射・高ダイナミックレンジ型インジェクタを採用した。クランクセンサ、吸気圧センサ等のセンシングをもとに、最適なタイミングと噴射量で超微粒子化された燃料を供給し、ビッグシングル特有の回転変動を考慮した制御を採用することにより、優れたドライバビリティと高い環境性能を両立している。また、大気圧センサ廃止やリターンレス燃料配管の採用により、コンパクトでシンプルなシステム構成としている。

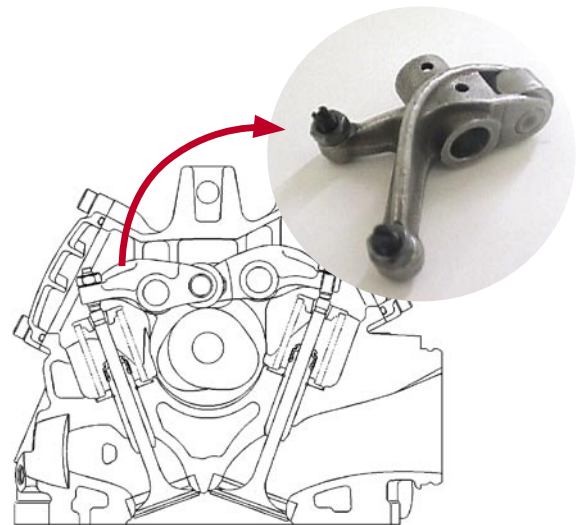


図 4 ローラー式ロッカーアーム

#### 3.3 ローラー式ロッカーアームの採用

ロッカーアーム（図 4）のスリッパ部にニードルローラーベアリングを新採用した。従来の摺動運動からころがり運動にすることで、抵抗を低減し高い信頼性を確保している。また、最適なカムプロフィールとの組合せによりバルブリフトは吸気 9.8mm、排気 9.0mm の高リフト化が可能となり、絶対トルクの向上とスロットル操作に対しダイレクト感のあるエンジンフィーリングを達成している。

#### 3.4 鍛造ピストン、ダイレクトメッキシリンダの採用

ボア 100mm のピストンには、耐熱強度に優れ軽量の鍛造ピストンを採用している。シリンダボディには、低圧鋳造を採用し、ダイレクトメッキ処理（セラミックコンポジットメッキ）によって、良好な冷却性によるオイル劣化の抑止と高い信頼性を確保している。



### 3.5 新3軸配置とコンパクトクランクケース

エンジン性能アップに対応し、クランク・メイン・ドライブ軸の各軸回りのギアはサイズアップにより信頼性を確保した。クランク・ドライブ軸間では約9mm 拡大しながらも、各部の最適設計でクランクケースは従来比で前後長 30mm の短縮となっている（図 5）。

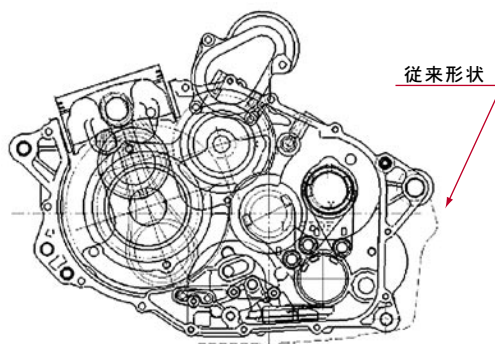


図 5 クランクケース

### 3.6 フライホイールマスの最適設定

低中速域での軽快なスロットルレスポンスと力強いトルク感との両立を本プロジェクトの最大目標とした。そのため、フライホイールマスの選定を繰り返し、XT 600 E 比で約 20% 低く設定、フューエルインジェクション化された新エンジンを良好な燃焼状態に制御することで、エンジン機能を成立させている。

### 3.7 優れたトルク特性と個性的な外観を実現するデュアルエキゾースト

2つの排気ポートを集合させず、各排気ポートからエキパイ・マフラ部へと繋がる左右対称の大容量（8 L）デュアルマフラ（図 6）を装備し、低中速域での力強いトルク特性と騒音低減を両立させている。排ガスに対しては、エアインダクションシステム及びハニカム触媒を採用し、EU-2 規制をクリアしている。また、外径 110mm のサイレンサ部分にはメタル感覚あふれるナイロン製プロテクタを装備し、個性的な外観デザインのポイントとしている。

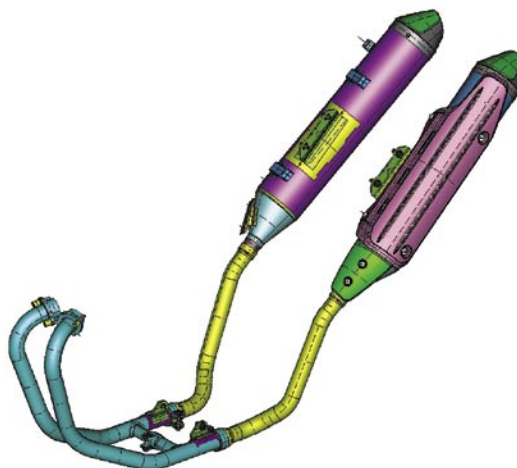


図 6 デュアルマフラ

## 4 車体概要

### 4.1 優れた直進安定性を引き出す新設計ダイヤモンドフレーム

高速走行での優れた安定性を引き出すため、28mm 径メインパイプを2本とした新形態のダイヤモンド型フレーム構造を採用し、横剛性値は現行 XT600E 比で2倍以上、XTZ660 テネレ比較で 60% アップとした。振り剛性は従来レベルとして、しなやかさを兼ね備えたフレーム設計とした（図 7）。

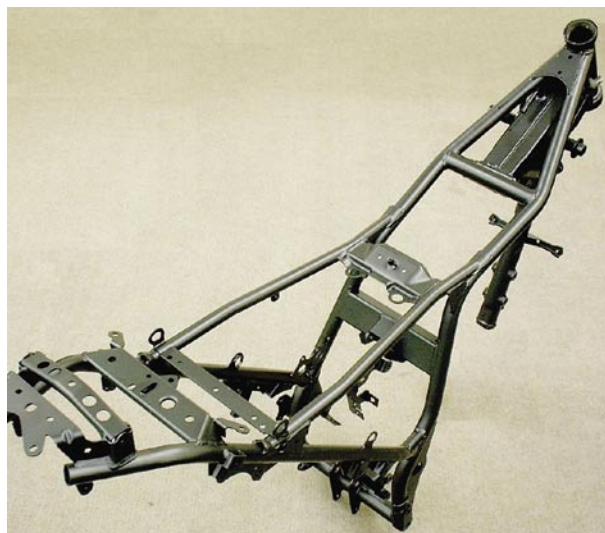


図 7 新ダイヤモンドフレーム



## 4.2 高い走破性を持つ前後サスペンション

フロントには、225mmのストロークを持つインナーチューブ径43mmの正立サスペンションを採用した。また、リアにはボトムリンク式サスペンションを採用して低重心化を図り、ホイールトラベルは200mmを確保した。21インチのフロントホイールと合わせ、優れたギャップ走破性を持ち、舗装路でも快適な足回りとした。

## 4.3 前後大径ディスクブレーキの採用

フロントの大径298mmのディスク（図8）には、ジャダー防止特性に優れるフローティングマウント方式を採用した。さらに初期タッチと耐磨耗性に優れた焼結パッド採用のブレンボ製異径2ポットキャリパーを装着。リアにも大径245mmのディスクとブレンボ製ピンスライド型キャリパーを採用し、強力な制動能力を獲得した。



図8 フロントブレーキ&ハブ

## 4.4 新形態フロントハブと前後ストレートスポークの採用

軽快なハンドリングを実現するため、軽量アルミ製リムを採用した。フロントハブは大きく肉抜きをして軽量化、さらにストレートスポークを採用し高剛性化を図った。17mm径にサイズアップされたフロントアクスルと相まって、剛性感のあるハンドリングと高速安定性を実現している。

## 4.5 デザインと機能を両立させた前後分割フロントフェンダ

フロントフォークカバーは、ゴムブーツを廃止して樹脂製プロテクタを採用。さらにフォーク前側のフェンダはアップフェンダ、後ろ半分はダウンフェンダとなる分割フェンダを採用し、新規性のあるデザインとラジエタの冷却性を両立した。

## 4.6 日常使用での親切設計

6桁まで積算可能なツイントリップメーターや常時表示の時計機能付きデジタル液晶スピードメーター（図9）を採用したほか、盗難抑止機構イモビライザ装備、キー操作で着脱できるシート下にU字ロック及び盗難防止アラームの収納スペースを設定するなど、実用面の機能も大幅に向上させている。



図9 デジタルスピードメーター

## 5 品質への取り組み

今回は、商品開発以外に、海外拠点 Motori Minarelli 社（イタリア）、MBK Industrie 社（フランス）にて初めて大型モーターサイクルを製造するという課題もあった。このため、

- ・ 早期の現地拠点やサプライヤー訪問による技術情報収集と部品製造先の選定。
- ・ IT（Infomation Technology）ツールを活用した社内外（海外）とのスピーディーな情報交換と共有。
- ・ 生産準備段階での、生産試作の前倒し追加設定（プリ生産試作）、本社と現地双方での品質確認及び判定会の実施や新たな品質向上活動の実施。

などにより、開発における現地部品の評価と生産準備における品質向上に拠点や組織の壁を越えて協力、注力した。

## 6 おわりに

「XT」の後継車として二世代分の進化を果たした「XT660R」は、欧州でのショーやディーラーでの評価も高く、お客様にとっても期待値以上の製品として造り込めたと感じている。今回の開発は、生産拠点を欧州に移すこともあって、XT500 の時代から見ても最大規模の新規開発となり、今後の派生車種も含め、新たな伝説を作っていくモデルになると期待している。

### ■著者



後列左から、岸本 寛志、飯塚 利男、樋口 健、石塚 郁雄  
前列左から 小川 一洋、堤 美津男、坂田 等

# 製品紹介

## Majesty 400

### The Majesty 400

高橋 博幸 Hiroyuki Takahashi 岡本 泰雄 Yasuo Okamoto 青山 淳 Atsushi Aoyama  
 関谷 直行 Naoyuki Sekiya 石田 孝之 Takayuki Ishida  
 ● MC 事業本部 第 2PM / 技術統括部 エンジン開発室 / 技術統括部 ボディ開発室 /  
 技術統括部 実験開発室



図 1 Majesty 400

The 250cm<sup>3</sup> Sport Sedan "Majesty" launched on the European market in 1996 was praised for its stylish good looks, sporty ride and outstanding comfort and utility. Its success established an entirely new category that came to be known as the "Maxi type" scooter, and in doing so has led the market. In 2000, the second-generation Majesty was introduced in Europe with further improvements in the engine performance and chassis component functions that once again won the Majesty new popularity among a wide range of users. The new "Majesty 400" introduced here represents the third generation Majesty, developed as a new evolution that takes the easy handling characteristics of the existing Majesty 250 to a new level while adding a new character as "The Fastest Mid-class Commuter" thanks to a complete redesigning of the engine and chassis under the theme of "a revolution in performance." Here we report on the details of the development and features of the new "Majesty 400."

## 1 はじめに

1996 年欧州市場に導入した 250cm<sup>3</sup> スポーツセダン「Majesty」は、「スタイルの良さ」、「スポーティな走り」、「優れた居住性と実用性」などが評価され"マキシタイプ"と呼ばれるカテゴリーを確立し、市場を牽引している。その後、「Majesty」はエンジン性能改良や種々のボディ機能向上を図った第 2 世代 Majesty へと進化し、2000 年に欧州市場に導入され、引き続き幅広いお客様から支持を得た。今回の「Majesty 400」は、いままでの 250 の持っていた扱い易さをさらに追求、進化させ、『走行性能革新』をテーマにエンジン・車体とも全面新設計を行い最速ミディアムコミューターを提唱するものとして開発したモデルで、第 3 世代 Majesty となる。

## 2 開発のポイント

Majesty 400 (図1) は、下記の点をポイントとし、開発を行った。

- (1) 140km/hでの高速巡航が可能な動力性能
- (2) 石畳路や悪路での高い走破性
- (3) 次世代スポーツセダンを象徴するスタイル
- (4) 長距離走行で疲労の少ない居住性と良好な収納性確保
- (5) 市街地で扱い易い車格
- (6) EU-2 排ガス規制適合化など環境性能の実現

仕様諸元を表1に、フィーチャーマップを図2に示す。

表1 仕様諸元

項目	諸元値
全長×全幅×全高	2,230mm × 780mm × 1,380mm
シート高	750mm
軸間距離	1,565mm
乾燥重量	195kg
原動機種類	水冷・4ストローク単気筒・DOHC・4バルブ
排気量	395cm <sup>3</sup>
内径×行程	83mm × 75mm
圧縮比	10.6 : 1
最高出力	25kW/7,500rpm
最大トルク	37N・m/6,000rpm
始動方式	セル式
燃料タンク容量	14L
タイヤサイズ	前 120/80-14-M/C 58S
	後 150/70-13-M/C 64S
ブレーキ形式	前 油圧シングルディスク
	後 油圧シングルディスク
バッテリー容量	12V-9Ah

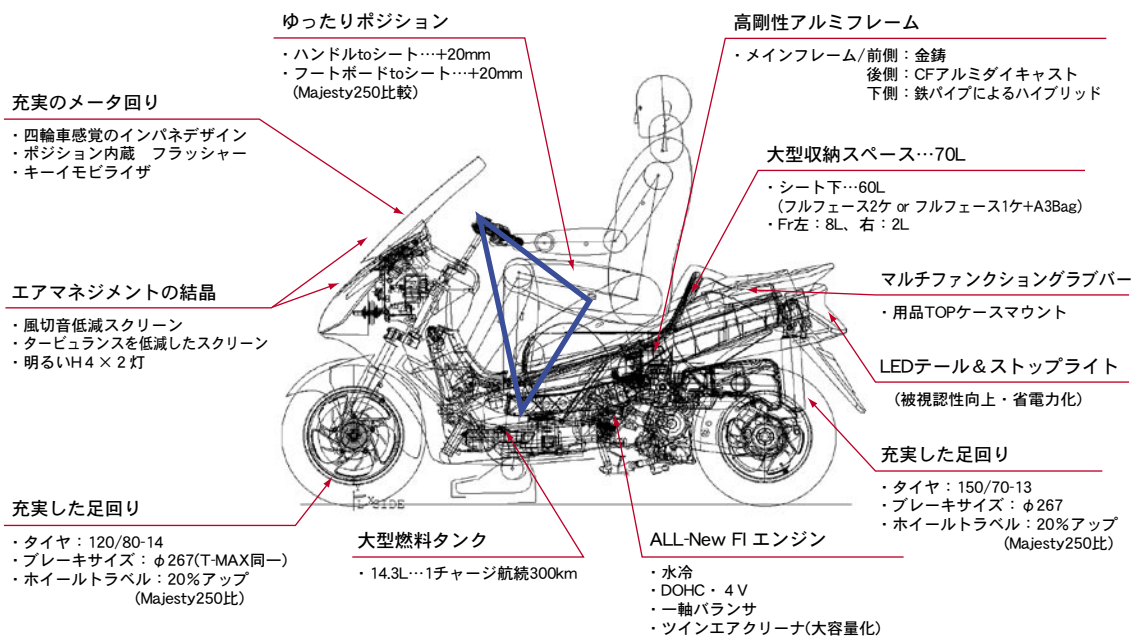


図2 フィーチャーマップ



### 3 エンジン関係

エンジン開発にあたっては、「高速巡航：140km/h でき、最高速は 150km/h 出せる（欧州向け仕様のみ）」ことと、「市街地での加速が良い」、「低振動で静かなエンジン」であること、および「EU-2 排ガス規制値をクリアする環境性能」などの欲張った狙いとした(図 3)。

全面新開発の水冷、4ストロークDOHC 395cm<sup>3</sup> 単気筒4バルブ CVT（変速比連続可変トランスミッション）エンジンを採用した。フューエルインジェクションとの最適化を図った4バルブ及びペントルーフ型燃焼室、83×75mm のボア・ストローク、10.6 の圧縮比から最高出力 25kW/7,500rpm と最大トルク 37N・m/6,000rpm を発揮する。なお、ピストンには耐熱強度に優れ小型設計が可能なアルミ鍛造ピストンを採用している。高い信頼性を確保する為、クランクジャーナル軸受けにブッシュタイプを採用、加速時の滑らかなフィーリングと加速騒音低減による静粛性を実現した。また、一軸バランスを取り入れ、エンジン振動の低減を達成した。フューエルインジェクションについては、優れた吸気効率とレスポンスを両立させる為、サクションピストンを採用した。

この他の特徴として、センサを5個で成立させるシステムを採用、燃料供給系には、ポンプ、レギュレータ、フィルタ、燃料計等を一体化したポンプモジュールを使用している。燃料系のリターンレス配管とともに、フューエルインジェクションのシンプル化・軽量化を促進させた。

エアクリーナは、左右2分割することで、容量アップするとともに大型化せずに済み、車格のコンパクト化に寄与している。エアクリーナ容量アップにより、低・中速から、高速までストレスなく回るエンジンにできた。

駆動系のベルト仕様については、ベルト室の冷却性能向上、ベルト自体の強度向上、その寿命を確保できた。EU-2 排ガス規制は、AI (Air Induction) システムとマフラ内の酸化触媒およびフューエルインジェクションの最適な空燃比の適合で作り込みした。

整備性向上にむけて、エンジンオイル交換インターバル向上 (3,000km → 5,000km) や、オートデコンプ、サイドドレン、ISC（スロットルボディのアイドルスピードコントロール）などを採用した。

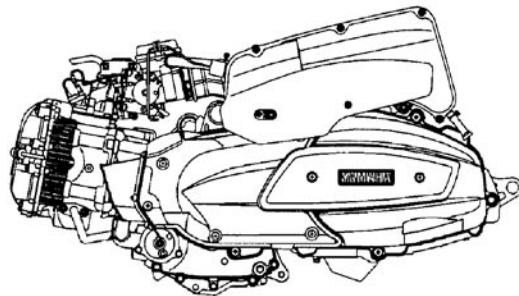


図3 エンジン外観

## 4 車体関係

車体の開発にあたっては、『ユニットシングで150km/h時の操縦安定性を確保できる骨格の実現（欧州向け仕様のみ）』及び、『快適性と実用性のさらなる向上』、『250cm<sup>3</sup>車格のキープ』、『スポーティ&エレガントな外観の実現』を主眼に行った（図4）。

剛性バランスやリサイクル性に優れたフレームを達成する為に、ヤマハ発動機(株)独自の"CF（Controlled Filling）ダイキャスト技術"を用いたアルミダイキャストを採用した（図5）。メインフレームは、前後2分割構造で、ヘッドパイプ部を含む前回りを金型铸造とし、床下部分からピボットセンターを含む後ろ回りをCFダイキャスト製とし、1箇所の溶接で前後をつないでいる。

また、燃料タンクやラジエタ、メインスタンド等の機能確保や組立性確保の為、アンダーフレームはスチールパイプ製とし、上記のアルミ製メインフレームとボルトオン構造とした。このフレーム採用により、高速時の十分な直進安定性やコーナリング安定性を実現できた。Majesty250のフレームと比較して、剛性値は、捻りで剛性80%、縦剛性で50%アップとなっている。

フレームの進化とともに、優れた高速走行と欧州市街地に多い石畳路での走破性を実現させる為に、タイヤは前輪、120/80-14、後輪150/70-13を採用した。（Majesty250：110/90-12、130/70-12）軽量化を優先させた新設計のアルミホイールと共に大径化を図った。

また、サスペンションについては、フレームやタイヤの性能向上に見合う内容とした。フロントフォークは41mm径のインナーチューブを採用、ステアリング部は35mm、ベアリングはテーパーローラー（下側）とするなど、スポーツモーターサイクル並の仕様としている。ホイールトラベルもMajesty250比、前後とも20%アップさせ、快適な乗り心地を実現した。

一方、低振動化やトルク変動によるエンジン挙動を抑止する為、一軸バランサとリンク式エンジンマウントの採用、さらにエンジン挙動衝撃吸収用のコンプレッションロッドを組み合わせた。これにより、低振動で、かつ加減速時の滑らかな走行フィーリング（高級四輪車風）を引き出している。

実用性（収納容量）については、レイアウトスペース効率向上や、アルミフレーム採用による自由度アップを活かし、ばね上の車体容量をMajesty 250並に抑えつつ、向上させた。シート下：約60L（フルフェイス2個または、フルフェイス1個+A3サイズバッグ収納可能）、フロントインナーボックス左：8L、右：2Lで、Majesty 250比、4Lの容量アップとなっている。



図4 Majesty 400

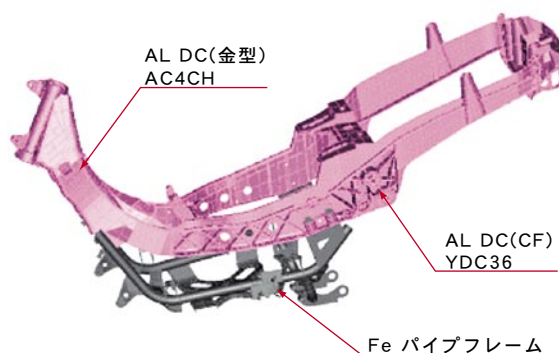


図5 フレーム

快適性については、低振動化の他に、プロテクション効果とエアマネジメントによる風切音の低減、タービュランスの低減を最新の流体解析で机上検討段階で作り込み、1/1モデルで効果検証するいわゆる上流決着を実現した（図6）。

デザインは、要求機能を作り込みながら、"スポーティ&エレガント"を印象づける造形とした。フロントマスクは、逆三角形イメージの中に一目で『Majesty』と分かるデザインを施した。

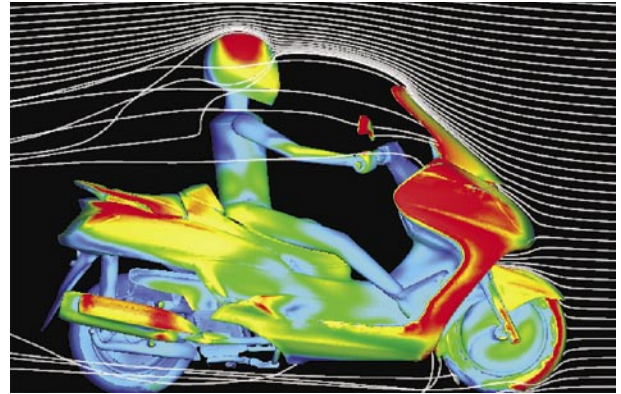


図6 流体解析（風圧分布）

- (1) 照射性と視認性の優れたヘッドライト（H4バルブ常時2灯点灯）
- (2) プロテクション効果を実現しつつ小顔にみせるデザイン処理
- (3) ラジエタへの導風効果を実現させたフェンダやボディカウル処理
- (4) 前か後ろへ風がスムーズに流れる造形
- (5) 落ち着いた水平基調のサイドカバーとエレガントなテール回りの処理

などを行い、"New Majesty" にふさわしいデザインを実現した。

この他、

- (6) キーエントリー式イモビライザ
- (7) タコメータ付マルチファンクションメータ
- (8) ワンチャージで約 300km の走行が可能な 14 L燃料タンク
- (9) 用品トップケースを考慮した樹脂製マルチファンクショングラブバー
- (10) LED（発光ダイオード）テールライト

などを採用し商品性を高めた。

## 5 おわりに

開発スタッフはイタリアテストなどに積極的に出向き、実際の環境で、現地ベストなセッティングを行ってきた。種々の作り込みにより、ミラノショーや、プレス発表試乗会での評判は高く、狙い通りのモデルに仕上がった。図7にプレス評価結果の例を示す。また、仕様と価格のバランスも大変お値打ちなモデルとなっており、400cm<sup>3</sup>としてはかなりお買い得なモデルであると言える。品質、仕様、価格、3拍子揃ったモデルが実現できており、欧州のお客様の満足度を高めることができると確信している。

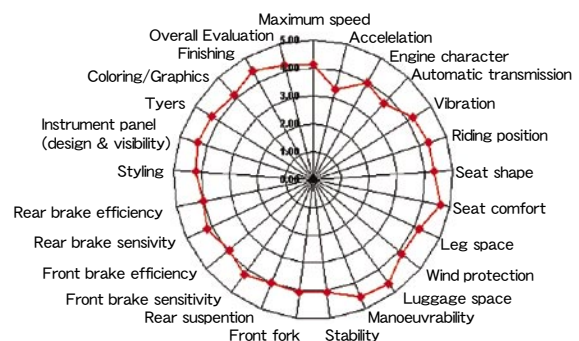


図7 イタリア雑誌社による評価結果（5段階）

■著者



(後列左から) 細島、水嶋、小野、石田  
(前列左から) 水野、高橋、関谷



## 製品紹介

# ガソリン直噴 2 ストローク船外機 HPDI Z300, VZ300

The Gasoline Direct Injection 2-stroke Outboard Motors  
HPDI Z300, VZ300

寒川 雅史 Masafumi Sougawa  
●ヤマハマリン株式会社 第 11 技術部



図 1 ガソリン直噴 2 ストローク船外機 HPDI Z300, VZ300

From 1998, the United States took the initiative in applying exhaust emissions regulations on outboard motors, and as the industry approaches the 2006 deadline for the implementation of the second stage of regulations, most of the larger outboard motors now being produced are either Direct Injection (DI) 2-stroke models, in which the gasoline is injected directly into the cylinder, or electronic fuel injection (FI) type 4-stroke models.

In order to meet the emissions regulations, the manufacturers Mercury Marine (U.S.A.) and Bombardier Recreational Products (Canada) are producing 2-stroke DI models, Honda Motor Co., Ltd. and Suzuki Motor Corporation are producing 4-stroke FI models and Yamaha Marine Co., Ltd. is producing both 2-stroke DI and 4-stroke FI models.

Furthermore, the current trend in the industry regarding these cleaner-running outboards is the popularity of the largest models available, which include for example, the 250PS(184kW) 2-stroke DI models by Yamaha, Mercury and Bombardier.

In light of this trend, Yamaha developed an even bigger horsepower outboard, a 300PS(221kW) model equipped with Yamaha's HPDI (High Pressure Direct Injection) system. In this paper we report on this model, which went into production in 2003.

This model achieves a 300PS rating by taking as its base the existing high-pressure non air-assisted type gasoline direct injection system of the Yamaha HPDI 200PS(147kW) model and increasing the injection pressure to 7MPa, cooling the intake air, tuning the exhaust and increasing the intake air volume, while also adopting a 3.3 liter V6 block. Furthermore, as a variation outboard for high-speed bass fishing boats, we developed a new nose-cone type design for the drive system's lower case that contributes to even higher top speed and handling stability.

## 1 はじめに

船外機の排ガス規制が世界に先がけて米国で 1998 年からはじまり、2006 年に第一段階が終了する中で、大型船外機は 2 ストローク - 筒内ガソリン燃料噴射 (DI) と 4 ストローク電子制御吸気管燃料噴射 (FI) に変わってきた。

Mercury Marine 社 (米国)、Bombardier Recreational Products 社 (カナダ) は 2 ストローク DI、本田技研工業株式会社、スズキ株式会社は 4 ストローク FI、ヤマハマリン(株) (以下、当社という) は 2 ストローク DI と 4 ストローク FI の両方でそれぞれ排ガス規制に適合させてきている。

また、上記クリーンエンジンの最大馬力は、2 ストローク DI で 250 馬力 (184kW) であり、250 馬力が大型船外機ではトレンドになってきた。

このような状況の中で、さらに高馬力を狙う目的で 2 ストローク DI の HPDI (High Pressure Direct Injection System) 300 を開発し 2003 年から生産を開始したので、本報にて紹介する (図 1)。

この船外機は HPDI-200 馬力 (147kW) の高圧無気筒内噴射システムをベースに噴射圧を 7MPa 化し、吸気冷却・排気チューン・吸気拡大等の手段、および 3.3L- V6 (V 型 6 気筒) ブロックにて 300 馬力 (221kW) を獲得している。かつバリエーションモデルの高速バスポート用船外機には、推進部のロワーケースにノーズコーンタイプローワーを新開発し最高速度と操縦安定性の良さを魅力に加えている。



図 2 Z300 のターゲット：オフショア SKA ボート  
(SKA：米国フロリダを中心にした  
キングフィッシュ釣りトーナメントの略称)



図 3 VZ300 のターゲット：バスポート

## 2 開発の狙い

世界需要の 4 割を占める米国市場をメインターゲットとしており、オフショアボート用の Z300 (図 2) と、バスポート用の VZ300 (図 3) の 2 モデルをパワーユニット共通で同時開発した。オフショアでの信頼性を第一優先にした Z300 をベースに、VZ300 にはノーズコーンタイプの高速ローワーユニットを搭載し軽量高速ボートでは 150km/h の最高速と安定性を狙った。米国の排ガス規制 (EPA) に適合させた上で、4 ストローク並みの低燃費性能と低騒音の更なる向上を狙いとした。Z300 及び VZ300 の仕様諸元を表 1 に示す。

表 1 HPDI Z300 仕様諸元

エンジン形式	76 度-V 型 6 気筒
排気量	3,342cm <sup>3</sup>
ボアストローク	93 x 82mm
使用回転	4,500-5,500rpm
最大出力	220kW
圧縮比	6.2
掃排気	パルスチューン、ループチャージ
燃料系	7MPa、ダイレクトインジェクション
潤滑系	メカニカル 6 ポートオイルポンプ
排気系	集合、プロペラボス排気
冷却系	50 度サーモスタット
重量	247kg
ガソリン・オイル	無鉛レギュラー・TCW3 船外機オイル

### 3 仕様概要

#### 3.1 HPDI の技術特徴

当社独自の HPDI システムは 2 ストロークガソリンエンジンとして世界で初めての高圧無気筒内燃料噴射で均一混合燃焼を行なわせており、既発売の Z200 HPDI の噴射圧を 5MPa から 7MPa へ上げてエンジン側の A/F（空気燃料比）の要求幅を広げることで、酸素センサによる制御は不要とした。

#### 3.2 筒内燃料噴射システム

エンジンの燃料要求流量により高圧メカニカル燃料ポンプを 2 個搭載しているが、インジェクタは既販の Z200 と共通使用している。

燃焼は、運転全域で均一混合（図 4）とし、掃気流の流れの中へ、掃気方向へ噴射し均一に混合させて、不完全燃焼によるスス（カーボン）の発生を防いでいる。この均一混合燃焼で、プラグファールやインジェクタのカーボン弊害がなく信頼性の高い状態を保つことができおりヤマハ HPDI システムの特徴になっている。燃焼室形状・噴霧方向等は Z200 と同じで噴射制御マップはエンジンにあわせている。

図 5 に内部構造図を示す。

基本システムは、既販の Z200 と同じである。図 6 はシステム全体を示したものである。まずボートの燃料タンクから船外機自体のダイヤフラム式汲み上げ燃料ポンプを経由して、燃料噴射船外機固有のベーパーセパレータに燃料が一旦汲み上げられる。

このベーパーセパレータに内蔵してウエスコ式のモーター燃料ポンプがあり、7MPa に昇圧するプランジャ式の機械燃料ポンプに燃料を供給する。この高圧燃料ポンプ（図 7）はクランク軸からベルト駆動されている。



図 4 HPDI 作動原理



図 5 Z300 内部構造図

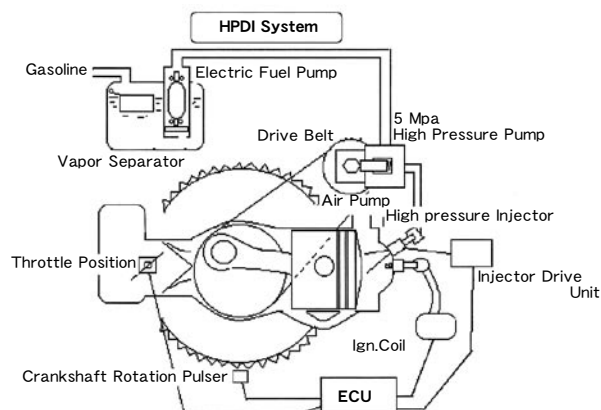


図 6 システム



高圧燃料ポンプから先は、コモンレール式の燃料レールであり、各シリンダヘッドに配置したインジェクタ（図 8）に繋がっている。接続は全て Z200 と同じ O リングシールであり信頼性のある構造としている。

図 7 に、制御を行なうマイクロコンピュータコントロールシステムを示す。

基本の燃料噴射制御および点火システムもすべて Z200 と同じであり、空気計量はスロットル弁開度のスロットルスピード方式で算出しインジェクタ噴射量を決定している。基本噴射制御のほか始動・加速・減速、及び大気圧・吸気温度補正の制御も行っている。

点火は、火花放電時間の長いフルトランジスタ式としており、セミ沿面プラグ（2 極外側電極式）と組み合わせしている。

すでに好評のダイアグノーシス（パソコン故障診断機能）（図 9）を搭載しており、船外機のマイクロコンピュータに市販パソコンを接続して故障部品・時間・運転信号・データロガー等のデータ採取を行なうことで早期修理・記録に役立っている。更に USB 接続を可能とし記憶時間の延長もはかりさらに利便性が向上している。

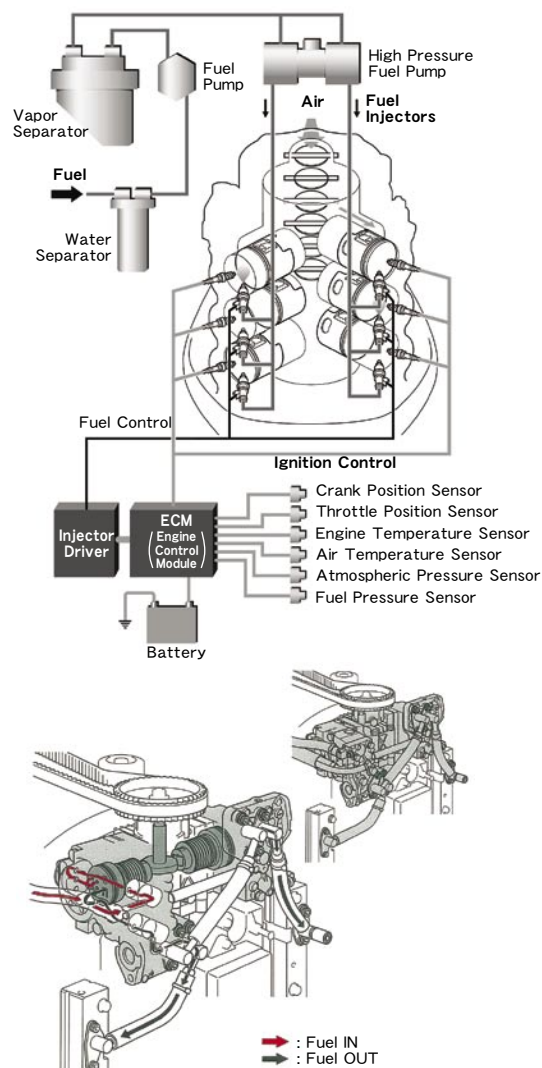


図 7 制御系と高圧系と燃料ポンプ

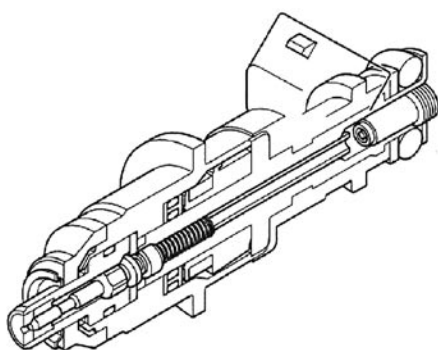


図 8 高圧インジェクタ

#### 1. USB 入力パソコン対応

〔ケーブル〕  
現状：RS232Cコネクタ  
(D-SUB9pin)  
新：USBコネクタ仕様追加

〔アダプタ〕  
現状：RS232Cコネクタ用アダプタ  
新：USBコネクタ用アダプタ仕様追加



RS232C USB

〔CD-ROM〕  
現状：RS232Cコネクタのみ対応  
新：RS232Cコネクタ・USBコネクタ両方対応

図 9 ダイアグノーシス



### 3.3 性能

得られた性能は、最大出力 220kW、最大トルク 412Nm である。排ガス性能は、EPA2006 年規制 (45g/kWh) をクリアしている。

燃費性能は、従来の 2 ストローク FI に比べて HPDI は約 55% の向上を可能とした (図 10)。

### 3.4 構造特徴

高出力化により、排気系部品の温度低減と排気通路抵抗減少を狙って、新構造を採用した (図 11)。

エキパイ外周に水冷却ジャケット追加し、過酷なオーバーヒート時でも破損することのない構造と、アッパーケース内壁にも水冷却通路を形成し外壁温度の低減を可能とした。

また、ロワーケース内部にある排気通路は、排気通路抵抗を減少させる目的でプロペラ冷却水を冷却パイプ内を通す構造とし高出力化を可能とした (図 12)。

さらに、バスモデルに新採用したノーズコーンタイプのロワーユニットは、船底に対して船外機のキャビテーションプレートを 9 インチ UP までハイマウントできる吸水性能とそれによる最高速度の向上が可能となり、軽量高速艇では 150km/h が可能で安定した操縦性を示すスケグ形状を採用している (図 13)。

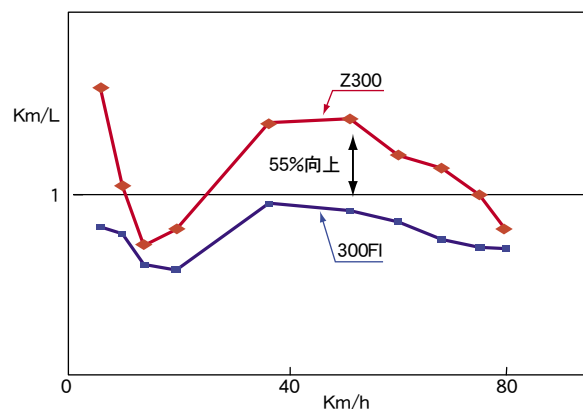


図 10 燃費性能

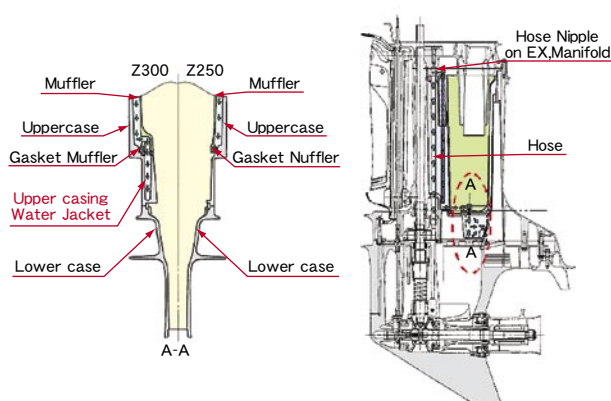


図 11 排気系構造図

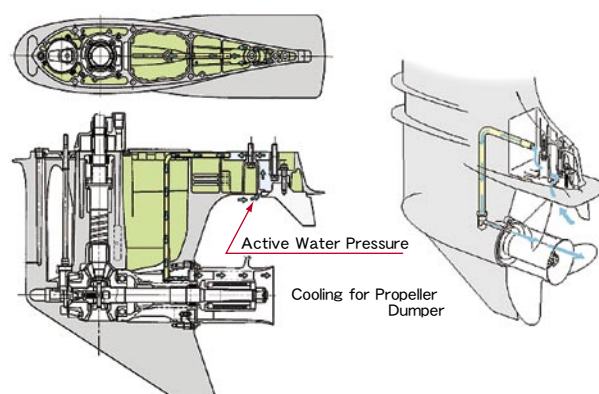


図 12 ロワーユニット構造図

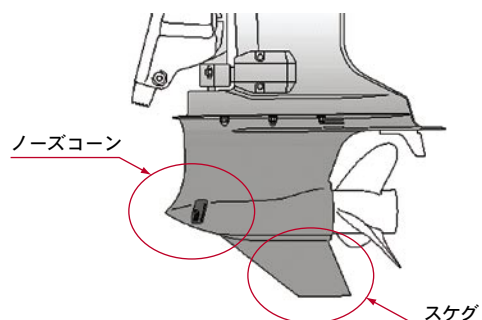


図 13 バスモデルのノーズコーンロワー

## 4 おわりに

船外機の基本要求として、軽量・コンパクト・高出力が今後も引き続き求められていくが、クリーンエンジンとして全世界で4ストローク化が進む中で、もともと軽量・シンプル・高出力な特性を持つ2ストロークエンジンが自由なタイミングで燃焼室内に燃料噴射できる HPDI システムを獲得して4年が過ぎようとしている。

特に燃料を高圧化することで燃料の微粒子化の促進と、より短時間での噴射が可能となりさらに未燃ガスの吹き抜けを抑制できる可能性を秘めている。基礎研究では、EPA2006 年規制値の半分にあたる最も厳しいカルフォルニア規制の 2008 年に適合できるポテンシャルも有しており、さらに発展できるものと確信している。今後、上位機種への搭載と更なる性能向上を目指していく所存である。

### ■著者



寒川 雅史

## 製品紹介

# 親子で楽しむことのできる 電動ハイブリッド自転車「B PLUS」の開発

Development of the "B PLUS"  
- A Hybrid Bicycle that Parents and Children Can Enjoy

尾田 浩 Hiroshi Oda  
●日本本部 事業開発室



図 1 B PLUS



図 2 B PLUS DT

Yamaha Motor Co., Ltd. and Takara Co., Ltd. have each contributed their own unique resources and core competence to jointly develop a new electro-hybrid bicycle named the "B PLUS" that can be enjoyed by parents and children alike. This newly developed "B PLUS" is targeted mainly at adults who like motorcycles and children who like vehicles in general, and it mounts the PAS unit of Yamaha's electro-hybrid bicycles on a bicycle designed in the motorcycle image. This new product is scheduled to go on sale in March of 2004. The suggested retail price is 108,000 yen and the sales target for the first year is 10,000 units.

Furthermore, the "B PLUS" product concept has been applied to a limited edition model named the "B PLUS DT" that takes the Yamaha off-road motorcycle "DT200R" as its image model. One hundred units of this model have been offered for sale as of December 2003. (Suggested retail price: 160,000 yen)

In this report we discuss the development of this new product.

## 1 はじめに

ヤマハ発動機(株) (以下ヤマハ) と(株)タカラ (以下タカラ) は、両社の持つ資源やその特徴をお互いに有効活用し、親子で楽しめる電動ハイブリッド自転車「B PLUS」を共同開発した(図1)。「B PLUS」は、バイク好きの親と乗り物好きの子供を主な対象とし、ヤマハの電動ハイブリッド自転車「PAS」のユニットを、バイクをモチーフとしたデザインの自転車に搭載したもので、2004年3月より発売する。希望小売価格は108,000円、初年度の販売は一万台を計画している。

また、「B PLUS」のコンセプトを表現した商品として、2003年12月よりヤマハのオフロードモデル「DT200R」をモチーフとした100台限定モデル「B PLUS DT」(図2)(希望小売価格:160,000円)を発売した。

## 2 開発の狙い

日本におけるオートバイ（小型二輪、軽二輪、原付）の需要は、年々減少し、1997年に120万台あった需要が、現在では、80万台まで減少した。若者のオートバイ離れは、我々オートバイメーカーにとって深刻な問題であり、二輪免許取得年齢15歳以下の子供の段階から、ヤマハファンを育成する必要がある（図3）。

「B PLUS」のコンセプトは、「バイクから生まれたバイスクル」。子供世代にとって、「バイクに乗ってみたい」という夢を擬似体験でき、子供たちが初めて手にする動力として、また、大人にとっては、オシャレで利便性のある新しい乗り物として開発された。これまでの主な利用者が高齢者や主婦だった電動ハイブリッド自転車の利便性はそのままに、バイクをモチーフとした、親子で楽しめるデザインとなっている（図4）。

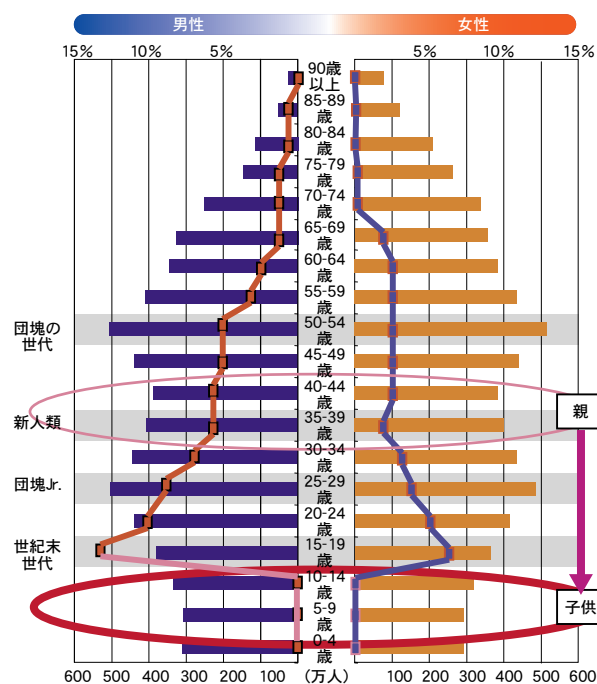


図3 2000年日本の人口ピラミッド（棒グラフ）とヤマハ発動機二輪車ユーザーの分布（折れ線グラフ）



図4 B PLUS 商品名について



### 3 主な特徴

「B PLUS」は、2003 年 3 月に発売された「NEW PAS（PZ シリーズ）」に搭載するために新しく開発されたブラシレス DC 式モーターを流用することにより、子供が運転時にバッテリーが消耗して、モーターが作動しなくても、通常の自転車として、足腰に負担をかけずに家まで漕いで帰ることが可能である。また、全長を小径ホイール自転車並みの 1,400mm 以下に押さえ、車での持ち運び、マンションのエレベーターや玄関にも収納することが可能である。重量も電動ハイブリッド自転車としては、軽量級である 20kg 台を実現した。そして、「親子で楽しめる共用の乗り物」を実現するために、シート及びハンドル高さをワンタッチで変えることができ、身長 139cm 以上（小学 4 年生）から大人まで乗ることができる。

「B PLUS」の主要諸元を表 1 に示す。

表 1 主要諸元

	諸元		B PLUS			
寸 法	全長		1,390mm			
	全幅		590mm			
	サドル高		710mm ～ 870mm			
	軸間距離		915mm			
	タイヤ サイズ	フロント リア	18 × 1.75 20 × 1.75			
	車両 重量	B PLUS DT B PLUS	21.3kg 20.7kg			
性 能	補助 速度 範囲	比例補助	0km/h 以上～ 15km/h 未満			
	1 充電あたりの 走行距離		HIGH モード 一般路 ※ 1(km)	HIGH モード 平坦路 連続 ※ 2(km)	ON モード 一般路	ON モード 平坦路 連続 (km)
			17	20	25	31
電動機	形式		ブラシレス DC 式			
	定格出力		240W			
	補助力制御方式		踏力比例制御式			
蓄電池	形式		ニッケル水素電池・ 4/3FA セル			
	容量		1.2V × 20(24V)、 2.8Ah			
充電器	形式		スイッチング・レギュレーター 式 /AC100V			
	充電時間		リフレッシュ機能付き、 約 1.8 時間※ 3			
	変速機方式		リヤハブ、内装 3 段			
	駆動方式		チェーン式			
	制動 装置	前	サイドプル式 キャリパーブレーキ			
		後	内括式ローラーブレーキ			
価 格	B PLUS DT( 限定)		¥160,000( 税別 )			
	B PLUS (3月発売)		¥108,000( 税別 )			

※ 1 一般路走行パターンを連続して走行した場合「勾配 3.5%(2°)の上り坂を変速ギヤ<2>で、その他を変速ギヤ<3>で走行した場合」

※ 2 平坦路を速度 15km/h、発進停止無しで連続して走行した場合「変速ギヤ<3>」バッテリー新品、常温 25℃、車載重量(乗員および荷物を合計した重量)60kg、平滑乾燥路面、無風状態で走行したときの弊社データ

※ 3 長期放置後の充電、およびリフレッシュ後の充電に要する時間は約 1.9 時間(最長)です。

### 4 商品化の検討

「B PLUS」の「親と子の共用の乗り物」というコンセプトが消費者に受け入れられるかを検証するために、デザイン重視(DT版)と機能重視(STD版)の試作車両それぞれ1台ずつのプリ試作車両を製作し、「親」と「子」それぞれをターゲットに市場リサーチを行った。

子供には、東京で行なわれたタカラ主催のベイベレード大会に持ちこみ、大会に参加した子供に試乗してもらい、「おもしろさ」が受け入れられるか、「どこがおもしろいか」についてヒアリング調査を行なった(図5)。

その結果、「アシスト自転車の面白さ」「オートバイ的なデザイン」等、当初のコンセプトがヒアリングを行なった、全ての子供達に受け入れられることが判った。

また、親である大人に対しては、販売のイメージを固める必要があった。そのために、首都圏の主要な自転車ショップにプリ試作車両を持ちこみ、コンセプト、価格、消費者に受け入れられるかどうか、販売台数は、どのくらい見こめるか等について、ヒアリングを行なった。こちら、「親と子の共有」「新し

いデザイン」に共感頂き、また、10万円前後の電動アシスト自転車でデザイン・機能に価値があれば、5,000台規模が販売できる可能性があることも判明した（図6）。更にタカラのマーケティング力を発揮した新販路を加え、10,000台/1年を狙うこととした。

以上の調査結果をタカラと共同でまとめ、商品化にあたってのマーケティング・ストーリーを検討し、価格（Price）、仕様（Product）、販売促進（Promotion）、販路（Place）に落としこんだ（図7、8）。



図5 子供リサーチ  
(at タカラ・ベイブレード大会；東京)

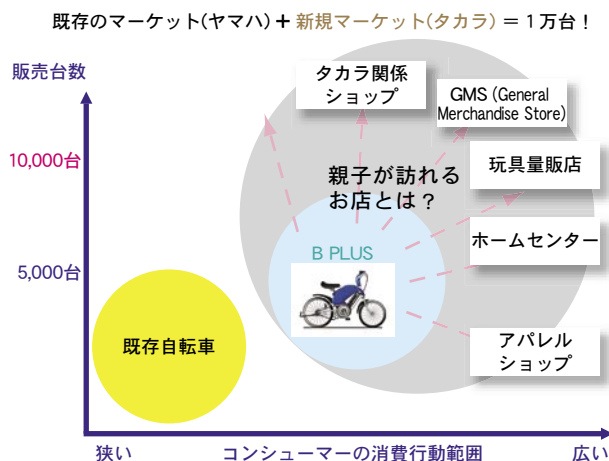


図7 市場の考え方



図6 自転車プロショップにおけるヒアリング調査

	2003年度	2004年度
商品	10月発表(12月発売) デラックス (DTバージョン)	3月発売 スタンダード
規模	160,000円程度 限定100台	108,000円 年間販売目標：10,000台(2004年3月～)
対象 (テーマ)	子 (オートバイ好き親子)	◎親子(30代親、小学校中学年の子供) ◎20代後半～40代 男性 ◎好奇心豊かで、あたらしモノ好きな女性
訴求	広報 発表(10月)マス・メディア タイアップ 先検討	タイアップ ・雑誌タイアップ ・ゲーム等 他社MD連動
流通	タカラNet→ オートバイ店	タカラ新販路(直営店、玩具量販店等)、 PAS販路等

図8 マーケティングストーリー

## 5 企画品質への取り組み

小学生及び自転車プロショップ店長等の20～30歳代のリサーチ結果、出だしのアシスト感が足りない要望が多く、低中負荷域のアシストを通常のPASよりも1.5倍アップした(図9)。その結果、コンパクトで、ホイールベースが短い車体に加速性の良いアシストモーターを搭載することによって、機敏な運動性能が生まれ、子供にも、大人にも乗って楽しい電動アシスト自転車になった。

特に、子供が初めて「電動自転車」に乗ることを配慮し、その走行安定性、急発進、急制動時の安全性、駐輪時の取り回し等については、実際の小学3年から6年生までの子供に試乗してもらい、(株)モリック品質保証部だけでなく、タカラからもPL対策担当者の参加も頂き、安全性対応については、十分に議論と対応を重ねてきた。

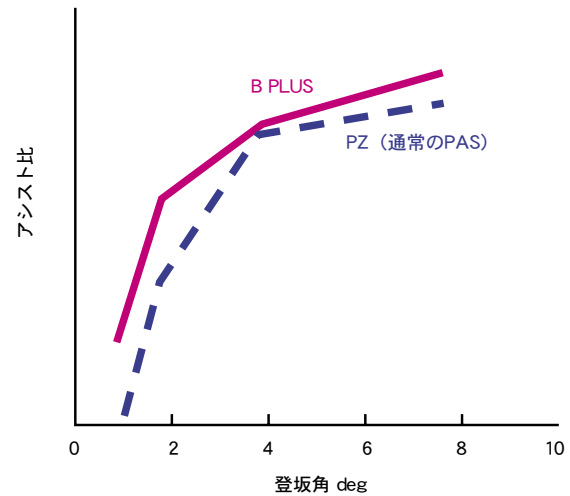


図9 B PLUS 走行性能曲線(時速10km/hの時)

## 6 ビジネスモデル

「B PLUS」商品化にあたっては、更なる新商品の投入を行い、継続的な新事業の展開を行なうために、次の条件が確認された。

(1) タカラとの機能補完により、両社の強みを最大に生かし、弱みは最少に抑え、新しい市場を創ること。

そのためには、お互いのグループ会社を含めた参画で推進する。

(2) 両社の責任・役割が明確な構図であること。

(3) リスク・収益がイーブンになる構図で、新事業での継続性を考えること。

これらの基本構図を軸に、タカラは、プロモーションと販売を担当し、ヤマハは、開発・製造を担当することになった(図10)。また、通常我々が行なう企画～開発の構図とは違い、デザイン、色、機能等商品に関する全ての項目について、タカラのプロモーション企画という新しい流れを導入することとした。こうして、従来の商品開発には無かった若年層市場へのプロモーション機能をタカラから導入することにより、今までに無い企画体制を構築することが出来た。

1)提携の役割		TAKARA	コラボ効果	YAMAHA
企 画	○	異化力	新領域開拓	技術・商品
開 発	○	ソフト(デザイン)	新しい価値(デザイン、機能)	パワースーツ
製 造	△	玩具のコスト開発力	コスト開発	ハード
プロモーション	◎	イベント、メディア	新しい動力のイメージ	△
販 売	○	子供	露出の相乗効果	ハイティーン以上
サービ	×	業務委託	顧客満足度アップ	販売会社
2)投資&収益				
企 画	○		開発投資=折半	○
企 画	○		収益=イーブン	○

図10 ヤマハ・タカラの提携の構図



アフター・メンテナンスはヤマハ発動機販売(株)へ業務委託する構造とした。また、部品供給は(株)ワイズギヤから部品供給を受ける構造とした。

## 7 おわりに

ヤマハは、今回の提携企画製品「B PLUS」を通じて、タカラの若年層へむけた商品企画力やプロモーション力を吸収し、若年層への「ヤマハ」ブランド浸透と認知拡大を目的としている。

またタカラは、ヤマハのもつ電動・制御技術のノウハウを、子供から大人までが楽しめるライフエンターテインメント商品として具現化することで年齢・性別を問わず生活の中で楽しめる商品分野の拡大を目的としている。

今回の「B PLUS」の目標販売台数を達成し、次の新しい「動具（外遊びの乗り物）」の開発にチャレンジし、「親と子」「玩具とリアル」「インドアとアウトドア」の中間に位置付けられる新しい市場を構築し（図 11）、タカラとの継続的な提携関係を築くように持てる力全てを注いで行きます。また、次に続く商品を探しています。皆様の斬新なアイデアがございましたらお聞かせ下さい。この紙面をお借りしてお願い申し上げます。



図 11 新市場のポジション

## ■参考

製品情報紹介サイト「チョロQ モーターズ」 <http://www.cqmotors.co.jp/>

## ■著者



尾田 浩





# 4ストローク船外機 F150A

## Four Stroke Outboard Motor F150A

加島 幸典 Yukinori Kashima  
● ヤマハマリン株式会社 第一技術部

With the start of production of the F225A in April of 2001, Yamaha achieved a lineup of 4-stroke outboard motors ranging from 2.5 PS(2kW) all the way up to 225 PS(166kW). Then, in answer to strong demand from the market, Yamaha became the first manufacturer in the industry to produce a 150 PS(110kW) 4-stroke outboard when production of the F150A started of in April of 2003. This new model filled the gap between the existing 115 PS(85kW) and 200 PS(147kW) models. Here we report on the development of this important model.

### 1 はじめに

2001 年 4 月に生産を開始した F225A により 2.5 馬力 (2kW) から 225 馬力 (166kW) までの 4 ストローク船外機のラインナップを揃えてきた。そして、115 馬力 (85kW) と 200 馬力 (147kW) の間に位置する 4 ストローク船外機 F150A を、2003 年 4 月に高い市場要望に答えるべく、業界のトップを切って生産を開始したので概要を紹介する。

図1に F150A の外観を示す。表1に主要諸元を示す。

### 2 開発の狙い

開発の狙いとして下記を設定した。

- (1) 地球環境保全への配慮
- (2) 軽量・コンパクト・ハイパフォーマンスで2ストローク代替可能
- (3) 低振動・低騒音による快適性

表 1 F150A 主要諸元

エンジン形式	4ストローク 4 気筒、16 バルブ DOHC
排気量	2,670cm <sup>3</sup>
ボア×ストローク	94.0 × 96.2
プロペラ軸出力	110.3kW(150PS)@6,000rpm
全高	1,842mm(X トランサム )
全幅	511mm
全長	822mm
乾燥重量	220kg(X トランサム )



図 1 4 ストローク船外機 F150A

## 2.1 地球環境保全への配慮

排ガス規制基準の達成と、細部の未燃ガス放散防止を配慮した。米国 EPA2006、CARB（加州大気資源局）2008、及び、EU-1 の規制に適合出来るレベルの達成とともに、燃料系の未燃ガスの再循環燃焼による放散防止に加え、エンジンオイル交換時の回収性を考慮した。

## 2.2 軽量・コンパクト・ハイパフォーマンスで2ストローク代替可能

150 馬力（110kW）帯の市場は多種多様の船があり、従来使われてきた 2 ストローク船外機に対しそのまま代替可能な、軽量でコンパクトな外観サイズとハイパフォーマンスの両立を目指した。

## 2.3 低振動・低騒音による快適性

大型船外機に採用されている当社独自技術であるフライホイール付き捻りダンパに加え、大排気量 4 気筒の 2 次振動配慮による低振動と、吸気系と排気系の消音による低騒音を、2 ストローク船外機と比較して明らかな優位性が感じられる事を目指した。

# 3 技術的特徴

## 3.1 パワーヘッド

2 ストローク船外機代替を可能にすべく、軽量・コンパクトに優れた DOHC4 バルブ直列 4 気筒エンジンを採用し、ハイパフォーマンスを狙い排気量を 2.67 リッターとした。内部構造を図 2 に、エンジン構造を図 3 に示す。

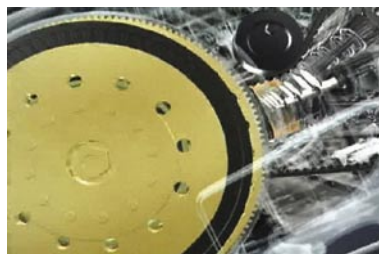


図 2 4 ストローク船外機 F150A 内部構造

## 3.2 オフセットクランクシャフト

シリンダを排気側に 10mm オフセットさせる事で吸気系スペースを確保し、吸気管のスムーズなレイアウトによる性能向上と全幅のコンパクト化を図った。図 4 にオフセットクランクシャフトの構造を示す。

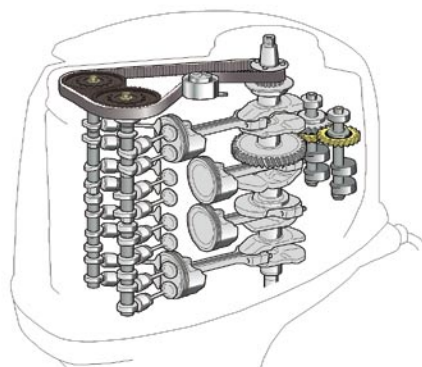


図 3 エンジン構造

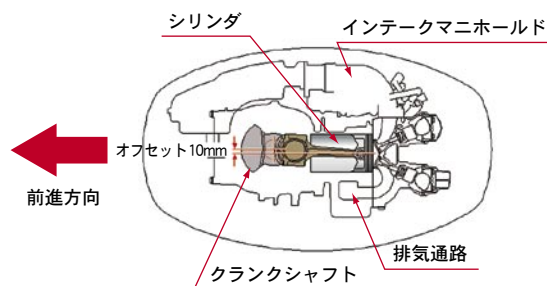


図 4 オフセットクランクシャフト構造

### 3.3 フライホイール付き捻りダンパ

大型船外機に要求される充電性能確保と低速でのエンジン回転安定を狙い、クランクシャフト最上部に大型のフライホイールマグネットを搭載し、その捻り振動の低減として、フライホイール付きの捻りダンパを採用した。図5にフライホイール付き捻りダンパの構造を示す。

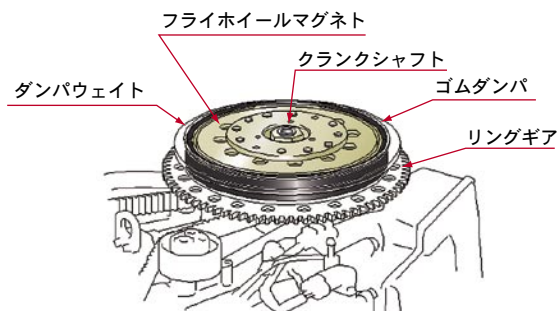


図5 フライホイール付き捻りダンパ構造

### 3.4 2軸2次バランス

クランクシャフトに焼き嵌めされたギアによって、クランクシャフトの2倍の回転数で駆動される2軸2次バランスをクランクケースに搭載。大排気量4気筒エンジンにおいても、4ストロークに期待される低振動の快適性向上を図った。図6に2軸2次バランス構造を示す。

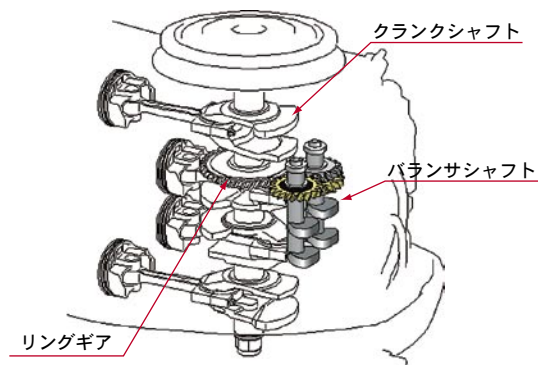


図6 2軸2次バランス構造

### 3.5 吸気・燃料系及び点火系構造

エンジン性能向上と小型軽量を達成するために、大型4ストローク船外機で採用されている電子制御式燃料噴射装置と4連スロットルバルブを踏襲し、さらに軽量化を図るためインテークマニホールドを樹脂化した。又、ガソリンベーパーの大気放出を防止するため、ベーパーセパレータタンク内のベーパーをサイレンサより吸入し再燃焼させる構造を踏襲した。図7に燃料系・点火系のシステム図を示す。図8に4連スロットルバルブ構造を示す。

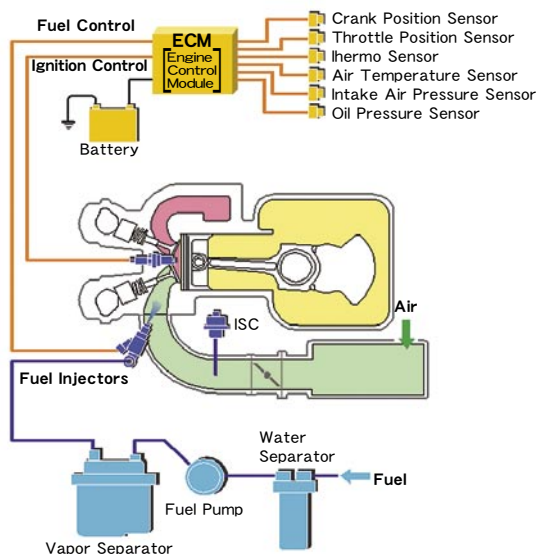


図7 燃料系・点火系システム図

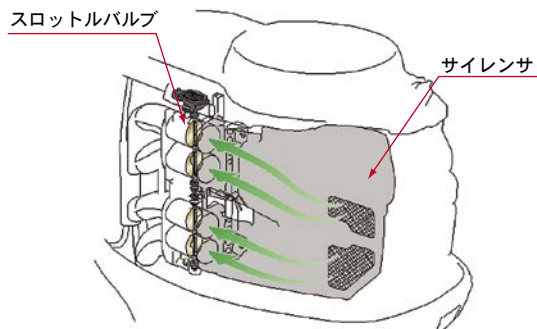


図8 4連スロットルバルブ構造



### 3.6 カウリング系構造

エンジン性能として必要とするカウリング吸気ダクトからの吸入空気量を確保しつつ、エンジントラブルにつながるカウリング内への水入り防止として、大容量のダクト容積と水分離排出構造を採用した。図9にカウリングダクト構造を示す。

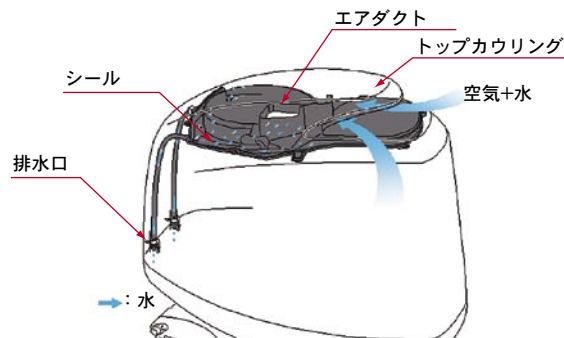


図9 カウリングダクト構造

### 3.7 アッパー系構造

従来のオイルパン下部にあるドレンプラグに加え、エンジンオイル交換時のオイル回収性向上として、米国市場で普及しているハンド吸引ポンプ、電動吸引ポンプの使用が容易な、オイルレベルゲージのガイドパイプ構造とした。図10にオイルレベルガイドパイプ構造を示す。

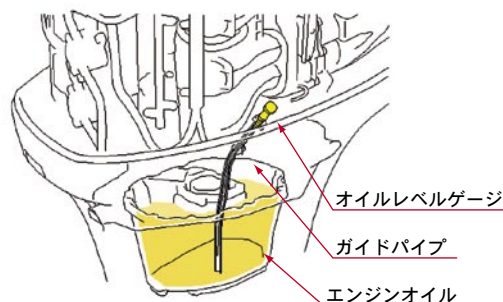


図10 オイルレベルガイドパイプ構造

排気系は当社大型4ストロークで採用されている構造を踏襲した。低速時には、副排気通路としてアッパーケース内の水面より上部の容積を使った迷路構成とし、高速航走時には、ウォーターポンプより取り入れた冷却水を排気通路外周に構成させることで排ガスエネルギーを減衰させている。図11に副排気通路迷路構造を、図12にアッパーケース内排気構造を示す。

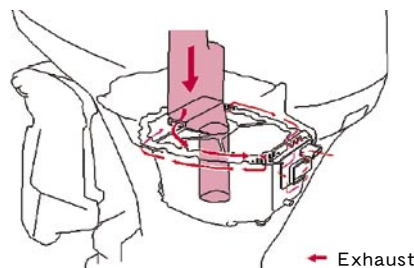


図11 副排気通路迷路構造

### 3.8 ブラケット、ロワー構造

ブラケット部（船体と接続させる部分）とロワー部（プロペラへ動力伝達させる水没部）は2ストローク船外機のユニットをベースに、4ストロークの発生スラストに合わせた設定とギア比の最適化を行った。

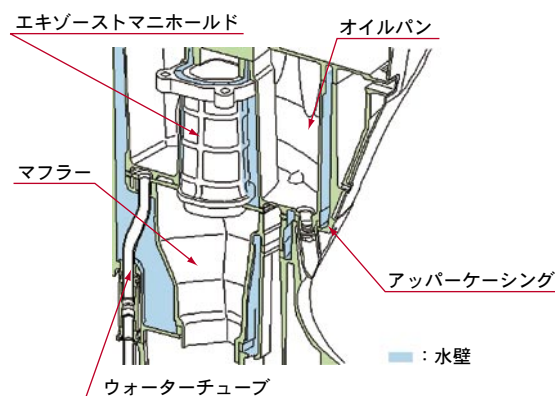


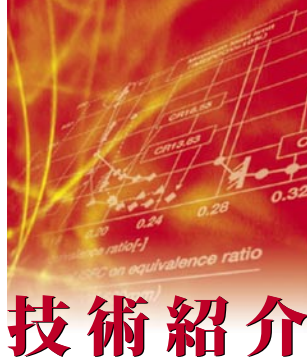
図12 アッパーケース内排気構造

## 4 おわりに

F150A は軽量・コンパクト・ハイパフォーマンスは2ストロークに一步も引けをとらず、さらに快適性の増した魅力ある商品に仕上がったと自負している。今後もこのような開発を通じて世界の人々の豊かなマリンライフに貢献していきたい。

最後に今回の開発・製造にあたり多くの協力を頂いた社内外の関係者各位に深く感謝致します。





# 二輪車用灯火器の 最新 ECE 規定動向及び技術動向

## Latest Directions in ECE Standards for Motorcycle Lights and Technological Directions

高橋 進 Susumu Takahashi

● 技術統括部 認証技術室

Lights are one of the safety features of motorcycles and regulations concerning these lights are set by legislation in accordance with the traffic environments of each country. Many countries base their regulations on the ECE (Economic Commission for Europe) standards set down in the WP29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations) endorsed by the United Nations.

Japan's safety standards have also evolved by integrating the standards of the ECE in order to promote compliance with international standards.

Issues involved in motorcycle lights can roughly be divided into the three areas of achieving safe running conditions, answering the desired qualities as vehicle components and the integration of new technological advancements with regulatory legislation. In light of these issues, technological advancement and updating of legislation are constantly in progress.

Here we report on the latest directions in the ECE standards upon which most countries' regulatory laws are based and also the latest directions in light technologies.

The improvement of vehicle light safety and the reduction of traffic accidents is an aim shared by countries worldwide, and we believe that the timely and rational integration of the latest ECE standards into the regulatory laws of each country is something that mutually benefits the governments, the manufacturers and the users.

## 1 はじめに

二輪車の安全性を高める要素の一つである灯火器は、各国の交通環境にあわせて各国の法規により要件が定められている。各国法規は国連 WP29 (World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations) で定められる ECE (Economic Commission for Europe) 規定をベースとしている。

日本の保安基準も ECE 規定を順次採用し、国際規格整合化が進められている。

二輪車灯火器の課題は大きく分けて走行安全性の確保、車両からの要求対応、及び技術進歩の法規展開の三つがある。課題を解決すべく技術開発、規定改訂が日々進められている。

各国法規のベースとなっている ECE 規定の最新動向、及び灯火器技術の最新動向を紹介する。

灯火器の安全性を高め交通事故を低減することは世界共通の願いであり、最新 ECE 規定を適切なタイミングで各国法規に展開し安全性の向上、基準の統一を進めることが行政、製造者、ユーザー全てにメリットをもたらすと考える。

## 2 二輪車灯火器の法規

二輪車の安全性を高める要素の一つである灯火器は、各国の法規により要件が定められている。

多くの国の法規は国連 WP29 で定められる ECE 規定をベースにしている（図 1）。日本の保安基準も ECE 規定を順次採用し、国際規格整合化が進められている（表 1）。

一方、各国の交通事情に合わせての各国法規は必要であるが、灯火器の規格を各国統一することは行政、製造者、ユーザー共にメリットがあると考ええる。

WP29 では更に世界統一基準を目指し GTR（Global Technical Regulations）の作成も進めている。灯火器については四輪車の灯火器取付け基準の審議が始まっているが、二輪車用灯火器はまだ開始されていない。

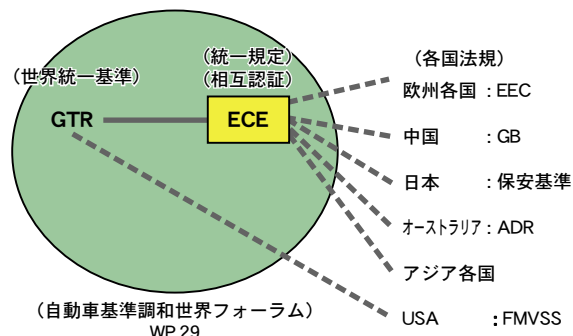


図 1 二輪車灯火器の法規

表 1 二輪車灯火器 ECE 規定

	モーター サイクル	モペッド	日本取入れ 予定
前照灯	R57 R72 (R1,R8,R20)	R56 R76 R82	R113 (R112)
信号灯	R50 R3	← ←	R50 R3〔済〕
灯火器取付け	R53	R74	R53
電球	R37	←	R37

## 3 二輪車灯火器の課題

二輪車灯火器の課題は大きく分けて走行安全性の確保、車両からの要求対応、及び技術進歩と法規展開の三つがある。

### 3.1 走行安全性

灯火器の走行安全性には視認性と被視認性の二つの要素がある。

視認性は夜間走行時に路面、交通状況を正確に把握できるようにより明るく、適切な配光が必要である。しかし対向車に眩しさを与えない配慮も必要である。被視認性は他車両、歩行者に運転状態を知らせる為により見やすく、正確な情報表示が必要となる。更に二輪車特有の課題としては、四輪車に比較して小さい二輪車が走行していることを見やすくする対応も必要となる。

### 3.2 車両からの要求

灯火器は二輪車の構成部品であり車両全体の性能向上、商品性向上から求められる要件が多々ある。代表的な要求としては低消費電力、デザイン自由度、長寿命がある。低消費電力は発電機の小型化、軽量化に寄与する。デザイン自由度については、灯火器は外観部品であり小型化、薄型化することにより自由度を増すことができる。長寿命はユーザーのメンテナンス負担を軽減する。

### 3.3 技術進歩と法規

灯火器は重要な安全部品であり、法規により適切な要件設定が必要である。灯火器の技術開発は安全性向上、車両全体の性能向上、商品性向上を目指し日々進められており ECE 規定の新設、改訂が行なわれている。最新技術は ECE 規定化され、各国法規に展開されて実用化することができる。技術進歩に合わせた最新 ECE 規定を、適切なタイミングで各国法規に展開することが重要である。

## 4 最新 ECE 規定動向

### 4.1 前照灯

ECE 規定には配光と電球をセットで規定した多くの前照灯規定があるが、対称ビーム配光規定 R113 と非対称ビーム配光規定 R112 への統合が進められている。R113、R112 は従来と考え方を変えて配光のみを規定し、電球は R37 から選択することで、配光と電球の規定を分離した。R113 は二輪車用の対称ビーム配光規定であり、クラス A は R56、R76、R82 を統合したモペット用、クラス B は R57 配光規定、クラス C 及び D は技術進歩に合わせてハロゲン電球を前提とした新配光規定で構成されている。

クラス C、D の追加改訂は第 130 回 WP29（2003 年 6 月）で採択され、更に測定方法の詳細規定審議が GRE（WP29 灯火器分科会）にて行なわれている。

R112 は四輪車用（二輪車も使用可能）非対称ビーム配光規定であり、クラス A は R1、R72 の統合配光規定、クラス B は R8、R20 の統合配光規定、クラス C はグレアレベルを向上させた新配光規定で構成され、GRE にて審議されている。

### 4.2 信号灯

R50 のフロントポジションランプは白色と規定されているが、アンバー色も選択できるようにする改訂の審議が GRE にて行なわれている。四輪車に比較して小さい二輪車に、色の異なるアンバーポジションランプは被視認性の向上に役立つと考えられる。

日本、USA の一部のモデルには方向指示器と一体式のアンバーポジションランプが既に使用されている。

### 4.3 灯火器の取付け

AHO（Automatic Headlamp On）を R53 に追加する改訂が日本から提案され審議が GRE にて行なわれている。

AHO は昼間も前照灯を点灯することにより二輪車の被視認性が向上し事故低減に効果がある。日本、USA では既に実施されている。欧州では 2003 年 6 月より ACEM（欧州二輪車製造者協会）の自主規制で開始された。アジアの一部の国でも実施されている。

日本では 1991 年より順次 AHO 化を進め、1996 年には法規化されて全ての生産車が AHO となった。2000 年には AHO 車両の割合が保有車両の 6 割を超えた。

事故低減効果の分析では昼間、薄暮（夕暮れ）時の事故で昼間点灯率と事故低減の相関が高いことが分かった。2000 年度の事故統計から AHO による事故低減件数は 13,000 件 / 年（1990 年比較）と推測される（図 2～4）。

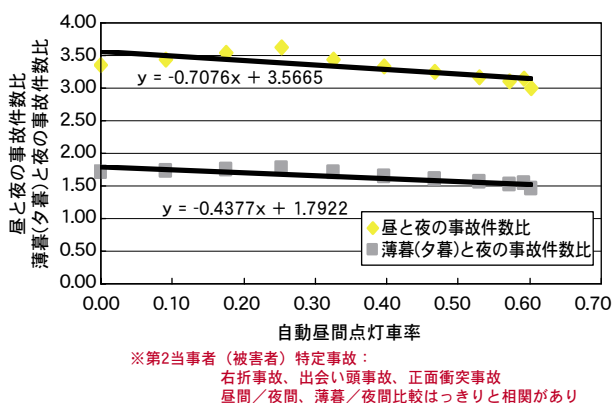


図 3 日本の AHO による事故低減効果 2

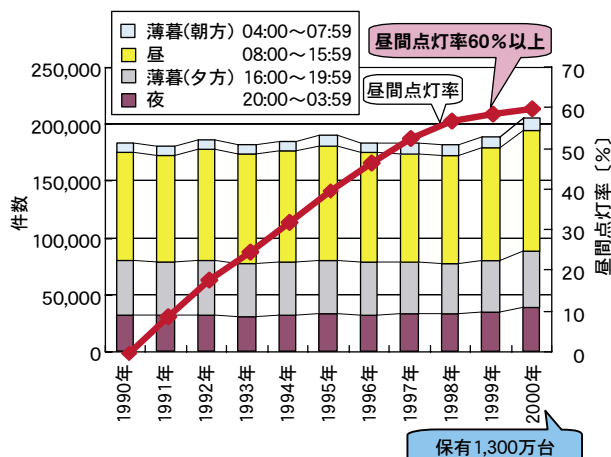


図 2 日本の AHO による事故低減効果 1

#### 分析結果

1. 二輪車全事故件数の 4 割を超える第2当事者(被害者)の特定事故において、事故低減の相関が高い。
2. 日本における2000年度の事故統計から AHO の導入による事故低減は、昼間・薄暮時合わせて 1990 年度比 13,000 件 / 年と推測される。

(第50回 GRE, Informal Document No.3 より抜粋)

図 4 日本の AHO による事故低減効果 3

## 4.4 電球

小型二輪車対称ビーム前照灯用のハロゲン電球 (HS5:12V35/30W) が第 130 回 WP29 で採択され R37 に追加される。

HS5 電球は R113 クラス C 配光に対応する電球であり、小型二輪車用として現在多く使用されている S2 電球 (白熱電球 12V35/35W) に替わる標準的な前照灯用電球になると考える (表 2)。

信号灯用としては 12V15/5W 電球の審議が GTB (ブラッセル灯火器作業部会) にて開始された。

現在多く使用されている 12V21/5W に比べ制動灯が 21W → 15W になり 30%消費電力が低減できる。

表 2 ECE 最新動向ー R37 電球

前照灯用電球	HS5	S2	HS1
電球写真			
定格	12V35/30W	12V35/35W	12V35/35W
光束 (L m)	620 ± 15% / 515 ± 15%	650 ± 20% / 465 ± 20%	825 ± 15% / 525 ± 15%
種類	ハロゲン電球	白熱電球	ハロゲン電球

#### 《HS5 電球の特徴》

- ・ ECER 113 クラス C 対応の新型ダブルフィラメント電球
- ・ 灯具にシンプルに装着可能 (バネ掛け等不要)
- ・ 防水機能有り (ゴムカバー不要)



## 5 最新技術動向



### 5.1 信号灯

光源として電球に替わる LED (Light Emitting Diode) が実用化されてきた。LED 信号灯は R50 現規定にて認可可能である。制動灯 / 尾灯について高性能二輪車から採用が始まっている。

LED は電球に比べ消費電力が  $1/5 \sim 1/10$  と低い上、点灯立上がり時間が  $300\text{ms} \rightarrow 2\text{ms}$  と早くなる。灯火器アセンブリとしては薄型化、軽量化  $\Delta 50\%$  となり、性能向上、商品性向上に役立っている。しかしコストは 2 倍以上となる為、メリットをどう生かすかの検討が重要である (表 3)。

方向指示器については光度規格が制動灯より高く、現在のアンバー色 LED の発光効率ではまだ不足なため限定的な採用に留まっている。

表 3 LED 制動灯 / 尾灯の例 (ヤマハ YZF-R1)

電球仕様		LED仕様	
			
薄型	123mm	52mm	$\Delta 58\%$
軽量	257g	133g	$\Delta 48\%$
発光面積	52.5cm <sup>2</sup>	53.1cm <sup>2</sup>	同等

### 5.2 前照灯

LED 前照灯と二輪車用 AFS (Adaptive Front lighting System) の二つを紹介する。

LED の利点は信号灯と同様に低消費電力、早い点灯立上がり時間、薄型・軽量である、前照灯としては更に多光源のため灯火器アセンブリのデザイン自由度が大きなメリットと期待される (図 5)。

白色 LED の発光効率は、現在フィラメント電球と同等の  $20 \sim 30 \text{ lm/W}$  (ルーメン / ワット) であるが、4 ~ 5 年後には  $100 \text{ lm/W}$  以上になると予想されている。

LED 前照灯は技術開発と並行して ECE 規定の審議が GTB にて開始されている。

2003 年東京モーターショーには主要灯火器メーカーから LED 前照灯の技術展示がされた。



図 5 LED 前照灯 (小糸製作所、資料より抜粋)

二輪車用 AFS は四輪車用 AFS と異なり、車両のバンク角に合わせて前照灯光軸を回転し、路面に対し水平な配光を維持してカーブでの視認性を向上するシステムとなっている（図 6 ～ 9）。



図 6 二輪車用 AFS の外観

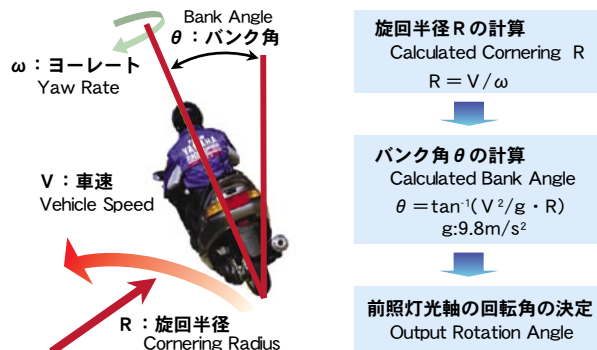


図 7 前照灯光軸の回転角

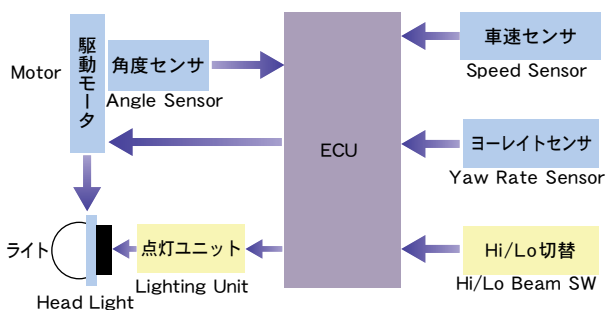


図 8 二輪車用 AFS の構成



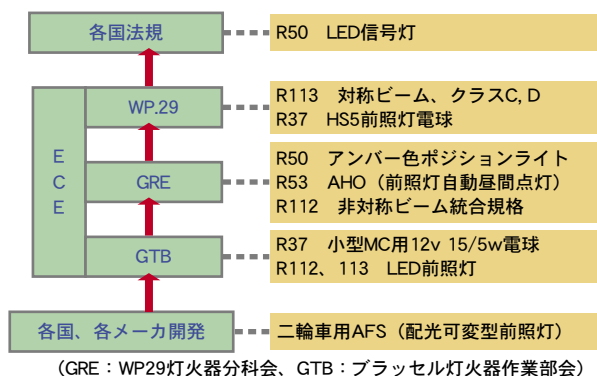
図 9 配光の相違

## 6 おわりに

灯火器は二輪車の安全性を高める重要な要素であり、新技術開発が進められ ECE 規定は技術の進歩に合わせて改訂が行なわれている。

紹介した最新 ECE 規定動向、技術動向の ECE 審議進捗状況を図 10 に示す。

灯火器の安全性を高め交通事故を低減することは世界共通の願いであり、最新 ECE 規定を適切なタイミングで各国法規に展開し安全性の向上、基準統一を進めることが行政、製造者、ユーザー全てにメリットをもたらすと考える。



(GRE: WP.29灯火器分科会、GTB: ブラッセル灯火器作業部会)

図 10 ECE 規定動向と技術動向のまとめ

## ■著者



高橋 進



## 技術論文

# 二輪車開発における ユーザビリティ活動の一例

## Example of Usability Evaluation Activities in Motorcycle Development

杉崎 昌盛 Masamori Sugizaki  
● 研究開発センター コア技術研究室

### Abstract

Unlike in the field of information devices, evaluations of usability are rarely conducted in the developmental stage for motorcycles. The reasons for this include that once the basic operations are learned, motorcycles can be used and enjoyed in accordance with the rider's level of skill, and that when learning to ride a motorcycle there is little of the sense of awkwardness that comes with entering a new field, since most people have experience riding a bicycle. However, if usability is reconsidered from the different viewpoints of functionality, safety, operability, cognitively, and comfort/enjoyment, it is seen that the thinking behind usability is in fact already incorporated in the developmental stage for motorcycles.

### 要旨

二輪車の開発段階では情報機器業界のようなユーザビリティ評価は殆んど行われていない。それは比較的簡単な基本的操作を習得すれば熟練度に応じた使い方、楽しみ方ができること、多くの人が自転車の経験があるので、新しい領域に入り込むといった違和感は少ないなどの理由がある。しかし、ユーザビリティを機能性、安全性、操作性、認知性、快適性といった別の観点から見直して見ると開発段階でユーザビリティの考え方は取り入れられていることがわかった。

## 1

### はじめに

最近ではユーザビリティの重要性が認識され、製品開発の一環として取り入れる企業が増えてきた。

しかし、企業間には温度差があり生命線のように重視する企業と、それほど必要性を感じていない企業がある。一般に伝統型の産業に必要性をあまり感じていない企業が見受けられる。二輪車産業もこれに属し、開発では情報機器関係の業界のようなユーザビリティ評価はあまり行われていないし、社内での認知度も比較的低いのが現状である。

一方、ユーザビリティ評価の基準には機能性、安全性、操作性、認知性、快適性等があり、その観点で見直すと、二輪車の開発過程の中に各要素が折り込まれていることがわかった。ここでは、二輪車開発に取り入れられたユーザビリティ活動の例を紹介する。

## 2 二輪車のユーザビリティの考え方

二輪車の場合、情報機器、家電製品関係のような教科書的なユーザビリティ評価は行っていない。図1はユーザビリティデザインの手法を表しているが、二輪車の開発過程はこのユーザビリティデザインの手法に則っている。

機器開発の基準に関しては黒須<sup>1)</sup>が図2のような階層構造を提案している。

すなわち、機器開発の基準として、まず、操作性、認知性、快適性という3つのカテゴリーを基準として区別する。さらにマズローの欲求5段階説を参考にして、これら3つの基準に、機器としてのベースとなる機能性と安全性を加え、さらに上位の究極の基準として意味性が設定されている。この基準で二輪車の開発を見直してみると、各基準は開発のステップの中に折り込まれている。以上の点から観ると、二輪車の開発過程でもユーザビリティ活動は行われているといえる。

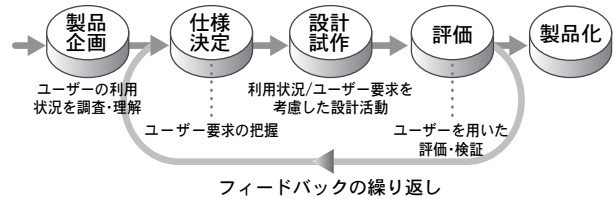


図1 ユーザビリティデザインの手法

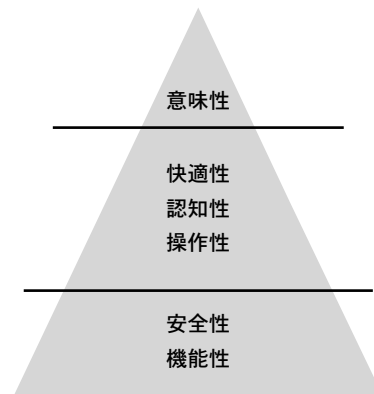


図2 機器開発の基準に関する階層的体系

## 3 各基準でのユーザビリティ活動

図2の各基準の中で二輪車にとって特に重要なのは機能性、安全性、操作性、快適性である。

### 3.1 機能性

機能性は二輪車の根幹の部分であるが、人間に関わる部分は比較的少なく耐久性、あるいは燃費や排ガスといった環境絡みのものが多い。一方、出力特性は二輪車の特徴を決定する重要な項目で、開発に当たり最も重視される項目の一つである。市場に出したときユーザが最も敏感に反応する部分であるので、商品コンセプトに合った出力特性を実現することが重要になってくる。

### 3.2 安全性

安全性は交通機械では非常に重要であり安全に関する規格も整っている。

衝突実験は、実際の人間が乗車して実験はできないのでコンピューターによるシミュレーションや人間の代わりにダミーを用いた実験が行われる。



衝突時の二輪車の挙動は自由度が大きく、実車による衝突実験では再現性が悪い。そこで、コンピュータシミュレーションによってその間の補完をしている（図3）。

ブレーキは規格に適合していることの確認の他に、ブレーキフィーリングの評価が重要である。特に、コントロールし易いか、安定した制動力が得られるかどうかということは制動力以上に重要である（図4）。

安全に関する項目は専門のライダーの評価をクリアすれば、一般ユーザーが使う場合には車に起因する問題は殆んど生じない。

### 3.3 操作性

二輪車では運転時にいろいろな操作を同時に行う場合が多い。

手に関しては、操舵行動がありこれは常時行っている。その他にアクセル、照明用のスイッチ、方向指示器、ブレーキ、クラッチなどの各操作が随時行われる。

一方、足に関してはブレーキペダルの操作が手の操作と並行して行われる。特に制動時あるいは速度のコントロールが必要な時にはハンドル、アクセル、フロントブレーキ、クラッチ、リアブレーキの各操作が同時に行われる。また、通常は手袋をしているので、あまり微妙な操作はやりにくい。このように複合した操作行動が求められるなかでは操作の确实性と操作感が求められる。操作性を良くするために人間工学的な観点から人間と車の適合性を調べ、問題がある場合には改良を加えるということを繰り返し行っている。具体的には人間の身体形状や寸法に合っているか、あるいはレバーやペダルの作動範囲は人体の可動域内にはあるか、しかも最も効率良く操作できる位置にあるかというような、二輪車と人体の適合性、生理的特性や感覚的特性との適合性、操作の効率性や疲労の軽減などといった観点から評価が行われ、改良が施される。



図3 コンピュータシミュレーション

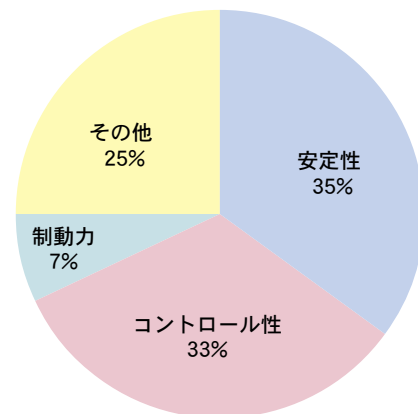


図4 ブレーキフィーリングの要因

### 3.4 認知性

現状の二輪車では認知性にかかわるものは少なく、メータの視認性くらいである。しかし、二輪車の場合はハンドル周りに多くのスイッチレバーが集中している（図5）。

個々のものは単機能で単純であるが、初心者にとってはある程度の慣れが必要となる。また、操作性のところでも記したが複合した機器の操作行動が求められることが多いので、初心者にとっては複数の操作を同時に行う場合には負担を感じる場合もある。そのため、いかに認知工学的かつ人間工学的な設計がなされているかが重要である。しかし、階層的な機能構造にはなっていないので、習熟するのは早い。



図5 ハンドル周り

### 3.5 快適性

快適性は趣味性が高い二輪車では非常に重要であり、人間工学や感性工学の観点から開発と評価が行われている。快適性の中でも乗り心地は重要である。二輪車は長時間運転すると必ず臀部の痛みが発生する。その痛みを軽減し座り心地の良いシートを実現するために、着座時の座圧分布は人間工学的に妥当か、着座感はどうか、背もたれがある場合には高さや圧力分布はどうか、急激な外乱が入ったとき背もたれによる悪影響はないか、などを多角的に評価し、開発をしている（図6）。

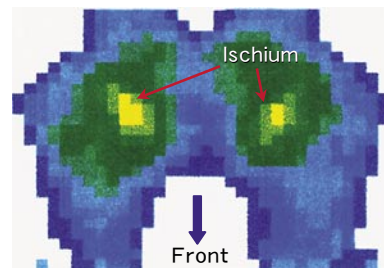


図6 座圧分布

また、二輪車の場合音は快適性を左右する重要な項目である。現状は騒音レベルをいかに低く抑えるかに注力されているが、最近では騒音レベルの低減とともに音色の改良にも目が向けられつつある。

振動も快適性に影響する。二輪車は車体構造が比較的簡単で、デザイン上の制約も大きく、吸振構造が取りにくい。そのため、シミュレーションなどを用いて設計し、物理的評価と実走行時の官能評価により快適な振動フィーリングの開発と評価をしている。

### 3.6 意味性

黒須は意味性を「機器開発の究極の基準」と定義している。

その意味ではその機器の開発の究極の目標は何であるかによって決まるが、二輪車が自己実現あるいは生活を豊かにすることにどれだけ寄与できるかが重要であり、二輪車の存在そのものを求められるようになるのが理想である。それを実現するためにユーザビリティ活動は必要である。

### 4 おわりに

二輪車にとってユーザビリティはあまり縁のないものと思われていた。しかし、使用する人の立場に立てば、ユーザビリティの思想を開発に取り入れることは不可欠である。ユーザビリティ活動を黒須の提唱する開発の基準に基づいて見直すと、二輪車も開発過程で随所にユーザビリティの考え方が取り入れられている。しかし、いろいろ考慮すべき点もあるので、今後二輪車に合ったユーザビリティとはどうあるべきかという視点に立って最適な方法を構築していくことが求められている。これが、高齢者、女性をはじめ広範囲でユーザを増やすことにも繋がってくると思われる。

### ■参考文献

- 1) 黒須正明 (1996), ユーザビリティ概念の構造, ヒューマンインターフェース, 第 40 回研究会講演論文集, (1996) Vol.11 pp.351-356

### ■著者



杉崎 昌盛



## 技術論文

# EV 用パワーモジュールの回路インダクタンス低減

## Reduction of Circuit Inductance in Power Modules for Electric Vehicles

村井 孝之 Takayuki Murai 森田 晃司 Koji Morita 吉川 孝夫 Takao Yoshikawa  
●研究開発センター コア技術研究室

### Abstract

In this research project we sought to reduce the surge voltage resulting at the time of the switching function of the FET (Field Effect Transistor) which is a semiconductor device in the power module of the motor controller in electric vehicles like golf cars. The motor control system in these vehicles consists of the battery, motor controller, motor and the wirings that connect them. Furthermore, the motor controller consists of the control circuit and the power module. Based on simulation analysis and measurements obtained from prototype tests, it was found that in the power module there is a correlation between the surge voltage and the sum of the inductance of the electrolytic capacitor and the circuit inductance between the electrolytic capacitor and the FET. Based on this, we developed an actual prototype power module that reduces circuit inductance. Subsequent measurements revealed that this prototype reduces surge voltage by about half compared to a conventional power module. In this report we describe the development of this new power module.

### 要旨

本研究は、ゴルフカー等の EV (Electric Vehicles) 用モータコントローラのパワーモジュールにおいて、半導体素子である FET (Field Effect Transistor) がスイッチングする際に発生するサージ電圧を低減することを目的とした。モータコントロールシステムは、バッテリー、モータコントローラ、モータ、及び、それらを結ぶ配線で構成されている。さらに、モータコントローラは、制御回路、パワーモジュールから構成されている。シミュレーション解析と試作品での計測により、パワーモジュールにおいて、電解コンデンサのインダクタンスと、電解コンデンサと FET 間の回路インダクタンスとの和が、サージ電圧と相関があることが判明した。そこで、実際に回路インダクタンスを低減したパワーモジュールの試作品を作り、発生するサージ電圧を測定したところ、従来のパワーモジュールに対して約 1/2 まで低減することができた。

## 1 はじめに

最近、環境問題として、大気汚染、酸性雨、地球温暖化、化石燃料の枯渇等が話題となっている。そして、自動車やモータサイクル等のエンジンを動力源とする車両の、これらの問題への対応として、排出ガスの低減、燃費の向上が課題とされ、エンジンを進化させる取り組みが日々なされている。

一方で、エンジン以外の動力源への関心も高まってきている。EV や HEV (Hybrid Electric Vehicles)、及び、FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles) がその例である。ヤマハ発動機(株)における EV として、ゴルフカー、Passol、PAS 等がある(図1)。本研究は、電動ゴルフカー用のモータコントローラについて行った。



モータコントローラのパワーモジュールにおいては、FET 等の半導体素子がスイッチングする際にサージ電圧が発生する。このサージ電圧が大きく、FET の許容電圧を越えると、FET は最悪の場合破壊に至ることもあり、パワーモジュール、及び、モータコントローラの信頼性が低下する。

この問題の一般的な解決方法として、①許容電圧の大きな FET に変更する、② FET のスイッチング速度を低くする、③サージ電圧を低く抑える部品を回路内に追加する、等がある。

しかしながら、これらにはそれぞれ以下のような問題点がある。① FET は許容電圧が大きくなる程、一般的に、損失が大きくなり、効率が低下する。効率の低下を防ぐため、FET の使用個数を増やすと、パワーモジュールが大きくなり、コストが上昇する。②スイッチング速度の低下に伴い、損失が大きくなり、効率が低下する。③対策部品を追加することは、パワーモジュールの大型化、高コスト化につながる。

そこで、これらの問題を発生させることなくサージ電圧を低減する方法として、パワーモジュール内の回路インダクタンスを低減することに着目し、本研究を開始した。

最初に、プリテストとシミュレーション解析を行うことにより、回路インダクタンスと発生するサージ電圧の関係を明らかにした。

次に、回路インダクタンスを低減する方法を考案し、このアイデアを織り込んだ試作品を実際に製作し、サージ電圧を計測することにより、効果の検証を実施した。

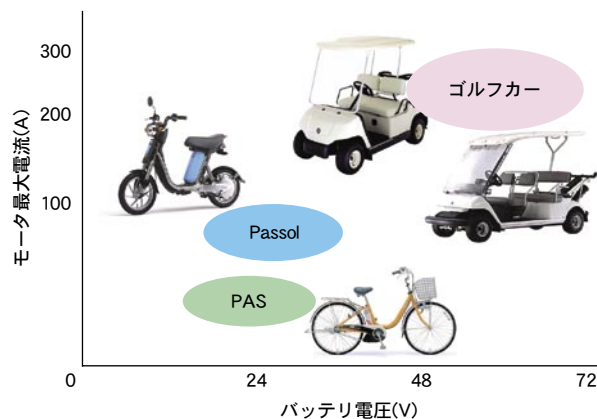


図 1 EV(Electric Vehicles)

## 2 モータコントロールシステム

車両のモータコントロールシステムを図2に示す。モータコントローラは、制御回路と、モータへの電力供給とスイッチングを行うパワーモジュールから構成されている。

### 2.1 パワーモジュール

本研究におけるパワーモジュールは、金属ベース基板を使用し、そのパターン上に FET ベアチップを COB (Chip On Board) 実装により直接搭載したものである。ブラシレス DC (直流) モータ用のパワーモジュールにおいて、バッテリーから電源ケーブルを通して供給される直流電流は、パワーモジュール内の金属ベース基板のパターンを通して FET に至り、ボンディングワイヤ、基板パターン、モータターミナル (U、V、W) の順で流れて、FET をスイッチング

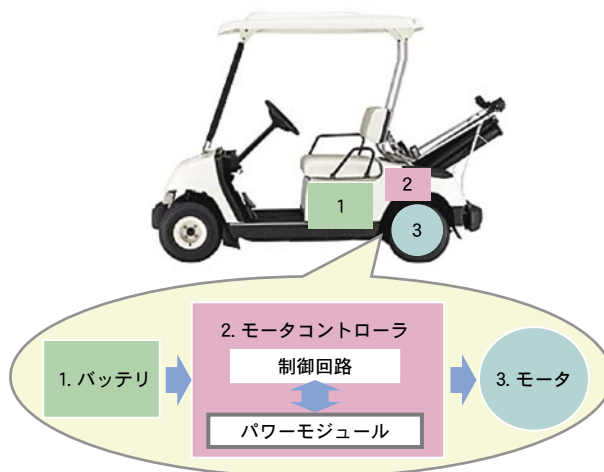


図 2 モータコントロールシステム

させることにより3相交流に変換され、モータケーブルを通してモータを駆動する。また、パワーモジュール内の電源供給部の+/-間には、電圧変動を平滑化するために電解コンデンサが取り付けられている(図3)。

## 2.2 回路インダクタンスとサージ電圧

FET は、PWM (Pulse Width Modulation) 周波数で高速スイッチングされていて、ターンオン、ターンオフ時の電流変化率 ( $di/dt$ ) が大きい。パワーモジュールにおける回路インダクタンスの値を  $L$  とすると、ターンオフ時に発生するサージ電圧 ( $\Delta V$ ) は、 $\Delta V = L \cdot di/dt$  で表され、回路インダクタンスの値 ( $L$ ) が大きいと、サージ電圧 ( $\Delta V$ ) も比例して大きくなる。サージ電圧を FET の許容電圧以下に低減するには、電流変化率 ( $di/dt$ ) を小さくするか、あるいは、回路インダクタンスの値 ( $L$ ) を低減することが必要となる。しかし、電流変化率 ( $di/dt$ ) を小さくするために、スイッチング速度を下げると、損失が増大し、パワーモジュールの効率が低下する。したがって、効率を下げることなく、サージ電圧を低く抑えるには、回路インダクタンスの値 ( $L$ ) を低減することが必要となる。

このパワーモジュールの回路において、電解コンデンサから FET へ電流が供給される1本のルートについて、等価回路で表すと図4のようになる。

$L1$  は電解コンデンサのインダクタンス、 $L2$  は金属ベース基板における電解コンデンサの+電極取り付け点から FET を通り、電解コンデンサの-電極取り付け点まで戻るパターンとボンディングワイヤのインダクタンスである。

FET サージ電圧の値を決定しているのは、このインダクタンスの和 ( $L1 + L2$ ) である。

本研究では、FET ターンオフ時の電流変化率 ( $di/dt$ ) が一定の値となる条件で、発生するサージ電圧の値を、従来のパワーモジュール(図6)に対し、1/2に低減することを目標とした。

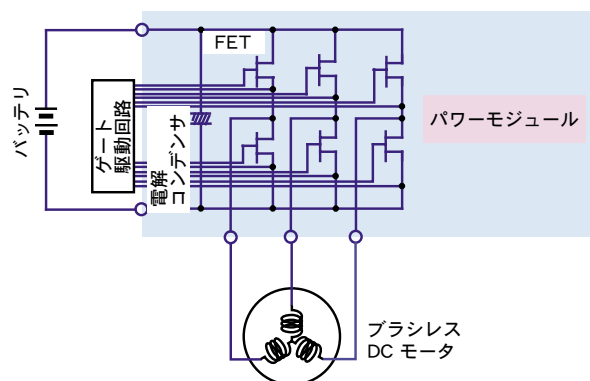


図3 パワーモジュール

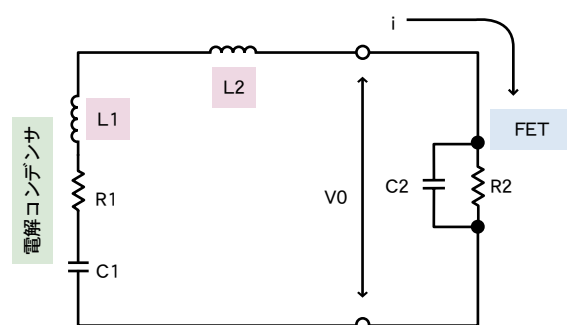


図4 等価回路

### 3 シミュレーション解析

パワーモジュールにおける回路インダクタンスの値 ( $L1 + L2$ ) に対する、FET のターンオフ時に発生するサージ電圧の値を推測するため、MATLAB (MATrix LABoratory) を用いたシミュレーション解析を実施した。

プリテスト結果を解析に反映し、回路インダクタンスとサージ電圧との関係をグラフに表した (図 5)。

この結果を用いることにより、目標となるサージ電圧を達成するためには、回路インダクタンス ( $L1 + L2$ ) をどの程度の値にすれば良いかを推測することができる。

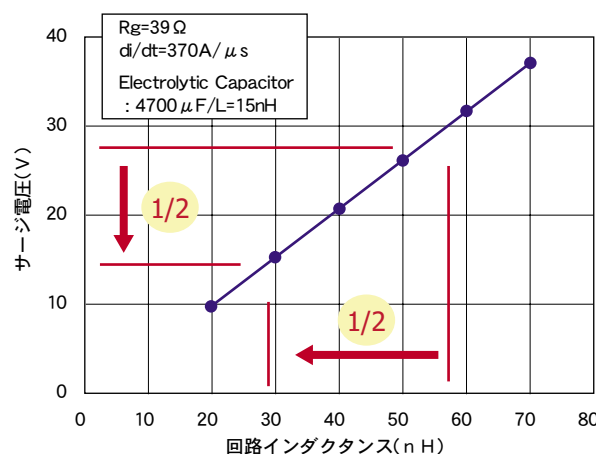


図 5 シミュレーション解析による回路インダクタンスとサージ電圧の関係

### 4 従来のパワーモジュール

従来のパワーモジュールにおいては、金属ベース基板は1層で、2本の電源パターン (+、-) と3本のモータへの出力パターン (U、V、W) が平面上に並んでいて、複数の FET が電源パターン (+) とモータへの出力パターン (U、V、W) 上に搭載されており、FET とパターンとを電気的に接続するボンディングワイヤは、一部では他のパターンを飛び越える形で配線されている (図 6)。

この基板において、パターンの寄生インダクタンスの値は大きく、また、ボンディングワイヤの長さに起因するインダクタンスの値も大きい。さらに、電解コンデンサはターミナルに取り付けられているため、電解コンデンサのリードとターミナルのインダクタンスの値が加算される。このパワーモジュールにおける回路全体のインダクタンスの値 ( $L1 + L2$ ) は約 58nH であった。

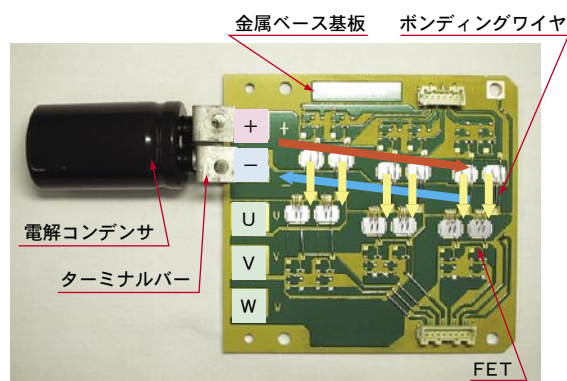


図 6 従来のパワーモジュール

### 5 回路インダクタンスの低減

パワーモジュールにおける回路インダクタンスの値を低減する方法として、

- (1) 金属ベース基板のパターンの構造
- (2) 電解コンデンサの取り付け方法

について考案し、実際にその効果を検証するため、試作品を製作した。

## 5.1 低インダクタンス金属ベース基板

金属ベース基板において、電源パターン（＋、－）を積層した構造とし、回路の寄生インダクタンスを低減すると共に、ボンディングワイヤの長さを最短にして、インダクタンスの値（ $L_2$ ）を低減する（図7）。

金属ベース基板は、ベース板、絶縁層、銅箔パターンから構成されており、銅箔パターンの一部に絶縁層とベース板まで貫通する穴を設け、この穴にピンを圧入することにより、銅箔パターンの一部とベース板を同電位とする。＋の電源パターンは、これまで通り基板表面の銅箔パターンを利用し、－の電源パターンはベース板を利用し、上層の＋と下層の－の電流の方向が逆になるよう配置する。また、上層の別の場所には3本のモータへの出力パターン（U、V、W）が配置されている。この構造では、ボンディングワイヤがパターンを飛び越える必要がなくなり、各FETと各パターンとは最短距離で接続することが可能となる。

この構造により、金属ベース基板のパターンとボンディングワイヤのインダクタンスの値（ $L_2$ ）は約14nHとなり、従来の金属ベース基板の約38nHに対し、約60%低減することができた。

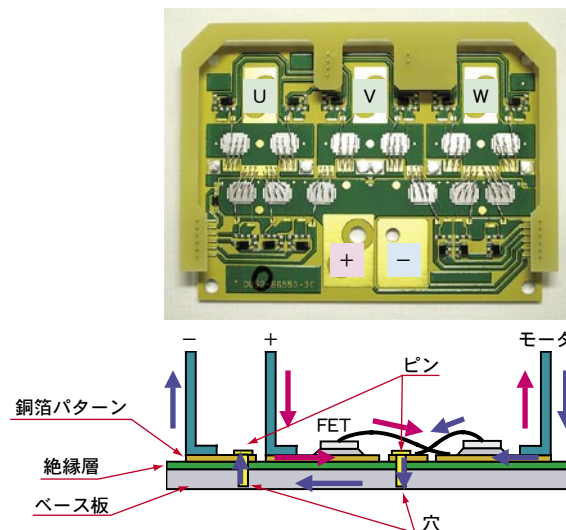


図7 低インダクタンス金属ベース基板

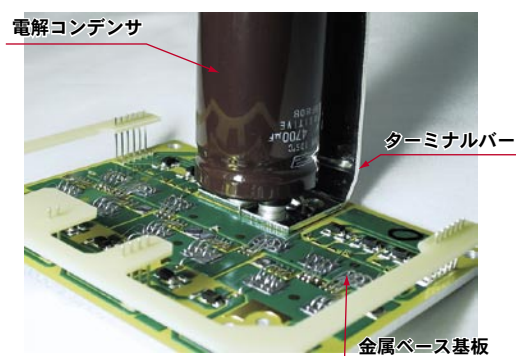


図8 電解コンデンサの取り付け

## 5.2 電解コンデンサの取り付け

電解コンデンサは、リード部のインダクタンスの値が小さい物を、金属ベース基板上の電源パターン（＋、－）に直接、あるいはターミナルバーを挟む形で取り付ける（図8）。

この構造により、取り付けを含めた電解コンデンサ部のインダクタンスの値（ $L_1$ ）は、従来構造の約20nHに対し、約15nHまで低減することができた。

したがって、このパワーモジュールにおける回路全体のインダクタンスの値（ $L_1 + L_2$ ）は約29nHとなり、従来に比べ、約1/2に低減できた（図9）。

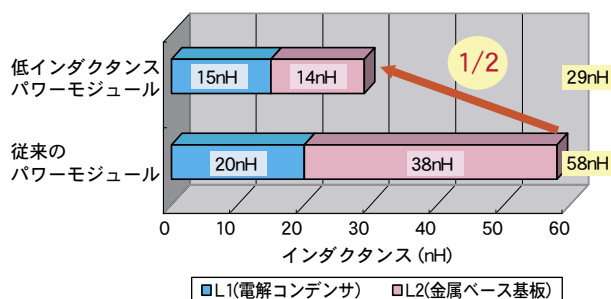


図9 回路インダクタンス ( $L=L_1 + L_2$ )



## 6 試作品のサージ電圧計測

従来のパワーモジュールと、今回製作した回路インダクタンスの値を低減したパワーモジュールについて、FET ターンオフ時の電流変化率 ( $di/dt$ ) を同等の値にした条件で、発生するサージ電圧を計測した。

図 10 および図 11 に、各パワーモジュールにおける FET ターンオフ波形を示す。

従来の金属ベース基板を使用したパワーモジュールでは、サージ電圧の値は約 27V とたいへん大きな値であった (図 10)。

これに対し、今回製作した回路インダクタンスの値を低減したパワーモジュールでは、サージ電圧の値が約 14V であり、従来の物と比較すると、約 1/2 に低減することができた (図 11)。

これは、回路インダクタンスの値 ( $L1 + L2$ ) の低減率にほぼ一致している。

この2つのパワーモジュールにおいて、回路インダクタンスの値とサージ電圧計測値との関係は、シミュレーション解析結果とほぼ等しくなり、シミュレーション解析の有効性が裏付けられた。

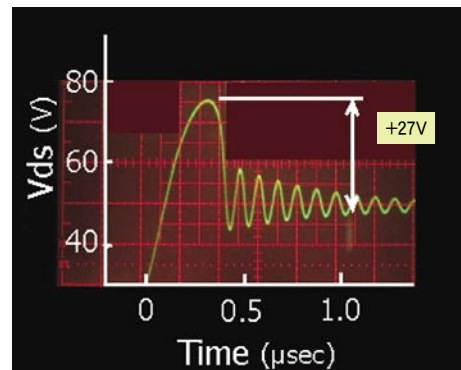


図 10 従来のパワーモジュールの FET ターンオフ波形

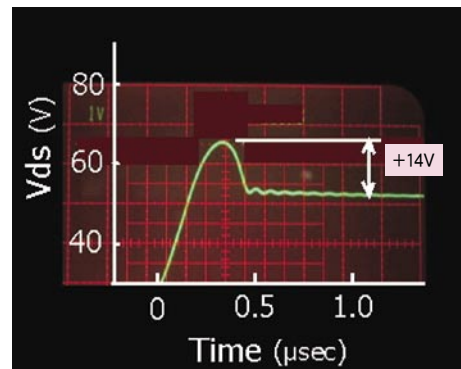


図 11 低インダクタンスパワーモジュールの FET ターンオフ波形

## 7 おわりに

ゴルフカー等の EV 用モータコントローラのパワーモジュールにおいて、FET がスイッチングする際に発生するサージ電圧を低減する目的で、回路インダクタンスを低減する研究を行い、以下の結論を得た。

- (1) シミュレーション解析と試作品での計測により、パワーモジュール内の、電解コンデンサを起点にして FET を通って電解コンデンサまで戻る間の回路インダクタンスの値と、サージ電圧の値とに相関があることを明らかにした。
- (2) パワーモジュールの構成部品である金属ベース基板において、電源パターンの構造を積層化し、+-の電流方向を逆にすると共に、COB 実装されている FET とパターンとを接続するボンディングワイヤを最短にすることにより、基板全体での回路インダクタンスを低減できた。
- (3) これと併せて、電解コンデンサの取り付け部分のインダクタンスも低減することにより、従来に比べ、回路全体のインダクタンスを約 1/2 に低減したパワーモジュールが実現できた。そして、この試作品において、発生するサージ電圧の値を従来に比べて約 1/2 にすることができた。

(4) この成果を応用すれば、従来に比べて許容電圧の低い FET の使用が可能となり、高効率で、信頼性が高く、かつ、低コストのパワーモジュールが実現でき、他の EV への応用が可能となる。

■著者



村井 孝之



森田 晃司



吉川 孝夫



# 二輪車のための燃料電池システム

## Fuel Cell System for Motorcycles

安達 修平 Shuhei Adachi  
● 研究開発センター

## 技術論文

### Abstract

Expectations are mounting with regard to the use of fuel cells as a clean-running, efficient power source for automobiles, and now research has also begun into the use of fuel cells to power small motorcycles as personal-use vehicles. The biggest problem involved in the development of a fuel cell system for motorcycles is how to fit the entire system into the limited space available on a motorcycle. In order to avoid sacrificing running performance, it is also necessary to keep weight increase to a minimum. In this report we will describe the structure of our newly developed direct methanol fuel cell system for motorcycles and our concept model mounting this system.

### 要旨

クリーンで高効率なことから自動車への実用拡大が期待される燃料電池であるが、パーソナルビークルである小型二輪車への適用についても、検討が始まっている。一番の課題は、限られたスペースにどうやってシステム全体を収めるかということ。走りを犠牲にしないためには、重量増加も最小限に抑える必要がある。二輪車のために新しく開発された直接メタノール型燃料電池システムの構造について記述するとともに、このシステムを搭載したコンセプトモデルを紹介する。

## 1 はじめに

有害な排気ガスを出さない、変換効率が高い、などの点で、究極のエネルギー変換装置と位置付けられる燃料電池であるが、実用化に向けては、なお克服すべき多くの課題を抱えている。一般によく知られている自動車用燃料電池には、水素を燃料とするものが多い<sup>1, 2)</sup>。この方式が直面している最大の課題は、燃料の供給インフラの整備である。国内に関しては、経済産業省が目標に掲げる「2020 年までに500万台の燃料電池車普及」を支えるため、少なくとも2,000 設備、4,000 億円の投資が必要とされている<sup>3)</sup>。米国の場合、120 億ドルが必要という General Motors の試算結果もある<sup>4)</sup>。

また、自然界に存在しない水素を、いかに大量に効率よく製造・供給するかという技術的な問題もある。一般的な水素製造に用いられる原料は、天然ガスなどの化石資源であるので、製造過程で、温室効果ガスである CO<sub>2</sub> が発生する。このことは、水素を車両用燃料として使用する場合においても、燃料の製造過程と使用過程を含めた、トータルのエネルギー変換効率（総合効率）が、従来のガソリンエンジンを上回らなければ、温室効果ガスを削減することにならないことを意味している。圧縮水素ガスを使った現行の燃料電池自動車の総合効率は29%という高い値であると言われるが、ガソリンハイブリッド車での効率が約28%から33%と改善されてきていることを考慮すると、その優位性は決定的なものとは言えない<sup>5, 6)</sup>。

## 2 燃料電池の種類と用途

燃料電池には、電解質の材質により、図1に示すような種類があり、その特性に応じた使い分けがなされてきている。固体高分子膜型燃料電池（PEMFC: Proton Exchange Membrane Fuel Cell）は、用いる燃料系によって、さらに図2のように分類される。

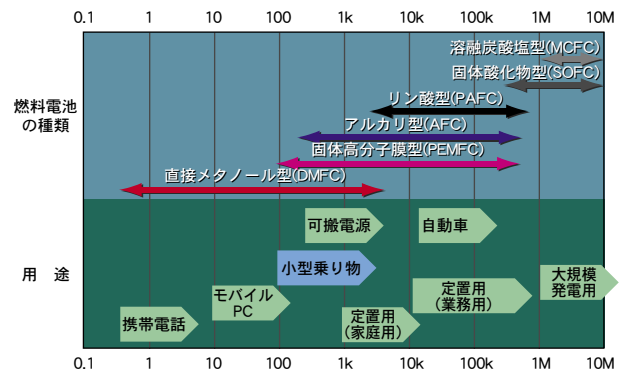


図1 燃料電池の種類と用途

## 3 二輪車用燃料電池の選択

燃料電池を小型電動二輪車に適用しようとなると、極めて限られたスペースや、快適な走りを実現するための重量の制約が大きな課題になる。航続距離を一定とした時、燃料系、発電系、補機類・制御系を含めたシステム全体の重量は、要求される出力性能とともに増加する。図3はこの関係を、圧縮水素型 PEMFC（CHFC: Compressed Hydrogen Fuel Cell）と直接メタノール型 PEMFC（DMFC: Direct Methanol Fuel Cell）の2つのタイプについて比較した例である。この例では、出力1kW以下の領域では、DMFCの方が、より軽量のシステムとなっている。圧縮ガス水素を用いる方式では、要求される航続距離が比較的大きい場合、システムに必要な出力が小さいほど、燃料系の重量の占める割合が大きくなる傾向がある。

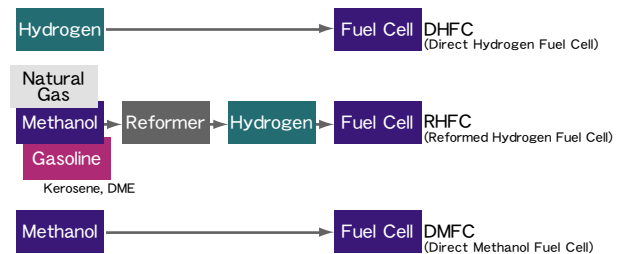


図2 PEMFCの燃料による分類例

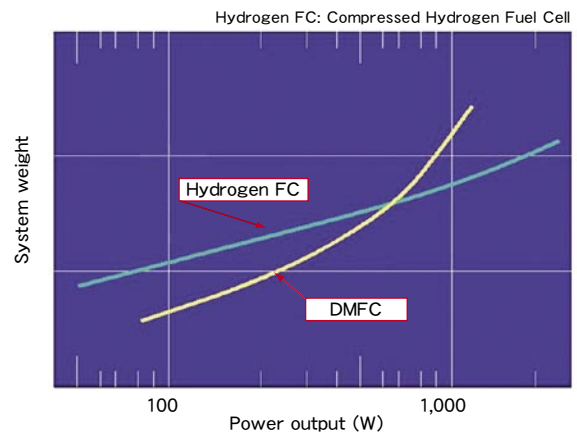


図3 燃料電池システムの重量比較  
（貯蔵エネルギーを一定とした時の試算例）

圧縮水素の代わりに水素吸蔵合金タンクや水素化物カートリッジを用いる方法もあるが、重量面での優位性はさほど大きくはない<sup>7)</sup>。さらに、水素充填に要する時間、交換用カートリッジの保管や処理にかかる手間などを考えると、現時点では、従来の2次電池を使用する電動車に比べ、利便性の点で必ずしも優れているとは言えない。

DMFCは、携帯電話やモバイルPCの電源として、意欲的に開発が進められていることからわかるように、小型機器に適したシステムである。変換効率の点では、水素ガス型より劣るものの、液体燃料が使える、セルスタック内の冷却通路が不要、低温でも凍結しにくいなど、実用面での魅力が大きいのが特長である。特に液体燃料が使えることは、とりわけ小型二輪車の場合、スペース・重量だけでなく、安全性の点でも有利と考えられる。燃料とするメタノールは可燃性液体であるが、一定の濃度以下の水溶液は、安全な物質として流通させることが可能であり、その意味ではガソリンや灯油よりも扱いやすい。



と言える。燃料として定着するためには、市場流通経路の整備などが必要と思われるが、大規模な燃料インフラの整備を待たなくともよい点で、実用化に向けての「しきい」は、比較的低いのではないかと考えられる。

#### 4 二輪車用燃料電池の構造例

図4に二輪車用に開発されたDMFCシステムのプロトタイプの外観写真を示した。また、図5①-④にそのシステムの構成と各要素の名称、発電原理、セルスタックの構造、をそれぞれ示した。システムの定格出力は約500W、定格電圧24V、重量は約20kg、外寸法は一辺がほぼ400mmの立方体である。燃料タンク（一次タンク）には50vol.%メタノール水溶液を貯蔵し、もうひとつの水溶液タンク（二次タンク）から、常時約1M/L（3.2質量%）に濃度調整されたメタノール水溶液をセルスタックに供給している。セルスタックからは、反応により生成したCO<sub>2</sub>の気泡を含む水溶液が二次タンクに還流され、タンク内で気液分離される構造となっている。メタノール濃度の測定には、独自開発の濃度センサと制御アルゴリズムを使用しており、循環している水溶液が所定濃度を下回ると、コントローラからの指令により、一次タンクから、高い濃度の燃料を供給するようになっている。セルスタックのカソード側へのエア供給は、フィルタを通じて、独自開発の高効率エアポンプにより行い、水蒸気を含む排気は、熱交換器により水分を凝縮・回収した後、系外へ排出する構造となっている。凝縮器ロアータンクでは回収水の水位制御をおこない、余分の水はここから系外へ排出している。

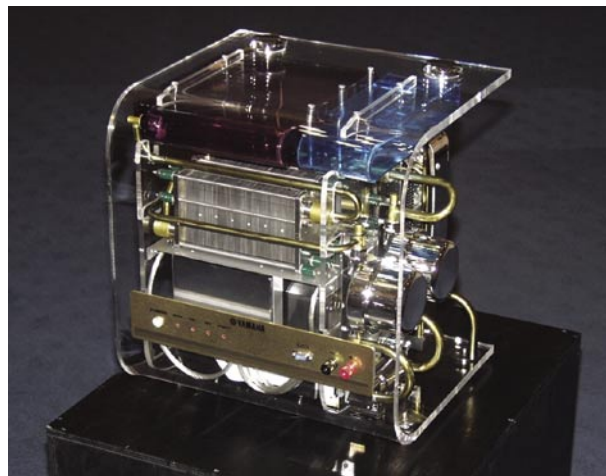


図4 二輪車用DMFCシステムのプロトタイプ

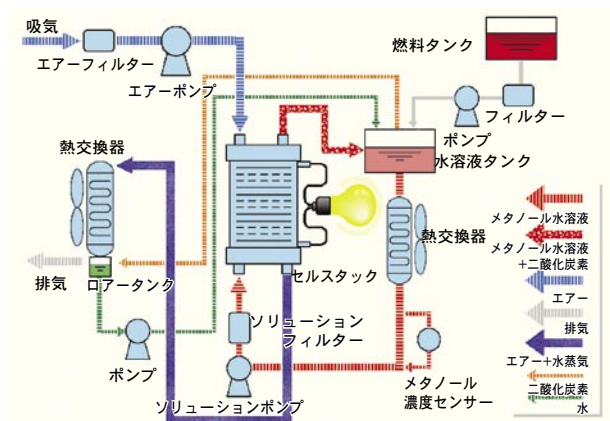


図5① 二輪車用DMFCのシステム模式図

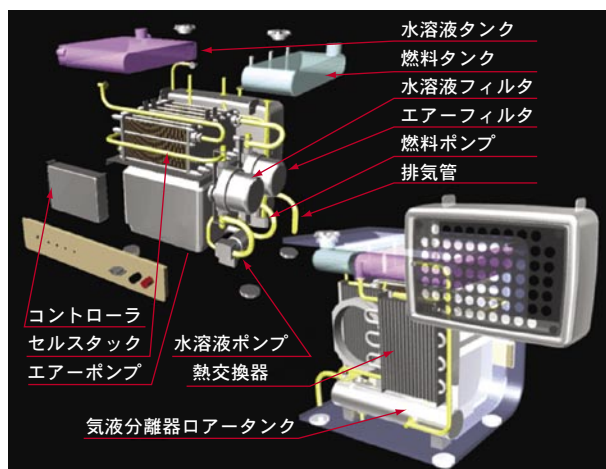


図5② 二輪車用DMFCの全体配置と各部の名称

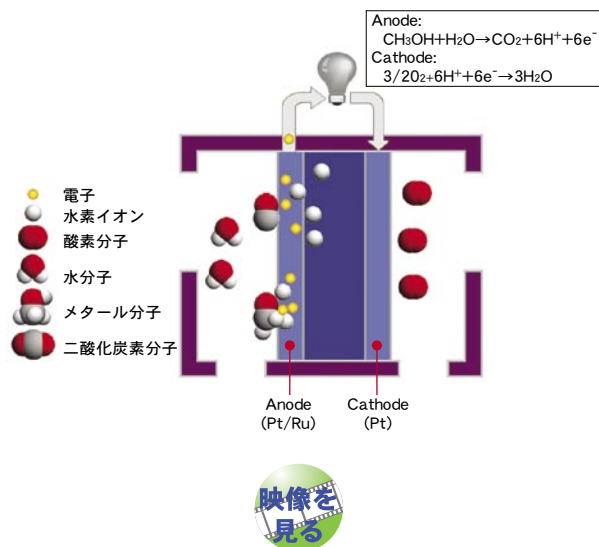


図 5 ③ 二輪車用 DMFC の発電原理

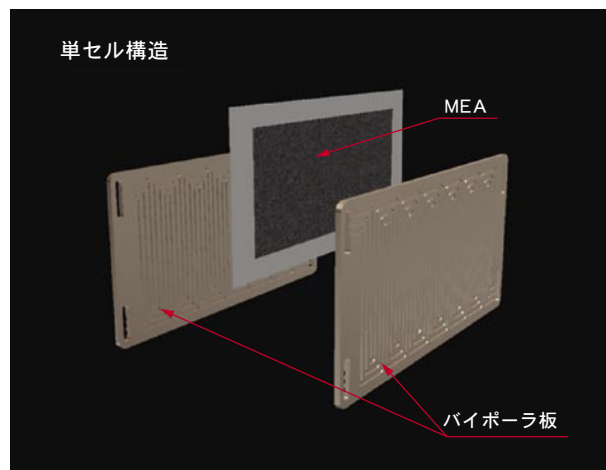


図 5 ④ 二輪車用 DMFC のスタック構造

## 5 燃料電池を搭載した車両の例

以上に述べたようなシステムを、小型電動二輪車に搭載する場合は、重量バランスを考慮し、車両の形状に合わせたレイアウトの変更が必要である。図 6 に DMFC を搭載したコンセプト車両の例を示した。近未来のライトビジネスユースを想定し、コンパクトな車体に必要十分な航続距離を持たせた提案モデルである。Li-Ion バッテリーを備えたシリーズハイブリッドシステムのため、始動してすぐに発進・走行が可能である。100V、3A の AC アウトレットもあり、アウトドアや災害時の電源供給にも対応できる、「走る発電機」としての機能を有している。



図 6 DMFC を搭載したコンセプトモデル "FC06"

## 6 おわりに

近い将来、上述したような燃料電池システムを搭載した乗り物が実用化すれば、従来の電動車両において必要だった充電時間が不要となり、一回の燃料充填における航続距離を、ガソリン内燃機関搭載車並みにできる可能性がある。有害な排気ガスも、不愉快な騒音も出さないパーソナルビークルが、どんな使われ方をしてお客様の役に立つのかを想像することは楽しい。一方、克服すべき課題として、セルスタックなどの主要コンポーネントをはじめとするシステムの一層の軽量化、あらゆる条件を想定した使用時の信頼性・耐久性の確保、量産技術の確立とコストの低減などがある。同時に、市場の開拓・燃料の流通網の整備などに対しても一層の努力が必要と考えられる。

## ■参考文献

- 1) 市川勝, 自動車技術 Vol. 57, No. 1, 2003, 58
- 2) 紙屋雄史, エンジンテクノロジー Vol. 5, No. 3, 2003, 23
- 3) LOOP November, No. 8, 2003, 56
- 4) 朝日新聞 2003 年 10 月 25 日朝刊 12
- 5) D&M 2003. 10. No. 589, 50
- 6) Nikkei Business Special Issue Energy Shift 2003. 11, 38
- 7) 秋葉悦男, エンジンテクノロジー Vol.5, No. 3, 2003, 36

## ■著者



安達 修平



# 省エネ対応チタン二重管曲げ工法の開発

## Development of an Energy-conserving Bending Method for Double Titanium Pipes

田代 庸司 Yoji Tashiro 中島 智之 Tomoyuki Nakajima

● MC 事業本部 生産技術開発室 / MC 事業本部 エンジン SyS 統括部

Besides its functions in engine performance, noise reduction and heat insulation, a motorcycle muffler also plays a role in the motorcycle's styling, and thus there is a demand for a high-quality exterior appearance. In efforts to reduce component weight and improve corrosion/rust resistance, there has been a shift for some models from steel exhaust pipes and mufflers to stainless steel or titanium piping, including some double piping.

At Yamaha Motor, we have over twenty years of experience using the freeze-bend method for steel and stainless steel double pipes. However, with this conventional method there have always been problems of bend-induced blemishes or scars and discrepancies in bending angle. Also, due to difficulties in achieving consistent pipe quality with double pipes that include glass wool as an insulation material, it has been considered difficult to achieve viable mass production using the conventional bending methods.

Taking the occasion of the scheduled start of production of titanium double pipes, we at Yamaha Motor reviewed the conventional bending method. The result was the development of a practical new method that uses a liquid frozen bending process rather than the conventional gas frozen bending method to achieve high-quality bending of glass wool insulated double titanium pipes. This method also results in energy conservation in the manufacturing process.

### 1 はじめに

モーターサイクルのマフラー（図1）はエンジン性能、消音性、断熱性という機能だけではなく、スタイリングの一部としての外観品質も要求される。現在では部品の軽量化、耐食性向上のため、鋼管に代わりステンレス管やチタン管も採用され、一部に二重管が採用される場合もある（図2）。

この二重管の曲げ工法として、ヤマハ発動機株式会社（以下、当社という）は、冷凍曲げを採用し、鉄、ステンレス管では20数年の経験を有する。しかし従来方法では、曲げキズ、曲げ角度不良等が問題となっていた。また断熱材としてグラスウールを入れた二重管は品質不安定要素が多く、曲げ加工による量産は困難であると考えられていた。

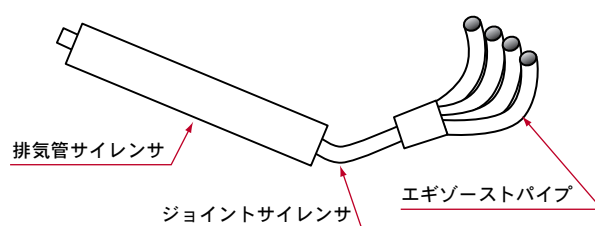


図1 マフラー外観

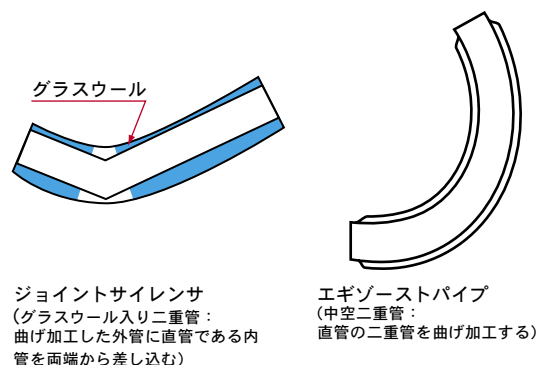


図2 二重管



今回、チタン二重管を生産するにあたり、従来工法を見直して、気体冷凍から液体冷凍に変更し、グラスウール入り二重管を高品質に加工する工法を開発、実用化した。省エネにも貢献することが出来た。

## 2 現状の曲げ技術

### 2.1 二重管製作工程

前成形により内管、外管を組合せ直管の二重管を製作する。このパイプに栓を取り付け、注水して冷凍庫で製氷後、回転引き曲げベンダーで加工する。その後、解凍、検査 - 曲げ角度修正、後成形、傷修正、バフ加工を経て完成する（図3、4）。

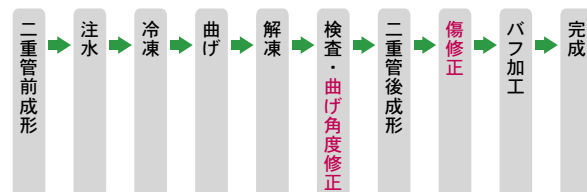


図3 従来の二重管加工プロセス

### 2.2 現状の問題点

空冷冷凍を用いているため冷凍時間は4時間程必要である。パイプ全体を冷凍庫に入れるため、パイプの両端から凍結することにより、体積膨張の逃げ場所が無くなりパイプ太りが発生する事がある。このパイプは金型と形状が合わないため、曲げキズが発生する。また、氷の温度のバラツキにより曲げ角度不良となる可能性が高い。このため修正工程が必要である（図5、6）。

最近是小ロット生産となり冷凍庫内に多機種のパイプが混在し、長い冷凍時間の機種に合わせるため、生産効率が悪くなってきた（図7）。

また、冷凍室以外に6台の室外機や配管等で大きなスペースと大電力を要している。

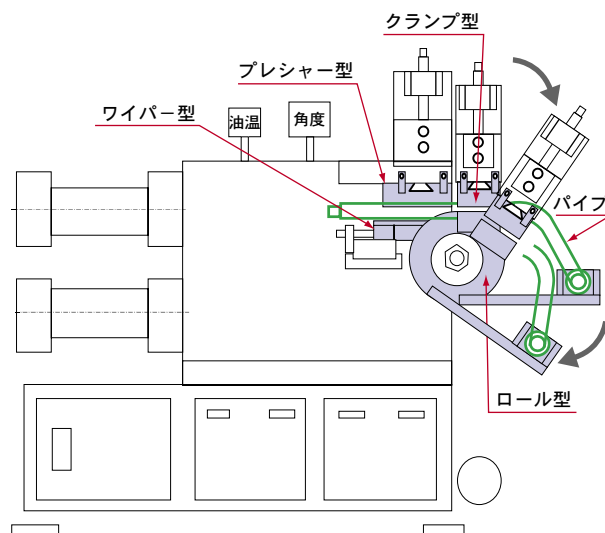


図4 ベンダーによる二重管曲げ工程



図5 曲げ傷修正工程

図6 曲げ角度修正工程

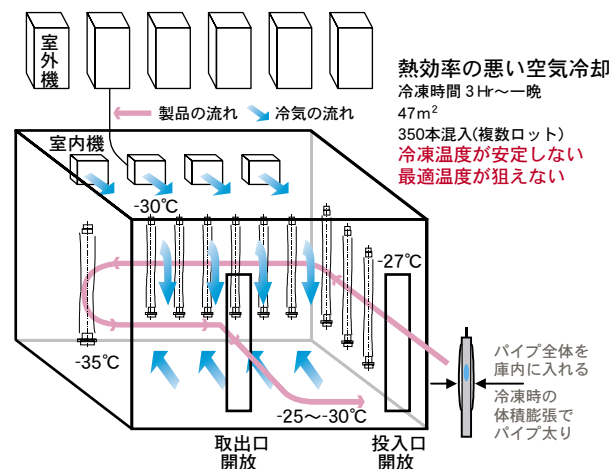


図7 従来の空冷冷凍設備

## 2.3 二重管曲げ工法

一般的な二重管曲げでは氷等で内部を固化してパイプ内面から変位を拘束して曲げる方法が実施されている。特殊な工法として、密着した内管及び外管を曲げてから両管の間に液圧をかけて外管を膨らませる製造法（バルジ加工）もある（表1）。

表1 二重管曲げ工法

工 法	主な問題点
氷	エネルギー上問題
砂	環境上（粉塵、振動）問題
低融点合金	環境上（鉛）問題
熔融塩	環境上（腐食性）問題
バルジ加工	設備費用問題

当社の場合、騒音、断熱対策としてグラスウール挿入管の曲げ仕様を考慮すると、バルジ加工は使用できない。また固化した物質を完全に除去する必要があるため、砂、低融点合金等は使用できない。氷曲げでは気体冷凍法以外に液体冷凍法がある。気体冷凍法として液体窒素の蒸気を利用する方法があるが、氷の温度の安定性から不適と判断した。液体冷凍法では冷凍時間を短縮でき、パイプ全体を浸漬しなくても良いのでパイプ太りが発生しないと考えられる。冷凍槽内の温度を均一にできるので、氷の温度の安定化も容易である。但し、使用する冷媒の種類やその安全性など不明な点が多い。

## 3 新工法の開発

### 3.1 狙い

高価なチタン管の曲げでは良品率を一段と高め、またグラスウールを挿入しても安定して生産できる工法が必要である。調査した各種工法の中で液体冷凍曲げが最も実現の可能性が高く、次の3つを狙いとした。

- (1) 冷凍時のパイプ太りをなくす。
- (2) 氷温度の安定をはかる。
- (3) 小ロット生産可能にする。

### 3.2 液体冷凍法

#### 3.2.1 冷媒液の選定

冷媒液の特性として安全性、熱伝導性の他に、ワーク付着液の分離性、長期の使用に耐える溶液の安定性が要求される。

一般的な不凍性熱媒体として、塩化カルシウム系は腐食性、グリコール系は低温での粘性、アルコール系は引火性が問題となる。

特殊な工法として液体窒素への浸漬、もしくはパイプへの直接散布があるが、パイプ太りが発生しやすく当社には不向きである。

冷凍テストを実施し、PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）法に該当せず、不燃性で比較的安全な冷媒液を選定した。

### 3.2.2 冷凍温度

冷凍状態のパイプは内部の水の温度が上昇しない内に曲げ加工する必要がある。従来の空冷冷凍は  $-35^{\circ}\text{C}$  である。夏期には断面偏平率（＝最小外径／公称外径）が悪くなり、冬期には管表面の氷跡が問題となることがあった。対象のワークで氷温度が及ぼす影響をテストした。 $-20^{\circ}\text{C}$  では断面偏平率が悪く、 $-35^{\circ}\text{C}$  では良好であった。品質安定化として曲げ加工迄の室温放置時間に多少の余裕を持たせるため、冷凍温度を  $-50^{\circ}\text{C}$  に設定したい（図8）。

空冷では装置内の霜取り作業がより大変になり、熱効率も悪くなるが液冷では効率良く温度を下げる事ができる。しかし、 $-50^{\circ}\text{C}$  では、曲げ部外観に氷跡ができ、曲げ条件範囲はやはり狭かった。

### 3.2.3 氷曲げのメカニズム

回転引曲げではパイプはパイプ軸方向に伸び、パイプ内体積が増加しようとする。体積の増加分は氷と氷の隙間となるはずである。内部の氷の挙動について考察した。曲げ内側の氷は圧縮力を受け、管壁はロール金型で拘束されているため、曲げ外側に流動変形する。外側の氷は曲げの引張力で亀裂が入り、外管壁の移動と圧縮側からの氷の流入による圧縮力を受け砕ける。この時、圧縮強度の高すぎる氷は外管壁の移動を抑止でき断面偏平率は良いが、比較的大きな氷となり表面に氷跡ができる。低強度の氷は管壁を支えきれず小さく砕け、外表面は滑らかになるが偏平と考えられる（図9）。

また、最適な氷強度は管強度（肉厚、材質等）、曲げ形状等によって異なる事が推測される。

氷の強度特性は結晶粒度や結晶軸に対する力の方向、氷の温度で異なる。圧縮荷重は低温になるほど高くなる（図10）。

氷跡に対しては軸方向荷重、偏平に対しては軸直角方向荷重が影響していると思われる。もし、方向性が無く、図10の点線に示す特性の氷ができれば、氷の必要強度に対する温度範囲は広がると考えられる。水道水の氷は柱状晶であり方向性がある。粒状結晶にすれば方向性が少ない。

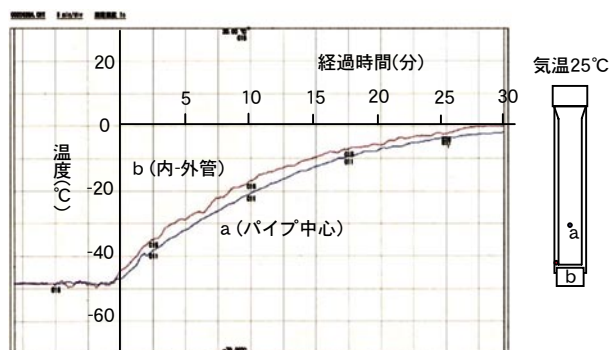


図8 パイプ内（氷）の温度上昇

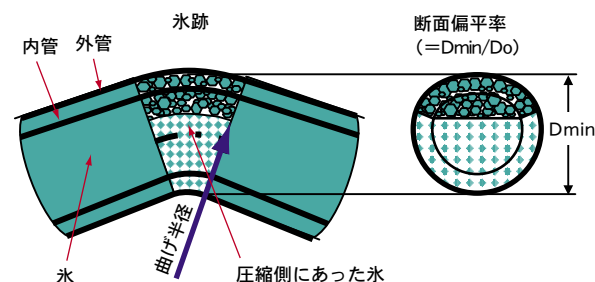


図9 氷曲げのイメージ

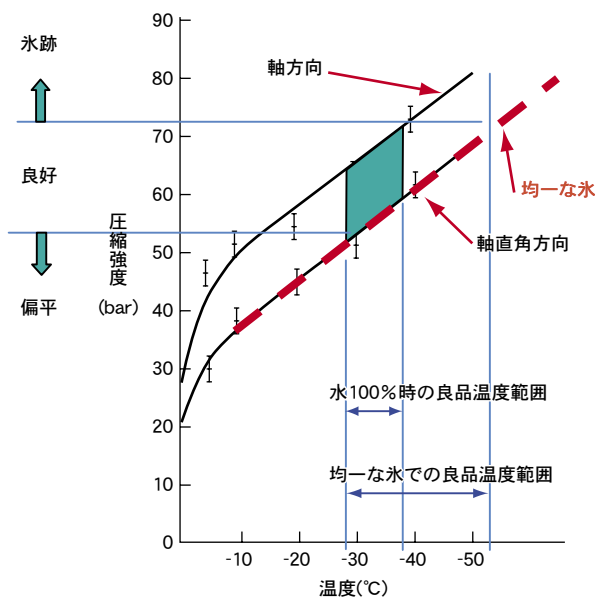


図10 氷の圧縮強度

### 3.2.4 注水液と濃度

氷の特性を調整するため、PRTR 法、消防法に非該当の溶液を選定し、添加液濃度と圧縮荷重の関係を調査した。-35℃の氷強度に等しい濃度は 2.5%溶液であった（図 11）。

今回の対象のチタンパイプにおいてもこの添加液 2.5%の時、条件範囲が広い事を確認した（表 2）。

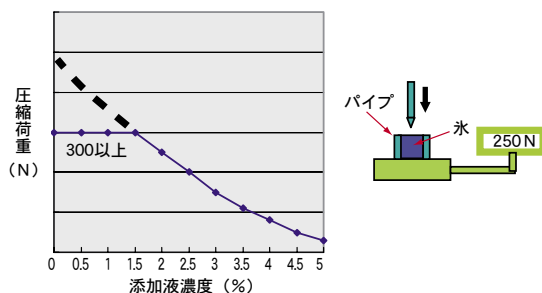


図 11 添加液濃度と氷の圧縮荷重

表 2 注水液濃度と冷凍温度による曲げ結果

パイプ内液体	冷凍温度			考察
	(-50℃)	(-35℃)	(-20℃)	
水	偏平 NG	良好	氷痕	水だけでは、良品範囲が狭い
2.5%溶液	偏平 NG	良好	良好	良品温度範囲が広い
5%溶液	偏平 NG	偏平 NG	偏平△	添加量がまだ多く、偏平率が悪い

### 3.2.5 冷凍時間

液体冷凍の場合はパイプ全体を浸漬しない。この状態であればパイプ太りが無い事を確認した。また冷凍時間は冷凍温度を -50℃に下げても 30 分と短い（図 12）。

### 3.3 試行結果

チタン外管（外径 60.2mm、板厚 1.2mm）、チタン内管（外径 50.8mm、板厚 1mm、パンチング有り）、グラスウール入りを -50℃で 30 分冷却後曲げ加工した（曲げ半径：150mm、曲げ角度 30 度）。

その結果次の 2 つの問題が発生した。

- (1) 外管に大きな凹みが出る。
- (2) 内管のパンチングメタルに亀裂が入る。

グラスウールが一様にほぐれずに一箇所で切れると大きな凹みが出る。そこであらかじめグラスウールに切込みを入れておき複数箇所で切れるようにし、問題のないレベルの凹みに分散させた。また曲げ部にはパンチング部を設けない仕様に変更した。

以上の対策の結果、断面偏平率も 97%と従来（93%）以上を確保し、曲げキズ等の外観品質も大幅に向上した（表 3、図 13）。

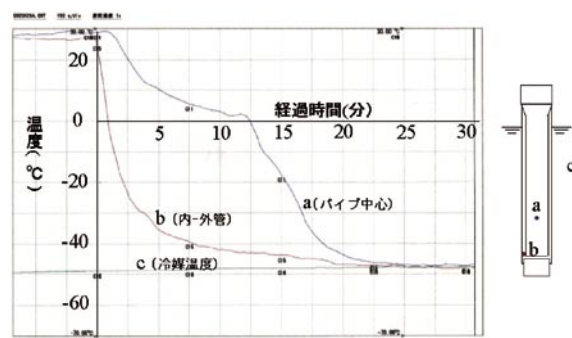


図 12 冷凍時間と温度

表 3 曲げ結果と判定

	項目	規格	測定値	判定
外観	膨らみ	0.1mm 以下	(-0.02mm)	◎
	キズ	バフ後無き事	バフ後無	○
	偏平率	93%以上	97%	◎
	皺	無き事	無	◎
	氷割れ痕	無き事	無	◎
	グラスウール痕	バフ後無き事	バフ後無	○
精度	芯出し	無き事	無	◎



図 13 ジョイントサイレンサ曲げ外観、断面



## 4 量産設備への展開

### 4.1 安全対策

主な課題としては液体冷媒の安全対策である。選定した冷媒は自主基準で有機溶剤並みに扱う物質である。冷凍設備には各種安全対策を実施し、有機溶剤マスク無しで生産出来る必要がある。

### 4.2 設備概要

冷媒の蒸気が周囲に漏れないように全体にカバー及び排気ダクトを設けた。作業者が液槽に直接触れないようにワーク自動搬送とした。またワークに冷媒が付着していると臭気を感じるので、冷媒槽からの引き上げ時にエア吹き乾燥とした。これらの対策で作業者が冷媒臭気を感じる事は無くなった。また搬送自動化により未冷凍のパイプを加工するミスを防止した（図14）。

堰板の高さで冷媒液面高さを制御し、冷媒液に浮いた氷は堰板をオーバーフローさせ金網で除去する（図15）。

従来の解凍槽は幅 3m と大きく作業者の歩行距離が長い、またワーク滞留本数は24本と大きい。そこで解凍機を開発し設備の幅を1/3、滞留本数を1/4にした（図16）。

解凍した溶液は注水機のタンクに戻し再利用できるようにし、環境面に配慮した（図17）。

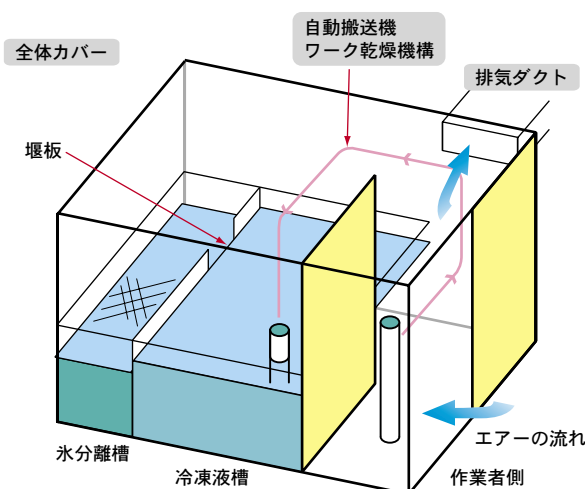


図14 液体冷凍槽概要

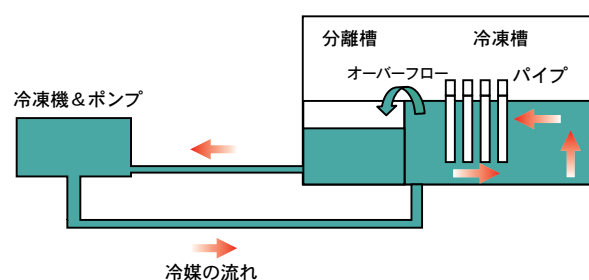
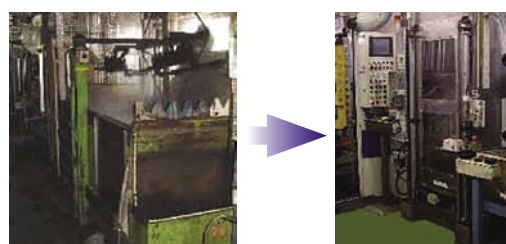


図15 冷凍機と冷凍槽



従来の解凍槽 (設備幅 3m、ワーク 24 本滞留) 新解凍機 (設備幅 1m、ワーク 6 本滞留)

図16 新旧解凍槽

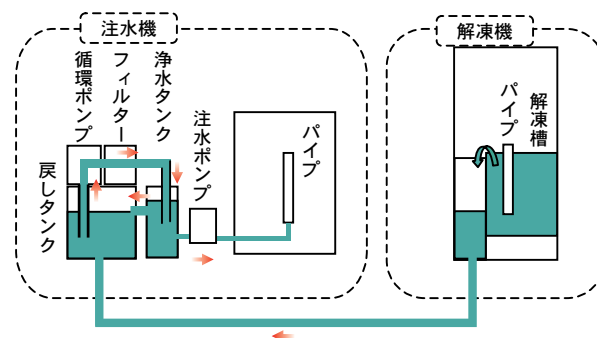


図17 注入水のリサイクル

グラスウール入りでは解凍後もパイプ内に水が残るので遠心式のタイプの脱水機を製作した。

その他、密栓注水機、開栓機は既存の水圧曲げ設備（水圧をかけた状態で曲げる）を改造した。また、氷曲げ、水圧曲げの切替えはセレクトスイッチの切替えで済むように段取り時間短縮も考慮した。

全体のレイアウトを図 18 に示す。冷凍槽、冷凍機をベンダーと併設すること等により省スペースなラインとなった。

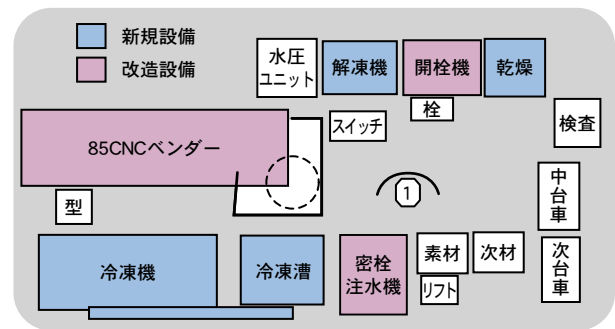


図 18 新ラインレイアウト

### 4.3 効果

本工法により以下の効果を得た。

- (1) グラスウール入りチタン二重管の量産曲げ加工が可能となった。
- (2) 冷凍時のパイプ太り不良が無くなり、曲げ角度修正工程と曲げキズ修正工程を削減できた。パイプ 1 個あたりの製作工数を 40%削減した。
- (3) 冷凍設備は、省エネ 70%、省スペース 70%を達成した。設備の移設が容易となりレイアウト変更が可能になった。
- (4) パイプ冷凍時間を約 15%に短縮でき、小ロット生産を可能とした。
- (5) 氷曲げと非氷曲げ（水圧をかけた状態で曲げる）ができる混流生産を実現した。非氷曲げ生産は従来と同じサイクルタイムである。段取り性も良いので毎日、二重管とチタン単管（水圧曲げ）の曲げ加工を実施し、ベンダーの稼働率を 2 倍にした。

## 5 おわりに

チタン二重管を高効率、高精度に曲げ加工する工法開発および実用化を達成した。本ラインは 2002 年より稼働している。今後、ステンレスの二重管についても、本工法で生産する計画である。

## ■参考文献

- 1) 日本塑性加工学会編：「チューブフォーミング」, コロナ社, 1992
- 2) 中村ほか：「パイプ加工法」, 日刊工業新聞社, 1998
- 3) 日本塑性加工学会編：「最新塑性加工便覧 第2版」, コロナ社, 平成12年
- 4) 前野紀一他：基礎雪氷講座：「雪氷の構造と物性」, 古今書院
- 5) ホシザキ電機(株) 資料
- 6) スズキ(株) 公開特許公報 特開平 8-121157
- 7) 川崎重工業(株) 特許公報 第 2902388
- 8) 神戸製鋼(株) 公開特許公報 特開平 5-200437
- 9) ヤマハ発動機(株) 公開特許公報 特開 2002-254112

## ■筆者



田代 庸司



中島 智之

## ●読者の声



読者の皆様からお寄せ頂きましたご意見をご紹介します。(敬称略)

技報編集委員会では、読者の皆様のご意見・ご感想・ご要望を反映させ、誌面の充実をはかるため、読者アンケートを実施しています。

巻末のアンケート用紙にご記入の上、ご返送ください。お待ちしております。



バイクに関するもっと詳細な情報、ボディの曲線を作る工程など、特集したらどうでしょう！  
(匿名希望)



昔、ヤマハ発動機に勤務しており、同期をはじめ、知人の名前を拝見し、活躍を励みにしています。また、毎回技報を送付してもらい、このご時世大変ありがたいことです。これからも楽しみにしています。話は変わりますが、今年の鳥人間コンテストでTeam エアロセブシーの記録が破られましたが、もう復活は無いのでしょうか？  
(匿名希望)



貴社の社員教育（技術面）のレベルは非常に高いとかがっております。会社の幅が広いということ以外にも何かヒケツがあるのでは？と思いますが、その辺りをまとめていただけないでしょうか？  
(匿名希望)



毎回カラーでのご紹介で大変わかりやすく、とても良い勉強になっております。編集される方のご苦労は大変であろうと思いますが今後もしよろしく願いいたします。(匿名希望)



技術開発、製品開発に対する意気込みを感じられ、楽しく読めました。  
(匿名希望)



冊子中の図にある"音を聞く"や"映像を見る"は除いて欲しい。CD-ROM 中なら良いが、冊子中では異質に見える。  
(匿名希望)



知的財産 Gr の業務上、各研究機関の技術誌を定期購読させて頂いておりますが（無料が多いですが）、貴技報は、紙質、内容、わかり易さ（表現、図 etc）等の点から弊社図書室でも頻繁に利用されています。発刊を 2 刊 / 年から更に増刊されることを期待致します。今回、個人的ではありますが、興味深かったのは「オキシクル 32」でした。また「無人ヘリコプター…」の調査場所であります今津は、私が良く利用しているテニスコートの近くにあり、カブトガニ（天然記念物）が産卵に来る（現に一度見たことがあります）非常に良い所です。そんな身近な文献が記載されていて益々親近感を覚えました。今後共、何卒宜しくお願い申し上げます。  
(北平 孝)



技術追求のひたむきな高さに感動しました。今後ともガンバレ！尚、バックナンバーの No.34 迄の在庫が有れば欲しいのですが？  
(匿名希望)



小集団での活動が解りやすく書いてあり、読んでいて引き込まれてしまいました。  
(匿名希望)



バイクのヤマハ＝（イコール）で結びつくような、結びつかない、いろいろな技術や製品があり、楽しく拝見しています。これからも、もっと幅広く新しい分野への活躍を期待しています。

PS. ビッグツインのスーパースポーツを日本に広めたヤマハさん！ TRX850 のような、速いだけでなく、走る楽しさを感じさせる、ビッグツイン（TRX900、1000 でも可）の発売を待っています。  
(林本 浩一)



## ●編集後記

技報に掲載される記事について毎回私は、おもに知的財産権に係る事柄の記述を確認する視点から記事の内容を読ませて頂いています。また業務の関係上、特許出願された当時の技術を調べるために自社、他社のものも含め昔の古い技報・記事を紐解いて見ることも時々あります。記事の内容を読んでいると、しばしばその当時の時代背景を感じさせられることがあります。逆に言えば先端技術についてもその時々々の時代背景、社会ニーズ、トレンドによって創出されてきていることを改めて強く感じさせてくれます。将来の技術展望を切り開き先進の研究・開発を通じて新技術・新製品をいち早く創出推進する為には、当然に最新の技術動向に対する知識・感度も十分に備わっていなければなりません。時には現在から過去に遡って時代の流れを長いスパンで振り返って見ることで技術・製品、事業、会社の方向性について少しヒントを与えてくれるのではと考える今日この頃です。

(勝岡達三)

読み物には、夢中で一機に読んでしまう記事もあれば、1時間たっても1ページも進まないものもある。面白い記事には、まず目にとまる魅力的な見出しやキャッチコピーがある。最近では、それらのそばにちょっとしたイラストがあり、その記事が何を訴えようとしているのか、一目で理解できるようなものを良く見かける。妙を得て巧みな見出しやタイトルのものは、大抵、記事の中身も面白くて興味をそそられるものが多い。技報の商品紹介においても、誰もがつい読んでしまうようなそそられる要約や前文が書かれている記事の新商品は、間違いなく売れる商品である可能性が大きいと思うのである。それはコンシューマーが何を欲しているのか、何が必要なのかを開発者自身（執筆者）が無意識、意識的に拘わらず、的確に把握しているから他にない。消費者は決して物自体のみをかうのではなく、その商品が創造してくれる楽しさと、夢みたいなのを期待して買うからである。魅力ある新商品を具現化できる開発者は、その楽しみ・夢に訴える何かを、直感的に感じ、直接的にそしめて的確に表現した商品創りをする。そしてその表現はシンプルで魅力的で消費者に訴えるものとなるからである。

そんな目で技報を眺めてみると、面白い読み方や発見があるかもしれない。

(中村和郎)

ヤマハ発動機  
技報 第37号

印刷  
発行  
発行所  
発行人  
編集委員長  
編集委員

デザイン  
翻訳  
事務局

印刷所  
お問い合わせ  
ホームページ

2004年2月29日

2004年3月1日

ヤマハ発動機株式会社 〒438-8501 静岡県磐田市新貝 2500

山下隆一 取締役会長

平野雅久 研究開発C. 企画推進室

鈴木篤 AM第1技術室

鈴木晴久 企画統括部 生産管理室

橋本正喜 技術統括部 業務改革推進室

澤田良治 (株)モリック 営業部

本山雄 研究開発C. コア技術研究室

小柳智義 ヤマハマリン(株)WV技術統括室

小野惣一 創輝(株)技術開発室

木宮祐三 IMカンパニー 技術チーム

宮崎光男 技術統括部 技術管理室

鈴木昭彦 スカイ事業部 技術開発室

大場久仁保 (株)ワイ・イー・シー マネジメントセンター

松下行男 ヤマハマリン(株)技術企画部

村松康幸 新事業推進部 浄水器事業室

中村和郎 特機事業部 ゴルフカー事業室

岡本琴路 (株)スタジオコバ

玄(株)

勝岡達三 法務・知財C. 知財戦略G

藤田嘉久 研究開発C. プロジェクト開発室

三浦正明 研究開発C. 企画推進室

北川隆 CCS統括C. CRM推進チーム

金子佳 研究開発C. 企画推進室

荒川裕子 研究開発C. 企画推進室

(株)スタジオコバ 〒437-1196 静岡県磐田郡浅羽町松原 2455-2

研究開発C. 企画推進室 TEL 0538-32-1171

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

無断転載を禁じます



## ヤマハ発動機 技報

CD-ROM

## ご使用方法

## 【収録技報】

## ■ 2004-3 No.37

特集：魅力的な製品を生み出す技術

## ■ 2003-9 No.36

特集：空気・水・土をきれいにする技術

## ■ 2003-3 No.35

特集：海外開発 / 海外生産

## ■ 2002-9 No.34

特集：CAE

## ■ 2002-3 No.33

特集：品質

この CD-ROM には、下記のような機能が備わっています。

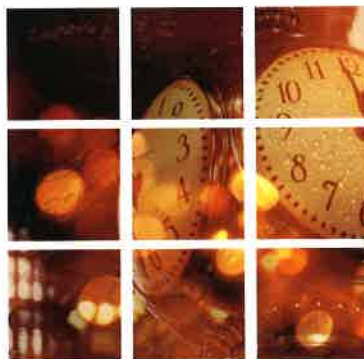
- ・全文検索
- ・必要箇所のプリントアウト
- ・マルチメディア機能（音や映像の再生）

CD-ROM を開いて『CONTENTS.pdf』をダブルクリックして下さい。

この CD-ROM 内の技報をご覧になるには、Acrobat Reader と QuickTime プラグインが必要です。両ソフト共、この CD-ROM 内に同梱しています。ご利用ください（Windows 版のみ）。



文中にある左記のボタンを画面上でクリックしていただきますと、音や映像を再生することができます。



**YAMAHA**

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