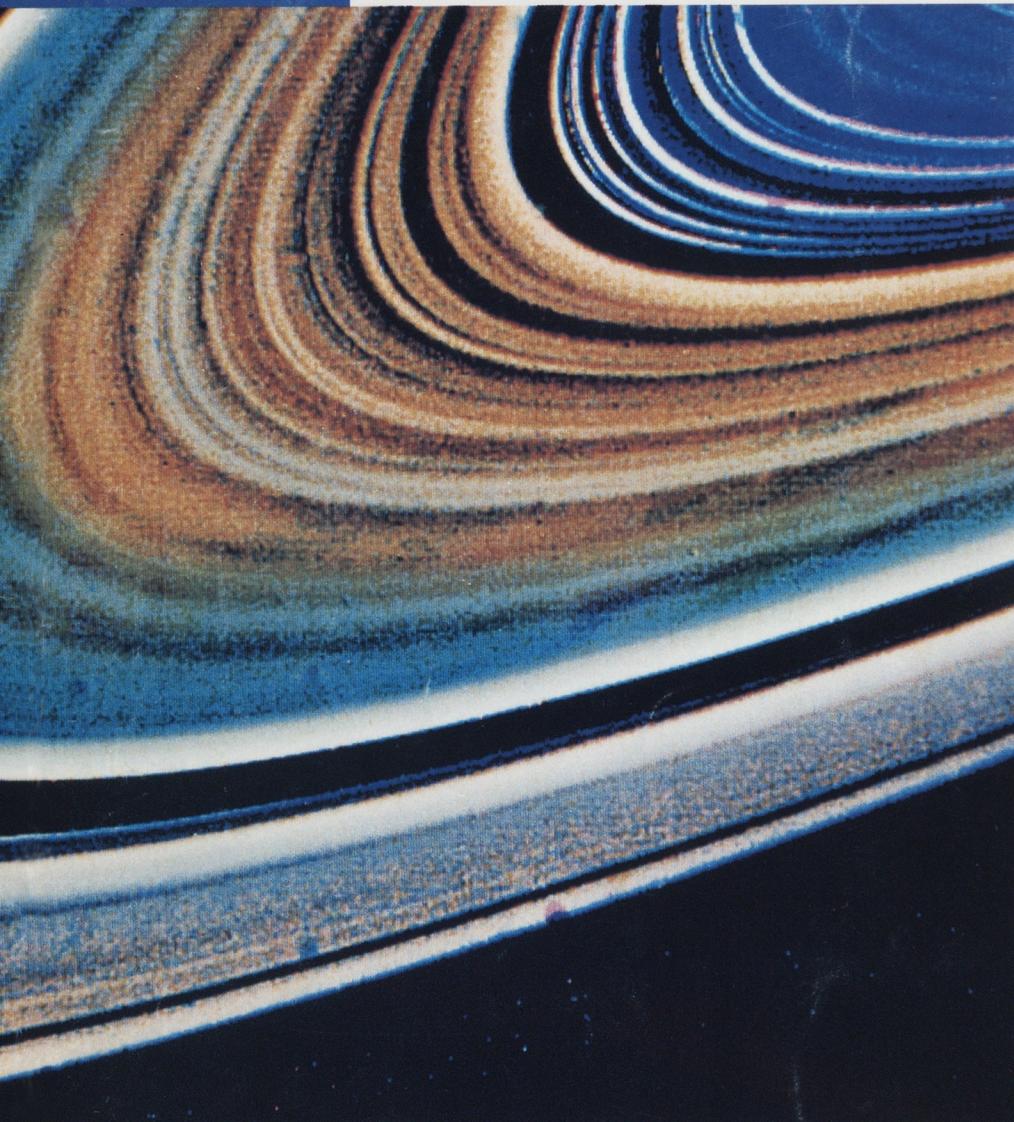


# YAMAHA MOTOR ヤマハ技術会 技報

# TECHNICAL REPORTS

No.21



1996-3



## 目 次

### 技術論文

- ◇ 電流ベクトル制御LSIの開発 ..... 1 村田 和弘／大塚 賢一
- ◇ 船外機用フューエルマネージメントシステムの開発 ..... 7 菅野 功
- 【日本科学技術連盟 優秀研究賞】
- ◇ 二輪車のデザインからくる大きさの評価 ..... 11 杉崎 昌盛／服部 恒子
- 【日本プラントメンテナンス協会 PM優秀論文賞 第2席】
- ◇ ダイカストマシン水溶性油圧作動時の保全 ..... 16 井上 清志
- ◇ 溶接ヒューム流れ解析と職場環境対策 ..... 23 大原 章／三井 昇  
田中 廣
- ◇ 生産時点情報管理(POP)システムの開発 ..... 28 高島千代久

### 技術紹介

- ◇ 船外機の航走テスト用Pm iメータ ..... 34 大谷 弘昭
- ◇ 電装品評価設備の導入 ..... 36 山田 吉典／秋山 延久  
和久田洋克／戸塚 一馬  
宮木 一麿
- ◇ フローティング・ブリッジの研究開発 ..... 38 岡 龍祐
- ◇ 減揺装置の研究開発 ..... 40 末森 勝
- ◇ 電子部品表面実装技術 ..... 42 杉浦 滋／加藤 光之  
荒木 千博

# 大 目

## 製品紹介

- ◇ XVZ13A ロイヤルスター ..... 46 橋本 政幸／中村 公昭  
鈴木 貢／河崎 伸一  
小笠原祐二
- ◇ XVS400 ドラッグスター ..... 48 北田 三男／鈴木 正人  
古橋 優／高畠 竜実  
金原 一成
- ◇ YZF1000R サンダーエース ..... 50 三輪 邦彦／富永 隆史  
竹上 政喜／一木富士男  
村松 恒生
- ◇ YZF600R サンダーキャット ..... 52 阿部 輝夫／竹内 善彦  
鈴木 一広／齊藤 哲彦  
川北 茂樹
- ◇ New TDM850 ..... 54 根岸 廣介／谷口 武司  
平野 文人／小栗 幹夫  
城本 真／平野 和行
- ◇ 車イス用電動ユニット JW-1 ..... 56 福井 巧／内山 敦
- ◇ YDMS薄型50Uとアプリケーション レストランへの導入 ..... 58 青島 時彦／深井 文憲  
山本 敬二
- ◇ GHP新製品ビルマル「16・20HP」 ..... 61 谷高 利博／小栗 真  
海野 仁／福岡 治郎  
清水 正之
- ◇ 製造計画スケジューリングシステム ..... 64 小楠 和正
- ◇ Winforce M80YZ ..... 68 中野 和弥／松本 智仁
- ◇ CAMシステム「EgCAM」 ..... 70 小杉 宏之／杉浦 正明  
山田 尚史／松尾 明俊
- ◇ PTO付きラバーマウントエンジン艇 ..... 72 箕浦 実

## TECHNICAL PAPERS INDEX

### TECHNICAL PAPERS

Development of LSI for Current Vector Control

K. Murata/K. Otsuka ..... 1

Development of Fuel Management System  
for Outboard Motor

I. Kanno ..... 7

Image of Motorcycle Size Relating to its Design

M. Sugisaki/K. Hattori ..... 11

Maintenance of Water Soluble Hydraulic Fluid  
for Die Casting Machines

K. Inoue ..... 16

Analysis of Weld Fumes Motion and Environmental  
Countermeasures for Welding Workshop

A. Ohara/N. Mitsui/H. Tanaka ..... 23

Development of Point of Production System

C. Takashima ..... 28

### NEW TECHNOLOGIES

Pmi Meter for Boat Test of Outboard Motor

H. Otani ..... 34

Introduction of Facility Evaluating Electrical Parts

Y. Yamada/N. Akiyama/H. Wakuda  
K. Tozuka/K. Miyaki ..... 36

Technical Development of Elastic Mount for  
Small Boat Bridge

R. Oka ..... 38

Research and Development of Anti-Rolling Equipment

M. Suemori ..... 40

Surface Mount Technology for Electronical Components

S. Sugiura/M. Kato/C. Araki ..... 42

### 3. 電波制御性能の影響

電波制御機能をディジタル化するにあたり、電波制御の分解能が電波制御系に与える影響を検討した。ただし、PWMの影響については考慮せず、また、速度制御開閉および電波制御開閉はそれを

## NEW PRODUCTS

XVZ13A Royal Star

M. Hashimoto/K. Nakamura/M. Suzuki  
S. Kawasaki/Y. Ogasawara ..... 46

XVS400 Drag Star

M. Kitada/M. Suzuki/S. Furuhashi  
T. Takahata/K. Kinpara ..... 48

YZF1000R THUNDERACE

K. Miwa/T. Tominaga/M. Takegami  
F. Ikkai/T. Muramatsu ..... 50

YZF600R THUDERCAT

T. Abe/Y. Takeuchi/K. Suzuki  
T. Saito/S. Kawakita ..... 52

New TDM850

H. Negishi/T. Taniguchi/F. Hirano  
M. Oguri/M. Joumoto/K. Hirano 54

Electromotive Unit for Wheelchair "JW-I"

T. Fukui/A. Uchiyama ..... 56

The Thin Type Carryboy "YDMS50U" and its Application  
for Restaurant

T. Aoshima/F. Fukai/K. Yamamoto 58

New Multi-GHP "16•20HP" Series for Buildings

T. Yataka/M. Oguri/H. Unno  
J. Fukuoka/M. Shimizu ..... 61

MLP:Multiple Level Planning

K. Oguisu ..... 64

Winforce M80YZ

K. Nakano/S. Mastumoto ..... 68

CAM System EgCAM

H. Kosugi/M. Sugiura/H. Yamada  
A. Matsuo ..... 70

Rubber Mounted Engine Boat with Power-Take-Off

M. Minoura ..... 72

# 電流ベクトル制御 LSI の開発

Development of LSI for Current Vector Control

村田 和弘\*

Kazuhiro Murata

大塚 賢一\*

Kenichi Otsuka

## 要旨

モータ制御においては、制御量がトルク・速度・位置のいずれでも電流制御系の構成は変わらず、高精度よりも高速応答を要求される場合が多い。したがって、デジタル化する場合、電流制御系は高速に制御可能なハードウェアで構成することが望ましいと考えられる。そこで、三相交流モータの電流ベクトル制御用 LSI, YPZ303-F の開発を行った。実験結果では電流指令値のステップ変化に対しても良好に応答し、基本波周波数が 1.5kHz の場合においても位相遅れは 2サンプリング程度であった。

## 1 はじめに

近年、パワーエレクトロニクスの発展とともに、可変速駆動システムは直流機からメンテナンスフリーで耐環境性に優れた交流機に代わりつつある。とりわけ小容量機においては優れた磁気特性を有する永久磁石材料の開発により、ブラシレス DC モータ（以下 BLM と略称）の利用が多くなってきている。これら交流モータ制御に用いられるベクトル制御は、電流の振幅と位相の二つのパラメータを制御するため高速トルク応答や広範囲速度制御など制御特性の改善に有効であり、誘導機はもとより BLM 制御においても一般化しつつある。<sup>1,2)</sup> しかし、固定子座標から回転子座標、またその反対の座標変換を電流制御周期ごとに行わなければならぬ、デジタル化に際しては高速な演算処理を必要とする。そこで、一般的には電流制御を DSP に<sup>3)</sup>、速度制御・シーケンス処理などをマイクロコンピュータに負担させることが多く、さらに PWM 用 LSI を別途用いることもある。このため、制御回路が複雑になり、また、ソフトウェア制御であるためソフトウェアの負担も大きくなる。したがって、実際の汎用機ではモータの電流制御回路のデジタル化が遅れているのが現状である。

そこで、電流制御回路のデジタル化を容易にすることを目的とし、電流ベクトル制御用 LSI, YPZ303-F を開発した。本稿ではモータ電流制御系の特質について述べ、電流制御の分解能が速度制御におよぼす影響を検討する。また、YPZ303-F の仕様を示し、その実用性を実験を通して確認した。

## 2 電流制御系の特質

モータの電流制御はモータ制御系全体の最も内側のマイナーループであり、そのため最も高速性を要求される制御ループである。また、制御系は単純な一次遅れ系であり、連続系として扱うことができる場合はゲインを高くしても安定である。外乱は速度起電力だけであり、パラメータの変動に対してはループゲインを高くとればよい。したがって、ゲインなどの設定に対しては細かな調整を必要としない。電流制御の目的はモータの出力トルクを制御することにあるが、損失や加減速時などを考慮すると電流制御の精度がトルクの精度とはならない。したがって、電流が最終の制御量であることはまれであり、電流制御ループは制御系全体のマイナーループのひとつにすぎない。そのため、トルク・速度・位置のいずれの制御であっても電流制御ループは必要であり、その構成は制御量に依存しない。

これらのことから、ほとんどの場合、電流制御は特に高精度である必要はなく、応答の速さが重要であると考えられる。なお、応答を速くするためにはループゲインを高くとらなければならないが、連続系として扱えない場合、すなわちサンプリング周期が長い場合には不安定になることがあるため注意が必要である。

## 3 電流制御分解能の影響

電流制御回路をデジタル化するにあたり、電流制御の分解能が速度制御系に与える影響を検討した。ただし、PWM の影響については考慮せず、また、速度制御周期および電流制御周期はそれぞ

\*技術本部 制御技術室

れ機械的時定数、電気的時定数よりも十分短いと仮定した。

電流制御分解能が速度制御系におよぼす影響は、速度制御周期に依存する速度偏差と、電流制御周期に依存する速度リップルに分けられ、前者の速度偏差  $\Delta \omega$  は電流制御の分解能を N ビットとすると次式で表される。

$$\Delta \omega = \tau_M T / (2^{N-1} \times J) \quad (1)$$

ここで、 $\tau_M$  はモータの最大出力トルク、 $J$  はロータの慣性モーメント、 $T$  は速度制御周期である。  
(1)式から、慣性モーメントが大きい方が速度偏差は小さくなることが分かる。また、負荷トルクがある場合には速度を変動させるためのトルクが小さくなるため、速度偏差は(1)式から得られる値よりも小さくなる。

次に、電流制御周期に依存する速度リップルについて考える。電圧指令は電流偏差とゲインによって決まり、電流に丸め誤差がある場合、電圧指令にも誤差を含むことになる。電圧指令に含まれる誤差を  $\Delta V$  とすると、これに伴うトルクリップルは次式で求められる。

$$\Delta \tau = (K_T \Delta V / L) T \quad (2)$$

ここで、 $K_T$  はトルク定数、 $T$  は電流制御周期、 $L$  はモータのインダクタンスである。トルクリップルに起因する速度リップルは次式で表される。

$$\Delta \omega = (\Delta \tau / J) T = K_T T \cdot 2 \Delta V / (J L) \quad (3)$$

(3)式から、電流制御周期が短くなると速度リップルは小さくなり、また、速度偏差と同様に慣性モーメントが大きい場合にもリップルは小さくなることが分かる。

表 1 に、いくつかの市販されているモータを例に求めた速度偏差および速度リップルを示す。ただし、電流制御分解能を 8 ビット、最大トルクを定格トルクの 3 倍、電流制御周期を 50  $\mu$ s、速度制御周期を 1 ms、誤差電圧を定格電圧、無負荷として計算した。この計算条件では速度偏差・リップルともに最大値を表すが、いずれも定格回転数の 0.1% 程度である。負荷時には負荷トルク、および、負荷イナーシャの影響により速度偏差はさらに小さくなる。また、実際には誤差電圧は定格電圧よりも十分小さいため速度リップルもさらに小さくなる。したがって、実用上は電流制御分解能が 8 ビットでも電流を高速に制御する場合は問題がなく、電流制御の特質を確認できたと考えられる。

#### 4 電流制御用 L S I の仕様

電流制御系は精度よりも高速性が重要なことから、高速なハードウェアで制御することが望ましいと考えられる。また、モータ制御にはマイナループとして電流制御は不可欠であり、モータ制御の仕様によってその構成が変わることはない。したがって、電流制御回路を L S I 化しても汎用性を損なうことなく、モータ制御一般に用いることができる。そこで、電流ベクトル制御用 L S I、Y P Z 3 0 3-F をスタンダードセルを用い開発した。スタンダードセルはゲートアレイと違い、あらかじめゲートが構築されていないためアノロゲ回路を構成することが可能である。

表 1 速度制御系への影響

定格電流 [A]	定格出力 [W]	定格トルク [kg·cm]	インダクタンス [mH]	イナーシャ [kg·cm/s <sup>2</sup> ]	速度偏差 [rpm]	速度リップル [rpm]
0.6	100	3.3	18.0	0.00064	1.15	2.28
1.1	200	6.5	13.0	0.00069	2.19	3.15
1.7	400	13.0	7.0	0.0024	1.21	2.17
3.4	750	24.5	5.5	0.00453	1.21	1.38
4.3	1000	32.5	4.5	0.0068	1.07	1.33
6.6	1500	48.7	4.0	0.0084	1.30	1.05
9.0	2200	71.5	2.5	0.015	1.07	1.01

※全てのモータの定格電圧は200V、定格回転数は3000rpmである

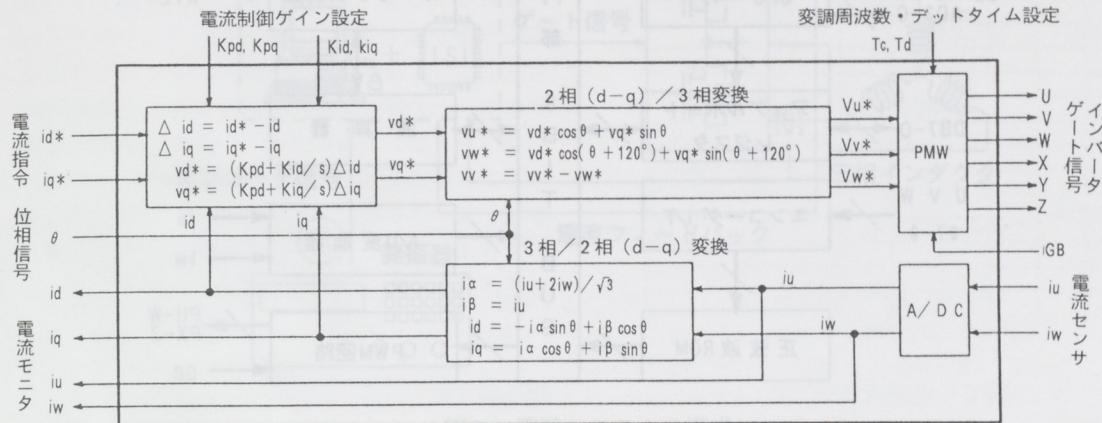


図1 YPZ303-Fの機能ブロック図

YPZ303-Fの機能ブロック図を図1に示す。本LSIは従来DSPが行っていたベクトル制御演算機能以外に、PWM、A/D変換などの機能を持ち電流制御に必要なパラメータを設定するだけで単独に電流制御する。したがって、マイコンのソフトウェアの負担を大幅に軽減でき開発期間を短縮できる。電流制御以外は高速な処理を必要としないことが多いため、汎用マイコンと本LSIによる簡単なハードウェア構成により制御回路のデジタル化が可能となる。また、本LSIはマイコン周辺デバイスとして扱うことができ、パワーエレクトロニクスに精通していない技術者でも容易に応用開発できる利点もある。

YPZ303-Fの仕様を表2に示す。電流制御はPWM半周期で行われ、高速に処理される。分解能は8ビットであるが、先に述べたように特別な用途を除いては高分解能である必要はなく実用上は十分であると考えられる。ここで、表2において積分ゲインは内部演算の簡略化のため本来の積分ゲインにサンプリング周期（PWM半周期）を乗じた値を設定するようにしている。すなわち1サンプリングあたりの増分で設定するようになっている。内部が符号付き8ビット演算であるためゲインの設定は7ビットであるが、細かな調整を必要としないため実用可能であると考えられる。PWM周波数、デッドタイムの設定範囲は汎用性を考慮し、モータ制御一般に用いることができるようとした。PWMは三角波比較方式で、

フォトカプラを駆動しやすいよう出力を10mAオーブンドレインとした。分解能は7ビットと電流制御分解能よりも低いが、インダクタンス負荷の電流制御であること、電流の丸め誤差に起因する電圧指令の誤差、デッドタイムを考慮すると8ビットである必要はないと考えられる。パッケージはQFP64と小さく、制御回路の小型化に大きく貢献できる。最大の特長は使用温度範囲が広いことで、周囲温度の高い環境でも使用できる。

表2 YPZ303-Fの仕様

演算分解能	8ビット符号付き
変調周波数	300Hz～39kHz*
デッドタイム	0.1～25.5μs*
PWM回路	7ビット 三角波比較 オーブンドレイン出力 $V_{OL}=0.8V (I_{OL}=10mA)$
A/D変換器	8ビット×2CH 追従比較型
位相信号	8ビット/電気角2π 3ビット/3相矩形波
電流制御	P/I制御 比例ゲイン 0.1/4, ..., 127/4 積分ゲイン 0.1/128, ..., 127/128
サンプリング	PWM半周期
消費電力	250mW (最大)
パッケージ	QFP64

\*20MHzクロック時

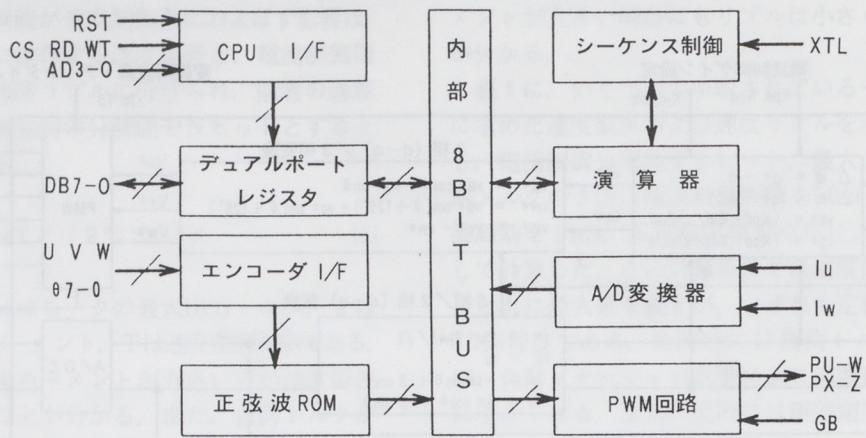


図2 LSI内部構成図

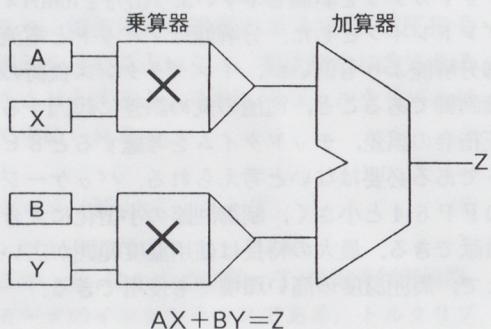


図3 演算器の構成

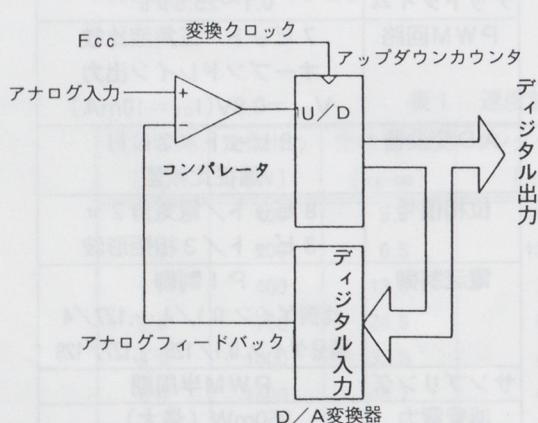


図4 追従型比較形A/D変換器の構成

次に、YPZ303-Fの内部構成を図2に示す。大きく分けると8つのブロックからなり、ブロック間のデータ転送は内部バスを通して行われる。デュアルポートレジスタは上位マイコンとLSIの両方からアクセス可能なレジスタで、電流指令などのパラメータを設定する。外部からデュアルポートレジスタへのアクセスはテンポラリレジスタを通して行うため、内部動作と非同期に行える。また、マイコンとのインターフェース回路がありマイコン周辺デバイスとして扱えるためインターフェースは容易である。シーケンス制御回路は演算器のデータ入出力制御を行い、変調周期の半周期ごとに各相の出力電圧データをPWM回路に設定する。演算器の構成を図3に示す。演算器は、"Z = AX + BY"という形の高速積和演算ユニットからなり、行列演算に適した構成としているのが特徴である。加算器には16ビット全加算器を行い演算誤差が小さくなるようにした。オーバーフロー時の補正是ハードウェアで行うようにし、これにより演算処理時間を短くしている。

A/D変換器には追従比較形を用いており、図4にその構成を示す。アップダウンカウンタは、アナログ入力とD/A変換器出力が等しくなるように動作するため、カウンタの値がアナログ入力に対応したディジタル値となる。追従比較形A/D変換器は回路構成が簡単であり専有面積が小さく、変換クロックが低いため消費電力も小さい。カウンタの内容は1ずつしか変化できず追従可能な被測定電流  $d_i/dt$  は制限されるが、モータ

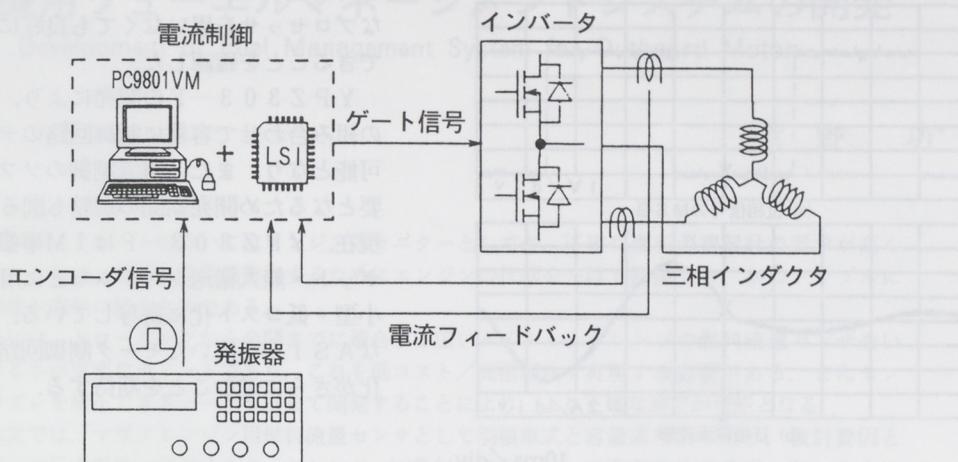


図5 実験システムの構成

表3 主要諸元

インバータ直流電圧	6 V
負荷インダクタンス	170 $\mu$ H/相
負荷抵抗	21 m $\Omega$ /相
変調周波数	19.5 kHz
デッドタイム	5 $\mu$ s
比例ゲイン	10 (d q 軸)
積分ゲイン	10 (d q 軸)

の電流は連続でありフィルタが不要になるという利点になる。位相信号入力には電気角絶対値・3相矩形波の2系統あり、正弦波・矩形波両方での駆動を可能にしたため、ホールモータの制御などにも利用でき応用範囲が広くなる。

## 5 電流制御特性

YPZ303-Fの実用性を確認するため三相インダクタンスの電流制御を行った。そのシステム構成を図5に、実験システムの主要諸元を表3に示す。電流制御回路は、本LSIとバスI/F、位相信号用のアップダウンカウンタで構成されており、PC9801VMの拡張スロットに挿入し用いるようにした。本LSIが電流制御するため、PCは電流指令などの設定と電流のモニタを行う

だけである。発振器はエンコーダ信号の代わりとして用いており、電流の周波数は発振器の周波数によって決まる。電流制御特性のみを確認したいため、実験においては負荷を速度起電力のない三相インダクタンスとした。

図6に、電流指令値を $-1 A_{PK}$ から $-5 A_{PK}$ に変化させたときの過渡時電流波形を示す。ただし、 $1 A_{PK}$ は16進で10に相当する。電流指令はd軸成分のみで、(a)は位相信号の最上位ビット、(b)はU相電流波形であり、位相信号の立ち上がりがU相電流のピークとなる。図6においては過渡的にも問題なく制御できており、本LSIにより良好にベクトル制御できている。

本実験においてはq軸電流を設定していないが、位相遅れのないことで位相制御できていることが確認できたと考えられる。

図7に周波数1.5kHz、電流指令 $1.75 A_{PK}$ 時のU相電流波形と位相信号の最上位ビットの波形を示す。ここでも電流はd軸のみであり、電流の位相遅れは位相信号の立ち下がりとU相電流波形の零点を比較することによりわかる。電流波形のひずみは、電圧不足と電流のサンプリング周期に起因していると考えられる。振幅の低下が約15%あるにもかかわらず、電流の位相遅れは2サンプリング程度であり、このような高い周波数においても位相制御でき、周波数特性も良好である。

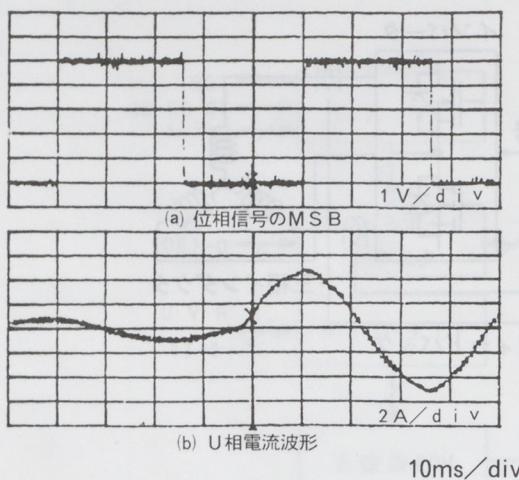


図6 過渡時電流波形

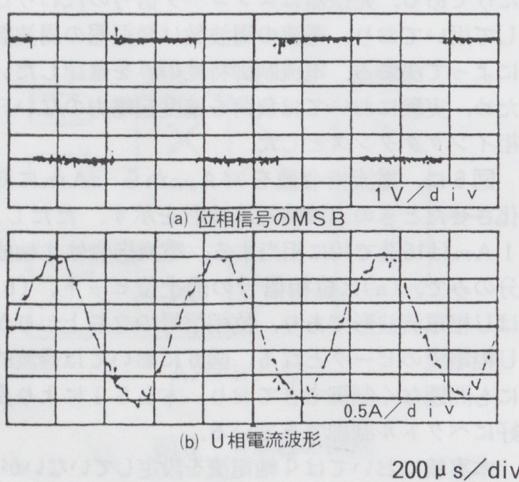


図7 高速時電流波形

## 6 おわりに

本稿では、モータ電流制御系の特質と電流制御分解能が速度制御系に及ぼす影響について検討した。電流制御系はモータ制御には必要不可欠な制御ループであり、その構成は制御量によらないことからLSI化しても汎用性を損なわないことを述べた。また、多くの場合精度よりも高速な応答が重要であるためハードウェアでの制御が適し、分解能は8ビットでも実用可能であることを明らかにした。さらに、スタンダードセルを用い電流ベクトル制御LSI、YPZ303-Fを開発しその電流制御特性を示した。電流の過渡応答と高

速時特性から、本LSIを用いることにより高速なプロセッサを用いなくても良好にベクトル制御できることを確認した。

YPZ303-Fの開発により、汎用マイコンの組み合わせで容易に制御回路のディジタル化が可能となり、また、電流制御のソフトウェアも不要となるため開発期間の短縮も図ることができる。現在、YPZ303-FはIM事業部の産業用ロボット・無人搬送システムなどに用いられており、小型・低コスト化に寄与している。今後このようなASICを用いたモータ制御回路のディジタル化がさらに進むことを期待する。

## ■参考文献

- 1)畠中、森本、武田、平紗：「PMモータの弱め磁束制御を用いた速度制御システム」，平成3年電気学会産業応用部門全国大会，No.74(H3-8)
- 2)伊藤、内藤、土谷：「DCブラシレスモータの高性能化最適速度制御系の構成」，電学論D, 113巻2号, (H5)
- 3)例えは、竹下、ほか：「ディジタルシグナルプロセッサによるブラシレスモータの高速電流制御」，電学論B, 106,753(S61-9)

## ■著者



村田 和弘

大塚 賢一

# 船外機用フューエルマネージメントシステムの開発

Development of Fuel Management System for Outboard Motor

菅野功\*

Isao kanno

## 要旨

近年、オフショアボートにおいてはエンジンのモニターとしての、正確な燃料消費量計の要求が高くなっている。これは、外洋を長距離航海するためにエンジンの状態を一目で把握でき、かつトラブルによる燃費悪化を未然に防ぐためである。

このためには、トローリングから全開まで適合する広いダイナミックレンジの燃料流量センサをいかに開発するかが重要なポイントであり、これを低コスト／高信頼性で実現する必要がある。またセンサの特性のズレを補正できるメータを併せて開発することにより、より正確な測定が可能となる。

そこで本文では、マリンエンジン用燃料流量センサとして羽根車式と容量式を取り上げ、検討要因として(1)精度、(2)圧力損失、(3)ダイナミックレンジ、(4)動対策などについて両者の比較を行った。さらにそれぞれの特性の向上を追求したうえで、大型2ストローク船外機用として、特性補正付デジタルメータに羽根車式センサを組み合わせたシステムの開発を行った。

## 1 はじめに

オフショアボートにおいては、エンジンの調子を常に把握するために、モニターとしての正確な燃料消費量計の要求が高くなっている。これは、外洋を長距離航海するためにエンジンの状態を一目で把握でき、かつトラブルによる燃費悪化を未然に防ぐためである。

しかし、マリンエンジンの常用回転レンジはトローリングから全開まで幅広く、これを高精度で検出・表示するのは容易ではない。このためには、トローリングから全開まで適合する広いダイナミックレンジの燃料流量センサをいかに開発するかが重要なポイントであり、これを低コスト／高信頼性で実現する必要がある。

センサの種類は大別すると容量式と羽根車式がありそれぞれ特徴を持っている。よって、センサの特徴を十分把握した上で、マリンエンジンのシステムを決定し開発する必要がある。

燃料流量センサの特性を以下に述べる。

## 2 流量センサの基本構造

### 2.1 羽根車式センサ

燃料配管中に羽根車を付けて燃料の流速を測定する方式。流速により羽根車回転数が決まるため、羽根車の回転数と通路面積から流量が測定できる。羽根車は流速に敏感に追従するために、軽量化

が図られており、回転数は羽根車のスリットでフォトカプラを遮光する回数で測定する。

図1に構造図を示す。

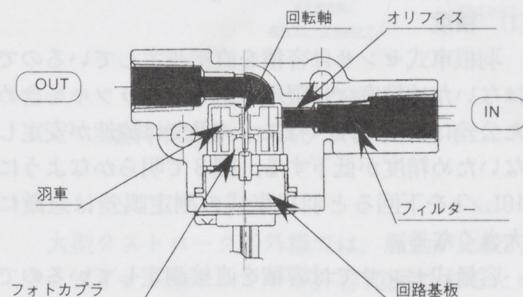


図1 羽根車式燃料流量センサ

### 2.2 容量式センサ

燃料配管中にオーバルギアポンプを取り付けて燃料容積を測定する方式。逆駆動されるポンプの1回転当たりの容積が一定のため回転数から流量が測定できる。

ハウジング部のリードスイッチが、回転するギアに埋め込まれた磁石に感応する、その回数を測定することにより回転数が求められる。

オーバルギアとハウジング間のクリアランスは精度上精密な管理が必要であり一般的に加工仕上げされる。図2に構造図を示す。

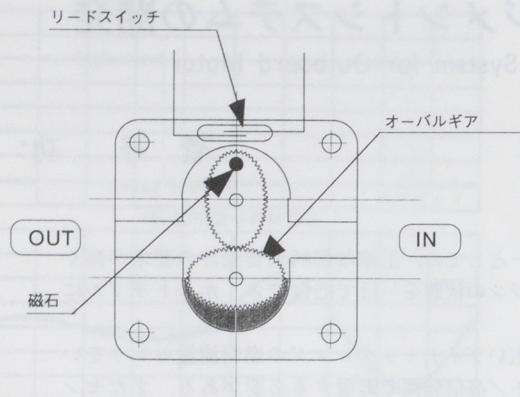


図2 容量式燃料センサ

### 3 各センサの特徴

羽根車式、容量式の各センサを下記項目について比較してみる。

- (1) 精度
- (2) 圧力損失
- (3) ダイナミックレンジ
- (4) 脈動特性

#### (1) 精度

羽根車式センサは容積を直接測定しているのではないため精度には限界がある。バラツキを含めた公差は約±3%。特に小流量では流速が安定しないため精度が低下する。図3で明らかなように10L/hを下回ると羽根車式の測定誤差は急激に大きくなる。

容量式センサでは容積を直接測定しているのでかなり精度を向上できる。漏れ量を管理しなければならないため、寸法精度管理が必要ではあるがバラツキを含めた公差は約±1%。更に低流量側での精度低下も羽根車式よりは、はるかに少ない。

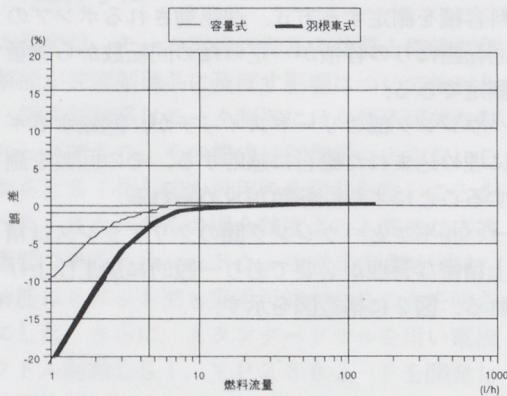


図3 センサ流量精度比較

#### (2) 圧力損失

羽根車式センサは羽根車部での流速を安定させるためにオリフィスを設ける必要がある。低流量側のダイナミックレンジを広げるためには、オリフィス径を小さくすればよいが、この場合、圧力損失は増大するという相反する特性があるためにオリフィス径の選定は総合的に判断しなければならない。図4、図5にはオリフィス径の精度への影響と圧力損失特性を示す。

容量式センサでは通路面積が比較的大いため、精度の割に圧力損失は大きくない。

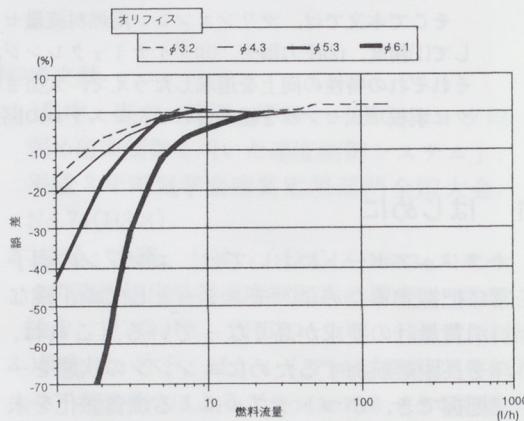


図4 オリフィス/精度特性

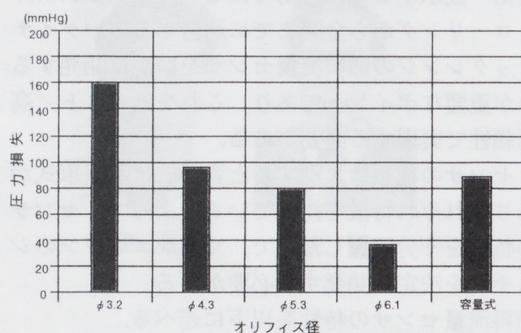


図5 センサ圧力損失比較

#### (3) ダイナミックレンジ

羽根車式センサでは、精度/圧力損失を考慮すると実使用範囲は、5~150 L/h。

容量式センサでは、3~300 L/h. と広範囲をカバーできる。

#### (4) 脈動特性

羽根車式センサは羽根車部での流速が安定して

いる必要がある。このため脈動が大きいと精度が低下する。

容量式センサでは通過流体容積を直接測定しているので脈動の影響は少ない。原理的には、流れの反転が含まれない限り脈動の影響はないはずである。

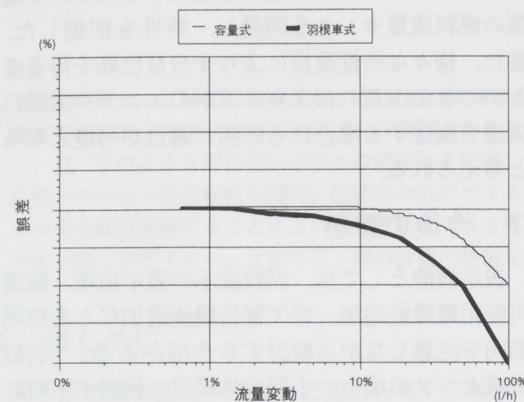


図6 脈動-精度特性グラフ

#### 4 羽根車式センサ特性の向上

これまでの説明の通り羽根車式センサは特性面で容量式には劣る面が多いが、コストや製造の効率上、及びゴミの詰まりにくさなどでは圧倒的に有利である。そこで羽根車式センサの特性を向上するため、下記の対応を行った。

##### (1)通路抵抗の削減

通路内の流速が安定するように、また圧力損失を低減させるため、断面積形状や曲げR寸法などを改良した。

##### (2)羽根車の形状

流速を効率よく受けるために、羽根の枚数や形状などを改良した。また、薄肉化により軽量化を極限まで追求した。この時、重量バランスが崩れない制作方法を確立した。

##### (3)軸受けの抵抗削減

回転ロスを低減させるために、軸受け部の形状や材質などを改良した。

これにより、バラツキを含めた公差は約±2%に向上した。その他にも

##### (4)アルコール含有ガソリン対応

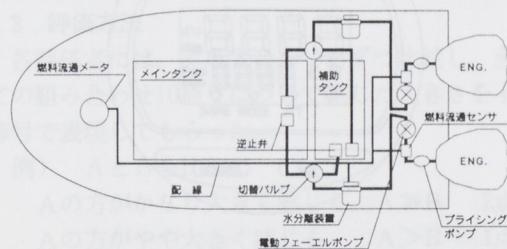
フォトカプラのレンズの耐薬品性を向上しアルコール含有ガソリンでも透か性の劣化を防止した。

センサの精度の向上方法として、メータ側でセンサ精度を補正する方法がある。センサの小流量時のマイナス特性をメータ側でプラス側に補正するものであり、これにより、羽根車式センサのシステムとしてのバラツキを含めた公差は約±1%に向上した。

これにより、羽根車式センサは性能面ではダイナミックレンジと脈動特性以外では容量式センサと大きな差が無くなり、低コストで十分な性能を持つことができた。

#### 5 エンジンへの適合

以下に、大型2ストローク船外機に搭載した、燃料流量モニターシステムを紹介する。

図7 2ストローク船外機用  
燃料モニターシステムレイアウト

大型2ストローク船外機では、脈動が比較的小さくダイナミックレンジが許容範囲であるため、羽根車式センサが使用できる。以下に主要項目を記載する。

表1 2ストローク船外機用  
燃料モニターシステム諸元

項目	仕様内容
使用エンジン	2ストローク船外機
適用馬力	115~250Ps
適用燃料	ガソリン
流量範囲	3~150L/h
精度	±1%
圧力損失	0.07kgf/-以下(at 150L/h)

メータの表示内容は、燃料流量に加え、燃料消費量積算、航走燃費、更には燃料フィルタ内の水入り警告、エンジンシンクロナイザを搭載している。1つのメータで2機掛け(2センサ)まで対応している。表示内容を表2に示す。

表2 2ストローク船外機用  
燃料モニターシステム表示諸元

項目	仕様内容
燃料流量	左右エンジン切り替え表示 (L/h, GPH切り替え)
燃料消費積算	不揮発目盛りにてバックアップ (liter, gallon切り替え)
走行燃費	スピードメータとデータ通信 (km/l, mpg切り替え)
水入り警告	一定以上の水検出で点滅表示
シンクロナイザー	回転数の差をグラフィックに表示

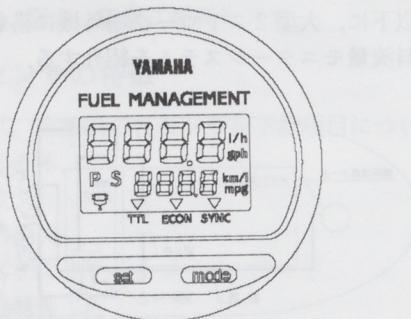


図8 燃料モニターシステムメータ

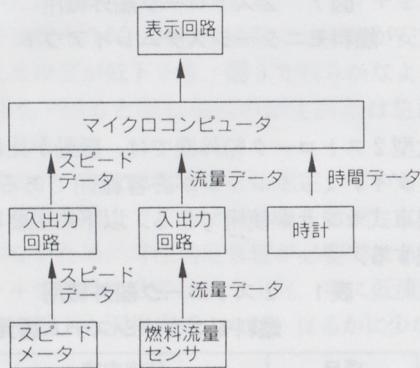


図9 メータ内部ダイアグラム

## 6 まとめ

エンジン燃料モニターシステムの特徴をまとめると以下のようになる。

- (1)燃料流量が運転中にモニターできるため、エンジンの状態を一目で把握できトラブルによる燃費悪化などを未然に防止できる。
- (2)航走燃費機能搭載により、最高燃費での航走が可能。
- (3)消費量積算データは不揮発メモリ採用により、バッテリバックアップが不要でデータの記憶

が可能。

- (4)フューエルフィルタ内水入り警告機能により、総合的な燃料系のモニターが可能。
  - (5)高精度／低コストの流量センサとメータの補正機能により、コストパフォーマンスの優れたシステムとなった。
- 異なるエンジン／用途にも適合するため、2種類の燃料流量センサを開発し、特性を把握した。また、様々な特性改良により十分な性能を得ることができた。これにより、ほかのエンジンで燃料流量を測定する場合にも容易に適合が可能となると考えられる。

## 7 今後の課題

表示機能としては、燃料表示の表示桁増、航走可能距離機能追加、燃欠警告機能追加などを市場動向を注意しながら検討する余地がある。羽根車式センサの場合、小型船外機用に使用する時には、脈動を抑制する機能が必要なため、新たにセンサを開発する必要がある。

容量式センサの場合、市場を拡大するにはコストの低減が必要であり、コスト開発が必要である。

## 8 おわりに

羽根車センサの開発に当たっては株京浜精機殿、デジタルメータの開発に当たっては森山工業株の多大な協力をいただきました。紙面を借りてお礼申し上げます。

### ■著者



菅野 功

日本科学技術連盟 優秀研究賞

## 二輪車のデザインからくる大きさの評価

Image of Motorcycle Size Relating to its Design

杉崎 昌盛\* 服部 恵子\*\*

Masamori Sugisaki Kyoko Hattori

### 要旨

諸元がほとんど同じ二輪車でも、視覚的な大きさのイメージに違いが生じることが多い。ここでは、実際に評価してどのように違いが出るか調べ、尺度図のかたちで表した。

一方、このような評価ではパネルの信頼性を把握しておくことが重要である。そこで、各パネルの評価結果から個々のパネルの信頼性を調べ、信頼性の低いパネルはどのような評価をしているのか明らかにした。また、パネルを主成分分析することにより、視覚的な大きさのイメージの違いが何に起因するのか調べるとともに、構成パネル群（デザイナー、女性など）間の評価の特徴を調べた。

### 1 はじめに

同じ排気量で諸元のほとんど変わらない二輪車でも、その大きさの視覚的イメージには明らかな差が存在する。従って、二輪車のデザインにおいては、ユーザーに受け入れられる大きさに見えるかどうかの確認が必要である。

今回、評価車を含む5台の車について大きさに関する比較と要因分析を実施した。

一方、個々のパネルの評価が信頼性の高いものであるかどうか分析しておくことは正確な解析をする上で非常に重要なことである。しかし、これまで個々のパネルの信頼性を分析し、解析した例は少ない。そこで今回、個々のパネルにも注目して解析すると同時に、パネルの構成群間の好みの違いについても解析したので報告する。

### 2 テスト概要

#### 2.1 評価車両

既存の小型二輪車4台と評価車1台の計5台。

#### 2.2 パネル

表1に示す構成の当社社員36人で評価した。

表1 パネルの構成

開発部門	男性 9人
デザイナー	男性 5人
研究部門	男性 10人
女性	女性 12人

#### 2.3 評価方法

各評価者には、実車5台を一対ずつ比較し、全ての組み合わせ10通りについて感じた大きさを不等号で表現してもらった。

例) AとBを比べて

Aの方がかなり大きく感じる。  $A \gg B$  2点

Aの方がやや大きく感じる。  $A > B$  1点

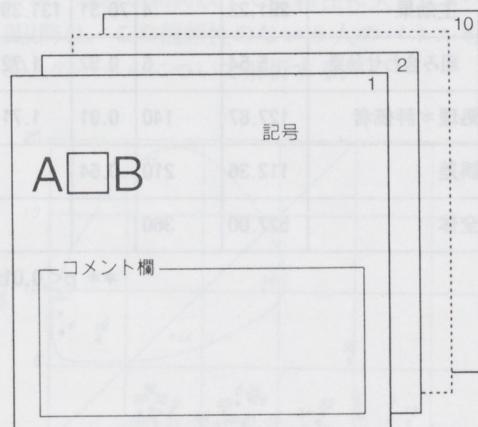
AとB同じくらいに感じる。  $A = B$  0点

Bの方がやや大きく感じる。  $A < B$  -1点

Bの方がかなり大きく感じる。  $A \ll B$  -2点

#### 2.4 評価用紙

個々の組み合わせが書かれた10枚のカードを用意し、それをランダムに配列したものを1セットの評価用紙とした。



\* 技術本部 基盤技術研究室

\*\*元技術本部 基盤技術研究室

### 3 結果と考察

3.1 評価結果の一部を表2に示す。

表2 評価結果

組 合 せ

	A-B	A-C	A-D	A-E	B-C	B-D	B-E	C-D	C-E	D-E
パ ネ ル	1	-1	-1	0	-2	0	1	-1	1	-1
	2	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1
	3	-1	-1	-1	-2	1	1	-2	-1	-2
	4	-1	-1	0	1	0	-1	1	1	-1
	5	-1	-1	-0.5	-1	1	1	-1	-1	-1
	6	-1	-1	-1	-2	-1	1	-2	-1	-2
	7	-2	-1	0	-2	2	2	-1	1	-1
	8	-2	0	1	1	1	2	1	1	-1
	9	-1	-1	0	-0.5	1	0.5	-1	1	-1
	10	-1	-1	0	-2	1	1	-1	1	-1
	11	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1
	12	-2	-2	-1	-2	1	2	-1	1	-1
	13	-1	1	1	-2	1	1	-1	1	-2
	14	-1	1	0	-2	-1	1	1	1	-1
	-1	0	-1	-1	0	1	-1	1	-1	-1
	-1	2	-2	1						
	0	0	-2							

### 3.2 一対比較法

1) Scheffeの方法の変法である中屋の変法  
(個人差を考慮し、順序効果は無視する) を使っ  
て解析した。<sup>1)</sup> 表3に分散分析結果を示す。

表3 分散分析表

要 因	平方和	自由度	分散	F 値	
処理効果	286.76	10	28.68	53.59	**
主効果	281.23	4	70.31	131.39	**
組み合わせ効果	5.54	6	0.92	1.72	
処理 * 評価者	127.87	140	0.91	1.71	
誤差	112.36	210	0.54		
全体	527.00	360			

\*\* p&lt;0.01

表4に処理効果を示す。

表4 処理効果

	A	B	C	D	E	主効果
A	--	-0.958	-0.681	-0.167	-1.292	-0.620
B	0.958	--	0.375	0.792	-0.889	0.247
C	0.681	-0.375	--	0.528	-0.847	-0.003
D	0.167	-0.792	-0.528	--	-1.528	-0.536
E	1.292	0.889	0.847	1.528	--	0.911

(A : 評価車両)

主効果の尺度図を図1に示す。

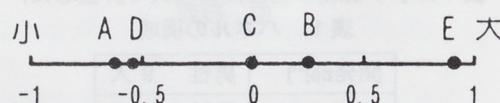
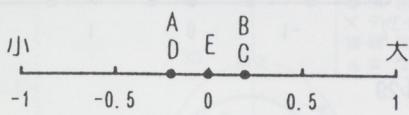


図1 主効果の尺度図

2)一部のパネルの分析データと主効果の尺度図を図2に示す。

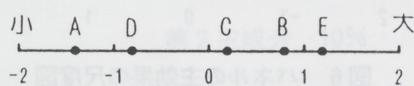
パネル4

	A	B	C	D	E	処理効果	残差
A	--	-1	-1	0	1	-1	-0.2
B	1	--	0	-1	1	1	0.2
C	1	0	--	1	-1	1	0.2
D	0	1	-1	--	-1	-1	-0.2
E	-1	-1	1	1	--	0	0
平方和					8	0.8	7.2



パネル12

	A	B	C	D	E	処理効果	残差
A	--	-2	-2	-1	-2	-7	-1.4
B	2	--	1	2	-1	4	0.8
C	2	-1	--	1	-1	1	0.2
D	1	-2	-1	--	-2	-4	-0.8
E	2	1	1	2	--	6	1.2
平方和					25	23.6	1.4



パネル31

	A	B	C	D	E	処理効果	残差
A	--	0	-1	1	-2	-2	-0.4
B	0	--	-1	1	-2	-2	-0.4
C	1	1	--	-2	2	2	0.4
D	-1	-1	2	--	-2	-2	-0.4
E	2	2	-2	2	--	4	0.8
平方和					24	6.4	17.6

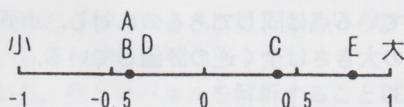


図2 パネルの分析データと尺度図

3)各パネルの評点の合計を表5に示す。

表5 パネルの評点合計

	評価車両				
	A	B	C	D	E
1	-4	1	1	-4	6
2	-4	0	0	0	4
3	-5	1	-3	-1	8
4	-1	1	1	-1	0
5	-3.5	2	-2	-0.5	4
6	-5	-1	3	-4	7
7	-5	5	-1	-5	6
8	0	6	-1	-5	0
9	-2.5	1.5	0	-3.5	4.5
10	-4	2	0	-4	6
11	-4	2	2	-2	2
12	-7	4	1	-4	6
13	-1	2	-3	-5	7
14	-2	2	0	-4	4
15	-3	1	-2	0	4
16	-2	5	2	-6	1
17	-3	-1	-1	-2	7
18	0	2	-2	-2	2
19	-4	3	0.5	-2	2.5
20	-2	1	2	-5	4
21	-5	1	0	-2	6
22	-4	0	-1	-3	8
23	-5	2	-2	0	5
24	-5	1	-2	0	6
25	-4	1	-1	0	4
26	-3	4	0	-5	4
27	-5	2	0	-2	5
28	-6	-3	2	0	7
29	-2	-2	-2	2	4
30	2	0	-2	-4	4
31	-2	-2	2	-2	4
32	0.5	-1	0.5	-1	1
33	-2	-2	2	-2	4
34	-3	0	1	-5	7
35	-3.5	2	0.5	-4	5
36	-2.5	2	0	-4.5	5

4)各パネルの処理効果と残差のデータを用いてパネルの信頼性を調べたものを図3に示す。

実線で囲んだ6人のパネル(4, 14, 16, 18, 31, 32)は、残差が40%以上で信頼性に欠けている。3.3以降は、この信頼性のない6人のパネルを除く30人のパネルについて解析する。

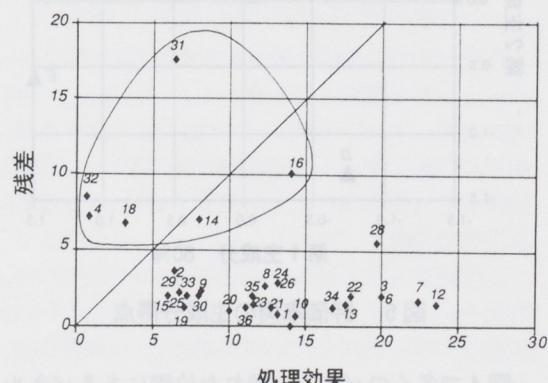


図3 パネルの信頼性

## 3.3 主成分分析

分散共分散行列を出発点とするパネルの主成分分析をした。パネルの因子負荷量を図4に示す。第1主成分の寄与率は80%で、第2主成分までで累積寄与率は90%であった。第1主成分は、二輪車のデザインからくる大きさを意味していると思われる。評価車両の主成分得点を図5に示す。多くのパネルはA<D<C<B<Eの順で大きさを評価している。また、パネル8, 28, 29, 30は多くのパネルと離れた位置にあることがわかる。

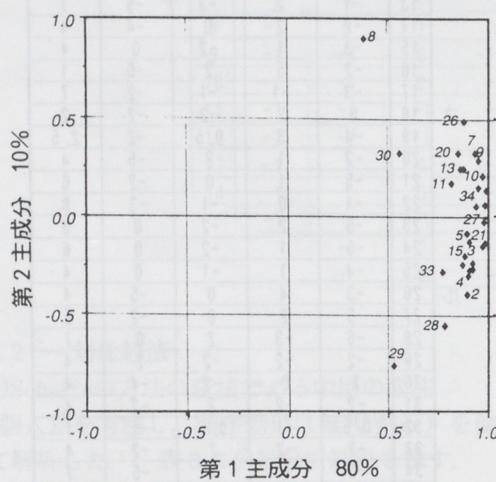


図4 パネルの因子負荷量

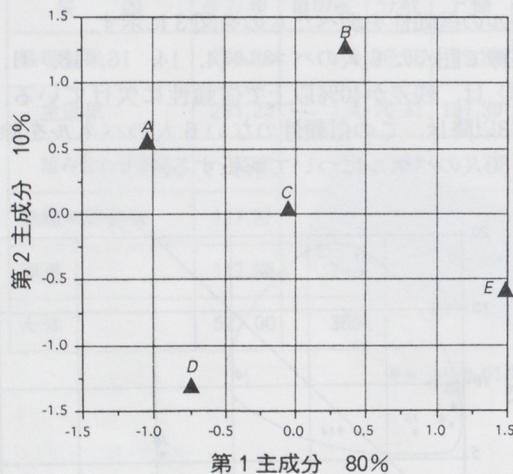
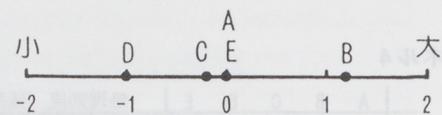


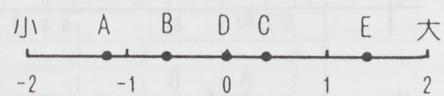
図5 評価車両の主成分得点

図4で多くのパネルと離れた位置にあるパネル8, 28, 29, 30が大きさの評価をどのようにしたか各パネルの主効果の尺度図を図6で示す。

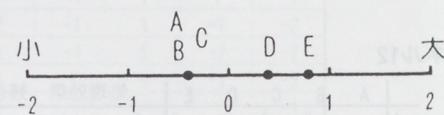
パネル8



パネル28



パネル29



パネル30

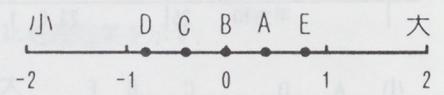


図6 パネルの主効果の尺度図

図1の全パネルの平均尺度図と比較すると次のことがわかった。

パネル8 :

車両Bが最も大きく、車両Dを最も小さいと評価している。

パネル28, パネル29 :

車両Eが最も大きく、車両Aを最も小さい(パネル29は車両A, B, Cは同じ)と評価している点は同じであるのに対し、車両BとDの大きさは全く逆の評価している。

パネル30 :

車両Dが最も小さく、車両Aを大きく評価している。

大きさの評価が他の多くのパネルと違うのは、第2主成分にも要因があると考えられる。第2主成分軸上で最も離れているのは車両BとDであり、車両BとDが大きく異なるのはフロントフェンダの形状である。このことから、第2主成分はフロントフェンダの形状の好みと考えられ、大きさの評価にも影響していると思われる。

### 3.4 構成パネル群の第2主成分評価の特徴

構成パネル群間のフロントフェンダの好みの特徴を調べるために、第2主成分と第3主成分でパネルの因子負荷量をプロットした。(図7)

開発、研究、女性のパネルはフロントフェンダ形状の好みの幅がデザイナーに比べて広いことがわかった。

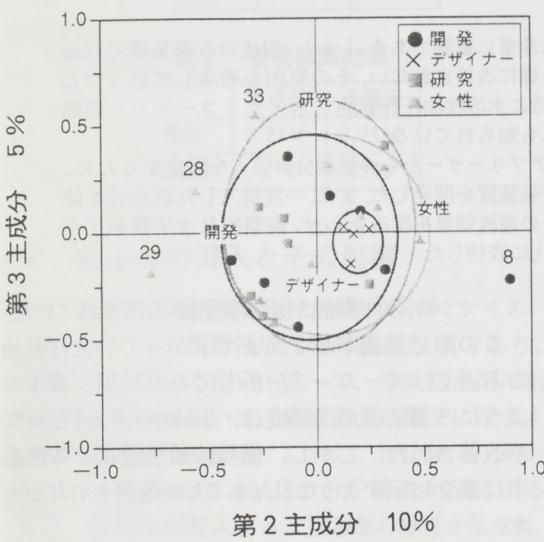


図7 パネルの因子負荷量

## 4まとめ

今回のテストの目的は、二輪車の見た目大きさを評価することであった。社内のパネル36人を使って5台の車両を一対比較し、評価車がどう評価されるか分析した。その結果、評価車はほぼ当初の狙いどおりの大きさに見えるという評価がされていることがわかった。

しかし、個々のパネルを解析することによって次のようなことがわかった。

- 1) パネルごとの評価の信頼性がわかり、信頼性の高いパネルの中にも見方が全く違うパネルがいることがわかった。
- 2) 今回の評価では第1主成分の寄与率が高く(約80%)、また誤差の大きいパネルが36人中6人と少なかったため主成分分析のデータに、さほど影響を及ぼさなかった。しかし、個々のパネルの評価の信頼性を分析してから解析をした方

がより精度の高い結果を得ることができたことがわかった。

### 3) パネルの構成群による評価の特徴

デザイナーと他のパネルは第2主成分(フロントフェンダ形状)の好みの幅が異なる。デザイナー以外のパネルはフロントフェンダの形状に対する好みの幅が広いのに対して、デザイナーはフロントフェンダの好みが一致していることがわかった。

今回の研究に際し、ご指導賜りました官能検査研究会の芳賀先生、池山先生に厚くお礼申し上げます。

### ■参考文献

- 1) 芳賀敏郎、橋本茂司：実験データの解析  
(1) 日科技連

### ■著者



杉崎 昌盛



服部 恭子

日本プラントメンテナンス協会  
PM優秀論文賞 第2席入選

## ダイカストマシン水溶性油圧作動油の保全

Maintenance of Water Soluble Hydraulic Fluid for Die Casting Machines

井上 清志\*  
Kiyoshi Inoue

### 要旨

水溶性油圧作動油の日常管理で、作動油の浄水処理は非常に重要である。しかし、現状のろ過装置では長時間ろ過しても、作動油の劣化状態を示す透過率が思う様に改善されない。その原因を追求していったところ、鉛油分の混入の影響が大であることが判明した。特に水溶性油圧作動油（水・グリコール）への鉛油分の混入は、油圧機器への悪影響（摩耗）が理論的にも知られている。

今回、この鉛油分の混入防止策として、油圧タンクのエアブリーザーからの鉛油分の吸入を阻止するため、外気との隔離方法を研究し、最終的にジャバラによる呼吸装置を開発した。また、一度混入した鉛油分を除去する方法として、油滴の凝集粗大化理論とフィルターの逆流効果を組み合わせ、画期的な水溶性油圧作動油のろ過装置“水グリ・クリーナー”を開発・実用化に成功した。

### 1 はじめに

ミスト、粉じんなどの過酷な環境の中で使用されるダイカストマシンは、その動作のほとんどが油圧によるものである。作動は、高圧油を使い、高速で衝撃も大きい。特に射出時の動作の精度は、製品品質に大きな影響を及ぼす。従って、油圧機器の中で血液の役割を担っている作動油の維持管理が、特に重要である。

ヤマハ発動機㈱では、TPM活動の中でハードを中心と整備を進めてきたが、近年この血液にあたる油剤のメンテナンスに取り組んできた。ここでは、水溶性油圧作動油（水・グリコール）への鉛油分の混入防止機構と鉛油分の分離装置を開発し、効果を上げたので報告する。

### 2 水溶性油圧作動油の管理と問題点

作動油の汚染度を管理するため、以前は外部メーカーへ分析を依頼していた。しかし、結果が出るのが遅れ、コストも高くついていた。このため、簡単に測定できる光透過率測定法に基づく、簡易診断装置（商品名：水グリ博士）を入手し、自主管理を始めた。

この測定方法の原理は、透明油ケースをはさんで光を当て、光量の変化で汚染度を測定するものである。現在使用している作動油について分析したところ、図1に示すように、ほとんどのダイカ

ストマシンの作動油が正常範囲からはずれていた。

この中で透過率が2%まで下がっていた作動油をろ過し、メーカーで分析してみた結果、表1のようにろ過前後の汚染度は、3.52から0.64となり改善された。しかし、簡易診断装置による透過率は表2に示すように21%までしか改善されなかった。

そこで、汚染度が改善されても透過率が上がらない原因を究明するため分析を進めたところ、鉛油分が含まれていることがわかった。

一般に、水溶性の作動油に鉛油分が含まれると、潤滑性能が低下すると言われている。<sup>1)</sup> 作動油維持管理のため、鉛油分混入の影響について調査した。

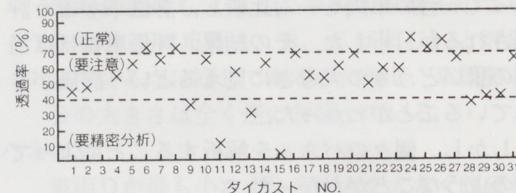


図1 作動油の透過率測定結果

\*铸造事業部 磐田第2工場

表1 分析結果

性状	ろ過前	ろ過後
密度	1.057	1.056
外観	赤色	←
動粘度	49.52	49.27
水分	39%	39%
アルカリ価	163	161
pH	9.6	9.6
汚染度	3.52	0.64

表2 簡易診断結果

	ろ過前	ろ過後
電圧	3.21V	3.21V
透過率	2%	21%

### 3 鉛油分の混入とその影響

#### 3.1 潤滑性能低下の理論と摩耗の関係

油圧ポンプの潤滑領域は境界潤滑領域であり、潤滑油膜が著しく薄い。従って、摩耗防止剤に脂肪酸系の物質を用いて、金属表面に図2に示すように吸着皮膜をつくる。しかし、脂肪酸( $C_nH_{2n+1}COOH$ )と鉛物油( $C_nH_{2n+1}COO$ )の分子構造が似ているため、鉛物油が混入すると接着部の極性が乱され、潤滑被膜に穴があくため、金属接触を起こすとされている。<sup>2)</sup>また、実際に水グリコール作動油の新油に、鉛油分を1%強制混合した場合のポンプの摩耗テストでは、図3の報告がされている。鉛油分の混入なしの場合、初期摩耗後の摩耗量が非常に少ない。これに対し、鉛油分が1%混入した場合、継続して摩耗していくのがわかる。従って、水グリコール作動油の保全では、潤滑油など各所に使われている鉛油分の混入防止と、混入後の除去が課題となる。<sup>3)</sup>

### 4 鉛油分浸入経路の究明

#### 4.1 ダイカストマシンへの浸入経路

鉛油分がダイカストマシンのどこから浸入するのか、図4に示すPM分析で調査した。分析の結果、

- ①油圧タンクについては、タンク上部清掃口のガスケット不良の影響が大きい。
- ②油圧機器については、油圧機器交換時の防錆用の混入の影響が大きい。
- ③操業中の劣化については、空気中の鉛油分の影響が大きく、エアブリーザ破損による不具合が生じる。

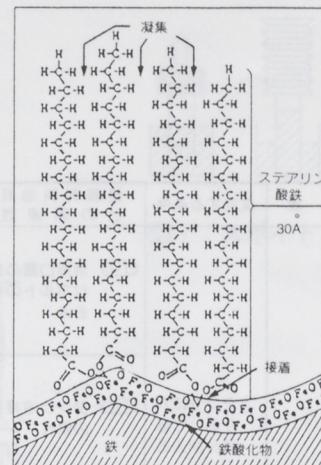


図2 潤滑油膜の構成図

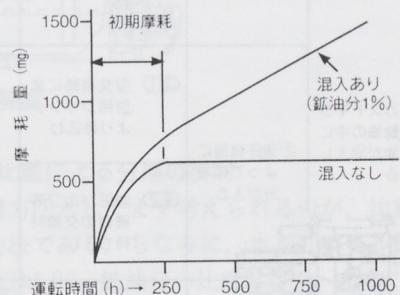


図3 鉛油分の混入による影響

以上の3項目が原因で浸入経路が形成されることがわかった。

本論では、操業中の劣化の主な原因となる空気中の鉛油分の混入対策について述べる。

#### 4.2 大気とのしゃ断

ダイカストマシンの1サイクルにおける作動油タンク内の容積の変化は、図5のようになっている。この容積変化に対応できる機構があれば作動油を外気としゃ断することができる。最初、図6のビニール袋でテストしたところ、計算どおりの容積をもたせれば、機械の動きに十分対応できることがわかった。さらに目で見る管理の観点から、図7のようにスポットをヒントにして、油圧タンクの異常が一目でわかるようにした。また、耐久性を考慮して、図8のようなジャバラ式呼吸装置を考案し、設置テストを行った。

現象	成立する条件	設備材料治具との関連性	調査方法	結果
ダイカストマシン作動油の中に鉛油分が混入している	①タンクに穴があいて鉛油分が入る  ②油圧機器によって鉛油分が入る  ③空気中の鉛油分を吸い込む	(1-1) 清掃口蓋の締付ボルトのゆるみ  (1-2) タンク溶接部の割れ  (1-3) 清掃口蓋のガスケットの敗れ	(1-1) 清掃口フタ取付ボルト増結  不良締付  (1-2) タンク溶接部 シジ部不良3ヶ所  ↓ スタッドボルト3本 交換  (1-3) 1/4周増締め  加圧1kg/cm <sup>2</sup>  溶接部の漏れOK  蓋面からの漏れ →NG  トグル部の油  携動板の油  型縫ストライカの油	タンク上蓋 ガスケット部より漏れ  作動油タンクの上には型縫から落ちた油タンク上に乗っている  ガスケットの破れから油タンク漏入  なぜガスケット破れて潤滑油が漏入するか
		(2-1) 型交換時に金型用シリンドより持ち込む  (2-2) 油圧バルブ等機器の交換時持ち込む	(2-1) 作動油は1種類のため、問題なし 外注工場とのやり取りの場合  ↓ (作動油を抜き取り) (ブラッシング)  ↓ 基準通り実施 問題なし	(2-2) 油圧機器交換  バルブ類➡防錆用に鉛油使用  ↓ バルブ1台当りの量 ゲージ類➡ブレンド管内に鉛油が漏っている  ↓ ケージ1台当りの量  ↓ 量的に少ないが作動油の中に混入する。
		(3-1) CYL等のシール部より吸い込む  (3-2) エアブリーザーより吸い込む	(3-1) CYL内部目視点検油もれなし タンク内作動油目視点検  (3-2) エアブリーザー分解目視点検NG エアブリーザー断面  エアブリーザー フィルター  (なぜ) 今まで管理していなかった (なぜ) 作動油分析結果正常であれば問題ないと思っていた  ↓ 取り外して清掃しようとしたが清掃できる構造になっていない	⇨フィルターの改善が必要  ↓ エアブリーザー フィルター  フィルターは油と汚れてベトベト フィルター目詰りによりフィルターが外(破損)されている  ↓ アクチュエーターの動作によりタンク内の作動油が上下する事によって、タンク内の空気が矢印のように移動する  ↓ 空気内のミストはこのとき、エアブリーザーのフィルターにて除去される  ↓ フィルターの密度は300ミクロン空気中に浮遊している。ミスト油分は数ミクロンの為、このフィルターでは取れない

図4 鉛油分混入のPM分析

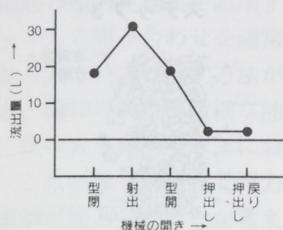


図5 容積変化

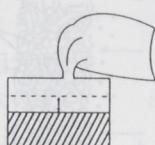


図6 袋テスト

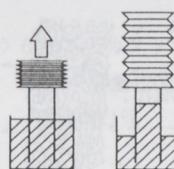


図7 スポイト

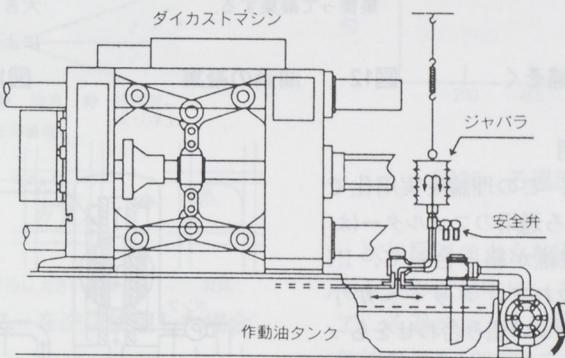


図8 ジャバラ式呼吸装置

ジャバラ装置を取り付けた効果を、毎月ごとに精密分析を行い確認した。その結果、図9に示すように鉛油の混入による透過率低下がなくなった付随効果として、作動油の水分の蒸発とそれに伴う性状変化が6ヵ月間ほとんどなくなった。この対策で、外気の影響による劣化は防ぐ手段が確立できた。

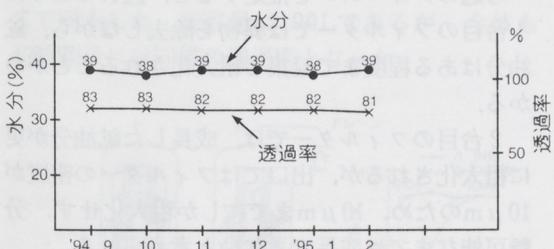


図9 ジャバラ取り付けによる性状効果

## 5 鉛油分の除去装置の開発

前記ジャバラ装置の導入で、大気中からの鉛油分の混入は大幅に改善された。しかし、ほかにも微量ながら浸入することもある。このため、作動油へいったん混入した鉛油分の除去も大きな課題となり、検討を行った。

### 5.1 比重による分離の検討

分離方法としてまず考えられるのが、比重差による方法である。ちなみに、水グリコール作動油の比重は1.06、鉛油分の比重は0.85～0.9である。汚濁した作動油をガラス容器に採って、1週間放置して見た。不透明な状態は変わらず、図10に示す比重差を利用した静置方式では分離できないことがわかった。

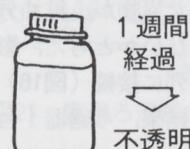


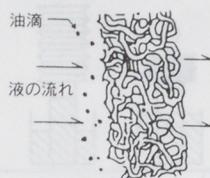
図10 放置テスト

原因は、鉛油分がミクロンオーダーの粒子で混入しており、安定性が増して分離しにくくなっているためと考えられる。このため、油滴の凝集粗大化理論の応用をすることにした。

以下に、この理論を簡単に説明する。

鉛油分が細い纖維層を通ると、その纖維に絡みつき、油滴同志が互いに凝集し、より大きな油滴に成長するという性質をもつことが、凝集粗大化理論として知られている。図11～13に凝集粗大化理論のステップを示す。

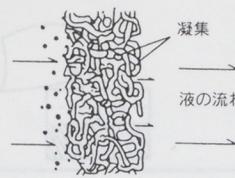
ステップ1



繊維が絡みあっている  
表面で油滴を捕らえる。

図11 微小分散油滴の捕そく

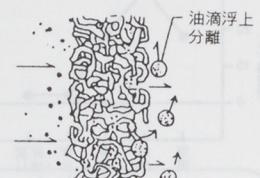
ステップ2



捕らえた油滴が  
集まって凝集する。

図12 油滴の凝集

ステップ3



凝集した油滴が成長し、  
大きくなると液の流れ  
により放出されて浮上する。

図13 油滴の粗大化

## 5.2 凝集粗大化理論の応用

一般のろ過器を使用して、この理論を実用化できないか検討した。作動油ろ過用のフィルターは、ほとんど図14のように、繊維が絡み合って、IN側からOUT側へ向かうにつれて、メッシュが小さくなっている。このメッシュの組み合わせをもつろ過器(図15)で分離テストを行った。

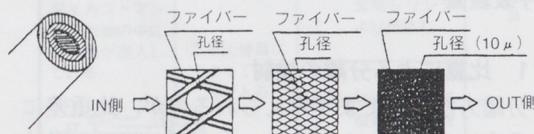


図14 フィルター構造

その結果、20時間ろ過しても透過率は約20%しか改善されなかった。分離が不可能で、ドレンから鉛油分は検出できなかった。次に、ろ過器のフィルターで除去された異物が、鉛油分の粗大化に影響しているのではないかと考え、影響がないようろ過器2台を直列に接続(図16)して分離テストを行った。その結果、ろ過器1台の時と同じ結果であった。

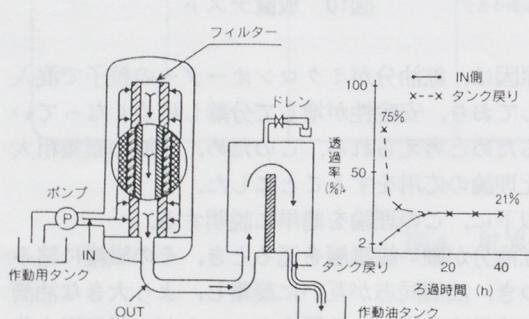


図15 ロ過器1台でのテスト

## 5.3 分離方法の再検討

テストしたフィルターを分解調査した結果、1台目のフィルターには異物および鉛油分が付着し、2台目のフィルターには鉛油分だけが観察された。

ろ過のメカニズムを推定すると、図17のようになら、1台目のフィルターでは異物を除去しながら、鉛油分はある程度まで凝集し粗大化されることがわかる。

2台目のフィルターでは、成長した鉛油分が更に粗大化されるが、出口ではフィルターの密度が $10\text{ }\mu\text{m}$ のため、 $10\text{ }\mu\text{m}$ までにしか粗大化せず、分離可能なまでに成長できないと考えられる。

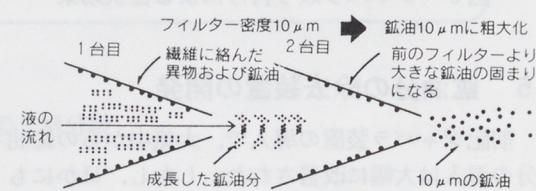


図17 2台のフィルターを直列に使用した場合

前述の粗大化理論を応用すれば、フィルターのメッシュの組み合わせを通常と逆にして、小方から大の方へ流す方法が考えられる。こうすると、図18のように微細な油滴が凝集して粗大化し、次の大きいメッシュにおいてさらに粗大化する。これが繰り返されて浮力をもつままで成長し、捕集が可能となることが考えられる。

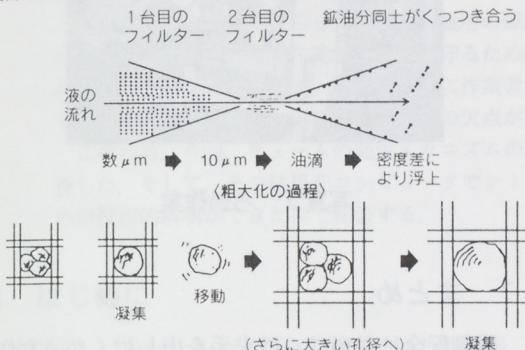


図18 2台目のフィルターを逆に使用した場合

#### 5.4 ろ過器の逆流テスト

前述の考え方に基づき、通常のろ過器の逆流テストを行った。2台のろ過器を図19のようにA側のろ過器は通常に接続し、そこを通過してきた液をB側のろ過器に逆の方向に接続した。1台目のろ過器では、鉛油分以外の混入異物を捕そくすると同時に、鉛油分をある程度の大きさ(10 μm)まで凝集粗大化させ、さらに2台目のろ過器で浮力がつくまで凝集粗大化させるわけである。その結果、ろ過した液の透過率は、運転後すぐに83%まで向上した。総容量は100Lであるが、全体も40時間後には同様の透過率となった。

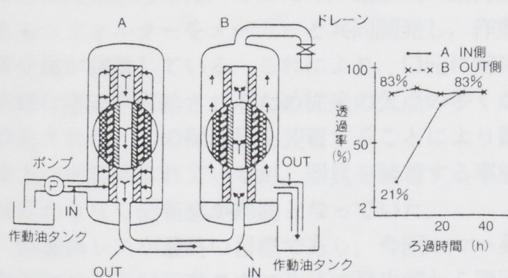


図19 逆流テスト

#### 5.5 ろ過条件の検討

凝集粗大化の現象は、液の通過スピードに影響され、スピードが速すぎると油滴が浮上する前に押し流されてしまうことが予想される。そこで、ろ過流量と透過率の関係を調査した結果、ろ過流

量は400L/h以下に設定しなければならないことがわかった。(図20)

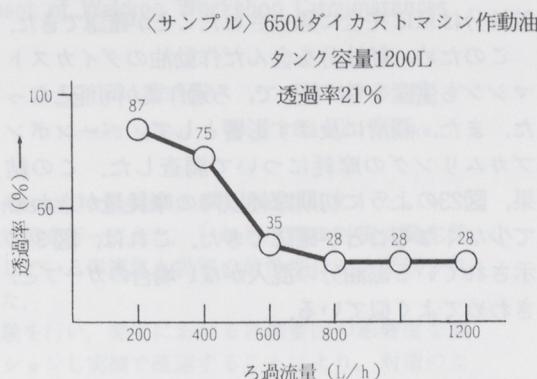


図20 ろ過流量と透過率の関係

次に図21のような実用ろ過器で650tダイカストマシンの稼働中に、ろ過流量を300L/hに設定して、ろ過テストを実施した。分離されたたまたま鉛油の量を10時間ごとに測定した結果、図22のように40時間後には2500cm<sup>3</sup>、透過率は78%の結果を得た。

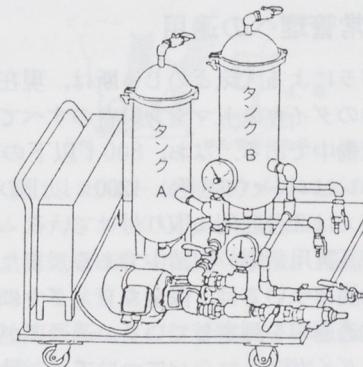


図21 実用ろ過器の略図

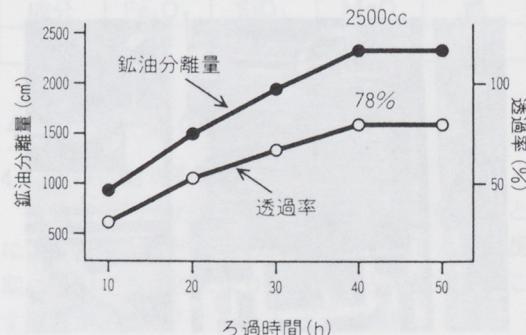


図22 ろ過時間と分離量の関係

### 5.6 ろ過の効果

前記の透過率78%の作動油を分析したところ、鉛油分はほぼ完全に除去されたことが確認できた。

このため、鉛油分を含んだ作動油のダイカストマシンも生産をやめないで、ろ過作業が可能となった。また、潤滑に及ぼす影響として、ベーンポンプカムリングの摩耗について調査した。この結果、図23のように初期摩耗以降の摩耗量がきわめて少なくなることが確認できた。これは、図3に示されている鉛油分の混入がない場合のカーブと、きわめてよく似ている。

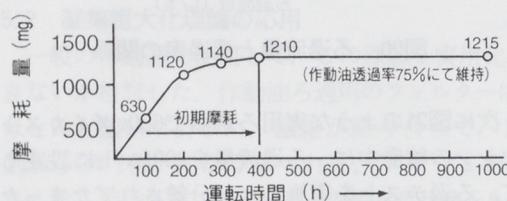


図23 ベーンポンプカムリング摩耗テスト

### 6 日常管理への適用

ジャバラによる大気とのしゃ断は、現在工場内で稼働中のダイカストマシン31台のすべてに取り付け、稼働中である。なお、800t以下のダイカストマシンはジャバラ1台、1200t以上のダイカストマシンは2台並列に取り付けている。これは、現在特許（実用新案）申請中である。また、操業中の作動油については、保全カレンダーに基づいて、順次透過率を測定している。透過率が70%を下回ったダイカストマシンについては、計画的にろ過器“水グリ・クリーナー”をセットし、ろ過作業を実施している。

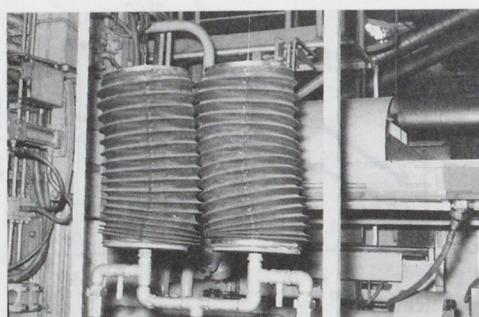


写真1 ジャバラ取り付け

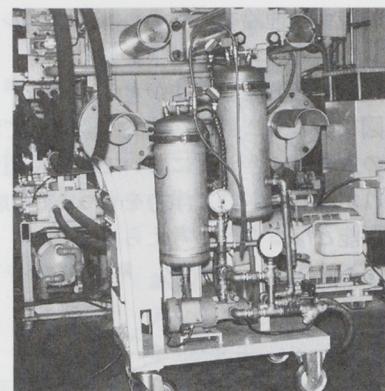


写真2 ろ過作業

### 7 まとめ

設備保全において、従来手を出しにくかった作動油の保全について検討した。結果として、大気とのしゃ断と混入した鉛油の除去について、簡単な方法を開発し、ダイカストマシン油圧機器の摩耗などによる性能低下がなくなった。また、作動油の寿命延長もでき、地球環境保全にも役立つことができたと確信している。作動油の性状分析をはじめ、各種の助言をいただいた、（株）モレスコテクノの大西隆雄氏に心から感謝の意を表す。

#### ■参考文献

- 1) (株)モレスコテクノにおける油圧ポンプ摩耗試験結果
- 2) 新版 潤滑の物理科学 東京大学 桜井俊男

# 溶接ヒューム流れ解析と職場環境対策

Analysis of Weld Fumes Motion and Improvement of Welding Workshop Circumstances

大原 章\* 三井 昇\*\* 田中 廣\*\*\*  
Akira Ohara Noboru Mitsui Hiroshi Tanaka

## 要旨

MAG溶接時に発生するヒュームは、職場の環境を悪化させるため従来より問題となっていた。ヤマハ発動機㈱においても、作業者の健康を守るために様々な対策を行ってきた。しかし、その対策は発生源からの対策になっておらず、対策のために作業者が装着している保護具も吸気の清浄度は充分確保されているが、行動に制約が出てしまうなどの欠点が存在した。

このため、今回、ヒュームの発生メカニズムの基礎実験を行い、発生における各種要因の影響度を調査した。そして、その結果をコンピュータでシミュレーションし実機で確認することにより、対策のための技術的解明ができたので報告する。

## 1 はじめに

MAG (Metal Active Gas)溶接法は高能率、高品質であることから各方面で多用されその伸びは著しい。またこの溶接法は半自動、自動、ロボット溶接に適用されているが、溶接時に発生するヒュームの処理が溶接職場での課題となっている。

具体的には換気装置などの工場設備や、防塵マスクを始めとする安全衛生保護具による改善が進められている<sup>1)</sup>。

## 2 今までの対策の経緯

ヤマハ発動機㈱においては、防塵マスクの使用と吸引フードの設置などにより対策を行ってきていた。

従来の防塵マスクは、防塵の目的は達成しているが、息苦しい・夏場にはむれる・圧迫感があるなどの欠点があった。そのため、電動式の動力源をもつフィルターをメーカーと共同開発し、作業者全員が装着している。これにより、口元に常に新鮮な空気が供給されるため従来の欠点の多くが改善された。この保護具を装着することにより健康上の保証はされているが、器具を装着する事態は変わりなく装着感が課題となっていた。

保護具レスが最終の目標であり、今回ヤマハ発動機㈱のTPM活動の中で改めて発生源から原因を取り除くための対策を開始し、その結果が今回の報告である。

## 3 ヒュームとは

溶接ヒュームとは、溶接または切断時の熱によって蒸発した物質が冷却されて、個体の微粒子になったものである。従って、母材表面に付着した油、ゴミなどの異物が、溶接時の熱により燃えて、発生した酸化物や油煙も含まれる。(図1)

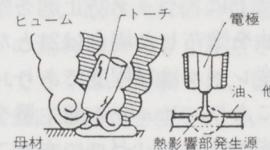


図1 ヒューム発生のメカニズム

ヒュームの大きさは $0.01\text{ }\mu\text{m} \sim \text{数 }\mu\text{m}$ であり、溶接時の上昇気流に乗って上昇拡散し、滞留後、ゆっくり沈降する性質をもっている<sup>2)</sup>。ヒュームの成分は、油、ゴミなどの付着物がない場合60%以上は、酸化鉄からなっている。<sup>3)</sup> (表1)

表1 分析例 (付着物がない場合)

成分	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	$\text{MnO}$	他
%	66	10	8	16

## 4 ヒュームの影響について

### 4.1 人体に対する影響

金属酸化物であるヒュームを、多量に吸うことによって、金属熱といわれる高熱を出したり、長期に吸引することにより、塵肺などの症状をおこす危険がある。<sup>4)</sup>

### 4.2 周辺に対する影響

ヒュームの沈降堆積によって、工場内が汚れる

のは当然であるが、溶接機、制御盤など、冷却ファン付きの機械設備の中にも入り込む。ヒュームの基板などへの付着により、電気部品などの焼損を招くことがある。実際の例として、溶接機内部に数百グラム堆積した場合があり、定期的な清掃が必要となっている。

## 5 素材表面状態と発生量

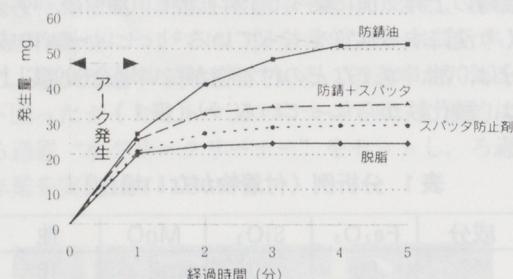
ヒューム発生は、材料の表面状態によって大きく左右されると前述したが、実際の工程では表面に防錆油、スパッタ防止剤などの油が、付着した状態で溶接しているのが実状である。

ここでは、防錆油とスパッタ防止剤のファクターについて、ヒューム発生量への影響度実験の結果について述べる。

### 5.1 付着物と発生量

図2に素材の表面状態の変化に伴う、ヒュームの発生量と経過時間との相関を示す。材料を脱脂して、油分の全くない状態で、溶接したときの総発生量を10として、他の油の影響度を調べると、材料にスパッタ防止剤を塗布した場合は12、防錆油を塗布した上にスパッタ防止剤を塗布した場合は14、防錆油を塗布した場合は21となる。

現在の生産レベルは14程度であり、溶接前に脱脂することにより、ヒューム発生量を30%削減することは可能であるが、ゼロにすることはできない。つまり、溶接するからにはヒュームの発生を避けることはできない。



◎一定条件下同一位置にて400cm<sup>2</sup>のフードに捕集されたヒュームの累積濃度をデジタル粉塵計にて1分間隔で測定  
条件 電流160A、電圧18V、速度200cm/min  
試料 防錆油、スパッタ防止剤は垂れる状態に塗布し垂直状態に30秒間放置したものを使用

### 図2 表面状態とヒューム発生量

さらに、図2から次のようなことが言える。

①ヒュームは、脱脂された状態ではアーケ発生中に90%が発生し、10%が溶接終了後、2分間以内に発生する。

- ②防錆油が付着していた場合、総発生量は2倍となり、溶接終了後、3分間発生が続き、アーケ発生中の発生量とほぼ同量が発生する。
- ③スパッタ防止剤が、ヒューム発生に与える影響度は、防錆油に比べて低い。これは、スパッタ防止剤の揮発性が、高いことに起因する。
- ④スパッタ防止剤は、吹き付けることにより、ヒューム発生量を押さえる効果がある。これは、スパッタ防止剤の粘性が低いため、粘性の高い防錆油を洗い流しているからであると推測される。

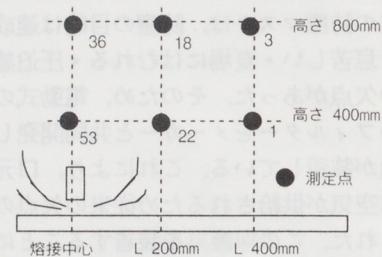
従来、工場ではスパッタ防止剤が、ヒュームの大きな要因であると言われていたが、この調査結果から、必ずしもそうではないということが分かった。

### 5.2 ヒューム拡散の状況

ヒュームは、溶接時の上昇気流により拡散するのが普通である。そこで、アーケスタート後、アーケ発生点を中心とした、ヒュームの濃度分布を調べた。

ヒュームは、無風状態では、まっすぐ上昇し拡散する。水平方向の拡散は、ある範囲に限られており、通常の作業では、アーケ点から水平方向に400mm離れば、人体への影響はほとんどなくなる。図3また、わずかの風があると、大きく影響を受けることが、他の実験によって確認された。

ヒュームの対策は、こうした性質を十分に考慮して進めることが、ポイントとなる。



溶接条件、測定法は前項の条件と同一

テストは無風状態にて実施

テスト霧団気濃度  $1 \text{ mg/m}^3$

図3 アーケ点からの距離と  
10分間の累積濃度 ( $\text{mg/m}^3$ )

## 6 ヒューム対策について

工場でのヒューム対策としては、図4に示すような3つの方式があるが、製品形状などの制約から、基本展開は、現状採用されているフード方式

を改善して、工場内への漏れをなくし、現在作業者が着用している防塵マスクを、廃止することを最終目標とした。

具体的には

- ①工程をユニットとして考え、ユニット単位でのヒュームの集塵を進める。
  - ②ユニットの周りを囲んで、内部に最適な気流を作り、外部への漏れをゼロにする。
- 対策ユニットをキャビンと呼び、以後キャビンと称する。

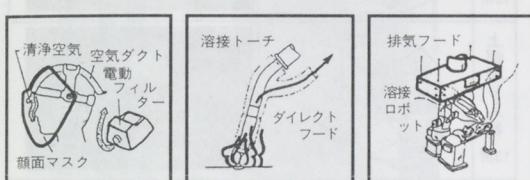


図4 ヒューム集塵の方法

## 7 キャビンの開発

開発を、4ステップに分けて行った。各ステップごとの展開内容について説明する。

### 7.1 第1ステップ

#### (1) 現状分析

現在の上部フード吸引では図5でわかるように工場内の出入り口からの風の進入など外乱の要因があり、捕集効率が悪い。実際に測定してみると、作業エリアに漏れているヒューム量は、 $3 \text{ mg/m}^3$ の箇所もあった。この値は、溶接作業環境基準（WES9007）の上限値と同じであり、好ましい環境とは言えない。

#### (2) キャビンの試作

現状のロボット工程において、ロボットと治具を一体のユニットとして考え、ユニット全体を囲ったキャビンを試作した。（図6）

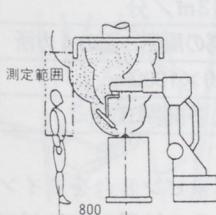


図5 フード集塵

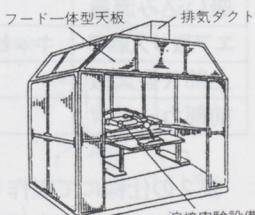
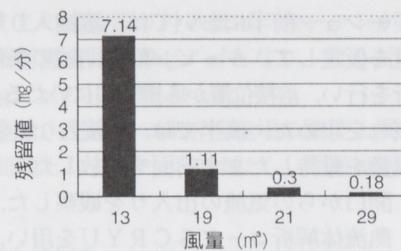


図6 キャビン集塵

このキャビンにて風量、エア吸入口の位置、形状などの実験を行った。

### (3) 風量とヒューム残留濃度の相関

キャビン上部よりの吸引風量とキャビン内ヒューム残留濃度の相関を調べた結果を図7に示す。この結果より、試作キャビンでは、吸引風量が $21 \text{ m}^3/\text{min}$ までは、残留値の減少率が大きいが、それ以上では、実験時の環境値（ $0.1 \text{ mg/m}^3$ ）のレベルに近く、風量を増やしても得られる効果が、小さいことがわかる。



データは $100\text{cm}$ の溶接終了後キャビン内コーナー部の値

図7 残量と滞留値

### (4) エアの取り入れ口の設定

ファンを用いてヒュームを吸引することで、キャビン内が負圧になり、エアを取り入れる必要がでてくる。取り入れ口の位置によって、内部のエアの流れは、大きく左右され、集塵性能に影響がでてくる。実験では、図8に示すように取り入れ口の種類を変更して、比較した。その結果、滞留が最も少なく、流れがスムーズであったのが、真横方向設定の場合であった。

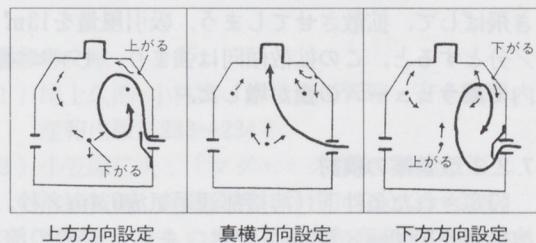


図8 エア取り入れ方向と漏れ

また、採り入れ口の面積が小さいと、その近傍の流速が上がり、溶接時のガスシールドに影響し、溶接欠陥（ブローホール）を引き起こすことも確認された。（図9）



図9 溶接時の横風の影響

## 7.2 第2ステップ（シミュレーション解析）

### 7.2.1 解析の目的と方法

試作したキャビンの各部の流れを可視化し、さらに効率のよい、簡素な仕様を見いだすことを目的として、コンピュータシミュレーションを行った。溶接工程では、約80秒の溶接作業をキャビン内で行った後、前面を開放してワークの着脱を行う。

工程サイクルは約2分である。したがって、シミュレーション前半においては、溶接入り熱と吸引風量を仮定して、キャビン前面閉鎖の条件の下で解析を行い、溶接位置から排気口にいたるヒュームの流れを求める。後半では、溶接入り熱をやめ、吸引風量を維持したまま前面を開放したとして解析し、開口からの気流の出入りを観察した。解析には、熱流体解析コードSCRUYを用い、モデルは59878要素で、断熱壁、壁面摩擦なしとした。溶接条件から発熱は3200Wと推定、ワーク表面に均等に分布させた。

### 7.2.2 試作キャビンの解析結果

吸引風量を21m<sup>3</sup>/分とした解析では、溶接入り熱による対流が、顕著に認められた。天板に当たって、左右へ分散した気流の一部がキャビン側面に沿って下降し、空気取り入れ口からの気流と合流して、横方向に循環する流れが、形成されていた。左右の循環流は、キャビン中央のワークの真下で合流して、強い上昇流となるため、ヒュームを吹き飛ばして、拡散させてしまう。吸引風量を13m<sup>3</sup>/分とすると、この拡散傾向は強まり、キャビン内に漂うヒュームの量が増した。

### 7.2.3 改善案の検討

設定された条件下（溶接部通過気流0.4m/秒、溶接範囲1000mm×700mm）では、キャビン内の流れは17m<sup>3</sup>/分となることから、これ以下の吸引風量では、ヒュームがキャビン内に残ることになる。このため、吸引風量低減を実現するには、ワーク付近の流速を抑えることが必要と考え、排気口をキャビン奥に集中配置する、給気口をキャビン上部前方にする、下部前方にするなどの対策案について、シミュレーションを行った。検討した中では、下部前方給気案が上昇流の収束がよく、上部に設けたR型天板に当たったヒュームが、キャビン全体に分散することなく、速やかに排出されることが分かった。また、吸引風量を低減した場合の解析では、どの給排気案も溶接点付近の流速が、

溶接品質に影響する0.4m/秒を越えることはなかった。図10にシミュレーション結果の一例を示す。

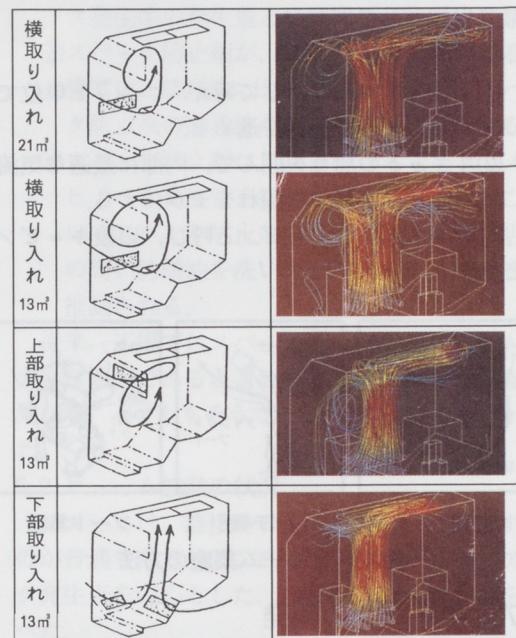


図10 シミュレーション結果  
(吸引風量・位置と流れ分析)

### 7.2.4 前面開放時のヒューム漏れ

カーテン開放時、外部より流入する気流の分布を経過時間5秒おきに求めたところ、左右開き方式では、前面からの漏れがあったのに対し、上下開き方式（下部給気）では、少ない吸引風量においても漏れはほとんど認められなかった。

## 7.3 第3ステップ（キャビンのライン導入）

シミュレーション結果に基づき試作キャビンの仕様を表2のように変更し、ラインに導入して実際の状況下でのテストを行った。

表2

吸引風量	13m <sup>3</sup> /分
エア取り入れ口	キャビン下部の周囲3面の4カ所
上部R型天板	900×1800mm
前部カーテン	上下開閉式

表2の仕様にて製作したキャビン8台をラインに導入して、確認を行った。その結果、キャビン外へのヒュームの漏れはゼロであり、当初の目的を達成することができた。吸引風量も13m<sup>3</sup>/分と、従来タイプ（42m<sup>3</sup>/分）の1/3を達成することができた。

また、キャビン方式を採用することにより、溶接工場特有の現象であるスパッタの飛散を、キャビン内にとどめることができた。従来は、スパッタが通路まで飛散していたが、飛散がなくなったことにより、工場の5Sへの寄与も大きいものがあった。図11にラインに導入されたキャビンの外観を示す。

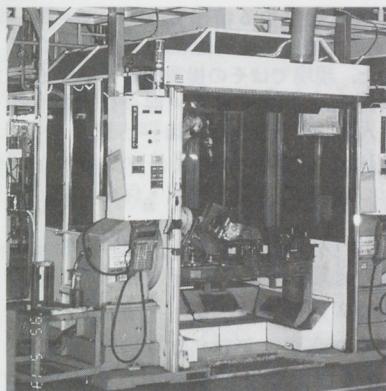


図11 ラインに設置されたキャビン

#### 7.4 第4ステップ（キャビンの問題点と改善）

キャビンからの工場内への飛散は対策できたが、カーテンが開いた瞬間に、キャビン内の残留ヒューム濃度は $0.96\text{mg}/\text{m}^3$ あることがわかった。（作業者の口元高さ位置）この値は、基準値より低いが、目視ではうっすらとヒュームが、漂っている状態であり、人に対しては、好ましい状態ではない。実際の作業では、カーテンが開くと同時に作業者が、製品を取り外すために、キャビンの中に上半身を入れる場合があり、この状態にさらされる。（図12）溶接終了後、カーテンが開いた瞬間のヒューム濃度を下げるには、吸引風量を増やして、単位時間当たりの処理能力を上げるのが、最もよい対策である。そのため、図13に示すような機構を、吸引ダクトに追加して対策を行った。

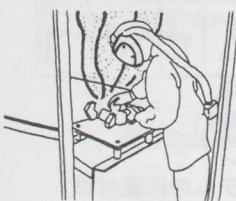


図12 作業時のヒューム



図13 風量制御ダンパー

この装置は、溶接中はダクトの風量を $2\text{m}^3/\text{分}$ とし、キャビン内を負圧状態にし、溶接終了後、カーテンが開く直前から、一定時間 $36\text{m}^3/\text{分}$ の風

量での吸引を可能としたものである。これによって、カーテンが開いた瞬間は、大風量による上方の気流ができ、人が上半身をキャビン内に入れても影響を受けることはなくなった。

従来の吸引風量は、常時 $13\text{m}^3/\text{分}$ であったが、改善後は一定時間 $36\text{m}^3/\text{分}$ で吸引するだけであり、平均吸引風量としては、ほぼ同じか低いレベルにすることができた。

また、この装置取り付け後は、カーテンが開いた時の残留濃度は $0.09\text{mg}/\text{m}^3$ となり、取り付け前の $0.96\text{mg}/\text{m}^3$ の $1/10$ となった。

この値は、工場内の非溶接職場の濃度と同じであり、問題となるレベルではなく、問題は解決された。

## 8 おわりに

今回のキャビン開発は、基礎データの収集から始まり、コンピュータ解析、ライン導入改善と進み、工場内飛散ゼロの目標に対して、満足できる結果を得ることができた。今後は、キャビンの容積を可能な限り小さくし横展開していく。つまりヒュームの拡散範囲が小さい状態で捕集するということである。具体的には、キャビンを治具部のみにして、容積を $1/2$ にしたもの、ロボットアーム先端部にミニダクトを取り付けたものなどの開発を進めていき、キャビンの容積ゼロを目指していきたい。

## ■参考文献

- 1) 尾上久浩・小林実：溶接施工管理・安全管理、産報出版、233～234
- 2) 小笠原仁夫：「マグ・ミグ溶接の安全対策」、溶接技術、産報出版、(1994.02)233～234
- 3) 溶接ヒュームの手引き、進和商会、1～3
- 4) 鋼構造 溶接工作法通論、日本溶接協会、262～264

## ■著者



大原 章



三井 昇



田中 廣

## 生産時点情報管理（POP）システムの開発

## Development of Point of Production System

高島 千代久\*

Chiyothisa Takashima

## 要旨

製品の品質や生産性は生産時点で決定される。従って、生産時点で発生する情報を把握して、臨機応変に改善や合理化を実施できることが重要であり、それを支援するために生産時点情報管理（POP；Point Of Production system）システムの必要性が高い。また、現場ではその操業形態も多様であり、改善や合理化によって常に変化している。そのため、POPシステムの開発・導入・保全は困難を伴うといわれている。<sup>1)</sup>

このような状況はヤマハ発動機株でも同様であり、我々は現場にとって使いやすく、メンテナンス性の高いPOPシステムの開発を目標としてきた。また、POPシステムの開発・導入・保全における生産性を高めるために、開発の標準化と体制作りに取り組んできた。

ここでは、よりすみやかに生産現場で効果を上げるためのPOPシステムの開発とメンテナンス性向上を狙って構築した開発プロセスについて報告する。

## 1 はじめに

ヤマハ発動機株（以下、当社という）の製品の売り上げは、約半分が二輪車である。二輪車は趣味性に高い商品であり、図1のように短寿命な商品が多い。

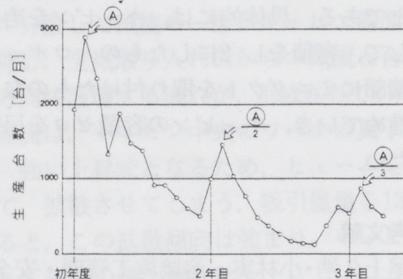


図1 生産量の変遷

また、暖かくなる時期に需要が高まる傾向がある。このため、生産は図2のように季節変動が大きく、新機種の立ち上がりの時期である秋、冬に負荷が高くなる傾向が避けられない。

このような負荷に対し、生産現場では機種・部品ごとに異なった様々な管理運営上の不具合が発生する。しかし、月次ごとの対策会議に基づくようなテンポでは、対策の効果が出るころには生産ピークが過ぎてしまうことになりかねない。従って、品質問題やラインのチョコ停（5分以内の停止）などの不具合は、即時対策をして解決する必要がある。このような現場の活動を支援する仕組みが求められている。

\*生産企画本部 生技開発室

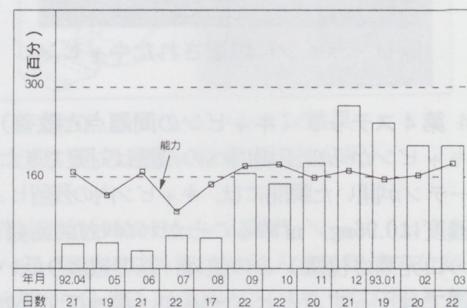


図2 生産ラインに対する年間の負荷

## 2 POPシステムの位置付け

生産情報システムは、図3のようにおおむね4階層からなっている。

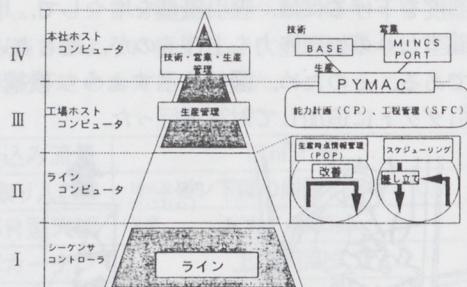


図3 POPシステムの位置付け

IV層には、当社の生産管理システムとして、大型コンピュータ上で運営されるMRPを基本にした生産管理システム（PYMAC）がある。III層として、各工場にPYMACの機能の一部を受け持つ能力計画・工程管理システムがある。また、

I層のラインコンピュータに当たる階層はシーケンサやN Cで構成されている。

一方II層の情報管理の多くは、まだ自動化されていない。現場の監督者が、自らのラインの改善とMRPに基づくラインの差し立てを行ってきた。しかし、多品種少量化する中では、監督者の生産計画立案や指示、そして、リアルタイムなライン不具合原因の把握と伝達は、非常に困難を伴う作業になってきた。

近年、中央コンピュータとラインを直結するシステムがCIMと呼ばれ、各社での導入が報告されている。しかし、「現実のラインには様々な不具合があり、そのまま結んでもシステムは機能しない」ことが指摘されている。<sup>2)</sup>また、「オペレータや保全員が情報ツールによって武装する」ことが提案されている。<sup>3)</sup>このため、我々はCIMという大がかりなものではなく、既存の設備やラインの保全や改善、また操業の援助を目的とする、独立型の生産時点情報管理（POP）システムの開発に取り組んできた。

### 3 開発経過における課題

#### 3.1 POPシステムの果たすべき役割

一般的にオペレータは生産現場で発生するもろもろの現象を肌で体感しているが、図4のように、生産活動に追われて、正確にスタッフや管理者にまで伝えることが困難な状態にある。大規模な故障については、原因の追究も組織的に行わざるをえないため記録も残るが、チョコ停は、オペレータが1人で復帰作業を行うため、その発生回数さえ把握できないことが多い。

このような情報を、細大漏らさず自動記録し、即時に対策活動に移すことのできる情報を提供するのが、POPシステム<sup>4)</sup>の役割である。



図4 現場の問題

#### 3.2 開発の経過とシステムの開発の課題

図5のように、4工場に対して'94年までに計39のPOPシステムを導入してきた。

最初は'91年にアルミ部品加工工場の新設ライン用に開発を行った。5名が6ヶ月をかけて開発したこのシステムは、当社で初めての生産管理を受け持つ大型コンピュータと加工ラインをつなぐシステムであった。

一般に、設備とのインターフェースの仕様は変更が発生しやすい。'91年ごろの実例では、少しの仕様変更でさえ、インターフェースソフトの修正に3日間程度費やしてしまった。従って、この時期ではPOPシステム自体の機能を作り込むのと同時に、システム開発の短期化や保全性が大きな課題であった。

最近では、設備だけでなくソフトウェアも固定資産として扱われるようになっており、ソフトの保全性は設備の保全同様、非常に重要な課題である。そこで、ソフトウェア作成の生産性と品質の向上のために有効な手段といわれている構造化プログラミング<sup>5)</sup>を採用した。そして、開発プロセス自体の標準化を進めながら、他工場の各種ライン用のPOPシステムを導入してきた。

項目	91年	92年	93年	94年	95年
第4工場 アルミ部品加工工場	H/C機3 ALFA S3導入	ALFA S5導入（実績4ライン）	ALFA S2導入（10ライン）		
	プレス稼働工場	複数機種 導入	中・小プレス 導入	大型プレス 導入	
中興工場	複数機種 導入	走行第1 導入	走行第2 導入	走行第3 導入	走行第4 導入
				走行第5 導入	走行第6 導入
浜北工場 鋳造工場			TPN 導入	LKP 導入	鋳造ライン導入
	加工工場				データベース 導入 オンライン導入
第2工場				第2工場 POP導入	
第3工場					第3工場 シマライン導入
自動車エンジン 組立工場					エンジンライン 導入 組立ライン導入

図5 POPシステムの開発の経緯

#### 3.3 システム開発の標準化への取り組み

システム開発の流れは大きく分けて、図6のように、要求定義・運用設計・システム設計の3つの流れがある。

特に、どのようなシステムにしたいかを決める要求定義の段階では、現状把握と分析に重点を置いています。その理由は、POPシステムが、現場管理者やオペレータの業務と直接的にかかわるものであり、いわば、現場管理業務をリエンジニアリング（BPR、業務革新）するものだからである。<sup>6)</sup>また、この要求定義の段階はシステム開発

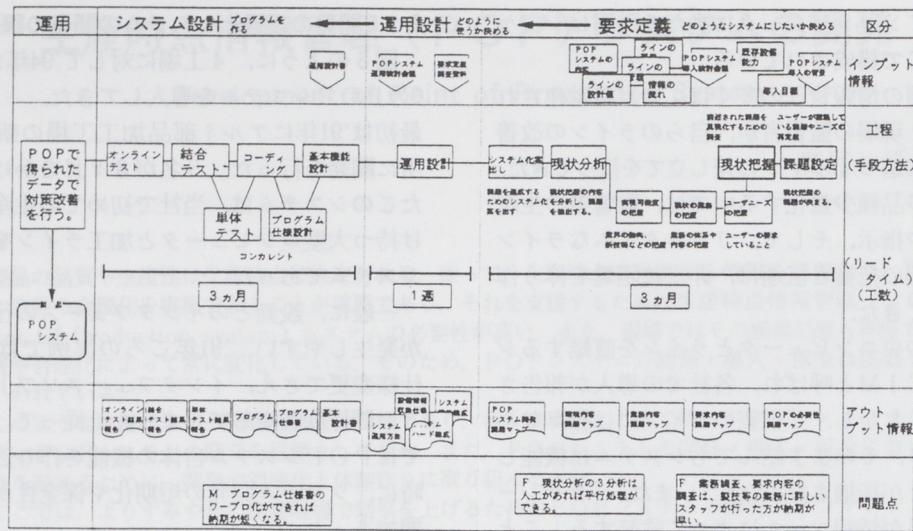


図6 POPシステム開発の流れ

の効率を決定する重要な段階でもある。

最近では、POPの標準化が提唱されているか  
7), 今までの経験では対象とする生産ラインが異  
なると、システムの仕様は大きく変わるため、仕  
様自体の単純な標準化は不可能であった。このた  
め、開発プロセスとプログラムユニットの標準化  
(部品化)を重点課題とした。

### 3.4 プログラム開発の基本的な考え方

要求定義は、図7のような階層構造の枠組み（ディレクトリ構造）を基本として設計を進めた。また、運用設計も同様に枠組みを作成し設計を進めた。

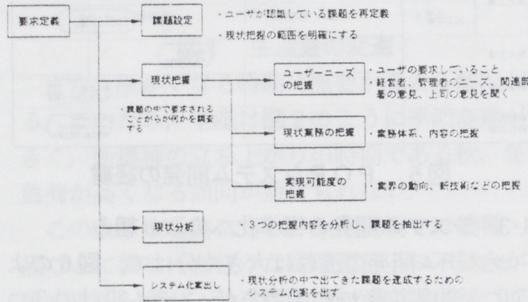


図7 要求定義

次に、システム設計段階では、表1に示すように基本的・機能・プログラムの設計作業と単体・結合・オンラインのテストを行う確認作業がある。

プログラムの設計は、図8のように最初から全体構成を考えて階層構造で表し、だれが見ても全体のかかわりあいがわかるドキュメントを作りながら進める方法を選んだ。

表1 システム設計の流れ

目的		手段(ツール)
基本設計	・タスクに分割 ・データベースの設計	基本設計書 ワープロ
機能設計	・モジュールに分割	機能仕様書 HIPO
プログラム設計	・プログラム言語と言葉を1対1に対応	プログラム仕様書 デシジョンテーブル
コーディング	・設計に従ってプログラムを作成する	C言語など プログラム言語
単体テスト	・機能設計レベルで設計どおりにできているかテスト	単体テスト仕様書
結合テスト	・基本設計レベルで設計どおりにできているかテスト	結合テスト仕様書
オンラインテスト	・システムを使う現場でテストを行う	オンラインテスト確認項目表

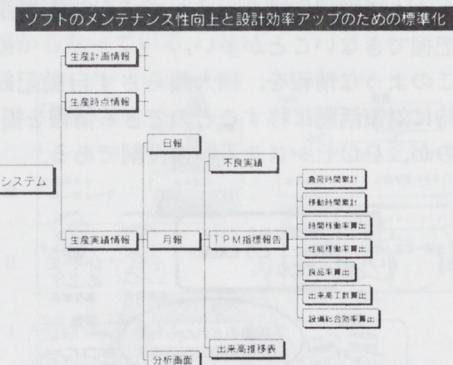


図8 構造化プログラム設計

### 3.5 システム開発の体制

開発体制としては、図9のようにチーフプログラマーチーム制<sup>8)</sup>を採用し、コミュニケーションのとりにくさや、ソフトの品質のバラツキを極力少なくした。

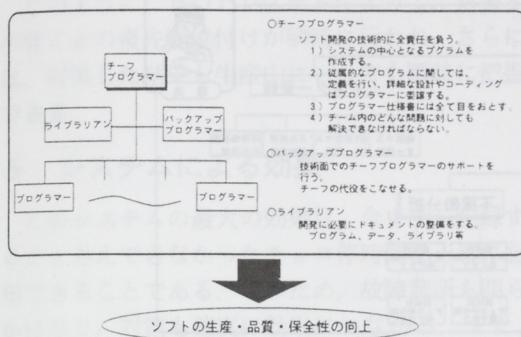


図9 チーフプログラマーチーム

業務要件の検討段階で十分な掘り下げができないと、ユーザーの要望と開発スタッフの理解に行き違いが生じるといった問題が発生する。<sup>9)</sup>

コンピュータソフト設計を専門とするメンバーを中心で開発を行った初期の段階では、生産ラインの詳細に不案内なため、要求定義に非常に時間がかかり、その上、内容の不備も発生し、実用化後も大変手離れの悪い状態となった。これを解決するために、'94年ごろからは、生産現場に一番近い立場にいる工場のスタッフに最初から参加してもらい共同開発を行うこととした。

しかし、一般に工場スタッフは、現場と固有技術は熟知しているが、ソフトを作った経験がないことが多い。そこで、図10のように9日間のC言語カリキュラムを作成し、標準化した設計書の記述方法まで教育を実施した。

項目	内 容	使用テキスト
1日目	最も簡単なC言語のプログラミング 画面の出力、転送の使い方と配列	
2日目	基本的なC言語のプログラミング 文字や数値の入力、(計算)の使い、(表示)の転送機能	
3日目	よりC言語らしいプログラミング 配列クラス、ポインタ、関数	・入門C言語 ・実践C言語
4日目		
5日目	標準関数を使ったプログラミング システム標準関数、ファイルの出力、ブリブロセッサ	
6日目	コーディングから実行まで コンパイルとリンク、エラーの対応方、コーディングのまとめ	プログラム コーディング マニュアル
7日目	プログラム仕様書作成 プログラム仕様書作成方法	プログラム (仕様 マニュアル)
8日目	演習問題	
9日目	まとめ 二次元式の解説書/プログラム	

図10 C言語教育カリキュラム

この結果、教育終了後、ソフトの一部設計ができるようになった。また、ソフト教育期間にお互

いの人間的なコミュニケーションも成立した。この教育プログラムも、逐次改善を重ねている。

### 3.6 標準化と体制作り

技術的な標準化としてはPOPシステム機能の階層化とプログラムの部品化(ユニット化)を進めた。また、現場に近い立場のスタッフと共同で、最も重要な生産ライン固有の要求の分析や定義に十分な時間をかけられるようになり一層完成度の高いシステムとなった。そして、図11のように従来の開発期間6ヶ月を、'94年段階では約4ヶ月に短縮することができた。また、スタッフの手作りの道具として活用されるようになり、導入後のメンテナンスについても非常にスムーズになった。

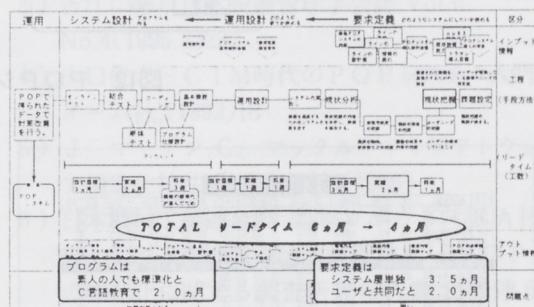


図11 鍛造POPシステム開発の流れ

## 4 具体的な機能

### 4.1 機能構成

このシステムの最大の目的は、現場の監督者やオペレータが自律的に管理や改善を行うための道具、つまり、「現場の手鏡」を作ることである。従って、先にも述べたようにオンラインでメインフレームとつなぐことは意図的に行っていない。このPOPシステムのコンピュータ構成は、図12のように、大きくは職長用端末、オペレータ用端末、不稼働データ自動収集用コンピュータの3つである。

### 4.2 運用方法

基本的な運用方法としては、画面1に示すように最初に職長は生産を見ながら差し立て計画を立案して入力する。

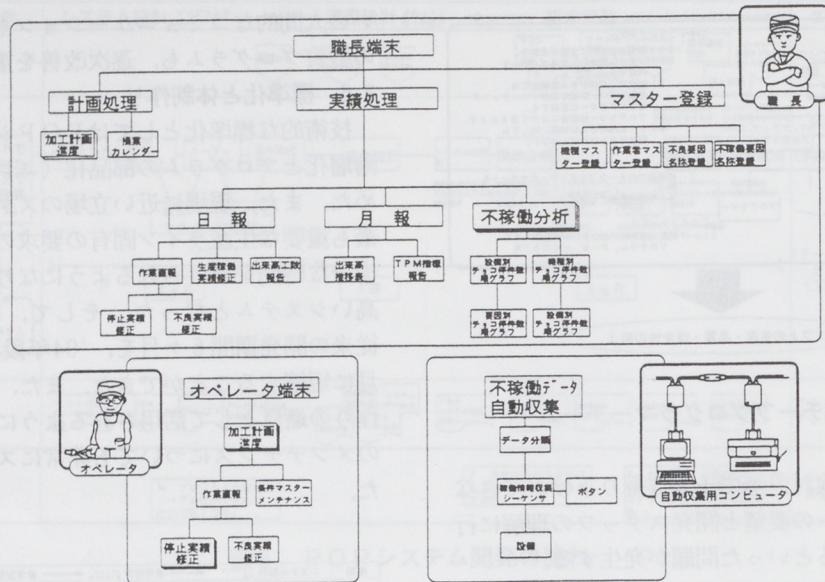
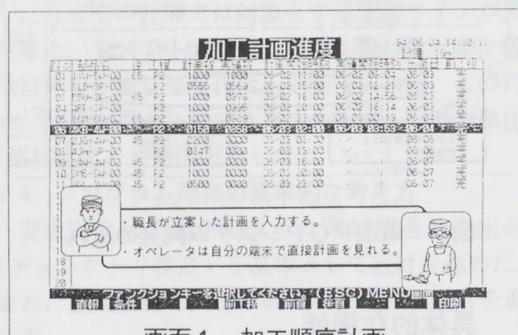


図12 POPシステムの機能の構造

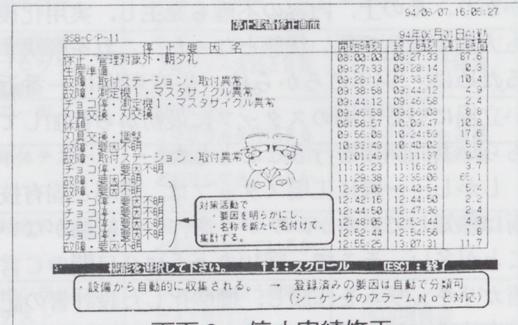


画面1 加工順序計画

次に、オペレータは職長が立てた計画をリアルタイムに端末で見て、機種切り換えや所定数の生産を行う。

そして、不稼働データ自動収集用コンピュータでは、設備の信号を同期信号として取り込み、生産数を記録する。また、シーケンサーのアラームに対応し、停止開始時刻・停止終了時刻・停止時間の記録と、対応する要因を自動で分類し不稼働情報を自動作成する。

また、画面2のように、作成された不稼働情報に、オペレータ端末でコメントをワンタッチで入力できるなどの機能を持つ。未登録の要因は、簡単に名称を付けられるなどのメンテナンスが可能なため、新たな問題点の集計にも柔軟に対応できる。



画面2 停止実績修正

そして、収集されたデータは、図13のように職長用の端末で自動的にグラフに表すことができる。

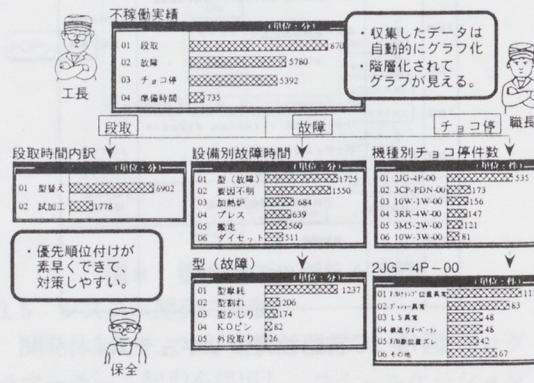


図13 不稼働実績グラフ

このように、POPシステムによって、対策すべきことの優先順位付けが瞬時に行われ、さらには、対策した結果も生産中にいつでも瞬時に把握できる。

## 5 システムによる効果

このシステムの最大の効果は、今まで、記録することさえできなかったチョコ停時間を正確に記録できることである。このため、故障箇所も明らかになり、対策も確実に効果につながる。また、リアルタイムかつ定量的に出力される生産情報・稼動情報を見ることができるため、現場のオペレータが自分自身の仕事の出来具合をすぐに把握でき、「やる気」を生み出すことにつながった。さらに、市販の表計算ソフトに対するインタフェースソフトの装備したため、図14のようにPOPシステムが収集したデータを製造技術者などのスタッフが、自由かつ目的に応じて加工分析を行っている。

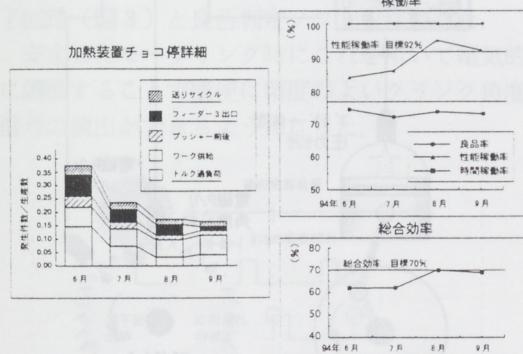


図14 対策の結果

このように、現場とスタッフが現実のデータを共有することにより、的確な項目の改善に取り組めるようになった。

## 6 おわりに

当社では、TPMにより、設備保全に取り組んでおり、そのためのツールとしてPOPシステムの開発を進めてきた。

今までの取り組みの中で、当社ではPOPシステムにおいて

- (1) ソフトウェアプログラム手法・教育手法の標準化
  - (2) システム開発プロセスの標準化
- を行った。この中で、プログラムの部品化も進み信頼性の高いシステムを短納期で導入できるようになった。このため、現場のユーザーと「どう改

善するか」という前段階の議論に充分力を注ぐことができるようになり実用性の高いPOPシステムの開発が可能になった。

今後の課題は、さらに短納期化していくことであり、ソフト開発ツール（CASEツール）やプログラムレスのリレーションナルデータベース管理ソフトを活用していきたいと考えている。

そして、この技術を核に現場に立脚し、さらに活用される情報システムの整備を進めていく所存である。

### ■参考文献

- 1) 山口俊之：POPとそのメリット,1
- 2) 烏羽 登：SEのためのMRP, 日刊工業新聞社(1995)201
- 3) 吉江 修：日本設備管理学会誌, Vol.6 No.4(1995.3)232
- 4) 山口俊之：CIM時代のPOPシステム入門, オーム社,(1992)18
- 5) J. マーチン, C. マックルーハ：ソフトウェア構造化技法,近代科学社,(1986)
- 6) 日本機械工業連合会,国際ロボット・FA技術センタ：生産時点情報管理技術（POP）の標準化に関する調査研究報告書,日機連6標準化-18(1995.3)63
- 7) 日本経済新聞社：産官学でPOP標準化, 日経産業新聞,(1994.5.31)1
- 8) 国友義之：効果的プログラム開発技法,近代科学社,第2版(1983)237
- 9) 竹内芳久,新井民夫：いわき新工場の挑戦, JMAM,(1995)190

### ■著者



高島千代久

## 船外機の航走テスト用Pmiメータ

Pmi Meter for Boat Test of Outboard Motor

大谷 弘昭\*

Hiroaki Otani

## 1 まえがき

船外機の性能開発において動力計上で出力が出ているても、実際に航走するとスピードが予想通り出ないことがある。これは背圧など様々な外部条件が異なるため、開発をスムーズに進めるためには実航走条件で出力を把握する必要があった。

そこでボートテスト時に船に積んで、リアルタイムに出力を測定する目的で、小型・簡便・精度のよいPmiメータ（爆発圧力を計測し出力を把握する）を開発した。

これにより船上で実出力がわかり、開発時のやり直しを防止できるようになった。

## 2 システム概要

従来Pmi計測は実験室向けの高価な燃焼解析装置を用いる必要があり、実航走での計測は準備及び使用環境の厳しさなどより現実的には使えない状況にあった。

ここに、これらの改善を主眼としたシステムを開発した。（図1）下記に特徴を示す。

(1)簡便である。

①クランク角検出はフライホイールの歯を流用。ロータリエンコーダなどの取り付け準備不要。

②点火プラグ一体型圧力センサの使用。シリンドラヘッドの加工不要、冷却水準備不要。

③バッテリ内蔵。

(2)小型かつ実航走の使用に対応。

(3)電気的精度±1%を有し、計測結果のリアルタイム表示が可能。

これにより特別な準備なしで多くの船外機がノーマルカウリング装着状態のまま実航走でのPmi計測を実施することができる。

## 3 主要課題と対応

開発において燃焼解析装置の基本部分及び電源の

バッテリを小型ケース内に収める苦労はあったが技術的な主要課題としては

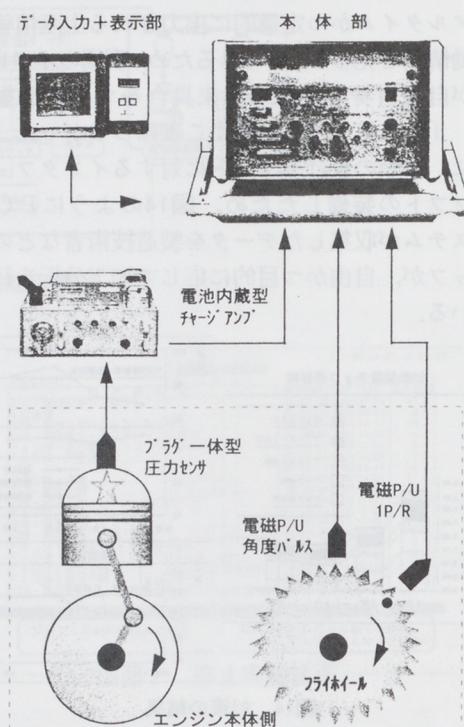


図1 Pmi計のシステム概要

- (1)クランク角信号検出の簡便性と精度の両立。
- (2)リアルタイム表示のための処理スピード向上。
- (3)爆発圧計測のアナログ処理絡みのノイズ対策。

であった。上記(2)(3)はマイコン装置開発に付きものの課題であり、ハード的にはマイクロボルト・ナノセカンド域の信号の押さえや逆に周波数特性の劣るデバイスの組み合わせなどを実施。またソフト的には演算アルゴリズム及びマイコンの1命令単位の最適化などを実施して“計測器”的なレベルを確保した。

一方、(1)はPmi計測特有のもので使い勝手と精度に大きくかかわる最重要課題であった。

\*三信工業(株) 技術部

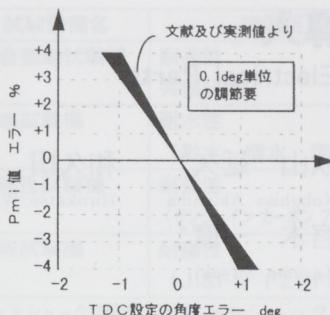


図2 クランク角検出と精度

モータリング（他気筒運転）で最大筒内圧の角度と TDC（上死点）角度位置が正確に一致するように合わせる必要がある。

簡単な角度信号検出と精度を両立するには 3 ～ 5 度間隔の角度信号を分解能 0.1 度程度で管理しなければならない。（図2）このため、

- (1)電磁 P/U (ピックアップ) の応答遅れ補正
- (2)角度信号の連続的な角度オフセット

がフライホール 1 歯の検出パルスごとに行える電子回路（図3）と良否判定ソフトを作製した。

安定したモータリング時にこれを用いて電気的に調節することで簡単に精度のよいクランク角度信号の検出ができるようになった。

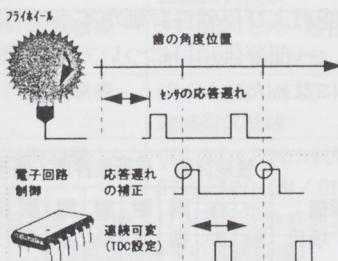


図3 角度パルス制御

#### 4 計測状況

実航走中、各気筒とトータルについての Pmi 値 / 出力値が約 1 秒ごとに表示されるため、回転計をみると出力をリアルタイムでモニターすることができる。（図4）

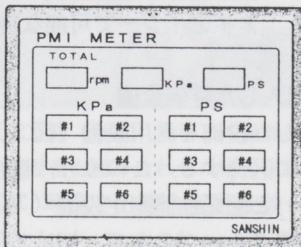


図4 モニター表示

回転変化による各気筒の出力状態の変化や、トップスピードにおけるエンジン発生状態の変化などを、とてもよく読みとることができる。

ボートが走る水域の、外乱変化に応じて出力が変化する様子を十分に検出できる分解能（1%以内）をもっている。

圧力センサの静動的校正、電気信号処理系の伝達チェックや絶対電圧値の校正などにより市販品と同等のレベルの性能を持っていることを比較検証している。

#### 5 業務改善

船外機の性能開発において、動力計による改良評価後に実航走のスピード評価を実施しているが、両者評価間にズレが生じる場面が多くなってきていている。

この原因がパワーパークの出力性能にあるのか、水没部の推進性能にあるのか不明なため対策のやり直しが発生し効率低下になっていた。

ここに本システムを活用することで正しい評価ができるようになり、推測がなくなりてやり直しがなくなり、開発日程の短縮が可能になった。

また、本システムの機能及び効果に対する適用例を表1に示す。

表1 システムの適用分野例

機能\性能	性能向上	評価精度向上	日程短縮
発生出力 計測	■実航走でベスト設定 ■ロス馬力の改良	■他社比較 ■航走・動力計・水槽の相関性把握	■性能異常の調査
発生出力 管理	■ローワー・プロペラ系の性能開発	■ローワー・プロペラ系効率 ■スピード再現性 ■耐久テストの条件管理 ■騒音測定	■再現性向上によるデータ蓄積 →予測精度向上 →実験効率向上
個別気筒 評価	■実航走でベスト設定 ■現象解明と新技術	■オイル循環の条件管理 ■ピストン表剥離の条件管理	■個別気筒のみによるピストン評価

#### 6 むすび

今まで、推測が多かった実航走状態の性能把握を、商品開発フローの中に組み込める状態で一步前進させることができた。

新たなデータが分かることで、今までと違った開発形態や新技術につなげたいと考える。

開発は一段落したものの定常状態の計測に限られているため、過渡対応や記録機能などの追加要望があり今後さらに改良していく。

最後に、本開発にあたり社内外の多くの方々にお世話をになり深く感謝申しあげる。

## 電装品評価設備の導入

Introduction of Facility Evaluating Electrical Parts

山田 吉典\*

Yoshinori Yamada

戸塚 一馬\*

Kazuma Tozuka

秋山 延久\*

Nobuhisa Akiyama

宮木 一麿\*

Kazuma Miyaki

和久田 洋克\*

Hirokatsu Wakuda

## 1 まえがき

(株)アイアイシーは、電装部品製造技術の海外移転\*を主要な事業の1つとしている。この移転した技術に基づき製造した電装部品の良否を判断するために、評価は重要な業務である。

このたび、アイアイシー本社の敷地内に実験棟を増設し、電装品の評価設備を導入、1995年7月より評価業務を開始したので、概要を紹介する。

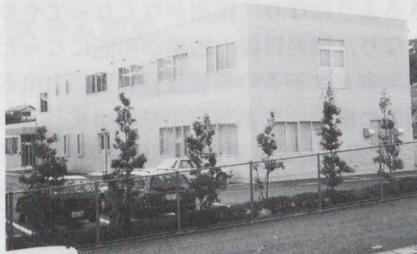


写真1 実験棟全景

## 2 評価設備導入の目的

海外において、電装品を製造、販売する事業を開拓する上で、近年、ますます、コストと品質の競争力を求められるようになってきている。そのため、当社に対しても、より高いレベルの技術サポートが求められるようになった。

そのような海外からの要請にこたえるため、また、当社自身の技術力を高めるため、評価設備を導入し、従来は技術支援元のメーカーに依存していた評価業務を社内で行えるようにした。

評価業務を社内に取り込むことによる、業務の流れを図1に示す。

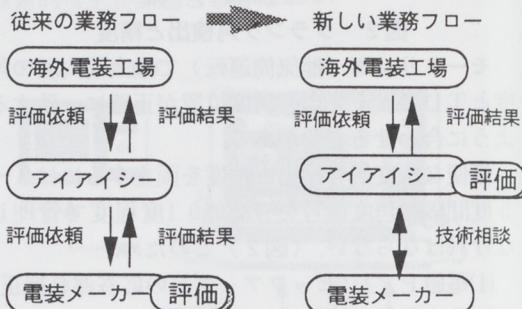


図1 電装品の評価業務フロー

## 3 施設の概要

## 3.1 可能な評価項目

今回の設備導入により、図2に示す主要な電装部品の性能および信頼性評価がすべて可能となった。また、一部評価項目については開発評価もできるようになった。

評価 項目	性能評価・信頼性評価・開発評価									
	一般 性能	作 動 耐 久	耐 振 性	耐 水 性	耐 熱 性	耐 衝 撃	耐 塵 性	耐 食 性	耐 候 性	耐 オ ゾ ン
電装 部品										
CDI SET	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ST MOTOR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
灯火器	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
メーター	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
スイッチ類							○	○	○	

1996年度導入予定

図2 アイアイシーで可能な評価

## 3.2 今回導入した評価設備

今回導入した設備を汎用設備(図3)と専用設備(図4)に区分する。このうち、複合振動試験機(写真2)と配光性能測定設備(写真3)は、ヤマハ発動機グループの中で、初めて導入したものである。

\*(株)アイアイシー 電装部

試験設備名	評価項目
複合振動試験機	耐振性 共振特性
耐水試験機	耐水性 (散水、噴水、降雨試験)
耐候性試験機	耐候性 (サンシャイン カーボン アーク灯式)
塵埃試験機	耐塵性 (JISF1, F2, F3試験)
ヒートショック試験機	耐ヒートショック性
塩水噴霧試験機	耐食性 (主にメッキ部品)
オゾン試験機	耐オゾン性 (主にゴム部品)
恒温槽	耐高温性／低温性 耐湿性

図3 汎用試験設備



- 特長 (1) 全自動測定  
(2) ヘッド、テール、フラッシャーライト、リフレクターの配光性能測定可能

写真3 配光性能測定設備

#### 4 評価実績と結果

1995年7月より評価業務を開始以降、下記の評価を実施し、電装品の代表的な評価を一通り実施した。

- (1) インドネシアYIMM社電装品定期評価
- (2) 中国、インドネシア、タイの自製化電装部品の評価
- (3) ヤマハ発動機グループ各社から依頼を受けた電装部品の評価

この結果、評価期間の短縮においては、従来比較 $\frac{2}{3}$ に短縮（目標 $\frac{1}{2}$ ）し、社内技術者教育においては、評価技術・武装部品知識が向上したため、電装品評価方法の海外工場への技術指導を1996年度に実施を予定している。

#### 5 おわりに

最後に、多くの社内外の皆様のご協力を頂きました。特に、関係する電装メーカーの皆様からは、設備の仕様選定、具体的な評価方法、評価結果の見方等々、多くのご指導を頂きました。紙面を借りて感謝申し上げます。



- 特長 (1) 2方向（垂直、水平）の振動試験可能  
(2) 恒温槽と組み合わせた複合試験可能

写真2 複合振動試験

電装品評価設備の導入

## フローティング・ブリッジの研究開発

Technical Development of Elastic Mount for Small Boat Bridge

岡 龍祐\*

Ryusuke Oka

## 1 まえがき

最近のボートは、エンジンの大馬力化、低抵抗船型の採用により、ますます高速化する方向にある。そうすると、波浪中では船体が受ける衝撃は大きくなり、乗船者に対して何らかの衝撃緩和対策が必要になる。

また、ボートは、振動、騒音レベルはまだまだ改善すべき状態であり、残念ながら、快適な乗り物とは言い難い。もちろんこの点では、エンジン本体の低振動化、防振ゴム支持が考えられる。しかし、主機本体の低振動化は費用対効果の面で制約が多いこと、防振ゴム支持はプロペラ推力をエンジンが直接受けるというボート特有の機構から、防振ゴムの設定の難しさ、耐久性に問題がある。(特に、年間使用時間の長い漁船では、耐久性の問題が大きい。)

これらを解決する1つのアイデアとして、居住部(ブリッジ)を船体構造から「浮かせる」ことが考えられる。(以下、フローティングと言う)

今回、実船テストを実施し、良好な結果を得たので、以下に紹介する。

## 2 概要

概略構造を図1に示す。

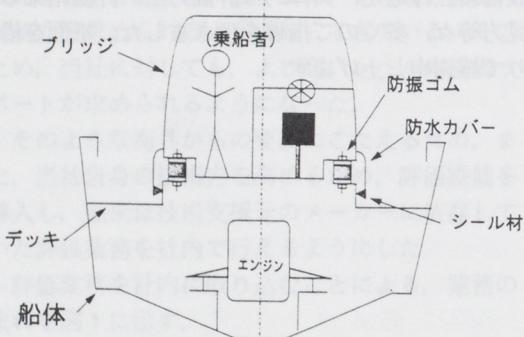


図1 フローティング・ブリッジ構造

開発に際しては、以下の項目に留意した。

①簡便、安価なシステムであること。

(空気バネなど、複雑で高価な制御機構は用いず、防振ゴムを用いる。)

②横揺れ制御は、応答周波数が1Hz以下であり、振動、衝撃の対象周波数と大きく異なることから、これを考慮しない。

③波浪の打ち込みに対し、シール構造を有する。

## 3 実艇試験

テストは、30フィートの船内外機艇を改造して、平水航走中のブリッジ内の振動、騒音及び波浪中の衝撃値を計測し、フローティング改造前と比較した。なお、防振ゴムは、表1に示すもので比較テストした。

表1 防振ゴムの仕様

	タイプA	タイプB	タイプC
選択理由	上下荷重を考慮	上下、左右荷重を考慮	バネ定数が小さい
バネ定数比	上下:5 左右:1	上下:5 左右:4	上下:2 左右:-
形状	山形	V型	丸型
特記事項	-	ストッパーあり	固有振動数一定

テストでは、タイプBが最も良く、振動、騒音とも約4~5dB(A)減、衝撃は半減と比較的大きな効果を得た。例として、図2に騒音レベルを示す。

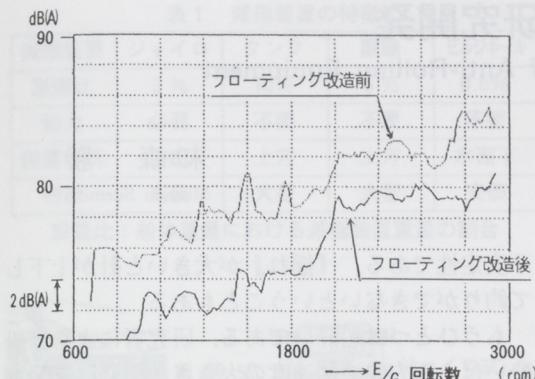


図2 ブリッジ内騒音レベル

タイプBが良かった原因は、次の通りである。

- ①衝撃加速度が大きいため、バネ定数が小さすぎると、容易に防振ゴムが底付きして緩衝効果が少ない。(タイプC)
- ②ブリッジ全体が、船の左右方向に低周波数の固有振動を持つ(別途行った実験モーダル解析で確認済み)。よって、左右のバネ定数が低いと、エンジンの使用回転数域内で横振動を起こし、試乗すると「横ブレ」を感じ、不快である。(タイプA)

#### 4 むすび

今回のテストより、ブリッジ全体をフローティングすると、快適性に関して比較的大きな効果が得られ、商品性が向上することがわかった。

今後の展開としては、より大型の船内機艇でテストを継続すると共に、今回は簡易的に行った防水シール構造のテスト、防振ゴムの耐久性評価などに視点を置いて、早期の実用化を目指す予定である。

これを機に、より実用的な研究開発を進めていきたい。

また、速度の提高に伴う効率化が課題とな

るが、低速域での効率化が課題となる。

今後は、より実用的な研究開発を進めていき

たい。

これに対して、より実用的な研究開発を進

めていきたい。

また、速度の提高に伴う効率化が課題とな

るが、低速域での効率化が課題となる。

今後は、より実用的な研究開発を進めてい

きたい。

## 減揺装置の研究開発

Research and Development of Anti-Rolling Equipment

末森 勝\*

Masaru Suemori

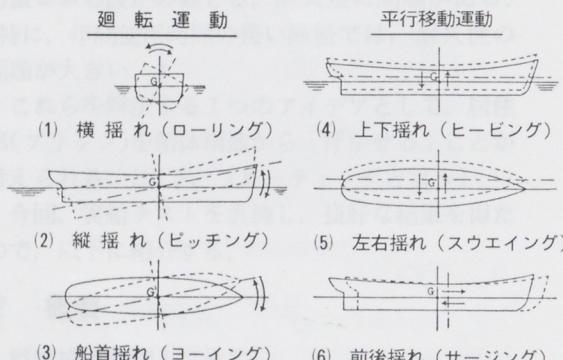
## 1 まえがき

鏡のような水面を滑るようにボートで走り抜けることは爽快そのものである。しかし釣りやパーティの際に船を波の中に止めると船の揺れによって船上での作業が不安定になったり、不快な気分となることが多い。

今回、この『揺れ』及びその揺れを抑える『減揺装置』について研究を行ったのでここに紹介する。

## 2 『揺れ』のいろいろ

船の揺れには図1に示す各軸方向及び各軸周りの計6種類ある。



(出展: 理論船舶工学: 大串雅信著)

図1 揺れについて

このうち止まっている船に乗っていて問題となるのは縦揺れ(ピッキング)、上下揺れ(ヒーピング)、横揺れ(ローリング)である。

## 3 『揺れ』による不快性について

『揺れ』が引き起こす不快感は大きく分けて2種類ある。ひとつは揺れによって足場がふらつたり、テーブルの上のコップなどが倒れたりする

不安定性である。『揺れ』が大きいと針が上下して釣りができないこともある。

もうひとつは船酔いである。研究者によれば船酔いは上下方向の加速度の大きさと周期に支配されることが報告されている。図2はO'Hanlonによる人体実験結果であるが、これによると船酔い率(何パーセントの人が酔うか)は加速度に比例し、また周期6秒が最も酔いやすく6秒から遠ざかるにつれ同じ加速度でも船酔い率は低減することがわかる。

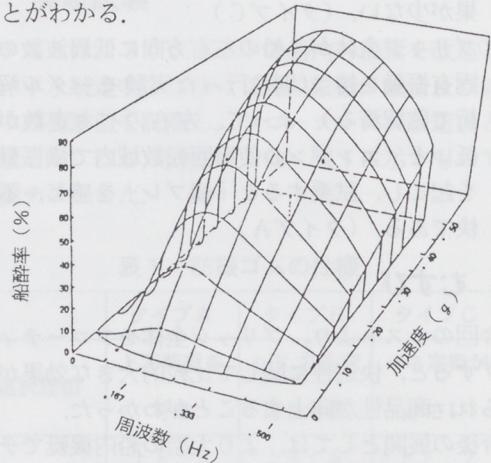


図2 船酔い率と周波数、加速度との関係について

我々の商品の大部分の横揺れ固有周期は2秒前後であるから加速度が大きければ大きいほど酔いやすい傾向にあるといえる。

以上、ふたつの不快性の要因は主に横揺れである。横揺れは縦揺れに比べて揺れ角度が2~3倍大きく、舷側での上下方向の加速度は横揺れによるものが支配的である。

このあとの『減揺装置』とはこの横揺れを抑えるための装置のことである。

## 4 『減揺装置』の特徴

小型船に搭載できる減揺装置はいくつかある。表1にそれぞれの特徴を、図3にそれらの外観を示す。

\*舟艇事業部 第1技術室

表1 減揺装置の特徴

減揺装置	ジャイロ	タンク	重錐	ビルジキール
重量比	3%	10%	5%	0.5%
動力	必要	不要	不要	不要
設置場所	自由	上方	上方	水面下
特徴	高価	大型	大型	安価

重量比：船体重量における減揺装置重量の割合

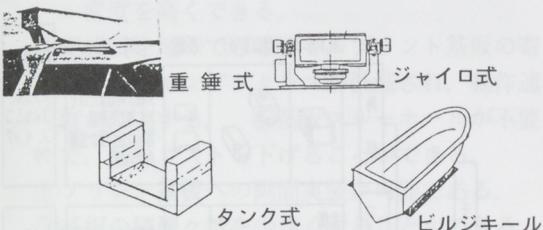


図3 減揺装置のいろいろ

それぞれの減揺装置の減揺特性を全長1.8mの模型を用いて模型実験を行った。上下揺れ、横揺れのみを自由として、船体の真横から波が当たるように模型船を試験水槽内に固定する。造波機によって要求する波長、波高の規則波をつくり船体の運動を計測した。その実験方法を図4に示す。

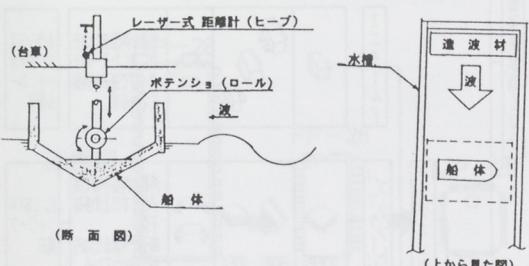


図4 模型実験の概要

この模型実験によってそれぞれの減揺装置の横揺れ角度を比較したものを図5に示す。

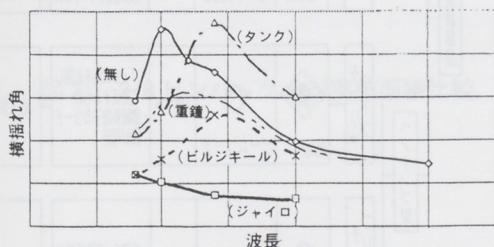


図5 各減揺装置の効果

図5は横軸に波長をとり、縦軸にある波高に対する横揺れ角度をとっている。減揺装置がない場合は、船の横揺れ固有周期に近い周期の波で横揺

れ角度が最大になっている。また、タンクや重錐式は固有周期近辺では減揺効果は大きいが、それ以外ではあまり効果がなく、タンクの場合は横揺れを増幅する場合もあった。

また、速度の自乗で減衰力が働くビルジキールは周期の短い短波長波では減揺効果が大きいが、周期が長い長波長波になるにつれ減揺効果は急激に減少する。

これらに対して、ジャイロ式減揺装置はどの波長（周期）に対しても、大きな減揺効果が得られることがわかる。

これらの結果から、ビルジキールとジャイロを併用すれば、さざ波のような場合はビルジキールが横揺れを抑え、うねりに近い長波長の波に対してはジャイロが横揺れを抑えることも可能と考えられる。

## 5 減揺装置の実艇実験について

減揺装置を開発していくうえで実艇でその効果の確認をする必要が生じる。模型実験のような方法は大きすぎて不可能なので異なる手法を用いた。

実海面で船を停止させ慣性装置によって船体の横揺れ角度の時刻歴を計測する。それと同時に近くの波高の時刻歴を圧力式波高計で計測する。それぞれの結果を高速フーリエ変換にかけスペクトルから周波数応答関数を求める。この手法である減揺装置の減揺効果を調べたものを図6に示す。

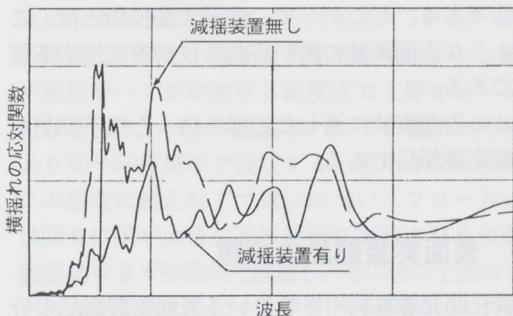


図6 実艇実験による減揺装置の効果

## 6 むすび

今回、船の長年のテーマである『揺れをなくす』についての研究開発において、各減揺装置の特徴や性能を把握することができ、また実艇実験の手法なども確立することができた。

我々の商品に適した減揺装置を開発し、船をより快適な乗り物とし客層が広がってゆけばと考えている。

## 電子部品表面実装技術

Surface Mount Technology for Electronic Components

杉浦

滋\* 加藤 光之\*

荒木 千博\*

Shigeru Sugiura

Mitsuyuki Kato

Chihiro Araki

## 1 まえがき

日進月歩の技術革新を続ける電子装置・機器は、産業用・民生用を問わず、あらゆる分野で高機能化と小型軽量化が進んでいる。

このような製品に対して、電子部品の高密度化実装が要求され、その手段として表面実装技術(SMT:Surface Mount Technology)、表面実装部品(SMD:Surface Mount Device)が用いられている。

ヤマハ発動機(株)の電装品においても例外ではなく、車載電装としてCDI点火ユニットをはじめ森山工業(株)コントローラ製品群の約80%に取り入れられている。

## 2 表面実装技術・部品とは

表面実装とは、基板に部品のリード線を通す穴を設けず、基板表面に作られた導体パターンと基板表面のみを用いて、電気的接続を行う部品搭載方法である。したがって、表面実装技術とは、このような表面実装に用いられる技術を包括する技術である。

この表面実装に適した形態を持った電子部品が表面実装部品である。

### 3 表面実装部品の分類

現在開発され利用されている表面実装部品の分類を図1に示す。

表面実装部品には、受動部品と半導体素子とがあるが、前者は総称してチップ部品と呼ばれている。一般的には、リード線を持たない小型部品を総称して呼ぶ場合が多い。

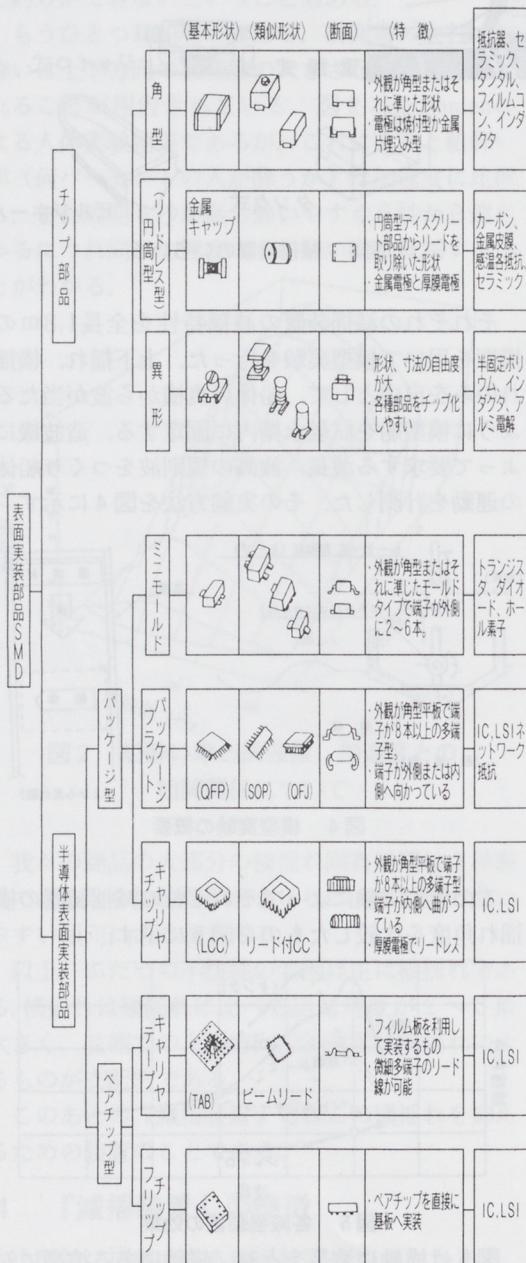


図1 表面実装部品の形状分類

\*森山工業(株)製造部

## 4 表面実装部品の特徴

表面実装部品の一般的特長としては、次の点があげられる。

- ①小形で実装面積を小さくできる。（図2に実装面積比較を示す。）
- ②部品厚が薄形で、実装高さを低くできる。
- ③基板スルーホールが不要で、基板配線パターン密度を高くできる。
- ④配線長を短くできるので、プリント基板の寄生容量やインダクタンスが低減され、動作速度が向上する。⑤基板スルーホールが不要で、基板コストを下げることができる。
- ⑥プリント基板への両面実装が可能である。
- ⑦基板の積層枚数を少なくすることができる。
- ⑧自動実装化により、ハンダ付け工数の低減が可能である。
- ⑨標準化が進んでおり、各種デバイスの供給が可能である。
- ⑩小型であるため、保管時のスペースが少なくてすむ。
- ⑪部品が軽量であるため、製品重量の低減が可能である。

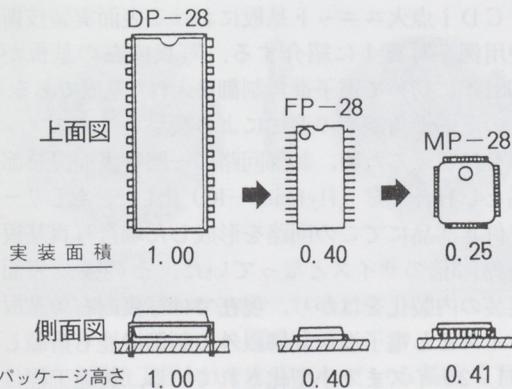


図2 28ピンパッケージ実装面積比較

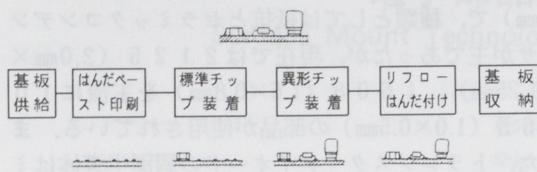
最初の受動部品の寸法は3216（3.2mm×1.6mm）で、種類としては抵抗とセラミックコンデンサが主であったが、現在では2125（2.0mm×1.25mm）、1608（1.6×0.8mm）を主流に1005（1.0×0.5mm）の部品が使用されている。また、トランジスタ・ダイオードの個別半導体はミニモールド内に収められ、これもスーパー・ミニモールドと呼ばれる一段と小さいパッケージへと変化している。ICのパッケージもリードが2方向のみのSOP（Small Outline Package）から4方向のQFP（Quad Flat Package）へと進化し、リードピッチも現在では1.27mmから0.5mm～0.3mmが使用されている。

## 5 実装工程

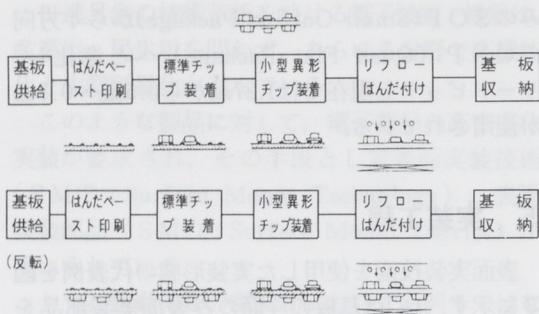
表面実装技術を使用した実装形態の代表例を図3に示す。(a)は基板の片面のみ表面実装部品を実装し、(b)は基板の両面に表面実装部品のみを実装している。(c)はリード付き部品を上面に表面実装部品を下面に実装し、(d)は上面に表面実装とリード付き部品を下面に表面実装部品を実装している。

ハンダ付けに着目すると、実装形態(a), (b)でのハンダ付けはリフロー方式、(c)ではフロー（ウェーブ）方式で行われる。(d)はリフロー方式とフロー方式を併用する。リフロー方式では図4に示すようにハンダペースト（クリームハンダ）を基板に印刷し、表面実装部品をマウントし部品や基板をハンダが溶ける温度まで上昇させハンダ付けを行う。ピーク温度はハンダの融点約180度より40～50度高めで設定する。使用される部品はこの温度に耐えなくてはいけない。フロー方式では図5に示すように基板裏面に実装される表面実装部品をまず接着剤で固定し、その後の上面のリード付き部品とともにハンダすべく溶解ハンダを噴流し、基板下面に当てハンダ付けをする。通常フロー方式のハンダの噴流は2つ用意され、第1波は振動した波（ウェーブ）を用い表面実装部品にハンダを付け、第2波は穏やかに流れるハンダ流で余分に付いたハンダを適量化する。

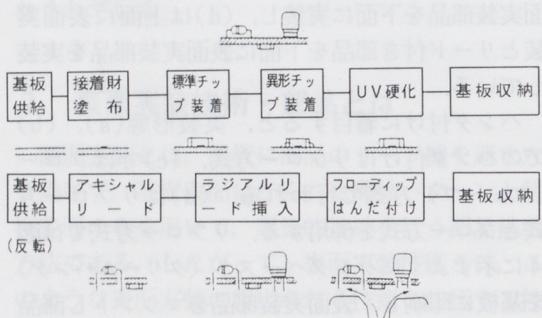
(a)片面表面実装



(b)両面表面実装



(c)片面表面実装+リード付き部品混載実装



(d)両面表面実装+リード付き部品混載実装

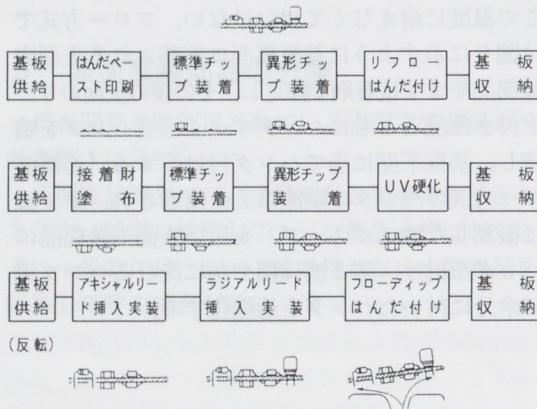
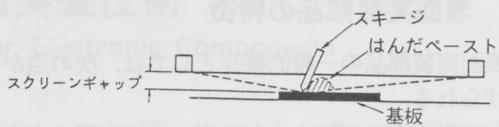


図3 表面実装製造工程

(i) メッシュスクリーンの場合……スクリーンの厚み+0.3mm程度のギャップをあけて印刷する。



(ii) メタルスクリーンの場合……基板に直接コンタクトさせて印刷する。

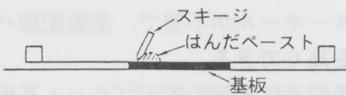


図4 クリームハンダ印刷工法

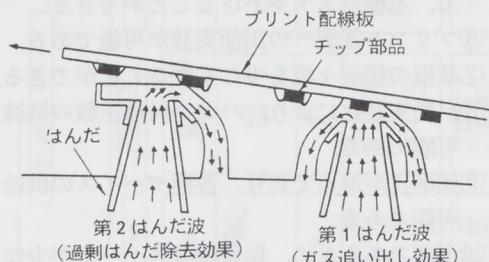


図5 ウエーブハンダの原理

## 6 表面実装技術の使用例

C D I 点火ユニット基板における表面実装技術使用例を写真1に紹介する。写真内左の基板が1981年に初めて電子進角制御を入れた基板である。その電子進角制御の追加による製品のサイズアップを押さえるため、制御回路の一部を表面実装部品としH-I C (Hybrid - IC) 化した。もしリード付き部品にてこの回路を形成した場合写真基板の約1.3倍のサイズとなっていた。その後、表面実装の内製化をはかり、現在では写真内右の基板サイズとし電子進角制御以外の制御機能も搭載して1/2サイズまで小型化されている。製造工程は先に述べている(c)にて生産されている。

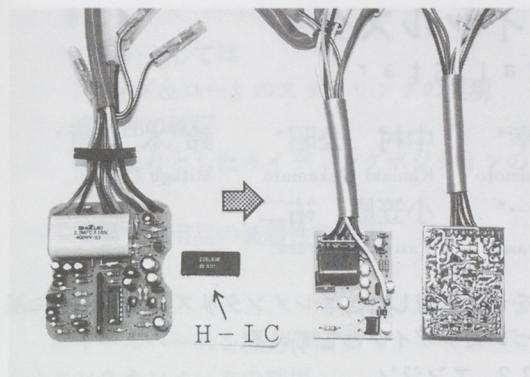


表 裏

1981年生産品

現生産品

写真 1

その他、制御基板にて製造工程(b)で生産している基板を写真2に紹介する。1608部品を主に1mm<sup>2</sup>当たり最大12点、平均4点の実装率を有している。製品の部品構成にしめる表面実装部品は約90%とほとんど表面実装部品のみで構成され小型、軽量を実現している。

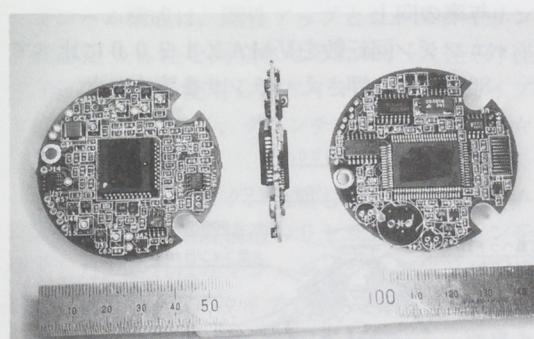


写真 2

つぎに製造工程(d)で生産されている基板を写真3に紹介する。この製造工程を用いる基板がもっとも多く、電子メータをはじめ各種制御基板が生産されている。

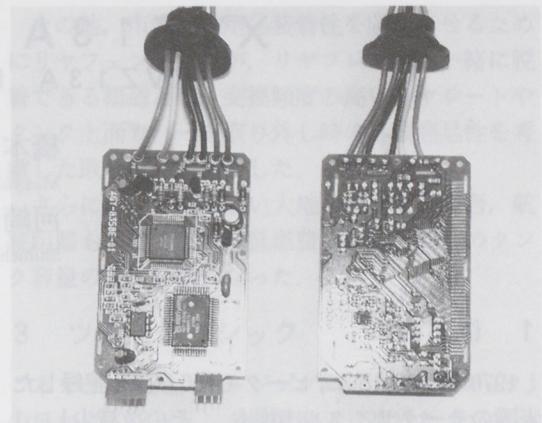


表 裏

写真 3

## 7 むすび

CDI点火ユニットをはじめ電子制御機器の車載が増え、また、高機能化・ハイブリット化・小型化・軽量化の要求が強まり、現生産品の約80%が表面実装を取り入れている。今後もますますこの要求が強まり、SMDや一般部品の極小化、プリント基板の微細化、多層化などが進んでいくのは確実である。

かつての回路構成は容易に人の目で見え、人の手で触れられるものであったが、現在はもう人の目では追いかけられなく、また人の手が容易に入り込めなくなってきた。今後の高密度実装技術の課題は、製品の小型化への対応だけではなく、実装品質、信頼性の確保が重要であり、実装技術を取り巻く総合的な技術の発展と結集が必要となる。

## XVZ13A ロイヤルスター

XVZ13A Royal Star

橋本 政幸\*

Msayuki Hashimoto

河崎 伸一\*

Shinichi Kawasaki

中村 公昭\*

Kimiaki Nakamura

小笠原 祐二\*

Yuzi Ogasawara

鈴木 貢\*

Mitugu Suzuki

## 1 はじめに

1970年代の初めに、ピークで150万台を記録した米国のモータサイクル市場も、その後減少し、1990年代に入ると30万台のレベルまで落ち込んだ。しかし、最近では1970年代にモータサイクルを経験した人たちが、再びモータサイクルに戻ってくる現象もあり、アメリカン（米国ではクルーザーと呼ばれている）を中心に数量が、反転して増加する傾向となってきた。

このようなアメリカンの伸びは、欧州でも日本でもみられ、世界的に需要が増加している。

しかし、大排気量アメリカンのような高付加価値モデルは、ただ商品を開発すれば良いということではなく、商品の価値を維持するための施策が、大変重要になってくる。今回のロイヤルスターの開発の場合も、開発初期からYMU S内にプロジェクトチームを作り、こういった市場施策を強力に推進してきた。

## 2 開発の狙い

以下にスタイリング、エンジン、車体の各々の開発の狙いを述べる。

## 2.1 スタイリング

アメリカンの基本であるロング&ローのデザインを基調としながらも、全体的にはクラシックな雰囲気でまとめている。また個々の部品を独立させて、ひとつひとつを美しく、かつ用品の装着性



写真1 ロイヤルスター

を十分考慮した、エレメンタリズムの考え方に基づいたデザインとしている。

## 2.2 エンジン

ロイヤルスターでは、ヤマハの最高級車としてふさわしい、メンテナンスが容易で、信頼性が高いV型4気筒の水冷エンジンを採用した。

エンジンの狙いとしては

- (1) アメリカンらしい中低速での力強いトルク
- (2) V型4気筒らしい高速での伸び
- (3) 迫力のある排気音
- (4) 鼓動を感じるエンジン

においてた。

その狙いを実現するため

- ・吸排気系のマッチング
- ・エンジン本体の騒音対策により、排気系の寄与率の向上
- ・エンジン回転数をVMAX 1200に比べて80%以下に押さえバランサを廃止した。

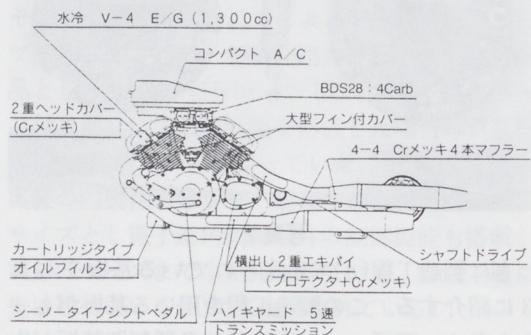


図1 エンジンフィーチャーマップ

一方、エンジンの存在をアピールし、ノスタルジックな空冷エンジン風に見せるために、大型のサイドカバータイプのフィンを採用した。また、エキゾーストパイプは横出しとし、4本マフラーとした。

さらには、高級感を醸し出し、自分で手をかけて磨きたくなるように、随所にクロムメッキを採用した。

## 2.3 車体

車体の狙いとしては

- (1) 『ロング&ロー』のスタイリングの実現
- (2) 直進性の確保
- (3) ゆったりとしたライディングポジションの実現
- (4) 市場での用品の装着性の重視

において。

そのために

- ・ホイールベースを極力伸ばす
- ・タンクオーナメントの採用
- ・タンク、シートの上面を低く押さえる
- ・前輪分布荷重を高める
- ・最適なフロント廻りのディメンジョンの設定
- ・フレーム剛性の確保
- ・メインシートの快適性と足つき性を重視し、シート座面形状の作り込みとシート先端部の幅を狭くするためのフレーム及び内臓物のレイアウトの実施
- ・シート、ハンドル、フートレストの相対位置の作り込み
- ・フートボードの採用

などの施策を実施した。

フレーム構成は、剛性アップとロースタイリング及び足つき性を両立させるため、大径(外径42.7mm)の鋼管を使用したワイドフレームタイプとし、タンクレール、ダウンチューブ脱着式(各々片側)を採用した。

また、スタイリング、低重心化及びリヤアームの剛性確保上、新規構造のリヤサスペンションを採用した。これはリヤクッションをエンジン下に配置したリンク式のタイプではあるが、リヤホイールが沈み込むとリヤクッションが伸びる、従来とは逆の構造のものである。

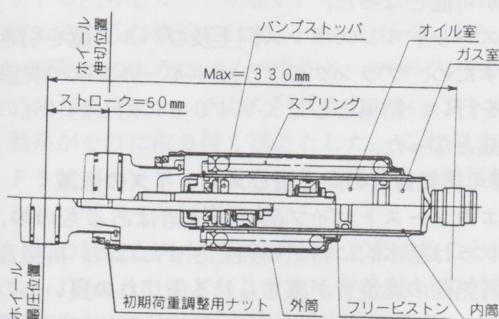


図2 リヤクッション構造図

その他、市場での用品装着性を向上させるためにリヤフェンダ廻りが、リヤフレームと一緒に脱着できる構造とし、交換頻度の高いリヤシートやタンク上面カバーも取り外し時の外観商品性を考慮した取り付け構造とした。

さらには、米国の広い大地を走行する場合、航続距離も重要であり、低燃費の追求と18Lのタンク容量の確保をおこなった。

## 3 ツアークラシック

本モデルにはクルージング向けの『ベーシック』のほかに、ツーリング機能をより高めた『ツアークラシック』モデルを設定している。

図3に『ツアークラシック』タイプに追加したアイテムを記す。

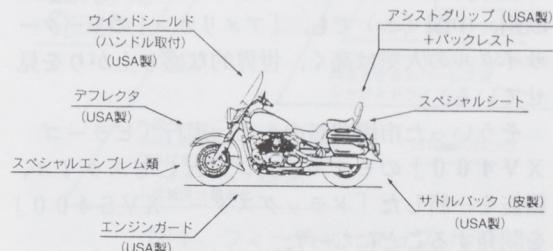


図3 ツアークラシック追加アイテム

これらの部品の内、シート、エンブレム関連以外はYMUSによる現地(米国)手配とし、今回これらの部品のために新たに米国の外注メーカーの開拓も行った。

各アイテムの狙いとしては、市場での用品装着性及び個性化のしやすさに重点を置き、各々のアイテムが単独で脱着でき、合わせて『ベーシック』モデルへの追加装着性も十分考慮した構造、デザインとしている。

## 4 おわりに

久しぶりのアメリカンモデルの開発ということで、開発の初期段階では戸惑いがあり、糾余曲折もあったが、最終的には米国市場から『究極のクルーザー』という評価をいただくまでに仕上げることができた。今後とも、このスターシリーズを充実させ、長くお客様に愛されるモデルとしていきたいと考えている。

## XVS400 ドラッグスター

XVS400 Drag Star

北田 三男\*

Mitsuo Kitada

高畠 竜実\*

Tatsumi Takahata

鈴木 正人\*

Masato Suzuki

金原 一成\*

Kazunari Kinpara

古橋 優\*

Suguru Furuhashi

## 1 はじめに

国内モーターサイクル市場において、カウルのないいわゆるネイキッドタイプに次いで大きな需要のあるカテゴリーとして、「アメリカン」がある。この「アメリカン」カテゴリーは、若者の服装、靴などにおけるアメリカンファッションの流れにも呼応して、近年さらに活況を呈している。

また海外においても、本家アメリカはもとより、欧州、中国（！）でも、「アメリカン」のモーターサイクルの人気は高く、世界的な盛り上がりを見せている。

そういう市場背景のもと、現行「ビラーゴ X V 4 0 0」のモデルチェンジとしてスタイル、機能を一新した「ドラッグスター X V S 4 0 0」を開発することになった。

## 2 開発の狙い

企画の狙いは「ローダウンストリートドレッサー」である。つまり典型的なアメリカンの様式の中で、パワーの表現をこれから大きなトレンドと思われる、ドラッグレーサーの低く長いイメージで現したものということができる。

それを実現するための手段として、以下の4項目を大きな目標として開発を行った。

- ①市街地を流すような速度域で楽しめるエンジンフィーリング（パルス感、トルク感）がある。
- ②歯切れの良い排気音が、耳に心地良く響く。
- ③とにかくシート高が低く、しかも車両が大柄で迫力がある。
- ④アメリカンらしいハイキャスターの操舵系でありながら、扱いやすいハンドリング特性を得る。

## 3 エンジン関係

空冷・S O H C・V型2気筒399ccのX V 4 0 0エンジンをベースに、パルス感、トルク感の向

上、排気音質の向上及びメカノイズの低減、外観商品性の向上を目的として、以下の変更を加えた。



写真1 XVS400 ドラッグスター

## 3.1 パルス感、トルク感の向上

市街地走行での快適性を追及し、エンジンの出力特性を中低速よりとするため、まずカムシャフトの変更を行った。さらにスロットルレスポンス向上のため、キャブレタの口径を絞り、T P S（スロットルポジションセンサ）を利用したマップ制御の点火系とした。これにより、一次減速をハイギヤードにしながらも体感上の力強さは損なうことなく、ハイギヤード化の長所を引き出すことができた。つまり、各ギヤの守備範囲が広く市街地での繁雑なギヤチェンジ操作を減らし、またトップギヤでの低速走行も可能となり、エンジンのパルス感を楽しみながらのアメリカンらしい走行が可能となった。

スロットルレスポンス向上及びパルス感を引き出すため、クランクのフライホイールマスの見直しを行い、結果としてX V 4 0 0に対し約10%の低減となった。

## 3.2 排気音質の向上及びメカノイズの低減

エキゾーストパイプ部での連結はあるものの、マフラーは基本的に各気筒独立させたため、排気音は各気筒の燃焼音が感じられる歯切れの良いものとなっている。また、マフラー後端排気出口部の擂鉢形状により、音質も迫力ある低周波となっており耳に心地良い。

\*モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室

排気音を引き立たせるためにはメカノイズの低減が必須であり、クランクケース、各種カバー類は構造解析による固有値解析を行い振動モードを推定し、肉厚、補強リブの最適化を行った。

### 3.3 外観商品性の向上

外観に見えるエンジン部品はすべて新作し、車両の大型化に伴って必要な大きさを与え、またデザインの近代化を行った。特に各カバー類はクロムメッキすることを前提に、バフの掛けやすい形状となるよう配慮した。

## 4 車体関係

車体関係は基本的にすべて新作とし、低く長いシルエットと扱いやすいハンドリング特性の両立を計った。また、ヤマハアメリカンの特徴の一つであるシャフトドライブ構造についても、改良を加えた。

### 4.1 車体構成の特徴

ホイールベースを1610mmと長めに取った上で、エンジンを極力前輪に寄せて搭載し、エンジンと後輪の間にシートを落とし込むような考え方で、650mmの低シート高を実現した。この数値は、一般的なスクーター、他社アメリカンより40~70mm以上低く原付きバイクの一部を除けば最低といえる低さである。また、それに伴いエンジン搭載高さも、XV400に比べて25mm下げ、全体のバランスを取っている。

それらの車体諸元に加え、前輪回りの諸元を見直すことにより、35°というアメリカンらしいハイキャスターながら、低速から高速までくせのない扱いやすいハンドリング特性を得ることができた。

### 4.2 シャフトドライブ構造

一般的に見られる、駆動力を伝えるドライブシャフトの回りをカバーが覆い、それがリヤアームを兼ねるような構造ではなく、リヤアームはチェーン駆動車のようにパイプで作り、デザイン的にもアメリカンにマッチした形状とし、シャフトの駆動系がそれに取り付く構造とした。これにより、ドライブシャフトがむき出しで見える、特徴的なシャフトドライブ構造となった。

この構造とタイヤ交換方法を工夫することにより、170mmとワイドなリヤタイヤを使いながらもスリムなフレーム幅とすることことができた。

ここで改めてシャフトドライブの長所を振り返ってみると、メンテナンスフリーで耐久性に優れる、

オイルなどの飛散がなく衣服を汚さない、低速でもギクシャクしないスムーズな走行性といったことが上げられる。これを機会に、シャフトドライブの良さを見直す人が増えてくれたらと思う。

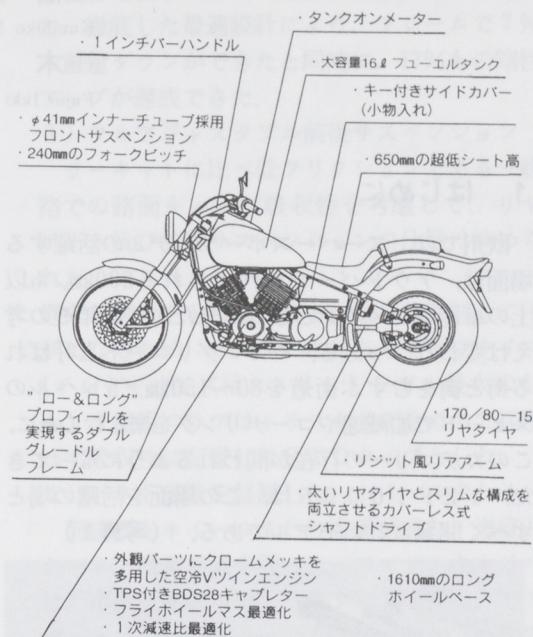


図1 フィーチャーマップ

## 5 おわりに

ドラッグスターはスターシリーズとして、一足先にアメリカで発売されたロイヤルスターと共に新世代のヤマハの「アメリカン」を担うモデルである。先ごろ行われた東京モーターショーでも展示され、好評を博すことができた。先代のビラーゴがそうであったように、海外展開も含め末長く育成、発展させていきたいと考えている。

### ■著者



## YZF1000R サンダーエース

## YZF1000R THUNDERACE

三輪 邦彦\*

Kunihiro Miwa

一木 富士男\*

Fujio Ikki

富永 隆史\*

Takashi Tominaga

村松 恒生\*\*

Tsuneo Muramatsu

竹上 政喜\*

Masaki Takegami

## 1 はじめに

欧州では、スーパースポーツモデルの活躍する場面は、アウトバーンに代表される200km/h以上の車速域がメインとされてきたが、近年その考えは変わりつつある。セカンダリロードと呼ばれる街と街をむすぶ街道を80~150km/hレベルのスピードで加減速やコーナリングを楽しむことに、このカテゴリーの存在が問われるようになってきた。YZF1000Rは、この場面を活躍の場とすべく開発されたモデルである。(写真1)



写真1 YZF1000R

## 2 開発の狙い

開発は「最新」、「最速」をキーコンセプトに置き、デザイン、機能、性能すべての面でヤマハのフラッグシップと成りうる目標値設定からスタートした。

1) これまでの、レースレギュレーションや、ワークスレーサーの形から放たれた、新しい時代を感じるスーパースポーツスタイルを目指す。

2) セカンダリロードでの最速マシンとするべく、特に80~150km/hでの加速力、ハンドリングをベストに作り込む。

3) リッターマシンとしての最高速、仕上の良さ、所有感も当然味わえて、ユーザーに満足を与える。

以上の3点を開発の狙いとした。

## 3 エンジン関係

水冷DOHC・5バルブ並列4気筒1002ccのFZR1000エンジンをベースに、加速性能、スロットルレスポンスの向上および軽量化を目的として以下の改良を行った。(図1)

## 1) 新設計BDSR38キャブレタの採用

低中速のレスポンス向上を目的として、従来のBDSRに対してブリード構造などを改良したキャブレタを新規開発した。また同時にスロットルポジションセンサ(TPS)を装着し、あらゆる条件下にも最適な点火、EXUP特性が得られるようにした。

## 2) 鍛造ピストンの採用

市販車では初のアルミ鍛造製ピストンを採用した。鋳造品に比べ強度が高く軽量設計が可能であるところから、一部のレーサーなどには使用してきたが、量産化に向けてメーカーとの共同開発により、市販車として初の採用となった。

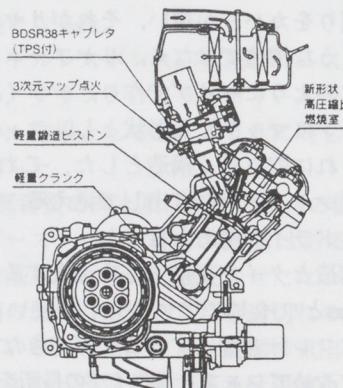


図1 エンジン

\* モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室

\*\*モーターサイクル事業本部 第2コンポーネント開発室

### 3) 軽量クランクの開発

シフトダウン時や加速時のエンジンレスポンスを軽くすることに加えて、エンジンそのものの軽量化の目的で、クランクの徹底的な軽量設計を行った。これによりクランク重量は約10%減、慣性力にして20%の軽減が実現できた。

### 4) 冷却系の改良

ラウンドタイプエタにデュアルファンを装着し、冷却能力を25%向上させた。

### 5) カムプロフィール、圧縮比の見直し

より中速域での加速力を向上させるべく、バルブのイベント角変更、及び圧縮比のアップを行った。

### 6) アルミサイレンサの採用

ヤマハ発動機株の市販車としては、初のアルミサイレンサの採用により、騒音値低減を図ると同時に軽量化を行った。

以上のような変更により従来のFZR1000に対し、0~400m加速、80~150Km/hからの追い越し加速において、カテゴリー最速モデルとすることことができた。

## 4 車体関係

車体回りは、この1000ccのパワーをフルにいかすことに、主眼を置いて開発した。(図2)

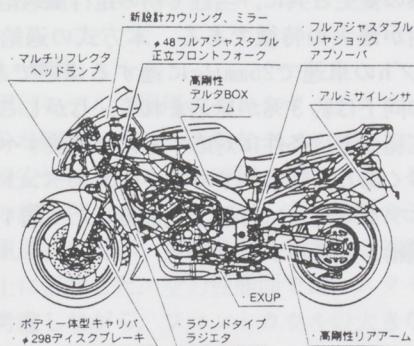


図2 車体

### 1) 空力特性を作りこんだカウル形状

これまでのジャパンレプリカとは、一線を画したデザインは、幾度にも渡る風洞実験により決定されたものである。デザイナー、設計者が風洞で形状トライを重ねた結果、迫力、ボリューム感を持ちながらFZR1000比で5%の空力性能(CdA)改善を図ることができた。影響の多いミラーも、単品での空力テストにより形状を決定した。これらの努力により、最高速も

3km/h上昇した。

### 2) YZF750Rベースのディメンジョン

軽快なハンドリングと145psを使いこなす安定感を両立させるため、YZF750Rの基本骨格を踏襲した上で、軽量化と剛性アップを図った。徹底した最適設計により、フレームで7%の重量ダウンができたと同時に、17%もの剛性アップが達成できた。

### 3) フルアジャスタブル前後サスペンション

サーキットに比べ低フリクションである一般路での路面ギャップ吸収性を考慮して、リヤアーム及び前後サスペンションの仕様は決められた。

過大な剛性をもち過ぎても、振られに対して不利になるため、フロントにはあえて正立タイプ(インナーサイズはストリートモデル最大の48mm)を採用、リアはトラスタイプをあえて採用せず吸収性に配慮したSTDタイプとした。

### 4) バネ下重量を軽減した、ホイールまわり

前後ともホイールまわりを新開発し、徹底したバネ下重量軽減を図った。フロントキャリパーは、市販車初のボディー一体タイプを採用。6-ポッド並のコントロール性を持ちながら軽量でコンパクトに作り込むことができ、新設計のディスクとあわせて、FZR1000に対してフロントバネ下重量で約1kg、リアまわりで約2kgの軽量化が達成できた。

### 5) マシンコントロール最優先のライディングポジション

パワーを生かしきるライディング実現のため、ニーグリップ形状と、ハンドル、シートの関係に神経を注いだ。特にハンドルは角度にして1度の変更を繰り返し、コーナリング時の操作性を最高のものになるよう決定した。

## 5 おわりに

'96年2月に南アフリカにおいて行われた、欧洲、日本のジャーナリストに対する発表試乗会では、狙いどおり、「セカンダリロードにおいて1000ccのパワーが充分楽しめる」との高い評価を得ることができた。スーパースポーツの世界に、パワーを味わう新たなる道を開くことができたと考えている。

今後ともこのカテゴリーの健全な進化を継続させることこそ、我々の使命と考え、努力していく所存である。

## YZF600R サンダーキャット

YZF600R THUNDERCAT

阿部 輝夫\*

Teruo Abe

竹内 善彦\*

Yoshihiko Takeuchi

鈴木 一広\*

Kazuhiro Suzuki

齊藤 哲彦\*

Tetsuhiko Saito

川北 茂樹\*

Shigeki Kawakita

## 1 はじめに

国内では、全く人気の離散しているスーパースポーツカテゴリーだが、モーターサイクル誕生の地・欧州では依然として強い人気を有している。その中で600ccは、スーパースポーツのエントリーモデルとして幅の広い使い方をされており、性能はもちろんが高い実用性及び低価格が要求され、コストパフォーマンスの重視されるクラスである。ヤマハ発動機㈱（以下、当社という）は'94年にニューモデルを発売したが、これをさらに進化させた'96年モデルを開発したので紹介する。（写真1）



写真1 YZF600R

## 2 開発の狙い

ベストバランス・ミドルスポーツを開発コンセプトとして、より高性能でしかも実用性を併せ持ち、さらにスタイル面で現行から脱皮を図り、そして価格は据え置くために下記の狙いを設定した。

- (1) 脱レーサーレプリカで、新しさを感じさせるスーパースポーツのスタイリング
- (2) トップクラスの走行性能
- (3) 実用機能の充実
- (4) 外観商品性の向上
- (5) 現行モデルのコンプレイン対策

\*モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室

## 3 仕様概要

## 3.1 スタイリング

スーパースポーツといえばレーサーレプリカという従来のワンフォルムから、上級モデルのYZF1000Rの流れをくみ、より躍動感を表すエモーショナルな造形として、しかも空力的にも優れたものとしている。ヘッドライトは強いストラトと曲面を構成するためマルチリフレクターの1灯とし、そのすぐ下には走行風過給の吸入孔をNASAインテークのイメージで造形し、オリジナリティの高い表情としている。

## 3.2 エンジン

このクラスは近年、日本メーカーの競争が非常に厳しい。特にエンジン性能の向上は目覚ましく、出力は既に数年前の750ccを越えるレベルである。このような状況の中、より高出力を得るため吸・排気系の変更と共に、当社で初の走行風過給方式の採用が最大の特徴である。本方式の過給圧は240km/hの車速で25mmHgに達するほどであり、出力の向上は約3%が見込まれる。しかしこの方式で広範な走行条件に対応するには解決すべき問題が多くあり、特にキャブレタのエアベント廻りや、エアクリーナーに各種工夫を要した。図1に走行風過給方式を示す。

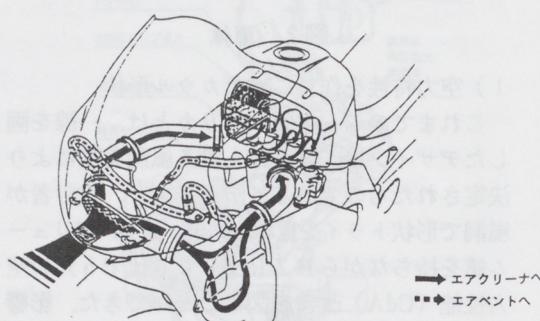


図1 走行風過給方式

また、排気系は中速域の性能を向上させ、しかも欧州の騒音2次規制にも適合するように、エキゾーストパイプの連結や、サイレンサの内部構造を変更した。キャブレタは現行のφ34mmをφ36mmに口径を拡大し、高速域の性能を向上している。出力及びトルクの向上に伴い鍛造ピストンの採用や、ミッショングギヤの一部に表面処理を追加するなど、170ps/Lにせまる性能に耐える信頼性を確保している。

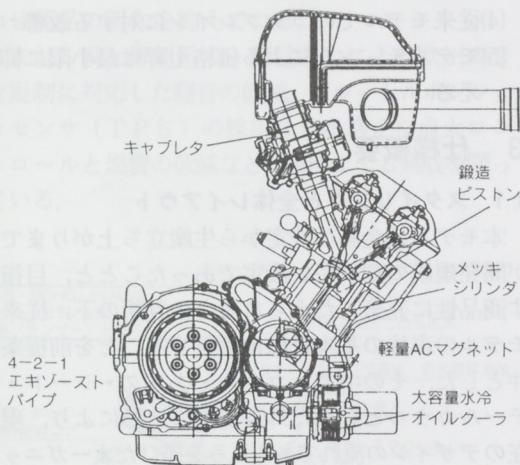


図2 エンジンフィーチャーマップ

### 3.3 車体

現行モデルで採用のデルタボックスフレームは充分な剛性があり、適切なディメンションで良好な操縦性はレースでも確認されている。そのためこの部分は小変更にとどめ、空力性能の改善、走行風過給の対応、実用機能の充実及び外観品質の向上に留意した。空力性能面では、スタイリングを考慮しながら、フロントカウルの大きなスラントと強い曲面を新採用のマルチリフレクタヘッドライトで実現し、そしてユニコーン・スクリーンの採用、フロントフェンダの形状変更を行い約8%の改善を得た。走行風過給では、吸気孔を最も圧力の高い位置に適切な大きさを選択して設け、吸気ダクトは空力性能及びスタイリングとしのぎあいながら最も大きくとれるレイアウトとした。

この結果、走行風過給は既存の機種に比べてもトップクラスの効率を得ることができた。実用面ではシートやタンク形状の作り込みで、ライダーの居住性やニーグリップのホールド感を向上し、

さらにグラブバーも装着してパッセンジャーの快適性を図っている。そしてチョークレバーはハンドルスイッチと一体化して操作性を向上し、リヤフェンダ上にU字ロックの収納箇所を設けて盗難防止に留意した。外観品質面では特にライダー乗車時の視覚範囲に配慮した。フロントカウルステーの剛性アップで補助ステーを廃止し、メーター廻りにインストゥルメントパネルを追加して、すっきりした外観と質感の向上を図った。またフロントブレーキは上級モデルのYZF1000Rと共通のキャリパを採用し、ディスクプレートの肉厚アップと共に強力な効力で過酷な使用にも耐えるものとした。

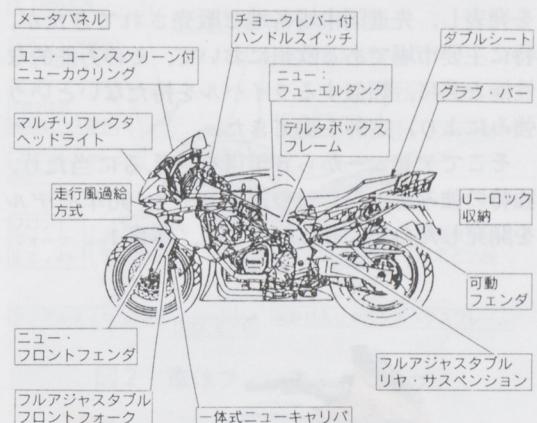


図3 車体フィーチャーマップ

### 4 おわりに

現行モデルをベースにしたが、新しいスーパースポーツのスタイリング表現、走行性能の向上など、当初の目標を十分達成した。既にスタイリング面ではYZF1000Rと共に、国内外でのモーターショーで従来からの脱皮が認められており、そして性能・機能面でも競合各車と比肩しうるレベルであり今後の市場での評価が楽しみである。

## New TDM850

根岸 廣介\*

Hirosuke Negishi

小栗 幹夫\*\*\*

Mikio Oguri

谷口 武司\*\*

Takeshi Taniguchi

城本 貞\*\*\*

Makoto Joumoto

平野 文人\*\*\*

Fumito Hirano

平野 和行\*\*\*

Kazuyuki Hirano

## 1 はじめに

当社では、'91年に並列前傾2気筒850ccエンジンと、ユニークなスタイルに場面を選ばない走行機能を持たせた車体を組み合わせたTDM850を発表し、先進国市場各地で販売されてきたが、特に主要市場である欧州において、その万能的な性能と共に、類似するライバルを持たないという強みにより、定評を得てきた。

そこでデビューから6年目を迎えるに当たり、独特の強みを生かしつつ進化させた'96年モデルを開発したのでここに紹介する。写真1



写真1 TDM850

## 2 開発の狙い

前記のようにTDM850は独特の商品性を築いてきたモデルであるが、さらに今後もユーザーに愛され、完成度のより高いモデルとしてゆくために我々は以下のような開発の狙いを定めた。

- (1)イメージを一新するスタイリング
- (2)より力強く2気筒エンジンらしいパワーフィーリング

(3)今後の市場要求・使用実態にマッチした操縦性・高速安定性

(4)従来モデルでのコンプレインに対する改善

(5)モデルチェンジによる価格上昇は最小限に抑える

## 3 仕様概要

## 3.1 スタイリングと全体レイアウト

本モデルは企画の決定から生産立ち上がりまでが開発規模の割に短い設定であったこと、目指す商品性に充分こたえられるとの判断の下、従来モデルの車体の基本骨格は踏襲することを前提条件とした。その中で、カウル・タンク・シート・テールカウルといった外装部品の造形により、現在のデザインの流れである丸みを帯びたオーガニックフォルムとし、スポーツサングラスをモチーフとしたヘッドライトのデザインと合わせ、一目でニューTDMと分かり、かつキビキビとした新しい「走り」を予感させるスタイリングを造り上げた。写真2に造形の終了したクレーモデルを示す。



写真2 クレーモデル

## 3.2 エンジン

本モデルのエンジンの特徴は何と言っても、昨年春国内で発表され、続いて今春欧州にも導入されたTRX850と同じ270°位相クランクを採

\* モーターサイクル事業本部 第3プロジェクト開発室  
\*\* (株)GKダイナミクス  
\*\*\*モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室

用した点である。従来モデルで採用していた360°位相クランクのエンジンでは等間隔爆発故の滑らかに吹け上がる力強さを特徴としていたが、前述の狙いのように、より2気筒らしい力強さとスポーティーな特性を得るために270°位相クランクに変更したものである。

さらにクランクのみならず、エンジン各部の諸元（カムシャフト・燃焼室回り・ミッションレンオ・クランクケース背面に設けたドライサンプ用オイルタンクなど）を実績のあるTRXに極力合わせ部品の新作を抑えている。

また、吸・排気系の一部見直しにより欧州の2次規制に対応した騒音の低減、スロットルポジションセンサ（TPS）の採用による適正な点火コントロールと燃費の低減など、細部に至る熟成を図っている。

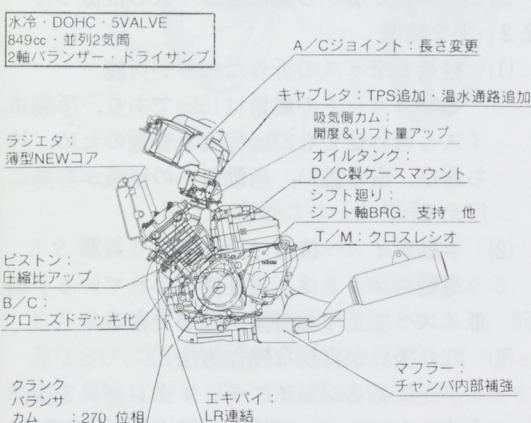


図1 エンジンフィーチャーマップ

### 3.3 車体

前述の狙いのように、より軽快なハンドリングと高い安定性を得るために、以下のような変更をした。

- (1)重心位置を下げるため、バッテリレイアウトの変更と前述の背面オイルタンクの採用。
- (2)ステアリング系を重心位置に近づけるためにフレームのヘッドパイプ位置を5mm後方へ移動。
- (3)前後タイヤをバイアスからラジアルへ変更し、サス・セッティングも見直した。

また、従来モデルの弱点であったギアシフト時の不快なノイズを減少させるため、

- (1)主要音源であった鋼板パネル構造のフレ

ーム、リアアーム内部に制振用のゴムダンパーを圧入。

(2)駆動系各部のダンパーの見直しを図った。

さらに、シート形状やステップ位置の見直しによるタンデムライダーの居住性の改善、バッテリの完全シールドタイプ・充電済み出荷によるメンテナンス性の改善、タンク容量を2Lアップの20Lとし、燃費改善と合わせて航続距離の増大、シート下に盗難防止用U字ロックの積載スペース確保など、機能向上とユーザーの使い易さに対して、細部に至る熟成を図っている。

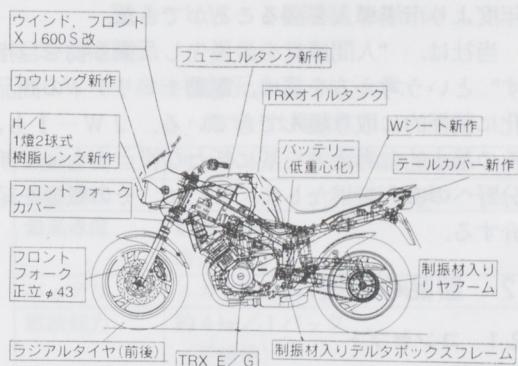


図2 車体フィーチャーマップ

### 4 おわりに

当モデルは'95年9月末、欧州でのニューモデル発表の皮切りとなるフランスのパリショウにてデビューしたが、従来のTDMらしさを残しながらも新しいフォルムのデザインが大変好評であった。当稿を書いている時点ではまだ本生産前であり、プレス発表試乗会などもこれからであるが、社内における数々の商品評価テストにおいて、当初我々の目指した開発テーマが充分に達成されているとの結果が得られているので、今後市場にて好評価をもって迎えられることを確信している。

最後に、当モデルの特色である新しいスタイルについて、株GKダイナミクスの欧州での拠点であるグローバルデザイン社にも多大の協力をいただいたので、ここに紙面を借りてお礼申し上げます。

## 車イス用電動ユニット JW-I

Electromotive Unit for Wheelchair "JW-I"

福井 巧\* 内山 敦\*\*

Takumi Fukui Astushi Uchiyama

## 1 はじめに

近づきつつある高齢化社会に確実に対応できる商品の一つとして、当社独自の新技術を活用した、車イス用電動ユニット“JW-I”を開発し、本年度より市場導入を図ることができた。

当社は、“人間感覚を最優先した乗り物を目指す”という考え方を基に、電動モビリティの商品化に積極的に取り組んできている。JW-Iも、その基本的な考え方を基に新たな視点をもって新分野への参入を果たした。ここに、その概要を紹介する。

## 2 製品の概要

## 2.1 コンセプト

電動モータ、バッテリを搭載した電動車イスは、従来より国内製、海外製を含め生産されている。これらは、車体部と電動部とが一体化され、かつ電動力による走行が主体のものである。

これに対し、JW-Iは電動ユニットを手動車イスに取り付ける形態であり、かつ、取り付け後も、手動車イスが本来もっている手漕ぎ性、軽さ、携帯性という基本機能を失わない範囲で電動化するものである。(図1)

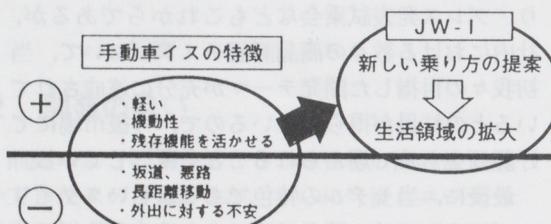


図1 手動車イスの新しい乗り方の提案

歩行弱者のための乗り物は、電動車イス、手動車イス、電動三(四)輪に大別される。各車イスの位置づけは、障害の程度を横軸にとった場合、図2のようになっている。JW-Iの利用対象者は、

\* 技術本部 事業開発室

\*\* 技術本部 制御技術室

手動車イスの利用者の中で、比較的障害の重い方と考えている。

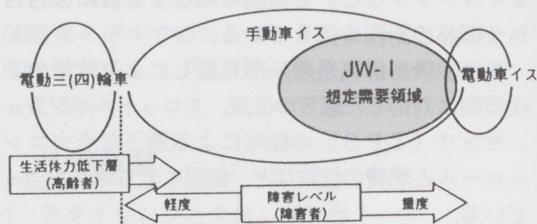


図2 ユーザ層から見た各車イスの位置づけ

## 2.2 主な特徴

- (1) 軽量で車イスの折りたたみが可能  
電動ユニットの重量は15kgであり、手動車イスと合わせても23kg程度と軽量のため、持ち運び、取り扱い、自動車への積載が容易に行える。
- (2) 手動車イスへ後付け可能  
電動ユニットは、現在使用されている手動車イスへ加工なしで後付けができる。
- (3) 取り扱いが容易な操作方法  
手元にあるジョイスティックレバーを操作することにより、前後進、停止及び方向転換が容易に行え、人間感覚に違和感のない操作性を発揮する。
- (4) 電動／手動の切り替えが簡単  
片手で電動／手動に切り替え操作ができ、路面の状況に応じて簡単に使い分けできる。



写真1 JW-Iを手動車イスにセットした状態

### 3 構造と仕様

#### 3.1 電動ユニット構造

JW-Iは、モータ、減速機及びコントローラ部を内蔵した駆動輪（左右）とユーザーが手元で操作するジョイスティック操作部および着脱式のバッテリ、充電器から成り立っている。また、介助者が、車イス後方から操作できる介助用操作部も設けている。

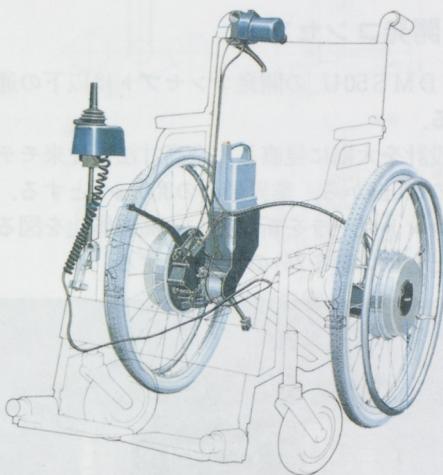


図3 電動ユニット構造

#### 3.2 電装システム

JW-Iは2モータによる2輪駆動である。左右各輪の速度を個別に制御することにより、前後進ならびに旋回の動作を行っている。ジョイスティックを真横に倒せば、左右輪が逆方向に回転する「その場旋回」も可能である。また、各輪には回転センサを備えフィードバック制御を行っているので、超微速から力強く安定した走行もできる。旋回の機動性とショックの少ない滑らかな走行性により、初心者でもほとんど練習なしで実用走行が可能となっている。

走行に関するこれらの機能やユーザーとのインターフェース、そして各種自己診断の機能はすべてメインコントローラ内のCPUによってデジタル的に制御されている。よって設定車速や加減速などは、プログラム上のパラメータ変更により味付け可能である。ただし操作が煩雑になるのをさけるため、JW-Iではさまざまなパラメータを評価した上で固定値をセットしている。将来的には味付けのバリエーションやユーザーに合わせたカスタマイズなど自由度を生かした応用展開が考えられる。

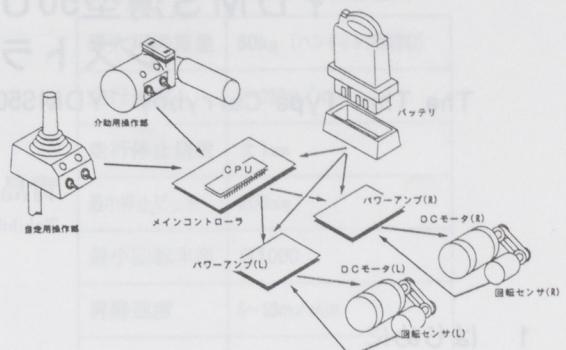


図4 JW-Iの電装システム

#### 3.3 仕様諸元

JW-Iの仕様諸元を表1に示す。

表1 仕様諸元

駆動方式	ホイールイン方式後輪直接駆動
操舵方式	ジョイスティック操舵(自走)
最高速度	前進 4 km/h 後進 2 km/h
バッテリ	ニカド電池24V×2.8AH
航続能力	約 4 km / 1 パック (平坦地)
充電時間	完全自動充電装置付き 約 1 時間
ユニット重量	15kg (バッテリ含む)

### 4 おわりに

JW-Iは、車イス利用者の日常の行動範囲を拡大するとともに、本人の精神的な解放感にもつながり、歩行弱者の生活の質の向上に大いに貢献できるものと期待している。

この分野の開発に着手して、ほぼ5年間あまりになるが、この間、幾度かの試作の末、今回、市場導入できたのも、福祉関係各機関および森山工業(株)の多大なご協力のおかげであり、本誌面をお借りして厚くお礼申し上げます。

# YDMS薄型50Uとアプリケーション レストランへの導入

The Thin Type Carryboy "YDMS50U" and its Application for Restaurant

青島 時彦\*

Tokihiko Aoshima

深井 文憲\*

Fuminori Fukai

山本 敬二\*

Keiji Yamamoto

## 1 はじめに

モータサイクルをはじめとする自社工場内での搬送の自動化を目的としてYDMS（ヤマハ・ダイレクトドライブモータ・モノレール・システム）を開発したのは、今から約8年前にさかのぼる。

当時、磐田第5工場が稼動を開始し、CIMの一環としてロボットを使用した組み立ての自動化と自動倉庫を中心に据えた物流の自動化が進められていた。その中で、組み立てラインと自動倉庫をつなぐ搬送システムとしてYDMSが開発されたのである。その後外販を開始して6年になるが、基本設計は開発当初のものを踏襲し続けていた。しかし、その大きさ、特に高さ寸法が大きいことを理由に導入を断念せざるを得ないケースが多く、より小型、軽量化されたモデルの開発が望まれていた。今回紹介させて頂く「YDMS50U」は業界最小、最重量を実現した新機種である。

## 2 開発の背景

YDMSは当初、社内設備用として開発されたものであったため、その使用環境、設置条件等がヤマハ発動機の工場に類似している客先には、スムーズな導入が可能であった。自動車、家電製品等一般の工場では、フロアから梁最下までの有効スペースは4M以上あるのが普通であり、機器本体の高さ寸法が導入の障害になることが少なかった。しかし、最近引き合いが増加している半導体・パソコン等の工場や、病院・レストラン等の一般ビル内では、天井までの高さが3M以下というのが大半で、従来モデルでは導入が不可能であった。

## 3 開発コンセプト

「YDMS50U」の開発コンセプトは以下の通りである。

- (1) 設計を大幅に見直し、全高寸法を従来モデルの720mmから、業界最小の300mmへとする。
- (2) コントローラを新開発し、高機能化を図るとともに体積を2分の1以下にする。



写真1 YDMS50U

## 4 仕様と内容

### (1) 基本レイアウトの見直し

図1はそれぞれ従来モデルと「YDMS50U」の機構配置を表した図である。従来モデルはI型のレール上面を駆動輪が走行し、駆動輪同軸上にDD(ダイレクト・ドライブ)モータが配置されている。リフト機構はレール下部に配置され、タイミングベルトを介してDDモータより動力が伝達される。つまり、上から順番に①モータ及び駆動輪、②レール、③リフト機構と縦に配列されているため、全高寸法は720mmとなっていた。

- A : モータ  
B : 走行クラッチ  
C : 昇降クラッチ  
D : 駆動輪  
E : 走行ブレーキ  
F : 昇降ブレーキ  
G : 昇降ベルトドラム  
H : レール

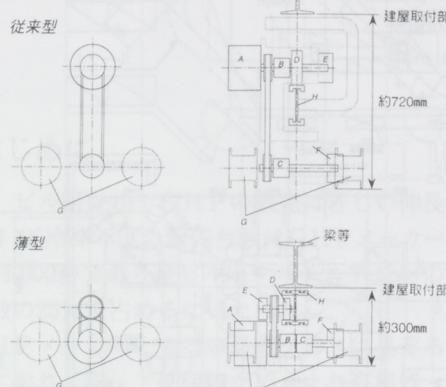


図1 機構配置図

これに対し、「YDMS50U」はレールを新設計し、レールの側面を駆動輪が走行。レール上面には突起物を一切なくし、レールを天井に直接設置することができるようとした。また、DDモータはリフト機構側に配置した。これにより、全高寸法は、業界最小の300mmを達成した。

## (2)コントローラの小型化

表1は、従来機種であるLB0型コントローラと今回「YDMS50U」に搭載されたLB3型コントローラの仕様比較表である。

LB0型では、速度制御と電流制御をアナログ回路で制御しており、それらの制御には約60個のICが必要で、その基板は、160×190mmとかなりの面積を有していた。それに対し、LB3型コントローラでは、モータ制御回路をすべてデジタル化し、カスタムLSI1個にて同様の制御を実現させた。これにより、体積比で従来機種の2分の1になり、「YDMS50U」の小型、軽量化に大きく貢献した。

表1 仕様比較表

	LB0	LB3
モータ制御方式	アナログサーボ	デジタルサーボ
プログラムステップ数	100ステップ	1000ステップ
分岐命令	なし	あり
ティーチング機能	なし	あり
外形寸法(mm)	300×300×150	200×150×150

表2 「YDMS50U」仕様諸元

最大可搬重量	50kg (ハンドリング部含む)
走行速度	0~260m/min.
走行停止精度	±1mm
最小停止ピッチ	200mm
最小回転半径	R1000
昇降速度	0~60m/min.
昇降距離	4.0m
昇降停止精度	±2mm
ステーション設定数	255段×6段

## 5 アプリケーション

K社は北海道小樽市を本部として新鮮な魚介類を売り物に全国展開する、フランチャイズレストランである。1995年4月長野県松本市に新店舗をオープンさせるにあたり、日本で初めて、モノレールによる自動フロアサービスシステムを導入、「YDMS50U」がこのシステムに採用された。

以下、この納入事例を紹介する。

### (1)店舗概要

駅から徒歩10分のオフィス街のビル地下一階。テーブル数26、座席数145席の大型店舗。営業時間11:00~14:00、17:00~22:00。寿司、刺身等の魚料理がメイン、アルコール類もある。

### (2)システム概要

図2は当店舗のレイアウトである。天井裏に設置されたトンネル内をYDMSが走行し、厨房から座席テーブルへ料理を搬送する。料理の注文は、各テーブルに置かれたPOSレジシステムの端末にお客が直接入力する。厨房にいる調理人はそのデータを受け取り、料理を準備しYDMSに乗せ、行き先テーブルを入力しスタートさせる。YDMSが所定のテーブル上に到着すると、自動音声により、料理が到着し、トレーが降りてくることをアナウンスする。また、各テーブルの状況は厨房と隣接したコントロールルームのモニターに写し出され、オペレータはお客様が料理をトレーから取り終えたことを確認し、トレーを巻き上げ、厨房に帰還させる。このように、

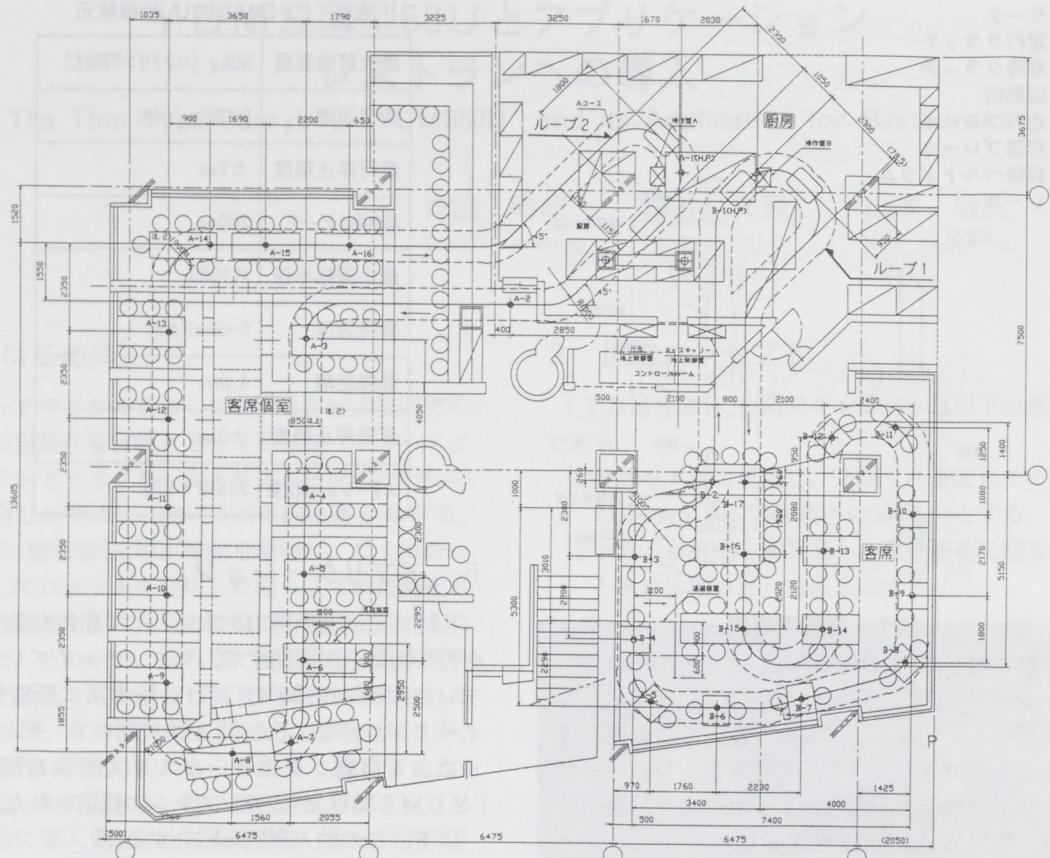


図2 店舗レイアウト

この店舗では人間によるフロアサービスは、お客様を席まで案内し、システムの説明をすること、会計レジ及び退席後のテーブル清掃のみであり、フロアサービスのほとんどを自動で行っている。

## 6 おわりに

工場で生まれた自動化設備であるY D M Sが、レストランという全くの異分野で使用されているということに、我々も多少の戸惑いを感じている。しかし、これは「搬送」という仕事は業種を問わず存在するといいいい例である。これからも、お客様からの引き合い1件1件に耳を傾け、新たな分野に挑戦してゆきたい。

### ■著者



青島 時彦



深井 文憲



山本 敬二

# GHP新製品ビルマル「16・20HP」

New Multi-GHP "16・20HP" Series for Buildings

谷高 利博\*

Toshihiro Yataka

福岡 治郎\*

Jiro Fukuoka

小栗 真\*

Makoto Oguri

清水 正之\*

Masayuki Shimizu

海野 仁\*

Hitoshi Unno

## 1 はじめに

近年、ビル用マルチGHPの販売は著しい伸長を遂げ、'95冷凍年度の販売台数はGHPメーカー4社で14,000台であり全ビル用マルチエアコンの販売台数の25%を占めるにいたった。

各GHPメーカーともこの量販クラスに品ぞろえをしており、シェア確保のため、より高機能・高品質・低コストな商品が求められている。

今回、大型ビル用マルチ(16・20HP)のフルモデルチェンジを行い、'96年1月より生産を開始した。昨春より発売の10・13HPモデルに加えることで、シリーズ化を完成したので、以下にその紹介を行う。

## 2 開発の狙い

### (1)空調物件対応性の向上

室内機種類の拡大・多室化・密着集合設置化・高低差設置性の改善

### (2)経済性の向上

低燃費・ロングメンテイング・バル

### (3)GHP固有機能の向上

「Y-HOTシステム(YAMAHA High Operative Transfer System)」による低温暖房能力の向上

### (4)環境への配慮

NOxの低減・低運転騒音

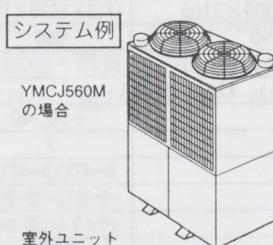


図1 システム構成図

\*GHP事業部 開発部

## 3 システム概要

### 3.1 システム基本構成

・室外機: 28KW(16HP), 56KW(20HP) 計2機種

・室内機: J28~560形

11タイプ 計59機種

で構成され、1台の室外機に対し室内機を最大16台まで接続が可能。(図1)

### 3.2 室外機仕様

室外機の外観を写真1に、また主要諸元比較を表1に示す。

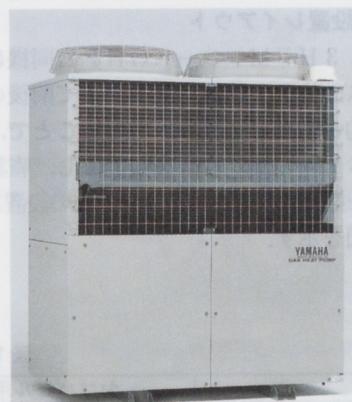
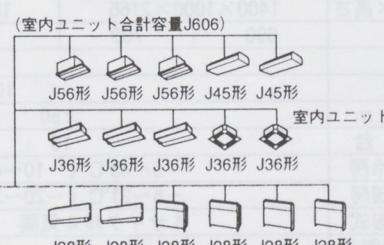


写真1 室外機の外観



## 4 システムの特長

### 4.1 Y-HOTシステムの能力向上

10・13HPで開発された本システムは、GHP特有のエンジン排熱を高性能コンパクト熱交換システムにより高効率に回収し、低外気温時の暖房能力の向上、さらに低外気温冷房運転範囲の拡大、室内機の細分化、設置高低差の改善を実現したものである。

今回、熱交換システムの改良を行い、16・20HPに対応できるY-HOTシステムとしてまとめ、現在20HPに対し下記の機能向上を実現した。

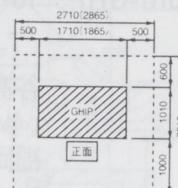
- (1)低温暖房能力を130%までに向上させた。
- (2)最小室内機を45形から28形とより小型化させ、細分化率（室外機冷房能力を100%にした時の最小室内機の能力比）も8.4%から4.6%と向上させた。
- (3)低外気温冷房運転範囲を0°Cから-10°Cへと拡大した。

### 4.2 連続設置レイアウト

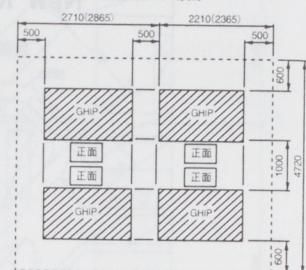
10・13HPMシリーズGHPと同様に、メンテナンス・施工・整備作業をすべて前後の2面のみに集約させたレイアウトをとることで、10～20HPシステムの連続設置を可能とし、省設置スペース化を図った。図2に20HPとの設置スペースの比較図を示す。

旧16・20HP

複数台数設置の場合

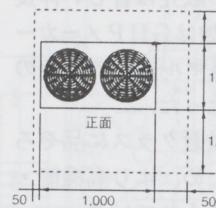


複数台設置の場合



新16・20HP

1台設置の場合



複数台数設置の場合

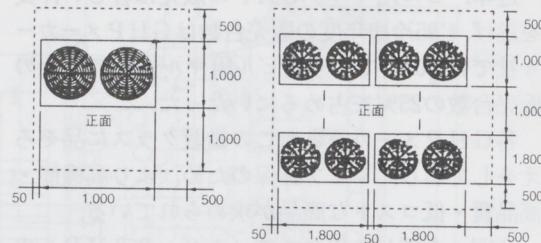


図2 設置スペース比較図

### 4.3 Mネット通信方式の採用

室内外機間の通信に10・13HPで開発されたMネット方式を共通採用し、10～20HP室外機及び室内機の運転を同一リモコンで操作できることになった。また、室内機50台から大型ビル全体までを集中管理できるオプションの使用も可能となり物件対応力が大幅に向上した。

表1 室外機主要諸元比較表

形名		ヤマハビル用マルチGHP Mシリーズ				旧ヤマハ20HP	他社モデル
能力	冷房標準	28.0(25000)	35.5(31500)	45.0(38700)	56.0(48160)	53.0(48000)	ビル用マルチ20HP
KW	暖房標準(7°C)	35.5(30000)	42.5(37500)	53.0(45580)	67.0(5160)	63.0(57600)	53.0(48000)
( )内は	2°C 暖房	36.9(33000)	46.8(41300)	58.3(50138)	73.7(63382)	—	71.0(62000)
kcal/H	-10°C 暖房	36.9(33000)	46.8(41300)	58.3(50138)	73.7(63382)	56.7(51800)	—
外形寸法mm	幅×奥行×高さ	1400×1000×2165	1800×1000×2165	1710×1010×1880	1690×970×2036		
重量 kg		690	700	990	990	960	
電源種		3組200V					
許容配管長 m		100(実長) 125(相当長)					
室内・外ユニット高低差 m		±50				+30,-40	+40,-50
室内機最大接続台数 台		16				7	15
使用室外温度範囲	冷房	-5~43°C (-10~43°C)				0~43°C(0~43°C)	0~43°C
( )内は寒冷地仕様	暖房	-5~21°C (-20~21°C)				-5~21°C(-10~21°C)	-10~26°C
エンジン	形式	4サイクル4気筒 OHV				4サイクル4気筒 OHC	4サイクル3気筒 OHV
	排気量	1453cc				2184cc	1642cc
コンプレッサー	形式	ツインロータリー式(99cc×2)	ツインロータリー式(147cc×2)	ツインロータリー式(200cc×2)	ツインロータリー式(200cc×2)	ツインロータリー式(200cc×2)	ツインロータリー式(200cc×2)
運転騒音 dB(A)		59(サイレントモード7)	60(サイレントモード8)	61(サイレントモード9)	62(サイレントモード10)	62	62
メンテインターバル Hr		6000				4000	4000

#### 4.4 低騒音設計

- (1) 10・13HP共通低騒音エンジンの使用
- (2) 低騒音ファンの採用と、空気熱交換機配置改良によるファン回転数低減
- (3) フレーム剛性の向上及びパネル防音性能強化により、室外機全面（前後左右）の騒音を大幅に低減した。

#### 4.5 低NOx・高信頼性エンジン

- 10・13HPエンジンを共通使用し以下を実現。
- (1) 設計寿命3万時間の達成
  - (2) オイル自動補給システム・高性能オイルなどの採用によりメンテインターバル6,000時間達成
  - (3) 超希薄燃焼+プログラムディジタル点火制御により、NOx排出量を12モード300ppm以下に低減した。

### 5 開発期間の短縮及び効率的コスト開発

開発期間を従来モデルに対して30%短縮し、効率的なコスト開発を行うため、開発部・製造部一體で

- (1) 製品レイアウト段階での製造用件の織り込み
  - (2) 「モック」評価導入による製造性・メンテ性などの要件の次元試作図への織り込み
  - (3) プリテストによる機能要件の次元試作図への織り込み
- などを行った。

### 6 おわりに

本モデルの商品化により、高機能ビルマルMシリーズが完結し、今後GHPビルマルクラスの販売拡大への大きな担い手になると確信する。

また、短期間での商品化ができたのも、コンカレント開発を支えていただいた創輝㈱各部門（製造・技術・生産・原価・購買・生産管理）のご尽力のたまものであり、ご協力に対し厚くお礼申し上げる。

## 製造計画スケジューリングシステム

MLP:Multiple Level Planning

小楠 和正\*

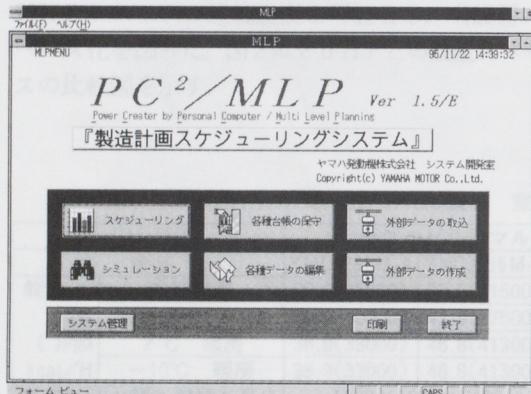
Kazumasa Oguisu

## 1 はじめに

近年の低成長時代を反映して、時間競争力をつけることが企業の優位性を勝ち取ることだと言われている。工場においては、経営資源である生産設備や人をできるだけ効率的に活用し、全体のリードタイムを短縮することではないだろうか。

最近は、CIM(Computer Integrated Manufacturing = コンピュータによる統合生産管理システム)化の潮流により、製造現場もPOP(Point Of Product = 生産時点管理システム)が導入されるなどしてきたが、計画作成業務に至っては相変わらず手作業となっており、その意味でもスケジューリングシステムが大きな注目を浴びるようになってきたため、パッケージソフトとしてMLP(Multi Level Planning)を開発した。

(画面1)



画面1 MLP

## 2 開発の背景

製造現場の計画担当者にとって、加工順序計画を作成するのは精神的な苦痛を伴う大変な仕事である。

工場には、目標を阻害する要因(図1)が多く、手作業による計画立案は限界にきている。

- (1)計画条件が複雑に交錯し最適化が困難
- (2)経験と勘を頼りに立案する方法は、試行錯誤を重ねるため多大な時間が必要
- (3)立案結果の検証にはさらに時間と労力が必要

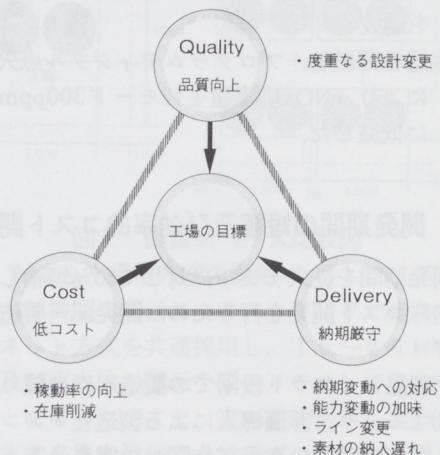


図1 工場の抱える問題点

## 3 開発コンセプト

顧客の要求や生産能力に対して、現場の制約条件を考慮した最適な作業順序計画を自動立案するシステムを構築する。

狙いは、

- (1)稼働率向上、在庫の適正化
- (2)製造リードタイムの短縮
- (3)計画立案工数の削減
- (4)だれもが立案可能(人のスキルに依存しない)
- (5)人員計画や残業計画を事前に立案可能
- (6)設備負荷のシミュレーションが可能

このシステムは、現場に近いところで活用されることを想定し、最も汎用的で操作性や視認性の優れたパソコン(OS:Windows 95など)上で稼動するものとした。

## 4 システムの位置付け

計画には大日程、中日程という全社を対象とした資材所要量計画から、個々の職場およびラインを対象とした加工順序計画がある。（図2）

前者は、営業情報を基にホストコンピュータで立てるのが一般的だが、このMLPが扱うのは後者の部分で、上位生産管理システム（ホスト側）や実績収集システムなどと協調しながら自律分散型で機能する。

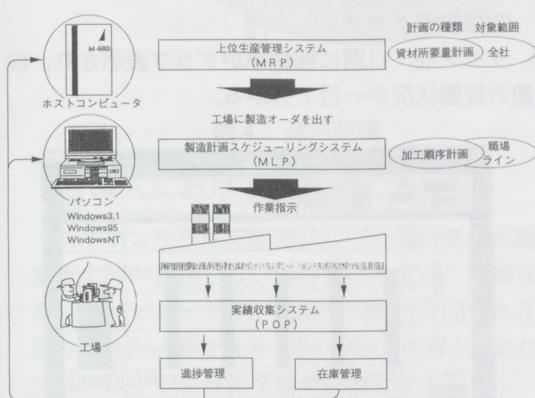


図2 製造情報ネットワーク

## 5 システムの概要

スケジューリング作成フローは、図3の通りで以下の手順により実行する。

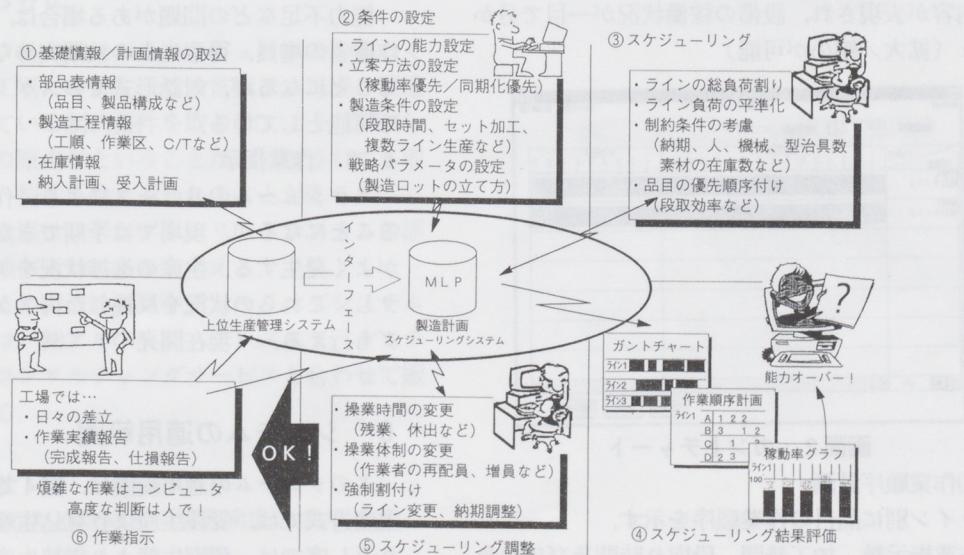


図3 システム概要

### 5.1 基礎情報／計画情報の取り込み

計画担当者は上位ホストコンピュータから、部品表情報、製造工程情報、納入計画（出荷計画と部品の受け入れ計画）、現時点の在庫数などをMLPにダウンロードする。

### 5.2 条件の設定

計画担当者は、各ラインの能力、立案方法の設定（稼働率／同期化優先）、段取り時間やセット加工（複数品目の同時加工）、同一品目の複数ライン同時立案の可否、各品目の割り付け順や製造ロットの立て方を決定づける戦略パラメータの条件設定を行う。

### 5.3 スケジューリング

#### (1) ラインの総負荷割り

実現可能な計画を作るため、スケジュール期間を通して、各ライン（代替ラインも含めて）で製造すべき品目と個数に関してその大枠が決定される。

#### (2) ライン負荷の平準化

ラインごとに設定されたカレンダーと保有能力（操業時間や投入人数）により、負荷の平準化が図られる。

#### (3) 制約条件の考慮

納入計画で示された納期、ある計画日時点において使用可能な資源（人や機械、型治具、素材の在庫数など）を検証しながら立案される。

#### (4) 優先順序付けのルール

本システムは基本的には、着手日の早い順にオーダーを各ラインに作業割り付けしていくフォワード・スケジューリングである。ある計画日における品目の優先順序は、納期、特定の生産順序付け、段取り最小化の方針や戦略パラメータの設定内容によって決定される。

#### (5) 製造ロット数

1回の製造ロットの加工時間は、段取り時間とのバランスが取れていなければ設備の稼働率を向上させることはできない。このため製造ロット数は、品目ごとに固定的な単位でオーダーを切り出して作業割り付けを行うようになっている。

#### 5.4 スケジューリング結果の評価

スケジューリング結果は、GUI (Graphical User Interface = マウスを使用した視覚的、直感的な簡易操作環境)機能をフルに活用し、スケジュール期間全体を日別にカレンダー形式でカラー表示され、能力不足などの問題があれば一目で状況が分かる仕組みとしている。

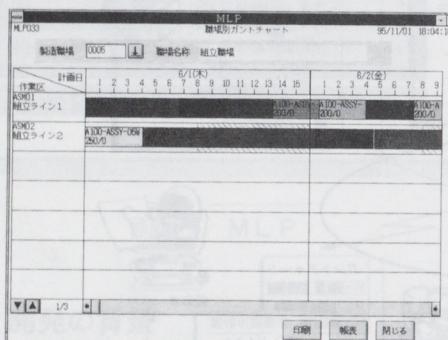
- \* 緑色…能力の範囲以内で作業割り付けができた
- \* 黄色…未割り当て (能力が20%以内で不足)
- \* 赤色…未割り当て (その他の理由)

さらに未割り当ての詳細表示により、課題を達成するための問題点が明確になる。

また、立案結果をビジュアルに確認できる。

##### (1)ガントチャート

縦軸にライン、横軸は時間軸、バー部分には作業内容が表現され、設備の稼働状況が一目で分かる。（拡大／縮小が可能）

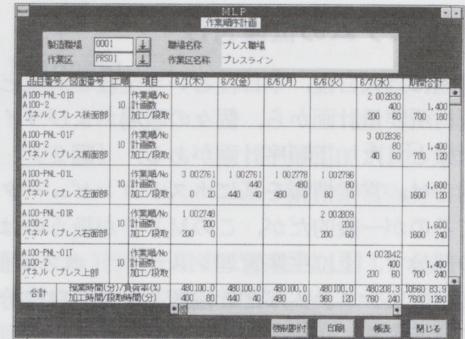


画面2 ガントチャート

##### (2)作業順序計画

ライン別に品目の作業順序を示す。

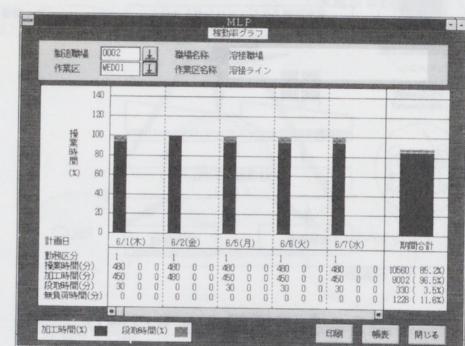
作業指示数、加工時間、段取り時間及び日の負荷率などが表示される。



画面3 作業順序計画

##### (3)稼働率グラフ

ライン別、日別に稼働率がグラフ表示され、設備の稼働状況が一目で分かる。



画面4 稼働率グラフ

その他にも、在庫推移表や人員グラフなども用意している。

#### 5.5 スケジューリング調整

能力不足などの問題がある場合は、残業や休出、作業者の増員、得意先との納期交渉などで対応することになるが、対話形式でのスケジュール調整を可能としている。

#### 5.6 作業指示

スケジュールのリリースにより、作業指示されることになるが、現場では予期できないトラブルがよく発生する。生産の進捗状況をフィードバックし、これらの状況を反映した再スケジューリングも行える。（現在開発中）

#### 6 システムの適用範囲

このシステムの適用範囲は、図4で示すとおり、生産方式では、受注生産より見込生産、生産の繰り返し度では、個別生産より継続生産に向いている。

業種としては、部品の組立、溶接、プレス、成形、塗装などが適用可能と考えている。

### ■著者



小楠 和正

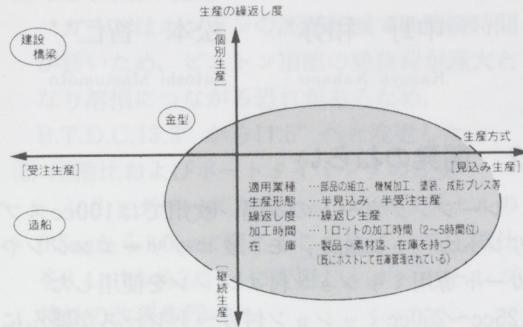


図4 運用業種

## 7 導入における注意点

スケジューラは万能ではない。制約条件が厳しすぎて解が存在しない場合がある。複雑な作業はコンピュータで、高度な判断は人間でと言う割り切りが必要である。その意味でも導入にあたっては、以下の受け皿準備が重要となる。

- (1)モデルを単純化する
- (2)故障や不良の削減、素材の納期遅れ防止
- (3)運用ルールの作成と現場の十分な理解
- (4)スケジューラに期待する部分と現場の運用に頼る部分を明確にする

## 8 おわりに

「スケジューリングをコンピュータでやらなくともよい工場にせよ」この言葉は、工場の製造を阻害している制約条件を取り除くこそが、工場改善の原点だということだが、どうしても取り除けない製造条件とぶつかることがある。<sup>1)</sup>

そんな職場は、スケジューリングシステムの活躍する余地が大いにあると考える。

なお、この製造計画スケジューリングシステム (MLP) は、(株)アルファシステムズにて、システム分析やコンサルティングサービスと合わせて販売している。

### ■参考文献

- 1) SEのためのMRP, 関田和行, 鳥羽 登

## Winforce M80YZ

中野 和弥\* 松本 智仁\*\*

Kazuya Nakano Satoshi Mastumoto

## 1 はじめに

ヤマハレーシングカートは発売以来22年目を迎えたが、近年では1991年をピークに販売量の減少が続いている。

これはバブル経済の崩壊やF1ブームの衰退といった外的要因によるところが大きいが、従来のレーシングカートは2サイクル100ccミッションなしエンジンを搭載した100ccスプリントカートのみであり、ユーザーの減少化をくい止められる魅力のある新しいカートの登場がなかったという内的要因もあった。（写真1）

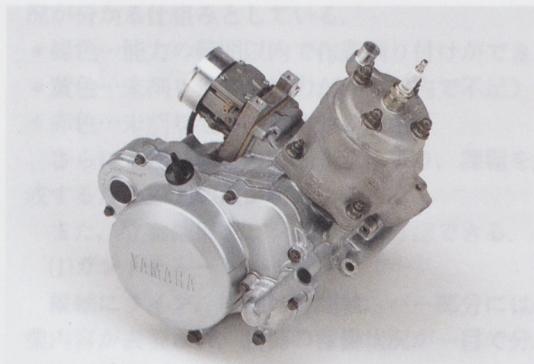


写真1 Winforce M80YZ

## 2 開発のねらい

レーシングカートの本場、欧州では100ccスプリントカートに加え、モトクロッサーインジンやカート専用ミッション付エンジンを使用した125cc～250ccミッション付カートレースが盛んに行われている。これは欧州のカートコースは日本のカートコースに比べて全長が長いということや、ミッション付カートの方が四輪レースにステップアップしやすいということなどによるものである。

一方、国内でも鈴鹿、富士、筑波などのサーキットでは従来より、モトクロッサー125ccのエンジンを使用したスーパーカートレースがクラブレースとして年間4～5戦開催されていたが、エンジンの入手の困難さもあり、一般に普及するには遠く及ばないという状況であった。こうした背景から国内でも下記に掲げるような商品特性を持ったミッション付カートを開発すれば代替需要層を獲得し得るという気運が充分にあった。

- (1) 国内のコースに適合したエンジンの選択と改良
- (2) 100ccスプリントカートユーザーの代替意欲を喚起し得る商品的魅力
- (3) 購入意欲が起きる価格設定

## 3 エンジン関係

全国に存在する約60ヶ所のカートコースはその大半が全長1,000m以下、幅員8～10m、ストレート部分が短くコーナーが多く、前述したモトクロッサー125ccエンジン搭載のスーパーカートではオーバーパワーの傾向となり、高度なドライビングテクニックが必要であった。そこでこうしたコースに合わせて全国的にミッション付カートレースが開催できるようにするために、US向YZ80エンジン(83cc)をベースエンジンとして選択し、さらにカート用エンジンとしての特性を持たせるべく次の改良を行った。

- (1) キャブレタの変更

YZ80オリジナルのVMタイプではコーナリ

\* 特機事業部 カート室

\*\*(株)YEC

ング時の横Gによる油面変化に対する対応が難しいため、ウォルプロ社製のフロートレスキャブレタを改良してこれに変更した。

#### (2) 点火時期の変更

カートはエンジンの高回転域での持続時間が長いため、ピストン頂部の熱負荷が過大となり溶損につながる恐れがあるため、B.T.D.C.13.3° から11.5° へと変更した。

#### (3) 圧縮比およびポートタイミングの変更

シリンドベースガスケットをオリジナルの0.5mmから1.0mmに変えることによって圧縮比を8.4:1から7.3:1に変更し、オーバーレブ特性の改善を行った。

#### (4) 大型サイレンサの採用

オリジナルのサイレンサに代えてφ=80mm, L=380mmの大型サイレンサを採用し、低騒音化を図った。

表1 Winforce仕様諸元

全長／ホイールベース	1600／1040mm
乾燥重量	80kg(含エンジン)
トレッドF／R	標準1115／1365mm
エンジン種類	2サイクル・水冷・クランク室リードバルブ
気筒数／配列／排気量	単気筒／前傾／82.9cm <sup>3</sup>
内径×行程	47.0×47.8mm
圧縮比	7.3:1
始動方式	押しがけ
潤滑方式	混合ガソリン30:1
ギヤオイル容量	0.5 L
点火方式	C.D.I.
点火プラグ型式	B10EG
クラッチ型式	湿式多板
変速機	常時噛合式 前進6段
フレーム型式	変形X型
フロントタイヤ	10×4.50-5(SL86)
リアタイヤ	11×7.10-5(SL86)
制動装置F／Rとも	油圧フローティングディスク式
車高調整	フロント／可 リア／不可

### 4 車体関係

YZ80エンジンの性能に適合するシャーシとしては

- (1) エンジンパワーとバランスのとれた剛性を持っていること
- (2) 車体重量増加にともなう制動力の向上
- (3) チェンジレバーやクラッチレバーなどのミッション付エンジン搭載機構を持っていること

などが要求される。そこで既存シャーシの中から条件に適合したシャーシを選択し、YZ80エンジンを搭載したプロト車によって、エンジン及び補器類とのマッチングを図り、バランスの取れたシャーシの開発を行った。

### 5 おわりに

Winforce M80YZは国内のカートユーザーがシフトチェンジという新しいドライビングの楽しみを手軽に味わえるようにできたことやミッション付カートレースという新しいレースカテゴリーを創り上げたことなどにより、国内カートレース界に確実に新しい1ページを開いたと言える。また、売れ行きも期待通り好調である。今後はM80YZからのステップアップのミッション付カートやビギナー層を対象とした入門用のミッション付カートなど商品の多様化を図り、ミッション付カートのさらなる普及拡大に努めていきたい。

#### ■著者



中野 和弥



松本 智仁

## CAMシステム「EgCAM」

CAM System "EgCAM"

小杉 宏之\*

Hiroyuki Kosugi

杉浦 正明\*

Masaaki Sugiura

山田 尚史\*

Hisashi Yamada

松尾 明俊\*

Akitoshi Matsuo

## 1 はじめに

CAMシステムは、第1世代「APT, LANC言語の利用（自動プロ）」、第2世代「CADの図面形状の利用」を経て、第3世代「CAD情報の利用と開放されたデータベースの採用」に入ろうとしている。

EgCAM (Ergonomic Easy Computer

Aided Manufacturing) は、第3世代のCAMシステムとしてだけでなく、Windowsの操作性をいかし、「イージー＆スピーディー・オペレーション」を実現した、人にやさしいCAMシステムである。

## 2 開発の狙い

以下の点を主眼として開発した。

- (1) CAD図面データから
  - (2) 加工を知らない人でも最短の時間で
  - (3) 正確で即応するNCデータを作成し
  - (4) ユーザにて再利用可能な、加工のためのデータベースを有す。
- すなわち、
- (1) CADの図面データだけでなく図形に割り振られた属性情報も利用することによりCADとの融合を図る。
  - (2) 直観的な操作により、意図したことを行え、CAM導入立ち上げをより円滑にする。
  - (3) 加工パス作成機能を充実し、シミュレーション機能による確認を容易にする。
  - (4) 加工のためのデータベースをオープンにし、加工指示書などドキュメント作成を可能にする。

## 3 システム概要

## 3.1 全体構成

EgCAMは加工形状にあったNC座標データを出力するだけという今までの簡易CAMシステムの考え方から脱却し、加工全体をトータルに支援する目的で開発をした。加工工程、工具テーブル、NC出力形式、切削方法、加工シミュレーションは加工業務を見直した結論として導かれたコンセプトである。図1にシステム全体のフローを示す。

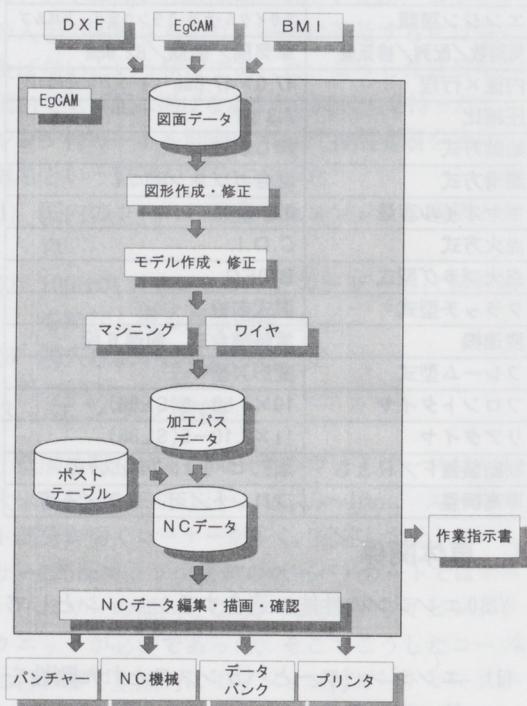


図1 システムフロー

\*株ワイ・イー・シー システム部

### 3.2 製品モジュールと適用範囲

EgCAMの対象とする加工は、穴あけ・2次元・2.5次元マシニング加工と5面加工・ワイヤ放電加工である。特にマシニング加工では、金型プレート・金型2.5次元形状・一般治具の加工を得意な分野とする。（2.5次元形状とは自動車のボディのような自由曲面ではなく、曲面を制限し加工形状の一部のみに曲面を持った形状）

### 3.3 動作環境

OS : MS-Windows Ver3.1

Windows-NT

Windows95

パソコン : i486DX2-66MHz以上

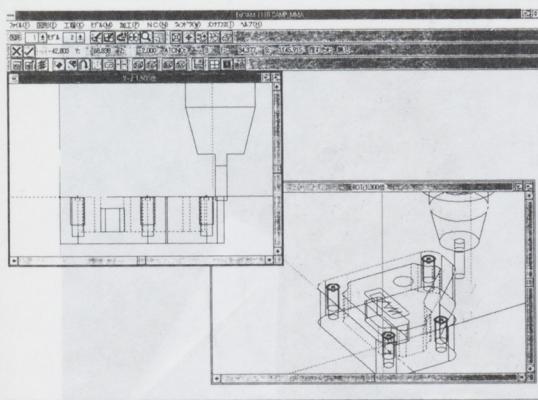
メモリー 16MB以上

ハードディスク 20MB以上

## 4 システムの特長

### 4.1 3次元図形データベース

従来の2次元CAMシステムでは平面上でのデータ入力・編集しかできず確実な加工経路を確認することはできなかった。本システムは3次元データベースの採用により加工形状をモデルとして定義し、工具経路をリアルな立体シミュレーションで確認することができる。画面1に工具干渉チェック画面を示す。



画面1 工具干渉チェック画面

### 4.2 パターン登録機能

加工条件自動登録、穴加工方法・形状加工方法登録、工具管理などの機能を搭載し、ベテランのノウハウを学習・蓄積できるシステムである。こ

れにより、初心者でも安心して使って頂けるシステムである。

### 4.3 ポストプロセッサ

豊富なシステム変数と条件判断文ポスト処理言語CPL (Cam Post Language)によるポスト編集機能により、ほとんどの加工機械に合せたNCデータ作成が可能である。

## 5 おわりに

EgCAMは第3世代のCAMとしてだけでなく、既に高い評価を得ているMS-Windowsの操作性を生かし、NCデータ作成の作業環境を大きく変革する。今後もお客様から頂く貴重なご意見を参考に、現行モジュールの一層の充実と同時に操作性、機能とも充実したトータルなCAMシステムとして評価されるように改良を続けていきたい。最後に、本システムの開発にあたり多大なご支援を頂いたヤマハ発動機㈱早出工場、エンシュウ㈱の関係方々に紙面をお借りしてお礼申し上げる。

### ■著者



小杉 宏之



杉浦 正明



山田 尚史



松尾 明俊

## PTO付きラバーマウントエンジン艇

Rubber Mounted Engine Boat with Power-Take-Off

箕浦 実\*

Minoru Minoura

## 1 はじめに

釣りレジャー用艇の需要が拡大する中、振動騒音などの快適性を確保しつつ、PTO（エンジンより補機用動力を取り出す機構）のニーズが高まってきた。

しかし、PTOを装備するにはエンジンを固定する必要があり、振動・騒音に対して効果のあるラバーマウントにできないという問題があった。

## 2 開発の狙い

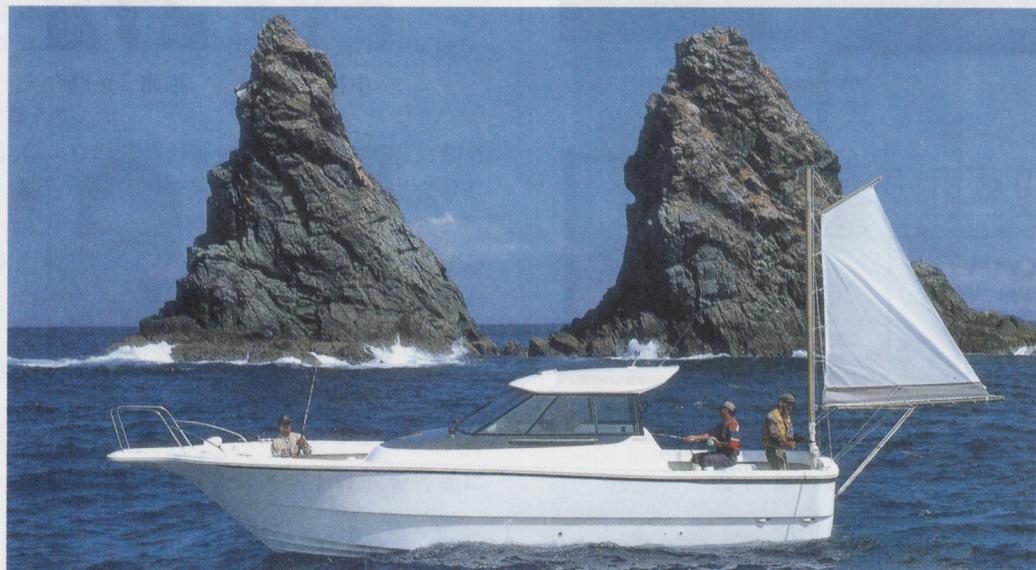
釣りレジャー用小型インボード艇のニューモデルであるUF30（全長30フィート、エンジンMD386KUH）用に快適性（振動、騒音）と釣り機能の重要なファクターであるPTO取り出しを両立させる開発を行い、商品力の向上を狙った。

## 3 手法

従来の構造ではPTOが必要な場合、Vベルトテンションの安定性・信頼性確保のため、エンジンと補機動力用機器を共に船体にリジッドマウントしている。そのためエンジン振動の遮断ができない。

今回開発した構造ではエンジンから直接、補機動力用機器を載せるための共用ベッドを延長し、エンジンと共用ベッドを共に船体にラバーマウントすることにより、Vベルト系の安定性を確保しつつ、エンジン振動を船体に伝えにくくする構造とした。（図1）

また、マウント系全体のバランスをとるため航走および補機の使用回転域に共振点が入らないようにしつつ、航走衝撃に対しても強度を確保できる剛性とマウント硬度のチューニングを行った。



## 4 効果

騒音、振動低減効果をリジットマウントの旧モデルとラバーマウントのU F 30 ニューモデルで比較すると、騒音は3dB(A)低下、振動は40%低下した。

	リジットマウント	ラバーマウント	効果
運転席騒音	86dB(A)	83dB(A)	3dB(A)低下
運転席床振動	1.0G	0.6G	40%低下

乗船フィーリングも、自動車で言えばトラックから、乗用車になったように向上している。

PTOもこのクラスでは充分な10kwが確保でき、釣りレジャー艇としての商品性を向上できた。

## 5 今後の展開

今回の仕様で大幅に快適性を向上させることができ、商品性が向上した。今後は更に業務艇を含め、多くのモデルに展開を検討していく予定である。

## 6 おわりに

釣り主体のモデルでのエンジンラバーマウント化ができる、商品性を大幅に向上させることができた。

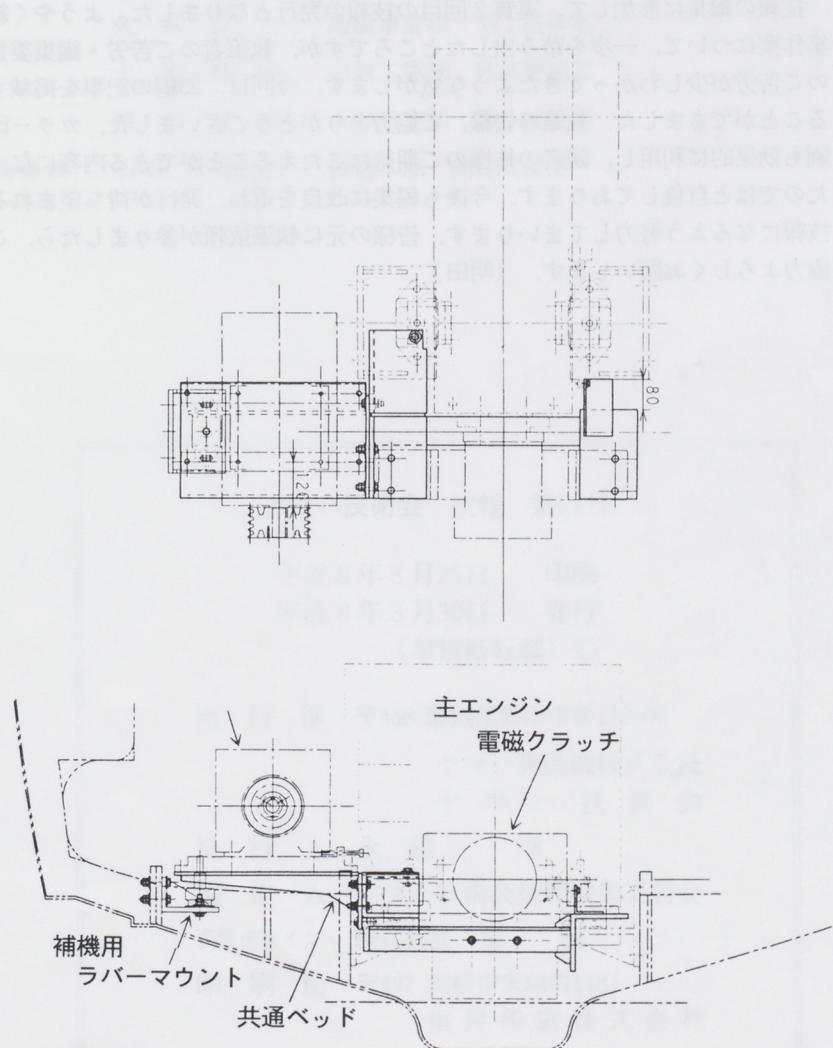


図1 ラバーマウント構造

## 編集後記

技報を発行する目的や狙いを編集委員の間で、議論しながら編集作業を進めてきました。そのため、記事の中身はもちろん、表紙のデザインから表記法に至るまで議論の対象になりました。他社の技報も参考にしましたが、なかには会社の宣伝のようなものもあります。ヤマハ技術会技報は、会員のための会員の発行という立場で、技術に関して関連会社も含め、社内でだれがどんなことをしているのかを情報として伝えようと考えてやってきました。今後、技報も時と共にその位置づけや内容が変わっていくと思われますが、今述べたことは基本的なスタンスの一つとして欲しいと思っています。（伊藤）

技報の編集に参加して、実質2回目の技報の発行となりました。ようやく編集作業について、一步を踏み出したところですが、執筆者のご苦労・編集委員のご苦労が少しあわかつたような気がします。今回は、23編の記事を掲載することができました。執筆の皆様、ご協力ありがとうございました。カラー印刷も効果的に利用し、読者の皆様のご期待にこたえることができる内容になったのではと自負しております。今後も編集に改良を重ね、発行が待ち望まれる技報になるよう努力してまいります。皆様の元に執筆依頼が参りましたら、ご協力よろしくお願いします。（明田）

## 技報編集委員会

委員長	寺井 康晴	生産企画本部 生産企画室
副委員長	芝田 耕太郎	技術本部 事業開発室
"	鈴木 勇	生産企画本部 生産企画室
委員	伊藤 和徳	IM事業部 技術室
	鈴木 晴久	モーターサイクル製造事業部 生産管理室
	阿部 輝夫	モーターサイクル事業本部 第2プロジェクト開発室
	中村 和朗	特機事業部 海外営業室
	久保 正人	舟艇事業部 第1技術室
	土本 寛治	三信工業(株) 技術管理部
	松長 伸彦	AM事業部 第3技術室
事務局委員	明田 千津子	技術本部 開発支援室

### ヤマハ技術会 技報 第21号

平成8年3月25日 印刷  
平成8年3月30日 発行  
(禁無断転載) ©

発行所 〒438 静岡県磐田市新貝2500

ヤマハ発動機株式会社  
ヤマハ技術会

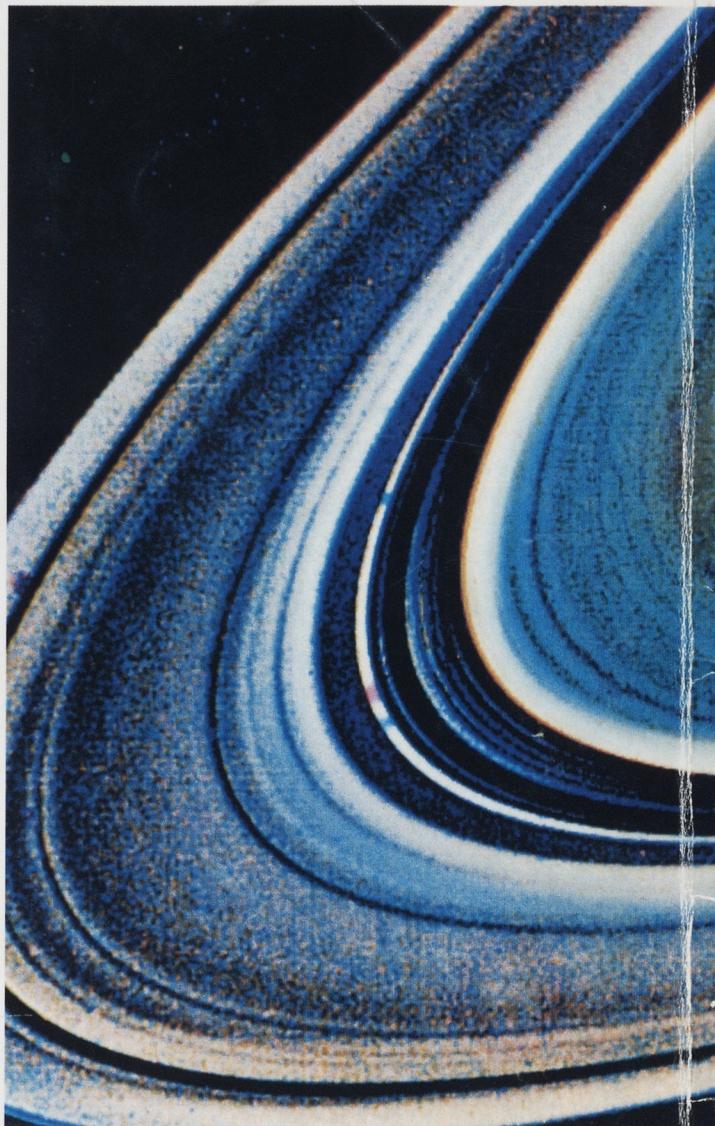
発行人 永易 均

編集人 ヤマハ技術会技報編集委員会

表紙デザイン 株式会社 亜興 → エロヤ

印刷所 〒432 浜松市米津町1181

桐屋印刷株式会社



**YAMAHA**  
ヤマハ発動機株式会社